



# 中国の“製造強国”政策と産業・科学技術 Policies, Key Industries and Science and Technology underlying China's Manufacturing Power Strategy

2023年3月

2021年4月に発足した国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)のアジア・太平洋総合研究センター(Asia and Pacific Research Center;APRC)は、調査研究、情報発信、交流推進を3本の柱として、アジア・太平洋地域における科学技術分野の連携・協力を拡大・深化し、我が国のイノベーション創出の基盤構築に貢献することを目指します。

本報告書は、アジア・太平洋地域における科学技術イノベーション政策、研究開発動向、および関連する経済・社会状況について調査・分析を行う調査研究の一環としてまとめたものとなります。政策立案者、関連研究者、およびアジア・太平洋地域との連携にご関心の高い方々等へ広くご活用いただきたく、APRC ホームページおよびポータルサイトにおいて公表しておりますので、詳細は下記ホームページをご覧ください。

(APRC ホームページ)

<https://www.jst.go.jp/aprc/index.html>



(調査報告書)

<https://spap.jst.go.jp/investigation/report.html>



# エグゼクティブ・サマリー

本書は、2022年度調査研究会「中国の“製造強国”政策と産業・科学技術」の報告書である。「製造強国」政策に関連する産業・技術分野を中心にケーススタディを行い、個別分野の今後について具体的な予測を試みることを目指した。最初の問題意識と産業の選択、ケーススタディで得られた具体的知見については、序章(大西康雄)で総括し、それらの有する示唆を整理しているが、下記においてエグゼクティブ・サマリーとして紹介する。

第1章(真家陽一)は、「製造強国」にかかわるマクロの政配置を論じている。第1は、通商政策分野である。FTA 拡大など「攻めの政策」と経済安全補保障法制整備など「守りの政策」がある。第2は、産業政策分野である。「専門化、精細化、特色化」をキーワードとした企業育成策が進められている。第3は、外資政策の活用、第4は、対外貿易の質の向上である。産業チェーン、サプライチェーンの国際的ネットワークの強化が引き続き重視されている。

第2章(苑志佳)は、半導体産業振興政策の成否を正面から取り上げている。産業条件、市場条件、分業条件、市場条件、政策条件の4分野16項目に対してポイントを与え、得点合計で発展の可能性を判定する作業を行っている。同産業の発展条件は高いといえそうだが、弱い要素の中に製造装置や人的資本、支援産業などカギを握る要素が含まれていることが問題である。また、米中摩擦によって、半導体産業の特徴である国際間分業が分断されていることは決定的に不利な条件となっている。

第3章(金堅敏)は、智能製造(AI化製造)の推進政策の現状とロールモデル(事例)を分析し、そこから得られる示唆について検討している。当該分野で中国は、先進諸国並みに進んでいるネット技術、デジタルイノベーションをテコとしてスマート製造に至るプロセスの短縮を企図したことが特徴的である。国際的標準である「グローバルライトハウス」でみても、中国はすでに先進的事例を産み出していることが注目される。

第4章(丸川知雄)は、「大きいが強くない」産業であった自動車産業が、地道な努力と新エネルギー車によって輸出を拡大し、生産台数、輸出台数ともに大きな「強い産業」に育っていく過程を分析している。特徴的なのは、第1に、新興(後発)メーカーの果たした役割が大きかったことである。第2には、政府の産業育成策がこうした趨勢にうまくマッチしたことである。新エネルギー車産業では、車の特性に応じて製造業システムの革新が起きている事実も紹介されている。

第5章(張紅詠)では、今や世界最大規模となった中国の産業用ロボット市場と同産業を分析する。現状では、市場における国内生産比率はまだ低いものの、すでに産業用ロボットを輸入する一方、輸出もする段階に達していることが確認される。産業の現状をみると、国内企業は日本をはじめとする外資系企業に売上高、設備投資、研究開発投資ともにキャッチアップが進んでいる。政府による補助金が急増していることがプラスに働いている。一方、コア技術・部品およびハイエンド製品における突破が達成されておらず、国際先端レベルとはまだ差が残されていることは課題といえよう。

第6章(高口康太)は、データ産業に注目する。同産業は製造業とはいえませんが、データが生産要素として位置づけられるなど、政府の認識は進化している。IT プラットフォーマー企業に代表されるように、この分野では「野蛮な発展」が続いたが、現在は政府の規制が強化され、データの保護・利用環境を改めて整備する段階となっている。また、個人データとは別に産業データを活用する動きが注目されるようになっている。同産業の今後を考える場合、「データの収集、権利者の確定、定価の設定、取引の場」がポイントなる。本章では、全国で実験が始まっているビッグデータ取引市場に一つの可能性を見出して現状を紹介している。

第7章(倉澤治雄)は、基礎研究分野における中国の実力を頭脳循環 = 人材交流という視点から概観したうえで、今後、科学技術覇権の重要な舞台となることが予想される宇宙・原子力開発分野の動向を紹介している。宇宙開発は全方位的に進められており、月・火星探査などで米国と競い合う構図となっている。原子力分野でも中国は急速にプレゼンスを拡大している。国内においては多数の原発を建設し、原子炉の輸出にも力を注いでいる。原発建設では課題も抱えるが、「原発大国」中国の動向は無視できないものとなっている。

第8章(高橋五郎)は、ゲノム編集食品等の研究開発の現状把握と課題の整理を試みている。PCT(特許協力条約)ベースの公開特許件数ではまだ米国に及ばないものの、競い合う関係となっている。本章では、当該分野の研究開発体制の紹介が行われているが、国立系統の研究機関、大学の陣容は印象的である。また、研究・技術特許保護体制について分析している。2020年に行われた「特許法」改正で、いわゆる秘密特許の条項が加わっており、我が国の「経済安保法」が目指すのと同様の体制がすでに整備されている。

第9章(本橋たえ子)は、「製造強国」の重点分野筆頭とされている「次世代情報通信技術」のうち「5Gモバイル通信技術」について、その実装領域であるスマートフォン、ICV(コネクテッドカー)をケースとして、知財保護法制の整備・運用動向を整理、分析している。興味深いのは、標準必須特許(SEP)をめぐる行政処罰・調査事案の調査から、処罰・調査は全て外国企業に対して行われており、そこには国内企業保護の狙いがあったのではないかとしている点である。また、「禁訴令」を巡る中国と外国の司法的対立を指摘し、今後の推移に注目すべきであるとしている。

以上、各章の分析によって、「製造強国」政策の下での中国の産業・技術の実態に関して新たな視角を提供できたと考える。今後は、さらに問題意識を深め、日本の産業・技術政策への具体的示唆を得ることを目指したい。

# Executive Summary

---

This paper is the final report of the Research Study Group "Policies, Key Industries and Science and Technology underlying China's Manufacturing Power Strategy" (Fiscal year 2022). The specific findings from the case studies are summarized in the introduction (Yasuo ONISHI).

Chapter 1 (Yoichi MAIE) discusses the macro-political arrangements related to a "manufacturing power". The first is the area of trade policy. The second is the area of industrial policy. The third is the use of foreign investment policies. The fourth is the improvement of the quality of foreign trade.

Chapter 2 (Zhijia YUAN) addresses the success or failure of the semiconductor industry development policy. The author gives points to 16 items in four areas and uses the total score to determine the development potential of the industry.

Chapter 3 (Jianmin JIN) analyzes the current status of policies to promote intelligent manufacturing (AI-enabled manufacturing) and the role models (case studies) that are being produced, and examines the implications that can be drawn from them.

Chapter 4 (Tomoo MARUKAWA) analyzes the process by which the automobile industry, which had been a "large but not strong" industry, grew into a "strong industry". First, the role played by emerging (latecomer) manufacturers was significant. Second, the government's industrial development measures were well aligned with these trends.

Chapter 5 (Hongyong ZHANG) analyzes the Chinese industrial robot market and its industry. It is confirmed that the country has already reached the stage where it imports industrial robots while also exporting them. The rapid increase in government subsidies is having a positive effect.

Chapter 6 (Kota TAKAGUCHI) focuses on the data industry. Although the industry is not a manufacturing industry, government recognizing data as a factor of production. This chapter introduces the current status of the big data trading market, which has begun to be experimented with nationwide.

Chapter 7 (Haruo KURASAWA) introduces trends in the fields of space and nuclear power development. Space development is being promoted in all directions, and China is competing with the United States. China is also rapidly expanding its presence in the nuclear power field.

Chapter 8 (Goro TAKAHASHI) attempts to understand the current status of research and development of genome-edited food products. Although the number of published patents based on the Patent Cooperation Treaty (PCT) has not yet reached that of the United States, they are in competition with each other.

Chapter 9 (Taeko MOTOHASHI) examines the cases of administrative penalties and investigations concerning standard essential patents (SEPs), and finds that the penalties and investigations were all directed against foreign companies, which may have been aimed at protecting domestic companies. The report also points out the "Prohibited Punishment Order," and suggests that attention should be paid to future developments.

# 目次

エグゼクティブ・サマリー	i
Executive Summary	iii
序章「製造強国」の現状と方向性	1
はじめに	1
1 「製造強国」に向けたマクロレベルの政策配置	1
2 新興産業全体に影響する産業振興策、政策推進	2
3 新興産業の成功例のケーススタディ	4
4 基礎研究分野の動向	6
5 「製造強国」と知財保護法制の整備	7
おわりに——「製造強国」の現在位置	8
1 中国の産業チェーン・サプライチェーンの再構築	9
1.1 はじめに	9
1.2 国家中長期経済社会発展戦略における 産業チェーン・サプライチェーンの位置付け	9
1.3 第14次5カ年計画における製造強国戦略と 産業チェーン・サプライチェーン政策のポイント	10
1.4 通商・産業政策からみた産業チェーン・サプライチェーンの再構築	10
1.5 第20回党大会を踏まえた 産業チェーン・サプライチェーン再構築の今後の方向性	16
1.6 むすびに代えて	17
2 中国の半導体産業政策の成否に関する分析	18

2.1	問題関心	18
2.2	半導体産業発展への中国政府の関与	18
2.3	中国半導体産業の成敗に関する分析	21
2.4	結論	26
	参考資料・文献	27
3	中国における智能製造の実態と方向性	
	～政策展開、ロールモデル(事例)、示唆～	28
3.1	はじめに：問題意識と本稿の狙い	28
3.2	智能製造の政策展開と製造業発展のマクロ的評価	28
3.3	ものづくり向けのデジタルインフラの整備： 産業インターネット (IIoT) 活動計画	31
3.4	世界経済フォーラムが評価した中国企業の 智能製造ロールモデル事例	35
3.5	まとめ・提言：中国ライトハウスからみた特徴と日本企業への示唆	40
	参考資料・文献	41
4	中国自動車産業の”製造強国”化	42
4.1	はじめに	42
4.2	自動車輸出の急増	42
4.3	近年の輸出急増	46
4.4	中国 EV 産業の競争力	48
4.5	自動運転の展開	54

4.6	まとめ	56
	参考資料・文献	57
5	中国のロボット産業における貿易投資、キャッチアップ及び産業政策	58
5.1	問題意識と本稿の目的	58
5.2	産業用ロボットの市場と貿易投資	58
5.3	中国企業のキャッチアップ	62
5.4	ロボット産業の産業政策	65
5.5	終わりに	69
	参考資料・文献	70
6	中国のデータ保護と利活用——「野蛮な発展」からの転換	71
6.1	はじめに：データは石油なのか？	71
6.2	規制に先行したデータ活用	71
6.3	個人情報の「先放後管」、産業データをにらんだデータ要素市場改革	76
	参考資料・文献	80
7	基礎研究分野での頭脳循環と中国の宇宙・原子力開発の動向	81
7.1	米中対立下の頭脳循環	81
7.2	躍進する中国の宇宙開発	88
7.3	原発大国への道	91
7.4	米中対立下の日中科学技術協力	96
	参考資料・文献	97
8	中国のゲノム編集食品等研究・開発の現状と今後の展望	98



8.1	ゲノム編集食品等開発の現状と成果	98
8.2	開発の背景と体制	104
8.3	経済安保とゲノム編集食品	106
8.4	ゲノム編集食品等開発の今後の方向	108
	参考資料・文献	109
9	5G 移動通信技術をめぐる知的財産法制の動き	113
9.1	はじめに	113
9.2	5GSEP 関連産業の動向	113
9.3	SEP をめぐる近年の中国国内の法制の制定・運用動向	117
9.4	おわりに	124
	執筆者一覧・調査企画	125

# 序章 「製造強国」の現状と方向性

## はじめに

中国経済の直面している問題は、引き続き米中摩擦の激化や新型コロナウイルス感染症への対応である。中国は既に発展戦略の調整を行い、「双循環戦略」(2020年)を打ち出している。これは基本的に国内循環と国際循環の関係を再定義しようとする戦略であり、「第14次5カ年計画と2035年までの長期目標要綱」(2021年～以下「14・5」)に盛り込まれるなど国策の柱となっている。

こうした状況を踏まえ、2021年度には「双循環戦略」提起後の産業・科学技術の変化について把握することを旨とした調査研究会を実施した。まず、国内循環については、産業・科学技術にかかわるマクロ政策の変化、デジタル産業・技術の急発展と技術の社会実装の実態、などを分析した。次に、国際循環については、国際知財戦略のありかた、中国経済・企業の対外展開が世界に与えつつある影響について考察を試みた。

調査研究会における報告、議論を通じて明らかとなったのは、「14・5」において明示された産業政策・科学技術政策の方針に基づいて、多くの産業分野、技術分野、基礎研究分野において具体的な施策が開始されており、その柱は「製造強国」の実現に置かれていることであった。

そこで2022年度には、「製造強国」に関連する産業・技術分野を中心にケーススタディを行い、2021年度調査研究会で得た知見をさらに深掘りし、個別分野の今後についてより具体的な予測を試みることを目指した。以下では、こうした問題意識に基づき編纂した本報告書の構成に従い記述を進める。ケーススタディから今後の示唆を得ることを主目的として、各章の問題意識を汲み取ることを重視し、最後に得られた知見から共通点を抽出・要約することで全体の序章としたい。

## 1 「製造強国」に向けたマクロレベルの政策配置

調査研究会の第1の問題意識は、全体の議論の前提として「製造強国」実現を指向したマクロレベルの政策配置を確認することである。

第1章(真家陽一)では、「産業チェーン・サプライチェーンの最適化・安定化」を中心に政策配置を論じている。眼目は「より安全で信頼できる産業チェーン、サプライチェーンの形成」、すなわち経済安全保障の重視にあり、この達成のための政策の重点を4つ挙げている。

第1は、通商政策の分野である。中国は、「攻めの観点」から自由貿易協定(FTA)の拡大に依拠したハイレベルの対外開放を進めている。また「守りの観点」から、米国の輸出・投資規制への対抗措置として米国と似た経済安全保障法制を急ピッチで整備している、と分析される。そのうえで、国内においては、産業チェーン・サプライチェーンの多元化、高速鉄道・電力設備・新エネルギー等の分野の産業チェーンの競争力強化、産業チェーンの地域配置の最適化、等のより具体的な政策努力が進められている。

第2は、産業政策の分野であり、優良な製造業企業の育成・発展を重視した政策がとられている。ここでは、中小企業の「専門化・精細化・特色化」を進めて「1万社の小さな巨人企業」や「1千社の分野別チャンピオン企業」、「パイロット企業」を育成するというプロセスが想定されている。従来型の手法といえるが、中小企業の重要性に着目している点は新しい。この「小さな巨人企業」はすでに4,762社(2021年11月、国務院新聞弁公室ブリーフィングでの発言)育成されたとされ、成果を上げ始めている。

第3は、外資政策の活用である。「14・5」期間の「商務発展計画」が公表されているが、その中では、外

資企業誘致について、重点産業チェーン・サプライチェーン分野を中心に各チェーンを近代化することが強調されている。

第4は、対外貿易の質を高めることである。食糧・エネルギー・資源の安全保障を確保すること、加工貿易分野の外資系企業を中西部・東北地域に移転させること、対外貿易において一つの産業チェーンに属する企業群のクラスターを形成すること、などが追求されることになる。

産業チェーン・サプライチェーンが国際的に結びついていることを鑑みると、貿易・投資分野の重視は当然の方針といえる。中国共産党第20回全国代表大会(2022年10月)の政治報告においても、産業チェーン・サプライチェーンの安全保障を重視する記述があり、同大会後の政策措置をみても、上記した方針は堅持されていることが確認できる。

## 2 新興産業全体に影響する産業振興策、政策推進

調査研究会の第2の問題意識は、「製造強国」政策の実施状況や効果をみるために、その核と目される新興産業の育成政策と発展の現状についてケーススタディを行うことである。

ケーススタディの分野選択は試行錯誤であったが、第1に注目したのは、産業全体に影響を与える分野である。具体的には、キーコンポーネント(「産業のコメ」となっている半導体産業の振興と製造業近代化のモデルを示そうとする智能製造(AI化製造)の推進を取り上げた。

### 2.1 半導体産業振興策

前者を扱う第2章(苑志佳)は、半導体産業振興政策の成否を正面から取り上げている。中国政府の半導体産業への政策関与は古く、早くも1980年代には同産業を「支柱産業」と位置づけ、今日に至るまで様々な手段を通じてその育成を図ってきた。それは、①公企業の設立、②公的ファンドによる支援、③税の減免、④国家プロジェクトの実施、⑤公的資本の参与、⑥金融面での優遇、など広範囲である。2020年代においても④以外は継続されている。

そもそも政府のこうした期待と支援は有意義であろうか。第2章はこの問いに、中国において半導体産業が発展する条件を軸に整理することで答えようと試みている。条件は、「産業条件」、「市場条件」、「分業条件」、「政策条件」の4つであるが、それぞれを構成する要素が4つあり、計16要素に対する評価・分析を行うという手法である。

- ①「産業条件」を構成するのは、資金、人的資本、製造装置、支援産業
- ②「市場条件」を構成するのは、市場需要、産業組織、市場供給、市場参入環境
- ③「分業条件」を構成するのは、知的財産、設計、製造、管理ノウハウ
- ④「政策条件」を構成するのは、産業関連法規、政府介入、民間企業へのサポート、技術開発支援

であり、評価基準は、「強い」「比較的強い」「中間」「比較的弱い」「弱い」の5ランクとして各ランクにポイント(5~1ポイント)が与えられる。

得られた結論は、従来から述べられてきたことと整合する点が多い。たとえば、高ポイントを得た「強い要素」は上記①の資金、②の市場需要、④の産業関連法規、政府介入、技術開発支援、の5要素である。ただ、④の3要素は、技術開発上の突破に結び付いていない現状がある。「比較的強い要素」は、②の産業組織、市場参入環境、④の民間企業へのサポート、の3要素である。

低ポイントとなった「弱い要素」「比較的弱い要素」は、①の製造装置、人的資本、支援産業、③の知的財産、

管理ノウハウの5要素である。

16要素のうち「強い」「比較的強い」が8つ、「弱い」「比較的弱い」が5つ、その他の「中間」が3つ、と強い要素が半数強なので、半導体産業の発展条件は高いといえそうであるが、弱い要素の中に製造装置や人的資本、支援産業などカギを握る要素が含まれていることが問題である、と苑は指摘している。なによりも米中摩擦によって、半導体産業の特徴である国際間分業が分断されていることは決定的に不利な条件となっている。

## 2.2 智能製造推進政策

後者を扱う第3章(金堅敏)は、智能製造(スマート製造)の推進政策の現状と、産み出されつつあるロールモデル(事例)を分析し、そこから得られる示唆について検討している。

当該分野において後発の中国は、先進諸国が長い時間をかけて実現してきた「生産基盤の近代化、生産システムの自動化、情報化を基礎としたスマート製造」というプロセスを同時に進めてキャッチアップするため、先進諸国とは異なる方法論を追求した。先進諸国並みに進んでいるネット技術、デジタルイノベーションをテコとしてスマート製造に至るプロセスを短縮しようとしたのである。

「中国製造2025」(2015年)を受けて2016年に公表された政策文書「製造業とインターネットとの融合発展の進化」にはこうした発想が示されている。そして、金が指摘するように、同年末に公表された「智能製造発展計画(2016～2020年)」においては、2020年までに智能(スマート)製造の基盤(ハードインフラ、ソフト、基準等)を整備し、2025年までにさらにサポート体制を確立して重点産業を智能製造の初期段階にのせる、という目標を示したうえで、具体的な目標指標を設定した。同計画については第2期として「“十四五”智能製造発展計画(2021～2025年)」が制定され、さらに詳細なガイドラインが公表されているが、金が目指したのは、政策実施によって産み出されたモデルプロジェクト、モデル企業の実態分析である。モデル企業群の嚆矢は工業情報化省が2015～18年に選定した305社で、生産効率、エネルギー効率、運営コスト、製品開発期間の短縮、製品不良率低減、などの効果を上げたとされている。

これを受けて2021年には、12,000社以上(1月)、20,000社以上(12月)の製造業企業に対して「智能製造診断評価公共サービスプラットフォーム」を使った自主診断・評価を行わせている。評価レベルは5段階に分かれているが、12月分の結果をみると、智能製造を計画している(レベル1および1以下)と個別業務にのみ適用している(レベル2)企業が合計して84%と、智能化は緒に就いたばかりであるという現実が確認できる。また、判定基準の詳細が不明なため、国際比較ができないという問題がある。

そこで金は、当該問題に2010年代から取り組んでいる世界経済フォーラム(WEF)が選定した「グローバルライトハウス」132社のうち中国企業(オーナーが中国)14社の事例研究を行った。そのうち、EV用電池メーカーのCATL(寧徳時代)、消費者と製造拠点を直接つなげたオンデマンド生産(C2M)モデルを目指しているAlibabaのXUNXI方式による工場のケースが詳しく紹介されている。

注目すべきは、全体としての智能製造化レベルは始まったばかりながら、すでにライトハウスが14社もあり(日本は2社)、上記したような先進的レベルを達成した事例が出ていることであろう。本章の分析は、DX(デジタルトランスフォーメーション)の展開やモデル創出を考えるうえで、日本にも示唆するところが大きい。

### 3 新興産業の成功例のケーススタディ

調査研究会の第3の問題意識は、新興産業の成功例をケーススタディとして、その実態を解明することである。成功要因の分析は、「製造強国」の行方を占うことにつながる。報告書では、自動車、産業用ロボット、デジタルデータ産業、についてその実態の深掘りを試みている。

#### 3.1 「製造強国」の先駆けとしての自動車産業

第4章(丸川知雄)で取り上げる自動車産業は、世界的にみると「大きいが強くない」産業の典型例であった。それは、生産台数が2,608万台(2021年)と世界一でありながら、輸出台数が100万台前後で徘徊していた(2012～20年)ことに象徴される。その強化は、産業政策の悲願の一つであったといえる。

それが、2021年に214万台と急増し、22年には300万台を超えた。こうした経緯をたどった背景は興味深い。2000年代における輸出を担ったのは、新興(後発)メーカーの奇瑞や吉利、長城などであり、彼らは国内市場に食い込むのが難しかったことから海外市場開拓に大きな努力を払った。目標とした市場は、自動車産業先進国以外のニッチな諸国であった。浮き沈みはあるものの輸出台数は次第に増加し、上記したように2021年にブレークスルーを果たす。基本的には、品質の向上と輸出先国多様化の努力が実を結んだといえ、自動車産業の「製造強国」化を牽引したのは、新興メーカーであると丸川は述べる。

加えて注目すべきは、EV(純電動車 BEV、プラグインハイブリッド車 PHEV、燃料電池車 FCV の合計。中国では「新エネルギー車」と呼ぶ)の貢献である。2021年には58.8万台と全輸出の27%を占めた。すでに中国のEV生産台数は333万台(2021年)と世界全体の51%を占めている。そのうえで輸出台数も多いのであるから、EV産業も「製造強国」の牽引者である。

興味深いのは、中国のEV産業の強みが形成された背景要因である。丸川のみるところ第1の要因は、国内市場規模が一定程度に達していることである。自動車メーカーの採算ラインは年産10万台とされており、現状なら35社の存在が可能となる。

第2の要因は、この市場を巡って多数のメーカーが競争を繰り広げていることである。リーディングカンパニーであるテスラをはじめVW、BMW、メルセデス、ボルボ、アウディなどの外資系に伍してBYD、上汽GM五菱、上海汽車など国産メーカー、さらには複数のベンチャー系企業が存在し、多様なモデル・価格帯のEVを提供している。

第3の要因は、政府のEV産業育成策である。EV購入に対する補助金支給のほか、EV用電池メーカーにおける国産メーカーの保護育成策が取られた。このうち後者は、所期の目的を達したとして廃止されている。

第4の要因は、EVの基幹部品における激しい競争である。ここでは、電池をめぐる競争において国産メーカーが外資系メーカーを抜き去り、大きなシェアを獲得した要因として、その販売戦略を挙げている。

丸川が指摘するように、EV産業においては、従来の自動車生産システムとは異なる枠組みが見え始めていることに注目しておく必要があるだろう。EVの特性によるところが大きいだが、そこでは、キーコンポーネントのサプライヤーを競合させることが普通となり、また、EVの生産自体をスマホのように委託生産方式で展開することが可能となっており、それに対応したメーカーが出現し始めている。注目しておくべき動向といえよう。

## 3.2 ロボット産業の可能性

第5章(張紅詠)では、今や世界最大規模となった中国の産業用ロボット市場と同産業に注目する。張は、まず同市場の構造を確認している。中国は産業用ロボットを輸入する一方、輸出もする段階に達している。2021年の輸入11.4万台(輸入額15.35億ドル)に対し、輸出は5.5万台(同3.4億ドル)に達しており、前章でみた自動車産業と同様、「製造強国」への一步を歩み始めているといえる。

次いで、「製造強国」の可能性を探る問題意識から、中国の国産メーカーや政府による育成策の現状を多くのデータから確認し、さらにそこから得られる外資系メーカーへの示唆、について検討している。

分析から得られた第1の知見は、産業用ロボット市場が急速に拡大する中で国内生産比率がまだ低いことである。ロボットの導入は、上記した輸入と外資系企業の現地生産に大きく依存している。これには、外資系企業の現地生産重視の姿勢が与かっている。

第2は、中国企業の売上高・設備投資、研究開発(R&D)投資が増加して在中国日系企業にキャッチアップしていることである。他方、その売上高・利益率、労働生産性は特に国有企業において低く、日系の約3割に過ぎない。張が用いているのは、2018年時点でロボット生産台数2,000台以上の日本・中国のメーカー6社の財務諸表データであり、ここからは、企業の具体的イメージを得ることができる。

第3は、近年、政府による中国企業への補助金が急増していることである。その形態は、研究開発補助金から増値税(中国式付加価値税)還付まで様々である。そして、張のみるところ、補助金は中国企業のロボットの開発・生産に一定の効果があると考えられる。

中国政府が掲げている産業政策目標の達成度をみると、まず、2020年の生産台数は21.2万台で目標の倍以上、従業員1万人あたりのロボット導入比率も187台と目標の150台を超過達成している。2025年時点における目標についても達成見込みである。ただし、自主ブランド・国産コア部品の国内市場シェアなどの目標については2020年当時未達成であり、2025年目標に先延ばししても達成が難しいことから、「コア技術・部品およびハイエンドな製品における突破」、「完成品の指標・コア部品の性能を国際先端レベルに引き上げる」という質的な目標に変更されている。これらの点が、すなわちロボット産業の発展におけるネックであることが示されているといえよう。

## 3.3 成長環境整備が続くデジタルデータ産業

第6章(高口康太)は、製造業そのものではないが、「生産要素」と位置付けられたデータを扱う産業の発展プロセスを回顧している。データを用いたビジネスモデルは民営企業が創出してきた。それを代表するのがアリババやテンセント等のITプラットフォーム企業である。彼らは、ECプラットフォームやSNSアプリを提供することで蓄積した顧客データを用いて、それまでなかった金融サービスや信用情報の提供を行うという革新を起こしてきた。そして、この分野に法規制が無かったことが、急速な発展を可能とした側面がある。

今やそうした「野蛮な発展段階」は一服し、政府の規制が強化され、データの保護・利用環境を改めて整備する段階となっている。また、上記したような個人データとは別に産業データを活用する動きが目立っているようにもなっている。

前者については、個人情報を中心にその保護法制の整備が進展している。中国はEUのGDPR(一般データ保護規則)を参考としており、厳しい罰則規定を伴う法が施行されたことから、法遵守への圧力が高まるとみられる。

後者については、物流における共通データベース構築によって、これまでにないソリューションの提供が

可能となっている例がある。また、工業インターネットの分野では、ビッグデータや AI の活用によって製造業をグレードアップする動きが具体化している。その動向については第 3 章でも紹介されているが、最も先端的な部分では、消費者のニーズをいち早く分析して生産事業者に伝える C2M(カスタマー to マニファクチュア)という仕組みが提供されている。

なお、当該分野の今後を考える場合には、「21 世紀の石油」と目されるに至ったデータをどのように流通させるかという問題がある。政府はデータを「生産要素」に位置付けているが、データを生産要素とするためには、「データの収集、権利者の確定、定価の設定、取引の場」がポイントであり、その方法論はまだ見えていない。本章では、全国で実験が始まっているビッグデータ取引市場に一つの可能性を見出して現状を紹介している。

## 4 基礎研究分野の動向

調査研究会の第 4 の問題意識は、「製造強国」の礎ともなる基礎研究分野の動向をみることである。基礎研究といってもあまりに範囲が広いため、「14・5」において重視されている分野から、その産業化が始まっている分野を選択して現状の把握を試みることにした。

### 4.1 宇宙・原子力開発の動向

第 7 章(倉澤治雄)では、まず、基礎研究分野における中国の実力を頭脳循環 = 人材交流という視点から概観したうえで、今後、科学技術覇権の重要な舞台となることが予想される宇宙・原子力開発分野の動向を紹介している。

中国は 2020 年現在で 165 万人の海外留学生を送り出しており、最大の留学先は米国であるが、近年、留学先に米国を選ぶ学生は減少している。減少の契機となったのは、米国トランプ政権による中国人留学生・研究者へのビザ発給制限である。こうした措置には米国内からも反対の動きがあったが、2020 年 1 月にハーバード大学のリーバー教授が、中国の「千人計画」(海外研究者招聘などを内容とする計画)への関与を隠ぺいしたとして FBI に逮捕されたことで、米中間の頭脳交流は大きく阻害されるに至った。制限の動きはバイデン政権になって緩和される動きもみられるが、それによって中国人留学生が増加に転じることができるのかは不透明である。

注意を要するのは、こうした制限措置が必ずしも米国の優位につながるとは言えない点である。米国において産み出されている研究成果において、中国人研究者が共同研究者や共著者として重要な貢献をなしている例が多いことは、こうした推測を強化するものである。米中摩擦は地政学的な変化からきているが、その行方は予断を許さない。

以上のような危惧を示した上で、第 7 章は、中国の宇宙開発と原子力開発両分野の動向を紹介している。まず、宇宙開発における中国の躍進は目覚ましい。開発は、月や火星に衛星を送る事業、宇宙ステーション事業、衛星測位システム構築、など全方位的に進められている。当該分野における米中両国の優位性について、中国は共産党による迅速な意思決定や豊富な資金力、人材投入、米国は有力な民間ベンチャーの存在、幅広い国際協力、であると分析されている。

次に、原子力開発分野においても中国は急速にプレゼンスを拡大している。技術面では、多様化と国産化をキーワードとして最新型原子炉を開発している。発展計画をみると、国内においては多数の原発を建設し、原子炉の輸出にも力を注いでいる。原発建設については、内陸部における立地条件の悪さや住民による反対運動への対応などの課題も抱えているが、「原発大国」中国の動向は無視できないものとなっている。

## 4.2 ゲノム編集食品等の研究開発

第8章(高橋五郎)は、ゲノム編集食品等の研究開発の現状把握と課題の整理を試みている。中国では2022年に「農業用ゲノム編集植物安全評価指南」が発出されたこともあって、研究開発に弾みがついてきている状況にある。

第8章では、まず、研究開発組織の具体的事例として中国科学院傘下と農業科学院傘下の2つの研究所を取り上げて、その人員、組織体制、予算、主要な研究成果例を説明しており、実際の研究のイメージをつかむことができる。人員と予算の手厚い配分が目玉を引く。

続いて、当該分野をマクロ的に概観する材料として、(1)PCT(特許協力条約)ベースにおける公開特許件数の米国と中国の比較、(2)中国の国家的研究開発体制の紹介、が行われている。(1)からは、米国に比べて中国はまだ件数面(生命科学分野で29,954件対6,689件、食品化学分野で5,138件対1,606件)で及ばないものの、世界的にみると競い合う関係に達していることがわかる。(2)においては、上記した中国科学院系統と農業科学院系統に分かれた研究機関、大学のリストが示されている。国立の研究体制だけでこれだけの陣容を擁していることは印象的である。

さらに第8章は、当該分野における経済安全保障体制について説明しており、他の章では言及されなかった研究・技術特許保護の体制について知ることができる。基本的な法規は「特許法」(1984年施行)である。2020年の同法改正では、「中国で完成した発明または実用新案について外国で特許を出願する組織または個人は、国务院の特許行政部門に報告し、秘密保持審査を受けなければならない」とされており、我が国の「経済安保法」と同様の規定がすでに存在することが確認できる。

## 5 「製造強国」と知財保護法制の整備

調査研究会の第5の問題意識は、上記した各章で分析してきた産業・技術分野に関わる法制度整備の現状とそこで課題とされている事項を把握することである。

第9章(本橋たえ子)では、「製造強国」の重点分野筆頭に挙げられている「次世代情報通信技術」のうち「5Gモバイル通信技術」について、その実装領域であるスマートフォン、ICV(コネクテッドカー)をケースとして、知財保護法制の整備・運用動向を整理、分析している。

第1に分析されるのは、5Gモバイル通信関連の標準必須特許(SEP)を巡る動向である。このうち、まずスマートフォンに実装される5GにおけるSEPについては、米中摩擦で米国の標的となったファーウェイが2020年のスマートフォン出荷台数第3位から第5位以下に転落した。同社は、その後、スマートフォン分野における重点をロイヤルティ収益に移している。こうした対応はエリクソン、ノキアと共通しているが、ファーウェイはこの2社がSEP権利者として各国で提訴しているのとは異なり、訴訟は起こしていない。

次に、ICVに実装される移動通信SEPについては、欧州で権利者側が自動車メーカーに訴訟を起こす例が多かったことから、中国では「自動車標準必須特許ライセンスガイドライン(2022年版)」を公表し、ライセンス供与の仕方について指針を示している。ファーウェイは、同SEPに関して、国内ではコンポーネント・レベルでの実施者を目指し、国外では自動車メーカーに対し積極的にライセンス供与を行っている。

第2に分析されるのは、上記したようなSEPをめぐる動向に対応した法制定・運用の動向である。ここでは、SEPに関連する主な法律、ガイドラインは、ほぼ独占禁止法(独禁法)を根拠法としていること、その狙いはSEPの行使に一定の歯止めをかけようとするにあると指摘されている。これは、独禁法改正がそもそもアリババ、テンセント等の市場支配的地位の濫用に規制をかけようとする意図から始められたことと関



係している。

ただし、もともと中国政府は、「知財大国から知財強国へ」の転換をスローガンとして、知財保護 (SEP と言えば権利者保護) の強化を標榜していた。これは、上記した SEP における実施者保護の動きと矛盾しているように見える。本橋は、SEP をめぐる行政処罰・調査事案を調査して、処罰・調査は全て外国企業に対して行われてきた事実を発見し、そこに国内企業保護の狙いがあったのではないかと推測している。

また、第9章は、SEP 訴訟において注目される「禁訴令」の動向についても分析している。2021 年度研究会報告で本橋が分析したように、「禁訴令」には、外国企業が海外で訴訟を起こすことで中国国内の司法手続きに対抗しようとする動きを封殺しようとする意図があった。これを受けて、2022 年 2 月に欧州委員会は中国の「禁訴令」を WTO に提訴、同 3 月に米国でも外国で出された「禁訴令」の執行を制限するための法案を提出している。中国がさらにどのような対応をとるのか、SEP の今後を占う重要な要因として注目していく必要があるであろう。

## おわりに——「製造強国」の現在位置

以上で調査研究会活動の問題意識と分析の概要を紹介したが、そこから得られた「製造強国」の現状に関する暫定的結論は、以下の通りである。

第1に智能 (スマート) 製造の普及や、自動車産業、産業用ロボット産業、デジタルデータ産業では、「製造強国」に向けた政策の一定の効果が認められることである。これらの分野では、産業のレベルが向上し、輸出が拡大したほか、新しいビジネスモデルの登場を促すための環境整備が進められている。これら分野の成功要因で共通しているのは、民営企業が産業を担う主体として成長していること、そこに政府による支援策がマッチして発展を加速したことであろう。

しかし、第2に政策効果が十分でない分野もある。特に「産業のコメ」とも目される半導体産業は、政府による強力な支援にもかかわらず、技術的ブレークスルーが達成できておらず、米中摩擦の影響で先端半導体が調達できないなかで、今後の発展に暗雲が漂っている。政策効果がはかばかしくない要因としては、産業の特性から、広範な国際的分業システムが効率的であること、技術的ブレークスルーは国際的な交流によってはじめて確保できること、を挙げることができる。米中摩擦に代表される現在の状況は、これに反している。

第3に、「製造強国」の基礎となる研究分野への投資は手厚く実施されている。しかし、研究のイノベーションを達成するためのもう一つの必須条件といえる国際交流において、米中摩擦等の先進国との摩擦の悪影響が無視できなくなっている。上記した半導体産業はその一例であるが、米国や欧州諸国との頭脳交流を制限されつつある基礎研究分野においても同様の懸念が存在する。

第4に、イノベーションを支える法制整備の動向把握が必要なことである。知的財産権分野における法制・行政措置はその好例であり、中国企業および外国企業にとってもその動向がビジネスを左右する。当面は、国内関係・対外関係双方において、標準必須特許の扱いや禁訴令の動向を把握しておくことが重要である。今後さらには、日本の経済安全保障法の実施如何とその影響についても研究が求められることになるであろう。

そして、第5に、引き続き、各分野の今後の発展方向を具体的に展望する研究が求められていることである。各章が紹介しているように「14・5」の規定に対応して個別分野レベルの振興政策が次々と公表されており、展望研究においては、その内容が手掛かりとなることであろう。

「製造強国」を打ち出した「14・5」が開始されて2年が経過した。各章の分析が示す通り、産業・技術の発展においてみるべき成果が上がりつつある一方、発展を阻害する要因もまた明らかになってきている。得られた知見を踏まえつつその今後を注視していく必要があるであろう。

# 1 中国の産業チェーン・サプライチェーンの再構築

## 1.1 はじめに

米国と中国の対立が激化する中、米バイデン政権は中国を唯一の競争相手と捉え、半導体を中心にハイテク分野における対中輸出・投資規制を強化している。これに対して中国は、デカップリング(分断)リスクに備えるべく、産業チェーン・サプライチェーンの再構築を図るとともに、技術の国産化を推進し、対米依存を抑制していく姿勢を示している。2022年10月に開催された中国共産党第20回党大会において、習近平総書記(国家主席)の続投が決定したが、3期目の習近平政権も対抗措置としてさまざまな手を打つてくることが予想される。

こうした状況を踏まえ、本稿はまず、2020年4月に開催された中央財經委員会第7回会議における習近平総書記(国家主席)の講話から、中国の産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた基本方針を確認する。次に、2021年3月に開催された「第13期全国人民代表大会第4回会議」(全人代)で採択された「第14次5カ年計画および2035年までの長期目標要綱」における産業チェーン・サプライチェーン政策のポイントを整理する。また、第14次5カ年計画を踏まえて打ち出された産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた政策措置を通商政策と産業政策に分けて検証する。その上で、第20回党大会における報告や党大会後に公表された政策措置についても考察することで、中国の産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた方向性を考察することを目的とする。

## 1.2 国家中長期経済社会発展戦略における 産業チェーン・サプライチェーンの位置付け

はじめに、中国の産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた基本方針を確認する。習近平総書記(国家主席)は2020年4月に開催された中央財經委員会第7回会議における講話「国家中長期経済社会発展戦略における若干の重大問題」において、「産業チェーン・サプライチェーンの最適化・安定化」を重大問題の一つと掲げ、「新しい産業チェーンの再構築に努力し、科学技術イノベーションと輸入代替を全面的に強化すべきであり、これは供給側の構造改革を深化させる重点であり、質の高い発展を実現するカギでもある」と指摘した<sup>1</sup>。

米中対立で改めて明らかになったことは、グローバルサプライチェーンの中で、中国は大量生産が可能な産業基盤という強みを保持する一方、半導体等の先端部品やコア技術を国外に依存するという弱みを抱えていることである。こうした現状を踏まえ、講話は長所を伸ばすべく「優位産業が世界をリードする地位を強化・向上させ、『切り札』技術を鍛え、高速鉄道、電力設備、新エネルギー、通信設備などの分野における全産業チェーンの優位性を持続的に増強し、産業の質を向上させ、国際産業チェーンの中国に対する依存関係を強化し、外国側の人為的な供給遮断に対して強力な対抗・抑止能力を形成する」と強調している。

他方、講話は弱点を補完すべく、「国家安全保障に関係する分野において、自主制御可能で、安全かつ信頼できる国内生産供給体系を構築し、肝心な時に自己循環可能で、極端な状況下でも経済の正常な運営を確保する」という方向性を示している。

<sup>1</sup> 共産党機関誌「求是」第21号(2020年11月1日)([http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c\\_1126680390.htm](http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c_1126680390.htm))

### 1.3 第14次5カ年計画における製造強国戦略と産業チェーン・サプライチェーン政策のポイント

次に、2021年3月に開催された「第13期全国人民代表大会第4回会議」(全人代)で採択された「第14次5カ年計画および2035年までの長期目標要綱」における産業チェーン・サプライチェーン政策のポイントを整理する。

「第14次5カ年計画および2035年までの長期目標要綱」には、習近平総書記(国家主席)の講話を踏まえた政策措置が打ち出されている<sup>2</sup>。産業チェーン・サプライチェーンの再構築に関わる政策については、製造強国戦略の一環として、第2節「産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルの向上」に記載されている。具体的な措置としては、弱点の補完と長所の鍛造により、業界別にサプライチェーンの戦略設計と正確な施策を行うことや、製造業のチェーン補強・強化を通じて、産業チェーン・サプライチェーンの多元化を推進すること、中小企業の専門化の優位性向上を推進し、専精特新<sup>3</sup>の「小さな巨人」企業と製造業の分野別チャンピオン企業を育成することなどが示されている(表1-1)。

表1-1 産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルの向上に向けた措置

①	経済性と安全性の結合を堅持し、弱点を補完し、長所を鍛造し、業界別にサプライチェーンの戦略設計と正確な施策を行い、より強いイノベーション力、より高い付加価値、より安全で信頼できる産業チェーン・サプライチェーンを形成。
②	製造業のチェーン補強・強化を推進し、資源、技術、設備の支援を強化し、国際産業安全協力を強化し、産業チェーン・サプライチェーンの多元化を推進。
③	産業規模の優位性、付帯の優位性、一部分野の先発の優位性に立脚し、高速鉄道、電力設備、新エネルギー、船舶等の分野の全産業チェーンの競争力を強化・向上させ、未来の産業変革の方向に合致する完成機製品から戦略的全局的産業チェーンを構築。
④	地域産業チェーンの配置を最適化し、産業チェーンの重要な部分が国内に留まるよう導き、中西部と東北地区の産業移転引受能力の建設を強化。
⑤	応急製品生産能力備蓄プロジェクトを実施し、地域性応急物資生産保障基地を建設。
⑥	パイロット企業育成プロジェクトを実施し、エコシステム主導力とコア競争力を持つ一群のリーディングカンパニーを育成。
⑦	中小企業の専門化の優位性向上を推進し、専精特新の「小さな巨人」企業と製造業の分野別チャンピオン企業を育成。
⑧	技術経済安全評価を強化し、産業競争力調査と評価プロジェクトを実施。

出典：「第14次5カ年計画および2035年までの長期目標要綱」(2021年3月)を基に作成

### 1.4 通商・産業政策からみた産業チェーン・サプライチェーンの再構築

ここでは、第14次5カ年計画を踏まえて打ち出された産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた政策措置を通商政策と産業政策に分けて検証する。

<sup>2</sup> 要綱の全文は中華人民共和国中央人民政府のウェブサイト ([http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm)) で閲覧可能。

<sup>3</sup> 「専精特新」とは専門化、精細化、特色化、斬新化を指す。

## 1.4.1 通商政策からみた産業チェーン・サプライチェーンの再構築

### (1) 攻めの観点からの通商政策

攻めの観点から、産業チェーン・サプライチェーンを維持するために必要とされたのが、自由貿易協定(FTA)によるハイレベルな対外開放の推進である。この一環として、中国は2020年11月15日に「地域的な包括的経済連携(RCEP)協定」に署名をし、2022年1月1日より日本、ブルネイ、カンボジア、ラオス、シンガポール、タイ、ベトナム、オーストラリア、中国、ニュージーランドの10カ国で発効された。RCEPの発効後、商務部など6部門は1月26日、「RCEPの質の高い実施に関する指導意見」を公布した<sup>4</sup>。指導意見は①協定の市場開放の承諾とルール of 適切な利用による貿易・投資の質の高い発展の推進、②製造業の高度化の促進による産業競争力の向上、③国際標準の協力と転換の推進による産業発展に対する標準の促進作用の向上、④金融支援および関連政策体系の整備、⑤地域の実情に合わせたRCEPルールの適切な利用によるビジネス環境の向上、⑥企業向け関連サービスの継続的な実施の6点を重点任務として打ち出した。

RCEPに加えて、中国は現在、日中韓、スリランカ、環太平洋パートナーシップに関する包括的および先進的な協定(CPTPP)などのFTA交渉を推進している。このうち、CPTPPに関して、習近平総書記(国家主席)は2020年11月20日、アジア太平洋経済協力会議(APEC)非公式首脳会議における講演で、「加盟を積極的に考える」と表明した。商務部は2021年9月16日、正式にCPTPP加盟申請を行ったと発表した。中国にとってCPTPPは、RCEPと比較して関税自由化の水準が高く、貿易・投資ルールも厳格であることから、加盟のハードルはかなり高いとみられている。商務部の高峰報道官は2022年2月17日の定例記者会見において、「中国はCPTPP協定の内容を十分かつ全面的に深く研究・評価した。改革を通じ、CPTPPの規則・基準を全面的にクリアするよう努力する」と答えている<sup>5</sup>。

### (2) 守りの観点からの通商政策

守りの観点では、米国等が技術的な優位性を維持すべく、輸出・投資規制の強化に動く中、中国は対抗措置として関連の法整備を急ピッチで進めている。2020年9月19日には「信頼できないエンティティ(事業体)リスト規定」を公布した<sup>6</sup>。正常な市場取引の原則に違反して、中国の企業等との取引を中断、または差別的な措置を取り、深刻な損害を与えた外国の企業等をリストに登録し、貿易・投資を禁止・制限するとしている。米国が安全保障上の懸念がある企業等を登録する「エンティティリスト」の中国版とされる。

また、12月1日には「輸出管理法」を施行した<sup>7</sup>。軍用品やデュアルユース(軍民両用)品目等、対象となる「管理品目」を定めるとともに、国家の安全保障や利益に危害を及ぼす可能性のある輸入者およびエンドユーザーを「規制リスト」に登録し、管理品目の取引を禁止・制限する。米国政府が従来の輸出規制ではカバーしきれない「新興・基盤技術」のうち、米国の安全保障にとって必要な技術を対象とした「輸出管理改革法」を成立させたことに対する対抗措置とみられる。

2021年に入り、1月9日には「外国法・措置の不当な域外適用を阻止する弁法」を施行した<sup>8</sup>。米国の輸出管理規則が管轄権の及ばない他国・地域の取引にも域外適用されていることを背景に、必要な対抗措置を講じることを規定した。また、1月18日には「外商投資安全審査弁法」を施行、国家の安全保障に関わる外

<sup>4</sup> 商務部ウェブサイト (<http://gjs.mofcom.gov.cn/article/dongtai/202201/20220103239468.shtml>)

<sup>5</sup> 商務部ウェブサイト (<http://www.mofcom.gov.cn/xwfbh/20220217.shtml>)

<sup>6</sup> 商務部ウェブサイト (<http://www.mofcom.gov.cn/article/b/fwzl/202009/20200903002593.shtml>)

<sup>7</sup> 中華人民共和国全国人民代表大会ウェブサイト (<http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202010/cf4e0455f6424a38b5aecf8001712c43.shtml>)

<sup>8</sup> 商務部ウェブサイト (<http://www.mofcom.gov.cn/article/b/c/202101/20210103029710.shtml>)

国企業の投資を実施前に中国当局に申告することを義務付けた<sup>9</sup>。米国の「外国投資リスク審査現代化法」に倣って、対中投資審査を厳格化した措置となっている。さらに、6月10日には、外国からの制裁に対する中国の対抗措置を定めた「反外国制裁法」を施行した<sup>10</sup>。同法では「外国が国際法および国際関係の基本原則に違反して中国公民および組織に対して差別的な制限措置を講じ、中国の内政に干渉する場合、中国は相応の対抗措置を取る権利を有すること」などが定められている。

### (3) 「第14次5カ年計画」における通商政策

#### ① 「『第14次5カ年計画』 商務発展計画」

商務部は2021年7月8日、「『第14次5カ年計画』 商務発展計画」を公表し、2025年までの商務政策に関わる基本方針を打ち出した<sup>11</sup>。計画では主要指標として、対外貿易では貨物貿易を年平均2%増加させ、2025年までに5兆1,000億ドルに拡大させることや、新業態貿易の比率を10%に向上させることなどが謳われている。また、外資導入では外商直接投資を2021～2025年の5年間に累計7,000億ドル増やし、ハイテク産業における外資導入比率を30%に引き上げ、自由貿易試験区・自由貿易港における外資導入比率を19%前後に向上させることを目指している。

さらに、対外投資協力では、対外直接投資を2021～2025年の5年間に累計5,500億ドル、対外請負工事売上高を累計7,000億ドルにそれぞれ増加させ、利益水準を維持している海外企業の比率を70%前後に維持することを目標として掲げている。この他、グローバル経済ガバナンスでは、自由貿易パートナーとの貨物貿易比率を36%前後に高める方針を示している。

#### ② 「第14次5カ年計画」 外資利用発展計画

商務部は「『第14次5カ年計画』 商務発展計画」における外資利用分野での発展計画として、2021年10月22日に「『第14次5カ年計画』 外資利用発展計画」を公表した<sup>12</sup>。計画では、中国の「発展環境」に関して「経済のグローバル化が逆流に遭遇し、一国主義、保護主義が蔓延し、クロスボーダー投資審査が厳格化され、国際経済・政治構造は複雑で変化が多く、世界は激動の変革期に入り、グローバル産業チェーン・サプライチェーンが再構築に直面し、現地化、地域化、多元化の傾向が強まっている」との見解が示されている。

この見解を踏まえて、「基本原則」として、「グローバルに資源を配置する多国籍企業に独特な優位性を発揮させ、国内の重点産業チェーン・サプライチェーンを中心に、外資誘致・外資導入メカニズムを刷新し、外資をより良く利用してチェーンの補完、固定化、強化、拡大を実現し、産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルを向上させる」という方針を打ち出している。

また、計画では産業チェーン・サプライチェーン再構築の一環として、「外資系企業の国内再投資促進プロジェクト」を実施することで、外商投資企業が国内再投資を通じて産業チェーンの配置をさらに整備し、人工知能(AI)、先進材料、集積回路(IC)、バイオ・医薬などのハイエンド・ハイテク産業の重点部分に投資することを支持としている。

さらに、「企業誘致・外資導入の効率向上プロジェクト」を推進し、産業チェーン誘致を強化すべく、戦略的新興産業などの重点産業分野に焦点を絞り、地方政府が現地の事情に応じて「産業チェーン誘致マップ」

<sup>9</sup> 国家発展改革委員会ウェブサイト ([https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/fzggwl/202012/t20201219\\_1255025.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/fzggwl/202012/t20201219_1255025.html?code=&state=123))

<sup>10</sup> 中華人民共和国全国人民代表大会ウェブサイト (<http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202106/d4a714d5813c4ad2ac54a5f0f78a5270.shtml>)

<sup>11</sup> 商務部ウェブサイト (<http://www.mofcom.gov.cn/article/zwgk/gztz/202107/20210703174101.shtml>)

<sup>12</sup> 商務部ウェブサイト (<http://www.mofcom.gov.cn/article/zwgk/gkzcfb/202110/20211003210174.shtml>)

を作成することを指導するとともに、産業チェーン誘致政策を強化し、核心企業を中心に川上・川下の関連産業を誘致することで、産業チェーンの拡大・拡張を図っている。

### ③「第14次5カ年計画」対外貿易の質の高い発展計画

商務部は「『第14次5カ年計画』商務発展計画」における貿易分野での発展計画として、2021年11月23日に「『第14次5カ年計画』対外貿易の質の高い発展計画」も公表している<sup>13</sup>。計画は重点任務の一つとして、「対外貿易における産業チェーン・サプライチェーンの円滑な運営の保障」を提起し、①食糧・エネルギー・資源の安全保障、②加工貿易の移転支援、③対外貿易のモデル転換・高度化基地の建設加速、④貿易と双方向投資の協調発展の推進、⑤国際マーケティング体系の構築強化、⑥国際物流の保障強化という6項目の政策措置を打ち出している(表1-2)。

表1-2 「対外貿易における産業チェーン・サプライチェーンの円滑な運営の保障」に関わる政策措置

	項目	概要
①	食糧・エネルギー・資源の安全保障	輸入元の多元化の推進を加速し、貿易ルートと重要な節点の安全保障能力を向上。対外貿易企業と海上運輸企業の協力を強化し、海外エネルギー資源の輸入保障能力を向上。
②	加工貿易の移転支援	加工貿易移転重点引受地、加工貿易産業園等の役割を發揮し、地域産業チェーンの配置を最適化。自由貿易試験区等のプラットフォーム機能を強化し、中国加工貿易製品博覧会等の役割を發揮させ、中西部・東北地区の受入能力を向上。
③	対外貿易のモデル転換・高度化基地の建設加速	各種産業集積区を基に、主導産業を強化・付帯産業を整備し、産業チェーンを紐帯として大企業がリード・中小企業がサポートし、優位性が相互補完・協力する対外貿易企業クラスターを構築。
④	貿易と双方向投資の協調発展の推進	外資のミドル・ハイエンド製造、ハイテク、従来型製造のモデル転換・高度化、現代サービス等の分野への投資を奨励。国家級開発区の産業集積および開放プラットフォームの優位性を發揮し、産業の高度化および貿易の質・効率の向上を促進。質の高い対外経済貿易協力区を建設し、産業チェーン・サプライチェーン協力体系の構築を推進。
⑤	国際マーケティング体系の構築強化	企業が重点市場でマーケティング体系を構築・整備することを支持。国際マーケティング公共サービスプラットフォームの建設を推進。地方政府が地元の優位産業に依拠した省級国際マーケティング公共サービスプラットフォームを育成することを奨励。
⑥	国際物流の保障強化	対外貿易の規模と発展水準に相応する国際物流体系を構築し、宅配便の「海外進出」プロジェクトを実施。中国の国際航空貨物輸送能力を高め、国際鉄道、道路貨物輸送ルートの円滑化を推進し、コンテナ・複合輸送を發展させ、企業に多元化した物流の選択肢を提供。

出典：商務部「『第14次5カ年計画』対外貿易の質の高い発展計画」(2021年11月)を基に作成

<sup>13</sup> 商務部ウェブサイト (<http://www.mofcom.gov.cn/article/gztc/202111/20211103220081.shtml>)

## 1.4.2 産業政策面から見た産業チェーン・サプライチェーンの再構築

### (1) 基礎電子部品産業発展行動計画

産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた政策措置を産業政策面からみると、中国政府は技術の国産化を推進し、対米依存を抑制していく姿勢を示しており、2021年1月29日には工業情報化部が中国製造業の弱点である部品産業の競争力強化を目的とした「基礎電子部品産業発展行動計画」を公表した<sup>14</sup>。

計画では2023年までの全体目標として、優位性のある製品の競争力を強化し、産業チェーンの安全供給レベルを向上させ、スマート端末、5G、インダストリアル・インターネットなどの重要な業界に向けて、基礎電子部品のブレイクスルーの実現を推進し、カギとなる素材、設備機器などのサプライチェーンの保障能力を強化し、産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルを向上させることが謳われている。

この一環として、①産業規模の持続的拡大、②技術・イノベーションのブレイクスルー、③企業発展の成果の明確化を推進し、2023年までに電子部品の売上総額を2兆1,000億元に拡大させ、売上高が100億元を超えるリーディングカンパニーを15社育成する目標が掲げられている。

### (2) 優良な製造業企業の育成・発展の加速に関する指導意見

工業情報化部など中央政府6部門は2021年7月2日、「優良な製造業企業の育成・発展の加速に関する指導意見」を公表した<sup>15</sup>。指導意見は「優良な製造業企業の育成・発展を加速することは、市場主体の活力を引き出し、製造業の質の高い発展を推進する必然的な要求であり、リスクや隠れた弊害を防止・解消し、産業チェーン・サプライチェーンの自主制御能力を高めるための喫緊の需要である」との見解を示した。

その上で、指導意見は①全体的要請の的確な把握、②段階的育成の枠組み構築、③自主イノベーション能力の向上、④産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルの向上、⑤ハイエンド化・スマート化・グリーン化発展の誘導、⑥大企業と中小企業の統合発展エコシステムの構築、⑦管理刷新および文化建設の強化促進、⑧開放協力レベルの向上、⑨金融・財政および人材政策措置の整備、⑩的確なサービスの強化の10項目を骨子とする政策措置を提起した(表1-3)。

表1-3 「優良な製造業企業の育成・発展の加速に関する指導意見」における政策措置

項目	主な措置
① 全体的要請の的確な把握	優良企業の持続的な強化・優良化・拡大を推進し、産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルの向上を促進し、製造強国の建設を絶えず新たな段階に推進。
② 段階的育成の枠組み構築	分類選定基準を制定・整備し、「小さな巨人」企業、分野別チャンピオン企業、パイロット企業のベンチマークを選定。
③ 自主イノベーション能力の向上	産業のデジタル化発展を推進し、産業用ソフトウェアの普及・応用を推進。また、協同によるイノベーションを展開し、重要なコア技術、製品、設備の難関攻略およびモデル応用を強化。
④ 産業チェーン・サプライチェーンの現代化レベルの向上	パイロット企業を組織して産業チェーン・サプライチェーンの整理を行い、合併再編・戦略提携等を通じて産業資源を統合し、競争力およびリスク抵抗力を向上。

<sup>14</sup> 工業情報化部のウェブサイト ([https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/dzxx/art/2021/art\\_4f96b993a0164e7aa79d7a536ae82254.html](https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/dzxx/art/2021/art_4f96b993a0164e7aa79d7a536ae82254.html))

<sup>15</sup> 工業情報化部のウェブサイト ([https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/zh/art/2021/art\\_c05387fc8cfc4c77a4781b4336f6b576.html](https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/zh/art/2021/art_c05387fc8cfc4c77a4781b4336f6b576.html))

	項目	主な措置
⑤	ハイエンド化・スマート化・グリーン化発展の誘導	次世代情報技術と製造業の融合発展の推進を加速し、スマート製造プロジェクトおよびグリーン製造プロジェクトを実施。
⑥	大企業と中小企業の統合発展エコシステムの構築	パイロット企業が中小企業と連携して先進製造業クラスター、戦略的新興産業クラスター、イノベーション型産業クラスター等を構築。
⑦	管理刷新および文化建設の強化促進	企業管理向上特別行動を実施し、組織管理変革の推進を奨励し、生産経営モデルを刷新。また、企業が文化建設を重視するよう誘導。
⑧	開放協力レベルの向上	グローバル研究開発設計センターを設置し、資源の効果的な連結・利用を奨励。また、「一帯一路」共同建設を重点に、地域産業チェーン共同体を構築。
⑨	金融・財政および人材政策措置の整備	育成基金設立を奨励するとともに、資本市場上場による資金調達と債券発行を支援。また、大学、科学研究機関と連携して先進製造業訓練拠点を建設。
⑩	的確なサービスの強化	企業ニーズを整理し、情報・コンサルティング、人材育成、知的財産権などの専門化されたサービスを提供。

出典：工業情報化部など中央政府 6 部門「優良な製造業企業の育成・発展の加速に関する指導意見」(2021 年 7 月)を基に作成

また、指導意見は、優良企業の育成に向けて、①専精特新の中小企業を国内市場をリードする「小さな巨人」企業に成長させ、②「小さな巨人」企業を重点業界と分野に焦点を当てて、国際市場をリードする「分野別チャンピオン企業」に成長させ、その上で、③エコシステム主導力を備え、国際競争力を持つ「パイロット企業」に発展させるという段階的な枠組みを構築し、2025 年までに、1 万社の「小さな巨人」企業、1 千社の分野別チャンピオン企業、一群のパイロット企業を育成するという青写真を描いている(図 1-1)。



図 1-1 優良な製造業企業の育成・発展の青写真

出典：工業情報化部など中央政府 6 部門「優良な製造業企業の育成・発展の加速に関する指導意見」(2021 年 7 月)を基に作成

工業情報化部は 2021 年 11 月 23 日、國務院新聞弁公室が主催した定例政策ブリーフィングにおいて、これまでに国家級の専精特新型「小さな巨人企業」が 4,762 社育成されたと表明した。工業情報化部の徐曉蘭副部長は、「小さな巨人企業は『5678』の特徴を持つ。すなわち、研究開発投資が 1,000 万元以上の企業が 5 割を超え、6 割超が工業基礎分野に属し、7 割超が 10 年以上業界に従事し、8 割超が本社所在地域の市場セグメントでトップに位置しており、脆弱部分を補強する企業の出現が製造強国建設の重要な支援力となっている」と強調している<sup>16</sup>。

<sup>16</sup> 中華人民共和国中央人民政府ウェブサイト ([http://www.gov.cn/xinwen/2021-11/23/content\\_5652843.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-11/23/content_5652843.htm))



## 1.5 第20回党大会を踏まえた産業チェーン・サプライチェーン再構築の今後の方向性

### 1.5.1 中国共産党第20回党大会報告

2022年10月16～22日に北京市で開催された中国共産党第20回党大会において、習近平総書記(国家主席)の3期目続投が決定した。習近平総書記(国家主席)は党大会初日に「中国の特色ある社会主義の偉大な旗印を高く掲げ、社会主義現代化国家を全面的に建設するために団結奮闘しよう」と題して行った「報告」において、過去10年の成果として、GDPが54兆元から114兆元に倍増し、世界第2位を維持したことなどを列挙しつつ、「質の高い発展の推進に力を入れ、新たな発展構造を構築したことで、中国の経済力は歴史的飛躍を実現した」との見方を示した<sup>17</sup>。

他方、報告は「我々の活動にはまだいくつかの不足が存在し、少なからぬ困難や問題に直面している」とも指摘している。具体的には、①質の高い発展には多くの障壁やボトルネックがあり、科学技術イノベーション能力がまだ強くない、②食糧、エネルギー、産業チェーン・サプライチェーンの安全保障および金融リスクの防止に多くの重大な問題がある、③都市と農村間、地域間の格差が依然として大きい、などの見解を示しており、習近平政権の今後の課題となることが示唆されている。

報告において、社会主義現代化国家の全面的建設における最重要任務と位置付けられたのが「質の高い発展」である。報告は「我々は『質の高い発展』の推進を主題とし、内需拡大戦略の実施と供給側構造改革の深化を有機的に結合し、国内大循環の内生的原動力と信頼性を強化し、国際循環の質とレベルを高め、現代化経済体系の建設を加速し、全要素生産性の向上に注力し、産業チェーン・サプライチェーンの強靱性と安全水準の向上に力を入れ、都市・農村の融合発展と地域間協調発展の推進に力を入れ、経済の効果的な質の向上と合理的な量の拡大の実現を推進しなければならない」と強調している。

### 1.5.2 第20回党大会後の政策措置

#### (1) 製造業を重点とする外資の投資拡大、既存投資の安定、投資の質の向上促進に関する若干の政策措置に関する通知

党大会後の10月25日、国家発展改革委員会など中央政府6部門は、製造業の質の高い発展やグローバル産業チェーン・サプライチェーンへの融合において、外資の役割をよりよく発揮させることなどを目的とした「製造業を重点とする外資の投資拡大、既存投資の安定、投資の質の向上促進に関する若干の政策措置に関する通知」を公表した<sup>18</sup>。通知は①投資環境の最適化による外商投資の流入拡大、②投資サービスの強化による外商投資企業の発展支援、③投資の方向性の誘導による外商投資の質の向上という3つの観点から関連の政策措置を提起している。

##### ①投資環境を最適化による外商投資の流入拡大

外資系企業の投資を制限・禁止する分野を示した「外資参入ネガティブリスト」を徹底して実施し、ネガティブリスト以外の分野では中国企業と外資系企業を平等に扱うとともに、参入後の内国民待遇を高い基準で実行し、外資系企業が入札・政府調達などで中国企業と平等な待遇を享受できることを明記した。また、国際産業投資協力活動を展開し、外資系企業、商工会議所、国際機関との対話・交流を強化するとしている。

<sup>17</sup> 中国共産党新聞網ウェブサイト (<http://cpc.people.com.cn/20th/n1/2022/1026/c448334-32551867.html>)

<sup>18</sup> 国家発展改革委員会ウェブサイト ([https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202210/t20221025\\_1339087.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202210/t20221025_1339087.html?code=&state=123))

### ②投資サービスの強化による外商投資企業の発展支援

新型コロナウイルス対策を確実に行った上で、外資系企業の経営者や技術者、その家族の出入国における利便性を向上させるとともに、貨物輸送・物流の確保と円滑化を強化する方針を掲げている。また、外資系企業の利益再投資を奨励し、外資系企業に対する金融・輸出入支援を強化している。

### ③投資の方向性の誘導による外商投資の質の向上

外商投資の革新・発展を支援し、外資の研究開発センター拠点設立を奨励し、科学技術の開放・協力を深化させることを謳っている。また、外商投資のグリーン・低炭素・高度化を加速し、炭素排出ピークアウト・カーボンニュートラルへの積極的な参加を誘導するほか、製造業分野の多国籍企業による中西部および東北地区への移転奨励を重点的に推進している。

## (2) 回復・好転傾向の定着による工業経済振興の強化に関する通知

工業情報化部、国家発展改革委員会、国有資産監督管理委員会は11月29日、「回復・好転傾向の定着による工業経済振興の強化に関する通知」を公表した<sup>19</sup>。通知は2022年第4四半期の工業経済を合理的な範囲内で運営し、製造業の比率の基本的な安定を保持し、2023年に新型工業化の推進を加速させるための強固な基盤を構築すべく、①工業経済の回復・安定の基盤強化、②重点産業の安定発展の強化、③各地の工業経済の協同発展の促進、④企業活力の持続的向上に向けて17項目の政策措置を打ち出している。

産業チェーン・サプライチェーン関連では、①工業経済の回復・安定の基盤強化において、「産業チェーン・サプライチェーンの強靱性と安全水準の向上」を提起。重大突発事態に対応するため常態化・安定化した産業チェーン・サプライチェーン協調メカニズムを構築し、重点地域・産業・企業に焦点を絞り、地域間および川上・川下の連携を強化し、重点企業の安定的な生産、重要産業チェーン・サプライチェーンの安定的かつ円滑な流通を保障することを謳っている。

また、産業基盤再構築プロジェクトを実施し、重要な原材料、ソフトウェア、部品の供給保障と共同備蓄を強化し、自動車チップの普及・応用、技術研究開発、生産能力向上などを推進し、供給ルートをさらに開拓する方針も掲げている。さらに、石炭・電力・石油・ガス輸送保障業務の部門間協調メカニズムの役割を十分に発揮し、緊急時のエネルギー供給保障対策を制定し、地方の秩序ある電力使用措置の最適化を指導し、ピーク時の電力・石炭供給の安全を保障し、工業発展の合理的なエネルギー需要に対応している。

## 1.6 むすびに代えて

中国政府は米中対立の長期化を見据え、デカップリング・リスクに備えるべく、通商・産業政策を中心に産業チェーン・サプライチェーンの再構築を推進している。しかし、通商面ではFTAなど中国が関与する経済枠組みの構築には相応の時間がかかるものとみられる。また、産業面では先端部品やコア技術を国外に依存するという弱みは短期間で克服できるものではない。こうした状況を鑑みると、政策措置の効果は未知数な部分もあるが、中国は今後もさまざまな政策を打ち出してくることが予想される。

いずれにしても、米中のデカップリングの行方は日本企業を含む外資系企業の事業運営にとっても一定の制約要因となり得るが、とりわけ中国の産業チェーン・サプライチェーンの再構築に向けた動向は大きな影響を及ぼすことが予想されるだけに、引き続きその動向を慎重に注視していくことが肝要であろう。

(2022年12月5日記)

<sup>19</sup> 工業情報化部ウェブサイト ([https://www.miit.gov.cn/zw/gk/zcwj/wjfb/tz/art/2022/art\\_a2ce1eab5087427593a184d8263c6d82.html](https://www.miit.gov.cn/zw/gk/zcwj/wjfb/tz/art/2022/art_a2ce1eab5087427593a184d8263c6d82.html))

## 2 中国の半導体産業政策の成否に関する分析

### 2.1 問題関心

21世紀に入ってから、中国は半導体産業を今後の経済発展と国家の競争力を支える産業と位置づけ、様々な政策的介入を行ってきた。その集大成の政策は、2015年5月に公表された「中国製造2025<sup>20</sup>」である。10の分野を含む「中国製造2025」の戦略的産業の中では、もっとも重要な分野は半導体産業であり、「2025年までに半導体の自給率を7割に上げよう」という目標を掲げた。

ところが、2017年に発足した米国のトランプ政権は中国に対し、半導体に関する貿易制裁を開始した。2018年4月にZTE(中興通迅)、2019年に中国スーパーコンピューターメーカーの中科曙光を含む5つの中国企業、2020年にはファーウェイ(華為)関連企業と中国最大の半導体メーカーのSMIC(中芯国際)を含む合計115社の中国企業、2021年11月までに国立スーパーコンピューターセンター深圳<sup>21</sup>、半導体設計企業の国科微<sup>22</sup>を含む42社がエンティティリスト<sup>23</sup>に含まれ、米国の部品を購入することを禁じられた。2021年に米国の政権交代後に発足したバイデン政権は、前政権における先端半導体製造装置の対中輸出規制を継承しただけでなく、同盟国にも同様の規制の導入を求めた。

一方、米国の対半導体制限措置と対抗するために、2021年3月に開催された全国人民代表大会において承認された「国民経済・社会発展第14次5カ年計画と2035年までの長期目標要綱<sup>24</sup>」の中で、半導体産業が重要な育成産業として指定された。産業育成の目標を実現するためには、政府関与の形—税制優遇、公企業の設立、関係企業への公的資本参加、国家ファンドの設置、政府指導者の陣頭指揮など—によって半導体産業の発展を推進するようになった。この政府関与型の半導体産業育成の成功可能性があるかどうか、本稿の問題提起および関心事である。

### 2.2 半導体産業発展への中国政府の関与

#### 2.2.1 半導体産業発展への中国政府の関与の背景

中国政府が半導体産業の育成に関与する最大の背景は、半導体の自給率の低さである。中国の半導体自給率とは、中国の需要全体に供給された半導体に占める「中国で生産したもの」の割合である。現在、多くの中国工業製品市場は供給超過の状態(自給率過剰)であり、過剰供給能力を如何に減らすかを悩んでいるのに対して、半導体市場は供給不足に悩む分野である。そもそも半導体の用途は様々あるため、毎年、実際に使われる半導体の正確な情報の把握は簡単ではなく、半導体製品には「生産国基準」に該当するデータがな

<sup>20</sup> 中国製造2025 <http://www.gov.cn/zhuanti/2016/MadeinChina2025-plan/mobile.htm>

<sup>21</sup> 国家超級計算深圳中心(深圳雲計算中心) <http://www.nscscsz.cn/>

<sup>22</sup> 國科微電子股份有限公司 <http://www.gokemicro.com/>

<sup>23</sup> エンティティリストは、米商務省産業安全保障局(BIS)が発行している貿易上の取引制限リストであり、特定の外国人、事業体または政府が掲載される。エンティティリストに掲載されたエンティティに、一部の米産技術など特定の品目を輸出または移転する場合には、BISに許可申請を行わなければならない。

<sup>24</sup> 新华社北京3月12日电(2021): 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要, 國務院, [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm)

い<sup>25</sup>。その理由は明白であり、一枚の半導体チップを生産する場合、〔回路設計—前工程生産—後工程生産—検査〕などの主要生産工程がそれぞれの国に立地する企業の事業所・工場に回されて完成される。このため、生産国基準で半導体生産量を統計指標として把握することは困難である。

ここでは、アメリカ調査企業 IC Insights<sup>26</sup> のデータに基づいて中国の 2021 年の半導体自給率を把握する。IC Insights によると、2021 年の中国国内における半導体生産額は 312 億ドルで、中国における半導体需要規模 (1,865 億ドル) の 16.7% (自給率) を占めた。国内で製造された 312 億ドルのうち、中国に本社を置くローカル企業が約 39% にあたる 123 億ドル相当の半導体製品を生産した。残りの約 61% は、中国に生産工場をもつ外資系企業が生産したこととなる。言い換えると、2021 年の中国半導体市場の需要不足分 1,553 億ドルの製品は中国以外の国・地域から調達したと考えられる。2021 年の世界全体の半導体市場規模は 5,105 億ドルで、中国市場は世界全体の 36.5% を占めた。なお、中国半導体企業 (外資系企業を含む) の生産分の世界市場に対するシェアは 6.1% であり、中国ローカル企業に限るとわずか 2.4% であった。

上記のデータは参考値になるが、データそのものは、中国半導体の厳しい自給率状況を示している。当然ながら、中国政府は上記の状況を十分に把握しており、半導体の自給率を引き上げようとする対策をとるようになった。その結果、国務院が「中国製造 2025」に半導体自給率の数値目標 (2020 年に 40%、2025 年に 70% など) を盛り込み、その達成度合いは経済安全保障を巡る議論などで目安となっている。また、2021 年にバイデン氏が米国大統領に就任して以来、中国に対し半導体に関する貿易規制を強化したことは、中国政府に強い警戒感をもたらした。その結果、中国政府はますます半導体産業の育成に関与するようになった。

## 2.2.2 半導体産業への中国政府関与の流れと現状

本稿のキーワードの「政府関与」とは、経済活動に関わる諸資源の配分への政府介入を意味する言葉であるが、政府関与には、産業政策、産業資源配分に関わる政府規制・許認可、国有企業設立、特定産業分野への公的資本参加、特定技術開発プロジェクトの設立、補助金などが含まれる。実際、中国の半導体産業への政府関与は決して最近の現象ではなく、建国以来のほとんどの時期に存在していたものである (苑、2020)。表 2-1 は、改革開放期以降の半導体産業への主な政府関与の内容を示すものである。

表 2-1 改革開放期以降の半導体産業への主な政府関与

時期	政府関与の政策・法規	政府の関与内容・目標
1980年代	「863計画」	半導体産業を「支柱産業」と位置づけ
1990年代	「908プロジェクト」、「909プロジェクト」	華晶電子、華虹微电子など国有資本IDMの育成
2000年	国務院「18号文件」(通達)	2010年までに「半導体の主要生産基地」に
2004年	「当面のハイテク産業重点領域の優先発展に関するガイドライン」	SMICなどファウンドリー出現
2008年	「集積回路産業第11次5ヵ年計画特別発展計画」	200mm工場継続増加
2014年	「国家IC産業発展推進綱要」	国家IC産業投資資金の設置
2015年	「中国製造2025」	「半導体産業強国」へ
2020年	国務院「新時代の集積回路産業及びソフトウェア産業の高品質発展促進の若干の政策」	財政・税制、投融資、研究開発などの面で産業優遇

出所：著者作成

<sup>25</sup> 「生産国基準」を概念として問題提起したのは、塩地・田中 (2020) である。現在、多くの工業製品の生産が一国内に限って行われることは限らない。製品の部品と完成品生産だけでなく、1つの製品生産の工程にしても、多国間で行われることが多く、1つの「国」を「生産国」として統計するのは困難であるので、「生産国基準」のかわりに「メーカー基準」が使われることもある。半導体はその典型的なものである。

<sup>26</sup> China-based IC production to represent 21.2% of mainland China IC market in 2026, なお、IC Insights は 2022 年 12 月 30 日に事業を終了しており、TechInsights で閲覧が可能 <https://www.techinsights.com/ja>

これによると、改革期における半導体産業への政府関与の方式は、「通達」、「綱要」、「政策」、「計画」など、かつての日本の産業政策に相当するものもあれば、国家主導の「プロジェクト」もある。とりわけ、後者の場合には国家資金による国有企業の設立の例が多い。改革期における半導体産業への政府関与概要は次の通りである。

まず、1980年代に入ると、中央政府の電子工業部(当時)は1986年に半導体技術「531 発展戦略(5ミクロン推進、3ミクロン開発、1ミクロン突破)<sup>27</sup>」を提起し、国家計画委員会と機械電子工業部(当時)が1989年に半導体発展戦略を採択した<sup>28</sup>。次に、1990年代に入ると、中国政府は、「908 プロジェクト<sup>29</sup>」(1990～95年)と呼ばれる国家主導型の技術開発組合で6インチウエハと0.8～1.0ミクロンの実現、「909 プロジェクト<sup>30</sup>」(1996～2000年)と呼ばれる2回目の国家級技術開発組合で8インチウエハと0.5～0.35ミクロンの実現を図った。この時期には、半導体生産の垂直統合型企業(IDM)の育成を図ることを目標とし、国有企業の華晶電子(中国華晶電子集团公司)や合弁企業の華虹 NEC(上海華虹 NEC 電子有限公司)などの6社を特に重点的に支援していった。

次の段階の2000年代以降、世界の最先端技術との差を埋めるには不十分であるため、政府は従来のIDM重視の方針を転換し、半導体ファブレスおよび受託製造方式のファウンドリーの育成への転換を行うこととなった。そうした中で、ファウンドリーの中芯国際(SMIC)やファブレスの海思半導体有限公司(ハイシリコン)などが設立されたのである。そして、世界との差を埋めるべく、2000年に國務院が「ソフトウェア産業及びIC産業を奨励する若干の政策<sup>31</sup>」(「18号文件」<sup>32</sup>)を出し、税制、投資、輸出入、人材、知財、購買、外貨等の様々な側面から半導体産業の育成を強力に行うことになった(苑、2000; 肥塚、2011)。

そして、2010年代に入ると、中国が世界の製造業センターになると同時に、IT製品や電子・電機製品に不可欠の半導体の需要は、国内供給能力を大幅に超過するようになった。半導体の自給率を向上させるために、中国政府は、2014年6月に半導体振興を目指す「国家IC産業発展推進綱要<sup>33</sup>」を制定し、「国家IC投資基金(ファンド)」を設立した。この国家投資ファンドを基に、中国は国内に巨大半導体工場を建設することにした。

国有企業の長江メモリは、2016年春に240億ドルを投じて、巨大生産工場を建設した(湯之上、2019)。さらに、2015年に策定された「中国製造2025」では、半導体自給率について「2020年までに40%、2025年までに70%達成」を目指すようになった。

現在進行中の政府関与は、國務院が2020年8月に公表した「新時代の集積回路産業及びソフトウェア産業の高品質発展促進の若干の政策<sup>34</sup>」を中心としたものである。この政策は、税制、投資・融資、研究開発、

<sup>27</sup> 中国機械電子工業年鑑委員会(1986): 中国機械電子工業年鑑 1986, 機械工業出版社

<sup>28</sup> 中国機械電子工業年鑑委員会(1989): 中国機械電子工業年鑑 1989, 機械工業出版社

<sup>29</sup> 中国機械電子工業年鑑委員会(1990): 中国機械電子工業年鑑 1990, 機械工業出版社

<sup>30</sup> 中国機械電子工業年鑑委員会(1996): 中国機械電子工業年鑑 1996, 機械工業出版社

<sup>31</sup> 國務院(2000): 國務院關於印發鼓勵軟件產業和集成電路產業發展若干政策的通知, 國發〔2000〕18號, [http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content\\_60310.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2000/content_60310.htm)

<sup>32</sup> 2005年10月、國務院は「18号文件」という政府通達を公布し、中国の半導体業界に大きな影響を与えた。以後、同業界では政府による新たな支援策を待ち望んでおり、政府の関連部や委員会なども幾度となく新たな支援策について言及してきた。具体的には国家發展改革委員会、信息産業部、国家税関総署、国家税務総署などは、「第1次国家奨励集成回路企業」として94社の半導体製造企業を発表した。これらの企業は、政府から研究開発資金、税制優遇、人材養成、融資などを含む優遇政策を受けられるという。中国の半導体業界が待ち望んでいた支援政策が、ようやく実質的な進展を見せ始めた。

<sup>33</sup> 國務院(2014): 国家集成電路產業發展推進綱要, [http://www.cac.gov.cn/2014-06/26/c\\_1111325916.htm](http://www.cac.gov.cn/2014-06/26/c_1111325916.htm)

<sup>34</sup> 國務院(2020): 新时期促進集成電路產業和軟件產業高質量發展若干政策的通知, 國發〔2020〕8號, [http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content\\_5532370.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm)

輸出入、人材、知的財産権、市場応用、国際協力の8つの分野での支援策を定めて、半導体産業の高度な発展を加速させる方針を示した。税制面の支援策を例にとると、「国家が奨励する回路線幅が28ナノ以下、かつ経営期間が15年以上である半導体生産企業には、黒字化した年から10年間の企業所得税を免除する」としている。

輸出入の優遇策を例にとると、「回路線幅が65ナノ以下のロジック回路、メモリの生産企業および回路線幅が250ナノ以下の特殊工程半導体の生産企業には、自社で用いる生産用の原材料、消耗品、クリーンルーム専用の建築材料、関連システムと集積回路生産設備の部品の輸入に対して、関税を免除する」としている。国務院がここまで詳しい優遇策を規定したのは珍しく、中央政府の半導体産業への関与の真剣さが窺える。

改革期における半導体産業への中国政府の関与について、別の視点からまとめた資料を表2-2に示す。これによると、中国政府の関与の濃淡は時期によってそれぞれであるが、それは概ね、「濃い関与期の1980～90年代→薄い関与期の2000年～10年代→深く濃い関与期の現在」に分けられる。現時点では中国政府の半導体産業への関与は幅広い内容に及び、史上最も深く濃い関与姿勢を示している。これほど政府が深く関与するようになったが、中国の半導体産業は期待通りの自給率を実現し、強い競争優位を獲得することができるか否か、以下では、筆者の分析方法によってこの課題を解析する。

表2-2 改革開放期における半導体産業への政府関与の方法

	公企業の設立	公的資本のファンド	税の減免	国家プロジェクト	公的資本の参加	金融優遇
1980年代	○			○		
1990年代	○		○	○	○	
2000年代			○			
2010年代		○	○		○	○
2020年代	○	○	○		○	○

出所：著者作成

## 2.3 中国半導体産業の成敗に関する分析

### 2.3.1 分析枠組み——「4条件・16要素」による観察

中国政府による半導体産業への関与は政策的期待になるかどうかを考える時に、まず、「一国の産業発展に必要な条件は何であるか」の原点からみるべきであろう。従来の産業発展理論には、すべての産業発展に共通する一般論はおそらく存在していないが、世界でよく知られているポーターの「ダイヤモンド」モデルは、これに挑戦する数少ない試みである(ポーター、1992)。ダイヤモンドモデルにおけるポーターの仮説は、特定の国においてある産業では競争優位を持たたとしても、他の産業では競争優位を持っていないものである。言い換えれば、ある国では特定の産業でしかイノベーションが起きず、それ以外の産業ではイノベーションが起きないであろうとの考え方である。

ポーターは、ダイヤモンドモデルにおいて、国の競争優位は、(1) 強固な企業戦略と競争状態、(2) 要因条件、(3) 需要条件、(4) 関連産業と支援団体の4つのファクターから成り立つとしている。もし、この4つが全てポジティブであれば、国内企業は継続的に成長、進化していくことができ、この4つに機会と政府の役割が加わることで、産業集積が起これらとしている。一国の産業発展の可能性を説明するポーターのダイヤモンドモデルは現在広く受け入れられているが、半導体産業はかなり特殊性を持つ産業である。世界の半導体産業の歴史をみると、他産業に存在していない特質—各国政府の介入・保護、激しい産業内分業の変化、国際政治との強い関係など—が半導体産業に存在しており、これらの特質を考慮しなければならない。

本稿は、ポーターの仮説をアイデアとして受け入れつつも、半導体産業に特有な産業的特質を重視し、産業分析にあたって独特な着眼点が必要であると主張する。具体的には今日の半導体産業の発展に大きな影響力を有する4つの条件—「産業条件」、「市場条件」、「分業条件」、「政策条件」—が挙げられる。これらの4つの条件を構成する要素は下記の通りである。

まず、半導体産業の発展に不可欠な「産業条件」は、4つの要素—資金、人的資本、製造装置、支援産業—であると考えられる。半導体産業は莫大な資金投下を必要とする装置産業であると同時に、高度なハイテク分野でもあるため、高度な技術人材と発達する支援産業は不可欠である。上記の4つの要素は産業発展の最低限のものである。

次の「市場条件」には、4つの要素—市場需要、産業組織、市場供給、市場参入環境—が含まれる。そもそも半導体は中間財であるため、これを生産・消費する企業の行動は産業の発展に大きく影響する。

第3の「分業条件」には、4つの要素—知的資産(IP)、設計(ファブレス)、製造(ファウンドリー)、管理ノウハウ—がある。世界の半導体産業は画期的な産業内分業の変化を経験してきており、かつてのように一企業による半導体生産の全工程(設計—製造—組立て—検査)を抱え込む垂直統合のIDM生産様式は終焉を迎えた。その代わりに、半導体生産に関わるそれぞれの工程は独立し、水平分業のパターンになってきた。このような産業内分業に、どのようにかわるかという点は、一国の半導体産業の発展を大きく左右するものである。

最後に、広く知られるように、これまでの半導体産業は、決して自然発生もしくは自由市場競争原理に沿って発展してきた産業ではなかった。この産業の背後には、つねに政府の影がみられる。第4の「政策条件」には、産業関連法規、政府介入、民間企業へのサポート、技術開発支援の4つの要素があると考えられる。

本稿は、中国の半導体産業の発展に大きな影響力を有する上記の4つの条件を、中国半導体産業に照らし、それぞれの要因を分析する。さらに、上記の4つの条件には、それぞれ4つの要素が入り、全部で16要素となり、これらの16の要素に対する分析が、本稿の中心的な内容となる。

なお、上記の16要素に対する分析手法は、それぞれの要素に筆者なりの数量評価を加えたものである。具体的にはそれぞれの要素の内容・現状を精査するうえで、5点評価が行われる。この5点評価は、それぞれの要素の内容について、「強い」、「比較的強い」、「中間」、「比較的弱い」、「弱い」の5ランクに分けて、それぞれのランクに5点、4点、3点、2点、1点で評価する。たとえば、「産業条件」における資金という要素において産業投資資金が潤沢であれば、5点が付けられる。逆の場合は1点となる。両社の中間状態の場合は、3点と評価する。

### 2.3.2 分析の結果

本稿の分量上の制約によって詳しい評点内容の説明を割愛する<sup>35</sup>が、上記の分析枠組みに基づく点数評価の結果を図 2-1 と図 2-2 に示す。

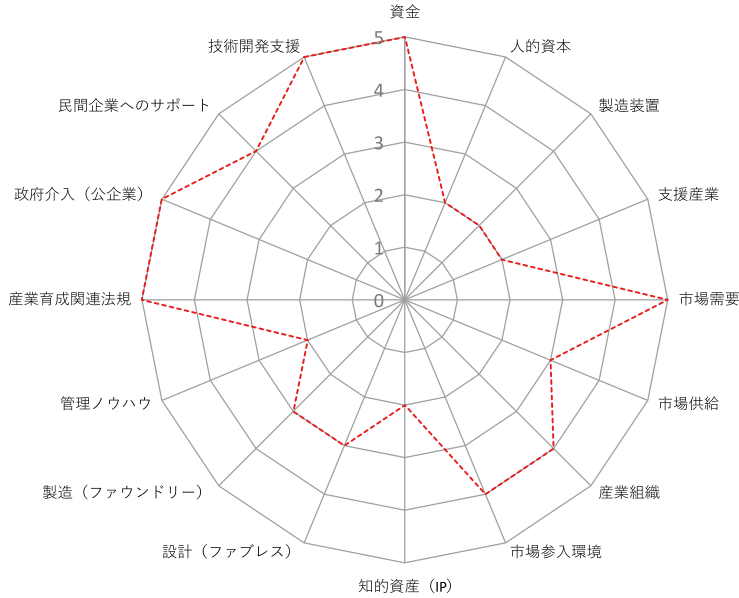


図 2-1 中国半導体産業発展に関わる諸要素強弱の分布

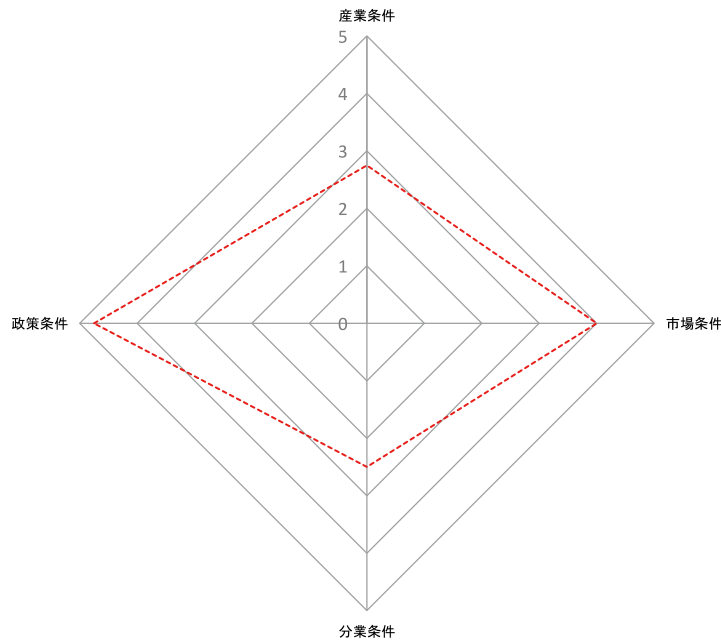


図 2-2 中国半導体発展に関わる 4 条件の強弱の分布

図 2-1 は、本稿が取り上げた中国半導体産業の発展に大きな影響を与える 16 要素の評点分布図である。この図における中国半導体産業発展に関わる「強い」と「比較的強い」要素、つまり、5点と4点と付けられたものは、それぞれ5つと3つある。

<sup>35</sup> 評点の根拠や詳しい説明に関しては、苑 (2020) を参照されたい。



## (1) 中国半導体産業発展の強い要素

まず、「資金」要素は中国半導体産業の発展にきわめて強い推進力であろう。「金食い虫産業」の異名を有する半導体産業は、資金なしでは何も語れない分野である。すでに現在の中国は、かつてのように巨額投資資金に苦しむ時代と決別し、潤沢な投資資金を有している。この巨大な投資資金源こそ、今後の半導体産業の発展を保証する重要な客観的条件である。

次に、「市場需要」要素は、中国半導体産業の発展を強く牽引する力になる。中国は2005年以降、世界最大の半導体消費市場となった(2021年は世界全体で5,105億ドル、そのうち中国市場は1,865億ドル)。現在、中国の半導体市場規模は世界全体の三分の一強を占める。さらに、中国半導体市場における応用分野は世界最大規模となっており、今後その需要は伸びるに違いない。しかも、中国国内産の半導体製品の供給は、これらの巨大な市場需要に追い付かない。このため、半導体供給側には、設備投資や技術開発などのインセンティブがかなり強い。なによりも、この有利な市場需要構造は、中国半導体産業のさらなる発展を力強くプッシュしていくであろう。

残りの3つの「強い」要素は、「政策条件」(産業育成関連法規、政府介入(公企業)、技術開発支援)に集中している。今日の世界全体をみると、中国政府ほど、自国の半導体産業の育成に熱心な政府はほかにないといっても過言ではない。したがって、現在、激化しつつある米中対立は逆に、中国政府を刺激し、産業育成にいつそう拍車をかける。現在、米国政府が、中国半導体企業に対して制裁の対象を広げ、制裁内容を強化したが、米国が制裁すればするほど、中国政府は半導体産業の育成への関与にさらに拍車をかけるようになるに違いない。

## (2) 中国半導体産業発展の弱い要素

一方、中国半導体産業発展に関わる「弱い」と「比較的弱い」要素をみると、1点を付けた要素は見当たらないが、2点と付けられたものは5つある。これらの要素は、中国半導体産業の今後の発展にとって避けて通れないものが多い。

まず、2点と付けられた極めて重要な要素は、「産業条件」における「製造装置」であるが、これは装置産業として中国半導体産業の致命的な弱みである。いま中国は半導体産業への投資資金に困らないが、問題は装置産業の半導体産業に不可欠の製造装置そのものである。つまり、中国では、半導体工場が建設ラッシュを迎えつつあるが、高度な製造装置について中国は、日米欧に深く依存している。多くの製造装置のうち最も重要なものは露光装置であり、オランダのASML社がシェア86.9%と市場を独占している。また、レジストを塗布し、露光後に現像するコーター・デベロッパは、日本の東京エレクトロン(TEL)が84.8%のシェアを独占している(湯之上、2018)。

米中対立によってアメリカが中国に対してアメリカ製装置の禁輸という圧力をかけ、さらにアメリカからオランダや日本に対して対中共同制裁という圧力をかけたとしたら、中国は露光装置を除くほぼ全ての製造装置を、日米から購入することができなくなる恐れがある。

次の2点と評点された「支援産業」と「人的資本」の2つの「比較的弱い」要素は、産業条件に存在している。この2つの要素は、一朝一夕で確保できるものではない。半導体前工程の製造プロセスにおいては、成膜工程の洗浄液や材料ガス、露光工程のレジスト(感光材)やフォトマスク、エッチング工程のエッチングガスなど多彩な材料が用いられている。世界の半導体生産量に占める日本メーカーの現在のシェアは1割に満たないが、これらの材料の日本企業のシェアは5割に達する。製造材料を中心とする関連産業は、製造装置に類似するもので、長期的な技術蓄積と研究開発が必要である。たとえば、最も重要な半導体材料のシリコン・ウェハーについては、中国国内では自給率はまだ5%もなく、その大部分は日本に依存している。今の日本

のレベルに到達するには、しばらく時間がかかると考えられる。

そして、「人的資本」の養成も長期間を要する。経験豊富な人材供給がその需要に追いつけぬ間に、中国企業は海外の即戦力を狙い始めた。最近、人材不足に対処するため、中国は韓国や日本のエンジニア獲得を狙っている一方で、最大の成功を収めているのは共通の言語や文化を有する台湾であろう。

第3に、その他の2点の要素は、「分業条件」における「知的資産(IP)」と「管理ノウハウ」である。この2つの要素の共通点は、「時間をかけて蓄積するもの」である。つまり、半導体産業の歴史が長ければ長いほど、強くなるという特徴がある。前者の半導体知的資産の世界市場は、2017年に37億5,000万米ドルの規模に達しているが、その大部分を握るのは日米欧の企業である。「管理ノウハウ」の場合は、中国の一部企業(たとえば、SMIC)は高いレベルに到達したが、全体としては、まだ低いレベルにとどまっている。

### (3) 中国半導体産業の発展に関わる「4つの条件」の強弱構図

この節では本稿が設定した「4つの条件」の強弱分布から、中国半導体産業の発展に関わる可能性をみる。

図2-2は16要素の評点に基づいて算出した「4つの条件」の分布図である。この図は「4つの条件」の「強い」から「弱い」までの順で「政策条件>市場条件>分業条件>産業条件」の構図を示している。

まず、最高点と評点された「政策条件」については、これまでの説明の通りである。つまり、2015年に中国政府が策定した「中国製造2025」においては、半導体自給率について「2020年までに40%、2025年までに70%達成」を目指そうとしていた。これを実現するために中国政府は半導体産業向けに巨額の投資ファンド(国家集成电路产业投资基金)を立ち上げてきた。同ファンドは、半導体の設計から製造、テスト・パッケージまで国内で完結するサプライチェーンの育成を目指してローカル企業に対して出資を行っている。政策面では、米中対立を背景に中国政府は2020年に、通信機器に組み込む半導体製品などに不可欠な半導体を設計する企業などの企業所得税を免除すると決定した<sup>36</sup>。発改委、財政部などの公告<sup>37</sup>によると、半導体の設計企業やソフト開発企業を対象に、税率が25%の企業所得税について1~2年間免除し、3年目から5年目までは半減させるとしている。要するに、半導体産業育成のために、中国政府は、直接的または間接的なサポートを全力的に行う姿勢である。

次に、「市場条件」は、上記の「政策条件」に次ぐ強いものである。とりわけ世界の三分の一を占める中国市場の巨大な需要は、中国半導体産業の発展を牽引する力であって海外半導体企業が無視できない市場でもある。半導体の産業発展過程における経験は、市場需要がそれぞれの国・地域の半導体産業を牽引し、半導体産業の発展を実現したことである。

しかし、将来の中国半導体産業の発展に不利な条件も2つあり、「分業条件」と「産業条件」である。これらの条件は中国半導体産業の発展を遅らせたり、阻害したりする可能性がある。「産業条件」がかなりアンバランスな状態を示しているのは、「資金」要素は強いものの、「人的資本」、「製造装置」、「支援産業」などは全般的に弱いからである。この構図は、中国企業が何故、これまで海外半導体企業を巨額の資金で買収しようとしてきたかをよく説明することができる。つまり、中国企業は資金という強い優位性を駆使することによって、「人的資本」、「製造装置」、「支援産業」など産業競争劣位をカバーしようとする戦略を多用してきた。この戦略は、これまでは部分的に通用してきたが、米中間の対立が発生してから、米国政府の制裁

<sup>36</sup> 国务院(2020): 新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知, 国发〔2020〕8号, [http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content\\_5532370.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-08/04/content_5532370.htm)

<sup>37</sup> 国家发展改革委, 工业和信息化部, 财政部, 海关总署(2021): 国家发展改革委等五部门关于做好享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知, 国家税务总局, <http://www.chinatax.gov.cn/chinatax/n810341/n810825/c101434/c5162974/content.html>

によってこの戦略が徐々に通用しなくなっている。その結果、中国半導体産業の今後の発展は困難となる可能性が示唆される。また、「分業条件」の劣位も大きなマイナス点である。この産業発展条件は、技術的性格が強だけでなく、「時間をかけて蓄積」する特徴もあるため、短期間でキャッチアップすることは困難である。

## 2.4 結論

本稿は、中国の半導体産業の産業発展の不可欠となる要因を分析することにより、産業発展の可能性を探った。最後に、これまでの分析によって得られた知見をまとめる。

まず、半導体産業の発展に関わる 16 要素からみた中国の同産業の発展構図は、次のとおりである。全 16 要素をみると、強い（「強い」と「比較的強い」と付けられた）要素が 8 つ、弱い（「弱い」と「比較的弱い」と付けられた）要素が 5 つ、中間状態（「中間」と付けられた）の要素が 3 つという分布になっている。単純な数字だけを比べると、強い要素は全体の半分強を占めるため、中国の半導体産業の発展可能性は高いと結論付けられる。

次に、上記の楽観的な結論は、決して中国半導体産業が順調に発展していくということを意味するものではない。なぜなら、中国半導体産業の発展に関わる「弱い」と「比較的弱い」要素が存在しており、これらの要素は、「技術」と関わり、中国半導体産業の今後の発展にとって避けて通れないものが多いからである。とりわけ、典型的な技術集約的な分野の半導体産業の場合、ハード技術（装置、材料）とソフト技術（設計、IP、製造ノウハウ、生産管理、技術者）の両方を揃えないと、産業の発展は困難である。しかもこれらの要素は、一朝一夕で確保できるものではなく、時間をかけて蓄積するものが多く、短期間でキャッチアップすることは困難である。

第 3 に、産業発展に関わる「4 つの条件」は、強い条件が 2 つ、弱い条件が 2 つあり、拮抗する状態である。「政策条件」と「市場条件」は強く、産業発展を牽引するものである。つまり、自国の半導体産業育成のために、中国政府側は、直接的または間接的なサポートを全力的に行う姿勢が鮮明であると同時に、世界市場の半分を占める中国の膨大な市場需要は、半導体産業の発展を牽引する力である。

第 4 に、将来の中国半導体産業の発展に対しての弱い 2 つの条件の「分業条件」と「産業条件」は、中国半導体産業の発展を遅らせたり阻害したりする可能性がある。これら 2 つの産業発展に対する条件は、技術的性格が強だけでなく、時間をかけて蓄積する特徴もあるため、短期間でキャッチアップすることが困難である。

広く知られているように、今日の半導体産業は、典型的な国際分業型の分野に変身してしまった。かつては、設計から組立までを自国内で完結する垂直統合型産業であったが、現在は産業のそれぞれの工程がそれぞれの国・地域で単一産業として水平分業型となった。その結果、半導体産業の発展における国際間分業・協力の重要性は高まっている。しかし、現在、激化している米中対立は中国半導体産業だけでなく、世界の同産業における発展の脅威となっている。中国が今後、自国の半導体産業をどの方向へ誘導していくか、目を離せないであろう。

## 参考資料・文献

- 苑 志佳 (2000) 「半導体産業 - 政府主導の産業育成」 日本貿易振興会アジア経済研究所 『移行期中国の産業政策』 (丸川知雄編) 第 11 章
- 苑 志佳 (2020) 「中国の半導体産業の発展可能性に関する要因分析」 立正大学 『経済学季報』 第 70 巻第 3 号
- 塩地 洋・田中 彰 (2020) 『東アジア優位産業——多元化する国際生産ネットワーク』 中央経済社
- 肥塚 浩 (2011) 「日本および中国の半導体産業の動向」 立命館大学 『立命館国際地域研究』 第 33 号
- 湯之上 隆 (2018) 「製造装置の国産化を加速する中国」 EE Times Japan
- 湯之上 隆 (2019) 「米中ハイテク戦争と中国半導体産業—10 年後には紅色半導体が世界を席卷?」 一般財団法人安全保障貿易情報センター、CISTEC Journal、No.179
- マイケル・E. ポーター (1992) 『国の競争優位』、土岐坤・中辻萬治・小野寺武夫・戸成富美子訳、ダイヤモンド社

## 3 中国における智能製造の実態と方向性 ～政策展開、ロールモデル(事例)、示唆～

### 3.1 はじめに：問題意識と本稿の狙い

グローバルにインダストリ 4.0 への取組みが始まって 10 年経ち、日米欧の製造業においてインダストリ 4.0 やデジタル変革の理念はかなり浸透してきたが、期待されるほど生産性向上や競争力の強化に結び付いていないのではないかと議論もなされている。製造業の発展が遅れた中国では、2015 年に「中国製造 2025」という「製造強国」を目指す産業政策を打ち出した。「中国製造 2025」は部品・素材、製造設備・技術等、モノづくりの基盤強化を図るとともに、デジタル技術を活かすスマート製造(中国では「智能製造」という)の確立、という二軌道戦略を立て、推進している。全体の政策配置では、智能製造を主な方向として、産業技術の変革と最適化とアップグレードを促進することが「製造強国」の中心事業とされている。中国がスマート製造に政策のプライオリティを置いたのは、デジタル技術は製造業の物理的な基盤技術よりも自国に優位性があり、将来のモノづくりにおいて日米欧と肩を並べる可能性があると判断したことによると推測される。果たして、中国の智能製造政策は思うとおりに進行しているのだろうか？

本稿は、中国の智能製造に関する政策展開、取組みの実態・課題、先進事例をリサーチし、インサイトを行い、日本への示唆を得ようとするものである。

### 3.2 智能製造の政策展開と製造業発展のマクロ的評価

「中国製造 2025」は米中対立で看板だけは下ろされたが、「智能製造計画」や「工業互聯網(IIoT)発展行動計画」などの実施計画に繋がり、半導体産業振興政策、ロボット産業発展政策、医療機器産業発展政策、などの分野別政策へとシリーズ化してきている。

ここで、まずは智能製造にかかわる政策展開をまとめる。

#### 3.2.1 米中対立で頓挫した「中国製造 2025」

WTO 加盟により外国直接投資がなだれ込み、製造業の付加価値で米中逆転した 2010 年ごろから中国は「世界の工場」であるといわれはじめた(図 3-1)。2008 年ごろの金融危機を契機に、米国ではオバマ政権下で Advanced Manufacturing 政策が本格的に開始された。ドイツでは 2011 年にインダストリ 4.0 が提起され、2012 年に産業政策として認可された。日本では 2015 年 1 月に「ロボット新戦略」<sup>38</sup>が制定された。

中国は、次世代製造業振興と関連する日米独の政策展開に刺激を受け、2013 年にシンクタンクによる戦略対応の研究を重ねて、2015 年に「中国製造 2025」政策を打ち出した経緯があった。オバマ政権後に政権の座に就いたトランプ政権は、オバマ政権の製造業復権政策を受け継いだ。が、「中国製造 2025」の政策展開に対する懸念を深め、貿易紛争から技術規制まで中国に対する対抗政策を次から次へと打ち出した。

<sup>38</sup> [https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot\\_honbun\\_150210.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210.pdf)

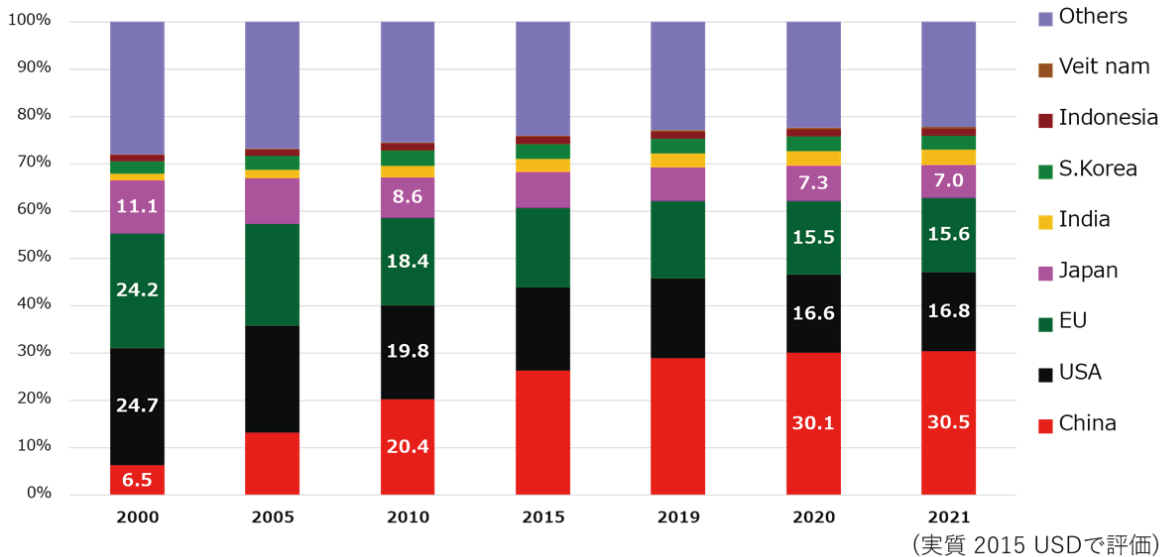


図 3-1 世界の製造業付加価値額に占める主要国・地域のシェア

出典：国連工業開発機関 (UNIDO) のデータベースに基づく著者計算・作成

米国が中国への対抗政策に向かうのは、軍民融合政策をも掲げた「中国製造 2025」が安全保障上の脅威になり、次世代技術を身に付けた中国企業にハイテクの主導権を奪われるとの懸念を抱いているからであるとみられる。

当の中国は米国との決定的な対立を避けたい思惑があり、「中国製造 2025」という看板を下ろさざるを得なくなった。2018 年後半から中国の政策文章においては「中国製造 2025」という言葉はみかけなくなった。

### 3.2.2 「13.5 智能製造計画」、 「14.5 智能製造発展計画」

日米欧の先進諸国においては、製造業の基盤技術の確立や生産システムの自動化、情報化の諸段階がかなり進み、スマート製造の推進段階に達しているのに対して、生産基盤、生産システムの高度化(自動化、情報化等)のプロセスを経験していない中国は、在来の製造業高度化・自動化・情報化を同時に進める必要があった。したがって、中国のスマート製造の政策や経営戦略、方法論は自ずと日米欧と異なる仕組みが必要となる。

また、中国は、もし物理的な生産基盤、自動化、情報化、スマート製造という先進国の製造業高度化のプロセスを踏襲すれば、永遠に先進国に後れを取るという危機感も抱いていた。したがって、先進国と同程度に進んでいるネット技術、あるいはデジタルイノベーションなど、自国が持つ優位性を活かしてスマート製造の発展プロセスを短縮させる発想がみられた。

実際、「中国製造 2025」公布(2015 年 5 月)後に「製造業とインターネットとの融合発展の進化」(2016 年 5 月)の政策ガイドラインが出され、ネット技術や製造業技術の融合を奨励することにした。その後、『第 13 次 5 カ年計画』とは別に、「智能製造発展計画」(2016-2020 年)というスマート製造に特化した製造業発展計画(2016 年 12 月公布)を制定した。この「智能製造発展計画」の主な内容は表 3-1 のようにまとめられ、スマート製造の基盤整備(ハード、ソフト、基準等)や製造業の情報化(中国語では「数字化製造」という)推進が中心であった。

表 3-1 智能製造発展計画 (2016 - 2020) の主要なターゲット

発展目標	1)2020年まで、基盤とサポート能力の強化、重点分野でデジタル製造の実現 2)2025年まで、サポート体系確立、重点産業は智能転換への初期段階に
主要なKPI	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技術装備60種類を開発、国内市場の50%を満たす</li> <li>・ CAX、MES、ERP、CRMなどの情報化ソフト開発、国内市場の30%を満たす</li> <li>・ 智能製造に関する基準を200以上、制定・改定、POCプラットフォーム100以上、公共サービスPF50以上;売上高10億元(200億円)以上のITサービスベンダー40社育成</li> <li>・ 300カ所以上のモデルPJを推進、これらのPJから150以上の優良PJを選出し、ロールモデルにする <ul style="list-style-type: none"> <li>* KPI : ①コスト削減20%; ②製品開発時間20%減; ③生産性20%アップ;</li> <li>④不良品率10%減 ; ⑤エネルギー利用効率10%増。</li> </ul> </li> <li>・ 産業互聯網(産業インターネット)の整備(IPv6,4G/5G,WiFi,RFID関連のハード、ソフト)</li> <li>・ 智能製造における外資進出(R&amp;D、人材育成、モデル工場)奨励;対外M&amp;A、出資を奨励</li> </ul>

出典：智能製造発展計画 (2016 - 2020)<sup>39</sup>に基づき著者まとめ、作成

続いて、2021年12月には『第14次5カ年計画』の開始と相まって、「“十四五”智能製造発展計画」(2021～2025)<sup>40</sup>が制定された。当該計画は主に製造基盤・製造システムのハイエンド化、知能化、グリーン化など、本格的なスマート製造をターゲットにした。具体的な目標や設定されたKPI(Key Performance Indicator: 重要業績評価指標)は表3-2のとおりにまとめられる。

第1期目といえる「智能製造発展計画」(2016～2020)と第2期目の「“十四五”智能製造発展計画」(2021～2025)で設定されている目標やKPIを比較してみると、第1期目はスマート製造推進に必要な基盤整備(ハード、ソフト、基準など)やモデル整備に重点を置いていたが、第2期目はより高度な技術、ハイエンド製品、成熟度評価およびスマート製造の普及にフォーカスされるようになった。また、対外的には第1期目は外資や技術導入をターゲットにしたが、第2期目はより高度な技術導入とともに、国内で確立され、成熟したスマート製造関連の技術、製品、システムを海外市場へ送り出すことが目指されている。

ただ、上述した二つのスマート製造関連の計画が示された数字目標(努力目標)は「中国製造2025」で設定された目標のようにどのような根拠、そしてどのような推計手法に基づいて設定されたかが公表されていない。市場経済の視点からすれば、定性的な目標は別にして具体的なKPI指標は野心的で「無謀な」目標であると考えられる。また、これまで中国は一方的な制裁や対中輸出規制を受けて、「卡脖子」される(注:死命を制される)のを恐れて国産化率という努力目標を設定してきたが、これはWTOの精神と整合的ではないと批判される可能性もあろう。

<sup>39</sup> [http://www.gov.cn/xinwen/2016-12/09/content\\_5145438.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2016-12/09/content_5145438.htm)<sup>40</sup> [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content\\_5664996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content_5664996.htm)

表 3-2 “十四五” 智能製造発展計画」(2021-2025)の主要なターゲット

発展目標	1)2025年まで、規模以上製造業(70%)はデジタル化、ネットワーク化の実現;重点業種のコア企業は初歩的な智能製造へ 2)2035年まで、規模以上製造業でデジタル化、ネットワーク化を全面普及;重点業種のコア企業は基本的に智能製造を実現
具体的KPI	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 500以上の智能製造模範工場を整備、智能製造成熟度で評価</li> <li>・ 供給能力：市場満足率(装備70%、ソフト50%)、能力の高いITベンダー150社を育成</li> <li>・ 基準を200以上を制定、影響力のある120の産業インターネットプラットフォームを整備</li> <li>・ 特別活動：①智能製造技術(デジタルツイン、Edge-Computing、SI技術等), ②「卡脖子」(ボトルネック)設備・ソフト、新型智能製造装備(5G、北斗、衛星インターネット、協調ロボット等), ③産業ソフト(在来ソフト、クラウドネイティブソフト), ④標準・国際協力(ドイツ、日本、英国)</li> <li>・ 外資進出(R&amp;D、人材育成、モデル工場)奨励(継続);一帯一路・BRICs・RCEP等を活用して智能製造関連の装備・ソフト・基準・ソリューションの「走出去」(国際化)を奨励</li> </ul>

出典：“十四五” 智能製造発展計画」(2021-2025)<sup>41</sup>に基づき著者まとめ、作成

### 3.3 ものづくり向けのデジタルインフラの整備： 産業インターネット (IIoT) 活動計画

上述したスマート製造は製造業のデジタル変革によってもたらす未来型生産方式、或いは生産システムであると理解されよう。そのスマート製造を支えるのは、物理的な生産技術と、データ資産を取り扱う産業インターネットである。産業インターネットは産業向けのネットワークでデータの取得、伝送、保存、計算など一連の機能を有するデジタルインフラとなっている。日米欧などの先進国では、一般的に産業インターネットは Industrial Internet of Things(IIoT) を指す。

表3-1が示すように、中国の智能製造発展計画にはすでに産業インターネットの整備も含まれている。ただ、中国では、消費者向けのインターネットは発達しているが、産業向けネットワークインフラは遅れていることに鑑み、単独の産業インターネット行動計画を打ち出している。

2017年11月に中国政府は「インターネット＋先端製造業の深化と産業インターネットの発展に関する指導的意見」<sup>42</sup>という政策ガイドラインを公布して2025年、2035年と2050年ごろまでの三つのチェックポイントで大まかな発展目標を打ち出している。ただ、具体的な取組みは、「産業インターネット発展活動計画(2018-2020年)」(2018年5月公布)<sup>43</sup>と「産業インターネット創新発展活動計画(2021-2023)」(2020年12月公布)に記載されている<sup>44</sup>。

<sup>41</sup> [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content\\_5664996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content_5664996.htm)

<sup>42</sup> [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-11/27/content\\_5242582.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-11/27/content_5242582.htm)

<sup>43</sup> [http://cppcc.china.com.cn/2018-11/30/content\\_72932131.htm](http://cppcc.china.com.cn/2018-11/30/content_72932131.htm)

<sup>44</sup> [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-01/13/content\\_5579519.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-01/13/content_5579519.htm)



上述した指導意見によると、「製造強国」と「ネット強国」を支える先進ネットワークインフラ整備を目標とし、2025年までにインフラ整備は基本的に完成し、2035年までに国際で先進的なインフラとプラットフォームを完了し、2050年前後に世界の先端的レベルに達するとされている。

「産業インターネット発展活動計画(2018-2020年)」では、1)ネットワークシステムの構築(物理的ネットワーク基盤整備、IDデータ検証/照合を担う標識解析システムの整備、産業エコシステムがお互いに理解できるデータの標準化・統一モデリングの構築)、2)産業インターネットプラットフォームの整備(データの集合、モデリング・分析、ナレッジのリユース、アプリケーション革新を実現する場)、産業インターネットの安全システムの確立について活動計画が作成された。この3年活動計画は産業インターネットの基盤整備の役割を担ったといえる。

「産業インターネット創新発展活動計画(2021-2023)」では、前述した三年活動で整備された基盤をさらに進化させるとともに、産業インターネットの活用・実装へ重点が移されたといえる。例えば、既存設備のデジタル化(無能力設備のIP化、異なる構造・基準・プロトコル間の相互通信、既存社内ネット+新規ネット、ITとOTネットワーク間の統合等)、企業内ネットワークの統合とフラット化、中国語版ローカル5Gの導入とフル5Gコネクテッド工場整備、地域レベル標識解析センター整備加速、産業データセンター(IIDC)の建設とデータの利活用を推進、設備と業務システムのクラウド化の推進などが挙げられる。

### 3.3.1 智能製造の発展と課題

「中国製造2025」公表から7年前後経つ。上述したように「中国製造2025」の看板は下ろされたが、本稿のスマート製造を含む政策のコア部分は細分化され、実施活動が展開されている。ただし、政策の制定は、政策対象領域(本稿の製造業)の高度化、付加価値の向上および競争力強化に繋がらなければ、「紙芝居」になってしまう。その意味では、中間評価・事業評価の結果や経済社会環境の変化に応じて政策を柔軟に調整していく必要がある。

上述した様々な活動計画については、事後に一定の評価は行っている。また、2020年10月に中国標準化機関<sup>45</sup>は、『智能製造能力成熟モデル』と『智能製造能力成熟度評価方法』というスマート製造に関する二つの国家基準を制定し、2021年5月1日に施行された。この二つの基準に基づく自己評価も行われている。さらに、製造業の構造変化についてはマクロレベルで評価(“製造強国発展指数”)も2015年から継続的に定量的に行われている。ただ、ミクロレベルの企業では、投資対効果の意味で定量的な評価が求められることが多いが、スマート製造、或いはデジタル変革(DX)については、先行投資として数年間のタイムラグを置いて効果が評価されよう。

以下、政策の効果やスマート製造の成熟度自主評価から見たスマート製造発展状況や課題を検証する。

<sup>45</sup> 国家标准化管理委员会 <http://www.sac.gov.cn/>

### 3.3.2 智能製造試験モデルプロジェクトの評価

中国の工業情報化省は、2015年～2018年までの四年間に305社の試験モデルプロジェクトを選定して、智能製造の実装試験を進めてきた。実装前と実装後を比較して以下のパフォーマンスが得られたという<sup>46</sup>。

- ・生産効率:平均で37.6%増、最高は200%増
- ・エネルギー利用効率:平均で16.1%増、最高は25%増
- ・運営コスト:平均で21.2%減
- ・製品開発期間:平均で30.8%短縮
- ・製品不良率:平均で25.6%低下

また、305社の試験モデルプロジェクトは、プロセス産業とディスクリット産業を含む92の業種におよぶ。政府補助金と民間投資を含むプロジェクトの投資額は約1,000億元(約150億米ドル相当)に達した。因みに、上述したプロジェクト実施で得られる効果は経済的利益に換算されていないので、投資収益評価はできない。

また、2019～2020年の智能製造試験モデルプロジェクトは中央政府レベルで実施されたかどうか、いくつのプロジェクトが実施され、どう評価されたかなどの情報は公開されていないので、本稿では評価できない。

他方、スマート製造の普及にフォーカスされた第2期目の「“十四五”智能製造発展計画」(2021～2025)では、2022年2月に2021年度の智能製造モデル工場(智能製造のロールモデル)と優良ユースケースが選定された。

1期目プロジェクトは、智能製造PoC(Proof of Concept:概念実証)性格が強いのと対照的に、2期目のプロジェクトは自社内の横展開と他社への技術・モデルの移転を奨励して、智能製造の実装を推進することを目的にしているといえる。また、選定条件が後述する智能製造能力成熟度「レベル2」以上と規定されている。つまり、ロールモデルとはいえ、全社的でなくても個別業務活動のデジタル変革に優れたインパクトがあれば、モデルケースになれる。

2021年度のプロジェクトは開始したばかりで整備期間は2年と規定されているので、評価できるのは早くとも2023年末になると考えられる。

### 3.3.3 スマート製造成熟度の自主評価:初期段階にある智能製造

上述したスマート製造の関連基準の制定・実施を担当する機関は「智能製造診断評価公共サービスプラットフォーム」を通じて、2021年1月(参加企業12,000社以上)と2021年12月(参加企業20,000社)に2回にわたって自主診断・評価を行った。

中国の国家基準では、下記のとおり、5つの成熟度レベルを定義している。

**レベル1(計画レベル):** 企業は智能製造を実施する基盤と条件を計画し、コア業務活動(設計、生産、物流、販売、サービス)のプロセス管理を行うことができる。

**レベル2(標準レベル):** 企業は自動化技術、情報技術手段でコア装備とコア業務活動等に対して改造と標準化を行い、個別業務活動のデータ共有を実現する。

**レベル3(統合レベル):** 企業は装備、システム等に対してインテグレーションを行い、業務間活動間のデータ共有を実現する。

**レベル4(最適化レベル):** 企業は人員、リソース、製造等に対してデータマイニングを行い、知識、モデリング等を形成し、コア業務活動に対して正確な予測、最適化を行う。

<sup>46</sup> <http://industry.people.com.cn/n1/2018/1212/c413883-30461080.html>

レベル5(リーディングレベル): 企業はモデリングに基づき持続的に業務活動の最適化と革新を行い、産業チェーンのコラボレーションを実現し、同時に新しい生産方式とビジネスモデルを派生する。

成熟度レベルを評価する指標は、4つの大指標、12の中指標、そして13の小指標(中指標と重複する部分を除く)からなる。企業は自主評価において、自社の業務特徴に応じて指標の増減を行うことができるとされている。

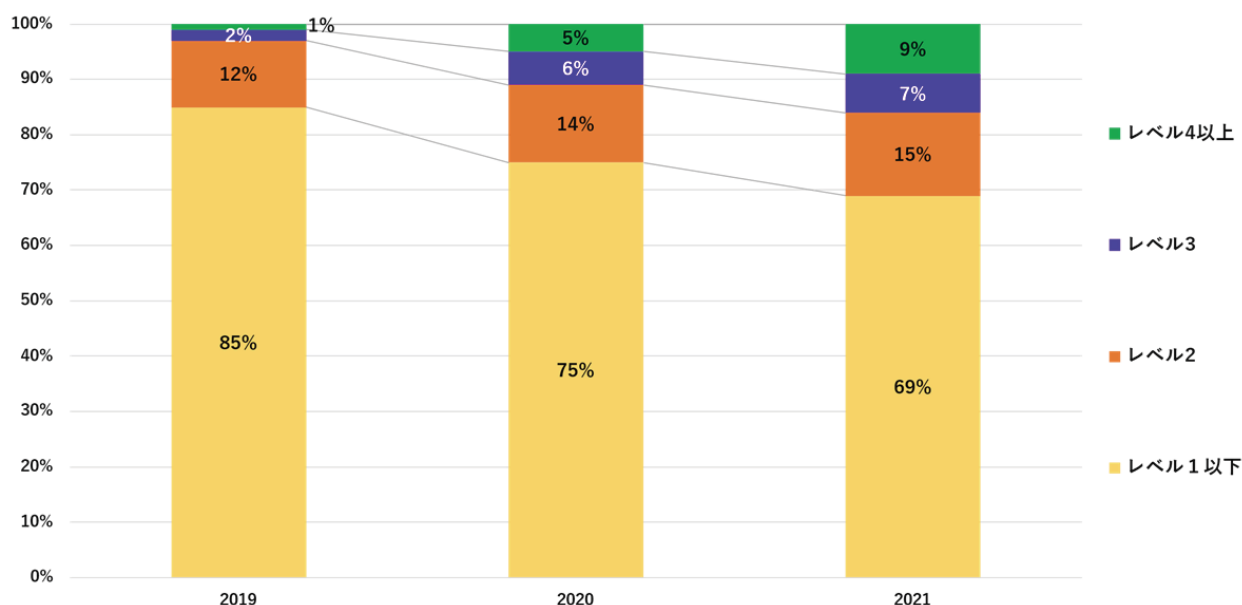


図3-2 中国の智能製造能力成熟度の自主評価の結果推移

出典：中国電子技術標準化研究院(2022.03)「中国智能製造発展指数報告2021」に基づき、著者作成

直近3年間の智能製造能力成熟度の自主評価の結果は図3-2のとおりである。智能製造が計画レベルに止まっているか個別的な業務活動しか行われていない企業数(2021年、「レベル1以下」+「レベル2」)は全体(約20,000社)の84%にも達している。中国においてスマート製造への取組みは進んでいるが、尚初期段階にあるといわざるを得ない。因みに日本の経済産業省の資料によると、製造業に限らず約95%(2020年)の企業が未着手又は一部門での実施に留まっている、中国の89%(2020年、レベル2以下)と同程度である<sup>47</sup>。

### 3.3.4 智能製造推進の課題

前述したように、智能製造を中核とする「中国製造2025」の制定からすでに7年近く経過したが、理念先行である。産業界の理解が進み、政府主導のモデルケースはかなり実行されてきたが、製造業全体の取組み(実装)は尚初期段階にある。

<sup>47</sup> 経済産業省(2020年12月)「DXレポート2(中間取りまとめ)」

では、企業が智能製造の有用性を理解しているにもかかわらず、実際に投資して実装するのを躊躇しているのはなぜか？筆者のみるところ、以下のような、中国的な課題と世界共通の課題を抱えている。

中国における智能製造推進にあたっての課題：

- 1) まず、対外的 DX と対内 DX がアンバランスであること。中国企業が重視するデジタル化の分野は顧客エンゲージメント、消費者や顧客データドリブンの DX、電子商取引 (EC) 重視といった外部ドリブンのデジタル化である<sup>48</sup>。政府が重視しているにもかかわらず、生産拠点のデジタル化は後回しされる可能性が高い。中国では消費者のデジタル化が進んでいる現状に対応せざるを得ないといえる。
  - 2) 投資収益を期待しにくいこと。中国企業の経営者は長期経営より短期収益を期待する傾向があり、特に中小企業では3～4年で投資回収ができなければ、投資を躊躇してしまうという<sup>49</sup>。実際、世界大手コンサルティングファームである Accenture も、現地企業の調査結果からデジタル変革の投資は長期的で体系的な取組みで収益はすぐに上がらないため、継続的な投資を確保するのが困難なことが中国企業のデジタル変革の三大挑戦の一つであると指摘している<sup>50</sup>。
  - 3) 企業組織の中で智能製造の戦略企画と推進を担当する組織がないこと。ケースバイケースで対応している。同じく、上記 Accenture の調査でも、デジタル変革における中国企業の戦略欠如が三大挑戦の一つとして挙げられている。
  - 4) 自社のビジネスにあうアルゴリズムの開発などに智能製造に必要な人材が不足していること。これも、上記 Accenture の調査がデジタル変革における中国企業の人材欠如を三大挑戦の一つとして挙げている。
  - 5) 智能製造に関係するスマート工作機械などの設備と、工場系の MES(製造実行システム)、企業系の ERP(企業資源計画)等のソフトの大部分は外資依存で元々利益率の低い企業にとっては手の届きにくい額であること。これは2)の収益性不足と同じ範疇に入る挑戦であろう。
  - 6) 智能製造の推進には組織の再構築も必要になるが、在来経営者の抵抗にあうケースが多いこと。
- 以上の1)と2)は中国的なもので、3)～6)は世界共通の課題といえよう。

### 3.4 世界経済フォーラムが評価した中国企業の智能製造ロールモデル事例

智能製造ロールモデルに関してケーススタディを行う場合、上述したように、中国政府が選定した智能製造のロールモデルは智能製造能力成熟度レベル2以上となっており、しかも選定されたユースケースやインパクトデータ等詳細なデータが公表されていないので、情報不足である。また、統一された基準による国際的比較が難しい側面もある。

幸い、WEF(World Economic Forum: 世界経済フォーラム)は2010年代より次世代デジタル技術(第四次産業革命技術)による製造業の変革に注力してきた。そして、製造業のDXがなかなか進展しない状況に鑑み、2018年より米マッキンゼー社と共同で、世界のDX先進企業を選定する「Global Lighthouse Network」<sup>51</sup>を構築し、グローバルに製造業DXのグローバルロールモデル(事例)を公開している。2023年1月現在、世界製造業の1,000社以上の候補から132拠点(企業)のグローバルライトハウスを認定している。

以下、WEFのグローバルライトハウスに選ばれた中国企業について事例研究を行う。

<sup>48</sup> Prophet (2019) “The Next Chapter of Digital Transformation in China”

<sup>49</sup> 黄培 (2019) 「智能製造推進の7つの難題と6つの対策！」

<sup>50</sup> Accenture (2021) “China Digital Transformation Index 2021”

<sup>51</sup> [https://jp.weforum.org/projects/global\\_lighthouse\\_network](https://jp.weforum.org/projects/global_lighthouse_network)

### 3.4.1 WEF のライトハウスにおける中国企業のポジション

上述したように、2023年1月現在、WEFによって評価されたライトハウスは132社あった。図3-3が示すように、中国で活動しているライトハウスは46拠点(企業)に上るが、ライトハウスの評価を受けたオーナー企業(1拠点から数拠点までを有する)は14社を数える。オーナー企業数では、中国は米国14社と肩を並べた。因みに、日本では立地拠点数は3拠点(企業)でライトハウスオーナー企業は2社となっている。

また、中国のライトハウス46拠点のうち、中国地場企業により設立されたのは26拠点であり、残りは台湾企業を含む外資系企業が設立したものである。特に強調したいのは、基本的に中国国内拠点の設立に止まっている中国のライトハウスオーナー企業と比べ、欧米系の多国籍企業はグローバルに展開していることである。これは、中国のオーナー企業によるグローバル展開は尚初期段階にあるからであろう。ただ、欧米系多国籍企業が中国で先進的なスマート製造拠点を展開していることは、中国企業にとっていい意味で勉強できるモデルケースとなり、中国での普及を促すものと理解されよう。

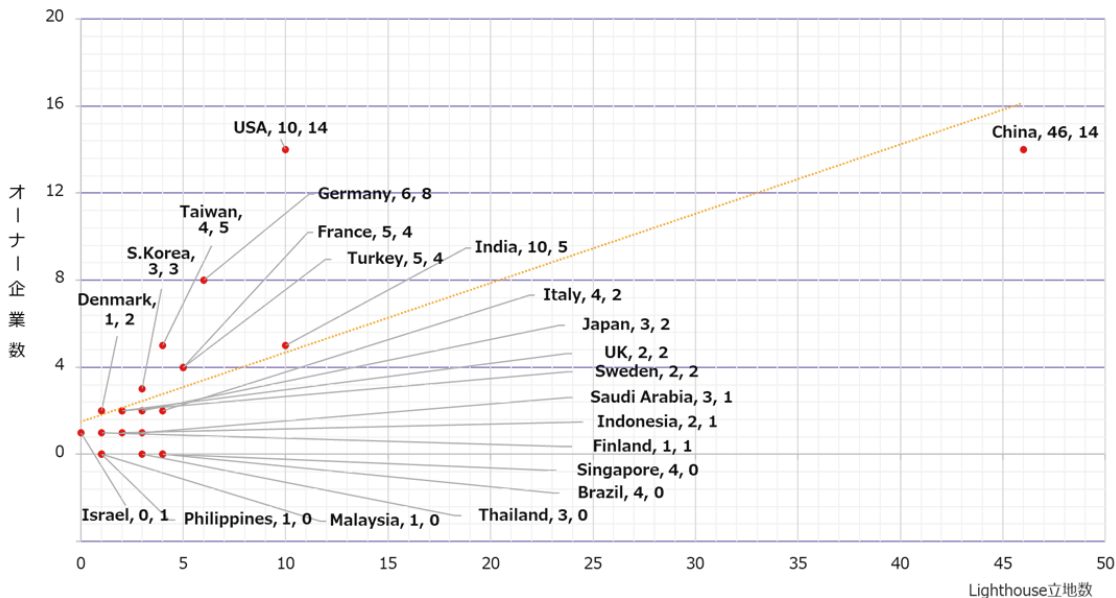


図3-3 主要国・地域の WEF ライトハウスのオーナー企業数と立地拠点数

出典：WEF(January 2023)

### 3.4.2 中国のライトハウス事例(工場内):「極限製造」を目指す CATL

WEFは、いわゆるスマートファクトリに当たる自社工場内のデジタル変革(Four-wall factory lighthouses)タイプと、顧客・ユーザーまで到達するいわゆるバリューチェーン全体におよぶエンドツーエンド(E2E)タイプのライトハウスを認定しているが、2018年認定開始の時期は工場内のタイプが多いが、近年はE2Eタイプが増えてきている。

また、前述したように多くの企業は未だにPoCから抜け出せず、スケールアップができない状態にある。この意味で、WEFのライトハウスに選ばれた世界トップのEV電池メーカーCATL(Contemporary Amperex Technology Co., Limited: 寧徳時代)の取組みは大いに参考となる。

CATLのスマート製造への取組みはオーソドックスな三段階アプローチであった<sup>52</sup>。

<sup>52</sup> 高工机器人(2021)“CATL 如何让智能制造落地?”

まず、「自動化」に取り掛かったフェーズ(2011-2013)があった。この段階を通じて、CATLは、設備自動化、生産ライン自動化、物流自動化、倉庫自動化など、自動化のレベルを急速に向上させるとともに、製造プロセス改善の専門知識を蓄積し、サプライヤーの設備メーカーとエコシステムが形成できた。

次は、「自動化+デジタル化」フェーズ(2014-2017年)であった。SAP社のERP(Enterprise Resource Planning: 全部門共通システム)、CRM(Customer Relationship Management)、SRM(Supplier Relationship Management)、PLM(Product Lifecycle Management)などの情報化システムを一気に導入した。また、この段階において、CATLはビッグデータプラットフォームの構築、IoTシステムの構築、ハイブリッドクラウドの展開にも着手した。情報化と次世代デジタル技術の活用を並行して推進した。

第3段階は「スマート化」フェーズ(2017-現在)である。このフェーズにおいて、データ管理、データアプリケーション、データ分析、実際の生産ラインの最適化への切り込みなど、データ管理分析に関する作業を開始し、生産プロセスにおいて大きな役割を果たしたという。

CATLは以上のような取組みで2019年に中国の工業情報化省から智能製造モデル企業として表彰され、2021年には国の「次世代デジタル技術と製造業融合発展モデル」政策事業として認定された。

他方、スマート製造に関するCATLの取組みで特筆すべきことは2020年の「極限製造」という概念であった。車用バッテリーの欠陥率をppm(10万分の1)からppb(10億分の1)に引き上げ、安全性能を6シグマから9シグマに近づける取組みであった。また、生産性と品質の向上に止まらず、電池にかかわる原料採掘、製造、資材、リサイクルまで含む資源・エネルギー管理プラットフォームを構築したというCATLのサステナビリティへの取組みがあった。

WEFは生産性とサステナビリティの両立を挙げたCATLのパフォーマンスを大いに評価し、2021年9月にグローバルライトハウス(製造拠点の立地場所:福建省寧徳)の栄誉を与えた。WEFは「製造プロセスの複雑化と高品質に直面したCATLはAI、高度な分析およびエッジ/クラウドコンピューティングを活用して3年間でセル当たり1.7秒の速度で10億分の1の不良品率を実現するとともに、労働生産性を75%向上させ、エネルギー消費量を10%減らした。」と高く評価した<sup>53</sup>。

もちろん、スマート製造に関するCATLのパフォーマンスは上記のWEFの評価に止まらない。例えば、WEFの認定したライトハウスは大体20~40のユースケースを構築しているが、TOP5のユースケースのパフォーマンスは公表されている(表3-3)。CATLのTOP5ユースケースは次のとおりである。

表3-3 CATLのTOP5ユースケースの概要

	ユースケース	影響 (KPI)	定量評価
1	AIを活用したプロセス制御	労働生産性	75% 向上
2	AIを活用した光学検査	10億分の1の欠陥率	80% 減少
3	ビッグデータ/AI対応の製品設計とテスト	研究開発サイクル	50% 削減
4	デジタル追跡	スクリーニングテストのマンパワー	80% 削減
5	エネルギー、排出、廃棄物、水管理のためにIIoTによるセンサーのリアルデータの集約	年間のエネルギー消費量	10% 削減

出典: WEF(September 2021) により著者作成

<sup>53</sup> WEF(September 2021) “Global Lighthouse Network: Unlocking Sustainability Through 4IR”

CATL の取組みは続いている。2022 年 10 月に第 2 のライトハウス (四川省宜賓市) が WEF によって認定された。WEF は、「ビジネスの大幅な成長と、より高い品質と持続可能性への期待に追いつくために、CATL は宜賓市に構築したプラントにおいて、寧徳時代 (CATL) 本社のライトハウスデジタルイニシアチブに加えて、詳細な AI、IoT、柔軟な自動化をさらに展開し、ライン速度を 17% 向上させ、歩留まり損失を 14% 削減させ、ゼロカーボン排出を達成した」と評価した。CATL のスマート製造への取組みは新たな段階に入ったといえる。

現在、CATL は全世界でドイツ、ハンガリー拠点を含む 13 ヶ所の生産拠点を設立しており、上述した初のライトハウスの経験をベースに他の拠点に横展開し、スケールアップしようとしている。このような大規模スケールアップは WEF のグローバルライトハウスの趣旨に合致している。

### 3.4.3 中国のライトハウス事例 (E2E):C2M の製造モデルを確立したい Alibaba(アリババ)

前述したように、中国企業、特に消費者向け企業が重視するデジタル化の分野は顧客エンゲージメント、消費者や顧客データドリブンの DX であるという特徴がある。実際、中国のグローバルライトハウスでは E2E のライトハウスが大半を占めている。例えば、家電メーカーのハイアール (海爾) とメディア (美的) はそれぞれ 6 社と 5 社のライトハウスが認定されており、一般消費財メーカーの米系 P&G と英系ユニリーバのそれぞれ 6 社と並ぶ。

ここでは、EC プラットフォーム IT ベンダーで、消費者インサイトに優れるノウハウを生かして消費者起点で消費者と製造拠点をつなぐ新たな製造ビジネスモデル (C2M) を目指したアリババの事例を紹介する。2020 年 9 月にアリババの新型製造業拠人も WEF にグローバルライトハウスに認定された。WEF は、「強力なデジタル技術と消費者の洞察を組み合わせることで、アリババの試験的な XUNXI 工場 (浙江省杭州市) は、完全にデジタル化された新しい製造モデルに命を吹き込んだ。これにより、消費者のニーズに基づいた E2E のオンデマンド生産が可能になり、小規模企業は、納期を 75% 短縮し、在庫を保持する必要性を 30% 削減することで、急速に変化するファッションおよびアパレル市場で競争力を持つことができる。また、水の消費量を 50% 削減する」と評価している。

図 3-4 は、XUNXI システムの機能を概念的にまとめたものである。基本的には、1) Alibaba の高度なデジタル技術と、Alibaba のエコシステム全体のさまざまなプラットフォームからの消費者の洞察を活用した消費者インテリジェンスにより、中小企業がファッション・トレンドに関する顧客の好みをよりよく理解し、ペースの速いファッションおよびアパレル市場で競争力を維持できるよう支援すること、2) 製品開発は、開発ニーズ、サプライチェーンの状態、および製造スケジュールによって通知するとともに、最適化されたデザインはパターンの広範なライブラリを利用し、AI は耐久性を最大化し、製品は従業員の能力と機械の可用性の両方の観点から、最適な製造リソースに適合すること、3) 製造段階では、少量の製造が可能になると同時に、自動構成により、オペレーターとリソースを戦略的に活用し、デジタルシミュレーションを利用してリスク評価を行う機能を備える。

**消費者インテリジェンス**

高度な分析アルゴリズムによって処理されたソーシャルメディアで消費者が表明した嗜好は、製品開発および製造プロセスへのインプットを提供する

**製品開発**

お客様の嗜好に効果的にマッチした商品のテラード開発

**自動化開発プラットフォーム**

顧客の需要、サプライチェーンの購入状況、製造スケジュールに基づく開発ニーズ

**最適化された製品設計**

広範なライブラリに基づいて直接推奨される関連パターン。コンピュータービジョン AIによって保証される最終設計の耐久性

**カスタマイズされた製品要件**

従業員のスキルレベル、機械の可用性、職人技の要件に適合する製品要件

**製造**

迅速かつ柔軟な対応力を備えたメーカーでの即時および小ロット生産

**自動化された生産構成**

オペレータスキルマトリックス、リソースの可用性、デジタルプロダクションシミュレーション、および潜在的なリスクの評価に基づく運用戦略

**ダイナミックラインバランシング**

生産データとシミュレーションに基づく、リアルタイムのワークステーション負荷分散

**オンライン品質検査**

品質問題を瞬時に発見・管理するオンライン品質検査システム

図 3-4 アジリティと顧客中心主義を中心とするアリババのケースの概念図

出所：WEF(September 2020) を参考に著者作成

XUNXI のシステムを機能させ、智能製造の目的を達成するために、アリババも多数のユースケースを採用している。公表された TOP5 のユースケース、設定される KPI と定量評価は表 3-4 のとおりである。

表 3-4 Alibaba(XUNXI) の TOP5 ユースケースの概要

	ユースケース	影響 (KPI)	定量評価
1	市場予測と需要予測	販売率	40% 増
2	人工知能対応の製品設計とテスト	商品開発リードタイム	66% 減
3	高度な分析によって最適化された生産計画	生産リードタイム	75% 前出し
4	E2E 自動化された社内物流	倉庫作業員の効率	3 倍
5	デジタル対応の柔軟な製造	業界平均と比較し最小の注文数量	98% 低下

出典：WEF(September 2020) により著者作成

XUNXI のモデル工場である「犀牛智造 (Xiniu Zhizao) は 2020 年 9 月に稼働を始めた。すでに 200 以上の新興ブランドにサービス提供を開始 ( ミニマム受注 100 件～と納期 7 日 ) しているという。アリババは、クラウド生産能力を普通のクラウドサービスと同じく、第三者にオンデマンド生産インフラを提供することを目指している<sup>54</sup>。また、2022 年 2 月現在、「犀牛智造」はすでに、300 以上の企業と智能製造に関する協業関係を展開している<sup>55</sup>。中国政府もライトハウスになった XUNXI 工場を E2E 型の智能製造のモデルとして普及プロジェクトに選出している。

<sup>54</sup> <https://www.xiniuim.com/home>

<sup>55</sup> <http://m.ccidnet.com/pcarticle/10581947>



### 3.5 まとめ・提言：中国ライトハウスからみた特徴と日本企業への示唆

前述した WEF に認定された中国ライトハウスは 22 拠点あるが、全体として、以下の特徴がみられる。

#### (1) 業種の広がりを見せているが、医薬品関連はない

中国ライトハウスの業種は、家電、電子製品、産業機械、鉄鋼、IT、消費財、EV 電池などの分野におよんでいる。しかし、製薬企業は入っていない。

#### (2) 証明された有効な事例を社内で横展開

有力企業は個別拠点のスマート化に止まらず、証明されたユースケースやノウハウを横展開し、効果をスケールアップしている。例えば、SANY はライトハウスも連続して認定されているが、20 以上の工場で革新的で標準化された技術ソリューションを横展開している。

#### (3) 現段階は中国国内に限定しているが、海外拠点へ横展開する計画はある

多くの中国のライトハウスオーナーは中国に限定している。ただ、CATL のように海外拠点へスケールアップするオーナーもある。

#### (4) 自社のベストプラクティスノウハウをサービスとして外部に提供する

事例研究としてのアリババ(ライトハウス 1)、美的(同 5)、そしてハイアール(同 6)、SANY(同 2)は技術移転の子会社か拠点を設立して外部へのノウハウやソリューションを提供している。これは智能製造推進における PoC の罫を脱却するのに有用である。

以上でみたように、中国は産業の高度化と欧米の製造業のデジタル変革のイニシアティブ(例:インダストリー 4.0 等)の刺激を受け、智能製造をコアとする「中国製造 2025」等の産業政策を矢継ぎ早に制定し、「製造強国」を目指している。他方、インターネットの普及に伴い、インターネット産業やデジタルイノベーションも急速に進み、「網強国」(ネット強国)も目標に掲げている。智能製造は「製造強国」と「網強国」を体現する分野である。ただ、政府主導の産業政策は期待されるほどは効果がみられず、智能製造はまだ初期段階にある。

他方、一部の有力製造企業は智能製造を模索し、果敢に挑戦している。前述した WEF に認定されたライトハウスは代表的で中国の智能製造の方向性を切り開いていくであろう。また、これらの地場拠点の活動と外資拠点の活動が交じり合い、中国における智能製造推進に必要なエコシステムができつつある。

日本の製造業は生産システムの高度化、特に生産工程の合理化、プロセスの自動化、経営管理の情報化において、中国の製造業よりも進んでいると考えられる。ただ、社会のデジタル化、特にデジタル消費の進展が中国より遅れている側面もあろう。したがって、企業内部の生産性はかなり進んでいるし、消費サイドからのプレッシャーの度合いが中国より弱いと考えられる。また、デジタル変革の投資対効果が初期段階では図りづらい側面もあり、PoC 疲れになってしまっている可能性も高い。昨今の円安効果でさらにスマート製造を推進するインセンティブを薄めてしまう可能性もある。

中国のライトハウスの分析から日本製造業に得られる示唆としては、① DX 先進企業の海外拠点を含む自社製造拠点での横展開を進めるべきであること、そして② 先進企業は WEF のグローバルライトハウスエコシステムに参加し、自社のノウハウがグローバル的に通用するユースケース或いは技術ソリューションに鍛えていき、そして他社にサービスとして提供する仕組みが必要であること、であろう。①と②によりスマー

ト製造のスケールアップやネットワーク効果を引き出せれば、日本の製造業 DX の普及も加速されよう。今後に期待したいところである。

## 参考資料・文献

Accenture (2021) “China Digital Transformation Index 2021”

[https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-168/Accenture-China-Digital-Transformation-Index-2021-Executive-Summary.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-168/Accenture-China-Digital-Transformation-Index-2021-Executive-Summary.pdf)

経済産業省 (2020 年 12 月) 「DX レポート 2(中間取りまとめ)」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-2.pdf>

富士通 (金 堅敏) (2022.10) 『製造業 DX に挑戦する経営者への提言』

<https://www.fujitsu.com/jp/vision/insights/22-manufacturing-digital-transformation-challenges/>

高工机器人 (2021) “CATL 如何让智能制造落地?”

<https://www.gg-robot.com/art-70611.html>

黄培 (2019) 「推进智能制造的七大难点与六大对策 (智能制造推進の7つの難題と6つの対策)」

<https://mp.weixin.qq.com/s/UzJWfqUi2626fljxCTzw>

Prophet(2019) “The Next Chapter of Digital Transformation in China”

<https://www.prophet.com/2019/06/digital-transformation-china-report/>

人民網 (2018) “中国 305 个智能制造示范项目 生产效率平均提升 37.6%”

<http://industry.people.com.cn/n1/2018/1212/c413883-30461080.html>

WEF (September 2020) “Global Lighthouse Network: Four Durable Shifts for a Great Reset in Manufacturing”

<https://www.weforum.org/whitepapers/global-lighthouse-network-four-durable-shifts-for-a-great-reset-in-manufacturing>

WEF (September 2021) “Global Lighthouse Network: Unlocking Sustainability Through 4IR”

<https://www.weforum.org/whitepapers/global-lighthouse-network-unlocking-sustainability-through-4ir>

WEF (October 2022) “The Global Lighthouse Network is growing in size and diversity across all industry sectors”

<https://www.weforum.org/agenda/2022/10/global-lighthouse-network-scaling-technology-for-manufacturing>

WEF(January 2023) “Global Lighthouse Network: Shaping the Next Chapter of the Fourth Industrial Revolution”

[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Lighthouse\\_Network\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Lighthouse_Network_2023.pdf)

中国政府 (2016) 「智能制造發展計画 (2016 - 2020)」

[http://www.gov.cn/xinwen/2016-12/09/content\\_5145438.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2016-12/09/content_5145438.htm)

中国政府 (2021) 「“十四五” 智能制造發展計画」 (2021-2025)」

[http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content\\_5664996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/content_5664996.htm)

中国電子技術標準化研究院 (2022.03) “智能制造發展指数報告 2021”

<https://www.cy-tech.net/article/245.html>

## 4 中国自動車産業の“製造強国”化

### 4.1 はじめに

2015年に公布された「中国製造2025」は、その後10年間の製造強国戦略の行動綱領と位置付けられていた。その中で、先進国と中国の製造業との差はまだ大きく、製造業は「大きいが強くない」としている。中国の自動車産業はまさに大きいが強くない産業の代表例であった。自動車生産台数をみると、中国は2008年にアメリカ、2009年に日本を追い抜いて世界一となり、2017年に年産2,902万台に達して以降はやや減少しているものの、2021年の生産台数(2,608万台)はアメリカ(917万台)や日本(785万台)を遠く離している。しかし、輸出台数となると2012年から2020年まで年100万台前後で徘徊していた。輸出台数も年100万台前後なので、輸出から輸入を引いた純輸出となるとわずかであった。中国政府が2017年に公布した「自動車産業中長期発展計画」<sup>56</sup>も「自動車産業が大きいが強くないという状況が依然深刻である」と指摘している。

ところが、2021年に自動車輸出台数が一気に拡大し、214万台となった。2022年1～9月にも210万台の輸出がなされており、この勢いが年末まで続けば、2022年は300万台を超えそうである。これは日本(2019年に482万台輸出)やフランス(同561万台)とはまだ差があるものの、韓国(同240万台)、スペイン(同231万台)を上回り、ドイツ(同370万台)やアメリカ(同319万台)に迫る水準である<sup>57</sup>。輸出をみる限り、中国は一気に自動車産業強国への飛躍を遂げたようである。本稿ではこうした飛躍がなぜ可能になったのかを分析する。

まず4.2では自動車輸出のデータを分析し、2000年代からの輸出努力を跡付ける。4.3では、2021年以降の自動車輸出の飛躍の内実を明らかにする。2021年の飛躍は2000年代以来の輸出努力の積み重ねの上に世界的な電気自動車(EV)シフトという追い風を中国の自動車産業が捉えたことによって起きた。4.4では中国の自動車産業がEVにおいて競争力を獲得した現状を把握し、なぜ獲得できたのかを簡単にまとめる。4.5では、今後の中国の自動車産業の競争力を高める可能性が高い自動運転の現状について解説する。

### 4.2 自動車輸出の急増

#### 4.2.1 背景

2001年に世界貿易機関(WTO)加盟が実現するまで、中国は乗用車については80%以上の輸入関税と輸入数量制限によって国内の自動車産業を保護してきた。中国の自動車産業の競争力は弱く、発展途上国向けにトラックなどを年1～2.7万台程度の規模で輸出していたのみであった。自動車産業の競争力が弱いため、WTO加盟によって大きな打撃を受けると考えられていたが(李ほか、2000)、蓋を開けてみると、2000年から2007年の間に、自動車生産台数が4倍以上も伸びた。さらに意外なことに、2003年から自動車の輸出が伸び始めた(図4.1)。輸出台数は2001年の2.6万台から、2007年には61.2万台、2008年には68.1万台となり、国内生産台数の6.9%と7.3%を占めた。この時期の輸出増加を本稿では第1次輸出ブームと呼ぶことにする。

<sup>56</sup> 汽车产业中長期发展规划; <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757018/c5600356/content.html>

<sup>57</sup> 各国の輸出台数は日本自動車工業会のホームページの情報による。2020年の数字も得られるが同年は世界的なコロナ禍で輸出台数が落ち込んだため、2019年の数字との比較を行った。

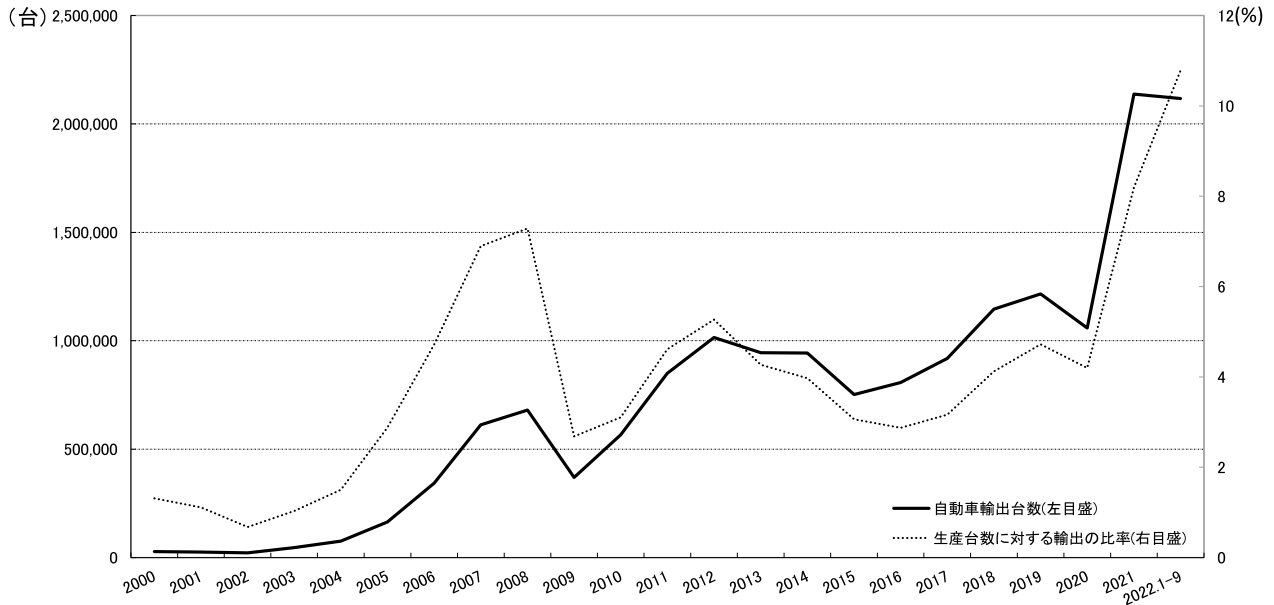


図 4-1 中国の自動車輸出

出典：『中国汽车工業年鑑』各年版、中国汽车工業協会

このブームは、当時の新興自動車メーカーである奇瑞と吉利が牽引したものであった。それまでの中国自動車産業は第一汽車、東風汽車、上海汽車といった国有企業、およびそれらとフォルクスワーゲン (VW)、シトロエン、GM といった外国の自動車メーカーが設立した合弁企業が支配的であった。中国政府は外資の進出を自国の自動車産業の底上げにつなげるため、合弁メーカーに対して部品を国産化することを強く求めた。産業基盤がまだ整わず、自動車産業の規模がまだ小さい状況でいたずらに部品の国産化率を高めようとすると、国産部品の生産コストは輸入部品より高くなり、それを組み立てた自動車はおおよそ輸出できるようなコストに収まらない<sup>58</sup>。そこで、政府は外国メーカーと国有メーカーによる乗用車の合弁企業を限られた数だけ認可し、それらを大きく育てることによって自動車産業を発展させようとした。そのため、乗用車生産への新規参入を厳しく制限し、トヨタ、日産、フォードといったメーカーさえ 1990 年代には参入を認められなかった。そうした厳しい規制のなか、いわば「裏口」から乗用車生産に参入した新興メーカーがいくつかあり、その一つが奇瑞汽車である。同社は 1997 年に第一汽車に勤めていた安徽省出身者 8 人によって設立された (丸川、2008)。その際に安徽省政府、蕪湖市政府などが出資したため、地方国有企業ということになっているが、実態は民営に近い<sup>59</sup>。奇瑞はフォードの中古エンジン工場の設備を購入するなどして生産体制を整え、乗用車の生産許可を得るために 2001 年に自社の株式の 20% を上海汽車に無償で譲渡した。つまり、乗用車の生産ライセンスを持つ上海汽車の関連会社になれば、上海汽車が受けた認可の効力がその関連会社になった自社にも及ぶと考えたためである。奇瑞は自社オリジナルの乗用車を作るため、日本人の自動車産業の OB を工場長に招聘するなど外国人の自動車エンジニアを多数雇い、オーストリア AVL 社にエンジン設計やイタリアのピニンファリナ社に車体デザインを委託するなど海外の知的資源を積極的に取り入れた。2000 年に生産を開始して以来、2003 年には生産台数 10 万台、2006 年には 31 万台となり、中国の乗

<sup>58</sup> ただし、中国政府は外国メーカーが輸出専用工場を設立することも奨励していた。2003 年 9 月に本田技研工業が設立した本田汽車 (中国) は生産した自動車をすべて輸出することを条件に、外資側 (ホンダ) が過半数 (65%) を所有することが認められ、部品の国産化も求められなかった。

<sup>59</sup> 2022 年 9 月現在の奇瑞汽車 (奇瑞ホールディングス) の株式保有比率は、蕪湖市政府傘下の蕪湖建設投資が 27.7%、董事長の尹同躍が支配する瑞創投資が 25.6%、アップルに部品を供給するメーカーであるラックスシェアが 19.9% となっている。

用車市場の一角を占める存在へと上り詰めていった。

もう一社は民営企業の吉利汽車で、1998年に乗用車の生産を始めたが、生産認可を得るために、小型バスの生産ライセンスを持つ四川省の国有企業と合弁企業を設立した。そのため、吉利の初期の自動車は乗用車のような外観でありながら名目的には「小型バス」とされていた(百本、2007)。吉利もトヨタの合弁会社からエンジンを購入したり、韓国の大宇自動車のOBを設計院長にスカウトするといった海外知的資源の積極的な取り込みによって短期間に生産態勢を整え、2001年からは正式に乗用車生産ライセンスを得た。

新興自動車メーカーは、こうして「裏口」から参入し、生産実績を積むことで正式の生産認可を得たが、販売先を確保するのは容易ではなかった。国有企業と外国メーカーの合弁メーカーの場合は、大都市のタクシーや官僚の公用車など官公需によってある程度の売上げが確保できる。しかし、奇瑞は安徽省蕪湖市、吉利は浙江省寧波市という中都市に本拠を置いているため、地元の市場規模も限られている。そこで、新興メーカーはかなり早い時期から海外への自動車輸出に取組んだ。

奇瑞は2002年に100台の乗用車をシリアに輸出したのを皮切りに、2003年にはイランにノックダウン生産の拠点を設置し、そこへノックダウン部品を輸出して現地で組み立てて販売している。また、2006年にはロシアのカリーニングラードにアフトトル社の協力を得てノックダウン生産拠点を設置し、ロシア向けの輸出も開始した。2007年には同社の生産台数の31%にあたる12万台の乗用車を輸出した。

一方、吉利も2004年には董事長の李書福が「2015年には自動車生産台数の3分の2は輸出する」という壮大な目標を打ち上げ、それ以降輸出を増やしている。輸出先はシリアの他、ウクライナ、ロシア、ベネズエラなどである。2007年には生産台数の14%にあたる2万9,067台の輸出を行った。

2007年時点で輸出が多かったメーカーは他に輸出専用工場58の本田汽車(中国)が4万3,124台、航空工業系の新興メーカーだった哈飛汽車が3万4,569台、民営SUVメーカーの長城汽車が2万8,519台であった。つまり、当時の輸出を担っていたのは第一汽車、東風汽車、長安汽車といった主流の国有メーカーやそれらと外資の合弁企業ではなく、自動車業界のアウトサイダーたちが多かった。

新興メーカーが輸出先として狙ったのは欧米や日本、韓国といった自動車産業の先進国以外の国々で、第1次輸出ブームの2007-08年には特にロシア、シリア、ウクライナへの輸出が多かった(表4-1)。いずれも自国の自動車メーカーの基盤が弱く、外国メーカーの草刈り場となっているような市場である。

表 4-1 主要な自動車輸出先 (2006-12年)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ロシア	38,051	107,791	85,241	6,985	31,017	70,837	88,536 (台)
シリア	51,662	52,629	32,267	25,157	32,718	25,134	668
ウクライナ	10,119	47,091	60,287	5,167	4,877	24,263	30,542
南アフリカ	6,158	39,752	25,305	5,524	16,928	16,720	19,130
ベトナム	14,491	35,846	52,851	30,732	30,669	21,518	13,931
アルジェリア	20,201	34,223	44,946	41,407	43,541	80,392	148,600
イラン	10,606	30,675	34,253	13,931	24,446	42,134	72,711
ベネズエラ	7,867	27,029	11,478	1,062	339	12,679	32,097
コロンビア	7,763	14,762	10,850	3,222	12,052	23,045	31,235
エジプト	5,977	11,523	22,116	22,336	28,345	26,377	34,557
チリ	2,366	8,732	23,924	8,929	30,492	53,250	62,437
イラク	13,618	6,836	9,157	19,448	22,868	36,885	89,975
ペルー	598	2,640	10,611	7,716	18,536	30,275	36,803
ブラジル	91	1,401	3,202	4,141	24,804	102,622	20,959

出典：『中国汽車工業年鑑』各年版、斜字体は UN Comtrade より

UN Comtrade のデータでは HS8702, 8703, 8704, 8705 の合計から 870310 を除いた。『中国汽車工業年鑑』と UN Comtrade のデータはおおむね一致するものの、数百台程度のずれがある。本表では前者の数字が得られる場合は前者を用い、得られない場合は後者を用いた。

図 4-1 でみたように自動車輸出は 2007 年まで急カーブで拡大したが、2008 年に頭打ちとなり、2009 年には前年の半分近くに落ち込んでいる。この年は世界経済不況の波が中国の自動車輸出先にも及び、ロシアでも自動車販売台数が前年の半分以下に減少した。中国からロシアへの自動車輸出台数は 2009 年に前年比 9 割減と激しく落ち込んでいる。そのほか、ウクライナとベネズエラへの輸出も 9 割減となっている (表 4-1)。

ロシアへの輸出が急激に減ったのは、ロシア経済が 2009 年にマイナス成長に陥ったせいもあるだろうが、ロシア政府による政策の変更や中国車に対する悪評の影響もあったといわれている。ロシア政府は 2008 年に輸入車に対する型式認証を厳しくしたり、ノックダウン部品に対する関税を引き上げたりした (中国汽車技術研究中心、2009)。また、ロシアの自動車雑誌が奇瑞の乗用車が衝突実験で最も悪い成績をとったと報じた。こうした報道もロシアの地場メーカーが働きかけたものであるといわれている (『21 世紀経済報道』2008 年 8 月 6 日、2010 年 12 月 15 日)。そこで奇瑞は輸出の重点をエジプト、ブラジル、アルジェリアなど、ロシアよりいっそう地場メーカーが弱い国々に移すことにした。

### 4.3 近年の輸出急増

2009年にリーマンショックの影響で落ち込んだ中国の自動車輸出は、2010年以降急速な回復をみせ、2012年には初めて100万台を超えた。ロシアへの輸出が回復したことに加え、ブラジル、ペルー、チリ、コロンビアといった南米諸国、アルジェリア、エジプト、イラク、イランなど中東・北アフリカ諸国が新たな重要市場となった(表4-1)。輸出拡大をリードしたのは奇瑞、吉利、長城汽車など新興メーカーである。

表4-2では2017年以降の輸出先の情報をまとめた。南米や中東・北アフリカ、ロシアといった中国メーカーが従来から開拓してきた市場に加えて、新たにバングラデシュ、インド、メキシコ、フィリピンなどが主要な輸出先に加わった。さらに2021年にはベルギー、イギリス、アメリカなど先進国向けの輸出が拡大しているのが目につく。他方で、アルジェリアへの輸出は2021年には665台、イラン向けは3,089台と、かつて主要な輸出先だった国への輸出が急減した例もある。

表4-2 主要な自動車輸出先(2017-21年)

年	2017	2018	2019	2020	2021
チリ	62,089	75,177	76,682	56,601	191,249
サウジアラビア	8,661	20,793	57,790	97,768	132,997
ロシア	32,197	18,783	39,304	42,707	122,826
ベルギー	11,049	5,615	1,376	18,736	111,712
メキシコ	59,866	109,572	113,127	34,782	93,853
エジプト	20,803	43,667	36,466	60,682	87,880
バングラデシュ		104,741	146,262	79,793	86,465
イギリス		14,224	18,850	26,120	81,169
フィリピン	25,483	26,004	42,967	31,431	60,692
ペルー	32,581	31,588	41,602	28,415	59,179
インド		45,420	83,144	49,515	55,396
アメリカ	53,284	67,483	40,017	39,887	54,476
タイ		1,979	5,801	4,112	48,752
ベトナム	55,192	36,639	35,093	33,904	48,511
ブラジル	10,994	21,444	28,042	25,112	47,640
エクアドル	26,231	37,142	34,721	19,200	45,157
ドイツ		3,975	6,044	12,977	38,162
ベラルーシ		7,562	22,318	20,438	34,104
南アフリカ	9,100	13,113	16,644	13,815	30,927
イラン	250,324	193,185	2,006	1,841	3,089

出典：中国汽车流通協会「2021年中国汽车出口分析」、2017年は「中国汽车工業年鑑」

中国の自動車輸出台数を各国別にみると浮き沈みが大きい。このことは各国市場において中国メーカーの自動車は、景気が良くなれば購入され、景気が悪くなると販売が極端に減るような限界的な存在であることを示唆している。ただロシア、チリ、メキシコ、バングラデシュ、ペルー、エジプト、フィリピンの7カ国では比較的コンスタントに輸出が続くようになった。

例えば、2021年に輸出台数が最も多かったチリでは、2021年のブランド別販売台数において奇瑞はシボレー、スズキ、現代、日産に次いで第5位、MG(上海汽車のブランド)が第8位、長安汽車が第11位、江淮汽車(JAC)が第11位となっている。中国メーカーが特に存在感を見せているのがSUVで、奇瑞が13.6%の市場シェアを占めて第1位、MGが8.2%で第3位となっている(岡戸、2022)。

一方、中国メーカーがすでに15年以上販売拡大に努力してきたロシアでは、2021年の乗用車販売台数ランキングでハバル(長城汽車のSUV)の第11位(シェア2.4%)が最高で、奇瑞が第12位(同2.4%)、吉利が

第15位と低位に甘んじている。中国メーカーのシェアを全部合計しても7.5%で、上位を占めるラーダ(シェア22%)、起亜(同13%)、現代(同11%)、ルノー(同9%)には及ばない(ジェトロ、2022)。

ただ、2022年2月のロシア・ウクライナ戦争の勃発は、中国メーカーにとって思いがけない追い風になったようである。ルノーはルノーロシアのほか、「ラーダ」を生産するアフトワズ社の株の68%を保有していたが、5月にいずれもロシア企業に株式を売却することによって撤退した。トヨタ、日産も現地での生産ができなくなり、撤退に追い込まれた。一方、中国メーカーは開戦後も生産と輸出を続けたため市場シェアが上昇し、2022年6月には全部合計して21%になった。

長城汽車は2019年にロシアのトゥーラ州に5億ドルを投じて単独出資により工場を設立するなど本格的な取組みを進めている。それまでの中国の自動車メーカーの海外進出は輸出か、もしくはノックダウン生産のレベルにとどまっていたが、長城汽車のトゥーラ工場はプレス、溶接、塗装、組立の工程を備え、本格的な現地生産を行うものであった(『経済参考報』2019年6月12日、『太平洋汽車』2022年4月13日<sup>60</sup>)。2022年の市場シェアの上昇は中国メーカーの競争力の上昇を示すものとはいえないが、中国メーカーがロシア市場で着実に地歩を固めてきたからこそ可能になったとはいえる。

2021年の自動車メーカー別の輸出実績をみると、上海汽車が59.8万台と最も多く、奇瑞が26.9万台で続き、以下長安汽車が15.9万台、東風汽車が15.4万台、長城汽車が14.3万台、吉利が11.5万台となっている。ただし、上海汽車、長安汽車、東風汽車の数字はグループ全体の輸出を示しており、そこには外国企業との合弁企業の数字も含まれている。例えば上海汽車であれば、MGブランドを生産する上海汽車股份有限公司だけでなく、GMとの合弁の上汽GMや上汽GM五菱、フォルクスワーゲンとの合弁の上汽VWなども含まれる。従って単一の企業による輸出台数を比べると、依然として奇瑞がトップであったとみられる。

2021年の自動車輸出において特筆すべきは、電気自動車(EV)の輸出が前年の22.4万台から58.8万台へと急拡大したことである。電気自動車は、欧米や日本、韓国の自動車メーカーが根を張ってきた国々の市場に中国メーカーが切り込むうえで有力な武器となっている。前述のように、2021年にベルギー、イギリス、ドイツ、タイといった国々への輸出が大きく伸びたが、こうした国々への輸出の主力はEVで、ベルギー向けでは96%、イギリス向けでは70%、ドイツ向けでは76%、タイ向けでは83%がEVで占められている。日本向けの輸出も2020年の996台から2021年に11,688台に大きく伸びたが、そのうち95%をEVが占めた。なおバングラデシュ向け輸出の96%、インド向け輸出の89%もEVであった。

中国からのEV輸出の一定割合は外資系メーカーによって行われているとみられる。ヨーロッパの自動車販売データをもとにしたSebastian and Chimits(2022)の推計によると、2021年1月から2022年3月までヨーロッパで販売された中国製EVのうち49%がテスラ上海のもので、14%は中国にあるヨーロッパ系自動車メーカーの製造したもの、35%はボルボやMGなど中国企業が保有するヨーロッパのブランドであり、純然たる中国ブランド車は2%のみである。一方、東南アジアでは中国製EVのほとんどは中国ブランド車で占められているとみられる。例えば、タイに関しては、2021年に上海汽車と長城汽車がEVの輸出を始め、2社でタイのEV市場の7割を占めているという。2社は2022年と23年にタイでの現地生産を始める予定である(『日本経済新聞』2022年3月26日、『日経ビジネス』2021年10月18日)。また、2018年にEVの生産を始めた合衆汽車はタイなど東南アジアへの輸出を目的として南寧に年産10万台の工場を建設した。

以上、2007～08年の第1次輸出ブームから2021年からの第2次輸出ブームまでの状況を詳しくみてきた。中国の自動車メーカーは、先進国の既存メーカーが十分に浸透していない市場に重点を置いて開拓してきた。その結果、中国メーカーの市場は非先進国全体に広がってきた。しかし、2021年に欧米や中国でEVシフ

<sup>60</sup> <https://www.pcauto.com.cn/jxwd/2987/29875791.html>



トが進むなか、中国製 EV は先進国にも市場を広げつつある。これは中国製 EV が先進国産 EV と伍するだけの競争力を獲得しつつあることを示唆している。

## 4.4 中国 EV 産業の競争力

中国の EV 産業が競争力を高めるなか、今後世界的に EV シフトが進むと、中国が世界の自動車産業に占めるポジションが高まっていくと予想される。中国の EV 産業はなぜ競争力を高めたのであろうか。

### 4.4.1 生産と市場の規模

その第一の理由は国内の生産・販売の規模であろう。中国では 2021 年に EV(純電動車 BEV、プラグインハイブリッド車 PHEV、燃料電池車 FCV の合計。中国では「新エネルギー車」と呼ばれる)が 354 万台生産され、352 万台出荷された<sup>61</sup>。図 4-2 は国際エネルギー機関がまとめた世界の EV 乗用車の販売台数であるが、中国は 333 万台で世界の 51% を占めている<sup>62</sup>。この図から世界の EV 販売の拡大を牽引しているのは中国であることがわかるが、同時にヨーロッパも 2021 年には対前年比 53% 増の 228 万台、アメリカも対前年比 114% 増の 63 万台と、世界的な EV シフトが進展していることがわかる。ただ、日本だけは蚊帳の外に置かれており、2017 年から 21 年まで販売台数が年 3~5 万台程度で低迷している。自動車生産は車体のプレスという固定費用が大きい工程を含んでいるため、一つの工場でも年産 10 万台程度が経済的な規模であるとされている。つまり、年産 350 万台であれば、経済的な規模の工場を有する自動車メーカーが 35 社並び立つことが可能となるが、年 5 万台では 1 社も成り立たないことになる。

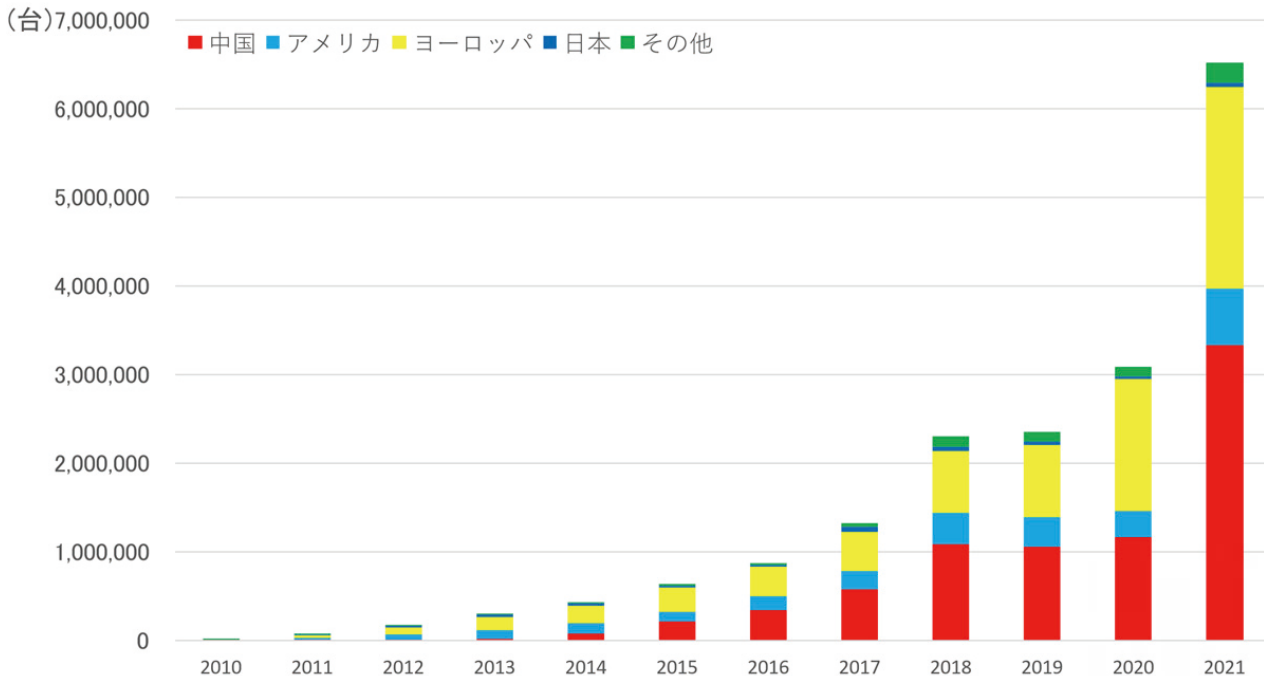


図 4-2 世界の EV 乗用車の販売台数

出典：IEA, Global EV Outlook 2022 データベースより筆者作成

<sup>61</sup> 前述のように、2021 年に中国は 58.8 万台の EV を輸出しているため、出荷台数のなかに輸出分も含まれていると考えられる。

<sup>62</sup> 図 4-1 では、国によって EV 商用車（トラック、バス）のデータがないところもあるため EV 乗用車のみを集計している。IEA によると、商用車を加えた中国の 2021 年の EV 販売台数は 343 万台であった。

#### 4.4.2 激しい競争

中国のEV産業が競争力を高めた第二の理由として、国内のEV市場をめぐって多数のメーカーが競争を繰り広げていることが挙げられる。テスラ上海や上汽GM通用、一汽VWといった外資系企業のほか、上海汽車、広州汽車、長安汽車といった国有メーカー、さらに新興EVメーカーも加わり、2021年に2万台以上のEVを生産したメーカーが24社あった。中国メーカーのうち8社は2021年の世界のEVメーカーのトップ20社に入っている。これ以外に吉利が大株主であるボルボもトップ20に入っている(表4-3)。2021年に世界で2位であったBYDは2022年上半期には64万台のEVを生産して世界トップとなった。同社はガソリンエンジンの生産を2022年3月に停止し、EV(PHEVを含む)に注力している。第20位の長安汽車の販売台数が10万台弱であるので、20社までに入っているメーカーはすでに経済的規模での生産を行っている状況にあるといえる。トップ20に入った日本メーカーはトヨタ1社のみであり、日本勢はEVシフトの潮流に乗り遅れている。

トップ20に入った8社以外にも近い将来に年産10万台を超えてきそうな中国メーカーとして、蔚来汽車(2021年の出荷台数9.3万台)、理想汽車(同9.0万台)、吉利(同8.1万台)、合衆汽車(同7.0万台)などが挙げられる。中国には、ガソリンエンジンを生産した実績がなく、最初からEV専門メーカーとして設立された企業が数多くあり、それらは「造車新勢力」と呼ばれている。

2014年頃から中国では多数の起業家がEVベンチャーを立ち上げようとしてベンチャー資本を説得しはじめた。一時は300ものベンチャーがEVへの参入を画策していたといわれる(『経済参考報』2021年2月22日)。そうしたEVベンチャーの多くは生産開始に至らなかったが、数社はベンチャー資本の投資を経て株式上場にまで至った。なかでも2021年のEV販売台数で世界第19位になった小鹏汽車、および蔚来汽車、理想汽車の3社はいずれもアメリカ(ニューヨークまたはナスダック)および香港に株を上場しており、造車新勢力の代表格とみなされている。ただ、3社とも単年度黒字はまだ実現していないうえ、2022年上半期には上海のロックダウンなどによる売り上げ停滞、電池材料の価格高騰の影響により前年よりいっそう赤字が拡大した(『21世紀経済報道』2022年9月9日)。これら上位3社に続く存在として、2022年9月に香港での株上場が決まった零跑科技、「NETA(哪吒)」のブランドによるEVを展開している合衆汽車なども台頭している。

こうした新興EVメーカーの出現を中国政府は当初歓迎していなかった。2016年にEVの生産にはライセンスが必要とする規制を導入し、新規参入の動きに歯止めをかけようとした。そこで新興EVメーカーはかつての奇瑞や吉利と同様に、自動車生産資格を持つ既存の自動車メーカーとの提携によって参入を目指した。蔚来汽車は商用車メーカーの江淮汽車(JAC)に、小鹏汽車は乗用車メーカーの海馬汽車に、また零跑汽車は杭州長江乗用車にEVの組立を委託したのである。政府は2019年にこうした委託生産を公式に認めたとうえで、EVメーカーにライセンスを付与する基準として累計の販売台数3万台、売上額30億元と定めた(湯、2019)。

表 4-3 世界の EV メーカー別販売台数

メーカー	台数
テスラ	936,172
BYD	593,878
上汽GM五菱	456,123
VW	319,735
BMW	276,037
メルセデス	228,144
上海汽車	226,963
ボルボ	189,115
アウディ	171,371
現代	159,343
起亜	158,134
長城	137,366
ルノー	136,750
広州汽車	125,263
プジョー	125,263
トヨタ	116,029
フォード	111,879
奇瑞	99,109
小鹏	98,698
長安	97,911
その他	1,731,984
<b>合計</b>	<b>6,495,388</b>

出典：Pontes, 2022.<sup>63</sup>

激しい競争のなかで各メーカーはそれぞれ異なる戦略によって市場にアプローチしている。テスラは 29 万元以上の高級車に特化している一方、上汽 GM 通用は 1 台 3.3 万元というきわめて低廉なモデルを売り出した。また、BYD は 7 万元から 23 万元まで幅広いレンジの車種を展開している。新興 EV メーカーのなかでも蔚来汽車の場合は最も安い車種でも 32.8 万元と、高級車路線なのに対して、合衆汽車は 8 万元ぐらいからと大衆車路線をとっている。こうして中国の EV 産業全体としてみると多様な価格帯の EV が揃っている。こうした多様性は他国の市場を攻略する上でも強みとなるだろう。

#### 4.4.3 EV 産業育成政策

中国の EV 産業が競争力を高めた第三の理由として、EV の購入に対する優遇措置および国内メーカーに対する保護政策が挙げられる。EV に対する補助金が 2010 年代初めより支給されるようになり、2013 年の時点では航続距離に応じて 6 万元、5 万元、3.5 万元の 3 段階の補助金が支給された（フォーイン中国調査部、2016）。政府は 2019 年 7 月に補助金の水準を引き下げるとともに、2020 年末をもって廃止する方針を発表したが、これが 2019 年後半に EV 販売の急減を招いた。そこで 2020 年 4 月に補助金の廃止時期を 2022 年末まで延ばすことが発表され、その後さらに 2023 年末まで延長されることになった。補助金は EV の購入に際しての割引の原資となるが、支給対象は国内の EV メーカーであるため、輸入 EV は補助金の対象とならない。そのため、購入補助金は強力な国産 EV 保護策となった。

<sup>63</sup> José Pontes(2022) : Top 20 Electric Cars In The World — March 2022 (Charts), <https://cleantechnica.com/2022/05/02/top-20-electric-cars-in-the-world-march-2022-charts/>

また、政府は2015年にEVの電池に関する規制を導入し、政府が発表する電池メーカーのリストに載っている企業の電池を搭載したEVでなければ補助金を受領できないと定めた。そして、2015年から16年にかけて57社のリストが発表されたが、その中にパナソニック、サムスンSDI、SKI、LG化学といった日韓の有力な蓄電池メーカーは掲載されていない(湯、2019; 『21世紀経済報道』2019年6月28日; 『汽車人』2019年6月27日<sup>64</sup>)。

この規制は2019年6月をもって廃止となったが、この規制が実施されていた2015年から2019年の間に中国系電池メーカーが大きく飛躍しており、まさに幼稚産業保護政策として機能したといえよう。なお、欧米の論者たちは、中国のEV産業が急成長した理由として育成政策の影響が大きいとみており(Sebastian and Chimits, 2022; Graham et al., 2021)、そのため、欧米諸国がアンチダンピング課税等の対抗措置を採ることを示唆している。たしかに国産のEVで、国内メーカーの電池を使っている場合のみに補助金を出すという政策は、GATT/WTOの内外無差別という大原則に反している。だが、中国はすでに幼稚産業保護の政策を終えつつあるため、対抗措置を採るにはすでに時機を逸している。また、事実認識としても、前項で述べたような、多数の企業のEV産業への積極的参入がなければ保護政策も空振りになったことを考えると、保護政策だけに成長の理由を帰するのは一面的である。

#### 4.4.4 EV部品メーカー間の競争

中国のEV産業の競争力を高めた第4の理由は、EVの基幹部品においても激しい競争が展開されていることである。EVの基幹部品といえば、車載電池、駆動モーター、BMS(バッテリー・マネジメント・システム)、PCU(パワー・コントロール・ユニット)などであるが、中国のEVメーカーはこれら基幹部品を調達する際に複数のサプライヤーを競わせることが多い。

その典型例が電池である。中国政府が乗用車の車載電池市場から日韓メーカーを排除していた期間に中国の電池メーカー寧徳時代(CATL)が急速に成長した。同社は2017年から車載電池の販売量で世界トップとなった。2022年1-9月時点での世界シェアは35.1%、LGエナジー(同14.1%)、BYD(同12.8%)、パナソニック(同8.1%)といったライバルたちを引き離しつつある<sup>65</sup>。CATLは中国ではガリバー的な存在であるが、中国のEVメーカーはCATLに依存しすぎないように、生産台数が増えると電池の調達先を2社以上に増やすことが多い<sup>66</sup>。例えば、2021年にモデル別の販売台数で中国トップとなった上汽GM五菱の「宏光mini EV」の場合、CATL、鵬輝能源、国軒高科など多数の電池メーカーの電池を搭載している(『21世紀経済報道』2021年8月10日)。

なおLG化学やサムスンSDIなど韓国系メーカーは2015年に中国の乗用車向け車載電池の市場から排除されたが、その後も中国系の商用車メーカーに販路を広げ(フォーイン中国調査部、2016)、SKIとLG化学は2018年に中国に新工場を設立するなど積極姿勢を続けた(湯、2019)。2019年に規制が撤廃されると、中国の車載電池産業では多数の中国メーカーと韓国メーカーなどがオープンな競争を展開するようになった。例えば、2020年に稼働を始めたテスラの上海工場は、パナソニック、寧徳時代(CATL)、LG化学の3社から調達している。

<sup>64</sup> <https://www.pcauto.com.cn/hj/article/245178.html>

<sup>65</sup> SNE Research ウェブサイト (<https://www.sneresearch.com/kr/home/>) より。2022年11月8日閲覧。

<sup>66</sup> なお、中国の自動車メーカーは内燃エンジン車の生産体制を作る時にも、基幹部品を複数のサプライヤーから調達することによって、サプライヤーに対する自立性を確保しようとする傾向があった(Marukawa,2013)。

CATL は非常にオープンな販売方針をとっており、中国の国有メーカー、新興民営メーカー、外国メーカーなどに幅広く電池を供給している。CATL は 2021 年上半期までに中国の工業信息化部が認可した 2,400 車種余りの EV のうちの 1,200 種以上に電池を供給していた<sup>67</sup>。一方、日本のパナソニックはこれと正反対の販売方針をとっている。同社は「世界のトップランナー」にしか電池を供給しないと明言しており、実際にテスラとトヨタ、およびホンダの一部車種にしか電池を販売していない<sup>68</sup>。たしかに、自動車メーカーと部品メーカーが緊密な関係のなかで品質向上やコスト削減に協力して取組んでいるのは日本の自動車産業の特徴である。しかし、今まさに戦国時代で、将来どのメーカーが勝ち残るのか先が見えない世界の EV 業界のなかでごく限られた EV メーカーとだけ取引し、その外のビジネスチャンスをつかみにいかないというのは非常にリスクが大きい賭けであると言わざるを得ない。実際、2017 年に CATL に世界首位の座を奪われて以降、車載電池市場におけるパナソニックのシェアは下がる一方である (図 4-3)。

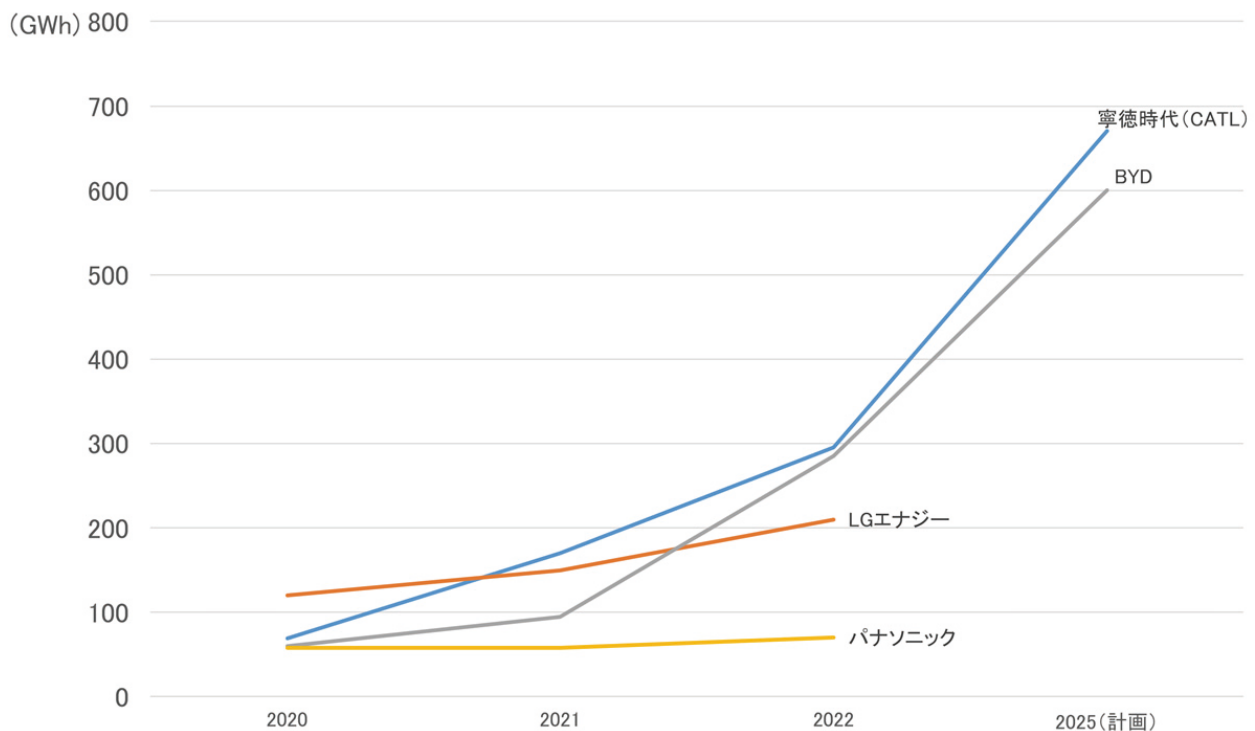


図 4-3 主要な車載電池メーカーの生産能力 (GWh)

出典：金堅敏「ポストコロナ、デジタル変革、そしてグリーン革命で新時代へ」、『21 世紀経済報道』

パナソニックは 2028 年度までに EV 電池の生産能力を、北米を中心に現在の 3～4 倍に拡大する方針を 2022 年 6 月に表明した (『産経新聞』2022 年 6 月 2 日)。しかしそれでも 240GWh 前後であり、CATL や BYD が 2025 年に予定している生産能力の半分にも満たない。この他に中国の 3 番手以下の車載電池メーカーである中創新航 (CALB)、蜂巢能源 (SVOLT)、国軒高科 (Gotion High-tech)<sup>69</sup> はそれぞれ 2025 年の生産能力を 500GWh、600GWh、300GWh と計画しており、もし計画通りに販売が拡大していくとパナソニックは 2022 年現在の世界 4 位から 8 位以下に転落することになる。

<sup>67</sup> 寧徳時代新能源科技股份有限公司「2021 年半年度報告」

<sup>68</sup> 「パナ抜き去った中国の新星」『日経ビジネス』2018 年 6 月 11 日号、興業証券「寧徳時代研究報告」2022 年 3 月 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1726240185356298144&wfr=spider&for=pc>

<sup>69</sup> 2022 年 1～9 月の時点で中創新航 (CALB)、蜂巢能源 (SVOLT)、国軒高科 (Gotion High-tech) の世界シェアはそれぞれ 4.0%、1.3%、2.9% で、世界の 7 位、10 位、8 位であった。

#### 4.4.5 自動車の生産システム転換の可能性

以上、中国のEV産業の競争力を高めた4つの理由を指摘したが、今後、中国EV産業の生産効率をさらに高めるかもしれない生産システムの転換について指摘しておきたい。パソコンやスマートフォンの生産で中国の世界シェアが圧倒的であることはよく知られているが、そうしたIT製品ではOEM、ODMと呼ばれる委託生産が広く行われている。製品やソフトウェアの開発と販売に専念するブランドメーカーと、中国での生産に専念するEMS(電子製品生産サービス)企業との分業により、生産効率を高め、開発・生産・販売の垂直統合にこだわった日本の電機メーカーはあらかじめ淘汰されてしまった。

一方、自動車産業でも委託生産は一部で行われているが主流ではない。機械的な構造が複雑な自動車においては、生産と設計との間で調整が必要となることが多く、両者を別々の企業が担うということになると、円滑な連携が妨げられる可能性があるからである。ところが、EVの場合には機械的な構造は従来の自動車に比べて大幅に簡単になる一方、次節で取り上げる自動運転やインターネット接続などの機能が加わると、ソフトウェアの開発などに大きな比重がかかることになる。こうした変化が自動車生産システムの構造を変える可能性がある。一方では、自動車の開発にIT企業が深くかかわるようになり、他方では生産の方は専門の企業に外注される傾向が強まるかもしれない。

実際、そうした分業体制が形成される兆しがみえてきた。2018年に北京汽車などの出資で設立され、北京汽車グループのEV事業を担う北汽藍谷新能源科技股份有限公司は、EVの生産を同社とマグナ・インターナショナルが合弁で設立した藍谷麦格納に委託している。カナダに本社を置くマグナは世界的な自動車部品メーカーであるが、その子会社のマグナ・シュタイヤはベンツやBMWの一部の車種の生産を受託している。北汽藍谷が2022年に発売した極狐(Arcfox)アルファSは、自動運転機能やスマートコックピットに華為の全面的協力を得てHI(Huawei Inside)と謳っている。

また、コネクターのメーカーとして出発し、パソコンやスマホの受託生産も行っているラックスシェア(立訊精密)は2022年2月に奇瑞汽車の株の2割を取得した。今後、奇瑞との協力によってEVのODMメーカーとなることを目指している。ラックスシェアはこれまでコネクタやワイヤーハーネスなどを自動車メーカー向けに生産してきたが、EVシフトのチャンスをとらえて自動車の生産と開発に乗り出そうというのである(『経済参考報』2022年8月12日、『21世紀経済報道』2022年2月15日)。

また、阿爾特(IAT)は独立の自動車エンジニアリング会社として多数の自動車メーカーから設計を受託してきたが、2022年に天津の自動車メーカー、天津博郡を買い取った。天津博郡はもともとダイハツ車のライセンス生産をしていた乗用車工場を買い取ったが、2020年に破産していた。この買収によってIATは自動車工場と生産ライセンスを手にし、今後設計だけでなく生産も担うODMメーカーへの脱皮を目指している。

こうしたEVのOEMやODMという生産システムが果たして成功するのか、どこまでの広がりを見せるかは未知数であるが、製品開発の重点がソフトウェアに移り、EVの機械的な構造が簡単になっていく趨勢を踏まえると、一定の広がりが予想される。

## 4.5 自動運転の展開

中国では高度な自動運転が近い将来にかなり広い範囲で実用化される方向で準備が進められている。中国政府の自動運転に関する基本戦略は、2020年2月に国家発展改革委員会など11部門の連名で公布された「智能自動車創新発展戦略<sup>70</sup>」にまとめられている。そのなかで、2025年までに自動運転車の技術、産業エコシステム、インフラ、法規と標準、製品の認証システム、ネットワークの安全など自動運転を社会的に可能とする条件を整えることを目標に定めている。こうした態勢を整えることで、2025年までに「高度な自動運転」を商業化する、としている。

ここでいう「高度の自動運転」とは2022年3月より施行された自動運転に関する国家標準(GB/T40429-2021)における自動運転の6分類(レベル0から5)のうちレベル4、すなわち「設定された条件のもとで、システムがすべての運転操作を行い、自動的に最小リスクを選択する」状況を指していると思われる。「設定された条件」とは4Gや5Gの無線通信が常時可能であるといった状態を指している。

中国の企業のなかで自動運転に最も早くから取り組んできたのがインターネット大手の百度である。2017年に北京汽車と戦略提携を行い、北京市の工業団地である亦荘において自動運転の実験を続けてきた。2021年6月には4.4.5で取り上げた北汽藍谷のEV「極狐アルファT」をベースとしたレベル4の自動運転車「アポロムーン」を発表した。この「アポロムーン」の特徴は生産コストが48万元に抑えられたことである。アポロムーンの車両は5年間の使用に耐えられるので、1か月あたりのコストは8,000元ということになる。これは多くの都市におけるタクシー運転手の月収よりも低い。つまり、アポロムーンを5年間無人タクシーとして運行すれば車両代分を回収できるだけの人件費が浮くということになる<sup>71</sup>。百度は2023年には30都市に3,000台の無人運転タクシー(「ロボタクシー」)を配備する予定とのことであり、自動運転は実験段階から営利事業に利用される段階に入りつつある。なお、北京市亦荘で実際に「ロボタクシー」に乗車した人の話によると、タクシーといっても停留所が定められており、スマホに利用したい区間を入力すると、車が自動運転で指定された停留所にやってきて、目的の停留所まで乗車できるとのことである。また、ロボタクシーには常時安全員が乗車しており、緊急時には対処することになっている。

百度はまた乗用車メーカーの吉利との合弁で2021年に集度汽車という自動運転EV専門のメーカーを設立した。集度汽車は2022年10月に最初のモデルである「ROBO-01」を1,000台限定で39.98万元の価格で予約を受け付けた。ROBO-01は「(出発)点から(到着)点への自動運転」を謳っているが、これが自動運転の6分類のどれに該当するかは明らかにしていない。おそらく都市によって条件が異なるため、一概にどのレベルなのかはいえないのであろう。集度汽車は2028年には自動運転車(同社は「自動車ロボット」と呼ぶ)を年80万台出荷できる態勢を目指すとしており、「アポロムーン」とは違って一般の自動車ユーザー向けの販売を想定している(『21世紀経済報道』2022年8月10日)。また、百度は2022年7月にレベル4の自動運転が可能な「アポロRT6」を発表し、こちらはコストが25万元で、百度が運営する自動運転によるネット予約車サービスの「蘿蔔快跑」で利用されるとのことである(『21世紀経済報道』2022年8月16日)。ただ、この「アポロRT6」に関する情報は少なく、どの自動車メーカーが生産したのかも明らかにされていない。

また、2022年8月には長安汽車が生産し、華為が自動運転やスマートコックピットの開発を担い、寧徳時代が電池を提供した「阿維塔(Avatr)11」が34.99万元からという価格で発売された。こちらは国家の法

<sup>70</sup> <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202002/P020200224573058971435.pdf>

<sup>71</sup> 冷澤林「百度極狐共創 Apollo Moon：三年落地 1000 台」『光子星球』2021年6月17日

律で認められ、かつ精細な地図が公表された地域でのみ自動運転が可能であるとしている。

華為は前述の北汽藍谷の「極狐アルファ S」、および長安汽車の「阿維塔 11」、そして広州汽車グループの EV 専門メーカー、广汽埃安からそれぞれ HI(Huawei inside)版と称する EV を発売している。HI 版の EV では、コックピットを操作するハーモニー(鴻蒙)OS、自動運転のコンピューティング・プラットフォーム、レーザーレーダーなどのセンサー類などを華為が一括して担当している。華為はこうして複数社の EV から運転データを収集し、それを人工知能(AI)が学習し、ソフトウェアを更新し続けることによって自動運転の質を高めていくとしている(『21 世紀経済報道』2022 年 8 月 16 日)。

こうして華為はパソコンにおけるマイクロソフトのように、自動運転とコックピットに関わるソフトウェア、基幹部品、センサー類を横断的に担うポジションを狙っている。ただ、この戦略に対して EV メーカーのなかには自分たち付加価値の源泉が掘り崩されるとして反発する向きもある。造車新勢力の蔚来や小鹏は華為や百度などの大手 IT 企業には頼らず、ソフトウェアは自主開発する方針である。

大手スマホメーカーの小米も、蔚来や小鹏と同様に、あくまで自主開発による自動運転 EV の量産化を目指している。小米は 2021 年 3 月に自動車への参入計画を表明し、同年 11 月から北京市亦荘に年産 30 万台規模の工場を建設し始めた。2024 年には量産開始を見込んでいる。

中国では 2021 年に販売された新車のうちネットワークに接続可能なものが 53.3%、またレベル 2 以上の自動運転(部分自動運転。自動的に車両の縦または横への運動をコントロールし、それにかかわる目標や事件を感知し、対応できる)の機能を備えた新車販売台数が世界の 43% を占めた(『21 世紀経済報道』2022 年 8 月 10 日)。

こうして自動運転の機能を備えた自動車が増えると、その法的な扱いが問題となってくる。高度な自動運転の機能を備えた自動車に乗る場合、乗員が誰も運転席に座っていない状態で乗ることは交通法制で許されるのか。また、仮にそのような状態で自動運転車が事故を起こした場合、事故の刑事的、民事的、行政的な責任は誰が負うのか。こうした点が明らかにされないうちは、自動車に高度な自動運転の機能が備わっていたとしても、ドライバーの動作を補助する以上の役割を果たさせることは法的には認められないであろう。

北京市政府は 2022 年 4 月に市内の実験地域において無人化運転試験に関する規則を定めた。これによってロボタクシーなどの自動運転実験が行われてきた亦荘では、安全員が運転席にではなく助手席に座った状態で自動運転を行うことが認められた。また、8 月には深圳で「深圳経済特区知能ネット自動車管理条例<sup>72)</sup>」が施行された。この条例は全国で初めて運転席にも助手席にも安全員が座っていない状態で自動運転車が道路を走ることを公認する地方法規である。但し、それはレベル 5 の完全自動運転の自動車の場合に限ってであり、無人運転が許される範囲は市の交通警察が定めるとしている。レベル 3 及びレベル 4 の自動運転車の場合にはドライバーが運転席に座っている必要があり、交通法規違反を犯した場合の責任はドライバーが負う。一方、レベル 5 の無人運転車が交通違反をした場合は所有者と管理者が責任を負うとしている(『21 世紀経済報道』2022 年 8 月 9 日)。

こうして地方レベルでは自動運転を受け入れる法制の整備が始まっている。だが、全国レベルでは自動運転車を受け入れる道路交通法規は未整備である。2025 年になれば華為、百度、小米といった大手 IT 企業が開発に深くかかわった自動運転車が量産体制に入るはずだが、その頃には全国レベルでの法規などの受け入れ態勢を整備する必要があるであろう。

<sup>72)</sup> [http://www.szrd.gov.cn/rdlv/chwgg/content/post\\_826149.html](http://www.szrd.gov.cn/rdlv/chwgg/content/post_826149.html)



## 4.6 まとめ

最後に、本稿のポイントをまとめつつ、日本へのインパクトについて若干補足を行う。

中国の自動車輸出は2022年には300万台を超える勢いで増えており、自動車産業の先進国であるアメリカやドイツと比肩できる水準に達しつつある。輸出の増加をもたらした主な要因は、中国メーカーが新興国市場を15年以上にわたって開拓してきたことであるが、それに加えて近年の世界的なEVシフトによって、中国産のEVが先進国や東南アジアにも輸出されるようになった。中国のEV生産は、2021年に354万台、2022年は650万台以上となっており、それだけでも自動車産業強国と肩を並べる水準にある。中国産EVの競争力は単に育成政策によってかさ上げされたものではなく、国内市場の規模の大きさ、メーカー間の激しい競争、車載電池など基幹部品のメーカーの競争力などが複合し形成されたものである。さらに、車両の設計や販売に特化するメーカーと製造を受託する企業との分業や、自動運転のソフトウェアを横断的に担うIT企業の登場など、スマホやパソコンといったIT機器産業で見覚えのある構造がEVにおいても少しずつ形成されている。日本の自動車産業とはきわめて異質なこうした企業間分業体制が大きく広まるようなことになれば、日本の自動車産業が孤立し、携帯電話産業のような「ガラパゴス化」に陥る可能性さえある。

日本の自動車産業は2009～2010年に三菱自動車の「i-MiEV」、日産の「リーフ」がEVとして世界で初めて量産されるなど、世界のEVシフトに先鞭をつけた。ところが、その後、EV購入に対する補助金などの政策があったものの、日本市場でEVの販売がいつまでも振るわないため、今ではEVの生産量はもとより、EVに参入している企業数や、販売されているEVのバラエティにおいても中国に大差をつけられている。かつては車載電池において世界トップだったパナソニックも、その販売促進への消極性が災いして後発の中国メーカーに追い抜かれており、日本のEV産業は全体として国際競争力を持っていない。すでに中国製のEVが日本市場にも少しずつ入りつつあるが、今後中国からのEV輸入がさらに拡大していく可能性が高い。

中国における自動運転車の開発は、百度や華為といった大手IT企業が大きな役割を果たしている。2023年以降、通信条件を整えばレベル4の高度な自動運転が可能な自動車が、比較的求めやすい価格で中国市場で売り出されるだろう。ただ、それが実際に売れるかどうかは、法規など自動運転車を受け入れる社会体制の整備にかかっている面があり、必ずしも楽観できない。中国で販売される自動車のほとんどにレベル2以上の自動運転機能が搭載される日は遠からず到来しそうである。中国市場で活動している日本の自動車メーカーはそうした状況を踏まえて自動運転技術を高めておかないと、中国市場での生き残りが難しくなる。中国製の自動運転車が日本など中国以外へ輸出される可能性については、レベル2までの運転補助機能より高度なものについてはまだ小さい。なぜなら、他国で自動運転を実現するにはそれぞれの国の道路状況や道路法制を踏まえて長期にわたる実験を繰り返す必要があり、中国の自動車メーカーがそこまでの精力を海外市場のために割く可能性は低いからである。

昨今の中国からの自動車の大量輸出は「日本の自動車産業の実力は世界一で、中国は後進国だ」という泰平の夢から覚めるきっかけとなるべきである。コロナ禍によって自動運転など中国自動車産業の先端の動きが見えにくくなったが、その動きに注視し続ける必要がある。

## 参考資料・文献

- フォーイン中国調査部 (2016) 『中国電動車部品の受注競争』 フォーイン
- Graham, J.D., Belton, K.B. and Xia, S. (2021). How China Beat the US in Electric Vehicle Manufacturing. *Issues in Science and Technology*. Winter. 72-79.  
<https://issues.org/china-us-electric-vehicles-batteries/>
- ジェトロ (2022) 「中国車が市場シェア拡大 (ロシア)」 ジェトロ海外ビジネス情報、2022年8月17日  
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2022/011e4a7aa12cbf4b.html>
- 李善同・王直・翟凡・徐林 (2000). 『WTO- 中国与世界』 北京: 中国發展出版社。
- 丸川知雄 (2008) 「奇瑞と吉利」 (丸川知雄・中川涼司編 『中国発・多国籍企業』 同友館)
- Marukawa, T. (2013). Why are There So Many Automobile Manufacturers in China? *China: An International Journal*, 11(2), 170-185.
- 百本和弘 (2007) 「奇瑞汽車・吉利汽車」 (天野倫文・大木博巳編 『中国企業の国際化戦略』 ジェトロ)
- 岡戸美澁 (2022) 「チリの2021年の新車販売台数、調査開始以来2番目の高水準に」、ジェトロ海外ビジネス情報、7月14日  
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2022/b899223151f4484b.html>
- Sebastian, G. and Chimits, F. (2022). “Made in China” Electric Vehicles could turn Sino-EU Trade on its Head. *Short Analysis. MERICS*. 1-5.  
<https://merics.org/en/short-analysis/made-china-electric-vehicles-could-turn-sino-eu-trade-its-head>
- 湯進 (2019) 『2030 中国自動車強国への戦略』 日本経済新聞出版社
- 中国汽車技術研究中心 (2009) 『中国汽車工業年鑑 2009 年版』 中国汽車工業年鑑期刊社

## 5 中国のロボット産業における貿易投資、 キャッチアップ及び産業政策

### 5.1 問題意識と本稿の目的

中国は産業用ロボットの世界最大の市場である。国際ロボット連盟 (International Federation of Robotics, IFR) によると、世界市場の約 47% が中国向けである (IFR, 2022)。高齢化による労働力不足と賃金上昇を背景に、2013 年以降中国の産業用ロボット市場は急速に拡大した。2016 年に中国における産業用ロボットの稼働台数が日本を抜いて世界最多となり、さらに、2019 年に産業用ロボットの稼働台数は約 78 万 3,000 台に上り、第二位の日本 (約 35 万 5,000 台) の倍以上まで拡大してきた (IFR, 2020)。この分野で国際競争力の高い日本企業がどの程度貿易投資を通じて中国市場に参加しているのか、中国企業が日本企業へキャッチアップしているのか、中国政府の産業政策がどのような役割を果たしているのかについては、まだ十分に明らかになっていない。

本稿は産業用ロボットに注目し、産業・企業データを用いて中国のロボット産業における貿易投資、中国企業のキャッチアップおよび産業政策に関する観察事実を提供し、産業発展の現状と問題点について考察する。主な分析結果は次の通りである。第一に、近年中国の産業用ロボット市場が急速に拡大し、製造業産業レベル・企業レベルのロボット導入比率も先進国に近づいている。しかし、ロボットの国内生産比率がまだ低く、ロボット導入は輸入と外資系企業の現地生産に大きく依存している。第二に、近年中国企業 (新松<sup>73</sup>、新時達<sup>74</sup>、埃斯頓<sup>75</sup>、埃夫特<sup>76</sup> の 4 社) の売上高・設備投資の成長率が高く、研究開発 (R&D) 投資も増加しており、日本企業 (ファナック株式会社と安川電機) にキャッチアップしている。しかし、中国企業 (特に国有企業) の売上高利益率は低く、2020 年における労働生産性は日本企業の約 3 割にすぎない。第三に、近年中国企業に対する補助金が急増し、研究開発補助金から増値税の還付まで様々な形があり、産業用ロボットの開発・生産に対して一定の効果があると考えられる。中国政府のロボット産業発展計画では、2025 年に自主ブランドの市場占有率・国産核心部品の市場占有率が 70% に達するとの高目標を掲げているが、現状では 25% 程度しかなく、2025 年までには目標達成できないとみられる。

### 5.2 産業用ロボットの市場と貿易投資

#### 5.2.1 産業用ロボットの生産・導入

図 5-1 は、中国における産業用ロボットの年間生産・導入台数を示したものである。IFR(2022) によると、2021 年に中国におけるロボットの新規導入台数は、最高記録を更新して 268,000 台に達し、2020 年より

<sup>73</sup> 新松机器人自动化股份有限公司、SIASUN Robot & Automation CO., LTD

<sup>74</sup> 上海新时达电气股份有限公司、Shanghai STEP Electric Corporation

<sup>75</sup> 南京埃斯頓自动化股份有限公司、ESTUN Automation

<sup>76</sup> 埃夫特智能装备股份有限公司、EFFORT

51%も増加、2016年(9万7,000台)の約2.8倍となった<sup>77</sup>。中国国家统计局(NBS)<sup>78</sup>によると、産業用ロボットの生産台数は2020年に前年比19.7%、2021年に前年比72.6%も増加している。その背景には、やはり中国における労働力不足と労働コストの上昇により産業用ロボットや自動化技術などの導入が拡大していることがある。また、2020年より新型コロナウイルス感染症の感染拡大が、産業用ロボットの導入をさらに加速させたと考えられる。

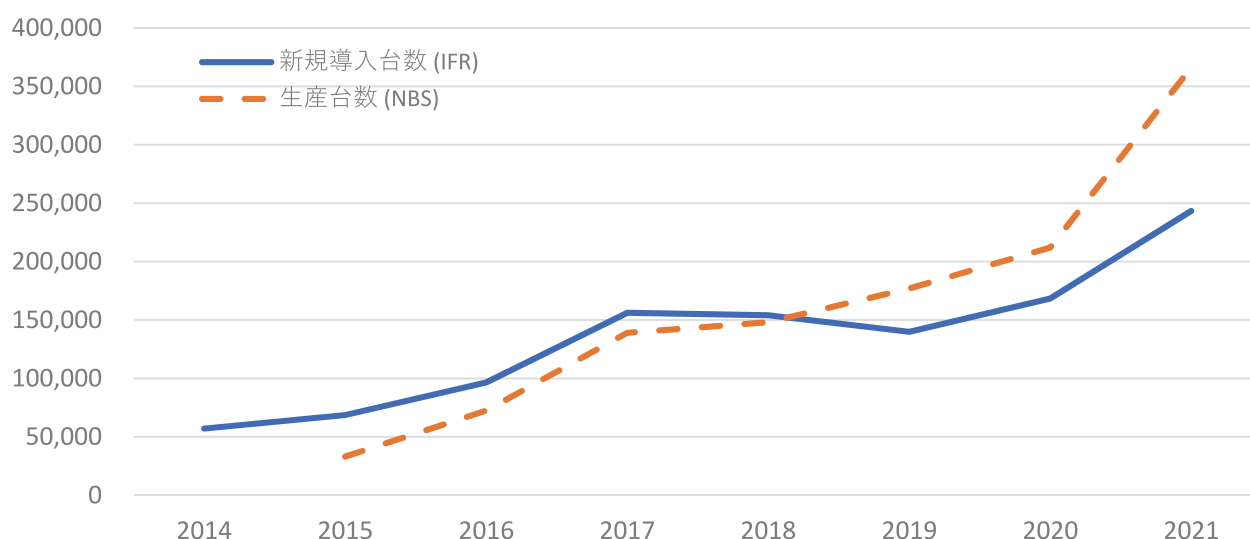


図 5-1 中国の産業用ロボット市場

出所：中国国家统计局(NBS)「中国国民经济和社会发展统计公报」各年版<sup>79</sup>、IFR World Robotics 各年版<sup>80</sup>より筆者作成

製造業におけるロボットの導入比率(従業者数1万人あたりのロボット導入台数)をみると、2021年に、中国が世界第5位で322台に達し、米国の274台よりも多く、世界平均の141台を大きく上回っている(IFR, 2022)。ただし、第一位の韓国(1,000台)、第二位のシンガポール(670台)、第三位の日本(399台)および第四位のドイツ(397台)と比較して中国はまだ低い。中国においては依然としてロボットや自動化の導入を進める余地が大きいということになる。製造業産業別のロボット導入をみると、2019年に自動車産業と電子産業では新規導入台数(全体の42%)と稼働台数(全体の74%)が一番多く、これは先進国と同様である。もちろん、同じ産業の中でもロボットを導入している企業もあれば、導入していない企業もある。中国企業・従業員調査によると、1,882社のうち、ロボットを導入している企業の割合は、2008年に2%に過ぎないが、2013年に7%、2017年に13%までに達している。一部の企業しかロボットを導入していないが、導入している企業の割合が着実に増えていることが分かる(程ら, 2018)。

## 5.2.2 産業用ロボットの貿易・直接投資

中国企業のロボット導入は、輸入と多国籍企業の中国現地法人による現地生産に大きく依存している。2019年に中国で新規導入されたロボットの約71%が、外国のサプライヤー(外国企業と中国における外資系企業)から調達されている(IFR, 2020)。近年の中国におけるロボット輸入の動向を示したのが表 5-1 であ

<sup>77</sup> [https://ifr.org/downloads/press2018/2022\\_WR\\_extended\\_version.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf)

<sup>78</sup> 国国家统计局(NBS),「中国国民经济和社会发展统计公报」各年版

<sup>79</sup> 中华人民共和国 2021 年国民经济和社会发展统计公报\_数据快递\_中国政府网([www.gov.cn](http://www.gov.cn))

<sup>80</sup> International Federation of Robotics ([ifr.org](http://ifr.org))

る。2015年から輸入金額・数量が年々増加し、2021年に輸入額が約15億ドル、輸入台数が約11万台に達し、大きく拡大している。中国のロボット輸入は、日本に大きく依存している。2021年、日本が中国の輸入に占める割合は、金額ベースでは74%、数量ベースでは84%にも達している。日本への依存度が高いため、近年、全体の輸入価格と日本からの輸入価格の間には大きな差はない。これらの結果は、企業レベルのロボット導入の数字にも概ね一致している。また、程ら(2018)によると、産業用ロボットの輸入額が導入総額の49%を占めていることが確認される。

表 5-1 中国のロボット輸入

	金額 (千ドル)	数量 (台)	価格 (千ドル/台)	日本のシェア (金額)	日本のシェア (数量)	日本の価格 (千ドル/台)
2015	804,834	46,819	17	57%	79%	12
2016	875,522	52,200	17	62%	75%	14
2017	1,326,503	84,226	16	61%	77%	12
2018	1,144,285	100,349	11	63%	57%	13
2019	989,855	60,723	16	61%	77%	13
2020	1,042,448	76,342	14	71%	83%	12
2021	1,535,467	114,698	13	74%	84%	12

注：産業用ロボットのHSコードは847950。出所：Global Trade Atlas, S&P Global データベース<sup>81</sup>より筆者作成

興味深いことに、中国のロボット輸入が拡大している同時に、近年、中国のロボット輸出も急速に拡大している(表5-2)。輸出額(輸出台数)は2015年の1.4億ドル(1.1万台)から2021年の3.4億ドル(5.5万台)まで増加している。ただし、輸入の平均価格は1万3千ドルに対して、輸出の平均価格は6千ドル(共に2021年)しかなく、中国はよりハイエンドな製品を輸入している一方、よりローエンドな製品を輸出していることを示唆している。また、日本向けの輸出額・数量はかなり少ない。日本企業は多くの工業製品を中国で生産し、最終財を日本へ逆輸入しているが、産業用ロボットに関しては異なるようである。

表 5-2 中国のロボット輸出

	金額 (千ドル)	数量 (台)	価格 (千ドル/台)	日本のシェア (金額)	日本のシェア (数量)	日本の価格 (千ドル/台)
2015	144,449	11,807	12	6%	5%	14
2016	155,929	44,211	4	4%	10%	2
2017	208,517	28,300	7	3%	2%	13
2018	264,879	60,506	4	5%	5%	4
2019	240,355	105,604	2	5%	5%	2
2020	243,486	80,944	3	7%	3%	7
2021	342,087	55,466	6	6%	7%	5

注：産業用ロボットのHSコードは847950。出所：Global Trade Atlas, S&P Global データベースより筆者作成

日本側からみても中国は、産業用ロボットの最も重要な市場である。まず、中国は、日本の産業用ロボットの最大の輸出先である。図5-2は、日本の産業用ロボット輸出総額と、そこに占める中国向け輸出のシェ

<sup>81</sup> International Import Export Trade Data: Global Trade Atlas | S&P Global (spglobal.com)

アを示したものである。日本の輸出総額は年間約 2,000 億円であり、中国向けのシェアが 2016 年の 27% から 2020 年には 36% に拡大している。また、財務省貿易統計によると、数量ベースでは、日本は 2020 年に 5 万 4,545 台のロボットを中国へ輸出しており、これは日本製産業用ロボットの輸出台数全体の 43% に相当する。ただし、米国などの先進国向けの輸出に比べて、中国に輸出されるロボットは単価が低い。輸出額と輸出数量で単純計算すると、米国向けロボットの単価を 1 とした場合、中国向けロボットの単価は約 0.65 にとどまることから、中国は比較的ローエンドな産業用ロボットを日本から輸入していることを示唆している。

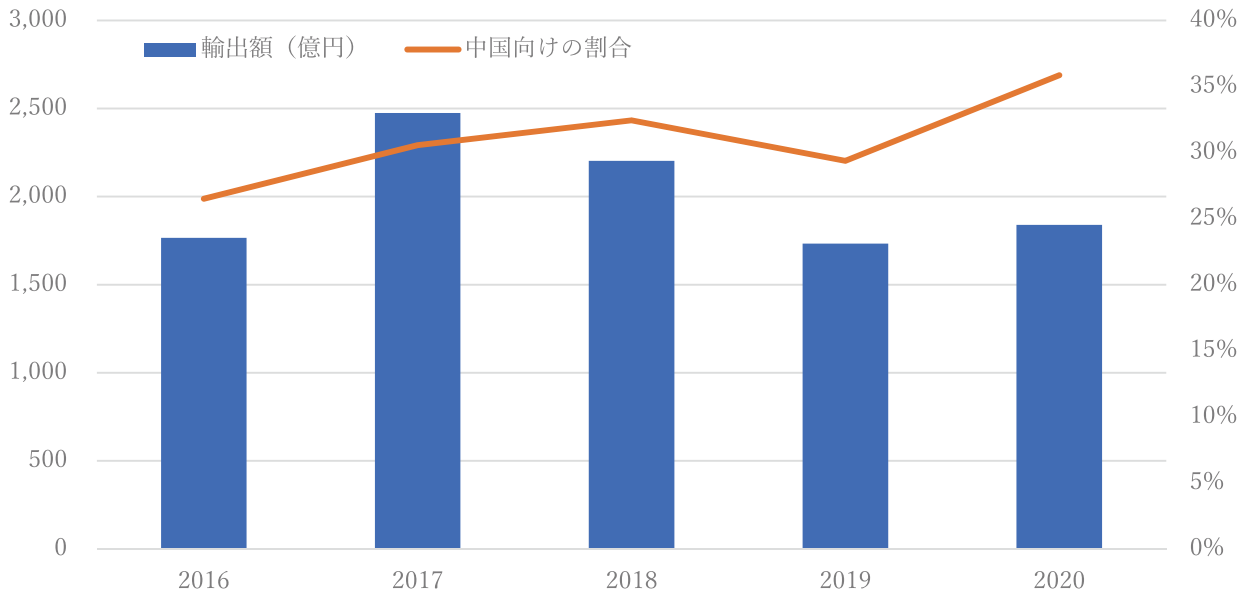


図 5-2 日本のロボット輸出

注：産業用ロボットの HS コードは 847950。出所：財務省貿易統計<sup>82</sup> より筆者作成

近年、日本企業の対中直接投資も拡大している。中国の産業用ロボット市場で最大のシェアを有するファナックは、上海のロボット工場の規模を 5 倍に拡大するために、2021 年に過去最大となる 260 億円を投資すると報道された<sup>83</sup>。ファナック 2021 年度決算資料<sup>84</sup>によると、設備投資額が 2020 年度より 225 億円増となり、中国市場における売上高が企業全体の売上高の 31.3% も占めている。ファナックの北京子会社は、CNC(コンピュータ数値制御)の製造・販売、上海子会社は、ロボットシステムの開発・製造・販売を行っている。安川電機は、上海、北京、瀋陽、常州などに拠点を置き、インバータ・サーボ・コントローラ・ロボットシステムの製造・販売事業を展開しており、江蘇省において年間 1 万 8,000 台の産業用ロボットを生産している。2022 年 6 月に安川(常州)機電一体化系統有限公司の新工場が稼働を開始し、実装基板品や電子ユニット品などの主要部品を、新工場から供給している。さらに、ファナックは中国の家電大手である美的集団、安川電機は中国の鉄鋼メーカーである首鋼集団、それぞれ産業用ロボットの合弁企業を作っている。これらの事業は、中国の産業用ロボットの生産能力を大幅に増強させると同時に、合弁企業を通じた技術移転が行われると期待されている。

より先端的な技術を獲得するために、中国企業は積極的に対外 M&A を行っており、産業用ロボットの分野も例外ではない。2016 年に美的集団は、ドイツのロボット大手のクーカ (KUKA) を買収した。これにより、中国企業は、ソフトウェアやネットワークの力によって自動的に作業を最適化したり、センサー技術によ

<sup>82</sup> 財務省貿易統計 Trade Statistics of Japan (customs.go.jp)

<sup>83</sup> ファナック、中国でロボット工場増設 260 億円投資 : 日本経済新聞 (nikkei.com)

<sup>84</sup> <https://www.fanuc.co.jp/ja/ir/announce/pdf/2022/reference202203.pdf>

て周囲の状況を監視して事故を防いだりするなど、精度の高い産業用ロボットの技術を手に入れた。クーカの中国市場における売上比率は、2016年の15%程度から買収後の2017年には25%まで拡大したという<sup>85</sup>。また生産面では、広東省仏山市の順徳区において新しい拠点を整備し、クーカのロボット製造工場としては、ドイツ工場と上海工場に続く3カ所目で、2019年末から稼働を開始した。

### 5.3 中国企業のキャッチアップ

2000年代以降、中国の経済成長と共に中国企業の生産性が上昇し、日本企業へのキャッチアップが進んでいる。日本の上場企業に対する中国の上場企業のキャッチアップは、主にハイテク産業によって主導され、フロンティア企業へのキャッチアップが、中国企業のTFP水準向上の最も重要な要因であることが明らかになった(宮川ら, 2019)。産業用ロボット関連の特許申請を焦点にあてると、中国企業の特許申請件数は増加しており、その技術は日本企業の技術に接近しつつ、技術の差別化を通じた技術蓄積も進んでいることが指摘されている(Kimura et al., 2022)。

本稿では、2018年に産業用ロボット生産台数2000台以上の日中ロボットメーカー6社に焦点をあて、これらの上場企業の財務データを基に、中国企業のキャッチアップが進んでいるのかについて検証する。6社は、安川電機、ファナック(以上、日本)、新松、新時達、埃斯頓、埃夫特(以上、中国)である。中国企業のうち、新松は中国科学院瀋陽自動化研究所発のスタートアップ企業であり、埃夫特は安徽省芜湖市政府国有資産監督管理委員会の下で管理され、2020年に上場した企業である。残りの中国企業2社は民間企業である。各企業データは、Orbisデータベース<sup>86</sup>より取得した。ここでは、2012年から2021年まで各企業の売上高成長率、固定資産増加率、研究開発(R&D)集約度、労働生産性、売上高経常利益率について比較分析を行う。クーカに関しては、もともと世界トップクラスの企業であり、データも不足しているため、ここでの分析には含まない。

まず、中国企業は日本企業と比較して、近年の売上高成長率(図5-3)と固定資産増加率(図5-4)が高い。売上高成長率をみると、特に、新松、新時達、埃ス頓が高い。2017～2021年5年間の売上高成長率の平均は、新松が15%、新時達が24%、埃ス頓が40%、埃夫特が13%、安川電機が4%、ファナックが7%となっている。固定資産増加率をみると、特に、新松、新時達、埃ス頓が高い。2017～2021年5年間の売上高成長率の平均は、新松が18%、新時達が17%、埃ス頓が55%、埃夫特が▲5%、安川電機が9%、ファナックが7%である。その背景には、やはり急速に拡大している中国市場があることが窺える。

<sup>85</sup> 中国で存在感が増すKUKAのロボット | ロボット Insight | Rentec Insight | レンテック・インサイト | オリックス・レンテック株式会社 (orixrentec.jp)

<sup>86</sup> <https://www.bvdinfo.com/ja-jp/our-products/data/international/orbis>

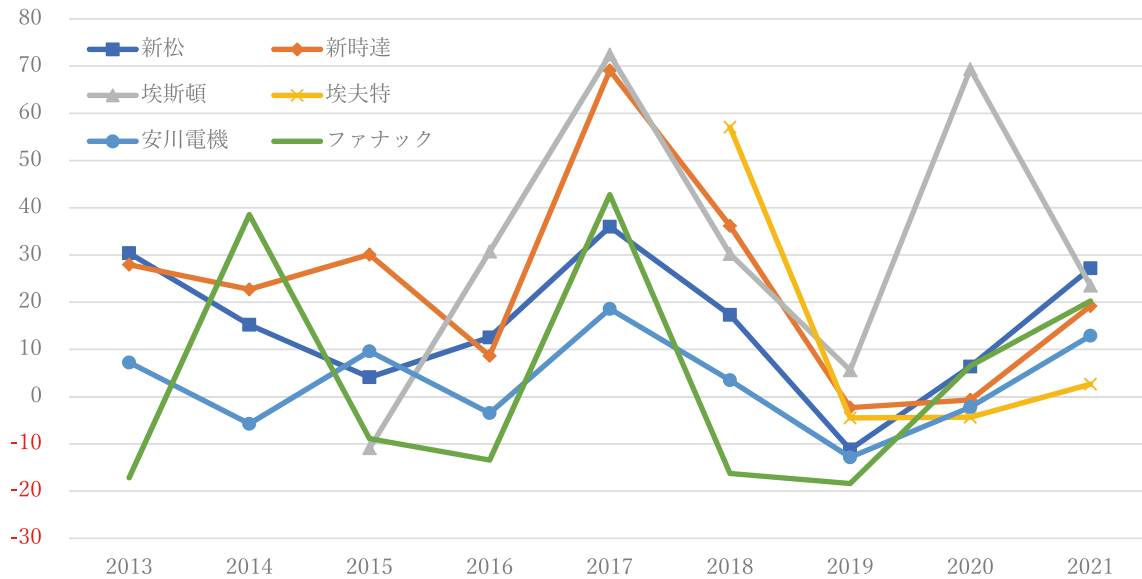


図 5-3 売上高成長率 (%) の推移

出所：Orbis データベースより筆者作成

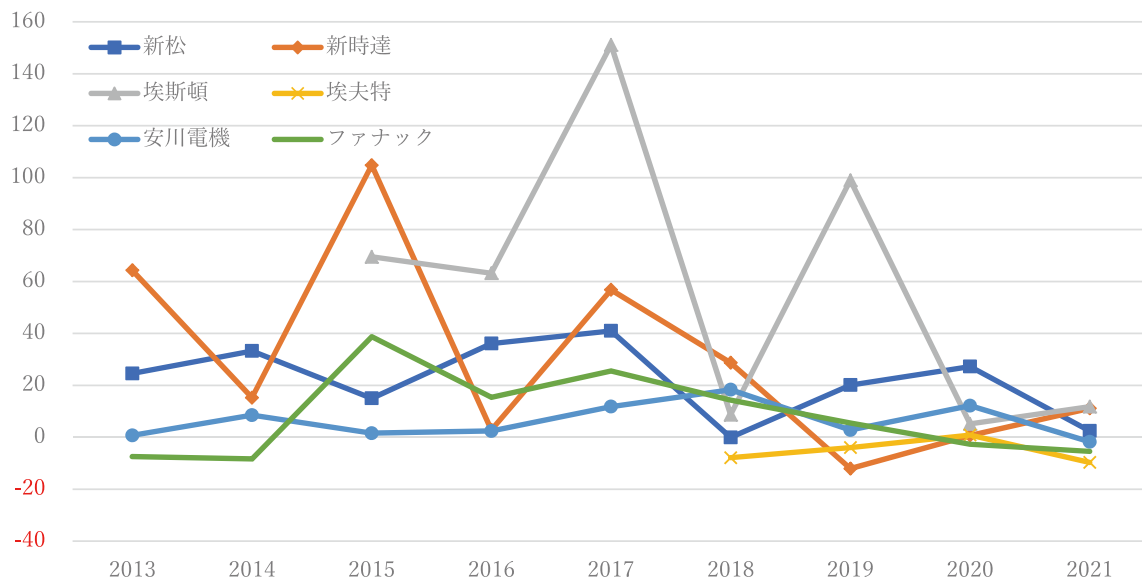


図 5-4 固定資産増加率 (%) の推移

出所：Orbis データベースより筆者作成

次に、近年、中国企業の R&D 集約度が上昇し、日本企業とほぼ同じ水準に達している (図 5-5)。2017～2021 年 5 年間の R&D 集約度の平均は、新松が 8%、新時達が 5%、埃ス頓が 8%、埃夫特が 7%、安川電機が 4%、ファナックが 9%(日本企業 2 社が 2017～2020 年の 4 年間の平均)となっている。一方、中国企業の労働生産性(売上高/従業者数)は、近年非常に緩やかに上昇しているが、日本企業と比較してまだまだ低い水準に留まっている (図 5-6)。2017～2021 年 5 年間の労働生産性(千ドル/人)の平均は、新松が 106、新時達が 218、埃ス頓が 140、埃夫特が 124、安川電機が 311、ファナックが 715(日本企業 2 社が 2017～2020 年 4 年間の平均)となっている。興味深いのは、国有企業である新松と埃夫特の生産性が一番低いことである。2020 年時点では、中国企業の労働生産性は安川電機の 52%、ファナックの 25%、日本企業 2 社の平均の約 3 割にすぎない。



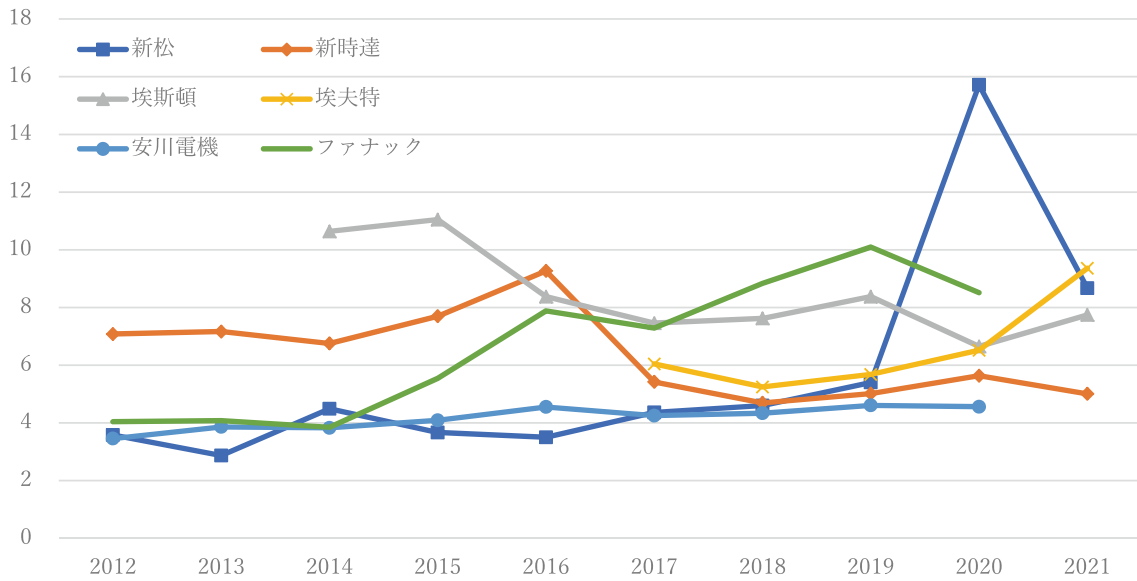


図 5-5 R&D集約度 (%) の推移

出所 :Orbis データベースより筆者作成

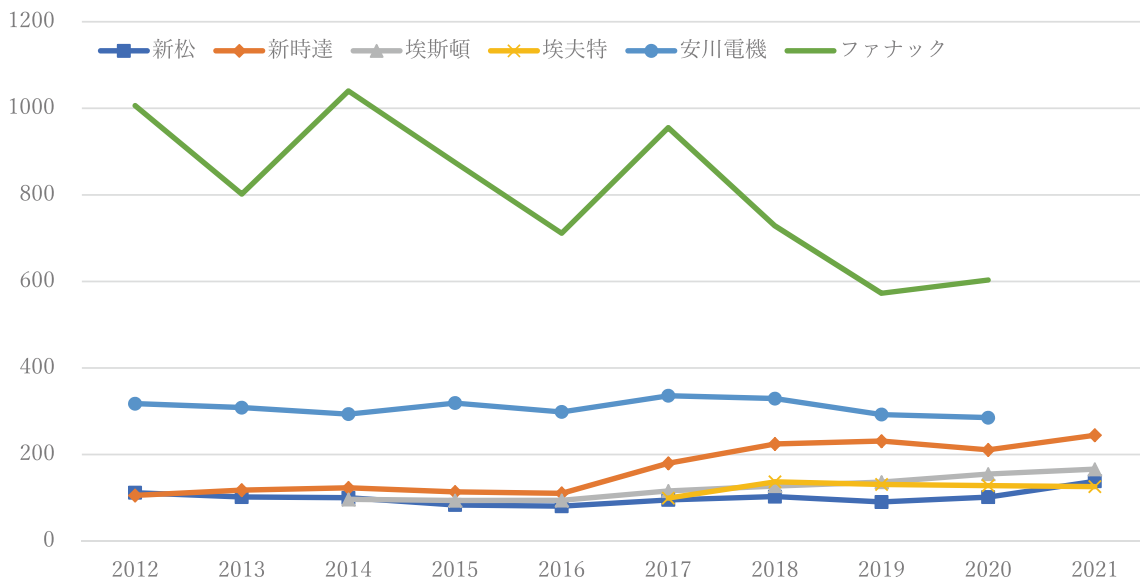


図 5-6 労働生産性 (千ドル/人) の推移

出所 :Orbis データベースより筆者作成

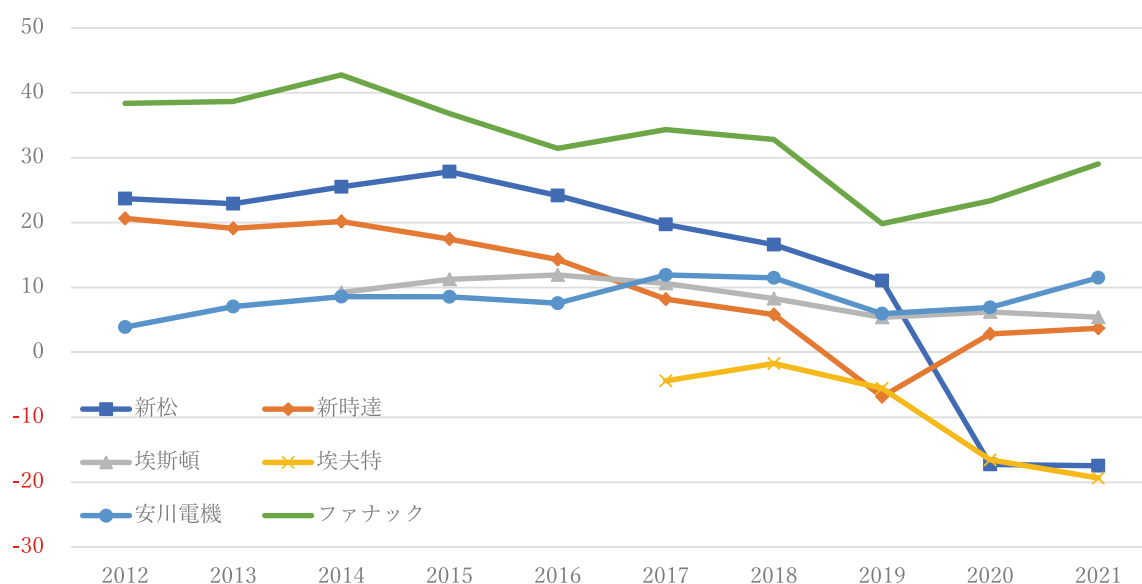


図 5-7 売上高経常利益率 (%) の推移

出所: Orbis データベースより筆者作成

最後に、中国企業の売上高利益率は、生産性と同様に日本企業と比較してかなり低い(図 5-7)。2017～2021 年 5 年間の売上高利益率の平均は、安川電機の 10%、ファナックの 28% に対して、新松と新時達が 3%、埃ス頓が 7%、埃夫特が▲ 9% しかない。ここでも、国有企業である新松と埃夫特は、生産性と同様に一番低い。この 2 社の利益率は、コロナ禍の中で 2 年連続▲ 17% 以上であった。

図 5-3～図 5-7 の結果をまとめると、近年中国企業の売上高・設備投資の成長率が高く、R&D 集約度と生産性が上昇し、日本企業へのキャッチアップが進んでいるが、中国企業(特に国有企業)の生産性と売上高利益率は日本企業と比較してまだまだ低い水準に留まっていることが分かる。

## 5.4 ロボット産業の産業政策

### 5.4.1 産業政策の目標・実績

中国政府は積極的に産業政策を駆使して、産業用ロボットの開発・生産・導入を推進している。近年の産業政策を時系列で見ると、主に、2015 年よりスタートした産業政策「中国製造 2025」、2016 年のロボット産業発展計画(2016-2020)<sup>87</sup> および 2021 年 12 月末に発表した「十四五」ロボット産業発展計画<sup>88</sup>、という 3 つがある。もちろん、これらの政策は一貫性をもって実施されてきた。産業政策のビジョンとしては、2025 年をめどに、中国は世界のロボット技術イノベーションの基地、先端製造・応用の集積地を目指し、2035 年をめどに、ロボット産業の実力は世界トップレベルに達することである。ここでは、これらの産業政策の目標と実績を整理しつつ、産業政策の問題点について考察を試みる。

まず、産業用ロボットの生産台数・営業収入、及び製造業ロボット導入比率関連の目標と実績をまとめたのが、表 5-3 である。生産台数・営業収入に関しては、「中国製造 2025」と 2016 年のロボット産業発展計

<sup>87</sup> 工业和信息化部、国家发展改革委、财政部(2016): 机器人产业发展规划(2016-2020 年)

<sup>88</sup> 工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部、公安部、民政部、住房和城乡建设部、农业农村部、国家卫生健康委员会、应急管理部、中国人民银行、国家市场监督管理总局、中国银行保险监督管理委员会、中国证券监督管理委员会、国家国防科技工业局、国家矿山安全监察局(2021): “十四五”机器人产业发展规划的通知, 工信部联规〔2021〕206 号, 10p.

画では、2020年までに年間10万台の産業用ロボット生産、「十四五」ロボット産業発展計画では、2025年までに営業収入年平均成長率が20%以上と明記している。実際、2020年の生産台数が21.2万台であり、目標の倍以上に上った。また、5.3節で触れた新松など中国企業4社の売上高成長率(2017～2021年の平均)が約23%となっているため、現状のままていくと2025年の目標達成が期待される。製造業ロボット導入比率に関しては、「中国製造2025」と2016年のロボット産業発展計画では、2020年までに製造業従業者数1万人あたりのロボット150台の導入比率を達成するという目標を設定したが、2019年に導入比率は187台/万人に達し、予定より早く目標を達成した。「十四五」ロボット産業発展計画では、2025年の導入比率は2020年(246台/万人)の倍以上という目標設定だが、実際2015～2020年導入比率の成長率が約37%もあり、2023年までに達成見込みである。

表 5-3 産業政策の目標と実績 (1)

年	生産台数・営業収入		製造業ロボット導入比率(台/万人)	
	目標	実績	目標	実績
2013				30
2015		3.2万台		51
2017		13.9万台		68
2019		17.7万台		187
2020	10万台	21.2万台、1000億元	150	246
2025	「十四五」目標: 営業収入年平均成長率 $\geq 20\%$ <参考> 新松など4社は、2017～2021年売上高平均成長率が約23%		「十四五」目標: 2020年の倍以上 <参考> 2015～2020年導入比率の成長率37%、 2023年までに達成見込み	

出所: 生産台数・営業収入の実績はNBS、導入比率の実績はIFRによる。各種資料より筆者作成

次に、自主ブランド・国産コア部品の国内市場占有率およびリーディングカンパニー関連の目標と実績をまとめたのが、表 5-4 である。自主ブランド・国産コア部品の国内市場占有率に関しては、「中国製造2025」と2016年のロボット産業発展計画によると、2020年に50%、2025年に70%に達する、と非常に高い目標を掲げている。しかし、2015～2020年の間の実績をみると、国内市場占有率は20%台に止まっており、大きな成長はみられなかった。「十四五」ロボット産業発展計画において70%という目標はなくなり、代わりに、ロボットのコア技術・部品及びハイエンドな製品での突破、完成品の指標・コア部品の性能は国際先端レベルに引き上げるといった目標が掲げられた。恐らく、国内市場占有率が50～70%という目標は達成できる可能性はほぼないため、より曖昧ではあるが、より現実的な目標に変更したと考えられる。リーディングカンパニーに関しては、目標として2020年に年生産台数1万台以上・売上高100億元、国際競争力のある企業3社、2025年に1-2社は世界トップ5入りを目指している。しかし、こちらも恐らく達成できないため、「十四五」計画での目標は、国際競争力のある企業が数社、イノベティブ・ポテンシャルのある小巨人企業が多数、との内容に変更したようである。

表 5-4 産業政策の目標と実績 (2)

	自主ブランドの 国内市場占有率		国産コア部品の 国内市場占有率		リーディングカンパニー	
	目標	実績	目標	実績	目標	実績
2015		29.4%				
2017		22.3%				
2019		28.7%		22～30% (2018)		
2020	10万台、 50%	4.5万台、 26.7%	50%	27%	年生産台数1万台以上・売上高 100億元、国際競争力のある企業 3社	
2025	「中国製造 2025」目標：両方 70% ⇒ 「十四五」目標：ロボットのコア技術・部品と ハイエンドな製品の突破、完成品の指標・コア 部品の性能は国際先端レベルに				「中国製造 2025」目標：1-2 社は世界トップ 5 入り ⇒ 「十四五」目標：国際競争力のある企業が数社、イノベー ティブ・ポテンシャルある小巨人企業が多数	

出所：国内市場占有率の実績は IFR による。各種資料より筆者作成

## 5.4.2 産業補助金

産業政策の目標を達成するために、中国政府は様々な政策手段を動員している。例えば、近年、中国における産業補助金の件数と金額が急増し、2019年に97%の製造業上場企業は少なくとも1件の補助金を受けており、補助金集約度の平均が1.8%に達している。重要なのは、生産雇用・貿易投資のための補助金よりR&D・特許などのイノベーション活動向けの補助金が多いことである。補助金の効果に関しては、「中国製造 2025」関連の補助金を受けている企業は、補助金を受けていない企業と比較して、2015年以降R&D投資が14.9%、特許の出願件数(登録件数)が18.3%(24.9%)、それぞれ増加しているという試算結果もある(張, 2021a)。これらの結果は、「中国製造 2025」をはじめとする産業政策・補助金が近年中国企業のイノベーション活動の拡大に対して一定の効果があったことを示唆している。

ここでは、産業用ロボットに対する産業補助金に注目する。補助金は、中央政府もしくは地方政府が現金を含む財産を直接、無償で企業に提供したものである。上場企業の場合、2006年企業会計準則の改訂以降、政府補助は、企業会計準則にしたがって計上されることになった。筆者の試算によると、中国の上場企業を対象とするロボットのR&Dと導入のための補助金の件数は、2015年には47件だったが2019年には139件に増加し、補助金の総額は、2015年の46億元から2019年には154億元に増加した(張, 2021b)。また、程ら(2018)とCheng et al.(2019)によると、ロボットを導入していない企業に比べてロボットを導入している企業の補助金(総額、イノベーション関連補助金、機械設備関連補助金のいずれも)は3倍以上多く、ロボットを利用している企業のうち、ロボット導入補助金の交付を受けた企業も少なくない。

もちろん、ロボット関連の補助金はロボットを導入する企業だけでなく、ロボットを開発・生産している企業にも直接提供されている。図 5-8 と 図 5-9 は、新松、新時達、埃斯頓の3社に対する補助金額と補助金集約度の推移を示したものである。近年、補助金額は増加傾向にあり、特に国有企業である新松の補助金額が高い。補助金集約度(補助金/売上高)は増加傾向ではないが、2015年に新松が8%、新時達が4%、埃斯頓が7%程度に達していたが、2019年になると集約度は少し低下し、新松が約6%、新時達が2%、埃ス頓が3%程度となっている。

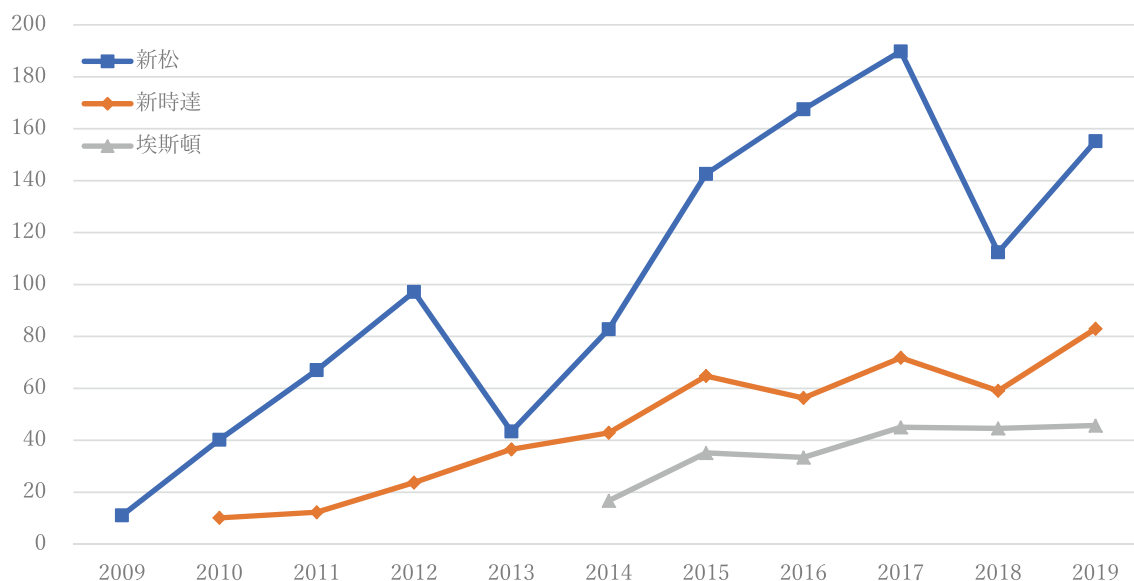


図 5-8 産業用ロボットメーカーに対する補助金 (百万元)

注：埃夫特は 2020 年に上場のためデータなし。出所：WIND データベース<sup>89</sup>より筆者作成

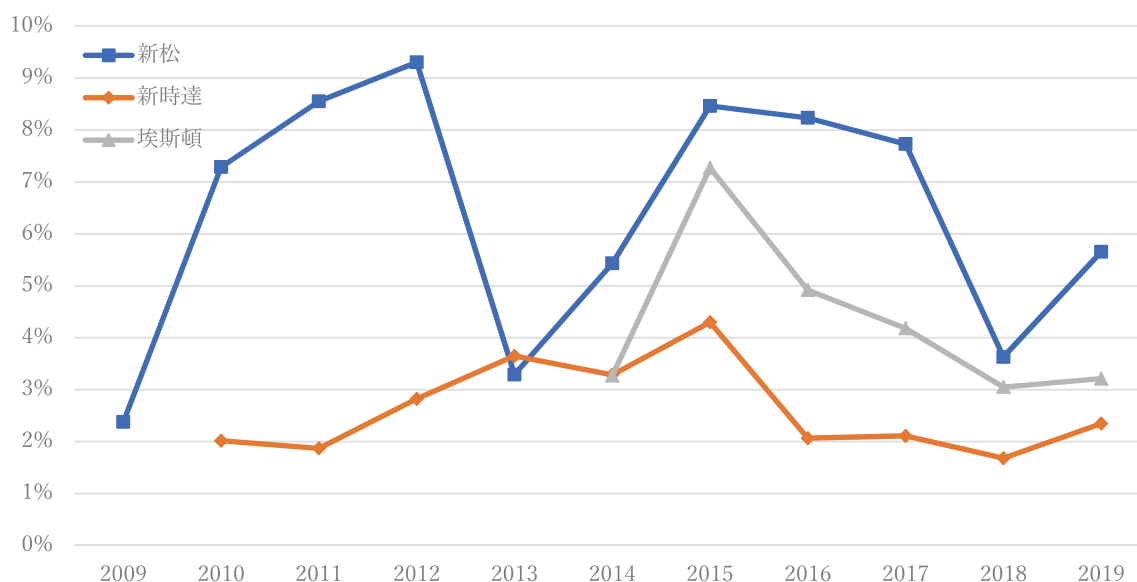


図 5-9 産業用ロボットメーカーに対する補助金集約度 (補助金/売上高)

注：埃夫特は 2020 年に上場のためデータなし。出所：WIND データベースより筆者作成

補助金といっても、様々なプロジェクト(項目)が含まれている。2018～2019年に新松が受け取った補助金の中身を確認してみると、2018年に最高額の補助金項目はソフトウェア売上高の増値税還付(2,440万元)、次に多いのは杭州市財政局から杭州市に工場等を設置するための補助金(2,000万元)、三番目に多いのは産業用ロボット人工知能核心技術のR&D補助金(1,470万元)であった。2019年に最高額の補助金プロジェクト産業用ロボットのR&D・生産基地補助金(3,300万元)、次に多いのはソフトウェア売上高の増値税還付(2,637万元)、三番目に多いのはインダストリ 4.0 システム・ソリューション・プラットフォーム(2,400万元)であった<sup>90</sup>。

<sup>89</sup> <https://www.wind.com.cn/portal/en/EDB/index.html>

<sup>90</sup> 出典はいずれも WIND データベース。

以上の考察は、因果関係を示したものではないが、補助金を含む産業政策が中国企業によるロボットの開発・製造から導入まで一定の割合で寄与したことを示唆している。もちろん、産業政策の手段は、産業補助金だけではない。2021年に発表された「十四五」ロボット産業発展計画において、政府支援策としては、財政面・金融面の支援に力が入られている。具体的には、(1)国家重大科技プロジェクト、国家重点R&D計画におけるロボットR&D・応用に対する支援を強化する。(2)重大な技術・装備に対する保険補償制度の改善と共に、政府調達役割を發揮し、ロボットの創新・応用を促進する。(3)R&D投資に対する減免税を着実に実行する。(4)産業基金による投入を推し進め、株式の上場をサポートする。(5)「産融合作」(重点企業・重点プロジェクトへの融資)パイロット都市ではロボットメーカーへの投資を奨励し、金融機関が売掛金融、サプライチェーン融資などの新しいサービスの提供を指導する。今後、「十四五」ロボット産業発展計画は具体的にどのように実施されているのか、どのような効果があるのかについて引き続き注目したい。

## 5.5 終わりに

近年、中国における産業用ロボット市場が急速に拡大している。中国の産業用ロボットは、輸入と外資系企業の現地生産に大きく依存している。日本企業が貿易投資を通じて中国市場でのプレゼンスが高まっているが、今後さらに拡大する余地が十分ある。一方、中国のロボット輸出は急速に増加していると同時に、中国企業は合併企業や対外M&Aを通じた技術移転も積極的に行われていることから、この産業の発展ぶりが窺える。

中国企業による日本企業へのキャッチアップが進んでいる。売上高成長率、固定資産増加率およびR&D集約度に関しては、中国企業はすでに日本企業と同じレベルないしより高いレベルまで成長してきており、労働生産性や売上高利益率に関して中国企業は、日本企業と比較してまだまだ低い。中国企業にとっては、生産性と収益率を高めることが急務である。今後3～5年の間は、中国企業は日本企業に取って代わる可能性はないが、長期的には、他の製造分野と同様、中国企業は日本企業を含む先進国の企業に追い付き、国際競争力が高まる可能性はある。過去の20年間、中国企業は鉄鋼、造船、ソーラーパネルおよび電気自動車などいくつかは、グローバルな産業におけるプレゼンスが非常に高くなった。もちろん、その背後には中国政府による強力な支援がある。

2015年より中国政府は、産業政策「中国製造2025」、ロボット産業発展計画(2016-2020)および「十四五」ロボット産業発展計画を実施し、中国企業によるロボットのR&D・製造から導入まで積極的に支援を行ってきた。そのための産業補助金も一定の効果があつたことを否定できない。その結果として、産業用ロボットの生産台数、導入比率は目標より大幅に上回っている。しかし、肝心の自主ブランド・国産核心部品の市場占有率は目標を達成できず、リーディングカンパニーの育成も難航している。産業政策には大きな課題が残っている。

最後に、本稿の分析対象外ではあるが、米中対立など地政学的リスクの増大、ハイテク産業をめぐる経済安全保障上各国の懸念が中国のロボット産業の発展と貿易投資に大きな影響を及ぼす可能性がある。先端技術・部品・設備の輸出規制・投資規制を強化するような内向きな政策が、ロボット産業にどのような影響を与えるのかについては、引き続き注視する必要があるであろう。

## 参考資料・文献

- 程虹, 陈文津, 李唐 (2018) 机器人在中国现状, 未来与影响 - 来自中国企业 - 劳动力匹配调查 (CESS) 的经验证据, 《宏观质量研究》, 第 6 卷第 3 期
- Cheng H., R. Jia, D. Li, and H. Li (2019) “The rise of robots in China” *Journal of Economic Perspectives*, 33(2): 71-88.
- International Federation of Robotics (2020) World Robotics 2020  
<https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>
- International Federation of Robotics (2022) World Robotics 2022  
[https://ifr.org/downloads/press2018/2022\\_WR\\_extended\\_version.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf)
- Kimura, K., H. Matsui, K. Motohashi, S. Kaida and S. Janthorn (2022) “Competition and technology position: the case of China's industrial robotics industry” IDE Discussion Paper 834.
- 宮川努・乾友彦・滝澤美帆・フィリップ ボーイング・金榮慤・張紅詠 (2019) 「東アジア諸国における経済成長と生産性 - マクロ・産業・企業レベルにおける比較研究 -」, 学習院大学東洋文化研究所, 調査研究報告 65 号
- 張紅詠 (2021a) 「中国の産業補助金と上場企業のイノベーション活動—マイクロデータ分析—」, RIETI Discussion Paper Series 21-J-052, 2021 年 12 月
- 張紅詠 (2021b) 「中国におけるロボット産業の勃興と日本へのインプリケーション」, RIETI コラム, 2021 年 9 月

## 6 中国のデータ保護と利活用 ——「野蛮な発展」からの転換

### 6.1 はじめに：データは石油なのか？

「データは21世紀の石油」という有名なフレーズがある。2011年公開のレポート「Personal Data: The Emergence of a New Asset Class」が初出とされる<sup>91</sup>。スマートフォンの普及によって、個人の行動データが膨大に収集できるようになった時代背景もあり、この言葉は次世代ビジネスの方向を指し示す言葉として注目を集めた。10年余りが過ぎた今、データの収集と利活用は進展すると同時に壁にも直面している。俗にサイロ(断片)化と呼ばれるが、ばらばらに保管されているデータをまとめることは容易ではない。個人に関連する個人データ、企業が保有する産業データなどに分類されるが、個人データの活用ではプライバシーの保護や個人の同意をいかに取得するかについては、今なお社会の同意が形成されるにいたっていない。また、企業のデータ活用は進む一方で、巨大IT企業のデータ抱え込みや企業間でのデータ流通が進まないことも課題となった。

日本政府は2016年に「Society5.0」(ソサエティ5.0)を提唱した。ビッグデータとAI(人工知能)、ロボティクス、自動運転などの新たな技術によってさまざまな社会的課題を解決する未来を展望しているが、サイバー空間が抱える課題として、各種のデータが独立しており分野間をつなげるデータ基盤がないことをあげている。この課題は世界共通のものであり、中国もまた例外ではない。近年、「情報孤島」(情報サイロ)の打破はさまざまな行政改革において繰り返し提示されるキーワードとなってきたが、第14次5カ年計画<sup>92</sup>の第18章第1節ではデータ要素市場の構築が取りあげられるにいった。その後も関連の政策法規が相次いで発表されている。

本稿では中国のデータ利活用と流通の現状と未来に向けた取組みを分析していく。また、データをいかに流通させるか、この世界共通の課題に中国がどのような解決策を見いだそうとしているのかを描いていく。

### 6.2 規制に先行したデータ活用

#### 6.2.1 先行する民間企業

現在の取組みを追う前にまず、中国がこれまでどのようにデータ活用を進めてきたかを取りあげる。中国EC(電子商取引)大手アリババグループ、メッセージアプリ・ゲーム大手テンセントなど、民間の大手プラットフォーム企業が先行してきた。

「人類はIT(Information Technology)からDT(Data Technology)へと向かいつつあります」

アリババグループの創業者、ジャック・マー(馬雲)は2014年3月、北京市で開催されたビッグデータ産業推奨会での講演で話している。講演の5年前、実に2009年の段階からビッグデータとクラウドコンピューティングに注力してきたという。その結果として、新たな金融商品を生み出すことができたことを胸を張った。

<sup>91</sup> “Personal Data: The Emergence of a New Asset Class” World Economic Forum, 2011年2月17日 . <https://jp.weforum.org/reports/personal-data-emergence-new-asset-class/>

<sup>92</sup> 新华社北京3月12日电(2021): 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要, 国务院



アリババグループは決済アプリ「支付宝」(アリペイ)を擁している。もともとはネットショッピングを安全に行うためのエスクローサービス<sup>93</sup>であったが、次第に決済・送金サービスとしての地位を確立していく。2013年からはネット取引だけでなく、実店舗での買い物にも使えるようになった。中国のキャッシュレス決済サービスをリードする存在であり、日本をはじめとする世界各国でも類似サービスが利用されている、中国発のイノベーションである。さらに、2013年には余额宝(ユーウーバオ)と呼ばれるサービスが登場した。アリペイの口座残高からきわめて簡便にMMF(マネー・マネージメント・ファンド)を購入できるものだが、ユーザーの視点からみると、銀行の普通預金のように扱えて、なおかつ定期預金をはるかに上回る利回りが得られるという、夢のサービスであった。最盛期には1兆6,900億元もの資金を集め、運用資産世界一のMMFとなっている。投資商品である以上一定のリスクがあるが、ビッグデータによって適切にコントロールしていると宣伝されていた。果たしてビッグデータがどれだけリスク管理に効力を発揮していたのか。サービス設計の詳細が明らかにされていない上、破綻などの危機を迎える前に当局の規制によって規模が大幅に縮小してしまった今となっては未知数である。しかし、2015年にリリースされた芝麻信用(セサミクレジット)と花呗(ホワペイ)は、まさにデータ活用の結晶であった。

芝麻信用はいわゆる信用スコアサービスの一種で、与信審査の判断基準となる点数を算出するというものである。米国の「FICOスコア X データ<sup>94</sup>」など先行例があり、信用スコアそのものには新規性はない。革新的であったのは算出方法である。既存の信用スコアは職業、年収、融資返済履歴などをもとに点数を算出していたが、芝麻信用はネットショッピング、モバイル決済、ネットの人間関係、保有資産、学歴など幅広いデータから算出している。そこでは人間の判断は一切介在しない。既存の手法では非正規労働者や農民などの融資可否を判断することは難しいが、インターネット上のビッグデータを使えば可能になるというわけである。芝麻信用に基づいて個々のユーザーには与信枠が用意され、アリペイを通じた決済を月賦払いに変更する花呗、スマートフォンから申し込めばすぐに着金する消費者金融の借呗(ジエペイ)に活用することができた。また、芝麻信用のスコアはアリババグループ関連の金融商品だけではなく、シェアサイクルや家電や衣料品のレンタル、またはホテル入居時の保証金無料審査、就職活動やお見合いサイトの本人確認などにも使われた。

この芝麻信用は世界各国にフォロワーを生み出しており、日本でもメッセージアプリ大手LINEが個人向け融資サービス「LINE ポケットマネー」を展開している。ビッグデータによって算定した信用度「LINEスコア」を算定し、リスクを判定している。「1カ月前より友だちが減少しているとリスクが高い」「複数人のグループチャットで発言するとリスクが低い」「友だちにギフトを贈る金額が高額であるほどリスクが低い」といった傾向が明らかになっている。また、中古品個人売買アプリのメルカリも月賦払い、消費者金融サービスを提供しているが、売買実績や中古品販売時に約束通り商品を発送したかなどを融資判断に採用している<sup>95</sup>。

IT企業が自社の保有するユーザーデータを活用することで与信判断するサービスは、今や一般的なものとなった。しかし、芝麻信用が一線を画するのは自社のサービスから得られた情報だけではなく、関連企業のデータをも活用している点にあると思われる。そもそも、芝麻信用を運営するアントフィナンシャル社はアリババグループとは別会社である。アリババグループが米国に上場する際、中国企業のみ認められた金

<sup>93</sup> 物品などの売買に際し、信頼の置ける「中立的な第三者」が契約当事者の間に入り、代金決済等取引の安全性を確保するサービスを指す。ネットショッピング黎明期において、アリペイが信頼を担保したことが中国ECの成長を牽引したとされる。

<sup>94</sup> <https://www.fico.com/en/products/fico-score-x-data>

<sup>95</sup> 「消費者金融、スマホ申し込み9割 LINEはペイ借り入れも」日本経済新聞、2022年11月11日。 <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB09BC10Z00C22A800000/>

融サービスを分割する必要がある、関連部門は直接の資本関係を持たない別会社として独立している。独立後もデータ提携協議に従って、アリババグループとアントフィナンシャルは互いに保有するユーザーデータを共有する立付けとなっていた。なお、この協議は2021年に政府の指導の下、解消されている<sup>96</sup>。この他にもアリババグループが出資する大手SNS「微博」や、傘下の小売チェーン、あるいは提携するレンタルサービスなどの利用履歴、映画館やホテル旅行の予約サイト、そして裁判所のブラックリストなどの公共データまでを含めた、広範なデータの収集と利活用が特徴である。

企業間を超えたデータ共有は、アリババグループだけではない。検索大手の百度(バイドゥ)、テンセント、フードデリバリー大手の美团(メイトゥアン)、ショート動画アプリの字節跳動(バイトダンス)などの大手プラットフォーム企業は買収や出資を通じて、きわめて広範な分野のデータを手中に収めている。グーグルやフェイスブック、アマゾンなど米国の大手IT企業は全世界にサービスを展開する一方で、提供するサービスとそれに伴って入手できるデータは分野的に偏っているのに対し、中国IT企業は海外展開では見劣りするものの、中国国内については多面的なデータの取得に成功してきた。すなわち、あるプラットフォーム企業を軸とした経済圏での、データの流通と利活用が実現していたともいえる。

## 6.2.2 データ活用で繰り返された「野蛮な発展」

中国では政府が計画と仕組みを作った上での発展(中国語:「有序発展」)と、規制を逸脱する形での野蛮な発展(「野蛮生長」)がしばしば対比されるが、往々にして後者から有力産業が生まれている。携帯電話では政府が許可を与えた正規業者は成長できなかった一方で、産業政策の外側で育った事業者が大きく発展した。法律上は白タク(無認可タクシー)と認定されてしかるべき配車アプリが、今では欠かせない交通インフラとなった。シェアサイクルは街中に自転車をばらまくというゲリラ的な手法から始まった。そして、データ活用もまた「野蛮な発展」から始まったといえる<sup>97</sup>。中国政府も、まずは様子見し、後に管理する(「先放後管」という言葉に代表されるように、規制のグレーゾーンから登場してきたイノベーションをいきなり封殺するのではなく、一定期間はそのメリットとデメリットを見極めようという姿勢を強めている。配車アプリやシェアサイクルのように生かされたビジネスもあれば、P2P金融(インターネットを介した個人間融資)や暗号通貨のように完全禁止となったビジネスもある。規制に先行する形での、民間企業のデータ活用は一定期間、様子見されていたといっても良い。

しかし、政府が様子見していたとしても市民からの反発はなかったのだろうか。この点については2018年3月のバイドゥ創業者、ロビン・リー(李彦宏)の発言が示唆的である。

異なる領域のデータを一つに集めた時、その力は強大なものとなります。ただし、私たちもプライバシーやデータ保護の問題についてはよく承知しています。こうした問題について、過去数年、中国はますますその重要性を意識し、管轄当局も取り締まりを強化しています。しかし、一方でこのようにも考えています。中国人のプライバシー問題に対する態度はよりオープンだ、と。総体的にはあまりセンシティブではありません。プライバシーと引き換えに利便性、安全、あるいは効率を手にすることができるのであれば、多くの状況で中国人はそうします。もちろん私たちはある原則に厳守しています。あるデータがユーザーにとって利益をもたらし、かつユーザーが利用に同意した時のみ、私たちは利用します。これこそが(データを使って)

<sup>96</sup> 「阿里与蚂蚁终止《数据共享协议》后会带来哪些影响」21 經濟網、2022年7月30日。http://www.21jingji.com/article/20220730/herald/916ea2a797fa0d0ab672e29cb4684f53.html

<sup>97</sup> 野蛮な発展については以下に詳述。高口康太編(2019)『中国S級B級論——発展途上と最先端が混在する国』さくら舎、248p.

やって良いこととやってはならないことを分ける基本的な基準であると考えています<sup>98</sup>。

諸外国では企業によるデータ活用への警戒感が高まっているが、中国では高い利便性が得られるならば、データ活用に協力的な人が多いとの指摘である。このロビン・リーの発言は反発を招き、ニュースサイトのコメント欄には多くの批判が寄せられたほか、人民日報や新華社などの国有メディアにも企業は個人情報の取扱いに慎重になるべきであるとの論評が掲載された<sup>99</sup>。その一方で、データ活用への警戒感から IT サービスの利用を控えるという動きはみられない。プライバシーを守りたいか、守りたくないかと問われれば誰もが守りたいと答えるだろうが、その一方で提供されるサービスは魅力的である。中国内外のサービスを知っている人間から見ると、広範なデータ収集から構成されている中国のサービスの便利さ、利便性の高さは他国を上回っていると感じることが多い。データと引き換えにサービスを楽しむ構図はグーグルやフェイスブックなどのサービスを利用する私たちにも共通しているが、差し出すデータの多さが享受しうるサービスの量に比例しているといえるかもしれない。

こうした、データ提供と利便性の交換はさらに広い領域へと広がっている。その中でも注目されるのはブロックチェーンを活用したサービスである。農薬散布を担うドローン操縦士や高所作業車の資格や作業履歴、報酬などのデータを登録することで、機器購入や修理のための融資を受け保険料の算定をよりの確に行うサービス<sup>100</sup>、保母の実績を証明するサービスなどが登場している<sup>101</sup>。大手企業ではない、中小企業や個人事業者には自らの能力や信用を証明する手段が乏しい。ブロックチェーンの改ざん不能という技術的特性を使えば、そうした事業者も実績と信用を証明できるというメリットがある。ゆえにサービス事業者も信頼を獲得するために、自ら売上や作業記録といったデータを提供するようになるという構図となる<sup>102</sup>。

こうして集められたデータは、産業の中核を担うとされる AI (人工知能) の発展にもつながるといえる。元グーグル中国総裁にして、中国屈指のエンジェル投資(創業初期での投資)向けベンチャーキャピタル「シノバージョン・ベンチャーズ」の創業者である李開復(リー・カイフー)は、AI 開発は世界的にみても中国有利になりつつあるとの認識を示している<sup>103</sup>。AI アルゴリズムの発展にはビッグデータ、演算能力、優秀な人材という3つの要素が必要となるが、ディープラーニングというブレークスルーが生み出され、実用化が競われている現在においては何よりもデータの量が決定的な要素であり、それゆえに AI ビジネスに取り組む中国の起業家は有利なポジションにあるのだ、と。

<sup>98</sup> 「李彦宏：很多时候中国人愿意用隐私交换便利性」財新网、2018年3月26日。https://economy.caixin.com/2018-03-26/101226645.html

<sup>99</sup> ロビン・リー発言に対するネットユーザー、国有メディアの批判をまとめた記事として以下のものがある。「李彦宏言论发酵：媒体标题有断章取义之嫌，但百度也非清白之身」搜狐、2018年3月28日 https://www.sohu.com/a/226617509\_250147

<sup>100</sup> 山谷剛史「中国のアントグループ、作業車のリース事業にブロックチェーンを活用」ZDNet Japan、2022年12月7日 https://japan.zdnet.com/article/35196983/

<sup>101</sup> 「裁減科技进入母婴行业，打造母婴服务业诚信证明平台」搜狐網、2019年3月11日 https://www.sohu.com/a/300446042\_504894

<sup>102</sup> 中国人民銀行は2021年9月に暗号通貨取引禁止に関する通知を交付した。中国国内の取引のみならず、海外取引所の斡旋やマイニングまでを禁止する広範な内容で、長年にわたってグレーゾーンに置かれてきた暗号通貨に対して全面的に禁止する姿勢を明確にしたものと言える。一方で暗号通貨を支える基盤技術であるブロックチェーンについては2019年10月の中国共産党中央政治局の学習会において、習近平総書記(国家主席)はイノベーションの重要な突破口として今後も重視する姿勢を示しており、この方針は撤回されていない。暗号通貨という応用については否定しつつも、改ざん不能という技術特性を生かした各種の応用を進めることが中国の政策トレンドとみるべきであろう。

<sup>103</sup> 李開復著、上野元美訳(2022)『AI世界秩序:米中が支配する「雇用なき未来」』日経BP、電子版第1章の節「データの時代」を参照。

この企業家集団は、中国テクノロジー界のもう一つの“天然資源”、すなわち、有り余るほどのデータにアクセスできる。中国のデータ生産量は、すでにアメリカを超えた。データ量が膨大というだけではなく、中国にしかないテクノロジー・システム——世界のどこにも見られないプロダクトと機能から成る平行宇宙——のおかげで、データは、利益をもたらすAI企業を築くことに合わせて作られている<sup>104</sup>。

IT企業を中心として形成された、データ収集と利活用の図式がAIの発展にとって大きな武器になると主張している。

### 6.2.3 産業データの流通

ここまで取りあげてきた事例は、主に個人データを取り巻くものであった。個人データほどの数はないが、産業データの流通事例にも注目すべきものは少なくない。

鮮やかな成功事例として知られるのがアリババグループ傘下の物流ソリューション企業ツァイニャオ（菜鸟）である<sup>105</sup>。アリババグループが物流を外部企業に委託していたのに対し、中国第二のEC企業JDドットコム（京東）は内製化することで、より高品質でスピーディーな物流水準を達成していた。これに対抗するために、アリババグループと複数の物流企業が合同で出資して2013年に誕生したのがツァイニャオである。

同社は物流そのものを担うのではなく、複数の企業の輸送データを統合することによって効率を向上させるソリューション企業として登場した。異なる物流企業間であっても同じ送り状で荷物が運ばれ、またいつどこで荷物が受け渡しされたかなどのデータも共有される。また、ツァイニャオ主導で全中国の住所データベースが構築され、このシステムを利用すると、宛名は手書きではなくデータベースから選ぶ形式となり、完全に標準化される。

近年、産業データ活用の新たな注目点となっているのが「工業インターネット」である。欧州で提唱されたインダストリ4.0、米国で提唱されたインダストリアル・インターネットの中国版であり、ビッグデータやAIの活用によって製造業をアップグレードさせる取組みである。この分野でも主導権を握るのはクラウドコンピューティング・ビジネスで先行するITプラットフォーム企業となった。クラウドコンピューティングでは第三者企業が開発したソリューションがオプションとして提供されているが<sup>106</sup>、製造現場のデジタル化やAI活用のみならず、川上川下のサプライチェーンとのデータ流通までもが一体化している。

そのため、工業インターネットは必然的にサプライチェーンマネジメントとの連携を深めている。中国の大学ではサプライチェーンマネジメント専攻学科が次々と新設されている<sup>107</sup>。その一つ、広州城市理工学院管理学院サプライチェーンマネジメント専攻の公式サイトでは、この専攻学科を「物流、情報、工商管理、マーケティング、電子商取引、金融、法学、ビッグデータ技術を一体とした新たな商業専攻です」と紹介している<sup>108</sup>。

<sup>104</sup> 同上書、電子版第1章の節「中国優位」を参照。

<sup>105</sup> 高口康太「物流を制するものが中国ECを制す——火花散る「再配達ゼロ、競争 中国全土の住所録まで整備するアリババ」ウェッジ・オンライン、2018年10月29日。 <https://wedge.ismedia.jp/articles/-/14258>

<sup>106</sup> テンセントクラウドのソリューション紹介サイト <https://cloud.tencent.com/solution/industrial-interconnection>

<sup>107</sup> 高口康太「現代中国「サプライチェーンマネジメント」史」GEMBA、2021年3月22日、 <https://gemba-pi.jp/post-231636>

<sup>108</sup> 広州城市理工学院管理学院サプライチェーンマネジメント専攻の公式サイト <https://gl.gcu.edu.cn/2021/0711/c3560a110848/page.htm>

また、C2M(カスタマー to マニファクチュア)という用語で知られるのは、消費者ニーズをいち早く分析し、生産事業者に伝える仕組みである。中国 EC 大手・拼多多(ピンドゥオドゥオ)は下請け工場である生産者が直接ネットで販売できる仕組みを構築することで低価格商品を取りそろえることに成功したが、消費者ニーズの分析から何が売れるのかをいち早く事業者に伝える仕組みがその基盤にあるとされる。

## 6.3 個人情報「先放後管」、産業データをにらんだデータ要素市場改革

### 6.3.1 中国のデータ法制について

「野蛮な発展」によってデータ活用が進められてきた中国だが、近年に入って急ピッチで法律が整備されている。データ保護法制は2015年施行の国家安全法を基礎法とし、2016年にネットワーク安全法が施行された後、2021年にはデータ安全法と個人情報保護法が一気に施行され、加えて民法改正でデータ、プライバシー関連の内容が追加されたことによって、関連法が出揃った<sup>109</sup>。

最初に成立したのが国家安全法であることが象徴的だが、サイバー空間における国家主権やデータの海外流出を防ぐなどの安全保障が優先されている。背景にあるのは「総体的国家安全観」である。国家安全法施行からさかのぼること1年、2014年に習近平総書記(国家主席)は中国共産党中央国家安全委員会の第1回会議において、「総体的国家安全観」を提唱。「政治安全、国土安全、軍事安全、経済安全、文化安全、社会安全、科技安全、情報安全、生態安全、資源安全、核安全」<sup>110</sup>の11分野を提起し、軍事面にとどまらず多方面での安全保障が必要であると説いた。情報もこの一環とされたことが、安全保障視点でのデータ法制整備の起点となった。その後、データ法制は個人の権利と保護をもカバーするようになる。2021年の個人情報保護法は個人情報の保護、企業による無秩序なデータ活用を大きく規制するものである<sup>111</sup>。全74条と広い範囲をカバーする法律だが、このうち特に「野蛮な発展」的なデータ活用の制止に焦点を当てたものを取りあげてみる。

第6条では、個人情報の収集は目的のための最小限の範囲で行うべきであり、目的外の情報収集を禁止している。データが資源との考えが広がるなか、特にスマートフォン・アプリで過剰な情報収集が広がっていた。トランプなどのシンプルなゲームなのに、スマートフォンから収集できるあらゆる情報にアクセスする権限を求める、宝くじアプリが通信記録を収集するといった、野放図なデータ収集が一般化していた<sup>112</sup>。

また、個人情報の収集、利用にあたっては自発的な同意を得ることが原則とされたが、明確な同意を得ること、収集利用方法の変更や目的が変更された際には再度同意を得ること、個人情報提供を拒否した場合にサービス提供を拒否してはならないことも盛り込まれた。各種のデータ提供に同意しなければ、検索アプリなどの基本的なサービスすら利用できないという状況を回避することが目的である。

データ流通の観点からみて影響が大きいのは、データを取得した企業が第三者に情報を提供する場合において、提供先や目的、具体的なデータの種別を明らかにした上で、同意を得る必要があると明記している。

<sup>109</sup> 松尾剛行、胡悦「個人情報の保護と国家のデータ利用」石本茂彦、松尾剛行、森脇章編(2022)『中国のデジタル戦略と法——中国情報法の現在地とデジタル社会のゆくえ』弘文堂。

<sup>110</sup> 「习近平：坚持总体国家安全观 走中国特色国家安全道路-高层动态」新華網、2014年4月15日 [http://www.xinhuanet.com/politics/2014-04/15/c\\_1110253910.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2014-04/15/c_1110253910.htm)

<sup>111</sup> 「中华人民共和国个人信息保护法」中国人大網 <http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202108/a8c4e3672c74491a80b53a172bb753fe.shtml>

<sup>112</sup> 高口康太「データ活用、「野蛮生長」から転換へ」東亜、2021年1月号。

プラットフォーム企業を中心とした、データを共有し合う経済圏に一定の歯止めをかけるものと評価できるであろう。

第24条では、個人情報を利用した自動化された意思決定は公平、公正に加え、価格差を行ってほしくないとの条文も組み込まれた。近年、中国でたびたび問題視されてきたのが「大數據殺熟」(ビッグデータによる常連客殺し)である。データに基づき、個々の顧客に対して個別の価格を提示するパーソナライズプライシングが行われた際、有料会員を含む常連客は「高くても購入する可能性が高い」と判断され、高い価格が提示されているのではないかと疑惑がもたれていた。現時点で摘発された事例はないが、ソーシャルメディアでは被害に遭ったとの告発も少なくない。急速に進化するAI、アルゴリズムに個人の決定権や利益が奪われているのではないかと潜在的な危機感は強い。中国は2021年3月に「インターネット情報サービスアルゴリズムリコメンド管理規定」<sup>113</sup>を発表し、アルゴリズム活用の公平原則の確立、主要企業が利用するアルゴリズムの政府機関への登記などを義務づけた。2023年1月10日に施行された「インターネット情報サービス深度生成管理規定」<sup>114</sup>ではディープフェイク、すなわちAIによって生成された動画、音声、画像、肖像などを不正に利用してはならないこと、AIのトレーニングにあたって利用される個人情報保護の法的規定を遵守すること、トレーニング用データとなる顔データや音声データは提供者に告知し同意を得ること、正当な目的に利用する場合であってもコンピューターによって生成されたことがわかるようマークをつけることなどを定めている。今後もAIの発展が続くなか、データ保護法制がカバーしなければならない範囲も大きく広がっていくことが予想される。この他にも情報漏洩に対する対応、プラットフォームが第三者機関による個人情報保護の評価を受ける義務なども明記された。

また、中国政府は欧州のGDPR(一般データ保護規則)を参考に、2018年5月に「個人情報安全規範<sup>115</sup>」を制定している(2020年に改訂)。この内容は個人情報保護法に受け継がれたが、違反者には最大で違法所得の没収と売上の5%に相当する制裁金が科されるという、きわめて強力な罰則規定が定められた点が異なる。個人情報安全規範の公布後、中国消費者協会は定期的に違反アプリのリストを公表し修正を促してきたが、今後はさらに法遵守の圧力が高まるとみられる。

ただし、政府によるデータ活用について有効な歯止めがかかるかは未知数である。2022年には上海市警察のデータベースが漏洩する事件が起きたが<sup>116</sup>、氏名、住所、出生地、身分証番号、電話番号、犯罪歴情報、陳情記録などが含まれていた。個人情報保護法では国家機関も原則として同法に従うことが定められており、個人情報の取扱いにあたって、職責履行の障害にあたらぬ場合には本人に告知することが義務づけられている。また、漏洩を含む義務規定も企業同様に課されている。漏洩事件から、企業に対しては一定の抑止力を持つ個人情報保護法も、警察に対してはまったく効果を持っていないことが明らかとなった。

政府が持つ個人情報をどのように適切に取り扱うべきであろうか。本稿執筆(2022年12月末)時点でもっともホットな話題となっているのが、コロナ対策アプリのデータである。中国では2020年初頭から2022年12月にわたって厳格なコロナ対策が施行されており、個人の移動履歴やワクチン接種歴、PCR検査歴、体

<sup>113</sup>「互联网信息服务算法推荐管理规定」2021年12月31日 [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/04/content\\_5666429.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/04/content_5666429.htm)

<sup>114</sup>「互联网信息服务深度合成管理规定」2022年11月25日 [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-12/12/content\\_5731431.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-12/12/content_5731431.htm)

<sup>115</sup>「个人信息安全规范国标填补规则空白」2018年5月14日 [http://www.cac.gov.cn/2018-05/14/c\\_1122776896.htm?from=singlemessage](http://www.cac.gov.cn/2018-05/14/c_1122776896.htm?from=singlemessage)

<sup>116</sup>「中国史上最大のデータ窃盗か、上海警察から10億人分盗んだとハッカー」Bloomberg、2022年7月4日 <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-07-04/REHL1MDWRGG201>

温報告、鉄道航空機の乗車記録などを統合した健康コード、行程コードと呼ばれるスマートフォン・アプリが活用されていた<sup>117</sup>。コロナ対策の緩和によりこのアプリはほとんど活用されなくなったが、一部の地方ではこのアプリとデータを今後の行政サービスに活用する方針を示している<sup>118</sup>。公衆衛生を名目とした、ビッグデータを活用した監視社会が暫定的なもので終わるのか、それとも今後も継続されるのかは注目すべきであろう。

### 6.3.2 データ流通の法制

個人情報保護法の成立によって、個人データについては規制と流通のルールがほぼできあがった。データは大きく、個人データ、政府が持つ公共データ、企業が持つ産業データの3つに分類される。2015年の「ビッグデータ発展促進行動綱要」<sup>119</sup>では、公共データについては2018年までに国家政府データ統一プラットフォームを完成させることを目標としたが、現時点では達成されていない。ただし、一部地方では公共データを利用するためのサイト、API(Application Programming Interface)を開放するなどの動きは続けている。一例をあげると、上海市の公共データオープンプラットフォームでは5,345点のデータ集を提供し、うち2,233点はAPIの形式で提供されている<sup>120</sup>。

産業データの流通については遅れていたが、2020年の「工業ビッグデータ発展に関する指導意見」、そして第14期5カ年計画の「第18章1節 データ要素市場規則の構築・整備」において、データ要素市場形成に向けた取組みが明示された<sup>121</sup>。これを受け、翌年に発表された「要素市場化配置综合改革視点総体プラン」では、労働力、土地、資本、技術と並ぶ五大生産要素としてデータが位置づけられている<sup>122</sup>。関(2022)は「1970年代末から始まった計画経済から市場経済への移行過程において、財・サービスの市場化と比べて、生産要素の市場化が遅れている。その結果、生産要素の利用効率が低くなっており、問題解決のために、政府は「生産要素の市場化改革」を経済体制改革の最優先課題と位置付けている」と、このプランの狙いを読み解いている。確かに生産要素の市場化改革を進める必要は明らかなのであるが、データを主要な生産要素として位置づけたことはサプライズといえよう。それというのも、データはコピーが可能で所有権を確定させることが難しい。一回相手に渡してしまえば、その後のコントロールは困難であり、さらに別の利用者の手に渡り、当初の契約とは異なる目的に使われる可能性もある。日本を含め、市場によるデータ流通を模索している事例は少なくないが、決定打というべき解決策を見いだした国はまだない。その意味ではきわめてチャレンジングと評価できる。中国政府も困難は理解しているようであり、五大生産要素改革のうち、他の生産要素については2023年までに試行地域での積極的な進展を目指すことが目標だが、データに関しては2025年までに試行地域で象徴的な成果を挙げるとの控えめな目標としている。

具体的にどのような取組みが必要になるのか。まだ模索の段階であるがゆえになかなか先が見えない中で、

<sup>117</sup> 高口康太 (2021) 『中国“コロナ封じ”の虚実』中央公論新社。

<sup>118</sup> 「多地保留健康码, 个人信息何处去?」財新網, 2022年12月22日 <https://www.caixin.com/2022-12-22/101980698.html>

<sup>119</sup> 「国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知」2015年8月31日 [http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-09/05/content\\_10137.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-09/05/content_10137.htm)

<sup>120</sup> 上海市公共数据开放平台 <https://data.sh.gov.cn/index.html>

<sup>121</sup> 「中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要」2021年3月13日 [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm) 日本語訳はJST公式サイトを参照 [https://spc.jst.go.jp/policy/national\\_policy/downloads/r\\_gvm\\_2022.pdf](https://spc.jst.go.jp/policy/national_policy/downloads/r_gvm_2022.pdf)

<sup>122</sup> 「国务院办公厅关于印发要素市场化配置综合改革试点总体方案的通知」2021年12月21日 [http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/06/content\\_5666681.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/06/content_5666681.htm)

各地方政府はデータ取引センターの構築競争をくり広げている。データ取引市場そのものは2014年の北京市・中関村の数海ビッグデータ取引プラットフォーム、2015年の貴陽ビッグデータ取引所など2019年末までに24カ所が設立されているものの<sup>123</sup>、それぞれの取引所はほとんど実績がないようである。設立当初は取引額1日100億元との目標を掲げていた貴陽ビッグデータ取引所は2022年8月になってようやく累計取引額が1億元を突破したと発表している<sup>124</sup>。下火になっていたビッグデータ取引所だが、要素市場改革によって再び熱狂が戻った。データ取引所の数は80カ所を超え、うち省政府がかかわるものだけで30カ所近いという<sup>125</sup>。

個々の取引所の仕組みはまったく統一されておらず、貴陽ビッグデータ取引所はきわめて原始的な市場で売り手が商品を並べるモールと、買い手が必要なデータを書き込む掲示板が主要機能である。ある地域の住民データや航空写真の映像データなどが雑多に販売されているが、ほとんど取引記録はない。一方、上海データ取引所は2021年設立という新しさもあり、APIによるデータ提供を行うという。取引所のコンピュータープログラムを経由することで、他社が持つデータを定額で購入できるという仕組みが構築される。すでに一部のデータ商品は売りに出されているが、並行してデータ管理のルール作りも進めているとあって、今はデータ取引を積極的に進めるというよりも、テスト販売を続けながらルールを構築するという方針のようにみえる。ユニークなのが北京国際ビッグデータ取引所の越境データ支援である。中国のデータ法制では原則として企業が保有する個人データ、産業データは中国国内に保管し、海外に持ち出すことは制限される。持ち出しにあたって違法行為はないかを確認する第三者機関としての役割を果たすのが北京国際ビッグデータ取引所のサービスであるという。

それぞれまったく異なったサービスを展開しているため、どの取引所の手法が主流になるのかは現時点では検討がつかないというのが正直なところだが、向かうべき道は示されている。中国信息通信研究院によると、データを生産要素にするためにはデータの収集、権利者の確定、定価の設定、取引の場がポイントになると指摘する<sup>126</sup>。すなわち、あるデータの権利と利益は誰に帰属するのかを明確化するとともに、商品化したデータが定額で売り買いできる場を用意する必要があるという。この方向性にそって地方政府は取引所を作り、模索を続けていることになる。

混乱した状況を軌道修正しようとしたのが2022年12月公布の「データ基礎制度の構築によるデータ要素機能の更なる発揮に関する意見」である<sup>127</sup>。「データ取引所の数を厳しく規制する」「全国統一のデータ取引、安全などの基準体系を制定」との文言が盛り込まれている。前述したデータ取引所の乱立を危惧したものと推測される。また「資本のデータ領域における無秩序な拡大による市場独占などの問題を防止し、法に基づいて規制する」との文言もある。プラットフォーム企業中心のデータ流通に警戒感を示す内容である。

世界的なテーマであるデータ流通に関わる課題をいかにクリアするか。要素市場改革とともに本格化した中国の取組みだが、「地方の先行的な取り組みによる断片化を避ける」「プラットフォーム企業による独占を避ける」といった課題は明確化している。これらを回避しつつ流通を実現できるかという難題に今、向き合っている。

<sup>123</sup>「大数データ白皮書」中国信息通信研究院、2021年12月、52p.

<sup>124</sup>「貴州データ流通交易平台交易额破亿元」2022年3月6日 [http://www.gov.cn/xinwen/2022-08/06/content\\_5704442.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2022-08/06/content_5704442.htm)

<sup>125</sup>「加快构建全国一体化的数据交易市场体系」国家发展改革委员会、2022年12月20日。 [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/jd/202212/t20221219\\_1343660.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/jd/202212/t20221219_1343660.html)

<sup>126</sup>「中国数字经济发展白皮書」中国信息通信研究院、2021年4月、80p.

<sup>127</sup>「中共中央国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见」2022年12月19日。 [http://www.gov.cn/zhengce/2022-12/19/content\\_5732695.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2022-12/19/content_5732695.htm)



## 参考資料・文献

- 「马云：人类正从 IT 时代走向 DT 时代」北京日报、2014 年 3 月 3 日  
<http://it.people.com.cn/n/2014/0303/c1009-24508338.html>
- 「中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要」2021 年 3 月 13 日 .  
[http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm)
- 「中国数字经济发展白皮书」中国信息通信研究院、2021 年 4 月 .
- 「大数据白皮书」中国信息通信研究院、2021 年 12 月 .
- 「李彦宏：很多时候中国人愿意用隐私交换便利性」财新网、2018 年 3 月 26 日 .  
<https://economy.caixin.com/2018-03-26/101226645.html>
- “Personal Data: The Emergence of a New Asset Class” *World Economic Forum*, 2011 年 2 月 17 日 .  
<https://jp.weforum.org/reports/personal-data-emergence-new-asset-class/>
- 石本茂彦、松尾剛行、森脇章編 (2022) 『中国のデジタル戦略と法——中国情報法の現在地とデジタル社会のゆくえ』弘文堂 .
- 梶谷懐、高口康太 (2019) 『幸福な監視国家・中国』(NHK 出版) .
- 関志雄 (2022) 「中国における生産要素の市場化改革—労働力・土地・資本・技術・データの流動化に向けて—」  
独立行政法人経済産業研究所  
<https://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/22080017.html>
- 高口康太 「「信用の可視化」で中国社会から不正が消える!？」Wedge Online 2017 年 9 月 11 日  
<https://wedge.ismedia.jp/articles/-/10557>
- 高口康太 「中国の社会信用システムの真実 前編 ～「信用スコア」構築の歴史～」DG LAB HAUS、2019 年 3 月 30 日 .  
<https://media.dglab.com/2019/03/30-sesamecredit-01/>
- 高口康太編 (2019) 『中国 S 級 B 級論——発展途上と最先端が混在する国』さくら舎 .
- 高口康太 「データ活用、「野蛮生長」から転換へ」東亜、2021 年 1 月号 .
- 高口康太 (2021) 『中国“コロナ封じ”の虚実』中央公論新社 .
- 高口康太 「日本のデータ流通・連携はなぜ進まないのか?——産業データにまつわる「誤解」GEMBA、  
2023 年 1 月 10 日 .  
<https://gemba-pi.jp/post-263740>
- 内閣府公式サイト 「Society5.0」  
[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/)
- 李開復、上野元美訳 (2022) 『AI 世界秩序：米中が支配する「雇用なき未来」』日経 BP .

## 7 基礎研究分野での頭脳循環と 中国の宇宙・原子力開発の動向

### 7.1 米中对立下の頭脳循環

中国は世界最大の高度人材供給国である。2022年4月24日付の人民網は2022年度の高等教育機関の卒業生数が初めて1,000万人を超え、1,076万人に達すると報じた。高等教育機関には専科(短大)、大学、修士、博士が含まれる。2000年にわずか95万人だった高等教育機関の卒業生はこの20年間で11倍に増加し、2023年度には1,158万人に達する見込みである(図7-1)。

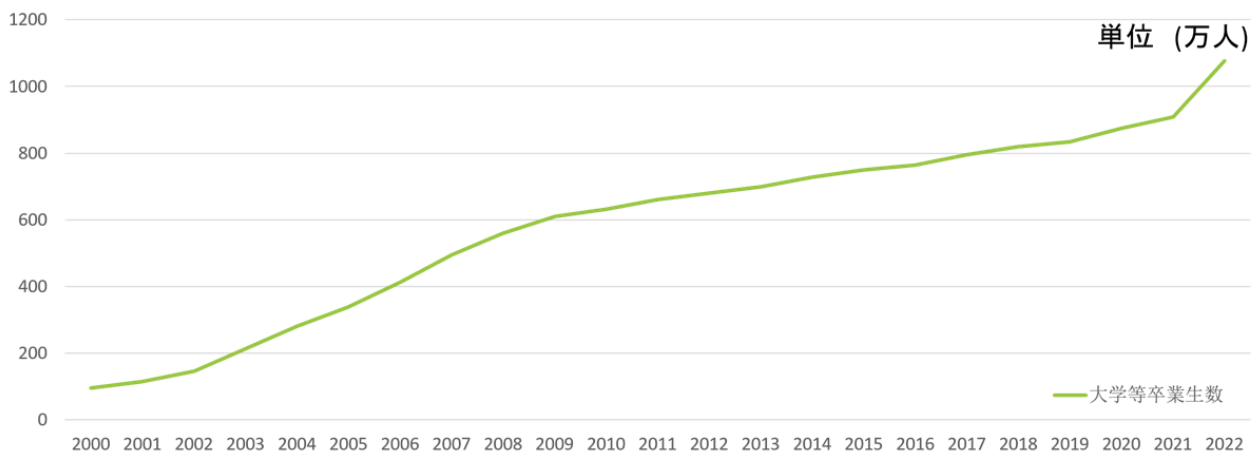


図7-1 中国の高等教育機関における卒業生数

中国から海外に飛び立つ留学生数も飛躍的に増加した。「改革開放」が打ち出された1978年にわずか1,000人であった中国人留学生数は2000年に3万8,000人、2019年には70万人を超えた。中国教育部によると改革開放が始まった1978年から2019年までの留学生数は累計で約656万人、2020年現在165万人が海外で学習と研究を続けているという<sup>128</sup>。

最大の留学先は米国であり、米国の大学にとって留学生は貴重な収入源のひとつである。米国国際教育者協会(NAFSA)<sup>129</sup>によると、2021/22年度の外国人留学生による経済効果は338億ドルで、33万5,423人の雇用を創出した。なお、外国人留学生の約3割が中国人留学生である。また、中国人大学院生は研究の担い手であるだけでなく、米国企業の重要な人材供給源となっている。巨大IT企業のGAFAM(Google、Amazon、Facebook、Apple、Microsoft)だけではない。著者の取材に対し「NASAやスペースXでロケットや衛星の製造に携わるエンジニアも”大半が中国人とヒスパニック系だ」と辻野照久元JAXA国際部参事は語っており、また、東京大学工学部のある教授は「米国の研究室は中国人大学院生がいなければ成り立たないでしょう」と語っている。

ところがここ数年、中国から米国に向かっていった留学生の流れに変化が出始めている。米中对立に加えて、コロナによるヘイトクライムを恐れ、留学先に米国を選ぶ学生が減少しているのである。事実、2022年9

<sup>128</sup> [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/gzdt\\_gzdt/s5987/201903/t20190327\\_375704.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201903/t20190327_375704.html), <https://www.afpbb.com/articles/-/3322732>

<sup>129</sup> <https://www.nafsa.org/>

月入学のためのビザ発給数で、インドが中国を抜いて首位になった。こうした傾向が続くとすれば、米中間だけでなく、世界の頭脳循環に影響を与えることが避けられないであろう。

### 7.1.1 中国人留学生の最新動向

米国の大学で学ぶ留学生数は2020/21年度に新型コロナウイルスによるパンデミックの影響で激減し100万人を割り込んだ。2021/22年度には回復基調に転じたが、中国からの留学生数は減り続けている。米国での留学生シェアは約3割が中国、約2割がインドである(表7-1)。

表7-1 米国での学生数及び留学生数(単位:1,000人)

	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
全学生数	20,185	19,831	19,828	19,720	19,744	20,327
留学生数	1,079	1,095	1,095	1,075	914	949
中国	351	363	370	373	317	290

出典: open doors<sup>130</sup>

中国人留学生の大半は自然科学系、とりわけ工学系である。しかも学部学生数(約10万9,000人)に比べての大学院生数(約12万3,000人)とOPT(Optional Practical Training)と呼ばれる卒業後も研究職(5万1,000人)を続ける比率が高く、大学研究室の欠かせない戦力となっている。

米国で博士号を取る中国人留学生の割合も、全博士号取得者の約1割にのぼり、しかも自然科学系が9割を占める。2位のインドのほぼ3倍である。中国人研究者は米国の科学技術研究コミュニティに深くコミットしている。なお、日本人は100人台である(表7-2)。

表7-2 米国での博士号取得者数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
全体	54,886	54,809	54,552	55,085	55,614	55,283
中国	5,374	5,527	5,553	6,188	6,316	6,337
インド	2,229	2,195	1,970	2,045	2,056	2,256
日本	164	166	117	117	129	114

出典: NSF, survey of earned doctorates<sup>131</sup>

中国人学生の留学熱は衰えていないものの、米中対立の激化により、これまで圧倒的な人気を誇っていた米国から、他の国へのシフトが始まっている。南西財経大学とシンクタンク「グローバル智库(CCG)」が発表した「中国留学発展報告(2000-2021)<sup>132</sup>」によると、「新型コロナウイルスの感染拡大は中国人学生の海外留学ニーズに顕著な影響を与えていない」としたものの、「留学先は多様化の時代に入っている」と分析する。米国への留学はすでに2009年から、下降の一途をたどっており、「2020年度に転換点を迎えるかもしれない」と指摘している。

<sup>130</sup> <https://opendoorsdata.org/data/international-students/enrollment-trends/>

<sup>131</sup> <https://nces.nsf.gov/pubs/nsf22300/report/temporary-visa-holder-plans>

<sup>132</sup> 王輝耀, 苗緑主 編著(2022): 中国留学発展報告(2020~2021), 社会科学文献出版社, 272p.

また大手教育関連企業「新东方」の「2021 中国留学白書<sup>133</sup>」は、「留学先として希望者が多い国は英国である」と伝えている。2020年には全留学希望者のうち英国留学を希望したものが29%にのぼった。中国人留学生の行く先のほぼ4分の3が米国、英国、カナダ、オーストラリアの英語圏4か国である。ビザ制限を課す米国、政治的対立の続くオーストラリア、カナダを避けて、ビザ制限のない英国に向かう留学生が増えているのである。さらに2019年2月28日付の人民日報<sup>134</sup>は、欧州やアジア諸国への留学希望が顕著に増えており、とくに「シンガポールや日本の人気が高い」と伝えた。中国人留学生が米国を避ける理由はビザ制限、コロナの偏見による治安の悪化、高額な学費のほかに、中国の若者の米国に対するイメージの悪化が挙げられている。

## 7.1.2 躍進する中国の科学技術力

科学技術の基礎的指標をみると、中国の研究開発費は米国に迫りつつある(図7-2)。

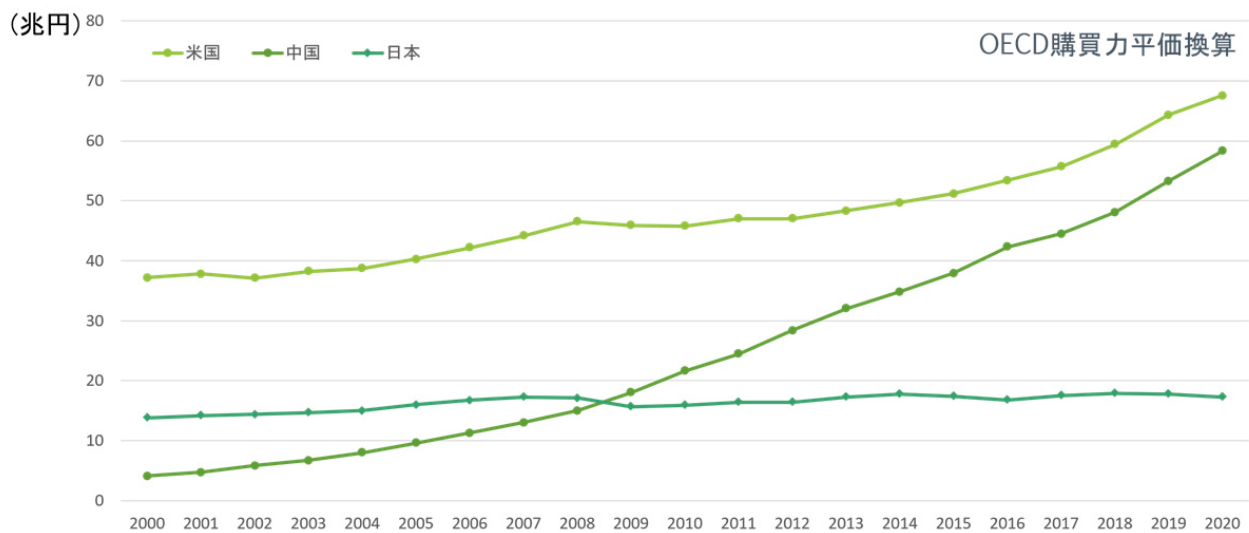


図7-2 米・中・日の研究開発費総額推移

出典：科学技術指標 2022

とくに政府が支出する科学技術関連予算でみると、2010年に中国が米国を抜いた。科学技術の成果は投入した研究開発費と正の相関関係があることもしられている(図7-3)。(『科学立国の危機』豊田長康 東洋経済新報社 2019年2月刊)

<sup>133</sup> 新东方(2022)：2022中国留学白皮書，新东方，274p.

<sup>134</sup> <http://j.people.com.cn/n3/2019/0228/c94475-9550943.html>, <https://www-overseas-news.jsps.go.jp/%e3%80%90%e3%83%8b%e3%83%a5%e3%83%bc%e3%82%b9%e3%83%bb%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e3%80%91%e5%ae%89%e5%85%a8%e3%81%a8%e5%81%a5%e5%ba%b7%e3%81%8c%e7%95%99%e5%ad%a6%e3%82%92%e8%80%83%e3%81%88%e3%82%8b%e4%b8%8a/>

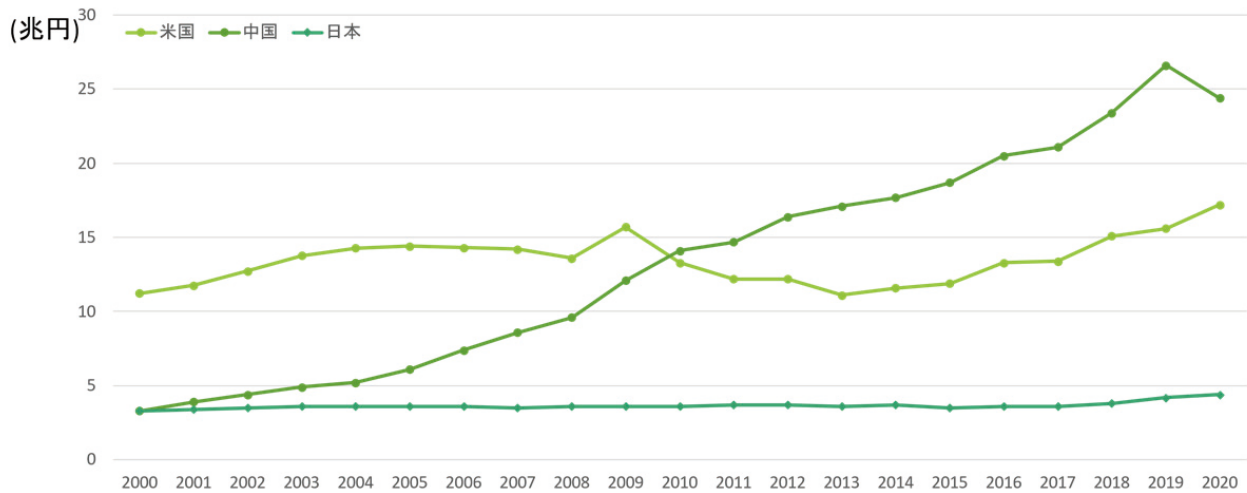


図 7-3 米・中・日の研究開発費総額推移

出典：科学技術指標 2022

研究者数でみるも約 150 万人の米国に対し、中国は 220 万人を超える (図 7-4)。習近平総書記 (国家主席) は 2022 年 10 月 16 日の中国共産党第 20 回大会報告で、「我々は科学技術の『自立自強』を加速して、社会全体の研究開発費が 1 兆元から 2 兆 8,000 億元に増加して世界第 2 位となり、研究開発者総数が世界トップとなった」と成果を強調した。研究成果は研究者数と研究時間で決まる「研究従事者数 (FTE)」と正の相関関係があることが知られている。

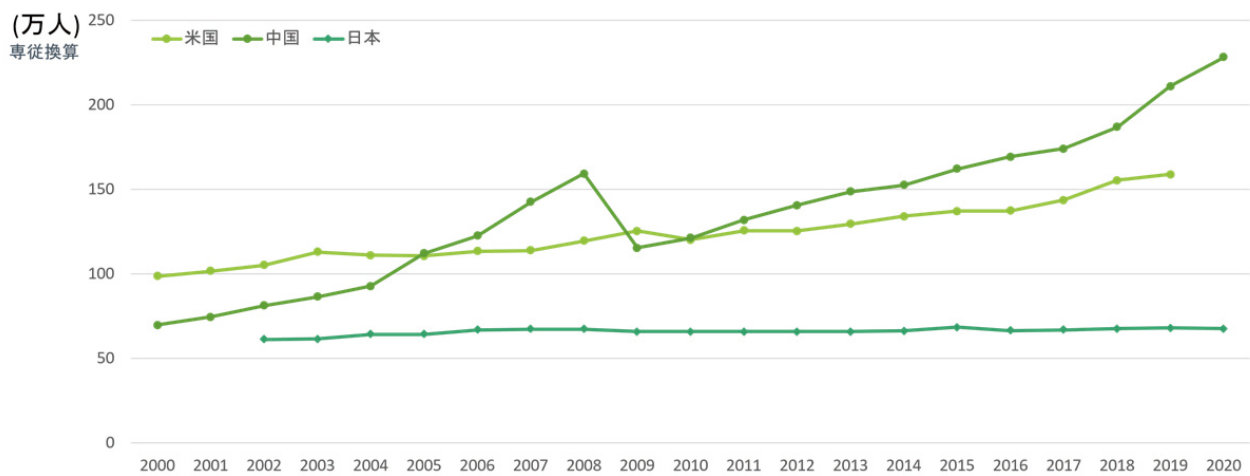


図 7-4 米・中・日の研究者数の推移

出典：科学技術指標 2022

研究成果は論文という形で公開される。科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) が 2022 年 8 月に公表した「科学技術指標 2022<sup>135)</sup>」によると、3 年ごとの移動平均で比べた論文数、被引用度 10% の論文、および最も質の高い被引用度 1% の論文で、中国が米国を抜いて首位となった。つまりは、質・量ともに中国が三冠を達成したことになる。とくに被引用度 1% という注目度が高い高度な論文を書いた著者については、クラリベイトが毎年全研究者名と所属機関、所属国を公表している。全著者数 6,938 人を国別でみると米国が首位、中国が 2 位である。中国が伸びているのに対し、米国は減少している。なお、日本はトップ 10 にも入らない (表 7-3)。

表 7-3 被引用度上位 1% 論文著者数国別所属機関数

順位	国名	研究者数	シェア (%)
1	米国	2,764	38.3
2	中国	1,169	16.2
3	英国	579	8
4	ドイツ	369	5.1
5	オーストラリア	337	4.7
6	カナダ	226	3.1
7	オランダ	210	2.9
8	フランス	134	1.9
9	スイス	112	1.6
10	シンガポール	106	1.5

出典：クラリベイト Highly Cited Researchers 2022<sup>136)</sup>

所属機関別では、トップのハーバード大学に中国科学院が肉薄する (表 7-4)。東京大学も理化学研究所もトップ 50 にすら入らない。2016 年にノーベル生理学・医学賞を受賞した大隅良典東京工業大学特任教授・荣誉教授は、「中国の科学技術力は圧倒的だ」と語る。その要因として「科学技術を国策として振興していることから意思決定が早いこと」と、資金力が豊富な点を挙げた。また「研究者になることに対して、中国社会には不安が少ないように感じます」と語っている。(『ビジネス・インサイダー』2021 年 10 月 28 日)

表 7-4 被引用度 1% 論文著者所属機関ランキング

順位	機関名	国名	著者数 (人)
1	ハーバード大学	米国	233
2	中国科学院	中国	228
3	スタンフォード大学	米国	126
4	米国立衛生研究所 (NIH)	米国	113
5	清華大学	中国	73
6	マサチューセッツ工科大学	米国	71
7	マックスプランク協会	ドイツ	67
8	UC サンディエゴ	米国	66
9	オクスフォード大学	英国	63
10	ペンシルベニア大学	米国	62

出典：クラリベイト

<sup>135)</sup> <https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-indicators-and-scientometrics/indicators><sup>136)</sup> <https://clarivate.com/highly-cited-researchers/>

### 7.1.3 トランプ政権下での頭脳循環分断の動き

2017年1月20日にトランプ政権が発足すると、米中対立は厳しさを増した。2018年5月10日付のニューヨークタイムズはトランプ政権が中国人研究者へのビザ発給の制限やプロジェクトへの参加規制を計画していると報道した。米国務省は6月11日、「中国製造2025」に係る技術分野でのビザ審査を厳格化するとの通知を公表した。ビザ制限は留学生にも及んだ。2018年に中国から米国に向かう予定だった公費留学生1万313人のうち、331人にビザが発給されなかった。2019年6月3日、中国教育部は「2019第1号留学事前警告<sup>137</sup>」を発出、1月から3月に留学予定の1,353人のうち182人(13.2%)にビザが発給されなかったと異例の発表を行うとともに、米国留学については「ビザ発給拒否」「審査期間長期化」「有効期間短縮」などのリスクがあると警告した。これにより、中国人留学生の米国留学熱は一気に冷え込んだ。

米国内でも留学生や研究者へのビザ制限には反対意見があった。米国国際教育者協会(NAFSA)のエスター・ブリマーCEOは「学生を交渉の切り札とすべきでない」と抗議の声を挙げたほか、米国米中委員会のステイブン・オリンズ会長は「米国にとって『悲劇的』だ」と語った。2020年7月8日、ハーバード大学とMITは留学ビザ規制の差し止めを求めてトランプ政権を提訴した<sup>138</sup>。

その後も学術分野での規制強化は続いた。2020年8月13日、米国務省は孔子学院米国センターを中華人民共和国の在外公館に指定した。米国内には75カ所の孔子学院があり、うち65カ所は大学内に設置されていた。また米国商務省は2020年12月18日、制裁リストに中国の大学を加えた。「国防七子」と呼ばれる北京航空航天大学、北京理工大学、ハルビン工業大学、ハルビン工程大学、南京航空航天大学、南京理工大学、西北工業大学に加えて、電子科技大学、四川大学、国防科技大学、湖南大学、南昌大学、中国人民大学、同済大学、西安交通大学、広東工業大学、北京郵電大学、天津大学の18大学が制裁リストに加えられた。大学を制裁リストに加えるのは極めて異例である。さらに2020年12月27日、米国政府は中国軍とのつながりが懸念される1,000人のビザ取消しを行った。この中には留学生と研究者も含まれていた。

科学技術コミュニティを最も震撼させたのがハーバード大学チャールズ・リーバー教授の逮捕である。チャールズ・リーバー教授はナノテクノロジーの世界的権威で、クラリベイト引用栄誉賞(2008年)、ウルフ賞(2012年)、ウィラード・ギブズ賞(2013年)、レムセン賞(2016年)、ウエルチ化学賞(2019年)などを受賞し、ノーベル賞候補にも名を連ねていた。2020年1月28日、中国の「千人計画」への関与を隠ぺいしたとしてFBIに逮捕され、2021年12月21日に「有罪」の評決を受けた。他に分かっているだけでカンザス大学の陶豊(タオ)教授、ウェストバージニア大学のジェームズ・パトリック・ルイス教授、エモリー大学の李曉江元教授、ケース・ウェスタン・リザーブ大学の汪慶教授、テキサス大学のジョン・ドン・チョン教授らが中国の大学などから研究費を受領していながら申告していなかったとして訴追されている。

世界で最も権威ある科学者団体のひとつ「全米科学振興協会(AAAS)」は2019年2月の年次総会で、宇宙量子通信を世界で初めて実現した中国科技大学の潘建偉教授を最優秀論文賞に選出した。潘教授は2022年のノーベル物理学賞受賞者アントン・ツァイリンガー(ウィーン大学教授)の愛弟子である。しかし米国政府は潘教授にビザを発給せず、授賞式に出席することができなかった。年次総会に出席した科学技術振興機構(JST)の濱口道成理事長は記者説明会で「米国政府によるビザ制限は、長期的に米国の科学技術力を損なうだろう」と語った<sup>139</sup>。

<sup>137</sup> [http://www.gov.cn/xinwen/2019-06/03/content\\_5397174.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2019-06/03/content_5397174.htm)

<sup>138</sup> 例えば、<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2020/07/mit-5.php>

<sup>139</sup> 倉澤 治雄(2020): 中国、科学技術覇権への野望 - 宇宙・原発・ファーウェイ, 中央公論新社, p.153.

2021年1月20日、バイデン政権が誕生した。2021年8月25日、北京の米国大使館は中国人向け留学ビザ8万5,000件を発給すると発表した。同時に「中国からの留学生や研究者は米国の多様性に大きく貢献しており、過去10年間で倍増した。中国人留学生との個人的結びつきを誇りに思っている」とのメッセージを発したが、米国を目指す中国人留学生が増えるかどうかは不透明である。

#### 7.1.4 頭脳循環と科学覇権の行方

鈴鹿医療科学大学豊田長康学長の著書「科学立国の危機」(東洋経済新報社2019年)は「研究開発費」「研究者数」「論文数」「被引用数」「大学ランキング」「国際特許出願数」など、科学技術に関する様々な指標の相関関係を網羅的に分析した好著である。最大のポイントは「人口当たりのGDPと論文数が正の相関関係にある」ことをデータで示した点にある。学術論文は経済成長の原動力である。では学術論文を増やすには何が必要か、第一に研究開発費である。政府が研究開発費を増やすと、数年後に論文数が増えることを明らかにした。また企業が研究開発費を増やすと特許出願数が増加する。第二は研究者数である。「研究者」の定義はOECDの「フラスカティ・マニュアル」<sup>140</sup>に準拠しており、いわゆる頭数ではない。研究者が研究に割く時間「FTE(Full Time Equivalence)」に換算される。中国が現在のスピードで研究開発費と研究者数を増加させると、早晚、米国の科学技術力に追いつき追い越すことは確実にみえる。

すでにその萌芽がみとれるデータがある。米国の大学・研究機関に所属する中国人研究者の貢献が「米国」の科学技術力を押し上げているのである。

クラリベイトが配信する短期間で急激に被引用数が増加する「ホットペーパー」の結果を、科学技術振興機構(JST)エビデンス分析室が「材料科学」分野に限定して分析したところ、全41名のうち12名(約3割)が中国系の研究者であることが分かった。調査は「材料科学」という一分野ではあるが、米国の最先端科学分野で中国人研究者が重要な貢献を行っていることを示している。

一方、中国から米国への留学生が減少している以上に、中国で学ぶ米国人留学生数が激減している。2011/12のシーズンには1万4,887人の米国人が中国で学んでいたが、2019/20には2,481人、2020/21には382人と大幅に減少した。もちろん新型コロナウイルス感染症に対する中国政府の「ゼロコロナ政策」が影響していることは事実だが、米国人留学生の減少は長期的な相互理解の減退に繋がりがねない。

国際共著論文にも変化が表れている。「科学研究のベンチマーキング2021(NISTEP)<sup>141</sup>」によると、米国発の全論文数に占める国際共著論文の割合は2017-2019の移動平均で45.5%である。国際共著の相手先は中国が27.4%でトップ、14.0%で2位の英国を大きく引き離している。分野別でも「化学」「材料科学」「物理学」「計算機・数学」「工学」「環境・地球科学」「臨床医学」「基礎生命科学」の全8分野のうち、「臨床医学」の2位を除いて、すべてで中国がトップである。しかし読売新聞と自然科学研究機構小泉周特任教授が行った分析によると、27分野のうち「材料科学」「エネルギー」「コンピューティング」など8分野で、米中間の国際共著論文が2019年に比べて2021年は14-25%減少したという。(読売新聞2022年11月6日付)

新型コロナの影響もあり、こうした変化が長期的な傾向かどうか、にわかには判断しがたい。しかし地政学的変化が科学技術分野での頭脳循環に影響を与える可能性については否定できない。事実、JST橋本和仁理事長は2022年8月23日の記者説明会で、「地政学的変化から日本との科学技術協力を求めるアプローチを複数受けている」と語った<sup>142</sup>。

<sup>140</sup> OECD(2015): Frascati Manual 2015, OECD, 400p., <https://doi.org/10.1787/24132764>

<sup>141</sup> <https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-RM312-FullJ.pdf>

<sup>142</sup> 倉澤治雄(2022): 見るも無残 日本の科学は「ガラパゴス」, FACTA ONLINE, pp.60-62.



## 7.2 躍進する中国の宇宙開発

### 7.2.1 「宇宙を制するものが未来を手にする」

宇宙開発は一国の科学技術力を測るバロメータでもある(表 7-5)。ロケットや衛星の開発、有人宇宙飛行、宇宙実験、惑星探査など、宇宙分野での中国の躍進は目覚ましい。1957年の「スプートニクショック」をきっかけに繰り広げられた米ソ間の「スペースレース」は、「アポロ計画」の有人月探査によって米国の勝利に終わった。21世紀初頭の今日、米国のライバルとして登場したのが中国である。中国は2003年、「神舟5号」で初めて有人宇宙飛行に成功した。旧ソ連、米国に続いて、独力でロケットと宇宙船を開発し、宇宙空間に人間を送り込み、生命を維持できる国となったのである。中国共産党創立100周年となる2021年、中国は火星表面に探査機を送り込むことに成功した。現在、中国の「天問1号」と米国の「パーシビアランス」が、ともに火星表面で探査を続けており、米中の「スペースレース」を象徴する出来事となっている。

習近平総書記(国家主席)は第20回党大会の演説で、宇宙分野での成果として「有人宇宙飛行」と「月面・火星探査」を真っ先に挙げた。中国にとって宇宙開発は威信をかけた国威発揚の道具なのである。宇宙はまた「戦闘領域(War-Fighting-Domain)」でもある。中国は宇宙の「眼」となる「地球観測衛星」、「神経」である「通信衛星」、それに「航行測位衛星」を「宇宙インフラ」と位置付け、これらを守ることが「国家安全保障上の重要課題」と位置付けている。有人月探査に使われる「長征9号」の開発責任者である中国航天科技集団の張智総設計師は2019年3月、「宇宙を制したものが未来を手になることになる」と語った<sup>143</sup>。果たして「未来」を手にするのは米国か、それとも中国か、「第二のスペースレース」の幕は切って落とされた。

表 7-5 中国の宇宙開発史

1957年	ソ連、初の人工衛星「スプートニク」の打ち上げに成功
1969年	米国、「アポロ11号」が人類初の有人月面着陸に成功
1970年	中国、「長征1号」で初の人工衛星「東方紅1号」の打ち上げに成功
2000年	航行測位衛星「北斗1号」、打ち上げ成功
2003年	「神州5号」、中国初の有人宇宙飛行に成功
2007年	「嫦娥1号」、月の周回軌道投入に成功
2011年	中国版宇宙ステーション「天宮1号」、打ち上げ成功
2019年	「嫦娥4号」、月の裏側への軟着陸に成功
2020年	測位衛星システム「北斗」が完成
2021年	火星探査機「天問1号」、軟着陸に成功

<sup>143</sup> <https://www.recordchina.co.jp/b658407-s0-c30-d0142.html#:~:text=%E9%80%B2%E5%B1%95%E2%80%95%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E3%83%A1%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%A2,%E7%B1%B3%E3%82%A2%E3%83%9D%E3%83%AD5%E5%9E%8B%E3%81%AB%E5%8C%B9%E6%95%B5%E3%81%99%E3%82%8B%E8%83%BD%E5%8A%9B%E3%80%81%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E3%83%BB%E9%95%B7%E5%BE%81,%E9%A0%86%E8%AA%BF%E3%81%AB%E9%80%B2%E5%B1%95%E2%80%95%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E3%83%A1%E3%83%87%E3%82%A3%E3%82%A2&text=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E8%88%AA%E5%A4%A9%E7%A7%91%E6%8A%80%E9%9B%86%E5%9B%A3%E3%81%AE,5%E5%9E%8B%E3%81%AB%E5%8C%B9%E6%95%B5%E3%81%99%E3%82%8B%E3%80%82>

## 7.2.2 中国版宇宙ステーション「天宮」の完成と宇宙実験の行方

中国の有人宇宙飛行は、米ソに遅れること約40年の2003年に始まった。宇宙飛行士の累積宇宙滞在日数は2022年9月末現在で1,341日となり、ロシア、米国、日本に次いで世界第4位である。2022年末に予定されている中国版宇宙ステーション「天宮」の本格的な稼働により、日本との差346日は1年で逆転されるであろう。

「天宮」は「国家宇宙実験室」である。総質量は約80トンと国際宇宙ステーション (ISS) 約420トンのほぼ5分の1と小さいが、最新鋭のモジュールと宇宙船で構成されている。全体をコントロールするコアモジュール「天和」(22.6トン)、ふたつの実験モジュール「問天」(23トン)と「夢天」(23トン)、それに有人宇宙船「神州」(7.8トン)、無人補給船「天舟」(約13.5トン)、宇宙望遠鏡の「巡天」(約20トン)である。20トンを超えるモジュールを打ち上げるため、低軌道輸送能力25トンの「長征5B」が開発された。

「天和」は2021年4月29日、「問天」は2022年7月24日、「夢天」は10月31日に打ち上げられた。3つのモジュールは宇宙空間で「T字型」に再構成され、11月30日には「神舟15号」が「天宮」にドッキング、すでに連結されていた「神舟14号」との3隻構造の確立に成功した。宇宙飛行士6人が同時に滞在したのは初めてであり、「天宮」は間もなく正式に稼働する。

微小重力環境下の宇宙実験は生命科学、材料科学、創薬、微小重力物理学、地球科学、天文学など広範囲に及ぶ。とくに重要なのが微小重力環境での人体機能、細胞レベルの生物学的影響、遺伝子発現などの研究である。「神舟14号」で約半年間「天宮」に滞在した3人の宇宙飛行士は、心血管、骨、筋肉、免疫系、バイオリズム、行動履歴など、人体のほぼすべての生理システムを網羅した実験を行った。将来宇宙空間で長期滞在するための基礎的データを取得することが目的である。「天宮」にはまた「シロイヌナズナ」を始め、様々な植物のタネが持ち込まれ、発芽実験が行われている。

「天宮」が注目されるのは、米国が主導するISSの先行きが不透明だからである。ISSは2024年に寿命を迎えるが、バイデン政権は2021年12月31日、2030年まで運用を継続すると発表した。これを受けてNASAは2022年2月1日、2024年以降の運用を民間に委ねるとともに、2030年の運用終了後、太平洋上の「ポイント・モネ」に再突入させて廃棄すると発表した<sup>144</sup>。ISSにはこれまで約250人の宇宙飛行士らが滞在し、3,000件以上の宇宙実験が行われた。しかし1998年に打ち上げられたロシア製モジュール「ザーリャ」や2000年打ち上げの「ズヴェズダ」は老朽化が著しく、運用に支障が出るとの懸念がぬぐい切れない。2022年12月15日、ISSにドッキング中のロシアの宇宙船「ソユーズMS-22」で冷却材の漏えいが発生し、ロシア区画での船外活動が中止された。

またロシアのウクライナ侵攻に伴う米ロ対立により、ロシアの協力が得られない場合、廃棄処分にも支障が出ると懸念されている。ISSはロシアの技術でコントロールされている。米国では宇宙ベンチャー「ブルー・オリジン」や「ナノラックス」、大手航空機メーカー「ノースロップ・グラマン」などが後継機の計画を進めているが、先行きは不透明である。ISSの延命が不調に終わると、宇宙実験が「天宮」の独壇場となるのは確実である。

<sup>144</sup> [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2022\\_iss\\_transition\\_report-final\\_tagged.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2022_iss_transition_report-final_tagged.pdf)

### 7.2.3 「月」をめぐる米中の「スペースレース」

21世紀初の有人月探査を巡る競争も激化している。「嫦娥4号」は2019年1月3日、初めて月の裏側の軟着陸に成功した(表7-6)。ペンス副大統領は3月27日、「中国は月の裏側にいち早く到達し、月での戦略的ポジションを獲得し、世界の卓越した『宇宙強国』になるという野心を明らかにした」と対抗心を露わにした<sup>145</sup>。その上で「次に月面に立つ女性と男性は米国の宇宙飛行士であり、米国の国土から、米国のロケットで打ち上げられなければならない」と強調、有人月探査計画「アルテミス」をスタートさせた。2025年の有人月探査を目指して無人の宇宙船「オリオン」が2022年11月16日、新型ロケット「SLS(Space Launch System)」で打ち上げられ、月の軌道を周回した後、12月11日に地球に帰還した。今年「アポロ17号」が最後の有人月探査を終えてから、ちょうど50年にあたる。

中国の月探査計画「嫦娥」は第4期を迎える。第1期の「繞」は月の周回軌道への投入、第2期の「落」は月面軟着陸、第3期の「回」はサンプルリターンである。計画は予定通り進み、「嫦娥5号」は月のサンプル1,731グラムを持ち帰ることに成功した。現在分析が行われ、中国の研究グループは2022年1月、世界で初めて水の存在を直接確認したと発表した。

表7-6 中国の月探査プロジェクト

2007年10月24日	「嫦娥1号」打ち上げ成功、月の周回軌道から月面観測
2010年10月1日	「嫦娥2号」打ち上げ成功、月の上空100キロから月面観測
2013年12月2日	「嫦娥3号」打ち上げ成功、月面軟着陸に成功
2019年12月8日	「嫦娥4号」打ち上げ成功、月の裏側への軟着陸に成功
2020年11月24日	「嫦娥5号」打ち上げ成功、サンプルリターンに成功

「嫦娥6号」「7号」「8号」による第4期のミッションは「国際月科学研究基地」の「基本構造」を構築することにある。中国は2035年までに水が存在する可能性がある南極に「科学研究基地」を建設する計画で、第4期が目指す「基本構造」には「着陸機」、「月面探査車」、「飛行探査機」、「軌道上周回機」が含まれる。エネルギー源として原子力電池を使うほか、通信網や交通手段、それに宇宙服を含めた生命維持システムの構築が予定されている。構造物の建設には土の土壌「レゴリス」を利用することも検討されている。第4期第一陣の「嫦娥6号」はすでに完成しており、月の裏側からのサンプルリターンを目指す。月の裏側は地上との通信ができないことから、「嫦娥6号」の運用は「完全自律化」が図られている。

月に人間を送り届ける大型ロケット「長征9号」の開発も進んでいる。「長征9号」はアポロ計画で使われた「サターンV型」に匹敵し、低軌道に150トン、地球・月遷移軌道に50トンの投射能力を持ち、火星・木星・小惑星などの探査にも使われる予定といわれている<sup>146</sup>。

2022年11月21日、中国工程院院士で月面探査チーフデザイナーの呉偉仁氏は月への有人飛行について、「2028年頃に月面科学研究基地の基本構造が完成する」と初めて時期を明示した<sup>147</sup>。米国NASAの「アルテミス計画」が遅れ気味であることを考慮すると、21世紀初となる有人月探査に米中のどちらが先に成功す

<sup>145</sup> <https://trumpwhitehouse.archives.gov/briefings-statements/remarks-vice-president-pence-fifth-meeting-national-space-council-huntsville-al/>

<sup>146</sup> 正確な諸元については確定しないものの、下記に記載がある。<https://baike.baidu.com/item/%E9%95%BF%E5%BE%81%E4%B9%9D%E5%8F%B7%E8%BF%90%E8%BD%BD%E7%81%AB%E7%AE%AD/7335935?fr=aladdin>

<sup>147</sup> 例えば、[https://spc.jst.go.jp/news/221104/topic\\_3\\_04.html](https://spc.jst.go.jp/news/221104/topic_3_04.html)

るか、微妙な情勢となりつつある。

## 7.2.4 「第二のスペースレース」の行方

米国の強みは圧倒的な民間活力と「ニュースペース」と呼ばれる宇宙ベンチャーの存在である。中国は2018年、衛星打ち上げ回数で首位に躍り出たが、2022年はスペースXの打ち上げ回数が中国を上回る勢いである。また幅広い国際協力も米国の強みである。「アルテミス協定」の加盟国は米国、日本、カナダ、英国、イタリア、フランスなどすでに20か国に達した。中国はロシア以外に有力なパートナーを見出すことができない。

一方、中国の強みは中国共産党による迅速な意思決定や豊富な資金力と人材である。著者の取材に対し、中国躍進の要因についてJAXA国際部元参事の辻野照久氏は、「先進国から謙虚に学び、失敗の原因を徹底究明して、必ずやり遂げる意志と『有言実行』の賜物です」と語った。月面有人探査だけではない。「第二のスペースレース」は火星からのサンプルリターン、火星への有人飛行へと続く。

## 7.3 原発大国への道

### 7.3.1 多彩な中国の炉型戦略

米国初の商用原発「 Shippingport原子力発電所」が臨界に達したのは1957年12月2日のことである。これより先、英国では黒鉛減速ガス冷却炉（コールドーホール型）が1956年に商用運転を開始していた。中国は1950年代初頭から研究を始めていたが、初の原子力発電所「秦山原発」が運転を開始したのは1994年4月である。米国に遅れること37年、世界で30番目の原発保有国となった（表7-7）。

表7-7 中国原子力開発史

1950年	中国科学院近代物理研究所、原子力研究開発開始
1955年	中ソ原子力協定締結
1960年	中国、初の核実験
1968年	中国、初の水爆実験
1985年	秦山原発建設開始
1994年	秦山原発運転開始

中国原子力産業協会が2022年9月21日に発表した「中国原子力発展報告2022<sup>148</sup>」によると、現在中国で稼働する原発の数は53基で、米国の93基、フランスの56基に次ぐ世界第3位である（表7-8）。建設中の原発は23基にのぼる。米国が「ボーグル3,4号機」の2基、フランスが「フラマンビル3号機」の1基に留まることから、2023年にはフランスを抜いて第2位、2030年前後には米国を抜いて世界最大の原発大国となることが確実である。

<sup>148</sup> 张廷克, 李闽榕, 尹卫平編 (2022): 中国核能发展报告 (2022), 社会科学文献出版社, 216p.

表 7-8 中国の原子力発電所一覧

発電所名	号機	炉型	出力	開発者	運開
昌江 (海南省)	1	CNP600	65.0	CNNC	2015.12.25
	2	CNP600	65.0	CNNC	2016.08.12
防城港 (広西チワン族自治区)	1	CPR1000	108.6	CGN	2016.01.01
	2	CPR1000	108.6	CGN	2016.10.01
方家山 (浙江省嘉興市)	1	CP1000	108.9	CNNC	2014.12.15
	2	CP1000	108.9	CNNC	2015.02.12
福清 (福建省)	1	CP1000	108.9	CNNC	2014.11.22
	2	CP1000	108.9	CNNC	2015.10.16
	3	CP1000	108.9	CNNC	2016.10.24
	4	CP1000	108.9	CNNC	2017.09.17
	5	華龍 1	116.1	CNNC	2021.01.30
	6	華龍 1	116.1	CNNC	2022.03.25
大亜湾 (広東省)	1	M310	98.4	GNIC	1994.02.01
	2	M310	98.4	GNIC	1994.05.07
海陽 (海南省)	1	AP1000	125.3	SPIC	2018.10.22
	2	AP1000	125.3	SPIC	2019.01.09
紅沿河 (遼寧省)	1	CPR1000	111.9	CGN	2013.06.06
	2	CPR1000	111.9	CGN	2014.05.13
	3	CPR1000	111.9	CGN	2015.08.16
	4	CPR1000	111.9	CGN	2016.09.19
	5	ACPR1000	111.9	CGN	2021.07.31
	6	ACPR1000	111.9	CGN	2022.06.23
嶺澳 (広東省深圳市)	1	M310	99.0	CGN	2002.05.28
	2	M310	99.0	CGN	2003.01.08
	3	CPR1000	108.6	CGN	2010.09.20
	4	CPR1000	108.6	CGN	2011.08.07
寧徳 (福建省寧徳市)	1	CPR1000	108.9	CGN	2013.06.18
	2	CPR1000	108.9	CGN	2014.05.04
	3	CPR1000	108.9	CGN	2015.06.10
	4	CPR1000	108.9	CGN	2016.07.21
秦山 I	1	CPN100	33.0	CNNC	1994.04.01
秦山 II	1	CNP600	65.0	CNNC	2002.04.18
	2	CNP600	65.0	CNNC	2004.05.03
	3	CNP600	66.0	CNNC	2010.10.21
	4	CNP600	66.0	CNNC	2012.04.08
秦山 III (浙江省嘉興市)	1	CANDU6	72.8	CNNC	2002.12.31
	2	CANDU6	72.8	CNNC	2003.07.24

発電所名	号機	炉型	出力	開発者	運開
三門 (浙江省台州市)	1	AP1000	125.1	CNNC	2018.09.21
	2	AP1000	125.1	CNNC	2018.11.05
田湾 (江蘇省連雲港市)	1	VVER1000	106.0	CNNC	2007.05.17
	2	VVER1000	106.0	CNNC	2007.08.16
	3	VVER1000	112.6	CNNC	2018.02.14
	4	VVER1000	112.6	CNNC	2018.12.22
	5	ACPR1000	111.8	CNNC	2021.09.08
	6	ACPR1000	111.8	CNNC	2021.06.02
陽江 (広東省陽江市)	1	CPR1000	108.6	CGN	2014.03.26
	2	CPR1000	108.6	CGN	2015.06.05
	3	CPR1000	108.6	CGN	2016.01.01
	4	CPR1000	108.6	CGN	2017.03.15
	5	ACPR1000	108.6	CGN	2018.07.12
	6	ACPR1000	108.6	CGN	2019.07.24
台山 (広東省台山市)	1	EPR	175.0	CGN/EDF	2018.12.13
	2	EPR	175.0	CGN/EDF	2019.09.07

出典：「世界の原子力発電開発の動向」ほかのデータをもとに筆者作成

中国の原発炉型戦略の核心は「多様化」と「国産化」である。フランスから導入した加圧水型原子炉「M310」をベースに、「CNP600」「CP1000」「ACP1000」「CPR1000」「ACPR1000」などを独自開発してきた。2011年の東電福島第一原発事故以降、中国は最新型原子炉の建設だけを承認する政策をとっている。開発方式はまず海外の先端原子炉を導入し、国産化率を上げながら自主開発につなげる方式を取る。中国が導入した最新型原子炉には、米国ウェスチングハウス社の加圧水型原子炉「AP1000」、仏アレバ社のヨーロッパ型加圧水型原子炉「EPR」、ロシア型軽水炉「VVER1000」「VVER1200」、カナダ型重水炉の「CANDU6」などがある。また「AP1000」をベースに、国産技術で「CAP1000」を開発した。中国に存在しないのは福島第一原発で事故を起こした沸騰水型原子炉(BWR)だけである。清華大学原子力・新エネルギー研究院の孫俊副研究員(当時)は2017年2月の講演で次のように語った<sup>149</sup>。

「中国の原子力の発展はまず先進国の設計、建設、運転技術を吸収し、それから多くの炉を建設します。中国はこのやり方で30万キロワットから140万キロワットまでの原子炉を独自に設計、建設、運転する能力を備えるに至ったのです」

### 7.3.2 戦略原子炉「華龍」と「玲龍」

中国が戦略原子炉と位置付けているのが100万キロワット級の「華龍1号」と小型原子炉「玲龍」である。「華龍1号」は中国核工業集团有限公司(CNNC)と中国広核集团有限公司(CGN)が共同で開発した戦略原子炉である。出力100万キロワット級で安全システムが「能動プラス受動」の2層からなるのが特徴である。受動的な安全性は電源喪失や配管破断などが起きても、自動的に炉心に冷却水が注入されるシステムで、「AP1000」

<sup>149</sup> [https://spc.jst.go.jp/event/crc\\_study/study-101.html](https://spc.jst.go.jp/event/crc_study/study-101.html)

で採用された。また事故時に放射能を閉じ込める格納容器が二重化されており、中国側の資料によると、他の第三世代原子炉に比べて安全性が一桁高いとされる。すでに中国国内では福建省の「福清5号機」「6号機」が運転を開始したほか、パキスタンの「カラチ2号機」「3号機」が商業運転に入った。またアルゼンチンが採用を決めたほか、英国「ブラッドウェルB」での導入に向けた包括的設計審査が2022年2月7日に終了した。英国のお墨付き<sup>150</sup>を得たことにより、国際市場で優位に立つことになる。中国は「華龍1号」を「一帯一路」参加国に輸出する方針で、すでにブラジル、ケニア、ポーランド、チェコ、ルーマニア、南アフリカ、タイなど20か国を超える国々にアプローチしていると伝えられる。

一方、「玲龍1号」は出力12.5万キロワットの小型原子炉で、モジュール化と受動的安全システムにより、都市や工業団地への配置が可能といわれている。世界の原子力開発の主流が小型モジュール炉「SMR(Small Modular Reactor)」に移っていることを反映した原子炉で、2021年7月13日、海南省昌江で1号機の建設が始まった。SMRの弱点は経済性である。「玲龍1号」の主任設計者宋丹戒氏は2021年10月29日の新華社とのインタビューで、「設計の革新、システムの簡素化、それに量産化で建設コストを下げた」と語った。また「玲龍」は発電以外に熱供給、海水淡水化、石油採掘などのニーズを満たすとされている。南シナ海島嶼部での活用も視野に入っており、CNNCの盧鉄忠書記は「南シナ海方面を見ればフィリピンやインドネシア、マレーシア等『一帯一路』の沿線国には小さな島々が多い。またサウジアラビア等の辺境地域でもニーズがあるだろう」(2021年10月29日)と語っている。

### 7.3.3 世界の潮流と中国の課題

中国は軽水炉以外にも研究開発の範囲を広げている。高速炉では2020年12月27日、福建省霞浦で2基目となる「CFR-600」の建設に着手した。今や高速炉の開発を継続しているのはロシア、インド、そして中国だけである。また山東省石島湾で建設中の小型高温ガス炉「HTR-PM」は2021年9月に臨界に達した。高温ガス炉は発電だけでなく、水素製造への用途が見込まれている。さらには核融合炉「EAST」や溶融塩炉などの研究が行われている。世界の主な「次世代革新炉」を中国はほぼカバーしている(表7-9)。

表7-9 世界の主な次世代革新炉

炉型	炉名	国名	メーカー名	出力(万kw)
軽水炉	RTIM-200	ロシア	ロスアトム	17.5
	KLT-40S	ロシア	ロスアトム	3.5
	VOYGR	米国	ニュースケール	7.7
	BWRX-300	米・日	GE日立	30
	SMR-160	米国	ホルテック	16
	UK-SMR	英国	ロールス・ロイス	47
	玲龍1号	中国	CNNC	12.5
	ACPR-50S	中国	CGN	6
	NUWARD	仏	EDF	17

<sup>150</sup> <https://bradwellb.co.uk/uk-hpr1000-nuclear-technology-accepted-for-use-in-uk/>

炉型	炉名	国名	メーカー名	出力(万kw)
高速炉	BREST-300	ロシア	ロスアトム	30
	Natrium	米国	テラパワー	34.5
	ARC-1000	米国	ARC ニュークリア	10
溶融塩炉	Hermes	米国	ケイロス・パワー	3.5
	SSR-W	英国	モルテックス	30
	ISMR	カナダ	テレストリアル・エナジー	19
高温ガス炉	Xe-100	米国	X エナジー	8
	HTR-PM	中国	清華大学	21
マイクロ炉	eVinci	米国	ウェスチングハウス	0.5
	Aurora	米国	オクロ	0.15
	MMR	米国	USNC	1
	U-Battery	英国	ウレンコ	0.4
核融合炉	Helion	米国	ヘリオン・エナジー	
	SPARC	米国	CFS	
	ST-HTS	英国	トカマク・エナジー	
	FDP	英国・カナダ	ジェネラル・フュージョン	
	線形核融合炉	米国	トライアルファ	
	EAST	中国	中国科学院	

出典：報道などをもとに筆者作成

中国は2050年の発電設備容量を現在の約5,000万キロワットから4億キロワットに引き上げる目標を掲げている。100万キロワット級原子炉400基分という途方もない計画である。また「中国核能発展計画2021」は2025年の発電設備容量を7,000万キロワット、2030年には1億2,000万キロワットと予測しており、総発電電力に占める原子力のシェアが現在の約5%から8%に達すると見込んでいる。

一方で、課題も山積している。習近平総書記(国家主席)は2020年9月の国連演説で、2030年までに二酸化炭素排出量を「ピークアウト」させ、2060年までには「カーボンニュートラル」を実現すると宣言した。原子力発電を「二つの炭素(双炭)」政策を実現するためのベースロード電源として位置付けるためには、電力需要の増加が見込まれる内陸部での建設が必須となる。「西部大開発」や「一帯一路」構想により、四川省、湖南省、湖北省、安徽省、江西省などで電力需要が高まっているが、計画は複数あるものの、中国政府は現在まで決断していない。内陸部の大河川や湖水は飲料水、農業用水、工業用水などに使われ、水資源はすでにひっ迫しており、原子炉冷却水の供給に不安が残る。しかもひとたび事故が起きると、被害は沿海部の大都市に及びかねない。

なにより、市民の反対運動も無視できない。福島第一原発事故以来、中国では市民の約4割が原発に反対といわれる。事実、2013年に広東省で計画されていた核燃料工場の建設は、住民の反対で中止となった。また2016年には江蘇省・連雲港で再処理工場の建設計画が持ち上がったが、住民の反対で白紙撤回に追い込まれた。米中対立やロシアによるウクライナ侵攻など、エネルギーをめぐる地政学が刻々と変化する中、今後も原子力開発に邁進するのか、それとも再生可能エネルギーにシフトするのか、中国の動向がいまや世界の原子力産業の行方を左右するカギを握っているのである。



## 7.4 米中对立下の日中科学技術協力

科学技術は本来人類の福祉を目的とするもので、覇権争いの道具ではない。一方で科学技術は産業のイノベーションや安全保障に直結することから、政治的対立の影響を受けやすい。とくに米国はデュアルユースの「先端基盤技術」の流出に敏感となっている。

日本でも「経済安全保障」に関する議論がかまびすしい。政府レベルでは2021年10月に経済安全保障担当大臣が新設され、2022年5月11日には「経済政策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律」、いわゆる「経済安全保障推進法<sup>151</sup>」が成立した。2023年には「特定重要技術調査研究機関」という名のシンクタンクが発足する予定である。民間レベルでも有力シンクタンクの日本国際問題研究所や中曽根平和研究所が「経済安全保障」をテーマに連続セミナーを開催している。

日中の科学技術協力の歴史は長い。「日中科学技術交流の40年<sup>152</sup>」(科学技術振興機構)によると、1952年には日本学術会議が日本政府に対して学術交流の場を開くよう申し入れを行い、1954年には初の中国学術文化視察団が日本を訪れた。1972年の日中国交正常化を経て、日中の科学技術交流は曲折を経ながらも発展の一途をたどってきた。今日、中国が最大の貿易相手国であることは小学校の教科書にも記載されている。日本にとって中国はライバルであり、パートナーなのである。

以下、今後の日中科学技術協力の在り方について筆者の考えを述べるが、あくまでも私見であることをお断りしておく。第一に中国の科学技術力について偏見なくフラットに評価すべきである。一方的に中国の科学技術力を礼賛するつもりは全くないが、データで見る限り中国が日本を抜き去って米国に肉薄している現実を直視すべきである。ノーベル賞候補に名前の挙がる東京大学相田卓三卓越教授は「中国に学ばなければならぬことが多い」と率直に語る<sup>153</sup>。

第二に中国に限らず、少なくとも基礎科学分野での国際協力を妨げるべきではない。基礎科学の成果は人類共通の財産であり、未来への遺産である。「人類の福祉」「真理の探究」という科学の本質は「国」という概念を超えるべきであろう。第三に実利から考えても、少子高齢化が進む日本社会の実情を振り返れば、中国の高度人材をいかに取り込むかが課題となる。フラーレン科学の研究などでノーベル賞候補に挙がる東京大学中村栄一特別教授は、「これまで日本人だけで成り立ってきたことが奇跡だ」と語る<sup>154</sup>。中国人留学生の大量受け入れを継続する英国のしたたかさを見習うべきであろう。

当然のことながら日本の科学技術力向上は必須である。ノーベル物理学賞受賞者の東京大学梶田隆章教授は「日本は少なくとも科学技術立国には向かっていません」(日刊工業新聞2017年11月18日付)と手厳しい。日本にはまだまだユニークな研究が数多くある。政府と企業が一体となり、研究開発投資を進め、人材育成を図る以外に道はない。

科学技術分野で日本にとって最悪の事態とは何か、それは米国と中国だけでなく、世界の科学技術コミュニティから見捨てられることである。

<sup>151</sup> [https://www.cao.go.jp/keizai\\_anzen\\_hosho/index.html](https://www.cao.go.jp/keizai_anzen_hosho/index.html)

<sup>152</sup> 独立行政法人 科学技術振興機構 中国総合研究交流センター (2014): 日中科学技術交流の40年, 独立行政法人 科学技術振興機構 中国総合研究交流センター, 237p., [https://spap.jst.go.jp/investigation/report\\_2014.html#05](https://spap.jst.go.jp/investigation/report_2014.html#05)

<sup>153</sup> 倉澤治雄 (2022): 見るも無残 日本の科学は「ガラパゴス」, FACTA ONLINE, pp.60-62.

<sup>154</sup> 倉澤治雄 (2022): 見るも無残 日本の科学は「ガラパゴス」, FACTA ONLINE, pp.60-62.

## 参考資料・文献

ここでは、紙媒体だけを示す。

『科学技術立国の危機』（豊田長康 東洋経済新報社 2019年2月）

『科学技術大国 中国』（林幸秀 中公新書 2013年7月）

『科学技術大国 中国の真実』（伊佐進一 講談社現代新書 2010年10月）

『中国が宇宙を支配する日』（青木節子 新潮新書 2021年3月）

『中国科学技術概況 [2014-2021]』（国立研究開発法人科学技術振興機構アジア・太平洋総合研究センター）

『中国、科学技術覇権への野望』（倉澤治雄 中公新書ラクレ 2020年6月）

## 8 中国のゲノム編集食品等研究・開発の現状と今後の展望

### 8.1 ゲノム編集食品等開発の現状と成果

(要点) 中国におけるゲノム編集食品等 (Genome-edited foods, etc.) の研究・開発は非常に旺盛であり、食料<sup>155</sup> 安全保障対応および秘密特許制度の確立等を背景に、PCT<sup>156</sup> をフルに活用した特許権出願および取得件数の増加が著しい。研究・開発施設および海外経験を持つ豊富な人材基盤は中国科学院・中国農業科学院を双壁とし、あらゆる農畜産物を網羅する研究・開発テーマを柱に、重厚なクラスターを形成している。本稿では、市場化有望な成果が研究施設傘下のインキュベーションを媒介に産業化をめざし、農業基盤の現状に大きな変化をもたらす可能性を示唆する。なお、ゲノム編集食品等の安全性についての議論は重要なことにはちがいないが、本稿の直接的な主題ではないので割愛する。

#### 8.1.1 現状

##### (1) 「ゲノム編集食品等」の定義について

最初に「ゲノム編集食品等」の定義をしておくべきだが、本稿では大雑把なレベルに止めておきたい。なぜなら、この分野の知見や成果は今後ますます開拓され・発展する可能性があり、現在から将来を規定するようなことには消極的にならざるをえないからである。実際、専門家の間でも似たような見解が散見され、例えば Bartkowski and Baum の見解<sup>(1)</sup> はその典型のように思われる。また、ゲノム編集技術は遺伝子配列という分子レベルの分野を扱う本質があるため、当初設定した目的外分野への発展可能性を持つので、食品等の開発が薬品開発へ数段飛びをするようなことが起こりうる。つまり分野間の境界に霧がかかるような性質があることも、定義付けを難しくしている理由の一つと考えられる。ただし本稿のように「ゲノム編集食品等」の動向をみるのに、その標識らしきものが何もないままでは考察の手續上障害もあり、本稿では「ゲノム編集食品等」について、暫定的に次のように捉えておくことにする。

「ゲノム編集食品等とは、ゲノム編集技術を直接・間接に利用して開発した農畜産物および魚介類の一次産品一般・同加工食品・これらの素材となる生物とその遺伝子・農畜産物および魚介類の成長を妨げる菌類・虫類の駆除または制御方法・農畜産物および魚介類の成長速度および収量増加をもたらす方法」

中国の「ゲノム編集食品等」の研究・開発についての現状を知る主な方法として、関係研究施設の成果情報 (各研究施設 HP)・知識産権局情報 (中国専利公布公告)・公刊文献 (CNKI・Google Scholar・研究機関や大学等研究施設が編集刊行する研究誌・世界的に著名な科学雑誌等)・信頼できるネット情報がある。以下の行論も基本的に、これらに依拠している。

<sup>155</sup> 本稿で「食料」とは穀物・青果物・畜産物・魚介類等の総称、「食糧」とは穀物 (食用子実。中国ではイモ類を含む) を指す。

<sup>156</sup> 特許協力条約により、加盟国全体に出願・公開したことになる制度。

## (2) 研究・開発の現状

### ① 概観

中国は遺伝子組換え食品の研究・開発にも国家を挙げて取り組んできたが、消費者の不安を拭えないままであるために、食料分野への実用化・市販化には厳しい規制をかけている。基本的には遺伝子組換え生物等を使用する際の規制措置を講じることで、生物多様性への悪影響の未然防止等を図ることを謳った国際規制「カルタヘナ法」に準じているが、同国におけるその規制解除の見通しは立っていない。他方、ゲノム編集食品についてはこれまで特段の規制がなく、遺伝子組換え食品に準じた扱いとなっていたが、「農業用ゲノム編集植物安全評価指南」<sup>157</sup>が発出されたことを機会に、研究・開発に一段と弾みがついているといえる。

以下述べる中国のゲノム編集食品の主な研究・開発の事例は、同「指南」発出前のものを取り上げているが、遺伝子組換え食品の市場化が期待したほど進まない現状に反発するかのような積極性を反映している。

### ② 開発の事例

いくつかの研究・開発事例を挙げ、次に述べる全体的成果の俯瞰につなげていきたい。

中国が開発したゲノム編集食品等で特に注目を集めたものに、世界の農業現場で問題となっているうどんこ病の駆除、特に小麦うどんこ病に抵抗性のある「うどんこ病耐性小麦」の開発(2014年、中国科学院遺伝・発育生物学研究所)がある。この成果には、なお研究の余地があると指摘されているが画期的な成果と評価されている<sup>②</sup>。

次は大豆の粒の拡大と大豆油脂含有量・タンパク質の増大を目標とする研究・開発事例であり、中国とアメリカの共同研究(遺伝・発育生物学研究所、浙江大学、イリノイ大学)の成果である。この事例の中核は、GmSWEET10aとQmSWEET10bという遺伝子が大豆の性質改善に資することを発見したものである<sup>③</sup>。

新疆農業科学院園芸作物研究所のゲノム編集技術による、リコピンを多く含む果実を作るトマト素材(CN110777163A)も成果の一つである。この研究事例はトマトのリコピン含有量を増やす開発事例である。リコピンは、赤色、橙色、黄色などを示す色素カロテノイドの一種、中でも秀でた抗酸化作用を持つ成分である。

## 8.1.2 成果

ゲノム編集食品等についての研究・開発は後述するように広範な担い手によって取り組まれており、その多くが秘密特許制度(第一国出願制度: 8.3.1に後述)に従い、中国知識産権局へ特許申請を行っていると思われる。特許申請は当該案件に一定の技術的成熟度が必要なため、その段階に至っていない予備的研究・開発案件を含めると現在取り組まれている研究・開発事例のすそ野は広大なものと推測できよう。

ここでは、「Crisper」・「ゲノム編集」をキーワード検索したうちから、2021年時点で特許権を取得した全容と特徴を示す。「Crisper」というゲノム編集技術3つの切断酵素(ヌクレアーゼ)のうち最新かつ主要な一つを、「ゲノム編集」はCrisper以外の2つの酵素(ZFN・TALEN)による編集食品等を拾い上げることを考慮したものである。ただし特許権名称にこの2つのキーワードが入っていない場合、数は多くはないと思われるがリスト漏れになっていることもありうる。

<sup>157</sup> 農業用基因编辑植物安全评价指南(试行)、農業農村部、2022年1月24日、<http://www.moa.gov.cn/ztl/zjyqwgz/sbzn/202201/P020220124647592197651.pdf>

表8-1は出願日起点を2015年とし2021年までの間の代表的な事例である。件数は30件、分野はイネ・小麦・トウモロコシ・ニンジン・トマト・ピーナッツ・飼料作物・その他植物・牛・豚・ミツバチ・魚など広範囲に及ぶ。研究・開発主体は農業科学院8、中国科学院4(共同1を含む)、中国農業大学3などとなっている。

表8-1 中国の農業・畜産・食品・飼料分野のゲノム編集特許権

特許権年次	取得施設名	研究・開発事例
1	2015 中国農業科学院作物科学研究所	トウモロコシRNAポリメラーゼIIIが認識するプロモーターの一種とその応用
2	2015 中国農業科学院作物科学研究所	コンパクトなトウモロコシ遺伝資源を作製する部位特異的突然変異誘発法とその応用
3	2016 中国科学院遺伝発生生物学研究所	耐乾性を高めた植物の取得方法
4	2016 江南大学	枯草菌ゲノム編集のためのCRISPR Cas9システムとその構築方法
5	2016 貴州大学	GHR遺伝子ノックアウトホモ豚の飼育方法
6	2016 中国農業科学院作物科学研究所	ゲノム編集と専用sgRNAによるイネ難消化性デンプン含有量増加法
7	2017 モンゴル大学	CRISPR/Cas9技術に基づくヤギTβ4遺伝子の部位特異的ノックイン法
8	2017 北京農林学院、中国科学院	ゲノム編集によるトマト雄性不稔系統の作出法とその応用
9	2017 中国科学院遺伝発生生物学研究所	遺伝子編集システム及びそれを用いた植物ゲノム編集方法
10	2017 福建農林大学	マイクロインジェクションによるミツバチの卵の除去方法
11	2017 中国農業科学院北京畜産獣医学研究所	ブタのマルチオミクス統合精密育種法
12	2017 中国科学院分子植物科学研究センター	葉緑体ゲノム編集法
13	2017 無限生物製薬	医薬品または食品の組成物および有効成分の生体内での効果を評価する方法
14	2018 中国農業科学院作物科学研究所	CRISPR/Cpf1システムによる植物遺伝子編集におけるLbCpf1-RR変異体の応用
15	2018 中国農業科学院	イネの葉の角度の調節におけるRL11タンパク質の応用
16	2018 湖南芸術科学大学	米粒中のカドミウム含有量を低減する育種法
17	2018 江蘇大学	植物フェルラ酸の合成・代謝を制御するBdREF2遺伝子の一種とその応用
18	2018 北京農林科学院	ニンジン変異株の入手方法
19	2018 福州大学	ゲノム編集、魚の正確な部位特異的遺伝子ノックインのための方法
20	2018 湖南雜種米研究中心	ゲノム編集技術を用いた葉緑体遺伝子の形質転換効率向上法
21	2018 福建農業科学院生物学研究所	極早生稲の育種法の一つ
22	2019 四川農業科学院生物学学校技術研究所	植物ゲノム編集用ベクターとその構築方法と応用
23	2019 中国農業大学	植物遺伝子編集用ベクターセットとその応用
24	2019 中国農業科学院作物科学研究所	ゲノム編集による小麦レジスタントスターチ含有量の改善方法と技術体系
25	2020 華南農業大学	植物の葉の角度の調節におけるイネRIP2タンパク質の応用
26	2020 中国農業科学院作物科学研究所	ゲノム編集によるイネ病害抵抗性向上法とそれに用いるsgRNA
27	2020 華南農業大学	作物種子のアミロース含有量とゲルの粘稠度を調節する方法と応用
28	2020 深圳大学	ピーナッツ変異体、ピーナッツ変異体遺伝子およびそのコードタンパク質の作製方法と応用
29	2020 中国農業大学	自然突然変異ベルギーブルー牛に類似した二重筋肉ランプ牛の製造方法
30	2021 中国農業大学	アルファルファ CRISPR/Cas9 ゲノム編集システムとその応用

出典：中国知識産権局データベース

特徴の1つは研究・開発品目の幅広さである。この点、日本の場合は商業性が重視されているようにみえるが、中国の場合、食料全般の質・量の引上げに視点がおかれているようである。なかでもイネの成長・病気抑制に関する比重の高さが窺われる。技術的なアプローチという点では、各研究施設の固有の技術の多様性が反映されている点が窺われる。

### 8.1.3 研究・開発組織の事例

中国のゲノム編集技術に関する研究担当組織は中国科学院と農業農村部の直属組織である農業科学院が中核を占め、大学・民間研究機関がこの2つの巨大な組織の補完的な役割を担う形で位置している。また2つの組織自体が、内部に多数の研究施設を擁し、それぞれが細分化された研究分野と研究課題を持つ研究や高度な研究人材を育成する役割を担っている。中国におけるゲノム編集技術に関する研究・人材育成は、極めて層が厚く、幅広いクラスターを形成している点が特徴の一つである。ここでは、中国科学院と農業科学院から代表的な研究施設を取上げ、具体的な活動実態の一端を取上げる。

## (1) 中国科学院国家植物ゲノム学重点実験室

### ① 研究施設の目的

中国科学院国家植物ゲノム学重点実験室は、[図 8-1](#) に示すように、中国科学院傘下の有力研究組織、遺伝・発育生物学研究所(直属)と微生物学研究所(関連)に属する。34 の研究室とゲノム編集技術応用プラットフォームを持つ。当実験室は、前進の植物生物工学公開実験室が当時の科学技術部の認可により格上げされ発足した(2003年)。当実験室は国家の農業発展と国際的な植物科学発展の戦略的ニーズを満たすため、農作物の分子設計と作物の育種のための遺伝資源の採掘などを通じ、国の食料安全保障と持続可能な農業開発に寄与すること、そのために植物ゲノムの構造の解明と育種に取り組むことを組織の狙いとしている。

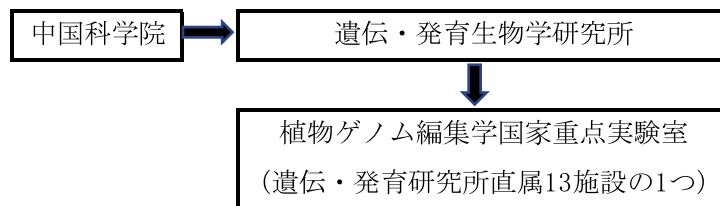


図 8-1 植物ゲノム編集国家重点実験室の組織系統

出典：著者作成

### ② 研究体制

2022年初における当実験室の研究人材は正規研究指導者44名(うち院士3)、研究職員156名、博士生160名、ポスドク97名、他に修士生が40名程度、これらの研究人材が500名程度と手厚い研究・教育体制をなしている。一研究室あたりの研究人材は14名程度、うち院士が10名程度なので研究の手足となる人材はかなり充実している。研究費(2021年)は全体の研究室で計249の研究課題で9,090万元(1元=17円で約15.4億円)、一研究室あたり253万元(同4,300万円)、一人あたりでは57.9万元(同984万円)であった。内訳は国家自然科学基金111項目、科学技術部18項目、中国科学院81項目、他に国際協力項目12件であった。

### ③ 主要研究成果の特徴

当実験室の特許権取得件数は2019-2021年の3年間で68件(食品等以外を含む)の多くに上る。特許権申請者名義は上部組織の遺伝・発育生物学研究所であるが、実質的な当実験室の研究成果である。その特徴を集約的に表現することは難しいが、「イネの稔性制御におけるLEPTO1<sup>158</sup>およびそのコード化タンパク質の応用」(特許番号ZL201811452764.9, 認可日2020.11.03)、「ゲノム編集技術による高アントシアニン<sup>159</sup>紫黒色果実トマト材料の作成方法」(特許番号L201710761276.5, 認可日2021.03.19)、「極ミニトマトの作成方法」(特許番号ZL201910936056.0, 認可日2021.08.20)などについては最新のゲノム編集技術Crisper/cas9を駆使するのは当然としても、食品市場に於ける新しいニーズに対応する姿勢を窺うことができる<sup>(4)</sup>。

<sup>158</sup> 遺伝子の一種：著者注。

<sup>159</sup> 色素の一種：著者注。

## (2) 中国農業科学院深圳農業ゲノム研究所

### ① 研究施設の目的

深圳農業ゲノム研究所は、農業農村部の直属組織である農業科学院により2014年に設立された。その特徴は生物学とビッグデータ科学を統合することを通じ、ゲノム編集技術の発展を通じて農業生産の増大を目指すことに特化した施設である。当研究所設立後獲得したプロジェクトは52件の国家級を含む4億8千万円<sup>160</sup>、農業ゲノム編集技術特許権60件(食品等以外を含む)、国家承認を受けた新品種開発4件、省政府承認新品種開発13件の成果を生み出した。

### ② 研究体制

当研究所は図8-2のように組織上6つの研究施設からなる。動物ゲノム研究センター・生態ゲノム研究センター・植物ゲノム研究センター・合成生物学研究センター・オミクス(OMICS)技術研究センター、食品科学研究センターである。

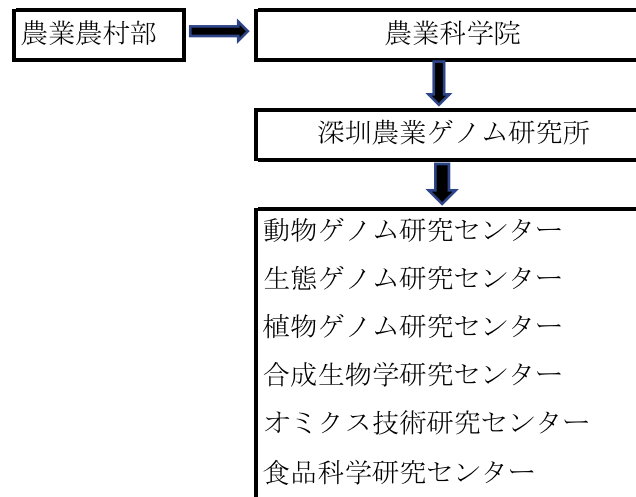


図8-2 深圳農業ゲノム研究所の組織系統

出典：著者作成

動物ゲノム研究センターは30名の院生を含め62名の研究人材を擁し、豚を中心とする3つの家畜ゲノム編集技術チームによる育種改良に取り組む。生態ゲノム研究センターは同じく52名の研究人材を擁し、農産物・家畜に関する寄生虫等の有害微生物の対農産物等に対する影響・駆除・劣化等の研究に取り組み、植物ゲノム研究センターはゲノム編集ビッグデータ応用チームを含3つの研究チームに分け、植物ゲノム解析を含む品種改良に取り組んでいる。合成生物学研究センターは139名の研究人材を擁し、農業合成生物(農業トランスクリプトミクス・メタボロミクス)研究に取り組む<sup>161</sup>。オミクス技術研究センターは27名の人材を擁し、特に農業バイオミクスデータをコアとするビッグデータクラウドコンピューティングプラットフォームの構築に取り組む等、国内と海外で農業ゲノム編集研究・開発を行っている。食品科学研究センターは20名の研究人材の下、食品科学・オミクス・ビッグデータを中核に食品の安全性と栄養に焦点を当て、生物医学・食品科学・情報学を統合、「食卓から農地へ」という川下からの逆連鎖のプロセスの科学技術イノベーションモデルの構築に取り組む。

<sup>160</sup> 中国純研究費以外の管理費等を含む可能性がある。

<sup>161</sup> トランスクリプトミクスとは生体内細胞に存在する伝令RNA(mRNA)を研究、メタボロミクスとは生命活動から生じる代謝物を網羅的に解析することで生命現象の解明に取り組む研究：著者注。

### ③ 主要研究成果の特徴

当研究所が2021年12月までに取得した60件の特許権(食品等を含む。申請中を含めると89件)は、すべてが農業・畜産・微生物等の分野に属し幅広い項目に亘っている点、申請者がほぼ当研究所単独である点が最大の特徴であり、研究組織の層の厚さを反映したものといえる。

60件の特許のうち、象徴的な2件を取り上げる。1つは「体重100kgに達する豚の年齢に関するSNPマーカー<sup>162</sup>の検出方法とそのアプリケーション」(CN112342298B)、豚の体重100kgまでの日齢の少ない豚優位品種の選択を助け、育種循環の時間を短縮、育種効率と育種精度を向上させる発明である(肉豚100kg重は出荷適期にある状態:著者注)。もう1件は「低窒素条件下での稲1000粒重量に関連するQTL遺伝子<sup>163</sup>標識法」(CN105441457B)、低窒素ストレスの下(肥料節約的:著者注)における稲の1000粒選択育種等に应用でき、次世才の稲の育種集団の苗期に於ける遺伝子選択を助け、育種効率を高める効果がある<sup>65</sup>。

## (3) インキュベーション

### ① 中農海稲(深圳)生物科技有限公司<sup>164</sup>

中国食料生産部門が現場で抱える問題の一つは、アルカリ性土壌が広範囲の耕地にみられることである。一般に、pH7あるいは8以上は農作物の成長にとって害を与える危険性がある。この問題を逆手に取るように、アルカリ度が高いことに慣れた「海水米」の開発と普及に取り組むのが中農海稲(深圳)生物科技有限公司である。当会社は2018年、その可能性を探る技術の実用化を目指す中国農業科学院農業ゲノム研究所によって設立された。資本金は5,500万元、主に海水米(アルカリ米)固有の生殖質資源の利用、機能遺伝子の採掘、新品種の選択、栽培モデルと技術研究、塩アルカリ干潟の生態系再生、塩アルカリ米の機能性食品の創出などを手掛ける。部内に「塩アルカリ米(海水米)イノベーションセンター」を設け、4つの新工場を設立、海水米品種特許権として5銘柄の海水米を販売、現在、全国12省に33の植栽基地を持つに至った。「海水米の遺伝子採掘、特別な遺伝資源の研究、新しい品種の育種」を事業の中心におき、アルカリ性土壌の修復・改善を事業に加え、「第14次5カ年計画」以降10年間で670万ヘクタールのアルカリ性土壌と干潟(塩類アルカリ荒地と2次塩類アルカリ耕作地)の修復、海水米67万ヘクタール栽培計画を掲げている<sup>66</sup>。

中国農業科学院農業ゲノム研究所は2019年7月、稲の耐塩化研究の成果「稲の苗期耐塩性遺伝子群qST12Pokkaliとその応用」(CN110257546A)を特許申請しており、当会社はその技術を自身の得意分野である海水米の商品化にあたり応用できる有利な立場にある。農業ゲノム研究所はその基礎技術を提供することにより、自身の技術が当会社で発展的に応用される相互依存の関係にある。

### ② 深圳中農京躍生物科技有限公司<sup>165</sup>

深圳中農京躍生物技術有限公司は中国農業科学院農業ゲノム研究所が資本金総額100万元を投じて2014年6月に設立され、動物、植物、微生物などのゲノム編集食品研究、生物育種、品種改良の専門企業である。目的は母体の農業科学院農業ゲノム研究所が開発した技術を商品化、産業・市場とつなぐ役割を目指している。現在は、中国農業科学院のほか華南農業大学、南京林業大学、華中農業大学などとの共同研究を行い、41の新品種特許権(公告特許)を持ち、8つのソフトウェア著作権、2つの実用新案特許を持ち、2018年に

<sup>162</sup> DNA =デオキシリボ核酸の塩基配列のうち特定の塩基が他の塩基に置き換わっている領域:著者注。

<sup>163</sup> 農産物の量的形質を決定している遺伝子の固まり:著者注。

<sup>164</sup> <https://www.znhaidao.com/>

<sup>165</sup> [www.agct.org.cn](http://www.agct.org.cn)



は深圳市から第1回ハイテク企業の認定を受けた。2017年には関連する科学研究機関とハイテク企業の技術的優位性を十分に活用する目的のため、上海順灏(こう)新材料科技有限公司<sup>166</sup>との間で機能性生物有機肥料、土壤生態回復、有機生態学、有機タバコなどの提供と業務コンサルタント契約を10年間、1,000万元(約1.7億円)で結び、本来業務の足掛かりを得た。ただし、こうした農業科学院農業ゲノム研究所のインキュベーションの位置づけとともに、自主的な研究開発方面にも力を入れている模様である。中国農業科学院農業ゲノム研究所としては、当会社の業務を拡大するためにも多種・多様なゲノム編集食品の開発をさらに急ぎたいところであろう<sup>(7)</sup>。

中国農業科学院農業ゲノム研究所は「体重100kg(肥育出荷適期体重:著者注)に達する豚の年齢に関するSNPマーカーとその検出方法」(前出)を持ち、その応用や実用化について当会社に委託するなどの関係にある。また「菊科植物ミカンア葉に付くプッチニア菌の培養方法」(CN 111972265B)(特許権)など植物細菌の研究を市場に結びつける期待も寄せている。

## 8.2 開発の背景と体制

### 8.2.1 背景

ゲノム編集食品等の研究・開発は中国とアメリカとの激しい競争の舞台となっている。WIPOのデータベースではゲノム編集食品等を峻別できないので、これを含む生命科学と食品化学の項目から米中のPCT公開特許件数の年次別データを参考までに整理したのが表8-2である。

表8-2 生命科学・食品化学分野のPCT公開特許件数(米中比較)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	計
生命科学	中国	119	180	260	266	293	322	406	560	719	1,035	1,091	1,438	6,689
	アメリカ	2,155	2,094	2,066	2,226	2,507	2,149	2,325	2,552	2,545	2,779	3,147	3,409	29,954
食品化学	中国	45	44	76	78	85	121	123	147	169	211	248	259	1,606
	アメリカ	382	404	388	447	548	429	431	389	422	381	437	480	5,138

出典: WIPO statistics database

2010年から2021年までの合計は生命科学が中国6,689件・アメリカ29,954件、食品化学が中国1,606件・アメリカ5,138件で、アメリカが中国のそれぞれ4.5倍、3.2倍と優勢である。他方、2010年と2021年の件数を比較すると、生命科学は中国が12.1倍に対しアメリカ1.6倍、食品化学は中国5.8倍に対しアメリカ1.3倍といずれも中国が優勢である。件数の伸び方については中国がアメリカよりも勢いがある。この趨勢が続けば、中国の単年の件数がアメリカを上回る年が来るのもそう遠くはないとみられる。

またアメリカの件数には海外からの出願が中国以上の多数を占め、アメリカ居住民はそれほどでもない。アメリカの特許権データベースUSTPO<sup>167</sup>で検索したcrisperヒット件数は1,422件(2022.12)と、数の上では中国を上回るが、農業・食品関係は探すのに時間がかかるほど多くはない。これは、アメリカの自給食料事情が中国に比べはるかに安定していることを反映しているのではなからうか。

アメリカよりも多い可能性のある中国のゲノム食品等の研究・開発を促している主な要因には、①国産食料事情についての不安、具体的には急激に進む気候危機への対応・面積あたり世界一の化学肥料・農薬使用

<sup>166</sup> <http://www.shunhostock.com/>

<sup>167</sup> <https://www.uspto.gov/>

量の抑制、農業生産を支えてきた農家家族制度の危機的変容、豚・鶏などの疾病対策、②遺伝子組換え食品の市場化の立ち遅れ、③ゲノム編集技術そのものが持つ前途有望な可能性という3つがあると思われる。

特に①の国産食料事情についての不安は、政府自身が「食糧」自給率のかなりの速度を伴う低下傾向を認めざるを得なくなったことと関連する。これまで、専門家間で95%程度といわれてきた食糧自給率(食べる食糧自給率とは別の食糧自給率という複雑な表現をしてのことであるが)について、第14次5カ年計画の終了年2025年には80%程度(重量ベース)に低下する可能性を示した<sup>168)</sup>。

## 8.2.2 国家的体制

ゲノム編集食品関係の研究施設の主な設置場所は自然科学系大学の大部分においてであるが、図8-3のように、研究・開発の基盤は中国科学院と中国農業科学院の2つに置かれているとみることができる。ここで研究・開発の基盤というのは、国家のゲノム編集研究の実施基盤であり政策的指令塔というべき存在を指している。大学の場合はこの2つの研究の基盤が計画・実施する研究に人材を投入し、あるいは研究代表者等のキー・パーソンを送る形で関与することが一般的である。省自治区レベルに設置される例も多数に上るが、位置付けは大学と同様、研究・開発実施主体であると同時に2つ研究・開発基盤に対する協力的な役割となっている。

中国科学院直属傘下には中核組織である遺伝・発育生物学研究所をはじめ9施設が配置されている。これと同列に位置するNDGC<sup>168)</sup>は2019年創設の中国が誇るゲノム学各種遺伝子総合データベースであり、オミクス生データアーカイブデータベース・ゲノムデータベース・ゲノム変異データベース・遺伝子発現データベース・エピゲノムデータベース・生命科学ウィキペディアベース・中国人遺伝子データベース・生物情報ツールライブラリ・システム運営・保守の9つのセクションからなる。遺伝・発育生物学研究所には、本稿で事例とした植物ゲノム学国家重点実験室や大学院をはじめ10施設がある。

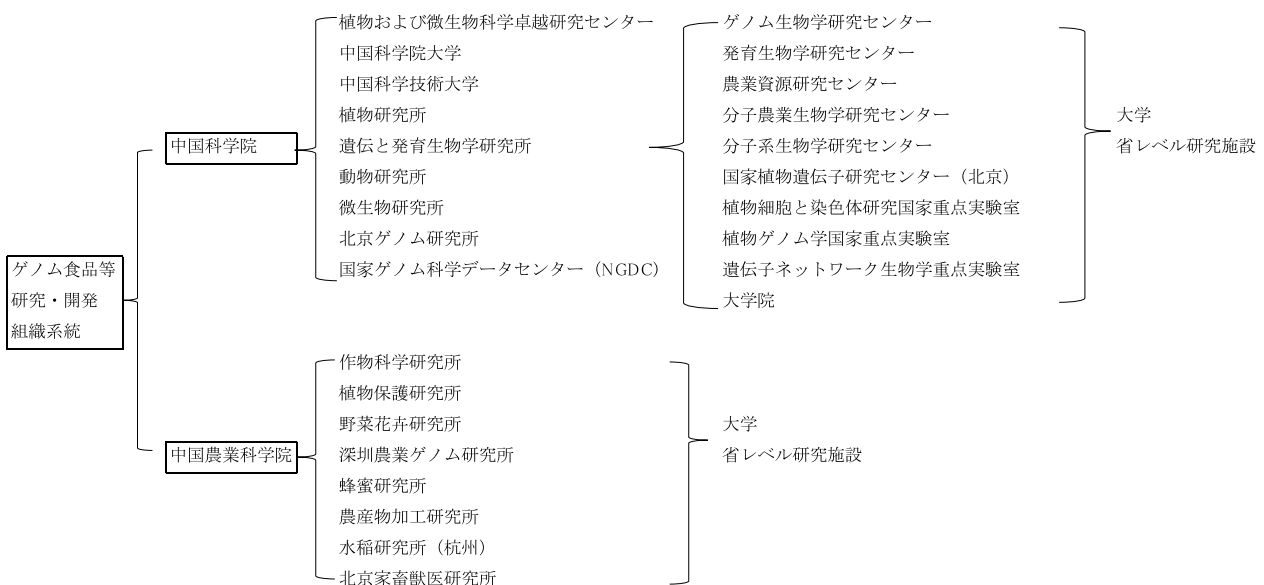


図8-3 中国のゲノム編集食品等研究・開発体制の概要 (2022年時点)

出典：筆者作成、注：太字は本稿で事例として取り上げた施設

<sup>168)</sup> National Genomics Data Center(国家基因组科学数据中心), <https://ngdc.cnca.ac.cn/>

中国農業科学院直屬傘下には、中核施設であり事例として取り上げた深圳農業ゲノム研究所はじめ8施設が配置され、広く農畜産物・食品を中心とするゲノム編集研究・開発に取り組んでいる。先にも触れたがゲノム編集食品等の研究・開発・市販化に関する政策的な位置づけは、従来から遺伝子組換え食品同様に扱われていた。しかし2022年はこの位置づけ方の転機となり、中国におけるゲノム編集食品等をはじめ広い分野で研究・開発に、一段と弾みが付くとする見方が多い。対象となる分野は植物で畜産物・魚介類には適用されないが、中国でまず最も注目されるのは食糧全般の安全保障に関する基盤の拡大を図ることであるといった観点が優先された結果と受け止めることができよう。

具体的な文書は「農業用ゲノム編集植物安全評価指南(試行)」(農業農村部2022年1月24日)である。これによって海外から輸入・生産・輸出されるゲノム編集植物(穀物・野菜・果実・同加工品等)の申請と検査、中国企業が海外と協力して生産したものを含み、独自の公的な安全性確認ルートができた。検査の重点は①生産されたゲノム編集遺伝子の異世代間(少なくとも3代間)同一性確保、②その表現状況の安定性(少なくとも3代間)、③食用としての安全性の確保である。

## 8.3 経済安保とゲノム編集食品

中国のいわゆる経済安保体制は知財保護・特許権第一国出願制度・安全貿易・安全投資管理・データセキュリティ(ビッグデータ・個人情報等)等多方面におよぶが、ここではゲノム編集食品等に焦点を絞って、知財保護・特許権第一国出願制度について、現状と方向性をみる。

### 8.3.1 経済安保体制

経済安保方面の体制整備に関して、中国が主要国のなかでも比較的早期から取り組んできたといわれるのは、特許第一国出願制度が1984年施行の「専利法」(特許法)で実現していたことによると思われる。同法第20条は「中国の組織または個人が国内で完成した発明創作について外国で特許を申請する場合は、まず特許部門に特許を申請し、國務院の関連する主管部門の同意を得た後、國務院が指定する専利代理機関に委託するものとする」とした。同法2020年改正法(最新)では当該事項について「中国で完成した発明または実用新案について外国で特許を出願する組織または個人は、國務院の特許行政部門に報告し、秘密保持審査を受けなければならない。……中国の組織または個人は、中国が締約国である関連国際条約に従って、国際特許出願を提出することができる。国際特許出願をする出願人は、前項の規定に従わなければならない」と記載している。2020年改正法には後述の「植物の新品種の保護に関する国際条約」加盟に関する記述が加えられているだけで、条文の本体そのものの意味に変更はない。なお、この条文の詳細な運用規定は同法「実施細則」(2010年改正)第10章「国際申請の特別規定について」第101条以降において記されている。

こうした経済安保体制の枠組みの積上げを基に、最近では知財保護全般についての政策的地位が向上している様子も、「知識産権強国建設綱要(2021-2035)<sup>169)</sup>」(党・國務院2021年9月)、「“十四五”国家知識産権保護・運用計画の通知<sup>170)</sup>」(國務院2021年10月)等から窺うことができる。これらには対外的保護ばかりでなく、国内の開発者同士の権利の保護という趣旨も窺うことができる。

<sup>169)</sup> 國務院(2021): 中共中央 國務院印发《知識産権強国建設綱要(2021 - 2035年)》, 國務院, [http://www.gov.cn/zhengce/2021-09/22/content\\_5638714.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2021-09/22/content_5638714.htm)

<sup>170)</sup> 國務院关于印发“十四五”国家知識産権保护和运用规划的通知

まず「知識産権強国建設綱要」では優良植物新品種・遺伝資源などについても言及があり、それらの知財保護について中国の特色ある知財権の発展の道を創出、2025年まで特許集約型産業がGDPの13%を占めることを目指すなど、力強いイノベーション型国家建設とゆとりある社会建設の実現に資する、としている。「十四五“国家知識産権保護・運用計画の通知」中のコラム「植物新品種保護体系建設プロセス」のなかで、中国も加盟している植物新品種保護国際同盟(UPOV: 1961)が管理する「植物の新品種の保護に関する国際条約<sup>171)</sup>(1991)締結国の1つになったものの、さらなる研究が必要としている。これとの関連でいうと、中国は確かに同同盟が提供している”UPOVPRISMA“(WIPOへ各国政府が行う新品種等育成者権出願のためのオンライン・ツール<sup>9)</sup>を欧米各国・韓国など70か国が利用、日本は未利用:2022年時点)には野菜のレタスのみの利用に止まっている。これを、他の国々のようにすべての植物に広げることは、経済安保体制の充実の観点からみた場合の課題の一つとなろう(PCT出願とは異なる点に注意)。

### 8.3.1 秘密特許とゲノム編集食品

#### (1) 中国の秘密特許

一般に「秘密特許」とは経済安保体制の一角を占め、国内で研究・開発された特許的価値のある先端技術について、国家の安全保障を脅かす恐れのある場合や今後の産業発展の妨げになるような場合、海外流出を防止する制度をいう。この段階では「特許権」が出願され、権利が認められていないことが多く、既述のとおり特許権の出願以前の段階に有効な措置である。これに反して海外出願を優先した場合、当該案件の特許権は中国では認められない。そればかりか場合によって国家秘密漏洩とみなされ刑事処分等の対象になることもあり(「専利法」第78条)、出願自体をまずは中国で行うことを強いる体制ともいえる(日本の経済安保議論とはかなり異なる視点を含むといえるかもしれない)。

ただし現実問題として、中国で秘密特許違反事例が起こるかという点、PCT(特許協力条約)に加盟(1994年)している以上、制度上は国内出願イコール海外出願となり、加盟国全体に出願したと同じ効力を持つ。出願したからといって、国際的特許を取得したことにはならないので特許権が欲しい国の言語を以て出願、国際調査機関(当該国の特許管理部門)が調査を行う手続きを経る。

しかしゲノム編集食品等の研究・開発に関する特許調査は、何を作り出すかがもちろん最終的な目的だが、それをどのように作り出したかを実証的に検証することはより難しい作業といわれる。この点は新技術の誕生から日が浅いほど一般的な傾向があるとされ、検証の知見や情報、検体の操作の蓄積に限りがあるからである。ここから、国際特許の調査における再現性の確認には一層の時間を要することが課題の1つとなっている。

#### (2) 事例

国際特許権取得の入り口であるPCT出願後まで確認された事例として、具体的に3件取り上げる。

1つは世界的に技術的な関心が高い早魃耐性植物の栽培、他の1つは栽培期間短縮水稻、最後がイネのカドミウム抑制栽培に関する事例である。イネに関するものを2つ取り上げたのは世界的に重要な穀物であり、発明技術自体の他の穀物への転用汎用性が高いからである。

##### ① 早魃耐性植物の栽培

早魃耐性植物の栽培はCrisper/Ca9技術により、耐早魃性が強化された植物を取得したものである。中国

<sup>171)</sup> [https://www.upov.int/edocs/pubdocs/en/upov\\_pub\\_221.pdf](https://www.upov.int/edocs/pubdocs/en/upov_pub_221.pdf)

科学院遺伝・発育生物学研究所による中国での出願は2016年2月、特許権公告2020年4月(CN107119068B)である。同時にPCT出願となり、その結果、WIPOサイトの“PATENTSCOPE”検索が可能となった。検索すると、出願内容が各国言語で示される。IPC分類ではC12N(微生物又は酵素)15/82(植物細胞用)となっていることが確認できる。ここまでくると、国際特許権取得の入口である。

## ② 栽培期間短縮水稲

栽培期間短縮水稲はCRISPER/Cas9技術を使用、水稲の分けつ(根元から新しい茎が出てくること)数を制御することにより成熟期を制御、生育期間が90日以内の低分けつ早生優良品種を創出するものである。福建省農業科学院生物技術研究所<sup>172</sup>による中国での出願は2018年10月、特許権公告2021年7月(CN109156294B)である。同時にPCT出願となりIPC分類A01G(園芸:稲等)22/22(稲)となっており、その内容が検索可能となっている。

## ③ カドミウム抑制イネ(陸稲を含む)

カドミウム抑制イネはCRISPER/Cas9技術を使用、水稲の種子のカドミウム含有量を減少させる育種方法を得たものである。湖南文理学院<sup>173</sup>による中国での出願は2018年4月、特許権公告2021年7月(CN108265077B)である。同時にPCT出願となり、IPC分類C12N(微生物又は酵素)15/82(植物細胞用)となっており、その情報検索が可能となっている。

## 8.4 ゲノム編集食品等開発の今後の方向

### 8.4.1 食品等開発・市場化

ここでいう食品等の開発とは、食べものとしての形状と内容を備えたものを作り上げること、市場化とは食べものの市販化あるいは特許権使用料の受領・特許権売却を指す。いずれも、公開された以後に必ず対価を得ることが約束されるものではない。いずれの場合も市場が認める価値を持つことが前提となる。

現時点で市場化有望な事例はそれほど多数とはいえないが、解りやすいものをいくつか選別してみると、上述の①～③は早期の市場化の期待が持てる事例といえる。そのほか、④「遺伝子編集による高アントシアニン<sup>174</sup>紫黒色果実トマト材料の作成方法」(中国科学院国家植物ゲノム学重点实验室:中国特許番号(以下略)ZL201710761276.5)(現在は“ZL”が不要)、⑤「ショートスタイルトマトの作成方法」(同:ZL201910936056.0)、⑥「害虫耐性トマトの一種」(同:ZL201811452764.9)、⑦「植物内生細菌グループの解析方法」(同:CN109750113B<sup>175</sup>)、⑧「ニンジン変異株の入手方法」(北京市農林科学院:CN108841854B)、⑨「うどんこ病耐性小麦の開発」(中国科学院遺伝・発育生物学研究所:CN104789588B)、⑩「イネの稔性制御におけるLEPTO1(遺伝子の一種:著者注)およびそのコード化タンパク質の応用」(同:ZL201811452764.9)、⑪「ゲノム編集技術による高アントシアニン(色素の一種:著者注)紫黒色果実トマト材料の作成方法」(同:L201710761276.5)、⑫「体重100kgに達する豚の年齢に関するSNPマーカーの検出方法とそのアプリケーション」(中国農業科学院深圳農業ゲノム研究所:CN112342298B)、⑬「低窒素条件下での稲1000粒重量に関連

<sup>172</sup> <https://www.faas.cn/cms/html/swjsyjs/index.html>

<sup>173</sup> <https://www.huas.edu.cn/>

<sup>174</sup> 植物が紫外線などから身を守るために蓄えられる青紫色の天然色素、ポリフェノールの一種:著者注。

<sup>175</sup> 「B」は出願・審査中。

する QTL 遺伝子標識法」(中国農業科学院深圳生物育種イノベーション研究院: CN105441457B)、⑭「成長ホルモン受容体 (GHR) 遺伝子ノックアウトホモ豚 (小型豚: 著者注) の飼育方法」(貴州大学: CN106172237 B)、⑮「ゲノム編集による小麦でんぷん耐性含有量の改善方法と技術体系」(中国農業科学院作物科学研究所: CN110819654B)などを挙げることができる。

#### 8.4.2 まとめ—資源再配置化の可能性—

しばらく先のことにはなるが、ゲノム編集食品等がさらに普遍化すると農林水産業に画期的な変革をもたらすことは想像に難くない。土地・労働・資本などに関する単位あたり収量が増え、肥料・農薬を中心に投入資材の節約をもたらし、食品等の栄養素含有量の増加・保存の長期化・保存方法の簡便化等を通じた、いわゆる食品ロスの削減・諸資源の節約可能性を展望させ、二酸化炭素・メタンガス等の温室効果ガス(中国の農業 GHG はアメリカを上回る 9 億 2200 万トン—2017<sup>(10)</sup>)削減を通じた SDGs への接近をも期待させる。

世界的に人口が増加し続ける中、食料の絶対的な世界的不足が解消される見通しは立っていない。現段階では穀物に絞っただけでも数億トン以上の絶対的不足が存在する<sup>176</sup>。中国の穀物不足も顕著になりつつあり、従来以上に品種改良や栽培方法の改良が求められている。

また中国では農林漁業従事者の実態的減少、土壌資本劣化への制度的な対応が希求されている一方で、ゲノム編集食品等の現実投入効果が出てくるに従い、農林漁業部門を中心とする投入資源サイズの適正化=smaller in sizeが進む可能性があると考えられる。食料生産部門における諸資源再配置化の可能性の出現とも、言い換えることができるかもしれない。

本稿で紹介してきたゲノム編集研究が、こうした課題に応える成果を上げられるのか否かを注視していく必要がある。

## 参考資料・文献

- (1) Bartosz Bartkowski and Chad M. Baum “Dealing With Rejection: An Application of the Exit-Voice Framework to Genome-Edited Food”, *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 22 March 2019 ,Sec. Biosafety and Biosecurity: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00057> (2022.12 確認)
- (2) <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1724556764841330190&wfr=spider&for=pc> (2022.12 確認)
- (3) [http://www.genetics.cas.cn/xwzx/kyjz/202006/t20200618\\_5608723.html](http://www.genetics.cas.cn/xwzx/kyjz/202006/t20200618_5608723.html)(2022.12 確認)
- (4) 以上は主に同実験室ホームページ <http://plantgenomics.genetics.cas.cn/>、中国知識産権局ホームページ: 中国専利公布公告 <http://epub.cnipa.gov.cn/> に依拠している。(2022.12 確認)
- (5) 以上は主に当研究所が毎年公表している『年度報告書』(2021)および同研究所ホームページ <https://agis.caas.cn/bsgk/yjsj/index.htm> に依拠している。(2022.12 確認)
- (6) 中国農業科学院農業ゲノム研究所ホームページ <https://agis.caas.cn/cyfh/qyfh/index.htm>(2022.12 確認)
- (7) 中国農業科学院農業ゲノム研究所ホームページ <https://agis.caas.cn/cyfh/qyfh/index.htm>(2022.12 確認)
- (8) 中国経済経営学会国際シンポジウム(2022年11月)に於ける南京林業大学・高強教授の基調講演
- (9) <https://www.upov.int/upovprisma/en/index.html>(2022.12 確認)
- (10) 高橋五郎(2020)『中国土地私有化論の研究—クライシスを超えて』日本評論社,2020.

<sup>176</sup> 著者試算。

## その他重要な参考文献・資料

- 山田利昭 (1999) 「1991 年植物新品種保護国際条約 (UPOV 条約) 及び種苗法の改正と新しい植物品種保護制度の仕組み」『育種学研究』 1.
- 雑賀啓明 (2014) 「米国におけるゲノム編集技術の研究開発動向」『JATAFF ジャーナル = JATAFF journal』 2014,8.
- 熊明民, 杨亚岚, 阮进学, 王冰源, 张艳敏, 李奎 (2016) 「我国动物生物育种产业现状及发展策略探讨」『农业生物技术学报』 2016, 24(8), DOI: 10.3969/j.issn.1674-7968.2016.08.011
- 立川雅司 (2018) 「海外におけるゲノム編集の規制動向; 各国はどのような観点からゲノム編集を規制しようとしているのか」『化学と生物』 Vol. 56, No. 5, 2018.
- 玄 浩一郎 (2019) 「ゲノム編集による養殖適性の高いクロマグロ育種素材の開発」『JATAFF ジャーナル = JATAFF journal』 2019,2.
- 大島正弘 (2019) 「ゲノム編集 —新しい育種の技術— Genome Editing as a New Breeding Technology」『日本調理科学会誌』 Vol. 52, No. 5, 2019.
- 高橋五郎 (2022) 『中国が世界を牛耳る 100 の分野』 光文社, 2022.
- 幸宇云, 杨强, 任军 (2016) 「CRISPR/Cas9 基因组编辑技术在农业动物中的应用」『遗传』 2016, 3, 38(3).
- 邵高能, 谢黎虹, 焦桂爱, 魏祥进, 圣忠华, 唐绍清, 胡培松 (2017) 「利用 CRISPR/CAS9 技术编辑水稻香味基因 *Badh2*」『中国水稻科学』 2017, 31(2), <http://www.ricesci.cn>, DOI: 10.16819/j.1001-7216.2017.6098
- 陈松林, 王德寿, 匡友谊, 崔忠凯, 李明辉 (2022) 「我国鱼类基因组编辑育种研究现状及存在问题与展望」『水产学报』 2022.11.
- 赖郑诗雨, 黄赞唐, 孙洁婷, 敬雪皎, 向垒, 赵海明, 莫测辉侯学文 (2022) 「CRISPR/Cas 基因组编辑技术及其在农作物品种改良中的应用」『科学通报』 2022, 67(17).
- Jeffrey D. Wolt and Clark Wolf (2018) "Policy and Governance Perspectives for Regulation of Genome Edited Crops in the United States", *Front. Plant Sci.*, 08, November, (2018)  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01606>
- Alexandra Ribarits, Michael Eckerstorfer, Samson Simon and Walter Stepanek (2021) "Genome-Edited Plants: Opportunities and Challenges for an Anticipatory Detection and Identification Framework", *Foods* 2021, 10(2); <https://doi.org/10.3390/foods10020430>
- Jon Entine, Maria Sueli S. Felipe, Jan-Hendrik Groenewald, Drew L. Kershen, Martin Lema, Alan McHughen, Alexandre Lima Nepomuceno, Ryo Ohsawa, Reynante L. Ordonio, Wayne A. Parrott, Hector Quemada, Carl Ramage, Inez Slamet-Loedin, Stuart J. Smyth & Diane Wray-Cahen (2021) "Regulatory approaches for genome edited agricultural plants in select countries and jurisdictions around the world", *Transgenic Research.*, volume 30, (2021).
- Kevin V. Pixley, Jose B. Falck-Zepeda, Robert L. Paarlberg, Peter W. B. Phillips, Inez H. Slamet-Loedin, Kanwarpal S. Dhugga, Hugo Campos & Neal Gutterson (2022) "Genome-edited crops for improved food security of smallholder farmers", *Nature Genetics.*, volume 54, (2022).
- Muhammad Jawad Akbar Awana Komal Pervaiza Awais RasheedbcImran Amina Nasir A.Saeeda Kanwarpal S. Dhuggade Shahid Mansoor, (2022) "Genome edited wheat- current advances for the second green revolution," *Biotechnology Advances.* Volume 60, November, (2022),  
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.108006>

参考表：Science Portal China に掲載されている中国の食品におけるゲノム編集技術に関する情報

記事等の名称	URL	出典元	日付
中国における水稲分子育種の研究	<a href="https://spc.jst.go.jp/hottopics/1102plant_science/r1102_qian.html">https://spc.jst.go.jp/hottopics/1102plant_science/r1102_qian.html</a>	科学技術トピック	2011/01/19
疾患モデル動物作成と機能解析	<a href="https://spc.jst.go.jp/hottopics/1103animal_science/r1103_kimura.html">https://spc.jst.go.jp/hottopics/1103animal_science/r1103_kimura.html</a>	科学技術トピック	2011/02/23
トノサマバッタの相変異についての生態ゲノム学的研究	<a href="https://spc.jst.go.jp/hottopics/1103animal_science/r1103_le.html">https://spc.jst.go.jp/hottopics/1103animal_science/r1103_le.html</a>	科学技術トピック	2011/02/10
バイオリアファイナリー細胞工場の科学的基盤	<a href="https://spc.jst.go.jp/hottopics/1107bioenergy/r1107_ma.html">https://spc.jst.go.jp/hottopics/1107bioenergy/r1107_ma.html</a>	科学技術トピック	2011/06/03
病虫害を誘発する遺伝子を編集—生産性の高い「グリーン」棉花を開発	<a href="https://spc.jst.go.jp/hottopics/2002/r2002_wu.html">https://spc.jst.go.jp/hottopics/2002/r2002_wu.html</a>	科学技術トピック	2020/01/06
細菌ゲノム編集における障害の低減	<a href="https://spc.jst.go.jp/hottopics/2112/r2112_as.html">https://spc.jst.go.jp/hottopics/2112/r2112_as.html</a>	科学技術トピック	2021/11/11
ジャガイモのゲノム配列のドラフトが完成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/090904/topic_4_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/090904/topic_4_05.html</a>	科技ニュース	2009/09/24
中国の研究者、キュウリゲノム解析	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/091101/topic_2_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/091101/topic_2_03.html</a>	科技ニュース	2009/11/03
400 余りのイネゲノム、遺伝子組換えに成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/100701/topic_4_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/100701/topic_4_03.html</a>	科技ニュース	2010/07/01
アワのゲノム地図が完成へ	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/101104/topic_1_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/101104/topic_1_03.html</a>	科技ニュース	2010/11/22
世界初、ハスのゲノム計画がスタート	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/101104/topic_1_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/101104/topic_1_04.html</a>	科技ニュース	2010/11/22
中国の科学者がジャガイモのゲノム研究を主導	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/110704/topic_2_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/110704/topic_2_03.html</a>	科技ニュース	2011/07/19
中国、国際連携通じハクサイの全ゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/110805/topic_3_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/110805/topic_3_04.html</a>	科技ニュース	2011/08/31
華中農業大学 オレンジの全ゲノムマップを作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/120304/topic_4_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/120304/topic_4_02.html</a>	科技ニュース	2012/03/22
世界初、水稲の全遺伝子型 DNA チップが誕生	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/120501/topic_3_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/120501/topic_3_05.html</a>	科技ニュース	2012/05/04
華大遺伝子研究院、アワの全ゲノム解析	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/120503/topic_2_01.html">https://spc.jst.go.jp/news/120503/topic_2_01.html</a>	科技ニュース	2012/05/15
14 国が共同でトマトの全ゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/120505/topic_5_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/120505/topic_5_02.html</a>	科技ニュース	2012/06/01
中米の科学者、耐塩性植物のゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/120702/topic_4_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/120702/topic_4_04.html</a>	科技ニュース	2012/07/12
中国人科学者 小麦 A・D ゲノムドラフト配列の解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/130304/topic_1_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/130304/topic_1_03.html</a>	科技ニュース	2013/03/25
中国人科学者、トノサマバッタのゲノムマップを作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/140103/topic_5_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/140103/topic_5_05.html</a>	科技ニュース	2014/01/17
中国人科学者、キャベツの全ゲノム解析を完了	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/140702/topic_5_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/140702/topic_5_03.html</a>	科技ニュース	2014/07/11
ワサビノキのゲノム塩基配列、中国が初発表	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/140804/topic_1_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/140804/topic_1_03.html</a>	科技ニュース	2014/08/25
中国人科学者、コイの全ゲノム解析を完了	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/140904/topic_5_01.html">https://spc.jst.go.jp/news/140904/topic_5_01.html</a>	科技ニュース	2014/09/26
トマトの進化の歴史が解明、野生種から 100 倍以上の重量に	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/141002/topic_2_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/141002/topic_2_04.html</a>	科技ニュース	2014/10/06
中国人科学者、世界初のラン科植物ゲノムマップを作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/141104/topic_3_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/141104/topic_3_02.html</a>	科技ニュース	2014/11/26
中国人研究者、ソウギョのゲノムマップを作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/150501/topic_2_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/150501/topic_2_05.html</a>	科技ニュース	2015/05/05
中国人科学者、コンブのゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/150501/topic_3_06.html">https://spc.jst.go.jp/news/150501/topic_3_06.html</a>	科技ニュース	2015/05/06
キュウリの花の雄・雌を決定する遺伝的要因を発見	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/150504/topic_5_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/150504/topic_5_04.html</a>	科技ニュース	2015/05/18
国内外の科学者、アズキの全ゲノムシーケンスを完了	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/151002/topic_4_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/151002/topic_4_04.html</a>	科技ニュース	2015/10/15
パイナップルから、「光合成のスイッチ」が発見	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/151101/topic_3_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/151101/topic_3_05.html</a>	科技ニュース	2015/11/04
中国、重要作物のゲノム解析の 7 割以上が完了	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/151103/topic_3_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/151103/topic_3_05.html</a>	科技ニュース	2015/11/18
ゲノム編集技術で綿羊の毛の色を変えることに成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/160602/topic_3_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/160602/topic_3_05.html</a>	科技ニュース	2016/06/08
中国のスイカ専門家、初のスイカゲノムマップを作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/160702/topic_4_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/160702/topic_4_02.html</a>	科技ニュース	2016/07/14
中国人科学者、野菜の馴化の秘密を解明	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/160803/topic_4_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/160803/topic_4_02.html</a>	科技ニュース	2016/08/18
ハイブリッド稲の精密な遺伝子地図を作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/160903/topic_1_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/160903/topic_1_02.html</a>	科技ニュース	2016/09/12
ゲノムマップ、ザーサイの不思議な味を明らかに	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/160903/topic_1_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/160903/topic_1_03.html</a>	科技ニュース	2016/09/12
中国のゴマ研究が世界のトップ集団入り	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/170401/topic_2_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/170401/topic_2_04.html</a>	科技ニュース	2017/04/03
中国人科学者、リュウガンのゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/170402/topic_4_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/170402/topic_4_02.html</a>	科技ニュース	2017/04/13
中国人科学者が茶のゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/170501/topic_2_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/170501/topic_2_04.html</a>	科技ニュース	2017/05/03
リンゴ栽培の起源、中国の新種であることが明らかに	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/170804/topic_3_01.html">https://spc.jst.go.jp/news/170804/topic_3_01.html</a>	科技ニュース	2017/08/16
中国とドイツの科学者、サトウキビの起源を解明	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/170805/topic_3_01.html">https://spc.jst.go.jp/news/170805/topic_3_01.html</a>	科技ニュース	2017/08/23
稲の成長を妨げるヒエの「秘密兵器」、科学者が特定	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/171003/topic_3_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/171003/topic_3_03.html</a>	科技ニュース	2017/10/25
中国が菊のゲノムシーケンシングを完了させる	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/171202/topic_1_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/171202/topic_1_03.html</a>	科技ニュース	2017/12/11
世界初の神経疾患遺伝子ノックイン豚が中国で誕生	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/180304/topic_5_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/180304/topic_5_03.html</a>	科技ニュース	2018/03/30
小麦ゲノムマップ作成に中国専門家も参加	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/180804/topic_1_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/180804/topic_1_05.html</a>	科技ニュース	2018/08/20
中国が国際協力を展開し、サトウキビのゲノム解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/181001/topic_2_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/181001/topic_2_04.html</a>	科技ニュース	2018/10/09
中国主導の「グリーン・スーパー稲」プロジェクト、18 国国の農家に恩恵	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/190401/topic_3_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/190401/topic_3_04.html</a>	科技ニュース	2019/04/01
一帯一路の稲の生産能力を強化する「グリーン・スーパー稲」	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/190502/topic_3_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/190502/topic_3_02.html</a>	科技ニュース	2019/05/15
とうもろこしの生産量を高めるカギとなる遺伝子が見つかる	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/190602/topic_2_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/190602/topic_2_03.html</a>	科技ニュース	2019/06/11
中国、世界で初めて古代コムギの全ゲノムの解析に成功	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/190604/topic_4_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/190604/topic_4_02.html</a>	科技ニュース	2019/06/27
中国の科学者、稲の高分解能 3D ゲノムマップを作成	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/190803/topic_1_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/190803/topic_1_02.html</a>	科技ニュース	2019/09/19
スイカの「甘み遺伝子」、栽培化の秘密が明らかに	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/191101/topic_4_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/191101/topic_4_02.html</a>	科技ニュース	2019/11/06
中国の科学者、アブラナ機能遺伝子データベースを構築	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/200705/topic_5_02.html">https://spc.jst.go.jp/news/200705/topic_5_02.html</a>	科技ニュース	2020/07/31
中国の科学者、チャノキの起源・進化の研究で重要な進展	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/200902/topic_3_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/200902/topic_3_03.html</a>	科技ニュース	2020/09/09
中国の学者、蓮 DNA データバンクを発表	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/210203/topic_5_03.html">https://spc.jst.go.jp/news/210203/topic_5_03.html</a>	科技ニュース	2021/02/19
中国の科学者、桃ゲノムの変化の秘密を解明	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/210302/topic_4_01.html">https://spc.jst.go.jp/news/210302/topic_4_01.html</a>	科技ニュース	2021/03/11
茶ノ木の害虫、薬剤耐性の産生メカニズムが明らかに	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/210705/topic_2_04.html">https://spc.jst.go.jp/news/210705/topic_2_04.html</a>	科技ニュース	2021/07/27
浙江省で新種キノコ「白蓋鶏油菌」を発見	<a href="https://spc.jst.go.jp/news/221002/topic_3_05.html">https://spc.jst.go.jp/news/221002/topic_3_05.html</a>	科技ニュース	2022/10/12
第 5 回 ゲノム編集食品の開発	<a href="https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2001.html">https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2001.html</a>	高橋五郎の先端アグリ解剖学	2020/04/20
第 6 回 中国に於けるゲノム編集食料開発の現状	<a href="https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2002.html">https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2002.html</a>	高橋五郎の先端アグリ解剖学	2020/06/10
第 7 回 中国農業科学院作物科学研究所のゲノム編集研究組織と成果	<a href="https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2003.html">https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2003.html</a>	高橋五郎の先端アグリ解剖学	2020/07/20
第 17 回 先端ゲノム編集食品技術開発①開発の幅（品目など）の広が	<a href="https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2106.html">https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2106.html</a>	高橋五郎の先端アグリ解剖学	2021/08/04
第 18 回 先端ゲノム編集食品技術開発② CRISPR9 以降の CRISPR 技術の応用	<a href="https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2107.html">https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2107.html</a>	高橋五郎の先端アグリ解剖学	2021/09/09
第 19 回 先端ゲノム編集食品技術開発③食品分野への新しいゲノム編集技術の拡大	<a href="https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2108.html">https://spc.jst.go.jp/experiences/takahashi/takahashi_2108.html</a>	高橋五郎の先端アグリ解剖学	2021/10/26



## (付記)

JST・APRCのポータルサイトであるScience Portal China(SPC)は、以前より中国の科学技術等を紹介している。そこには、中国の食品におけるゲノム編集技術に関する情報も含まれていた。そこで、この機会にこれらを一覧にまとめ、本稿の参考文献として掲載したい旨をJST・APRCの小松義隆氏に相談したところ、JST・SPC編集長の加瀬智恵氏がこの煩雑な作業を下さることになった。いただいたリストは予想をはるかに超える243件の多数に上り、そのうちから本稿に直接関わる食品等に関するもののみをピックアップし参考表として掲載させていただくことにした。その件数は全体の30%弱、64件である。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

## 9 5G 移動通信技術をめぐる知的財産法制的動き

### 9.1 はじめに

「中国製造 2025」の「戦略の任務と重点」の筆頭に挙げられたのが、「国家の製造業イノベーション能力の向上」である。イノベーション能力の向上とは、すなわち、国内の研究開発能力の向上であり、その副産物である特許権をはじめとする知的財産権の蓄積についても成果指標の1つとされるとともに、それ自体も任務として、具体的な方向性が示されている。

「中国製造 2025」における10の重点分野のうちの多くが、特許権をはじめとする知的財産権の蓄積を図る段階にあると思われるのに対し、「次世代情報通信技術」、とりわけ、「第5世代(5G)移動通信技術」を中心とする「情報通信設備」分野については、知的財産権の蓄積と並行して、その標準必須特許の実装を通じたグローバルな知的財産権の利活用フェーズに入っていると思われる。また、「第5世代(5G)移動通信技術」については、IoTの進展により、スマートフォンなどの典型的な情報端末にとどまらず、コネクテッドカー(以下、「ICV」(=Intelligent Connected Vehicle)という。)などにも、実装の裾野が広がりつつある。特許制度は、発明の保護と利用の調和を通じて、究極的には産業の発達を促進することを目的とする法制度であるが、特に、「第5世代(5G)移動通信技術」等に係る標準必須特許(「Standard Essential Patent」以下、「SEP」という。)については、権利者企業と実施者企業の双方を国内に抱える場合、どのように法制度を構築、運用して、両者のバランスを取るかは、産業政策上の重要な問題となり得る。そこで本章では、重点分野の筆頭に挙げられている「次世代情報通信技術」のうち、「第5世代(5G)移動通信技術」を取り上げ、その実装領域であるスマートフォンとICVにフォーカスし、同分野をめぐる産業において、どのように知財保護のバランスを取ろうとしているのか、その動きを追う。

### 9.2 5GSEP 関連産業の動向

#### 9.2.1 SEPホルダーの変遷

まずは、5GSEPの保有状況を改めて確認する。図9-1は、LTE(≒4G)、5GそれぞれのSEPホルダーの特許保有シェア<sup>177</sup>を示している。

両世代を比較すると、LTEで上位を占めていたクアルコム、サムスン、ノキアなどが5Gではシェアを下げ、代わってファーウェイが10.2%から13.52%でシェア1位に、また、ZTEが6.2%から9.83%でシェア3位に、LTEでは0.1%に満たなかったOPPOが9位に入るなど、中国企業がそれぞれ保有率を上げているのが目立つ。結果として、5Gでは、VIVOやシャオミ等も含めた中国企業のシェアは4割を超える(図9-1)。

<sup>177</sup> ここでは、各規格との実際の整合性を考慮したデータを使用せず、宣言数(特許ファミリー件数)ベースのデータを使用した。

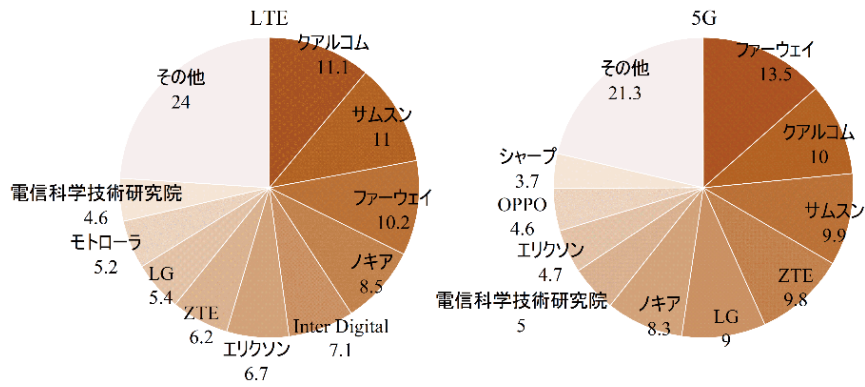


図 9-1 LTE/5G SEP 宣言ファミリー件数シェア (%)

(出所) 著者作成<sup>178</sup>

## 9.2.2 旧来型実装品 - 携帯端末業界の動き

次に、図 9-2 は、移動通信技術に係る SEP の最も典型的ともいえる実装品であるスマートフォンの世界出荷台数上位 5 社を示している。

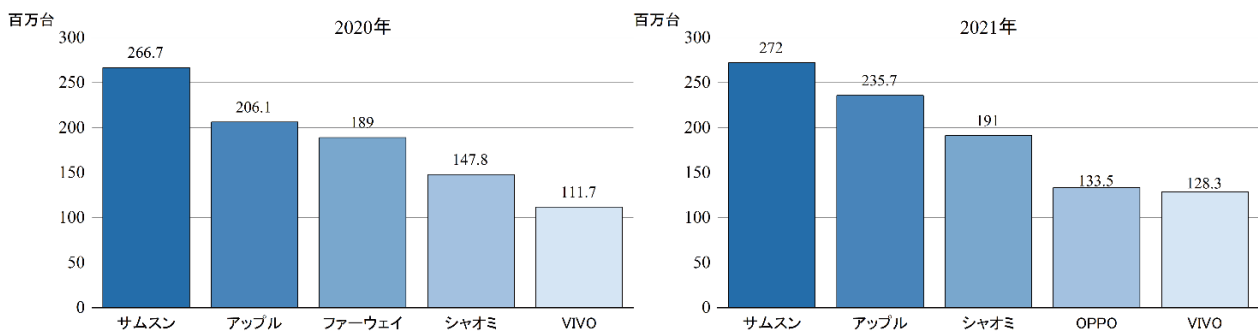


図 9-2 スマートフォン世界出荷台数上位 5 社

(出所) IDC が 2022 年 1 月 7 日に公表したデータに基づき著者作成

サムスン、アップルの 2 強の地位は揺るがないが、3 位以下に大きな変化があった。2020 年にシェア 3 位であったファーウェイが米国の制裁を受け、2021 年決算ではスマートフォンなどのコンシューマ事業の収益が 49.6% の大幅減を記録してランキングから姿を消し、その分をシャオミ、OPPO、VIVO が引き継ぐ形となった。それまで「SEP メジャー権利者兼メジャー実施者」の立場にあったファーウェイは、スマートフォン市場において、わずか 1 年でメジャー実施者としての地位を失ったことになる。ファーウェイの場合は、その背景に政治的な理由があるという点で特異であるが、同様の変遷を経験しているエリクソンやノキアがそうであるように、ファーウェイも、スマートフォン分野においては、ロイヤルティからの収益に重点をシフトさせつつある。同社は、2021 年 3 月に 5GSEP のライセンス料収取を発表し、以降、「忙しすぎたし、発展が早すぎて…時間がなかった<sup>179</sup>」というライセンス活動を活発化させていると思われる。2022 年 12 月、ファーウェイは OPPO との間での 5GSEP を含むグローバルクロスライセンス契約の締結を公表するととも

<sup>178</sup> LTE については、サイバー創研「LTE 関連特許の ETSI 必須宣言特許調査報告書 第 3.0 版」(<https://www.cybersoken.com/file/lte03jp.pdf>)、5G については、IAM「Who leads the 5G patent race as 2021 draws to the end?」(<https://www.iam-media.com/article/who-leads-the-5g-patent-race-2021-draws-the-end>)に掲載のデータを参照した。

<sup>179</sup> ファーウェイ CEO・任正非氏の 2019 年 6 月の発言

に、同時期に、他の中国主要ベンダーとも交渉を行っていることを明らかにしている<sup>180</sup>。

また、同じく2022年12月、国家知識産権局(日本の特許庁に相当)の指導の下、国有最大手通信キャリアの中国移動(チャイナモバイル)が中心となって、ファーウェイ、ZTE、OPPO、シャオミ等の12社をメンバーとする「情報通信産業知的財産権連盟<sup>181</sup>」が設立され、おそらくは同連盟のメンバーと思われる12社(団体)<sup>182</sup>の連名で「5G産業知的財産権及びイノベーション発展提案書」が発表された。この知的財産権連盟の具体的な活動方針はまだ見えてこないが、提案書の「公平、合理的、無差別性を基礎として、共同で標準必須特許ライセンスの透明度、予測可能性、合理性を高める」からは、中国企業間での5GSEPのFRAND(fair, reasonable and non-discriminatory)なライセンスの促進を目的の1つとしているように思われる。

エリクソンやノキアが、権利者として世界各国で訴訟を提起しているのに対し、ファーウェイについては、少なくとも現時点でスマートフォン分野においては訴訟等まで発展したという情報は出てこない。2022年8月、ファーウェイのCEO・任正非氏が社内フォーラムで「上手くいかずに莫大なりソースを消耗する事業はクローズして他者に開放した方が良い」旨の発言をしているが、同社は今まさに、スマートフォン市場において、同胞の後輩たちに豊かなSEPリソースを「開放」しつつあるようである。

### 9.2.3 新たな実装品としてのICV-自動車業界の動き

次に、5G等の通信SEPのICV実装をめぐる中国自動車業界の近年の動きをたどる。上述のように、スマートフォン分野では、多数の有力国内企業が集結して、自主的なプラットフォーム、ルール作りを推進し、それを政府機関がバックアップするという構造がみられたが、ここでも同様の動きがみられる。特に、2019年頃からの欧州での自動車会社に対するSEP侵害訴訟を受けて「民」がまず動き、そこに「官」の指導とバックアップの下、ICVに係るSEPライセンスの方針の研究とその成果としてのガイドラインの策定が進められている。具体的には、国家発展改革委員会等による「知能自動車創新発展戦略」の公布に先立つ2019年10月、一汽(第一汽車)、北汽(北京汽車)等の自動車メーカー9社が、知財権活用の障壁の除去と自動車業界における重大な知的財産権リスクへの防備等を目的として「中国自動車知的財産権連盟」を設立した。そして、2020年11月には、工業情報化部科技局の委託を受け、国家知識産権局や国家市場監督管理総局独占禁止局等の立会いの下、中国自動車技術研究センター有限公司<sup>183</sup>や上記中国自動車知的財産権連盟等により、「自動車標準必須特許ワーキンググループ」が立ち上げられた。このワーキンググループは、発足時から、ライセンスモデル等の重要論点について研究を行い、「自動車標準必須特許ライセンスガイドライン」を策定することを目標として掲げており、2年後の2022年9月13日、中国自動車技術研究センター有限公司と中国情報通信研究院の連名で、「自動車業界標準必須特許ライセンスガイドライン(2022年版)」が公表された。

表9-1は、その中からいくつかの規定を抽出して整理したものであるが、これらの規定は、日本における経済産業省のガイドライン(「マルチコンポーネント製品に係る標準必須特許のフェアバリューの算定に関する考え方<sup>184</sup>」)と主旨が一致している。また、本ガイドラインの策定に携わった中国自動車工程学会知的財産権分科会の副秘書長、王軍雷氏が2021年7月の中国自動車知的財産権年次大会における基調講演で、こ

<sup>180</sup> テンセントネット2022年12月9日記事

<sup>181</sup> 知的財産権連盟については、拙稿「双循環戦略の中の知財政策」([https://spc.jst.go.jp/experiences/special/circulation/circulation\\_2207.html](https://spc.jst.go.jp/experiences/special/circulation/circulation_2207.html))を参照されたい

<sup>182</sup> 中国移動、中国星網、中国情報通信研究院、中国信科、ファーウェイ、ZTE、Honor、TCL、紫光、OPPO、シャオミ、VIVO

<sup>183</sup> 1985年に設立された、国務院国有資産監督管理委員会傘下の中央企業である (<https://www.catarec.ac.cn/zxjj>)

<sup>184</sup> [https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/smart\\_mono/sep/200421sep\\_fairvalue\\_hp.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/smart_mono/sep/200421sep_fairvalue_hp.pdf)

の経済産業省のガイドラインを具体的に挙げて、その一部の内容を紹介していたことから、本ガイドラインの策定において参考とされた可能性が高い。

表 9-1 「自動車標準必須特許ライセンスガイドライン」の主な内容

<p><b>主要論点 1 ■契約主体—License to All</b></p> <p>「標準化組織が行った FRAND 承認又は標準化組織の IPR ポリシーに基づき、いかなる善意の特許実施者も、標準必須特許のライセンスを取得する権利を有し、標準必須特許権者は産業チェーンのどの階層に位置するかによらず、ライセンスを取得しようとする実施者にライセンスする義務を有する。</p> <p>SEP 権利者は同一産業チェーンにおける異なる階層の製造業者から重複して SEP ロイヤルティを取得してはならない。」</p>
<p><b>主要論点 2 ■ロイヤルティ算定の基礎</b></p> <p>「SEP ロイヤルティ算定の基礎については、SEP 技術が自動車製品において実際に貢献した製品ユニットをロイヤルティの算定ベースとするとともに、SEP 技術と無関係の他の製品ユニットをロイヤルティ算定のベースに含めることは避けるべきである。</p> <p>自動車製品の部品又は完成車のいずれがロイヤルティ算定の基礎とされるかによらず、SEP 技術の当該自動車製品に対する実際の価値貢献を考慮すべきである。また、ライセンスの階層に抛らず、同一の自動車製品について算定された SEP ロイヤルティは概ね同一であるべきであり、ライセンスの階層の相違によりロイヤルティに著しい差異が生じるべきではない。」</p>
<p><b>主要論点 3 ■ロイヤルティ料率 - トップダウン型 / ボトムアップ型</b></p> <p>「SEP ロイヤルティの算定の際には、『トップダウン』アプローチ、比較可能なライセンスアプローチ等を採用することができる。『トップダウン』アプローチの採用により、ロイヤルティスタッキングの問題を避けることができる。この方法は、まず、特定の標準における全 SEP の累積ロイヤルティ料率の上限を確定する必要があり、次に異なる特許権者の実際の SEP の比率を計算することで、異なる特許権者の合理的ライセンス比率を算出する。</p> <p>比較可能なライセンスアプローチを採用する場合、ライセンス取引主体、ライセンス製品、ライセンス地域、ライセンス対象間の関連性、ライセンスに含まれる取引対象及びライセンス当事者双方の公証過程等の要素を総合考慮することができる。</p> <p>『トップダウン』アプローチ、比較可能なライセンスアプローチのいずれを採用しても、特許権者の実際の SEP の比率、SEP の地域分布を考慮するものとし、同時に SEP 権利者の標準に対する実際の貢献及び提案状況を考慮することができる。」</p>

ファーウェイは ICV に関しても、SEP メジャー権利者の立場に立つことには変わらないが、少なくとも国内市場では、通信モジュール等の積極的な売り込みを図り、コンポーネントレベルでのメジャーな実施者の立場に立つことを目指しているように見える。2019 年 4 月に ICV 向け 5G モジュール「MH5000」をローンチした後、2020 年 5 月には一汽、長安、東風等、18 の自動車メーカーと「5G 自動車エコシステム」を立ち上げ、これらのパートナー企業に技術、プラットフォーム、アイデアを提供することを明らかにした。そして、2021 年 4 月にはそのパートナー企業の 1 つである北汽新能源と共同開発した自動運転 EV(「ARCFOX- a T」)に「ファーウェイ・インサイド」のブランドを冠して発表している。ファーウェイは、ICV における通信 SEP の問題は、通信モジュールにとどまらず、これから競争が激化するとみられる自動運転プラットフォームまで含めた、ファーウェイを起点とするエコシステム構築のための地ならしの一環と位置付けているかもしれない。実際、2021 年 7 月には、ファーウェイが VW のサプライヤーに対する 4GSEP を含むライセンスを発表したが、2022 年 1 月には、両者が自動運転技術の開発を念頭に中国で合弁会社を設立する動きがあるとの報道が出ている。また、2022 年 12 月には、2018 年から提携関係にあった上海博泰(Pateo)との間でのクロスライセンス(ファーウェイは Pateo に対して通信 SEP をライセンス)を発表している。

ファーウェイは、このような国内での動きとは対照的に、中国国外においては、自動車会社に対するライセンスを積極的に行っているようにみえる。2019年、ドイツでダイムラーがシャープに提訴された際には、サプライヤーとして訴訟に巻き込まれることとなったファーウェイは、いち早くシャープとライセンス契約を締結し、請求を減縮させたと伝えられるが、2022年12月には、ファーウェイの複数の知財部門関係者により、同社が、ベンツ、BMW、ボルシェ、ルノー等とのライセンス契約を締結していることが明らかにされている。また、2022年11月には、ファーウェイがドイツでStellantisを提訴したことが報道されている。ファーウェイは現時点では、Avanci<sup>185</sup>に加盟していないと思われるが、中国国外においては、自らが巻き込まれたシャープ vs ダイムラー訴訟のロジックに乗って自動車メーカーへのライセンスを中心に推し進め、その過程では提訴も辞さないという強い権利者の顔もみせている。

## 9.3 SEPをめぐる近年の中国国内の法制の制定・運用動向

以上、通信関連のSEPをめぐる、中国国内のスマートフォン、ICV産業界の近年の動きを追った。SEP保有の側面からは、4Gから5Gの世代交代に伴い、SEPホルダーの上位を中国企業が占めることとなったこと、また、SEP(に係る発明)の実施の側面からは、スマートフォン市場ではファーウェイの販売減少分をOPPO等の他の中国企業が引き継ぐ形となっていること、ICV市場では、ドイツ等での訴訟を意識した自動車業界の動きがあることをみてきた。

国内産業が実施者側企業で占められるのであれば、産業政策の一環としての知財法制度の方向性も明確である。しかし、これまでみてきたように、中国国内では、かつてはファーウェイ自身も含めて、ほとんどが実施者側で構成されていたのに対し、SEP権利者側と実施者側双方が産業界で大きな存在感を有する状態に変わってきている。そこで、次に、近年の中国国内の司法、立法、行政の動きを追うことで、中国の法制度がこのようなSEPをめぐる産業構造の変化にどのように対応しようとしているのかを探ることとする。

### 9.3.1 SEPに対する独占禁止法等による近年の規制動向

知財法、とくに特許などの技術的な創作に係る知財の法制度については、権利の保護と権利に係る発明等の第三者を含めた利用の促進とのバランスを取ることを通じて、最終的にその国の産業の発達を図られるという思想の下に設計されている。一般に、知財法である特許法の内部でそのバランスを調整するための規定が設けられているほか、特許法に基づく権利の保護に、競争法である「独占禁止法」が一定の歯止めをかける形でも、バランスの調整が図られている。

中国では、2015年以降、標準必須特許が明記される形でガイドライン等の整備が進められてきている<sup>186</sup>。表9-2に示すように、SEPに関する主な法令、規定、ガイドライン等は、ほぼ、独占禁止法を根拠法とするものであり、SEPについて明記されたものに関しては、下表No.3の専利法ベースの司法解釈も含めて、基本的には、その行使に一定の歯止めをかけようとする内容となっている。

<sup>185</sup> 自動車向け通信 SEP パテントプール。

<sup>186</sup> 中国では、独占禁止法の主管機関が、準立法機関（国務院独占禁止委員会）と法執行機関の二層構造となっており、2018年の国務院の機構改革前は、商務部（事業者集中等を担当）、国家発展改革委員会（価格独占行為等を担当）、国家工商行政管理総局（市場支配的地位の濫用等を担当）の3機関が法執行を分掌していたが、現在では、国家工商行政管理総局等に代わって設置された国家市場監督管理総局に、法執行機能が集約されている。

表 9-2 SEP に関する主な法令、規定、ガイドライン等

No.	施行 / 公表年	名称	機関 / 部門	概要
1	2015 年 (⇒ 2020 年改訂)	知的財産権の濫用による競争の排除・制限行為の禁止に関する規定	国家工商行政管理総局 (⇒ 国家市場監督管理総局)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 独占禁止法をベースとし、特に、事業者の知的財産権の濫用による競争排除・制限行為を抑止することを目的とするガイドライン。</li> <li>・ 2009 年から検討作業が開始され、策定の過程では、ファーウェイ等の国内企業のほか、クアルコム、サムスンなどの国外企業からも意見を聴取した旨、2014 年の意見募集稿公表時に説明されている。</li> <li>・ 標準必須特許については、独禁法上の「市場支配的地位の濫用」に関して、FRAND 義務違反の禁止等を規定。FRAND 義務について、中国で初めて言及された規定と思われる。</li> <li>・ 2020 年に、機構改革に伴う形式的な修正を中心として、改訂。</li> </ul>
2	2015 年	知的財産権濫用禁止に関する独占禁止ガイドライン (意見募集稿)	国家発展改革委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ クアルコム事件 (後掲表 9-3 No.2) が契機となり、国家発展改革委員会が本ガイドラインの草案を策定するに至ったといわれる。</li> <li>・ 市場支配的地位の濫用に関して特定された知財権行使の行為類型 (不公平な条件、抱き合わせ、ライセンス拒絶等) は、上記 No.1 の規定と共通し、その判断基準も、本ガイドラインの方が全体的により詳細であるが、概ね一致している。</li> </ul>
3	2016 年	最高人民法院による専利権侵害をめぐる紛争案件の審理における法律適用の若干問題に関する解釈 (二) (※ 司法解釈 <sup>187</sup> )	最高人民法院	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本表に掲げた他の規定・ガイドライン等が、主に独占禁止法をベースとするものであるのに対し、本司法解釈は、専利法をベースとする。</li> <li>・ 具体的には、専利権者が FRAND 義務に故意に違反し、かつ、実施者に明らかな過失がない場合に、専利権侵害に基づく差止請求を認めない旨、規定 (24 条)。</li> </ul>
4	2019 年	知的財産権分野に関する独占禁止ガイドライン	国務院独占禁止委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 知財権の行使については、2017 年の意見募集稿からさらに踏み込んで、標準必須特許を個別に取り上げた条項を設け、市場支配的地位の該当性、競争排除および制限行為に関する考慮要素を具体的に列記 (27 条)。</li> <li>・ No.1 に比べて、事業者集中に関する規定を含むなど、より網羅的な内容となっているが、知財権の行使については、やや抽象的な規定にとどまる。</li> </ul>
5	2019 年 (⇒ 2022 年改訂)	市場支配的地位の濫用行為の禁止に関する暫定規定	国家市場監督管理総局	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 独占行為類型のうち、市場支配的地位の濫用行為について、具体的な行為類型と判断基準を示した規定。</li> <li>・ 2022 年に改訂</li> </ul>

<sup>187</sup>「司法解釈」とは、最高人民法院等による、各法律規定の具体的な判断基準その他の法律問題についての具体的な解釈規定であり、各級の人民法院の審理に対して拘束力を有する。

No.	施行 / 公表年	名称	機関 / 部門	概要
6	2021 年	専利法 (2020 年改正)	全人代常務 委員会	・標準必須特許について直接的な規定はないものの、2021 年から施行されている改正専利法では、「特許権を濫用し競争を排除・制限することが独占行為に該当する場合は独占禁止法に基づき処理する(20 条)」旨の規定が新たに盛り込まれた。
7	2022 年	独占禁止法 (2022 年改正)	全人代常務 委員会	・標準必須特許等、知財権の行使に関する直接的な規定は含まれていない。 ・プラットフォーム事業者の市場支配的地位の濫用、事業集中の審査の運用上の課題などを意識した規定が見受けられる。
8	2022 年	知的財産権の濫用による競争の排除・制限行為の禁止に関する規定(意見募集稿)	国家市場監督管 理総局	・実質的に No.1 の改訂草案に相当。 ・「標準必須特許等の重点領域」のルールが改善が改訂の柱の 1 つとして説明されており、特に、市場支配的地位の濫用に関して、標準の制定と実施過程における規制行為の対象が拡充されている。
9	2022 年	最高人民法院による独占民事紛争事件における法律適用の若干問題に関する規定(意見募集稿)(※司法解釈)	最高人民法院	・2012 年の司法解釈「独占行為に起因する民事紛争事件の審理における法の適用に関する若干問題に関する規定」の改訂草案であり、規定が大幅に増加されている。 ・国内における競争排除、制限に影響する国外の独占行為に対する民事訴訟の管轄についての規定等が新設(後述)。

(出所)筆者作成

直近では、2022 年に入り、2007 年の施行以来初めて、独占禁止法が改正された点が目立つ。もっとも、

- ・改正草案の発表(2021 年 10 月)及び同改正法の施行のタイミングと前後して、2021 年 4 月にアリババに対して、自社プラットフォーム出店業者に、競合プラットフォームへの出店等を抑止した行為につき、市場支配的地位の濫用に該当するとして、182 億 2,800 万元の制裁金を含む処分決定が出されるなど、国内ネットワーク IT 大手に対する規制強化の動きがあった<sup>188</sup> こと
- ・「事業者は、データ及びアルゴリズム、技術、資本的優位性並びにプラットフォームルール等を利用して、本法が禁止する独占行為をしてはならない。」(9 条)等、プラットフォーム事業者の規制を意識した規定が新設されていること

<sup>188</sup> そのほか、

- ・2020 年 12 月：アリババ等に対して、M & A における事業者集中に関する届出義務違反を理由に、50 万元の制裁金を課す処分決定
- ・2021 年 8 月：テンセントに対して、音楽配信業務において、多数のコンテンツホルダーと独占配信契約を締結していたことについて、事業者集中に該当するとして、独占契約の解除命令を含む処分決定
- ・2022 年 7 月：アリババ、テンセント等に対して、M & A における事業者集中に関する届出義務違反を理由に、50 万元の制裁金を課す処分決定 など。



等に鑑みれば、独占禁止法の改正自体は、アリババ、テンセントなどの国内メガ・プラットフォーマーに対する規制、監視の強化に主眼が置かれていたと見てよいであろう。改正の前後にわたり、独占禁止法本体にはSEPに関する直接的な規定は含まれていない。

だが、改正独占禁止法の公布の直後、国家市場監督管理総局による、「知的財産権の濫用による競争の排除・制限行為の禁止に関する規定」の意見募集稿（表9-2, No.8）のパブリックコメント募集が行われ、その際には、「標準必須特許等の重点領域」のルールが改善が改訂の柱の1つとして説明されている。また、同草案規定では、標準の制定と実施過程における規制行為の対象が拡充されており、例えば、16条には、

「市場支配的地位を有する事業者は・・・

標準必須特許のライセンス過程において、公平、合理的、無差別許諾に違反し、善意の交渉プロセスを経ずに、不当に裁判所または関連部門に、関連知的財産権の使用を禁止する判決、裁定、決定を請求し、ライセンサーに不公平な高価格やその他の不当な制限条件を受け入れるよう強制する

（行為を行い、競争を排除、制限してはならない。）」

との規定が追加され、いわゆる「ホールドアップ」を規制しようとする規定が正面から設けられている。

中国は、2015年頃から「知財大国から知財強国」への転換をスローガンとして掲げ、対内的にも対外的にも、知財保護の強化を標ぼうしている。特許権に関しては、かかる「プロパテント」の具現化は、立法段階における具体的な法規定の内容のみならず、司法における運用においても見て取ることができる。とりわけ、2019年に最高人民法院に知財法廷が設置されて以降、実際にそこで出される判決をみてきた中で、筆者はその傾向を感じている。その一方で、上述のとおり、SEPについては、2015年以降、特に2019年以降は、独占禁止法関連の各種規定、ガイドライン等の整備が進められ、実施者保護の傾向が強まっており、ダブルスタンダードの様相を呈している。その背景を探るため、SEPをめぐる行政処罰・調査事案を振り返る。表9-3は、SEPをめぐる行政処罰・調査事案をまとめたものである。

表 9-3 SEP をめぐる行政処罰・調査事案

No.	処分年 / 調査開始年	調査 / 処罰対象企業	機関 / 部門	概要
1	2014 年	InterDigital	国家発展改革委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2013 年、InterDigital の保有する CDMA 等の標準必須特許のライセンスをめぐり、ファーウェイが独占禁止法違反を理由として深圳市中級人民法院に提訴した民事訴訟に関連し、国家発展改革委員会は IDC に対する調査を開始。</li> <li>・ その後、IDC は是正措置を提示し、2014 年 5 月、調査中止が決定</li> </ul>
2	2015 年	クアルコム	国家発展改革委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2013 年 11 月、国家発展改革委員会は、SEP ライセンス市場、及び、CDMA、WCDMA、LTE ベースバンドチップ市場において、クアルコムが、支配的地位を濫用した疑いで調査を開始。</li> <li>・ その結果、クアルコムが SEP ライセンス市場、ベースバンドチップ市場それぞれについて、支配的地位を有し、かつ、その地位を濫用したとして、違法行為の停止と、同社の 2013 年度の中国における販売額の 8%(60 億 8,800 万元)の制裁金を課す旨の行政処分決定。</li> </ul>
3	2019 年	エリクソン	国家市場監督管理総局	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2019 年 4 月、通報及び周辺調査に基づき、標準必須特許市場の支配的地位の濫用の疑いでエリクソンを調査<sup>189</sup>。</li> <li>・ 報道によると、複数の携帯電話メーカーが、エリクソンによる 3G、4G 標準必須特許のライセンスについて、独占禁止法に違反する行為があるとの通報を行ったとのこと<sup>190</sup>。</li> <li>・ 調査開始後の 2019 年 4 月 15 日、エリクソンは、当局の調査に全面的に協力すること、引き続き FRAND 義務を遵守していくことなどの声明を発表。</li> <li>・ 調査の結果は不明であるが、処分決定は出ていないものと思われる。</li> </ul>
4	2022 年	ノキア他	国家市場監督管理総局	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022 年 6 月、国家市場監督管理総局が、5G 標準必須特許ライセンス料をめぐる独占禁止問題に関して、ノキア等に対して調査を開始し、5G 標準必須特許ライセンスの価格戦略や販売差止めに関する質問状を送付したとの報道。</li> </ul>

また、表 9-3 に掲げたケースのほか、2021 年 12 月には、中国通信工業協会傘下の組織である中国携帯電話連盟が、日本の IP Bridge を知的財産権濫用による独占禁止法違反で当局に通報を行ったとの報道がなされている。

このように、これまで、SEP に係る独占禁止法違反の処罰や調査等は、全て外国企業に対して行われてきたものである。図 9-2 に示されるように、ファーウェイ以外の中国端末メーカーが躍進する中で、表 9-2, No.8 の規定による規制強化の動きも、実装レベルではまだ 4G 以前の世代が残っていることに加えて、過去分の実施についての侵害も問題となり得る状況の下、ノキアなどの「老舗」の SEP ホルダーとの特許問題が未解決となっている、ファーウェイ以外の端末メーカーを保護する狙いがあるとみることが可能である。

<sup>189</sup> 中国独占禁止法年度報告 (2019)

<sup>190</sup> 人民網 2019 年 4 月 15 日記事参照

そして、このような仮説を裏付けるような意見が、学界からも出されていた。

2008年に設立された北京大学国際知的財産権研究センターは、北京大学付属の専門教育・研究機関であり、国家知識産権局から「北京大学国家知識産権局戦略実施研究基地」の運営を委託され、世界の知的財産権の発展動向を追跡し、国家の知的財産権戦略実施における重要テーマの研究を行っている。2021年12月、同センターが主催した「5G時代の標準必須特許政策」専門家検討会において、次のような趣旨の意見(下線筆者付加)が出された。

- ・ノキアのOPPOに対する訴訟について、・・・訴訟を提起して独占的な価格を追及している。国内企業は、サプライチェーンの上流・下流メーカー及び業界団体と連携し、共同で独占禁止部門に通報を行うことを提案する(馬一徳・中国科学院大学教授)
- ・救済手段の選択において、独占禁止法の作用は突出している(李揚・中国政法大学教授)
- ・料率の問題は独占禁止法の枠内で解決されるべきであり、独占禁止調査の圧力によって、当事者間の合意を促すという意見に同意する(李明徳・中国社会科学院研究員)

そして、出席した全専門家の中で、以下の事項を含む基本的コンセンサスが確認された<sup>191</sup>。

- ・FRAND原則は、過去においても現在においても、標準必須特許のライセンスにおける基本原則であり、司法機関や独占禁止部門は、権利者と実施者が市場に戻って合理的な交渉ができるように積極的に介入すべきである。中国は技術研究開発の成長国であるが、製造大国でもあり、FRAND原則に対する期待と遵守がより強くなっている。
- ・5G時代は過去の3G、4Gの延長だけでなく、産業構造の再構築の過程でもある。関連中国企業、業界団体及び関連政府部門は積極的に状況に対応し、新たな産業構造において中国企業のために公正な競争市場環境を構築する必要がある。

ところで、独占禁止法ベースでのSEP規制の強化によって、国内巨大権利者企業であるファーウェイも不利な影響を受けないのか。表9-4は、5GSEPの携帯電話のロイヤルティを公表している各社の価格である。

表9-4 5GSEP 公表ロイヤルティ(携帯端末)

企業名	公表年	公表ロイヤルティ
エリクソン	2017年	5ドル/台 (ただし、インド等新興国については2.5ドル)
クアルコム	2017年	スタンドアロンモード:2.275% (2G/3G/4G/5G) マルチモード:3.25%
ノキア	2018年	最大3ユーロ/台
ファーウェイ	2021年	最大2.5ドル/台

<sup>191</sup> 法知網 2021年12月1日記事 (<http://epaper.legaldaily.com.cn/fzrb/content/20211201/Article09002GN.htm>) 参照

これと、図 9-1 の 5GSEP シェアをかけ合わせてみると、ファーウェイのロイヤルティは相対的にかなり低額であるといえ、少なくとも料率については、不合理に高額であると主張することは難しいように思われる。加えて、上述した情報通信産業知的財産権連盟設立などの動きからすると、現時点では、同社のスマートフォン市場での SEP ライセンス活動が、独占禁止法のターゲットされる可能性は低いとみてよさそうである。

なお、「知的財産権の濫用による競争の排除・制限行為の禁止に関する規定」草案(表 9-2, No.8)には、パテントプールの規制を意識した規定の新設も含まれている。具体的には、同草案 14 条に、市場支配的地位を有するパテントプールが、不公平に高価格で特許ライセンスを行ってはならない旨の規定が追加されている。

上述した王軍雷氏の 2021 年 7 月の中国自動車知的財産権年次大会における基調講演の中でも、「Avanci プラットフォームが設立されてから、・・・自動車メーカーの形成はそれほど良くない。」と名指しでの発言に加え、Avanci のライセンス料がモジュールベースで見た場合に高すぎるという趣旨の説明がされている。Avanci の欧米での動きに対する警戒、けん制の意味合いは、多分に含まれていると思われる。

### 9.3.2 司法の動き—禁訴令 (ASI) のその後

SEP 訴訟については、近年、特に、中国裁判所による「禁訴令」(ASI: Anti-Suit Injunction) が注目され、国を跨いで訴訟の両当事者が禁訴令を打ち合う事態となっていること、また、それ自体で国際的な摩擦の火種となる可能性が出てきていることは、拙稿「双循環戦略の中の知財政策」の中で指摘した<sup>192</sup> とおりである。これに対して、2022 年 2 月には、欧州委員会が中国法院の禁訴令等について WTO に提訴、3 月には、米国において、外国の禁訴令の執行を制限するための法案が提出されるなど、欧米各国の対応は、非難から具体的な対抗策へと移行しつつある。

一方、SEP 権利者企業も、英国等で先手を打つことで、中国での ASI を封じる動きがみられる。禁訴令は、あくまで仮処分であって、本案訴訟(例えば、OPPO vs シャープ事件においては、グローバル SEP ライセンス条件の確定)の提起が必要であるところ、SEP 権利者がドイツ等で先に実施者たる中国企業を提訴し、中国企業が「ホーム」で本案訴訟の提起と禁訴令申立てを行う前に、予防的に当該禁訴令の申立てを禁止する反・禁訴令(AASI)を申し立てる、というものである(2021 年 1 月: IP Bridge vs ファーウェイ/英国裁判所、2022 年 7 月: フィリップス vs OPPO/英国裁判所)。こうした動きを受けてか、中国で 2020 年に頻発した禁訴令は、現時点では鳴りを潜めたかのような状態である。

禁訴令の根拠規定は、民事訴訟法 103 条及び関連する司法解釈「最高人民法院の知的財産権に係る紛争の行為保全案件の審査における法律適用の若干問題に関する規定」であるが、ファーウェイ vs Conversant 事件において最高人民法院が定立した規範は、これらの既存の法規定では直接カバーされない。このため、禁訴令に本腰を入れるのであれば、両者の隙間を埋めるような司法解釈規定が最高人民法院から出されてもおかしくないところであるが、司法機関の関心は今そこにはないようである。SEP に関する最近の動きとして挙げられるのが、表 9-2 の No.9 「最高人民法院による独占民事紛争事件における法律適用の若干問題に関する規定(意見募集稿)」である。この司法解釈の中には、国内における競争排除、制限に影響する国外の独占行為に対する民事訴訟の管轄についての規定が新たに盛り込まれている(第 7 条)。これは、SEP についての直接的な規定ではないが、2020 年の最高人民法院裁決(シスベル vs OPPO 及びエリクソン vs TCL)を追認し、かつ、それらの判示よりもより緩やかに中国の裁判所に管轄を認め得る規定であり、要するに、SEP

<sup>192</sup> [https://spc.jst.go.jp/experiences/special/circulation/circulation\\_2206.html](https://spc.jst.go.jp/experiences/special/circulation/circulation_2206.html) 参照

については、本規定に基づく、国外での提訴やライセンス交渉等により、国内での競争に直接的、実質的な影響を受ける侵害結果の発生地として、原告(中国企業)の所在地の裁判所に管轄権が認められ得る。

このように、2020年に禁訴令が頻発した後、SEPをめぐる行政及び立法の動きに追従する形で、独占禁止法による国内企業救済のための規定を含む司法解釈の改正が進められつつあるが、現時点では目立つ動きはみられない。

## 9.4 おわりに

「双循環」戦略による経済モデルの転換を図る中国は、マクロ的にみると知財保護強化の流れの中にあり、その一環として、司法・立法、行政いずれの側面においても、プロパテント化の中にあることは確かである。しかし、少なくとも携帯端末と自動車への実装に限っては、独占禁止法をベースとする各種法令、ガイドライン等により、移動通信関連のSEPに対しての規制を強化するというダブルスタンダードで三権が一致して動いており、これにより、ファーウェイに代わる国内携帯端末メーカー各社と、国内の自動車メーカーの保護を図ろうとしているようにみえる。中国は、「三権分立」とは対立する概念である「議行合一」<sup>193</sup>制により、司法・行政機関が立法機関に従属する形となっており、このような統治システムの特殊性が、産業政策の策定、実行における統制、統一感につながっていることは否定できないであろう。

そして、本章でも言及した独占禁止法に基づくメガ・プラットフォーマーに対する規制がまさにそうであるように、従来は、そのような統制、統一感が、主として民間企業をコントロールする形で顕現していたが、少なくとも、本章でみた携帯端末と自動車については、構図が異なることが分かる。起点となっているのは「民」(とりわけ、国内有力企業)であり、「官」がその意見を吸い上げてこれを強力にバックアップするとともに迅速に法規定等としてまとめ上げるという、官民の密接な連携と、その橋渡し役となる政府機関直属の専門性の高い研究機関(「学」)の強い存在感が、産業政策のベクトルの強力な推進力となっているように思われる。そのベクトルの向きは、今後の産業構造の変化に伴い、いかようにでも変わり得るが、現時点では、独占禁止法をベースとした規制の矛先は日本を含む外国の権利者企業に向けられていることは明らかであるといつて差し支えないであろう。本章で挙げたSEP関連の規定は本稿執筆時点で改訂段階にあり、その動向に引き続き注意していく必要がある。

<sup>193</sup> 必ずしも立法機関と行政機関の同一性を意味する概念ではない。

## 執筆者一覧・調査企画

---

### 執筆者一覧

---

- 序章 大西 康雄 (科学技術振興機構アジア・太平洋総合研究センター 特任フェロー)
- 1章 真家 陽一 (名古屋外国語大学 外国語学部 教授)
- 2章 苑 志佳 (立正大学 経済学部 教授)
- 3章 金 堅敏 (富士通株式会社 グローバルマーケティング本部  
チーフデジタルエコノミスト)
- 4章 丸川 知雄 (東京大学 社会科学研究所 教授)
- 5章 張 紅詠 (独立行政法人経済産業研究所 上席研究員)
- 6章 高口 康太 (ジャーナリスト、千葉大学 客員准教授)
- 7章 倉澤 治雄 (科学ジャーナリスト)
- 8章 高橋 五郎 (愛知大学 名誉教授)
- 9章 本橋 たえ子 (IP FORWARD 法律特許事務所 弁護士)

### 調査企画

---

- 大西 康雄 (科学技術振興機構アジア・太平洋総合研究センター 特任フェロー)
- 小松 義隆 (科学技術振興機構アジア・太平洋総合研究センター フェロー)

# 中国の“製造強国”政策と産業・科学技術

## Policy, Industry, Science and Technology of China's Manufacturing Power Strategy

2023年3月発行

ISBN 978-4-88890-850-4

### 本報告書に関するお問い合わせ先：

国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) アジア・太平洋総合研究センター (APRC)

Asia and Pacific Research Center, Japan Science and Technology Agency

〒102-8666 東京都千代田区四番町 5-3 サイエンスプラザ

Tel: 03-5214-7556 E-Mail: [aprc@jst.go.jp](mailto:aprc@jst.go.jp)

<https://www.jst.go.jp/aprc/>

Copyright © Japan Science and Technology Agency

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複製・複製することを禁じます。転載を希望される際は、事前に上記お問い合わせ先迄ご連絡ください。引用を行う際は、必ず出典 :JST/APRC 調査報告書「中国の“製造強国”政策と産業・科学技術」として記述願います。

This report is protected by copyright law and international treaties. No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law. Any quotations must be appropriately acknowledged. If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact APRC.

