

# インドの半導体国産化計画の成否を分ける要因は何か

## 調査部

主任研究員 熊谷 章太郎

(kumagai.shotaro@jri.co.jp)

## 要 旨

1. コロナ禍の半導体不足や米中対立の深刻化などを背景とする半導体のサプライチェーンの再編が加速している。業界再編を主導するアメリカは、価値観を共有する西側諸国と連携して生産基盤の囲い込みを進めているが、供給元の一段の多様化に向けて世界経済・政治で着実にプレゼンスを高めるインドにも生産拠点を分散しようとしている。インドはこうした追い風に乗って国内の半導体産業を育成しようとしているが、その成否は以下の3点を中心にビジネス環境の整備が進むかどうかにかかっている。
2. 第1に、「質の高い」電力インフラの整備である。経済成長に伴い電力需要が増加する一方、天候要因に発電量が左右されやすい再生可能エネルギー導入が拡大する。そのため、電力インフラが比較的整備されている地域でも瞬低（電圧の一時的な低下）や瞬停（短時間の停電）の頻発が半導体生産の障害となる可能性がある。電力供給の安定性を高めるためには送配電インフラの整備を担う配電公社の赤字体質の解消が不可欠であり、電力価格の引き上げという痛みを伴う改革が必要になる。
3. 第2に、持続可能な水資源の確保である。半導体の生産は部品の洗浄や設備の冷却などの過程で大量の水を用いる一方、インドは地下水の汲み上げや異常気象に伴う降雨量の減少により先行き深刻な水不足に陥るリスクを各地で抱えている。農業用水や農業向け電力の優遇価格の見直しを通じて過度な地下水の汲み上げを制限するとともに、灌漑施設、雨水貯水層、廃水のリサイクル設備、海水淡水化施設などの整備に政府予算を重点的に配分することで水資源の持続可能性を高める必要がある。
4. 第3に、人材の確保・育成である。インドは理工系の人材を豊富に抱えているが、半導体産業で即戦力となる技術者が限られていることや、トップ校以外の大学生のレベルの低さを踏まえると、他産業に従事する労働者のリスクリング環境の整備や高等教育全体の底上げが必要である。また、州を跨ぐ労働者の雇用や企業の柔軟な雇用調整を制限する労働法制の見直しを通じて雇用の流動性を高めていくことも求められる。
5. 電力・水・人材の課題にもかかわらず海外の半導体関連企業がインド進出を検討している理由としては、東アジアの地政学リスクやインドの手厚い補助金政策の存在を指摘出来る。しかし、インドが半導体産業の発展を持続的なものにするためには、政治的にハードルの高い改革を断行しビジネス環境を改善していくことが不可欠である。

## 目次

### はじめに

#### 1. 世界の半導体市場の現在地

- (1) 半導体市場の現状
- (2) サプライチェーン再編の方向性

#### 2. インドの半導体国産化計画の現状

- (1) インドが半導体の国産化を目指す理由
- (2) 国産化に向けた最近の動き

#### 3. インドの半導体国産化に立ちだかる課題とその解消に必要な取り組み

- (1) 「質の高い」電力インフラの整備
- (2) 持続可能な水資源の確保
- (3) 半導体人材の確保・育成

### おわりに

### はじめに

世界経済・政治におけるインドの存在感が一段と高まっている。経済面についてみると、2022年、インドの名目GDPがかつての宗主国であるイギリスを抜き、アメリカ、中国、日本、ドイツに次ぐ世界第5位となったことが耳目を集めた。2023年も世界経済の停滞感が強まる一方で、内需主導のインド経済は底堅く推移した（注1）。また、同年に中国を抜いて世界一の人口大国となったことも注目を集めた。

政治面では、複雑化する国際情勢の下で、G7とロシアの間での「漁夫の利」を目指すバランス外交を展開するとともに、2023年1月に「グローバルサウスの声サミット」を開催するなど、中国に代わる新興国の盟主になるためのリーダーシップを発揮した。また、2023年はG20の議長国としてウクライナ問題をはじめとする様々な国際問題の調整に努め、採択が危ぶまれていた9月開催のG20サミットにおいて首脳宣言を取りまとめた（注2）。

こうしたなか、わが国を含め各国はインドビジネスへの関心を高めているが、2023年に特に注目を集めた業種は半導体産業である。コロナ禍における供給不足や米中対立の深刻化を背景に半導体業界ではサプライチェーンの再編が進んでいる。この再編を主導するアメリカはインドにも生産拠点を分散しよう

としており、インドはこうした追い風に乗って半導体を含むエレクトロニクス産業を発展させようとしている。

経済・社会のデジタル化が進む一方で地政学リスクが高まるなか、「自立したインド（注3）」を目指すインドにとって半導体の国内供給体制の確立は極めて重要な課題である。しかし、物流・エネルギーインフラの未整備、複雑で厳格な労働法制、貿易自由化の遅れなどを背景に、これまでインドの製造業が政府の想定するペースで発展してこなかった経緯を踏まえると（注4）、半導体産業が順調に発展するか否かは慎重に見極める必要がある。

以上の問題意識のもと、本稿はインドが半導体の国産化を進める際に直面する課題を明らかにするとともに、現在の政府の取り組みでそれらの課題が解消に向かうのか否かを展望する。なお、半導体は電気を通す金属などの「導体」と電気を通さないゴムなどの「絶縁体」の中間の性質を持つ物質であるが、それをを用いた集積回路も慣用的に半導体と呼称されており、本稿の半導体も広義の意味で用いることとする。また、内資・外資を問わずこれまで輸入していた半導体を国内で生産することを「国産化」と呼称する（注5）。

（注1） IMFは2023年10月に改訂した世界経済見通しで、2026年に日本を、2027年にドイツを抜き、世界第3位の大国になると予測している。

（注2） この他、2023年8月に月探査機「チャンドラヤーン3号」が世界で初めて月の南極に着陸するなど、宇宙大国としての存在感も高めた。

（注3） コロナ禍中にインド政府が打ち出したスローガン。

（注4） モディ政権は2014年に打ち出した「メイク・イン・インド」をキャッチフレーズとする製造業振興キャンペーンでGDPに占める製造業の割合を25%に引き上げるという目標を掲げたが、同割合はむしろ低下している（モディ政権下のインドの製造業については熊谷 [2021] を参照）。

（注5） 「半導体の国産化」は中国や日本では自国企業による生産という意味合いで用いられることが多いが、インドにおいては単に国内自給生産のことを意味している。英語メディアでは「国産化」に相当する「Nationalization」ではなく、「Semiconductor manufacture in India」などの表現が用いられている。

## 1. 世界の半導体市場の現在地

はじめに、2023年に入りインドの半導体市場がにわかに注目を集めるようになった背景を整理する。その一因としてインドの世界経済・政治における存在感の高まりを指摘出来るが、あくまでも主因は米中対立に伴う半導体のサプライチェーンの再編にある。そのため、以下ではアメリカの動向を中心に世界の半導体のサプライチェーンの再編動向を確認する。同時に、半導体産業にかかわる用語は必ずしも馴染みのあるものではないため、種類、用途、生産工程、キープレイヤーなど、抑えておくべきポイントについても整理する（注6）。

### (1) 半導体市場の現状

半導体には、高度な計算を行う「ロジック半導体」、データの記録を担う「メモリ半導体」、光や音などを電気信号に変換する「アナログ半導体」や「センサー」、電力制御に

より機械を動かす「パワー半導体」など、様々な種類が存在する（注7）（図表1）。これらの用途は多岐にわたるが、パソコンやスマートフォンに用いられるロジック半導体とメモリ半導体が世界の売上の過半数を占めており（図表2・図表3）、それに続くのが産業用機械、家電、自動車などに用いられるパワー半導体やアナログ半導体である。現在の世界の半導体の市場規模は約6,000億ドルであり、過去20年で約3倍に拡大した（図表4）。国・地域別ではアジアが、製品別ではロジックとメモリがけん引役を果たした。経済・社会のデジタル化の進展や新興国の所得水準の向上に伴う電子機器製品の保有率向上などを背景

に今後も半導体需要は中長期的に増加し続け、市場規模は2030年に1兆ドルに達すると見込まれている（注8）。

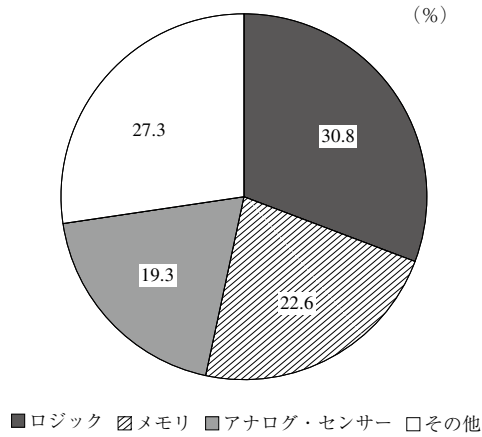
次に、半導体の生産工程とサプライチェーンを概観すると、半導体の生産は、①用途に応じた半導体の開発とその回路パターンをデザインする「設計」、②半導体物質の結晶を原材料とする円形の薄い板である「ウェハー」上に電子回路を形成する「前工程」、③前工程で作成された回路をチップ状に切り出して集積回路を生産する「後工程」の3段階に分けられる（図表5）。付加価値を工程別に捉えなおすと、設計が全体の約5割、前工程・後工程が合わせて約3割、残りを製造装置や

図表1 半導体の種類、役割、用途、企業例

半導体の種類	主な役割	人の体で例えた場合の役割	用途例	企業例
ロジック半導体	計算・情報処理	＜脳＞ 	＜スマートフォン、コンピューター＞ 	インテル ルネサス TSMC NVIDIA
メモリ半導体	データの記憶			サムスン SKハイニックス マイクロン キオクシア
アナログ半導体・センサー	音、光、温度、圧力、磁気、などのデジタル信号への変換	＜目・耳・手（触覚）＞ 	＜電気自動車・デジタルカメラ＞ 	ソニー テキサス・インスツルメンツ
パワー半導体	電流・電圧の制御	＜筋肉＞ 	＜鉄道、産業用ロボット＞ 	インフィニオン オンセミ 三菱電機 ローム 東芝

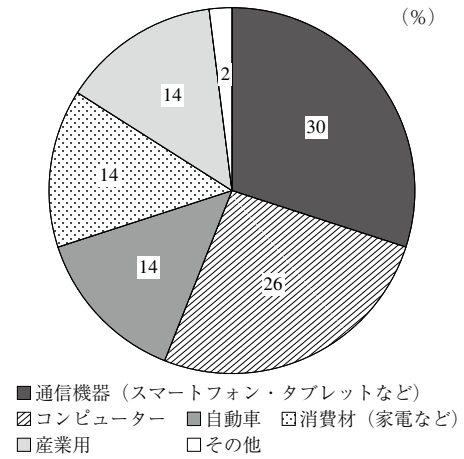
（資料）各種報道を基に日本総合研究所作成

図表2 世界の半導体の製品別売上割合 (2022年)



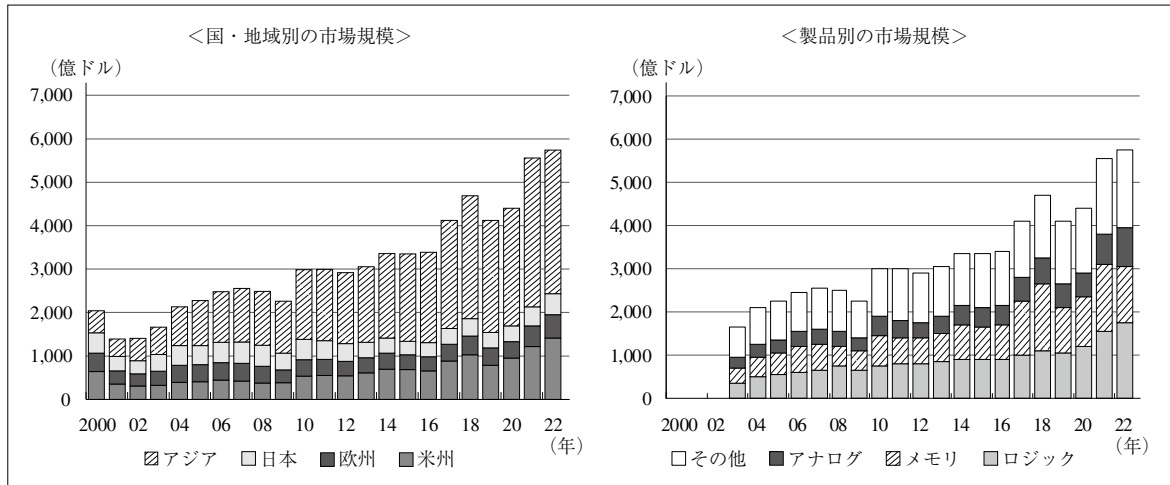
(資料) WSTS "Semiconductor Market Forecast Spring 2023" を基に日本総合研究所作成

図表3 世界の半導体の用途 (2022年)



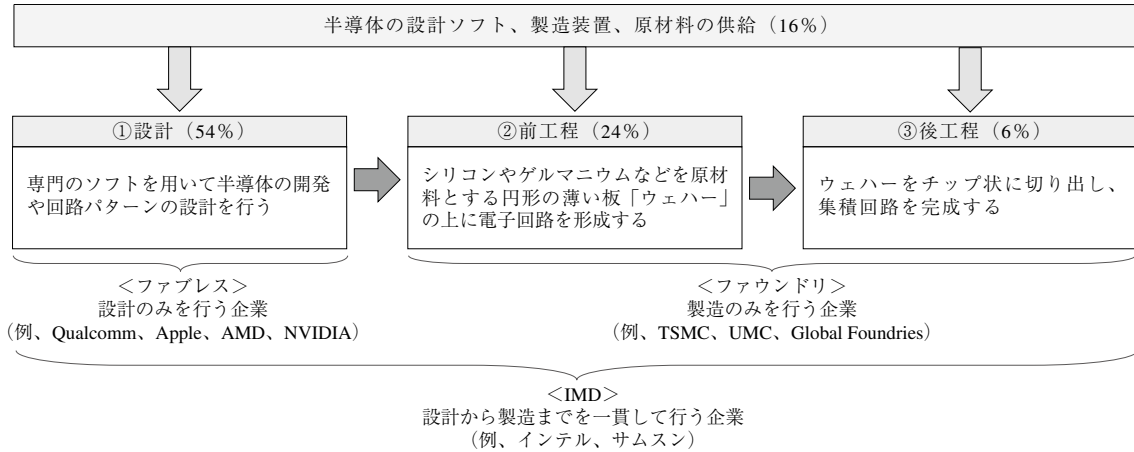
(資料) Semiconductor Industry Association "Chip Sales Rise in 2022, Especially to Auto, Industrial, Consumer Markets" を基に日本総合研究所作成

図表4 世界の半導体の市場規模



(資料) World Semiconductor Trade Statistics

図表5 半導体生産の流れと各段階における付加価値の割合



(注) カッコ内数値は最終製品の付加価値に占める各製造段階の付加価値。設計段階の付加価値は知的財産収入などを含む値。  
 (資料) 日本半導体製造装置協会ホームページ「半導体製造工程とは」、Semiconductor Industry Association [2021]「Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era」、各種報道を基に日本総合研究所作成

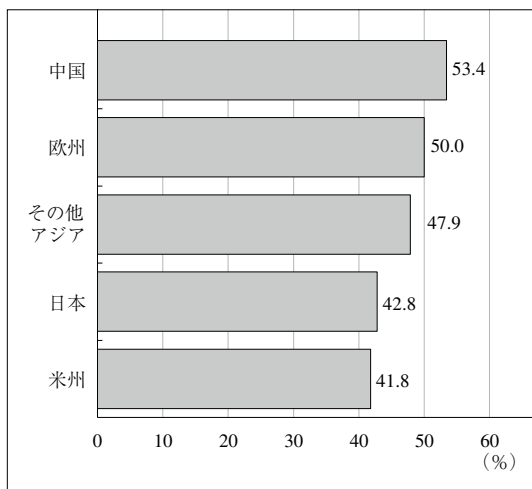
原材料が占めている。

自社で製造工場 (Fabrication Facility) を持たず設計のみを担当する企業を「ファブレス」とよび、代表的な企業としてはハイエンドのスマートフォン向けの半導体を生産する Qualcomm や Apple、パソコン向けの半導体を生産する AMD や NVIDIA など を挙げられる。他方、設計を担わず製造のみに特化した企業を「ファウンドリ」とよび、台湾の台湾積体回路製造 (TSMC) や 聯華電子 (UMC)、アメリカの Global Foundries など が代表的企業である。これらに対し、設計から製造までを一貫して行う企業を IDM (Integrated Device Manufacturer) とよび、アメリカのインテル

と韓国のサムスンが代表例である。

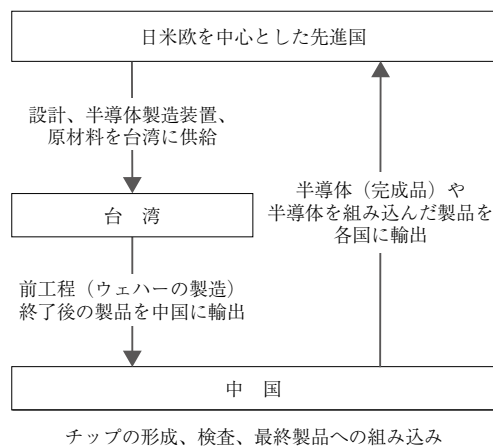
世界最大の半導体消費市場である中国においてアメリカ企業は約5割の市場シェアを占めており (図表6)、アメリカ企業にとって中国市場は欠かすことの出来ない市場であり、同時に中国をはじめ各国・地域にとってもアメリカの技術が極めて重要である (SIA [2023a])。また、設計、製造装置、原材料の供給については日米欧を中心とする先進国が主たる役割を担う一方で、高度な半導体の前工程と後工程および最終製品への組み込みはそれぞれ台湾と中国に集中している (図表7)。これは、台湾情勢を巡って米中関係が一層悪化していき、スマートフォンやコンピュー

図表6 各国・地域の半導体市場に占めるアメリカ企業の割合（2022年）



(資料) SIA [2023] を基に日本総合研究所作成

図表7 高度な半導体の国際分業体制



(注) 世界の半導体の大まかなサプライチェーンをイメージ化したものであり、企業・製品によって流れは異なる。  
(資料) 日本総合研究所作成

ター向けの半導体のサプライチェーンが不安定化する場合、その悪影響は米中のみならず世界全体に及ぶことを意味する（注9）。これが、各国が半導体のサプライチェーンの再編を急ぐ理由である。

## (2) サプライチェーン再編の方向性

各国・地域は国内生産に対する補助金給付や半導体の製造に必要な物資の輸出入規制を通じて半導体の生産基盤を囲い込もうとしている（図表8）。

サプライチェーン再編のカギを握るアメリカの動向をみると、2022年8月、「CHIPSおよび科学法（注10）」を成立させ、同法を通じ

てアメリカ国内の生産能力の強化や基礎研究の拡充などに総額527億ドルを投じるとともに、一定の条件を満たす企業に対して投資額の25%の税控除を含む優遇措置を提供することを決定した（注11）。同枠組みによる恩恵を受ける企業は、中国を含む「懸念国（注12）」への大規模投資を禁止する「ガードレール条項」を遵守することが求められる。米国半導体工業会の発表によれば、同枠組みの発表後に民間企業が明らかにした投資計画の合計額は2,000億ドルを超えた（注13）。

また、アメリカと価値観を共有する友好国・地域に生産拠点を分散・移転する「フレンド・ショアリング」を通じて、中国に依存しない

図表8 各国・地域の半導体産業の育成に向けた取り組み

国・地域	国内生産拡大に向けた補助金政策	生産基盤の囲い込みに向けた輸出入規制の動向
アメリカ	「CHIPS法」を通じたアメリカ国内で半導体の生産能力を強化する企業に対する総額527億ドルの資金援助や投資額の最大25%の税額控除	中国を含む懸念国に対する製品の輸出規制、CHIPS法の恩恵を受ける企業による中国への投資を制限する「ガードレール条項」
日本	経済安全保障推進法や改正5G促進法を通じた総額1.3兆円の資金援助	先端半導体の製造装置23品目を輸出管理の対象に追加(2023年7月)
韓国	インフラ投資、規制緩和、税制支援などを含む「半導体超強大国達成戦略」により340兆ウォンの投資を達成することを計画	サムソン、SKハイニックス、アメリカ政府の許可申請なしで中国の工場にアメリカ製半導体装置を供給可能になったと発表(2023年10月)
台湾	「台湾版CHIPS法」である「産業創新条例」を通じた台湾内の半導体のR&Dや半導体設備投資に対する税制優遇措置(2023年1月)	TSMC、中国南京工場で用いる製造装置の輸出についてアメリカの規制の無期限適用猶予を得られる見込み(2023年10月報道)
欧州	「欧州半導体イニシアチブ」を通じて官民合計で430億ユーロの投資を実行することを計画(公的支援の大部分はEU加盟国が国家財政の中から支出)	対露経済制裁の強化に向けて半導体やドローンなど軍事転用が可能な製品の中国向け輸出を規制対象に追加(*第三国経由でのロシア向け輸出を防ぐための措置)
中国	政府系投資ファンドを通じた資金援助の強化(「国家集積回路産業投資基金」による3,000億元のファンド設立)	ゲルマニウムとガリウムを輸出規制の対象に追加(2023年9月)
インド	総額7,600億ルピーの「ISM(インド半導体ミッション)」や「PLIスキーム(生産連動型優遇スキーム)」を通じた資金援助(工場新設への最大50%の支援、半導体の生産に対する奨励金)	パソコン、タブレットなどのIT機器の輸入を許可制に切り替え(2023年11月)

(資料) 各種報道を基に日本総合研究所作成

サプライチェーンの構築も進めている。中心的な役割を担うのはアメリカ、日本、台湾、韓国による協力の枠組み「CHIP4」であり、2023年2月にオンライン形式で初会合を実施した。日本が次世代半導体の開発・生産に1.3兆円(注14)の公的資金を投入することを決めたこともあり、TSMCやマイクロンなどが日本国内で相次いで半導体の生産計画を打ち出すなど、CHIP4内での取り組みは具現化しつつある。

ただし、CHIP4内の再編は東アジアの地政学リスクの高さや対中依存度の高さに起因する再編の遅さといった課題を抱えている(注15)。そのため、アメリカは物流・エネルギーイン

フラの未整備などを理由にこれまで半導体の生産拠点として注目されていなかったアジア新興国にアプローチし始めている。2023年にアメリカはインド、ベトナムとインドネシアとの間で半導体分野のパートナーシップを締結し、ベトナムとインドネシアとの関係を包括的戦略パートナーシップに引き上げた(注16)。これらの国に半導体の生産拠点を設けることで半導体の後工程における脱中国を進めるとともに、米中の間でバランス外交を展開するアジア新興国を少しでも自国側に近づけることがアメリカ政府の狙いである。

この他、半導体の回路幅が狭く生産に特別な技術が必要となる「先端半導体(注17)」



の中国向け輸出を原則禁止するとともに、先端半導体の製造装置に競争力を有する日本やオランダにアメリカの方針に同調するように求めることで、中国の競争力を削ごうとしている。

次に、中国の対応をみると、政府は地場企業による半導体の生産能力の引き上げに向けて、法人税の減免措置や補助金給付などの支援策の拡充を進めている(注18)。政府系ファンドを通じた資金援助も強化しており、「国家集積回路産業投資基金」はこの程新たに3,000億元(約400億ドル)の投資枠を設けることを決定した(注19)。また、今後のアメリカの一段の規制強化を見据えて、半導体製造装置の輸入を拡大するとともに、高額の報酬を提示して韓国や台湾などからの技術者の引き抜きを進めている(注20)。

2023年夏に華為技術(ファーウェイ)が発表したスマートフォンにアメリカの輸出規制の対象となる先端半導体が使われていたこともあり(注21)、これまでのところアメリカによる中国封じ込め策の効果は限られていると評価する声もある。この他、輸出規制を強めるアメリカをけん制すべく、2023年8月からガリウムやゲルマニウムなど半導体の生産に用いられる重要鉱物の輸出規制も開始し、同年10月にレアアースの輸出管理を強化した。

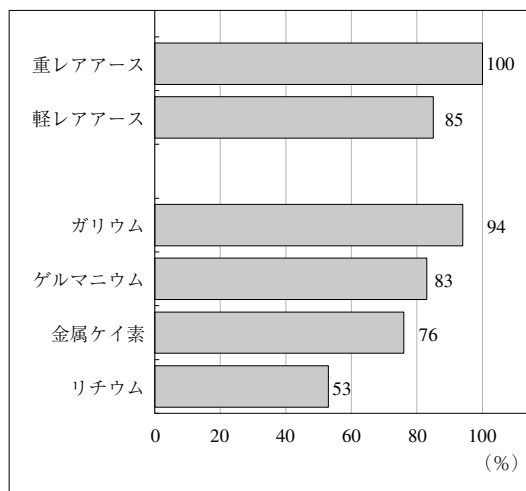
米中は互いに相手への依存度を一段と引き下げようとしているが、以下を踏まえると、

完全な切り離しは困難である。

第1に、半導体の製造に用いられる素材の供給において、中国は重要な役割を担っている。2023年に中国が輸出管理の対象としたガリウムやゲルマニウムについてみると、中国は世界供給の8～9割を占めている(図表9)。一部の鉱物は中国以外の国からも調達が可能であるが、水質や土壌への環境負荷の大きい鉱物の精製工程の中国から先進国への移転は容易には進まない(注22)。

第2に、半導体の後工程や電子機器などの最終製品への半導体の組み込みなどにおいて、諸外国が中国の生産能力を代替することは容易ではない。中国の労働コストの一段の

図表9 中国の資源のシェア(2023年)



(注) レアアースはレアメタルの一種で原子量の大きさに応じて重レアアースと軽レアアースに分類される。  
 (資料) European Commission [2023] を基に日本総合研究所作成

上昇や中国以外のアジア新興国のビジネス環境の改善などに伴い、中国の相対的競争力は次第に低下するとみられるものの、中国の市場規模や産業集積を踏まえると外国企業が中国から全面的に撤退するとは考えにくい。

第3に、中国とアメリカの間の技術力の差は依然として大きく、当面、中国の半導体産業はアメリカに依存せざるを得ない。中国が半導体関連の人材育成を含め国内の研究・開発体制を底上げするには相応の時間が必要となるだろう。

- (注6) これまでインド国内で半導体が生産されていなかったこともあり、インド経済を主たる調査・研究対象としてきた人々にとって半導体は馴染みが薄い産業であり、地場のメディアはインドの半導体について語る一部の人が半導体製造の前工程と後工程の違いを理解していないと指摘している (Deccan Herald 2023年4月12日 “Semiconductors | Unanswered questions in Foxconn’s JV with Vedanta”)。こうしたことを踏まえ、本稿はインドの半導体市場を分析する際に押さえておく情報を出来るだけ平易に解説することを心掛けた。
- (注7) 半導体の概要については経済産業省 [2023a] を参照。
- (注8) JETRO 2023年3月6日ビジネス短信 「ドイツ電気・電子工業連盟、2030年の世界の半導体市場が1兆ドルに拡大と予測」。
- (注9) 野木森 [2021] は台湾の半導体供給が1カ月停止した場合、世界の付加価値が7兆円減少する可能性を指摘している。
- (注10) 正式名称は “Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors and Science Act”。
- (注11) JETRO ビジネス短信2023年5月8日 「始動したCHIPSプログラム、サプライチェーンに与える影響は (米国)」 を参照。
- (注12) 現在の対象は北朝鮮、中国、ロシア、イランであるが、アメリカの安全保障や外交にとって有害となると判断された国が追加される可能性がある。
- (注13) Semiconductor Industry Association 2022年12月14日 “The CHIPS Act Has Already Sparked \$200 Billion in Private Investments for U.S. Semiconductor Production”
- (注14) 先端半導体基金、経済安保基金、ポスト5G基金の合計額。
- (注15) 台湾や韓国の半導体企業の中国依存度の高さを踏まえてアメリカは中国の工場向けの半導体製造装置に対する規制発動を猶予しており、それが再編の遅れの一

因となっている。

- (注16) アメリカは2022年にマレーシアとの間でも半導体サプライチェーン強靱化に向けた覚書を結んでいる。
- (注17) 先端半導体の定義は一樣ではないが、現在はアメリカの中国向け輸出で規制の対象となる回路幅14nm以下の半導体のことを指すことが多い。今後、技術進化に伴いより回路幅の狭い半導体が普及するようになるにつれ、先端半導体の定義は変わっていくと考えられる。
- (注18) 中国の半導体市場については三浦 [2023] を参照。
- (注19) Bloomberg 2023年9月5日 「中国が6兆円規模の基金設立へ、半導体製造の推進で一報道」。2014年に設立された同基金はこれまで2つのファンドを設立しており、その規模は3,000億元を上回る。
- (注20) 中国による外国人材の引き抜きについては、日経クロステック2023年8月2日 「「第3国勤務はどう?」 「成功報酬は普通の人の数十倍」 …中国による韓国の半導体人材引き抜き、巧妙化」、日本経済新聞2019年12月2日 「中国、台湾人材3000人引き抜き 半導体強化へ」 を参照。
- (注21) 中国最大の半導体企業である中芯国際集成回路製造 (SMIC) がオランダの半導体製造装置大手ASMLの旧型装置を使って生産したと報じられている。
- (注22) 中国が独占的供給国としての地位を維持するために過度な輸出規制を行わないとの見方もある (News Week 2023年7月12日 「中国「ガリウムとゲルマニウム」輸出規制の影響は?」)

## 2. インドの半導体国産化計画の現状

現在の半導体サプライチェーン再編の流れはインドがかねてから高い関心を示していた半導体国産化を実現する千載一遇の機会である。

以下では、半導体の国産化がインドにとってなぜ重要であるかを確認するとともに、国産化に向けた最近の動きを整理する。

### (1) インドが半導体の国産化を目指す理由

インドが半導体の国産化を目指す背景には近年の対中貿易赤字の拡大がある。2010年代

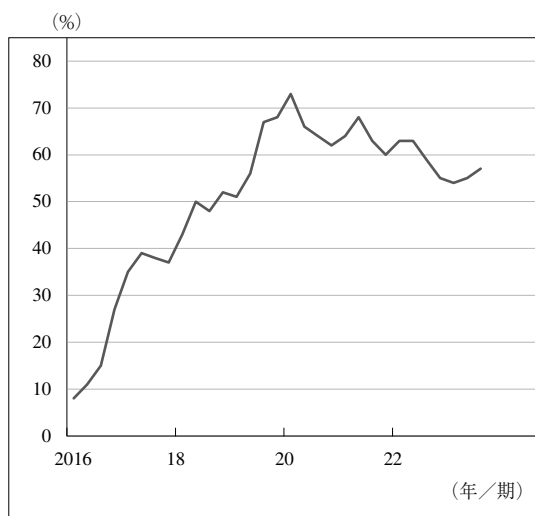
半ばから中国製の格安スマートフォンがインド市場で急速にシェアを伸ばし（図表10）、それが対中輸入急増の主因となった。携帯電話の部品の輸入関税を段階的に引き上げるPMP（段階的製造プログラム）や、生産量の増加に応じて補助金を給付するPLIスキーム（生産連動型優遇スキーム）の導入などを受けて、近年は輸入から国内生産に切り替える動きが進んでおり、携帯電話（注23）の輸入額は減少しつつある（図表11）。しかし、国内生産が進んだのは携帯電話の最終組み立ての工程が中心であり、中核部品である半導体を含め付加価値の高い部品は、依然として多くを中国からの輸入に依存する状況が続いて

いる（注24）。

コロナ禍をきっかけとする経済・社会のデジタル化の加速や中間所得層の拡大に伴う電子機器の保有率の上昇などを背景に、インドの半導体需要は今後も増加し続けると見込まれる。貿易赤字の拡大を受けたルピー安やそれに伴うインフレによる景気悪化リスクを抑制するには、半導体の主たる用途であるスマートフォンを中心とする通信機器向け半導体の国内生産体制を構築する必要がある（図表12）。

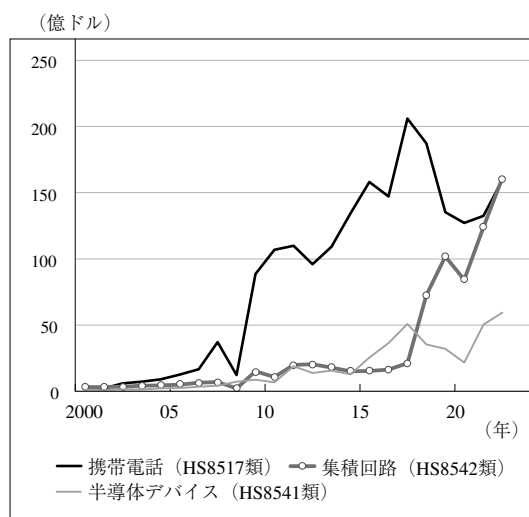
また、雇用創出もインドにとって重要である。半導体産業は資本・知識集約型の産業であり、アパレル産業など労働集約型産業と比

図表10 インドのスマートフォン販売台数に占める中国メーカーの割合



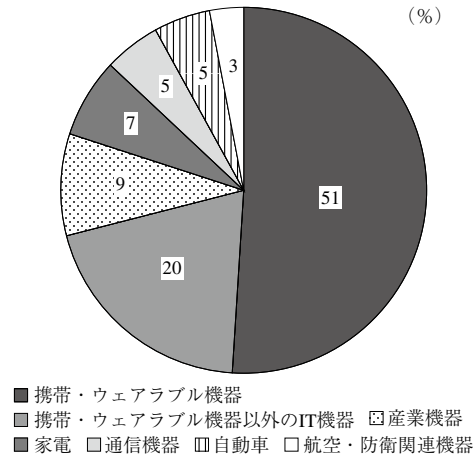
（注）Xiaomi、Vivo、Oppo、Realmeの合計。  
（資料）Counterpointを基に日本総合研究所作成

図表11 インドの電子機器の輸入



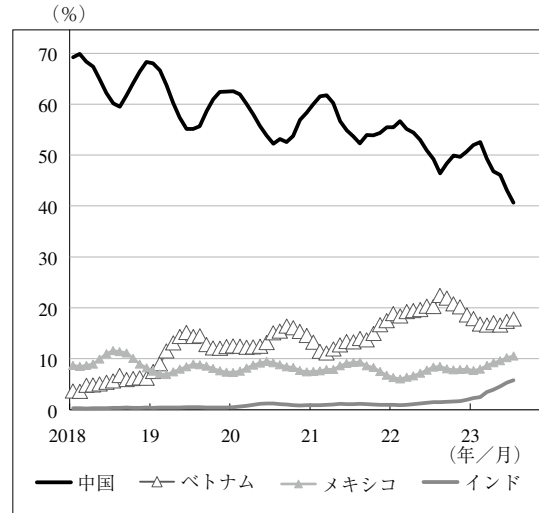
（資料）United Nations UN Comtrade

図表12 インドの半導体の用途 (2021年)



(資料) Counterpoint 2022年8月16日 "Consumption of Indian Semiconductor Components to Climb to \$300-Billion Cumulative Revenue During 2021-2026" を基に日本総合研究所作成

図表13 アメリカの携帯電話 (HS8517類) の輸入に占める各国の割合



(資料) United Nations UN Comtrade を基に日本総合研究所作成

べると雇用創出効果は限られるが、パッケージングや検査を含む後工程あるいはPCB（プリント配線基板）への半導体の組み込み工程などでは一定の雇用創出が期待出来る。

現在の半導体国産化計画の主眼は輸入代替にあるが、アメリカ向けを中心にスマートフォンの輸出が急拡大するなか、政府は中長期的に輸出産業に成長させることを視野に入れている（注25）。アメリカの携帯電話の輸入に占めるインドの割合はまだ1割に満たないが（図表13）、iPhoneの生産の25%をインドに移転するとの見方もあり（注26）、足元のペースで輸出拡大が続けば今後数年でインドの携帯電話の貿易構造は大きく変わり得る。

こうしたなか、インド政府は半導体の付加価値の約5割を占める設計を含めて半導体の国産化を実現することで財輸出における国内付加価値率を引き上げるとともに、IT分野のサービス輸出を拡大することを目指している。設計分野では欧米企業が高い市場シェアを占めているが、これらの企業では多数のインド人が従事するとともにインド国内のITサービス企業も設計の一部を担っている（注27）。そのため、海外に流出しているIT高度人材の国内還流が進めば設計分野でもインドが輸出ハブになることが出来る可能性がある。

## (2) 国産化に向けた最近の動き

2023年に入りインドの半導体国産化計画がにわかに注目を集め始めたが、インドが国産化を目指すのは今回が初めてではない(注28)。過去20年程度の動きを振り返ると、当時のシン政権は2007年に半導体工場の誘致に向けて固定投資の一部を補助するとともに、

経済特区を整備する方針を打ち出していた(注29)(図表14)。同政策を受けてインテルやAMDなどがインド進出を検討していると報じられたが、結局投資は実現しなかった。当時外資がインド進出を見送った理由としては、①現在のような深刻な米中対立や中台間の緊張が生じていなかったこと(注30)、②インドの物流・エネルギーインフラを含め

図表14 インドの半導体産業に関連した政策やイベント

政権	年月	内容
シン政権	2007年	半導体工場の設立費用の一部を補助する政策を発表(同様の政策を2013年にも発表)
	2011年	GDPに占める製造業比率の引き上げや雇用創出を目標とするNMP(Natioal Manufacturing Policy、国家製造政策)を発表
	2012年	電子機器産業の発展に向けたNPE2012(National Policy on Electronics、国家電子産業政策2012年)、デジタル化に向けたNTP2012(National Telecom Policy 2012、国家電気通信政策2012年)を発表
モディ政権	2014年	製造業振興キャンペーン「Make in India」、経済・社会のデジタル化を進める「Digital India」を発表
	2017年	携帯電話に使用する各種部品の輸入関税を段階的に引き上げる「PMP(Phased Manufacturing Programme、段階的製造プログラム)」を発表
	2018年	NTP2012に代わるNDCP(National Digital Communications Policy 2018、国家デジタル通信政策2018年)を発表
	2019年	NPE2012の後継となるNPE2019(National Policy on Electronics、国家電子産業政策2019年)を発表
	2020年	売上の増加額に応じて補助金を給付する「PLIスキーム(Production Linked Incentive Scheme、生産連動型優遇スキーム)」、電子機器の生産に必要な設備投資に対して補助金を給付する「SPECS(Scheme for Promotion of Manufacturing of Electronic Components and Semiconductor、電子部品・半導体製造促進政策)」、エコシステムの形成につながるプロジェクトに対する補助金制度である「EMC2.0(Modified Electronics Manufacturing Cluster、電子機器製造クラスター計画)」の3つのスキームを発表
	2021年	半導体の生産に対する補助金政策(*)を含むISM(India Semiconductor Mission、インド半導体ミッション)を発表 (*)半導体やディスプレイ工場新設に対する最大50%の補助金や半導体設計に対する補助金政策「DLI(Design Linked Incentive Scheme、デザイン・リンク・インセンティブ)」などを含む総額7,600億ルピーの支援策
	2022年4月	半導体産業振興イベント「セミコンインディア2022」を開催
	2022年7月	グジャラート州政府、「グジャラート州半導体政策2022~2027」を発表
	2023年1月	iCTE(initiative on Critical and Emerging Technology、米印重要新興技術イニシアチブ)の第一回会合を実施し、米印間の半導体サプライチェーンの重要性を確認 米国半導体工業会とインドエレクトロニクス・半導体協会が二国間の半導体エコシステムを強化に向けたタスクフォースを立ち上げ
	2023年3月	インドとアメリカ、「半導体サプライチェーンとイノベーションパートナーシップ」に関する覚書を締結
	2023年6月	モディ首相が訪米、半導体分野の協力を含む米印共同声明を発表
	2023年7月	半導体産業振興イベント「セミコンインディア2023」を開催 「日印半導体サプライチェーンパートナーシップ」を締結
	2023年11月	EUとの間で半導体分野の協力に向けた覚書を締結

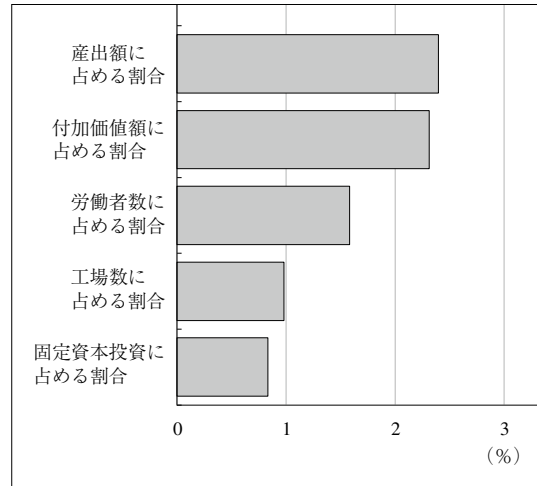
(資料) Ministry of Electronics & Information Technology、各種報道を基に日本総合研究所作成

たビジネス環境が先進国はもとより他のアジア新興国と比べても大きく劣っていたこと、③政府の支援規模が限られたこと、などを指摘出来る。

その後、モディ政権が「メイク・イン・インド」をキャッチフレーズとする製造業振興キャンペーンを展開し、ビジネス環境が改善に向かうなかでも、他の新興国と比べたビジネス環境の整備の遅れを理由に半導体およびその関連産業はなかなか発展しなかった(注31)。インドの製造業は現在も化学、鉄鋼業、製菓業、食料製造業、輸送機械産業に偏重しており、付加価値、労働者数、工場数などに占めるエレクトロニクス産業の割合は1～2%にとどまっている(注32)(図表15)。

こうした状況に対し、政府は補助金政策を拡充することでエレクトロニクス産業を発展させようとしており、2021年12月に7,600億ルピーの予算を計上して補助金給付策を含む半導体の国内生産振興策「ISM (India Semiconductor Mission、インド半導体ミッション)」を発表した。注目を集めた施策は、半導体やディスプレイ工場新設(注33)に対する最大50%の財政支援や半導体設計会社に対する売上高の4～6%の奨励金給付である。また、政府は先端半導体の研究開発に向けて「ISRC(注34)(インド半導体研究センター)」を設立することを検討するなど、ISMを補完する取り組みも進めようとしている(注35)。半導体企業の誘致を目指す州も中央政府の

図表15 エレクトロニクス産業の製造業に占める割合(2019年度)



(資料) Ministry of Statistics and Programme Implementation “Annual Survey of Industries 2019-2020” を基に日本総合研究所作成

政策を補完する独自の政策を打ち出している。2022年7月、モディ首相がかつて州首相を務めていたグジャラート州は、「グジャラート州半導体政策2022～2027」を発表し、工業用地取得費用に対する助成や半導体産業に特化した特区「ドレラ特別投資地域」を開発する方針を示した(注36)(Government of Gujarat [2022])。タミル・ナドゥ州やカルナタカ州も、中央政府に先駆けて半導体産業向けの優遇措置を打ち出している(注37)。

中央政府と州政府の支援策の拡充を受けて半導体企業のインド進出に対する機運は高まりつつあったが、それを一段と盛り上げたのが2023年の米印の急接近である。両国は2023

年1月の「iCTE（注38）（米印重要新興技術イニシアチブ）」の第一回会合で米印間の半導体サプライチェーンの重要性を確認し、米国半導体工業会とインドエレクトロニクス・半導体協会が二国間の半導体エコシステムの強化に向けたタスクフォースを立ち上げた。また、同年3月に「半導体サプライチェーンとイノベーションパートナーシップ」と題する覚書を締結した。さらに同年6月にモディ首相がアメリカを訪問した際、両国は半導体分野の技術協力に加え、WTO（世界貿易機関）で係争中の案件の終結や人材交流の活発化に向けたビザ発給要件の緩和などに向けて協力することを確認し、米印関係が新たな段階に入ったことを象徴づけた（注39）。

米印の接近を受けて日本も2023年7月に西村経済産業大臣（当時）が訪印した際に半導体装置や素材などの分野における日印間の協力に向けて「日印半導体サプライチェーンパートナーシップ」を締結し（注40）、EUも同年11月にインドとの間で半導体のサプライチェーン強化や研究などを目的とする協力の覚書を交わした（注41）。

こうしたなか、電子機器の受託製造の世界最大手である台湾のフォックスコン（鴻海精密工業）、アメリカの半導体製造装置大手アプライドリサーチやメモリ半導体を主力製品とするマイクロンをはじめ、多くの企業がインドへの投資計画を発表した（図表16）。投資先地域をみると、製造業の付加価値の3

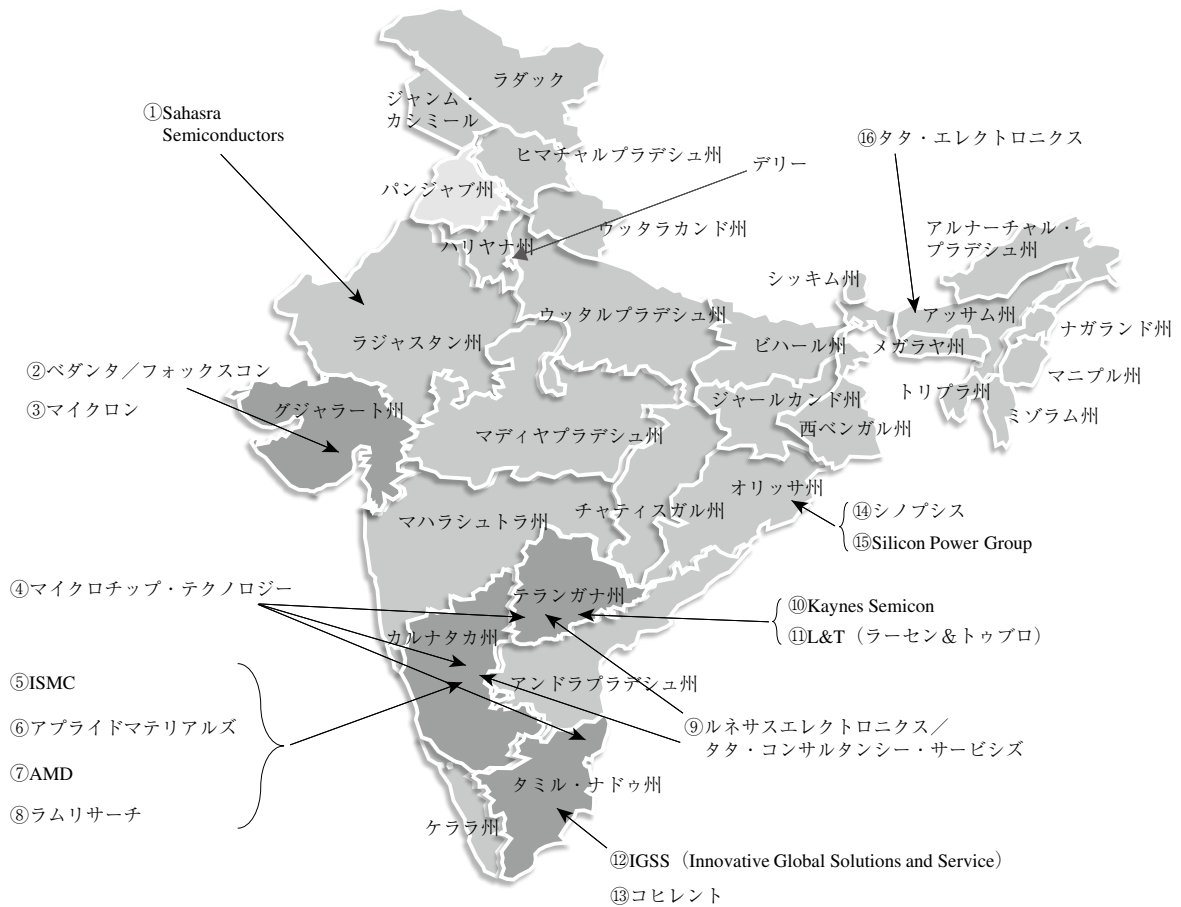
割を占め、相対的に良好なビジネス環境を有するグジャラート州、カルナタカ州、タミル・ナドゥ州といった製造業の主要地域に集中している（図表17）。2023年10月までに設計29社、前工程5社、後工程9社を含む合計45社が政府の支援策に応じて申請しており、そのうち既に7社が承認されたと報じられている（注42）。

製造分野では既に政府の承認を受けて工場の建設が進むマイクロンとともに、インド天然資源大手ベダンタと台湾のフォックスコンによるグジャラート州特別投資地域での工場の設置計画と、UAEの投資ファンドNext Orbit Venturesとイスラエルの半導体企業タワー・セミコンダクターを中心とする国際コンソーシアムISMCによるカルナタカ州での投資計画が注目を集めた。その後、ベタンタとフォックスコンは2023年7月に合弁を解消し（注43）、フォックスコンは同年12月に新たな投資計画を政府に提出したと報じられた（注44）。ISMCの投資計画については、タワー・セミコンダクターが米インテルに買収されたことを受けて計画の大幅見直しが行われており、投資計画は足元で停滞している（注45）。

（注23）貿易統計では携帯電話をスマートフォンとフィーチャーフォンで区別していないため、貿易統計に基づく記述については「携帯電話」とした。なお、インド国内の携帯電話の販売台数の4分の1に相当する5,700万台がフィーチャーフォン（いわゆる「ガラケー」）である（IDC 2023年2月10日“India Smartphone Market Declined by 10% in 2022 to 144 Million Units, Says IDC”）。

（注24）インド準備銀行前総裁のラジャン氏は、PLIスキームなどによる補助金支出額が、国内で産出される携帯電話の

図表16-1 注目を集めたインドへの半導体関連投資計画



(注) 企業名の番号は図表16-2,3に対応する番号。  
 (資料) 各種報道を基に日本総合研究所作成



図表16-2 注目を集めたインドへの半導体関連投資計画

番号	企業名	本社所在地	投資予定地域	事業分野	投資計画の概要
①	Sahasra Semiconductors	インド	ラジャスタン州	製造 (後工程)	インドの電子部品メーカーSahasra Semiconductors、35億ルピーを投じてNAND型フラッシュメモリの試験・パッケージング工場をラジャスタン州に設置することを計画
②	ベタンダ／ フォックスコン	イギリス／ インド 台湾	グジャラート州	製造	イギリスに本社を置くインド系天然資源大手ベタンダと台湾系EMS（電子機器受託生産）世界最大手フォックスコンの合弁会社がグジャラート州ドレラ特別投資地域に半導体・ディスプレイ製造工場を設置することを計画（200億ドルを投資し、10万人の雇用を創出することを想定）。2023年7月に合弁解消し、新たな投資計画を策定中
③	マイクロン	アメリカ	グジャラート州	製造 (後工程)	アメリカ半導体大手マイクロン・テクノロジー、グジャラート州サナンドII工業団地にDRAMやNAND型フラッシュメモリの組み立て工場の設置を計画（総投資額は27.5億ドル）。フェーズ1は2024年後半に稼働開始し、2025年度にフェーズ2を稼働する予定
④	マイクロチップ・ テクノロジー	アメリカ	カルナタカ州 タミル・ナドゥ州 テランガナ州	R&D CSR	2023年7月、アナログ半導体を主力製品とするアメリカの半導体大手マイクロチップ・テクノロジー、カルナタカ州ベンガルール、タミル・ナドゥ州チェンナイ、テランガナ州ハイデラバードにおけるR&D機能の拡充やCSR活動の推進に向けて3億ドルの追加投資を実施すると発表
⑤	ISMC (International Semiconductor Consortium)	UAE イスラエル	カルナタカ州	製造	UAEの投資ファンドNext Orbit Ventures とイスラエルのタワー・セミコンダクターを中心とする国際コンソーシアムISMC、スマートフォンや家電向け半導体の生産工場をカルナタカ州に設立することを計画（カルナタカ州と30億ドルの投資について覚書を締結）。2022年2月、アメリカ半導体大手インテルがタワーセミコンダクターの買収を発表し、その影響を受けて投資計画は停滞
⑥	アブライドマテリアルズ	アメリカ	カルナタカ州	R&D	2023年6月、アメリカの半導体装置メーカーアブライドマテリアルズ、カルナタカ州ベンガルールに半導体製造装置テクノロジーの開発と実用化を追求するコラボレーティブエンジニアリングセンターを設立する計画を発表。今後、4年間で4億ドルを投資し、3,000人の雇用を創出することを想定
⑦	AMD	アメリカ	カルナタカ州	設計 R&D	2022年7月、アメリカ半導体大手AMD、今後5年間で4億ドルを投じてインドでR&D事業を強化すると発表。5年以内に3,000人のエンジニアを雇用することを計画。2023年11月、カルナタカ州ベンガルールにグローバル設計センター「AMDテクノスター」を開設したと発表
⑧	ラムリサーチ	アメリカ	カルナタカ州	R&D 人材育成	2022年9月、アメリカ半導体製造装置大手のラムリサーチ、次世代半導体のR&Dや設計・テストを担う「インド工学センター」をカルナタカ州ベンガルールに開設したことを発表。2023年6月、半導体の製造プロセスを仮想空間上で再現し、人材育成プログラムを提供する「Semiverse Solution」を発表
⑨	ルネサスエレクトロニクス ／ タタ・コンサルタンシー・ サービス	日本 インド	カルナタカ州 テランガナ州	設計 R&D	2022年3月、ルネサスエレクトロニクス、ITサービス最大手タタ・コンサルタンシー・サービスと共同でカルナタカ州ベンガルールとテランガナ州ハイデラバードに半導体設計とソフトウェア開発を行うイノベーションセンターを設置したと発表。年内に従業員を100人規模に増やすことを計画
⑩	Kaynes Semicon	インド	テランガナ州	製造 (後工程)	2023年11月、電子機器のOEM生産（相手先ブランド製造）を手がけるKaynes Technologyの子会社：Kaynes Semicon、テランガナ州ハイデラバードに285億ルピーを投じて半導体の後工程の受託請負施設を開設する計画を発表（当初はカルナタカ州に工場を建設することを計画）

図表16-3 注目を集めたインドへの半導体関連投資計画

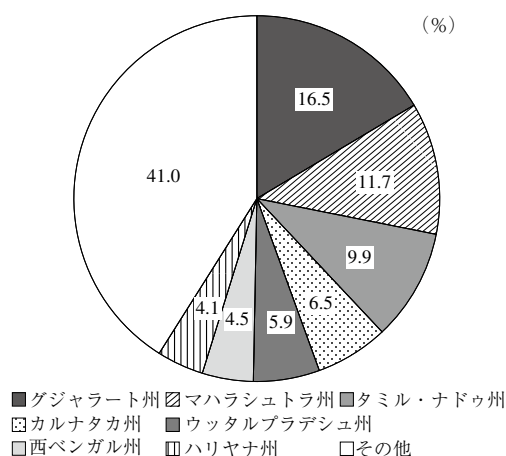
番号	企業名	本社所在地	投資予定地域	事業分野	投資計画の概要
⑪	L&T(ラーセン&トゥプロ)	インド	テランガナ州	設計	インドの建設エンジニアリング大手L&T(ラーセン&トゥプロ)、2023年11月末にファブレスの半導体設計子会社をテランガナ州に設置したと発表。アメリカに半導体設計に関するR&D施設を設置することを検討中
⑫	IGSS (Innovative Global Solutions and Service)	シンガポール	タミル・ナドゥ州	工業団地	2022年7月、シンガポールの半導体ソリューション企業IGSS、タミル・ナドゥ州に半導体工場を含むハイテクパークを建設する計画で州政府と合意したと発表。今後5年で35億ドルの投資を計画
⑬	コヒレント	アメリカ	タミル・ナドゥ州	R&D	2023年9月、アメリカ光学部品・半導体企業コヒレント、タミル・ナドゥ州チェンナイにR&D拠点「Center of Excellence」の設置で州政府と合意したと発表
⑭	シノプシス	アメリカ	オリッサ州	設計	2023年7月、EDA(電子設計自動化)ソリューションのアメリカ大手シノプシス、オリッサ州に半導体の設計施設を設置する方針を発表。従業員を段階的に300人に増加する方針
⑮	Silicon Power Group	アメリカ	オリッサ州	半導体の原材料製造	パワー半導体の開発・製造を行うアメリカSilicon Power Group、インドの子会社:RIR Power Electronicsを通じてオリッサ州に半導体の原材料であるシリコンカーバイド(炭化ケイ素)の工場を設立することを計画
⑯	タタ・エレクトロニクス	インド	アッサム州	製造(後工程)	財閥タタ・グループの電子部門タタ・エレクトロニクス、メモリ半導体のATMP(組み立て、試験、マーキング、パッケージング)の工場をアッサム州に設置することを計画。投資額は4,000億ルピーで1,000人程度を雇用する計画(2023年12月にアッサム州の州首相が同投資計画について言及)。
⑰	CG Power and Industrial Solutions	インド	未定	製造(後工程)	インドの複合企業ムルガッパ・グループ傘下の電気企業CG Power and Industrial Solutions、半導体関連企業と提携して合弁事業で後工程を担う工業を設立することを計画。提携先や投資規模については現在協議中
⑱	リライアンス・インダストリーズ	インド	未定	未定	インドの複合企業リライアンス・インダストリーズ、政府の勧めを受けて複数の外資系半導体企業と業務提携に向けた協議を開始。検討は初期段階にあり、半導体分野に本格的に参入するかは不明
⑲	マヒンドラ&マヒンドラ	インド	未定	未定	2023年7月、自動車大手マヒンドラ&マヒンドラ、オランダの半導体大手のNXPセミコンダクターと事業協力の可能性を探るための覚書を交わしたと発表
⑳	INOX Air Products	インド	未定	半導体の原材料製造	産業用ガスのインド最大手のINOX Air Products、50億ルピーを投資して半導体産業向けの高純度ガスの生産施設を建設することを計画

(資料) 各種報道を基に日本総合研究所作成

- 付加価値額を上回っている可能性を指摘している。  
(The Wire 2023年6月1日“Has India Really Become a Mobile Phone Manufacturing Giant?”)
- (注25) 政府はISM (India Semiconductor Mission、インド半導体ミッション) のホームページ上で、半導体やエレクトロニクス産業のグローバルハブになることがISMの目標であると明確に述べている (India Semiconductor Mission [2022] を参照)。
- (注26) ロイター 2022年9月21日「アップル、インドにiPhone生産

- 25%移管か=JPモルガン」
- (注27) インド政府によれば世界の半導体設計を行う技術者の約2割はインド人である (Press Information Bureau 2022年4月6日“Semiconductor Chip Designing and Manufacturing”)。
- (注28) インドの半導体国産化に向けた取り組みは1970年代に遡ることが出来る。インディラ・ガンディー政権下で1976年に半導体の生産・開発に向けて国有企業 (Semiconductor Complex Limited) が設立され、1984

図表17 製造業の付加価値の地域別シェア  
(2021年度)



(資料) Ministry of Statistics and Program Implementation

年にアメリカ企業 (Microsystems) との連携を通じて半導体の生産が開始された。しかし、1989年の火災で生産設備が失われ、その後宇宙省傘下の研究機関 Semi-Conductor Laboratory に改編が行われた。

- (注29) こうした政策を受けて、AMDやインテルを含め主要なアメリカ半導体企業がインド進出を検討していると報じられたが、投資は実現しなかった。
- (注30) 台湾の馬英九政権 (2008～2016年) とアメリカのオバマ政権 (2009～2017年) の下、2000年代後半から2010年代半ばにかけて米中台関係は比較的良好な状況が続いた。
- (注31) 2016年の高額紙幣の廃止、2017年のGST (財・サービス税) の導入、2020年の厳格な排ガス規制「BS6」の導入といった大胆な制度変更や、コロナ禍の厳格なロックダウンなどにより経済・社会の混乱が繰り返されたことも製造業の発展が遅れた一因である。
- (注32) 工業統計では半導体のみの生産規模などを確認出来ない。現在、インドで生産される半導体の大半はトランジスタやダイオードなど単一の機能を備えている「ディスクリート半導体」であり、コンピューターや携帯電話で用いられる集積回路は生産されていない。
- (注33) ディスプレーがISMの対象に含まれているのはディスプレイと半導体の製造には共通する工程があるためである。

- (注34) 正式名称は“India Semiconductor Research Center”。
- (注35) Press Information Bureau 2023年10月20日 “India Semiconductor R&D Committee submits report on India Semiconductor Research Centre (ISRC)”を参照。政府はISRCを台湾の工業技術研究院やMITのリンカーン研究所に並ぶ世界的な研究所にすることを目標としている。
- (注36) 同地域で半導体の生産を計画するベダントグループは2022年に日本の関連企業を視察するミッションを派遣し、この際に約30の日本企業と覚書を締結したとされている。
- (注37) タミル・ナドゥ州は一定の条件を満たす大規模投資案件に対する補助金や税制優遇措置を含む「電子機器産業振興政策」を2020年に公表した。カルナタカ州も同様に「Scheme for ESDM (Electronics System Design & Manufacturing) Sector 2020～2025」を2020年に公表した。
- (注38) 正式名称は “initiative on Critical and Emerging Technology”。2022年5月に発表された軍事技術、AI、半導体、宇宙、次世代技術などを含む重要技術に関する米印間の包括的な協力の枠組み。
- (注39) モディ首相はアメリカの議会演説で「近年、AI (Artificial Intelligence、人工知能) が発達したが、同時にもう一つのAI、A (America) とI (India) の関係がより発展した」と述べ、これに対しバイデン大統領が「The future is AI, America & India (将来はAI、アメリカとインド)」と書かれたTシャツをプレゼントしたことが注目を集めた。
- (注40) 同パートナーシップを受けて国際協力銀行とジェトロはグジャラート州ドレラ特別地域視察ミッションを開催し、約40社が同地を訪問した。
- (注41) インドは韓国との間でも半導体分野の協力関係を強化することを目指しており、2023年11月に開催された印韓投資セミナーで韓国に半導体分野での対印投資を求めるとともに、二国間関係を強化する可能性を示唆した。
- (注42) 2023年11月28日 Financial Express “Expect three semiconductor manufacturing proposals soon: Vaishnav”を参照。
- (注43) フォックスコンは合併解消の理由について「より多様な発展の機会を探るため」とコメントし詳細な理由を明らかにしなかったが、ベダントの財務状況を問題視した可能性が報じられている (Business Today 2023年7月20日 “Vedanta - Foxconn split”)。
- (注44) 本稿執筆時点では、投資先や投資額などを含め具体的な内容については明らかになっていない。
- (注45) 現在明らかになっている投資計画の多くは設計分野のR&Dと後工程であることを踏まえると、仮に現在の計画が実現したとしても半導体の大半を引き続き輸入に依存するという状況が続くことには変わりはない。

### 3. インドの半導体国産化に立ちだかる課題とその解消に必要な取り組み

複数の企業が近い将来インドで半導体の生産を開始する方針を示すなど、半導体国産化に向けた生産体制は一定程度整いつつある。その一方、外国企業やインド企業が実際に半導体の設計や製造を開始する場合、電力、水、人材などをはじめとする様々な課題を克服出来るか否かは必ずしも定かではない。モディ政権下でインドのビジネス環境は様々な分野で改善したが、半導体製造に求められるレベルにはまだ達しておらず、それが今後も半導体国産化の障害になり続ける可能性は無視出来ない。

インドと比べてエネルギー・物流インフラが格段に整備されている中国でも半導体の自給率が2割に満たないことを踏まえても(注46)、インドの現在の国産化計画の実現可能性は慎重に見定める必要がある。

#### (1) 「質の高い」電力インフラの整備

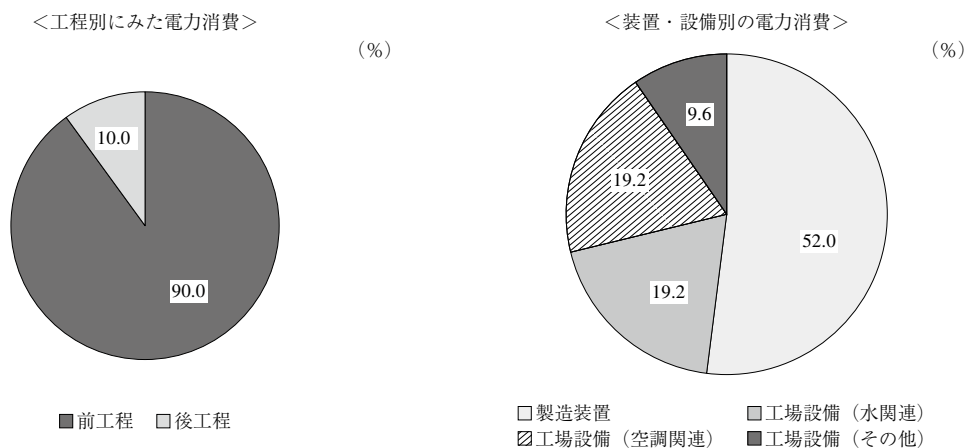
インドが直面する問題としてまず指摘しなければならないのは電力である。半導体の生産は前工程を中心に大量の電力を消費しており(図表18)、生産に必要な電力消費量は製品の小型化・高性能化に伴い今後一段と増加すると見込まれる(注47)。現在のTSMCの1工場当たりの年間電力使用量は数テラワッ

トアワーであり(注48)、これはグジャラート州、タミル・ナドゥ州、カルナタカ州の年間発電量のそれぞれ2~4%前後に相当する(図表19)。そのため、複数の半導体工場を国内に誘致するという計画を実現するためには電力源の大幅増強が必要不可欠である。

さらに、半導体の原材料は温度や湿度の変化に非常に敏感であるため、供給される電力は周波数や電圧が常時安定している「質の高い電力(注49)」でなければならない。瞬低(一時的な電圧の低下)や瞬停(短時間の停電)であっても、電力供給の不安定化は半導体企業に致命的な損失をもたらしかねない(注50)。

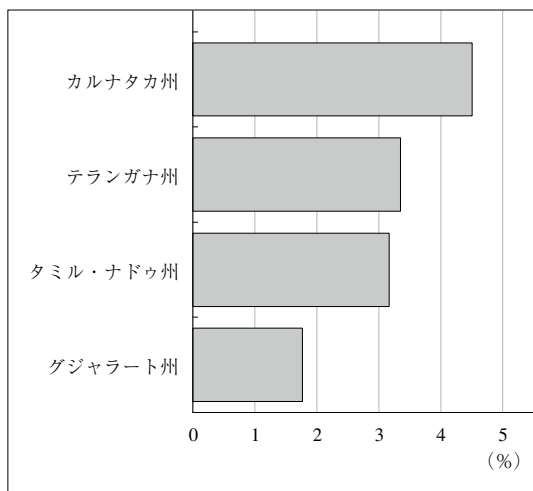
ほぼ全ての農村部に電力が供給されるなどインドの電力事情はかつてと比べれば改善しているが、短時間の停電は現在も日常的に発生している(注51)。半導体の生産拠点として注目されているインドの中で相対的に良好な電力インフラを有する州においても、瞬低や瞬停は製造業に悪影響をもたらしている。アメリカの大手半導体企業マイクロンの進出予定先としても知られるグジャラート州のサナンドII工業団地では、2023年、事前の予告なしの電圧変動や短時間の停電が頻繁に発生した(図表20)(注52)。また、水力発電への依存度の高いカルナタカ州でも異常気象に伴う降雨量の減少を背景に電力不足が深刻化し、製造業企業は発電コストが高いディーゼル自家発電装置による対応を余儀なくされ

図表18 半導体生産の電力消費構造



(資料) 電機・電子温暖化対策連絡会 [2014] を基に日本総合研究所作成

図表19 半導体の工場当たりの電力使用量  
(インド各州の発電量に対する割合)



(注) 半導体工場の年間電力使用量は1.8テラワットアワーと想定。

(資料) Central Electricity Authority [2022]、TSMCアニュアルレポートを基に日本総合研究所作成

た。

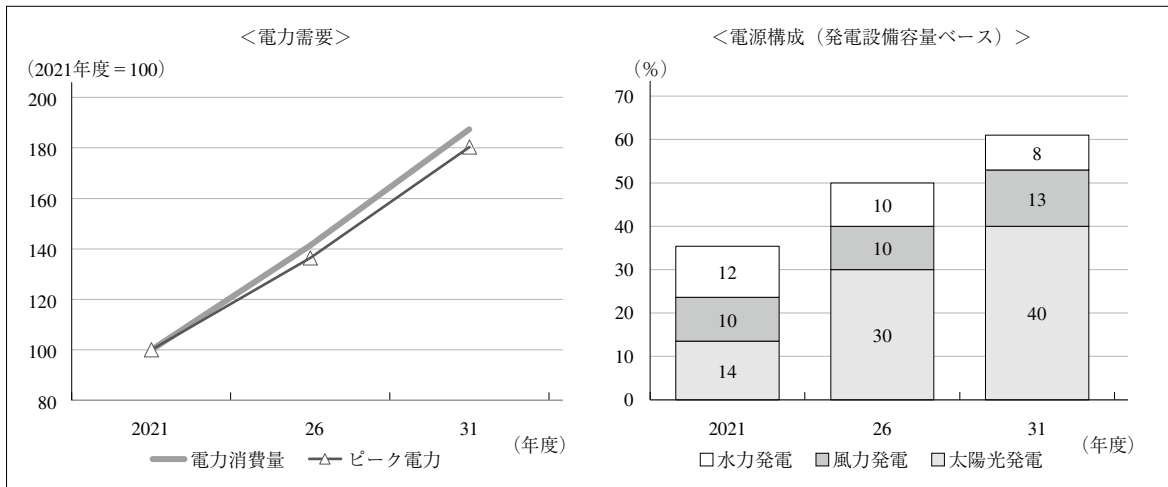
以上を踏まえると、インドが半導体産業を発展させるには電力網を一段と増強する必要があるが、その実現は容易ではない。まず、需要サイドをみると、人口増加、経済・社会のデジタル化、ガソリン車からEV（電気自動車）へのシフトなどに伴い、2031年度の年間電力消費量とピーク電力（最も電力需要が多い時点の電力消費量）は2021年度と比べて約8割増加すると見込まれている（注53）（図表21）。他方、供給サイドでは、CO<sub>2</sub>排出量の削減や大気汚染問題の解消に向けて、発電設備容量に占める太陽光発電、風力発電、水力発電の割合を2031年度までに約6割に引き上げることを目指している。発電

図表20 インドの半導体の生産拠点として注目される州での電力不足に関する報道例

地域	電力不足に関する報道例
グジャラート州	2023年4月後半以降、グジャラート州政府が運営する工業団地で瞬低・瞬停が頻発に発生し、原材料や生産設備の破損などの問題が発生（JETROビジネス短信 2023年6月26日 “サナンド工業組合が電力ひっ迫問題でインド内相に嘆願書”）
カルナタカ州	2023年モンスーン期（6～9月頃）の雨量不足や石炭不足に伴い水力発電による発電量が減少。製造業はディーゼル発電による対応を迫られたため生産コストが上昇（Times of India 2023年10月14日 “Industries expect power crisis to hit production, seek subsidy on diesel”）
タミル・ナドゥ州	2023年5月、ベンガル湾で大型サイクロン「モカ」の発生に伴い湿度が上昇したことを受けて空調機器による電力消費量が急増。それを受けて各地で瞬低・瞬停が発生（DT Next 2023年5月14日 “Chennai’s power demand increases due to sultry weather”） 2023年12月、サイクロン「ミチャウン」が上陸し各地で大規模な停電が発生（Business Standard 2023年12月5日 “Cyclone Michaung: Chennai residents battle power, mobile disruptions”）

（資料）各種報道を基に日本総合研究所作成

図表21 電力計画におけるインドの今後の電力需給



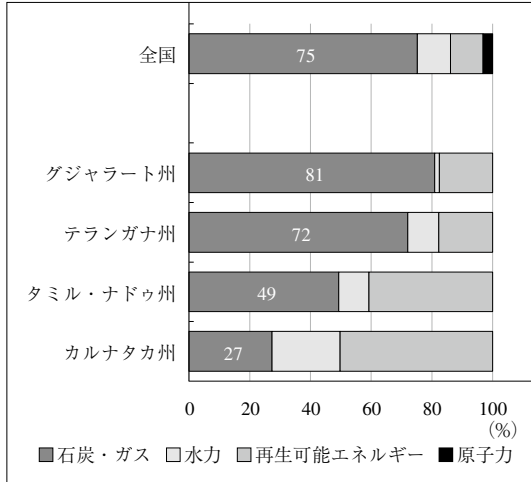
（資料）Ministry of Power “National Electricity Plan” を基に日本総合研究所作成

の7～8割を石炭発電に依存することにより電力供給の安定を維持しているグジャラート州やテランガナ州は、今後、気象条件に左右されやすい再生可能エネルギーの導入拡大に伴い電力供給が現状よりも不安定化する可能

性がある（図表22）。

再生可能エネルギーによる発電割合を高めながら電力供給の安定性を確保するには送配電網の整備が不可欠であるが、そのためには配電公社の赤字体質を解消させる必要があ

図表22 インドの電源別発電量（2021年）

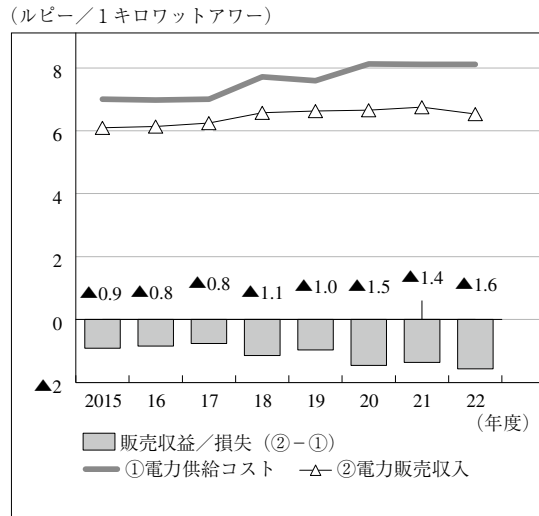


(資料) Ministry of Power “All India Electricity Statistics 2022” を基に日本総合研究所作成

る。配電会社の赤字体質と電力インフラの整備の遅れの悪循環は以前からインドが抱える課題として認識されており、政府は2015年に配電会社の負債額の大部分を引き受ける救済パッケージ「UDAY（注54）」を打ち出し、それをきっかけに送電網の整備が進み始めた。しかし、州政府により電力価格が低く据え置かれているため、配電ロス率は先進国と比べると依然として高く、盗電などの問題も完全には解消されていない。その結果、1キロワットアワー当たりの電力の供給コストは依然として販売収入を下回っている（図表23）。

配電会社の赤字体質が改善しない根本的な

図表23 インドの配電会社の1キロワットアワー当たりの電力供給コストと販売収入



(資料) Niti Aayog “India Climate & Energy Dashboard. Operational and Financial Performance of DISCOMs” を基に日本総合研究所作成

理由は、農家支援と食料インフレの抑制に向けた政府の農業用電力料金の据え置きにある（注55）。グジャラート州のように電力価格の引き上げを通じて配電会社の財務体質の改善とインフラ整備を実現した州も存在するものの（注56）、多くの州政府は選挙結果を左右する農家や食料インフレによって生活環境が悪化しやすい非農業部門の低所得者からの支持を失うことを恐れ、農業用電力料金の引き上げに対して消極的である（注57）。

電力と政治との関係を踏まえると、深刻な電力不足が発生する状況下で州政府が半導体産業への安定的な電力供給を確保するために農業や家計への供給を制限するとは考えにく

い（注58）。そのため、半導体企業は大規模な自家発電装置や瞬低・瞬停対応装置の導入を通じた電力供給の不安定化リスクへの対応を迫られると見込まれるが、このような装置による対応には限界があり（注59）、追加的な設備投資に伴うコストの上昇も避けられない。

## (2) 持続可能な水資源の確保

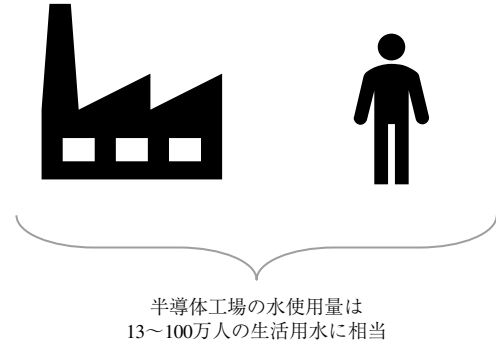
電力とともに半導体にとって重要な生産要素は水である。半導体の微細な加工を行う際には、「超純水」と呼ばれる不純物を取り除いた水で製品を繰り返し洗浄する必要がある（注60）、生産設備の冷却やボイラーなどでの利用と合わせて大量の水を使用する。半導体の小型化に伴い超純水に求められる水質は一段と高まると見込まれる。また、水の利用効率の改善ペースを上回る勢いで半導体の生産量が増加するため、世界の半導体産業で用いられる水量も増加し続ける公算が大きい。

工場の規模や製品の種類に応じて水の使用量は大きなばらつきがあるが、1工場当たり1日4～20万トンの水が必要になると言われている（図表24）（注61）。わが国の1人当たりの水使用量が1日200～300リットルであり（注62）、1工場当たりの水使用量は13～100万人の生活用水に相当する。

半導体の製造企業が直面する課題としては、まず超純水の製造コストの高さを指摘出来る。インドでは排水・廃水処理施設の未整

図表24 半導体工場の水の使用量

半導体1工場の水使用量 (4～20万トン前後/日)	1人の水使用量 (200～300リットル/日)
------------------------------	----------------------------



(資料) 日本総合研究所作成

備を背景に多くの地域で地下水や河川の汚染が確認されている（注63）。そのため、不純物を大量に含む地下水や河川の水から超純水を製造するまでに必要になる処理工数が増加するとともに、RO（逆浸透）膜を頻繁に交換する必要が生じることで製造コストが高くなる可能性がある。グジャラート州では一定の条件を満たした企業に対して優遇料金を適用することで、半導体製造企業の水コストを抑制しようとしているが（注64）、こうした措置は時限的なものである。

そして、より深刻な課題は半導体産業の水使用が生活・農業用水の不足を招き、半導体企業に対して取水制限が設けられる可能性を指摘出来る。インド全体の人口が14億人、半



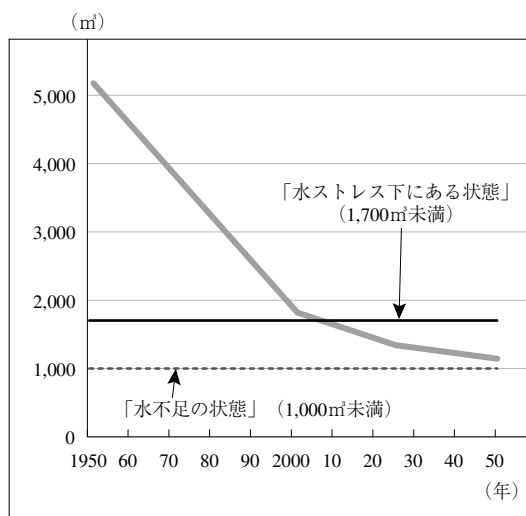
導体生産の拠点として注目を集めているグジャラート州、タミル・ナドゥ州、カルナタカ州の人口がそれぞれ7,000～8,000万人前後であることを踏まえると、一つの半導体工場が100万人程度の生活用水に相当する水を使用しても、マクロでみた影響は大きくないように見える。

しかし、①人々の安全な水へのアクセス環境が整備の途上にあること、②異常気象に伴う降雨量の減少やこれまでの過度な汲み上げによる地下水の枯渇により先行き深刻な水不足に直面するリスクが高まっていることを勘案すると、仮に世界の大手半導体製造企業と同様に6～8割前後の水再利用率を達成したとしても、半導体産業による水使用は政治問題に発展する可能性がある（注65）。

水ストレス（水需給のひっ迫度）を測る際にしばしば参照される人口1人当たりの水資源量は2001年の1,820 $\text{m}^3$ から2050年に1,140 $\text{m}^3$ に減少すると見込まれている（図表25）。地域的にみると、グジャラート州やカルナタカ州の大部分は1人当たりの水資源量が1,000 $\text{m}^3$ を下回る「中ストレス／水不足」に、タミル・ナドゥ州は500 $\text{m}^3$ を下回る「高ストレス／絶対的な水不足」の状態に陥ると予測されている（注66）（図表26）。

インド政府も水資源を巡る問題を認識しており、モディ政権は主要河川の水質改善に向けた取り組みを加速するための様々なイニシアチブを打ち出した。また、2019年に水問題

図表25 インドの1人当たり水資源量



（資料）Ministry of Jal Shakti を基に日本総合研究所作成

を専門に扱う省庁「Ministry of Jal Shakti（注67）」を設立した。同省は2024年までに全世界が上水道にアクセス出来るためのインフラ整備を目指す「Jal Jeevan Mission」や、各地域の地下水の管理・適正利用に必要な取り組みを多面的に支援する「Atal Bhujal Yojana Scheme」などの施策を打ち出した。その結果、水道水にアクセス出来る家計の割合は2019年の17%から2023年に71%に高まり（注68）、過剰汲み上げが行われている揚水施設の割合も低下し始めた（図表27）。しかし、過剰汲み上げもしくはそれに近い状況にある揚水施設は依然として全体の4分の1を占め、水質汚染に関する問題も各地で続いており（注69）、水不足に陥るリスクが完全に払拭さ

図表26 地域別の1人当たり水資源量（2050年の予測値）



(注) 地域メッシュデータから各州の平均値を計算。

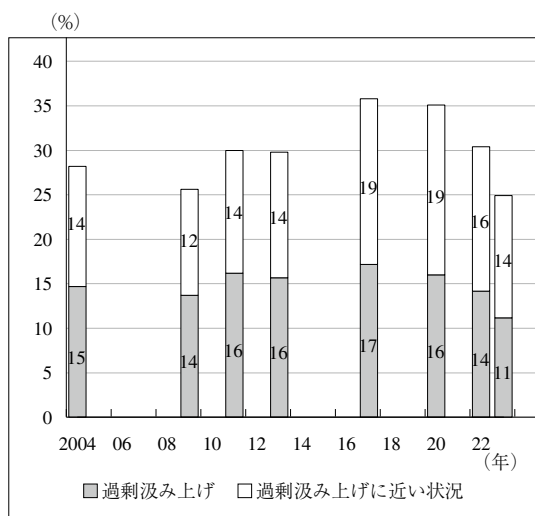
(資料) Niti Aayog "India Climate & Energy Dashboard. Per Capita Water Availability 2025&2050" を基に日本総合研究所作成

れたわけではない。

水問題の抜本的な解決には、水利用の9割弱を占めている農業における利用効率の改善が不可欠である（図表28）。そのためには、地下水の過剰汲み上げの一因になっている農業向けの水や電力の無料化・定額化といった優遇措置を見直すとともに（注70）、灌漑施設、雨水貯水層、生活排水と工業廃水の適切処理

やりサイクル設備、海水淡水化施設（注71）などの整備に予算を重点的に配分することが求められる（注72）。しかし、2021年に農業新法が廃止に追い込まれたことが象徴するように（注73）、農家に不人気な改革を断行するのは容易ではない。そのため、電力供給と同様、州政府は半導体産業よりも農業や家計への水供給を時に優先せざるを得ない状況に

図表27 地下水の過剰汲み上げもしくは過剰汲み上げに近い状況にある揚水施設の割合



(注)「年間の汲み上げ量÷持続可能な年間汲み上げ可能量」が100%を超える場合を過剰汲み上げ、70～100%の場合を過剰組み上げに近い状況と分類。

(資料) Ministry of Jal Shakti [2023] を基に日本総合研究所作成

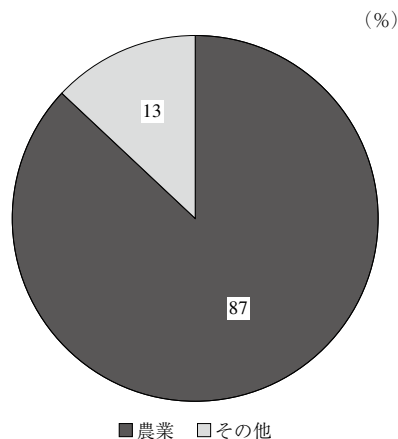
直面する可能性には留意が必要である。

半導体生産企業が自前で海水淡水化施設を建設することで水の安定供給を確保することも技術的には可能であるが、同施設の建設コストや水の処理コストを負担してまでインドで半導体を生産する経済的な合理性は低い(注74)。

### (3) 半導体人材の確保・育成

電力・水の安定供給とともに、半導体産業が必要とする人材の確保・育成もインドが直面する課題である。半導体は400～600の工程を経て生産されており(注75)、半導体

図表28 インドの地下水の用途(2023年)



(資料) Ministry of Jal Shakti [2023] を基に日本総合研究所作成

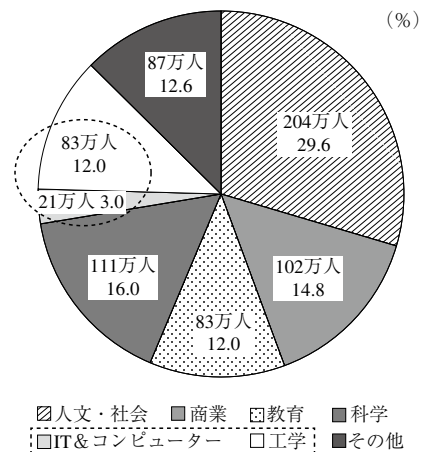
1工場当たりの労働者数は数千人に上る(注76)。工程ごとに異なる専門知識を有する技術者が連携して製造装置を操作・監視するとともに、各工程の評価と工程の見直しを繰り返し実施することで全体の最適化を図っていくことが必要になり、電気・電子工学、機械工学といった基礎的な素養に加え、半導体工程の全体像を把握している人材が求められる(注77)。今後、半導体の高度化に伴い工程数は一段と増加し、技術者に求められる知識や能力が高まっていく公算が大きい。インドの労働コストの安さを踏まえると、先進国の半導体工場が進められているような自動化・無人化に向けて高額な設備を導入する誘因は乏しく、原材料や製品の管理・運搬、

完成品の検査と製品への埋め込みなどの工程で多数の労働者が必要になる（注78）。インドでは、今後10年程度で30～200万人程度の半導体人材の需要が生まれると試算されているが（注79）、これまで国内で半導体が生産されておらず、半導体産業で即戦力となる技術者が限られていることを踏まえると、高等教育の拡充や他産業で働く人材のリスキリング環境の整備が人材確保のカギを握る。

インドの大学進学率は約3割と先進国と比べると低いが、14億人を上回る人口を背景に毎年700万人の学部生が卒業している。その内、工学やIT・コンピューターなど半導体産業と関連する専門分野を学んだ学部生は約100万人に相当する（図表29）。そのため、一見すると企業にとって技術者の確保はさほど困難でないように見えるが、以下の要因により、企業の人材確保に支障が生じる可能性があることには留意が必要である。

まず、半導体産業を含めハイテク産業では世界的な人材不足を背景に国や業種を跨ぐ人材の獲得競争が激化しつつあり、それが企業の高度人材の獲得を困難にする（注80）。アメリカでは2030年までにITエンジニアとIT以外のエンジニアの労働需要がそれぞれ260万人と125万人増加する一方、労働供給はそれぞれ160万人と86万人にとどまる可能性が指摘されている（図表30）。労働需給ギャップの解消に必要な国内の人材育成が遅れる場合、企業は高額な報酬を提示してインドを含

図表29 大学卒業生（学部生）の学部割合（2020年度）



（資料）Ministry of Education [2023] を基に日本総合研究所作成

む各国から高度人材の受け入れを積極化するだろう。

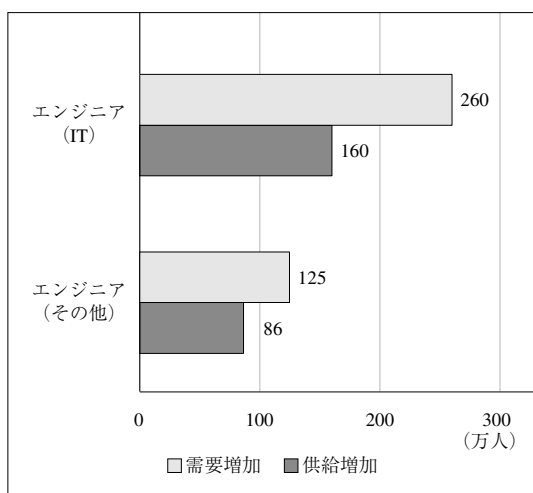
また、インドでは大学間の学生の質の格差が極めて大きいことに注意が必要である。多数の欧米系企業のトップにインド出身者が就いていることや毎年多数のインド人がグローバル企業に就職していることを背景に、日本では「IT分野を中心にインドの大学生は優秀」というイメージが広がりつつあるが、脚光を浴びているのはインド工科大学をはじめとするトップ大学の学生に限られる。トップ校以外では教員の知識レベルの低さや実務に直結したカリキュラムの欠如などを背景に学生のレベルは低く、多くの学生が企業の求める

ニーズを満たしていないことが各方面から指摘されている（注81）。例えば、人材評価会社Wheebox社によれば同社の雇用適性試験（注82）に合格した学生の割合は全体の半分に限られており（Wheebox [2023]）、McKinseyは同割合が20%程度に過ぎないと指摘している（注83）。また、500以上の大学を対象にITエンジニアリングを学ぶ学生に対して行ったプログラミングスキルに関する調査では、ソフトウェア会社に就職出来る最低限のスキルを有している学生は全体の5%に限られるという衝撃的な結果が示された（図表31）。

能力の欠如が高学歴の若年層の就職難と製

造業の発展の遅れの一因となってきたことを踏まえると（注84）、半導体産業においても同様の現象が生じる可能性がある。半導体に係る人材の育成についてはトップ大学における取り組みが注目を集めているが（注85）、より重要なのは教員の半導体に関する知識向上、実践的なカリキュラムの導入、産学の連携を通じた現場教育の拡充など地道な取り組みを通じた高等教育全体の底上げである。2023年2月に技術教育の諮問機関AICTE（全インド技術教育評議会）が半導体設計・製造にかかわるカリキュラムを発表するなど、教育改革に向けた動きは一部で進みつつあるが、こうした取り組みが実を結ぶまでには時

図表30 アメリカのエンジニアの需給動向（2023年→2030年）

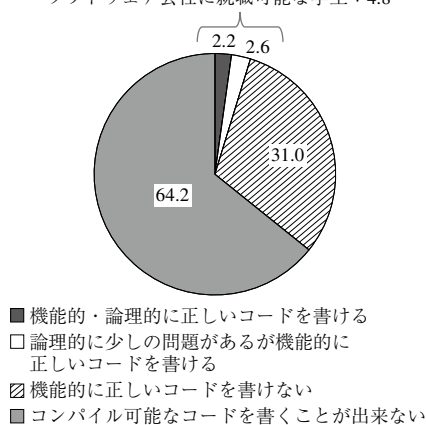


（注）エンジニア（その他）は、「Engineers」と「Technicians」の合計値。

（資料）SIA [2023b] を基に日本総合研究所作成

図表31 ITエンジニアリングを学ぶインドの大学生のプログラミングスキルに関する調査結果

ソフトウェア会社に就職可能な学生：4.8 (%)



（資料）Aspiring Minds “National Programming Skills Report-Engineers 2017” を基に日本総合研究所作成

間が必要になる。

さらに、州内の労働者保護に向けた労働法制も企業の人材確保の障害になると予想される。インドではグジャラート州、ハリヤナ州、アンドラプラデシュ州などが労働者の75～85%を州内から雇用することを求める独自の制度を設けているが(図表32)、テランガナ州、カルナタカ州、タミル・ナドゥ州も同様の州内雇用義務の導入を検討するなど、州レベルで保護主義が強まりつつある。半導体生産の候補地として注目される各州の大卒者が全体に占める割合がそれぞれ1割前後であることや(図表33)、トップ大学以外では採用に値する能力を有している学生が限られていることを踏まえると、州を跨ぐ人材の採用の制限

が半導体産業の足枷になるとみられる。このほか、厳格な解雇規制が産業間・州間の労働移動や企業の柔軟な雇用調整の阻害要因となっていることを踏まえると解雇規制を含めた労働法制の見直しが求められるが(注86)、政府は雇用の不安定化を懸念する人々からの支持低下を招きかねない労働改革に消極的である。

(注46) 三浦 [2023] によると外資企業を除く地場企業による自給率は1桁台である。

(注47) これまでより微細な回路パターン焼き付けを可能にするオランダのASMLホールディング社が製造する最新の「EUV (Extreme Ultraviolet Lithography、極端紫外線露光) 装置」の電力消費量は一世代前の10倍になっている (Bloomberg、2022年8月26日「TSMCの最先端半導体製造に死角、途上国一國を上回る電力消費量」)。EUV装置よりも消費電力が少ない「NIL (Nanoimprint Lithograph)」技術を用いた半導体装置の開発も進められているが、EUVを代替するには一段

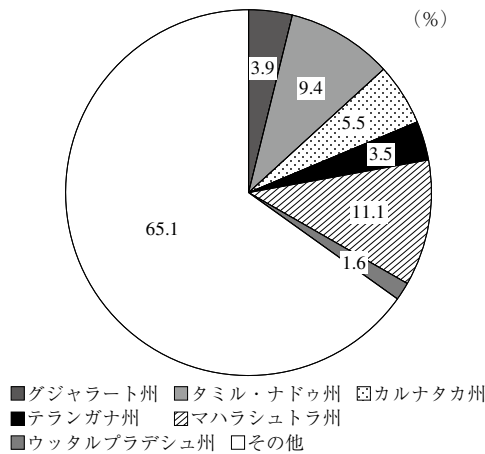
図表32 各州の州内雇用義務

導入状況	州	各州の動向
導入済	グジャラート州	労働者の85%以上をグジャラート州民とするガイドラインを1995年に導入(同ガイドラインを遵守しない企業に対して対応を講じることを検討中)
	ハリヤナ州	2022年1月、月給3万ルピー以下の労働者について75%以上をハリヤナ州民とすることを義務付ける州法を施行(2023年11月、ハリヤナ高裁は同法を違憲とする判決を下しており、州政府は今後最高裁に上訴する見込み)
	アンドラプラデシュ州	2019年10月、州内の工場労働者の75%以上を州内居住者とすることを義務付ける州法を公布
検討中	テランガナ州	国民会議派、2023年の州議会選挙のマニフェストで若年層の雇用について75%の州内雇用義務を導入する方針を発表(州議会選挙では国民会議派が勝利しており、今後、法制化に向けた取り組みが進められる可能性)
	カルナタカ州	州政府、雇用創出に向けて今後州内雇用義務を導入することを検討中
	タミル・ナドゥ州	ドラビダ進歩連盟(タミル・ナドゥ州の地域政党)、2021年の州議会選挙のマニフェストで75%の州内雇用義務を導入する方針を発表(州議会選挙でドラビダ進歩連盟は勝利したが現時点で同義務は未導入)

(注) 州民や州内居住者の定義や規制の運用方法は州ごとに異なるとともに不透明な部分がある。例えば、アンドラプラデシュ州では自身もしくは家族が10年以上州内に居住するものが州内の居住者と見なされ、政府の発行するIDカードや公共料金の請求書でこうした基準を満たしているかを確認している。筆者のヒアリングによれば75%の州内雇用義務は個々の工場ではなく工業団地全体で達成すべき目標として運用されている。

(資料) 各種報道を基に日本総合研究所作成

図表33 地域別の大学卒業生（学部生）  
（2020年度）



（資料） Ministry of Education [2023] を基に日本総合研究所作成

の技術進歩が必要であると考えられている（EE Times Japan 2023年10月30日「キヤノンのNIL技術、EUVの「対抗馬」になれるのか」）。

- （注48） TSMCは2022年のアニュアルレポートで2.19テラワットアワーの再生可能エネルギーを使用しており、それがエネルギー消費の10.4%であると述べている。世界で12カ所の工場を有していることを踏まえると、工場当たりの平均年間電力使用量は「2.19テラワットアワー÷10.4%÷12工場=1.8テラワットアワー」と計算される。
- （注49） 質の高い電力については下村・板羽 [2014] を参照。
- （注50） 2010年に三重県四日市市の火力発電所で0.07秒の瞬低が発生した際には、東芝四日市工場の生産ラインが止まり、約100億円の損失が発生した（江本・奥山 [2010]）。
- （注51） 近年のインドの停電の発生状況についてはCEEW [2020] を参照。
- （注52） JETRO 2023年7月10日 ビジネス短信「グジャラート州政府、サナンドII電力供給安定化への対策は進行中と説明」を参照。
- （注53） 現在の電力計画が半導体国産化に伴う電力需要の増加をどこまで織り込んでいるかは定かではない。
- （注54） 正式名称はUjwal Discom Assurance Yojana。
- （注55） インドの電力問題と農業については福味 [2022] を参照。
- （注56） グジャラート州の電力改革については牧田 [2018] を

参照。

- （注57） 電力価格の引き上げに伴う農家への悪影響を緩和するために中央政府が農作物の最低買取価格を引き上げる場合、食料インフレにより生活環境が悪化する非農業部門の低所得者からの支持を失う可能性がある。
- （注58） インドでは電力価格の引き上げを「Political Hara -Kiri（政治的な切腹）」と表現することもある。
- （注59） 2021年にTSMCが入居する工業団地で停電が生じた際、停電直後にディーゼル無停電電源装置が作動したがそれでも瞬低・瞬停が発生し、複数の装置で誤作動が起き多額の損失が発生した（EE Times Japan 2021年4月16日「TSMC工場で停電、半導体不足がさらに深刻化か」）。
- （注60） 超純水は主に前工程で使用されるが、ウェハの研磨や切断といった後工程でも用いられる。
- （注61） Semiconductor Digest 2022年10月24日「Water Supply Challenges for the Semiconductor Industry」、日本経済新聞2021年2月25日「TSMCで水不足深 天候不順、半導体製造に課題」などで言及されている半導体工場の水使用量を参照。
- （注62） 国土交通省 [2023] を参照。
- （注63） NITI Aayogが2019年に公表した報告書によればインドの水資源の約7割が汚染されており、水質ランキングは122か国中120位である（NITI Aayog [2019]）。
- （注64） グジャラート州の主要工業団地の業務用の基本水道料金は1㎡あたり40～50ルピーであるが、同州政府は一定の条件を満たした半導体企業に対しては最初の5年間同12ルピーで、その後の5年間は前年比1割増で水道を供給する優遇措置を提供している。
- （注65） 工場で再利用されなかった水を家計や農家が再利用する場合は水質汚染に起因する諸問題に直面することになる。
- （注66） タミル・ナドゥ州は一部の地域の水資源量が現在でも既に500㎡を下回っており、今後はその範囲が徐々に拡大していくと見込まれている。
- （注67） Jal Shaktiはヒンディー語で「水の力」を意味する。
- （注68） Jal Jeevan Mission Dashboardを参照。
- （注69） 2022年7月、パンジャブ州の首相が地元の川の浄化活動の成功を記念し川の水を直接飲むパフォーマンスを行ったが、その後汚染物質による腹痛を原因に入院することとなった。この事例が象徴するように、浄化活動が行われている河川でも水質は十分に改善していない（Indian Express 2022年7月21日「Days after drinking water from Kali Bein, Punjab CM Bhagwant Mann in hospital」）。
- （注70） 一部の地域では生活用水が無料で提供されている地域もあり、これらの地域では水道料金の有料化を行うことで家計の水の利用効率の改善することも出来るだろう。
- （注71） インドの中でも特に水不足に見舞われるリスクの高いタミル・ナドゥ州チェンナイでは、2023年7月、わが国のODAを活用したインド最大の建設工事が開始された。2027年度中の稼働開始を目指しており、毎日4億リットル

- を処理するインド最大の海水淡水化施設となる見込みである。
- (注72) 中央・州政府の財政赤字の削減もインドにとっては喫緊の課題であり、農家向け補助金政策を維持しながら水インフラの整備に向けた財政支出を拡大することは困難である。
- (注73) 従来、インドの農家は農作物を各地域の公設市場で販売する必要があったが、2020年に州を跨ぐ農作物の取引自由化を認める農業新法が成立した。しかし、同法の施行に伴う既得権益の喪失を懸念する農家や仲介業者が大規模な反政府デモを起こしたため、政府は同法を撤回した。
- (注74) グジャラート州は淡水化施設を建設する半導体企業に対して土地代を除く建設費の50%を補助するとともに処理水の量に応じて一定の補助金を給付する施策を州独自の半導体関連政策に盛り込んでいるが、水の安定供給に必要な追加的なコストが必要になることに変わりはない。
- (注75) 工程数については、厚生労働省の職業情報提供サイト「Job tag」の半導体技術者に関する説明を参照。
- (注76) マイクロンのグジャラート州の半導体工場の直接雇用が5,000人、TSMCの熊本工場とアメリカ・アリゾナ州の新工場の採用計画がそれぞれ1,700人、4,500人であることなどを踏まえた数値。
- (注77) 半導体人材に求められるスキルについては経済産業省[2023b]を参照。
- (注78) 半導体は規模の経済（生産量の拡大に伴い単位当たりのコストが低下する現象）が働きやすいことに加え、製品当たりの輸送コストが低いため、労働力の安さを除くとインドで生産を行うメリットは小さい。
- (注79) The Hindu 2023年7月6日 “India will need 20 lakh deep tech engineers by 2030, says IESA’s Krishna Moorthy”, Economic Times 2023年11月17日 “The talent factor in India’s semiconductor quest” を参照。
- (注80) 世界の半導体の人材不足についてはDeloitte [2022]を参照。
- (注81) 教育の質の低さと学生数の少なさを理由にAICTE（全インド技術教育審議会）は2017年に800の大学を閉鎖することを求めた（Times of India 2017年9月2日 “800 engineering colleges to close over low quality, admissions”）
- (注82) 日本の多くの大学生が就職活動に際して受けるSPI（Synthetic Personality Inventory）に相当する適正検査。
- (注83) The Economic Times 2017年12月14日 “The real reason why 95% of Indian engineers can’t code”
- (注84) インドの大学が抱える課題については、Business Standard 2023年4月23日 “Worthless degrees are creating an unemployable generation in India” を参照。
- (注85) インド工科大学マドラス校が半導体に特化したプログラム構築のためにアメリカ・パデュー大学と提携したことや、半導体専門の学部を新設することを決めたことが注目を集めた。

(注86) インドの解雇規制については日本貿易振興機構[2023]を参照。インドの解雇規制は州ごと・労働形態ごとに異なるが、一定規模を超える工場の労働者の解雇に当たっては州政府の認可が必要になる。

## おわりに

インドが半導体産業を含め、質の高い電力、安定的な水資源、熟練技術者が発展のカギを握る製造業のビジネス環境を改善するには政治的にハードルの高いいくつかの改革を断行する必要がある（注87）。今後の経済改革の進捗ペースは2024年4～5月頃に予定されている下院総選挙や各州の州議会選挙の結果に左右されることになるが（注88）、賛否両論のある改革について利害関係者の合意を得るには相応の時間がかかるとみておくのが妥当である（注89）。

こうした状況を踏まえると、複数の半導体企業がインド進出を前向きに検討していることは不可解である。にもかかわらず、インドに半導体工場を建設する背景には、東アジアの地政学リスクの高まりを背景に経済効率性よりも安全保障を重視する傾向が強まっていることに加え、インド政府により手厚い補助金が交付されることがある。インドが半導体の生産拠点として注目を集めるきっかけとなったマイクロンのグジャラート州の工場設立計画は投資費用の約7割を中央・州政府が負担しており、それが同社のインド進出を後押しした（注90）。



今後、台湾情勢の一段の緊迫化などをきっかけに、初期投資費用の大半をインド政府が負担する補助金制度を活用したインド進出は本格化するかもしれない。しかし、本稿で指摘した諸課題が解消されない限り、持続的な発展は期待出来ない。先行き収益性の低さを理由に進出企業がインド市場からの撤退や事業縮小といった対応を採ることで、巨額の補助金を軸とする現在の誘致政策は失敗に終わるシナリオを捨て去ることは出来ない。

わが国は半導体製造装置の供給や設計分野の人材面の協力などを通じてインドの半導体産業の発展を支援しようとしているが、インドが抱える諸課題を客観的に評価し、その前段階のソフト・ハードインフラ整備が重要であることをインド政府と共有する必要がある。エネルギー・水利用効率の高いわが国の製品や工場管理方式のインド市場への導入や、トップ校以外の大学や職業訓練学校におけるモノづくり人材の育成に向けた支援といったこれまで進めてきた取り組みを一段と強化していくことはインド半導体産業の発展に寄与するであろう（注91）。また、国際機関と連携しつつ、良好な日印関係を生かして政治的にハードルの高い改革の実施をインド政府に対して粘り強く働きかけていくことも重要である。

このような取り組みを通じてわが国が世界の半導体供給の安定化とインド経済の発展に向けて主導的な役割を果たしていくことを期

待したい。

(注87) ビジネス環境の改善に加え、アメリカと良好な関係を維持することもインドの半導体産業の発展にとって極めて重要である。2023年に米印は急速に接近したが、①アメリカの対印貿易赤字の拡大、②医薬やソフトウェア産業などでのインドの知的財産権の侵害、③インドの小売業やEC（電子商取引）などの外資企業に対する規制、④モディ政権下での民主主義の後退などをきっかけに今後二国間関係が悪化する可能性がある。

(注88) インドの上院議員は州議会を通じて選出されるため、州議会選挙は上院・下院間の「ねじれ」解消のタイミングにも影響を及ぼす。

(注89) 2017年に導入されたGST（財・サービス税）が提唱されてから導入されるまでに10年以上の時間がかかったことを踏まえると、大胆な制度改革には10年単位の時間が必要になるとみておくべきである。

(注90) 各国・地域が半導体の国産化に向けて補助金政策を打ち出しているが、約7割というインドの補助率は諸外国と比べても高い。そのため、同国の同補助金政策が今後の諸外国との通商対立の要因なる可能性もある。

(注91) 2016年の日印首脳会議を踏まえた「ものづくり技能移転推進プログラム」の下、在印日系企業により35機関の「日本式ものづくり学校」が設立されたが、多くの機関の受け入れ人数は数十人程度にとどまっており、支援規模を拡充していくことが求められている。

#### 参考文献

(日本語)

1. 江本邦幹・奥山憲昭 [2010] 「瞬時電圧低下が及ぼす事業中断リスク」 NKSJリスクマネジメント『NKSJ-RMLレポート』40  
[https://image.sompo-rc.co.jp/reports\\_org/101229\\_report.pdf](https://image.sompo-rc.co.jp/reports_org/101229_report.pdf)
2. 熊谷章太郎 [2021] 「メイク・イン・インドの新展開とその「落とし穴」」日本総合研究所『環太平洋ビジネス情報 RIM』2021 Vol.21 No.82  
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/rim/pdf/12815.pdf>
3. 経済産業省 [2023a] 「半導体・デジタル産業戦略」  
<https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003-1.pdf>
4. ——— [2023b] 「九州半導体人材育成等コンソーシアム人材育成ワーキンググループ（WG）2022年度活動報告」  
[https://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/jyoho/oshirase/230404\\_1\\_4.pdf](https://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/jyoho/oshirase/230404_1_4.pdf)
5. 国土交通省 [2023] 「令和4年版 日本の水資源の現況」  
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/content/001572566.pdf>
6. 電機・電子温暖化対策連絡会 [2014] 「電機・電子業界生産プロセスの省エネ対策」

- [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/sho\\_energy/pdf/007\\_01\\_06.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/007_01_06.pdf)
7. 野木森稔 [2021] 「台湾情勢緊迫化と高まる半導体リスク」日本総合研究所『Research Focus』No.2011-023  
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/researchfocus/pdf/12810.pdf>
  8. 日本貿易振興機構 [2023] 「インド駐在員のための法務・労務ハンドブック（第5版）」  
[https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/\\_Reports/02/2023/d4b960754625b81f/202303.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/02/2023/d4b960754625b81f/202303.pdf)
  9. 福味敦 [2022] “インドの電力改革 現状と課題” 財務総合研究所 インドワークショップ資料（2022年6月13日）  
[https://www.mof.go.jp/pri/research/conference/indiaws/indiaws2021\\_03.pdf](https://www.mof.go.jp/pri/research/conference/indiaws/indiaws2021_03.pdf)
  10. 牧田淳 [2018] 「インドの電力事情および電力政策の考察：成功した電力改革「グジャラート州モデル」の全国展開」日本エネルギー経済研究所  
<https://eneken.ieej.or.jp/data/7868.pdf>
  11. 三浦有史 [2023] 「中国半導体産業の行方」日本総合研究所『環太平洋ビジネス情報RIM』2023 Vol.23 No.89  
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/rim/pdf/14181.pdf>
- (英語)
12. CEEW (Council on Energy, Environment and Water) [2020] “State of Electricity Access in India”  
<https://www.ceew.in/sites/default/files/ceew-research-on-state-of-electricity-access-and-coverage-in-india.pdf>
  13. Deloitte [2022] “The global semiconductor talent shortage”  
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology-media-telecommunications/us-tmt-global-semiconductor-shortage-pov-v3.pdf>
  14. European Commission [2023] “Study on the Critical Raw Materials for the EU”  
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/57318397-fdd4-11ed-a05c-01aa75ed71a1#>
  15. Government of Gujarat, India [2022] “Gujarat Semiconductor Policy 2022-2027”  
[https://dst.gujarat.gov.in/Portal/Document/1\\_486\\_Gujarat\\_Semiconductor\\_Policy\\_2022\\_27\\_Brochure\\_2707.pdf](https://dst.gujarat.gov.in/Portal/Document/1_486_Gujarat_Semiconductor_Policy_2022_27_Brochure_2707.pdf)
  16. India Semiconductor Mission [2022] “Modified Semicon India Program”  
[https://d2p5j06zete1i7.cloudfront.net/Cms/2023/Feb/16/1676530089\\_1675877503\\_India\\_Semicon\\_Europa.pdf](https://d2p5j06zete1i7.cloudfront.net/Cms/2023/Feb/16/1676530089_1675877503_India_Semicon_Europa.pdf)
  17. Niti Aayog [2019] “Composite Water Management Index”  
[https://social.niti.gov.in/uploads/sample/water\\_index\\_report2.pdf](https://social.niti.gov.in/uploads/sample/water_index_report2.pdf)
  18. Ministry of Education, India [2023] “All India Survey on Higher Education 2020-2021”  
<https://aishe.gov.in/aishe/BlankDCF/AISHE%20Final%20Report%202020-21.pdf>
  19. Ministry of Jal Shakti, India [2023] “National Compilation on Dynamic Ground Water Resources of India,2023”  
<http://cgwb.gov.in/cgwbpnm/public/uploads/documents/17014272111704550895file.pdf>
  20. SIA (Semiconductor Industry Association) [2023a] “2023 Facto book”  
[https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook_1.pdf)
  21. ——— [2023b] “Chipping Away: Assessing and Addressing the Labor Market Gap Facing the U.S. Semiconductor Industry”  
[https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook_1.pdf)
  22. Wheebox [2023] “India Skills Reports 2023”  
[https://do3n1uzkew47z.cloudfront.net/siteassets/pdf/ISR\\_Report\\_2023.pdf](https://do3n1uzkew47z.cloudfront.net/siteassets/pdf/ISR_Report_2023.pdf)

本誌は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。本誌は、作成日時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがあります。本誌の情報に基づき起因してご閲覧者様及び第三者に損害が発生したとしても執筆者、執筆にあたっての取材先及び弊社は一切責任を負わないものとします。