

**平成 22 年版
中国の環境・エネルギー分野の
現状と動向**

独立行政法人科学技術振興機構 中国総合研究センター

China Research Center (CRC), Japan Science and Technology Agency
<http://www.spc.jst.go.jp/>

注：本報告書は、独立行政法人科学技術振興機構中国総合研究センターが平成 21 年度に日本テレビ株式会社に委託した「中国の環境・エネルギー分野における現状と動向調査」の成果をまとめたものである。

「平成 22 年版 中国の環境・エネルギー分野の現状と動向」

目 次

第 1 章 環境・エネルギー分野の概要	8
第 1 節 環境分野の概要	8
1. 環境問題の進展と環境保護政策	8
(1) 中国における環境問題の進展	8
(2) 中国の環境保護政策・法規	8
2. 環境保護管理体制	15
(1) 環境管理関連各機関の役割分担	16
(2) 国務院、地方政府、環境保護管理部門	16
3. 汚染物質の排出と処理の現状	19
(1) 排ガス排出量及び除去	19
(2) 汚水排出量及び除去	22
(3) 産業固形廃棄物発生量及び処理	23
(4) 生活ゴミ収集量及び処理	25
4. 環境問題と対策	28
(1) 大気汚染問題の現状と対策	28
(2) 水汚染問題の現状と対策	31
(3) 固形廃棄物問題の現状と対策	37
(4) 土壌汚染問題の現状と対策	40
(5) 農村部汚染問題の現状と対策	42
(6) 自然生態問題の現状と対策（自然保全区、生物多様性保全、生態脆弱区等）	44
(7) 森林・草原問題の現状と対策	47
(8) 騒音問題の現状と対策	49
5. 汚染防止重点プロジェクト	50
(1) 重点流域における水汚染防止第 11 次「5 カ年計画」	50
(2) 石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する第 11 次「5 カ年計画」	53
(3) 医療廃棄物・危険廃棄物集中処理施設プロジェクト	55
6. 気象・自然災害と対策	56
(1) 主要気象災害と対策	56
(2) 主要地質災害と対策	66
(3) 主要海洋災害と対策	69
7. 環境分野の研究開発状況	72
(1) 研究開発体制	72
(2) 研究予算	75

(3) 研究人材	78
(4) 研究成果	80
8 環境分野の国際研究・協力活動.....	81
(1) 気候変動及び国際協力	81
(2) 中国における環境分野の国際協力・交流	82
第2節 エネルギー分野の概要	84
1 エネルギー問題の進展と国家政策.....	84
(1) 中国のエネルギー事情	84
(2) 建国から大躍進、文化大革命を経て	85
(3) 改革開放以後の飛躍的な発展	86
(4) 「節能減排」と科学発展	87
(5) 2050年にらんだエネルギー戦略策定へ	89
(6) エネルギー需要と炭素排出の見通し	91
(7) 低炭素排出シナリオ下での優先技術	94
2 エネルギー管理体制.....	99
(1) 国家エネルギー委員会	100
(2) 国家エネルギー局	100
(3) 国家エネルギー局と国家発展改革委員会の関係	102
(4) 工業・情報化部	103
(5) 国家電力監管委員会	103
(6) 国家核安全局	103
3. エネルギー需給の現状.....	104
(1) 一次エネルギー消費	104
(2) 一次エネルギー生産	107
(3) 石油	109
(4) 天然ガス	115
(5) 石炭	119
(6) 電力	123
(7) 原子力	131
(8) 水力発電	137
(9) 風力発電	141
(10) その他の再生可能エネルギー	145

4. 省エネルギー・エネルギー総合利用の現状	151
(1) 省エネルギー政策と経緯	151
(2) 10大重点省エネルギー・プロジェクト	163
(3) 1000社企業省エネルギー・プロジェクト	164
(4) 電気事業の「上大圧小」プロジェクト	164
(5) 電気製品の省エネルギー・ラベル制度	165
(6) 建築省エネルギー	167
(7) 熱・電併給（コージェネレーション）	168
(8) トリジェネレーション（熱・電・冷供給）	171
(9) エネルギー貯蔵	172
5. エネルギー分野の研究開発状況	174
(1) 研究開発体制	174
(2) 研究開発予算	177
(3) 研究人材	181
(4) 研究成果	183
6. エネルギー分野の国際研究・協力活動	189
(1) 国際協力	190
(2) 二国間協力	193

第2章 環境・エネルギー技術分野における研究開発の現状及び動向 198

第1節 環境技術 198

1. 地球温暖化対策	198
(1) 二酸化炭素排出の現状	198
(2) 気候変動とCDM	198
(3) 二酸化炭素の回収・貯留（CCS）技術	199
2. 環境汚染対策技術	200
(1) 大気汚染抑制技術	200
(2) 水質汚染抑制・再生利用技術	202
(3) 固形廃棄物処理処分・総合利用技術	203
(4) 危険廃棄物	203
(5) 土壌修復技術	203
3. 資源循環技術	204
(1) バイオマスの有効利用技術	204

(2) リサイクル技術（レアメタル、コンクリート、包装容器プラスチック）	205
(3) 生態系保全技術（海岸、鉱山陥没区、湿原、砂漠化地域）	206
4. 汚染防止・環境保護技術国家リスト	209
(1) 国家先進汚染防止技術リスト（2008 年度国家先進汚染防止技術模範名簿）	209
(2) 環境保護技術リスト（2008 年度国家奨励発展的環境保護技術目録）	211
5 中国科学院の環境科学技術ロードマップ	214
(1) 地球規模での気候変化及び生態プロセス	214
(2) 悪化した生態系の修復及び生物多様性	216
(3) 都市化と環境の質	217
(4) 土地・流域・海岸生物の地球化学プロセス	218
(5) 環境汚染抑制と修復	218
(6) クリーン生産及び循環経済	219
(7) 環境汚染と健康	220
(8) 先進的な監視・観測及び予報技術	221
第 2 節 エネルギー技術	223
1. 中国のエネルギー技術発展の現状と課題	223
(1) 省エネとエネルギー効率向上技術	223
(2) 化石エネルギーの深層探査・開発・利用技術	223
(3) 再生可能エネルギー大規模利用技術	224
(4) 原子力発電技術と放射性廃棄物処理技術	224
(5) 電力網の安全とエネルギー貯蔵技術	225
2. エネルギー技術の導入政策	227
(1) 輸入を奨励するエネルギー関連技術	227
(2) 重大技術設備の輸入免税措置	229
(3) 重大技術設備自主イノベーション指導目録	230
3. 省エネルギー技術	235
(1) 工業省エネルギー技術	235
(2) 建築省エネルギー技術	241
(3) 交通省エネルギー技術	249
(4) 農業省エネルギー技術	256
4. 新エネルギー技術	260
(1) 風力発電	260
(2) 太陽熱・太陽光利用	273

(3) 海洋エネルギー発電	284
(4) 深層地熱発電	286
(5) バイオマス発電	288
5 石炭クリーン技術.....	293
(1) 石炭ガス化複合発電	293
(2) 石炭ガス化燃料電池複合発電	294
(3) 新型石炭燃焼・発電	295
(4) 超超臨界圧発電	295
(5) 高度加圧流動床燃焼	296
6. エネルギー輸送技術.....	297
(1) 高圧、超高圧送電技術	297
(2) 再生可能エネルギー送電網接続技術	300
(3) 大規模送電網安全・安定化技術	301
(4) スマートグリッド技術	303
7 原子力発電技術.....	304
(1) 軽水炉	309
(2) 高温ガス炉	314
(3) 高速増殖炉	317
(4) 第4世代炉	320
(5) 核燃料サイクル	320
(6) 民生用原子力設備の設計・製造	327
8. 新型エネルギー技術.....	331
(1) 水素エネルギーと燃料電池	332
(2) 天然ガスハイドレート	334
9. 中国科学院のエネルギー技術ロードマップ.....	335
(1) 2050年のエネルギー重要技術	335
(2) 各エネルギー技術の発展目標	336
参考資料：環境分野.....	347
参考資料：エネルギー分野.....	354
あとがき.....	362

1

環境・エネルギー分野の概要

第1章 環境・エネルギー分野の概要

第1節 環境分野の概要

1. 環境問題の進展と環境保護政策

(1) 中国における環境問題の進展

中国は1950年代前半まで工業化の初期段階にあり、環境問題はまだ現れていなかったが、50年代後半から重工業が急速に発展し環境問題が顕在化し始めた。しかし、当時の環境汚染はまだ都市部に限られ、汚染レベルも低かった。

1978年の改革開放政策によって幕を開けた経済発展は、一方で、様々な環境問題を引き起こした。中国でも、これまで先進国が経験したような工業化に伴う環境問題が深刻化し、環境汚染による経済損失は年間2000億元に達すると試算されている。

環境保護部が519都市に対して実施した大気モニタリングの統計データによると、2008年時点で深刻な汚染状態にある都市の割合は全体の5割以上にのぼった。また、水質モニタリングを行った200河川の409断面のうち、水質汚染が深刻で国家地表水水質基準のⅣ類水質基準以下である河川の割合も全体の約5割を占めた。

これ以外にも、固形廃棄物や土壌汚染、自然生態系破壊、森林・草原面積の縮小など、様々な環境問題も深刻化しつつある。

中国政府は、環境の保護と改善を重視するなかで、1983年に環境保護を基本的な国策に組み入れた。その後も各種の環境保護関連法制度を整備し、一連の効果的な対策を制定・実施してきた。

環境汚染防止への資金投入も年々増加してきている。国家統計局によると、2008年の環境汚染防止対策への投資額は国内総生産（GDP）の1.49%に達した。こうした結果、主要汚染物質の排出量は着実に減少し、環境問題にも改善の傾向が見られる。

(2) 中国の環境保護政策・法規

①環境保護政策

中国政府は1972年、「国連人間環境会議」への代表団の派遣・参加を契機に、環境問題の深刻さを認識し、社会発展における環境保護の重要性を再確認した。

国務院は1973年8月、第1回全国環境保護会議を開催し、中国初の環境保護公文書となる「環境保護と改善に関する若干の規定」を承認した。同規定では、汚染防止措置を、本体プロジェクトと同時に設計、同時に施工、同時に稼働しなければならないという「三同時」原則を提示した。

1978年の全国人民代表大会（全人代）第5期第1回会議で改正された「中華人民共和國憲法」では、環境と自然資源の保護、汚染とその他公害の防止が国家の義務として規定された。中国建国以来、初めて憲法で環境保護を国家の義務として明確化することによって、環境法制度の構築と環境保護事業の基礎が築かれた。同年12月、国務院環境保護指導チームが「環境保護事業報告要点」を発表した。同要点では汚染削減、環境保護が経済建設の重要部分であると位置付けた。

1979年に「中国環境保護法（試行）」が公布され、環境保護事業に関する法制度の構築が軌道に乗った。80年代から環境保護事業は順調に展開され、83年の第2回全国環境保護会議では環境保護を基本国策の1つとして正式に確定し、「経済建設、都市農村建設、環境建設を同時に計画・実施・発展させるとともに、経済効果、社会効果、環境効果を統一する」という指導方針を定めた。「予防中心」、「汚染者

負担の原則」、「環境管理の強化」を環境政策の3本柱に据えた。

国務院は1984年5月、「環境保護事業に関する決定」を公布し、環境保護資金ルートを含む一連の重大な環境問題に対する明確な体制を確定した。環境保護は国民経済と社会発展計画に盛り込まれ、経済と社会生活の重要部分となった。

1989年4月に第3回環境保護会議が開催され、「環境保護目標責任制度」、「都市環境総合整備定量考査制度」、「汚染物質排出許可証制度」、「汚染集中管理制度」、「期限付き汚染処理」の5項目の制度と措置が提出された。

中国は「第8次5ヵ年」期間中（1991～95年）、92年の国連環境・発展大会の後、「環境と発展10大対策」を策定し、初めて従来型の発展モデルを転換し持続可能な発展路線を選択する方針を明確にした。さらに中国政府は「中国21世紀アジェンダ」、「中国環境保護行動計画」などの文書を策定し、持続可能な発展に関する全体戦略、対策及び行動計画を定めた。

国務院は「第9次5ヵ年」期間中（1996～2000年）、「環境保護問題に関する若干の決定」を公布し、「汚染物質排出総量コントロール計画」を実施に移し、三河（淮河、海河、遼河）、三湖（太湖、滇池、巢湖）の水汚染防止事業を展開した。

「第10次5ヵ年」期間中（2001～2005年）、共産党全国大会で「科学的発展観」が指導原則の1つとして追加された。中国政府は、科学的発展観に基づいて、環境保護法、自然資源法、環境保護行政法規、環境保護部門規定と規範性マニュアル、地方の環境法規と地方政府規定などの一連の法律・法規を公布した。2002年には、「クリーン生産促進法」が公布され、中国の汚染対策は末端対策から全プロセスコントロールへと転換した。

「第11次5ヵ年」期間中（2006年～2010年）には、「資源節約型社会の構築」と「環境友好型社会の構築」が最重要政策として位置づけられ、GDPあたりのエネルギー消費量を5年間で20%削減することが目標として掲げられた。

②環境保護関連主要法規

中国は建国以来、8の環境保護専門法、15の環境保護関連自然資源法を制定・公布した。これ以外にも、約50の国家レベルの環境保護法規、200の部門規定と規範性マニュアル、800の国家環境基準を定めた。法律・法規の実施に関わる細則がまだ十分ではないが、市場経済体系に適応できる環境法律・基準体系がすでに構築されている。中国の主要環境保護関連法を第1-1-1表に示す。

第1-1-1表 中国の主要環境保護関連法

項 目	法律名	公布時期
環境保護専門法（8）	水污染防治法	1984年5月6日
	環境騒音汚染対策法	1996年10月29日
	環境保護法	1989年12月26日
	海洋環境保護法	1999年12月25日
	大気污染防治法	2000年4月29日
	環境影響評価法（2002）	2002年10月28日
	放射性污染防治法	2003年6月28日
	固形廃棄物汚染環境防止法	2004年12月29日

項 目	法律名	公布時期
自然資源保護法（15）	草原法	1985 年 6 月 18 日 (2002 年 12 月 28 日改正)
	漁業法	1986 年 1 月 20 日
	水法	1988 年 1 月 21 日
	野生動物保護法	1988 年 11 月 8 日
	水土保持法	1991 年 6 月 29 日
	石炭法	1996 年 8 月 29 日
	鉱産資源法	1986 年 3 月 19 日 (1996 年 8 月 26 日改正)
	洪水防止法	1997 年 8 月 29 日
	地震防止と災害軽減法	1997 年 12 月 29 日
	省エネ法	1997 年 11 月 1 日 (2007 年 10 月 28 日改正)
	森林法	1998 年 4 月 25 日
	土地管理法	1998 年 8 月 29 日
	砂防・管理法	2001 年 8 月 31 日
	海域使用管理法	2001 年 10 月 27 日
	再生可能エネルギー法	2005 年 2 月 28 日

これ以外にも、電力法やクリーン生産促進法などの環境関連法がある。なお、中国の法律・法規は以下の5つの立法機関により制定される。

- a) 全国人民代表大会及び同常務委員会（法律）
- b) 国務院（行政法規＝条例）
- c) 各省・市・自治区と承認された比較的規模の大きな市の立法機関（地方法規）
- d) 国務院に属する各部・委員会（部門規定）
- e) 各省・市・自治区と承認を得た比較的大規模な市政府（地方法規）

③主要環境基準

中国の環境保護基準は、大気環境保護基準、水環境保護基準、固形廃棄物環境基準、土壤環境保護基準、環境騒音基準などに大きく分けることができる。

a) 大気環境保護基準

大気環境保護に関する主要環境基準をそれぞれ第1-1-2表～第1-1-3表に示す。

第1-1-2表 大気環境基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備 考
1	室内空気質基準	GB/T 18883-2002	2002-11-19	2003-3-1	
2	大気環境質基準	GB 3095-1996	1996-1-18	1996-10-1	GB 3095-82 廃止
3	農作物保護大気汚染物質最大許可濃度	GB 9137-88	1998-4-30	1998-10-1	

第1-1-3表 大気汚染物質排出基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備 考
1	石炭層ガス排出基準（暫定）	GB 21522-2008	2008-4-2	2008-7-1	
2	電気メッキ業汚染物質排出基準	GB 21900-2008	2008-6-25	2008-8-1	
3	PU 及び模造革工業汚染物質排出基準	GB 21902-2008	2008-6-25	2008-8-1	
4	油保存施設大気汚染物質排出基準	GB 20950-2007	2007-6-22	2007-8-1	
5	ガソリンスタンド大気汚染物質排出基準	GB 20952-2007	2007-6-22	2007-8-1	
6	石炭工業汚染物質排出基準	GB 20426-2006	2006-9-1	2006-10-1	
7	セメント工業大気汚染物質排出基準	GB 4915-2004	2004-12-29	2005-1-1	GB 4915-85 廃止
8	火力発電所大気汚染物質排出基準	GB 13223-2003	2003-12-30	2004-1-1	
9	ボイラ大気汚染物質排出基準	GB 13271-2001	2001-11-12	2002-1-1	
10	飲食業油煙排出基準（試行）	GB 18483-2001	2001-11-12	2002-1-1	
11	工業炉窯大気汚染物質排出基準	GB 9078-1996	1996-3-7	1997-1-1	GB 9078-88 廃止
12	コークス炉大気汚染物質排出基準	GB 16171-1996	1996-3-7	1997-1-1	
13	大気汚染物質総合排出基準	GB 16297-1996	1996-4-12	1997-1-1	
14	悪臭汚染物質排出基準	GB 14554-93	1993-8-6	1994-1-15	
15	重型車用ガソリンモータと車排ガス汚染物質排出制限値及び測定方法（中国第Ⅲ、Ⅳ段階）	GB 14762-2008	2008-4-2	2009-7-1	
16	自動二輪汚染物質排出制限値及び測定方法（工業状況法、中国第Ⅲ段階）	GB 14622-2007	2007-4-3	2008-7-1	GB14622-2002 廃止
17	軽便自動二輪汚染物質排出制限値及び測定方法（工業状況法、中国第Ⅲ段階）	GB 18176-2007	2007-4-3	2008-7-1	GB18176-2002 廃止
18	非道路移動機械ディーゼル・エンジン排ガス汚染物質排出制限値及び測定方法（中国第Ⅰ、Ⅱ段階）	GB 20891-2007	2007-4-3	2007-10-1	
19	ガソリン運輸大気汚染物質排出基準	GB 20951-2007	2007-6-22	2007-8-1	
20	自動二輪と軽便自動二輪燃料油蒸発汚染物質排出制限値及び測定方法	GB 20998-2007	2007-7-19	2008-7-1	
21	車用圧縮燃焼式モータと圧縮燃焼式モータ車排ガス濃度排出制限値及び測定方法	GB 3847-2005	2005-5-30	2005-7-1	GB 3847-83 廃止
22	内燃式モータ重型車クランク室汚染物質排出制限値	GB 11340-2005	2005-4-15	2005-7-1	
23	内燃式モータ重型車石油蒸発汚染物質排出制限値	GB 14763-2005	2005-4-15	2005-7-1	GB/T 14763-93 廃止
24	車用圧縮燃焼式、気体燃料燃焼式モータと車排ガス汚染物質排出制限値及び測定方法（中国第Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ段階）	GB 17691-2005	2005-5-30	2007-1-1	
25	内燃式モータ車排ガス汚染物質排出制限値及び測定方法（ダブルアイドル状態法及び簡単工業状況法）	GB 18285-2005	2005-5-30	2005-7-1	

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備考
26	軽型車汚染物質排出制限値及測定方法（中国第Ⅲ、Ⅳ段階）	GB 18352.3-2005	2005-4-15	2007-7-1	
27	三輪車と低速貨車用ディーゼル・エンジン排ガス汚染物質排出制限値及び測定方法（中国第Ⅰ、Ⅱ段階）	GB 19756-2005	2005-5-30	2006-1-1	
28	自動二輪と軽便自動二輪排ガス濃度排出制限値及び測定方法	GB 19758-2005	2005-5-30	2005-7-1	
29	自動二輪と軽便自動二輪排ガス汚染物質排出制限値及び測定方法（アイドル状態法）	GB 14621-2002	2002-11-27	2003-1-1	GB 14621-93 廃止
30	車用内燃式モータ及び内燃式モータ車排ガス制限値及び測定方法	GB 14762-2002	2002-11-18	2003-1-1	GB/T 14762-93 廃止
31	農業用運輸車自由加速煙排出制限値及び測定方法	GB 18322-2002	2002-1-4	2002-7-1	
32	車用内燃式モータガス汚染物質排出制限値及び測定方法	GB 17691-2001	2001-4-16	2001-4-16	
33	軽型車汚染物質排出制限値及び測定方法（Ⅰ）	GB 18352.1-2001	2001-4-16	2001-4-16	

b) 水環境保護基準

水環境保護に関する主要環境基準をそれぞれ第 1-1-4 表～第 1-1-5 表に示す。

第 1-1-4 表 主要水質基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備考
1	地表水水質基準	GB 3838-2002	2002-4-28	2002-6-1	GB 3838-88 廃止
2	海水水質基準	GB 3097-1997	1997-12-3	1998-7-1	GB 3097-82 廃止
3	地下水水質基準	GB/T 14848-93	1993-12-30	1994-10-1	
4	農業灌漑水質基準	GB 5084-92	1992-1-4	1992-10-1	
5	漁業水質基準	GB 11607-89	1989-8-12	1990-3-1	

第 1-1-5 表 主要水汚染物質排出基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備考
1	ヘテロ環農薬工業水汚染物質排出基準	GB 21523-2008	2008-4-2	2008-7-1	
2	製紙業水汚染物質排出基準	GB 3544-2008	2008-7-25	2008-8-1	GB3544-83 廃止
3	電気メッキ汚染物質排出基準	GB 21900-2008	2008-7-25	2008-8-1	
4	羽毛工業水汚染物質排出基準	GB 21901-2008	2008-7-25	2008-8-1	
5	PU 及び模造革工業汚染物質排出基準	GB 21902-2008	2008-7-25	2008-8-1	
6	発酵類製薬工業水汚染物質排出基準	GB 21903-2008	2008-7-25	2008-8-1	
7	化学合成類製薬工業水汚染物質排出基準	GB 21904-2008	2008-7-25	2008-8-1	
8	提提出類製薬工業水汚染物質排出基準	GB 21905-2008	2008-7-25	2008-8-1	

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備考
9	漢方薬製薬工業水汚染物質排出基準	GB 21906-2008	2008-7-25	2008-8-1	
10	生物工程類製薬工業水汚染物質排出基準	GB 21907-2008	2008-7-25	2008-8-1	
11	混載調合剤類製薬工業水汚染物質排出基準	GB 21908-2008	2008-7-25	2008-8-1	
12	製糖工業水汚染物質排出基準	GB 21909-2008	2008-7-25	2008-8-1	
13	サポニン工業水汚染物質排出基準	GB 20425-2006	2006-9-1	2007-1-1	
14	石炭工業汚染物質排出基準	GB 20426-2006	2006-9-1	2006-10-1	
15	医療機構水汚染物質排出基準	GB 18466-2005	2005-7-27	2006-1-1	
16	ビール工業汚染物質排出基準	GB 19821-2005	2005-7-18	2006-1-1	
17	クエン酸工業汚染物質排出基準	GB 19430-2004	2004-1-18	2004-4-1	
18	化学調味料工業汚染物質排出基準	GB 19431-2004	2004-1-18	2004-4-1	
19	兵器工業水汚染物質排出基準 爆薬	GB 14470.1-2002	2002-11-18	2003-7-1	
20	城鎮污水处理場汚染物質排出基準	GB 18918-2002	2002-11-19	2003-7-1	
21	合成アンモニア工業水汚染物質排出基準	GB 13458-2001	2001-11-12	2002-1-1	
22	污水海洋処理工程汚染抑制基準	GB 18486-2001	2001-11-12	2002-1-1	
23	牧畜養殖業汚染物質排出基準	GB 18596-2001	2001-12-28	2003-1-1	
24	污水総合排出基準	GB 8978-1996	1996-10-4	1998-1-1	
25	リン肥料工業水汚染物質排出基準	GB 15580-1995	1995-6-12	1996-7-1	
26	苛性ソーダ及びポリ塩化ビニール工業水汚染物質排出基準	GB 15581-1995	1995-6-12	1996-7-1	
27	航空推進剤水汚染物質排出基準	GB 14374-93	1993-5-22	1993-12-1	
28	鉄鋼工業水汚染物質排出基準	GB 13456-92	1992-5-18	1992-7-1	
29	肉類加工工業水汚染物質排出基準	GB 13457-92	1992-5-18	1992-7-1	
30	紡織工業水汚染物質排出基準	GB 4287-92	1992-5-18	1992-7-1	
31	海洋石油開発工業油含有污水排出基準	GB 4914-85	1985-1-18	1985-8-1	
32	船舶工業汚染物質排出基準	GB 4286-84	1984-5-18	1985-3-1	
33	船舶汚染物質排出基準	GB 3552-83	1983-4-9	1983-10-1	

c) 固形廃棄物環境基準

固形廃棄物に関する主要環境基準を第 1-1-6 表に示す。

第 1-1-6 表 固形廃棄物汚染管理基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備考
1	生活ゴミ衛生埋立て場汚染抑制基準	GB 16889-2008	2008-4-2	2008-7-1	GB 16889-1997 廃止
2	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-骨廃棄物	GB 16487.1-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.1-1996 廃止

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備考
3	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-製錬カス	GB 16487.2-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.2-1996
4	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-木・木製品廃棄物	GB 16487.3-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.3-1996 廃止
5	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-紙くず	GB 16487.4-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.4-1996 廃止
6	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃棄繊維	GB 16487.5-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.5-1996 廃止
7	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-鉄スラグ	GB 16487.6-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.6-1996 廃止
8	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃棄非鉄金属	GB 16487.7-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.7-1996 廃止
9	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃棄モータ	GB 16487.8-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.8-1996 廃止
10	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃電気ケーブル・コイル	GB 16487.9-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.9-1996 廃止
11	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃金属・電器	GB 16487.10-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.10-1996 廃止
12	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-解体のための船舶及びその他浮動構造体	GB 16487.11-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.11-1996 廃止
13	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃プラスチック	GB 16487.12-2005	2005-12-14	2006-2-1	GB 16487.12-1996 廃止
14	原料として利用できる固形廃棄物の輸入に関する環境保護管理基準-廃車部品	GB 16487.13-2005	2005-12-14	2006-2-1	
15	医療廃棄物集中処置技術規範(試行)	环发[2003] 206号	2003-12-26	2003-12-26	
16	医療廃棄物運輸車電技術要求(試行)	GB 19217-2003	2003-6-30	2003-6-30	
17	医療廃棄物焼却炉技術要求(試行)	GB 19218-2003	2003-6-30	2003-6-30	
18	危険廃棄物焼却汚染管理基準	GB 18484-2001	2001-11-12	2002-1-1	GWKB 2-1999 廃止
19	生活ゴミ焼却汚染管理基準	GB 18485-2001	2001-11-12	2002-1-1	GWKB 3-2000 廃止
20	危険廃棄物保存汚染管理基準	GB 18597-2001	2001-12-28	2002-7-1	
21	危険廃棄物埋立て汚染管理基準	GB 18598-2001	2001-12-28	2002-7-1	
22	一般産業固形廃棄物保存、処置場汚染管理基準	GB 18599-2001	2001-12-28	2002-7-1	
23	PCB含有廃棄物汚染管理基準	GB 13015-91	1991-6-27	1992-3-1	
24	城鎮ゴミ農業用管理基準	GB 8172-87	1987-10-5	1988-2-1	
25	農業用飛散灰汚染物質管理基準	GB 8173-87	1987-10-5	1988-2-1	
26	農業用汚泥汚染物質管理基準	GB 4284-84	1984-5-18	1985-3-1	

e) 土壌環境基準

土壌環境質に関する主要環境基準を第 1-1-7 表に示す。

第 1-1-7 表 主要土壌環境質基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備 考
1	展示会用地土壌環境質評価基準（暫定）	HJ 350-2007	2007-6-15	2007-8-1	
2	食用農産品産地環境質評価基準	HJ 332-2006	2006-11-17	2007-2-1	
3	温室野菜産地環境質評価基準	HJ 333-2006	2006-11-17	2007-2-1	
4	開放予定場所の土壌残留放射性レベルに関する規定（暫定）	HJ 53-2000	2000-5-22	2000-12-1	
5	土壌環境質基準	GB 15618-1995	1995-7-13	1996-3-1	

f) 環境騒音基準

環境騒音に関する主要環境基準を第 1-1-8 表～第 1-1-9 表に示す。

第 1-1-8 表 主要環境騒音基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備 考
1	環境騒音基準	GB 3096-2008	2008-8-19	2008-10-1	GB 3096-82 廃止
2	空港周辺飛行機環境騒音基準	GB 9660-88	1988-8-11	1988-11-1	
3	都市区域環境振動基準	GB 10070-88	1988-12-10	1989-7-1	

第 1-1-9 表 主要環境騒音排出基準

No.	基準名	基準コード	公布日	実施日	備 考
1	工業企業環境騒音排出基準	GB 12348-2008	2008-8-19	2008-10-1	GB 12348-90 廃止
2	社会生活環境騒音排出基準	GB 22337-2008	2008-8-19	2008-10-1	
3	自動二輪と軽便自動二輪定置騒音排出制限値と測定方法	GB 4569-2005	2005-4-15	2005-7-1	GB 4569-2000 GB/T 4569-1996 廃止
4	自動二輪と軽便自動二輪加速運行騒音制限値と測定方法	GB 16169-2005	2005-4-15	2005-7-1	GB 16169-2000 廃止
5	三輪車と低速貨車加速運行車外騒音制限値と測定方法（中国Ⅰ、Ⅱ段階）	GB 19757-2005	2005-5-30	2005-7-1	
6	車加速運行車外騒音制限値と測定方法	GB 1495-2002	2002-1-4	2002-10-1	
7	車定置騒音制限値	GB 16170-1996	1996-3-7	1997-1-1	
8	建築施工場所騒音制限値	GB 12523-90	1990-11-9	1991-3-1	
9	鉄道周辺騒音制限値及測定方法	GB 12525-90	1990-11-9	1991-3-1	

2 環境保護管理体制

中国の環境管理は、環境部門（現在は国務院環境保護部）が統一的に監督・管理し、関連部門が役割

を分担するという体制で行われている。

(1) 環境管理関連各機関の役割分担

国務院をはじめとする各機関の環境関連の役割分担を下記に示す。

- ①国務院環境保護行政主管部門は、全国環境保護事業に関して統一的に監督・管理を行う。
- ②国家海洋行政主管部門、港務部門、軍隊環境保護部門及び各級公安、交通、鉄道、民間航空管理部門は関連法に基づいて、環境汚染防止事業に対する監督・管理を行う。
- ③県レベル以上の人民政府の土地、鉱産、林業、農業、水利行政主管部門は法律に基づいて、資源保護事業の監督・管理を行う。
- ④人民政府は環境保護行政主管部門の上級機関として、環境保護関連事業の展開に責任を負う。地方各級人民政府は管理範囲内の環境に対し責任を負い、管理範囲内の主要汚染物質排出量、環境改善の具体目標と措置を制定し、上級政府に報告し、承認を得る。

(2) 国務院、地方政府、環境保護管理部門

国務院の規定及び「憲法」、「環境保護法」、「大気汚染防止法」、「水汚染防止法」、「固形廃棄物による環境汚染防止法」、「環境騒音汚染防止法」、「水汚染防止実施細則」、「大気汚染防止法実施細則」、「建設プロジェクト環境保護条例」、「汚染物質排出費用の徴収方法」、「汚染物質排出費用徴収臨時方法」などの法規に従い、環境保護関連行政機関は下記の職責を果たす。

①国務院及び地方各級人民政府

環境保護における国務院の職責は下記の通りである。

- a) 憲法及びその他の法律に基づいて、環境保護関連行政措置、行政法規を制定、公布し、国務院の決定と指令を公布する。
- b) 全国人民代表大会あるいは全国人民代表大会常務委員会に環境保護関連議案を提出する。
- c) 各省庁（環境保護部など）及び各委員会（国家発展改革委員会など）の任務と職責を規定し、各部と各委員会の執行状況を監督・管理する。
- d) 各地方国家行政機関の執行状況を監督・管理する。
- e) 国民経済と社会発展計画、国家予算（環境保護関連部門を含む）を制定・執行する。
- f) 各省庁及び各委員会の公布した不適切な環境保護指令、指示と規定、各地方国家行政機関の環境保護に関わる不適切な決定と命令を変更・取り消す。

環境保護における地方各級人民政府の職責は下記の通りである。

- a) 地方人民代表大会及び常務委員会の環境保護関連決議及び上級国家行政機関の環境保護関連決定・指令を執行する。地方行政措置を規定し、決定と指令を公布する。
- b) 所属する各部門と下級政府の環境保護作業を指示・監督・管理する。甚大な汚染を引き起こした企業に対し、規定期間以内に汚染を削減する命令を発し、甚大な汚染を引き起こした小規模企業、または使用が禁止されている生産プロセス・設備を使用した企業を取り締まる。
- c) 所属する各部門の関連環境保護の不適切な命令、指示と下級政府の環境保護関連の不適切な決定、命令を変更・取り消す。
- d) 国民経済と社会発展計画、国家予算（環境保護関連部門を含む）を執行し、本行政区域内の経済、

衛生、環境と資源保護などの行政事業を管理する。

- e) 郷、鎮人民政府は当地方人民代表大会の決議と上級国家行政機関の決定、命令を執行し、本行政区域内の環境保護関連行政事業を管理する。

②国家及び地方各級環境保護行政主管部門

環境保護部及び地方人民政府環境部門は、それぞれ国家と地方行政区域の環境保護事業を監督・管理する。

環境部門の職権範囲は、産業汚染防止、都市環境総合整備、自然生態環境保護及び中国政府の承諾した世界環境保護義務などの履行にまで及ぶ。環境保護部は国务院の構成部門であり、法律及び国务院の行政法規、決定、命令に基づいて、権限の範囲内で命令、指示と規定を公布する。地方環境保護部門は、地方人民政府の環境保護職責の執行部門である。

a) 環境保護部

環境保護部は2008年3月の国务院機構改革によって成立した。前身は国家環境保護総局である。主な職責には、環境保護計画、政策、基準の制定・実施や環境機能区画の編成、環境汚染予防・対策の監督・管理及び重大な環境問題の解決などが含まれる。具体的には以下の通りである。

- ・ 国家環境保護方針、政策、法律、法規、行政規則を制定し、法律、法規、規則の実施を監督する。関連部門と連携し、環境保護に関する経済、技術、資源配置及び産業政策を制定し、重大な経済政策への環境影響を評価する。
- ・ 国家環境保護計画を制定し、国家経済と社会発展中長期計画、年度計画、国土開発整備計画、区域経済開発計画、産業開発計画及び資源節約・综合利用計画の制定に参加し、都市全体計画の環境保護に関する内容を審査する。自然資源計算に参画し、全国環境統計と環境情報事業を管理するほか、国家環境報告書の作成や国家環境公報を公表する。
- ・ 環境保護国家基準（汚染物質排出基準、環境基本基準、環境モニタリング方法基準、標準見本基準）及び環境保護業界基準を制定・公布し、基準の実施を監督する。
- ・ 大気、水、土壌、海洋などの環境保護事業に加えて、排ガスや廃水、廃棄物、粉塵、臭気、放射性物質、毒性化学品及び騒音、振動、電磁波輻射などの汚染防止・対策事業に責任を負い、建設禁止（あるいは厳格に制限する）汚染プロジェクトのリストを公表する。関連部門と連携し、公害病の調査を組織し、予防・対策案を提出する。有毒化学品の優先管理リストを公表し、有毒化学品の輸出入記録・管理作業を組織する。国务院の委託を受け、国際環境汚染紛争、省間環境汚染紛争を処理し、重大な環境汚染事故と生態破壊事件を調査、処理する。
- ・ 全国自然環境保護事業、自然保護区の区画・計画作業を監督・管理し、国务院に新たな国家自然保護区建設の審査・承認意見を提出する。野生動植物、希少生物あるいは絶滅に瀕した生物の保護、輸出入管理を監督し、生態農業の建設を指導する。生態環境に影響を及ぼす資源開発を監督する。
- ・ 汚染排出申告記録、汚染排出許可証、汚染排出費用の徴収、環境影響評価などの環境管理制度を実施し、基本建設プロジェクトと技術改造プロジェクト及び区域開発プロジェクトの環境影響報告書を審査し、都市環境総合整備事業を指導する。重点環境保護都市の環境総合整備・対策を定量的に考査する。
- ・ 国家環境保護技術政策、科学技術発展計画、環境保護産業発展計画を制定し、重要環境科学技術及

び環境科学技術成果を管理する。環境保護技術の導入、環境保護設備の品質監督・認証及び環境標識事業を管理する。

- ・ 全国の環境モニタリングを管理し、環境モニタリング制度を構築し、環境モニタリング指針を制定する。国家レベルの環境モニタリング・ネットワーク及び環境モニタリングシステム・ネットワークを管理し、各級の環境モニタリングステーションの計量認証と品質保証事業を指導し、関連部門と連携して環境モニタリング・ネットワークを建設する。
- ・ 全国規模で環境保護広報教育事業を指導し、国の教育主管部門（教育部）の大・中・小学校と成人教育の環境教育大綱の編成に協力する。環境教育教材及び講義を確定し、ほかの部門が各等級レベルでの学校における環境教育事業の展開を指導する。
- ・ 全国環境保護グループ組織を指導し、全国環境保護関係者の教育を計画し、全国環境保護業界労働報酬作業を指導する。
- ・ 関連部門と連携し国家の世界環境問題の基本原則を制定するとともに、国際環境条約会議に参加して、条約の履行活動を組織する。環境保護国際協力・外資プロジェクトを管理し、各地区、各部門の環境保護対外協力プロジェクトを審査する。国連環境計画代表処の業務を指導し、国際環境保護組織との連絡責任を担う。
- ・ 国務院の環境保護委員会の業務を引き受け、国務院からのその他の委託業務を担当する。

b) 地方環境保護局

各地方環境保護局の職責は下記の通りである。

- ・ 環境保護関連方針、政策、法律、規則を執行し、環境保護の規範性マニュアルを起草する。政府の委託を受けて、重大経済と技術政策、発展計画及び重大経済開発計画に対し、環境アセスメントを行う。環境保護計画を起草する。省、市、県の重点流域の汚染防止計画と生態保護計画を起草し、執行状況を監督する。
- ・ 大気、水体、土壌、騒音、固形廃棄物、有毒化学品及び機動車などの規範性汚染防止公文書を起草し、実施を監督する。地方の各級環境保護作業に対し、監督・管理の責任を負う。
- ・ 生態環境に影響を与える自然開発・利用活動、重要な生態環境建設と生態回復作業に対する監督責任を果たす。各自然保護区及び観光地、森林公園の環境保護仕事、生物多様性保護、野生動植物と砂漠化防止事業の実施状況を監督・検査する。政府に対して、各種の国家レベル、省レベル、市レベルあるいは県レベルの自然保護区の登録、審査・承認に対する意見を提出する。
- ・ 各県、各部門、各流域の環境問題を指導、調整する。影響の大きい環境汚染トラブル、生態破壊事件を調査・処理する。重点流域の水質汚染防止の解決に向けての作業を組織・調整する。環境問題の監督・管理、汚染物質排出費用の徴収及び環境保護に対する行政監督を行う。環境保護関連法の執行状況を検査する。
- ・ 国家、省、市環境基準と汚染物質排出基準を執行し、都市全体計画における環境保護を審査する。省、市、県の環境報告書の作成を組織する。省・市・県の環境状況公開報告を公表する。定期的に都市と重点流域環境品質状況を公開する。
- ・ 各プロジェクトの環境管理制度を実施し、開発・建設活動による環境影響報告書を審査する。都市と農村部の環境総合整備を指導し、農村部の生態環境保護事業の展開及び農生態農業建設を指導する。
- ・ 環境保護科学技術イノベーション、科学研究と技術モデルプロジェクトをとりまとめる。環境管理体系と環境標示の認証を管理する。環境保護資源の資質認可制度を実施し、環境保護産業の発展、

クリーン生産を指導・推進する。

- ・環境モニタリング、統計、情報収集を行う。環境モニタリング制度とマニュアルを制定し、実施を監督する。環境モニタリングと汚染源監視・計測を実施する。環境保護広報教育を指導し、公衆及びNPOの環境保護への参画を推進する。
- ・外資利用プロジェクトの管理、契約履行の関連事項を監督する。政府と上級環境保護局から委託された対外環境保護事業を実施する。
- ・放射性廃棄物の管理責任を負う。国家、省、市の関連方針、政策、法規、基準を執行する。放射関連環境事故の緊急時対策に参加する。原子力施設の環境安全管理・監督を実施する。電磁放射・原子力技術利用、放射性鉱産資源の開発利用における汚染防止事業を統一的に監督・管理する。

③関連行政主管部門

関連行政主管部門の職責は下記の通りである。

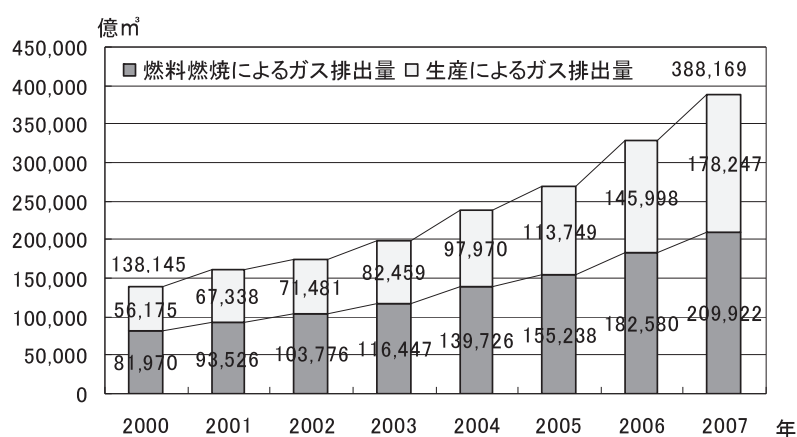
- ・港、埠頭の水質汚染は交通部門に属する港務監督機関が責任を負う。
- ・土地保護、鉱産資源管理は国土資源部が責任を負う。
- ・海洋環境保護は国土資源部に属する国家海洋局が責任を負う。
- ・草原保護、農牧業環境保護は農業部、漁業保護は農業部に属する漁政監督機関が責任を負う。
- ・森林保護、国家公園管理は国家林業局が責任を負う。
- ・自動車・飛行機の騒音防止は鉄道、民間航空部門が責任を負う。
- ・その他、公安部門は法律の規定に基づいて、刑罰に及ばない、環境安全を阻害する行為、環境保護関連の公共秩序破壊、公共安全阻害、他人の権利侵害、財産権利侵害などの行為、及び法律に違反する行為、他人の正常生活を阻害する行為、社会管理を阻害する行為を罰する。

3. 汚染物質の排出と処理の現状

(1) 排ガス排出量及び除去

中国では2000年以降、経済発展によるエネルギー消費の拡大にともない、環境汚染が深刻化した。2000年以降の産業部門の排ガス量の推移を第1-1-1図に示す。

第1-1-1図 産業部門の排ガス量の推移



注：2006年のデータは未公表のため、2005年と2007年の平均値を使用している。

出典：「中国統計年鑑」（2001～2008年版）

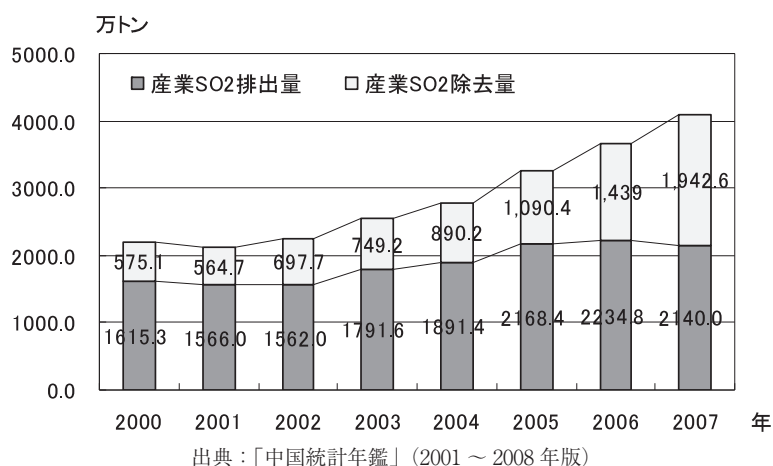
産業部門の排ガス量は増加傾向にあり、2007年の排出総量は38兆8169億 m^3 に達し、2000年水準の約3倍に達した。このうち、生産部門による排ガス量は全体の6割、また、燃料の燃焼による排ガス量が全体の4割を占めている。

産業部門の二酸化硫黄(SO_2)の排出量と除去量の推移を第1-1-2図に示す。図からも明らかなように、産業部門の二酸化硫黄の排出量を見ると、2000年から2002年にかけて減少傾向を示したが、2003年から再び増加に転じ、2006年は2234.8万トンに達し、過去8年間で見て最高となった。

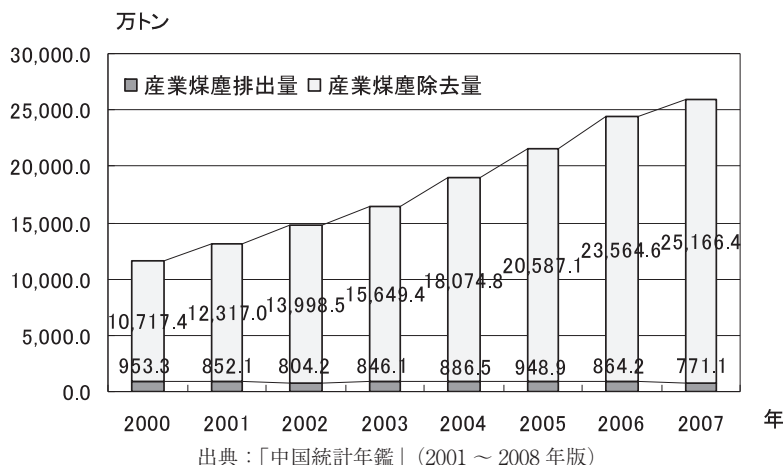
一方で、産業部門の二酸化硫黄の除去量も着実に増加しており、2007年には1942.6万トンに達し、2000年の約3.5倍となった。産業部門における二酸化硫黄の除去率も、2000年の26.3%から2007年には47.6%まで上昇した。

産業部門における煤塵排出量と除去量の推移を第1-1-3図に示す。産業煤塵の除去量は増加傾向にあり、2007年には2億5166万トンに達し、2000年比で約1.4倍に増加した。こうしたことから、2000年～2007年の8年間における産業煤塵の排出量は年間800～900万トン程度に維持されている。

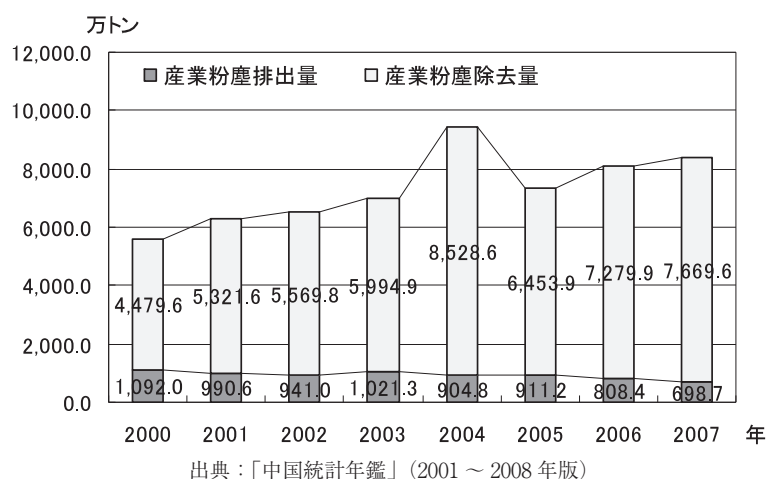
第1-1-2図 産業部門の二酸化硫黄の排出量と除去量の推移



第1-1-3図 産業煤塵排出量と除去量の推移

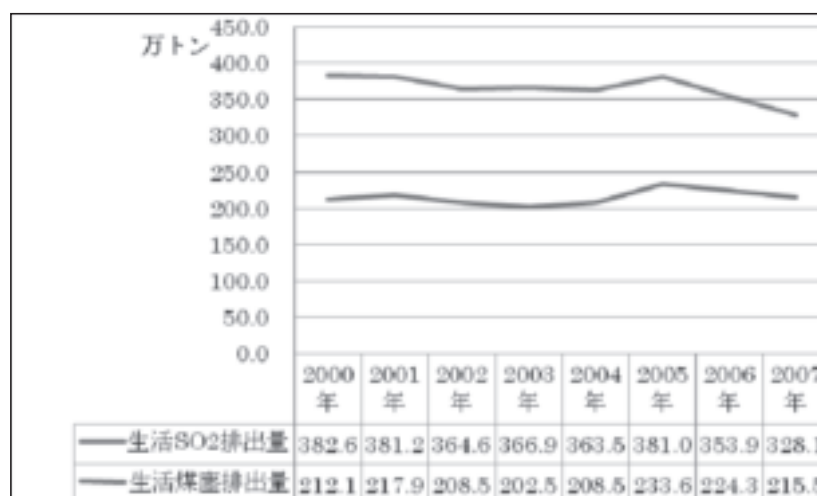


第1-1-4図 産業粉塵排出量と除去量の推移



産業部門の粉塵排出量と除去量の推移を第1-1-4図に示す。産業部門における粉塵の除去量は、2000年以降着実に増加している。これを受け、産業部門における粉塵排出量は、2000年には1092万トンであったものが2007年には約36%減少し698.7万トンになった。

第1-1-5図 生活部門の二酸化硫黄と煤塵排出量の推移

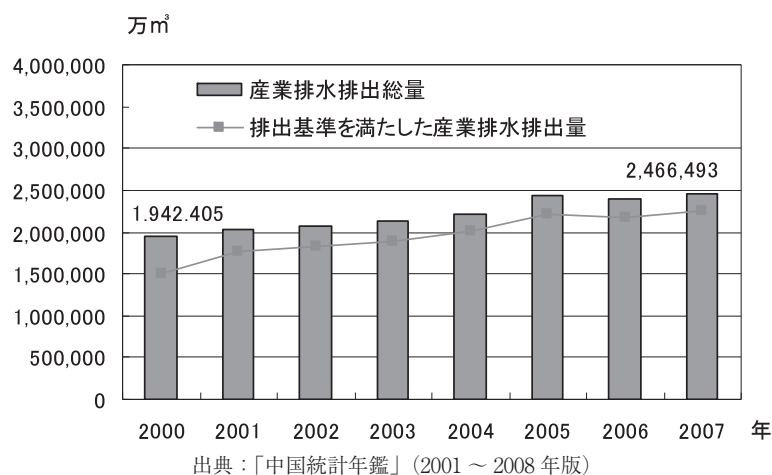


第1-1-5図に生活部門における二酸化硫黄と煤塵の排出量の推移を示す。同図からも明らかなように、生活部門の二酸化硫黄の排出量は全体として減少傾向にある。一方で、生活部門の煤塵排出量は220万トン前後で推移している。

(2) 汚水排出量及び除去

中国では水資源の分布が不均衡となっており、工業が発展し都市化が進んでいる地域では水資源が不足している。また、産業排水と生活排水が増加傾向にあるため、排水処理に努力が払われている。第1-1-6図に中国の産業排水量の推移を示す。

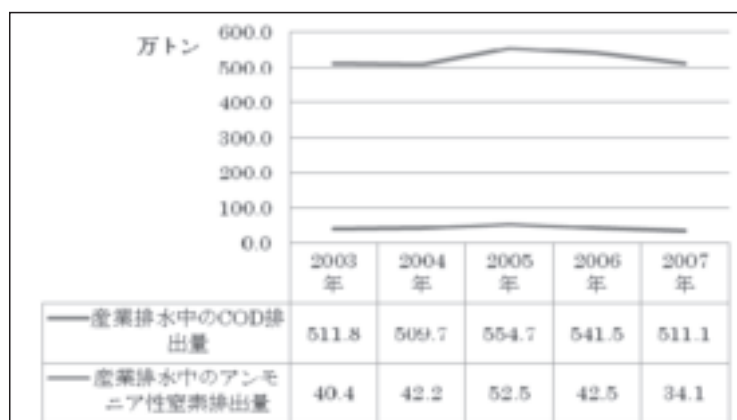
第1-1-6図 産業排水量の推移



中国の産業排水量は2007年に246億6493万m³となり、2000年と比べると1.5倍に達した。2007年の全体の排水量のうち、排出基準を満たしているのは226億719万m³で、達成率は91.7%となり2000年の76.9%から14.8ポイント上昇した。なお、全体の排水量のうち、約6%は直接海に排出された。

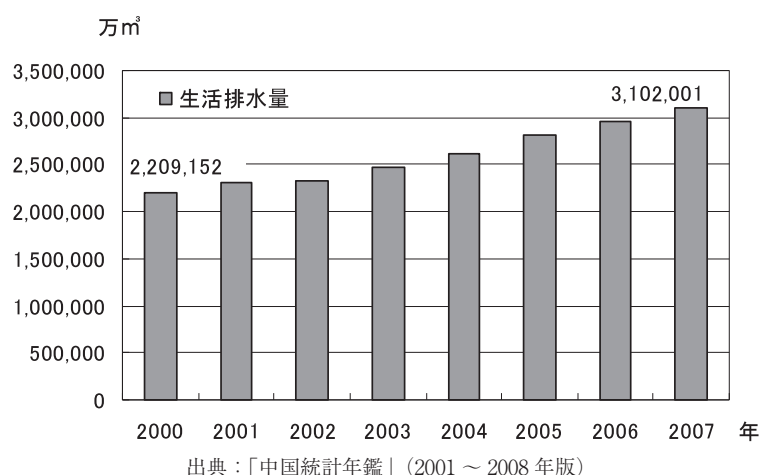
産業排水中の化学的酸素要求量(COD)とアンモニア性窒素の排出量の推移を第1-1-7図に示す。これからも明らかなように、年間COD排出量は500～600万トン、アンモニア性窒素は30～60万トンの間で推移し、2005年をピークとして低下傾向を示している。一方で、生活排水総量は増加傾向にあり、第1-1-8図に示すように、2007年には約310億m³となり、2000年から40%増加した。

第1-1-7図 産業排水中のCODとアンモニア性窒素排出量の推移



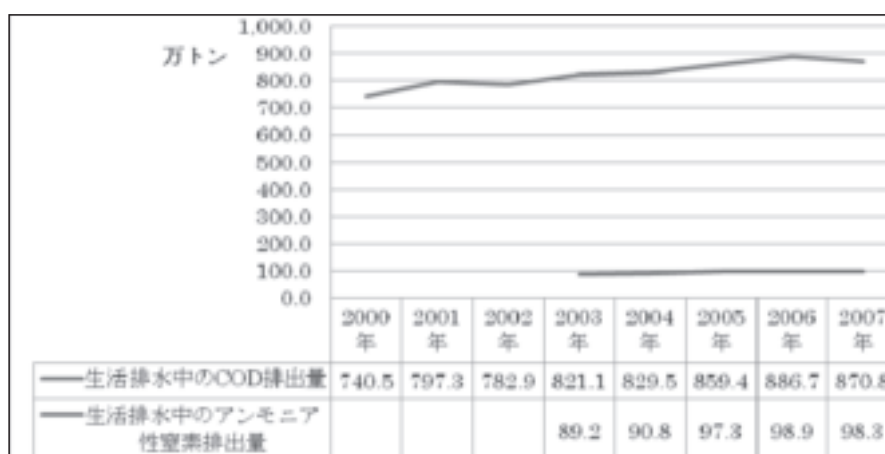
出典：「中国統計年鑑」(2004～2008年版)

第 1-1-8 図 生活排水排出総量の推移



生活排水中の COD とアンモニア性窒素排出量の推移を第 1-1-9 図に示す。図からも明らかなように、生活排水中の COD 排出量は 2003 年以降増加傾向を示したが、2007 年は前年からわずかに減少し 870.8 万トンに達した。2000 年と比べると約 20% の増加に相当する。これに対して、アンモニア性窒素の排出量は約 95 万トンを維持している。

第 1-1-9 図 生活排水中の COD とアンモニア性窒素排出量の推移



(3) 産業固形廃棄物発生量及び処理

中国における産業固形廃棄物発生量と、このうちの危険廃棄物含有率の推移を第 1-1-10 図に、また総合再利用量と利用率を第 1-1-11 図に示す。図からも明らかなように、産業固形廃棄物の発生量は 2000 年以降、増加する傾向にあり、2007 年には 17 億 5632 万トンに達し、2000 年と比べると倍増した。

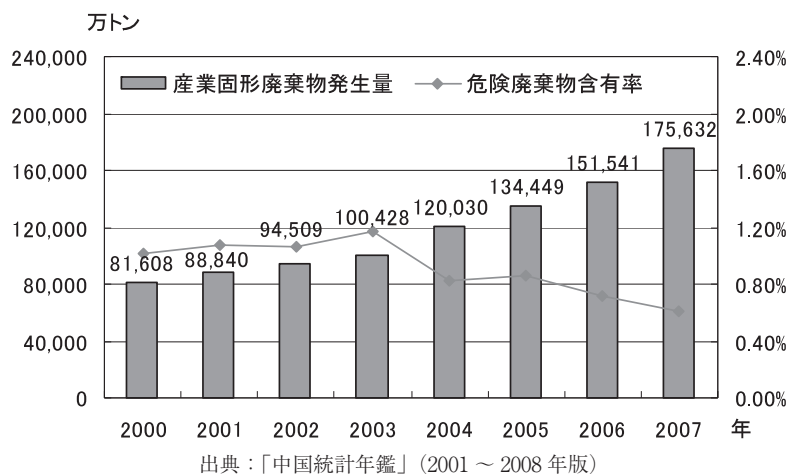
このうち、危険廃棄物の含有量は 2000 年から 2003 年にかけて増加したあとは 1000～1200 万トンの間で推移している。危険廃棄物含有率は、2007 年は 0.61% であり、2000 年より約 40% 減少した。また、産業固形廃棄物の総合再利用量も着実に増加しており、2007 年には 11 億 311 万トンに達し、2000 年の 3 倍となった。

第 1-1-12 図に示すように、産業固形廃棄物の貯蔵量は、処理量が増加しているため、減少傾向を示

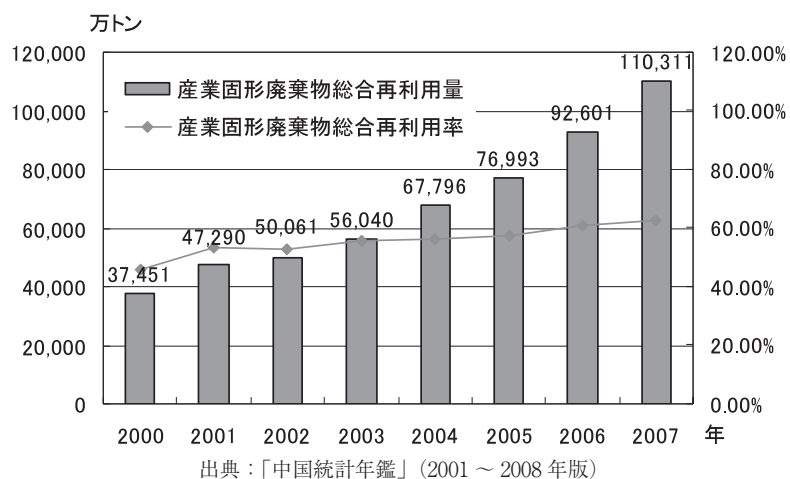
している。産業固形廃棄物処理量は2004年にはじめて貯蔵量を上回り、2007年には4億1350万トンに達し、2000年の約4.5倍となった。

産業固形廃棄物の排出量と、このうち危険廃棄物が占める割合の推移を第1-1-13図に示す。産業固形廃棄物の排出量は2000年から着実に減少しており、2007年には2000年の半分まで下がった。また、産業固形廃棄物に占める危険廃棄物の割合は2003年にかけて急減したものの、2004年は一旦2002年の水準に戻り、その後再び減少した。

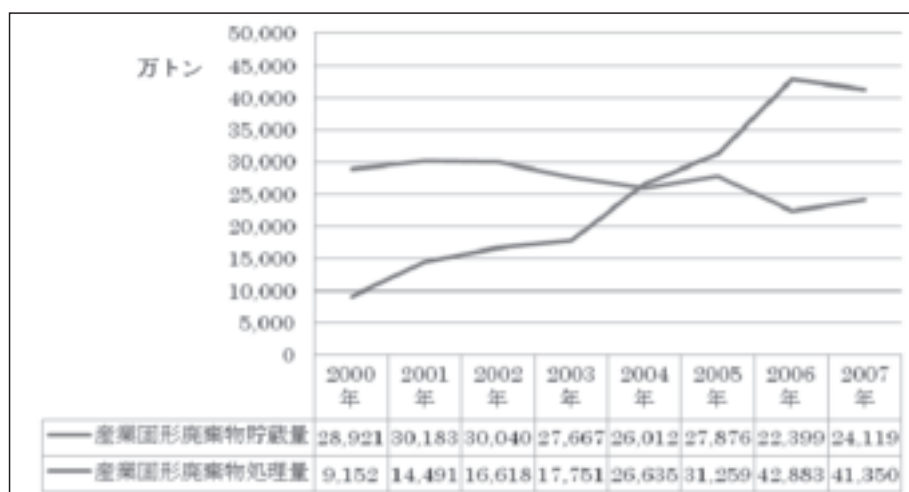
第1-1-10図 産業固形廃棄物発生量と危険廃棄物含有率の推移



第1-1-11図 産業固形廃棄物総合利用量と利用率の推移

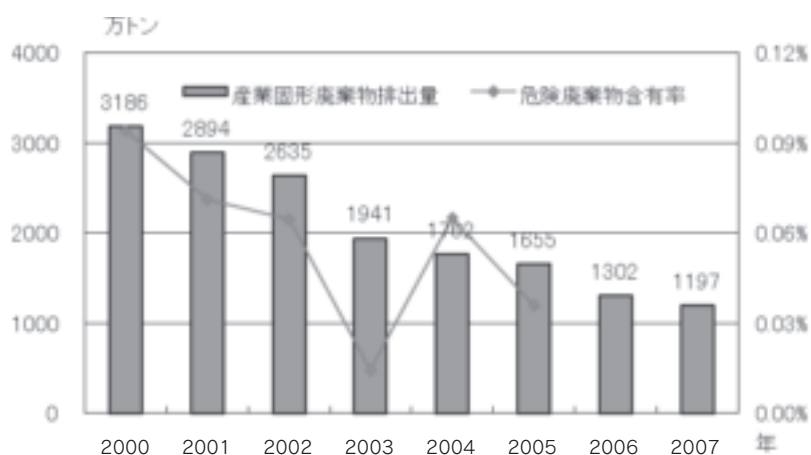


第 1-1-12 図 産業固形廃棄物貯蔵量と処理量の推移



出典：「中国統計年鑑」（2001～2008年版）

第 1-1-13 図 産業固形廃棄物排出量と危険廃棄物含有率の推移



注：2006 と 2007 の数値は未公開

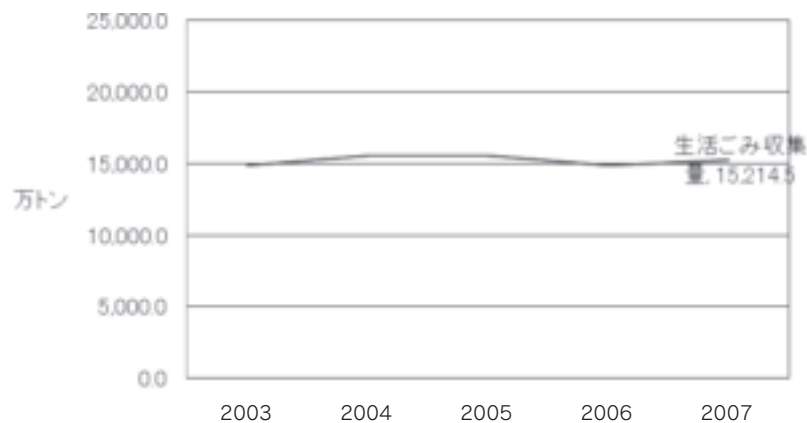
出典：「中国統計年鑑」（2001～2008年版）

(4) 生活ゴミ収集量及び処理

中国の生活ゴミ収集量の推移を第 1-1-14 図に示す。生活ゴミ収集量は、2003 年以降については約 1 億 5000 万トンで横ばいとなっている。

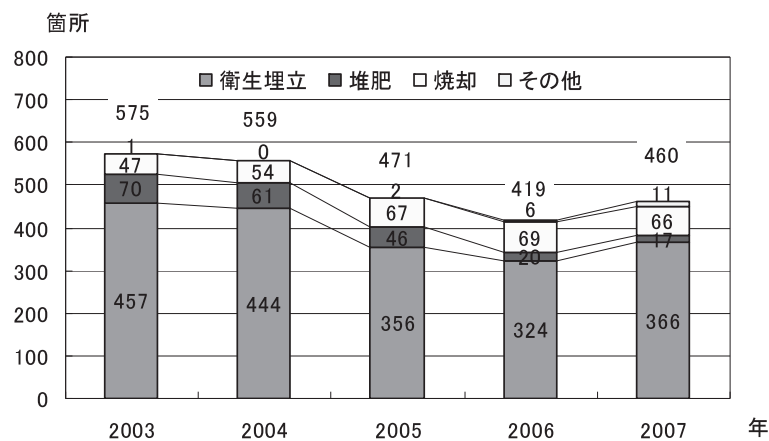
生活ゴミの無害化処理施設数の推移を第 1-1-15 図に示す。施設をタイプ別に見ると、衛生埋立て施設と堆肥工場は減少傾向を示しているものの、焼却施設は増加している。2007 年における衛生埋立て、堆肥、焼却施設の割合は、それぞれ 79.6%、3.7%、14.3%であり、衛生埋立て施設が圧倒的に多くなっている。

第1-1-14図 生活ゴミ収集量の推移



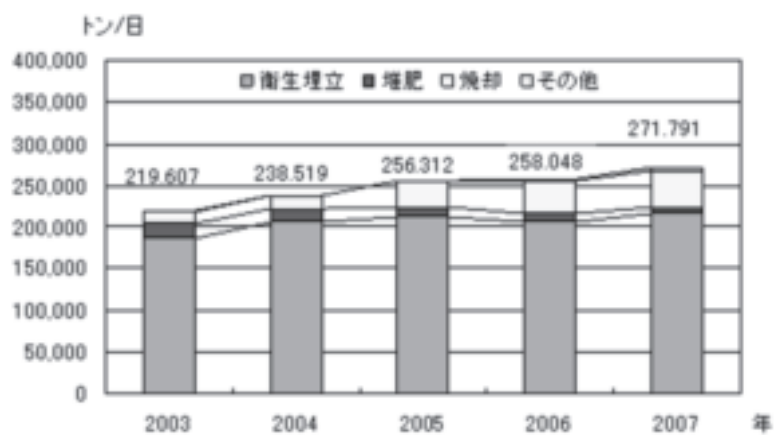
出典：「中国統計年鑑」（2004～2008年版）

第1-1-15図 生活ゴミの無害化処理施設数の推移



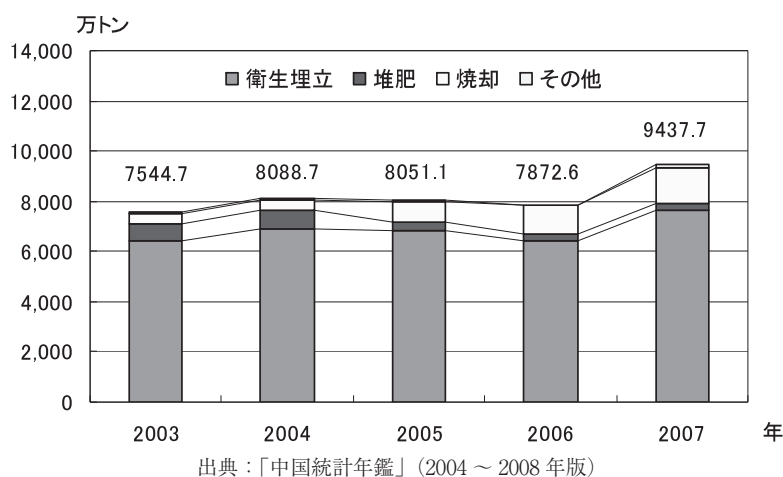
出典：「中国統計年鑑」（2004～2008年版）

第1-1-16図 生活ゴミの無害化処理能力の推移



出典：「中国統計年鑑」（2004～2008年版）

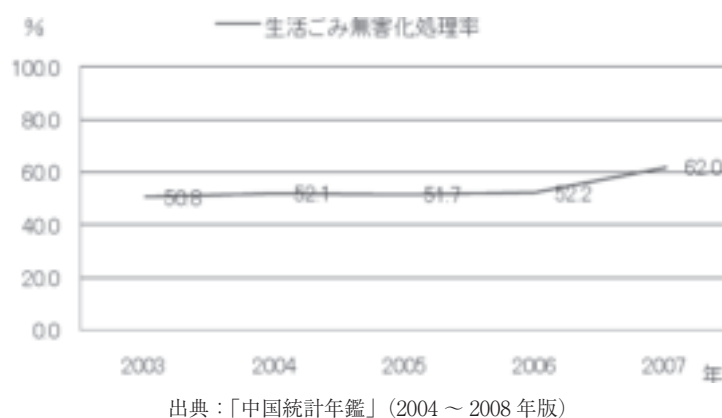
第1-1-17図 生活ゴミの無害化処理量の推移



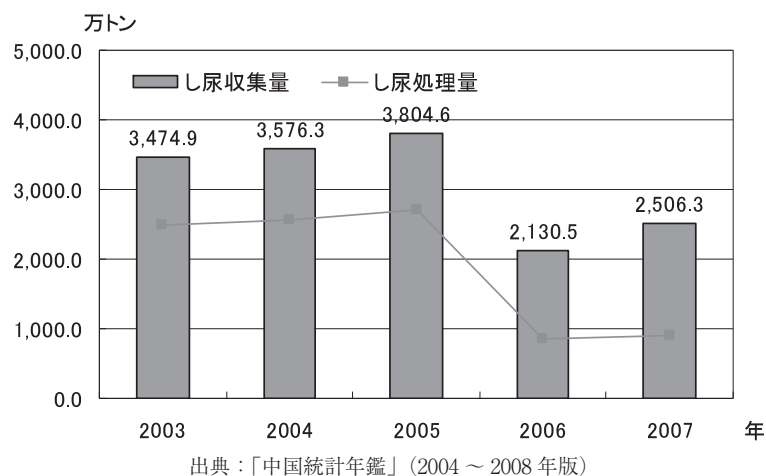
生活ゴミの無害化処理能力と無害化処理量の推移を第1-1-16図と第1-1-17図に示す。生活ゴミの無害化処理能力は着実に増加しており、2007年には約27万トン/日に達し、対前年比で5.3%、2000年比で23.8%の伸びを示した。一方、無害化処理量は2004年から2006年にかけて8000万トン前後で推移していたが、2007年は急増し9438万トンに達し、2000年比では約25%増加した。

生活ゴミ収集量と無害化処理量の数値から計算したゴミ無害化処理率は、第1-1-18図に示すように、2003年から2006年にかけては52%前後で横ばいとなったが、2007年に62%となった。

第1-1-18図 生活ゴミの無害化処理率の推移



第1-1-19図 し尿収集量と処理量の推移

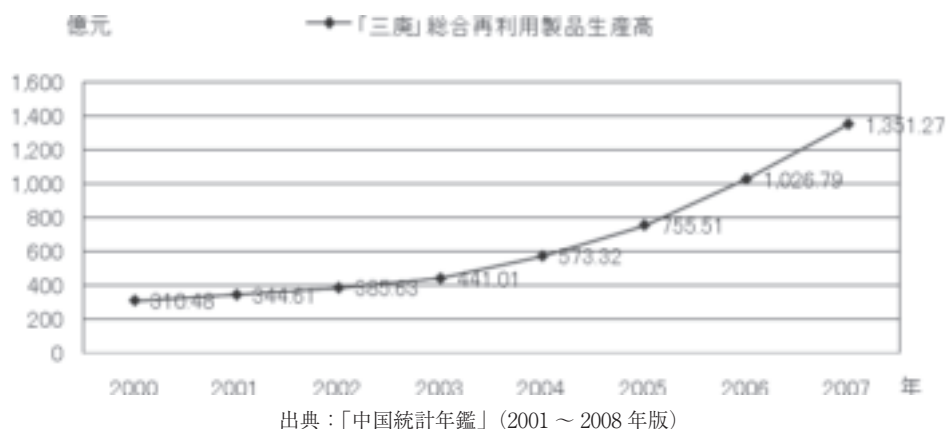


し尿収集量と処理量の推移を第1-1-19図に示す。し尿収集量は2005年まで増加したあと、2006年に急減した。2007年は前年より17.6%増加したものの、2003年当時と比べると27.9%の減少となっている。

し尿処理量が減少しているのは、2006年から一部のし尿を直接都市下水処理場に搬入したことに加えて、都市下水処理場の生物処理の効率を向上させるため、収集した一部のし尿を単独処理ではなく都市下水処理場に搬入し下水と一緒に処理しているためである。

参考までに、「三廃」総合再利用製品の生産高を第1-1-20図に示す。「三廃」は、排水、排ガス、固形廃棄物の総称である。2007年の「三廃」総合再利用製品の生産高は1351億元となり、2000年の約4倍に達した。

第1-1-20図 「三廃」総合再利用製品の生産高の推移



4 環境問題と対策

(1) 大気汚染問題の現状と対策

中国では、環境大気質基準が制定されており、同基準に従い、環境大気質エリアを3つに分類にしている。一類エリアは、自然保護区、名勝エリア、及び特別保護が必要な地区としている。二類エリアは、都市計画の中で確定された居住エリア、商業・交通及び住民の混合エリア、文化エリア、一般工業エリア、及び農村地区としている。三類エリアは、特定の工業エリアとしている。こうした分類に合わせて、環境大気質基準も3つのレベルに分け、一類エリアでは1級基準、二類エリアでは2級基準、そして三類エリアでは3級基準を実施するものとした。

①大気汚染問題の現状

中国の都市部の大気質は全体的に良好であるが、一部の都市の汚染は依然として比較的深刻である。全国の酸性雨の分布地域は大きな変化を見せていないものの、酸性雨汚染自体の深刻度は変わっていない。

a) 大気質

2008年に519都市の大気質モニタリングデータを解析した結果、大気質が国家1級基準に達した都市は21あり、全体の4%を占めた。2級基準に達した都市は378（同72.8%）、3級基準に達した都市は113（同21.8%）、3級基準以下の都市は7（同1.4%）であった。

具体的には、「地級」以上の市（地区、自治州、盟の政府所在地を含む）の場合は以下の通りとなっている。

- ・大気質が国家 1 級基準に達した都市は 2.2%、2 級基準は 69.4%、3 級基準は 26.9%、3 級基準以下は 1.5% を占めた。
- ・粒子状物質の年間平均濃度が 2 級基準に達した都市は 81.5%、3 級基準以下は 0.6% を占めた。汚染が深刻な都市は、主に山東省、陝西省、新疆ウイグル自治区、内蒙古自治区、湖北省、江蘇省、甘粛省、湖南省に分布していた。
- ・二酸化硫黄の年間平均濃度が 2 級基準に達した都市は 85.2% で、3 級以下は 0.6% であった。汚染が深刻な都市は、主に貴州省、山東省、河北省、山西省、内蒙古自治区、四川省、湖南省に分布していた。
- ・「地級」以上のすべての都市における二酸化窒素の年間平均濃度は 2 級基準に達しており、87.7% の都市が 1 級基準に達していた。

重点都市の場合は、以下の通りとなっている。

- ・113 の環境保護重点都市の大気質はある程度向上し、大気質が 2 級基準に達した都市は 57.5%、3 級は 41.6%、3 級以下は 0.9% を占めた。2007 年に比べ、2 級基準に達した都市の比率は 13.3% 上昇し、3 級以下の都市の比率には変化はなかった。
- ・重点都市における二酸化窒素の年間平均濃度は 2007 年に比べ大きな変化はなかった。粒子状物質と二酸化硫黄の年間平均濃度は 2007 年に比べ低下した。

b) 酸性雨

- ・酸性雨の発生頻度

2008 年にモニタリングを行った 477 都市・県のうち、酸性雨が発生した都市は 252 ヶ所で全体の 52.8%、酸性雨の発生率が 25% 以上の都市は 164 ヶ所で 34.4%、発生率が 75% 以上の都市は 55 ヶ所で 11.5% であった。詳細を第 1-1-10 表に示す。

第 1-1-10 表 中国の酸性雨発生率（2008 年）

酸性雨の発生率 (%)	0	0 ~ 25%	25% ~ 50%	50% ~ 75%	≥ 75%
都市数	225	88	57	52	55
対全体比 (%)	47.2	18.4	11.9	10.9	11.5

出典：「中国環境状況公報 2008」（環境保護部、2009 年 6 月）

- ・雨水 pH 値

2008 年の中国の雨水の pH 年間平均値を第 1-1-11 表に示す。

第 1-1-11 表 中国の雨水 pH 年間平均値の統計（2008 年）

pH 年間平均値範囲	< 4.5	4.5 ~ 5.0	5.0 ~ 5.6	5.6 ~ 7.0	≥ 7.0
都市数	47	79	70	219	85
対全体比 (%)	9.4	15.8	14	43.8	17

出典：「中国環境状況公報 2008」（環境保護部、2009 年 6 月）

以上により、2007年に比べ、やや深刻な酸性雨（降水 pH 値＜5.0）が発生した都市の比率は 1.1 ポイント減、深刻な酸性雨（降水 pH 値＜4.5）が発生した都市の比率は変化なかった。

・酸性雨の分布

中国の酸性雨は主に長江以南、四川省、雲南省以東の地域に集中しており、浙江省、福建省、江西省、湖南省、重慶市の大部分の地域及び長江、珠江デルタ地域が含まれる。

c) 排ガス中の主要汚染物質排出量

2008年の二酸化硫黄の排出量は2321.2万トンで2007年比5.9%減、煤塵排出量は901.6万トンで同8.6%減、工業粉塵排出量は584.9万トンで同16.3%減であった。中国の排ガス中の主要汚染物質排出量を第1-1-12表に示す。

第1-1-12表 中国の排ガス中の主要汚染物質排出量（2006～2008年）

単位：万トン

年	二酸化硫黄排出量			煤塵排出量			工業粉塵排出量
	合 計	工 業	生 活	合 計	工 業	生 活	
2006	2,588.8	2,234.8	354.0	1,088.8	864.5	224.3	808.4
2007	2,468.1	2,140.0	328.1	986.6	771.1	215.5	689.7
2008	2,321.2	1,991.3	329.9	901.6	670.7	230.9	584.9

出典：「中国環境状況公報 2008」（環境保護部、2009年6月）

②大気汚染問題対策

a) 大気汚染防止法の改正、施行

中国政府は2000年9月、改正大気汚染防止法を施行した。同法では新規工場建設に関する環境アセスメントの実施、汚染物質排出料金の徴収、大気汚染物質に関する総量規制の実施などが規定されているほか、自動車や船舶などの移動発生源による大気汚染防止、悪臭の防止に関する規定も盛り込まれている。

b) 大気汚染物質総合排出基準の施行

中国は、1996年に大気汚染物質総合排出基準を策定し、97年に施行した。規制対象となる大気汚染物質は33項目で、二酸化硫黄、窒素酸化物などから有害重金属類、有機化合物類、そして光化学オキダント原因物質の非メタン系炭化水素が含まれている。

同基準は、汚染源所在地の環境空気質機能区に基づき類別され、相応の排出濃度基準が執行される。詳細は下記のとおりである。

- ・一類区に位置する汚染源は1級基準を執行（一類区では汚染源の新築、拡張を禁止し、一類区既存の汚染源を改築する場合、現存の汚染源1級基準を執行）。
- ・二類区に位置する汚染源は2級基準を執行。
- ・三類区に位置する汚染源は3級基準を執行。

c) 酸性雨・二酸化硫黄汚染防止の強化

中国では現在、全国的に二酸化硫黄、煤塵、工業粉塵の3種類を対象とした総量規制が実施されてい

る。また、二酸化硫黄による汚染対策の強化を目的に、1998年から重点的に二酸化硫黄規制を実施する「二酸化硫黄規制区」と「酸性雨規制区」が設置されている。さらに、2007年には「国家酸性雨・二酸化硫黄汚染防止『第11次5ヵ年』計画」が策定された。

同計画の全体目標は、二酸化硫黄の排出総量を大きく削減するほか、アンモニア性窒素化合物の排出増加傾向を抑制し2010年までに硫黄の浸透度を効果的に減少させるとともに、重度の酸の浸透地区面積を減らすだけでなく地域の大気中粒子状物質汚染を軽減し、都市部の空気中の二酸化硫黄濃度を減少させることである。重点任務は下記の通りである。

- ・ 二酸化硫黄排出総量抑制指標の配分
- ・ 火力発電所の脱硫を中心とした工業部門での二酸化硫黄処理プロジェクト
- ・ 産業構造調整力の強化
- ・ 硫黄を含む燃料の厳格な規制
- ・ アンモニア性窒素化合物抑制業務の実施
- ・ 環境監督・管理能力の構築強化等

なお、上記対策の実施の結果、2008年のGDP1万元当りの二酸化硫黄、煤塵、工業粉塵の排出量は、2000年に比べてそれぞれ57%、76%、82.8%減少した。2008年末現在、脱硫装置を取り付けた火力発電ユニット容量は3億6300万kWに達し、2005年と比べ脱硫装置を取り付けた火力発電ユニットの割合は12%から60.4%まで上昇した。また、二酸化硫黄排出総量の削減率は8.95%になった。

d) 自動車排ガスの排出基準の厳格化

中国では経済の急速な発展にともない、自動車の保有量が飛躍的に増加している。2009年の自動車生産台数は1379万台に達した。また、販売台数も1364万台を記録した。自動車保有台数や都市化の急速な進展にともない、排ガスが都市における主要な大気汚染源となっている。

排ガス汚染問題を解決するため、中国政府は排ガスの排出基準を段階的に高めていく対策をとっている。2008年7月現在、中国全土で「軽自動車汚染物質排出制限値とその測定法（中国Ⅲ、Ⅳ段階）」（GB19352.3-2005）の第Ⅲ段階制限値（国Ⅲ基準と略称する）が施行されている。

なお、北京市では1999年に国Ⅰ基準、2002年に国Ⅱ基準、2005年に国Ⅲ基準を施行した。さらに2008年3月には中国で初めて国Ⅳ基準を施行した。北京での各基準施行時期は全国平均より2年早い。排ガスの排出基準が段階的に引き上げられることにより排ガスが引き起こす大気汚染は効果的に抑制されている。

(2) 水汚染問題の現状と対策

中国では、地表水水質基準と地下水水質基準が制定されており、これらの基準によって、地表水または地下水の水質をⅠ～Ⅴ類まで分類している。Ⅰ～Ⅴ類の順に水質が悪くなることを意味しており、Ⅰ～Ⅲ類水質基準を満たした水域は飲用水の取水源として利用できるが、Ⅳ類水質基準以下の水域は汚染されていることになる。

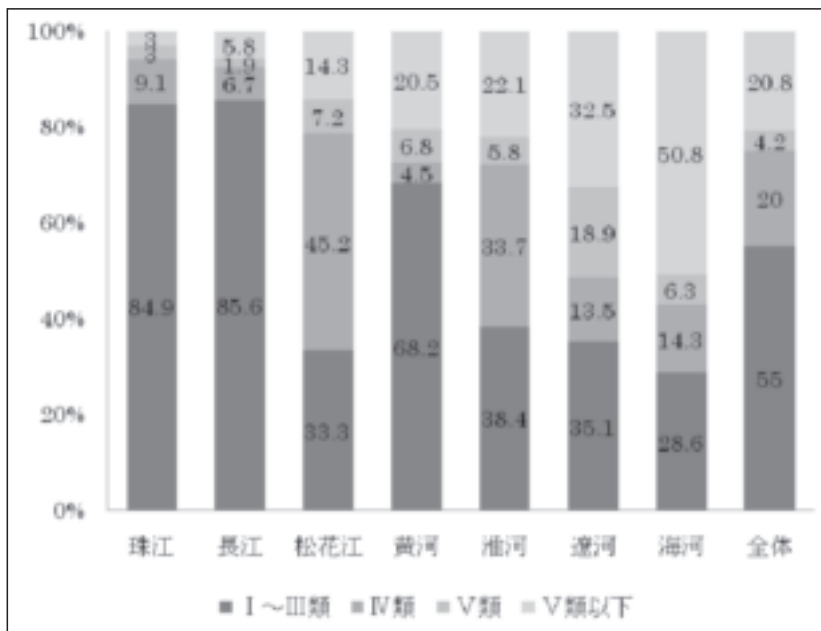
また、海洋水質基準も制定されており、海洋水水質をⅠ～Ⅳ類まで分類している。Ⅲ類水質基準以下の海域は汚染されていることになる。

①水汚染問題の現状

a) 7 大河川流域の汚染

2008 年における長江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河の 7 大河川流域の水質状況を第 1-1-21 図に示す。

第 1-1-21 図 7 大河川流域の水質現状（2008 年）

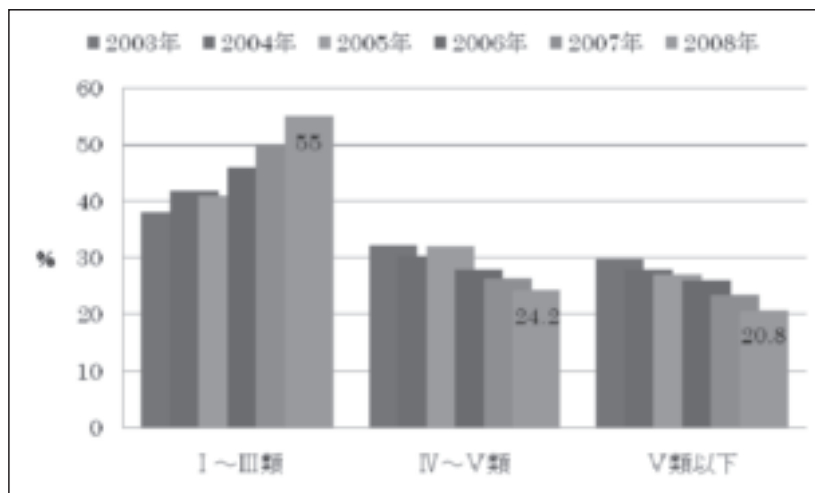


出典：「中国環境状況公報 2008」（環境保護部、2009 年 6 月）

長江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河の 7 大河川流域の水質は、全体的に 2007 年の水準を維持した。200 の河川 409 の断面のうち、水質 I～Ⅲ類の断面の比率は 55.0%、Ⅳ～V 類 24.2%、V 類以下 20.8%であった。このうち、珠江、長江の水質は全体的に良好で、松花江は軽度汚染、黄河、淮河、遼河は中度汚染、海河は重度汚染であった。なお、主な汚染指標は COD、BOD アンモニア性窒素、石油類であった。

7 大河川流域の近年の水質経年変化を第 1-1-22 図に示す。

第 1-1-22 図 7 大河川流域の水質の経年変化



出典：2003～2008 年度の中国環境状況公報をもとに作成

中国政府は近年、地表水の水質汚染防止に力を入れており、水環境保全への資金投入も増加してきている。このため、2003年に比べると、2008年現在の河川流域の水質は大幅に改善されている。一方では、5割近い河川水域が汚染されている。

b) 主要湖沼、ダム汚染

湖沼、ダムへの環境負荷は、現在のところ産業系が中心であり、とくに都市周辺や経済活動が盛んな地域の3大湖（太湖、巢湖、鄱陽湖）などを中心に汚染が目立つ。2008年における主要湖沼、ダムの汚染状況を第1-1-13表に示す。

第1-1-13表 主要湖沼、ダムの汚染状況（2008年）

水 系	箇 所	I 類	II 類	III 類	IV 類	V 類	V類以下
三大湖	3					1	2
大型淡水湖	10		2	1	3	1	3
都市内湖	5				1		4
大型ダム	10		2	1	2	3	2
合 計	28		4	2	6	5	11
比 率 (%)		0	14.3	7.1	21.4	17.9	39.3

出典：「中国環境状況公報 2008」（環境保護部、2009年6月）

国のモニタリング対象となっている28の湖沼・ダムのうち、II類の基準を満たす水質は4カ所で全体の14.3%、III類は2カ所で同7.1%、IV類は6カ所で同21.4%、V類は5カ所で同17.9%、V類以下は11カ所で同39.3%であった。主要汚染指標は全窒素と全リンであった。モニタリングを行った26の湖沼・ダムのうち、重度富栄養化は1カ所、中度富栄養化は5カ所、軽度富栄養化は6カ所あった。なお、3大湖のうち、太湖と巢湖は中度富栄養化、鄱陽湖は重度富栄養化状態となっている。

c) 地下水汚染

近年の地区別地下水汚染状況を見ると、東北地区においては、地下水水質が全体的にやや悪化傾向にある。硝酸塩、亜硝酸塩の指標が増加し、また、一部地域では鉄、硫酸塩、塩化物の指標も増加している。

華北地区においては、全体的に地下水汚染が深刻化している。硬度、硫酸塩、硝酸塩、亜硝酸塩などの汚染が深刻である。

西北地区においては、フッ化物、硫酸塩、硝酸塩、亜硝酸塩、アンモニア窒素などの指標が増加傾向にある。一部地域では地下水水質汚染が深刻な状態にある。

華東地区においては、地下水水質が全体的に比較的良好で安定している。一部地域では硬度、溶解性固体、硝酸塩、フッ化物などが増加傾向にある。華東地区北部や山東省の一部では汚染が深刻である。

華中、華南地区においては、地下水水質が全体的に比較的良好で安定しており、一部では改善傾向にある。河南、湖北、湖南省では軽度～重度の汚染が見られる。

西南地区においては、地下水水質が全体的に良好であるが、大都市を中心に水質が徐々に悪化傾向にある。

d) 海洋汚染

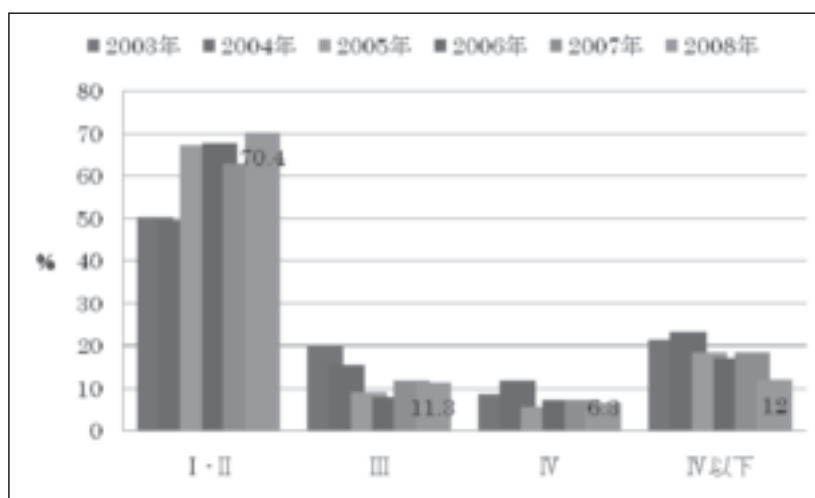
全国の沿岸海域の水質は全体的に軽度汚染であった。2007年に比べると、水質はやや改善した。近海の大部分の海域は清浄で、遠海の水質は良好な状態を保った。

全国の近海海域におけるⅠ～Ⅱ類水質の海水比率は70.4%で、2007年に比べ7.6ポイント増加した。Ⅲ類水質は11.3%で2007年と同じ水準、Ⅳ類～Ⅳ類以下は18.3%で同7.1ポイント低下した。

4大沿岸海域のうち、南シナ海、黄海沿岸海域の水質は良好で、渤海は軽度汚染、東シナ海は中度汚染であった。近年の近海海域水質の経年変化を第1-1-23図に示す。

2008年現在では、2003年に比べ、汚染状況は大幅に改善されている。しかし、依然として3割近い海域が汚染されている。

第1-1-23図 近海海域の水質の経年変化



出典：2003～2008年度の中国環境状況公報をもとに作成

e) 農村部飲用水安全問題

水利部の調査報告によると、2005年における中国農村部における安全でない飲用水の利用人口は約3億2000万人で、農村総人口の34%を占めた。分類すると水質基準に達していない飲用水の利用人口は約2億2000万人で、安全でない飲用水利用人口の70%を占めた。このうち、高フッ素水を飲用している人口は約5000万人、高ヒ素水を飲用している人口は約300万人、かん水を飲用している人口は約4000万人、汚染水を飲用している人口は約9000万人である。一方、水量や取水利便性、給水保証率が関連基準に達していない利用人口は約1億人で、安全でない飲用水の利用人口の30%を占める。

②水汚染防止対策

a) COD 排出総量の削減

2006年、中国政府は「国民経済・社会発展『第11次5ヵ年』規画綱要」で、「第11次5ヵ年」期間中（2006～2010年）に国内総生産（GDP）あたりのエネルギー消費を20%削減するとともに、主要汚染物質の排出総量を10%減少させるという（制限）目標を打ち出した。水汚染防止関連の（制限）目標では、2010年までにCODの排出量を2005年比で10%減少させるとした。これは、全国のCOD排出量を2005年の1414万2000トンから1272万8000トンに減少させることを意味している。

なお、2007年の全国のCOD排出量は1320万7000トンで、2005年に比べ2.3%減少した。2008年の

全国のCOD排出量は1381万8000トンで、2005年に比べ6.61%減少し、初めてCODの段階的削減目標をクリアした。

b) 関連法律、規定の更なる整備、施行

近年、中国政府は水污染防治対策の一つとして、数十の関連法律、規定を整備、改定し、施行している。2007年には、水污染防治の第一法である水污染防治法の2回目の改正が行われ、2008年2月に第10期全国人民代表大会常務委員会の承認を経て2008年6月1日から施行された。

水污染防治法の2008年改正版では、水污染防治は、予防を主とし、予防と整備を結合し、総合的に整備するという3大原則が確立した。また、改正水污染防治法の主な内容は以下の通りとなっている。

- ・ 飲用水の安全保障に最も重要な位置づけを与えた。
- ・ 地方政府の環境保全責任をさらに強化した。
- ・ 環境関連の違法行為の境界線をさらに厳格かつ明確にした。
- ・ 汚染物質排出総量規制制度をさらに強化した。
- ・ 汚染物質の排出許可制度の法的拘束力を明確にした。
- ・ 法律の面から公衆参加の権利を保障した。
- ・ 汚染物質排出者の自主モニタリング義務を追加した。
- ・ 都市部の下水処理及び農村部水污染防治対策を強化した。
- ・ 突発水汚染事故の対応準備、応急処置に対する要求を強化した。
- ・ 違法な汚染物質排出行為に対する罰則を強化した。

c) 「水体汚染抑制・改善」重大科学技術プロジェクト

中国政府は2006年、「水汚染抑制・処理重大科学技術プロジェクト」（以下、水プロジェクトと称する）を16の国家重大科学技術プロジェクトの1つとして、「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006～2020年）」に組み込んだ。その目的は、「第11次5ヵ年」期間における水体の主要汚染物質排出量を10%削減するという目標の実現と、負荷に耐えられない河川・湖・海の回復に科学的支援を行い、中国の経済発展に制約を与えている水汚染という重大な問題を解決することにあった。

温家宝首相は2007年12月、国務院常務会議を開き、水プロジェクトの実施案を審議し通過させた。水プロジェクトは、湖沼の富栄養化抑制と処理、河川の水環境の総合整備、都市の水汚染抑制と水環境の整備、飲用水の安全確保、流域の水環境モニタリングと総合管理、水環境戦略政策と管理という6大テーマ33項目を実施し、「三河」（淮河、海河、遼河）、「三湖」（太湖、巢湖、鄱陽湖）、「一江」（松花江）、「一庫」（三峡ダム）を重点研究流域として総合的に水源汚染を抑制し、生態回復を核心的技術として飲用水源の保全と飲用水の安全保障技術を発展させ、流域の水質モニタリングと政策管理メカニズムを刷新することを目的とした。政府は300億元を超える資金を投入して水プロジェクトを支援し、13年をかけて3段階に分けてこれを実施する予定である。

d) 「第11次5ヵ年」重点流域計画の策定と実施

国務院は2007年から、相次いで松花江流域、丹江口ダム及び上流の汚染防止計画を認可し、「三河」、「三湖」、三峡ダム、黄河中・上流などの重点流域汚染防止計画を策定し、重点流域や地域環境の管理を実施し、「全面的に推進し、重点的に突破する」という環境管理・汚染処理構想を実施した。

これらの計画は2010年までに、①淮河、海河、遼河、松花江、黄河中上流、三峡ダム湖及びその上流、

太湖、巢湖、デン池及び南水北調東ルートと中ルート沿線流域計 11 の重点流域の集中型飲用水水源地で治水と環境保全を行い水環境の質を大きく改善させる、②重点工業企業に全面的で安定した排出基準達成を実現させ、都市部の污水处理水準を大きく向上させる、③水質汚染物質排出総量を効果的に抑制し、流域の水環境の監督・管理や水汚染警告、応急処置能力を大きく強化する——ことを目標としている。

e) 飲用水源地保全業務の強化

飲用水源は人々の生命の安全を確保する上で重要である。国務院は 2007 年から「全国都市飲用水源安全保障計画（2006～2020 年）」を審議、通過させ、飲用水源保全業務の実施を指導した。国家環境保護総局（当時）は「全国都市飲用水水源地環境保全計画」、「全国地下水污染防治計画」を策定し、飲用水水源地保全を「違法な汚染排出企業を整理し、大衆の健康を保障する環境保全専門活動」の重要な内容として、飲用水水源 1 級保全区内の污水排出口を取り締まり閉鎖させ、2 級保全区内の違法な汚染排出行為を法に従い厳しく取り締まった。

また専門調査を組織し、県級以上の都市の集中型飲用水現地の保全状況を確認し、飲用水水源保全区の区分と技術規範を公表した。2008 年には、都市部飲用水水源基本環境状況調査を行い、「全国都市部飲用水水源基本環境状況調査報告書（初稿）」を完成した。さらに、「2009 年以後の農村環境保全重点作業及び任務分担」という通知を公表し、農村部の飲用水安全保障及びノーポイント污染防治に関する事業を展開した。

f) 農村部飲用水安全問題に関する解決計画

中国政府は「第 11 次 5 ヶ年」期間（2006～2010 年）中に、1 億 6000 万人の飲用水安全問題を解決する計画である。このため、少なくとも 320 億元の国家補助金を捻出する予定にしている。また、2015 年までには農村部における飲用水安全問題をほぼ解決し、ゆとりのある社会を建設する目標を全面的に実現するとしている。

中国政府は「第 11 次 5 ヶ年」期間中に、資金面では重点的に中西部地域をサポートし、東部地域に対しては少額の資金により自力での解決を支える方針である。飲用水安全問題を解決するための総投資における国家補助金の割合は、西部地域 65～70%、中部地域 45～50%、東部地域 20～25% である。

中国政府は 2007 年までの 2 年間で 123 億元を捻出し、地方財政分担金と合わせて 249 億元を農村部飲用水安全プロジェクトに投入し、6552 万人の飲用水問題を解決した。

g) 「流域制限許可制度」の実施

国家環境保護総局（当時）は 2007 年 7 月、水汚染が深刻なうえに違法な問題が突出している黄河、淮河、海河流域及び長江安徽省区間の白銀、巴彥淖爾、渭南、周口、蚌埠、巢湖の 6 市、河津、襄汾の 2 県・市、及び蘭州ハイテク技術産業開発区、邯鄲経済技術開発区、河南濮陽経済開発区、山東省莘県工業園区、蕪湖経済技術開発区の 5 地区で「流域制限許可制度」を実施した。「流域制限許可制度」は地域の深刻な環境問題の解決を突破口として、重大な環境問題を解決したほか、さらに地域の経済構想の調整と成長方法の転換を促した。

h) 都市下水処理場の整備

中国が都市下水問題の解決に乗り出したのは 1970 年代からであるが、本格的に都市下水処理施設を

建設するのは90年代に入ってからである。これによって、都市下水処理率は急速に上昇してきた。都市下水処理率及び下水処理場の建設状況を第1-1-14表に示す。

第1-1-14表 都市部の下水処理状況の推移（2000～2008年）

年度	都市下水処理率 (%)	下水処理場数 (箇所)	処理能力 (万 m ³ /day)
2000	34.3	427	2,158
2003	42.1	612	4,253
2004	45.7	708	4,912
2005	52.0	792	5,725
2006	57.0	814	6,310
2007	62.8	883	7,138
2008	65.3	—	8,295

出典：「都市、県域及び村鎮建設統計公報」（住宅・都市農村建設部）をもとに作成

2007年末時点の全国の都市下水処理場は883カ所に達している。2008年の下水処理場数はまだ公表されていないが、合計処理能力は8295万 m³/日に達し、2000年と比べると4倍近くに増加した。しかし、2009年3月現在、655都市のうち、都市下水処理場が未建設の都市はまだ167都市もある。

(3) 固形廃棄物問題の現状と対策

①固形廃棄物問題の現状

2008年の中国の産業固形廃棄物の発生量は19億127万トンで、2007年に比べて8.3%増加した。排出量は782万トンで、同34.7%減であった。総合利用量（過去貯蔵分の利用量を含む）は12億3482万トンで発生量の64.9%、貯蔵量は2億1883万トンで同11.5%、処理量は4億8291万トンで同25.4%であった。危険廃棄物発生量1357万トン、総合利用量819万トン、貯蔵量196万トン、処理量389万トンであった。

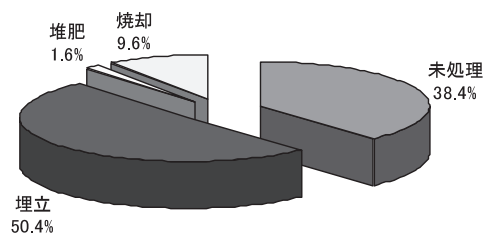
2007年における全国655都市の生活ゴミ収集・運搬量は合計1億5200万トンであった。2007年末現在、中国には各種の生活ゴミ処理場は453カ所あり、処理能力は27万2000トン/日に達した。年間集中処理量は9379万トン、集中処理率は約61.6%であった。処理方式別の処理場数と処理能力を第1-1-15表に示す。処理方式別の都市ゴミ収集・運搬量を第1-1-24図に示す。

第1-1-15表 処理方式別処理場数と処理能力（2007年）

処理方式	埋立て	堆肥	焼却
処理場数（箇所）	363	17	67
処理能力（万トン/日）	21.50	0.79	4.58
処理量（万トン）	7,664	250	1,466

出典：「中国統計年鑑2008」をもとに作成

第1-1-24図 処理方式別の都市ゴミ収集・運搬量（2007年）



出典：「中国統計年鑑 2008」をもとに作成

第1-1-24図からも明らかなように、中国では生活ゴミの半分以上が埋立てによって処理されている。また、近年、大都市を中心とするゴミ焼却炉建設の推進により焼却によるゴミ処理量が大きく増加し全体の約1割を占めた。昔から採用されている堆肥方式によるゴミ処理量は各種要因によって減少している。2007年時点では堆肥方式によるゴミ処理量は全体の1.6%に過ぎない。一方で、4割近い生活ゴミが未処理のまま堆積されたままになっている。

②固形廃棄物対策

a) 大・中都市の固形廃棄物汚染防止情報の公表

「固形廃棄物汚染防止法」と「大中都市における固形廃棄物汚染防止情報の公表に関する指導原則」に従い、206の都市の固形廃棄物汚染防止情報が公表された。

b) 危険廃棄物の管理の強化

中国では、「電子廃棄物汚染防止管理方法」、「危険廃棄物輸出審査・許可管理方法」、「危険廃棄物経営機関の緊急試案編成ガイドライン」が公表、施行された。これらの公文書に従い、危険廃棄物経営許可証800件超を発行し、危険廃棄物経営機関を2000回以上にわたって現地調査し、20社超の違法機関を処罰した。また、医療廃棄物申請登録試行ポイントを普及させた。

c) クロム残渣汚染防止の強化

「クロム残渣汚染処理環境保全技術規範」と「クロム残渣汚染総合防止案」を公表施行し、クロム残渣汚染処理の進展を監督・実施した。2008年末まで、約130万トンのクロム残渣が処理・処分された。

また、「クロム残渣汚染総合防止案」の対象地域である19の1級行政区のうち、山東省、浙江省のクロム残渣の処分が完了した。河北省、山西省、内蒙古自治区、湖南省、湖北省、江蘇省、重慶市、甘粛省、陝西省、遼寧省及び雲南省では、クロム残渣処分施設が竣工稼働した。その他の1級行政区のクロム残渣処分施設はまだ建設中である。

d) 輸入廃棄物の管理の強化

輸入廃棄物の環境監督・管理を強化し、「輸入固形廃棄物申請事項の調整に関する公告」、「輸入紙クズ審査・管理の関連事項に関する公告」が公表されるとともに、「固形廃棄物の属性鑑定機関リストと鑑定手順に関する通知」が公表され、輸入固形廃棄物の鑑定機関と鑑定手順の明確化が行われた。

また、香港環境保全署との間で「内地と香港特区間における廃棄物移動の監視協力手配」に調印し、「スカイホールパッチングプロジェクト（空の穴修繕プロジェクト）」を実施し、中国向けの違法な廃棄物の搬入の取り締まりが重点的に実施された。

e) 輸出廃棄物の管理の強化

「危険廃棄物の輸出審査批准管理方法」を公表、施行した。「バーゼル条約」と「ロッテルダム条約」で規定された事前周知・同意手順を厳格に履行し、2007～2008年にかけて39件の危険廃棄物輸出申請を受理した。

f) 「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）」等の国際条約の履行

国務院は「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs条約）」の実施計画の履行を承認し、「国家条約履行業務協調グループ業務規則」と「国家条約履行業務協調グループ専門家委員会管理方法」を公表、施行し、90項目超の関連政策、基準、ガイドラインを制定した。また、全国の残留性有機汚染物質の調査を行った。ノルウェー、スウェーデンとの間では、残留性有機汚染物質に関する条約履行と、製紙業界のダイオキシン削減について新たな協力を行った。

g) 鉱山生態環境の監視強化

「鉱山生態環境監視業務規範」を公表し、鉱山環境の法規執行を強化した。国家安全生产监督管理局、国家发展改革委员会、国土资源部、国家環境保全総局（当時）は共同で、クズ鉱石庫専門整備活動を実施した。各級環境保全部門は飲料水源地、自然保全区、河川水道等の地域におけるクズ鉱石庫の安全面での隠れた問題点について調査し、クズ鉱石庫の「環境アセスメント」と「三同時」制度の実施状況と污染防治措置の実行状況について検査した。建設禁止区域内と、整理・改善不能なクズ鉱石庫約1000カ所を取り締まり、閉鎖し、1500カ所を整備した。一部の地域でクズ鉱石庫突発的環境事故緊急警告メカニズムを構築した。

h) 「生活ゴミ埋立て処理場における汚染抑制基準」の改正施行

2008年7月1日から「生活ゴミ埋立て処理場における汚染抑制基準」改正版（GB16889-2008）が施行された。改正基準の特徴は下記の通りである。

- ・旧基準では、埋立て処理場の建設地は住宅地から500m以上離れることが要求されていたが、新基準は環境アセスメントにより確定することになった。
- ・生活ゴミ埋立て処理場は生活ゴミの焼却灰を受け入れることになった。
- ・生活ゴミ埋立て処理場のゴミ浸出液の処理要求を強化した。
- ・生活ゴミ埋立て処理場の排ガスの回収再利用を要求した。

i) 生活ゴミ処理関連法規・基準の整備

2008年には、22の生活ゴミ処理関連法規・基準を新しく公表、施行した。

j) ゴミ焼却方式に関する法規の整備

2008年には、「バイオマス発電プロジェクトの環境アセスメント管理業務の更なる強化に関する通知」を公表し、生活ゴミ焼却場の建設に対し、具体的かつ厳格な要求を明確にした。

k) 買い物用プラスチック袋の生産・販売の抑制

国務院が公表した「国務院弁公庁の買い物用プラスチック袋の生産・販売の抑制に関する通知」に従い、2008年6月から、中国全土で厚さ0.025mm以下の買い物用プラスチック袋の生産・販売が禁止さ

れた。また、買い物用プラスチック袋の有償利用制度が導入された。

(4) 土壤汚染問題の現状と対策

① 土壤汚染問題の現状

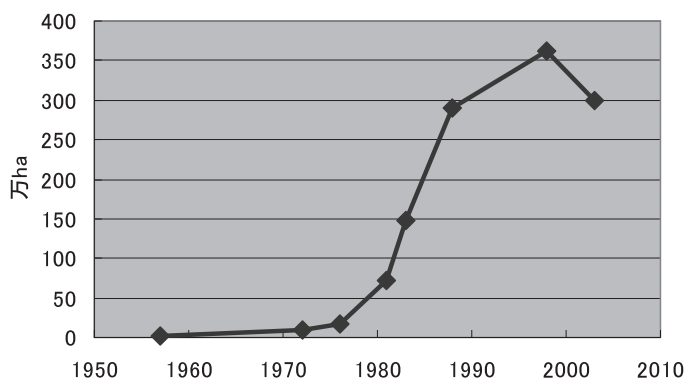
中国では、土壤汚染問題が深刻化している。耕地、都市土壤、鉱産区土壤は、程度の差はあるものの汚染されているに加えて、土壤の汚染源多様化の様相を見せている。土壤汚染の全体的な状況は、「4つの増加」、具体的には土壤汚染の面積増加、土壤汚染物質の種類増加、土壤汚染のタイプ増加、土壤汚染物質の含有量増加で総括できる。

国家環境保護総局（当時）の概略的な調査結果によると、中国では2006年現在、1000万ヘクタールの農耕地で土壤が汚染されているとみられている。また、汚染された水で灌漑した農耕地が216.7万ヘクタール、固形廃棄物が放置されているため放棄された農耕地が13.3万ヘクタールにのぼると推定されており、これらを合計すると全国の農耕地の10分の1以上を占める。こうした汚染地区は、主として経済発展地区に集中している。

汚染物質としては、無機物では銅、水銀、クロム、カドミウム、ニッケル、鉛などの重金属が塩化物として存在する。また、放射性元素のセシウムやストロンチウムのほか、ヒ素、セレン、フッ素化合物も挙げられる。有機物には、さまざまな農薬やベンゾ（k）フルオランテン、フェノール類、青酸化合物、石油類、界面活性剤などがある。

重金属汚染で減産した穀物は年間1000万トン以上、また、重金属に汚染された穀物は年間で1200万トンにのぼり、直接的な経済損失だけでも200億元を超えると見積もられている。また、土壤に含まれる有害物質は食物連鎖を通じて最終的には人体に取り込まれ、さまざまな疾病の原因となる。中国における汚水で灌漑された農耕地面積の経年変化を第1-1-25図に示す。

第1-1-25図 中国における汚水による灌漑された農耕地面積の経年変化



出典：「都市污水再利用とその用途」（陳亞萍ら、干旱区研究 Vol.22 No.3）、「中国における第2回汚水灌漑農地に関する環境質調査資料（1995-2000年）」、〈瞭望新聞周刊 2007年03月19日〉等をもとに作成

中国は1950年代末と70年代末の2回、全国範囲で土壤調査を実施したが、いずれも農業生産に関する調査として土壤の肥沃力を把握するのが主な目的だった。それ以来、全国範囲の土壤調査は一度も実施されなかったため、政府は全国の土壤汚染の面積、分布、程度などの詳細を把握しておらず、汚染土壤の修復及び汚染防止対策の策定ができていない。

一方、土壤汚染防止の法律はいまだに未整備であり、2006年に「土壤汚染防止法」（草案）がようやく作成され、現在陳述段階である。土壤環境基準体系の構築については、1995年に「土壤品質環境基準」

(GB15618-1995) が公布・施行されたが、専門家から同基準は多様化する土壤に全て適用することが困難であると指摘された。また、国家環境保護総局（当時）が 1999 年に制定した「工業企業土壤環境質リスク評価基準」という業界規準が公布・施行されたが、ほとんど使用されていない。

「土壤品質環境基準」に規定された土壤環境質基準値（3 級）を第 1-1-16 表に示す。なお、3 級基準値は農作物を含む植物の正常な生長を保障できる土壤臨界値である。

第 1-1-16 表 土壤環境質基準値（3 級）

項 目	基準値
pH	6.5 以上
カドミウム	1.0mg/kg
水銀	1.5mg/kg
砒素（水田）	30mg/kg
砒素（畑）	40mg/kg
銅（水田、畑など）	400mg/kg
銅（果樹園）	400mg/kg
鉛	500mg/kg
クロム（水田）	400mg/kg
クロム（畑）	300mg/kg
亜鉛	500mg/kg
ニッケル	200mg/kg
HCH	1.0mg/kg
DD トン	1.0mg/kg

出典：「土壤品質環境基準」（GB15618-1995）

②土壤汚染防止対策

そうしたなかで、国家環境保護総局（当時）と国土資源部は 2006 年 7 月、全国の土壤環境の現状把握と土壤汚染状況を明確にしたうえ、土壤汚染防止管理法律体制を構築し土壤汚染防止対策を策定するため、共同で全国土壤現状調査事業（以下、当調査と称する）の実施計画を策定した。

同調査は 3 段階に分けて実行し 3 年半で終了している。第 1 段階は、2005 年 4 月から 2006 年の 6 月までの準備段階である。主な任務には、調査方案の検討と制定、調査技術規範の作成、調査経費の調達が含まれる。第 2 段階は 2006 年 7 月から 2007 年末までである。主な任務は野外サンプリングと室内でのデータ分析である。第 3 段階は 2008 年の総括である。主要任務は、調査総報告と各テーマ報告の作成で、調査の成果を全面的に総括した。

同調査の目標は、全面的・系統的・正確に全国の土壤環境の全体状況を把握し、重点地区の土壤汚染タイプ・程度・原因を明らかにし、土壤汚染リスクを評価して土壤環境安全等級を定めることである。また、汚染土壤修復技術の実験モデル区を選び、実情に合った土壤汚染防止法律・法規及び基準体系を構築し、土壤環境監督管理能力を高めることも目標として掲げられた。

同調査の調査範囲は、台湾・香港・マカオ地区を除く全ての省・自治区・直轄市所轄の全国土である。調査の主要任務は下記の通りである。

- a) 全国土壤環境質状況調査・評価を展開する。土壤の重金属、残留農薬、有機汚染物質などの含有量及び土壤の理化学的性質を分析し、土地利用タイプと土壤タイプを結びつけ、土壤環境リスクを基にした土壤環境質評価を行う。

- b) 全国土壤背景値・定点環境質調査の比較分析をする。「第7次5ヵ年」期における全国土壤環境背景値調査結果に基づき、対比可能な土壤サンプルを採取し、同項目で分析実験を行い、関連のモニタリング結果と比較して、20年間の中国土壤背景値・定点環境質の変化状況を分析する。
- c) 重点区域の土壤汚染リスク評価と安全等級区分をする。重点汚染企業周辺、工業遺棄・廃棄場、固形廃棄物集中処理場、油田、鉱山区、主要野菜基地、汚灌漑区、大型交通道路の両側及び社会的に関心が高い環境地区を調査の重点とする。サンプリング技術規範に基づき、土壤、農産物や地下水などのサンプルを採取して分析し、土壤汚染の種類・範囲・程度及び土壤重汚染区の分布状況を明らかにして、汚染原因を分析する。また、土壤汚染リスク評価をし、安全等級を定め、汚染土壤記録を作成する。
- d) 汚染土壤の修復・総合対策の実証事業を展開する。自主研究開発と先進技術導入により、汚染土壤修復技術を選定し、汚染土壤修復技術ガイドラインを作成する。重金属汚染類、農薬類、石油類などの典型的な汚染地点を対象に、汚染土壤修復・総合対策の実証モデル区を建設する。
- e) 土壤環境質監督管理体系を構築する。中国に適合する土壤汚染対策基本戦略を策定し、国家土壤汚染保全政策・法規と基準体系の枠組みを示す。国家土壤環境モニタリング・ネットワークを整備する。土壤汚染事故緊急対応案を作成し、土壤環境安全教育行動計画を実施する。

同調査では、全国土壤環境質状況調査、重点区域土壤汚染現状調査、土壤環境質監督管理体系整備が実施された。土壤環境質状況調査の重点区域は、基本耕地保全区と食糧主要生産区である。土壤汚染状況調査の重点区域は、長江デルタ・珠江デルタ・渤海湾地区・東北旧工業基地・成渝平原・渭河平原及び主要鉱産資源型都市である。土壤環境質監督管理体系整備の重点は、土壤環境モニタリング能力の整備と土壤汚染防止法草案の立案である。

同調査では、「全国土壤汚染状況調査技術規定」及び環境保護総局統一のエンコード規則に従って、土壤環境質調査、典型区汚染調査など専門任務実施の実際の需要に基づき、単独又は総合的にネットグリル法、線状法、環状法、扇形法を採用して実証区を設置するとの技術要求が定められた。

また、調査目的に従い、各テーマの検査必須項目と検査選択項目を定めるとされた。土壤環境質調査項目は、検査必須項目22、選択項目16であった。土壤典型断面背景比較調査では、必須項目20で、61の元素全量と、13種元素の有効態、4種の有機汚染物質と一部の土壤物理化学性指標が含まれる。典型区土壤汚染調査では必須項目22項目、選択項目が70項目近くあった。

同調査の予算は約10億元で、中央財政から一部の資金を捻出したほか、地方政府にも中央財政資金と同程度もしくはそれ以上の資金を捻出するよう要請が行われた。

(5) 農村部汚染問題の現状と対策

①農村部汚染問題の現状

住宅・都市農村建設部村鎮建設弁公室によると、中国の農村部には約69万の行政村、約250万の自然村がある。これらの地域で約2億5000万世帯、9億5000万人の農民が生活している。しかし、ほぼすべての村で、排水パイプラインや污水处理施設が整備されていない。また、大部分の村はゴミ収集処理施設がないため、農村部の水環境汚染、土壤汚染及び飲用水安全問題が深刻化している。

農村部の環境汚染をもたらした主要因は下記の通りである。

a) 農村部郷鎮企業（零細企業）の汚染物質の排出

農村部の郷鎮工業は産業構造が不合理で、工業汚染が際立っている。郷鎮企業から毎年大量の汚染物質が未処理のまま直接排出されている。このうち、廃水排出量は30億 m^3 、CODは300万トン、

固形廃棄物は 3000 万トンに達する。

b) 化学肥料と農薬の大量かつ不適切な使用

中国は世界一の化学肥料、農薬使用大国である。毎年の化学肥料、農薬の使用量はそれぞれ 4700 万トン、130 万トン以上に達している。しかし、農業部の調査によると、化学肥料、農薬の利用率はそれぞれ平均で約 30%、20% しかなく、大量に流失した化学肥料と農薬が地表水の富栄養化と土壌・地下水汚染をもたらしている。

c) 集中型家畜飼育場による汚染

経済発展にともない、国民の肉類への需要が大幅に増加したため、集中型家畜飼育事業の規模も急速に拡大してきた。これにともない、家畜し尿の発生量は毎年 27 億トンに達した。しかし、家畜飼育場の 8 割は、し尿処理施設を整備していないため、家畜飼育による汚染が顕著になっている。

d) 都市化の進展による汚染

中国の農村部全体で毎年、生活ゴミが約 2 億 8000 万トン、生活污水が約 90 億 m³ 排出されている。大部分のゴミは未処理のまま、直接田畑や路傍、さらには用水路、貯水池に廃棄されている。また、ほとんどの生活污水も未処理のまま直接地面、用水路、貯水池に排出されている。

②農村部污染防治対策

国家環境保護総局（当時）は 2006 年、「やや裕福な農村における環境保全に関する国家行動計画」（以下、計画と称する）を公布、施行した。同計画では、全面的にやや裕福な農村を建設するという全体目標に沿って、村落環境の総合整備、農村における工業企業の污染防治、土壌污染防治及び農村のノーポイント汚染源による汚染の抑制、農村の飲用水安全保障、家畜飼育污染防治を 5 つの重点領域として、2020 年までに、農村の環境汚染の加速に歯止めをかけ、農村の生活および生産環境の改善を図っている。同計画の「第 11 次 5 ヶ年」期間中の目標は下記の通りである。

- 全国 1 万の行政村で農村生活ゴミ収集処理システムや生活污水处理施設実証事業を整備し、東部 4000 ヶ所、中部 3500 ヶ所、西部 2500 ヶ所で実証事業を行う。
- 500 ヶ所の大規模家畜飼育場の污染防治モデル事業を実施する。
- 10 ヶ所の土壌污染防治・修復モデル事業を実施する。
- 600 ヶ所の農村飲用水源地汚染整備モデル事業を実施する。
- 300 ヶ所の有機食品生産基地を整備する。
- 2000 ヶ所の美しい環境村づくり、1 万の生態村を整備する。
- 200 県で環境モニタリング、監督管理、宣伝教育のインフラ整備を強化する。

同計画の重点分野は下記の通りである。

a) 村落環境汚染総合対策の実施：

生活ゴミを指定場所に捨て、統一して回収、定刻通り清掃、集中処理されるよう、資源化利用や村級以上の集中処理システムへの組み込みを推進する。また各地の実情に合わせて農村生活污水处理を実施し、生活污水处理率を高める。

b) 工業企業汚染対策の強化：

東部沿海部の経済発展地区の農村部郷鎮企業にクリーン生産を積極的に普及させる。中西部の経済発展の遅れた地区の農村部郷鎮企業では自然資源を合理的に利用開発し、汚染がひどい産業の参

入と新設を禁止する。

c) 土壌汚染と農業面源汚染の対策：

異なる土壌汚染地区の各代表地域に対して、土壌汚染対策・修復モデル事業を実施する。汚水による灌漑や底泥の土壌への使用を厳格に規制するとともに有機食品生産を振興し、農薬・化学肥料・農業マルチフィルムなど農業用化学品の適切な使用を指導し、エコ農業を積極的に振興する。

d) 農村飲用水の安全の確保

e) 大規模家畜飼育場の汚染対策：

家畜飼育場廃棄物の資源化利用レベルと汚染物質排出基準達成率を向上させる。

また、中国政府は2007年、2.3億元の予算を投じて全国農業汚染源調査も行っている。国務院は2008年7月、中国建国以来初の全国農村部環境保全に関するテレビ電話会議を行い、2010年までの計画目標を確認するとともに、初の農村部環境保全専用中央補助金枠を設定した。環境保護部は現在、「全国農村部環境総合整備計画」を策定中である。

なお、2008年末現在、農村部における水道水質改善の受益総人口は8億9400万人（農村部総人口の93.6%）に達した。このうち、水道水による水供給を受けている農村人口は6億2600万人で、受益総人口の70%、手押しポンプ式の井戸による水供給を受けている農村人口は1億7600万人で、受益総人口の19.7%、その他水質改善による水供給を受けている農村人口は9200万人で、受益総人口の10.3%を占めた。2008年末現在、全国の農家約2億5500万世帯のうち衛生トイレの普及率は59.7%だった。

(6) 自然生態問題の現状と対策（自然保全区、生物多様性保全、生態脆弱区等）

①自然生態問題の現状

a) 自然保全区

2007年の中国の自然保全区分布状況を第1-1-17表に示す。

第1-1-17表 中国の自然保全区分布状況（2007年）

行政区	数（カ所）					面積（ha）					国土面積に占める比率（%）
	国家級	省級	市級	県級	合計	国家級	省級	市級	県級	合計	
北京	2	12	6	0	20	26,403	71,413	36,150	0	133,966	7.96
天津	3	5	0	0	8	100,949	61,821	0	0	162,770	14.36
河北	11	18	2	3	34	216,507	330,226	8,806	10,326	565,865	3.02
山西	5	41	0	0	46	82,936	1,056,626	0	0	1,139,562	7.29
内モンゴル	23	52	33	84	192	3,843,784	7,162,614	436,311	2,128,068	13,570,777	11.47
遼寧	12	27	35	22	96	936,404	825,984	794,093	102,204	2,658,685	10.41
吉林	11	14	3	6	34	783,705	1,431,067	20,564	22,981	2,258,317	12.5
黒竜江	20	59	35	72	186	2,058,352	2,601,895	419,367	853,692	5,933,306	13.06
上海	2	2	0	0	4	66,175	27,646	0	0	93,821	14.79
江蘇	3	10	10	8	31	336,211	85,448	167,937	21,937	611,533	5.96
浙江	9	10	0	34	53	96,724	127,783	0	37,573	262,080	2.57
安徽	6	27	6	64	103	164,282	281,796	5,622	80,706	532,406	4.09
福建	12	25	9	46	92	205,821	138,542	75,147	92,839	512,349	3.09
江西	8	22	2	106	138	140,204	288,081	3,609	554,618	986,512	5.92

行政区	数（カ所）					面積（ha）					国土面積 に占める 比率（%）
	国家級	省級	市級	県級	合計	国家級	省級	市級	県級	合計	
山東	7	23	24	21	75	256,766	454,603	252,850	133,122	1,097,341	6.63
河南	11	21	1	2	35	442,968	324,191	163	1,400	768,722	4.61
湖北	9	15	21	18	63	217,577	319,728	312,260	143,764	993,329	5.34
湖南	14	28	0	53	95	451,932	402,458	0	256,439	1,110,829	5.24
広東	11	52	119	165	347	236,437	549,290	375,227	2,309,633	3,470,587	4.68
広西	15	44	3	11	73	286,193	846,062	118,947	147,910	1,399,112	5.78
海南	9	24	22	13	68	102,026	2,617,122	52,257	40,067	2,811,472	5.28
重慶	3	20	0	27	50	195,512	373,445	0	328,522	897,479	10.91
四川	22	62	31	48	163	2,100,476	3,461,751	1,453,108	2,047,896	9,063,231	18.56
貴州	8	4	22	95	129	243,539	58,362	219,794	434,501	956,196	5.44
雲南	16	52	71	59	198	1,431,715	1,888,471	557,307	349,846	4,227,339	10.73
チベット	9	6	3	22	40	37,153,065	3,816,144	4,870	1,504	40,975,583	34.15
陝西	9	34	4	3	50	320,040	629,768	61,534	34,602	1,045,944	5.08
甘粛	13	40	0	4	57	6,861,230	2,900,630	0	114,900	9,876,760	21.67
青海	5	6	0	0	11	20,252,490	1,569,711	0	0	21,822,201	30.28
寧夏	6	7	0	0	13	439,208	67,575	0	0	506,783	9.78
新疆	9	18	0	0	27	13,606,151	7,830,814	0	0	21,436,965	13.39
合 計	303	780	462	986	2531	93,655,782	42,601,067	5,375,923	10,249,050	151,881,822	15.19

出典：「中国環境統計公報 2007」

b) 種

中国の生態環境は多様で、豊富な野生動物資源を育てた。魚類を除き、脊椎動物 2619 種が生息し、内訳は哺乳類 581 種、鳥類 1331 種、爬虫類 412 種、両生類 295 種である。高等植物は約 3 万種超である。ジャイアントパンダ、トキ、キンシコウ、華南トラ、チベットアンテロープ、ジュケイ、ヨウスコウワニ、シナワニトカゲ等数百種の希少な野生動物、メタセコイア（アケボノスギ）、カタヤ・アルギロフィラ、百山祖冷杉（*Abies beshanzuensis*）、香果樹（*Emmenopterys Henryi* Oliv.）等、1 万 7000 を超える植物は中国固有の種である。

経済の急速な成長と人口増加により、植物資源の消耗は極めて速く、絶滅危惧種の数は一激に拡大し、約 4000 ～ 5000 種の高等植物が危機に瀕するか脅威にさらされている状況にある。これは、中国の高等植物総数の 15 ～ 20% を占め、世界の平均水準を上回っている。

c) 湿地生物多様性

中国の湿地は種類が豊富で数が多く、ツンドラ湿地を除く種類が全国に分布している。100 ヘクタール以上の 28 種類の湿地総面積は 3848 万ヘクタール（香港、マカオ、台湾を除く）である。このうち、天然の湿地 3620 万ヘクタール、海浜湿地 594 万ヘクタール、河川湿地 820 万ヘクタール、湖沼湿地 835 万ヘクタール、沼沢湿地 1370 万ヘクタールである。既存の天然湿地は国土総面積の僅か 3.77% に過ぎない。

こうしたなかで、中国は既に自然保全区を主体とし、湿地公園、湿地保全区が並存の多方式保全管理体系を構築した。2008 年末までに、中国全土で約 550 カ所の湿地自然保全区、38 カ所の国家湿地公園を建設した。このうち、36 カ所の湿地は「湿地公約」中の重要な湿地リストに掲載された。

中国の湿地生物種は非常に豊富である。獣類 7 目 12 科 31 種、鳥類 12 目 32 科 271 種、爬虫類 3 目 13 科 122 種、両生類 3 目 11 科 300 種、魚類 1000 種超である。このほか、甲殻類、エビ類、貝類など

の脊椎・無脊椎動物種も多い。湿地高等植物は約 225 科 815 属 2276 種、コケ植物 64 科 139 属 267 種、シダ植物 27 科 42 属 70 種、裸子植物 4 科 9 属 20 種、被子植物 130 科 625 属 1919 種となっている。湿地植物種の密度は 1km^2 あたり 0.0056 種で、植物相が最も豊富なブラジルを上回っている。

②自然生態問題対策

a) 「重点生態機能保全区計画綱要」と「全国生態機能区分」

中国政府は、「国家重点生態機能保全区計画」を公表し、国家重点生態機能保全区を合理的に配置し、水源涵養、土壤保全、防風固砂、貯水による洪水対策、生物多様性維持・保全する生態機能保全区の建設を打ち出すとともに生態機能保全区を形成し、生態機能保全区関連政策、法規、基準、技術規範体系を構築し、中国の重点生態機能区における生態悪化を食い止めた。2008 年には、「全国生態機能区分」を公表し、全国に 216 ヲ所の生態機能区を設定し、国家の生態安全に重要な意味を持つ 50 の区域を確定した。

b) 「生物種資源保全・利用計画綱要」

「全国生物種資源保全・利用計画綱要」を公表し、生物種資源の範疇と保全の要求に基づき、動物、植物、微生物等 12 の重点分野の短期・中長期計画を打ち出した。

c) 「全国生態脆弱区保全計画綱要」

「全国生態脆弱区保全計画綱要」を公表し、生態脆弱区の定義と基本特徴を明確にした。全国で 8 大生態脆弱区を設定し、生態脆弱区での重点建設任務と優先実施すべき分野を明らかにした。

d) 生態補償試行ポイント業務の推進

「生態補償試行ポイント業務の実施に関する指導意見」を公表し、自然保全区、重要生態機能区、鉱産資源開発、流域水環境保全の 4 大重点分野で健全な生態補償メカニズムを構築した。山西省等の鉱産資源開発生態環境補償政策試行ポイントを指導し、新安江流域の生態環境補償政策研究を実施し、流域生態補償試行ポイントを推し進めた。

e) 生物多様性に関する保全

全国生物種資源に関する重点調査を行い、「全国生物種資源に関する重点調査規範」を修正した。また、生物多様性が比較的豊富な地域である雲南省、広西自治区、江西省、北京市、江蘇省、山東省、湖南省及び青海省など 8 つの 1 級行政区を対象地域とし、生物多様性評価テストを行っている。

f) 「生物多様性条約」と「生物の多様性に関する条約のバイオセイフティに関するカルタヘナ議定書」

「生物多様性条約」事務局に生物多様性保全資金、バイオ燃料、炭素吸収源、気候調整等を含むテーマ報告 12 篇と「生物多様性条約カルタヘナ議定書」の履行に関する「第 1 次国家報告」を提出した。

g) 農業野生植物資源調査・保全・開発利用の実施

甘粛省、安徽省など 12 の 1 級行政区における野生のイネ、野生の大豆、野生の果樹、野生の茶等、延べ 1300 種を超える国家重点保全野生植物の地理的分布、生態環境、危惧状況等を調査し、植物標本 2000 項目超を鑑定・制作し、国家重点保全野生植物 20 種超を新たに発見した。農業野生植物原生環境保全ポイント 17 ヲ所を新設し、コオニシバ、野生のイネ・大豆・茶・キウイ・ハス・菱・ジュンサイ・シャクチリソバ、

冬虫夏草等 10 種の農業野生植物種とその原生環境を重点的に保全し、各種野生植物資源を延べ 1043 件を発見・収集した。野生のイネと大豆から、トビイロウンカと「白背飛虱 (Sogota furcifera Horvath)」に抵抗性のあるイネ遺伝子、及び乾燥と塩害に耐える大豆遺伝子各 2 個を抽出し、新種の交配に応用した。

h) 水産種資源保全区の建設

農業部は 2008 年末、63 の国家レベル水産種資源保全区リスト (2 回目) を公表した。これらの保全区は長江、黄河、黒龍江、珠江などの流域の 34 の河川と 20 のダム湖、渤海、黄海、東シナ海及び南シナ海海域に位置する 9 つの海湾、島及び干潟に分布している。

i) 外来種の調査、モニタリング、被害除去活動

10 種の危険性農業外来植物に関する状況を調査し、120 種の外来種の情報データベースを構築した。海南省等 8 ヶ所の生態最注意地点及び 10 種の重大危険性農業外来種のモニタリングを強化した。

(7) 森林・草原問題の現状と対策

①森林・草原問題の現状

a) 森林の現状

中国は国土が広く、気候条件が複雑で、植物の種類が多く、森林資源も豊富、多様であり、明確な地理的分布の特徴がある。森林は北から南の順に針葉樹林、針広混交林、落葉広葉林、常緑広葉林、モンスーン林、熱帯雨林が分布する。

第 6 回全国森林資源調査 (1999 ~ 2003 年) によると、全国の森林面積は 1 億 7491 万ヘクタールで、第 5 回全国森林資源調査 (1994 ~ 1998 年) から 1597 万ヘクタール増加した。森林被覆率は 18.21% で、第 5 回全国森林資源調査に比べて 1.66 ポイント上昇した。生立木総蓄積量は 136 億 1800 万 m^3 で、森林蓄積面積は 124 億 5600 万 m^2 であった。1 人あたりの森林面積は 0.132 ヘクタールで、第 5 次全国森林資源調査より 0.004 ヘクタール増えた。林木の年間平均純成長量は 4 億 9700 万 m^3 で、年間平均伐採消費量は 3 億 6500 万 m^3 であった。

2008 年の病虫害の発生面積は 1141 万ヘクタールで、2007 年に比べ 9.2% 減少した。このうち、虫害面積は 846 万ヘクタール、病害面積は 115 万ヘクタール、鼠・兎害面積は 151 万ヘクタール、有害植物による被害面積は 29 万ヘクタールであった。

一方、2008 年には森林火災が 1 万 4144 件発生した。失火面積は 18 万 4495 ヘクタール、被害森林面積は 5 万 2539 ヘクタールであった。死傷者は 174 人で、このうち死者は 97 人、負傷者 77 人であった。

b) 草原の現状

全国の各種草原は 4 億ヘクタールで、国土総面積の 41.7% を占める。チベット自治区、内蒙古自治区、新疆ウイグル自治区、青海省、四川省、甘粛省、寧夏回族自治区、陝西省、貴州省、雲南省、広西チワン族自治区及び重慶市など 12 の一級行政区にある草原面積の合計は 3 億 3000 万ヘクタールに達し、全国の 84.4% を占めた。また、遼寧省、吉林省、黒龍江省の草原面積は 1700 万ヘクタールで、全国の 4.3% を占めた。その他 1 級行政区の草原面積は合計 4500 万ヘクタールで、全国の 11.3% を占めた。

2008 年の全国の牧草生産量は 9 億 4716 万トン、干し草に換算すると 2 億 9627 万トン、家畜収容力は 2 億 3178 万頭 (羊換算頭数) で、2007 年に比べ約 1% 減少した。

2008 年に発生した草原火災は 251 件であった。被害草原面積は 9896 ヘクタールであった。2007 年に

比べ、被害草原面積は 13% 減少した。一方、鼠害の被害面積は 3676 万ヘクタールで、2007 年に比べ 5.6% 減少した。虫害面積は 2701 万ヘクタールで、2007 年に比べ 53.6% 増加した。

②森林・草原問題の対策

a) 森林問題対策

ア) 生物多様性保全の推進

国家林業局は 2007 年、中国科学院などの関連研究機関と共同で「中国植物保全戦略」を策定した。同計画は、中国の生物多様性保全における植物保全管理の行動綱領であり、「グローバル植物保全戦略」と中・長期発展計画の要求に基づき、「グローバル植物保全戦略」の 16 項目の目標を基本的枠組みとして、各目標について現状記述、課題、行動計画の 3 分野から「グローバル植物保全戦略」への対応を定めた。

イ) 集団森林所有権制度の改革推進

国務院は 2008 年 6 月、「国務院の集団森林所有権制度の改革の全面推進に関する意見」を公表し、集団森林所有権制度の改革に関する指導方針、基本原則、主要任務及び主な対策を明確にした。

同意見では、5 年をかけて集団森林所有権を明確にし、戸別請負制度を確立することを全体目標としたうえで、下記の 5 つの政策を打ち出した。

- ・ 森林伐採管理体制を完備する
- ・ 林地のその他用途への転換を規範化する
- ・ 集団林業の発展をサポートする共同財政制度を構築する
- ・ 林業への投融資改革を推進する
- ・ 林業の社会化サービスを強化する

ウ) 林業重点プロジェクトの実施（2007 ～ 2008 年実績）

造林面積 343 万ヘクタールを達成し、同時期の全国造林総面積の 64.2% を占めた。天然林資源保全プロジェクトでは各項目の公益林 174 万ヘクタールの造林を達成した。このうち、人工造林 31 万ヘクタール、空中播種造林 14 万ヘクタール、無林地・疎林地への新たな封山育林¹は 130 万ヘクタールであった。また、森林管理・保全面積は 2 億 295 万ヘクタールに達した。

退耕還林プロジェクトによる造林面積は 243 万ヘクタール（北京・天津黄砂発生源処理プロジェクトの退耕還林 19 万ヘクタールを含む）であった。このうち、耕地への造林 9 万 7300 ヘクタール、荒山・荒地の造林 194 万ヘクタール、無林地・疎林地での新規封山育林 39 万ヘクタールであった。

北京・天津黄砂発生源整備プロジェクトでは処理面積 104 万ヘクタールを達成した。内訳は、人工造林 33 万ヘクタール、空中播種造林 10 万ヘクタール、無林地・疎林地での新規封山育林 35 万ヘクタール、草地整備面積 37 万ヘクタール、小流域総合処理面積 16 万ヘクタールであった。また水利施設 3 万 1200 ヶ所を建設し、生態保護のための移民人数は 6879 戸・2 万 5300 人に及んだ。

三北（東北、華北、西北）地区及び長江流域などの防護林システム建設プロジェクトでは、134 万ヘクタールの造林が終了した。内訳は、人工造林 105 万ヘクタール、空中播種 2 万 6600 ヘクタール、無林地・疎林地での新規封山育林 26 万 8100 ヘクタールであった。また、低生産・低効果の防護林 4 万 4200 ヘクタールが改造された。

¹ 山での樹木の伐採や家畜の放牧を禁じて森林を育てること

野生動植物保全区及び自然保全区建設プロジェクトでは自然保全区 26 ヲ所を新たに建設し、保全区数は 1766 ヲ所、面積 1 億 2300 万ヘクタールとなり、国土面積の 12.8%に達した。

湿地保全プロジェクトでは 67 項目の湿地保全・回復プロジェクトを実施した。全国で国際的に重要な湿地は 30 ヲ所（国家湿地公園 18 ヲ所）、面積は 358 万ヘクタールであった。

重点地域の速成高生産用材林拠点建設プロジェクトでは速成高生産用材林造林面積 1 万 1100 ヘクタールを達成した。内訳は、荒山・荒地造林 7400 ヘクタール、跡地造林面積 2000 ヘクタールなどであった。その他の改造面積は 6 万 5600 ヘクタールに達した。

b) 草原問題対策

ア) 草原保全・造成重大プロジェクト

退牧還草²プロジェクトは 2003 年から実施され、累計で 100 億円を超える政府資金が投入され、3983 万ヘクタールの草原で柵を建設し、後退した草原 1180 万ヘクタールに補植が行われた。北京・天津黄砂発生源整備プロジェクトの草原造成プロジェクトは 2000 年から実施され、累計で政府資金 31 億 4000 万元が投入され、271 万ヘクタールの草原を整備した。プロジェクト非実施地区と比べ、実施地区の植草被覆率は平均 16 ポイント上昇し、植被率は 51%増、牧草生産量は 64%増であった。

イ) 厳格な草原法規執行

2007 年の草原環境関連の違法行為は 1 万 5700 件、草原破壊面積は 10 万 8000 ヘクタール、立件 1 万 3700 件、裁定約 1 万 3400 件、裁定率 97.4%であった。各種違法行為の発生件数では、放牧禁止・休牧違反と、草原と家畜のバランス規定違反がトップであった。

(8) 騒音問題の現状と対策

①騒音問題の現状

2008 年現在、全国で 71.7%の都市部の音環境の質は良いか比較的良好水準にあり、音環境の質が良いまたは比較的良好水準にある環境保全重点都市は 75.2%であった。全国の 65.3%の都市では、道路交通における音環境の質が良く、道路交通の音環境の質が良いまたは比較的良好水準にある環境保全重点都市は 93.8%に達した。都市の各種機能地区³の昼間の指標到達率は 86.4%、夜間の到達率は 74.7%であった。

a) 地域環境騒音

モニタリングを行った 392 都市のうち、音環境の質が良好な都市は 7.2%、比較的良好な都市は 64.5%、軽度汚染は 27.3%、中度汚染は 1.0%であった。

環境保全重点都市の地域における音環境等価騒音レベルは 45.7 ～ 61.1dB (A) に入っており、地域における音環境の質が良好・比較的良好な都市は 75.2%、軽度汚染は 23.9%、中度汚染は 0.9%であった。

b) 道路交通騒音

モニタリングを行った 384 都市のうち、65.3%の道路交通の音環境の質が良好、27.1%が比較的良好、4.2%が軽度汚染、2.9%が中度汚染、0.5%が重度汚染であった。

環境保全重点都市のうち、道路交通における音環境の質が良好だった都市は 57.5%、比較的良好は 36.3%、軽度汚染は 4.4%であった。

c) 都市機能区の騒音

² 牧畜をやめて草地を育てること

³ 都市において、様々な特色を有する機能が集中した地区。商業区、工業区などがある

モニタリングを行った 242 都市のうち、各種機能区モニタリングポイントにおける通年の昼間の基準達成点数は延べ 6947 で、昼間のモニタリング点数の 86.4% を占めた。夜間の基準達成数は延べ 6007 で、夜間モニタリング点数の 74.7% を占めた。各種機能区の昼間の基準達成率は夜間よりも高く、3 類機能区がその他の機能区よりも良好だった。

②騒音問題対策

2008 年 10 月 1 日から、「音環境質基準」改正版（GB3096-2008）、「工業企業の騒音排出基準」改正版（GB12348-2008）及び新しく制定された「社会生活環境における騒音排出基準」（GB22337-2008）が施行された。これらの国家基準の主な内容は下記の通りである。

- ・音環境の質基準体系を調整し、各種機能地区の音環境の質への要求を細分化した。また、鉄道近隣地域に対する音環境の質の要求が完備された。
- ・音環境の質基準の適用範囲を都市部から農村部まで拡大した。
- ・騒音排出基準のモニタリング要求を調整・明確にした。
- ・「騒音污染防治法」の規定に従い、社会生活環境における騒音排出基準を追加制定した。
- ・工業企業と社会生活環境にかかわる騒音排出基準で初めて低周波数の騒音を対象とする規制値、モニタリング及びアセスメント方法を規定した。

5 汚染防止重点プロジェクト

(1) 重点流域における水汚染防止第 11 次「5 ヶ年計画」

①対象重点流域及び水環境の現状

中国では、1996 ～ 2005 年の間に重点流域における水汚染防止第 9 次と第 10 次「5 ヶ年計画」を策定・実施してきた。3 回目である重点流域における水汚染防止第 11 次「5 ヶ年計画」（以下、同計画と称する）は淮河、海河、遼河、松花江、黄河中上流、三峡ダム湖及びその上流、太湖、巢湖、デン池及び南水北調東ルートと中ルート沿線流域計 11 の流域を対象重点流域としている。対象重点流域の概要を第 1-1-18 表に示す。

第 1-1-18 表 対象重点流域の概要

流域名	流域面積 (万 km ²)	水資源量 (億 m ³)	人口 (億人)	GDP (兆元)
淮河	27.00	827.3	1.70	1.60
海河	31.80	421.1	1.30	2.30
遼河	22.90	232.8	0.35	0.46
松花江	22.90	901.6	0.62	0.70
黄河中上流	77.60	400.0	1.68	1.50
三峡ダム湖及びその上流	79.00	4723.0	1.57	0.80
太湖	3.65	177.4	0.41	2.00
巢湖	0.08	48.0	0.10	0.10
デン池	0.03	9.7	0.03	0.07
南水北調東ルート	—	—	—	—
南水北調中ルート	9.52	387.8	0.12	0.04
合 計	274.48	8128.7	7.88	9.57

注：淮河及び海河流域には南水北調東ルート流域を含む

出典：「重点流域における水汚染防止第 11 次 5 ヶ年国家戦略計画」（王金南ら、）

同表からも明らかなように、11 の対象重点流域の総流域面積、水資源総量、総人口及び GDP はそれぞれ約 275 万 km²、8129 億 m³、7 億 8800 万人、9 兆 5700 億元となっており、これらの重点流域の水汚染問題が解決できれば、全国の水環境の水質状況は大きく改善されるとみられている。

また、対象重点流域の約 6 割の水域水質はⅤ類もしくはⅤ類以下になっており、重度の水汚染被害を受けていることを示している。各流域の具体的な状況を第 1-1-19 表に示す。

第 1-1-19 表 各対象流域の水汚染状況（2005 年）

流域名	2005 年現状
淮河	中度の汚染被害。「第 10 次 5 ヶ年」期間（2001 ～ 2005 年）中、水質は改善傾向を示した。2000 年に比べ、2005 年のⅤ類水質以下の水域は 26% 減少した。
海河	重度の汚染被害。「第 10 次 5 ヶ年」期間中、水質は改善傾向を示した。2000 年に比べ、2005 年のⅤ類水質以下の水域は 10% 減少した。
遼河	重度の汚染被害。「第 10 次 5 ヶ年」期間中、水質全体は大きな変化が見られない。2000 年に比べ、2005 年のⅤ類水質以下の水域は 5% 減少した。
松花江	軽度汚染被害。黒龍江に流入する河川水水質のⅢ類水質基準達成率が安定しない。
黄河中上流	中度の汚染被害。黄河本流の 61% の水域はⅢ類水質基準を満たしていない。渭河、汾河などの支流において、水質がⅤ類以下であり、汚染が深刻化している。
三峡ダム湖及びその上流	ある程度の改善傾向を示したが、1 部の入湖支流水域においては、富栄養化問題が深刻化している。
太湖	中度の富栄養化状態。「第 10 次 5 ヶ年」期間中、水質全体に大きな変化は見られないが、主要汚染指標は全リンからアンモニア性窒素、全窒素に移る。
巢湖	全体は中度の富栄養化状態。ただし、東半湖は軽度の富栄養化状態。
滇池	草海水域は重度の富栄養化状態、外海水域は中度の富栄養化状態。
南水北調東ルート	水質がある程度改善。ただし、南四湖など主要送水ルート沿線の水質のⅢ類水質基準達成率は安定しない。
南水北調中ルート	水源地の水質はⅡ類に維持しており、良好である。

出典：「重点流域における水汚染防止第 11 次 5 ヶ年国家戦略計画」（王金南ら）をもとに作成

②計画の目標と指標

2010 年までの計画の全体目標は下記の通りである。

- 対象重点流域においては、水環境保全により経済発展を促進するモデルを構築する
- 対象重点流域内の集中式飲用水水源地水質及び 1 級自治区境界になる水域水質を顕著に改善する。
- 産業排水の排水水質は全面的に排出基準を満たす。
- 流域の水環境監督管理、水汚染警報及び応急処置能力を著しく強化する。

第 1-1-20 表 重点流域における水汚染防止「第 11 次 5 ヶ年」計画の指標

流域名	水質計画指標
淮河	本流の水質は基本的にⅢ類水質基準を満たす。
海河	本流河口部の水質はⅤ類水質基準を満たす。
遼河	遼河及び大遼河河口部の水質はⅤ類水質基準を満たす。
松花江	黒龍江に流入する河川水水質はⅢ類水質基準を満たす。
黄河中上流	本流の水質は基本的にⅢ類水質基準を満たす。渭河、汾河などの支流と黄河の合流部の水質はⅤ類基準に達すること。
三峡ダム湖及びその上流	ダム湖の水質はⅢ類水質基準を満たす。

流域名	水質計画指標
太湖	全体の水質を現状維持すること。
巢湖	全体の水質をある程度改善すること。
デン池	草海水域の水質を大きく改善すること。外海水域の水質を維持すること。

出典：「重点流域における水汚染防止第 11 次 5 ヶ年国家戦略計画」（王金南ら）をもとに作成

第 1-1-21 表 対象重点流域における COD 総排出量の削減目標

流域名	2005 年排出量 (万トン)	2010 年排出量 (万トン)	削減率 (%)	新規污水处理能力 (万 m ³ /day)
淮河	104.2	88.4	15.2	740
海河	142.4	123.7	14.2	638
遼河	58.7	50.3	14.3	288
松花江	78.4	68.5	12.6	308
黄河中上流	123.5	111.2	10	248
三峡ダム湖及びその上流	136.3	126.4	7.3	370.9
太湖	50.1	42.6	15	202
巢湖	6.2	5.6	9.7	46
デン池	21.8	10	10	—
南水北調東ルート	—	—	—	—
南水北調中ルート	10.3	9.6	6.8	87
合 計	731.9	636.3	11.8	2,927.9

出典：「重点流域における水汚染防止第 11 次 5 ヶ年国家戦略計画」（王金南ら）をもとに作成

第 1-1-21 表からも明らかなように、対象重点流域における 2010 年の COD 総排出量計画値は 636 万 3000 トンであり、2005 年に比べて 11.8% 削減することを目標としている。これ以外では、新規污水处理能力を 2928 万 m³ 増加させるにこ加えて、三峡ダム湖及びその上流流域、淮河流域、太湖流域の都市下水処理率を 80% 以上に引き上げる、その他対象重点流域の都市部下水処理率を 70% 以上にすることなども目標として掲げている。

③重点任務

同計画の重点任務は下記の通りである。

a) 飲用水水源地の水質を優先的に保障する。

都市部及び農村部の集中式飲用水水源地に関する調査を全面的に行い、法律に従って飲用水水源地保護区を設定する。また、飲用水水源地の環境モニタリング制度を補正し、定期的に飲用水水源地の水質状況を公表する。さらに、飲用水水源地の水質汚染警報システムを構築する。

b) 都市下水処理場の監督管理を強化する。

2010 年までに、対象重点流域の都市部下水処理率を 65% 以上に引き上げる。また、都市部下水収集パイプラインの建設も強化し、下水収集能力と効率を向上させる。「第 11 次 5 ヶ年」期間中に完成稼働した下水処理場は初年度の実際処理量が設計能力の 60% 以上、稼働 3 年後の実際処理量は設計能力の 75% 以上に達しなければならない。なお、「第 11 次 5 ヶ年」期間中、すべての下水処理場でオンライン・モニタリングシステムを構築し、全国範囲の下水処理場における汚染物質排出のリアル

タイムのモニタリング、監督管理を実現する。

c) 産業汚染物質の排出量を厳しく規制する。

2005 年まで、産業汚染物質が水環境汚染の主要な原因であった。このため、「第 11 次 5 ヶ年」期間中、産業汚染防止戦略を再構築しながら、産業汚染防止に関する法律、政策及び基準を再整備することにより、企業の汚染物質排出に対する管理を確実に強化する。

d) 地域を区分して汚染防止対策を強化する。

水資源量が豊富で、水質が良好な地域を優先もしくは重点開発区とし、水環境受容能力にあわせて都市規模を確定したうえ、産業構造の調整を行い、汚染物質総排出量を削減し、都市水環境を改善する。

流域の本支流源や集中式飲用水水源地保護区を開発禁止区もしくは開発制限区とし、貯水、水土保持及び自然資源の保護作業を重点的にを行い、家畜養殖と水産養殖活動を厳しく制限する。

一方、農業が盛んな地区では、節水、ノーポイント汚染防止対策を強化し、化学肥料使用量の制限や高毒性農薬の使用禁止により、水環境に対する汚染を低減する。

④計画の投資規模

計画の重点プロジェクトの投資規模を第 1-1-22 表に示す。表からも明らかなように、同計画の重点プロジェクトの投資規模は 2565 億元に達している。その他の非重点プロジェクトと合わせると同計画の総投資規模は 4000 億～4500 億元に達する見込みである。

第 1-1-22 表 重点流域水汚染防止「第 11 次 5 ヶ年」計画の重点プロジェクト投資規模

単位：億元

流域名	工業汚染防止	下水処理場建設	流域総合整備	合 計
淮河	59.1	216.3	70.7	346.1
海河	63.3	210.2	68.3	341.8
遼河	51.5	79.5	41.5	172.5
松花江	32.8	90.3	10.6	133.7
黄河中上流	84.5	180.1	32.7	297.3
三峡ダム及びその上流	61.5	106.4	55.8	223.7
太湖	104.6	41.2	80.7	226.5
巢湖	28.7	19.5	25.6	73.8
滇池	0.0	39.7	44.1	83.8
南水北調東ルート	112.5	336.8	182.7	632.0
南水北調中ルート	7.6	17.2	9.2	34.0
合 計	606.1	1,337.2	621.9	2,565.2

出典：「重点流域における水汚染防止第 11 次 5 ヶ年国家戦略計画」（王金南ら）をもとに作成

(2) 石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する第 11 次「5 ヶ年計画」

①「第 10 次 5 ヶ年」期間中の二酸化硫黄排出量の削減効果と課題

「第 10 次 5 ヶ年」期間中の二酸化硫黄排出量の削減効果を第 1-1-23 表に示す。各種対策を実施した結果、「第 10 次 5 ヶ年」期間中に、合計 243 万トンの二酸化硫黄の排出が削減できた。2005 年末時点で、脱硫装置を設置した発電ユニット容量は 5300 万 kW に達し、2000 年に比べ 10 倍増になった。

しかし、2005 年における中国の火力発電所の二酸化硫黄排出量は、「国家環境保護『第 11 次 5 ヶ年』規画」に示した排出量抑制目標値を大きく上回った。その原因は下記の通りである。

- a) 電力産業の発展スピードが「第 10 次 5 ヶ年」期の計画を大きく超過し、新規建設した発電ユニットの発電設備容量が計画値の 3 億 9000 万 kW を 1 億 2700 万 kW も上回った。しかも新設されたユニットの多くが石炭を燃料とする火力発電ユニットであった。
- b) 石炭供給量の不足のため、二酸化硫黄含有量が高い石炭が大量に使用された。
- c) 二酸化硫黄含有量が高い石炭を燃料とする火力発電所の多くは脱硫装置を取り付けていなかった。
- d) 各種の原因により、完成した脱硫施設の稼働率が低かった。

第 1-1-23 表 二酸化硫黄排出量の削減効果 (2001 ~ 2005 年)

対 策	二酸化硫黄削減量 (万トン)
5 万 kW 以下の小型火力発電ユニットの閉鎖	63
省エネ技術の導入	75
脱硫装置の設置	82
ボイラの改造	23
合 計	243

出典：石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する「第 11 次 5 ヶ年」計画をもとに作成

②石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する「第 11 次 5 ヶ年」計画の計画目標

石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する「第 11 次 5 ヶ年」計画（以下、同計画と称する）の主な計画目標は下記の通りである。

- a) 2010 年末までに石炭を燃料とする既存火力発電所の二酸化硫黄の排出基準達成率を 90%に引き上げ、年間の二酸化硫黄排出量を 502 万トンに低減させる。
- b) 2010 年末の脱硫装置を取り付けた火力発電ユニット（建設中のものも含む）の総発電設備容量を 2 億 3000 万 kW に引き上げる（循環型流動床ボイラを除く）。
- c) 2010 年の中国全体の石炭を燃料とする既存火力発電所における二酸化硫黄排出効率指標を 2005 年の 6.4g/kW から 2.7g/kW に低減させる。

③重点プロジェクト

「第 11 次 5 ヶ年」期間中、合計設備容量が 1 億 3700 万 kW に達する 221 ヶ所の既存石炭火力発電所の脱硫改造重点プロジェクトを進める。その工程表を第 1-1-24 表に示す。

第 1-1-24 表 既存火力発電所の脱硫改造重点プロジェクト工程表

年	2006	2007	2008	2009	2010
着工設備容量 (万 kW)	5,760.5	3,747.4	2,874.6	1,277.9	0.0
割合 (%)	42.2	27.4	21.0	9.4	0.0

出典：石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する「第 11 次 5 ヶ年」計画をもとに作成

同計画の重点プロジェクトは、ほぼすべての二酸化硫黄排出基準に達していなかった単機容量 10 万 kW 以上の既存発電所を対象としている。同計画の重点プロジェクト対象発電ユニットの規模別内訳を第 1-1-25 表に示す。

第1-1-25表 重点プロジェクトの対象発電ユニットの規模別内訳

単機容量 (万 kW)	10 以下	10 ～ 20 以下	20 ～ 30 以下	30 ～ 60 以下	60 以上
脱硫装置を取り付けた発電ユニット容量 (万 kW)	20.0	1685.3	2444.0	7104.1	2407.0
割合 (%)	0.2	12.3	17.9	52.0	17.6

出典：石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する「第11次5ヵ年」計画をもとに作成

④投資規模

当計画の重点プロジェクト建設への投資規模と年度配分を第1-1-26表に示す。同表から分かるように、重点プロジェクト建設への総投資規模は342億元である。徴収した汚染物質排出課徴金（現在、二酸化硫黄排出量1kg当たり0.63元が課金されている。今後数年かけて1.26元/kgに引き上げられることになっている）からの補助や企業の自己資金が主な資金源となる。なお、運転資金については脱硫装置を設置した発電ユニットを対象とする優遇売電料金（脱硫装置を設置していない発電ユニットの売電価格より0.015元/kWh高い）により賄う。

第1-1-26表 重点プロジェクトの投資規模と年度配分

年 度	2006	2007	2008	2009	2010
投資規模 (億元)	144.0	94.0	72.0	32.0	0.0

出典：石炭を燃料とする既存火力発電所の脱硫に関する「第11次5ヵ年」計画をもとに作成

(3) 医療廃棄物・危険廃棄物集中処理施設プロジェクト

国家發展改革委員会と国家環境保護総局（当時）は2004年1月19日、「固体廃棄物汚染環境防止法」、「放射性汚染防止法」、「医療廃棄物管理条例」、「危険化学品管理条例」の規定に基づき、「全国危険廃棄物・医療廃棄物処置施設建設規画」を公表した。

同規画は、廃棄物による危害と疾病の伝播を防止し環境を保護すると同時に人々の健康を確保することを目的として、医療廃棄物や放射性廃棄物を含む危険廃棄物の処理施設を全国に建設することを盛り込んだ。

同規画では、2002年時点の危険廃棄物発生量と処分を待っている量を根拠として、総合的な危険物処理センター31ヵ所を建設し、新たに危険廃棄物処理能力を年間282万トン増設する方針を明らかにした。また、医療廃棄物集中処理センターについては300ヵ所を建設し、処理能力を1日あたり2080トン増やすほか、放射性廃棄物貯蔵所については新設や改造拡張などによって全国31ヵ所の合計で1万5300m³分を増設するとの目標を掲げた。

同規画によると、2002年時点の工業危険廃棄物の発生量は約1000万トンで、貴州、四川、江蘇、遼寧、山東、広西、広東、重慶、湖南、上海、河北、甘肅、雲南等の13省・市だけで、全国の発生量の80%以上を占めていた。また、放射性廃棄物の発生量は、医療衛生機関も含めて11万5300トンであった。

医療廃棄物は、医療衛生機関において医療や予防、保健等の活動によって直接あるいは間接的に発生する、感染性や毒性などを持った危険廃棄物であり、2002年には全国で65万トンが発生した。これは1日の発生量に換算すると1780トンに相当する。医療廃棄物は、2010年までに68万トンに増加すると予測されている。

2002年当時、危険廃棄物の処理センターは、深圳、上海、天津、沈陽、杭州等、ごく限られた都市

にできなかった。処理能力はわずか年間 18 万トンであった。当時の工業廃棄物の処理率は 24.2%で、毎年 300 万トンの危険廃棄物が臨時に貯蔵されていた。1996 年から 2002 年までの全国の危険廃棄物の累積貯蔵量は 2634 万トンに達していた。

危険廃棄物の処理施設建設は、2004 年の準備期間を経て 2005 年に本格的にスタートした。2007 年 2 月までに合計で 139 件のプロジェクト(危険廃棄物プロジェクト 20 件、医療廃棄物プロジェクト 119 件)の実行可能性研究報告の審査・許可が終了し、国による再審理に向けて申請が提出された。

なお、環境保護部は 2009 年 2 月 25 日に出した、「全国危険廃棄物・医療廃棄物処置施設建設計画」のプロジェクト竣工検収作業を強化するための通知」の中で、2008 年末時点で約 130 件の危険廃棄物・医療廃棄物処理プロジェクトが基本的に完成したことを明らかにした。

6 気象・自然災害と対策

(1) 主要気象災害と対策

中国は国土が広く、気候が複雑なため、台風や暴雨、砂嵐、旱魃、雷、ひょう、霜、濃霧などの被害に遭う確率が高く、世界でも気象災害が最も深刻な国の一つとなっている。気象災害によって毎年約 3300 万ヘクタールの耕地が被害を受け、6 億人が影響を受け、気象災害による経済への直接損失は GDP の 3～6%にも達している。

とくに近年は、異常気象の頻発が顕著になっている。例えば 2007 年に、北西部陝西省を中心に各地で猛威を振るった豪雨による洪水被害が広がる一方で、北部から北東部にかけては、過去 20 年間で最悪の旱魃に見舞われた。

①黄砂

a) 概要

中国では、気象観測において黄砂は「砂塵天気」のうちの揚砂もしくは砂塵嵐に相当する。中国の砂塵天気の分類を第 1-1-27 表に示す。

第 1-1-27 表 中国における砂塵天気の分類

風 力 (風速 m/s)		0-4 (0-7.9)	5 (8.0-10.7)	6-7 (10.8-17.1)	8 (17.2-20.7)	9 (20.8-24.4)	10- (24.5-)
視程 (km)	10km-1km	浮塵	揚砂				
	1km-500m			砂塵嵐 3 級 (弱)			
	500m-200m			砂塵嵐 2 級 (中)			
	200m-50m			砂塵嵐 1 級 (強)			
	50m 以下			砂塵嵐 0 級 (特強)			

出典：国家気象局「地面気象観測の手引き（2003）」をもとに作成

中国では、視程（水平視程）10km 以内で風が弱い場合「浮塵」、風が強く視程 10km-1km の場合「揚砂」、風が強く視程 1km 以下の場合「砂塵嵐」と分類されている。砂塵嵐はさらに 3 級（弱）、2 級（中）、1 級（強）、0 級（特強）に分類される。とくに、瞬間風速 25m/s 以上で視程が 50m 以下の 0 級（特強）砂塵嵐は、「黒風」や「黒風暴」（カラブラン、Kara Bran）とも呼ばれている。

黄砂のような、大陸の乾燥・半乾燥地域から風によって大気中に舞い上がる風送ダスト（あるいは、

風成塵、ミネラルダストなどとも呼ばれている）は、発生域周辺の農業生産や生活環境に重大な被害を与えるばかりでなく、自由大気中に浮遊することによって、日射の散乱・吸収及び赤外線吸収過程による放射強制力効果や、黄砂粒子を核とした雲の発生や降水を通じて地球の気候に影響を及ぼしている。また、海洋へも大量に供給され、海洋表層のプランクトンへのミネラル・栄養塩の供給を通して海洋の一次生産にも大きな影響を与えていると考えられている。

発生地周辺の中国内陸部やモンゴルでは、黄砂の降下よりも砂塵嵐による被害の方が大きい。発生源から近く、砂塵・黄砂の濃度が高い地域では、次に示すような様々な産業への影響がある。

- 空港の閉鎖、道路交通の麻痺、鉄道線路の風砂による埋没及び列車の脱線等の交通関係への影響。
- 半導体工場内へのダスト侵入による製品不良等の製品生産施設への影響。
- 強風を伴う砂塵による家屋・塀・電柱等の倒壊、電線の切断などの構造物への影響。
- 砂塵による農作物の埋没、強風による果実の落下、播種・表土の飛散、屋外貯蔵肥料・干草の飛散、家畜の死亡等、農業・畜産業への影響。

これまでで最も大きな被害は、1993年5月5日に中国北西部（寧夏回族自治区、内蒙古自治区、甘粛省）で発生した黒風暴で、死者・行方不明者112人、負傷者386人、家畜・牛馬の死亡・行方不明約48万3000頭、4600本の電柱が倒壊、被害を受けた耕地21万ヘクタール、森林被害18万ヘクタール、経済損失66億元のほか、多くの道路や鉄道が埋没するという被害をもたらした。死者の多くは学校から帰宅途中の子供であった。甘粛省では 22.9mg/m^3 ($22,900\text{ }\mu\text{g/m}^3$) という記録的な黄砂の濃度を観測している。

中国の森林管理局によると、黄砂の影響を受けている中国人は約4億人で、直接的な被害だけでも540億元（約7000億円）に及ぶと推定されている。また、1990年代の黄砂に伴う経済損失は年間15億元に達したと見積もられている。

b) 特徴

ア) 地域分布

中国の黄砂地域は主に長江の北部にあり、中部アジア黄砂区に属している。黒龍江省以外の北部のほとんどの地域が黄砂の被害を受けている。黄砂地域は年々拡大しており、被害地域は現在624万 km^2 に達し、国土面積の65%を占めている。また、都市部では、最近の経済発展による大気汚染との相乗効果で、視程がかなり悪くなるケースも見受けられる。北京や天津などは発生地とされる砂漠に近く、たびたび大規模な黄砂に襲われている。

発生地から比較的離れた地域でも、黄砂による被害を受けている。2007年4月2日には、上海で $623\text{ }\mu\text{g/m}^3$ と過去最大量の黄砂を観測し、大気汚染指数が500と過去最悪の数値を観測した。大気汚染指数は0～500の数値で表され、300以上が「重度」とされており、500は最悪の数値に相当する。華北や東北地方では日常的に指数が100前後と高く、これまでに500を記録したことはあったが、上海で「重度」となったのは初めてであった。台湾でも最高 $500\text{ }\mu\text{g/m}^3$ 程度の黄砂が春を中心に観測されることがある。また、国内的には下記の特徴がある。

- ・ 西北地区が東北地区より多い。
- ・ 盆地、平原地域が山区、丘陵区より多い。
- ・ 砂漠地域がほかの地域より多発している。

西北地区における多発地としては、甘粛民勤地域を中心とする河西回廊地帯、新疆和田地域を中心とする塔里木盆地地帯、新疆トルファン地区を中心とするトルファン盆地地帯などがあげられる。そして、華北地区北部にある内蒙古朱日地域が西北ルートと西方ルートからの冷たい空気の影響を受け

ることによって、同地域が大風年間日数（83.7日）と平均風速（5.6m/s）に関して全国でトップになっている。そうした影響で、華北北部が西北地区に次ぎ、2番目の黄砂多発区になっている。そのほかに、阿拉善高原とオルドス（Ordos）高原も、黄砂多発区として年々被害が拡大している。

イ) 発生時期

中国における黄砂の発生時期を第1-1-28表に示す。表からも明らかなように、中国北部のほとんどの地域で毎年黄砂が発生している。とくに、3月から6月の3ヶ月の間に集中的に発生している。1月と2月になると黄砂が弱まり、8月から12月までの期間中ではほとんど発生しない。また、時期によって、黄砂の中心地も変わる。

第1-1-28表 中国における黄砂の発生時期

時 期	黄砂中心地
1月	チベット北部、青海南部、内蒙古西部
2月	チベット、青海南部
3月、4月	活動範囲が一番広い、チベットと青海地域では弱まる一方で、新疆南部と内蒙古中西部では強まる。
5月、6月	全国範囲で4月より強度が低下することになるが、新疆南部が年間のピーク期を迎える。（平均で7日以上）
7月、8月	新疆南部、内蒙古西部
9月、10月	ほとんどない
11月、12月	青海西南部、チベット東北部

出典：「中国自然災害時空格局」（王静愛、史培軍、王平、王瑛 科学出版社、2006年12月）

c) 対策

ア) 予報・警報

中国の砂塵天気予報は、以前は衛星画像により砂塵の動きを観測することによって行われていた。このため、1日前にならないと予報ができなかった。中国科学院大気物理研究所は、シミュレーションモデルにより砂塵嵐の飛来を4～5日前に予測するシステムを開発し、予報への活用を目指している。このモデルを利用すれば、現在の砂の分布、風、気温、積雪、地域の気象状況を4～5日間にわたって計算し、3時間毎の予報が可能という。

中国の砂塵天気予報は、予報の精度や期間により5段階で構成されている。詳細を第1-1-29表に示す。

第1-1-29表 中国における砂塵天気予報の分類

現状と警報	0～3時間後の砂塵の発生、強度、範囲を予測し警報を発令
極短期予報と警報	3～12時間後の砂塵の発生、強度、範囲を予測し警報を発令、気象予報と黄砂予測モデルを利用
短期予報と警報	24～48時間後の砂塵の発生、強度、範囲を予測し警報を発令、気象予報と黄砂予測モデルを利用
中期予報	3～7日後の砂塵の発生傾向と範囲を予測、中期気象予報を利用
季節予想	黄砂シーズン前に、当該シーズンの黄砂の傾向を予想、降雨、気温、大気循環パターンなどを利用し、統計的に予想する

出典：「中国自然災害時空格局」（王静愛、史培軍、王平、王瑛、2006年12月、科学出版社）

イ) 土地被覆状況の改善・復旧

中国では現在、黄砂に対して以下のような対策が講じられている。

- ・ 自然保護区の設定により、植被破壊を防止し、自然更新を図る。
- ・ 防護林による砂丘の固定を行う。
- ・ 発源地域の砂の移動の管理（具体的には草方格、空中播種等）を進める。

ウ) 有効な黄砂対策に向けた今後の戦略

i. 発生源監視から予報へとつなげる体制の確立

黄砂の規模と強さを予報し、また早期警報を行うことにより、住民への注意喚起を促すことが黄砂対策としては有効である。的確な予報・早期警報を行うためには、黄砂を発生直後から監視し、その移動を予測するシステムの確立が重要である。このため、発生源監視体制の整備・強化が必要になる。

ii. 黄砂対策の調査と効果的な対策の選定

黄砂対策には、目的に応じ短期的・一時的な対策と、長期的・恒常的な対策が考慮されなければならない。そのためには、まず、現在既に行われている対策手法を調査することが必要となる。中国の発源地域においては、これまでに様々な対策が講じられてきている。対策選定にあたっては、それぞれの土地の条件に適合するよう配慮が求められる。

とくに水資源は、個々の土地において限られており、水の分配がその土地の維持できる植生レベルを規定する場合が多い。これを無視した形で過度の復元（植林）を行うことは、逆に水資源を枯渇させてしまう可能性もある。

iii. 人為的な影響の緩和（過放牧・過耕作対策）

中国の内蒙古自治区では、1990 年ごろから、定住化政策により遊牧民の定住化を進めてきている。また、家畜頭数の増加とも相俟って、過放牧による土地劣化が問題となっている。このため、農業・農耕制度の改革として、高度技術農法の採用や、砂塵発生時期（冬・春季）の耕作を禁止する等の対策を講じる必要がある。

また、人為的に劣化した土地を復元するにあたっては、地域住民の協力が不可欠である。過度の生産活動による劣化を防ぐためには、過放牧の防止等その生産活動を制限せざるをえず、そのため住民の生計手段の代替措置を講じる必要がある。

iv. 対策結果の評価

発源地域では、暴風による物的・人的影響が大きいと考えられる。一方、気候変動に関しては、長距離を移動する微細粒子による影響が大きい。このため、複合影響・複合効果を分離あるいは個別に評価できる手法を検討する必要がある。また、ある対策が2つ以上の目標を持っている場合は、それぞれの効果を総合して評価する必要がある。

②洪水

急速な経済発展を遂げている中国では、近年、南部の長江流域と北部の黄河流域を中心に大規模な洪水が頻発している。中国における水害損失は1990年代と2000年代を比較すると減少傾向にあるものの、経済損失がGDPの1.8%を占めている。洪水による死者は1950年代以降一貫して減少傾向にあるが、単位面積あたりの洪水損失は増加している。近年の洪水被害状況を第1-1-30表に示す。

第 1-1-30 表 中国における洪水被害状況（1997～2007 年）

年度	死者数（人）	経済損失（億元）
1997	2,799	930
1998	4,150	2,550
1999	1,896	930
2000	1,942	711
2001	1,605	623
2002	1,819	838
2003	1,551	1,300
2004	1,282	713
2005	1,247	1,360
2006	2,276	1,332
2007	1,203	1,076

出典：「中国減災報告」（郭強、2008 年 1 月、中国時代出版社）

中国では近年、予報技術の発展、救助体制、経済的補助などの社会的な対策をとることによって、死亡者数は減少してきた。近い将来には、洪水による死亡者数は 100 人程度に抑えることができると予想されている。また、家を失った場合には、仮設住宅を建築し、なるべく早い時期にもとの居住地に戻れるような措置をとっている。

a) 黄河

ア) 概要

黄河は土砂が多いことで世界的に有名である。年間平均で 16 億 m^3 という大量の土砂が平野部に流出している。下流に掃流出来ない土砂は河道に堆積し、河床は徐々に上昇し天井川となったところもある。中には、川床が兩岸よりも 4m も高くなってしまった場所もある。また、黄河流域の夏は東南の季節風の影響を受けて湿った空気が流入し、豪雨が多く、洪水が発生しやすい。一方、冬は北西の季節風の影響で寒冷のため河川は凍結しやすく、2 月から 3 月にかけて氷が融けだし急に水位が上がるといった特徴を持つ。

1996 年の 8 月中旬には、黄河は過去 20 年間での最悪の洪水に見舞われた。高水敷は各所で浸水し、浸水被害者は 15 万人以上に達し、秋に収穫を控えた農作物への被害も巨額にのぼった。

1996 年の洪水でとくに被害が大きかったのは河南省の開封から山東省の東明までの区間であり、13 万人が被害を受けた。8 月 5 日には、流量が $7300\text{m}^3/\text{s}$ であったにもかかわらず、花園口での水位は 94.73m に達し最高水位を記録した。これは河床の上昇が原因であった。96 年にはこの洪水に続き、花園口地点では 8 月 11 日に 2 回目の洪水のピークを迎えた。当日の水位は 92m であったと報告されている。最初の洪水により河床が洗掘されたため、水位が下がった。

イ) 対策

黄河水利委員会が 2008 年に作成した「黄河流域水防計画」は国務院から承認を得た。同計画では、下記の目標が打ち出された。

- ・ 2015 年までに、黄河水防・土砂沖積削減システムを構築し、黄河下流の防御花園が増水期の高水位で毎秒 2.2 万 m^3 の流れに達しても決壊しないことを確保する。

- ・主流の排水能力を取り戻し支流の流れを制御し、人為的な水土流失を防ぎ、河川の土砂沖積を減らす。
- ・上中流の本流、主な支流の重点水防区間の堤防工事において設計基準を達成し、重要都市に指定の水防基準を達成させる。
- ・2025年までに、水防・土砂沖積削減システムを整備し、洪水と土砂の沖積に対処できるというメドを立てる。

b) 長江

ア) 概要

長江の流域面積は180万 km²で、中国の国土面積の約1/5を占めている。上流の通天河支流における洪水は春の融雪によるものであるが、中流と下流は基本的には降雨によるもので、4月～10月、とくに6月～8月に発生しやすい。洪水の発生順序は、下流側が上流より早く、江南の方が江北よりも早い傾向にある。また、中流・下流の流下能力と洪水ピークの大きさが完全にマッチしていないことも大きな特徴としてあげられる。

洪水は、流域全体で発生するタイプと局所的なタイプに分けることができる。前者は上流の洪水と中下流の洪水が合わさることや、支流の洪水と主流の洪水が合わさることによって発生する。12流域全体が洪水にさらされることは一般にはないが、異常気象などが原因で発生することもある。

長江は、流域面積が大きく流れ込む支流が多いため、洪水のピーク回数が多く持続時間が長いことに特徴がある。宜昌より下流の主要な流量観測所では、平均2年に1回ピーク流量が5万 m³/sを超えている。持続時間は短いもので7～10日、長いものでは1ヵ月にわたる。

イ) 対策

長江の治水関係者は、施設の整備並びに予報・警報などに代表される流域全体を対象とした非構造的な対策に力を注いできた。これらの対策については、当時の朱鎔基首相が1998年8月末に発表した。具体的な政策は以下の通りである。

- ・封山植樹：伐採のための入山を禁じ、植樹する
- ・退耕還林：急傾斜地の耕地を、森林に戻す
- ・退田還湖：干拓田を湖に戻す
- ・平垸行洪：輪中堤を撤去し、洪水を円滑に流す
- ・以工代賑：納税の代わりに、河川工事に従事する
- ・建設新鎮：新しい、洪水に安全な町を建設する
- ・加固幹堤：幹川の堤防を強固にする
- ・疏浚河道：河底を浚渫して、通水能力を確保する

これに加えて、水利部は同10月、以下の3つの政策を提言した

- ・洪水分流区内の安全区の充実
- ・貯水池の建設
- ・非構造物対策の充実（補償制度、保険など）

98年1月には「防洪法」が施行されている。主な内容は、以下の通りである。

- ・水位がある高さに達すると緊急事態を宣言できる。
- ・緊急事態においては、水防活動を全住民の義務とした。

- ・各級の行政長の責任態勢を明確にした。
- ・国家防洪総指揮部（部長は副首相、副部長は国家水利部長）は、解放軍、民間を統一的に指揮する。
- ・高水位になると船舶の運行を停止させることができる。
- ・障害物の撤去条項がある。

③旱魃（かんばつ）

中国では、旱魃が頻繁に発生している。1950年から90年の40年間、中度と重度の旱魃被害が11回発生し、発生割合は27.5%となった。一方で、1991年から2008年の17年間には、同じレベルの被害が7回発生して、発生割合が41.18%に上昇した。これは、3年足らずで、大きな旱魃被害を受けていることになる。

80年代以前の旱魃被害は、水不足の北西部に集中していたが、近年、被害地域と被害面積が拡大して、長江の沿岸部、東部の沿海部まで広がっている。さらに、北部の旱魃被害が常態化し、南部と東部の季節性の旱魃も増えている。食料生産区の被害面積も50年代の累計5300万ヘクタールから80年代の累計1億1300万ヘクタールを経て、21世紀最初の8年間だけで、累計1億1950万ヘクタールまで拡大してきた。

a) 概要

ア) 地域分布と変化

中国の旱魃地域は主に北部に集中しており、全体の72.5%が北部地域に分布している。さらに細分化すると、東北部と黄河北東部及び内蒙古地域の西部などの地域に局地的に分布して見られる。中度及び重度被害地域は、甘粛省、山西省、陝西省、安徽省、河北省などの貧困地域に集中している。

北部の旱魃の多発地域としては、黒龍江西部、内蒙古中部、河北北部、寧夏自治区全域があげられる。一方で、南部では、安徽省、湖北省、湖南省、江西省、河南省、雲南省と四川省東部、貴州省北部で旱魃被害が頻繁に発生している。

イ) 被害状況

旱魃が他の自然災害と異なるのは、突発的でなく徐々に進む災害であるという点であり、農業生産や第二次、第三次産業、生態環境の水使用に影響を与えるだけでなく、生活用水にも影響し、経済・社会の発展に重大な被害をもたらす。現段階では、中国の旱魃被害は農業生産に集中している。

i. 農業生産

1990年代以降、農作物地域が受けた自然被害のうち60%以上が旱魃によるものであった。2000年の旱魃では、約4053万ヘクタールの農作物地域が被害を受け、6000万トンの食糧が失われた。2006年に四川盆地で起きた旱魃被害では、重慶、四川省領域内で970万トンの食糧生産が減少した。また、植林の枯死面積が31万ヘクタールに及び経済損失も235億元に達したと推定されている。

ii. 生態環境

旱魃が生態破壊と環境悪化を加速させている。土地と草原の砂漠化だけではなく、地下水の水位低下、湿地面積の縮小、生物種減少などの問題も起こしている。2006年に21の省で実施された調査によると、地下水位の低下が深刻な場所は81ヵ所・6万4000km²に達したことが判明した。

ウ) 最近の旱魃被害

国家洪水旱魃対策指揮部は2009年2月5日、一級旱魃緊急警報を発令した。これは「国家洪水旱魃

緊急対策予備計画」で定められた最高ランクの警報であり、計画策定後初めて発令されることになった。

新華社によると、2008年11月以降、北京市、天津市、河北省の大部分、山西省、山東省、河南省、安徽省北部、江蘇省北部、湖北省東北部、寧夏回族自治区、甘肅省東部など北方の冬小麦の生産地で、降水量が例年より50～80%も少ない深刻な旱魃が発生した。とくに山西省中部、河南省中南部及び北東部、山東省西部、安徽省北西部が深刻で、80%以上も降水量が減少した。

新華社は、小麦の主要生産地を襲った旱魃としては50年に1度の記録的なものという専門家の発言を紹介している。2009年2月5日までに全国で1030万ヘクタールの耕地が被害を受けた。429万人の飲用水、家畜207万頭の生産に支障が生じた。とくに冬小麦産地の被害が深刻で、被害は9530万ヘクタールに及び、このうち309万ヘクタールが深刻な被害を受け、7万7300ヘクタールで収穫が絶望視された。

b) 対策

ア) 「中華人民共和国旱魃対策条例」

2009年2月に発生した歴史的な旱魃被害に対して、中国政府は緊急対策として同3月に「中華人民共和国旱魃対策条例」を公布、実施した。同条例は旱魃被害が発生した場合、県レベル以上の人民政府の水害干害対策指揮機関は対策マニュアルで規定された権限に従い対策を発動し、被害の軽減を図ると規定している。また、各級人民政府、関係機関・団体の職責を規定し、対策措置を明確にした。

また、軽度と中度の旱魃が発生した場合、県レベル以上の地方人民政府の水害干害指揮機関は対策マニュアルに従い、次の4項目の措置をとらなければならないと規定した。

- ・ 緊急予備水源の使用または緊急の井戸掘削
- ・ 臨時ポンプの設置、送水路開削または河川・水路からの臨時取水
- ・ 再生水、塩水、海水など非通常水源の使用と人工降雨措置
- ・ 人と家畜の飲料水の確保が難しい地区への送水

こうした措置をとる際に他の行政区域とまたがる場合、共通の上級人民政府水害干害対策指揮機関または流域水害干害対策指揮機関に報告して承認を受けなければならない。他の関係機関に関係する場合、関係機関に事前に通知しなければならない。旱魃の状況が緩和したら、臨時の取水施設は迅速に撤去し、関係機関に報告しなければならない。深刻な旱魃や特大の旱魃が発生した場合、国家水害干害対策指揮本部が国の対策マニュアルを発動する。指揮本部の各機関はマニュアルで規定された分担に従って対策を実施する。

同条例は、旱魃の状況、被害の状況を隠したり、虚偽の報告を行ったりした場合、直接責任のある主管担当者和他の直接責任のある者を法律に従って処分し、犯罪と認定された場合は法律に基づいて刑事責任を追及すると明確に規定している。

同条例では、県レベル以上の人民政府は農地水利基盤施設の建設と農村飲用水施設の建設を強化し、旱魃緊急対策施設と付帯施設の建設及び節水改造に取り組み、旱魃対策のための給水能力と水資源の利用効率を高めなければならないと規定している。

イ) 技術支援

科学技術部は2009年2月、緊急旱魃対策として「科学技術行動」を実施したことを明らかにした。「科学技術行動」により、旱魃に対応する小麦栽培の技術や製品がすでに被災地に導入されている。

同時に、関係部門は問い合わせ用ホットラインとウェブサイトを開設し、技術指導や案内などのサービスを提供しているほか、農業専門家を現地に派遣している。具体的には、以下の5項目の支援措置を打ち出した。

- ・ 旱魃被災地域に実用技術と革新（イノベーション）製品のサービスを提供する。
- ・ 近代的な IT 手段を活用し、遠隔技術の指導と相談に応じ、サービスを提供する。
- ・ 多くの学問分野の専門家、とくに小麦の旱魃対策及び人と家畜の飲用水確保に関係する専門家を集めて耕作地に派遣し、技術サービスを展開する。
- ・ 旱魃対策・災害軽減の科学研究成果を農業生産の最前線で実用化・応用することにより一層の力を入れる。
- ・ 旱魃で大きな被害を受けた省・自治区の最前線の要請に応じ、科学技術によるてこ入れをはかり、成熟技術の普及を支援し、緊急の技術開発を進め、最前線の旱魃対策のために持続的・効果的な科学技術サポートを提供する。

④気象災害総合対策

a) 「国家総合減災第 11 次 5 カ年計画」

国務院弁公庁は 2007 年 8 月 5 日、「国家総合減災第 11 次 5 カ年計画」を公表し、気象災害の防止に焦点を定めて防災能力を向上させる方針を打ち出した。同計画の防災目標、主要任務、重大プロジェクトを第 1-1-31 表に示す。

第 1-1-31 表 「国家総合減災第 11 次 5 カ年計画」の概要

目 標	1. 自然災害による年平均死者数を「第 10 次 5 カ年」期に比べて顕著に減少させる。GDP に占める災害による直接経済損失額を 1.5% 内に抑える。 2. 各省・自治区・直轄市・災害を受けやすい市（場所）、県（市、区）は、減災総合協調体制を構築する。 3. 国家総合減災・リスク管理情報共有プラットフォームを建設し、国家被害状況モニタリング・警報・評価・緊急援助指揮体系を構築する。 4. 災害発生から 24 時間以内に避難民に食料や飲用水、衣料品、医療面での救援や、避難住宅などの基本的な生活支援を行う。 5. 災害で損壊した民家の復興・再建は、規定の防衛措置レベルを達成する。 6. 総合減災モデル地区を 1000 ヶ所新設する。
主要任務	1. 自然災害リスク災禍・情報管理能力の構築を強化する。 2. 自然災害モニタリング・警戒・予報能力の構築を強化する。 3. 自然災害の総合防止・防護能力の構築を強化する。 4. 国家自然災害緊急支援能力の構築を強化する。 5. 巨大災害に対する総合対応能力の構築を強化する。 6. 都市・農村地域の減災能力の構築を強化する。 7. 減災科学技術支援能力の構築を強化する。 8. 減災科学普及広報能力の構築を強化する。
重大プロジェクト	1. 全国重点区域の総合災害リスク・減災能力調査プロジェクト 2. 国家 4 級災害の緊急救助指揮系統の構築プロジェクト 3. 中国では以下のように災害を分けている。 1 級：死者 30 人以上 2 級：10 人から 29 人 3 級：3 人から 9 人 4 級：2 人 4. 中央レベルにおける災害救助物資備蓄体系構築プロジェクト 5. 衛星による減災構築プロジェクト 6. アジア地域巨大災害研究センター構築プロジェクト 7. 地域社会減災能力構築モデルプロジェクト 8. 減災科学普及広報教育プロジェクト 9. 減災科学技術イノベーション・成果移転プロジェクト

b) 気象への人工的関与

中国の気象に対する人工的な関与の規模は世界的にも上位に入り、中央、省、地方、県という4段階の技術体制を構築している。

人工的気象関与は、災害を避けたり軽減することに加えて、合理的に気候資源を利用することを目的として、適切な条件の下で、局地的な群雲の物理過程に人工的に影響を与え、降雨（降雪）量を増やしたりすることである。

中国で組織的に行われている気象への人工関与は、主として人工増雨と人工的雹（ひょう）防止であり、1958年に始まった。現在、中央政府及び各地方政府指導者、同格の気象主管機関が管理、指導する管理体系が構築されている。具体的には、気象法を中核とする法体系を樹立し、国家クラスでは「全国天候人工関与協調会議制度」、また各地方政府の財政投入による省、地方、県の3段階体制が構築されている。

中国気象局の鄭国光局長によると、中国では近年、気象への人工関与が進んでおり、各地方政府も積極的に規模も拡大している。とくに大砲やロケットを使った増雨（雪）・雹防止が行われている。

なお、気象を人工的にコントロールすることを一括管理するために、中国気象局気象人工影響センターが、2007年12月に北京で設立されている。

c) 自然災害の予報と観測体系

中国気象局は2008年5月8日、これまで気象部門で公共気象サービスを提供する組織がなかった現状を踏まえ、公共気象サービスセンターを設立した。公共気象サービスは国民の生命・財産の安全や経済社会の持続可能な発展と密接に関係しており、中国がめざす「小康社会」（いくらかゆとりのある社会）の実現に向けて重要な役割を果たすと位置付けられている。

なお中国気象局は2008年1月30日、国が19億6000万元、各気象部が10億元を拠出し気象観測・災害警報体制構築に着手する考えを明らかにしている。具体的には、観測ステーションの増設、ハイテクを用いた予防・警報能力の向上、警報のスピードアップによる公共サービスシステムの強化、ソフト・ハード整備が柱になっている。実施期間は3～5年が予定されている。

中国は、気象観測衛星の拡充も積極的に進めている。中国の気象観測衛星は「風雲」と名付けられており、2008年には、全世界と全天候をカバーする多スペクトル・3次元の遠隔探査能力を持つ「風雲3号A」が5月27日に、また気象や海洋、水文等の観測データの収集等に使われる「風雲2号06星」が同12月23日に打ち上げられた。

中国気象局は、2020年までに合計22機の気象観測衛星を打ち上げ、アジア全体をカバーする衛星気象観測網を整備する意向を明らかにしている。導入が予定されている気象衛星は、「風雲2号」タイプの静止軌道衛星が4機、「風雲3号」タイプの太陽同期軌道の中高度・極軌道衛星が12機、「風雲4号」タイプの次世代静止軌道衛星が6機となっている。

中国は、交通輸送や気象、石油、海洋、森林防火、災害予報、通信、公安警備などへの利用を目的とした「北斗」衛星ナビゲーション・システムの構築も積極的に進めている。同システムは、米国のGPS、ロシアのGNSS、欧州のガリレオ計画に対抗して進められている中国独自の衛星測位システムである。

このほか国家測絵（測量・製図）局も2009年1月13日に発表した今後の戦略方針の中で、中国版「グーグルアース」や「グーグルマップ」の構築に着手する考えを明らかにしている。

(2) 主要地質災害と対策

①地質災害（地震を除く）

a) 概要

中国の山地面積は国土面積の3分の2を占め、自然環境と人為的な要因で、土砂崩れ、土石流、地盤沈下などを中心とする地質災害が多く地域で発生している。とくに近年、山地環境の悪化と土地の安定性に大きく影響している植被の破壊により、地質災害が年々増加し、関連地域の産業活動及び住民の生命と財産に大きな被害をもたらしている。

近年、一連の不合理的な山地開発が環境面からの評価を行うことなく実施され、地質災害が発生しやすい新たな危険地形を拡大してしまったケースが見られた。その結果、歴史上土砂崩れが起きていない中国沿海部でも近年頻繁に地質災害が発生し、大きな被害をもたらしている。また、従来からの土石流多発地域であるチベット、雲南省、四川省、湖南省で発生した被害は年々規模が拡大しており、チベットと雲南省の一部では、歴史的な被害も頻繁に発生している。

中国の地質災害に関する研究は1951年に始まった。内陸部の鉄道建設において、地質災害を最大限に避けることを目的とする研究がきっかけであったが、その後、鉄道科学院、中国科学院などの政府系研究機関から西南大学、民間研究機関など多くの組織が研究成果を積み重ねてきた。これまでの研究によって、中国の地質災害は下記の特徴を持つことが明らかになった。

- ア) 地質災害の多発区は西南地域の山地、丘陵地と青藏高原の山麓地に集中している。中部地区、黄土高原地区でも多発している。標高、起伏の大きい地表と起伏の比較的小さい波状地の丘陵地の間で起きやすい。
- イ) 土砂の堆積によって形成され、山地と低地の境界部にある比較的平滑な緩傾斜地でもよく起きている。例えば、2008年の災害回数を基準にすると、上位3位が湖南、広西、雲南であった。死亡及び行方不明者数の多さでは、雲南、広西、四川が上位を占めた。経済損失規模では、雲南、湖南、甘粛が他の地域より大きい。
- ウ) 地質災害の発生メカニズムに大きく影響を及ぼす要因としては、地形と地質の構造及び降雨と人間活動が重要である。とくに人間活動の重要度が高まりつつある。また、局地的なわか雨、長時間の降雨などが地質災害の誘発要因になっている。2008年度に起きた地質災害の約96%がこのような大雨によって引き起こされたといわれている。これ以外にも、道路工事、鉱山開発、ダム建設、などの人為的な要素も大きな影響を与えている。2008年に起きた地質災害の約4%はこのような人間活動によって起きたと考えられている。

第1-1-32表 近年の地質災害による被害状況

年	発生回数	死者数（人）	行方不明者数（人）	けが者（人）	経済損失（億元）
2001	5793	788	120	936	35.0
2002	48000	907	109	470	51.0
2003	13832	743	125	3355	48.7
2004	13555	734	124	280	40.9
2005	17751	578	104	339	36.5
2006	102804	663	111	453	43.2
2007	25364	598	81	446	24.8
2008	26580	656	101	841	32.7

出典：「中国地質災害通報」（中国地質環境情報網：<http://www.cigem.gov.cn/>）をもとに作成

b) 対策

長江デルタ地帯を重点とする地盤沈下対策事業では、連絡会議を設置し、地域地盤沈下防止計画の策定が進められた。また、華北平原の地盤沈下の調査と監視を強化し、井戸を閉鎖したり地下水の汲み上げを制限したりすることによって華北地域の地盤沈下に対応した。

土砂崩れの防止対策が三峡ダム地域の地質災害防止の重要事業として積極的に行われている。段階的な成果として、三峡ダムの三期地質災害防止緊急プロジェクトの水中工事を予定通り竣工させ、三峡ダムプロジェクトの156mという貯水要求水位を満たした。そのほか、湖北省における63件の緊急整備プロジェクトのうちの27件と、重慶市における173件の緊急整備プロジェクトのうちの109件がそれぞれ竣工したほか、95件の緊急モニタリングプロジェクトが初期検収に合格した。

また、湖北省と重慶市の「群測群防」（地域ごとにモニタリングと災害防止措置を実施する）拠点1837ヵ所が完成し、既に稼働している。なお、三期地質災害防止緊急指揮システムも段階的に成果を収め、全面的な堤防のかさ上げ工事が実施された。

さらに、広範な地質災害防災教育が行われた。地質災害が深刻な18の1級行政区（省・自治区・直轄市）の約3万の村で全国農村地質災害防災知識に関する教育が実施され、合計2万回に及ぶ教育訓練に延べ300万人が参加した。

②地震

a) 概要

中国は太平洋地震帯と地中海—ヒマラヤ山脈地震帯にあり、地震多発国の1つに数えられている。中国で発生した地震は高頻度、高震度、広範囲、震源地が浅い、地域差が大きいなどの特徴を持つ。

20世紀以降、中国国内で発生した自然災害の死者のうち、約半数が地震によるものである。中国ではマグニチュード6以上の地震が約800回発生し、死者は約59万人と、全世界の地震による死者の約半数を占めている。

歴史的に最大の被害をもたらした地震は1556年1月13日に陝西省で発生した華県大震災で、2004年のスマトラ沖地震の津波被害を合わせた死者、行方不明者約30万人の約2.5倍に相当する83万人が死亡した。陝西省には窯洞と呼ばれる崖を利用した横穴式住居が多く、地震が発生したのが夜中だったため、就寝中、地盤の崩壊で生き埋めになった人が多かったためとされる。

2008年5月12日に四川省で発生したマグニチュード8.0に達した四川大地震では、死者、行方不明者が合わせて8万8000人を超え、直接経済損失だけでも8451億元に達した。

b) 対策

国务院新聞弁公室は2009年5月11日、四川大地震発生から12日で1年となるのを前に、「中国の防災行動」と題した初めての防災白書を発表した。白書によると、2009年5月までに固定地震観測所が937ヵ所、非常時観測所が約1000ヵ所整備され、震度3以上の地震に関する観測情報がリアルタイムで気象局と地震局に送られるシステムが構築された。

白書では、これからの地震対策として、地震局の測地測量の強化、気象局の地震観測の近代化、大学を含めた研究機関の地殻変動観測所の新設整備などの計画を打ち出した。また防災への社会参加、国際協力などについても明確にされるとともに、国内の危険地区などのデータベース化を進める方針も示された。

ア) 地震科学技術発展計画（2006～2020年）

中国地震局は2006年3月、「地震科学技術発展計画（2006～2020年）」を公表した。同計画では、核心技術を中心に基礎研究、応用研究、技術開発を強化するとともに、モニタリングや予知、震災防護、緊急援助などにおいて科学技術面での要求を満たす方針を示した。同計画では、以下のような「第11次5ヵ年」期間中の重点プロジェクトがあげられた。

- ・ 動力学的地震予測のモデル研究
- ・ 都市部地震災害のメカニズムと災害抑制の研究
- ・ 地震観測、予知および防災新技術の開発
- ・ 「中国アレイ」(China Array)の研究計画
- ・ 中国大陸及び海域における地盤活動構造・深部構造に関する調査・評価
- ・ 地震重点監視・防護区域における地震安全基礎情報に関する調査・評価
- ・ 耐震技術の基礎プラットフォームの建設
- ・ 衛星を使った地震観測システムの構築と応用
- ・ 中国大陸構造及び環境の観測ネットワーク構築と応用
- ・ 高解像度の深層地震観測技術と災害判定技術

イ) 「中国地震局第11次5ヵ年期間中の防震減災政策研究重点」

中国地震局は2006年10月、「中国地震局第11次5ヵ年期間中の防震減災政策研究重点」を公表し、各省や自治区、直轄市の地震局に対して防震・減災政策研究を強化するよう通知した。重点内容を下記に示す。

- ・ 防震・減災事業の発展現状・情勢分析
- ・ 防震・減災能力の構築・評価体系に関する研究
- ・ 防震・減災事業の全体配置に関する研究
- ・ 防震・減災作業及び経済建設・社会発展に関する研究
- ・ 防震・減災社会管理・公共サービス対策と政策に関する研究
- ・ 防震・減災管理体制及びメカニズムの更新に関する研究
- ・ 防震・減災科学技術イノベーションの政策問題に関する研究
- ・ 防震・減災部隊の構築に関する研究
- ・ 市場経済下での防震・減災事業への財政支援の拡張方策に関する研究
- ・ 政策及び発展戦略に関する基礎研究

ウ) 「国家震災防止計画（2006～2020年）」

国務院は2006年12月6日、地震局の動きを受けた形で、「国家震災防止計画（2006-2020年）」を公表した。同計画は、中華人民共和国建国以来、初の国レベルでの防災計画であり、地震を主要自然災害の1つとして位置付け、地震対策が「三農問題」（農村、農業、農民）の解決だけでなく、公共安全の実現や調和社会の構築につながるとの見解を示した。同計画では、具体的に以下の目標を掲げている。

- ・ 大都市と都市群の安全を中心とした都市発展に適応できる震災総合対策の構築
- ・ 農村部の地震対策の向上
- ・ 長江中・上流、黄河上流及び西南地区の大型水力発電プロジェクトの安全保障

- ・ 重大なライフライン・プロジェクトの地震に対する緊急時システムの構築
- ・ 地震予知と救援など全方位の総合管理の実現

さらに同規画では、2010 年までの目標を以下のように掲げている。

- ・ 大都市と都市群の基本耐震能力を M6.0 級まで引き上げる
- ・ 農村住宅区域に地震安全モデル地区を建設する
- ・ 地震早期警報システムの構築及び重要基盤施設とライフライン・プロジェクトの地震緊急対応モデル事業を強化する
- ・ 地震災害防止知識の普及率を 40% まで引き上げ、20 万人のボランティアを育成する
- ・ 全国救援物資備蓄体系を構築する
- ・ 震災発生後、24 時間以内に被害者に基本的な生活・医療援助を提供する
- ・ 地震に関する国際レベルの科学研究と技術研究開発基地を建設し、地震観測システムの健全化を図る

エ)「国家地震科学技術発展綱要（2007～2020 年）」

中国地震局は 2007 年 8 月、「国家地震科学技術発展綱要（2007～2020 年）」を公表し、大陸大地震のメカニズムと予知技術、地震災害メカニズムと防災技術などの分野での研究開発を強化するとともに、耐震技術の革新体系を構築し耐震技術分野で影響力を持った科学技術人材グループを育成するとの方針を示した。同綱要の重点分野と優先テーマは以下の通りである。

重点分野：

- ・ 地震監視・計測理論と技術
- ・ 大陸活動構造
- ・ 地震予知
- ・ 震災防止
- ・ 地震緊急対応技術
- ・ 海域地震
- ・ 地震科学技術サービス

優先テーマ：

- ・ 地震監視・計測設備と検知技術など
- ・ 国家地震防災科学計画
- ・ 地殻変動観測と活動構造に関する調査
- ・ 深層構造と地震形成環境の探測
- ・ 地震データ予報の実験研究
- ・ 地震災害メカニズムと防災技術

(3) 主要海洋災害と対策

①概要

中国は世界的に見ても海洋災害が最も深刻な国の 1 つとなっている。中国の 4 大海域（渤海、黄海、東シナ海、南シナ海）で発生している海洋災害は、人々の生命・財産、海洋経済及び生態系へ大きな危害をもたらしている。

国家海洋局は「中国海面公報」において、中国沿海の海面は30年間で全体として90mm上昇し、上昇幅は全世界の平均値を上回っていることを明らかにした。極端な気象現象と海面上昇による相互作用によって、海洋災害を深刻化させている。近年の海洋災害による経済損失及び死亡者数を第1-1-33表に示す。

第1-1-33表 海洋災害による経済損失と死亡者数（1999～2008年）

年度	死者（人） （行方不明者を含む）	経済損失（億元）
1999	758	52
2000	79	121
2001	401	100
2002	124	66
2003	128	80
2004	140	54
2005	371	32
2006	492	218
2007	161	88
2008	152	206

出典：中国海洋局が発表した「災害公報」をもとに作成

同表からも明らかなように、死者、経済損失とも年によってバラツキはあるものの、死者数は2000年を除き、100名を超えている。

海域別に見ると、東シナ海海域の被害が一番深刻になっている。年間の台風、津波、赤潮によるものが、被害総数の半分以上を占めている。また、渤海と黄海海域では、台風は少ないものの、海氷と温帯型暴風雨による被害がある。南シナ海の場合は、災害が北部、中部に集中している。

渤海海域は中国北部、遼東半島と山東半島の間にある内海である。平均深度25mで、温帯型暴風雨と海水の多発地区である。冬になると、寒波の南下にともない、冷たい暴風に巻きこまれ、沿岸部を中心に海氷域が広がり、漁業などの生産活動だけではなく、海底油田や天然ガス田の油田探査にも大きな影響を及ぼす。年によっては、船舶の航行が停止し、海上輸送が停止されるなどの二次被害も受けている。

また、近年は天津や唐山をはじめとする工業地帯からの排水の流入が激しく、閉鎖性水域であるため外海との出入りも少ないため海洋汚染が深刻化し、赤潮も頻繁に発生している。

黄海海域は広義にとらえれば東シナ海の一部である。渤海と東シナ海の間にある黄海は、海域が暖流と寒流と双方の影響を受け、熱帯型と温帯型の暴風雨による被害が比較的小さい。また、以前は底引き網漁の漁場であったが、大陸からの排水による赤潮の深刻化が懸念されている。

東シナ海西岸部にある長江口、杭州湾、閩江（ミンジャン）及び浙江省、福建省、台湾沿岸などの地域を含む多くの湾岸地域は外向き型の湾岸であるため、暴風雨被害を受けやすい。東シナ海では、台風、津波、赤潮被害が最も深刻で、年間海洋災害の52.8%が同地域で起きている。また、沿海部での経済活動が活発になるにつれて、被害による経済損失も増加傾向にあり、被害総額では他の3大海域の被害総額の合計に匹敵している。さらに、海上及び沿岸部の開発が頻繁に行われ、長江、钱塘江、閩江流域から大量の汚染物質が流入し、赤潮の発生回数が全国の50.7%を占めるようになっている。

南シナ海海域における海洋災害は北部と中部に集中している。熱帯海洋海域に属している南部は相対的に災害が小さい。年間の災害発生件数は全国の27.8%を占め、面積あたりの被害数からみると、それほど多くない。台風と津波被害が2大被害で、被害全体の4割を占めている。

南シナ海では1980年代以降、赤潮災害の数が増加に転じ、被害状況も深刻になりつつある。とくに、熱帯と亜熱帯に位置する広東、海南島、広西省の沿岸地域が年間を通じて赤潮の被害を受けている。珠江河口域周辺の赤潮が一番活発で、被害規模も年々拡大している。

②対策

a) 海洋災害観測予報システムの確立

2007年8月、国家科学技術支援計画の重点プロジェクトとして、「重大な海洋災害の警報及び応急技術研究」が正式にスタートした。

同プロジェクトでは、「近海の重大な海洋災害の警報技術研究」、「津波警報コア技術研究」、「海洋の気候変動予測及び全世界の波浪予報技術」、「海上突発事故の応急予報技術」という4つのテーマが設定され、国家海洋環境予報センター、中国海洋大学、中国科学院海洋研究所、中国気象科学研究院等18機関が実施することになり、当初の予定では2009年9月末に終了することになっている。

また、海洋観測・予報システムの整備を強化するために、2002年5月15日に衛星「海洋1号」が打ち上げられた。リアルタイム観測地域は渤海、黄海、東シナ海、南シナ海及び沿岸地区で、中国近海の赤潮や油漏れ、海水など環境災害の監視・観測の役割を果たしている。

さらに、中国近海の大気海洋モニタリング・予測能力を強化し、気候変動研究に貢献することを目的として2007年12月21日、青島の国家海洋局第一海洋研究所に大気海洋相互作用・気候変動実験室が設立された。同実験室は、第一海洋研究所や国家海洋局北海支局（渤海、黄海）、東海支局（東シナ海）、南海支局（南シナ海）と連携して中国の海洋気候モニタリング・ネットワークの構築をめざしている。

b) 赤潮対策

現在、中国海事局はすでに国、沿海地域、港湾、埠頭及び船舶を一体とする5つのレベルの応急体制を整備しており、中国海事局及び沿海地域の各省・直轄市政府によって実施されている。

中国政府は海に流入する主要河川の汚染防止計画と重点海域の環境保全計画を積極的に実施し、渤海に次いで2005年には長江河口と隣接海域、珠江河口と隣接海域の汚染防止活動をスタートした。また、海洋プロジェクトと海上廃棄物排出の審査認可制度を厳格に実行し、排出に対し法律執行監視を強化し、海洋環境モニタリングを強化した。さらに、「赤潮災害応急対策」と「海洋石油探査開発の石油流出のための応急計画」を制定し国家災害緊急管理体系に組み込み、海洋災害応急メカニズムを初歩的に構築した。

c) 今後の対策

国家海洋局は、今後の海洋災害予防策として、以下の対策を提示している。

ア) 海洋観測システムの構築と警戒潮位線の定期的な確認

—海洋観測システムについては、経済中心地帯、開発区及び災害脆弱区を重点的に強化する。これらの観測システムを優先的に全国観測網に編入する。

—警戒潮位線の定期確認に関しては、3年ごとに都市単位で確認を行う。経済中心地帯、開発区及び災害脆弱区における顕著な変化を迅速に上級管理部門に報告する。

イ) 海洋警報メカニズムの強化と海洋災害過程の動態変化評価システムの構築

— 予報業務の正常運行を保障する。観測衛星などの進んだ観測手段を活用して、予測の正確率を高め、海洋災害の発生メカニズムの解明に力を入れる。

— 災害予報関連の部門の連携を強化する。最新の被害状況と動向を迅速に関連部門に伝達するだけでなく、情報共有システムを構築して、情報交換と情報修正を迅速に実施する体制を確保する。

ウ) 海洋災害の調査と評価体制の完備

— 短期の応急計画の策定と長期の予防体制を結合、発展させる。

— 災害中と災害後の被害データを収集して、災害データを一体化するデータベースを構築する。ラジオ、テレビなどの通信手段を利用し、港、海水浴場、建築現場などの人口密集地に積極的に情報を発信する。

7 環境分野の研究開発状況

(1) 研究開発体制

中国では1970年代以降、国家環境保護総局（当時）傘下の中国環境科学研究院や南京環境科学研究所、華南環境科学研究所といった国家クラスの環境科学研究所に加えて、清華大学や北京大学、北京師範大学といった高等教育機関が独自に環境科学分野の実験室を立ち上げ研究が行われていた。80年代末から90年代初めにかけて、国際的に見ても先進的な各種実験器具や設備、条件が整備され、中国の環境科学研究は基礎的な能力を備えるに至った。また地方政府レベルでも環境分野の研究開発が実施された。

そうしたなかで、欧米や日本といった先進国において国家級の実験室（研究室）が設立され、環境保護分野の問題解決にあたって重要な役割を果たしている現状を踏まえ、中国でも環境分野の研究に国がさらに強く関与する方向性が打ち出された。

① 国家環境保護重点実験室

国家環境保護総局（当時）は、科学技術体制の改革と環境保護科学技術発展「第10次5ヵ年」規画の要求に従い、国家環境保護重点実験室の整備を推し進め、2005年末時点で6ヵ所の国家環境保護重点実験室を完成させた。

また国家環境保護総局（当時）は2007年8月、「国家環境保護重点実験室『第11次5ヵ年』特別規画」と「国家環境保護工程技術センター『第11次5ヵ年』特別規画」を公表し、国として積極的に環境分野の研究開発に取り組む方針を打ち出した。

「国家環境保護重点実験室『第11次5ヵ年』特別規画」では、「第12次5ヵ年」期（2011～2015年）初頭までに、12の研究領域をカバーする32ヵ所の国家環境保護重点実験室を建設するとの具体的目標を掲げた。環境保護部が2009年12月4日に公表した国家環境保護重点実験室リストによると、すでに10ヵ所が検収を通過するとともに、9ヵ所の建設が行われている。

第1-1-34表 国家環境保護重点実験室リスト

検収を通過した重点実験室			
	実験室名称	委託機関	承認時期
1	農業環境評価・汚染抑制重点実験室	環境保護部南京環境科学研究所	2002年9月
2	水環境模擬・汚染抑制重点実験室	環境保護部華南環境科学研究所	2002年9月
3	悪臭汚染抑制重点実験室	天津市環境保護科学研究院	2002年9月
4	化学品生態反応・リスク評価重点実験室	中国環境科学研究院	2003年9月
5	生物安全重点実験室	環境保護部南京環境科学研究所	2004年12月
6	湿地生態・植生回復重点実験室	東北師範大学	2006年10月
7	都市空気微粒子汚染防止重点実験室	南開大学	2007年4月
8	環境・健康重点実験室	華中科技大学、中国輻射防護研究院	2007年12月
9	ダイオキシン汚染抑制重点実験室	中日友好環境保護センター	2008年2月
10	湖沼汚染抑制重点実験室	中国環境科学研究院	2008年9月

建設が承認された重点実験室			
	実験室名称	委託機関	承認時期
1	生態工業重点実験室	東北大学、中国環境科学研究院、清華大学	2002年11月
2	環境光学監視測定技術重点実験室	中国科学院合肥物質科学研究院	2007年10月
3	衛星リモートセンシング重点実験室	中国科学院リモートセンシング応用研究所、環境保護部衛星環境応用センター	2007年12月
4	区域生態過程・機能評価重点実験室	中国環境科学研究院	2008年4月
5	河口・海岸帯環境重点実験室	中国環境科学研究院	2008年4月
6	化工過程環境リスク評価・抑制重点実験室	華東理工大学	2008年7月
7	大気有機汚染物監視測定分析重点実験室	沈陽市環境監視測定ステーション	2008年7月
8	地表水環境有機汚染物監視測定分析重点実験室	江蘇省環境監視測定センター	2008年7月
9	土壤環境管理・汚染抑制重点実験室	環境保護部南京環境科学研究所	2008年7月

出典：環境保護部（http://kjs.mep.gov.cn/zdsys/md/200309/t20030912_86329.htm）

②国家環境保護エンジニアリング技術センター

国家環境保護エンジニアリング技術センターは、重大な環境科学技術成果のエンジニアリング化や産業化だけでなく、科学技術のイノベーションに携わる人材を集め養成するとともに、科学技術の交流や協力を組織する重要な基地である。また、環境科学技術のイノベーション体系と環境保護技術開発の基礎的なプラットフォームを構成する重要部分でもある。

国家環境保護総局（当時）は2006年6月、「環境科学技術のイノベーション能力を強化することに関する若干の意見」を公表し、「第11次5ヵ年」期内に50ヵ所の国家環境保護エンジニアリング技術センターを建設することを盛り込んだ「国家環境保護工程技術センター『第11次5ヵ年』特別規画」を制定・実施することを提議した。

中国では、1990年代にエンジニアリングセンターの建設が始まり、国家計画委員会（当時）が「国家エンジニアリング研究センター」を、また国家科学委員会（当時）が「国家エンジニアリング技術研究センター」の建設プロジェクトをそれぞれ担当した。

「第8次5ヵ年」期（1991～95年）がスタートしてからの15年間で国家級のエンジニアリングセンターは265ヵ所に達し、このうち国家エンジニアリング研究センターが124ヵ所、国家エンジニアリング技術研究センターが141ヵ所を数えた。

2つの国家センター以外では、政府の部や委員会、省・市が専門のエンジニアリングセンターを建設した。例えば、教育部は各大学に委託し、2006年1月までに45カ所のエンジニアリング研究センターを建設した。また、山東省、河南省、江蘇省等もそれぞれ省級のエンジニアリング技術研究センターを建設した。

環境保護部が2010年2月20日に公表した国家環境保護エンジニアリング技術センターのリストによると、検収を通過したセンターが10カ所、承認を得て建設が行われているセンターが7カ所ある。

第1-1-35表 国家環境保護エンジニアリング技術センターリスト

検収を通過したエンジニアリング技術センター			
	実験室名称	委託機関	承認時期
1	工業煙道ガス抑制エンジニアリング技術センター	武漢安全環保研究院	2002年9月
2	農業廃棄物综合利用エンジニアリング技術センター	大連市環境科学設計研究院	2002年9月
3	鉱山固体廃棄物処理・処分エンジニアリング技術センター	馬鞍山鉱山研究院	2002年9月
4	工業廃水汚染抑制エンジニアリング技術（北京）センター	北京市環境保護研究院	2002年9月
5	危険廃棄物処分エンジニアリング技術センター	沈陽環境科学研究所	2002年9月
6	製薬廃水汚染抑制エンジニアリング技術センター	河北省環境科学研究院、華北製薬集団環境保護研究所、河北科技大学	2004年10月
7	水汚染抑制エンジニアリング技術（浙江）センター	浙江省環境保護科学設計研究院	2004年10月
8	クリーン石炭・鉱区生態回復エンジニアリング技術センター	中国鉱業大学	2007年1月
9	非鉄金属工業汚染抑制エンジニアリング技術センター	中南大学、湖南省環境保護科学研究院	2009年2月
10	工業資源リサイクル・エンジニアリング技術センター	雲南亜太環境工程設計研究有限公司、昆明理工大学	2010年2月

建設が承認されたエンジニアリング技術センター			
	実験室名称	委託機関	承認時期
1	国家環境保護膜エンジニアリング技術センター	中藍膜技術有限公司	2005年6月
2	電子・電気メッキ廃水処理・資源化エンジニアリング技術センター	江西金達萊環保研發中心有限公司	2007年10月
3	都市騒音・振動抑制エンジニアリング技術センター	北京市労働保護科学研究所	2008年4月
4	道路交通騒音抑制エンジニアリング技術センター	交通運輸部公路科学研究院	2008年4月
5	有機化工廃水処理・資源化エンジニアリング技術センター	江蘇南大矛德環保科技有限公司	2008年7月
6	危険廃棄物処分エンジニアリング技術（重慶）センター	重慶中天環保産業集団有限公司	2009年11月
7	鉄鋼業汚染防止エンジニアリング技術センター	中国中冶建築研究総院有限公司（中国京冶工程技術有限公司）	2010年2月

出典：環境保護部（http://kjs.mep.gov.cn/zdsys/md/200410/t20041027_62219.htm）

(2) 研究予算

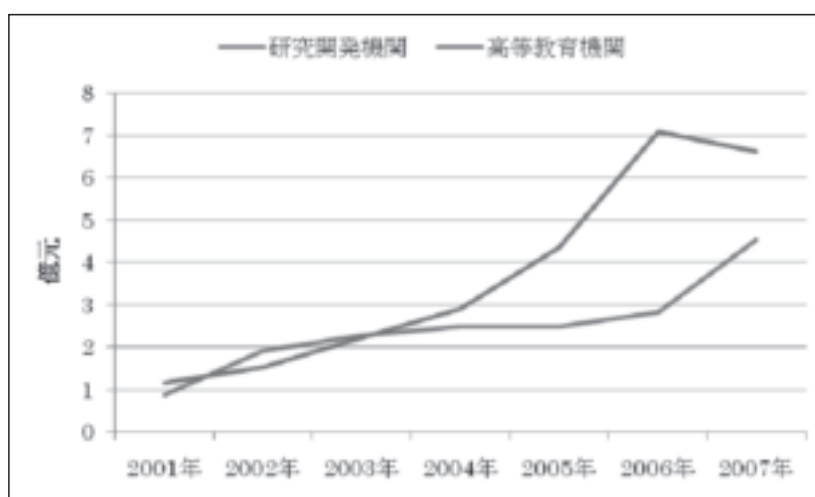
①研究開発機関・高等教育機関

「中国科技統計年鑑」によると、「環境科学技術」分野における研究開発機関の内部支出は、緩やかな上昇傾向を示していたが、2007年は前年に比べて61.5%増加し、4億5000万元を超えた。

一方、同分野における高等教育機関の内部支出は、一時、研究開発機関の内部支出よりも少ない時期があったものの、2004年以降は顕著に増加し、2006年には2.5倍以上に達した。しかし、2007年は対前年比で6.7%減少した。

高等教育機関の「環境科学技術」分野での内部支出は、2005年が対前年比で49%、2006年が対前年比で63%という高い伸びを記録していた。また、高等教育機関における研究開発テーマ件数も2005年、2006年と飛躍的な増加を示した。2007年も前年に比べれば減少したものの、2年前の2005年の実績と比べると2000件以上増えている。

第1-1-26図 機関別に見た「環境科学技術」分野の研究開発内部支出※の推移



※：労務費、科学研究業務費、管理費、基本建設投資ではない有形固定資産調達や科学研究基礎建設支出及びその他科学技術活動に利用する支出を含む。生産的な活動支出や返済支出等は含まない。(以下同)

出典：「中国科技統計年鑑」(2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社)

第1-1-26図付表 機関別に見た「環境科学技術」分野の研究開発内部支出※の推移

(万元)

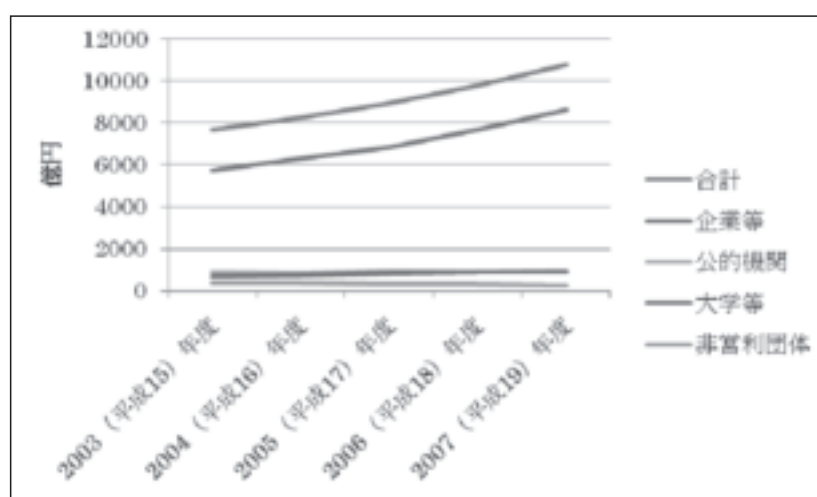
	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
研究開発機関 (全分野)	1971759 (33784)	2093247 (35749)	2767834 (36889)	2834996 (37292)	3534911 (39072)	3653731 (42262)	4517424 (49453)
環境科学技術	8814 (601)	19096 (745)	22860 (813)	24927 (802)	24972 (741)	28142 (889)	45453 (1168)
高等教育機関 (全分野)	758722 (141992)	957739 (169643)	1262116 (200120)	1477327 (237463)	1934537 (280327)	2870180 (365294)	2582355 (375425)
環境科学技術	11469 (1710)	15153 (2146)	22368 (2759)	29103 (3516)	43484 (4579)	70882 (8775)	66160 (6605)

() 内は研究開発テーマ件数

※：労務費、科学研究業務費、管理費、基本建設投資ではない有形固定資産調達や科学研究基礎建設支出及びその他科学技術活動に利用する支出を含む。生産的な活動支出や返済支出等は含まない。

出典：「中国科技統計年鑑」(2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社)

第1-1-27図 日本の環境分野における研究費の推移



出典:「科学技術要覧 平成21年版」(文部科学省)

第1-1-27 図附表 日本の環境分野における研究費の推移

(100 万円)

	2003 (平成 15) 年度	2004 (平成 16) 年度	2005 (平成 17) 年度	2006 (平成 18) 年度	2007 (平成 19) 年度
合 計	768180	825176	894150	980372	1077118
企業等	575456	631077	682426	770786	863851
非営利団体	36428	35848	31360	29204	25822
公的機関	88354	82804	93668	90848	95852
大学等	67941	75447	86696	89534	91593

出典:「科学技術要覧 平成21年版」(文部科学省)

②国家科学技術計画

国が主体となって進めている「国家重点基礎研究発展計画」(「973 計画」)、「国家ハイテク研究開発発展計画」(「863 計画」)、「国家科学技術支援計画」(2005 年までは「難関攻略計画」)において、「環境保護・汚染防止」分野に投入された資金は、3つの計画とも2006年は前年実績を大きく下回った。

こうした背景には、2006 年が「難関攻略計画」から「国家科学技術支援計画」への切り替えの時期にあたったこと、また2006年は「第11次5ヵ年」期がスタートした年であり、中国政府として新たな方針を打ち出すための準備期間と重なったことも影響しているとみられる。ちなみに、「国家科学技術支援計画」の実施スタート大会は2007年2月9日、科学技術部と財政部によって北京で開催されている。

そうしたなかで、2007 年は一転して3つの計画とも「環境保護・汚染防止」に対して前年実績を大幅に上回る資金が投入された。計画別に見ると、「973 計画」が前年の4億4522万元から25億1167万元に増え、2002 年以降でも最高を記録した。

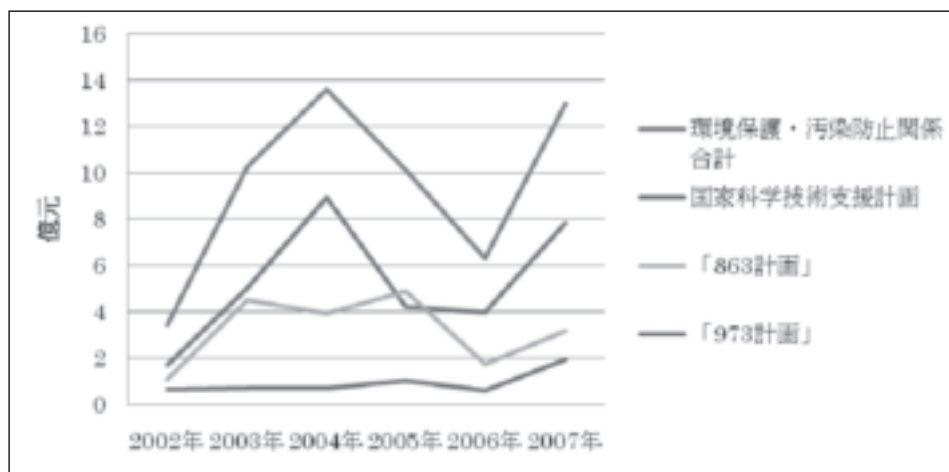
また「863 計画」も、2005 年に記録した114 億元にはまだ及ばないものの、前年の約44 億元から71 億元に増加した。「国家科学技術支援計画」も前年の37 億元超から169 億元に達し、2005 年に記録した191 億元に迫る水準まで迫った。

また、中国のハイテク産業を発展させるための指導的な計画である「タイマツ(火炬)計画」において、「環境保護」に投入された資金は、「タイマツ計画」全体の資金増加もあり、2006 年の17 億7000

万元から2007年には236億7000万元に増加した。資金の出所は、約74.4%が企業資金である。

国務院が2006年2月に公表した中国の科学技術政策の根幹と位置付けられる「国家中長期科学技術発展計画綱要（2006～2020年）」では、技術の海外依存から脱却し自主イノベーションを構築することの重要性が明記されており、そうした方針が国家計画への資金投入の拡大となって表れたとの見方もある。

第1-1-28図 国の科学技術研究計画において「環境保護・汚染防止」に投入された資金の推移



出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-1-28図付表 国の科学技術研究計画において「環境保護・汚染防止」に投入された資金の推移

(万元)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
3つの国家計画の合計	1616475	2518257	2530898	3193869	860147	2660322
「973計画」	110055	107179	103130	142415	44522	251167
「863計画」	253308	950368	929279	1137527	441143	712129
国家科学技術支援計画※	1253112	1460710	1498489	1913927	374482	1697026
環境保護・汚染防止関係合計	34252	102566	136001	101359	63278	130019
「973計画」	6332	6980	7190	10309	5970	19644
「863計画」	11064	45027	39344	48870	17518	31694
国家科学技術支援計画※	16857	50559	89467	42180	39791	78681

※：2005年までは「難関攻略計画」

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-1-36表 国家タイムズ計画において「環境保護」向けに投入された資金

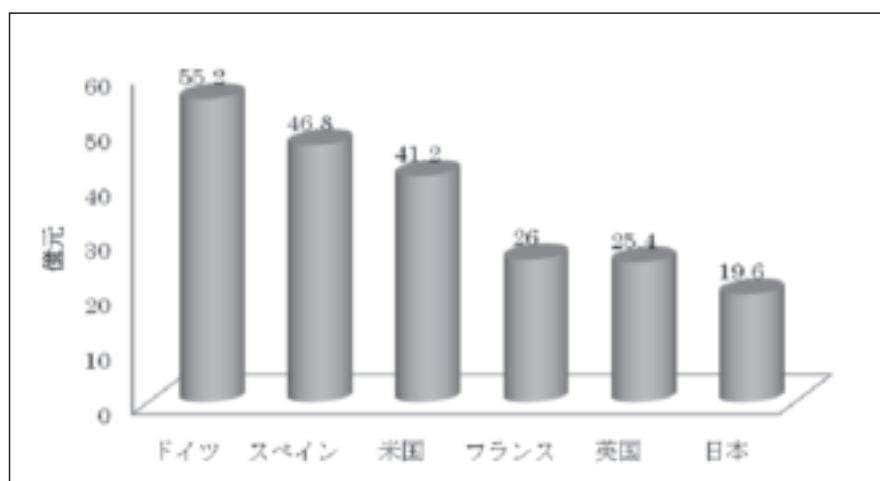
(万元)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
タイムズ計画の合計実行資金※	4639230	5368606	7131315	7344412	9335903	94206212
環境保護関係実行資金※	378327	164742	191794	206278	177148	2367460
政府資金	5451	2877	4830	1837	2571	24145
企業資金	314296	98198	132181	154905	118361	1760793
プロジェクト件数	159	184	185	173	194	182

※：政府資金、企業資金の他に銀行借入れ等が含まれる。

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第 1-1-29 図 主要国の「環境の管理・保護」の研究開発政府予算（2007 年）



注 1：日本、米国は中央政府分のみ。米国、フランス、ドイツ、英国は暫定値。日本、英国は 2006 年。

注 2：2007 年当時の為替レート、1 ユーロ＝約 10 元として人民元に換算

出典：「Science, Technology and Innovation in Europe 2009 Edition」（EUROSTAT）をもとに作成

第 1-1-29 図附表 主要国の「環境の管理・保護」の研究開発政府予算（2007 年）

国 名	ドイツ	スペイン	米国	フランス	英国	日本
人民元 (億)	55.2	46.8	41.2	26.0	25.4	19.6

注 1：日本、米国は中央政府分のみ。米国、フランス、ドイツ、英国は暫定値。日本、英国は 2006 年。

注 2：2007 年当時の為替レート、1 ユーロ＝約 10 元として人民元に換算

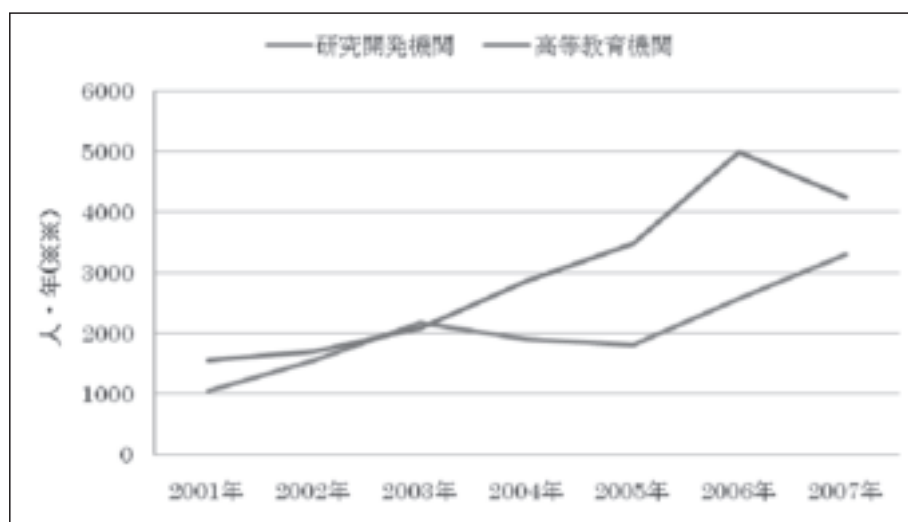
出典：「Science, Technology and Innovation in Europe 2009 Edition」（EUROSTAT）をもとに作成

(3) 研究人材

①研究開発機関・高等教育機関

機関別に見た「環境科学技術」分野での人的資源（研究者と技術者）投入量は、両機関とも近年は増加傾向にある。研究開発機関の 2007 年の人的資源投入量は 3300 人・年となり、対前年比では 16.4% の伸びを示すとともに、過去 7 年間で見ても最高となった。

一方、高等教育機関における「環境科学技術分野」での人的資源投入量は、研究開発機関以上の高い伸び率で増えていたが、2007 年は対前年比で 14.8% 減少し 4253 人・年となった。

第1-1-30 図 機関別に見た「環境科学技術」分野の人的投入資源（研究者・技術者[※]）の推移

※：研究者・技術者：高・中級技術のポストを有する科学技術活動に従事する人員と、高・中級技術のポストを有しない大学本科以上の学歴の人員を指す。なお高級技術職は日本の大学教授レベルに、また中級技術職は大学講師レベルに相当する。

※※：専従換算人員投入量：「専従人員」とは、当該年において研究活動に従事した時間が当該年の全作業時間の90%以上を占める人員を指す。また「非専従人員」とは、当該年において研究活動に従事した時間が当該年の全作業時間の10%以上-90%未満の人員を指す。「非専従人員」は、実際の作業時間に応じて「専従人員」に換算される。例えば、3人の「非専従人員」が当該年の全作業時間のそれぞれ20%、30%、70%を当該年の研究開発活動にあてた場合、「専従換算人員」は $0.2 + 0.3 + 0.7 = 1.2$ （人・年） $\div 1$ （人・年）となる。したがって、「専従換算人員投入量」は、「専従人員」に、作業時間に応じた「非専従人員」を加えたものである。例えば、2人の「専従人員」と3人の「非専従人員」（作業時間はそれぞれ20%、30%、70%）がいた場合、「専従換算人員投入量」は $2 + 0.2 + 0.3 + 0.7 = 3.2$ （人・年）となる。

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-1-30 図附表 機関別に見た「環境科学技術」分野の投入人的資源（研究者・技術者[※]）と研究開発テーマ件数の推移
(人・年^{※※})

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
研究開発機関 (全分野)	127690 (33784)	118458 (35749)	129001 (36889)	124831 (37292)	133485 (39072)	157169 (42262)	174843 (49453)
環境科学技術	1052 (601)	1562 (745)	2168 (813)	1893 (802)	1814 (741)	2577 (889)	3300 (1168)
高等教育機関 (全分野)	136380 (141992)	153190 (169643)	162384 (200120)	202633 (237463)	219487 (280327)	261159 (365294)	245853 (375425)
環境科学技術	1555 (1710)	1708 (2146)	2076 (2759)	2863 (3516)	3479 (4579)	4989 (8775)	4253 (6605)

() 内は研究開発テーマ件数

※：研究者・技術者：前掲

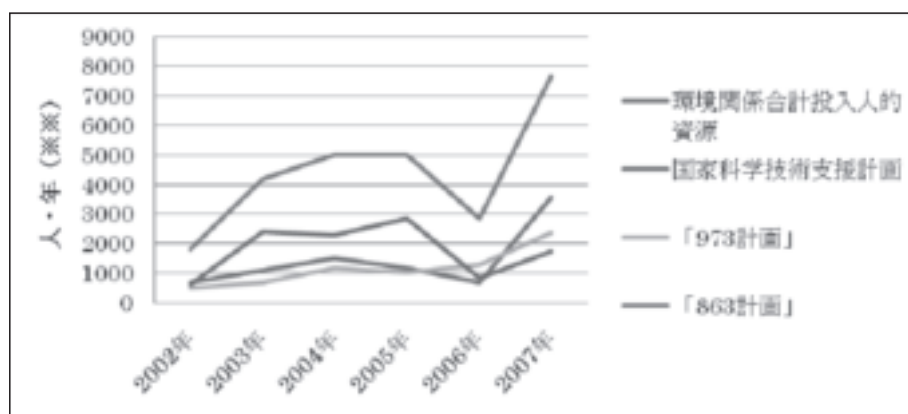
※※：専従換算人員投入量：前掲

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

②国家科学技術計画

研究予算と同じく、「973計画」、「863計画」、「国家科学技術支援計画」において「環境保護・汚染防止」分野に投入された2007年の人的資源は、前年実績を大きく上回った。とくに、「973計画」と「国家科学技術支援計画」に投入された人的資源は、2002年以降で見ても最高を記録した。

第1-1-31 図 国の科学技術研究において「環境保護・汚染防止」に投入された人的資源



注：国家科学技術支援計画（2005年までは「難関攻略計画」）

※※：前掲

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-1-31 図附表 国の科学技術研究計画において「環境保護・汚染防止」向けに投入された人的資源 (人・年^{※※})

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
3つの国家計画の合計	48936	89521	88838	95033	34870	91728
「973計画」	10076	13301	13942	12019	11640	22752
「863計画」	16707	44962	43174	47147	9524	29832
国家科学技術支援計画 [※]	22153	31258	31722	35867	13706	39145
環境関係合計投入人的資源	1791	4179	4994	5028	2842	7662
「973計画」	493	706	1184	1016	1301	2376
「863計画」	619	2388	2307	2852	843	1731
国家科学技術支援計画 [※]	680	1085	1504	1160	698	3555

※：2005年までは「難関攻略計画」

※※：前掲

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

(4) 研究成果

環境分野における中国の科学技術論文が、国外の主要書誌情報データベースに収録された件数を見ると、2004年以降、顕著な増加を示している。SCI、EI、ISTPを合計した2004年の収録件数は前年に比べて4倍以上に増加した。また2006年も対前年比で46%の伸び率を記録した。環境分野での書誌収録の特徴は、SCI、EI、ISTPとも着実に増加している点である。

第1-1-37 表 「環境」分野での書誌収録件数の推移

年	順位	合計	SCI	EI	ISTP
2000年	19	420	232	80	108
2001年	19	459	309	140	10
2002年	23	803	479	132	192
2003年	25	371	33	51	287
2004年	18	1502	733	454	315

年	順位	合計	SCI	EI	ISTP
2005 年	17	2259	981	766	512
2006 年	15	3301	1516	1033	752

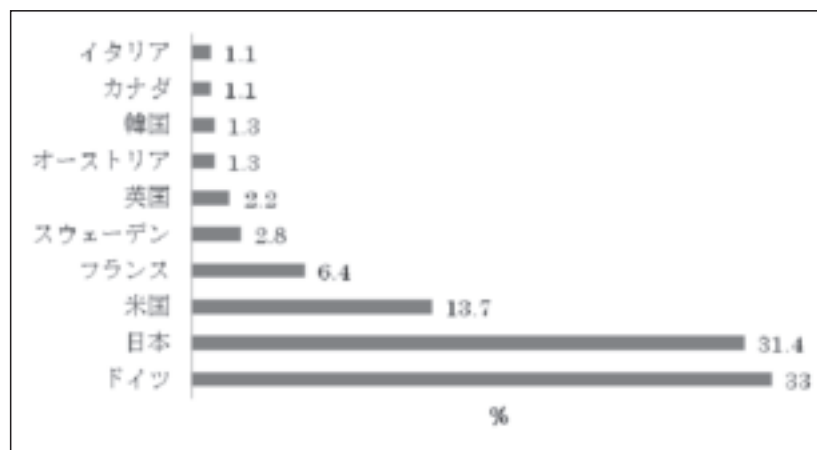
SCI : Science Citation Index

EI : Engineering Index

ISTP : Index to Scientific & Technical Proceedings

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第 1-1-32 図 自動車の汚染抑制技術特許の国別シェア（2005 年）



出典：「Compendium of Patent Statistics 2008」（OECD）

8 環境分野の国際研究・協力活動

(1) 気候変動及び国際協力

中国政府は 2007 年 6 月、2010 年までを視野に入れた「気候変動対応国家方案」を公表し、あらゆる手段を講じて温室効果ガスの排出抑制に取り組むとの方針を明らかにした。同方案は、中国としての気候変動に対する基本的な姿勢を示したものであるが、この時点では排出削減の量的目標については明示しなかった。

そうしたなかで、温家宝首相が主宰した 2009 年 11 月 25 日の国務院常務会議で、2020 年までの温室効果ガスの排出削減目標を決定し、政策措置と行動方針を打ち出した。具体的には、2020 年までに単位 GDP（国内総生産）あたりの二酸化炭素（CO₂）排出量を 2005 年比で 40～45%削減するとしたうえで、こうした目標を、拘束力を持った指標として国民経済と社会発展の中長期計画に組み込むとした。世界及び中国の気候変動に関する主な動きは下記の通りである。

- ・ 1992 年：「国連気候変動枠組条約」の締約国として条約を締結
- ・ 1994 年：「国連気候変動枠組条約」発効
- ・ 1997 年：「京都議定書」の締約国として「京都議定書」を締結
- ・ 2005 年：「京都議定書」発効
- ・ 2007 年：「気候変動対応国家方案」公表
- ・ 2008 年：中米気候変動会議開催
- ・ 2009 年：2020 年までに単位 GDP あたりの二酸化炭素排出量を 2005 年比で 40～45%削減するとの行動目標を公表
- ・ 2009 年：国連気候変動枠組条約第 15 回締約国会議（COP15）に参加、コペンハーゲン合意に貢献。

(2) 中国における環境分野の国際協力・交流

環境分野における中国と多国間での協力を第 1-1-38 表に、また二国間での協力を第 1-1-39 表に示す。

第 1-1-38 表 環境分野での多国間協力活動

関係機関	内 容	期 間
欧州連合	気候変動に関するパートナーシップに合意：クリーンエネルギー技術の開発、エネルギー効率改善の促進、二酸化炭素の回収・貯留技術の実証など	2005 年 9 月
国連開発計画、中国水利部等	中国農村部水資源管理・飲用水安全プロジェクト：四川省、黒龍江省、遼寧省、新疆ウイグル自治区の農村部における飲用水の水質と供給改善。水資源の保全と生態環境の復旧、クリーン農業の推進。	2008 年 3 月～ (4 年間)
国連開発計画、ノルウェー、欧州連合	中国気候変動対応省レベル計画プロジェクト：気候変動対応国家計画の地方版作成が目的。	2008 年 6 月～
国連開発計画、世界食糧農業機関、中国農業部	中国農業生物多様性にかかる保全・開発プロジェクト：農村地域の開発や農業生物多様性の管理モデルの推進が目的。	2008 年 6 月～
日本、韓国、中国	日中韓再生可能エネルギー・新エネルギー科学技術協力フォーラム：再生可能エネルギーと新エネルギーの政策交流、管理実践、科学技術交流・協力、産業化協力について討議。	2008 年 7 月
ドイツ、ベルギー、中国科学院、中国農業大学	乾燥地域における土壌のアルカリ化と気候変動の関連研究：気候変動や二酸化炭素循環の観点から屋外観測等により研究を推進。2008 年度「国家重点基礎研究発展計画」（「973 計画」）の 1 つ。	2008 年
欧州連合	エネルギー利用効率の向上及び省エネプロジェクト。費用は欧州連合が無償援助。	2009 年 9 月～ 2010 年 8 月
英国、スイス	中国気候変動適応プロジェクト：寧夏、内蒙古、広東省で試験を実施し、気候変動による農業、水資源、草地牧場及び極端な天候、人体への影響を評価する。これをもとに、中国において将来の気候変動傾向を予測し、気候変動に適応する手段、政策措置を検討する。同プロジェクトの投資総額は 675 万米ドル。	2009 年～2012 年

第 1-1-39 表 環境分野での二国間協力活動

関係機関	内 容	期間
日本	日中友好環境保全センタープロジェクト：日本の無償資金協力によって北京にセンタービルと付属の各種実験設備や試験装置を整備。中国の環境分野の人材育成から環境問題解決のための政策立案、調査研究などを実施。	1992 年～2008 年 3 月
イタリア環境省、中国環境保護部	蘇州市大気質観測システム研究：イタリアの資金と技術を利用して大気質の先進的なモニタリングシステムを構築する。2 期に分けて実施。I 期は 2004 年に終了。現在 II 期が進行中。	2002 年 6 月～
日本（土木研究所）、中国水利水電科学研究院	水文・水資源分野の研究協力協定を締結：情報・人材の交換、ワークショップの開催等。特定の技術開発テーマについては別途協定書を締結。	2003 年 2 月
日本（宇宙航空研究開発機構、航空宇宙技術振興財団）、中国武漢理工大学	太陽光熱複合発電システムの研究開発（科学技術振興機構の「戦略的国際科学技術協力推進事業」による日中共同プロジェクト）。	2004 年 10 月～
日本（JICA）、山西省科学技術庁	山西省雁門関地区生態環境回復および貧困緩和プロジェクト	2007 年 3 月～ 2011 年 3 月
日本（経済産業省）、中国国家発展改革委員会	「日中省エネルギー・環境ビジネス推進モデルプロジェクト」の実施に関する覚書作成	2007 年 4 月

関係機関	内 容	期間
日本 (JICA)、新疆ウイグル自治区科学技術庁	新疆天草草地生態保護と牧畜民定住プロジェクト	2007 年 6 月～ 2012 年 3 月
日本 (東芝)、清華大学	電力機器の高性能化、排ガス中の汚染物質低減制御、省エネ実現のための新材料開発等で共同研究。2008 年 4 月に環境研究センターを共同で設立。	2007 年 10 月～
米国政府	「中米エネルギー・環境 10 ヶ年協力枠組み」を締結。	2008 年 6 月
全米工学アカデミー、中国工程院	エネルギー・環境分野での協力覚書に調印。とくに再生可能エネルギーの共同研究に重点を置き、気候変動やエネルギー・環境保全等に関する戦略科学技術政策フォーラム、学術シンポジウムを実施。	2008 年 6 月
日本環境省、中国環境保護部	2008 年に胡錦濤・国家主席が日本を訪問した際、中国と日本両国の環境部門が「中日合作農村分散型生活污水处理モデルプロジェクト実施の覚書」を締結した。今後 3 年間で、代表的な農村地域を選んで分散型生活污水处理モデルプロジェクトの建設を実施する。	2008 年 6 月～ 2011 年 6 月
日本環境省、中国環境保護部	第 2 回日中経済ハイレベル対話が東京で行われた際、両国の環境保護部門は環境保護分野での協力をさらに深めるために、「中国瀋陽市と日本川崎市環境友好型都市の構築に関する合意書」に調印した。	2009 年 6 月～
イタリア環境・領土及び海洋部、中国環境保護部	中国・イタリア両国の環境保護部門はディーゼル車輛排出削減技術転移契約を締結した。中国でイタリアの先進的な排出削減技術を普及するのが狙い。	2009 年 9 月～

〔主要参考文献〕

1. 「中国環境状況公報」(2003～2008 年)、中国国家環境保全部 (元国家環境保全総局)
2. 「わが国の都市生活ゴミ処理業界の発展に関する総論 (2008)」、中国環境保全産業協会都市生活ゴミ処理委員会
3. 「都市、県城及び村鎮建設統計公報」、中国国家住宅と城郷建設部
4. 「やや裕福な農村における環境保全に関する国家行動計画」、中国国家環境保全部 (元国家環境保全総局)
5. 「中国災害大事記」、中国災害防止協会 (2006 年 4 月)
6. 「中国減災報告」、郭強 (2008 年 1 月) (中国時代出版社)
7. 「中国自然災害時空格局」王静愛、史培軍、王平、王瑛 (2006 年 12 月) (科学出版社)
8. 「科技日報」2009 年 11 月 27 日版
9. 「中国における最近の水害」、玉井信行 (東京大学)
10. 「中国科技統計年鑑」(2002～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社)
11. 「国家環境保護重点実験室 “十一五” 専項規画」(国家環境保護総局、2007 年 8 月)
12. 「国家環境保護工程技術中心 “十一五” 専項規画」(国家環境保護総局、2007 年 8 月)

〔主要関連ウェブサイト〕

1. http://japanese.china.org.cn/environment/txt/2007-11/09/content_9201267.htm
2. http://www.soa.gov.cn/hyjww/ml/gb/A025012index_1.htm 中国海洋局ホームページ
3. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2007-08/14/content_6530351.htm 新華網
4. <http://j.peopledaily.com.cn/> 人民網日本語版

第2節 エネルギー分野の概要

1 エネルギー問題の進展と国家政策

(1) 中国のエネルギー事情

中国のエネルギー資源量は比較的豊富であり、ある程度十分に足りる化石エネルギー資源を抱えているというのが共通した見方である。太陽エネルギーや水力、風力、バイオマスといった再生可能エネルギーも比較的豊富で、このうち水力資源の理論的資源量は6兆1900億kWh、経済的に開発可能な年間発電量は1兆7600億kWhと推定されている。

一方で、世界最大の人口（2009年：13億3474万人）を抱えることから、1人あたりのエネルギー資源量は少なく、石炭と水力の1人あたりの資源量は世界平均の50%、石油と天然ガスの1人あたりの資源量は世界平均の15分の1程度に過ぎない。耕地資源も不足しており、1人あたりでは世界平均の30%程度であるため、バイオマス・エネルギー開発の制約要因となっている。

さらに、中国の石炭資源は地質学的に見て厳しい条件の場所に賦存している。石油や天然ガスも地質条件が複雑で深部に埋蔵されていることから、採掘にあたっては高度な技術が要求される。未開発の水力資源のほとんどが西南部の山岳地帯に集中しており、需要地とは距離が離れている。

中国のエネルギー生産を地域別に見ると、北方や華北、西北、東北地区に一次エネルギー生産が集中しており、全国の70%以上を占めている。西南、華中、華東、華南地区の占める割合は30%に満たない。現在、山西、山東、黒龍江、内蒙古、河南、陝西、新疆といった省・自治区が中国の重要なエネルギー生産基地となっている。

これに対して、エネルギー消費は東部と北部の省のほか、華北、東北、華東地区に集中しており、中国のエネルギー消費全体の62%を占めている。西北と西南地区のエネルギー消費量は全体の4%に満たない。

エネルギーの生産地と消費地が離れていることは、中国にとって大きな問題を提起している。具体的には、北部の石炭を南部に、また西部の石炭は東部へ、また西部の石油・天然ガスは東部へ、東北の石油・天然ガスは南部へ、海上の石油・天然ガスは陸上へ、電力は西部から東部へと、長距離にわたってエネルギーを輸送しなければならない構図となっている。

第1-2-1表 中国各地区の経済発展・エネルギー比較（2005年）

地区	省、直轄市、自治区	GDP (億元)	エネルギー・資源埋蔵量 (億 tce [*])	1人あたり GDP (元/人)	1人あたりエネルギー 資源埋蔵量(tce [*] /人)
華北	北京、天津、河北、 山西、内蒙古、山東	47271	1443	19400	591
東北	遼寧、吉林、黒龍江	17410	120	15900	112
華東	上海、江蘇、浙江	46272	120	22800	59
華中	安徽、江西、河南、 湖南、湖北	27675	114	10800	44
華南	広東、広西、福建、 海南	33905	11	18600	6
西南	重慶、四川、貴州、 雲南、チベット	16158	215	8300	110
西北	陝西、甘肅、青海、 寧夏、新疆	9363	416	9900	440

※ tce（石炭換算トン＝ton coal equivalent）

出典：「中国至2050年 能源科技發展路線図」（中国科学院能源領域戰略研究組、科学出版社、2009年8月）

第1-2-2表 中国各地区の一次エネルギー生産と消費量及び構成比較（2005年）

		華北	東北	華東	華中	華南	西南	西北
生産量	総量（万 tce [※] ）	88582	22574	8572	22376	5125	22525	25734
	構成（%）	石炭	84.7	64.0	91.7	88.0	40.6	92.0
		石油	8.1	35.0	5.7	5.7	41.1	0.1
		天然ガス	7.1	0.2	0.1	0.1	1.3	0.9
		その他	0.1	0.8	2.5	6.2	17.0	7.0
消費量	総量（万 tce [※] ）	75420	32141	38422	32790	17875	10845	19091
	構成（%）	石炭	87.1	64.0	72.6	87.8	76.0	95.3
		石油	11.9	35.3	27.2	11.0	22.2	1.0
		天然ガス	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.9
		その他	0.9	0.5	0.1	1.1	1.6	2.8

※ tce（石炭換算トン＝ton coal equivalent）

出典：「中国至2050年 能源科技发展路線図」（中国科学院能源領域戦略研究組、科学出版社、2009年8月）

（2）建国から大躍進、文化大革命を経て

国家統計局が2009年9月22日に公表した中国のエネルギーの推移によると、中華人民共和国が建国された1949年当時、一次エネルギー生産量は標準炭換算でわずか2370万トンに過ぎなかった。また、エネルギー消費に占める石炭の割合は95%を超えていた。それ以来、石炭が中国のエネルギー供給を支えるという構図は変わっておらず、国民経済においても非常に重要な位置を占めている。

当時の主要製品の生産量は石炭3200万トン、原油12万トン、製油加工能力17万トン、加工原油11万6000トンに過ぎなかった。ガソリンや灯油、ディーゼル油の生産量も3万5000トンしかなく、品質においても国内の需要を満たせる状況になかった。このため、石油製品の90%以上を輸入に依存していた。発電設備容量は1850万kW、年間発電電力量は43億kWhで、ともに世界で25番目に位置していた。1人あたりの電力使用量は9kWhであった。

中国は「第1次5ヵ年」期間中（1953～57年）、石炭の生産をできるだけ早く回復するとともに石炭工業の発展を加速するため、大規模な石炭基盤の構築を進めた。具体的には、山西省・大同鉱山等、15ヵ所の既存鉱山の拡張をはかると同時に、平頂山、潞安等10ヵ所の新規鉱山の開発を行った結果、生産能力は8912万トンに拡大した。また、石炭の採掘・生産技術の改良が行われ、生産環境と生産設備が大幅に改善され、生産効率が大きく引き上げられ、1957年の生産量は1億3070万トンに達した。

しかし、1958年から62年にかけての大躍進期と66年に始まり70年代前半まで続いた文化大革命によって、発展の軌道に乗りかけていた石炭産業も大きな影響を受け、生産量も大きく落ち込んだ。

一方で、石油・天然ガスの開発が着実に進み、1953年から59年にかけて、克拉瑪依油田や冷湖油田、四川省の油田・ガス田の開発が相次いで行われた。原油加工能力も拡張され、主要石油製品の生産量も大幅に拡大した。中国の原油生産量は、1949年に12万トンであったが59年までに373万トンに引き上げられた。これにともない、加工能力も17万トンから579万トンへと増強された。

1960年代は中国の石油工業の転換期となり、大慶や勝利、大港等の大油田が建設され、原油と石油製品の生産量が飛躍的に増加した。65年には石油製品の完全国産化が達成された。78年には原油生産量が1億トンを突破した。

(3) 改革開放以後の飛躍的な発展

改革開放以後、エネルギー需要を賄うため、エネルギー産業に対する投資が拡大されるとともに、管理体制や管理方式の改革が行われた。また、国際協力も強化され、エネルギー産業の発展が促進された。

中国政府は、石炭産業を大きく発展させることを目的として、段階的に改革を実施した。まず、石炭産業の調整・整理を基礎として、企業が全面的に責任を負う制度を1978年にスタートさせた。84年には石炭投資体制と価格体制の改革に着手し、93年には石炭価格の自由化に向けて一步を踏み出した。

その後、1998年には石炭管理体制の改革が行われ、行政と企業権限が分離された。鉱山の閉鎖と生産調整が相次いで実施されたほか、人員削減や効率の改善、企業の上場が後押しされた。

中国政府は2002年以降、石炭投資体制の改革をさらに進め、炭鉱プロジェクトを従来の政府プロジェクト審査許可方式から民間プロジェクト審査許可方式に変更するとともに、国有資産監督管理体制を構築した。また、資源有償使用制度を推し進め、電力価格の石炭価格連動性を実施に移した。

こうした積極的な改革によって、投資の拡大や石炭生産の基盤整備が行われ、生産条件の改善や科学技術水準の大幅な向上につながり、石炭生産量が飛躍的に増加した。中国の石炭生産量は96年以降、世界一位の座を保っている。

中国は1981年、石油企業の生産活動を活性化し原油生産量を安定的に増加させることを目的として1億トンの原油生産請負政策を実施に移した。これは、1億トンの生産量を超えた場合には国際原油価格を基準として自由に販売できるというものである。

また中国政府は1998年、石油・石油化学産業の大幅な再編を実施し、中国石油天然ガス集团公司、中国石油石化集团公司、中国海洋石油集团公司が設立された。99年には、3社の内部再編が行われ、各企業がそれぞれ株式会社を設立し海外での上場実現に成功した。

改革開放から30年にわたって、中国の原油生産量は年平均2.3%、天然ガス生産量は5.6%で増加した。また原油加工能力は毎年1000万トンの増加を示し、2008年の原油加工量は3億4200万トンに達した。

パイプライン建設も積極的行われ、石油と天然ガス・パイプラインの総延長は、改革開放初期に8300kmであったものが2008年には7倍以上の5万8300kmに達した。

電力不足問題は、中国経済の発展を制約してきた。こうしたことから、中国政府は改革開放以後、安定した電力供給を確保するため、電力産業の改革を行った。中国政府は1980年代末、電力を中心としたエネルギー産業発展構想を提示し、これが電力産業の急速な発展へと導いた。

中国政府は1988年、電力産業の管理体制改革を実施し、行政機関と企業の権限分離を試験的に行った。93年に試験的に実施した株式会社制を受け、国務院は96年、国家電力公司を設立することを決めた。98年には電力部が廃止され、政府と企業の権限分離が行われた。

また2002年には国務院文書に基づき、発電部門と送電部門の分離が実施され、送電（電網）事業者2社と、発電事業者5社、補助事業者4社が設立された。これに合わせて、電力価格改革と電力プロジェクトの投資審査制度の改善が実施された。さらに、電気事業の監督管理を担当する機関として国務院直属の国家電力監督委員会が設立された。

中国の発電設備容量と発電電力量は、1996年以降、米国に次いで世界で二番目となっている。2006年と2007年には2年続けて1億kWを超える発電所が運転を開始した。2008年は1億kWに届かなかったものの、同年末時点の発電設備容量は7億9253万kWとなり、改革開放の初期と比べると13倍に達した。発電電力量は、3兆4669億kWhを記録し、改革開放初期と比べて10.5倍に増加した。

(4) 「節能減排」と科学発展

改革開放以後の飛躍的な経済発展を受け、中国のエネルギー消費は顕著な伸びを示した。1978年から2000年にかけて、同国のエネルギー消費は年率4.1%の伸びを示し、年平均9.6%という経済成長を支えた。2002年以降は、経済成長はさらに加速し、エネルギー消費も急激に増加した。エネルギー消費の増加にともない、環境問題も顕在化した。

こうしたなかで中国政府は、省エネと汚染物質の排出削減（「節能減排」）を一貫して重視し、2005年には省エネ活動の拡大に着手した。2006年3月に全国人民代表大会（全人代）で承認された、中国の全体計画である「中華人民共和国国民经济・社会発展『第11次5ヵ年』規画綱要」（「中華人民共和国国民经济和社会發展第十一个五年規劃綱要」）は、2010年までに、単位GDPあたりのエネルギー消費量を2005年比で20%低下するとともに、主要汚染物質の排出量を10%削減するという具体的目標を掲げた。

第1-2-3表に示すように、中国のGDPあたりのエネルギー消費量は、2003年から2005年にかけて増加傾向を示したものの、全体的に見れば着実に低下している。とくに2006年をスタートとする「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）においては、中国政府が省エネに力を入れていることもあり、さらにエネルギーの効率的利用が図られるものとみられている。

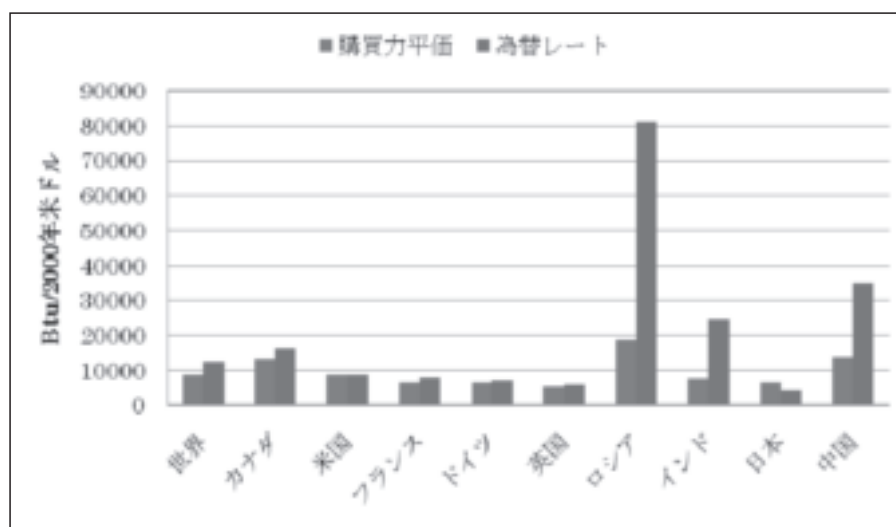
その一方で、第1-2-1図に示すように、中国のGDPあたりのエネルギー消費量は、ロシアに比べれば少ないものの、購買力平価、為替レート of のどちらで見ても世界平均を上回っており、依然として省エネの改善の余地は大きい。

第1-2-3表 中国のGDPあたりの一次エネルギー消費量推移

年	標準炭トン / 万元	年	標準炭トン / 万元
1990年をベース年として計算		2000年をベース年として計算	
1991	5.12	2000	1.40
1992	4.72	2001	1.33
1993	4.42	2002	1.30
1994	4.18	2003	1.36
1995	4.01	2004	1.43
1996	3.88	2005	1.43
1997	3.53	2005年をベース年として計算	
1998	3.15	2005	1.23
1999	2.90	2006	1.21
2000	2.77	2007	1.16

出典：「中国能源統計年鑑2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

第1-2-1図 主要国のGDPあたりの一次エネルギー消費量（2006年）



出典：「World Energy Intensity-Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Purchasing Power Parities」及び「World Energy Intensity-Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Market Exchange Rates」（International Energy Annual 2006, Energy Information Administration, Department of Energy）をもとに作成。

第1-2-1図附表 主要国のGDPあたりの一次エネルギー消費量（2006年）

Btu（英国熱量単位）/2000年米ドル

	世界	カナダ	米国	フランス	ドイツ	英国	ロシア	インド	日本	中国
購買力平価	8874	13097	8841	6596	6428	5233	18777	7477	6492	13780
為替レート	12385	16486	8841	7767	7260	5810	80923	24616	4467	34931

出典：「World Energy Intensity-Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Purchasing Power Parities」及び「World Energy Intensity-Total Primary Energy Consumption per Dollar of Gross Domestic Product Using Market Exchange Rates」（International Energy Annual 2006, Energy Information Administration, Department of Energy）をもとに作成。

同計画の目標を達成するため、温家宝首相をリーダーとする「国家省エネ・排出物削減指導グループ」（「国家節能減排領導小組」）と「国家氣候変動対応指導グループ」（「国家應對氣候變化領導小組」）が2007年に設立され、一連の措置や方法が講じられた。

具体的には、省エネ・排出削減総合活動計画と単位GDPエネルギー消費統計指標体系実施計画の制定・実施の承認のほか、省エネ目標責任制・評価審査体系の構築、省エネ・排出削減の責任追及制度の実施ならびに「一票否決制」（どんなに業績が優れていても、省エネ・環境目標が達成できない場合には不合格とする）の実施、「10大重点省エネプロジェクト」と「1000社企業省エネ行動」の着手などが含まれている。

こうした政府の施策や方針に従い、2005年から2008年にかけて各地区や各部門において省エネ・排出削減の努力が払われた結果、2008年末時点において単位GDPあたりのエネルギー消費量は2005年比で10.08%低減し、3年間の省エネ量は標準炭換算で2億9000万トンに達した。

一方、科学技術政策の根幹と位置付けられている「国家中長期科学技術發展規画綱要（2006-2020年）」（「国家中長期科学和技術發展規劃綱要（2006-2020年）」）では、發展構想、優先テーマ、先進エネルギー技術、先端技術という4つの面から、2020年までのエネルギー科学技術の發展の道筋を示している。

まず、發展構想については、省エネを最優先として位置付け、エネルギーの消費量を削減することを堅持するとの方針を示している。また、エネルギー多消費部門での省エネに関する核心技術のブレイク

スルーを達成するとともに、建築省エネ技術を積極的に発展させ、一次エネルギー利用効率と最終用途でのエネルギー効率を引き上げるとしている。エネルギー構成の多様化の推進とエネルギー供給の拡大も盛り込まれている。

石油と天然ガスの開発・利用及び水力発電技術の水準向上に加えて、原子力発電技術を飛躍的に発展させ、原子力発電システム技術の自主開発能力を構築することにも重点が置かれている。

風力発電や太陽エネルギー、バイオマス・エネルギー等の再生可能エネルギー技術のブレークスルーを達成し大規模に利用することも明記されている。石炭のクリーンで効率の高い利用を促進し環境汚染を低減するとの方向性も示された。

さらに、外国から導入したエネルギー技術の消化、吸収、再革新を強化し、先進的な石炭火力発電や原子力発電等の重大設備を製造する核心技術のブレークスルーを達成するという方針も明らかにされた。このほか、安全で信頼性の高い先進的な送・配電技術を重点的に開発する目標を掲げた。

優先テーマとしては、工業省エネや石炭のクリーンで高効率の開発・利用、コージェネやトリジェネ、複雑な地質での石油や天然ガス資源の探査・開発・利用、再生可能エネルギーの低コストでの大規模開発・利用、超大規模での送・配電と電力網の安全保障があげられている。

先進的なエネルギー技術の中には、以下のようなものが含まれている。

—第4世代原子力システム

—先進的な核燃料サイクル

—核融合

—燃料電池と分散式エネルギー供給

—水素エネルギー利用と分散式エネルギー供給

—二酸化炭素を排出しない化石エネルギー開発・利用技術

先端技術に関しては、水素エネルギーと燃料電池技術、分散式エネルギー供給技術、高速炉技術、磁場閉じ込め核融合が含まれている。

(5) 2050年にらんだエネルギー戦略策定へ

エネルギーに関係した中国の長期計画としては、「国家中長期科学技術発展計画綱要」や「再生可能エネルギー中長期発展計画」、「省エネルギー中長期専門計画」、「原子力発電中長期発展計画」などがある。公表された時期は違うが、いずれの計画（計画）も2020年までを視野に入れている点では共通している。

こうしたなかで、エネルギー問題については、さらに長いスパンでの考察が必要との認識から、2050年までをにらんだエネルギー発展ロードマップ作成の気運が高まってきた。

2007年12月に設立された国家エネルギー専門家諮問委員会は2009年9月19日、「中国2050エネルギー発展ロードマップ研究討論会」を開催し、同委員会メンバーをはじめ、政府部門や研究開発機関、エネルギー企業などから約50名の専門家が出席した（「専門家：用能源科技创新推动低炭素经济发展」、2009年9月23日付「新華網」）。

会合では、中国科学院が2009年6月10日に公表した「中国2050年に至るエネルギー科学技術発展ロードマップ」（「中国至2050年能源科技发展路线图」）と国家发展改革委员会・エネルギー研究所が同9月16日に公表した「中国2050年低炭素発展の道：エネルギー需要と炭素排出の状況分析」（「中国2050年低炭素発展之路：能源需求及炭素排放情景分析」）に基づいて、中国として今後、どのようなエネルギー発展の方向をめざすかについて検討が加えられた。2つの報告に盛り込まれた研究成果は、中国のエネ

ルギー国家計画の制定や政府の政策決定に活かされるとみられている。

国務院参事で国家エネルギー専門家諮問委員会の主任（委員長）を務める徐錠明氏は、中国として資源の配置戦略を変えると同時にエネルギー科学技術発展戦略を策定し、これまでのやり方を改めて科学技術のイノベーションをはかる必要があるとの見解を表明した。また同氏は、低炭素エネルギーが低炭素社会を保障する基本だとしたうえで、科学技術のイノベーションがエネルギーの未来を決定、創造するとの見方を示した。

中国科学院のエネルギー領域戦略研究グループのリーダーを務める中国科学院広州分院の陳勇・院長は、将来のエネルギー発展に向けての重要技術の中には、化石燃料に頼らない高効率の路面交通技術、石炭の高効率クリーン利用技術、ロスが少ない大容量送電技術、再生可能エネルギーを用いた代替発電、代替石油技術、メタンハイドレートの探査・採掘技術、先進的な原子力発電技術と放射性廃棄物の処理技術が含まれると指摘した。

国家エネルギー専門家諮問委員会の下には、石炭専門委員会、電力・原子力専門委員会、石油・天然ガス専門委員会、再生可能エネルギー専門委員会、省エネ専門委員会、エネルギー経済専門委員会の6つの専門委員会が設置されている。

中国では、長期を見据えた戦略の策定が浮上する一方で、2011年から始まる「第12次5ヵ年」期（2011～2015年）をにらんだエネルギー発展計画の策定作業が始まった（「我国“十二五”能源规划将突出六大重点」、2009年9月29日付「新華網」）。

それによると、「第12次5ヵ年」期では、エネルギー構成の最適化、エネルギー産業配置の調整、エネルギー科学技術イノベーションの推進、エネルギーマクロ体系の健全化、一層のエネルギー体制改革、エネルギーの持続可能な発展政策基準体系の構築——が柱に据えられる。

このうち、エネルギー構成の最適化では、水力発電や原子力発電、風力発電、太陽エネルギー等のクリーンエネルギーの割合を引き上げるとともに、熱電併給や都市天然ガス配管網の整備、再生可能エネルギーの合理的な利用が盛り込まれるとみられている。

また、エネルギー科学技術のイノベーションの推進では、風力発電や太陽エネルギー、バイオマス、クリーン石炭の利用のほか、原子力発電やスマートグリッド（「智能電網」）、新エネルギー自動車、分散式エネルギー等の技術を積極的に開発し、中国としての特徴を持った新しいエネルギー経済を発展させるだけでなく、先進的なエネルギー技術や設備・製品を外国に着実に輸出するとの方針を示した。

第1-2-4表 中国の一次エネルギー生産及び主要エネルギー生産量の推移

	単 位	1949 年	1978 年		2008 年	
		生産量	生産量	対 1949 年比	生産量	対 1978 年比
一次エネルギー生産量	標準炭億トン	0.237	6.28	26.5 倍	26	4.1 倍
石炭	億トン	0.32	6.18	19.3 倍	27.93	4.5 倍
石油	万トン	12	10405	867.1 倍	19000	1.8 倍
	ガソリン	2.7	991	367 倍	6347.5	6.4 倍
	ディーゼル油	1.5	1825.7	1217.1 倍	13300.	7.3 倍
発電電力量	億 kWh	43	2566	59.7 倍	34668.8	13.5 倍

出典：国家統計局資料（http://www.stats.gov.cn/tjfx/ztfx/qxzxzgc160zn/t20090922_402589088.htm）をもとに作成

(6) エネルギー需要と炭素排出の見通し

国家发展改革委員会・エネルギー研究所が2009年9月16日に公表した「中国2050年低炭素発展への道」は、経済成長にともなうエネルギー需要の増加と温室効果ガスの排出量が将来、顕著に増加するとの見通しを再確認したうえで、国際的に見てもトップに位置付けられるクリーンエネルギーの開発・転換・利用技術に重点を置き、再生可能エネルギーや原子力発電技術を積極的に開発する必要があると強調した。

また、国民の意識を高め、炭素の排出量が少ない生活スタイルを普及させるとともに、エネルギー税や炭素税の実施を段階的に進め、炭素の排出量の少ない発展ルートを実現する必要性に言及した。

国家发展改革委員会・エネルギー研究所は、特別な気候変動対策をとらない現在の政策の延長線上にある「基準シナリオ」、国内の社会経済や環境面での要求を踏まえ技術進歩の加速だけでなく経済発展モデルや消費スタイルの変更、エネルギー消費量の低下を行う「低炭素排出シナリオ」、技術進歩の加速をさらに進め重大技術のコスト削減を強化し、例えば二酸化炭素の回収・貯留（CCS）技術を大規模に利用する「低炭素排出強化シナリオ」について予測を行った。

同研究所は、見通しあたって、2030年から40年に中国の人口が14億7000万人のピークに達したあと、2050年には14億6000万人まで減少すると仮定した。また、GDPの年平均伸び率については、2005年から2010年にかけての9.67%から徐々に低下し、2040年から2050年にかけては3.6%まで低下すると予測している。

産業別では、製造業を中心とした第二次産業の伸び率は2010年から2020年にかけて商業・金融などの第三次産業の伸び率を下回り、以降は第三次産業の伸び率が上回る状況が続くと仮定されている。

GDPに占める産業分類ごとの割合については、第二次産業が2010年に49.2%のピークに達したあと徐々にシェアを落とし、2030年には第三次産業にトップの座を譲ったあとは2050年に36.4%まで低下すると仮定した。

同研究所は、こうした前提のもとに3つのシナリオについて、一次エネルギー需要とエネルギー源別にみた構成、化石燃料の燃焼による二酸化炭素排出量を予測した。

それによると、何も対策をしない「基準シナリオ」では、2050年まで一次エネルギー需要が増加し、2005年比で3倍に達すると予測した。二酸化炭素排出量は、人口がピークに達する2040年まで上昇を続けたあと減少に転じる。

「低炭素排出シナリオ」でも「基準シナリオ」と同じく、一次エネルギー需要は増加傾向を示すが、2050年時点の一次エネルギー需要は、「基準シナリオ」に比べて21%少ない。また、二酸化炭素の排出量も上昇傾向を示すものの、「基準シナリオ」に比べて2050年時点で30%少なくなる。

一方、「低炭素排出強化シナリオ」では、一次エネルギー需要は「低炭素排出シナリオ」と大きな違いはないが、二酸化炭素の排出量は2030年にピークをつけたあと減少に転じ、2050年時点では「低炭素排出シナリオ」の24億600万トンより42%少ない13億9500万トンになると見込まれている。

「低炭素排出シナリオ」、「低炭素排出強化シナリオ」とも二酸化炭素の排出量削減にあたって、「基準シナリオ」に比べて石炭と石油の寄与を減らす一方で、原子力発電と風力発電を拡大することが前提となっている。

とくに原子力発電については、「基準シナリオ」では2050年時点で5億9500万トン（標準炭換算、以下同）となっているが、「低炭素排出シナリオ」で7億6000万トン、「低炭素排出強化シナリオ」でも7億6100万トンっており、二酸化炭素の排出削減における原子力発電の重要性が改めて浮き彫りにされた。

また、「低炭素排出強化シナリオ」では、一層の風力発電の拡大が見込まれており、2050年時点において「基準シナリオ」では1億300万トン、「低炭素排出シナリオ」で1億6900万トンであったものが、2億3900万トンに拡大されている。

一方で、国際エネルギー機関（IEA）による中国のエネルギー需要見通しでは、「標準シナリオ」、「代替政策シナリオ」、「高経済成長シナリオ」とも、原子力発電と風力発電に対する位置付けが低く、国家発展改革委員会・エネルギー研究所のシナリオとは好対照をなしている。

第1-2-5表 2000年から2050年にかけての中国の産業別 GDP 伸び率（%）予測

部 門	2005-2010年	2010-2020年	2020-2030年	2030-2040年	2040-2050年
GDP	9.67	8.38	7.11	4.98	3.60
第一次産業	5.15	4.23	2.37	1.66	1.16
第二次産業	10.32	8.27	6.39	3.80	2.46
第三次産業	10.17	9.35	8.39	6.19	4.48

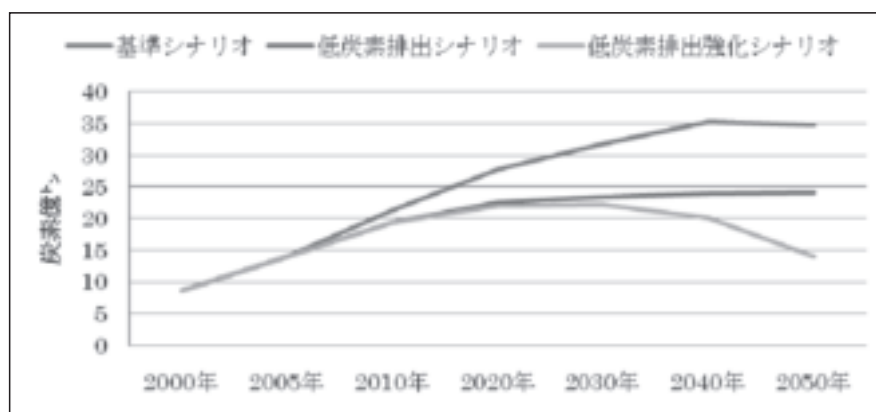
出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素發展之路」（国家發展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-6表 部門ごとの GDP 構成予測（%）

部 門	2005 年	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年	2050 年
第一次産業	12.4	10.1	6.8	4.3	3.1	2.5
第二次産業	47.8	49.2	48.7	45.5	40.6	36.4
第三次産業	39.8	40.8	44.5	50.2	56.2	61.2

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素發展之路」（国家發展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-2図 化石燃料の燃焼にともなう二酸化炭素排出量予測



出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素發展之路」（国家發展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-2 図付表 化石燃料の燃焼にともなう二酸化炭素排出量予測

(炭素 100 万トン)

年	基準シナリオ	低炭素排出シナリオ	低炭素排出強化シナリオ
2000	867.2	867.2	867.2
2005	1409.3	1409.3	1409.3
2010	2134	1943	1943
2020	2779	2262	2194
2030	3179	2345	2228
2040	3525	2398	2014
2050	3465	2406	1395

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素発展之路」（国家発展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-7 表 一次エネルギー需要と二酸化炭素排出量予測（基準シナリオ）

(100 万トン標準炭)

年	石炭	石油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電・太陽エネルギー	バイオマス発電	アルコール・ガソリン	バイオディーゼル	合計	化石燃料燃焼 CO ₂ 排出量 (100 万トン)	人口 (億人)
2000	944	278	30	85	6	0.4	1.0	0.0	0.0	1346	867.2	13.07
2005	1536	435	60	131	20	0.8	1.9	1.8	0.6	2189	1409.3	—
2010	2424	628	109	217	28	7	16	10	0.6	3438	2134	13.6
2020	2991	1096	271	294	90	20	30	22	3.1	4817	2779	14.4
2030	2932	1708	460	358	181	54	44	33	7.9	5526	3179	14.7
2040	3001	1710	532	380	380	84	71	36	8.5	6202	3525	14.7
2050	2925	1836	668	397	595	103	86	39	9.2	6657	3465	14.6

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素発展之路」（国家発展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-8 表 一次エネルギー需要と二酸化炭素排出量予測（低炭素排出シナリオ）

(100 万トン標準炭)

年	石炭	石油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	太陽エネルギー発電	バイオマス発電	アルコール・ガソリン	バイオディーゼル	合計	化石燃料燃焼 CO ₂ 排出量 (100 万トン)	人口 (億人)
2000	944	278	30	85	6	0	0	1	0	0	1346	867.2	13.07
2005	1536	435	60	131	20	1	0	2	2	1	2189	1409.3	—
2010	2173	528	109	207	46	12	0	9	2	1	3087	1943	13.6
2020	2195	843	349	375	136	51	1	32	8	6	3996	2262	14.4
2030	2091	964	529	401	301	92	4	52	28	12	4474	2345	14.7
2040	2063	1010	628	424	471	118	9	61	36	13	4833	2398	14.7
2050	1984	1025	745	422	760	169	20	68	44	14	5250	2406	14.6

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素発展之路」（国家発展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-9表 一次エネルギー需要と二酸化炭素排出量予測（低炭素排出強化シナリオ）

(100 万トン標準炭)

年	石炭	石油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	太陽エネルギー発電	バイオマス発電	アルコール・ガソリン	バイオディーゼル	合計	化石燃料燃焼CO ₂ 排出量(100万トン)	人口(億人)
2000	944	278	30	85	6	0	0	1	0	0	1346	867.2	13.07
2005	1536	435	60	131	20	1	0	2	2	1	2189	1409.3	—
2010	2083	532	107	180	40	18	0	8	2	1	2971	1943	13.6
2020	2144	838	330	354	145	66	1	31	8	6	3921	2194	14.4
2030	1903	943	491	395	301	156	5	49	20	12	4275	2228	14.7
2040	1814	993	604	429	497	214	16	59	22	13	4660	2014	14.7
2050	1715	1032	710	420	761	239	37	63	23	14	5014	1395	14.6

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素発展之路」（国家発展改革委員会・能源研究所、2009 年 9 月）

第1-2-10表 IEA による中国の将来のエネルギー需要と構成見通し予測

	エネルギー需要（100 万 tce [*] ）					
	標準シナリオ		代替政策シナリオ		高経済成長シナリオ	
	2015	2030	2015	2030	2015	2030
一次エネルギー需要	4073	5456	3919	4651	4479	6701
石炭	2670	3427	2490	2631	2910	4157
石油	776	1154	740	933	894	1497
天然ガス	156	284	180	321	179	394
原子力発電	46	96	63	171	49	117
水力発電	89	123	107	156	93	143
バイオマス・廃棄物	321	324	319	364	336	330
その他再生可能エネルギー	17	47	20	74	19	61

※ tce：石炭換算トン（ton coal equivalent）

原典：「World Energy Outlook 2007: China and India Insights」（International Energy Agency）

出典：「中国至 2050 年能源科技发展路線図」（中国科学院能源領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 8 月）

(7) 低炭素排出シナリオ下での優先技術

中国科学院持続可能発展戦略研究グループ（「中国科学院持続可能発展戦略研究組」）は、国家発展改革委員会・エネルギー研究所が開発したエネルギー・環境政策総合評価モデル「IPAC」（Integrated Policy Assessment Model of China）を用いて、一次エネルギー需要だけでなく各シナリオにおける発電設備容量を予測した。

それによると、2020 年時点の総発電設備容量は、石炭火力の占める割合が最も大きい、すなわち脱石炭火力の進行が最も遅い「基準シナリオ」で約 14 億 3000 万 kW と予測されており、他の 2 つのシナリオ（「低炭素排出シナリオ」：約 13 億 3500 万 kW、「低炭素排出強化シナリオ」：12 億 7400 万 kW）より大きくなっている。2050 年時点の総発電設備容量は、いずれのシナリオでも 20 億 kW を超えると予測されている。

電源別に見ると、いずれのシナリオでも石炭火力の優位性は変わらないものの、「低炭素排出シナリオ」と「低炭素排出強化シナリオ」では、石炭火力の全体に占める割合は大きく低下する。一方で、この 2 つのシナリオでは、天然ガス火力、水力発電、原子力発電、風力発電がシェアを伸ばし、過度に石炭火力に依存する現在の電源構成が大きく変わることになる。

なお、中国政府の最近の見通しによると、2020年時点での原子力発電設備容量は7500万kW程度、また風力発電設備容量は1億kWを超えるとの見方がでており、「基準シナリオ」よりはむしろ、「低炭素排出シナリオ」か「低炭素排出強化シナリオ」に近い方向に動いている。

また同グループは、こうした低炭素排出シナリオを実現するためには、技術イノベーションだけでなく、意識や消費行動、政策メカニズムのイノベーション等が必要との考えを示している。

このうち技術イノベーションについては、発電や工業省エネ、省エネタイプの消費財、交通運輸、建築省エネといった分野で、ハイテク技術や新材料、先進的なプロセス等の応用を実施、拡大する必要があると指摘している（第1-2-12表）。

第1-2-11表 各シナリオにおける主要パラメータと特徴

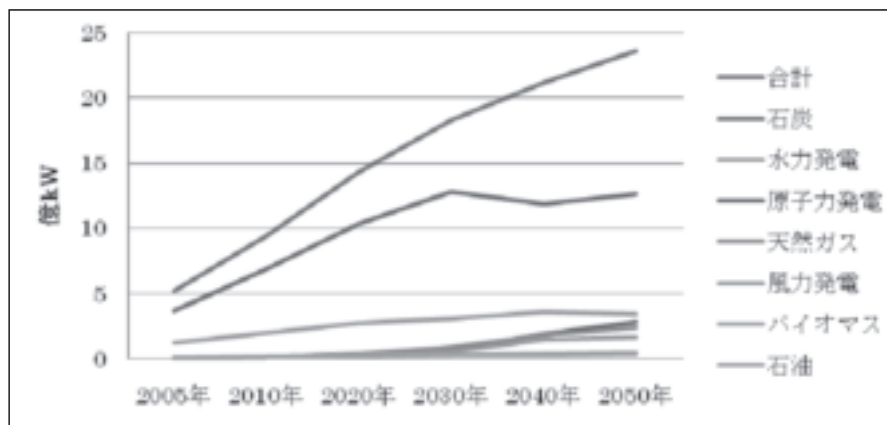
パラメータ	基準シナリオ	低炭素排出シナリオ	低炭素排出強化シナリオ
GDP	国家の3段階目標を達成する。2005～20年の年平均伸び率9%、2020～35年の年平均伸び率6%、2035～50年の年平均伸び率4.5%	基本的に基準シナリオと同じ	基本的に基準シナリオと同じ
人口	2040年に14億7000万人のピークに達した後、2050年には14億6000万人に減少する	基準シナリオと同じ	基準シナリオと同じ
1人あたりのGDP	2050年に27万元（3万8000米ドル）に達する	基準シナリオに類似	基準シナリオに類似
産業構造	経済構造の一定の合理化が行われ、2030年以降は第三次産業が主要部分を占める。また、第二次産業による社会発展が大量の物質消費という特徴を示し、重工業が依然として重要な位置を占める。	経済構造がさらに合理化され、現在の先進国と類似する。新興工業と第三次産業の急速な発展を見せ、情報産業が重要な位置を占める。	低炭素排出シナリオと同じ
都市化率	2030年：70%、2050年：80%	基準シナリオに類似	基準シナリオに類似
輸出入構造	2030年に第一次産品の国際競争力の喪失が始まる。エネルギー多消費産品は国内需要を満たすことを第一とする。	2030年に第一次産品の国際競争力の喪失が始まる。エネルギー多消費産品は国内需要を満たすことを第一とする。高付加価値産業とサービス業の輸出が顕著に増加する。	低炭素排出シナリオと同じ
一次エネルギー需要	2050年：約65億トン（標準炭換算）	2050年：約53億トン（標準炭換算）	2050年：約53億トン（標準炭換算）
二酸化炭素（CO ₂ ）排出量	2050年：120億トン（CO ₂ ）	2050年：80億トン（CO ₂ ）	2050年：55億トン（CO ₂ ）
国内環境問題	2020年には比較的良好な管理が行われるが、汚染を受けて管理を行うという従来の方法は変わらない。「環境クズネツ曲線」（横軸に1人あたり平均所得、縦軸に環境汚染の程度を取ると、1人あたりの所得増加につれて初めは汚染が増大し、一定レベルに達した後、低下に転ずる逆U字型の曲線）効果を具体的に示す。	基準シナリオと同じ	基準シナリオと同じ

パラメータ	基準シナリオ	低炭素排出シナリオ	低炭素排出強化シナリオ
エネルギー使用技術の進歩	2040年に先進的なエネルギー使用技術が一般的な応用段階に達し、中国は世界的に見てトップランナーとなる。技術効率は現在に比べて40%程度向上する。	2030年に先進的なエネルギー使用技術が一般的な応用段階に達し、中国の工業をはじめとしたエネルギー使用技術は世界のトップとなる。また中国は、先進的な省エネ技術を製造する世界のトップランナーとなる。技術効率は現在に比べて40%程度向上する。	低炭素排出シナリオと同じ
非在来型エネルギー資源利用	2040年以後に非在来型天然ガス及び非在来型石油の開発・採掘が必要になる。	2040年以後に非在来型天然ガスの開発・採掘が必要となる。	基本的に、非在来型の石油と天然ガスの開発・採掘は必要としない。
太陽エネルギー、風力発電等の発電技術	2050年に太陽エネルギーの発電原価は0.39元/kWhとなり、陸上風力発電が普及する。	2050年に太陽エネルギーの発電原価は0.27元/kWhとなり、陸上風力発電が普及するとともに、近海の洋上風力発電が大規模に開発される。	低炭素排出シナリオと同じ
原子力発電技術	2050年に2億kWを上回り、発電原価は2005年の0.33元/kWhから2050年には0.24元/kWhに低下する。	2050年に3億3000万kWを上回り、発電原価は2005年の0.33元/kWhから2050年には0.22元/kWhに低下する。2030年以後に第4世代原子力発電所の大規模建設段階に入る。	2050年に3億8000万kWを上回り、発電原価は2005年の0.33元/kWhから2050年には0.22元/kWhに低下する。2030年以後に第4世代原子力発電所の大規模建設段階に入る。
石炭火力発電所の新設	超臨界及び超超臨界が主力となる。	2020年以前に超臨界と超超臨界が主力となり、その後、石炭ガス化複合発電（IGCC）が主力となりはじめる。	2010年に石炭ガス化複合発電が主力となりはじめる。
炭素の回収・貯留（CCS）	考慮されていない	2020年に実証プロジェクトがスタートし、その後、いくつかの低コストCCSプロジェクトが進められ、2050年には新設のIGCCに設置されて運転を開始する。	すべてのIGCC発電所にCCSが採用される。また鉄鋼やセメント、電解アルミニウム、合成アンモニア、エチレン等の産業でCCSが採用され、2030年以降に基本的に普及する。
水力発電	2050年の設備容量が3億4000万kW、発電電力量が11兆kWhを上回る。	2050年の設備容量が4億3000万kW、発電電力量が13兆kWhを上回る。	2050年の設備容量が4億5000万kW、発電電力量が14兆kWhを上回る。
近代的なバイオマス利用技術	2050年の利用が標準炭換算で7000万トンに近づき、コストは430元/標準炭換算トンに低下する。	2050年の利用が標準炭換算で9000万トンに近づき、コストは370元/標準炭換算トンに低下する。	低炭素排出シナリオと同じ
国民の生活スタイル	クリーンなエネルギーが十分に利用され、省エネ家電が普及する。農村の生活用エネルギーが、商品化されたエネルギーで代替される。	炭素排出量が少ない環境にやさしい住宅が広範に利用される。	低炭素排出シナリオと同じ
交通発展	急速に発展し、公共交通機関による遠出が便利になり、大都市軌道交通も整備される。	公共交通ネットワークが急速に整備され、軌道交通も整備される。	人口100万人以上の都市では公共交通が主力となり、小規模都市と農村では、エンジンを使わない車（自転車等）が主力となる。
交通技術	燃費が30%向上する。	燃費が60%向上する。	低炭素排出シナリオと同じ
食物の消費傾向	肉製品の消費が急速に増加する。	肉製品の消費が緩やかに増加する。	肉製品の消費が抑制される。
森林地帯の発展	森林面積が次第に拡大する。	森林面積が急速に拡大する。	低炭素排出シナリオと同じ
炭素税	2020年に比較的低い税率でエネルギー税の徴収がスタートする。	2020年に比較的低い税率で炭素税の徴収がスタートし、その後、税率が上がる。	低炭素排出シナリオと同じ

パラメータ	基準シナリオ	低炭素排出シナリオ	低炭素排出強化シナリオ
炭素取引	クリーン開発メカニズム(CDM)あるいは類似の方式によって行う。	2020年以降、部門方式あるいは区域方式によって国際的な炭素取引に参加する。	低炭素排出シナリオと同じ
排出削減目標	なし	2030年開始を承諾	低炭素排出シナリオと同じ

出典:「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」(中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009年3月)

第1-2-3図 発電設備容量予測 (基準シナリオ)



出典:「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」(中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009年3月)

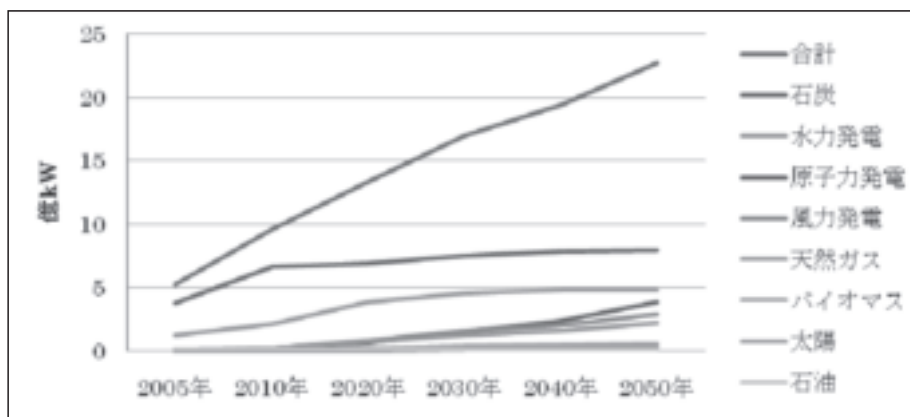
第1-2-3図附表 発電設備容量予測 (基準シナリオ)

(万 kW)

年	石 炭	石 油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	バイオマス	合 計
2005	36879	1311	227	12133	855	119	100	5 億 1623
2010	68445	1742	968	19791	1306	622	871	9 億 3744
2020	103694	2350	3626	27043	2891	1710	1697	14 億 3010
2030	128098	2459	8378	30194	6088	5073	2459	18 億 2748
2040	118504	2874	18096	35296	19161	14142	3832	21 億 1905
2050	126103	3259	24140	34304	27933	16036	4345	23 億 6118

出典:「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」(中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009年3月)

第1-2-4図 発電設備容量予測 (低炭素排出シナリオ)



出典:「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」(中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009年3月)

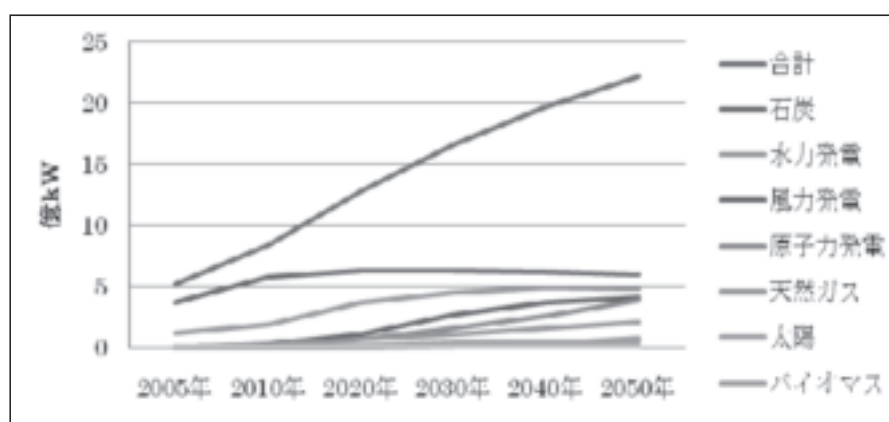
第1-2-4 図付表 発電設備容量予測（低炭素排出シナリオ）

（万 kW）

年	石 炭	石 油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	太 陽	バイオマス	合 計
2005	37276	1286	453	12133	855	119	0	222	5 億 2344
2010	66525	1304	1863	21558	2036	1796	23	652	9 億 5757
2020	69258	1262	6938	38883	6488	8110	126	2397	13 億 3462
2030	74749	1193	12595	45192	15334	15675	795	4135	16 億 9667
2040	78361	1177	16052	48242	24023	20019	1868	4858	19 億 4601
2050	79499	1116	21920	48057	38751	28704	3907	5358	22 億 7312

出典：「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」（中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009 年 3 月）

第1-2-5 図 発電設備容量予測（低炭素排出強化シナリオ）



出典：「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」（中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009 年 3 月）

第1-2-5 図付表 発電設備容量予測（低炭素排出強化シナリオ）

（万 kW）

年	石 炭	石 油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	太 陽	バイオマス	合 計
2005	36573	1286	453	12133	855	119	0	200	5 億 1618
2010	57437	1218	1623	19045	1774	2609	43	568	8 億 4317
2020	63029	1191	6550	36888	6891	10464	158	2263	12 億 7433
2030	62530	1193	11009	44576	15343	26531	987	3878	16 億 6048
2040	61516	1075	15391	48765	25338	36471	3320	4658	19 億 6533
2050	60321	1042	20453	47853	38836	40621	7720	5000	22 億 1845

出典：「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」（中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009 年 3 月）

第1-2-12表 低炭素シナリオを実現するにあたっての優先技術分野と対策

部門	優先技術分野と対策
建築物	新築建物では、65%と75%の省エネ建築基準を全体的に実施するとともに、徐々にこれを引き上げる。エネルギー効率が極めて高い建築、持続可能なグリーン建築を推進する。蓄熱、蓄冷エアコンを奨励、採用するとともに、冷・熱・電のトリジェネレーション技術を普及させる。セントラル・エアコンシステムでは、インバータエアコンの送風・吸水ポンプ技術を採用する。省エネ・節水電気器具やヒートポンプ、太陽熱温水器を採用する。熱供給軽量計器を普及させる。技術コンサルティング・情報ネットワークを構築する。建築省エネ管理システムを構築する。エネルギー監査を実施する。需要側管理（DSM）を実施する。各種電気器具設備に対してエネルギー効率基準・標識制度を全面的に実施する。家庭用太陽エネルギーシステムを採用する。再生可能エネルギー利用技術を採用する。相変化材料エネルギー蓄積技術を採用する。新型建築材料を採用する。建築省エネ基準を制定する。家庭用電気器具基準を制定し、省エネ電灯を使用する。
交通	良質なディーゼル油、混合燃料、水素動力、燃料電池、ハイブリッド車、電気自動車、先進的なディーゼル車、公共交通システム・設計計画、バイオマス燃料を採用する。マイカー購入・使用コストを引き上げ、新型の高効率クリーン車に対する税金の減免措置あるいは補助を行う。交通需要管理（TDM）を実施するとともに、機械動力車によらない交通を発展させ、強制基準あるいは自発取り決めに成立させ燃費を改善する。また、公共交通を大きく発展させ、公衆の意識向上をはかる。代替材料や代替エネルギー、可変バルブ・コントロールシステム、燃料電池車、再生可能エネルギー利用技術、浮上列車等の代替方式を開発・利用する。
工業	炭素排出量が少なくエネルギー効率が高い生産工程、高効率の工業用ボイラ、先進的な工業省エネ技術（鉄鋼、建材、ガラス、化学工業等）、高効率モータ、廃棄物リサイクル技術を採用するとともに、一層厳格なエネルギー効率基準、低炭素（排出）商品基準を制定する。また、エネルギー多消費工業に対する助成あるいは税優遇を減らすとともに排出取引を実施し、炭素税/エネルギー税を徴収する。これ以外の免税・優遇措置に対しては、政府の助成・援助を拡大し、法律・法規を制定するとともに、産業発展戦略政策を制定する。さらに、技術研究・開発計画を制定するとともに研究開発投資を拡大し、技術イノベーションメカニズムや新技術の実証を確立する。このほか、循環経済を発展させ技術市場を育成し、先進技術を導入、消化、吸収する。製品構造の調整や、生産性が高くエネルギー消費量が少ない産業・製品の発展、資源の回収・利用、エネルギー監査・認証の実施、エネルギー効率基準・標識の強化、国際協力の展開、省エネや排出削減の意識向上等をはかる。
エネルギー供給（発電）	石炭ガス化コンバインドサイクル（IGCC）、天然ガス焼きガスタービン（NGCT）、天然ガス焼きコンバインドサイクル（NGCC）、コンバインドサイクル・ガスタービン（CCGT）、原子力発電（核分裂及び核融合）、熱・電併給（CHP）、分散式発電システム、マルチジェネレーション技術、加圧循環流動床（PFBC）、炭素の回収・貯留（CCS）、バイオマス利用技術、太陽エネルギー発電、近海風力発電、バイオマス液化、水力発電開発技術、新型薪炭林技術、風力エネルギー、太陽エネルギー、深海の炭化水素、非在来型石油、クリーン石炭技術、生物技術、ナノテクノロジー等
経済奨励政策	エネルギー税と炭素税を徴収する。自動車燃料税を徴収する。税の徴収と自発的な取り決めを組み合わせることによって、企業が自発的な取り決め行動に参加することを奨励する。温室効果ガスの排出削減活動を実施する企業は経済的な援助を受けなければならない。省エネ製品に対しては、所得税の優遇政策を実施する。政府は、省エネ特定資金割り当て制度を設立する。新建築に安価な再生可能エネルギーを提供するため、政府が調達計画を実施する。先取りした省エネ基準とグリーン建築を奨励、開発し、商業的に建設する。消費者が省エネ・グリーン建築を購入することを奨励する。

出典：「2009 中国持続発展戦略報告－探索中国特色的低炭素道路」（中国科学院持続発展戦略研究組、科学出版社、2009年3月）

2 エネルギー管理体制

中華人民共和国が建国して以来、時代の要請とともにエネルギー管理体制も変遷を遂げてきた。

中国政府は2005年5月、エネルギー行政を充実・強化し迅速な意思決定を行うため、温家宝首相をリーダーとする省庁横断の組織である「国家エネルギー指導グループ」（「国家能源領導小組」）を設立した。

その後、2008年3月の第11期全国人民代表大会（全人代）で第6次機構改革案が可決され、エネルギー管理の一層の強化を目的として、ハイレベルの議事調整機関である国家エネルギー委員会（「国家能源委員会」）に加えて、国家発展改革委員会が管理する国家エネルギー局（「国家能源局」）が設立されることになった。これにともない、「国家エネルギー指導グループ」は廃止される。

(1) 国家エネルギー委員会

エネルギー問題は、多分野、多部門に及ぶだけでなく、国としてもきわめて重要な問題であるとの認識から、エネルギー政策に関する最高意思決定機関となる国家エネルギー委員会の設立が決まった。当初、同委員会のトップである主任は国務院副総理（副首相）あるいは国務委員が担当するとみられていたが、中国政府は2010年1月27日、温家宝・首相を主任とする同委員会の設立を正式に公表するとともに、構成メンバーを明らかにした。

同委員会は、国家エネルギー戦略を策定するとともに、エネルギー安全やエネルギー発展における重大な問題を審議するとともに、国内のエネルギー開発や国際協力などの重要な問題について意見をとりまとめる。

国家エネルギー委員会の構成メンバーは以下の通りである。なお、国家エネルギー委員会事務局（弁公室）の主任は国家発展改革委員会の主任が、また副主任は国家エネルギー局の局長が兼務する。委員会事務局の具体的作業は、国家エネルギー局が担当する。

〈国家エネルギー委員会の構成〉

主 任：温家宝（国務院総理）

副主任：李克強（国務院副総理）

委 員：尤 權（国務院副秘書長）

朱之鑫（中央財弁主任）

楊潔篪（外交部部長）

張 平（国家発展改革委員会主任）

万 鋼（科学技術部部長）

李毅中（工業・情報化部部長）

耿恵昌（国家全部部長）

謝旭人（財政部部長）

徐紹史（国土資源部部長）

周生賢（環境保護部部長）

李盛霖（交通運輸部部長）

陳 雷（水利部部長）

陳徳銘（商務部部長）

周小川（人民銀行行長）

李榮融（国有資産監督管理委員会主任）

肖 捷（国家税務総局局長）

駱 琳（国家安全生产監督管理総局局長）

劉明康（中国銀行業監督管理委員会主席）

王旭東（国家電力監管委員会主席）

章沁生（総参謀部副総参謀長）

張国宝（国家発展改革委員会副主任・国家エネルギー局局長）

(2) 国家エネルギー局

国家エネルギー局は、「省庁管理の国家局の設置に関する国務院通知」（国発9〔2008〕12号）に基づ

いて設立された副部（省）級の国家局であり、2008年8月8日に正式に発足した。同局は、国家エネルギー委員会の具体的活動（実務）を担当し、石油や天然ガス、石炭、電力などのエネルギー分野全般を担当する。また、これまで国防科学技術工業委員会（機構改革にともない廃止）が担当してきた原子力発電に関係した任務を引き継ぐ。

国家エネルギー局は、国家発展改革委員会の管轄下にあるが、従来の国家発展改革委員会・エネルギー局と比べて行政ランクが高い。また、以前のエネルギー局に比べて任務が拡大されたが、エネルギー価格の決定権はこれまで通り、国家発展改革委員会が所掌する。具体的な任務は以下の通りである。

- ①エネルギー発展戦略の研究を行い、建議書を提出する。エネルギー発展計画、産業政策を策定、実施するとともに、エネルギーに関連する法規のドラフトを起草する。エネルギー体制改革を推進し、関連改革案を制定する。
- ②石炭、石油、天然ガス、電力（原子力発電を含む）、新エネルギー、再生可能エネルギーなどのエネルギー業界の管理に対して責任を負い、エネルギー業界の基準を策定する。エネルギーの発展状況を監視し、エネルギー生産施設の建設と需給バランスの調整をはかる。農村エネルギーの発展事業を指導・調整する。
- ③エネルギー業界の省エネと資源の総合利用に関して責任を負い、エネルギー重大設備の研究開発を推進する。エネルギー科学技術の進歩、プラント設備の導入・吸収・革新を指導し、関連の重大実証プロジェクトの調整のほか、新製品、新技術、新設備の推進・応用と取り組む。
- ④国务院が規定した権限に基づき、国家計画、年度計画の範囲内でエネルギー固定資産投資プロジェクトを審査、承認、許可する。
- ⑤エネルギーの予測・警戒に対して責任を負い、エネルギー関連情報を公表する。
- ⑥原子力発電に対して責任を負い、原子力発電計画や参入条件、技術基準を制定、実施し、原子力発電の配置計画と重大プロジェクトに対する審査・承認意見を提出する。原子力発電の科学研究事業の調整・指導を行い、原子力発電所の原子力緊急事態管理を行う。
- ⑦国の石油備蓄計画・政策を策定、実施、管理する。国内外の石油市場の供給変化をモニタリングし、国の石油備蓄の調達、使用等に関する建議書を提出、実施する。規定された権限に基づき、石油備蓄プロジェクトの審査・許可あるいは審査・決定を行い、商業的な石油備蓄の監督・管理を行う。
- ⑧エネルギー分野での国際協力を主導し、外国のエネルギー主管部門や国際的なエネルギー機関と協定を締結し、国外におけるエネルギーの開発・利用を調整する。規定された権限に基づき、エネルギー資源（石炭、石油、天然ガス、電力、天然ウランなど）の海外重大投資プロジェクトの審査・許可あるいは審査・決定を行う。
- ⑨エネルギーに関係する資源や財政・税制、環境保護及び気候変動対策などの政策の制定に参加し、エネルギー価格調整と輸出入の総量に関する建議を提出する。
- ⑩国家エネルギー委員会の具体的作業を担当する。
- ⑪国家発展改革委員会から委託された業務を担当する。

国家エネルギー局の構成と職務

局（司）	職務内容
総合局	日常の運営業務と人事、共産党関連業務、監察、財務、資産管理、退職幹部関連業務に対して責任を負い、エネルギー業界の統計や予測作業のほか、政務の公開、新聞発表などを担当する。
政策法規局	エネルギーの重要問題を研究し、エネルギー関連法規の起草を行うとともに、関連規範性文書の合法性について審査・決定を行う。また、関連行政の再議、行政訴訟を担当する。
発展計画局	エネルギー発展戦略の建議を行うとともに、エネルギー発展計画、年度計画、産業政策を策定する。エネルギー総合業務を担当し、エネルギー体制改革の関連作業を行う。
省エネ・科学技術装備局	エネルギー業界の省エネと資源総合利用の指導を行い、科学技術の進歩と装備の関連作業を担当する。エネルギーの業界基準の制定を行う。
電力局	火力発電や原子力発電、電力網の発展計画、規画及び政策を策定、実施する。電力体制改革の関連作業を担当するとともに、原子力発電所の原子力緊急事態対応を担当する。
石炭局	石炭開発、炭層ガス、石炭のクリーン利用などに関する発展計画、規画、政策を策定、実施する。石炭体制改革の関連作業を担当し、炭層ガス開発、炭鉱の淘汰、炭鉱ガスの処理・利用について関連部門との調整を行う。
石油・天然ガス局 (国家石油備蓄弁公司)	石油、天然ガス業界の管理を担当し、石油・天然ガスの開発、石油精製の発展計画、規画、政策を策定、実施する。天然ガス体制改革の関連作業、石油備蓄の管理を担当するとともに、商業備蓄を監督・管理する。
新エネルギー・再生可能エネルギー局	新エネルギー、再生可能エネルギー、農村エネルギーの発展の指導・調整を行い、新エネルギーや水力、バイオマス及びその他の再生可能エネルギーの発展計画、規画、政策を策定、実施する。
国際協力局	エネルギー関係の国際協力を担当し、エネルギーの対外開放戦略、計画、政策を策定するとともに、海外におけるエネルギーの開発・利用を調整する。

(3) 国家エネルギー局と国家發展改革委員会の関係

国家發展改革委員会は、主として経済政策や社会發展政策の立案を担当し、経済改革におけるマクロ調整を担当している。すべての産業分野の發展計画を立案するほか、国家食糧局、国家エネルギー局を管轄している。

国家發展改革委員会は、国家エネルギー局が起草したエネルギー發展戦略や重大な計画、産業政策、エネルギー体制改革案を審査・承認したうえで国務院に提出する。

また国家エネルギー局は、国の計画の範囲内あるいは計画規模の範囲内でエネルギー投資プロジェクトを承認・許可することになっている。このうち、重大プロジェクトについては国家發展改革委員会に提出し、承認・許可を取得する。国家エネルギー局は、エネルギー・プロジェクトに対する中央財政からの建設資金の投資に関する配分案についても、国家發展改革委員会の承認を得た後に、下級部署に伝達する。

国家エネルギー局が起草した戦略石油備蓄計画と戦略石油備蓄施設プロジェクト、さらに同局が提出した国家戦略石油備蓄・使用案は、国家發展改革委員会の承認を得た後に国務院に提出された承認を得る手順になっている。

国家エネルギー局が提出したエネルギー製品価格を調整（変更）する提案は、まず国家發展改革委員会の承認を得た後に国務院に提出されて承認を得る。なお、国家發展改革委員会は、エネルギー製品に関する価格を調整する際には、国家エネルギー局に対して意見を求めなければならない。

原子力発電の自主化プロジェクトについては、国家發展改革委員会の指導のもとで、国家エネルギー局が実施することになっている。

(4) 工業・情報化部

工業・情報化部（「工業和信息化部」）は、2008年の機構改革にともない設立された中央省庁である。同部は、国家發展改革委員会の工業管理に関する任務のほか、旧国防科学技術工業委員会の原子力発電管理以外の任務、情報産業部と國務院情報化工作弁公室の任務を引き継いだ。

石油精製や石炭燃料及び燃料アルコールについては国家エネルギー局が所管するが、石油化工と石炭化工分野については、工業・情報化分が担当することになっている。同部には、エネルギーを直接担当する部署として、「省エネ・综合利用部」（「節能与综合利用司」）がある。

なお、工業・情報化部の軍民結合推進局が国家原子能機構の事務を担当しており、同部の陳求発・副部長が国家原子能機構の主任を兼務している。

(5) 国家電力監管委員会

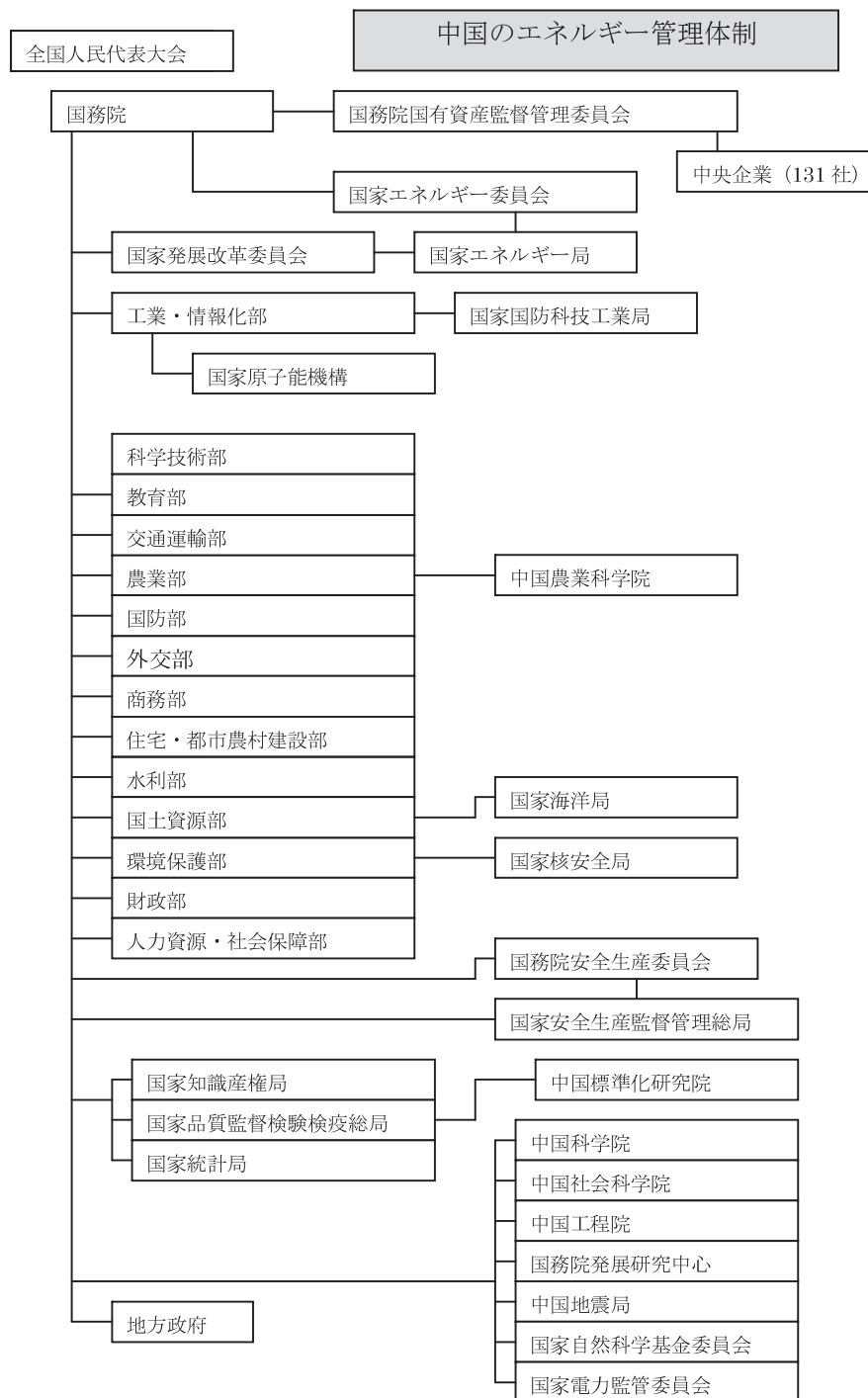
国家電力監管委員会は、國務院の直属機関として2003年3月に設立された。同委員会は関連法規に従い、電力に関する監督・管理を一元的に行う規制機関である。主な任務は以下の通りである。

- 電力の監督・管理に関連する法規の制定あるいは修正に対する意見を提出するとともに、電力の監督・管理に関する規則や電力市場の運営規則を策定する。
- 国の電力發展計画制定に参画し、電力市場の發展計画と各地域の電力市場設置方案（計画）を起草・策定する。また、電力市場の運営方式と電力配分調整取引機構の設立方案（計画）を審議・決定する。
- 電力市場の運営を監督・管理し、電力市場の秩序規範化を行い公平な競争を維持する。送電、給電及び非競争的な発電業務を監督・管理する。
- 関連基準の制定、監督・検査に参画し、電力関連業務の許可証を発給する。
- 市場の状況に基づき、政府の価格主管部門に対して電力価格の調整意見を提示する。電力価格を監督・検査し、関連サービスの費用徴収基準を監督・管理する。
- 電力市場、電力企業の違法行為について調査し、電力市場の紛争を処理する。
- 電力市場の統計と情報公開について責任を負う。
- 國務院の指示を受け、電力体制改革方案を実施するとともに、一層の改革についての意見を提出する。

(6) 国家核安全局

国家核安全局は、独立した客観的な立場から民生用の原子力施設の安全監督を行うことを目的として1984年10月に設立された。国家核安全局は、国家科学委員会（当時）が管理を行い、同委員会の副主任が局長を兼任した。

その後、1998年の機構改革にともない、国家核安全局は国家環境保護総局（当時）に併合され、「核安全与輻射環境管理司」（国家核安全局）が設立された。同司は、国内の原子力安全や放射線安全、放射線環境管理にかかる監督・管理作業の責任を負った。2003年以降は、国家環境保護総局が対外的に「国家核安全局」の看板を掲げ、国家環境保護総局の副局長が「国家核安全局」の局長に任命された。また、2008年3月の機構改革にともない、国家環境保護総局が環境保護部に格上げされたが、同部はこれまで通り、対外的には「国家核安全局」の看板を掲げ、同部の副部長が「国家核安全局」の局長に任命されている。



3. エネルギー需給の現状

(1) 一次エネルギー消費

英国のBP社がまとめているエネルギー統計「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(＝BP統計)によると、2008年の世界の一次エネルギー消費は、9月の金融危機が引き金となった世界的な景気後退を受け減速し、2001年以降で最も低い前年比1.4%増となった。

また、経済協力開発機構（OECD）加盟国のエネルギー消費が、OECD 非加盟国の消費量を初めて下回った。2008 年のエネルギー消費の正味増加分はすべて OECD 非加盟国によるもので、このうち 4 分の 3 を中国だけで占めた。一方で、中国のエネルギー消費の伸び率は、5 年連続して前年を下回った。

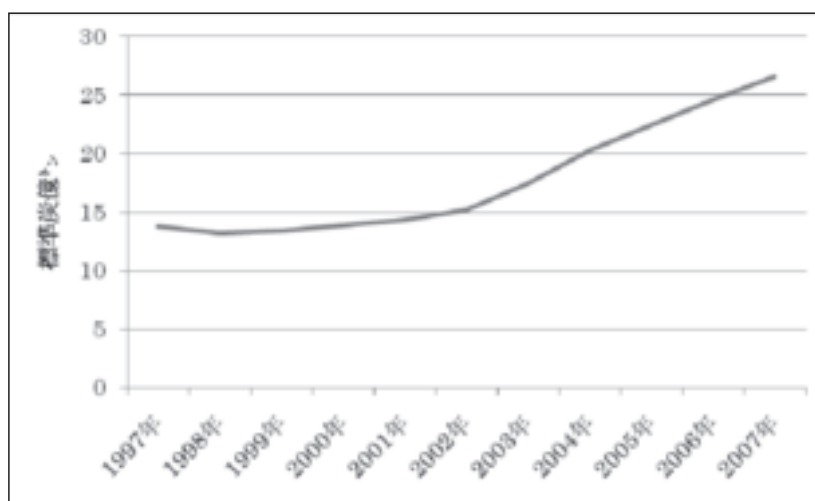
中国国家エネルギー局の張国宝局長は 2009 年 9 月 28 日、2008 年の同国の一次エネルギー生産量が

標準炭換算で約 26 億トン、消費量が約 28 億 5000 万トンに達し、生産量では世界第 1 位、消費量も米国に次いで世界第 2 位になったことを明らかにした。エネルギー自給率は 91.2% を記録し、2005 年以来、3 年ぶりに 90% 台を回復した。

中国の一次エネルギー消費構造は、他のエネルギー消費大国と比べて顕著な違いを見せている。BP 統計からエネルギー消費量が多い上位 11 カ国のエネルギー構成を見ると、最大のエネルギー源が占める割合は多くても 50% をわずかに超える水準にあるのに対して、中国では最大のエネルギーである石炭に依存する割合が 70% を超えている（第 1-2-7 図・付表）。

また、米エネルギー省（DOE）のエネルギー情報局（EIA）によると、中国の 1 人あたりのエネルギー消費量は急速に増加してきているものの、依然として世界平均を下回っている（第 1-2-8 図・付表）。

第 1-2-6 図 中国の一次エネルギー消費の推移



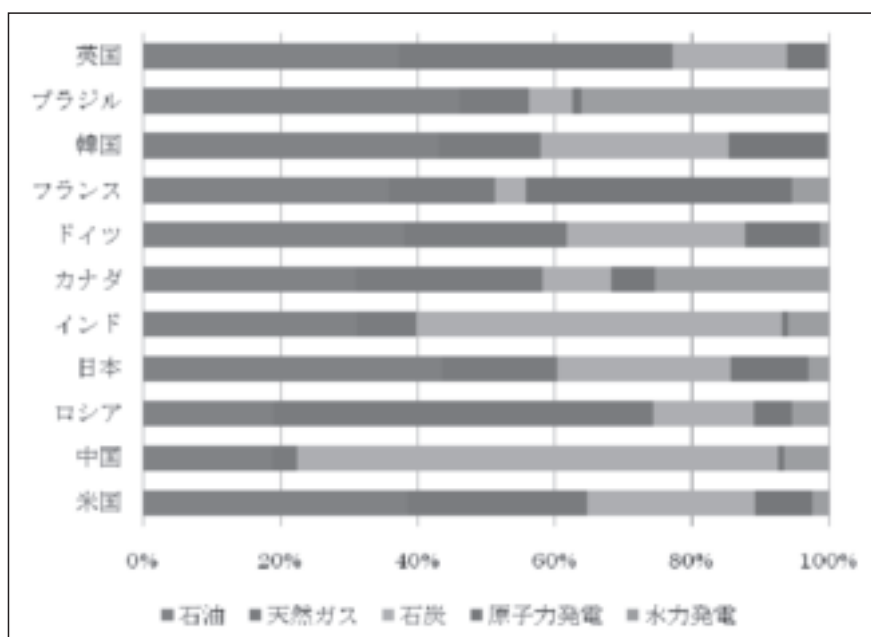
出典：「中国統計年鑑 2008」（国家統計局編、中国統計出版社）

第 1-2-6 図付表 中国の一次エネルギー消費とエネルギー構成

年	一次エネルギー消費量 (標準炭万トン)	一次エネルギー消費量に占める割合 (%)			
		石 炭	石 油	天然ガス	水力、原子力、風力発電
1997	13 億 7798	71.7	20.4	1.7	6.2
1998	13 億 2214	69.6	21.5	2.2	6.7
1999	13 億 3831	69.1	22.6	2.1	6.2
2000	13 億 8553	67.8	23.2	2.4	6.7
2001	14 億 3199	66.7	22.9	2.6	7.9
2002	15 億 1797	66.3	23.4	2.6	7.7
2003	17 億 4990	68.4	22.2	2.6	6.8
2004	20 億 3227	68.0	22.3	2.6	7.1
2005	22 億 4682	69.1	21.0	2.8	7.1
2006	24 億 6270	69.4	20.4	3.0	7.2
2007	26 億 5583	69.5	19.7	3.5	7.3

出典：「中国統計年鑑 2008」（国家統計局編、中国統計出版社）

第1-2-7図 主要国の一次エネルギー消費構成（2008年）



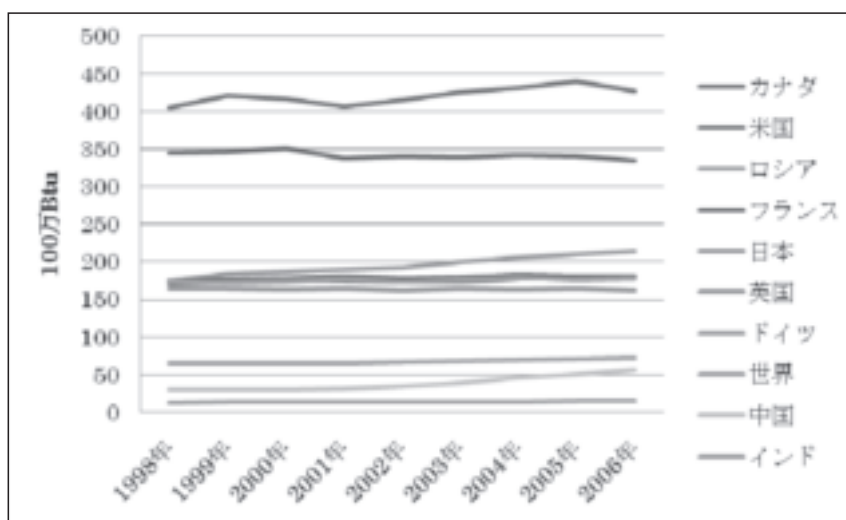
出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」をもとに作成

第1-2-7図附表 主要国の一次エネルギー消費とエネルギー構成（2008年）

国	一次エネルギー消費量 (石油換算 100 万トン)	エネルギー別の消費量					最大エネルギーと全 体に占める割合 (%)
		石油	天然ガス	石炭	原子力 発電	水力発電	
米国	2299.0	884.5	600.7	565.0	192.0	56.7	石油 (38.5)
中国	2002.5	375.7	72.6	1406.3	15.5	132.4	石炭 (70.2)
ロシア	684.6	130.4	378.2	101.3	36.9	37.8	天然ガス (55.2)
日本	507.5	221.8	84.4	128.7	57.0	15.7	石油 (43.7)
インド	433.3	135.0	37.2	231.4	3.5	26.2	石炭 (53.4)
カナダ	329.8	102.0	90.0	33.0	21.1	83.6	石油 (30.9)
ドイツ	311.1	118.3	73.8	80.9	33.7	4.4	石油 (38.0)
フランス	257.9	92.2	39.8	11.9	99.6	14.3	原子力 (38.6)
韓国	240.1	103.3	35.7	66.1	34.2	0.9	石油 (43.0)
ブラジル	228.1	105.3	22.7	14.6	3.1	82.3	石油 (46.2)
英国	211.6	78.7	84.5	35.4	11.9	1.1	天然ガス (39.9)

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」をもとに作成

第1-2-8図 主要国の1人あたりの一次エネルギー消費量の推移



出典：「International Energy Annual 2006」(Energy Information Administration, US Department of Energy, Dec. 19, 2008) をもとに作成

第1-2-8図付表 主要国の1人あたりの一次エネルギー消費量

(単位：100万Btu)

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
カナダ	405.0	420.3	416.4	406.5	414.9	425.1	430.7	439.5	427.2
米国	344.7	346.6	350.6	338.0	340.2	338.3	342.5	339.9	334.6
ロシア	175.4	183.3	187.2	189.9	192.4	199.4	206.2	210.5	213.9
フランス	174.8	176.0	177.4	180.2	177.7	178.7	182.1	180.4	180.7
日本	170.5	173.7	177.0	175.2	174.2	173.9	178.4	178.3	178.7
英国	165.0	165.2	163.2	165.0	162.3	164.1	163.9	164.1	161.7
ドイツ	174.9	172.1	173.5	177.7	174.0	177.0	178.9	175.9	177.5
中国	29.8	29.5	29.3	30.9	33.7	39.2	46.2	51.1	56.2
インド	12.6	13.2	13.4	13.6	13.3	13.5	14.4	14.9	15.9
世界	64.7	65.1	65.6	65.5	66.0	67.7	70.2	71.7	72.4

出典：「International Energy Annual 2006」(Energy Information Administration, US Department of Energy, Dec. 19, 2008) をもとに作成

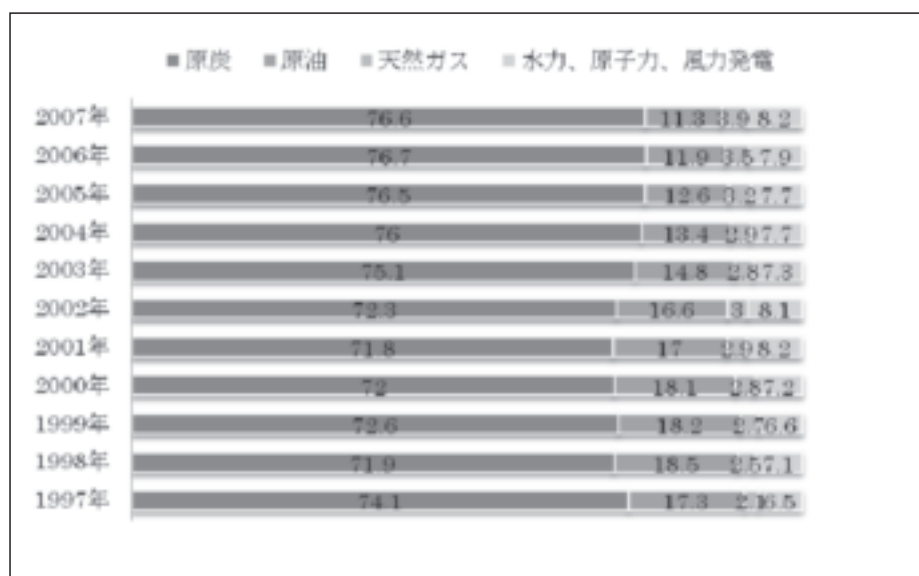
(2) 一次エネルギー生産

「中国統計年鑑 2008」によると、中国の一次エネルギー生産量は、1997年から10年間で約1.8倍に増えた。一次エネルギー生産に占める各エネルギー源の割合は、相変わらず原炭がトップで、97年以降70%台を維持している。

一方で、原油の占める割合は低下傾向にあり、2007年は11.3%となり97年以降で見ても最低を記録した。天然ガスは、わずかながら上昇傾向を示しており、2007年は97年以降で最高となった。水力、原子力、風力を含めた発電はほぼ横ばいの状態にある。

主要国の一次エネルギー生産量の推移を見ると、米国やカナダ、フランス、日本、ドイツといった国が横ばいであるのに対して、中国だけが急激に生産量を増やしている。ロシアも一次エネルギー生産量が増加傾向にあるが、2003年には中国に抜かれた。北海での油・ガス田の生産量が落ちている英国は、98年以降で最高を記録した99年と比較すると、2006年は34%の減少となっている。

第1-2-9図 中国の一次エネルギー生産構成の推移 (%)



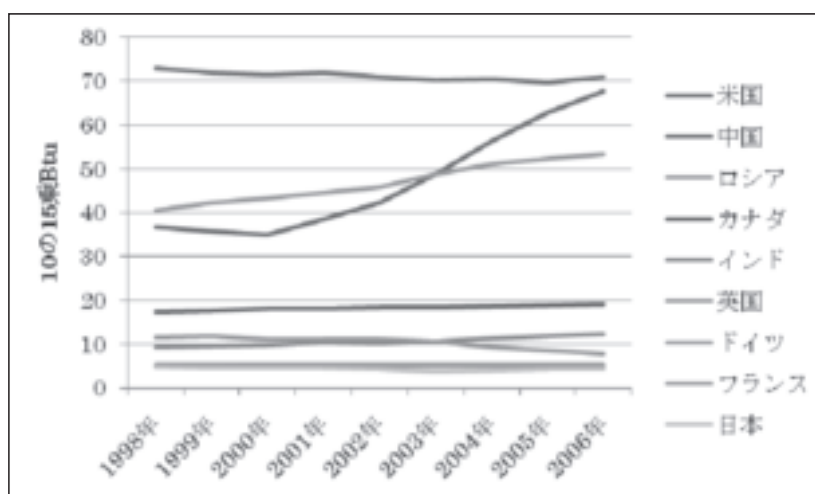
出典：「中国統計年鑑 2008」（国家統計局編、中国統計出版社）

第1-2-9図附表 中国の一次エネルギー生産量とエネルギー構成

年	一次エネルギー生産量 (標準炭万トン)	一次エネルギー生産量に占める割合 (%)			
		原 炭	原 油	天然ガス	水力、原子力、風力発電
1997	13 億 2410	74.1	17.3	2.1	6.5
1998	12 億 4250	71.9	18.5	2.5	7.1
1999	12 億 5935	72.6	18.2	2.7	6.6
2000	12 億 8978	72.0	18.1	2.8	7.2
2001	13 億 7445	71.8	17.0	2.9	8.2
2002	14 億 3810	72.3	16.6	3.0	8.1
2003	16 億 3842	75.1	14.8	2.8	7.3
2004	18 億 7341	76.0	13.4	2.9	7.7
2005	20 億 5876	76.5	12.6	3.2	7.7
2006	22 億 1056	76.7	11.9	3.5	7.9
2007	23 億 5445	76.6	11.3	3.9	8.2

出典：「中国統計年鑑 2008」（国家統計局編、中国統計出版社）

第1-2-10図 主要国の一次エネルギー生産量の推移



出典：「International Energy Annual 2006」(Energy Information Administration, US Department of Energy, Dec. 19, 2008)

第1-2-10図付表 主要国の一次エネルギー生産量の推移

(単位：10 × 10¹⁵Btu)

	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
米国	73.041	71.907	71.490	71.891	70.936	70.264	70.384	69.647	71.025
中国	36.668	35.715	35.026	38.531	42.231	48.908	56.449	63.004	67.738
ロシア	40.593	42.285	43.252	44.421	45.770	48.713	51.147	52.340	53.341
カナダ	17.433	17.676	18.123	18.016	18.354	18.301	18.666	18.941	19.250
インド	9.368	9.585	9.832	10.291	10.036	10.596	11.242	11.734	12.388
英国	11.530	11.889	11.083	11.135	10.975	10.549	9.442	8.628	7.871
ドイツ	5.261	5.313	5.317	5.283	5.303	5.284	5.363	5.244	5.247
フランス	4.776	4.920	5.025	5.141	5.128	5.150	5.166	5.101	5.134
日本	4.722	4.502	4.543	4.504	4.205	3.766	4.146	4.205	4.295

出典：「International Energy Annual 2006」(Energy Information Administration, US Department of Energy, Dec. 19, 2008)

(3) 石油

BP 統計(2009年6月)によると、中国の石油の確認埋蔵量は2008年末現在、155億バレルとなっており、1998年の174億バレル、2007年の161億バレルから徐々に減少している。同統計によると、中国の確認埋蔵量は世界全体の1兆2580億バレル(カナダのオイルサンド1507億バレルを含まない)の1.2%を占めている。また、可採年数は世界全体が42年であるのに対して中国は11.1年である。

「中国能源統計年鑑2008」によると、中国の石油消費量は、経済発展にともない急激に増加してきている。一方で、石油生産量は増加傾向を示しているものの、伸び率は大きくない。このため、消費量の増加に対応する形で輸入量も増加してきている。

2007年の実績を見ると、消費量は3億6750万トンとなり1990年当時の1億1490万トンから約3.2倍に増加したものの、生産量の伸びは1.3倍に過ぎない。不足分は輸入によって賄われ、1990年当時わずか756万トンであった輸入量は、2007年には28倍に増加し2億1000万トンを超えた。

中国エネルギー評価センター(中国能源評価中心)は、石油需要が急速に増加する一方で、国内の石油生産が2015年頃から頭打ちになるため、原油の対外依存度が2008年の56.7%から2020年には64.5%に上昇すると予測している。

なお、2008 年実績でみると、中国は原油輸入量全体の 50%に相当する 8970 万トンの中東地域から輸入した。これは、前年に比べて 23.3%（1696 万トン）の増加に相当する。中東に次いで多かったのがアフリカで、5395 万トンとなり全体の 30%を占めた。以下、欧州・西半球が 3025 万トン（シェア 16.9%）、アジア・太平洋地域が 498 万トン（シェア 2.8%）などとなった。国別で見ると、サウジアラビアからの輸入が 3637 万トンでトップとなり、以下、アンゴラ 2989 万トン、イラン 2132 万トン、オマーン 1458 万トン、ロシア 1164 万トンなどと続いている（「中国能源発展報告 2009」）。

中国最大の石油・天然ガス生産者である中国石油天然ガス集团公司（CNPC）は 2009 年 12 月 21 日、ミャンマー・エネルギー省との間で、ミャンマー西部の Madaya 島から中国雲南省の瑞麗まで 771km を結ぶ石油パイプラインを建設・操業する排他的な権利を取得する協定に署名した。

CNPC によると、今回の協定に基づき、同社が管理する南東アジア原油パイプライン会社に対して操業免許が与えられた。また、ミャンマー政府がパイプラインの安全を保証する。パイプラインが完成すれば、年間 1200 万トンの原油が輸送される。

第 1-2-13 表 主要国の石油の確認埋蔵量と可採年数

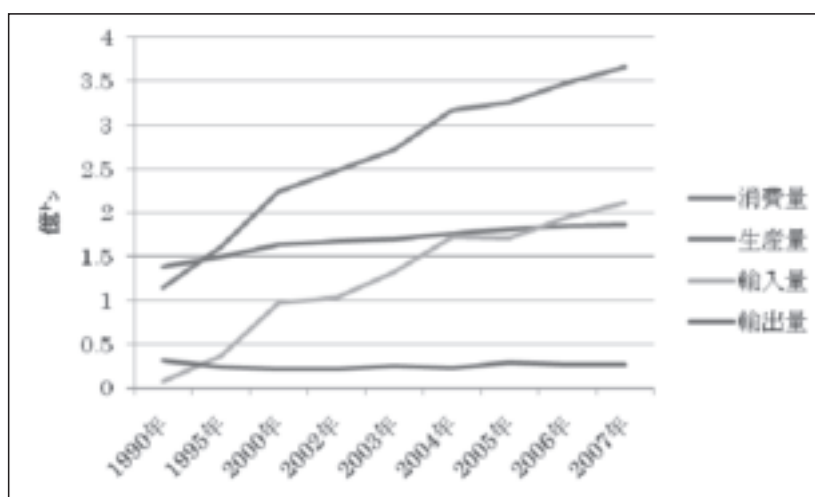
（単位：10 億バレル）

	1988 年末	1998 年末	2007 年末	2008 年末	シェア (%) (2008 年)	可採年数 (年) (2008 年)
米国	35.1	28.6	30.5	30.5	2.4	12.4
カナダ*	11.9	15.1	28.6	28.6	2.3	24.1
メキシコ	53.0	21.6	12.2	11.9	0.9	10.3
ベネズエラ	58.5	76.1	99.4	99.4	7.9	—
ロシア	—	—	80.4	79.0	6.3	21.8
英国	4.3	5.1	3.4	3.4	0.3	6.0
イラン	92.9	93.7	138.2	137.6	10.9	86.9
イラク	100.0	112.5	115.0	115.0	9.1	—
クウェート	94.5	96.5	101.5	101.5	8.1	99.6
サウジアラビア	255.0	261.5	264.2	264.1	21.0	66.5
UAE	98.1	97.8	97.8	97.8	7.8	89.7
リビア	22.8	29.5	43.7	43.7	3.5	64.6
中国	17.3	17.4	16.1	15.5	1.2	11.1
世界合計	998.4	1068.5	1261.0	1258.0	—	42.0

※：オイルサンドは含まない。

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（bp.com/statisticalreview）

第1-2-11図 中国の石油消費量、生産量、輸入量、輸出量の推移



出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

第1-2-11 図附表 中国の石油生産量、輸入量、輸出量、消費量の推移

(単位：万トン)

	1990年	1995年	2000年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
消費量	11485.6	16064.9	22439.3	24786.8	27126.1	31699.9	32535.4	34875.9	36570.1
生産量	13830.6	15005.0	16300.0	16700.0	16960.0	17587.3	18135.3	18476.6	18631.8
輸入量	755.6	3673.2	9748.5	10269.3	13189.6	17291.3	17163.2	19453.0	21139.4
輸出量	3110.4	2454.5	2172.1	2139.2	2540.8	2240.6	2888.1	2626.2	2664.3

出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

第1-2-14表 中国の正味原油輸入量の予測

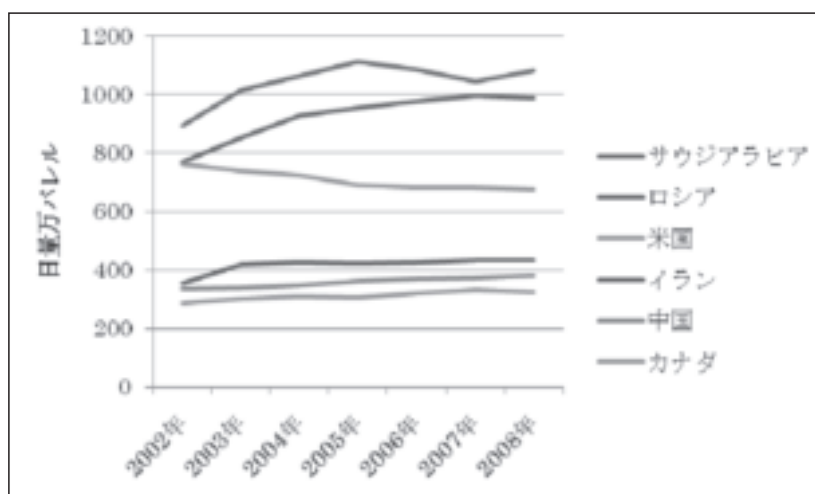
(単位：100万トン)

年	原油加工量	原油生産量	原油正味輸入量	石油の対外依存度* (%)
2008	369.31	192	209.42	56.70
2010	375.64	198	210.3	56.00
2015	417.54	200	253.85	60.80
2020	452.84	200	292.22	64.50

※：原油正味輸入量 / 原油加工量

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学出版社）

第 1-2-12 図 主要国の石油生産量の推移



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

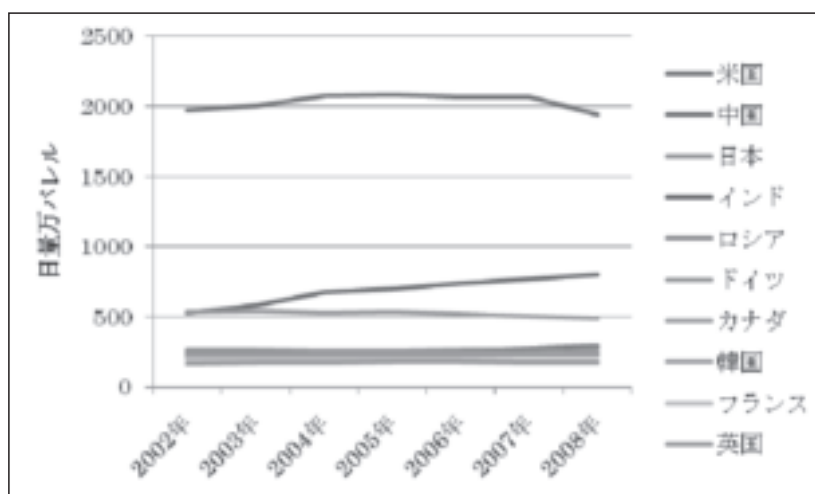
第 1-2-12 図付表 主要国の石油生産量の推移

(単位：日量 1000 バレル)

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
サウジアラビア	8928	10164	10638	11114	10853	10449	10846
ロシア	7698	8544	9287	9552	9769	9978	9886
米国	7626	7400	7228	6895	6841	6847	6736
イラン	3543	4183	4248	4233	4282	4322	4325
中国	3346	3401	3481	3627	3684	3743	3795
カナダ	2858	3004	3085	3041	3208	3320	3238
メキシコ	3585	3789	3824	3760	3683	3471	3157
UAE	2324	2611	2656	2753	2971	2925	2980
クウェート	1995	2329	2475	2618	2690	2636	2784
ベネズエラ	2895	2554	2907	2937	2808	2613	2566
イラク	2116	1344	2030	1833	1999	2144	2423
リビア	1375	1485	1624	1751	1834	1848	1846
英国	2463	2257	2028	1809	1636	1638	1544

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

第1-2-13図 主要国の石油消費量の推移



注：香港は含まない

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

第1-2-13図附表 主要国の石油消費量の推移

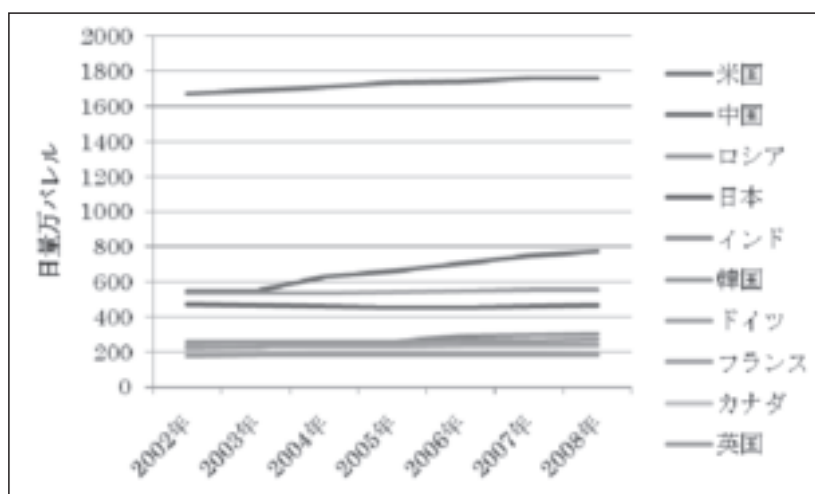
(単位：日量 1000 バレル)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
米国	19761	20033	20732	20802	20687	20680	19419
中国*	5288	5803	6772	6984	7382	7742	7999
日本	5347	5440	5269	5343	5213	5039	4845
インド	2374	2420	2573	2569	2580	2748	2882
ロシア	2606	2622	2619	2601	2709	2706	2797
ドイツ	2714	2664	2634	2605	2624	2393	2505
カナダ	2067	2132	2248	2247	2246	2323	2295
韓国	2282	2300	2283	2308	2317	2389	2291
フランス	1967	1965	1978	1960	1956	1921	1930
英国	1693	1717	1764	1802	1785	1714	1704

※：香港は含まない。

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) から作成

第1-2-14図 主要国の石油精製能力の推移



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

第1-2-14 図付表 主要国の石油精製能力の推移

(単位：日量 1000 バレル)

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
米国	16757	16894	17125	17339	17443	17594	17621
中国	5479	5487	6289	6587	7029	7511	7732
ロシア	5357	5371	5371	5421	5473	5522	5547
日本	4721	4683	4567	4529	4542	4598	4650
インド	2303	2293	2558	2558	2872	2983	2992
韓国	2598	2598	2598	2598	2633	2671	2712
ドイツ	2286	2304	2320	2322	2390	2390	2366
フランス	1987	1967	1982	1978	1959	1962	1962
カナダ	1923	1959	1915	1896	1914	1907	1951
英国	1785	1813	1848	1819	1836	1819	1821

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

第1-2-15表 中国の製品油消費予測

種 類	2010 年		2015 年		2010～2015 年	
	消費量(万トン)	割合 (%)	消費量(万トン)	割合 (%)	増加量(万トン)	年平均伸び率(%)
ガソリン	6160	15	7586	14	2416	4.4
灯油	1495	4	1849	3	699	5.4
ディーゼル	14678	35	19435	36	7805	5.9
燃料油	4258	10	5227	10	427	1

原典：中国能源評価中心

出典：「中国能源発展報告 2009」(社会科学文献出版社)

第1-2-16表 主要国・地域の石油輸入と輸出（2008年）

	原油輸入量	製品輸入量	原油輸出	製品輸出
米国	9756	3116	139	1829
カナダ	693	288	1931	566
欧州	10859	2892	281	1741
中国	3581	812	75	313
インド	2557	458	0.05 以下	718
日本	4069	856	—	356

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（bp.com/statisticalreview）

（4）天然ガス

中国の2007年の天然ガス消費量は、2000年から2.84倍に増加し695億 m^3 に達した。消費量の伸びに対応する形で生産量が増加していることから、正味輸入量が消費量全体に占める割合は2007年時点では2%に過ぎない。

中国エネルギー評価センターは、中国の天然ガス需要が2008年の900億 m^3 から、2010年に1100億～1200億 m^3 に増加したあと、2020年には2200億～2600億 m^3 まで増加すると予測している。一方で、供給量は2008年時点で800億 m^3 となり、需要を100億 m^3 下回るとみられている。

天然ガスの供給量は将来的に増加することが見込まれているものの、2020年時点では2007年実績の2倍をわずかに上回る程度に過ぎないとみられており、不足分の700億～1100億 m^3 を輸入に依存する必要があると予想されている。中国でとくに天然ガスの需要が増加するとみられているのが、東南沿海、長江三角州、環渤海地区である。

エネルギーのベストミックスを目指して供給構造の多様化を進める中国は、天然ガスを重要な戦略資源と位置づけている。近年、南部の都市を中心にクリーンエネルギーの導入が促進されるなかで、一般家庭や自動車、工場などで天然ガスの需要が拡大している。

そうしたなかで2009年11月、気温の低下を原因とした需要の急増によって天然ガスの供給不足が顕在化した。吹雪に見舞われた北部に優先的に供給されたため、中部や東部では過去最悪という天然ガス不足に直面した。

中国は、天然ガス需要の拡大に備え、2004年10月に「西気東輸」（西部の天然ガスを東部へ輸送する）プロジェクトの第1パイプラインの稼働を開始した。1400億元が投じられた同パイプラインは全長4200kmで、新疆タリムと上海を結び年間輸送能力は120億 m^3 に達する。

現在、トルクメニスタンのパイプラインとつながる全長約5000km、支線まで加えると7000kmに達する第2パイプラインが建設されている。2009年12月14日には、トルクメニスタンからウズベキスタン、カザフスタンを経て中国の新疆ウイグル自治区へ至る1833kmのパイプラインが完成し、中国の胡錦濤・国家主席をはじめ沿線4カ国の首脳が開通式典に出席した。2012～2013年にはフル操業を開始し、年間最大で400億 m^3 の天然ガスが中国に輸出されることになっている。

中国ではLNGの輸入に備えた受け入れ基地の整備も進められている。このうち広東省ではI期プロジェクトとして370万トン規模の基地が2006年6月に、また福建省ではI期プロジェクトとして260万トン規模の基地が2007年12月に操業を開始している。

このほか、7カ所で建設中、9カ所で計画中となっている。当初の建設計画が順調に進んだ場合、輸入LNGの受け入れ基地の規模は2830万トン（381億 m^3 に相当）に達すると見込まれている。

なお中国では、陸上の天然ガス資源量が約 37 兆 m^3 、海洋域での資源量が約 8 兆 m^3 に達すると推定されているほか、深度 2000m までの炭層ガス資源が約 36 兆 m^3 ありと見積もられている。

第 1-2-17 表 主要国の天然ガス確認埋蔵量と可採年数

(単位：兆 m^3)

	1988 年末	1998 年末	2007 年末	2008 年末	シェア (%) (2008 年)	可採年数 (年) (2008 年)
米国	4.76	4.65	6.73	6.73	3.6	11.6
ベネズエラ	2.86	4.15	4.84	4.84	2.6	100 年以上
ノルウェー	2.30	3.79	2.88	2.91	1.6	29.3
ロシア	—	43.51	43.32	43.30	23.4	72.0
トルクメニスタン	—	2.51	2.43	7.94	4.3	100 年以上
イラン	14.20	24.10	28.13	29.61	16.0	100 年以上
カタール	4.62	10.90	25.46	25.46	13.8	100 年以上
サウジアラビア	5.02	6.07	7.30	7.57	4.1	96.9
UAE	5.66	6.00	6.44	6.43	3.5	100 年以上
アルジェリア	3.23	4.08	4.50	4.50	2.4	52.1
ナイジェリア	2.48	3.51	5.22	5.22	2.8	100 年以上
オーストラリア	1.11	1.65	2.41	2.51	1.4	65.6
中国	0.92	1.37	2.26	2.46	1.3	32.3
世界合計	109.72	148.01	177.05	185.02	—	60.4

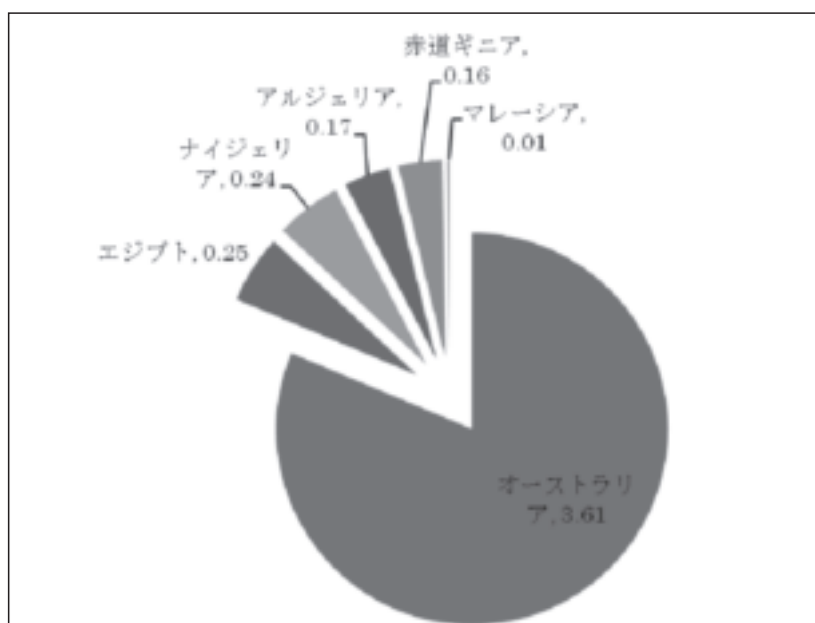
出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

第 1-2-18 表 中国の天然ガス消費量、生産量、輸入量、輸出量の推移

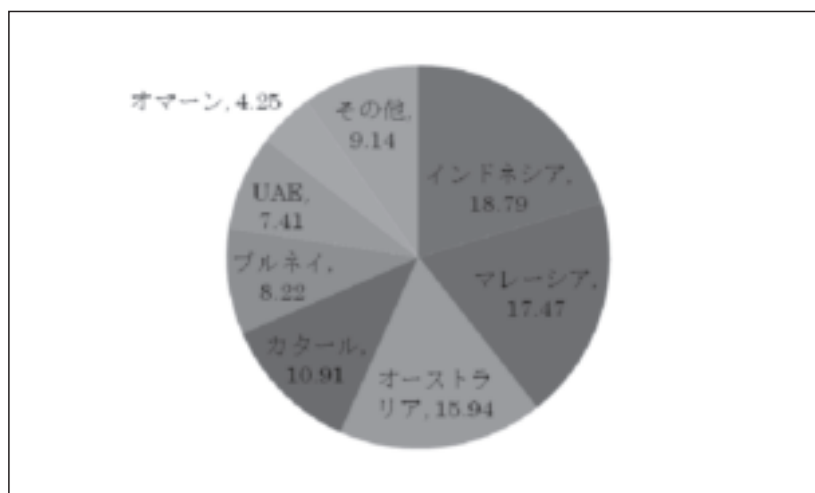
(単位：億 m^3)

	1990 年	1995 年	2000 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
消費量	152.5	177.4	245.0	291.8	339.1	396.7	467.6	561.4	695.2
生産量	153.0	179.5	272.0	326.6	350.2	414.6	493.2	585.5	692.4
輸入量	—	—	—	—	—	—	—	9.5	40.2
輸出量	—	—	31.4	32.0	18.7	24.4	29.7	29.0	26.0

出典：「中国能源統計年鑑 2008」(国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社)

第1-2-15図 中国の2008年の天然ガス輸入実績（10億m³）

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

第1-2-16図 日本の2008年の天然ガス輸入実績（10億m³）

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

第1-2-19表 中国の天然ガス需給予測

(単位：億立方メートル)

	2008年	2010年	2015年	2020年
需 要	900	1100 ～ 1200	1700 ～ 2600	2200 ～ 2600
供 給	800	900	1400	1500
輸 入	100	200 ～ 300	300 ～ 700	700 ～ 1100

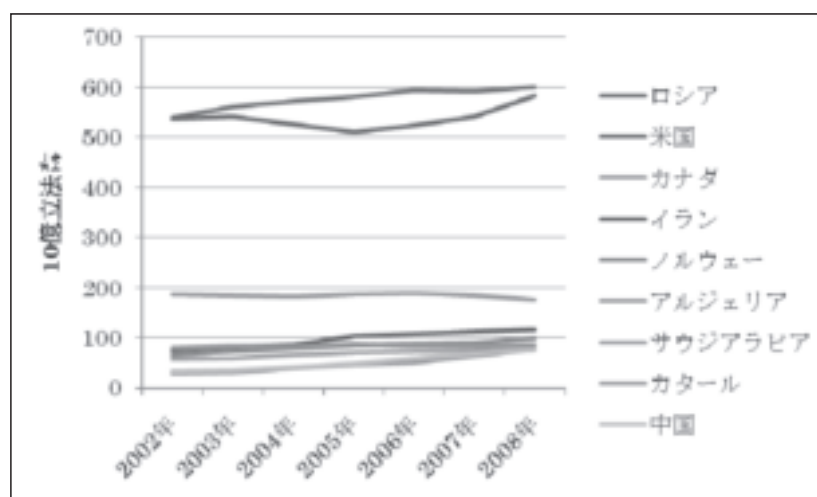
出典：「中国能源発展報告 2009」(社会科学文献出版社)

第1-2-20表 地域別に見た中国の天然ガス需要予測

	2008年	2010年	2015年	2020年
東 北	94.4	144.5	219.5	294
環 渤 海	147.1	203.8	271.2	318.2
長江三角州	211.5	277	369.8	420.6
中 南	87	114.5	159.8	195
中 西 部	91.5	114.5	164.4	195.7
西 北	138.9	162.7	174.2	190
西 南	165.8	198.9	245.9	274.8
東 南 沿 海	141.6	189	387.6	457.4

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第1-2-17図 主要国の天然ガス生産量の推移



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（bp.com/statisticalreview）

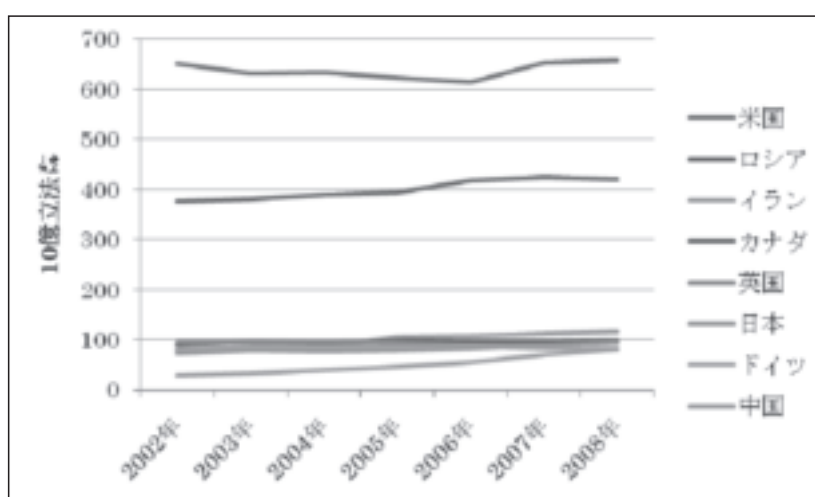
第1-2-17図附表 主要国の天然ガス生産量

(単位：10 億 m³)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
ロシア	538.8	561.4	573.3	580.1	593.8	592.0	601.7
米国	536.0	540.8	526.4	511.1	524.0	540.5	582.2
カナダ	187.9	184.7	183.7	187.4	188.4	184.1	175.2
イラン	75.0	81.5	84.9	103.5	108.6	111.9	116.3
ノルウェー	65.5	73.1	78.5	85.0	87.6	89.7	99.2
アルジェリア	80.4	82.8	82.0	88.2	84.5	84.8	86.5
サウジアラビア	56.7	60.1	65.7	71.2	73.5	74.4	78.1
カタール	29.5	31.4	39.2	45.8	50.7	63.2	76.6
中国	32.7	35.0	41.5	49.3	58.6	69.2	76.1
インドネシア	69.7	73.2	70.3	71.2	70.3	67.6	69.7
英国	103.6	102.9	96.4	88.2	80.0	72.1	69.6
トルクメニスタン	48.4	53.5	52.8	57.0	60.4	65.4	66.1
UAE	43.4	44.8	46.3	47.8	49.0	50.4	50.2
オーストラリア	32.6	33.2	35.3	37.1	38.9	40.0	38.3
ナイジェリア	14.2	19.2	22.8	22.4	28.4	35.0	35.0

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（bp.com/statisticalreview）

第1-2-18図 主要国の天然ガス消費量の推移



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

第1-2-18 図附表 主要国の天然ガス消費量

(単位：10 億 m³)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
米国	651.5	630.8	634.0	623.3	614.1	652.6	657.2
ロシア	377.3	381.2	389.9	393.0	419.2	425.7	420.2
イラン	79.2	82.9	86.5	105.0	108.7	113.0	117.6
カナダ	90.2	97.7	95.1	98.1	96.9	96.7	100.0
英国	95.1	95.4	97.4	94.7	90.1	90.9	93.9
日本	72.7	79.8	77.0	78.6	83.7	90.2	93.7
ドイツ	82.6	85.5	85.9	86.2	87.2	82.9	82.0
中国	29.2	33.9	39.7	46.8	56.1	69.5	80.7
サウジアラビア	56.7	60.1	65.7	71.2	73.5	74.4	78.1
イタリア	64.6	71.2	73.9	79.1	77.4	77.8	77.7
ウクライナ	67.7	65.8	71.0	70.9	65.1	62.7	59.7
ウズベキスタン	50.9	45.8	43.4	42.7	41.9	45.9	48.7
フランス	41.7	43.3	44.5	45.8	44.1	42.5	44.2

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

(5) 石炭

中国は、一次エネルギー消費の約70%を石炭に依存している。また、部門ごとに見ても、発電部門の76%、鉄鋼部門の70%、化学工業部門の60%の燃料が石炭によって供給されているほか、民生用燃料としても石炭が全体の80%を占めている。

一方で中国は、排出量削減の点からも、過度に石炭に依存するエネルギー供給構造からの脱却を進めており、「エネルギー発展『第11次5ヵ年』規画」(「能源發展“十一五”規劃」)では、2010年までに一次エネルギー消費に占める石炭の割合を66%に低下させる方針を打ち出している。

BP統計によると、中国の石炭埋蔵量は、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭の合計では1145億トンとなっており、米国、ロシアに次いで世界第3位であるが、現在の生産水準がこのまま続くと、可採年数は41年しかない。

中国の石炭消費量を産業別に見ると、発電部門が圧倒的に多く全消費量の50%を超えている。これ

に続くのが産業部門で約 36.4%となっており、この 2つの部門だけで 90%近くに達している。

石炭の消費量、生産量を国別に見ると、他の主要国が消費量、生産量ともほぼ横ばいであるのに対して、中国だけが顕著な増加傾向を示している。

中国の石炭輸出量は 2003 年に 9400 万トンのピークをつけたあとは減少に転じ、2007 年には 2000 年とほぼ同水準の約 5300 万トンまで減少した。これは、再生可能ではないエネルギーの輸出を制限するという政策の発動を受けたもので、2008 年に入っても 1 月から 11 月の合計量で、前年同期に比べて 13.7%減の 4097 万トンまで減少した。また、中国の関税当局である海関総署が明らかにしたところによると、2009 年 1 月から 11 月までの石炭輸出量は 2033 万トンとなり、前年同期比で 50%減少した。一方、石炭輸入量は増加傾向にあり、2007 年は約 5100 万トンを記録し、前年に比べて 33.9%増加した。輸入量の増加傾向は 2008 年に入っても変わっていない。

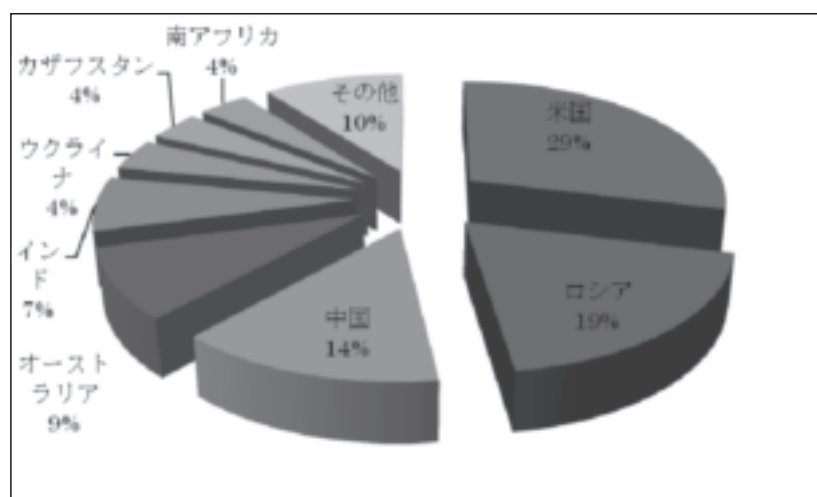
第 1-2-21 表 主要国の石炭埋蔵量と可採年数

(単位：100 万トン)

	無煙炭と瀝青炭	亜瀝青炭と褐炭	合 計	全体に占める割合 (%)	可採年数
米国	108950	129358	238308	28.9	224
ロシア	49088	107922	157010	19.0	481
中国	62200	52300	114500	13.9	41
オーストラリア	36800	39400	76200	9.2	190
インド	54000	4600	58600	7.1	114
ウクライナ	15351	18522	33873	4.1	438
カザフスタン	28170	3130	31300	3.8	273
南アフリカ	30408	—	30408	3.7	121
世界合計	411321	414680	826001	—	122

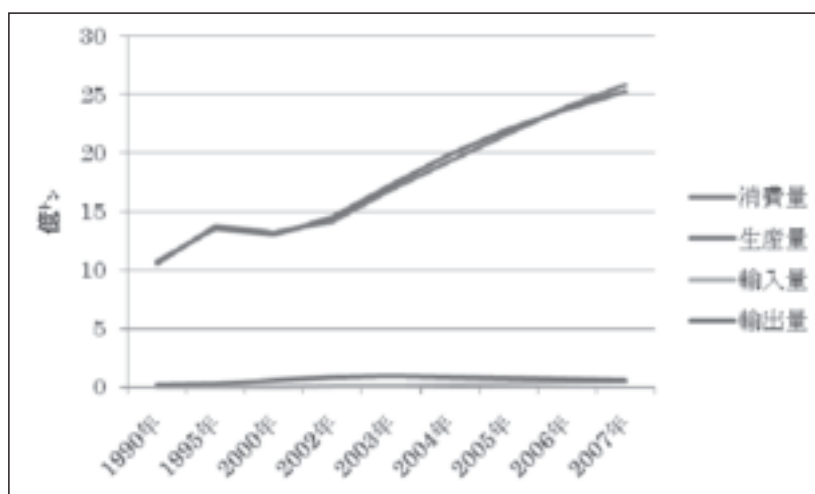
出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

第 1-2-19 図 2008 年時点における主要国の石炭埋蔵量シェア



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview) をもとに作成

第1-2-20図 中国の石炭消費量、生産量、輸入量、輸出量の推移



出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

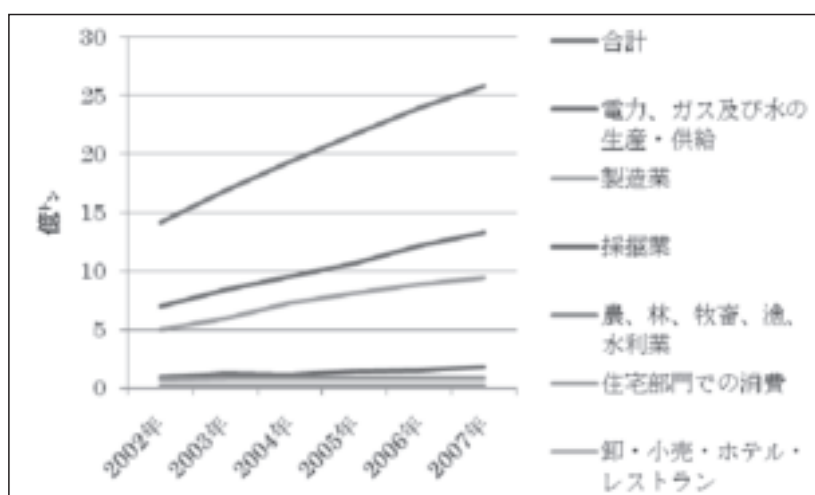
第1-2-20 図附表 中国の石炭消費量、生産量、輸入量、輸出量

（単位：万トン）

	1990年	1995年	2000年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
消費量	105523.0	137676.5	132000.0	141600.5	169232.0	193596.0	216722.5	239216.5	258641.4
生産量	107988.3	136073.1	129921.0	145456.0	172200.0	199232.4	220472.9	237300.0	252597.4
輸入量	200.3	163.5	217.9	1125.7	1109.8	1861.4	2617.1	3810.5	5101.6
輸出量	1729.0	2861.7	5506.5	8389.6	9402.9	8666.4	7172.4	6327.3	5318.7

出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

第1-2-21図 主要産業別に見た中国の石炭消費量の推移



出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

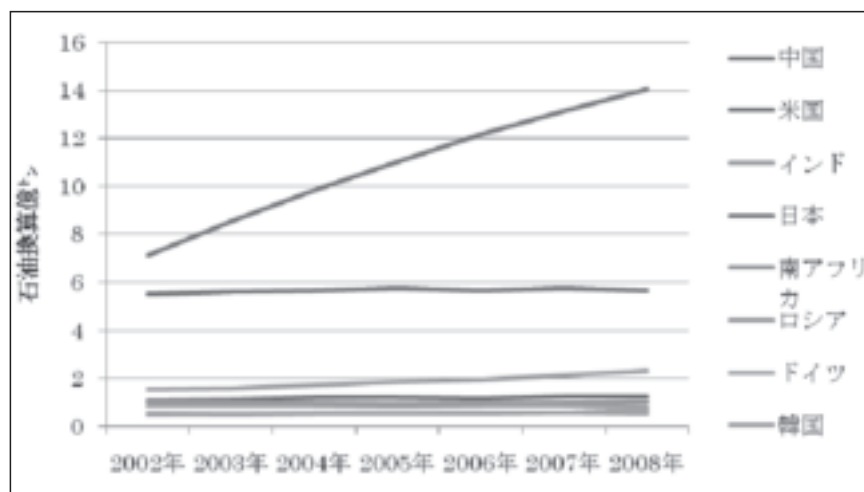
第1-2-21 図付表 主要産業別に見た中国の石炭消費量

(単位：万トン)

産 業	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
合 計	141600.5	169232.1	193596.0	216722.5	239216.5	258641.4
電力、ガス及び水の生産・供給	70142.9	83603.4	95666.0	106932.8	121693.6	133424.3
製造業	49686.4	59841.0	73097.3	81462.1	88409.0	94188.4
採掘業	9461.1	12724.1	11371.9	14214.2	15436.8	17659.9
農、林、牧畜、漁、水利業	1622.9	1683.3	2251.2	2315.2	2309.6	2337.8
住宅部門での消費	7602.6	8174.7	8173.2	8739.0	8386.3	8100.6
卸・小売・ホテル・レストラン	809.1	860.4	871.8	874.4	891.5	868.3
交通運輸・倉庫・郵便業	1055.0	1067.3	832.1	815.3	724.8	685.5
建築業	553.5	577.2	601.5	603.6	582.0	565.3
その他	667.1	700.62	730.97	765.88	782.9	811.4

出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司編、中国統計出版社）

第1-2-22 図 主要国の石炭消費量の推移



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（bp.com/statisticalreview）

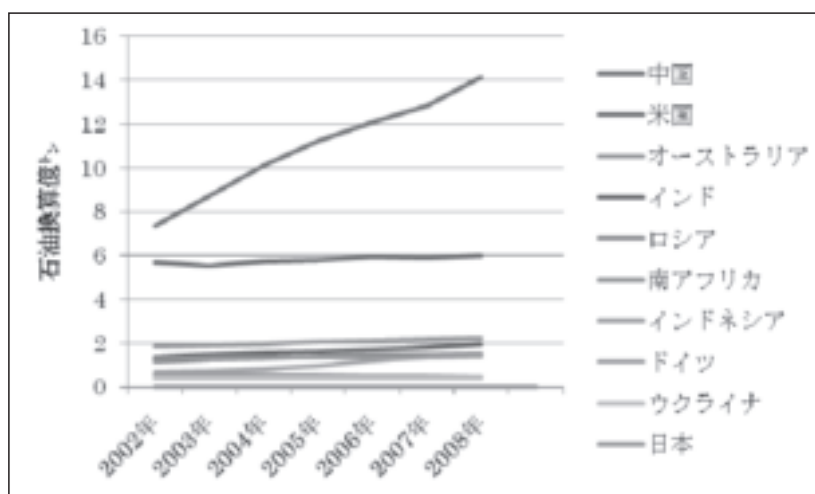
第1-2-22 図付表 主要国の石炭消費量

(単位：石油換算 100 万トン)

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
中国	713.8	853.1	983.0	1100.5	1215.0	1313.6	1406.3
米国	552.0	562.5	566.1	574.2	565.7	573.2	565.0
インド	151.8	156.8	172.3	184.4	195.4	212.9	231.4
日本	106.6	112.2	120.8	121.3	119.1	125.3	128.7
南アフリカ	83.5	89.3	94.5	91.9	93.8	97.7	102.8
ロシア	103.0	104.0	99.5	94.2	96.7	93.5	101.3
ドイツ	84.6	87.2	85.4	82.1	83.5	85.7	80.9
韓国	49.1	51.1	53.1	54.8	54.8	59.7	66.1
ポーランド	56.7	57.7	57.3	55.7	58.0	57.9	59.4
オーストラリア	51.3	50.5	53.1	54.9	56.9	55.8	51.3

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（bp.com/statisticalreview）

第1-2-23図 主要国の石炭生産量の推移



出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

第1-2-23 図附表 主要国の石炭生産量

(単位：石油換算 100 万トン)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
中国	733.7	868.4	1012.1	1120.0	1205.1	1282.4	1414.5
米国	570.1	553.6	572.4	580.2	595.1	587.7	596.9
オーストラリア	184.5	190.1	198.8	206.5	211.0	218.5	219.9
インド	138.5	144.4	155.7	162.1	170.2	181.0	194.3
ロシア	117.3	127.1	131.7	139.2	145.1	148.2	152.8
南アフリカ	124.1	134.1	137.2	137.7	138.0	139.6	141.1
インドネシア	63.6	70.3	81.4	93.9	119.2	133.7	141.1
ドイツ	55.0	54.1	54.7	53.2	50.3	51.5	47.7
ウクライナ	42.8	41.7	42.2	40.9	41.8	39.9	40.2
日本	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

(6) 電力

中国では2002年、全国規模での電力不足が顕在化した。これを受け、中国政府は積極的な電源開発の方針を打ち出した。2002年から2007年にかけての電力関係投資額は1兆4400億元に達し、2007年末時点の発電設備容量は7億1822万kWとなり、2002年当時と比べると倍増した。

発電設備容量の対前年の伸び率は、2006年の20%をピークに低下する傾向にある。中国電力企業連合会の2009年7月7日の発表によると、2008年末時点の総発電設備容量は7億9273万kWとなり、対前年比の伸び率は過去5年間で最低の10.4%を記録した。

同連合会によると、2008年に完成した分の電力開発投資額は前年比11%増の6302億元に達した。内訳は電源開発投資3407億元、電力網投資2895億元となっており、それぞれ対前年比で5.61%、18.12%の伸びを示した。

電源開発を発電所別に見ると、火力発電が対前年比で16.3%減の1679億元、水力発電が1.2%減の849億元となった。2008年に新設された発電所は9202万kWで、内訳は火力発電6555万kW、水力発電2148万kW、風力発電499万kWなどとなっている。

また同連合会が2009年12月14日に公表したデータによると、2009年1月から11月までに基本的に完成した分の電源開発投資額は2827億元で、内訳は火力発電1187億元、水力発電658億元、原子力発電479億元、風力発電493億元となっている。同11月までに運転を開始した発電所の合計設備容量は6903万kWで、この時点で中国の総発電設備容量は8億6176万kWに達した。

なお、同連合会が2010年1月6日に発表した「2009年全国電力工業統計（速報値）」によると、2009年末時点の合計発電設備容量は8億7407万kWとなった。内訳は、火力発電6億5205万kW、水力発電1億9679万kW、風力発電1613万kW、原子力発電908万kWとなっている。

一方、電力網への投資額は、完成分を合計すると2885億元で、電源開発投資額を上回った。電力網は220kV以上の送電線で合計2万6509kmが新設され、変電設備容量では1億9102万kVAに達する。

国家エネルギー局によると、西部大開発の重要プロジェクトと位置づけられている、西部の豊富な電力を東部の経済発展地域に送るための「西電東送」プロジェクトの規模が2010年には6630万kWに達すると見込まれている。「西電東送」プロジェクトの2008年末時点の規模は約6300万kWである。

中国は、発電設備容量を拡大する一方で、電源構成の最適化等によって電力部門でのエネルギー利用効率の向上にも力を注いできた。国家電力監管委員会によると、全国の6000kW以上の発電所の石炭消費量（標準炭）は、2000年当時は392gであったが、以後、着実に低下傾向を示し、2007年には356gまで減少した。また送電損失率は、2003年以降、減少傾向を示す一方で2006年まで7%台を維持していたが、2007年には初めて6%台（6.97%）を記録した。

中国政府は非効率な小規模火力発電所の閉鎖計画を進めているが、2008年には全国で3267基、合計設備容量では1668万kWが閉鎖された。これまでに、「第11次5ヵ年」期がスタートした2006年に314万kW、2007年に1436万kWが閉鎖されている。

第1-2-22表 中国の電源構成

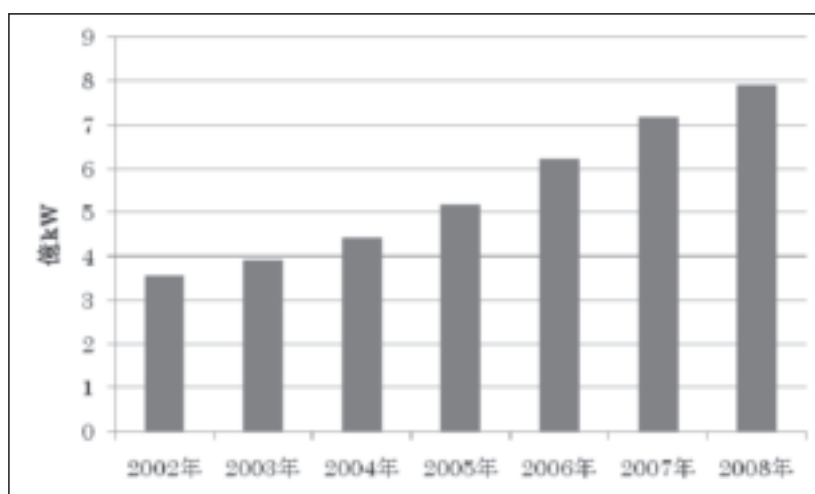
電 源	2008年(万kW)	2007年(万kW)	対前年比(%)
火力発電	60285.84	55607.42	8.41
水力発電	17260.39	14823.21	16.44
原子力発電 ^{※1}	884.60	884.60	0.00
風力発電 ^{※2}	838.77	419.89	99.76
合 計	79273.13	71821.65	10.37

※1：中国電力企業連合会が2010年1月6日に公表した「全国電力工業統計（速報値）」では908万kWに修正されている。

※2：電力網接続分

出典：中国電力企業連合会（<http://tj.cec.org.cn/news/showc.asp?id=118342>）

第1-2-24図 中国の発電設備容量の推移



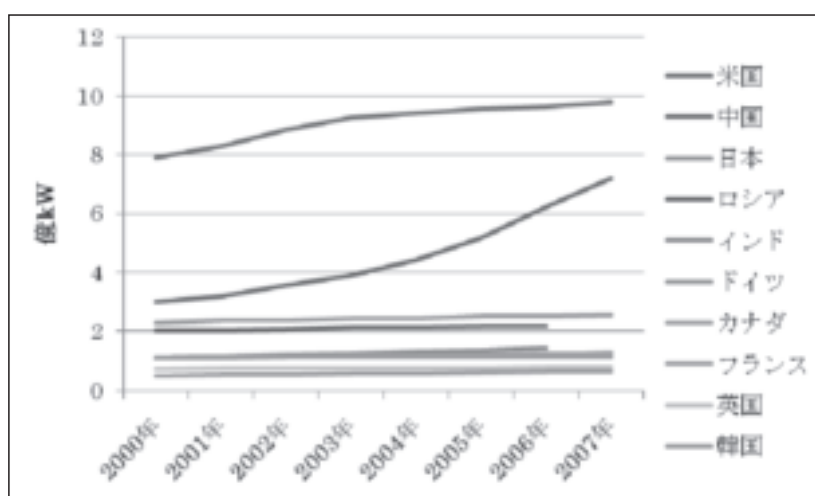
注：2002年～2006年のデータは国家電力監管委員会、2007年と2008年のデータは中国電力企業連合会。

第1-2-24図附表 中国の発電設備容量の推移

年	設備容量 (万 kW)	正味増加量 (万 kW)	対前年比 (%)
2002	35657.09	1808.4	5.34
2003	39140.78	3483.69	9.77
2004	44238.73	5097.69	13.03
2005	51718.48	7479.75	16.91
2006	62200	10481.52	20.27
2007	71821.65	9621.65	15.47
2008	79273.13	7451.48	10.37

注：2002年～2006年のデータは国家電力監管委員会、2007年と2008年のデータは中国電力企業連合会。

第1-2-25図 主要国の発電設備容量の推移



※：2002年以降は、中国の公式データを採用（各年末時点でのデータ）。

出典：「World Total Electricity Installed Capacity, Most Recent Annual Estimates, Jan. 1, 2007」
(Energy Information Administration, USDOE)

第1-2-25 図付表 主要国の発電設備容量 (2007年1月1日現在)

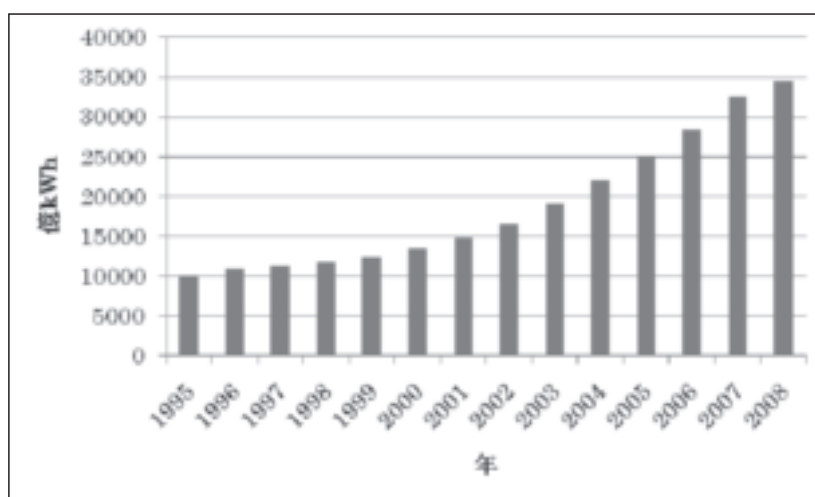
(単位: 100 万 kW)

国名	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
米国	792.2	828.6	884.9	927.9	942.2	956.7	964.8	977.1
中国*	299.1	319.7	356.6	391.4	442.4	517.2	622.0	718.2
日本	230.1	235.9	238.5	243.0	245.3	249.9	251.3	253.6
ロシア	203.5	204.7	205.6	214.4	215.5	217.2	218.4	—
インド	108.1	111.8	122.1	126.2	131.3	137.4	143.8	—
ドイツ	109.3	113.7	115.6	121.7	120.9	120.4	120.8	126.7
カナダ	110.8	111.1	112.4	114.8	118.1	120.3	122.7	125.6
フランス	110.5	111.4	111.6	112.6	112.5	112.7	112.0	111.9
英国	72.7	75.6	77.1	74.4	76.0	77.4	78.7	80.4
韓国	50.0	52.0	54.4	56.7	58.4	62.2	64.2	66.2

※: 2002年以降は、中国の公式データを採用 (各年末時点でのデータ)。

出典: 「World Total Electricity Installed Capacity, Most Recent Annual Estimates, Jan. 1, 2007」 (Energy Information Administration, USDOE)

第1-2-26 図 中国の発電電力量の推移



※: 中国電力企業連合会

原典: 「中国統計年鑑 2008」等

出典: 「中国能源発展報告 2009」(社会科学文献出版社)

第1-2-26 図付表 中国の発電電力量の推移

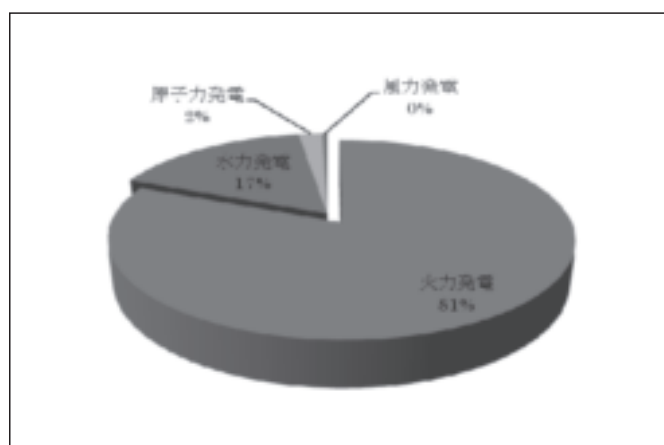
年	発電電力量 (億 kWh)	対前年伸び率 (%)	年	発電電力量 (億 kWh)	対前年伸び率 (%)
1995	10077.3	8.6	2002	16540	11.7
1996	10813.1	7.3	2003	19105.75	15.5
1997	11355.53	5	2004	22033.1	15.3
1998	11670	2.8	2005	25002.6	13.5
1999	12393	6.2	2006	28344	13.5
2000	13556	9.4	2007	32559	14.4
2001	14808.02	9.2	2008*	34510	6.0

※: 中国電力企業連合会

原典: 「中国統計年鑑 2008」等

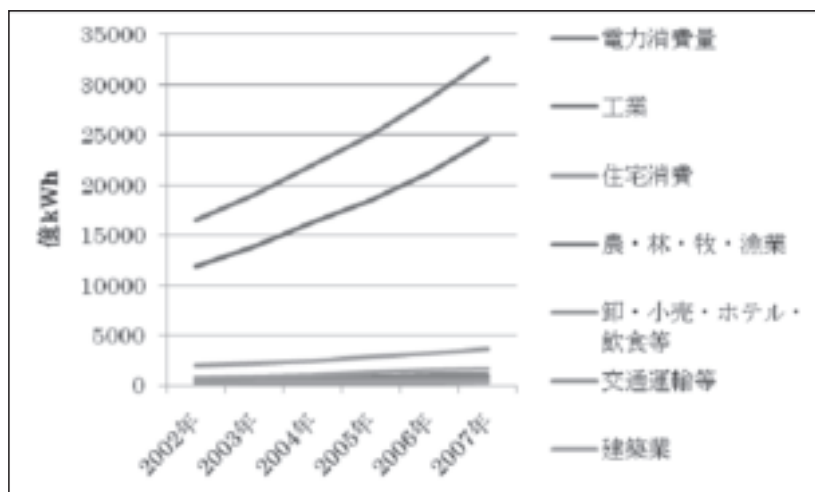
出典: 「中国能源発展報告 2009」(社会科学文献出版社)

第1-2-27図 中国の電源別シェア（2008年）



出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司、中国統計出版社）

第1-2-28図 中国の電力消費量の内訳



出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合司、中国統計出版社）

第1-2-27・28図付表 中国の電力需給

（単位：億 kWh）

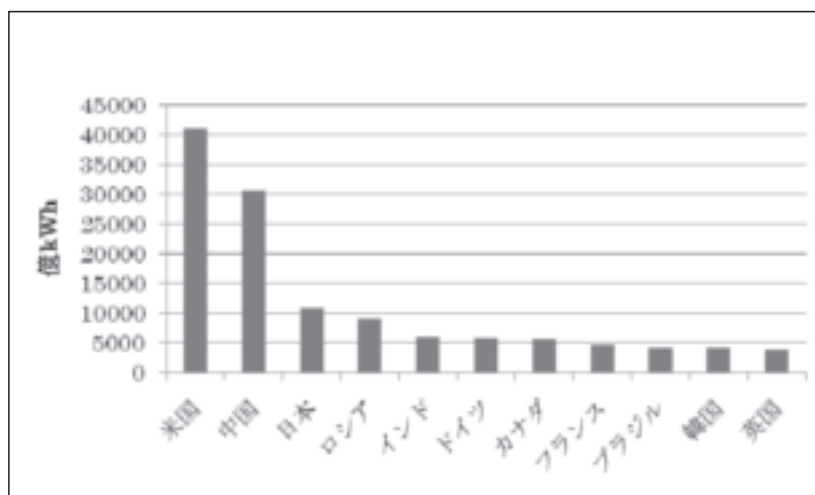
	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年※
発電電力量合計	16540.0	19105.8	22033.1	25002.6	28657.3	32815.5	34334
火力発電	13381.4	15803.6	17955.9	20473.4	23696.0	27229.3	27793
水力発電	2879.7	2836.8	3535.4	3970.2	4357.9	4852.6	5633
原子力発電	251.3	433.4	504.7	530.9	548.4	621.3	684
風力発電	-	-	-	-	-	-	128
電力輸入量	23.0	29.8	34.0	50.1	53.9	42.5	-
電力輸出量	97.0	103.4	94.8	111.9	122.7	145.7	-
電力消費量	16465.5	19031.6	21971.4	24940.4	28588.0	32711.8	34268
工業	11927.2	13899.7	16254.3	18481.7	21247.7	24630.8	-
住宅消費	2001.4	2238.0	2464.5	2824.8	3251.6	3622.7	-
農・林・牧・漁業	776.2	773.2	808.9	876.3	947.0	979.0	-
卸・小売・ホテル・飲食等	500.0	623.0	735.4	752.3	847.3	929.8	-

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年※
交通運輸等	338.0	396.9	449.6	430.3	467.4	531.9	—
建築業	164.1	189.8	222.1	233.9	271.0	309.0	—
その他	758.5	911.0	1036.6	1340.9	1555.9	1708.6	—

※：「電力監管年度報告 2008」（国家電力監管委員会、2009 年 4 月）

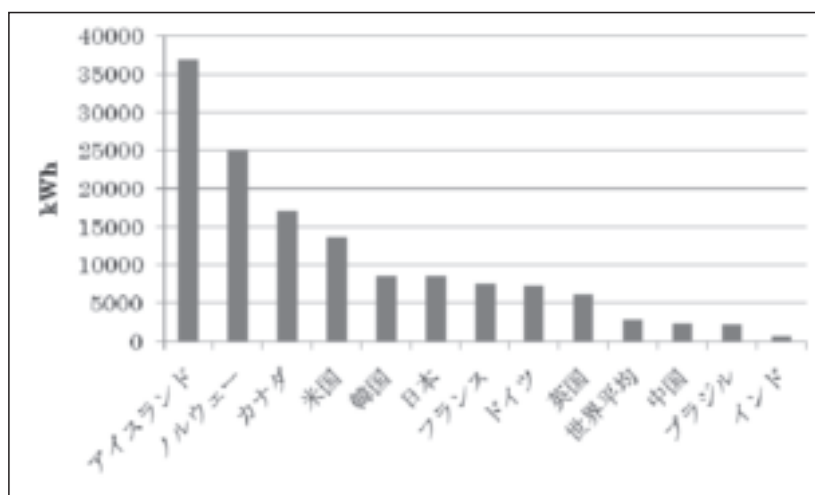
出典：「中国能源統計年鑑 2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局総合同、中国統計出版社）

第 1-2-29 図 主要国の電力消費量比較（2007 年）



出典：「Key World Energy Statistics 2009」（IEA）をもとに作成

第 1-2-30 図 主要国の 1 人あたりの電力消費量比較（2007 年）



出典：「Key World Energy Statistics 2009」（IEA）をもとに作成

第1-2-29・30 図付表 主要国の電力消費量比較（2007 年）

国 名	人口（100 万人）	電力消費量（10 億 kWh）	1 人あたりの電力消費量（kWh）
世界	6609	18187	2752
米国	302.09	4113.07	13616
中国	1319.98	3072.67	2328
日本	127.76	1082.72	8475
ロシア	141.64	897.68	6338
インド	1123.32	609.74	543
ドイツ	82.26	591.03	7185
カナダ	32.98	560.43	16995
フランス	63.57	481.41	7573
ブラジル	191.60	412.69	2154
韓国	48.46	411.97	8502
英国	60.78	373.36	6142
ノルウェー	4.71	117.64	24997
アイスランド	0.31	11.48	36920

出典：「Key World Energy Statistics 2009」（IEA）をもとに作成

第1-2-23 表 中国の電力供給におけるエネルギー利用効率の推移

年	標準炭消費量（g/kWh）	対前年比（g/kWh）	送電ロス（%）	対前年比（ポイント）
2000	392	－	7.7	－
2001	385	－7	7.6	－0.1
2002	383	－2	7.52	－0.08
2003	380	－3	7.71	＋0.19
2004	376	－4	7.55	－0.16
2005	370	－6	7.18	－0.37
2006	366	－4	7.08	－0.1
2007	356	－10	6.97	－0.11
2008 [*]	345	－11	6.79	－0.18

※：「2008 年電力企業節能减排情況通報」（国家電力監管委員会等、2009 年 10 月 15 日）

出典：「中国能源發展報告 2009」（社会科学出版社）

第1-2-24 表 各地区の 10kV 契約の供給信頼性（2008 年）

区 域	電力供給信頼率（%）	平均停電時間（時間 / ユーザー）
華北電網	99.905	8.327
東北電網	99.889	9.732
西北電網	99.805	17.171
華東電網	99.929	6.267
華中電網	99.744	22.478
南方電網	99.853	12.878
全 国	99.863	12.071

出典：「電力監管年度報告 2008」（国家電力監管委員会、2009 年 4 月）

第1-2-25表 2008年の停電原因

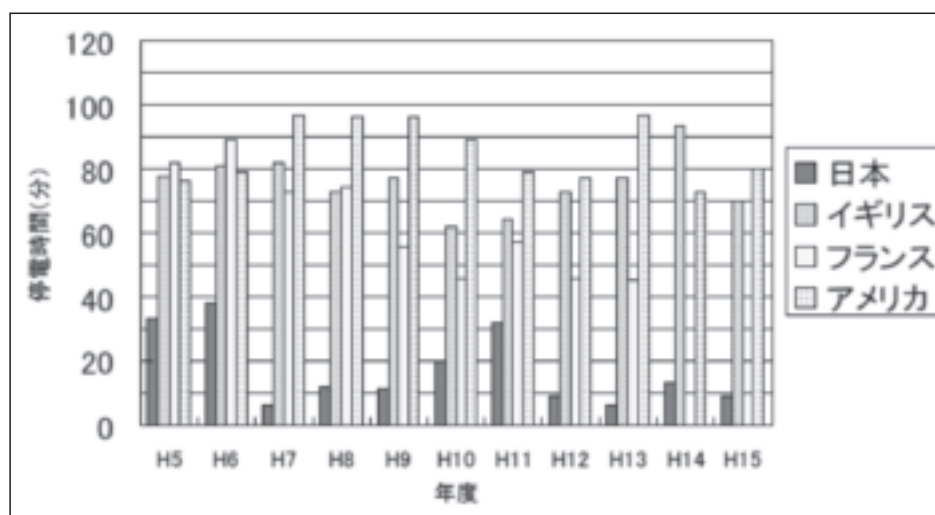
停電原因	回数	合計停電回数に占める割合 (%)	影響ユーザー戸数 (戸)	戸・時	合計件・時に占める割合 (%)
故障停電	69125	33.76	1159280	3548991	26.39
計画停電	供給制限	13196	401515	1896973	14.11
	非供給制限	122403	1463712	8000235	59.50
合 計	204724	100	3024507	13446199	100

出典：「電力工業統計年報」（中国電力企業連合会、2009年7月）

第1-2-26表 故障停電の状況

年	故障停電回数	故障停電平均ユーザー数 (戸 / 回)	故障停電平均継続時間 (時間 / 回)
2007	60809	16.37	2.40
2008	69125	16.27	3.26

第1-2-31図 事故停電時間（年間・1 需要家当たり）の各国比較



出典：電気事業連合会

第1-2-27表 220kV以上の送電線と変電設備容量

		2007年	2008年
220kV クラス：	送電線総延長 (km)	216159	236712
	変電容量 (kVA)	76951	82721
330kV クラス：	送電線総延長 (km)	15493	17906
	変電容量 (kVA)	3951	4493
500kV クラス：	送電線総延長 (km)	96574	109642
	変電容量 (kVA)	41781	50840

出典：中国電力企業連合会 (<http://www.cec.org.cn/news/showc.asp?id=116773>)

第1-2-28表 2008年の省・区・市別に見た発電用炭の消費量

地区	発電用原炭消費量（万トン）		2007年との対比	
	2008年	2007年	正味増加（万トン）	伸び率（%）
全国	131903	128812	3091	2.40
北京	738	802	-64	-7.98
天津	1792	1683	109	6.48
河北	7720	8040	-320	-3.98
山西	8669	8465	204	2.41
内蒙古	12485	10597	1888	17.82
遼寧	5826	5847	-21	-0.36
吉林	3093	2957	136	4.60
黒龍江	4235	4086	149	3.65
上海	2968	2751	217	7.89
江蘇	10977	11217	-240	-2.14
浙江	7107	6984	123	1.76
安徽	4954	3821	1133	29.65
福建	2932	2701	231	8.55
江西	2286	2342	-56	-2.39
山東	11126	11470	-344	-3.00
河南	9222	8472	750	8.85
湖北	2494	2580	-86	-3.33
湖南	2798	2761	37	1.34
広東	8016	7950	66	0.83
広西	1328	1628	-300	-18.43
海南	352	339	13	3.83
重慶	1500	1517	-17	-1.12
四川	2487	3109	-622	-20.01
貴州	4034	4100	-66	-1.61
雲南	2857	3083	-226	-7.33
陝西	2806	2893	-87	-3.01
甘肅	2215	1976	239	12.10
青海	506	464	42	9.05
寧夏	2244	2327	-83	-3.57
新疆	2138	1850	288	15.57
チベット	-	-	-	-

出典：「2008年電力企業節能減排情況通知」（国家電力監管委員会等、2009年10月）

(7) 原子力

中国では2010年4月15日現在、11基、合計設備容量では約908万kW（グロス出力）の原子力発電所が稼働している。また、21基・2348万kWの原子力発電所が建設中であり、運転中と合計すると32基・3255万8000kWに達する。運転中の原子力発電所に限れば、中国の設備容量は、スウェーデンに次いで世界で11番目に過ぎないが、建設中の原子力発電所は基数、設備容量とも他の国を圧倒している。一方で、中国の2008年の原子力発電電力量は684億kWhを記録したものの、総発電電力量に占める割合は2%に過ぎない。

中国の原子力発電開発の拠り所となっている「原子力発電中長期發展規画（2005-2020年）」（2007年

11月公表)では、2020年までに稼働中の原子力発電所の設備容量を4000万kWに拡大するとともに、建設中の原子力発電所の設備容量を同年時点で1800万kWにするとの具体的な目標を掲げている。

そうしたなかで、原子力発電所の建設計画が当初の予想を上回るスピードで進んでいることから、2020年時点の開発目標を上方修正する動きが具体化してきた。張国宝・国家エネルギー局長は、2020年時点の総発電設備容量の5%以上が新しい原子力発電目標との見解を表明している。

「原子力発電中長期発展計画」が作成された当時、中国の2020年の総発電設備容量は10億kWに達すると予測されていた。しかし、最近の見通しでは、14億～15億kWに達するとの見方が強まってきていることから、張国宝局長の発言をベースに計算すると、2020年の新たな原子力発電目標は最低でも7000万～7500万kWに達する。

張国宝局長は2009年5月、20年後の中国の原子力発電所基数が104基に達することも可能との見通しを示した。テピア総合研究所の調査によると、中国では2010年1月末現在、167の省・自治区・市で、213基、合計設備容量では2億kWを超える原子力発電所が計画されている。

第1-2-29表 中国で運転中の原子力発電所（2010年1月末現在）

発電所	所在省	炉 型	出力 (万 kW)	備 考
秦山Ⅰ期	浙江	PWR	31	85年3月着工、94年4月運転開始
秦山Ⅱ期－1号機	〃	〃	65	96年6月着工、2002年4月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	97年4月着工、2004年5月運転開始
秦山Ⅲ期－1号機	〃	CANDU	70	98年6月着工、2002年12月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	98年9月着工、2003年7月運転開始
大亜湾－1号機	広東	PWR	98.4	87年8月着工、94年2月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	88年4月着工、94年5月運転開始
嶺澳－1号機	〃	〃	99	97年5月着工、2002年5月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	97年11月着工、2003年1月運転開始
田湾－1号機	江蘇	〃	106	99年10月着工、2007年5月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	2000年着工、07年8月運転開始
合 計	907.8 (11 基)			

第1-2-30表 中国で建設中の原子力発電所（2010年4月15日現在）

発電所	所在省	炉 型	出力 (万 kW)	備 考
嶺澳Ⅱ期－1号機	広東	PWR	108	2005年12月着工
－2号機	〃	〃	〃	2006年8月着工
秦山Ⅱ期－3号機	浙江	〃	65	2006年4月着工
－4号機	〃	〃	〃	2007年1月着工
紅沿河Ⅰ期－1号機	遼寧	〃	111	2007年8月着工
－2号機	〃	〃	〃	2008年2月着工
－3号機	〃	〃	〃	2009年3月着工
－4号機	〃	〃	〃	2009年8月着工
寧徳Ⅰ期－1号機	福建	〃	111	2008年2月着工
－2号機	〃	〃	〃	2008年11月着工
－3号機	〃	〃	〃	2010年1月着工
福清Ⅰ期－1号機	〃	〃	100	2008年11月着工
－2号機	〃	〃	〃	2009年6月着工

発電所	所在省	炉型	出力(万kW)	備考
陽江Ⅰ期－1号機	広東	PWR	100	2008年12月着工
秦山Ⅰ期拡張(方家山)－1号機	浙江	〃	〃	2008年12月着工
－2号機	〃	〃	〃	2009年7月着工
三門Ⅰ期－1号機	〃	〃	125	AP1000、2009年4月着工
－2号機	〃	〃	〃	AP1000、2009年12月着工
海陽Ⅰ期－1号機	山東	〃	〃	AP1000、2009年9月着工
台山Ⅰ期－1号機	広東	〃	175	EPR、2009年12月着工
－2号機	〃	〃	〃	〃、2010年4月着工
合計	2348(21基)			

出典：テピア総合研究所

第1-2-31表 中国で計画中の原子力発電所(2010年1月末現在)

発電所名	所在省	炉型	出力(万kW)	備考
靖宇(赤松)	吉林省	PWR	125×6基	AP1000、Ⅰ期工事で4基建設、2011年着工
樺甸	〃	〃	100×4基	2011年着工
興城(徐大堡)	遼寧省	〃	100×6基	3期に分けて建設、Ⅰ期工事投資額250億元、初号機：2015年運転開始予定
紅沿河Ⅱ期	〃	〃	111×2基	CPR1000
桓仁	〃	〃	100×4基	
遼寧東港	〃	〃	100×4基	中国華電集团公司と東港市政府が協力枠組協定締結
海陽	山東省	〃	125×5基	AP1000、Ⅰ期工事で2基建設、初号機：2009年9月24日着工・2014年運転開始予定
乳山	〃	〃	100×6基	
華能山東石島湾Ⅰ期(栄成)	〃	HTGR	20×1基	高温ガス炉実証炉(30億元)、2013年送電開始予定。ガス炉の全体計画規模400万kW
華能山東石島湾Ⅱ期	〃	〃	20×19基	高温ガス炉
華能山東石島湾	〃	PWR	100×4基	
栄成石島湾	〃	〃	140×2基	中国版第3世代炉「CAP1400」実証炉。2013年着工、17年運転開始予定。
田湾Ⅱ期	江蘇省	〃	100×2基	ロシア型PWR(VVER)、中露が枠組み協定に調印(2007年11月)
田湾Ⅲ期	〃	〃	100×2基	ロシア型PWR(VVER)、国が前期作業実施を承認
田湾Ⅳ期	〃	〃	100×2基	ロシア型PWR(VVER)
江蘇第2	〃	〃	100×4基	
南陽	河南省	〃	125×6基	
信陽	〃	〃	125×4基	AP1000、2009年3月に河南省政府と協力枠組み協定に調印
安徽蕪湖	安徽省	〃	100×4基	AP1000、総投資額520億元
吉陽	〃	〃	100×4基	AP1000、Ⅰ期工事で2基建設、2基とも2010年着工、2015年以内に運転開始予定
宣城	〃	〃	100×4基	Ⅰ期工事で2基建設
三門(健跳)	浙江省	〃	125×4基	AP1000、Ⅰ期工事の2基は着工
浙西(龍遊)	〃	〃	100×4基	2010年着工
蒼南	〃	〃	100×6基	09年9月末、電力規画設計総院による初期実行可能性研究報告審査会を実施。Ⅰ期工事で2基を建設する。
(華能浙江蒼南)	〃	〃	－	08年10月、国家電網公司、電力規画設計総院、上海核工程研究設計院等による立地点選定のための合同審査会が実施。

発電所名	所在省	炉型	出力 (万 kW)	備 考
福清Ⅱ期	福建省	PWR	100 × 4 基	第2世代改良型
寧徳Ⅰ期	〃	〃	100 × 1 基	4号機が未着工
寧徳Ⅱ期	〃	〃	100 × 2 基	CPR1000
三明	〃	〃	100 × 4 基	第2世代改良型、総投資額 600 億元、Ⅰ期工事で 2 基建設
漳州	〃	〃	125 × 6 基	AP1000、総投資額 800 億元、Ⅰ期工事で 4 基建設、
莆田	〃	〃	100 × 10 基	総投資額 1000 億元
咸寧大畈	湖北省	〃	125 × 4 基	
彭澤（帽子山）	江西省	〃	125 × 4 基 150 × 2 基	AP1000、2010 年着工予定
桃花江	湖南省	〃	125 × 4 基	AP1000、総投資額 600 億元、2010 年着工予定。 1号機：2015 年、2号機：2016 年運転開始予定。
常德	〃	〃	100 × 4 基	総投資額 480 億元。2008 年 5 月、初期実行可能性研究報告の審査を通過。2009 年 4 月着工予定。1号機：2014 年 10 月、2号機：2015 年 6 月運転開始予定。
華銀（株洲県 or 湘陰県）	〃	〃	100 × 4 基	2 基ずつ 2 期。概算投資額 246 億元以上。初期実行可能性研究報告の審査を通過。
小墨山	〃	〃	125 × 6 基	AP1000、2 基ずつ 3 期。初期実行可能性研究報告の審査を通過。
陽江Ⅰ期	広東省	〃	100 × 1 基	2号機は未着工
陽江Ⅱ期	〃	〃	100 × 4 基	CPR1000
台山Ⅱ期	〃	〃	175 × 2 基	EPR
陸豊	〃	〃	100 × 6 基	CPR1000、Ⅰ期工事で 4 基建設
韶関	〃	〃	125 × 4 基	AP1000、国家発展改革委員会に認可申請
揭陽	〃	〃	100 × 6 基	実行可能性調査段階
広西防城港（紅沙）	広西壮族自治区	〃	100 × 6 基	CPR1000、2009 年着工、初号機 2014 年運転開始予定
平南白沙	〃	〃	100 × 4 基	
海南昌江	海南省	〃	65 × 4 基	Ⅰ期：CNP600 × 2 基、2009 年着工、2014 年運転開始。Ⅱ期：2014 年着工、2018 年運転開始。
蓬安	四川省	〃	100 × 4 基	
重慶石柱	重慶市	〃	100 × 4 基	Ⅰ期工事で 2 基建設
涪陵	〃	〃	125 × 4 基	AP1000、Ⅰ期工事で 2 基建設、1号機：2015 年運開
安慶	安徽省	HTGR	—	初期実行可能性研究報告の審査が終了（10 年 1 月）
洛陽*	河南省	PWR	(100 × 4 基)	河南省発展改革委員会が不支持表明
万安烟家山	江西省	PWR		前期作業共同実施取決めに調印（09 年 8 月 30 日）
福建三明	福建省	FBR		実証炉、実行可能性研究実施中
南平	〃	—	—	初期実行可能性研究実施中
衡陽	湖南省	—	—	
安康 or 漢中	陝西省			
白銀	甘肅省			
計画中合計（基数）			21337（213 基）	

注：炉型・出力が確定しているものだけを集計した。

※洛陽：洛陽市政府と中国華電集団公司是 2008 年 1 月 3 日、同市での原子力発電建設について合意した。市政府は原子力発電所建設に向けての最大限の努力を払う意向を表明したが、河南省発展改革委員会は、中国華電集団公司の実績不足を理由に、同プロジェクトを支持しない考えを示した。このため同発電所は合計には含めない。

出典：テピア総合研究所が各種情報をもとに集計。

中国の原子力発電所立地点



地図出典：国家測絵局 GS (2007) 1910 号
 (<http://www.sbsm.gov.cn/article/zxbs/dtfw/>)
 出典：テビア総合研究所・窪田秀雄作成 (2010 年 1 月末現在)

第 1-2-32 表 世界で運転中・建設中の原子力発電所 (2008 年末現在)

国 名	運転中 (MW)		建設中 (MW)		2008 年の原子力発電電力量		運転実績	
	基数	設備容量	基数	設備容量	TWh	シェア (%)	年	月
アルゼンチン	2	935	1	692	6.9	6.2	60	7
アルメニア	1	376			2.2	39.4	34	8
ベルギー	7	5824			43.4	53.8	226	7
ブラジル	2	1766			13.2	3.1	35	3
ブルガリア	2	1906	2	1906	14.7	32.9	145	3
カナダ	18	12577			88.3	14.8	564	2
中国	11	8438	11	10220	65.3	2.2	88	3
チェコ	6	3634			25.0	32.5	104	10
フィンランド	4	2696	1	1600	22.1	29.7	119	4
フランス	59	63260	1	1600	419.8	76.2	1641	2
ドイツ	17	20470			140.9	28.8	734	5
ハンガリー	4	1859			13.9	37.2	94	2
インド	17	3782	6	2910	13.2	2.0	301	4
イラン			1	915				
日本	55	47278	2	2191	241.3	24.9	1386	8
韓国	20	17647	5	5180	144.3	35.6	319	8
リトアニア	1	1185			9.1	72.9	42	6
メキシコ	2	1300			9.4	4.0	33	11
オランダ	1	482			3.9	3.8	64	0
パキスタン	2	425	1	300	1.7	1.9	45	10
ルーマニア	2	1300			10.3	17.5	13	11
ロシア	31	21743	8	5809	152.1	16.9	963	4
スロバキア	4	1711			15.5	56.4	128	7

国 名	運転中 (MW)		建設中 (MW)		2008 年の原子力発電電力量		運転実績	
	基数	設備容量	基数	設備容量	TWh	シェア (%)	年	月
スロベニア	1	666			6.0	41.7	27	3
南アフリカ	2	1800			12.8	5.3	48	3
スペイン	8	7450			56.5	18.3	261	6
スウェーデン	10	8996			61.3	42.0	362	6
スイス	5	3220			26.3	39.2	168	10
ウクライナ	15	13107	2	1900	84.5	47.4	353	6
英国	19	10097			48.2	13.5	1438	8
米国	104	100683	1	1165	806.7	19.7	3395	9
合 計 ^{a, b}	438	371562	44	38988	2597.8	14	13475	7

a: 合計には、台湾の以下の数字を含む。

－運転中 (6 基・4949MW)、建設中 (2 基・2600MW)

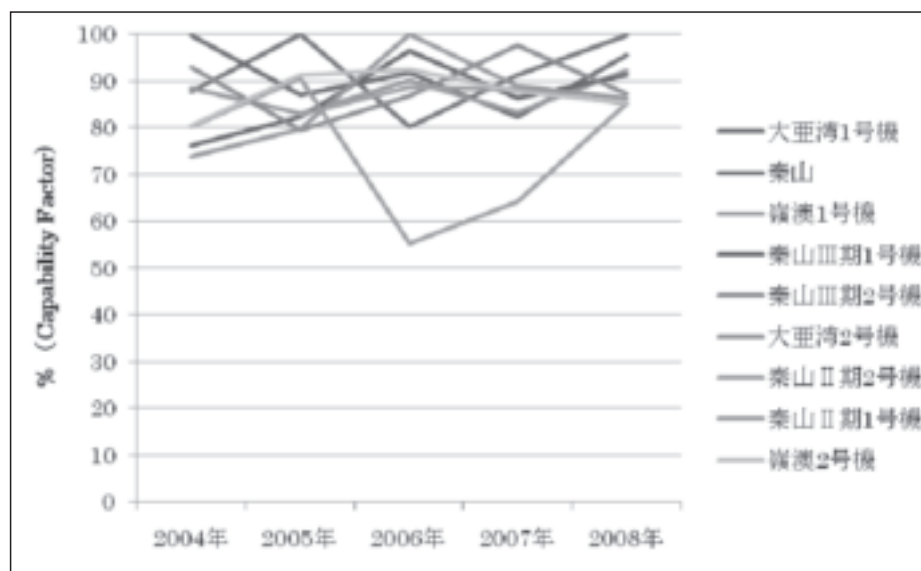
－原子力発電電力量: 39.3TWh、原子力発電シェア: 17.5%

－運転実績: 164 年と 1 ヶ月

b: 合計運転実績には、イタリアの 81 年とカザフスタンの 25 年と 10 ヶ月を含む。

出典: 「Nuclear Technology Review 2009」(IAEA、31 July 2009)

第 1-2-32 図 中国の原子力発電所の運転実績



能力因子 (Capability Factor) = 特定期間内に利用可能な発電量 / 特定期間内の基準発電量

負荷因子 (Load Factor) = 特定期間内の実際の発電量 / 特定期間内の基準発電量

出典: 2004、2005 年データ「中国核電運行年報 2005」(国家原子能機構)
2006～2008 年データ「中華人民共和国国家核安全局 2006、2007、2008 年報」(国家核安全局)

第 1-2-32 図付表 中国の原子力発電所の運転実績

	能力因子 (Capability Factor)					負荷因子 (Load Factor)				
	2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
秦山Ⅰ期	99.81	87.02	91.84	82.22	95.55	99.78	86.72	91.44	81.62	96.36
大亜湾 1 号機	87.77	99.95	80.32	91.20	99.79	87.24	99.80	80.31	90.85	99.61
2 号機	73.91	79.76	99.88	88.80	86.25	73.57	79.44	99.68	88.29	86.44
秦山Ⅱ期 1 号機	80.18	90.57	55.24	64.12	85.21	82.22	92.76	55.20	65.69	87.41
2 号機	—	82.82	88.78	88.30	85.21	—	85.19	90.30	90.70	87.00
嶺澳 1 号機	88.54	83.10	90.08	83.16	92.11	87.76	82.69	89.16	82.65	90.72
2 号機	80.43	91.22	92.44	87.73	85.42	79.92	90.56	91.86	87.31	84.57
秦山Ⅲ期 1 号機	76.16	82.34	96.34	86.42	91.21	77.28	84.05	98.18	88.35	93.52
2 号機	92.85	79.61	86.73	97.55	87.32	94.03	81.05	88.68	99.87	89.25
田湾 1 号機					70.97					74.76
2 号機					81.20					85.47

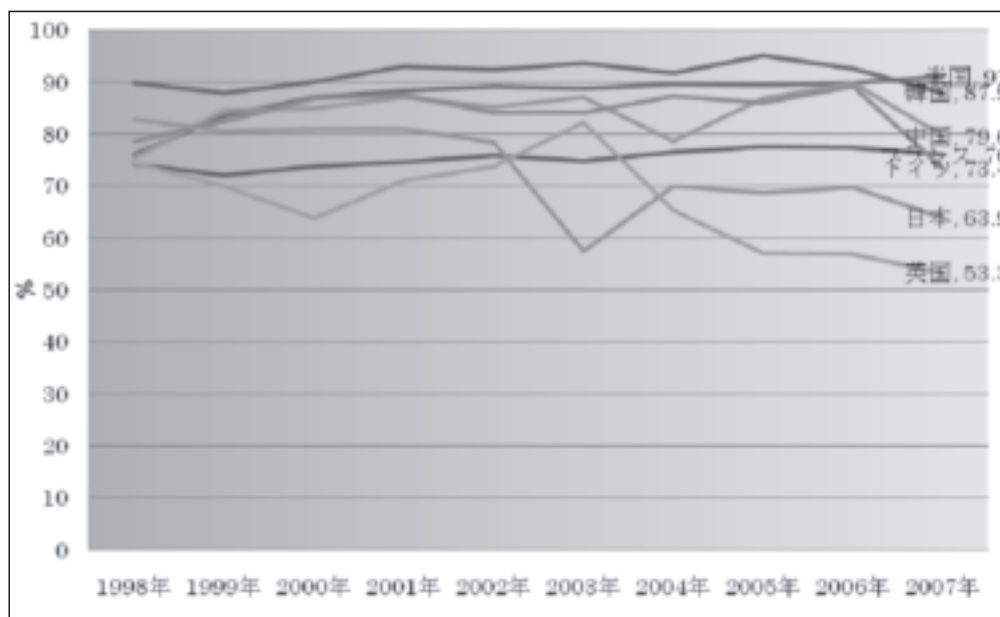
能力因子 (Capability Factor) = 特定期間内に利用可能な発電量 / 特定期間内の基準発電量

負荷因子 (Load Factor) = 特定期間内の実際の発電量 / 特定期間内の基準発電量

出典：2004、2005 年データ「中国核電運行年報 2005」（国家原子能機構）

2006～2008 年データ「中華人民共和国国家核安全局 2006、2007、2008 年報」（国家核安全局）

第 1-2-33 図 主要国の原子力発電所の設備利用率の推移



出典：「平成 20 年版原子力白書」をもとに作成

(8) 水力発電

大まかな統計によると、中国には流域面積が 100km² 以上の河川が約 5000 ある。このうち、総延長が 1000km 以上の河川は 20、流域面積が 1000km² 以上の河川が 1600 ある。また、水力発電資源量が 1 万 kW 以上の河川は 3019 に達する。

2000 年に実施された水力資源の全国調査によると、理論埋蔵量は 6 億 8900 万 kW に、このうち技術的に開発が可能な水力資源は 4 億 9300 万 kW、経済的に開発可能な水力資源は 3 億 9500 万 kW に達すると推定されている。

2003 年の全国調査では、技術的に開発可能な水力発電設備容量は 5 億 4000 万 kW に、経済的に開発可能な水力発電設備容量は 4 億 kW に引き上げられたが、経済的に開発可能な発電量は 100 億 kWh の増加にとどまった。

これを河川ごとに見ると、水力資源埋蔵量、開発可能水力資源量とも長江が圧倒的に大きく、埋蔵量では全体の 39.6%、開発可能資源量では全体の 53.4% を占めている。地区別では、西南部が水力発電資源全体の 70% を占めている。

中国電力企業連合会によると、2008 年末時点の中国の水力発電設備容量は 1 億 7260 万 kW となっており、総発電設備容量に占める割合は約 22% に達し、石炭火力に次ぐ電源の地位を確保している。また、2008 年の水力発電電力量は 5633 億 kWh を記録し、総発電電力量（3 兆 4334 億 kWh）に占める割合は 16.4% となった。

中国は「再生可能エネルギー中長期発展計画」（「可再生能源中長期発展計画」）の中で、「第 11 次 5 ヶ年」期（2006 ～ 2010 年）において、7300 万 kW の水力発電所を開発し、2010 年までに設備容量を 1 億 9000 万 kW に拡大する目標を掲げている。内訳は、大・中規模の水力発電所が 1 億 2000 万 kW、小規模の水力発電所が 5000 万 kW、揚水発電所が 2000 万 kW となっている。さらに 2020 年までには水力発電設備容量を 3 億 kW まで拡大する方針を明らかにしている。

なお、揚水発電所については、2006 年末現在、17 ヶ所で 765 万 kW が稼働中のほか、13 ヶ所で 1226 万 kW が建設中となっている。

第 1-2-33 表 中国の水力資源の概況

	単位	1980 年の一般調査	2000 年の全国調査	2003 年の全国調査※
理論埋蔵量（設備容量）	億 kW	6.8	6.89	
理論埋蔵量（発電量）	兆 kWh	5.9	6.04	
技術的開発可能量（設備容量）	億 kW	3.78	4.93	5.4
技術的開発可能量（発電量）	兆 kWh	1.92	2.26	2.47
経済的開発可能量（設備容量）	億 kW	—	3.95	4.0
経済的開発可能量（発電量）	兆 kWh	—	1.74	1.75

※：「可再生能源中長期発展計画」（国家發展和改革委員会、2007 年 8 月）

原典：「命脉——新中国水利 50 年」（中国水利学会編、三峡出版社、2001 年）

出典：「中国能源發展報告 2009」（社会科学文献出版社）

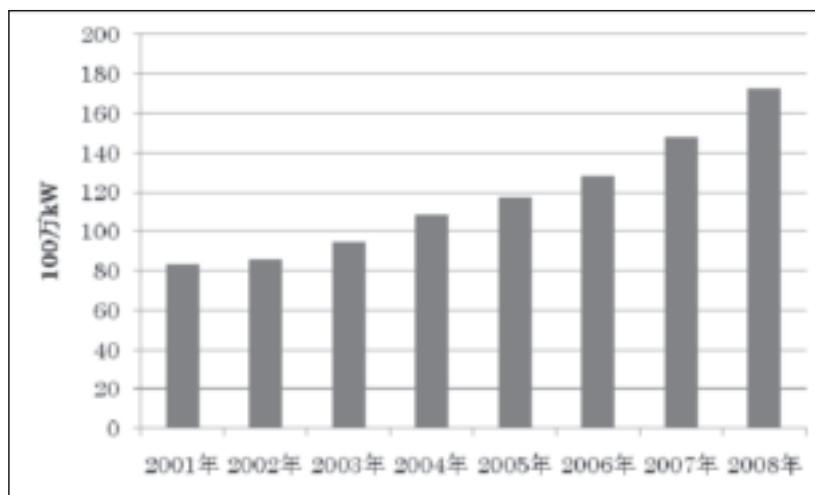
第1-2-34表 中国の水力資源量と開発可能量

地 区	水力資源埋蔵量			開発可能水力資源量		
	平均出力 (万 kW)	年間発電量 (億 kWh)	全国に占める 割合 (%)	設備容量 (万 kW)	年間発電量 (億 kWh)	全国に占める 割合 (%)
長江	26802	23478	39.6	19724	10275	53.4
黄河	4055	3552	6	2800	1170	6.1
珠江	3348	2933	5	2485	1125	5.8
海滦河	294	258	0.4	214	52	0.3
淮河	145	127	0.2	66	19	0.1
東北地方河川	1531	1341	2.3	1371	439	2.3
東南沿海河川	2067	1811	3.1	1390	547	2.9
西南国際河川	9690	8489	14.3	3768	2099	10.9
雅魯藏布江及びチベット 其他河川	15974	13994	23.6	5038	2968	15.4
北方内陸及び新疆 地区の河川	3699	3240	5.5	997	539	2.8
全 国	67605	59222	100	37853	19233	100

原典：「命脉——新中国水利 50 年」（中国水利学会編、三峡出版社、2001 年）

出典：「中国能源發展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第1-2-34図 中国の水力発電設備容量の推移



出典：国家電力監管委員会（2007 年と 2008 年は中国電力企業連合会）

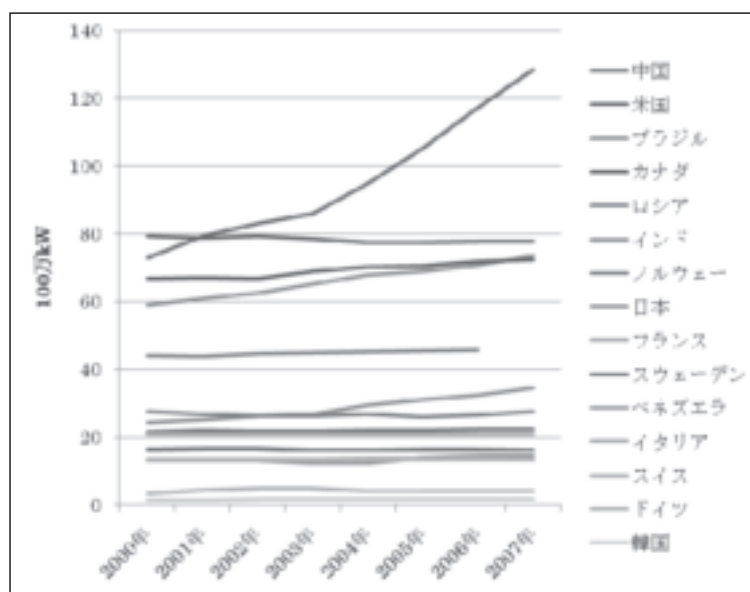
第1-2-34図附表 中国の水力発電設備容量の推移

(単位：万 kW)

	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年 [*]	2008 年 [*]
設備容量	8301	8607	9490	10826	11738	12857	14823	17260
合計設備容量	33843	35644	39158	42973	51718	62200	71822	79273
全体に占める 割合 (%)	24.53	24.15	24.24	25.19	22.70	20.67	20.64	21.77

出典：国家電力監管委員会（2007 年と 2008 年は中国電力企業連合会）

第1-2-35図 主要国の水力発電設備容量の推移



出典：「World Hydroelectricity Installed Capacity, Most Recent Annual Estimates, Jan. 1, 2007」(Energy Information Administration, USDOE)

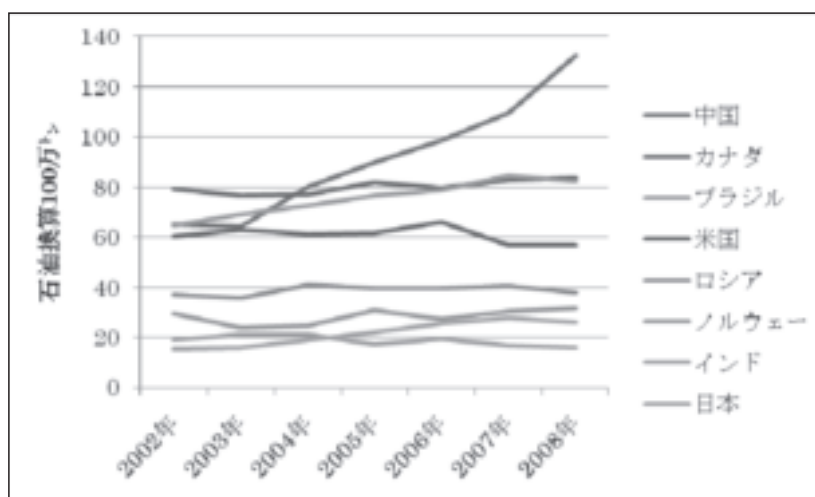
第1-2-35 図附表 主要国の水力発電設備容量

(100 万 kW)

国	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
中国	72.971	79.352	83.006	86.075	94.896	105.242	117.388	128.570
米国	79.359	78.916	79.356	78.694	77.641	77.541	77.821	77.833
ブラジル	58.997	61.063	62.523	65.311	67.793	68.999	70.858	73.434
カナダ	66.944	67.230	66.882	69.029	70.197	70.680	71.801	72.484
ロシア	44.100	43.900	44.700	44.828	45.221	45.531	45.835	—
インド	24.500	25.140	26.260	26.910	29.569	30.942	32.326	34.654
ノルウェー	27.540	26.766	26.319	26.262	26.758	26.088	26.410	27.524
日本	21.555	22.019	21.621	21.697	22.006	22.048	22.133	22.199
フランス	20.813	20.821	20.847	21.004	20.911	20.797	20.806	20.806
スウェーデン	16.432	16.506	16.523	16.187	16.098	16.302	16.302	16.234
ベネズエラ	13.215	13.215	13.207	12.491	12.491	13.864	14.597	14.597
イタリア	13.417	13.389	13.456	13.557	13.703	13.789	13.890	13.528
スイス	13.230	13.240	13.285	13.295	13.310	13.315	13.355	13.355
ドイツ	3.384	4.328	4.831	4.937	4.058	4.073	4.143	4.141
韓国	1.548	1.549	1.614	1.576	1.577	1.579	1.583	1.585

出典：「World Hydroelectricity Installed Capacity, Most Recent Annual Estimates, Jan. 1, 2007」(Energy Information Administration, USDOE)

第 1-2-36 図 主要国の水力発電消費量



注：グロス発電量に基づいており、国境を越えた電力の供給は含まれていない。

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

第 1-2-36 図附表 主要国の水力発電消費量

(単位：石油換算 100 万トン)

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
中国	65.2	64.2	80.0	89.8	98.6	109.8	132.4
カナダ	79.4	76.4	77.2	82.0	79.9	82.9	83.6
ブラジル	64.7	69.2	72.6	76.4	78.9	84.6	82.3
米国	60.4	63.0	61.3	61.8	66.1	56.6	56.7
ロシア	37.2	35.6	40.8	39.6	39.6	40.4	37.8
ノルウェー	29.4	24.0	24.7	30.9	27.1	30.6	31.8
インド	15.5	15.7	19.0	22.0	25.4	27.7	26.2
日本	18.9	21.1	21.1	17.3	19.6	16.8	15.7

注：グロス発電量に基づいており、国境を越えた電力の供給は含まれていない。

出典：「BP Statistical Review of World Energy June 2009」(bp.com/statisticalreview)

(9) 風力発電

中国政府は、2007 年 9 月に公表した「再生可能エネルギー中長期発展計画」の中で、風力発電開発目標を 2010 年：500 万 kW、2020 年：3000 万 kW に定めたが、2008 年 3 月に公表した「再生可能エネルギー発展『第 11 次 5 ヶ年』計画」(「可再生資源発展“十一五”規劃」)では、2010 年の開発目標を 1000 万 kW に上方修正した。

中国電力企業連合会が 2010 年 1 月 6 日に発表した「2009 年全国電力工業統計(速報値)」によると、2009 年に 897 万 kW の風力発電所が新たに完成し、中国の風力発電設備容量は同年末時点で 1613 万 kW に達した。

この数値は、送電網に接続されている分だけであり、世界風力エネルギー協会(Global Wind Energy Council)がまとめた「Global Wind 2008 Report」によると、2008 年末時点の中国の風力発電設備容量は 1221 万 kW に達しており、米国(2517 万 kW)、ドイツ(2390 万 kW)、スペイン(1675 万 kW)に次いで、世界第 4 位となっている。

最新の風力資源調査によると、陸地での高度 10m の風力資源の総量は 43 億 5000 万 kW に達すると

推定されている。このうち技術的に開発可能な量は3億kW、またブレードボス部の高さを考慮すると、約6億kWに達すると試算されている。とくに、風力資源が豊富なのは、西北地区の大部分と、華北北部、東北北部、チベット高原、沿海地区などである。

風力発電設備容量（電力網接続分）が300万kWを超えた内蒙古では、風力の「三峡発電所」を構築することを目標に、風力発電設備容量を2010年までに800万kWに増やしたあと、2015年までに2800万kW、また2020年までに5000万kWに拡大することが計画されている。

内蒙古に多数の風力発電所を建設してきた北京京能新エネルギー有限公司は、各地に分散して建設されている風力発電関連のデータを一元的に管理する「風力発電所群遠隔モニター・運転維持最適化システム」を開発し、2009年9月22日から正式に運用を開始した。

また、運転中が66万kW、建設中が65万kWに達している甘粛省の酒泉市では2009年8月、中国初の1000万kW級風力発電基地の建設が正式にスタートしている。甘粛省では2010年：500万kW、2015年：1200万kW、2020年：2000万kWに風力発電設備を引き上げる計画が浮上している。

このほか、江蘇省では2010年：150万kW、2020年：1000万kWに風力発電を拡大する計画を持っている。東北の3省でも、風力発電設備を2010年に400万kWに引き上げたあと、2020年までに900万kWに拡大するという計画がある。

新疆の達坂城では2009年12月10日、金風科技股份有限公司が自主的に研究開発した、陸上の風力発電所では最大出力となる3MWユニットの据付が行われた。

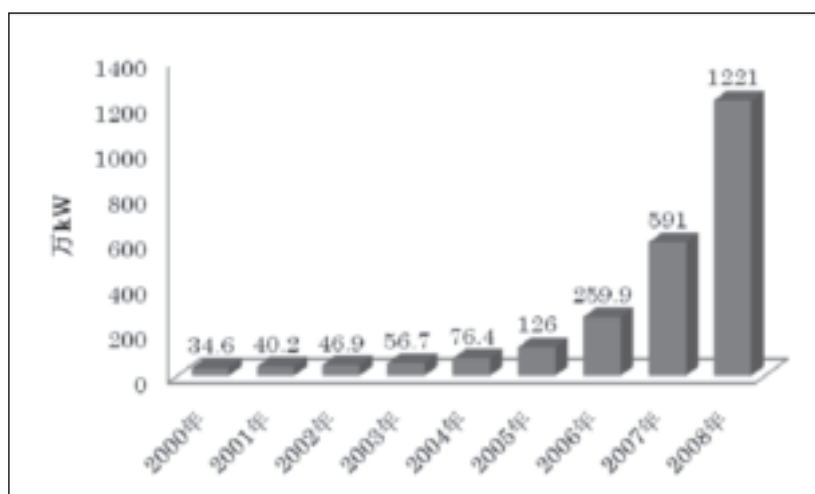
洋上での風力発電開発も着々と進んでいる。中国初の洋上風力発電所「東海大橋風力発電所」の最初の3基が2009年9月4日、正式に発電を開始した。同発電所は、国家発展改革委員会が2008年5月に承認した中国初の洋上風力発電プロジェクトであり、中国大唐集团公司、上海緑色環境保護エネルギー有限公司、中広核風力発電有限公司、中電国際新エネルギー有限公司が共同で出資した。上海東海風力発電有限公司が運営にあたる。同発電所は、3MWユニット34基で構成され、合計設備容量は10万2000kWに達する。

2009年10月20日には、海岸線から3km離れた場所に建設された龍源江蘇如東海上風力発電所で、1.5MWの設備容量を持つ2基のユニットが発電を開始し、送電網に接続された。2010年には、全16基が運転を開始することになっている。同発電所を所有する龍源集団は、江蘇省で2020年までに600万kWの洋上風力発電所を建設する計画を明らかにしている。

なお、中国電力企業連合会や国家電力監管委員会の集計によると、2008年末時点の中国の風力発電設備容量は894万kWとなっている。これは、送電網に接続された分を合計したものであり、1221万kWのうち約300万kWが送電網に接続されていないことを意味している。

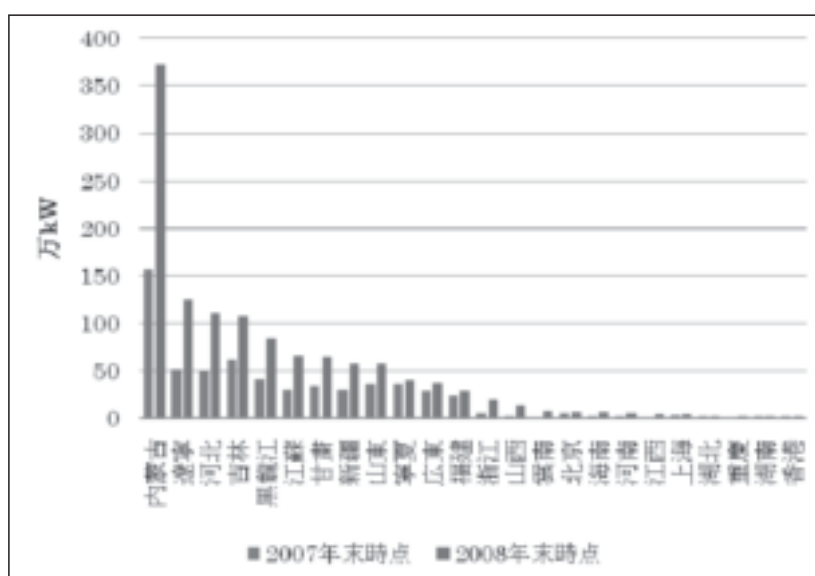
中国では、政府による新エネルギーへの肩入れもあり、競って風力発電所が建設されているが、送電線の建設が発電所の建設に追いついていない。そうしたなかで、国家電力監管理委員会がまとめた「我国風電発展情況調研報告」は、中国国内の風力発電所は全体として難しい経営を強いられており、中には損失がでている発電所もあると指摘している。

第1-2-37図 中国の風力発電設備容量の推移（電力網未接続分を含む）



出典：「Global Wind 2008 Report」（Global Wind Energy Council）をもとに作成

第1-2-38図 地域別に見た中国の風力発電設備容量※



※：電力網に未接続分も含む

出典：「2008年中国風電装机容量統計」（中国風能協会）

第1-2-38図付表 地域別に見た中国の風力発電設備容量※

	省・市・自治区	2007 年末時点 (kW)	2008 年新設分 (kW)	2008 年末時点 (kW)
1	内蒙古	1563190	2172250	3735440
2	遼寧	515310	734450	1249760
3	河北	491450	619250	1110700
4	吉林	612260	457200	1069460
5	黒龍江	408250	428050	836300
6	江蘇	293750	354500	648250
7	甘肅	338300	298650	636950
8	新疆	299310	277500	576810

	省・市・自治区	2007 年末時点 (kW)	2008 年新設分 (kW)	2008 年末時点 (kW)
9	山東	350200	222100	572300
10	寧夏	355200	38000	393200
11	広東	287390	79500	366890
12	福建	237750	46000	283750
13	浙江	47350	147280	194630
14	山西	5000	122500	127500
15	雲南	0	78750	78750
16	北京	49500	15000	64500
17	海南	8700	49500	58200
18	河南	3000	47250	50250
19	江西	0	42000	42000
20	上海	24400	15000	39400
21	湖北	13600	0	13600
22	重慶	0	1700	1700
23	湖南	1650	0	1650
24	香港	800	0	800
	合計（台湾を除く）	590 万 6360	624 万 6430	1215 万 2790

※：電力網に未接続分も含む

出典：「2008 年中国風電装机容量統計」（中国風能協会）

第 1-2-35 表 上位 7 省・自治区の風力発電電力量（2008 年）

省（区）	発電設備容量 (万 kW) ※	発電電力量 (億 kWh)	省（区）の総発電量に 占める割合 (%)	全国の風力発電電力量に 占める割合 (%)
内蒙古	321.78	35	0.1	27.3
甘肅	64.66	6.3	0.93	4.9
遼寧	85.4	10	0.88	7.8
吉林	76.3	13	2.46	10.16
江蘇	60.5	7.75	0.3	6
新疆	49.05	7.77	1.73	6
黒龍江	47.8	13	1.77	10.16

※：電力網に未接続分は除く

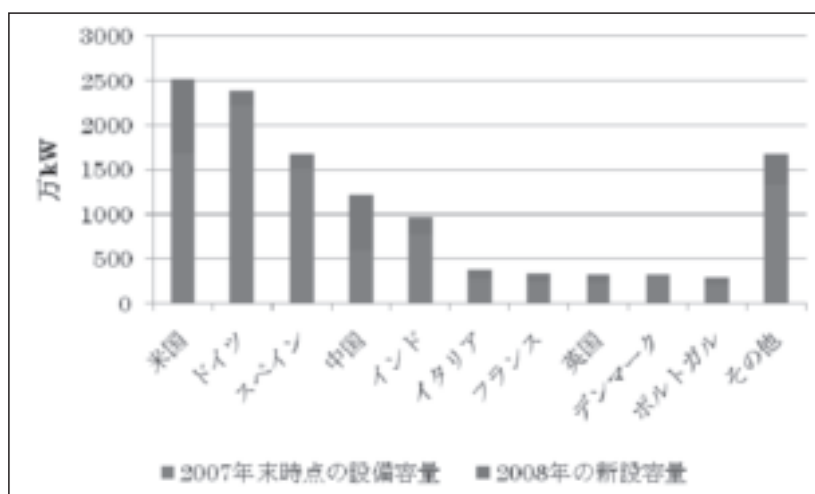
出典：「我国風電発展情況調研報告」（国家電力監管委員会、2009 年 7 月 21 日）

第 1-2-36 表 中国の代表的な風力発電所の稼働実績

省（区）	発電所名	設備容量 (万 kW)	設計最大利用時間 (時間)	実際最大利用時間 (時間)	設計値との差 (時間)
内蒙古	輝騰錫勒	10.05	2588	2042	- 546
甘肅	安西	10.05	2358	1650	- 708
新疆	小草湖	9.9	2345	1823	- 522
江蘇	東台	13.8	2126	1900	- 226
吉林	大安大崗子	19.8	2309	2121	- 188
遼寧	昌図泉頭	9.86	2100	1645	- 455
黒龍江	大箐山	4.93	2300	3000	700

出典：「我国風電発展情況調研報告」（国家電力監管委員会、2009 年 7 月 21 日）

第 1-2-39 図 世界の風力発電設備容量※ (2008 年)



※：電力網に未接続分も含む

出典：「Global Wind 2008 Report」(Global Wind Energy Council)

第 1-2-39 図附表 世界の風力発電設備容量※ (2008 年)

国	2008 年の新設容量 (MW)	2008 年末時点の設備容量 (MW)	全体に占める割合 (%)
米国	8358	25170	20.8
ドイツ	1665	23903	19.8
スペイン	1609	16754	13.9
中国	6300	12210	10.1
インド	1800	9645	8.0
イタリア	1010	3736	3.1
フランス	950	3404	2.8
英国	836	3241	2.7
デンマーク	77	3180	2.6
ポルトガル	712	2862	2.4
その他	3285	16693	13.8
上位 10 位合計	23766	104104	86.2
世界合計	27051	120798	100.0

※：電力網に未接続分も含む

出典：「Global Wind 2008 Report」(Global Wind Energy Council)

(10) その他の再生可能エネルギー

「21 世紀のための再生可能エネルギー政策ネットワーク」(Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) がまとめた「Renewables: Global Status Report 2009 Update」によると、水力発電と風力発電以外の再生可能エネルギー開発は、世界的に見ても大きな進展を見せていない。

このうち、小規模水力発電を除き、再生可能エネルギーを用いた発電で風力発電に次ぐ規模となっているのがバイオマス発電で、2008 年末時点で世界全体では 5200 万 kW に達している。このうち中国は、全体の 6.9% に相当する 360 万 kW となっている。

中国では、ワラや木屑、家畜の糞便、エネルギー植物、工業有機廃水、都市生活污水・ゴミ等が主なバイオマス・エネルギー資源となっている。「再生可能エネルギー中長期発展計画」によると、このう

ちワラ類は年間 6 億トン程度発生しているが、製紙原料や家畜の飼料に使われる分を除いた約 3 億トンが燃料として利用されている。これは、標準炭に換算すると 1.5 億トンに相当する。また、木屑などの林業廃棄物の発生量 9 億トンのうち、3 億トンを燃料として利用することができる。

このほか、トリハハゼノキやオオアブラギリなどのエネルギー植物を 2000 万ヘクタールほど栽培することも可能で、年産 5000 万トン程度のバイオ液体燃料の原料需要を賄うことができるとみられている。また、家畜の飼育と有機廃水によって年間 800 億 m^3 のメタンを理論上発生できるほか、年間 1 億 2000 万トンの都市生活ゴミが発生すると見込まれている。

中国では 2005 年末現在、家庭用バイオガス発酵槽の設置件数が 1800 万戸、年間のメタン生産量が 70 億 m^3 に達している。また、合計で 1500 ヶ所に大型の家畜飼育場メタンプロジェクトと有機廃液メタンプロジェクトが完成し、年間 10 億 m^3 のメタンが発生している。

中国は、「再生可能エネルギー中長期発展計画」の中で、2010 年までにバイオマスを用いた発電設備容量を 550 万 kW に拡大するとともに、バイオマス固体成型燃料の年間使用量を 100 万トンに引き上げるとの目標を示している。また、メタンの年間使用量は 190 億 m^3 、非食糧系の原料を用いた燃料アルコールの利用量を 200 万トン、バイオディーゼルの年間利用料を 20 万トンに拡大するとの目標を掲げている。

一方、2020 年の目標については、バイオマスを用いた発電設備容量 3000 万 kW、バイオマス固体成型燃料の年間使用量 5000 万トン、メタンの年間使用量 440 億 m^3 、燃料アルコールの使用量 1000 万トン、バイオディーゼルの年間使用量 200 万トンなどとしている。

中国では 2008 年末現在、15 万 kW の太陽光発電所が稼働している。また、太陽熱温水器の年間生産量は 4000 万 m^2 、合計設置面積は 1 億 2500 万 m^2 に達している。「再生可能エネルギー中長期発展計画」では、太陽光発電所の設備容量については、2010 年までに 30 万 kW、2020 年までに 180 万 kW に拡大するという目標を掲げている。一方、同計画では、太陽熱温水器の設置面積を 2010 年までに 1 億 5000 万 m^2 、2020 年までに 3 億 m^2 に拡大することを計画している。

中国は地熱エネルギーも豊富であり、国土資源部によると、開発可能な地下熱水資源は年間約 67 億 m^3 と推定されており、これは標準炭に換算すると 3283 万トンに相当する。現在、利用されている地下熱水資源は 4 億 4500 万 m^3 と見積もられている。

「再生可能エネルギー中長期発展計画」によると、発電に利用できる高温の地熱資源はそれほど多くなく、主としてチベット南部や雲南省西部などに限られており、発電規模としては 600 万 kW 程度とみられている。

第1-2-37表 中国のバイオマス・エネルギー利用予測

	単 位	2020 年 の物質質量	標準炭換算 億トン	2030 年 の物質質量	標準炭換算 億トン	2050 年 の物質質量	標準炭換算 億トン
工業廃水・廃棄物（メタン）	億立方メートル	200	0.17	280	0.24	320	0.27
家畜糞便（メタン）	億立方メートル	370	0.26	550	0.39	820	0.59
ワラ及び農業加工剰余物	億トン	4.0	1.9	4.3	2.1	4.5	2.2
マキ及び林業加工剰余物	億トン	2.59	1.48	2.81	1.60	3.12	1.78
都市生活ゴミ	億トン	4.7	0.4	7.7	0.66	13.8	1.18
小 計			4.21		4.99		6.02
エネルギー植物（バイオアルコール）	億トン	0.197	0.17	0.263	0.23	0.395	0.34
エネルギー植物（バイオディーゼル）	億トン	0.741	1.08	1.112	1.62	2.223	3.24
小 計			1.25		1.85		3.58
合 計			5.46		6.84		9.60

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第1-2-38表 主要バイオマス技術開発利用の将来予測

	2020 年		2030 年		2050 年	
	実際量 (億 kWh)	標準炭換算 (億トン)	実際量 (億 kWh)	標準炭換算 (億トン)	実際量 (億 kWh)	標準炭換算 (億トン)
バイオマス発電、バイオ燃料開発量	1400	0.17	3300	0.4	5900	0.72
バイオマス発電が電力需要全体に占める割合（％）	3.3		5.7		7.4	
バイオ燃料		0.375		0.925		2.51
石油需要全体に占める割合（％）		6.8		14.2		30.2
合 計		0.545		1.325		3.23
エネルギー需要全体に占める割合（％）		1.8		3.6		7.1

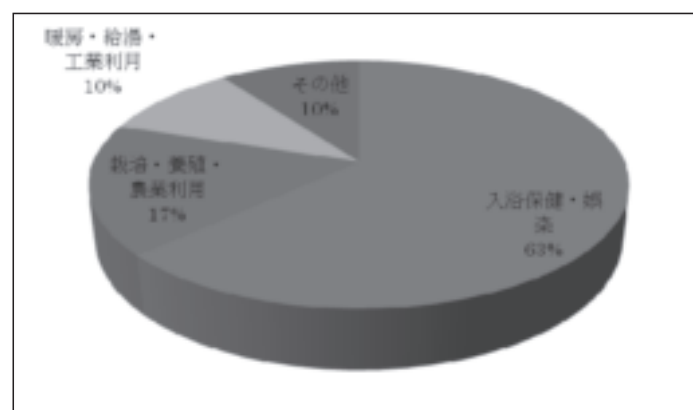
出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第 1-2-39 表 中国の太陽熱温水器の生産量と保有量

年	生産量			保有量		
	万平方メートル	MW	対前年比 (%)	万平方メートル	MW	対前年比 (%)
2001	820	5740	28	3200	2240	23
2002	1000	7000	22	4000	28000	25
2003	1200	8400	20	5000	35000	25
2004	1350	9450	13	6200	43400	24
2005	1800	10500	11	7700	53900	24
2006	2000	12600	20	10000	70000	30
2007	2300	16100	30	10800	75600	20

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第 1-2-40 図 中国の地熱資源の直接利用の現状（2006 年）



出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第 1-2-40 表 世界の地熱直接利用

	設備容量（熱出力 MW）					利用量（TJ/年）				
	1995	2000	2005	2007	2008	1995	2000	2005	2007	2008
地熱ヒートポンプ	1854	5275	15384	19010	—	14617	23275	87503	105000	—
暖房	2579	3263	4366	—	—	38230	42926	55256	—	—
温室暖房	1085	1246	1404	—	—	15742	17864	20661	—	—
水産養殖用池暖房	1097	605	616	—	—	13493	11733	10976	—	—
農業用乾燥	67	74	157	—	—	1124	1038	2013	—	—
工業利用	544	474	484	—	—	10120	10220	10868	—	—
水泳	1085	3957	5401	—	—	15742	79546	83018	—	—
冷房／融雪	115	114	371	—	—	1124	1063	2032	—	—
合 計	8664	15145	28269	35570	36023	112441	190699	273372	329270	329880

出典：「IEA Geothermal Energy 12th Annual Report 2008」（IEA Geothermal Implementing Agreement, December 2009）

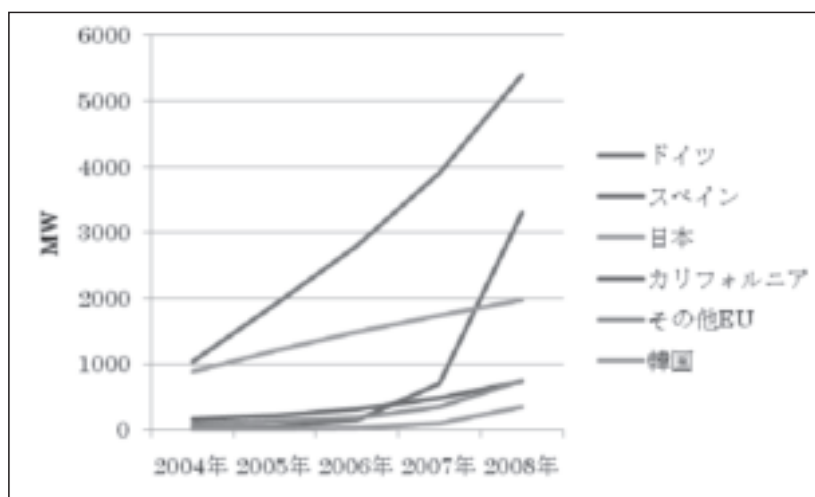
第1-2-41表 各国・地域の再生可能エネルギー発電設備（2008年）

（単位：GW）

	世界合計	発展途上国	EU-27	中国	米国	ドイツ	スペイン	インド	日本
風力発電	121	24	65	12.2	25.2	23.9	16.8	9.6	1.9
小型水力	85	65	12	60	3.0	1.7	1.8	2.0	3.5
バイオマス	52	25	15	3.6	8.0	3.0	0.4	1.5	>0.1
太陽光（接続）	13	>0.1	9.5	>0.1	0.7	5.4	3.3	~0	2.0
地熱	10	4.8	0.8	~0	3.0	0	0	0	0.5
太陽熱（集光型）	0.5	0	0.1	0	0.4	0	0.1	0	0
海洋（潮汐）	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0
合 計	280	119	96	76	40	34	22	13	8

出典：「Renewables Global Status Report 2009 Update」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century）

第1-2-41図 主要国における電力網に接続された太陽光発電所の設備容量の推移

出典：「Renewables Global Status Report 2009 Update」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century）

第1-2-41図付表 電力網に接続された太陽光発電所（MW）

国	2004年 増設分	2005年 増設分	2006年 増設分	2007年 増設分	2008年 増設分	2005年 末現在	2006年 末現在	2007年 末現在	2008年 末現在
ドイツ	600	860	900	1100	1500	1900	2800	3900	5400
スペイン	12	23	100	550	2600	50	150	700	3300
日本	270	310	290	240	240	1200	1490	1730	1970
カリフォルニア	47	55	70	95	150	220	320	480	730
その他米国	10	10	30	65	100				
韓国	3	5	20	60	250	15	35	100	350
その他世界	—	> 20	> 50	> 150	> 200	> 30	> 80	> 250	> 450
増設分合計	900	1300	1500	2400	5400				
累 積						3500	5100	7500	12950

出典：「Renewables Global Status Report 2009 Update」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century）

第1-2-42表 太陽熱給湯設備（2007年）

（単位：熱出力 GW）

国・地域	2007年増設分	2007年末の設備容量
中国	16	84
EU	1.9	15.5
トルコ	0.7	7.1
日本	0.1	4.9
イスラエル	0.05	3.5
ブラジル	0.3	2.5
米国	0.1	1.7
インド	0.2	1.5
オーストラリア	0.1	1.2
ヨルダン	～0	0.6
その他	< 0.5	< 3
世界合計	20	126

出典：「Renewables Global Status Report 2009 Update」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century）

第1-2-43表 バイオ燃料生産（2008年）

（単位：10億リットル）

国・地域	燃料エタノール	バイオディーゼル
米国	34	2.0
ブラジル	27	1.2
フランス	1.2	1.6
ドイツ	0.5	2.2
中国	1.9	0.1
アルゼンチン	－	1.2
カナダ	0.9	0.1
スペイン	0.4	0.3
タイ	0.3	0.4
コロンビア	0.3	0.2
イタリア	0.13	0.3
インド	0.3	0.02
スウェーデン	0.14	0.1
ポーランド	0.12	0.1
英国	－	0.2
世界合計	67	12

出典：「Renewables Global Status Report 2009 Update」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century）

4. 省エネルギー・エネルギー総合利用の現状

(1) 省エネルギー政策と経緯

①政策の進展

中国では1998年1月に「省エネ法」（「中華人民共和国節約能源法」）が施行されたが、具体的な内容に乏しかった。その後、石油需要の拡大という状況の中で、2001年からスタートした「第10次5ヵ年」期（2001～2005年）において省エネに対する関心が高まった。

同期における中国のエネルギー需給が大きな変貌を遂げたことから、2006年3月に公表された「国民経済・社会発展『第11次5ヵ年』計画綱要」（2006～2010年）では、環境保護に加えて省エネがきわめて重要な施策として位置づけられた。具体的には、GDP（国内総生産）エネルギー消費原単位を2005年末比で2010年までに20%削減するとともに、主要汚染物質の排出量を10%削減するとの目標を掲げた。

その後、省エネ目標の達成に向けて、「1000企業省エネ行動実施方案の通知」（2006年4月）、「第11次5ヵ年計画10大重点省エネ事業実施意見の通知」（同6月）が相次いで公表された。

第1-2-44表 「第10次5ヵ年」計画期間中（2001～2005年）の主なエネルギー指標

	単 位	2000 年	2005 年	年平均伸び率 (%)
一次エネルギー生産量	標準炭換算（億トン）	12.90	20.59	9.82
内訳：原炭	（億トン）	12.99	22.05	11.16
：石油	（億トン）	1.63	1.81	2.12
：天然ガス	（億 m ³ ）	272	493	12.63
：水力発電・再生可能エネルギー	標準炭換算（億トン）	0.86	1.41	10.39
一次エネルギー消費量	標準炭換算（億トン）	13.86	22.47	10.15
内訳：原炭	（億トン）	13.20	21.67	10.42
：石油	（億トン）	2.24	3.25	7.73
：天然ガス	（億 m ³ ）	245	479	14.35
：水力発電・再生可能エネルギー	標準炭換算（億トン）	0.86	1.41	10.39

出典：「能源發展“十一五”規劃」（国家發展改革委員会、2007年4月）

前者の通知は、鉄鋼や非鉄金属、石炭、電力、石油、石油化学、化学工業、建材、紡織、製紙等、年間売上が500万元以上で2004年のエネルギー消費量が標準炭換算で18万トン以上の企業に対して、①省エネ目標責任制の実施、②エネルギー測定・統計制度の健全化、エネルギー利用状況の定期的な報告、③エネルギー監査の実施、省エネ計画のとりまとめ、④省エネのための技術改良の加速、⑤広報と研修の強化——などを指示した。

一方、後者の通知では、①石炭燃焼工業ボイラの改造、②地域熱電併給、③余熱・余圧利用、④石油の節約と代替、⑤電機システムの省エネ、⑥エネルギーシステムの最適化、⑦建築省エネ、⑧エコ照明、⑨政府機関省エネ、⑩省エネモニタリング・技術サービス体系の構築——という10大省エネ事業を実施することによって標準炭換算で2億4000万トン（石油代替を含まず）の省エネが可能であるとした。

第1-2-45表 主要生産物の省エネ目標

	単 位	2000 年	2005 年	2010 年
火力発電（石炭火力）	g 標準炭 / kWh	392	370	355
粗鋼（総合）※	kg 標準炭 / トン	906	760	730
粗鋼（不変）※	kg 標準炭 / トン	784	700	685
10 種類の非鉄金属	トン標準炭 / トン	4.809	4.665	4.595
アルミニウム	トン標準炭 / トン	9.923	9.595	9.471
銅	トン標準炭 / トン	4.707	4.388	4.256
石油精製	kg 標準油 / トン・係数	14	13	12
エチレン	kg 標準油 / トン	848	700	650
合成アンモニア（大型プラント）	kg 標準炭 / トン	1372	1210	1140
苛性ソーダ	kg 標準炭 / トン	1553	1503	1400
セメント	kg 標準炭 / トン	181	159	148
建築タイル	kg 標準炭 / m ²	10.04	9.65	9.4

※：各種工場の生産構造の違いに合わせて未調整。

※※：各種工場の生産構造の違いに合わせて調整。

出典：「能源發展「十一五」規劃」（国家發展改革委員会、2007 年 4 月）

第1-2-46表 主要設備の省エネ目標

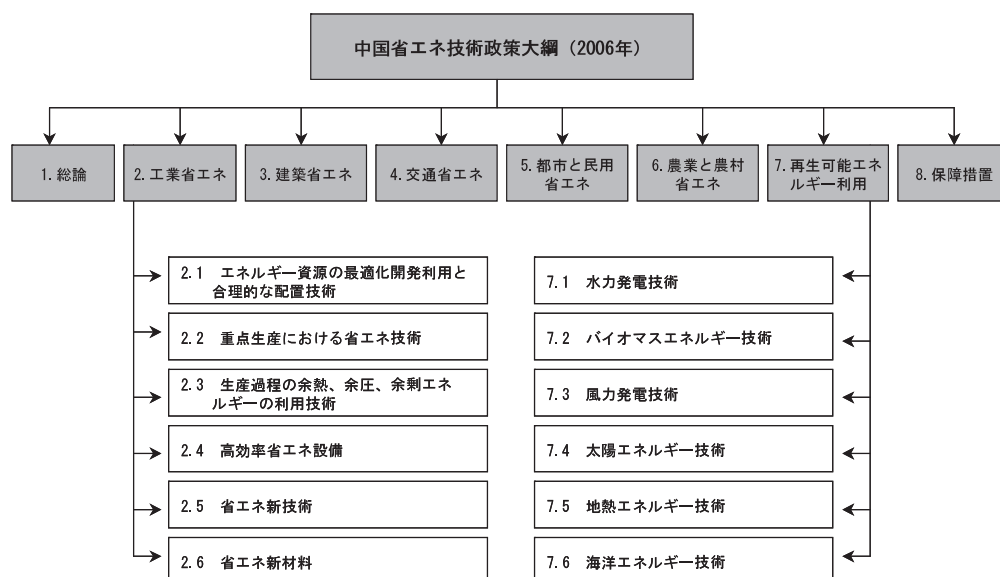
	単 位	2000 年	2010 年
工業用石炭ボイラ（運転）	%	65	70 ～ 80
中小型モータ（設計）	%	87	90 ～ 92
風力タービン（設計）	%	70 ～ 80	80 ～ 85
ポンプ（設計）	%	75 ～ 80	83 ～ 87
空気圧縮機（設計）	%	75	80 ～ 84
室内用エアコン	エネルギー効率比（EER）	2.4	3.2 ～ 4
冷蔵庫	エネルギー効率指標（%）	80	62 ～ 50
家庭用料理レンジ	熱効率（%）	55	60 ～ 65
家庭用ガス温水器	熱効率（%）	80	90 ～ 95
平均自動車燃費	l/100km	9.5	8.2 ～ 6.7

出典：「能源發展「十一五」規劃」（国家發展改革委員会、2007 年 4 月）

国家發展改革委員会と科学技術部は 2006 年 12 月、省エネ技術の進歩を推進し、エネルギー利用効率を向上するとともに、省エネ・排出抑制を促進することを目的として、「中国省エネ技術政策大綱（2006 年）」を公表した。

同大綱は、1996 年版の改訂であり、10 年間の省エネ技術の進歩を踏まえ、重点的に研究開発を行う省エネ技術を提示するとともに、エネルギーを大量に消費するプロセスや技術、設備を制限・淘汰するという内容になっている。また、「第 11 次 5 ヶ年」規画で明記された省エネ目標を達成するため技術基盤を確立することに主眼が置かれた。

大綱は、工業省エネ、建築省エネ、交通省エネ、都市と民生省エネ、農業及び農村省エネ、再生可能エネルギー利用などで構成され、関連部門による省エネ計画の作成や企業と研究機関による省エネ技術の研究開発の展開などに対して支持する方針を示した。



出典：「中国節能技術政策大綱」（国家發展改革委員会、科学技術部、2006年12月）

また国務院は2007年5月23日、関係機関に対して「省エネ・排出削減総合工作方案」（「節能減排総合性工作方案」）を通知し、電力や鉄鋼、建材、アルミ電解、鉄合金、カーバイド、コークス、石炭、平板ガラス等のエネルギー多消費産業の立ち遅れた部分の淘汰（閉鎖）を加速し、「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）に標準炭換算で1億1800万トンの省エネを実現するとの目標を掲げた。

2008年4月1日には「改正省エネ法」が施行された。国家標準化管理委員会は、改正法の施行にあわせ、46項目の国家基準を制定、公表した。こうした国家基準は、同6月1日から順次、実施に移された。

国家發展改革委員会も2008年5月29日、「改正省エネ法」の施行を踏まえ、省エネポテンシャルの大きい技術の普及をはかることを目的として「国家重点省エネ技術普及目録」（第1回）を公表した。

さらに国家發展改革委員会は2009年12月31日、省エネ技術の普及を加速させることを目的として、石炭や電力、鉄鋼、非鉄金属、石油・石油化学、化学工業、建材、機械、紡織、建築、交通の11業種を対象に35項目の重点省エネ技術をリストアップした「国家重点省エネ技術普及目録（第2回）」を公表した。

第1回の省エネ技術普及目録と比べると、きめ細かい内容になっており、かなり幅広い省エネ技術が盛り込まれている。また、全体として、現時点ではそれほど普及していない多くの省エネ技術がリストアップされているのも、第2回の省エネ技術普及目録の特徴となっている。

そのなかでも、国家發展改革委員会は、省エネ技術として「ハイブリッド自動車用動力技術」と「純電気自動車動力全体システム技術」に大きな期待をかけている。このうち、「ハイブリッド自動車用動力技術」については、2015年に300万台の普及（普及率20%）を見込んでおり、総投資額も1500億元に達すると予想している。また、純電気自動車動力全体システム技術についても、2015年時点で150万台の普及（普及率10%）と総投資額1500億元を見込んでいる。

このほか、投資額に比べて大きな省エネ効果が得られるとの判断から、「スクリー式膨張動力駆動省エネ技術」が、今回の目録に盛り込まれた。国内市場ではすでに230台が導入されているが、普及率はまだ1%に達していない。国家發展改革委員会は、2015年には普及率を80%に引き上げることを想定している。

第1-2-47表 「第11次5カ年」期における立ち遅れた生産能力の閉鎖リスト

産 業	内 容	単位	2006-2010年	2007年
電力	小規模火力発電所の閉鎖に関する「上大圧小」政策を実施する	万kW	5000	1000
製鉄	300m ³ 以下の高炉	万トン	10000	3000
製鋼	年産20万トン以下の小規模転炉・電炉	万トン	5500	3500
アルミ電解	予備焼結炉	万トン	65	10
鉄合金	6300kVA以下のサブマージドアーク炉	万トン	400	120
カーバイド	6300kVA以下の炉タイプのカーバイド生産能力	万トン	200	50
コークス	コークス炉炭化室の高さが4.3m以下の小規模設備	万トン	8000	1000
セメント	シャフトキルン方式セメントクリンカー製造装置の等量代替	万トン	2億5000	5000
ガラス	立ち遅れた平板ガラス	万重量箱	3000	600
製紙	年産3万4000トン以下のパルプ生産装置、年産1万7000トン以下の化学的パルプ生産ライン、排出基準に達していない年産1万トン以下の古紙を原料とする製紙工場	万トン	650	230
アルコール	技術の立ち遅れたアルコール生産プロセスと年産3万トン以下の企業（廃糖蜜由来のアルコールは除外）	万トン	160	40
化学調味料	年産3万トン以下の化学調味料生産企業	万トン	20	5
クエン酸	環境保護基準に達していないクエン酸企業	万トン	8	2

出典：「節能減排総合性工作方案」（国务院、2007年5月）

第1-2-48表 国家重点省エネ技術普及目録（第1回）

技術名称	技術条件	代表的な投資額	第11次5カ年期中の普及率予想	単位省エネ量
炭鉱低濃度ガス発電技術	2500～4000kW	1200～2000万円	30%以上	400t標準炭/台年
ボタ発電所低真空供热技術	3MW蒸気タービン発電機	1170万円	20%	4226t標準炭/120日暖房期間
選炭工場の高効率低消費エネルギー脱水設備	選炭工場の脱水設備	300万円	国内にはすでに更新時期に来ている2000台の真空濾過機とディスク真空濾過機がある	2.5kWh/t原炭
鉱山昇降機のインバータ速度調整節電技術	坑道の高低圧昇降機	45万円	50%以上	24万kWh/年
蒸気タービン流路部分の改造	200MW以上の各種蒸気タービン	3850万円	改造ユニットの80%に適用	石炭消費率15-20g/kWh削減
蒸気タービンの蒸気シール改造	125～600MWの蒸気タービン	約500万円	蒸気シールの問題を抱えるユニットの60%以上	高圧シリンダー効率2-3%、中圧シリンダー1-2%の改善可能
石炭燃焼ボイラのガス化マイクロ波ディーゼル点火技術	135～600MWユニット	250万円	30～40%	節約ディーゼル油量80%以上

技術名称	技術条件	代表的な投資額	第11次5カ年 期間中の普及率予想	単位省エネ量
石炭燃焼ボイラの微粉炭プラズマ点火技術	50、100、125、135、150、200、330、600MW級のボイラ	1000 万円	ボイラの 90%	600MW ユニットで燃料油 80%
復水器汚染除去技術	復水器冷却水システムの正常	200MW で約 600 万円	25 ～ 40% (5 年)	石炭消費量 3-8g/kWh
熱力系統及びドレイン系統の完璧な改善	火力発電、原子力発電	1075 万円	ドレイン回収率が低い発電所の 60%	300MW × 4 基の発電所で石炭消費率が 5-15g/kWh 減少が可能
乾式 TRT 技術（炉頂圧回収タービン発電設備）	400m ³ 以上の高炉（国が重点的に支持する高炉については 1000m ³ 以上）	2000 万円～1 億 5000 万円	TRT は 100 %、乾式 TRT は 60% を達成	50kWh/t 鉄
高圧 CDQ（コークス乾式消火設備）（余熱利用技術）	コークス消火能力 2 × 140t/h 以上	約 2 億円	10 ～ 20%	75kWh/t コークス
鉄鋼業焼結余熱発電技術	200 ～ 400 度 C 低温煙道ガス	1 億 7000 万円	10 ～ 20%	12kWh/t 焼結
転炉石炭ガス高効率回収利用技術	大・中・小型転炉	1 億円	大型転炉所有企業 19 社、中型転炉所有企業 42 社のうち半分が 2010 年までに当該技術の採用を予想	9.1kWh/t 鉄鋼
蓄熱式燃焼技術	高効率燃焼の実現	3200 万円	2010 年までに 200 基の加熱炉を改造	熱回収率 80%、省エネ 30% 以上
低カロリー高炉ガス焼きコンバインドサイクル発電	150MW 発電ユニット	5 億 6200 万円	約 10%	1kW/m ³ 高炉石炭ガス
エネルギー管理センター技術	—	6000 万円～1 億円	5 ～ 8 年以内に鉄鋼などの 10 社程度の大・中規模企業を選定しエネルギーセンターを建設する	合計エネルギー消費量を年平均 1.6% 削減
大型アルミ電解系列の不停電技術及び一式装置	25 万 t、320KA 電解槽	500 ～ 800 万円	100%	アルミニウム・トンあたり直流電力消費量 40kWh 以上削減
大型高効率充気機械攪拌型浮選機	大・中規模選鉱所	1000 ～ 2000 万円	大・中企業で 80% 以上	電力消費量 15-20% 削減
製錬煙道ガス余熱回収－余熱発電技術	大・中規模製錬所	1000 ～ 5000 万円	10-15%	銅トンあたりエネルギー消費量 310kg 削減
酸素底吹き精錬技術	大・中規模鉱山企業	1000 ～ 2000 万円	大・中規模企業の 85% 以上	トンあたりの鉛生産エネルギー消費量で標準炭換算で 150kg 削減
セメント・キルン低温余熱発電技術	大・中規模新型乾式セメント生産ライン	5600 万円	40%	32-40kWh/t/cl 余熱発電能力
ガラス溶解炉余熱発電技術	フロート式ガラス溶解炉	5000 万円	毎年 5 ラインを普及。2010 年までに 12%	省エネ 8%
純粋酸素燃焼技術	6 万 t ガラス繊維炉	1000 万円（酸素系統）	20010 年までに 10 ライン	省エネ 50%
	フロート式溶解炉	1 億円（耐火材料と酸素系統）	2010 年までに試験ライン	省エネ 20-30%

技術名称	技術条件	代表的な投資額	第11次5カ年 期間中の普及率予想	単位省エネ量
ローラープレス研磨システム	セメント生産ライン	2000 万元	80%	ボール研磨機に比べて30%以上の節電
縦型研磨設備及び技術	研磨分野	1800 万元	50%	ボール研磨機に比べて30%の節電
酸素過剰燃焼技術	500t/日のフロート炉	100 万元	2010 年までに25%を達成	省エネ3～5%
油田機械用放出天然ガス回収液化工程	大・中規模油田	1 億 250 万元	20～50%	油田随伴ガスと原油生産量に寄与
分解炉空気予熱省エネ技術	4 万 t/年のエチレン生産能力	38 万元	90%	12kg 標準油 /t エチレン
シフトコンバータガスからアルカリを製造する新技術	15～30 万 t/年	1 億 5000 万元	50%	2000～7000MJ/t アルカリ
アンモニア合成ルーゼオライト省エネ技術	30 万 t/年の合成アンモニア生産装置	1729 万元	40%	32kg 標準炭 /t アンモニア
大・中型硫酸生産装置低温部熱エネルギー回収技術	20～40 万 t/年の硫酸生産装置	800 万米ドル	大型装置の71%	0.5t 蒸気 /t 酸
密閉環境保護省エネ型カーバイド生産装置	10 万 t/年のカーバイド生産装置	1 億 300 万元	30%	0.3t 標準炭 /t カーバイド
合成アンモニア省エネ改造総合技術	10 万 t/年の合成アンモニア企業	3000～6000 万元	50%	200～400kWh/t アンモニア
触媒式石炭燃焼省エネ技術	2.5～5L/h、噴霧計量系統	2 万元	50%	石炭節約率8～15%
プラスチック動的成形加工省エネ技術	在来設備の改造	改造費用 2080 万元	30%	プラスチック薄膜1kgあたり0.35kWhの節電。成形プラスチック1kgあたり0.3kWhの節電
高濃度糖アルコール廃水メタン発電技術	8 基の合計出力が500kWのガス発電ユニット	1387 万元（メタン発電部分）	40%未満	1kgのCODを除去するごとに0.35m ³ のメタンが生産でき、0.58kWhが発電される
高効率省エネ型ガラス溶解炉技術	年産23 万 tのガラス溶解炉生産ラインを年産26 万 tに改造	2500 万元	30%	90kg 標準炭 / トン製品
ボイラ煙道ガス飽充技術	6500tの黒糖工場	150 万元	30%を計画	年間120日の搾り時期で800tの標準炭を節約
管束乾燥機廃ガス回収利用技術	トウモロコシ澱粉年産15 万 t	350 万元	40%超	1日の蒸気節約量80t（標準炭で10.3tに相当）
綿紡織企業のスマートエアコンシステムの省エネ技術	10 万 錘の生産規模を持つ企業	600 万元以内	15%	174kWh/t 綿糸、3kWh/100mの節電
染色企業の集熱・省エネ技術	各種染色企業	1400 万元	生糸プリント工場で10%	絹織品100mで標準炭13kgの省エネ（年産能力2400 万 m）
インバータ省エネ技術	低圧周波数変換器：電圧範囲は交流1kV以下、入力側周波数50Hzあるいは60Hz。負荷側周波数600Hz。高圧周波数変換器：電圧範囲は交流1-35kV、以下、同。	ポンプステーションに用いられる中圧インバータ装置1台の価格は約60 万元	30%	—

技術名称	技術条件	代表的な投資額	第11次5カ年 期間中の普及率予想	単位省エネ量
ボイラ腐食抑制水処理技術	暖房炉及びセントラルエアコン、工業冷却循環水の水質処理を採用している企業に適している	暖房システム（年間10万m ² ）で約2万元。工業ボイラ5000元/蒸気t/年、セントラルエアコンと工業冷却循環水40元/kW/年	60%	平均で暖房面積m ² あたり石炭節約量5kg以上、節電量20%以上等
壁断熱に用いるスプレーポリウレタンフォーム一体化技術	建築面積100万m ²	200万元	30%	厚さ50mmのポリウレタンが90mmのミネラル・ウールに相当
ヒートポンプ省エネ技術	地中熱ヒートポンプ（新築オフィス、ホテルと一体化）	1000万元	10%以上	45kWh/m ² 年
	水熱源ヒートポンプ	1億1080万元	淡水と海水を熱源とするヒートポンプの実用化をそれぞれ1カ所で実証。	再生水のヒートポンプは在来エアコンに比べて25%以上の省エネ。
セントラルエアコン・スマートコントロール技術	セントラルエアコンシステム	226万元	30%	20%
外部駆動ジョークラッシャー	岩石破碎システム	160～350万元	10社が現在建造中及び設計中	47～55%の省エネ
高効率ダブルディスクリファイナー	30万tの高級コート白板紙プロジェクト	180万元	75%	170万kWh/年・台
送風機の改造	改造が必要な送風機	380万元	運転効率の低い送風機の50%	改造後の効率10%以上向上

出典：「国家重点節能技術推广目錄（第一批）」（国家發展改革委員会、2008年5月）

第1-2-49表 国家重点省エネ技術普及目錄（第2回）

省エネ技術	代表的なプロジェクト				現在の普及率（%）	2015年時点の見通し		
	技術条件	投資額	単位省エネ量	プロジェクトの省エネ量		普及率（%）	総投資額（万元）	省エネ量（万tce）
石炭貯蔵輸送減損・ダスト抑制技術	石炭輸送量1000万t/年以上	300万元	70t/万t輸送量	5万tce/年	約14%（鉄道輸送のみ）	50%超（鉄道輸送）、20-30%（道路輸送）	3億5000	500
電子フィルター省エネ効率コントロール技術	1基300MW発電所用大型電子フィルター	270万元	電子フィルターの節電70%以上	1400tce/年	1%未満	25%	9億	50
熱電併給を実現するための復水タービン改造技術	2基・200MWの3シリンダー・3排気管の復水タービン	1600万元	改造後、1GJの熱供給あたり28kgceの省エネ	1万4000tce/年	10%未満	20%	16億	400
発電所ボイラの空気予熱フレキシブル接触式密封技術	2基・1000MWの火力発電所、回転式空気予熱器を採用	600万元	漏えい率減少2%	1万5700tce/年	5%未満	20%	3億7500万	80

省エネ技術	代表的なプロジェクト				現在の普及率 (%)	2015 年時点の見通し		
	技術条件	投資額	単位省エネ量	プロジェクトの省エネ量		普及率 (%)	総投資額 (万円)	省エネ量 (万 tce)
ボイラのインテリジェント・スーツブロー最適化・オンラインコークス化事前警戒システム技術	発電所の大型ボイラ	150 ～ 200 万円	発電所の石炭消費量 0.5 ～ 1.5 g / kWh 低下	5000 ～ 1 万 5000tce/年	約 8%	30%	6 億 7500	350
発電所ボイラ用蒸気加熱始動支援技術	2 × 1000MW 貫流ボイラの冷態始動	200 万円	始動用燃料の節約 90%	調整・試験段階：約 1 万 3000tce 商業段階：2600tce/年	2% 未満	10%	8000	10
脱硫部分の煙道ガス余熱回収・ファン運転最適化技術	2 × 1000MW ユニットの石灰石-石膏湿式法煙道ガス脱硫システム	4370 万円	石炭消費量 2.71g / kWh 低下	2 万 9000tce/年	2% 未満	10%	15 億	90
高炉送風除湿省エネ技術	空気中湿度の高い地域あるいは季節	3000 万円 (2 台の改造)	6 ～ 10kgce / tFe	1 万 4000tce/年	5% 未満	10%	15 億	75
アルミ電解槽新型陰極構造・煅焼始動コントロール技術	160kA 以上のアルミ電解系列に適用する	2000 ～ 3000 元	500 ～ 800kWh / T-Al	10 万 t 電解アルミ工場：2 万 tce/年以上	約 3%	50% 以上	250 億	210
高効率流動化煅焼省エネ炉技術	30 ～ 145m ² の流動化煅焼炉等に適用	40 万 t の Al ₂ O ₃ 煅焼炉の改造 480 万円	—	煅焼部分 1 万 5000tce/年	10% 未満	30% (酸化アルミ)、20% (非鉄重金属等)	1 億 2000	40
精密濾過プロセス全自動・クリーン省エネ濾過技術	非鉄金属生産プロセスの精密濾過操作ユニット、酸化アルミで年産 80 万 t 規模	2000 万円	2160tce / 台・年	2 万 6000tce/年	約 200 台がすでに普及	25% (酸化アルミ生産能力で約 1500 万 t)	3 億 7000	45
先進ガス化省エネ技術	常圧固定床間歇式ガス化技術を採用、アンモニア生産能力 20 万 t	1 億 8000 万円 (ガス化部分)	0.22tce / t 合成アンモニア	4 万 4000tce/年	8 基が普及	30% (合計 1800 万 t)	160 億	390
新型高効率省エネ膜距離イオン交換膜電解技術	20 万 t / 年の隔膜法苛性ソーダ装置の改造	1 億 3000 万円	0.23tce / 年	4 万 6000tce/年	1% 未満	50%	26 億円	90
完全予混合ガスの燃焼技術	20 万 t / 年、ポット法固体苛性ソーダ生産企業	500 万円	25m ³ 天然ガス / t ソーダ	2100tce/年	1% 未満	50%	1 億 2000	6

省エネ技術	代表的なプロジェクト				現在の普及率 (%)	2015 年時点の見通し		
	技術条件	投資額	単位省エネ量	プロジェクトの省エネ量		普及率 (%)	総投資額 (万円)	省エネ量 (万 tce)
新 型 セ メ ン ト ・ ク リ ン カ ー 冷 却 技 術	5500t/ 日 の 新 型 セ メ ン ト 乾 式 生 産 ラ イ ン	1000 万 円	節 電 1.5kWh/ t ク リ ン カ ー	5330tce/ 年	約 2%	42 ~ 45%	17 億	90
4 チ ャ ン ネ ル 石 炭 燃 焼 省 エ ネ 技 術	5500t/ 日 セ メ ン ト 生 産 ラ イ ン	60 万 円	21kJ/kg ク リ ン カ ー	1218tce/ 年	1%	25 ~ 30%	1 億 8000	35
高 効 率 省 エ ネ ・ セ パ レ ー タ 技 術	5000t/ 日 ク リ ン カ ー 生 産 ラ イ ン 等	200 万 円	系 統 電 力 の 節 電 量 5kWh/t セ メ ン ト	3500tce/ 年	約 35%	75%	5 億	160
ス ペ ク ト ル 高 調 波 時 効 技 術	鑄 造、鍛 造、溶 接 等 の 熱 時 効 プ ロ セ ス	400 万 円	改 造 後 の エ ネ ル ギ ー 消 費 量 1kWh/ t 鑄 造 部 品	9310tce/ 年	6%未満	15%	5 億 7000	130
動 的 高 調 波 抑 制 及 び 反 応 性 補 償 総 合 省 エ ネ 技 術	高 調 波 管 理 ・ 反 応 性 補 償 装 置	160 万 円	394kWh/ 年	255tce/ 年	1%	15%	3 億	5
大 気 中 窒 化 制 御 プ ロ セ ス ・ 省 エ ネ 技 術	設 備 容 量 800kW、窒 化 処 理 量 約 1 万 2000t	500 万 円	蓄 熱 節 電 52%、保 温 節 電 10%等	284tce/ 年	約 5%	50%	15 億	25
ス ク リ ュ ー 膨 張 動 力 駆 動 省 エ ネ 技 術	蒸 気 圧 力 0.1 ~ 3.5MPa、蒸 気 温 度 300 度 C 未 満、温 水 温 度 60 度 C 超、煙 道 ガ ス 温 度 150 度 C 超	5000 ~ 1 万 円 /kW	350gce/ kWh	100 ~ 1500kW/ 基の出力: 250 ~ 3750tce/ 年の省エネ	1%未満	80%	37 億 5000	200
大 型 高 パ ラ メ ー タ 薄 板 熱 交 換 技 術	設 計 圧 力 32MPa 以 下、作 動 圧 力 差 1.6MPa 以 下、作 動 温 度 550 度 C 以 下、単 機 面 積 50-1 万 m ²	1150 万 円	燃 料 油 節 約 2036t/ 年	2900tce/ 年	2%未満	40%	30 億	75
高 効 率 省 エ ネ 電 動 機 用 鋳 銅 回 転 子 技 術	各 種 規 格 の 電 動 機 100 台 の 改 造	30 万 円	1837kWh/ 台・年	64tce/ 年	1%未満	10%	5 億	65
希 土 類 永 久 磁 石 デ ィ ス ク 式 無 鉄 心 電 動 機 技 術	希 土 類 永 久 磁 石 式 無 鉄 心 電 動 機 の 採 用	1500 元 / kW	0.2592tce/ kW・年	63250tce/ 年 (25 万 kW)	1%未満	5 % (125 万 kW)	18 億	30
自 動 車 用 ハ イ ブ リ ッ ド 動 力 技 術	ハ イ ブ リ ッ ド シ リ ー ズ 100 台	ハ イ ブ リ ッ ド 車 1 台 で 平 均 投 資 額 が 5 万 円 増 加	0.71tce/ 台・年	71tce/ 年	1%未満	20%	1500 億 (300 万 台)	210

省エネ技術	代表的なプロジェクト				現在の普及率 (%)	2015 年時点の見通し		
	技術条件	投資額	単位省エネ量	プロジェクトの省エネ量		普及率 (%)	総投資額 (万元)	省エネ量 (万 tce)
(純) 電気自動車動力全体システム技術	5 万台	電気自動車 1 台で平均投資額が 10 万元増加	1.43tce/台・年(燃料油の代替)	7 万 1500tce/年	1%未満	10%	1500 億 (150 万台)	210 (燃料油の代替)
道路建設と補修工事における中温アスファルト混合技術	アスファルト混合設備に応用	20 万元	加熱用燃料が約 20%減少	2.4kgce/t (アスファルト混合材料)	3% (主として北京、上海)	60%	5000	35
吸収式熱交換の熱電併給に基づく集中熱供給技術	20 万 m ² の集中熱供給システム	450 万元	103tce/万 m ² 年	2056tce/年	1カ所で実証プロジェクト	20%	4 億 5000	20
熱供給システムのインテリジェント・コントロール省エネ改造技術	14 万 m ² の集中熱供給システム	90 万元	10W/m ²	800tce/年・システム	1%未満	10%	7000	6
サンドイッチ式コンポジット構造の軽量建築構造システムの省エネ技術	年産 60 万 m ² で、100 万 m ² の省エネ住宅の建設が可能	4800 万元	10kgce/m ² ・年	1 万 tce/年	1%未満	1%	24 億	100
カーボンブラック生産プロセスにおける余熱利用と排気ガス発電 (熱供給) 技術	6000kW のカーボンブラック排気ガス発電設備	2900 万元	2660kJ/Nm ³	1 万 6800tce/年	約 15%	50%	10 億 2000	85
グルタミン酸生産プロセスにおける蒸気余熱段階利用技術	化学調味料年産 8 万 t	4300 万元	0.53tce/t 化学調味料	4 万 2400tce/年	8%未満	80%	8 億	80
ポリエステル繊維のエステル化プロセスの余熱冷却技術	ポリエステル繊維糸年産 30 万 t	300 万元	蒸気の節約 2 万 4000t/年	3000tce/年	2%未満	60%	12 億	120
排気・凝結水閉ループ式熱回収技術	圧力 2MPa 以下、回収凝結水温度 170 度 C 以下	800 万元 (凝結水回収装置 6 台)	16.13kgce/t 凝結水	1 万 3000tce	約 10%	50%	29 億	90
ナノセラミックス多孔微粒子断熱省エネ材料塗装技術	断熱改造 8 万 m ² 超	233 元/m ²	0.056tce/m ² 年	4484tce/年	2%未満	40%	4 億	10

tce：石炭換算トン、gce：石炭換算グラム

出典：「国家重点節能技術推广目錄（第二批）」（国家發展改革委員会、2009 年 12 月）

第1-2-50表 中国の省エネ関係の主な法規

法律	中華人民共和国節約能源法
	中華人民共和国可再生能源法
	中華人民共和国電力法
	中華人民共和国石炭法
	中華人民共和国グリーン生産促進法
行政法規・ 部門規章	建築省エネ管理条例（意見聴取稿）
	民用建築省エネ管理規定
	電力監管条例
	中華人民共和国認証認可条例
	重点用能機関省エネ管理弁法
	能源効率標識（ラベル）管理弁法
	節約用電管理弁法
	中国省エネ製品認証管理弁法
	道路工事省エネ管理規定
	鉄道部の省エネモニタリングに関する管理暫定弁法
国務院・関連省庁の省エネ政策	
建築 省エネ	国務院弁公庁 壁面材料革新の一層推進と省エネ建築の普及に関する通知
	建設部 新築の住居建築は厳格的省エネ設計標準を執行することに関する通知
	建設部 省エネ・省スペース住宅及び公共建築の発展に関する指導意見
	都市部及びその周辺の暖房供給体制の改革に更なる推進に関する意見
	「都市部及びその周辺の暖房供給体制改革試点工作に関する指導意見」の公布に関する通知
	建設部、国家発展改革委員会 都市照明管理の強化による用电量節約の促進に関する意見
	建設部「省エネ——都市グリーン照明モデル工事」の実施に関する通知
	財政部、国家経貿委「新型壁面材料専行項目基金徴収と使用管理弁法」の公布に関する通知
	国家計画委員会、国家経済貿易委員会、建設部 「『固定資産の投資プロジェクトのフィージビリティスタディ省エネ篇（章）』に関する編成及び評価の規定」公布の通知
総合 省エネ	国務院省エネ工作の強化に関する決定
	国務院 節約型社会の建設をしっかりと行う近頃の重点工作に関する通知
	国務院弁公庁資源節約活動の展開に関する通知
	「十一五」十大重点省エネプロジェクト実施に関する意見通知
	2006年全国省エネ宣伝周活動安排に関する意見通知
	政府機構の資源節約工作の強化に関する通知
	国家発展改革委員会、国家電力監管委員会「電力需要側管理工作の強化指導意見」に関する通知
	国家発展改革委員会、国家質量監督檢驗檢疫総局 能源効率標識（ラベル）製品目録（第二回目）
	省エネ環境保護型低排気量自動車の発展を奨励する意見通知
	財政部、国家発展改革委員会「省エネ製品の政府調達実施意見」に関する通知
	国家発展改革委員会、国家能源弁、国家統計局、国家品質監督檢驗檢疫総局、国務院国資委「千社企業省エネ行動実施方案に関する通知」
	教育部 節約型スクールの建設に関する通知
	国務院機関事務管理局、中央直屬機関事務管理局「現在中央と国家機関の資源節約工作を切実に強化する通知」
	国家品質監督檢驗檢疫総局、国家発展改革委員会 「能源計量工作の強化に関する意見通知」

総合 省エネ	農業部 「国務院の節約型社会の建設をしっかりと行う近頃の重点工作に関する通知を徹底的に執行することに関する意見」
	交通部 「国務院が通知した交通業界能源節約工作进行を徹底的に執行することに関する通知」
	財政部、国家税務総局 「一部資源综合利用製品の増値税政策に関する補充通知」
	財政部 国家税務総局 「一部資源综合利用及びその他の製品の増値税政策問題に関する通知」
	財政部 国家税務総局 「一部資源综合利用製品などに増値税優遇政策を継続的に実行することに関する通知」
	財政部、国家税務総局 「一部資源综合利用製品の増値税政策を免除することに関する通知」
国の計画	
省エネ 計画	中華人民共和国国民経済と社会発展第 11 次 5 ヶ年規画綱要
	省エネ中長期専攻計画

②省エネ実績

中国国務院弁公庁は 2009 年 7 月 19 日、「第 11 次 5 ヶ年」期がスタートした 2006 年から 08 年にかけての 3 年間の省エネ実績を公表した。それによると、単位 GDP あたりのエネルギー消費量は、06 年が 1.79%の削減にとどまったものの、07 年 4.04%、08 年 4.59%と着実に減少傾向を示した。3 年間の累計では、10.1%の削減に相当する。省エネ量は、標準炭換算で 2 億 9000 万トンに達する。

また国家発展改革委員会は同 8 月 2 日、2009 年上半期の GDP エネルギー消費原単位が 10.1%の改善をベースにすると同期比で 3.35%低下したことを明らかにした。中国政府は 2006 年から 08 年にかけて、省エネと排出削減重点事業に中央予算から 336 億元を投資するとともに、505 億元の財政資金を投入した。国家発展改革委員会は、こうした努力が実を結んだと分析している。

2009 年上半期の単位付加価値あたりのエネルギー消費量変化を産業別に見ると、非鉄金属産業の低下幅が大きくマイナス 19.59%となった。このほか、化学工業（マイナス 15.16%）、紡織（マイナス 11.45%）、電力（マイナス 9.51%）などの産業で大きな省エネ効果が得られた。

このうち電力については、当初、2010 年までに kWh あたりで見た石炭の消費量を 355g にするとの目標が掲げられていたが、国家電力監管委員会等が 2009 年 10 月 15 日に公表した「2008 年電力企業節能減排状況通報」によると、目標を繰り上げて 2008 年に達成した。

第 1-2-51 表 「第 11 次 5 ヶ年」期開始以来の GDP エネルギー消費原単位の低下状況

	GDP エネルギー消費原単位の変化
2006 年	-1.79%
2007 年	-4.04%
2008 年	-4.59%
2009 年第 1 四半期	-2.89%
2009 年上半期	-3.35%

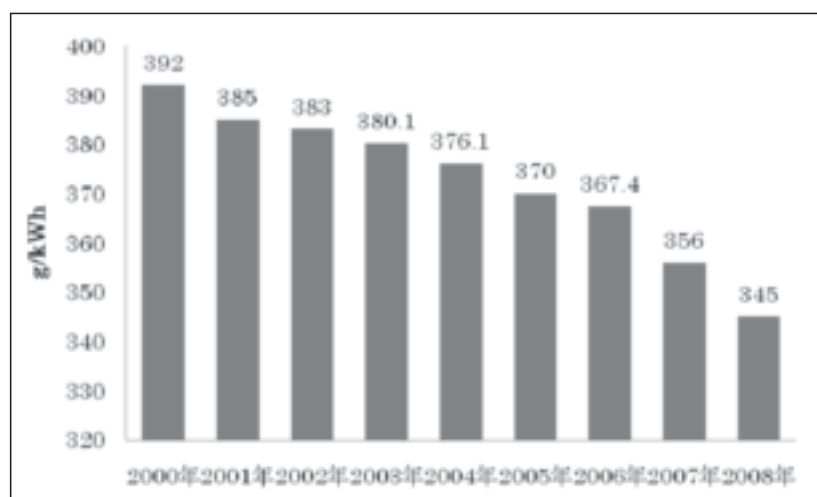
出典：国家発展改革委員会ホームページ (http://www.ndrc.gov.cn/xwfb/t20090802_294441.htm)

第1-2-52表 2009年上半期の産業別に見た GDP エネルギー消費原単位の低下状況

産 業	単位付加価値あたりのエネルギー消費量の変化
石炭	-3.83%
鉄鋼	-8.43%
非鉄金属	-19.59%
建材	-9.03%
石油・石油化学	-8.21%
化学工業	-15.16%
紡織	-11.45%
電力	-9.51%

出典：国家发展改革委员会ホームページ (http://www.ndrc.gov.cn/xwfb/t20090802_294441.htm)

第1-2-42図 電力供給における標準炭の消費状況の推移



出典：「2008年電力企業節能減排情況通報」（国家電力監管委員会等、2009年10月）

(2) 10大重点省エネルギー・プロジェクト

国家发展改革委员会が2004年11月に公表した2020年までを視野に入れた「省エネ中長期専門規画」（「節能中長期専門規画」）では、「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）に実施する10項目の重点省エネ・プロジェクトが盛り込まれた。

同プロジェクトは、2006年3月に全国人民代表大会（全人代）で承認された、中国の全体計画である「国民経済・社会発展『第11次5ヵ年』規画綱要」にも盛り込まれた。同綱要で目標として掲げられた2010年までにGDPエネルギー消費原単位で20%の省エネを達成するため、国家发展改革委员会や科学技術部、財政部等は2006年7月25日、「『第11次5ヵ年』10大重点省エネ・プロジェクト実施意見」を各省や自治区などの関係機関に通知した。

国家发展改革委员会によると、同プロジェクトは順調に進んでいる。国务院弁公庁の2009年7月の発表によると、同プロジェクトの実施承認によって2009年には標準炭換算で7500万トンに相当する省エネ能力が構築される。10大重点省エネ・プロジェクトは以下の通りである。

- 工業用石炭燃焼ボイラの改造
- 地域熱電併給
- 余熱・余圧利用

- 石油節約・代替
- 電機システムの省エネ
- エネルギー消費システムの最適化
- 建築省エネ
- エコ照明
- 政府機関省エネ
- 省エネ・モニタリング・技術サービスシステムの構築

(3) 1000 社企業省エネルギー・プロジェクト

国家發展改革委員会を含めた5部門は2006年4月、各省、自治区、直轄市、関連産業協会、企業等の関係部署に対して「1000 社企業省エネ行動実施方案」を共同で通知した。同方案（計画）は、鉄鋼や非鉄金属、石炭、電力、石油・石油化学、化学工業、建材、紡織、製紙等のエネルギー多消費産業で、2004年のエネルギー消費量が標準炭換算で18万トン以上の企業1008社の省エネを強化するというものである。

こうした企業の2004年のエネルギー消費量は、標準炭換算で6億7000万トンに達し、全国のエネルギー消費量の33%、また工業部門でのエネルギー消費量全体の47%を占めた。同方案では、「1000 社企業省エネ目標責任書」を交わし省エネの実施監督責任を各地方政府に任せた。

国家發展改革委員会が2009年11月16日に公表した「1000 社企業省エネ・プロジェクト」の2008年実績を見ると、同年の対象企業922社（合併、生産停止、閉鎖等によって07年の953社から減少）のうち886社が同年の目標をクリアし、標準炭換算で3572万トンの省エネを達成した。

同プロジェクトの実施による2008年までの省エネ量は、標準炭換算で1億620万トンとなり、「第11次5ヵ年」期に設定された目標を2年早く達成した。

(4) 電気事業の「上大圧小」プロジェクト

中国の2006年末時点の発電設備容量は6億2200万kWで、このうちの4億8400万kWを火力発電が占めた。また火力発電のうち小規模な火力発電所は約一億1500万kWに達していた。こうした小規模火力は効率が悪く、環境汚染の原因ともなっていた。

国務院は2007年1月20日、そうした状況を踏まえ国家發展改革委員会と能源弁公室の「小規模火力発電所の閉鎖加速に関する若干の意見」に同意し、各省や自治区、省エネ、国務院関係部署等に通知した。

同意見では、「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）に、①単機容量5万kW以下の在来火力発電所、②運転期間が20年を過ぎ、単機容量が10万kW以下の在来火力発電所、③設計寿命が過ぎた単機容量20万kW以下の各種ユニット、④電力供給にあたっての標準炭消費量が各省や自治区、市における2005年実績の平均を10%あるいは全国平均の15%を上回る各種石炭火力ユニット、⑤環境保護排出基準に適合していない各種ユニット——等を段階的に閉鎖することが明記された。一方で、小規模ユニットの閉鎖と引き換えに、30万kW以上の大型発電所の新設が認められた。

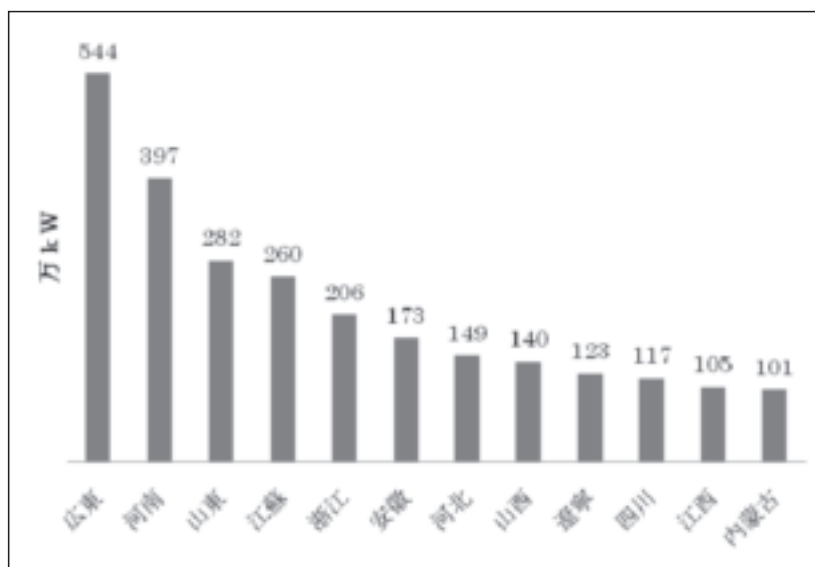
こうした「上大圧小」政策について、温家宝首相は2007年の政府活動報告の中で、「第11次5ヵ年」期に5000万kWの小規模火力発電所を閉鎖する方針を表明した。

国家電力監管委員会、国家發展改革委員会、国家エネルギー局、環境保護部が2009年10月15日に公表した「2008年電力企業節能減排状況通報」によると、小規模火力発電所の閉鎖容量は2006年：

314 万 kW、2007 年：1436 万 kW、2008 年：1668 万 kW となった。これらの小規模火力発電所の閉鎖と大規模火力発電所の新設によって、年間 4300 万トンの原炭の節約ができるだけでなく、二酸化硫黄の排出量を 73 万トン、二酸化炭素の排出量を 6900 万トン抑制できると試算されている。

なお国家エネルギー局の張国宝・局長は 2009 年 12 月 27 日、09 年末までの小規模火力発電所の閉鎖容量が 5545 万 kW に達し、当初の目標を前倒しで達成する見通しを示した。また同局長は、2010 年には約 1000 万 kW の小規模火力発電所が閉鎖される計画であることを明らかにした。

第 1-2-43 図 地域別に見た小規模火力発電所の閉鎖容量（2006 ～ 08 年）



出典：「2008 年電力企業節能減排情況通報」（国家電力監管委員会等、2009 年 10 月）

(5) 電気製品の省エネルギー・ラベル制度

国家發展改革委員会と国家品質監督檢驗檢疫総局は 2004 年 8 月に公表した「エネルギー消費効率ラベル管理規則」の中で、「エネルギー消費効率ラベリング制度適用製品目録」にリストアップされたすべての製品に対して、製品の生産者名あるいは略称、製品規格／型番、エネルギー消費効率の等級、エネルギー消費量、エネルギー消費効率の国家標準番号を明記した「エネルギー消費効率ラベル」（China Energy Label = 第 1-2-44 図）をつけることを義務化した。

これを受け、中国標準化研究院は 2008 年 7 月、家電製品の省エネ評価を年内に公表し、09 年から実施する意向を表明した。省エネ・ラベルがつけられる電気製品は 8 種類に分類され、この中には温水器や電子レンジ、扇風機、インバータエアコン、コンピュータモニター、複写機などの家電製品と事務機器が含まれる。統一した省エネ・ラベルをつけることによって、消費者が電気製品を購入する際の 1 つの判断材料になるほか、製造業者が省エネ製品を開発するきっかけになると期待された。

その後、国家發展改革委員会、国家品質監督檢驗檢疫総局、国家認證認可監督管理委員会は、「回転速度制御型屋内空調機のエネルギー消費効率ラベル実施規則」、「ヒートポンプのエネルギー消費効率ラベル実施規則」、「貯水式電気湯沸かし器のエネルギー消費効率ラベル実施規則」、「家庭用電磁調理器のエネルギー消費効率ラベル実施規則」、「パソコン用ディスプレイのエネルギー消費効率ラベル実施規則」、「複写機のエネルギー消費効率ラベル実施規則」などを相次いで公表した。

中国エネルギー消費効率ラベル管理センターの集計によると、2008 年 3 月 25 日までに、家庭用エア

コンや電気冷蔵庫、電気洗濯機、シングルパッケージ・エアコンなどの製造企業が合計で 637 品目に対してエネルギー消費効率ラベルを提出している。製品の型番は全部で 2 万 2141 に達し、内訳は洗濯機メーカー 326 社・製品型番数 4417、家庭用冷蔵庫メーカー 199 社・製品型番数 7483、家庭用エアコンメーカー 90 社・型番数 9004、シングルパッケージ・エアコンメーカー 22 社・型番数 1237——となっている。

このうち、エネルギー消費効率が 1 級と 2 級にランクづけされた製品は、家庭用冷蔵庫 72%、家庭用省エネ・エアコン 10%、省エネ洗濯機 22%、省エネ・シングルパッケージ・エアコン 35%であった。

第 1-2-44 図 エネルギー消費効率ラベル



第 1-2-53 表 エネルギー消費効率ラベリング制度適用製品

	製品名	エネルギー消費効率標準	実施日
第 1 回	家庭用冷蔵庫	GB 12021.2-2003	2005 年 3 月 1 日
	家庭用エアコン	GB 12021.3-2004	2005 年 3 月 1 日
第 2 回	洗濯機	GB 12021.4-2004	2007 年 3 月 1 日
	シングルパッケージ・エアコン	GB 19576-2004	2007 年 3 月 1 日
第 3 回	自動安定型蛍光灯	GB 19044-2003	2008 年 6 月 1 日
	高圧ナトリウムランプ	GB 19573-2004	2008 年 6 月 1 日
	中小型三相非同期電動機 (Energy efficiency requirements for medium and small sized three phase asynchronous motors)	GB 18613-2006	2008 年 6 月 1 日
	冷水ユニット	GB 19577-2004	2008 年 6 月 1 日
	家庭用ガス湯沸かし器	GB 20665-2006	2008 年 6 月 1 日
第 4 回	インバータ式エアコン	GB 21455-2008	2009 年 3 月 1 日
	多連式空調 (ヒートポンプ) ユニット	GB 21454-2008	2009 年 3 月 1 日
	貯水式湯沸かし器	GB 21519-2008	2009 年 3 月 1 日
	家庭用 IH 調理器	GB 21456-2008	2009 年 3 月 1 日
	コンピュータモニター	GB 21520-2008	2009 年 3 月 1 日
	複写機	GB 21521-2008	2009 年 3 月 1 日

(6) 建築省エネルギー

建設部（当時、現住宅・都市農村建設部）は2006年3月15日、「建設事業『第11次5ヵ年』計画綱要」を公表した。同綱要では、「第11次5ヵ年」期末の2010年までに、標準炭換算で1億100万トンの省エネを達成するとの目標が掲げられた。

また建設部は2006年12月28日、「第11次5ヵ年」期における建設技術の推進・強化を目的として、建設事業への新しい科学技術の積極的な取り込みをはかるため、「建設分野新技術推進応用管理規定」と「建設部新技術推進応用管理細則」に基づき、「建設事業『第11次5ヵ年』計画 重点推進技術分野」を制定した。

なお、2008年10月1日に施行された「民用建築省エネ条例」は、建築分野での省エネが当初の計画通りに進まなかったことを踏まえ、「省エネ中長期特別計画」に従い、国务院の主管部門が「全国民用建築省エネ計画」を策定し、関係する計画との調整をはかるよう求めている。

また同条例は、国务院の建設主管部門と省エネ主管部門に対して、使用を推進あるいは制限、禁止する技術や材料等のリスト（目録）をまとめて公表するとともに、状況に応じて改訂するよう要求した。そして、建設、設計、施工業者は、禁止リストにあげられた技術や材料を使用してはならないと規定した。

第1-2-54表 建設事業「第11次5ヵ年」計画の建築省エネ関連部分

建築省エネ目標	○全体目標 省エネ、省スペース型の建築技術を発展させ、土地の有効活用、省エネ、節水、省資源化（資材節約）を推進することにより、低コストで資材消費が少なく環境負荷の小さい高効率型の都市モデルの確立を目指す。 ○建築省エネの推進とエネルギー利用効率の向上 「第11次5ヵ年」期間中に累計1.01億トン・標準炭換算の省エネを行い、省エネ建築面積21.5億m²を目指す。新築建築物については省エネ50%の設計基準を厳格に適用する。既存建築物は大都市で建築面積の25%、中級都市で15%、小都市で10%を省エネ改造する。 ○住宅用建築について 省資源で環境汚染の少ない住宅産業の発展を目指す。具体的な数値目標は、2010年までに新築住宅の建築省エネ率60%以上、節水率20%の向上、化石エネルギー消費量10%削減を掲げている。
任務と措置	○建築市場の規制、監督・管理の確立 建設プロジェクトに関する基準の体系化を図り、基準の制定、改定を速やかに実施する。建築基準の枠組みを基礎として、計画的に新基準の制定を行い、省エネ、節水、建材節約、省スペースなどの規範も制定/改定する。「民用建築太陽エネルギー温水システム応用技術規範」、「建築と住宅地区の雨水利用技術規範」など関連の規範を制定する。 ○建築省エネと資源節約の強化 省エネ型建築及びグリーン建築モデルプロジェクト、集中熱供給及び集中ガス供給システムモデルプロジェクト、分散小型ボイラ改造及びコジェネ・モデルプロジェクト、照明節電改造プロジェクト、都市夜景照明省エネ及び照明製品技術改造モデルプロジェクト、中央機関既存建築省エネ改造モデルプロジェクトなどを実施する。 ○建築省エネ設計基準・規範の厳格な実施 フィージビリティスタディ、設計、施工、管理の全建設過程で省エネ監督を強化する。 ○既存建築物の省エネ改造の推進 既存建築物の省エネ改造実施計画、指導意見を制定し、実施機構と改造資金の組織化を図る。 ○政策と技術の掌握体制の確立 財務、税収、価格などの経済奨励政策を確立し、重点技術の研究開発を強化して普及・促進を図る。建築省エネ技術の基準失効の監督、実施効果の評価を強化し、建築エネルギー消費統計、エネルギー効率認証、性能評価と標識などの制度の確立を目指す。

第1-2-55表 建設事業「第11次5ヵ年」計画 重点推進技術分野の要約

重点推進項目
1. 建築省エネと新エネルギー開発利用技術分野 (1) 建築外壁保護構造保温隔熱技術と新型省エネ建築体系 (2) 熱供給暖房と空調冷房の省エネ技術 (3) 再生可能エネルギーと新エネルギーの応用技術 (4) 都市と建築グリーン照明の省エネ技術 (5) 建築省エネ設計管理、エネルギー効率測定評価と標識 (6) 既存建築の省エネ改造技術
2. 省スペースと地下空間の開発利用技術分野 (略)
3. 節水と水資源開発利用技術分野 (1) 都市給水の節水技術 (2) 生活用水の節水技術 (3) 雨水と海水の利用技術 (4) 汚水の再利用技術
4. 資材節約と材料資源の合理的な利用技術分野 (1) グリーン建材と新型建材 (2) コンクリート工事資材の節約技術 (3) 鉄筋工事資材の節約技術 (4) 化学建材技術 (5) 建築廃棄物と工業廃棄物の回収利用技術
5. 都市の環境友好技術分野 (略)
6. 新農村建設の先進適用技術分野 (略)
7. 新型建築構造、施工技术と施工、品質安全技術分野 (1) グリーンで新型の建築構造技術 (2) 重大工事施工技术 (3) 既存建築の強化改造技術 (4) 新型板、手すり技術 (5) 建設工事施工、品質、建築防火安全技术
8. 情報化応用技術分野 (略)
9. 都市公共交通技術分野 (略)

(7) 熱・電併給（コージェネレーション）

中国では、建国当時から熱・電併給（CHP）が重要視されていた。「第1次5ヵ年」計画（1953～57年）では、火力発電所の発電量と熱供給量を増やすとともに、工業用だけでなく民生用の熱・電併給事業の構築を支持し、熱・電併給事業の発展を推進するとの方針が打ち出された。こうした方針に従い、北京や保定、石家庄、鄭州、蘭州、西安、太原、吉林などの都市で、複数の大規模火力発電所を中心とした地域熱・電併給プラントが建設された。

中国政府は1989年、小規模熱・電併給プラントの建設と小規模火力発電所の建設に関して異なる政策を実施する必要があるとした「小型熱電併給の建設を奨励し凝縮式小型火力発電の建設を厳格に制限することに関する若干の規定」を公布した。95年に公布された「大気汚染防止法」では、都市部に新規に建設される火力発電所については、需要に応じて熱と電力の供給を行うことが規定された。

1997年制定の「省エネ法」では、①熱・電併給と集中型熱供給の普及、②熱・電併給ユニットの利用効率向上、③熱・電の有効利用技術、熱・電・冷氣連動技術、熱・電気・ガス連動の生産・供給技術の発展、④熱エネルギーの総合利用効率向上——を奨励することが規定された。

なお、熱・電併給事業の推進と「省エネ法」に盛り込まれた内容の実施を徹底するため、「熱電併給

の発展に関する若干の規定」が公布され、この規定で初めて熱・電併給が定義されるとともに、熱・電併給プラントの審査指針が定められた。

2000年には、「省エネ法」に盛り込まれた熱・電併給や集中熱供給等の発展を奨励することを目的として、「熱電併給の発展に関する規定」が公布された。同規定には、熱・電併給の技術指標や管理方法、送電網と関係する規定が盛り込まれており、これが熱・電併給を管理する主な拠り所となっている。

これ以外にも、熱・電併給に関連した法規が公布されている。主なものは以下の通りである。

- 熱電併給プロジェクトの実行可能性研究技術規定（2002年）
- 都市農村熱供給体制改革に関する試験工作指導意見（2003年）
- 都市農村住宅の熱供給計量技術指南（2004年）
- エネルギー中長期発展計画綱要（2004-2020）（2004年）
- 省エネ中長期専門計画（2004年）
- 民用建築省エネ管理規定（2005年）
- 熱供給推進に関する計量の実施意見（2005年）
- 省エネ技術政策大綱（2006年）
- 熱電併給とボタ（屑石炭）総合利用発電プロジェクトの建設管理暫定規定（2007年）
- 国家10大重点省エネ・プロジェクト实施方案（2007年）
- 外商投資産業指導目録（2007年改訂版）
- 都市熱供給価格管理暫定弁法（2007年）
- 省エネ法（2007年改正版）

また、2005年に公布された「再生可能エネルギー法」（改正再生可能エネルギー法は2010年4月1日から施行）では、地域冷暖房プロジェクトから電力網（グリッド）への供給、売電価格の確定及び法律責任などが明確に規定され、天然ガスをエネルギー源とする地域冷暖房システム発展の法的根拠を与えた。

国家发展改革委員会が公表した「2010年コージェネレーション発展計画及び2020年の長期目標」では、熱・電・冷のトリジェネレーション（CCHP）を地域における大気環境整備の重要な手段と位置付けたうえで、熱供給の際に消費する石炭の量を低減し、供給効率を高める重要な手段とする方針が明らかにされた。

国家发展改革委員会や科学技術部、財政部等が2006年7月に各省や自治区などの関係機関に対して通知した「『第11次5ヵ年』10大重点省エネ・プロジェクト実施意見」は、熱・電併給を発展させるための指導的な性格を持っており、地域熱・電併給プロジェクトに加え、熱・電・冷のトリジェネレーションの推進が打ち出された。

中国電力企業連合会によると、2007年末時点の熱供給ユニットの合計設備容量は1億91万kW、また予備的な集計だが08年末時点の熱供給ユニットの設備容量は1億1000万kWに達したとみられている。火力発電所の総発電設備容量に占める割合は、2007年が19%、08年が14%に達する。

2007年の熱供給量は $25万9651 \times 10^{13}$ ジュールで06年に比べて約14%増加した。中国の熱・電併給ユニットによる都市部への熱供給量は、温水・暖房用の30%、工業用蒸気の83%を占めている。また、都市集中熱供給面積では、熱・電併給ユニットが全体の3分の1を占めている。

現在、運転中の熱・電併給ユニットで規模が最も大きいのが山西省太原市の太原第一熱・電併給プラントで、最大出力は127万5000kWである。これ以外にも、北京や瀋陽、吉林、長春、鄭州、天津、衡

水、秦皇島などでも、20～30万kWのユニットが運転されている。熱・電併給プラントにも、中国政府の「上大圧小」政策の影響が出てきており、今後は熱・電併給プラントの大型化が進むと予想されている。

こうしたなかで、新たな熱・電併給プロジェクトが続々とスタートしている。河南省では2009年6月26日、同省の「第11次5ヵ年電源規画」の重点建設プロジェクトとして位置づけられている大唐林州の30万kW熱・電併給プラントが正式に着工した。総投資額は28億元で、2010年に運転を開始する予定になっている。

また山西省政府が重点建設プロジェクトと位置付けるボタ（屑石炭）を総合的に利用する熱・電併給プラント（13万5000kW×2基）の建設が2009年6月28日にスタートした。山西晋城無烟煤鉍業集団有限責任公司、陽城県熱電有限責任公司、陽城縣城鎮集体工業連社が共同出資するもので、総投資額は14億2300万元と見込まれている。

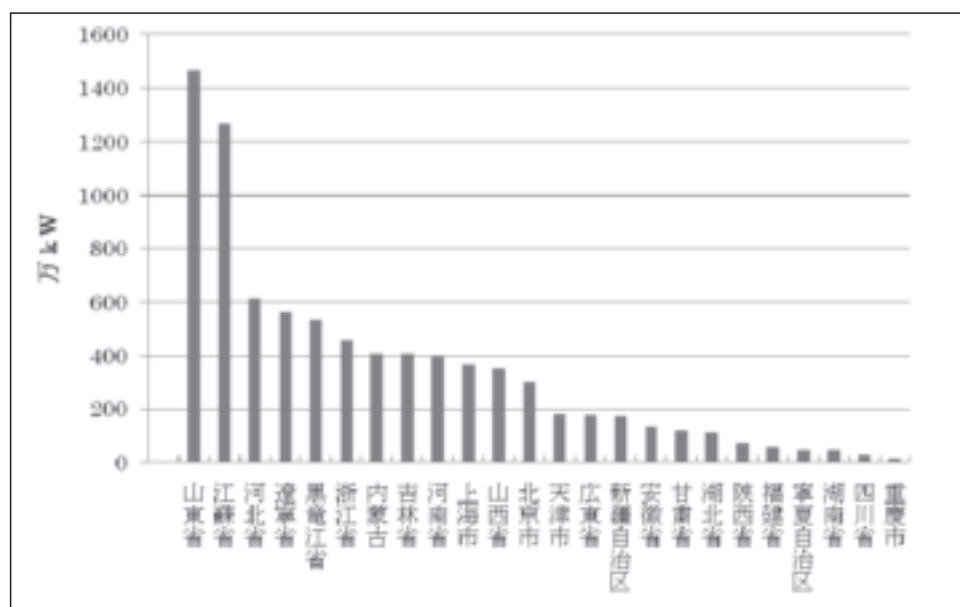
このほか内蒙古では、豊富なワラを燃料とした熱・電併給プラント（1万2000kW×4基）が着工した。2009年7月21日付「中国能源網」が伝えたもので、総投資額は8億7000万元である。

第1-2-45図 中国の火力ユニットと熱・電併給ユニットの設備容量の推移



出典：「中国分布式能源熱電連産最新發展動態」（王振銘、中国電機工程学会熱電專業委員會、2007年9月）

第1-2-46図 地域別に見た熱・電併給ユニットの熱供給設備容量



出典：「中国分布式能源熱電連産最新発展動態」（王振銘、中国電機工程学会熱電專業委員会、2007年9月）

(8) トリジェネレーション（熱・電・冷供給）

トリジェネレーションについては、「省エネ法」第39条の中で、熱・電気・冷気及び熱・電気・ガスの生産・供給技術の発展を今後の目標として掲げている。また、2006年7月に公表された「『第11次5ヵ年』10大重点省エネ・プロジェクトの実施意見」では、熱・電・冷の供給プロジェクトの推進政策が打ち出された。

このほか、国家发展改革委員会が2007年4月に公表した「エネルギー発展『第11次5ヵ年』規画」では、重点的に発展をはかる分野として、熱・電気・冷気と熱・電気・ガスの供給推進が含まれている。具体的には、以下の内容が盛り込まれた。

- ①暖房供給を集中的に行い、潜在力が大きい地域に30万kWの環境に優しい高効率の熱・電気・冷気供給設備を建設する。
- ②中・小規模都市に、循環式流動床技術を中心とした熱・電気・ガス供給、及びグリーンエネルギーを燃料とする地域熱・電併給供給、熱・電気・冷気供給システムを建設する
- ③分散型の熱供給石炭ボイラを集中型の熱供給システムに改造する。

中国では現在、熱・電気・冷気の供給システムは、大部分が石炭を燃料としており、全体的に熱効率は高くない。「西気東送」プロジェクトの進展等によって、今後、天然ガスを燃料とする熱・電気・冷気の供給システムが拡大すると期待されている。

そうしたなかで、2009年10月22日付「新華網」は、熱・電気・冷気を供給する中国最大の分散式エネルギー供給プラントである「広州大学城分布式エネルギープラント」が運転を開始したと伝えた。それによると、同プラントでは2期にわけて7万8000kWのユニットが4基建設されることになっているが、I期にあたる2基がまず運転を開始した。I期プロジェクトは2008年7月に着工していた。同プラントでは、燃料として天然ガスが利用され、エネルギー利用効率は70～80%に達するとみられている。

また、中国国電集团公司西北分公司と陝西省の閿良区政府は2009年7月30日、熱・電気・冷気を供

給する「国電西安閻良熱電冷連産プロジェクト」の契約書に調印した。30 万 kW ユニットをそれぞれ 2 基ずつ 2 期に分けて建設するというもので、I 期工事は 26 億元をかけて、2012 年に着工し 2015 年に完成する予定となっている。

(9) エネルギー貯蔵

気候変動対策の一環として、再生可能エネルギーの拡大が世界的な傾向になっている。中国政府は、「再生可能エネルギー中長期発展計画」に従い、エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を 2010 年までに 10%、また 2020 年までに 15%にするとの目標を掲げている。

一方で、風力発電や太陽光発電など、エネルギー変動の大きな再生可能エネルギーを用いた発電の割合が高まると予想されるため、こうした出力不安定性を解決できる 1 つの手段としてエネルギー貯蔵(蓄電)技術に対する関心が高まってきている。2010 年 4 月 1 日施行の「改正再生可能エネルギー法」では、電網会社に対して、スマートグリッド(「智能電網」)やエネルギー貯蔵等の技術の発展、応用をはかることを求めている。

①揚水式水力発電所

既存の電気エネルギー貯蔵技術としては揚水式水力発電(抽水蓄能电站)がある。中国政府は、電力供給の信頼性、安全性を高めると同時に、負荷平準化のためのエネルギー貯蔵技術の 1 つとして揚水式水力発電所の開発と積極的に取り組んでいる。

国家发展改革委员会は 2004 年、各省や自治区、直轄市、国家電網公司、南方電網公司に対して、「揚水発電所の建設管理にかかわる問題に関する国家发展改革委员会の通知」を出した。それによると、揚水式水力発電所は、電力負荷の中心近くに建設するとともに、ピーク調整や周波数調整、事故時の予備電源に主として利用するなどの方針を示した。また、揚水式水力発電所の建設・管理は原則として電網会社が行うものとし、規模や投資・建設条件については、国务院の投資主管部門が審査・承認するとした。

中国の揚水式水力発電所の設備容量は、2002 年末時点では運転中 570 万 kW、建設中 750 万 kW であったが、2009 年末現在、17 ヶ所で合計 1308 万 kW が稼働している。揚水式水力発電所の建設はピークに達しており、2009 年 11 月末時点では 1400 万 kW が建設段階にある。また、計画中也 1500 万 kW 程度あるため、2020 年には 6000 万 kW に達するとの見方もある。

国家重点エネルギー・プロジェクトであると同時に、広東省の重大エネルギー保障プロジェクトと位置付けられている南方電網公司の清遠揚水式水力発電所が 2009 年 12 月 17 日に着工した。

同発電所は、32 万 kW ユニット 4 基で構成され、総投資額は約 50 億元、2015 年には全機が完成し、同年内に 1 号機が運転を開始する予定になっている。年間の設計発電電力量は 23 億 kWh と見込まれている。

また、国家電網公司が福建省に建設する仙遊揚水式水力発電所が 2009 年 1 月 12 日に着工している。同発電所は福建省としては初の揚水式水力発電所で、同省の「第 11 次 5 ヶ年」計画における重点プロジェクトに位置付けられている。設備容量は合計 120 万 kW で、30 万 kW ユニットが 4 基建設される。年間の設計発電電力量は 19 億 kWh で、1 号機は 2013 年 10 月の運転開始が予定されている。

第 1-2-56 表 中国で運転中の揚水式水力発電所（2006 年末）

電 網	省・市・区	発電所名称	設備容量（万 kW）
東北電網	吉林省	白山	30
	山東省	泰安	75
華北電網	北京市	密雲	2.2
	河北省	崗南	1.1
	河北省	潘家口	27
	北京市	十三陵	80
華東電網	浙江省	天荒坪	180
	浙江省	溪口	8
	江蘇省	沙河	10
	安徽省	琅琊山	15
	浙江省	桐柏	60
	安徽省	响宏甸	8
	湖北省	天堂	7
華中電網	四川省	寸塘口	0.2
	河南省	回龍	12
南方電網	広東省	広蓄	240
	チベット	羊卓雍湖	9
合 計			764.5

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第 1-2-57 表 中国で建設中の揚水式水力発電所（2006 年末）

電 網	省	発電所名称	設備容量（万 kW）
東北電網	遼寧省	蒲石河	120
	河北省	張河湾	100
華北電網	山東省	泰安	25
	山西省	西龍池	120
華東電網	浙江省	桐柏	60
	安徽省	琅琊山	45
	安徽省	佛磨	16
	安徽省	响水憫	100
華中電網	江蘇省	宜興	100
	湖北省	白蓮河	120
	河南省	宝泉	120
	湖南省	黒麋峰	60
南方電網	広東省	惠州	240
合 計			1226

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

②蓄電技術

中国では、今後のエネルギー貯蔵技術の有力な選択肢として、スマートグリッドの重要な構成要素となる蓄電技術（電力貯蔵）の開発が積極的に進められている。

科学技術部は2009年10月19日、「973計画・重大科学研究計画2009年プロジェクト実施会」を開催し、中国科学院などが進める「大規模高効率レドックスフロー電池エネルギー貯蔵技術の基礎研究」を「国家重点基礎研究発展計画」（「973計画」）として立ち上げることを承認した。レドックスフロー電池は電力貯蔵用の二次電池で、電力システムの安定化に寄与すると期待されている。

レドックスフロー電池の基礎研究は、中国科学院の大連化学物理研究所、金属研究所のほか、防化研究院、中南大学、清華大学、中国電力科学研究院、華中科技大学、大連融科儲能技術發展有限公司が共同で申請していた。同プロジェクトは、科学技術部の承認を得て、12月6日に正式にスタートした。

同プロジェクトのリーダーを務める大連化学物理研究所の張華民氏は2009年7月7日、2007年7月6日から進めてきたバナジウム系レドックスフロー電池の実証試験について、2年にわたって故障もなく連続運転時間1万7500時間を超えたことを明らかにした。充電と放電サイクルも4500回以上に達した。

また中国科学院の上海ケイ酸塩研究所は2009年10月16日、国家电网公司傘下の上海市電力公司と共同で研究を進めてきた、自主知的財産権を所有する大容量電力貯蔵用のナトリウム・硫黄（NAS）電池の開発で重大な成果が得られたと発表した。このNAS電池は、単体で放電深度650Ah（アンペア・アワー）の容量を持つ。

このほか、中国比克電池有限公司は2008年12月30日、同社の動力用リン酸リチウム電池が「国家ハイテク研究開発発展計画」（「863計画」）に選定されたことを明らかにしている。同社は、中央政府と深圳市政府から310万米ドルの資金援助を受けている。

エネルギー貯蔵研究に関する体制整備も着々と進められている。国家ナノ科学センターは2009年12月17日、同センターと湖南科力遠新エネルギー股份有限公司、中南大学等が共同で設立を計画している「先進エネルギー貯蔵材料国家工程研究センター」を承認したことを明らかにした。同研究センターは、ニッケル系電池材料やリチウム系電池材料、超大規模電気容量の電池材料、燃料電池材料等の研究開発と産業化を進める。

また、2009年11月には、清華大学、中国科学院・大連化学物理研究所、北京太陽エネルギー電力研究院等、15機関によって、「中国エネルギー貯蔵電池産学研技術イノベーション連盟」が設立された。同連盟は、政府の方針に基づき、関連情報の共有や基準の作成、評価、品質モニタリング体系を構築し、エネルギー貯蔵産業の競争力強化を側面から支援する。

5. エネルギー分野の研究開発状況

(1) 研究開発体制

中国では、各種のレベルでエネルギーの研究開発が行われている。このうち、企業レベルでとくに重要な役割を果たしているのが、国務院の直属特設機関である国有資産監督管理委員会直属の中央企業である。同委員会によると、現在、中央企業の数131社に達しており、エネルギー分野の企業を含めて、いずれも中国を代表する企業である（<http://www.sasac.gov.cn/n1180/n1226/n2425/index.html>）。

各企業の研究所は、国家級から省部級、市級などに分類されており、国家級としては、油・ガス田の開発エンジニアリング関係では中国石油天然ガス股份有限公司技術センター、電力・電気関係では、国家电网公司傘下の中国電力科学研究院、原子力関係では中国核工業集团公司傘下の中国原子能科学研究

院などがある。

このほか、工業・情報化部や教育部傘下の大学、中国科学院傘下の研究所等で幅広くエネルギー分野の研究開発が行われている。

中国政府は、研究開発施設の整備計画の一環として、予算を重点的に配分する研究室を指定する国家重点実験室建設計画を1984年から開始している。このうち、エネルギー関係では、清華大学が委託機関となっている電力系統及び大型発電設備安全制御・シミュレーション国家重点実験室や浙江大学が委託機関となっているエネルギーグリーン利用国家重点実験室などがある。

また、国家エネルギー局は2010年1月6日、エネルギー分野での科学技術支援体系を構築し、イノベーション国家ならびにエネルギー供給構造の最適化とエネルギー技術設備市場における要求に応えることを目的として、第一陣となる16カ所の「国家エネルギー研究開発（実験）センター」（「国家能源研發（実験）中心」）を設立した。

国家エネルギー局の張国宝・局長によると、国家發展改革委員会と財政部の支持のもと、中央政府予算を利用するとともに、エネルギー企業や研究機関、大学等の支援を得て同センターの建設・運営・管理を行う。第1回の「国家エネルギー研究開発（実験）センター」として設立されたのは第1-2-58表に示す16カ所である。

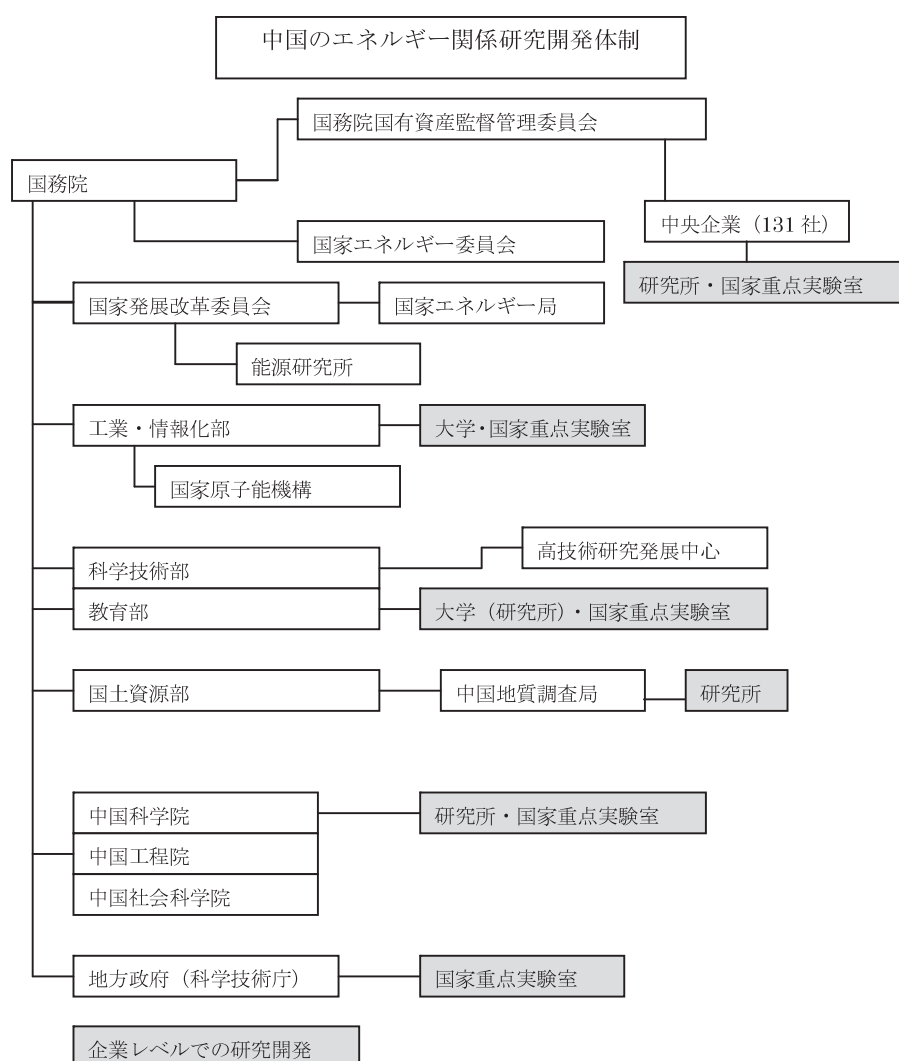
第1-2-58表 国家エネルギー研究開発（実験）センターリスト（第1回）

名 称	運営機関
国家エネルギー重大装備材料研究開発センター	中国第一重型機械集团公司
国家エネルギー原子力級ジルコニウム材料研究開発センター	国家核電技術公司国核チタン・ジルコニウム産業股份公司
国家エネルギー原子力発電所原子力級設備研究開発センター	中国広東核電集团公司中科華核電技術研究院有限公司
国家エネルギー原子力発電所デジタル化計装制御システム研究開発センター	北京広利核系統工程有限公司
国家エネルギー風力発電ブレード研究開発（実験）センター	中国科学院工程熱物理研究所
国家エネルギー大型風力発電系統併入研究開発（実験）センター	中国電力科学研究院
国家エネルギー海上風力発電技術装備研究開発センター	華銳風電科技有限公司
国家エネルギー大型クリーン高効率発電設備研究開発センター	中国東方電氣集团公司
国家エネルギー発電所空冷システム研究開発センター	ハルビン空調股份有限公司
国家エネルギー大型タービンブレード研究開発センター	無錫透平叶片有限公司
国家エネルギー超高压直流送電工学全体設計研究開発（実験）センター	国家電網公司国網直流工程建設有限公司
国家エネルギー大規模電網技術研究開発（実験）センター	中国南方電網有限責任公司南方電網技術研究センター
国家エネルギー送配電設備研究開発（実験）センター	中国西電集团公司西安高压電器研究院
国家エネルギー高速炉工学研究開発（実験）センター	中国原子能科学研究院
国家エネルギースマート・グリッド（上海）研究開発センター	上海交通大学
国家エネルギー海洋工学装備研究開発センター	中船重工船舶設計研究センター有限責任公司

このうち、「国家エネルギー原子力級ジルコニウム材料研究開発センター」に指定された国家核電技術公司傘下の国核宝チタン・ジルコニウム産業股份会社が建設する国家原子力級ジルコニウム材料研究開発・検査測定センターでは、完成後には3つの研究プラットフォームと5つの実験室、1つの中間試験場が設置される。

国家原子力級ジルコニウム材料研究開発・検査測定センターは2009年5月、同年の原子力発電及び風力発電自主化・エネルギー装備特別プロジェクトに組み込まれ、中央予算からの補助を得て、同年8月8日から陝西省宝鶏市のハイテク開発区で建設が行われている。

このほか、「国家エネルギー大型風力発電系統併入研究開発（実験）センター」は、国家电网公司傘下の中国電力科学研究院が、また2009年10月に国家エネルギー局の承認を得て国の原子力発電自主化設備特別プロジェクトに組み込まれた「国家エネルギー高速炉工学研究開発（実験）センター」は中国核工業集团公司傘下の中国原子能科学研究院が、それぞれ運営を担当する。



(2) 研究開発予算

科学技術部は2009年12月21日、2008年の中国全体の研究開発支出が前年から905億8000万元、伸び率ではプラス24.4%となり4616億元に達したことを明らかにした。研究開発支出が国内総生産(GDP)に占める割合は1.54%となり、前年から0.05ポイント上昇した。

研究開発支出の資金源の内訳を見ると、政府資金が1088億9000万元で全体の23.6%、企業資金が3311億6000万元で全体の71.7%を占めた。また、研究課題ごとに見ると、基礎研究4.8%、応用研究が12.5%、試験開発82.8%となった。このうち、基礎研究支出は前年に比べて26.5%多い220億8000万元に達したものの、応用研究や試験開発に比べて依然として低い水準にある。

一方、政府資金1088億9000万元の投入先は、研究機関が64.3%を占めトップ、以下、大学20.7%、企業13.4%となった。

企業による研究開発支出額を収入に占める割合で見ると、全体では1%を超えた。これを業種別に見ると、専用設備製造業が最も高く1.93%、以下、医薬製造業1.74%、汎用設備製造業1.59%、電気機械・器材製造業1.5%、交通運輸設備製造業1.44%などと続いている。

中国では、こうした資金をベースに、産官学で研究開発が行われている。企業資金は、そのほとんどが企業の研究開発に使用されているほか、公的研究機関の資金の出所はほとんどが政府予算である。また、大学等の高等教育機関の研究開発資金は、政府と企業からほぼ半々の割合で調達される。

①研究開発機関・高等教育機関

「中国科技統計年鑑」によると、研究開発機関と高等教育機関の「エネルギー科学技術」と「原子力科学技術」（エネルギー以外の利用を含む）を合計したエネルギー関係の研究開発内部支出は、2003年以降増加傾向にあったが、2007年は2001年以降で見ても2003年に次ぐ低い水準まで落ち込んだ。

このうち、研究開発機関の「原子力科学技術」と「エネルギー科学技術」の研究開発内部支出は、全58分野で見るとそれぞれ上から10位、26位となっている。一方、高等教育機関では、「エネルギー科学技術」が29位、「原子力科学技術」が30位となっている。

第1-2-47図 機関別に見た「エネルギー科学技術」及び「原子力科学技術」の研究開発内部支出[※]の推移



※：労務費、科学研究業務費、管理費、基本建設投資ではない有形固定資産調達や科学研究基礎建設支出及びその他科学技術活動に利用する支出を含む。生産的な活動支出や返済支出等は含まない。

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-2-47 図附表 機関別に見た「エネルギー科学技術」及び「原子力科学技術」の研究開発内部支出[※]の推移
(単位：万元)

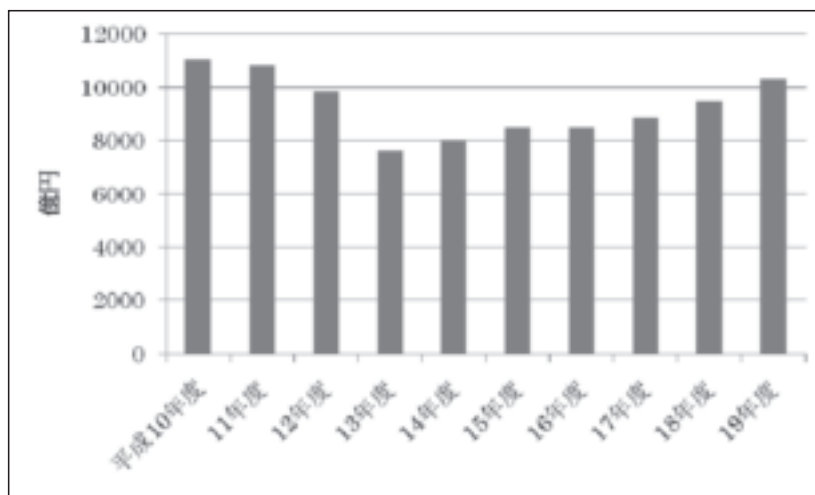
		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
研究開発機関	エネルギー科学技術	4505 (193)	12131 (232)	23786 (252)	30478 (281)	21362 (369)	11227 (306)	16866 (396)
	原子力科学技術	158147 (252)	153935 (202)	59314 (180)	143382 (184)	162233 (169)	192476 (191)	69413 (232)
	小計	162652 (445)	166066 (434)	83100 (432)	173860 (465)	183595 (538)	203703 (497)	86279 (628)
高等教育機関	エネルギー科学技術	6552 (810)	9555 (903)	8382 (899)	18653 (1237)	21312 (1221)	27389 (1647)	27854 (1370)
	原子力科学技術	11466 (158)	2683 (81)	2253 (113)	10352 (207)	12499 (209)	14181 (296)	24340 (855)
	小計	18018 (968)	12238 (984)	11065 (1012)	29005 (1444)	33811 (1430)	41570 (1943)	52194 (2225)
合 計		180670 (1413)	178304 (1418)	94165 (1444)	202965 (1909)	217406 (1968)	245273 (2440)	138473 (2853)

() 内は研究開発テーマ件数

※：労務費、科学研究業務費、管理費、基本建設投資ではない有形固定資産調達や科学研究基礎建設支出及びその他科学技術活動に利用する支出を含む。生産的な活動支出や返済支出等は含まない。

出典：「中国科技統計年鑑」(2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社)

第1-2-48 図 日本のエネルギー研究費[※]の推移



※：人件費、原材料費、有形固定資産購入費、リース料等を含む。

※※：内訳は、企業 6713 億円、非営利団体・公的機関 3048 億円、大学 547 億円。

出典：「平成 20 年科学技術研究調査 結果の概要」(総務省、平成 20 年 12 月 18 日)

第1-2-48 図附表 エネルギー分野における日本の研究費[※]の推移

(単位：億円)

平成 10 年度	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11052	10842	9861	7628	8008	8500	8487	8845	9476	10308 ^{※※}

※：人件費、原材料費、有形固定資産購入費、リース料等を含む。

※※：内訳は、企業 6713 億円、非営利団体・公的機関 3048 億円、大学 547 億円。

出典：「平成 20 年科学技術研究調査 結果の概要」(総務省、平成 20 年 12 月 18 日)

②国家科学技術計画

国が主体となって進めている「国家重点基礎研究発展計画」（「973 計画」）、「国家ハイテク研究開発発展計画」（「863 計画」）、「国家科学技術支援計画」（2005 年までは「難関攻略計画」）において、「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」に投じられた資金を見ると、3 つの計画とも 2006 年は前年実績を大きく下回った。

こうした背景には、2006 年が「難関攻略計画」から「国家科学技術支援計画」への切り替えの時期にあたったこと、また 2006 年は「第 11 次 5 ヶ年」期がスタートした年であり、中国政府とした新たな方針を打ち出すための準備期間と重なったことも影響しているとみられる。

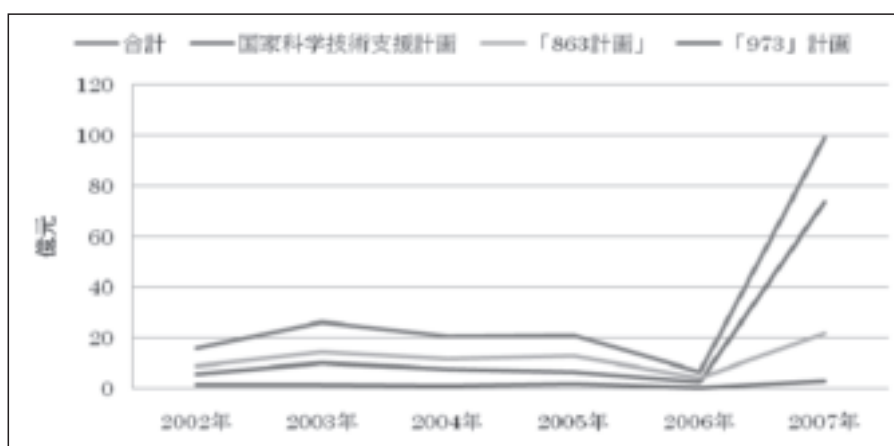
ちなみに、エネルギー関係だけとって見ても、2007 年にかけて「原子力産業『第 11 次 5 ヶ年』発展規画」や「省エネ政策技術大綱」、「エネルギー発展『第 11 次 5 ヶ年』規画」等の多数の国家計画が公表されている。なお、「国家科学技術支援計画」の実施スタート大会は 2007 年 2 月 9 日、科学技術部と財政部によって北京で開催されている。

そうしたなかで、2007 年は一転して 3 つの計画とも「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」に対して 2002 年以降で見ても過去最高となる 99 億元が投入された。計画別に見ても、「973 計画」が前年の 990 万元から 3 億 1400 万元へ、「863 計画」も約 4 億元から 5 倍を超える 22 億元に、国家科学技術支援計画も 6 億 5000 万元から 74 億元に増加した。

また、中国のハイテク産業を発展させるための指導的な計画である「タイマツ（火炬）計画」において、「新エネルギーと効率的な省エネ」に投入された資金も、2007 年には約 890 億元に達し、前年実績（68 億元）の 13 倍に達した。資金の出所は、約 60% が企業資金である。

国務院が 2006 年 2 月に公表した中国の科学技術政策の根幹と位置付けられる「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006～2020 年）」では、技術の海外依存から脱却し自主イノベーションを構築することの重要性が明記されており、そうした方針が国家計画への資金投入の拡大となって表れたとの見方もある。

第 1-2-49 図 国の科学技術研究計画において「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」に投入された資金



注：「国家科学技術支援計画」（2005 年までは「難関攻略計画」）

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

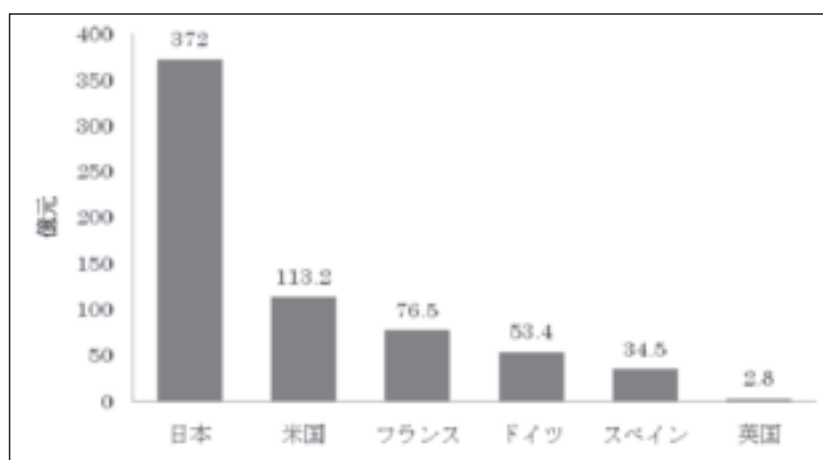
第 1-2-49 図付表 国の科学技術研究計画において「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」に投入された資金
(単位：万元)

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
「973」計画	14229	15024	10096	15907	990	31400
「863 計画」	89662	145470	117271	129528	39984	220418
国家科学技術支援計画※	56230	99614	78519	64907	24061	738977
合 計	160121	260108	205885	210341	65035	990795

※：2005 年までは「難関攻略計画」

出典：「中国科技統計年鑑」（2003 ～ 2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第 1-2-50 図 主要国の「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」の研究開発に投入された政府予算（2007 年）

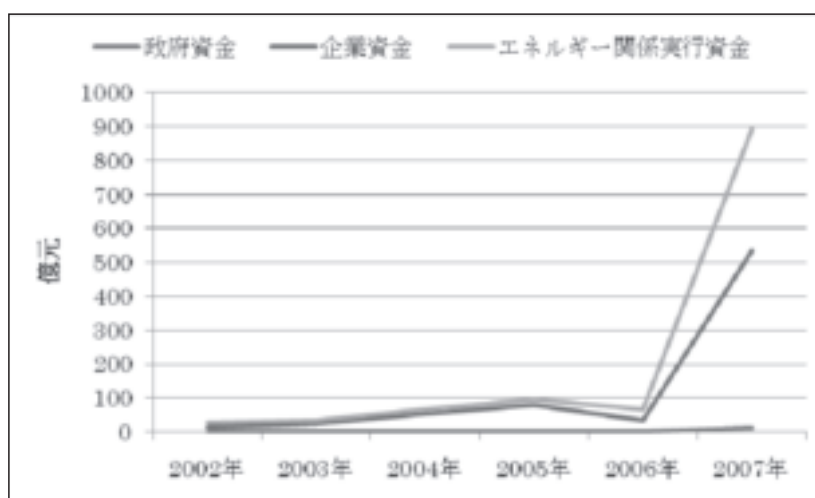


注 1：日本、米国は中央政府分のみ。米国、フランス、ドイツ、英国は暫定値。日本、英国は 2006 年。

注 2：2007 年当時の為替レート、1 ユーロ＝約 10 元として人民元に換算

出典：「Science, Technology and Innovation in Europe 2009 Edition」（EUROSTAT）をもとに作成

第 1-2-51 図 「国家タイムズ計画」において「新エネルギーと効率的な省エネ」に投入された資金



※：政府資金、企業資金のほか、銀行借入れや国際支援等からの資金が含まれる。

出典：「中国科技統計年鑑」（2003 ～ 2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-2-51 図附表 「国家タイムズ計画」において「新エネルギーと効率的な省エネ」に投入された資金

(単位：万元)

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
政府資金	8217	10641	8182	13512	6791	103882
企業資金	141425	243021	535922	797915	345394	5341515
プロジェクト件数	275	305	308	333	386	419
エネルギー関係実行資金※	270014	359716	670929	953422	681109	8918870

※：政府資金、企業資金のほか、銀行借入れや国際支援等からの資金が含まれる。

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

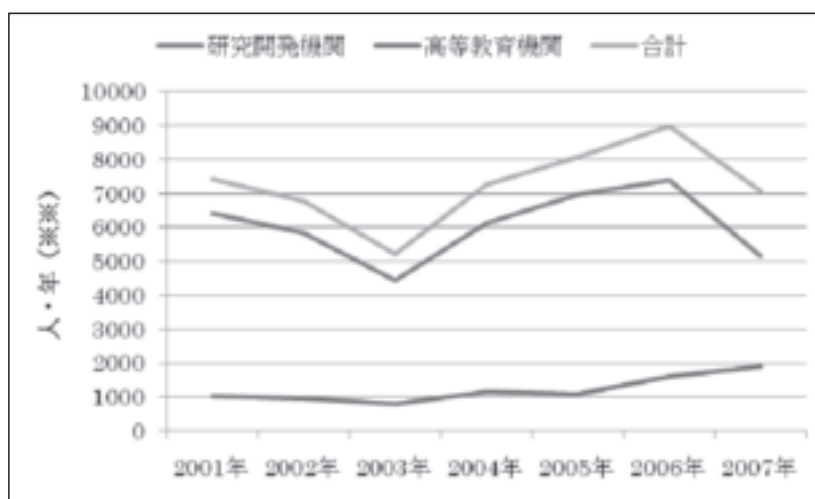
(3) 研究人材

① 研究開発機関・高等教育機関

「中国科技統計年鑑」によると、「エネルギー科学技術」と「原子力科学技術」分野に投入された研究開発機関の人的資源（研究者と技術者）は、2003年以降、上昇傾向を示していたが、2007年は両分野合わせて5148人・年となり、2001年以降で見ても2003年の4440人・年に次ぐ低い水準となった。なお、「原子力科学技術」には、エネルギー分野以外の利用も含まれる。

一方、「エネルギー科学技術」と「原子力科学技術」分野における高等教育機関の人的資源（研究者と技術者）投入量は、2つの分野の合計では増加する傾向にある。分野別では、絶対数としてはまだ「エネルギー科学技術」には及ばないが、「原子力科学技術」分野での人的資源投入量は着実に増加している。これに対して、「エネルギー科学技術」は伸び悩む傾向を見せている。

第1-2-52 図 機関別に見た「エネルギー科学技術」及び「原子力科学技術」分野の投入人的資源（研究者・技術者※）の推移



※：研究者・技術者：高・中級技術のポストを有する科学技術活動に従事する人員と、高・中級技術のポストを有しない大学本科以上の学歴の人員を指す。なお高級技術職は日本の大学教授レベルに、また中級技術職は大学講師レベルに相当する。

※※：専従換算人員投入量：「専従人員」とは、当該年において研究活動に従事した時間が当該年の全作業時間の90%以上を占める人員を指す。また「非専従人員」とは、当該年において研究活動に従事した時間が当該年の全作業時間の10%以上～90%未満の人員を指す。「非専従人員」は、実際の作業時間に応じて「専従人員」に換算される。例えば、3人の「非専従人員」が当該年の全作業時間のそれぞれ20%、30%、70%を当該年の研究開発活動にあてた場合、「専従換算人員」は $0.2 + 0.3 + 0.7 = 1.2$ （人・年）となる。したがって、「専従換算人員投入量」は、「専従人員」に、作業時間に応じた「非専従人員」を加えたものである。例えば、2人の「専従人員」と3人の「非専従人員」（作業時間はそれぞれ20%、30%、70%）がいた場合、「専従換算人員投入量」は $2 + 0.2 + 0.3 + 0.7 = 3.2$ （人・年）となる。

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第 1-2-52 図付表 機関別に見た「エネルギー科学技術」及び「原子力科学技術」分野の投入人的資源（研究者・技術者※）と研究開発テーマ件数
（単位：人・年※※）

		2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
研究開発機関	エネルギー科学技術	432 (193)	879 (232)	838 (252)	753 (281)	1450 (369)	902 (306)	1239 (396)
	原子力科学技術	5981 (252)	4945 (202)	3602 (180)	5384 (184)	5505 (169)	6476 (191)	3909 (232)
	小計	6413 (445)	5824 (434)	4440 (432)	6137 (465)	6955 (538)	7378 (497)	5148 (628)
高等教育機関	エネルギー科学技術	860 (810)	883 (903)	684 (899)	938 (1237)	929 (1221)	1283 (1647)	1110 (1370)
	原子力科学技術	156 (158)	80 (81)	106 (113)	204 (207)	179 (209)	315 (296)	800 (855)
	小計	1016 (968)	963 (984)	790 (1012)	1142 (1444)	1108 (1430)	1598 (1943)	1910 (2225)
合 計		7429 (1413)	6787 (1418)	5230 (1444)	7279 (1909)	8063 (1968)	8976 (2440)	7058 (2853)

（ ）内は研究開発テーマ件数

※：研究者・技術者：前掲

※※：前掲

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

②国家科学技術計画

研究開発資金の場合と同じく、国の 3 つの科学技術研究計画においてエネルギー関係に投入された 2007 年の人的資源は、前年実績を大きく上回るとともに、2002 年以降で見ても過去最高となる 1 万 1633 人・年を記録した。

第 1-2-53 図 国の科学技術研究計画において「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」向けに投入された人的資源



注：「国家科学技術支援計画」（2005 年までは「難関攻略計画」）

※※：前掲

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-2-53 図付表 国の科学技術研究計画において「エネルギーの生産・分配と合理的な利用」向けに投入された人的資源
(人・年^{※※})

	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
3つの国家計画の合計	48936	89521	88838	95033	34870	91728
「973計画」	10076	13301	13942	12019	11640	22752
「863計画」	16707	44962	43174	47147	9524	29832
国家科学技術支援計画 [※]	22153	31258	31722	35867	13706	39145
エネルギー関係合計投入人的資源	5993	7159	6135	6874	3990	11633
「973計画」	1130	1429	1301	1368	1390	2601
「863計画」	3290	3657	2641	3446	1481	6153
国家科学技術支援計画 [※]	1573	2074	2193	2060	1118	2878

※：2005年までは「難関攻略計画」

※※：前掲

出典：「中国科技統計年鑑」（2003～2008各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

(4) 研究成果

①特許

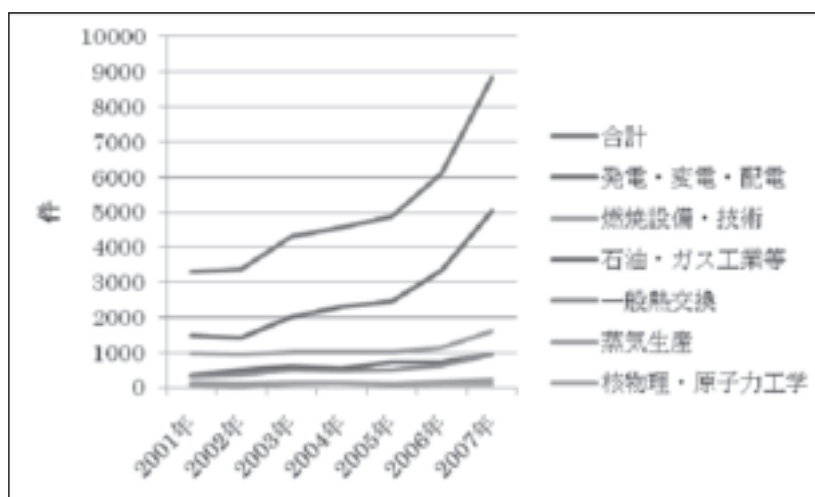
「中国科技統計年鑑」は「国際特許分類」（IPC）に従い、発明及び実用新案特許の申請と承認件数を集計しているが、IPC分類では「エネルギー」の分類がないため、エネルギーの生産・供給に関係すると考えられる「蒸気生産」、「燃焼設備・燃焼技術」、「一般熱交換」、「発電・変電・配電」、「石油・ガス工業等」、「核物理・原子力工学」をエネルギー分野に含めた。

第1-2-54図・付表に示すように、エネルギー分野に含めた6項目を見ると、申請件数、承認件数とも、とくに「発電・変電・配電」の占める割合が高く、承認件数は2005年以降、急激に増加している。

また、国有資産監督管理委員会直属の中央企業（エネルギー関係）の特許承認状況を見ると、石油や天然ガス、石炭といった資源系に加えて、送電事業者、プラントメーカー、発電事業者などが上位を占めている。

一方、中央企業の特許申請状況を見ると、前年は合計685件で10位であった国家电网会社が前年1位の中国石油天然ガス集団公司を抜いてトップに立った。有効特許保有状況では、中国石油化工集団公司が発明特許の6163件を含めて8668件でトップとなっている。

第1-2-54図 エネルギー分野における発明、実用新案特許の申請・承認件数の推移



出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-2-54図付表 エネルギー分野における発明、実用新案特許の申請・承認件数

分野	2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年		2007年	
	申請	承認	申請	承認	申請	承認	申請	承認	申請	承認	申請	承認	申請	承認
合計	6150	3301	7276	3373	7315	4310	8202	4548	10568	4887	14438	6089	16212	8836
蒸気生産	317	136	137	101	165	123	131	129	209	100	290	159	412	210
燃焼設備・技術	1647	983	1510	940	1426	1002	1463	999	1702	1000	2265	1135	2344	1590
一般熱交換	554	330	708	390	714	513	912	475	1094	508	1473	629	1612	947
発電・変電・配電	2237	1494	3751	1414	4011	2000	4673	2293	5769	2465	8090	3342	9366	5029
石油・ガス工業等	1076	339	1101	511	928	586	934	521	1656	738	2143	738	2219	954
核物理・原子力工学	319	19	69	17	71	86	89	131	138	76	177	86	259	106

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-2-59表 国有資産監督管理委員会直属の中央企業（エネルギー関係）の特許承認状況

No.	企業名	2008年		2007年		
		合計	発明	No.	合計	発明
1	中国石油天然ガス集团公司	1287	159	1	1172	155
2	中国石油化工集团公司	894	624	3	813	465
6	国家电网公司	567	57	7	333	56
27	中国海洋石油总公司	137	43	22	122	30
28	中国煤炭科工集团有限公司	128	14	—	60	10
33	西安電力機械製造公司	96	4	47	30	1
38	中国第一重型機械集团公司	87	5	67	16	0
41	中国核工業集团公司	72	21	32	68	13
42	ハルビン電站設備集团公司	70	9	45	35	6
44	神華集団有限責任公司	61	3	33	68	1

No.	企業名	2008 年		2007 年		
		合計	発明	No.	合計	発明
45	華潤集团有限公司	56	19	46	31	20
47	中国中煤能源集团公司	55	4	44	38	0
49	中国東方電気集团公司	49	28	35	66	12
57	中国南方電網有限責任公司	37	6	48	28	5
59	中国国電集团公司	36	9	54	25	3
65	中国華電集团公司	26	8	50	26	13
66	中国水電工程顧問集团公司	26	3	62	20	2
67	中国電力投資集团公司	25	3	71	12	1
74	中国広東核電集团有限公司	16	5	88	6	3
75	中国水利水電建設集团公司	16	1	58	21	6
80	中国華能集团公司	12	5	75	11	1

出典：「2008 年中央企業專利授權情況排序」
<http://sqpt.csoet.cn/n16/n1100/n219359/n282961/n559301/561815.html>

第 1-2-60 表 国有資産監督管理委員会直属の中央企業（エネルギー関係）の特許申請状況

No.	企業名	2008 年		2007 年		
		合計	発明	No.	合計	発明
1	国家電網公司	2362	812	10	685	239
4	中国石油天然ガス集团公司	1446	552	1	1418	425
7	中国石油化工集团公司	1360	1019	3	1094	846
23	中国海洋石油総公司	350	169	29	222	88
26	中国核工業集团公司	319	218	27	264	169
31	中国煤炭科工集团有限公司	227	75	—	115	36
46	中国中煤能源集团公司	130	32	55	51	16
47	神華集团有限責任公司	129	62	44	98	46
49	西安電力機械製造公司	117	33	43	103	26
54	華潤集团有限公司	87	51	47	87	48
57	ハルビン電站設備集团公司	81	21	60	45	7
58	中国第一重型機械集团公司	80	15	45	98	17
61	中国水利水電建設集团公司	63	37	71	29	7
63	中国東方電気集团公司	58	39	49	67	59
64	中国南方電網有限責任公司	57	22	57	46	22
66	中国広東核電集团有限公司	46	26	76	25	15
70	中国国電集团公司	40	17	67	36	11
71	中国第二重型機械集团公司	40	13	79	20	14
73	中国水電工程顧問集团公司	34	13	59	46	18
77	中国電力投資集团公司	27	9	70	30	17
78	中国華能集团公司	25	19	86	13	7

出典：「2008 年中央企業專利申請情況排序」
<http://sqpt.csoet.cn/n16/n1100/n219359/n282961/n559301/561811.html>

第 1-2-61 表 国有資産監督管理委員会直属の中央企業（上位 10 社とエネルギー関係企業）の有効特許保有状況（2008 年末現在）

No.	企業名	合 計	発明特許
1	中国石油化工集团公司	8668	6163
2	中国石油天然ガス集团公司	5601	856
3	電信科学技術研究院	4835	4361
4	中国兵器装備集团公司	3418	143
5	宝鋼集团有限公司	2726	471
6	中国アルミ	2036	389
7	中国化工集团公司	2024	1626
8	中国機械工業集团公司	2003	265
9	国家電網公司	1994	253
10	中国航空工業集团公司	1787	351
30	中国海洋石油総公司	423	105
33	中国核工業集团公司	382	159
34	中国煤炭科工集团有限公司	358	40
36	華潤集团有限公司	343	130
42	中国東方電気集团公司	258	57
46	神華集團有限責任公司	194	12
50	西安電力機械製造公司	161	5
52	ハルビン電站設備集团公司	156	15
54	中国中煤能源集团公司	140	8
55	中国第一重型機械集团公司	139	9
56	中国国電集团公司	136	24
61	中国華電集团公司	116	33
62	中国南方電網有限責任公司	115	17
66	中国水電工程顧問集团公司	89	11
72	中国第二重型機械集团公司	69	12
73	中国華能集团公司	64	20

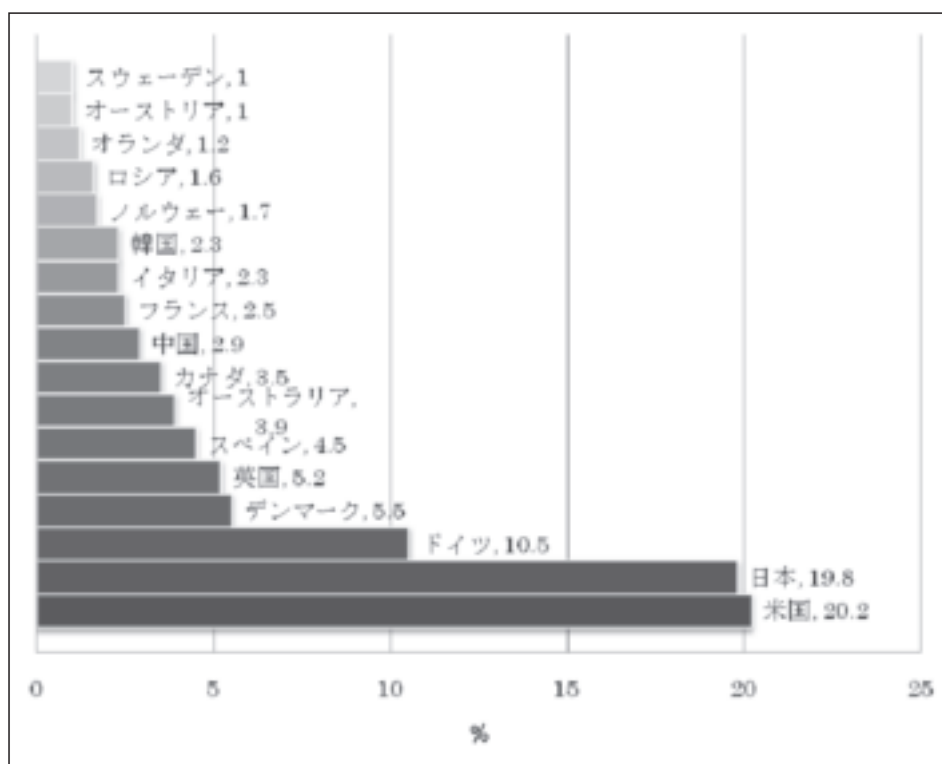
出典：「2008 年中央企業累計擁有有效專利情況排序」
<http://sqpt.csoet.cn/n16/n1100/n219359/n282961/n559301/561792.html>

第 1-2-62 表 中国核工業集团公司傘下の中国核動力研究設計院の特許申請・承認状況

技術分野	特許申請件数	特許承認件数	特許受理件数
材料	5	0	5
燃料ペレット	3	1	2
可燃性毒物ペレット及びその工程	5	3	2
燃料集合体	5	1	4
炉心設計	2	1	1
压力容器	6	4	2
検査・測定システム	4	0	4
放射線防護	4	2	2
合計	34	12	22

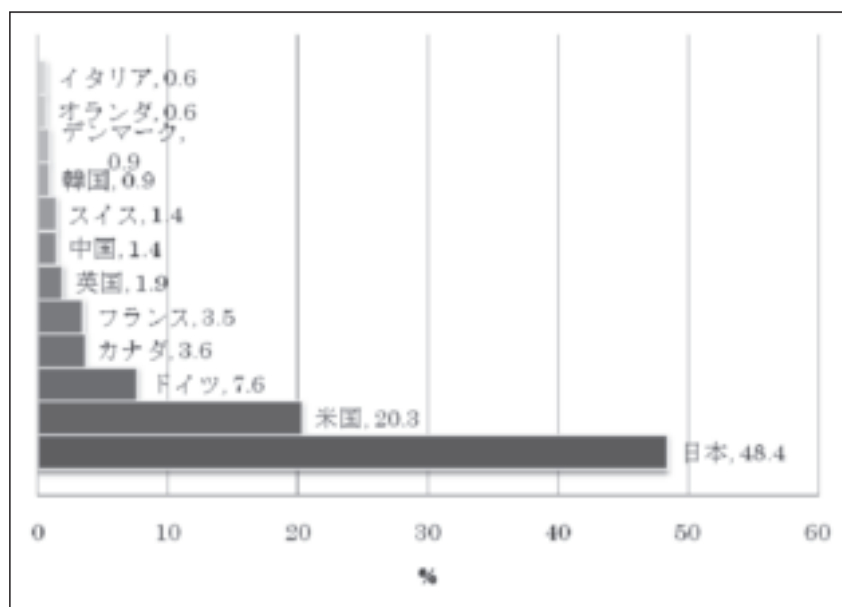
出典：「中国核工業 2009 年第 8 期」（中国核工業集团公司）

第1-2-55図 再生可能エネルギー特許の国別シェア（2005年）



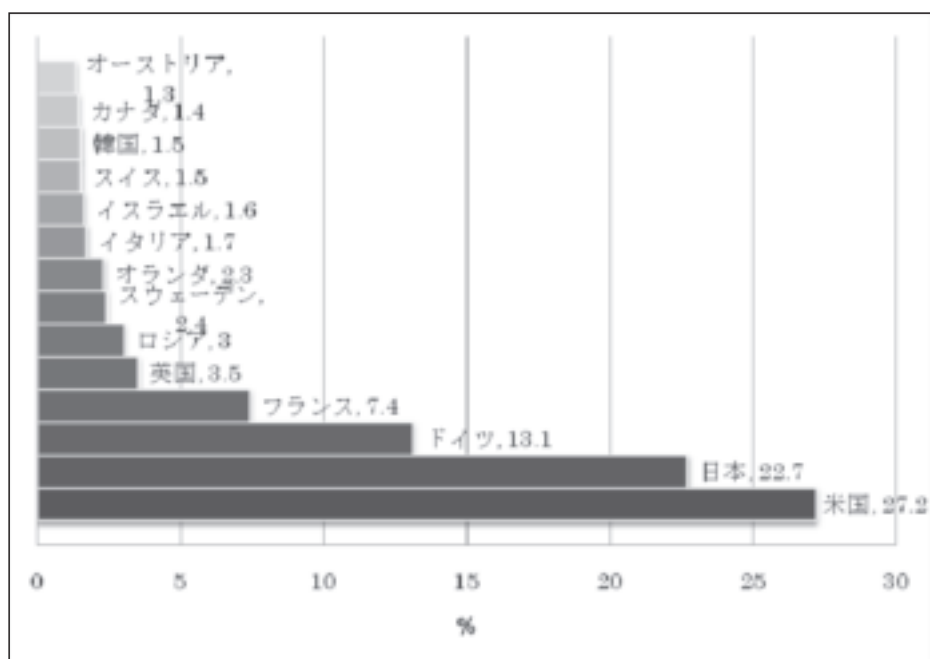
出典：「Compendium of Patent Statistics 2008」（OECD）

第1-2-56図 燃料電池特許の国別シェア（2005年）



出典：「Compendium of Patent Statistics 2008」（OECD）

第1-2-57図 原子力特許の国別シェア（2005年）



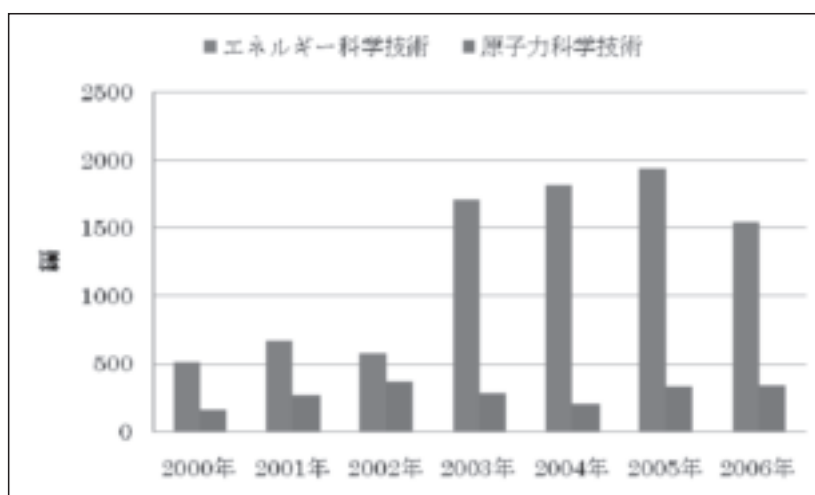
出典：「Compendium of Patent Statistics 2008」（OECD）

②科学技術論文

「エネルギー科学技術」と「原子力科学技術」分野での書誌収録件数を見ると、「エネルギー科学技術」分野では、SCIとISTPへの収録が減少傾向を示す一方で、EIへの収録が大きく伸びている。

これに対して、「原子力科学技術分野」では、SCI、EI、ISTPとも収録件数が伸び悩んでおり、全体としても増加傾向にはない。

第1-2-58図 「エネルギー科学技術」と「原子力科学技術」分野での書誌収録件数の推移



SCI：Science Citation Index

EI：Engineering Index

ISTP：Index to Scientific & Technical Proceedings

出典：「中国科技統計年鑑」（2002～2008各年版、国家统计局・科学技術部編、中国統計出版社）

第1-2-58 図附表 「エネルギー科学技術」と「原子力科学技術」分野での書誌収録件数

	エネルギー科学技術				原子力科学技術			
	合 計	SCI	EI	ISTP	合 計	SCI	EI	ISTP
2000 年	509	86	124	299	162	51	31	80
2001 年	673	141	280	252	265	117	103	45
2002 年	576	180	375	21	369	133	154	82
2003 年	1709	286	554	869	280	142	78	60
2004 年	1818	319	844	655	199	118	62	19
2005 年	1937	119	1528	290	333	58	149	126
2006 年	1543	333	1137	73	335	87	124	124

SCI : Science Citation Index

EI : Engineering Index

ISTP : Index to Scientific & Technical Proceedings

出典 : 「中国科技統計年鑑」(2002 ~ 2008 各年版、国家統計局・科学技術部編、中国統計出版社)

6. エネルギー分野の国際研究・協力活動

中国では、1978 年の改革開放まではエネルギーの自給自足体制が維持されていたが、改革開放後はグローバル化の深化にともない、世界的な連携が一層深められるようになった。現在は、「国内資源と海外資源の活用」という方針に従い、共存共栄の協力体制が構築されつつある。

科学技術部が 2006 年 12 月に公表した『第 11 次 5 カ年』国際科学技術協力実施綱要』では、重要プロジェクトの対外開放拡大が方針として示され、エネルギー等の重点技術・核心技術における協力強化とともに、国際協力拠点の建設が打ち出された。

先進国との協力では、欧米日韓との協力強化のほか、国際的なビッグプロジェクトへの参加が明記された。途上国との協力では、エネルギー等の分野から対象となる成熟技術を選定し、発展途上国への移転・普及に努めるとの方針が明らかにされた。

また、科学技術部と国家発展改革委員会が「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006-2020 年）」に基づき 2007 年 9 月 22 日付で通知（同 11 月 21 日公表）した「再生可能エネルギーと新エネルギーの国際科学技術協力計画」では、世界の科学技術資源を十分に利用し中国の再生可能エネルギーと新エネルギーの基礎研究水準を引き上げ、要（かなめ）となる科学技術問題を解決するだけでなく、再生可能エネルギーと新エネルギー分野の国際的な協力を強化するという方針が打ち出された。

同計画では、以下の 5 分野における基礎科学と応用技術研究を重点的に支持するとしている。

— 太陽エネルギー発電と太陽エネルギー建築の一体化

— バイオマス燃料とバイオマス発電

— 風力発電

— 水素エネルギー及び燃料電池

— 天然ガス・ハイドロートの開発

同計画は、中国の研究機関や大学が国際的な共同研究や交流に積極的に参加し、理論的な基礎研究を実施することによって基礎科学や先端技術研究の総合力を高める必要性にも言及している。再生可能エネルギーや新エネルギーの国際基準・地域基準の制定にあたって中国が積極的な役割を果たすとともに、新製品の市場投入の準備を早める方針も明らかにした。中国の規制や管理体系を構築・改善するため、外国における経験を活かす方向性も示した。

「走出去」戦略と称される、中国企業や研究開発機関、大学の海外進出奨励方針も明らかにされた。具体的には、再生可能エネルギーや新エネルギーに関する国内外の大型協力プロジェクトに積極的に参加するとともに、国内外において研究開発センターあるいは研究開発基地を協力して設立し、こうした分野において関係国と長期的なパートナーシップを築き、先進国から途上国へ、また途上国間での技術移転を促すとの考えも示した。このほか、フォーラムやセミナー、政策対話といった各種のチャンネルを通じて、再生可能エネルギーと新エネルギー分野の情報交換や対話の必要性も強調している。

(1) 国際協力

① ITER

中国がこれまでに参加したものとしては最大規模の国際科学技術協力プロジェクトが「国際熱核融合実験炉」(International Thermonuclear Experimental Reactor : ITER) 計画である。ITER 計画については、2001 年 11 月、日本、欧州連合 (EU)、ロシア、カナダによって、ITER 機構設立協定の締結及びサイト選定等に向けた政府間協議が開始された。

2003 年 2 月には、米国が ITER 交渉に再び参加するとともに、中国が新規に参加した。その後、韓国 (2003 年 6 月)、インド (2005 年 12 月) が参加する一方で、カナダが交渉から撤退した。

ITER 本体の建設地に関しては、日本の青森県六ヶ所村とフランス・カダラッシュの 2 ヶ所の候補地の間で誘致交渉が行われ、2005 年 6 月にモスクワで開催された 6 極閣僚級会合において最終的にカダラッシュに決定した。

ITER のスケジュールについては、建設期間が 10 年間で、費用分担は EU が 45.5% のほか、日本、米国、韓国、中国、インドがそれぞれ 9.1% となっている。また、調達分担は、EU4、日本 2 のほかは、米国、韓国、中国、ロシア、インドが各 1 となっている。

運転期間は 20 年間で予定されており、費用分担は EU34% のほかは、日本と米国がそれぞれ 13%、韓国、中国、ロシア、インドがそれぞれ 10% となっている。

中国は、ITER 計画の任務を遂行することを目的として、「国家磁気閉じ込め核融合専門家委員会」を 2007 年 10 月に設立している。また、ITER の参加極の調達パッケージの区分に従い、中国はすべての超伝導フィードシステムの設計と製造を担当することになっている。

②第 4 世代原子力システム国際フォーラム (GIF)

米国は 1999 年、第 4 世代原子力システムの概念を提唱し、各国に対し研究開発に関する国際協力のための枠組みとして第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラム (GIF) の構築をよびかけた。これを受け、アルゼンチン、英国、カナダ、韓国、日本、ブラジル、フランス、米国、南アフリカは 2001 年 7 月、GIF の理念を定めた憲章を作成した。その後、スイス、欧州原子力共同体 (EURATOM)、中国、ロシアも GIF 憲章に署名した。

GIF に加盟している 12 ヶ国及び 1 国際機関のうち、日本、米国、フランス、カナダ、英国は、研究開発に関する協力の枠組みを規定した「第 4 世代原子力システムの研究開発に関する国際協力のための枠組み協定」に署名し締約国となった。その後、同協定にスイス、韓国、EURATOM が加入し、2007 年 12 月には中国、また 2008 年 4 月には南アフリカが加入書を寄託した。

なお、GIF の研究開発課題として、ガス冷却高速炉 (GFR)、鉛冷却高速炉 (LFR)、溶融塩炉 (MSR)、ナトリウム冷却高速炉 (SFR)、超臨界水冷却炉 (SCWR)、超高温炉 (VHTR) の 6 つのシステムが 2002 年 7 月に選定され、同 12 月にこうしたシステムならびにシステムに共通する安全性及び核不拡散

性等の事項について研究開発計画が作成された。

③国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）

米国は2006年2月、核不拡散、原子力安全、核のセキュリティ等を確保しながら原子力平和利用を拡大することを目的として、「国際原子力エネルギー・パートナーシップ」（Global Nuclear Energy Partnership：GNEP）構想を提唱した。米国は、日本やフランス、ロシア、中国等に参加をよびかけ、この5ヵ国が中心となってGNEP構想の実現に向けた意見交換を継続的に実施した。

2007年5月にはGNEPの第1回閣僚級会合が開催され、米国、日本、フランス、ロシア、中国の代表が参加した。同年9月には、第2回閣僚級会合が開かれ、16ヵ国がGNEPの「原則に関する声明」に署名して、GNEP体制が国際的に確立した。同声明では、以下に関する協力を追及することとされている。

- 原子力発電所の安全及び廃棄物の安全な管理を確保しながら原子力を拡大する
- 国際原子力機関（IAEA）と協力し、強化された保障措置を引き続き開発する
- 信頼性のある核燃料供給の国際的な枠組みを構築し、機微な核燃料サイクル技術の取得に対する代替案を創出する
- リサイクルされた使用済み燃料から抽出される超ウラン元素を消費するための先進的な高速炉を開発、実証し、適切な時期に配備する
- 発展途上国及び地域の電力網に適した先進的でより核拡散抵抗性の高い原子炉の開発を促進する
- 純粋なプルトニウムを分離しない施設に配備するために使用済み燃料をリサイクルするための先進技術を開発、実証する
- エネルギー及び天然資源を効率的かつ責任ある方法で利用するため、入手可能な最良の燃料サイクルのアプローチを利用する

なお、米国のオバマ政権は2009年4月、GNEPの中核となる使用済み燃料の再処理施設と高速炉を米国内に建設しないことを決めた。一方で、研究開発と国際的な取り組みは継続する意向を表明した。

2009年10月23日には、中国の北京でGNEPの閣僚級会合が開かれ、国家エネルギー局の張国宝・局長が議長を務めた。会合には43ヵ国と2つのオブザーバー機関であるIAEAとGIFが参加した。

④IPHE

米国エネルギー省（DOE）が提唱して2003年11月に設立された「水素経済のための国際パートナーシップ」（International Partnership for Hydrogen Economy：IPHE）には、世界16ヵ国・地域が参加しており、水素経済実現のための情報交換や国際的な共同研究が進められている。

現在の加盟国・地域は、日本、オーストラリア、フランス、アイスランド、ノルウェー、英国、カナダ、ドイツ、イタリア、韓国、ロシア、米国、ブラジル、中国、インド、欧州委員会である。

IPHEには以下の7つのタスクフォースが設置されており、中国は「教育」を除いたすべてのタスクフォースに参加している。

- 教育
- 水素製造
- 燃料電池
- 水素貯蔵

- 社会経済学
- 規制・コード・基準
- 実証・インフラ

⑤ ASEAN + 3

中国は、再生可能エネルギーと新エネルギー分野における東南アジア諸国連合（ASEAN）との交流・協力を強化し、研究成果の産業化を加速していく考えを明らかにしている。2009年11月26日に昆明市で開催された「中国－ASEAN 新エネルギー・再生可能エネルギー開発利用国際科学技術協力フォーラム」でもそうした考えが再確認された。

2009年10月24日にタイで開催された「第12回 ASEAN + 3」（日本、中国、韓国）首脳会議では、第2世代バイオ燃料及び代替エネルギー利用のための新しい技術における食料安全保障及びバイオエネルギーに関する共同研究・開発及び技術移転を促進するため、地域及び国際機関とのパートナーシップを拡大することなどを盛り込んだ「チャム・ホアヒン声明」が採択された。

⑥低炭素エネルギー大学連盟

中国の清華大学が提唱し、英国のケンブリッジ大学と米国のマサチューセッツ工科大学（MIT）の賛同を得て締結された「低炭素エネルギー大学連盟」が2009年11月15日、北京で本格的なスタートを切った。16日付「科技日報」が伝えた。

それによると、同連盟は清華大学に事務局を置き、他の2大学には分室を設置する。当面の協力分野としては、①石炭クリーン技術及び二酸化炭素の回収・貯留（CCS）、②建築省エネ、都市計画、工業省エネ、③バイオマス・エネルギー及びその他の再生可能エネルギー、④先端的な原子力技術、⑤スマートグリッド（「智能電網」）、⑥エネルギー政策・計画——の6分野があげられている。

3つの大学は、こうした分野に関して、共同研究や研究者・学生の定期交流を行うとともに、中国のニーズを見据えた研究を通じて新技術や政策提言の構築を目指す。

⑦省エネ照明プロジェクト

国家発展改革委員会は2009年7月24日、国連開発計画（UNDP）、グローバル環境基金（GEF）との間で、白熱灯の使用を段階的に中止し省エネ照明の普及を加速するプロジェクトの署名を北京で行った。

中国政府は1996年、グリーン照明プロジェクトをスタートし、「第9次5ヵ年」と「第10次5ヵ年」期では省エネ重点分野に、また「第11次5ヵ年」期では10大重点省エネプロジェクトに組み込んだ。中国政府は各種の助成策を実施し、省エネ照明の普及につとめており、2008年時点では導入個数が6200万個に達した。2009年には1億2000万個に達するとみられている。

UNDP と GEF による共同プロジェクトは2009年から12年にかけて実施されることになっている。GEF が1400万米ドルの無償資金援助を行う。共同プロジェクトでは、白熱灯の代わりに省エネ照明を普及させるにあたってのロードマップや専門規画を研究、提出するとともに、中国国内の白熱灯製造企業の転換をはかる。

(2) 二国間協力

①日本

中国は、エネルギー供給を拡大する一方で、省エネにも力を入れている。「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）に、2005年比で単位GDPあたりのエネルギー消費量を20%削減するとの目標を掲げており、世界的に見ても最先端にある日本の省エネ技術に関心を持っている。

2007年4月12日には、甘利明経済産業大臣と馬凱・国家発展改革委員会主任（いずれも当時）が東京で第1回日中エネルギー閣僚政策対話を行い、「日中省エネルギー・環境ビジネス推進モデルプロジェクトの実施に関する覚書」を作成し、これに基づいて具体的なプロジェクトを進めていくことを確認した。

また、両国の研究機関を通じて、日中両国の省エネに関するエネルギー政策の共同研究を実施するとともに、そうした成果に基づき政策提言を行うとした。このほか、石炭のクリーン利用技術や原子力発電所の建設と安全な運転にかかる協力を継続することが確認された。

2007年12月には福田康夫首相（当時）が中国を訪問し、温家宝・中国首相と会談を行い、「日中省エネルギー・環境総合フォーラム」をプラットフォームとする日中の官民一体の協力体制により、「省エネルギー・環境ビジネス推進モデルプロジェクト」を進めるとともに、省エネ・環境保全分野における知的財産権保護問題に関する情報交換を行い、協力を強化することで一致した。

2009年11月8日に北京で開催された「第4回日中省エネルギー・環境総合フォーラム」で合意された日中間での協力プロジェクトの中からエネルギーに関係したプロジェクト、ならびにその他の協力合意事項を以下に紹介する。

プロジェクト	日本側	中国側
紡織工場での省エネ改修・ESCO	九州電力	中国紡織工業協会等
石炭火力発電所の省エネ・環境診断及び設備改善	石炭エネルギーセンター等	中国電力企業連合会
流水式小水力発電技術	シーベルインターナショナル	中国博奇环保科技有限公司
中小企業向け省エネ・排出削減及びエネルギー管理	リーテム	遼寧省環境保全産業協会
コークス炉自動燃焼制御モデル事業	三菱化学エンジニアリング	山西陽光焦化集团有限公司
寧波市省エネ技術サービスプラットフォームの構築推進	日立製作所	中国中小企業対外合作協調センター等
省エネセンター間の協力推進	(財) 省エネルギーセンター	国家省エネルギーセンター
日中省エネルギー政策共同研究	日本エネルギー経済研究所	国家発展改革委員会エネルギー研究所
ボイラ用油・ガス焚きバーナにおける省エネと環境保護に関する技術協力	三浦工業	中国特殊設備検測研究院
油焚きボイラにおける総合的な省エネ・環境性の比較試験研究	三浦工業	大連市ボイラ压力容器検験研究所
大阪 ESCO 協会と山東省省エネルギーサービス産業協会との交流促進	大阪 ESCO 協会	山東省省エネルギーサービス産業協会
日中経済協会と山東省との新エネルギー・省エネ・環境分野の交流強化	日中経済協会	山東省人民政府
日中経済協会と天津市との省エネ・環境分野の交流強化	日中経済協会	天津市人民政府

②米国

中国の国家發展改革委員会は2004年、米国とのエネルギー協力を深めるため、エネルギー省（DOE）とエネルギー政策対話を展開することに関する覚書に署名した。第1回米中エネルギー政策対話は2005年にワシントンで開催され、以後、同対話が米中両国のエネルギー分野での交流・協力を展開するプラットフォームの役割を果たしている。

また、米中戦略経済対話の中でもエネルギー問題が協議され、2008年6月に米国メリーランド州アナポリスで開催された第4回米中戦略経済対話では、エネルギー・環境協力の枠組みの設置などで合意した。同枠組みの期間は10年で、両国で作業部会を設置し、電力や水、輸送などの分野で技術開発や実用化に向けた協力を進めていく。

オバマ政権も、中国とのエネルギー分野での協力については積極的な姿勢を見せている。DOEは2009年11月17日、オバマ大統領と胡錦濤・国家主席が同日北京で、クリーンエネルギーに関する両国の協力を強化する以下のような幅広い施策を公表したことを明らかにした（<http://www.energy.gov/news2009/print2009/8292.htm>）。

a) 米中クリーン・エネルギー研究センター

両首脳は、「米中クリーン・エネルギー研究センター」（US-China Clean Energy Research Center）の設立を発表した。同センターは、両国の研究者を支援するための情報センターとしてだけでなく、両国の技術者や研究者で構成されたチームによる共同でのクリーンエネルギー技術の研究開発を促進する役目を果たす。

同センターは、公的資金と民間資金によって運営され、5年間で最低でも1億5000万ドルが投じられる。資金は、両国で折半する。当初の優先的な研究分野は、建物のエネルギー効率や炭素の回収・貯留（CCS）を含めたクリーンコール技術、クリーン自動車になる。

同センターを設立する議定書は、DOEのチュー長官と中国科学技術部の万鋼・部長、中国国家エネルギー局の張国宝・局長によって北京で調印された。

b) 米中電気自動車イニシアチブ

両首脳は、「米中電気自動車イニシアチブ」（US-China Electric Vehicles Initiative）を発表した。同イニシアチブには、2009年9月の「米中電気自動車フォーラム」に基づき、共同での基準作成や十数の都市における実証プロジェクト、技術ロードマップの作成、公教育プロジェクトなどが含まれる。

また両首脳は、石油依存を低減し温室効果ガスの排出量を削減する一方で経済成長を促進するため、電気自動車の導入を加速することは両国にとって共通の利益であると強調した。

c) 米中エネルギー効率行動計画

両首脳は、新たな「米中エネルギー効率行動計画」（US-China Energy Efficiency Action Plan）の着手を発表した。同計画によると、両国は建物や工業施設、家電製品のエネルギー効率の改善を協力して実施する。また、両国の関係当局は民間部門とも協力して、省エネ建物の各種基準や評価システムを作成するとともに、工業部門でのエネルギー効率のベンチマークを行う。さらに、建物の検査官や工業施設の省エネ診断士の訓練を行うほか、省エネ消費者製品の試験方法と性能測定基準の調整をはかり、省エネ・ラベル制度の最良事例を交換する。このほか、毎年交互に「米中省エネ・フォーラム」を開催する。

d) 米中再生可能エネルギー・パートナーシップ

両首脳は、新たな「米中再生可能エネルギー・パートナーシップ」のスタートを発表した。それによると両国は、双方の国における再生可能エネルギーの幅広い展開に向けたロードマップを作成する。また、両国における再生可能エネルギーの展開を支援するため、各州や省、地域に対して技術や分析資源を提供し、経験や最良の事例を共有することを目的として、州や省レベル、地域レベルでの間のパートナーシップを促進する。

両国における送電網の改善を目的とした戦略を策定するため、両国の政策立案者や規制当局者、産業界の首脳、市民団体が一堂に会する「先進グリッド作業部会」(Advanced Grid Working Group)を立ち上げる。また、毎年交互に「米中再生可能エネルギー・フォーラム」を開催する。

e) 21世紀の石炭

両首脳は、大規模な炭素の回収・貯留(CCS)実証プロジェクトを含めて、石炭のクリーン利用に関する協力を促進することを確約した。両国は、新設の「米中クリーン・エネルギー研究センター」を通じて、クリーン・コール(石炭)技術とCCS技術を開発するにあたって、両国の研究者と技術者チームを結集する。また、両国政府は、クリーン・コール技術とCCS技術の問題解決に向けて、産業界や学界、市民団体を積極的に関与させる。

f) シェールガス・イニシアチブ

両首脳は、「米中シェールガス資源イニシアチブ」(US-China Shale Gas Resource Initiative)に着手することを発表した。それによると両国は、中国でのシェールガスの将来性を評価するために米国での経験を活かすとともに、シェールガス資源の開発にあたっては環境に優しい開発に配慮する。また、中国におけるシェールガス資源の開発を加速するため合同技術調査を行うほか、米中石油・ガス産業フォーラムや調査視察、ワークショップなどを通じて中国におけるシェールガス投資を促進する。

g) 米中エネルギー協力プログラム

両首脳は、「米中エネルギー協力プログラム」の設立を発表した。同プログラムは、クリーンエネルギー・プロジェクト全般にわたって、両国の利益となるよう中国でのプロジェクト開発事業の民間資源にテコ入れするものである。同プログラムの立ち上げメンバーとして22社以上が名前を連ねており、具体的には、再生可能エネルギーやスマートグリッド、クリーン輸送、グリーン建物、クリーン・コール、熱電併給、省エネといった共同プロジェクトが含まれる。

③ロシア

中華人民共和国成立の初期、旧ソ連は対中援助として156のプロジェクトを展開し、科学技術発展長期計画の制定と実施を支援し、技術や設備、人材育成、資金といった面で中国に援助を提供するなど、一時期を除き中露両国は密接な協力関係を維持してきている。中露両国は1996年、戦略的パートナーシップ関係を締結し、中露関係は新たな時代に入った。

2009年10月13日に北京で開催された「第14回中露定期首相会談」では、中露協力の一層の強化について合意した。エネルギー関係では、石油分野での協力に関する政府間協定を徹底し、原油パイプラインが2010年末までに全線で開通し2011年に供給を開始することを確保するとともに、鉄道による原油貿易を拡大するとしている。

また、中露天然ガス協力ロードマップを締結し、2014～2015年にかけてガスの供給を開始することに加え、原子力や石炭の分野での大型協力プロジェクトを進めることで合意した。さらに、宇宙飛行や航空、科学技術、交通輸送、通信・情報技術、林業、品質検査、環境保護の分野での協力を強化することになった。

このうち、旧ソ連時代も含めて長い歴史を持つ原子力分野での協力については、原子力発電や軍民転換、原子力科学技術、原子力安全等の分野で協力を進めることで合意した。また会談では、中国の高速炉実証炉を中露両国が協力して建設するにあたっての予備設計研究契約が結ばれた。

④その他

大亜湾、嶺澳、台山など原子力発電技術の導入で密接な関係を保っているフランスの原子力庁（CEA）と中国核工業集团公司は2009年12月21日、北京の人民大会堂で、原子力平和利用研究開発協力協定に調印した。

同協定によると、双方は高速炉を含む原子炉や核燃料サイクルのバックエンド、原子力施設のデコミッショニング、放射性廃棄物管理、核融合、教育・訓練などの分野で協力を強化する。

第3世代炉の国産化を担当する国家核電技術公司に所属する国核電力規画設計研究院は2009年10月7日、ベルギーのハモン社との間で、原子力発電所の大型冷却塔の研究開発協力協定を締結した。

大型冷却塔の研究開発は、中国の内陸部に建設されることになっている「AP1000」（PWR）建設プロジェクトの鍵を握る重要な設備で、国核電力規画設計研究院が中心になって研究開発を進めてきた。ベルギーのハモン社は、自然通風式冷却塔のトップ企業で、内陸原子力発電所の冷却塔研究でも世界トップレベルにある。

〔主要参考文献〕

1. 「系列報告之十三：能源生産能力大幅提高結構不断優化」（国家統計局、2009年9月22日）
2. 「中国能源發展報告2009」（社会科学文献出版社）
3. 「中国能源統計年鑑2008」（国家統計局能源統計司・国家能源局綜合司編、中国統計出版社）
4. 「中国至2050年 能源科技發展路線図」（中国科学院能源領域戰略研究組、科学出版社）
5. 「中国2050年低炭素發展之路」（国家發展改革委員会・能源研究所、2009年9月16日）
6. 「電力監管年度報告2008」（国家電力監管委員会、2009年4月）
7. 「中国風電及電价發展研究報告」（中国可再生能源專業委員会、2009年11月14日）
8. 「我国風電發展情況調研報告」（国家電力監管委員会、2009年7月）
9. 「可再生能源中長期發展規劃」（国家發展和改革委員会、2007年9月）
10. 「Renewables：Global Status Report 2009 Update」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century）
11. 「Key World Energy Statistics 2009」（IEA）
12. 「Global Wind 2008 Report」（Global Wind Energy Council）
13. 「BP Statistical Review of World Energy June 2009」（BP p.l.c）
14. 「2008 中国風電發展報告」（中国環境科学出版社、2008年10月）
15. 「2008年電力企業節能減排情況通報」（国家電力監管委員会、国家發展和改革委員会、国家能源局、環境保護部、2009年10月）
16. 「Nuclear Technology Review 2009」（IAEA、2009年7月）

2

環境・エネルギー技術分野における 研究開発の現状及び動向

第2章 環境・エネルギー技術分野における研究開発の現状及び動向

第1節 環境技術

1. 地球温暖化対策

(1) 二酸化炭素排出の現状

オランダ環境評価機関（MNP）は2007年6月、2006年の中国の二酸化炭素排出量が米国を抜いて世界最大になったと発表した。MNPによると、2005年時点では中国の二酸化炭素排出量は米国を2%下回っていたが、2006年には米国が58億トンであったのに対して、中国は62億トンとなり、米国の排出量を初めて上回った。

国家發展改革委員会は、国連気候変動条約に基づいて「気候変動国家方案」（「中国应对气候变化国家方案」）を策定し、2007年6月に公表した。同方案は2010年までの中国の気候変動対策の具体的な目標、基本原則、重点分野およびその政策措置を明確に打ち出している。

同方案では、調和の取れた社会の構築を推進し、資源節約と環境保護の基本国策を堅持し、温室効果ガスの排出抑制、持続可能な発展能力の向上などを目標に、経済発展の保障を核心として、省エネ、エネルギー構造の最適化、生態系の保護と整備に重点をおき、科学技術の進歩を支えに、気候変動に対する対応能力を高めていくことによって、世界の気候変動に貢献することを中国の気候変動対策の指導方針とした。

また、気候変動に対応するための戦略目標として、①温室効果ガスの排出抑制、②気候変動への適応能力の向上、③気候変動に関連した科学、技術、研究開発の水準向上、④気候変動に対する国民の意識向上——などをあげている。

中国の温室効果ガス削減の主な対策は下記の通りである。

- ①植林による大気中の二酸化炭素削減
- ②産業界の省エネによる二酸化炭素削減
- ③環境保護、生態修復による二酸化炭素削減
- ④新エネルギー・再生可能エネルギーの利用拡大による二酸化炭素削減

(2) 気候変動とCDM

中国政府は2008年10月、「中国の気候変動政策と行動」（「中国应对气候变化的政策与行动」）と題する白書を公表した。白書は、中国が気候変動への対応を重視しているとしたうえで、先進国に対して率先して排出削減を求めるとともに、発展途上国に対して資金や技術面で協力するよう求めた。

白書では、クリーン開発メカニズム（CDM）が国内の持続可能な発展を促進するうえで積極的な役割を果たすことを重視し、CDM事業への協力を通じて世界の温室効果ガスの排出削減に貢献する意向を示した。

また中国は、政府部門や業界、学術団体、諮問機関、金融機関などがCDM事業を推進するため、キャパシティ・ビルディング（能力開発：トレーニングなどを通じて教育・訓練を行い、CDM等に関わる人々や組織の能力の向上をはかること）を強化している。

こうしたCDM事業の推進によって、中国国内の再生可能エネルギーの発展と省エネが促進されただけでなく、関係政府部門や企業、組織、個人の気候変動意識が向上したことから、中国としては効果的で有益な協力メカニズムとして、CDMを2012年以降も引き続き実施する必要があるとの見解を示し

ている。

一方で、CDM 事業実施における公平、透明、簡略化などをさらに進めるとともに、先進技術の発展途上国への移転を促進し、ホスト国が CDM 事業開発の中でさらに重要な役割を果たす必要があると主張している。

なお、2009 年 12 月までに中国が国連登録に成功した CDM 協力事業は 730 件に達し、これらの事業によって年間 2 億 320 万トンの二酸化炭素の排出削減が期待されている。

(3) 二酸化炭素の回収・貯留 (CCS) 技術

中国の国情、発展段階とエネルギー構造から見て、二酸化炭素の回収・貯留 (CCS) は、中国が気候変動に対応する重要な選択肢の 1 つに位置付けられている。現時点では、CCS 技術は研究開発、試験段階にあるが、中国国内の大学や研究機関、関連企業は CCS の研究開発を積極的に展開している。

中国は 1970 年代から、二酸化炭素の利用により石油の実際の採掘率を高めていくことに注目していた。当時、二酸化炭素の回収再利用は、二酸化炭素の含有率が高く比較的回収しやすい石油精製や合成アンモニア、水素生成、天然ガス浄化などの産業プロセスで行われていた。現在でも、CCS は実験段階にあり、大部分は燃焼後に回収する方式が採用され、工業上の応用も主として採掘率を高めることに主眼が置かれている。

現在、CCS の研究開発は、「国家重点基礎研究発展計画」(「973 計画」) の「温室効果ガスによる石油採掘率の向上と温室効果ガス資源の利用、地下貯蔵」プロジェクトや「国家ハイテク研究開発発展計画」(「863 計画」) の「二酸化炭素回収・貯留 (CCS) 技術」プロジェクトなどを通じて行われている。このほか、華能集団と神華集団などの大企業も、CCS の研究や実証実験を行っている。

このうち「温室効果ガスによる石油採掘率の向上と温室効果ガス資源の利用、地下貯蔵」プロジェクトは 2006 年にスタートし、2008 年には吉林省大情字油田で現地試験が実施された。一方、「二酸化炭素回収・貯留 (CCS) 技術」プロジェクトは、主として石炭純酸素希釈燃焼、キャリヤ燃焼技術、石炭燃焼過程での二酸化炭素吸収剤 / 再循環技術、排ガス二酸化炭素分離、二酸化炭素回収・貯留技術などを中心に研究が行われている。

中国初の火力発電所から二酸化炭素を回収するモデル事業である「華能北京熱電工場二酸化炭素回収モデル事業」が 2008 年 7 月 16 日、正式に竣工した。これは、二酸化炭素の排出削減技術を初めて中国の火力発電分野で応用したものである。同事業では CCS 技術の応用により年間約 3000 トンの二酸化炭素の回収・貯留ができる。

中国石炭情報研究院は国際エネルギー機関 (IEA) と協力して「中国 CCS センター」の設立を計画している。同センターの目的は、中国で CCS 技術の研究・開発、技術転移と情報共有を推進する役割を担っていくことにある。

2010 年 1 月には、中国電力投資集団会社が投資した中国初の 1 万トンクラスの火力発電所の CCS 装置が重慶市の合川発電所で正式に稼働した。この装置は石炭燃焼による排ガスを年間 5000 万 m^3 処理でき、1 万トンの高純度二酸化炭素を回収できる。第 2-1-1 表に世界の CCS 実証プロジェクトを示す。

第2-1-1表 二酸化炭素の回収・貯留技術の実証プロジェクト

プロジェクト	場 所	二酸化炭素源	貯留地質タイプ	二酸化炭素の貯留量
Sleipner（北海）	ノルウェー	天然ガス	塩性帯水層	1996年から年間100万トン貯留
In Salah	アルジェリア	天然ガス	ガス田／塩性帯水層	2004年から年間120万トン貯留
K12b	フィンランド	天然ガス	ガス回収・再注入	2004年から年間10万トン超を貯留
Snohvit（北海）	ノルウェー	天然ガス	ガス田／塩性帯水層	2007年のスタートから年間75万トン貯留
Gorgon	オーストラリア近海	天然ガス	塩性帯水層	2008～2010年稼働、稼働期間内に1.29億トン貯留
Weyburn	カナダ／米国	石炭（石炭ガス）	石油回収増進	2000年から年間貯留量100万トン
Permian Basin	米国	天然の炭素プール・工業	石油回収増進	1972年以来、5億トン貯留
Frio Brine	米国	－	塩性帯水層	2005～2006年にかけて3000トン貯留
長岡	日本	－	塩性帯水層	2004～2005年にかけて約1万トン貯留
Ketzin	ドイツ	－	塩性帯水層	2006年スタート、6万トン貯留
Callide	オーストラリア	石炭	－	2010年スタート、年間3万トンの貯留を計画
Hazelwood	オーストラリア	石炭	－	2008年スタート、日貯留量50トン

原典：「国外二酸化炭素捕集と貯存項目進展」（馬春、2007年8月15日）

出典：「中国至2050年 能源科技發展路線図」（中国科学院能源領域戦略研究組、2009年8月）

2. 環境汚染対策技術

(1) 大気汚染抑制技術

中国が大気汚染抑制において採用している主な技術は、脱硫技術、脱窒素技術、集塵技術、自動車汚染抑制技術、光化学スモッグ汚染防止技術などである。脱硫技術（湿式、乾式、半乾式）は主に、①石灰石または石灰スラリーによる除去方法、②スプレードライヤ（SDA）方式、③石灰－石膏法、④LIFAC 排煙脱硫装置、⑤循環流動床、⑥水酸化マグネシウム法、⑦帯電乾燥収着剤注入（CDSI）燃焼ガス脱硫、⑧静電スプレー脱硫技術、⑨高出力電子加速器 EBA 技術、⑩アンモニア接触還元法、⑪パルスコロナ・プラズマ化学方式（PPCP）、⑫海水脱硫——などがある。また、脱窒素技術は主として、燃焼技術の改善による NO_x 排出の低減、煙塵から NO_x の除去などがあり、集塵技術としては電気集塵器、バグフィルター集塵などがある。

①脱硫技術

中国国内の脱硫技術は、石灰石－石膏法排ガス脱硫法を主流に、石灰石－石膏法、排ガス循環流動床法、海水脱硫法、脱硫－集塵一体化法、半乾式法、回転噴霧乾燥法、炉内カルシウム噴射炉後部排ガス増湿活性化法、活性コークス吸着法、電子ビーム排ガス処理法などである。こうした技術の多くはすでに国産化を実現しており、主流技術の核心設備の自主研究開発と製造も実現している。

中国国内において、脱硫設備の国産化率は既に90%以上に達している。石灰石－石膏湿式法の排ガス脱硫技術の中核設備、漿液循環ポンプ、真空ベルト脱水機、増圧ファン、熱交換器、排ガスファンなどは、国内での研究開発と加工生産能力を備えている。

また、自主研究開発と技術移転により、30万kW級火力発電ユニットの排ガス脱硫技術は自主知的

財産権を保有している。たとえば、蘇源環保工程股份有限公司が研究開発した石灰石－石膏湿式法排ガス脱硫技術は、太倉港環保發電有限公司の第Ⅱ期 $2 \times 300\text{MW}$ 排ガス脱硫工事に採用された。北京国電竜源環保工程股份有限公司がドイツの技術を導入したうえで改良を加えた石灰石－石膏湿式法排ガス脱硫技術は、江陰蘇竜發電有限公司の第Ⅲ期 $2 \times 330\text{MW}$ 排ガス脱硫工事に採用されている。

中国は「第10次5ヵ年」期間中（2001～2005年）、火力発電所用大中型工業ボイラの排ガス脱硫技術と設備の産業化を実現した。また、火力発電所のボイラの排ガス微細粒子に対して、高効率抑制技術と設備の研究開発を行った。

②集塵技術

中国は、電気集塵技術に関しては国際的に見ても先頭集団にいる。また、乾式脱硫と組み合わせる高濃度電気集塵器を開発しており、電気集塵とバグフィルターの組み合わせ応用技術の開発において、30万kW級火力発電ユニットに採用し良好な結果が得られている。

バグフィルターでは、設備の大型化、損耗の低減、腐食と高温に耐える濾過材料及び特殊繊維の開発応用で大きな進展が見られた。最近、バグフィルターはゴミ焼却工場と火力発電所で一般的に採用されている。

③NO_xの低減

主に低窒素酸化物の石炭燃焼技術を採用している。中国は220トン/時の循環流動床ボイラと低窒素酸化物の石炭燃焼技術を開発しており、石炭燃焼過程での窒素酸化物の排出量を大幅に低減できる。

④中・小型ボイラの排ガス浄化

中国では、中・小型ボイラの排ガス浄化技術において、脱硫剤の脱硫効率を高めるため、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の中で潮解しやすい塩と塩基を入れる、あるいは燃焼灰と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の水化物を吸着剤とする、または活性コークスあるいは活性炭を吸着剤とするなどの実験研究を行い一定の成果を取得した。また、中・小型ボイラ集塵脱硫システム、双圧式集塵脱硫技術、回転式噴霧半乾法排ガス脱硫小型試験装置などの研究開発でも初歩的な成果が得られた。

⑤自動車の排ガス削減

微細粉塵の抑制技術、脱硫新技術、脱窒素技術の開発応用、VOC抑制、ディーゼルオイル車汚染物質の抑制などにおいて、技術、設備ともまだ本格利用の前段階にある。ディーゼルエンジンの窒素酸化物浄化技術、ディーゼル車の微粒子集塵器の重要技術などの研究開発が行われている。

今後、都市部における大気汚染抑制の重点対応策としては、火力発電所用ボイラ、大型工業用火力ボイラと産業用炉の排煙脱硫、脱窒素の技術と設備の開発を持続的に展開することがあげられる。また、火力ボイラの排ガスの水銀制御技術、バグフィルター集塵設備の高性能濾過材料、及び電気集塵設備の電源開発部門への応用面での技術進歩が要求されている。

産業界では、鉄鋼、セメントなどの重点業界の高温煙塵と二酸化硫黄を含む排ガスの制御技術の開発、化学工業、石油化学業界、軽工業、塗装業界、靴製造などの重点業界における有毒・有害な揮発性有機物質の制御技術、室内の典型的な大気汚染物質の浄化などの新技術と設備の研究開発に重点が置かれている。

(2) 水質汚染抑制・再生利用技術

1990年代以降の中国の主な水汚染防止対策は、飲用水源の保護、重点河川・湖沼における化学的酸素要求量（COD）排出総量の抑制、産業排水対策、都市下水処理場の建設などであった。水質汚染抑制において、「第11次5ヵ年」期間中（2006～2010年）の約束性目標として、2010年まで全国主要汚染物質の排出総量を10%削減すること、CODは2005年の1414万トンから2010年には1273万トンに減らすことなどを掲げている。

①産業排水処理技術

中国で大規模污水处理技術の研究が始まったのは1980年代になってからである。水環境の汚染を抑制するため、当時は、多くの研究機関や大学が先進国の污水处理技術を参考にすると同時に、中国の事情に基づき、化学沈殿・化学酸化・ろ過・抽出・イオン交換などの物理化学的処理技術と活性汚泥法・生物接触酸化法・嫌気生物の処理などの生物化学処理技術を含む産業排水処理技術の研究開発を行った。後に開発したこれらの技術は産業排水の処理に応用され、産業排水による水環境汚染を軽減した。

②都市部污水处理技術

中国都市部における水質の改善は、主に污水处理が中心である。都市の生活污水处理技術として、主にオキシデーションディッチ法（OD法）、嫌気・好気法（AO）、嫌気・無酸素・好気法（A2O）、SBR（逐次バッチ活性汚泥法）、膜生物反応器（MBR）、生物流化床、生物ばっ気ろ過池などが応用されている。

近年、とくに膜生物反応器に関する研究開発が盛んに行われている。膜生物反応器は膜分離技術と活性汚泥法を統合して形成した污水处理の新技術の一種である。この技術の特徴は、反応器中の生物量が多く、汚泥の負荷が低く、処理された水質が良いことである。污水处理後に再利用の必要がある場所では極めて利点が多い。

中国では1990年代の半ばから、膜生物反応器の研究を行い、試行錯誤のすえ、現在では多くの污水处理に応用されている。膜生物反応器の研究は反応器の構造と負荷運行の研究だけではなく、膜汚染の研究も非常に重要である。長年の研究により、膜汚染を軽減する方法と膜の洗浄技術が生み出され、実際の応用が可能になった。

現在、国内で運用している膜生物反応器の污水处理能力は最大4万 m^3 /日であり、処理能力10万 m^3 /日の膜生物反応器の下水処理場1基を現在建設中である。

③農村部污水处理技術

中国の農村部には、約2億5000万世帯、9億人以上の農民が生活している。しかし、9割以上の村は排水パイプラインや污水处理施設が未整備である。また、8割以上の村はゴミ収集処理施設がないため、農村部の水汚染問題が深刻化している。

現在、主な農村部污水处理技術として、生物接触酸化法、SBR法、AO法、A2O法、常温嫌気性発酵技術、珪藻土水処理技術及び人工湿地処理技術などが採用されている。

なお、近年、都市の污水处理において、窒素とリンの除去ニーズが高まってきており、脱窒素と除リン機能を持つ污水处理場、污水处理後の汚泥処理の解決策も必要とされている。さらに、污水处理によって、再生した水を再利用することや、炭素・窒素・リンなどの資源を回収再利用して、二酸化炭素の排出削減を行うことも重要な研究課題となっている。

また、20 世紀末は、生物技術・情報技術・材料技術の分野でハイテク技術を応用した基礎研究の成果が数多く得られた。これらの先進技術を用いて、水汚染制御と管理の研究開発を行えば、今後の污水处理分野で大きな成果を生み出すことが可能になる。

今後の污水处理技術の研究開発方向は下記の通りである。

- a) 水質浄化の機能を持つ特種微生物を大量生産し、污水处理システムに応用する技術。
- b) 各種の膜分離技術、膜分離と生物反応器の結合技術、高効率吸着および吸着剤の調和技術、強酸化技術に用いる新種触媒の調和技術。
- c) データの無線伝送・GPS・地理情報システムを集成したリアルタイムの情報提供、高速転送、処理後の多次元のフィードバック技術；地理情報システムに基づく水汚染の総合情報分析技術など。

(3) 固形廃棄物処理処分・総合利用技術

中国は現在、家庭から出た生活ゴミの処理には、無害化埋立て技術、コンポスト化処理技術及び焼却技術が応用されており、国産の技術も一部に利用されている。しかし、都市ゴミの焼却発電、メタンガス発電、ゴミ浸透液の処理などは産業化応用のモデル事業段階にある。

「第 10 次 5 ヶ年」期間中から、固形廃棄物の処理技術と設備に関する研究開発が活発に行われ、生活ゴミのエコ埋立て技術の研究のほか、ゴミの収集運搬設備、産業廃棄物の無害化と再生利用設備、焼却炉などについて重点的に研究開発が行われた。

また、都市部生活ゴミに必要な、小型で高性能な焼却炉技術と関連システム・設備、埋立て地用高分子合浸透防止材料と排水工事材料、焼却炉ダイオキシン汚染抑制技術と装置などについても研究開発が行われた。現在、固形廃棄物処理技術の開発成果として、独自に研究開発した機械焼却炉、回転焼却炉、熱分解焼却炉、流動床、液体噴射焼却炉が利用されている。

今後、生活ゴミの総合処理と資源化利用、固形廃棄物の減量化と資源化処理に関して、大型家庭ゴミ集中焼却システムと設備、生活ゴミ埋立て地の浸透液の制御技術、都市部有機ゴミの嫌気性処理技術、都市部生活ゴミの埋立てで発生する温室効果ガス（メタン）の削減技術、焼却灰の処理技術、産業廃棄物の資源化技術、廃棄タイヤの再利用技術と設備などを中心に研究開発が進められていくとみられる。

(4) 危険廃棄物

危険廃棄物の処理技術について、中・小型の回転焼却炉技術、熱分解焼却技術などの研究開発が行われ、実際に利用されている。また、危険廃棄物の処理において、安全な埋立て技術と設備、危険廃棄物の焼却技術と設備、プラズマ高温処理技術の研究、高圧水蒸気の消毒技術、クロムかす無害化综合利用技術、廃乾電池とプリント基板などの有価物質の再生利用技術などで、開発と利用が進展している。しかし、危険廃棄物の焼却灰と飛灰溶融、危険廃棄物の汚染事故応急処理技術と設備などはほとんど未整備となっている。

中国では、固形廃棄物の処理処置に関する研究は、水汚染抑制と大気汚染抑制に比べスタートが遅く、処理施設の不足が深刻となっている。また、すでに建設した処理施設でも、ほとんどが技術レベルが低い。固形廃棄物汚染問題を解決するため、多くの都市でゴミ処理処置場、危険廃棄物・医療廃棄物集中処理場の建設が必要となっている。

(5) 土壌修復技術

中国は 1970 年代から、生態修復を中心に、物理化学修復と一体化した土壌修復技術の研究を行って

きた。有機・無機汚染土壌の調査と修復研究を展開し、とくに石油汚染物質による土壌修復技術が重点的に研究された。

1990年代からは、生態毒理学、生物修復技術、汚染生態技術の研究を行い、土壌を研究対象とする生態毒理学実験方法を提案し、生物汚泥反応機とプレハブ式腐食技術を主体とする有機汚染土壌異質生物修復技術体系を構築した。これが、複合汚染という条件のもと、土壌環境品質基準制定のために理論上の根拠となった。

中国では近年、重金属汚染の耕地土壌の修復において、植物吸収修復技術の応用研究が大きな成果をあげている。しかし、ウマゴヤシ、ホソムギなどの植物による芳香族炭化水素、多塩素フェニルベンゼンと石油炭化水素などの汚染土壌の修復研究が行われた一方で、有機汚染土壌の植物修復技術は耕地での応用研究や、爆薬、放射性ヌクレインの汚染土壌の植物修復研究はそれほど積極的に行われていない。

中国科学院広州地球化学研究所は、比較的経済性と効率性がある固定化技術、浸透性反応層、微生物修復技術を開発した。また、中国科学院瀋陽応用生態研究所は、中国で最も早くから土壌の修復技術の研究開発を行っている研究機関である。

同研究所は、中国科学院の重大研究プロジェクトである「汚染土壌の浄化技術に関する研究」と「代表的地域の土壌汚染評価と生物修復技術に関する研究」、国家重点基金プロジェクトである「代表的汚染物の生態化学過程と修復メカニズム」などを主導しており、固定化微生物技術と菌根技術を主体とする原位置環境修復技術体系を確立している。現在、中国は土壌の汚染修復研究が実験室から実用段階に移行しつつある。しかし、大規模な応用にはまだ時間がかかるとみられている。一方で、中国の土壌汚染は深刻度を増しているため、広範囲に応用でき安全で低コストの耕地原位置環境修復技術と物理化学安定技術の開発が求められている。

このほか、安全性が高く土地再開発利用ができる産業跡地の物理化学修復技術と設備の開発、水土流失と汚染物質拡散が抑制できる鉱山区植物安定化技術と生態工事修復技術の開発、汚染土壌の修復技術規範、評価基準と管理対策の確立なども必要とされている。

3. 資源循環技術

(1) バイオマスの有効利用技術

バイオマスの有効利用において、中国政府は一連の関連政策・支援制度を打ち出している。2006年1月1日から施行された「再生可能エネルギー法」は、クリーンで高効率のバイオマス燃料の開発・利用、バイオマス液体燃料の生産と利用、エネルギー源となる作物の栽培などを奨励することを定めている。

2008年3月19日に国家发展改革委員会が公表した「再生可能エネルギー発展『第11次5ヵ年』計画」では、バイオマス発電、メタンガス、バイオ液体燃料、バイオマス固形成型燃料などのバイオマス・エネルギーによるクリーンかつ高効率な技術の発展、バイオマス・エネルギーの産業化と商業化の促進、バイオマス・エネルギーの産業システムの整備と市場育成の加速などが取り上げられた。

バイオマスの有効利用の一例として、国能バイオマス発電集团有限公司を代表とする発電グループが、農業と林業資源が豊富な地域で17の直燃バイオマス発電所を建設した。またメタンガス利用でも、大型・中型牧畜場のメタンガスの回収再利用を中心に、農村家庭でのメタンガス利用も比較的技術が成熟しており、中国の農村エネルギー利用において大きな割合を占めている。

中国では2003年から2007年にかけて、毎年中央財政から20億元を投入して、400万～600万戸の農村家庭でメタンガス利用を実施した。現在、農村家庭でのメタンガス利用人口は3000万人を上回っている。また、4000ヵ所の大・中型牧畜場でメタンガス回収再利用施設が建設された。

バイオマスのガス化技術では、以前は小規模のモミ殻を原料とする固定ガス化炉が利用されていたが、現在は流動床ガス化炉が採用され、モミ殻や大鋸屑、藁などを原料とするガス化発電が実施されている。

バイオマス固体化成型技術に関しては、北京や河南、河北、山東、江蘇、安徽、遼寧、吉林、黒龍江など省・直轄市で普及しており、年間の総生産能力は約5～6万トンに達している。

バイオディーゼル・オイル技術に関しては、現在、研究と小規模の生産・応用試験段階にある。こうしたなかで、科学技術部はバイオディーゼル・オイルの生成技術を「第11次5ヵ年」期の「863計画」と「国際科学技術協力計画」に組み込んだ。

バイオマス利用技術の研究開発において、1985～2006年にかけて中国が知的財産権を取得した特許技術のうち、バイオガス利用が774件、藁利用は128件となっており、中心となる技術は、①バイオマス・ガス化による熱転換、②バイオマスから特殊物質の抽出、③バイオマスによる電気転換——であった。

今後のバイオマス利用技術の研究開発方向としては、①高効率の直接燃焼技術と設備、②集約化の総合開発利用、③都市ゴミの開発利用、④エネルギー源植物の開発——などがあげられている。

(2) リサイクル技術（レアメタル、コンクリート、包装容器プラスチック）

①レアメタル

中国では都市部と農村部において、既に不用物の回収ネットワーク、及び地域的な金属、廃プラスチック、紙くずなどの収集市場が形成されている。中国の鉄鋼、非鉄金属、紙パルプなどの製品の原材料の3分の1程度が再生資源である。さらに、バナジウムの50%以上、金の22%以上、パラジウム、ガリウム、インジウム、ゲルマニウムなどの希少金属の50%以上が総合再利用によるものである。

北京貴金属製錬工場は、 $I_2-NaI-H_2O$ を使って廃棄電子部品から金を回収している。また、物資再生利用研究所が開発した電解による金と銀の回収新技術は、廃棄亜鉛電池、廃棄フィルム、廃棄定着液などから銀を回収することができる。

昆明貴金属研究所は廃棄触媒から金とパラジウムを回収する方法を開発し、特許申請を行っている。この方法で回収した金とパラジウムの純度は99.9%に達し、回収率はそれぞれ97%と96%となっている。

昆明貴金属研究所と太原化学肥料工場は、硝酸工場の生産過程で酸化炉の灰塵中からプラチナ系金属を回収する方法を開発・実用化した。これ以外にも、ガラス繊維工場、廃棄触媒、プラチナとレニウム触媒からプラチナ系金属を回収する方法、プラチナとロジウムの合金から分離純化してプラチナ系金属を回収する方法、オスミウムとイリジウムの合金廃棄物からオスミウムを回収する方法なども開発されている。

②コンクリート

中国は、建築廃棄物の再利用において、不用なコンクリートを粉砕した後、再生骨材として利用している。また、再生コンクリートは建築業だけではなく、道路建設業界でも使われている。具体的には、既存路面を粉砕して、その粉砕したコンクリートを骨材として新しい路面構造の下あるいは底の部分として用いている。この現場再生技術は道路補修の際によく使われている。

中国国内の研究機関と大学では、再生コンクリートの研究が行われている。東南大学、武漢理工大学、華中科技大学、北京建工学院などは、都市ゴミからレンガと再生コンクリートを生産する技術の研究開発を行っている。同済大学は、キャンパス内でコンクリート廃棄物を利用して、1本の実験道路を建設した。この実験道路の各性能指標は中国国家基準を満たしている。

上海市政工事は、再生コンクリートをセメントの骨材にして、自動車道路の下層部分の主要荷重層として、滬太路改造工事現場で実際に使用した。上海市政工事は再生コンクリート基準の制定にも着手している。

③包装容器プラスチック

現在、中国国内のプラスチック製品の回収再利用は初期段階にあり、不用プラスチックの回収再利用率が低く、廃棄プラスチック及び包装容器の回収再利用率は10%程度である。しかし、近年、プラスチック消費量の増加にともない廃棄プラスチックの量も増加傾向にあり、2004年には約787万トンであったものが、2005年：960万トン、2006年：1384万トン、2007年：1720万トンへと増えてきている。

中国のプラスチック再生企業数は約1万社あり、末端回収のネットワークは全国各地に存在し、大規模の再生プラスチック回収取引市場と加工集散地が形成されている。これらは主として、広東省、浙江省、江蘇省、福建省、山東省、河北省、河南省、安徽省、遼寧省などのプラスチック加工業が発達している一級行政区に分布している。

このうち、浙江省の余姚、寧波、東陽、慈溪、台州、広東省の南海、東莞、順徳、汕頭、江蘇省の興化、常州、太倉、連雲港、徐州、河北省の文安、保定、雄県、玉田、山東省の萊州、章丘、臨沂、河南省の安陽、長葛、漯河、安徽省の五河などの地域で再生プラスチックの回収、加工、経営の市場規模が拡大している。

こうした地域の年間取引額は数億元～数十億元の規模となっている。また、都市の周辺、北京市、上海市、天津市、重慶市、広州市、武漢市、南京市、合肥市、西安市、太原市、昆明市、成都市、瀋陽市、ウルムチ市などの各都市にも大量の加工、取引集散地が集中している。

廃棄プラスチックの資源化再利用では、廃棄プラスチックによる塗料の生産、色漆の生産、廃棄プラスチックの熱分解油化による液体燃料及び固形燃料の生産と利用などの方法がある。また、廃棄ポリ塩化ビニル(PVC)をプラスチック板材、木塑板材などに再生して利用するほか、廃棄ポリスチロール(PS)を防水塗料、塗料などに再生して利用する方法もある。

しかし、回収再利用技術が立ち遅れていることから、粗放型の回収再利用方式による二次汚染がもたらされている。回収再利用から生じる価値が低いことも、産業発展の妨げになっている。今後の研究開発の重点項目を以下に示す。

- a) プラスチック安定化技術の研究開発、新しい酸化防止剤、紫外線安定剤の生産・応用研究
- b) プラスチック分解可能性の技術研究開発、バイオ分解、光分解の研究
- c) 焼却による熱エネルギー回収技術の研究

(3) 生態系保全技術（海岸、鉱山陥没区、湿原、砂漠化地域）

国家環境保護総局（当時）は2006年10月、「第11次全国生態保護5ヵ年計画」を公表した。同計画には、2010年までに、生態環境の悪化傾向を抑制し、一部の地域において、生態環境の質を改善し、重点生態機能保護区の生態機能を安定させ、自然保護区、生態脆弱区の実施能力の向上を図り、生物多様性の減少と種の遺伝子資源の流失を抑制することが明記された。

また、人々の生態保護意識を高め、生態保護関連の法律・法規体系の一層の改善を図り、人々が良好な環境の中で生産、生活できるよう、生態安全保障を提供することなどが盛り込まれた。

同計画では海岸、鉱山陥没区、湿原、砂漠化地域の生態保護に関して、以下のように定めている。

①海洋生態環境の保護において、重点海域の環境総合整備を行い、渤海、長江河口、珠江河口などの

海岸の近海域の生態悪化傾向を抑制し、近海海洋の生態機能の回復、マングローブ林、海岸湿地、サンゴ礁などの海洋、海岸帯の生態系の保護を図り、島嶼の保護と海洋自然保護区の管理を強化する。

② 鉱山、採土採石場などの資源開発区、地質災害による放棄地、崩壊地、大規模工事プロジェクト建設区の剥き出しの作業場について、生態回復を図る。鉱山生態保護・回復基準、地表水資源開発生態保護基準、自然保護区分類基準などを含む生態保護基準体系の確立を加速する。

③ 湿地の生態機能の保護・回復を図り、湖や海周辺の土地造成と河川の埋立てなど、湿地の生態機能を変化させる開発建設活動を厳格に制限する。湿地の生態機能と生物多様性を保護し、湖沼・湖畔帯保護区、湿地自然保護区の建設と管理を強化する。砂浜・湿地などの重点資源の開発と外来種の導入、遺伝子組み換え生物の応用に対する生態監督・管理及び法執行・検査に力を入れる。

④ 砂漠化の防止、水土保持などの生態整備事業を引き続き実施する。土地の退化と草原の砂漠化を重点的に抑制し、生態環境負荷を超えている地域では、住民の移住を加速する。

a) 海岸

中国の海岸地帯は干拓工事と砂浜開発工事によって面積が激減しているため、海岸の後退が顕著になっている。近海域の水質も悪化し、赤潮の発生頻度が増加している。

2009年8月24日に公表された「海洋生態保護と建設の更なる強化に関する若干意見」(国海発〔2009〕14日(号))では、マングローブの栽培と移植、サンゴ礁の移植と回復、海浜湿地の修復育成と植生の修復、大型海藻の海底栽培と増殖、海草フロートの補修と栽培、海岸生態の防護と生態回廊の建設などの措置を講じて、海岸地帯と近海の生態障壁を構築し、海岸近くの海域の汚染物質低減能力と生態多様性の保護機能を回復させて、海洋災害と気候変動がもたらす影響を防止するなど生態保護措置を規定した。

また、国家級の海洋自然保護区と特別保護区を制定し、海島独特生物環境保護区、海岸湿地生態保護区、マングローブ自然保護区、サンゴ礁自然保護区、希少絶滅危惧種自然保護区などを設立して、海岸および近海の海洋生態環境を保護することも盛り込んだ。

典型的な海岸地帯の生態修復技術開発例としては、「863」計画に組み込まれた「代表的な海岸地帯生物群選定及び砂浜生物資源回復技術とモデル」プロジェクトがあげられる。同プロジェクトでは、天津市塘沽区高沙嶺に位置する潮間帯、潮下帯を選定して20km²のモデル区域を設定した。この地区は、生態損傷が深刻な地域であり、大規模開発によって沖積した土砂質海岸地帯であるため、専門家は河口生態修復技術と実証研究を行っている。現在、このモデル地域内での生態系の安定性は顕著に向上しており、植生の割合は90%以上に達している。

上海市は海浜の水質環境を改善するため、沈泥含有量が多い長江口海岸で砂浜観光地を開発して、金山海岸に1.5km²の人工砂浜水域を建設した。また、この地域の水質の富栄養化を防止するため、水生生態と環境生態のモニタリングと修復工事を実施した。

厦門海岸では、マングローブの保護と生態修復がすでに1997年から始まっており、東嶼村石塘埭頭東側の砂浜では土砂を埋立て、大規模なマングローブ園を切り開いて、生態修復試験を行っている。

b) 鉱山陥没区

鉱山採掘地域や重大インフラ建設工事により周辺の生態破壊が深刻化している。こうした鉱山陥没地域における生態修復では、微生物(硫黄桿菌)脱硫という新しい方法が開発され、菌根技術による生態回復の応用研究が実施された。また、採鉱区陥没地域生態環境管理システムを確立するとともに、こう

した地域に適応した汚染水体修復技術と土壤生物修復技術が開発され、河北省唐山市の採鉱陥没地域で実証事業が行われた。

鉱山陥没地域の生態保全に関しては、石炭採掘区の陥没地域での生態遷移と生物多様性保護技術の研究開発が行われている。具体的には、鉱山陥没地域の採掘後の固形廃棄物による充填技術、石炭採掘の陥没地域に適応した景観生態修復と生物多様性保護技術と応用方式の研究開発、耕地修復開墾の汚染防止・対策技術、などである。

今後の重要課題としては、鉱山陥没穴の砂固結搬出、陥没穴の砂脱水濃縮技術、経済上合理的な陥没穴砂固結技術、鉱山陥没穴の処置技術プラットフォームの構築などがあげられている。

c) 湿原

中国では2000年、「中国湿地保護行動計画」が制定、公表された。また、湿地保護行動を強化するため、2001年に「6大林業重点プロジェクト」をスタートさせ、湿地保護をこのプロジェクトの主要内容の1つとして規定し、国の重点建設プロジェクトに組み込んだ。

現在、中国全土で353カ所、約1600万ヘクタールの天然湿地が保護区に設定され、数多くの希少野生動植物と重要湿地生態系が保護された。また、約550カ所の湿地自然保護区、38カ所の国家湿地公園、37カ所の国際重要湿地が設定され、全国湿地保護ネットワークが形成されるなど、49%の自然湿地に対しては有効な保護策がとられている。しかし、中国の湿地面積は依然として縮小しており、機能の衰退、生物多様性の激減など、深刻な脅威に直面しており、湿地生態系の回復と保護は今後の重要課題となっている。

中国は湿地生態修復において、1997年から長江口の海浜湿地に対して生態修復を行ってきた。この海浜湿地の生態修復は、植林による鳥類の移動、中華チョウザメ群の生態回復、崇明生態モデル園區の造営、底生生物の人工放流などを行うことにより、一定の効果が得られている。また、銀川市は「退田還湖」工事の実施によって、約2000ヘクタールの湿地生態を修復し鳴翠湖の既存の湿地生態景観を回復した。

湿地の後退が深刻な黄河デルタ地域では、大規模な生態修復工事が行われた。とくに、この地域で湿地後退が顕著な東営市河口区、浜州市沾化、無棣の2県を後退湿地生態修復モデル地域に選定し、黄河デルタの典型的な生態（淡水湿地、滨海湿地、草地、農田、人工林）に対して、後退のメカニズムと修復技術の研究を行っている。

なお、中国の湿地専門研究機構として、中国林業科学研究院湿地研究所が2009年11月30日に北京で設立された。今後、湿地研究所は、湿地の修復技術、湿地の機能と作用・構造、湿地評価、湿地生態用水、湿地景観変化と生態効果、砂地・湿地の総合利用と管理などの重点課題に対して科学的な基礎研究を展開する。

d) 砂漠化地域

「難関攻略計画」（現「国家科学技術支援計画」）に組み込まれた「中国西部重点衰弱生態区地域の総合整備技術とモデルに関する研究プロジェクト」のうち、乾燥地域における生態産業開発方式、カルスト地域（溶岩）砂漠化総合整備と戦略研究などの核心技術の研究開発に関して重要な進展が得られた。

「973」計画の重要研究課題に盛り込まれた「中国北方砂漠化過程と防止に関する研究」では、砂漠化の生物学過程と植生の修復再建構造研究、砂漠化の総合防止戦略と方法研究に関して、異なる砂漠化地域に対する防砂・治砂、植生修復などの技術方法と技術評価案が提示された。これは、国の砂漠化防止

の政策決定に理論上の根拠と技術支援を提供するものとなった。

中国では 1990 年代から、黄土高原地域、海河流域の上流、遼河流域の中流・上流などの水土流失が深刻な地域において、全国 310 の県に及ぶ水土流失重点処置管理プロジェクトが実施され、こうした地域の生態環境が改善された。

砂漠化の防止については、主として次のような措置が講じられた。

- i. 水食・風食が交差する地域とオアシス周辺地域では、井戸と用水路を作って灌漑を行うことなどにより、耕作が不可能な砂地を改造して肥沃な田畑に変えた。同時に、井戸、用水路、田畑、道路のまわりに、耕地の森林防護網を作った。
- ii. 砂丘などの起伏地域に水を引いて開墾して耕地を作った。とくに乾燥している水不足地域では、シナガワハギ、ムラサキウマゴヤシ、沙棘、沙柳、アカマツ、ハリエンジュなどの栽培を強力に進めた。
- iii. 黄土高原、海河流域の上流、遼河流域の中流・上流などの地域で、小さい流域ごとに、山・水・田・林路の総合整備や、休耕造林造草、山を閉ざし放牧を禁止するなどの生態回復措置を講じて、高効率の農・畜産業を発展させる。
- iv. 北京と天津の風・砂防止プロジェクトでは、生態水源の保護と節水工事の建設が強化され、小流域の整備と灌漑草原の建設、生態保護ための移住などの措置を講じた。

4. 汚染防止・環境保護技術国家リスト

環境保護部は 2008 年 10 月 14 日、省エネと汚染物質の排出抑制と環境保護産業の発展を目的とした「2008 年度国家先進汚染防止技術模範名簿」と「2008 年度国家奨励発展的環境保護技術目録」を制定し、各省、自治区、直轄市の関係当局に対して 9 月 26 日付けで通知したことを明らかにした。これにともない、2007 年度の名簿と目録は廃止された。

(1) 国家先進汚染防止技術リスト（2008 年度国家先進汚染防止技術模範名簿）

2008 年度国家先進汚染防止技術は第 2-1-2 表に示す通り、全部で 35 種類がリストアップされている。この中には、生産に入る前の試験が終了した技術から、小規模ながら実際に利用されている技術が含まれている。具体的には、重金属で汚染された土地の土壌固化・安定化処理技術や廃棄電池資源化利用技術などがあげられている。

第 2-1-2 表 2008 年度国家先進汚染防止技術模範名簿

No.	技術名称	適用範囲
一、都市污水、污泥、ゴミ浸透水处理及び水質浄化技術		
1	交替式活性汚泥法による生活污水处理技術	都市と町の污水及び水質がそれと類似している産業排水の処理
2	污水好気性生物脱窒技術	高濃度窒素排水の処理
3	ゴミ浸透水处理技術	ゴミ浸透水などの高濃度アンモニア性窒素有機排水の処理
4	下水汚泥の水熱法安定化－重力濃縮－機械脱水－不完全乾燥法処理技術	都市下水処理場における汚泥及び石油化学産業排水処理による余剰汚泥の処理
5	都市下水処理場汚泥乾燥焼却技術	都市下水処理場の汚泥処理
6	太陽エネルギー、高温両熱源ヒートポンプによる汚泥乾燥技術	都市下水処理場の汚泥乾燥

No.	技術名称	適用範囲
二、産業排水処理、再利用と排出削減技術		
7	糖蜜アルコール廃液、排ガス直接濃縮焼却技術	サトウキビ製糖副産物とアルコール生産廃液の処理
8	ジャガイモ澱粉排水処理及び総合利用技術	年産5000～3万トンあるいは3万トン以上のジャガイモ澱粉メーカー
9	高濃度、難分解性排水の湿式触媒酸化処理技術	農薬、染料、コークス、石油化学などの業界における高濃度、難分解性有機排水の処理
10	コークス、石炭化学における難分解性有機排水の高効率微生物処理技術	コークス、石炭化学、軍事工業などの業界における難分解性排水の処理
11	電気メッキ排水処理技術	電気メッキ業界の排水処理
三、排ガス脱硫脱硝技術		
12	乾式焼結機排ガス循環流動床法による多成分汚染物質浄化技術	焼結機排ガスの脱硫
13	アンモニウム硫黄を回収する石炭火力発電所の湿式アンモニウム法排ガス脱硫技術	アンモニウム吸収剤を備え、燃料硫黄含量1.5%以上の大型工業ボイラと発電所ボイラの排ガス脱硫
14	改良型石灰岩／石灰－石膏法排ガス脱硫技術	石炭火力発電所ボイラの排ガス脱硫
15	半乾半湿法排ガス脱硫除塵技術	大中型石炭火力工業ボイラ、中小型発電所ボイラ
16	大型石炭火力発電所用 SCR 排ガス脱硝技術	大型石炭火力発電所ボイラの排ガス脱硝
四、産業排ガス対策、浄化及び資源化技術		
17	セメント窯排ガス中の二酸化炭素の回収及び総合再利用技術	セメント窯排ガス中に含まれる二酸化炭素の総合再利用
18	黄リン排ガス利用技術	黄リンメーカーの排ガス処理
19	フェロシリコン合金粉塵処理及びフェロシリコン粉回収技術	フェロシリコン合金製錬企業の製錬過程における粉塵処理
五、固形廃棄物処理、村鎮生活汚染制御及び土壌修復技術		
20	ゴミ焼却灰の薬剤安定化－衛生埋立て技術	ゴミ焼却灰の処理
21	村鎮生活汚染総合防止技術	農村地区におけるし尿、生活排水、ゴミなどの汚染物の処理と処置
22	重金属汚染用土壌固化・安定化処理技術	重金属に汚染された工場跡地の処理と修復
23	石油汚染土壌生態修復技術	石油汚水灌漑区域における土壌生態の修復
六、騒音と振動制御技術		
24	ダンパースプリング浮きスラブ軌道振動絶縁技術	都市軌道交通の振動絶縁
七、クリーン生産と資源総合再利用技術		
25	タンパク質繊維微細懸濁体を用いる省エネ・環境にやさしい染色技術	毛用活性染料、酸性染料、中性染料及び酸性錯体染料によるタンパク質繊維の染色加工
26	ポリエステル織物の無添加、無水洗クリーン染色技術	疎水性繊維（ポリエステル、ナイロン）及びポリエステル／綿などの混紡織物の染色加工
27	クロマトグラフィによる新クエン酸抽出技術	有機酸製造業界
28	廃プリント基板の処理及び資源化再利用技術	電子廃棄物の処理
29	使用済み蓄電池の資源化利用技術	年間処理規模1万トン以上の使用済み蓄電池の回収再利用
30	水を媒介とする環境にやさしい液圧型支柱単体技術	石炭鉱山立て坑内採掘作業用単体液圧支柱・支保屋根板
31	石炭火力排ガスの脱硫副生成物の資源化再利用技術	発電所石炭火力排ガス脱硫副生成物の再利用
32	製革固形廃棄物の資源化再利用技術	製革固形廃棄物の資源化再利用
33	環境保護・省エネ乾燥法によるエタン製造技術	エタン製造業界
34	リン酸石膏による建築材料製品、硫酸製造技術	リン酸石膏の処理利用
35	鉄鋼スラグ処理技術	製錬鉄鋼スラグの処理

(2) 環境保護技術リスト（2008 年度国家奨励発展的環境保護技術目録）

国家先進汚染防止技術以外に、第 2-1-3 表に示すように、国が奨励する環境保護技術として全部で 103 件がリストアップされている。この中には、100 万 kW 級石炭火力発電所の電気集塵器や廃棄蓄電池の資源化利用技術、ワラを用いた発電技術などが含まれている。

科学技術部は 2009 年 2 月 20 日、水質汚染の抑制・管理を重大科学技術プロジェクトとして位置付け、国が支援することを明らかにした。「三河三湖」に加えて、三峡ダム等に焦点を定めて、科学技術面から水質汚染の解決をめざす。

第 2-1-3 表 2008 年度国家奨励発展的環境保護技術目録

No.	技術名称	適用範囲
一、都市污水、汚泥、ゴミ浸透水处理及び水質浄化技術		
1	AAO 都市污水处理技術	5 ～ 150 万 m ³ /日生活排水あるいは水質が生活排水と類似している産業排水の処理
2	BIOLAK 污水处理技術	都市と町の生活排水及びビール、食品加工などの業界における排水の処理
3	DO 法排水処理技術	大中型下水処理場及び水質が生活排水と類似している産業排水の処理
4	バッチ式活性汚泥法による排水処理技術	2 ～ 10 万 m ³ /日生活排水あるいは水質が生活排水と類似している産業排水の処理
5	好気性生物流動床排水処理技術	工業園区の集中式排水処理及び中小都市と町的生活排水の処理
6	MBR 排水処理技術	生活排水の高度処理
7	複合型嫌気性生活排水処理装置	村鎮、農村の低濃度日常生活排水の処理
8	高効率曝気式生物処理による污水再利用技術	法的に再利用を要求される都市生活排水の処理
9	特種微生物を用いる生物接触酸化排水処理技術	中小型都市と町の下水処理場
10	珪藻土凝集剤と改良型好気性生物濾過槽による総合処理技術	都市・町と工業園区の排水処理、及び中水再利用と小範囲水域の水質改善
11	水生植物法による湖沼生態修復技術	都市景観水環境と自然湖沼の生態系の修復
12	バイオ充填材による土壌処理技術	生活排水と飲食業界排水の処理
13	人工湿地による排水処理と再利用技術	北部地方における土地資源を有する都市と町的生活排水処理、及び河川の水質改善と生態環境の修復
14	膜処理による生活排水再利用技術	生活排水の再利用
15	汚泥の高温好気性発酵省エネ技術	下水処理場の汚泥の安定化処理
16	汚泥安定化処理技術	下水処理場の汚泥の安定化処理
二、産業排水処理、再利用と排出削減技術		
17	特種菌による生物分解効果向上技術	石油化学、製紙、食品醸造などの業界における産業排水の生物処理
18	アルコール排水処理技術	トウモロコシを原材料とするアルコール製造企業
19	嫌気性粒子状汚泥床による排水処理技術	トウモロコシ澱粉及び各種高、中濃度の産業有機排水の処理
20	改良型 ABR 技術	製薬排水など
21	抗生物質排水処理技術	微生物発酵によるゲンタマイシンを製造する企業の排水処理
22	古紙製造排水零排出技術	古紙を原材料とする無漂白紙とホワイトボードコーティングの製造過程における製紙排水の処理
23	製革排水処理技術	製革企業の排水処理
24	印刷染色工業園区の排水集中処理技術	印刷染色工業園区における排水の集中処理

No.	技術名称	適用範囲
25	印刷染色排水再利用技術	印刷染色業界の排水再利用技術
26	染料排水の処理再利用技術	染料、印刷染色業界における排水処理及び再利用
27	ダウン排水処理及びダウン再利用技術	ダウン企業の排水処理
28	高濃度塩分を含む有機排水の生物化学処理技術	海水を製造用水とする企業が排出する高濃度塩分を含む有機排水の処理
29	コークス排水処理技術	コークス排水の処理
30	高濃度アンモニア性窒素排水処理技術	石炭化学（コークス）業界と化工業界における高濃度アンモニア性窒素排水の処理
31	化学工業園区の産業排水処理新技術	高濃度、難分解性、有毒有害の化学産業排水の処理
32	フルフルール産業排水の総合再利用技術	フルフルール排水の処理
33	採油排水処理技術	石油業界の採油排水、とくに粘性原油を含む排水の処理
34	膜処理法による精製・化学排水処理再利用技術	精製・化学排水の再利用
35	鉄鋼乳化石油排水の微生物処理技術	冶金と金属製品業界の含油排水の処理
36	鉄鋼企業総合排水処理及び再利用技術	鉄鋼産業排水の処理
37	大型鋁業の総合節水技術	鋁山酸性排水処理及び再利用
38	火力発電所排ガス脱硫システムの脱硫排水処理技術	脱硫排水の処理
39	電子、電気メッキ排水処理及び再利用技術	電子、電気メッキ企業の排水処理
三、排ガス脱硫・脱硝・集塵技術		
40	石灰岩／石灰－石膏法排ガス脱硫及びコア設備製造技術	単機容量が 300MW 以上の石炭火力発電所のボイラ排ガスの脱硫
41	排ガス循環流動床乾燥法による脱硫技術	300MW 以下のユニットの排ガスの脱硫
42	多級増湿不完全乾燥法による排ガス浄化技術	ゴミ、危険廃棄物の焼却処理で産出した排ガスの浄化
43	ボイラカルシウム噴出脱硫技術と装備	大型発電所ボイラ排ガスの脱硫
44	大型石炭火力工業ボイラ用循環型多級噴流化排ガス脱硫技術	大型石炭火力工業ボイラの排ガスの脱硫
45	大型石炭火力工業ボイラ排ガスバグ集塵湿式法脱硫技術	大型石炭火力工業ボイラの集塵と脱硫
46	冶金製錬業界排ガス脱硫と回収再利用技術	冶金製錬業界の高濃度 SO ₂ 排ガスの脱硫
47	100 万 kW 石炭火力発電ユニットの電気集塵技術	100 万 kW 級石炭火力発電ユニットの排ガスの集塵
48	大型石炭火力発電所バグ集塵技術	石炭ガス発電所ボイラの排ガスと粉塵の処理
49	電気バグ複合集塵技術	電力、建築業界、冶金製錬などの業界における石炭火力ボイラの排ガス集塵
50	大空間、灰ホッパー、バグ集塵技術	各種工業ボイラ炉の集塵
51	電気炉冶金製錬排ガス集塵技術	冶金業界電気炉の集塵処理
52	高濃度粉塵のバグ式キャッチ技術	石炭火力ボイラの煤塵製造システムと石炭輸送システムの集塵
53	高炉ガスバグ集塵技術	高炉ガスの集塵
54	コークス炉排ガス浄化技術	鉄鋼とコークス製錬業界の排ガス浄化、コークス炉の排ガスの浄化、各種大中型コークス炉の石炭搬送とコークス輸送排ガスの浄化
55	コンバータガス浄化回収技術	製鋼コンバータ排ガスの浄化及びガスの回収
56	セメント釜バックエンドの集塵技術	6000 ～ 10000 トン／日セメントクリンカー生産ラインロータリー釜あるいは風量がそれと類似しているその他の工業粉塵の処理
57	低窒素燃焼技術	浮遊燃焼の各種石炭火力ボイラと工業釜・炉の含窒素排ガスの処理

No.	技術名称	適用範囲
四、工業排ガス対策、浄化及び資源化技術		
58	硫酸産業の排ガス酸洗浄化技術	黄鉄鉱による硫酸製造と非鉄金属製錬、石化工業が産出した含硫排ガスの処理
59	不安定排出硫化水素ガスの資源化再利用	天然ガスの採掘、石油化学や化工などの業界における硫化水素排ガスの処理
60	蓄熱式熱力焼却技術	大風量有機排ガスの浄化
61	活性炭による有機排ガス的高效率吸着回収装置	石油化学、レザー、紡績印刷染色、靴製造、ペキン塗料、ゴム、プラスチック、製薬、電子、化学繊維、機械などの業界における有機排ガスの処理、及びベンゼン、トルエン、ジメチルベンゼン、シクロヘキサン、二硫化炭素などの有機溶剤の回収
62	悪臭ガスの微生物処理技術	各種悪臭ガスの処理
63	圧縮復水式石油蒸気回収システム	石化工場の石油倉庫及び都市石油貯蔵倉庫における石油製品の積み卸し中に産出した石油ガスの回収
64	揮発性有機化合物の吸着濃縮－触媒浄化技術	産業揮発性有機化合物の浄化
五、固形廃棄物処理、村鎮生活汚染制御及び土壌修復技術		
65	衛生埋立て地ガス利用技術	累積容量 100 万 m ³ 以上、ゴミ埋立て地の厚さ 10m 以上の生活ゴミ衛生埋立て地のガス処理及び規模 100Nm ³ /時以上の嫌気性メタンガスの処理
66	医療廃棄物非焼却処理技術	10 トン / 日以下の医療廃棄物の集中処置
67	生活ゴミ焼却処理技術	低位発熱量 5000kJ 以上の都市生活ゴミの焼却処理
68	PCBs、農薬など土壌汚染物質の間接熱脱離処置技術と装置	PCBs と農薬汚染土壌の処理
69	赤泥堆積場生態修復技術	同類選鉱クズ及び類似廃棄物堆積場の処理
六、騒音と振動制御技術		
70	大型発電所の騒音総合防止技術	各種燃料ガス、燃料、石炭火力発電所と熱電併給発電所の環境騒音の総合防止
71	双曲線冷却塔騒音制御システムの研究と開発	双曲線冷却塔の噴水による騒音の減少、各種規模の双曲線自然通風冷却塔の騒音処理
72	道路騒音障壁材料、構造及びその応用技術	道路交通騒音の隔離
73	直流電気輸送プロジェクト大型変電所騒音総合処理技術	大型輸送変電所における環境騒音汚染の処理
74	室内低頻度騒音と固体音汚染制御設備及び集成制御技術	都市民用建築と公共建築の低頻度騒音と固体音汚染の制御
七、クリーン生産と資源総合利用技術		
75	無水銀 R20S 及び R14S 電池技術	電池製造業界
76	使用済み蓄電池資源化利用技術	使用済み蓄電池の処理
77	化学繊維アルカリ減量排水の総合利用技術	化学繊維アルカリ減量排水におけるフタル酸の回収利用
78	湿式法によるリン酸製造用水の多回数カスケードサイクル使用技術	リン酸製造プロセスの節水改造
79	廃炭酸ソーダ焼却処理での溶融炭酸ナトリウム回収技術	シクロヘキサノン製造業界
80	製錬排ガス洗濯用廃酸処理技術	製錬排ガス洗濯用廃酸の処理と再利用
81	湿式法による三酸化ヒ素製造技術	ヒ素フィルターケーキの再利用
82	還元インジゴ製造過程中アンモニア回収再利用技術	精密化工業界のアンモニアの回収再利用
83	松やに脱色再利用技術	印刷染色業界のろう染め企業
84	環境保護型水溶剤硫黄ブラック応用技術	染料、印刷染色業界

No.	技術名称	適用範囲
85	にがりの硫酸塩冷凍法処理技術	にがりあるいはにがりを含むものを原材料とするアルカリを製造するクロアルカリ企業
86	ジエチレングリコール濃縮再利用技術	精密化工業界におけるジエチレングリコールの回収再利用技術
87	竹パルプの高効率高輝度クリーン漂白技術	製紙業界における紙パルプ漂白生産ラインの新設及び全塩化物漂白生産ラインの改造
88	炭酸ソーダ回収で得た白泥による軽量炭酸カルシウム製造技術	木材パルプ製造企業（5万トン／年）の炭酸ソーダ回収で得た白泥の総合再利用
89	ビール工場の廃酵母利用技術	ビール工場の廃酵母総合再利用と処理
90	ビール低圧沸騰等の生産プロセスで得た麦汁真空蒸発省エネ及び不良ガス排出削減技術	ビール工場糖化プロセスの省エネ、二次蒸気の排出削減の改造
91	ビール麦殻の資源化開発と再利用	ビール麦殻の資源化再利用
92	醸造排水による乳酸と乳酸カルシウム製造技術	酒醸造排水の処理
93	廃棄酒かすの無害化処理技術	酒醸造業界の酒かす廃棄処理
94	ワラ燃焼発電技術	農業廃棄物の利用
95	ワラ人造板製造技術	農業廃棄物の利用
96	バイオマス熱分解ガス化技術	農業廃棄物の利用
97	廃棄・中古ゴムとプラスチック及び天然繊維の高効率資源化技術	廃棄タイヤ、廃棄農業用プラスチック・フィルム、ワラ、オガクズなどの処理
98	廃棄ゴムタイヤ高度加工再利用技術	廃棄ゴムタイヤの高度加工技術
99	農畜製品及び関連廃棄物を用いるタンパク質製造技術	と畜場、肉製品工場、皮革工場の廃棄物、ビール麦殻の処理
100	リン石膏セメント製造リターダ	リン酸肥料企業
101	窒素肥料製造企業排出削減技術	自然通風造粒塔を採用する尿素生産企業、または窒素肥料生産企業の排水削減
102	家畜養殖場スラリー処理と再利用技術	規模化家畜養殖場のスラリーと排水の処理
103	微生物分解型非水洗トイレ	トイレ汚染物の処理

5 中国科学院の環境科学技術ロードマップ

2006年に公表された「国家中長期科学技術発展計画綱要（2006-2020年）」は、生態・環境保護を重点分野の1つとして位置付けたうえで、4つの優先テーマを掲げた。具体的には、「総合的な污染管理と廃棄物の循環利用」、「生態脆弱区域の生態システム機能の回復・再建」、「海洋生態・環境保護」、「地球規模での環境変化の監視・測定及び対策」である。

同計画は2020年までを視野に入れたものであるため、中国科学院は、生態・環境問題はさらに長期を見据えた検討が必要との認識にたち、2009年6月10日、「中国2050年生態・環境科学発展ロードマップ」（「中国至2050年生態与環境科学発展路線図」）を公表した。

同ロードマップでは、「地球規模での気候変化及び生態プロセス」、「悪化した生態系の修復及び生物多様性」、「都市化と環境の質」、「土地・流域・海岸生物の地球科学プロセス」、「環境汚染抑制と修復」、「クリーン生産及び循環経済」、「環境汚染と健康」、「先進的な監視・観測及び予報技術」の8つの重点領域における主要な科学問題と核心技術をまとめている。

(1) 地球規模での気候変化及び生態プロセス

中国科学院はロードマップの中で、地球規模での気候変化及びその生態プロセス領域での研究目標を以下のようにあげている。こうした領域における主要科学問題と核心技術を第2-1-4表に示す。

—各時間スケールにおける中国の気候の変化実態及び内在する動力学メカニズムを提示する

- 近代の中国の気候変化における人類活動の影響を科学的に評価する
- 中国独自の地球システムモデルを構築する
- 各種時間スケールにおける中国の気候変化の短期予測と長期予測システムを構築する
- 地球規模での気候変化、顕著な人類活動と生態系プロセスの相互作用関係を提示する
- 気候変化に適応する各領域の全体対策・措置を確立する
- 中国としての気候変化国際協力・外交交渉の科学戦略を制定する

第2-1-4表 地球規模での気候変化及び生態プロセス領域における主要科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
地球温暖化という状況の下で、中国の気候変化の事実及びその成因を提示するとともに、中国の地球システムモデルを発展させ、天気・気候及び異常事象の予測ならびに予測水準を引き上げ、国の要求に応える	環境科学 気候学	古代気候研究：古代気候の回復・再建、代表的な時期・時間帯の古代気候モデル
	環境科学 気候学	歴史的な気候変化：中国の歴史的な時期から見た気候再建、過去 1000 年間の気候モデル、中国の歴史的な時期から見た気候成因
	環境科学 気候学	過去 100 年間における中国の気候変化の事実と成因：年代の変わり目の気候変化、季節から年代の変わり目のスケールで見た気候変化の間の相互関係、異常天気と気候関連事象
	環境科学 気候学	地球システムモデルの研究開発・応用：他学科にまたがる団体が結集した中国の地球システムモデルの研究開発・強化・応用、動力学メカニズムから着手する地球気候システムの変化研究
	環境科学 気候学	短期の気候予測、10～100 年スケールでの気候予測：季節から年の変わり目のスケールでの気候予測、10～100 年スケールでの気候予測、異常天気と気候関連事象の予測、氷河と水資源の変化予測、気候変化が農業や生態系、社会経済に及ぼす影響の評価
排出削減の国際責任を負うと同時に、国家利益を最大限、保護する	環境科学 生態学 地理学	気候変化に適応する全体的な対策・措置
	環境科学 生態学 地理学	気候変化の国際協力と外交交渉戦略
温室効果ガス排出削減の産業・エネルギー消費構成の調整と核心技術	環境科学 生態学 地理学	・温室効果ガスの排出削減を、資源節約型経済発展モデルの科学技術問題の目標として、産業・エネルギー消費構成の調整、展開をはかる ・エネルギー消費企業の温室効果ガス排出技術基準と税収政策問題 ・工業・農業生産における省エネ技術の開発・応用 ・化石エネルギーの代替新技術の開発・応用
社会経済・生態系の気候変化適応性と管理	環境科学 生態学 地理学	・気候変化が中国及び周辺地域の淡水資源や農業、牧畜、林業生産力、食糧安全性、疾病防止に及ぼす影響 ・気候変化が生態系構造やサービス機能、駆動メカニズムに及ぼす影響、気候変化が都市生態系に及ぼす影響と適応策 ・健康影響に対する気候変化の証拠、リスク、適応策、気候変化に対する社会経済システムの脆弱性と適応能力 ・農業基礎施設建設、食糧基地の科学規制、優先農産品の大規模栽培と地域作物配置に対する気候変化への対応 ・水利基礎施設、防潮施設の設計基準に対する気候変化への対応 ・中国のエネルギー生産・消費、工業プロセス、農業・林業生産分野における温室効果ガス排出削減のポテンシャル、道筋、方法及び排出削減評価体系 ・生態系・林業生産の気候変化に対する適応能力を向上させた植樹・造林技術、林業・草地管理、生物エネルギー開発ポテンシャル、道筋、方法及び安全性評価体系

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
中国にとって代表的あるいは中核地域の気候変化及び生態系の反応	環境科学 生態学 地理学	- チベット高原の気候変化及びその反応性、気候と凍土圏の相互作用及び中国と隣接地区に対する潜在的影響。中国東部のモンスーン地域の時間的・空間的变化プロセス及びその影響 - 東北地区の森林生態系メカニズム、生物多様性、生態機能に対する気候変化の影響。北部気候の乾燥・温暖化プロセスの成因、メカニズム、進展傾向及びこれらが水資源や農業生産、社会経済発展に及ぼす影響 - 砂漠化を引き起こすメカニズムや砂塵発生・発展と地域伝播気候学原理、水分・養分循環等に人類活動と気候変化が及ぼす影響 - 気候変化と海面上昇が沿海都市計画やインフラ施設、社会経済発展に及ぼす影響とその対策
生態系の炭素循環及び温室効果ガス管理の科学原理	環境科学 生態学 地理学	- 生態系の炭素循環メカニズム及び気候変化との関係、生態系の温室効果ガス吸収・排出、回収・地下貯蔵理論と技術 - 農業・牧畜業の温室効果ガス排出削減メカニズム、陸上生物の炭素固定メカニズム・技術、バイオマス資源・エネルギーの開発・利用等

出典：「中国至 2050 年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 7 月）

(2) 悪化した生態系の修復及び生物多様性

中国科学院は、2050 年を見据えたロードマップの中で、生態系悪化の全体的な枠組みについてはある程度理解があるものの、生態系悪化の成因や干渉体及びその駆動メカニズム、悪化した生態プロセス及びその仕組みを明らかにすることについては研究が十分でないとの認識を示している。

また、悪化した生態系の修復と再建モデルの試験実証研究は、きわめて限られた範囲や単一の群落、植生タイプに限られており、流域全体あるいは生態系レベルの総合研究や実証も十分ではないという。

中国科学院によると、悪化した生態系の診断については、依然として有効で正確な定量方法がないことに加えて、生態系及びその修復・再建のモニタリング・評価する指標やモデルもない。

さらに、生態系の再建プロセスにおける経済行為は、修復・再建が成功するかどうかの鍵を握っているにもかかわらず、それほど研究が行われていないことも問題点として浮上している。このほか、生態系の修復・再建の理論体系や技術体系が構築されていないため、修復・再建方法が統一されていないという問題も指摘されている。

第 2-1-5 表 悪化した生態系の修復と生物多様性分野における主な科学的問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
生態系構造と機能最適化	生態科学	野外の観測ステーション建設を強化し、生態悪化と修復のモニタリングシステムを完備する - 生態系の悪化成因及び修復メカニズム・手順 - 各地区の植生自然回復過程で重点的に展開する人工的な関与条件・方法 - 生態系の表層プロセスと構造の総合研究 - 重要生物資源の個体群動態と経済開発ポテンシャルの生態学的研究 - 悪化生態系の修復が地域に及ぼす環境影響と地球規模での環境変化に対するレスポンス - 生態悪化地区の植生再建と生態修復に関する核心技術
社会経済と生態環境の win-win 関係	生態経済学	悪化生態系回復の社会経済学的研究 - 悪化生態系修復の立法的研究の強化 - 生態修復と経済調和発展の総合戦略サポートシステムの展開
中国の生物多様性全面調査と展開態勢	生態学	中国において代表的な生態系の中でも特殊な遺伝資源の掘り起こし、保育、適切な利用：第 1 ステップで中国の生物多様性の拠点地区に焦点をあて、第 2 ステップで全国的に見て代表的な区域及び周辺国家まで範囲を広げる

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
生物多様性の進展 変化の時間・空間 的な法則及び生物 侵入管理	生態学	・ 中国における生物の種類と性質の資源的評価、保存技術と利用対策研究 ・ 野生生物資源の探査・収集、評価、保存技術と遺伝子発掘 ・ 外来種、生物侵入及び生態反応 ・ 生物多様性と地球規模での変化との相互関係 ・ 生物多様性分布と移行傾向 ・ 生物多様性保護と区域の生態環境
脆弱な生態系の生 物多様性保育の総 合技術	生態学	・ 脆弱生態系の生物多様性とシステム安定性メカニズム、とくに地下生態プロセス研究 ・ 脆弱生態系 / 生物多様性保育の総合技術及びその応用実証

出典：「中国至 2050 年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 7 月）

(3) 都市化と環境の質

中国では急速に都市化が進んでいる。中国科学院は、今後 50 年が都市化発展の重要時期と位置付けるとともに、都市化が生態や環境の発展変化の鍵を握る重要な要因だと見ている。第 2-1-6 表に、都市化と環境の質分野における主な科学問題と核心となる技術を紹介する。

第 2-1-6 表 都市化と環境の質における主な科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
都市化と消費の特 徴の予測	都市学 環境科学	・ 中国の都市化の区域差を根拠に、各時期における各区域の都市化と消費の特徴を探究する ・ それぞれの都市化発展段階の人口構造、産業構造、空間の拡張、生産方式、消費スタイル等の変化を分析・予測する
都市生態系プロセ スと人類脅迫メカ ニズム	生態学 環境科学	・ それぞれの経済発展段階にある中国東部と中西部地区の都市生態系の構造・機能を段階に分けて研究するとともに、人類活動と都市生態系の生態サービス機能の相互作用の動力学メカニズムを系統的に探査する。また、都市生態系の総合分析・モニタリング方法・技術を確立する。
都市化のプロセス における複合汚染 発生メカニズム及 び生態・健康影響	生態学 環境科学	・ 都市化プロセスにおける環境汚染物媒質移転メカニズムと伝達ルート进行分析するとともに、都市生態系における汚染物の生態と健康への影響を明らかにする ・ 都市生態系における各種汚染物の結合作用メカニズムと環境複合汚染形成メカニズムを研究するとともに、複合汚染形成ルートと生態健康影響を探究する
都市代謝メカニ ズムと調整技術	生態学 環境科学	・ 都市化のプロセスが都市の物質とエネルギー代謝プロセスに及ぼす影響と代謝効率の評価方法を明らかにする ・ 物質とエネルギー代謝効率の動態作用プロセスのシミュレーションを行う ・ ある範囲の有効な調整手段を探究する
多学科の整理・統 合に基づく都市及 び都市群の設計・ 計画	都市学 地理学 環境科学 生態学	・ 都市複合生態系のサービス機能と特徴を分析するとともに、都市発展自身の法則と環境耐力、生態サービスの間の相互関係・作用のメカニズムを研究する。また、都市環境の要求に対するそれぞれの社会経済発展段階を根拠に、社会経済的要因と環境機能の現代都市計画理論及びその方法を発展結合させる。
持続可能な都市及 び都市群建設モデ ルの研究	環境経済・ 環境管理	・ 都市発展の影響と作用メカニズムに対する都市環境管理・政策を分析するとともに、都市環境政策と都市発展対応モデル、都市環境管理政策決定支援プラットフォームを構築する。また、持続可能な生産・消費モデルならびに都市群の結合発展メカニズムと区域をまたが協調発展メカニズムを明らかにする。さらに、都市群間の空間区域配置最適化方法を明らかにするとともに、都市群区域の生態整合メカニズムを探究する。 ・ をい

出典：「中国至 2050 年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 7 月）

(4) 土地・流域・海岸生物の地球化学プロセス

中国では、急速な工業化、都市化に加え、交通基盤施設の建設拡大によって大量の耕作地が失われた。中国科学院は、土地の不合理な開発・利用によって、環境汚染の深刻化、草原や森林の退化、生物多様性の減少、水土の流出、地すべりや土石流の災害が激化したと分析している。また、人口や経済、都市が集中する流域では、生態や環境の悪化が引き起こされた。

こうしたことから中国科学院は、人と自然の調和という視点に立ち、土地や流域、海岸生物の地球化学プロセスを重点的に研究するとの方向性を示した。具体的には、自然と人為的要因が複合的に重なって作用する状況下での土地利用や表層変化プロセス、メカニズム傾向に加えて、これによって引き起こされる炭素や窒素、硫黄、リン、微量元素等の生物地球化学循環の進展・変化法則ならびに流域や海岸帯における生態系の自然更新の考えられる影響を明らかにする。そのうえで、土地利用構造を合理化し、土地生産と生態機能を強化し、流域と海岸生態系を維持・保護する健全な戦術・手段を提示するとしている。

第 2-1-7 表 土地・流域・海岸帯生物の地球化学プロセスにおける主な科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
生物地球化学循環原理	地球化学	- 炭素、窒素、硫黄、リン及び微量元素の生物地球化学循環変化と土地システム、生態環境での発展変化の関係 - 土地システム、流域・海岸帯と海洋システムの相互作用の中心となる発生源要素生物の地球化学的挙動及びその動力学メカニズム
生態系回復と再建及び完全な維持・保護	生態工学	- 土地／流域／海岸帯システムの構造、機能、変化のプロセス、仕組み、及び生態系サービス機能の発展変化との関係 - 各種元素の管理と循環過程遮断技術原理・方法 - 土地、水体、海岸帯の損害を受けた生態系の回復・再建及びシステムの保全維持技術方法
流域土地、生態環境計画・管理	計画及び管理	土地生態安全の厳密な利用計画と設計理論・方法、流域・海岸帯生態－経済機能の区分けに関する原則・方法、流域・海岸帯生態系の保障と最適化方法、流域総合管理のメカニズムと体制等
生態・環境の 3 次元モニタリング・事前警告	情報技術	上空及び地上とを結合させた土地、生態環境の 3 次元高精度モニタリング技術方法の集積等

出典：「中国至 2050 年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 7 月）

(5) 環境汚染抑制と修復

中国の急速な経済発展は、資源開発や生態環境保護にかつてないほどの圧力を加えている。具体的には、都市部における大気複合汚染は、健康や社会発展に直接的に影響する重大な環境問題であると捉えられている。とくに、大気中の微粒子と酸化剤の形成及び複合汚染プロセスの理解と抑制が中心的な課題になるとみられている。

また、水資源の不足と流域の水体汚染は、中国の社会経済発展にとって長期的な障害になると考えられている。中国科学院は、土壌汚染の抑制と汚染地の修復に関する課題と取り組むうえでも、基礎から応用まで幅広い研究が必要になると指摘している。

第2-1-8表 環境汚染の抑制と修復分野での主な科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
都市部における大気複合汚染メカニズムと抑制	環境科学・工学、情報科学	・大気中微粒子と酸化剤形成及びその複合汚染プロセス ・大気ダストの天気成因 ・大気環境の質変化に関する核心駆動因子 ・大気複合汚染抑制の核心及び集積技術 ・大気環境の質の予測・予報技術
流域水体汚染プロセスと水質の安全保障	環境科学・工学、生態学、情報科学	・流域水体の水質モニタリング・予報・警戒及び基礎データバンク ・水環境と水質基準 ・水体複合汚染プロセス、生態・健康反応及び飲用水の安全を保障する抑制・修復原理、汚水を資源化する理論・技術体系 ・人体と生態系の健全性に基づいた水循環の安全保障モデル ・流域水体の水質のリスク管理
土壌汚染抑制と汚染地の修復技術	環境科学・工学、生態学、情報科学	・土壌中に分子レベルで存在する汚染物の賦存及びその抑制因子 ・水体や食物連鎖に対して親和性を持つ汚染物のプロセスメカニズムと主な抑制要因 ・損害を受けた生態系の回復・再建及びその生態工学技術 ・田畑の汚染抑制の化学・生物学的方法 ・代表的な都市及び郊外の汚染地の修復及び実証
多数の媒質を介した汚染物の循環と環境リスクの総合調整	環境科学・工学、生態学	・多数の媒質を介した多くのインターフェースにおける代表的な汚染物の環境挙動 ・水中、大気中、土壌中、生物間に存在する汚染物の循環・転化 ・多数の媒質を介した物質循環に基づく環境の質の改善に関連した核心技术と集積技術 ・環境の質の変化に基づく生態系の健全性 ・環境の質の総合調整とリスク管理

出典：「中国至2050年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009年7月）

(6) クリーン生産及び循環経済

中国科学院は、資源利用効率が低く環境汚染が深刻という資源環境問題が中国の経済社会の持続可能な発展を妨げているとの考えから、循環経済の発展の方向を定めている。それによると、廃棄物の資源化リサイクル利用に加えて、水を減量化した産業技術を段階的に拡大するとともに、末端での汚染管理強化を基礎として、生産や流通、消費といった分野での生態的な面から見たモデルチェンジを重視する必要があるとしている。

そうしたうえで、中国のクリーン生産と循環経済における科学技術イノベーションは依然として発展段階にあるため、クリーン生産－汚染物の一体的な規制－廃棄物の循環利用－生態産業とのリンク－生態製品の設計－循環経済戦略を決定する支援技術体系を構築し、クリーン生産と循環経済の技術革命を導く必要があるとの方向性を示した。

第2-1-9表 クリーン生産と循環経済領域の主要科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
汚染源の管理とグリーン生産	環境科学とグリーンプロセス工学	鉱物、化石資源の加工・転化の原子経済（atom economy）的な反応プロセスの設計・実現。原子経済性－高選択的反応性の研究開発は、グリーン生産技術の核心的な位置を占めており、工業廃棄物のゼロ排出を実現するプロセスの重要な手段である。化学工業では模範となる応用事例が得られているほか、石油化学工業では無毒・無害原料や溶剤、触媒の使用にあたってプロセスの進展が見られる。また、鉱物資源のグリーン生産技術では、オリジナルな研究成果が得られている。現在、生物技術やナノテクノロジー等の新技術の進展によって、高効率でグリーン、循環利用が可能なグリーンプロセスのイノベーションが実を結ぼうとしている。具体的には、資源転化効率を引き上げるイオン液体や超臨界流体、高効率の新型触媒材料等の採用が含まれる。
資源の循環利用	環境科学・工業生態	代替資源の高効率循環利用。具体的には、非在来型資源（海洋、極端な状況下にある資源等）、二次資源、バイオマス資源、炭素の排出量が少ない資源の高効率循環利用が含まれる。生態面で配慮した製品の設計とグリーン回収。動脈産業と静脈産業が結びついた持続可能な製造システムと生態サプライチェーン。 マルチプロセスの物質フロー・エネルギーフロー・情報フローの経済総合最適化とシステム統合方法、生産－消費－自然規模での生態構築理論・技術。具体的には、環境・経済マルチ目標総合評価指標体系の構築、製品のライフサイクル分析に基づく評価方法、マルチシステム間での元素代謝チェーンと代謝ネットワークの複雑性分析と自動化設計等が含まれる。

出典：「中国至2050年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009年7月）

(7) 環境汚染と健康

社会経済の発展と生活レベルの向上によって、環境に排出される汚染物の種類と数量は顕著に増加し、効果的に抑制することが難しい有毒汚染物質が将来的に環境中に放出される。

中国科学院はこうしたことから、人類と生態系に対する汚染の影響を分子や細胞、個体、群落、生態系のレベルで研究することが環境研究の最も重要な目的の1つであると位置付けている。

第2-1-10表 環境汚染と健康領域における主要科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
有毒汚染物の毒化メカニズム	環境毒理学	- ゲノム科学とプロテオミクス等の技術を採用し、有毒汚染物の毒作用メカニズムを明らかにする。 - 代謝学等の手段を採用し、生物代謝過程における有毒汚染物の影響のメカニズムとコントロールルートを解析する。 - 混合汚染の毒作用メカニズム及び毒性反応の特性化を解析する。
生態反応評価と予報技術	環境科学、生態学	- 機能ゲノム科学的な手段を採用し、有毒汚染物の生態毒理学的メカニズムを採用し、生態系の長期的な影響に対する環境汚染を解析する。 - 有毒汚染物の生態反応予報及び予測技術
迅速診断技術システム	環境科学、生物技術	- 環境サンプル中の汚染物の化学的的特性化技術 - 毒作用メカニズムに基づく in vitro 試験技術 - 化学特性と in vitro 生物試験を結合させた毒性識別技術システム - 毒性識別技術システムに基づく有毒汚染物の迅速及びオンライン診断技術
国家毒物選別共有プラットフォーム	動物学、生物技術、生物情報学	- 中国にとって意味のある代表的な汚染物の生体試験システムを整備する。 - 毒性識別技術、in vitro 試験技術、再現技術の環境サンプル毒物選別・検査技術プラットフォームを整理・統合する。 - コンピュータ毒理学の研究手法体系を構築し、中国としての化学品毒性データバンクを設立する。

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
環境疾病の予測・予報	環境科学、環境流行病学、数学	・ 水源汚染物の暴露及びその健康リスクを定量化する。 ・ 食糧源汚染の暴露を定量的に解析し、区域規模での食糧源汚染の健康リスクを確立する。 ・ 大気汚染物の健康リスクを定量化し、区域規模での大気汚染による健康リスク評価体系を構築する。 ・ 環境流行病と汚染暴露を解析し、人体汚染負荷との関係を定量化する。 ・ 汚染物の暴露科学体系を中国国民に適合させるとともに現代の情報技術と結合させ、環境疾病予測・予報技術体系を構築する。

出典：「中国至 2050 年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 7 月）

(8) 先進的な監視・観測及び予報技術

生態・環境研究と先進的なモニタリング技術とは密接な関係にある。中国科学院によると、こうしたモニタリング技術は、物理、化学、生物等のプロセスに焦点を定めたものであると同時に、現在のサンプリング技術や環境モニタリング・分析技術研究を強化するとともに、環境センサーや超微量モニタリング・分析技術、オンライン・モニタリング技術、形態分析技術等を重点的に強化したものである。中国科学院が示した、将来の発展方向を第 2-1-11 表に示す。

第 2-1-11 表 先進的なモニタリング・予報技術領域の主要科学問題と核心技術

主要目標	科学技術領域	主要科学問題と核心技術
環境センサー	環境科学、分析化学	水、土、大気と生態系の機能に焦点を定めた先進的な化学・生物センサーの研究・製造・利用
オンライン・モニタリング技術	環境科学物理学、情報技術	物理学的に基づいたオンライン・モニタリング技術及びその設備の研究・製造
環境モニタリング・ネットワーク	環境科学、情報科学	分子、細胞、個体、群落、生態系、区域、地球レベルに加えて、時系列に従い、オンラインで長期間にわたって一定の場所でリアルタイム・モニタリングを展開するとともに、環境モニタリング・ネットワークの最適化調整の研究を行う。
汚染の事前警告、予報技術	環境科学、情報技術	無線データ伝送－端末処理－モデル・シミュレーション結合システムの構築。汚染の事前警告、予報技術の確立
地球観測技術・デジタルアース (digital earth)	地球科学、情報技術	宇宙と地上が一体となった地球システムと生態環境モニタリング技術・方法体系を構築・整備し、資源と環境モニタリングの時間空間精度や基準確定、マルチソースデータの融合・集積、中核パラメータの反復演習等の核心技術を解決する。

出典：「中国至 2050 年生態と環境科学発展路線図」（中国科学院生態と環境領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 7 月）

〔主要参考文献、関連ウェブサイト〕

1. 「中国対応気候変化国家方案」（2007 年 6 月）
2. http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/tpbd/cwhhy/2009-08/24/content_1514992.htm
3. <http://www.scio.gov.cn/xwfbh/xwfbh/wqfbh/2009/1126/index.htm>
4. <http://www.mfa.gov.cn/chn/pds/wjdt/fyrbt/t629516.htm>
5. <http://www.china5e.com/show.php?contentid=55092>
6. http://www.zgqxb.com.cn/kjzg/kejgd/200911/t20091125_2308.htm
7. http://www.theclimategroup.org.cn/news_and_events/tcg_news/2009-09-30
8. <http://www.greentv.com.cn/huanbao60nian/jingdian.asp?id=723>
9. http://www.eepc.cn/Html/epr/5_861.html

10. http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/rdyw/hyhd/2009-04/22/content_1499316.htm
11. <http://www.mep.gov.cn/gzfw/xzzx/wdxz/200906/P020090609397520028674.pdf>
12. 「中国污水处理技術の研究と発展」(施漢昌、清華大学)
13. http://www.acin.org.cn/templates/T_yestem_News/news_content.aspx?nodeid=256&page=ContentPage&contentid=3980
14. <http://www.slsdgc.com.cn/show.php?contentid=1200>
15. <http://solidwaste.chinaep-tech.com/trends/66354.htm>
16. <http://www.caepi.org.cn/upload/article/accessory/gufeichuli.pdf>
17. <http://solidwaste.chinaep-tech.com/trends/66354.htm>
18. <http://www.caepi.org.cn/upload/article/accessory/gufeichuli.pdf>
19. http://www.acin.org.cn/templates/T_yestem_News/news_content
20. http://www.acin.org.cn/templates/T_yestem_News/news_content.aspx?nodeid=256&page=ContentPage&contentid=3980
21. http://www.hjxf.net/sci/2008/0724/article_49.html
22. 「再生可能エネルギー法」
23. 「再生可能エネルギー発展『第11次5ヵ年』規画」
24. http://www.wefweb.com/news/2009114/1430351663_8.shtml
25. <http://www.amic.agri.gov.cn/DesktopModules/Infos11/Infos/ThisInfo.aspx?ItemID=80682&c=216>
26. <http://www.zjagri.gov.cn/html/ncny/productView/20091110115242.html>
27. <http://www.papershome.com>
28. <http://www.chemhello.com/Consult/html/7229.html>
29. <http://www.caepi.org.cn/industry-news/17235.shtml>
30. <http://www.cmwin.com/CBPResource/StageHtmlPage/A256/A25620081113469375.htm>
31. <http://www.eedu.org.cn/Article/es/envir/hexie/200704/12651.html>
32. http://www.most.gov.cn/ztlz/kjzg60/kjzg60hhcj/kjzg60mskj/sthjly/200909/t20090911_72767.htm
33. http://9hum.com/node_11140/2006-04/22/content_261075.htm
34. http://www.mep.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172417.htm
35. <http://www.soa.gov.cn/hyjww/xzwwgk/gjhyjwj/hyhjbh/webinfo/2009/11/12>
36. http://www.gov.cn/gzdt/2009-02/03/content_1220621.htm
37. <http://epb.nengyuan.net/2008/0604/2732.html>
38. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/200911/30/t20091130_20530475.shtml
39. <http://www.66wen.com/06gx/shuili/shuiwen/20061027/23880.html>
40. http://www.spc.jst.go.jp/sciencestate/s02/4_ee/4_2ee.html
41. 「中国应对气候变化的政策与行動」(国家發展改革委員会、2009年11月)
42. 「中国至2050年生態与環境科学發展路線図」(中国科学院生態与環境領域戰略研究組、科学出版社、2009年7月)

第2節 エネルギー技術

1. 中国のエネルギー技術発展の現状と課題

中国科学院によると、中国のエネルギー科学技術の発展状況を要約すると、化石エネルギーの利用技術は比較的成熟した段階にある。また、再生可能エネルギーと新エネルギーの利用技術は、イノベーションの段階を過ぎて産業化の実証を行い、これをベースにさらに幅広く応用を図っているステップに入っている。一方で、電力をはじめとしたエネルギーの安全輸送と貯蔵技術に対する要求が一段と強まっている。

中国科学院は、各分野において取り組まなければならない以下のような具体的ニーズがあると指摘している。また、中国科学院エネルギー領域戦略研究グループ（「中国科学院能源領域戦略研究組」）がまとめたエネルギー技術に関する現状と課題を第2-2-1表に紹介する。

(1) 省エネとエネルギー効率向上技術

- 冶金や建材、化学工業といったエネルギー多消費産業のエネルギー使用量を大幅に削減するための理論や方法の基礎研究に加えて、建築部門での省エネ設計理論と先進的な省エネタイプの熱供給システムの基礎研究を強化する。
- 新しいタイプのエネルギー貯蔵材料と貯蔵技術を開発するとともに、大容量の電力貯蔵技術ならびに分散式電力システム技術を開発する。新しいタイプの電力網（グリッド）制御技術や情報技術・管理技術を継続的に研究開発するとともに有機的な結合をはかり、発電から末端ユーザーに至るまで情報のインテリジェント交流や、系統的に最適化した発電、送電、利用を実現し、安全で自動的に回復する、経済的かつクリーンなスマートグリッド（「智能電網」）を構築する。
- クリーンで高効率のエネルギー変換材料を開発するとともにクリーンエネルギー変換材料の新しい体系を構築し、エネルギー変換効率を引き上げる。また、長期間にわたって機能する安全な隔熱材料や環境浄化材料、抗菌材料の基礎研究を行い、建築部門でのエネルギー消費を大幅に削減し、建築部門でのエネルギー増加を抑える。
- 中国の石油輸入依存度はすでに50%を超えている。輸入石油のうち自動車用燃料が50%近くを占めており、大量の石油を消費しているだけでなく、深刻な環境問題を引き起こしている。こうしたことから、電気自動車や代替エネルギー自動車、新型軌道交通等の電化された交通技術を発展させるとともに、石油節約に加えて石油を代替する新世代の交通体系を構築する。

(2) 化石エネルギーの深層探査・開発・利用技術

① 資源探査技術

- 深い地点にある石炭資源の賦存法則を研究するとともに、地下深部での炭鉱開発が応力場や地温場、炭層ガス、深部岩溶水の賦存と運動法則に与える影響を明らかにし、高効率の探鉱及び精度が高く迅速な探測理論・技術体系を構築する。これによって、地下深部での石炭の高効率かつ安全な採掘だけでなく、炭層ガス開発のための理論的基礎と技術手段を提示する。
- オイルガスの生成・貯蔵メカニズムと分布・成長法則の基礎研究を行うとともに、中国西部に特徴的な盆地におけるオイルガスの生成・貯蔵メカニズムならびにプロセスを研究し、オイルガスの形成・分布に関する予測理論を提示し、こうした地域でのオイルガス探査の科学的根拠とする。
- 断裂した多孔質炭酸塩岩油層の類型及び貯層流体の分布特性を研究し、流体流動及び浸透法則を明

らかにする。これによって、多孔質炭酸塩岩油層開発の理論的根拠を提示する。

②石炭の利用・転化技術

- 石炭の分子構造と孔質構造、石炭中の有害元素の賦存・除去、石炭の指向的転化及び触媒反応における基礎研究、石炭転化高分子化合物モノマーと炭素材料の応用基礎研究等を行う。
- 高効率の石炭燃焼技術及び先進的な燃焼装置を研究開発するとともに、石炭の燃焼にともなって発生する汚染物質の生成メカニズムを明らかにしその抑制技術を確立する。さらに、石炭燃焼技術の高効率化、クリーン化、省エネ化を推進する。
- 二酸化炭素の対応措置ならびに技術的要求に応える。

③オイルガス利用技術

- 石油と天然ガス資源を高い効率で採掘、利用する新理論ならびに方法を詳細に研究するとともに、環境に優しく高効率の石油化工及び石油化工の基礎研究を実施する。
- 石油化工と石油化工工程を対象として、関連する新しい反応や新しい転化处理、新しい触媒、反応プロセスを研究し、石油資源を高効率かつ環境に優しく加工・利用するにあたっての理論的基礎と技術サポートを提供する。

(3) 再生可能エネルギー大規模利用技術

再生可能エネルギーの利用は、中国にとって重大なエネルギー戦略の柱に据えられているが、直ちに解決しなければならない以下のような技術的問題がある。

- 風力発電に関しては、MW 級風力発電ユニットの研究・製造を大幅に強化し、大規模風力発電ユニットの国産化を実現する。大規模な陸上風力発電所と近海における洋上風力発電所の建設にあたって、風力資源の調査を大規模に実施する。また、風力発電所の系統併入ならびに洋上風力発電技術と劣悪な気象環境下での風力発電技術の研究開発を強化する。
- 太陽光発電分野では、低コストの新型太陽電池を積極的に開発する。太陽熱発電分野では、集光やトレース、転化、貯蔵及びその他の発電方式との有効な組み合わせ等の科学技術問題を解決する。同時に、宇宙空間での発電や太陽熱気流発電を積極的に推進し、電力貯蔵や電力網に接続する際の技術的問題を解決する。
- バイオマス・エネルギーは、気体、液体、固体といった3種類の形態の燃料を生産できる唯一の再生可能エネルギーであり、熱利用だけでなく発電や生物加工に利用することができる。バイオマス・エネルギーの大規模実用化は、バイオマス・エネルギー資源を大規模に提供できるかどうかにかかっている。藻類バイオマス転化技術の研究開発を強化するとともに、セルロースから製造される液体燃料と大量の化学薬品の生物酵素、触媒及び工程の生産、研究開発を強化する。
- 海洋エネルギーの埋蔵量は莫大であるがエネルギー密度が低いことに加えて、複雑な海洋環境の下で開発を進めなければならない。このため、エネルギー転換装置や耐腐食材料や海上における送電等の問題を解決する。
- 地球表層の熱水型地熱資源の開発利用技術は成熟段階にある。この中には、地熱発電や地熱ヒートポンプ、地熱勾配利用が含まれる。地熱資源の評価調査と現場での試験研究を強化・拡大する。また、深層地熱資源の開発にあたって周到に準備する。

(4) 原子力発電技術と放射性廃棄物処理技術

中国は、エネルギー安全保障を達成し温室効果ガスの排出量を削減するため、原子力発電の大幅拡大

を計画している。中国は世界的に見て、比較的完全な原子力産業体系を有しているが、核心技術・設備は依然として輸入に依存している。こうしたことから、以下のような取組みによって原子力利用の自主イノベーション能力を引き上げる。

- 原子力発電所の安全性、経済性を向上し、放射性廃棄物の発生量を最少化することを目標とした第4世代原子力技術を積極的に開発する。
- 高温ガス炉の原子力システムを改良進歩させ、高速炉及び燃料サイクル技術を発展させ、ウラン資源の最適利用を実現する。
- 高レベル放射性廃棄物の処分技術を発展させるとともに、マイナーアクチニドと長寿命核分裂生成物の専焼技術を発展させ、放射性廃棄物の最少化を実現する。

(5) 電力網の安全とエネルギー貯蔵技術

中国の電力資源は主として西部にあるが、需要地は東部に集中しているため、西部で作られた電力は東部に送られてから南北に供給されるという全国的な送電網ネットワークが構築されている。

こうしたなかで、電源開発の拡大にとともに、送配電の強化ならびに電力網運用の安全技術の研究に加えて、電力システムの自動化、情報化、近代化水準を向上させる必要性が急速に高まっている。

大規模な電力網にとって重要なのは安全かつ安定した運用を確保することであるが、超伝導材料やナノ材料のほか、高温耐性を持つ高強度の高分子材料、陶磁材料等の新材料が電力技術に関してますます広範に利用されるようになってきている。

このうち超伝導材料技術の利用に関しては、顕著な品質改善が見込めるだけでなく、大規模な電力網の安定性や信頼性を大きく向上することができる。また、電力網の損失や電力設備の容量を大きく削減することができると思われる。

電力システムの弾力的な制御、電力設備の知能化や多機能集積モジュール化が顕著になってきており、マイクロセンサー技術やリアルタイム測定・高速データ伝送技術、リアルタイム・シミュレーション技術等に対する要求がさらに高まってきている。

中国では、発電設備の大型化を踏まえ、100万～150万kWの送電能力に加え、200万kWの短距離電力システムの核心技術を研究し、750kVの超高压、1000kVの特高压交流送電技術及び±800kVの直流特高压送電技術を発展させる必要に迫られている。

また、再生可能エネルギーの大規模利用に従い、再生可能エネルギーを用いた発電あるいはマイクロガスタービンをベースとして、電力貯蔵技術を負荷近傍側での分散式発電システムのサポートとして急速に発展させることも求められている。こうした技術は、独立した小規模な電力網（マイクログリッド）を形成することができるため、空港や病院、銀行等の重要な施設では分散式技術がすでに利用されている。

独立したマイクログリッドは、大規模な系統グリッドと接続することができるため、再生可能エネルギーを用いた発電所をグリッドに接続することができる。再生可能エネルギーは間欠性の特徴を持ち発電が安定していないため、系統グリッド電源の品質を調整、制御し、大容量かつ長寿命で経済的な貯蔵技術を開発できるかどうか、中国が再生可能エネルギーを大規模に開発するにあたっての鍵を握っている。

第2-2-1表 中国のエネルギー技術発展の現状と課題

		現 状	課 題
化石エネルギー	石炭	石炭の熱供給と発電技術は比較的成熟している。石炭の高付加価値利用、具体的には石炭化学工業技術の発展は比較的早く進んでいる。石炭ガス化技術も比較的成熟している。石炭の直接液化と間接的液化技術については、工業化規模での実証が行われている。	産業全体としてのエネルギー消費水準が比較的高い。汚染物問題が未解決である。中国の石炭クリーン技術の発展と国際的な先進技術とはまだ開きがある。高効率の発電技術は主として導入技術に依存しており、自主イノベーション技術及び設備製造能力が不足している。
	石油	応用技術は成熟している。石油化学産業の発展も成熟した段階にある。石油地質や地球物理的探査、石油井掘削、深海の石油・天然ガス探査、採油プロセス等の専門技術については、大きな進展が見られた。	石油の探査・採掘技術に関して、国際的な先進技術と大きな開きがある。石油精製品の品質と製品構成が比較的立ち遅れている。生産工程の改善とコスト削減に大幅な余地がある。石油代替エネルギー技術の発展が緩慢である。
	天然ガス	一連の開発技術が初歩的に形成されている。この中には、天然ガス貯留炭酸塩岩開発技術、低浸透貯留天然ガス、中低硫黄含有貯留天然ガス開発技術、異常高圧貯留天然ガス開発技術のほか、分散式の熱・電併給（コジェネレーション）、熱・電・冷供給（トリジェネレーション）等の天然ガスの新型技術利用が含まれる。	探査・採掘技術をさらに発展させ、完璧なものに仕上げる必要がある。
電力		発電、送電、貯蔵、配電、使用といった電力技術体系を基本的に構築した。	送電ネットワークの損失が相当大きく、電力システムの安全と安定性をさらに改善する余地がある。再生可能エネルギーを用いた発電技術の発展に適応させるため、分散式エネルギーを特徴とする電力システム運用・併入技術を研究開発する必要がある。省エネ・石油代替電化交通技術を進展させると同時に、関連する新材料技術をさらに開発する余地がある。
再生可能エネルギー	太陽エネルギー	家庭用太陽熱利用及び市場は比較的成熟している。太陽熱発電システムの研究開発が進められている。太陽光発電も順調に伸びている。	太陽熱発電システムの技術規格、技術製品の品質国家基準、認証基準及び関連する法規と品質監督体系がまだ構築されていない。高品質で高効率の太陽エネルギー利用建築一体化の技術研究が不十分である。ケイ素系太陽電池、部分薄膜太陽電池等の生産を行う核心設備はいずれも外国からの輸入に依存している。先進的な太陽光発電技術の発展が緩慢であり、効率が高くコストが低い、しかも環境に優しい太陽光技術のブレークスルーを達成する必要がある。
	風力発電	風力発電所の建設と産業化は非常に順調に進んでいる。MW級の風力発電ユニットの生産に関しては、基本的に国産化を実現している。	MW級の風力発電ユニットの全体設計技術と若干の核心設備については依然として外国に依存している。先進的な地上実験・試験台及び試験ウィンドファームが構築されていない。
	バイオマス	燃料からの熱の取り出しやメタンガスによる熱電併給、バイオマスの直接燃焼、ガス化発電、液体燃料と化工原料等の製造の実績から、技術は着実に成熟している。先進的なエネルギー植物研究、セルロース系液体燃料研究は、国際的に見ても遜色がない。	農林業廃棄物のエネルギー利用率が低い。エネルギー植物の選別、栽培に関連した研究をさらに強化する必要がある。藻類バイオマスの転化技術の研究は、国際的な研究水準からすると開きがある。セルロースを液体燃料に転化する際の生物酵素及び触媒の研究開発水準は国際的な水準からだいぶ後れをとっている。
	水力発電	基本的に技術は成熟している。	環境影響分野での研究をさらに強化する必要がある。
	地熱	地熱資源の開発・利用の歴史は長く、実地調査技術も比較的成熟している。ヒートポンプ技術に基づいた浅層地熱利用市場が存在する。	深層地熱資源の開発利用技術は、国際的な水準と比べるとだいぶ開きがある。深層地熱エネルギー利用の拡大に用いられる地熱システムの一部技術の開発を必要としている。浅層地熱利用に関連する効率の良いヒートポンプの核心技術は依然として輸入に依存している。
	海洋エネルギー	海洋エネルギー研究は全面的に展開されている。とくに波浪発電技術は国際的な先進水準に達している。	風や波に対する耐腐食材料、独立した発電システム等の問題があり、研究開発をさらに進める必要がある。

		現 状	課 題
原子力		比較的整備された原子力産業体系を有し、原子力発電所の建設スピードは加速している。高速増殖炉実験炉と高温ガス炉実験炉等、多くの核心技術の取得において重要な進展があった。	核心設備の自主独立の大規模生産能力が確立していない。第3世代、第4世代先進的原子炉の研究は、国際的な水準と比べると相当開きがある。
新エネルギー	水素エネルギー	水素エネルギー研究は基本的に国際的な研究と併行して進められている。	水素製造技術と貯蔵技術の研究を加速する必要がある。燃料電池研究も大規模に行われていない。水素の製造、貯蔵、輸送、供給ネットワークもまだ構築されていない。
	メタンハイドレート	メタンハイドレートの基礎及び応用基礎研究が進められている。中国は、米国、日本、インドに次いで、国家級の研究開発計画を承認した4番目の国であり、メタンハイドレートの実物試料を採取した。	メタンハイドレートの研究開発は、ハイドレート（水化物）の資源調査、探査評価、実験室でのシミュレーション研究段階にあり、国際的な先進水準と比べると開きがある。システム拡大のシミュレーション研究開発プラットフォームを建設する必要がある。生産前の試験段階にも到達していない。
	核融合	国際熱核融合実験炉（ITER）計画に参加している。新世代超伝導トカマク「EAST」の完成により、中国の核融合研究は世界の先進レベルに達した。	超伝導体、加熱診断、ブランケット技術、遠隔制御、トリチウム・プロセス、材料等の核心問題のブレイクスルーを達成する必要がある。

出典：「中国至2050年能源科技发展路線図」（中国科学院能源领域战略研究组、科学出版社、2009年8月）

2. エネルギー技術の導入政策

(1) 輸入を奨励するエネルギー関連技術

国家发展改革委员会、商務部、財政部は2009年7月22日付で、「輸入を奨励する技術・製品目録」（「鼓励进口技术和产品目录」）の2009年版を公布した。これにともない、2007年9月27日に公布された以前の目録は廃止された。

新しい目録では、国内でまだ掌握できていない先進技術で、国が認めた重点建設プロジェクトにおいて導入する先進技術と位置付けられた「導入を奨励する先進技術」178件をリストアップした。海洋プロジェクトの設備・付属設備の設計製造技術のほか、新しい動力源を搭載した次世代自動車の核心部品の設計製造技術などが多数追加されたことによって以前の目録の44件から大幅に増えた。

エネルギー関係では、スラグ余熱回収利用技術や冶金低中温余熱回収利用技術等の省エネ技術のほか、発電用ガスタービンの設計製造技術、風力発電用及び環境保護型エポキシ樹脂生産技術等が新たに追加された。

原子力発電設備の設計製造技術、原子力発電用鍛造部品の製造技術、太陽エネルギー発電設備の設計製造技術、再生可能エネルギーや水素エネルギーを含めた新エネルギー分野の核心設備の設計製造技術については変更がなかったものの、以前の目録に記載されていた「2MW以上の風力発電設備の設計製造技術」は削除された。

また、現時点では国内で研究開発・製造ができていないものの、国民経済の各分野でニーズが高まってきている重要設備と位置付けられた「輸入を奨励する重要設備」は、前回目録の106件から147件に増加した。

今回の目録では、前回の目録同様、先進的な数値制御工作機械関係が多数含まれている。さらに、「船舶製造用核心部品」、「飛行機製造用核心部品」、「自動車本体・全体設計、試験装置」として新たに項目が追加された。

エネルギー関係では、風力発電用軸受けが削除されたものの、風力発電用周波数変換器は新しい目録でもリストアップされている。このほか、高炉ガス焼きコンバインドサイクル発電核心設備が新たに追

加された。

「発展を奨励する重点産業」は、2007 年目録の 66 件から、2009 年版目録では 46 件に減少した。エネルギー関係では、「石炭ガス化コンバインドサイクル発電設備の製造」と「大型循環流動床ボイラ設備」が新たに追加された。

一方で、「60 万 kW 以上の超臨界及び超超臨界火力発電プラント設備の技術開発、設備製造及び付属・補機の製造」、「2MW 以上の風力発電設備製造」のほか、単独でリストに掲げられていた「太陽エネルギー、地熱エネルギー、海洋エネルギー、バイオマス等の再生可能エネルギーの開発利用」が削除され、「クリーンエネルギー発電設備及び製造（原子力発電、太陽エネルギー、潮汐等）」に一本化された。

2007 年の目録に記載されていた「新型省エネ・環境保護壁体材料、断熱防音材料、防水材料・建築密封材料、建築塗料の開発生産」も、新しい目録から削除された。

第 2-2-2 表 導入を奨励する先進技術（エネルギー関連）

	2009 年版目録	2007 年版目録
500kv 以上の交流・直流絶縁スリーブ製造技術	○	○
高効率大型鉱山採掘核心設備の設計製造技術	○	○
新エネルギー自動車用専用核心部品設計製造技術	○	
電池及び核心材料製造工程・設備技術	○	
コークスガス高付加価値加工利用技術	○	
スラグ余熱回収利用技術	○	
冶金低中温余熱回収利用技術	○	
風力発電用及び環境保護型エポキシ樹脂生産技術	○	
液体水素製品の生産技術	○	
発電用ガスタービン設計製造技術	○	
風力発電用変流器の設計製造技術	○	○
原子力発電設備の設計製造技術	○	○
原子力発電鍛造品の製造技術	○	○
原子力材料及び装置の設計製造技術	○	○
太陽熱発電設備の設計製造技術	○	○
2MW 以上の風力発電設備の設計製造技術		○
再生可能エネルギー、水素エネルギー等、新エネルギー関連の核心設備の設計製造技術	○	○
炭層ガス探査及び開発利用に関する核心設備の設計製造技術	○	○
石炭液化、地下気化に関する核心設備の設計製造技術	○	○
炭鉱地質、石油及び地球物理探査に関する核心設備の設計製造技術	○	○
三次採油に用いる二酸化炭素及び炭層ガスの採掘・注入回収技術	○	
炭鉱の採掘率を改善する上で有効な設備技術		○
火力発電所の脱硝プロセス・設備技術	○	○
30 万 kW 以上の火力発電所の煙道ガス脱硫工程核心設備生産技術	○	

出典：「鼓励進口技術和产品目錄（2007 年版、2009 年版）」（国家发展改革委员会、財政部、商務部、2009 年 7 月 22 日）をもとに作成

第2-2-3表 輸入を奨励する重要設備（エネルギー関連）

	2009年版目録	2007年版目録
高炉ガス焚きコンバインドサイクル発電核心設備	○	○
風力発電用周波数変換器	○	○
風力発電用軸受け		○

出典：「鼓励進口技術和产品目錄（2007年版、2009年版）」（国家發展改革委員会、財政部、商務部、2009年7月22日）をもとに作成

第2-2-4表 発展を奨励する重点産業（エネルギー関連）

	2009年目録	2007年目録
石炭ガス化コンバインドサイクル発電の設備製造	○	○
大型循環流動床ボイラ設備	○	○
単機容量 70 kW 以上・車軸直径 11m 以上の混流式水力発電設備及び核心附属機器の設計製造	○	○
35 万 kW 以上・落差 600m 以上の揚水水力発電ユニット及び核心附属機器の設計製造	○	○
40 万 kW 級以上のガス・蒸気コンバインドサイクル発電設備の製造	○	○
500kV 以上の超高压、交流・直流、送変電一体設備の製造	○	○
クリーンエネルギー発電設備及び製造（原子力発電、太陽エネルギー、潮汐等）	○	○
低温熱供給炉、高速増殖炉、核融合炉、先進研究炉、高温ガス炉	○	○
高性能核燃料製造プロジェクト	○	○
（放射性廃棄物及びその他の危険物の安全処理技術及び設備製造）	○	○
太陽エネルギー、地熱エネルギー、海洋エネルギー、バイオマス・エネルギー等の再生可能エネルギーの開発利用		○
石油・天然ガスの探査・採掘		○
新型省エネ・環境保護壁体材料、断熱防音材料、防水材料・建築密封材料、建築塗料の開発生産		○
石炭火力発電・石炭タール化一体化建設		○
2MW 以上の風力発電設備の製造		○
60 万 kW 以上の超臨界及び超超臨界火力発電所の一体設備技術開発・設備製造及び核心附属機器の製造		○

出典：「鼓励進口技術和产品目錄（2007年版、2009年版）」（国家發展改革委員会、財政部、商務部、2009年7月22日）をもとに作成

（2）重大技術設備の輸入免税措置

中国財政部は2009年9月5日、国家發展改革委員会、工業・情報化部、海関総署、国家税務総局、国家エネルギー局と共同で「重大技術設備の輸入税収政策の調整に関する通知」（「関干調整重大技術設備進口税収政策的通知」）を8月20日付で公布したことを明らかにした。

同通知は、国内企業の競争力と自主イノベーション能力を高めるとともに、産業構造を調整・改善することを目的としたもので、附属文書として「国が發展を支持する重大技術設備・製品目録」、「重大技術設備・製品輸入の核心部品、原材料商品目録」、「輸入免税を与えない重大技術設備・製品目録」等を公表した。

このうち、「国が發展を支持する重大技術設備・製品目録」に盛り込まれた設備あるいは製品を生産する国内企業で「重大技術設備・製品輸入の核心部品、原材料商品目録」にリストアップされた商品の輸入を確実に必要とする企業に対して、基準に適合すれば関税と輸入関連増値税を7月1日に遡って免除する。一方で、完成品やプラントの輸入免税政策は廃止される。

「国が発展を支持する重大技術設備・製品目録」には、エネルギー関係として 100 万 kW 級原子力発電所のほか、出力 60 万 kW と 100 万 kW 級の超超臨界火力発電所、出力 30 万 kW 以上の大型循環流動床ボイラの各種設備、販売規模が年間 50 基以上で単機の公称出力が 1.2MW 級と 2MW 級以上の大型風力発電所と付属部品などが含まれている。

また、「重大技術設備・製品輸入の核心部品、原材料商品目録」では、第 2 世代改良型の 100 万 kW 級原子力発電所に関して、対象となる設備として、原子炉压力容器や蒸気発生器の構成部品や材料（板材、管材、棒材）などがリストアップされた。なお、第 3 世代原子炉のリストに関しては、今回公表されなかった。

今回の通知では、重大技術設備や製品の中にはすでに国内生産が可能になっているものがあるとの判断から、「輸入免税を与えない重大技術設備・製品目録」を公表した。具体的には、一般的な工作機械や農業機械、石油化学設備、冶金設備などがほとんどを占めている。

エネルギー関係では、単機出力が 2.5MW 以下の風力発電ユニットのほか、単機容量が 120 万 kW 級以下の蒸気タービン、交流発電機、ユニット容量が 120 万 kW 以下の火力発電所、余熱ボイラ、57MW 以下の貫流式水力タービンなどが含まれている。

一方で、国産設備ではまだ完全に要求に応えられず、部分的なユニットや設備の輸入を必要とする場合には、川上産業や川下産業の供給の状況を踏まえたうえで、財政部が国家発展改革委員会等と共同で厳格な審査を行い、優遇の程度を下げる、あるいは免税範囲を縮小するなどの過渡的な措置をとる方針も明らかにした。

なお、都市軌道交通や原子力発電など、特殊分野の重大技術設備自主化の拠り所となるプロジェクトを担当する実施主体及び自家用の生産設備を開発する企業については、無条件に輸入税収優遇政策を受ける申請ができる。

(3) 重大技術設備自主イノベーション指導目録

工業・情報化部、財政部、科学技術部、国务院国有資産監督管理委員会は 2009 年 12 月 25 日、中国の設備製造業の自主イノベーションレベルの向上を目的として、「重大技術設備自主イノベーション指導目録」（「重大技術設備自主創新指導目録」）を公表した。

同目録には、クリーンで効率の高い発電設備や大型石油・石油化学設備、核心基礎部品、大型鑄造・鍛造部品など、18 の重点分野で 240 の設備製品がリストアップされている。ここにリストアップされた製品は、政府の科学技術・製品開発計画に優先的に組み込まれるだけでなく、産業化にあたっての融資支援を優先的に受けることができる。また、そうした製品を初めて使用することを奨励する国家政策のサポートを受けることもできる。

目録にリストアップされた製品の開発を成功した後には、「国家自主イノベーション製品」の認定を経て、「政府調達自主イノベーション新製品目録」に優先的に掲載され、政府調達の政策面での支援が受けられる。18 の重点分野は以下の通りである。

- ・クリーンな高効率発電設備
- ・超、特高压送変電設備一式
- ・大型石油・石油化学設備
- ・大型石炭化学工業プラント
- ・大型高精度冶金プラント
- ・大型石炭・大型露天鉱山設備

- ・軌道交通設備
- ・大型環境保護・資源総合利用設備
- ・大型施工機械
- ・新型紡績機械
- ・新型、大馬力農業設備
- ・電子、生物、医薬等のハイテク技術設備
- ・ハイテク船舶・海洋プロジェクト設備
- ・高級数値制御工作機械
- ・民生用航空機
- ・高級印刷機械
- ・核心基礎部品および大型鍛造・鍛造部品
- ・飛行場専用設備および港湾機械

第2-2-5表 国が発展を支持する重大技術設備・製品目録（エネルギー関連）

品 目	技術規格要件	販売業績要件
1. 大型クリーン高効率発電設備		
(1) 原子力発電所 原子炉設備：原子炉圧力容器、蒸気発生器、加圧器、炉内構造物、制御棒駆動機構、主配管、安全注入設備、ホウ酸注入設備 在来設備：蒸気タービン、タービン発電機等 原子力級ポンプ：原子炉冷却材ポンプ等 原子力級バルブ：格納容器隔離弁等	100 万 kW 級	契約発注書所有企業
(2) 超超臨界火力発電所 蒸気タービン、発電機等	出力：600MW 級、1000MW 級	契約発注書所有企業
(3) 大型循環流動床ボイラ	出力：300MW 級以上	契約発注書所有企業
(4) 大型空冷発電所 空冷蒸気タービン等	出力：300MW 以上	契約発注書所有企業
(5) コンバインドサイクルユニット ガスタービン、発電機等	E 級、F 級	契約発注書所有企業
(6) 大型水力発電プラント設備 混流式 揚水式 軸流式 貫流式 衝動式	規定容量：600MW 以上 規定容量：250MW 以上 規定容量：150MW 以上 規定容量：40MW 以上 規定容量：50MW 以上	契約発注書所有企業
(7) 高効率風力発電所及び附属部品 風力発電ユニット 風力発電附属部品：タービン翼、ギヤボックス、発電機、制御系統、周波数変換器	単機規定出力 1.2MW 級、2MW 級以上 単機規定出力 1.2MW 以上のユニット用	年間販売量 50 台以上 年間販売量 150 体以上、発電機年間販売量 50 台以上
(8) ゴミ焚き発電設備（決定待ち） (9) 太陽エネルギー発電設備（決定待ち）		契約発注書所有企業
2. 超高圧送変電設備		
(1) 直流送変電設備 直流変流変圧器、制御保護設備等	± 500kV 以上	契約発注書所有企業
(2) 交流送変電設備 電力変圧器、並列分路リアクトル、六フック化硫黄断路器、ガス絶縁開閉設備（GIS）等	500kV 以上	契約発注書所有企業

出典：「国家支持発展の重大技術設備と製品目録」（財政部、国家発展改革委員会、工業和信息化部、海関総署、国家税務総局、国家能源局、2009 年 8 月 20 日）をもとに作成

第2-2-6表 重大技術設備・製品輸入の核心部品、原材料商品リスト

1. 大型クリーン高効率発電設備			
(1) 100万kW級原子力発電ユニット（下記リストは第2世代改良型炉に適用。第3世代炉の輸入リストは決定待ち			
原子炉設備			
設備（抜粋）	1級部品（抜粋）	2級部品	1機あたりの使用量
原子炉圧力容器	照射監視キャプセル		9
	一体化原子炉容器蓋		1
	炉心胴体		1
	制御棒駆動機構管座		69
	熱電対カウルヘッドカバー		8
	中性子計測管		57
	漏洩検出管ポート		1
	容器材質（板材、管材、棒材）		20トン
	溶接材料		150トン
蒸気発生器	蒸気発生器下部		3
	胴体鍛造品		3
	上蓋、下蓋		3
	水室隔離板		15トン
	支持板		80トン
	ニッケル基U字型伝熱管		150トン
	板材、管材、棒材		330～450トン
	溶接材料		135トン
加圧器	加熱器		70
	成形蓋		2
	原子力級密封部品		16
	板材、管材		105トン
	溶接材料		45トン
炉内構造物	フランジ等		85トン
	板材、棒材、管材		175トン
	溶接材		15トン
	制御棒案内管		35トン
一次配管	溶接材料		10トン
安全注入設備	板材		150トン
	溶接材料		10トン
在来設備			
設備（抜粋）	1級部品（抜粋）	2級部品	1機あたりの使用量
蒸気タービン	溶接低圧ロータ（回転軸等を含む）		3
	高中圧ロータ		1
	高中圧ロータ鍛造品		1
	低圧ロータ鍛造品		3
	低圧加熱器	ステンレスU字型管	120トン
	主給油ポンプ		1
タービン発電機	水素冷却器		5
	ケイ素鋼板		308トン
	ロータ鍛造品		1

原子力級ポンプ			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
原子炉冷却材ポンプ	ケーシング鋳鍛品		31 トン
	軸受け		2 トン
チャージポンプ	機械密封		1
	軸受け		3
安全注入ポンプ	機械密封		1
余熱排除ポンプ	機械密封		1
	電動機		1
原子力級バルブ（弁）			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
格納容器隔離弁	電磁弁		1
	電磁クラッチ		1
バタフライ弁	電動装置		1
(2) 超超臨界火力発電所			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
石炭燃焼ボイラ	鋼管		3500 トン
	調節弁		11 ～ 20
	安全弁		17 ～ 40
	循環ポンプ	回転子	1
蒸気タービン	溶接材		65 トン
	回転子鍛造品（タービン翼は含まない）		3 ～ 4
	チタンパイプ		60 ～ 110 トン
	チタン複合板		60 トン
	高、中、低圧仕切り板		24
発電機	主蒸気管		70 トン
	回転子鍛造品あるいは回転子		1
	電機子用軟鉄板		190 トン
	方向性ケイ素鋼		270 ～ 360 トン
	非方向性ケイ素鋼		270 トン
(3) 大型循環流動床ボイラ			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
	鋼管		500 トン
	安全弁		13 ～ 16
	調節弁		15 ～ 20
	緊急給水ポンプ		1
	圧力制御器		150 トン
(4) 大型空冷発電機			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
空冷タービン	回転子		3 ～ 4
	チタン複合板		60 ～ 80 トン
	主蒸気管		70 トン
	タービン翼		60 トン
	タービン翼鋼		60 トン
	主給油ポンプ		5

(5) ガスコンバインドサイクル			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
E、F 級ガスタービン	制御システム		1
	可燃ガス検査測定装置		1
	制御弁		6 ～ 10
	点火装置		1
	軸受け		2 ～ 5
(6) 大型水力発電			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
混流式、揚水式、軸流式、貫流式、衝動式	水力タービン	厚鋼板(120mm 以上) 高強度鋼板 主軸鍛造品	500 トン 230 トン 120 トン
	発電機	非方向性ケイ素鋼板	500 トン
		主軸鍛造品	90 トン
		継鉄鋼板	850 トン
(7) 大型風力発電所及び附属部品			
風力発電ユニット			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
風力発電機	主軸軸受け		1 ～ 2
	ユニット全体制御	制御器	3
		アナログ入力モジュール	2
		ディスプレイパネル	2
		ピッチ濾波器	3
		ヨー濾波器	1
	変流器	周波数変換器	2
		ピッチ周波数変換器	3
		ヨー周波数変換器	1
	停止装置	停止用制動器	1
		液圧ポンプ	1
	風向計		1
	風速計		1
	ピッチシステム	ピッチ軸受け	3
	ヨーシステム	ヨー軸受け	1
		駆動器	2
		ブレーキキャリパー	8 ～ 12
風力発電ユニット附属部品			
設備（抜粋）	1 級部品（抜粋）	2 級部品	1 機あたりの使用量
タービン翼	エポキシ樹脂		2000kg
	エポキシ樹脂固化剤		800kg
	接着剤		200kg
	接着剤固化剤		200kg
	発泡ポリスチレンサンドイッチ鋼板		50m ²
	バルサ		40m ²
ギアボックス	軸受け		16
	シュリンクディスク		1

発電機	軸受け		3
	スリップリング		1
	固定子避雷器		3
	回転子避雷器		3
制御系統	エンコーダ		1
	センサー		1
変流器	コンデンサー		63
	パワーモジュール		6
	避雷器		11

(8) ゴミ 焚き発電設備（決定待ち）

(9) 太陽エネルギー発電設備（決定待ち）

2. 超、特別高圧送変電設備（略）

3. 大型環境保護・資源総合利用設備（決定待ち）

出典：「重大技術装備と製品進出重要部品、原材料商品清單」（財政部、国家發展改革委員会、工業和信息化部、海関総署、国家税務総局、国家能源局、2009 年 8 月 20 日）をもとに作成

第 2-2-7 表 輸入免税を与えない重大技術設備・製品目録（エネルギー関係）

設備名称	技術規格
風力発電ユニット（一式）	単機公称出力 2.5MW 以下
火力発電、水力発電設備	
ボイラ	蒸発量 3600t/h 以下
ボイラ補助設備	全規格
蒸気タービン	単機容量 1200MW 級以下
ボイラ給水ポンプ工業蒸気タービン	出力 600MW 級以下の発電所ボイラ（給水ポンプ）付属工業蒸気タービン
ボイラ給水ポンプ	公称流量 2400m ³ /h、リフト 4200m 以下
凝結水ポンプ	全規格
循環水ポンプ	流量 5 万 4000m ³ /h 以下
ボイラ強制循環ポンプ	流量 4000 ³ /h 以下、リフト 65m 以下、温度 400 度 C 以下

出典：「進出不予免税の重大技術装備と製品目録」（財政部、国家發展改革委員会、工業和信息化部、海関総署、国家税務総局、国家能源局、2009 年 8 月 20 日）をもとに作成

3. 省エネルギー技術

(1) 工業省エネルギー技術

①鉄鋼業

鉄鋼業は中国の基幹産業であると同時に、エネルギー多消費産業でもある。2007 年のエネルギー消費実績を見ると、工業部門の 31%、全エネルギー消費の 18%を占めており、世界的な水準と比べるとエネルギー効率の向上に改善の余地があると指摘されてきた。

国家發展改革委員会が 2006 年 4 月に公表した「1000 企業省エネ行動実施方案」では、エネルギー消費量が多い鉄鋼や石炭、電力、石油化学、化学、建材、繊維、製紙の 9 分野における約 1000 社が対象になったが、このうち鉄鋼業は 263 社に達し、業種別では一番多かった。

中国の 2008 年の粗鋼生産量は 5 億トンに達し、世界全体の生産量の 38%を占めた。国内の粗鋼消費量は 4 億 5300 万トンで、輸出量は粗鋼換算で 6000 万トンを記録し、世界の鉄鋼貿易量の 15%を占めた。生産過剰は解消されておらず、08 年末時点で粗鋼の生産能力は 6 億 6000 万トンに達している。

こうした状況を踏まえ、国務院は2009年3月、2011年までを視野に入れた「鋼鉄産業調整振興計画」を公表し、300m³以下の高炉と20トン以下の転炉、電炉を閉鎖し、3年以内に製鉄能力7200万トン、製鋼能力2500万トンを削減するとの目標を掲げた。

また、重点大・中規模企業の鋼鉄1トンあたりのエネルギー消費量が標準炭換算で620kgを超えてはならないとするとともに、鋼鉄1トンあたりの水使用量を5トン未満に抑えるとの目標が示された。ちなみに、2008年の実績は、鋼鉄1トンあたりエネルギー消費量が約630kg、水使用量が5.09トンであった。

なお、2004年に公表された「省エネ中長期専門計画」では、鉄鋼業が省エネの重点領域ならびに重点プロジェクトとして指定された。そして、国内水準から判断してもかなり劣った、立ち遅れた技術や設備の閉鎖を加速するとともに、新規ならびに拡張（増設）工事によってエネルギー消費効率を高める方針が示された。

具体的には、①技術装置の大型化等により高効率化を実現する、②各種のエネルギー資源を最大限、総合的に利用する、③大規模鉄鋼企業のコークス炉に乾式消火設備（CDQ）を設置するとともに、高炉のヘッド部分に炉頂圧タービン設備（TRT）を設置するなど、製鋼過程の効率向上による省エネだけでなく、製鋼過程で発生する余熱・余圧も利用する——とした。

製鉄プロセスでは、コークス炉で約1050度Cに乾留した赤熱コークスを冷却して輸送し、鉄鉱石とともに原料として高炉に装入して銑鉄を製造する。コークスの冷却では従来、散水して消火する湿式消火方式が使われていたが、この方法では大量の水を使用する、エネルギーの回収ができない、消火塔から放出される白煙中にダスト等が含まれるため、環境上の問題があった。CDQは、水ではなく不活性ガスで消化し、赤熱コークスの顕熱を回収して発電することにより、廃熱の有効利用だけでなく環境保護にも貢献する。

一方TRTは、高炉の副生ガスでタービンを駆動することによって発電するというものである。TRTは、①発電のための燃料がまったく要らない、②従来、セプタム弁による減圧で高炉ガスを捨てていた場合と比べて騒音が少ない、③運転や保守に高度の技術が不要、④運転に必要な水や窒素などは少量で済む——といった利点がある。TRTを採用することによって、一般に高炉送風機に必要なエネルギーの25～30%を回収できると推定されている。

このほか工業・情報化部は2009年12月29日、鉄鋼企業の省エネ技術改造をさらに拡大しエネルギー利用効率を高めることを目的として、「鉄鋼企業の焼結余熱発電技術の推進実施方案」を関係機関に対して通知した。

鉄鉱石や石炭、石灰石などの鉄の原料は高炉に入れる前に前処理を行う。このうち、鉄鉱石の大部分は石灰石、コークス粉とともに焼結炉で焼き固められる。こうした焼結プロセスで消費されるエネルギーは製鉄プロセスに次いで2番目に大きく、一般的に総エネルギー消費量の9～12%を占める。工業・情報化部によると、中国の焼結プロセスのエネルギー消費量は先進国と比べて大きく、平均でトンあたり20kg（標準炭換算）程度多いため、かなりの省エネ余地がある。

馬鋼集団は2004年、川崎重工業から技術を導入し、2台の300m²焼結機に国内1号の余熱発電設備（17.5MW）を設置した。同発電設備は2005年9月に発電を開始し送電網に接続された。その後、中国国内の鉄鋼企業は、焼結余熱発電技術導入の検討に着手した。これまでに、合計で19台の焼結機（合計面積4849m²）で10組の焼結余熱発電設備（137MW）が運転されている。これ以外にも、安陽鋼鉄を含めた一部の企業が焼結余熱発電設備を建設しているが、普及率は4%に達していない。

普及率が低い背景には、焼結余熱発電設備の建設資金が比較的高く、焼結機の投資額の10～20%を

占め、資金回収期間が長いことなどがある。

工業・情報化部の実施方案では、これまでの実績や技術的信頼性、経済合理性から判断して、冷却廃気混合温度が 300 度 C より低くなく、1 台あたりの余熱発電設備容量が 3000kW より小さくない 180m² 以上の焼結機には余熱発電設備を採用しなければならないとしている。

実施期間は 2010 年から 12 年の 3 年間で、余熱発電設備を設置する焼結機は 82 台、総投資額は約 52 億元に達すると見込んでいる。計画が順調に進めば、普及率は 20% に達し、標準炭換算で 157 万 5000 トンの省エネ能力が構築される。

第 2-2-8 表 鉄鋼企業の焼結余熱発電技術の推進実施プロジェクト一覧

企業名	焼結ユニット台数	焼結ユニット面積 (m ² /台)	建設時期	予定省エネ量 (万トン)
首鋼総公司	1	360	2010 年	2.49
河北鋼鉄集団承鋼公司	3	360	2010 年	7.47
安陽鋼鉄股份有限公司	1	450	2010 年	3.11
本溪鋼鉄（集団）有限責任公司	2	265	2010 年	6.19
	1	365		
鞍山鋼鉄集団公司	2	265	2010 年	13.18
	2	328		
	2	360		
山東鋼鉄集団済鋼公司	1	180	2010 年	1.25
山東鋼鉄集団萊鋼公司	3	265	2010 年	6.74
太原鋼鉄（集団）有限公司	1	450	2011 年	4.70
	1	230		
江蘇沙鋼集団有限公司	5	360	2011 年	13.70
	1	180		
包頭鋼鉄（集団）有限責任公司	2	180	2011 年	7.99
	3	265		
	1	180		
馬鋼（集団）控股有限公司	2	360	2011 年	4.98
宝鋼集団有限公司	3	495	2011 年	13.35
	1	180		
	1	265		
武漢鋼鉄（集団）公司	1	193	2011 年	3.82
	1	360		
湘潭鋼鉄集団有限公司	1	360	2011 年	2.49
漣源鋼鉄有限公司	1	185	2011 年	3.29
	1	290		
広西柳州鋼鉄（集団）公司	1	265	2011 年	4.32
	1	360		
福建省三鋼（集団）有限責任公司	1	200	2011 年	1.38
	1	180		1.25
天津天鋼集団有限公司	1	360	2012 年	4.32
	1	265		
天津榮程鋼鉄有限公司	1	200	2012 年	1.38

企業名	焼結ユニット台数	焼結ユニット面積 (m ² /台)	建設時期	予定省エネ量 (万トン)
河北鋼鉄集団唐鋼公司	1	265	2012 年	8.68
	3	210		
	1	360		
邢台鋼鉄有限責任公司	1	180	2012 年	2.55
	1	189		
建龍鋼鉄控股有限公司	1	256	2012 年	1.77
河北津西鋼鉄股份有限公司	1	265	2012 年	3.22
	1	200		
唐山国豊鋼鉄有限公司	1	230	2012 年	1.59
長治鋼鉄（集団）有限公司	1	200	2012 年	1.38
山西海鑫鋼鉄集团有限公司	1	198	2012 年	3.86
	1	360		
南京鋼鉄集团有限公司	1	180	2012 年	3.74
	1	360		
新余鋼鉄有限責任公司	1	180	2012 年	1.25
萍多鋼鉄有限責任公司	2	180	2012 年	2.49
山東泰山鋼鉄集团有限公司	1	180	2012 年	1.25
山東日照鋼鉄集团有限公司	4	180	2012 年	4.98
山東濰坊鋼鉄公司	1	230	2012 年	1.59
北台鋼鉄（集団）有限責任公司	1	300	2012 年	4.57
	1	360		
五鉞営口中板有限責任公司	1	180	2012 年	1.25
通化鋼鉄集团有限公司	1	260	2012 年	1.80
広東韶山鋼鉄集团有限公司	1	360	2012 年	2.49
重慶鋼鉄（集団）有限公司	1	240	2012 年	1.66

出典：「鋼鉄企業焼結余熱発電技術推广实施方案」（工業・情報化部、2009 年 12 月）

第 2-2-9 表 鉄鋼業において国が重点的に普及を進めている技術

国家重点省エネ技術普及リスト（第 1 回） （2008 年 5 月）	国家重点省エネ技術普及リスト（第 2 回） （2009 年 12 月）
乾式 TRT 技術	ボイラのインテリジェント・スツープロー最適化・ オンラインコークス化事前警戒システム技術
高圧 CDQ 技術	高炉送風除湿省エネ技術
焼結余熱発電技術	動的高調波抑制及び反応性補償総合省エネ技術
転炉石炭ガス高効率回収利用技術	
蓄熱式燃焼技術	
低カロリー高炉ガス焼きコンバインドサイクル発電	
エネルギー管理センター技術	
大型高効率充気機械攪拌型浮選機	
製鉄煙道ガス余熱回収－余圧発電技術	

出典：「国家重点節能技術推广目錄」（第 1 回、第 2 回）をもとに作成

②石油・化学工業

石油・化学工業は、多数の業種で構成されている。「中国能源統計年鑑 2008」によると、「化学原料及び化学製品製造業」の 2007 年のエネルギー消費量は、鉄鋼業に次いで多く、全体の約 10.3% を占めている。また、「石油加工、コークス及び核燃料加工」も全体の約 5% を占めている。

国家發展改革委員会が 2006 年 4 月に公表した「1000 企業省エネ行動実施方案」では、石油・化学工業に分類される企業は 340 社がリストアップされていた。内訳は、石油精製とエチレン製造 100 社、窒素肥料製造 165 社、苛性ソーダ製造 45 社、純炭酸ソーダ製造 17 社、カーバイドとゴム製造 13 社などとなっていた。

国務院が 2007 年 5 月 23 日に通知した「省エネ・排出削減総合工作方案」（「節能減排綜合性工作方案」）に盛り込まれた省エネ要求に基づき、中国石油化学工業協会は「第 11 次 5 ヶ年」期の省エネ目標を定めた。具体的には工業増加値 1 万元あたりのエネルギー消費量を 2005 年比で 2010 年までに 15 ～ 20% 削減するとした。

石油・化学工業における省エネ技術は、設備の省エネ、技術の省エネ、材料の省エネに大きく分けることができる。一例をあげると、合成アンモニアのプロセスと設備については、大型化・集積化・自動化に焦点があてられる。具体的には、年産能力 30 ～ 45 万トンの設備と製造システムのエネルギー最適化技術と自動化制御技術の導入がある。

石油・化学工業において中国政府が重点的に普及を進めている技術としては、以下のようなものがある。

- 油田機械用放出天然ガス回収液化工程
- 分解炉空気予熱省エネ技術
- シフトコンバータガスからアルカリを製造する技術
- アンモニア合成ループゼオライト省エネ技術
- 大・中型硫酸生産装置低温部熱エネルギー回収技術
- 密閉式環境保護型省エネ・カーバイド生産装置
- 合成アンモニア省エネ改造総合技術
- 触媒式石炭燃焼省エネ技術
- ボイラのインテリジェント・スーツブロー最適化・オンラインコークス化事前警戒システム技術
- 先進ガス化省エネ技術
- 新型高効率省エネ膜距離イオン交換膜電解技術
- 大型高パラメータ薄板熱交換技術
- カーボンブラック生産プロセスにおける余熱利用と排気ガス発電技術
- グルタミン酸生産プロセスにおける蒸気余熱段階利用技術

③建材工業

中国の建材工業のエネルギー消費量を品目別に見ると、セメントが最も多く全体の半分以上を占めている。次にエネルギー消費量が多いのは壁材で、以下、石灰、建築・衛生陶器、板ガラスと続いており、この 5 品目で 90% 以上を占めている。

建材工業分野では、技術の導入と消化、独自の技術革新によって各種の省エネ技術が導入されてきている。セメント業界では、低温余熱発電技術のほか、ロータリーキルン・システムの省エネ技術、中国が独自に開発したロータリーキルンの無煙炭燃焼技術などが普及している。

セメント分野では今後、新型乾式窯外分解炉という新型乾式製造プロセスを普及させるとともに、新型乾式セメント・クリンカーの比率を高めるほか、省エネ粉碎設備とセメント・キルンの余熱発電技術を普及させるなどの方向性が示されている。

板ガラス分野では、世界的に見ても最も先進的な製造方法と位置付けられているフロート法を用いた生産ラインが大量に導入されており、立ち遅れたプロセスが徐々に淘汰（閉鎖）されつつある。フロート法は、直接熔解したガラスを通して製板する従来のロールアウト法等に比べて生産規模が大きく、製品の品質も安定しているだけでなく、エネルギー消費効率も高い。なお、2005 年末時点で中国国内には 240 の板ガラス製造企業があったが、このうちフロートガラスの製造企業は 52 社であった。

板ガラス分野では、熔融技術や成形技術に加えて、品質の高いガラスを生産するためのソフトウェア技術など、フロート法によるガラス製造技術を完全なものにすることが目標として掲げられている。また、ガラス窯の保温技術を高め、断熱性の高い耐火材料を使ってガラス窯の完全保温を行い燃料消費量を削減することも今後の課題になっている。

セラミックス分野では、ローラーハースキルン技術の改善のほか、高速バーナーノズルを使った窯体の耐火保温と軽量化による窯炉の大型化が目指されている。バッチ式焼成炉であるシャトルキルンの余熱利用技術の開発も課題としてあげられている。

一方、壁材に関しては、原料土の節約や廃棄物のリサイクル、環境保全型の壁材を促進するなかで、中実煉瓦の使用禁止を拡大し、中空煉瓦の空洞率を高めるほか、工業スラグや石炭ボタなどの固形廃棄物を用いて耐火煉瓦などの壁材を製造する方向に向かっている。

なお中国建築材料連合会は、省エネ技術政策大綱と国家が重点的に支持する 10 大省エネプロジェクトの選定にあたって、政府の関連部門と協力して建材業界としての重点支持プロジェクトのリストを提出した。この中で、大型乾式セメントキルンとガラス窯炉の低温余熱発電技術が国から支援を受けられることになった。2007 年末時点では、新型乾式セメント材料の生産ラインに低温余熱発電設備が設置され、合計設備容量は約 60 万 kW に達している。

建材工業において中国政府が重点的に普及を進めている技術としては、以下のようなものがある。

- 製錬煙道ガス余熱回収－余熱発電技術（セメント）
- セメント・キルン低温余熱発電技術
- ガラス溶解炉余熱発電技術
- 純粋酸素燃焼技術
- ロールプレス研磨システム
- 縦型研磨設備及び技術
- 酸素過剰燃焼技術
- 新型セメント・クリンカー冷却技術
- 4 チャンネル石炭燃焼省エネ技術
- 高効率省エネ・セパレータ技術
- 動的高調波抑制及び反応性補償総合省エネ技術

④石炭工業

中国は石炭の生産大国であると同時に消費大国でもある。中国政府は、洗炭から始まり、加工（選炭、成形、石炭水スラリー）、燃焼（流動床ボイラ、高効率微粉炭燃焼、石炭燃焼コンバインドサイクル）、転化（ガス化、液化、燃料電池等）、汚染抑制（排煙脱硫、石灰石の総合利用、ボタ等）まで、クリー

ンで効率的な利用を目指している。

このうち洗炭については、2003年時点で30%であった洗炭率を2010年までに50%に引き上げることを目指している。湿式造粒法や選択凝縮法、カラム浮選法、乾式選炭技術、高圧静電気方式選炭技術などが開発の重点に置かれている。

また、原炭燃焼の場合と比べて、成形炭燃焼の方が熱効率が向上し、燃焼にともなう汚染物質の排出量も少ないことから、成形炭技術を重点的に普及させることが必要との認識で一致している。「第11次5ヵ年」期においては、①微粉炭の成形メカニズムに関する研究、②新型の粘着剤、助燃剤、工業用成形炭の研究開発——がテーマとしてあげられている。このほか、配合炭技術や石炭水スラリー技術に加えて、石炭ガス化技術、石炭液化技術の研究開発にも力点が置かれている。

中国政府は、石炭工業に関して以下の省エネ技術の普及を進めるとしている。

- 炭鉱低濃度ガス発電技術
- ボタ発電所低真空熱供給技術
- 選炭工場の高効率低エネルギー消費脱水設備
- 鉱山昇降機のインバータ速度調節節電技術
- 石炭貯蔵・輸送減損・ダスト抑制技術
- 動的高調波抑制及び反応性補償総合省エネ技術

(2) 建築省エネルギー技術

①省エネ基準

中国の建築は大きく民用建築と工業建築に分けられ、このうち民用建築は公共建築と住宅建築に分けられる。具体例を第2-2-10表に示す。

第2-2-10表 民用建築と工業建築

民用建築	公共建築	事務建築（オフィスビル、政府部門オフィスなど）
		商業建築（デパート、金融機関）
		旅行建築（ホテル、娯楽施設）
		科学教育衛生建築（文化、教育、研究、医療、衛生、体育建築など）
		通信建築（郵便、通信、ラジオなど）
		交通運輸建築（空港、駅など）
	住宅建築	住宅建築 団体寮、招待所、保育園、老人ホーム
工業建築	工場、工業プロジェクトの関連施設など	

中国では毎年、約20億 m^2 の建築物が竣工しており、このうちの4億 m^2 が公共建築である。こうした公共建築の年間消費エネルギーのうち、50～60%を冷暖房、20～30%を照明が占めており、現在のエネルギー消費量から判断すると、外壁構造や暖房、冷房、照明などに関して約50%の省エネが可能とみられている。

各建築物に関して、それぞれ設計基準・規格があるが、公共建築物の省エネの拠り所となっているのが「公共建築省エネ設計基準」である。同基準は、公共建築の新築、増築、改築などの省エネ設計に適用される。それによると、壁への普通ガラスの使用が禁止されているほか、省エネガラスまたは熱源の

制限などが規定されている。建設部の規定に基づき、新築については省エネ設計基準に違反した場合、50 万円の罰金が科される。

中国は国土が広く、各地の気候にも地域差があるため、住宅建築設計基準は「夏暑冬暖地区」、「夏暑冬寒地区」、「暖房地区（厳寒・寒冷地区）」に大きく分けられ、各気候に適した壁構造、保温、断熱規定が定められている。

このうち「夏暑冬暖地区」と「夏暑冬寒地区」に関しては、室内温度は冬 18 度 C、夏 26 度 C を保証のうえ、冬季のエネルギー効率比が 1 の電気ストーブを使用、夏季のエネルギー効率比が 2.2 であるエアコンを使用することになっている。エネルギー効率比とは、消費電力の実測値（ワット）を定格消費電力（ワット）で割った値である。

住宅建築のエネルギー消費のほとんどが熱供給と空調であるため、各基準には熱供給と空調に適用する省エネ規定が制定され、室内熱環境を保証のうえ、エネルギー消費を抑制することになっている。

建設部（当時）が 2001 年 7 月に公布し、同 10 月 1 日から施行された「夏暑冬寒地区住宅建築省エネ設計基準」をベースとなる基準とし、さらにそのうえで壁体や照明、水利用などについて各実施基準が定められている。第 2-2-11 表に住宅建築に関する省エネ設計実施基準を示す。なお、国の基準以外にも、各省や直轄市が独自に建築省エネ関係の基準を定めている。

第 2-2-11 表 住宅建築省エネ設計主要実施基準

	基準番号	基準名称
1	GB20176-93	「民用建築熱供給設計規範」
2	JGJ129-2000	「現存暖房住宅建築省エネ改造技術規範」
3	GB50335-2002	「污水再生利用プロジェクト設計計画」
4	GB50336-2002	「中水建築設計規範」
5	CJ164-2002	「節水性生活用水器具」
6	GB250034-2004	「建築照明設計基準」
7	GBJ19-2003	「熱供給通風、空調設計規範」
8	GB/T15225-1994	「建築壁物理性能等級」
9	JGJ132-2001	「暖房住宅建築省エネ検査基準」
10	GB/T8484-2002	「建築窓保温性能等級分け及び検査測定方法」
11	JG149-2003	「発砲スチロール板外壁外保温システム」
12	JG158-2004	「ゼラチン粉ポリスチロール粒外壁保温システム」
13	JGJ144-2004	「外壁保温プロジェクト技術規程」
14	GB50242-2002	「建築給排水及び給暖プロジェクト施工品質検収規程」
15	GB50243-2002	「通風及びクーラープロジェクト施工品質検収規程」
16	GB19577-2004	「冷水ユニットエネルギー効率限定値及びエネルギー効率等級」
17	GB19576-2004	「棟式空調機エネルギー効率限定値及び得効率等級」

住宅・都市農村建設部の集計によると、中国の総建築面積は 2007 年末時点で約 430 億 m² となっている。このうち、全体の約 95% に相当する約 408.5 億 m² が省エネ基準に達していない。また、同部が公表したデータによると、省エネ建築物に改造するためには 1m² あたり平均で 200 元がかかると試算されていることから、建築省エネの市場規模は約 8 兆 1700 億元に達する。

既存建築物のうち、都市部の建築面積は約 151 億 m² であり、このうち約 130 億 m² が省エネ改造を必要としている。また、農村部の既存建築面積は 279 億 m² で、このうち 278 億 5000 万 m² が省エネ改

造を必要としている。

中国政府は2020年までに大中都市の建築物における省エネ改造を全面的に完了するとともに、小都市については省エネ改造を50%完了するとの目標を掲げている。また、農村部については、約1億5000万 m^2 の建築物の省エネを実施するとしている。

②建築省エネ技術

中国の建築省エネ技術は、①建築物本体（省エネ・エコ建材）、②建築システムと設備（熱供給システム・空調システム・給湯システム）——に分けることができる。

このうち、建築物本体については、新型壁体材料や保温・断熱材料、リサイクル関連材料、屋上・壁面緑化に分類することができる。主な省エネ建材を第2-2-12表に示す。

新型壁体材料に関しては、現在、多くの都市で粘土非中空煉瓦の使用が禁止されており、新型壁体材料の普及率はかなり高い水準に達している。国家发展改革委員会によると、2006年までに全国規模で新型壁体材料が利用されたことに加えて、約11億トンの固形廃棄物がリサイクルされたことから、標準炭換算で9600万トンに相当する省エネが達成された。

また、省エネ効果に優れたLow-Eガラスの生産量は、2004年に350万重量箱（ガラス生産量計量単位）、2005年に590万重量箱、2006年に920万重量箱に達した。国家建材管理局は、Low-Eガラスの生産量は今後、毎年40%以上伸び、2010年には約5000万重量箱に達すると予測している。一方で、需要は約9700万重量箱に達すると見込んでいる。

断熱材料は、主に鉱物繊維類、有機類、硬質類に分類されるが、建築への保温・断熱材料の使用が増えているため、発砲プラスチック断熱材料の割合が増加している。建築分野において省エネ基準を満たすためには、 1m^2 あたり約 0.06m^3 の断熱材料が必要であるため、断熱材料の平均密度を $40\text{kg}/\text{m}^3$ として計算すると、 1m^2 あたりの断熱材料の量は 2.4kg となる。

このため、都市部の新築建築物のうち60%を省エネ建築にすると仮定しても、187万2000トンの断熱材が必要となる。また、既存建築（約400億 m^2 ）の省エネ改造の期間を15年間と仮定すると、断熱材の年間需要は124万8000トンに達する。

建築システムと設備の省エネに関しては、熱・電併給やボイラの自動制御技術の普及拡大、配管網での熱損失の低下、熱供給網のインテリジェント制御技術、太陽エネルギーなど新エネルギーの総合利用など、多様な技術の導入がはかられている。

建設部（当時）は2007年8月3日、各省・自治区の建設庁ならびに直轄市の建築委員会及び関連部門等に対して、再生可能エネルギーの建築利用の拡大をねらいとした「建設部『第11次5ヵ年』再生可能エネルギー建築応用技術目録」を通知した。同目録には、全部で25の技術がリストアップされており、内訳は、ヒートポンプ技術12、太陽エネルギー技術11、バイオマス・エネルギー2となっている。

このうちヒートポンプは、自然の熱エネルギーを集めて、冷房や暖房、給湯に利用する技術で、投入するエネルギー（電力）は、利用に必要な熱エネルギーの3分の1から6分の1で賄えるため、省エネ性に非常に優れている。

また、財政部と建設部（当時）は2007年10月26日、再生可能エネルギーの建築応用実証プロジェクトを公表した。同プロジェクトを見ると、ヒートポンプ・プロジェクトが圧倒的に多くなっている。

中国の地熱ヒートポンプの利用面積は2005年時点では3000万 m^2 であったが、2007年には8000万 m^2 に拡大した。また2008年の新設分は3000万 m^2 に達したとみられており、2009年には1億6000万 m^2 に達すると予測されている。

なお中国政府は、「国家重点省エネ技術普及目録」の中で、建築分野に関しては以下の省エネ技術の普及をはかる方針を示している。

- 壁断熱に用いるスプレーポリウレタンフォーム一体化技術
- ヒートポンプ省エネ技術
- セントラルエアコン・スマートコントロール技術
- サンドイッチ式コンポジット構造の軽量建築構造システムの省エネ技術

第2-2-12表 省エネ・エコ建材の種類及び主要製品

建材名称	種 類	主要製品
新型壁体材料 (非粘土非中空煉瓦)	煉瓦	非粘土焼結多孔煉瓦・中空煉瓦、コンクリート中空煉瓦等
	ブロック	コンクリート中空ブロック、石膏ブロック等
	板材	GRC 板材、軽量気泡コンクリート板、軽質板材、複合板材、紙面石膏板など
保温・断熱材料	外壁内外保温・断熱材料	塗料、珪酸塩保温材料、ETIRS、EPS 泡沫板、XPS 板、反射材料など
	屋上・天井保温・断熱材料	XPS 板、EPS 泡沫板、真珠岩及び真珠岩煉瓦、蛭石及び蛭石煉瓦
	戸・窓本体保温・断熱材料	UPVC 製品、中空ガラス、ガラスシールなど。
リサイクル関連材料	プラスチック材料	プラスチック、強化プラスチック
	金属材料	鋼鉄、鋼管
	複合材料	SP、XPAP など
屋上・壁面緑化	屋上緑化	——
	壁面緑化	——

第2-2-13表 省エネ建材の材質分類

	材 質		材 料
繊維状	無機	天然	石綿繊維
		人造	鉱物繊維・岩繊維、ガラス繊維、珪酸アルミ高温繊維
	有機	天然	軟質繊維板（木繊維板、草繊維板）
微孔状	無機	天然	珪藻土
		人造	珪酸カルシウム、珪酸マグネシウム
気泡状	有機	天然	軟質木材
		人造	EPS、XPS、PU、発泡スチロール等
	無機		膨張真珠岩、膨張蛭石、気泡コンクリート、泡沫ガラス
層状	無機	人造	中空ガラス、真空ガラス
	複合	人造	コーティング（ホイルと高分子膜の複合）、シール張りガラス、LOW-E ガラス、金属多層板、アルミプラスチック複合板、3D 板など。

出典：「上海市新型壁体と建築省エネ材料業界調査報告」（上海市建築材料業界協会）

第2-2-14表 新型壁体材料分類及び主要製品

種 類	主要製品	基本指標	適用基準
非粘土煉瓦	(1) 非粘土焼結多孔煉瓦と中空煉瓦	空洞率 > 25%。	GB13544-2000「焼結多孔煉瓦」、 GB13545-1992「焼結中空煉瓦 と中空ブロック」
	(2) コンクリート中空煉瓦と中空ブロック		GB13545-1992「焼結中空煉瓦 と中空ブロック」
	(3) 焼結頁岩煉瓦		GB/T5101「焼結普通煉瓦」
	(4) 石炭ボタ又は焼結石炭灰残渣煉瓦	残渣含有量 > = 30%。	GB/T5101-1998「焼結普通煉瓦」
ブロック	(1) 普通コンクリート小型中空ブロック		GB8239-1997「普通コンクリート 小型中空ブロック」
	(2) 軽量骨材コンクリート小型中空ブロック		GB15229-1994「軽量骨材コン クリート小型中空ブロック」
	(3) 軽量気泡コンクリートブロック		GB/T11968-1997「軽量気泡コ ンクリートブロック」
	(4) 石膏ブロック		JC/T698-1998「石膏簿ロック」
	(5) 残渣ブロック（石炭灰ブロックと 石炭灰小型中空ブロックを含む）	残渣含有量 > = 30%	JC238-1991（1996）「石炭灰ブ ロック」、JC862-2000「石炭灰 小型中空ブロック」
板材	(1) GRC 板材		JC666-1997「GRC」
	(2) 繊維増強低アルカリ度セメント板		JC/T626-1996「繊維増強低ア ルカリ度セメント平板」
	(3) 軽量気泡コンクリート板		GB15762-1995「蒸圧加気コン クリート板」
	(4) 軽量骨材コンクリート板		JC/T3029-1995「住宅内部仕切 り壁用の軽量板」
	(5) SRC 板		JC623-1996「SRC 多層板」
	(6) 石膏壁板（紙面石膏板、石膏中空 板を含む）	紙面石膏板の生産能 力 > = 2000 万 m ² /年	GB/T9775-1999「紙面石膏板」、 JC/T829-1998「石膏中空板」
	(7) 金属面多層板（金属面ポリスチ レン板、金属面硬質ポリウレタン板、金 属面岩繊維板、金属面鉍山残渣繊維板 を含む）		JC689-1998「金属面ポリスチ レン板」 JC/T868-2000「金属面硬質ポ リウレタン板」 JC/T869-2000「金属面岩繊維、 鉍山残渣繊維板」
	(8) 複合軽質多層仕切り壁板		「建築軽質板、壁仕切り板施工 及び検収規程」
	(9) 残渣板材（ケイ酸カルシウム、工 業残渣コンクリート中空仕切り壁用 板、建築用藁板を含む）		JC/T564-2000「繊維増強ケイ 酸カルシウム板」 JC3063-1999「工業残渣コンク リート中空仕切り壁用板」

第2-2-15表 「第11次5カ年」期における再生可能エネルギー建築応用推進技術リスト

技術分野	技術分類	技術名称	技術支援組織	技術適用条件
ヒートポンプ	土壌熱源	埋設管式土壌熱源ヒートポンプ中央空調システム	天津中冷暖通潔淨工程技術有限公司	地形が高く寒冷な地域を除き全国に適用
ヒートポンプ	土壌熱源	地熱ヒートポンプ技術の統合・推進応用	山東方亞地源ヒートポンプ空調技術有限公司	一定の地下埋設管空間を有する（建築面積の20-30%）
ヒートポンプ	土壌熱源	地熱ヒートポンプ・熱回収技術	湖北風神淨化空調設備工程有限公司	一定の地下埋設管空間あるいは地表水を有する地方
ヒートポンプ	土壌熱源	地熱ヒートポンプ（熱回収ユニット）技術	江蘇辛普森七彩能源有限公司	地表浅層水源（地下水、河川、湖、海水等）が利用可能等
ヒートポンプ	土壌熱源	地熱ヒートポンプ技術	山東宏力空調設備有限公司	夏季乾球温度35度C、冬季乾球温度7度C、湿球温度6度C
ヒートポンプ	空気熱源	地熱ヒートポンプ技術	山東宏力空調設備有限公司	夏季乾球温度35度C、冬季乾球温度7度C、湿球温度6度C
ヒートポンプ	地下水熱源	中央液体冷熱源型二重温度地熱エネルギーヒートポンプ技術	恒有源科技發展有限公司	水文地質条件が同じでない場合に適合可能
ヒートポンプ	地下水熱源	地熱ヒートポンプ中央空調ユニット	湖南凌天科技有限公司	1、2、3類区域の気象条件下にある、オフィスビル、ホテル、住宅等の民生及び公共建築
ヒートポンプ	地下水熱源	地下水熱源ヒートポンプユニットの代表的な応用技術	開利空調銷售服務（上海）有限公司	浅層地下水が豊富で国家基準に従い、100%涵養が実行可能等
ヒートポンプ	地下水熱源	地表/地下水熱源ヒートポンプ技術	富爾達（北京）高新技術有限公司	水温7-15度C
ヒートポンプ	再生水熱源	再生水熱源ヒートポンプ技術	特霸空調系統（江蘇）有限公司、常州河海水環境工程公司	適当な再生水資源がある、水源の水量・温度がシステムの要求を満足する、再生水の合理的な排出方法がある
ヒートポンプ	再生水熱源	都市原生汚水熱エネルギー資源化プロセス・技術	ハルビン新工大源熱能科技有限公司	水没型汚染防止機が600mm以上の推移で適用等
太陽エネルギー	太陽熱給湯予備技術	インテリジェント全天候太陽熱温水システム	北京市太陽能研究所有限公司	適宜、全国各地で使用
太陽エネルギー	太陽熱給湯予備技術	無差別循環太陽エネルギー熱供給技術	皇明太陽能集団有限公司	水路管ネットワークがあり、水の供給が可能等
太陽エネルギー	太陽エネルギー暖房/冷房技術	一体式平板型太陽エネルギー集熱器	深圳市嘉普通太陽能有限公司	室外温度が0度Cより低く、凍結を防ぐ措置が必要
太陽エネルギー	太陽エネルギー暖房/冷房技術	屋根板として使用可能な建築部材タイプの太陽エネルギー集熱システム	昆明新元陽光科技有限公司	日照時間が年間1200時間以上の地区で南向き等
太陽エネルギー	太陽エネルギー暖房/冷房技術	受動的太陽エネルギー建築技術応用	甘肅省科学院自然能源研究所	太陽エネルギー資源がⅢ以上の地区、建物が南あるいは東向きで西向き15度の範囲内

技術分野	技術分類	技術名称	技術支援組織	技術適用条件
太陽エネルギー	太陽エネルギーグリーン照明技術	LED照明及び再生可能エネルギーと都市住宅用電気最適化補完システム	貴州首朗新能源有限公司	公共建築、公用施設、工場、住宅
太陽エネルギー	建築と一体化した太陽エネルギー発電技術	低コスト太陽光発電建築アセンブリ	深圳市創益科技發展有限公司	日照条件が良好、気温が-40度C～85度C
太陽エネルギー	建築と一体化した太陽エネルギー発電技術	太陽エネルギーと建築が結合した送電網接続発電技術	寧波太陽能電源有限公司	低圧及び高圧送電網接続
太陽エネルギー	建築と一体化した太陽エネルギー発電技術	モノリシック二重接合アモルファスシリコン太陽電池	深圳市拓日新能源科技股份有限公司	十分な日照、独立発電でも送電網接続のどちらでも可能
太陽エネルギー	太陽エネルギーとその他エネルギーの組み合わせによる技術	太陽エネルギー・空気熱源ヒートポンプの組み合わせによる温水予備技術	福建開普教育設備有限公司	太陽エネルギー集熱器が必要とする面積より小さい床面積の建物に利用等
バイオマス・エネルギー	バイオマスガス化暖房技術	「見龍」ブランドのワラ・ガス化ユニット	遼寧見龍農村能源環境技術有限公司	ワラの含水量が18%未満
バイオマス・エネルギー	ゴミ焚き発電技術	ゴミ焚き発電クリーン生産技術の一体化	天津泰達環保有限公司	都市ゴミ処理量が年間40万トン以上

出典：「建設部“十一五”可再生能源建築応用推広技術目錄」（建設部、2007年8月）

第2-2-16表 再生可能エネルギー建築応用実証プロジェクト

省・市	プロジェクト	技術タイプ	実証面積 (万 m ²) / 太陽光出力 (kWp)
北京市	北京未来之家生態展示楼	太陽熱給湯、土壤熱源ヒートポンプ	1.28
	迦南大厦及花園商貿批發交易大楼	地下水熱源ヒートポンプ	8.93
	平谷区新農村建設太陽能供暖 / 溫水系統	太陽エネルギー暖房・冷房	1.74
天津市	天津工業大学二期学生生活区	土壤熱源ヒートポンプ	8.00
	天津市安定医院	土壤熱源ヒートポンプ	7.85
	匯森集团富水一方	土壤熱源ヒートポンプ	12.40
河北省	唐山天源里住宅小区	太陽熱給湯	15.19
	唐山学院北校区工程	土壤熱源ヒートポンプ	6.13
	辛集芳華小区	太陽熱給湯、地下水熱源ヒートポンプ	—
	尚都東明城市花園	地下水熱源ヒートポンプ	14.00
遼寧	沈陽 AMT 裝備製造基地	地下水熱源ヒートポンプ	10.00
	中国医科大学付属第二医院病房楼	地下水熱源ヒートポンプ	3.88
大連市	小平島新区	海水熱源ヒートポンプ	50.00
黒龍江省	讓湖路地区採用ヒートポンプ技術集中供熱工程プロジェクト	改造プロジェクト、汚水熱源ヒートポンプ	—
上海市	上海浦江智谷商務園	地下水熱源ヒートポンプ	13.73
	上海市崇明県堅新鎮前衛村全国科普教育基地 (改造)	地下水熱源ヒートポンプ	2.00
	上海越洋広場静安区南京西路1627号地塊	太陽熱給湯、太陽光発電	2.2734/19.8kWp
	上海電気総公司臨港重裝備製造基地総合楼	太陽熱給湯、太陽光発電	1.7748/220.5kWp

省・市	プロジェクト	技術タイプ	実証面積 (万 m ²) / 太陽光出力 (kWp)
江蘇省	南通新城住宅小区	污水熱源ヒートポンプ	－
	南京奥体新城 5 期 A1 地塊	太陽光発電	480kWp
安徽省	科学家園職工住宅小区	淡水熱源ヒートポンプ	20.40
福建省	福州大学図書館	地下水熱源ヒートポンプ	3.55
	福州大学建築省エネ実証共同住宅	太陽熱給湯、太陽光発電	1.5/1.2kWp
江西省	江中紫金城プロジェクト	地下水熱源ヒートポンプ、太陽熱給湯	38 (ヒートポンプ 12、太陽 26)
	博苑、象湖茗居	地下水熱源ヒートポンプ	10.07
山東省	文化名居	太陽熱給湯	7.00
青島市	青島国際帆船中心	海水熱源ヒートポンプ	3.07
河南省	上元国際大厦	地下水熱源ヒートポンプ	2.45
	鶴壁市政府オフィス	地下水熱源ヒートポンプ	5.50
	河南省鄭州高新技術産業開発地質科研基地浅層地能建築応用実証プロジェクト	地下水熱源ヒートポンプ	5.60
	鶴壁市公共弁公区	地下水熱源ヒートポンプ	1.79
	鶴壁市迎賓館南区	地下水熱源ヒートポンプ	1.00
	金領時代住宅区	地下水熱源ヒートポンプ	22.00
	牧業工程高校専科学校新校区	地下水熱源ヒートポンプ	－
湖北省	武漢市百步亭新港苑小区	太陽熱給湯、地下水熱源ヒートポンプ	居住：太陽熱給湯 12.7、公共建築：ヒートポンプ 0.75
	武漢日新科技园	太陽熱給湯、太陽光発電	0.8/615kWp
	武漢科技学院新校区Ⅱ期工程太陽エネルギー建築応用実証	太陽光発電	70kWp
	武漢市 MATIC EBMT5 省エネ照明システム改造プロジェクト	土壌熱源ヒートポンプ	1.50
	宜昌金締華城プロジェクト	土壌熱源ヒートポンプ	2.80
	襄樊左岸春天住宅小区	地下水熱源ヒートポンプ	2.00
	襄陽古城住宅楼群プロジェクト	太陽熱給湯	50.00
湖南省	湘潭東方名苑応用地表水水源ヒートポンプ再生可能エネルギー実証工程	淡水熱源ヒートポンプ	－
深圳市	深圳高新区軟件大厦	太陽光発電	204.12kWp
広西	広西建設大厦	土壌熱源ヒートポンプ	3.10
	広西大学行健文理学院	土壌熱源ヒートポンプ	9.95
	広西工業学院鹿山学院	土壌熱源ヒートポンプ	2.00
四川省	成都市中級人民法院審判業務綜合楼南遷都プロジェクト	土壌熱源ヒートポンプ	6.25
	龍錦慧苑居住小区	土壌熱源ヒートポンプ	4.16
	成都医学院新校区	地下水熱源ヒートポンプ	6.39
	邛崃市人民医院住院大楼	地下水熱源ヒートポンプ	1.95
貴州省	貴陽市金陽新区景怡苑住宅小区	地下水熱源ヒートポンプ	－
陝西省	第四軍医大学西京医院消化病医療楼	污水熱源ヒートポンプ	3.31
	紫薇風尚	太陽エネルギー暖房・冷房	17.47
	長安大学雁塔校区地質大厦	土壌熱源ヒートポンプ	2.37
	曲江・翠竹園Ⅱ期	太陽エネルギー暖房・冷房	8.71
新疆	特变昌化プロジェクト	太陽エネルギー暖房・冷房	12.80

出典：「第二批可再生能源建築応用示范公示」（財政部、建設部、2007 年 10 月）

(3) 交通省エネルギー技術

中国自動車（自動車）工業協会の集計によると、中国の2009年の自動車生産台数と販売台数は、米国を抜き世界最大となった。それによると、生産台数は前年比48.3%増の1379万1000台、販売台数は46.2%増の1364万4800台となった。

販売台数をメーカー別に見ると、上海汽車が270万5500台でトップ、以下、一汽194万4600台、東風189万7700台、長安186万9800台、北汽124万3000台などとなり、この5社だけで合計販売台数の71%を占めた。

現在、交通分野のエネルギー消費量は全エネルギー消費量の約8%を占めているが、将来的には全エネルギー消費の3分の1まで増加するとみられている。こうしたなかで中国は、交通を発展させるという前提に立ち、省エネを積極的に推進するとの基本方針を明らかにしている。とくに、自動車保有台数の増加にともない、将来の交通分野における省エネは、自動車の省エネに重点が置かれる。

中国の自動車産業は大きな転換点にたっており、省エネ技術も変革期を迎えつつある。自動車省エネ技術としては、燃料の多様化、自動車システムの電子化、動力の電化、材料の軽量化などがあげられる。

現在の自動車の主流である内燃機関動力技術については、ディーゼルエンジンに関してはコンピュータ制御のコモンレール方式高圧ディーゼル噴射技術、ガソリンエンジンに関しては筒内直噴技術などに関心が集まっている。また、燃費だけでなく、走行安全性や排ガスの削減に寄与するとの考えから、無段変速機やデュアルクラッチ変速機などの開発にも力が注がれている。

2004年6月に公表された「自動車産業発展政策」では、エネルギー消費と汚染が少なく、新エネルギー・新動力の自動車を消費者が購入するよう誘導し、環境保護を強化することが明確に打ち出された。

一方、「省エネ技術政策大綱」では、省エネ型乗用車とディーゼル車の発展を奨励し、燃料税制を早急に実施することが提示されている。具体的には、アルコール燃料やバイオディーゼルなどの代替燃料の使用を奨励するとともに、状況に応じて天然ガス自動車を拡大し、電気自動車と水素ガス自動車の研究開発を進めるなどとしている。

国務院の承認を得て、工業・情報化部が2009年3月に公表した「自動車産業調整振興規画」（「汽車産業調整和振興規劃」）では、2011年までを視野に入れた目標や自動車技術の進歩・改造の具体的方向が示された。

それによると、自動車の生産、販売台数については2009年に1000万台を突破するとともに、生産・販売規模が200万台を超える企業を2～3社、また100万台を超える企業を4～5社にするとの目標を掲げた。

また、既存の生産能力を改造し、電気自動車やプラグイン・ハイブリッド車、ハイブリッド車等の新エネルギー自動車の生産能力を50万台程度確立し、乗用車の販売総量に占める割合を5%程度にするとした。主要乗用車メーカーに対しては、認証を取得した新エネルギー自動車を製品ラインアップに加えることを要求した。

同規画ではさらに、エンジンや変速機、ブレーキ系、駆動系、制御系などの重要部品・技術の自主化を実現し、新エネルギー自動車専用の部品・技術が世界的な先進水準に到達するよう求めた。

このほか同規画では、「自動車技術進歩・技術改造プロジェクト及び製品リスト」が作成されるとともに、新エネルギー自動車動力モジュールの産業化や内燃機関の技術改良、先進的な変速機の産業化、重要部品の産業化に加えて、独立した公的な検査・測定機関、産・学・研が一体となった自動車重要部品の技術センターの設立などが盛り込まれた。

一方、2011年までの期間について、技術進歩や技術改良のための特別資金として政府が100億元を

投資し、省エネや環境保全、安全等に関する技術水準を引き上げるとともに、自動車・部品に関する技術研究・製造・検査測定プラットフォームを構築する考えを明らかにした。

中国政府としては、国家財政からの支援によって国家省エネ・新エネルギー自動車実証プロジェクトをスタートさせ、大・中都市においてハイブリッド車や電気自動車、燃料電池車等の省エネ自動車の実証を行うことを支持する意向も表明した。県級以上の人民政府に対しては、公共交通機関やタクシー、環境衛生、郵便、空港等では、新エネルギー自動車の使用を優先的に行うとともに、電気自動車のための急速充電ネットワークを構築し、停車場等の公共の場所に充電施設を建設するよう求めている。

なお、財政部と科学技術部は2009年1月23日、省エネ・排出削減に加えて、石油節約・節電をさらに強化する一環として、北京、上海、重慶、長春、大連、杭州、済南、武漢、深圳、合肥、長沙、昆明、南昌の13都市で、省エネ・新エネルギー車の実証試験を実施する計画を明らかにするとともに、各地方政府に対して実施計画を作成するよう要求した。ハイブリッド車と電気自動車、燃料電池車の購入に対して中央財政から補助する。また、地方政府は、関連施設の建設・維持に対して財政面で補助を行う。

中国電動車協会は2009年5月31日、次世代リチウム電池正極材料であるリン酸鉄リチウム材料及び動力電池産業化研究プロジェクトが、科学技術部が組織した専門グループの実行可能性論証にパスしたことを明らかにした。同プロジェクトは、2009年の「国家科学技術支援計画」の重点プロジェクトにも盛り込まれている。

産・官・学が一体となった新エネルギー車基地を建設するプロジェクトも大きく動き出した。2009年7月18日、上海汽車集団と上海市嘉定区が新エネルギー車に関する戦略提携協定を締結するとともに、新エネルギー車と重要部品の製造拠点となる産業基地の除幕式が行われた。「中国新聞網」が19日に伝えた。

産業基地は、上海市嘉定区の外岡鎮に位置し広さ4km²。第I期投資では30億元が投入されることになっているが、すでに16億元が投資され、インフラ設備はほぼ整備されている。同基地には上海汽車集団汽車工程研究院をはじめ、同済大学新エネルギー自動車工程センター、地面交通風洞実験室、軌道交通実験室などが着手する重点研究プロジェクトのほか、世界的な自動車メーカーも開発拠点を置く。

中国科学院は2009年8月8日、同産業基地内に「電動自動車研究開発センター」を設立した。中国科学院は、モータや電池、制御システム、材料などの基礎研究を行ってきており、電動自動車の研究開発をさらに本格化させる。新設の研究開発センターは非法人研究組織で、中国科学院傘下の深圳先進技術研究院が中心となって、電工研究所、物理研究所等が共同で設立した。

電気自動車の導入拡大に不可欠な充電ステーションの整備も大きく動き出した。南方電網公司は2009年12月末、深圳で国内最大規模の充電ステーションの運用を開始した。充電ステーションは2カ所で、充電スタンドは全部で134台が設置された。

一方、国家电网公司は2010年1月14日、同社の営業区域である27の省と市に電気自動車用の充電ステーションを2010年に建設する計画であることを明らかにした。それによると、公共の充電ステーションを75カ所、充電スタンドを合計で6209台設置し、電気自動車の普及拡大に寄与する意向を表明した。

中国の自動車メーカーの中には、電気自動車の市場投入を具体化しようという動きも見られる。中国長安汽車集団は、中国初の電気自動車である「奔奔」を2009年12月7日、ラインオフした。「チャイナネット」が伝えた。

「奔奔」は、長安汽車の200人から成る専門家チームが2年にわたって開発したもので、最高速度は時速120km、充電は約30分の急速充電とスロー充電の約6時間があり、1回の充電で150km走行する

ことができる。2010 年下半期の販売を予定している。

また、広東省の比亞迪汽車（BYD オート）は 2010 年 1 月 12 日、「デトロイト・モーターショー 2010」で、電気自動車「e6」を 2010 年内に米国で発売すると発表した。同社によると、リチウムイオン電池を搭載し、1 回の充電で 300 ～ 400km の走行が可能という。

中国では、電気自動車と基本的には同じ技術である「電池＋モータ」を組み合わせた移動手段が爆発的に普及している。中国自転車（自転車）協会によると、2007 年の電動自転車の生産台数が 2138 万台に達した。ちなみに同年の自転車生産台数は 8713 万台であり、合計は 1 億 851 万台となった。

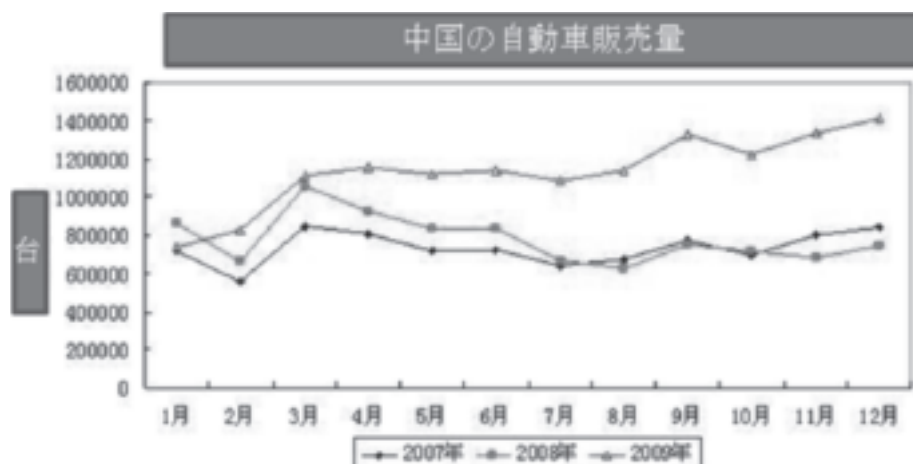
電動自転車は、自転車に電池とモータをつけたもので、1999 年に公布された「電動自転車通用技術条件」によると、最高設計時速は 20km を超えない、車重は 40kg 以下、1 回の充電で可能な走行距離は 25km 以上などとなっている。価格は 2000 ～ 3000 元程度で、免許を必要としないこともあって爆発的に普及した。

2009 年 12 月 23 日付「中国電動自転車網」によると、2009 年 10 月までの一定規模以上の企業による自転車生産台数は 4445 万台となり、前年同期に比べて 17.9% 減少し、下げ幅は 1996 年以来、最大となった。これに対して電動自転車の生産台数は 10% 以上の伸びを示し、2007 年から 3 年続けて 2000 万台を超えることが確実な情勢となった。中国自転車協会によると、電動自転車の保有台数は 1 億 2000 万台に達しているといわれている。

中国科学院物理研究所・クリーンエネルギーセンター常務副主任の黄学傑氏は 2009 年 3 月 24 日、電気自動車用リチウム電池の将来に言及するなかで、電動自転車産業の発展がリチウムイオン電池最大の弱点である高コスト問題を克服する鍵を握っているとの考えを示した（「リチウムイオン電池およびそのキーとなる材料」、科学技術振興機構「Science Portal China」）。

同氏によると、電動自転車に用いられている電池はほとんど鉛電池であるが、電動自転車業界では持続可能な発展に向けて、環境に優しいリチウムイオン電池に期待を寄せている。また同氏は、電動自転車が電気自動車のベースになっていることから、電動自転車のリチウムイオン電池に対する需要が高まるにつれ、産業規模が拡大すればコストも急速に低下すると予想している。

第 2-2-1 図 2007 ～ 2009 年の中国の自動車販売量



出典：「2009 年汽車工業経済運行報告」（工業・情報化部、2010 年 1 月）

第 2-2-17 表 自動車技術進歩・技術改造プロジェクト及び製品リスト (2009 ~ 2011 年における技術進歩・技術改良投資目標)

電動自動車及び部品	
プロジェクトあるいは製品 名称	規格・等級
電気自動車を生産するにあたって既存能力を利用するための改造プロジェクトあるいは動力モジュール建設プロジェクト	最高時速：100km 以上 1 充電あたりの走行距離：200km 以上 動力電池等、主要備品の使用寿命：10 万 km 以上 車載充電：5 時間以下 (0 ~ 100% SOC = バッテリー充電状態) 急速充電：30 分以下 (0 ~ 80% SOC)
プラグイン・ハイブリッド車を生産するにあたって既存能力を利用するための改造プロジェクトあるいは動力モジュール建設プロジェクト	純電動モデルの 1 充電あたりの走行距離： 100km 以上 (乗用車、時速 60km (等速)) 50km 以上 (都市公共交通用バス、時速 40km (等速)) 主要部品の使用寿命： 10 万 km 以上 (乗用車) 8 万 km 以上 (都市公共交通用バス)
先進動力電池システム	動作温度：-20 度 C ~ 55 度 C 貯蔵・輸送温度：-40 度 C ~ 80 度 C エネルギー密度 90Wh/kg 以上 (電池パック全体) 最大放電倍率：10C 最大充電倍率：5C サイクル寿命：2000 回
電池管理システム	動作温度：-40 度 C ~ 125 度 C SOC 評価精度偏差：8% 未満 電池状態の検査・測定、絶縁の検査・測定、電池出力計算、電池の熱管理、電池の故障検査・測定、電池の安全保護、OBD (自己故障診断)、CAN (Controller Area Network) 等の機能を備え、国の関連基準に適合する。
モータ及び駆動系	モータ出力 (ステータとローター重量)：乗用車 2kW/kg 以上、バス 1.5kW/kg 以上 駆動系の高効率領域 (効率 80% 超)：50% 以上 スピード制御精度：ベーススピード以下 $\pm 50r/\text{分}$ 、ベーススピード以上 1% トルク制御精度： $\pm 5\%$ 駆動系動作環境温度：-40 度 C ~ 125 度 C トルク反応時間：定格トルク反応時間 10ms 以下
可変速電気駆動系	自動変速機 (AT) が実現可能、変速機動力の中断時間、バス：1.2 秒未満、乗用車：0.9 秒未満 変速機伝動効率：94% 以上 CAN 機能、AT 機能、故障診断機能、故障安全機能、オフライン調整機能、変速及び故障表示機能等を備える システムの信頼性：10 万 km 超
電気自動車用高出力電子部品	電圧レベル：600V 以上 電流：300A 以上 動作環境温度：-45 度 C ~ 150 度 C 振動耐性：10g 寿命：10 年超
車用 DC/DC	入力動作電圧範囲：100 ~ 400V 出力電圧設定可能 電気出力：1kW 以上 効率：85% 以上 動作環境温度：-40 度 C ~ 125 度 C 過電流、ショート、電圧不足、過熱、オーバーロード、漏電等の保護機能を備え、国の関連基準に適合
車載充電機	定格入力電圧：単相 220V $\pm 15\%$ 出力係数：0.85 以上 充電効率：85% 以上 出力電圧：280-400VDC 電気出力：3.3kW 以上 動作環境温度：-20 度 C ~ 65 度 C 12V の DC 電源 (150W 以上)； CAN のバス・インターフェイス、インテリジェント自動充電モードを備える。 過電流、ショート、電圧不足、過熱、オーバーロード、漏電等の保護機能を備え、国の関連基準に適合

ハイブリッド車専用動力結合及び伝動装置	モータ、差動歯車、減速機、変速機、クラッチを一体的に設計し、電気自動車とハイブリッド車の駆動モードをサポートする。機械の伝動効率：92%超、全自動無段変速機能を備える。
乗用車用空調電動圧縮機	定格出力：2kW 以上 圧縮機回転速度制御範囲：0 ～ 9000r/分、回転速度は無段調整の実現によって可能 動作電圧範囲：200 ～ 400V 冷却エネルギー効率比：2 以上 騒音：70dB 以下（1000r/分、吸気圧力 300kPa、排気圧力 1.5MPa） 過熱保護、過圧・過流保護、故障診断機能あり。 電磁両立性（EMC）が国家基準に適合。 動作環境温度：-40 度 C ～ 125 度 C
エンジン	
プロジェクトあるいは製品 名称	規格・等級
自主知的財産権を持つ電子制御システムのガソリンエンジンの改良	単位出力：50kW/L 以上 排出量が国家Ⅳ排出基準の要求に適合
1500cc（1.5L）以下の自然吸気ガソリンエンジン	単位出力：55kW/L 以上 排出量が国家Ⅳ排出基準の要求に適合
非直接噴射加給機（ターボチャージャー）ガソリンエンジン	単位出力：70kW/L 超 単位トルク：140Nm/L 超 定員乗車時の燃費：260g/kWh 以下
筒内直噴ガソリンエンジン	排出量が欧州Ⅴ基準の要求に適合 単位出力、非加給 60kW/L 超、加給 75kW/L 超 単位トルク、非加給：100Nm/L 超、加給：160Nm/L 超 燃費：非加給 355g/kWh（2000r/分）、2 バール 加給 365g/kWh（2000r/分）、2 バール
ガソリンエンジン・ターボチャージャー	渦前面最高温度：1000 度 C タービン効率：78%以上あるいはターボチャージャー効率 0.55 以上 全速・定員乗車時の 500 時間耐久性で無故障
ガソリンエンジン用触媒	低貴金属含有触媒：1600cc 以下の排気量のガソリンエンジンに適用、前段、後段触媒貴金属含有量：3.6g/L、1.5g/L 以下、適用排気量：1600cc 超のガソリンエンジン、前段、後段触媒貴金属含有量：5g/L 以下、1.8g/L 以下、点火温度：250 度 C 以下（新品）、310 度 C 以下（老朽後）。排出基準と耐久試験において欧州Ⅴ基準に適合
自主知的財産権を有するコモンレールシステムのディーゼルエンジンの改良	排出量が国家Ⅳ排出基準に適合 3000cc 以下のディーゼルエンジン：単位出力 40kW/L 以上、最低燃費 210g/kWh 未満 3000cc 以上のディーゼルエンジン：単位出力 30kW/L 以上、外部特性最低燃費 195g/kWh（3 ～ 8L）未満、外部特性最低燃費 190g/kWh（8L 以上）未満
3000cc 以下のディーゼルエンジン	単位出力：45kW/L 以上 最低燃費：210g/kWh 未満 排出量が国家Ⅴ基準に適合
3000cc 以上のディーゼルエンジン	単位出力：35kW/L 以上 外部特性最低燃費：195g/kWh 未満（3 ～ 8L） 外部特性最低燃費：190g/kWh 未満（8L 以上） 排出量が国家Ⅴ基準に適合
ディーゼルエンジンの電子制御システム	12V と 24V の電力供給 ディーゼルエンジンと車両の各種運転状況下における定常・過渡制御機能に関するソフトウェアの実現 国家Ⅳ排出基準及び車載診断（OBD）要求に適合 関連機械モデルの信頼性要件に適合 EMC の試験要件に適合

ディーゼルエンジンのコモンレール電子制御システム	32ビット・マイクロプロセッサを採用したコントローラ 12V と 24V の電力供給の両立 ディーゼルエンジンと車両の各種運転状況下における定常・過渡制御機能に関するソフトウェアの実現以外では、プログラムのダウンロードとオフライン調整機能を備える 5 回以上のインジェクション能力を備える 4～6 気筒のエンジン使用をサポート 国家Ⅳ基準の以上の排出基準及び車載診断（OBD）要件に適合 関連する機械モデルの信頼性要件に適合 EMC の試験要件に適合
高圧コモンレールシステム	コモンレール圧力：1660 バール以上 容積効率：80% 超、サイクルごとに 5 回以上のインジェクションを実現可能、インジェクタのインジェクション開始遅れ時間：500 μ s 以下、インジェクション一致誤差： $\pm 2\%$ 未満（アイドリングポイント： $\pm 8\%$ 未満）、レール圧力揺らぎ範囲：2MPa 未満 関連の機械モデルの信頼性要件に適合 EMC 試験要件に適合
ディーゼルエンジンの排ガス浄化制御システム	国家Ⅳ排出基準の要件に適合、自主的知的財産権を持つ制御手段及びハード・ソフトウェアの実現。具体的には、選択触媒還元（SCR）に対応した尿素噴射量の制御機能（制御誤差：1% 未満）、ディーゼル粒子フィルタ（DPF）の再生制御機能、排気再循環（EGR）制御 後処理に関する OBD 診断機能
ディーゼルエンジン排ガスの後処理装置	以下の特徴を備えるとともに、HJ451 要件に適合し、完成車の排出量がディーゼルエンジンの排ガス後処理装置に関する国家Ⅳ以上の排出基準に適合する。 1) ディーゼル車用のディーゼル酸化触媒（DOC）：貴金属含有量：2g/L 未満、THC、CO の最大転換効率：90% 以上、微粒子の濾過効率：25% 以上、点火温度：200 度 C 以下、劣化率：10% 以下 2) 微粒子捕集器（DPF）：微粒子濾過効率：90% 超、再生効率：90% 以上、キャリア最大圧力差：20kPa 未満、劣化率：10% 以下、CDPF に対する貴金属含有量：2g/L 未満 3) 選択触媒還元（SCR）装置：点火温度：220 度 C 未満、ESC リサイクル NO_x 還元効率：90% 超、ETC リサイクル NO_x 還元効率：80% 超、 NH_3 平均オーバーフロー濃度：5ppm 未満、過渡的オーバーフロー濃度：10ppm 未満
ディーゼルエンジン廃ガス再循環	電動式；排気温度 800 度 C、位置閉ループフィードバック機能を具備、排気再循環率制御誤差：5% 未満、バルブの炭素沈積物自動クリーン機能を具備
変速機	
プロジェクトあるいは製品名称	規格・等級
乗用車の 6 段式以上の手動変速機	前進用変速機の伝動効率：95% 以上、後進用変速機の伝動効率：93% 以上、質量あたりのトルク：5.5Nm/kg 以上
乗用車のダブルクラッチ式自動変速機	ギア段数：6 以上、伝動効率：95% 以上（時速 60km） 横置き重量：65kg 以内、縦置き重量：90kg 以内 騒音（1m）：65db（A）以下
乗用車の無段自動変速機	伝動効率：95% 以上（時速 80km）、手動モデルのギア段数：7 以上、質量：65kg 以下
商用車自動制御機械式変速機	シフトレバーとクラッチアクチュエータは圧搾空気式とするとともにプラットフォーム化を実現する バスや工事及び特殊車両への適用可能 完成車の燃費は同じギア段数の手動変速機に比べて 5% 少なくなるよう引き上げる サブハウジングがない場合の最長ギアシフト時間：0.9 秒、サブハウジングがある場合の最長ギアシフト時間：1.5 秒以下 手動式・自動式一体化モデルを具備する 騒音（1m）：85db（A）以下
自動変速機アクチュエータ（ソレノイドバルブ）	動作温度：-40 度 C ～ 150 度 C、耐腐食性自動変速機油、電流範囲：0 ～ 1.5A、漏えい、反応時間等が国際的に見て同種の製品に相当
液圧制動装置	最大減速トルク：3800Nm（2800r/分）超、N3 類と M3 類の自動車に適用するとともに、変速機統合計画の一般化、シリーズ化を検討する
渦電流式制動装置	電圧：24V、定格トルク：650 ～ 3300Nm

変速機自動制御ユニット (無段変速制御装置)	制御ユニットは 16 ビットあるいは 32 ビットのマイクロプロセッサを採用、防護グレード IP66/IPX9K ソフトウェアは、自動シフト機能や手動シフトアップ・シフトダウン機能、スムーズスタート機能、モータ通信機能、故障診断機能、故障安全機能、オフライン調整機能等を具備する
自動車電子制御システム	
プロジェクトあるいは製品 名称	規格・等級
タイヤの空気圧モニタリングシステム (TPMS)	各車輪圧力の独立表示 警告時間：6 秒以下 システム寿命：10 年あるいは 30 万 km 以上
車載式故障診断システム (OBD)	故障情報の検査測定・記録、動作試験、データ傾向の読み取り、オンライン校正、パラメータ設定、車両に関連する情報の読み取りとソフトウェア改善等の機能を有しなければならない。 車載式故障診断ユニットのサポート：k 診断通信プロトコル、CAN 診断通信プロトコル 標準 ID と拡張 ID と両立 自動探索診断通信プロトコル機能
エンジン盗難防止システム	(略)
車体バス制御システム	(略)
サーボ制御ヘッドランプシステム	(略)
自動車用 LED ヘッドランプ	(略)
デジタルメーターシステム	(略)
車両電子安定制御システム	(略)
駆動力配分システム	(略)
制動力配分システム	(略)
アンチロックブレーキングシステム	(略)
電子パーキング・ブレーキングシステム	(略)
自動衝突防止システム	(略)
その他重要部品	
プロジェクトあるいは製品 名称	規格・等級
大型バス専用低床車軸	(略)
エアサスペンション	(略)
エネルギー吸収式ステアリングシステム	(略)
大・中型バス用インバータ エアコンシステム	(略)
高張力鋼車輪	(略)
電動アシスト・ステアリングシステム	(略)

出典：「自動車産業調整と振興計画」（工業・情報化部、2009 年 3 月 23 日）

第 2-2-18 表 中国の「自転車」と「電動自転車」の生産量（2007）

地 区	総生産量（万台）	自転車（万台）	電動自転車（万台）	データ出所
天津	4703.5	4053.7	649.9	地方協会
河北	25.3	20.2	5.1	地方協会
上海	978.8	817.2	160.8	地方協会
江蘇	1333.2	829.1	504.1	地方協会
浙江	2148.9	1705.5	443.4	地方協会
安徽	0.3	0.3	－	統計局
江西	0.3	0.3	－	統計局
山東	309.7	51.1	258.6	地方協会
河南	68.9	10.0	58.9	地方協会
湖北	8.7	8.7	－	統計局
湖南	0.1	0.1	－	統計局
広東	1418.9	1347.7	71.2	地方協会
広西	7.3	7.3	－	統計局
四川	43.9	30.0	13.9	地方協会
陝西	2.0	2.0	－	統計局
調整前合計	11049.0	8883.1	2165.9	
調整後合計*	10851.3	8713.1	2138.2	

※：中国自転車協会が調整

出典：「天津市自転車協会 2008 年第 08 期行業信息」（2008 年 4 月 30 日）

（4）農業省エネルギー技術

「中国能源發展報告 2009」によると、2007 年の農村住民の生活用エネルギー消費は 2000 年比で 32.1% 増加した。年率平均では 4% の伸びを示した計算になる。このうち、商品エネルギーの消費が大きく拡大しており、2000 年比では 47.6% 増加した。一方で、非商品エネルギーの消費量の伸びは 26.4% であった。

また、農村住民の生活用エネルギーの中で、良質なエネルギーの占める割合も上昇傾向にある。2007 年のメタンガスの消費量は 2000 年比で 350% の伸びを示した。液化石油ガスと電力も、それぞれ 122.5% と 95% 増加した。これに対して、灯油の消費量は 67.7% 減少した。

中国の農村部におけるエネルギー利用は、以下のような特徴がある。

- 農業廃棄物を直接燃焼させ、石炭を代替する
- バイオマスからのメタンガスとエタノール燃料の生産が積極的に行われている
- 油脂植物等から燃料油を合成、加工して石油を代替する
- 太陽エネルギーを利用する

農村部でのエネルギー需給は大きく改善されてきているものの、1 人あたりのエネルギー消費量では都市部と大きな開きがある。2006 年の農村住民 1 人あたりの商品エネルギーの消費量は 2000 年と比べて 69.1% 増加し、標準炭換算では 131kg に達したものの、都市部の消費量 275kg と比較すると 47.6% の量に過ぎない。

そうしたなかで、産業規模の拡大と技術水準の向上を踏まえて、農村部における小型電源の利用に期待が高まってきている。

このうち、小型風力発電については生産能力が年間8万台に達したと推定されている。2006年には、31社によって20kW以下の小型風力発電機が約5万台生産された。合計設備容量は5740kWに達し、2005年比では約50%の増加となった。ちなみに中国では近年、単機設備容量が1000kW（1MW）を超える風力発電所が主力となっている。

農村部では、生活水準の向上にともない電力使用量が増加してきた。このため、小型風力発電機の単機容量も大きくなる傾向にあり、300W、500W、1000W（1kW）以上のユニットの生産量が増加している。また、1家庭に1基という状況から、複数基を電力網に接続して利用するという形態に変わりつつある。内蒙古自治区では、1000Wのユニットを並列で8台運転している。

さらに、風力発電ユニット単独での電力供給から、蓄電池の寿命を延ばすことなどを目的として、風力発電と太陽光、または風力発電と太陽光と薪燃料、風力発電と薪燃料といった組み合わせによる電力供給へと方式が変わってきている。

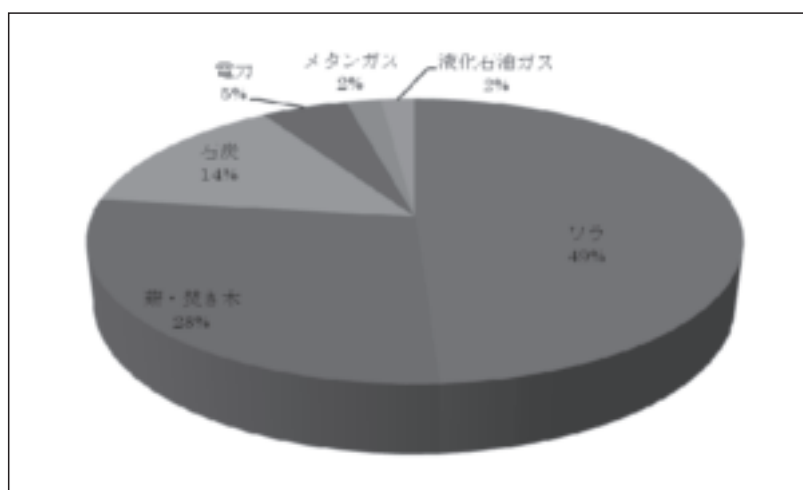
中国で100kW以下の水力発電として定義されているマイクロ水力発電についても、技術と品質の向上にともない、山間部の電気がまだ通じていない農村部での利用が拡大してきている。中国では現在、農村部や放牧地区など、電気が通じていない（無電化）農村が2万8000ヵ所もあると推定されている。戸数では700万戸、人口では約2800万に達するとみられている。このうちの300万戸はマイクロ水力発電で、また400万戸は太陽エネルギーや風力発電によって無電化問題を解決できると考えられている。

第2-2-23表に示すように、中国農村部では2010年から2050年にかけての電力需要が5倍程度に増加すると予測されている。このため、農村部での省エネがきわめて重要になってきている。

農村部での省エネは、生活部門と生産部門に大きく分けることができる。生活用エネルギーの大部分は調理と暖房用である。中国政府は、「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）において、薪や石炭の省エネ型コンロをすべての農村に普及させるとともに、メタンガスの利用戸数3000万戸、メタン発酵槽3000万台、大・中規模メタンガスプロジェクト9600ヵ所、ワラのガス化によるガス供給1000ヵ所などに拡大し、約4000万戸の生活用ガスを基本的に再生可能エネルギーで供給する方針を打ち出している。

また、太陽エネルギーやバイオマス・エネルギー、風力発電、地熱エネルギー、水力発電のほか、建築省エネにも力を入れ、農村部での生活エネルギーの利用率を35%に引き上げるとの目標を掲げている。一方、生産部門における省エネについては、農業機械の省エネをはかる考えを表明している。

第2-2-2図 中国の農村住民の生活用エネルギー（2007年）



原典：「全国農村可再生能源統計 2008」

出典：「中国能源發展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第2-2-19表 地区別に見た中国農村部における再生可能エネルギーの建設状況

地 区	メタンガス槽 (万戸)	養殖場メタンガス プロジェクト	太陽熱温水器 (万 m ²)	ソーラークッカー (万台)	ソーラーハウス (万 m ²)
華 北	298	1494	948.8	3	340.3
東 北	61	329	159.6	—	848.8
華 東	374	12845	1721.3	1	22.4
華 中	610	8440	379.4	—	1.7
華 南	358	1721	419.3	—	0.7
西 南	793	1733	475.4	7	0.4
西 北	129	1494	182.3	100	253.6

原典：「中国税務雑誌社和国家税務総局計画統計司、2007」

出典：「中国能源發展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第2-2-20表 農村部でのメタンガスの利用状況

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
農村用	累計（万戸）	848	956	1110	1289	1541	1806	2200	2650
	生産量（億 m ³ ）	25.9	29.8	37.0	45.8	55.7	70.6	85	102
養殖場	数量（カ所）	855	1171	1351	2124	2492	3556	17475	26586
	総容量（万 m ³ ）	22.1	31.9	42.5	55.1	222.2	100.6	188.9	284.8
	生産量（億 m ³ ）	0.34	0.36	0.51	0.58	0.89	2.30	2.18	3.56

原典：「全国農村可再生能源統計 2001-2008」

出典：「中国能源發展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第 2-2-21 表 3 つの発電方式による比較

	家庭用太陽光発電	家庭用風力発電	マイクロ水力発電
主要設備	太陽電池ユニット、蓄電池、インバータ、コントローラ	風力発電ユニット、蓄電池、インバータ、コントローラ	水力タービン発電ユニット
入力電圧	DC12、24、36.48	DC12、24、36、48	AC220、380
出力電圧	AC110、220、380	AC110、220、380	AC220、380
送電距離	30m	30m	500-1000m
インバータ	必要	必要	不要
充電方式	蓄電池	蓄電池	不要
保守年限	蓄電池は定期的な保守と1～2年内の取り替えを必要とする	蓄電池は定期的な保守と1～2年内の取り替えを必要とする	軸受に定期的に潤滑油を供給するだけで蓄電池は不要
保守技術の技術条件要求	一定の専門知識が必要	一定の専門知識が必要	一定の専門知識が必要
環境保護効果	汚染なし	汚染なし	汚染なし
同等出力の投資コスト	kW あたりの建設費：約 10 万元	kW あたりの建設費：約 2 万元	kW あたりの建設費：5000 ～ 8000 元
設置条件	日照条件良好	風力が豊富	水源と落差が必要

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

第 2-2-22 表 農村部での水力発電所建設と発電電力量

年	投資額 (万元)	年末設備容量 (kW)	同年新設設備容量 (kW)	建設中設備容量 (kW)	同年着工設備容量 (kW)	発電電力量 (万 kWh)
2000	2220993	27487791	2060127	7459500	2384000	8755014
2001	2133741	28787476	1714454	3547500	1462800	9490187
2002	2393195	31044576	1883648	5680800	1419000	10366868
2003	3006249	34157792	2702834	10850143	6385500	10966512
2004	3762995	38655048	4363322	16652425	5362090	11045527
2005	4343826	43090145	4964672	17727677	4284511	13571702
2006	4604296	47196651	6403520	20653424	4501575	14835889
2007	5117926	53855597	6578193	20944545	4498420	16346041

出典：「中国能源統計年鑑 2008」

第 2-2-3 図 中国農村部の水力発電設備容量



出典：「中国能源統計年鑑 2008」

第 2-2-23 表 2010-2050 年にかけての農村部での電力需要予測

(億 kWh)

年	東 部		中 部		西 部		全 国	
	電力需要	送電ロスを考慮した電力需要	電力需要	送電ロスを考慮した電力需要	電力需要	送電ロスを考慮した電力需要	電力需要	送電ロスを考慮した電力需要
2010	4453	4899	796	876	740	814	5990	6589
2020	6501	7151	2179	2397	2026	2229	10706	11777
2050	11529	12682	9966	10962	9266	10193	30761	33837

出典：「中国能源発展報告 2009」（社会科学文献出版社）

4. 新エネルギー技術

(1) 風力発電

①風力発電開発の経緯

中国は豊富な風力資源を抱える。中国気象科学研究院が全国 900 ヶ所の気象ステーションで風力データを計測、集計した結果によると、国内で開発可能な風力発電資源量は約 10 億 kW と推定された。

このうち、陸上の風力発電資源量は約 2 億 5300 万 kW で、内蒙古、甘粛、新疆、黒龍江、吉林、遼寧、青海、チベット、河北を含めた北部地域に分布している。一方、洋上の風力発電資源は約 7 億 5000 万 kW に達すると推定されており、遼寧、河北、山東、江蘇、上海、浙江、福建、広東、広西、海南に分布している（第 2-2-4 図参照）。

その中でも、とくに風力発電資源が豊富な地域は、東南沿海部及び諸島、内蒙古と甘粛省北部、黒龍江省と吉林省東部及び遼東半島沿海部、青海・チベット高原の 4 つに大別することができる。

中国の風力発電開発は 1950 年代後半にスタートした。まず、吉林省や新疆などの地域に 10kW 以下の小型風力発電ユニットが建設された。70 年代末には、浙江機電院や上海電力院などによって国産初の 18kW の風力発電ユニットが建設された。83 年には、55kW の風力発電ユニット 3 台を外国から輸入し技術導入をはかった。

その後、86 年に中国で初めて送電網に接続された風力発電ユニットが山東省の栄成に建設された。同発電所では、デンマーク Vestas 社の「V15-55/11」タイプのユニットが据え付けられた。86 年から

93 年は、「初期実証段階」と位置付けられている。

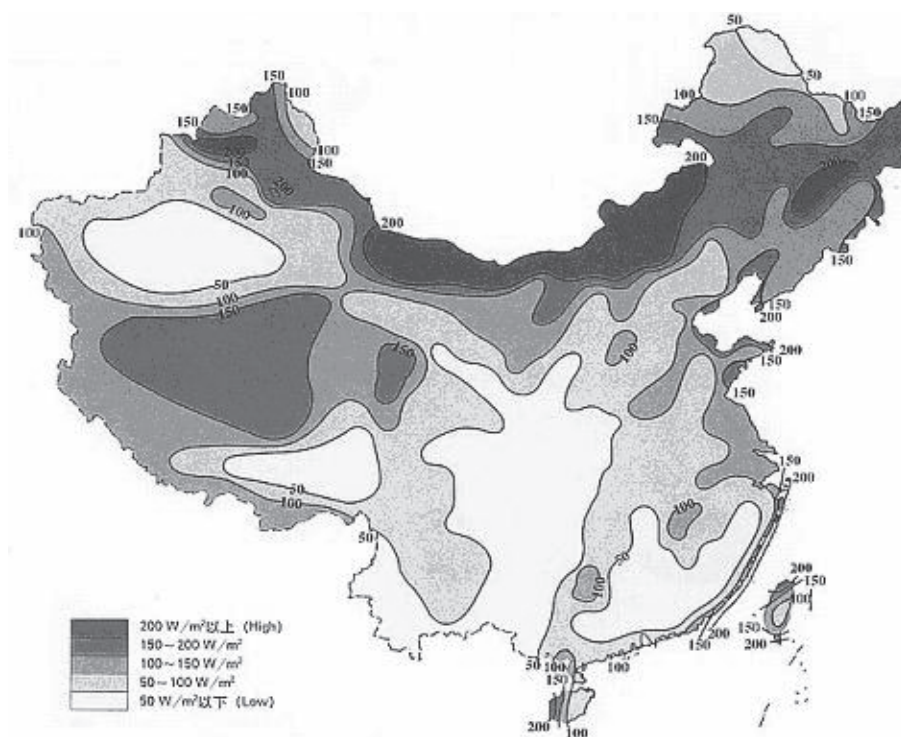
中国は 1994 年、風力発電設備の国産化に舵を切り、国産化をサポートする専門政策を策定した。90 年代には、55kW、120kW、200kW、300kW、500kW のユニットが開発された。94 年から 2003 年は「産業化構築段階」と位置付けられている。

2003 年以後は、「大規模化・国産化」の時代に突入した。国家発展改革委員会は同年、第 I 期全国風力発電特許権プロジェクトの入札を開始した。同プロジェクトは、風力発電開発において、政府が風力発電プロジェクトを企画し、公募入札方式でプロジェクトの請負業者を選定し、発電所の規模や技術指標、建設条件、経営期間、電力販売条件などを決める制度である。2007 年まで、5 回にわたって公募入札が行われ、設備容量は 880 万 kW に達した。

特許権プロジェクトについては、以下のような規則が設けられた。

- 特許権経営権の取得者は、公募入札を通じて決める。
- 特許権経営プロジェクトに使用される風力発電設備については国産設備の最低使用率を定める。
- 特許権経営プロジェクトについては、技術指標、稼働開始時期、経営期間などを定める。
- 特許権経営プロジェクトについては、電力網への販売価格を定める。具体的には、稼働開始から 3 万時間（全出力稼働相当時間）以内は固定価格（落札価格）を適用し、その後は市場価格とする。
- 特許権経営プロジェクトの電力を電網会社の無条件で買取らせるとともに、「電網会社の風力発電電力買取価格－電網会社の火力発電電力の平均買取価格」の差額を電網会社が分担する政策を実施する。

第 2-2-4 図 中国における風力エネルギー密度分布 (W/m^2)



出典：中国気象局

なお、電網会社は政府の委託により、特許権プロジェクトで生産された電力をすべて買取り、政府の差額分担政策に基づき、差額をユーザーに分担させることになった。

特許権プロジェクトの入札は、国家發展改革委員会が行い、5万kW以上の風力発電プロジェクトについては、すべて特許権プロジェクトとして公開入札を通じて請負業者を選定し、同委員会が審査・承認するという方式を採用した。5万kW以下の風力発電プロジェクトについては、所在地の省政府のエネルギー管轄部門が審査・承認を行うこととされた。

地方政府の承認事項である非特許権プロジェクトは、比較的審査を通りやすいことに加えて、電力網への電力販売価格についても地方政府の査定によって決まることから、風力発電規模を4万9500kWに設定する開発業者が多く現れた。

2007年末時点では、風力発電の総発電設備容量に占める割合は、非特許権プロジェクト57%、特許権プロジェクト43%となっている。

中国政府は、風力発電開発を一貫して支持してきており、2002年に1億3800万元に過ぎなかった国家財政からの補助額は2008年には23億7700万元に達した。一方で、風力発電に特徴的な不安定な稼働状況に加えて、技術操作能力や管理レベルの制約から、中国の風力発電事業者の利益はそれほど大きくないのが現状である。

第2-2-24表 2008年における中国資本と合併企業の風力発電市場シェア（新設分）

企業名 (ブランド)	容量 (kW)	中国資本と合併企業全体に 占める割合 (%)	外資企業も含めた全体の新設 設備容量に占める割合 (%)
華銳 Sinovel	1402500	29.71	22.45
金風 Goldwind	1131750	23.98	18.12
東方汽輪機 DEC	1053000	22.31	16.86
運達 Windey	233250	4.94	3.73
上海電気 Sewind	178750	3.79	2.86
明陽 Mingyang	174000	3.69	2.79
航天安迅能 CASC-Acciona	150000	3.18	2.40
湘電 XEMC	120000	2.54	1.92
新誉 New Unite	73500	1.56	1.18
北重 BEIZHONG	60000	1.27	0.96
その他	143680	3.04	2.30
合 計	4720430	100	75.57

出典：「2008年中国風電装机容量統計」（施鵬飛、中国風能協会、2009年3月17日）

第2-2-25表 2008年における外資系企業の風力発電市場シェア（新設分）

企業名 (ブランド)	容量 (kW)	外資系企業全体に 占める割合 (%)	中国企業も含めた全体の新設 設備容量に占める割合 (%)
Vestas（デンマーク）	599700	39.3	9.6
Gamesa（スペイン）	508300	33.31	8.14
GE（米国）	145500	9.53	2.33
Nordex（ドイツ）	144000	9.44	2.31
Suzlon（インド）	128500	8.42	2.06
合 計	1526000	100	24.43

出典：「2008年中国風電装机容量統計」（施鵬飛、中国風能協会、2009年3月17日）

第2-2-26表 2008年時点の中国資本と合併企業の風力発電市場シェア（累計）

企業名 (ブランド)	容量 (kW)	中国資本と合併企業全体に 占める割合 (%)	総設備容量に 占める割合 (%)
金風 Goldwind	2629050	35.02	21.63
華銳 Sinovel	2157000	28.74	17.75
東方汽輪機 DEC	1290000	17.19	10.61
運達 Windey	330250	4.40	2.72
航天安迅能 CASC-Acciona	250500	3.34	2.06
上海電気 Sewind	201250	2.68	1.66
明陽 Mingyang	175500	2.34	1.44
湘電 XEMC	128000	1.71	1.05
新誉 New Unite	82500	1.10	0.68
北重 BEIZHONG	60000	0.80	0.49
その他	202170	2.69	1.66
合 計	7506220	100	61.76

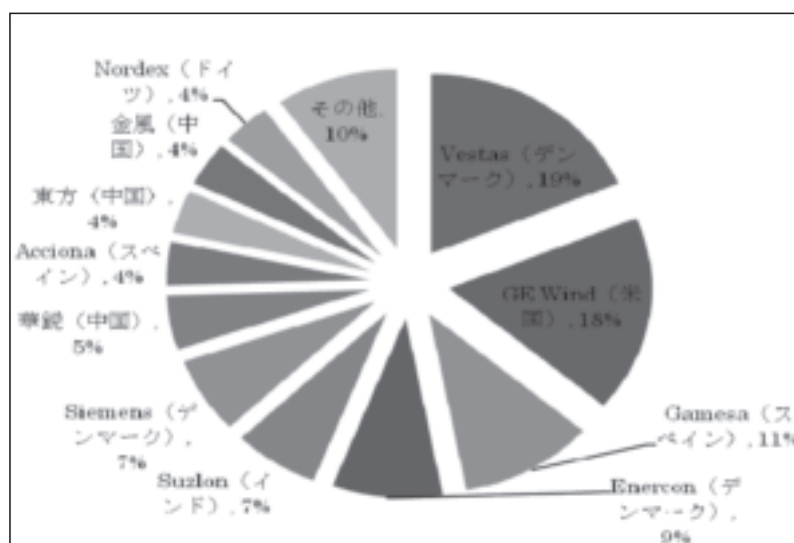
出典：「2008年中国風電装机容量統計」（施鵬飛、中国風能協会、2009年3月17日）

第2-2-27表 2008年時点の外資系企業の風力発電市場シェア（累計）

企業名 (ブランド)	容量 (kW)	外資系企業に 占める割合 (%)	総設備容量に 占める割合 (%)
Gamesa (スペイン)	1552500	33.41	12.77
Vestas (デンマーク)	1455200*	31.32	11.97
GE (米国)	637500*	13.72	5.25
Suzlon (インド)	347250	7.47	2.86
Nordex (ドイツ)	328750	7.08	2.71
その他	325370	7.00	2.68
合 計	4646570	100	38.23

出典：「2008年中国風電装机容量統計」（施鵬飛、中国風能協会、2009年3月17日）

第2-2-5図 世界の風力発電メーカーの市場シェア（2008年）



出典：「Renewable Energy Snapshots 2009」（Niina Kautto and Arnulf Jäger-Waldau, European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, March 2009）

第 2-2-28 表 風力発電特許権プロジェクトと非特許権プロジェクト

	特許権プロジェクト	非特許権プロジェクト
電力価格	一定の発電電力量に対して、政府が固定価格を認める	政府は固定価格を認めない。経営期間内に価格を調整することができる
プロジェクトの準備	政府が組織する。費用はプロジェクト実施事業者が負担する。	プロジェクトの実施事業者が責任を負う。
発電所から電力網までの送電線	電網会社が建設する	実施事業者が建設する
発電ユニットの国産化率	最低 70% の国産化率を確保し、中国国内で組み立てる	最低 70% の国産化率
政府の承認	政府は落札者と特許権契約を締結する。電網会社は落札者と電力売買契約を締結する	承認必要なし

出典：中国風能協会

第 2-2-29 表 風力発電の特許権プロジェクト

	プロジェクト	規模 (MW)	落札企業	電力落札価格 (元 / kWh)	総投資額 (億元)	備 考
2003 年 (第 1 回)	広東恵来石碑山	100	広東粵電集团公司	0.5013	7	2006 年末稼働
	江蘇如東 I 期	100	華睿公司	0.4365	8	2007 年 6 月稼働
2004 年 (第 2 回)	蒙古古輝騰錫勒内	100	北京国際電力公司、華電公司	0.3820	7.46	2007 年末稼働
	吉林通榆 I 期	200	龍源電力集团公司	0.5090	8.67	2007 年 10 月稼働
	吉林通榆 II 期	200	華能集团公司	0.5090	10.9	2009 年末稼働
	江蘇如東 II 期	150	華睿公司	0.5190	13	2007 年 6 月稼働
2005 年 (第 3 回)	江蘇東台	200	国華能源公司、神華電力公司	0.4877	16.8	2007 年 6 月稼働
	江蘇大豊	200	中国電力投資集团公司	0.4877	18	2008 年初め稼働
	甘肅安西	100	中国電力投資集团公司	0.4616	10	2007 年 7 月稼働
	山東即墨	150	華電国際電力公司	0.6000	15	2008 年初め稼働
2006 年 (第 4 回)	内蒙古巴音	200	龍源電力集团公司	0.4656	15.8	2009 年に稼働
	河北单晶河	200	中節風力発電公司	0.5006	16	建設中
	内蒙古灰騰梁特許権 PJ1	300	北方連合電力公司	0.4200	25.5	2007 年末第 1 基稼働
	内蒙古灰騰梁特許権 PJ2	300	中国広東核電集团公司	0.4200	26	2007 年末第 1 基稼働
2007 年 (第 5 回)	内蒙古烏蘭伊利更	300	京能集团公司	0.4680	—	建設中
	内蒙古北清河	300	華電国際電力公司	0.5216	28.5	2011 年に稼働
	河北御道口	150	河北建設能源投資公司	0.5510	13.9	2011 年末に稼働
	甘肅昌馬	200	中節風力発電公司	0.5206	17.3	建設中

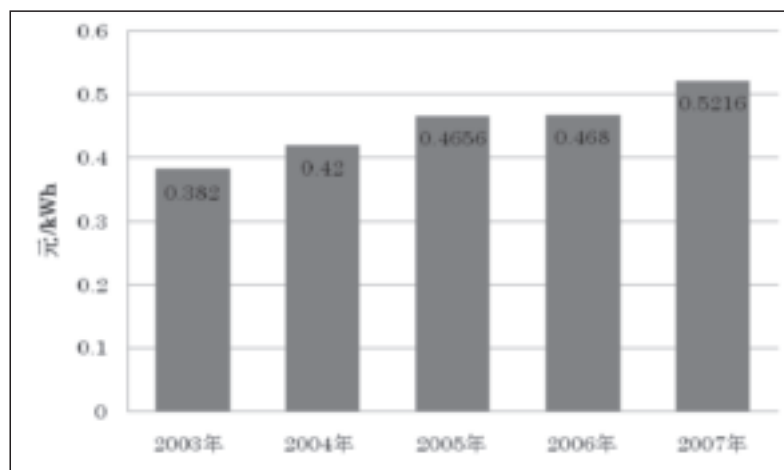
出典：中国風電中心 (<http://www.cepc.cn>)

第2-2-30表 非特許権風力発電プロジェクトの電力網への電力販売価格

地 区	プロジェクト	設備容量 (万 kW)	電力網への電力販売価格 (税込) 元 / kWh
黒龍江省	依蘭龍源馬鞍山風電場	4.93	0.61
	大唐樺南大架子山風電場Ⅰ期	4.95	0.61
吉林省	大安大岡子風電場Ⅰ期	4.95	0.61
	大唐吉林瑞豊公司大通風電場	4.95	0.61
河北省	張北満井風電場Ⅲ期	4.95	0.54
山西省	大唐国際左雲五路山風電場	4.95	0.61
湖北省	九宮山風電場Ⅰ期	1.36	0.61
内 蒙 古	大唐赤峰克旗達里Ⅳ期	4.90	0.54
	赤峰克旗大黒山風電項目	4.95	0.54
	錫盟阿旗灰騰梁風電場B区Ⅱ期	4.95	0.51
	烏拉特中旗龍源川井風電場Ⅲ期	4.95	0.51
河南省	南陽方城風電	2.33	0.61
	大唐三門峽黄河風電場Ⅰ期	2.55	0.61
甘 肅 省	国投白銀撿財塘風電場	4.50	0.54
	大唐白銀景泰興泉風電場	4.50	0.54
山東省	大唐萊州風力発電	4.95	0.61
	華電萊州風電	4.05	0.61

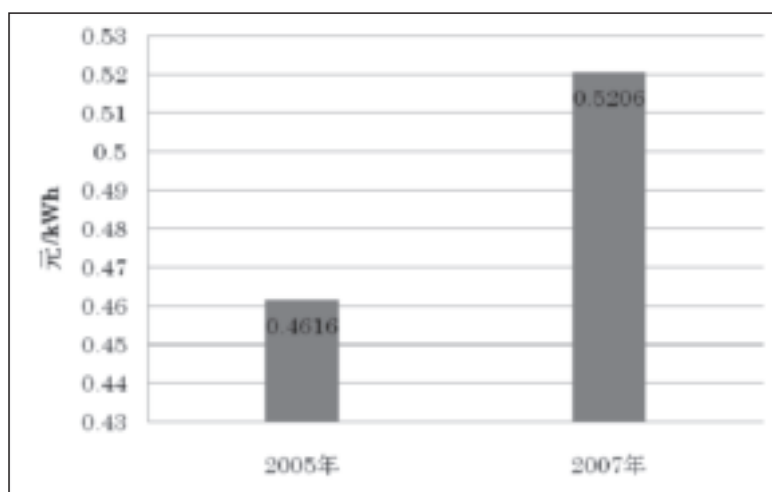
出典：国家發展改革委員会

第2-2-6図 内 蒙 古 地 区 の 特 許 権 プ ロ ジ ェ ク ト の 落 札 電 力 価 格



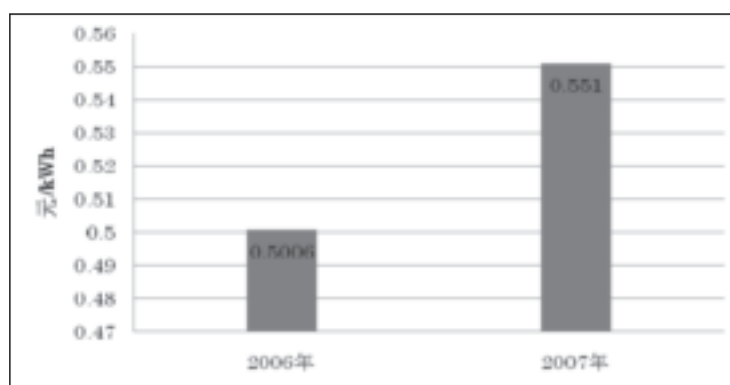
出典：「中国風電及電价發展研究報告」（中国可再生能源專業委員会、2009年11月14日）

第 2-2-7 図 甘肅省の特許権プロジェクトの落札電力価格



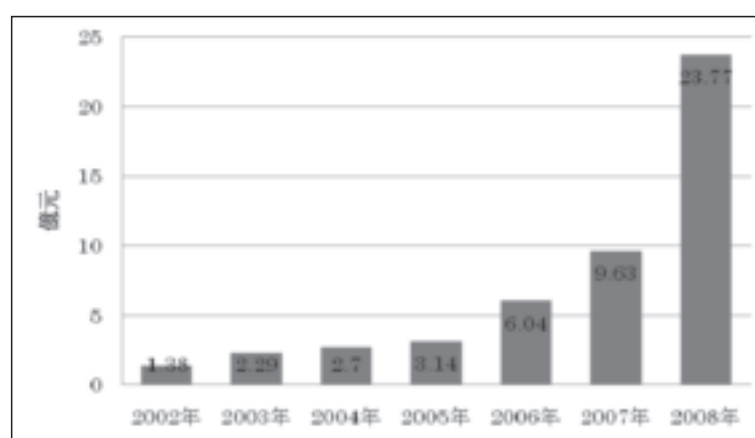
出典：「中国風電及電价発展研究報告」（中国可再生能源專業委員会、2009 年 11 月 14 日）

第 2-2-8 図 河北省の特許権プロジェクトの落札電力価格



出典：「中国風電及電价発展研究報告」（中国可再生能源專業委員会、2009 年 11 月 14 日）

第 2-2-9 図 中国政府による風力発電への財政補助



出典：「中国風電及電价発展研究報告」（中国可再生能源專業委員会、2009 年 11 月 14 日）

② 風力発電開発の方式

中国風力エネルギー技術研究所の姚興佳所長によると、中国の風力発電開発は主として以下の5つの方式によって行われた（「中国における風力発電技術とその市場」、姚興佳、祁和生・中国農業機械工業協会風力機械分会、王士榮・中国瀋陽工業大学、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009年3月31日）。

a) 海外から設計図と技術を導入するか、または海外の設計技術企業と共同で設計し、中国で製造・生産を行う方法

金風科技が導入した1.2MW、1.5MWの直接駆動式ユニットについては、中国国内で量産が行われている。このほか、浙江華儀や広東明陽、国動連合動力の1.5MW二重給電式ユニット、重慶海装、上海電気の2MW二重給電式ユニットも、こうした方法で導入され、製品の原型ユニットが完成しており、すでに量産に入っているものもある。

b) 海外から成熟した風力発電技術を購入し、中国でライセンス生産する方法

金風科技の600kWと750kWユニット、浙江運達750kWユニット、華銳と東方汽輪機の1.5MW二重給電式ユニットは、中国国内での生産に成功して産業化を果たしており、中国の風力発電の主力ユニットになっている。このほか、重慶海装の850kWユニット、保定恵徳、武漢国測、呉忠儀表の1MWユニット、上海電気の1.25MWユニット、北重の2MWユニットなどがこの方式で導入された。こうしたユニットはすでに量産体制に入っており、このうち保定恵徳の1MW固定ピッチ式ユニットは米国に10基輸出されている。

c) 海外企業との共同出資により、海外の成熟技術を導入して中国で生産を行う方法

航天安迅能と恩徳風電の1.5MWユニットは、中国ですでに産業化を果たしている。また、湖南電風能と瑞能北方の2MWユニットは、原型ユニットの試作を完成させ量産体制に入っている。

d) 海外の風力発電メーカーが中国国内で独自資本による企業を立ち上げ、その成熟した設計・製造技術を用いて中国国内で生産を行う方法

Gamesaの850kWユニット、Suzlonの1.25MWユニット、GEの1.5MWユニット、Vestasの850kWと2MWユニットは徐々に量産体制に入っている。

e) 中国の大学と科学技術企業が独自に開発した設計・製造技術を用いて、中国国内で風力発電ユニットを生産する方法

沈陽華創、大慶漢維、江蘇新譽、浙江運達、三一重工が開発した1.5MWユニット、上海万徳の1.2MWユニットなどは、こうした方式により生産が行われている。沈陽華創、大慶漢維、江蘇新譽、浙江運達が開発した1.5MW二重給電式ユニットは少量生産に入っており、試運転が行われている。

なお、国家エネルギー局新エネルギー部の史立山・副部長は、これまで風力発電開発の1つの拠り所となっていた70%以上の国産化率の要求を撤廃したことを明らかにした。「京華時報」のニュースとして、2010年1月14日付「新華網」が伝えた。国家發展改革委員会は2005年、「風力発電の建設管理に関する要求の通知」の中で、風力発電設備の国産化率を70%以上とすることを要求し、この条件をク

リアできない発電所については建設を許可しないとしていた。

中国では、風力発電ユニットの生産能力が飛躍的に拡大してきている。2004 年当時、風力発電メーカーはわずか 6 社であったが、2008 年末までに 70 社に増え、製造能力は合計で年間 427 万 kW に達したとみられている。一方で、成熟した製品を投入できるのは 20 社程度とみられている。

これ以外にも、新規企業が参入してきており、これらも含めると製造能力は年間 3500 万～4000 万 kW に達すると見込まれている。中国では今後、年間 1000 万～1500 万 kW のペースで風力発電所が建設されると予想されていることから、供給が需要を大幅に上回ることになる。製造能力の飛躍的な拡大の裏で、中国の風力発電所では重要部品の 20% を輸入に依存している現状を懸念する声もあがっている。

中国政府はこうした状況を踏まえ、生産過剰を調整する動きに出た。温家宝・首相が 2009 年 8 月 26 日に招集した国务院常务会议では、風力発電やポリシリコンの新産業で製造能力の重複建設傾向が強まっているとの判断から、鉄鋼やセメント、平板ガラスなどに加えて、これらの産業に対する指導を強化する方針を示した。

国家发展改革委員会エネルギー研究所の姜克雋氏は、「南方日報」のインタビューに答え、中国政府が新エネルギーの発展に対して、量ではなく質の重視に方針を転換したことを示していると語った。

③風力発電技術の動向

中国風力エネルギー技術研究所の姚興佳所長は、風力発電産業の持続的な発展にともない、中国の風力発電技術も着実に発展しているとの見方を示したうえで、風速の変化やコスト、環境、安定的な運転など、各種の要求にこたえるなかで、以下のような特徴があると指摘している。

a) 転換効率が高く、回転軸が比較的短いため、大型ユニットにおいて経済性などにおいて有利なため、水平軸型ユニットは世界市場の主流になっており、95% 以上のシェアを得ている。

一方、回転軸が長いため、転換効率が低く、起動や停止、ピッチ角の調節が難しいなどの問題がある垂直軸型ユニットの市場シェアは低いものの、すべての風に対応できることに加えて、変速装置と発電機を風車の下方や地上に設置できるなどの利点があるため依然として利用されている。

b) 風力発電ユニットの単機出力は拡大傾向にあり、現在では、MW 級のユニットが内外の主流になっている。MW 級ユニットの市場シェアは、1997 年以前は 10% 未満であったが、徐々にシェアを伸ばしている。また、洋上風力発電所の開発拡大によって、大容量の風力発電ユニットの導入が加速している。

c) 可変ピッチパワー調節方式は、負荷制御が安定しており、安全で効率が高いなどの利点を備えているため、近年、大型風力発電ユニットで広範に採用されている。可変ピッチ技術を採用した電子技術の発展によって、大多数の風力発電メーカーが可変速低周波技術を利用するようになった。

さらに、可変ピッチ可変速ユニットの開発によって、風力発電エネルギーの転換が一層改善され機能が向上している。中国で 2007 年に設置された MW 級の風力発電ユニットはいずれも可変ピッチ式ユニットである。2MW 以上のユニットのうち、大多数が 3 つの独立したピッチ角電動制御メカニズムを採用している。これは、3 組の可変速発電機とギアボックス（減速機）によってブレードに対してそれぞれ閉ループで制御を行うものである。

d) ギアレス型の直接駆動方式は、ギアボックスによるユニット故障を効果的に低減することができ、システムの運転の信頼性を高め寿命を延ばすことができるため、保守コストの低減につながる。

中国の新疆金風科技有限公司とドイツのヴェンシス社との共同開発による 1.5MW 直接駆動式ユニットは、これまでに約 100 基が風力発電所で採用されている。2008 年に新規に設置された風力発電ユニットのうち、直接駆動式ユニットが占める割合は 15%に達した。

直接駆動式ユニットの登場によって、フルパワー変換技術が発展し応用されている。フルパワー変換の関連技術により、風車と発電機の速度調節範囲が 0～150%までの定格回転速度に広げられ、風力エネルギーの利用範囲が拡大した。

e) 風力発電ユニットの極限負荷と疲労負荷は、ユニット及び部品の信頼性と寿命に影響を及ぼす原因の 1 つである。近年、風力発電メーカーと関連研究機関が風力発電ユニットの最適な運転・制御ルールについて積極的に研究を進めている。

具体的には、インテリジェント制御技術を採用して、ユニットの技術と結び付けることによって、風力発電ユニットを極限負荷あるいは疲労負荷のかかった状況下での運転をできる限り回避しているが、これが次第に風力発電の制御技術の主流となっている。

また、姚興佳所長によると、中国で製造・生産が進められている風力発電ユニットを技術的に見ると、大きく以下の 3 種類に分けることができる。

a) 失速式固定ピッチ定速タイプ

ブレード自体の失速特性を利用したもので、風速が定格以上になった場合に気流に対するブレードの抑え角を失速条件まで増してブレード表面に渦巻きを発生させ効率を低下させることで、出力を制御するというものである。このタイプは主に数百 kW の中小型風力発電ユニットに採用されている。金風科技と浙江運達 の 600kW ユニットと 750kW ユニット、浙江華儀の 780kW ユニット、保定恵徳の 1MW ユニットなどが含まれる。

b) 二重給電式可変ピッチ可変速タイプ

変速運転する風力発電ユニットであり、一般的に二重非同期発電機あるいは多極同期発電機が採用される。二重給電式発電機の回転子側がパワーコンバータを通じて電力網と接続される。可変ピッチの変位はピッチ調節装置で調節を行い、風車ブレードの取り付けピッチ角を風速の変化に応じて変位させることで、風力エネルギーの吸収を制御することができる。このタイプの風力発電機の起動風速は固定ピッチ式に比べて低いため、停止時に伝わる衝撃応力が相対的に緩和される。こうしたことから、このタイプは大半の企業が採用する技術となっており、技術も成熟しているため、主流技術となっている。内外の多くの企業がこの技術を採用している。

c) 直接駆動式永久磁石可変ピッチ可変速タイプ

このタイプは、非直接駆動式と比較した場合、ギアボックスを省略しているため、保守が容易で、風力発電機の騒音が軽減されるうえ、運転時の信頼性と発電効率が高いという特徴を備えている。すでに成熟期に入った技術であり、今後の風力発電技術の主流となるものである。金風科技や湘電風能、江蘇

新誉、上海万徳、中鋼西重、広西銀河、広西麦徳などの企業が採用している。

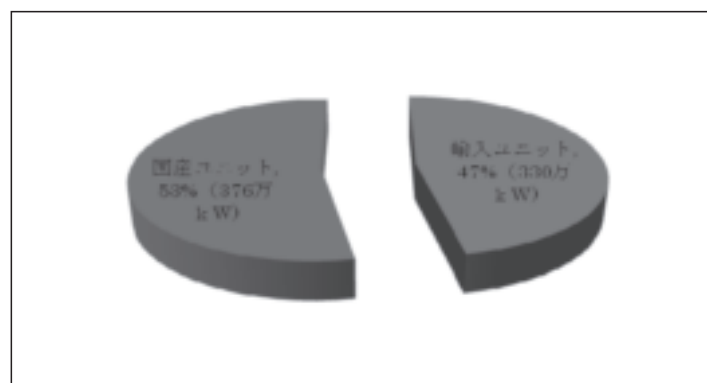
なお、科学技術部は2006年11月17日、「第11次5ヵ年」期（2006～2010年）の「国家科学技術支援計画」として、「大型風力発電ユニット研究製造・実証」重大プロジェクト31件を公表している。申請のあった86件の中から選定したもので、大型風力発電ユニットの国産化に向けて16分野で31件のテーマが掲げられた。

第2-2-31表 主要7省・地区における風力発電開発状況（2008年）

省・地区	中央企業		地方企業	
	風力発電企業数	設備容量（万 kW）	風力発電企業数	設備容量（万 kW）
内蒙古	17	251.19	11	70.59
甘肅	6	43.78	2	20.88
新疆	3	42.28	3	6.77
江蘇	4	50.5	1	10
遼寧	25	82.4	1	3
吉林	7	69.3	4	7
黒龍江	5	33.4	3	14.43
合 計	67	572.85	25	132.67

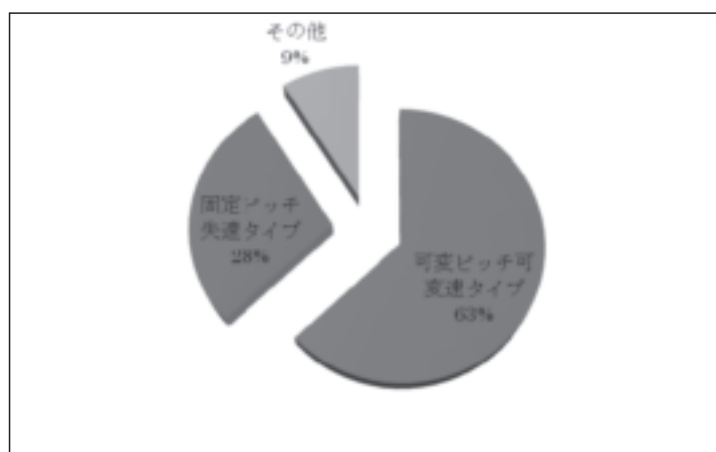
出典：「我国風電発展情況調研報告」（国家電力監管委員会、2009年7月21日）

第2-2-10図 主要7省・地区の風力発電ユニットの国産・輸入比率（2008年）



出典：「我国風電発展情況調研報告」（国家電力監管委員会、2009年7月21日）

第 2-2-11 図 主要 7 省（区）の風力発電所のタイプ別割合



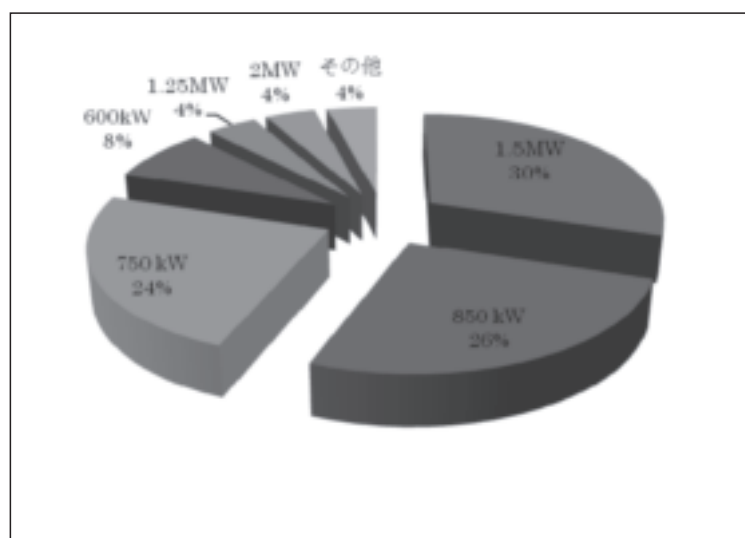
出典：「我国風電発展情況調研報告」（国家電力監管委員会、2009 年 7 月 21 日）

第 2-2-32 表 出力別に見た中国の風力発電ユニット設置状況（2007 年末）

単機出力	発電所数	ユニット数	設備容量 (kW)
2MW	9	106	212000
1.65MW	1	1	1650
1.5MW	72	1174	1761000
1.3MW	5	43	55900
1.25MW	9	193	241250
1.2MW	4	4	4800
1MW	4	4	4000
900kW	2	39	35100
850kW	56	1832	1556600
800kW	1	1	800
750kW	66	1926	1444500
660kW	8	54	35640
600kW	57	780	468000
550kW	4	39	21450
500kW	5	44	22000
450kW	1	3	1350
330kW	2	16	5280
300kW	13	70	21000
300kW 以下	23	156	33190

出典：中国風電中心網の公表データから作成

第2-2-12図 出力別に見た中国の風力発電ユニットの設置状況（2007年）



出典：中国風電中心網の公表データから作成

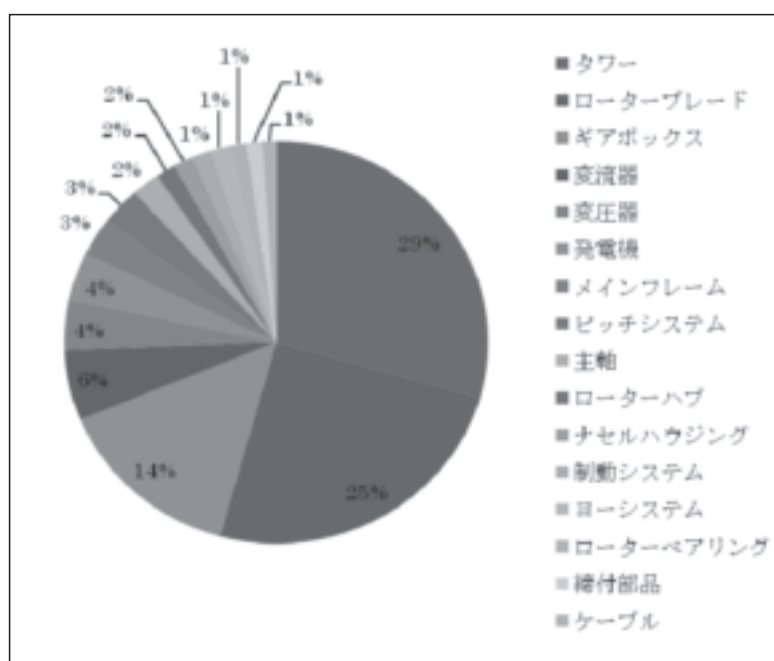
第2-2-33表 第11次5カ年期（2006～2010年）の「国家科学技術支援計画」として公表された「大型風力発電ユニット研究製造・実証」重大プロジェクト

	プロジェクト名	担当機関
1	1.5～2.5MW 二重給電式可変速・定周波風力発電ユニットの産業化にあたっての核心技術研究	浙江運達風力発電工程有限公司
2	1.5MW 直接駆動式可変速・定周波風力発電ユニットの産業化にあたっての核心技術	新疆金風科技股份有限公司
3	2.5MW 以上の二重給電式可変速・定周波風力発電ユニットの研究・製造	沈陽工業大学 東方タービン
4	3MW 半直接駆動式可変速・定周波風力発電ユニットの研究・製造	新疆金風科技股份有限公司
	2.5MW 以上直接駆動式可変速・定周波風力発電ユニットの研究・製造	湘潭電機股份有限公司
5	1.5MW 以上風力発電ユニットのブレードの研究・製造及び産業化	上海ガラス繊維強化プラスチック研究院 連雲港中複連衆複合材料集団有限公司 北京ガラス繊維強化プラスチック院複合材料有限公司 中航（保定）惠騰風電設備有限公司
6	1.5MW 以上風力発電ユニットのギアボックスの研究・製造及び産業化	南京高速ギア製造有限公司 重慶ギアボックス有限責任公司
7	1.5MW 以上風力発電ユニットの二重給電式発電機の研究・製造及び産業化	湘潭電機股份有限公司 中国北東集団永濟電機
8	1.5MW 以上直接駆動式風力発電ユニットの永久磁石発電機の研究・製造及び産業化	株洲南東電機股份有限公司 湘潭電機股份有限公司
9	1.5MW 以上二重給電式風力発電ユニットの制御システム及び変流器の研究・製造及び産業化	北京科諾偉業科技有限公司 合肥陽光電源有限公司 同方股份有限公司
10	1.5MW 以上直接駆動式風力発電ユニットの制御システム及び変流器の研究・製造及び産業化	合肥陽光電源有限公司 北京天源科創風電技術有限責任公司 国網南京自動化研究院

	プロジェクト名	担当機関
11	近海風力発電所建設の核心となる技術の研究	上海電気集団総公司
		中国長江三峡工程開発総公司
12	近海風力発電ユニットの据付け及び保守専用設備の研究・製造	南通鋸鍊実業有限公司
		中海石油基地集団有限責任公司
		中国長江三峡工程開発総公司
13	近海風力発電所の技術・経済分析及び環境影響評価	中海石油基地集団有限責任公司
14	近海風力発電所の建設技術ハンドブック	中海石油基地集団有限責任公司
15	大型風力発電ユニットの認証基準研究及びユニットの認証	北京鑑衡認証中心有限公司
16	大型風力発電ユニットに関連する基準制定及び風力発電技術の発展分析	全国風力機械標準化技術委員会

出典：「“十一五” 国家科技支撑計劃 “大功率風電机组研制与示范” 重大項目課題承担單位評審結果」（科学技術部、2006 年 11 月）

第 2-2-13 図 代表的な風力発電所のコスト構成

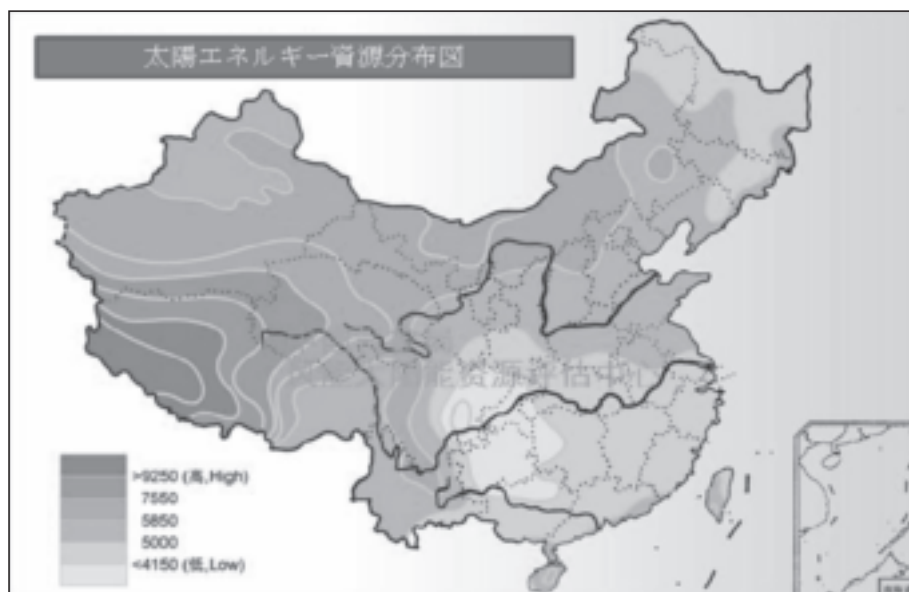


出典：http://www.windpower-china.cn/files/wea_kosten.JPG

(2) 太陽熱・太陽光利用

中国は豊富な太陽エネルギー資源を抱えることから、中国政府も太陽エネルギーの利用拡大をはかっている。2010 年 4 月 1 日施行の「改正再生可能エネルギー法」でも、太陽エネルギーによる温水供給のほか、暖房・冷房、太陽光発電など、企業・個人による幅広い太陽エネルギーの利用を奨励している。

太陽エネルギー利用は、発電を含めた太陽熱利用と太陽光発電利用に分けることができる。

第2-2-14図 中国の太陽エネルギー資源分布 ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$)

出典：中国気象局風能太陽エネルギー資源評価中心 (<http://cwera.cma.gov.cn/cn/>)

①太陽熱利用

太陽熱利用は、低温利用（200 度 C 以下）、中温利用（200 ～ 800 度 C）、高温利用（800 度 C 以上）に大きく分けられる。

このうち、低温利用には、ソーラー温水器、ソーラー乾燥、ソーラーハウス、ソーラーエネルギー空調冷却システム等が含まれる。また中温利用としては、ソーラーファーネス、太陽熱発電、集光集熱装置等がある。高温利用については、高温ソーラーファーネス、ソーラーエネルギー溶接機があるが、現在、最も発展が顕著なのは低温熱利用である。低温熱利用を代表する温水器は、1970 年代後半に産業化がスタートし、現在では総合的な産業チェーンが形成されている。

「中国能源発展報告 2009」によると、2007 年末時点の温水器の生産量は、集熱面積で 2300 万 m^2 、1610 万 kW、また温水器の保有量は、同年末時点で 1 億 800 万 m^2 、7560 万 kW に達している。2007 年の生産量は、対前年比で 30% の増加を示した。

国家發展改革委員会が 2007 年 8 月に公表した「再生可能エネルギー中長期發展規画」では、太陽熱温水器の保有量を集熱面積で 2010 年までに 1 億 5000 万 m^2 、また 2020 年までに 3 億 m^2 に拡大するという目標を掲げている。こうした目標が達成できれば、標準炭で 2010 年時点において 3000 万トン、2020 年時点で 6000 万トンを代替できると試算されている。

現在、中国には部品製造企業を含めて、約 1 万の太陽熱温水器企業がある。地域的には、北京や河北、山東、江蘇、浙江を結ぶラインに集結しており、ガラス原材料加工、ガラス集熱管、温水器加工、営業・販売、機械加工サービス等の関連する産業チェーンが形成され、ブランドも確立している。

太陽熱温水器は、省エネと環境保護の面からも優れているため、大きく発展するポテンシャルを持っている。教育部科学技術委員会学部委員を務める南開大学新エネルギー材料化学研究所の陳軍教授は、中国の太陽熱温水器業界の将来の發展の方向を以下のように紹介している（「中国の再生可能エネルギー研究の現状と動向」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009 年 3 月 27 日）。

- 1) 科学技術による進歩を維持し、太陽エネルギーの集積技術を高め、新型集熱、蓄熱技術、機械電気材料技術、補助エネルギー技術、建築と結合した技術、制御技術等の研究開発を行う。

- 2) 二次回路スプリット型太陽エネルギー温水システムを開発・普及する。現在、中国の太陽エネルギー温水器製品は、圧倒的多数がコンパクト型直接差し込み式の一次循環型、非耐圧であるため、建築への組み込み（一体化）が簡単ではない。スプリット型は、都市建築において、とくに寒冷地区の建物への利用では顕著に優れている。二次循環システムを開発することが急務である。
- 3) 平板型ソーラー温水システムは、国外では依然として主流になっている。このタイプは、耐圧性であると同時に寿命が長く、建築物への組み込みが簡単、大面積での利用に適している等の長所がある。一方で、中国の平板型ソーラー集熱器技術は外国技術とまだ開きがあるため、高効率の平板型ソーラー集熱器の研究開発と生産を急ぐことが、太陽エネルギーの熱利用を拡大するうえで重要な意義を持っている。
- 4) 太陽エネルギー暖房工事ソフトウェア設計、床及び壁給熱技術等の太陽エネルギー温水暖房技術を開発する。
- 5) 中温集熱器や耐中高温コーティング技術、光反射技術等の太陽エネルギー中温集熱技術を開発する。

集光・集熱器を利用して太陽の放射エネルギーを熱エネルギーに変換し、熱力学サイクルによって発電する太陽熱発電は、太陽熱の中高温利用として大きな期待がかけられている。

太陽熱発電システムには、タワー式、ディッシュ式、トラフ式の3種類がある。このうちトラフ式は1990年代に商業化が実現しているが、他の2方式は商業化に向けた実証段階にある。

中国科学院・広州エネルギー研究所太陽エネルギー研究室の苗蕾・主任によると、中国の太陽熱発電技術の研究はまだ歴史が浅く、1970年代になって初めて基礎研究がスタートしている（「中国における太陽エネルギー利用技術の開発及び産業の現状」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2010年1月18日）。

同氏によると、「第7次5ヵ年」期（1986～90年）に湘潭電機工場が米国のスペース・エレクトロニクス社と提携し、2ユニット・5kWの放物面鏡を利用した集光型太陽熱発電機を開発した。しかし、価格が高く工法や材料、部品、関連技術などの面で根本的な問題が解決できなかったため、実用化には至らなかった。

そうしたなかで、カリフォルニア州にあるLUZトラフ式太陽熱発電所の操業開始が中国でも関心を集めた。中国は、同方式の35MW（3万5000kW）ユニットを導入し、チベット自治区のラサに建設することを計画した。

当初実施された実行可能性調査では、発電所の電力コストがkWhあたり約1.1元、運転コストが0.1元と試算された。このため、ラサ地区の石炭火力発電所の電力コストである0.8元/kWhと比べても利点があると判断された。

一方、中国河海大学、南京春輝公司、イスラエルのEDG社が提携し、南京に70kWの空気冷媒を利用したタワー式発電所が建設された。タワー式発電所については、2006年に設立された上海工電能源科技有限公司が研究開発をスタートした。また西藏花冠公司是米企業と共同で2006年、天津に空気伝熱発電試験装置を製造した。熱による電力は1000kWを超えた。2007年には、内蒙緑能公司がドイツのソーラー・ミレニアム社との間で、I期プロジェクトとして5万kW、最終的に100万kWの発電所をオールドスに建設することで合意した。

トラフ式発電所については、南京市が2007年、東南大学による開発を支援することを決めている。また、広東省科学技術庁は2008年、東莞康達機電グループによる100kWのトラフ式太陽熱発電所プ

プロジェクトを支援するための特別予算を計上した。中国科学院の電工研究所がこの分野の研究を担当しており、中国初の太陽熱発電所の研究や建設を目標に掲げている。

中国科学院の苗蕾氏は、中国における太陽熱発電分野の研究は依然として遅れており、国際水準に遠く及ばないレベルにあると指摘している。

「再生可能エネルギー中長期発展計画」では、内蒙古、甘粛、新疆等の地域で、太陽熱発電所の実証プロジェクトを進め、送電網に接続した容量を2010年までに5万kW、また2020年までに20万kWまで拡大するとの目標を掲げている。しかし、これまでに実施に移された実証プロジェクトは1件もない。

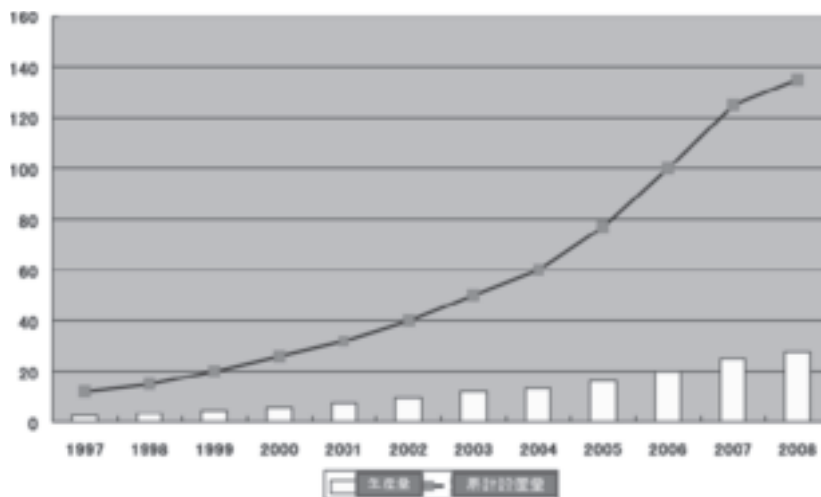
そうしたなかで、中国科学院電工研究所が建設を進めている1MWのタワー式太陽熱発電所である八達嶺実験プラントでは2009年9月22日、100台のヘリオスタットの基礎工事が完了している。

また、四川省の成都市はこのほど、「成都市新エネルギー産業発展計画」を正式に取りまとめ、この中で国内初となる太陽熱発電所の実証プラント（10MW）を2012年までに建設する方針を打ち出した。2009年9月3日付「成都日報」が伝えた。

このほか、2009年12月1日付「新華網」によると、山東省政府が2009年に制定した「新エネルギー産業の発展を加速することに関する指導意見」に基づき、濰坊市峽山区の各地方政府は北京智慧剣科技發展有限責任会社と共同で、「太陽熱発電研究・産業基地」を建設することを決めた。

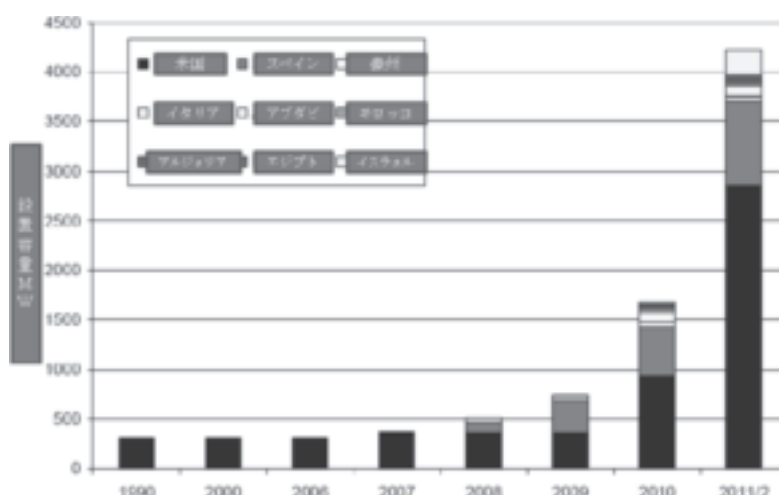
それによると、176億元を投資し、6600ムー（1ムーは666.7m²）の土地に総建築面積434万5000m²の建物を建設し、各方式の太陽熱発電所研究開発センターのほか、光熱転換、太陽熱集熱、追従制御、蓄熱、送電線接続等の専門生産基地を建設することになっている。2014年末の完成が予定されている。

第2-2-15図 中国の太陽熱温水器の生産規模と保有量（万m²）



出典：「我国可再生能源發展現狀与展望2008」（李俊峰、中国資源綜合利用協會可再生能源專業委員會）

第2-2-16図 主要国の太陽熱発電所の運転・計画状況



出典：「Renewable Energy Snapshots 2009」(Niina Kautto and Arnulf Jager-Waldau, European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, March 2009)

②太陽光利用

「再生可能エネルギー中長期発展計画」では、太陽光と太陽熱を利用した発電所の規模を、2010年までに合計で30万kW、また2020年までに180万kWに拡大するとの目標を掲げている。このうち中国の太陽光発電開発は、世界の太陽光発電開発に引っ張られる形で加速度を増している。

太陽光利用は、基本的に光起電力効果を利用し、光エネルギーを直接電力に変換する太陽電池によって行われる。全国太陽光発電エネルギーシステム標準化技術委員会の委員長を務める翟佐緒氏によると、1970年代になって初めて基礎研究がスタートした太陽熱発電と違い、太陽電池の研究は1958年にスタートしている（「中国の太陽光発電産業の現状及びその発展」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009年3月31日）。

これは、太陽電池の研究開発が地上での利用だけではなく、宇宙での利用が計画されたためである。翟佐緒氏によると、1959年には中国科学院の半導体研究所で初めて実用的な価値をもったシリコン太陽電池の開発に成功した。71年に打ち上げられた科学衛星「実践1号」には、天津エネルギー研究所が開発した変換効率7%の太陽電池が初めて採用された。

その後、宇宙エネルギーシステムに利用される太陽電池の技術水準は着実に向上し、1980年代初めに8～10%程度であった変換効率は、80年代末のBSR（Back Surface Reflector）型シリコン電池の12%、90年代中ごろのBSFR（Back Surface Field and Reflector）型シリコン電池の15%、2000年代初めの単結晶ゲルマニウム基板ガリウム・ヒ素電池の18～20%、現在のガリウム・インジウム／ガリウム・ヒ素／ゲルマニウムの3層構造の26～29%へと変遷してきた。

翟佐緒氏は、2008年に打ち上げられた有人宇宙船「神舟7号」では高性能BSFRシリコン太陽電池の変換効率が16%に達したとしたうえで、宇宙利用の市場規模は小さいものの、影響力は大きいと指摘している。

太陽電池の地上での利用は、宇宙利用の副産物として1980年代に伸びたが、海外の太陽電池の主要設備や生産ライン、技術を導入して、地上用のシリコン電池を専用に生産するラインが作られた。80年代後期には、年間生産能力が4.5MWに達し、太陽電池産業の初期段階が構築された。94年に1MWを超えたあとは順調に生産量を拡大し、2008年には太陽電池モジュールの生産量が約1700MWに達し、2007年に続き世界第1位の座を保った。一方で、太陽電池の中国国内の需給を見ると、供給が需要を

大きく上回っており、生産された太陽電池の98%が輸出に回されている。

こうしたなかで中国政府は、国内の太陽光発電の産業化に加えて大幅な発展を加速することなどを目的として、「金太陽（太陽光発電）実証プロジェクト」に着手した。財政部が2009年7月21日に明らかにしたもので、科学技術部、国家エネルギー局と共同で「金太陽実証プロジェクトの実施に関する通知」を公表した。

それによると、2～3年以内に500MW以上の太陽光発電プロジェクトに対して財政補助を行う。また、通知では、系統連系太陽光発電システムや独立型太陽光発電、大型系統連系太陽光発電システムなどの実証プロジェクトを重点的に支援するほか、高純度シリコンの生産や系統連系システム運用など、太陽光発電の導入の要（かなめ）となる技術の産業化と関連するエネルギーインフラ建設を重点的にサポートすることを明記した。なお、技術の進展具合や市場の状況などを踏まえて、各実証プロジェクトの補助上限を決定する。

このうち、系統連系太陽光発電プロジェクトについては、原則として太陽光発電システム及び関連の送配電工事に係る総投資額の50%を補助する。電気の通じていない辺境地区における独立型太陽光発電システムについては、総投資額の70%を補助する。また、太陽光発電の核心技術の産業化とエネルギーインフラ建設プロジェクトについては、主に利子負担と補助によって支援するとしている。

なお、財政部と住宅・都市農村建設部は2009年3月、太陽光発電技術と建築技術の一体化の普及を後押しすることを目的として、「太陽エネルギー屋上計画」（「太陽能屋頂計画」）をスタートしている。

政府の強力な支援もあり、太陽光発電プロジェクトは大きく動き出している。中国初の10MWの太陽光発電所が2009年9月30日、寧夏回族自治区の石嘴山で運転を開始し、送電網に接続された。同発電所には、太陽光発電所の開発を積極的に手掛ける中国節能投資公司が出資している。

また、寧夏回族自治区では2010年1月16日、合計で40MWの太陽光発電所が運転を開始し、送電網に接続された。具体的には、中国節能投資公司（10MW）、寧夏発電集団（10MW）、正泰集団（10MW）、華電寧夏分公司（5MW）、寧夏電投集団（5MW）の5か所の発電所で、合計の発電電力量は年間7200万kWhに達するとみられている。

また、米国のファースト・ソーラー社と中国の関連部門は2009年9月9日、今後10年以内に内蒙古自治区のオルドスで2000MW（200万kW）の太陽光発電所を建設する契約を締結した。同発電所の敷地面積は65km²で、総投資額は50～60億ドルと推定されている。

プロジェクトは4期に分かれており、第Ⅰ期工事（30MW）は2010年6月に着工する。第Ⅱ期工事（100MW）、第Ⅲ期工事（870MW）、第Ⅳ期工事（1000MW）と分かれており、2019年には全部完成する見込みとなっている。ファースト・ソーラー社は、関連の工場を建設し、太陽電池モジュールや発電パネルを生産する。

欧州太陽光発電産業協会（European Photovoltaic Industry Association）は、「控え目なシナリオ」、「先進シナリオ」でも、中国の太陽光発電市場が欧州や北米を抜いて2030年には世界最大になると予測している。

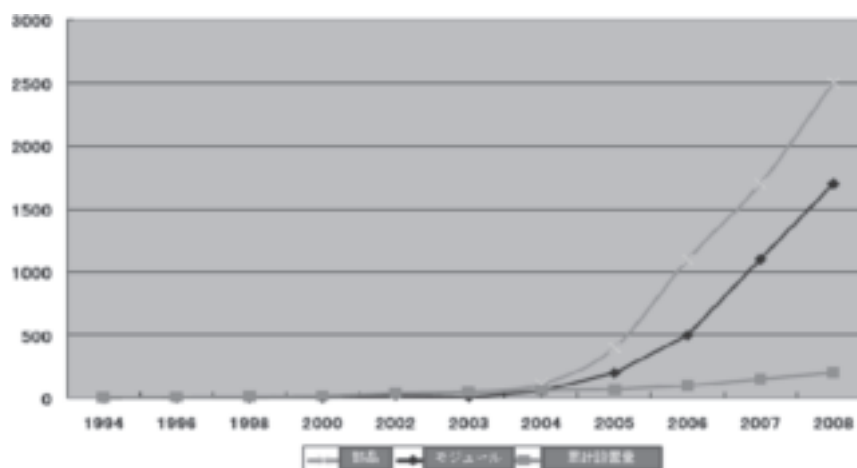
一方、中国の太陽光発電に関する研究開発の現状について、中国科学院・広州エネルギー研究所太陽エネルギー研究室の苗蕾・主任は、第1世代の太陽電池は中国国内で盛んに生産されているとしたうえで、技術面では改善の余地があることを明らかにした。また、第2世代については、アモルファス・シリコン電池だけが産業化生産に移行できる状況にあるものの、解決すべき多くの課題が残されていると指摘している。

第3世代太陽電池については、中国国内の多数の大学や研究所で開発が進められており、効率と寿命

の向上が課題となっている。苗藹氏によると、以下の分野を中心に太陽電池の研究開発が行われている。

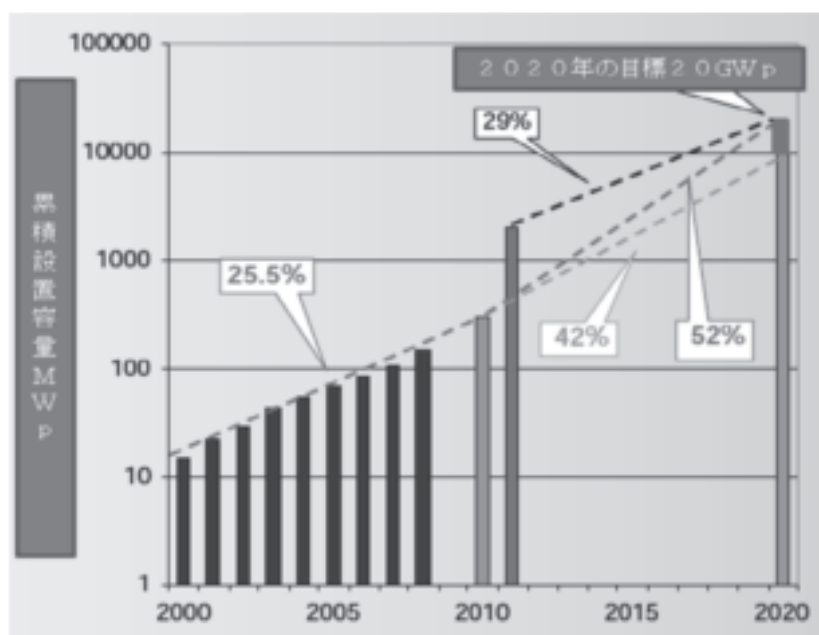
- 低消費、低コスト、大規模な太陽電池向け多結晶シリコンの精錬技術
- 第1世代結晶シリコン太陽電池の効率を高める新構造
- 結晶シリコン薄膜太陽電池に関する研究
- 高効率で安価な化合物半導体を利用した薄膜太陽電池
- 第3世代太陽電池に関する新概念や新構造
- 高効率、長寿命の新材料を利用した色素増感太陽電池に関する研究

第2-2-17図 中国の太陽電池部品の生産能力、電池モジュール生産量、累計設置容量の推移（MW）



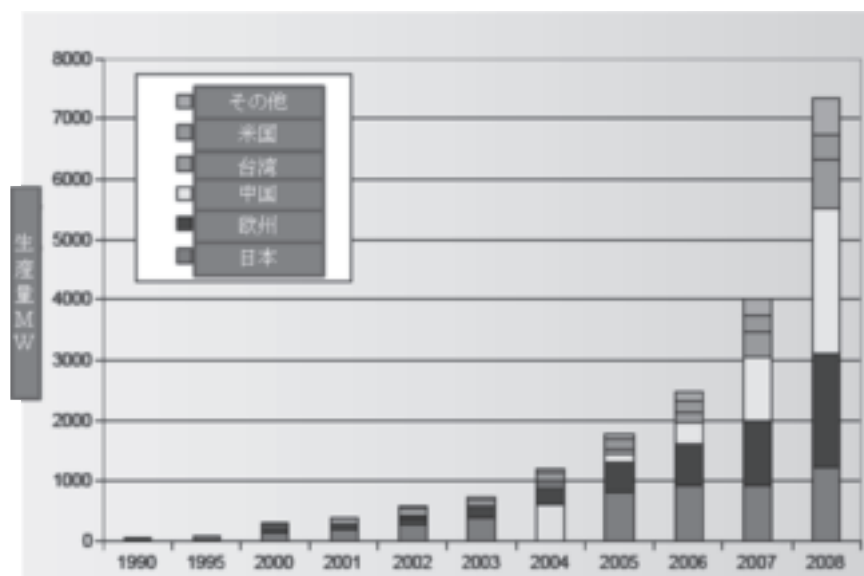
出典：「我国可再生能源發展現狀与展望 2008」（李俊峰、中国資源综合利用協會可再生能源專業委員會）

第2-2-18図 中国の太陽電池設置容量（累積）



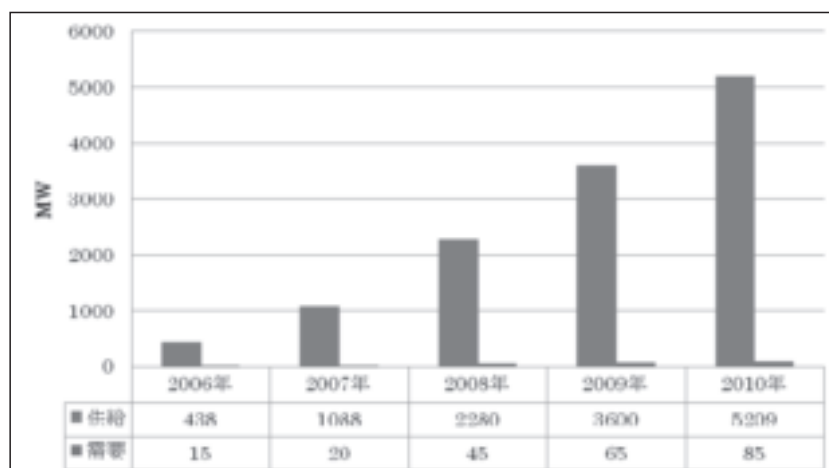
出典：「PV STATUS REPORT 2009 Research, Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaics」（Arnulf Jager-Waldau, European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Energy, Renewable Energy Unit, August 2009）

第 2-2-19 図 世界の太陽電池生産量（年間）



出典：「Renewable Energy Snapshots 2009」（Niina Kautto and Arnulf Jäger-Waldau、European Commission、DG Joint Research Centre、Institute for Energy、Renewable Energy Unit、March 2009）

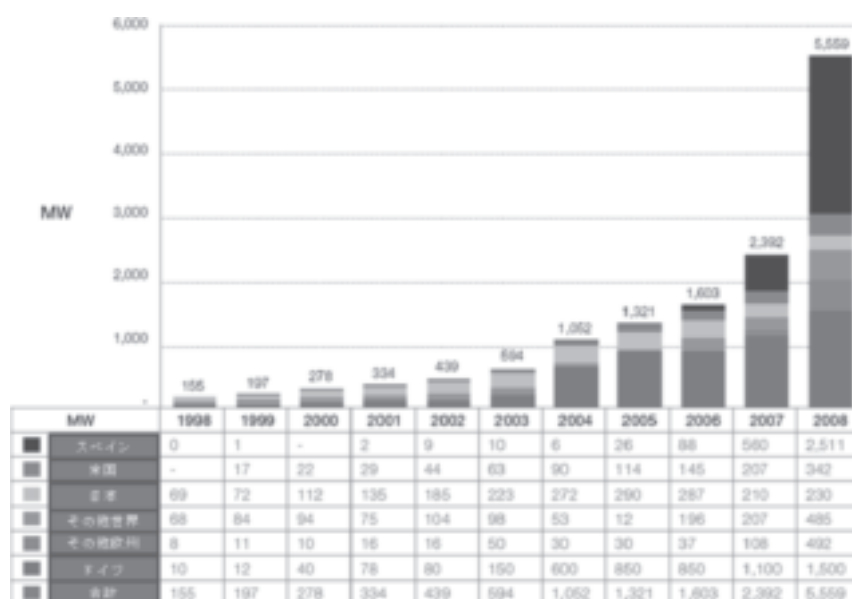
第 2-2-20 図 中国国内の太陽電池需給状況



注：一部予測を含む

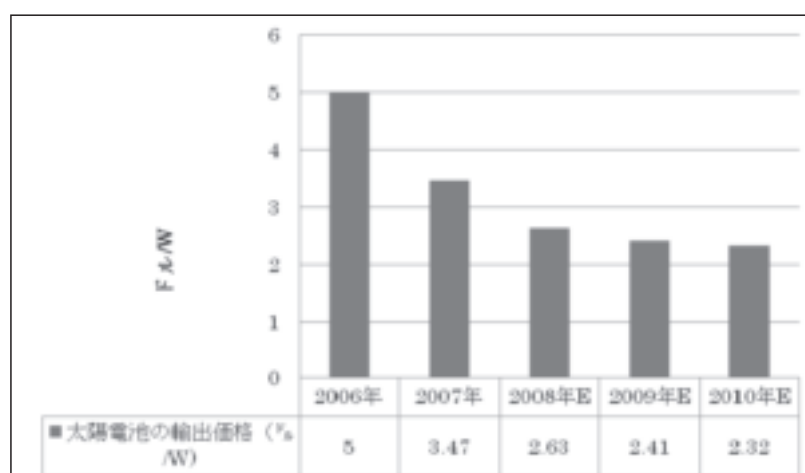
出典：中国新能源信息网（<http://newenergy.nengyuan.net/2010/0127/9801.html>）

第 2-2-21 図 地域別に見た世界の太陽電池市場



出典：「Global Market Outlook for Photovoltaics until 2013」（European Photovoltaic Industry Association）

第 2-2-22 図 太陽電池の輸出価格の推移



出典：中国能源網（<http://www.china5e.com/show.php?contentid=73313>）

第 2-2-34 表 世界の太陽電池市場の実績と予測（MW）

国	シナリオ	2006	2007	2008	2009E	2010E	2011E	2012E	2013E
ベルギー	緩やか※1	2	18	48	100	70	80	90	100
	政策誘導※2				175	125	130	140	160
チェコ	緩やか	0	3	51	80	90	110	140	170
	政策誘導				100	160	200	220	240
フランス	緩やか	8	11	46	250	340	600	900	1000
	政策誘導				300	500	850	1200	1400
ドイツ	緩やか	850	1100	1500	2000	2000	2300	2600	3000
	政策誘導				2500	2800	3200	3600	4000
ギリシア	緩やか	1	2	11	35	100	100	100	100
	政策誘導				52	200	450	700	900

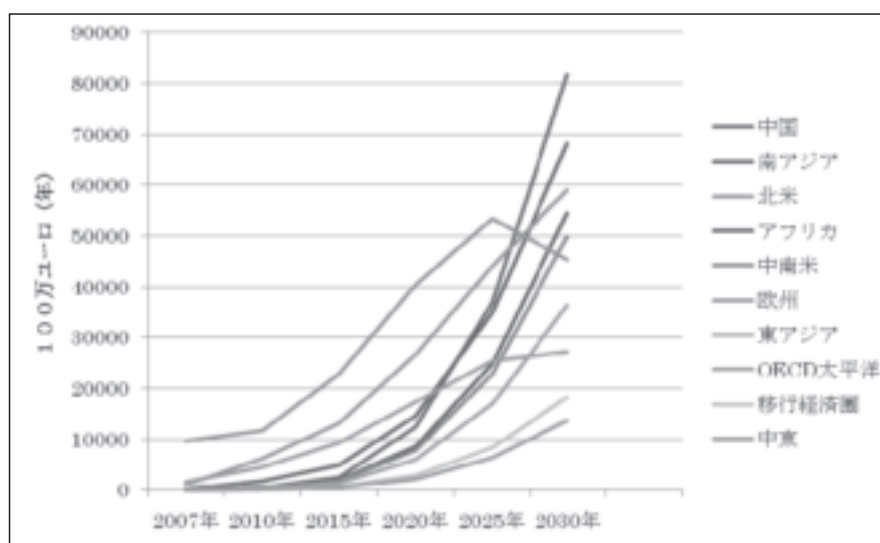
国	シナリオ	2006	2007	2008	2009E	2010E	2011E	2012E	2013E
イタリア	緩やか	13	42	258	400	600	750	950	1250
	政策誘導				500	800	1100	1400	1600
ポルトガル	緩やか	0	14	50	40	50	100	160	230
	政策誘導				50	80	180	350	500
スペイン	緩やか	88	560	2511	375	500	500	550	800
	政策誘導				375	500	600	650	1500
その他欧州	緩やか	12	17	28	120	140	200	300	450
	政策誘導				250	325	400	525	625
日本	緩やか	287	210	230	400	500	700	1000	1100
	政策誘導				500	1000	1200	1500	1700
米国	緩やか	145	207	342	340	1000	1200	1500	2000
	政策誘導				1200	3000	3400	3900	4500
中国	緩やか	12	20	45	80	100	300	600	1000
	政策誘導				100	150	600	1200	2000
インド	緩やか	12	20	40	50	60	80	120	300
	政策誘導				100	200	250	300	600
韓国	緩やか	20	43	274	100	150	220	300	400
	政策誘導				200	350	450	700	1000
その他	緩やか	153	125	126	250	300	300	300	350
	政策誘導				400	600	800	1000	1600
合 計	緩やか	1603	2392	5559	4620	6000	7540	9610	12250
	政策誘導				6802	10790	13810	17385	22325

※ 1：現行の政策の延長

※ 2：固定価格買取制度等の優遇措置の導入

出典：「Global Market Outlook for Photovoltaics Until 2013」（European Photovoltaic Industry Association）

第 2-2-23 図 世界の太陽光発電市場の見通し



注：消費財は除く

出典：「Solar Generation V-2008 Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020」（Greenpeace、European Photovoltaic Industry Association）

第2-2-23 図付表 2030年までの世界の太陽光発電市場の見通し（先進シナリオ）

(100万ユーロ)

年	欧州	北米	OECD 太平洋	中南米	東 アジア	中国	南 アジア	中東	アフリカ	移行 経済圏	合計
2007	9655	1115	1661	131	143	112	124	50	143	50	13814
2010	11610	6199	4582	338	370	432	1762	129	370	129	25919
2015	22834	13159	9363	1739	1504	2602	4867	545	1900	662	59175
2020	40342	26612	17425	7831	6069	12434	14580	2246	8547	2894	138980
2025	53399	44009	25370	22791	16942	36920	34916	6324	24867	8333	273870
2030	45433	59062	27260	49976	36346	81779	68149	13630	54519	18173	454325

注：消費財は除く

出典：「Solar Generation V-2008 Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020」
(Greenpeace、European Photovoltaic Industry Association)

第2-2-35 表 「先進シナリオ」における新規生産能力への投資

(100万ユーロ)

	2008年	2009年	2010年	合 計
シリコン	930	1615	1556	4100
ウェハー	614	1072	1225	2911
セル	351	613	700	1664
モジュール	351	613	700	1664
薄膜	707	1411	875	2993
合計	2952	5323	5056	13332

出典：「Solar Generation V-2008 Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020」
(Greenpeace、European Photovoltaic Industry Association)

第2-2-36 表 2030年までの世界の太陽光発電市場の見通し（控え目なシナリオ）

(100万ユーロ)

年	欧州	北米	OECD 太平洋	中南米	東 アジア	中国	南 アジア	中東	アフリカ	移行 経済圏	合計
2007	9655	1115	1661	131	143	112	124	50	143	50	13184
2010	12355	4924	3640	268	294	344	1400	102	294	102	23723
2015	20721	11941	8496	1578	1364	2361	4417	494	1724	601	53697
2020	27189	17936	11744	5278	4090	8380	9826	1202	5761	1950	93355
2025	28424	23426	13504	12131	9018	19652	18585	2850	13237	4435	145262
2030	17008	22111	10205	18709	13607	30615	25512	5102	20410	6803	170081

注：消費財は除く

出典：「Solar Generation V-2008 Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020」
(Greenpeace、European Photovoltaic Industry Association)

第2-2-37表 「控え目なシナリオ」における新規生産能力への投資

(100万ユーロ)

	2008年	2009年	2010年	合計
シリコン	869	1097	1402	3368
ウェハー	604	708	1104	2416
セル	345	404	631	1380
モジュール	345	404	631	1380
薄膜	606	1011	788	2406
合計	2770	3624	4555	10950

出典：「Solar Generation V-2008 Solar electricity for over one billion people and two million jobs by 2020」
(Greenpeace、European Photovoltaic Industry Association)

(3) 海洋エネルギー発電

中国政府の調査によると、中国国内で開発可能な潮汐エネルギーは2000万kWを上回っており、年間発電電力量は600億kWhに達すると見込まれている。中国は、潮汐発電開発ですでに40年の歴史を持っており、2008年末時点で江夏、海山、沙山、平潭など8基、合計設備容量では6120kWの潮汐発電所が建設されている。

このうち、最大の発電所は80年に発電を開始した浙江省の江夏発電所で、単機容量500～700kWのユニット5基で構成され合計設備容量は3200kWとなっている。採用されている技術は中国が独自に研究、製造した。同発電所では2009年6月、運転開始以来初となる改修作業が行われた。

中国は海岸線が長いことに加えて島の数も多いため、波浪エネルギーが豊富である。海洋気象部門の観測データによると、中国の沿海海域の年間平均波高は約2mで、波浪エネルギー（波力発電）は約5億kW、このうち開発可能な部分は約1億kWと推定されている。

中国の波力発電研究は1970年代にスタートした。現在、小型の岸辺固定発電技術は世界の先端水準に達しており、航路標識灯用のマイクロ波力発電装置が沿海海域の航路標識などに利用されている。

また、珠江口大万山島に建設された岸辺固定タイプの3kWの波力発電所は中国が独自に研究、製造したもので、1990年に運転を開始した。このほか、20kWの波力試験発電所と8kWのスウィング式波力発電所が建設された。

中国政府は、「第10次5ヵ年」期間（2001～2005年）中に波力発電の研究に400万元以上の予算を投入した。研究を担当したのは中国科学院傘下の広州エネルギー研究所で、同研究所では2006年初め、波浪エネルギー独立発電システムの試験に成功している。

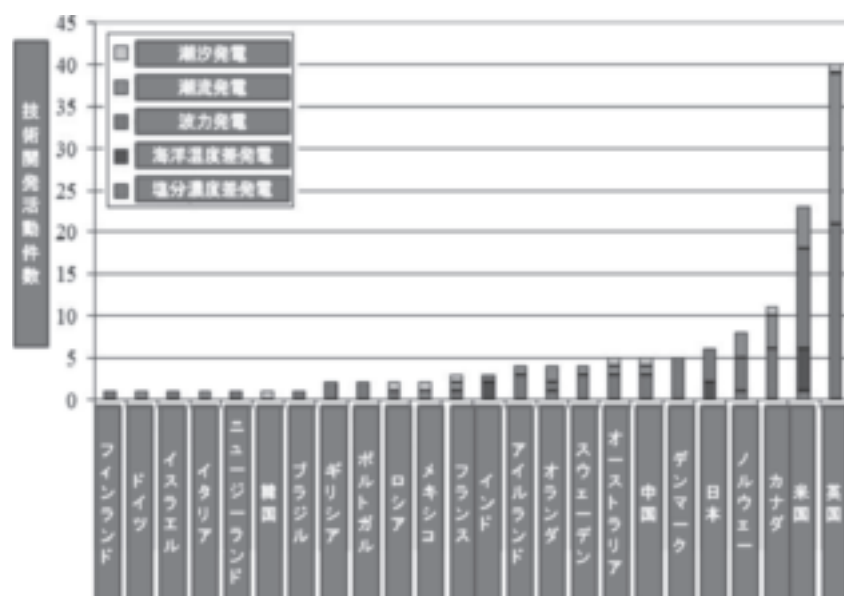
中国では、潮汐と波力以外の海洋エネルギー技術については、まだ研究段階にある。このうち潮流発電については、ハルビン工程大学が「第9次5ヵ年」計画期において、科学技術部の「難関攻略計画」（現「国家科学技術支援計画」）のもとで海上浮遊タイプの70kWの「万向Ⅰ」実験発電所を開発し、2002年1月に完成した。同発電所は浙江省の岱山県亀山水道に設置された。

また、ハルビン工程大学は海底固定式の潮流発電所「万向Ⅱ」の開発を行い、岱山県高亭鎮と港山の間の潮流水道に設置した。同発電所は、「第10次5ヵ年」計画期における科学技術部の「国家ハイテク研究開発発展計画」（「863計画」）のもとで研究開発が行われたもので、2005年12月に完成した。

このほか、東北師範大学は、「第11次5ヵ年」期における「863計画」のもとで、出力1kWの海面下浮遊式水平軸タイプの潮流発電所の研究開発を2006年11月に開始した。また、ハルビン工程大学はイタリア企業と協力し、250kWの海上浮遊式垂直軸タイプの潮流発電所の研究開発を2007年8月から行っている。浙江大学も2007年8月、出力5kWの固定式水平軸タイプの潮流発電所の研究開発をスター

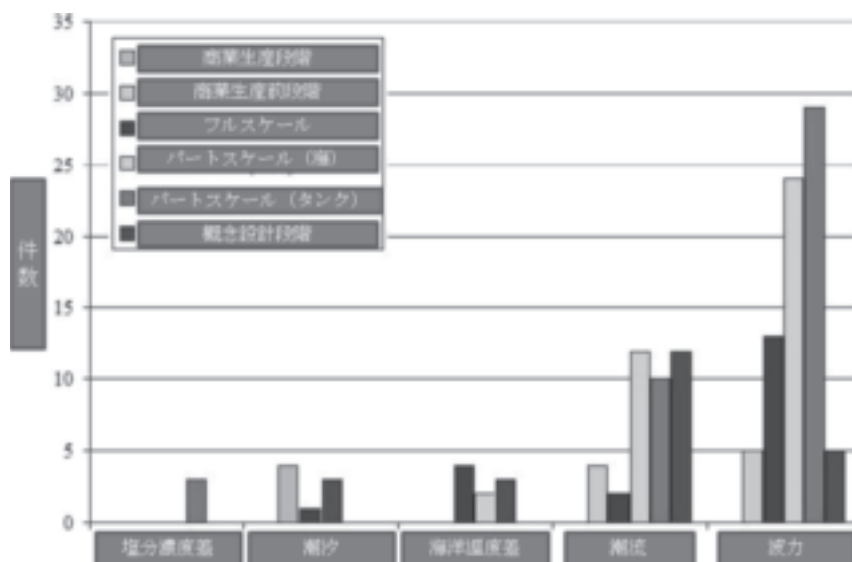
トしている。いずれも、「第11次5ヵ年」期における「863計画」の支援を受けている。

第2-2-24図 各国の海洋エネルギーの開発状況



出典：「OCEAN ENERGY: GLOBAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT STATUS」(Implementing Agreement on Ocean Energy Systems, International Energy Agency, March 2009)

第2-2-25図 各種海洋エネルギー技術の成熟度



出典：「OCEAN ENERGY: GLOBAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT STATUS」(Implementing Agreement on Ocean Energy Systems, International Energy Agency, March 2009)

第2-2-38表 各種海洋エネルギーの世界及び中国の開発ポテンシャル

海洋エネルギー	世界 (億 kW)	中国 (億 kW)
潮汐エネルギー	17	1.1
波力エネルギー	20	0.23
温度差エネルギー	100	1.5
塩分濃度差エネルギー	20	1.1
海流エネルギー	0.3	
化学エネルギー	0.18	

原典：http://www.66wen.com

出典：「中国至 2050 年 海洋科技发展路線図」（中国科学院海洋領域戦略研究組、2009 年 8 月）

(4) 深層地熱発電

国際エネルギー機関（IEA）の地熱実施協定（Geothermal Implementing Agreement）がまとめた 2008 年次報告（「IEA Geothermal Energy 12th Annual Report 2008, December 2009」）によると、2008 年末時点では世界の 24 カ国で地熱発電が行われている。合計設備容量は電気出力で 10400MW（1040 万 kW）に達している。

同年次報告によると、世界の地熱発電の設備容量は、1980 年から 2005 年に間に 2.5 倍に増加した。これは、毎年 20 万 kW の割合で増えた計算になる。国別で見ると、米国の 304 万 kW が最も大きく、フィリピン 197 万 kW（2007 年）、インドネシア 99 万 2000kW（2007 年）、メキシコ 95 万 8000kW、イタリア 81 万 kW、ニュージーランド 63 万 2000kW、アイスランド 57 万 5000kW、日本 53 万 5000kW などと続いている。中国（チベット自治区）は 2 万 8000kW となっている。地熱発電が全体の発電設備容量の 10%を超えている国は、アイスランドの 22.3%をはじめ、全部で 5 カ国ある。

国土資源部によると、中国の高温地熱資源（150 度 C 以上）はチベット南部から四川西部、雲南西部にかけて分布している。このうち、チベットの羊八井では最高温度が 250 度 C を超えている。一方、中低温地熱資源（150 度 C 未満）は、華北平原から汾渭盆地、オルドス盆地、松遼平原、蘇北盆地、江漢盆地、四川盆地、銀川平原、河套平原にかけて、また東南沿海地区と膠東、遼東半島にかけて分布している。

中国では第一次石油危機に見舞われた 1970 年代初めに地熱資源開発がスタートし、試験的な規模で全国に以下のような中低温地熱発電所が建設された。

- 広東豊順県鄧屋（90 度 C、300kW）
- 湖南寧郷県灰湯（98 度 C、300kW）
- 河北懷来県後郝窯（87 度 C、200kW）
- 山東招遠県湯東泉（98 度 C、300kW）
- 遼寧蓋県熊岳（90 度 C、200kW）
- 広西象州市熱水村（79 度 C、200kW）
- 江西宜春県温湯（67 度 C、100kW）

こうした地熱発電所の発電系統設備は、廃棄された小規模発電ユニットのものを流用したほか、独自に設計した配管システムを採用した。いずれも、送電網には接続されていない。7 カ所の発電所のうち、広東と湖南を除く 5 カ所は、1970 年代末に閉鎖された。

そうしたなかで、1976 年に設立されたチベット地熱地質大隊は羊八井で地熱フィールドの調査を開

中国の地熱発電技術は、世界的な水準と比べるとだいぶ遅れているが、そうした背景には、この10年あまり新規建設のニーズがなかったことがある。

世界の地熱発電設備容量

設備容量 MW

年

1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015

Legend:

- 1975
- 2007 GEA
- 2010 GEA
- 2010 certain
- 2006 GEA
- 2008 GEA
- Linear (~200 MW/yr)

Year	Capacity (MW)	Source
1975	1,200	1975
1980	3,500	Linear (~200 MW/yr)
1985	4,800	2007 GEA
1990	6,000	2007 GEA
1995	7,200	2007 GEA
2000	8,400	2007 GEA
2005	9,600	2007 GEA
2006	9,800	2006 GEA
2007	10,000	2007 GEA
2008	10,500	2008 GEA
2010	11,000	2010 certain
2010	13,500	2010 GEA

出典：「IEA Geothermal Energy 12th Annual Report 2008、December 2009」

国名	設備容量 ^{注1} (電気出力 MW)	年間発電電力量 ^{注2} (GWh)	全設備容量に占める割合 ^{注3} (%)	全発電電力量に占める割合 ^{注4} (%)
オーストラリア [※]	0.12	2.0	－	－
オーストリア	1.1	3.2	－	－
中国（チベット）	28	95.7	30	30
コスタリカ	163	1145	8.4	15
エルサルバドル	204	967	14	24
エチオピア	7	－	1	－
フランス [※]				
グアドループ島	15	90	～ 9	～ 9
ソルツ村	2.2	0		
ドイツ [※]	6.6	18.0	－	－
グアテマラ	53	212	1.7	3
アイスランド [※]	575	4000	22.3	24.5
インドネシア	992	6085	2.2	6.7
イタリア [※]	810.5	5181	1.0	1.8
日本 [※]	535.26	3064	0.2	0.3
ケニア	129	1088	11.2	19.2

国 名	設備容量 ^{注1} (電気出力 MW)	年間発電電力量 ^{注2} (GWh)	全設備容量に占める割合 ^{注3} (%)	全発電電力量に占める割合 ^{注4} (%)
メキシコ*	958	7056	1.9	～ 3
ニュージーランド*	632	3962	6.0	～ 10.5
ニカラグア	87	270.7	11.2	9.8
パプアニューギニア (Lihir 島)	56	17	10.9	－
フィリピン	1970	9419	12.7	19.1
ポルトガル (サンミゲル島)	23	90	25	－
ロシア	79	85	－	－
タイ	0.3	1.8	－	－
トルコ	38	105	－	－
米国*	3040	15000	～ 0.3	0.36
合 計	10405	57957	9.4	11.6

※：GIA 加盟国

注1：GIA 加盟国は 2008 年実績、非加盟国は 2007 年実績

注2：GIA 加盟国は 2008 年実績、非加盟国は 2005 年実績

注3：() で示した当該地区での占める割合

注4：() で示した当該地区での占める割合

出典：「IEA Geothermal Energy 12th Annual Report 2008、December 2009」

(5) バイオマス発電

中国では、重要な再生可能エネルギーの 1 つとしてバイオマス・エネルギーに対する期待が高まってきている。とくに、他の再生可能エネルギーに比べて、バイオマス・エネルギーは液体燃料への転換が可能な唯一の再生可能エネルギーである。

中国は農業国であり、バイオマス資源はきわめて豊富で、標準炭で 3 億 5000 万トンに相当する毎年約 7 億トンの農業廃棄物が発生していると推定されている。こうした農業廃棄物を中心とするバイオマス・エネルギーは、とくに農村部におけるエネルギー構成において重要な地位を占めてきた。

しかし、バイオマス・エネルギーの利用は、そのほとんどが直接燃焼であったため、煤塵と燃焼残渣の問題に加え、農村部の経済・社会発展を阻害する 1 つの要因とみなされてきた。

南開大学新エネルギー材料化学研究所の陳軍・教授によると、現在、中国のバイオマス開発と利用は、バイオマス炉の開発、バイオマス・ガス化技術、バイオマス液化技術、バイオマス・エネルギーメタンガス開発、バイオマス発電技術、バイオマス成型燃料及び木炭利用技術が中心になっている（「中国の再生可能エネルギー研究の現状と動向」、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009 年 3 月 27 日）。

このうちバイオマス発電技術については、直接燃焼式発電、ガス化発電、熱・電併給に大きく分けることができ、中国はすでに一定の成果を収めている。中国科学院傘下の広州エネルギー研究所が「863 計画」のもとで進めた「バイオマス・ガス化発電最適化システム及びモデルプロジェクト」は、研究開発に成功して以来、中国だけでなく東南アジアでも普及しており、国際的に見ても採用が最も多いバイオマス発電方式になっている。

また、陳教授によると、バイオマス・ワラ（茎）直接燃焼発電は、現在、中国で最も急速に発展しており、新規のユニット設置件数が最も多い発電方式になっている。一方で、直接燃焼発電は比較的大量のワラ（茎）資源を消費するだけでなく、効率が 20 ～ 25% と低いため、バイオマス直接燃焼発電のコストが高いという問題も抱えている。

こうしたことから、発電効率を向上させることが今後の課題として浮上ってきており、陳教授はガス

化複合発電技術の研究開発によってバイオマス発電が飛躍的に伸びるとの見方を示している。

中国科学院傘下の広州エネルギー研究所エネルギー戦略センター主任の趙黛青氏は、バイオマス・エネルギーの密度が低く燃料消費率も火力発電に比べて非常に高いとしたうえで、資源的にも分散しているため、発電以前の資源作物の収集、梱包、破碎処理、保管、運搬などのプロセスにおけるエネルギー投入が非常に大きいと指摘している。

こうしたことから同氏は、バイオマス発電を大規模に発展させる初期段階において、バイオマス発電のライフサイクルにおけるエネルギー投入量と生産量を算定しておく必要があるとの認識を示している。

同氏によると、バイオマス発電のライフサイクル別エネルギー収支リストを技術コース別に分析すると、バイオマス発電のライフサイクル別総エネルギー投入量は、技術的コースごとに大きく異なっているという。

一方で、あるライフサイクルにおける化石エネルギー投入量はそのライフサイクルにおける総エネルギー投入量に占める割合は、すべて4～5%であり、またエネルギー再生可能指標も95～96%であることから、農作物の茎による発電システムへのエネルギー投入は非常に高い生産性を備えていると結論している。

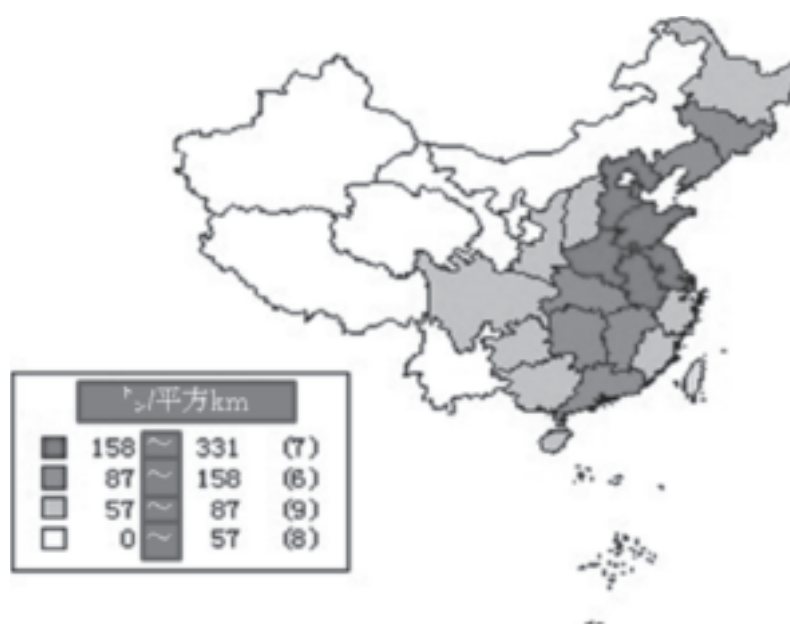
なお、国家發展改革委員会が2009年11月に公表した「中国の気候変動に対する政策と行動」によると、2008年末時点におけるバイオマス発電の設備容量は前年から5%増加し315万kWとなっている。またバイオマス発電プロジェクトは、「クリーン開発メカニズム」(CDM)の一環として、各地で積極的に建設が行われている。

大唐国際発電股份有限公司下花園発電所と河北省張家口市下花園区は2009年12月3日、中国最大級となる11万kW・2基で構成されるバイオマス発電プロジェクトを共同で推進する契約に調印した。都市污水处理場の汚泥とワラあるいは生活ゴミを燃料とし、少量の微粉炭を混焼させる方式を採用する。総投資額は6億元に達すると見込まれている。

第2-2-40表 バイオマス発電技術の現状

発電方式	原 料	備 考
直接燃焼 (バイオマスを直接燃焼させて熱を取り出し、発生した熱を用いて水蒸気を作り発電する)	①木質系バイオマス ②草本系バイオマス	国内の一部大学と研究機関が研究開発を実施しており、すでに木材、甘蔗残渣、もみ殻を原料として燃焼するボイラを製造できるようになった。ワラ燃焼ボイラ技術を完全に掌握するまでには至っていない。
混合燃焼 (バイオマスを化石燃料と一緒に燃焼させる技術)	①木質系バイオマス ②草本系バイオマス	甘蔗残渣と石炭、重油の混合燃焼ボイラの製造技術を掌握した。
ガス化 (バイオマスをガス化して気体燃料をガスエンジンで電気に変換する技術)	①木質系バイオマス ②草本系バイオマス ③乾燥バイオマス	中国科学院広州エネルギー研究所では、バイオマス循環流動床ガス化技術を開発した。同技術は、世界の先進水準に達した。

第 2-2-27 図 中国の単位国土面積あたりのワラ資源量（2005 年）



出典：「農業生物質能産業発展計画（2007～2015 年）」（農業部、2007 年 5 月）

第 2-2-41 表 バイオマス発電の技術ルート・ライフサイクル別エネルギー収支リスト分析結果

技術ルート		高温高压 直接燃焼	中温中圧 直接燃焼	気化コン バインド サイクル	単純気化	20%混合 燃焼
バイオマス発電容量		25MW	24MW	6MW	3MW	60MW
発電ユニットの配置		25MW	2 × 12MW	5MW + 1MW	3MW	140MW
ライフサイクル 過程での化石エネルギー の投入 (kgce/MWh)	>資源作物の栽培	8.99	11.56	10.01	12.61	7.59
	化学肥料の使用	6.28	8.07	6.99	8.80	5.30
	農業用軽油の使用	2.71	3.49	3.02	3.81	2.29
	>作物の収集	0.56	0.78	0.40	0.44	0.63
	>加工と保管	5.18	6.66	5.76	7.26	4.37
	茎の梱包	4.47	5.75	4.97	6.27	3.77
	場内中継搬送	0.19	0.24	0.21	0.26	0.16
	積み重ね保管	0.13	0.16	0.14	0.18	0.11
	取り出しと運搬車積み込み	0.40	0.51	0.44	0.56	0.33
	>発電所への運搬	4.84	7.11	3.08	2.91	5.83
	>発電所の建設と運営	0.76	0.77	1.27	1.90	0.65
	>合計	20.33	26.88	20.52	25.12	19.07
バイオマス・エネルギーの投入量 (kgce/MWh)		438.71	564.06	488.07	615.12	370.29
総エネルギー投入量 (kgce/MWh)		459.04	590.94	508.58	640.24	389.36
エネルギー生産量		1MWh、化石エネルギー 377kgce に相当				
純エネルギー生産率		18.6	14.0	18.4	15.0	19.8
エネルギー再生可能性		95.57%	95.45%	95.97%	96.08%	95.10%

出典：「バイオマス発電システムのエネルギー貢献度」（趙黛青・中国科学院広州エネルギー研究所エネルギー戦略センター主任 / 教授、共著者：李莉、廖翠萍、林琳、馬隆竜、吴創之、「Science Portal China」、2010 年 2 月 4 日、科学技術振興機構）

第2-2-42表 中国で運転中の主なバイオマス発電所

名 称	所在地	設備容量 (万 kW)	投資額 (億元)	完 成	備 考
句容市バイオマス発電所	句容	0.5	0.3	2005 年 9 月	
広州エネルギー研究所 もみ殻 IGCC 発電所	江蘇	0.44		2005 年 10 月	年間利用バイオマス量 3.23 万 t、 年間発電量 2800 万 kWh
十里泉発電所	山東	2 × 2.5	5	2005 年 12 月	
国能単県発電所	山東	2.5	3.4	2006 年 12 月	送電網に接続
国能威県発電所	河北	2.4	2.7	2006 年 12 月	送電網に接続
国能河南浚県発電所	河南	2.5	—	2006 年 12 月	送電網に接続
江蘇宿遷発電所	江蘇	2.4	2.48	2006 年 12 月	送電網に接続、年間のワラ燃焼 量 17 ～ 20t、標準炭 9.8 万 t を節約
単県ワラ熱電プラント	山東	2.4	3	2006 年 12 月	
国能高唐発電所	山東	3	2.87	2007 年 2 月	送電網に接続
国能壘利発電所	山東	2.5	2.7	2007 年 3 月	送電網に接続
国能射場発電所	江蘇	2.5	2.7	2007 年 5 月	送電網に接続
国能望奎発電所	黒龍江	2.5	5.53	2007 年 11 月	送電網に接続
国能遼源発電所	吉林	5	6	2007 年末	送電網に接続
江蘇如東国家実証プロ ジェクト	江蘇	2.5	3	2008 年 6 月	年間のワラ消費量 17.6 万 t、年間 送電量 1.6 億 kWh、毎年 6 ～ 7 万 t の石炭を節約
華電宿州発電所	安徽	5	2.8	2008 年 8 月	ワラの浪費を年間約 20 万 t 減少、 標準炭で 10 万 t を節約、二酸化 炭素排出量を 10 万 t 抑制
中科バイオマス発電所	江蘇	0.5	0.3	2008 年 9 月	年間発電量 4000 万 kWh
安慶ワラ発電所	安徽	3	2.8	2008 年 10 月	
湖北神州新能源公司バ イオマス発電所	湖北	2.5	2.5	2008 年 12 月	年間発電量 1.8 億 kWh、販売収 入 9000 万元
安徽桐城凯迪発電所	安徽	2.4	2.49	2008 年末	
国電聊城発電所	山東	2 × 2.5	2.57	2009 年 1 月	
浙江龍遊発電所	浙江	18	2.4	2009 年 5 月	年間標準炭 8.27 万 t を節約、二 酸化炭素の排出量 15.3 万 t 抑制
紅山発電所	内蒙古	5	5.8		

出典：各種資料をもとに作成

第2-2-43表 建設・計画中の主なバイオマス発電所

名 称	所在地	設備容量 (万 kW)	投資額 (億元)	着 工 (完成)	備 考
魚台魯裕発電所	魚台経済 開発区	3	1.2	2008 年	完成後は熱電併給、年間発電量 8000 万 kWh、標準炭年間 4.8 万 t 節約
陝西バイオマス発電所 プロジェクト	陝西礼泉	3 × 3	10	2009 年 6 月	完成後年間発電量 6 億 kWh、年 間二酸化炭素の排出量を 20 万 t 以上抑制
安徽省杯寧バイオマス 発電プロジェクト	安徽	4.8	4.5	2009 年 11 月	
山東麗村熱電プラント	山東	1.2	0.98	2009 年 12 月	完成後の発電量 1 億 kWh、熱も 供給、販売収入 8000 万元

名 称	所在地	設備容量 (万 kW)	投資額 (億元)	着 工 (完成)	備 考
広東粵電湛江バイオマス発電プロジェクト	広 東	20	8.8	2010 年 6 月 運転開始	
吉林長嶺バイオマス発電プロジェクト	長嶺県	3	3	2011 年運転 開始	
山東東営国能壘利発電所	山東	2.5	2.7		
阿旗バイオマス発電プロジェクト	東北	2 × 0.12			
安徽鳳陽県神光バイオマス発電プロジェクト	安徽	1.2	1.15		
山東三融集団バイオマス発電プロジェクト	山東	3	0.45		年間ワラ消費量 11 万 t、発電量 1.5 億 kWh、年間収入 2034 万米ドル、利益 483 万米ドル
国電友誼バイオマス発電プロジェクト	東北地区	2 × 3			
河北晋州バイオマス発電プロジェクト	河北	2.5	2.6		燃料はトウモロコシ、小麦ワラ、果樹の枝等 17 ~ 20 万 t、年間発電量 1.3 億 kWh、100 万 m ² の暖房需要を満足
滄州バイオマス発電プロジェクト	河北		3		年間のワラ所要量 10 万 t、年間発電量 1.32 億 kWh
内蒙古奈曼旗林業バイオマス直接燃焼発電所プロジェクト	内蒙古	2.4			灌木を利用
江蘇国信泗陽バイオマス発電プロジェクト	江蘇	3	3		
国能寧陽バイオマス発電プロジェクト	寧陽県	2.4	3.6		送電量年間 255 億 kWh、年間バイオマス消費量 30 万 t
重慶市忠県聚源バイオマス発電プロジェクト	重慶市	2 × 1.2	2.23		現地のワラと材木廃棄物が燃料
羊安工業団地バイオマス発電プロジェクト	四川省	2.4	3.3		年間収入 1.9 億元
桂陽バイオマス発電プロジェクト	武漢市		4		桂陽県が 50 万ムーのバイオマス原料基地を建設
湖北省棗陽市万富春バイオマス発電プロジェクト	湖北	2.5	2.7		年間、廃棄麦ワラと材木剰余物 17.3 万 t を燃料として利用
上思開発バイオマス発電プロジェクト	広西上思 県	4 × 1.7	4		年間発電量 4.8 億 kWh、年間収入 4 億元
泰州興化市バイオマス発電プロジェクト	泰州興化 市	22 × 1.2	2.6		
麻城市バイオマス発電プロジェクト	麻城	2.4	3		
陽城東冶バイオマス発電プロジェクト	晋城市陽 城県	2.4	1		

出典：各種資料をもとに作成

5 石炭クリーン技術

中国科学院は2009年9月1日、エネルギーに関係する傘下の研究所の代表者を集めて会合を開いた。会合には、電工研究所、過程工程研究所、大連化学物理研究所、工程熱物理研究所、山西煤炭化学研究所、広州能源研究所、青島生物能源研究所をはじめ、30の研究所から代表者が参加した。

この会合は、「第12次5ヵ年」期（2011～2015年）のスタートを目前に控え、中国科学院として提出する計画・提案の検討を行うために開催されたもので、石炭のクリーンで高効率な総合利用、化石エネルギーの代替、省エネ・排出削減に向けたエネルギー構造の転換、基盤施設の改善——を4本の柱に据えることが確認された。このうち、石炭のクリーンで高効率な総合利用が最も重要であるとの認識で一致した。

石炭クリーン技術は、多くの業種、分野、学問に及ぶ巨大なシステム工学であり、生産と利用のプロセスに基づいて石炭転化技術、先進的発電技術、排ガス浄化技術に分けることができる。

このうち、先進的発電技術については、中国の総発電設備容量に占める石炭火力の割合が4分の3を超えることから、環境に配慮した高効率の石炭燃焼発電技術を加速的に発展させることが、中国の電力事業発展に向けて不可欠な選択肢であると位置付けられている。

(1) 石炭ガス化複合発電

中国では、石炭ガス化複合発電（IGCC）の核心技術に対する研究が日本や欧米先進国から遅れている状況を踏まえ、「第9次5ヵ年」期（1996～2000年）において、IGCCプロセスや石炭のガス化、浄化、蒸気タービン、余熱システムなどの核心技術の研究がスタートした。

石炭ガス化については、中国華能集团公司傘下の西安熱工研究院が「二段式乾燥微粉炭加圧ガス化技術研究」と「大規模高効率気流床石炭ガス化技術研究」を「国家ハイテク研究開発発展計画」（「863計画」）と「国家重点基礎研究発展計画」（「973計画」）のテーマとして研究してきた。

2006年9月には、研究成果の1つとして、「乾燥石炭加圧密封状態輸送装置」が国の特許を取得した。同装置は、主に乾燥微粉炭加圧ガス化システムに応用され、石炭を輸送する際に詰まってしまうという問題を解決した。

また、2007年1月まで、同研究院の「二段式乾燥微粉炭加圧ガス化技術」の中間試験装置によって168時間の連続運転試験が行われ、累計運転時間が2300時間に達した。1000トン/日の能力を持つ二段式乾燥石炭加圧ガス化炉とガス化プロセスの技術設計は、30万トン/年のメチルアルコール・プラント、250MWのIGCC発電所の設計要件をクリアした。こうした成果を踏まえ、同1月、「二段式乾燥微粉炭加圧ガス化技術」は科学技術部による検収を通過した。

さらに同研究院は2009年、米国のFuture Fuels社との間で、乾燥微粉炭加圧ガス化技術を米国ペンシルベニア州の15万kW・IGCC発電所に提供する契約を締結した。

中国科学院工程熱物理研究所も、IGCCの発展を提唱、推進してきた。同研究所は、1990年代末以降、IGCCのモデル構築、パラメータの最適化等の基礎研究を進め、IGCCシステムの設計技術、高効率・低公害の合成ガス燃焼技術等の研究開発を実施した。

IGCC発電所の建設に関しては、中国華能集团公司が2004年、「緑色煤電」（グリーン石炭発電）計画を立ち上げ、国から特別資金の支援を受けた。計画では、石炭ガス化による水素の製造、ガスタービン・コンバインドサイクル発電、燃料電池発電などの研究開発が中心になった。同計画の中心的な技術には、乾燥石炭加圧ガス化技術、高温浄化技術、IGCCシステム一体化技術、石炭ガス化による水素製造技術、燃料電池発電技術、膜気体分離技術、二酸化炭素の回収・貯留（CCS）技術が含まれていた。

中国華能集团公司は2005年12月、中国大唐集团公司など7社と共同で、中国綠色煤電有限公司（Greengene Corporation Limited）を設立した。同社は、登録資本金3億元で、中国華能集团公司が51%出資した。

また中国華能集团公司は2006年9月、天津市政府との間で、IGCC実証プロジェクトの協力枠組み取決めを締結し、グリーン石炭発電計画に着手した。取決めによると、天津市の臨港工業ゾーンで自主イノベーションによる25万kWのIGCC実証プラント「華能天津IGCC発電所」を建設する。同発電所は2009年7月6日に着工し、2011年の完成が予定されている。このほか、広東省の東莞市では、20万kWのIGCCを4基建設する実行可能性研究報告が2008年に国の審査を通過し、現在、建設が行われている。

中国の科学技術政策の根幹となっている「国家中長期科学技術發展規画綱要（2006～2020年）」では、IGCC関連技術を重要研究課題としてあげている。同綱要に従い、中国華能集团公司傘下の中国綠色煤電有限公司を中心とした企業や研究機関は、「863計画」や「973計画」を通じて、積極的に研究開発を進めている。

中国綠色煤電有限公司は「第11次5ヵ年」期間中、20億元を投じて自主知的財産権を持つ2000トン/日の乾燥微粉炭加圧石炭ガス化、石炭ガス浄化、ガスタービン中低カロリー石炭ガス燃焼などの核心技術の研究、開発、応用を行うことにしている。

また、「第12次5ヵ年」期間中（2011～2015年）には、30億元を投入し、3000トン/日あるいは2000トン/日×2台の気化炉の運転方式を技術的、経済的に検証するとともに、自主知的財産権を持つ40万kWのIGCC実証発電所を建設することを計画している。さらに、石炭を用いた水素の製造、水素エネルギー発電所、二酸化炭素の分離と処分、燃料電池発電技術の研究開発を実施する。

同社はさらに「第13次5ヵ年」期間（2016～2020年）では、20億元を投じて石炭を用いた大規模な水素製造のほか水素エネルギー発電、水素ガスタービン・コンバインドサイクル発電、二酸化炭素の回収・貯留技術の研究開発するとともに、40万kWの水素ガスタービン、燃料電池発電実証プロジェクトを実施するとしている。

(2) 石炭ガス化燃料電池複合発電

中国政府は燃料電池の重要性を認識しているが、研究開発水準は国際的な先進水準と比べると相当の開きがあり、実用化・商業化までにはかなりの時間がかかるとみられている。こうしたことから中国政府は、外国からの技術の導入、消化、吸収、革新という技術路線に沿って、短時間で燃料電池発電技術を把握する方針を打ち出している。

なお華東理工大学の于立軍教授らが開発した「石炭ガス化両極高温燃料電池発電システム」は2003年に国家特許を取得している。

また、西安熱工研究院は2005年、「863計画」に盛り込まれた「高温燃料電池発電システムの設計と最適化」研究プロジェクトを完成し、2006年には燃料電池実験室を建設し、2007年に2kWの固体高分子系燃料電池（PEMFC）のデータの収集・制御システムを開発した。さらに2008年には、熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC）単一電池の発電試験に成功し、560×400mm溶解炭酸塩燃料電池双極板、5kW溶解炭酸塩燃料電池発電システムを設計した。今後の計画として、2010年に50～100kWの高温燃料電池の発電実証プロジェクトを立ち上げる予定である。

(3) 新型石炭燃焼・発電

中国では、新型石炭燃焼・発電に関する研究は、西安熱工研究院傘下の発電所クリーン燃焼国家工程研究センター、石炭（煤）燃焼国家重点実験室（華中科技大学）、石炭クリーン（煤的清潔）燃焼技術国家重点実験室（清華大学）で実施されている。

発電所クリーン燃焼国家工程研究センター（国家燃焼センター）は、先進的な循環流動床（CFB）燃焼試験装置を保有している。試験装置の熱出力は1MW、燃焼室の高さは23mで、大型CFBボイラの燃焼室の高さとほぼ同じである。

同センターは2008年5月、2つの国家特許を取得した。1つは「微粉炭ボイラ燃焼器検査測定器の検査測定距離の確定方法」で、この方法を採用することによって検査測定器の判断が適切にできる。もう1つは「壁式燃焼ボイラの3分割風配分方式」で、炉内を3分割し、燃焼空気を即時に補充し、NO_x排出の低減ができる。

華中科技大学に属する石炭燃焼国家重点実験室の主要研究課題には、燃焼メカニズム、燃料汚染排出処理・防止、燃焼過程物理数学モデル、燃焼過程の観測診断と制御、燃焼技術開発、先進発電技術が含まれている。

2005年に同実験室が開発した「下排気循環流動床燃焼技術」は、新規建設分だけでなく旧式流動床の改造に応用されている。

清華大学に属する石炭クリーン燃焼国家重点実験室の主要研究課題には、流動床燃焼理論と技術、微粉炭燃焼理論と技術、石炭のガス化理論と技術、多相流動と伝熱、微粉炭燃焼における汚染制御などが含まれている。

このうち、複数の技術については自主知的財産権を持っている。具体的には、ドライ式循環流動床煙道ガス脱硫技術、2段階液体柱噴射煙道ガス脱硫技術、ラミネート膜ろ過技術、油霧煙道ガス処理技術、石炭燃焼の多種類汚染物同時除去技術、低NO_x微粉炭燃焼技術などが含まれる。

大型循環流動床ボイラ技術については、中国は海外技術導入により、核心技術を吸収、消化し、現在、30万kWの循環流動床（CFB）ボイラの設計、製造技術を把握している。

2003年に四川省で建設が始まった白馬30万kWのCFBボイラ発電実証プロジェクトは、フランスのALSTOM社の技術と設備を導入した。

その後、中国のハルビンボイラ、上海ボイラ、東方ボイラの各社は関連技術を把握し、30万kWのCFBボイラの国産化を実現した。

2008年9月9日付「中国工業報」によると、2006年11月には中国初の国産の30万kW・CFBボイラが雲南省の開遠発電所で商業運転を開始した。また、2008年9月時点で国産の30万kW・CFBボイラの受注量は27台に達した。

中国は60万kWのCFBボイラの自主研究開発にも力を入れている。国有企業である国網新源控股有限公司は60万kWのCFBボイラの専門チームを設立し、関連技術の研究と開発を積極的に進めている。

(4) 超超臨界圧発電

中国は、「第10次5ヵ年」期の「863計画」の一環として超超臨界圧発電に対する研究を行った。研究のサブテーマには、下記の5件が含まれている。

- ①超超臨界ユニットの技術選択の研究
- ②超超臨界ボイラの核心技術の研究

- ③超超臨界タービン技術の研究
- ④大型石炭発電所煙道ガス浄化技術の研究
- ⑤超超臨界ユニット発電所の設計と運転技術の研究

同研究の実証プロジェクトとなったのが、中国華能集团公司の玉環発電所Ⅰ期工事である。Ⅰ期工事は100万kWのユニットを2基建設するというもので、1号機は2004年6月に着工し、2006年11月に中国初の100万kW超超臨界ユニットとして商業運転を開始した。翌年7月には、2号機が商業運転を開始した。ユニットの主要パラメータを以下に示す。

- ・蒸気圧力：26.25MPa
- ・蒸気温度：600℃/600℃
- ・単機容量：100万kW
- ・発電効率：44.86%

上海タービンは、ドイツのシーメンスのタービン技術を導入し、プラントを生産した。タービンは超超臨界、一次再熱、変圧、8段回熱抽気、単軸、4室4排気、復水型である。ハルビンボイラは、三菱のボイラ技術を導入し、プラントを製造した。ボイラは超超臨界、一次再熱、変圧、平衡通風、露天配置、固体状態スラグ排出、全体鋼枠構造、一体化クリーン構造、直流型である。

中国の発電所、メーカーは、このプロジェクトを通じた技術導入、吸収、革新により、超超臨界発電技術の核心技術の一部を把握し、自主知的財産権を持つ複数の技術を開発した。

タービンの核心技術については、超超臨界タービンの中心的な設計技術の研究、高温部品材料の鋳造、鍛造、熱処理及び熱加工技術の研究などにおいて一定程度の成果を取得し、国産100万kW級超超臨界タービンの開発設計能力を備えるに至った。

玉環発電所の建設は、発電所の関連部品国産化も促進した。上海重型機器は中圧室、高圧ロータを研究製造し、60万kWのタービンに採用した。上海ボイラが研究・開発したステンレス鋼管は650度Cの高温状態で99MPaの圧力に耐えられる。上海タービンが開発した羽根とボルトに用いられる高温強度材料は産業化を実現し、年間600トンの生産規模に達している。

ハルビンボイラは、超超臨界ボイラの特殊材料の溶接技術を把握し、自主的に技術研究・革新も行っている。中国第二重型機械集団は2008年末、国内初の国産100万kW超超臨界タービン用のロータ鋳造部品の製造に成功した。国内の鑑定機関によると、輸入品を代替できる品質にあることが評価された。

玉環発電所の建設後、天津の国投北疆発電所（100万kW×4基）1号機が2009年9月に商業運転を開始している。また、華能井岡山発電所Ⅱ期工事（66万kW×2基）1号機が2009年11月に商業運転を開始した。

(5) 高度加圧流動床燃焼

中国は、加圧流動床燃焼技術（PFBC）に関する研究・開発では20年以上の歴史を持っている。とくに、第8次、第9次5ヵ年期間中には、東南大学熱エネルギー工程研究所をはじめとした関連研究機関は、海外の技術を導入・吸収しながら、国内の技術と設備を利用して、中国初の1万5000kWの高度加圧流動床コンバインドサイクル（PFBC-CC）中間試験発電所を徐州に建設した。建設後、システム全体で72時間の連続運転と累計1000時間に及ぶ試運転を行い、2001年4月に国の鑑定を通過した。

同中間試験発電所の建設によって、ガス・蒸気コンバインドサイクル発電に関する核心技術のブレー

クスルーを達成するとともに、実際の工事試験を通じて技術を把握した。同中間試験発電所の建設後、中国はPFBC-CC発電技術に対して自主知的財産権を持つことになり、商業規模のPFBC-CC発電技術の導入・消化・吸収及び国産化・大型化の実現のための基盤を構築した。

中国政府はPFBC-CC技術の開発を加速するため、10万kWのPFBC-CC実証発電所の建設計画を立案した。それによると、ガスタービンは外国の設備を導入する必要があるものの、大部分の設備は国内で製造する。

第2世代高度加圧流動床コンバインドサイクル発電技術（2G PFBC-CC）については、東南大学の熱エネルギー工程研究所の研究者が2006年4月、「燃焼科学と技術」に研究結果を発表した。同研究所は2MWtの加圧流動床部分気化炉を建設し、1MWt加圧流動床燃焼炉に対して改造を行い、第2世代PFBC-CCシステムを完成した。2年間に及ぶ調整と試験研究を経て、第2世代PFBC-CCのプロセスの実行可能性と先進性が検証された。それによると、気化炉で発生した石炭ガスの熱カロリーは4MJ/Nm³以上で、ガスタービンの要求を満足できる。また、ダストの炭含量は2%以下で、システムの石炭利用率は99%以上である。

第2世代PFBC-CCに関して中国は、流動床部分気化炉、低カロリー石炭ガス燃焼室、ろ過式高温除塵器などの核心技術の基礎的な研究を行った。また、石炭熱分解ガス化、流動床燃焼、高温石炭ガスと煙道ガス浄化技術の実験研究を行った。現在の技術水準は海外の関連研究と開発と比べて遜色はないとみられている。現在、「973計画」の重要研究課題として、国内の関連研究開発機関が共同で、石炭熱分解、気化、高温浄化のプロセスの基本的研究を行っている。

6. エネルギー輸送技術

(1) 高圧、超高圧送電技術

中国では、発電所の建設拡大とともに、電力網の建設が急速に拡大している。220kV以上の送電線に限っても、2002年当時18万8719kmであったものが、2009年末時点では2.1倍以上に増加した。

国家電力監管委員会によると、中国には2008年末現在、省クラス以上の送電企業は38社ある。このうち省クラスの送電企業は31社である。また、こうした送電企業の下に配電と売電を業務とする「供電企業」がある。供電企業は2008年末現在、地方都市クラスが431社、県クラスが2741社ある。

供電企業の経営形態は、中央国有や地方国有、民営、株式会社等、多様な形をとっているが、大部分は独立法人企業ではない。こうした供電企業の中には、自ら発電して供電している企業や託送している企業もある。

一方、中国の電力網の送電ロス（損失）は2008年には6.64%となり、前年から0.33ポイント低下した。中国の送電ロスは下降傾向にあり、1997年当時の8.2%と比べると、2008年には1.56ポイント低下した。

近年、中国の各地区間における高圧送電線連結工事は顕著な成果を収めた。2003年には、華中地区と華東地区を結ぶ2本目の±500kV直流送電線の商業運用がスタートし、華中地区から華東地区までの送電能力は420万kWに達した。また、同年9月には、華中地区から華東地区まで500kV交流送電線の連結を実現した。さらに、三峡から広東の直流送電線連結工事、華中と西北を結ぶ直流送電線連結工事がそれぞれ2004年と2005年から商業運用を開始した。

このほか、2006年末までに、中国西部の豊富な電力を東部の経済発展地区に送る「西電東送」プロジェクトの北通路、中通路、南通路の送電能力が3400万kWに達した。このうち北通路では13回線の500kV交流送電線を建設し、送電能力が1200万kWに達した。中通路では、3回線の±500kVの直流送電線などを建設し、送電能力が1000万kWに達した。南通路で、「6交流プラス3直流」の全部で9

回線の 500kV 送電線を建設し、送電能力が 1300 万 kW に達した。

中国政府は、超高压送電技術を非常に重視している。「1000kV（100 万ボルト）超高压交流と ±800kV（80 万ボルト）直流送電変電プラントの開発」が「国民経済・社会発展『第 11 次 5 ヶ年』規画綱要」に盛り込まれたほか、「国家中長期科学技術発展規画綱要」では、「大容量遠距離直流送電技術と超高压交流送電技術・設備の開発」がエネルギー重点分野の優先課題としてとりあげられた。

① 1000kV（100 万ボルト）超高压交流送電

中国では 2009 年 1 月 6 日、晋東南－南陽－荊門を結ぶ 1000kV（100 万ボルト）送電・変電実証プロジェクトが正式に商業運用を開始した。2009 年 5 月 21 日付「科学日報」によると、順調に運用が行われている。

② 800kV（80 万ボルト）高压直流モデル

四川向家坝から上海までを結ぶ 800kV（80 万ボルト）の高压直流実証プロジェクトが実施され、2009 年 12 月から調整を行い、2010 年 6 月には完成する予定になっている。同プロジェクトの送電線は、四川、重慶、湖北、湖南、安徽、浙江、江蘇、上海の 6 省 2 市を結び、架空送電線距離は 1715km に達する。なお、このプロジェクトでは ABB 社の超高压送電技術が導入された。

③超高压設備の研究と製造技術

中国では、超高压設備の研究・製造が順調に進んでいる。世界初の 1000kV、3000MVA の超高压変圧器を製造したほか、電圧、容量が最大の 1000kV の高压並列接続電気抵抗器を製造した。現在、保定天威変電器公司、西安西電変圧器公司、特変電工瀋陽変圧器公司が、1100MVA 変圧器と電気抵抗器を開発・生産する能力を持っている。

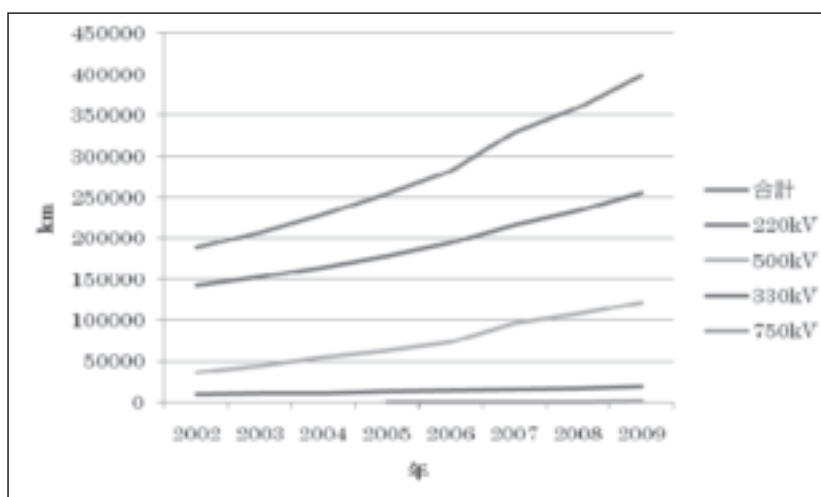
④超高压実験体系

中国は、世界的に見ても試験能力に優れ技術水準も高い超高压実験研究体系を構築した。中国には現在、「国家電網公司超高压交流試験基地」（武漢）と「国家電網公司超高压直流試験基地」（北京）がある。基地内の超高压変流変圧器を含むすべての主要設備は国産である。

また、2 ヶ所の基地は国家電網公司傘下の中国電力科学研究院、武漢高压研究院、電力建設研究院などが国内の重点大学や設計機関、設備メーカーと協力して、超高压送電・変電設備を国産化するための試験場となっている。2007 年以降、この基地を利用して、多くの世界初の試験を行い、大きな成果を収めている。

超高压送電技術は国内長距離送電プロジェクトに採用されるだけでなく、中露間の送電プロジェクトにも利用される予定になっている。具体的には、2015 年までに、±800kV 直流送電線を建設し、ロシアの極東電力網あるいは東シベリア電力網から中国の東北あるいは華北へ年間 380 億 kWh を送電する計画になっている。

第 2-2-28 図 中国の 220kV 以上の送電線建設状況



出典：「中国能源発展報告 2008」（社会科学文献出版社）、2007 年以降は中国電力企業連合会の各年次全国電力工業統計年報をもとに作成

第 2-2-28 図付表 中国の 220kV 以上の送電線の総延長

年	合 計	750kV		500kV		330kV		220kV	
	総延長 (km)	総延長 (km)	増加率 (%)	総延長 (km)	増加率 (%)	総延長 (km)	増加率 (%)	総延長 (km)	増加率 (%)
2002	188719	—	—	36745	16.7	9612	4.74	142362	4.73
2003	207153	—	—	44364	20.73	10389	8.08	152400	7.05
2004	228860	—	—	54252	22.29	10773	3.69	163835	7.5
2005	253685	141	—	62866	15.88	13059	21.22	177619	8.41
2006	281366	141	—	73394	14.6	13975	7	193997	9.1
2007	328367	141	—	96574	31.6	15493	10.9	216159	11.4
2008	358898	630	346.8	107993	11.82	16717	7.90	233558	8.05
2009	397651	1388	120.3	121868	12.85	18738	12.1	255657	9.46

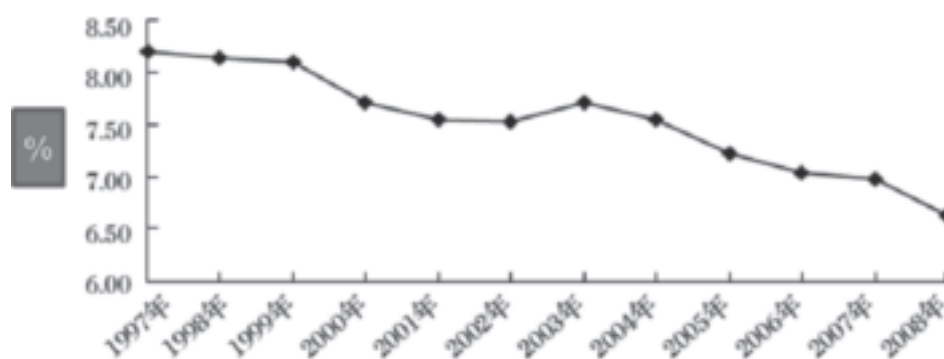
出典：「中国能源発展報告 2008」（社会科学文献出版社）、2007 年以降は中国電力企業連合会の各年次全国電力工業統計年報をもとに作成

第 2-2-44 表 中国の送電企業

	地方都市クラス	県クラス	合 計
国家電網公司	309	1892	2201
南方電網公司	63	338	401
チベット電力公司	7	32	39
新疆生産建設兵団	—	30	30
地方水力	—	231	231
内蒙古電力公司	10	73	83
陝西地方電力集团公司	1	66	67
山西国際電力集团公司	2	12	14
広西水利電力集团	—	43	43
その他	39	24	63
合 計	431	2741	3172

出典：「電力監管年度報告 2008」（国家電力監管委員会、2009 年 4 月）

第 2-2-29 図 送電ロスの経年変化



出典：「電力監管年度報告 2008」（国家電力監管委員会、2009 年 4 月）

(2) 再生可能エネルギー送電網接続技術

中国政府は再生可能エネルギー分野の発展を非常に重視しており、「改正再生可能エネルギー法」、「再生可能エネルギー中長期発展計画」等の法律や国家計画の中で、財政、税制、産業政策などの面から支援している。一連の支援政策の実施により、中国の再生可能エネルギーがエネルギー全体に占める割合は着実に上昇している。

しかし、近年、再生可能エネルギーと送電網との接続問題が再生可能エネルギーの拡大を阻害しかねない問題となってきた。こうしたことから中国政府は、再生可能エネルギーの送電網接続技術の研究・開発も急いでいる。

中国電力科学研究院は、風力発電の不安定性が電力網の安定・安全に影響を及ぼす問題を解決するため、「973 計画」の一環として「風力発電所出力予測システムの開発とモデル応用」プロジェクトを実施している。国内で初となる、電力網指令に用いられる風力発電出力予測システムが吉林電網で運用を開始した。同プロジェクトは 2008 年 4 月にスタートし、2008 年 9 月の試運転を経て 2009 年 3 月に専門家の検収を通過した。

風力発電所出力予測システムは、歴史的な気象データ、風力発電所のデータなどを利用して物理的方法（新規建設の風力発電所）と統計的方法（運転中の風力発電所）によって予測モデルをつくり、数値天気予報（短期予測）と風力測定塔からのデータ（超短期予報）をベースとして風力発電所の出力を予測するものである。

上海理工大学の研究チームは、「1MW 再生可能エネルギー送電網接続用変流器」プロジェクトの中で、1MW/330V 送電網接続用変流器のサンプル機を 1 台製造し、関連試験研究を行った。この変流器は二重構造で、出力と電流に対して閉ループ制御を採用しており、安定した出力を維持しながら送電網へ接続することができる。

中国ではマイクログリッドの関連研究がスタートしたばかりであり、欧米や日本と比べるとかなり遅れている。科学技術部による 2007 年度の「863 計画」の先進エネルギー技術分野としてマイクログリッドが取り上げられている。現在、中国科学院電工研究所、華中科技大学、清華大学、天津大学などが、マイクログリッドの研究を行っている。

このうち華中科技大学再生可能エネルギーセンターは、「分散式発電システムとマイクログリッド技術実験・研究プラットフォーム」を建設した。このプラットフォームを利用して、「分散式発電システムとマイクログリッドのネットワークポロジ及びその最適化配置」、「分散式発電システムとマイクログリッド特徴に適応した電力電子変換器」、「分散式発電システムとマイクログリッドの送電網接続の

制御」、「分散式発電システムとマイクログリッドの特性及び電力システムの相互影響」、「分散式発電システムとマイクログリッドに対するモニタリングとエネルギー管理」などの研究を行っている。

2007年12月に杭州電子科技大学に建設された太陽発電マイクログリッド高度化系統連系安定化システムは、2008年8月に竣工し運用が始まっている。このプロジェクトは日中両国政府の再生可能エネルギーに関する科学技術協力プロジェクトで、投資総額は5億円である。マイクログリッドは太陽光発電120kW、ディーゼル発電120kW、電気二重層キャパシタ、二次電池等から構成される。現在、太陽光発電等の自然変動電源を主体としたマイクログリッドを安定的に運転できるシステムを構築するため、様々な実証試験が行われている。

(3) 大規模送電網安全・安定化技術

中国の電力主管部門は1980年代半ば以降、「電力系統安全安定化指導原則」、「電力系統技術指導原則」を制定するとともに、国内の電力網の発展状況に応じて、数回にわたって改訂してきた。こうした「指導原則」によって電力網の計画設計や運用が指導され、電力網運用の安全水準が大きく向上するだけでなく、電力網の安定性を損なう事故の発生頻度が大幅に減少した。

一方で、近年、中国では電力網間の大規模な相互接続が盛んに行われるようになり、広域を跨った大型送電網が形成される中で大規模な停電が発生する可能性があると言及されるようになった。このため中国政府は、大規模な電力網の安全・安定化問題に対して基礎的、予見的な研究をする必要があるとの立場を堅持している。

そうしたなかで、2004年から「973計画」の一環として、「大型相互接続電力網の運用信頼性の向上に関する基礎研究」が始まった。この研究には8つのサブテーマがあり、テーマごとに、複数の機関が共同で具体的な研究を担当している。

- ・課題1：受電側システムの動態特性及び安全性評価の基礎研究
(中国電力科学研究院、華北電力大学、河海大学、四川大学)
- ・課題2：大型電網安全性評価のシステム複雑性の理論研究
(浙江大学、中国電力科学研究院、清華港大深圳電力系統研究所)
- ・課題3：大型相互接続電力網の分布式計算理論と方法研究
(清華大学、中国電力科学研究院)
- ・課題4：大型相互接続電力網オンライン運用信頼性評価、警報予告、決定支援システム
(中国電力科学研究院、清華大学、天津大学)
- ・課題5：電力市場化の電力系統運用信頼性に対する影響の研究
(国網集团公司南京自動化研究院、西安交通大学)
- ・課題6：超高压交流送電線の送電能力の向上に関する研究
(清華大学、華中科技大学)
- ・課題7：電力網の信頼性を向上するための大出力電力電子技術の基本理論研究
(中国電力科学研究院、清華大学)
- ・課題8：大型相互接続電力網オンライン運用信頼性の基礎理論研究
(清華大学、重慶大学、合肥工業大学)

同研究プロジェクトは2009年11月14日、科学技術部の検収を通過し、高く評価されるとともに、

下記のような多数の成果を取得した。

①基礎理論について

- ・超大規模相互接続電力網オンライン運用信頼性の安全リスク評価理論、指標体系及び分析方法を確立した。
- ・受電側の電力網運用信頼性の評価、警報予告及び指令決定理論・方法を提出した。
- ・超大規模相互接続電力網の分布式計算理論と方法を確立し、広域を跨った電力網の潮流、暫時状態、電圧安定性の分布式計算を実現した。

②核心技術について

- ・500kV 超高压交流送電線送電能力と電力網裕度を向上する柔軟性を持ったコンパクト型送電技術を提出した。
- ・多区域相互接続電力網の分布式計算モデルシステムを確立した。

③応用プラットフォームについて

- ・相互接続電力網オンライン信頼性の評価、警報予告、指令決定支援のプラットフォームを構築した。
- ・電力市場と電力網運用信頼性の相互影響を研究するデジタル模擬プラットフォームを構築した。

中国では、こうした研究プロジェクト以外にも、1990年代以降、電力系統分析技術や大規模電力網の監視と制御技術、大規模電力網の運用と管理技術などに関する研究に取り組み、一定の成果を収めている。

①電力系統分析技術

- ・国内で最も広範囲に応用されている電力系統模擬分析ソフトの開発
- ・大型電力網のシミュレーションモデルの研究と応用
- ・アジア最大の電力系統シミュレーションセンターの建設
- ・電力系統のリアルタイム・シミュレーションと並列計算の開発

②大型電力網の監視と制御技術

- ・電力系統安定器（PSS）の応用と改造
- ・フレキシブル交流送電システム（FACTS）技術の研究と応用
- ・広域測量系統（WAMS）の開発と応用
- ・地域電力網と地域を跨った電網安全・安定の監視・制御系統

③大型電網の運営と管理技術

- ・指示自動化システムの支援プラットフォーム
- ・大型電力網の安全・安定管理メカニズムの制定

こうした研究成果の一部はすでに実際の電力系統に応用され、電力網運用にあたっての信頼性の向上、給電の安全性・安定性の確保に大きな貢献をしている。

(4) スマートグリッド技術

①現状と動向

温家宝首相は2010年3月5日、第11期全国人民代表大会（全人代）第3回会議の政府活動報告の中で、低炭素技術を積極的に開発するとしたうえで、スマートグリッド（「智能電網」）と称される次世代電力網の建設を強化する考えを明らかにした。温家宝首相の政府活動報告について関係者は、スマートグリッドが国家戦略に組み込まれることを示唆するものであると指摘している。

全人代代表の華北電網有限公司の馬宗林・董事長は、スマートグリッドを国家エネルギー戦略や国家科学技術発展計画に組み込むとともに、「国民経済・社会発展『第12次5ヵ年』規画」にも盛り込みことを要望すると語った。

スマートグリッド建設の核心的な役割を担うと期待されている国家电网公司是2009年5月21日、「智能電網發展計画」を公表し、2020年まで3段階に分けてスマートグリッド計画を進める意向を明らかにした。

それによると、2009～2010年の第1段階を試験的工作段階と位置付け、スマートグリッド發展計画の策定作業を重点的に進め、技術・管理基準を制定するとともに、主要技術の研究開発と設備の研究製造を展開する。

また、2011年～2015年の第2段階を全面的な建設段階と位置付け、特高圧送電網と都市と農村部での電力網建設を加速し、電力網の運用制御と相互サービス体系を初歩的に形成するほか、主要技術と設備に関して重要なブレイクスルーを達成するとともに広範に応用するとしている。

そして第3段階に相当する2016年～2020年において導入を拡大し、統一されたスマートグリッドを全面的に構築し、技術と設備の面においても国際的な先進水準に到達させるとの方針を示した。

国家电网公司是2010年1月、スマートグリッドに関する統一的な基準の策定・普及が2010年の重点作業になるとしたうえで、上海万博においてスマートグリッドの実証を行うとともに、張北で建設中の中国としては初の風力・太陽エネルギー貯蔵総合実証プロジェクトと天津におけるスマートグリッド実験地区の選定を加速する考えも明らかにした。このうち、エネルギー貯蔵プロジェクトでは、風力発電（30万kW）や太陽光発電（10万kW）、化学的エネルギー貯蔵（7万5000kW）に対して80億元を超える投資が予定されている。

スマートグリッドの研究開発に関しても着々と体制の整備がはかられている。国家电网公司傘下の上海電力公司と中国電力科学研究院は2009年8月3日、共同で「智能電網連合研究センター」を正式に設立した。同じく国家电网傘下の江西省電力公司是2009年8月、「智能電網研究センター」を設立した。

国家电网公司も2009年12月27日、南京で「智能電網科学技術産業基地」に着工した。同基地は、スマートグリッドの研究開発のほか、主要設備の製造、基幹製品の検査・測定を強化するにあたって支援を行う。完成は3年後が予定されており、建設・運営は同社傘下の国網電力科学研究院が担当することになっている。

中国科学院も、傘下の研究所をあげてスマートグリッドの開発に取り組む姿勢を見せている。2009年9月2日には、スマートグリッド（智能電網）技術に関する検討会を開催し、関係する約20の研究所の代表が参加した。

このうち、電工研究所や深圳先進技術研究院、上海ケイ酸塩研究所、蘇州ナノテク・ナノ仿生研究所、上海微系統情報技術研究所、軟件研究所、半導体研究所、過程工程研究所から、再生可能エネルギーのほか、超電導電力とスマートグリッド、電気自動車とスマートグリッド、エネルギー貯蔵技術とスマートグリッド、スマートグリッドにおけるセンサーと測定、ネットワークと通信、シミュレーション、電

子・電力と制御技術、安全材料技術といったテーマについて報告が行われた。

なお、電工研究所は2009年8月28日、「智能電網研究センター」を設立した。同センターの主任は、電工研究所の肖立業・所長が兼任する。

②スマートグリッド研究

中国の発電企業や研究機関は、スマートグリッドの研究を実施してきており、関連の研究成果は、国レベルでのスマートグリッドの発展戦略の策定や今後のスマートグリッドの発展に向けての基礎となっている。

華東電網公司は2007年、中国で最初のスマートグリッドの実行可能性研究を行い、2008年から2030年までを3段階に分けた戦略を打ち出した。具体的には、2010年に電力網高級指令センターを建設したあと2020年に初歩的な智能特性を持ったデジタル化電力網を全面的に構築し、2030年にはスマートグリッドを完全に建設するというものである。同社は2008年、指令システムの向上・整合、デジタル化変電所の建設、電力網計画体系の完備、企業統一情報プラットフォームの構築に向けてスタートを切った。

また、山東省、浙江省、江蘇省、上海市などの各省（市）の電力公司は電気使用関連情報収集システム、営業販売業務システム情報化構築などのプロジェクトを積極的に推進し、一定の成果を収めた。

中国では、スマートグリッドの導入にあたって、開発を強化する必要があるとみられている技術として以下のようなものがある。

- ・強固且つ柔軟なネットワークポロジ
- ・高水準の計量体系と需要側の管理
- ・知能化指令技術と広域防護システム
- ・高水準の電力電子設備
- ・再生可能エネルギーと分散式エネルギーの送電網接続

中国電力科学研究院の印永華・総工程師は、中国のスマートグリッドの特徴について、以下のように指摘している。

- ・超高压電網を基本ネットワークとし、各レベルの電網を協調して発展する安定な電網を基礎とする。
- ・先進的な通信、情報および制御技術を利用する。
- ・情報化、自動化、連動化を実現する。

7 原子力発電技術

中国の原子力開発は、中華人民共和国の建国と同時にスタートし、1949年に設立された中国科学院を中心に研究が進められた。毛沢東主席は1955年1月、中国の原子力産業を発展させるという重大戦略を決定した。

中国初の原子力発電所である浙江省の秦山1号機（加圧水型炉＝PWR、31万kW）の総設計師を務めた欧陽予氏（中国科学院院士）によると、原子力発電を重視した中国は1956年に「国家原子力発展12ヵ年計画大綱」を制定し、条件付きで原子力発電を利用し総合的なエネルギーシステムを構築するとの方針を打ち出した。しかし、1966年からほぼ10年間にわたった文化大革命によって、原子力発電の立ち上げが遅れた。

そうしたなかで周恩来首相は1970年2月初め、原子力発電所の建設問題で重要な指示を行った。こ

れを受け2月8日には、中国初の原子力発電所（「728プロジェクト」）の設計作業がスタートした。同11月には、第二機械工業部に対して、核兵器だけでなく原子力発電を担当するよう要求するとともに、12月には原子力発電所の建設にあたって、安全、実用、経済、自力更生を方針とすることを指示した。

その後1974年3月31日には、周恩来首相が主宰した中央専門委員会で30万kW級のPWRによる原子力発電計画が承認され、科学技術開発プロジェクトとして国家計画に組み込まれた。

欧陽予氏によると、周恩来首相は承認にあたって、原子力発電所を建設する目的は発電だけでなく、研究や設計、建設、運転などを通じて、技術の習得、経験の蓄積、人員の訓練をはかり、これから中国が原子力発電を発展させていくための良好な基礎を固めることも重要であると語った。

「728プロジェクト」（秦山1号機）は、1983年に研究開発と工事設計がほぼ終了し、85年3月20日に正式に着工した。同機は、中国の自主設計であるが、压力容器やポンプなどの重要なコンポーネント・機器については外国から輸入した。国産化率は、金額ベースで70%程度とみられている。秦山1号機は、中国初の原子力発電所として91年12月15日に送電を開始した（商業運転開始は94年4月）。

上海核工程研究設計院が全体設計を行った秦山1号機に採用された30万kW・PWRは、「CNP300」（China Nuclear Power 300Mwe）と称されている。

秦山1号機に採用された30万kWのPWRは、改良されパキスタンのチャシュマ発電所に供給された。同機は1993年8月に着工し、2000年9月15日に商業運転を開始している。また、チャシュマ2号機向けの供給契約が2004年3月に締結され、2011年の商業運転開始を目指して建設が進められている。

なおパキスタンのクレシ外相は2008年10月18日、ザルダリ大統領の訪中の成果として、チャシュマで計画中の原子力発電所2基の建設に中国政府が協力することで合意したことを明らかにした。こうしたなかで国家核電技術公司是2009年3月、傘下の上海核工程研究設計院がチャシュマ3・4号機の設計作業を開始したことを明らかにした。

第2-2-45表 中国の原子力開発利用の歴史（1949年～2009年）

年・月	
1949年11月	中国科学院設立。原子核科学研究活動に関する物理学者の建議を受け、元南京中央研究院物理所と北平研究院原子学研究所の合併を決定。
1950年5月	中国科学院近代物理研究所設立。（53年「物理研究所」、58年「中国科学院原子能研究所」、84年「中国原子能科学研究院」に名称変更）
10月	中国科学院近代物理研究所、理論物理、原子核物理、宇宙線、放射化学等を初期研究分野とすることを決定。原子核物理分野の研究を重点と位置付け。
1952年10月	中国科学院近代物理研究所、第1次核科学技術発展5ヵ年計画（1953～57年）を策定し、核科学技術研究の基礎を築く方向を示し、核物理実験を展開し原子炉を建設するため条件を構築するにあたっての目標を提示。
1954年10月	広西壮族自治区富鍾県でウラン鉱石のサンプルを採集。
1955年1月	毛沢東主席、ウラン資源と原子力科学研究に関する基本状況の報告を受け、中国の原子力産業を発展させるという重大戦略を決定。
9月	北京大学と蘭州大学に物理研究室を設立することを決定するとともに、北京大学と清華大学に関連学科を設置することを決定。（56年に清華大学に工学物理学科が正式に設立）
1956年*	「国家原子力発展12ヵ年計画大綱」を制定、「条件付きで原子力発電を用い、総合的なエネルギーシステムを形成する」と明記。
1956年8月	中ソ（当時）両国政府、中国の原子力産業構築のソ連支援に関する協定を締結。55年から58年にかけて原子力科学技術と原子力産業分野において合計で6つの協定を締結。
10月	新疆519地質大隊、新疆の白楊河で火山岩ウラン鉱床を発見。
11月	第1回全人代常務委員会で、第3機械工業部（第2機械工業部の前身）を設立し原子力産業構築の任務を負わせることを決定。

年・月	
1957 年	中国科学院原子能研究所、中国初の 2.5MeV・陽子静電加速器の研究・製造に成功、粒子加速器の技術研究作業がスタート。
1958 年 6 月	中国科学院物理研究所、高圧静電加速器を完成。
7 月	核武器研究所（北京第 9 研究所）設立（後の第二機械工業部第 9 研究院）。
9 月	北京第 6 研究所、ウラン鉱石から二酸化ウランを抽出。
9 月 27 日	中国初の実験用重水炉とサイクロトロンを中国科学院原子能研究所に建設。
10 月 1 日	実験用重水炉を用いて 33 種類の放射性同位元素を製造。
1959 年 2 月	中国科学院原子能研究所が設計、建設したゼロ出力軽水臨界装置が臨界達成。
1960 年 1 月	スイミングプール型研究炉プロジェクト（49-2）に着工。64 年 6 月に完成、65 年 4 月に定格出力を達成。
2 月	ウラン同位元素分離ガス拡散実験室が完成。
3 月	中国初のプルトニウム 239 生産用黒鉛軽水炉に着工、66 年 10 月に完成。
4 月	中国が独自に設計、製造した、潜水艦動力推進物理シミュレーション研究用のゼロ出力装置が臨界達成。
10 月	六フッ化ウラン生産装置を試験運転し、3.4kg の六フッ化ウランを取得。
11 月	原子能研究所に「軽原子核理論グループ」が設立、水爆の基礎理論研究に着手。63 年 9 月、北京第 9 研究所が水爆理論問題の探索を組織化。
1963 年 3 月	原子爆弾の理論設計案を完成、提出
5 月	電磁分離器の重要部品であるイオン源の設計、研究、製造に成功
1964 年 1 月	蘭州ウラン濃縮工場で生産に成功、高濃縮ウラン製品を取得。
5 月	再処理工程を沈殿法から抽出法に変更。
8 月	原子爆弾の未臨界安全試験が終了。
10 月（16 日）	中国初の核実験実施。
10 月	冶金部上海有色（非鉄）金属研究所、核燃料要素用のジルコニウム合金を研究、製造。
1965 年 4 月	中国が独自に設計・建設した試験用原子炉（スイミングプール型）が原子能研究所で定格出力を達成。
11 月	湖南省・衡陽ウラン製錬所が全面的に完成、操業を開始。
1966 年 4 月	中国初の再処理工場が完成、操業を開始。
10 月	最初のプルトニウム生産用黒鉛減速軽水冷却の建設に成功、臨界を達成。
1967 年 6 月 17 日	水爆実験を実施。
1968 年 9 月	酒泉原子力複合企業が二酸化プルトニウム製品を取得。
1970 年	中国科学院蘭州近代物理研究所で重イオン加速器の改造に成功、超プルトニウム元素の生成研究に着手。
1970 年 2 月 8 日	中国初の原子力発電所（「728 プロジェクト」）の設計作業がスタート。周恩来首相が 2 月初め、原子力発電所の建設問題で重要指示。同 11 月には、第二機械工業部に対して、核兵器だけでなく原子力発電を担当するよう要求。また 12 月には原子力発電所の建設にあたって、安全、実用、経済、自力更生を方針とすることを指示。
8 月	中国が独自に研究、設計した原子力潜水艦の陸上での推進試験で 100% 設計出力を達成。
1971 年 9 月	中国初の原子力潜水艦が進水。
1974 年 3 月*	周恩来首相主宰の中央専門委員会が 30 万 kW 級 PWR の原子力発電計画が承認され、国家計画に組み込まれる。
1974 年 7 月	中国科学院物理研究所、小型トカマク核融合試験装置「CT-6」を建設。
8 月	中国初の原子力潜水艦が就役。
1975 年 10 月	中国核データセンターが正式設立。
1979 年 12 月	濃縮ウラン生産のための 4 号拡散機の研究製造に成功。
1980 年 2 月	中国核学会設立。
6 月	原子能研究所の研究用重水炉、改造・試運転を経て臨界達成。
1981 年 2 月	中国初の高中性子束工学試験炉が完成（熱出力 125MW、最大熱中性子束 $6.2 \times 10^{14}/\text{cm}^2 \cdot \text{秒}$ ）。同 12 月、国の検定を通過。
1982 年 5 月	第 5 回全人代常務委員会、第 2 機械工業部の核工業部への改組を決定
1983 年*	中国政府、原子力発電を発展させるための主力炉として加圧水型炉（PWR）を決定

年・月	
1984 年 1 月	国際原子力機関（IAEA）に正式加盟。
3 月	中国が独自に研究・製造した中国原子能科学研究院の小型原子炉が臨界達成。
9 月	西南物理研究所の制御核融合実験装置「中国環流器 1 号」が順調に運転開始。85 年 11 月に国の検定を通過。
10 月	国務院が国家核安全局の設立を承認。
12 月	中国科学院プラズマ研究所の中型トカマク試験装置「HT-6M」が完成。
1985 年 3 月 20 日	中国初の原子力発電所、浙江省の秦山原子力発電所（30 万 kW）が着工。
1986 年 5 月 11 日	中国原子能科学研究院に大型タンデム型静電加速器核物理実験室が完成。
1987 年 8 月 7 日	広東大亜湾原子力発電所が正式着工。
1988 年	中国が独自に設計、建設した重イオン加速器が中国科学院蘭州近代物理研究所で完成。
1988 年	清華大学核能技術設計研究院が設計した 5MW の低温熱供給炉が完成、運転開始。
1988 年 9 月	能源（エネルギー）部、国防科学技術工業委員会、中国核工業総公司を設立。
1990 年 7 月 22 日	中国核動力研究設計院が独自に設計、研究、建設した 1MW のウラン水素化物ジルコニウム燃料パルス炉が臨界達成。91 年 6 月 20 日に運転スタート。
12 月	中国輻射防護研究院に低バックグラウンド実験室が完成。
1991 年	中国科技大学のシンクロトロン加速器が安徽省の合肥に完成。
1991 年	北京大学の重イオン物理研究所が独自に設計、建設した 4.5MV の静電加速器が完成。
1991 年	中国原子能科学研究院が初めてルテニウム 90（半減期 13 秒）の生成に成功。
12 月 15 日	秦山原子力発電所が送電開始。
1992 年	中国科学院合肥プラズマ研究所、ロシアの「T-7」をベースに超伝導トカマク核融合試験装置を完成。
1993 年 10 月 30 日	宜賓核燃料工場の原子力発電所用燃料製造ラインの改造が順調に終了。
11 月 21 日	中国とアルジェリアが共同で建設した研究用重水炉が最終的な検収を通過。
1994 年 1 月	国家原子能機構を設立。
2 月 1 日	広東大亜湾原子力発電所 1 号機が商業運転開始。同 5 月 6 日、2 号機が商業運転を開始。
4 月 6 日	宜賓核燃料工場の大型原子力発電所用燃料製造ラインが操業開始。95 年 1 月 20 日に大亜湾発電所に出荷。
9 月	国務院の承認を得て中国広東核電集団有限公司が設立。
12 月 6 日	中国原子能科学研究院、放射性同位元素製造専用の加速器の研究・製造に成功。
1996 年 3 月 16 日	世界最大の生産能力と技術水準を持ったテクネチウム 99m 製造ラインが中国核動力研究設計院で運転開始。
7 月 17 日	第一重型集団会社が試作した中国初の原子力発電用圧力容器が検査に合格。
1997 年 2 月 22 日	核工業 405 工場のウラン同位体分離 I 期工程が操業開始。99 年 1 月 5 日、II 期工程が操業開始。2001 年 7 月 10 日、核工業 504 工場のウラン同位体分離工場が操業開始。
10 月 17 日	中国が独自に研究・製造した使用済み燃料貯蔵ラック・カドミウムスリーブが検査に合格。
1998 年 2 月 6 日	沈陽ポンプ工場、ハルビン電機有限責任公司、中国第一重型機械集団公司、上海核工程研究設計院、上海核電器材会社が共同で研究・製造した 2 台の原子力発電所用一次冷却材ポンプが国の検査に合格。
11 月 6 日	中国初の原子炉圧力容器検査機が核動力運行研究所で製造に成功。
1999 年 7 月 1 日	中国核工業総公司を分割、中国核工業集団公司、中国核工業建設集団会社が正式に発足。
10 月 20 日	江蘇省の田湾原子力発電所が着工。
2000 年 5 月 30 日	熱出力 65MW の高速炉実験炉が正式に着工。
6 月 13 日	中国が輸出したパキスタンのチャシユマ原子力発電所（30 万 kW）が送電開始。
12 月 21 日	清華大学の 10MW 高温ガス炉実験炉が建設。
2001 年 12 月 21 日	包頭 202 工場に重水炉燃料製造ラインを建設、年間 200 トンの燃料要素の製造が可能に。重水炉燃料要素の国産化が実現。

年・月	
2002 年 4 月 18 日	秦山原子力発電所Ⅱ期 1 号機が商業運転開始。2004 年 5 月 3 日には同 2 号機が商業運転開始。
5 月 28 日	広東嶺澳原子力発電所Ⅰ期 1 号機が商業運転開始。
12 月 29 日	電力改革を実施。国家電力会社が解体され 5 大発電事業者と 2 大送電事業者体制に。
12 月 31 日	秦山Ⅲ期 1 号機が商業運転開始。2003 年 7 月 24 日には同 2 号機が商業運転開始。
2003 年 1 月 8 日	広東嶺澳Ⅰ期 2 号機が商業運転開始。
2005 年 12 月 15 日	広東嶺澳Ⅱ期 1 号機が着工。
12 月 28 日	パキスタンのチャシュマⅡ期工事が着工。
2006 年 2 月	国務院が公布した「国家中長期科学技術発展計画綱要（2006-2020 年）」で、大型先進 PWR 及び高温ガス炉を重大科学技術特定プロジェクトに選定。
2006 年 3 月 22 日	国務院常務会議、「原子力発電中長期発展計画（2005-2020 年）」を原則承認。
3 月 28 日	秦山Ⅱ期拡張プロジェクト 3 号機が着工。
6 月 15 日	広東嶺澳原子力発電所Ⅱ期 2 号機が着工。
12 月 16 日	ウェスチングハウス社の「AP1000」輸入で米国と合意。
12 月 28 日	中国国核海外ウラン資源開発会社が設立、海外ウラン資源開発が実質的にスタート。
2007 年 1 月 28 日	秦山Ⅱ期拡張プロジェクト 4 号機が着工。
3 月	第 3 世代原子力発電自主化の拠り所となるプロジェクトとして米国ウェスチングハウス社の「AP1000」を正式に決定。
4 月 18 日	中国核能産業協会設立。
5 月 17 日	江蘇田湾原子力発電所 1 号機が商業運転開始。同 8 月 16 日には 2 号機が商業運転開始。
5 月 22 日	国家核電技術会社が設立。
8 月 18 日	遼寧紅沿河原子力発電所 1 号機が着工。
11 月 2 日	「原子力発電中長期発展計画」を正式公表。
2008 年 2 月 18 日	広東寧徳原子力発電所 1 号機が着工。
3 月 15 日	第 11 回全人代で国務院機構改革が承認され、国家エネルギー局が新設へ。
3 月 20 日	中国原子能科学研究院、核燃料再処理放射化実験施設の着工式。
3 月 28 日	遼寧紅沿河原子力発電所 2 号機が着工。
6 月 6 日	核心（天津）機械有限公司が設立。中国の核燃料生産設備の国産化実現に大きな一歩。
2008 年下半年期	3000 トンのウラン転換ラインが西北核工業基地で全面操業段階に。
10 月 7 日	中国広東核電集団有限公司と仏 AREVA、ウラン資源と原子力発電プロジェクトの国際協力協定を締結。
11 月 12 日	広東寧徳原子力発電所 2 号機が着工。
11 月 21 日	福建福清原子力発電所 1 号機が着工。
12 月 16 日	広東陽江原子力発電所 1 号機が着工。
12 月 26 日	浙江方家山原子力発電所 1 号機が着工。
2009 年 3 月 7 日	遼寧紅沿河原子力発電所 3 号機が着工。
4 月 19 日	世界に先駆けてウェスチングハウス社の「AP1000」を採用する三門原子力発電所 1 号機が着工。
6 月 5 日	広東陽江原子力発電所 2 号機が着工。
6 月 17 日	福建福清原子力発電所 2 号機が着工。
7 月 17 日	浙江方家山原子力発電所 2 号機が着工。
8 月 15 日	遼寧紅沿河原子力発電所 4 号機が着工。

出典：「新中国 60 年核能発展大事記」（中国核能産業協会 <http://www.china-nea.cn/WebForms/ArticleShow.aspx?ArticleID=4425>）
 ※「世界各国における原子力発電の開発戦略の歩みと中国における原子力発電の開発」（欧陽予、中国核工業集团公司総設計師＝科学技術振興機構「Science Portal China」（http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0905nuclear_e_dev/r0905_ouyang.html））
 「我国電力発展 60 年：核電崛起」（中電新聞網、2009 年 9 月 25 日）

(1) 軽水炉

国家計画委員会（当時）は1996年、「原子力発電国産化・技術政策」研究討論会を開催し、中国が中心となって外国と協力し、技術を導入し国産化を推進するという原子力発電開発の方針を定めた。また、技術路線は2段階に分けて実施するとしたうえで、まず外国との協力によって技術を導入し100万kW級のPWRの自主設計、自主製造、自主建設、自主運営を実現するという国産化の目標を掲げた。

そうしたなかで1996年6月、秦山1号機の技術と経験を採りいれるとともに、フランスから輸入した大亜湾原子力発電所（PWR、100万kW級×2基＝M310型）を参考に秦山Ⅱ期発電所（PWR、65万kW×2基）に着工した。同発電所では、一部コンポーネントを輸入したが、中国が自主的に設計、建設、管理、運営した大型の商業用原子力発電所第1号となった。

中国核工業集团公司は、秦山Ⅱ期発電所の核心的な設備のうち47の設備を中国が独自に開発し、金額ベースでは国産化率が55%に達したと説明している。また国家原子能機構は、機器の国産化率が70%を超えたとしている。秦山Ⅱ期1号機は、1996年6月に着工し2002年4月に商業運転を開始した。また2号機は97年4月に着工し、2004年5月に運転を開始している。

秦山Ⅱ期に採用された原子炉は「CNP600」（China Nuclear Power 600MWe）と称されている。「CNP600」は、建設中の秦山Ⅱ期3・4号機のほか、海南省で計画中の昌江原子力発電所（4基）でも採用が予定されている。「CNP300」と「CNP600」の主な諸元を第2-2-46表に示す。

第2-2-46表 CNP300 と CNP600 の主要パラメータ

	CNP300	CNP600
炉型	加圧水型炉（PWR）	加圧水型炉（PWR）
熱出力（万kW）	96.6	193.6
電気出力（万kW）	31	65
設計寿命（年）	30	40
炉心有効直径（m）	2.486	2.669
炉心高さ（m）	2.9	3.658
燃料棒平均線出力密度（W/cm）	135	160.9
燃料棒最大線出力密度（W/cm）	407	< 590
運転圧力（MPa）	15.2	15.5
ループ数	2	2
蒸気発生器 U 字管材料	Incoloy800	Inconel690

出典：「中華人民共和国《核安全公約》国家報告」（2001年9月）

中国は、100万kW級の原子力発電所については、フランスから輸入した2基のPWR（出力98万4000kW）を大亜湾発電所で採用するとともに、同発電所をベースに改良されたPWRを嶺澳Ⅰ期（99万kW×2基）で採用した。

「CNP300」は米国技術が、また「CNP600」はフランスの技術がベースになっているが、中国核工業集团公司と中国広東核電集团有限公司は、自主イノベーションの方針に従い、大亜湾、嶺澳で採用されたフランス製の100万kW級PWR（M310型）をベースに、「第2世代改良型」と称される100万kW級PWRの開発に着手した。

① CPR1000

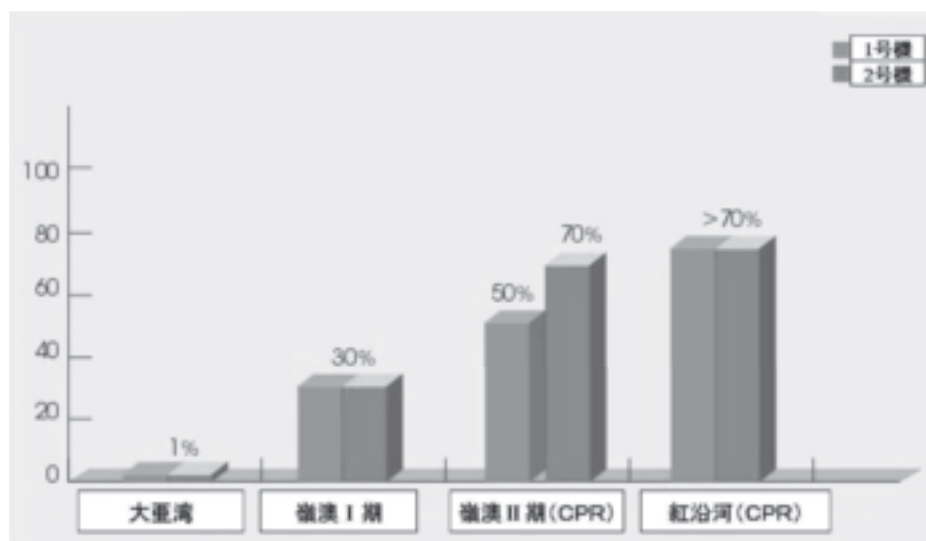
広東核電集团有限公司は、M310 型をベースに「CPR1000」を開発した。開発に着手したのは大亜湾発電所が運転を開始した 1994 年で、同社は毎年 1500 万米ドルを研究開発に投入したと言われている。中国核工業集团公司傘下の中国核動力研究設計院と核工業第二研究設計院が、開発の中心的な役割を担った。

広東核電集团有限公司は 2004 年、「中国改良型 PWR 原子力発電技術－CPR1000 技術選定計画」を提示するとともに、嶺澳Ⅱ期発電所に初めて採用することを決めた。

「CPR1000」は、大亜湾と嶺澳Ⅰ期での経験を踏まえ、全デジタル計装制御システムや重大事故時の対応策など 15 項目の重大な改良に加えて、40 項目の改良が施された。また、破断前漏洩（LBB）の設計理論が応用された。原子炉圧力容器の設計寿命は 60 年、また最長で 18 ヶ月の長サイクル運転が可能な設計となっているが、同型炉を採用する予定の湖北省・咸寧や広西防城港発電所の環境影響報告書を見ると、原子力発電所としての設計寿命は 40 年、燃料交換周期は 12 ヶ月となっている。

「CPR1000」は、第 3 世代炉である「AP1000」につなぐ重要な炉型として位置付けられており、広東核電集团有限公司が建設中、計画中の原子力発電所で多数採用されることになっている。2010 年 1 月末現在、建設中については 10 基、計画中については 20 基の原子力発電所で「CPR1000」の採用が予定されている。

第 2-2-30 図 広東核電集团有限公司による国産化の目標



出典：広東核電集团有限公司ホームページ (<http://www.cgnpc.com.cn/n2881959/n3065920/n3070088/n3101972/index.html>)

② CNP1000

設立間もない中国核工業集团公司は 1999 年、100 万 kW 級の PWR の開発を決定し、傘下の中国核動力研究設計院に主計画の作成を担当させた。2003 年 9 月 1 日には初期設計が正式にスタートし、2004 年 9 月に初期設計が完成した。同年 11 月 4 日には、同会社が組織した専門家の審査に通った。同設計院に加えて、核工業第二研究設計院と上海核工程研究設計院が設計作業を担当した。

中国核工業集团公司の康日新・総経理（当時）は 2005 年 6 月 6 日、国内外の記者との会見で、出力 150 万 kW の「CNP1500」の開発も進めており、近く初期設計が完成する見通しであることを明らかにした。

中国核動力研究設計院の張森如氏によると（「中国核電 CNP1000 開発及其特点」2006 年 3 月 30 日）、「CNP1000」は電気出力 110 万 kW で、設計寿命は 60 年、燃料交換周期は 18 ヶ月となっている。同氏によると、「CNP1000」は当初、中国核工業集団公司在浙江省で建設を進めている方家山（秦山 I 期拡張）原子力発電所で採用されることになっていた。

しかし、中国核電工程会社がまとめた「方家山原子力発電所の環境影響報告書」（設計段階）では、「CNP1000」と明記されておらず、設計寿命が 40 年の 100 万 kW 級「第 2 世代改良型」を採用している。また同報告書では、方家山発電所で採用する原子炉は、主要設計パラメータは嶺澳 I 期発電所 1・2 号機のパラメータと基本的に一致することを明らかにしている。

第 2-2-47 表 各炉型の諸元比較

パラメータ	CPR1000	CNP1000	嶺澳 I 期（仏製 M310）	方家山（第 2 世代改良型）
定格熱出力（MW）	2905	3050	2905	2895
定格電気出力（MW）	1087	1100	990	1000
設計寿命	40 年	60 年	40	40 年
燃料交換周期（月）	12（18）	18	12	—

出典：「中華人民共和國《核安全公約》国家報告」（2001 年 9 月）
「秦山核電廠擴建項目（方家山核電工程）《環境影響報告書》簡写本（設計段階）」（中国核電工程公司）
「中国核電 CNP1000 開発及其特点」（中国核動力研究設計院・張森如、2006 年 3 月）
「湖北咸寧核電廠環境影響評價公衆参与信息三號公告（2008 年 7 月 25 日）」（湖北省人民政府ホームページ（http://www.hubei.gov.cn/gldh/hd04/200807/t20080725_64290.htm））

③第 3 世代炉（AP1000、EPR）

2006 年 3 月に国務院によって原則承認され、2007 年 11 月に正式に公表された「原子力発電中長期発展規画」は、「国際入札により協力パートナーを選定し、新世代（第 3 世代）の 100 万 kW 級 PWR のプロジェクト設計と設備製造技術を導入する」と明記した。

しかし、同規画が公表される前の 2006 年 12 月 16 日、中国国家發展改革委員会の馬凱主任と米国エネルギー省（DOE）のボドマン長官は、ウェスチングハウス社の「AP1000」4 基を中国に輸出するという了解覚書に署名していた。このため、中国は国内で展開する第 3 世代炉を「AP1000」1 本に絞ったとの見方が強まった。

そうしたなかで、フランスの原子力プラントメーカー AREVA 社は 2007 年 11 月 26 日、北京の人民大会堂で、サルコジ大統領と胡錦濤・中国国家主席の同席のもと、広東核電集团有限公司との間で 2 基の「EPR」（PWR、175 万 kW）を供給する契約を結んだ。「EPR」を建設・運転する原子力発電事業者にフランス電力公社が 30% 出資することも決まった。

「原子力発電中長期発展規画」では、「自主設計、自主製造、自主建設、自主運営」という自主化を達成するための技術路線の核心として「100 万 kW 級の先進的な PWR」を位置付けていたが、最終的に「AP1000」と「EPR」が自主化の拠り所となるプロジェクトに指定された。

テピア総合研究所の調査によると、中国では 2010 年 1 月末現在、採用する炉型が公表されている発電所に限っても、68 基の「AP1000」の建設が計画されている。これに対して、「EPR」は広東省の台山発電所の 4 基だけである。

中国で現在、運転中・建設中の原子力発電所はすべて沿海部に位置しているが、今後は内陸部での建設が活発化するとみられている。国務院は、内陸部に建設する原子力発電所で採用する炉型を「AP1000」にすることを決めている。

また、第3世代炉の国産化を担当している国家核電技術公司是、2009年内には内陸原子力発電所の初期安全分析報告を完成させることになっており、2010年にも内陸第1号の原子力発電所が着工すると見込まれている。なお、国家エネルギー局の孫勤・副局長（当時）は、今後沿海部で新規に着工する原子力発電所で採用する炉型も「AP1000」が主流になるとの見方を示した。

清華大学原子力・新エネルギー技術研究院原子炉工程研究所副所長の周志偉教授は、2種類の評価方法を用いて「AP1000」、「EPR」、「CPR1000」を評価している。それによると、総合評価では「AP1000」が1位で、第2位「EPR」、第3位「CPR1000」という結果が出た。

「AP1000」は技術的な成熟度と独自開発化・国内適応化で第3位となったものの、その他の指標はすべて1位となった。現在建設中の多数の原子力発電所で採用されている「CPR1000」については、技術の成熟度と自主化・国産化に関しては第1位、また経済競争性についても「EPR」を上回った。

こうしたことから周教授は、「CPR1000」を採用するのが最も現実的であるとする一方で、着実に独自開発と国内適応を実現していくという観点にたてば、「AP1000」が最も成長のポテンシャルを持っていると指摘している。

国防科学技術工業委員会（当時）が2007年9月に公表した「加圧水型（PWR）原子力発電所の基準体系構築に関する『第11次5ヵ年』規画」では、「AP1000型炉の消化、吸収、再刷新を基本として、中国の第3世代PWRの重点的な発展を進める」との方針が明らかにされている。

こうしたなかで国家核電技術公司是2009年12月24日、第3世代炉の重要設備を供給する資格を持った企業10社を選定し、供給資格証書を交付した。第1回の「国家核電合格供給資格証書」を取得した企業は、以下の10社である

- 哈電集團ハルビン電機廠交直流電機有限責任公司
- 哈電集團秦皇島重型裝備有限公司
- 上海電氣核電設備有限公司
- 上海第一機床廠有限公司
- 東方電氣広州重型機器有限公司
- 中国第一重型機械集團股份公司
- 二重集團德陽重型裝備股份有限公司
- 大連重工・起重集團有限公司
- 太原重工股份有限公司
- 沈鼓集團沈陽透平機械股份有限公司

なお、フランスの原子力安全局、英国の保健安全執行部・原子力局、フィンランドの放射線・原子力安全局は2009年11月2日、「EPR」の計装制御システムに問題があるとして声明を共同で発表するとともに、設計者であるAREVAに対して設計を改善するよう要請した。

3カ国の規制当局は、「EPR」の安全システムの適性と制御システムからの独立性が確保されているかという点に疑問を示した。仮に、制御システムが機能不全に陥っても、安全システムによって防護措置がとられていれば、同時に機能不全に陥るようなことはない。しかし、「EPR」の設計は、こうした独立の原則に従っておらず、制御システムと安全システムがきわめて高い次元で相互に連結しているとの見解を示した。

一方、米国原子力規制委員会（NRC）は2009年10月15日、ウェスチングハウス社の「AP1000」の遮蔽建屋と呼ばれるコンポーネントが設計基準負荷に耐えられるかどうかの実証を行うよう同社に指

示した。

④中国版第3世代炉「CAP1400」と「CAP1700」

国家核電技術公司によると、ウェスチングハウス社からの「AP1000」の技術移転作業は順調に進んでおり、全部で34項目の技術移転作業がスタートしている。そうしたなかで、「AP1000」をベースにした中国版（China）AP型炉「CAP1400」（140万kW）と「CAP1700」（170万kW）の開発がスタートした。国家核電技術公司の王炳華・董事長によると、2009年3月に「CAP1400」の概念設計が専門家グループの審査を通った。

また、国家核電技術公司と中国最大の発電設備容量を抱える中国華能集团公司は2009年12月17日、「CAP1400」の実証プロジェクトとこれに続く「CAP1700」を担当する国核示範電站有限責任公司を共同で設立した。登記資本金は3億元で、国家核電技術公司が55%、中国華能集团公司が45%出資する。

国家核電技術公司が明らかにしたところによると、「CAP1400」の実証炉は、高温ガス炉実証炉の建設が計画されている山東省威海市榮成石島湾に建設される。同社によると、発電所の設計寿命は60年で、利用率は93%以上、単機の年間発電量は110億kWhを見込んでいる。同発電所では、「CAP1400」が2基建設されることになっている。

「CAP1400」は輸出も視野に入れた原子炉であり、国家核電技術公司傘下の上海核工程研究設計院が概念設計を担当した。2009年10月には、実証プロジェクトの初期実行可能性研究報告が電力規画設計総院の審査を通過した。現在、実行可能性研究段階に入っており、2011年末までには初期設計が完成し、順調に進めば実証炉は2013年4月に着工（原子炉基礎部分へのコンクリートの注入）し、17年12月末に運転を開始することが予定されている。

2020年までを見据えた中国の科学技術政策の根幹に位置づけられる「国家中長期科学技術發展規画綱要（2006～2020年）」（国務院が2006年2月に公表）では、16件の重大科学技術特別プロジェクトの中に大型先進PWRの開発が盛り込まれている。2008年2月には、温家宝首相が主宰した国務院の第209回常務会議で、大型先進PWRの重大特別プロジェクトの全体実施計画が原則承認されている。ここで言及された大型先進PWRが「CAP炉」である。

第2-2-48表 「AP1000」と「EPR」の諸元比較

	AP1000	EPR
熱出力（MW）	3415	4590
電気出力（MW）	1245	1750（台山）
設計寿命（年）	60	60
燃料交換周期（月）	18～24	18～24
ループ数	2	4

出典：各種資料をもとに作成

第2-2-49表 不確実性総合法による3つの炉型の評価結果

炉型	全体性能	安全信頼性	経済競争性	建設可能性	人間・機械関係	技術成熟性	環境優越性	自主化・国産化	総合得点
CPR1000	86.77	79.70	81.159	81.057	80.285	91.281	82.629	84.938	82.920
AP1000	88.95	90.49	82.297	86.361	89.847	76.978	85.774	77.460	86.033
EPR	88.91	88.12	80.000	84.311	88.571	83.620	85.643	80.079	85.525

出典：「中国原子力エネルギーの開発動向及び先進原子炉評価法」（周志偉・清華大学原子力・新エネルギー技術研究院原子炉工程研究所副所長、2009年4月24日）（科学技術振興機構「Science Portal China」、http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0905nuclear_e_dev/r0905_zhou.html）

第2-2-50表 不確実性ボルダー法による3つの炉型の評価結果

炉型	CPR1000	AP1000	EPR
評価点	70.66	100	74.99
順位	3	1	2

出典：同上

(2) 高温ガス炉

中国政府は「原子力発電中長期発展計画」の中で、高温ガス炉（HTGR）を自主的に研究、開発し、技術研究の進展状況に基づいて、試験あるいは実証プロジェクトの建設を適時行うとの方針を明らかにした。

また、「原子力産業『第11次5ヵ年』発展計画」では、「すでに建設された10MWの実験炉を基礎として、一層の自主的な研究開発により、出力200MWのHTGR実証炉を建設し、中国が独自に知的財産権を持つモジュール方式のHTGR技術の産業化を実現し、中国のHTGR技術を世界のトップ水準に維持する」と述べている。同計画では、HTGRによる水素製造技術とプロセスに関する研究を行い、主要技術の把握に努め、関連する試験装置の建設にあたっての条件を定めるとの方針も明らかにした。

国務院が2006年2月9日に公表した「国家中長期科学技術発展計画綱要」では、HTGRを用いた原子力発電所を16の重大特定プロジェクトの1つに指定している。

欧陽予氏は、中国がHTGRの商業化の次のステップとして、超高温ガス炉（Very High Temperature Reactor：VHTR）の開発を目指していることを明らかにした。具体的には、ヘリウムガスの出口温度を1000度Cまで高めて、水素製造や石油工業、化学工業、鉄鋼といった産業への熱供給だけでなく、発電に用いる際の熱効率を50%まで引き上げる。

なお、中国と同じくモジュール方式のペブルベッド高温ガス炉を開発している南アフリカのPBMR社と清華大学原子力・新エネルギー技術研究院（INET）は2009年3月26日、北京で、高温ガス炉プロジェクトの戦略的・技術的分野での協力を内容とした了解覚書に署名した。

①高温ガス炉実験炉「HTR-10」

中国の高温ガス炉研究は1970年代半ばに始まった。研究開発の中心となったのは清華大学原子力技術設計研究院で、86年3月にスタートした「国家ハイテク研究発展計画」（「863計画」）の研究テーマに加えられた。

国務院は92年3月、清華大学が熱出力10MW（電気出力2.5MW）の高温ガス炉実験炉「HTR-10」を建設することを承認した。「HTR-10」はペブルベッド型の高温ガス炉で、原子炉出口温度700度C、

原子炉入口温度 250 度 C、蒸気発生器出口温度 435 度 C となっている。94 年 12 月には国家核安全局から建設許可を取得し、95 年に着工した。2000 年 12 月 21 日に初臨界、また 2003 年初めに全出力を達成した。設計から完成まで 17 年間を要し、2 億 7500 万元が投じられた。

「HTR-10」では当初、電力の試験供給だけでなく、清華大学キャンパスに熱の供給も行われた。2006 年の運転実績を見ると、合計で 97 日間にわたって運転され、66 万 kWh が送電網に供給された。

②高温ガス炉実証炉「HTR-PM」

「HTR-10」の順調な稼働実績を受け、5 大電力の 1 社に数えられる中国華能集团公司と中国核工業建設集团公司、清華大学は 2006 年 12 月 25 日、高温ガス炉発電所の実施主体となる華能山東石島湾核電有限公司の出資取決め・規約に調印した。それによると、中国華能集团公司が 47.5%、中国核工業建設集团公司が 32.5%、清華大学が 20% 出資する。

これによって、高温ガス炉発電所のモデル・プロジェクト「HTR-PM」(High Temperature Gas-Cooled Reactor-Pebble bed Module) が正式にスタートし、実質的に建設段階に入った。I 期プロジェクトとして 20 万 kW の高温ガス炉が山東省に建設される。総工費は 30 億元と推定されており、2013 年の送電開始が予定されている。国産化率は 70% 以上を見込んでいる。

なお東洋炭素は 2008 年 11 月 5 日、住友商事と共同で同発電所向けの炉心用黒鉛材を受注したと発表した。受注総額は数十億円で、2010 年半ばから 11 年末の予定で千数百トンの黒鉛を納入する。

第 2-2-51 表 「HTR-PM」の主要設計パラメータ

設計パラメータ	単 位	設計値
原子炉熱出力	MW	450
設計運転寿命	年	40
予想稼働率	%	85
燃料要素		
燃料要素直径	mm	60
核燃料		UO ₂
新燃料のウラン濃縮度	%	8.8
燃料要素あたりの重金属量	g	7
燃料球の数		52 万
黒鉛球の数		22 万 5530
平均取り出し燃焼度	MWd/tU	80000
燃料装荷スキーム		マルチパス (10 回)
1 日あたり取り出される燃料球の数		8036
1 日あたりに必要とされる新燃料球の数		803
1 日あたり取り出される黒鉛球の数		3485
核設計パラメータ		
中央部の黒鉛柱の直径	cm	220
燃料ゾーンの内径 / 外径	cm	220/400
炉心の平均高さ	cm	1100
燃料ゾーンの平均出力密度	MW/m ³	4.67
反応度制御		
制御棒の数		18
吸収体球の数		18

設計パラメータ	単 位	設計値
黒鉛反射体		
黒鉛構造物の高さ	m	15.2
名目直径	m	5.5
炉心空洞の高さ	m	11.4
炭素煉瓦		
炭素構造物の高さ	m	16.6
外径	m	6.0
炉心バリア		
高さ	m	19.1
内径	m	6.3
原子炉圧力容器		
内径	m	6.7
高さ	m	25.4
肉厚	mm	146 ~ 250
冷却材		
一次ヘリウム圧	MPa	7.0
原子炉出口でのヘリウム温度	度 C	750
原子炉入口でのヘリウム温度	度 C	250
一次ヘリウム流量	kg/s	172
通常運転時の最大燃料温度	度 C	1035
事故時の最大燃料温度	度 C	1471
蒸気サイクル		
主蒸気流量	t/h	543
給水温度	度 C	205.3
タービン入口での主蒸気圧	MPa	13.5
タービン入口での主蒸気温度	度 C	535
発電機出力	MW	190

出典：「Design of Chinese Modular High-Temperature Gas-Cooled Reactor HTR-PM」(Zuoyi Zhang, Zongxin Wu, Yuanhui Xu, Yuliang Sun, Fu Li, Institute of Nuclear and New Energy Technologies, Sep. 2004)

③ガスタービン高温ガス炉「HTR-10GT」

「HTR-10」と「HTR-PM」は、在来の蒸気タービンを採用しているが、ガスタービンを採用することによって大幅に効率を高めることができる。ガスタービン技術の実行可能性を実証する「HTR-10GT」の初期基礎設計は清華大学の原子力・新エネルギー技術研究院（INET）とロシアの実験機械製造設計局（OKBM）によって共同で行われた。また、工学設計とコンポーネントの研究開発、重要技術の研究はINETが実施した。

「HTR-10GT」では、従来の蒸気発生器の圧力容器が取り外され、ヘリウムタービンと発電機をおさめた新しい圧力容器が設置される。この圧力容器は、出力変換容器（Power Conversion Vessel：PCV）と呼ばれるもので、炉心内のエネルギーを電気に変換する役目を持つ。

「HTR-10GT」の主要コンポーネントの研究開発が実施されているが、最も重要で技術的に難しいとみられているのがターボコンプレッサである。ターボコンプレッサは、タービン、高圧コンプレッサ、低圧コンプレッサで構成されている。

コンプレッサの設計を実証するための空気力学試験施設が設立されている。同施設は、空気とヘリウムガスの貯蔵タンク、乾燥器、流量制御バルブ、ガス加熱器と冷却システム、圧力制御システム、メン

ブレン・コンプレッサ、リダクションギアボックス、モータ、制御系で構成されている。これまでに各種の実験が行われている。

アクティブ磁気ベアリング（Active Magnetic Bearing：AMB）と呼ばれる技術も、「HTR-10GT」プロジェクトの成功の鍵を握る重要な技術に位置付けられており、INET は多くの努力を傾注している。まず小型の実験装置を使ってフレキシブルロータを制御するための方法の試験が行われ、多くの知見が得られた。大型の磁気ベアリング設計を実証するとともに長期運転における特性を把握することを目的として、リジッドロータを採用した大型の磁気ベアリングが組み立てられた。

第 2-2-52 表 HTR-10GT の主要パラメータ

炉 心	
出力 (MW)	10
入口 / 出口温度 (度 C)	330/752
入口 / 出口圧力 (MPa)	1.53/1.52
質量流量 (kg/s)	4.55
ターボ機械	
ターボコンプレッサ回転速度 (r/min)	15000
タービン膨張比	2.2
高圧コンプレッサのコンプレッサ比	1.58
低圧コンプレッサのコンプレッサ比	1.58
発電機回転速度 (r/min)	3000
レキュペレータ	
出力 (MW)	5.25
入口 / 出口でのヘリウム温度 (低圧) (度 C)	494/278
入口 / 出口でのヘリウム圧力 (低圧) (MPa)	0.687/0.682
入口 / 出口でのヘリウム温度 (高圧) (度 C)	109/330
入口 / 出口でのヘリウム圧力 (高圧) (MPa)	1.605/1.604
予冷器	
出力 (MW)	5.94
入口 / 出口でのヘリウム温度 (度 C)	278/35
入口 / 出口でのヘリウム圧力 (MPa)	0.682/0.676
インタークーラー	
出力 (MW)	1.79
入口 / 出口でのヘリウム温度 (度 C)	108/35
入口 / 出口でのヘリウム圧力 (MPa)	1.040/1.031

出典：「HTGR Projects in China」(Zongxin Wu, Suyuan Tu, Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Nuclear Engineering and Technology, Vol.39 No.2 April 2007)

(3) 高速増殖炉

中国政府は、現在の熱中性子炉（PWR 等）から将来の核融合炉へとつなぐ原子炉戦略の中で、高速増殖炉を最重要な炉型と位置付けている。

「原子力発電中長期発展計画（2005～2020 年）」では、「世界の原子力発電技術の発展傾向を積極的に追跡し、高温ガス炉、固有安全 PWR、高速増殖炉技術を自主的に研究、開発し、各プロジェクトの技術研究の進展状況に基づき、試験あるいは実証プロジェクトの建設を適時行う」としている。

また「国家中長期科学技術発展計画綱要（2006～2020 年）」では、高速増殖炉の設計と重要技術、

関連する核燃料と構造材料技術を研究、把握するとともに、ナトリウム循環などの重要な技術を習得するという方針が示された。

高速増殖炉の開発を担当している中国原子能科学研究院は、北京に熱出力 65MW、電気出力 20MW の実験炉「CEFR」を建設している。「CEFR」は、「863 計画」の中でも最大のプロジェクトの 1 つに数えられている。

中国の高速増殖炉研究は 1965 年にスタートし、87 年までの基礎研究段階、93 年までの応用基礎研究段階、95 年以降の設計・実験・検証段階を経てきた。この間、85 年 8 月には「1985-2000 年と第 7 次 5 カ年高速炉発展計画」が策定された。86 年 7 月には核工業部（当時）計画司の指導のもと「高速中性子増殖炉 2000 年計画の制定」がまとめられた。89 年 6 月には、「863 計画」のエネルギー分野専門家委員会の指導のもとで「我国の高速炉発展戦略・技術路線」がとりまとめられた。

中国原子能科学研究院高速炉工程部副総工程師の周培徳氏によると、中国の高速炉開発は以下の 3 段階戦略で進められることになっている。

第 2-2-53 表 中国の高速炉開発戦略

段 階	炉のタイプ	出力 (MWe)	完成予定時期
第一段階	実験炉 (CEFR)	20	2009 年
第二段階	原型炉 (CPFR) あるいは実証炉 (CDFR)	600 ~ 900	2020 年
第三段階	商用炉	> 900	2030 年頃

出典：「高速炉技術の開発と原子力の持続可能な成長の促進」（周培徳・中国原子能科学研究院高速炉工程部副総工程師、2009 年 4 月 28 日、科学技術振興機構「Science Portal China」(http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0905nuclear_e_dev/r0905_zhou_p.html))

このうち、実験炉「CEFR」は 1990 年から 92 年 7 月にかけて概念設計を実施し、93 年にはロシアと協議し最適化を行った。94 年から 95 年にかけてロシアと共同で設計を実施し、96 年から 97 年にかけて予備設計、98 年から 2003 年まで詳細設計を行った。2000 年 5 月のコンクリート注入によって正式に着工した。同 7 月には、ロシアとの間で実験炉建設にあたっての協力協定が結ばれた。建設費は 25 億元と推定されている。

周培徳氏によると、高速炉実験炉「CEFR」は、原子炉本体構造のほか、燃料操作システム、熱伝導システム、補助システム、主要設備と原子炉建屋構造等はすべて、20 年以上の運転実績を持つロシアの高速炉原型炉「BN-600」（出力 60 万 kW）に近く、「BN-600」の縮小版に位置付けられる。

「CEFR」では 2009 年 5 月 25 日、260 トンのナトリウムが注入され規定のレベルに達し、装荷作業が順調に終了した。また国家核安全局は同 9 月 22 日、中国原子能科学研究院に対して「CEFR」の燃料装荷承認書を発給した。「CEFR」の主要設計パラメータを第 2-2-54 表に示す。

第 2-2-54 表 CEFR の主要設計パラメータ

熱出力	MW	65
電気出力（ネット）	MW	20
耐用年数	年	30
炉 心		
高さ	cm	45.0
直径	cm	60.0

燃料 / 初装荷		(Pu,O) O ₂ /UO ₂
プルトニウム量	kg	150.3
プルトニウム 239	kg	97.7
ウラン 235 (濃縮度)	kg	42.6 (19.6%) / 236.7 (64.4%)
最大線出力密度	W/cm	430
(以下の数値は予備設計値)		
中性子束	n/cm ² ・s	3.7 × 10 ¹⁵
燃焼度 (目標最高値)	MWd/t	100000
燃焼度 (初装荷、最高値)	MWd/t	60000
炉心入口温度	度 C	360
炉心出口温度	度 C	530
主容器の直径 (外径)	m	8.010
一次系		
ループ数		2
ナトリウム量	t	260
ループあたりの中間熱交換器数		2
二次系		
ループ数		2
ナトリウム量	t	48.2
三次系		
蒸気温度	度 C	480
蒸気圧	MPa	14

出典：「China Fast Reactor Technology Development Recent Status and Future」(Xu Mi, China Institute of Atomic Energy, Fifth Tsuruga International Energy Forum, June 28-29, 2006)

実験炉の次のステップについて国防科学技術工業委員会（当時）は2005年9月、高速炉開発を「実験炉－原型炉－商業炉」の3段階で進める戦略を定めたことを明らかにするとともに、原型炉の出力は60万kWで建設時期は2020年としていた。また、2008年10月に開催された高速炉技術発展研究討論会では、福建省の三明市への原型炉建設にあたっての予備実行可能性評価が報告された。

中国原子能科学研究院の周培徳氏は、「CEFR」は原型炉の特性も備えているだけでなく、熱伝導システムの熱効率パラメータはすでに実証炉レベルにも近いとしたうえで、第2段階では直接実証炉を建設する可能性もあると指摘している。

中国の温家宝首相とロシアのプーチン首相は2009年10月13日、北京で第14回中露首相定期会合を開催し、エネルギー協力の拡大や宇宙、航空、科学技術等の分野での協力強化に合意した。会談後には、中国の高速炉実証炉を協力して建設するにあたっての事前設計研究契約等が関係機関の間で締結された。

なお、世界原子力協会（WNA）などが運営する「World Nuclear News」（2009年10月15日）は、中国向けの「BN-800」（出力80万kW）の設計作業がロシア国内でスタートしたことを明らかにしている（<http://www.world-nuclear-news.org/print.aspx?id=26317>）。

そうしたなかで中国核工業集团公司とロシアの国営原子力企業である ROSATOM は2010年3月23日、ロシアの「BN-800」型高速炉実証炉2基を中国国内に共同で建設するとした了解覚書に署名した。「BN-800」は出力80万kWのタンク型高速炉で、ロシア国内では同型炉を採用したペロヤルスク4号機が建設中である。

(4) 第4世代炉

「第4世代」原子力システムは、「第1世代」（初期の原子炉）、「第2世代」（現行の軽水炉等）、「第3世代」（改良型軽水炉）の後を受けた、核不拡散や環境、安全性の面から見て優れた特性を持った原子力システムのことで、2030年頃からの実用化が目標されている。

中国は、第4世代炉の開発を積極的に進めており、2001年には国際原子力機関（IAEA）の「革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト」（INPRO）、また2006年には「第4世代原子力システムに関する国際フォーラム」（GIF）に参加した。

中国は、第4世代炉に分類される原子炉のうち、高温ガス炉や高速炉以外では、唯一の水冷却炉である超臨界圧水冷却炉（Supercritical Water-Cooled Reactor：SCWR）の開発に力を入れている。欧陽予氏は、熱効率を向上させる見地から、加圧水型炉（PWR）や沸騰水型炉（BWR）をSCWRへと発展させていく必要があるとの見解を示している。

同氏は、「SCWRの原子力発電ユニットではタービンの作動媒体が超臨界水であり、直接原子炉から送られてくる。これは同時に炉心冷却材でもあり、原子炉出口（タービン入口）における圧力は約25MPa、温度は510～550度Cになる。そして熱効率は44～45%にも達し、水媒体の性質も変わらないため、PWRやBWRの出る幕はなくなる。PWRに比べてSCWRは蒸気発生器が必要なく、またBWRに比べて気水分離器が必要ないので、付帯システムや施設を大幅に簡素化できる」と指摘している（「世界各国における原子力発電の開発戦略の歩みと中国における原子力発電の開発」、前掲）。

SCWRはすでに「国家重点基礎研究発展計画」（「973計画」）に組み込まれており、研究総額は3000万元に達するとみられている。上海交通大学、清華大学、北京科技大学、華北電力大学、中国核動力研究設計院、中国原子能科学研究院、上海核工程研究設計院、中科華核電技術研究院が共同で提案したもので、2007年に科学技術部の承認を取得した。中国核学会によると、上海交通大学の程旭教授がリーダーを務めている。

程教授は、2010年頃まで前期概念設計と実行可能性研究を進めるとともに、2020年頃まで基本技術の研究を行うというロードマップを示した。また、2010年代前半から2020年にかけてプロトタイプ試験、2010年から2018年頃までかけて概念設計を行い、2025年頃に試験炉の設計を完了させる見通しを明らかにした（「超臨界水冷堆国内外研發現状及趨勢」、「原子能科学技術」第42巻第2期、2008年2月）。

中国原子能科学研究院の趙志祥・院長は、人里離れた山間部や島嶼地域、軍事施設などの電力供給にあたって先進的な小型原子炉が有力な手段になるとの見解を示している（「発展分散式小型核電站」、中国核能行業協会「中国核能」2009年第2期）。

趙院長は、外国の小型原子炉の経験や技術を参考にするとともに、国際交流・協力を強化することによって、5～7年以内に中国の国情にあった第4世代の小型原子炉を開発・建設することは十分に可能であるとの見通しを示した。また同院長は、安全で信頼性が高く、経済的な小型炉の開発・製造に中国が成功すれば、国際市場においても有利な地位を占めることができると強調した。

(5) 核燃料サイクル

「原子力発電中長期発展規画」では、2020年までに原子力発電設備容量を4000万kWに拡大することを目標に掲げている。「原子力産業『第11次5ヵ年』発展規画」によると、こうした規模の原子力発電所の需要を賄うためには核燃料サイクルの各部門の生産能力を4～6倍に拡大する必要がある。また、「原子力産業『第11次5ヵ年』発展規画」では、核燃料サイクル生産能力の拡大に加えて、技術水準の向上が目標として掲げられている。

①ウラン採鉱

国際原子力機関（IAEA）によると、中国のウラン採掘・粗製錬施設の能力は雲南省・騰衝のパイロットプラントも含めると年間約 860 トン U に達するとみられている。また EURATOM 供給局によると、2008 年のウラン生産量は 749 トンで、生産能力の 87% 程度となっている。

中国は、天然ウラン需要の半分程度を国内で賄っているとの見方があったが、国家エネルギー局の張国宝局長は、30% 程度を輸入に依存していることを明らかにするとともに、国内でのウラン探査・開発を拡大する一方で、外国での鉱山開発と国際貿易を積極的に進める意向を示した（ロイター中国語版 2009 年 7 月 10 日）。

核燃料サイクル事業全般をてがける中国核工業集团公司傘下の中核金原ウラン産業公司是、天然ウランを開発する資格を持っており、2000 年以来、ウランの開発プロジェクトに 30 億元を投入してきた。

同社所属の金原ウラン産業連合研究院は、政府の支援のもと、インサイトウリーチング（in-situ leaching）やヒープリーチング（heap leaching）の開発を積極的に進め多くの研究成果を取得した。また、2007 年には 2 ヲ所の技術開発センターを設立するとともに、南華大学や華東理工大学と技術協力を進めた。

②製錬・転換

「原子力産業『第 11 次 5 ヲ年』発展規画」では、ウラン製錬ラインを新たに新たに建設するとともに、建設中のウラン転換生産ラインを完成し、重要設備の研究製造及び核心技術の研究を行い、ウラン転換設備の製造工程の技術水準を引き上げるという目標を掲げていた。

そうしたなかで、中国核工業集团公司が 2007 年に着手した核燃料サイクル施設の整備が着実に進んだ。同社は 2008 年 9 月、蘭州のウラン転換プラント（設備容量：3000 トン U/ 年）が試運転を経て操業を開始したことを明らかにした。

③ウラン濃縮

中国初のウラン濃縮工場（「504 廠」）の建設は 1958 年 5 月 31 日、当時の中国共産党中央委員会の鄧小平・総書記の承認を受け甘肅省の蘭州市でスタートした。同工場は、「第 1 次 5 ヲ年」期における 156 の重大プロジェクトの 1 つに盛り込まれ、64 年に操業を開始した。

同工場で製造された濃縮ウランは、中国初の原子爆弾、水素爆弾、原子力潜水艦に使用されたほか、改革開放後は「保軍転民」（軍事利用を維持し、民事利用に転換する）方針に従い、民事利用が積極的に進められた。具体的には、中国初の原子力発電所である秦山 1 号機だけでなく、大亜湾発電所、嶺澳発電所、秦山Ⅱ期発電所の初装荷燃料と取替え燃料用の低濃縮ウランを供給した。

一方、蘭州の濃縮工場をコピーし、濃縮法として旧ソ連時代のガス拡散技術を用いた中国 2 番目の濃縮工場が四川省に建設され、1975 年頃に操業を開始した。ストックホルム国際平和研究所（SIPRI）によると、200 トン SWU（分離作業単位）の設備容量を持ち、蘭州（100 トン SWU）より規模が大きかったとみられている。

中国政府は 1989 年 11 月、軍事目的の高濃縮ウランの生産を中止し、濃縮工場の利用は民事利用に限定することを公表した。その後、90 年代初めに、現行のガス拡散法を遠心分離法に変更する意向を表明した。92 年には、ロシア原子力省（当時）との間で蘭州と陝西省の漢中に新しいガス遠心分離濃縮工場を建設する協議を開始した。なお、蘭州と和平のガス拡散濃縮工場はすでに操業を中止している。

ロシアの遠心分離技術を利用したウラン濃縮工場は 1996 年、漢中にまず 200 トン SWU が建設された。

98年には、第2フェーズとして300トンSWUが増設された。また、蘭州には第3フェーズとして500トンSWUの設備容量を持つ濃縮工場が建設された。中国のウラン濃縮能力は、2007年時点の設備容量で1000トンSWUに達している。

中国がロシアとの間で2008年5月27日に締結した遠心分離濃縮工場の第4フェーズ建設に関する技術支援協定によると、技術移転条項はなく、ロシアは中国に対して第6世代のガス遠心分離機を供給する。なお、ロシアで使われている最新の遠心分離機は第8世代に分類されている（2008年5月27日付「RIA Novosti」）。

中国は1973年から、原子法を用いたレーザ濃縮（AVLIS）や分子法を用いたレーザ濃縮（MLIS）の研究を実施したが、85年以降はAVLISに研究の重点を移した。91年にはAVLISを使って1段階で3%以上の濃縮に成功したとの見方もある。

中国の核燃料サイクル事業を担う中国核工業集团公司の邱建剛・副総経理は、国内の濃縮能力を飛躍的に拡大したうえで余剰能力を外国のユーザーに対して提供し、中国がアジアのウラン濃縮センターになることをめざすとの考えを明らかにしている。同氏は、2010年から20年にかけて、新規の濃縮工場を続々と建設、操業させる意向も示した。

そうしたなかで、中国核工業集团公司傘下の国際貿易会社である中国原子能工業有限公司は2010年3月5日、関西電力との間で濃縮ウランの販売契約を同日に結んだことを明らかにした。契約期間は2012年から19年までとなっている。

④核燃料の成型加工

「原子力産業『第11次5ヵ年』発展計画」は、改造と新設によって南部（四川省・宜賓）と北部（内蒙古・包頭）の軽水炉燃料要素製造基地を整備するとともに、高性能燃料集合体及び関連被覆材、構造材料の研究を行うと明記している。また、MOX（混合酸化物）燃料集合体の設計、製造及び主要設備の研究を行い、ウランとプルトニウムのリサイクル実現の技術的基礎を固めるとの方針を示している。

PWR用燃料は、中国核工業集团公司傘下の中核建中核燃料元件会社が四川省の宜賓で400トンUを操業中のほか、内蒙古の包頭では北方核燃料元件会社が2006年、400トンU規模の生産ラインの建設に着手した。また、中核建中核燃料元件会社は400トンUの生産能力を持つ工場の建設準備を進めており、2012年の完成をめざしている。

重水炉（秦山Ⅲ期発電所）向けの燃料は包頭で200トンU規模の工場が操業している。ロシア製PWR（VVER＝田湾発電所で採用）燃料については、中核建中核燃料元件会社が2009年12月18日に明らかにしたところによると、2004年12月に着工し、08年末に基本的に完成したあと、2009年以来、ロシアの専門家の指導のもと、最終的な調整・検査が行われており、2010年8月には操業を開始する予定になっている。

このほか包頭では2009年4月、高温ガス炉向けの燃料製造ラインの建設に着手した。包頭では、「AP1000型炉」の燃料の製造も行われることになっている。

⑤ MOX 燃料

中国原子能科学研究院の尹邦躍氏によると、高速増殖炉実験炉「CEFR」は、MOX燃料を前提とした設計になっており、MOX燃料ペレットの年間所要量は500kgになっている。しかし、中国国内にはMOX燃料の製造施設がないことに加えて、外国からMOX燃料を輸入することができないため、初装荷燃料と取替え燃料は、ロシアから64.4%の高濃縮 UO_2 燃料を輸入することになっている。

尹邦耀氏は一方で、高速炉の発展に照らして見ると長期にわたって高濃縮 UO_2 燃料に依存することは適当ではないとしたうえで、部分的に MOX 燃料を装荷し試験する必要があるとの見解を示している。同氏によると、MOX 燃料を採用する 80 万～90 万 kW の実証炉クラスになると、毎年 10 トン程度の MOX 燃料が必要になると予測している。

国家科学技術委員会（当時）は 1987 年、「863 計画」に高速炉の燃料研究を盛り込むことを承認した。これを受け中国原子能科学研究院、核工業第一研究設計院、404 廠は、共同で MOX ペレットの研究製造に着手するとともに、プルトニウム含有金属燃料のフィージビリティ研究、低密度 UO_2 ペレットの製造準備、照射実験、MOX 使用済み燃料の再処理研究等を行った。

中国政府は、「第 9 次 5 ヶ年」期において MOX 燃料の課題研究を支持した。これを受けて中国原子能科学研究院は「CEFR」に採用する MOX 燃料ペレットの設計と照射試験の実行可能性研究を実施した。また、核工業第 5 研究設計院は年産 500kg 規模の MOX 燃料製造工場の初期設計を、404 廠は MOX 製造プロセスの初期設計を行った。「第 10 次 5 ヶ年」期がスタートした 2001 年（12 月）には、国防科学技術工業委員会（当時）が原子力開発科学研究プロジェクトの一環として MOX 燃料要素の技術研究を承認した。

尹邦耀氏によると、中国は MOX 燃料ペレットの技術路線として機械混合法を採用することを確定している。すでに、年産 500kg 規模の MOX 燃料ペレットの製造実験室が建設されている。同氏は、中国の MOX 燃料研究はまだ初期段階にあるとする一方で、2020 年頃に工業規模の MOX 燃料工場を建設する構想があることを明らかにした。なお中国では、MOX 燃料を軽水炉で利用する“プルサーマル計画”は今のところない。

⑥再処理

リサイクルの要（かなめ）と位置付けられる再処理については、原子力発電の発展にあたっては再処理技術路線を発展させる必要があるとの方針が 1983 年に示されるとともに、87 年にジュネーブで開催された国際会議で明らかにされた。

国家發展改革委員会が 2007 年に公表した「原子力発電中長期發展規画」の中では、「使用済み燃料再処理基金」徴収の必要性が明記された。それによると、「第 11 次 5 ヶ年」期に関連の作業に着手し、2010 年以前の実施を目指して努力するとの方針が示された。また同規画では、再処理専門会社の設立が盛り込まれた。

一方、「原子力産業『第 11 次 5 ヶ年』發展規画」では、再処理技術の研究開発の強化が打ち出されるとともに、商業用大型再処理工場の建設に向けて事前準備作業を行うとしたうえで、基準を検討、制定し、再処理工場の立地点を選定し技術路線を確定するとした。

商業規模の大型再処理工場は甘肅省に建設されることが決まっており、前期作業（着工までのすべての作業を含む）が大きく進展し、すでに初期実行可能性研究報告がまとめられ政府に提出されている。

甘肅省の徐守盛・省長は 2008 年 4 月、中核 404 公司の再処理工場の建設予定地を視察した際、国が進める再処理プロジェクトに対して同省としても全面的に協力する意向を表明した。なお、国家エネルギー局の張国宝局長は 2009 年 8 月 8 日、甘肅省の建設予定地を視察している。また国家エネルギー局は 2010 年 2 月 11 日、大型再処理工場の重大科学研究課題を担当する中国核電工程有限公司と中国原子能科学研究院との間で任務契約書を締結した。

中国では現在、甘肅省の蘭州で 1998 年に建設がスタートした再処理パイロットプラント（処理量日量 400kgHM = 重金属）で 2010 年 3 月 18 日、ホット試験がスタートしている。

このほか、中国原子能科学研究院の4大重要施設にあげられている「核燃料再処理放射化実験施設」の建設がスタートしている。中国核工業集団会社が2008年3月に明らかにしたもので、中国の使用済み燃料再処理技術の進歩と産業の発展に大きく貢献するものと期待されている。

⑦放射性廃棄物の処分

「放射性汚染防止法」は、放射性廃棄物の処分に関して、中・低レベル放射性廃棄物については浅地層処分、高レベル放射性廃棄物とアルファ放射性固体廃棄物については集中的に深地層処分するとともに、放射性廃棄物専門の貯蔵・処分機関を設立することを規定している。

また、「原子力発電中長期発展計画」では、2020年以前に「高レベル放射性廃棄物最終処分場地下実験室」を建設することに加えて、「高レベル放射性廃棄物最終処分計画」をまとめるとの方針が示されている。

一方、「原子力産業『第11次5ヵ年』発展計画」では、中・低レベル放射性廃棄物用の処理施設及び有機液体放射性廃棄物焼却施設を建設するほか、極低レベル放射性固体廃棄物処分場を建設し、全国規模で中・低レベル放射性廃棄物処分の計画・研究を実施し、華東と西南地区で処分場の建設を開始するとした。

中国では現在、西北・低中レベル放射性廃棄物処分場と広東北龍・低中レベル放射性廃棄物処分場が操業している。このうち西北処分場は、1998年に2万m³が完成し、最終的に20万m³まで拡張される計画になっている。また、北龍処分場は大亜湾原子力発電所から約5km離れた場所にあり、2000年に完成した。まず8800m³が建設され、最終的に24万m³まで拡張されることになっている。

使用済み燃料については、70万kWのCANDU炉2基を運転する秦山第三核電有限公司が2009年10月28日、中国初の乾式貯蔵設備の試運用に成功した。同設備は、モジュール式の空気冷却貯蔵技術を採用しており、発電所の当初の運転期間である40年間に発生する使用済み燃料の貯蔵量に応じて設計を進めるとともに、その後の寿命延長期間にわたって発生する使用済み燃料の量も踏まえて、何回かに分けて建設する方式を採用する。まず、2体のモジュールを建設し、今後5年ごとに2体のモジュールを建設する。同社は、2010年3月までに使用済み燃料中間乾式貯蔵施設の運用許可証を取得したうえで正式の運用を開始する計画をたてている。

再処理にともなって発生する高レベル放射性廃棄物については、最終的な安全処理・処分技術を確保したうえで、液体廃棄物の新しい処理技術ならびに固化体の地層処分技術の研究を行うことになっている。

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発と処分場の建設は、3段階に分けて実施されることになっている。具体的には、①実験室での研究開発と処分場の立地点選定（2006-2020年）、②地下実験段階（2021-2040年）、③プロトタイプ処分場での検証と処分場建設段階（2041-21世紀中期）である。

高レベル放射性廃棄物の地層処分研究は、1985年に正式にスタートした。核工業部（当時）は初期研究発展計画を制定するとともに研究調整グループを立ち上げ、エンジニアリング、地質、化学、安全の4分野の研究プロジェクトについて手順等を決めた。初期研究開発発展計画には、核工業部傘下の研究所をはじめ、清華大学、南京大学、北京大学、復旦大学、中国地質大学、中国鋳業大学、長春地質学院等が参加した。

また、1985年から86年にかけて、全国規模での立地点のスクリーニング作業が実施された。先進国での選定作業を参考に、全国地域の地質資料を分析、比較し、各地区の地質条件や地質構造、岩石タイ

プ、水文地質条件だけでなく、経済性や輸送面の要因も考慮して、華南、華東、西南、内蒙古、西北の5ヵ所が予備選定地域としてリストアップされた。当時、処分場の地質としては、花崗岩や凝灰岩、泥岩、頁岩が最適と考えられた。

1986年から89年にかけて区域選定作業が実施された。高レベル放射性廃棄物の処分場として適した条件をクリアすることを前提に、現地調査も含めて広範な調査研究が行われ、5ヵ所の予備選定地域の中からさらに詳細な調査を実施する21ヵ所の地区が特定された。その後、各地区に関して詳細調査が実施された結果、西北地域の甘粛省北山地区が高レベル放射性廃棄物の処分場として最適との結果が得られた。

核工業北京地質研究院は、1999年から2001年にかけて北山地区で特性評価を行い、深さ500mと700mの試錐孔を掘削し、地質研究や水文地質実験等を実施した。

⑧廃止措置（デコミッショニング）

中国で最も古い原子力発電所は1991年10月に臨界に達した秦山Ⅰ期（1号機）であり、廃止措置の実施はまだだいぶ先のことになるが、「原子力発電中長期発展計画」は、原子力施設の廃止措置（デコミッショニング）に備えた中国政府の基本方針を明らかにしている。

それによると、原子力発電所が商業運転を開始した時点において、原子力発電原価の中から廃止措置費用を強制的に徴収し積み立てるとしている。具体的には、中央財政に「原子力発電廃止措置特別基金口座」を設立し、各原子力発電所の運転期間中に徴収する。徴収基準と実施方法については、国家发展改革委員会が財政部と国防科技工業局が共同で検討し確定することになった。

一方、2010年までを視野に入れた「原子力産業『第11次5ヵ年』発展計画」では、原子能科学研究院や清華大学などの研究炉の廃止措置に関して事前準備作業を行う方針が明らかにされた。

同計画によると、ウラン鉱の採掘等にもなって廃棄された鉱石や鉱滓などの管理が継続して実施されるとともに、環境の復旧が行われる。このほか、各種原子力施設については、それぞれの特徴を踏まえてソース・ターム（source term＝放射性物質の種類、化学形、放出量）の測定、設備の除染ならびに解体などの廃止措置技術の研究および廃止措置設備の研究・製造が行われる。

第2-2-55表 操業中のウラン採掘・粗製錬施設

鉱山	省	プロセス	設計設備容量 トンU/年	製品物質	操業年
撫州	江西	露天掘り・地下、酸浸出／イオン交換	300	イエローケーキ	1966
崇義	江西	露天掘り・地下、たい積浸出・酸浸出、イオン交換	120	イエローケーキ	1979
騰衝	雲南	インサイトウリーチング	20（パイロットプラント）	イエローケーキ	1991
伊寧	新疆	インサイトウリーチング／イオン交換、アルカリ浸出	200	イエローケーキ	1993
藍田	陝西	たい積浸出・酸浸出／イオン交換	100	イエローケーキ	1993
本溪	遼寧	たい積浸出・酸浸出／溶媒抽出	120	イエローケーキ	1996
衡陽	湖南	—	1000	—	1963 [※]

※：1996年に操業休止

出典：「Nuclear Fuel Cycle Information System」（IAEA）をもとに作成

第2-2-56表 天然ウランの生産量

国	2008年の生産量 (t)	2008年のシェア (%)	2007年の生産量 (t)	2007年との対比 (%)
カナダ	9000	20.3	9462	-4.9
カザフスタン	8512	19.2	6654	27.9
オーストラリア	8430	19.1	8577	-1.7
ナミビア+ 南アフリカ	4897	11.1	3423	43.1
ロシア	3822	8.6	3385	12.9
ニジェール	3029	6.8	3154	-4.0
ウズベキスタン	2338	5.3	2308	1.3
米国	1509	3.4	1748	-13.7
ウクライナ	800	1.8	846	-5.4
中国	749	1.7	636	17.8
チェコ	275	0.6	262	5.0
その他	887	2.0	794	11.7
合 計	44248	100.0	41264	7.2

出所：EURATOM Supply Agency、Annual Report 2008

第2-2-57表 中国の核燃料サイクル関連施設

施設名称	運営組織	設計能力	製 品	状 況
湖南（衡南、衡陽）※ ¹	（粗製錬）	3000 トン U/ 年	U ₃ O ₈	操業中
蘭州転換施設	（精製錬・転換）	3000 トン U/ 年※ ²	UF ₆	2008年に試運転・操業を開始
宜賓核電燃料元件生産ライン	中核建中核燃料 元件有限公司	400 トン U/ 年※ ³	PWR 燃料	操業中
包頭 PWR 核燃料生産ライン	中核北方核燃料 元件有限公司	200 トン U/ 年	PWR 燃料	建設中（2010年操業予定）
宜賓※ ⁴	中核建中核燃料 元件有限公司	400 トン U/ 年	PWR 燃料	準備中（2012年完成予定）
包頭 AP1000 核燃料生産ライン※ ⁵	中核北方核燃料 元件有限公司	200 トン U/ 年	PWR（AP1000） 燃料	建設中（2013年完成予定）
VVER-1000 燃料要素生産ライン	中核建中核燃料 元件有限公司	96 体 / 年（41.39 トン U/ 年相当）	PWR（VVER） 燃料	調整・試験（2010年操業開始予定）
包頭重水炉核燃料生産ライン※ ⁵	中核北方核燃料 元件有限公司	200 トン U/ 年	重水炉燃料	操業中
高温ガス炉実証炉用燃料生産 ライン※ ⁵	中核北方核燃料 元件有限公司	球状燃料 30 万個 / 年	高温ガス炉燃料	建設中（2011年完成予定）
405 ウラン遠心分離施設	中核陝西ウラン 濃縮有限公司	500 トン SWU/ 年	低濃縮 UF ₆	操業中
504 ウラン遠心分離施設	中核蘭州ウラン 濃縮有限公司	500 トン SWU/ 年	低濃縮 UF ₆	操業中
使用済み燃料受け入れ・貯蔵 施設	中核 404 有限公 司	550 トン HM/ 年	PWR・研究炉 使用済み燃料	操業中
使用済み燃料再処理パイロ ットプラント	中核 404 有限公 司	400kgHM/ 日		調整・試験
宜賓分散ガドリニウム燃料生 産ライン	中核建中核燃料 元件有限公司	10 トン / 年	UO ₂ と Gd ₂ O ₃ の焼結ペレット	操業中

施設名称	運営組織	設計能力	製品	状況
高温ガス炉燃料生産ライン	清華大学核能・ 新技術研究院	—	—	閉鎖

※ 1: Nuclear Threat Initiative ホームページ (<http://www.nti.org/db/china/fcac.htm>)
 ※ 2: 「保障我国核燃料供应: 中核集团、"能"」(「中国核工業 2008 年第七期、中国核工業集团公司」)
 ※ 3: 2008 年 10 月に 400 トン U に拡張して操業開始
 ※ 4: 「我国推進核電發展建世界一流核燃料元件製造基地」(2009 年 8 月 16 日「新華社電」)
 ※ 5: 中核北方核燃料元件有限公司ホームページ (<http://www.btgh.com.cn>)

出典: 「中華人民共和国国家核安全局 2007 年報、2008 年報」

第 2-2-58 表 世界の主要転換会社

会社名	2008 年の名目設備容量 (UF ₆ ・tU)	世界全体に占める割合 (%)
アトムエネルギープロム (ロシア)	25000	34.7
Cameco (カナダ+英国)	18000	25.0
ConverDyn (米国)	15000	20.8
Areva (フランス)	14000	19.4
合計	72000	100.0

出所: EURATOM Supply Agency、Annual Report 2008

第 2-2-59 表 主要濃縮会社と設備容量

会社名	能力 (tSWU)	世界全体に占める割合 (%)
アトムエネルギープロム (ロシア)	22500	36.9
USEC (米国)	15500	25.4
Areva (フランス)	10800	17.7
Urenco (独、英、蘭)	10200	16.7
日本原燃 (日本)	1000	1.6
中国核工業集团公司 (中国)	1000	1.6
合計	61000	100.0

出所: EURATOM Supply Agency、Annual Report 2008

(6) 民生用原子力設備の設計・製造

中国政府は、「原子力発電中長期発展規画」の中で、技術路線を統一するとともに、原子力発電の安全性と経済性を重視したうえで、「中国を主体として外国と協力することを堅持し、海外の先進的な技術を導入し、国内の組織を統一して消化・吸収する」という自主化の原則を示している。

こうしたなかで、原子力発電国産化に向けての努力が徐々に実を結ぼうとしている。中国はこれまで、30 万 kW 級と 60 万 kW 級の原子炉压力容器しか製造できなかったが、国産化第 1 号となる 100 万 kW 級の原子炉压力容器が広州の東方電気重型機械有限公司で 2009 年 6 月 15 日に完成し、広東省の嶺澳Ⅱ期 2 号機に据えつけられた。

また、中国第一重型機械集团公司 (中国一重) は同 6 月 2 日、浙江省の三門 2 号機で採用される米ウェスチングハウス社の「AP1000」向けの压力容器の製造に着手した。中国一重は 2008 年 7 月、「CPR1000」を採用する陽江、寧徳両発電所向けの 6 台の原子炉压力容器供給契約も結んでいる。このほか、中国核工業集团公司との間では、秦山Ⅰ期拡張 (方家山) と福清両発電所向けの原子炉压力容器 4 台と蒸気発

生器（SG）12 台の鍛造品供給契約を結んでいる。

このほか中国一重は、スペインの ENSA 社に対して原子炉压力容器と蒸気発生器用の鍛造部品を供給することを内容として戦略協力取決めを締結した。2010 年 3 月 16 日付「中国工業報」が伝えた。取決めによると、ENSA は中国一重に対して沸騰水型炉（BWR）压力容器用鍛造品の設計図と技術要求を提供し、中国一重はこれをもとに BWR 压力容器鍛造品の研究開発を行う。

なお、2009 年 5 月に公表された「設備製造業調整振興計画」では、「AP1000」に加えて、第 2 世代改良型と位置付けられている「CPR1000」の自主化を進め、压力容器や SG、制御棒駆動機構、原子力級のポンプ・バルブ、非常用ディーゼル発電機等の国際製造を重点的に実現するとの方針が示された。

ちなみに、規制当局である国家核安全局は、「民用核安全設備監督管理条例」等に従い、有効期間 5 年の民生用原子力安全設備の設計・製造・据付許可証を発給している。

第 2-2-60 表 主要原子力発電設備の製造コストが全体コストに占める割合

項 目	全体コストに占める割合 (%)	数 量	製造コスト (100 万元)	合 計 (100 万元)	設備全体に占める割合 (%)
設備費	52			6500	100
原子炉設備	23.8			2980	46
蒸気発生器	4.1	3	170	510	8
加圧器	0.4	1	50	50	1
安全注入設備等	0.4			50	1
压力容器	5.6	1	700	700	11
制御棒駆動機構	1	1	120	120	2
炉内構造物	1.4	1	180	180	3
一次冷却材ポンプ	1.9	4	60	240	4
主蒸気管	0.6	1	80	80	1
バルブ	2.8			350	5
燃料輸送系統	0.8			100	2
その他	4.8			600	9
在来設備	16.2			2020	31%
蒸気タービン	3.8	1	480	480	7
発電機	2.9	1	360	360	6
汽水分離・再熱器	1.9	2	120	240	4
各種モータ	1.2			150	2
その他	6.3			790	12
補助設備	12.0			1500	23

出典：「核電大規模建設時代、4000 億元の蛋糕如何分？」（東莞証券行業研究 / 深度研究、2009 年 2 月 18 日）

第2-2-61表 中国国内の主な原子力発電設備サプライヤー

	設 備	国内主要サプライヤー
原子炉設備	蒸気発生器	東方電気、上海電気、ハルビン電気
	原子炉压力容器、荷重設備	東方電気、上海電気、ハルビン電気、西安核設備公司、中国第一重型機械、中国第二重型機械、山東核設備公司
	制御棒駆動機構	上海電気
	炉内構造物	上海電気
	原子炉ポンプ	東方電気、上海電気、ハルビン電気
	主蒸気管	三洲特管、台海瑪努爾核電設備
	燃料輸送システム	西安核設備公司
	加圧器、安全注入設備	西安核設備公司、東方電気、上海電気、ハルビン電気
	安全級バルブ	中核科技、神通等
在来設備	タービン・発電機	東方電気、上海電気、ハルビン電気

出典：「核電大規模建設時代、4000億元の蛋糕如何分？」（東莞証券行業研究／深度研究、2009年2月18日）

第2-2-62表 民生用原子力安全設備の設計許可証取得組織

（2009年3月3日現在）

組織名	許可証種類	民生用原子力施設	原子力安全等級	設備名	許可証発給日 (年/月/日)
中国原子能科学研究院	設計	65MW 高速炉 実験炉	1、2、3	主容器、蒸気発生器、炉内構造物、制御棒駆動機構、压力容器、熱交換器、主蒸気管等	08/04/08
	製造		2、3	压力容器及び貯蔵容器（但し、高速炉実験炉に限定）	06/03/17
上海核工程研究設計院	設計	PWR	1、2、3	初期設計・施工設計：原子炉压力容器、加圧器、蒸気発生器、主蒸気管、炉内構造物、制御棒駆動機構	06/02/23
		PWR以外の民生用原子力施設	1	初期設計・施工設計：原子力安全1級の核承压設備	
		PWR及びその他の民生用原子力施設	2、3	初期設計・施工設計：压力容器、貯蔵容器、熱交換器等 初期設計：ポンプ・バルブ	
中国核動力研究設計院	設計	PWR	1、2、3	初期設計・施工設計：原子炉压力容器、加圧器、蒸気発生器、主蒸気管、炉内構造物、制御棒駆動機構	06/02/23
		PWR以外の民生用原子力施設	1	初期設計・施工設計：原子力安全1級の核承压設備	
		PWR及びその他の民生用原子力施設	2、3	初期設計・施工設計：压力容器、貯蔵容器、熱交換器等 初期設計：ポンプ・バルブ	
核工業第二研究設計院	設計	PWR	1、2、3	初期設計・施工設計：原子炉压力容器、加圧器、蒸気発生器、主蒸気管、炉内構造物、制御棒駆動機構	06/02/23
		PWR以外の民生用原子力施設	1	初期設計・施工設計：原子力安全1級の核承压設備	
		PWR及びその他の民生用原子力施設	2、3	初期設計・施工設計：压力容器、貯蔵容器、熱交換器等 初期設計：ポンプ・バルブ	

組織名	許可証種類	民生用原子力施設	原子力安全等級	設備名	許可証発給日 (年/月/日)
清華大学核能技術設計研究院	設計	高温ガス炉、低温熱供給炉	1、2、3	初期設計・施工設計：原子炉压力容器、加圧器、蒸気発生器、主蒸気管、炉内構造物、制御棒駆動機構 初期設計：ポンプ、バルブ	06/03/17
	製造	200MW 低温熱供給炉、10MW 高温ガス炉実験炉	1、3	高温ガス炉グラフィット部材、駆動機構：低温原子炉制御棒駆動機構	05/06/20
中国船舶重工集团 719 研究所	設計	1000 MWe・PWR	1	初期設計・施工設計：加圧器	06/11/21
		炉型と出力を区別しない	1、2、3	初期設計・施工設計：バルブ等	
武漢核動力運行研究所	設計	1000 MWe・PWR	1	初期設計・施工設計：蒸気発生器、加圧器	06/11/21
		炉型と出力を区別しない	2、3	初期設計・施工設計：压力容器、熱交換器	
深圳中広核工程設計有限公司	設計	PWR	1、2、3	初期設計・施工設計：原子炉压力容器、加圧器、蒸気発生器、主蒸気管、炉内構造物、压力容器、熱交換器等 初期設計：ポンプ、バルブ	08/09/05

出典：「民用核安全設備設計／制造／安裝／無損検査許可証持証単位名単」（環境保護部、2009年3月3日）

第2-2-63表 民生用原子力安全設備の製造許可証取得企業（抜粋）
（原子炉压力容器、一次冷却材ポンプ、蒸気発生器、主蒸気管、鑄鍛造部品等）

(2009年3月3日現在)

組織名	許可証種類	民生用原子力施設	原子力安全等級	設備名	許可証発給日 (年/月/日)
中国第一重型機械集团公司	製造	1000 MWe・PWR	1	压力容器（原子炉压力容器、加圧器等）、大型鍛造品（蒸気発生器等）	06/03/17
		200MW 低温熱供給炉	1、2	压力容器（原子炉压力容器、格納容器）	
		65MW 高速炉実験炉	1、2、3	主容器、炉内構造物等	
二重集团（徳陽）重型裝備股份有限公司	製造	1000 MWe・PWR	1	压力容器（原子炉压力容器、加圧器等）、主蒸気管、大型鍛造品（蒸気発生器、原子炉压力容器等）	06/11/21
上海重型機器廠有限公司	製造	1000 MWe・PWR	1	主蒸気管（鍛造直管）	06/11/21
		炉型を区別しない、特性パラメータを限定	1	鍛造品	
上海電気核電設備有限公司	製造	1000 MWe・PWR	1、2、3	压力容器（原子炉压力容器、加圧器等）、蒸気発生器（一次側、二次側）、熱交換器、支持架台	07/07/12
		10MW 高温ガス炉	1	原子炉压力容器	
ハルビンボイラ有限責任公司	製造	1000 MWe・PWR	1、2	压力容器（加圧器）、蒸気発生器及び熱交換器	06/11/21
		200MW 低温熱供給炉	1、2	压力容器（原子炉压力容器）、主熱交換器	
		炉型を区別しない、原子力安全等級別、特性パラメータごとに限定	2、3	压力容器、熱交換器	

組織名	許可証種類	民生用原子力施設	原子力安全等級	設備名	許可証発給日 (年/月/日)
東方ボイラ股份有限公司	製造	1000 MWe・PWR	1、2、3	圧力容器（原子炉圧力容器、加圧器等）、蒸気発生器・熱交換器、支持架台	07/07/12
武漢ボイラ股份有限公司	製造	1000 MWe・PWR	1、2、3	圧力容器（加圧器、熱交換器、設備支持架台）	05/10/20
沈陽透平機械股份有限公司	設計、製造	1000 MWe・PWR	1、2、3	各種ポンプ	07/12/30
上海第一機床廠有限公司	製造	1000 MWe・PWR、65MW 高速炉実験炉、10MW 高温ガス炉実験炉	1、2、3	炉内構造物、制御棒駆動機構	06/02/14
上海電氣電站設備有限公司	製造	1000 MWe・PWR	1	加圧器	08/04/08
		200MW 低温熱供給炉	1	主熱交換機	
		10MW 高温ガス炉	1	原子炉圧力容器、蒸気発生器	
		炉型を区別しない、原子力安全級別、特性パラメータごとに限定	2、3	圧力容器、熱交換器	
西安核設備有限公司	設計	炉型を区別しない、原子力安全級別、特性パラメータごとに限定	2、3	各種バルブ	06/08/25
		1000 MWe・PWR	1	加圧器	
		炉型を区別しない、原子力安全級別、特性パラメータごとに限定	1、2、3	圧力容器（加圧器、低圧安全注入装置等）、熱交換器、各種支持架台等	

出典：「民用核安全設備設計／製造／安裝／無損検査許可証持証単位名単」（環境保護部、2009年3月3日）

8. 新型エネルギー技術

2020年までを視野に入れた、中国の科学技術計画の根幹と位置付けられる「国家中長期科学技術発展規画綱要」では、先端技術に関して8つの技術領域と27の技術テーマを掲げている。このうち、「先進エネルギー技術」の中で「水素エネルギー及び燃料電池技術」を、また「海洋技術」の中で「天然ガスハイドレート技術」をとりあげている。

具体的には、「水素エネルギー及び燃料電池技術」に関しては、コストパフォーマンスに優れた、化石燃料と再生可能エネルギーを用いた水素製造技術に加え、経済的で効率の高い水素の貯蔵と輸送技術、燃料電池の基盤となる触媒の調整及びスタック集積技術、燃料電池発電及び自動車の動力システム集積技術、水素エネルギーと燃料電池の技術規則・基準を作成するとの方針を打ち出している。

また、「天然ガスハイドレート技術」については、探査理論と開発技術、地球物理学的・地球化学的な探査・評価技術、天然ガスハイドレートの掘削と安全な採掘技術のブレークスルーを達成するとしている。

(1) 水素エネルギーと燃料電池

中国の水素エネルギー及び燃料電池開発は、「第10次5ヵ年」期間（2001～2005年）に大きく飛躍した。清華大学の原赬氏によると、2001年当時、「水素の貯蔵、生産及び燃料電池のメカニズムと材料」に関する国家自然科学基金委員会（NSFC）のプロジェクト件数は10件程度であったが、2005年には50件まで拡大した。

水素エネルギーと燃料電池開発プロジェクトについても、以下のようなテーマで、科学技術部による国家計画である「国家重点基礎研究発展計画」（「973計画」）と「国家ハイテク研究開発発展計画」（「863計画」）が立ち上げられた。

〔973計画〕

- ・水素の大規模生産と貯蔵、輸送及び関連する燃料電池の基礎（2000～2004年）
- ・太陽エネルギーを用いた一定規模以上の水素製造の基礎研究（2003～2008年）
- ・天然ガスと合成ガスの高効率触媒転換の基礎研究（2005～2010年）

〔863計画〕

- ・ポスト化石燃料時代の水素エネルギー技術に関する課題プロジェクト（2001～2005年）
- ・ポスト化石燃料時代の高温燃料電池技術に関する課題プロジェクト（2001～2005年）
- ・電動自動車の目標指向計画（2001～2006年）
- ・省エネ及び新エネルギー自動車の国家計画（2006～2008年）
- ・新しい水素製造と高温固体高分子型燃料電池に関する計画（2007年～）
- ・エネルギー分野における水素と燃料電池に関する課題プロジェクト（2006～2009年）
- ・エネルギー分野における水素と燃料電池に関する年間課題計画（2007年～）

このほか、「第11次5ヵ年」期間における水素エネルギーに関連した特定テーマの系統的研究には以下のようなものがある（「2008年中国水素エネルギーの発展」（毛宗強・清華大学教授・中国再生可能エネルギー学会副理事長、科学技術振興機構「Science Portal China」、2009年3月23日））。

- ・再生可能エネルギーによる水素製造の新技術
- ・化石エネルギーによる水素製造
- ・小型非定常化石燃料の高効率な水素製造技術
- ・化学的水素化合物の水分解による水素製造技術
- ・水素の製造・貯蔵一体化技術
- ・低コストの太陽エネルギーによる水素製造技術
- ・マイクロ燃料電池の水素エネルギー技術
- ・水素製造と燃料電池システムを統合する重要技術
- ・光電気化学による新たな水素製造技術
- ・費用対効果の高い水素製造触媒など、その他の新しい水素製造技術

中国は、水素エネルギーに関する基準策定に向けて大きな一歩を踏み出した。毛宗強・清華大学教授によると、2008年には「全国水素エネルギー標準化技術委員会」と「全国燃料電池標準化技術委員会」が相次いで正式に設立された。

当初、水素エネルギーの基準策定は、その他の専門標準化委員会が代行していた。そうしたなかで中

国標準化研究院は2007年6月、政府の標準化管理委員会に対して、「全国水素エネルギー標準化技術委員会」の設立を諮問した。2008年3月に標準化管理委員会の回答を受け、「全国水素エネルギー標準化技術委員会」（正委員26名）が、また、その後まもなく「全国燃料電池標準化技術委員会」（正委員46名）が設立された。

「全国水素エネルギー標準化技術委員会」は2008年、水素エネルギー標準体系の研究・確立・改善を組織化するとともに、これをベースに中国における水素エネルギーの国家基準を制定・改定する中長期計画と年度計画とともに、水素エネルギー基準策定の戦略や政策、関連措置の提案を示した。

2008年には、水素エネルギー基準である「水素ガス・水素エネルギー・水素システム用語」と「水素ガス・水素供給ステーション技術規範」が国家基準として完成している。一方、「燃料電池標準化委員会」も2008年、「定置型燃料電池発電システム－安全」を含めた18項目の基準を完成した。

水素の製造面では、神華集団が年産量18万トンに達する世界最大規模の石炭からの水素製造プラントを建設し、試作化に成功した。神華集団は2008年5月5日、石炭の直接液化による水素製造ユニットの全プロセスを通した試運転に成功し、規格に適合した水素を製造した。試運転は数ヵ月連続して行われた。毛宗強・清華大学教授はシェルの石炭ガス化技術を神華集団が基本的に把握したと指摘している。

同教授によると、中国は石炭地下ガス化による水素製造にも着手している。石炭地下ガス化は、地下にある石炭を制御しながら燃やし、熱及び化学反応によって可燃ガスまたは水素を発生させるもので、坑井建設・石炭採掘・変成技術を一体化した技術である。

新奥集団は2007年1月、2億元を投資して、ウランチャブ市摸新奥ガス化石炭採掘技術有限公司を設立し、中国鉱業大学と共同で「無坑道方式石炭地下ガス化試験プロジェクト」に着手した。同10月24日には、中国初となる日産15万 m^3 の石炭ガスの無坑道方式石炭地下ガス化試験システムと生産システムの最初の点火に成功した。

水素の工業的精製について中国は、世界最大の圧力スイング吸着による純水素製造装置を完成した。西南化工研究設計院が中心となって設立された四川天一科技股份有限公司が技術及び工事設計を担当した34万 Nm^3 の水素製造装置は2008年8月13日、神華集団による第一次試運転に成功するとともに、各種の技術指標はすべて設計基準をクリアした。

高温ガス炉を使った水素の製造も検討されている。清華大学の原赬氏によると、以下の3つの段階で実証を行うことが計画されている。

- ・フェーズ1（～2006年）：熱化学法を用いた実験室規模の水素製造システム（ nL/h ）を確立する。
- ・フェーズ2（～2010年）：ベンチスケール（ $1\text{m}^3/\text{h}$ ）の水素製造システムを確立する。
- ・フェーズ3（～2015年）：炉外の実証プラント（ km^3/h ）を設置する。

北京市中関村の永豊高新技術開発区にある中国初の水素生産供給ステーションは、浙江大学化工機械研究所が研究開発に成功した金属材料による世界最大の定置型水素貯蔵タンクである。タンクの内径は800mm、高さは5800mm、容量は2.5 m^3 で、圧力は70MPaに達し、米国の高圧水素貯蔵タンクの性能を凌いだ。

中国は世界最大の水素貯蔵合金の生産国でもある。水素貯蔵合金 LaNi_5 の2007年の全世界での生産能力は約3万トンとなっているが、このうち中国が2万トン近くに、また日本の生産能力が1万トンに達する。

水素エネルギーの利用については、燃料電池車での利用も含めて北京水素エネルギー交通モデルパー

クが重要なプロジェクトとして位置付けられている。中国初の水素生産供給ステーションが置かれている同パークは、科学技術部と北京市の首脳支持のもと、北京市政府の承認を経て 2004 年に設立された。

同パークでは 2006 年 11 月 8 日、自動車用の水素供給ステーションが国内に先駆けて正式に運用を開始している。2008 年の北京オリンピックの際には、清華大学が自主知的財産権を持つ燃料電池バス 3 台と燃料電池自動車 20 台がオリンピックの全日程にわたって使用された。

なお、北京理工大学、北京飛馳グリーンエネルギー社、長安自動車は、中国初の水素による内燃機関の自動車を共同で開発している。この自動車は、40MPa の中国製車載用高圧水素タンクを採用している。

(2) 天然ガスハイドレート

中国の凍土面積は 215 万 km² で国土の 22% を占める。凍土地域は天然ガスハイドレートを豊富に抱える地質条件を備えており、大まかな推定によると石油換算で 350 億トンに達すると見積もられている。

凍土地域の天然ガスハイドレート調査は 1999 年、国土資源調査の一環としてスタートした。調査から、比較的良好な天然ガスハイドレート資源が賦存することが明らかになった。とくに羌塘盆地や祁連山脈、漠河盆地などが将来の戦略目標地域であることが確認された。

国土資源部は 2002 年、「海域天然ガスハイドレート調査」を国の特定専門プロジェクトとしてスタートするとともに、永久凍土地域での天然ガスハイドレートの調査研究にも着手した。

中国地質調査局の調査により、東北地域とチベット高原地域の永久凍土層の分布範囲と厚さが確定され、中国として初の天然ガスハイドレート安定帯分布図が 2004 年に作製された。また、同年、青海省の天峻県木里鎮炭田で、天然ガスハイドレートの顕著な現象が発見された。

中国地質局は 2008 年 10 月 18 日、中国地質科学研究院資源研究所、調査技術研究所、青海石炭地質調査 105 隊と共同で、祁連山脈の永久凍土地域でボーリング調査を実施した。同 11 月 5 ～ 10 日には、調査から得られたサンプル中に天然ガスハイドレート層を発見した。中国地質調査局は、中国科学院と中国工程院の院士を組織して審査、審議を行い、サンプルが天然ガスハイドレートであることを確認した。

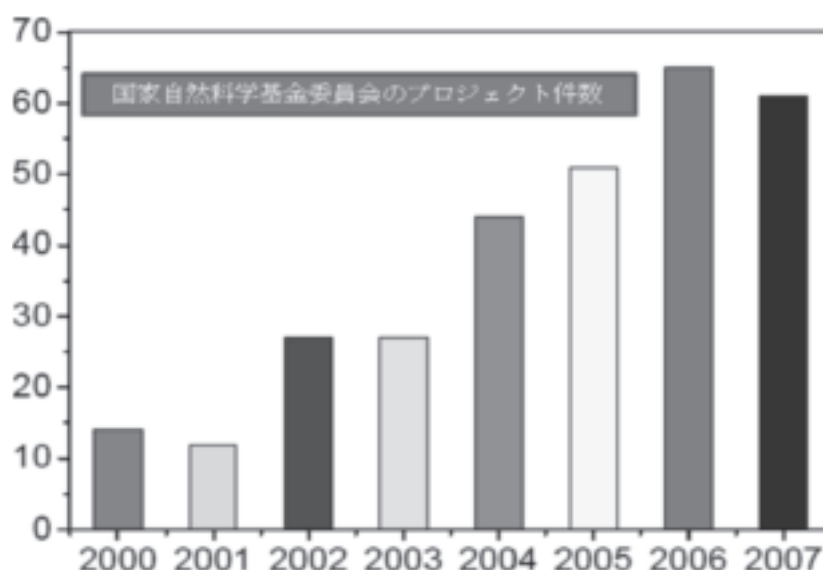
海域部での天然ガスハイドレート調査については、国土資源部による「南シナ海天然ガスハイドレート濃縮法則及び開発採掘基礎研究」プロジェクトが「973 計画」に組み込まれて 2009 年 1 月から正式にスタートしている。同プロジェクトは、中国地質調査局が担当している。

天然ガスハイドレートの研究開発は、中国科学院によって 1990 年代初めにスタートしている。90 年から 2001 年にかけて、中国科学院傘下の研究機関でメタンハイドレートの合成実験が実施された。2004 年には、中国科学院広州天然ガスハイドレート研究センターが設立された。

情報知識学会 (CODATA) 中国委員会、科学技術部、国土資源部、中国科学院、大学等は共同で、天然ガスハイドレートに関する国際データベースを構築した。このデータベースは、天然ガスハイドレートの資源調査、環境被害、物質の変化特性などに関する文献や特許、応用技術に関する情報が含まれている。

大学では、中国石油大学が天然ガスハイドレート研究で顕著な成果を収めており、中国国内でも最大規模のハイドレート科学研究・技術開発実験室を抱えている。中国石油大学は、「863 計画」に組み込まれた「天然ガスハイドレート貯蔵条件実験模擬技術」と「天然ガスハイドレート模擬回収・採掘技術」を担当している。

第2-2-31図 水素の貯蔵、生産及び燃料電池に関するメカニズムと材料分野のプロジェクトの推移



出典：「Policy, Programme and Activities in H₂/FC Sector in China」(Kun YUAN, Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, China, Beijing China, November, 2007)

9. 中国科学院のエネルギー技術ロードマップ

(1) 2050年のエネルギー重要技術

中国科学院は2009年6月10日に公表した「中国2050年に至るエネルギー科学技術発展ロードマップ」(「中国至2050年能源科技發展路線図」)で、2050年を視野に入れた各エネルギーの重要技術をリストアップした(第2-2-64表)。

第2-2-64表 2050年を視野に入れたエネルギー重要技術

分野	重要技術	科学技術的な課題
省エネ	高効率非化石燃料地上交通技術	・電力・電子技術及び一体化技術 ・出力密度や信頼性が高いことに加えて、コストが低く低汚染の環境に幅広く適用できる電気駆動システム技術 ・水素貯蔵材料、水素貯蔵技術及び一体化技術 ・燃料電池技術 ・大容量・高効率電池製造技術、電池回収・処理技術 ・非粘着に基づく直線駆動技術
化石エネルギー	石炭のクリーン・高付加価値利用技術	・炭化水素比調整可能な技術のうち耐高温材料、高温ガス浄化技術 ・石炭クリーン燃焼技術のうち、燃焼促進及び反応制御問題 ・石炭と再生可能エネルギーを組み合わせるプロセス設計と工程の一体化技術 ・二酸化炭素の回収・貯留(CCS)
電力	電力網の安全・安定技術	・フレキシブル交流送電システム(FACTS) ・電力系統オールデジタル・リアルタイム・シミュレーション技術 ・電力系統リアルタイム検査測定技術 ・超伝導電力技術 ・安定かつ安全な再生可能エネルギー発電・送電共通技術

分野	重要技術		科学技術的な課題
再生可能エネルギー	バイオマス 液体燃料・原材料技術		・エネルギー植物の選別・栽培 ・含油微生物・海藻の選別・栽培 ・通常バイオマス・エネルギー転化技術の改良
	再生可能エネルギーを用いた大規模発電技術	風力発電	・制御及び変流器関連技術の課題クリア ・洋上風力発電利用技術の開発等
		太陽光発電技術	・ケイ素ベースの太陽電池の性能・産業化水準の向上 ・高効率ケイ素ベース太陽電池の開発 ・色素増感太陽電池、テルル化カドミウム太陽電池、集光型太陽電池、銅・インジウム・ガリウム・セレン薄膜電池等の新型低コスト太陽電池の研究開発、変換効率の向上、低コスト電池製造技術の研究開発
		太陽熱発電技術	・耐高温、耐腐食、高効率吸熱器及び高温伝熱工学特性技術、超大型高温蓄熱技術等（タワー式） ・高温トラフ式真空管技術、高精度強化曲面反射鏡生産製造技術等（トラフ式） ・5～30kWのディッシュ式スターリングシステム技術（ディッシュ式）
	深層地熱プロセス化技術		・深層地熱資源境界・貯蔵量評価技術 ・立地点選定・現地調査・表示技術 ・地下水ポンプ、流体イメージング、トレーサー物質とトレーサー試験パラメータの解釈等
原子力	新型原子力発電及び放射性廃棄物処理技術		・原子力発電の持続発展可能にかかわる核心技術（熱中性子炉システムの第2世代から第3世代への技術発展、高速炉システム及び燃料サイクル技術の開発によるウラン資源利用の最適化、マイナーアクチニド元素と長寿命核分裂生成物の専焼（核変換）技術を開発し、放射性廃棄物量の最少化を実現する） ・第4世代原子力発電技術（研究開発対象：ヘリウム冷却超高温炉（1000～1200度C）、ヘリウム冷却高速炉、ナトリウム冷却高速炉、鉛合金冷却高速炉、超臨界圧軽水炉、熔融塩炉） ・加速器駆動未臨界炉
新エネルギー	水素エネルギー利用技術		・高効率・クリーン・低コストの水素制御技術 ・大容量の水素貯蔵技術 ・燃料電池技術
	天然ガス・ハイドレート（メタンハイドレート）開発・利用技術		・資源調査・評価 ・採掘技術 ・安全・環境影響
	将来見込みのあるエネルギー技術	海洋エネルギー発電	・潮汐エネルギー：環境問題、変換効率の改善、建造コストの低減、貫流式水力タービン技術、閘門技術、魚類迂回技術 ・波浪・潮流エネルギー：信頼性、効率、耐食性の向上、台風に耐えられる低コスト生産の実現、防腐技術、知能化波浪エネルギー技術等
		新型太陽電池	・高効率積層 AlGaAs/GaAs 電池、全スペクトル InGaN 積層電池、量子機構・効果ナノ結晶電池、広域周波数帯ナノ結晶電池
		核融合技術	・Nb ₃ Sn 超伝導体、低放射化第一壁材料、トリチウムプロセス、遠隔制御、マイクロ波加熱、持続燃焼先進運転モデル、トリチウム自己点火・サイクル、低放射化及び耐照射損傷材料・遠隔制御技術等

出典：「中国至 2050 年能源科技発展路線図」（中国科学院能源領域戦略研究組、科学出版社、2009 年 8 月）をもとに作成

(2) 各エネルギー技術の発展目標

中国科学院は、「中国 2050 年に至るエネルギー科学技術発展ロードマップ」の中で、各エネルギー技術に関して、基礎研究から技術的なブレークスルー達成、技術的な成熟を経て商業利用に至るまでの見通しを以下のように明らかにしている。

①高効率非化石燃料地上交通技術

2008-2020 年：

多くの種類の電動機及び搭載要件を満たすことができる、モジュール化され高度に一体化された変換

器ならびに電力・電子制御ユニットを開発する。変換器部品は主として炭化ケイ素を発展目標とする。従来の電解コンデンサーに替えて新型の高温、高圧、軽量のコンデンサー（例えばセラミックコンデンサー）を研究開発する。

新しい材料や技術、プロセス、設備の技術的ブレークスルーを達成することによって、自動車用の高出力電池を生産する。IGCT（Integrated Gate Commutated Thyristor）と IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）等をベースにした新型部品の大出力交流システムと新型の牽引・推進駆動及び制御技術の研究開発を行う。

2020 年頃に電化交通方式の共通技術、ならびにハイブリッド車と純粋な電気自動車技術が成熟し、電池技術や電力・電子新材料、新型軌道交通技術、電気自動車がすべて商業利用され、非化石燃料交通技術の技術チェーンと産業チェーンが確立するように努力する。

2021-2035 年：

電気自動車と燃料電池車技術の発展に従い、高い効率の石油代替車の比率が着実に高まり、2035 年頃までに燃料電池車と純粋な電気自動車によって伝統的な自動車を代替し、年間の石油消費量を約 6 億トン減らすことによって二酸化炭素の排出量を約 12 億トン減少させる。

②石炭のクリーン・高付加価値利用技術

2008-2020 年：

多くの種類の原料や炭素・水素比の調整が可能な気化モデル及びプロセスを確立するとともに、耐高温材料や高温気化、プロセス制御等の技術問題を解決する。純酸素燃焼と化学的な基礎燃焼等の先進的な燃焼理論・プロセス技術を基本的に確立し、関連する材料やプロセス制御等の問題のブレークスルーを達成する。

石炭化学工業の触媒設計及びプロセス制御等の問題を解決する。また、石炭と再生可能エネルギーを組み合わせる利用する理論体系に加えて、プロセスモデル及び応用の実証システムを構築する。二酸化炭素の回収・貯留（CCS）技術のブレークスルーを達成する。

大多数のクリーン石炭利用技術が 2020 年頃に大規模な商業利用段階に入るとともに、先進的な燃焼技術に基づいた高効率な発電技術が成熟期に、また CCS 技術が成熟し大規模な商業利用段階に入るよう努力する。

2021-2035 年：

すべての石炭クリーン及び高付加価値利用技術が大規模な商業利用段階に入るとともに、伝統的な在来技術設備が着実に淘汰（閉鎖）されることによって、石炭の使用量低下が加速度的に進む。

炭素と水素の比率が調整できる原料フレキシブルな大型ガス化・グリーン転換技術の貢献は、石炭資源応用技術の 50% 以上、また新型石炭燃焼・発電技術の貢献は石炭火力発電利用技術の 80% に達すると予測される。

③電力網の安全・安定技術

2008-2020 年：

ケイ素ベースの高圧部品の産業化、炭化ケイ素部品の製品化、導入部品をベースとした大容量、高電圧の電力・電子装置の国産化と標準化を行う。配電システムに利用する超伝導電力技術の小規模利用を達成

するとともに、送電系統に利用する超伝導電力技術の核心的な技術を取得し、送電系統へ実際に利用する。

分散式発電技術を着実に成熟化させ、大規模な発展をはかる。マイクログリッド理論体系と基準を確立し、多様なパターン実証を実現する。マイクログリッド及び電力系統における大規模な実証にあたって、エネルギー貯蔵に関する核心技術のブレイクスルーを達成する。核心技術のブレイクスルー達成と実証によって、スマートグリッド（「智能電網」）構築の技術的な基礎を提供する。

2021-2035 年

炭化ケイ素部品の産業化、ケイ素ベースの新型部品の製品化、国産のケイ素ベース部品に基づく大容量電力・電子装置の標準化を達成する。電力系統における超伝導電力技術の利用を拡大、推進し、電力系統における核心的な基幹技術とする。

マイクログリッドの智能化と商業的な運用を実現し、分散式知能配電網のネットワーク理論体系を構築するとともに、一部において実証を行う。電力及び電力ピーク調整を柔軟かつ大規模に運用するにあたって、エネルギー貯蔵の実用化をさらに進める。

2036-2050 年：

炭化ケイ素素子をベースとした変流装置を産業化する。ダイヤモンド素子を利用する。国産の炭化ケイ素をベースとした電力・電子装置の標準化・産業化をはかる。電力網の大規模リアルタイム・シミュレーションシステムを完成する。分散式知能配電ネットワークの核心技術・設備を基本的に成熟させ、マイクログリッドによる区域配電電力取引体系を実現するとともに、さらに大きな範囲でネットワークを構成する。エネルギー貯蔵が、電力系統の信頼性や安定性に重要な役割を果たす。

④バイオマス液体燃料と原材料技術

2020 年以前：

エネルギー植物の大規模栽培に関する核心技術を開発し、バイオマス・エネルギーの転化・製品応用技術の障害を乗り越える。メタン発酵、バイオディーゼル、バイオマス発電に関する核心技術を進歩させ、商業利用を進める。第2世代のバイオマス液体燃料技術を開発する。

2020-2035 年：

エネルギー農場を設立し、バイオマス液体燃料の核心技術・工業を実証する。セルロース系燃料アルコール、バイオマス合成液体燃料、バイオマス分解燃料、バイオマス化学品等が、技術や経済性から見て明らかな競争力を持つ。新しいタイプのバイオマス・エネルギー技術を探索する。

2036-2050 年：

第2世代バイオマス液体燃料技術を商業化する。新しいタイプのバイオマス・エネルギー技術（バイオマス水素製造、海洋バイオマス・エネルギー、微生物燃料電池、油藻微生物エネルギー、人口光合成エネルギー転換システム等）を開発する。第3世代バイオマス・エネルギー技術工業の実証システムを構築する。

⑤再生可能エネルギーの大規模発電技術

a. 風力発電

2008-2020 年：

3MW 風力発電ユニットの核心部品に焦点を定めて研究を行い、3MW 風力発電ユニットのタービンプレードのほか、制御システムと変流器システムの産業化を実現し、第一段階として大型風力発電ユニットの伝動システムの共同実験プラットフォームならびにブレード検査測定プラットフォームを設立する。

陸上で 5MW 風力発電ユニット及び核心部品の研究開発を自主的に行い、5MW 風力発電ユニットのタービンプレード、制御システム、変流器システムの産業化を実現し、風力発電ユニットの検査測定プラットフォームの建設をさらに進める。洋上用の 5MW 風力発電ユニット及び核心部品の研究開発を自主的に進め、タービンプレード、制御システム、変流器システムの産業化を実現する。

2021-2035 年：

風力発電の大規模商業利用をさらに推進する。10MW 風力発電ユニット及び核心部品の研究開発を自主的に進め、タービンプレード、制御システム、変流器システムの産業化を実現する。

2036-2050 年：

風力発電が水力発電を越え、石炭火力に次ぐ第 2 の電源となり、洋上風力発電ユニットが産業化され、電力網に占める割合が 12% 以上になるよう努力する。

b. 太陽光発電技術

2008-2020 年：

主として、農村の電化や都市向けの建物一体型太陽光発電（BIPV）利用ならびに砂漠地帯での発電所建設に集中し、2010 年の太陽光設備容量は 300MWp に、また 2020 年には 1.8GWp に達すると予測される。電池はケイ素ベースの太陽電池で、10MW の太陽光発電所の関連技術を掌握する。

2021-2035 年：

薄膜太陽電池に関連する技術の産業化と大規模な商業化にあたって、中国の国情に合致した低コストの薄膜太陽電池発展の道筋を探り、100MW 太陽光発電所の関連技術を掌握し、太陽光発電所の合計設備容量 50GWp を達成する。

2050 年：

化石エネルギーの供給不足に加えて、コストの大幅な上昇と薄膜太陽電池のコスト低下に従い、薄膜太陽電池のコストは在来の電源と同程度となり、2050 年には太陽光発電の設備容量は 600GWp に達し、全体の発電設備容量の 5% を占めるとみられる。1000MW の太陽光発電に関連する技術を掌握する。

c. 太陽熱発電技術

2008-2020 年：

太陽熱発電技術に関連する核心技術、技術の一体化、システム一体化技術に関して重点的に研究を行う。太陽熱発電実験実証プラントを建設し、技術の実行可能性を証明する。一連の技術経済指標が国際

的な先進水準に到達した自主知的財産権を持つ技術を掌握する。

中国が大規模な低コスト商業用発電所を建設するにあたって適合できる技術ルートの解明をさらに進め、商業化に向けての太陽熱実証発電所を建設する。先進的な集光技術と吸熱技術、伝熱・蓄熱技術、太陽熱発電の全体システム一体化技術のブレークスルーを達成し、太陽熱発電産業の発展に資する。システムの統合を強化、完成させ、タワー式空気／ガス－蒸気コンバインドサイクル技術に関して重大プロジェクトを立ち上げる。タワー式やトラフ式、ディッシュ式の太陽熱発電の商業利用を実証する。

2021-2035 年：

核心技術の一層のブレークスルーを達成し、太陽熱発電技術が競争力において顕著に優れコスト競争力を持つようにする。高効率の空気吸熱器技術や比較的低コストの熱貯蔵技術、トラフ式蒸気直接発生技術、先進的なディッシュ式エンジンの成熟をはかり、太陽熱発電技術の大規模商業利用を実現する。

⑥水素エネルギー利用技術

2010-2020 年：

燃料電池車は研究開発・実証段階と小規模な商業段階にある。2020 年時点の燃料電池車の生産量は 15 万台に達し、全体の自動車生産量の 1% を占める。燃料電池を使った分散式発電所の設備容量は 10 万 kW に達し、総発電設備容量の 0.014% を占める。熱供給は 20 万 kW に達し、熱供給全体の 0.15% を占める。

2021-2035 年：

燃料電池車は商業化の推進実用段階にある。2030 年の燃料電池車の生産台数は、全生産量の 5～8% を占め、生産台数は 100 万台に、また燃料電池車の保有台数は 1000 万台に達する。燃料電池を利用した分散式発電所の設備容量は 100 万 kW に達し、総発電設備容量の 0.1% を占める。熱供給は 200 万 kW に達し、合計熱供給量の 1.5% を占める。

2036-2050 年：

燃料電池車は商業化の推進実用段階にある。2050 年時点の生産量は、同年の自動車生産量の 3 分の 1 を占め、台数は 1000 万台に達する。また、燃料電池車の保有台数は 5000 万台を超える。燃料電池を利用した分散式発電所の設備容量は 500 万 kW に達し、総発電設備容量の 0.25% を占める。熱供給は 1000 万 kW に達し、合計熱供給量の 7.5% を占める。

⑦天然ガス・ハイドレート（メタンハイドレート）開発利用技術

2008-2020 年：

中国海域に埋蔵されている天然ガス・ハイドレートに焦点をあてて、探査評価、採掘、利用、環境影響等の基礎理論や技術体系を構築する。中国海域での資源調査、実地調査・評価を完了する。天然ガス・ハイドレートの調査・判別技術を開発する。地球規模での炭素循環と気候変動に及ぼす天然ガス・ハイドレートの影響を定量評価する。ハイドレート資源の採掘区域を選定し、採掘可能性を研究する。

安全で環境に優しく、効率がよく経済的な天然ガス・ハイドレート採掘技術を開発する。海上で天然ガス・ハイドレート採掘試験を行う。天然ガス・ハイドレートを安全に生産するプロセス技術や災害警戒・予防技術体系を発展させる。永久凍土地帯に埋蔵されている天然ガス・ハイドレートに対して、探

査理論研究と技術開発体系を構築する。

2021-2035 年：

海上での天然ガス・ハイドレート商業化に向けての試掘を完了し、商業化生産技術レベルに到達させる。天然ガス・ハイドレートを安全に生産するプロセス技術と災害警戒・予防技術体系を発展させる。永久凍土地帯に天然ガス・ハイドレートの存在が明らかにされた場合には、掘り下げた研究を継続して実行する。

2036-2050 年：

海上での天然ガス・ハイドレートの商業化採掘を行う。

⑧新型原子力発電と放射性廃棄物処理技術

2035 年頃までに高速炉システムを商業化レベルに到達させる。このため、できるだけ早く核燃料サイクル（使用済み燃料の再処理、ウラン・プルトニウムの混合酸化物燃料製造設備、金属合金製造設備等）を確立し、ウラン・プルトニウムのクローズド・サイクルを実現する。

原子力発電が総発電設備容量に占める割合は、2020 年：5%、2035 年：10%、2050 年：12%に上昇すると予測されている。これによって、それぞれ 1.6 億トン、4.4 億トン、6.7 億トンの石炭消費を節約でき、二酸化炭素の排出量をそれぞれ 4 億トン、12 億トン、18 億トン削減できると見込まれる。

加速器駆動未臨界炉の実証は 3 段階で行われ、ほぼ 30 年を要するとみられている。最初の 10 年で、加速器駆動未臨界システム要素の核心技術問題が解決される。また第 2 段階に相当する次の 10 年間で実施される中間的な技術の統合を経て、最後の第 3 段階で全面的な技術統合が行われる。

その後、ビーム出力 10MW、熱出力 800MW の加速器駆動実証炉を建設・運転し、2036 ～ 2050 年にかけて実験を行い、信頼性やシステムの経済性を検証する。

⑨その他のエネルギー技術

a. 海洋エネルギー発電

2008-2020 年：

貫流タービン技術を発展させるとともに、運転技術を最適化し、建設技術や開門技術、魚類迂回技術の低コスト化をはかり、20 万 kW の潮汐試験発電所を建設する。試験発電所を長期間にわたって運転し、それをもとに一層の改良を行う。第 2 世代の低コスト波浪エネルギー装置及び特殊用途の波浪エネルギー装置を開発する。設備容量は合計で 2 万 kW に達する。台風にも耐えられる高効率の潮流発電装置を建設する。設備容量は 2 万 kW に達する。

2021-2035 年：

80 万 kW 級の低コストで環境に優しい潮汐発電所を建設する。第 2 世代の低コスト波浪エネルギー技術の成熟に向けて効率を引き上げる理論を提示するとともに、第 3 世代の高効率波浪エネルギー技術を開発し、合計設備容量は 100 万 kW に達する。潮流発電装置の開発も進め、合計設備容量は 80 万 kW に達する。

2036-2050 年：

400 万 kW 級の潮汐発電所を建設する。第 3 世代の高効率波浪エネルギー技術の成熟に向けて大量生産を実現し、これによって波浪エネルギー発電のコストを大幅に引き下げる。合計設備容量は 500 万 kW に達する。合計設備容量では 200 万 kW に達する潮流発電装置の大規模開発を進める。温度差エネルギーと塩分濃度差エネルギー技術は、まだ検討段階にある。

b. 新しいコンセプトの太陽電池

2008-2020 年：

関連の設計・技術開発を進める。

2021-2035 年：

一部核心技術のブレークスルーを達成し、生産開始前のテストを行う。

～ 2050 年：

新しいコンセプトの電池を大規模に商業利用する。

c. 核融合

2008-2020 年：

国際的にも最先端の技術に照準を定めて、国際協力プロジェクトのプラットフォームを幅広く利用し、着実に磁場閉じ込めプラズマ実験基地を建設し、高効率で安全、しかも実用的な核融合炉物理・工学技術基礎問題を探究する。国際熱核融合実験炉（ITER）計画のプロジェクト建設に積極的に参加し、核融合炉の核心技術を消化、吸収、掌握、革新する。

2021-2035 年：

多様な機能を備えたトカマク実験炉を中国独自に建設し、持続燃焼の先進的な運転モデルやトリチウム自己点火・サイクル、低放射化及び耐照射損傷材料、遠隔制御等の核心技術を重点的に発展させる。

2036-2050 年：

核融合の商業化に向けて実証炉の設計、建設、運転を行う。

第2-2-65表 2050年までの各種エネルギー技術の見通し

		2008-2020年	2021-2035年	2036-2050年
省エネ	工業省エネ	重点生産工程の省エネ技術、生産過程の余熱・余圧等の利用技術、高効率省エネ設備、エネルギー資源の最適化開発・利用・合理的配置技術		
	交通省エネ	石炭・バイオベースの液体燃料、液化ガス交通、都市軌道交通、高速鉄道、ハイブリッド車	★電気自動車 ★燃料電池車	
	建築省エネ	建築用壁体、屋根、戸・窓の省エネ技術、暖房・空調省エネ技術、採光・通風省エネ技術	建築省エネ環境保護一体化技術	新しい建築コンセプト
化石エネルギー	石炭	IGCC技術、超超臨界技術、コジェネ・トリジェネ技術、褐炭等品質の劣った石炭の利用技術、脱硫・脱硝・重金属除去、集塵、二酸化炭素回収・貯留技術	★炭素・水素比調整可能石炭ガス化技術	★新型石炭燃焼・発電技術
	石油	石油派生資源加工技術、オイルシェール利用技術、オイルサンドピチュメン加工技術	石油探査・採掘新技術	
	天然ガス	天然ガス高効率利用技術、天然ガス分散式エネルギーシステム・技術	天然ガス探査・採掘新技術	
電力		大型電力設備新技術、大型電力網安全・電力系統リアルタイム検査・測定技術	★信頼性が高く安全な電力網技術 ★分散式電力網結合技術	★大型電力貯蔵技術 ★超伝導電力技術
原子力発電		第2世代原子力発電技術、第3世代原子力発電技術	★第4世代原子力発電技術 ★放射性廃棄物処理技術	★核融合実証炉技術
再生可能エネルギー	太陽熱利用	太陽エネルギー能動熱利用技術、太陽エネルギー受動熱利用技術、太陽熱温水器	★太陽熱発電技術・システム	宇宙太陽エネルギー発電
	太陽光利用	アモルファスシリコン太陽電池、単結晶ケイ素太陽電池、多結晶ケイ素太陽電池	★薄膜太陽電池技術	★新しいコンセプトの太陽電池
	風力	★5MW風力発電技術、陸上風力発電技術	★ハイクストパフォーマンス、高信頼性風力発電ユニット技術	
	バイオマス	農村バイオマス燃料（メタン、固体成形燃料）、第1世代バイオマス・エネルギー（バイオマス発電、燃料アルコール・バイオディーゼル）商業化利用、バイオマス材料生産	★石油代替バイオマス技術（バイオマス液体燃料、バイオベース材料、バイオベースの大量化学製品）	★エネルギー植物、含油微生物の大規模エネルギー開発 ★藻類バイオマスの利用技術
	地熱エネルギー	中・低温地熱発電技術、高温地熱発電技術、地熱ヒートポンプ技術、地熱勾配利用技術	★強化型地熱利用技術	
	海洋エネルギー		★海洋エネルギー独立発電技術の商業実証システム	★海洋エネルギー大規模独立発電技術
新エネルギー	水素エネルギー		★水素エネルギー利用技術	★燃料電池技術、水素エネルギーの大規模発電技術
	天然ガスハイドレート		★海底の天然ガスハイドレートの開発・利用技術	★永久凍土地帯の天然ガスハイドレート探査・採掘技術

★：重点的に研究開発をすることがあるイノベーション技術

出典：「中国至2050年能源科技发展路線図」（中国科学院能源領域戦略研究組、科学出版社、2009年8月）

〔主要参考文献〕

1. 「超超臨界発電技術の中国における研究と応用」(中国華能集团公司、『中国科学産業』[J] 2006、2)
2. 「超超臨界発電技術の研究と自主化開発」(胡娜、胡永朋、『中国電力教育』[J]、2007、3)
3. 「半焦加圧燃焼特性の試験研究 (Experimental Study on Combustion Characteristic of Coal-Chars at Elevated Pressures)」(段鈺鋒、周毅、『燃焼科学と技術』、2006、4)
4. 「中間試験規模 2 代目加圧流動床複合循環発電技術の研究と開発 (Research and development of the pilot-scale second generation pressurized fluidized bed combustion combined cycle technology)」(肖睿など、『工程熱物理学報』、2006、3)
5. 「± 800KV 超高压直流送電技術研究」(劉澤洪など、『電力建設』[J]、2007、10)
6. 「中国超高压：世界送電技術を語る権利を主導する」(瞿劍、『科学日報』、2009、5、21)
7. 「スマートグリッド技術概説」(陳樹勇、『電網技術』[J]、2009、4)
8. 「1MW 再生可能エネルギー送電網接続用変流器」(姚為正など、『電力電子技術』[J]、2009、3)
9. 『大型相互接続電網運転信頼性基本研究』、(周孝信など、清華大学出版社、2008、5)
10. 「核電中長期發展規劃 (2005-2020 年)」(国家發展改革委員会、2007 年 10 月)
11. 「核工業“十一五”發展規劃」(国防科学技術工業委員会、2006 年 8 月)
12. 「新中国 60 年核能發展大事記」(中国核能産業協会、<http://www.china-nea.cn/WebForms/ArticleShow.aspx?ArticleID=4425>)
13. 「世界各国における原子力発電の開発戦略の歩みと中国における原子力発電の開発」(欧陽予、中国核工業集团公司総設計師 = 科学技術振興機構「Science Portal China」(http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0905nuclear_e_dev/r0905_ouyang.html))
14. 「我国電力發展 60 年：核電崛起」(中電新聞網、2009 年 9 月 25 日)
15. 「中華人民共和国《核安全公約》国家報告」(2001 年 9 月)
16. 「秦山核電廠扩建項目 (方家山核電工程)《環境影響報告書》簡写本 (設計段階)」(中国核電工程公司)
17. 「CNP1000 - 中国核電驕傲的名字」(http://www.atominfo.com.cn/knowledge/know_chinahn_cnp1000.htm)
18. 「中国改進型压水堆核電技術 - CPR1000 的形成」(濮繼龍、中国広東核電集团有限公司、2007 年 8 月)
19. 「中国核電 CNP1000 開發及其特点」(張森如、中国核動力研究設計院、2006 年 3 月)
20. 「湖北咸寧核電廠環境影響評價公眾参与信息三号公告」(2008 年 7 月 25 日)
21. 「中国原子力エネルギーの開発動向及び先進原子炉評価法」(周志偉・清華大学原子力・新エネルギー技術研究院原子炉工程研究所副所長)(科学技術振興機構「Science Portal China」(http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0905nuclear_e_dev/r0905_zhou.html))
22. 「Design of Chinese Modular High-Temperature Gas-Cooled Reactor HTR-PM」(Zuoyi Zhang, Zongxin Wu, Yuanhui Xu, Yuliang Sun, Fu Li, Institute of Nuclear and New Energy Technologies, Sep. 2004)
23. 「HTGR Projects in China」(Zongxin Wu, Suyuan Tu, Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Nuclear Engineering and Technology, Vol.39 No.2 April 2007)
24. 「高速炉技術の開発と原子力の持続可能な成長の促進」(周培徳・中国原子能科学研究院高速炉工

- 程部副総工程師、2009年4月28日、科学技術振興機構「Science Portal China」(http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/0905nuclear_e_dev/r0905_zhou_p.html)
25. 「China Fast Reactor Technology Development Recent Status and Future」(Xu Mi, China Institute of Atomic Energy, Fifth Tsuruga International Energy Forum, June 28-29, 2006)
 26. 「中国ウラン濃縮事業発展50年」(核電之窗、2008年7月8日)
 27. 「中国核工業集団504廠」(<http://hxyzg.net/corp/504.asp>)
 28. 「Uranium Enrichment」(<http://www.nti.org/db/china/uenrich.htm>)
 29. 「Nuclear Fuel Cycle Information System: A Directory of Nuclear Fuel Cycle Facilities 2009 Edition」(IAEA, April 2009)
 30. 「中華人民共和国国家核安全局2007、2008年報」
 31. 「EURATOM Supply Agency、Annual Report 2008」
 32. 「中国核能2009年第2期」(中国核能行業協會)
 33. 「中国実験快堆MOX燃料研究進展」(尹邦躍(中国原子能科学研究院)、「核科学与工程」第28卷第4期、2008年12月)
 34. 「世界高放廃物地質処置庫選址研究概況及国内進展」(郭永海、王駒、金遠新(核工業北京地質研究院)、「地学前縁」第8卷第2期、2001年4月)
 35. 「我国高放廃物地質処置研究」(王駒、陳偉明、蘇銳、範洪海(核工業北京地質研究院)、「原子能科学技術」第38卷第4期、2004年7月)
 36. 「高放廃物地質処置研究開発規劃指南」(国防科学技術工業委員會、科学技術部、国家環境保護總局、2006年2月)
 37. 「核電大規模建設時代、4000億元の蛋糕如何分?」(東莞証券行業研究/深度研究、2009年2月18日)
 38. 「民用核安全設備設計/製造/安裝/無損檢驗許可証持証單位名單」(環境保護部、2009年3月3日)
 39. 「中国風電及電价發展研究報告」(中国可再生能源專業委員會、2009年11月14日)
 40. 「関于“十一五”国家科技支援撐計画“大功率風電机组研制示範”重大項目課題承擔單位評審結果的公告」(科学技術部、2006年11月17日)

〔主要関連ウェブサイト〕

1. 西安熱工研究院：<http://www.tpri.com.cn/>
2. 華東理工大学クリーン石炭研究所：<http://icct.ecust.edu.cn/>
3. 国網新源控股有限公司：<http://www.sgxinyuan.com.cn/index.html>
4. 中国電力新聞網：<http://www.cpn.cn/>
5. 中国石炭網：<http://www.ccoalnews.com/>
6. 国家電力情報網：<http://www.sp.com.cn/>
7. 中国送電線路網：<http://www.cntee.net/>
8. 新華網：<http://news.xinhuanet.com/>
9. 杭州電子科技大学ニュース網 <http://news.hdu.edu.cn/>
10. 華中科技大学再生可能エネルギーセンター：<http://renewable.hust.edu.cn/>
11. <http://www.bjkb.gov.cn/bjkbzc/kjqy/nykx/257121.shtml>
12. http://cn.chinagate.cn/economics/2009-09/27/content_18608062.htm
13. http://www.geosociety.org.cn/N_Detail.asp?nid=896
14. http://www.gas-hydrate.org.cn/forum/revi_20.htm
15. <http://www.csdb.cn/viewdb.jsp?uri=cn.csdb.synth.gashydrate>
16. <http://newenergy.nengyuan.net/2008/0419/277.html>

参考資料：環境分野

1. 環境保護法

1979 年、「環境保護法（試行）」が制定され、その後、大気汚染や水質汚染などの防止を目的とした法律や実施細則、条例などが次々と整備された。試行法として制定された「環境保護法（試行）」も、1989 年には「環境保護法」として改めて制定され、現在の環境対策の基礎となっている環境法体系の仕組みや環境行政組織が整備された。

全体で 6 章から構成される同法では、第 1 条で法の制定目的を「生活環境と生態環境を保護および改善し、汚染とその他の公害を防止し、人の健康を保障し、社会主義近代化建設の発展を促すため」とするとともに、第 4 条では「環境保護活動を経済建設及び社会発展と協調させる」としている。

また、国務院の環境保護行政主管部門と地方の環境行政との役割分担にも言及し、「国務院の環境保護行政主管部門は、国家環境質基準と国家経済、技術条件に基づき国家汚染物質排出基準を制定する。省、自治区、直轄市の各政府は、国家汚染物質排出基準に定められていない項目について、地方汚染物質排出基準を定めることができる。国家汚染物質排出基準に定められている項目については、国家汚染物質排出基準より厳しい地方汚染物質排出基準を定めることができる」と明記している。

さらに中国の基本的な環境管理制度である「環境影響評価制度（環境アセスメント制度）」、「三同時制度」（工場の新設・増設・改造に関する工事の際にはその計画・建設・操業の各段階において、予期される環境汚染防止のための施設が主体工事と同時に設計・建設・稼働されなければならないとする制度）、「汚染物質排出登記・許可証制度」、「排污費（汚染物質排出費）徴収制度」、「期限付き汚染防除制度」などに関してもそれぞれ規定を設け、これらの環境管理制度の実施根拠も示している。

企業に対しては、工場の新設・改造にあたっては汚染物質排出量が少なく、資源の利用効率が高い生産技術の導入を求めた。その他、すべての団体と個人に環境汚染に対する摘発と告発をする権利を認めるとともに、損害賠償請求にも言及し、訴訟提起の時効を 3 年としている。

環境保護法は原則的な理念を示すにとどまっており、具体的な環境規制については、環境保護法の下に設けられた各種の汚染防止法や行政法規、排出基準等によって執行されることになる。

2. 水汚染防止法

「水汚染防止法」は、1984 年の第 6 期全国人民代表大会常務委員会で採択後、施行され、その後 1996 年に改正された。

同法の適用範囲は、河川、湖沼、運河、水路、ダムなどの表流水と地下水で、海洋については別途制定されている「海洋環境保護法」（1982 年制定、1999 年改正）に含まれている。

水汚染防止法では、水域環境における望ましいレベルを示す水環境質基準と水質汚染物質の排出基準の設定、建設プロジェクトにおける環境影響評価の実施、都市污水の集中処理の推進、生活飲用水源の保護対策、地表水および地下水の汚染防止、罰則規定など、水質汚染防止に関する幅広い規定を盛り込んでいる。

企業活動に関連するものとしては、水質汚染防止対策への「三同時制度」、排污費（汚染物質排出費）徴収、汚染物質排出量の登録などの環境管理制度導入を規定し、このうち排污費に関連して「企業が水源に汚染物質を排出している場合は、国の規定に従い汚染物質排出費を納めなければならない。国あるいは地方政府が定めた汚染物質排出基準を超える場合は、国の規定に従い基準超過汚染物質排出費を納めなければならない」とし、排出基準を超えなくても排出費を納めるよう規定している。また、環境行

政機関による立ち入り検査権も明記している。

その他、環境影響報告書に、建設プロジェクト所在地の住民の意見の記載を求めているほか、水質汚染によって被害を受けた関係者による損害賠償請求権を認めている。

3. 大気汚染防止法

「大気汚染防止法」は1987年に制定された後、1995年と2000年の2回にわたり改正されている。2000年の改正は同年4月の第9期全国人民代表大会常務委員会によって決定されたもので、同年9月から改正法が施行されている。

同法では、大気汚染を排出する工場等を新設・拡張する場合の環境影響評価の実施や手続き、排污費（汚染物質排出費）徴収や大気汚染物質の総量規制の実施、環境行政機関による立ち入り検査権、石炭燃焼による大気汚染の防止措置、工場等による排ガス・粉塵・悪臭の防止措置、大気汚染発生者への罰則などに関する基本規定が示されている。

2000年の改正では、とくに石炭燃焼による大気汚染規制の強化、直轄市や省の中心都市、沿海部の開放都市などを対象とした、大気汚染防止重点都市への規制強化が盛り込まれている。

4. 環境影響評価法（環境アセスメント法）

「環境影響評価法」は、2002年に制定され2003年に施行された。従来から中国では環境保護法の規定に基づいて、工場新設などの建設プロジェクト実施に際して環境影響評価が行われてきたが、同法では、環境影響評価制度を法的にきちんと位置づけるとともに適用範囲などの明確化を図った。

同法は、建設プロジェクトが環境へ及ぼす影響の程度に応じた3段階の環境影響評価の実施及び環境影響評価文書の作成について規定しており、重大な環境影響を引き起こす可能性がある場合には環境影響報告書、環境影響が軽度である場合は環境影響報告表、環境影響が非常に小さいと予想される場合は環境影響評価を実施せずに環境影響登録表をそれぞれ作成することとされている。また、環境影響報告書への記載事項や行政機関による環境影響評価文書の審査手順などが規定されている。

基本的に環境に影響を与えるすべての新規・改造・増築に関するプロジェクトに環境影響評価が要求されている。ただし、造成にあたってすでに環境影響評価を実施済みの工業団地（通常、経済開発区と呼ばれる）に立地する場合は、環境影響評価手続が大幅に省略されることになる。なお、同法では建設プロジェクトごとにその環境影響の程度に応じた環境影響評価の実施を定める分類管理リストが国家環境保護総局（現環境保護部）によって別途規定されることとなっている。

5. 循環経済促進法

2008年8月29日、第11期全国人民代表大会常務委員会第4回会議で「中華人民共和国循環経済促進法」が採択され、胡錦濤・国家主席の第4号主席令署名によって公布され、2009年1月1日に施行された。

「循環経済促進法」は総則、基本管理制度、減量化、再利用と資源化、奨励措置、法律責任、附則の7章59条で構成されている。同法は、プロセス、設備、製品及び包装物の企画デザインを行う際、リサイクル、解体、生分解等が簡便で、無毒・無害あるいは低毒・低害な材料とデザインを優先的に採用すると同時に、国の基準を満たすことが義務付けられている。工業については先進的、あるいは適用可能な水節約のための技術、プロセス、設備を適用するとともに、水節約計画を制定、実施するなど、水使用の全過程が規制されることになった。

同法により、企業は国の規定に従って、操業過程で発生する石炭灰、石炭ボタ、選鉱クズ、廃石、廃棄物、排ガスなどの産業廃棄物を総合的に再利用すること、また企業は、循環型の用水システムを発展させ、水の再利用率を上げ、先進的な技術、プロセスと設備を採用し、操業過程で発生する廃水をリサイクルすること、先進的あるいは適用できるリサイクル技術、プロセスと設備を採用し、操業過程で発生する余熱と余圧を総合的に利用することなどが義務付けられた。

同法に基づき、国は循環経済発展を促進する産業活動に対して税制の優遇を与えるなど、税制措置による先進的な省エネルギーや水・材料などの節約技術、設備と製品の輸入を推奨する。また、県級以上の人民政府と関係部門は循環経済の管理、科学技術研究、製品開発、モデル普及事業に優れた業績・貢献を果たした企業と個人を表彰する。

6. 廃棄電器電子製品回収処理管理条例

2009年2月25日に公布された「廃棄電器電子製品回収処理管理条例」は、2011年1月1日から施行される。同条例は廃棄電器電子製品の回収処理を規範化し、資源の有効利用と循環型社会の建設を促進するためのものである。多くの規定が「固体廃棄物環境污染防治法」と「クリーン生産促進法」に基づくものであり、廃棄される電器・電子製品の回収処理に関するルールが整備される一方で、細則の制定や民間側の対応準備など、施行までの課題も多い。

具体的に、同条例を適用できる廃棄電器電子製品の処理とは、廃棄電器電子製品を解体し、有用な原材料または燃料を回収して、処理される電子廃棄物が埋立て基準を満たし、廃棄物による汚染を防止することである。「国家危険廃棄物目録」に指定されている廃棄物の処理は同条例が適用される。

また、同条例では関係者の責任について以下のように規定している。

- ① 国务院環境保護部門は国务院資源综合利用部門及び工業情報部門と共同で、政策の制定と実施を行う。国务院商務部が回収の管理を実施する。その他、財政、工商、品質監督、税務、税関などの関連部門も各部門の職責に基づき所掌範囲内で関連業務を行う。
- ② 区を設ける市の人民政府が関連企業の処理資格を審査する。
- ③ 電器電子製品の生産者、輸入者及び代理人が資源の综合利用に役立つ設計方案を実施し、製品または製品説明書の中に、有毒物質の含有量及び処理方法を明確にする。
- ④ 回収業者は回収資格を取得する。製品を処理したうえで、商品として販売に供する場合、国家の関連技術強制規定の基準を満たさなければならない。

なお、同条例の実施にともない、下記の管理体制の完備が必要になる。

- ① 省（自治区・直轄市）人民政府の環境保護部門が関連部門と共同で、地域内の廃棄電器電子製品の処理に関する規画を作成して、国务院の環境保護部門に登録する。
- ② 県レベルの人民政府が書面または現地調査などにより、随時現地の処理情報を把握しなければならない。
- ③ あらゆる個人および組織は、条例に違反する行為を関連部門に報告することができる。関連部門は迅速に処理しなければならない。

7. 国家中長期科学技術発展規画綱要（2006-2020年）

国务院が2006年2月に公表した科学技術政策に関する長期的な方向性を示した同綱要では、「持続可能な発展を可能にするエネルギー、水、鉱産資源、環境技術の開発」を重点課題としてあげ、11の重

点分野と 16 の重大特定プロジェクトが定められた。

11 の重点分野についてはさらに 68 件のテーマがリストアップされている。環境に関しては、水質汚染の抑制と管理体制の確立があげられている。具体的には、下記の構想と優先テーマが掲げられている。

(1) 構想

①循環経済の発展を導き支援する

深刻な汚染を発生させている業界向けにクリーン生産技術を開発し、廃棄物の減量化、資源化利用、安全対策、循環経済に共通した技術の研究を強化する。

②地域環境の総合管理を行う

流域内の水環境及び地域の大気環境汚染の総合的管理、典型的な生体機能悪化地域に対する総合修復技術の展開及びモデル構築、飲用水の安全確保技術及び生態、環境の監視、警報技術を開発する。

③環境保護産業の発展を促進する

中国の国情に適した環境保護設備、機器を重点的に研究し、国産の環境保護製品の市場シェアを引き上げ、環境保護の設備、技術水準を向上させる。

④国際環境協力活動に積極的に参加する

(2) 優先テーマ

①総合的な汚染対策および廃棄物の循環利用

②脆弱な生態地域における生態システムの機能修復

③海洋生態及び環境保護

④地球規模の環境変化のモニタリング及び対策

8. 国民経済・社会発展「第 11 次 5 ヶ年」規画綱要

2006 年 3 月 14 日の第 10 期中国全国人民代表大会第 4 回会議で採択された「国民経済・社会発展『第 11 次 5 ヶ年』規画綱要」では、環境・資源保護に関する指標に関して、「第 10 次 5 ヶ年」（2001 ～ 2005 年）末と比べて単位 GDP あたりのエネルギー消費量を 20%、単位工業増加値あたりの用水量を 30%、主要汚染物質として二酸化硫黄（SO₂）と化学的酸素要求量（COD）の排出総量を 10%、それぞれ削減することが拘束性の指標とされた。また、耕地保有量を 1 億 2000 万ヘクタール確保するとともに、森林被覆率を 20%に増加させることも拘束性の目標として掲げられた。

同規画綱要は、資源節約型で環境にやさしい社会を建設するため、資源エネルギーの消費が少なく、産出高が大きく、循環可能で持続可能な経済体系の構築を強調した。鉄鋼、非鉄金属、石炭、電力、石油化学、建築材料などの産業において、循環型経済への改造を推進するため、いくつかの循環型経済「モデル企業」を樹立するよう呼びかけた。具体策は下記の通りである。

①水質汚染対策重点流域の水質管理を強化する。とくに、「三河三湖」（淮河、海河、遼河、太湖、巢湖、滇池）の国家整備重点流域の監督体制を強化するとともに松花江流域、三峡ダムおよび上流、南水北調（南方地域の水を北方地域に送り慢性的な水不足を解消するプロジェクト）水源地及びその沿線水域も重点的に管理する。

②大気汚染、とくに大都市における大気汚染の管理を強化する。

③既存石炭火力発電所の脱硫装置の設置を加速する。新たな石炭火力発電所の建設にあたっては、関連基準に従い、脱硫装置を設置しなければならない。

④固体廃棄物処理施設の建設を加速する。危険廃棄物と医療廃棄物を適切に処理する。

- ⑤中・低レベル放射性廃棄物処分施設の建設を急ぐとともに、高レベル放射性廃棄物処分施設の問題を適切に解決する。
- ⑥土壤汚染の総合処理能力を高める。とくに化学物質による汚染に関する研究を強化する。

9. 国家環境保護「第 11 次 5 ヶ年」科技發展規画

国家環境保護総局（当時）が 2006 年 7 月に公表した「国家環境保護『第 11 次 5 ヶ年』科技發展規画」は、環境技術面から水汚染などの問題解決の具体策を示した。既存の環境問題（水汚染、大気汚染など）及び解決方法を強調すると同時に、以下の通り、新たに生じた問題と対策も指摘した。

- ①土壤汚染に対し、汚染の状況を把握したうえで、多様な汚染ルートの特徴に従い、汚染抑制と修復技術体系を構築する。とくに、汚染が深刻な農村地域では、総合技術支援管理体制の構築が不可欠である。（重金属で汚染された土地の土壤固化・安定化処理技術や廃棄電池の資源化利用技術をあげた）
- ②有毒化学品の環境汚染に関して、化学品のリスク評価および監督システムを構築する。代表的な地域における残留性有機汚染物質（POPs）の現状、分布規律を調査して、POPs の環境監督体制を構築する。同時に、POPs の識別方法と指標をいかに作るかについて研究する。
- ③放射線の漏洩について、原子炉漏洩の典型的な事故を研究して、安全情報のデータベースの構築を促進する。また、放射線源への対応方法の初歩的な技術研究を進める。

同規画では、国が奨励する環境保護技術 103 件がリストアップされている。このうち、水質汚染の抑制・管理を重大科学技術プロジェクトとして位置付け、国が支援することになった。

10. 国家「第 11 次 5 ヶ年」科学技術發展規画

科学技術部が 2006 年 10 月に公表した「国家『第 11 次 5 ヶ年』科学技術發展規画」は、環境分野において、以下の戦略目標を掲げている。

- ①複数の重点業界と地域において循環経済技術のモデル事業を構築し、資源の総合利用効率を高める。
- ②環境汚染を基本的に抑制し、生態悪化の傾向に歯止めをかける。

同規画では、こうした戦略目標に基づいて環境分野の重点特定プロジェクトに加えて、緊急のニーズに応じて、克服する必要がある各種技術を下記のように具体的に定めている。

目 標	主要項目、技術
戦略目標に基づいた重点特定プロジェクト	水質汚染の抑制と管理
緊急のニーズに応じて改善の必要がある技術	循環型経済の発展の導入と支援： 一家庭ゴミ処理・資源化と資源管理技術 一生態悪化地域及び重大プロジェクト周辺の生態系に関する総合整備技術 一クリーン生産と循環型経済に関する核心技術及び事業モデル

11. 中国対応気候変化国家方案

(1) 現状

国家発展改革委員会が2007年6月に公表した「気候変動国家方案」（「中国対応気候変化国家方案」）では、あらゆる手段を講じて温室効果ガスの排出削減に取り組むとの方針が明らかにされる一方で、排出削減の量的目標は明示されていない。

中国政府は、同方案の中で、下記のような具体的な気候変動の証拠があるとの見方を示した。

- ①気温：過去100年の間に平均気温が0.5～0.8度上昇した。これは、世界の気温上昇と比べるとわずかながら高い。中国での気温上昇は、過去50年間に於いて観測されている。中国国内での傾向を見ると、長江南部より西部や東部、北部での温暖化が顕著になっている。とくに冬季の気温上昇が大きく、1986年から2005年にかけて20年連続で暖冬を記録した。
- ②降雨量：過去100年間では、年間降雨量に顕著な変化は見られなかったものの、地域別に見るとかなりの違いがある。年間降雨量の減少が顕著なのは北部、北西部の東側、北東部で、このうち北部での減少が最も大きい。一方で、南部と北西部では降雨量が大きく増加した。
- ③異常気象：中国全土における異常気象の頻度と強さについては、この50年間で明らかな変化が見られた。具体的には、北部と北東部では渇水、長江中流・下流、南東部では洪水が深刻化した。
- ④海面水位：中国の沿岸部での海面水位の上昇は、過去50年間では年間2.5mmで、世界平均よりわずかながら高かった。
- ⑤氷河：中国の山岳氷河は後退しており、そうした傾向が加速している。

(2) 気候変動戦略目標

中国政府は、「気候変動国家方案」の中で、気候変動に対応するための戦略目標を下記のようにあげている。

- ①温室効果ガスの排出抑制、気候変動に対する適応能力の向上
- ②気候変動に関連した科学、技術、研究開発の水準向上
- ③気候変動に対する国民の意識向上

このうち、温室効果ガスの排出抑制を目的として、経済成長パターンの転換を加速するとともに、省エネに関する政策指針を強固なものとするとの方針を打ち出した。

具体的には、省エネに対する政府の監督・管理の強化、省エネ技術の研究開発・実証・導入を促進することに加えて、市場原理に基づいた省エネに関する新しいメカニズムを軌道に乗せるというのが中国政府の考え方である。また、省エネに対する国民や社会の意識を向上させ、省エネ社会の構築を加速することが温室効果ガスの排出抑制に貢献すると見ている。

12. 国家環境保護「第11次5ヵ年」規画

国務院が2007年11月に公表した「国家環境保護『第11次5ヵ年』規画」では、「国民経済・社会発展『第11次5ヵ年』規画綱要」に掲げられた目標のほか、地表水の国家モニタリング断面における水質類型Ⅴ類の割合を2005年の26.1%から2010年までに22%に下げることに加えて、7大水系における国家モニタリング断面の水質類型Ⅲ類以上の割合を41%から43%に引き上げる、重点都市の大気質をⅡ級以上の日数が292日を超える割合を69.4%から75%に引き上げることが追加された。

13. 全国生態機能区画

環境保護部と中国科学院は2008年8月1日、共同でまとめた「全国生態機能区画」を北京で発表した。この区画は中国の生態区域の特徴に対して全面的な分析を行い、生態の敏感性、生態系のサービス機能及びその重要性に対して評価を行い、異なる地区の生態機能を確定して、国土を生態機能区として216に区分した。また、中国政府は生態系保護事業を強く重視し、以下のような措置によって環境配慮型社会の構築に向けて努力するとの方針を示した。

①自然保護区と重要生態機能保護区の整備推進

全国の各種自然保護区は合計2349カ所で総面積は150万km²、国土面積の約15%を占めている。

「国家重点生態機能保護区規画（2006～2020年）」を検討中であり、中国重点生態機能保護区の準備と整備を統一的に計画、実施する。

②資源開発、水資源開発、観光資源開発にあたっての生態系保護の強化

③生態モデルの系統的整備事業の展開

14. 全国生態脆弱区保護規画綱要

環境保護部は2008年9月、「全国生態機能区画」に基づき、「全国生態脆弱区保護規画綱要」を公表した。草原の砂漠化、土壤腐食、湿地退化に伴う生物多様性が維持できないこと、頻発する自然災害などの問題を解決するために、短期及び中長期目標を提示して、問題の解決を図っている。

短期目標（2009～2015年）としては、生態脆弱区保護に関する政策法規の体系を構築したうえで、全面的に生態保護の妨げとなる産業の発展を抑制する。これによって、生態の退化を招く人為的な要素を防ぐ。一連の対策を通じて、2015年までに生態脆弱区が環境に与える影響の評価執行率100%を達成し、脆弱区の30%を改善する。

中長期的（2016～2020）な目標としては、2020年に40%の生態脆弱区の改善目標を達する。生態系産業を地域の支柱産業として成長させ、持続的に発展できる体制を構築する。

こうした目標を実現するため、下記の具体策を提示した。

①生態系脆弱区の保護に関する法規と政策を完備する。「生態保護法」と「生態補償条例」の制定を加速する。

②監督体制を強化する。地方政府と関連部門が共同で、違法な採掘、無計画な伐採、及び草原での無許可の漠方薬剤掘り出しなどの問題を解決する。

③市民の参画意識を高める。多元的な管理体制を構築する。テレビ、ラジオ、新聞などを通じて、脆弱区の保護意識を市民に浸透させる。

④生態系補償メカニズムを構築する。多様なルートで資金を調達するとともに、生態系建設プロジェクトを脆弱区で進める。

⑤関連技術の向上によって、脆弱区の生態保護・育成を促進する。

⑥生態系保護の観点から産業の参入基準を制定する。根本から脆弱区の退化を防止する。

参考資料：エネルギー分野

1. 石炭法

1996年8月に公布された石炭法は8章187条の構成となっている。同法の制定の目的は石炭資源を合理的に開発、利用、保護し、石炭生産、経営活動を規範化し、石炭業界の発展を促進、保障することにある。

同法では、石炭資源は国が所有権をもち、国は石炭の開発に対して統一的に計画し、合理的に配置し、総合的に利用すると規定された。また、国が法律に従い石炭資源を保護し、石炭資源をむやみに採掘する如何なる行為も禁止すると定めた。

さらに同法では、国務院石炭管理部門が全国の石炭資源探査計画を立て、全国の石炭生産・開発計画を制定して実施すると規定した。そして、各省、自治区、直轄市人民政府の石炭管理部門が、当該地区の石炭生産開発計画を立て、国務院石炭管理部門へ提出するとも規定している。

なお、1996年に石炭法が公布・施行されて以来、石炭業界の内部・外部環境に重大な変化が生じ、複数の新しい状況、問題が出現し、石炭法において規定、明確化する必要に迫られた。現行の石炭法は、現在の石炭業界の要求に応えられない状況にあるため、国家発展改革委員会は2005年3月から修正作業を開始し、現在5回目の修正稿が公開されている。改正後の石炭法は、石炭業界の参入条件を厳格化し石炭資源の有償使用原則を定めるとともに、石炭資源戦略的備蓄制度を提示し、石炭資源貯蔵量に対する統一的な管理を強調している。

2. 改正省エネルギー法

1997年に公布された省エネルギー法は、社会経済体制とエネルギー需給の劇的な変化によって綻びが目立ち、省エネによる発展の促進という要求に応えられなくなっていた。このため、改正省エネ法が2008年4月1日から施行されている。

改正省エネ法は7章87条で構成され、省エネ管理、エネルギーの合理的な利用と節約、省エネの技術進歩、奨励措置、法律責任などが盛り込まれている。

同法では、政府の省エネ管理の職責が明確化され、国務院及び県レベル以上の地方人民政府は省エネ事業に対する指導を強化し、省エネ事業を準備、協調、監督、検査、推進しなければならないと規定された。

また、同法では、工業、建築、交通運輸、公共機関の省エネの具体的な取り組みについても規定された。さらに、奨励措置が導入され、省エネ企業、製品、技術に対する奨励を行うことになった。

3. 改正再生可能エネルギー法

第11期全国人民代表大会（全人代）常務委員会第12回会議は2009年12月26日に閉幕し、再生可能エネルギー法の改正を可決した。同改正法は、胡錦濤・国家主席の署名により公布。2010年4月1日から施行されることになった。

改正法では、国務院のエネルギー主管部門が関係部門と協力して、中長期にわたる全国の再生可能エネルギー開発利用目標と再生可能エネルギー技術の発展状況に基づいて再生可能エネルギー開発利用規画（計画）を作成し、国務院の承認を得た後に実施すると明記した。また、国務院の関連部門は、こうした目標の実現を促進するうえで有利となる規画を制定しなければならないとした。

さらに、これまで問題が指摘されていた再生可能エネルギーによって作られた電力の全量買い取りに

についても、明確な考えが示された。それによると、国务院のエネルギー主管部門が国家電力監督管理機関や財政部門と協力して、再生可能エネルギー開発利用規画にしたがい、規画期間内に達成しなければならない全発電量に占める再生可能エネルギー発電量の割合を定めると規定するとともに、電網会社(送電事業者)が再生可能エネルギーを全量買い取る具体的方法を定めるとしている。なお、電網会社が買い取り義務を果たさず、再生可能エネルギー事業者に損失がもたらされた場合には、電網会社に賠償責任があるとした。

一方で、発電事業者に対しては、電網会社が電力網の安全を保障することに協力する義務があるとした。電網会社に対しては、電力網の建設を強化するとともに、再生可能エネルギー発電所との接続範囲を拡大しなければならないと規定した。また、スマートグリッド(「智能電網」)やエネルギー貯蔵等の技術の発展、応用をはかる必要性にも言及した。

このほか改正法では、国家財政によって再生可能エネルギー発展基金を設立し、再生可能エネルギー開発利用に関する科学技術研究のほか、農村部での再生可能エネルギー利用プロジェクト、再生可能エネルギー設備の国産化の推進に利用することも盛り込まれた。

4. 省エネルギー中長期専門規画

国家發展改革委員会が2004年11月に公表した同規画では、以下の4つの目標を提出した。

①マクロ省エネ指標

2010年までにGDPあたりのエネルギー消費量を2002年の標準炭2.68トンから2.25トンまで削減し、2003年から2010年まで年平均省エネ率2.2%を達成し、4億トン標準炭を節約する。また、2020年までにGDPあたりのエネルギー消費量を1.54トンまで削減し、2003年から2020年まで年平均省エネ率3%を達成し、14億トンの標準炭を節約する。

②主要製品の単位当たりのエネルギー消費

2010年までに、全体として1990年代初期の国際先進水準に達するか、あるいは接近させる。

③主要エネルギー消費設備のエネルギー効率

2010年までに、主要エネルギー消費設備のエネルギー効率を国際先進水準に達するか、あるいは接近させる。

④マクロ管理目標

2010年までに、比較的に完備された省エネ基準体系、政策支援体系、監督管理体系、技術サービス体系を基本的に構築する。

また同計画では、「第11次5ヵ年」期間中の省エネ重点分野を工業、交通運輸、建築、商業、民生とするとともに、同期間中に実施する10項目の省エネ重点プロジェクトを示した。具体的には、石炭燃焼工業ボイラの改造工事、地域熱・電併給プロジェクト、余熱余圧利用プロジェクト、石油節約・代替プロジェクト、電機系統の省エネプロジェクト、エネルギー系統の最適化プロジェクト、建築省エネプロジェクト、緑色照明プロジェクト、政府機関省エネプロジェクト、省エネのモニタリングと技術サービス体系構築——である。

5. 国家中長期科学技術発展規画綱要（エネルギー・省エネルギー部分）

国務院が2006年2月に公表した同綱要では、エネルギー分野の発展思想を以下のようにあげている。

- 省エネを優先として、エネルギー消費を削減することを堅持する。
- エネルギー構造の多元化を推進し、エネルギーの供給を拡大する。
- 石炭のクリーンで高効率の利用を促進し、環境汚染を低減する。
- エネルギー設備の導入技術の消化、吸収、再革新を強化する。

また、エネルギー分野の優先課題を以下のようにあげている。

- 工業省エネ
- 石炭のクリーンで高効率の開発・利用、液化及び複合利用
- 複雑地質における石油・天然ガス資源の探査、開発、利用
- 再生可能エネルギーの低コストかつ大規模な開発・利用
- 超大規模送配電と電力網の安全確保

このほか、フロンティアサイエンス分野では、水素及び燃料電池技術、分散式エネルギー供給技術などの研究があげられている。

6. 国民経済・社会発展「第11次5ヵ年」規画綱要（エネルギー・省エネルギー部分）

2006年3月に全人代で承認された同規画綱要の第12章で、「第11次5ヵ年」期間中のエネルギー分野の最適化発展について言及している。

①石炭の秩序ある発展

- 石炭資源の探査を強化し、統一的に計画し、合理的に開発し、採掘率を向上し、石炭の採掘によるエコ環境に対する影響を減少する。大型石炭基地を建設し、石炭企業の再編を奨励し、生産能力が1億トンレベルの企業の設立を誘導する。石炭・発電共同経営あるいは石炭・発電・輸送の一体化経営を奨励する。中小炭鉱を調整、改造、再編し、法律に従い、安全条件を具備せず資源、環境を破壊する炭鉱を閉鎖する。
- 石炭ガスの総合処理を強化し、炭鉱ガスの開発・利用を加速する。石炭のクリーン生産と利用を強化し、石炭洗浄選定、煙道ガス脱硫などの技術開発を奨励する。石炭液化燃料を開発し、石炭液化実証プロジェクトの建設を推進する。

②電力の積極的な発展

- 大型高効率環境保護ユニットを重点として火力発電の発展を最適化し、大型超超臨界発電所と大型空冷発電所を建設する。クリーン石炭発電を推進し、60万kW循環流動床発電所を建設する。天然ガス発電を適度に発展する。立ち遅れた小型火力発電ユニットの淘汰（閉鎖）を加速する。
- 生態を保護する観点から、水力発電を着実に開発し、揚水発電所を適当に建設する。原子力発電建設を積極的に推進し、100万kWユニットを重点として建設し、先進PWRの設計、製造、運営の自主化を徐々に実現する。
- 電力網の建設を積極的に推進し、都市と郷鎮の電力網の建設と改造を強化するとともに給電範囲を拡大し、給電安全を確保する。

③石油・天然ガスの発展加速

- 石油・天然ガス資源の探査に力を入れ、石油ガス資源の調査と評価を強化し、探査範囲を拡大し、石油・天然ガスの探査・開発主体の多元化を推進する。
- 原油の生産量を安定的に拡大するとともに、天然ガスの生産量を引き上げる。旧油田の改造、深海海域及び内陸の石油・天然ガス資源の開発を強化し、海外石油ガス資源の協力開発を拡大する。沿海地区における液体化天然ガス（LNG）輸入プロジェクトの建設を適度に行い、国家石油貯蔵基地を拡張・新規建設する。

④再生可能エネルギーの発展

財・税制優遇策、投資政策、強制的市場シェア政策を実行し、再生可能エネルギーの生産と消費を奨励し、一次エネルギーに占める割合を高める。10 万 kW 以上の大型風力発電プロジェクトを 30 ヶ所建設し、100 万 kW の風力発電基地を内蒙古、河北、江蘇、甘肅などに建設する。バイオマス・エネルギーの開発を加速し、発電所を建設し、バイオマス固体成形燃料、燃料アルコール、バイオディーゼルの生産能力を拡大する。風力発電、バイオマス発電の電力網接続量をそれぞれ 500 万 kW、550 万 kW とする。太陽エネルギー、地熱エネルギー、海洋エネルギーを積極的に開発する。

7. 建設事業「第 11 次 5 ヶ年」規画（建築省エネルギー部分）

建設部（当時）が 2006 年 3 月に公表した同規画では、建築省エネについて、省エネ・土地節約型の住宅の発展に力を入れ、住宅産業の現代化水準を向上するとの基本的方針が示された。また、中国の国情に適合した工業化住宅建築体系と完備した住宅商品体系の構築を加速し、科学技術的に優れ資源浪費が少なく環境汚染が少ない住宅産業近代化の発展目標を実現するとの目標が掲げられた。

具体的には、「第 11 次 5 ヶ年」期間中、建築省エネの水準を徐々に高め、累計 1.01 億トンの標準炭に相当するエネルギーを節約し、省エネ建築面積 21.5 億 m^2 を達成するほか、新築建築物に対しては 50% の省エネという設計基準を厳格に実施するとした。また、既存住宅と公共建築物の省エネ改造を進め、大都市では 25%、中等都市では 15%、小都市では 10% の改造率を達成するとしている。

このほか、石炭燃焼工業ボイラの改造工事や地域熱・電力併給プロジェクト、緑色照明プロジェクト、政府機関の省エネプロジェクトを実施する方針も明らかにした。

8. 原子力産業「第 11 次 5 ヶ年」発展規画

国防科学技術工業委員会（当時）が 2006 年 8 月に公表した同規画では、「第 11 次 5 ヶ年」期間中における、中国の原子力発電発展における 3 本の柱を示した。

- 大型先進 PWR と高温ガス炉の実証プロジェクトの実施
- 既存原子力発電所の運転管理の強化
- 先進的な原子力技術の研究の展開

また同規画は、原子力基礎科学研究について、原子力科学技術の基礎能力を向上し、原子力技術分野の核心技術課題のブレークスルーを達成することに加えて、原子力基礎科学研究を強化し、世界の先進水準と差を縮小する方針を打ち出した。

原子力発電所の建設については、原子力発電の自主化能力と国産化水準を全面的に高め設備容量が 100 万 kW 以上の発電所を新規に建設する一方で、稼働中の原子力発電所の安全・安定な運転を確保し、原子力発電の発展に適応した設計、建設、運転、技術サービス体系及び中国の PWR 原子力発電の基準

体系を基本的に構築するとした。

核燃料の供給については、原子力発電の発展に適応した核燃料供給体制とメカニズムを構築し、核燃料の各生産プロセスの研究・開発能力、技術水準、生産能力を全面的に高め、核燃料の安定かつ信頼で
きる供給を確保するとしている。

9. 国家「第 11 次 5 ヶ年」科学技術発展規画（エネルギー・省エネルギー部分）

科学技術部が 2006 年 10 月に公表した同規画は、「第 11 次 5 ヶ年」期間中に重点的に実施する重大プロジェクト（専項）の内容と目標が提示された。このうち、エネルギーに関しては、「大型石油ガス田及び炭鉱ガスの開発」と「大型先進 PWR 及び HTGR 炉」という 2 つのプロジェクトの重点実施内容
と目標が示された。

「大型石油ガス田及び炭鉱ガスの開発」については、西部の複雑地質条件下における石油ガス、炭層ガス、深海部の石油ガス資源の高精度地震探査と採掘技術を重点的に研究し、一体技術と設備の自主設計・製造能力を向上し、石油と天然ガス資源の探査確定率をそれぞれ 10% と 20% 高め、石油の採取率
を 40%～45% 高めるとした。

また、「大型先進 PWR 及び HTGR 炉」については、関連技術の導入、消化、吸収、革新と自主研究・開発の有機的な結合を強化し、第 3 世代 PWR の核心技術のブレイクスルーを達成し、自主知的財産権
を有する 20 万 kW・HTGR 炉実証炉を建設するとした。

また、同規画では、「エネルギー、資源、環境保護技術を優先的に発展する」という方向が示され、下記のエネルギー分野の重大プロジェクト 3 件が提示された。

- 建築省エネ核心技術の研究とモデル建設
- 大出力風力発電ユニットの研究・製造と実証機建設
- ± 800kV 直流 / 1000kV 交流の超高压送電変電技術と装備

10. 石炭産業発展「第 11 次 5 ヶ年」規画

同規画は、国家發展改革委員会によって 2007 年 1 月に公表された。石炭工業の發展状況、存在する問題、直面する形勢を分析したうえで、「第 11 次 5 ヶ年」期間中の石炭工業の發展方針、目標、主要任務及び政策措置を提示した。

同規画は、「第 11 次 5 ヶ年」期間中、石炭産業の整合性のとれた秩序のある開発を發展方針とし、26 億トンの石炭を生産し、規模が 4.5 億トンの炭鉱を新規に開発するとしたうえで、億トン級の企業集団 6～8 社、また 5000 万トン級の企業集団 8～10 社を設立し、6000 万トン相当の標準炭を節約するなどの目標を示した。

このほか、中小炭鉱の整理・統合・改造や石炭技術イノベーションの加速、炭鉱の安全生産水準の向上、資源節約型・環境友好型鉱区の建設などが盛り込まれた。

建設する予定の大型石炭基地は神東、陝北、黄隴（華亭）、晋北、晋中、晋東、魯西、兩淮、冀中、河南、雲貴、内蒙古東（東北）、寧東が含まれている。

11. 省エネルギー技術政策大綱

国家發展改革委員会と科学技術部が 2007 年 2 月に共同で公表した同大綱では、重大省エネ技術の研究開発や実証を推進することに加えて、エネルギー消費量の多いプロセスや技術、設備を制限、淘汰（閉鎖）する方針を打ち出した。

同大綱は、省エネ技術の発展状況を十分に考慮したうえで 1996 年版の大綱を改正したものである。新しい大綱には、工業省エネ、建築省エネ、交通省エネ、都市・民用省エネ、農業・農村省エネ、再生可能エネルギーの利用と保障措置が含まれている。

同大綱で提示された省エネ技術は、エネルギー開発・利用効率を向上するとともに環境への影響を低減し、エネルギー資源の消費を抑制することができる技術であり、エネルギー資源の最適化開発・利用技術、省エネ型の生産プロセス、直接あるいは間接的にエネルギー消費を削減できる新材料の開発・応用技術、エネルギーを節約してエネルギー使用効率を向上できる管理技術などが含まれている。

12. エネルギー発展「第 11 次 5 カ年」計画

国家發展改革委員会が 2007 年 4 月に公表した同計画では、エネルギー発展の目標、改革の方向、省エネ・環境の重点施策を明確に示した。

それによると、「第 11 次 5 カ年」期間中、省エネを優先的に達成し、国内に足場を固め環境を保護し、国際的に見て相互に有利となるエネルギー戦略を強化するとの方針を示したうえで、以下の 5 つのプロジェクトを重点的に進めるとしている。

- ①エネルギー基地建設プロジェクト
- ②エネルギーの貯蔵・輸送プロジェクト
- ③石油代替プロジェクト
- ④再生可能エネルギー産業化プロジェクト
- ⑤農村地域での新エネルギー・プロジェクト

13. 再生可能エネルギー発展中長期発展計画

2007 年 8 月、国家發展改革委員会によって公表された同計画は、2020 年までの再生可能エネルギー発展の指導思想や主要任務、重点分野、保障措置を明らかにしており、2020 年までにエネルギー消費量の 15%を再生可能エネルギーによって供給するという目標を掲げた。

このほか、各エネルギーの 2020 年の具体的目標として、水力発電 3 億 kW、風力発電 3000 万 kW、太陽光発電 180 万 kW、太陽熱温水器の総集熱面積 3 億 m²、バイオマス固体成型燃料 5000 万トン / 年——等を掲げた。

14. 原子力発電中長期発展計画

国家發展改革委員会が 2007 年 11 月に公表した同計画は、2020 までの中国の原子力発電開発の指導思想と目標を示している。具体的には、「技術路線を統一し、安全性と経済性を重視する。自主化、海外との協力を堅持し、海外の先進的な技術の導入、消化、吸収、革新を通じて、原子力発電所の工事設計、設備製造・工事建設及び運営管理の自主化を実現し、中国の自主ブランドの大型先進 PWR 原子力発電所を大量に建設できる能力を形成する」としている。

また、2020 年までの具体的な目標としては、運転中の原子力発電所の設備容量を 4000 万 kW に拡大するとともに、同年時点で建設中の原子力発電所の設備容量を 1800 万 kW にするとした。

15. 石炭産業発展政策

国家發展改革委員会が 2007 年 11 月に公表した業界指導政策である同政策は、大型石炭企業の発展を奨励すると同時に、山西省、陝西省などの石炭資源が豊富な省（区）で 13 の大型石炭生産基地を建設

する一方で、新規建設炭鉱の参入基準を厳格化する方針を打ち出した。

また、「第11次5ヵ年」期間中、30万トン/年以下の新規炭鉱建設プロジェクトの許可、承認を一律に停止することに加えて、山西、陝西、内蒙古などの省（区）における炭鉱の新規建設、拡張建設にあたっては年間生産能力が120万トン以上でなければならないとした。一方で、石炭資源に乏しい重慶や四川、貴州、雲南などの省（市）における炭鉱の新規建設、拡張建設最低ラインは15万トン、福建、江西、湖北、湖南、広西などでは9万トンに設定した。

このほか同政策では、国は地質災害の頻繁発生区、重要地下水水源補給区、生態環境脆弱地区の石炭採掘を制限するとともに、自然保護区や重要水源保護区、地質災害危険区の石炭採掘を禁止するとした。

安全生産については、企業安全生産請負制度の実施や災害予防・緊急救援体系の構築、安全標識管理制度の実施を提示した。さらに貿易と輸送に関して、健全な石炭取引市場体系の構築、石炭価格市場形成メカニズムの完備、供給・輸送・需要の3者の長期協力の奨励、低カロリー石炭、高煤塵石炭の長距離輸送を制限する方針を示した。

16. 再生可能エネルギー発展「第11次5ヵ年」規画

同規画は2008年3月、国家發展改革委員会によって公表されたものであり、2010年におけるエネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を10%にするとの目標を示した。また、再生可能エネルギーが豊富な地区でグリーンエネルギー（緑色能源）モデル県の建設を行い、全国で50のグリーンエネルギーモデル県を建設するとの方針を打ち出した。重点地区は江蘇、山東、広西、広東、四川、東北三省、内蒙古などの経済發達地区と再生可能エネルギーが豊富な地区が含まれる。

具体的には、2010年までの目標として、水力発電設備容量1億9000万kW、風力発電設備容量1000万kW、バイオマス発電設備容量550万kW、太陽エネルギー発電設備容量30万kW、メタンガスの年間利用量190億 m^3 、太陽熱温水器の総集熱面積1億5000万 m^2 、非穀物由来の燃料エタノールの年間利用量200万トン拡大、バイオディーゼル油の年間利用量20万トン——などとしている。

17. 風力発電送電網併入電力価格政策通知

国家發展改革委員会が2009年7月に発布した同通知は、風力エネルギー資源状況と工事建設条件に基づき、全国を4つの「風力エネルギー資源区」に分類し、それぞれ異なった送電基準価格（1kWあたり0.51元、0.54元、0.58元、0.61元）を設定した。また、洋上の風力発電所の送電価格は今後の建設進展状況に基づき別途制定すると規定された。

風力発電の送電価格が石炭火力の送電基準価格を上回った部分については、全国から徴収した再生可能エネルギー電力価格付加額を割り当てることになった。

18. 再生可能エネルギー建築応用都市実証実施方案

同方案は2009年7月、財政部、住宅・都市農村建設部が共同で公表したものであり、再生可能エネルギーの建築分野における大規模な応用をさらに推進し、再生可能エネルギー建築応用の都市レベルのモデル事業を展開することを要求している。

具体的な条件としては、太陽光エネルギーや浅層地熱エネルギーなどの再生可能エネルギーについてすでに評価を行い良好な再生可能エネルギー利用条件下にあること、再生可能エネルギーの建築応用単独計画を制定していること、今後2年間の新規増加再生可能エネルギー建築応用面積が一定規模（地級レベル200万 m^2 以上、直轄市、副省級レベル300万 m^2 以上）に達すること、再生可能エネルギー建

築応用の設計、施工、検収、運営管理などの基準、規程あるいは図面が基本的に完備し一定程度の技術と産業基礎を具備すること等となっている。

モデル都市に対して、中央政府は特別補助金を与える。補助金の基準は1つのモデル都市で5000万元であり、2年内の建設状況に対して総合的な審査・確定を行い、エネルギー代替効果、建設能力が優れたモデル都市には最高8000万元を補助する。一方、効果がそれほどではない都市に対しては補助金を削減する。

19. 農村地区再生可能エネルギー建築応用実施方案

同方案は2009年7月、財政部と住宅・都市農村建設部が共同で公表したもので、モデル事業を展開し、農村地区の再生可能エネルギー建築応用を推進することを目的としている。

モデル事業には、現在の段階で国が重点として支援する応用分野として「農村中小学校の再生可能エネルギー建築応用」と「県（鎮）農村居住者住宅及び衛生院などの公共建築の再生可能エネルギー建築の一体化応用」が含まれる。一方で、各省（自治区、直轄市）から申請するモデル県の数が原則的に1年間に4件を超えないと規定された。

同方案では、農村の再生可能エネルギー建築応用に対する中央政府からの補助基準が示された。それによると、地下ヒートポンプ技術応用の場合は1m²あたり60元、一体化太陽光エネルギー利用の場合は1m²あたり15元を補助する。各モデル県に対する補助金の最高額は1800万元となっている。

あ と が き

本報告書は、独立行政法人科学技術振興機構中国総合研究センターが平成 21 年度に日本テピア株式会社に委託した「中国の環境・エネルギー分野における現状と動向調査」の成果をまとめたものである。

・企画・総括：

細川 洋治	前中国総合研究センター	参事役
単 谷	中国総合研究センター	フェロー兼主査
秦 舟	中国総合研究センター	フェロー

・委託先担当機関：

日本テピア株式会社
テピア総合研究所

「平成 22 年版 中国の環境・エネルギー分野の現状と動向」

独立行政法人 科学技術振興機構 イノベーション推進本部 研究開発戦略センター
中国総合研究センター

平成 22 年 12 月

〒 102-0084 東京都千代田区二番町 3 番地 麹町スクエア
Tel : 03-5214-7556
Fax : 03-5214-7558
[http : //www.spc.jst.go.jp/](http://www.spc.jst.go.jp/)

平成 22 年 12 月 Copy right 2010 JST/CRC

許可なく複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

