

第45回アジア・太平洋研究会
ー 科学技術イノベーションを巡る最新事情 ー

成長市場インドの着眼点と先端産業の可能性

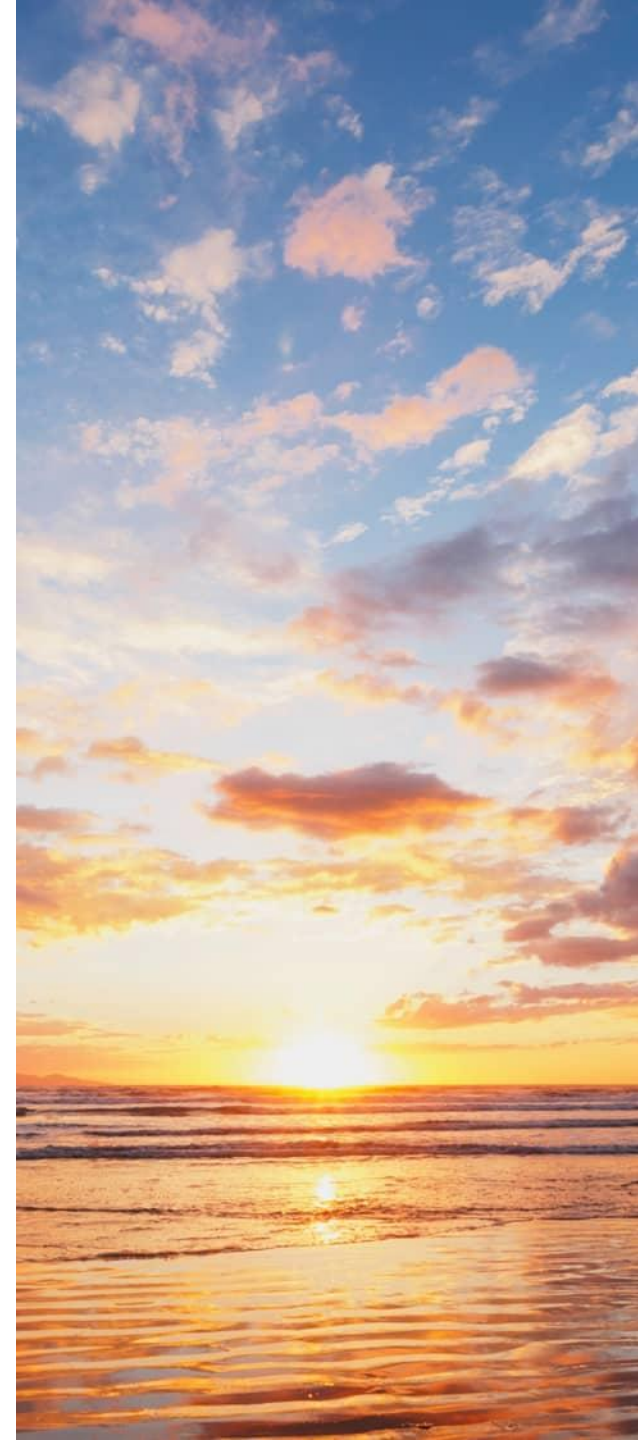
郷 裕 (Yutaka Go)

石垣 悟 (Satoru Ishigaki)

坂本 純一 (Junichi Sakamoto)

Nomura Research Institute Consulting and Solutions India Private Limited (NRIインド)

2025年8月22日



プロフィール

郷 裕



略歴

2000年 東京大学大学院 工学系研究科
精密機械工学専攻 修士課程 修了
2000年 野村総合研究所 入社
2012年 NRI上海 出向（北京4年・上海1年）
2017年 帰任（NRI東京 Principal）
2022年 **NRI India** 出向
現在、同社**コンサルティング事業統括ディレクター**

専門

- BtoCセクター
（FMCG、小売、サービス業、他）
- グローバル戦略（特に、インド、中国）

石垣 悟



略歴

2005年 早稲田大学 社会科社会科学専攻 卒業
2005年 野村総合研究所 入社
2023年 **NRI India**出向
現在、同社**プリンシパル**

専門

- BtoB、公共セクター
- 実行支援/PMO

坂本 純一



略歴

2018年 一橋大学 経済学部 卒業
（2016年 タイ・チュラロンコン大学 交換留学）
2018年 日本貿易振興機構（JETRO）入構
2021年 アクセンチュア株式会社 入社
2024年 **NRI India**入社
現在、同社**シニアコンサルタント**

専門

- インド・政治経済、産業全般（IT、半導体、製造業、エネルギー、金融、他）
- 実行支援/ITシステム開発
- 会計、経営管理
（ワシントン州・米国公認会計士）

1 何故「今」インドか？

2 インドのデジタル・ケイパビリティ

3 インドの先端産業動向

4 まとめ

1 何故「今」インドか？

2 インドのデジタル・ケイパビリティ

3 インドの先端産業動向

4 まとめ

何故、インドが注目されているか？

2022年にGDPランキング5位、世界第3位も射程圏内

IMFが2025年4月に発表したGDP成長率予測では、2026年まで毎年6.2-6.3%成長を予測されている

2023年に人口世界一

国連人口基金（UNFPA）の推計によると、2023年半ばにインドが中国を抜いて世界一の人口になった

グローバルサウスのキー国

インドの2023年の名目GDP約3.6兆ドルは、中国を除くグローバルサウス諸国のGDP（約21.8兆ドル）の16.8%を占める

ITエンジニア数世界2位

人材派遣会社ヒューマンリソシアが発表した2023年のITエンジニア数*では、インドは約340万人に上り、アメリカ（445万人）に次ぐ2位で、日本の約2.4倍に上る。

*ヒューマンリソシア社がOECDやILOが公表するデータを用いて推計

ユニコーン企業数世界3位

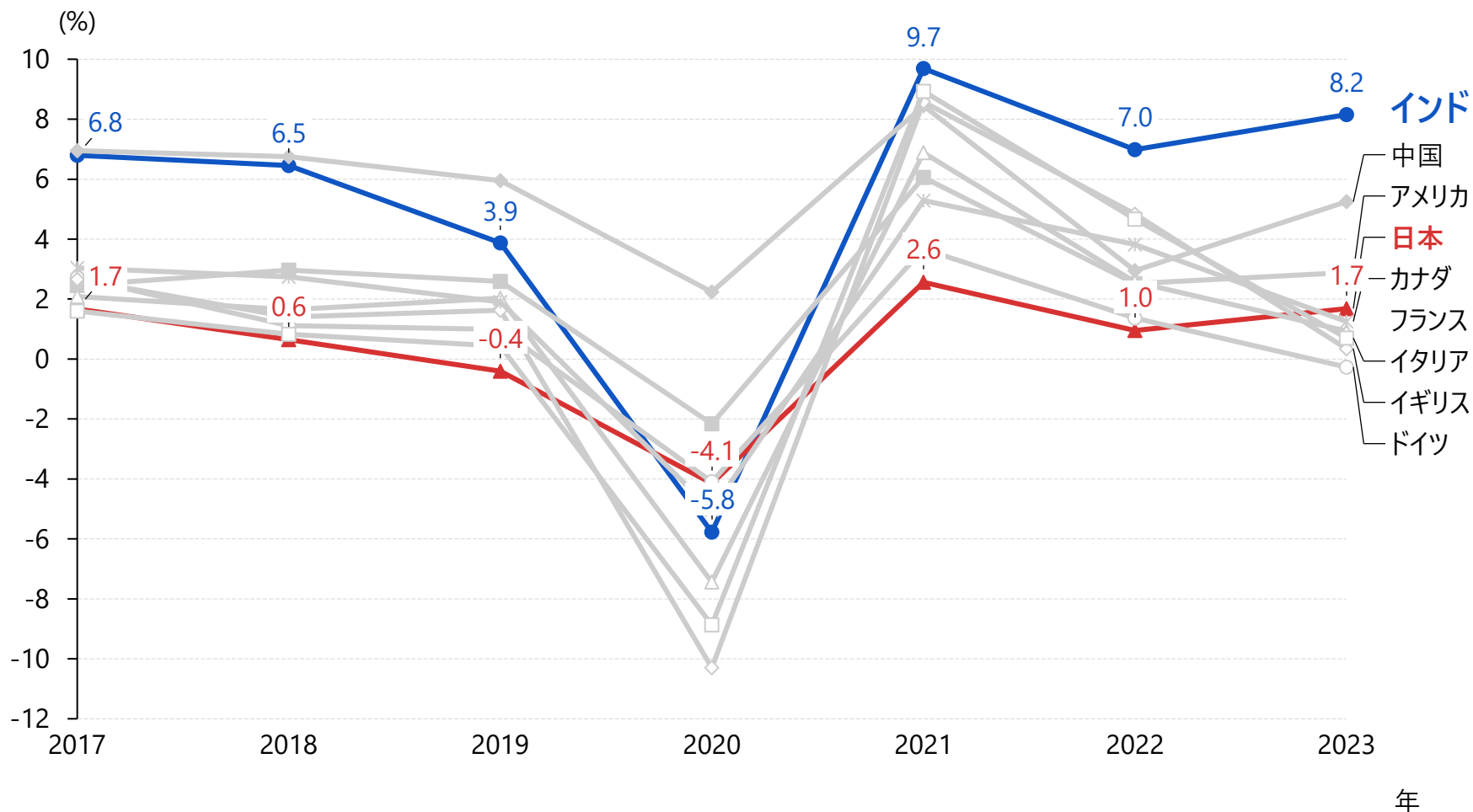
米国CB Insightsのデータベース**に基づくと、インドにおけるユニコーン（時価総額10億ドル以上のスタートアップ）企業数は68社で米国、中国に次ぐ3位（2025年1月時点）。

**データベースによって各国のユニコーン数が異なることを留意

何故「今」インドか？

経済成長は、COVID19以降、他の主要国と比較しても順調に成長

主要国における実質GDP成長率 (2017年-2023年、2015年度時点の米ドル価格平均を基準)

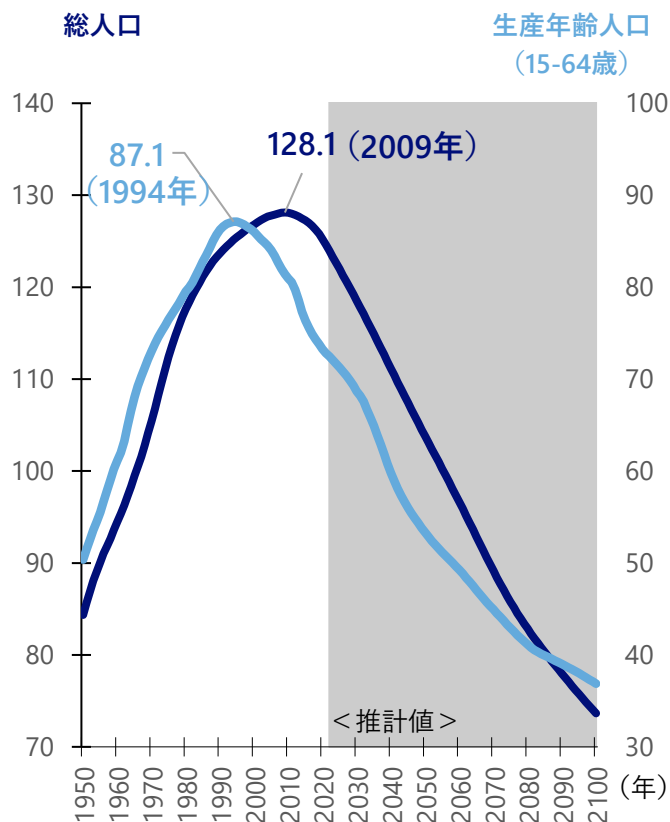


何故「今」インドか？

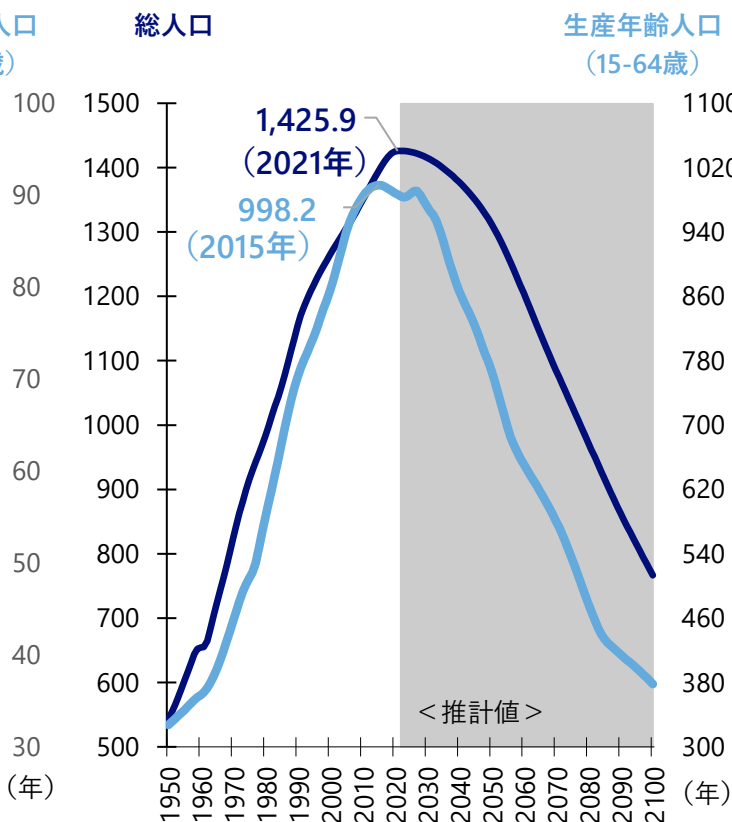
インドの人口ボーナス期は2045年過ぎまで。当面は底堅い成長が期待される

日本・中国・インドの総人口・生産年齢人口の推移・予測（百万人、各年7月1日時点）

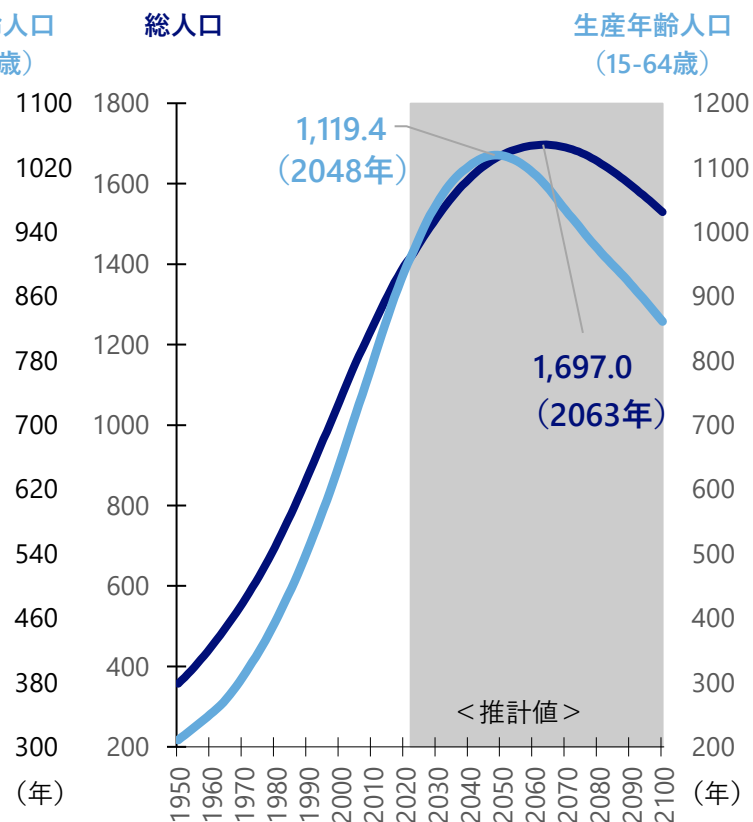
日本



中国



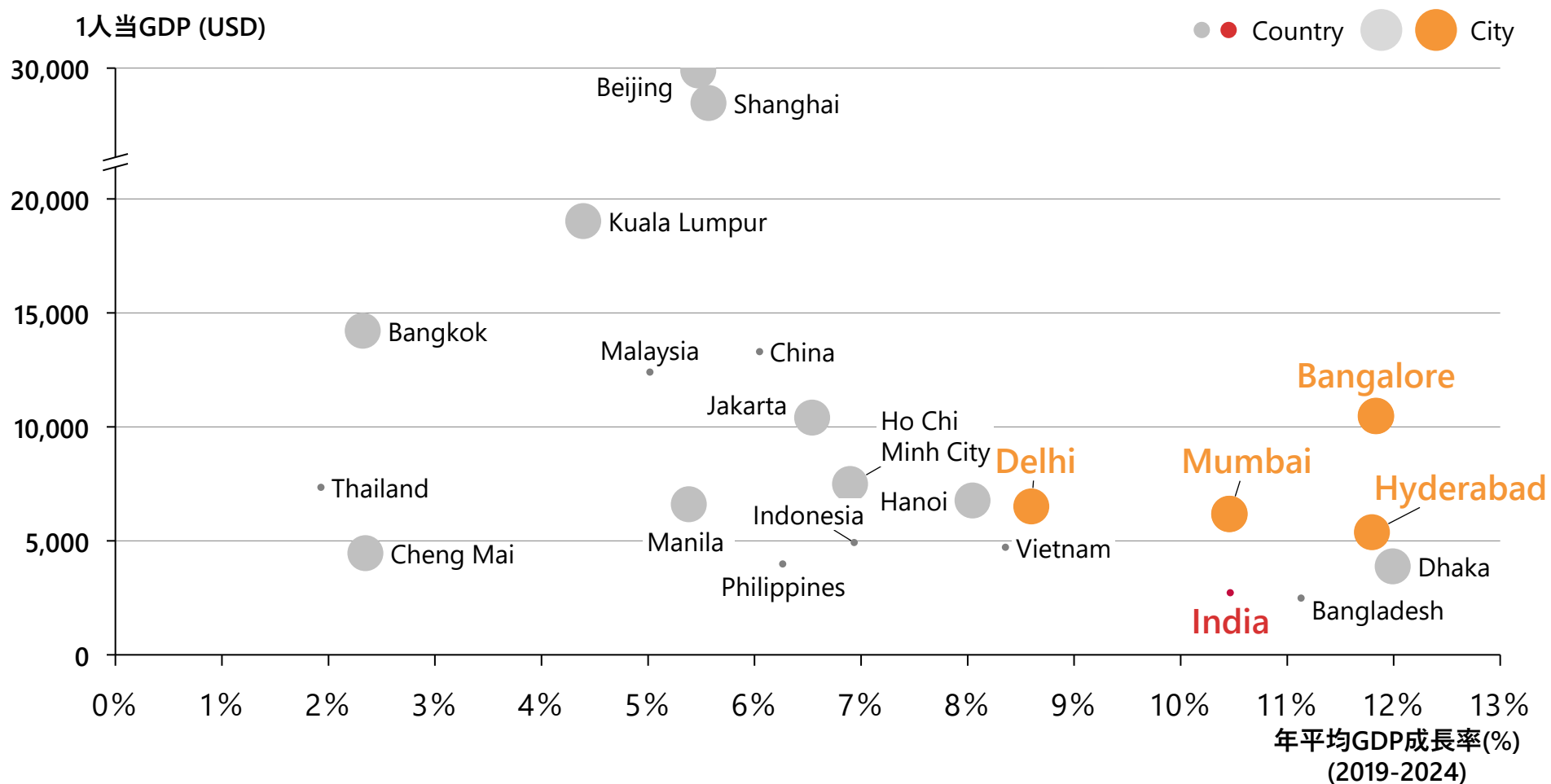
インド



何故「今」インドか？

インドのメトロシティは既にASEAN主要都市並みに成長している

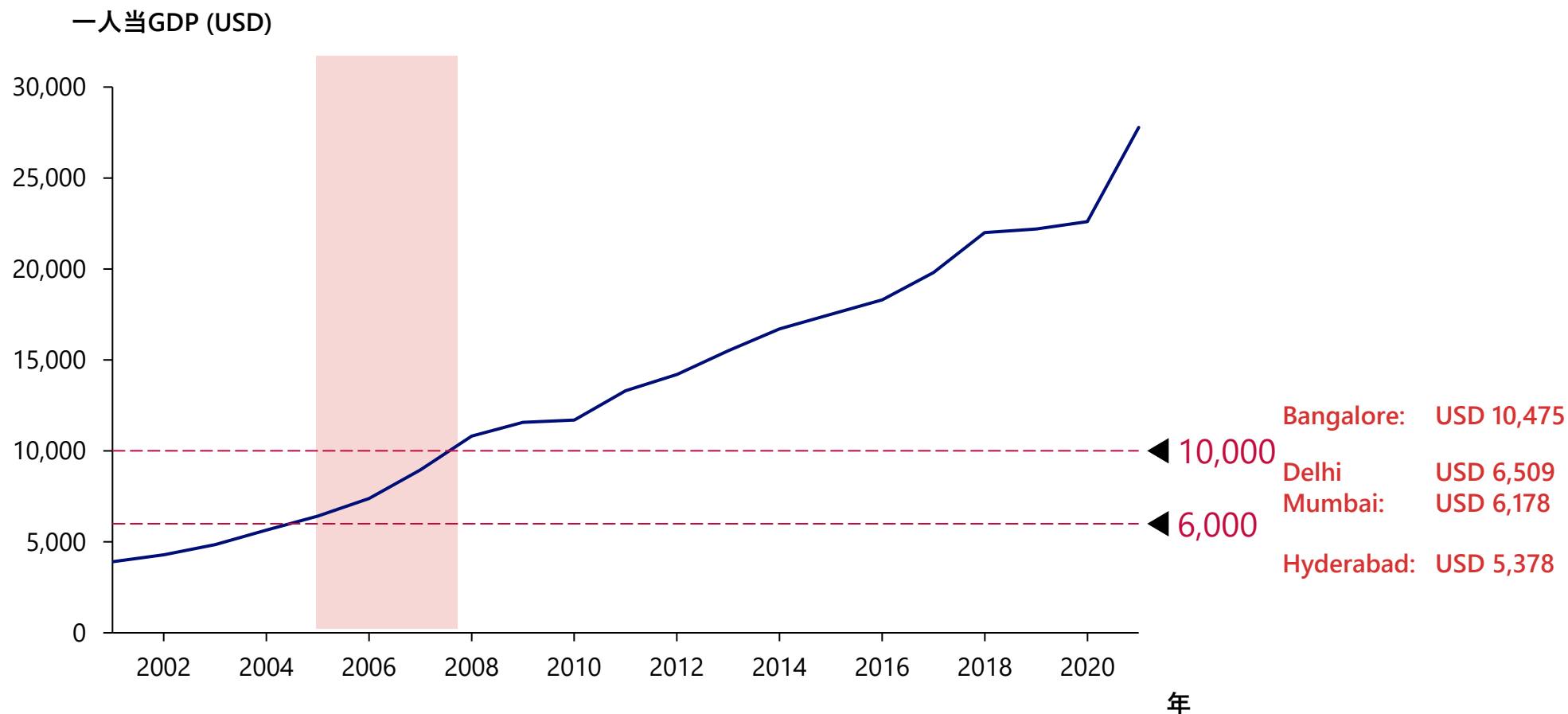
アジア主要国におけるGDP成長率・一人当たりGDP比較 (As of 2024)



何故「今」インドか？

そして、インドのメトロシティの経済力は中国・上海市の2005年～2007年ごろに相当する、まさに急成長する前夜にある

中国・上海市の1人当GDPの推移とインド主要都市の比較



何故「今」インドか？ | 経済成長を支える4つの理由

インドの近年のトレンドは、
まさに中国が「世界の市場」と認識された時期の成長要因と合致している

中国が「世界の市場」と認識されるに至った主な成長要因

内需拡大 政策

- 政府主導によるサービス業拡大着手（中間層拡大へ）
- 社会保障の強化（貯蓄から消費へ）

ネクストリッチ の出現

- 2007年時点で中国国内の半数以上の世帯が中間層入り
- 品質重視の消費スタイルの登場

都市化 の進展

- 上海・北京・広州・深圳などのメトロシティを中心に沿岸部が発展を牽引

インターネット 経済の勃興

- アリババがEC事業（淘宝）開始（2003年）
- ネットユーザー数1.1億人超（2005年）



リーマンショックからの早期回復
（4兆元の経済対策）

インドにおける動向

国内製造業の振興
（Make in India、Self-Reliant India）

上位中間層の台頭

メトロシティ（デリー、ムンバイ、バンガロール）
による成長牽引

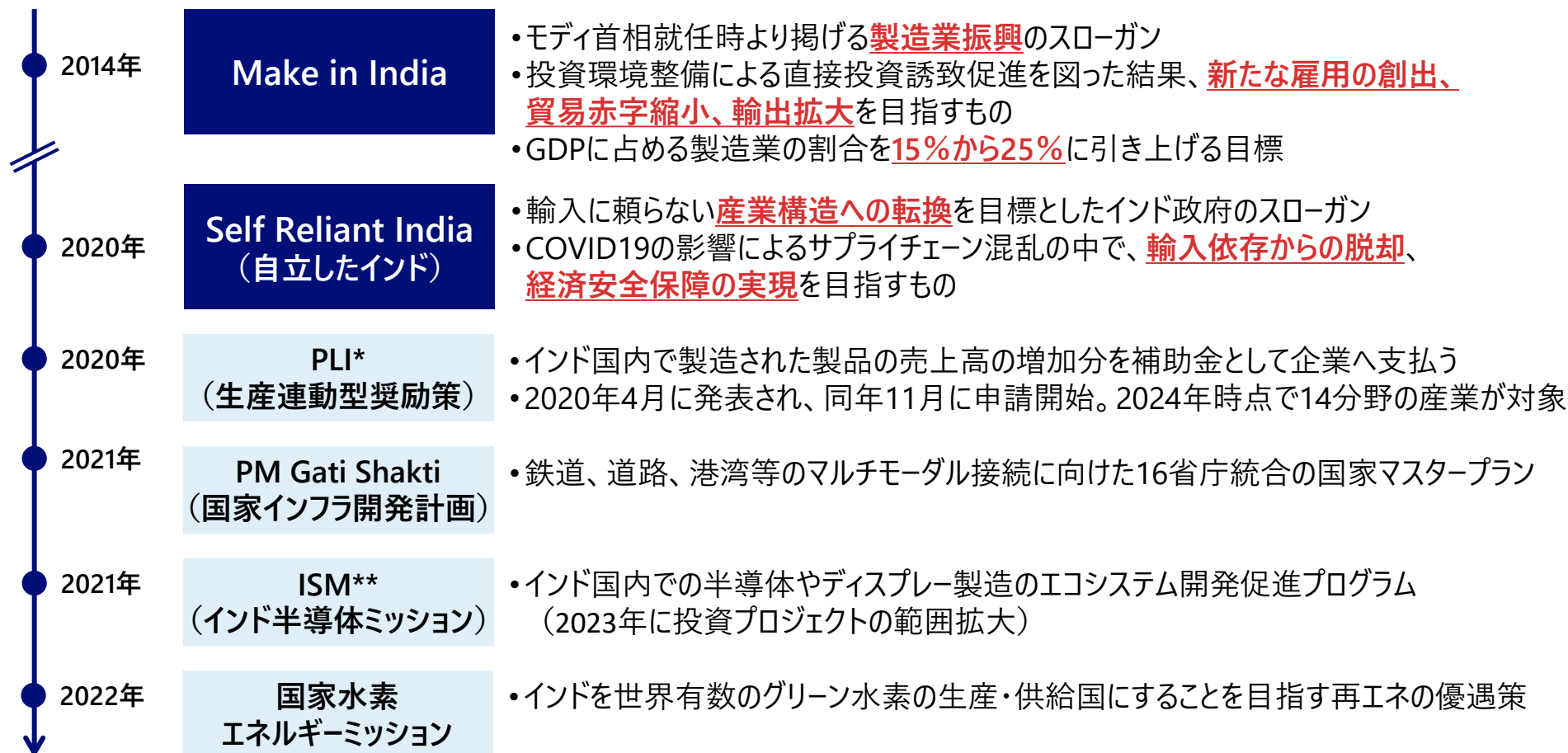
スマホ・インターネットの普及
世界3位のユニコーン企業輩出国



コロナ禍からの早期回復

モディ政権以降、政府はビジネス環境改善（外資規制緩和、税制改革等）を行いつつ、輸入依存度を下げ、現地雇用機会を増やすために製造業振興を推進している

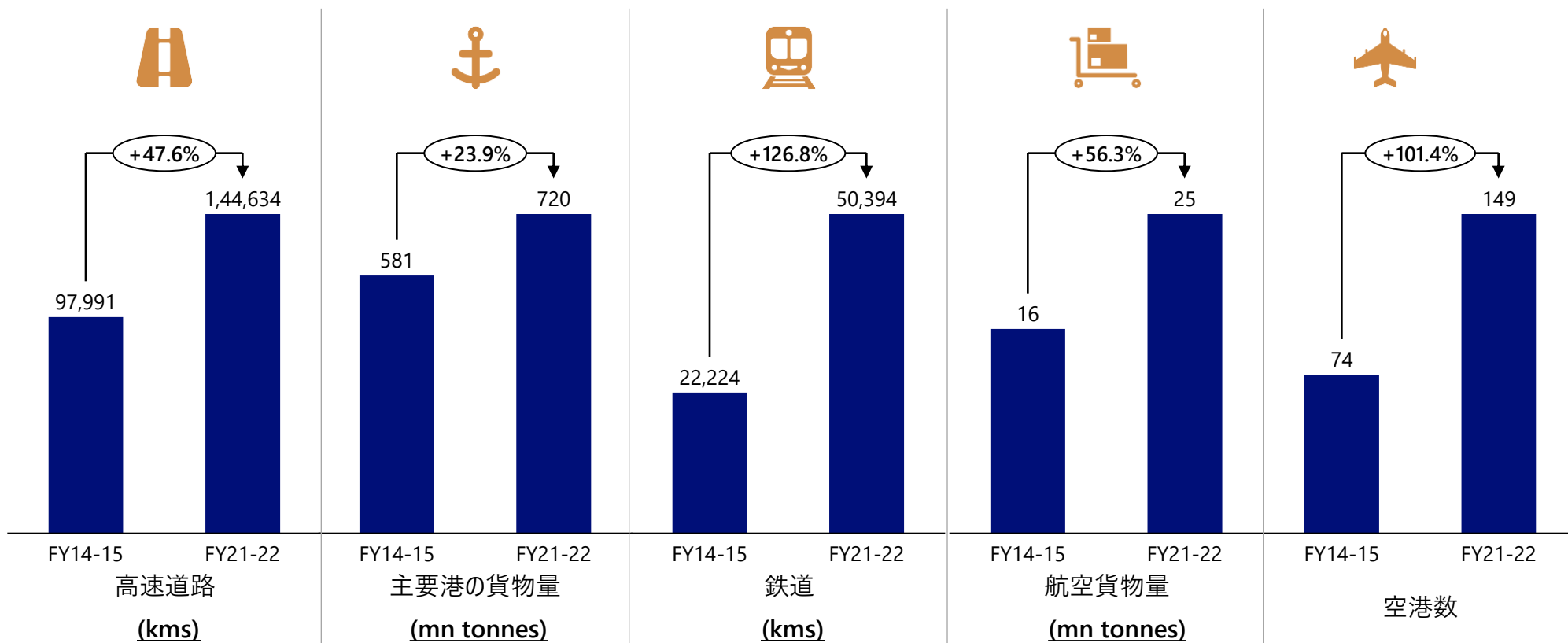
2014年（モディ第一次政権）以降の製造業関連の主要政策



*PLI: Product Linked Incentive **ISM: India Semiconductor Mission

高速道路、港湾、鉄道などのインフラ開発が経済成長と物流コスト削減を後押し

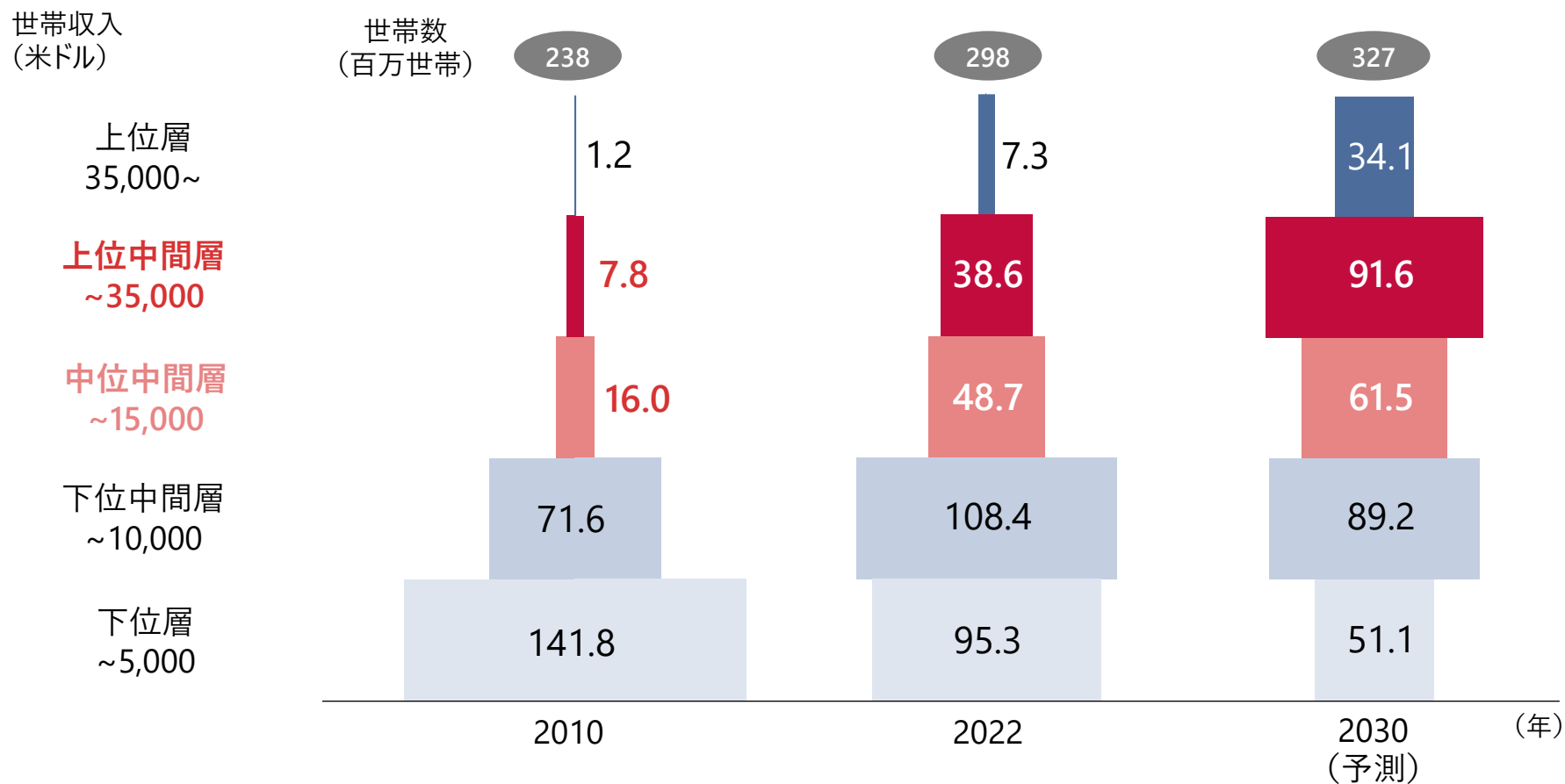
インドの主要インフラの開発推移



何故「今」インドか？ | 経済成長を支える4つの理由 | 上位中間層の台頭

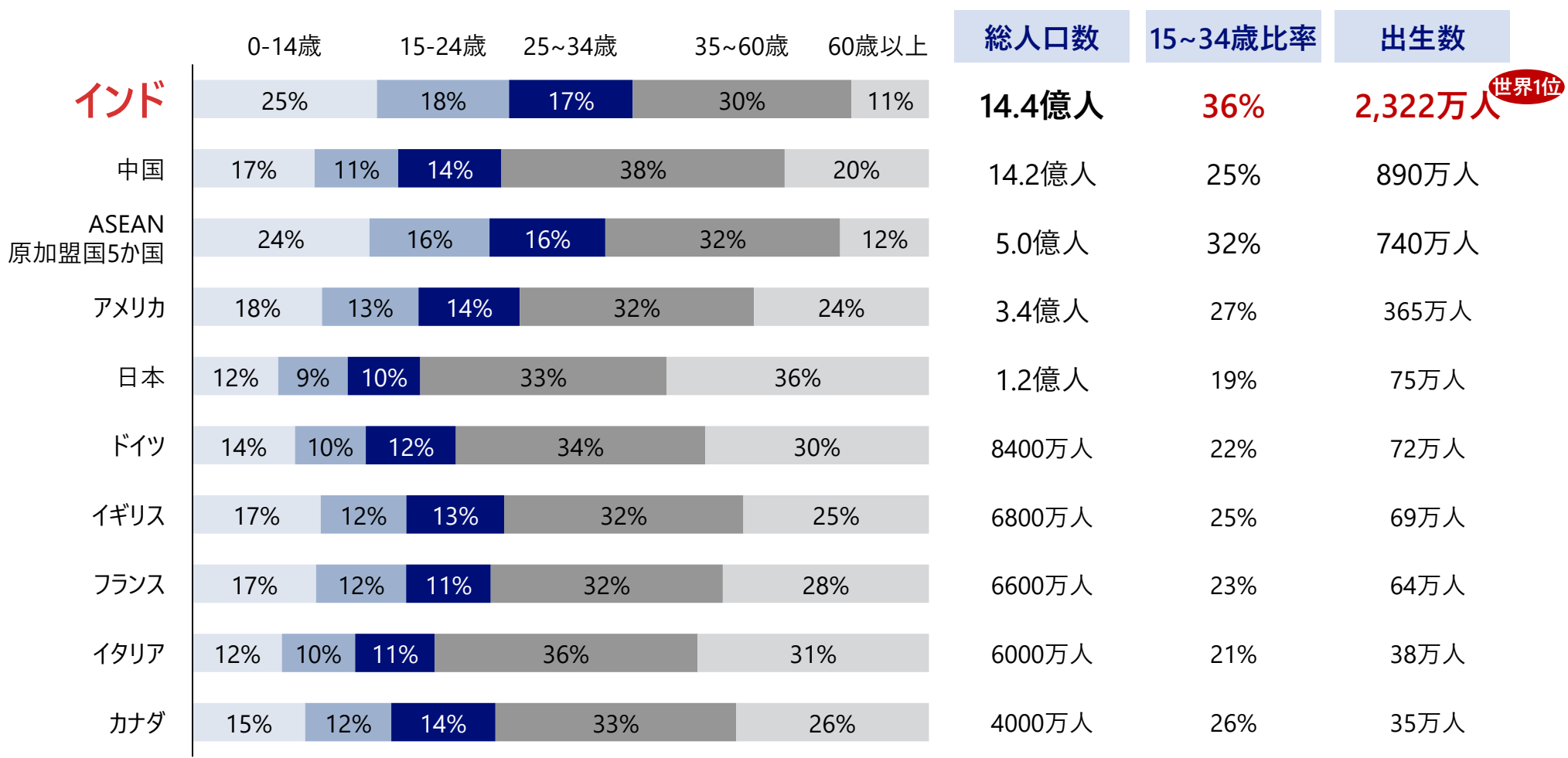
世帯年収10,000ドル未満の下位中間層・下位層中心の社会から、世帯年収15,000ドル以上の上位中間層が中心の社会へ変化していく見通し

インドにおける世帯収入別世帯数の推移（単位：百万世帯）








インドの消費は、他の先進国やアジア諸国と比較しても若年層に支えられている

世界主要各国年代別のシェア（2023年）



出典）国連World Population Prospects 2024よりNRI作成

これまで変わりにくいと言われていたインド消費者のライフスタイルも大きく変化しようとしている

	これまでの消費	これからの消費	代表的な変化
デジタルコネクティッド 	デジタル通信網がなく、デジタルから遮断されていた	スマホやネット普及に伴う <u>情報量増加・情報格差減少</u>	インターネットの世帯普及率 25% (2017) → 42% (2022) デリー：82% ムンバイ：87% ベンガルール：68%
核家族化 	年長者が物事を決める 大家族が主	核家族化が進み、 <u>意思決定者も若年世代に</u>	平均世帯人員数 5.6人 (2000) → 4.7人 (2023) デリー：4.5人 ムンバイ：4.1人 ベンガルール：3.7人
生活の西洋化 	インド独自の文化に根差し、教育も旅行も仕事も近場で	海外教育・仕事・旅行が拡大し、 <u>海外文化への接触増大</u>	海外への留学者数（万人） 18.9 (2012) → 132.5 (2022)
食の多様化 	インドの伝統的料理を ホームメイドで	海外の情報が豊富になり、 <u>他国料理への関心度増大</u>	ノンインディアン外食市場（兆ルピー） 14.9 (2018) → 20.5 (2022)
貯蓄から消費へ 	出費より貯蓄を好む ローンは悪の兆候	<u>成長を前提とした積極消費</u> ローン・分割払いへの抵抗感減少	1人当可処分所得（USD） 575 (2010) → 1,895 (2022)

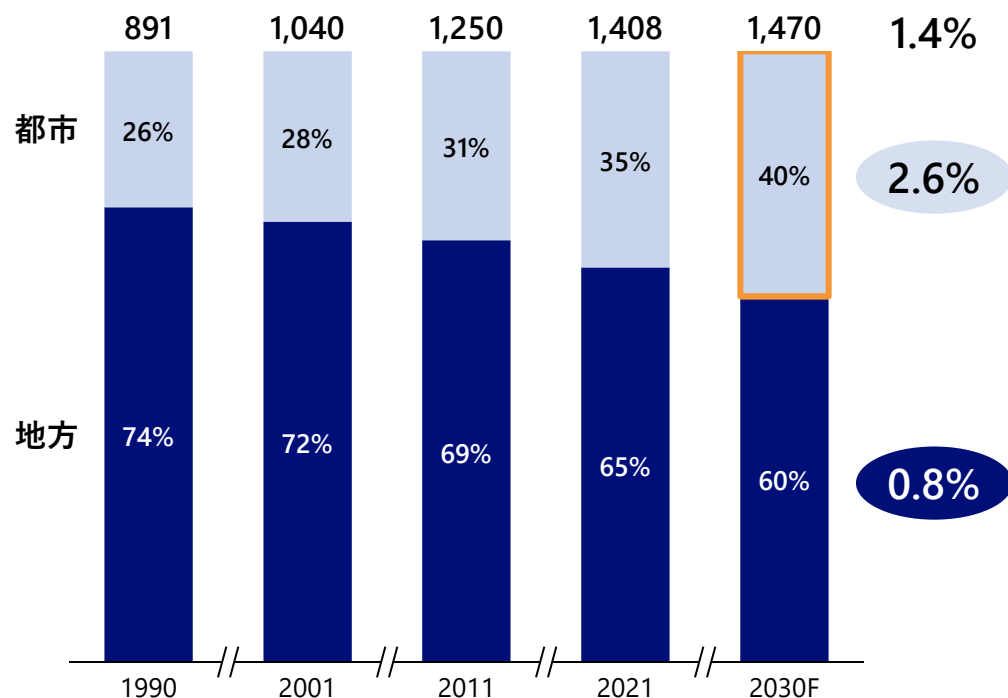
経済成長の原動力の一つとしている都市化は、 2030年には都市化率40%に達し、GDP貢献は75%に達すると言われている

インドの都市化の状況

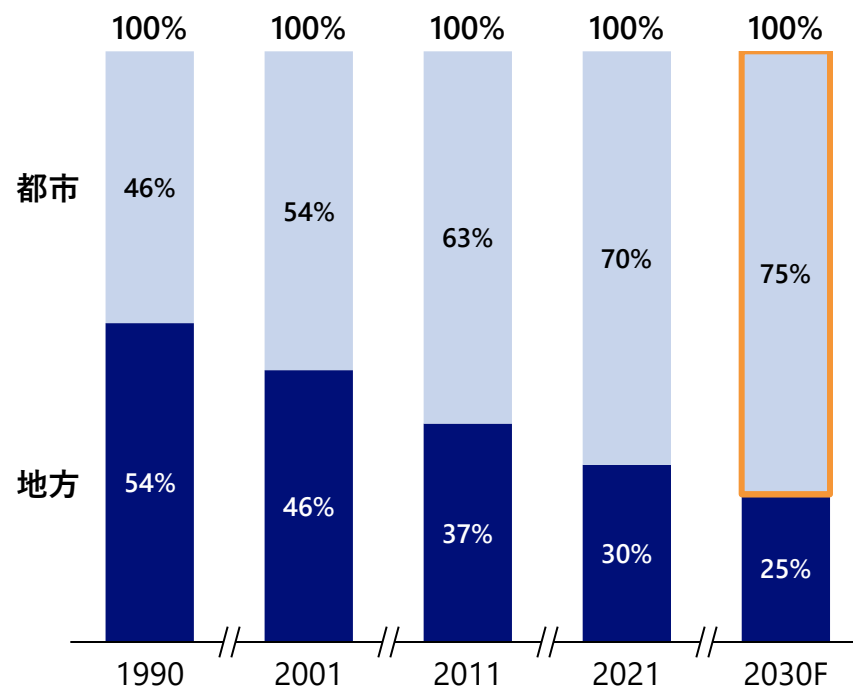
人口構成比（都市/地方）

（百万人）

CAGR
1990-2030



GDPへの貢献比率



都市の定義：人口50,000人、人口密度1,500人/km²の市を「都市」と定義している（Tier4以上）

出典）UN, Euromonitor

インドは、既に世界屈指のスタートアップ大国の一つになっている

スタートアップに関する米中印比較

指標	インド	米国	中国
累積資金調達額 (bil. USD, 2023年時点)	141	2,500	816
スタートアップ数 (2023年6月時点)	68,000	76,000	66,000
# of Unicorn (2023年6月時点)	110	653	169
投資家数 (推定、2023年時点)	9,500	51,000	17,000
投資家増加率 (2019-2022)	37%	13%	2%

インドのユニコーン企業

Rank	企業名	設立年	企業価値 (bil. USD)	事業
1	Flipkart	2007	36.0	E-commerce
2	Paytm	2000	15.6	Fin-tech
3	Ather Energy	2013	13.0	E-bike
4	Blinkit	2013	13.0	Q-commerce
5	PhonePe	2012	12.6	Fin-tech
6	Swiggy	2014	9.4	Food delivery
7	Dream11	2008	8.0	Fantasy Sports
8	Razorpay	2014	7.5	Fin-tech
9	CRED	2018	6.4	Fin-tech
10	Zoho	1996	5.9	Cloud Software for businesses

出典) NRI analysis base on Tracxn, etc.

インドの経済成長のさらなる加速に向けて、デジタル産業・先端産業への期待が高まっている

インドの成長ドライバー

内需拡大政策

国内製造業の振興
(Make in India、Self-Reliant India)

ネクストリッチの出現

上位中間層の台頭

都市化の進展

メトロシティによる成長牽引

インターネット経済の勃興

スマホ・インターネットの普及
世界3位のユニコーン企業輩出国

主要産業のトレンドと課題

製造業

(トレンド)
国内振興政策、国内需要拡大に加え、
インドへの国際的期待の高まり
(課題)
外資ノウハウの呼び込みと生産性向上

インフラ産業

(トレンド)
急速な経済成長に伴う各産業からのイ
ンフラ整備・拡張要請
(課題)
量的・質的拡大とスピードアップ

消費・サービス産業

(トレンド)
消費力向上に加え、ライフスタイル変化
に伴う新需要の増加
(課題)
伝統的流通構造からの打破

デジタル産業・先端産業の着眼点

デジタル産業

インドの強みの一つである
デジタル・ケイパビリティを生かし、
産業発展をいかに加速できるか

第二章

先端産業

産業発展の核となる先端産業を
いかに外資と連携して実装・拡大
できるか

第三章

1 何故「今」インドか？

2 インドのデジタル・ケイパビリティ

3 インドの先端産業動向

4 まとめ

インドでは、政府主導で開発されたUPIによるデジタル決済が広く普及

UPIとは？

どのように導入されたのか

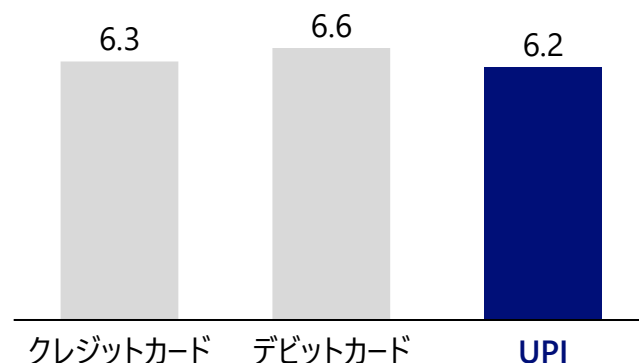
- 2016年4月、キャッシュレス推進のために導入された電子送金システム「統合決済インターフェース (United Payments Interface)」
- 政府主導の下、インド決済公社 (NPCI) が開発し、民間に開放。

どのように使われるのか

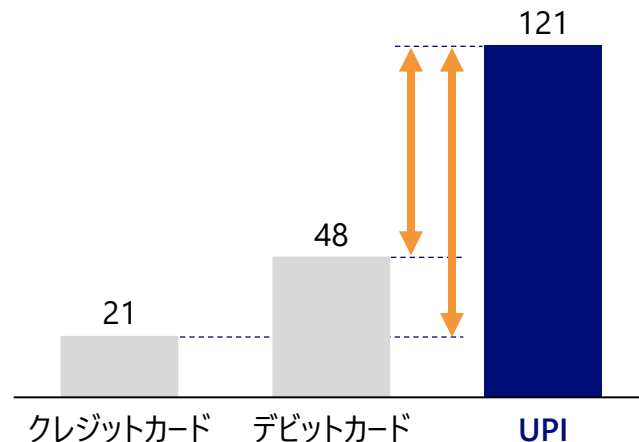
- 民間の決済サービス事業者のアプリ上で利用可能
- モバイル端末から24時間365日、銀行口座間の即時送金が可能
- 200以上の銀行やノンバンクが参加
- QRコードとの組み合わせにより、リアル店舗での支払いにも広く利用される

決済方法の比較

取引額
(10億米ドル、
2020-21)



取引回数
(10億米ドル、
2020-21)

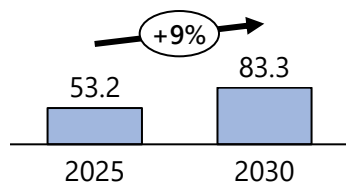


デジタル社会の拡大によって、データ通信量は爆発的なほどの増大を見せている

デジタル社会拡大のトレンド

インターネット通信の拡大

通信セクター市場規模 (十億米ドル)

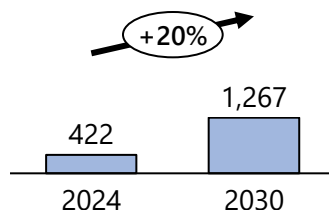


- アクティブインターネットユーザーは8.9億人、スマートフォンユーザーは6.9億人(ともに2024年)
- 14億人の人口に比べると、ITの普及余地がある

出典) Mordor Intelligence "India Telecom Market"、IBEF発表資料に基づきNRI作成

デジタルエコノミーの拡大

デジタルエコノミー経済規模 (十億米ドル)

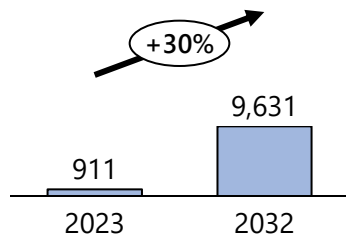


- Covid19により、ワークスタイルシフトが加速
- ECコマースが浸透、ストリーミングサービスも人気を博しており、成長継続する見通し

出典) 電子・情報技術省(2025年)発表資料等に基づきNRI作成

AI/ML(機械学習)ブーム

AI市場規模(百万米ドル)

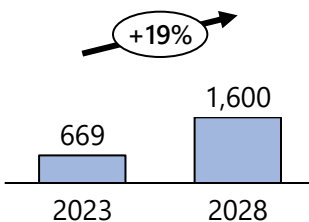


- デジタル化推進により、幅広い産業セクターにおけるAI活用が進む見通し
- 生成AI市場も、CAGR28%で成長見込み

出典) IMARC "India Artificial Intelligence Market"、CBRE" 2024 India Data Centre Market Update"に基づきNRI作成

クラウドデータストレージ普及

パブリッククラウドサービス 市場規模(十億米ドル)

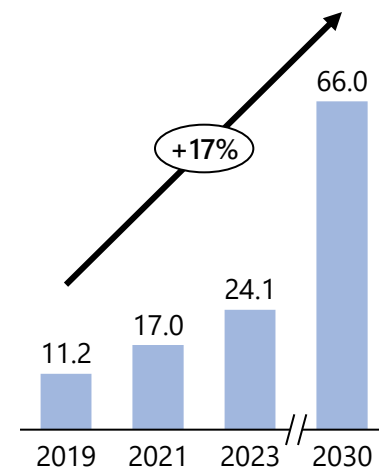


- 業務デジタル化によりクラウドが普及
- データの国内保存を求めるデータローカリゼーション規制もクラウド市場拡大の要因

出典) IDC Research発表資料等に基づきNRI作成

データ通信量の爆発的な増大へ

月間1人あたり平均データ使用量 (GB)

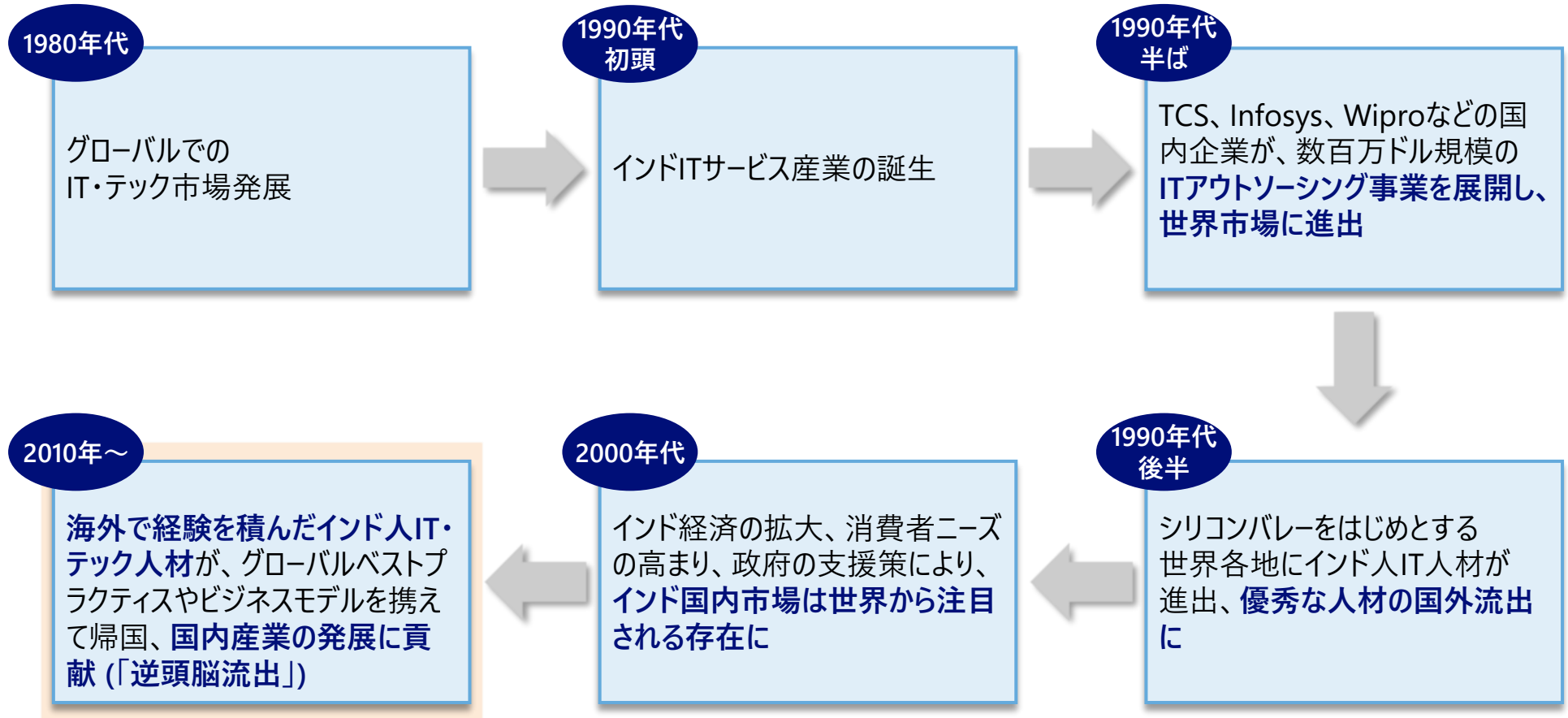


データ通信量は年々拡大、
2030年には66GBにも達する
見通し

出典) NOKIA(2024年)"India Mobile Broadband Index 2024"等からNRI作成

インドのIT及びスタートアップのエコシステムは、先進国からインドへ帰国してきた技術人材による「逆頭脳流出」の波によって活性化された

インドのIT・スタートアップのエコシステムの発展



例えば、Flipkartの創業者たちは、インドでFlipkartを立ち上げる前にAmazonで勤務

今の「スタートアップ大国」たるインド、世界最大のGCCの集積地たるインドは、
インドのデジタルケイパビリティが表出した姿である



ITソフトウェア人材の素地の上に、経験の蓄積によりITEcosystemが生まれ、
今のIT大国たるインドにつながった

インドは、既に世界屈指のスタートアップ大国の一つになっている

スタートアップに関する米中印比較

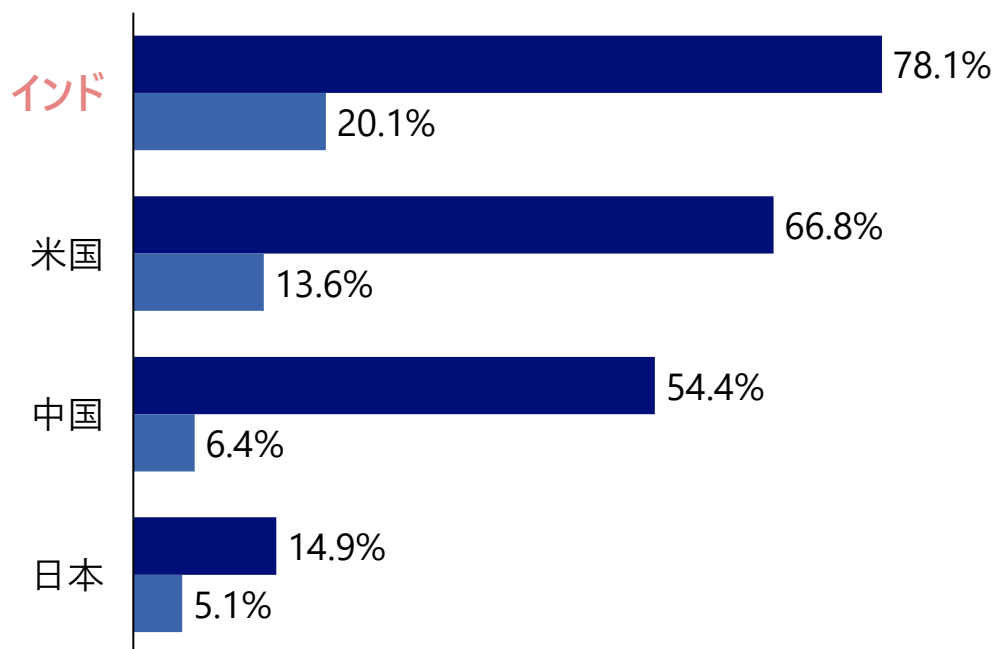
指標	インド	米国	中国
累積資金調達額 (bil. USD, 2023年時点)	141	2,500	816
スタートアップ数 (2023年6月時点)	68,000	76,000	66,000
# of Unicorn (2023年6月時点)	110	653	169
投資家数 (推定、2023年時点)	9,500	51,000	17,000
投資家増加率 (2019-2022)	37%	13%	2%

インドのユニコーン企業

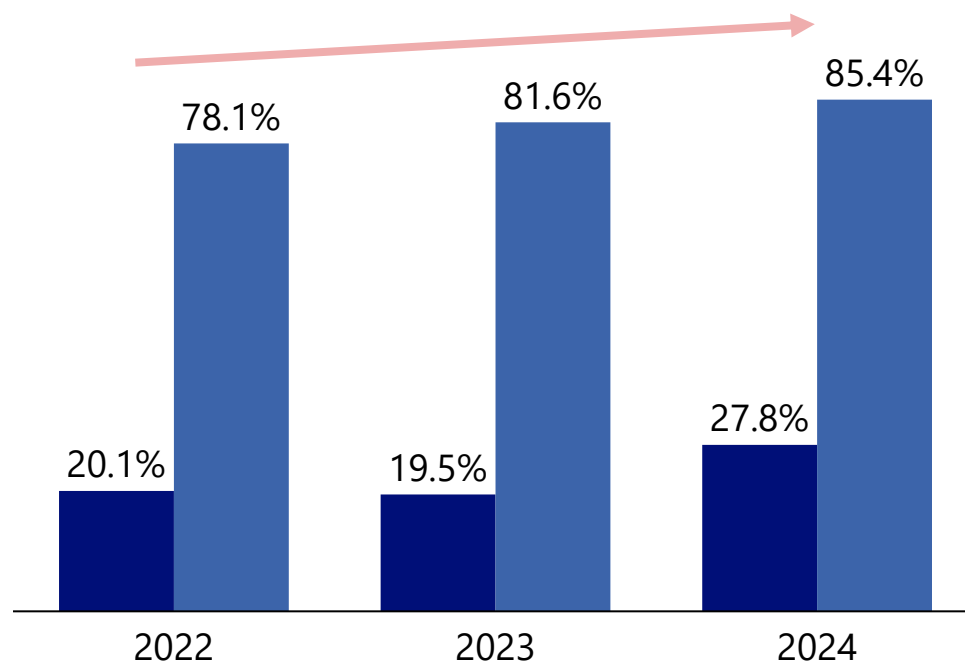
Rank	企業名	設立年	企業価値 (bil. USD)	事業
1	Flipkart	2007	36.0	E-commerce
2	Paytm	2000	15.6	Fin-tech
3	Ather Energy	2013	13.0	E-bike
4	Blinkit	2013	13.0	Q-commerce
5	PhonePe	2012	12.6	Fin-tech
6	Swiggy	2014	9.4	Food delivery
7	Dream11	2008	8.0	Fantasy Sports
8	Razorpay	2014	7.5	Fin-tech
9	CRED	2018	6.4	Fin-tech
10	Zoho	1996	5.9	Cloud Software for businesses

インドの起業家精神は、国際比較上も高く、スタートアップが伸びる背景になっている

起業に対する意識と自信の国際比較（2022年時点）



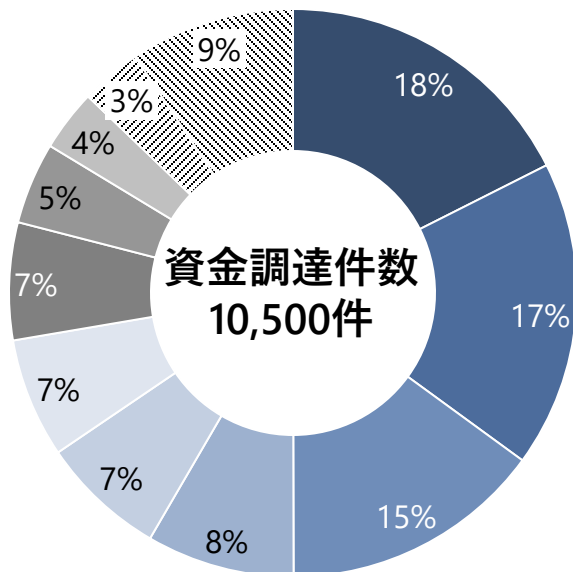
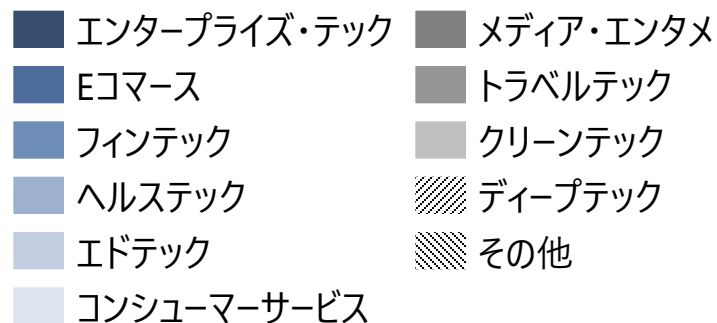
インドにおける起業意識と自信の3年間の推移



■ 起業に必要な知識・スキル・経験を持っている ■ 今後3年以内に起業を予定している

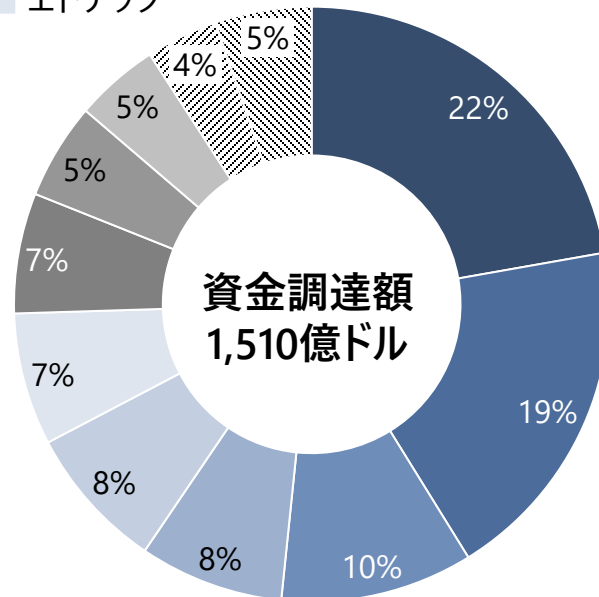
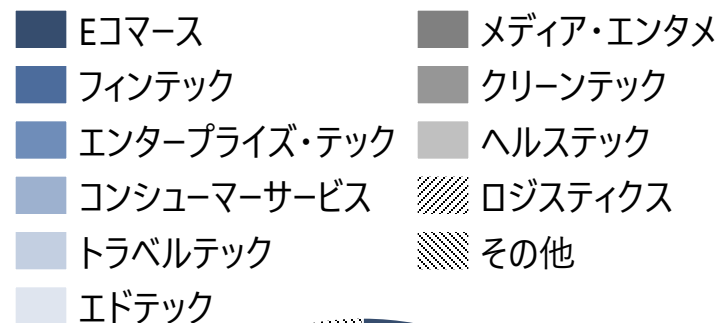
インドのスタートアップはITアプリケーション開発の強みを活かして、多岐にわたる分野の「産業×テック」で投資を集める

セクター別資金調達件数



※2014.1.1～2024.6.30の累積

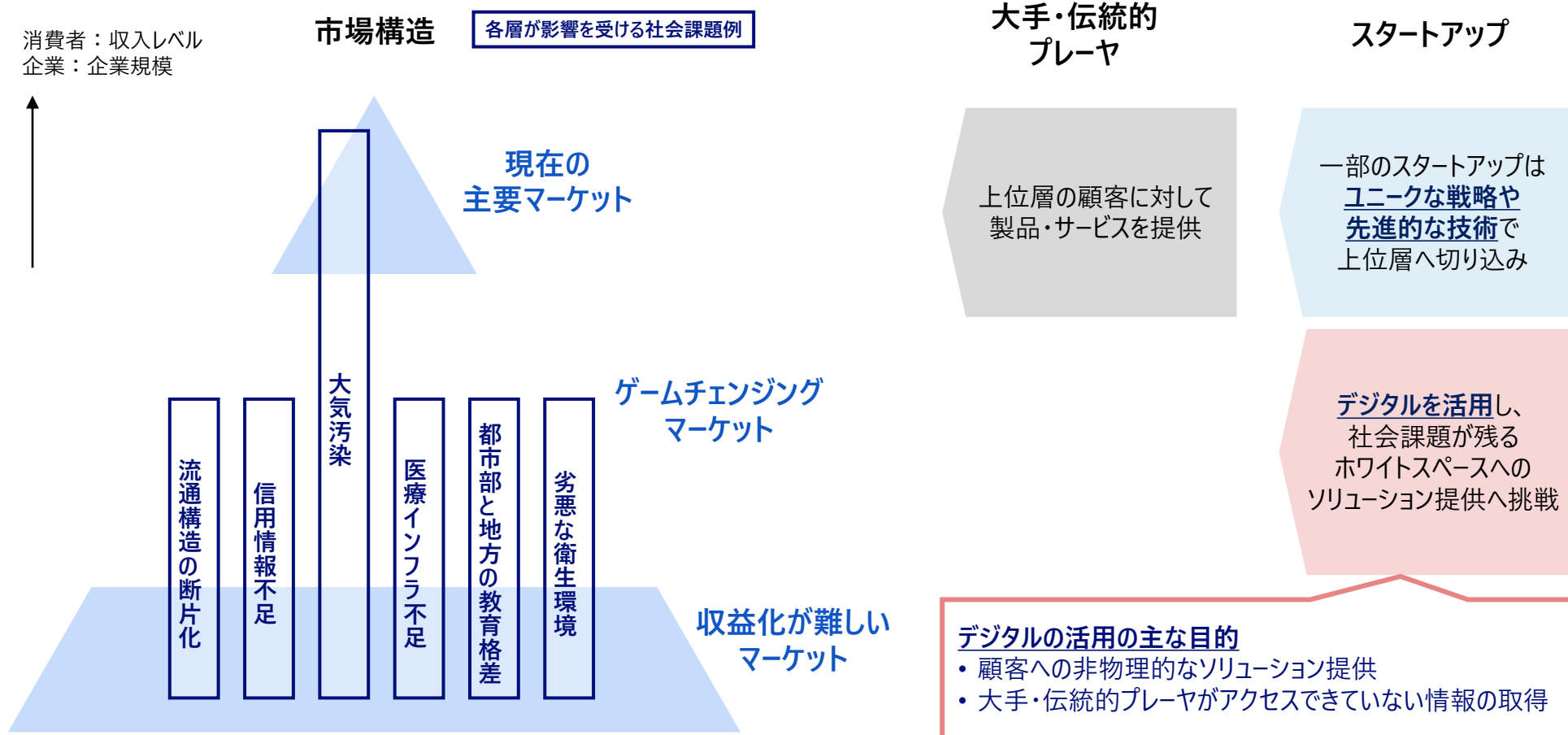
セクター別資金調達額



※2014.1.1～2024.6.30の累積

スタートアップは、デジタルを活用し、伝統的プレーヤーがリーチできていない社会課題へソリューションを提供している

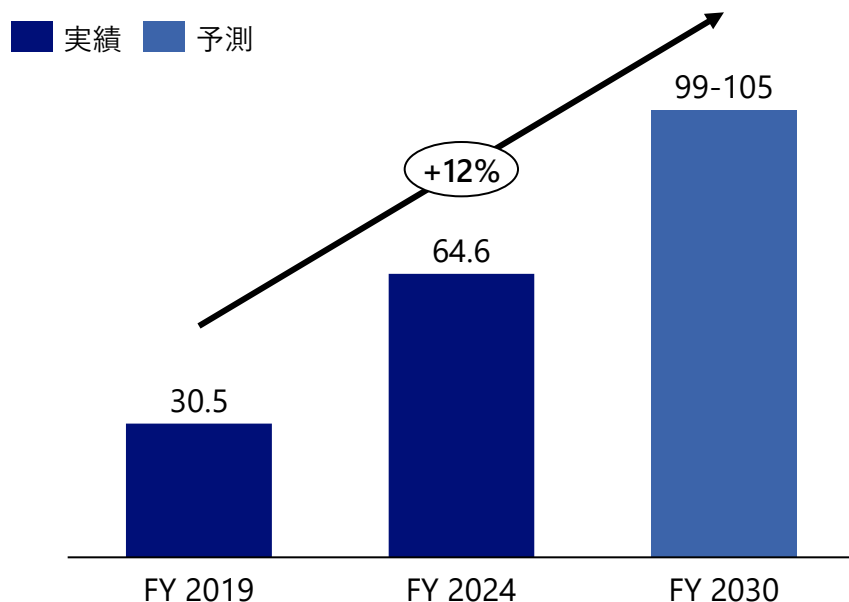
市場構造とスタートアップが狙う市場



インドのグローバル・ケイパビリティ・センター(GCC)市場は、2019年度からCAGR12%で成長、2030年度には2,200拠点、1千億米ドル規模に達する見込み

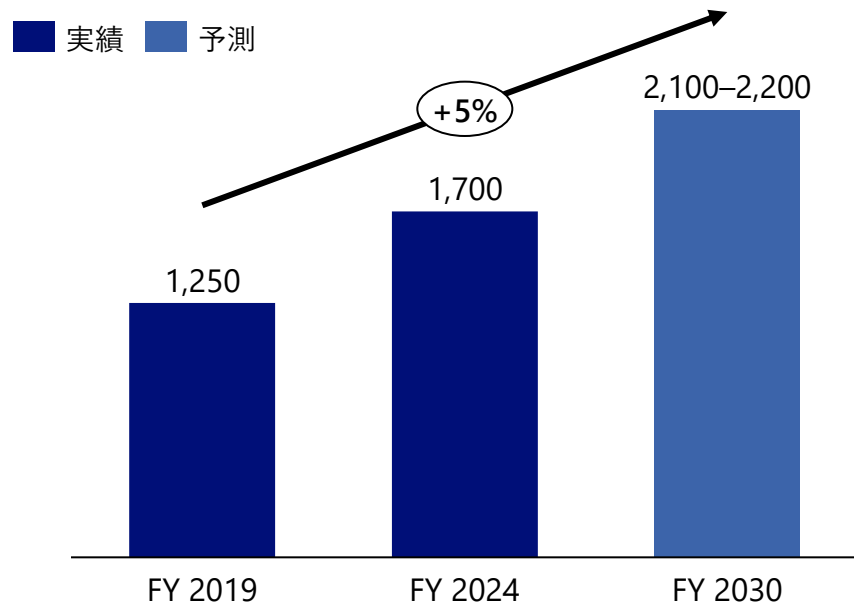
インドのGCC市場規模

(十億米ドル)



- インドは、**人材の豊富さ、運用コストの優位性**から人気を集め、**GCCの世界的なハブ**となっている
- 特に米国を中心とする多国籍企業**が積極的にインドに大規模なGCCを設置

インドのGCC拠点数



- 毎年の**GCC新規設立数**は、2023年時点で約70拠点だが、**2030年にはより設立が加速し、115拠点に跳ね上がる予想**
- 主なGCC拠点都市は、ベンガルール、ハイデラバード、チェンナイ、ムンバイ、プネー、デリー-NCR、等の**Tier1大都市圏に集中**

インドは、BPO・定型業務のオフショア・アウトソーシング先としてスタートしたが、現在では、高付加価値業務にシフト、欧米企業の研究開発やイノベーションの推進拠点となっている

オフショア拠点としてのインドの変遷



企業の戦略的意図によってGCCに集約する機能は異なるが、コスト削減だけでなくイノベーション創出を狙うものが多い

グローバル・ケイパビリティ・センター (GCC)

- GCC拠点は、グローバル企業の組織構造の中で社内機能として運営され、社内戦略、ITサービス、研究開発（R&D）、イノベーション拠点、カスタマーサポートなど、専門的な機能を提供

GCCのタイプ

タイプ	特徴	事例
シェアード・サービス・センター	<ul style="list-style-type: none"> 財務、人事、ITなどの非中核業務を一元化することで、業務効率を高める 人件費や運営コストが比較的低い国に設置されることが一般的 	<div>P&G</div> <div>IBM</div> <div>HITACHI</div>
研究開発センター	<ul style="list-style-type: none"> 新しい製品・サービス・技術の発見と創出に注力 	<div>GM</div> <div>INTEL</div> <div>BOEING</div>
ナレッジセンター	<ul style="list-style-type: none"> 社内戦略チームに向けた情報の整理・共有、営業・マーケティング分析などを支援 	<div>SIEMENS</div> <div>KPMG</div> <div>GENERAL ELECTRIC</div>
イノベーション・センター	<ul style="list-style-type: none"> アイデアやコンセプトを実用的で市場に出せる形に改善・転換することに注力 	<div>CISCO</div> <div>MURATA</div> <div>MICROSOFT</div>
カスタマーサービスセンター	<ul style="list-style-type: none"> 顧客からの問い合わせ、苦情、フィードバックの対応を担う 	<div>AMAZON</div> <div>DELL</div> <div>AMERICAN EXPRESS</div>

キー・ファクト



~3500のGCCがグローバルで存在



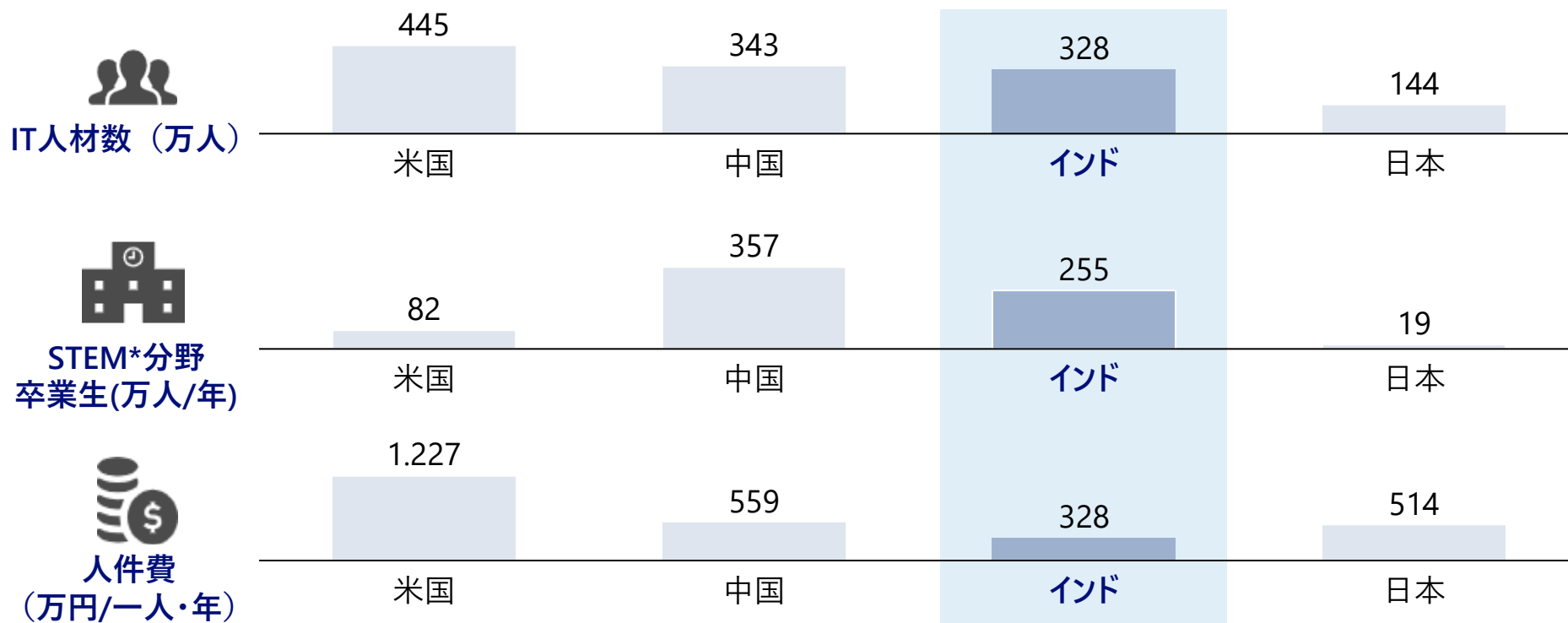
グローバルGCCのうち、50%がインドに集積。次いで、中国、ポーランド、シンガポールに集積



GCCの親会社のうち48%は、米国本社

IT産業集積の背景は、豊富なITソフトウェア人材を安価に確保できること

インドIT市場のグローバル企業に対する訴求ポイント



*STEM: 科学、技術、工学、数学の領域

1 何故「今」インドか？

2 インドのデジタル・ケイパビリティ

3 インドの先端産業動向

4 まとめ

本章では、「半導体」「量子コンピューティング」領域を取り上げ、インドのソフトウェアとハードウェアそれぞれにおける現状とケイパビリティ、および日印連携の可能性についてお示ししたい。

取り扱う産業領域

産業の位置づけ

日印における連携の方向性

半導体

- インドは過去からITのソフトに強みがあるが、ハードについては課題を抱えていた
- 半導体はこれまで設計機能のみ実施してきたが、自国での生産機能の本格立ち上げに取り組む
- 日本国においても重要な産業として改めて位置付けられている

- 日本企業としては、製造メーカとしてだけでなく、装置メーカ、素材メーカにおけるプレゼンスを示す機会
- インド国の半導体生産機能の立ち上げへの貢献を通じて、日本の半導体産業への裨益にもつなげる

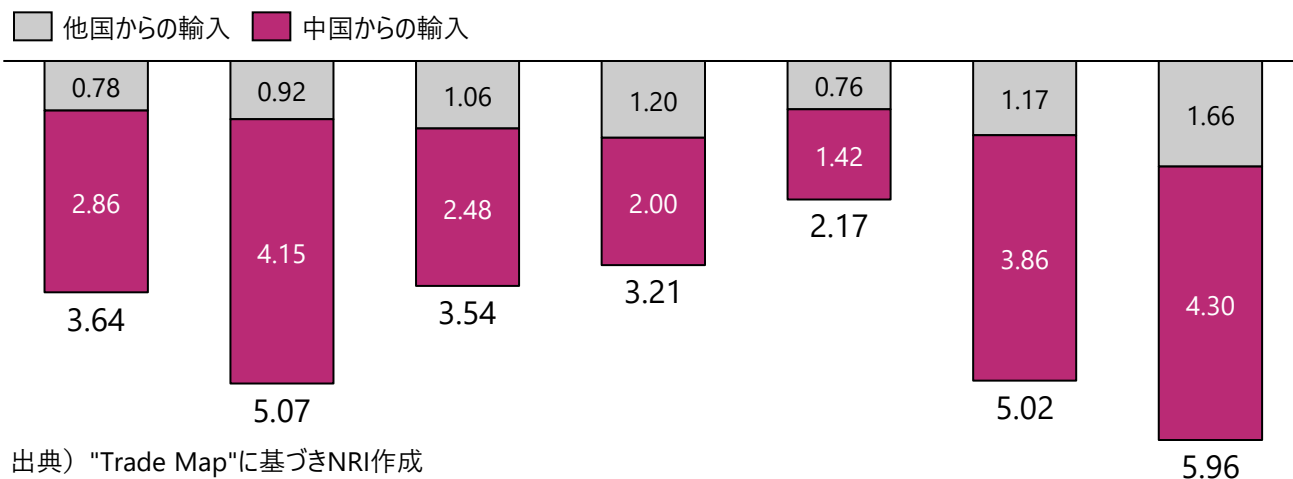
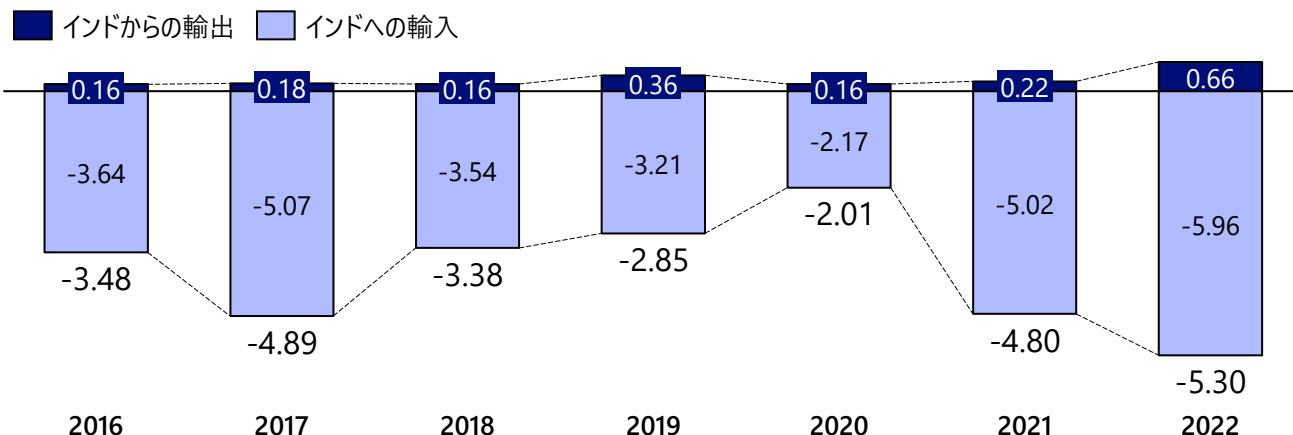
量子
コンピューティング

- グローバルで、未来の産業活用が見込まれる情報技術領域
- 日印共に研究開発に取り組んでいるが、ソフトウェア／ハードウェアそれぞれにおける技術課題を乗り越えなければならない状況

- インドはソフトウェア開発に強みをもち、日本は特にハードウェア領域に強みをもち
- 日印それぞれのケイパビリティの補完を視野に入れた連携が可能か

インドは巨額の貿易赤字に直面している上、輸入半導体の7割を中国が占めていることもあり、半導体の国産化を目指している状況にある

インドの輸出入額（単位：十億米ドル）



貿易赤字：インドは大幅な貿易赤字を抱えている。他国からインドへの輸入がインドからの輸出を上回っており、生産と消費の比率が低いことが浮き彫りになっている。

中国依存：インドに輸入される半導体の72%は中国からである。中国はインドへの重要な輸出国であるだけでなく、他の重要な市場にも重要な半導体デバイスを提供している。

サプライチェーンの断絶：これらの重要な部品を輸入に頼っているインドは、COVID-19のパンデミックに代表されるように、世界的なサプライチェーンの途絶に対する脆弱性を露呈している。

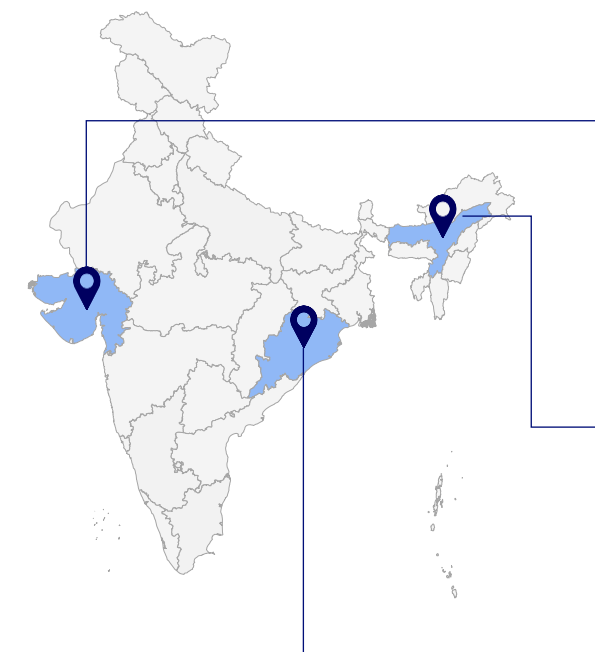
生産への集中強化：インドは国内市場と輸出市場の両方に向けて生産を推進する計画である。IC生産施設にはFOXCONN、Micron、PSMCなどの名前がある。

インド政府は、「インド半導体ミッション（ISM）」を通じて目標を設定、各州政府も生産機能誘致に向けた支援政策を打ち出し、半導体産業育成の動きを活発化させている

半導体ハブを目指すインドのビジョン

ISM(インド半導体ミッション) : ISM(India Semiconductor Mission) は、Digital India Corporation内の独立した部門として運営され、管理および財務の権限を行使。その主な役割は、製造、パッケージング、および設計全体にわたってインドの半導体エコシステムを活性化すること。ISMは、著名な世界的半導体専門家で構成される諮問委員会の管轄下であり、中央機関として、インドの半導体産業強化を目的としたイニシアティブを効率的に実行している。

各州政府の半導体関連政策



グジャラート州

- 2022年7月、グジャラート州はインド初の半導体政策（2022～2027年）を打ち出し。2023年6月に**マイクロンがグジャラート州サンンドに27億5000万ドル**を投じて組立・試験・梱包のための施設を建設するという決定に影響を与えた。同州は、半導体およびディスプレイの製造に重点的に取り組むため、ドルラ特別投資地域（SIR）内に「セミコンシティ」の創設を目指している。
- この政策では、土地取得やインフラ開発に対する**補助金、固定水料金、対象プロジェクトに対する電力料金の補助金**など、さまざまなインセンティブが提供されている。

アッサム州

- 投資を誘致するために、この政策では、**州政府による40%の設備投資補助、SGST*の還付、土地関連の優遇、印紙税の還付、電力供給に関する優遇**などのインセンティブを提供。
- IIPA 2019政策では、大型投資に対してカスタマイズされたインセンティブが利用可能である。

* SGST – State Goods and Service Tax-

オデッサ州

- Startup Odishaや開発政策2020等の取り組みが、**起業や中小企業の発展を支援し、投資と雇用創出を促進**。

半導体産業 | 今後の見通しと課題 | 日系企業のグローバルプレゼンス

日本のトップ企業は特定製品で存在感を見せている

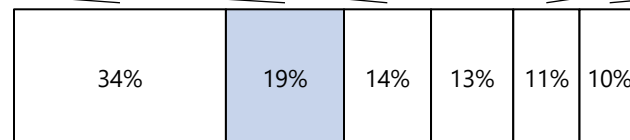
日本の半導体関連メーカー売上高ランキング

順位	企業名	2021年売上高 (億ドル)
1.	キオクシア	108
2.	ルネサスエレクトロニクス	67
3.	ソニーセミコンダクタ	87
4.	ローム	27
5.	東芝	26
6.	日亜化学	21
7.	三菱電機	15
8.	サンケン電気	12
9.	富士電機	11
10.	ソシオネクスト	8

特定製品の売上高シェア

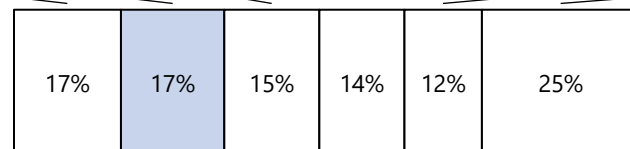
NANDメモリ
(684億ドル)

サムスン（韓） キオクシア ウェスタンデジタル（米） SKハイクス（韓） マイクロン（米） その他



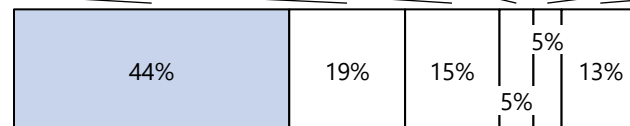
MCU（マイコン）
(222億ドル)

NXP（蘭） ルネサス STマイクロ（瑞） インフィニオン（独） マイクロチップ（米） その他



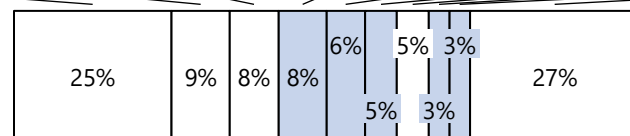
イメージセンサー
(188億ドル)

ソニーセミコン サムスン（韓） オムニビジョン（米） ギャラクシーコア（中） オンセミ（米） その他



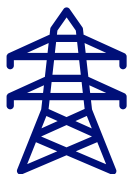
パワー半導体
(189億ドル)

インフィニオン（独） オンセミ STマイクロ（瑞） 三菱電機 富士電機 東芝 ジェイ ルネサス ローム その他



業界関係者からは、インドでの半導体製造について、電力の品質、工業用水の取水量、輸送困難な素材の製造事業者群、半導体人材の4つが超えるべき課題として挙げられている

半導体製造事業者のインドに対する懸念事項



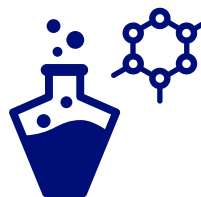
電力供給の不安定性

- 半導体製造においては、瞬低・瞬断のない、安定した電力供給が必要
- インドの電力インフラは整備が進むものの、近年でも工業団地における電圧変動や短時間の停電が問題に



工業用水の不足

- 半導体製造においては、回路の集積化に伴うパターン寸法の微細化が急速に進展し、最高グレードの超純水が大量に求められている
- 一方で、水の量・質ともに課題を抱えており、半導体製造に必要な超純水を製造するまでに必要になる処理工数・コストの増加が想定される



長距離輸送困難な素材のサプライチェーンの欠如

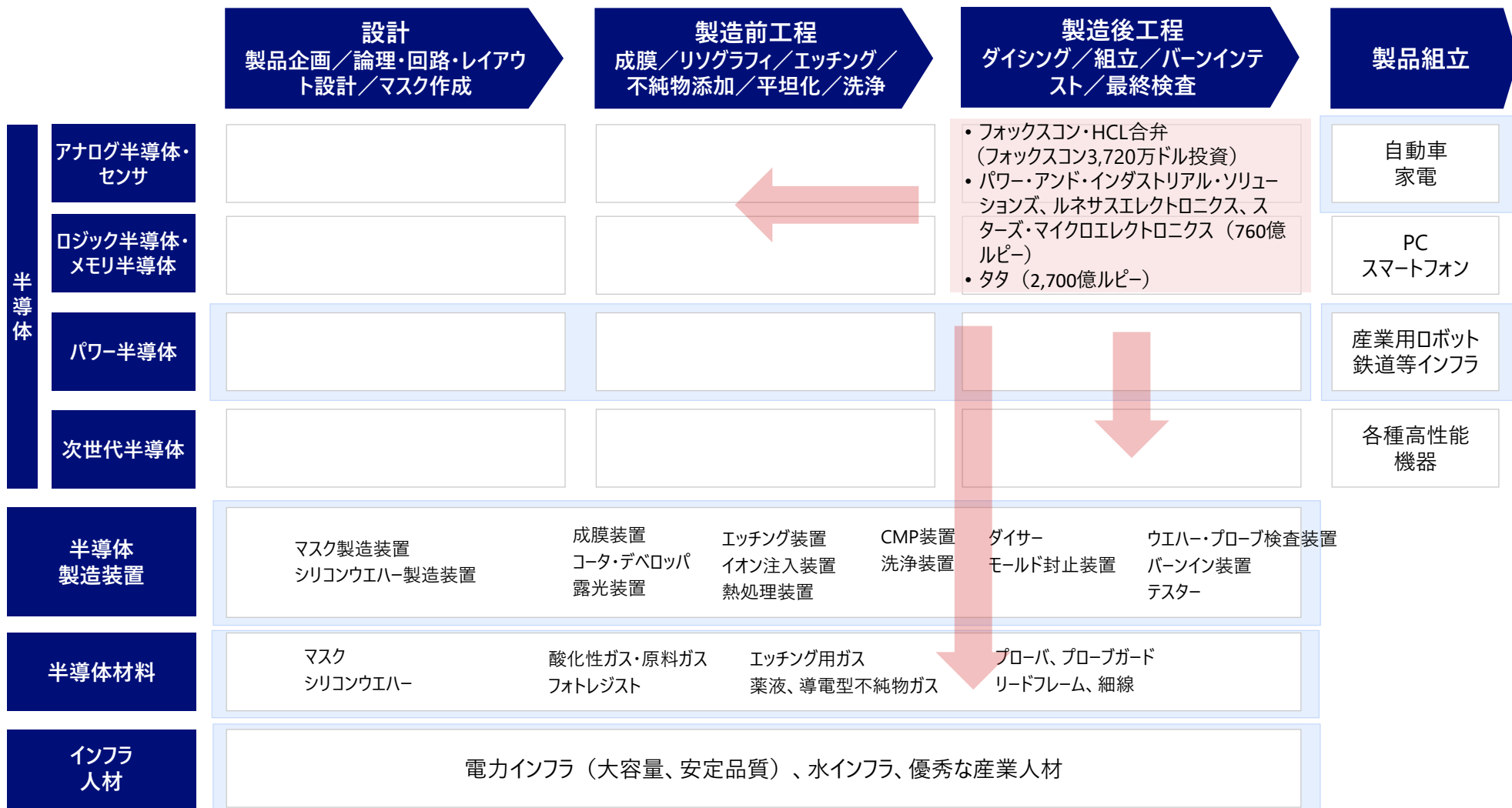
- 半導体製造においては、高圧ガスや反応性が高い等の理由で、取扱・輸送が困難な素材が無数に存在
- こうしたオンサイト・近接地での製造が不可欠な素材の製造プレイヤーのサプライチェーンも現地に必要



半導体人材の不足

- インドは半導体設計のプレイヤーを擁する一方で、製造技術を持つ技術者・半導体人材が不足している
- 技術移転の観点でも、情報セキュリティに関する整備が行き届いていないことが障壁に

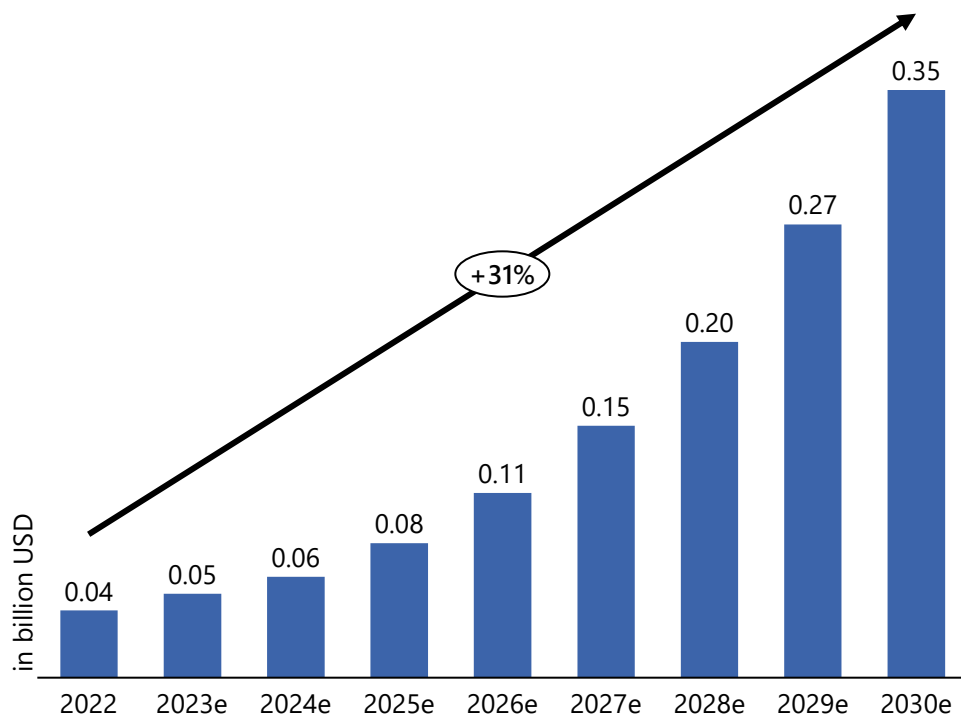
インドは、半導体製造後工程に投資を開始。どこまで事業領域を広げるかを見極めがいるが、日本は、製品組立、製造装置、材料、パワー半導体、インフラ・人材面での協創が可能



インドの量子コンピューティング市場

インドの量子コンピューティング市場は、2025年現在で約8000万ドル規模、年間30%程度で成長が続くと見込まれている

インドの量子コンピューティング市場



インドは、豊富な技術人材を擁しており、量子技術の進歩を戦略的に追求する基盤は十分にある。また、インドは、インドとのパートナーシップの強化を積極的に模索している米国などの世界的な先駆者たちとの国際協力の機会も数多くある。

-CSIS (戦略国際問題研究所) 上級研究員

2030年までのインドの量子コンピューティングの目標

主要な目標



インド経済への付加価値



国産量子コンピュータの開発



インド企業の数



量子技術人材

2020年

限定的

2030年

約3,100億 \$

量子ビット
: 3~4

論理量子
ビット
: 10,000超

14 +

400~500

200以上

25,000~
30,000

政府の取り組み

2019年1月 2020年1月 2020年2月 2021年4月 2023年2月

概要

量子情報科学と技術融合と 量子技術開発に関 I-HUB QTF 量子技術と応
技術プログラム 応用プログラム する国家ミッション (IISERブネの量 用に国家
(NMQTA) 子計算研究室) ミッション
(NMQTA)

資金

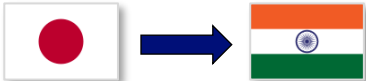
2600万USD (3年間) 3300万USD (3年間) 10億USD (5年間) 2200万USD (5年間) 80億USD (7年間)

量子コンピューティングでは、インド国としても国産技術の開発を進めてはいるものの未成熟な状況。一方、ソフトウェア開発に強みがあるため、アプリケーション開発には期待。

#	技術領域	技術の概要	インドにおける取組状況
1	QPU	QPU（量子プロセッサ）は、量子コンピューターの頭脳の役割を果たす。電子や光子といった粒子の振る舞いを利用することで、特定の計算を従来のコンピューターのプロセッサよりもはるかに高速に実行する。	QPUの製造には、専門技術が不足しており、かつその開発には多額の資金が必要だが、十分な投資はされていない状況。
2	イオントラップ	イオンを量子ビットとして使用する。電磁場を用いて超高真空中にイオンを捕捉、レーザ冷却と呼ばれる技術を用いてイオンを静止させ、イオンが吸収する光の周波数を正確に決定する。	インドはイオントラップにおける研究開発に取り組んでいるが、優位な研究成果にはつなげられていない。
3	光量子	光子を量子ビットとして使用する。量子ビットの情報を持つ多数の光パルスを大きなループ型のメモリに蓄え、それらの光パルスに1個のプロセッサによって順々に演算処理を実行する。	光量子技術に対して技術者や投資家の関心は極めて低い。インフラ整備の面も含め、取り組みを強化する可能性は低い。
4	超電導	超電導回路を用いて設計したデバイスのもっともエネルギーが小さい識別可能な2状態を量子ビットとして用いる。量子ビットは極低温の環境下で観測され、希釈冷凍器がその冷却に用いられる。	インド理科大学院（IISc）が中心となって研究開発を進めている。
5	トポロジカル量子	トポロジカル伝導体（トポコンダクター）を素材として使うトポロジカル量子ビットによって構成され、エラー訂正に強みがある。	本技術は、本格的な研究開発には至っていない。
6	冷却装置	量子コンピュータの演算処理を実現するに当たり、プロセッサを極低温に冷却するための装置。	インドの量子コンピューティングに用いられる冷却装置はフィンランドからの輸入に完全に依存しており、国内での生産は困難。
7	アニーリング	組み合わせ最適化問題を解くことに強みのある計算方式。選択枝の「良さ」をコスト関数と呼ばれる「実数値関数」で表現し、これが最も低くなる選択枝を探索する。物理学におけるエネルギーの基底状態を探索する問題に置き換え、計算する。	インドには研究に取り組むための一定の経験値があるものの、ハードウェア開発領域にも多額の投資がされていることもあり、本技術への投資が十分とはいえない。
8	アプリケーション開発	量子コンピュータを産業活用するためのアプリケーションの開発。領域としては、金融、化学、および様々な組み合わせ最適化問題を求解する計算方式と親和性の高いアプリケーションが期待されている。	インドは産業としてAI技術やソフトウェア開発に強みをもつことから、量子アプリケーションの開発においても優位性を発揮すると期待される。

インド国としても量子コンピューティングの国産技術開発を進めてはいるものの未成熟な状況。一方、ソフトウェア領域に強みがあるため、アプリケーション開発には期待。

日印連携モデル（仮説）

連携モデル	連携の内容	#	技術領域
<p>日本からインドへのリソース提供</p>  <p>知的財産の共有や技術移転 (ハードウェアの活用含む)</p>	日本側による知的財産権の共有が国家安全保障上の懸念となる可能性があるため、インドとの協力は部品の販売や専門知識の共有に限定される可能性がある。	1	QPU
	インドの企業は本分野で能力が不足しているが、日本は著しい進展を遂げているため、日本は知的財産と技術面でインドの支援が可能。	3	光量子
	スタートアップ企業や民間企業との協業が可能性として考えられる。	7	アニーリング
	日本にとっては競争力のある技術であるため知的財産権の開示は困難と想定。日本は部品販売という形で貢献が可能。 ※一部の装置は日本で製造され、米国に輸出されている	6	冷却装置
<p>日印の共同開発</p>  <p>知的財産権とハードウェアコンポーネントの共有・共同開発</p>	現在のところ、日本の技術力はインドを大きく上回っている。日本企業との協力の可能性はあるものの、知的財産権の保護が課題。	4	超電導
		2	イオントラップ
		5	トポロジカル量子
<p>インドから日本へのリソース提供</p>  <p>人材・技術・データの提供</p>	日本は、量子コンピューティングの活用範囲を拡大するためのアプリケーション開発の機会を積極的に探索していることから、インドの量子アプリケーションベンダーとも協業が可能。	8	アプリケーション開発

1 何故「今」インドか？

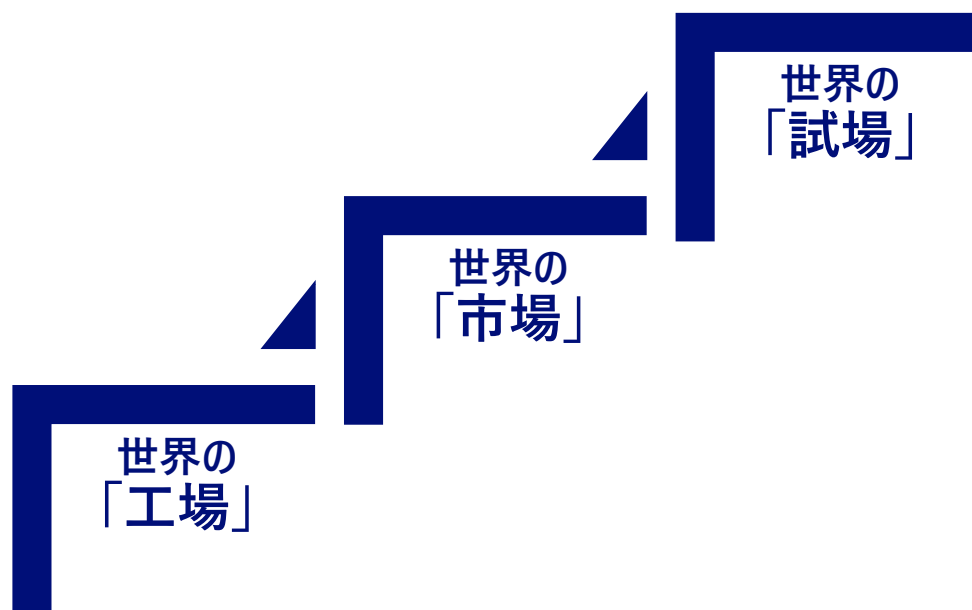
2 インドのデジタル・ケイパビリティ

3 インドの先端産業動向

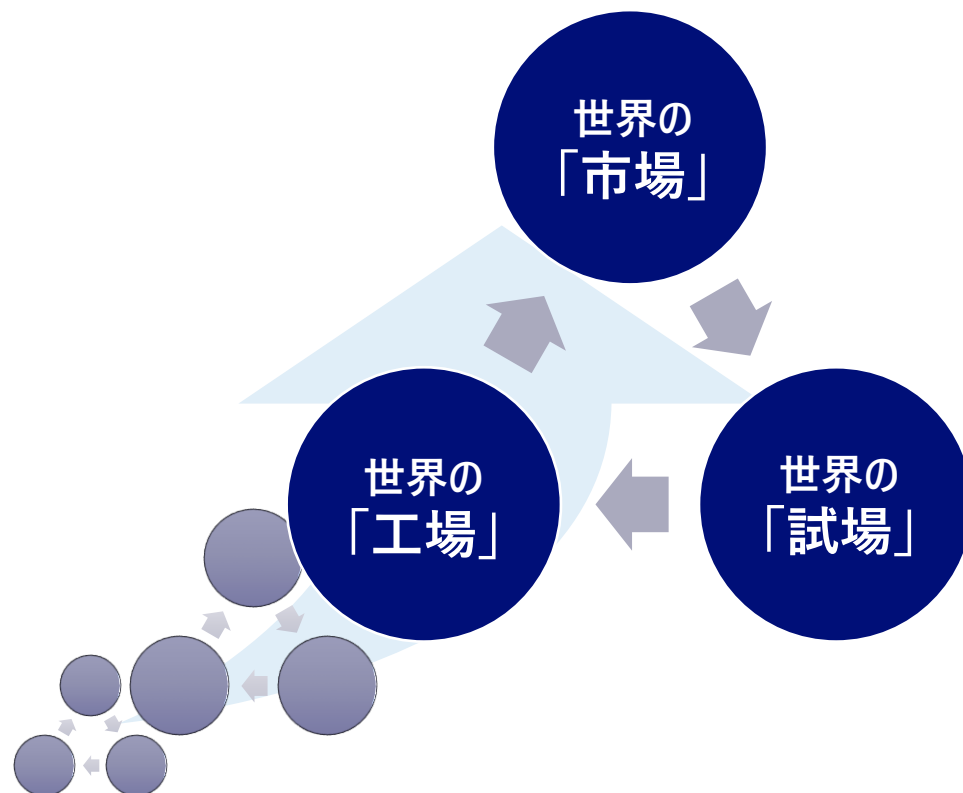
4 まとめ

インドの成長ストーリーは、他の先進国とは異なる（ユニーク）である可能性

一般的な成長ステップ



インドの成長シナリオ（将来？）



インド市場は、市場拡大、製造振興、イノベーションが
独特に混ざりあって、成長を遂げている

インドの機会

世界の「市場」として

- 消費力向上とライフスタイル変化に伴う新しい需要が生まれる可能性

世界の「工場」として

- 政府イニシアチブによる、さらなる製造業振興と先端産業の可能性

世界の「試場」として

- 社会構造（社会課題解決）の大きな転換期の中でイノベーションが起きる可能性

成長を後押しするデジタル・ケイパビリティ

- ITを筆頭とする優秀なインド人材の活用と協業
- デジタルインフラ、スタートアップ、ソフトウェア開発力など潤沢なエコシステム素材の活用（→アジャイル化促進）



日本企業の提供価値

- ❑ 新しい需要を切り開く、より高単価・高付加価値の製品・サービス
- ❑ “Make in India”実現のための、日本のものづくり力
- ❑ インドのエコシステムを補完・完成する存在としてのインテグレーション力



Envision the value, Empower the change

CONTACT:

Yutaka Go (郷 裕)

Director

Nomura Research Institute Consulting and
Solutions India Pvt. Ltd.

E-mail: yutaka.go@nriindia.co.in

Satoru Ishigaki (石垣 悟)

Principal

Nomura Research Institute Consulting and
Solutions India Pvt. Ltd.

E-mail: satoru.ishigaki@nriindia.co.in

Junichi Sakamoto (坂本 純一)

Senior Consultant

Nomura Research Institute Consulting and
Solutions India Pvt. Ltd.

E-mail: junichi.sakamoto@nriindia.co.in