インド国

インド国
日印半導体サプライチェーン情報収集・確認調査【有償勘定技術支援】
ファイナル・レポート

2025 年 8 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社ワールド・ビジネス・アソシエイツ

株式会社国際開発センター

南ア
JR
25-033

目次

1. 本調査の背景と目的 1
1.1. 調査の背景・目的 1
1.2. 調査の目的 3
1.3. 調査の実施方針 3
1.4. 調査の対象範囲 4
1.5. 調査団の体制 4
1.6. 調査スケジュール 6
2. 半導体産業の現状分析 7
2.1. 半導体産業の現状 7
2.1.1. 半導体産業の特徴 7
2.2. 半導体製造の特徴 11
2.2.1. 前工程（ウエハ製造工程） 11
2.2.2. 後工程（パッケージ組立工程）・テスト工程 12
2.3. 半導体製造を支える産業 14
2.3.1. 半導体製造装置のサプライチェーン 14
2.3.2. 半導体材料のサプライチェーン 22
2.3.3. 半導体製造工場を支える設備 27
2.4. 半導体の産業構造とそのトレンド 31
2.4.1. 半導体微細化技術の進展 31
2.4.2. 半導体パッケージ技術 34
2.5. 半導体に関連する国際標準 37
2.5.1. 半導体国際標準の分類 37
2.5.2. 主な標準化団体とその役割 38
2.5.3. 国際標準の意義 39
2.5.4. 国際スタンダードの課題と今後の展望 40
2.6. 半導体産業の主要企業とその特徴 40
2.6.1. ファブレス（設計専業）企業 41
2.6.2. ファウンドリー（受託製造）企業 42
2.6.3. IDM（垂直統合型）企業 43
2.6.4. メモリーメーカー 45
2.7. 半導体産業で要求される人材 47
2.7.1. 技術人材の区分とその特徴 47
3. インド半導体産業の現状 53
3.1. インド半導体産業の現状 53
3.1.1. インド国内の半導体需要の将来予測 53
3.1.2. インド国内の半導体関連企業の状況 54
3.1.3. インド国内の半導体製造におけるエコシステムの分布 55

3.1.4. インドに進出している半導体メーカーの設計・開発拠点 57
3.1.5. インドに建設予定の半導体関連の工場（前工程、後工程/OSAT、他） 62
3.1.6. グジャラート州における半導体産業のバリューチェーン 63
3.1.7. 半導体製造装置メーカーの動向 65
3.1.8. 半導体材料メーカーの動向 66
3.2. タタ・エレクトロニクス（印）半導体工場の建設計画詳細 67
3.3. インド半導体産業の特長と直面する課題 73
3.4. 中央政府による半導体関連政策 74
3.4.1. インド中央政府の製造業振興 74
3.4.2. 半導体産業にかかる主要政策 77
3.5. 半導体産業に係る主要機関とその概要：政府、研究機関、業界団体 81
3.6. インド政府による国際連携枠組 83
3.6.1. 各国との連携 83
3.6.2. 半導体産業に関係する法令、条例等 84
3.7. インドにおける半導体人材育成の現状と課題 86
3.7.1. 国家戦略と政策支援 88
3.7.2. インド国内の学術機関他その概要 90
3.7.3. 半導体産業人材育成（開発・設計、製造）の現状と課題 93
3.8. IIT ガンディナガール校による人材育成プログラム 94
3.8.1. グジャラート州における半導体研究・人材育成の中核拠点 94
3.9. その他地域での動き 98
3.10. 半導体人材育成上の全般的な課題 98
4. グジャラート州 101
4.1. 半導体産業の現状 101
4.1.1. グジャラート州の概要 101
4.1.2. 日系企業の進出状況 104
4.2. 半導体関連政策と開発計画、関連法制 108
4.2.1. 産業振興政策の概要 108
4.2.2. 半導体産業に係る政策や基本計画 108
4.2.3. 化学産業の現状と半導体産業への影響 110
4.2.4. グジャラート州における半導体エコシステムの構築状況 112
4.2.5. ドレラ SIR 特別投資地域とサナンド地域の概要 113
4.2.6. ドレラ SIR 特別投資地域（Dholera SIR） 115
4.2.7. サナンド地域 119
4.3. 半導体産業に係る主要機関とその概要 121
4.3.1. グジャラート州政府組織の概要 121
4.4. 半導体産業に係るインフラ整備ニーズと整備状況 123
4.4.1. 交通インフラと接続性 123
4.4.2. 電力インフラ 124

4.4.3. ドレラ SIR 地域工業団地内水インフラ 128
4.5. 半導体産業人材ニーズと人材育成の現状 130
4.5.1. 産業人材育成環境 130
4.5.2. グジャラート州内の学術、教育・訓練機関 130
4.5.3. 産業訓練機関（ITIs） 134
4.5.4. その他州内の大学の状況 135
4.5.5. グジャラート州における産学連携 136
5. 基礎調査対象州の現状 139
5.1. アッサム州 139
5.1.1. アッサム州の概要 139
5.1.2. アッサム州政府組織の概要 139
5.1.3. 産業振興政策と半導体産業の位置づけ 140
5.1.4. インフラ整備動向 142
5.1.5. 半導体関連企業の進出動向 145
5.1.6. 産業人材育成の現状 147
5.2. カルナタカ州 149
5.2.1. カルナタカ州の概要 149
5.2.2. カルナタカ州政府及び関連機関 149
5.2.3. 半導体産業に係る政策・計画 153
5.2.4. インフラ整備動向 154
5.2.5. 産業人材育成の現状 156
5.2.6. 企業進出動向 160
5.3. テランガナ州 161
5.3.1. テランガナ州の概要 161
5.3.2. テランガナ州政府組織の概要 161
5.3.3. 半導体産業に係る政策・計画 163
5.3.4. インフラ整備動向 165
5.3.5. 産業人材育成の現状 167
5.3.6. 企業進出動向 169
5.4. タミル・ナド州 169
5.4.1. タミル・ナド州の概要 169
5.4.2. タミル・ナド州政府組織の概要 170
5.4.3. 半導体産業に係る政策・計画 171
5.4.4. インフラ整備の現状と課題 173
5.4.5. 企業進出動向 177
5.4.6. 産業人材育成の現状 177
5.5. ウッタル・プラデシュ州 179
5.5.1. ウッタル・プラデシュ州概要 179
5.5.2. ウッタル・プラデシュ政府組織の概要 180

5.5.3. 半導体産業に係る政策・計画 181
5.5.4. インフラ整備動向 185
5.5.5. 産業人材育成の現状 188
5.5.6. 企業進出動向 191
6. 台湾の半導体産業の現状 193
6.1. 台湾経済における半導体産業の位置づけ 193
6.1.1. 台湾半導体産業の概要 193
6.2. 台湾半導体産業の政策 194
6.2.1. 半導体産業に関する政府の取り組み 194
6.2.2. サイエンスパーク（科学工業園区）の設立と産業集積 198
6.3. 台湾半導体産業に関わる大学・民間組織 201
6.3.1. 台湾国内の半導体教育大学 201
6.3.2. 台湾の半導体研究施設 205
6.3.3. 台湾の半導体関連企業とその概要 208
6.4. 台湾の半導体産業の調査を踏まえて 213
7. 日本の半導体産業の現状と課題 215
7.1. 本章の目的と構成 215
7.2. 日本半導体産業の再興に向けた動向 215
7.3. 将来の日印半導体市場の拡大 218
7.4. 国内の半導体業界の人材不足 219
7.5. 半導体産業の地域経済への影響 220
7.6. 経済安全保障・サプライチェーン強靭化・半導体国際協力 221
7.7. 日本国内の半導体産業概要と地域連携 222
7.7.1. 各地域における半導体企業と研究機関との連携 223
7.7.2. 半導体産業人材育成コンソーシアム 224
7.7.3. 九州地方の半導体産業振興 226
7.7.4. 東北地方の半導体産業振興 236
7.7.5. 国内人材派遣・訓練企業の取り組み 240
7.7.6. 高等教育機関での取り組み 241
7.8. 日本企業によるインド進出 242
7.8.1. 日本企業の対印進出・投資・貿易等の動向 243
7.8.2. 日本とインドの半導体産業の課題と協力可能性 245
7.8.3. 日印両国の半導体産業の強み・弱み 246
7.8.4. 日本とインドの間の半導体に係る国際協定・二国間協定 246
7.8.5. 日本の課題：人材不足 247
7.9. 日本企業の海外人材に対する考え方 250
7.9.1. 日本の半導体産業全体の量的人材ニーズ 250
7.9.2. 主要民間企業の人材戦略： 250
7.10. 学術・研究機関における人材教育 251

7.11. 産業団体のインド人材に対する見解 252
7.12. 産官学機関の状況と課題 254
7.12.1. 地方行政の地域間の違い 254
7.12.2. 民間企業の海外人材活用に対する現場とのギャップ 255
7.12.3. 大学・研究機関における海外人材受け入れの課題 255
7.12.4. 技能人材育成に関する現状分析まとめ 256
7.12.5. 高度人材育成に関する現状分析まとめ 258
7.13. 日本型「産官学エコシステム」のインドへの展開可能性 259
7.13.1. 半導体産業の日本型「産官学エコシステム」 259
7.13.2. 半導体人材基盤の強化に向けた産官学の連携 260
7.13.3. 日本型産官学連携システムの構造とその特徴 260
7.13.4. インドへの日本型システムの適用可能性 261
7.13.5. インドへの展開に向けた課題 261
7.14. 日本の電力インフラと水インフラの状況 263
7.14.1. インフラ整備に対する政府の施策 263
7.14.2. 電力インフラ 264
7.14.3. 水インフラ 265
8. 日本とインドの半導体産業の課題と協力可能性 267
8.1. 調査結果を踏まえた仮説の整理 267
8.2. 仮説の検証と施策提言 269
8.2.1. 仮説１：半導体設計人材育成 269
8.2.2. 仮説 2：半導体技能人材育成 274
8.2.3. 仮説 3：インフラ整備（ソフト面、ハード面） 281
8.2.4. 仮説 4：先端半導体研究連携 285
8.3. 施策提言のまとめ 289
8.4. 今後の検討課題 293
8.5. 環境社会配慮等 294

図表番号	タイトル	ページ
表1-1.	JICA調査団の担当業務	P.4
表1-2.	アドバイザリーボードのメンバー	P.5
表1-3.	調査スケジュール	P.6
表2-1.	2023-2024年半導体売上高世界トップ10企業（単位：百万ドル）	P.10
表2-2.	半導体装置メーカー全世界売上高ランキング（2023）	P.14
表2-3.	半導体製造工程と必要となる素材	P.23
表2-4.	半導体パッケージの種類と特徴	P.35
表2-5.	半導体国際標準の分類	P.38
表2-6.	主なファブレス（設計専業）企業	P.41
表2-7.	主なファウンドリー（受託製造）企業	P.42
表2-8.	主なIDM（垂直統合型）企業	P.44
表2-9.	メモリー専業メーカー	P.46
表2-10.	半導体メーカーの研究開発職	P.49
表2-11.	半導体メーカーの技術職	P.50
表2-12.	半導体製造装置・材料メーカーの研究・開発職及び技術職	P.52
表3-1.	半導体製造の状況	P.55
表3-2.	半導体産業エコシステムの構築	P.64
表3-3.	タタの製造拠点一覧	P.67
表3-4.	インド初の300㎜半導体ファブの概要	P.69
表3-5.	タタのドレラSIRプロジェクトの予定	P.69
表3-6.	タタの半導体アセンブリ・テスト施設構築拡張戦略	P.70
表3-7.	タタが予測するインド半導体市場の概要	P.71
表3-8.	サプライヤーエコシステムの共設による相互利益	P.72
表3-9.	半導体サプライヤーにおける機会	P.72
表3-10.	タタによる日印（Win-Win）半導体パートナーシップの提案	P.73
表3-11.	成長と自立を牽引する重要なイニシアチブ	P.76
表3-12.	NPE2019および各インセンティブスキーム	P.78
表3-13.	インドと他国・他地域の連携状況	P.84
表3-14.	インドにおける人材育成に対する課題	P.86
表3-15.	半導体製造に必要なスキルセット一覧	P.88
表3-16.	IITガンディナガール校が計画する人材育成プラン	P.98
表3-17.	現地調査でヒアリングした人材育成に関する課題	P.100
表4-1.	グジャラート州の概要	P.102
表4-2.	グジャラート州の経済マクロ指標と他州との比較	P.103
表4-3.	グジャラート州の産業構造	P.104
表4-4.	グジャラート州の日系企業の現状	P.106
表4-5.	グジャラート州　調査結果	P.107
表4-6.	投資判断ポイントに対するグジャラートの場合	P.107
表4-7.	グジャラート州エレクトロニクス施策	P.109
表4-8.	半導体産業誘致インセンティブ	P.110
表4-9.	グジャラート州における化学産業	P.111
表4-10.	グジャラート州の半導体関連投資状況	P.113
表4-11.	ドレラSIR地域とサナンド地域の比較	P.114
表4-12.	ドレラSIR地域とサナンド地域進出の主な半導体関連企業	P.115
表4-13.	ドレラSIR地域の電力供給状況	P.118
表4-14.	グジャラート州のインフラ	P.124
表4-15.	電力品質に関する考察と課題	P.127

図表番号	タイトル	ページ
表4-16.	水インフラ調査の留意点	P.130
表4-17.	グジャラート州の人材育成環境の概要	P.130
表4-18.	グジャラート州における技術人材育成状況 一覧表	P.132
表4-19.	各教育機関の機能と役割	P.133
表4-20.	企業とグジャラート州内の大学との産学連携	P.137
表4-21.	グジャラート州政府による各種教育訓練施策の動向	P.137
表5-2.1.	半導体産業に関与する主要部局	P.150
表5-2.2.	カルナタカ州の教育機関の一覧	P.158
表5-2.3.	カルナタカ州の学術機関で提供する半導体関連コース	P.159
表5-2.4.	カルナタカ州における半導体・ESDMスキル開発主要施策一覧	P.160
表5-3.1.	テランガナ州組織の主要機能	P.163
表5-3.2.	テランガナ州政府の半導体産業支援施策	P.163
表5-3.3.	テランガナ州政府の工業団地	P.167
表5-3.4.	テランガナ州における学術機関、教育訓練機関の数	P.167
表5-3.5.	テランガナ州の主要学術機関	P.168
表5-4.1.	半導体および先端製造業におけるスキル開発を促進するための主要な取り組み	P.173
表5-4.2.	タミル・ナド州の半導体技術に注力した教育プログラム	P.178
表5-5.1.	ウッタル・プラデシュ州内の主要な半導体関連コースを提供する工学系大学の例	P.191
表6-1.	台湾の3つのサイエンスパークの特徴	P.198
表6-2.	台湾の半導体教育を行っている主な大学（2025年6月時点）	P.202
表6-3.	台湾の半導体メーカー	P.210
表6-4.	台湾に現地法人がある日本の半導体関連企業	P.211
表7-1	日本企業にとってのインド進出上の想定リスク	P.244
表7-2.	人材に着目した日印の 強みと課題の整理	P.246
表7-3.	日本型「産官学連携エコシステム」の定義	P.259
表7-4.	半導体等の大規模生産拠点に必要なインフラ整備（単位：百万円）	P.264
表7-5.	インドと日本の電気、水インフラの比較	P.266
表8-1.	日本の半導体技能人材育成施設比較表	P.276

図表番号	タイトル	ページ
図2-1.	半導体製造工程の各企業の役割分担	P.9
図2-2.	世界の半導体サプライチェーンの主な企業	P.11
図2-3.	前工程の主な工程	P.12
図2-4.	後工程の主な工程	P.13
図2-5.	半導体製造装置、材料の主な企業	P.26
図2-6.	半導体工場建設に関わる専門企業（一般的な例）	P.28
図2-7.	純水装置一例	P.29
図2-8.	半導体工場に必要な水インフラ（概略図）	P.30
図2-9.	ITF World 2024にて発表したロジックデバイスの微細化ロードマップ	P.33
図2-10.	FET構造のロードマップ	P.34
図2-11.	次世代パッケージ技術	P.36
図3-1.	インド市場の半導体需要予測（単位：10億ドル）	P.54
図3-2.	インドのGDPに占める製造業の比率の推移	P.74
図3-3.	インドの地域別貿易収支の推移	P.75
図3-4.	IITデリー校　クリーンルーム	P.91
図3-5.	IITグワハティ校　クリーンルーム	P.91
図3-6.	世界のソフトウェア開発者人口	P.94
図4-1.	グジャラート州の日系企業数	P.105
図4-2.	グジャラート州に進出する主な日本企業	P.105
図4-3.	ダヘジPCPIR（石油化学・石油化学投資地域）の位置	P.111
図4-4.	ドレラSIR地域とサナンド地域の位置関係	P.113
図4-5.	ドレラSIR地域開発マスタープラン	P.116
図4-6.	ドレラSIR地域の開発区分	P.116
図4-7.	地域インフラ利用のプラグ＆プレイ方式	P.116
図4-8.	道路インフラの開発状況	P.117
図4-9.	ドレラSIR地域の交通インフラ	P.117
図4-10.	電力インフラの冗長化	P.117
図4-11.	ドレラSIR地域の水インフラ	P.118
図4-12.	ドレラSIR内水処理設備	P.119
図4-13.	ドレラSIR内電力設備	P.119
図4-14.	グジャラート州 ドレラSIRの水処理施設	P.119
図4-15.	グジャラート州 サナンドⅡ工業団地建設地の水供給塔	P.120
図4-16.	グジャラート政府の組織体制	P.123
図4-17.	グジャラート州のにおける年間平均停電時間、年間平均停電回数	P.125
図4-18.	日本、諸外国の年間平均停電回数の比較	P.125
図4-19.	グジャラート州内の各地の大学、研究機関の所在	P.133
図4-20.	グジャラート州内のITIの数	P.134
図5-1.1.	半導体産業に関連するアッサム州政府組織	P.140
図5-1.2.	アッサム州における年間平均停電時間、年間平均停電回数	P.143
図5-1.3.	タタOSATと州政府主導のプロジェクトが実施される地域	P.144
図5-1.4.	タタOSAT建設予定全体像	P.146
図5-1.5.	タタOSAT建設予定地	P.146
図5-1.6.	アッサム州内のITIの数	P.147
図5-1.7.	インド工科大学グワハティ校のナノサイエンス教育カリキュラムと半導体研究施設	P.148
図5-2.1.	カルナタカ州政府組織図	P.151
図5-2.2.	カルナタカ州における年間平均停電時間、年間平均停電回数	P.155
図5-2.3.	カルナタカ州進出日系企業の拠点数推移	P.161

図表番号	タイトル	ページ
図5-3.1.	テランガナ州政府組織図	P.162
図5-3.2.	テランガナ州における年間平均停電時間、年間平均停電回数	P.165
図5-4.1.	半導体産業に関連するタミル・ナド州政府組織	P.170
図5-4.2.	タミル・ナド州における年間平均停電時間、年間平均停電回数	P.175
図5-4.3.	タミル・ナド州内のITIの数	P.179
図5-5.1.	ウッタル・プラデシュ州政府組織図	P.181
図5-5.2.	ウッタル・プラデシュ州における年間平均停電時間、年間平均停電回数	P.186
図6-1.	新竹サイエンスパーク	P.201
図6-2.	新明科技大学の半導体教育・訓練施設	P.205
図6-3.	TSMC グローバル R&D センター	P.208
図6-4.	台湾の半導体メーカー所在地	P.209
図7-1.	日本の半導体世界的シェアの低下	P.216
図7-2.	日本の半導体市場規模と予測	P.218
図7-3.	インドの半導体市場規模と予測	P.218
図7-4.	半導体製造装置 各国シェアおよび主要半導体部素材 各国シェア	P.219
図7-5.	国内の半導体関連産業の就業人員数の推移	P.220
図7-6.	各地域における主な半導体企業と研究機関	P.224
図7-7.	各地域コンソーシアムの状況	P.225
図7-8.	九州地方の半導体産業の概要	P.226
図7-9.	福岡半導体リスキリングセンター講座一覧	P.229
図7-10.	北九州学術研究都市/北九州産業学術推進機構の施設及びG-City戦略	P.231
図7-11.	価値創造型半導体人材育成センターの概要	P.233
図7-12.	東北地方の半導体産業の概要	P.236
図7-13.	I-SPARK いわて半導体関連人材育成施設	P.238
図7-14.	東北大学先端研究施設	P.239
図7-15.	日本の半導体関連産業の人材動向	P.240
図7-16.	高等専門学校による半導体人材育成	P.242
図7-17.	日本とインドの強みと課題の補完関係	P.245
図8-1.	日印連携による設計人材の供給フロー	P.273
図8-2.	日印連携に基づく技能人材トレーナー育成フロー	P.279
図8-3.	日印連携に基づく技能人材育成フロー	P.279
図8-4.	先端半導体研究連携の人材フロー	P.288
図8-5.	半導体技術人材育成支援の全体像	P.290
図8-6.	設計人材育成（仮説1）と先端研究協力（仮説4）による日印の裨益	P.291
図8-7.	技能人材育成（仮説２）による日印の裨益	P.291
図8-8.	インフラ開発の全体像	P.292

略語表：国際連携関連用語

Acronym	English	Japanese
APAC	Asia-Pacific	アジア太平洋地域
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
BRICS	Brazil, Russia, India, China, South Africa	ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ
FOIP	Free and Open Indo-Pacific	日本政府が提唱している「自由で開かれたインド太平洋」戦略
QUAD	Quadrilateral Security Dialogue	安全保障・経済協力を目的とした日米豪印戦略対話
WSC	World Semiconductor Council	世界半導体協議会

略語表：日本の政策・組織

Acronym	English	Japanese
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	国立研究開発法人産業技術総合研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構

略語表：インドの政策・組織

Acronym	English	Japanese
AICTE	All India Council for Technical Education	全インド技術教育評議会
AIDC	Assam Industrial Development Corporation Ltd.	アッサム産業開発公社
C2S	Chips to Startup	チップス・トゥ・スタートアップ
CARE	Centre for Applied Research in Electronics	電子工学応用研究センター
C-DAC	Centre for Development of Advanced Computing	先端コンピューティング開発センター
CEERI	Central Electronics Engineering Research Institute	中央電子工学研究所
CoE	Centre of Excellence	センター・オブ・エクセレンス
CSIR	Council of Scientific and Industrial Research	科学産業研究機構
DICDL	Dholera Industrial City Development Limited	ドレラ SIR 産業都市開発公社
DLI	Design Linked Incentive	設計連動型インセンティブ
DST	Department of Science and Technology	科学技術省
EMC 2.0	Electronics Manufacturing Clusters 2.0	電子機器製造クラスター計画 2. 0
FabCI	Fabless Chip Design Incubator	ファブレスチップ設計インキュベータ

Acronym	English	Japanese
GIDC	Gujarat Industrial Development Corporation	グジャラート州産業開発公社
GSEM	Gujarat State Electronics Mission	グジャラート州電子ミッション
IISc	Indian Institute of Science	インド理科大学院
IIT	Indian Institute of Technology	インド工科大学
ISM	India Semiconductor Mission	インド半導体ミッション
ISRC	India Semiconductor Research Centre	インド半導体研究センター
MeitY	Ministry of Electronics and Information Technology	電子情報技術省
MTech	Master of Technology	技術修士
NIELIT	National Institute of Electronics and Information Technology	国立電子情報技術研究所
NIP	National Infrastructure Pipeline	国家インフラパイプライン
NITI Aayog	National Institution for Transforming India	国家変革委員会
NRI	Non-Resident Indian	非居住インド人
PLI	Production-Linked Incentive	生産連動型インセンティブ
SCL	Semi-Conductor Laboratory	半導体研究所
SFAL	Semiconductor Fabless Accelerator Lab	半導体ファブレスアクセラレータラボ
SPECS	Scheme for Promotion of Manufacturing of Electronic Components and Semiconductors	電子部品・半導体製造促進政策

略語表：半導体業界用語

Acronym	English	Japanese
5G	Fifth Generation	第 5 世代移動通信システム
AI	Artificial Intelligence	人工知能
ASIC	Application-Specific Integrated Circuit	特定用途向け集積回路
ASK	Amplitude Shift Keying	振幅偏移変調
ATMP	Assembly, Testing, Marking, and Packaging	組立、テスト、マーキング、パッケージング
B.Tech.	Bachelor of Technology	工学士
BGA	Ball Grid Array	ボールグリッドアレイ
CAGR	Compound Annual Growth Rate	年平均成長率
CETP	Combined Effluent Treatment Plants	統合排水処理施設
CG	Computer Graphics	コンピューターグラフィックス
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor	相補型金属酸化膜半導体

Acronym	English	Japanese
CMP	Chemical Mechanical Polishing	化学的機械研磨
CVD	Chemical Vapor Deposition	化学気相成長法
DFT	Design for Test	テスト簡易化設計
DRAM	Dynamic Random-Access Memory	ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリー、ディーラム
DV	Design Verification	設計検証
EDA	Electronic Design Automation	電子設計自動化
ESD	Electrostatic Discharge	静電気放電
EUV	Extreme Ultraviolet Lithography	極端紫外線リソグラフィー
FPGA	Field Programmable Gate Array	フィールドプログラマブルゲートアレイ
GaN	Gallium Nitride	窒化ガリウム
GDSII	Graphic Data System II	集積回路レイアウト情報を収納するファイル形式
HPC	High-Performance Computing	高性能計算、ハイ・パフォーマンス・コンピューティング
IDM	Integrated Device Manufacturer	垂直統合型デバイスメーカー
IoT	Internet of Things	様々なモノをインターネットに接続し情報交換する仕組み
LSI	Large Scale Integration	大規模集積回路
MCU	Microcontroller	マイクロコントローラーユニット
MEMS	Micro-Electro-Mechanical Systems	微小チップ上に機械部品と電子回路を集積したシステム
OSAT	Outsourced Semiconductor Assembly and Test	半導体の組立・試験を受託する専門企業
RTL	Register Transfer Level	集積回路の抽象化した機能記述形式の一つ
SIR	Special Investment Region	特別投資地域
SoC	System on Chip	あるシステムの機能を一つのチップ上に集積した LSI
VLSI	Very Large Scale Integration	超大規模集積回路

略語表：民間企業

Acronym	English	Japanese
ABB	ABB Ltd.	アセア・ブラウン・ボベリ
Adani	Adani Group	アダニ・グループ
AGC	Asahi Glass Company Inc.	AGC 株式会社
Air Liquide	Air Liquide S.A.	エア・リキード
AMAT	Applied Materials, Inc.	アプライド・マテリアルズ
AMD	Advanced Micro Devices, Inc.	アドバンスト・マイクロ・デバイセズ
ASML	ASML Holding N.V.	ASML ホールディング
Cadence	Cadence Design Systems, Inc.	ケイデンス・デザイン・システムズ
CG Power	CG Power and Industrial Solutions Ltd.	CG パワー・アンド・インダストリアル・ソリューションズ
DISCO	DISCO Corporation	株式会社ディスコ
HCLTech	HCL Technologies	エイチシーエル・テクノロジーズ
Hemlock Semiconductor	Hemlock Semiconductor Corporation	ヘムロック・セミコンダクター
HOYA	HOYA Corporation	HOYA 株式会社
Infineon	Infineon Technologies AG	インフィニオン・テクノロジーズ
Intel	Intel Corporation	インテル社
JSR	JSR Corporation	JSR 株式会社
Lam Research	Lam Research Corporation	ラムリサーチ
Linde	Linde plc	リンデ
Micron	Micron Technology, Inc.	マイクロン・テクノロジー
NEPCO	Nippon Electric Glass, Co., Ltd	日本電気硝子
NXP	NXP Semiconductors N.V.	NXP セミコンダクターズ
OCI Company	OCI Company Ltd.	OCI 社
PSMC	Powerchip Semiconductor Manufacturing Corporation	力晶積成電子
Rapidus	Rapidus Corporation	ラピダス
REC Silicon	REC Silicon ASA	REC シリコン
Resonac	Resonac Holdings Corporation	レゾナック
SK Hynix	SK Hynix Inc.	SK ハイニックス
Solvay	Solvay S.A.	ソルベイ
SSIR	Samsung Semiconductor India Research	サムスン半導体インド研究所

Acronym	English	Japanese
STMicroelectronics	STMicroelectronics N.V.	ST マイクロエレクトロニクス
SUMCO	SUMCO Corporation	株式会社 SUMCO
Synopsys	Synopsys, Inc.	シノプシス
TCS	Tata Consultancy Services Limited.	タタ・コンサルタンシー・サービス
TOK	Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd.	東京応化工業株式会社
Tokyo Electron	Tokyo Electron Limited.	東京エレクトロン株式会社
Tower Semiconductor	Tower Semiconductor Ltd.	タワー・セミコンダクター
TSMC	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.	台湾積体電路製造
UMC	United Microelectronics Corporation	聯華電子
Wacker Chemie	Wacker Chemie AG	ワッカー・ケミー
Xinte Energy	Xinte Energy Co., Ltd.	新特能源

1. 本調査の背景と目的

1.1. 調査の背景・目的

インドでは、人口増加と年率 9.2%（世界銀行 [1] 2023 年度）を超える急速な経済成長が進む中、IT 産業及びスマートフォン製造等のデジタル産業発展に伴い、半導体及び電子部品の需要増加が見込まれている。半導体のインド国内消費額は、2024 年時点では約 4.5 兆ルピー（約 520 億 US ドル）だが、2030 年までには約 9 兆ルピー（1,034 億 US ドル）[2]を超えると予想されている [3]。

一方、インドは国内に商業用半導体製造拠点を有さず、米国、中国、韓国、台湾等からの半導体輸入に依存している。現在、世界各国は経済安全保障等の観点から半導体生産基盤の国内誘致及び関係国間サプライチェーン連携を目指し、巨額の補助金を含む投資誘致策を含んだ産業政策を展開しており、インドにとっても半導体サプライチェーンへの参画が急務となっている。

インド政府は「自立したインド政策」を掲げ、各産業における輸入依存度の低減、自国の生産・輸出拠点としての地位強化を志向し、特に半導体を始めとする電子産業の強化を最重要産業政策と位置付けている。具体的には、外資誘致・生産拠点設置を通じた半導体及び電子部品の国内生産強化を目的に、約 2.3 兆ルピー（約 300 億 US ドル）の予算措置を講じて半導体産業のグローバル・ハブとなることを目指している [4]。さらに「生産連動型補助金（Production-Linked Incentive: PLI）」[5]、「電子部品・半導体製造促進政策（Scheme for Promotion of Manufacturing of Electronic Components and Semiconductors: SPECS）」[6]、「電信機器製造クラスター計画（Electronics Manufacturing Clusters 2.0: EMC2.0）」[7]等のインセンティブスキームを導入し、2021 年には 7,600 億ルピー（約 1.3 兆円）規模の予算を投じて「半導体・ディスプレイ製造エコシステム開発プログラム」[8]を立上げる等、インド国内での半導体製造基盤の構築等に取り組んでいる。

半導体関連の人材については、インド人が世界の半導体設計人材の 2 割 [9]を占めると言われているように、同国には設計人材が多く存在する一方で、半導体の製造面に係るノウハウ・人材は不足していると考えられている。

---

[1] https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=IN
[2] https://www.financialexpress.com/business/industry-indias-semiconductor-market-to-touch-103-billion-by-2030-iesa-3729329/?utm_source=chatgpt.com
[3] https://www.business-standard.com/industry/news/india-semiconductor-market-manufacturing-growth-consumer-electronics-iesa-125012900252_1.html
[4] https://www.leaglobal.com/resource/setting-up-a-semiconductor-fabrication-plant-in-india--what-foreign-investors-should-know.html
[5] https://www.levo.or.jp/research/tyousa/research-tyousa-4/word-p1/
[6] https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/05/7b325969ada9cc50.html
[7] https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/05/7b325969ada9cc50.html
[8] https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2024/0501/04b497b18da173df.html
[9] https://www2.itif.org/2024-india-semiconductor-readiness.pdf?utm_source=chatgpt.com

日本に目を転じると、日本政府も半導体・デジタル産業を「国家事業」と位置づけ、2021年に「半導体・デジタル産業戦略」を策定した（2023 年 6 月改定）[10]。同戦略においては、1）半導体生産基盤の強化、2）日米連携強化による次世代半導体技術基盤整備、3）グローバル連携による技術基盤整備、に取り組むこととしており [11]、その実現のため関係国との国際連携や人材育成に取り組む方針となっている。

その後、2025 年 5 月 30 日に半導体・デジタル産業戦略検討会議が開催され、経済産業省の「半導体・デジタル産業戦略の現状と今後」[12]によれば、我が国半導体産業復活の基本戦略として、2030 年に、国内で半導体を生産する企業の合計売上高（半導体関連）として、15 兆円超（2020 年現在５兆円）を実現し、我が国の半導体の安定的な供給を確保することが明記され、ラピダスなどの具体的な動きがアップデートされている。

半導体産業を支え、その将来を担う人材の育成・確保に向けては、産業界、教育機関、行政の個々の取組に加えて、産官学が連携した地域単位の取り組み（地域コンソーシアム）が 6 地域で進んでおり、各地域の人材育成に関する取組事例が紹介され、設計人材育成の方向性が示されている。

この状況下において、日本は半導体部素材や、製造装置に強みがある一方で、今後国内の半導体産業を強化するにあたっては人材確保の重要性が高まっている。

一方、日本を取り巻く国際関係に目を転じると、特にインドの重要性が指摘される。インドは近年、半導体産業の国内立地を推進しているが、市場としての広がりはもちろん、半導体の設計等の分野で多くの優秀な人材を有しており、日本をはじめ世界の半導体産業からの関心が極めて高く、特に日本の産業界は日印間の半導体協力について期待している。

以上のように、日印両政府は半導体サプライチェーン強化を最重要産業政策として位置づけており、両国間の協力を促進するため、2023 年 7 月に「日印半導体サプライチェーンパートナーシップ」[13]が両国間で締結され、「日印半導体サプライチェーン政策対話」[14]が設置された。同パートナーシップの下、相互の強みに基づく両国の半導体サプライチェーン強靭化に向けた二国間協力の強化、半導体関連企業の投資・技術面での連携強化の促進、人材・研究開発分野での協力の模索等が今後両国政府間で進められていくことになっている。

2024 年 1 月にグジャラート州で開催され、モディ首相も出席した国際会議「ヴァイブラント・グジャラート」[15]においては、日本政府より、同パートナーシップに基づき JICA を含むあらゆる手段を活用した日印半導体協力を進め、両国のサプライチェーン強化、さらにはインドの産業高度化に貢献していく方針が表明された。同会議では、半導体製造拠点化を志向するグジャラート州政府及びインド半導体関連企業と、日本政府及び JICA を含む政府系機関、

[10] https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003.html
[11] 経済産業省、2023 年
[12] https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0013/handeji13-3.pdf
[13] https://www.meti.go.jp/press/2023/07/20230721005/20230721005.html
[14] https://jccii.in/wp-content/uploads/2024/05/%E6%97%A5%E5%8D%B0%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E4%BD%93%E6%94%BF%E7%AD%96%E5%AF%BE%E8%A9%B1%E4%BA%BA%E8%B2%A1%E7%A2%BA%E4%BF%9D%E8%82%B2%E6%88%90WG%E3%81%AE%E3%81%94%E6%A1%88%E5%86%85.pdf
[15] https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2024/089eba79f92e7d54.html

日本半導体関連企業との間で、産官フォーラムが実施され、日印半導体協力に関して活発に議論が交わされる等、同分野での日印協力の機運が産官両面で高まっている。

さらに、2023 年以降、マイクロン（米）、タタ・エレクトロニクス（印）/PSMC（台）連合、ルネサス・エレクトロニクス（日：以下ルネサス）/CG パワー（印）/スターズ・マイクロエレクトロニクス（泰）連合がグジャラート州における新たな製造拠点の整備を発表しており、半導体製造分野で同国内におけるグジャラート州の位置づけが高まっている。

その他にも、タタ・エレクトロニクスがアッサム州に製造拠点を新設 [16]することを発表しており、今後も印政府補助金等を活用し、我が国企業も含め半導体製造サプライチェーンの進出・展開が活発化することが予想される。

最近では、東京エレクトロンとタタ・エレクトロニクスによる半導体製造装置に係る戦略的パートナーシップ締結 [17]や、ルネサスと IIT（Indian Institute of Technology インド工科大学）ハイデラバード校による産学連携に関する基本合意書の締結等 [18]、日本企業を含む世界各国企業による半導体関連の対印連携が急速に進んでおり、半導体製造のハブ化が進むグジャラート州を筆頭に、当該分野の日印連携の重要性が高まっている。

1.2. 調査の目的

本調査は「日印半導体サプライチェーンパートナーシップ」に準じ、特に、半導体人材協力、産学連携・共同研究促進、製造装置・部素材を含む対インド投資促進、高度な基礎インフラの分野に焦点を当て主に新規円借款事業を想定した新規支援方針案の検討、既往円借款事業への半導体関連コンポーネントの組み込み可能性、既存事業の成果をベースとした新たな協力の方向性等を含めた新たな協力の可能性を検討するため、その前提となる日印双方の政策、アクター、ニーズ等の基礎情報収集や、当該分野の日印カウンターパートの特定及び連携促進を行うものである。

1.3. 調査の実施方針

半導体関連分野での日印協力の重要性が目下急速に高まっている一方、同分野でのこれまでの日印協力の実績は限定的である。また、同分野においては投資促進、人材育成、インフラ等、JICA が強みとする協力分野での貢献可能性が大きい一方、JICA として半導体分野で実際の協力事業に取り組んだ例はない。そのため、本調査では以下の内容について調査を実施する。

（1） 新規支援方針案検討のための情報収集
（2） JICA に求められる役割の明確化及び関係機関との連携方法
（3） 日本側アクターの特定
（4） 日本政府の半導体政策・対印政策との連携方法
（5） 関係国連携の方向性

[16] https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD2270R0S5A120C2000000/
[17] https://www.tel.co.jp/news/topics/2024/20240910_001.html
[18] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/renesas-and-indian-institute-technology-hyderabad-sign-agreement-accelerate-india-s-semiconductor

（6） 我が国地域振興への効果

1.4. 調査の対象範囲

インドにおける半導体関連産業振興の拠点となりうる地域・機関、及び日印半導体サプライチェーンの日本側の担い手となる機関等を調査対象とする。

インド現地調査については、特にグジャラート州を調査の最重点とするが、これに加え、今後半導体産業振興の可能性が高い以下の５州については、今後の協力方針の検討に資する基礎的情報を収集・整理する。なお、アッサム州は昨今、半導体工場の建設が進んでいること、我が国の国別開発協力方針においても、北東州に着目していることに留意する。

- アッサム州
- カルナタカ州
- テランガナ州
- タミル・ナド州
- ウッタル・プラデシュ州

1.5. 調査団の体制

本調査実施に当たっては、株式会社ワールド・ビジネス・アソシエイツ及び株式会社国際開発センターの専門家からなる共同企業体を結成し調査を実施した。さらに、インド工科大学ハイデラバード校で修士号を取得、大阪大学で 2020 年に PhD 取得後、東芝の半導体部門に勤務し、現在はハイデラバードで半導体開発のスタートアップ事業を立ち上げている起業家を現地スタッフとして調査に活用した。

調査団の体制と役割分担は以下の通りである。

表 1-1. JICA 調査団の担当業務

氏名	担当業務	所属
河込　正道	業務主任者／日印産業連携	株式会社ワールド・ビジネス・アソシエイツ
深澤　賢	半導体産業	株式会社ワールド・ビジネス・アソシエイツ
中畑　桂子	日本企業	株式会社ワールド・ビジネス・アソシエイツ
永井　葉子	国際サプライチェーン／国際協力企画	株式会社国際開発センター

さらに、調査・検討に際し、技術的側面からアドバイスを求めることを目的にアドバイザリーボードを設置し、調査の要所で会議を開催してアドバイスを求めた。アドバイザリーボードのメンバーは以下の通りである。

表 1-2. アドバイザリーボードのメンバー

氏名	所属	専門分野
黒田 忠広	東京大学大学院教授	ものづくり技術/電子デバイス、電子機器
	同大システムデザイン研究センター（d.lab）センター長	半導体最先端技術動向
	先端システム技術研究組合（RaaS）理事長	半導体人材教育
伊藤　達	一般社団法人半導体産業人協会顧問	ものづくり技術/電子デバイス、電子機器
	元（株）ルネサステクノロジ会長	半導体製造業
	元（株）日立製作所上席常務取締役	
向　喜一郎	一般社団法人半導体産業人協会理事	半導体製造装置の世界戦略
	元（株）日立国際電気執行役常務経営企画室長	製造装置専業メーカー動向
杉浦　順	WBA特別顧問	半導体製造業の開発・設計、製造、マーケティングを通したサプライチェーン
	元（株）日立製作所半導体事業部技術本部長	
	元（株）ルネサステクノロジシステムLSI 事業本部事業計画GM・経営企画室エクゼクティブ	海外半導体エンジニアリング会社立上げ
	元(株)ルネサスベトナム取締役	

1.6. 調査スケジュール

本調査のスケジュールを以下の表に示す。

表 1-3. 調査スケジュール

作業内容		期 間（年月）															
		2024								2025							
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1. 第一次準備業務																	
1.1	インド半導体産業の情報収集と現地調査準備																
	（1） インド半導体政策レビュー																
	（2） インドにおける半導体関連プレイヤー分析																
	（3） 教育・研究面での課題・機会の分析																
	（4） 本件調査の調査対象州・地域の検討																
	（5） インフラ面の課題・機会分析（研究施設・クリーンルーム等含む）																
1.2	日本企業の課題・機会分析																
1.3	日本企業訪問調査																
1.4	調査検討委員会（1）の開催		▲														
1.5	再委託調査の選定・実施																
1.6	インセプションレポート(IC/R)の作成とJICA協議		△														
2. 第1次現地調査																	
2.1	現地調査（1）の実施																
	（1） 追加情報収集																
	（2） 訪問調査の実施																
3. 第2次準備業務																	
3.1	現地調査結果のとりまとめと追加情報収集																
3.2	調査検討委員会（2）の開催						▲										
3.3	調査結果の再整理と追加情報収集																
4. 第2次現地調査																	
4.1	（1） 半導体関連企業と半導体クラスターの調査																
4.2	（2） 半導体関連人材育成の現状と課題																
5. 現地調査結果整理																	
5.1	現地調査及び再委託調査結果のとりまとめ																
5.3	調査結果の再整理と追加情報収集																
6. 現地調査準備業務																	
6.1	CoE詳細検討作業																
6.2	国内産官学調査ヒアリング																
7. 訪印現地調査																	
7.1	現地政府、大学に対する追加ヒアリング実施																
7.2	インド側とCoEに関する議論																
8. 国内半導体関連機関調査																	
8.2	インテリムレポート(IT/R)の修正・追加とJICA協議																
8.3	国内半導体関連企業の調査																
9. 台湾調査																	
9.1	台湾調査準備と国際協力の可能性検討																
9.1	台湾現地調査の実施																
10.インド側半導体関係者日本招聘																	
10.1	日本招へい準備作業																
10.2	日本招へいの実施																
11.取り纏め																	
11.1	ドラフトファイナルレポート(DF/R)の作成とJICA協議																△
11.2	ファイナルレポート（F/R）の作成と提出																△

2. 半導体産業の現状分析

2.1. 半導体産業の現状

半導体産業は、あらゆる電子機器や情報インフラを支える中核的な基盤産業であり、その産業構造は複雑かつ高度に専門化されている。具体的には、製造を担う半導体メーカーをはじめ、製造装置メーカー、材料メーカー、さらには設計専業のファブレス企業や製造受託を担うファウンドリー、後工程を担当するOSAT（Outsourced Semiconductor Assembly and Test）企業など、多岐にわたるプレイヤーによって構成され、それぞれが密接に連携しながら全体のバリューチェーンを形成している。このような背景を踏まえ、本調査に先立ち、半導体産業の業界構造および各セグメントの役割について整理する。

2.1.1. 半導体産業の特徴

（1） 半導体産業の概要

半導体チップ（半導体集積回路）は、パソコンやスマートフォンなどの電子機器にとどまらず、デジタル家電、白物家電をはじめとするあらゆる電気製品の中核を担う部品であり、現代の生活において欠かすことのできない存在となっている。かつては機械部品の集合体であった自動車も、近年の電気自動車（EV）や自動運転技術の進展により、電子制御の占める比率が飛躍的に高まっている。自動車には、CAN（Control Area Network）と呼ばれる内部ネットワークが搭載され、ECU（電子制御ユニット/Electronic Control Unit）がエンジン制御のみならず、車両全体の運転制御を担う仕組みとなっている。また、EV や自動運転車では、バッテリーマネジメントシステム、パワーエレクトロニクス、各種センサー（LiDAR、カメラ、レーダー）など、さまざまなユニットにECUが使われており、1台当たり100個を超えるECUが搭載されている [19]。さらに、この ECU の中にはマイクロコントローラー、パワー半導体、センサーICなど、さまざまな役割の半導体チップが搭載されており、1 台当り約 2,000～3,000 個の半導体チップが使われている [20]。世界の年間自動車生産台数が 9,000 万台を超える規模に達していることを踏まえると、自動車向けを含む半導体チップの市場が非常に大規模であることが理解できる [21]。

半導体チップの製造工程は大きく分けて、①システム仕様の策定および設計、②ウエハ製造（前工程）、③パッケージ組立（後工程）の 3 つに分かれている。パッケージの組み立てが完了した後には、出荷テストを経て半導体チップが市場に供給される。また、半導体メーカーの生産には大きく分けて2つのアプローチがある。一つは、設計から製造、組立・テストまでの全工程を自社で一貫して行う IDM（垂直統合型/Integrated Device Manufacturer）である。もう 1 つは、ファブレス（設計専業）、ファウンドリー（受託製造）、OSAT（組み立て、検査、

[19] Nikko Asset Management 2025.4.21, https://www.nikkoam.com/market/rakuyomi/2025/vol-2088
[20] eeNews Europe 2019.5.15, https://www.eenewseurope.com/en/number-of-automotive-ecus-continues-to-rise?utm_source=chatgpt.com
[21] JETRO 2024.7.31,
https://www.jetro.go.jp/news/releases/2024/0ba6f08ed3dc6b39.html?utm_source=chatgpt.com

パッケージング専業）といった企業が各工程を分担する水平分業型の方式である。（図 2-1 参照）

（2） 世界の半導体サプライチェーンの主な企業

半導体製造には、さまざまな高度な技術が必要であり、それぞれの分野に特化した専門メーカーが存在することが半導体業界の特徴である。これは、半導体製造装置メーカーや半導体材料メーカーにおいても同様であり、それぞれの分野や工程毎に専業化が進んでいる。例えば、半導体チップの開発・設計においては、各半導体メーカーが自社の独自技術を活かし、細分化された市場のニーズに応じた多様な半導体チップを開発している。代表的な半導体チップのカテゴリーと、それぞれに対応する主要メーカーは以下の通りである。

1) **プロセッサー**

インテル（米）及び AMD（米）の PC・サーバー向け CPU、エヌビディア（米）の AI 向け GPU、クアルコム（米）のモバイル端末向け SoC（System on Chip）等

2) **メモリー**

サムスン電子（韓国）、SK ハイニックス（韓）、マイクロン・テクノロジー（米）、キオクシア（日）等

3) **ロジック＆パワー**IC

インフィニオン・テクノロジーズ（独）、ST マイクロエレクトロニクス（瑞）、NXP セミコンダクターズ（蘭）、ルネサス（日）、三菱（日）、ローム（日）、東芝（日）、富士電機（日）等

このほかにも、センサーやアナログ半導体、ディスクリート、オプトエレクトロニクスなど、特定の分野に特化した企業が独自の技術と戦略でビジネスを展開している点も半導体業界の大きな特徴である。さらに、各製品カテゴリーにおいては、上位 2〜3 社程度のメーカーしか市場に残れないという、非常に競争の激しいビジネス環境となっている。また、半導体設計の分野では、設計ツール（EDA）を提供する企業も重要な役割を担っており、シノプシス（米）やケイデンス・デザイン・システム（米）が代表的な企業である。

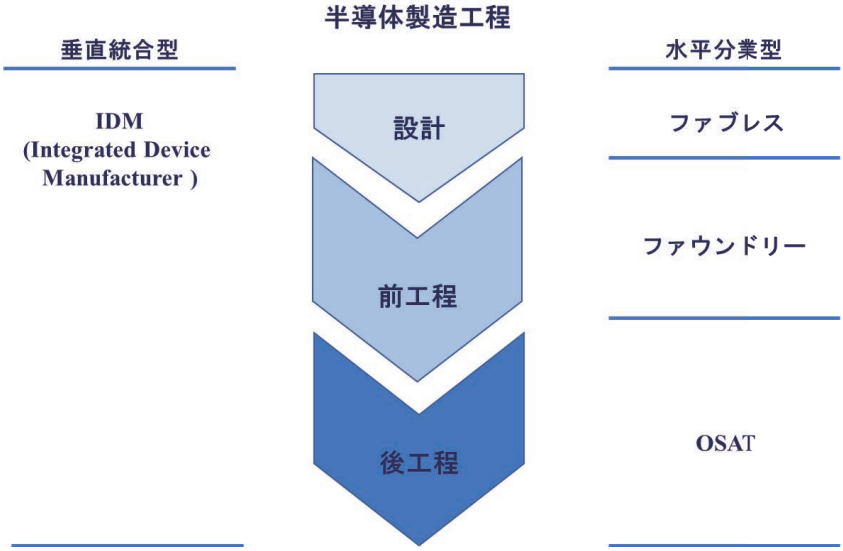


図 2-1. 半導体製造工程の各企業の役割分担
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

設計から製造、販売までを一貫して自社で手がける IDM 企業の代表はサムスン電子（売上高：約 807 億ドル）とインテル（売上高：約 531 億ドル）である。その他 IDM 企業のトップ 5 に入る企業としては SK ハイニックス（売上高：約 480 億ドル）、マイクロン・テクノロジー（売上高：約 251 億ドル）、インフィニオン・テクノロジーズ（売上高：約 162 億ドル）が挙げられ、いずれもグローバルに展開している半導体メーカーである。[22]

しかし近年、半導体業界では設計と製造の分業化が急速に進み、ファブレス化が進展している。これに伴い、ファブレス半導体メーカーに代わってウエハプロセス（前工程）を担っているのが、TSMC（台）を代表とする「ファウンドリー」と呼ばれる専業企業である。日本においても、2025 年 7 月に基本素子（トランジスター）の試作及び動作確認が行われ、2027 年の量産開始を目指しているラピダス（日）は [23]、詳細は未発表ながら、ファウンドリー型の半導体メーカーとなると見られている。[24]さらに、このようなファウンドリーで製造されたウエハチップのパッケージ組立工程（後工程）を受託する企業である OSAT も増加している。この分野では、ASE（台）、アムコア・テクノロジー（米）が世界的な有力企業として知られている。以下に、2024 年の世界半導体売上高ランキング（上位 10 社）を示す。

[22] 売上高は各社の 2024 年度の年間売上高のデータに基づいている。また、売上高の通貨換算は、2024 年末時点の為替レートに基づく概算である。
[23] 日経 XTECH 2025.7.22, https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/10918/
[24] 電波新聞社 2024.12.26, https://dempa-digital.com/article/619327, 日本経済新聞 2025.1.8 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC291NF0Z21C24A2000000/

表 2-1. 2023-2024 年半導体売上高世界トップ 10 企業（単位：百万ドル）

2024年度ランキング	2023年度ランキング	半導体メーカー	2024年度売上高	2024年度マーケットシェア（%）	2023年度売上高	2024-2023成長率（%）
1	3	エヌビディア（米）	76,692	11.7	34,846	120.1
2	2	サムソン電子（韓）	65,697	10	40,868	60.8
3	1	インテル（米）	49,804	7.6	49,427	0.8
4	6	SKハイニックス（韓）	44,186	6.7	23,077	91.5
5	4	クアルコム（米）	32,976	5	29,229	12.8
6	5	ブロードコム（米）	27,801	4.2	25,613	8.5
7	12	マイクロン・テクノロジーズ	27,619	4.2	16,153	71
8	7	AMD	24,127	3.7	22,307	8.2
9	8	アップル	20,510	3.1	18,052	13.6
10	13	メディアテック	15,934	2.4	13,451	18.5
		その他 (トップ10以外)	270,536	41.2	269,031	0.6
		マーケット合計	**655,882**	**100**	**542,054**	**21**

出典： Gartner Data Snapshot: Top 10 Semiconductor Vendors by Revenue, Worldwide, 2023-2024 (https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-04-10-gartner-says-worldwide-semiconductor-revenue-grew-21-percent-in-2024)

ガートナー社が発表した 2024 年の世界半導体市場に関する報告によると、エヌビディアは売上において初めて世界一の半導体企業となった。ガートナーの VP Analyst である Gupta 氏によれば、AI 向け GPU 製品の需要が急激に拡大したことにより、エヌビディアは前年比で 120%以上の成長を遂げ、売上高は約 76,692 百万ドルに達した。これにより、エヌビディアはサムスン電子やインテルを抜いて、世界市場におけるシェアを 11.7%まで拡大した。特にデータセンター向けの AI チップ需要が大幅に増加している。一方、PC やサーバー向け CPU 分野で業界トップの地位を築いていたインテルは、売上が伸び悩み、3 位に後退している。このように、2024 年は半導体市場に大きな変化があった年と言える。[25]

かつて 1980 年代から 1990 年代にかけて、日本の半導体メーカーは「日の丸半導体」と称され、世界の 50%程度のシェアを占めており、半導体市場を席巻していた[26]。しかし現在、日本は世界の先端半導体製造の主流からは後れを取っており、総合的な半導体メーカーの姿は減少している。そのなかで、車載・産業機器向けマイコンを主力とするルネサス、パワー半導体分野で存在感を示す富士電機、三菱電機、東芝、ローム、そしてイメージセンサーで世界トップシェアを誇るソニーセミコンダクタソリューションズなど[27]、特定分野に強みを持つ半導体メーカーが中心となって生き残っているのが現状である。

一方で、日本企業は半導体製造装置分野で世界シェア約 30%（2024 年時点）、半導体材料分野では約 50%（2024 年時点）[28]という高いシェアを有しており、表舞台に立つことは少ない

[25] EETimes Japan 2024.12.12, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2412/12/news053.html
[26] Aconnect 2024.12.17, https://aconnect.stockmark.co.jp/coevo/semiconductor-japan/
[27] EETimes Japan 2025.6.13, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2506/13/news108.html
[28] 経済産業省 令和 5 年 6 月「半導体・デジタル産業戦略」22 ページ, https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003-1.pdf

ものの、世界の半導体産業を支える重要な役割を担っている。こうした世界の半導体業界の構造と代表的な企業の位置づけは、以下の図に整理されている。

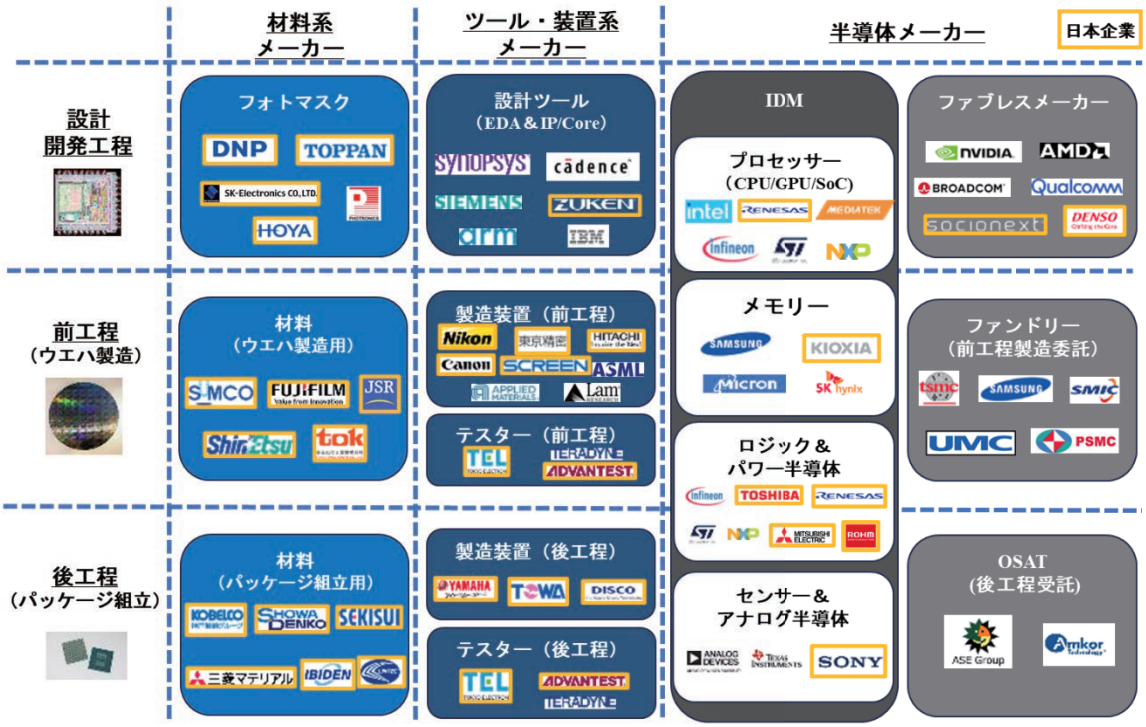


図 2-2. 世界の半導体サプライチェーンの主な企業
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

半導体製造装置メーカーや材料メーカーは、半導体製造に不可欠な存在であり、サプライチェーン全体の中で重要な役割を担っている。これらのいずれか一社でも欠ければ半導体チップの生産は成り立たないため、半導体産業では非常に複雑かつ緻密なサプライチェーンが構築されている。なお、半導体産業の主要企業とその特徴は「2.1.4 半導体産業の主要企業とその特徴」で説明する。

2.2. 半導体製造の特徴

2.2.1. 前工程（ウエハ製造工程）

半導体の製造工程は、大きく分けて「前工程」と「後工程」に分類される。これらの高度で複雑なプロセスを支えるうえで、専門的な製造装置や高品質な材料が重要な役割を担っている。

半導体製造における「前工程」は、シリコンウエハ上に回路を形成していく非常に精密なプロセスであり、細かく分類すると 400～600 にもおよぶ多岐にわたる工程で構成されている。これらは、リソグラフィー、エッチング、成膜、イオン注入、洗浄など、ナノメートル単位の精度が求められる工程の積み重ねである。とりわけ最先端のプロセスノード（3nm や 2nm など）では、新たな材料やプロセス技術の導入により工程数がさらに増加する傾向にあり、製造の難易度と必要な装置、材料の多様性は年々高まっている。（図 2-3 参照）

（1） 酸化工程：シリコンウエハの表面に酸化膜（SiO_2）を形成する
（2） 薄膜形成：ウエハ表面に様々な材料の薄膜をつけるプロセス
（3） フォトレジスト塗布：感光剤をウエハ表面に均一に塗る
（4） フォトリソグラフィー工程：回路パターンをウエハ上に描画する
（5） エッチング工程：不要な酸化膜、薄膜を除去し、回路を形成する
（6） フォトレジストの剥離と洗浄：残っているフォトレジストを剥離する。
（7） イオン注入工程：半導体の電気的特性を調整する
（8） ウエハ表面研磨工程：ウエハ表面を平坦化する
（9） 電極の形成：電子回路の配線を形成する
（10） テスト工程：ウエハ単位で電気的特性を確認する

※工程の詳細技術は「2. 3. 半導体製造を支える産業」の中で説明する。

実際の製造工程では、リソグラフィーや成膜、エッチングなどのプロセスを数百回にわたって繰り返し実行することで、シリコンウエハ上に多層構造の微細な回路が形成されていく。このような工程の積み重ねにより、最終的には 1 枚のウエハ上に数百から数千個の半導体チップ（ダイ）を形成する。各工程はナノメートル単位の精度で制御されており、わずかな誤差や異物混入が製品歩留まりに大きく影響を及ぼすため、高度な製造技術とクリーンな環境（クリーンルーム）[29]が求められる。

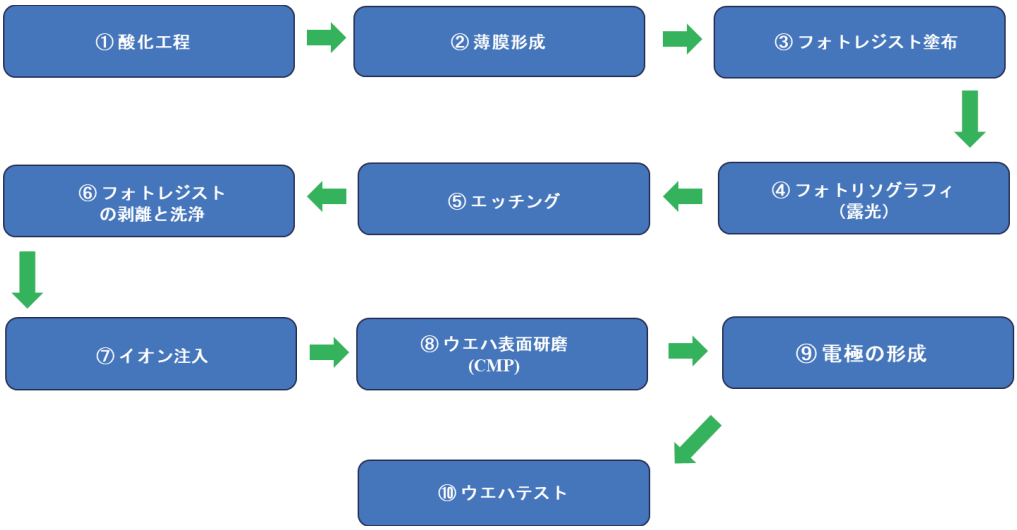


図 2-3. 前工程の主な工程
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

2.2.2. 後工程（パッケージ組立工程）・テスト工程

後工程では、パッケージの組立と出荷テストが実施されており、パッケージの種類（表 2-4 参照）によって異なるものの、50～100 程度の工程で構成されている。また、三次元パッケージなど高度なパッケージ技術を採用する場合には、チップレット [30]やそれを実現するための

[29] SEMICON BLOG 2024.3.29, https://semicon-blog.com/cleanroom/
[30] チップレット（Chiplet）は、従来のようにすべての機能を 1 つの大きなチップに集約するのではなく、機能ごとに分割された小さなチップ（＝チップレット）を複数組み合わせて 1 つのパッケージを構成する技術である。

TSV（シリコン貫通ビア）[31]といった新たな技術や工程が加わる。近年では、これらのプロセスの中間に位置する「中工程」[32]という新たな概念が生まれつつあり、半導体技術のさらなる進化と革新が求められる領域として注目されている。これは、トランジスターと金属配線を接続する中間領域において、微細化に伴う電気抵抗の増大やリーク電流の抑制といった新たな技術的課題が顕在化しているためであり、デバイス性能や消費電力、信頼性を左右する重要なプロセスとしての位置づけが強まりつつある。

こうした変化は、半導体メーカーのみならず、前工程、後工程に関わる半導体製造装置メーカーや材料メーカーなど、あらゆる関連企業にとって新たなビジネスチャンスをもたらしている。主な工程は以下の通りである。（図 2-4 参照）

（1） ダイシング工程＆グラインディング工程：ウエハをダイ[33]に切断する
（2） ダイアタッチ工程：チップを基板やリードフレームに接着する
（3） ワイヤーボンディング＆フリップチップ実装：ダイとリードフレームをボンディングワイヤー（細い金属線）で電気接続する
（4） モールド工程：樹脂封止し、外部環境から保護する
（5） トリム＆フォーム工程：リードフレームを成形・切断し、外部端子を作成する
（6） マーキング工程：チップに製品情報を印字する
（7） 最終テスト工程：電気的特性や動作を確認する
（8） 出荷検査工程：外観検査・品質確認する
（9） パッキング・出荷工程：出荷に向けて梱包し、倉庫に保管する

※工程の詳細技術は「2. 3. 半導体製造を支える産業」の中で説明する。

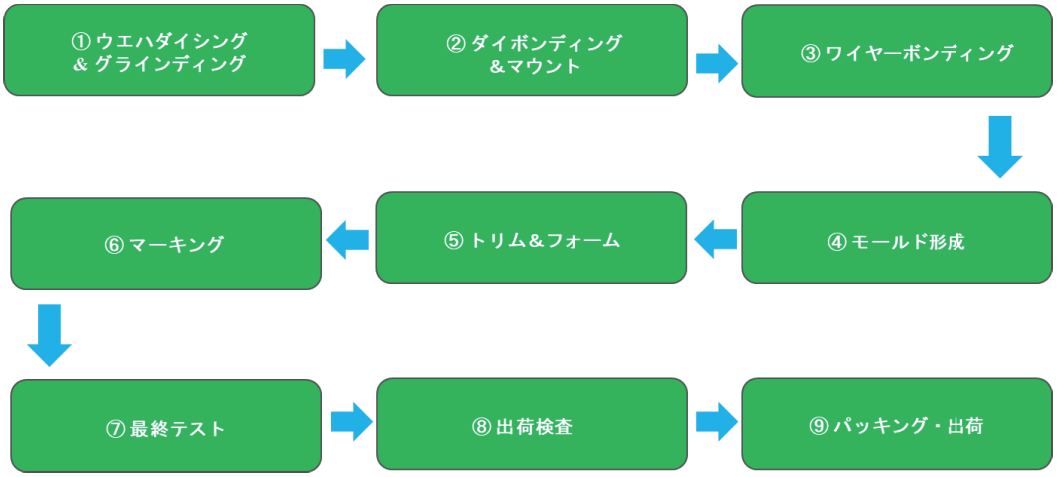


図 2-4. 後工程の主な工程
出典：ウェブ情報と基に JICA 調査団作成

[31] シリコン基板（ダイ）を垂直に貫通する電極配線技術のことである。ワイヤーボンディングやフリップチップとは異なり、シリコン基板内部に垂直な配線（ビア）を形成し、高速・高密度な三次元パッケージを実現する。
[32] 日経クロステック 2023.6.23, https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/08119/
[33] ダイ（die）は、ウエハ上に形成された回路を切り出した個々のチップを指し、最終的にパッケージングされる前の状態を指す。まだ外装（封止）されていない、生のチップ状態とも言える。

2.3. 半導体製造を支える産業

2.3.1. 半導体製造装置のサプライチェーン

半導体製造装置および材料メーカーのサプライチェーンは、多段階にわたる複雑なプロセスで構成されており、世界中の多様な企業が連携することで成り立っている。以下に、半導体製造装置および材料メーカーにおけるサプライチェーンの構造について説明する。

最初に、半導体製造装置についてみていく。始めに 2023 年世界半導体装置メーカー売上高ランキング上位 15 社を以下の表に示す。このデータによると、世界の半導体製造装置メーカーの売上上位 15 社を本社所在地別に見ると、日本が最多の 7 社を占めている。これに続くのが米国の 4 社、オランダの 2 社、韓国および中国が各 1 社となっており、日本企業の存在感が際立っている。しかしながら、企業数では日本勢が最多である一方で、売上高の規模では差がある。日本企業 7 社の売上高合計は約 240 億ドルにとどまり、ASML（蘭）やアプライド・マテリアルズ（米）といった業界首位クラスの単独企業の売上にも届いていない。そのため、日本勢の売上シェアは、トップ 15 社合計の 1,105 億ドルに対して 21.7%にとどまっており、市場支配力の面では課題があるといえる。

表 2-2. 半導体装置メーカー全世界売上高ランキング（2023）

2023 Top Equipment Suppliers

(Service + System, Calendar Year, in $M)

2023 Ranking	AOW	MSTRID	COMPANY	2022	2023	Y-o-Y Growth
1	EU	ASML	ASML	21342.1	29013.9	35.9%
2	NA	AMAT	Applied Materials	24854.4	25271.4	1.7%
3	NA	LAM	Lam Research	19047.7	14317.1	-24.8%
4	JA	TEL	Tokyo Electron	16439.4	12454.1	-24.2%
5	NA	KLAC	KLA	10447.5	9639.8	-7.7%
6	JA	ADVT	Advantest	3548.5	2899.2	-18.3%
7	EU	ASM	ASM International	2535.1	2849.0	12.4%
8	JA	DNS	SCREEN	2768.6	2763.4	-0.2%
9	NA	TER	Teradyne	2112.0	1819.0	-13.9%
10	CH	NAURA	NAURA	1391.7	1810.2	30.1%
11	KS	SEMES	SEMES	1927.1	1754.0	-9.0%
12	JA	HTL	Hitachi High-Tech	2055.3	1644.3	-20.0%
13	JA	DISCO	DISCO	1442.0	1606.0	11.4%
14	JA	KSE	Kokusai Electric	2198.5	1368.6	-37.7%
15	JA	LSR	Lasertec	705.5	1274.9	80.7%
			Total	**112815.5**	**110484.7**	**-2.1%**
Total IC Mfg Equipment				**137693.2**	**133714.7**	**-2.9%**

EU: European Union, NA: North America, JA: Japan, CH: China, KS: South Korea

出典：セミコンポータル
(https://www.semiconportal.com/archive/blog/insiders/hattori/240425-chipequipmentrankings.html)

半導体製造装置メーカーは、ウエハ製造、フォトリソグラフィー、エッチング、成膜、CMP、テストなど、各製造プロセスに必要な装置を提供している。これらの装置は多くが高価であり、ナノメートル単位の微細加工や測定を可能にする非常に高精度な性能を有している。そのため、製造には高度な専門技術に加え、温度変化や振動などの外部要因に対しても安定した動作が求められる高性能な部品の使用が不可欠である。

世界市場を代表する半導体製造装置メーカーとしては、表 2-2 のランキング上位に挙げられている ASML（蘭)、アプライド・マテリアルズ（米)、ラムリサーチ（米)、東京エレクトロン（日）などがあり、これらの企業がグローバルな半導体産業を技術面および供給面から支えている。また、テラダイン（米）やアドバンテスト（日）は、半導体チップの性能評価や品質保証に欠かせないテスト装置を提供しており、製造プロセスの最終段階で重要な役割を果たしている。以下に、各工程で使用される主な製造装置に焦点を当て、それらを供給する主要企業について説明する。

（1） 前工程（ウエハ製造）の製造装置

1) フォトリソグラフィー（露光）工程

概要：

フォトリソグラフィーは、半導体製造において最も重要かつ高度な工程の一つであるシリコンウエハ上に微細な回路パターンを形成するために、フォトマスク（レチクル）と呼ばれる回路原版を通して光を照射し、そのパターンをフォトレジストと呼ばれる感光性材料に転写する。この際、紫外線（UV）や極端紫外線（EUV）などの光源が用いられる。使用される装置には、主にステッパー（縮小投影型露光装置)、スキャナー（連続走査型露光装置)、アライナー（接触型・プロキシミティ型露光装置）などがある。中でも現在の最先端微細化技術では、ナノメートル単位の高解像度が求められるため、EUV（極端紫外線）露光技術が重要視されている。

主要ベンダー：

この分野において世界をリードするのが、ASML（蘭）である。同社は EUV 露光装置において圧倒的な世界シェアを有しており、最先端ロジック半導体の製造に不可欠な存在となっている。一方で、ニコン（日）やキヤノン（日）も、長年にわたり半導体露光装置分野を支えてきた主要企業である。

2) エッチング工程

概要：

エッチング工程は、半導体製造プロセスにおいて、回路パターンの形成に欠かせない重要なステップである。フォトリソグラフィー工程によって露光・現像されたフォトレジストをマスクとして利用し、その下にある材料層の不要な部分を選択的に除去することで、設計された微細構造を物理的に形成する。エッチングの方法には大きく分けて 2 種類がある。ひとつはドライエッチング（乾式エッチング）で、プラズマなどの反応性ガスを用いて材料を化学的または物理的に削り取る手法。微細加工において高い異方性（方向性）と制御性を持ち、現代の微細プロセスの主流となっている。もうひとつはウェットエッチング（湿式エッチング）で、液体薬品を使って材料を溶解させる手法であり、比較的シンプルな構造や大面積の加工に用いられる。

主要ベンダー：

このエッチング装置を製造する主要メーカーとしては [34]、ラムリサーチ（米）が世界トップクラスのシェアを誇り、最先端ロジック・メモリー両分野で存在感を示している。東京エレクトロン（日）も、成膜や洗浄装置と並んでエッチング装置に強みがある。また、日立ハイテクノロジーズ（日）は、特に高精度な微細加工向けエッチングにおいて定評があり、日本国内だけでなく海外メーカーにも多数の納入実績を持つ。

3) 成膜（薄膜形成）工程

概要：

成膜工程（薄膜形成）は、半導体チップの微細構造を構築するために、絶縁膜（例：SiO_2、Si_3N_4）や導電膜（例：タングステン、アルミニウム、銅など）をシリコンウエハ上に均一かつ精密な厚みで形成する重要な工程である。このプロセスは、トランジスターのゲート絶縁層やメタル配線、バリアメタル、キャパシタ層など、あらゆる構造層の基盤を成すものであり、成膜精度と膜質はデバイス性能や信頼性に直結する。主な成膜技術には以下のようなものがある。

- CVD（化学気相成長）：反応性ガスを熱やプラズマで分解・反応させ、化学的に膜を形成する。絶縁膜やコンフォーマルな膜形成に多用される。
- PVD（物理気相成長）：ターゲット材料を蒸発またはスパッタリングして物理的に堆積させる方法。主に金属膜形成に使用される。
- ALD（原子層堆積）：原子レベルで反応を繰り返し、精密な膜厚制御と高い膜質を実現する技術であり、最先端の微細化デバイスには不可欠となっている。

これらの成膜を行う装置には、それぞれ対応する CVD 装置、スパッタ装置（PVD）、ALD 装置があり、用途や構造に応じて選択される。

主要ベンダー：

主要な成膜装置メーカーには [35]、アプライド・マテリアルズ（米）があり、CVD および PVD の両分野で強みを持つ。ラムリサーチ（米）、東京エレクトロン（日）も、CVD 分野でグローバル展開しており、高いシェアを誇る。また、KOKUSAI ELECTRIC（日）は、特にバッチ式の成膜装置に強みがあり、ALD（原子層堆積）装置では高いシェアを持っている [36]。

4) イオン注入工程

概要：

イオン注入工程（イオンインプランテーション）は、シリコンウエハに電気的特性（導電性やトランジスター特性）を付与するために行われる重要な工程である。この工程では、リン（P）、ホウ素（B）、ヒ素（As）などの特定の不純物元素（ドーパント）をイオン化し、それらを高エネルギーで加速してシリコン基板に正確に打ち込む（注入する）。この操作により、n 型や p 型といった半導体の性質が局所的に制御され、トランジスターやダイオードなど

[34] Mordor Intelligence, https://www.mordorintelligence.com/ja/industry-reports/semiconductor-etch-equipment-market
[35] 兼松 PWS 株式会社, https://www.pwsj.co.jp/blog/14
[36] 株式会社 KOKUSAI ELECTRIC, https://www.kokusai-electric.com/company/strength

の基本構造が形成される。イオン注入の利点は、高いドーパント濃度の制御精度と、注入深さの精密な調整が可能である点にある。加えて、マスクを用いることで特定領域だけにドーピングが行えるため、微細化が進む現代の半導体製造には不可欠な技術となっている。

主要ベンダー：

この工程で使用される主な装置はイオンインプランターであり、高エネルギー加速器、ビーム制御システム、真空チャンバー、毒性ガスの安全管理など、高度な複合技術が求められる。主要なイオンインプランター装置メーカーには、アクセリス・テクノロジーズ（米)、アプライド・マテリアルズ（米）が挙げられる [37]。

5) CMP（化学的機械研磨）工程

概要：

CMP 工程（化学的機械研磨）は、シリコンウエハ表面の平坦化（プラナリゼーション）を目的として、化学反応と物理的研磨を組み合わせて行う重要なプロセスである。半導体デバイスの多層配線構造が進む中で、各層の平坦性を確保することは、次の露光工程での焦点ずれの防止や高集積化の実現に不可欠である。CMP では、専用の研磨パッド上でウエハにスラリー（研磨剤と化学薬品の混合液）を供給し、ウエハを加圧・回転しながら化学的に材料を溶解し、同時に物理的な研磨で不要な凸部を削り取る。これにより、高い表面平坦度（ナノメートルオーダー）を実現することが可能となる。使用される装置には、CMP 装置（ポリッシャー）本体に加え、適切な化学反応と粒子供給を制御するスラリー供給システムがあり、スラリーの均一供給・回収といった運用制御も重要な技術領域となっている。CMP は単なる研磨工程ではなく、薄膜除去の選択性や膜間のダメージ抑制、さらには粒子汚染管理など多くの課題が複雑に絡む高度な技術領域であり、今後のデバイス微細化・高性能化においてもその重要性は増している。

主要ベンダー：

主要な装置メーカーには、アプライド・マテリアルズ（米)、荏原製作所（日）が挙げられる [38]。

6) 洗浄工程

概要：

洗浄工程は、半導体製造プロセスの各段階において、ウエハ表面に付着した微細な粒子（パーティクル）や有機物・金属汚染・化学残渣などの不純物を除去するために実施される重要な工程である。これらの微小な汚染物は、次工程における膜の成膜不良、パターン欠陥、

---

[37] コーティングマガジン, https://www.y-skt.co.jp/magazine/knowledge/semiconductor_equipment_market/#:~:text=%E3%82%A4%E3%82%AA%E3%83%B3%E6%B3%A8%E5%85%A5%E8%A3%85%E7%BD%AE%E3%81%AE%E3%82%B7%E3%82%A7%E3%82%A2%20*%20Axcelis%EF%BC%88%E7%B1%B3%E5%9B%BD%EF%BC%89:%2039.6%25%20*%20%E3%82%A2%E3%83%97%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%89%E3%83%9E%E3%83%86%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%83%AB%E3%82%BA%EF%BC%88%E7%B1%B3%E5%9B%BD%EF%BC%89:%2034.7%25

[38] コーティングマガジン, https://www.y-skt.co.jp/magazine/knowledge/semiconductor_equipment_market/#:~:text=%E3%82%A4%E3%82%AA%E3%83%B3%E6%B3%A8%E5%85%A5%E8%A3%85%E7%BD%AE%E3%81%AE%E3%82%B7%E3%82%A7%E3%82%A2%20*%20Axcelis%EF%BC%88%E7%B1%B3%E5%9B%BD%EF%BC%89:%2039.6%25%20*%20%E3%82%A2%E3%83%97%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%89%E3%83%9E%E3%83%86%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%83%AB%E3%82%BA%EF%BC%88%E7%B1%B3%E5%9B%BD%EF%BC%89:%2034.7%25

歩留まり低下、電気的特性の劣化などの原因となるため、洗浄の精度と制御性が製品品質を左右すると言っても過言ではない。洗浄工程は、フォトリソグラフィー、エッチング、成膜、CMP など、ほぼすべてのプロセスの前後に挿入されるため、ウエハ処理全体の品質維持の中核を担う。

洗浄工程には、主に以下の 2 種類がある。

・ウェット洗浄：化学薬品（酸、アルカリ、溶剤など）を用いて汚染物を溶解除去する方式。大量処理に適しており、古くから広く使われている。
・乾式洗浄（ドライ洗浄）：プラズマやオゾン、UV などを利用し、化学薬品を使わずに汚染を除去する方式。微細化が進む最先端プロセスでは、表面損傷を抑えつつ残留物を除去できるドライ洗浄の重要性が高まっている。

主要ベンダー：

この分野の主要装置メーカーには、SCREEN ホールディングス（日）、東京エレクトロン（日）、セメス（韓）が挙げられる [39]。

7) 検査・計測工程

概要：

検査・計測工程は、半導体製造の各段階で、回路パターンの形成精度やウエハ表面の状態、膜厚、欠陥の有無などを定量的に評価・測定する工程である。この工程は、製造プロセスのばらつきを早期に検知し、歩留まりの向上や品質保証に直結するため、プロセス制御とフィードバックの中核を担っている。

代表的な装置には以下のようなものがある。

・CD-SEM：電子線を用いてパターンの線幅（CD）を高精度で測定する装置。ナノスケールでの寸法制御に不可欠である。
・膜厚計（エリプソメーターなど）：成膜工程で形成された薄膜の厚みを非破壊で測定する。層構造や材料ごとの膜厚精度を確認できる。
・欠陥検査装置：ウエハ表面やパターンに発生する微小な欠陥（異物、傷、ピンホールなど）を高速かつ高感度に検出する。

主要ベンダー：

主要な装置メーカーには、欠陥検査や CD 計測装置において世界トップシェアを誇る KLA（米）、特に CD-SEM 分野で高い技術力と信頼性を持ち、日本を代表する計測装置メーカーである日立ハイテクノロジーズ（日）が挙げられる [40]。

---

[39] コーティングマガジン, https://www.y-skt.co.jp/magazine/knowledge/semiconductor_equipment_market/#:~:text=%E3%82%A4%E3%82%AA%E3%83%B3%E6%B3%A8%E5%85%A5%E8%A3%85%E7%BD%AE%E3%81%AE%E3%82%B7%E3%82%A7%E3%82%A2%20*%20Axcelis%EF%BC%88%E7%B1%B3%E5%9B%BD%EF%BC%89:%2039.6%25%20*%20%E3%82%A2%E3%83%97%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%89%E3%83%9E%E3%83%86%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%83%AB%E3%82%BA%EF%BC%88%E7%B1%B3%E5%9B%BD%EF%BC%89:%2034.7%25

[40] Mordor Intelligence, https://www.mordorintelligence.com/ja/industry-reports/semiconductor-inspection-equipment-market

（2） 後工程（パッケージ組立工程）の製造装置

1) ダイシング（チップ分割）工程

概要：

ウエハを個々のチップ（ダイ）に切断する工程は「ダイシング」と呼ばれ、その工程に用いられる専用装置が「ダイサー」である。ダイサーは、半導体ウエハ上に形成された多数の IC チップを、高精度かつ高速に分割するための装置であり、半導体製造において欠かせない工程を担っている。この工程では、チップの欠損や割れ、マイクロクラック（微細な亀裂）といった不良を防ぐため、ナノメートル単位の精度と、ウエハやチップへのダメージを最小限に抑える切断技術が求められる。これに対応するため、主に「ブレード式」と「レーザー式」の 2 種類の方式が存在する。ブレード式は、ダイヤモンド砥粒を用いた回転ブレードでウエハを物理的に切断する方式であり、加工安定性に優れる一方で、ウエハへの接触によるダメージリスクがある。これに対し、レーザー式は熱応力を利用して非接触でウエハを分割する方式であり、微細化や薄型化が進むデバイスに適している。

主要ベンダー：

ダイサーの主要メーカーとしては [41]、世界トップシェアを誇るディスコ（日）が挙げられる。同社はブレード式・レーザー式双方において高い技術力を有しており、顧客ニーズに応えている。また、東京精密（日）もディスコに次いで、ダイシング装置市場で高いシェアを持つメーカーである。

2) マウンター（ダイボンダー）工程

概要：

ダイやパッケージ基板上に電子部品や半導体チップを高精度に搭載する装置は、「実装装置」または「ダイボンダー」と呼ばれ、半導体後工程における中核的な役割を担っている。これらの装置は、ウエハから切り出された個々のダイをパッケージ基板上に正確な位置・姿勢で接合するために用いられ、最終的な半導体パッケージの性能や信頼性に大きな影響を与える。実装方式にはいくつかのバリエーションが存在するが、代表的なものとしてフリップチップ実装がある。これは、チップの回路面を下向きにして基板上のバンプ（突起）に直接接合する方式であり、高速・高周波対応や高集積化に適している。また、ワイヤーボンディングに先立ってチップを搭載する用途でも使用され、工程全体の精度と効率を大きく左右する。

主要ベンダー：

この分野における主要メーカーとしては [42]、BESI（瑞）が高いシェアを誇っており、これに次ぐのが ASM パシフィック（香）である。日本勢では、ファスフォードテクノロジ（日）が代表的な企業であり、特に薄型チップを用いた多層ダイボンド技術に強みを持ち、メモリー用途向けに高い競争力を発揮している。

[41] 機械比較ドットコム 2022.7.18, https://kikai-hikaku.com/589
[42] 機械比較ドットコム 2022.7.22, https://kikai-hikaku.com/643

3) ワイヤーボンダー工程

概要：

チップのパッドとパッケージリードを、極細の金線や銅線を用いて接続する装置は、「ワイヤーボンダー」と呼ばれ、半導体後工程において重要な役割を担っている。この工程は、ICチップと外部回路との電気的接続を実現するものであり、パッケージ全体の電気性能や信頼性を左右するため、高い精度と安定性が要求される。ワイヤーボンディングでは、主に直径20 ミクロン前後の金線や銅線が使用され、熱、圧力、超音波を適切に制御しながら、チップ表面のパッドとパッケージ基板のリードフレームを接合する。特に近年では、パッケージの高密度化や高周波化が進んでおり、ワイヤのたわみやループ制御といった微細な構造の最適化が求められている。また、生産性向上のため、数千本のワイヤを短時間で正確に接合する高速処理性能も重視されている。

主要ベンダー：

この分野の主要メーカーは [43]、ASM パシフィック（香）とキューリック&ソファ（米）があり、長年にわたり業界をリードしてきた実績を有する。日本勢では、ヤマハロボティクス（日）が国内シェア 30%を占めており、世界シェアは 3 位である [44]。

4) ボールボンダー工程

概要：

主にフリップチップ実装において使用される「はんだボール接合装置（ボールボンダー)」は、チップのバンプとパッケージ基板を電気的・機械的に接続するために、微小なはんだボールを正確に配置し、加熱・加圧によって接合する装置である。フリップチップ実装は、従来のワイヤーボンディング方式に比べて接続距離が短く、電気特性に優れ、高速・高周波対応や高密度実装が可能となるため、先端半導体パッケージの主流となりつつある。はんだボールの接合工程では、チップまたは基板上にあらかじめ形成されたバンプと、はんだボールを高精度に位置合わせし、リフロー炉または局所加熱方式を用いて溶融・接合する。このプロセスでは、ボールの大きさや配置精度、加熱温度の制御などが製品の接続信頼性や歩留まりに直結するため、非常に高度な制御技術が求められる。また、複数のボールを同時に配置・接合するためのマルチノズル技術や、フラックス塗布の均一性など、各工程の自動化と高効率化も重要な技術課題となっている。

---

[43] Global Growth Insight, 2025.6.6, https://www.globalgrowthinsights.com/market-reports/wire-bonding-machine-market-107180?utm_source=chatgpt.com

[44] 機械比較ドットコム 2022.6.22, https://kikai-hikaku.com/321#:~:text=%E6%A0%AA%E5%BC%8F%E4%BC%9A%E7%A4%BE%E6%96%B0%E5%B7%9D,-%E5%87%BA%E5%85%B8%EF%BC%9A%E3%83%A4%E3%83%9E%E3%83%8F%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%86%E3%82%A3%E3%82%AF%E3%82%B9&text=70%E5%B9%B4%E4%BB%A3%E3%81%AB%E4%B8%96%E7%95%8C%E3%81%A7,%E3%82%B7%E3%82%A7%E3%82%A2%E3%81%AF%E8%AD%B2%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E2%80%A6

主要ベンダー：

この分野の代表的なメーカーとしては[45]、キューリック&ソファ（米）があり、フリップチップ実装に対応した高精度ボールボンダーを多数展開している。ASM パシフィック（香）もまた、はんだ接合技術において豊富な実績を持ち、高密度実装に対応した次世代パッケージングソリューションを提供している。

5) 封止装置（モールディング装置）

概要：

チップを樹脂やエポキシなどの封止材で覆い、外部環境から保護する工程に用いられる装置は、「封止装置」または「モールディング装置」と呼ばれる。半導体パッケージング工程の最終段階に位置づけられ、完成した IC チップの機械的保護や湿気、腐食、外力からの防御を目的とする装置である。封止には、主に熱硬化性のエポキシ樹脂が用いられ、チップ全体または接合部を覆うように成形する。封止方式としては、モールド金型に樹脂を注入して成形するトランスファーモールディング方式や、液状の樹脂を直接塗布するコンプレッションモールディング、グローブトップ封止などが存在する。いずれの方式においても、樹脂の均一な充填、気泡の抑制、硬化プロセスの精密制御が必要とされ、製品の信頼性確保に直結する工程である。

主要ベンダー：

代表的な装置メーカーとしては、芝浦メカトロニクス（日）があり、トランスファーモールディング装置を中心に国内外の後工程ラインに多数の納入実績を有している。ASM パシフィック（香）は、ワイヤーボンディングや実装装置との連携を前提とした統合型ソリューションを展開しており、汎用性と自動化対応に優れる。

(3) テスト工程の装置

1) テスト（電気的特性評価）工程

概要：

テスト工程（検査工程）は、完成した半導体チップに対して電気的な性能や機能、不良の有無を確認する工程であり、製品の品質保証や出荷可否の判断において重要な役割を担っている。微細化・高集積化が進む中で、より複雑で高度な検査が求められる工程でもある。使用される主な装置としては、SoC（システム・オン・チップ）用やメモリー用など、製品の種類に応じて異なるアーキテクチャーを持ち、信号パターンの生成・測定・解析を行うテスター、テスト対象となるパッケージを自動でテスターに供給・排出し、温度管理（高温・低温）なども担う自動化装置であるハンドラがある。

テスト工程は、プロセス段階に応じて大きく以下の 2 つに分類される。

・前工程テスト（ウエハプローブテスト）：ウエハの状態で電気信号を流し、各チップの基本的な動作確認を行う。良品／不良品の判別を行い、後工程に進めるチップを

[45] Pando 2025.6.30, https://pando.life/article/1526625?utm_campaign=117528&utm_medium=6&utm_source=Pando_Life&utm_content=ia&utm_term=&utm_id=channel-infusion-pumps

選別。

・後工程テスト（最終テスト／パッケージテスト）：パッケージング後のチップに対して行う最終的な機能検査。実装環境を模した条件での評価や、スピード・温度・電圧範囲での信頼性確認を実施する。

主要ベンダー：

主要なテスト装置メーカーには、世界最大手のテスト装置メーカーのテラ ダイン（米）、メモリーテスト装置で世界シェア上位のアドバンテスト（日）、テスターおよびハンドラを総合的に展開しているコヒュー（米）が挙げられる。

2.3.2. 半導体材料のサプライチェーン

半導体材料のサプライチェーンは、シリコンウエハやガラス基板をはじめ、エッチングガス、化学薬品、金属材料（銅、アルミニウム、金等）やポリマー、各種ガスなど、製造工程で使用される多種多様な材料の供給から始まる。これら材料の品質や供給の安定性は、半導体の製造品質に直結するため、各材料メーカーは厳格な基準のもとで製品を提供しており、高い信頼性が求められている。

国際的な半導体製造装置および材料の業界団体である SEMI（国際半導体製造装置材料協会）のプレスリリース [46]によれば、2024 年の半導体材料市場は 675 億ドル（約 10 兆円）に達している。また、国別の半導体材料消費額では、台湾が約 192 億ドルで 14 年連続して世界最大の消費国となっており、これに中国（約 131 億ドル）、韓国（約 105 億ドル）、日本（約 68.3 億ドル）、アメリカ（約 55.6 億ドル）が続いている。一方で、日本は単なる消費国にとどまらず、半導体材料の供給国としても重要な役割を果たしている。とりわけ材料分野においては、世界市場の約 55%を日本企業が占めており [47]、その競争力は群を抜いている。中でも、マスクブランクス、シリコンウエハ、スパッターゲット、フォトレジストといった主要材料においては、日本の化学メーカーがいずれも世界市場で高いシェアを維持しており、グローバルな半導体供給網において不可欠な存在となっている。以下に、半導体の製造工程ごとに必要とされる主な材料を示す。

[46] Semi 2025.04.30, https://www.semi.org/jp/news-resources/press/20250430

[47] 産業タイムズ社 電子デバイス産業新聞 2025.3.21, https://www.sangyo-times.jp/article.aspx?ID=13712#:~:text=%E3%81%9D%E3%82%8C%E3%81%AF%E3%81%A8%E3%82%82%E3%81%8B%E3%81%8F%E3%80%81%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E4%BD%93%E3%83%81%E3%83%83%E3%83%97%E3%81%9D%E3%81%AE%E3%82%82%E3%81%AE,%E6%8C%81%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%81%AE%E3%81%A0%E3%80%82

表 2-3. 半導体製造工程と必要となる素材

工程	作業	主な材料
マスク製造	マスクブランクス作成	マスクブランクス
	フォトマスク作成	フォトマスク、ペリクル
ウエハ製造	シリコンインゴット製造	多結晶シリコン
	シリコンインゴット切断	シリコンウエハ
	ウエハの研磨	
前工程	ウエハ表面の酸化	酸化性ガス
	薄膜作成	CVD用ガス、スパッタターゲット
この作業を繰り返し、ICチップを作り込む	フォトレジスト塗布	フォトレジスト
	露光	フォトマスク
	現像	
	エッチング	エッチング用ガス、薬液
	レジスト剥離・洗浄	薬液
	イオン注入	導電型不燃物ガス
	平坦化	CMPスラリー
	電極形成	
	ウエハ検査	
後工程	ダイシング	
	ワイヤーボンディング	
	モールディング	封止材（モールド樹脂）
	最終検査	

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

（1） 半導体材料で優位に立つ日本企業

日本企業が半導体材料分野で優位に立っている理由についてはさまざまな要因が考えられるが、半導体 JOB エージェント 2024 年 12 月 20 日の記事[48]では以下の 2 点を挙げている。

一つは日本人の資質（きめの細かさや忍耐強さ）によるものである。材料分野は最適化するためのパラメータが多く、製品開発は複雑である。同じ装置の同じレシピで作ったとしても、材料特性に違いが出ることも多く、マニュアル化できない暗黙知やノウハウが多い分野である。そのため、あえて特許化せずにノウハウとして外に情報を出さないようにして、製造技術が模倣されにくい仕組みを構築する手段も取ることができる。開発初期段階から論理的に仕様を決めていくことが難しく、現場の継続的な改善・改良が重要になっている。その結果、真面目で忍耐強いと言われる日本人的な特徴が高いシェアの要因となっている。

二つ目は長期目線で研究開発が許容される風土があることである。海外のように短期的な収益を求める場合、なかなか暗黙知やノウハウを蓄積させることができない。基礎研究や新製品の開発に長年取り組み続けることにより、特定の材料では世界シェア 100%という日本企業も生まれている。

[48] 半導体 Job エージェント 2024.12.20, https://semiconductor-job.com/semicon-materials-share/

（2） 半導体製造に使われる主な材料

こうした背景を踏まえ、日本企業は半導体材料市場において確固たる地位を築いてきた。以下では、半導体の各製造工程で使用される主要な材料に焦点を当て、それぞれの材料を供給する代表的な企業について説明する。

1) マスクブランクス

マスクブランクスは、石英基板上に金属膜と感光膜をコーティングしたものであり、これに回路パターンを形成したものが「フォトマスク」となる。EUV マスクブランクスの主要メーカーには、HOYA（日本）および AGC（日本）が挙げられる。[49]また、その他の光源用マスクブランクスについては、信越化学工業（日本）も供給を担っている。

2) フォトマスク

フォトマスクは、露光工程で使用されるパターンをマスクブランクス上に形成したものであり、フォトレジストに回路パターンを転写するための重要な材料である。多くの半導体メーカーはフォトマスクを内製しており、TSMC やサムスンも基本的に自社で製造している。一方、ラピダスは EUV フォトマスクを内製せず外部から購入すると言われている [50]。専業メーカーでは、フォトロニクス（米）、トッパンフォトマスク（日）、大日本印刷（日）、が高いシェアを占めており、その他 2 社を含めたトップ５企業で世界のフォトマスク市場の約 44%を占めている [51]。

3) ペリクル

ペリクルとは、異物がフォトマスクの回路パターン面に直接付着するのを防ぐために使用される保護膜である。主要なメーカーには、三井化学（日）、信越化学（日）、AGC（日）、ファイン・セミテック（韓）などがある [52]。中でも三井化学は、旭化成からペリクル事業を取得するなど、同事業への注力を強めている [53]。

4) 多結晶シリコン

多結晶シリコンは、高純度のケイ素であり、シリコンウエハの原料として使用される。市場における主な供給企業には、トンウェイ（中）、大全新能源（中）、ワッカー・ケミー（独）、など中国メーカーが強い市場である。日本企業では、トクヤマ（日）が半導体向けに注力しており、高いシェアを誇っている [54]。

5) シリコンウエハ

シリコンウエハは、半導体の基盤となる重要な材料であり、サプライチェーンの上流に位置することから、市況の変動による影響を受けやすい特性を持つ。これは、最終製品の需要動向が製造工程全体に波及しやすいため、需要が冷え込むとウエハの発注も急激に減少し、

[49] Techno Producer 2023.12.5, https://www.techno-producer.com/column/euv-photomask-reticle/
[50] 電子デバイス産業新聞 2023.4.28, https://www.sangyo-times.jp/article.aspx?ID=8070
[51] News Cast 2024.9.25, https://newscast.jp/news/2322079
[52] SDKI Analytics, https://www.sdki.jp/reports/pellicles-market/88807
[53]三井化学ホームページ「三井化学、旭化成ペリクル事業を取得」
https://jp.mitsuichemicals.com/content/dam/mitsuichemicals/sites/mci/documents/sites/default/files/media/document/220527_2.pdf
[54] Deallab 2023.9.6, https://deallab.info/poly-silicon/

価格や稼働率に大きな影響を及ぼすためである。2008 年の金融危機以降、各社の増産によりシリコンウエハは供給過剰となり、価格が下落して市場は一時的に低迷した。しかし近年では、AI、自動車、5G といった成長分野を背景に需要が再び拡大している。一方で、2023 年の世界シリコンウエハ市場における売上高は前年比 14%減の 148 億ドルとなり、依然として市況の変動リスクが残る状況にある[55]。メーカー別のシェアでは、信越化学工業（日）が 24.7%で首位、SUMCO（日）が 19.9%で 2 位を占め、日本企業が市場の約 45%を占有している。以下、3 位にグローバルウェーハズ（台）、4 位にシルトロニック（独）、5 位に SK シルトロン（韓）が続いている[56]。

6) 高純度ガス/超高純度フッ化水素酸

半導体製造プロセスでは、各工程において多種多様な高純度ガスが使用される。これらのガスには、高い純度が求められ、要求される水準を満たすためには、高度な技術的専門知識と多額の設備投資が不可欠である。また、フッ化水素酸は半導体基板のエッチング、特に酸化膜のエッチングに使用され、シリコン表面の自然酸化膜の除去や、微細な回路パターンの形成に不可欠な材料である。高純度ガスの主要企業には、エア･リキード（仏）、エアー・プロダクツ・アンド・ケミカルズ（米）、リンデ（英）、ソルベイ（白）、レゾナック（日）などがある。日本企業としてはそのほかにも、岩谷産業（日）、住友精化（日）、大陽日酸 JFP（日）などが高純度ガスを供給している[57]。また、超高純度フッ化水素酸の主要企業には、ステラケミファ（日）、森田化学工業（日）、ダイキン工業（日）が挙げられる[58]。

7) スパッタリングターゲット

スパッタリングターゲットとは、スパッタ法により薄膜を形成する際に用いられる材料である。高精度な膜厚制御と高純度が求められるため、製造には高度な技術力が必要とされる。この分野の世界的な主要メーカーには、マテリオン（米）、リンデ（独）、JX 金属（日）、三井金属鉱業（日）、プランゼー（墺）などが挙げられる。その他、日立金属（日）、住友化学（日）などもスパッタリングターゲットを供給している[59]。

8) フォトレジスト

半導体の回路パターンは、露光技術によってシリコンウエハ上に転写される。その際、ウエハ上で光を受け止め、パターンの形成に不可欠となるのがフォトレジストと呼ばれる感光性材料である。フォトレジスト市場は、日本企業が圧倒的な存在感を示しており、世界シェアの約 9 割を占めている[60]。中でも JSR（27%）と東京応化工業（24%）の 2 社で、世界シェアの過半数（51%）を占有している[61]。これに続くのが、信越化学工業（17%）、住友化学（14%）、富士フイルム（10%）である。

---

[55] SEMI 2024.2.9, https://www.semi.org/jp/news-resources/press/20240209
[56] 日経 COMPASS「シリコン・シリコンウエハ」https://www.nikkei.com/compass/industry_s/0243
[57] Fortune Business Insight 2025.6.9, https://www.fortunebusinessinsights.com/jp/半導体ガス市場-104121
[58] Report Price 2025.4, https://www.reportprime.com/ja/超高純度フッ化水素酸-r260
[59] QY Research 2023.12.21, https://www.qyresearch.co.jp/news/2279/customized
[60] Peaks Media 2023.10.3, https://www.peaks-media.com/4022/
[61] 経済産業省「半導体・デジタル産業戦略」
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semiconductors_and_digital.pdf

9)　CMP スラリー

CMP スラリーは、シリコンウエハ表面の平坦化を目的として、化学的に溶解させながら機械的に研磨する際に使用される材料である。半導体デバイスの微細化・多層化が進む中で、その性能と均一性が重要となっている。本分野における主要なグローバル企業には、キャボット（米）、ダウ・デュポン（米）、富士フイルム（日）、レゾナック（日）などが挙げられる。その他の日本企業では、フジミ（日）、JSR（日）などもこの市場で存在感を示している [62]。

10)　封止材

封止材は、半導体チップを光、熱、湿気、ほこり、衝撃などの外部要因から保護するために用いられる材料である。パッケージング工程において欠かせない素材の一つであり、信頼性や環境性能が強く求められる。この分野で世界シェアトップを誇るのは住友ベークライト（日）であり、約 40%のシェアを占めている [63]。同社は、焼却時にダイオキシンを発生させない非ハロゲン系封止材の開発を推進し、環境配慮型の製品ラインアップによってさらなるシェア拡大を図っている。日本企業ではその他に、レゾナック（日）、信越化学工業（日）、日本化薬（日）などが封止材市場で事業を展開している。

上述の通り、半導体製造は前工程・後工程それぞれにおいて、装置メーカーや材料メーカーによる供給によって成り立っており、これらの企業が製造プロセス全体を支えている。また、製造装置や材料にとどまらず、それらを支える電力・超純水・ガス供給、クリーンルームなどのインフラを提供する企業も、半導体製造に不可欠な存在である。半導体産業は、このように多層的かつ高度に連携されたサプライチェーンによって支えられている。

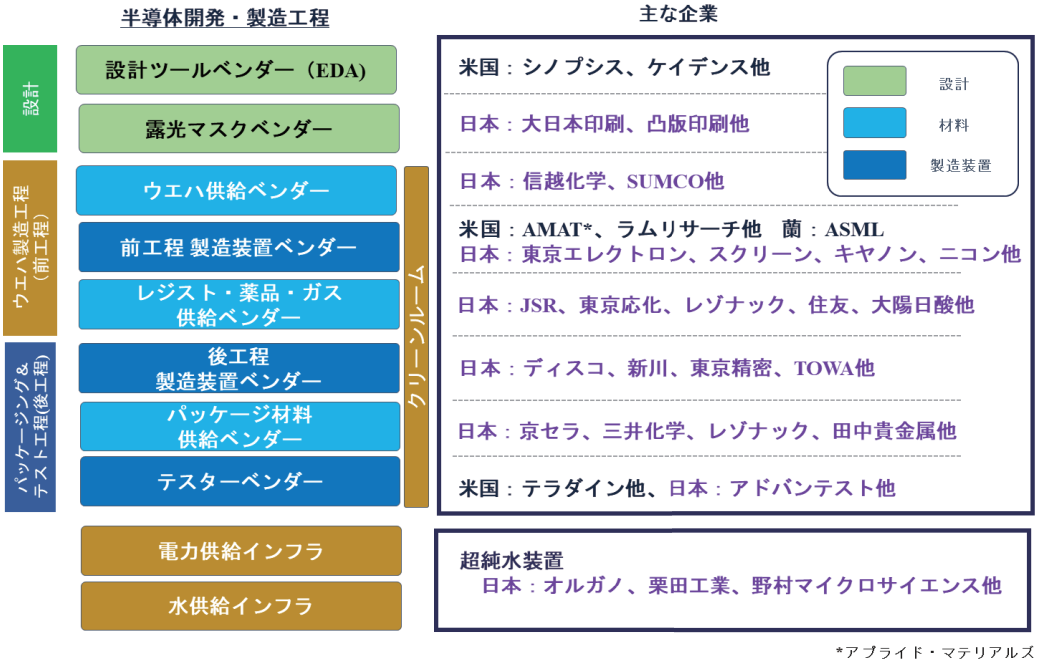


図 2-5. 半導体製造装置、材料の主な企業
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

[62] SDKI Analytics, https://www.sdki.jp/reports/chemical-mechanical-planarization-cmp-slurry-market/84876
[63] EETimes 2022.9.6, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2209/26/news045.html

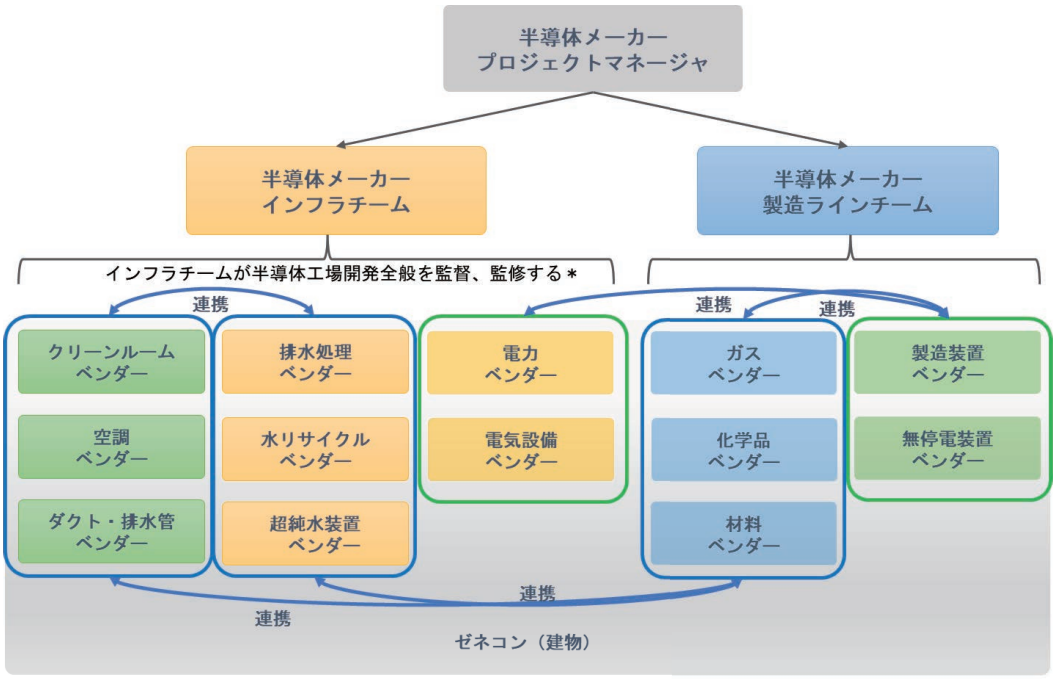
2.3.3. 半導体製造工場を支える設備

半導体工場の建設には、さまざまな専門企業が関与する。一般的な工場とは異なり、半導体工場には高い品質の設備が求められる。これは、ナノメートル単位の微細加工を行う半導体製造において、わずかな振動や微粒子、温湿度の変化すら製品不良の原因となるためである。そのため、クリーンルームの清浄度[64]や温度管理、制振構造、超高精度の製造装置など、あらゆる面で最高水準の品質が要求される。そのため、一つの企業がすべての工程を担当することは困難であり、各分野の専門メーカーの知識、経験、及び卓越した技術が半導体工場建設には不可欠である。

一般的な工場建設では、発注者がゼネコン等の建設企業と協力して工場の仕様を決定し、電気設備や配管工事等のインフラ整備はゼネコンに一任するのが通常である。一方、半導体工場の建設においては、空調や配管といった建屋内部の設備だけでなく、ガス、水道、電気等のインフラに至るまで、半導体メーカー側が全体を統括するケースが多い。これは、工場建設そのものが半導体メーカーの重要なノウハウの一部となっているためである。これら各設備及び建設ベンダーの取りまとめは、半導体メーカー側のインフラチームが行い、このチームが工場建設全体を管理、監修する[65]。各設備ベンダーは、それぞれが有する高度な専門性と技術力に基づき、担当する設備分野の設計および施工を担っている。ただし、自社の技術だけでは対応できない部分や、他のベンダーと設備が共通する領域については、半導体メーカーのインフラチームの管理のもとで、ベンダー間の横断的な連携を図りながら建設を進めていく必要がある。

半導体工場の建設においては、すべての工程で精緻な技術と最高水準の品質が求められるが、なかでも特に重要とされるのが「電気」と「水」のインフラである。半導体製造では、わずかな電圧変動が製造装置の誤作動や製品不良につながるため、安定した高品質の電力供給が不可欠である。また、ウエハ洗浄や化学プロセスには超純水（Ultra-Pure Water）が大量に使用されることから、水の供給体制および浄化システムの信頼性が重要となる。

[64] 半導体の製造には特に清浄度の高い環境が必要となるため、半導体工場に設置されるクリーンルームはクラス 1～100 レベルのものとなる。Rentec Insight 2023.8.31, https://go.orixrentec.jp/rentecinsight/it/article-320
[65] 半導体工場によってはゼネコンがプロジェクトオーナーとなり、全体を管理、監修するケースもある



＊ゼネコンが半導体メーカーから委託され、全体を管理、監修するケースもある

図 2-6. 半導体工場建設に関わる専門企業（一般的な例）
出典：ヒアリング調査を基に JICA 調査団作成

（1） 半導体製造に必要な高度水処理技術

半導体の製造には、超純水をつくり出すための高度な水処理技術の導入や、排水処理・リサイクルに関する仕組みなど、水インフラの整備が不可欠である。さらに、環境規制を確実に守ることも重要な要件となっている。

半導体製造において、特に洗浄工程に使用される水には、微細加工の精度を確保するため、高い純度が求められる。このような水は一般的に「超純水」と呼ばれ、その純度は厳格な基準で管理されている。例えば、「50 メートルプールに耳かきひとさじ分の不純物しか含まれない」と例えられるほどであり、極限まで不純物や微粒子が取り除かれている。これは、半導体の微細加工に用いられる技術において、線幅がウイルスよりも小さいレベルであり、わずかな異物でも製品不良や歩留まり低下の原因となるためである。超純水の製造には、逆浸透膜（RO）、電気脱イオン（EDI）、紫外線酸化（UV）など、複数の高度な処理技術が組み合わされており、水中の不純物が徹底的に除去されることで、半導体製造に必要な清浄度が実現されている。

前工程では、ウエハの製造にさまざまな薬品やガスが使用されるため、その過程で発生する塵や微細なパーティクルを完全に除去する必要がある。このため、各プロセスの終了後には必ず超純水による洗浄が行われ、高品質かつ大量の超純水を安定的に供給できる体制の整備が不可欠となる。わずかなパーティクルの残留であっても、製品の品質低下や市場における不良の原因となり、最終的には顧客からの信頼を損なうリスクにつながる。後工程もダイシング、グラインディング工程で超純水による洗浄が行われるため、同様である。前工程、後工程ともに、半導体メーカーとしての競争力や成長性にも深刻な影響を及ぼしかねないことから、各社は水質管理に対して高い精度と細心の注意をもって取り組んでいる。

1)　超純水装置メーカー

半導体製造において不可欠な超純水装置の分野では、高度な水処理技術と信頼性の高い運用ノウハウを有する企業が主要プレイヤーとして存在感を示している。特にグローバル市場においては、DOW（米）やエボクア・ウォーター・テクノロジーズ（米）が高いシェアを誇っており、半導体や電力業界で多くの実績を有している。また、日本企業では、オルガノ（日）がこの分野で高いシェアを誇っており、栗田工業（日）や野村マイクロ・サイエンス（日）も超純水装置の分野で長年の経験と高い技術力がある企業である[66]。

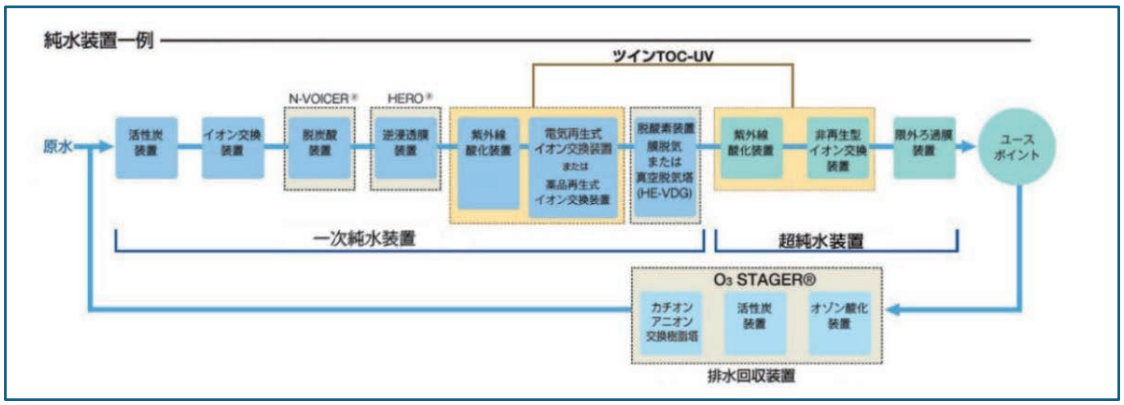


図 2-7. 純水装置一例
出典：野村マイクロ・サイエンス社ホームページ
(https://www.nomura-nms.co.jp/product/02_01_02.html)

（2）　水インフラの整備

安定した水供給を確保するためには、複数の水源の確保、十分な貯水設備の整備、ならびに信頼性の高い送水システムの構築が求められる。10nm 以下のプロセスラインを有する最先端の半導体工場では、ナノメートル単位の微細加工を実現するため、大量の超純水を必要としており、一般的に前工程の工場 1 日あたり 20 万キロリットル（20 万トン）以上の水を消費すると言われている[67]。そのため、水源の安定確保と持続可能な供給計画の策定が重要となっている。

さらに近年では、ウエハ製造工程で使用された排水のリサイクルが強く求められており、多くの半導体工場では使用水の 70%～90%程度を再利用している。これを実現するためには、ウエハ製造時に汚水中へ混入するさまざまな薬品やガスを効率的に除去するための高度な処理施設と技術が不可欠となっている。

これらの取り組みは、水資源の有効活用だけでなく、環境負荷の低減にも寄与するものであり、今後ますますその重要性を増していくと考えられる。そのため、各社は工場内に自社専用の水処理施設を設置し、水の浄化（クリーニング）を行っている。極限まで汚染物質を除去された水の一部は、リサイクル水として再び超純水製造工程を経由し、工場内に再供給

[66] SDKI Analytics, https://www.sdki.jp/reports/ultrapure-water-market/115312
[67] 三菱ケミカルアクア・ソリューションズ株式会社 ホームページ, https://www.mcas.co.jp/feature/feature-88174/#:~:text=%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E4%BD%93%E3%81%AE%E8%A3%BD%E9%80%A0%E3%81%AB%E3%81%AF,%E3%81%AE%E2%BD%94%E3%81%8C%E5%BF%85%E8%A6%81%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82

される。それ以外の水は排水処理施設でさらに処理されたのち、下水処理場を経て、最終的には河川等へ排水される。

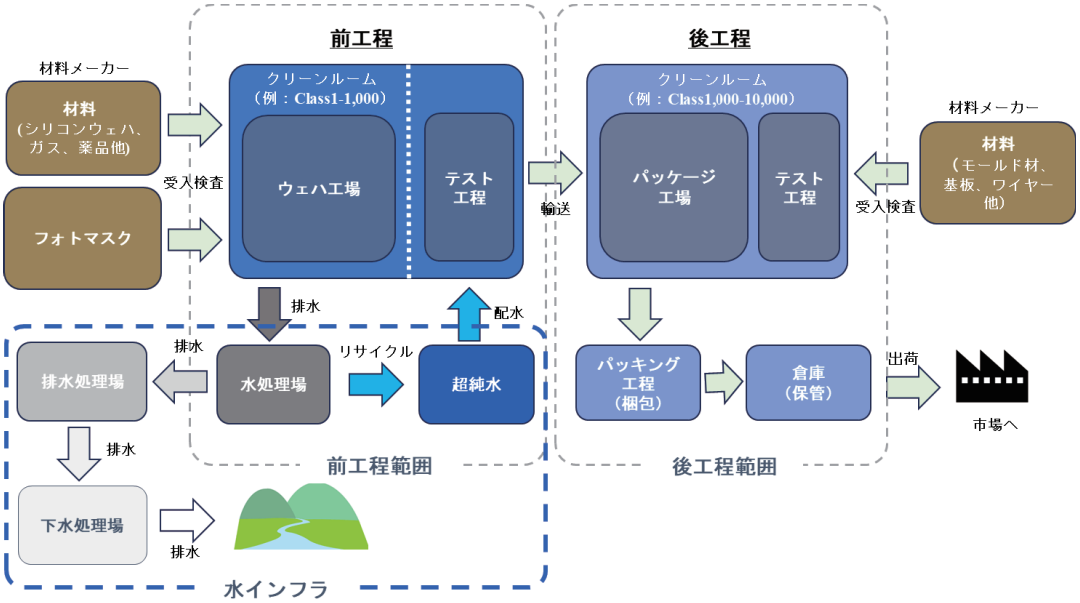


図 2-8. 半導体工場に必要な水インフラ（概略図）
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

特に近年では、ゼロ・リキッド・ディスチャージ（ZLD）技術 [68]の導入が進められており、外部への排水を限りなくゼロに近づけ、水の再利用率を飛躍的に向上させる取り組みが進展している。ZLD 技術の仕組みは、排水中の不純物を分離し再生水を生成する設備、濃縮された不純物水を蒸発・乾燥させて固形廃棄物として排出する設備、さらには RO（逆浸透）膜や蒸発器などの高度な処理方式を組み合わせて構成されている。これにより、厳格な排水規制をクリアすることが可能となり、環境負荷の低減、水資源の有効活用、ならびに廃棄物の削減といった多くのメリットが得られる。ZLD 技術は、持続可能な半導体製造の基盤を支える重要な環境技術の一つとなっている。

（3） 半導体工場の電力インフラ整備

半導体製造装置はナノメートル単位の精度で制御される精密な機器であり、その性能は使用環境、とりわけ電力の品質に大きく依存している。電圧の瞬間的な変動や、数ミリ秒単位の瞬停であっても、プロセス中のウエハに深刻なダメージを与える可能性がある。たとえば露光やエッチング工程においては、わずかな制御ミスが微細パターンのズレを生み、それにより回路全体の機能が失われる。こうした不具合は外観上では直ちに判別できないため、最終検査や顧客先での動作確認段階で発覚し、多大な損失をもたらすこともある。前工程では、シリコンウエハ上に数百層におよぶ微細な回路パターンを正確に積層していく必要があり、「成膜」「リソグラフィー」「エッチング」「洗浄」などの工程を 400～1000 回以上繰り返す。近年では、技術ノードの微細化（例：5nm や 2nm プロセス）に伴い、各工程の許容誤差も一層厳しくなっており、わずかな環境変動が製品の良品率に直結する。

[68] 複数の処理方式によって廃水から再利用水を造水し、廃水を排出しないシステム：三菱ケミカルアクア・ソリューションズホームページ, https://www.mcas.co.jp/products/products-519/

これらの工程で使用される製造装置は、連続稼働が前提であり[69]、突発的な電源遮断や瞬停が発生すれば、その時点で処理中だったウエハは物理的、化学的に損傷し、基本的には再生不可能となる。損傷した仕掛品は廃棄対象となり、1 枚あたり数万円にのぼる高価な材料コストに加え、それまでに投入された人件費、装置稼働費、クリーンルーム維持費などがすべて無駄になる。さらに、こうしたトラブルは単に生産コストに影響するだけでなく、生産ラインの再調整や仕掛品の廃棄対応に多大な労力を要し、工程全体のスケジュール遅延、最終製品の納期遅れ、ひいては受注機会の逸失や顧客からの信頼失墜といった深刻な経営リスクを引き起こす。また、社内ではエンジニアやオペレーターの緊急対応が求められ、人的リソースの再配分や精神的負担も増大する。これらの影響は一過性にとどまらず、製造部門全体のモラルや士気にも波及し、中長期的な競争力低下につながりかねない。

このように、半導体製造における電力品質は、生産効率やコスト構造のみならず、企業の信用、ブランド価値・サプライチェーン全体にまで影響を及ぼす重要な要素である。

（4） 半導体メーカー独自の電力安定化対策

このような事態を未然に防ぐため、各半導体メーカーでは電力の安定性確保を最優先課題の一つと位置づけており、工場設計段階から電源インフラの冗長性や信頼性を高度に確保する取り組みが行われている。具体的には、外部からの商用電源だけに依存せず、自社敷地内にガスタービンやディーゼル発電機による簡易発電所（オンサイト発電設備）を併設し、万が一の停電時にも工場全体または重要工程ラインを継続稼働させる体制を整えている。また、瞬間的な電圧低下や停電に対応するため、無停電電源装置（UPS）や電力品質安定装置（PQ 装置）、蓄電池設備などを重要工程ごとに配備し、ミリ秒単位での電力供給維持を図っている。

これらの電源管理システムは、単に設備を導入すればよいというものではなく、製造ラインの構成、装置の消費電力、工程ごとの優先度、停電時のフェールセーフ設計などを総合的に判断したうえで構築される必要がある。そのため、各社は長年の運転実績を通じて蓄積した知見やトラブル対応の経験を活かし、独自の電力管理体制を磨き上げている。特に先端半導体を手がける工場では、電力の瞬停すら許容されない「ゼロダウンタイム」運用が求められるため、エンジニアリング力だけでなく、シミュレーションやリスク評価に基づく綿密な設計・運用が不可欠である。このように、電源の安定供給体制は、単なるバックアップ設備の有無にとどまらず、半導体製造の継続性と信頼性を支える“見えないインフラ”として、企業競争力の中核を成している。

2.4. 半導体の産業構造とそのトレンド

2.4.1. 半導体微細化技術の進展

半導体の微細化技術とは、集積回路（IC）を構成するトランジスターや回路パターンの寸法をより小さくする技術を指す。微細化の進展は、半導体の演算性能の向上、消費電力の削減、製造コストの最適化など、さまざまな利点をもたらしてきた。これにより、スマートフ

[69]半導体製造は精密で複雑な工程が続くため、装置を途中で止めると処理中のウエハに影響が出やすい。温度や圧力、化学反応の条件が厳しく管理されているため、稼働が止まると環境が急変し、ウエハに欠陥や不純物ができるおそれがある。そのため、連続稼働が前提となる。

ォンやデータセンターなど、幅広い分野で高性能化・省電力化が実現されている。その一方で、微細化が進むにつれて、製造プロセスの複雑化、材料の限界など、技術的な課題も浮上している。特に数ナノメートル領域においては、従来のリソグラフィー技術や配線技術の限界が指摘されている。これは、光の波長や材料特性など物理的な制約に加え、微細化を進めるための装置や工程の複雑化に伴うコスト増大という経済的な課題が背景にあるためであり、微細化技術の物理的、経済的な限界が徐々に明らかになりつつある。

（1） 半導体微細化技術の課題

微細化技術が進展する一方で、トランジスターの動作や回路全体の信頼性に関するいくつかの重要な課題も顕在化している。その代表的な問題のひとつがリーク電流（漏れ電流）の増加である。微細化によりトランジスターのゲート長が短くなると、ゲート電極とチャネル間の電界制御が不完全となり、トランジスターがオフ状態であっても微小な電流が流れてしまう。このリーク電流は、特にスタンバイ時の電力消費を増加させる要因となり、バッテリー駆動のモバイル機器やデータセンターの省電力設計において大きな課題となっている。また、クロストーク（信号干渉）の問題も深刻化している。微細化によりトランジスターや配線が密集することで、隣接する回路間の電磁的な結合が強くなり、一方の信号が他方に影響を与える現象が発生しやすくなる。これにより、誤動作や信号遅延といった不具合が生じる可能性がある。さらに、配線間のショート（短絡）リスクも増加している。回路パターンの微細化により配線間の距離が極端に狭くなった結果、製造時の微小な欠陥や不純物の付着により、意図しない電気的接続が生じる可能性が高まっている。これにより、回路全体の動作不良や焼損といった重大な障害につながるおそれもある。

このような課題に対応するため、設計面ではマルチゲート構造や高誘電率ゲート絶縁膜の導入、製造面では EUV リソグラフィーや精密なエッチング技術の活用など、様々な対策が講じられている。微細化の限界が近づく中、今後は電気的特性の改善に加え、信頼性や歩留まりの向上も含めたトータルな技術革新が求められている。

（2） トランジスター微細化技術の進展

半導体業界では、トランジスターの微細化を軸に性能・消費電力・コストを最適化する「スケーリング」が長年にわたって技術革新を牽引してきた。従来はムーアの法則に沿い、約 2 年ごとにトランジスター密度を倍増させる形で微細化が進んでいたが、10nm 以下の領域では物理的・経済的な限界が顕在化しており、その進展速度は鈍化しつつある。

現在、半導体業界では 5nm や 4nm プロセスが主力ノードとして量産段階に入っており、最先端の半導体チップにはこれらの高度なプロセス技術が採用されている。さらに、2nm プロセスやそれ以降の次世代ノードに向けた開発も本格化しており、より一層の微細化が進められている。こうした微細化を支える中核技術として、極端紫外線（EUV）リソグラフィーが本格的に市場へ導入されている。EUV は従来の ArF 液浸リソグラフィーに比べて格段に短い 13.5nm の波長を用いることで、高精度な回路パターンの描写が可能となり、プロセス技術の進化を大きく後押ししている。これにより、トランジスターのスイッチング性能や回路密度が向上し、チップ全体としての高集積化および演算性能の飛躍的な向上が期待されている。

ベルギーの研究組織 imec は 2022 年 5 月 17 日に開催した年次イベント「FUTURE SUMMITS 2022」（ベルギー・アントワープ）で、2030 年代後半にも数Å（オングストローム）世代プロセス [70]まで半導体を微細化できる可能性があると発表した。imec の CEO であるルク・ファンデンホーブ氏は講演で、「複数の技術を組み合わせることで、今後 15～20 年にわたるスケーリング（微細化）ロードマップが可能になる」と述べた。講演スライドでは、2036 年頃に 2Å（0.2nm）世代を実現するための新しいトランジスター構造などが示されている。

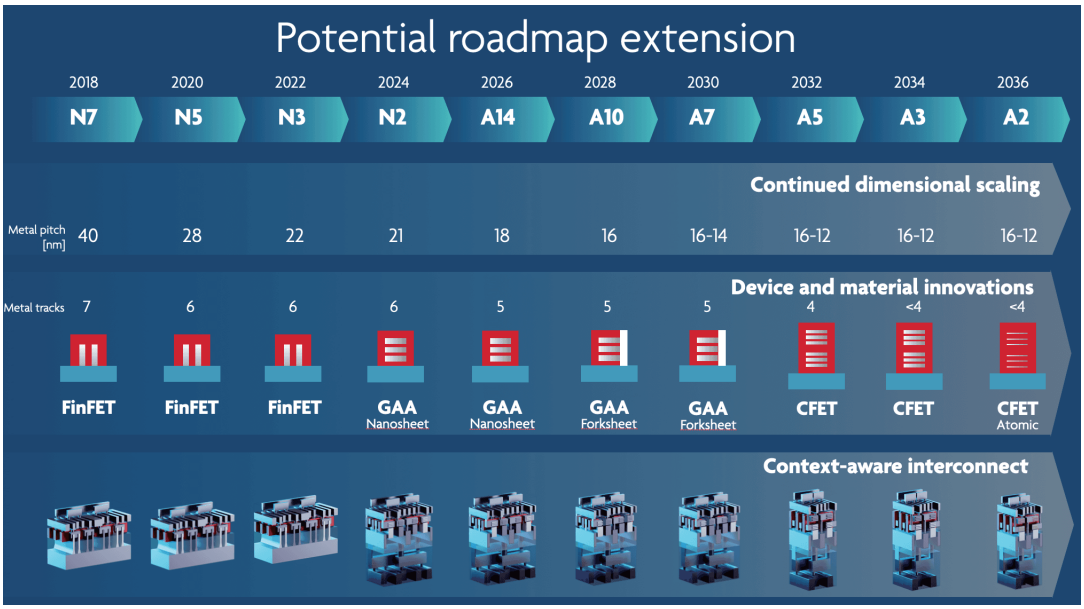


図 2-9. ITF World 2024 にて発表したロジックデバイスの微細化ロードマップ
出典：imec ホームページ
（https://www.imec-int.com/en/articles/smaller-better-faster-imec-presents-chip-scaling-roadmap）

また、微細化に伴ってトランジスター構造も進化を遂げており、従来の FinFET 構造に代わり、GAA（Gate-All-Around）型トランジスターが登場している。GAA は、チャネル全体をゲート電極で囲む構造により、リーク電流を抑えつつ高い制御性を実現できるため、3nm 以降の世代で主流となりつつある。

しかしながら、こうした先端技術の導入には、製造装置や材料、工程管理における高度な技術力が求められ、開発・製造コストの増大や生産歩留まりの確保といった課題も伴う。また、量子効果や短チャネル効果の影響が顕在化する領域に突入しており、微細化の物理的・経済的な限界も現実味を帯びつつある。今後の進展においては、従来の平面的な微細化の枠を超え、3 次元実装技術（3D パッケージ）や先進的な材料開発（例：モリブデンジスルフィド、カーボンナノチューブ）、さらには量子技術といった多様な技術革新の融合が求められる。これにより、微細化と高性能化を両立する「ポスト微細化時代」の半導体設計・製造が進展していくと見られている。

[70] オングストローム世代とは、半導体製造技術における微細化の進展を表す言葉で、特に 3 ナノメートル世代以降の、より微細な回路を持つ半導体を指す。

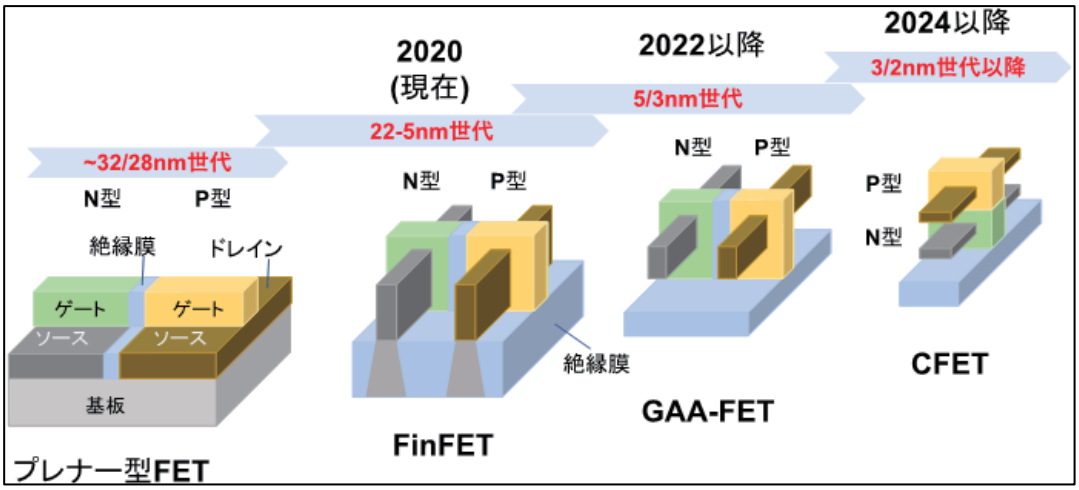


図 2-10. FET 構造のロードマップ
出典：産業総合研究所ホームページ
（https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20201208/pr20201208.html）

2.4.2. 半導体パッケージ技術

（1） 半導体パッケージの種類と特徴

半導体パッケージとは、製造された半導体チップ（ダイ）を保護し、電気的に外部回路と接続するための構造体である。パッケージは、チップを外部からの衝撃や湿気、熱などの環境要因から守る役割を果たすだけでなく、電気信号の伝達や放熱、さらには実装性の確保といった重要な機能も担っている。用途や性能要件に応じて多様なタイプが存在し、主に以下のように分類される。

まず、比較的古くから用いられているのがリード型パッケージである。例えば、DIP（Dual In-line Package）は両側にピンが並ぶシンプルな構造を有し、かつて多くの電子機器に広く使われていた。現在では、SOP（Small Outline Package）や QFP（Quad Flat Package）といった表面実装向けの小型・薄型パッケージが主流となり、マイコンや通信機器などで広く採用されている。一方、近年主流となっているのがリードレスパッケージである。代表例として BGA（Ball Grid Array）があり、パッケージ底面に多数のはんだボールを配置して高密度実装を可能にしている。電気特性や放熱性に優れ、スマートフォンやサーバー、GPU などで広く利用されている。また、CSP（Chip Scale Package）や WLCSP（Wafer Level CSP）はチップサイズとほぼ同じ大きさの超小型パッケージであり、スマートフォンやウェアラブル機器に最適である。

さらに、高性能かつ高密度実装が求められる分野では、より高度なパッケージ技術が用いられている。例えば、FCBGA（Flip Chip BGA）はチップを上下反転させ、直接バンプで接続する構造であり、高周波・高性能を必要とする CPU や GPU に多く採用されている。また、複数のチップや部品を一体化した SiP（System in Package）や、プロセッサーとメモリーを縦に積層する PoP（Package on Package）なども存在する。特に AI や HPC（高性能計算）分野では、2.5D／3D パッケージといった複数のチップを水平方向または垂直方向に集積し、シリコンインターポーザや TSV（スルーシリコンビア）で接続する最先端技術が活用されている。用途に応じて、例えばスマートフォンでは CSP や WLCSP のような小型で薄いパッケージが

選ばれ、サーバーや AI チップでは FCBGA や 3D パッケージのように放熱性と高密度配線を両立した構造が重視されている。車載用途では温度耐性や信頼性を重視した QFP や BGA が多く用いられている。このように、半導体パッケージは単なる「箱」ではなく、チップの性能や寿命、実装効率を左右する戦略的な技術要素である。近年ではチップ本体の設計と並ぶほどの重要性を持つ領域となっている。

表 2-4. 半導体パッケージの種類と特徴

パッケージ名	略称	性能	放熱性	コスト	主な用途・特徴
Dual In-line Package	DIP	低～中	低	低	スルーホール実装、教育用やレガシー製品向け
Small Outline Package	SOP	中	低～中	低	表面実装型、小型ICに対応
Thin Small Outline Package	TSOP	中	中	低	メモリー用途（NAND・DRAMなど）に広く使用
Quad Flat Package	QFP	中～高	中	中	高ピン数、制御系ICやDSPなどで使用
Ball Grid Array	BGA	高	高	中～高	高速SoC、GPU、CPUなどに利用
Fine-pitch Ball Grid Array	FBGA	高	高	高	高密度メモリー用途（モバイルDRAM等）
Micro Ball Grid Array	μBGA	高	中～高	中～高	小型・省スペース設計向け
Chip Scale Package	CSP	中～高	中	高	モバイル機器で多用、省スペース・軽量設計
Package on Package	PoP	高	中	高	DRAMとSoCなど垂直積層、スマートフォンに多用
System in Package	SiP	高	中～高	高	RF・センサー等の異種統合、小型デバイスに最適
2.5-Dimensional Package	2.5D	非常に高	高	非常に高	インターポーザ使用、HPC・AIなど高帯域用途
3-Dimensional Package with TSV	3D	非常に高	高	非常に高	垂直積層、HBMなど高性能メモリーに利用
Fan-Out Wafer Level Package	FOWLP	高	高	高	薄型・高速、小型モバイルSoCに使用

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

（2） 3 次元パッケージ技術

3 次元パッケージ技術とは、半導体チップを縦方向に積み重ねて接続する実装技術のことである。従来のパッケージは、チップを基板上に横に配置する 2 次元構造であったが、3 次元パッケージではチップを物理的に垂直方向へ積層することで、より高い集積度と高速なデータ転送、低消費電力、コンパクトな設計が可能となる。

近年、半導体産業ではトランジスターの微細化（スケーリング）が物理的・経済的に限界を迎えつつあり、ムーアの法則に代わる集積化の手段として、パッケージレベルでの集積化、すなわち「チップレット」や「3 次元実装」が注目されている。これにより、異なる機能や製造プロセスで作られた複数のチップを一つのシステムとしてまとめることができ、より柔軟かつ効率的な半導体設計が可能になる。

3 次元パッケージにはいくつかの方式があり、代表的なものとして以下が挙げられる。

・3D パッケージ：複数のチップを垂直方向に直接積層し、TSV（シリコン貫通電極）と呼ばれる微細な縦方向の電極によって接続する。これは最も高密度かつ高速な接続を実現できるが、製造難易度が高く、コストや歩留まりの面で課題がある。
・2.5D パッケージ：複数のチップを一つのシリコンインターポーザ（中間基板）上に並列

配置し、このインターポーザを通じて相互接続する。これは、3D パッケージに比べて製造の自由度が高く、比較的安定した歩留まりが得られるため、GPU と HBM（高帯域幅メモリー）を接続する構成などで広く採用されている。

その他にも、基板を使わず再配線層（Redistribution Layer）に直接チップを接続する Fan-Out 型パッケージや、金属バンプを介さず、配線層同士を直接接合するハイブリッドボンディング技術なども登場しており、さらなる高密度化と電力効率の向上が期待されている。3 次元パッケージの大きな利点は、配線長を大幅に短縮できる点である。これにより、チップ間の通信速度が向上し、消費電力も削減される。また、複数の異なるチップを一つのパッケージにまとめることで、設計の柔軟性が高まり、製造プロセスを最適化することができる。一方で、3D 構造ゆえに放熱（熱拡散）が難しくなることや、製造工程が複雑化することで歩留まりの低下やコストの上昇といった課題がある。また、チップを垂直に積むという構造上、信頼性の高い接合技術や高度な検査体制が求められる。

3 次元パッケージ技術は、AI 処理や HPC（高性能計算）、スマートフォン、データセンターなどで急速に活用が進んでいる。例えば、AMD の GPU と HBM の接続には 2.5D パッケージが、Apple の iPhone 用 SoC には Fan-Out 型パッケージが使われている。また、Intel や TSMC、Samsung などが次世代技術として、より進化したハイブリッドボンディングやチップレット統合技術を展開していく。将来的には、3D パッケージ技術は単なる実装手法にとどまらず、半導体アーキテクチャーそのものを再定義する重要な要素となる可能性が高い。このため、半導体業界全体や研究機関、さらにはエンドユーザーからも、ムーアの法則の限界を超える「パッケージング主導の進化」への期待が寄せられている [71]。

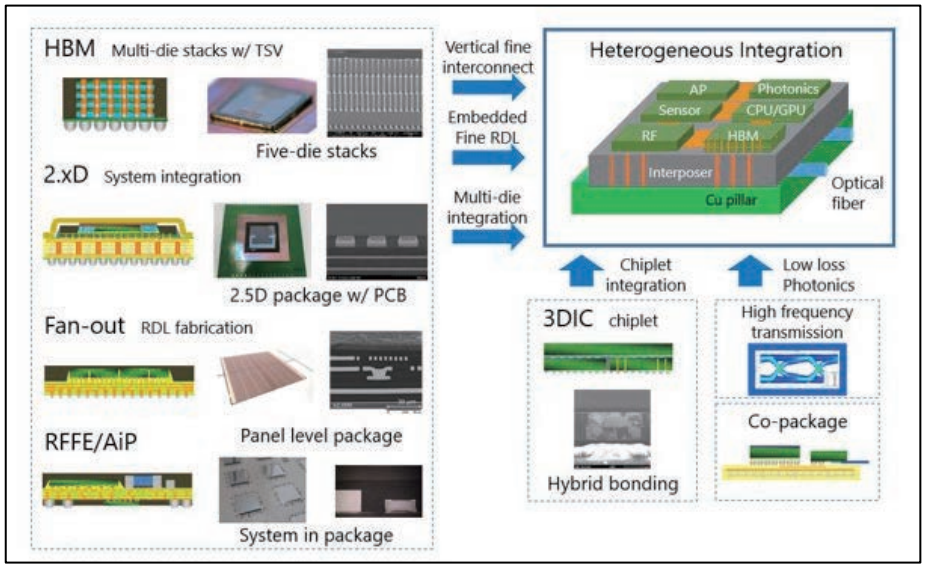


図 2-11. 次世代パッケージ技術
出典：レゾナック社ホームページ
（https://www.resonac.com/jp/solution/tech/next-gen-semiconductor-packages.html）

[71] Nikkei Tech Foresight 2023.12.21, https://www.nikkei.com/prime/tech-foresight/article/DGXZQOUC20A7I0Q3A221C2000000

2.5. 半導体に関連する国際標準

2.5.1. 半導体国際標準の分類

半導体産業は、国際標準に基づく高度な専門技術と、グローバルな分業体制を土台として発展してきた。とりわけ近年は、地政学リスクの高まりやサプライチェーンの不確実性を背景に、各国政府や企業が半導体の供給体制の強靭化に取り組んでおり、それに伴って、国際標準への準拠は、安全保障の観点からも、産業競争力を維持・強化する観点からも、その重要性が一層高まっている。ここでは、半導体産業における主な国際標準の概要、標準化団体、具体的な規格例、ならびにその意義と課題について整理する。

半導体に関連する国際標準は、その対象領域や目的に応じて、設計、製造、品質管理、環境規制、安全保障などのカテゴリーに分類される。具体例として、設計や回路記述言語の標準化、製造装置・プロセス規格、品質保証基準、環境負荷低減の規制、サプライチェーン管理や情報セキュリティー規格がある。これらの国際標準は、国や企業の枠を超えた共通の技術基盤を提供することで、国際的な連携や技術の相互運用性を促進し、製品の互換性や品質の均一性を向上させている。また、標準化された基準に基づくことで、特定の企業や国家に有利な排他的な運用が避けられ、新規参入企業や中小企業にとっても、透明性が高く予測可能な競争環境が整備される。その結果、市場における競争条件の公平性が保たれ、健全なイノベーションと持続的な産業発展が促進される。

半導体に関する国際標準は、対象となる工程や技術領域に応じて、主に以下の分野に分類される。これらの標準は、SEMI、JEDEC、IEC（国際電気標準会議）、ISO（国際標準化機構）などの団体によって策定されている。

（1） 設計標準

回路設計手法やハードウェア記述言語（HDL）として、Verilog（IEEE1364）、VHDL（IEEE1076）などが広く使われており、EDA ツールの互換性も含めて IEEE や Accellera[72]などが標準化を担っている。

（2） 製造プロセス

クリーンルーム規格（ISO 14644 シリーズ）、フォトリソグラフィー、エッチング、成膜などのプロセスに関する装置仕様や操作条件は、SEMI 規格（SEMI E シリーズ、F シリーズなど）によって詳細に定められている。

（3） 品質管理

信頼性試験や寿命評価、不良率管理に関する規格は、JEDEC の JESD47（信頼性認定試験）や JESD22 シリーズ（各種環境試験方法）などが広く利用されており、製品の長期信頼性を支える。

[72] Accellera Systems Initiative は、電子システム設計、モデリング、検証に関する標準規格を開発・推進する非営利団体。具体的には、VHDL や Verilog などの設計言語から GDS-II 出力までの標準化作業を扱っている。

（4） 材料・部品規格

シリコンウエハは、SEMI M1 をはじめとする規格群によって標準化されており、パッケージや封止材の物性・寸法などはJEDEC MOシリーズやSEMI Gシリーズで標準化されている。これにより部材の相互互換性が確保されるとともに、調達や供給体制の整備が促進され、半導体製造における部材の安定供給が実現される。

（5） 環境・安全

化学物質管理に関しては、IEC 62474（材料宣言）が国際的な枠組みとして用いられている。また、ESD（静電気放電）対策については、IEC 61340 シリーズが基準として参照されている。

（6） 通信インターフェース

DRAM やフラッシュメモリー等のメモリー規格は JEDEC（例：JESD209 for LPDDR、JESD235 for HBM など）が定めており、バスやシリアル通信（PCI Express、USB、SPI、I²C など）は PCI-SIG や USB-IF などの業界団体が規格を策定している。

表 2-5. 半導体国際標準の分類

分野	国際標準	内容
設計標準	IEEE1364/1076など	回路設計手法、記述言語（Verilog/VHDL）、EDAツール
製造プロセス	ISO 14644、SEMI規格など	クリーンルーム設備、フォトリソ、エッチング管理等
品質管理	JESD47/22など	信頼性試験、寿命評価、不良率試験
材料・部品規格	SEMI、JEDEC規格など	ウエハ、パッケージ、封止材等の仕様
環境・安全	IEC 62474/ 61340など	化学物質、ESD対策、RoHS/REACH準拠
通信インターフェース	JEDEC、PCI-SIG、USB-IFなど	メモリ規格、バス、シリアル通信規格

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

2.5.2. 主な標準化団体とその役割

半導体の標準化は、複数の国際的・業界的な標準化団体によって策定・維持されている。以下に主要団体とその役割を示す。

(1) JEDEC（Joint Electron Device Engineering Council）

JEDEC は、半導体部品、メモリー、パッケージに関する国際標準を策定する団体である。DRAM、NAND フラッシュ、LPDDR、UFS など、メモリー関連の主要規格を提供しており、通信仕様、物理インターフェース、信頼性試験の分野において、業界全体で広く採用されている。

（2） SEMI（Semiconductor Equipment and Materials International）

SEMI は、主に半導体製造装置および材料に関する国際規格を策定・提供する団体である。代表的な規格には、製造装置の安全性に関する SEMI S2、装置通信に関する SEMI E10 および E30（GEM）、電圧変動に対する耐性を規定した SEMI F47 などがある。これらの規格は、装置メーカーとファウンドリー間の仕様統一を促進し、相互運用性と導入効率の向上に寄与している。

（3） ISO（International Organization for Standardization）/IEC（International Electrotechnical Commission）

ISO（国際標準化機構）は、品質、環境、安全管理などに関する国際標準を策定する組織であり、ISO 9001（品質マネジメントシステム）や ISO 14001（環境マネジメントシステム）は、半導体製造工場においても広く導入されている。一方、IEC（国際電気標準会議）は、電気・電子機器に関する技術規格を策定する国際機関であり、IEC 61340 に代表される静電気保護規格や、絶縁設計、電気安全に関する各種標準を提供している。これらの規格は、安全性と信頼性の高い製品の製造・運用を支える重要な基盤となっている。

（4） IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.）

IEEE は、設計および電子工学分野において世界的な影響力を持つ標準化団体である。Verilog（IEEE 1364）や VHDL（IEEE 1076）といった回路記述言語の標準に加え、SoC（System on Chip）設計のためのフレームワークや検証手法など、デジタル設計全般に関する多様な規格を提供している。これらの標準は、高信頼・高効率な設計環境の構築に不可欠な基盤となっている。

2.5.3. 国際標準の意義

高度な専門技術とグローバルな分業体制を背景に発展してきた半導体産業においては、共通言語としての国際標準の存在が不可欠である。しかし、その意義はそれにとどまらず、以下のような観点からも重要性を有している。

（1） 品質保証と製品互換性

各国で異なる設計・製造基準を国際標準によって統一することにより、製品の信頼性や互換性の確保が実現される。特に、サプライチェーンが多国籍にまたがる現代の半導体産業においては、共通の基準が存在しなければ、製造委託や部材の供給において重大な支障をきたす可能性がある。国際標準は、半導体メーカーや部材サプライヤー、製造装置メーカーなど、グローバルに事業を展開する企業及び関係者にとって、国や企業の枠を超えて製品や技術を接続・連携させるための共通のルールであり、国際的な生産・調達体制を円滑かつ効率的に機能させるうえで不可欠な基盤となっている。

（2） 技術移転と教育の基盤

国際標準に基づく教育・訓練は、発展途上国や新規参入国が半導体産業に参画するための重要な足掛かりとなる。統一された基準に基づく技術習得により、人材の育成と工程の安定化が図られ、グローバルな製造ネットワークへの参加が容易になる。日本企業がインドや東

南アジア諸国に展開する際にも、SEMI や JEDEC の知見に基づく技術指導や標準教育が積極的に行われており、国際的なサプライチェーン構築の一助となっている。

（3） 環境対応と安全性

RoHS や REACH といった環境規制、ならびに ESD 対策や製造装置の安全性に関する国際規格は、作業者の健康と安全を確保し、持続可能な製造体制を構築する上で不可欠である。これらの規格への対応は、単なる法令遵守にとどまらず、企業の社会的責任（CSR）や環境・労働安全への配慮として評価される要素となっており、企業の信頼性や国際競争力にも直結している。

2.5.4. 国際スタンダードの課題と今後の展望

国際標準は基本的に欧米主導で策定されることが多く、日本やアジア諸国の意見が十分に反映されないケースも見受けられる。半導体業界の専門家や標準化団体からは、急速に進化する先端プロセス（例：2nm EUV リソグラフィー）や新興分野（量子半導体、チップレットなど）において、規格の整備が技術革新に追いついていないとの指摘も出ている [73]。また、半導体に関連する国際標準は単なる製品仕様の整合にとどまらず、国際的なサプライチェーンやイノベーションの基盤を支える重要なインフラとなっている。特に、各半導体メーカーが異なる仕様でチップを製造すると、それぞれのプロセスに適合した多種多様な製造装置が必要となり、業界全体のコスト増加を招くため、統一された国際標準の整備が不可欠であるからである。

シリコンウエハの大口径化は、125mm、150mm、200mm、300mm と段階的に標準化されてきた歴史があり、限定的ではあるが、次世代の 450mm への移行に向けた取り組みも行われている [74]。こうした大口径化の動きは、半導体製造プロセス全体の最適化やコスト削減、歩留まり向上に直結する重要な取り組みである。ウエハの大口径化においては、装置設計、材料仕様、搬送システム、プロセス条件など、産業横断的な標準化が不可欠であり、その実現には官民連携による中長期的な視点での取り組みが必要である。また、標準化の推進には、それを理解し実装できる高度な専門人材の育成が不可欠であり、大学や研究機関、企業が一体となった教育・研究体制の構築が求められている。

2.6. 半導体産業の主要企業とその特徴

半導体産業は、設計から製造、後工程、装置・材料に至るまで広範なバリューチェーンを持つ複合的な産業である。企業形態も「ファブレス（設計専業）」「ファウンドリー（受託製造）」「IDM（垂直統合型）」「メモリー専業」「装置・材料メーカー」などに分類され、それぞれの領域で異なる技術と事業モデルを構築している。本項では、各カテゴリーにおいてグローバルに展開している主要企業について、企業名、所在国、そしてそれぞれの特徴を示す。

[73] Newji 2024.11.11, https://newji.ai/procurement-purchasing-management/supply-chain-risks-in-the-semiconductor-industry-and-their-countermeasures/
[74] IT Insight 2022.4.27, https://go.orixrentec.jp/rentecinsight/it/article-168

2.6.1. ファブレス（設計専業）企業

ファブレス 企業は、自社で半導体の製造工場（ファブ）を保有せず、回路設計や製品企画・開発に特化する企業を指している。ファブレス企業は、設計した半導体の製造を外部のファウンドリー（受託製造）に委託することで、巨額の設備投資を回避しつつ、製品開発や差別化技術の研究に経営資源を集中させることができる。特にスマートフォン、データセンター、自動運転などの分野では、膨大なデータ処理、高速通信、省電力化などに対応するために、高度で複雑な半導体設計が求められており、製造よりも設計力が競争優位の源泉となっている。そのため、これらの分野では優れた設計能力を有するファブレス企業が急成長を遂げており、世界の半導体産業においても大きな存在感を示している。このカテゴリーの代表的な企業は以下の通りである。

表 2-6. 主なファブレス（設計専業）企業

企業名	国	特徴
エヌビディア	米国	GPUの世界最大手。AI半導体（H100等）市場を牽引。高性能演算に特化。
クアルコム	米国	スマホ向けSoC「Snapdragon」等通信系が強み。5G関連に注力。
ブロードコム	米国	通信・ネットワーク用チップ。Appleやデータセンター向けが主要市場。
AMD	米国	インテルと並ぶ主要なCPUメーカー。CPU「Ryzen」シリーズ、グラフィックスカード「Radeon」シリーズ、サーバー向けCPU「EPYC」シリーズなどがある。
メディアテック	台湾	スマホや家電向けのSoCを設計。コスト競争力が強み。

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

日本企業では、ファブレスの代表的企業はまだ限られているが、システムLSI開発に特化した旧富士通／パナソニック系のソシオネクスト（日）、日本初のファブレス半導体メーカーで、システム LSI（SoC）を中核としたソリューションを提供しているメガチップス（日）が挙げられる。以下にて、2024 年の半導体メーカーランキングで首位に立ち、AI 半導体市場を牽引するファブレス最大手エヌビディア（米）について説明する。

（1） エヌビディア（米/NVIDIA）

エヌビディアは、1993 年にジェンセン・フアンが創設し、本社を米国カリフォルニア州サンタクララに置く、世界最大のファブレス半導体企業である。表2.1で示した通り、2024年にはファブレス企業の売上高ランキングでトップに立ち、AI 特化型 GPU（グラフィックス処理ユニット）の分野では、調査会社 TrendForce などが「競合を圧倒する技術力と市場支配力を持つ」と評価するなど [75]、圧倒的な技術的優位性を確立した。同社は特に AI 用途に最適化された GPU を開発し、データセンター向けの H100 や最新の Blackwell Ultra、そしてGB200/GB300 などの新世代製品を市場に投入している。

[75] TrendForce 2025.3.17, https://www.trendforce.com/presscenter/news/20250317-12519.html

これらの製品は大規模な並列処理性能を備え、クラウドプロバイダーや AI スタートアップなどから圧倒的な支持を集めている。その結果、2024 年における AI データセンター向け GPU 市場では、80〜90%とされる市場シェアを握るに至っている。さらに、エヌビディアは単にハードウェア設計にとどまらず、CUDA という GPU 並列プログラミング向けソフトウェアプラットフォームを自社で開発・提供することで、AI エコシステムの基盤を形成し、ソフトウェアについても強固な競争優位を築いている。加えて、クラウドベースの GPU サービス「DGX Cloud」など、ハードとソフトを融合したソリューション展開を実現することで、顧客の AI インフラ構築を包括的に支援している。市場価値評価の面では、2024 年時点でその時価総額は 3 兆ドル級に達し [76]、マイクロソフトやアマゾンを上回り、世界で最も価値ある半導体企業となっている。

2.6.2. ファウンドリー（受託製造）企業

ファウンドリー企業とは、半導体の設計は行わず、他社が設計した回路を受託製造する専門企業を指している。ファブレス企業が設計した半導体製品を、実際にウエハ上に製造・加工する役割を担う。製造には高価な設備投資とナノレベルでの加工精度、極限のクリーン環境、高度なプロセス技術が必要とされ、グローバルにおいても参入企業は限られている。特に 5nm 以下の「先端ノード」領域では、製造できる企業は世界でも数社しか存在しない。このカテゴリーの代表的な企業は以下である。

表 2-7. 主なファウンドリー（受託製造）企業

企業名	国	特徴
TSMC （台湾積体電路製造）	台湾	世界最大のファウンドリー。先端ノード（3nm、5nm）で圧倒的技術力を有する。Apple、NVIDIA、AMD等主要顧客。
サムソン・ファウンドリ	韓国	メモリーとロジックの両方を製造。EUVリソ技術にも注力。IDMとファウンドリーのハイブリッド。
グローバル・ファウンドリーズ	米国	中堅ファウンドリー。14nm〜22nm等成熟ノード中心。車載・産業用に強み。
SMIC（中芯国際）	中国	中国最大のファウンドリー。先端ノードは制限あり（7nm程度）。
UMC（聯華電子）	台湾	成熟ノード中心。安定した量産・コスト競争力に強み。
PSMC/パワーチップ （力晶積成電子製造）	台湾	メモリー製品やその他のICを製造・販売している半導体ファウンドリー。

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

日本市場においては、TSMC（台）がソニーおよびデンソーの出資を受けた子会社 JASM を熊本県に設立し、2024 年より生産を開始している。JASM は純粋な日本企業ではないものの、国内の半導体製造基盤を強化するファウンドリー的な役割を担う注目すべき事例である。

[76] 日本経済新聞 2024.6.6, https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN2974Y0Z20C24A5000000/

また、日本政府支援のもと 2022 年に設立されたラピダス（日）は、2nm 世代の先端半導体の量産を目指し、北海道千歳市に工場を建設中である。米国 IBM やベルギーの研究機関 imec との提携を通じて、技術開発を加速しており、日本における先端ノード対応ファウンドリーの中核的存在として期待が高まっている。以下にて、世界最大のファウンドリーである TSMC について説明する。

（1） TSMC/台湾積体電路製造（台）

TSMC は、1987 年にモリス・チャンによって設立された、台湾を本拠地とする世界最大の半導体ファウンドリー企業である。同社は、5nm や 3nm といった最先端の微細加工プロセスを世界に先駆けて商業化した高い技術力を有し、現在は 2nm プロセスの量産に向けた取り組みを進めている。その製造能力と品質の高さから、アップル（米）、AMD（米）、エヌビディア（米）、クアルコム（米）など、世界の主要な半導体設計企業が TSMC に製造を委託しており、2024 年時点で世界のファウンドリー市場において 60%以上のシェアを占めている [77]。主な製造拠点は台湾に集中しているが、地政学的リスクへの対応として、アメリカ・アリゾナ州での新工場建設、日本・熊本県でのソニーやデンソーとの合弁工場 JASM の設立など、グローバルな生産体制の分散化を進めている。TSMC は、圧倒的な製造技術と安定供給力を背景に、スマートフォンから AI 機器まで幅広い分野の基盤を支える半導体企業であり、グローバル市場において強い影響力を持つ存在である。

（2） PSMC（Powerchip Semiconductor Manufacturing Corporation /力晶積成電子製造）（台）

台湾新竹市に本社を置く半導体ファウンドリー企業である。1994 年に設立された力晶半導体を母体とし、2008 年に製造部門が分社化されて現体制となった。主に 40nm～350nm のレガシープロセスを用いた製造に強みを持ち、最先端プロセスを手がける TSMC や UMC とは異なり、パワーマネジメント IC、アナログ IC、ディスクリート、CIS（CMOS イメージセンサー）など、多品種・中規模製造に特化している。PSMC は、現在新竹および苗栗に複数の製造拠点を有しており、8 インチおよび 12 インチの生産能力を備えている。2024 年には苗栗県の銅鑼で最新鋭の 12 インチファブ（P5）が稼働を開始している。世界市場においてはファウンドリー専業メーカーとして第 8 位の地位を占め、約 1%のシェアを持つ [78]。顧客の約 8 割はファブレス企業で構成されており、安定した需要を背景に事業を拡大している。

2.6.3. IDM（垂直統合型）企業

IDM とは、半導体の設計から製造、テスト、パッケージング、販売に至るまでの全工程を自社で一貫して行う企業を指す。このような「垂直統合型」のビジネスモデルは、サプライチェーンを自社内で完結できる点において、品質管理の徹底や製品の差別化に優れるという

[77] EETimes 2024.11.14, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2411/14/news084.html
[78] 日経 XTECH 2023.7.11,
https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/08205/#:~:text=%E2%80%9C%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E2%80%9D%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A6%E3%83%B3%E3%83%89%E3%83%AA%E3%83%BC%E9%80%86%E8%BB%A2%E3%81%AE%E7%A7%98%E7%AD%96,%E3%81%99%E3%81%8E%E3%81%AA%E3%81%84%EF%BC%88%E5%9B%B34%EF%BC%89%E3%80%82

利点を持つ。一方で、最先端の製造装置や施設への巨額な設備投資、および設計・製造・評価などにまたがる幅広い技術力の維持と更新が不可欠であり、参入障壁が高いモデルでもある。本カテゴリーに属する代表的な企業は、以下のとおりである。

表 2-8. 主な IDM（垂直統合型）企業

企業名	国	特徴
インテル	米国	CPUの老舗大手。自社製造の他に、インテル・ファウンドリ・サービスとしてファウンドリー事業も行っている。
サムソン電子	韓国	メモリー世界一（DRAM、NAND）。スマホ向けSoCやディスプレイも製造している。
テキサスインスツルメンツ	米国	アナログ半導体と電源ICに特化。自動車や産業用途に強い。
STマイクロエレクトロニクス	欧州	センサーやマイコン（STM32）等、組込用途に広く使われる。
インフィニオン・テクノロジーズ	ドイツ	パワー半導体と車載半導体の世界的プレイヤー。EV化で需要拡大している。
ルネサス エレクトロニクス	日本	マイコン（MCU）分野で世界トップクラスのシェアを誇り、自動車向けでは世界シェアトップ。

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

以下にて、長年にわたり半導体業界を牽引してきた世界最大の CPU メーカーであるインテル（米）と主に車載向け半導体チップで世界の半導体市場をリードするルネサス （日）について説明する。

（1） インテル（米）

インテルは、1968 年にアメリカ・カリフォルニア州で設立された世界最大の CPU メーカーであり、x86 アーキテクチャーに基づくプロセッサーで長年にわたりパソコンやサーバー市場を独占的に支配してきた。特に 1990 年代から 2010 年代前半にかけては、半導体売上高において常に世界トップを維持し、「半導体の王者」と称されていた。同社は、設計から製造までを一貫して自社内で行う IDM モデルを採用しており、CPU の設計だけでなく、自社工場による最先端プロセス技術の開発にも力を入れてきた。

しかし、2010 年代後半以降、微細化の遅れや競合企業（エヌビディア、TSMC、AMD など）の台頭により、技術的・市場的なリーダーシップに陰りが見え始めた。これを受けてインテルは、2021 年以降に再建計画「IDM 2.0」を打ち出し、自社の製造能力の強化とファウンドリー事業への本格的な参入を進めている。その一環として、アメリカ、ドイツ、イスラエルなどで新工場の建設を進め、グローバルな生産体制の整備にも力を注いでいる。インテルは 2024 年 2 月、4 年間で 5 つの半導体プロセスノードを導入する計画を発表した [79]。特に注目すべきは新しく 2027 年までに 1.4nm の超微細プロセスを導入するという計画であり、先進的なファウンドリー市場でシェアを獲得するという戦略の一環である。また TSMC の 3nm ノード

[79] Intel Newsroom “Intel Launches World’s First Systems Foundry Designed for the AI Era” 2024,2,21, https://newsroom.intel.com/intel-foundry/foundry-news-roadmaps-updates

への対抗策として位置づけられている 18A は、マイクロソフトも採用[80]を表明しており、最先端半導体の製造におけるインテルの将来を大きく左右するものとなると考えられている。

（2） ルネサス エレクトロニクス（日）

ルネサス エレクトロニクス（以下ルネサス）は日本を代表する半導体メーカーであり、主にマイコン（マイクロコントローラー)、アナログ半導体、パワーデバイス、SoC（System on Chip）などの設計・開発・製造・販売を手がけている企業である。本社は東京都江東区に所在し、2003 年に日立製作所および三菱電機の半導体部門を統合したルネサステクノロジが前身であり、2010 年に NEC エレクトロニクスと合併する形で現社名に改称された。同社は、車載分野（ADAS、パワートレイン、車体制御など）において高いシェアを有し、自動車産業の電子化・電動化を支える主要なサプライヤーの一つとされる。また、産業機器や IoT 機器、通信機器向けにも幅広く半導体製品を提供しており、近年では AI やセキュリティー、5G 対応製品の開発にも注力している。M&A 戦略にも積極的であり、IDT（米)、Dialog Semiconductor（英)、Celeno（以）などを買収し、グローバルな製品ポートフォリオと技術基盤を強化してきた。こうした戦略により、ルネサスは世界的な半導体企業としての競争力を維持・向上させている。

2.6.4. メモリーメーカー

メモリーメーカーとは、主に DRAM および NAND 型フラッシュメモリーといった半導体メモリーを開発・製造・販売する企業を指す。これらのメモリーは、スマートフォン、パソコン、サーバー、データセンター、車載システム、IoT 機器、AI・HPC（高性能コンピューティング）用途など、幅広い電子機器に使用されており、現代の半導体産業において中核的な役割を担っている。メモリー市場は寡占的な構造となっており、特に韓国のサムスン電子と SK ハイニックス、米国のマイクロン・テクノロジーの 3 社が、世界の DRAM および NAND 市場において圧倒的なシェアを有している。

サムスン電子は、先端微細化技術や高帯域幅メモリー（HBM）の分野でも業界をリードしており、名実ともに世界最大のメモリーメーカーである。日本企業では、キオクシア（旧東芝メモリ）が NAND 型フラッシュメモリーを中心に展開しており、米国のウエスタンデジタルと技術・製造で提携している。台湾においては、ナンヤ（南亜科技）が独立系 DRAM メーカーとして存在感を示しており、また、ウインボンド（華邦電子）は車載や IoT 向けの特殊メモリーに特化している。近年、AI や自動運転などの新興分野においてメモリー性能への要求が急速に高まっており、各社は次世代 DRAM や 3D NAND、HBM の開発競争を加速させている。特に AI 向けチップに搭載される HBM は、高速・大容量・低消費電力が求められ、今後の市場成長のカギを握る技術である。本カテゴリーに属する代表的な企業は、以下のとおりである。

[80] Reuters 2024/2/22 https://jp.reuters.com/economy/industry/VJTFEVNNHVKKHHEEC4XQNEDSXI-2024-02-21/

表 2-9. メモリー専業メーカー

企業名	国	特徴
サムソン電子	韓国	DRAM/NANDの両方で世界トップ。微細化と積層技術に先行。
SKハイニックス	韓国	DRAMに強み。インテルのNAND事業を買収しNANDも拡大中。
マイクロン・テクノロジーズ	米国	DRAM/NANDを両方製造。AIや車載向けの高信頼メモリが注目。
キオクシア	日本	NANDフラッシュの世界大手。ウエスタンデジタルと共同製造。

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

以下にて、世界最大のメモリーメーカーであるサムスン電子（韓）について説明する。

（1） サムスン電子（韓）

サムスン電子は、韓国・ソウルを本拠とする世界的な総合電機メーカーであり、その半導体部門は、特に DRAM や NAND 型フラッシュメモリーといったメモリー半導体で世界最大のシェアを誇っている [81]。1969 年に設立され、1983 年に半導体事業に本格参入して以来、韓国政府の産業育成政策や積極的な投資を背景に急成長を遂げた。2024 年 8 月 27 日付の Business Korea によれば [82]、2024 年第 2 四半期の決算説明会においては、AI および HPC 分野の受注を今後も継続的に拡大し、2028 年までに 2023 年比で顧客数を 4 倍、売上高を 9 倍以上に増加させるという中長期的な目標を発表した。これに対応する形で、サムスンは先端ロジック半導体の製造プロセスの高度化にも取り組んでいる。特に、AI や HPC 向けに求められる高性能・低消費電力・高帯域幅といった要件を満たすべく、2nm プロセス技術の改良と生産体制の強化を進めており、今後のファウンドリー競争力の柱と位置づけている。

さらに、2024 年 6 月には、ファウンドリー事業における新たな戦略として、「2nm および 4nm プロセスのロードマップ拡大」および「ターンキーサービス（設計から製造まで一括対応する体制）の強化」を発表した。これは、顧客ニーズへの迅速な対応と、差別化された付加価値の提供を目指すものである。こうした取り組みは、現在先端ロジック半導体ファウンドリー分野で 6 割以上のシェアを握る TSMC に対抗し、その市場シェアを奪取する狙いがあると見られている。とりわけ、2nm 以下の次世代プロセスが主流となる今後の市場環境において、サムスンがどこまで技術的信頼性と量産能力を示せるかが、ファブレス顧客の取り込みに直結する重要な要素となる。

（2） キオクシア（日）

キオクシアは、日本を代表する半導体メーカーであり、主に NAND 型フラッシュメモリーおよび SSD（ソリッドステートドライブ）の開発・製造・販売を手がけている企業である。2019 年に東芝メモリ株式会社から社名を変更し、東芝グループから分社化された形で独立し

[81] EETimes Japan 2024.1.8, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2401/18/news051.html
[82] Business Korea 2024.8.27, https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=223791

た。本社は東京都港区に所在し、製造拠点は三重県四日市市および岩手県北上市に構えている。四日市工場は世界最大級のフラッシュメモリー製造拠点として知られ、ウエスタンデジタル(米)との協業により運営されている。最先端の 3 次元フラッシュメモリー技術「BiCS FLASH」を中核技術として、スマートフォン、データセンター、自動車、産業機器など幅広い分野に製品を供給している。キオクシアは、「記憶で世界をおもしろくする」を企業理念に掲げ、記憶技術を通じて社会課題の解決とイノベーション創出に貢献することを目指している。また、グローバル市場における競争力強化を図りつつ、日本の半導体産業の戦略的中核企業としての役割も担っている。

2.7. 半導体産業で要求される人材

半導体産業の継続的な技術革新を支える原動力は、高度な専門知識と実践力を兼ね備えた人材である。製品の開発や量産を担う技術者や研究者の存在は、産業の成長および持続的な競争力の確保に直結しており、これらの人材をいかに育成・確保するかが、今後の産業戦略において重要な課題となる。以下では、今後の半導体産業において求められる人材像と、その育成に向けた取り組みについて論じる。

2.7.1. 技術人材の区分とその特徴

半導体産業は、高度な技術、材料、プロセス管理が求められる産業であり、各分野において専門的な知見と経験を有する人材の確保が不可欠である。特に、製造プロセスの微細化やパッケージの 3 次元化、それに伴う最先端の製造装置や材料の導入が進む中で、設計・開発スキルに加えて、各製造工程において装置構造やプロセス条件を深く理解し、最適な運用やトラブル対応ができる専門人材が求められている。このような人材には、物理・化学・電気・材料工学などの、理工系の知識に基づく実践的な技術力が不可欠となる。

本報告書では、同産業で求められる多様な人材の中でも、とりわけ「技術人材」に焦点を当てて考察を進める。具体的には、半導体の研究・開発・製造に携わる技術者を、「半導体メーカー」、および「半導体製造装置・材料メーカー」のそれぞれにおける「研究開発職」と「技術職」に分類し、それぞれの役割や特性に着目しながら調査・分析を進める。なお、本分類は、調査団による現地調査や業界関係者へのヒアリング、ならびに既存の文献・知見に基づいて整理したものである。

（1） 半導体メーカーの技術人材

1) 研究・開発職

研究開発職とは、本社や研究所、開発センターなどに所属し、自社の製品や技術の革新・高度化を担う技術系専門職である。主に新しい素材や技術の探索・基礎研究、既存製品の改良、試作品の設計・評価、量産化に向けた技術検討などを行う。また、顧客ニーズや市場動向を踏まえた製品企画との連携、製造部門との協働によるスケールアップ、大学や他企業との共同研究なども重要な業務の一環である。製品の競争力を左右する“技術の核”を創り出す役割を担っており、企業の中長期的な成長戦略において重要なポジションを占めている。

本報告書では、研究開発職の中をその担う役割の違いに着目し、「研究開発人材」と「製品開発人材」の2つに分類する。前者は基礎研究や新技術の創出といった中長期的視点での技術革新を担う人材を指し、後者は市場や顧客ニーズを踏まえた製品の具体的な設計・改良・実用化を主導する人材を指す。それぞれが果たす役割は異なるものの、企業の技術的競争力を支える重要な存在である点に変わりはない。

日本では、工学系大学を中心に研究・開発人材の育成が積極的に進められているものの、国内の半導体メーカー数が限られていることから、製品開発人材、特に設計開発を担う人材の確保が十分ではない状況にある。経済産業省の「半導体・デジタル産業戦略」[83]では、特に国内の半導体設計人材の不足が喫緊の課題として指摘されており、設計人材 WG が設置されている。

研究開発人材

研究開発は大きく分けて、次世代製品の基本構想となるアーキテクチャーや設計技術の研究開発及び新しいデバイス構造や新材料を研究開発する「要素研究」や「デバイスプロセス研究」、そして製品の量産性や性能の向上を支える材料・製造装置に関する研究を担う「製造技術」に分類する。これらの分野においては、電気・電子工学、材料工学、物理学などの学術的な基礎知識に加え、量子力学や半導体工学といった高度な理論的理解が不可欠である。また、研究成果を国際学会で発表したり、技術論文として発信したりする場面も多く、グローバルに通用するコミュニケーション力や語学力も重要なスキルとされる。

製品開発人材

製品開発は大きく「企画開発」と「設計開発」に分類され、それぞれ異なる役割を担っている。「企画開発」では、顧客ニーズや市場動向を的確に捉えた製品コンセプトの立案や製品企画、仕様の策定などが主な業務となる。一方、「設計開発」では、製品仕様に基づいた設計ルールの構築、回路・機構設計、シミュレーションや試作評価など、実際の製品化に直結する設計業務を中心に担当する。これらの業務は、製品の品質や市場での競争力を左右する重要な工程であると同時に、社内の多くの関係部署との密な連携が不可欠である。具体的には、製造や品質管理部門をはじめ、後述する技術職（研究開発、製造技術など）や、顧客対応を担う技術営業、アプリケーションエンジニアといったフィールド部門とも協働する機会が多い。そのため、専門的な技術知識に加え、柔軟な対応力、コミュニケーション力、さらにはプロジェクト全体を俯瞰できるマネジメント視点も求められる。

[83] 経済産業省ホームページ,
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital.html

表 2-10. 半導体メーカーの研究開発職

職種	研究・開発職 （主に本社・研究所・開発センターなど）				
	研究開発			製品開発	
	要素研究	デバイス プロセス	製造技術	企画開発	設計開発
具体的な役割	次世代製品 アーキテクチャ 設計技術		材料・装置研究	製品企画・開発 製品評価・認定	設計・検証 設計ルールの構築
求められる人材の特長（例）	高度な技術知識を持った人材 ・学術的基礎：高度な理論知識（電気・電子/材料/物理など） ・R&D適性：国際的な研究力 （英語/論文/学会） ・創造性・独創性：探究心と技術革新への意欲 ・語学力・国際性 ・技術知見：実験・評価経験			マーケティング・製品企画力のある人材 ・フィールド部門と連携 ・プロジェクト管理力 ・設計、製造、品質、営業との連携 ・創造性・独創性 ・語学力・国際性	設計技術人材 ・設計フロー最適化 ・技術トレンドの探求 ・ハードウェア言語設計 ・ソフトウェア開発 ・EDA/CAEオペレーション知識・能力 ・解析技術・知見

出典：マーケット調査を基に JICA 調査団作成

2) 技術職

技術職は、半導体メーカーにおいて実際の製造プロセスを支える重要な役割を担っており、企業競争力の源泉とも言える「ものづくりの中核」を成す存在である。高度な製造設備やクリーンルーム内での作業を通じて、微細なプロセス管理や歩留まりの向上を追求するその業務は、製品の品質と生産効率に直結する。本レポートでは、この技術職を大きく「製造技術」と「品質管理」に分類し、それぞれの役割や求められる専門性について考察する。

1980 年代から 1990 年代にかけて、日本は世界の半導体製造において圧倒的な競争力を有しており、製造技術分野においても豊富な人材と蓄積されたノウハウが存在していた。しかし、2000 年代以降、製造拠点の海外移転や設備投資の縮小などにより、国内の半導体製造は縮小傾向となり、それに伴って製造技術人材の流出や高齢化が進み、人材不足が顕在化している。一方で、日本は元来、精密加工やプロセス制御といった製造技術に強みを持っており、かつて蓄積されたノウハウや教育資産は現在も一定程度維持されている。そのため、今後の国内回帰や人材育成施策の推進により、製造技術人材の再育成・確保が可能であるとの期待が高まっている [84]。

製造技術人材

製造技術は、半導体工場における生産活動の根幹を担う部門であり、製造工程全体の最適化と安定稼働を実現するための多様な職種で構成されている。その中でも、工場全体の製造プロセスを俯瞰的に把握し、品質や歩留まりの継続的な向上を主導する役割を果たすのが「インテグレーション」である。インテグレーション担当者は、製造ライン全体の工程設計や条件設定を行い、部門横断的な調整を通じて生産全体の最適化を図るいわば“製造現場の司令塔”である。一方で、各製造プロセスにおける技術課題の解決を専門とするのが「要素技術」

[84] 文部科学省高等教育局専門教育課 2024.6.3 発表資料, https://www.mext.go.jp/content/20240627-mx_kankyou-000036752_4.pdf

であり、リソグラフィー（露光）、エッチング、成膜、イオン注入など、各工程の物理・化学的メカニズムを深く理解し、統計的な解析手法を駆使してプロセスの安定化と高精度化を追求している。

さらに、製造装置そのものの構造や動作原理に精通し、装置の導入、保守、改善を担うのが「生産技術」である。彼らは装置の状態を常に最適に保つことで、安定した製造品質を支え、装置トラブルの未然防止や生産性向上に貢献する。また、半導体製造装置メーカーとの技術的な連携も不可欠であり、設備の高度化に対応する橋渡し役としても機能する。その下で実際の装置操作を担うのが「技能職」であり、クリーンルーム内で製造装置の運転・監視・保守を日常的に行うことで、量産体制の維持に欠かせない現場の最前線を担っている。そして、これらの製造活動を下支えするのが「設備保全」である。設備保全は、電力、超純水、ガス、排水、空調など、製造インフラ全般の安定供給を管理・維持する役割を担い、工場全体の安定稼働を支える縁の下の力持ちとして機能している。

品質管理人材

品質管理は、研究開発職や技術職が一丸となって築き上げた製品および生産技術のポテンシャルを最大限に引き出すために不可欠な役割を担う技術職である。具体的には、製造工程および完成製品の品質を厳格に維持・管理し、工程内での品質最大化を図るとともに、市場から報告される不具合品の解析を通じて、迅速かつ的確に原因を特定する。これらの原因究明と工程改善は、品質管理担当者が他の技術職と密に連携しながら進める重要なプロセスであり、半導体工場全体の品質向上を牽引することで、企業の信頼性と競争力の向上に大きく寄与している。

表 2-11. 半導体メーカーの技術職

職種	技術職 （主に工場など）						
	製造技術					品質管理	
	インテグレーション	要素技術	生産技術	技能職	設備保全	製品品質	工程品質
具体的な役割	工程最適化 工程品質向上 歩留改善	各工程の専門家 （露光、CVD、エッチング他）	各装置の専門家 装置メンテナンス専門家	装置オペレーター	設備メンテナンス （電力/水/排水等）	製品認定 不具合解析	工程品質改善 装置/材料品質管理
求められる人材の特長（例）	工程管理能力のある人材 ・半導体生産工程全体への知識・経験 ・生産工程全体管理 ・現場リーダーシップ、指導力 ・歩留まり最適化の知識・経験 ・問題対応・解決力	各工程プロセス技術専門人材 ・工程専門知識（露光、成膜、エッチングなど） ・統計的手法による工程管理スキル ・現場と研究開発間で動ける応用力 ・設備/材料/プロセスの関係理解力 ・問題解決・解析力	実務対応力のある人材 ・各装置専門知識 ・稼働率及び装置の均一性向上への専門知識 ・安全・品質意識 ・ハンズオン適性 ・メンテナス・トラブル対応力	装置への基礎知識のある人材 ・半導体生産工程への基礎知識 ・各装置専門知識 ・安全・品質意識 ・日本語・指示理解 ・作業標準順守力 ・3交代勤務や夜勤に対応できる体力	問題の原因を探求解決できる人材 ・電気・機械の基礎知識 ・設備の仕組みへの理解 ・装置構造や動作原理への理解 ・トラブルシューティング力	不具合の原因を探求できる人材 ・原因解析思考力 ・製品特性を理解するロジカル思考 ・不具合解析技術の知識 ・解析技術・ツール知見	装置構造・制御知識のある人材 ・トラブル対応力 ・原因リアルタイム分析力 ・設備メーカーとの調整力 ・部品管理能力

出典：マーケット調査を基に JICA 調査団作成

（2） 半導体製造装置・材料メーカーの技術人材

1) 研究・開発職

半導体製造装置メーカーや材料メーカーにおける研究開発職とは、本社の技術開発部門や研究所、開発センターなどに所属し、次世代装置・材料の革新や性能向上を担う技術系専門職である。主に、新しいプロセス材料や構造、デバイス製造工程に関する基礎研究、既存装置・材料の改良開発、試作機や試作材料の設計・評価、量産対応に向けた技術検証やスケールアップ支援を行う。また、顧客である半導体メーカーからの技術要求や市場動向を踏まえた製品企画との連携、生産技術部門との連携によるプロセス最適化、さらには大学・研究機関や半導体メーカー及び関連企業との共同研究なども重要な業務の一つである。これらの研究開発職は、装置や材料の競争力を決定づける“技術の核”を創出する役割を担っており、企業の中長期的な成長やイノベーション戦略において重要なポジションを占めている。

製造装置および材料分野ともに、日本が長年にわたり世界をリードしてきた分野であり、これらの領域における人材の開発・育成についても、国際的に高く評価される豊富な経験とノウハウを有している。これらの分野は、日本の強みを支える中核であり、今後の半導体産業の競争力強化においても重要な資源となる[85]。

2) 技術職

技術職は、半導体製造装置メーカーや材料メーカーにおいて、製品の性能・品質を左右する「ものづくりの中核」を担う重要な存在である。製造現場や評価・組立工程、クリーンルーム環境などにおいて、高度な装置・材料の加工、精密なプロセス制御、装置の立ち上げ・チューニング、品質管理などを通じて、製品の安定供給と信頼性確保に貢献している。その業務は、装置・材料の性能を最大限に引き出すとともに、顧客である半導体メーカーの生産性向上や歩留まり改善にも直結しており、企業の技術的競争力を支える重要な役割を果たしている。研究開発職と同様に、日本の強みが発揮できる領域である。

フィールドエンジニア人材

フィールドエンジニアは、半導体製造装置メーカーにおいて、顧客先である半導体工場に常駐または定期的に訪問し、装置の据付・立ち上げ・保守・トラブル対応などを担う技術職である。現場での装置調整やプロセス最適化、パーツ交換、ソフトウェアのアップデートといった業務を通じて、装置の安定稼働と顧客の生産性最大化を支える重要な役割を果たす。また、装置に関する課題やトラブルの最前線に立つことから、顧客ニーズや運用上のフィードバックをいち早く把握し、開発部門や品質保証部門と連携して製品改良・技術開発に貢献する「技術と現場をつなぐ橋渡し役」でもある。特に近年では、海外顧客とのやり取りや多拠点対応も求められるため、語学力やグローバルな対応力が求められる職種となっている。装置メーカーにとって、フィールドエンジニアは単なるサービス担当にとどまらず、顧客満足の鍵を握る戦略的ポジションとして、事業の継続的成長と信頼構築において不可欠な存在である。

[85] EE Times 2021.12.14, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2112/14/news034.html

表 2-12. 半導体製造装置・材料メーカーの研究・開発職及び技術職

職種	研究・開発職（本社・研究所・開発センターなど）		技術職（自社工場）		技術職（顧客の半導体工場）
	研究開発	製品開発	製品製造	品質管理	フィールドエンジニア
具体的な役割	次世代製品の開発 新たな技術の研究・確立	製品企画・開発 製品評価・認定	生産技術の確立・最適化 生産・工程品質の向上	装置の不具合解析製品開発へのフィードバック	顧客・保守サポート
求められる人材の特長（例）	高度な技術知識を持った人材 ・学術的基礎：高度な　知識（電気・電子/材料/物理など） ・R&D適性：国際的な研究力（英語/論文/学会） ・創造性・独創性：探究心と技術革新への意欲 ・語学力・国際性 ・技術知見：実験・評価経験	マーケティング・製品企画力のある人材 ・フィールド部門と連携 ・プロジェクト管理力 ・設計、製造、品質、営業との連携 ・創造性・独創性 ・語学力・国際性	工程管理能力のある人材 ・半導体生産工程全体への知識・経験 ・生産工程全体管理力 ・現場リーダーシップ、指導力 ・工程の効率化・最適化への知識・経験 ・問題対応・解決力	不具合の原因を探求できる人材 ・原因解析の思考力 ・製品特性を理解するロジカル思考 ・不具合解析技術の知識 ・解析技術・ツールの知見	装置構造・制御の知識（機械/電気/制御系）のある人材 ・各装置の専門知識 ・トラブル対応力 ・原因リアルタイム分析力 ・クリーンルームでの作業適性、安全意識 ・半導体メーカーとの調整・コミュニケーション力 ・夜勤にも対応できる体力

出典：マーケット調査を基に JICA 調査団作成

3. インド半導体産業の現状

3.1. インド半導体産業の現状

3.1.1. インド国内の半導体需要の将来予測

EV や iPhone の現地生産が加速する中で、インド国内の半導体需要は急速に拡大している状況である。特に、ディスプレイに使用されるマイコンや車載向けのパワー半導体、センサー、さらに機器全般で使われるペリフェラル向け半導体やメモリーの需要は一層高まっている。

インドは世界第３位の自動車需要国であるが、一世帯当たりの乗用車保有率は 8.5%[86]と低く、今後の拡大余地が大きい。中でも電気自動車（EV）をはじめとする環境対応車の需要は急速に高まって行くと考えられ市場に合った製品の開発と供給が必要となる。また、携帯電話需要の急増と通信インフラ、航空宇宙産業等、その他のアプリケーションに関しても今後の需要が急速に高まることが予想されている。

一方、多くの半導体製品は依然として中国製であり、これがインドの貿易において中国への経済的依存を引き起こしている。こうした状況を打破するため、インド政府は様々な施策を通じて、国内での半導体製造を積極的に推進している。

インド電子半導体協会（IESA: India Electronics & Semiconductor Association）の 2025 年 1 月の報告書によれば、インドの半導体市場は、2024 年の 45 兆 1,640 億ルピー（約 520 億ドル）から 2030 年までに 89 兆 5,134 億ルピー（約 1,034 億ドル）に拡大すると予測されている（図 3-1 参照）。2030 年までの年平均成長率（CAGR）は 13%と見込まれ、モバイル端末、ICT、消費者向け電子機器、自動車、航空宇宙、防衛等が市場を牽引したとみられている。

すでにマイクロン社やタタ・エレクトロニクス（以下タタ）等の半導体大手が工場建設を進めており、早ければ 2025 年中には生産が開始される見込みである。半導体製造工場の多くは後工程であり、2025 年～2026 年の立上げ時はレガシー製品（SOP、SOT、QFN、QFP 等の数百ピンのリード及びリードレスパッケージ品）の製造を行う予定である。その後、マーケットのニーズと共に BGA、FCBGA 等の基板パッケージ品や先端パッケージ品の生産が開始されていくものと考えられている。

[86] https://www.okasan-online.co.jp/data/fund_report/pdf/230201_4573.pdf

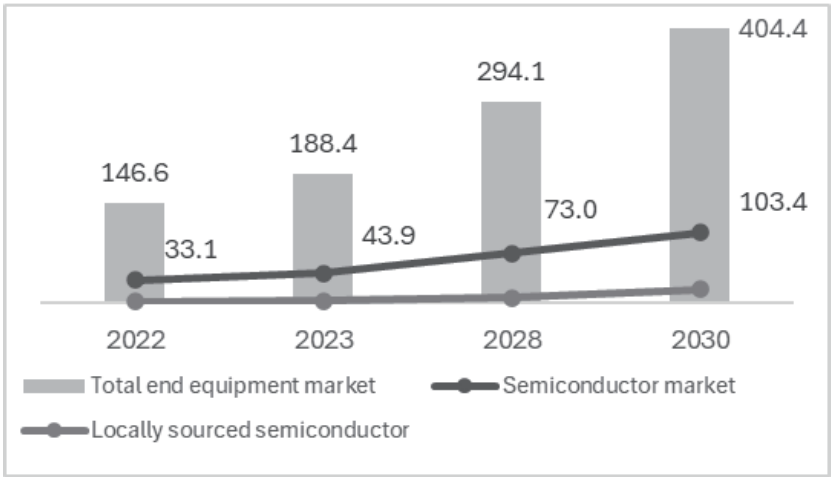


図 3-1. インド市場の半導体需要予測（単位：10 億ドル）
出典：IESA (2025) India Semiconductor Market Report

3.1.2. インド国内の半導体関連企業の状況

上述したように、インドでは将来の半導体ニーズに応えるため、輸入に頼るのではなく自国内でニーズを満たすために、Make in India のスローガンと共に半導体の製造拠点を設置する動きが活発化している。特にグジャラート州は半導体集積地をしてタタがインドで初めて半導体前工程の製造工場を建設開始している。

以下にグジャラート州他における現時点でのメディア等のニュースソースから調査した半導体製造の状況を表 3-1 に示す。

この表は、2023 年から 2025 年にかけて発表されたインド国内主要半導体投資プロジェクトを示し、企業名、所在地、投資額、生産能力、進捗状況を記載する。

地域的には、グジャラート州（サナンド、ドレラ SIR）が 4 件と最も多く、総投資額は 1 兆 2,000 億ルピー超に達している。その他、アッサム州モリガオンやウッタル・プラデシュ州ジュワールにも工場建設が予定されており、投資規模では、タタと台湾 PSMC による 9,100 億ルピーが最大で、月産 5 万枚のウエハ生産を計画している。

マイクロンは 2,252 億ルピーで ATMP 施設を段階的に立ち上げる計画であり、TSAT は 2,700 億ルピーで組立・テストを実施する。

生産能力は、前工程のウエハ製造と後工程のチップ生産に大別され、CG Power は日産 1,500 万チップ、TSAT は 4,800 万チップ、Kaynes は 633 万チップを計画している。進捗状況は、マイクロンやタタ+PSMC などが建設中で、CG Power は 2025 年末稼働を目指している。

一方、Kaynes や HCL-Foxconn は承認・土地造成段階で、商業稼働は 2026 年以降となる見込みである。全体として、先端ウエハ製造と後工程施設の整備が並行して進み、グジャラート州が急速に集積を強めていることが分かる。

表 3-1. 半導体製造の状況

発表日	企業名	所在地	投資額	生産能力	進捗状況（2025年8月時点）
2023年6月	Micron Technology	サナンド（Sanand），グジャラート	2,252億ルピー	ATMP（組立・テスト・パッケージング）施設、段階的立ち上げ	建設中、初期立ち上げ段階。商業パッケージング生産は2026年第1四半期開始予定
2024年2月	Tata Electronics（TEPL）＋Powerchip Semiconductor Manufacturing Corp（PSMC，台湾）	ドレラ（Dholera），グジャラート	9,100億ルピー	月産50,000ウェハ	起工式完了。主要土木工事進行中。初回テストウェハは2026年初頭予定
2024年2月	CG Power & Industrial Pvt Ltd＋Renesas＋Stars	サナンド（Sanand），グジャラート	760億ルピー	日産1,500万チップ	建設開始済み。パイロットラインは2025年末稼働目標
2024年2月	Tata Semiconductor Assembly and Test Pvt Ltd（TSAT）	モリガオン（Assam）	2,700億ルピー	日産4,800万チップ	サイト工事開始、設備調達中。商業稼働は2026年予定
2024年9月	Kaynes Semicon Pvt Ltd	サナンド（Gujarat）	331億ルピー	日産633万チップ	最近承認。土地造成・建設前準備段階
2025年5月	HCL-Foxconn JV	ジュワル（Uttar Pradesh）	370億ルピー	月産20,000ウェハ（年3,600万ユニット）	承認済み。用地整備・設計着手、建設開始予定

出典：各種ニュースソースより [87] [88] [89] [90] [91] [92] JICA 調査団作成

3.1.3. インド国内の半導体製造におけるエコシステムの分布

本項では、インドにおける半導体製造関連施設の地理的分布と機能の分析を通じて、同国の半導体産業構築の現況を明らかにする。

（1） 州別の施設分布と特性

グジャラート州は、インド最大級の半導体製造拠点として急速に発展しており、マイクロンが Sanand において ATMP（組立・テスト・パッケージ）施設を展開しているほか、Kaynes Technology 社も同じく Sanand で OSAT（後工程）施設を運営している。さらに、タタは台湾の PSMC(Powerchip Semiconductor Manufacturing Corporation)との連携により、ドレラ SIR 特別投資地域（Dholera SIR）に先端半導体のファブを設立する計画を進めており、前後工程が一体となった製造体制の整備が進行中である。

カルナタカ州は、設計・スキル開発における中心地として知られている。タタは Vemgal において OSAT 施設のパイロット運用を行っており、Applied Materials、Lam Research、IISc（インド科学大学）といった企業・研究機関がベンガルールに拠点を構えている。これにより、南インドの技術系人材育成および設計開発のハブとしての地位を確立している。

[87] https://www.communicationstoday.co.in/cleanroom-validation-at-microns-facility-a-major-semiconductor-milestone/
[88] https://www.datacenterdynamics.com/en/news/tata-electronics-and-psmc-to-build-indias-first-semiconductor-fab/
[89] https://www.eletimes.com/indias-semiconductor-push-renesas-cg-power-jv-to-debut-first-chip-by-2026
[90] https://eodb.assam.gov.in/site/semiconductor_industries
[91] https://deshgujarat.com/2025/03/05/foundation-stone-laid-for-kaynes-osat-evara-semiconductor-plant-in-sanand/
[92] https://deshgujarat.com/2025/03/05/foundation-stone-laid-for-kaynes-osat-evara-semiconductor-plant-in-sanand/

タミル・ナド州では、SPEL 社がチェンナイに OSAT 施設を展開しており、南部インドにおける後工程の製造拠点として機能している。

ラジャスタン州では、Sahasra 社が Bhiwadi においてメモリー製品の製造と OSAT 施設の運営を行っており、現地中堅企業による活発な参入が見られる。ウッタル・プラデシュ州では、HCL と Foxconn の合弁による OSAT 施設がデリー首都圏近郊の YEIDA（Yamuna Expressway Industrial Development Authority）に計画されており、都市インフラを活かした戦略的立地となっている。アッサム州では、タタがジャギロードに OSAT 施設を構え、北東部インドにおける産業拠点としての展開を模索している。

（2） 横断的分析と注目点

地理的観点から見ると、グジャラート州に進出が集中しているものの、地域経済の活性化（州政府の投資促進等）などの要因から、カルナタカ州をはじめとした南部のみならず、アッサム州といった東北部地域にも施設が分散して配置されており、地政学的リスクの分散や地域経済の活性化を見据えた多極型の展開戦略が見て取れる。

一方で、前工程施設の整備は始まったばかりで、現時点では、グジャラート州におけるドレラ SIR（Dholera SIR 特別投資地域；3.2 にて記述）におけるタタ-PSMC プロジェクトの事例にとどまっている。これは、水資源や電力供給、土地確保といったインフラ整備の課題が Fab 立地のボトルネックとなっている可能性もある。

また、OSAT や ATMP といった後工程の施設は、マイクロンやタタ、Foxconn、SPEL などによって積極的に整備が進められており、短期間で立ち上げが可能であり、雇用創出への期待感が高まっている。

また、設計や研究開発、スキル育成に関する拠点は主にカルナタカ州ベンガル―ルに集中しており、IISc（インド科学大学）をはじめとする高等教育機関や、EDA、半導体装置企業による活動が活発である。これにより、インドのソフトウェア技術者や設計エンジニアの優位性を活かしたビジネスモデルが展開されている。

以上のように、インドにおける半導体製造エコシステムは、Fab、OSAT、設計という 3 つの柱を中心に、各州で構築が進められている。現時点では、前工程施設の整備は黎明期にあり、政策支援とインフラ投資の拡充が今後の鍵を握る。一方、後工程および設計領域は、既に複数企業による展開が始まっており、今後さらに高度化・量産化が進むと見込まれる。

特に装置・材料産業、EDA サービス、設計人材の育成といった未開拓分野においては、大きな成長余地が残されており、日本をはじめとする各国との国際連携の機会も増すと期待される。インドがグローバルな半導体サプライチェーンにおいて、より高次の付加価値を担う存在となるためには、こうした分野への戦略的投資と人材育成が不可欠である。

3.1.4. インドに進出している半導体メーカーの設計・開発拠点

（1） 半導体メーカー

1) ルネサス エレクトロニクス（日）

車載向け半導体に強い日本の半導体メーカーの最大手であるルネサス・エレクトロニクス株式会社（以下、ルネサス）は、インドのタタ・コンサルタンシー・サービシズ（TCS）と共同で、半導体ソリューションの設計・開発・製造をインド市場に展開すべくベンガルールとハイデラバードにイノベーションセンターを 2023 年 3 月 [93]に設立している。

2024 年 2 月 29 日、ルネサスは、CG Power and Industrial Solutions Limited（インド）、Stars Microelectronics（タイ）の 3 社間で、インド・グジャラート州サナンドにおいて OSAT（半導体組立・テスト）施設を共同構築するためのジョイントベンチャー契約を締結した。本事業はインド政府の半導体支援策の下で実施され、日量 1,500 万ユニット規模の生産能力を有し、QFN や QFP などの従来型パッケージから、FC BGA や FC CSP などの先端パッケージまで対応可能な生産体制を整える。出資比率は CG が 92.3%、ルネサスが 6.8%、Stars が 0.9%であり、総額 INR 7,600 クロール（約 1.2 兆円）を 5 年間で投資する計画である [94]。

さらに、ルネサスは、2025 年 5 月 14 日、インド政府と半導体分野で提携したと発表 [95]した。LSI や組み込み半導体システム分野で、インドのスタートアップや教育機関を支援し、インド市場における同社の存在感を高めていくとのことである。また、インドに設けている 2 カ所のオフィスも拡張した。開所式に出席したインドの電子情報技術大臣は「新施設は 3nm チップ設計に取り組むインド初の設計センターであり、インドが半導体技術革新のグローバルリーグに参入するための大きなマイルストーンだ」[96]と述べている。

なお、ルネサスは半導体産業の重要拠点であるベンガルール（カルナタカ州）とノイダ（ウッタル・プラデシュ州）にあるオフィスを拡張した。ルネサスは、全体売り上げ収益の 10%超をインド向けとする目標を掲げている。このため、インドでの提携を進めていて、今回の提携やオフィス拡張もその一環だ。また、2025 年末までにインドの従業員数を 1,000 人に増やすことも計画している。今回拡張したベンガルール新オフィスはインド最大の拠点になる。設計エンジニアなど約 500 人の従業員が在籍しており、ノイダ新オフィスでは、世界最高水準の高性能コンピューティングソリューションを提供し、現地人材の育成と車載用 SoC「R-Car」ソリューションを強化していくという。

[93] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/tata-consultancy-services-and-renesas-partner-open-innovation-center-develop-next-generation-0
[94] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/cg-power-and-industrial-solutions-limited-renesas-and-stars-microelectronics-jointly-build
[95] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/renesas-partners-indian-government-drive-innovation-through-startups-and-industry-academia
[96] https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2505/15/news082.html

2) **サムスン電子（韓）**

インドにおけるサムスン電子の動きとしては、2023 年３月、サムスン電子の研究開発部門であるサムスン・セミコンダクター・インディア・リサーチ(SSIR) がインド科学大学院(Indian Institute of Science: IISc)とオンチップ静電気放電(ESD)保護分野の研究開発を促進するための研究協定書を結んだことが発表されている [97]。IISc と SSIR のパートナーシップは IC や SoC の超高速シリアルインターフェースを保護するための最先端の ESD デバイスソリューションの構築を目指している。研究は IISc の研究グループによって進められ、研究成果はサムスンの先端プロセスノードで展開される予定である。

また、2024 年３月にはインド南部ベンガルールに、2 番目の半導体研究開発(R&D)センターを開設している。この研究開発センター開設はインドの半導体人材を活用し、メモリーや半導体設計技術の開発を強化する狙いがある。

3) **インテル（米）**

インテルは、インドにおいて 1988 年にベンガルールに最初の営業オフィスを開設した [98]。1997 年には Intel Technology India Private Limited として法人を設立し [99]、1998 年には開発拠点を設立している [100]。現在ではインド内でベンガルール、ハイデラバード、ノイダ等複数箇所に拠点を持ち、ベンガルールにはインテルの米国外最大のデザイン・エンジニアリングセンターを擁している。13,000 人以上の従業員のうち 90%以上がエンジニア職である。2024 年 4 月にはインテル・ファウンドリーがインドのテクノロジー企業 HCL Tech と協業関係を拡大し、ファウンドリーサービスの強化のために、半導体メーカー、システム OEM、クラウドサービスプロバイダー向けにカスタマイズされたシリコンソリューションを共同開発していくことを発表している。

4) AMD（米）

AMD は、1997 年に AMD India Private Limited を設立した [101]。2004 年にはベンガルールに India Design Centre を立ち上げ、同センターをインド国内研究開発の中心とするなど [102]、AMD は早くからインドに半導体設計拠点を設立し、優秀な設計人材を活用してきた。インドと米国の時差により 24 時間体制での設計・開発業務が可能となり、製品開発の迅速化を実現している。また 2013 年にはハイデラバードにグローバルデザインセンターを設立した [103]。さらに 2023 年には総額 4 億ドルを投じてベンガルールに Technostar Campus というグローバルデザインセンターを建設し、同年 11 月に稼働を開始している。2028 年までに 3,000 人のエンジ

97 https://iisc.ac.in/events/samsung-semiconductor-india-research-ssir-and-indian-institute-of-science-iisc-join-hands-to-boost-semiconductor-rd-in-the-country/
98 https://www.financialexpress.com/india-news/intel-work/1010049/
99 https://www.zaubacorp.com/INTEL-TECHNOLOGY-INDIA-PRIVATE-LIMITED-U85110KA1997PTC021606#google_vignette
100 https://www.eetimes.com/with-assist-from-intel-india-designs-first-microprocessor/
101 https://www.zaubacorp.com/AMD-INDIA-PRIVATE-LIMITED-U72200KA1997PTC094389
102 https://www.amd.com/en/newsroom/press-releases/2023-11-27-amd-inaugurates-its-largest-global-design-center-in-india.html
103 https://www.business-standard.com/article/companies/amd-opens-global-design-centre-in-hyderabad-113080101092_1.html

ニアを雇用する計画を立てるなど、インドを米国外最大級の開発拠点と位置づけている [104]。AMD は現在インド国内に 9 つの設計・開発拠点を持っており、6,500 人以上の従業員を抱えている。

5) NXP セミコンダクターズ（蘭）

欧州の半導体メーカーである NXP セミコンダクターズは、1996 年に Philips Semiconductors が設立した [105]ベンガルール設計拠点を起点にインド事業を展開してきた。スピンオフ後の 2006 年 12 月に NXP Semiconductors India Pvt.Ltd.を設立し [106]、現在はインド国内に 4 つの設計センターを運営し、約 3,000 人の従業員を抱えている [107]。

NXP セミコンダクターズは 2024 年 9 月の Semicon India において 10 億ドル超の追加投資と R&D 体制倍増を発表し、2025 年にはグレーター・ノイダに第２の R&D 施設を計画するなど、インドにおける開発拠点を拡張する方針を示している [108]。

6) マイクロチップ（米）

マイクロチップ・テクノロジー（Microchip Technology Inc.）は、米国アリゾナ州に本社を置く半導体メーカーで、主にマイクロコントローラーユニット（MCU）、アナログ半導体、フラッシュ IP ソリューションを提供している。組込み制御市場に特化し、産業機器、家電、車載、通信機器など幅広い分野に製品を供給。特に 8 ビット、16 ビット、32 ビット MCU で世界的シェアを持つ。1993 年に NASDAQ 上場。インドを含むグローバル拠点で開発・サポート体制を展開している。

インドにおいては 2000 年にベンガルールで法人を設立し [109]、同年設計センターを立ち上げた [110]。2016 年の Atmel 買収により組み込みマイコンとアナログ製品ラインを強化した [111]。さらに 2023 年には総額 3 億ドル規模の追加投資を表明し、ハイデラバードにおいて新しい R&D センターを稼働させている [112]。

7) アナログ・デバイセズ（米）

アナログ半導体の大手メーカーであるアナログ・デバイセズは、タタとの協業を発表している。

---

[104] https://timesofindia.indiatimes.com/gadgets-news/amd-inaugurates-its-largest-global-design-centre-in-india/articleshow/105568849.cms
[105] https://wgbis.ces.iisc.ac.in/energy/water/proceed/proceedings_text/sponsors/psc/psc.htm
[106] https://www.zaubacorp.com/NXP-SEMICONDUCTORS-INDIA-PRIVATE-LIMITED-U32105KA2006PTC039992
[107] https://www.reuters.com/technology/nxp-semiconductors-invest-more-than-1-bln-india-it-boosts-rd-efforts-2024-09-11/
[108] https://www.moneycontrol.com/news/business/dutch-chipmaker-nxp-eyes-new-unit-in-greater-noida-under-1-billion-expansion-plan-13042966.html
[109] www.zaubacorp.com/MICROCHIP-TECHNOLOGY-INDIA-PRIVATE-LIMITED-U72200KA2000PTC026229
[110] https://www.eetimes.com/microchip-technology-opens-design-center-in-software-rich-bangalore/
[111] https://www.microchip.com/en-us/about/corporate-overview/acquisitions/atmel/faqs
[112] https://economictimes.indiatimes.com/tech/technology/microchip-to-invest-300-million-to-expand-india-operations/articleshow/101462524.cms

8) **ケインズ・セミコン（印）**[113]

ケインズはサナンド工業団地に投資額は約 3,307 億ルピー、敷地面積は 46 エーカーで、この工場で生産されるチップは、産業用、自動車用、電気自動車用、家電用、電気通信用、携帯電話用等、幅広い用途に対応し、大半がグループ企業であるケインズ・インダストリーに提供される。生産量は日産 630 万チップの予定である[114]。

9) **タルク・セミコンダクターズ（印）**

タルク・セミコンダクターズはインドの不動産開発大手、ヒラナンダニ・グループの子会社である。当社はウッタル・プラデェシュ州のノイダ国際空港に隣接するヤムナ高速道路産業開発局（YEIDA）の工業団地に約 2,844 億ルピーを投資し、化合物半導体、シリコンフォトニクスデバイス、集積回路、光エレクトロニクス部品の製造工場を建設予定である[115]。

10) **バマ・スンダリ・インベストメンツ（印）**

バマ・スンダリ・インベストメンツはインドの IT 大手 HCL グループと台湾の鴻海（ホンハイ）精密工業傘下のフォックスコンとの合弁企業である。当社はウッタル・プラデェシュ州のノイダ国際空港に隣接するヤムナ高速道路産業開発局（YEIDA）の工業団地に約 370 億 6,000 万ルピーを投資し、ディスプレイドライバーIC（DDIC）の製造および半導体組み立て工場を建設予定である[116]。

11) TSMC（台）

TSMC は現時点ではインドには進出していない。TSMC に対するヒアリングでもインドへの投資は時期尚早と考えているようである。また、インド国内の経済紙である（The Economic Times）によれば、インドからの工場を設置するインドへの進出要請を断ったようである[117]。

（2） ファブレスメーカー・設計受託・開発企業

インドは半導体設計分野で豊富な人材を擁しており、世界的に見ても強い存在感を有している。以下にインドにおいて設計の分野を担うファブレスおよび設計企業の例を記す。

1） Tejas Network[118] (旧 Saankhya Labs)（印）

Tejas Networks の子会社であった Saankhya Labs（現在は Tejas に統合）は、幅広い無線通信システムの専門技術を持つ。Saankhya は 5G NR、ブロードキャスト、衛星通信アプリケーション向けの幅広い通信製品とソリューションを提供する。いくつかの国際技術特許と独自の「チップからシステムへ」の専門技術を有する Saankhya のソリューションには、世界初の制

[113] https://kaynessemicon.com/
[114] https://www.outlookbusiness.com/news/kaynes-proposal-for-rs-3307-crore-semiconductor-unit-at-sanand-gets-govt-nod
[115] JETRO “UP 州、2 件の半導体製造プロジェクトを承認”
[116] JETRO “UP 州、2 件の半導体製造プロジェクトを承認”
[117] https://economictimes.indiatimes.com/industry/cons-products/electronics/tsmc-declined-indias-invitation-to-set-up-plant-report/articleshow/121306183.cms?utm_source=chatgpt.com&from=mdr
[118] https://www.tejasnetworks.com/

作用 SDR、5G ネットワーク向けの次世代オープン RAN ソリューション、マルチスタンダード Direct to Mobile（ATSC 3.0）ブロードキャストソリューション、衛星 IoT 製品が含まれる。

2） Sankalp Semiconductor（印）

仕様書から GDSII 設計まで設計におけるエンドツーエンドソリューションを提供する。2019 年にインドの IT 大手企業 HCL Technologies に買収され、傘下に入った。

3） Mindgrove Technologies（印）

インドで初となる商用マイクロコントローラーユニット（MCU）チップを 2024 年 5 月に発表した [119]。本社所在地はタミル・ナドにある。

4） iVP Semiconductor（印）

Texas Instruments 出身の起業家が設立したファブレス企業。電力部門をターゲットとしており、ソーラー・インバーター、スマートグリッド、２輪車用バッテリー向けのチップを設計している [120]。

5） Moschip（印）

1999 年に設立されたハイデラバードに本拠を置く半導体設計・テスト会社。30 以上の半導体設計と 30 以上の検証モジュールの知的財産を有する。ハイデラバード、ベンガルール、シリコンバレーにオフィスを構え、1,300 人以上のエンジニアを擁する。

（3） EDA や IP 等半導体関連ソフトウェア開発企業

インドでは EDA（Electric Design Automation）や IP 等半導体関連ソフトウェアの開発も盛んである。米シノプシスや米ケイデンス・デザイン・システム等、大手 EDA ベンダーは、インドにデザインセンター（ソフトウェア設）を設置し、世界の半導体メーカーの設計・開発を支援している。

1) シノプシス（Synopsys）（米）

シノプシス（Synopsys）社は、1986 年に米国カリフォルニア州にて設立された、世界最大級の電子設計自動化（Electronic Design Automation: EDA）ソリューション提供企業である。同社は、半導体設計プロセス全般に対応するツール群を提供しており、論理合成（Design Compiler）、タイミング解析（PrimeTime）、物理設計統合（Fusion Compiler）など、先端ノードに対応した製品を展開している。また、近年では設計用 IP ライブラリの提供や、半導体におけるソフトウェア・セキュリティー分野への進出も顕著である。顧客はファブレス企業からIDM、ファンドリーに至るまで多岐にわたり、TSMCやSamsungとの技術連携を通じ、3nmプロセス世代においても高い競争優位性を維持している。これにより、シノプシス（Synopsys）はグローバルな半導体設計エコシステムの中核的役割を担っている。

[119] https://www.constructionworld.in/latest-construction-technology/mindgrove-launches-indias-first-commercial-mcu-chip/55085”

[120] https://www.thehindubusinessline.com/info-tech/ivp-semiconductor-indias-first-fabless-chip-company-aims-for-70-million-revenue/article68374722.ece

2) **ケイデンス**（Cadence Design Systems）（**米**）

Cadence Design Systems は、1983 年にカリフォルニア州サンノゼで設立され、1988 年に EDA 分野で急成長した Solomon Design Automation と ECAD の合併により現在の形となった米国大手 EDA 企業である。同社は、論理合成（Genus）、物理設計とレイアウト（Innovus）、タイミング／電源解析（Voltus）、論理・形式検証（Xcelium、JasperGold）およびエミュレーション・プロトタイピング（Palladium／Protium）など、IC 設計から検証までのフルフローEDA ソリューションを提供している。近年は、Voltus InsightAI など AI 技術を統合し設計品質と生産性の大幅向上を図っている。総じて、Cadence は AI／クラウド対応の高度 EDA ツール [121] と IP、そしてハードウェアを統合した提供体制により、半導体設計の最前線を支える重要企業としての地位を維持している。

3.1.5. インドに建設予定の半導体関連の工場（前工程、後工程/OSAT、他）

これまでは、インドには半導体製造工場はなかったが、グジャラート州で着々と半導体産業エコシステムが構築されつつある。前工程・後工程と合わせて現在建設が予定されている工場について以下に記載する。

1) **タタ・エレクトロニクス**（印）、PSMC（台）

タタ・エレクトロニクス（以下タタ）は PSMC と連携し半導体製造（前工程）工場をドレラ SIR 特別投資区域に建設予定である。この建設計画については 2024 年 2 月にインド政府からの承認が下りている [122]。PSMC が台湾の新竹サイエンスパークに建設した「Ｐ５」工場のコピー工場を稼働させる予定で、投資計画は 9,100 億ルピー（約 1 兆 7,000 億円）、敷地面積は 160 エーカーである [123]。300 ミリメートル（12 インチ）ウエハに対応する。初期の生産能力は月産 9,000 枚だが、段階的に 5 万枚規模にまで引き上げる計画である。回路線幅が 28～110 ナノの成熟世代の半導体を製造予定で、2026 年中に生産開始予定である [124]。

2) CG **パワー**（印）・**ルネサス**（日）・**スターズ・マイクロエレクトロニクス**（泰）

CG パワー（本社：インド/ムンバイ）、ルネサス（本社：日本）、タイの OSAT 企業であるスターズ・マイクロエレクトロニクス（本社：タイ/アユタヤ）の 3 社は 2024 年 2 月に合弁会社設立を発表し、今後サナンド工業団地に半導体後工程の組立・テストを請け負う OSAT 工場を建設予定である。92.3%は CG 社が出資し、ルネサスとスターズ・マイクロエレクトロニクスがそれぞれ 6.8%、0.9%を出資しており、投資金額は 760 億ルピー（約 1,330 億円）である。敷地面積は 28 エーカー [125]、1 日当たり 1,500 万個の生産能力を有する工場へと増強予定で、QFN や QFP 等の従来型パッケージから、FC-BGA、FC-CSP 等の先端パッケージまで、自動車、IoT、5G 等様々な用途に適した幅広い製品を製造予定である [126]。

---

[121] https://www.cadence.com/ja_JP/home.html
[122] https://www.reuters.com/technology/india-approves-three-chipmaking-units-worth-152-bln-2024-02-29/
[123] https://inc42.com/buzz/gujarat-govt-allots-188-acres-to-tata-and-cg-power-for-chip-plants/
[124] https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/09/8a214dccee95e7f5.html
[125] https://inc42.com/buzz/gujarat-govt-allots-188-acres-to-tata-and-cg-power-for-chip-plants/
[126] https://www.renesas.com/en/about/newsroom/cg-power-and-industrial-solutions-limited-renesas-and-stars-microelectronics-jointly-build?srsltid=AfmBOoo-m8GDion8GEpnr81UwctKvWQ1VcG8lL1C3yh-RheK72rqpcvW

3) マイクロン（米）

大手メモリーメーカーのマイクロンはサナンド工業団地に後工程である組立・試験・パッケージング工場（ATMP）を建設中である。この建設については 2023 年 6 月の米印首脳会談における米印共同声明で発表された [127]。投資金額は 27 億 5,000 万ドル（約 4,100 億円／30%マイクロン、50%印政府、20%州政府）で、このプロジェクトはインド半導体ミッション（ISM）の下で最大の投資である。工場の敷地面積は 93 エーカーであり [128]、2023 年 6 月のマイクロン社プレスリリース [129]においては 2024 年後半には一部ラインの稼働開始の予定としていた。しかし 2025 年 2 月時点で同工場の建設を手がけるタタのプロジェクトは工場建設完了予定を 2025 年 12 月としており [130]、工場の稼働開始に関する公式発表は確認できなかった。

4) アダニ（印）・タワー・セミコンダクター（イスラエル）

2024 年 9 月、アダニ・グループとタワー・セミコンダクターによってインド西部マハラシュトラ州に 8,394 億 7,000 万ルピー（100 億ドル）を投資し、半導体の前工程の工場が建設されることが発表された [131]。生産量は最終的には毎月 80,000 ウエハになる予定であった。

しかし、この計画は 2025 年 4 月末にアダニ側が戦略・商業上の観点から協議を停止したと報じられている [132]。

3.1.6. グジャラート州における半導体産業のバリューチェーン

以下に、グジャラート州における半導体産業のバリューチェーン全体にわたる企業の分布と機能分担を示す。対象となる領域は、前工程（Front End）、後工程（Back End）、基板（Substrate）、材料・ガス（Chemical & Gases）、および設計（Design）の五つに分類する。

---

[127] https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2023/06/22/fact-sheet-republic-of-india-official-state-visit-to-the-united-states/

[128] https://www.hindustantimes.com/business/micron-begins-construction-of-2-75-billion-semiconductor-plant-in-gujarat-101695478422567.html

[129] https://www.globenewswire.com/news-release/2023/06/22/2692778/14450/en/Micron-Announces-New-Semiconductor-Assembly-and-Test-Facility-in-India.html

[130] https://www.electronicsforyou.biz/industry-buzz/tata-to-complete-microns-sanand-atmp-facility-by-december-2025/

[131] https://www.reuters.com/technology/israels-tower-semiconductor-ties-up-with-adani-group-10-bln-chip-project-india-2024-09-06/

[132] https://www.reuters.com/world/india/adani-pauses-talks-with-israels-tower-10-billion-india-chip-foray-sources-say-2025-04-30/

表 3-2. 半導体産業エコシステムの構築

工程区分	企業名	国籍 / 本社所在地	主な事業内容・役割
Front End（前工程）	Tata Electronics	インド	半導体前工程製造、先端パッケージング
Back End（後工程 / OSAT等）	Micron	米国	メモリ製造、サナンドに後工程拠点建設
	CG Power and Industrial Solutions Ltd.	インド	OSAT事業、ルネサス・Starsと共同工場
	Kaynes Technology	インド	EMS・半導体後工程組立
	Suchi Semicon	インド	半導体パッケージング、後工程加工
Substrate（基板）	Simmtech	韓国	半導体パッケージ用サブストレート製造
Chemical & Gases（化学材料・特殊ガス）	Solvay	ベルギー	高機能化学品、半導体用材料
	BASF	ドイツ	化学品、半導体製造プロセス材料
	Iliotree	インド	化学品（詳細不明）
	Linde	英国／ドイツ	工業ガス、特殊ガス
	Inox Air Products	インド／米国合弁	工業ガス、半導体向けガス供給
	Aarti Industries	インド	特殊化学品製造
	Kiri Industries Limited	インド	化学品（染料・特殊化学）
	Bodal Chemicals Ltd.	インド	化学品（染料・化学薬品）
Design（設計）	eInfochips	インド	半導体設計サービス、IoT、AI開発
	MosChip	インド	半導体設計、IP開発
	Infineon	ドイツ	半導体設計・製造、パワー半導体
	Cadence	米国	EDAツール、設計IP提供
	VVDN Technologies	インド	製品設計、IoT、通信機器
	Volansys	インド	システム設計、IoTソリューション
	SLS (System Level Solutions)	インド	システムレベルの半導体設計

出典：各種情報、ヒアリング調査結果から JICA 調査団作成

前工程においては、タタ（表中では Tata Electronics）が主要企業として位置づけられ、同社は州内においてウエハ処理を行う前工程製造施設を計画・整備する。インド国内で前工程に参入する事例は限定的であり、タタの取り組みはインドにおける製造基盤整備の中核を成している。

後工程では、マイクロン、CG Power and Industrial Solutions Ltd.、Kaynes Technology、および Suchi Semicon の 4 社が参画している。これらの企業は、パッケージング、テスト、組立などの OSAT（Outsourced Semiconductor Assembly and Test）機能を担っており、グジャラート州が後工程分野において比較的多くの投資と企業誘致に成功していることが確認できる。

基板分野では、韓国系の Simmtech が PCB 製造工場設立を計画[133]しており、プリント基板およびパッケージ基板の供給を現地で行うことになっている。したがって、Simmtech の進出により、後工程や材料供給との接続性が強化されている。

[133] https://www.india-economy.com/3000093621/

材料および特殊ガスの供給分野には、Solvay（ベルギー）、BASF(ドイツ)、LiloTree(米)、Linde（アイルランド）、INOX Air Products(インド)、Aarti Industries(インド)、Kiri Industries（インド）、Bodal Chemicals（インド）といった複数の企業が参画している。これらは主にフォトレジスト、洗浄液、エッチング液、成膜ガスなどの供給を担当する企業であり、化学品およびガスインフラの確保という観点から、将来半導体メーカー向けに州内で製品供給を担う可能性がある。また、地場化学品メーカーGujarat Fluorochemicals (GFL)のように半導体素材分野に進出意欲を示している[134]。

設計領域では、eInfochips(インド)、MosChip（インド）、Infineon（ドイツ）、Cadence（米）、VVDN Technologies（インド）、Volansys（インド）、SLS(インド)などの企業が存在している。これらはVLSI、SoC、IC設計、EDAツール開発、設計サービス、IP開発などを専門としており、設計拠点としての機能が整いつつあることを示している。

全体として、グジャラート州では、半導体バリューチェーンの各段階に対応することができる潜在能力をもった地場企業が一定数存在する。特に後工程および材料分野においては複数の企業が進出しており、比較的バランスの取れた構造となっている。一方で、前工程の担い手としてタタが進出したことから、今後は前工程分野における参画企業の拡大が期待される。また、設計領域については国内企業と外資系 EDA ベンダーが共存する構造となっており、設計から製造後工程までを一体で支える体制の構築が進行中であることが確認される。

このように、国際企業とインド国内企業の両者によって構成されており、グジャラート州が今後インドにおける半導体産業拠点として機能していくための基盤を形成している。

3.1.7. 半導体製造装置メーカーの動向

半導体製造装置のメンテナンスを行うサポートセンターも迅速な保守対応を求められるため、半導体工場の近隣に設立されることが多い。今後はケミカル系メーカー同様に、半導体メーカーからの要請によりインド進出が加速する可能性が高い。既に以下のような動きが現れている。

1) アプライド・マテリアルズ（米）

アプライド・マテリアルズは、2023 年 6 月の米印首脳会談にあわせ、４年間で４億ドルを投じ、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「エンジニアリングセンター」を設立する計画を発表した[135]。設立後の５年間で20億ドルを超える投資計画を支援する方針である。

[134] https://www.indianchemicalnews.com/interviews/aiming-to-play-pivotal-role-in-industrys-evolving-materials-ecosystem-kapil-malhotra-global-business-unit-head-fluoropolymers-gujarat-fluorochemicals-508?utm_source=chatgpt.com
[135] https://www.reuters.com/technology/applied-materials-invest-400-million-india-new-engineering-center-2023-06-22/?utm_source=chatgpt.com

2) **ディスコ（日）**[136]

半導体製造装置（後工程）の大手メーカーであるディスコは、インド南部カルナタカ州ベンガルールに現地法人を設立し、半導体製造装置等の販売及び保守点検を行うことを 2024 年 9 月に発表している[137]。

3) **東京エレクトロン（日）**

半導体製造装置（前工程）の大手メーカーである東京エレクトロン社は、2024 年 9 月にタタ・エレクトロニクスと提携し、フィールドエンジニアによるサービスや研究開発の分野で協力することを発表した。

4) **ラムリサーチ（米）**

ラムリサーチは、2022 年 9 月に、インド市場での半導体人材育成を目的とした研究開発拠点の開設を発表した[138]。また、カルナタカ州に 1,000 億ルピーを投資し、半導体エコシステムを強化する計画で、同社はカルナタカ州産業地域開発委員会（KIADB）と覚書を締結している。工場で製造される製品等の詳細はまだ明らかになっていない[139]。

5) **野村マイクロ・サイエンス（日）**

超純水製造装置大手の野村マイクロ・サイエンスは、ドレラ SIR のタタ・エレクトロニクス/PSMC 半導体工場（前工程）に装置を納入することを発表[140]した。

3.1.8. 半導体材料メーカーの動向

半導体材料メーカーのインド進出に関しては、コヒレント（米）等の研究開発拠点の設置が発表[141]されている他、2025 年 5 月に、富士フイルムとタタがインドでの半導体材料エコシステム構築に向けた協力合意を発表[142]するなど、日本の半導体材料メーカーも徐々にインドへの進出が活発化している。また、水面下では、日本の某中堅半導体材料メーカーがインドのパートナーを探す活動を開始しているという情報もある。

半導体製造に必要な化学薬品やガス等の主要な材料の製造工場は、半導体工場の近隣に設立されることが多く、半導体製造のサプライチェーン構築に重要な役割を担っている。タタの前工程が建設されるドレラ SIR 地区、マイクロン社等が建設を進める後工程のサナンド地区はいずれもグジャラート州に位置しているが、グジャラート州はインド国内でケミカル産業が発展している地域であるため、徐々に現地化が進むことが予想される。

ただし、半導体製造工場立ち上げ当初はマザー工場の装置や材料をそのまま使用することが多いため、今後は半導体メーカーからの要請により、ケミカル系メーカーのインド市場への進出が加速することも考えられる。

---

136 https://www.disco.co.jp/jp/
137 https://www.disco.co.jp/jp/news/corp/20240903.html
138 https://global-net.co.jp/archives/5219
139 Reuters “US chip toolmaker Lam Research to invest over $1 billion in India”
140 https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000003.000152935.html
141 https://ja.mrj-laser.com/news/coherent-establishes-first-global-center-70849293.html
142https://www.fujifilm.com/jp/ja/news/list/12367

3.2. タタ・エレクトロニクス（印）半導体工場の建設計画詳細

タタ・エレクトロニクス（以下、タタ）は、インドで初めて前工程の工場の建設計画を発表したことで知られるインド国内でも先端を走る企業である。現在、インド政府の電子情報技術省（MeitY）、インド半導体ミッション（ISM）、および各州政府の支援を受けながら、半導体および電子機器製造の拡大を進めている。

また、セミコン・インディア（2024 年 9 月開催）やインドで開催された日本企業向けセミナーにおいて、タタは自社のインドにおける半導体製造戦略を発表した。

同社は、製造を開始するにあたり、半導体製品品質の向上と、半導体製造にとって必要な部材、装置の供給を日本企業に期待しているとのことである。そこでタタが発表したプレゼン資料等を基に情報を以下に整理する。

タタは、現在、インド国内に複数の製造拠点を建設中であり、それぞれの施設が特定の機能を担う形で展開されている。グジャラート、アッサム他、カルナタカ州やタミル・ナド州等、インド各地に多様な半導体および電子機器の製造拠点を設立することで全国的な供給網を強化し、半導体産業の成長を支える包括的な基盤を構築しようとしている。

表 3-3. タタの製造拠点一覧

拠点名	内容
Greenfield Foundry	- 所在地: Dholera, Gujarat
	- 新設のファンドリー（半導体製造施設）
Greenfield OSAT	- 所在地: Assam
	- 新設のOSAT（半導体組立・検査施設）
EMS System Facility	- 所在地: Narasapura, Karnataka
	- 電子機器製造・システム組立施設
EMS System Facility	- 所在地: Tirupati, Andhra Pradesh
	- 電子機器製造・システム組立施設
OSAT Facility	- 所在地: Vemagal, Karnataka
	- 半導体組立および検査施設
EMS Component Facility	- 所在地: Hosur, Tamil Nadu
	- 電子部品製造施設

出典：タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

現在最も注目されているプロジェクトは、ドレラ SIR・セミコン・シティ（グジャラート州）を中心に、グリーンフィールドファブと OSAT 施設を設立する投資計画である。ドレラ SIR 産業都市開発公社（DICDL）[143]訪問で得られた情報によれば、ドレラ SIR・セミコン・シティ

[143] https://www.rupindersinghkhurana.com/from-gujarat-to-the-globe-dholera-smart-citys-rise-as-indias-innovation-hub/

は台湾の新竹サイエンスパークをモデルにしていると、グジャラート州政府高官や担当者などから発言が得られ、また、インドのメディアでもその旨報道[144]されている。

ここに建設予定のタタ/PSMC 半導体工場（前工程）は P5 工場からの技術移転を予定している。P5 工場のクリーンルーム面積は 2 万 8,000 平方メートルで初期の生産能力は月産 9,000 枚、段階的に 5 万枚規模にまで引き上げる計画である。製造プロセスは、市場のニーズに対して幅広く対応するため、従来技術が活用できる成熟した半導体プロセスで量産する。

このグリーンフィールドファブは、インド初の 300mm 半導体ファブであり、台湾の PSMC の P5 ファブモデルを参考に設計されているとのことである。ここでは 12 インチ（300mm）ウエハを使用し、月間 50,000 枚のウエハ生産能力を持つことが計画されている。製造プロセスとしては、110nm、90nm、55nm、40nm、28nm の 5 種類のプロセスノードに対応し、グローバル市場およびインド国内市場の双方の需要に応じることを目的としている。

本プロジェクトは、総投資額 110 億ドルの規模で進められており、特に PMIC（パワーマネジメント IC)、ディスプレイドライバー、HPC ロジック、eNVM（埋め込み型不揮発性メモリー）等、多様な用途の半導体製品を製造することが想定されている。PMIC は携帯機器や自動車、消費者向けデバイスに使用されるほか、ディスプレイドライバーは PC、タブレット、テレビ向けに供給される予定である。また、HPC ロジックは消費者向けデバイス、通信機器、自動車、産業用途での活用が見込まれ、eNVM は主に自動車用途やマイクロコントローラーユニット（MCU）向けの製品として製造される。

タタはどのようなプロセスで半導体を製造しようとしているかを表 3-4 に示す。特に AI 技術を活用した製造方法により、300mm ウエハ月産 50,000 枚の製造を目指している。半導体用途としては、台湾の TSMC のような世界最先端ではないが、インドの既存市場需要にあった製品向け用途を計画している。

[144] https://swarajyamag.com/technology/fab-at-dholera-can-it-be-indias-own-hsinchu#:~:text=Taiwanese%20Tech%20City-,Dholera's%20ambitions%20to%20rise%20as%20India's%20chip%20city%20can%20draw,and%20infamous%20for%20its%20snakes.

表 3-4. インド初の 300mm 半導体ファブの概要

項目	詳細
施設名	インド初の300mm半導体ファブ
所在地	ドレラ半導体シティ, ジャラート州
パートナーシップ	PSMC(台湾)
主な特徴	- 12インチウェハ対応
	- グローバルおよびローカル市場需要に対応
	- AI対応型設計
生産能力	月50,000枚のウェハ
対応プロセス	110nm, 90nm, 55nm, 40nm, 28nm
投資額	110億ドル
対象製品カテゴリ	- PMIC（モバイル、車載、消費者向けデバイス）
	- ディスプレイドライバ（PC、タブレット、TV）
用途	- HPCロジック（通信機器、消費者向け）
	- eNVM（車載用）
	- MCU（車載、産業用）
施設モデル	台湾のPSMC P5ファブを基に設計

出典：タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

次に、タタがどのようなスケジュールでこのプロジェクトを推進しようとしているかを下表 3-5 に示す。ドレラ SIR 地域では、Plot1～4 まで段階的に拡張していく予定である。

表 3-5. タタのドレラ SIR プロジェクトの予定

項目	内容
プロジェクト名	Tata as an Anchor Investor for Dholera
プロット選定 (Plot Selection)	- Plot 1: 163エーカー (Initial Fab Site)
	- Plot 2: 151エーカー (Future Expandability)
	- Plot 4: 126エーカー (Future Expandability)
	- Plot 3: 332エーカー (Ecosystem Support)
総土地面積	772エーカー
タイムライン (Timeline)	- 2024年3月: 起工式 (Groundbreaking Ceremony)
	- 2024年4月～2025年12月: 設計・建設期間およびMESシステム移行
	- 2026年1月～2027年6月: ツール設置および技術移行
	- 2027年7月～9月: 商業生産開始（高生産性目標を達成）
	- 2027年中頃: 初収益 (First Revenue)
インフラの特長 (Plug and Play Infrastructure)	- 電力供給
	- 水供給
	- ガス供給
	- 廃水処理

出典：タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

1) Greenfield OSAT

アッサム州モリガオンにはOSAT工場を建設予定である。

投資金額は2億7,000万ルピー（3億2,599万米ドル）、敷地面積は50km²、うちクリーンルーム面積は25Km²である。生産能力は日産4,800万個で、自動車、電気自動車、家電、通信、携帯電話等の分野に対応する。フェーズ1では標準パッケージ（フリップチップ、ワイヤーボンディング）に対応し、フェーズ2ではアドバンストパッケージに対応し、2027年の稼働を目指している。

2) EMS System Facility

カルナタカ州ナラサプラではシステム組立・製造を主軸とする施設が設立され、同州ヴェマガルには半導体組立・検査および電子機器製造コンポーネントの生産拠点が設けられる予定である。タミル・ナド州のホスールには大規模なシステム製造を担当する施設が設立され、同じくホスールには電子部品製造専用の施設も整備される。

タタは、前工程はグジャラート州で生産するが、後工程と検査工程は下記の表3-6に示すようにカルナタカ州とアッサム州で実施する。

表3-6. タタの半導体アセンブリ・テスト施設構築拡張戦略

項目	内容
1st OSAT Facility	所在地: Vemagal, Karnataka
	特徴:
	- 最先端施設（State-of-the-art facilities）
	- 世界水準の設備（World-class Equipment）
	- 独自技術（Indigenous Technology）
	稼働開始: 2023年12月
Greenfield OSAT	所在地: Jagiroad, Assam
	特徴:
	- 投資額: 30億ドル
	- アッサム州で最大の民間投資
	- 100%再生可能エネルギー使用
	- 高量産体制: 2025年中頃までに準備完了
戦略の概要	世界クラスの半導体アセンブリおよびテスト施設の設立を目的に、インド国内における地域分散型施設を活用

出典：タタ発表資料からJICA調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

なお、タタが半導体工場を設立し生産するにあたり、タタは将来のインド市場を以下に推定している。

表 3-7. タタが予測するインド半導体市場の概要

項目	内容
市場規模の推移	- 2021年：270億ドル
	- 2026年：640億ドル
	- 2030年：1,100億ドル
	市場規模：2030年には2021年の約4倍に拡大
CAGR （年平均成長率）	2021年～2026年：22%
セグメント別シェア （2026年）	- モバイル & ウェアラブル：34%
	- ITハードウェア：19%
	- 通信：11%
	- 自動車、産業：20%
	- その他：22%
成長の要因 （Key Growth Drivers）	1. スマートフォン：国内生産増加に伴い、2021-2026年に10-15%のCAGR
	2. 自動車：EV普及率が5%から2030年には40%に成長予想。 ADASやリモートモニタリング等の次世代技術の需要増加
	3. 電子機器製造：政府のインセンティブとサプライチェーン強化要請により、製造基盤が拡大
	・特にEV、自動車技術、スマートフォンの国内需要増加
輸入依存度（課題）	現在、インドで消費される半導体の100%が輸入に依存
	100%輸入依存を解消するための国内生産能力の構築が課題。

出典： タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

このように、タタはインド国内の事業計画を戦略的に推進中であるが、単独ではこれらの事業を推進することができない。そのため同社は、インド国内市場と需要を内外にアピールすることで、海外メーカーに対してインド国内市場への参入・投資を促している。上記表 3-7 によれば、インドの半導体市場は 2021 年の 270 億ドルから、2030 年には 1,100 億ドルに拡大することを予測（CAGR 22%）している。

セグメントシェアを見てみると、2026 年予想で、モバイル・ウェアラブル（34%）、IT ハードウェア（19%）、自動車・産業（20%）が主要セグメントである。

タタが事業戦略を構築するための前提である成長要因としては、以下を挙げている。

- スマートフォン: 国内生産増加により、2021-2026 年で 10-15%の CAGR。
- 自動車: EV 普及率が 5%（2023 年）から 40%（2030 年）に成長。
- 電子機器製造: 政府のインセンティブとサプライチェーン強化施策が推進要因となる。

タタは、モバイル、ウエラブル、通信、自動車まで幅広い最終製品をターゲットとして半導体の製造を予定しているが、現在 100%を輸入に頼っている半導体市場を対象に、国内製造することができれば、巨大な国内市場を背景に大きな量産効果が見込まれると考えている。

タタはインド国内にサプライヤーエコシステムを構築することをアピールし、共同でサプライチェーンを構築するメリットを表 3-8 のように説明している。

表 3-8. サプライヤーエコシステムの共設による相互利益

対象	内容
ファンドリーの利益 (Benefits for Foundry)	- 迅速な対応時間：半導体ビジネスでは時間が重要であり、応答時間の短縮が可能
	- 物流コスト削減：輸入時の素材破損リスクを軽減し、コストを削減
	- 産業主導のR&D促進：サプライヤーとの緊密な協力を通じてR&Dを加速
	- 人材と共通インフラへのアクセス：ユーティリティプラントなどの共通インフラを活用できる
サプライヤーの利益 (Benefits for Suppliers)	- ファンドリー要件の明確化：技術開発ロードマップに沿った要件の明確化
	- プレゼンスの多様化：グローバルサプライヤーがプレゼンスを多様化し、サプライチェーンのレジリエンスを向上
	- 先行者利益：新興インド半導体エコシステムに対応し、顧客基盤を拡大する機会

出典：タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

具体的な各分野のサプライヤーとしては、以下の表 3-9 に示すように装置、直接原材料、半導体製造プロセス用のガスのような間接材料、フォトマスク等のサプライヤーに進出を望んでいるようである。この表は、半導体サプライチェーンにおける地元および日本企業などのグローバルプレイヤーに対してインドのビジネス機会を示し、特に、シリコンウエハ製造、化学薬品の地元生産、フォトマスク修理施設の設立を期待している。地元企業はこれらインド進出するグローバル企業と連携し、インド市場での競争力を強化することが期待している。

表 3-9.　半導体サプライヤーにおける機会

項目	内容
装置および直接原材料 (Equipment and Direct Raw Materials)	- シリコンウェハインゴット製造施設の設立機会
	製造機械用消耗品の製造機会：クォーツチューブ, クォーツリング等
間接原材料（Indirect Raw Materials）	- 化学薬品およびガス：
	- 地元の化学・ガス供給業者は設備をアップグレードし、半導体ファブのセキュリティ要件に対応可能
	- 対象例：硫酸（H_2SO_4）、硝酸
	- 輸入が難しい化学薬品：フッ化水素酸（HF）、アンモニア水（NH_4OH）
	- 特殊ガスの地元生産：笑気ガス（N_2O）、リン化水素（PH_3）（医療グレード基準）
	- EMS（高技術産業）の類似産業に転用可能
フォトマスク（Photomask）	- フォトマスクの地元修理・予防メンテナンス施設の設立
予備部品およびメンテナンス (Spare and Maintenance)	- 倉庫、サービスおよびメンテナンスセンター：ターンアラウンドタイムを短縮可能
	- 地元企業とグローバル企業の協業：インド国内での存在感を確立

出典：タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

特に日本に対しては、タタは具体的な日本の企業名をあげて、インドにおいて協力できる分野があることをアピールしている。表 3-10 は同社の日本に対する協力要請内容を整理したものである。ここで同社は、日本の技術力とインドのコスト優位性を活用し、製造、スキル開発、研究開発、サプライチェーンの改善が図られると主張している。

表 3-10. タタによる日印（Win-Win）半導体パートナーシップの提案

分野	内容
製造の卓越性 (Manufacturing Excellence)	- 技術的に先進的でコスト効率の高い製造体制の構築機会
	- 日本は高度な製造技術の豊かな経験を有し、インドは製造運営コストが低いという利点を持つ
スキル開発 (Skill Development)	- 日本との協力：インドのエンジニアリング人材を育成
	- 協力プログラム：知識交換と人材移動を通じたスキル開発の促進
研究開発 (Research and Development)	- 大学・研究機関間の協力：連携を強化
	- 共同R&D：新たな技術研究やパートナーシップの機会を創出
サプライチェーンの強靭性（Supply Chain Resilience)	- 強靭なサプライチェーンネットワーク構築：単一の国や地域への依存を削減
	- 安定した供給エコシステムの確保：顧客のための信頼性の高いサプライチェーンを確立

出典： タタ発表資料から JICA 調査団作成（デリー開催のセミナーにて）

3.3. インド半導体産業の特長と直面する課題

インド半導体産業の主な特徴としては、以下が挙げられる。

（1） 設計（ファブレス）主導型構造

インドの半導体産業は、製造（ファブ）を持たないファブレス型を中心に発展してきた。特に IC 設計や EDA（電子設計自動化）、ファームウェア開発等の分野で高い競争力を有し、以下のような特徴がある：

1) **多国籍企業の設計拠点が集中**：

Intel、Qualcomm、AMD、エヌビディア、Texas Instruments 等が、ベンガル―ル、ハイデラバード、ノイダ等に設計センターを設置している。

2) **豊富な IT・電子系人材**：

工科大学（IIT/NIT）から毎年多数の人材が輩出され、グローバル企業における設計業務を支える。

3) **デジタル分野との親和性**：

ソフトウェア開発力を背景に、SoC 設計やシステムレベルの統合に強みを持つ。

（2） OSAT・パッケージング分野の成長

インドはファウンドリーより先に、OSAT（後工程：パッケージングとテスト）分野への参入を加速している。タタが 2023 年に OSAT 事業に本格参入し、ASE や Amkor 等と提携交渉を進行中。地場中小企業も、基板実装、MEMS センサー、ディスクリート部品の製造等において成長の可能性が大きい。

（3） 製造基盤（電力、水インフラ）が整備途上

インドは長らく半導体製造工場（ファウンドリー）を持たず、製造工程を海外に完全依存してきたが、2021 年以降、国家主導で製造基盤の構築が始まっている。しかし、現地（ドレラ SIR、サナンド地区）を訪問し視察したところ、半導体産業の基盤構築は着々と進んでいるものの、日本の半導体産業地域と比べると同等のレベルには至らないため、電力の電圧低下や停電に関するインフラの品質としては改善の余地がある。

- 製造インフラの課題：電力供給、水資源、クリーンルーム管理、技術者育成等、ハード／ソフト両面で時間と投資を要する。
- 成熟ノードからの段階的展開：先端ノード（5nm 以下）ではなく、まずは 110nm,90nm,55nm,40nm,28nm 等の成熟プロセスで事業化が想定される。

3.4. 中央政府による半導体関連政策

3.4.1. インド中央政府の製造業振興

独立以降インドでは、主要な産業政策が 1948 年、1956 年、1991 年に決議され、特に 1991 年の経済改革（新経済政策）によって経済の構造転換が図られ、経済の自由化が進められた[145]。その後、インド経済は、IT ビジネスや金融等のサービス産業に牽引されて急成長するものの、製造業の伸びが弱く、人口増加や経済成長に伴う国内の需要拡大に対する供給不足や対内直接投資に伴う資本財の輸入増大によって輸入が急増した[146]。エネルギー需要の拡大による原油の輸入急増や世界的な金融市場の調整等によるルピーの下落[147]とあいまって、2000 年代の貿易赤字は急拡大した。このため、インド中央政府は、2011 年に国家製造業政策（National Manufacturing Policy：NMP）を発表し、GDP に占める製造業の比率の ASEAN 水準となる 25%への引き上げ、1 億人の新規雇用創出や製造業の国際競

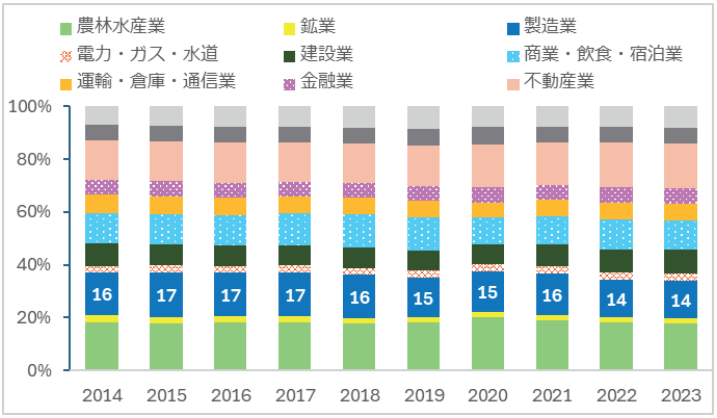


図 3-2. インドの GDP に占める製造業の比率の推移
出典：インド統計・事業実施省ウェブサイト
（https://www.mospi.gov.in/）を基に調査団作成

[145] インド商工省プレスリリース（2011 年 10 月 25 日付）
（https://www.pib.gov.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=76843）
[146] 同上
[147] 環太平洋ビジネス情報 RIM Vol.7 No.27（2007 年）「インドの為替・金融政策と資本取引の自由化」

争力の強化等を目標に掲げ、製造業振興を明確に打ち出した。また具体的な施策として、FDI・外国技術の誘致や事業規制の合理化等が挙げられた。

2014 年には、モディ政権（1 期）が「メイク・イン・インディア（Make in India）」イニシアチブを打ち出し、NMP から継続して製造業の対 GDP 比 25%への引き上げや 1 億人の新規雇用創出を目標に掲げ、投資促進、イノベーション推進、世界水準のインフラ開発を目的とし、インドを設計・製造のグローバル・ハブとすることを目指した [148]。その主な施策は、投資環境の整備であり、投資環境の改善により内外からの投資を促進し、製造業を振興するというものである。具体的には、投資の優遇税制 [149]、投資手続きの簡素化、外資の出資比率規制の緩和や特定産業の外資への開放、全国一律の物品・サービス税（Goods and Services Tax：GTS）の導入 [150]、法人税率の引き下げ（製造業への優遇税率等）、産業回廊等のインフラ整備等である。このイニシアチブの下、競争的連邦主義（Competitive Federalism）を採用し、各州に独自の投資インセンティブを提供させ、外資誘致を競わせている [151]。また段階的製造プログラム（Phased Manufacturing Program：PMP）を導入し、携帯電話に使用する部品の輸入関税率を段階的に引き上げ、部品生産の国産化を推進している [152]。

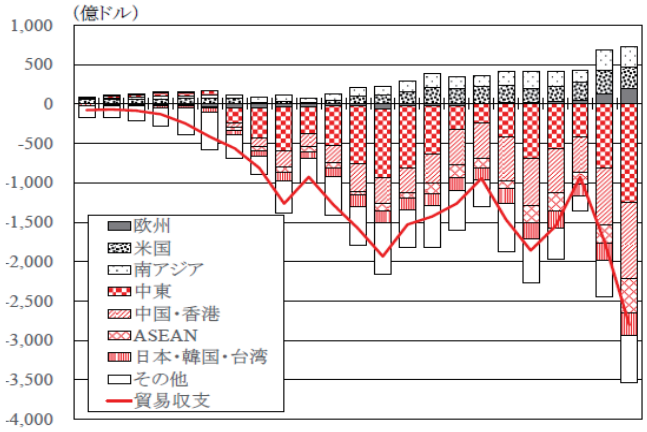


図 3-3. インドの地域別貿易収支の推移
出典：国際通貨研究所（2023 年）「インド貿易構造と輸出競争力の行方」より抜粋

モディ政権（2 期）は、コロナ禍の 2020 年に COVID19 対策として総額 20 兆ルピー（約 28 兆円）規模の景気対策パッケージを発表するとともに、「自立したインド（Atmanirbhar Bharat: Self Reliant India）」を打ち出した [153]。これは、コロナ禍でのサプライチェーンの寸断や中国等からの輸入依存の高まりに対応すべく、インドを経済面、技術面、インフラ面で自立させ、インドの潜在的な需要に国内供給で対応することを目指し、さらにインドを受動的な市場からグローバルバリューチェーンの中核となる能動的な製造拠点へと転換させることを目指すものである。「自立したインド」の下、「メイク・イン・インディア」の強化、サプ

[148] インド商工省（2024 年）“10 Years of Make in India”（https://static.pib.gov.in/WriteReadData/specificdocs/documents/2024/sep/doc2024925401801.pdf）
[149] 当初の対象は、サービス業を含む 25 分野。27 分野まで拡大中。
[150] インドの間接税は、中央政府と州政府とで税率、課税対象、課税時期が異なり、複雑な税務が投資障壁となっていたが、2017 年に全国一律の GST が導入された。（https://www.jetro.go.jp/ext_images/biz/special/2017/3287c1ea4020f0bf/08.pdf）
[151] インド行政委員会（NITI Aayog）ウェブサイト（https://www.niti.gov.in/competitive-federalism）、三井物産戦略研究所（2020 年）「インド製造業振興策『Make in India』の行方」
[152] 特に携帯電話産業において中国企業の投資誘致に成功し、国産化が進んでいる。三井物産戦略研究所（2020 年）「インド製造業振興策『Make in India』の行方」、国際通貨研究所（2023 年）「インド貿易構造と輸出競争力の行方」
[153] インド首相府プレスリリース（2020 年 5 月 12 日付）
https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1623391

ライチェーンの強靭化、輸入依存の低減、国産品の品質向上による輸出競争力の強化等を図ることを表明した。

2024 年 9 月に商工省は「メイク・イン・インディアの 10 年（10 Years of Make in India）」を公表し、メイク・イン・インディア実現に向け成長と自立を牽引する重要なイニシアチブとして 8 つの施策を挙げている（表 3-11 参照）。これらのイニシアチブから、インドの製造業振興において、国内製造の奨励およびサプライチェーンの強靭化の優先度が高いことが覗える。

表 3-11. 成長と自立を牽引する重要なイニシアチブ

イニシアチブ	開始年	概要（1 ルピー1. 68 円 2025 年 6 月）
生産連動型インセンティブ（Production-linked Incentive：PLI）スキーム（予算総額 1. 97 兆ルピー：3. 3 兆円）	2020 年	国内の生産能力の増強および輸出の拡大を目的とし、携帯電話・特定電子部品、原薬（API）および主要な出発物質・中間体、医療機器、自動車・部品等の重点分野を対象としたインセンティブスキーム（14 分野に拡大）。分野ごとの適格基準を満たし、新規投資を行った企業に対して売上高等に連動して補助金を支給する。
セミコン・インディア・プログラム（Semicon India Program）（現在の Modified Programme for Semiconductors and Display Fab Ecosystem）（予算総額 7, 600 億ルピー：1 兆 2, 768 億円）	2021 年	半導体およびディスプレイ製造のエコシステム開発を目的としたインド電子情報技術省（MeitY）によるインセンティブスキーム。インドに半導体関連製造工場やディスプレイ工場を設立する案件を対象にプロジェクト費用の最大 50%に相当する補助金を支給する。インド半導体ミッションを設立し、本プログラムを展開（次項参照）。2023 年以降、修正プログラムにおいて案件の対象範囲を拡大 [154]。
マルチモーダル接続のための国家基本計画（National Master Plan for Multi-Modal Connectivity：PM GatiShakti）	2021 年	鉄道、道路、港湾、空港等のマルチモーダルおよびラストマイルの接続性や物流効率の向上によるインフラ格差解消を目的としたマスタープラン。デジタルプラットフォームを通じて関係省庁の計画が統合されている。
国家物流政策（National Logistics Policy）	2022 年	物流コスト削減や世銀の物流パフォーマンス指標の改善を目標とし、PM GatiShakti を補完する形で、デジタル化等のインドの物流のソフト面を強化する政策。統合デジタル物流システムを含む包括的物流行動計画（Comprehensive Logistics Action Plan：CLAP）が実施されている。
国家産業回廊開発計画（National Industrial Corridor Development Programme）	2007 年	2007 年に最初のデリー・ムンバイ間産業回廊構想が発表され、近年ではマルチモーダルに接続され統合された産業回廊、スマートシティや先進的な産業ハブの構想がある。
スタートアップ・インディア（Startup India）	2016 年	イノベーションおよびスタートアップを促進するエコシステムの形成を目指すイニシアチブ。資金調達機会の拡充、税制上の優遇措置や会社設立手続きの改善、インキュベーション施設の提供を進めている [155]。約 15 万社を輩出。
税制改革（Tax Reforms）	2017 年	投資障壁となっていた複雑な税務を簡素化する改革。中央政府と各州とで異なっていた間接税を GST に統一。
統合決済インターフェース（Unified Payments Interface：UPI）	2016 年	即時送金システム「統合決済インターフェース（UPI）」に基づくデジタル決済システム。モバイル端末等で利用できる利便性の高い即時送金の提供によって電子決済を促進。

出典：インド商工省（2024 年）「10 Years of Make in India」を基に JICA 調査団作成

[154] https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1928479

[155] ジェトロ地域分析レポート「10 万社の SU が誕生したインド、テランガナ州の取り組みを追う」（2024 年 3 月 25 日）

製造業の振興の戦略に関しては、中央政府は、2020 年以降、前述の PLI スキームをはじめ、特に電子機器・半導体分野で、電子部品・半導体製造促進スキーム（Scheme for Production of manufacturing of Electronic components and Semiconductors：SPECS）や、修正電子機器製造クラスター計画（EMC2.0）等のインセンティブスキームを多数導入している。これまでは、投資環境の改善によって内外からの投資を製造業振興に活用するという戦略を採ってきたが、2020 年以降は投資環境整備に加えて、国内生産に対するインセンティブスキームを導入し、製造業振興・国産化の加速化を図っている。これらのスキームについては次項に示す。

3.4.2. 半導体産業にかかる主要政策

（1） 概観

これまでのインドは、豊富な設計人材と、米国シリコンバレーと 13.5 時間の時差があることで米国企業がインドにも半導体設計・開発拠点を置くと 24 時間半導体開発体制を構築できるメリットをアピールし、米インテル、米 AMD（アドバンスト・マイクロ・デバイセズ）、米エヌビディア等、米国の半導体メーカーの製品開発拠点を誘致することで競争力を高めてきた。この結果、ルネサスを含む多くの多国籍半導体企業がインドに開発拠点を有している。「セミコン・インディア 2024」において、モディ首相は、「インドは世界の半導体設計能力全体の 20%を占め、拡大を続けている。さらにインドは 8 万 5,000 人の技術者、エンジニア、研究開発の専門家からなる半導体人材を即戦力として育成している」と発言しており、世界の半導体デザインエンジニアに占めるインド人の割合の大きさが認知されている。

半導体に関してはこれまでは本格的な国内生産は行われていなかったが、インド中央政府は資本集約的でより難易度の高い前工程（回路形成等）から、ASEAN 等でも実施されているより労働集約的な後工程（組立・検査）まで全工程の国産化を目指している。

インド中央政府による半導体の国産化推進は、2007 年に発表されたインド半導体政策（India Semiconductor Policy）において明確に打ち出された。輸入依存の低減を目指し、半導体工場設立への補助金供与や半導体産業向けの経済特区の整備等の施策が掲げられたが、予算制約や製造施設整備への反発等により工場設立に至らなかった [156]。その後、2012 年には「国家エレクトロニクス政策」が発表され、モディ政権発足後は、半導体ウエハ製造施設設立に関する権限委譲委員会の再編や、MeitY の半導体専門委員会の権限の強化等が進められた [157]。2019 年に、インドを電子システムの設計・製造（Electronics System Design and Manufacturing：ESDM）のグローバル・ハブとすることを目指す国家電子産業政策（National Policy on Electronics 2019：NPE2019）[158]が発表された。その施策としてインセンティブ・メカニズムの活用が明記された。これにより、同政策以降、前述した 2020 年発表の PLI、SPECS や EMC2.0 を皮切りに、電子機器・半導体関連分野において MeitY が提供するインセンティブスキームが相次いで打ち出されている。2021 年には、前述のとおり、予算総額 7,600 億ルピーという大規模なセミコン・インディア・プログラムが発表され、同プログラムの各スキームの実施を担うインド半導体ミッション（India Semiconductor Mission：ISM）が立ち

[156] ジェトロ（2025 年）「南西アジアグローバル展開可能性調査－インド半導体市場の可能性」
[157] 同上
[158] インド中央政府内閣プレスリリース（https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1565285）

上げられた[159]。2025 年には、電子部品製造スキーム（Electronics Component Manufacturing Scheme：ECMS）が発表され、受動部品の国産化強化にも着手している。NPE2019 および各施策（インセンティブスキーム）は表 3-12 のとおりである。

表 3-12. NPE2019 および各インセンティブスキーム

政策	概要（1 ルピー1. 68 円 2025 年 6 月）
国家電子産業政策（NPE2019）	インドを電子システムの設計・製造（ESDM）のグローバル・ハブとし、2025 年までに ESDM バリューチェーン全体で 4, 000 億ドルの売上高達成することを目的とし、ESDM セクターに対するインセンティブスキームや各種支援を提供する。
PLI スキーム（大規模電子機器製造：Large Scale Electronics Manufacturing）（予算総額 4, 100 億ルピー：6, 888 億円）（2020 年）	携帯電話製造（外資は価格 1. 5 万ルピー以上の携帯電話製造）および特定部品製造に対するインセンティブスキーム。国内製造対象製品の売上高の増分の 4～6%を 5 年間支給（第 2 回募集では 3～5%）投資要件は、携帯電話製造が 20 億ルピー以上（外資は 100 億ルピー以上）、特定電子部品製造は内外問わず 10 億ルピー以上で、いずれも 4 年以内の投資完了。 第 1 回募集では、16 社が採択。特定部品は 6 社[160]。
電子部品・半導体製造促進スキーム（SPECS）（予算総額 330 億ルピー：554 億円）（2020 年）	電子部品や半導体に関する工場や機械装置等への設備投資の 25%を補助するインセンティブスキーム。
修正電子機器製造クラスター計画（EMC2. 0）（予算総額 376 億 2, 250 万ルピー：632 億 580 万円）（2020 年）	電子システムの設計・製造の基本インフラの開発を行う電子機器製造クラスター（EMC）事業および既存の EMC への共通施設の提供を行う共用施設センター事業を対象としたインセンティブスキーム。EMC 事業は、土地 100 エーカー（約 40 万 4, 700 平方メートル）ごとに 7 億ルピーを上限とし、プロジェクト費用の 50%までを補助。共用施設センター事業は、7 億 5, 000 万ルピーを上限とし、プロジェクト費用の 75%までとなる。
PLI スキーム（IT ハードウェア：PLI 2. 0 for IT Hardware）（予算総額 2, 433 億ルピー：4, 087 億円）（2021 年）	ノート PC（外資は価格 3 万ルピー以上）、タブレット（同 1. 5 万ルピー以上）、一体型（オールインワン）PC、サーバー、ウルトラスモールフォームファクタ（USFF）の製造に対するインセンティブスキーム。 第 1 回募集では 14 社、第 2 回では 27 社が認定。
セミコン・インディア・プログラム	次項参照
電子部品製造スキーム（ECMS）（予算総額：（2025 年）（予算総額 2, 291 億 9, 000 万ルピー：3, 850 億 3, 920 万円）（2025 年）	電子部品製造に対する 6 年間のインセンティブスキーム。ディスプレイモジュールのサブアセンブリやプリント基板、SMD や非 SMD 等の受動部品等の電子部品を 4 つのセグメント[161]に分け、セグメントごとに売上連動型補助金、設備投資補助金、両者のハイブリッドのいずれかが適用される。適用要件は、売上高の増分、累積投資額の増分、累積雇用の増分について、カテゴリー別に設定された基準値を達成すること。

出典：MeitY ウェブサイト（https://www.meity.gov.in/offerings?page=1）、ジェトロ（2025 年）「南西アジアグローバル展開可能性調査－インド半導体市場の可能性」を基に JICA 調査団作成

[159] https://www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1896018

[160] 豪 AT&S、台湾 Visicon、Walsin、イスラエル Neolync、印 Ascent Circuits、 印サハスラ Sahasra

[161] (A)Sub-assemblies：Display module sub-assembly, Camera module sub-assembly, (B) Bare components：Non-SMD passive components, Electro-mechanicals, Multi-layer PCB, Li-ion Cells for digital application (excluding storage and mobility), Enclosures for Mobile, IT Hardware products and related devices, (C) Selected bare components: HDI / MSAP / Flexible PCB, SMD passive components, (D) Supply chain ecosystem and Capital equipment

中央政府は、これらの施策を推進すべく、外資誘致・生産拠点設置を通じた半導体及び電子部品の国内生産強化を目的に、2025 年度は 2.3 兆ルピー（約 3.7 兆円）程度の予算措置を講じている [162]。また生産の基盤となる人材育成の強化も政策的に進められている。半導体振興を担う India Semiconductor Mission の設立や、半導体分野の研究・開発を担う India Semiconductor Research Centre の設置等も進めている。さらに半導体サプライチェーン強化に必要な特許・技術・人材・部素材等を得るべく、有志国と半導体パートナーシップを閣僚級で立ち上げ、外資半導体関連企業の誘致を進めている。なお、インドにおける半導体スタンダードは、JEDEC [163]をはじめ国際標準に準じている。

（2） 主要施策

1) セミコン・インディア・プログラム/インド半導体ミッション（ISM）

インド半導体ミッションは MeitY の下で 2021 年 12 月 15 日に発表された。ISM のホームページ [164]によると半導体とディスプレイのエコシステムの世界的な専門家が率いるこのミッションは、政府の省庁や機関、産業界、学界と協議しながら、セミコン・インディア・プログラムを展開するための中心的な役割を果たすことを目指す、としている。

セミコン・インディア・プログラムの予算規模は 7,600 億ルピー（約 1 兆 3,000 億円）[165]であり、支援スキームが複数打ち出されている。半導体の設計、製造、パッケージング、テストを国内で一貫して行うことができる体制を整備することを狙ったもので、工場設置に伴う設備投資の 50%を補助金として供与する。

対象別の各種スキームの概要は以下のとおりである。

- 半導体工場（Semiconductor Fabs）スキーム：「インドにおける半導体工場設立スキーム」の下、プロジェクト費用の 50%を支援する。本スキームは 2021 年 12 月に発表され、現在も申請受付中である。申請者は、民間企業または企業コンソーシアムが対象となる。
- ディスプレイ工場（Display Fabs）スキーム：「ディスプレイ工場設立スキーム」の下、プロジェクト費用の 50%を支援する。本スキームも半導体工場設立スキームと同様に、2021 年 12 月に発表され、対象となるのは民間企業や企業コンソーシアムである。
- 化合物半導体／シリコンフォトニクス／センサー（MEMS を含む）ファブ／ディスクリート半導体ファブおよび半導体 ATMP／OSAT 施設：「化合物半導体/シリコンフォトニクス/センサーファブおよび半導体 ATMP/OSAT 施設の設立スキーム」の下、プロジェクト費用の 50%を支援する。2022 年 1 月から適用されており、今後も継続予定とされている。申請対象は民間企業および企業コンソーシアムである。
- デザイン関連：「Design Linked Incentive (DLI) スキーム」は、集積回路、チップセット、システム・オン・チップ（SoC）、システム&IP コア、および半導体関連の設計の開発・デプロイにおいて、金銭的インセンティブと設計インフラ支援を 5 年間にわた

[162] https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1781723
[163] https://www.jedec.org/
[164] India Semiconductor Mission (https://www.ism.gov.in/)
[165] https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2039638

って提供する。本スキームの対象期間は 2022 年 1 月から 2027 年 12 月までの 5 年間とされている。申請対象は、半導体設計を行う国内企業、スタートアップ、中小企業（MSME）である。

2) **チップス・トゥ・スタートアップ**（Chips to Startup：C2S）[166]

チップス・トゥ・スタートアップは、2022 年に MeitY によって立ち上げられた VLSI（超大規模集積回路）/組込みシステム設計分野の専門人材の育成プログラムである。2022 年 1 月に開始され、5 年間で 850 億ルピーの予算を投じ、85,000 人の VLSI および組込みシステム設計分野の専門人材を学士、修士、研究レベルで育成し、システム・オン・チップ (SoC)/システムレベル設計のスキルをもつ人材を育て、ファブレス設計に携わる企業の成長の触媒として機能することを目的とする [167]。このプログラムは全国の約 100 の学術機関／研究開発機関で実施されるだけでなく、スタートアップ企業や中小企業も、システム/SoC/IP コア開発のための産学共同プロジェクト、グランドチャレンジ/ハッカソン/RFP の提案を提出することでプログラムに参加することができる。

このプログラムに関連して MeitY は、C-DAC ベンガルールに ChipIN センターを設立している。この施設は半導体設計ツール、ファブへのアクセス、仮想プロトタイピングハードウェアラボへのアクセスをスタートアップ企業や中小企業、または学術機関のファブレスチップ設計者に提供するワンストップセンターと位置付けられている。当施設はチップ設計サイクル全体のための最先端の EDA ツールを有するだけでなく、SCL ファウンドリーやパッケージング等、インドのファウンドリーでの設計製作のためのサービスも提供している。

3) **産学共同開発センター**（Industry Co-Development Centres: ICC）[168]

ICC は、MeitY アドバイザーである Rao Tummala 氏（米国ジョージア工科大学名誉教授、元 IBM 先端パッケージングディレクター・フェロー）がリードするインドにおける産官学半導体技術開発体制である。2024 年 9 月に MeitY およびインド半導体ミッション（ISM）が主催した「MeitY-Industry-Academia (MIA) Workshop」の成果の一つとして、12 の ICC 設立案が MeitY に提出されることとなった [169]。

IIT の分野ごとの専門家がハブ・スポークモデルによって研究開発を産業界と協力しながら推進する。IIT ガンディナガール校も新規クリーンルームおよび産業人材育成計画においてハブ・スポークモデルを提唱しているが、先端研究開発と製造は ICC によって推進し、IIT ガンディナガール校は装置オペレーションの教育に焦点を当てている模様である。従来のセンター・オブ・エクセレンスとは違い、ICC は先端の研究結果を製品・製造にまでつなげていくことを目的にしている。産業界と協力・協業しながら、適用分野（AI、パワー半導体、6G、IoT）を意識しながら半導体の研究開発を推進する。全インド国内の産学研究機関を階層化し、トップの IIT をハブとし、他の IIT がスポークの役割を担い、民間とも連携しながら製造方法に

[166] MeitY Chips to Startup (C2S)（https://c2s.gov.in/）
[167] The Economic Times “Chips to Startup programme underway”
[168] Linkedin “Rao Tummala’s post” https://www.linkedin.com/posts/rao-tummala-9b8426152_ispec-2025-activity-7283902200884797441-HWCX/
[169] https://www.semiconindia.org/meity-workshop

関する研究開発も実施する仕組みとなっている。特に IIT マドラス校はマイクロエレクトロニクスの設計とパッケージング研究に、IISc ベンガル―ル校は マイクロエレクトロニクスとナノファブリケーションに貢献している。

3.5. 半導体産業に係る主要機関とその概要：政府、研究機関、業界団体

インド半導体アクター概要

半導体関連産業の振興を図る政策に伴い、India Semiconductor Mission（ISM）や、半導体分野の研究・開発を担う India Semiconductor Research Centre 等、様々な機能を担う政府（及び民間）組織が設立されている。以下に、主要な機関の概要を示す。

（1） インド政府省庁・関係機関

インド政府で半導体産業に関連する組織とその機能は以下の通りである。

1) Ministry of Electronics and Information Technology（MeitY）：**電子情報技術省**

電子産業および情報技術の政策を策定し実施する政府機関。半導体に関しても政策、各種プログラムにより投資促進、研究開発支援、人材育成、国際協力等を所管している。

2) India Semiconductor Mission (ISM)：**インド半導体ミッション**

インド半導体ミッションは、MeitY の下で 2021 年 12 月 15 日に設立が発表された。半導体とディスプレイのエコシステムの世界的な専門家が率いるミッションであり、政府の省庁や機関、産業界、学界と協議しながら、セミコン・インディア・プログラムを展開するための中心的な役割を果たすことを目指している（前項（4）主要施策 1）セミコン・インディア・プログラム／インド半導体ミッション（ISM）参照）。

3) Digital India Corporation（DIC）：**デジタル・インディア・コーポレーション**

MeitY によって設立された非営利企業である。以前は「メディア・ラボ・アジア」として知られていたが、2017 年 9 月 8 日より「デジタル・インディア・コーポレーション」に名称を変更した。

政府が立ち上げたフラッグシッププログラムであるデジタル・インディア・プログラム推進することを目的としている。MeitY とともに「インド半導体ミッション」の委員を務めている。

4) Centre for Development of Advanced Computing（C-DAC）

MeitY の下で各州に設置され、半導体企業の技術支援を実施している実施機関である。

当初は 1987 年 11 月に先進コンピューティング技術開発センター（Centre for Development of Advanced Computing Technology：C-DACT）として設立され、高性能コンピューターの研究と組み立てを目的としていたが、現在では VLSI とプロセッサーの設計を含む研究、トレーニングプログラム提供も行っている。

C2S プログラムにおいては半導体設計コミュニティのためのワンストップセンターとして機能するための ChipIN センターが C-DAC ベンガル―ルに設立されており、ファウンドリーへのアクセス、テスト、パッケージング、設計検証のサポートを提供している。

5) Semiconductor Laboratory (SCL) : **半導体研究所**

SCL は、MeitY 傘下の独立行政機関であり、国内で唯一、ASIC、オプトエレクトロニクスデバイス、MEMS デバイスの開発から製造、組み立て、パッケージング、テスト、信頼保証までを網羅するエンドツーエンドソリューションを提供する統合デバイス製造施設である。以前は宇宙庁（Department of Space）の管轄であったが、2022 年に MeitY に移管された。

SCL の目的は半導体技術分野の研究開発・製造であり、集積回路設計、製造技術、デバイス評価等を行っている。インドの半導体製造の元祖であり、SCL が製造した半導体は火星探査機ミッションでも使用された。2024 年には MeitY の支援を受け 1,000 億ルピーを投じて大規模な近代化に着手している。

SCL は現在の 180nm 技術からより先進的な 28nm ノードへの移行を目指し、生産能力を現在の月産 700 枚から月産 24,000 枚に引き上げようとしており、これにより現在宇宙、防衛、鉄道、電気通信等の分野に提供している 180nm チップ以外の分野においても、SCL の製品を提供できるようにすることを目指している 。

6) Fabless Chip Design Incubator（FabCI）

2018 年に電子情報技術省の支援を受けてインド工科大学ハイデラバード校（IIT Hyderabad）内に設立されたインキュベーション施設で、米ケイデンス・デザイン・システム等の技術パートナーと協力している。

FabCI の主な目的は、半導体設計分野のスタートアップ企業を育成し、少なくとも 50 社の「Make-in-India」チップ設計企業の世界における競争力を高め、知的財産権（IPR）を創出することである。具体的には、・EDA ツールの無償利用、チップの特性評価施設で DC および RF 特性評価を行うための設備の提供、リモートで FabCI のリソースやサービスを活用できる環境を提供している。

さらに、NXP や MeitY と共同で、半導体スタートアップの育成と加速を目的としたプログラムを実施している。

（2） 大学・研究機関（含む人材育成機関）

半導体産業に係る教育（人材育成）・研究を行っている機関は以下の通りである。なかでもインド工科大学（IIT）はインド各地に 23 校あり、特に半導体研究に積極的な IIT 他学術機関を以下に列挙するが,実際に訪問し調査した大学に関して詳細は 3.7.2 にて報告する。

1) Indian Institute of Technology Delhi (IIT デリー校）

半導体デバイス、材料、設計、製造施設等

2) Indian Institute of Technology Gandhinagar (IIT ガンディナガール校)

デバイス設計、ナノエレクトロニクス、集積回路、MEMS 等

3) Indian Institute of Technology Guwahati (IIT グワハティ校）

半導体デバイス、材料、設計、製造施設等

4) Indian Institute of Technology Madras (IIT マドラス校）

デバイス設計、ナノエレクトロニクス、集積回路、MEMS 等

5) Indian Institute of Science (IISc)

半導体材料、デバイス、集積回路、信号処理等

6) Centre for Nano Science and Engineering (CeNSE) [170]

CeNSE は、IISc の一部門であり、ナノスケールシステムに焦点を当てた複数の分野にわたる学際的研究を推進することを目的として 2010 年に設立された。主な研究テーマは、ナノエレクトロニクス、MEMS/NEMS、マイクロ流体工学、ナノ材料とデバイス、フォトニクス、ナノバイオテクノロジー、太陽電池、神経生物学、量子計算とニューロモルフィック計算、センサー、デバイス、薄膜、オプトエレクトロニクスなどである。CeNSE は、これらの分野で工学修士号および PhD プログラムを提供している。主な施設は、14,000 平方フィートの最先端ナノファブリケーションとクリーンルーム施設、包括的なマイクロナノ特性評価施設、システムとパッケージング施設である。内部の技術ビジネスインキュベーターである INCeNSE はスタートアップも育成している。

7) New Age Makers Institute of Technology (NAMTECH) [171]

NAMTECH は、アルセロールミタル・ニッポン・スチール・インディアが推進する教育イニシアチブであり、「インダストリー4.0」に対応する高度かつ専門的な技術者育成を目的とした総合工科学校である。ミュンヘン工科大学シンガポールキャンパスと提携した半導体製造の 1 年の修士コースを開設している。また若い技術者の起業家精神を支援するため、『イノベーション・スクール』を運営している。産業ニーズに応じた体験型学習プログラムの提供や、『技術共有』のプラットフォームの構築も行っている。

3.6. インド政府による国際連携枠組

3.6.1. 各国との連携

インドの半導体産業振興に海外との連携は欠かせない。各国・地域との協力状況を整理すれば以下のようになる。

なお、中国半導体産業については、インド半導体産業と競争的な側面が強く、両国間で特定の連携プログラムは確認されていない。むしろインドは世界的な半導体供給網において特にチップの分野で中国の優位性に挑戦する動きを見せている [172]（台湾については、6 章参照）。

[170] CeNSE ウェブサイト（https://www.cense.iisc.ac.in/）
[171] NAMTECH ウェブサイト（https://www.namtech.ac/）
[172] Raisina House“India’s Semiconductor Boom: Challenging China’s CHIP Dominance”

表 3-13. インドと他国・他地域の連携状況

国・地域	概要
日本 	・ 2023 年 7 月、経済産業省と印電子情報技術省の閣僚級で、「**日印半導体サプライチェーンパートナーシップ**」に係る覚書を署名。 ・ 2023 年 9 月対インド ODA の中期的実施指針となる、対インド国別開発協力方針（外務省）において、日印双方の利益に資する開発協力を推進すべく「共創による産業の発展強化」が重点目標に掲げられ、半導体分野での産業育成支援に言及される。
アメリカ 	・ 2023 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（MOU）を署名。 ・ 2024 年 9 月には米国国務省が「インド半導体ミッション（ISM）」と新たに連携すると発表。グローバル半導体エコシステムの成長・多様化を目指す、とした [173]。 ・ 一方 2025 年に発足したトランプ政権は米国内で生産しない半導体に最大 100%の関税を科す方針 [174]を打ち出しており、上記パートナーシップの枠組み自体は維持しつつも保護主義色が強まっている。
欧州委員会（EU） 	・ 2023 年 11 月に「半導体のエコシステム、サプライチェーン構築、イノベーション促進のための取り決め」に係る覚書（MOU）を EU インド貿易技術評議会（TTC）」の枠組みのもとで署名。
シンガポール 	・ 2023 年 9 月に「インド・シンガポール半導体エコシステム・パートナーシップ」と題する覚書（MOU）を署名。 ・ インドのナレンドラ・モディ首相とシンガポールのローレンス・ウォン首相は 2024 年 9 月シンガポールとインドの関係を「戦略的パートナーシップ」から「包括的戦略的パートナーシップ」に格上げすることに合意。MeitY とシンガポール貿易産業省（MTI）は、両国間の議論を促進し、協力実施を監督し、ベストプラクティスを交換するための政策対話を設置する。また企業間協力フォーラムを設立し、ISM とシンガポール企業庁（Enterprise Singapore）の主導の下、両国間の民間部門パートナーシップの促進を図る。
台湾 	・ 2024 年 2 月、インドの労働者が台湾の半導体工場で働けるようにするための覚書（MOU）を署名。 ・ 2024 年 5 月インドの全インド技術教育評議会（AICTE）と台湾の複数の学術機関との間で、スキル開発、学生交換プログラム、研究開発の協力を目的とした覚書（MOU）が締結された。これによりインドの 128 以上の大学が新しいカリキュラムを採用し、今後数年間で約 8,000 人の高度なスキルを持つ人材が半導体業界に参入する予定である。

出典：プレスリリース等を元に JICA 調査団作成

3.6.2. 半導体産業に関係する法令、条例等

（1） インドにおける半導体産業関連の法制度および政策的枠組み

インドにおいては、半導体に特化した単一の法律は現時点で存在しないものの、複数の法令、国家政策、及び州政府の条例・誘致スキームによって、半導体産業の法的・制度的基盤

[173] https://www.executivegov.com/articles/state-dpt-semiconductor-india-partnership
[174] https://economictimes.indiatimes.com/news/international/global-trends/trump-says-us-will-levy-100-tariff-on-some-chip-imports/articleshow/123153029.cms

が形成されている。これらは、インド憲法の下で定められた連邦制度に基づき、中央政府および州政府の権限が分担される形で実施されており、産業育成の観点から法制度の多層的構造を特徴としている。

まず、中央政府レベルでは、2021 年に発表された「Semicon India Programme」[175]が代表的であり、製造（Fabrication）、設計（Design）、パッケージング（ATMP/OSAT）に関する包括的支援スキームを制度化している。本プログラムは、法令というよりは閣議決定を経たスキームとして運用され、予算措置とともに法的拘束力を有する。これに加え、国家エレクトロニクス政策（National Policy on Electronics 2019）や、Electronics Manufacturing Cluster（EMC）スキームなどが、補完的な支援枠組みとして機能している。これらは、企業設立に関わる「Companies Act 2013」[176]や外資導入を規律する「FEMA（1999）」[177]、知的財産に関する「Patents Act（1970）」[178]等の既存法体系と相互に連携しながら運用されている。

次に、州政府の法制度・条例においても、半導体産業を重点分野と位置付ける動きが進んでいる。グジャラート州においては、「Gujarat Semiconductor Policy」が制定され、最大 40%の資本補助（中央政府の CapEx 補助（最大 50%）に加えて、州がインド中央政府支援額の 40%を追加するという形で、合計で最大 70%に相当する場合あり）、電力料金の補助、土地取得支援等のインセンティブが明示されている。同政策は、同州のドレラ SIR 特別投資地域（SIR）法に基づく区域開発条例と連動しており、区域計画、土地用途、インフラ整備を法的に支える枠組みが整備されている。詳細は４章に記載する。

一方、カルナタカ州では「Electronics System Design & Manufacturing (ESDM) Policy」[179] を通じて、EDA・ファブレス企業の集積を目指す州独自のインセンティブ制度が施行されており、特にベンガルールを中核とした設計人材の集積地としての強化が図られている。

これら中央・州の施策に加えて、土地利用規制（Town Planning Acts）、電力供給契約（Electricity Act, 2003 に基づく PPA）、環境影響評価制度（EIA、環境保護法 1986 年）などが、製造拠点設置の際の実務的な法令遵守事項として重要な位置を占めている。また、外資導入にあたっては、FEMA および FDI ポリシー（100%外資可能）のもとで、所管省庁による事前承認の要否が規定されている。

総じて、インドにおける半導体関連の法制度は、中央の支援政策を中核としつつ、州政府の地域戦略および法令運用によって補完される多層的かつ柔軟な制度設計を特徴とする。そのため、実務上は、政策文書およびスキームの詳細な読解と、対象州の条例・許認可制度の把握が極めて重要である。特に日印協力や海外投資の文脈においては、これらの制度的構造を的確に理解した上で、事業計画を策定する必要がある。

[175] https://ism.gov.in/about-semiconindia
[176] https://www.mca.gov.in/content/mca/global/en/acts-rules/companies-act/companies-act-2013.html
[177] https://www.rbi.org.in/scripts/Fema.aspx
[178] https://ipindia.gov.in/writereaddata/portal/ipoact/1_31_1_patent-act-1970-11march2015.pdf
[179] https://karnatakadigital.in/electronics-system-design-and-manufacturing/

3.7. インドにおける半導体人材育成の現状と課題

まず、インド政府とのヒアリングによれば、人材育成に関して、以下の表に示すような課題意識をもっている。

表 3-14. インドにおける人材育成に対する課題

課題	内容
① 設計と製造の人材バランスの不均衡	設計側に偏重、製造現場でのスキル不足
② 実践訓練（OJT）の欠如	実地・現場ベースの教育が不足
③ 学術成果と産業ニーズの不整合	教育内容が産業の即戦力になっていない
④ 継続的学習機会の欠如	スキル向上・再教育（reskilling/upskilling）が不足
⑤ 高度な研究開発（R&D）インフラの欠如	先端技術開発を支える施設が不十分

出典：インド政府に対するヒアリングから JICA 調査団作成

以下に述べるように、半導体人材の需要・供給のミスマッチ、また企業が期待するスキルや能力のミスマッチについて、政府内で議論されており、人材育成には上記に示すように 5 つの主要な課題が存在するとのことである。

第一に、設計分野と製造分野の間で人材のバランスが取れていないこと。第二に、OJT（On-the-Job Training）など実地訓練機会が欠如している。第三に、大学など教育機関での学術的成果と産業界のニーズが乖離している。第四に、スキルの継続的な習得・再教育・高度化が不十分であること。第五に、先端的な研究開発インフラが不足している点である。

これらの課題に対応するため、3 つの分野において人材育成の機会が提示されている。まず、半導体カリキュラムにおいては、産業ニーズに即した訓練内容の導入、専門的な指導者（トレーナー）を育成・配置する「Train-the-Trainer」制度 [180]の活用、さらには異分野から半導体業界への転職者向けのブリッジコース整備が求められている。

次に、実践的訓練の提供としては、技術系高等教育機関における先端的な研究施設や卓越センター（CoE）、半導体研究センターの設置が挙げられている。加えて、企業との連携によるインターンシップの交換プログラムや、双方向の人材交流制度の構築が必要とされている。さらに、高ボリューム製造に対応した実地訓練の導入も含まれる。

加えて、研究開発体制の強化として、次世代半導体技術に対応する共同研究センターや卓越センター（CoE）の設置が提案されている。これにより、インド市場向け製品の開発を推進するための研究開発基盤が整備されることが期待されている。

さらに、インド政府へのヒアリングによれば、「現在、インドは世界の半導体設計人材の約 20～25%を供給しており、英語能力を備えた高度技術人材が多く存在している。これはグローバル市場における設計分野での競争力を示すものである。一方で、多くのインド人技術者

[180] https://negd.gov.in/train-the-trainers-programme-ttt/

は設計やソフトウェア分野に集中しており、プロセス技術や高ボリューム製造に関する人材が不足していることが課題」とのことであった。

その中でもどのような人材が不足しているかを具体的に示したものが表 3-15 である。分野を次のそれぞれ５つに区分し、Fabrication & Packaging Process（製造・パッケージング工程）、Facilities & Construction（設備・建設）、Design Enablement（設計支援）、Smart Manufacturing（スマート製造）、Business Development（事業開発）、その分野の中でも細かく職種とスキルを定義している。すなわち、インド政府はこのような人材が必要であると認識しており、この職種の定義に基づき教育訓練を実施しようとしているとみられる。

表 3-15. 半導体製造に必要なスキルセット一覧

分野	職種・スキル項目
Fabrication & Packaging Process （製造・パッケージング工程）	・Process Engineer（プロセスエンジニア）
	・Yield Engineer（歩留まりエンジニア）
	・Mask Engineer（マスクエンジニア）
	・Technology Transfer Engineer（技術移転エンジニア）
	・Equipment Engineer（装置エンジニア）
	・Process Integration Engineer（統合プロセスエンジニア） ・Quality Control Engineer（品質管理）
	・IC Packaging Engineer（ICパッケージ設計）
	・IC Test Engineer（ICテスト技術者）
	・Metrology & Inspection Engineer（計測・検査）
Facilities & Construction （設備・建設）	・Facilities Engineer（電力・水・ガス・排水・空調など）
	・Construction Supply Chain（建設サプライチェーン）
Design Enablement （設計支援）	・TCAD Engineer（デバイスシミュレーション）
	・PDK Engineer（プロセス設計キット）
	・Design Enablement Engineer（設計支援）
	・Physical Design Engineer（物理設計・顧客対応）
Smart Manufacturing （スマート製造）	・Digital & Industry 4.0 skills（デジタル・インダストリー4.0）
	・Fab Automation Engineer（自動化エンジニア）
	・Fab AI/ML Engineer（AI・機械学習）
	・Industrial Engineer（IE）・Fab Q&R（品質・信頼性）
Business Development （事業開発）	・Strategic Planning（戦略企画）
	・Foundry & Packaging Business Development（ファンドリー・パッケージ開発）
	・Customer & Partner Engagement（顧客・連携対応）
	・Market Intelligence & Analysis（市場分析）

出典：インド政府に対するヒアリングから JICA 調査団作成

3.7.1. 国家戦略と政策支援

これまでは、インドにおける半導体人材育成については、過去には明確な方針と目的を有する仕組みとして機能していなかったが、国家戦略として半導体産業育成が掲げられた現在では上記したように課題を明確化し、その課題に取り組む方針が明らかにされ大きく変化している。人材育成の仕組みは政府主導の取り組みと産学連携を軸に多層的に構成されているが、以下に全体像を整理する。

インド政府は「Semicon India Program（2021 年発表）」において、半導体産業の育成と人材開発を重点分野に位置づけている。主な政策・計画としては以下のようなものがある。

（1） 主な政策・計画

1） Semicon India Future Skills Initiative（2022 年～）

5 年間で高等教育機関（IIT 等）を対象とし、カリキュラム近代化と産業ニーズに即した教育提供を目指すプログラムで、初期段階で約 85,000 人 [181]に半導体チップ設計のスキルを提供する人材育成を計画している。

2) India Semiconductor Mission (ISM)

技術インフラ整備と並行して人材育成にも支援を行う。

3) 高等教育機関の活動

インドに存在する多数の理工系教育機関の内、特に IIT（Indian Institutes of Technology）と NIT（National Institutes of Technology）が半導体人材育成の中核を担っている。IIT による主な取り組みとしては以下がある。

- IIT マドラス校、IIT ボンベイ校、IIT デリー校、IIT ガンディナガール校等による専門コース設置
- 半導体設計（VLSI）、ナノエレクトロニクス、EDA ツール教育等
- SCL（Semiconductor Complex Limited）との連携
- 実地トレーニングや研究プロジェクトの共同実施

政府としては、Tier-2/Tier-3 都市にも教育資源を拡充し、より多くの学生にチャンスを提供することを考えている。これはまた、女性や社会的弱者層への STEM 教育支援（Digital India の一環）ともなっている。

4) 研修プログラム・オンライン教育

その他に、政府機関や産業界と連携して半導体人材育成について、短期集中型研修やオンライン講座を展開している機関が存在する。

5) ChipIN Centre

インド政府は、半導体設計能力の強化とスタートアップ企業の支援を目的として、「ChipIN Centre（ChipIN センター）」 [182]の設置を進めている。ChipIN Centre は、EDA（Electronic Design Automation）ツールの提供や設計支援、トレーニング、プロトタイピング環境の整備を通じて、設計者や中小企業に対する包括的な支援を行う施設である。

この取り組みは、Design Linked Incentive（DLI）スキームの一環として推進されており、国家半導体ミッション（India Semiconductor Mission, ISM）のもと、インド工科大学（IIT）や国立電子情報技術研究所（NIELIT）と連携して、全国各地で設置が進められている。たとえ

[181] https://www.convergenceindia.org/industry-news/embedded-tech/india-to-train-85000-students-in-semiconductor-chip-design-over-five-years-118747/ DD News（インド国営放送） 2024 年 11 月 26 日
[182] https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2077361

ば、IIT ハイデラバード校や IIT デリー校などの大学において、EDA ツール（Synopsys、Cadence、Siemens など）を活用した設計支援が行われており、若手技術者の育成とスタートアップ支援に資するインフラとして機能している。

このような拠点の整備により、ファブレス企業の創出促進や設計人材の育成基盤が整備されつつあり、インド国内の半導体設計エコシステムの強化が期待されている。

6) AICTE（全インド技術教育審議会）によるマイクロ資格制度(CDPP)

CDPP(The Centre for Development Policy & Practice ）としては、EDA、レイアウト設計、組込みシステム等の短期認証コースを実施している。短期・モジュール型の実践スキル資格：CDPP とは、時間で完結し、特定の能力・技能に焦点を当てた教育単位（クレジット）を取得できる制度で、大学の選択科目や専門分野として実装され AICTE のモデルカリキュラムでは、工学部などで「マイクロ専門化（micro-specializations)」として設けられており、専門スキルの習得が可能である。

3.7.2. インド国内の学術機関他その概要

（1） インド国内の大学・研究機関

主要なインドの大学と半導体研究機関について概要を以下に説明する。

1) インド工科大学 (Indian Institute of Technology: IIT)

工学と科学技術を専門とする国立大学。インド各地に合計 23 校あり、インドを代表する重要な高等教育・研究機関である。

半導体に関連する研究施設としては IIT デリー・IIT ボンベイ・IIT グワハティ・IIT マドラス・IIT カラグプルに、Centre of Excellence in Nano electronics(CoE)としてクリーンルーム（クラス 100-1000 程度）を有する半導体研究施設が設置されている。当施設にはフォトリソグラフィー・エッチング・検査等ひととおりの装置があるが、現地調査時の聞き取りによると一連の工程を連続的に行う施設はない模様であった。その他、IIT マンディや IIT ハイデラバード等にも小規模ながらクリーンルームがある。先述したチップス・トゥ・スタートアップ（C2S）プログラムには全ての IIT 機関が参加している。

（2） IIT 訪問調査概要

本調査においては特に IIT デリー校、IIT グワハティ校、IIT ガンディナガール校を訪問調査した。それぞれの機関について以下に記載する。

1) IIT デリー校

同校は 1961 年に設立された。現地調査によると半導体分野では特に半導体光電子工学の分野に注力している模様である。電子工学応用研究センター（Centre For Applied Research in Electronics：CARE）という施設を学内に擁し、その中にクラス 100、クラス 1000 のクリーンルームを備えている。当センターの研究分野のひとつであるマイクロエレクトロニクスの分野では、マイクロシステム設計・インテグレーション・パッケージング、CMOS 光デバイス

とセンサー、VLSI 製造技術、量子デバイス等の分野の研究がなされている[183]。現地調査での面談では日本の光デバイス関連の分野において、日本の大学、研究機関との協働、連携に関心を示していた。

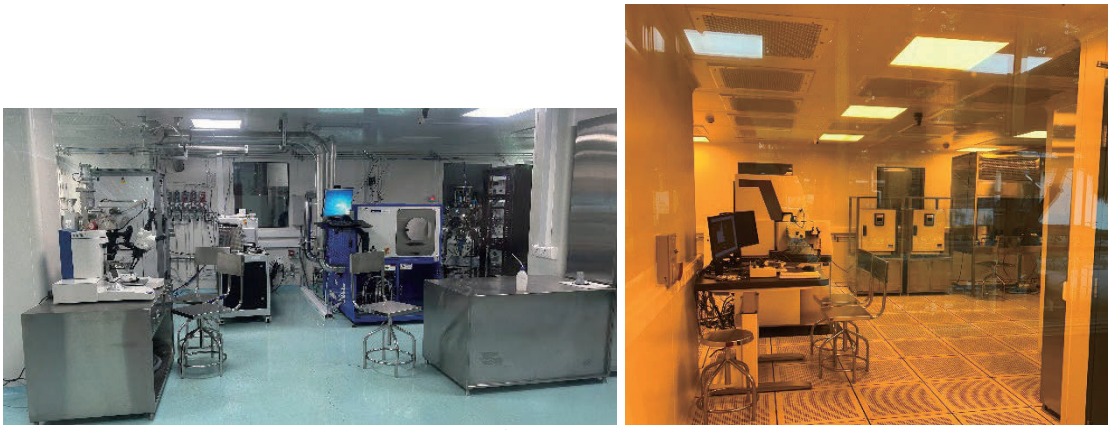


図 3-4. IIT デリー校　クリーンルーム
出典：JICA 調査団撮影（2024）

2)　IIT グワハティ校

1994 年、インド東部アッサム州に設立された。電子工学科は、大規模な研究施設（クリーンルーム）を有し、パワーエレクトロニクス、VLSI、ナノエレクトロニクス、量子技術等の研究を行っている。また、MeitY 関連機関の NIELIT と共同で 3 か月～6 カ月間の半導体熟練技術者の養成コースを開発し、インド半導体産業の技術トレーナーの育成も行なっている。他の研究機関との連携の例として、本校はナノエレクトロニクスユーザープログラムを通してインド国内の大学や研究機関等 864 の研究機関とのネットワークを持っている。企業との連携の例としては、タタと共同で半導体技術者向けの修士課程プロジェクト（インターンシップおよび共同研究）を行っている。将来的には IIT グワハティ・リサーチパークに半導体製造人材育成の環境を作ることで、アッサム州内で製造人材の訓練する体制を構築する意向がある。また、同校訪問時に日本の大学等との連携に前向きな関心を示していた。また、同校訪問時に日本の大学等との連携に前向きな関心を示していた。



図 3-5.IIT グワハティ校　クリーンルーム
出典：JICA 調査団撮影（2024）

[183] CARE Presentation

3) IIT ガンディナガール校

2008 年にグジャラート州に設立された。グジャラート州はインドにおける半導体製造の中心地となる可能性が高く、同州にある IIT ガンディナガール校は本校の発表資料によると半導体技術のリーダーとしてインドのビジョンを推進する最前線にいるとしている。本校に新設する新規クリーンルームおよび産業人材育成計画を作成し、中央・州政府、タタ等の企業が協議している。本校は州政府の半導体産業育成政策のハブ実施機関として、高度人材の育成の他、装置の運用・オペレーションを行う技能人材育成など幅広い人材育成に注力するとのことである。

調査団としては人材育成関連に対して、効果的な人材育成のあり方、人材育成分野における日印半導体連携の観点から、日本の状況の紹介などを提供し、同意見交換を踏まえ、IIT ガンディナガール校は中央・州政府と実現に向けて協議が実施されている。

また同校の教授はいわて産業振興センターの装置運用者の技能養成に関心を示している。IIT ガンディナガール校は、本調査の重点対象となっているグジャラート州に所在するインド工科大学であるため、本節以降に詳細に記述する。

（3） IIT 以外の学術、研究機関

1） 国立工科大学（National Institutes of Technology: NITs）

国立工科大学（National Institutes of Technology: NITs）は、インド政府教育省の管轄下にある中央政府出資の技術機関である。NIT は IIT と同様に国立技術系大学であり、インド政府が発表する大学トップランク [184] の上位に位置する大学である。2007 年に制定された「国立技術・科学教育・研究機関法（National Institutes of Technology, Science Education, and Research Act）[185]」によって管理され、国家的に重要な機関であることを宣言し、権限、義務、ガバナンスの枠組みを定めている。

半導体に関しては、先述したチップス・トゥ・スタートアップ（C2S）プログラムに複数の NIT 機関が参加している。また 2024 年 3 月には NIT ライプール校は VividSparks というベンガル―ルの企業と研究開発の分野で協業するため、NIT ライプール校構内に先端チップ研究開発センターを設立することを発表している。

2） インド科学大学ベンガル―ル校（Indian Institute of Science (IISc), Bangalore）

インド科学大学（IISc）は、科学、工学、デザイン、経営等の高等教育と研究を行う公立の高等教育機関である。修士課程と博士課程を開設している。インド南部のカルナタカ州ベンガル―ル市にある。1909 年にジャムセトジー・タタからの支援を受けて設立されたため、タタ研究所としても知られている。

[184] https://www.pw.live/iit-jee/exams/top-nit-colleges-in-india
[185] 同法は 31 の国立工科大学（NIT）をリストアップしている。各 NIT は自治権を持ち、NITSER 評議会と呼ばれる共通の評議会を通じて他の NIT と連携し、その運営を監督している。すべての NIT はインド政府から資金援助を受けている。

先述の Centre of Excellence in Nano electronics の一つとしてクリーンルーム（クラス 100-1000 程度）を有する半導体研究施設が設置されている。

2023 年３月にはサムスン電子の研究開発部門であるサムスン・セミコンダクター・インディア・リサーチ(SSIR)と研究開発を促進するための研究協定書を結んでいる。

3) **国立電子情報技術研究所**（National Institute of Electronics and Information Technology ： NIELIT）

国立電子情報技術研究所（NIELIT）は 1974 年に設立された MeitY の自治機関である。同研究所は、IT およびエレクトロニクス分野の教育、訓練、研究開発、コンサルティングを行う組織である。スイス開発公社（Swiss Development Corporation）の援助を受けて、ベンガルールのインド科学研究所（IISc）の敷地内に最初のエレクトロニクス設計技術センター(Centre for Electronics Design and Technology： CEDT)が設立されたことに始まる。その目的は学術機関と産業界の橋渡しをすることである。NIELIT は教育・試験にとどまらず、全国 27 拠点での IndiaAI Labs 設置や 60 地域でのスキル開発、Future Skill Prime による先端技術研修、北東部 8 州でのサイバーフォレンジック施設整備など、多様な能力開発・R&D 事業を展開している。

NIELIT は、SoCTeamup Semiconductors というインドの IC 設計サービス企業と提携し、チップ設計のためのセンター・オブ・エクセレンスを設立している。その中のプログラムとして ASIC 設計フロー（RTL-GDSII）、設計検証（Design Verification： DV）、テスト用設計（Design for Test ：DFT）等、チップ設計のひとつの分野に特化したインターンシップを４カ月間にわたって学生、教員、半導体業界関係者に提供している。

4) **中央電子工学研究所**（Central Electronics Engineering Research Institute：CEERI）

中央電子工学研究所（CEERI）は、インド科学産業研究評議会（CSIR India）の一機関である。1953 年に設立され、エレクトロニクス分野の高度な研究開発を行っている。はじめに設立されたのはラジャスタンのセンターだが、現在はデリー、チェンナイを含む３つの地域センターがある。

CEERI は今年に入ってからジャイプール州にあるラジャスタン大学や、グジャラート州にある私立ニルマ大学等と MoU を結び、それぞれの大学において半導体関連の教育・研究プログラムの充実を図っている。

3.7.3. 半導体産業人材育成（開発・設計、製造）の現状と課題

インドでは STEM 教育（科学（Science）、技術（Technology）、工学（Engineering）、数学（Mathematics）を重視しており、理系人材が豊富と言われている。

IT エンジニア数に関しては、2023 年時点で最新の情報 [186]によれば、下図に示すように、中国が世界でトップで 700 万人、インドは第２位で 580 万人、米国が第３位で 440 万人と言われている。したがって、インドは米国を追い抜き、中国はトップであるが、インドのＩＴ関連人材の数は世界でも２位になった。

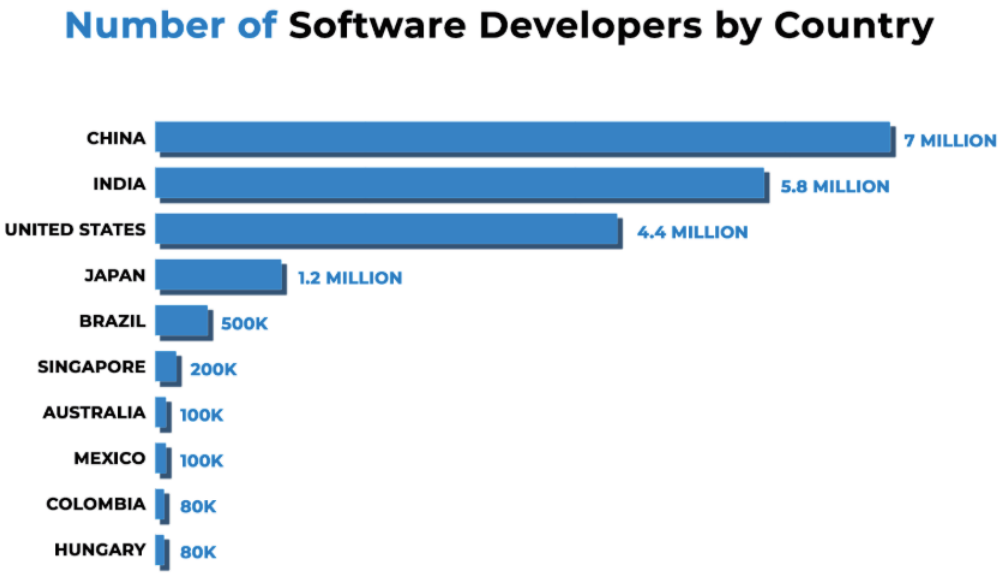


図 3-6.　世界のソフトウェア開発者人口
出典：Evans Data Corporation、DistantJob HP(**以下脚注**)

すなわち、半導体設計人材としては、今後、これらのソフトウェア人材を半導体設計向けに振り向ければよいと思われ、インド政府もそのように考えている模様である。

一方、半導体製造装置を運用するオペレーター人材はインドでは不足しており、今後大量に育成する必要がある。

本調査では、半導体人材育成について、インドを代表する工科大学である IIT 及び本調査の重点地域であるグジャラート州における人材育成状況を確認するとともに、半導体関連企業等を訪問して人材育成の現状と課題を調査した。ここではまずインド全体の状況を整理し、グジャラート州における人材育成については、次の４章で説明し、各州の状況は５章で述べることとする。

3.8.　IIT ガンディナガール校による人材育成プログラム

3.8.1.　グジャラート州における半導体研究・人材育成の中核拠点

IIT ガンディナガール校では、半導体プロセス技術やデバイス設計、IC 設計分野における研究開発および人材育成を強化するために、同校を中心に中央集約型のハブが設置され、半導体産業に必要な高度専門人材の養成と研究エコシステムの形成を目的として整備される予定である。

[186]https://distantjob.com/blog/how-many-developers-are-in-the-world/#:~:text=The%20top%203%20countries%20with,U.S.%20(4.4%20million)　https://evansdata.com/

（1） 施設の計画概要

本施設には、半導体製造の前工程を含む研究開発機能を備える計画とのことであり、ナノスケールでの試作・製造・設計・評価を包括的に実施できるインフラを構築する予定で、施設の中心的な構成要素として、以下の 4 つの設備が設置される計画とのことである。

第一に、「ナノファブリケーション施設（Nanofabrication facility）」では、総面積 1,000 平方メートルのクリーンルーム（Class 100/1000/10000）と製造プロセス用装置群が整備されており、研究開発や試作製造を可能とする環境が構築されている。

第二に、「デバイスおよびプロセス特性評価施設（Device and Process Characterization facility）」では、製造されたデバイスやプロセスの性能評価・信頼性試験を行うことができる。

第三に、「半導体プロセスおよびデバイス設計・モデリングラボ（Semiconductor Process/Device Design and Modeling Lab）」が設置され、理論設計・数値解析・シミュレーションによる研究活動に対応するとのことである。

第四に、「IC 設計およびプロトタイプラボ（IC Design and Prototype Lab）」では、実際の集積回路設計や試作レベルでの実装を可能とする。

人材育成に関しては、「半導体教育におけるイノベーション推進およびファブ対応人材の育成（Foster Innovation in Semiconductor Education and Develop Fab-ready Workforce）」を掲げており、製造現場で即戦力となる人材の育成を目的とした教育開発を行う。

さらに、「先端半導体プロセス・デバイス・製造に関する研究（Advanced Semiconductor Process / Device / Manufacturing Research）」を実施する機能を備え、基礎から応用までの研究開発活動を展開する。

また、「若年層への啓発および半導体製造の普及（Create Awareness and Promote Semiconductor Manufacturing among Youth）」を目的とし、学生や若手層に対して半導体産業への理解を促進する活動を行う。

産業界との連携については、「国産プロセス装置・製造企業の能力強化（Enhance capabilities of indigenous process tool and manufacturing companies through collaboration）」を掲げており、産業界との連携を通じて、国内の装置・製造技術の強化を図る。

以上の 4 領域は、教育・研究・普及・産業支援の各側面から、インド国内における半導体エコシステムの構築と強化を支える要素として位置づけられている。

当施設において、半導体分野における人材供給と研究開発の中核的役割を果たすことを目的とし、特に、前工程から設計、評価までを一体的にカバーすることで、従来分断されがちであったプロセスと設計、研究と訓練の融合を図る点において重要な意味を持つ。

（2） 人材育成のための教育内容

当該プロジェクトの重要な要素として、半導体技術に関する専門知識と実践能力を兼ね備えた技術者の育成が掲げられており、クリーンルームや半導体製造に必要な研究設備を整備

し、教育機関と産業界が一体となって半導体技術の「実践的な」学習環境を提供することを目的としている。

（3） 研究開発を基盤とした教育プログラム

この教育訓練プログラムは、研究開発を軸にした体系的アプローチを採っている。基礎研究としては、半導体材料や量子材料、2 次元材料に関する特性評価と新規材料の探索が進められ、応用研究では、次世代デバイス（FinFET、Nanosheet FET）の設計や、AI を活用した製造プロセスの最適化への取り組みが行われる。環境に配慮した持続可能な製造技術の開発も重視され、環境負荷の低減を図る取り組みが進められる。

研究開発の成果を教育へ還元し、学士・修士課程新設により、IC 設計技術や半導体製造プロセスに関する体系的な学習機会を提供する。さらに、年間 1,000 人の学生を対象に、オンラインと対面を組み合わせたハイブリッド型の教育プログラムが展開される予定である。

（4） 実務経験を重視した産業連携型教育

半導体産業の即戦力となる人材を育成するため産業界との連携を強化し、インターンシップや実務プロジェクトを積極的に導入する。この取り組みにより、学生は実際の製造現場での実務経験を積み、理論と実践を融合させたスキルを習得できる。

また、ハブ&スポークモデルを採用し、IIT ガンディナガール校を中心としながら、州内の大学や研究機関をネットワーク化し、分散型の人材育成拠点として機能させる。

技術移転と商業化の推進も重要な要素となっており、研究成果を迅速に産業へ応用するための仕組みが構築される。特に、スタートアップ支援を通じて、新規企業の創出を促し、インド国内の半導体産業の発展に貢献する計画となっている。

（5） 組織運営と財務構造

本プログラムは、組織的には IIT ガンディナガール校のディレクターを議長とする理事会の下、独立した非営利法人として設立される。組織はインドの会社法（Companies Act,2013）に基づくセクション 8 企業 [187]として運営され、非営利で教育・研究・産業振興を目的としたものとなる。セクション 8 企業として設立することの利点は以下の通りである。

- 公益性の重視:半導体技術の研究と人材育成に特化、産業界と教育機関の橋渡し。
- 自主運営の確保:財務や人事の自由度を高め、迅速かつ効率的な組織運営が可能。
- 寄付と税優遇の活用:企業の支援を受けやすく、安定した財源確保が可能。
- 持続可能な成長:営利を追求せず、収益を教育・研究活動に再投資することで、長期的発展が可能。

なお、設立当初の財務支援はインド政府およびグジャラート州政府からの補助金により賄われるが、長期的には産業界との共同研究やコンサルティング事業を通じた収益化と自立が

[187] セクション 8 企業は、収益の分配を行わず、公益活動に特化した法人形態である。主な特徴として、法人格を持つことで契約や訴訟が可能で、税法に基づき寄付には税制上の控除が認められる。また、透明性の高い運営が求められたおり政府への定期報告義務が課される。

図られる。CSR（企業の社会的責任）活動を通じた税制優遇措置も活用して持続可能な運営モデルを構築する。

IIT ガンディナガール校が、本施設設立に期待している成果は、半導体技術研究と人材育成の拠点として機能する最先端施設が整備されること、特にクリーンルームや製造設備の充実により、高度な技術を実践的に学ぶ環境が整い、即戦力となる技術者の供給が可能となることである。

また、国内外の産業界と連携し、最先端技術の迅速な実用化を促進することで、インドの半導体産業の発展を後押しすることを企図している。さらに、地域産業との連携を強化し、持続可能なエコシステムの構築を通じて、長期的な産業成長を支える基盤を形成することを目指している。

ここで取り組む予定の教育内容は、研究人材、設計・開発人材、保守・運用人材の教育・訓練プログラムを網羅し、インドでは業界を牽引する中心的人材を育成するための教育・訓練施設を CoE（Centre of Excellence）と呼んでいるが、このプログラムでは保守・運用人材の育成が含まれていることが注目される。教育・訓練の対象も、学生に加え、産業界の専門家、半導体製造に関する技能者、さらには高校生、一般人等をカバーする形になっている。

（6） 人材育成構想

本計画は、教育機関、産業界および地域社会を対象とした多層的な取り組みにより、裾野の拡大と高度人材の養成を同時に進めることを目的としている。

本育成計画では、まず地元の工学系大学に在籍する学部・大学院生を対象に、半導体技術に関する基礎から応用までのスキルを体系的に習得させるための訓練を実施する。また、工学系大学およびポリテクニックに所属する教員を対象に、教育者自身の技術力向上を目的としたトレーニング（いわゆる「Train-the-Trainer」制度）も設けられている。これにより、教育現場全体の教育水準の底上げが図れる。

加えて、既に産業界で就業している技術者を対象としたリスキル・アップスキルの機会も提供されており、実務能力の向上および技術動向への対応を目的としている。これらの教育訓練と並行して、短期集中型の修了証付き講座（Certificate Courses）も開設されており、特定テーマに特化した技術訓練の機会として位置づけられている。

若年層へのアプローチとしては、半導体分野への関心と理解を促進するために、サマースクール形式による啓発プログラムが実施されている。これは、進学前あるいは初学者層への接点を確保するものであり、将来の人材パイプライン形成の基礎とされている。

さらに、本育成計画では、地元の工学系大学との共同研究活動も位置づけられており、学術界と産業界の連携を通じた技術開発・応用研究の推進が図られている。

以上のように、本計画は対象層に応じた多段階の施策を構成しており、地域密着型かつ実践的な人材育成の仕組みとして構築されている。

表 3-16. IIT ガンディナガール校が計画する人材育成プラン

カテゴリ	内容
① 学生向けスキル訓練	地元工学系大学の学部・大学院生に対する専門スキル育成
② 教員育成（Train-the-Trainer制度）	工科大学・ポリテクニックの教員対象。教育者を通じた波及的効果を狙う
③ 産業人材の高度化	既存の業界従事者に対するリスキル・アップスキル
④ 修了証付き短期講座	修了証を発行する認定コース。技術者・学生双方に開放
⑤ 若年層への啓発活動	サマースクール形式で実施される啓発・導入プログラム
⑥ 地域大学との共同研究	地元工学系大学との連携による研究開発の推進

出典：IIT ガンディナガール校ヒアリングに基づき JICA 調査団作成

3.9. その他地域での動き

インド政府電子情報技術省（MeitY）は、国内のエレクトロニクス・システム設計・製造（ESDM）分野の強化を目指し、特定の技術領域に焦点を当てたセンター・オブ・エクセレンス（CoE）を全国各地に設立している。これらの CoE は、MeitY、ソフトウェア技術パーク・オブ・インディア（STPI）、州政府、産業界、ベンチャーキャピタル等の協力により支援、運営されている [188]。この結果、インド各地で IIT ガンディナガール校が計画している CoE と同じような計画が存在する。

インド工科大学マドラス校（IIT-M）では、シリコンフォトニクスを研究する CoE-CPPICS を電子・情報技術省（MeitY）の支援を受け設立し [189]、シリコンフォトニクス技術の研究と開発を推進しており、光デバイス半導体関連でコヒレント社のグローバル・センター・オブ・エクセレンスと共同で、レーザーや光ネットワーキングコンポーネント、システムの研究開発を行い、半導体デバイスの応用研究を実施中である。

3.10. 半導体人材育成上の全般的な課題

現地調査によれば半導体産業人材に関する課題として以下のような点が指摘されている。

(1) 専門技術者の養成

インドは半導体産業の育成に力を入れているものの、国内における人材供給は依然として不足していると考えられている。特に、研究開発を担う高度専門人材の育成を担う博士課程レベルが一定の進展を見せているのに対し、産業界が求める「設計・開発」「プロセスエンジニアリング」「装置運用」といった分野での専門技術者の確保が課題となっている。

この点について、India Electronics & Semiconductor Association（IESA）の代表者は、「半導体産業のスキル開発が極めて重要であるが、装置運用やプロセス管理に必要な技能を持つ人材の供給が追いついていない」と述べている。

この背景として、IIT 等の大学教育機関が理論中心のカリキュラムを提供している点も指摘されている。

[188] https://www.meity.gov.in/content/centres-excellence-coe-projects?utm_source=chatgpt.com
[189] https://spap.jst.go.jp/india/news/231105/topic_ni_04.html?utm_source=chatgpt.com

（2） 研究施設の未整備

研究施設の整備が不十分である点も指摘されている。例えば、クリーンルーム等の実験環境が整備されていないため実践的教育を提供することが難しいとの声がある。さらにいえば、クラス300のクリーンルームを活用して試作品製造は可能であるが、大規模な生産や高度な技術開発には対応できないという状況にあり、実践的教育の壁となっている。

こうした実践的教育について IIT ガンディナガール校の関係者によると、「産業界との協力によって、より実践的な教育を提供することが必要である」と述べており、教育機関と企業の連携が重要性であるとし、インドの研究機関では産業界と共同利用できる研究施設の整備が進んでいない点も指摘されている。そのため、学生が実際の製造プロセスに触れる機会が限られている。一方、こうした実践的トレーニングを提供したとしても、その後の人材が海外や他業界に流出するリスクがあるという問題もある。

各訪問先で人材育成関連について指摘された課題を表 3-17 に整理する。

表 3-17. 現地調査でヒアリングした人材育成に関する課題

地域/機関	概要	ヒアリングから認識された主な課題
アッサム州	TATA OSAT工場建設に伴い15,000人の雇用創出、人材育成に注力	- 熟練人材の供給不足
		- 地域内の専門人材育成施設が限られる
IITグワハティ校	短期トレーニングコース開発、TATAやNIELITと連携	- 教員やインフラが不足し、教育の質を確保できない
		- トレーニング規模の拡大が難しい
		- 国際連携（特に日本との協力）が十分でない
IISc（インド科学大学）	学部生向けのトレーニングプログラム運営（サムスン、Synopsysの寄付活用）	- 実践的トレーニングの機会が不足
		- 他国（米国、台湾）との連携中心で、日本との連携が限定的
		- タレントプール構築におけるインド国内の連携が進んでいない
カルナタカ州（ベンガルール）	設計・製造技術者のトレーニング実施、トレーニングセンター設置予定	- 製造関連技術者の供給が不足している
		- 地域間格差が大きく、Tier-2、Tier-3大学との連携が進んでいない
		- トレーニング後の人材が他業界や海外に流出するリスク
共通課題	全体的なスキル不足とインフラの制約	- 半導体製造に必要なスキルを持つ人材が不足
		- 教育・訓練インフラが不十分で、地域間の格差が大きい
		- 日本企業進出時のスキル要件に対応する人材が育成できていない
		- 産学連携が不足し、教育内容が産業ニーズと合致していない
		- トレーニング後の人材が海外や他業界に流出するリスクがある

出典：調査情報から JICA 調査団作成

4. グジャラート州

4.1. 半導体産業の現状

4.1.1. グジャラート州の概要

グジャラート州は、地理的には国土の南北の中間地点にあり、アラビア・中東地域、アフリカとの対岸である西側に位置し、中東にもアフリカにも近い位置にある。インド西部港湾にも近く、首都デリー、ムンバイにも近いため地理的に有利な位置を占めている。

グジャラート州の人口は約 7,000 万人、１州で日本の約半分の人口を抱えている。グジャラート州の国内総生産（Gross State Domestic Product, GSDP）は、2023～24 年度において約 2,960 億米ドルに達し、インド全体の GDP の 8.3%に相当する。州の経済は高い成長率を維持し、2017～2024 年度の年平均成長率（CAGR）は 10.8%である。同州は全国の経済成長を牽引する州の一つとして認識されている。現首相モディ政権の肝いりの半導体産業振興を重点的に図る州でもあり、現在、活発なインフラ整備が進行中である。

グジャラート州は JBIC のレポート（27 章 地域編③：グジャラート州）[190]を参照しても、また JETRO のレポート [191]や民間企業のレポート [192]を参照しても、日本企業にとっても比較的ビジネスをしやすい環境と考えられており、2025 年時点で全インド進出日系企業の 6.8%はグジャラート州に進出している。

グジャラート州の概要を表 4-1 に示す。

[190] https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/image/inv_india27.pdf
[191] https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2019/d03f3b2f27d5b470.html
[192] https://www.jac-kaigai.com/blog/2024/04/india-gujarat

表 4-1.グジャラート州の概要

項目	内容
地理的特徴	面積：196,244平方キロメートル（インド全土の6.0%） 人口：約7,000万人（インド全体の5.0%） 人口密度：308人/平方キロメートル（全国平均382人/平方キロメートル） 主要都市：ガンディナガール（州都）、アーメダバード（商業都市）
経済的特徴	GDP：約2,960億ドル（2023-24年度）、国内GDPの8.3%を占める 年平均成長率（CAGR）：10.8%（2017-2024年） 産業構造：第一次産業20.1%、第二次産業44.6%（製造業35.3%）、 第三次産業35.3%
ビジネス環境	2021年「ビジネス改革行動計画（BRAP：Business Reforms Action Plan)において97.7%のスコアで全国第2位
社会的指標	識字率：85.3%（全国平均80.3%を5ポイント上回る） 性比：女性1,000人に対して男性919人（全国平均943を下回る）
日系企業との関係	日本企業数：358社（2022年7月時点、インド全体の7.3%）
経済成長の要因	インフラ整備、投資促進、ガバナンスの向上により持続的な経済成長を実現 製造業と農業が経済成長を牽引
半導体産業の優位性	2022年に「グジャラート半導体政策2022-27」を策定 ドレラ特別投資地域（SIR）で「セミコンシティ」開発が進行中 Micron Technology社のサナンド製造施設建設により、5年間で5,000の直接雇用と15,000の間接雇用を創出見込み
特徴	グジャラート州は地理的優位性、産業基盤、政策支援によりインド国内外の投資を呼び込む潜在力を有する 半導体産業の成長が国内全体の技術主導型経済成長を加速させる可能性

出典：Source: Socio-Economic Review 2022-2023 Gujarat State, Knowledge Consortium Of Gujarat, News Articles [193] より JICA 調査団作成

特に、インド国内では、各州において、ビジネスのやり易さなどの評価として BRAP（Business Reforms Action Plan）が導入されている。以下に、BRAP について説明する。

ビジネス改革アクションプラン（BRAP）2020 に基づくグジャラート州評価 [194]

インド財務・企業担当大臣ニルマラ・シータラマン氏は、ビジネス改革アクションプラン（Business Reforms Action Plan, 以下 BRAP）2020 に基づく州および連邦直轄地域（Union Territories, 以下 UT）に対する実行評価結果を発表した。本評価は、BRAP としては第 5 版にあたり、インド政府が推進するビジネス環境改善政策の一環である。

本発表は、商工業・消費者問題・食料・公共配給・繊維担当大臣ピユシュ・ゴヤル氏、産業・国内取引促進局（DPIIT）のアヌラーグ・ジャイン長官、ならびに各州・UT の高官の列席のもとで実施された。ピユシュ・ゴヤル氏は、本評価手法が「証拠に基づく方式

[193] https://data.opencity.in/dataset/ac23cf45-bf10-4f17-b389-cb49c6c72fc6/resource/1704d67b-ca8d-4231-9540-389f7c8001ae/download/socioeconomicreview202223english27_02_23_10_14_25.pdf
[194] https://www.phdcci.in/wp-content/uploads/2022/07/Andhra-Pradesh-Gujarat-Haryana-Karnataka-Punjab-Tamil-Nadu-and-Telangana-are-the-Top-Achievers-BRAP-Rankings-2020.pdf

（evidence-based）」から「100％フィードバック方式（multilingual feedback）」へと進化したことに言及し、BRAP の目的を、各地域が相互に優良事例から学び合い、全国的にビジネス環境の改善を図ることにあると述べた。

BRAP 2020 では、情報アクセス、ワンストップ窓口制度、労働・環境・土地管理、ユーティリティ許可など 15 の分野にわたって合計 301 の改革項目が設定されている。また、118 の新規改革項目が追加されており、制度改革の深化が図られている。さらに、初めてセクター別改革も導入され、以下の 9 分野にまたがる 72 のアクションポイントが提示された：営業許可（Trade License）、医療、計量法、映画館、ホスピタリティ、消防許可（Fire NOC）、通信、映画撮影、観光。

本評価制度の狙いは、改革実施状況を可視化することによって州間競争を促し、国内全体における「ビジネスのしやすさ（Ease of Doing Business）」を強化し、最終的には投資先としてのインドの国際的魅力を高めることにある。

評価結果において、「トップ・アチーバー（Top Achievers）」として分類されたのは、以下の 7 州である：アンドラ・プラデシュ州、グジャラート州、ハリヤナ州、カルナタカ州、パンジャブ州、タミル・ナド州、テランガナ州。これらの州は、改革項目の実施水準や制度整備、フィードバック対応において高い評価を受けた。

本制度は、今後の改革実施の進捗管理や政策立案の基盤としても活用が期待されており、特に高評価を得た州においては、ビジネス環境の優位性が国内外の投資先としての地位に直結することが予測されるとのことである。

グジャラート州の主なマクロ経済指標を表 4-2 に示し他州との比較を示す。

表 4-2. グジャラート州の経済マクロ指標と他州との比較

州名	グジャラート州	マハーラーシュトラ州	タミル・ナードゥ州	カルナータカ州
GSDP（FY26推定）	Rs. 29.82兆（US$ 349B）	Rs. 42.67兆（US$ 498B）	Rs. 30.97兆（US$ 362B）	Rs. 28.13兆（US$ 328B）
GSDP年平均成長率（過去10年）	10.16%	7.50%	8.10%	9.10%
主力産業	化学・石油化学、製薬、宝飾、機械	金融、映画、自動車、製薬	自動車、繊維、電子機器	IT、BT、航空宇宙
輸出額（FY25）	Rs. 9.05兆（US$ 106B）	Rs. 6.77兆（US$ 79B）	Rs. 4.56兆（US$ 54B）	Rs. 4.88兆（US$ 57B）
一人当たりGSDP	Rs. 297,722	Rs. 277,603	Rs. 315,220	Rs. 332,926
製薬産業の貢献	全国売上の30-35%、輸出の28%	製薬拠点多数、後発薬中心	バイオ製薬集積	研究開発主導の製薬拠点
電力容量（2025年2月）	57,887 MW	45,000 MW	34,000 MW	33,000 MW
SEZ数（2022年）	25	30+	50+	40+
GSDP産業別構成	第2次：42.9%,第3次：37.3%	第3次中心	第2次・第3次均衡	第3次優位（IT）

出典：India Brand Equity Foundation (IBEF) から JICA 調査団作成
https://www.ibef.org/states/gujarat-presentation#:~:text=Gujarat%20is%20one%20of%20the%20leading%20industrialised%20states%20in%20India,10.16%25%20between%20FY16%20and%20FY26BE.

表4-3グジャラート州の産業構造を見ると、第２次産業、第３次産業で80%に達しており、他の州に比較して農業等の第１次産業の割合が低い。

表 4-3.グジャラート州の産業構造

項目	内容
第1次産業（Primary Sector）	- 構成比：GDPの20.1% - 主な活動：農業、水産業、林業 - 特徴：灌漑設備の整備や農業技術の導入により成長
第2次産業（Secondary Sector）	- 構成比：GDPの44.6%（製造業が35.3%） - 主な活動：製造業、建設業、鉱業 - 製造業の強み： - 化学産業および石油化学製品の生産 - アーメダバードとバローダ：テキスタイルおよび繊維製品の生産拠点 - カンドラとジャムナガル：石油化学工場が集中 - 特徴：インド国内で最も工業化が進んだ地域の一つ
第3次産業（Tertiary Sector）	- 構成比：GDPの35.3% - 主な活動：貿易、輸送、金融サービス、ICT、観光 - 特徴：港湾インフラの充実により貿易と輸送が発展
経済成長の要因	- 政策支援：投資誘致を目的とした産業政策およびインフラ整備政策 - 地理的利点：西海岸の立地が貿易活動を促進 - 産業基盤：製造業クラスター形成により国内外の投資が集中
特徴	- グジャラート州はインドの産業および経済の中核を担う州 - 製造業と貿易の優位性が国内外の経済成長に寄与

出典：Source: Socio-Economic Review 2022-2023 Gujarat State, Knowledge Consortium Of Gujarat, News Articles より JICA 調査団作成

4.1.2. 日系企業の進出状況

ここでは日系企業のグジャラート州への進出状況について説明する。

最新の在インド日本国大使館、総領事館、ジェトロ発表（2025 年 6 月発表の日本企業数調査結果）によれば、全インドにおける日系企業数合計は、1,434 社であり、昨年比 35 社の増加（2.5%増）。また、全インドにおける日系企業の拠点数合計は、5,205 拠点となり、2023 年の 4,957 拠点と比較して、248 拠点の増加（5.0%増）となっている。

一方、グジャラート州における日本企業の増加の様子を下図 [195]に示すが、2010 年代から急速に増加したものの、コロナ禍の影響のためか、増加が止まった時期もある。

グジャラート州における生産拠点としては、2016 年にホンダが二輪車の第 4 工場でスクーターの生産を開始し、スズキも 2017 年 2 月に同州に 100%子会社のスズキ・モーター・グジャラート社を設立し、四輪車の商用生産を開始した。その影響もあり、2016 年ころから日本企業がグジャラート州に増えた。

[195] https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/image/inv_india27.pdf

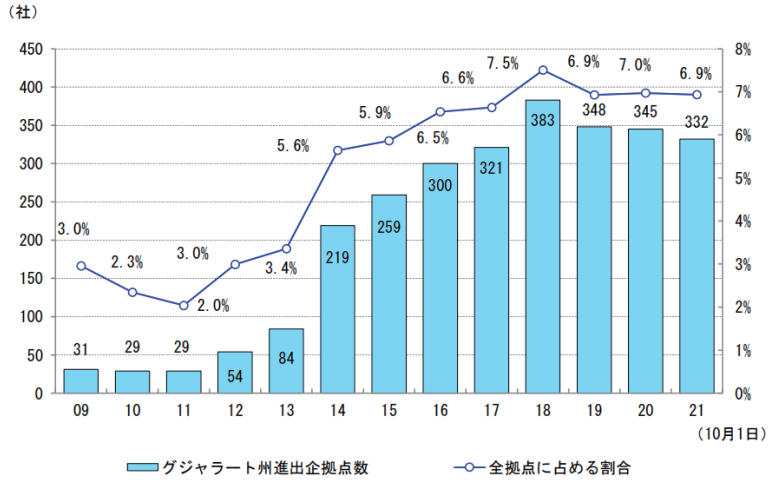


図 4-1. グジャラート州の日系企業数　出典：JBIC 資料（脚注 54 235 ページ）

現在、グジャラート州に進出している主な日本企業と進出地域を以下図 4-2 に示す。このように日本企業はグジャラート州内の広範な地域に進出している。



図 4-2.　グジャラート州に進出する主な日本企業
出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より

表 4-4. グジャラート州の日系企業の現状

項目	詳細
日系企業の数	約135社以上の日本企業がグジャラート州に進出。
進出企業の分野	自動車、化学、機械、エレクトロニクス、物流等、多岐にわたる産業分野で事業を展開。
主な進出企業	トヨタ、ホンダ、スズキ、三菱商事、住友化学、横河電機等の主要企業が拠点を持つ。
スズキモーターの役割	スズキモーターが州内に主要な生産拠点を持ち、グジャラート州をインド国内の自動車製造拠点の1つとして確立。
グジャラート商工会議所ジャパンデスク[1]	州内の日系企業の進出を支援し、日本企業の事業環境の改善やサポートを実施。
エコシステムの特徴	日系企業の存在により、州内での日本式の経営管理や製造プロセスが導入され、地元産業とのシナジーを創出。
産業インフラの支援	日本政府やJETROの支援を受けた専用インフラ（例：日本工業団地（JITｓ[2]））や投資促進プログラムが提供されている。
文化的交流の促進	日本語教育や文化交流イベントが定期的に開催され、地域住民と日系企業の間で良好な関係が構築されている。
日本政府および州政府の支援	日本政府とグジャラート州政府の協力により、日系企業に対する投資誘致と優遇政策が実施
産業団地の整備	日本企業向けに特化した専用の産業団地（例：マンダル日本工業団地）が整備され、進出企業の事業運営をサポート
人的資源の活用	日本式の技能訓練プログラムや教育機関を活用した熟練労働力の確保が可能

出典：JICA 調査団作成

（参照： [1]グジャラート商工会議所ジャパンデスク [196]、[2]日本工業団地（JITｓ[197]）

グジャラート州の投資優位性

これまでの調査に基づく結果を整理すると、地理的優位性、産業基盤、政策支援、労働力の質と量により、グジャラート州は以下のように国内外の投資を呼び込む半導体製造のハブとして最適な条件を備えていると考えられる。

[196] https://www.jetro.go.jp/biznews/2018/06/a8ca2f1799d857c2.html

[197] https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokkyo/food_value_chain/attach/pdf/0308haifu_gfvc-8.pdf

表 4-5.グジャラート州　調査結果

項目		内容
地理的利点	戦略的な立地	インド西海岸に位置し、主要貿易ルートへのアクセスが容易。深海港を複数有し、原材料の輸入および製品の輸出が効率的に行える。
	交通インフラの整備	高速道路、鉄道、空港、港湾を含む統合交通ネットワークを整備。産業クラスター間の迅速な移動が可能。
産業基盤	高度な製造業エコシステム	化学、電子機器、テキスタイルなど、半導体製造を支援する関連産業が集積。ダヘジ化学クラスターは、半導体製造に必要な特殊ガスや化学物質を供給。
	既存の産業ハブ	アーメダバード、バローダ、ジャムナガルなどに製造業の拠点があり、高度な労働力が利用可能。
政策支援	グジャラート半導体政策2022-2027	インド初の州レベルの半導体政策。資本補助金、税制優遇措置、インフラ投資を通じて20万人以上の雇用創出を目指す。
	特別経済区（SEZ）の整備	ドーレラ特別投資地域（Dholera SIR）に「セミコンシティ」構想を進行中。半導体産業に特化した先進的な施設を整備。
労働力と教育	高度な人材	インド工科大学ガンディナガール校（IIT-GN）など、エンジニアリングおよびテクノロジー分野で優れた人材を輩出する教育機関が多数存在。
	トレーニングプログラム	半導体製造に必要なスキルを提供するトレーニングプログラムを推進し、産業界との連携を強化。

出典：JICA 調査団作成

日本企業のインドへの投資判断という観点から見てグジャラート州は、表 4-6 に示すように投資する地域としては有力な候補地であるといえる。

表 4-6. 投資判断ポイントに対するグジャラートの場合

投資判断のポイント	グジャラート州の場合
地理的な優位性	アラビア海に面し、貿易に適した港湾を有する。国内外の市場へのアクセスが良好。
政策支援	投資家に優しい政策を多数導入（例：シングルウィンドウシステム、税制優遇等）。
インフラの充実	高度な道路網、港湾、空港、鉄道、産業用地等の整備が進んでいる。
多様な産業基盤	自動車、化学、テキスタイル、製薬、IT、電子機器等多様な産業クラスターを有する。
熟練した労働力の確保	豊富で熟練した労働力が供給可能。高等教育機関や産業訓練施設が多い。
再生可能エネルギーの利用	太陽光、風力等再生可能エネルギーの生産が国内トップクラス。低炭素経済を実現。
Ease of Doing Business	インド国内で最上位の事業環境評価を取得（効率的な行政手続きと規制の柔軟性）。
強力な物流ネットワーク	国内貨物取扱量の40%を占める港湾や物流拠点を有し、グローバル市場との接続が良好。
投資に優れた制度	外国直接投資（FDI）に対する柔軟な規制。投資家向けに明確なガイドラインを提供。
未来志向の政策	電気自動車、グリーンテクノロジー、スマートシティプロジェクト等未来志向の投資分野を推進。

出典：JICA 調査団作成

4.2. 半導体関連政策と開発計画、関連法制

4.2.1. 産業振興政策の概要

グジャラート州は、製造業の競争力向上と持続可能な経済成長を目指して、2020 年に「グジャラート州産業政策 2020（Gujarat Industrial Policy 2020）[198]」を発表した。本政策は、製造業、電子産業、グリーンエネルギー、化学工業など 15 の重点分野を定め、それらへの投資促進とイノベーション支援を柱としている。具体的には、中小企業向けの資本補助、利子補助、電力料金の支援、インフラ整備への助成、R&D 投資への優遇措置などが盛り込まれており、包括的な投資促進策として機能している。

本政策は、2020 年から 5 年間、持続可能な製造・サービス産業の成長と「自立したインド（Atmanirbhar Bharat）」実現に向けた包括的な枠組みである。州は国内最大級の輸出量と港湾取扱量、電力余剰、先進的な道路・空港インフラを有し、特にDMIC・ドレラSIR・MBSIRなどの大規模プロジェクトを通じて産業基盤を拡充している。

政策は、MSME 支援（資本・利子補助金、ERP 導入、ICT、特許取得補助など）、スタートアップ・イノベーション推進（維持費、シード資金、アクセラレータ支援）、研究開発機関設立支援、太陽光発電利用促進、雇用創出、地方部への産業分散など、幅広い領域をカバー。重点セクターは自動車、電気機器、医薬品、再生可能エネルギー、EV、廃棄物処理、グリーン素材などに分かれており、それぞれにインセンティブ制度が整備されている。

また、単一窓口制度（SWCA：Gujarat Single Window Clearance Act, 2017 に基づく）、中小企業設立簡略化法（MSME Act）、投資家ファシリテーション庁（IFA：Investor Facilitation Agency）など、ビジネスのしやすさを高める制度も導入。工業用地のリース制度、再生可能エネルギー推進、輸出支援、女性・若年・障がい者起業家への特別優遇制度もあり、官民連携のもとで州全体の産業競争力を強化する内容となっている。

4.2.2. 半導体産業に係る政策や基本計画

インド政府は、インドをエレクトロニクス産業の世界的ハブとすることを目指しており、この中央政府の動きに呼応する形で、グジャラート（GJ）州政府は、「新エレクトロニクス政策 2022-2028」[199]を発表した。

本政策では、産業界とも連携しながら、最先端のインフラ整備、高付加価値製造業を促進するための先進的研究と技術革新、州政府による戦略的な政策介入などを通じて同分野の成長を加速し、GJ 州をエレクトロニクス分野の国家的リーダーとして位置付け、2028 年までの 5 年間で 100 万人の雇用機会を創出することとなっている。つまり、半導体が利用されるモバイルデバイス、家電製品、医療機器、IoT デバイス、通信機器などの完成品メーカーも誘致し、半導体から最終製品の巨大な産業サプライチェーンを構築しようとしている。

[198] 本政策は、グジャラート州政府による「政府決議（Government Resolution）」で決定されており、州内における経済活動の加速と国際的企業の誘致を法的に支える枠組みが整備されている。
https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/reports/2022/02/147d06614641d4da/Industrial_Policy.pdf
[199] https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2023/889a4603a9b75314.html?utm_source=chatgpt.com

表 4-7. グジャラート州エレクトロニクス施策

項目	詳細
目標	- グジャラート州を電子機器製造の主要ハブにする。
	- グローバルな電子機器サプライチェーンに統合する。
主な支援内容	- 電子機器製造企業向けの包括的なインセンティブパッケージ提供。
インセンティブ	- **資本補助金**：プロジェクトコストの最大25%を州政府が負担。
	- **電力補助金**：10年間、消費電力1キロワット時あたり₹2の補助金を提供。
	- **人材開発支援**：研修費用の一部補助や教育機関との提携による人材育成。
インフラストラクチャー	- Dholera特別投資地域（SIR）内に専用エレクトロニクスパークを整備。
重点分野	- モバイルデバイス、家電製品、医療機器、IoTデバイス、通信機器などの製造。
Ease of Doing Business	- ワンストップ窓口で迅速な手続き。
環境持続性	- グリーン製造プロセスを促進し、再生可能エネルギーの利用を推奨。

出典：Gujarat Electronics Policy 2022-2028 [200]から JICA 調査団作成

さらに 2022 年 7 月には、半導体産業振興に特化した政策である「Gujarat Semiconductor Policy 2022-2027」を発表している。この政策は、中央政府の「India Semiconductor Mission（ISM）」と連携しつつ、州独自のインセンティブを組み合わせた多層的な支援枠組みで構成されている。

この政策の主目的は、1)半導体製造施設（前工程ファブ）の誘致、(2)ディスプレイ製造施設や後工程（OSAT）への投資促進、3)人材育成と研究開発の支援、4)インフラ整備による産業基盤の強化、の 4 点に集約される。これらを通じて、同州をインド半導体エコシステムの中核拠点として発展させることが期待されている。

半導体産業誘致のための優遇措置としては以下のようなものが用意されている。

[200] https://cretumadvisory1-my.sharepoint.com/personal/satyam_raj_cretumadvisory_com/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fsatyam%5Fraj%5Fcretumadvisory%5Fcom%2FDocuments%2F1695636401830%2Dgovernment%2Delectronics%2Dpolicy%2D2910%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fsatyam%5Fraj%5Fcretumadvisory%5Fcom%2FDocuments&ga=1

表 4-8. 半導体産業誘致インセンティブ

項目	詳細
土地調達	- ファブプロジェクト用地（Dholera）における初回200エーカーに対し75%の補助金を提供
	- 登記手数料と印紙税を100%返金
水供給	- 飲料水料金は1立方メートルあたり₹12（5年間固定）
	- その後5年間、毎年10%の増加
資本援助	- 政府からのCAPEX援助に対して40%の支援
電力料金補助	- 10年間、消費電力1キロワット時あたり₹2の補助金
ワンストップ窓口	- シングルウィンドウでの円滑な手続き支援

出典：Gujarat Semiconductor Policy 2022：GICDL から JICA 調査団作成

モディ政権は、インドをエレクトロニクス製造の世界的ハブとすることを目指し、半導体産業の振興に積極的に取り組んでいるが、特にグジャラート州政府は独自の支援策を展開しており、地元企業や外資系企業と連携し、半導体製造の前工程や後工程の工場建設等、複数の大型プロジェクトが進行中である [201]。

4.2.3. 化学産業の現状と半導体産業への影響

グジャラート州は、インドにおける化学産業の中心地であり、インドの化学・石油化学製品の輸出の 41%を占め、4 つの精製コンプレックスの合計処理能力は 102MMTPA でインド全体の 41%となっている。(MMTPA:Million Metric Tonnes Per Annum:年間百万メートルトン) この状況から考えれば、グジャラート州は半導体製造に必要とされる高純度の化学薬品やガスの供給を可能とするベースはある。

グジャラート州には 3 つの主要化学クラスターがあり、中小企業 (MSME) および大規模化学企業が立地し、それぞれが特定の化学製品の製造に特化している。

化学産業は半導体産業にとって非常に重要であり、半導体製造に必要な材料やガスなどサプライチェーンが近隣にあることは半導体産業の振興にとって大きなメリットとなる。

[201] https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/column/geopolitical-risk-column/assets/pdf/vol21.pdf?utm_source=chatgpt.com

表 4-9. グジャラート州における化学産業

項目	詳細
アンケレシュワール化学クラスター	- 企業数: 1,200以上
	- 生産品目: 農薬、製薬用化学品、石油製品等
	- 生産能力: 各カテゴリーで年間100トン～1,000トン
アーメダバード化学クラスター	- 企業数: 750
	- 生産品目: 有機化学品、無機化学品、染料およびその中間体（全体の80%）
	- 生産能力: 年間200トン～600トン
ダヘジPCPIR	- 企業数: 180
	- 生産能力: ONGC Petro Additions Ltd.(OPaL) による年間1.1百万トンの生産

出典：iNDEXTb （Investment promotion agency of Gujarat ）から JICA 調査団作成

特に、ダヘジ（以下、地図）PCPIR（石油化学・石油化学投資地域）は、インド政府の「石油化学・石油化学投資地域（PCPIR)」政策に基づき設立された産業特区の一つであり、インド国内で最も先進的な化学産業ハブとして位置付けられている。この地域は、石油化学製品、特殊化学品、ガスを生産する大手企業が集積しており、半導体産業に必要な材料の安定供給が可能である。

ダヘジ PCPIR は約 453 平方キロメートルの広大な土地を持ち、累計投資額は 129 億米ドルに達している。大規模なインフラ整備が進められており、デリー・ムンバイ広軌鉄道（Bharuch 駅）との接続や、高速道路ネットワークの整備、さらに港湾施設の拡充等が進行中である。電力供給についても、220KV 変電所 4 基、66KV 変電所 8 基が設置され、半導体産業の進出を支えるエネルギー基盤が整備されている。

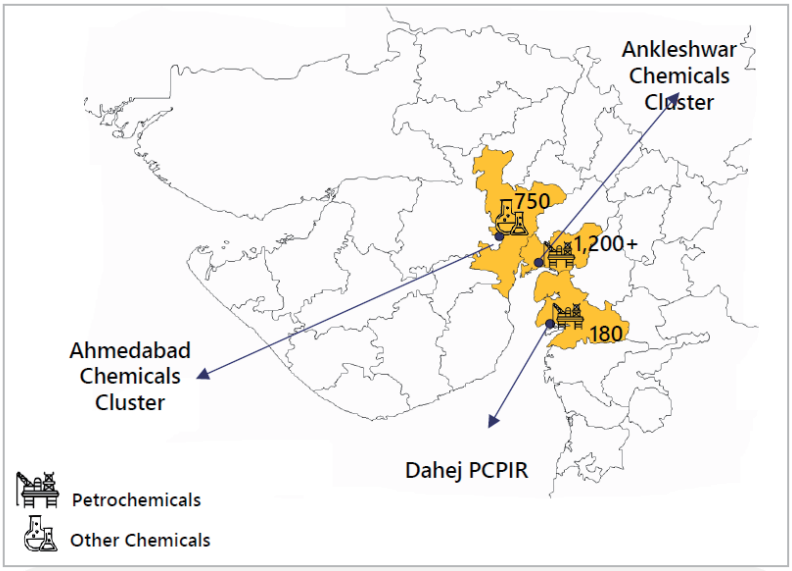


図 4-3. ダヘジ PCPIR（石油化学・石油化学投資地域）の位置

PCPIR[202]とは、Petroleum, Chemicals and Petrochemicals Investment Region の略称で、インド政府が 2007 年に導入した政策に基づき設立された、石油、化学、石油化学産業の投資と製造を促進するための特別経済地域であり、各 PCPIR は、少なくとも 250 平方キロメートルの広さを持ち、製造施設、インフラ、住宅地などを含む統合的な開発が行われる。

4.2.4. グジャラート州における半導体エコシステムの構築状況

グジャラート州は、インドにおける半導体産業の中核拠点の一つとして、国内外の複数企業からの投資を集め、前工程から後工程、材料製造に至るまで、広範な半導体バリューチェーンの構築を進めている。現在までに、総額約 1 兆 2,500 億ルピー（約 2.11 兆円）[203]を超える投資が実行されており、これに伴って多数の雇用と製造能力が整備されつつある。

主要な投資主体としては、タタ、マイクロン、CG Power and Industrial Solutions、Simmtech、Kaynes Technology の 5 社が挙げられる。タタは、約 104 億米ドル（9.1 万億ルピー）を投資し、月間 5 万枚のウエハ製造能力を持つ前工程の製造拠点を構築中であり、約 2 万人の雇用が見込まれている。これはインド国内における前工程製造としては最大規模のものである。

マイクロンは、約 25.7 億米ドル（22,516 億ルピー）を投資し、後工程（OSAT）を中心に、月間 1 億 1 千万個以上のチップ製造能力を確保しており、こちらも約 2 万人の雇用を創出する。CG Power and Industrial Solutions は、約 8.7 億米ドル（7,600 億ルピー）を投資し、1 日あたり 1,500 万個の IC・パッケージ関連チップの生産能力を有している。雇用規模は約 5,000 人である。

材料製造分野では、韓国系企業 Simmtech が参入し、約 1.4 億米ドル（1,250 億ルピー）を投資して、月間 30,000 平方メートルの基板製造ラインを展開している。人員規模は 1,070 名となっている。Kaynes Technology は、約 3.8 億米ドル（3,300 億ルピー）の投資により、日産 600 万個のチップ生産能力を持つ OSAT および EMS 分野の拠点を展開し、約 2,000 人の雇用を担っている。

このように、グジャラート州では、前工程（ウエハ製造）、後工程（パッケージ・テスト）、材料（基板）という三層構造をカバーする企業群が集積しつつあり、エンドツーエンドの半導体製造体制の構築が進行している。これらの投資は、州政府によるインフラ整備、人材育成支援、政策的インセンティブと連動している。

下表に投資額とその雇用効果について示す。

202
https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/reports/2022/02/147d06614641d4da/Industrial_Policy.pdf?utm_source=chatgpt.com
203 https://www.jetro.go.jp/biznews/2025/03/b8b24b7b45409941.html

表 4-10.　グジャラート州の半導体関連投資状況

企業名	投資額	雇用人数	生産能力
TATA Electronics	US$ 10.41 Bn（₹91,000 crore）	20,000人	月間 **50,000枚のウエハー生産能力**（フロントエンド＝前工程）
Micron	US$ 2.57 Bn（₹22,516 crore）	20,000人	月間 **1億1千万個以上のチップ製造能力**（後工程中心）
CG Power and Industrial Solutions	US$ 0.87 Bn（₹7,600 crore）	5,000人	日産 **1,500万個のチップ**（主にIC・パッケージ関連）
Simmtech	US$ 0.14 Bn（₹1,250 crore）	1,070人	月間 **30,000㎡の基板製造能力**（サブストレート製造）
Kaynes Technology	US$ 0.38 Bn（₹3,300 crore）	2,000人	日産 **600万個のチップ（60 lakh）**（OSAT／EMS領域）

出典：JICA 調査団作成

4.2.5.　ドレラ SIR 特別投資地域とサナンド地域の概要

ドレラ SIR とサナンドには、グジャラート州政府が整備を進める Dholera Special Investment Region（Dholera SIR）や GIDC（Gujarat Industrial Development Corporation）等の産業支援機関が設立され、特にドレラ SIR は半導体産業誘致に積極的な地域である。

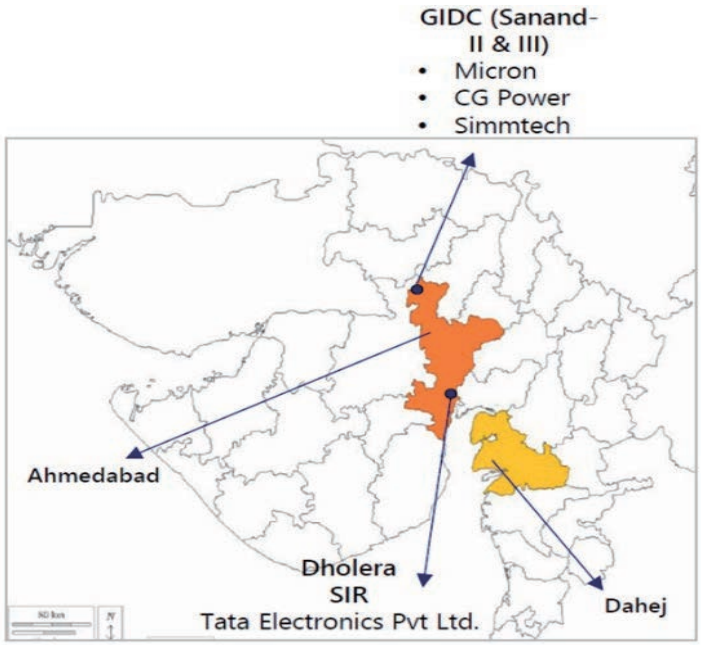


図 4-4. ドレラ SIR 地域とサナンド地域の位置関係
出典： Source: News Articles

州の最大都市アーメダバードから南に約 100 キロの距離に位置するドレラ SIR は、インド産業回廊開発公社（NICDC）が推進するデリー・ムンバイ産業大動脈構想（DMIC）の重要ノードの 1 つで、総面積 920 平方キロの地域をカバーするスマートシティ開発計画である。

ドレラ SIR は、インド西部の基幹鉄道「西部専用貨物回廊（DFC）」に接続する産業クラスター開発の中心的な拠点として浮上しており、工業団地と居住地区の整備とともに、鉄道、道路、港湾、国際空港等の産業インフラ整備が進んでいる。フェーズ I は開発計画の 95%まで完了している。また近年、グジャラート州政府は半導体政策に基づいて、ドレラ SIR での「半導体製造ハブ構想」を戦略的に進めている。

以下には、ドレラSIR地域とよく比較され先に先行しているサナンド地域との比較を示す。

表 4-11.ドレラ SIR 地域とサナンド地域の比較

項目	ドレラ（Dholera）	サナンド（Sanand）
位置	アーメダバードの南約100km	アーメダバードの西約30km
主な産業	半導体、ハイテク製造、電子機器、スマートシティ	自動車、半導体、製造業
半導体産業の位置付け	インド政府が推進する半導体産業拠点の候補地として注目されている	マイクロンの半導体組立・テスト施設（ATMP）進出
インフラ開発	デリー・ムンバイ産業大動脈構想（DMIC）に基づくスマートシティ開発、国際空港、高速道路、鉄道、港湾	既存の工業団地が充実、半導体・製造業向けインフラが整備済み
総面積	約920平方キロメートル	約200平方キロメートル
主要企業・プロジェクト（半導体関連）	- インド政府が半導体製造拠点の設置を計画し、外国企業誘致を進める	マイクロン（Micron）が約27.5億ドルを投資し、半導体組立・テスト施設（ATMP）を設立（～2025年稼働予定）
	タタ・グループ（Tata Electronics）がファンドリー（前工程）設立を検討中	CGパワー（CG Power & Industrial Solutions）がパワー半導体モジュールの製造を計画
政府のインセンティブ（半導体関連）	- 特別投資地域（SIR）として税制優遇、電力・水の安定供給、インフラ開発支援	- マイクロン向けに最大70%の補助金支給
	- タタ・グループがPLI（生産連動インセンティブ）適用を申請中	- CGパワーに対する製造業向け補助金の提供
電力供給	スマートグリッド技術を導入し、安定した電力供給を確保予定	既存の送電網が整備され、半導体工場向けの安定供給が可能
水供給（超純水）	ゴーダヴァリ川、地下水源を利用した工業用水供給計画あり	既存の工業用水供給ネットワークが整備済み、半導体製造向けの超純水供給も計画
産業団地とプロジェクト	ドレラ特別投資地域（Dholera SIR）内に半導体製造クラスターを計画	サナンド工業団地（Sanand Industrial Estate）内に半導体製造・ATMP施設が設置予定
交通アクセス	新国際空港（計画中）、高速道路、鉄道整備	既存の鉄道、高速道路、アーメダバード国際空港からのアクセス良好
成長の見通し（半導体関連）	インドの半導体製造拠点として発展する可能性あり。政府が企業誘致を加速中	半導体組立・テスト（ATMP）の主要拠点として、確実に稼働予定

出典：JICA 調査団作成

サナンドでは、すでにマイクロンが工場建設を開始しており、近隣にはすでにいくつか工場が稼働しているが、ドレラ SIR はまだ、タタが工事を開始した段階である。距離的には州都アーメダバード、現在の空港へはサナンドのほうが近い。しかし、面積的にはドレラSIRのほうが４倍以上あり、グジャラート州政府としては、今後はドレラ SIR 地域に力を入れていきたい模様である。

表 4-12.　ドレラ SIR 地域とサナンド地域進出の主な半導体関連企業

主要工業団地	半導体関連主要企業	内容
サナンド (Sanand-II & III)[1]	Micron Technology[2]	- 設備：組立、テスト、マーキング、パッケージング施設
		- 投資額：USD 2.7 Billion
		- 雇用：最大20,000人
	CG Power & Renesas[3]	- 設備：外部委託型半導体組立およびテスト施設
		- 投資額：USD 912 Million
		- 生産能力：1日あたり15百万ユニット
		- 雇用：5,000人以上
	Simmtech	- 設備：半導体基板製造ユニット
		- 投資額：USD 150 Million
		- 雇用：NA（記載なし）
ドーレラ (Dholera SIR)	Tata Electronics	- 設備：チップファブリケーションユニット
		- 投資額：USD 10.92 Billion
		- 生産能力：50,000ウェーハ/月
		- 雇用：20,000人以上

出典：JETRO 他ホームページより JICA 調査団作成:
[1] サナンド (Sanand-II & III) [204] [2]Micron Technology [205] [3]CG Power & Renesas [206]

4.2.6. ドレラ SIR 特別投資地域（Dholera SIR）

ここではドレラ SIR 特別投資地域の内容について詳しく見ていく。

ドレラ SIR 地域は 920 ㎢と広大な計画地域を持ち、これはシンガポールの国土（728 ㎢）より広い。この地域は、Dholera Industrial City Development Limited (DICDL)と呼ばれるグジャラート州政府が設立した公社によって開発が行われている。

[204] https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/09/fb468a05606453e2.html
[205] https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/06/601e7ace56e68213.html
[206] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/cg-power-and-industrial-solutions-limited-renesas-and-stars-microelectronics-jointly-build

（1） 開発計画とインフラ整備

具体的なドレラ SIR 地域の開発は以下の図に示すように広大な土地に対して段階的に構築していく予定である。ドレラ SIR 産業都市開発公社では、誘致予定企業や台湾の新竹サイエンスパーク、その他半導体産業が進展している国々からの情報を収集し、電力や水を含む半導体関連インフラの整備計画を詳細に作り込んでいる。

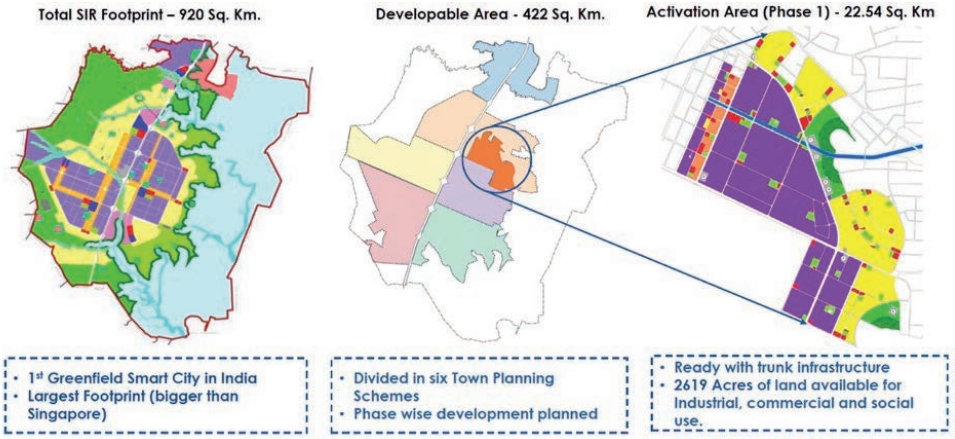


図 4-5. ドレラ SIR 地域開発マスタープラン

出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より

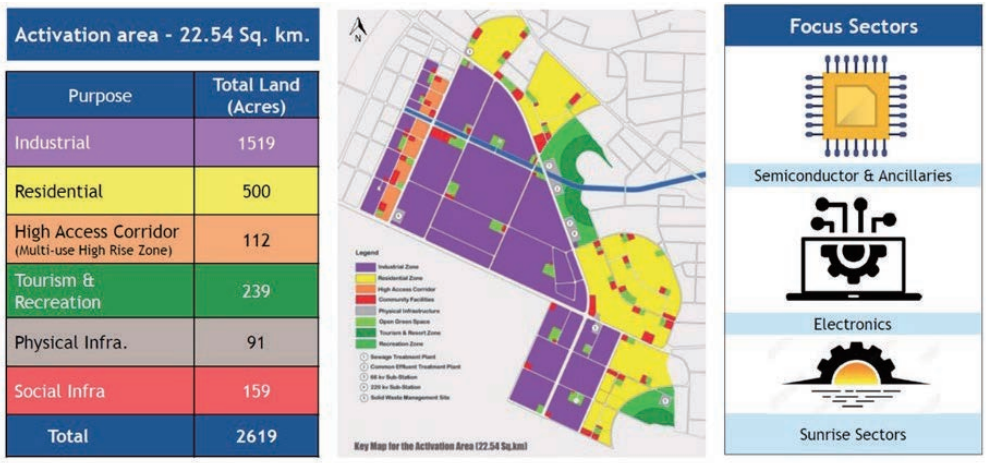


図 4-6. ドレラ SIR 地域の開発区分

出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より

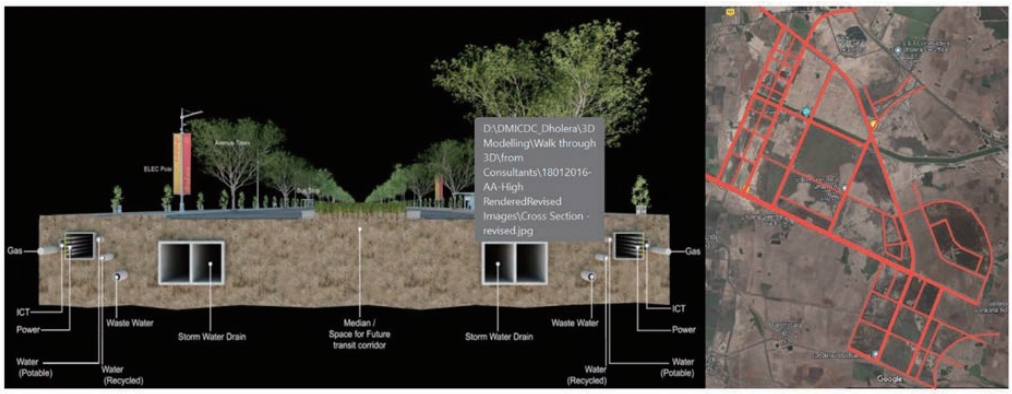


図 4-7. 地域インフラ利用のプラグ＆プレイ方式

出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より



図 4-8. 道路インフラの開発状況

出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より

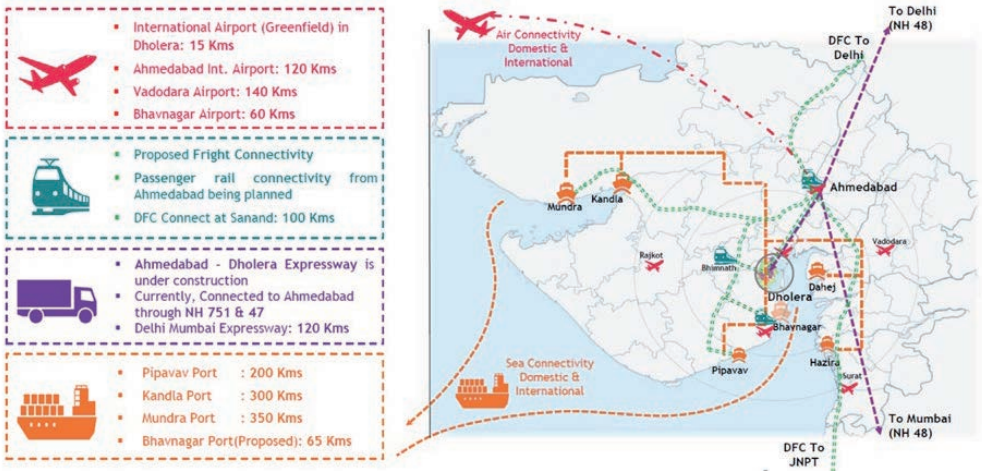


図 4-9. ドレラ SIR 地域の交通インフラ

出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より



図 4-10. 電力インフラの冗長化

出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より



図 4-11. ドレラ SIR 地域の水インフラ
出典：DICDL：Dholera Industrial City Development Limited ドレラ SIR 紹介資料より

ドレラ SIR 地域の電力インフラ整備は進展しており、アクティベーションエリア内には欧州系企業が受注した 4 か所の変電所（400/220/33/11kV）が計画され、うち 2 か所が既に完成している。各変電所は 2 系統からの受電で冗長性を確保し、シーメンス、スナイダー、日立（ABB）製機材を使用している。また、専用発電所（33kV、220kV）や企業ごとの電力インフラ整備も進行中である。グジャラート政府は、現在の供給能力 1,000MW を 2,000MW に倍増する計画を進めている。

表 4-13.ドレラ SIR 地域の電力供給状況

項目	詳細
総設備容量	- 53.36 GW（2024年6月時点）
	- インド全体の設備容量の約12%を占め、全国で第1位。
再生可能エネルギー	- 設備容量の約49%が再生可能エネルギー（大型水力発電を含む）。
	- 再生可能エネルギー容量はインド全体の再生可能エネルギー容量の約12.5%。
ピーク需要対応能力	- グジャラート州はピーク時の電力需要に対応可能で、電力供給の安定性を確保。
	- ピーク需要（2020年～2024年4月）の総需要446.18 GWの一部を満たしている。
ドレラSIR	- 現在の供給能力：1,000 MW
	- 拡張計画：2,000 MWに拡大予定
	- サブステーション：33/66kVおよび220/400kVを含む
	- 太陽光発電所が建設中で、地域での安定供給を支援。

出典：収集情報から JICA 調査団作成

ドレラ SIR 地域には、50MLD の水処理施設が整備されており、IS10500 に準拠した水質を確保している。水源は約 200km 離れたナルマダ川で、水質は高く安定しており、今後はタタや PSMC の要請により最大 150MLD までの拡張が検討されている。州南部には地下水も豊富

で、水供給に問題はないとされる。また、半導体工場への優先供給体制や海水淡水化の可能性も視野に入れられている。超純水の精製は各企業が個別に対応する。さらに、60MLD の排水処理施設と 30MLD の下水処理場も既に整備済である。



図 4-12. ドレラ SIR 内水処理設備
出典：JICA 調査団撮影(2024.12)



図 4-13. ドレラ SIR 内電力設備
出典：JICA 調査団撮影(2024.12)



図 4-14. グジャラート州 ドレラ SIR の水処理施設
出典：JICA 調査団撮影（2024.12）

4.2.7. サナンド地域

グジャラート州産業開発公社（GIDC）によって開発が進められているサナンドⅡ工業団地は 2,003 haの広さがあり、三菱電機やアステモ（旧日立オートモーティブ）をはじめとする日本企業や、車載関連メーカーの工場が稼働している。

インフラについては、水供給は GIDC（Gujarat Industrial Development Corporation）が担当しており、ナルマダ水域から 555MLD（MLD:1 日あたり使用量)）の供給が可能で現時点で水供給に関する懸念はないとの見解である。但し、マイクロン社との議論では円滑な水供給のために２本の水供給ラインが要求されているとのことであり、このような半導体産業の進出に伴い水の給排水需要が増加しているため、貯水施設やストームウォーター用設備（排水処理等）の開発が進行中である。

サナンドⅡ工業団地では、水処理施設は政府が整備するが、半導体工場に必要な排水処理施設や下水処理施設は各半導体メーカーが自ら整備することになっている。同工業団地は後工程の工場が中心であるため、現地調査では大きな問題はみあたらない。



図 4-15. グジャラート州 サナンドⅡ工業団地建設地の水供給塔
出典：JICA 調査団撮影（2024.12）

電力供給については、現在サナンドでは、既存のサブステーション（66/11kV）が 4 箇所運用中で、66/11kV サブステーション 1 箇所、400/220kV サブステーション 1 箇所が近日中に運用開始予定となっている。

現状の課題は、ピーク容量での運用により断続的な停電が発生することで、2023 年 7 月 10 日付けの JETRO ビジネス短信 [207]（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）では以下のような記事が見られる。

「4 月後半から不安定な電力供給が続いているインド・グジャラート（GJ）州のサナンド II 工業団地では、サナンド工業組合の代表やジェトロから、GJ 州産業開発公社（GIDC）、GJ 州送電会社（GETCO）、北部 GJ 州配電公社（UGVCL）に対して改善要望を行っているとのことであり、日系企業からは、頻繁な電圧変動と「短時間停電」（瞬停）が起こっており、原材料の損失、生産設備や工具の破損、操業停止時の労働力の損失等が起こり始めていることや、事前連絡がないことが多くて停電直前では対策が取れないとの声が出されているとのことである。

よって、サナンド工業組合の代表やジェトロ側は、定期的な配電ケーブル点検の必要性や、将来的な需要拡大に備えて変電所や配電インフラの増強が急務だと強調し、停電の事前予告用連絡網の構築を要請したとのことであり、サナンドでも電力問題が不安視されている。

JETRO ホームページの記載によれば、GETCO、UGVCL 両機関は、既に対策は進んでいてサナンド II 工業団地では 3 つの変電所の建設工事と地下ケーブル敷設工事が 3 カ月以内に完了する予定や、稼動後は同工業団地へは最大 150 メガワット（MW、現状は 60MW）の電力を無停電で供給できると説明し、今後、将来的には問題は起こらないことを明言しているようである。

[207] https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/07/7dbedac17d687d7d.html

一方、マンダル日本専用工業団地[208]への電力供給は比較的安定しているが、現状の 2 系統の送電線に加え、2023 年 12 月末完成をめどに 25 キロメートルの送電線を建設中だとし、同工業団地を含むマンダルーベチャラジ特別投資地域（MBSIR）[209]をカバーする変電所と接続すれば、電力障害は発生しなくなるとも説明した。両機関は 2023 年 7 月 6、7 日の両日、両工業団地に調査チームを派遣し、関連施設の検証を行って必要な対策を取ることや、対策の進捗を確認するための月例合同会議を開催し、議事録を関係者に共有すること等を確認したようである（以上 JETRO ホームページ「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」から[210]。）

4.3. 半導体産業に係る主要機関とその概要

4.3.1. グジャラート州政府組織の概要

グジャラート州政府（GoG）には、州知事（名目上の州最高責任者）、州首相（実質的な最高責任者）、および各省大臣で構成される閣僚会議がある。州政府の主要部門の概要は下記の通りである。

（1） 財務・税務関連

- グジャラート州税・商業税局：GST、VAT 管理
- 財務局：財政・会計業務の監督
- 保険局：州の保険制度の管理

（2） 産業・インフラ関連

- 産業鉱業局：産業振興、鉱業規制
- グジャラート州産業開発公社（GIDC）：工業団地の開発
- 産業振興局（INDEXTb）：投資誘致、企業支援
- 中小企業局（MSME Commissionerate）：中小企業支援

（3） 科学技術・スキル開発

- 科学技術局（DST：Department of Science and Technology）：
  GSEM と連携し、州政策と ISM の国家戦略の整合
  大学内のデザインラボ等による研究開発の促進
  産業界・学術界・研究機関の協働体制強化によるイノベーションと技能強化
- グジャラート州科学技術評議会（GUJCOST）：研究開発の推進
- グジャラート州電子ミッション（GSEM Gujarat State Electronics Mission）：DST 傘下の政策実行機関：IT・電子インフラの促進
- 労働・スキル開発局：雇用創出・スキルトレーニング

---

[208] 日系企業が進出している主要工業団地および今後進出が有望視されている工業団地（グジャラート州）
https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/industrial_park/mandal/

[209] https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/in/industrial_park/pdf/Gujarat_list_202506.pdf

[210] https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/07/7dbedac17d687d7d.html?_previewDate_=null&_previewToken_=&revision=0&viewForce=1

（4） インフラ・都市開発

- 道路・建設局：州内の道路・公共インフラ管理
- グジャラート州インフラ開発委員会（GIDB）：電気、水関係のインフラ、大規模インフラプロジェクトの計画

（5） 社会福祉・行政

- 年金・積立金局：公務員向けの退職金管理
- 総務省（GAD）：行政の統括・調整
- 教育局：学校・高等教育機関の管理

グジャラート州における産業開発の中心的役割を担うのは、グジャラート州産業開発公社（GIDC）、グジャラート州電子ミッション（GSEM）、および州政府が推進する各種インフラプロジェクトである。これらの機関は、州内の産業基盤の整備、投資誘致、および政策支援を行い、特に半導体産業の発展において重要な役割を果たしている。特に GSEM は以下の役割がある。

Gujarat State Electronics Mission（以下、GSEM）は、グジャラート州政府科学技術省（Department of Science and Technology, DST）の傘下に設立された専門機関であり、州内における半導体およびエレクトロニクス産業の振興を目的とした政策の立案・実施を担っている。GSEM は、産業振興に必要な制度設計、企業誘致、インフラ整備支援を統括し、州政府と産業界、ならびにインド中央政府との橋渡し役を果たしている。

第一に、GSEM は「Gujarat Semiconductor Policy 2022-2027」および「Gujarat Electronics Policy 2022-2028」など、州独自の産業振興政策を策定・推進する中核的な主体である。これらの政策は、インド中央政府の半導体国家戦略（Indian Semiconductor Mission: ISM）との整合性を保ちつつ、州独自の強みを活かして具体的な投資促進措置を講じる枠組みとなっている。

第二に、GSEM は企業支援の効率化を目的として、用地割当や許認可、補助金申請手続き等を一本化する「シングルウィンドウ・クリアランス」の提供を行っている。これにより、企業の立地判断と進出手続きを迅速化し、グジャラート州への投資を促進する体制を整備している。

第三に、GSEM はドレラ SIR 特別投資地域（Dholera Special Investment Region）における「Semicon City（セミコン・シティ）」の構築をリードしている。これは、5,000～10,000 エーカー規模の半導体・ディスプレイ製造拠点の形成を目指す戦略的プロジェクトであり、GSEM はその調整と推進を担う実行機関として機能している。

加えて、GSEMはインド中央政府の支援スキーム（PLI, DLI など）との補完関係を構築しつつ、州内における製造・設計プロジェクトの誘致と実行支援を行っている。また、大学・研究機関との連携による R&D 推進や人材育成の強化など、産官学連携の促進にも注力している。

総じて、GSEM は、グジャラート州をインド国内の半導体およびエレクトロニクス産業の中心地として発展させるための政策的・制度的な司令塔として、極めて重要な役割を果たしている。

下図にグジャラート州の組織体制図を示す。

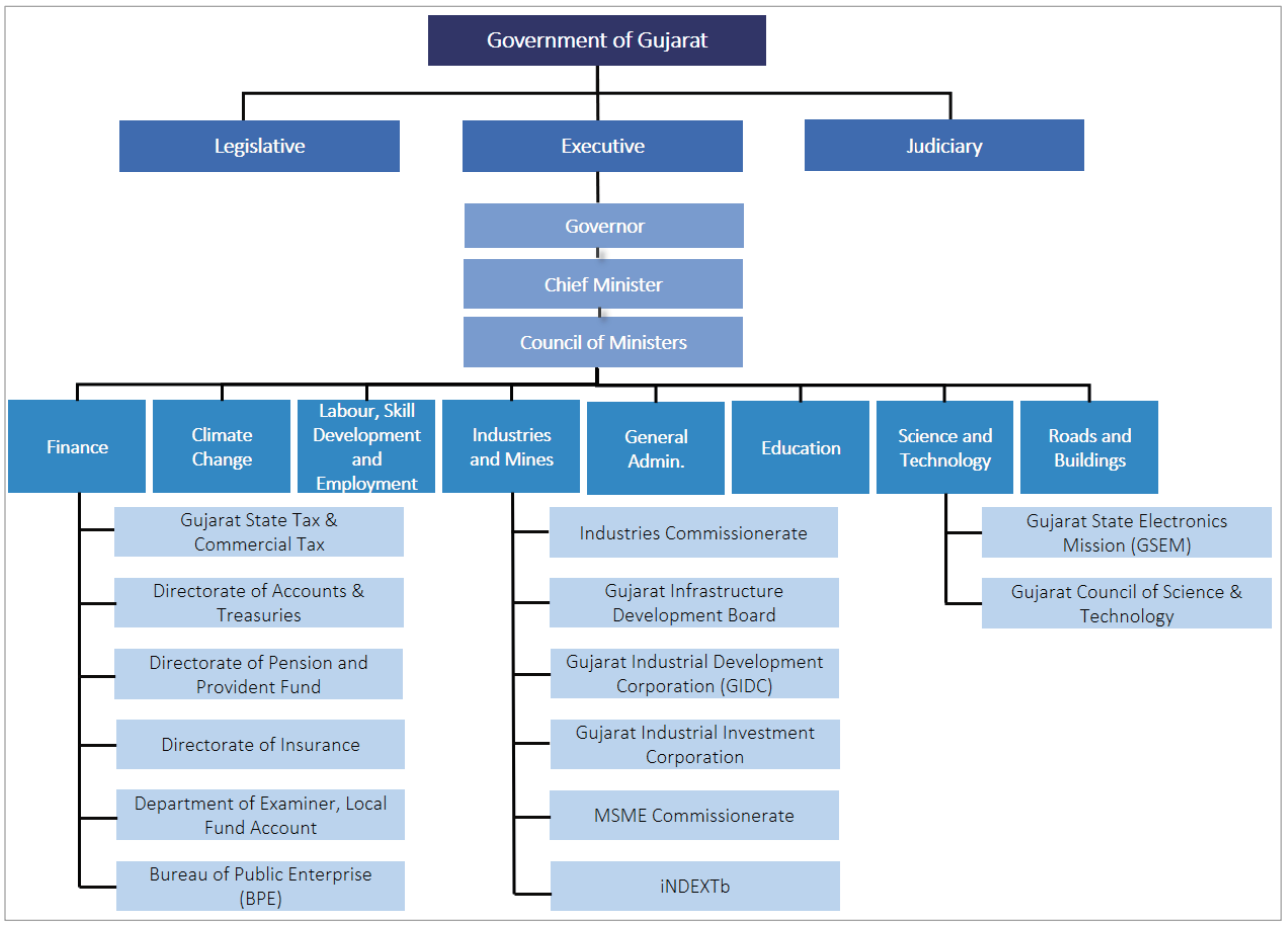


図 4-16. グジャラート政府の組織体制
出典：JICA 調査団作成：Government of Gujarat　HP から

4.4. 半導体産業に係るインフラ整備ニーズと整備状況

4.4.1. 交通インフラと接続性

グジャラート州の交通インフラ状況は以下の表の通りである。

交通インフラは産業にとって原料、資機材、製品の輸送という意味で重要であるが、半導体産業では一般製造業よりも高いレベルの交通インフラが要求される。それは、半導体製品や特に半導体製造装置は極めて精密であり振動に弱いためである [211]。

交通インフラは人の輸送にも重要であり、これまではアーメダバードからドレラ SIR 地域は一般道で行くと片道２時間半かかっており、雨天や交通渋滞に巻き込まれると３時間、４時間かかることもあったが、現時点では高速道路などの整備により大幅に改善され、１時間程度で到着することができるようになった。

[211] 例えば、日本の半導体産業が興隆していた時代に、日本企業が世界に半導体工場を設置する動きがあり、中国へも進出していた。その際に大きな問題となっていたのは、中国の道路インフラの状況であった。というのは、半導体製造装置の運搬の際に、道路の路面の状況が極めて悪く、振動に弱い半導体製造装置の運搬に適さなく、中国政府に対して、まず、道路を整備せよと要求したとのことである。

ドレラ SIR 空港も建設中である。アーメダバード空港はドレラ SIR からは 100km もあるため、ドレラ SIR 空港の開港はアクセス改善に大きな意味を持っている。

表 4-14.グジャラート州のインフラ

項目	詳細
鉄道インフラ	- 総延長4,960 kmの鉄道ネットワークを保有。
	- インド西部回廊（Dedicated Freight Corridor, DFC）の560 kmがグジャラート州を通過。
	- DFCはドレラSIR近くのビームナスジャンクションに接続。現在拡張工事が進行中。
道路インフラ	- 総延長7,885 kmの国道ネットワークを保有。
	- ドレラSIRと主要都市を結ぶ110 kmの4車線高速道路が建設予定。
港湾インフラ	- 合計46の港湾を保有（主な港: バヴナガール60 km、ピパバヴ200 km、カンドラ300 km、ムンドラ350 kmの距離に配置）。
	- 複数の桟橋（Okha、Magdalla、Kutch、Karunga、Bhavnagar等）が開発中。
航空インフラ	- アーメダバード国際空港はドレラSIRから100 kmの距離に位置。
	- ドレラ国際空港の建設が進行中。2024年第4四半期に貨物便が運航開始予定。全体完成は2025-26年を予定。
物流プロジェクト	- デリー・ムンバイ産業回廊（Delhi Mumbai Industrial Corridor, DMIC）に関連したフレイトロジスティクスパーク開発。総投資額は約84億ドルを見込む。
	- ドレラSIRはアーメダバード、ラジコート、バヴナガール、バローダ、スーラトといった主要都市と道路で接続。
その他のインフラ改善計画	- 110 km、6車線の高速道路（アーメダバード-ドーレラ間）を計画中。
	- 複数の新規桟橋と港湾インフラが開発中。

出典： The Finance Department of Gujarat Government, GIDB, RBI, IBEF, iNDEXTb

4.4.2. 電力インフラ

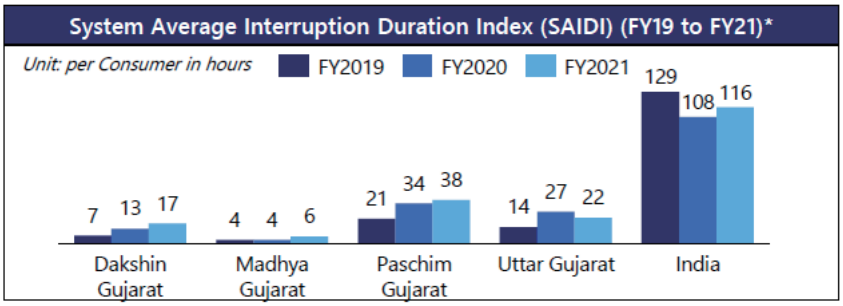
電力に関しは、以下の図に示すように、グジャラート州は電力品質（SAIDI、SAIFI）[212]に関して、国内の他州と比べ比較的良好なインフラが整備されている。

グジャラート州の電力設備容量は、インド全体の総設備容量の 12%を占め、全国第１位であり、半導体産業誘致には有利な状況にある。但し、停電や瞬断はサナンド地域ではピーク容量時に発生しているようである。

また、再生可能エネルギー利用に対しても熱心であり、特にドレラ SIR 地域、サナンド地域に力を入れている最中である。

[212] https://www.mahadiscom.in/consumer/wp-content/uploads/2020/03/D5_REPORT_DEC19.pdf

電力容量の評価基準として、システム平均停止時間指数（SAIDI）とシステム平均停止頻度指数（SAIFI）がある。グジャラート州の SAIDI,SAIFI の比較図を図 4-19、日本を含む世界各国の比較図を図 4-20 に示す。諸外国と比較し全インド、グジャラート州の SAIDI と SAIFI[213] は非常に大きく、インドの急激な需要増加に伴う需要ひっ迫の影響が想定される。この状況は半導体工場にとって大きな懸念材料である。



Source: GSEM, Central Electricity Authority of India, News Articles
*Note: The data for FY 2019-20 is available from September 2019

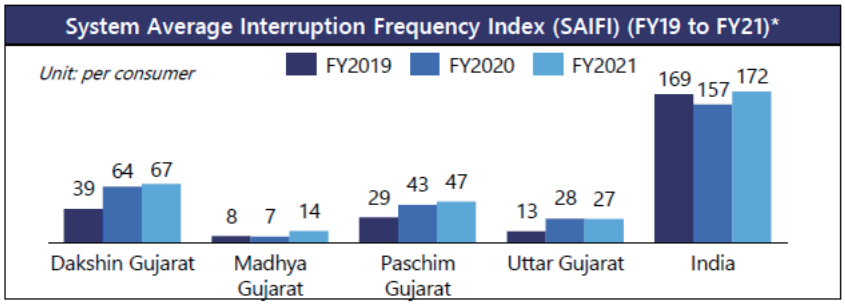


図 4-17. グジャラート州における年間平均停電時間、年間平均停電回数
出典：Source: GSEM, Central Electricity Authority of India, News Articles

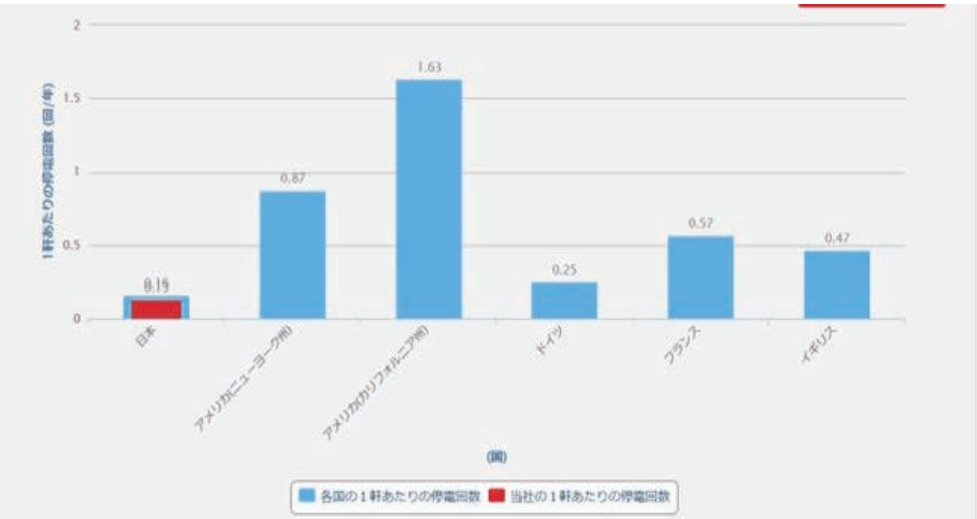


図 4-18. 日本、諸外国の年間平均停電回数の比較
出典：TEPCO ホームページ

[213] https://cea.nic.in/dashboard/?lang=en

（1） 電力関係の機関

電力供給については、州政府は電力供給の効率化とインフラの強化を目的として、発電・送電・配電の各分野における公共部門企業（PSU）の整備を進めてきた。現在、グジャラート州における電力供給は、州政府の監督のもと、グジャラート州電力公社（Gujarat Urja Vikas Nigam Limited, GUVNL）を中心に運営されている。GUVNL は、州内の電力供給の管理・調整を担う統括機関であり、発電・送電・配電の各分野における子会社を管理している。主要な組織は以下の通りである。

1) **グジャラート州電力公社**（GUVNL）

州政府の傘下にある統括機関で、電力供給の計画、調整、資金管理を担当する。州内の発電、送電、配電事業を監督し、各事業会社の運営を統括する。

2) **グジャラート州電力発電会社**（GSECL: Gujarat State Electricity Corporation Limited）

州政府が所有する発電事業者であり、火力、水力、太陽光、風力発電等多様な発電源を運営する。州内の電力需要を支えるため、新規発電設備の開発や再生可能エネルギーの導入を推進している。

3) **グジャラート州送電会社**（GETCO: Gujarat Energy Transmission Corporation Limited）

州内の電力送電を担当し、GSECLや独立系発電事業者（IPP）からの電力を各地域に送電する。送電網の強化およびスマートグリッドの導入を進め、安定した電力供給を確保使用としている。

4) **地域別配電会社**（DISCOMs: Distribution Companies）

電力配電の効率化を目的とし 4 つの地域別配電会社（DISCOM）を設置している。

- UGVCL（Uttar Gujarat Vij Company Limited）：北部グジャラート担当
- DGVCL（Dakshin Gujarat Vij Company Limited）：南部グジャラート担当
- MGVCL（Madhya Gujarat Vij Company Limited）：中部グジャラート担当
- PGVCL（Paschim Gujarat Vij Company Limited）：西部グジャラート担当

各 DISCOM は、州内の都市部および農村部に電力を供給し、電力料金の徴収、電力損失の管理、消費者サービスの向上に取り組む。

（2） ドレラ SIR 地域工業団地内電力インフラ

グジャラート州の電力関係のインフラに関しては、特に半導体産業が集積することになるドレラ SIR 特別投資地域（Dholera Special Investment Region: Dholera SIR）の状況を把握することが重要である。２章でも説明したように、半導体前工程の工場においては、電力の安定性が極めて重要なため、当地に将来日本の半導体製造業が進出することを想定すると、当該地域の電力インフラの現況、現状の電力供給品質、さらに、将来的な電力網や供給電力容量などの整備計画も含めて包括的に長期的な観点から把握・評価しておくべきである。

電力品質の調査は以下の 3 点に着目すべきである。

- 当該地域における電力品質（電圧・周波数等）
- インドに対する手本として日本国内の半導体工業団地における電力供給体制と比較
- ドレラ SIR 地域の送電網、変電所の整備状況の確認

送電網・変電所の構成

- 現在、ドレラ SIR 地域には Fedra 変電所および Dholera Solar 変電所を起点とした 220kV 送電系統が敷設されており、ドレラ SIR 地域への電力供給が行われている。
- さらに、Dholera 4A 変電所の建設が進められており、将来的には複数の変電所を連携させた冗長系統の構築が計画されている。
- 現時点では完全な N-1 構成（いずれか 1 系統が停止しても供給が維持される構成）が確保されておらず、単一障害時のリスクが存在する点は留意が必要である。

日本国内工業団地との比較

- 日本国内においては、二重送電系統による冗長性の確保、瞬低対策（FRT 装置など）の導入、常時の電力品質監視が実施されている。
- このような高信頼な電力供給体制は、半導体製造プロセスの安定稼働に不可欠であり、ドレラ SIR でも同等の体制構築が求められる。

以上から、以下の課題が考えられる。

表 4-15.　電力品質に関する考察と課題

評価項目	今後の検討課題
電力品質	現地の商用電源が安定しているとしても、落雷等による瞬低の可能性があり、長期のモニタリングが必要。
送電網の信頼性	現時点でのN-1構成は不十分であり、将来的な系統増強および多重化が必要。
情報整備	系統図や接続点に関する情報に一部不一致があり、関係機関による一元的な整備・共有が必要。

出典：JICA 調査団作成

またインドに在住している日本の電力設備会社の担当者によれば、デリー、グルガオン、ハイデラバード等においては、停電が頻発しているとのことである。停電の原因の一つとしては、落雷が指摘されている。そのためグジャラート州の電力品質に対し、当該担当者は、グジャラート州は他州と比較して電力品質は良好と聞くが、実際に落雷の季節も含めて年間を通じて問題がないかどうかに対しては、グジャラート州においても電力品質に対する懸念は払しょくできていないとのことである。一方、州政府の説明によれば、当地は電力設備が増強されており問題ないとのことであり、今後、落雷発生の時期も含め長期間の詳細な測定と観測により客観的、長期的なデータを集め、インド側と日本側で双方の言い分が食い違わないように協議し客観的な判断が必要になる。

4.4.3. ドレラ SIR 地域工業団地内水インフラ [214]

（1） ドレラ SIR における取水源および浄水場

ドレラ SIR 全体の計画面積は約 920km²であり、開発は州政府のタウンプランニング・スキーム（Town Planning Schemes, TP）の枠組みに基づき、段階的に実施されている。

フェーズ 1 の対象区域は、TP1 および TP2 の合計約 153km²である。このうち、「アクティベーションエリア」と呼ばれる中核的な工業ゾーンは 22.54km²の面積を有しており、記事 によると、当該区域におけるインフラ整備（道路、上水、排水、電力・通信等）は約 95%が完了しており、企業の操業開始が可能な状態となっている。

TP1 には、ナルマダ運河から取水され、Pipli ポンプ場および Pariyej 貯水池を経由し、工業区域内の浄水場を通じて給水される。現在、当該浄水場は 1 日あたり 5,000 万リットル（50MLD）の処理能力を有している。さらに、水供給の多様化・強化を目的として、海水または汽水を利用した海水淡水化施設の導入が計画されており、2025 年 6 月現在、「海水・汽水淡水化プラントの技術経済性分析および環境影響評価プロジェクト“Techno-economic Analysis and Environmental Impact Assessment for the Feasibility of Sea/Brackish Water Desalination Plant”」が進行中である。この淡水化施設の供用後、1 日あたり 40MLD の能力が見込まれており、浄水場とあわせて 90MLD 確保される。これにより SIR の水需要に対し、長期的に持続可能な供給体制の確立が期待される。

1) 水源および供給能力

ドレラ SIR では、主な水源としてナルマダ運河が利用されており、Pipli ポンプ場および Pariyej 貯水池を経由し、敷地内の浄水場（能力 50MLD）を通じて工業用水が供給されている。加えて、1 日あたり 40MLD の供給能力を持つ海水淡水化施設の導入が計画中であり、供用後は合計 90MLD の供給能力を有することになる。これは半導体製造業における原水供給インフラとして、一定の安定性と持続可能性を担保するものである。

2) 排水処理および ZLD 方針

ドレラ SIR では、ゼロ・リキッド・ディスチャージ（Zero Liquid Discharge：ZLD：２章にて説明）方針を導入するとのことであり、今後、導入されれば、すべての排水は処理・再利用されることになる。現在、処理能力 20MLD の共通排水処理施設（CETP）が建設中で、将来的には 35MLD までの拡張が予定されている。処理水は敷地内で再利用される。

3) 水質管理および規制

飲料水の水質は、インド規格局（BIS）による IS 10500:2012 に準拠しており、工業用水は中央公害防止管理公社（CPCB）のガイドラインに基づき分類管理されている。排水基準については、グジャラート州公害防止管理公社（GPCB）が定期的なモニタリングと基準設定を行っている。なお、半導体製造業に特化した排水基準は 2025 年 6 月時点では未整備である。

---

[214] https://cgwa-noc.gov.in/LandingPage/LatestUpdate/NCDGWR2023.pdf National Compilation on DYNAMIC GROUND WATER RESOURCES OF INDIA, 2023

4) スマート水インフラ・ICT 活用

ドレラ SIR では、取水から浄水、送水、流量、ポンプの稼働状況までをリアルタイムで監視可能な ICT/IoT システムが導入されている。管理室には複数のモニターと計測機器が設置され、運転制御および冗長化（二系統化）が図られている。

5) 災害対応体制

ドレラ SIR は盆地地形に位置し、洪水や内水氾濫リスクが指摘されている。現在、14 基の固定排水ポンプが設置されているが、大雨時の対応強化策として、排水ポンプ車や可搬型排水ポンプの導入も将来の検討課題と言える。

（2） 日本の制度との比較

2025 年２月末に調査した岩手県北上市の事例では、工業用水道と公共下水道において使用容量に応じて料金を柔軟に変更し、総額では安い料金を提示して当地に企業の誘致を目指す二部料金制度が導入されており、当地において企業誘致に寄与している。すなわち、二部料金制度は、大口利用者にとっては、水料金の単価を引き下げて水コストを軽減することができる。一方、事業者側にとっては、水コストの低減を理由に、企業誘致や工業団地活用を促進する。加えて、基本料金により料金収入の安定化が図れるため、インフラ維持管理の財源確保にも寄与する。

したがって、ドレラ SIR でも同様の制度を導入することによって、当地に企業を誘致する方策となる可能性があるため、将来的な政策展開の一つの方法でもある。

（3） ドレラ SIR における水インフラに対して

ドレラ SIR の水インフラは、調査団が政府の整備計画についてのヒアリングと現地実査から判断した限りにおいては半導体産業の立地条件に照らしておおむね良好な整備状況にあり、今後 ZLD の実装と規制整備が進めば、グローバルな先端製造業の受け入れ地としてのポテンシャルが高いと考えられる。

ただし、以下の表に留意点を上げておく。

表 4-16. 水インフラ調査の留意点

項目	留意点
排水基準の整備	半導体製造（特に前工程）向けの専用排水基準は未整備であり、企業ごとの個別協議・設計対応が必要な可能性がある
淡水化プラント	40 MLDの新設施設は2025年以降の稼働が前提であり、稼働の遅れや建設上の課題がリスク要因となる
緊急時対応	洪水・内水氾濫リスクに対し、可搬式排水機材などの機動的対応装備は未導入（導入が提案されている段階）

出典：JICA 調査団作成

4.5. 半導体産業人材ニーズと人材育成の現状

4.5.1. 産業人材育成環境

グジャラート州は、インド国内において最も低い失業率を記録しており、過去 6〜7 年間で一貫して低下傾向にある。この背景には、州政府の投資促進政策、産業集積の進展、および堅固な教育基盤が寄与していると考えられる。

表 4-17. グジャラート州の人材育成環境の概要

項目	詳細
失業率	- 2023-24年版「定期労働力調査（PLFS）」の結果　によると、グジャラート州の失業率はインド全州で2番目に低い。（１番目はマディア・プラデェッシュ州）
	- 過去6〜7年間で失業率が大幅に低下している。
	- 工学系大学で半導体特化のコースやスキル開発プログラムを開始。
技術教育の基盤	- グジャラート州には多くの工学大学、ポリテクニック校、ITIs（産業訓練機関）があり、年間50,000人の技術専門職を輩出。(詳細数字は以下表参照)
	- 技術系ディプロマプログラムの修了者: 年間54,000人以上。
政府の取り組み	- グジャラート・スキル開発ミッションを通じ、産業即応性を高めるトレーニングコースを提供。
	- Vibrant Gujarat Summitで、IITガンディナガールに半導体研究・開発のための「卓越センター」設立を提案。

出典：ECONOMIC SURVEY OF DELHI, 2023-24, Periodic Labor Force Survey Reports, SOCIO-ECONOMIC REVIEW 2022-2023 GUJARAT STATE, News Articles [215]

4.5.2. グジャラート州内の学術、教育・訓練機関

グジャラート州の教育機関には下記表のような種類があり、インド工科大学（IIT）を頂点として多数の工学系大学が存在し、インド国内でも有数の技術人材育成拠点として位置づけられ、11 の国立の重要機関、118 の工学系大学を含む高等教育機関が充実している。

年間約 10 万人以上の技術・職業人材が州内で育成されており、製造業や先端産業への人材供給体制が整っている。IIT ガンディナガール校や経営大学院である IIM アーメダバード校

[215] https://deshgujarat.com/2024/11/27/gujarat-has-second-lowest-unemployment-rate-in-country-in-plfs-2023-24-state-wise-data-here/

(Indian Institute of Management Ahmedabad)[216]をはじめとする著名大学が集積し、教育の質も高い。さらに、インド科学技術省（DST）は、STEM イノベーションクラブの設置や 2.5 万人へのディープテック訓練などを推進しており、実践的かつ先進的なスキル育成が行われている。2023-24 年の PLFS 調査では、同州は全国で 2 番目に低い若年層失業率を記録しており、教育と雇用の接続が良好であることを示している。これらの環境は、今後の半導体産業やハイテク分野の進出にとって強力な支援要因となる。

また、National Skill Development Corporation（国家技能開発公社：NSDC）[217]は、技能開発を通じてインドの若者の力を引き出すことを目的とし、2008 年 7 月 31 日、会社法第 25 条（現在は 2013 年会社法第 8 条に該当）に基づく非営利の公開有限会社として設立された。当公社は、技能開発・起業家精神省 [218]（MSDE：Ministry of Skill Development and Entrepreneurship）の下、官民連携（PPP）モデルによって運営され、インドの技能エコシステムの中心的な構築者としての役割を果たしている。出資比率は政府が 49%、民間が 51%を占めており、公的支援と民間活力の融合によって活動を展開している。

傘下の産業訓練機関（ITI：Industrial Training Institutes）が実質的な教育・訓練を実施する。全インドには 15,034 か所 [219]の ITI が存在し、グジャラート州では 500 以上が運営されている。半導体製造装置の扱いや保守・運用を教育する機関は、これら既存の機関と連携して進める可能性もある。ITI の訓練内容は、機械系産業の訓練が多いが、半導体産業に特化したコースも開設し、実際にカリキュラムも作成（2024 年作成）されている [220]。

この産業訓練機関（ITI：Industrial Training Institutes）では現在、「半導体技術者（Semiconductor Technician）」という職種訓練コースが職業訓練制度（CTS：Craftsmen Training Scheme）のもとで提供されることになっている。この 1 年間のコースでは、半導体技術に関する実践的・理論的な知識に加え、職業に必要な基礎技能や専門技能を習得することができる。

また、州が推進するグジャラート・スキル開発ミッション(Gujarat Skill Development Mission)では産業即応性を高めるトレーニングコースを提供している。

[216] https://www.iima.ac.in/
[217] https://nsdcindia.org/about-us
[218] https://www.msde.gov.in/ministry
[219] https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2041507
[220] https://www.cstaricalcutta.gov.in/images/Semiconductor%20Tech_CTS1.0_NSQF-4.5.pdf

表 4-18. グジャラート州における技術人材育成状況 一覧表

区分	項目	数値・内容
教育機関の規模	国立重要機関（Institutes of National Importance）	11校
	工学系大学（Engineering Colleges）	118校（うち7校が国内トップ100）
	学士課程カレッジ（Graduate Colleges）	116校
	大学院カレッジ（Post-graduate Colleges）	60校
	州立大学（State Universities）	16校
	中央大学（Central Universities）	2校
人材育成規模	年間エンジニア・技術系人材輩出数	50,000人以上
	ディプロマ課程（Diploma Courses）	133コース
	年間ディプロマ人材輩出数	54,000人以上
主要大学・研究機関	IIT Gandhinagar	工学の最高峰国立大学
	IIM Ahmedabad	世界的に評価される経営大学
	SVNIT Surat	技術系国立大学（NIT）
	IIT Vadodara	工学系大学
	IIIT Surat	情報技術系大学
	DA-IICT Gandhinagar	情報通信技術特化大学
	GTU（Gujarat Technological University）	州内最大の工科系州立大学
	MSU Baroda	総合大学（文理融合）
	PDEU Gandhinagar	エネルギー・技術・経営分野に強み
政府の追加施策（DST）	STEMイノベーションクラブ	各地区に設置
	STEM学生へのより深い技術訓練の実施	年間25,000人を対象に実施

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

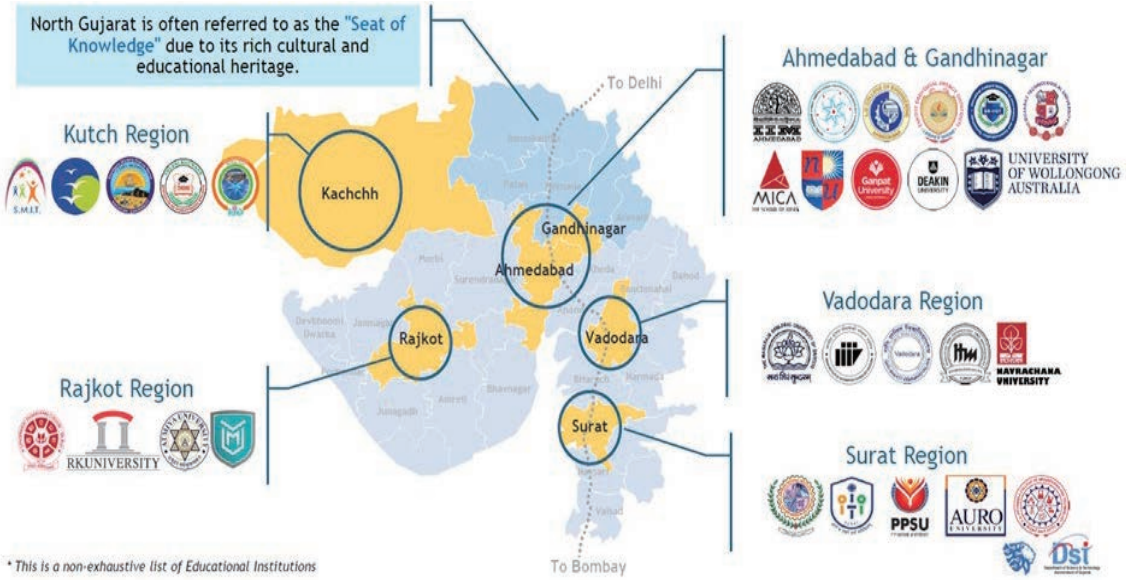


図 4-19. グジャラート州内の各地の大学、研究機関の所在
出典：ウエブ情報やヒアリングを基に JICA 調査団作成

各教育機関の機能や役割を以下の表に整理する。

表 4-19. 各教育機関の機能と役割

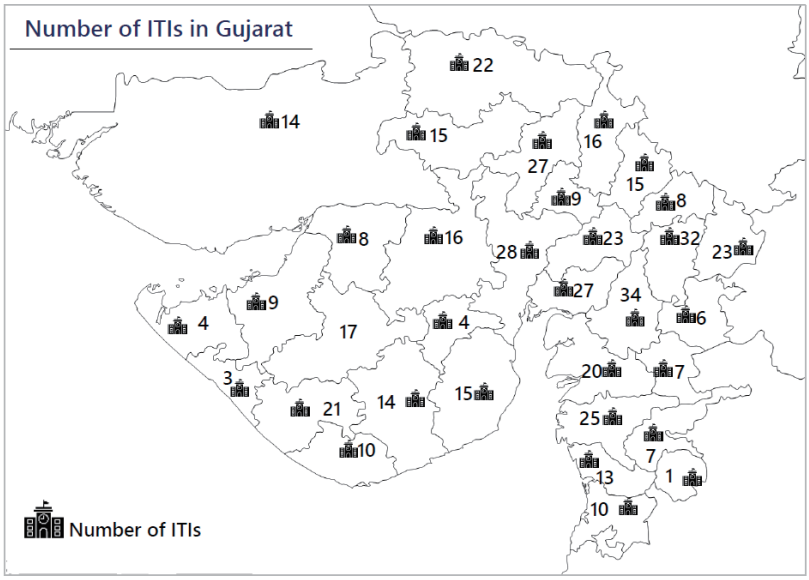
分類	主な対象	修了資格	主な進路	特徴
ITIs	現場技能職	NTC[1] （国家職業資格）	製造・設備など技能職	実習中心、短期間、即就職
ポリテクニック	技術系中間人材	工学ディプロマ	技術者、学士編入も可	実務＋理論、3年制
工学系大学	理系学生（上位層）	学士・修士・博士	設計・開発・研究・マネジメント	理論重視、キャリア広い
ディプロマコース	技能向上・専門特化	ディプロマ	即戦力、または編入	短期集中型、民間主導も多い

出典：JICA 調査団作成 （参照 [1]NTC [221]）

[221] National Trade Certificate：certificate issued by an Industrial Training Institution (ITI) affiliated to and recognized by National Council for Vocational Training.

4.5.3. 産業訓練機関（ITIs）

以下の図に ITI の所在地を示す。



Source: Ministry of Skill Development and Entrepreneurship,
The list of courses is non-exhaustive. *BBBT: Broad Based Basic Training

図 4-20. グジャラート州内の ITI の数 [222]
出典：Ministry of Skill Development and Entrepreneurship,

グジャラート州の ITIs では、主要な訓練機関はガンディナガール、モダサ、パランプール、ビローダ等、州内各地に存在するが、以下のような専門コースが提供されている。

- 製造・生産技術（Production & Manufacturing）
- 産業向けの生産技術、製造プロセス、品質管理手法を学ぶ。
- 理論と実習を組み合わせ、業界ニーズに対応可能な技術者を育成。

インド政府は、一般的なこれまでの電子機器組み立てに関するプログラムの他、以下のような半導体製造に関するプログラム [223] の設計を開始した。（SEMICONDUCTOR TECHNICIAN） (2024 年開発) Version:1.0 (CTS：CRAFTSMEN TRAINING SCHEME)）

このカリキュラムの設計は、技能開発・起業促進省（Ministry of Skill Development and Entrepreneurship）傘下の訓練総局（Directorate General of Training）中央職員訓練・研究所（CENTRAL STAFF TRAINING AND RESEARCH INSTITUTE）による。

- エレクトロニクスおよび回路設計（Electronics & Circuit Design）
- 半導体製造に不可欠な回路設計、チップ設計、電子部品の組み立て技術を修得。
- 半導体企業の需要を踏まえたカリキュラムを提供。
- 半導体関連設備の運用と保守
- 半導体製造装置の操作・メンテナンスに関する専門的知識を習得。

[222] https://nsdcindia.org/find-nsdc-training-centre-iti
[223] https://www.cstaricalcutta.gov.in/images/Semiconductor%20Tech_CTS1.0_NSQF-4.5.pdf

4.5.4. その他州内の大学の状況

（1） ニルマ大学（Nirma University）

グジャラート州のニルマ大学（Nirma University）[224]は、州政府の「半導体政策（2022-2027）」に基づく人材育成の重点機関の一つとして位置づけられている。同大学では、インド政府が掲げる 2032 年までに 120 万人の半導体関連人材を育成するという目標に対応するため、半導体製造技術に特化した M.Tech 課程（修士課程）を新設した。この課程では、半導体物理から製造プロセス、設計、パッケージング、テストに至るまで、幅広い専門知識と技能を教育内容に含んでおり、集積回路設計や物理設計、ファンドリープロセス設計、歩留まり解析、R&D などの職種を想定している。

ニルマ大学電子通信工学科（EC 学科）学科長であるウシャ・メタ教授によれば、この M.Tech 課程はグジャラート州で初となる可能性のある半導体分野の大学院教育プログラムであり、今後の人材供給拠点として大きな役割を果たすことが期待されている。

（2） Gujarat Technological University(GTU)の状況 [225]

グジャラート工科大学（Gujarat Technological University：GTU）は、2025 年、工学部生を対象としたオープン選択科目「半導体パッケージ製造および試験の基礎（Fundamentals of Semiconductor Package Manufacturing and Testing）」を新たに開講する。本科目は、マイクロンとの産学連携のもとで開発され、カリキュラムの設計および一部の授業実施には企業側の協力が含まれている。授業内容は、半導体パッケージング工程、試験手法、材料特性、品質管理、統計的プロセス管理、半導体デバイス評価など、多岐にわたる技術要素を対象とし、本科目は、GTUにおけるオープンエレクティブ（選択科目）として、6学期に在籍する学生を対象に提供されるものであり、選択履修により受講が可能となる。本科目の開講は、GTU 内部の学術委員会およびカリキュラム検討会を通じて決定されており、2024 年中に AICTE（全インド技術教育評議会）への認可申請が行われた。実際に 2025 年 3 月に訪問し、半導体関連を指導する教授と面会した際には、日本との連携に非常に関心を示していた。IIT ガンディナガール校とは違い、産業直結型、現場人材の教育訓練に力を入れたいとのことであった。

（3） 若年層に対する研修プログラム

州政府は、「Gujarat Skill Development Mission [226]」を通じて、若者の産業適応能力を高めるための各種研修プログラムを実施しており、近年では半導体専門教育プログラムへの投資を強化している。これには、半導体製造技術に関する専門コースの新設、実習施設の充実、企業との共同研究プロジェクトの推進等が含まれる。これにより、同州が半導体分野の人材供給拠点としての地位を確立することを目標としている。

---

[224] https://nirmauni.ac.in/news-events/nirma-university-launches-an-m-tech-programme-in-semiconductor-technology/

[225] https://timesofindia.indiatimes.com/city/ahmedabad/gtu-launches-pioneering-semiconductor-manufacturing-course-for-engineering-students/articleshow/115819249.cms

[226] https://www.adb.org/sites/default/files/project-documents/58033/58033-001-pam-en.pdf

Gujarat Skill Development Mission は、グジャラート州政府が、州内の若年層の雇用促進と産業界への適応力向上を目的として、2009 年に Gujarat Skill Development Mission（GSDM）を設立した。本機関は、州レベルでのスキル開発戦略の策定および各種研修プログラムの実施・調整を担っている。その主な目的は、産業界のニーズに適合した人材の育成、都市部および農村部における職業訓練の拡充、そして雇用創出と自営業支援にある。

GSDM が展開する主要な研修プログラムには、「Kaushalya Vardhan Kendra（KVK）」「Vocational Training Centre（VTC）」「Project Sankalp」が挙げられる。KVK は農村部の若年層を対象とした職業訓練センターであり、州内に 500 以上の施設を設立し、機械操作や手工芸、農業技術、IT スキル等多岐にわたる訓練を無料で提供している。一方、VTC は官民連携（Public-Private Partnership：PPP）モデルを採用し、企業と連携した職業訓練を通じて、産業界のニーズに即したスキル習得を促進している。さらに、Project Sankalp では、企業をトレーニングパートナーとして招聘し、実践的な研修を実施することで、即戦力となる人材の育成を目指している。

これらのプログラムの実施により、GSDM は単なる職業訓練の提供にとどまらず、農村部と都市部の格差是正、産業界との連携強化、雇用創出および自営業の促進といった多面的な効果を生み出している。特に、産業界のニーズを反映したカリキュラム設計や、PPP モデルの導入による即戦力人材の育成は、州の経済発展に寄与する重要な要素となっている。

4.5.5. グジャラート州における産学連携

現在、グジャラート州の大学は積極的に産業界との連携を進めている。その様子を以下の表に示す。

産学連携している大学は、IIT ガンディナガール校他、Kaushalya Skill University[227]、PDEU Gandhinagar[228]、Gujarat Technological University（GTU）[229]、Ganpat University[230]、L.D. College of Engineering（LDCE）[231]である。

[227] https://kaushalyaskilluniversity.ac.in/
[228] https://pdeu.ac.in/
[229] https://www.gtu.ac.in/
[230] https://www.ganpatuniversity.ac.in/
[231] https://ldce.ac.in/

表 4-20. 企業とグジャラート州内の大学との産学連携

企業	大学・教育機関	内容
Micron	Kaushalya Skill University	半導体分野の卓越センター（School of Excellence in Semiconductor）
	PDEU Gandhinagar	Micron × PDEU：半導体設計・製造に特化した専門コースを共同開発・提供（VLSI修士課程、チップ製造・パッケージング講座）
NXP	IIT Gandhinagar	VLSI設計、IC設計、セキュリティ、IoTなどのスキル開発
LTSCT（Larsen & Toubro Skill Centre）	IIT Gandhinagar	インド半導体分野における革新を推進する戦略的パートナーシップ
Kaynes Technology	Gujarat Technological University（GTU）、Ganpat University	OSAT分野のカリキュラム整備で連携
Suchi Semicon	Gujarat Technological University（GTU）	学術・トレーニング・研究プログラムの連携強化
Siemens、Keepsake	L.D. College of Engineering（LDCE）, Ahmedabad	航空宇宙・防衛（A&D）や溶接分野におけるCoEによる研修、研究、安全スキル向上

出典：ヒアリング情報等から JICA 調査団作成

ここでグジャラート州政府による各種教育訓練施策の動向を整理すると以下のようになる。

表 4-21. グジャラート州政府による各種教育訓練施策の動向

項目	実施主体	内容
IIT GandhinagarのCoE	政府	- Vibrant Gujarat Summitで提案された半導体分野のCoE - フォーカス分野: 1. 能力構築、2. 半導体デバイスとプロセス技術の研究開発。
LD工学大学とRajkotの政府工学大学でのCoE	政府	- 教育省による予算35万ドルでの設置。 - AIやドローン技術を含む8つの先進的工学分野での卓越センターを設立予定。
IIT GandhinagarのM Tech by Project	政府	- タイのアジア工科大学との連携でプロジェクト指向のプログラムを導入予定。 - 学術的なコースだけでなく、実践的なプロジェクトにも取り組む。
産学連携	政府/民間	- ICDT（統合回路設計技術）のB.Techプログラムで Intel、Qualcomm、Micron等とのコラボレーションを実施。
半導体スクール（Sanand）	政府 およびMicron	- Micronとの連携でSanandに半導体スクール を設立予定。 - 予算400万ドルを確保。
MicronとNAMTECHの教育イニシアティブ	民間	- MicronとArcelorMittal Nippon Steel IndiaのNAMTECHによるMoUを締結。 - 実践的教育と訓練プログラムを提供し、グローバルな競争力を備えた人材を育成。

出典：IIT Gandhinagar, SVNIT, Ahmedabad University, Indrashil University, LD College of Engineering, News Articles

なお、半導体関連人材については、グジャラート州政府の関係者によれば、5 年間で半導体の扱いや操作に必要な 25,000 人もの技術者を養成、高度人材育成による 100 のスタートアップ育成、研究プロジェクト支援により 1,000 の特許取得を目標とするとのことであり、州政府はこの目的のために、センター・オブ・エクセレンス（CoE：Centre of Excellence)）を構築することを計画している。

5. 基礎調査対象州の現状

5.1. アッサム州

5.1.1. アッサム州の概要

アッサム州はインド北東部に位置し、人口約 3,450 万人（2022 年時点）を擁する [232]。2024 年度における GDP 成長率は 7.949%で [233]、インド全体の GDP 成長率である 6.52%を上回っており [234]、着実な成長を遂げている州の一つである。中心都市のグワハティには、州政府機関やインド工科大学、州立大学があり、地域の学術・行政の中心となっている。

アッサム州は湿度の高い気候で、雨季には多くの雨が降るため、稲作が盛んである。また、竹細工も盛んであり、日本人と同様に手先が器用で、細かな作業が得意な人が多い地域である。東南アジアに近いため、外見的にも内面的にも東南アジアの人々に似ており、日本人にとって親しみやすい印象があるが、実際には同州に進出している日系企業は 2025 年 6 月時点で 59 社にとどまっている [235]。また、インド北東部は、インド政府との対立や民族間の対立、周辺国との相互干渉等、さまざまな問題が絡み合い、治安は不安定な地域でもある [236]。

5.1.2. アッサム州政府組織の概要 [237]

アッサム州政府の内、州半導体政策の策定及び遂行において重要な役割を果たしている組織の概要は以下の通りである。

（1） 財務局 (Finance Department)

財務的観点から施策の承認を行う。また、州内の各種奨励金の実施を検討し、必要に応じて是正措置を提案する局である。

（2） 産業・商業及び公的企業局 (Industries, Commerce & Public Enterprise)

技術、経営、マーケティング、研究開発、技術革新における国際的なベストプラクティスを調査し、活用を促進する責任を担う役割を果たしている。また、各産業団体との協議を踏まえて、より大規模な投資を誘致するために州産業レベルの政策の見直しを担当しており、半導体産業においても同様の役割を担っている。

232 Directorate of Economics & Statistics, Assam, https://des.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/ecostat_medhassu_in_oid_3/this_comm/economic_survey_assam_2023-24_for_website.pdf (Page 16)
233 India TV 2025.4.8, https://www.indiatvnews.com/north-east/assam/assam-emerges-as-india-s-third-fastest-growing-state-with-7-94-gdp-growth-cm-himanta-biswa-sarma-2025-04-08-984476
234 JETRO ビジネス短信 2025.6.26, https://www.jetro.go.jp/biznews/2025/06/fa6fbe7d63a4d578.html
235 在インド日本国大使館, https://www.in.emb-japan.go.jp/files/100866953.pdf
236 Global News View 2024.1.25, https://globalnewsview.org/archives/22922
237 Government of Assam, https://assam.gov.in/departments-list

（3） 技能・雇用及び起業局 (Skill, Employment & Entrepreneurship)

技能・雇用・起業局は、若年層に対して質の高い技能訓練を提供する役割を担っている。半導体およびエレクトロニクス業界に対しては、熟練労働者の需要増加に対応するために、職業訓練プログラムの整備・拡充を進めている。

（4） アッサム産業開発公社 (Assam Industrial Development Corporation/AIDC)

産業振興のためのプロジェクト開発、評価、促進等の実行面を担当する産業・商業及び公共企業局が管轄する機関である。また、持続可能な収入源を開発して、商業的に実行可能なプロジェクトの特定と開発に取り組むことが役割である。

（5） アッサム技能開発ミッション(Assam Skill Development Mission/ASDM)

技能・雇用局の管轄下で、エレクトロニクスおよび半導体産業の最新技術に関する計画、モニタリングおよび評価を担当する機関である。既存の国および州レベルの学術機関、研究機関とのネットワークを構築したり、業界を支援するための新しい機関を設立したりすることで、技術人材の育成を促進することもその役割の一つである。

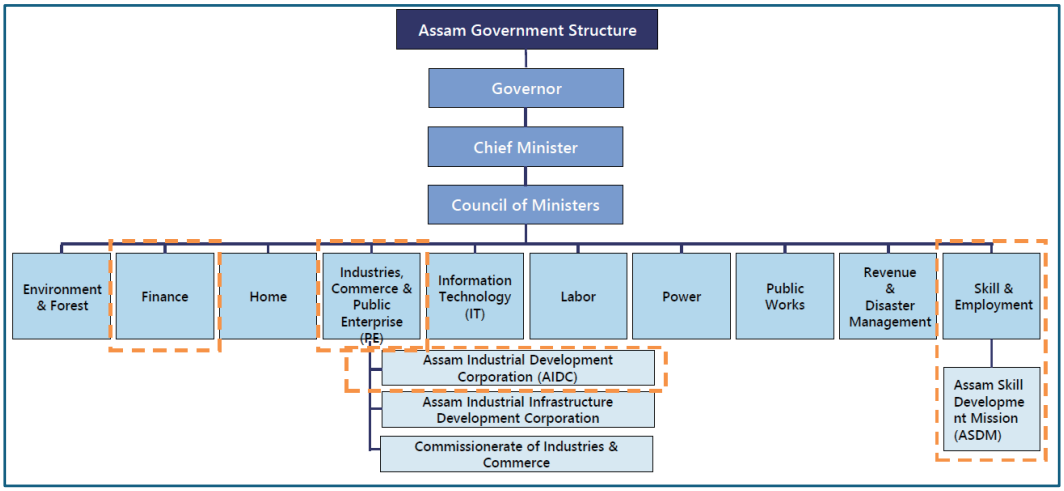


図 5-1.1. 半導体産業に関連するアッサム州政府組織
出典：アッサム州政府のレポートを基に JICA 調査団作成
(https://mdoner.gov.in/contentimages/files/Annual_Report_2021-22.pdf)

5.1.3. 産業振興政策と半導体産業の位置づけ

アッサム州の経済成長は、茶業や石油産業等の天然資源によるものが大きい。また、近年では観光客の増加に伴い、第三次産業が著しく成長し、州 GDP の 45.2%を占めている。一方で、第二次産業は 2023 年～2024 年の州全体 GDP の 20.1%にとどまり発展途上段階にある [238]。

238 Directorate of Economics & Statistics, Assam, https://des.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/ecostat_medhassu_in_oid_3/portlet/level_1/files/economic_survey_assam_2024-25.pdf (Page 413)

こうした状況を踏まえ、州政府は第二次産業の成長促進に向けた政策を打ち出しており、その一つが半導体産業を含む「アッサム・エレクトロニクス政策 2023[239]」である。この政策の概要を以下に整理する。

（1） アッサム・エレクトロニクス政策 2023[240]

この政策は、アッサム州の立地、インフラを活用して、半導体・エレクトロニクス分野への大規模な投資を誘致することを目的としている。本政策を担当しているのは、産業・商業及び公共企業局である。

政策の目的は、以下の通りである。

- 土地の割り当て、資金援助等のインセンティブを提供し、産業界の投資を促進する。
- 半導体技術、エレクトロニクス製造、およびその関連領域における進歩に向けて、産学および研究機関の間の協力を促進する。
- 地域住民の雇用機会を創出し、包括的成長と社会経済開発に貢献する。

本政策の適用を受けるには、州内における半導体工場、ディスプレイ工場、化合物半導体・シリコンフォトニクスセンサー工場、半導体組立工場、半導体テスト・マーキング・パッケージング工場（ATMP）、および OSAT の建設計画が必要となる。

本政策のインセンティブの枠組みは以下である。

- 給水設備：アッサム州政府は、特定地域において半導体工場への安定的な水供給を実施する。工場の操業開始から 10 年間にわたり、1 立方メートルあたり 0.06 米ドルの優遇料金で水を供給する。
- 給与助成金：アッサム州政府は、州内雇用の促進を目的として、地元従業員の給与の 20%を助成する制度を設けている。
- 資本助成金：アッサム州政府は、インド政府による資本支出支援に加え、同支援額の 40%を追加で補助する。資本助成金は、5 年間にわたり毎年 20%ずつ均等に分割して段階的に支給される[241]。
- 土地関連の奨励金: アッサム州政府は、個別案件の状況に応じて、名目価格での土地提供や、土地の権利を自由保有権として譲渡する場合がある。
- 電力供給への奨励金：アッサム州政府は、工場の操業開始から 10 年間、電力料金を最大 50%割引する優遇措置を実施する。

239 Government Of Assam Industries, Commerce and Public Enterprises Department, https://asidcltd.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/industries_com_oid_4/portlet/level_2/notification_assam_electronics_semiconductor_etc_231211_101812.pdf

240 Government Of Assam Industries, Commerce and Public Enterprises Department, https://asidcltd.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/industries_com_oid_4/portlet/level_2/notification_assam_electronics_semiconductor_etc_231211_101812.pdf

241 Electronics for you Business 2025.1.6, https://www.electronicsforyou.biz/eb-specials/assams-government-will-provide-an-additional-40-forty-percent-of-the-capex-to-the-investors/#:~:text=The%20facility%20is%20projected%20to,technological%20landscape%2C%20attracting%20further%20investments.

（2） アッサム州の半導体産業の利点

州政府関係者へのヒアリングでは、アッサム州で半導体産業を推進する利点として以下の点が挙げられた。

- 豊富な水資源：アッサム州は地下水が豊富であり、インド北東部で利用可能な地下水の 96%を占める。
- 立地面の優位性：アッサム州のグワハティ空港はインド最東の国際空港でありシンガポールやバンコク（タイ）との接続性が高い。また、それ以外にもデリー、ベンガル―ル、ムンバイなど、インド国内の国際空港へのアクセスが可能である。
- 技術人材：アッサム州の若者は英語を話し理解できる人材が豊富である。

5.1.4. インフラ整備動向

（1） 電力

アッサム州の電力供給システムは、全国平均と比較して依然として供給信頼性に課題を抱えており、特に停電の頻度と継続時間の長さが顕著である。これを示す主要な指標として、SAIDI（年間平均停電時間）および SAIFI（年間平均停電回数）がある。

まず、SAIDI（System Average Interruption Duration Index）は、FY2019 においてアッサム州で年間 113 時間であったが、FY2020 には 266 時間と約 2.4 倍に急増しており、電力供給システムの安定性が一時的に大きく低下したことが読み取れる。その後、FY2021 には 129 時間と改善傾向が見られるものの、同年度の全国平均（106 時間）を依然として上回っている。これは、設備の老朽化、気象災害、あるいは送電網の整備不足などが複合的に影響している可能性が高い。一方、SAIFI（System Average Interruption Frequency Index）についても、アッサム州では FY2019 に 223 回、FY2020 には 473 回と高い頻度の停電が発生しており、これは全国平均（同年 169 回）の約 2.8 倍に相当する。FY2021 においても 194 回と改善はされたものの、全国水準（172 回）を依然として上回っており、地域住民や産業活動への影響が継続していることを示唆している。

このような高い SAIDI および SAIFI の水準は、アッサム州における電力インフラの構造的課題を反映している。特に、電力供給の信頼性確保に不可欠な変電所や送電網の近代化が十分に進んでいない点が指摘される。また、山岳地形や高湿度環境など、北東部特有の自然条件も保守管理における制約要因となっている。以下にアッサム州における SAIDI,SAIFI の状況を示すグラフを下図に示す。

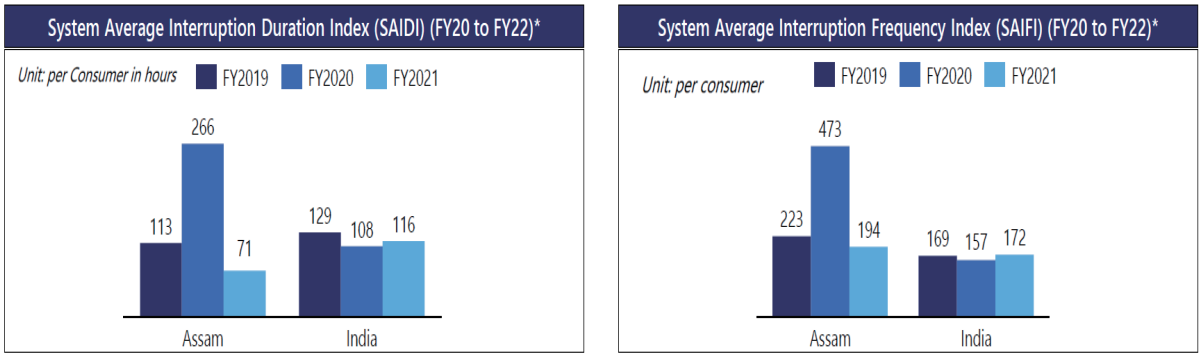


図 5-1.2. アッサム州における年間平均停電時間、年間平均停電回数
出典: Ministry of Development of North Eastern Region, iNDEXTb, AEDA
（*Note: The data for FY 2019-20 is available from September 2019）（https://cea.nic.in/wp-content/uploads/dm/2023/06/Yearly_SAIFI_and_SAIDI_for_FY_2019_20_2020_212021_22_5_1_3_1_1.xlsx）

アッサム州はもともと設備容量が限られており、電力供給システムも不安定な状況であったため、州政府は変電所の設置を積極的に推進してきた。その結果、同州全体の設備容量は 2.35GW に達し、北東部地域を牽引するとともに、インド全体の設備容量の約 0.5%を占めるまでに整備が進んでいる [242]。特に、タタ OSAT の建設が進むモリガオン地区には、インド北東部初となる容量 10.50KW の水上太陽光発電所が設置され、電力の安定供給に向けた整備が続けられている [243]。

また、州都グワハティから 125km 離れたアッサム州西カルビ・アングロン郡に位置するカルビ・ランピ水力発電プロジェクトは現在進行中であり、2 基の 50MW（メガワット）発電機によって電力を供給し、河川流を発電所に迂回させる計画である [244]。さらに、電力容量の増強と供給の安定化、ならびに地域の送電損失削減を目的として、アミンガオンには 2 基の 50 MVA（メガボルトアンペア）、132/33 KV（キロボルト）のガス絶縁変電所が建設されている [245]。

[242] Ministry of Power, Central Electricity Authority, https://cea.nic.in/wp-content/uploads/installed/2024/06/IC_June_2024_allocation_wise.pdf (Page 1 and 6)
[243] Assam Energy Development Agency, https://aeda.assam.gov.in/portlets/floating-solar-power-plant
[244] Assam Power Generation Corporation LTD., https://apgcl.org/en/projects/hydro-plants
[245] Assam Electricity Grid Corporation LTD., https://apps.aegcl.co.in/tenders/tenderdetails?tenderno=AEGCL%2FMD%2FTech-868%2FAmingaon%20GIS%2F2020%2FNIT%2F22%20Dated%3A%2029.07.2022



図 5-1.3. タタ OSAT と州政府主導のプロジェクトが実施される地域
出典：アッサム政府の情報を基に JICA 調査団作成

（2） 水インフラ

アッサム州は地下水資源が豊富な地域であるものの、ヒ素やフッ化物などによる汚染の影響から[246]、地下水の十分な活用が進んでいない。このため、州全体の地下水抽出率は12.54%と比較的低い水準にとどまっている[247]。また、地下水の用途は主に家庭用に限定されており、現時点では工業用途に使用される割合は総取水量のごく一部に過ぎない。このような状況を踏まえて、州政府は工業用途への水供給を拡充に向けて、水インフラの整備およびその推進に向けた政策の策定を進めている。具体的には、工業用途における水資源の効率的な確保に向けて、以下の取り組みが進められている。なお、取水施設や電力供給、道路整備等のインフラ整備は、州の産業・商業及び公的企業局が管轄しており、タタ OSAT を含めた一帯の地域開発全体はアッサム工業開発公団が担当している。

1) グレーター・マヤン給水計画[248]

州政府は、モリガオン県のマヤンおよびブルバンダ地区にある 145 の村に対し、24 時間 365 日安定した生活用水を供給することを目的とした「グレーター・マヤン多村水供給計画」を推進している。本プロジェクトは、鉄およびヒ素の濃度が許容基準を超え、水質悪化が問題となっている地域を対象としている。最終段階である 2051 年までに、総人口 268,889 人に対して、1 日あたり 25.41 百万リットル（MLD）の処理水を供給することが見込まれている。この計画により、地域住民への安定的かつ安全な給水を実現するとともに、技術的・制度的な整備や住民参加を通じて、持続可能な給水体制が構築される。

---

[246] 公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES), https://www.iges.or.jp/sites/default/files/inline-files/02_IGES_インドでの水質管理.pdf
[247] Central Ground Water Board, https://cgwb.gov.in/cgwbpnm/public/uploads/documents/17357182991031590738file.pdf
[248] Government of Assam, https://phennp.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/nnp_medhassu_in_oid_7/menu/document/EMP_Morigaon.pdf

2) アッサム・エレクトロニクス政策 2023 による支援 [249]

州政府は、「アッサム・エレクトロニクス政策 2023」において、半導体関連プロジェクトの現場に対して、製造に必要な水を継続的かつ安定的に供給する方針を明記している。具体的には、事業運転開始後の最初の 10 年間にわたり、飲料水品質の水を 1 立方メートルあたり 5 インドルピー（0.06 米ドル）という低い料金で供給し、製造活動に不可欠な水資源を確実に提供できる体制が整えられている。

5.1.5. 半導体関連企業の進出動向

現時点では、2025 年に OSAT（後工程半導体製造）施設の建設を計画しているタタ・エレクトロニクス以外に同州における半導体製造に向けた動きは見られていない。しかしながら、本ヒアリングの後に、東京エレクトロンがタタ・エレクトロニクスとの戦略的パートナーシップを締結し、アッサム州の OSAT もそのパートナーシップに含まれている [250]。そのため、今後は半導体関連企業の進出が加速するものと考えている。

1) モリガオンのタタ OSAT 建設

アッサム州モリガオンにおけるタタ OSAT の建設は、2024 年 8 月から着工され、完成までに 18～24 カ月を要する見込みである [251]。タタからのヒアリング（2024 年 9 月時点）によると、試作ラインの稼働は 2026 年 3 月から 6 月頃に開始される予定であり、工場の建設費は 2,700 億ルピー、敷地面積は 171 エーカー（約 69.2 万平方メートル）に及ぶ見通しである。本工場では、半導体チップの組立工程及びテスト工程が実施される予定で、稼働開始に向けて、半導体工程の専門者などの技術職、工場オペレーターなどの技能職、施設管理担当者など、合わせて 15,000 人の雇用創出が見込まれている [252]。

また、工場周辺には学校や病院、レストランなどの施設が整備される予定であり、これらに伴う雇用も含めると、地域全体で約 27,000 人の雇用創出が期待されている [253]。工場のビジョンとして「完全サステナブル」および「ゼロ・リキッド・ディスチャージ」[254]を掲げており、自動車向けや民生品向けの半導体 IC およびパワーIC のパッケージ生産を計画している。

タタからのヒアリング（2024 年 9 月時点）によると、工場の立ち上げは、以下の 3 つのフェーズに分けて進められるとのことである。

- フェーズ I：スタンダードパッケージ品の工場を建設。2025 年 11 月にクリーンルーム、倉庫や管理施設などを含む、全工場面積の 70%の建設を完了する。
- フェーズ II&III：先端パッケージ品の工場を建設。2027 年の完成を目指している。

---

[249] Government Of Assam Industries, Commerce And Public Enterprises Department, https://asidcltd.assam.gov.in/sites/default/files/swf_utility_folder/departments/industries_com_oid_4/portlet/level_2/notification_assam_electronics_semiconductor_etc_231211_101812.pdf
[250] 東京エレクトロン 2024.9.10, https://www.tel.co.jp/news/topics/2024/20240910_001.html
[251] Global Net Corp. https://global-net.co.jp/archives/9266
[252] Discussion with Tata during site visit in Sep 2024
[253] TATA Press Release 2024.2.29, https://www.tata.com/newsroom/business/first-indian-semiconductor-assembly-test-facility?utm_source=chatgpt.com
[254] 三菱ケミカルアクア・ソリューションズ, https://www.mcas.co.jp/products/products-519/

工場の北側には、327 エーカー（約 132 万平方メートル）の土地を活用してホテル、病院、店舗、公園などの新たな街が造成される予定である。また、工場の東側には従業員居住地の整備も計画されている [255]。

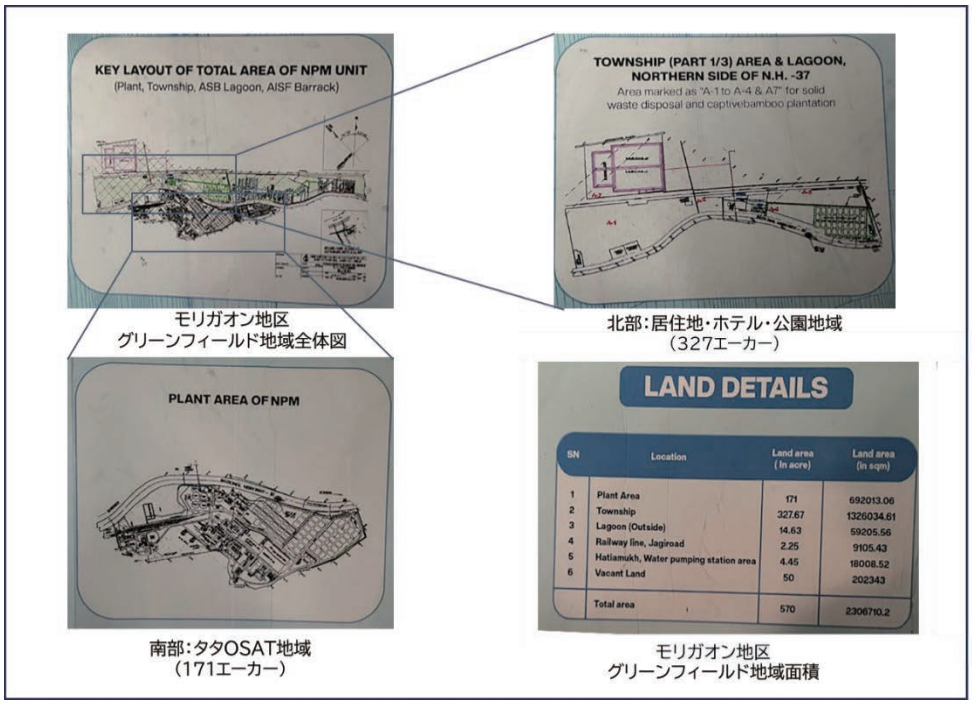


図 5-1.4. タタ OSAT 建設予定全体像
出典：アッサム工業開発公社及びタタの情報を基に JICA 調査団作成



図 5-1.5. タタ OSAT 建設予定地
出典：アッサム工業開発公社及びタタの情報を基に JICA 調査団作成

[255] Discussion with Tata during site visit in Sep 2024

2) 政府によるインフラ整備への支援

州政府関係者によれば、タタ・エレクトロニクスはOSATの建設にあたり、グリーン電力の導入や太陽光発電の活用、水資源の再利用を基盤とする持続可能な運営を目指しているという。その実現に向けて、同社からは、伝送線路の整備、モリガオン工場への道路網の拡幅、従業員向け住宅施設の整備など、各種インフラの整備が要請されている。特に水資源に関しては、工場の稼働に向けて、1日あたり10百万リットル（MLD）の水量確保が求められている。さらに、将来的な生産量の増加に伴い、大量の半導体ウエハを効率的に輸送するための物流体制の整備も必要とされており、州政府はこれに対応した道路インフラの整備を進めていく方針である。

また、州政府によれば、水源としてはタタOSAT近郊を流れるコピリ川が選定されており、9か所の取水候補地の中から最適な1か所を選定し、取水設備を建設する計画である。採水量は当初10百万リットル（MLD）を見込んでおり、将来的には20百万リットル（MLD）まで拡張可能な設計となっている[256]。

5.1.6. 産業人材育成の現状

（1） 教育機関の概要

アッサム州政府は、技能・雇用及び起業局を中心に、アッサム州立大学、インド工科大学グワハティ校（IIT Guwahati）、産業訓練校（ITI）と連携し、半導体製造に必要な技術者育成のためのコース開発に取り組んでいる。州内での人材育成に注力する中で、アッサム・エンジニアリング・カレッジ、ジョルハート・エンジニアリング・カレッジ、アッサム技能大学（Assam Skill University）といった工学系の高等教育機関でも、半導体分野に対応した人材育成が進められている。

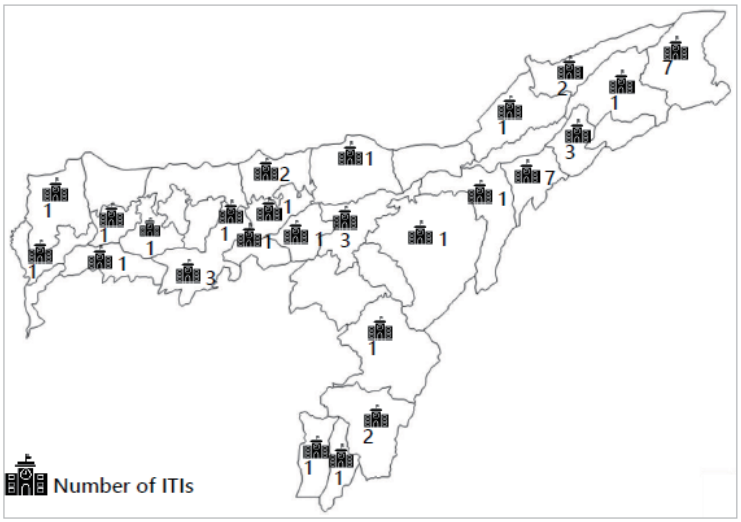


図 5-1.6. アッサム州内の ITI の数
出典：Ministry of Skill Development and Entrepreneurship, Skill, Employment & Entrepreneurship Department of Assam（https://ncvtmis.gov.in/pages/iti/count.aspx）

[256] Discussions with the State Government during the site visit in Sep 2024

1) インド工科大学 グワハティ校の半導体技術者の育成プログラム

インド工科大学 グワハティ校では、2024 年度において 429 名（男子 218 名、女子 141 名）の学生が半導体技術を学んでおり、電子工学科においては、VLSI（超大規模集積回路）、マイクロエレクトロニクス、フォトニクス、再生可能エネルギー（RE）エンジニアリングに関するコースが提供されている [257]。

同校の教授によると、同校の半導体研究施設は 2013 年にインド電子情報技術省（MeitY）からの資金支援を受けて設立された。約 2,000m²の広さを持つこの施設には、クリーンルームが整備されており、クラス 100 の露光工程やクラス 1000 の CVD 工程が実施可能な設備が備わっている。加えて、製造や特性評価、材料評価を行うための施設も完備されている。研究施設では、教員と学生が共同でパワーエレクトロニクス、VLSI、ナノエレクトロニクス、量子技術など多岐にわたる研究を進めており、同校の半導体技術のスキル向上に寄与している。近年では、材料やバイオメトリックス分野の研究も活発に行われている。

今後は政府からの追加支援を受けて施設を拡充し、半導体の研究開発人材の育成を一層強化する計画である。具体的には、国立電子情報研究機構（NIELIT）と連携し、3 か月から 6 か月の半導体熟練技術者養成スキルアップコースを開発し、インドの半導体製造の発展に向けて技術トレーナーの育成を進める予定である。また、同施設は技術者育成にとどまらず、先端半導体プロセスの研究開発にも積極的に取り組んでいる。過去 10 年間で先端半導体プロセスに関する 65 件の特許を取得しており、同校の教授曰く、「インドにおける半導体研究の先導的役割を果たしている」という。

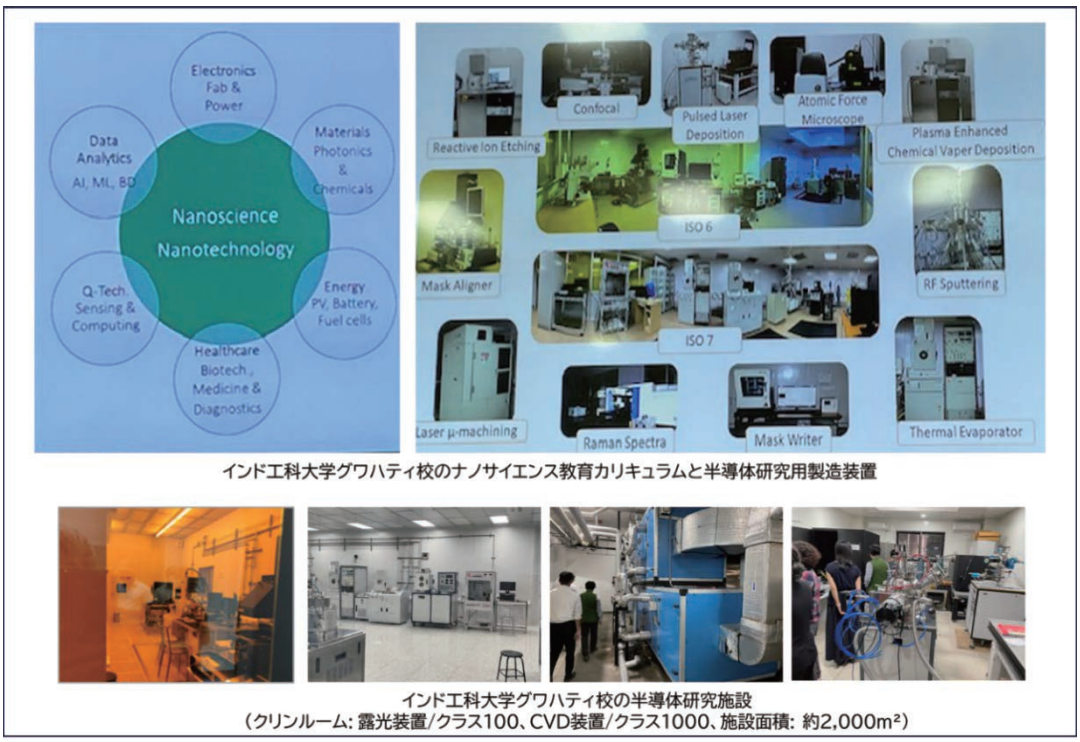


図 5-1.7. インド工科大学グワハティ校のナノサイエンス教育カリキュラムと半導体研究施設
出典：インド工科大学 グワハティ校の情報を基に JICA 調査団作成

257 IIT Guwahati, https://www.iitg.ac.in/

2) タタ OSAT の技術人材の育成

タタは、電子情報技術省（MeitY）、アッサム州政府、国立電子情報研究機構（NIELIT）からの支援を受け、2026 年 3 月までにアッサム州の若手人材を対象とした半導体関連スキルプログラムの開発を進めており、15,000 人の人材育成を計画している [258]。この技術者育成プログラムを修了した人材は、タタ OSAT における技術職や技能職、品質管理・保守、施設管理などの分野で活躍する予定である。

また、同社はインド工科大学 グワハティ校とも相互に協力しながら、半導体製造に必要な人材育成に取り組んでいる。このプロジェクトは主に修士課程を中心に展開されており、同校の学部生および修士課程の学生を対象に、タタでのインターンシップが提供されている。また、同社の技術者にはインド工科大学 グワハティ校の半導体研究施設を活用してもらうことで、半導体の特性評価やデバイスの開発を促進している。同校の教授によると、今後はインド工科大学 グワハティ校のリサーチパーク内に半導体工場の技能職人材を育成するための施設を開設し、アッサム州内で半導体製造技術の訓練ができる環境づくりを目指しているという [259]。さらに、タタは、グワハティ近郊出身の女性約 1,800 名に半導体製造技術の訓練を受けさせるため、同社の研究開発工場があるホスールに派遣している [260]。同社はアッサム州政府と連携することで、地域社会の女性にも半導体産業への雇用の機会を提供している。

5.2. カルナタカ州

5.2.1. カルナタカ州の概要

カルナタカ州は、インド南西部に位置し、面積は 19.2 万 km^2（全国土の 5.8%に相当）、州人口は約 6,868 万人 [261]（全人口の 5.0%に相当）である（2025 年 2 月）。同州は西ガーツ山脈、東ガーツ山脈が合流する台地に位置しており、北はマハラシュトラ州、西はゴア州とアラブ海、南はケララ州、タミル・ナド州、東はアンドラ・プラデシュ州、テランガナ州と接している。「Dermographia World Urban Area 15th Annual Edition:201904」によると、州都ベンガルールの人口は 1,125 万人（2019 年）で、デリー、ムンバイ、コルカタに次ぐ規模である。1991 年の経済自由化以降、ベンガルールには IT 企業の集積が進んでいる。

5.2.2. カルナタカ州政府及び関連機関

（1） カルナタカ州政府組織

上位統治構造として、カルナタカ州の行政構造は、以下の階層から構成される：

- Governor（州知事）
- Chief Minister（州首相）
- Council of Ministers（閣僚会議）

[258] Discussion with Tata during the site visit in Sep 2024
[259] Discussion with Tata during the site visit in Sep 2024
[260] News Article, Organizer, https://organiser.org/2024/01/29/218935/bharat/tatas-trailblazing-recruitment-1800-assamese-girls-enlisted-for-various-roles-in-semiconductor-industry/
[261] https://statisticstimes.com/demographics/india/karnataka-population.php?utm_source=chatgpt.com

これらは州の政策立案および行政監督の最高機関として機能しており、経済・産業・教育等に関する局庁を統括する。半導体産業に関与する主要部局（Key Departments/Agencies）としては、以下の 3 部局が中核的役割を担っている。

表 5-2.1. 半導体産業に関与する主要部局

部局名（英語）	主な役割・関与分野
Electronics, Information Technology, Biotechnology and Science & Technology（EITBT）	半導体・電子政策の主管官庁。KITS（Karnataka Biotechnology & Information Technology Services）を通じて実施運営を担う。スタートアップ支援や政策推進に関与。
Commerce & Industries	産業振興、投資誘致、産業団地整備等に関与。ファブ立地支援や外資誘致等で重要な役割を果たす。
Finance	半導体分野を含む重要産業へのインセンティブや補助金交付制度の財政枠組みを担う。

出典：Government of Karnataka 及び* KBITS: Karnataka Biotechnology & Information Technology Services のウェブページを基に JICA 調査団作成

その他の関連部局としては、Higher Education（工学教育機関や人材育成政策の管轄）、Labour（技能人材政策、産業安全、労働規制）、Infrastructure Development（インダストリアルパーク、道路・港湾・電力等のインフラ供給）、Energy（クリーンルーム稼働に必須の安定電源供給に関与）がある。これらの部局は間接的ではあるが、半導体産業誘致・運営において重要な支援部局として機能する。

カルナタカ州では、EITBT 局を中核としつつ、複数の部局が横断的に半導体エコシステムを支えている構造である。特に KITS が担う実務的支援機能、産業局による投資誘致、財務局による財政支援が三位一体的に作用しており、これは州政府主導型の政策形成モデルの典型例といえる。すなわち、カルナタカ州における半導体政策は、EITBT 局を中心とし、KITS による実務支援、産業局による投資誘致、財務局による財政支援が一体的に機能している点に特徴がある。これにより、政策立案から実行、資源配分に至るまでが州政府主導のもとで一貫して運営され、迅速な PDCA サイクルが確立されている。また、民間企業との協議を通じた実効性の高い制度設計や、政権交代があってもその影響がなく継続的な統一性のある政策運営が行われており、制度的安定性と戦略性を両立している。以上の点から、同州の取組は州政府主導型政策形成モデルの典型例と評価できる。

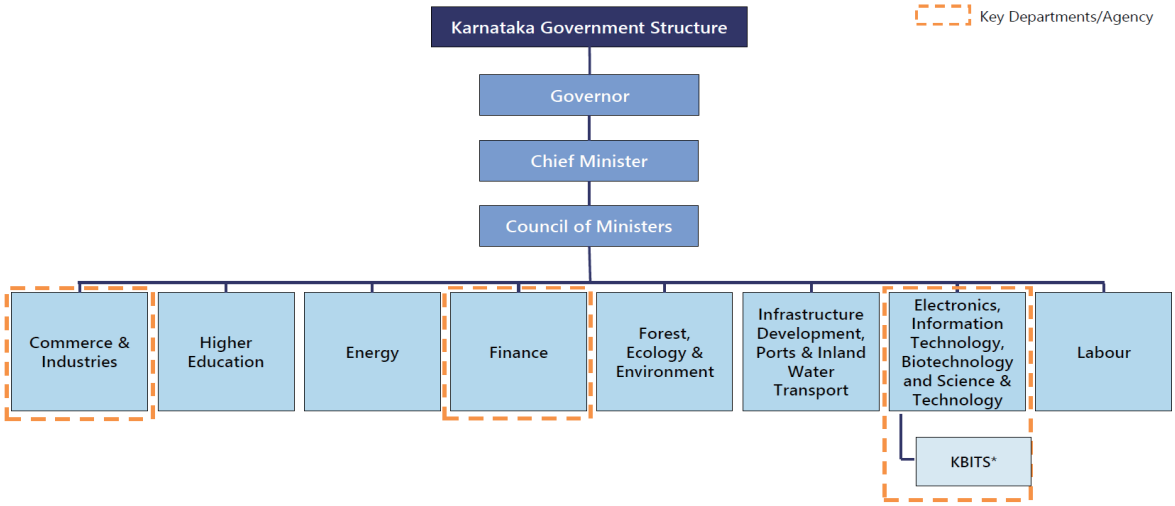


図 5-2.1. カルナタカ州政府組織図
出典：政府情報に基づき JICA 調査団作成

（2） カルナタカ州の製造業振興

カルナタカ州の政府高官にヒアリングしたところ、製造業誘致に関して下記のような状況が明らかになった

- インドで製造業を設立する場合、インド中央政府の意向によって、どの州の場所を選定するかが決まってしまうので州単独では決められない。
- インド中央政府と州政府で政党が異なると調整が難しいことがある。半導体産業の振興に関しては、具体的に半導体産業工業団地計画を作成しておらず、その理由としては広大な土地を要する半導体ファブを建設可能な用地が見つけられない。
- エレクトロニクス産業の振興については、州政府は積極的で、OSAT（Outsourced Semiconductor Assembly and Test：外部委託による半導体の後工程組立・検査）に関してはポジティブに検討している模様である。

（3） 半導体関連機関：SFAL（Semiconductor Fabless Accelerator Lab）[262]

SFAL はカルナタカ州政府とインド電子半導体協会（IESA）[263]が共同で設立した、ファブレス半導体企業向けのアクセラレータ施設である（2018 年 12 月に設立）。

ちなみに、インド電子半導体協会（IESA: India Electronics and Semiconductor Association）は、インドの電子・半導体産業の業界団体で、設立は 2005 年。半導体、エレクトロニクス、IoT、EV などの分野で政策提言、産業促進、国際連携を推進している。政府（MeitY 等）や海外団体との橋渡し役を担い、展示会や技術フォーラムも開催している。

SFAL の主な目的は、インド国内のファブレス半導体スタートアップや中小企業を支援し、国内の半導体設計・製造エコシステムを強化することである。具体的には、①設計からテープアウトまでの各段階で必要な EDA（Electronic Design Automation）ツールを提供し利用可能

[262] https://www.sfalcoe.com/
[263] https://www.iesaonline.org/about?utm_source=chatgpt.com

とのことである。②FPGA および eASIC[264]向けにプロトタイプ作成やテストを支援する。③試作チップ開発後、製品の検証やテストに必要なサポートを提供する。その他、政府の助成金等の相談、専門家や業界のメンターとの連携、資金調達の支援等、ビジネス面でのサポートも行っている。

当団体は、民間ではあるが、カルナタカ州政府に対しても政策提言ができる組織である。インド初の半導体専門アクセラレータであり、他州（グジャラート州、オリッサ州など）にもエコシステム構築のアドバイスを行っている。

2024 年 9 月の Semi Con India にもカルナタカ州政府と共同でブースをもっていた。SFAL の出展担当者に話を聞いたところ、カルナタカ州内で、化合物半導体やディスプレイの工場建設に関心が集まっており、韓国企業-LCD/LED-オプトエレクトロニクス関連会社、及び化合物半導体関連会社、インド企業による別の OSAT 設立の話し合いも進行中とのことである。

また、SFALの担当者によると、大手日系企業装置メーカーや、化学/ガスメーカーとも、グジャラートで構築されつつあるエコシステムに対応するため、ベンガルールの既存の施設を拡張することについて検討がおこなわれているとのこと。

インド国内の設計エコシステムはベンガルールが拠点になっており、グジャラート州では半導体製造工場が焦点になっているが、これらの製造工場はベンガルールのファブレス設計企業の製造を受注する形になると想定される。カルターナカ州とグジャラート州においてインド国内でも役割分担がされている。

ベンガルール周辺では多くの人材リソースを抱えており（人材育成機関について 5.2.5 で詳述）、SFAL 担当者によると社名が明らかにされなかったが、ある装置メーカーはベンガルールの既存のセンターまたは新たに設置する新規のセンターに能力開発のためのトレーニングセンターを設置することを検討しているとのことである。ベンガルールでは、能力開発に関する多くの人材育成プログラム（主にデザインに関するもの）は、すでに長い間実施されている。現在、各研究所は、このプログラムを製造設備に携わることのできる人材にまで拡大することに注力している。

また、SFAL は、IIIT ベンガルール（インド情報技術大学：Indian Institutes of Information Technology：情報系の工科大学）[265]や IISc ベンガルール [266]などの研究機関で、製造装置、ガス、化学薬品の取り扱いに関する技能習得のためのカリキュラム作成に携わっている。IIIT ベンガルールで現在進行中のプログラムのひとつは、Tier-2 市レベルの大学の学生を対象としたもので、700 人の応募の中から 70 人が選ばれ研修を受け、研修後に現場ですぐに役立つように、実際のプロジェクトを任せて学生に取り組ませている。

なお SFAL は、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor：絶縁ゲート型バイポーラトランジスターのようなパワーデバイスの製造で日立電機と、GaN や SiC ベースのチップの高度なパッケージングでは株式会社日立ハイテクと、それぞれ協議を開始しているとのことである。

[264] eASIC は、半導体製造の初期費用と時間を抑えつつ、高性能・低消費電力なチップを提供することを目的としたカスタム IC ソリューション。FPGA と ASIC の中間的な位置づけの製品。
[265] https://www.iiitb.ac.in/
[266] https://iisc.ac.in/

5.2.3. 半導体産業に係る政策・計画

カルナタカ州は、半導体の前工程に関心があるというよりも、電子製品の組み立てなど電子システム設計製造（ESDM）産業の中核地域として長期的な政策的支援を展開している。特に2017年に導入された「Karnataka ESDM Policy 2017-2025」[267]は、同州を世界的なESDMハブとして確立することを目指す戦略的な枠組みである。本政策は2025年9月まで延長されており、2000のスタートアップ支援、州内付加価値の50%向上、200万人の雇用創出、ESDM分野の総収益を400億米ドル規模へと拡大することなど、極めて野心的な数値目標を掲げている。

この政策の実施主体は、カルナタカ州のエレクトロニクス・情報技術・バイオテクノロジー・科学技術局（EITBT）であり、傘下のKITS（Karnataka Biotechnology & IT Services）が実務的な支援機関として機能している。

同政策は、人材育成、インフラ整備、スタートアップ支援、地場調達推進、ビジネス環境改善という5本柱の戦略を採用しており、特にVLSI設計やナノエレクトロニクス等の高度技術分野に対応したスキル開発を重視している。さらに、MSME（零細中小企業）によるベンチャー投資の活性化や、手続きの簡素化を通じた「ビジネスのしやすさ」の向上にも重点が置かれている。

対象分野としては、医療用エレクトロニクス、産業オートメーション、自動車用エレクトロニクス、ナノエレクトロニクス、家庭用電子機器が挙げられており、民生用から産業・研究用途まで幅広いセクターを対象としている。これにより、産業の裾野を広げつつ、高付加価値分野での競争力強化を図っている点が特徴である。

（1） カルナタカ州電子産業等推進政策の概要

カルナタカ州は、インドにおけるハイテク産業の中心地であり、特にベンガル―ルを中心に、情報通信技術（ICT）やスタートアップ産業が高度に発展している。こうした強みを活かす形で、州政府は電子システム設計製造（ESDM: Electronics System Design and Manufacturing）分野の発展に向けた政策を積極的に展開している。

インド政府が推進する「Make in India」や「Digital India」などの国家プロジェクトと連動し、カルナタカ州は電子産業を次なる成長エンジンと位置づけている。とりわけ、グローバルなサプライチェーンの再構築が進む中で、インド国内における製造拠点の拡充と技術自立が求められており、カルナタカ州はその受け皿としての役割を果たすことを目指している。

1) 政策の主な内容（ESDMスキーム2020–2025）

カルナタカ州が展開するESDM（電子システム設計製造：Electronics System Design and Manufacturing）促進政策には、以下のような柱がある。

[267] https://karnatakadigital.in/electronics-system-design-and-manufacturing/

投資奨励措置

ESDM 分野における新規設備投資に対して、補助金や税制上の優遇措置を提供する。特に州内 Tier-2 都市（例：マイソール）での設立には追加的支援を提供する。

インフラ開発

専門インフラである「ESDM クラスター」や「電子製造パーク」の整備を促進する。特に、電子製造専用工業団地の形成と電力・通信などの基盤インフラ強化に焦点があてられている。

人材育成・スキル開発

大学・高等教育機関との連携による、ESDM に特化した技術教育プログラムの拡充を図る。技能訓練センターの設置と産業ニーズに応じたカリキュラム開発に重点を置く。

研究開発・イノベーション支援

スタートアップ支援の一環として、ハードウェア分野のイノベーションを推進する。そのために ESDM 関連の R&D 活動に対する助成金・資金支援を提供する。

国内外企業の誘致

外資系企業に対して「シングルウィンドウ・クリアランス（単一窓口）」での手続き簡略化を図る。海外ロードショーや投資誘致ミッションによる州のプロモーション活動を実施する。

このような政策の結果、ベンガルールを中心とした地域では半導体設計、IoT 機器、医療機器などを中心に ESDM 関連企業の集積が進みつつある。

また、前出の州政府高官や SFAL の見解によれば、カルナタカ州政府は、国家レベルで進行している半導体政策（例：インド国家半導体ミッション）とも連携を深め、今後の半導体ファブ誘致にも意欲を見せている。

5.2.4. インフラ整備動向

（1） 交通インフラと接続性

カルナタカ州は、国内外との接続性に優れており、州内の道路総延長は約 24 万 km に及ぶ。ベンガルールのケンペゴウダ国際空港（Kempe Gowda International Airport）は、第２ターミナルも増設され、年間 3,300 万人以上の旅客を受け入れ、グローバル市場とのアクセスが確保されている。鉄道および貨物輸送網も発達しており、多くの工業団地・高速道路網によって、国内外との物流ネットワークが発達している。特に、南部の産業クラスター（Bengaluru, Mysuru, Tuma kuru）においては高速道路網との接続性が良く、輸出入や部材調達における時間的優位性を備えている。また、近郊の港湾都市マンガロール（Mangal Uru）を経由した海上輸送ルートも活用可能であり、交通面では製造業の立地に有利な条件が整っている。

（2） 電力インフラ

カルナタカ州の総発電能力は 33.57GW（2024 年 6 月末時点）[268]であり、これはインド全体の約 7.5%を占め、設置容量で全国 5 位に位置している。再生可能エネルギー比率は約 65%（21.1GW）と高く、主に水力・風力 [269]・太陽光 [270]を活用している。インド全体の再エネ発電容量の約 11.3%がカルナタカ州に集中している点は、サステナブルな製造拠点としての強みといえる。

SAIDI（年間平均停電時間）と SAIFI（年間平均停電回数）を見ると、カルナタカ州の電力供給の信頼性には地域差がある。GSCOM（北部地方）は FY2019 の停電回数 620 回・停電時間 474 時間と特に高く、信頼性が低い。BESCOM（ベンガルール圏）や MESCOM（沿岸部）は比較的安定（停電時間 50〜130 時間台）。全国平均と比べても一部ディストリクトでは供給品質が劣るが、都市部では大きな問題はない。

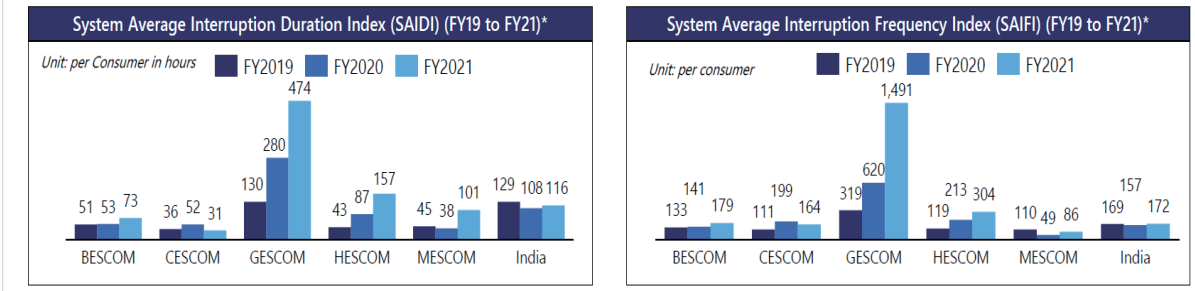


図 5-2.2. カルナタカ州における年間平均停電時間、年間平均停電回数
出典：Central Electricity Authority of India [271], RBI, News Articles

（3） 水インフラ

カルナタカ州はインドで最も水ストレスの高い州の一つであり、ラジャスタン州に次ぐ水不足地域と位置づけられている。州内では干ばつや降雨パターンの変化により地表水・地下水の供給量が減少していることに加え、地下水の過剰汲み上げと、地質（岩盤質地下層）の制約により、持続可能な供給が困難になっている。

特に地下水への依存度が高く、水使用全体の約 26%が地下水に依存している。2023 年の地下水可採取量は 17.08 BCM（前年より増加）で、実際の使用量は 11.32 BCM。残された可利用地下水量はわずか 7.29 BCM となっている。地下水利用の内訳（2023 年）は灌漑 89.1%、産業用 9.7%、生活用 1.1%と、灌漑用途が 9 割弱を占める構造になっている。

2023 年は平年比で降水量が 18%減少（1,153mm）し、これにより地下水涵養が不十分となり、貯水池の水位が低下し、州内の貯水池は容量の 26%しか水を保持しておらず、期待値の 10%以上低い水準となった。

---

[268] https://cea.nic.in/?lang=en
[269] https://theelectricityhub.com/karnataka-tops-indias-wind-energy-growth-with-1331-mw-surge/?utm_source=chatgpt.com
[270] https://www.mercomindia.com/indias-total-installed-power-capacity?ref=lightson.news&utm_source=chatgpt.com
[271] https://cea.nic.in/?lang=en

このような状況で、カルナタカ州政府は水危機に対して、JICA 支援による Cauvery Phase 5 Project[272]が実施されている。Cauvery 第 5 期水供給プロジェクトは、JICA の円借款により進められるベンガルール都市圏向けの大規模水インフラ事業であり、約 500 万人に 775MLD の飲料水を供給する計画である。110 の村と 4 万戸への新規接続が予定され、2024 年 10 月に起工された。

以上のように、カルナタカ州は深刻な水資源制約に直面しており、地下水依存の偏重、降水量の減少、貯水率の低下が課題である。

（4） 産業団地とプロジェクト [273]

カルナタカ州には多くの工業団地が存在し、特にベンガルール近郊のエレクトロニクス・シティおよびペーニャ工業団地が主要な拠点となっている。

1) 主要工業団地　トゥムクゥル地区：ヴァサンタ・ナラサプラ工業団地 [274]

ベンガルールから 80 km 余り北西にあるトゥムクゥル（Tumkur）地区は、インド中央政府の「国家製造業政策」により製造業専用の工業地区（National Investment & Manufacturing Zone：NIMZ）として指定された 12 ヵ所の 1 つで、カルナタカ州の産業政策においても、優先的な開発が定められている。

また、同地区内のヴァサンタ・ナラサプラ（Vasantha Nara Sapura）工業団地の土地総面積は 57km2（約 14,000 エーカー）である。

5.2.5. 産業人材育成の現状

産業界からは、カルナタカ州は、インドの中でも高度な技術系人材を継続的に輩出する地域として知られており、その背景には、州全体に張り巡らされた多層的な教育・訓練インフラの存在がある。同州は、産業人材の育成において量的・質的双方で優位性を有しており、とりわけ情報通信技術（ICT）や半導体設計分野における人材供給力に強みを持つと考えられている。

カルナタカ州は、インドにおける高度産業人材の主要供給地として長年にわたり成長してきた州であり、その教育インフラの量的規模と質的整備状況は、他州に比して顕著な優位性を有している。とりわけ、半導体設計や ICT 分野に関連する人材供給の点で、同州の教育システムは国内外の産業界から高い評価を受けている。

まず、同州には合計 82 の総合大学が設置されており、インド全土で大学の数で第 5 位の規模を誇っている。内訳としては、州立大学が 37 校、州認可私立大学が 23 校、私立指定大学[275]が 12 校であり、公私併存型の大学制度が確立されている。また、IIT や NIT など、インド全体の高度技術者育成を牽引する役割を担っている国立重点機関（Institutes of National Importance）も 6 機関存在している。

---

[272] https://www.jica.go.jp/english/overseas/india/information/press/2024/1553733_53431.html
[273] https://www.okb-kri.jp/wp-content/uploads/2019/04/155-focus1.pdf
[274] https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/image/inv_india28.pdf
[275] 私立指定大学（Deemed-to-be Universities）12 校は中央政府が特別認定。研究型・専門性が高い。

高等専門教育においては、工学系大学が 196 校（私立 166 校、政府系 30 校）、ポリテクニック校が 281 校と、多層的な工学系人材の育成が可能な体制が整っている。さらに、高校卒業前後の技術基礎訓練に対応するジュニア技術学校が 12 校、より一般的な高等前教育を提供する Pre-University Colleges が 5,715 校設置されている。日本のように理系離れが進んでいる状況とは異なり、インドの家庭では若い時期から STEM 教育に熱心であり、政府の施策としても、ロボティクス、IoT、3D プリンティングなどを使った探究型・実験型 STEM 教育を推進したり、優秀な中高生に対する奨励金・奨学金制度など、若年層段階からの理工系進路への誘導が制度的に支援されている。

技能系人材の育成においては、Industrial Training Institutes（ITIs）が 1,504 校と、全国的に見ても最大規模のネットワークを有する。これらの ITIs では、溶接、機械加工、電気設備、フィッター、基礎的なコンピュータースキルなど、ものづくりやサービス産業の現場で求められる技能の訓練が行われている。とりわけ、近年は一部の ITIs において、電子工学や自動車整備、スマートマニュファクチャリング等の新領域の導入も進められており、将来的な半導体製造現場への人材供給の基盤となる可能性がある。

これらの制度的整備を支える財政的裏付けとして、カルナタカ州は 2024-25 年度予算において、53.3 億米ドルを教育分野に配分し、理科・ICT ラボの整備、大学・ポリテクニック・工学系教育機関の近代化、学校におけるインターネット設備の強化などを網羅的に推進している [276]。このような財政的投資は、教育インフラの物理的整備だけでなく、産業界が求める即戦力人材の質的向上にも寄与するものと評価される。

加えて、同州には 100 を超えるチップ設計関連企業（chip-designing houses）が集積しており、大学・ポリテク・ITIs からの人材供給が地域の半導体・ICT 産業エコシステムと密接な関係で繋がっている。

[276] https://prsindia.org/budgets/states/karnataka-budget-analysis-2024-25?utm_source=chatgpt.com

表 5-2.2. カルナタカ州の教育機関の一覧

区分	機関種別	数量（件数）	備考補足
高等教育機関（大学）	Universities	82校	全国5位（内訳：州立37、私立23、指定私立12）
国家重点機関	Institutes of National Importance	6機関	IITやNIT等
工学系大学	Private Engineering Colleges	166校	-
	Government and Aided Engineering Colleges	30校	合計196校
工業専門学校（準学位課程）	Polytechnic Colleges	281校	公私立合計
職業訓練校（技能教育）	Industrial Training Institutes (ITIs)	1,504校	全国最多級
初級技術学校（高校レベル）	Junior Technical Schools	12校	-
高校前教育機関	Pre-University Colleges	5,715校	一般教育課程
特筆すべき産業拠点	Chip Designing Houses	100社以上	半導体設計拠点の集積
予算支出額（2024–25年度）	教育予算	USD 5.33 Billion（約7,500億円）	ICT・ラボ・大学改善等含む

出典：IBEF、Department of Technical Education, Karnataka、News Articles（2024 年 7 月時点）

カルナタカ州は、半導体設計・電子工学分野において国内有数の教育・研究拠点を有しており、複数の著名高等教育機関が VLSI 設計、組込みシステム、マイクロエレクトロニクスといった技術領域に特化した学位・非学位コースを提供している。

以下は、州内の主要 8 機関における半導体関連コースの一覧である。

表 5-2.3. カルナタカ州の学術機関で提供する半導体関連コース

No.	教育機関名	教育レベル	提供コース（分野）
1	Indian Institute of Science (IISc), Bangalore	M.Tech、上級認定コース	半導体技術、マイクロエレクトロニクス
2	International Institute of Information Technology (IIIT), Bangalore	B.Tech	ECE（電子通信工学）
3	RV College of Engineering, Bangalore	M.Tech	VLSI設計・組込みシステム
4	Manipal Institute of Technology (MIT), Manipal	B.Tech	VLSI設計・エレクトロニクス工学
5	Visvesvaraya Technological University (VTU), Belagavi	修士課程	VLSI設計・組込みシステム
6	Nitte Meenakshi Institute of Technology (NMIT), Bangalore	B.Tech	VLSI設計・エレクトロニクス工学
7	Dayananda Sagar College of Engineering (DSCE), Bangalore	M.Tech	VLSI設計・組込みシステム
8	Centre for Development of Advanced Computing (C-DAC), Bangalore	PG Diploma	VLSI設計

出典：各大学等のホームページを参照して JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

これらの教育機関は、技術系国家プロジェクト（例：Digital India、Make in India）と連動し、先端技術分野における即戦力人材の育成を担っている。特筆すべきは、IISc Bangalore によるマイクロエレクトロニクス分野での上級認定課程や、C-DAC Bangalore による社会人向け PG Diploma コースの存在であり、学術と産業界を架橋する高度専門人材の再教育機能を果たしている。

調査した範囲では、多くの大学が提供しているのは「VLSI Design & Embedded Systems」であり、これは設計フェーズ（Front-End）に重点を置いた教育体系となっている。一方で、後工程（Back-End）や装置オペレーション、パッケージング等の製造関連知識に関する体系的な教育プログラムはほとんど存在せず、そのため、インド政府からは日本の支援が必要と要請を受けている。

以上の調査により、カルナタカ州では、ファブレス設計の起業支援（SFAL）[277]、VLSI 分野の専門人材供給（K-VLSI Program）[278]、先端 ICT における就業力強化（Samsung Innovation Campus）[279]といった、起業、専門訓練、雇用促進の 3 つの視点からスキル開発を多層的に推

[277] https://www.sfalcoe.com/
[278] https://karnatakadigital.in/k-vlsi/
[279] https://csr.samsung.com/en/program/samsung-innovation-campus

進している。特に、SFAL と K-VLSI Program は、大学教育の限界を補完する実務訓練モデルとして他州にも展開可能なモデルケースとなり得る。他方、製造工程（Front-End/Back-End）や装置運用・保守といった製造系職種向けの訓練は明示されていない。

表 5-2.4. カルナタカ州における半導体・ESDM スキル開発主要施策一覧

No.	イニシアティブ名	主導主体	対象分野	対象者・規模	主な内容・目的
1	SFAL（Semiconductor Fabless Accelerator Lab）	政府＋民間（KITS, IESA）	ファブレス設計・起業支援	スタートアップ企業向け（11社支援実績）	ファブレススタートアップ支援、製品開発促進、資金調達支援（USD 2.25M）
2	Next Generation K-VLSI Design Program	政府＋民間（IIIT-B, IESA等）	VLSI設計、ESDMスキル訓練	技術系学生向け（6〜9か月／人数不明）	VLSI設計に特化した実務訓練、即戦力化、ジョブレディ教育
3	Samsung Innovation Campus	民間（Samsung SSIR）	AI・IoT・先端ICTスキル開発	学部生1,100名	AI・IoT分野を中心とした若者向けスキルアップ訓練、雇用力強化

出典：各団体のホームページを参照して JICA 調査団作成

*1 (https://www.sfalcoe.com)
*2 (https://karnatakadigital.in/k-vlsi/)
*3 (https://www.thehindubusinessline.com/news/education/samsung-semiconductor-india-launches-innovation-campus-programme-at-vtu/article67867048.ece)

5.2.6. 企業進出動向 [280]

カルナタカ州には航空宇宙、自動車・自動車部品、建設・土木、工作機械、バイオテクノロジーなどの諸産業が集積している。2019 年度のデータでは、同州の名目 GDP は全国 GDP の 7.8%を占め、一人あたり GDP は 3,761 ドルであり、全国平均の約 1.5 倍である [281]。

ベンガルールには地場の世界的ソフトウェア企業のインフォシス（Infosys）やウィプロ（Wipro）、欧米企業では Google、アマゾン、マイクロソフト、HP、IBM、SAP などが本社や地域本社を置くようになり、現在では「インドのシリコンバレー」と呼ばれるほど IT、先端製造業の R&D の中心地となっている。2018 年 11 月には、楽天が新たなテクノロジーを創出するための研究機関として「楽天技術研究所」をベンガルールに設立した。

本調査でインタビューしたカルナタカ州政府関係者および産業界リーダーは、同州の半導体産業の成長ポテンシャルについて高い期待を示している。州政府関係者からは「カルナタカ州は半導体産業の成長に必要なエコシステムを有しており、今後 10 年間で主要な半導体製造拠点となる可能性がある」との見解が得られた。ある半導体企業の経営者も「州の電力・水供給体制が強化されれば、カルナタカ州は世界的な半導体クラスターへと成長するだろう」と評価している。

一方、上述したように商工局高官は、広大な敷地を必要とする半導体前工程の工場を設置する土地を見つけるのは難しいという見解を示しており、カルナタカ州の場合は、設計拠点または OSAT にとどまる可能性が高いものと考えられる。

ベンガルール周辺で日本企業が進出している工業団地としては、ビダディ（Bidadi、主な進出企業：トヨタ、豊田通商）、エレクトロニクス・シティ（Electronics City、同：横河電機、ファナック、安川電機）、ナラサプラ（Nara Sapura、同：ホンダ）などがある。

[280] https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/0903ea1cec2c759f/20240053.pdf
[281] https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/image/inv_india28.pdf

在インド日本国大使館によれば、2021 年 10 月時点でカルナタカ州に進出している日系企業の拠点数は 512 で、2010 年の約 3.3 倍に増えている。拠点数増加の背景には、IT 関連の製造業が集積していることや、トヨタ、ルノー日産、ホンダなど完成車メーカーの進出に伴って、Tier1、Tier2 の部品サプライヤーも進出していることがある。

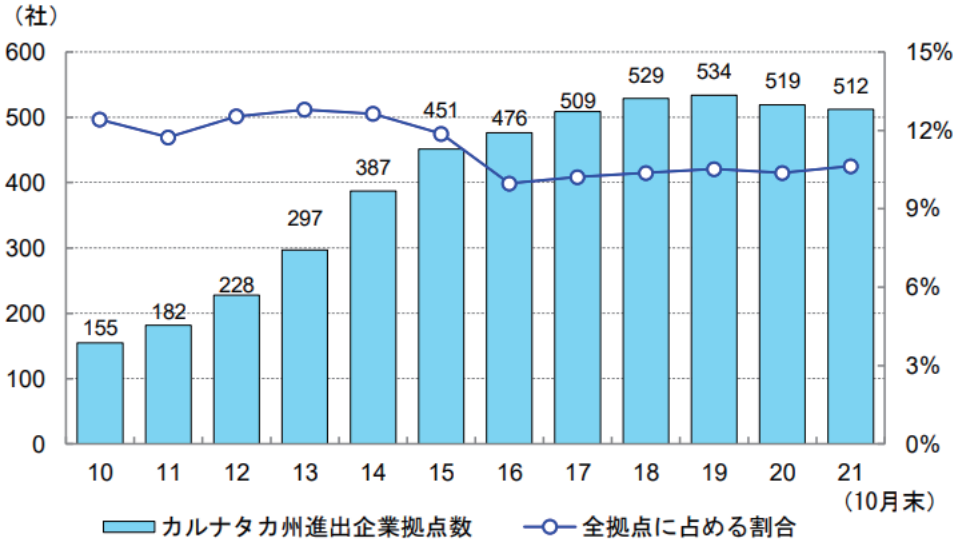


図 5-2.3. カルナタカ州進出日系企業の拠点数推移
出典：JBIC インドの投資環境（2023 年 2 月）28 章④地域編：カルナタカ州、
(https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/inv-india202302.html)

5.3. テランガナ州

5.3.1. テランガナ州の概要

テランガナ州はインド南部に位置し、名目州内総生産（GSDP）は 14 兆 198 億ルピー（2023 年度）、1 人当たり所得が 35 万 6564 ルピー（2023 年度）、実質 GSDP 前年度比成長率は 14.09%（2023 年度）である。州都はハイデラバードで、人口は 3772 万 5,000 人（2021 年推計）、面積は 11 万 2,077 ㎢で 33 の県（District)に分かれている [282]。主要産業は IT、製薬、繊維、鉱物などである。国内有数の IT 都市であるハイデラバードにはマイクロソフト、アップル、グーグル、アマゾンなどのグローバル企業が進出し、医薬品原薬はインド全体の生産高の 40%、輸出高の 50%を占める。産業構成比は第一次産業 17%、第二次産業 20%、第三次産業 63%（2023 年度）となっており、第三次産業の占める割合が多いことがわかる [283]。

5.3.2. テランガナ州政府組織の概要

テランガナ州政府は、知事、州首相、閣僚評議会からなる上位統治機構の下、複数の行政部門がそれぞれの役割を担っている。

中でも、半導体関連政策の推進において中心的な役割を果たすのが、（1）財務局（Finance Department）、（2）情報技術・電子・通信局（ITE&C Department）、および（3）産業・商業局

[282] 在チェンナイ日本総領事館,資料名：テランガナ州概要、https://www.chennai.in.emb-japan.go.jp/files/100738474.pdf
[283] 在チェンナイ日本総領事館,資料名：テランガナ州概要、https://www.chennai.in.emb-japan.go.jp/files/100738474.pdf

（Industries and Commerce Department）の三部門である。財務局は主として資金承認の権限を担い、各種プロジェクトの財政的裏付けを提供する。一方、ITE&C 局は政策の企画・立案機能を担い、産業振興に係る戦略的方向性を提示する。また、産業・商業局はプロジェクトの実行支援を担当し、具体的施策の実施を担保する。このように、政策立案、資金調達、実行支援という三機能が分化しつつも連携する体制が整備されている。さらに、これら主要部門の下部機関として、産業インフラの整備を担う Telangana Industrial Infrastructure Corporation Limited（TGIIC）、および人材育成を担う Telangana Academy for Skill and Knowledge（TASK）といった実施機関が存在し、実務的な対応を担っている。これにより、インフラ・人材の両面から支える包括的なエコシステムの形成が進められている。

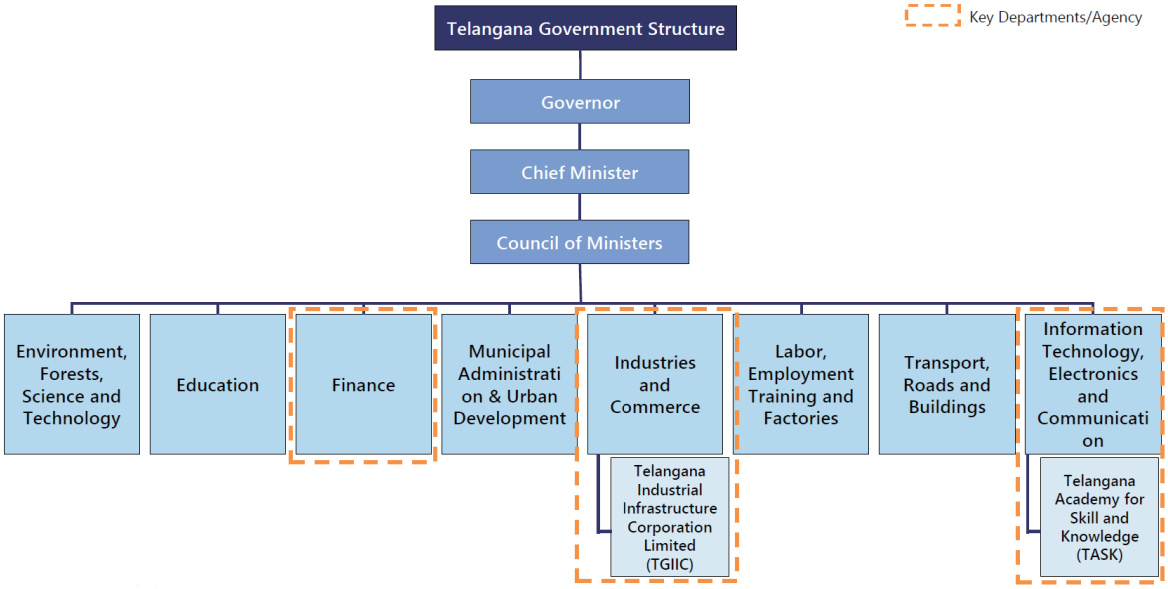


図 5-3.1. テランガナ州政府組織図
出典：Government of Telangana 等を参照して JICA 調査団作成
（https://igod.gov.in/sg/TS/E003/organizations）

表 5-3.1. テランガナ州組織の主要機能

階層	機関名	主要機能	備考
上位	Governor / Chief Minister / Council of Ministers	政策統括・監督	
中核部門	Finance Department	資金承認	主要予算管理機関
中核部門	ITE&C Department	政策立案	半導体・ICT政策を統括
中核部門	Industries and Commerce Department	実行支援	インフラ整備・企業誘致
実施機関	Telangana Industrial Infrastructure Corporation Ltd. (TGIIC)	工業団地整備	産業基盤整備
実施機関	Telangana Academy for Skill and Knowledge (TASK)	人材育成	ICT・半導体分野中心

出典：Government of Telangana 等を参照して JICA 調査団作成
（https://igod.gov.in/sg/TS/E003/organizations）

5.3.3. 半導体産業に係る政策・計画

下表にテランガナ州政府の半導体産業振興に関する主な施策は以下の通りである。Collaboration Between IIT-Hyderabad and Renesas[284]、T-Work[285]、Photonics Valley[286]、VLSI Initiative[287]、AIC T-Hub Semiconductor Program[288]　以下の表で概要を説明する。

表 5-3.2. テランガナ州政府の半導体産業支援施策

No.	Initiative名	関与主体	現況	主要内容
1	Collaboration Between IIT-Hyderabad and Renesas	Government & Private	Existing	JICA支援による日印連携、VLSI・組込システム研究、Renesasによるインターン支援等。
2	T-Work	Government	Existing	試作支援、PCB製造支援、コスト最適化、地方発イノベーション支援。
3	Photonics Valley	Government	Existing	フォトニクス・量子技術に特化したエコシステム形成、仮想インキュベータ設立。
4	VLSI Initiative	Government	Existing	VLSIアカデミーを通じた人材育成、Fabless企業支援、VLSIパークの開発。
5	AIC T-Hub Semiconductor Program	Government	Existing	AIM（Atal Innovation Mission）と連携し、特にIP設計に強いスタートアップを支援。

出典：各団体のホームページから JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

[284] https://www.thehindu.com/news/cities/Hyderabad/iit-h-japans-renesas-ink-mou-for-research-on-vlsi-embedded-semiconductor-systems/article68259364.ece
[285] https://tworks.telangana.gov.in/
[286] https://it.telangana.gov.in/initiatives/photonics-valley-corporation/
[287] https://gnits.ac.in/lab/center-of-excellence-for-vlsi-design/
[288] https://aict-hub.co/programs/

（1） IIT ハイデラバード校とルネサスの産官学連携

本取り組みは、2024 年 6 月に JICA（国際協力機構）の協力の一環で、IIT ハイデラバード校とルネサスとの二者間で締結された 3 年間の MoU に基づくものである。この協定は、VLSI および組込システムに関する共同研究の促進、ならびにインターンシップを通じた人材育成を主要目的としている。特筆すべきは、本協定が JICA の「日印産学研究ネットワーク構築支援プロジェクト（英題：Future Researchers at the Indian Institute of Technology：“FRIENDSHIP”プロジェクト）」および「Make in India」政策と連動しており、日印間の半導体連携における事例として位置づけられる点である。今後、日本の民間企業がインドにおける高度人材の確保および教育支援を展開する際のモデルケースとなる可能性が高い。

（2） T-Work による地方発イノベーション支援

T-Work は、テランガナ州政府が 2023 年に設立したインド初の大規模試作支援施設であり、PCB 製造、モバイル充電器設計、太陽電池用スプレー装置の試作など、中小企業の技術者や起業家に対して具体的な研究開発や試作などの技術支援を提供している。また、コスト最適化や設計の検証支援を通じて、製品化・事業化に向けたボトルネックの解消にも寄与している。

（3） Photonics Valley による次世代技術クラスター形成

Photonics Valley Corporation は、シリコンフォトニクス、量子技術、複合半導体などの新興技術を対象とした研究開発・製造の産業クラスター形成を目的として設立された。設計拠点、製造ユニット、R&D センターを通じて、仮想インキュベーションプログラムやトレーニングの提供を行っており、インド政府の最新の半導体政策下において、CMOS およびディスプレイファブの誘致を視野に入れた展開を進めている。

（4） VLSI Initiative による専門人材育成とファブレス企業支援

本施策は、Telangana 州による VLSI 設計・ファブレスチップ設計の技術訓練プログラムであり、VLSI の設計やファブレスチップの設計人材育成を目的とし、「VLSI アカデミー」や、「VLSI パーク」を整備することによって Telangana における産業集積化を実施する。すでに 300 名の訓練生のうち 283 名が就業しており実効性の高い取り組みである。

（5） AIC T-Hub Semiconductor Program[289]によるスタートアップ支援

2023 年に開始された AIC T-Hub Semiconductor Program は、Atal Innovation Mission（AIM）と T-Hub の協力により設立され、特に IP 設計に強みを有するスタートアップを対象とした支援を行っている。本プログラムは、研究開発支援のみならず、サプライチェーン強化をも視野に入れており、半導体産業の川上・川下にわたる包括的支援体制の形成に寄与している。

[289] https://t-hub.co/aic-t-hub-announces-successful-startups-in-its-first-semiconductor-cohort/?utm_source=chatgpt.com

5.3.4. インフラ整備動向

（1） 交通インフラと接続性

テランガナ州は国内外との接続性に優れ、州内の道路総延長は約 15 万 km に及ぶ。ハイデラバードのラジーヴ・ガンディー国際空港は年間 2,100 万人以上の旅客を受け入れ、国内外とのアクセスを確保している。また、鉄道網や貨物輸送のインフラも整備されている。

（2） 電力インフラ

1） 電力供給の信頼性指標：SAIDI および SAIFI

電力供給品質を示す SAIDI（System Average Interruption Duration Index）」および「SAIFI（System Average Interruption Frequency Index）」については、最新データによれば、FY2021-22 時点におけるテランガナ州の SAIDI は、北部で 41 時間、南部で 23 時間にとどまっており、インド全体の平均（116 時間）と比較して、明らかに低い値を示している。また、SAIFI についても、北部で 58 回、南部で 28 回と、インド平均（172 回）を大きく下回る結果となっている。

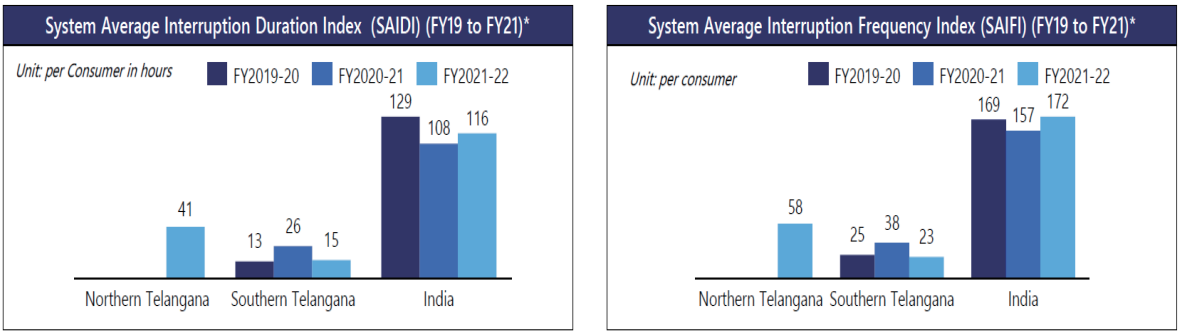


図 5-3.2. テランガナ州における年間平均停電時間、年間平均停電回数
出典：Central Electricity Authority of India, News Articles
*Note: The data for FY 2019-20 is available from September 2019

これらの数値は、テランガナ州においては停電の「頻度」および「時間」が共に少ないことを意味し、電力の信頼性が高いことを統計的に裏付けている。特に、半導体製造ではクリーンルームやフォトリソグラフィー工程において瞬断ですら致命的となり得るため、これらの安定性指標は立地判断において極めて重要な要素である。

2） 電圧品質・高圧インフラ整備

テランガナ州は、州都ハイデラバード郊外に位置する E-City Hardware Park（EMC）において、220kV 変電所を整備しており、半導体ファブの電圧要件を満たす高圧供給体制を確立している。加えて、分散型の変電インフラを州内複数地域に展開しており、局所的な電圧降下や過電流などに対するリスク低減が進められている。

このような高電圧インフラの整備は、極めて高精度のプロセス制御が求められる半導体製造ラインにおいて、瞬時電圧低下（voltage sag）や突入電流（inrush current）を抑制する点で有効であり、単なる供給量では測れない「質的対応力」の高さを示している。

3) 再生可能エネルギーとグリーン電力の選択肢 [290]

2025年5月時点で、テランガナ州の総発電容量19.56GWのうち、約39%が再生可能エネルギーにより構成されている。これは、太陽光発電や風力、水力を組み合わせた構成であり、インド全体の再エネ導入比率（約 30%）を上回る水準にある。この高い再エネ比率は、製造業におけるグリーン電力利用や ESG 投資の観点から、半導体企業の立地判断を後押しする要因となる。

4) 総合的評価と政策的意義

以上を総合すると、テランガナ州の電力供給体制は、①供給量の安定、②電力品質（停電時間・頻度）、③高電圧供給能力、④再エネ対応力の各観点で優れた特徴を有しており、電力信頼性を最優先とする半導体製造業の立地要件を満たすが、実際には日本レベルの品質に達しているか不明であり、実際に進出する場合には、電力測定データなどのチェックなどが必要である。

（3） 水インフラ

テランガナ州は、ゴーダバリ川およびクリシュナ川という2大河川を有するものの、地表水の多くは農業用に使用されている。また、近年では都市化・工業化の進展に伴い、地表水の汚染が深刻化しており、これにより産業用水を含む多くの用途において地下水への依存が高まっている。2023 年時点の統計によれば、同州の年間取水可能地下水資源量は 20.92 BCM（10 億立方メートル）であり、うち 8.09 BCM が実際に取水されている。この地下水の 65%が動的資源（降雨により補充される水）であり、その用途別内訳は農業 89.6%、工業 6.1%、家庭用 4.3%とされている。

このように農業用水への極端な偏重が見られる一方、工業用水の確保は脆弱であり、特に水質と安定供給が重視される半導体産業にとってはインフラ的制約となる。また、北東モンスーンの降水量が平年を下回る「準干ばつ状態（near-drought）」が続いており、貯水池の枯渇と水不足が慢性化しつつある。結果として、地下水の過剰取水と水質悪化が相互に悪循環を形成している。

このような課題に対処すべく、テランガナ州政府は水資源管理に関する複数の取り組みを実施している。まず、州内98の都市地方行政体（Urban Local Bodies: ULBs）において給水網および下水システムの整備計画が策定されており、そのうち9件については実行段階にある。総事業費は4.2億米ドルであり、3段階に分けて実施される予定である。

（4） 産業団地とプロジェクト

テランガナ州には多くの工業団地が存在し、特にハイデラバード近郊のファーブルシティやエレクトロニクス製造クラスターが主要な拠点となっている。州政府主導で「テランガナ半導体戦略」が推進されており、国内外の半導体企業の誘致を積極的に進めようとしているものの他州と比べそれほど多くはない [291]。

[290] https://en.wikipedia.org/wiki/States_of_India_by_installed_power_capacity?utm_source=chatgpt.com
[291] https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/industrial_park/

テランガナ州政府による投資誘致のための公開されているプレゼン資料[292]によれば、以下の工業団地の利用が可能となっている。

表 5-3.3. テランガナ州政府の工業団地

指標	面積（エーカー）	説明
工業団地全体の面積	28,458 acres	登録された工業団地の総面積（既存工業団地の範囲）
割当可能な土地（UDL含む）	5,430 acres	新規産業立地に即時割当可能な土地
工業用に使用可能な政府所有地	234,990 acres	中長期的な開発が可能な政府保有地の総面積

出典：TELANGANA INDUSTRIAL INFRASTRUCTURE CORPORATION LIMITED（https://www.tgiic.telangana.gov.in/）

5.3.5. 産業人材育成の現状

(1) テランガナ州における人材育成基盤の整備と展開

テランガナ州は、産業振興政策と連動する形で、エンジニアリング、ポリテクニック、産業訓練など多層的な教育・訓練機関の整備を積極的に推進している。同州における人材育成の取り組みは、単なる教育施設の量的拡充にとどまらず、ICT 統合や入学制度改革を通じて、教育の質・アクセス性・産業即応性の向上を目指した包括的な構造に特徴づけられる。

インドでは 2027 年までに、25 万〜30 万人規模の半導体スキル人材が不足[293]すると予測されており、これは全国的な課題となっているが、テランガナ州では以下に示すように教育機関の充実を図っている。

表 5-3.4. テランガナ州における学術機関、教育訓練機関の数

分類	機関数	備考
AICTE認定エンジニアリング機関	270校以上	全国技術教育審議会（AICTE）認定
ポリテクニック・カレッジ	153校	中等後教育機関、実践的技術教育に特化
産業訓練所（ITI）	300校以上	職業訓練（溶接、電気、機械等）に特化
ディプロマ課程提供機関	25コース	短期・専門教育課程
高等教育機関（大学・カレッジ等）	2,071校	全州における高等教育機関の総数
国家的重要教育機関（INI）	4機関	IIT等を含む高等研究教育機関

出典：News Articles, AICTE, State Board of Telangana, Ministry of Education, Ministry of Skill Development and Entrepreneurship を基に JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

[292] https://www.indconosaka.gov.in/pdf/State%20Presentation%20-%20Japan.pdf
[293] https://www.business-standard.com/industry/news/india-s-chip-industry-to-face-shortage-of-300-000-professionals-by-2027-124061100186_1.html

上表から、テランガナ州には 270 校を超える AICTE（All India Council for Technical Educations）認定エンジニアリング機関、153 のポリテクニック・カレッジ、および 300 以上の産業訓練所（ITIs）が設置されており、合計で 2,071 の大学・短期大学等の高等教育機関が存在する。このような網羅的な教育機関の分布は、理論教育から職業訓練までを包含する人材供給の多層的構造を形成し、地域住民に対する包括的な教育機会の提供を可能としている。

加えて、同州は Degree Online Services of Telangana（DOST）と呼ばれる入学支援プラットフォームを導入しており、入試・入学手続きの効率化と透明化を実現している。これにより、特定地域や社会階層によらない教育アクセスの公正性が担保され、教育制度の社会的包摂性が高まっている。

教育の質的側面においては、大学・カレッジの平均在籍数が 611 人、教員 1 人当たりの生徒数（PTR：Pupil Teacher Ratio）が 17 人となっている。

さらに、国家的に重要な教育研究機関（Institutes of National Importance）が 4 機関設置されていることは、テランガナ州が高度専門人材の育成および研究開発の拠点としての地位を獲得していることを示している。これらの機関は、単なる教育の枠を超えて、企業や研究機関との連携を通じた産学協働の中核となり得る存在である。

以上のように、テランガナ州における人材育成体制は、量的な教育資源の蓄積に加えて、制度的整備（DOST）、教育の質的管理（PTR）、産業ニーズとの接続性（多様なディプロマ課程・ITIs）といった複合的視点から構築されており、今後の産業競争力を支える基盤として重要な役割を果たすと考えられる。

表 5-3.5. テランガナ州の主要学術機関

No.	教育機関名	技術教育	提供コース（分野）
1	IIT Hyderabad	B.Tech / M.Tech	IC設計技術、VLSI、半導体材料、パッケージング等
2	Institute of Aeronautical Engineering	B.Tech	通信・電子工学
3	NIT Warangal	B.Tech / M.Tech	VLSI設計、通信電子工学
4	GITAM School of Technology	B.Tech / M. Tech	VLSI設計、電子工学
5	CVR College of Engineering	B.Tech / M.Tech	VLSI設計、電子通信工学
6	IFHE Hyderabad	M.Tech	デジタル電子・通信
7	Centre for Nano Science and Technology	M.Tech	ナノ技術
8	University of Hyderabad	M.Tech	ナノ科学・技術

出典：TGCHE（Telangana Council of Higher Education）
（https://tgche.ac.in/universities/）
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

また、テランガナ州は、革新的人材育成の場として半導体 R&D 領域で共同開発・教育を推進、グローバル企業との連携により、国際的競争力のある人材の育成を目指しており、IIT ハ

イデラバード校 × ルネサスの連携 [294] [295]は特に注目すべき動きである。なお、IIT ハイデラバード校は JICA が支援 [296]している。

5.3.6. 企業進出動向

（1） 日系企業の動向 [297]

進出日系企業は 25 社、168 拠点（2023 年 10 月現在）。主な進出企業は東芝（送配電機器製造販売）、日立製作所、ニプロ（医療機器販売）、アルバック（真空装置等販売）、大気社（クリーンルーム）など。日本企業によるインドの高度技術人材採用を促進するため、インド工科大学ハイデラバード校学生向けの日本企業説明会「JAPAN DAY」を JETRO と JICA が毎年開催している。2021 年、東芝電力流通システム・インド社の人材開発施設内に日本式ものづくり学校（JIM）が開講した。

（2） 海外 VLSI 企業の集積（Presence of Major VLSI Companies）

ハイデラバード市には、半導体関連のグローバル企業のインド拠点としては、マイクロンが拠点を設置しているが、その他に目立った企業は見られない。

5.4. タミル・ナド州

5.4.1. タミル・ナド州の概要 [298]

タミル・ナド州はインド南東部に位置する州であり、面積は約 130,058km²で、インドで 10 番目に大きい州である。州人口は約 7,214 万人で、インドの総人口の約 6%を占めている。人口密度は 1 平方キロメートルあたり 555 人であり、インド全体の平均（382 人/km²）を大きく上回っている。2023 年 7 月から 2024 年 6 月までの識字率は 85.5%で、全国平均の 80.9%を 4.6 ポイント上回っている [299]。2011 年の統計によれば、性比は男性 1,000 人に対して女性 996 人であり、インド全体の平均（943）を上回る水準となっている [300]。さらに、2024 年から 2025 年にかけては、GDP 全体への貢献度および経済成長率において、全インドで第 2 位の位置を占めると見込まれている [301]。地理的にはインド亜大陸の最南端に位置し、北はアンドラ・プラデシュ州、西はカルナタカ州およびケララ州、南はインド洋、東はベンガル湾に面している。

タミル・ナド州は、インド GDP の 8.8%を占めるインドで第 2 位の経済規模を持つ州であり、強力なサービス業および製造業セクターを有する州である。2022 年時点で 579 社の日本

[294] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/renesas-and-indian-institute-technology-hyderabad-sign-agreement-accelerate-india-s-semiconductor
[295] https://www.renesas.com/ja/about/newsroom/renesas-partners-indian-government-drive-innovation-through-startups-and-industry-academia
[296] https://www.jica.go.jp/oda/project/ID-P227/index.html
[297] https://www.chennai.in.emb-japan.go.jp/files/100738474.pdf
[298] https://www.ibef.org/download/1693555276_Tamil_Nadu_June_2023.pdf
[299] https://www.mospi.gov.in/sites/default/files/publication_reports/AR_PLFS_2022_23N.pdf
[300] https://www.census2011.co.in/census/state/tamil+nadu.html#:~:text=Tamil%20Nadu%20Sex%20Ratio%202024,1000%20males%20in%20Tamil%20Nadu.
[301] https://www.forbesindia.com/article/explainers/gdp-of-indian-states-union-territories/88157/1

企業が同州に拠点を構えており、日本との経済的つながりも深い [302]。同州の製造業は、2023～2024 年度において州 GDP の 34%を占めており [303]、年平均 7.1%の成長率となっている。整備された産業インフラとそれに伴う熟練した労働力が整っており、半導体の生産能力の強化や投資誘致においても有利な環境となっている。また、サービス業はタミル・ナド州の経済を牽引する主要セクターであり、州 GDP の約 53%を占めている [304]。

また近年では、製造業とサービス業の安定的な成長を背景に、電子商取引プラットフォームやデータセンターといったデジタルサービスおよびインフラ分野も発展しており、半導体産業の成長を支える基盤が着実に整いつつある。

5.4.2. タミル・ナド州政府組織の概要 [305] [306]

タミル・ナド州政府の組織構造は、知事を頂点とし、その下に州首相および閣僚評議会が配置されている。組織図においては、オレンジ色の点線で囲まれた各部局が、堅牢な半導体エコシステムの構築を担う主要な部局・機関として分類されている。

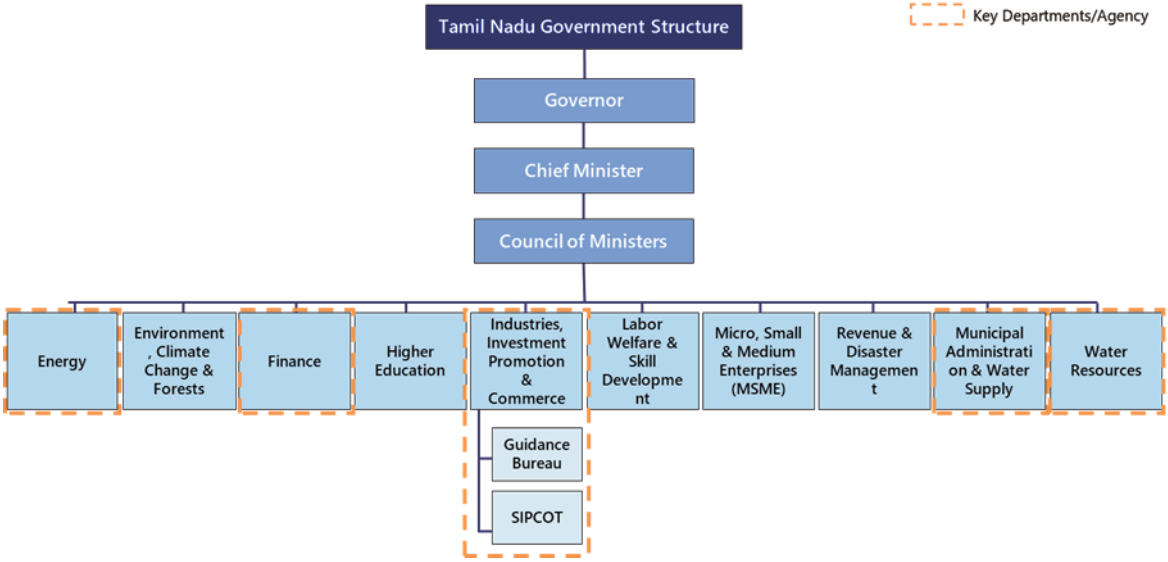


図 5-4.1. 半導体産業に関連するタミル・ナド州政府組織
出典:タミル・ナド州政府のレポートを基に JICA 調査団作成
(https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2024/02/Notification_120224)

タミル・ナド州工業振興公社（State Industries Promotion Corporation of Tamil Nadu/SIPCOT）[307]は、タミル・ナド州全域、その中でも特に産業の発展が遅れている地域において工業団地を開発することで、同州における中規模および大規模産業の振興を目的として 1971 年に設立

[302] 在インド日本国大使館, https://www.in.emb-japan.go.jp/files/100866953.pdf
[303] https://www.india-briefing.com/news/investing-in-tamil-nadu-manufacturing-outlook-and-opportunities-32082.html/
[304] https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2034920
[305] https://www.tn.gov.in/department_list.php
[306] https://investingintamilnadu.com/DIGIGOV/StaticAttachment?AttachmentFileName=/pdf/poli_noti/SCP_2024.pdf
[307] https://sipcotweb.tn.gov.in/About_SIPCOT

された。同公社は、「タミル・ナド州半導体・先進エレクトロニクス政策 2024」に基づき、対象企業への優遇措置の支給を担当している。

1992 年に設立されたガイダンス・ビューロー（相談窓口）は、タミル・ナド州政府における投資促進およびワンストップ窓口機能の中核を担う機関である。同機関は、州内における半導体および先進エレクトロニクスのエコシステムを推進するため、優遇措置の支給基準に基づいて、対象企業に関する提案書を産業局に提出する責任を負っている。また、ワンストップ窓口ポータルを通じて、各種許可、ライセンス、承認手続の円滑な実施に対しても責任を負っている [308]。「半導体・先端エレクトロニクス政策 2024」により、設定されたインセンティブプログラムは、指導局から送付された提案と部門間委員会（IDC）の勧告に基づき、産業局によって適格な事業体に提供される。

財務局は、「半導体・先端エレクトロニクス政策 2024」に基づき、対象企業に提供される金融インセンティブの総額を決定する責任を担う。また、市行政・水道局は、半導体企業との連携のもと [309]、高度なリサイクル技術および監視技術の導入、水の再利用・処理のためのインフラ支援を通じて水利用の効率化を図り、工場における淡水の使用量および廃水の排出削減に取り組んでいる。さらに、水資源局は [310]、ホスール近郊に建設予定の 20MLD 規模の TTRO プラント（高度処理水の逆浸透プラント）をはじめとする先進的な処理・逆浸透施設を整備し、半導体産業への安定的な水供給を実現することで、中断のない操業および産業の成長を支えている。

5.4.3. 半導体産業に係る政策・計画

タミル・ナド州は、半導体政策を導入したインドで 2 番目の州である。2024 年に発表された同州の「半導体および先端エレクトロニクス政策」[311]は、半導体および先端エレクトロニクス産業への大規模投資を誘致し、設計・開発、製造、物流など、州内におけるバリューチェーン全体のエコシステムを強化することを目的としている。タミル・ナド州では、近年、主に工業部門、次いで農業部門における雇用の増加を背景に、失業率が減少傾向にある。この傾向は、これらの部門における経済活動の活発化によるものと考えられる。この政策では、事業立ち上げ時の経済的負担を軽減するため、半導体製造企業に対して各種インセンティブが提供されている。インドの半導体産業では、研究開発、設計、製造、先端パッケージングなどの分野において、2027 年までに 25 万〜30 万人の熟練人材が不足すると予測されている [312]。先端エレクトロニクス製造企業に対して提供される主なインセンティブは、以下のとおりである。

（1） 投資促進補助金

- 対象となる固定資産への投資額の 20%に相当する固定資本補助金が支給される。
- 製造施設の年間売上高の 1.5%に相当する補助金が 5 年間支給される。

---

[308] https://investingintamilnadu.com/DIGIGOV/index.jsp
[309] https://www.tn.gov.in/dept_profile.php?dep_id=MjE=
[310] https://cms.tn.gov.in/cms_migrated/document/docfiles/wrd_e_cc_2024_25.pdf
[311] JETRO 2024.1.15 ビジネス短信　https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/01/428613b9a636077d.html
[312] https://investingintamilnadu.com/DIGIGOV/StaticAttachment?AttachmentFileName=/pdf/poli_noti/SCP_2024.pdf

・ ケースバイケースで追加の補助金が支給される場合がある。

（2） 研修補助金

・ 州民のスキル開発のため、1 人あたり 48.20 米ドル（6 か月間）の研修補助金が支給される。
・ 女性、トランスジェンダー、障がいのある従業員、SC/ST コミュニティ出身の従業員のスキル開発のため、1 人あたり 72.31 米ドル（6,000 ルピー）の研修補助金が 6 か月間支給される。

（3） 利子補助

・ プロジェクトに必要な資金を調達するために実際に借り入れた期間ローンに対し、6 年間、5%（年間最大 12 万米ドル）の利子控除が提供される。

（4） その他の優遇措置

・ 半導体製造に適用される、土地価格優遇措置、印紙税優遇措置、電気税優遇措置、品質認証強化優遇措置、知的財産強化優遇措置、グリーン産業優遇措置などが含まれる。

以下の業務を行うグローバルな研究・設計組織を対象とする：

・ 集積回路（IC）、チップセット、システム・オン・チップ（SoC）システムおよび IP コア、ならびに半導体関連設計に関する半導体設計
・ 半導体製造装置の設計
・ 高度な電子製品の設計および開発
・ 高度な ESDM（電子システム設計・製造）向けソフトウェア

対象企業は、州内に施設を有し、研究・設計業務に従事していることに加え、4 年間で最低 50 名の雇用を創出する必要がある。州居住者を雇用する場合には、1 人あたり月額最大 241.02 米ドルの給与補助金が最長 3 年間支給される。補助額は、初年度が年間給与コストの 30%、2 年目が 25%、3 年目が 20%となっている。

このような人材不足に対応するため、タミル・ナド州政府は、高度人材の育成および雇用創出にも力を入れており、2030 年までに半導体および先端エレクトロニクス分野で 20 万人の熟練労働者を育成する計画を掲げている [313]。その一環として、同州政府はインダストリー4.0 の推進や、半導体産業の発展を支える環境の整備を進めており、半導体の試験・研究・イノベーションの拠点となる「センター・オブ・エクセレンス（半導体技術者育成機関）」の設置などを進めている。

1) 雇用創出

州政府は以下の対象企業に資金支援プログラムを提供する。

・ 先端エレクトロニクス産業に対しては、最低 150 人の雇用を創出する企業が対象 [314]。

[313] https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/global-tech-firms-to-set-up-rd-development-centers-in-tamil-nadu/articleshow/112915947.cms

[314] https://investingintamilnadu.com/DIGIGOV/StaticAttachment?AttachmentFileName=/pdf/poli_noti/SCP_2024.pdf (Page 17)

・ ハイエンドな電子機器の設計・研究分野に対しては、最低 50 人の雇用を創出する企業が対象 [315]。

2) 能力開発

・ タミル・ナド州は、半導体政策の一環として、チップ設計の研究開発分野における州内人材の活用を推進しており、その取り組みの一つとして、チップ設計および研究ユニットに対する給与補助制度を導入している。
・ この給与補助制度では、タミル・ナド州の住民を雇用する半導体設計企業が選定された場合、従業員の給与の一部について補助金を受けることができる。

表 5-4.1. 半導体および先端製造業におけるスキル開発を促進するための主要な取り組み

No.	取り組み	政府/民間	現在の状況	詳細
1	タミル・ナードゥ州 先端製造業卓越センター （TANCAM）*1	政府＋民間	既存	・タミル・ナド州産業開発公社（TIDCO）とフランスのダッソー・システムズによって設立されたTANCAMは、設計、製造、製造実行システム、製造オペレーション管理、高忠実度シミュレーション、製品設計（ソフトウェアとハードウェアの両方）などの業界分野でのトレーニングを工学部の学生に提供している。
2	半導体技能開発センターと 技能訓練 *2	プライベート	既存	・Tessolve Semiconductor Pvt. Ltd.は、州の労働者の半導体関連スキルを強化するために、半導体スキル開発センターを設立し、テストエンジニアリングスキル開発コースを提供している。
3	IITマドラス研究パーク のCoE *3	政府＋民間	計画済み	・2023年、コヒレント社（米）は、タミル・ナド州ガイダンス局およびインド工科大学マドラス校リサーチパークと覚書を締結し、グローバルCoEを設立した。 ・CoEはインド工科大学マドラス校内に設置され、光ネットワーク部品・システム、EV用バッテリー、化合物半導体デバイス等の製品・サービスの研究開発に重点的に取り組んでいる。

出典: タミル・ナド州政府政策

*1（https://www.tancam.in/pages/view/About-Tancam）
*2
（investingintamilnadu.com/DIGIGOV/StaticAttachment?AttachmentFileName=/pdf/poli_noti/SCP_2024.pdf）
*3（https://www.thehindu.com/news/national/tamil-nadu/american-optical-lasers-manufacturer-coherent-corp-selects-chennai-to-establish-its-global-centre-of-excellence-in-india/article67272840.ece/amp/）

5.4.4. インフラ整備の現状と課題

（1） 交通インフラ

タミル・ナド州は産業成長を促進するため、交通インフラの改善に向けた投資を計画している。同州には 4 つの主要港と 4 つの国際空港があり、ヨーロッパ、中国、東南アジアなど世界市場への玄関口として機能している [316]。特にチェンナイ、マドゥライ、コインバトール、

315
https://investingintamilnadu.com/DIGIGOV/StaticAttachment?AttachmentFileName=/pdf/poli_noti/SCP_2024.pdf (Page 19)
316 https://www.ibef.org/download/1723446580_Tamil_Nadu_June_2024.pdf

トリチの国際空港は、電子機器の輸出入拠点として重要な役割を果たしている。現在、7,000km におよぶ国道を含む交通インフラ整備の一環として、以下の幹線道路の整備が進められている[317]。

1) **チェンナイ・ベンガルール産業道路**（Chennai Bengaluru Industrial Corridor/CBIC）[318]

チェンナイ・ベンガルール産業道路（CBIC）は、タミル・ナド州、カルナタカ州、アンドラ・プラデシュ州の産業および地域経済の発展を目的に整備が進められている全長 96km の産業道路で、2025 年の完成が予定されている。CBIC は、投資に適した戦略的な立地において、市場主導型で高い影響力を持つ産業拠点を開発することにより、インフラ面でのボトルネックの解消を目指している。CBIC の対象拠点には、アンドラ・プラデシュ州のクリシュナパトナム工業団地およびカルナタカ州のトゥマクル工業団地が含まれている。

2) **チェンナイ周辺環状道路**（Chennai Peripheral Ring Road/CPRR）[319]

チェンナイ周辺環状道路は（CPRR）、インド政府と日本政府が 2015 年に策定したチェンナイ・ベンガルール産業道路包括的統合マスタープラン [320]における優先プロジェクトの一つである。チェンナイの 4 番目の主要環状道路となる予定の CPRR は、全長 133 キロメートルにわたり、シンガペルマル・コイル、ティルヴァルール、スリペルンバドゥールなどの主要都市を結ぶことが期待されている。2024 年には、JICA がチェンナイ周辺環状道路事業フェーズ 2 の建設に 49,847 百万円を融資（円借款）することに合意した [321]。

3) **チェンナイ・カニヤクマリ産業道路**（Chennai Kanyakumari Industrial Corridor/CKIC）[322]

チェンナイ・カニヤクマリ産業道路（CKIC）は、タミル・ナド州全体にバランスの取れた産業発展を促進するために設計された産業道路であり、統合インフラの整備、交通網の整備、新興ハイテク産業および付加価値産業の拡大を目指している。東海岸経済回廊の一部である CKIC は、州面積の約 70%をカバーし、州経済の 74%を占めている。アジア開発銀行（ADB）は、CKIC の交通インフラと産業発展を促進するために 4 億 8,400 万米ドルを拠出している。

（2） 電力インフラ

タミル・ナド州の設備容量の 4,022 万 kW は、インドの総設備容量の 11.7%を占めており[323]、全州の中で第 4 位の電力設備容量を誇っている。その設備容量のうち 56%は再生可能エネルギーによって賄われており、産業向けに信頼性の高い電力インフラを提供している。また、同州の電力インフラ環境を強化するため、2024 年 3 月には 800MW 規模のノース・チェン

317 https://morth.nic.in/sites/default/files/Annual-Report-English-with-Cover.pdf
318 https://www.aninews.in/news/business/business/all-roads-lead-to-chennai-the-industrial-corridor-will-bring-a-slew-of-benefits-for-detroit-of-asia-as-well-as-the-southern-part-of-india20240104181104/
319 https://www.business-standard.com/content/press-releases-ani/chennai-peripheral-ring-road-the-key-to-singaperumal-koil-s-real-estate-surge-transformation-124070400356_1.html
320 JICA, https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12249306_01.pdf
321 https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2024_ID-P314_1_s.pdf
322 https://www.adb.org/news/484-million-loan-to-upgrade-road-network-tamil-nadu-industrial-corridor#:~:text=NEW%20DELHI%2C%20INDIA%20(16%20June,the%20state%20of%20Tamil%20Nadu.
323 https://cea.nic.in/wp-content/uploads/installed/2025/02/IC_Feb_2025_worksheet_allocation_wise.pdf

ナイ火力発電所 III を開設した。さらに、タミル・ナド州発電配電公社（TANGEDCO）は、州政府の支援を受けて無停電電源装置（UPS）の導入を積極的に進めており、半導体製造に不可欠な安定電源の確保に向けて設備を整えている [324]。

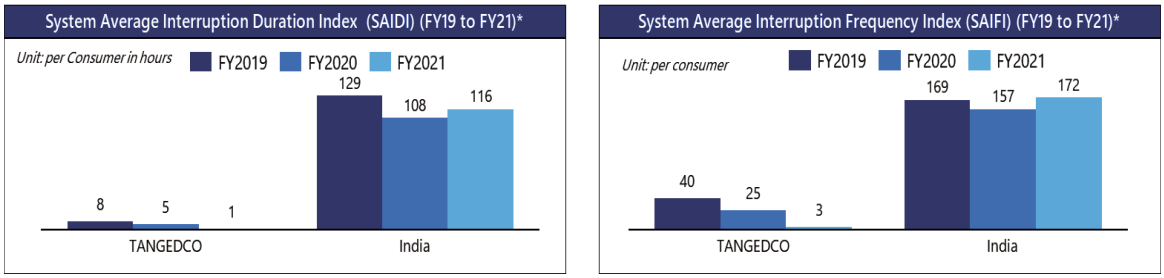


図 5-4.2. タミル・ナド州における年間平均停電時間、年間平均停電回数
出典: インド中央電力庁（RBI）、ニュース記事
（https://cea.nic.in/wp-content/uploads/dm/2023/06/Yearly_SAIFI_and_SAIDI_for_FY_2019_20_2020_212021_22_5_1_3_1_1.xlsx）

1) 電力品質指標（停電時間と停電回数）

電力供給の品質は、消費者一人当たりの年間平均停電時間および停電回数によって示される。これらは、上図に示すように、それぞれ SAIDI（年間平均停電時間）および SAIFI（年間平均停電回数）として指標化されている。

2) 年間平均停電時間（SAIDI）

タミル・ナド州における消費者一人当たりの年間平均停電時間（SAIDI）は、2019 年度が 8 時間、2020 年度が 5 時間、2021 年度が 1 時間であった。一方、同時期のインド全体の平均はそれぞれ 129 時間（2019 年度）、108 時間（2020 年度）、116 時間（2021 年度）であり、タミル・ナド州ではほぼ無停電に近い安定した電力供給が実現されている。

3) 年間平均停電回数（SAIFI）

消費者一人当たりの年間平均停電回数（SAIFI）は、2019 年度が 40 回、2020 年度が 25 回、2021 年度が 3 回であった。これに対し、インド全体の同期間の平均は、2019 年度 169 回、2020 年度 157 回、2021 年度 172 回であり、タミル・ナド州はいずれの年度においても全国平均を下回る停電回数を記録している。

---

324 https://cea.nic.in/wp-content/uploads/dm/2023/06/Yearly_SAIFI_and_SAIDI_for_FY_2019_20_2020_212021_22_5_1_3_1_1.xlsx

（3） 水インフラ

タミル・ナド州では、海水淡水化施設や TTRO プラントを含む計画的な水インフラプロジェクトを推進し水不足問題への対策を進めているが、住宅・商業・工業用の主要な水源である地下水に関しては大きな懸念がある。近年、農業・工業・不動産開発による地下水の利用が増加した結果、多くの地域で地下水位の低下が顕著になっている。

タミル・ナド州の水資源は、インド全体のわずか 2.5%に過ぎず、そのうち 95%以上の地表水と 80%以上の地下水はすでに利用されている。その結果、州の水供給は深刻な状況に陥っており、2024 年 4 月時点では、90 の貯水池の貯水容量のわずか 23.18%しか残されていない。さらに、10 の貯水池は完全に干上がり、15 の貯水池では貯水容量が 9%未満にまで減少している [325]。同州の半導体産業エコシステムはまだ初期段階にあるため、確立された超純水（UPW）インフラは未整備の状況にある。なお、同州の年間地下水汲み上げ量は、2023 年に約 14.42 BCM（10 億立方メートル）、2024 年には約 14.45 BCM と推計されている。

この水共有問題に対処するために、州では以下の措置を講じている。

- 地下水位を上げるために人口貯水池を建設中である。
- タミル・ナド州給排水委員会（TWAD）は給水活動を強化しており、2024 年 4 月には 2,286MLD（百万リットル）を汲み上げた [326]。（2023 年 4 月の給水量は 1,949MLD [327]）。特にコインバトールとデルタ地区での不足を緩和するために、地方自治体と連携して取り組んでいる。
- 累計 850MLD（百万リットル）以上の淡水化能力（新設施設を含む）を有する淡水化
- 技術を開発する。
- エレクトロニクス産業のクラスターを支援するため、ホスール近郊に 20MLD の三次処理逆浸透プラントの建設を予定している。

（4） 産業団地とプロジェクト [328]

タミル・ナド州にはエレクトロニクス産業の集積地が存在し、設計および製造分野で複数のプロジェクトが発表されている。タミル・ナド州工業振興公社（SIPCOT）が運営する工業団地内にはエレクトロニクスクラスターが形成されており、主な拠点はスリペルブドゥール、オラガダム、ホスールに位置する。アップルとフォックスコンはスリペルブドゥールに、ポリマッチはオラガダムに、タタはホスールに拠点を構えている [329]。

---

325 http://tnenvis.nic.in/database/WaterResources_791.aspx?format=Print#:~:text=Tamil%20Nadu%20constitutes%204%20percent,already%20been%20put%20into%20use.

326 https://cgwb.gov.in/cgwbpnm/public/uploads/documents/17357182991031590738file.pdf

327 https://cgwa-noc.gov.in/LandingPage/LatestUpdate/NCDGWR2023.pdf

328 https://sipcot.tn.gov.in/portal/pages/sipcotmap

329 https://economictimes.indiatimes.com/industry/cons-products/electronics/foxconn-unit-to-sign-194-million-components-plant-deal-with-indias-tamil-nadu-source/articleshow/102265063.cms?from=mdr

また同州は、インドの化学・石油化学産業の重要な拠点であり、さまざまな化学物質や石油化学製品を生産する 2,500 以上の化学関連企業が州内に存在している [330]。石油化学、医薬品、化学工業等、さまざまなサブセクターで構成されており、多様性に富んでいることが特徴である。2023 年度実績で、同州から 34 億米ドル相当の化学関連製品が輸出されている。

5.4.5. 企業進出動向

タミル・ナド州には、フォックスコン、ペガトロン、タタなど、世界的な EMS（電子機器受託製造サービス）大手が進出しており、同州はインドにおける EMS の中核拠点としての地位を確立している。その結果、タミル・ナド州はインド国内で最も電子機器の輸出額が多い州となっており、2023～2024 年度には輸出額が 95 億 6,000 万米ドルに達し、インド全体の電子機器輸出の約 33%を占めている。

さらに近年では、ペイパル、ノキア、マイクロチップ・テクノロジーなどの世界的企業が、電子機器や半導体の製造能力を強化する目的で、タミル・ナド州に研究開発センターを設立している。こうした動きは、同州の高度技術分野における競争力とイノベーション基盤の強化に貢献している [331]。

5.4.6. 産業人材育成の現状

（1） 高等教育機関

タミル・ナド州には、1,626 校の専門大学と 13 校の総合大学がある。このうち、1,006 校ある専門大学は、工学、技術、経営、建築、都市計画、薬学などの分野で教育プログラムを提供する技術系大学である。2024～2025 年度の州予算では、産業界の最新ニーズに対応した技術教育の提供を目的として、州内の 45 校の専門大学を「インダストリー4.0」基準にアップグレードする計画が発表された。この取り組みにより、州内の若年層の雇用率の向上や、先端技術に対応したスキルの習得が期待されている [332]。

同州には、インドのトップ 100 大学のうち 22 校、トップ 100 工科大学のうち 15 校が集まっており、職業教育と高度な研究の両面でインド最大規模の工学系人材の供給源となっている [333]。また、インド工科大学 マドラス、VIT チェンナイ、NIT 等のタミル･ナド州の主要教育機関では、学生に関連スキルを身につけさせるために、さまざまな半導体および電子工学関連のコースを提供している。以下に半導体産業に関連する教育内容を示す。

---

[330] https://tnswp.com/DIGIGOV/TN-pages/individual-sector.jsp?pagedisp=static&sector=focus_chemicals_petrochemicals#:~:text=The%20State%20is%20home%20to,major%20hubs%20hosting%20chemical%20industries.

[331] https://www.business-standard.com/companies/news/apple-s-india-push-puts-tamil-nadu-on-top-on-electronic-exporters-124041800497_1.html

[332] https://cms.tn.gov.in/cms_migrated/document/docfiles/hedu_e_pn_2025_26.pdf

[333] https://investingintamilnadu.com/DIGIGOV/StaticAttachment?AttachmentFileName=/pdf/poli_noti/SCP_2024.pdf

表 5-4.2. タミル・ナド州の半導体技術に注力した教育プログラム

No.	研究所名	技術教育	提供されるコースの種類
1	アンナ大学	自分	VLSI設計
2	バラティアル大学 （コインバトール）	理学士	電子通信システム
3	チェンナイ先端コンピューティング 開発センター（CDAC）	大学院卒業証書	VLSI設計
4	インド工科大学マドラス校 ＋パデュー大学（米国）	複数学位取得制度 （提案中）	半導体
5	国立工科大学（NIT） ティルチラパッリ	技術学士	半導体物理とデバイス （B.Techで提供されるコースの1つ）
6	SASTRA大学 （タンジャヴール）	M.テック	VLSI設計
7	SRM科学技術研究所 （チェンナイ）	M.テック	VLSI設計
8	ヴェルール工科大学（VIT） （チェンナイ）	技術学士	電子工学（VLSI設計技術）

出典：各機関の公式ウェブサイトおよび関連ニュース記事を基に JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

（2） 職業訓練機関

タミル・ナド州内には、約 503 校の職業訓練校（ITI）が設置されており [334]、学生や社会人に対して産業関連技術のトレーニングを提供している。2024～25 年度の州予算においては、公立の芸術・科学・工学系大学 100 校に技術者育成センターを新設する方針が示された。これらのセンターでは、実践的なトレーニングを通じて、企業ニーズに即した技術人材の育成が期待されている。また、タタは 2022 年、タミル・ナド州政府と連携協定を締結し、今後 5 年間で州内 71 校の職業訓練校を先進的な技術トレーニングセンターへと段階的に改修・整備する計画を進めている [335]。

半導体の技術人材の育成に関して同技術センターで提供を予定しているコースは以下の通りである。

1) エレクトロニクスとハードウェア技術者育成コース

- 半導体技術者になるための候補者を養成する 1 年間コース
- 電子部品、半導体材料、組み立ておよびパッケージング技術、ウエハプローブテスト、デバイス物理学、半導体デバイスのアプリケーション等を研究する専門コース

2) 電子工学および関連コース

- 州の私立および公立の ITI では、電子工学、自動車電気・電子工学、パワーエレクトロニクスシステム技術、医療用電子工学技術等に関するコースを提供している。
- これらのコースでは、半導体および先端エレクトロニクス産業に関連するスキルを若手技術者に提供している。

[334] https://skilltraining.tn.gov.in/
[335] https://dgt.gov.in/hi

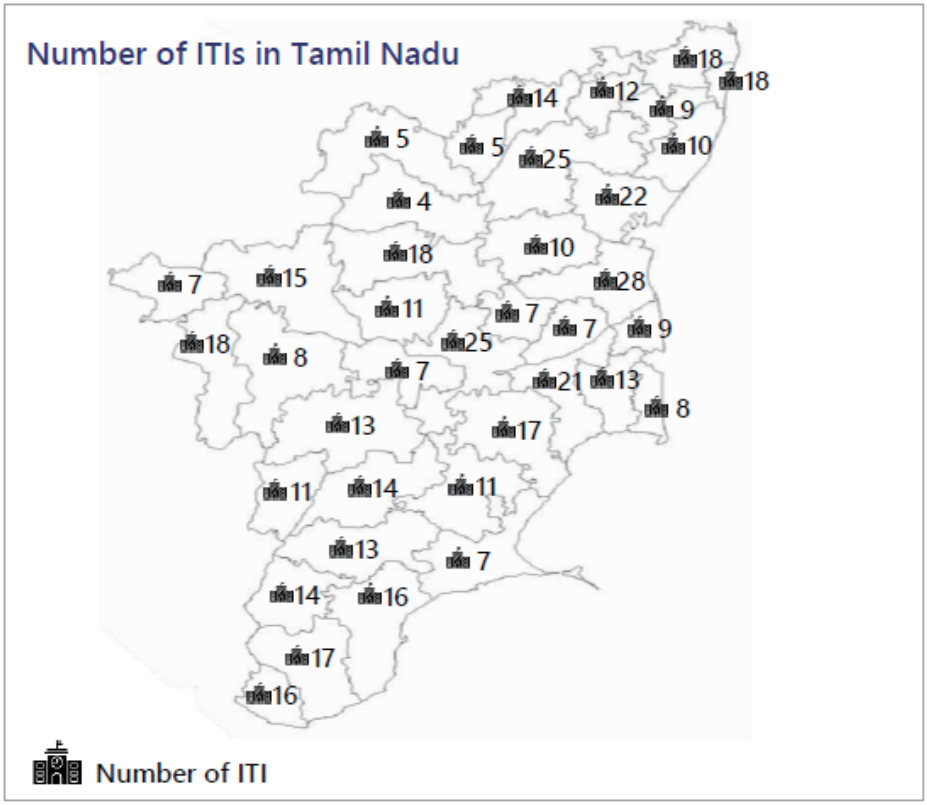


図 5-4.3. タミル・ナド州内の ITI の数

出典: Ministry of Skill Development and Entrepreneurship, College Websites, News Articles and Newsroom（https://ncvtmis.gov.in/pages/iti/count.aspx）

5.5. ウッタル・プラデシュ州

5.5.1. ウッタル・プラデシュ州概要 [336]

ウッタル・プラデシュ州はインド北部に位置し（下図参照）、州面積は 2011 年時点で 241,000 平方キロメートルであり、インド全体の地理的面積の約 7.3%を占めている。2011 年の国勢調査によると、同州の人口は 1 億 9,980 万人で、インド全体の人口の約 16.5%に相当する。人口密度は 1 平方キロメートルあたり 829 人であり、インド全体の平均（382 人/km²）を大きく上回っている。2022 年 7 月から 2023 年 6 月までの期間における識字率は 76.6%であり、全国平均を 3.7 ポイント下回っている。2011 年のデータによると、男女比（性比）は男性 1,000 人に対して女性 912 人であり、インド全体の平均（943 人）よりも低い値となっている。2022～2023 年の期間において、インド全体の GDP（国内総生産）への貢献度および成長率で第 4 位に位置づけられている。人口の約 16.5%を占める同州は、インド全体の GDP の約 8%を構成している。ウッタル・プラデシュ州のノイダは、インドの首都デリーに近接し、近郊のグルガオン（ハリヤナ州）とともに、NCR（National Capital Region）と呼ばれる経済圏を形成しており、インド国内でも最も発展した地域の一つとなっている。

ウッタル・プラデシュ州の経済成長は観光業によって牽引されており、国内観光客数において同州は全国第 2 位を誇る。また、農林業および IT セクターも経済成長を支える主要な要素である。産業別に見ると、第三次産業が州内総生産（GDP）の 46.4%を占め、次いで第一

[336] https://updes.up.nic.in/updes/data/upinfigures/up%20in%20figures-%202022.pdf

次産業が 27.1%、第二次産業が 26.6%となっている。州政府がテクノロジークラスターの形成、観光地への投資、教育制度の強化に注力したことにより、第三次産業が州経済の牽引役となった。第一次産業は農林業の発展を背景に成長し、第二次産業は製造業および建設業の急速な発展により拡大している。

製造業はウッタル・プラデシュ州の国内総生産（GDP）の約 14%を占めており、州経済において重要な役割を果たしている。中でも、ESDM（電子・システム設計・製造）分野は急速な成長を遂げており、200 社以上の ESDM 関連企業が州内で事業を展開している。また、同州は半導体産業の振興にも注力しており、特にノイダ（ゴータム・ブッダ・ナガル地区）は電子機器製造および半導体産業のハブとして発展が期待されている。サムスン、ディクソン、ケイデンスなどの大手企業が同地に拠点を構えており、ノイダは州全体の GDP の約 10%を占める経済拠点となっている。

インド石油天然ガス公社（ONGC）は、ウッタル・プラデシュ州において製油所および石油化学コンプレックスの建設計画を進めている。本プロジェクトは年間 900 万トンの生産能力を有し、総投資額は 83 億ドルを超えると見込まれている。また、プラヤグラージに戦略的な土地を保有するインド石油公社（IOC）との協力を通じて、計画の進展が加速される可能性がある [337]。

5.5.2. ウッタル・プラデシュ政府組織の概要

ウッタル・プラデシュ州政府は、半導体産業の育成に向けた政策を推進しており、これに関する主管部門として情報技術・電子局（Department of IT & Electronics）を設けている。同局は、政策の実行を担う中核機関であり、その下にウッタル・プラデシュ電子公社（Uttar Pradesh Electronics Corporation Ltd., 以下 UPLC）が位置づけられている。

IT・エレクトロニクス局は、IT 関連政策の立案および実施を所掌する機関である。同局の目的は、IT インフラパークの開発促進、州内人材の質的向上、ならびに産業に対して友好的かつ積極的な投資環境の整備を通じて、ウッタル・プラデシュ州を IT 企業および ITeS（IT enabled Services）企業にとって生産的かつ魅力的な投資先として推進することである。

また、同局の下に設置されているウッタル・プラデシュ州エレクトロニクス株式会社（UPLC）は、同州の電子機器製造政策および半導体政策の中核機関として位置づけられており、エコシステムを構成するすべての関係者と連携を図るための唯一の窓口として機能している。UPLC は政策実施の中核機関であるのみならず、州政府の指示に基づき、IT・エレクトロニクス産業に関連する各種プロジェクトの実施・運営を担っている。さらに、同社は電子製品関連産業の振興を目的として、定期的に市場調査報告書、プロジェクトプロファイル、ならびにプロジェクトスタディを作成し、産業界に対する情報提供と支援を行っている。

特に、半導体政策に関係する主要な部門として、情報技術・電子局のほか、エネルギー局（Energy）、財務局（Finance）、住宅局（Housing Department）、産業開発局（Industrial Development Department）の 4 部門が設置されている。

[337] https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2024/09/ongc_040924.pdf

財務局は、州内における半導体産業の発展を支援するため、各種財政的インセンティブを提供している。また、同局はこれらの資金の活用状況および政策がもたらす財政的影響を継続的に監視し、州の産業政策目標の効果的な実施と達成を確保している。一方、産業開発局は「ウッタル・プラデシュ州半導体政策」を通じて、半導体産業の積極的な振興を担っており、他の関係局と連携しながら、当該政策を州全体の産業開発戦略と統合している。同局はまた、半導体関連産業におけるインフラ整備の推進において、他の政府機関とも協力し、その実現に向けた支援を行っている。これらの部門は、組織図でオレンジ色の点線枠で囲んでいるが、「Key Departments/Agency」として区分した。

このほか、関連部門として、灌漑（Irrigation）、労働（Labor）、登記・印紙税（Stamp and Registration）、州税務部門（State Tax Department）、中小企業（Small Industries）などが組織図中に記載されている。なお、ウッタル・プラデシュ州政府の組織構造としては、知事（Governor）を頂点とし、その下に州首相（Chief Minister）、さらに閣僚会議（Council of Ministers）が位置している。

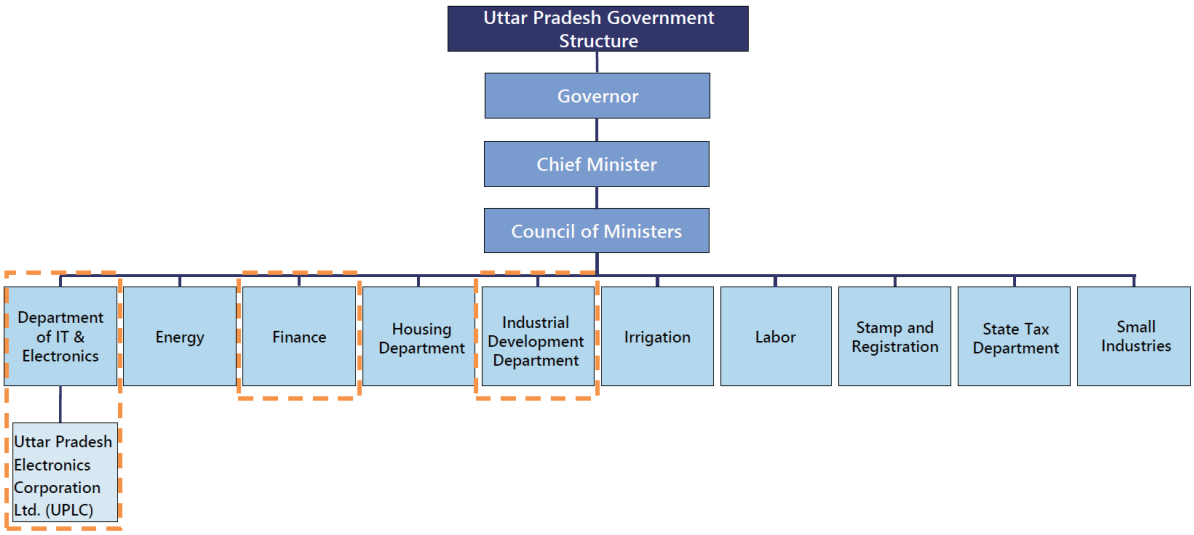


図 5-5.1. ウッタル・プラデシュ州政府組織図
出典：ウッタル・プラデシュ州政府のレポートを基に JICA 調査団作成
（https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2024/02/Notification_120224.pdf）

5.5.3. 半導体産業に係る政策・計画

ウッタル・プラデシュ州の半導体産業について州政府は、同州をインドの半導体製造拠点として発展させる方針を掲げ、産業基盤の強化を進めている。政策の施行により、すでに 4,038 億ルピー[338]相当の投資提案が提出されており、今後さらなる拡大が見込まれる。また産業団地や研究機関が連携し、半導体製造に適した環境整備が進行中である。

338 https://economictimes.indiatimes.com/tech/technology/uttar-pradesh-receives-proposals-worth-rs-40000-crore-under-new-semiconductor-policy/articleshow/111518371.cms?utm_source=chatgpt.com&from=mdr

ウッタル・プラデシュ州においては半導体産業の発展による雇用創出も期待されている。半導体製造施設の誘致によって、州内で 32,000 人規模 [339]の雇用創出が見込まれる等、経済成長の推進力となる可能性が高い [340]。今後はインフラ整備の進捗とともに国内外の投資がどこまで拡大するかが注目される。

（1） ウッタル・プラデシュ州半導体政策 2024 [341] [342]

この政策の目的は同州における半導体製造のエコシステムを強化することである。本政策では最先端の設計・テストツールを備えた研究機関の整備を推進し、産業界と学術機関の連携を強化することを目指している。また州内におけるファブレス・エコシステムの発展を支援し、特にチップ設計企業やスタートアップ企業を誘致することに注力している。さらに半導体関連の教育カリキュラムの拡充や電子工学教育の定期的な更新、スキル向上のためのワークショップを通じて人材育成を促進する。

本政策においては中長期的な視点で半導体製造拠点の設立を促進しつつ、設計および製造プロセスにおける高付加価値化を重視することで、持続可能な半導体産業の発展を図っている。

本政策の適用対象となるのは、インド政府の India Semiconductor Mission（ISM）に基づく「インドにおける半導体ファブ設立スキーム（Semiconductor Fab Scheme)」「インドにおけるディスプレイファブ設立スキーム（Display Fabs Scheme)」、および「化合物半導体、シリコンフォトニクス、センサーファブの設立、ならびに半導体の組立・試験・マーキング・パッケージ（ATMP）/ OSAT 施設の設立スキーム（Compound Semiconductor/ Assembly, Testing, Marking and Packaging (ATMP)/ Outsourced Semiconductor Assembly and Test (OSAT) Scheme)」に該当するプロジェクト [343]である。

本政策の適用を受ける投資は、インド政府電子情報技術省（MeitY）が発行する「半導体ファブ設立のための修正スキーム」のガイドラインに従う必要がある。「Design Linked Incentives（DLI)」スキームに承認されたプロジェクトや、ファブレス事業に関連するプロジェクトは、本政策の適用対象外であるが、「ウッタル・プラデシュ州 IT/ITeS 政策 2022」の下で支援を申請 [344]することができる。

339 https://www.cioinsiderindia.com/news/uttar-pradesh-receives-semiconductor-manufacturing-project-proposals-worth-rs40038-crore-nwid-6174.html?utm_source=chatgpt.com
340 https://www.cioinsiderindia.com/news/uttar-pradesh-receives-semiconductor-manufacturing-project-proposals-worth-rs40038-crore-nwid-6174.html
341 https://invest.up.gov.in/it-and-ites-policy-of-uttar-pradesh-2022/
342 https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2024/02/Notification_120224.pdf
343 https://corporate.cyrilamarchandblogs.com/2025/03/semiconductor-revolution-setting-up-semiconductor-fabs-in-india/?utm_source=chatgpt.com
344 https://bida.co.in/img/semiconductorjapan.pdf

（2） 財政的インセンティブ [345]

1) 資本補助

本政策ではインド政府（GOI）が承認した資本補助額の 50%を補助する。支給方法はインド政府による補助と同等条件方式（Pari-Passu 方式）で行われる。

2) 金利補助

投資額が 2,400 万米ドル以下の事業者に対して年 5%の金利補助を提供する。補助対象となるのは、国内の指定銀行または金融機関からの融資であり、補助額の上限は年間 12 万米ドルとし、最長 7 年間支給される。

3) 土地購入補助

州政府機関から土地を購入する場合、最初の 200 エーカーまでの土地取得費に対して 75%の補助を適用する。追加で土地を購入する場合（製造ユニットまたは関連施設用）30%の補助を適用する。

4) 電力支援

電力税を 10 年間全額免除される。州内に設立される半導体ファブ施設には二重電力供給ネットワークを提供する。一方の電力供給網の費用は州政府が負担し、もう一方の費用は企業が負担する。プロジェクト開始から 25 年間、州内での電力購入にかかる送電費用・輸送費用を 50%免除される。

5) 独立型研究開発センター（Standalone R&D Centres）

独立型研究開発センターの設立に対し、25%の補助（上限 120 万米ドル）を提供する。補助を受けるための条件は以下のとおりである。

- 最低 240 万米ドルの資本投資があること。
- 工業ユニットの内外に明確に区画された施設があること。
- 科学・工業研究評議会（CSIR）、科学・産業研究局（DSIR）またはインドソフトウェア技術パーク（STPI）の認定を受けた研究施設であること。

6) センター・オブ・エクセレンス（Centre of Excellence, CoE）

半導体分野における研究・イノベーションの促進を目的とし、世界水準の研究インフラを提供する。州政府が CoE プロジェクト費用の 50%（最大 120 万米ドル）を負担する。企業は「独立型研究開発センター」または CoE のいずれかの補助を選択することができる。

7) 半導体製造拠点に対するインフラ整備支援

製造拠点に十分な水供給を確保し事業の継続性を支援する。　再生可能エネルギーやグリーンエネルギーに対する電力貯蔵（Power Banking）を提供し持続可能なエネルギー利用を促進する。電力網における冗長性を確保し、FAB プロジェクトの安定した電力供給を保証することで継続的な運用を可能にする。

345 https://invest.up.gov.in/uttar-pradesh-micro-small-medium-enterprises-promotion-policy-2022/

（3） ウッタル・プラデシュ州電子機器製造政策 2020（Uttar Pradesh Electronics Manufacturing Policy 2020、第 1 次改正 - 2022）[346]

この政策はウッタル・プラデシュ州を半導体産業の主要な拠点とし、州内に電子システム設計・製造エコシステムを構築することを目指している。電子産業に対する 48 億米ドルの投資を誘致することを目指している [347]。電子製品の製造・修理拠点をウッタル・プラデシュ州に設置する企業は、同政策の下で提供されるすべてのインセンティブの対象となる。

ウッタル・プラデシュ州政府は以下の目標を掲げている。

- 3 つの電子製造クラスター（EMC）の設立
- 3 つのセンター・オブ・エクセレンス（CoE）の設立
- 国内外の投資家向けの ESDM パークの設立
- 州内で約 40 万人の雇用機会を創出

本政策のインセンティブ・フレームワークは以下のとおりである。

1) 資本補助

固定資本投資（FCI）の 15%に相当する資本補助金を最大 2,400 万米ドルまで提供する。支給は商業生産の開始後、3 回の年次分割払いで行われる。FCI が 1 億 2,000 万米ドルを超え、3,000 人以上の雇用創出を伴う企業には、最大 1,200 万米ドルまで、10%の追加補助金が支給され、５回の年次分割払いが適用される。

注力分野（ドローン、IoT、防衛電子機器、戦略的電子機器、ロボティクス）に関連する企業には、5%の追加資本補助金が支給される。

2) 土地購入補助

マディヤンチャル、パシュチムチャル地域における ESDM パークや ESDM ユニットの土地購入に対して 25%の土地補助金が提供される。バンデルクハンド、プルヴァンチャル地域における土地購入には、50%の土地補助金が提供される。

3) 電力税の免除

対象企業は電力税が州内の地域に応じて、50%、75%、100%の電力税が 10 年間にわたり免除される。対象地域はパシュチムチャル、マディヤンチャル、プルヴァンチャル、バンデルクハンド等である。

4) デベロッパー向けインセンティブ

開発設備のインフラ整備（道路、電力、水、テスト施設等）のために、インド政府は EMC 開発費用の 50%を負担する。

5) 物流補助金（Logistics Subsidy）

海外からウッタル・プラデシュ州に工場を移転する企業には、製造設備の輸入にかかる輸送費の 50%（最大 24 万米ドル）が補助される。

346

347 https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2024/02/Notification_120224.pdf

5.5.4. インフラ整備動向

（1） 交通インフラと接続性

道路インフラにおいて、ウッタル・プラデシュ州は国内最多の高速道路（Expressways）を保有しており、国道（National Highway）の総延長は 11,000km を越えており、マハラシュトラ州に次いで全国第 2 位となっている [348, 349]。州内では複数の産業回廊・高速道路プロジェクトが進行しており、具体的には、ゴーラクプル・リンク高速道路、ガンガ高速道路、プルヴァンチャル高速道路、ブンデルカンド高速道路、アーグラ－ラクナウ高速道路などが挙げられる。

空港インフラについては、同州はインド最多 [350]となる 13 の運用空港を有し、そのうち 4 空港が国際空港、9 空港が国内空港である。さらに、5 つの国内空港と 1 つの国際空港が運用開始準備中または建設中である。特に注目すべきは、グレーター・ノイダ近郊のジュワール地区で建設中のノイダ国際空港（Noida International Airport）であり、完成後は国内外の接続性が大幅に向上することが期待されている。

鉄道インフラにおいては、州全体で総延長 17,436km に及ぶ鉄道網を有している。なかでも、国の首都圏輸送機構（NCRTC）によって整備が進むデリー－メーラト地域高速輸送システム（RRTS）は、全長 82km の準高速鉄道であり、デリー、ガジアバード、メーラトの 3 都市を結び、デリーからメーラト間（約 106km）を約 1 時間で結ぶ予定である [351]。さらに、東部および西部の専用貨物鉄道（Dedicated Freight Corridors）も整備中であり、これらでは最大時速 120km での運行が計画されている。将来的には、ワーラーナシーとデリー間（約 865km）を結ぶ新幹線プロジェクトも構想段階にある [352]。

これらの交通インフラの整備状況が評価され、ウッタル・プラデシュ州は 2022 年および 2023 年の「LEADS（Logistics Ease Across Different States）」調査において、物流効率・多様な輸送手段の接続性・貨物および人の移動の円滑性等において高評価を得ており、「Achiever」ステータスを獲得している [353]。

なお、同州は内陸州であるため港湾は有していないが、その分、道路、鉄道、航空インフラへの依存度が高く、これらの整備が今後の物流機能および産業競争力の鍵を握っている。

348 https://morth.nic.in/sites/default/files/State_wise_Length_of_National_Highways_in_India.pdf
349 https://www.pib.gov.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=146102
350 https://www.hindustantimes.com/business/in-one-sweep-uttar-pradesh-gets-the-highest-number-of-operational-airports-for-a-state-101710152439854.html
351 https://ncrtc.in/details/
352 https://themetrorailguy.com/nhsrcl-delhi-varanasi-high-speed-rail-information-route-map-fares-timings-tenders-status-updates/
353 https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2025/01/ENG_Release_070125.pdf

（2） 電力インフラ

ウッタル・プラデシュ州の総発電容量は約 33.6GW に達し [354]、これはインド全体の総発電容量のおよそ 7.2%を占める。そのうち約 27%は再生可能エネルギーによって賄われており、同州はインド全体の再生可能エネルギー総設置容量（大規模水力発電を含む）の約 4.24%を構成している。「ウッタル・プラデシュ州半導体政策 2024」に基づき [355]、州政府は再生可能エネルギーおよびグリーンエネルギーの活用を促進するため、電力バンキングに関する規定を設けており、これらは州電力規制委員会（ERC）のガイドラインに従って運用される。また、州内に設置される半導体製造工場（FAB ユニット）には、信頼性の高い電力供給を確保するため、二重送電網が提供される予定であり、うち低価格の送電網にかかる費用は州政府が負担する。さらに、州政府は 25 年間にわたり、州間電力購入に係る送電料金を 50%免除する方針を示しており、FAB プロジェクトの安定した稼働を支えるため、送電網に十分な冗長性を確保することで、継続的かつ信頼性の高い電力供給体制の構築を目指している。

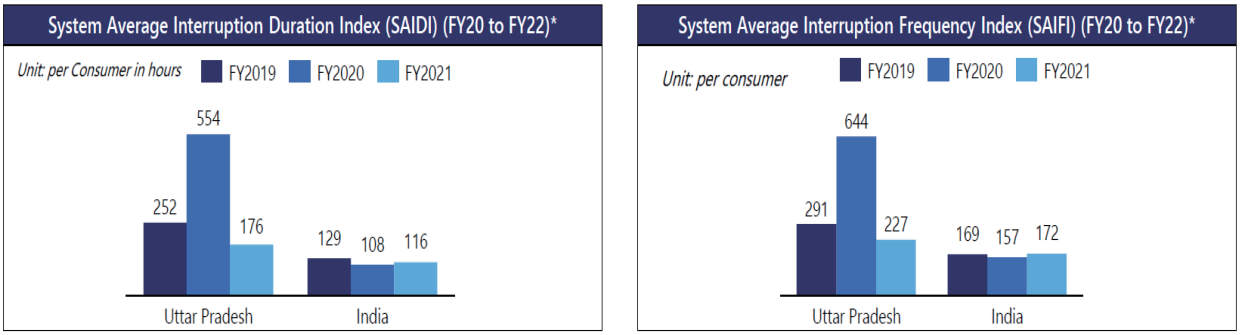


図 5-5.2. ウッタル・プラデシュ州における年間平均停電時間、年間平均停電回数
出典：Department of IT & Electronics, Government of Uttar Pradesh, iNDEXTb（https://cea.nic.in/wp-content/uploads/dm/2023/06/Yearly_SAIFI_and_SAIDI_for_FY_2019_20_2020_212021_22_5_1_3_1_1.xlsx）

1) 電力品質指標（停電時間・停電回数）

ウッタル・プラデシュ州における電力供給の品質は、消費者あたりの年間平均停電時間および停電回数によって示されている。これらはそれぞれ、SAIDI（System Average Interruption Duration Index）および SAIFI（System Average Interruption Frequency Index）として指標化されており上図のとおりである。

2) 年間平均停電時間（SAIDI）

ウッタル・プラデシュ州の消費者 1 人あたりの年間停電時間（SAIDI）は、以下のように推移している：2019 年度：252 時間　2020 年度：554 時間　2021 年度：176 時間であり、同期間におけるインド全体の平均は、それぞれ 129 時間（FY2019）、108 時間（FY2020）、116 時間（FY2021）であり、ウッタル・プラデシュ州の値は全国平均を上回っている。ただし、同州における停電時間は年々改善されており、2019 年度から 2021 年度にかけて約 76%の削減が見られた。

[354] https://cea.nic.in/wp-content/uploads/installed/2024/06/IC_June_2024_allocation_wise.pdff (Page 1 and 2)
[355] https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2024/02/Notification_120224.pdf

3) 年間平均停電回数（SAIFI）

消費者 1 人あたりの年間停電回数（SAIFI）については、2019 年度が 291 回、2020 年度が 644 回、2021 年度が 227 回となっている。同期間のインド全体の平均値は、2019 年度が 169 回、2020 年度が 157 回、2021 年度が 172 回であるため、ウッタル・プラデシュ州は、いずれの年においても全国平均より高い停電回数を記録している。

特に 2019 年度は全国平均の 2 倍以上の回数であった。これらのデータからみると、ウッタル・プラデシュ州は、年次を通じた改善の傾向も確認されているとはいえ、依然として電力供給の安定性に課題を抱えていることが分かる。

（3） 水インフラ

ウッタル・プラデシュ州における年間地下水汲み上げ量は、2023 年時点で約 46.4 億立方メートル（BCM）[356]、2024 年には約 46.76 BCM に達しており [357]、その大部分（約 92%）が農業用途に使用されている。地下水は依然として州内における工業用水の主要な水源であり、総水使用量の約 2.6%、年間で約 24.86 BCM が工業用途に充てられている。しかしながら、州内の多くの地域は「過剰利用地域」に分類されており、地下水の汲み上げ量が涵養量を大幅に上回っている現状がある。さらに、産業排水が地下水の汚染を引き起こし、水質の悪化および利用可能性の低下を招いている。このような状況により、特に産業活動の活発な都市部では地下水位の著しい低下が観測されている。このような地下水の過剰利用および汚染の問題に直面するなかで、州政府は、持続可能な産業成長と水資源保全とのバランスを確保するため、さまざまなイニシアチブを講じている。

州政府は、現代的な水資源管理の課題に対応し、戦略的な対応力を強化するため、水政策の見直しと更新を進めている。この取り組みには、水の使用量および利用可能性に関するデータ収集体制の強化が含まれており、具体的にはリアルタイム監視システムの導入が推進されている。また、政府は産業界における持続可能な水利用の促進に向け、国民の意識啓発にも取り組んでいる。地域社会の積極的な参画を促すことで、水資源保全策の遵守を強化し、責任ある水利用の文化醸成を図っている。なお、ウッタル・プラデシュ州における半導体エコシステムは依然として初期段階にあり、超純水の供給に必要なインフラは未整備の状況にある。こうした背景のもと、州政府はリアルタイム監視システムの導入を通じて、水資源管理体制の高度化と安定的な供給基盤の確立を目指している。

（4） 産業団地とプロジェクト

州政府はグレーター・ノイダに半導体パークを建設することを発表した。また同州には多くの化学企業が進出しており、製油所と石油化学プラントの増設も発表されている。

ノイダ・グレーター・ノイダ・ヤムナ高速道路地帯は、多数の IT/ITES（情報技術対応サービス）企業および電子機器製造企業にとって魅力的な立地として認識されている [358]。同地域

[356] https://cgwa-noc.gov.in/LandingPage/LatestUpdate/NCDGWR2023.pdf (Page 161)
[357] https://cgwb.gov.in/cgwbpnm/public/uploads/documents/17357182991031590738file.pdf (Page 165)
[358] https://oakter.com/what-makes-noida-the-electronic-manufacturing-hub-of-india/#:~:text=The%20Noida%2DGreater%20Noida%2D%20Yamuna,per%20cent%20of%20their%20components.

は、インド国内における携帯電話製造の約 40%およびその部品製造の約 55%を占めており、電子機器製造の一大拠点となっている。ウッタル・プラデシュ州政府は近年、電子機器製造産業の振興および支援に注力しており、その成果として、同州は総額 2 万クローレ（約 24 億米ドル）に及ぶ投資を誘致し、約 30 万人の雇用を創出した。さらに、州政府はヤムナ高速道路産業開発公社（YEIDA）の管轄下において、ノイダのジュワール国際空港近隣に州初となる半導体パークの建設を計画している。このパークは、世界有数の半導体メーカーの誘致を通じて、雇用機会の創出および外国直接投資の促進を目指すものである。当該プロジェクトには、200 エーカーおよび 125 エーカーの用地に設けられる 2 つの半導体クラスターが含まれており、インフラ面では、8 基の最小液体排出（MLD）水処理プラント、60 MLD 規模の下水処理プラント、ならびに電力供給のための 3 基の変電所が整備される予定である。これにより、先端的かつ持続可能な半導体製造基盤の確立が図られる。

1) **半導体パーク** [359]

ウッタル・プラデシュ州初の半導体パークが ノイダ国際空港（建設予定）付近のグレーター・ノイダに建設される予定である。州政府は、この半導体パークでの施設設立の認可を 3 社に出し、セクター10 とセクター28 に半導体製造用地として 225 エーカーの土地を割り当てた。そのうち Kaynes Semicon Private Limited と Vama Sundari Investments の 2 社に対しては、セクター10 に 50 エーカーの土地が割り当てられ、3 社目の TURCK には 125 エーカーの土地が割り当てられている。

Vama Sundari Investments は、半導体工場で 13,780 人の雇用創出を目指している。同社の施設では、毎月 240 万個のチップが生産される予定で、1 日あたり 19MW の電力と 20 億リットルの水が必要となる。

5.5.5. 産業人材育成の現状

（1） 学術エコシステム

ウッタル・プラデシュ州は、インド国内で最も多くの高等教育機関を有しており、全国的に重要な 16 の機関（Institutes of National Importance）も所在している。ウッタル・プラデシュ州は、インド国内で最大の労働力プールを有し、競争力のあるコストで雇用可能である。州内には、プラヤグラージ工科大学（IIITA : Indian Institute of Information Technology, Allahabad [360]）、カンプール工科大学、などの一流の大学が数多くある。ウッタル・プラデシュ州政府は、州内の専門学校に半導体製造関連のコースを組み込むことに重点を置いている。また、CM インターンシップ・プログラムを通じて、若者向けに半導体産業における 2 年間の研修を計画している。

ウッタル・プラデシュ州政府は、2020 年に策定した「エレクトロニクス製造政策（Electronics Manufacturing Policy 2020）」に基づき [361]、ESDM（Electronics System Design and

[359] https://swarajyamag.com/uttar-pradesh/uttar-pradeshs-first-semiconductor-park-coming-to-greater-noida-state-approves-225-acres-land-for-three-companies
[360] https://www.iiita.ac.in/
[361] https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/2022/11/UPEMP2020-English_191122.pdf

Manufacturing）分野における研究・イノベーション・起業文化の振興を図っている。同政策の下で、政府は優良な学術機関、産業団体、または他の政府機関等と連携し、センター・オブ・エクセレンス（CoE）の設立を推進しており、設立費用の 50%を州政府が負担することが定められている。

また、タタとウッタル・プラデシュ州政府は、10 年間の覚書（MoA）を締結し、州内の 150 の公立工業訓練校（ITI：Industrial Training Institutes）の近代化を進めている。この取り組みでは、Industry 4.0 に対応したインフラ整備、産業志向の教材・訓練・設備・ソフトウェア支援が提供される。

インド教育および技能開発・起業局（Ministry of Education, Ministry of Skill Development and Entrepreneurship）によれば、現在のウッタル・プラデシュ州の学術エコシステムにおける主要な数値は以下の通りである。

- AICTE（インド技術教育審議会）認定工学系機関：602 校 [362]
- ポリテクニック・カレッジ：553 校 [363]
- 工業訓練校（ITI）：3,269 校 [364]
- 州内の大学・カレッジの総数：8,375 校 [365]
- 全国的に重要な研究教育機関（Institutes of National Importance）：16 校 [366]
- 大学およびカレッジにおける学生 1 人当たりの教員比率（PTR）：36 [367]
- カレッジの平均入学者数：761 人 [368]

（2） 工業訓練校（Industrial Training Institutes, ITIs）

ウッタル・プラデシュ州には、インド国内に設置されている全工業訓練校（ITI）のうち約 21.7%が位置している。インド技能開発・起業局（Ministry of Skill Development and Entrepreneurship）の発表によると、2022 年時点でインド全体には 15,034 [369]の ITI が存在し、そのうちウッタル・プラデシュ州には 3,269 校が設置されている。これらは州内 81 地区に分布しており、合計の収容可能人数は 795,256 名である。

ウッタル・プラデシュ州の ITI では、全体で 44 種類の訓練分野（trades）が提供されており [370]、訓練期間は 1〜2 年となっている。中には半導体産業に関連する内容を含む訓練コースもあり、以下のようなコースが提供され実戦的な訓練がなされている。

---

[362]https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmJkZmMwNDYtNzJjYy00N2FlLThjMjAtZGFlN2Q1ODYyOTczIiwidCI6ImVkYjFiNjA2LWJlMzYtNDFlZi04ODRhLTJiMGMxNjY2OGU4NiJ9

[363] https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/statistics-new/AISHE%20Book_2021-22_4.pdf (Page 97)

[364] https://ncvtmis.gov.in/Pages/ITI/Count.aspx

[365] https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/statistics-new/AISHE%20Book_2021-22_4.pdf (Page 67)
& https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/statistics-new/AISHE%20Book_2021-22_4.pdf (Page 26)

[366] https://www.education.gov.in/institutions-national-importance

[367] https://www.collegedekho.com/courses/iti-course-in-information-technology/

[368] https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/statistics-new/AISHE%20Book_2021-22_4.pdf (Page 72)

[369] https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2041507

[370] https://www.upiti.in/iti-trade-name.php

- Electronics Mechanic（電子機器整備）[371]
- コンピューター、送信機、電子部品・回路の試験・修理などに関する訓練を実施。
- 工業図面、作業計算、理科の知識等の専門スキルを習得。
- Fabrication（製造加工）[372]
- 製造、溶接、組立などに関する専門訓練
- 製造業、建設業、自動車産業、航空宇宙産業などでの就業を想定した訓練
- 理論教育と実技訓練を組み合わせ、精密溶接や安全管理等
- Information Technology（情報技術）[373]
- ソフトウェア支援やプログラム開発、IT 関連業務に関する訓練を実施。
- ICT スキル、工業製図、データベース開発等を含む内容。

なお、訓練期間はコースによって 12 カ月、24 カ月と長期の訓練である。ウッタル・プラデシュ州内の ITI の分布は、最多地区では 100 校を超える数の ITI が集中している（例：ジョーンプル 133 校、ハルドイ 121 校等）。

[371] https://dgt.gov.in/sites/default/files/Electronics%20Mechanic_CTS1.2_NSQF-5_compressed.pdf
[372] https://shikshahub.com/blog/iti-coe-fabrication-fitting-and-welding--bbbt--introduction---admission--registration--eligibility--duration--fees--syllabus-2024
[373] https://www.collegedekho.com/courses/iti-course-in-information-technology/

（3） 半導体関連コースを提供する主な工学系大学

ウッタル・プラデシュ州には380を超える工学系大学が存在しており、その中には半導体に関連する教育課程を提供する著名な高等教育機関が含まれている。幾つかの主要大学から半導体産業に関する教育を例示すると以下のようになる。

表 5-5.1. ウッタル・プラデシュ州内の主要な半導体関連コースを提供する工学系大学の例

No.	教育機関名	技術教育の分野	提供されている主な半導体関連コース
1	IIT Kanpur	Electrical Engineering	Microelectronics and VLSI
2	Jaypee Institute of Information Technology, Noida	B.Tech	B.Tech Electronics Engineering（VLSI Design and Technology）
3	IIT (BHU)	Electronics Engineering	Digital Techniques and Instrumentation、Microelectronics
4	Motilal Nehru National Institute of Technology (MNNIT), Allahabad	M.Tech	Microelectronics and VLSI Design
5	Institute of Engineering & Technology, Lucknow	Electronics & Communication Engineering	VLSI、Embedded Systems
6	Bundelkhand Institute of Engineering & Technology, Jhansi	Electrical Engineering	Power Electronics
7	Indian Institute of Information Technology, Allahabad	M.Tech	VLSI Design and Technology
8	Amity University, Noida	Electronics Engineering	VLSI Design and Technology

出典：各教育機関のホームページを基に JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

上記の大学は、電気工学、電子工学、通信工学などの分野において、VLSI（超大規模集積回路）、マイクロエレクトロニクス、エンベデッドシステム、パワーエレクトロニクスなどのカリキュラムを提供している。これらのコースは、半導体設計、製造、応用分野での人材育成に資する内容を含んでいる。

5.5.6. 企業進出動向

（1） 半導体プロジェクトの立地（ノイダ）[374]

ウッタル・プラデシュ州政府は、州内初となる半導体パークをグレーター・ノイダ（Greater Noida）に設置する計画を発表しており、今後の半導体産業の拠点として位置づけている。グレーター・ノイダは、新設予定のノイダ国際空港（Noida International Airport）に近接する地域である。

本プロジェクトに関連し、州政府は 3 社の半導体関連企業に対して拠点設置を承認しており、半導体製造用地としてセクター10 およびセクター28 の合計 225 エーカーの土地が割り当てられている。

具体的な企業と土地割当は以下のとおりである：

[374] https://invest.up.gov.in/wp-content/uploads/go/pressnews27082024-3.pdf

- Kaynes Semicon Private Limited および Vama Sundari Investments：各社に対し、セクター10 内の 50 エーカーの土地を割り当て。
- TURCK：セクター28 内で 125 エーカーの土地を割り当て。

これら 3 社は、合計で 4.8 兆ルピー（約 580 億米ドル）以上の投資を予定しており、各社のプロジェクトはそれぞれ 9.6 兆ルピー（約 1,160 億米ドル）相当の経済効果を見込んでいる。

そのうちの 1 社である Vama Sundari Investments は、以下の内容で大規模な雇用および生産計画を有している：従業員数：約 13,780 名を予定。生産能力：月間 24 万枚のチップを製造予定。インフラ要求：電力：19MW：用水：1 日あたり 2,000 万リットルを必要とのことである。

また、エレクトロニクス製造ハブとしてのノイダ（Noida）は、インド国内最大の家電製品製造地域とされており、現在 196 社の電子機器システム設計・製造企業が操業するインド最大の家電製品の輸出拠点である。ノイダに拠点を持つ主要企業には、サムスン、ヴィヴォ、ハイアール、ホリテック・インディア等がある。

（2） 日本企業の進出

2022 年現在、インド国内の 4,901 社のうち、ウッタル・プラデシュ州には 306 社の日本企業が進出している [375]。

[375] 在インド日本国大使館, https://www.in.emb-japan.go.jp/files/100866953.pdf

6. 台湾の半導体産業の現状

6.1. 台湾経済における半導体産業の位置づけ

6.1.1. 台湾半導体産業の概要

台湾にとって半導体産業は単なる一産業セクターにとどまらず、国家経済の根幹を成す戦略的資産である [376]。とりわけ、TSMC に代表されるファウンドリー企業は、世界の先端半導体製造能力の 9 割以上を担っており [377]、グローバルな供給網において不可欠な地位を占めている。このような背景のもと、米中対立や台湾海峡をめぐる地政学的緊張が高まる中で、台湾の半導体技術は各国からの戦略的関心を集めている。実際、米国は 2022 年に成立した CHIPS 法を通じて台湾との供給協力を強化している。また、台湾の半導体産業は「シリコン・シールド（Silicon Shield)」とも呼ばれ、安全保障上の抑止力としても位置づけられており、その高度な技術力と供給力が国際社会における影響力の源泉となっている [378]。

（1） 台湾経済の中核産業

台湾の半導体産業は、同国の経済において中核を担う存在である。2024 年の台湾の半導体産業の生産額は過去最高となる 5 兆 3000 億台湾ドル（約 25 兆円）に達し [379]、世界の半導体生産額の約 70%を占めるまでに至っている [380]。台湾の半導体産業は、国内総生産（GDP）の 15%以上を占めるまでに成長しており、研究開発から製造、検査、組立、物流、さらには装置保守や材料供給といった周辺産業に至るまで、幅広い分野で雇用を創出しており、裾野が広い産業である。

サイエンスパーク内だけでも 600 社以上の半導体企業があり [381]、台湾の多くの人々が半導体産業に従事している。半導体産業において、高度な専門知識と技能を持つ人材の育成が不可欠であり、大学や研究機関との連携を通じた教育・訓練プログラムの整備が進められている。こうした人材育成の取り組みは、台湾の産業競争力の強化に寄与するだけでなく、若年層の雇用機会を拡大し、将来を担う技術者層の形成にもつながっている。政府は、人材育成支援や研究開発への投資促進、インフラ整備など、産業の競争力強化を積極的に推進している [382]。

---

[376] PWC 2025.5.19, https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/column/geopolitical-risk-column/vol29.html
[377] 読売新聞 2024.4.4, https://www.yomiuri.co.jp/economy/20240404-OYT1T50070/
[378] 朝日新聞 2023.2.15, https://www.asahi.com/articles/ASR2D74NWR28UPQJ001.html
[379] 日本経済新聞 2024.11.7,
https://www.nikkei.com/nkd/company/us/TSM/news/?DisplayType=1&ng=DGXZQOGM077L0007112024000000
[380] JETRO 2024.5.13, https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2024/0501/00381639f573dc93.html
[381] TMSA コネクテッド, TMSA,
https://www.tmsa.or.jp/%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB/%E5%8F%B0%E6%B9%BE%E3%81%A8%E3%81%84%E3%81%88%E3%81%B0%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E4%BD%93%E7%94%A3%E6%A5%AD.html
[382] 詳細は”6.2 台湾半導体産業に係る主要政策”で説明する。

（2） 台湾半導体産業の戦略的価値

台湾は、最先端の半導体製造技術を有する世界有数の拠点であり、グローバルなサプライチェーンにおいても重要な役割を果たしている。とりわけ、米中対立の激化に伴い、半導体をめぐる覇権争いが加速する中で、台湾の戦略的価値は一層高まっている。米国は、国家安全保障および経済安全保障の観点から、台湾との連携を強化し、自国産業への半導体の安定供給を確保しようとしている。その一方で、中国も台湾の高度な技術力と製造能力に強い関心を示している。このように、台湾の半導体産業は経済的側面にとどまらず、国際政治における地政学的な要素も帯びており、世界各国にとって重要な存在となっている。そのため、各国は台湾との経済的・技術的パートナーシップの強化を図るとともに、同国における生産体制の安定化や人的交流、共同研究の推進を通じて、関係の一層の深化を模索している。

（3） TSMC（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company/台湾積体電路製造）の存在

TSMC（台湾積体電路製造公司）は、世界最大の半導体ファウンドリー（受託製造）企業であり、台湾経済を象徴する存在である。顧客には、アップル、エヌビディア、クアルコム、AMD などの米国を代表するグローバルなテクノロジー企業が名を連ねている。これらの企業は、自社製品の競争力を維持・強化するうえで、TSMC の高度な製造技術と生産能力に大きく依存しており、同社の存在は世界の半導体産業において不可欠なものとなっている。

また、同社は、台湾国内における雇用創出や研究開発体制の強化にも大きく貢献している。たとえば、2023 年時点で同社の従業員数は 7 万人を超えており [383]、高度な技術人材を中心とした雇用を生み出している。また、年間の研究開発投資額は約 100 億米ドルに達しており [384]、最先端半導体技術の進化を牽引している。さらに、台南、新竹、台中など国内主要拠点における積極的な設備投資に加え、熊本やアリゾナ（米国）での工場建設を含むグローバル展開も進めており、その波及効果は台湾経済全体に広がっている。TSMC の存在は、単なる民間企業としての枠を超え、台湾の経済的・技術的基盤を支える柱であり、同国の国際的な戦略的価値を高める原動力となっている。

6.2. 台湾半導体産業の政策

6.2.1. 半導体産業に関する政府の取り組み

台湾の政府は、中華民国憲法に基づき、行政・立法・司法・考試・監察の五権分立体制を採用しており、総統を元首とする民主共和制をとっている。行政権は総統の下に置かれた行政院（内閣に相当）が担っており、政策の企画・実行を司っている。立法権は立法院が、司

[383] Aconnect 2025.1.7, https://aconnect.stockmark.co.jp/coevo/semiconductor-pickup2/#:~:text=%E4%B8%80%E8%88%AC%E7%9A%84%E3%81%AB%E3%81%AFTaiwan,%E4%BB%A5%E4%B8%8A%E3%81%A8%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82

[384] Nikkei Book Plus 2023.9.28, https://bookplus.nikkei.com/atcl/column/032900009/092000426/

法権は司法院がそれぞれ独立して行使し、法の支配と権力の均衡が制度的に確保されている[385]。

半導体産業の主要な支援組織としては、経済部（日本の経済産業省に相当）が中核的な役割を果たしている。また、研究開発の支援機関としては、国家科学技術委員会（NSTC）が科学技術政策の統括を行っており、半導体分野においても基礎研究から応用開発まで幅広い支援を実施している。

（1） 半導体産業に関わる政府組織

1) 経済部

産業振興、エネルギー政策、貿易、投資、科学技術、知的財産保護などを所管しており、台湾の産業政策の策定・実施を主導している。中でも半導体産業は台湾の戦略的中核産業であり、経済部はその競争力維持・強化を国家的優先事項と位置付けている。

2) 国家科学及技術委員会

台湾における科学技術政策の最高主管機関として、特に半導体を含む先端技術分野の研究開発支援や産学連携の推進において中核的な役割を果たしている。また、工業技術研究院（ITRI）や国家実験研究院（NARLabs)、各サイエンスパーク（科学園区）と連携し、産官学の協力体制強化にも寄与している。

3) 教育部

台湾における教育政策の最高主管機関であり、初等教育から高等教育までの制度整備、人材育成、国際教育交流の推進などを所掌している。特に近年では、半導体をはじめとする戦略産業に対応した専門人材の育成を重視し、産官学連携による高度技術者の確保・育成に力を入れている。

4) デジタル発展部

台湾におけるデジタル政策・インフラ・産業育成・サイバーセキュリティーを統括する行政機関であり、2022 年に新設された比較的新しい部門である。デジタル国家の推進を担う司令塔として、半導体を含む ICT 産業全体の成長環境整備に貢献している。

5) 国家発展委員会

台湾の国家戦略の立案と統合的な政策調整を担う政府のシンクタンク的機能を有する中枢機関であり、経済・社会・人口・イノベーション政策などを横断的に企画・推進する役割を果たしている。特に近年では、半導体を含む戦略産業の中長期ビジョン策定や人材戦略の企画に深く関与している。

[385] 日本台湾交流協会レポート 2023.9,
https://www.koryu.or.jp/Portals/0/images/publications/magazine/2023/09/2309_02kitamura.pdf

（2） 半導体産業振興に関する計画

台湾の半導体産業振興に関する計画は、国家戦略として複数の政策が連携して進められている。特に注目すべきは、2021年から進行中の「Å世代半導体計画」[386]と2024年に発表された「五大信頼産業推進プラン」である。これらの施策により、台湾は半導体産業の競争力を維持・強化し、台湾の半導体産業を国家戦略の中核に位置づけ、技術革新と国際競争力の強化を目指している。

1) Å世代半導体計画（2021〜2025年）[387]

この計画は、経済部と国家科学及技術委員会が共同で推進しており、次世代半導体技術の開発とサプライチェーン上流の強化を目指している。

【主な施策】

- 生産設備強化：台湾の半導体設備メーカーの技術力向上、海外メーカー誘致を推進
- 基幹材料の自主生産：DUVフォトレジストやウエハ基板材料などの開発を奨励
- 次世代半導体の開発：ワイドバンドギャップ半導体や3D積層技術の確立を目指す
- 人材育成：2025年までに3,880人以上の高度人材を育成

2) 五大信頼産業推進プラン（2024年発表）[388]

2024年9月、行政院が閣議決定したこのプランは、半導体、AI、軍事産業、セキュリティー、次世代通信の5分野を「信頼産業」と位置づけ、経済の柱として発展を推進するものである。半導体については、ファウンドリーとパッケージ産業において世界をリードする地位を維持し、半導体産業全体の新規生産額を2兆6,000億台湾元（約11兆4,400億円、1台湾元＝約4.4円）にし、給与水準の高い就業機会を25万人増やすとした。政策として、先端IC設計の人材育成を推進し、研究開発の補助を行う。

【半導体分野の主な目標】

- ウエハの受託製造とパッケージング、テストでの世界一の座をより強固にする
- 集積回路設計の世界2位を維持
- 2028年までに2兆6,000億台湾元（約11兆4,400億円）の生産高
- 25万人の高収入の雇用を新たに創出

（3） 半導体産業振興に関する税制優遇措置

グローバルな技術競争が激化する中で、台湾が最先端技術の開発・製造拠点としての地位を維持・強化するため、研究開発を促進するための税制優遇措置が導入されている。

---

[386] 「Å世代」とは、半導体の微細化の単位であるナノメートル（nm）よりもさらに微細なオングストローム（Å）レベルの技術を指す。このレベルの技術は、2030年頃に本格化すると見込まれている。日経Xtech 2024.1.30, https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00257/00040/

[387] JETRO地域・分析レポート 2021.6.21, https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/2021/dbd0fa7223039355.html?utm_source=chatgpt.com

[388] JETROビジネス短信 2024.9.25, https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/09/a0a2fc2eaca204df.html

1) 産業創新条例（台湾版チップ法）

台湾政府は、2023 年 1 月に「産業創新条例」を改正し [389]、特に国家の経済的・戦略的基盤を支える半導体産業に対して、強力な税制優遇措置を導入した。この改正は、世界的な半導体供給網の再編が進む中で、台湾の競争優位性をさらに高め、企業の研究開発および先端製造への投資を促進することを目的としている。

具体的には、企業が行う研究開発費用の 25%、および高度技術設備の購入費用の 5%について、それぞれ法人税額から直接控除することが可能となった。これにより、TSMC（台湾積体電路製造）や UMC（聯華電子）などの台湾主要半導体企業をはじめとする関連企業が、最先端プロセスや設備投資により積極的に取り組む環境が整えられる。

- 研究開発費の 25%控除 [390]：
  国際サプライチェーンで重要な地位にある企業が、研究開発に投資した費用の 25%を法人税から控除できる。
- 先端製造設備投資の 5%控除 [391]：
  同様の企業が、先端製造工程を備えた設備への投資額の 5%を法人税から控除できる。これらの控除額の合計は、当該年度の法人税額の 50%を上限としている。この制度は 2023 年 1 月 1 日から 2029 年 12 月 31 日まで適用される。

2) サイエンスパークの税制の優遇措置

サイエンスパーク内の企業には、輸出向け製品に使用する原材料や機械設備に対する輸入関税が免除されるなど、独自の優遇措置が提供されている。具体的には、サイエンスパークに入居する企業が自社使用のために輸入する機械設備、原材料、燃料、半製品などに対しては、以下の税金が免除される。これにより、企業は輸入時の税負担を軽減でき、コスト効率の向上が期待される。

【輸入関税・営業税の免除】 [392]

- 輸入税（関税）:サイエンスパーク内の企業が自社使用のために輸入する場合は免除。
- 物品税：輸出される製品に対して、物品税が免除される。
- 営業税（付加価値税）：輸出される製品やサービスに対して営業税が 0%に設定される。

[389] 科学技術振興機構 2023 年 2 月 1 日レポート
https://spap.jst.go.jp/other_asia/experience/2023/topic_et_09.html?utm_source=chatgpt.com
[390] JETRO 2025 年 2 月 19 日台湾 https://www.jetro.go.jp/world/asia/tw/invest_03.html?utm_source=chatgpt.com
[391] JETRO 2025 年 2 月 19 日台湾 https://www.jetro.go.jp/world/asia/tw/invest_03.html?utm_source=chatgpt.com
[392] Invest Taiwan レポート
https://investtaiwan.nat.gov.tw/showPagejpn10310015?lang=jpn&menuNum=4&search=10310015&utm_source=chatgpt.com

6.2.2. サイエンスパーク（科学工業園区）の設立と産業集積

（1） サイエンスパーク設営の経緯

台湾政府は、半導体産業をはじめとするハイテク産業の集積と発展を促進するため、1980年に新竹に台湾初のサイエンスパークである「新竹サイエンスパーク（新竹科学工業園区）」を設立した。この取り組みは、政府主導による産業政策の一環として位置づけられ、研究開発、製造、人材育成、国際連携が一体となった産業エコシステムの構築を目的としている。

台湾のサイエンスパークは、単なる産業団地の枠を超え、研究機関・大学・企業が緊密に連携して技術革新を推進する「産学研連携型クラスター」として機能している。これらのパークは、国家発展委員会や経済部が主導する国家的プロジェクトとして位置づけられ、土地の提供、税制優遇措置、先端インフラの整備、国際的な技術協力の支援など、多角的かつ戦略的な政策により企業活動が力強く後押しされている。このような支援のもと、台湾のサイエンスパークはアジア圏のみならず、世界全体においても最先端技術の研究・製造・応用が集積する拠点となっている。以下に、台湾における主要な3つのサイエンスパークの概要を記す。また、3 つのサイエンスパークの中でも、最も歴史の古い、新竹サイエンスパークについて、その詳細を述べる。

表 6-1. 台湾の 3 つのサイエンスパークの特徴

サイエンスパーク名	設立年	所在地	特徴	入居企業数（2024年時点）	敷地面積
新竹サイエンスパーク（新竹科学工業園区）*1	1980年	新竹市	主な産業：半導体、光電子工学、精密機械、バイオテクノロジー 特徴：台湾初のハイテク産業団地。TSMC・UMCなどが拠点。大学・研究機関との産学官連携が強固。	600社以上	約1,471ヘクタール
南部サイエンスパーク（南部科学工業園区）*2	1995年	台南市 高雄市	主な産業：オプトエレクトロニクス、集積回路、精密機械、バイオテクノロジー、グリーンエネルギー 特徴：TSMCの先端製造工場あり。グリーンエネルギー技術革新クラスターを構築。	270社以上	約1,043ヘクタール
中部サイエンスパーク（中部科学工業園区）*3	2003年	台中市	主な産業：精密機械、オプトエレクトロニクス、IC、コンピュータ、通信、バイオテクノロジー 特徴：陸海空の交通網が整備され、精密産業の集積が進む。物流面でも優位性あり。	210社以上	約1,485ヘクタール

出典：各サイエンスパークウェブサイトを基に JICA 調査団作成

*1(https://web.sipa.gov.tw/jpWeb/index.do)
*2 (https://www.stsp.gov.tw/web/indexGroups?frontTarget=JAPAN)
*3 (https://www.ctsp.gov.tw/japanese/01about1/abo_park_profile.aspx?v=30&fr=822&no=825#)

（2） 新竹サイエンスパーク（新竹科学工業園区）

台湾の半導体産業は、1980 年に新竹サイエンスパークが設立されたことを契機に本格的な発展を遂げた。これは、台湾政府が主導する国家的な産業育成戦略の一環として開始されたプロジェクトであり、当初は PC 関連の製造拠点として開発が進められたものである。新竹サ

イエンスパークは、研究開発、製造、教育、人材育成を一体化した産業クラスターとして整備され、台湾のハイテク産業の礎を築いた。1990 年代に入ると、TSMC（台湾積体電路製造）をはじめとする半導体専業メーカーが急成長し、世界の大手半導体企業（インテルやモトローラなど）からの受託生産も拡大した。1995 年には、サイエンスパークにおける半導体の生産額が PC を上回り、以降は半導体が同パークの中核産業として位置づけられるようになった。その後、同様の成功モデルを全国に展開する形で、南部の台南には「南部サイエンスパーク（南部科学工業園区)」、中部の台中には「中部サイエンスパーク（中部科学工業園区)」が設置され、台湾全土でハイテク産業の地域分散と均衡ある発展が図られている。

1) 新竹サイエンスパークの運営

新竹サイエンスパークの運営は、行政院傘下の国家科学及技術委員会の管轄下にある新竹サイエンスパーク管理局が担い、産官学研（産業、行政、学術、研究機関）が一体となったエコシステムの構築を推進している。この産官学研連携の枠組みでは、大学や研究機関が企業の技術課題に対する研究開発を推進し、企業はそれらの成果を製品化へとスムーズに結びつける役割を果たしている。また、管理局は政策支援や標準工場や下水処理施設などの産業インフラ整備を行い、技術革新のサイクル全体を支える環境を提供している。

サイエンスパークでは働く人々の生活環境にも配慮がなされている。園内には、幼稚園から高等学校までの教育機関やマンションなどの住宅施設が整備されており、働く世帯が安心して暮らせる環境が提供されている。パーク全体の約 3 割が緑地として確保され、園内には無料のシャトルバスが運行されるなど、快適で働きやすい職場環境づくりにも力が注がれている。

2) ワンストップサービス

新竹サイエンスパーク管理局は、台湾の法律に基づき、敷地内のインフラ整備や企業誘致などに必要な多くの権限を授権されており、行政手続きの「ワンストップサービス」を提供することで、入居企業および入居希望企業の利便性を飛躍的に高めている。この仕組みにより、企業は複雑な手続きを円滑に進めることができ、本業に専念しやすい環境が整備されている。また、管理局はホームページ上に「局長メールボックス」という機能を設置し、企業や地域住民からの意見や要望を直接受け付けている。これは、サイエンスパーク内の利便性向上や課題解決を目的としている。

管理局は、国および地方自治体からサイエンスパークの運営に関する権限を付与されているだけでなく、「科学工業園区設置管理条例」に基づき正式に権利を認められている強力な行政機関である。企業や働く人々が意見を発信しやすい環境整備に努めるとともに、迅速かつ柔軟に対応することで、常にパークの利便性と活力を向上させている。

3) サイエンスパーク運営に関する予算

新竹サイエンスパークの運営予算は、大きく二つの財源から賄われている。まず、人件費や人材育成関連の経費については、インド中央政府からの予算が充てられている。一方で、それ以外の運営費用、例えばインフラ整備や施設管理費などは、入居企業に対する貸地料や

貸工場料による賃貸収入で 100%賄われている。この賃貸収入は「企業基金」として管理局が一括管理し、サイエンスパークの環境整備や拡張に活用されている。

この企業基金は新竹サイエンスパークだけでなく、台中や台南の各サイエンスパークも含めて運用されており、各地区の整備ニーズに応じて柔軟に配分されている。新竹地区は長年の実績から黒字経営を維持しているが、比較的新しい台南地区は収入がまだ限定的であり、今後も積極的な投資と本基金からの支援が不可欠な状況にある。

4) 研究開発補助金

サイエンスパーク管理局が、産学連携型の革新的な研究開発プロジェクトを対象に、最大 1,000 万台湾元（約 4,000 万円）またはプロジェクト予算の 50%まで補助を実施する。これに加えて、革新的な研究開発を行う企業や大学、研究機関に対しては、研究開発補助金の支給も行われている。

5) 産学研連携

新竹サイエンスパークが台湾を代表する工学系の名門校である国立陽明交通大学および清華大学の近隣に設置された背景には、この地域の豊富な知的資源と連携を最大限に活かす狙いがある。両大学にはそれぞれ約 2 万人の学生が在籍しており、多彩な専門分野の人材が輩出されている。さらに、地域内にある国立の研究機関や多数の企業と連携した共同研究が盛んに行われており、新たな技術創出やイノベーションの促進に大きく貢献している。

このような強固な産学連携のネットワークは、技術開発の加速のみならず、優秀な人材の確保という点でも企業にとって大きな魅力となっている。加えて、サイエンスパーク内にはインキュベーション施設が整備されており、大手企業や海外企業、さらにはベンチャー企業が一堂に会して交流し、技術やビジネスマッチングの機会が創出されている。

6) 国際連携

新竹サイエンスパーク管理局は、国際連携にも積極的に取り組んでおり、アメリカや日本をはじめとする各地域との協力関係を構築している。日本においては、北九州学術研究都市、横須賀リサーチパーク、京都リサーチパークと相互理解覚書（MOU）を締結しており、それぞれの地域との連携を推進している。具体的には、京都リサーチパークとはスタートアップ分野での協力、横須賀リサーチパークとは通信分野での連携を想定している。

台湾では政府主導でこうしたクラスターを段階的かつ戦略的に整備し、現在の強固な半導体エコシステムを築き上げてきた。サイエンスパークの用地はすべて国有地であり、企業は工場用地の賃貸または標準工場への入居によって事業活動を行っている。土地の売買は認められておらず、用地の一元管理によって長期的かつ安定的な運営が可能となっている。また、各パークには、電力供給、排水処理、通信インフラなど、先端製造に必要なインフラが完備されており、企業は設備投資や装置・材料の導入といった生産活動に専念できる環境が整備されている。



図 6-1. 新竹サイエンスパーク
出典：新竹サイエンスパーク管理局ホームページ
(https://web.sipa.gov.tw/jpWeb/index.do)

6.3. 台湾半導体産業に関わる大学・民間組織

6.3.1. 台湾国内の半導体教育大学

台湾は、半導体産業において世界的なリーダーであり、特にファウンドリー分野ではTSMC（台湾積体電路製造）を筆頭に、卓越した技術力と製造能力を有している。このような高い国際競争力を長年にわたり維持・強化してきた背景には、企業の取り組みに加え、産官学が連携して構築してきた強固な人材育成・技術研究のエコシステムが存在する。とりわけ、台湾政府は早期から教育と産業の連携を国家戦略の一環として位置づけ、半導体分野に特化した専門教育カリキュラムの導入や、高度な研究インフラの整備を積極的に推進してきた。

また、新竹、台南、台中といった各地のサイエンスパーク周辺には、先端技術に対応可能な高度専門人材の育成を目的とした大学・研究機関が集積しており、地域ごとの産業ニーズに即した教育・研究体制が整えられている。加えて、装置、材料、回路設計など、多岐にわたる領域をカバーする実践的な職業訓練や再教育プログラムも充実しており、急速に進展する技術革新やグローバルな人材競争にも柔軟に対応し得る基盤となっている。以下は、台湾の半導体産業を支える中核的存在である主要な大学である。

表 6-2. 台湾の半導体教育を行っている主な大学（2025 年 6 月時点）

大学名	所在地	カリキュラム・教育の特徴	日本の主な提携大学（半導体関連）2025年7月時点	インドの主な提携大学（半導体関連）2025年7月時点
国立陽明交通大学 (NYCU)	新竹市	・工学・情報系に特化した名門大学で、半導体・マイクロエレクトロニクスの教育と研究で世界的に知られる。 ・TSMCと共同研究開発センターを設置し、研究や教育で協力 ・「Essential Semiconductor Technology Modules」プログラムを提供	北海道大学、東北大学、九州大学、熊本大学	インド工科大学ガンディナガル校
国立清華大学 (NTHU)	新竹市	・台湾トップクラスの大学で、半導体技術の高度な教育・研究 ・物理・材料・電気工学分野で強みを持ち、半導体材料や製造プロセスの研究において国内外から高評価。 ・TSMC、ASE、Winbondなどとの共同研究も多く、インターンシップや設備支援も充実。	広島大学	情報なし
明新科技大学（Minghsin）	新竹市	・実際の半導体製造装置を用いて生産ラインの技術者教育を実施し、即戦力の育成を行っている。 ・後工程の技術者資格である「半導体検測工程鑑定士」を実施。	福岡工業大学、神田外語学院	情報なし
国立成功大学 (NCKU)	台南市	・「チップ設計学位学程」、「半導体製造プロセス学位学程」、「半導体封止学位学程」、「重要材料学位学程」、「智能と永続製造学位学程」の5コースが設けられており、専門領域に半導体の基礎学問を加えた，全方位で高レベルの指導できる人材を育成することを目指している。	情報なし	インド工科大学ガンディナガル校
国立雲林科技大学（YunTech）	雲林県斗六市	・TSMCと協力して、台湾と日本の半導体産業で活躍する高度な専門人材を育成することを目指す「日本人コース」を新設。	福岡工業大学、福岡大学	情報なし
国立台北科技大学 (NTUT)	台北市	・2025年より新たに「半導体製造プロセスおよび装置」学士プログラムを開設し、日本人留学生も受け入れる予定。	情報なし	情報なし
国立台湾大学 (NTU)	台北市	・重点科技研究学院（Graduate School of Advanced Technology）」は、「集積回路設計と自動化」「半導体デバイス，材料および統合」、「ナノエンジニアリングとナノサイエンス」の３つの学程（コース）に，修士課程と博士課程を設けている。	情報なし	情報なし
国立中正大学 (CCU)	嘉義県	・工学系の教育・研究に力を入れている。 ※半導体教育に関する具体的な情報は無し。	情報なし	インド工科大学ガンディナガル校
国立彰化師範大学 (NCUE)	彰化県	・教育学を中心としつつ工学系プログラムも提供。 ※半導体教育に関する具体的な情報は無し。	情報なし	インド工科大学ガンディナガル校

出典：各大学及びインド政府のホームページ
（https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2081660）を基に JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

上記の大学の中でも、台湾における半導体人材の中核を担っているのが、国立陽明交通大学と明新科技大学である。国立陽明交通大学では、多くの卒業生が TSMC や UMC といった主要半導体メーカーに就職しており、同分野における高度人材の輩出に貢献している。一方、明新科技大学では、実際の半導体工場で使用されている装置を活用した実践的な技術者教育を行い、即戦力となる人材の育成に力を入れている。以下に、両校の半導体教育の取り組みについて詳述する。

（1） 国立陽明交通大学（NYCU）

国立陽明交通大学は、台湾を代表する理工系大学の一つであり、半導体をはじめ、AI、通信、バイオメディカル、フォトニクスおよび電子光学といった幅広い分野で最先端の研究を展開している。2024 年度には、新たにマイクロエレクトロニクス学科を設置し、半導体分野における専門教育をさらに強化している。学内には、教員 152 名（うち IEEE Fellow 13 名を含む）が在籍しており、学部生 1,316 名、修士課程 1,758 名、博士課程 488 名、合計約 3,562 名の学生が学んでいる。

1) 半導体技術者育成の教育プログラム

国立陽明交通大学の大きな特徴の一つは、隣接する 7 つの国立研究機関および TSMC をはじめとする民間企業との密接な連携体制にある。連携先には、台湾半導体研究センター（TSRI)、国家ナノメートル測定実験室（NML)、台湾宇宙庁（TASA）など、台湾を代表する研究機関が含まれており、産業界との技術移転、人材交流が日常的に行われている。

また、新竹サイエンスパークと地理的・機能的に連携し、産業・研究・教育の融合拠点を形成している。新竹エリアには、同大学を中心に半径 10km 圏内に 1 万社を超えるハイテク企業が集積しており、研究成果の社会実装や製品化が迅速に行える環境が整っている。

主な学科・研究科には、電子電機工学科、光電学科、マイクロエレクトロニクス学科のほか、AI およびバイオメディカル関連の学位プログラムが含まれている。研究分野としては、ナノエレクトロニクスと SoC 設計、AI・ディープラーニング・自然言語処理、バイオメディカル・インテリジェントシステム、フォトニクス・光通信・ディスプレイ技術、通信（Open RAN、衛星通信、Beyond 5G）などが挙げられる。

2) 国立陽明交通大学の留学生の状況

国立陽明交通大学における留学生は、全学生約 3,500 名のうち約 5%を占めている。国別では、インドネシア出身の学生が最も多く 33 名、次いでベトナム 28 名、インド 22 名と続く。日本人留学生は現在 2 名であり、いずれも修士および博士課程に在籍している。同大学では国際的な学生の獲得に注力しており、専属のリクルートチームを編成して海外の大学に訪問し説明会を実施するなど、積極的な海外リクルート活動を展開している。英語による授業は、現在全 40 コース中 10 コースで実施されているが、将来的には英語開講比率を約 50%まで引き上げ、より多くの国際学生を受け入れる方針である。奨学金制度については、政府系奨学金や TSMC などの半導体企業による支援も提供されている。特に、企業奨学金を受給した学生の多くは、支援元の企業へ就職することが多いとのことである。

3) 台湾国内の半導体企業との連携

国立陽明交通大学では、TSMC との共同研究により、5〜10 年先を見据えた基礎研究および先端技術の研究に注力している。大学内には、ナノサイエンステクノロジーセンター、フォトニクスセンター、高度パワーエレクトロニクスセンター、NYCU-GWC 複合半導体研究センターに加え、台湾企業ウィストロンと連携した AI 研究センターが設置されている。また、EDA（電子設計自動化）や先端パッケージングに関する研究も活発に行われている。加えて、チップの製造を TSMC や UMC などのファウンドリーに委託し、大学側が設計や測定などの工程を担う形での産学連携も実施している。

4) 国際連携

国立陽明交通大学は、国際連携の取り組みの一環として、世界各国の大学と協力関係を築いている。米国のイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校、パデュー大学、アリゾナ州立大学、コロンビア大学のほか、ベルギー、ドイツ、オーストラリアの大学、さらには台湾国内の大学連盟とも連携を進めている。日本の大学との連携においては、名古屋大学、早稲田大

学大学院情報生産システム研究科、大阪大学、京都大学と協力し、5年先、10年先を見据えた先端技術の開発など、未来志向の研究を積極的に推進している。このように、国立陽明交通大学の国際連携は極めて広範であり、各国の大学との多面的な協働を通じて、グローバルな人材育成と研究活動の推進に尽力している。

（2） 明新科技大学

明新科技大学は、かつて台湾三大高専の一つとして知られた高等専門学校を前身としており、現在は科技大学として、実務教育を基盤とした半導体技術者の育成を主軸としている。同大学では、もともと存在していた 3 つの電気工学系学科を再編・統合し、2021 年に世界初の「半導体学院」を新設した。設立にあたっては、政府からの補助金や民間からの寄付金を活用し、総額約 25 億円を投じて教育環境と研究設備の拡充を進めた。現在では、これらの施設を活用し、後工程および検査工程（特に計測技術）に特化した実務型人材の育成を行っている。

1) 明新科技大学の実務型半導体人材育成

明新科技大学は、台湾の半導体産業、特に後工程および検査工程において即戦力となる人材の育成に注力している。キャンパスの隣には新竹工業団地が位置し、現在ではその約半数を半導体関連企業が占めている。団地内には、大手後工程メーカーである ASE（台）やパワーテック（台）をはじめとする7社のパッケージング企業が工場を構えており、実務教育との親和性が非常に高い環境が整っている。

明新科技大学では、後工程および検査工程に関する国家資格の取得を目指した専門カリキュラムを提供している。このプログラムには大学生に加え、パワーテックなどの半導体企業の新入社員や、業界への就職を目指す一般受講者も参加しており、実務に直結した内容となっている。さらに今後は、前工程に対応するための真空技術に関するライセンス制度の整備も進めており、半導体分野における幅広い人材育成を目指している。

2) 半導体教育・訓練施設

2021 年には政府の補助金を活用して、半導体装置の「訓練・試験施設」を開設した。この施設は、ライセンス取得に必要な技術教育および実技試験である「半導体検測工程鑑定士」（国家資格）[393]の実施拠点として活用されている。施設には、台湾の半導体企業から提供された装置が設置されており、基礎的な理論理解や操作技術の習得に適した、実機が整備されている。

【半導体訓練・試験施設】

・1 階：後工程（パッケージング技術）の訓練施設、国家資格試験の実施スペース。
ULVAC 社との共同研究も行われている。

[393] 国家資格試験においては、製造装置のセットアップおよび操作が試験対象となり、メンテナンス作業は含まれていない。基本的には一回の試験で合否が判定されるが、不合格者には再試験の機会も用意されている。

・2 階：クリーンルーム（クラス 1000）を備え、リソグラフィー装置や成膜などのチップ製造に関わる装置が配置している。
・3 階：材料技術及び構造解析に関する装置を整備し、精密分析や評価研究に対応している。
・4 階：ウエハおよびパッケージのテスト装置が整備されている。
・5 階：AI および半導体技術に関連する研究開発施設となっている。



図 6-2. 新明科技大学の半導体教育・訓練施設
出典：JICA 調査団作成

3) 明新科技大学の日本との連携

明新科技大学は、半導体の人材育成に関して、日本との連携にも積極的に取り組んでいる。現在、熊本県の開新高校および玉名工業高校と提携関係を結び、両校から計 8 名の留学生を受け入れている [394]。大学レベルでは、福岡工業大学、西日本工業大学、日本電子専門学校、神田外語大学、岡山理科大学などと覚書を締結し、カリキュラムの共同開発や人材育成に取り組んでいる。加えて、九州経済産業局をはじめとする日本の行政機関からの視察や問い合わせも増加しており、日台間の教育連携は着実に強化されつつある。

6.3.2. 台湾の半導体研究施設

台湾における半導体関連の研究機関としては、「台湾半導体研究センター（台湾半導体研究中心）」、「工業技術研究院」、「TSMC グローバル R&D センター」が挙げられる。

[394] 開新高校では半導体学科が設置されており、定員 85 名に対して 130 名が入学するなど、非常に高い人気を誇っている。開新高校ホームページ, https://www.kaishin.ed.jp/

（1） 台湾半導体研究センター（TSRI/Taiwan Semiconductor Research Institute）

台湾半導体研究センター（TSRI）[395]は、国家実験研究院（NARLabs）傘下の研究機関として 2019 年に設立された先端半導体プロセスや設計技術の研究開発、試作支援、人材育成、さらには産官学および国際連携を通じて、台湾の半導体産業の中長期的な競争力を支える中核拠点である。本センターは新竹サイエンスパーク内に立地し、台湾の半導体産業の持続的な発展と国際競争力の強化を目的として、設計から製造、テスト、パッケージングに至るまでを包括する総合的な研究支援体制を構築している。

【研究センター概要】

施設内容:

- 半導体プロセス、パッケージ、材料、設計に至る包括的な研究支援。
- 大学や企業と連携して、装置トレーニングや材料解析・評価などの先端教育・技術支援。
- 実践的な技能教育に特化したコースも充実。

主な機能と役割:

- 研究開発：先端 CMOS 技術、MEMS、光電融合、3D IC、パワーデバイスなど
- プロトタイピング支援：MPW（Multi-Project Wafer）サービス、EDA ツール提供など
- 人材育成：大学・企業向けの研修、インターンシップ、実習支援
- 国際連携：米国の大学や研究所との連携、国際共同研究プロジェクト
- スタートアップ支援：半導体スタートアップの研究・製造サポート

特徴:

- TSMC や UMC など台湾企業との連携を重視し、産業界とアカデミアの橋渡し役を果たす。
- MPW サービスにより、大学・中小企業・新興企業でも試作チップ開発が可能。
- EUV リソグラフィーや先進パッケージ技術などの最先端テーマにも取り組む。
- 台湾国内の大学とのカリキュラム連携や機材・実習施設の提供。

（2） 工業技術研究院（ITRI/Industrial Technology Research Institute）

工業技術研究院は、台湾経済部のもと、1973 年に設立された非営利の応用研究機関であり、台湾における産業発展と技術革新を牽引する中核的な存在である [396]。新竹サイエンスパーク内に本部があり、半導体、情報通信、バイオテクノロジー、先進材料、スマート製造、グリーンエネルギーなど、幅広い分野で研究開発を展開している。同院は、基礎研究よりも「研究成果の産業化」に重点を置いており、開発した技術を数多くの民間企業へ移転することで、台湾のハイテク産業の育成と競争力の向上に大きく貢献してきた。なかでも、TSMC（台湾積体電路製造）の設立支援をはじめ、電子、通信、自動車部品などの分野における技術革新を通じて、台湾の輸出主導型経済の礎を築いた実績を有している。現在では、台湾国内にとど

[395] 台湾半導体研究センター ウェブサイト, https://www.tsri.org.tw/main.jsp
[396] 工業技術研究院ウェブサイト，https://itic.com.tw/itri/?lang=ja

まらず、米国（シリコンバレー）やドイツなどにも海外拠点を展開し、国際共同研究やスタートアップ支援にも注力している。

【研究センター概要】

施設内容：

- 台湾経済部の支援により 1973 年に設立された国家レベルの応用研究機関。
- 本部は新竹サイエンスパークに位置し、国内外に複数の研究拠点を展開。
- 産業の高度化と技術革新を推進し、台湾の経済成長と国際競争力向上に貢献する中核機関。

主な機能と役割：

- 半導体、電子、AI、材料、エネルギー、医療など多分野にわたる技術開発を行う。
- 企業へのライセンス提供や共同開発を通じて、研究成果の商業化を支援する。
- 研究開発や実務に即した高度技術者の育成を行う。

特徴：

- 基礎研究に偏らず、民間企業との連携や技術商業化に重点を置いている。
- TSMC など台湾の主要企業の誕生や成長を技術面から支えてきた。
- 年間数百件規模の技術移転実績があり、特許出願・ライセンス収入も多い。

（3） TSMC グローバル R&D センター

TSMC グローバル R&D センターは、同社の次世代半導体技術の中核的な研究開発拠点として、2023 年に台湾・新竹サイエンスパーク内に開設された。このセンターは、世界最先端のプロセス技術の開発を目的とし、特に 2nm 以降の微細加工技術や、新素材・新構造のトランジスターの研究に注力している。施設は約 30 万平方メートルの敷地に建設されており、7,000 人規模の研究者が在籍する大規模な開発拠点である。研究者の多くは博士号や修士号を有し、材料工学、デバイス物理、リソグラフィー技術、AI 応用など、専門分野ごとに高度な研究が進められている。特に、次世代の GAA（Gate-All-Around）型トランジスターや、EUV リソグラフィー、3D 積層技術、異種集積パッケージなどの分野では、グローバルな技術競争に打ち勝つための開発が行われている。

1） TSMC の奨学金制度と人材育成の取り組み

TSMC は、世界各国から優秀な人材を確保するため、各国の学生を対象とした奨学金制度を設けている。この制度は、日本人留学生をはじめ、アメリカ、ドイツなどの学生にも提供されており、TSMC への入社を義務付けるものではない。その目的は、半導体産業および TSMC に対する認知度の向上にある。また、TSMC は台湾国内の大学に加え、海外の学生を対象としたインターンシップも実施しており、年間約 100 名規模で受け入れている。これにより、将来を見据えた国際的な人材パイプラインの構築を進めている。さらに、日本、アメリカ、ドイツにおける新工場の設立を背景に、各国の大学との連携を強化し、大学内でのリクルート活動にも積極的に取り組んでいる。日本においては、JASM による熊本県への進出を契

機に、東京大学、東北大学、熊本大学、九州大学などとの連携を深め、研究活動や人材育成に注力している。

2) 外国人材の活用と課題

TSMC には約 1 万人の研究開発職が在籍しており、その大半は博士号または修士号を有する高度な専門人材で構成されている。一方、製造現場を担う技能職のほとんどは台湾人であり、現地人材によるオペレーション体制の安定化が図られている。しかしながら、TSMC では今後、工場人材の外国人材の活用について本格的に検討を進めており、職種や各国における教育水準、文化的背景を踏まえた、戦略的かつ柔軟な雇用方針の構築を模索している。国によっては、大卒を採用の前提とする場合もあれば、高卒でも雇用可能なケースもあるため、多様な人材像に応じた柔軟な対応が求められている。なお、インド人材については、設計分野において既に数百人規模の雇用実績があるものの、製造現場への採用や製造人材の育成を目的としたインド国内の大学との連携は、現時点では実施されていない。

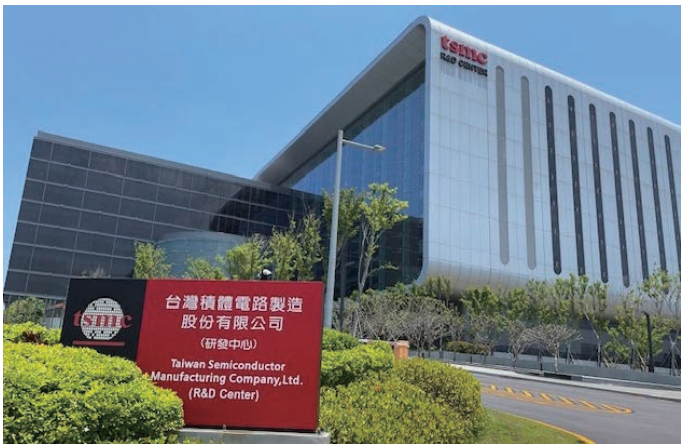


図 6-3. TSMC グローバル R&D センター
出典：JICA 調査団作成

6.3.3. 台湾の半導体関連企業とその概要

台湾の半導体産業は、世界有数の規模と技術力を誇り、特に半導体の受託製造（ファウンドリー）分野において世界をリードしている。代表的な企業である TSMC（台湾積体電路製造）は、最先端の製造技術を有し、世界中の大手半導体設計会社のチップを製造している。また、世界最大の OSAT である ASE グループ（矽品精密工業）は、製造や後工程、テストの分野において重要な役割を担っている。さらに、メディアテック（聯発科技）のような設計専門のファブレス企業や、ナンヤ・テクノロジー（南亜科技）、マクロニクス（旺宏電子）といったメモリーメーカーも、台湾の半導体産業を支える存在である。さらに、前述の政府系の工業技術研究院などの研究機関も、技術開発や人材育成に貢献し、産業全体の競争力を高めている。これらの企業や機関が密接に連携することにより、台湾は世界の半導体サプライチェーンにおいて不可欠な存在となっている。

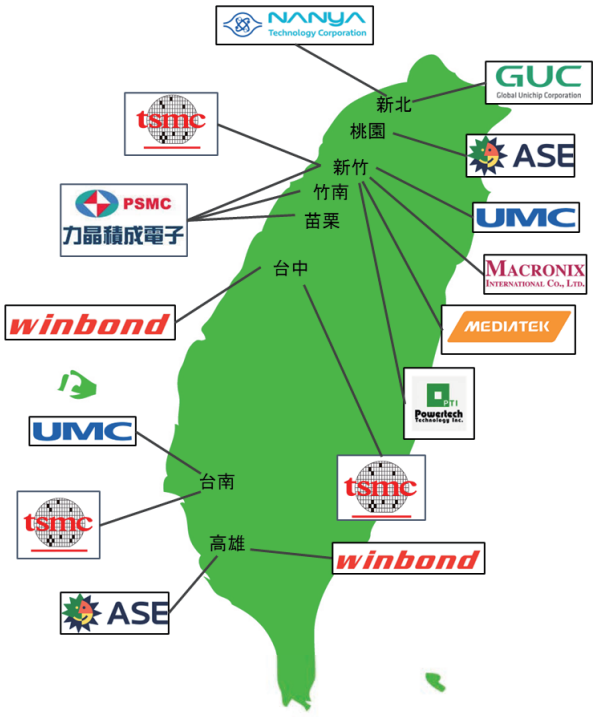


図 6-4. 台湾の半導体メーカー所在地
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

（1） 台湾の半導体企業

台湾には、TSMC のほかにも、成熟プロセスに強みを持つ UMC（聯華電子）、自社製品とファウンドリーを両立する PSMC（力晶科技）など、多様なビジネスモデルを展開する半導体メーカーが存在する。また、ウインボンド（華邦電子股份）のように、メモリーを中心とする IDM 型の企業も存在し、車載や IoT 分野など多様な用途に対応している。これらの企業は、政府の支援によって整備されたサイエンスパークを拠点に活動しており、同パーク内およびその周辺には、IC 設計、製造装置メーカー、材料メーカーなどが集積している。これにより、半導体産業に必要な主要工程を国内で完結できるサプライチェーンが形成されている。以下に、台湾の主な半導体メーカーの概要を示す。

表 6-3. 台湾の半導体メーカー

企業名	主な事業	概要	特徴
TSMC （台湾積体電路製造）	前工程 （ファウンドリー）	世界最大の半導体ファウンドリー（受託製造）企業。先端プロセス技術に強みを持ち、アップル（米）やエヌビディア（米）、クアルコム（米）などグローバルな大手半導体ファブレス企業の製造を請け負っている。	3nmや2nmプロセス技術など、最先端の微細加工技術で業界をリード。製造能力、品質、歩留まりの高さで世界トップクラス。
UMC （聯華電子）	前工程 （ファウンドリー）	台湾を代表するもう一つの大手ファウンドリー企業。TSMCに次ぐ規模を持ち、多様なプロセス技術を提供。	成熟プロセスから先進プロセスまで幅広く対応し、特にアナログ・ミックスドシグナル半導体に強みを持つ。
パワーチップ （力晶積成電子製造）	IDM ファウンドリー	台湾を代表する大手ファウンドリー企業の一つで、主にDRAMやフラッシュメモリーの製造に強みを持っている。また、自社製造とファウンドリの両方を手がけるIDMに近い形態。	DRAMの製造能力を持ちつつ、近年はファウンドリー事業の拡大に注力している。台湾のメモリー市場では重要なプレーヤーの一つであり、競争が激しいDRAM分野で独自の地位を築いている。
ナンヤ・テクノロジー （南亞科技）	IDM （DRAM）	DRAMメモリーの設計・製造を行う台湾の大手メモリーメーカー。サムスンやSKハイニックスに次ぐ規模。	特にPC用DRAM市場で存在感がある。自社工場での製造を行うIDM（垂直統合型）企業。
ウインボンド （華邦電子股份）	IDM （DRAM）	台湾の大手メモリーメーカーで、主にDRAM、NORフラッシュ、NANDフラッシュなどの不揮発性メモリを設計・製造しています。ファブレスと自社工場を併せ持つハイブリッド型企業です。	特に組み込み用途向けメモリー製品（車載、産業用、家電向けなど）に強みがあります。耐環境性や長寿命が求められる市場で高いシェアを持ち、世界的にも信頼されています。
マクロニクス （旺宏電子）	IDM （フラッシュメモリー）	不揮発性メモリ（NANDフラッシュ、NORフラッシュ）の設計・製造を行う企業。車載や工業用のフラッシュメモリーに強み。	特定用途に特化したメモリー製品を提供し、耐久性や信頼性が求められる分野に注力。
メディアテック （聯発科技）	ファブレス	スマートフォン用SoC（システムオンチップ）や通信チップの設計に特化したファブレス企業。世界有数のスマホ用チップ設計企業。	自社設計によりチップ開発力が強く、TSMCなどファウンドリーに製造委託。IoTやスマート家電向けにも展開。
グローバルユニチップ （環球晶片）	ファブレス	ASIC（特定用途向け集積回路）の設計サービス企業。半導体設計の受託やファブレス企業向けに設計支援を行う。	顧客の仕様に応じたカスタムIC設計を専門とし、ファウンドリーや後工程企業と連携。
ASEグループ （矽品精密工業）	後工程 （OSAT）	半導体後工程（パッケージング・テスト）に特化した世界最大手企業。ファウンドリーやファブレス企業から受託し、完成品レベルまで仕上げる。	高度なパッケージング技術と品質管理力を持ち、世界中の半導体製造チェーンで重要な役割を担う。
パワーテック・テクノロジー（力成科技股份）	後工程 （OSAT）	台湾の大手半導体パッケージングおよびテストサービス企業で、DRAMやフラッシュメモリー、ロジックICなど多様な半導体製品の後工程を手掛けている。	幅広い半導体製品に対応した総合的なパッケージング・テスト技術を持ち、システム・イン・パッケージ（SiP）などの高度なソリューションも提供している。

出典：各社のホームページ情報を基に JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

（2） 台湾に進出している日本の半導体関連企業

台湾に進出している日本の半導体関連企業は、主に製造装置や材料の供給を通じて台湾の半導体産業を支えている。例えば、東京エレクトロン、などの製造装置メーカーは、台湾の主要ファウンドリーや半導体メーカーに対して最先端の製造装置を提供するとともに、現地におけるメンテナンスや技術サポートも実施している。また、信越化学工業などの材料メーカーは、高品質なシリコンウエハを台湾企業に供給しており、その製品は先端プロセスにおける安定稼働に不可欠である。さらに、ルネサス のような半導体設計・製造企業も台湾に拠点を構え、市場開拓や技術協力を進めている。新竹サイエンスパーク管理局のホームページには、台湾に現地法人を有する日本の半導体関連企業として、以下の企業が掲載されている。

表 6-4.　台湾に現地法人がある日本の半導体関連企業

企業名	主な事業	概要	台湾での役割
東京威力科創股份有限公司 （東京エレクトロン）	製造装置	半導体製造装置の大手メーカー。エッチング装置、洗浄装置、成膜装置など幅広い製造装置を提供している。	TSMCやUMCなど台湾の大手ファウンドリーに製造装置を納入し、現地でのサービス・メンテナンスも展開。
樂華科技股份有限公司 （ローツェ）	製造装置	半導体・液晶製造装置の開発・製造・販売を手掛ける企業。特に無塵化対応搬送装置や自動化システムに強みを持つ。	台湾新竹科学工業園区にRORZE TECHNOLOGY, INC.を設立し、台湾市場向けの自動化システムの開発・製造・販売・メンテナンスを行っている。
優貝克科技股份有限公司竹科分公司 アルバック（ULVAC）	製造装置	真空技術を基盤とした製造装置、コンポーネント、材料の開発・製造・販売を行う、世界最大級の真空装置メーカー。	台湾においても、半導体・ディスプレイ製造装置の需要が高く、現地市場への対応を強化している。
台灣信越半導體股份有限公司 （信越化学工業）	材料	世界最大級のシリコンウエハメーカーであり、半導体用シリコンウエハ、フォトレジスト材料、封止材、レジン、レジスト剥離剤などを供給している。	現地法人や営業拠点を通じて、技術サポート・品質対応・ロジスティクス体制を構築し、台湾の先端半導体製造を支える重要な材料サプライヤーとして機能している。
台灣豪雅光電股份有限公司 （HOYA）	材料	精密光学ガラスと電子材料に強みを持つ総合メーカーで、マスクブランクを中心に、DUVやEUV露光技術向けの先端電子材料を開発・製造している。	苗栗や新竹に拠点を設置し、TSMCやUMCなど大手ファウンドリー向けのマスクブランクを供給している。
臺灣福吉米股份有限公司 （富士フイルム）	材料	半導体向けの電子材料分野に注力しており、フォトレジスト、CMPスラリー、洗浄液、感光性接着剤など多様な材料を提供している。	新竹や台南の科学園区近隣に拠点を設置し、技術サポートや在庫対応など、現地密着型のサービス体制を展開している。
台灣納美仕股份有限公司 （ナミックス）	材料	電子部品向けの導電・絶縁材料の研究・開発・製造・販売を行うエレクトロケミカル材料メーカー。	台湾に販売・生産拠点を構え、現地市場への迅速な対応と製品供給を実現している。

出典：新竹サイエンスパーク管理局ホームページ
（https://web.sipa.gov.tw/jpWeb/viewContent.do?pno=20170414164112）
及び各社ウェブサイトを基に JICA 調査団作成
（各ウェブサイトの URL は APPENDIX に掲載）

上記の企業に加え、製造装置メーカーとしては日立ハイテク、東京精密、ニコン、キヤノン、SCREEN ホールディングス、また材料系メーカーとしては SUMCO、東京応化工業、住友化学、JSR など、多くの日本企業が台湾に拠点を構え、台湾の半導体産業の一翼を担っている。

（3）　台湾の日本法人の現状と課題

世界市場における台湾の存在感が一段と高まる中、台湾へ進出する日本企業は今後も増加していくと見込まれる。しかしながら、台湾には日本とは異なるビジネス環境や特有の課題も存在する。このような背景を踏まえ、JICA 調査団は台湾に進出している日本の半導体関連企業の現地法人を対象に、台湾市場およびビジネス環境で直面している現状や課題についてヒアリングを行った。

1)　台湾の半導体ビジネス環境について

台湾に進出している日本の半導体関連企業は、それぞれの事業戦略に基づき、現地での事業展開を進めている。ある企業では、コモディティ品に分類される半導体材料について、台湾現地の OEM 企業を活用し、同市場向けに製品を供給している。現地法人は、日本国内と同等の品質水準を維持した製品を提供するため、OEM 企業と密接に連携し、品質管理の徹底に努めている。一方、最先端製品の開発・製造には多額の設備投資を要するため、日本国内において製品の開発および製造を行い、完成品を台湾に輸出する体制を採っている。台湾市場におけるニーズの把握や顧客からのフィードバックを踏まえ、事業の円滑な推進を図るため

に、本社と現地法人の開発部門・品質管理部門が密接に連携し、技術力および製品品質の維持・向上に努めている。

別の企業では、日本で製造した半導体材料を台湾へ輸出し、現地の物流企業と連携して各半導体メーカーに供給している。納品時には、現地の技術スタッフが顧客に対して製品の取り扱い方法を説明し、信頼性および安全性の確保に努めている。同社が取り扱う製品は比較的取り扱いが容易であるため、半導体メーカーへの納入後は、納入された材料を使用する半導体製造装置の運用において、装置メーカーの技術者が補充作業などを担当している。このため、同社の業務範囲は納品までにとどまり、納入後の技術サポートは原則として発生していない。同社は、梱包規格の標準化や輸送中の破損防止対策、納品後の厳格な品質管理、さらには問題発生時における本社での再検査体制の整備などを通じて、品質管理と安定的な供給体制の維持に注力している。なお、台湾の半導体メーカーは品質および納期に対して非常に厳しい要求水準を設けており、取引先に対しては 24 時間体制での対応を求める場合もある。そのため、企業には迅速かつ柔軟に対応できる体制の構築が求められている。

2)　台湾の法規制への対応や生活環境について

台湾政府は、半導体産業のさらなる発展を目的として、新たな政策や法制度の整備を積極的に推進している。しかしながら、こうした施策が次々に実施される一方で、現場の対応体制が追いつかず、運用面で混乱が生じるケースも少なくない。特に、海外企業にとっては法制度の変化に慣れておらず、その都度の対応が難しいため、事業運営に大きな影響を及ぼすこともある。例えば、ある日本企業では、法制度の改正に伴い、急遽、直近 3 か月分の業務実績の提出を求められたが、社内での情報整備や資料の取りまとめに時間を要し、台湾政府の迅速な対応要求に応えることが困難であったと述べている。台湾の政策運営は、「まず実行し、その後に必要に応じて修正を加える」という実務的かつ柔軟なアプローチを基本としており、計画を綿密に策定し、段階的に制度を導入・運用する日本のビジネス文化とは対照的である。こうした制度運用の違いにより、現地での対応に苦慮する企業が少なくないのが現状である。

また、海外企業の台湾進出が加速する中で、現地の住環境にも変化が見られるようになっている。例えば、家族帯同で赴任する日本企業の社員は、これまで日本語学校が整備されている台北に居住することが多かった。しかし近年は、家賃が月額 50 万円程度に高騰し、台北に住むことが困難になっている。台北にはインターナショナルスクールが充実し、生活環境も良好なため、米国企業の駐在員を中心に住宅需要が高まっていることが主な要因である。この住宅コストの上昇を背景に、比較的生活コストの低い台中への移住を選択する駐在員が増えている状況にある。

3)　台湾の半導体人材の採用及び育成について

台湾では、TSMC をはじめとする半導体業界で人材不足が顕著であり、特に技術人材の獲得競争が激化している。ある半導体材料メーカーでは、本社で採用した大学卒・大学院卒の人材を、まず日本国内で教育・研修したうえで、台湾法人へ配属する体制を整えている。しかしながら、これらの技術者は専門知識を有しているものの、台湾市場での実務経験が不足しており、即戦力としての活用には時間を要する。そのため、現地法人では豊富な現場経験を持つ台湾人材の採用を積極的に進めている。このような現地人材が中心となり、日本で育

成された技術者を現場に適用した人材の育成を進めることで、台湾における人材育成と事業運営を円滑に進めている。

また、別の企業でも、台湾の半導体産業に精通した現地の技術人材が中心となって顧客対応を行っている。台湾での業務には一定の専門性と対外的な対応力が求められるため、事業推進には経験豊富な現地人材が不可欠な状況にある。しかしながら、台湾の半導体産業における人材の流動性が高いことに加え、大手現地企業と比較して給与水準に限界があるため、半導体業界の経験者の採用および定着は容易ではない。そのため、同社では福利厚生の充実や日本での研修制度など非金銭的な魅力を高める施策を強化し、従業員のモチベーション向上と定着率の改善に努めている。

6.4. 台湾の半導体産業の調査を踏まえて

台湾の半導体産業は、政府の強力な支援のもと、企業と学術機関の緊密な連携によって、世界トップクラスの水準にまで発展している。特に、新竹サイエンスパークにおけるワンストップサービスの提供、補助金による支援、企業と学術機関のマッチング支援といった取り組みは、日本のみならず、半導体産業の振興を目指す国々にとっても有用なモデルとなっている。新竹サイエンスパークは、海外のさまざまな機関と連携協定を締結しており、こうした国際的な連携の推進も今後、日本各地で展開されるべき重要な施策の一つといえる。また、人材育成および教育面においても、台湾政府と大学は市場ニーズに迅速かつ的確に対応しており、半導体技術者の育成に向けて、海外からのインターンシップ受け入れや共同研究の推進など、産学連携を多様な形で実践している。

台湾政府は、半導体産業の国際競争力を一層強化するため、優秀な外国人材の受け入れ体制の整備に積極的に取り組んでいる。前述の通り、台湾では専門的かつ高技能を持つ外国人に対して、優遇措置を講じる「ゴールドカード」制度を導入している。この制度により、就労ビザの発給条件が大幅に緩和され、手続きの簡素化や滞在期間の延長が可能となることで、海外からの人材獲得が促進されている。これらの施策は、半導体産業における高度な技術力の維持・向上に寄与し、国際市場での競争優位性を確保するうえで重要な役割を果たしている。台湾政府は、こうした外国人材の受け入れ環境の充実を通じて、グローバルな人材交流と技術革新を推進し、半導体産業の持続的な発展を支えている。

日本においても、半導体産業を担う人材の不足は深刻化しており、経済産業省の調査「半導体・デジタル産業戦略」では、2030 年までに半導体関連で 4 万人以上の人材が必要とされる見通しが示されている [397]。このような状況を踏まえると、台湾のように政府が主導し、海外からの人材受け入れ体制を整備すること、さらに官民が一体となって人材育成・確保に取り組む体制の構築が急務である。国内では既に一部の自治体が留学生支援や外国人技術者の定住促進といった独自の取り組みを開始しており [398]、先行的な動きも見られる。しかし、これらを全国的なスケールで拡充・体系化することで、日本の半導体産業の持続的発展に大きく寄与するものと考えられる。

[397] 経済産業省「半導体・デジタル産業戦略」2023.6, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semiconductors_and_digital.pdf
[398] 北九州市国家戦略特区, https://www.tokku-kitakyushu.jp/

今回の JICA 調査団による台湾現地調査を通じて、同国における政策決定と実行のスピード感、そして政府・企業・大学・研究機関が密接に連携する産官学研体制が、台湾の半導体産業の国際的競争力を支える基盤となっていることが明らかになった。今後は台湾のみならず、急速に半導体産業が進展していくインドなど、新興国市場にも日本の半導体関連企業の進出の機会は増えてくると思われる。日本企業がこれらの地域へ円滑に進出できるよう、制度面・インフラ面での整備を進め、国際競争力のあるビジネス環境を整えていくことが必要である。

7. 日本の半導体産業の現状と課題

7.1. 本章の目的と構成

本章では、日本における半導体産業の現状を多角的に把握し、日本の半導体産業の強みと弱み、ならびに国内の人材・制度・インフラ等に関わる課題を明らかにし、特に人材育成に着目し、日本国内の状況に関する調査結果を報告する。

また、日本とインドとの連携の必要性について考察し、特に外国人活用（インド人）に向けた可能性と日本とインドの補完関係に着目し、日本にとっての裨益は何か、人的・制度的な連携の可能性を提示し、次章 8 章の 4 つの仮説を検証する基礎となる情報の調査結果について記述する。

そのために、まず日本国内における半導体産業の再興の動向を明らかにし、現在の日本が直面する課題の多くが、根本原因として人材不足に起因すること、すなわち設計・研究開発人材および技能人材の不足といった構造的な課題を概観する。

また、九州地方や岩手県などにおける人材育成に関する先進的な取り組みを紹介しつつ、産官学の各機関の状況や方針など各地域の施策の目的や課題を明らかにし、日本型の産官学連携モデルがインドに対して国際展開可能かどうかを考察する。

最後に、本報告書の第 8 章における政策提言への接続を図る。

7.2. 日本半導体産業の再興に向けた動向

日本の半導体産業の歴史的経緯

半導体産業は、情報通信、モビリティ、エネルギー、医療、金融、防衛等、あらゆる先端産業の基盤を支える戦略的中核産業であり、日本経済において極めて重要な位置を占めている。経済安全保障の観点からも、半導体の安定供給は国家戦略上の最重要課題の一つに位置づけられている。

1980 年代に DRAM で世界を席巻していた日本の半導体業界は、2000 年以降、世界市場での存在感を失っている。近年では、売上高で世界のトップ 10 に入る日本の半導体メーカーはなく、2023 年の半導体売上ランキングにおいて最上位の日本企業の順位は 16 位にとどまっている [399]（EETimes Japan：市場調査会社の Omdia は 2024 年 3 月 27 日、2023 年の世界半導体企業売上高ランキングを発表）。

下図 7-1.に示すように、世界の半導体市場での日本企業のシェアの低下 [400]は明らかである。この原因としては、これまでの章でも触れたが、将来の半導体市場の拡大や半導体製品の重要性を考慮すると、日本企業は世界での存在感を示し半導体産業を再興させる戦略をオールジャパンで策定しているところである。

[399] https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2404/16/news071.html
[400] https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/ab1/20241028/sankou3.pdf

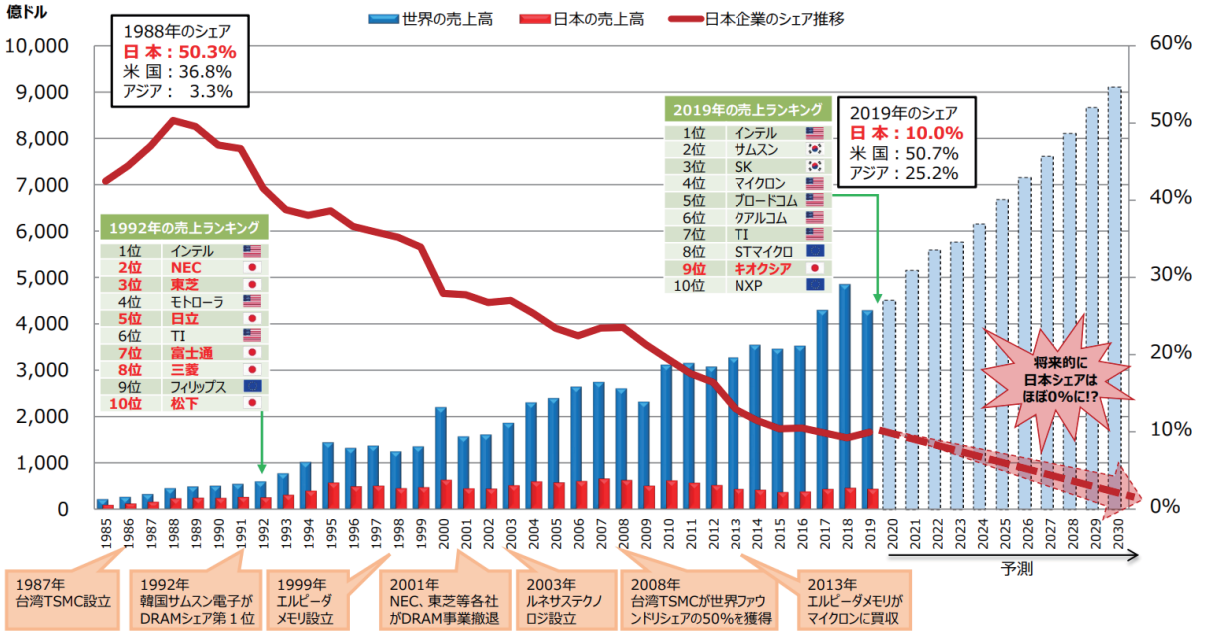


図 7-1. 日本の半導体世界的シェアの低下

出典：経済産業省　半導体政策について：商務情報政策局 情報産業課(2025 年 7 月)より

一方で、日本は半導体製造装置および材料分野で強固なポジションを築いている。これらの分野は、半導体産業の発展に欠かせない技術であり、日本が世界で貢献できる分野である。

また、日本には古くから形成された半導体のサプライチェーンが存在し、工場建設、インフラ整備、半導体製造装置や材料のサプライヤー等、複雑なサプライチェーン内で各企業が高度な技術を有している。このサプライチェーンは、ひとつのサプライヤーが欠けるだけで全体に大きな影響を与えるため、各企業には安定した技術と品質が求められる。この複雑なサプライチェーンの中で、前工程、後工程、テスト工程等、日本の半導体製造技術が確立されてきた。また、販売代理店や物流企業による精緻なデリバリー対応も強みとなっており、これらすべての要素が日本の半導体産業の競争力を支えてきた大きな要因である。

しかし、日本の半導体チップの製品リリースおよび供給力は減少の一途をたどっている。その一因として、半導体メーカーの事業戦略にも問題はあったが、国内の半導体設計者の減少も関係している。

2000 年以前は、日本では ASIC（特定用途向け半導体集積回路）の開発が盛んであり、NEC、富士通、日立製作所、東芝といった大手半導体メーカーではデザインセンターにおいてハードウェア設計（半導体回路設計）が活発に行われ、図 7-1.に示すように 1980 年代後半から 1990 年代中頃までは、世界の半導体市場を日本企業が席巻していた。

携帯電話やデジタルカメラ、医療機器等多くの製品に ASIC が使用されており、メモリー製品と並ぶ半導体メーカーの収益源であった。当時は大学卒業後、各半導体メーカーでハードウェア設計者になる人材も豊富であり、HDL 言語（下記半導体専門用語は脚注）による製品開発が活発に行われていた。

2000年代に入ると、プロセス技術の微細化に伴い半導体工場への投資額が増大し、ASIC開発の初期開発費は高騰していった。[401]その高騰の理由としては、半導体プロセス技術の微細化および複雑化に伴い、先端ファブの建設費および製造装置コストは急激に増加し、微細パターンを転写するEUVマスク等の製作費も高騰し、これがファウンドリー利用料の上昇を招いた。加えて、一つのチップに搭載できる機能が増大することにより、物理検証を含む設計・検証工程の複雑化と工数増加により、ASIC開発における初期開発費は著しく高騰した。

そのため、機器メーカーは十分なボリュームが見込める案件でなければASICの開発費を回収できなくなり、設計開発が柔軟に行えるFPGA（Field Programmable Gate Array）や分野毎に標準化されたマイコン内蔵システムLSIへと置き換えられていった。

そのため、2010年代にはASIC開発の案件数は徐々に少なくなり、これに伴い、RTLや物理設計に携わるハードウェア設計者の需要も相対的に減少し、多くのハードウェア技術者がソフトウェア開発の領域へと転向する構造的変化が生じた。その結果、ハードウェア設計者の多くはソフトウェア設計者となり、ハードウェア設計者の数が減少することとなった。

ところが、2020年代になると、世界のIT化の進展やスマートフォンの高度化、5G高速通信の普及、車の自動運転やAIデータセンターの需要の急増などの影響もあり、システム機能全体を一つのチップに詰め込み、高機能・高速・低消費電力が求められる用途でシステムLSIのニーズが急増することとなった。システムLSIの設計において、高機能化により回路設計、システム設計、集積回路レイアウト設計などハードウェア設計者の工数は指数関数的に増大し、また、集積回路設計のためのソフトウェア開発量が増大し、一つのシステムLSI設計に必要なハード、ソフト設計者のニーズは大幅に増大していると言われている。

さらに半導体市場の需要として、システムLSIの世界市場は急増し、2022年に157億米ドルに達し（2023～2030年の予測期間中においてCAGR 8.3%で成長）、2030年には345億米ドルに達すると予測されている[402]。この予測によれば、市場が倍増しているので、設計者もその分増加しなければならない。すなわち、需要の急増に対応するために、製品開発・設計者を増やすことができるのかという大きな課題が浮上した。

[401] ASIC（Application Specific Integrated Circuit）は、特定用途向けに最適化された集積回路であり、高性能かつ低消費電力を実現できる一方で、設計コストや製造期間が長く、量産を前提とした用途に適している。これに対し、FPGA（Field Programmable Gate Array）は、ユーザーが現場で回路構成を再構成可能な論理デバイスであり、試作や少量生産、柔軟な仕様変更への対応に有用である。RTL（Register Transfer Level）は、デジタル回路の動作をレジスタ間のデータ転送という抽象レベルで記述する設計手法であり、ハードウェア記述言語（HDL）によるASICおよびFPGA設計における標準的な記述形式である。LSI（Large Scale Integration）は、一定数以上のトランジスターを集積した半導体デバイスを指す総称であり、ASICやFPGAはその一形態と位置付けられる。これらの技術概念は、半導体設計および電子システム開発における中核を成すものである。

[402] https://www.gii.co.jp/report/dmin1316220-global-application-specific-integrated-circuit.html

7.3. 将来の日印半導体市場の拡大

半導体市場に関して言及すると、2023 年の日本の半導体市場は、前年比+3.8%、金額では約 6 兆 5,637 億円で、2025 年は同+8.3%の成長率となり、市場規模は約 7 兆 7,240 億円に達すると予測されている [403]（一般社団法人 WSTS 日本協議会）。

また、図 7-2 と図 7-3 に示すように、日本とインドを比較すると、2024 年時点ですでにインドの市場は日本を超え、将来のインドの半導体市場規模は日本より大きく、インドの存在感が大きくなり貿易相手国として日本にとっても重要な国になることがわかる。

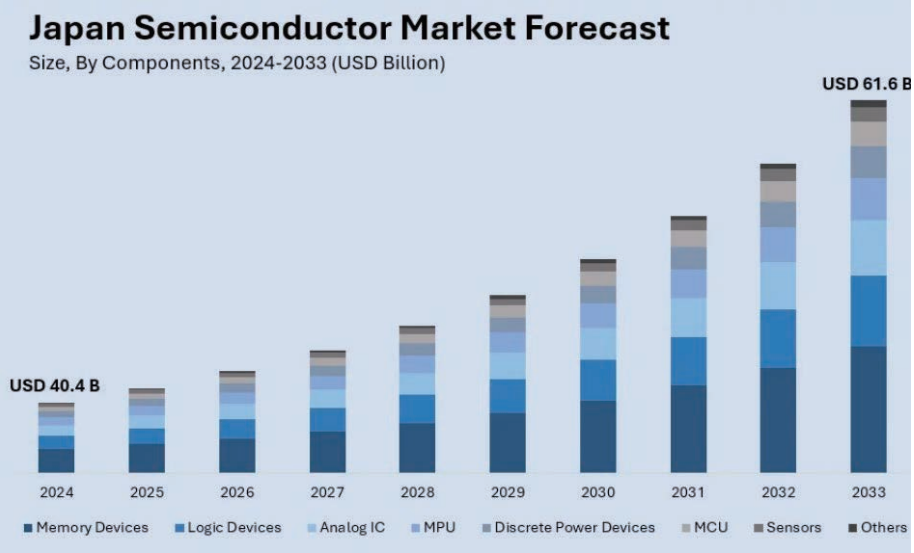


図 7-2. 日本の半導体市場規模と予測
出典：MARC Group [404]

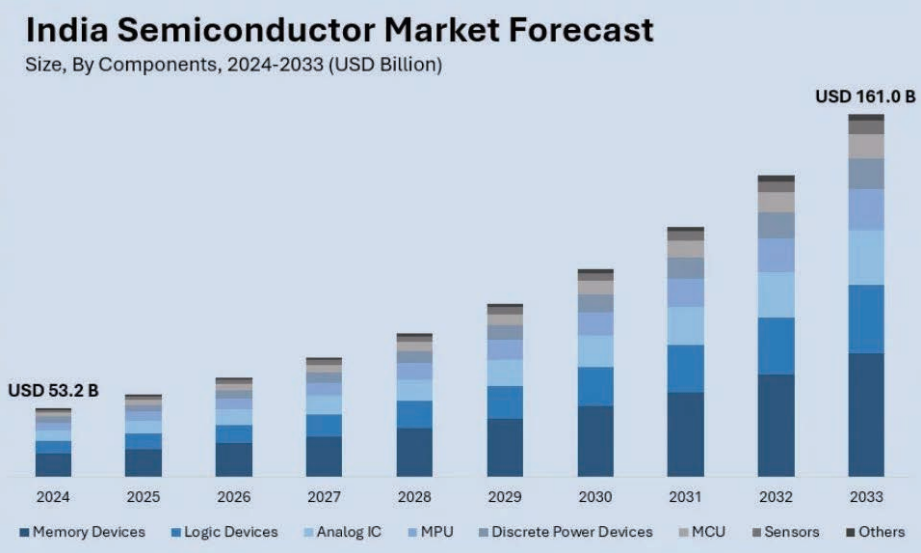


図 7-3. インドの半導体市場規模と予測
出典：MARC Group [405]

[403] https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/wsts/docs/20241203WSTS.pdf
[404] https://www.imarcgroup.com/india-semiconductor-market?utm_source=chatgpt.com
[405] https://www.imarcgroup.com/japan-semiconductor-market?utm_source=chatgpt.com

日本の半導体製造装置、材料は依然として世界シェアは大きい

一方、半導体製造装置・材料においては、日本は依然として世界的競争力を維持しており、下図 7-4 に示すように半導体製造装置分野で日本は、世界シェアの約 31%、材料分野で 48%以上を占めている [406]（経済産業省商務情報政策局半導体・デジタル産業戦略 page22)。

したがって、この分野は日本が世界をリードしており、他国に対しても大きな影響力を行使し、貢献できる分野である。つまり、インドで半導体産業を構築するためには、日本の半導体製造装置メーカーの協力が不可欠となる。

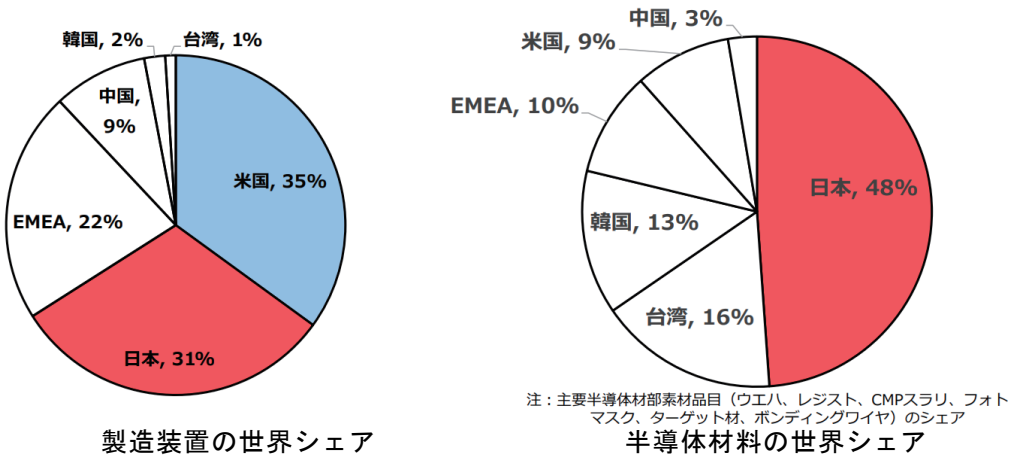


図 7-4. 半導体製造装置 各国シェアおよび主要半導体部素材 各国シェア
出典：経済産業省

7.4. 国内の半導体業界の人材不足

以上により、将来の半導体市場予測から、需要に応える半導体の設計開発人員が足りるのか、また半導体を製造する工場の人材が十分であるのかが論点となる。

一方で、日本国内の半導体製造業の就業者数推移は、図 7-5 に示すように 1998 年に約 15 万人以上であったが、2015 年には約 6 万人と半分以下となりその後横ばいとなっている [407]。この数字には半導体設計者以外の半導体製造現場などの人数も含まれているが、設計者の総数も同様の比率で減少しており、上述したように半導体市場の急拡大に伴う設計工数の増加を考えると、半導体製品の設計需要と需要に応える設計者の数とのミスマッチが発生しているものと推察される。

経済産業省も人材不足に対処するために、「半導体・デジタル産業戦略の現状と今後：令和 7 年 5 月 30 日」 [408]として各種施策を打ち出した。特に、技術研究組合最先端半導体技術センター(LSTC)は、「LSTC 人財育成 Working Group」（同資料から）を立ち上げ、オールジャパンで取り組む半導体人材育成の旗振り役となり、「大学・地域・産業連携 WG」、「設計人財 WG」、「新事業創出 WG」、「未来共創人財ＷＧ」の４つのワーキンググループを組成した。そこでは、現状と将来の双方の観点から、どのような人材が必要となるかを検討する。その上で当該人

[406] https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003-1.pdf
[407] https://www.semiconjapan.org/jp/news-press/blogs/semiconjapan2024-perspectives-on-the-future-5
[408] https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0013/handeji13-3.pdf

材の育成・確保に取り組む。また、半導体業界に今後必要な人数を把握し、現状とのギャップを埋めるための具体的な施策の検討や、アカデミアでの活用も想定した標準スキルマップの整理など、短期・中期・長期の時間軸を意識した取組を検討・実施することになっている。

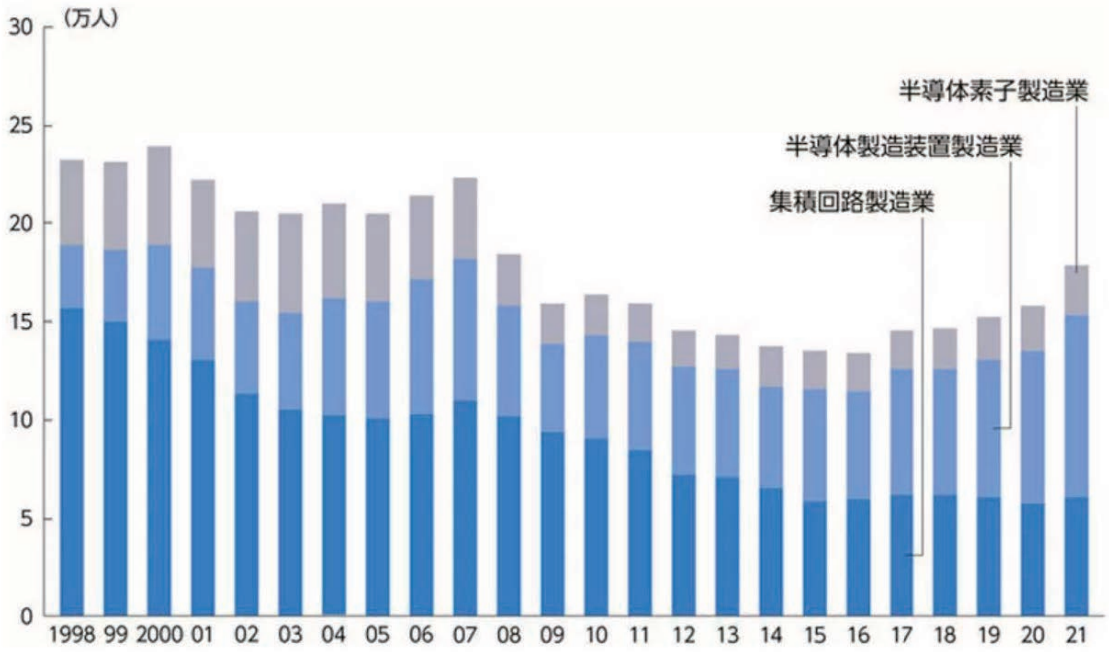


図 7-5. 国内の半導体関連産業の就業人員数の推移
出典：SEMICON Japan 及び NIRA 総合研究開発機構

7.5. 半導体産業の地域経済への影響

一方、国内に目を向けると、九州（熊本、長崎、福岡）、東北（岩手、宮城）、関東（茨城・神奈川）、中部（三重）などに半導体関連産業の集積が見られ、各地域の雇用・投資・技術育成の牽引役を果たしている。特に 2021 年以降、政府の誘致施策を受けて TSMC（熊本工場：熊本県）、ラピダス（千歳工場：北海道）、キオクシア岩手（北上工場第 2 製造棟：岩手県）、ソニーセミコンダクタ（熊本第 2 工場：熊本県）等の国内外企業による大型投資が相次ぎ、波及的に装置メーカー、材料企業、教育・研究機関との連携強化が進んでいる。

このような地域集積は、地方創生という観点からも重要であり、国の「半導体・デジタル産業戦略（2021）」や「経済安全保障推進法（2022）」とも整合的に位置づけられている。

このように、日本の各地で大型投資が始まる中で、それを支える人材が必要になる。そこで、半導体産業を支え、その将来を担う人材の育成・確保に向けては、産業界、教育機関、行政の個々の取組に加えて、産官学が連携した地域単位の取組（地域コンソーシアム）が 6 地域 [409]で進んでいる他、個別の地域毎の産官学連携の動きも進んでいる。

各地域 オールジャパンでこれら産官学の連携促進を進めるため、LSTC が旗振り役となり、次世代半導体の設計・製造基盤の確立を図るべく、LSTC を中心として、半導体の設計・製造を担うプロフェッショナル・グローバル人材の育成を目指している。

[409] https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0013/handeji13-3.pdf

7.6. 経済安全保障・サプライチェーン強靭化・半導体国際協力

日本の国外に目を向けると、米中対立、COVID-19 パンデミック、ウクライナ戦争等を契機に、半導体サプライチェーンの地政学的リスクが顕在化し、日本政府は半導体を「経済安全保障物資」と位置づけ、先端ロジック・メモリー製品の国内製造拠点の確保、EDA（電子設計自動化）、人材育成、設計開発・研究支援への公的支援を強化している。

経済産業省の「半導体・デジタル産業戦略」や、補助金・研究支援（例：ラピダス・TSMC 補助、LSTC 研究支援）は、日本の半導体産業の再興や日本経済の強靭化を狙い、国内半導体産業を単なる製造産業から、国家戦略の一翼を担う「高度技術基盤インフラ」として再定義している。

以上のように、日本経済における半導体産業は、①高度な産業波及力を持つ成長牽引産業、②地域経済と雇用を支える集積促進型産業、③経済安全保障を支える戦略物資産業という三重の構造を有している。今後の持続的成長に向けては、設計・製造・材料の強化のみならず、人的資本・教育・国際連携の側面からも全方位的な産業育成政策が進行中である。

つまり、半導体産業を育成するには、日本国内だけでは困難なため、世界各国の友好国との連携が必要になる。

また、日本は米国主導の「Chip4」[410] に参加しているほか 、インドを含む 14 か国で組織される「IPEF 」[411] 等の枠組みに関与しており、技術輸出規制や外資規制などの国際的なルール形成にも連携して取り組む必要がある。「日印産業共創イニシアチブ」 によれば、日印経済関係を次のステージへというスローガンのもと、半導体サプライチェーンの協力も盛り込まれており、協力体制の強化のために日印産業協力機関の設置などが提唱されている。

以下に、各国との協力関係の概要を示す（出典：同経済産業省資料より）。

1) **米国**：

2022 年 5 月、「半導体協力基本原則」が策定され、日米間においてオープンな市場・透明性・自由貿易を基本とした半導体サプライチェーン協力の枠組みが構築された。特に、半導体不足への対応や研究開発強化の分野での協力が重視されている。

2) EU：

2023 年 7 月、日 EU 間で「半導体に関する協力覚書」が締結され、サプライチェーン強靭化、先端半導体研究、人材育成、製造基盤強化等の分野において協力を推進する方針が確認された。また、半導体に関する政策対話の仕組みとして、合同作業部会が設置された。

---

[410] Chip4（または Fab4）とは、米国、日本、韓国、台湾の 4 カ国による半導体サプライチェーンの強靭化を目的とした戦略的協力枠組みである。2023 年 2 月には初の高官級会合が開催され、各国間で供給網の強化に関する意見交換が行われたものの、以降の定期的な協議や具体的な共同政策の策定には至っていない。現在においては、いまだ構想段階にとどまっている。

[411] IPEF（インド太平洋経済枠組み）は、米国主導で 14 か国が参加する経済連携枠組みであり、サプライチェーン強化、クリーン経済、公正経済の 3 分野では 2024 年に協定が署名・発効された。特に半導体など重要物資の供給網協力が進んでおり、危機対応ネットワークや実務会合も開催されている。しかし、現時点においては、貿易分野（第 1 柱）は米国の方針変更により交渉が停滞している。

3) **英国**：

2023 年 5 月、「広島アコード」及び「半導体パートナーシップ」により、日英間で共同研究開発やサプライチェーン強化、先端パッケージングなどの分野での協力が開始された。実務者会合やパートナーシップ会合の開催も継続的に行われている。

4) **オランダ**：

2023 年 6 月、半導体分野に関する協力覚書が署名され、ラピダス社の研究開発プロジェクトの意義が評価された。LSTC とオランダの研究機関等との連携を通じて、設計・研究・教育の国際協力を推進する方向性が確認された。

5) **インド**:

2023 年 7 月、日印間で「半導体サプライチェーンパートナーシップ」が開始され、(1) 産業間の相互補完性の強化、(2) 人材育成の推進、(3) 相互投資とスタートアップ支援、(4) 研究開発協力の推進が盛り込まれた。また、日印間で協力に関する合同会合も開催されている（2024 年 5 月）。

特にインドとの協力関係については、日印政府間レベルで協議が行われており、民間企業においても、インドを戦略的に活用しようとする議論や動きが進みつつある。

7.7. 日本国内の半導体産業概要と地域連携

一方、日本の国内の状況に目を転じると、日本における半導体人材の確保および育成においては、国による包括的な施策に加えて、各地域の実情や産業構造への対応が不可欠である。

特に、地方自治体が主導する教育、研修モデルや、地域の大学や企業との連携体制は、実効性の高い人材育成を支える上で重要な要素となっている。しかしながら、このような取り組みやその内容には地域ごとに差が見られるのが実情である。

本節では、日本の半導体産業における産官学連携の動向に焦点を当てつつ、人材育成に関する取り組みについて整理する。現在、半導体の開発や製造を担う人材が不足するなかで、国による支援策に加え、自治体、大学、企業が連携して進める取り組みの重要性が高まっている。

特に注目されるのは、TSMC の進出をきっかけに、半導体エコシステムの再構築が進んでいる九州地方である。福岡県や熊本県を中心に、半導体関連企業の集積が進むとともに、大学などの教育機関との連携も活発化しており、地域全体で人材育成の基盤強化が図られている。

また、東北地方でも半導体産業の振興と活性化が進められており、特に岩手県では、国の支援も受けつつ、県独自の仕組みによる教育や研修体制の整備が進められており、自治体が主導する先進的な取り組みが行われている（詳細後述）。

7.7.1. 各地域における半導体企業と研究機関との連携

日本の半導体チップの生産量は、世界全体の 10%未満にとどまっているものの、半導体製造装置および材料分野においては、依然として高い国際競争力を維持している。前述通り、日本は世界の半導体製造装置市場で約 30%、半導体材料市場では約 50%のシェアを占めており [412]、グローバルな半導体サプライチェーンにおける主要な供給国としての地位を確立している。この強みを背景に、日本政府は半導体産業の再興に向けた政策支援を強化している。

経済産業省が主導する「半導体・デジタル産業戦略」に基づき、ロジック IC、メモリー、パワーIC などの先端・次世代半導体の国内製造拠点整備に対して、多額の補助金が交付されている。たとえば、熊本県に建設された JASM の第一工場には 4,760 億円の支援が行われ、さらに第二工場には最大 7,320 億円の支援が決定している [413]。また、ラピダスに対しては、最大 9,200 億円の支援に加え、追加で最大 8,025 億円の支援が新たに決定している [414]。

また、各地域における人材育成や研究開発体制の強化も着実に進んでいる。特に九州および東北地方では、地元大学と企業が連携した産学協働が活発化しており、九州大学、熊本大学や東北大学を中心とした先端半導体の教育・研究拠点の形成が行われている。これらの取り組みにより、地域経済の活性化とともに、持続的な半導体人材の供給体制が構築されつつある。さらに、その他の地域でも、半導体工場を核に関連企業や研究機関が連携し、半導体エコシステムの形成が進展している。これらの地域でも、工学系大学を中心に半導体関連の研究開発を担い、地域全体の技術力および競争力の向上に貢献している。

このように、日本は半導体製造装置や材料分野での国際競争力を背景に、政府による戦略的支援と地域レベルの産学連携を通じて、半導体産業の再構築が着実に進められている。

---

412 経済産業省 令和 5 年 6 月「半導体・デジタル産業戦略」22 ページ,
https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003-1.pdf

413 日本経済新聞 2024.4.6, https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA04DJJ0U4A400C2000000/

414 日本経済新聞 2025.3.31,
https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA310YK0R30C25A3000000/#:~:text=%E7%B5%8C%E6%B8%88%E7%94%A3%E6%A5%AD%E7%9C%81%E3%81%AF31,%E5%86%86%E3%81%AB%E3%81%A8%E3%81%A9%E3%81%BE%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%82%8B%E3%80%82

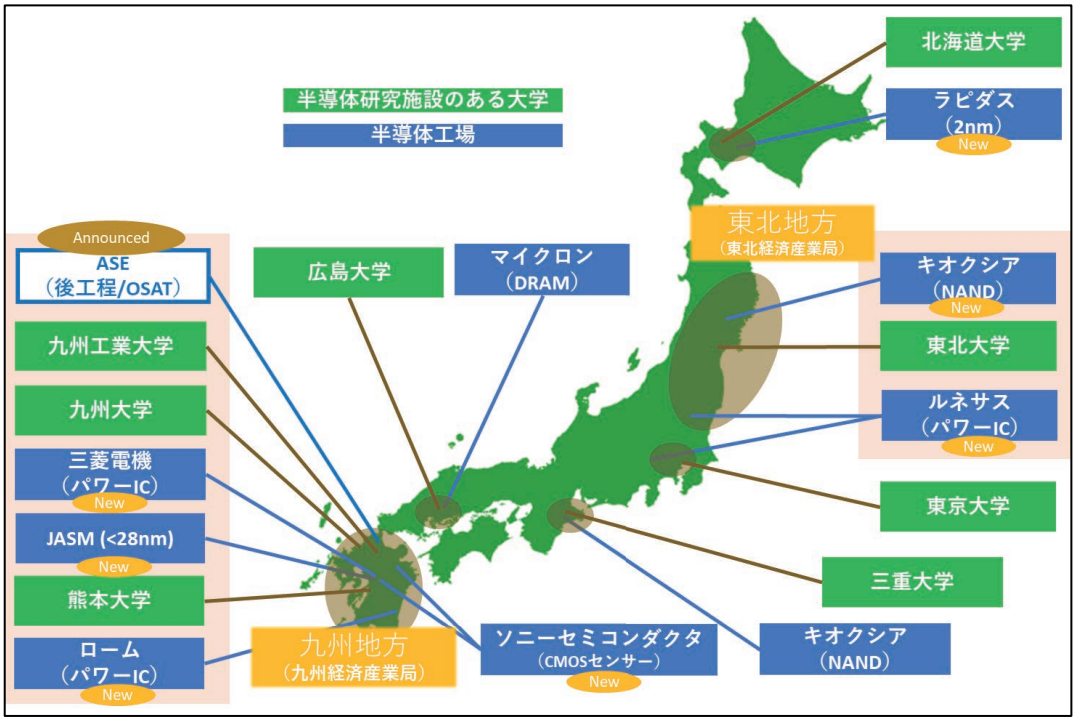


図 7-6. 各地域における主な半導体企業と研究機関
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

7.7.2. 半導体産業人材育成コンソーシアム

経済産業省が主導する「半導体産業人材育成コンソーシアム」を通じて、大学や高等専門学校と産業界との連携が強化されている。大学では、プロジェクトベースラーニング（PBL）を取り入れた教育プログラムの導入が進み、企業側では半導体メーカーや装置メーカーによる OJT や社内教育、海外派遣研修などが実施されている。このようなコンソーシアムが設立された背景には、熊本の JASM の建設をはじめとする国内半導体産業の活況がある。将来的な産業振興を担う人材育成とその課題解決を目的に、全国各地で産官学コンソーシアムが立ち上がっており、経済産業省の地方機関である経済産業局を中心に、2022 年以降、全国で 6 つの産官学コンソーシアムが相次いで発足している [415]。

文部科学省の「半導体人材の育成に向けた取組について」[416]によれば、半導体関連産業人材育成のコンソーシアムは、2023 年 6 月までに全国 6 地域で産官学連携による取り組みが開始されている。なかでも、最も早く活発な活動を展開しているのが九州である。地域コンソーシアムである「九州半導体人材育成等コンソーシアム」には、2024 年 10 月時点で 134 の産官学機関が参画している。さらに、福岡、佐賀、大分、長崎、熊本、宮崎の各県および北九州市においても、それぞれ独自の推進団体が設立され、地域レベルでの人材育成体制の整備が進められている。

主なコンソーシアムについて、特に九州と東北を取り上げて、その内容を以下に記載する。

[415] 電子デバイス産業新聞 2024.12.6, https://www.sangyo-times.jp/article.aspx?ID=13618
[416] 文部科学省資料 2024.6.3, https://www.mext.go.jp/content/20240627-mx_kankyou-000036752_4.pdf

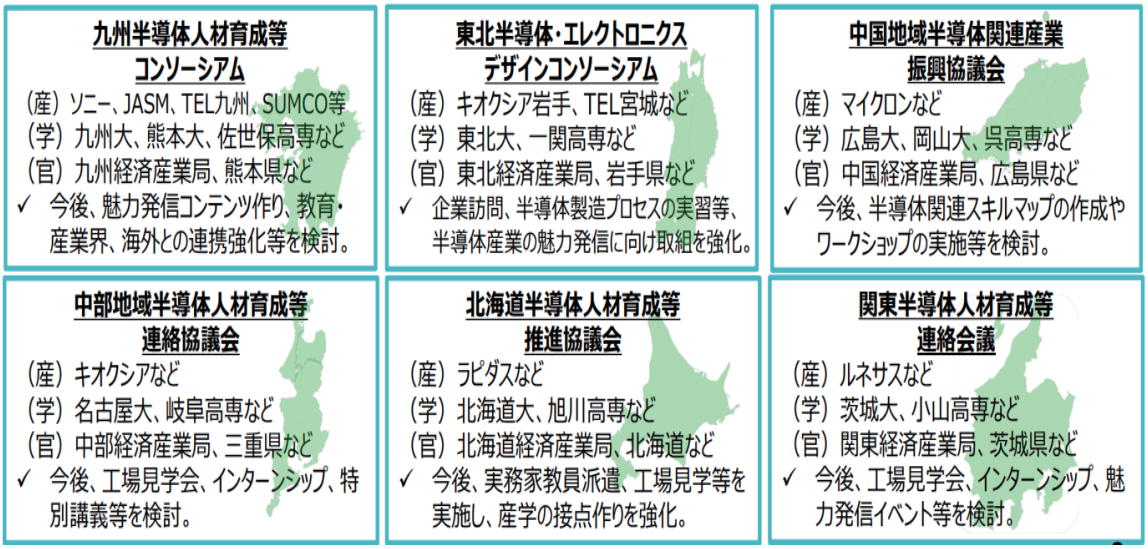


図 7-7. 各地域コンソーシアムの状況
出典：文部科学省資料：半導体人材の育成に向けた取組について
(https://www.mext.go.jp/content/20240627-mx_kankyou-000036752_4.pdf)

（1） 九州半導体人材育成等コンソーシアム

九州経済産業局は、産業界、教育機関、行政の連携を通じて、半導体人材の育成やサプライチェーンの強化を図り、九州における半導体産業基盤の強化を目的として、2022 年 3 月 29 日に「九州半導体人材育成等コンソーシアム」を設立した [417]。この取り組みは、「新生・シリコンアイランド九州」の実現を目指すものであり、地域主導による産業振興を九州から推進することを目標としている。

（2） 東北半導体・エレクトロニクスデザインコンソーシアム（T-Seeds）

東北地方においては、これまで行政主導で進められてきた半導体分野の地域連携が、民間主体へと移行しつつある。東北地方のコンソーシアムである「東北半導体・エレクトロニクスデザイン研究会」は、2024 年度より、民間主導の新たな枠組みとして「東北半導体・エレクトロニクスデザインコンソーシアム（T-Seeds）」として再スタートを切った [418]。この移行は、トライアル的に行政主体で進められてきた産官学連携の取り組みを、より機動的かつ持続可能な形に再構築することを目的としており、民間企業の主体的な関与を促すことで、実効性とスピード感を高める狙いがある。

T-Seeds は、半導体・エレクトロニクス分野における人材育成、技術開発、設計力の強化を中核とし、地域の大学や研究機関、企業との連携を通じて、東北における新たな産業エコシステムの構築を目指している。2024 年 8 月時点で 129 機関が参画しており、産業界・学術界・自治体が一体となって地域の競争力向上を図る基盤として、活動している。

[417] 九州経済産業局 2022.3.29, https://www.kyushu.meti.go.jp/press/2203/220329_1.html
[418] 東北半導体・エレクトロニクスデザインコンソーシアム https://t-seeds.jp/

このように、日本各地で産官学が連携し、半導体産業の振興に向けた取り組みが着実に進められている。次節では、1980 年代から半導体産業の中心地として発展してきた九州地方および東北地方に焦点を当て、それぞれの歴史的な背景と現在の取り組みについて整理する。

7.7.3. 九州地方の半導体産業振興

（1） 九州地方の半導体産業の概要

九州地方は、半導体製造に不可欠な良質かつ豊富な水資源に恵まれており、広大な工業用地の確保も比較的容易である。さらに、地域内には高等専門学校や大学が多数存在し、半導体関連分野における人材育成が進んでいることから、安定的な労働力の確保が可能となっている。加えて、福岡空港、熊本空港、長崎空港をはじめとする各県の空港整備により、製品や部材の航空輸送においても高い優位性を有している。

このような地理的、環境的、インフラ的条件の良さを背景に、1960 年代後半以降、日立製作所、三菱電機、ソニーなどの大手電機メーカーが九州各地に半導体工場を次々と進出させた。その結果、九州は「シリコンアイランド」と称されるまでに成長し、我が国の半導体産業の中核的地域としての地位を確立した。現在でも、熊本、大分、長崎、宮崎といった地域を中心に、技術と人材の集積が進んでおり、日本国内における先端半導体の製造・開発拠点として重要な役割を担っている。

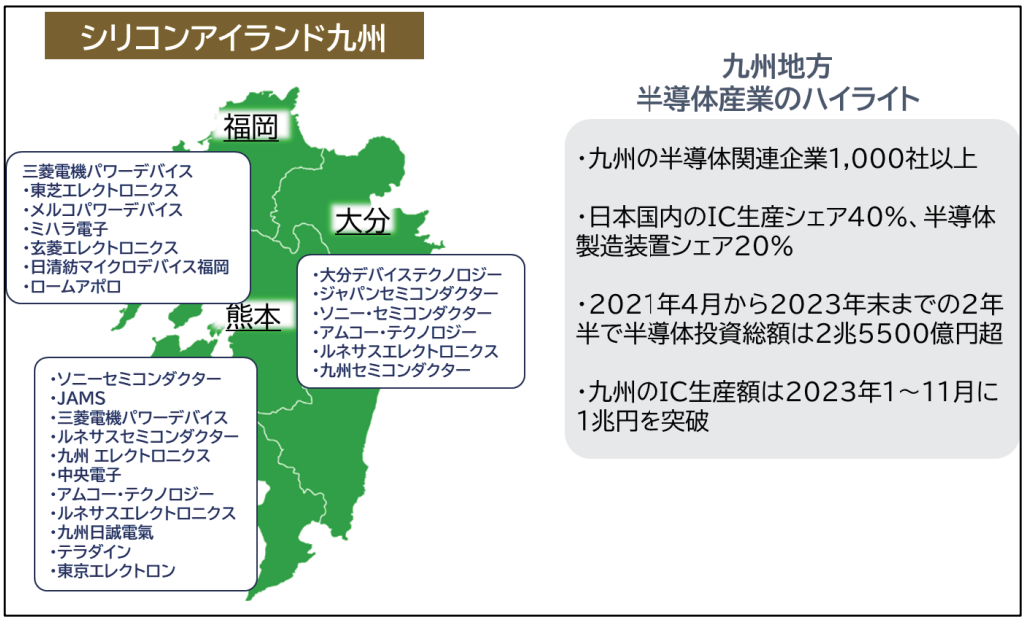


図 7-8. 九州地方の半導体産業の概要
出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

シリコンシーベルト構想

シリコンシーベルト構想とは、2001 年頃に福岡県が主導して立ち上げられた産官学連携プロジェクトである。製造工程に偏重し“頭脳なきシリコンアイランド”とも揶揄された従来の半導体産業構造を克服すべく、福岡をアジアにおけるシステム LSI の設計・開発の中核拠点と位置づけることにより、台湾や韓国などとの広域的なサプライチェーンの構築を視野に入れ

た「アジア半導体ベルト」の形成を目指すものである[419]。2004 年には「福岡システム LSI 総合開発センター」が設置され[420]、これを中核拠点として、設計開発・人材育成・ベンチャー支援・研究開発・交流促進などを体系的に展開することで、地域内の関連企業数を増加させ、国内外との産業連携の強化を図っている。

その後、国際競争の激化や半導体需要の高まりを受け、従来の構想を進化させた「シリコンシーベルト構想 2.0」が策定された[421]。これは、設計力をさらに強化し、人材育成、企業間連携、国際産業交流の三本柱で地域の半導体エコシステムを高度化する戦略である。福岡超集積半導体ソリューションセンターの整備などを通じて、設計から試作・評価・事業化までの一気通貫支援体制を構築し、国内外のサプライチェーンと連携しながら、高付加価値の創出と地域産業の持続的成長を目指している。

（2） 九州地方の半導体コンソーシアム

1) 九州半導体・デジタルイノベーション協議会（SIIQ）

九州半導体・デジタルイノベーション協議会（SIIQ）は、2002 年 5 月に「九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会」として設立した。会員数は 2025 年 6 月時点で 366 社である。当初は、経済産業省が推進する産業クラスター計画に基づき、その中核機関として任意団体としての活動を開始し、その後、2023 年 6 月に一般社団法人として新たに設立した。SIIQ の設立は、九州地方における半導体・エレクトロニクス関連産業の振興を目的とするものであり、具体的には、ビジネス創出活動、産学連携による新事業創出、相互啓発および人材育成といった取り組みを推進している。また、2022 年 3 月には、SIIQ が構成機関の一つとして参画する「九州半導体人材育成等コンソーシアム」が設立されており、本協議会は、半導体人材の育成・確保、サプライチェーンの強靭化、さらには海外との産業交流の促進を目的として活動している。

2) 福岡県半導体・デジタル産業振興会議

同会議は、これまで福岡県が培ってきたものづくり産業の技術的ポテンシャルを最大限に活用し、半導体（特にグリーンデバイス）およびデジタル産業（ロボット、IoT、デジタル化システム、宇宙ビジネス）に関連する新技術の開発と新産業の創出を目指している。産官学が連携する推進組織として、地域における産業振興の中核的な役割を担っている。

また、地元企業のサプライチェーン強化や新技術支援に向けて、県内外企業とのマッチング支援、技術高度化支援、開発資金の補助などを通じて、地場企業による新製品開発や販路拡大を後押ししている。さらに、国内外の大型展示会への出展支援を行い、国際市場における福岡県企業のプレゼンス向上を図っている[422]。会員数は、令和 7 年 1 月末現在で 1, 246 会員であり、同会議の目的に賛同する企業、大学、行政、個人が会員として参加している。

---

[419] 産学連携学 Vol.9, No.1, 2012, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsip/9/1/9_1_1/_pdf
[420] 九州大学 2004.11.4, https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/topics/view/996/
[421] Semiconportal 2023.4.11, https://www.semiconportal.com/archive/editorial/industry/230411-kyushuisland.html
[422] https://www.kigyorichi.pref.fukuoka.lg.jp/ja/projects/semiconductors/?utm_source=chatgpt.com

（3） 福岡県の半導体産業の関連機関

1) ふくおか IST （公益財団法人福岡県産業・科学技術振興財団）

ふくおかISTは、福岡県の産業および科学技術の振興を目的とする財団である。産官学連携による研究開発の推進を通じて、科学技術の発展や地域産業の活性化を支援している。特にIT 技術や半導体分野を中心としたデジタル産業の振興に力を入れており、研究開発から製品化、人材育成に至るまで総合的な支援を行っている。

ふくおかISTには、研究開発および人材育成を担う「産業技術イノベーションセンター」と「福岡半導体リスキリングセンター」、IoT システムの実証を行う「社会システム実証センター」、IT 分野のスタートアップ支援を行う「福岡県未来 IT センター」、有機 EL の実用化研究開発を推進する「有機光エレクトロニクス実用化開発センター」、そして半導体デバイスの試作開発を手がける「三次元半導体研究センター」の6つの支援センターが設置されている。これらのセンターは、福岡県および九州地方の産業活性化に大きく貢献している。以下に、半導体人材育成に力を注いでいる2つの施設を紹介する。

2) 福岡半導体リスキリングセンター

福岡半導体リスキリングセンターは、22 年間で約 25,000 人の人材を育成してきた「システム開発技術カレッジ」で培われた教育手法とノウハウを継承し、2023 年 8 月に開設された。同センターでは、主に社会人を対象に半導体分野の基礎教育を実施しており、講座の提供を通じて、半導体およびデジタル分野における人材育成を推進している。

講座は企業ニーズに基づき、「半導体を作る」と「半導体を使う」の二つのカテゴリーに分類され、入門から上級まで、受講者の習熟度に応じた内容が用意されている。2025 年 3 月末時点で提供講座数は 64 にのぼり、形式は対面に加えてオンライン、e ラーニングにも対応しているため、九州地方にとどまらず全国からの受講が可能となっている。センター職員によれば、今後 5 年間で 25,000 人の半導体人材を育成することを目標としており、2025 年 3 月時点で既に 10,248 人が受講を完了しているとのことである。講師陣はおよそ 50 名で構成されており、いずれも半導体分野に精通した大学教授や企業の現役技術者が担当している。

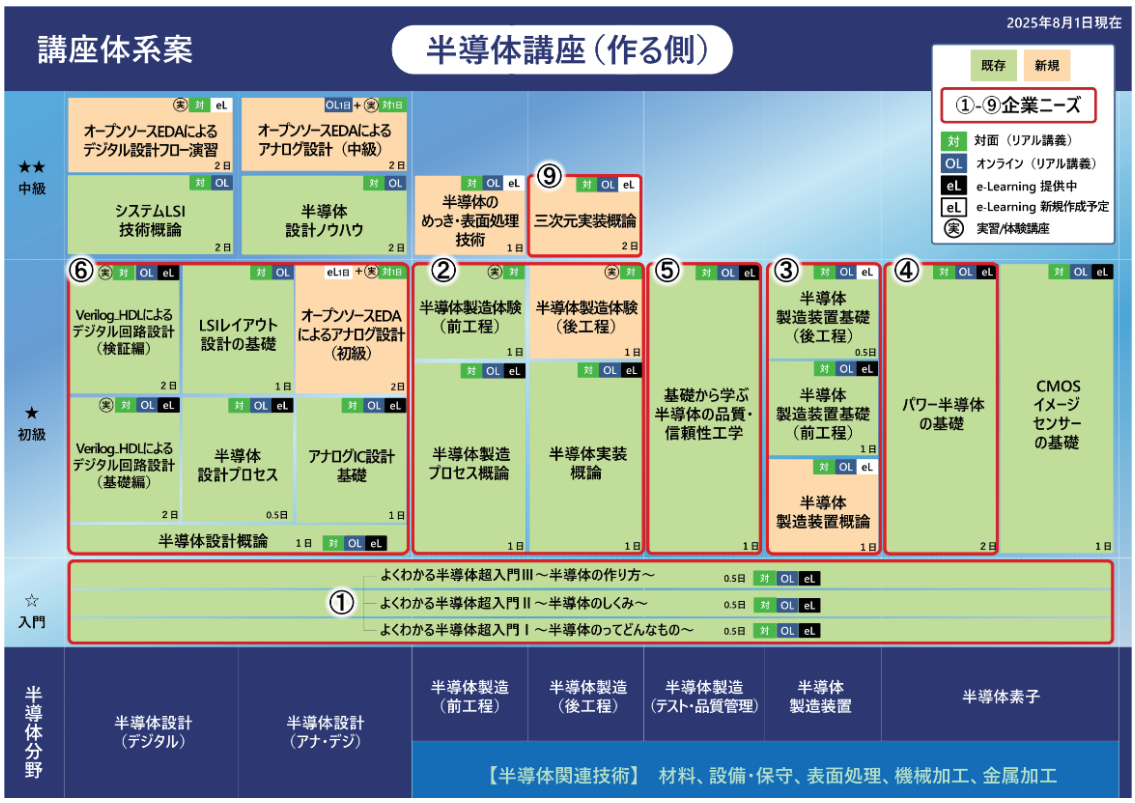


図 7-9. 福岡半導体リスキリングセンター講座一覧
出典：ふくおか IST 提供資料

3) ふくおか IST 福岡超集積半導体ソリューションセンター

福岡超集積半導体ソリューションセンター（仮称）は、福岡県が推進する「シリコンシーベルト構想」の中核施設であり、前述の「三次元半導体研究センター」と「社会システム実証センター」を統合した施設として、2025 年に開設される予定である。これまで三次元半導体研究センター等で培われたノウハウを継承し、半導体の後工程における先進技術に特化して、企業等の研究開発を支援する。三次元実装や高密度実装などの先端技術に対応した研究開発、試作、実証評価の環境を整備している。また、三次元半導体研究センターおよび社会システム実証センターを通じて、設計から製造、実証、人材育成、ベンチャー支援に至るまで、一貫した支援を提供する日本初の地域統合型半導体拠点である。本センターは、世界をリードする半導体の最先端実装拠点として、新技術の研究・開発を通じて新産業の創出および育成に貢献している。

4) 北九州学術研究都市/北九州産業学術推進機構（FAIS）

北九州学術研究都市は、「先端科学技術に関する教育・研究機関の集積」と「良好な住宅環境の提供」を両立させる複合的な街づくりをコンセプトに、2001 年 4 月に開設された。特に、八幡製鉄所と共に発展してきた北九州市の地域的特性を活かし、「環境技術」および「情報技術」を中核とした教育・研究活動が活発に展開されている。本学術研究都市には、5 つの研究施設と、九州工業大学、北九州市立大学、早稲田大学大学院の 3 つの大学・大学院が設置されており、中国、韓国、ベトナムをはじめとする多くの留学生がこの地で学んでいる。中心施設である産学連携センターには、スタートアップ企業が多数入居するインキュベーション施

設が整備されており、半導体技術、IT 技術、自動車関連技術など、次世代を担う研究開発が活発に行われている。また、企業と学生の交流拠点である「ひびきのサロン」では、企業による講演会や共同研究が行われるなど、産学連携を促進する場として機能している。同学術研究都市には、半導体の研究開発を目的としたクリーンルームを備える共同研究開発センターが設置されており、設計から試作チップの製造、評価に至るまで、半導体開発の全工程を体感しながら学ぶことができる環境が整備されている。

同学術研究都市には、今後、OSAT 最大手である ASE（台湾）の工場建設に加え [423]、データセンターや AI・ロボットの研究開発を担う民間企業の進出が予定されており、サイエンスパークとしてのさらなる発展が期待されている。また、北九州市は本地域において、大学の「知」と先端産業の融合によって、持続的にイノベーションが創出される都市の実現を目指す「G-CITY 戦略」を掲げている。

この戦略では、以下の 5 つを柱として開発が進められている。

- 「稼げる」学術研究都市（研究成果の社会実装・産業化の推進）
- 「つながる」学術研究都市（産官学連携機能の強化）
- 「集まる」学術研究都市（先端企業や研究機関の集積）
- 「魅力あふれる」学術研究都市（まちづくり・地域環境の向上）
- 「世界を巻き込む」学術研究都市（グローバル・イノベーションハブの形成）

この構想により、学術と産業が融合することで、新たな価値が次々と生まれる持続可能なイノベーション拠点の形成を目指している [424]。

同学術研究都市において、半導体分野の人材育成および技術・研究の推進を担っているのが、北九州産業学術推進機構（FAIS）である。FAIS は、前述の産学連携センターを拠点に、産学連携の場の提供や、半導体に関する講座・検定の実施などを通じて、企業および大学の研究開発や人材育成を支援している。

主な取り組みは以下のとおりである。

- 北九州学術研究都市内には、貸オフィス、半導体試作製造用のクリーンルーム、評価ラボなどが整備されており、企業や学生がこれらの施設を低価格で利用できる環境が整っている。また、半導体関連企業と学生のネットワーク形成の場も提供している。
- 半導体人材の育成を目的に、「半導体技術者検定（半導体検定）」や「半導体基礎講座」などを開設し、実践的な知識と技術の習得を支援している。
- 開発者や学生が自ら設計・製造・評価の各工程を体験できる仕組みを構築しており、これらの施設・プログラムは年間延べ 1,000 人以上に利用されている。

FAIS は北九州市と連携し、中国、タイ、ベトナムなどからの留学生およびインターン生の受け入れに力を入れ、積極的に外国人材の育成に取り組んでいる。

[423] 日経 XTECH 2024.8.2, https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/24/01294/
[424] 北九州市産業経済局, 2025.2.18, https://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/001133454.pdf



図 7-10. 北九州学術研究都市/北九州産業学術推進機構の施設及び G-City 戦略

出典：北九州市産業経済局

（2025.2.18, https://www.city.kitakyushu.lg.jp/files/001133454.pdf）

（4） 熊本県の半導体産業への取り組み

熊本県では、JASM の進出を契機として、半導体産業の発展に向けた取り組みを加速している。これらの取り組みは県庁が中心的な役割を担い、JASM を核とする半導体関連企業の集積に向けて、官民が連携しながら産業基盤の強化を推進している。熊本地域は、地下水資源の豊富さに加え、既に多くの半導体関連企業が立地しているという地理的・産業的優位性を有しており、こうした強みが TSMC による工場立地先としての選定につながったとされている。熊本県はこの地域特性を最大限に活かし、半導体産業のさらなる発展に向けて、戦略的な取り組みを進めている。

熊本県では、半導体産業の発展に不可欠な人材の育成にも力を注いでいる。県内の教育機関では、熊本大学や熊本県立技術短期大学などが中心となり、半導体産業のニーズに対応したカリキュラムの整備を進めており、基礎教育から専門技術に至るまでを幅広くカバーする人材育成体制の構築が進行中である。加えて、県内の人材派遣・訓練企業によって、装置メンテナンスや工場オペレーションに対応可能な実務人材の育成も行われており、JASM をはじめとする県内の半導体関連企業への人材供給が図られている。こうした官民一体の取り組みにより、熊本県は半導体人材の安定的な確保と育成を着実に進めている。

1) くまもと半導体産業推進ビジョン [425]

令和 5 年 3 月に策定された「くまもと半導体産業推進ビジョン」では、熊本県が目指す姿として「安定した半導体人材の確保・育成」「半導体イノベーション・エコシステムの構築」「交通ネットワークの整備」「産業力の強化」などが掲げられている。

[425] 熊本県, https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/65/168486.html

2) 半導体産業集積強化推進本部 [426]

半導体産業集積強化推進本部は、TSMC の熊本県への進出を契機に、地域において顕在化したさまざまな課題に対応し、熊本の半導体産業の持続的な発展へとつなげることを目的に設置された。本部では、工業団地周辺における自然環境の保全と調和、ならびに CO_2排出削減に向けた取り組みを推進するとともに、セミコンテクノパーク周辺における交通渋滞の緩和や、当該地域への交通アクセスの向上にも注力している。また、半導体関連企業の進出に伴って農地の減少が進む中、耕作可能な農地の確保や生産支援にも取り組み、地域と共に成長する半導体産業の構築を目指して、包括的かつ多角的な施策を展開している。

3) くまもとサイエンスパークの整備 [427]

くまもと半導体産業推進ビジョンの実現に向けて、熊本県では、台湾のサイエンスパークを参考にしつつ、自然環境との調和を図りながら、地域特性に即した施策として「くまもとサイエンスパーク」 [428]を掲げている。本セミコンパークは、半導体関連企業が集積し、工業団地や住環境の整備が進むセミコンテクノパーク周辺地域において、必要な機能を複数の拠点で分担する「分散型サイエンスパーク」の形成を目指しており、産業集積と地域共生の両立を図る拠点としての展開が期待されている。

(5) 九州地方の大学及び教育機関による取り組み

九州地方の大学は、半導体分野における研究開発および人材育成の強化に積極的に取り組んでいる。2024 年 4 月 22 日には、九州大学、熊本大学、琉球大学をはじめとする九州・沖縄地区の 11 国立大学法人からなる「九州・沖縄オープンユニバーシティ」と [429]、台湾大学や陽明交通大学など 12 大学で構成される「台湾大学学術連盟」が福岡市において国際連携の覚書を締結した。この覚書に基づき、半導体を含む 6 分野において、国境を越えた本格的な学術交流が開始され、地域の半導体研究の国際競争力の強化および教育連携の一層の推進が期待されている。

1) 九州大学

九州大学は 2023 年、台湾大学との個別連携協定を締結したのを皮切りに、TSMC（台湾積体電路製造）とも人材育成等に関する協力協定を結ぶなど、台湾との連携を強化してきた。今回の国際連携覚書の締結は、こうした個別の取り組みを、複数の大学間での広域的な連携へと拡大したものであり、半導体分野で世界最先端を行く台湾と、「シリコンアイランド」の復活を目指す九州・沖縄地域が、半導体研究や人材育成を通じて本格的な協力体制を築く動きと位置づけられる。

九州大学では、修士課程への進学率が高く、留学生比率は約 30%に達している。英語による授業の提供により、非日本語話者でも学位取得が可能な環境が整備されているが、日本企業への就職に際しては、日本語能力が障壁となるケースも多い。このため大学では、ホーム

[426] 熊本県，https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/68/200091.html
[427] 熊本県，https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/68/231110.html
[428] https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/231110_655200_misc.pdf
[429] 九州・沖縄オープンユニバーシティ，https://koou.kyushu-u.ac.jp/about

ページの多言語対応や大学の魅力発信に力を入れるとともに、台湾やベトナムとの学術交流、米国・オランダとの技術連携の強化にも取り組んでいる。

価値創造型半導体人材育成センター

価値創造型半導体人材育成センターは、2023 年 6 月に九州大学に設置した教育・研究拠点であり、半導体および集積回路に関する材料、設計、製造の専門知識に加え、社会のニーズや社会変革の方向性を的確に把握し、それを設計・製造に反映できる能力を備えた「価値創造型半導体スペシャリスト」の育成を目的としている。同センターでは、半導体の開発・設計・製造に関する専門教育に加え、「半導体経営学」や「半導体の社会実装」など、市場やマーケティングの視点を取り入れた講義も提供しており、技術と社会をつなぐ実践的な人材育成を推進している。

同センターでは、熊本大学、九州工業大学、九州半導体・エレクトロニクスイノベーション協議会（SIIQ）などの学外機関と連携し、他大学や高等専門学校の学生に対して、半導体製造および関連分野における技術者としての能力を育成することで、半導体産業基盤の強靭化に貢献する価値創造型人材の育成を推進している。講義は九州大学の学生に限らず、九州地方の他大学に所属する学生も受講可能である。教員は、理工系の半導体専門教員に加え、デザイン、ビジネス、起業などの分野に携わる教員も含めた総勢 24 名で構成されており、分野横断的かつ実践的な教育体制が整備されている [430]。

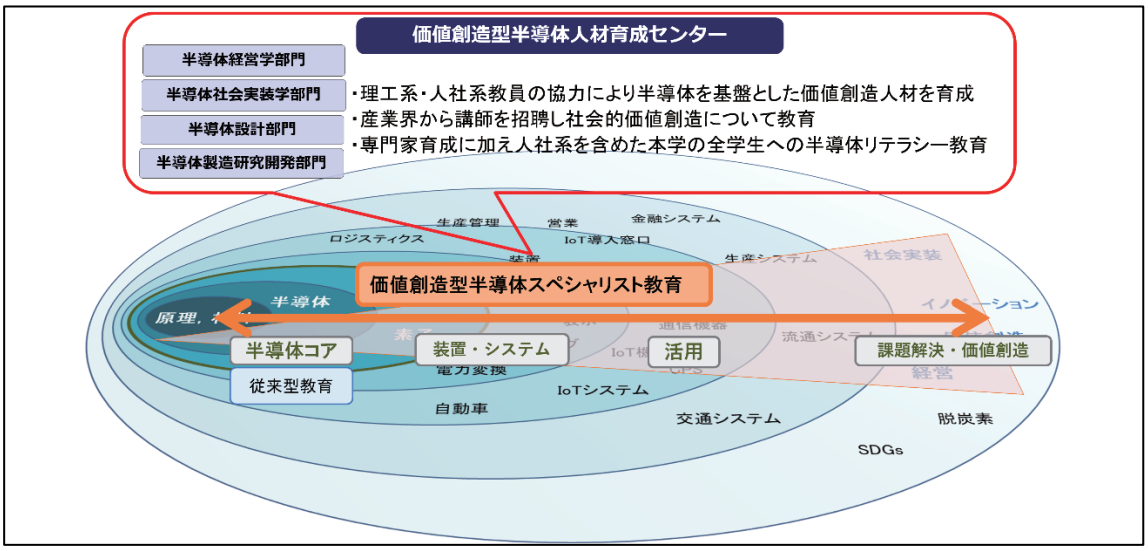


図 7-11. 価値創造型半導体人材育成センターの概要
出典： 価値創造型半導体人材育成センターホームページ
（https://ecsvc.ed.kyushu-u.ac.jp/gaiyou.html）

半導体・デバイスエコシステム研究教育センター

本センターは、2024 年 6 月 1 日に設立された学内共同教育研究センターであり、デジタル化と脱炭素化の両立を目指した次世代半導体の研究開発および高度人材育成を推進する中核拠点として位置づけられている。最先端の半導体技術をはじめ、クリーンルームやプロセス

[430] 九州大学, https://sdgs.kyushu-u.ac.jp/11051

装置など、大学が保有する多様な研究リソースを最大限に活用し、産官学の連携によるオープンイノベーションのプラットフォームとしての機能強化を目指している。

また、センターは国内外の研究機関や企業と連携し、先端材料の開発や新規デバイスの創製、さらには環境負荷低減技術の研究にも注力している。併せて、次世代の研究者や技術者の育成にも力を入れており、実践的な教育プログラムを通じて、半導体産業の持続的な発展を支える人材基盤の強化を図っている。これらの取り組みにより、九州地方における半導体・デバイス産業の国際的競争力の向上と、脱炭素・デジタル化といった社会的課題の解決への貢献を目指している。

2) 熊本大学 半導体研究教育センター

熊本大学 半導体研究教育センターは、2022 年に設立された半導体分野における研究開発と高度人材育成を担う中核拠点である。産官学連携の強化を図るとともに、国内外の研究機関や企業との連携を通じて、実践的かつ高度な技術者の育成に注力している。2023 年には関連組織を統合し、「半導体・デジタル研究教育機構」を発足。これにより、半導体の基礎研究からシステム応用に至るまで、幅広い領域に対応可能な体制を整備し、より一層の教育・研究機能の強化を図っている [431]

また、熊本大学は 2024 年、国内で初めて半導体教育に特化した学士課程「工学部半導体デバイス工学課程」を開設した [432]。同課程では、物理・化学・数学などの基礎科学に加え、半導体デバイスの設計や評価技術に関する専門知識を体系的に学べるカリキュラムが提供されている。さらに、JASM やソニーセミコンダクタといった熊本県内の半導体関連企業と連携し、プロジェクトベースラーニング（PBL）形式の講義や、企業での実習をカリキュラムに組み込むことで、学生が産業現場の課題に直接触れ、実践的な学びを深める機会を設けている。これらの取り組みにより、熊本大学は地域産業の振興と社会的ニーズに応える形で、半導体分野における人材育成および研究開発のさらなる強化を図っている。

3) 九州工業大学　マイクロ化総合技術センター

九州工業大学マイクロ化総合技術センターは、1994 年に設立された、半導体および微細加工デバイスの研究開発を担う中核拠点である。同センターは、設計データの作成からマスク製作、ウエハプロセス、チップの組み立て、評価・分析に至るまで、一連の工程を自施設内で完結できる体制を備えており、産学連携によるオープンな共同研究の場を提供している。設備面では、高度なクリーンルームを有し、フォトリソグラフィー工程に対応する Class 100 のフォト室および Class 1000 のプロセス室を完備。また、超純水供給システムや廃液処理設備も整備されており、安全かつ高品質な製造環境を実現している [433]。

研究対象は、MOS トランジスターに加え、MEMS 構造素子やセンサーデバイス、さらにはバイオケミカル系流路など、多岐にわたっている。利用形態も柔軟で、実験機器の利用から試作依頼まで幅広く対応可能であり、教員の指導のもとでの共同研究や、企業からの委託研

[431] 熊本大学, https://nanohub.t.u-tokyo.ac.jp/kumadai_connect/?p=activity_kumadai
[432] 熊本大学, https://www.eng.kumamoto-u.ac.jp/sdp/
[433] 九州工業大学　マイクロ化総合技術センター, https://www.cms.kyutech.ac.jp/

究にも対応している。また、半導体製造技術の基礎を学べる4日間の実習セミナーを定期的に開催しており、遠隔教育も取り入れることで、全国の受講者に高度な技術習得の機会を提供している。これらの取り組みを通じて、同センターは地域産業の競争力強化と次世代人材の育成に大きく貢献する、重要な研究・教育拠点としての役割を果たしている。

（6） 九州地方における半導体産業のまとめ

九州地方の半導体産業は、かつて 1980 年代に「シリコンアイランド」として栄えたものの、その後の約 20 年にわたって停滞が続いていた。しかし、2021 年以降、TSMC（台湾積体電路製造）の熊本進出を契機に、半導体分野への注目が再び高まり、現在では官民が一体となって、半導体関連産業の再構築と強化に取り組んでいる。

1) 各自治体の取り組み

福岡県は、九州地方全体の産官学連携のハブ機能を担い、産業支援機関や大学と連携して人材育成・研究開発を推進している。また、JASM やソニーセミコンダクタを擁する熊本県は、先端ロジックやイメージセンサー分野において日本国内の半導体製造の中心地として急速に発展しており、工場新設や周辺インフラの整備が加速している。さらに、大分県は、キヤノンや東芝をはじめとする国内外の半導体関連企業が早くから進出し、半導体クラスターが形成されてきた地域である。こうした背景を踏まえ、同県では、「大分県 LSI クラスター形成推進会議」を中心に、高度な技術と豊富な経験を有する熟練技術者や、長年にわたって培われてきた関連産業の蓄積を活かし、地域産業の強化に向けた各種施策が進められている [434]。

2) 半導体人材の育成

各県が地域の特性に応じた戦略を展開する一方で、共通の課題となっているのが、深刻な半導体人材の不足である。製造工程を担う中核人材のみならず、研究開発や設計領域の人材も慢性的に不足しており、付加価値を生み出す開発・設計人材の育成が喫緊の課題となっている。

こうした状況を踏まえ、現在は「シリコンシーベルト構想 2. 0」のもと、九州全体で人材育成と産業支援の体制強化が進められている。特に、九州半導体人材育成等コンソーシアムや九州半導体・デジタルイノベーション協議会（SIIQ）は、九州地方における人材政策と産業政策の司令塔として、開発・設計・製造の各分野に対応した教育・研修プログラムの整備に取り組んでいる。

さらに、北九州産業学術推進機構（FAIS）や九州大学、熊本大学といった地域の中核的教育・研究機関は、国内人材の育成とあわせて、タイやベトナム、中国などからの留学生や外国人インターンの受け入れを積極的に進めており、多様な人材の確保を図っている。今後は、これらの取り組みを通じて、地域内での半導体人材の循環と定着を促進し、日本および九州全体の半導体産業の国際競争力を高めていくことが期待される。

[434] 大分県 LSI クラスター形成推進会議, https://www.oita-lsi.jp/

7.7.4. 東北地方の半導体産業振興

（1） 東北地方半導体産業の概要

東北地方は、日本の半導体産業において極めて重要な役割を担っており、同地域における生産は国内半導体市場の約 12%を占めている（経済産業省資料より）。特に宮城県、岩手県、福島県などには、ロジック IC、アナログ IC、パワーデバイス、イメージセンサーなどを製造する主要企業が集積している。

この地域には、ルネサス、キオクシア岩手、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング、ローム、東京エレクトロンなど、多くの半導体関連企業が製造拠点や研究施設を構えており、製造から開発、部材・装置まで幅広いバリューチェーンが形成されている。これにより、東北は日本における先端技術とモノづくりの集積地としての地位を確立している。

加えて、東北地方の高速道路網や空港整備、地震対策を含む災害対応インフラの強化も進んでおり、企業立地における利便性と安全性が高い点も評価されている。そのような企業集積の様相から、東北は「シリコンロード」あるいは「シリコンコリドー」とも称され、日本の半導体産業を支える基盤地域として発展を続けている。

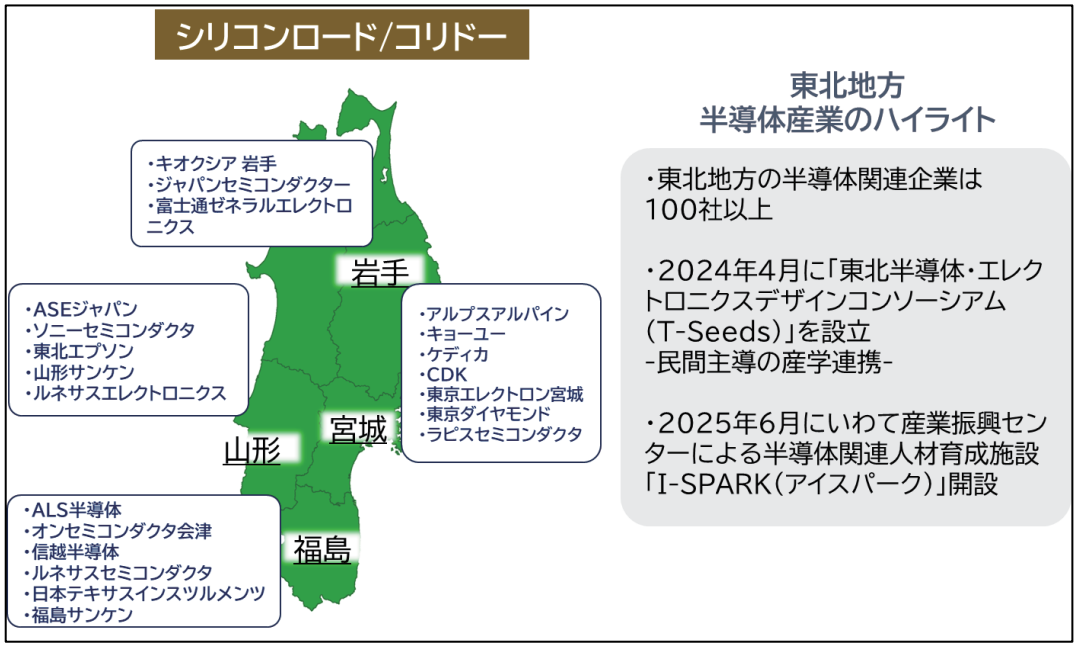


図 7-12. 東北地方の半導体産業の概要

出典：ウェブ情報を基に JICA 調査団作成

（2） 東北地方の岩手県による取組み

日本における半導体産業の人材確保は喫緊の課題であり、地方自治体においても人材育成の取り組みが注目されている。特に岩手県では、地元企業を核とした産業集積と地域人材の育成に注力しており、いわて産業振興センター、岩手大学、民間企業などが複層的に関与している。

2024 年～2025 年にかけて実施された各種関係者との議論をもとに、岩手県における半導体人材育成・外国人材受け入れの現状と課題を分析する。

（3） 岩手県の取組み

岩手県は商工労働観光部ものづくり自動車産業振興室内に半導体産業振興担当[435]を置き、積極的に地元での半導体産業の振興、推進を行っている。同県の「目指す姿」として、「世界をリードする最先端の半導体関連製品をオール岩手の企業群で創出し続けていく」（岩手県ホームページより）を掲げ、３つの戦略を策定し具体的施策を展開している。

戦略 1　企業誘致や既立地企業の業容拡大支援による更なる産業の集積

戦略 2　県内企業の新規参入や取引の拡大

戦略 3　将来の半導体関連産業を担う人材の育成・確保を推進という

その具体的な施策が、岩手県の「いわて半導体関連産業振興ビジョン」[436]として取りまとめられている。

また、地元の 442 社の企業・団体で構成される「いわて半導体関連産業集積促進協議会」[437](Iwate Semiconductor and Electronics Industries Promotion Conference：I-SEP)」を立ち上げ半導体産業の振興を推進している。I-SEP の取組方針(2023-2026)としては、「最新の情報、高度な技術、優れた人材が岩手に集積し、最先端の製品をオール岩手で世界へ！」とのスローガンを掲げており、具体的な狙いは、半導体関連産官学機関の相互認知・連携交流の促進と裾野の拡大、地域一体での関連産業振興へ向けた意識醸成と目的・戦略の共有化、連携による地場企業の技術力向上、新技術開発促進、専門人材育成、一体的な情報発信による域外取引の拡大及び関連企業の立地促進、を掲げている[438]。

（4） 人材育成拠点「I-SPARK」を活用した半導体人材の育成

I-SEP は、実際に教育訓練施設としての「いわて半導体関連人材育成施設（I-SPARK）」[439]を国の補助金も使い、北上市に施設を建設し、2025 年 4 月 26 日に開所した。

この I-SPARK は、いわて半導体関連産業集積促進協議会(I-SEP)が産官学連携で人材育成施設を整備し半導体製造装置エンジニアの育成を行うものである。このような産官学で、特に行政が主導して構築した施設は日本では初めてである。

I-SPARK は、岩手県傘下の公益財団法人　いわて産業振興センター[440]が運営、管理を行う。この施設には、実際の工場で使う半導体製造装置（TEL 2 台、AMAT 1 台）が導入され、実際の装置を用いて技能人材候補に対して装置の運用、操作方法などの訓練を行う。

---

435 https://www.pref.iwate.jp/sangyoukoyou/monozukuri/handoutai/1043388.html
436 https://www.pref.iwate.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/043/388/semiconvisionhonbun.pdf
437 https://www5.pref.iwate.jp/~hp0405/i-sep/2024_torikumihoushin2023-2026.pdf
438 https://www5.pref.iwate.jp/~hp0405/i-sep/about.html
439 https://www.joho-iwate.or.jp/i-spark/
440 https://www.joho-iwate.or.jp/

どのような教育・訓練を行うかについて、その内容などは地元の企業と相談しながら決定したとのことである。安全教育も実施し、簡易な工具などに触れたこともない若手（高校卒業レベルでも）を育成するとのことである。

また、装置が設置される部屋はクリーンルーム化されておらず、通常の空調設備の中で訓練される。その理由は、コストを削減する意味もあるが、実際に使う半導体を製造するわけではないので、空気中に不純物があっても問題ない。また、半導体製造で利用する有毒ガスも使わず人体に害のないガスのみで訓練を行うとのことで訓練中の安全性にも問題ない。



図 7-13. I-SPARK いわて半導体関連人材育成施設
出典： I-SPARK ホームページより

現時点では岩手県および I-SPARK は、インド人材の受入れに関心を示しており、今後パイロット的な受入・訓練の実施が検討されている。当初は外国人の教育訓練を想定していなかったため、英語による教育体制は整っていないものの、英語のカリキュラムも積極的に検討したいとのことである。

2025 年 7 月に訪日招聘の際にインド人代表団を、実際に I-SPARK を訪問し状況を視察してもらった。彼らの反応は、将来、同様な施設をグジャラート州に構築してもよいかもしれないとの印象を抱いたようである。岩手県側としては、県内の半導体産業における人材不足の緩和、半導体人材育成の分野を皮切りに、県内で外国人材の活用に関する検討を行うことが可能、施設稼働率の確保などが期待できるとし、今後は、岩手県はグジャラート州を中心にインドの他の州との連携も期待される。

（5） 東北地方の半導体研究施設

東北大学における半導体研究・教育は、2021 年の「半導体テクノロジー共創体」設立以降、産官学連携と人材育成を軸に大幅に拡充されている。この組織は、材料・デバイスから製造プロセス、評価・分析、集積回路に至るまで、幅広い研究領域を一体的に推進する拠点として機能しており、計 8,500 ㎡の大規模クリーンルームを保有し、東北大発ベンチャーとも積極的に連携している 。

特に注目すべきはスピントロニクス分野で、省エネルギー型のグリーンロジック半導体や次世代メモリー（MRAM）の研究開発に取り組んでいる点である。専用拠点（つくばイノベーションアリーナとの連携含む）も設けられ、材料開発から論理集積回路設計、CAD ツール開発、IP 構築、デバイス実証まで包括的にカバーしている。

学術交流や人材育成にも力を注いでおり、2022 年以降は「半導体テクノロジーシンポジウム」を毎年 SEMICON JAPAN 現地で開催し、産官学のリーダーや企業トップが登壇する場を設けている。2023 年度には「ALL Japan による半導体人材」をテーマに議論し、2024 年には次世代人材育成と研究開発の連携強化を目的とした第 3 回を実施した 。

また、未来科学技術共同研究センターは半導体製造技術、イメージセンサー、MEMS 等の研究グループを擁し、自動運転や安全・安心マイクロシステムなど実利用を視野に入れた複数プロジェクトを展開している。さらに、情報科学研究科では半導体製造を体験できる実習プログラム（「T-Seeds」講座、オンデマンドや実習含む）も提供し、学生の理解向上に貢献している 。

また、下図に示すナノテラスは、電子を加速器により、ほぼ光の速さまで加速し、太陽光の約 10 億倍にも及ぶとても明るい放射光という X 線を発生させ、これを物質に照らすことにより微細な材料の詳細な観察を行うことができるので、半導体分野では、極小な半導体材料の不純物などの故障解析を行うことができる。

このように、東北大学は施設・装置・人材育成・産学連携を統合し、次世代半導体技術開発と高度人材の輩出を両輪で推進する日本有の研究教育拠点である。



図 7-14. 東北大学先端研究施設　　出典： 東北大学 ホームページより

7.7.5. 国内人材派遣・訓練企業の取り組み

（1） 国内の半導体人材不足の現状

日本国内における半導体人材不足の課題解決に向けて、国内の人材派遣・訓練企業では、半導体分野に特化した人材育成の取り組みが進められている。特に、深刻化する人材不足への危機感から、外国人材の育成も急速に進展している。経済産業省が策定した「半導体・デジタル産業戦略」によれば、2030 年までに国内では約 4 万人の半導体関連人材が不足するとの見通しが示されている。こうした状況を受け、国内の人材派遣・訓練企業では、国内外の人材を対象とした育成体制の強化が図られている。

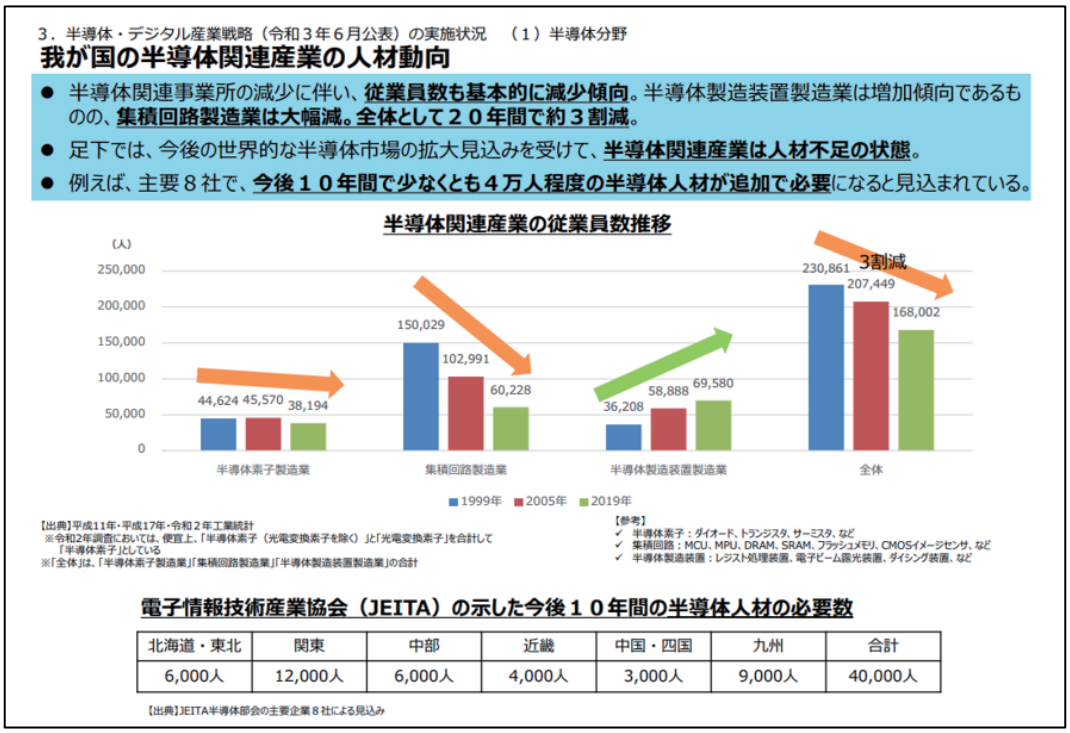


図 7-15. 日本の半導体関連産業の人材動向
出典：経済産業省 半導体・デジタル産業戦略(令和 5 年 6 月)
（https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003-1.pdf）

（2） 人材派遣・訓練企業による技能職人材育成

国内の複数の人材派遣・訓練企業は、半導体分野における人材不足の解消を目的として、専門的な育成プログラムを展開している。これらの企業は、自社の訓練施設での特定の半導体製造装置を用いた訓練や、前述の/北九州産業学術推進機構や九州工業大学 マイクロ化総合技術センター、いわて産業振興センターの I-SPARK などの施設を活用した技能職人材の育成を行っている。また、技術の習得だけでなく、実務に即した実践的な教育や職場適応力の向上をも重視して人材育成をおこなっている。また、ベトナムからの技能人材を積極的に招致している某民間企業は、近年は外国人材の育成にも積極的に取り組んでおり、多様な文化背景を持つ人材が円滑に業務を遂行できるよう、コミュニケーション能力や職場マナーに関する教育も充実させている。

（3） 外国人材育成の課題

九州地方や東北地方など、半導体産業の発展が進む地域においては、外国人材の活用に向けた検討が開始されているところもあるが、「実践的な訓練体制」、「外国人材の受け入れ制度」、「地域への定着支援」の三点が課題となっている。なかでも地域への定着に関しては、職場環境への適応を促す教育、生活面での支援、将来的なキャリアパスの提示が十分とは言えず、これらが外国人材の定着を妨げる要因となっている。しかしながら、国内における人材不足が深刻さを増すなか、外国人材の戦略的な活用は不可欠である。今後は、自治体、国、企業が緊密に連携し、具体的な支援策の検討と実行を進めるとともに、制度面および環境面の整備を一体的に推進することが求められている。

以下は、人材派遣・訓練企業からの聞き取りを通じて明らかとなった、実際の現場で顕在化している外国人材に関する課題である。

- 信頼性と業務遂行のギャップ：
  一部の外国人材には、業務遂行において自己申告と実際のパフォーマンスに乖離が見られ、突然の離職も課題となっている。
- 文化的ギャップと定着支援の不足：
  言語や価値観の違いにより、職場文化への適応が難しいケースが多い。行動規範やマナーに関する初期教育の必要性が高まっており、特に定着支援が不十分な場合、離職リスクが増す。
- キャリアパスの不明確さ：
  技術習得後のキャリアパスが提示されていない、あるいは曖昧なため、将来展望が描けず、モチベーションや定着に悪影響を与えている。
- 中小企業における受け入れ体制の未整備：
  中小企業では外国人材の受け入れ実績があっても、継続的な活用に必要な社内体制が未整備であるケースが多い。給与面での競争力の低さや、文化的な違い、突発的な離職に対する対応力の不足が障壁となっている。
- 地域・企業間連携の不足：
  地域社会や他企業との連携が不十分なため、教育・定着支援の仕組みが個別対応にとどまり、体系的な支援に結びついていない。

7.7.6. 高等教育機関での取り組み

文部科学省（高等教育局専門教育課）は、令和６年６月３日（月）付けで「半導体人材の育成に向けた取組について」という資料が公開された。その中には高等専門学校の半導体人材育成への取り組みを紹介している。ボリュームゾーン人材教育に焦点をあてていることが注目される。

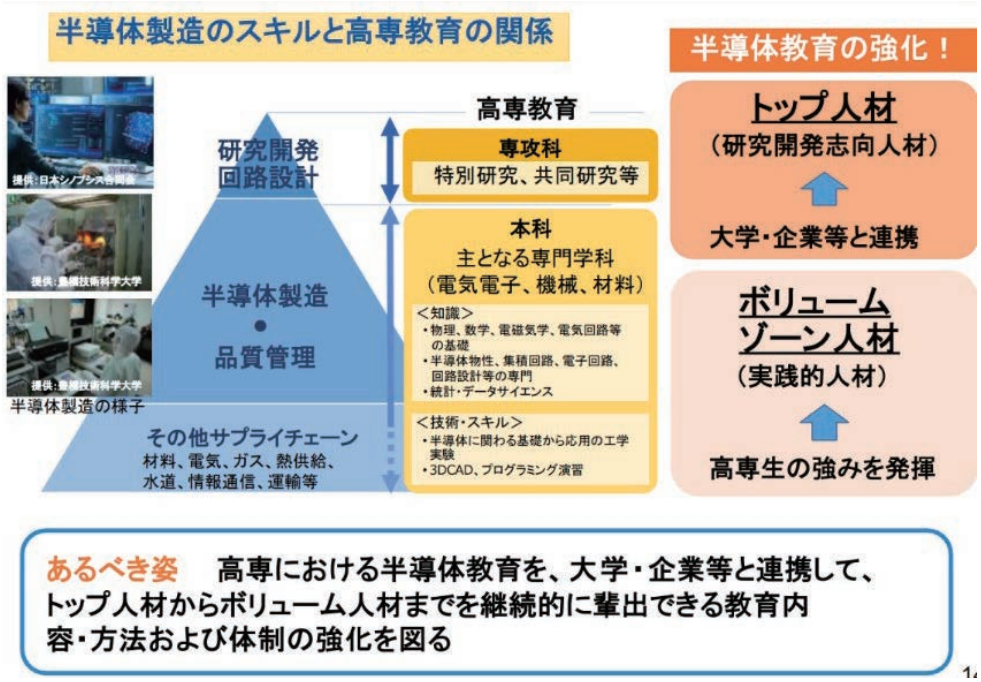


図 7-16. 高等専門学校による半導体人材育成
出典：国立高等専門学校機構 [441]（資料：「国立高等専門学校機構における半導体人材育成事業について」より）

7.8. 日本企業によるインド進出

日本がインドとの関係を構築するうえで、製品輸出などの貿易や現地生産を行うための投資が事業戦略として検討課題となる。したがって、インド市場への進出は、グローバルな日本企業にとって重要な戦略課題である。

本節では、日本企業がインド市場を目指しインドに進出する場合に、どのような課題があるかを説明する。これまでの章で述べたように、インドの半導体産業は始まったばかりであるが、日本企業としては、将来の可能性が大きいインドに対して参加意欲も高まりつつある。

また、4 章で記述したように、グジャラート州のドレラ SIR 地区において、初めてインドタタ財閥のグループ企業であるタタ・エレクトロニクス（以下タタと称する。2026 年パイロット製造開始。2029 年本格的製造開始 [442]）が半導体製造の前工程工場の建設し、生産開始することが大々的に発表されているが、日本企業は、その状況を見守っているという状態である。

これに対して、多くの日本企業から聞かれた意見は、タタの成功如何で、自社の今後のインド事業戦略を決めるとのことである。現状のタタの計画では、まだ生産量が少なく、さらにこのタタと同程度の工場があと二つか三つはないと、進出しても採算が合わないので今すぐに進出を決定できる状況にはないという意見が多かった。その理由のひとつとして、現地に製品や材料を納入すると、設置工事、運用支援、保守などのサポートが必要となり、現地

[441] https://www.chugoku.meti.go.jp/seisaku/tiiki/handoutaikanrensangyou/1kaigou/1kaigou_2.pdf （経済産業省中国経済産業局内資料 https://www.chugoku.meti.go.jp/ ）
[442] インド中央政府、グジャラート州政府の代表団を本邦招聘した際に、政府担当者が言及

に拠点を置く必要もあり、その拠点の人材を採用しなければならず、ある程度の投資額が必要になるからである。

もちろん、半導体産業以外の自動車、機械などすでにインドに進出済の企業は多いが、以前の章でも触れたが半導体関連の日本企業はまだ少なく、ルネサスがベンガル―ルに半導体設計アウトソースのための拠点を設置しているくらいである。ちなみに、ルネサスの場合は、現地のインド人材を活用して設計を日本からアウトソースするビジネスモデルである[443]。

7.8.1. 日本企業の対印進出・投資・貿易等の動向

これまでの説明のとおり、日本企業は、成長性の高いインド市場を中長期的な戦略拠点として重視しており、近年は製造業、デジタル、インフラ分野を中心に進出が加速している。

しかし、半導体関連では、日本の装置・材料メーカーがインド市場での将来的需要を見越しつつも、現地パートナーとの協業やサービス拠点設置を模索している段階である。

（1） 日系装置・材料メーカーのインド進出動向と次世代産業への関心

日本企業は、インド政府による半導体製造拠点（例：グジャラート州のドレラ SIR、Sanand）計画に呼応し、日系の半導体装置・材料メーカーは将来の市場ニーズを見据えて現地パートナーの探索や実際にパートナー候補との将来事業に関して議論を進めている企業もある。

インド政府は特に、海外企業に対して Make in India のスローガンのもと、自国で生産、製造することに拘っており、海外企業のインドへの投資を奨励しており、インド政府が PLI（生産連動型優遇制度）などの施策を提供し製造設備の現地調達を奨励し、外資系企業向けの支援体制整備を進めている状況である。[444] [445]

また、JETRO の「南西アジアグローバル展開可能性調査 - インド半導体市場の可能性」（2025 年 3 月）では、これまでの、中国や東南アジアに代わって、インドがグローバルな製造拠点の代替先として浮上しており、半導体メーカーの新規投資が徐々に報道されている[446]。

以上の背景を踏まえると、日系装置・材料メーカーは、現地の市場に対して、自社の製品を販売するだけでなく、半導体製造装置や材料をインド市場で販売した後の現地でのサポート体制の構築を計画的に進めなければならない。その場合には、現地で装置の設置、保守、運用を行う人材が必要となるが、人材は一朝一夕には育たないので、今から計画的に長期的目線で進める必要があるが、各企業は人材採用、育成は重要な課題であると認識している。すなわち、多くのインド進出を検討している企業は、どのように必要な人材を集めるか、また自社製品を理解させるための人材育成をどのように行うかを模索しているようである。

次節以降では、以上述べた状況のもと、今後、日本企業がインドビジネスを推進するうえで、日印関係を緊密化し、長期目線で人材活用、人材育成も含めた日印半導体サプライチェーンを構築するにはどうするかについて分析する。

---

[443] https://www.renesas.com/ja/blogs/india-re-emerges-global-semiconductor-growth-engine
[444] https://www.jetro.go.jp/biznews/2025/03/e368976943ef376f.html?utm_source=chatgpt.com
[445] https://www.jbic.go.jp/ja/information/topics/topics-2024/topics_00008.html?utm_source=chatgpt.com
[446] https://www.jetro.go.jp/world/reports/2025/01/0903ea1cec2c759f.html?utm_source=chatgpt.com

（2） インド政府の投資促進・税制優遇と日本企業の見解

本節では、日本企業がインドに進出した際に、どのようなインド政府の支援があるかを簡単に触れておく。

インド政府は、2020 年 4 月に国内生産を促す「生産連動型優遇策（Product Linked Incentive：PLI）」の導入を発表した 。PLI スキームは、インド国内で製造された製品の売上高の増加分を補助金として企業へ支払うという政策 であり、半導体特区（サナンド工業団地（マイクロン社）[447]など）を通じた外資誘致策も進展している。

しかしながら、日系企業にとってはインド国内における行政手続きはまだ複雑であり、その簡素化、電力・水等のインフラ保証を強く求めており、インド側と日本側では認識のギャップが未だに存在する。というのは、JETRO の「日系企業実態調査（インド）2023 年版」によると、日系企業がインドに進出する際の課題として、手続きの複雑さが挙げられており、具体的には、許認可取得の遅延や煩雑な手続き、法規制の変更への対応などが挙げられているからである。また、ある企業は、何等かの申請を政府に出したにもかかわらず、返事がないとか時間がかかるなどの不満を表明していたが、これは、少数の日本企業だけの意見ではなく、インドビジネスを行う多くの日本企業の共通した意見である。

（3） 政策の持続性と安定性

インドでビジネスを行う場合には、当然リスクも想定しておく必要がある。インドでは政権交代や制度変更により政策の持続性に懸念が残る。日本型モデルや日本式のビジネススタイルを移植する場合において、補助金・教育制度・ビザ・雇用政策など長期的な政策の安定性が前提となるが、制度運用面のリスクは依然として大きく、インドで突然大きな政策変更が起こることは周知のことである。主なリスクとしては、下表 7.1 が考えられる。

表 7-1 日本企業にとってのインド進出上の想定リスク

区分	リスク内容	備考
政策全般	政権交代による方向転換、遡及課税	中央・州の対立構造も背景
補助金	支給遅延・制度変更・審査不透明	PLI　等は複雑な手続きが必要
教育	技術教育の遅れ、地域格差	日本とインドのビジネスカルチャの違い
ビザ・雇用	専門人材の派遣困難、労働法の柔軟性欠如	事業遂行に影響大
インフラ	供給不安・許認可遅延・非効率行政	外資誘致リスクの根幹

出典：JICA 調査団作成

447

https://www.jetro.go.jp/biznews/2025/06/c11c350dd24017ef.html#:~:text=%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82,%E3%81%AESEZ%E3%82%92%E9%96%8B%E7%99%BA%E3%81%99%E3%82%8B%E3%80%82

7.8.2. 日本とインドの半導体産業の課題と協力可能性

本節では、インドと日本との比較を行い、相互の強み、弱みを分析した場合に、インドと日本が連携して協力関係を構築することができるか、またそれは双方にとってどのようなメリットがあるのかについて検討する。

日本とインドは、それぞれ異なる経済発展と産業構造を有しているため、半導体分野においては「先端技術・装置・素材の日本」と「成長市場・若年人材・設計力のインド」という補完的な要素を持ちうる。

したがって、図 7-17.に示すように、インドと日本の半導体産業の課題と強みがちょうど両国間で補完関係にあり、双方が連携し、自国の強みの部分を相手国に提供し、自国の弱みの部分を相手国から期待することが双方にとって Win-Win の関係を持ちうることが想定できる。

両国にとって相互メリットがあれば、地政学的安定性、経済安全保障の観点からも、日印協力は今後ますます重要性を増すと考えられる。

したがって、この仮説に基づき、これを検証すべく調査を実施した（詳細は 8 章で詳述）。

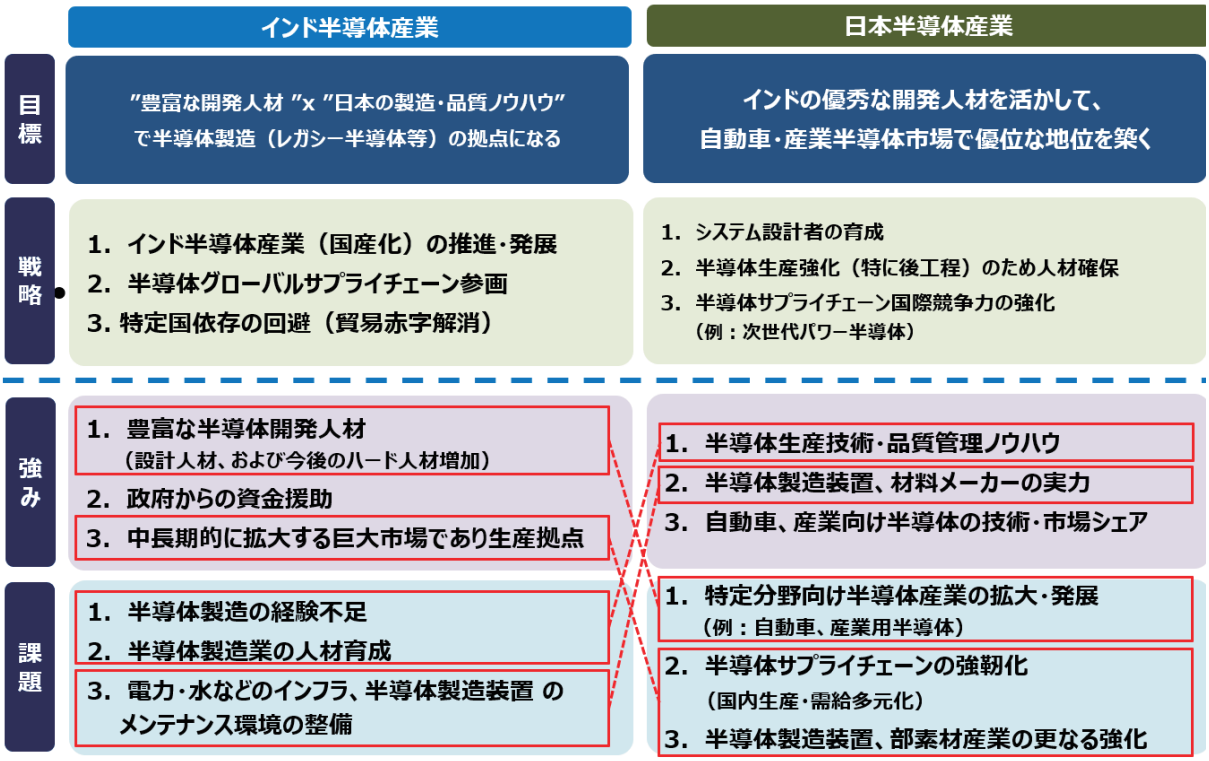


図 7-17. 日本とインドの強みと課題の補完関係
出典：JICA 調査団作成

7.8.3. 日印両国の半導体産業の強み・弱み

両国が補完的に相手国の強み、弱みを自国の弱み、強みと補完できるためには、日本とインドではどのような強み、弱みがあるかを以下に分析する。

- **日本の強み**：製造装置・素材分野での技術的優位、品質管理能力、熟練技術者層、研究開発体制（産総研・大学等）
- **日本の弱み**：人材不足、設計（EDA 含む）能力の低下、ソフトウェア領域の人材確保難、製造拠点の集約性不足

また、インドの強み・弱みについては、以下のように整理される。

- **インドの強み**：大規模な理系人材プール（毎年約 100 万人の STEM 卒業生）、EDA・IC 設計における実績、英語力、コスト競争力
- **インドの弱み**：製造基盤の未整備（ファブ建設は途上段階）、電力・水・インフラの課題、装置調達力、熟練オペレーター不足

人材に着目した場合に、日本とインドを比較すると、両国でどのような強み、弱みがあるかを分析、整理した表を下記に示す。

表 7-2. 人材に着目した日印の 強みと課題の整理

項目	日本	インド
半導体製造技術	世界トップ（装置・材料）	製造経験が未成熟
人材全般	高齢化、リスキリング不足	若年層豊富、STEM教育の充実、英語力
設計人材	経験者が減少、EDAが弱い	設計力（特にデジタル系）は強み（IT産の集積地、ソフトウェア開発人材が豊富）
オペレーター（技能人材）	日本企業で教育蓄積あり	そもそも育成基盤がない（OJT困難）

出典：JICA 調査団作成

上記のように、日本がインドと半導体エコシステムを両国で構築することは、技術協力・サプライチェーン強靭化・人材確保ということで両国にとっての Win-Win の状況が発生すると考えられる。

7.8.4. 日本とインドの間の半導体に係る国際協定・二国間協定

このように、双方で強み、弱みを活かして、相互の利益に資することが想定できるが、民間レベルだけでは出来ることが限られる。今後、日印関係を緊密化し、将来の日印半導体サプライチェーンの構築を達成するためには大きな枠組みが必要である。すでに、日印政府間では、経済全般および技術分野において以下のような協定・枠組みが存在している。

1) 日印包括的経済連携協定（CEPA）[448]（2011 年発効）

品目ベースでの関税削減に加え、人材交流（インド人 IT 技術者等）も対象となっており、今後の技能者流動性を高める基盤となる。CEPA（2011）のような、既存の枠組みはあるが、「半導体」分野に特化した制度的整備は始まったばかりである。

[448] https://www.jetro.go.jp/world/asia/in/jicepa.html

2) **日印産業競争力パートナーシップ（2019 年発足）** [449]

スマート製造・IoT・自動車など先端分野での連携強化を目的とする。この枠組みは、半導体製造装置や FA 技術 [450]と親和性が高い。

3) **日印半導体協力覚書（2023 年 7 月）** [451]

経済産業省とインド電子 IT 省（MeitY）間で、設計、製造、研究開発、人材育成に関する協力を目的とした MoC が締結された。これは、政策対話、産業協力、共同人材育成の制度的基盤を提供する。

IPEF（インド太平洋経済枠組み）や QUAD（四カ国安全保障対話）の枠組みの中でも、サプライチェーンの強靭化が議題に上がっており、日印協力の国際的な重要性や必要性を高める背景となっている。

7.8.5. 日本の課題：人材不足

それでは、日本の国内で一番の課題はなにか。最も大きな課題は人材不足であり、人材に対する課題はどのようになっているかを以下に分析する。

日本国内の半導体産業は、７章の前半で論述したように、とりわけ、設計・製造・装置運用の各分野において、即戦力人材の不足が深刻化している。

ただし、人材不足といっても、どのような人材が不足しているかを明確化する必要がある。特に設計開発・研究などに携わる人材と、工場において、半導体製造に必要な装置を運用・保守する人材ではスキル、能力が全く違う。２章で人材のカテゴリーを分類して定義したように、これらを分けて検討する必要がある。

特に工場が多い地方においては、地方の製造拠点では若年層の流出や高齢化が進行し、採用・定着が困難となっている。工場で働く人材が不足している。

一方、高度人材に関しては、企業の本社機能や研究拠点がある都市部では、設計開発・研究人材が必要であり、技術革新とグローバル競争の進展に伴い、差別化した高機能製品を開発、研究するための人材は高度な専門性を必要とし、日本国内の人口減少、若年層の減少とも相まって、このような高度人材の確保が難しくなっており、大手半導体メーカーの人事担当によると、日本国内の大学からの新規採用が非常に困難であるとの意見が聞かれた。

このような状況下で、一部の地域では積極的な動きもある。それは、岩手県における半導体装置運用訓練施設 I-SPARK（後述）のように、行政と地域産業界主導の短期育成モデルが構築されつつある。この施設では、工場で勤務する技能人材の教育訓練に特化している。

半導体産業だけではなく、国内の他の産業も深刻な人材不足に直面しており、新製品を開発する高度人材も不足している。このため、日本の国内で日本人を採用することはかなり難しい状況になっており、そのために海外人材に期待せざるを得ない。一部の企業では、ベト

[449] https://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2022/pdf/03-02-05.pdf
[450] Factory Automation（ファクトリー・オートメーション）技術の略で、製造業における生産工程の自動化を実現するための技術体系を
[451] https://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2024/pdf/3-2-5.pdf

ナムやミャンマーから海外人材を採用しているという動きも確認し、人材派遣会社でもベトナム人を半導体産業向けに教育し人材供給先に派遣を行っているようである。

したがって、7.8 で上述したように、インドは将来の日本企業にとって、半導体産業の投資先、市場でもあるので、英語がネイティブ並みであり、理数系にも強く、米国シリコンバレーに占めるインド人の割合が多いという例にもみられるように、インド国内にとどまらず世界のどこにでも赴くというインド人材の特長を活かし、日本企業にとって、グローバル化が喫緊の課題であり、人材不足の解決策の一つとして、人材の供給元としてインドを検討する価値がある。

（1） 海外人材活用と受入に関する国内制度整備への期待

海外人材に期待するとはいえ、現時点では多くの課題も残る。制度面では、多くの企業や地域において、外国人材の受入に必要な在留資格、労働ビザ、生活支援制度等は十分に整備されておらず、大手企業であっても、組織として受入態勢を整えるには時間を要している。

また、技能実習制度に依存する形では長期に滞在し長く企業に勤務することはできず、今後は特定技能制度の活用検討が必要になる。ただし、現時点では半導体製造に関連する特定技能制度は整備されていない。特定技能制度資格で日本に入国するためには、技能試験と日本語検定試験に合格しなければならないが、半導体分野に特化した技能試験がないため [452]、半導体製造の前工程に従事する業務は難しく（ただし、後工程の半導体基盤製造ならば従来業務区分を拡大解釈して可能かもしれない)。この点は今後の官民の検討課題といえる。この詳細については、８章において詳述する。

一方、外国人が国内に滞在するための生活インフラ面においては、製造拠点周辺での食事・生活・医療等の生活インフラの整備状況に地域差がある。特にインド人はベジタリアンが多いため、食事の配慮は重要である。

このように、日本の半導体人材戦略は「人材育成」「制度整備」「生活インフラ環境」の三要素が連動してこそ実効性を持ち得るが、現状は各要素が包括的、統合して進んでいない状況である。

すなわち、外国人材受入を支え、スムーズな就業を進めるための制度の課題としては、以下の点について検討が必要である。

第一に、多くの国内の意見に見られるように [453] [454] [455]在留資格制度が複雑である。特にこれまでの技能実習制度 [456]は、制度上の目的が出身国への「技能移転」に限定されており、長

[452]出入国在留管理庁　https://www.moj.go.jp/isa/applications/ssw/10_00179.html　ただし、電気電子機器組立て区分において、プリント配線板製造、電子機器組み立て業務はある。
[453] https://www.dnp.co.jp/biz/column/detail/20172186_4969.html
[454] https://www.office-nabe.com/column_hr003
[455]
https://eacf.jp/journal/2023/09/27/%E5%88%B6%E5%BA%A6%E3%81%8C%E8%A4%87%E9%9B%91%E3%81%A0%E3%81%8B%E3%82%89%E3%81%93%E3%81%9D%E3%80%81%E3%81%BE%E3%81%9A%E3%81%AF%E5%AD%A6%E3%81%B6%E3%81%93%E3%81%A8%E3%81%8C%E5%A4%A7%E5%88%87/
[456] https://www.moj.go.jp/isa/content/001397708.pdf

期受入には不向きである。一方で高度人材ビザ制度[457]に関しても、年収・学歴等（ただし、IIT 等の高学歴者の場合は特別優遇）の基準が高く、即時に活用できる制度設計とはなっていない。

また、外国人材の職場定着を促進する生活支援体制[458]（日本語教育、住宅、医療、文化対応等）が地方を中心に整備されておらず、受入企業側にもケアの負担が集中する構造となっている。岩手県や九州の複数の中小企業では、インド人材との文化的ギャップや離職リスクへの対応が課題とされ、企業単独では対応が難しい領域であるとの認識が共有されている。

加えて、外国人材の受入に関するノウハウの蓄積や実務レベルのガイドライン整備[459]も不十分であり、特に中堅・中小企業にとっては参入障壁となっている。このため、国によるモデル整備（例：人材受入マニュアル、共同研修モデル、語学対応教材の無償提供等）や、自治体・業界団体と連携した受入支援体制の構築が必要となる。

（2） 日本の人材不足解消のためのインドとの連携

上述のように、インドとの連携は、量・質の両面において日本の半導体人材不足の解消に資する可能性がある。インドは、IIT をはじめとする理工系高等教育機関を多数有しており、特に設計分野において世界有数の人材供給国となっている。例えば、IIT ハイデラバード校との連携事例では、日本企業との技術教育連携や共同講座の開設が模索されており、設計人材の場合は着々と進みつつあるが、技能人材の場合は、検討が始まったばかりである。

日本側にとっては、インドとの連携を通じて、自国の人材育成体制では補完しきれない設計開発、研究関する専門性を獲得できるのみならず、海外拠点との連携による現地展開の基盤強化という点でも利点がある。

一方、インドにとっても、日本からの技術移転および教育資源（装置・教材・研修制度等）の導入は、国内の半導体人材育成・ファウンドリー整備に資するものであり、相互補完的な構造を構築しやすい。

また、装置オペレーター等の技能人材分野では、日本の装置メーカー等が有する現場教育ノウハウを、第４章で説明したように、インド側が構築しようとしているセンター・オブ・エクセレンス（CoE）と連携して提供することにより、教育モデルの標準化や双方向的教育交流が可能となる。これについては、第８章で詳細に説明する。

このように、日印間の人材連携は、制度面・教育面・技術面における相互補完性に基づく協働関係の構築によって、グローバル人材循環を促進する基盤となり得る。その実現には、政府間協議を含む制度整備の強化と、官民連携による運用体制の確立が必要となる。

457

458 https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/jigyounushi/tagengoyougosyu.html

459 https://www.moj.go.jp/isa/content/001397365.pdf

7.9. 日本企業の海外人材に対する考え方

7.9.1. 日本の半導体産業全体の量的人材ニーズ

国内で何人くらいの人材が不足しているかを試算したデータがある。JEITA（電子情報技術産業協会：2024 年版：国際競争力強化を実現するための半導体戦略：JEITA 半導体部会）が試算 [460]した今後 2025 年から 10 年間の半導体人材の必要数は、各地域ごとに、北海道・東北地方 6,000 人、関東 12,000 人、中部地方 6,000 人、近畿 4,000 人、中国・四国 3,000 人、九州 12,000 人であり合計 43,000 人となっている。これだけの人材をどのように育成・確保するかは日本の半導体産業にとって重要な課題である。

7.9.2. 主要民間企業の人材戦略：

（1） 大手半導体、製造装置メーカーの動向

日本の半導体産業を担う主要民間企業は、近年のグローバル市場競争や人材不足を背景に、多様な人材戦略を展開している。特にインドをはじめとした外国人材に関する連携、大学・研究機関との協業、現地拠点の展開などを通じて、自社の研究・製造・教育体制と国際的人材供給体制との接続を図っている。

本節では、製造企業および装置メーカーの事例に焦点を当て、それぞれの企業に対する調査結果から、日本の民間企業が人材戦略と人材育成についてどのように考えているかを概観する。

1) グローバル人事戦略を推進する企業の事例

某大手日系企業は、半導体事業のグローバル展開を進める中で、多国籍人材による人事体制を構築しており、「国籍不問・職能重視」の方針で世界中から人材を採用・配置している。インドにおいては設計拠点を設置し、現地主導で経営を行うなど、柔軟な戦略を展開している。また、海外の大学との連携強化を模索し、インド人材の登用も進めている。国内では技能人材の確保が課題となっており、外国人材の活用も視野に入れている。企業風土は外資系に近く、グローバルな意思決定体制が整備されつつある。

2) 地方における人材育成の産官学連携モデル企業の事例

ある地方拠点を持つ半導体メーカーは、地域の教育機関と連携して基礎教育を外部委託することで、実務に直結した人材育成体制を構築している。一方、現場レベルでは日本語でのコミュニケーションや生活支援体制の未整備を理由に、外国人技能者の受け入れには慎重な姿勢を取っている。設計部門ではすでに外国人高度技術者が活躍しており、本社では日本人技術者の採用難を背景にインド人材への関心が高まっているとのことである。

3) 半導体微細化を目指す先端企業の事例

日本の半導体再興を目的に、ある先端半導体企業は、将来的な人材不足に対応すべく、海外からの高度人材の採用に取り組み始めており、特に海外人材に強い関心を示している。企

[460] https://semicon.jeita.or.jp/news/docs/20240513_JEITA-JSIA_teigensyo.pdf

業トップは海外政府関係者とも会談し、設計人材確保に向けた連携を模索している。前工程の国内展開に加え、後工程は海外での展開も視野に入れているようである。

4) インド戦略を積極推進する半導体装置製造企業の事例

ある日本の装置メーカーは、インド進出を積極的に進めており、インドでの生産拠点設置や現地人材数百人名規模の配置を計画している。ただし、進出にあたっては、当初は日本人の出張者が多く滞在することになるので、現地の社会インフラの整備が課題と認識している。中長期的には現地人材への移行を視野に入れた戦略を実行中である。

5) 簡易半導体製造装置を用いた教育展開を目指す企業の事例

ある装置インテグレーター企業は、国内の各企業と連携し、研究教育用途に適した簡易的な半導体製造用の装置パッケージを提供しており、国内教育機関への導入実績もある。インドの大学での利用を模索し、導入の可能性を検討しているが、半導体製造に必要な有毒ガスや化学品を扱うため、海外に輸出する場合は、当該国の輸入規制や現地メンテナンス体制の整備が課題とのことである。現地展開に向けた教育訓練体制はまだ検討中であるが、導入が進めば、インドにおける実践的な半導体人材育成や地方都市での人材基盤形成に貢献する可能性がある。

7.10. 学術・研究機関における人材教育

日本国内の大学および研究機関は、半導体産業を支える高度人材の育成と研究開発の中核的存在として位置づけられ地域や機関ごとに多様な取り組みが進展している。本節では、東北・関東・九州の代表的大学や研究機関を対象に、その教育・研究基盤、国際連携、外国人受入体制等の状況を以下に示す。

1) 先端研究設備を備えた大学：国際交流による共同研究

大規模なクリーンルームと半導体研究施設を有する大学では、材料からシステム統合まで一貫した教育研究体制を整備している。アジア諸国との交流実績を背景に、今後は海外の人的交流や共同研究の可能性や短期受入を通じた国際連携の強化を模索している。

2) 地域産業と連動した教育を行う大学：段階的教育カリキュラムと学外連携

地方の国立大学では、半導体基礎から応用までを段階的に学べるカリキュラムを展開しており、地元産業への人材供給を担っている。装置設備は限られるが、学外機関との連携を活用し、現場実践的な教育も導入している。外国人受入には制度面で制約があり、研究員経由の進学が主流となっている。

3) 特定分野や設計に強みを持つ研究大学：モジュール型装置による実践教育

都市部の研究大学では、長年にわたり設計技術に関する国際連携を進めており、小型の製造装置群を活用した実践的教育モデルを構築している。インドとの連携は今後の課題だが、教育・研究・技術支援を一体化させた体制の確立が検討されており、広域的な知識拠点としての機能が期待される。

4) 国内初の半導体専門課程を設置した大学：産学連携と課題の明確化

日本初の半導体専門課程を設置した大学では、製造から実装まで一貫して学べる教育体制が整備されている。産業界との連携による実習機会がある一方で、地域での認知度や志願者数には課題が残っており、今後の成果が注目されている。

5) 国際性を重視した教育機関：語学力と地域貢献を両立

国際感覚を重視する大学では、半導体カリキュラムとともに語学力や異文化理解を重視した教育を実施している。多数の学生が海外留学を経験しており、地域イベントも通じて技術と国際性の両立を図っている。地元企業への就職実績も増加傾向にある。

6) 国際教育ネットワークを形成する大学連合：台湾との協力体制構築

ある大学では、台湾の有力大学・企業との間で覚書を交わし、日台による半導体人材育成ネットワークを形成している。複数大学による連携体制が整備され、教育・研究・人材交流の多層的な国際協力が進められている。

7) 国立研究機関における人材育成と外国人受入の課題

国内の研究機関では、製造技術の維持と技術者育成を重視しており、装置操作やプロセス構築を担う高専卒技術者の専門性が高く評価されている。大卒人材は R&D や管理を担当しているが、全体として人材不足が課題となっている。外国人材の受入には機密保持や言語の壁があり、慎重な姿勢が続いている。

7.11. 産業団体のインド人材に対する見解

国内には、半導体に関係するいくつかの協会、団体が存在しており、それらに対して意見を聴取すべく、ヒアリングを実施したので以下に記載する。

1) 業界団体 A

半導体製造装置分野は技術進歩のスピードが極めて速く、それに対応する高度な技能を有するオペレーターの育成が喫緊の課題と指摘している。とりわけ、装置の構造や制御システムが高度に専門化・個別化していることから、教育現場と産業界が連携した専門的人材の育成体制が不可欠であるとのことである。

同団体の関係者からは、インド国内では半導体製造装置の実運用経験を持つ人材が著しく不足しており、これは新規ファウンドリーの立ち上げにおけるボトルネックになり得るとの指摘がなされた。特に、装置メーカーごとの仕様の違いが大きく、汎用的な教育プログラムでは実務に耐えうるスキルが身につかないため、装置メーカーが主体となった教育支援の必要性が強調された。また、短期的な講習ではプロセス変動や装置挙動への対応力を育むことが難しく、現場での実機訓練と段階的スキル形成が求められているとのことであった。

インドに関しては、国内でクリーンルームや装置設備を伴う教育施設が限られており、実践的教育推進の上での大きな制約になるのではとの指摘があった。標準的な装置教育カリキュラムの策定は、各装置メーカーの仕様や運用ポリシーの違いから難しいとのことで、個別

メーカーと教育機関の協定に基づく柔軟な教育プログラムの設計が現実的とであろうとのことであった。

また、同団体からは、インドにおいて装置オペレーターを育成する場合は、①装置メーカー主導の実機研修プログラムの設計・提供、②日本国内での技術者受入体制の強化、③短期即戦力化ではなく長期視点での技能蓄積の推進、④インド政府・大学との三者協定等を通じた制度的連携の強化が必要との指摘があった。

2) **業界団体 B**

同協会は、基礎的な工程理解から装置運用、品質管理に至るまで、工程別に整理された教育講座を継続的に提供している。

協会関係者からは、インドなど海外における人材育成の取り組みに関して、日本国内で蓄積された教育教材と訓練体系を活用した教材が有効であるとの意見が示された。特に、教材提供 → 指導者育成（Training of Trainer：ToT）→ 現地教育機関での運用、という三段階構成による教育モデルは、インド中央政府からの要請である Training of Trainer（ToT）と同じ考え方である。

半導体製造装置の教育には高度な設備が必要とされがちだが、有毒ガスを使用せず、クリーンルームも設けずに装置操作を訓練することも有効との意見があった。

こうしたクリーンルームを使わない教育訓練方法のモデルは、予算制約のある国々や地域でも導入しやすく、装置運用に特化した訓練拠点を構築する現実的な選択肢となる。また、訓練対象は大学生に限定せず、ポリテク機関、工業高校出身者、技能系人材などを幅広く想定し、「ハンズオン教育」を重視している。

同協会では、将来的な展望として、技術者の技能や経験を客観的に評価する認証制度の整備を視野に入れているようである。今後、国際連携を前提とした職能分類や評価基準の策定を検討し、制度設計においては、教育機関・産業界・行政機関の連携が不可欠であると指摘していた。

3) **業界団体 C**

当団体の理事によると、日本の半導体および電子デバイス産業における人材育成の必要性を強く認識し、特に「チップタレントショーテージ（半導体人材不足）」と言及して、その深刻化を指摘していた。日本ではこれまで、半導体産業の将来ビジョンが明確に示されていないため、優秀な学生が半導体業界を志望する割合が低く、九州地方では過去の産業衰退の影響もあり、学生の流入が十分でない状況が続いているとの発言があった。

インドとの連携可能性について説明すると、確かにインドとの連携を図るのは良い選択肢の一つであるとのことである。日本国内の半導体工場ではオペレーション人材の確保が難しく、特に装置オペレーターや工程管理を担う中間層の人材が不足しているため、インド人技術者の受け入れが一つの解決策としてありうるとのことである。

4) 業界団体 D

これからインドの半導体産業を振興し、発展させるには、高度な専門知識を有する技術者の育成が不可欠であるとのこと。しかし、現時点では、インド国内には半導体分野に特化した実践的な教育機関が少なく、実務経験を持つ技術者の育成が進んでいないとの指摘があり、同協会関係者の中には、中国の半導体産業が立ち上がる初期の時代に、中国で半導体工場立ち上げに関与した経験を持つ技術者もおり、インドの半導体産業に対する技術支援は可能とのことであった。

また、同協会の担当者からは、日本企業がインド人技術者を受け入れる際の課題として、基礎教育だけでなく、実務経験を積む機会の提供が重要であると指摘している。特に、インターンシップや現場研修を通じて、半導体製造プロセスの実践的な知識を習得できる環境の整備が必要であるとのこと。これに関連し、日本国内の半導体関連教育機関や企業と協力し、インドの技術者が現場での経験を積める研修プログラムの開発が求められている。

7.12. 産官学機関の状況と課題

本節では、国内における半導体産業のアクターとなる行政機関、民間企業、大学・研究機関、業界団体に関して、7.9 節、7.10 節、7.11 節において、個別の各機関の意見を聴取した結果から、それぞれ共通な意見と異なる意見を整理し、以下にその課題や違いを整理する。

7.12.1. 地方行政の地域間の違い

東北（岩手県）と九州（熊本・福岡・大分）では、地域ごとに半導体産業に対する行政の支援方針や取り組みに違いが見られる。これは、当該地域経済の産業構造やその地域で主導的立場にある企業の性格、また、地域の行政と産業界・教育機関との関係に起因するものである。

岩手県においては、地元の有力企業であるキオクシア岩手が新工場の建設を進めており、それに伴って数千人規模の技能人材（装置オペレーター、品質管理担当、保守技術者など）の確保が急務となっている。しかしながら、東北は過疎地域といわれ、地元から若手人材の流出が見られ人口規模や産業基盤の制約から、個々の単独一社での人材確保には限界がある。

このため、県を中心に、地元自治体(岩手県)、教育機関（岩手大学など)、産業界（民間人材派遣会社など）さらには産業支援機関（いわて産業振興センター）が連携し、北上市において人材育成施設（I-SPARK）を整備し、現場ニーズに即したカリキュラムの開発や、実際の工場で使われている訓練機材の導入、具体的かつ持続可能なスキームが構築されつつある。また、I-SPARK（前出：岩手の半導体人材育成センター）など、行政が中心となって、産業界・教育機関・地域が一体となり、分野や立場を超えて協力することにより、包括的かつ実践的な人材育成拠点を形成する教育訓練拠点を中心とした取組みが注目されている。

一方、熊本県を中心とする九州地域では、TSMC（JASM）の進出が大きな転機となっており、それに伴う関連企業の誘致・集積が急速に進展している。既に、ソニーやデンソー、東京エレクトロンなどの主要企業が連携体制を構築し、半導体製造から部材供給、設備保守、物流支援までを含む広範なサプライチェーンが形成されつつある。自治体も積極的に支援策

を講じており、熊本県では産業人材の確保・育成に向けた予算措置を講じ、県内の高専・大学との連携を強化し、さらに、福岡・大分といった周辺県でも波及的にサテライト的な教育機関の強化や交通・インフラ整備が進んでおり、九州全体として広域的なエコシステムの構築を視野に入れている。

7.12.2. 民間企業の海外人材活用に対する現場とのギャップ

国内の大手半導体メーカーや装置メーカーの一部では、インド拠点の活用や現地大学との連携を進め、外国人技術者の採用に向けた取り組みが始まりつつある。一方で、日本国内の現場、特に地方工場においては、外国人材を受け入れるための体制が十分に整っていないケースが多く、実際の運用面において課題が残されている。

具体的には、外国人を採用した場合でも、言語の壁や文化的な違い、生活面での支援体制の未整備などにより、現場での定着が難しい状況が指摘されている。とりわけ地方工場では、「日本人従業員との意思疎通に不安がある」「業務がスムーズに進まないのではないか」といった懸念が根強く、たとえ人手不足であっても外国人材の活用が進みにくい傾向にある。

また、多くの企業においては、本社と現場の間で外国人採用に対する意識の差が見られる。本社側がグローバル化を推進し積極的に外国人材の登用を図っている一方で、地方の製造現場では従来の組織文化や業務運用上の慣習が色濃く残り、外国人との協働に対する心理的ハードルが依然として高い状況である。

グローバルに展開している中堅のメーカーの場合、本社においては日本語が堪能な中国人や韓国人社員が数名勤務しているが、これまでインド人の採用実績はなかった。将来的にインド市場への進出を見据え、現地での保守業務、フィールドエンジニア、技術営業職としてインド人材の活用を検討していたものの、「前例がない」との理由で本社人事部から採用提案が却下されたという事例もある。

このように、外国人材の受け入れに慣れている大手企業であっても、本社と地方現場の間には認識のずれが生じている場合があり、受け入れ体制の整備にはなお時間を要している。また、特に中堅・中小規模の装置メーカーでは、人事部門や現場のグローバル対応力、言語運用能力、制度面での準備不足などにより、外国人材の活用が後回しになっている状況が見受けられる。

7.12.3. 大学・研究機関における海外人材受け入れの課題

国内のいくつかの大学では、インド工科大学（IIT）との学術連携や短期研修プログラムの実施について、前向きに検討したいとの意見が多く聞かれた。特に、IIT の学生に対する高い学力評価と、日印間の人的交流促進への期待が背景にあると考えられる。

一方、現状の留学生受入れの実態に目を向けると、多くの大学において中国人留学生の割合が非常に高く、国籍に偏りが見られるとの指摘がある。その要因として、中国人留学生の多くは、比較的裕福な家庭出身であり、自費で日本留学を行うケースが多いことが挙げられる。このため、経済的な支援を必要とせずに来日できる学生が集中し、結果として大学ごと

の留学生構成に偏りが生じている。実際に、中国人留学生が全体の半数近くを占める大学も珍しくなく、これは個別の大学にとどまらず、日本の大学全体に共通する傾向と見られる。

これに対して、インド人留学生については、家計に余裕のある層が限られており、十分な経済的支援がなければ日本への留学は困難であるという現状がある。特に、文部科学省の奨学金取得などの制度的な要件がインド人学生にとって高いハードルとなっており、奨学金の獲得難易度の高さが留学希望者の減少につながっているとの意見も聞かれた。このような状況を踏まえ、多くの大学関係者からは、「もし政府による奨学金制度や経済的支援が充実していれば、より多くの優秀な学生を各国から受け入れることが可能となり、現在のような特定国に偏った構成を是正できる」との声が上がっている。

加えて、産業界からは、大学に対し、理論中心の教育カリキュラムから、実務的スキルを重視した「ハンズオン型」の実践的教育への転換を求める意見が多く寄せられている。企業現場では、即戦力となる技能人材の育成が喫緊の課題であるため、大学教育に対してもより実務との接続性が求められている。しかしながら、特に上位の大学では、技能者育成よりも、基礎理論や先端研究に重きを置く傾向が強いとの印象を受けた。

7.12.4. 技能人材育成に関する現状分析まとめ

（1） 産業界における技能人材の不足と外国人材への期待

日本の半導体関連産業においては、製造装置メーカーや材料メーカーを中心に、装置オペレーター等の技能人材の確保が喫緊の課題となっている。大手・中堅企業を問わず、現場で即戦力となる人材の採用が困難な状況が続いており、教育機関との連携や外部訓練体制の整備が急務とされている。特に、ファブの新設や増設が進む中で、企業単独では人材需要の急増に対応しきれない状況が生じている。

こうした中、外国人材の活用に対する企業の姿勢にも変化が見られる。技能実習制度や特定技能制度を活用して外国人材を受け入れてきた企業では、インドをはじめとする各国からの技能人材導入に対して前向きな意見が増加している。また、業界団体からは、技能レベルを客観的に可視化する認証制度の整備に対する強い要望が寄せられており、これを支える制度的枠組みの構築が今後の重要な課題となっている。

（2） 学術機関における教育の方向性と立場の相違

大学や高等専門学校などの学術機関では、従来の工学系教育に加え、装置操作やファブ運用などの実践的教育に対する関心が高まりつつある。ただし、技能人材の育成を大学の本来的な使命と位置づけるか否かについては、大学ごとに考え方の違いが顕著である。

たとえば、研究志向の強い大学では、理論研究と高度人材育成を中心的な役割と捉えており、技能教育は大学の範疇外とする立場が見られる。一方、半導体産業集積がすでに始まっている九州地方の大学のように、地域産業との連携を重視する大学では、産業界のニーズに応じた実践的な講座を積極的に開設し、技能人材の育成を大学の責務の一部と捉える傾向が強い。

このような立場の違いはあるものの、多くの大学に共通して指摘されているのが、英語による技術教育の強化や、外国人留学生を受け入れるための環境整備といった国際化への対応である。また、大学で提供される教育内容と、現場で必要とされるスキルとの間に存在するギャップをいかに埋めるかが、今後の教育設計における重要な論点となっている。

（3） 行政機関によるリスキリング支援と地域モデルの形成

地方自治体や産業振興センター等の行政機関では、地元企業による半導体関連投資や新工場の立地に伴い、技能人材の育成ニーズが顕在化しており、これに対応する人材育成体制の整備が進められている。

たとえば、東北地方では、ある半導体工場の新設に伴い、数百名から千名規模の装置オペレーターを短期間で育成する必要が生じたため、短期集中型の研修プログラムの開発と実施が急ピッチで進められている。また、福岡市や北九州市では、大学・企業・行政が連携して地域リスキリングセンターを運営しており、外国人材の受け入れや日本語教育体制の構築にも積極的に取り組んでいる。

これらの取組は、地域主導の人材育成モデルとして他地域への展開も期待されており、制度的・財政的な持続可能性を備えた支援体制の確立が求められている。

（4） 分野ごとの視点の違いと統合的アプローチの必要性

本分析を通じて明らかになったのは、産業界・学術機関・行政機関のそれぞれが異なる視点や重点領域を持ちつつも、半導体分野における深刻な人材不足という共通課題を認識している点である。

産業界は、即戦力となる現場技能者や設計技術者の確保を最優先課題とし、学術機関は高度教育の充実と国際化への対応に力を注いでいる。行政機関は、制度設計や地域における教育インフラ整備を通じて、産業界と学術界の活動を支える役割を果たしている。

今後の人材育成政策においては、こうした三者の視点を踏まえつつ、相互連携を軸とした統合的なアプローチが不可欠である。具体的には、産業界による技能要件の提示と現場実習の提供、学術機関による体系的な教育カリキュラムの設計と実施、行政による制度的支援や受入れ環境の整備が、それぞれ補完し合う仕組みの構築が求められる。

特に、今後インドをはじめとする外国人材の活用を前提とする場合、技能認証の国際標準化、在留資格制度との整合性確保、奨学金や生活支援制度の充実といった点が、制度設計上の重要な検討項目となる。

また、教育・訓練プログラムの共同開発や全国レベルでの標準化、成果指標の導入と外部評価を通じた定期的な見直し体制の構築も重要である。こうした体制の整備により、日本の半導体産業における人材基盤の強化が期待され、国際競争力の持続的な確保につながるものと考えられる。

7.12.5. 高度人材育成に関する現状分析まとめ

（1） 産業界における先端技術人材の確保と育成ニーズの高まり

日本の半導体産業においては、回路設計、EDA、プロセス開発、装置制御、品質解析、AI・データ活用といった先端分野で活躍できる高度人材の確保が喫緊の課題となっている。グローバル競争が激化する中で、単に専門知識を有するだけでなく、国際的なプロジェクトに対応可能な語学力やマネジメント能力を備えた人材が求められている。しかしながら、企業側からは「博士課程修了者の応募が少ない」「設計・開発分野の若手層が不足している」といった声が多く、特にファブレス企業や IP ベンダー、装置・材料系メーカーでは、設計・開発・評価を担う中核人材の育成に苦慮しているのが現状である。

こうした背景から、企業は従来の新卒一括採用だけでなく、大学・大学院との連携によるインターンシップや共同研究、博士課程学生への企業研究費支援などを通じたアーリースカウト型の人材獲得に取り組み始めている。また、リスキリングや高度化研修により既存社員の高度化を図る動きも見られるが、教育機関との役割分担や制度的な支援体制は未整備な部分が多い。

（2） 学術機関における高度技術教育と国際連携の拡充

大学・大学院においては、半導体技術に関連する基礎研究や応用研究が長年にわたり進められており、材料科学、ナノデバイス、量子工学、回路設計など多岐にわたる分野で人材が育成されている。特に、国内有力大学のなどの研究拠点では、半導体関連の重点研究プロジェクトや産学連携センターが形成され、企業との共同研究や博士後期課程の産業応用志向の指導が進んでいる。

一方で、企業ニーズとの乖離も指摘されており、「研究内容が実装・製品開発に結びつきにくい」「カリキュラムが現場要件と乖離している」との意見も存在する。これに対応するため、大学ではPBL（問題解決型学習：Project-Based Learning）型教育の導入や、英語による技術講義の開設、海外大学とのダブルディグリープログラムの推進などが始まっている。また、近年では外国人留学生の増加とともに、国際的な教育交流・人材循環を前提とした教育体制の構築が進められており、アジア圏や欧米の大学との共同履修や短期派遣なども試みられている。

（3） 行政機関による博士人材支援と研究人材の裾野拡大政策

国の行政機関においては、科学技術基本計画や経済安全保障政策の一環として、半導体・量子分野における研究人材の戦略的育成が位置づけられている。経済産業省によるラピダス支援事業などにおいては、大学・研究機関への大型補助金が投下されるとともに、若手研究者の登用が強く求められている。また、文部科学省は「博士後期課程の若手支援」や「博士人材の産業界への流動促進」を掲げ、育成から就職までの一貫支援体制を構築中である。

地方自治体でも、東北、九州、関西などの地域では、高度人材の集積を図るための支援施策が見られる。たとえば、岩手県では東北大学や岩手大学との連携により、先端半導体研究人材の受け入れ体制が強化されつつあり、地域産業振興と研究開発拠点形成の両立を目指し

ている。加えて、政府による研究インターンシップ制度も拡充されており、博士課程人材の早期キャリア開発が進みつつある。

（4） 三者の視点と政策連携のあり方

高度人材の育成においても、産業界、学術機関、行政機関はそれぞれ異なる視点と課題を持っている。産業界は、技術の即時的な応用に耐えうる設計・開発人材を求めており、実務能力やリーダーシップ、国際的な協働スキルを重視する傾向が強い。一方、学術機関は、長期的視点からの基礎研究や理論教育を重視しており、企業が求めるスピードや市場性とのギャップをどう埋めるかが課題となっている。行政は、それらの両者を橋渡しする形で、教育・研究制度の基盤整備や資金支援、国際競争力のある拠点形成を推進すべきである。

今後は、こうした三者の強みを相互補完的に活用した人材育成の仕組みを構築していくことが求められる。具体的には、大学と企業の間で人材の流動性を高める仕組みづくりや、博士課程人材の産業界受入れ促進、国際連携を前提とした教育プログラムの共創などが重要な要素となる。また、研究成果の社会実装を意識した教育設計や、外国人高度人材の定着支援制度の整備も、グローバル競争下における日本の優位性を確保する鍵となる。

7.13. 日本型「産官学エコシステム」のインドへの展開可能性

7.13.1. 半導体産業の日本型「産官学エコシステム」

まず、ここで日本の場合の日本型「産官学エコシステム」とはどのようなものかを定義しておきたい。

日本の半導体産業における「産官学エコシステム」とは、企業（産）、行政機関（官）、大学・高専等の教育研究機関（学）が、それぞれの本来の機能と所有する資源を活かして相互補完的に連携し、半導体に関する人材育成、研究開発、産業振興、制度整備をあるべき目標に向かって一体的に推進する協調的な仕組みを指す。

このエコシステムは、単なる連携体制にとどまらず、以下のような特徴と実践的連動性を備えており、日本の半導体産業の再構築や国際競争力の強化において中核的役割を果たしている。

表 7-3. 日本型「産官学連携エコシステム」の定義

機関	主な役割
産業界（企業）	人材ニーズの明示、教育内容へのフィードバック、インターンシップ・実習の受入れ、共同研究の推進、装置やデータの提供
行政 （国・地方自治体）	中長期の国家戦略（例：半導体・デジタル産業戦略）の策定、大学・企業への補助制度設計、人材育成政策の実施、地域連携の促進
学術機関 （大学・高専等）	半導体技術に関する基礎・応用教育、産業現場との接続を意識したPBL・ハンズオン教育、共同研究拠点の運営

出典：JICA 調査団作成

■ 日本型エコシステムの意義

この産官学エコシステムは、「制度設計 × 実践教育 × 地域連携 × 中央戦略（日本政府方針）」の四位一体の構造によりエコシステムが構築されており、各主体が単独では成し得ない機能の補完と資源の循環を実現している点に特徴がある。また、国主導の支援だけでなく、地域大学や中小企業が主体的に連携に加わることで、ボトムアップ型の持続的モデル形成にも寄与する。

これまでに、述べたように、実践例としては、

- 人材育成面で、岩手県における I-SPARK（岩手半導体人材育成拠点）のように、自治体主導で大学・企業と協力して装置オペレーター訓練や高度技術教育を展開。
- 研究開発面では、ラピダス×東京大学×LSTC（最先端半導体技術センター）などが代表例であり、研究開発と人材育成を統合した産官学プロジェクトが進行中。
- 制度支援面では、経済産業省の補助金制度と、文科省の博士課程支援策（次世代研究者支援事業等）が相互補完的に連動。

7.13.2. 半導体人材基盤の強化に向けた産官学の連携

本調査を通じて明らかになったのは、日本の半導体人材育成において、産業界・学術機関・行政機関の三者がそれぞれ異なる立場を持ちながらも、「人材不足の深刻化」に対して共通の危機感を抱いているという点である。特に、日本国内では、少子化や若年層人口の減少、さらには半導体産業に対する過去の日本の半導体産業が凋落したネガティブなイメージなどが重なり、従来の技能実習制度や企業個別の高度人材招聘のような人材供給モデルだけでは今後の需要に対応できない状況が顕在化している。

このような背景のもと、今後は海外人材の活用が不可欠であるとの認識が関係機関の間で共有されつつある。今回の調査を通じて、多くの日本国内機関がインド人材の活用可能性に対して前向きな評価を示しており、特に技術力と英語力を兼ね備えたインドの若者層に対する期待が急速に高まっている。

従来の技能実習制度や個人負担による留学といった仕組みでは、現状の人材不足に十分対応できないとの認識も多くの機関から示された。そのため、今後は新たな政策枠組みと実行スキームの構築が求められており、産官学が連携して具体的な施策を設計・実行することが、日本の半導体産業再構築に向けた重要な課題である。

7.13.3. 日本型産官学連携システムの構造とその特徴

本章で紹介した各事例に見られるように、日本では企業（産）、政府（官）、大学・高専（学）が緊密に連携し、装置、材料、設計、人材育成、政策制度までを多層的に支え合う「産官学エコシステム」が構築されている。

このエコシステムは、国の中長期戦略（例：半導体・デジタル産業戦略）と、地域ごとの教育機関・企業の現場ニーズが接合することで機能しており、中央集権と地域分散のバランスが取れた制度設計となっている。こうした構造は、インドが独自のエコシステムを構築す

るうえでも示唆に富んでおり、インド中央政府主導の政策に加えて、地方大学や企業を巻き込んだ自立的な連携モデルの形成が有効と考えられる。

大学・教育機関の産業への対応性

日本では、高専や大学が企業と協働でカリキュラムを開発し、インターンシップや共同研究などを通じて産業現場のニーズに即応した人材を育成している。この仕組みは、インドのIIT/NIT などの高等教育機関においても導入可能であり、教育と産業をより強固に結びつけるモデルとなり得る。

人材・設備・研究資源の共有

ラピダスや JASM などの先端プロジェクトを軸に、日本では大学や中小企業が装置・施設を共有する「共創拠点」の整備が進められている。インドにおいても、各州に分散型の研究・教育拠点を設置することで、限られた資源の有効活用と地域格差の是正が期待される。

政府補助金と研究開発支援のスキーム整合

日本では、企業投資に対する補助金制度と、研究開発・人材育成に関する支援制度が補完的に機能している。たとえば、ラピダスや LSTC（最先端半導体技術センター）では、東京大学などの研究機関が参画し、国内外の技術を融合させる形で競争力強化が図られている。インドでも、これに倣った制度設計により、政策効果の最大化を図ることが可能である。

7.13.4. インドへの日本型システムの適用可能性

この日本型の産官学連携システムは、インドにおいて人材育成・研究開発・産業集積を進める上でも、一定の参照モデルとなり得る。ただし、インドの制度、文化、州間政策の多様性を踏まえ、日本型モデルを、そのまま輸出するのではなくインドの状況に適したローカライズするアプローチが求められる。

7.13.5. インドへの展開に向けた課題

日本型の産官学連携システムをインドに適用するには、以下のような課題とそれに対する制度的・運営的な工夫が必要とされる。

教育機関と産業界の信頼関係の構築

インドの全国紙 The Times of India 紙記事（2024 年 3 月 3 日付）によると、世界評価において、学術的評価については高い評価を受けているものの、インドの産学連携指標が、130 か国中 66 位というデータとのことである [461]。これはインド国内において産学連携の制度的な連携が十分でないことを表しており、また Meity も産学の連携をより強固にすべき課題であると指摘している [462]。

[461] https://timesofindia.indiatimes.com/home/sunday-times/all-that-matters/semiconductor-missions-great-but-academia-can-chip-in/articleshow/108168309.cms
[462] https://economictimes.indiatimes.com/tech/technology/meity-secretary-calls-for-greater-collaboration-among-govt-industry-academia/articleshow/122119542.cms?utm_source=chatgpt.com

また、NASSCOM も、大学と企業の連携があまり確立されておらず [463] [464]、企業が教育活動に深く関与する文化がまだ十分に浸透していないと指摘している。このため、現時点では教育成果と企業ニーズとのギャップ [465]が生じやすく、連携が形式化・形骸化するリスクもある。

したがって、インドにおいて、日本の産官学三者連携モデルを紹介し、インドが日本式の産官学連携のスキームを取り入れる余地はある。

州ごとの政策・予算の格差

日本ではインド中央政府の戦略と地方自治体の施策が比較的一体的に連動しているが、インドでは各州で政治的にも方針にもばらつきがあり、統一的なスキーム形成の障害となっている。

例えば、インド国内で真っ先に半導体産業集積が進みつつあるグジャラート州の CoE 計画は注目されてが、他州において、同様に展開できるかどうかは不透明である。

つまり、インドでは州ごとに半導体人材育成の取り組みが進められ、カリキュラムやスキル水準、産業界との連携にばらつきがあり、全体として統一的な人材エコシステムが形成されていないのが現状である。特に、上述したように、産業界が求める即戦力人材との間にギャップがあり、教育機関による訓練の質や実践性に課題があることが複数報告されている。

産官学をつなぐ中間支援機能の未整備

日本においては、SEMI Japan、JEITA、SEAJ、NEDIA といった産業団体が情報共有と政策形成において重要な役割を果たしているが、インドではこれに相当する中間支援機関の整備がまだ進んでおらず、各プレイヤーが孤立しやすい。今後は、産官学を橋渡しする協議体やデータ共有プラットフォームの整備が不可欠となる。

インドにおける日本型の産官学連携システム構築の方向性

もっとも、日本の半導体人材育成において培われた産官学連携の仕組みが、インドにおいても同様に有効に機能するかどうかは不透明であることも確かである。人口規模、技術力、教育機関の質においてインドはポテンシャルは有するものの、そもそも、文化的背景も異なるインドと日本では、制度的知見、教育資源、産業連携モデルが異なり、全く日本と同じにとはいかないためである。

ただし、両国で対話、議論を継続し持続可能な人材育成基盤の連携システムの形成が期待できる可能性もある。

その実現のためには、単なる制度の輸出ではなく、インド側の社会構造や文化、政策の現実に即した連携として調整・適用する視点が重要である。産業界・学術界・政府機関が連携

[463] https://community.nasscom.in/communities/talent-skills/industry-academia-collaboration-critical-need-upskilling-future-talent?utm_source=chatgpt.com
[464] https://economictimes.indiatimes.com/jobs/fresher/nasscom-says-there-exists-employability-gap-in-graduates-asks-education-system-to-do-more/articleshow/98337770.cms?utm_source=chatgpt.com&from=mdr
[465] https://www.manufacturingtodayindia.com/closing-the-skills-divide?utm_source=chatgpt.com

しつつ、両国の資源を補完し合う新たな人材育成モデルの構築が、アジア発の先端半導体人材戦略として今後の鍵を握るものと考えられる。

7.14. 日本の電力インフラと水インフラの状況

7.14.1. インフラ整備に対する政府の施策

本節では、日本におけるインフラの概要を説明しインドとの比較に資する情報を報告する。

（1） 背景

日本政府は、半導体をはじめとする戦略分野における大規模生産拠点の整備を国家プロジェクトとして推進している。こうした生産拠点の立地には、上下水道、工業用水、道路等の産業インフラの整備が不可欠であることから、内閣府は令和5年度補正予算において「地域産業構造転換インフラ整備推進交付金」を創設し、関連自治体への財政支援を開始した。

また、令和6年度補正予算においても引き続き同交付金を活用し、継続的なインフラ整備支援を実施している。これにより、所要経費を新しい地方経済・生活環境創生交付金（1,000 億円枠）の内数として措置し、合計で 89.5 億円が配分されることが決定された。（出典：半導体・デジタル産業戦略の現状と今後　令和 7 年 5 月 30 日　経済産業省　資料３）

（2） 支援対象の民間プロジェクト

半導体等の大規模生産拠点に必要なインフラ整備に対する支援の対象となる主な民間プロジェクトは、以下のとおりである。

- ラピダス（北海道千歳市）：次世代半導体製造拠点
- マイクロン（Micron：広島県東広島市）：先端メモリー半導体（DRAM）
- KIOXIA（三重県四日市市）：先端メモリー半導体（NAND）
- JASM（熊本県菊陽町）：先端ロジック半導体製造拠点

これらのプロジェクトは、いずれも国内における最先端半導体の生産能力強化を担うものであり、各地域におけるインフラ整備が急務となっている。

（3） 令和 5 年度・令和 6 年度における交付金配分状況

各道県に対する交付金の配分状況は以下のとおりである（単位：百万円）。

（半導体・デジタル産業戦略の現状と今後（令和7年5月30日　経済産業省資料３　page64より）[466]

[466] https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital/0013/handeji13-3.pdf

表 7-4. 半導体等の大規模生産拠点に必要なインフラ整備（単位：百万円）

都道府県	種別	R5配分額	R6配分額	合計
北海道	上下水道	1,090	1,379	
	道路	279	1,420	
	計	1,369	2,799	4,168
岩手県	工業用水道	540	180	
	下水道	100	41	
	計	640	221	861
広島県	工業用水道	233	410	
	道路	100	224	
	計	333	634	967
三重県	工業用水道	326	292	
	下水道	49	0	
	計	375	292	667
熊本県	工業用水道	2,337	4,293	
	道路	1,309	1,590	
	計	3,646	5,883	9,529
合計	-	6,000	8,829	14,829

出典：半導体・デジタル産業戦略の現状と今後（経済産業省資料より）

（4） 総括

令和 5 年度および令和 6 年度を通じて、計 5 道県に対し、総額 148.29 億円のインフラ整備交付金が配分された。特に熊本県における JASM 関連のインフラ整備が突出しており、全国的に見ても重点投資地域となっている。各道県は、配分された交付金を活用し、工業用水の供給能力増強、下水処理施設の拡充、道路整備による物流効率化などを進めており、これらのインフラ整備は、国内半導体産業の競争力強化に直結するものと位置づけられている。

7.14.2. 電力インフラ

（1） 半導体産業における電力需要の特性

先端半導体製造（例：2nm プロセス）では、1 工場あたり 100～200MW クラスの電力需要が生じるとされている。特に、EUV 露光機の導入に伴う冷却・クリーン環境維持のための電力消費量は極めて大きく、連続稼働が前提となるため、停電や瞬断への耐性も重視される。

（2） 地域的対応と状況

1) 北海道（ラピダス）

千歳市周辺は広大な工業用地と比較的安定した電力供給網を持つが、再生可能エネルギー比率が高い反面、系統安定性と瞬時応答性が課題とされている。ラピダス社工場向けには専用線の整備や系統増強が検討されている。

2) 熊本県（JASM）

九州電力は JASM 熊本工場の需要増に対応するため、特別高圧送電線や変電所整備を計画的に実施。ただし、今後の第 2・第 3 工場建設に伴い、更なる負荷増への対応が求められる。

3) **岩手県（キオクシア岩手）**

岩手県は東北電力の管轄地域であり、県内には雫石町に設置された 80 MW の地熱発電設備をはじめとして、再生可能エネルギーによる発電所が稼働しているが、再エネ比率引き上げへの脱炭素戦略が示されており、地域全体でも再生可能エネルギーの導入が進行中 である [467]。

特に、岩手県では、キオクシア岩手を中心とした半導体前工程企業が活動しており、工場の動力インフラを担当する部署 [468]では 24 時間 365 日体制で電力・ガス・水などの安定供給を維持し半導体の製造工場では高い安定性と信頼性のある電力供給が求められるため、既存系統の強化や専用線の整備、さらに系統冗長性（バックアップ系統、非常用電源）の設計が前提とされている。県・企業レベルでは、地域電力供給体制の限界に対する懸念が共有されており、他の半導体誘致自治体と同様に電力供給能力の見直しや補助制度強化が必要とされている

（3） 政府支援と今後の焦点

「半導体戦略 2025」では、電力インフラ整備のために、地方公共団体が行う系統増強や再エネ導入支援に対して、国の補助制度を拡充する方針が明記されている。

特に以下が注目される：

- 再生可能エネルギー（RE100）への対応支援
- スマートグリッドや蓄電システムの導入促進
- クリーンルーム安定稼働を可能とする冗長性設計（系統 2 重化、非常用発電装置）

7.14.3. 水インフラ

（1） 製造工程における水利用の重要性

半導体製造では、1 工場あたり 1 日当たり数万～10 万トン規模の超純水（UPW）が必要となる。洗浄、エッチング、CMP 工程などで極めて高純度の水が必要であり、加えて、安定供給・リサイクル処理・水質維持の体制が不可欠である。

（2） 地域別状況と課題

1) **千歳市（ラピダス）**

支笏湖系の豊富な水資源に恵まれており、工業用水の確保には一定の余裕がある。だが、浄水設備や再利用設備の新設負担が企業側に重くのしかかるとの指摘がある。

2) **熊本県（JASM）**

菊陽町には地下水資源が存在し、上水道・工業用水の既存インフラを活用可能。ただし、TSMC 熊本第 2 工場の稼働開始により水需要が倍増する見通しであり、地域横断的な取水・配水ネットワーク整備が検討されている。

---

467 https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/001/edu/future_ene/2024/iwate.html?utm_source=chatgpt.com

468 https://www.kioxia-iwate.co.jp/recruit/career/interview/detail02.html?utm_source=chatgpt.com

3) 岩手県（キオクシア岩手）

キオクシア岩手の施設管理部では、工場で使用する超純水（UPW）を敷地内で精製するとともに、使用後の排水の中水・下水処理およびリサイクルを管理する専門部門を備えている。半導体製造においては、数万トン／日の超純水が必要となるため、浄水処理、中水再利用・排水処理設備の整備と維持が不可欠であり、施設管理が工場運営の根幹と位置付けられている。岩手県北上市には工業用水の供給インフラが整備されているものの、新たな半導体工場稼働による水需要増に対応するインフラ拡張が必要となっており、地域自治体への工業用水整備補助や浄水場拡充の制度整備要望が必要となっている。

(3) 国の対応と方針

政府は、「特定半導体生産施設整備計画」や「GX リーグ」などを通じて、以下の支援を進めている。

- 高効率水処理装置の導入支援
- 水使用量削減（リユース比率 50%以上）に向けた技術開発補助
- 地方公共団体による浄水場・配水施設拡張への国庫補助

さらに、水質基準（シリカ濃度、粒子密度、菌数）に適合する形で、「UPW（Ultra Pure Water）品質認証」制度の整備も議論されている。

(4) 電力、水インフラに関する日本とインドとの比較

以上より、日本とインドにおいてインフラの違いを概括すると以下の表のようになる。

表 7-5. インドと日本の電気、水インフラの比較

項目	日本の状況（2025年時点）	インドとの比較に向けた視点
電力インフラ	高圧送電網と安定供給網が構築済。再エネ比率上昇中。	インドでは系統不安定性、瞬断リスクが課題。冗長設計の重要性。
電力品質	周波数変動 ±0.1Hz以内、高信頼性設計	インドは変動幅が大きく、バックアップ系統の確保が課題。
水インフラ	高品質超純水の大規模処理・再利用技術が確立	インドでは水源確保、水質確保、処理インフラ整備が必要。
政府支援制度	国・地方連携型の補助金・特区制度が整備済み	インドは補助制度はあるが、実装・運用に地域差あり。

出典：JICA 調査団作成

(5) 結語

日本の半導体産業における電力・水インフラは、国際的にも高品質・高安定性の基盤を有しており、再生可能エネルギー対応や資源リサイクル体制の構築が進行中である。一方、インドとの国際連携・比較を行う上では、インフラ品質・系統冗長性・運用実績の違いを踏まえた支援モデルの設計が求められる。特に、国際展開を前提とする場合には、日本型のインフラ要件と、現地の供給制約・法制度といかに調整するかが鍵となる。

8. 日本とインドの半導体産業の課題と協力可能性

8.1. 調査結果を踏まえた仮説の整理

本調査では、日本とインドにおける半導体産業分野の協力可能性に関して、事前文献調査などを通じて調査開始当初に4つの仮説を設定した。ここではそれぞれの仮説が導かれた背景および調査の方向性を整理して明確化する。

近年、インド中央政府は「Make in India」政策をはじめとする産業高度化の国家戦略のもと、半導体分野においても国家的な投資誘導、制度設計、及び人材育成を加速している。その一環として、グジャラート州ドレラ SIR をはじめとする半導体製造拠点の整備と大学を巻き込んだ人材育成を推進中である。

他方、日本では、世界的な地政学的リスクやサプライチェーン再構築の流れの中で、半導体設計・製造を担う人材の慢性的不足が深刻化しており、特に設計エンジニアと技能人材の供給確保が産業存続にとって重要課題となっている。また、先端半導体研究の分野でも、日本の人口減少と産業としての半導体の相対的魅力低下により研究者の減少が続き、研究レベルの維持向上に懸念が生じている。

こうした文脈のもと、日本とインドは、それぞれが抱える構造的課題を補完し得るパートナーであるという前提に立ち、以下の4つの仮説を本調査の基礎に据えた。

仮説 1：半導体設計人材育成

「インドには豊富な IT 人材があり、日本の協力でインド半導体設計人材育成を支援することで、日本の半導体設計人材不足解消とインドの半導体設計力強化に資することができる。」

本仮説は、インドが世界有数の IT・ソフトウェア技術者の供給国であり、すでに多くのグローバル半導体設計企業がインドに設計拠点を構えている実態に着目している。特に IIT（Indian Institutes of Technology）を中心とするインドの高等工学教育機関は、EDA（Electronic Design Automation）や SoC 設計、レイアウト設計といった分野で優れた教育を提供しており、すでに日系企業（例：ルネサスなど）もインドの設計会社と連携を開始している。

一方、日本では、EDA 設計などのデジタル設計人材の供給が大学・高専教育の縮小によって顕著に減少しており、とりわけ若年層の技術者不足が深刻である。こうした状況に対し、日本側が育成支援やインターンシップ制度、日本就業制度を通じてインドの設計人材との連携を深めることは、日本産業界にとっても喫緊の対応すべき課題となる。

この仮説の検証を通じては、要求されるスキルの明確化、教育カリキュラムの互換性、インド人が日本滞在する場合に日本での就業に際して文化、言語の壁がないか、日本企業においてインド人材を活用する場合の評価方法・基準、あるいは、日本企業のインド企業に対するアウトソーシング体制の構築が主たる検討項目である。また、これらの日本で就業した人材が将来インドに戻り、インドの半導体設計の中心的人物になるような仕組みや流れを作る

ことができれば、長期的な視野で日印両国の半導体設計力の一層の強化となることが期待できる。

仮説 2：半導体技能人材育成

「インドには半導体前工程の製造経験が無いので製造現場で働く技能人材が不足しており、日本の高品質製造経験を活かした人材育成支援を行うことで、インド半導体製造の高品質化を支援できる。同時に日本側の裨益として以下が考えられる。1）日本の半導体製造装置産業のインドを含む海外現地メンテナンスサービス人材不足解消、 2）日本の半導体製造産業の現場技能者の高齢化による将来の人材不足解消」

インドにおける半導体製造は、現在のところ量産レベルの前工程経験を有しておらず、製造装置の操作・保守・工程最適化等に従事する技能人材の育成はこれから本格化する段階にある。インド中央政府、グジャラート州などの州政府関係者は、既に人材育成機関の整備を意識し、日本に対して技能者育成支援の要請を非公式ながら表明している。

一方、日本国内では、半導体製造の現場を支える技能者の高齢化が顕著となっており、企業によっては外国人技能者の登用を視野に入れ始めている。特に半導体装置メーカー（保守・運用、サービスメンテナンス系）においては、現地対応のフィールドエンジニアや保守要員の確保が課題となっている（7章）。

本仮説では、インド側の教育機関（ITI、GTU 等）や日本の人材育成施設（I-SPARK、福岡リスキリングセンター等）を通じた「技能人材育成」、および OJT モデルの可能性、日本での受け入れ環境（生活支援、ビザ制度、日本語教育など）構築の可能性が重要な論点となる。

仮説 3：インフラ整備（ソフト面、ハード面）

「インドの半導体製造工場の安定稼働には、工場を支えるインフラ整備が不足している可能性があり、日本の高品質インフラ技術及び日本品質の海外工業団地整備経験が活用できる。」

インド中央政府が基幹プロジェクトとして推進するドレラ SIR（Special Investment Region）は、半導体工場を含む先端製造業集積地として開発が進められているが、電力、水、物流、生活インフラの品質や安定性については、日本の投資家・進出企業から一定の懸念が寄せられている。

これに対して、日本はベトナム・タイ・インドネシア等における工業団地整備の長年の実績があり、また、九州などにおける先端半導体集積地形成の知見も保有している。単なるインフラ提供にとどまらず、管理機能、制度整備、税制優遇、補助金制度などソフト面の支援も含めた包括的な支援体制構築の可能性を検証する。

本仮説では、現地視察を通じた電力・水供給の安定性調査、日台の先進事例比較、日本企業の進出意向把握を踏まえた整備モデル提案が主たる検討対象となる。

仮説 4：先端半導体研究連携

「インドと日本の大学が先端半導体研究で協力することにより、日本の大学における先端半導体研究人材不足解消とインドの大学の半導体研究レベルの向上を支援できる。」

日本国内では、先端半導体研究分野において研究室所属の大学院生数や研究人材が著しく不足しており、各大学・研究機関では人材確保が大きな課題となっている。他方、インドのIIT（特にIITガンディナガール校など）では、半導体に関する研究センター（CoE）や産学連携拠点が徐々に整備されつつあり、修士・博士課程の学生数も豊富である。

また、インドの大学は既に米国・台湾の大学との共同研究の実績があり、日本との連携にも強い関心を有している。学生交流、短期渡航、ダブルディグリープログラム、企業インターンなど、多様な連携形態が模索可能と考えられる。

本仮説においては、マッチング支援、奨学金提供、修了後のキャリアパス設計（企業就職）、JICAを通じた制度的後押しの可能性が鍵となる。

8.2. 仮説の検証と施策提言

8.2.1. 仮説１：半導体設計人材育成

仮説 1：「インドには豊富な IT 人材があり、日本の協力でインド半導体設計人材育成を支援することで、日本の半導体設計人材不足解消とインドの半導体設計力強化に資することができる。」

（1） 背景と仮説設定の意図

日本の半導体産業は、製造・設計の両面において人材不足が顕在化しているが、特に EDA ツールを用いた論理設計、レイアウト設計、SoC アーキテクチャー設計といった半導体設計人材の育成・確保が喫緊の課題となっている。企業の声によれば、「求めるスキルセットを持つ新卒が極端に少ない」「国内大学の設計系教育リソースが減少傾向にある」といった指摘が多く寄せられている（第 7 章参照）。

また、JETRO が実施した「在日インド高度人材に関する調査報告書：2020 年」[469]においても、インドの高度人材に対する期待は高い。

一方、インドでは、豊富なIT人材を基盤として、ソフトウェア・組込みソフト・VLSI設計分野に高度なリテラシーを持つ人材が多く、これを半導体設計人材へと転換・リスキリングすることが可能であるとの認識が本仮説の出発点である。

こうした背景のもと、本仮説は以下の 2 点に着目して設定された：

[469] https://www.jetro.go.jp/ext_images/biz/special/2019/0303/a81be0374a5b4362/indiatalentreport.pdf

第 1 に、従来ソフトウェア開発に従事していたインド IT 人材の半導体設計分野へのリスキリングを加速することで、日印両国にとって構造的に補完関係を築くことが可能であるという視点。

第 2 に、日本には設計教育を担う大学・高専などのアカデミアが存在する一方で、入学者・研究人材の確保が難航しており、国際連携による供給網拡大が有効であるという視点である。

本調査では、これらの前提を踏まえて、インド側の供給力、日本側の受け入れ力、及び両者をつなぐ制度・教育の整合性を多角的に検討した。

（2） 仮説の検証結果

調査結果の要点

1) インド側の設計人材供給ポテンシャル

インドには IT 関連技術者が約 500 万人 [470]とも言われており（第 3 章参照）、ソフトウェア開発・組込みソフト開発に加え、近年は VLSI 設計・EDA 設計の教育が大学・私立教育機関を通じて拡充されてきた実績があり、豊富な IT 人材を半導体設計人材にリスキリングする下地と実績は既に存在する。

ベンガルールの設計受託企業群は、TSMC やインテル、シノプシスなど外資系企業の設計部門を請け負う機能を担っており、日本企業向けの設計アウトソーシング事例（ルネサスインディア）も確認された。特に EDA ツールを用いて行う構想設計、論理設計、レイアウト設計などの工程においては、インド人材の即戦力性が高く、短中期的に活用可能であることが確認された。ただし、現在はこのような設計人材育成は各企業が個別に行っており、ニーズに対して充足されていないことが確認できた。

IIT ハイデラバード校、IIT デリー校、IIT ガンディナガール校などの上位校では、EDA ツール（Cadence、Synopsys）を活用した実習が定着しており、学部レベルでも Verilog/VHDL 等の言語を扱うカリキュラムが導入されている。特に IIT ガンディナガール校では、EDA 産業クラスター形成の構想に関心を示しており、日本からの人材育成支援に対する受容性も確認された。

2) 日本側の人材需要と教育供給のギャップ

企業側の状況

日本のシステム LSI 製造会社では、各社とも既にインドの設計会社を活用しており、さらに EDA ツールを用いた設計業務のアウトソーシングの拡大を模索中である。また、従来海外人材の活用に消極的であった一部のメモリー製造会社も設計人材の採用難を背景に、インド人設計技術者の活用を真剣に検討している。特に、システム LSI 化の進展により LSI のハードウェアを直接制御する用途毎のソフトウェアであるファームウェア開発の需要が増大し、ハードウェアを理解した上で用途別ソフトウェアを開発できる人材不足が顕在化している。

[470] https://corporate.resocia.jp/info/news/20250121_itreport2024

アカデミアの状況

東京大学 d.lab や東北大学 MEMS 研究室などでは、高度な設計人材育成の仕組みを有しているが、国内の半導体業界の相対的地位低下により半導体設計系人材（電気・電子系）の大学院進学率が低下傾向にあり、研究室の定員未充足が継続しているとのことである。九州大学などでも、研究指導可能な教員に対する博士学生の確保が難しく、高度な半導体設計を研究する人材基盤の空洞化が危惧されている。

3) **両者をつなぐ連携可能性**

教育連携

日本側大学（東大、東北大、九大等）では、IIT 等との共同研究や学生派遣に関心があり、受入環境整備（英語による講義、生活支援体制）は一部進んでいる。インド側でも、短期留学、ダブルディグリー、リモート教育など多様な形態の国際連携に柔軟に対応可能な制度枠組みが整っている。

就業連携

日本国内の産業界では、設計人材の長期的確保に向けた外国人材の活用は少数ながら既に始まっており、外国からの高度人材受入に対する制度的・文化的受容性は高まりつつある。更なる高度人材受入のためには、就業ビザ制度の改善、日本語教育、就業後のキャリアパス提示などの支援策が必要であるとの意見が一部の企業から出されている。

4) **結論**

上記の調査結果を総合すると、仮説 1 は妥当であると検証できた。

すなわち、インドには半導体設計分野にリスキリング可能な豊富な IT 人材が存在しリスキリングの実績も出始めており、日本側では設計人材不足と即戦力需要が顕在化している。

日本の大学では、日本の半導体産業に質の高い設計人材を供給してきた実績があり、日印大学を媒介とした設計人材の能力強化教育により、インドにおける半導体設計力強化の可能性があり、日本企業のインドへの設計アウトソーシングを拡大できる可能性がある。また、インド人学生の日本の大学への留学により、日本企業が直接卒業生を採用できる可能性も高くなることから、両国の課題を補完する協力関係を構築する可能性があることが検証できた。

（3） 施策提言 1

仮説の検証結果に基づき、以下の具体的施策を提言する。

【施策 1】日印大学間連携による設計人材教育の強化

設計人材教育の強化には IIT（CoE）などのインド大学と日本の大学とのマッチング支援から始めることが必要となる。マッチングの支援には、既に IIT ハイデラバード校（IITH）の中

にある日印相互のマッチング窓口となる Japan Desk[471]（IITH Japan Desk）がモデルの一つとなる可能性がある。

IITH Japan Desk は、JICA の既往事業である「FRIENDSHIP 2.0」[472]プロジェクトの一環として、IIT ハイデラバード校と JICA の協力により設立された。目的は、インドと日本の学術・技術・人材交流を促進することである。具体的活動としては、学生向けには日本の大学への留学に関する情報提供、奨学金情報（FRIENDSHIP 2.0 など）、及び日本でのインターンシップ機会の紹介などを行っている。教員向けには、共同研究助成金の情報提供、修士・博士課程向け奨学金情報などを通じて相互のマッチング支援を行っている。したがって、ここで期待される日印大学間の設計人材マッチングを含む連携支援にもこのノウハウが活用できる。

但し、現在の IITH Japan Desk は、IIT ハイデラバード校の支援に特化しており、重点テーマには半導体関連が明示的には含まれていない。この支援範囲を他の大学（例えば建設中のタタの半導体工場があるグジャラート州の IIT ガンディナガール校）にまで拡げて、重点分野に半導体分野を追加した組織とするか、IITH Japan Desk のノウハウを活用しながら独立した半導体分野に特化した新しい組織として CoE の中にその機能の一部として立ち上げるかは、具体的な支援計画策定時に検討する必要がある。現在の IITH Japan Desk の負荷状態[473]を考慮すると、独立した新しい組織（新 Japan Desk）を立ち上げる必要があると思われる。

マッチングにより連携の枠組みができれば、設計人材・教員の相互乗り入れによる共同研究を進めることにより相互の理解を深め、両国の設計人材教育のためのカリキュラムの共同開発を行うことにより設計技術とノウハウの共有が図られ、人材教育の強化が図れる。また、共同開発した教育カリキュラムを基に、日本の大学からインドの大学に講師を派遣することにより、設計人材教育の一層の強化が期待できる。

インドメーカーには、現地 CoE で育成した設計人材及び日本留学から帰国した人材を雇用し自社内の設計要員として活用することができる。

日本の製造業にとっては、日本に留学している学生または研究者にインターンシップの機会を与えることにより、採用のリスクを低減できる。学生/研究者側も就職前に日本での生活と日本企業を知ることができ就職へのハードルを下げる効果が期待できる。

【施策 2】日本企業のインドへの設計アウトソース加速

日本企業は現在でもインドへの設計外注を行っているが、インドにおける設計人材が強化されることにより直接自社の設計子会社をインドに設立するハードルが下がる可能性がある。設計子会社設立は、インドにとっても投資による雇用機会の創出につながるが、その動きを加速するためには会社設立にあたっての諸手続きの簡素化が必須である。台湾のサイエンスパークの成功例に従えば、子会社設立が想定される経済特区又はハイテクパークの管理組織にワンストップ窓口等を設置することにより利便性を向上する支援が可能となる。

[471] https://www.iith.ac.in/japandesk/doc/Japan-Desk-Brochure.pdf
[472] https://www.jica.go.jp/information/publication/magazine/mundi/202005/202005_05.html
[473] https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000051756.pdf

現地での人材獲得にあたっては、連携大学とのコミュニケーションやインターンシップ制度活用が有効であり、このような枠組みの構築を支援することが効果的である。CoE 又は新 Japan Desk に人材データベースを構築し、CoE で育成した設計人材情報と企業側の求人情報やインターンシップ募集情報を収納し公開する仕組みを作る支援をすることで、両者のマッチングを加速することが可能である。

図 8-1 に日印連携による設計人材の供給フローを示す。

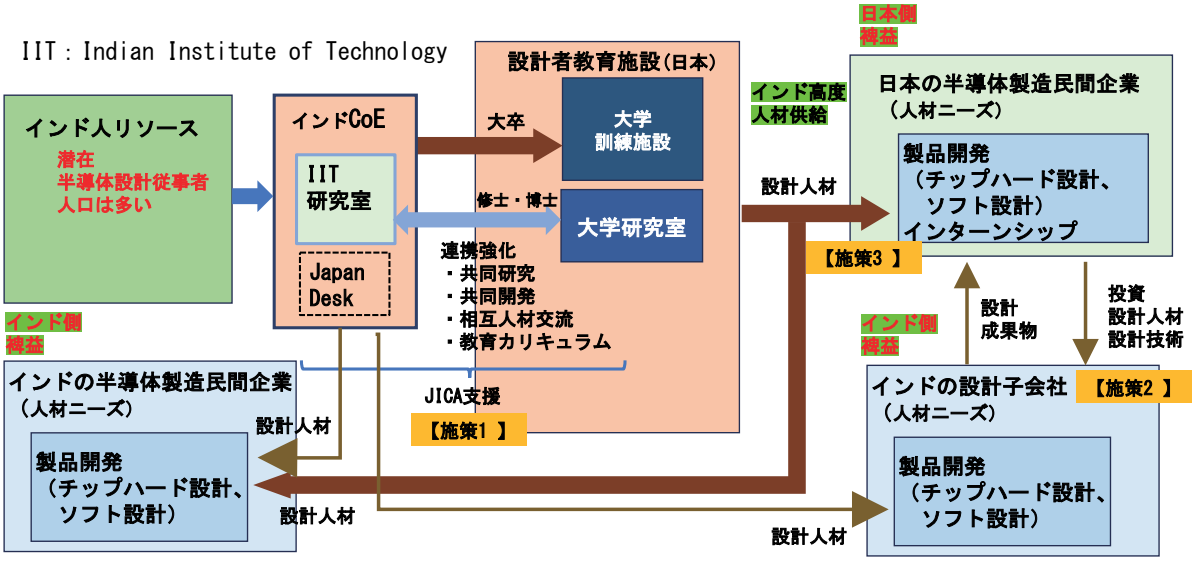


図 8-1. 日印連携による設計人材の供給フロー
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

【施策 3】日本企業への就職支援

日本企業への就職支援は、【施策 2】で提示した現地での人材獲得の枠組みがそのまま活用できる。特に人材データベースは日本企業のニーズと設計人材をマッチングするのに有効であり、マッチングにより条件が一致した場合には日本へのインターンシップ制度活用など次の段階に進む。ただし、日本企業へのインターンシップや就業のためには 1) 就労ビザ取得支援、2)日本での生活支援、及び 3)日本語研修が追加で必要となる。これらの支援は新 Japan Desk でワンストップ支援ができることが望ましい。

（4） JICA の協力の方向性 1

【施策 1】によるインドから日本への留学生の受け入れと【施策 2】のインターンシップの制度の設立・運用のために、円借款または技術協力等による長期研修を実施することが考えられる [474]。【施策 2】及び【施策 3】で提案した日本企業へのインターンシップのマッチング支援と【施策 3】で提案した留学前もしくは留学中の日本語教育なども合わせた支援は、両者をパッケージ化して新 Japan Desk の機能を拡張して対応することとし、それを円借款のコンサルティングサービスや、技術協力として行うことが考えられる。

[474] 例えば JICA は観光分野で立命館アジア太平洋大学 (APU) に KCCP に基づく修士課程の留学生の受け入れを継続的に行っている。

8.2.2. 仮説 2：半導体技能人材育成

仮説 2：「インドには半導体前工程の製造経験が無いので製造現場で働く技能人材が不足しており、日本の高品質製造経験を活かした人材育成支援を行うことで、インド半導体製造の高品質化を支援できる。同時に日本側の裨益として以下が考えられる。

1）日本の半導体製造装置産業のインドを含む海外現地メンテナンスサービス人材不足解消

2）日本の半導体製造産業の現場技能者高齢化による将来の不足解消」

（1） 背景と仮説設定の意図

インドは現在、国家主導で前工程の半導体製造拠点を整備しつつあるが、国内にはこれまで量産型の前工程製造に関わる人材の蓄積がなく、装置操作やプロセス管理など、実作業を担う技能人材が圧倒的に不足している。州政府や中央政府からの人材育成に対する期待も大きく、本仮説は、日本の製造技術力と教育ノウハウを活用してインド側の技能者育成を支援することを前提として設定された。

さらに、本支援は日本にとっても多面的な波及効果があると想定される。すなわち、一つはインドを含む海外現地における製造装置メーカーのサービス人材不足を補う供給源として、もう一つは日本国内の技能人材の高齢化による空洞化の補完として、技能人材の国際的な活用モデルが構築可能であるという点である。

（2） 仮説の検証結果

1) インドの半導体前工程技能人材調査結果

中央政府およびグジャラート州政府からの要請

本調査における個別面談において、インド中央政府（Meity）から JICA への期待として、技能人材の育成に関する協力ニーズが示された（第 3 章参照）。

その内容は人材を教育訓練するためのトレーナーを育成する要請であり、50 名のトレーナー人材を日本で育成できないかということである。インド国内の Tier2 大学、職業訓練校の教員を対象とした 50 人ほどのトレーナーを育成するための要望であり、人材を 1 ケ月ほど日本に送り育成したいとのことである。人材のカテゴリーとしては、施設管理、ファブ運営、メンテナンス・エンジニア、パッケージ&テスト、信頼性解析のような大きな括りで育成したいとのことである。目的は、日本でトレーナーを育成し、育成後はインドに戻り、インドで人材を育てる任務を担うことになる。トレーナー候補は、IIT のような研究者ではなく、Tier2 と言われる技術系大学の教員が想定されている。

以上のような期待表明から、ドレラ SIR における産業団地開発と並行し、技能人材の訓練機関整備に対する関心が極めて高いことがうかがわれる。

インド国内の教育機関における技能人材養成体制の現状

現在、基礎的な職業教育は主に ITI（Industrial Training Institute）にて行われているが(4.5.1 参照)、半導体製造を専門とする教育コースはまだ存在しない。

GTU（Gujarat Technological University）に対しても調査を実施したが、同大学では半導体前工程に特化した技能教育は提供されていない。

ただし、GTU からは技能人材育成に対する関心と協力意向が示されており、将来的な連携の余地がある（第 4 章参照）。

タタ・エレクトロニクス（タタ）グループのニーズ把握

グジャラート州において半導体ファウンドリー事業を計画しているタタグループに対しては、2025 年 3 月に訪印して調査した。一般論としては、技能人材が不足しているとのことであったが、どのようなスキルの人材がいつ、どのくらい必要なのかまでは今後の検討事項という感触であった。但し、タタが技術導入した台湾力晶積成電子製造股份有限公司（PSMC）を含む台湾の半導体ファウンドリーに製造装置を納入している日本企業へのヒアリングで、台湾の半導体ファウンドリーでは自社内での製造装置のメンテナンス等で多くの技能人材ニーズがあることを聞くことができた。

タタのグジャラート州工場は、PSMC 工場の方式をそのまま取り入れているとのことであったので、台湾ファウンドリーと同様な技能人材ニーズがあると考えられる。

2) 日本における技能人材育成エコシステムの現状

日本国内では、従来は各社が Off-JT（外部講義）と OJT（現場実習）を組み合わせた社内育成で対応していたが、人材不足の深刻化を背景に、外部教育機関と連携した育成モデルが形成されつつある。代表的な教育拠点と、その留学生対応を含む対象、教育内容、教育終了後の想定職種を表 8-1 に纏めた（詳細は第 7 章参照）。

各拠点はそれぞれ特徴のある教育プログラムを持っているが、これは教育後の就職企業による OJT 教育との切り口が異なることと、その期待される職種による違いであることが読み取れる。

日本はこのように就職企業のニーズに合わせて多彩な技能職教育プログラムを持っていることから、インドにおけるニーズに合わせてこれらの機関から最適なプログラムを選定し活用してもらうことで、インド技能人材のトレーナー養成（ToT：Training of Trainer）に必要な教育プログラムの提供が可能である。

ただし具体化にあたっては、教材のカスタマイズ、英訳や英語での指導が可能な人材の配置など実務的な課題を明らかにして支援する必要がある。

表 8-1. 日本の半導体技能人材育成施設比較表

2025年6月時点	北九州産業学術推進機構（FAIS）	九州工業大学 マイクロ化総合技術センター	九州大学 価値創造型半導体人材育成センター	ふくおかIST 半導体リスキリングセンター	いわて産業振興センター（I-SPARK）	人材派遣・訓練企業
対象	社会人・学生 留学生	社会人・学生	学生・留学生	社会人	社会人・技能職	社会人・技能職
技能職育成	○	○	△	○	○	○
研究開発＆技術職育成	○	△	○	△	×	×
外国人材向け就業教育（生活習慣、就業規律等）	×	×	×	×	△	○
基礎講座（技術基礎＆応用技術）	○	○	○	○	△	×
基礎講座（マーケット＆アプリケーション）	△	△	○	○	×	×
半導体製造全般＆試作	○	○	○	△（九州大学の施設使用）	×	×
特定装置の実習	-	-	-	-	○	○
修了後の主な職種	一般技術職	一般技能職	一般技術職 開発技術職	一般技術職 応用技術職	装置技能職	装置技能職

出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

3) 日本の半導体技能人材調査結果

製造業における現場技能人材のニーズ

日本の半導体製造業の人事部門からは、現場技能人材の高齢化が深刻化しており、2～3 年以内には外国人技能者の採用を視野に入れる必要があるとの指摘が聞かれた。

一方で、別の製造業の工場では現時点で外国人材の導入には慎重な姿勢があり、本社としても設計人材の採用が優先であるため、技能人材の受入体制は未整備であるとの認識が示された。

このように、同じ半導体製造業であっても、技能人材ニーズの大小に違いはあるが、慎重になる一つの理由として、工場の現場管理を考えると、外国人を工場内に入れるとなると、外国人の採用、導入教育、就労、労務環境などの労務制度が完備できていないことがあげられる。また、言語、コミュニケーション、及び生活習慣の違いなどの問題もあり、現場の日本人技能者が外国人と働くことに慣れていないために協同作業ができるか不安も生じる。

これらのケースから読み取れることは、設計人材などの高度人材は、英語で技術的なコミュニケーションが取れれば比較的容易に外国人が日本人と協同して業務を行うことができるが、工場の技能人材に関しては、日本人技能人材との円滑なコミュニケーションができるように事前に最低限の日本語教育と就業教育（就業規律や生活習慣の教育）を行う必要があることが伺える。

最先端工場における技能人材の必要性についての補足意見

台湾の半導体ファウンドリーを訪問した際に、「最先端半導体工場では自動化率が高く、必ずしも多くの技能人材を必要としない」との見解も聞かれた。確かに工場の中で製品を運搬したり装置に製品をセットしたりする技能人材は少数で済むかも知れないが、前述のインド中央政府の期待する施設管理、ファブ運営、メンテナンス・エンジニア、パッケージ＆テス

ト、信頼性解析などに携わる技能人材ニーズは必要となる。また、工場に装置や材料を納入している日本国内の装置・材料企業のニーズとしては工場内におけるメンテナンスサービスや修理対応の技能人材ニーズは、工程が複雑になるに伴い従来に増して必要となる。

半導体製造装置メーカーにおけるサービス人材のニーズ

元装置メーカーの役員からは、海外拠点での保守・サービス人材が極端に不足しているとの指摘があり、特にインド進出の際には装置メーカー側でサービス対応要員の育成が不可欠となる見込みであるとの見解であった。

同社の海外サービス責任者へのヒアリングでは、現在インドでのサポート体制を検討している段階であるが、基本的な考え方としては装置の現地据え付けと立上げは日本からの担当者出張ベースで行い、据付後の日常的な保守・点検などのサポートは現地人を雇用して行う必要があるとの見解であった。

その他、複数の材料メーカーからも、将来、インドに進出した場合には、現地での保守・運用、製品、材料の供給に技能人材は不可欠であるとの見解は表明されている。

4) **結論**

上記の調査結果を総合すると、仮説２は妥当であると検証できた。

インド側では、国家政策として半導体製造拠点の形成を急速に推進している一方で、現場での施設管理、ファブ運営、メンテナンス・エンジニア、パッケージ&テスト、信頼性解析などに携わる技能人材の育成体制は未整備である。調査の結果、日本側では、国内の半導体製造メーカーに技能人材を教育して供給する組織が複数あり、経験と実績を積み上げてきている。教育内容に関しても受入側メーカーのニーズに合わせて多彩な教育プログラムを有している。このような組織を活用することにより日本でのトレーナー育成のための就業教育、基礎教育（ToT）、及び OJT 教育の提供を行い、さらに、課題はあるがインドにおける技能人材教育機関の設立や運営支援の可能性があることが確認された。また、このようなインドにおける技能人材教育機関の設立・運営支援により、現地で技能人材が大量に育成されることになれば、1）日本の半導体製造装置産業のインドを含む海外現地メンテナンスサービス人材不足解消と 2）日本の半導体製造産業の現場技能者高齢化による将来の技能者人材不足解消にも資することが確認できた。

（3） 施策提言 2

【施策 1】インドにおける技能人材育成機関（CoE の一部）の設立・運営支援

インド中央政府は数万人規模の技能人材育成をめざしている模様で、これをすべて日本の技能者訓練施設で育成することは現実的ではない。したがって、まず日本の技能人材育成機関を用いてインド人トレーナー育成とカリキュラム提供を行い、帰国後にインド技能人材育成機関において人材教育を指導する方式を提案する。この前提となるインド技能人材育成機関の設立にあたっては、原則として日本の技能人材育成機関のコピーを作ることが早期立ち上げには望ましい。当初のカリキュラムの整備や必要設備選定などは日本から支援を行うこ

とが必要である。設立後にも、運営が軌道に乗るまでは日本からの講師等専門家派遣や運営支援を行うことが望ましい。

技能人材育成機関でのベースとなるカリキュラムの内容は以下を想定している。

1) **日本語教育（日本企業への就業希望者へのオプション）**

2) **就業教育（就業規律、5S/カイゼン、工具取扱、安全教育（薬品・ガス）等）**

3) **半導体基礎教育（電子回路の基礎、半導体物理の基礎等）**

4) **半導体装置実機教育（装置取扱・メンテナンスの基礎、半導体作成実習等）**

カリキュラムの内容は、受け入れ先の社内教育システムとの役割分担により決まるので、いくつかのオプションを用意する必要があると思われる。具体化には、複数の受け入れ先ニーズの調査を行い、日印の技能者訓練施設による詳細検討が必要である。

トレーナー人材は、その他にもインド半導体製造メーカーに直接就業し社内で技能人材育成を行うこともできる。製造メーカーへの技能人材の供給は、主にインド技能人材育成機関でトレーナーから研修を受けた人材から行うことを想定する。

図 8-2 に、日印連携に基づく技能人材トレーナー育成（ToT）フローを示す。

日本の半導体製造メーカー及び装置メーカーへの技能人材就業は、社外の技能人材育成機関で教育した場合には、その後に自社で 3～6 カ月の社内促成導入教育及び自社の工場で OJT を実施し、現場投入を行うのが一般的である。

製造装置メーカーでは、自社 OJT 終了後に一部人材はインドでのオンサイトサポート要員として活用される。インド人材の利点は、英語で業務を行えることからインド以外の英語圏でのサポート要員としても活躍の場があることが想定される。

以上、日印連携に基づく技能人材育成フローを図 8-3 に示す。

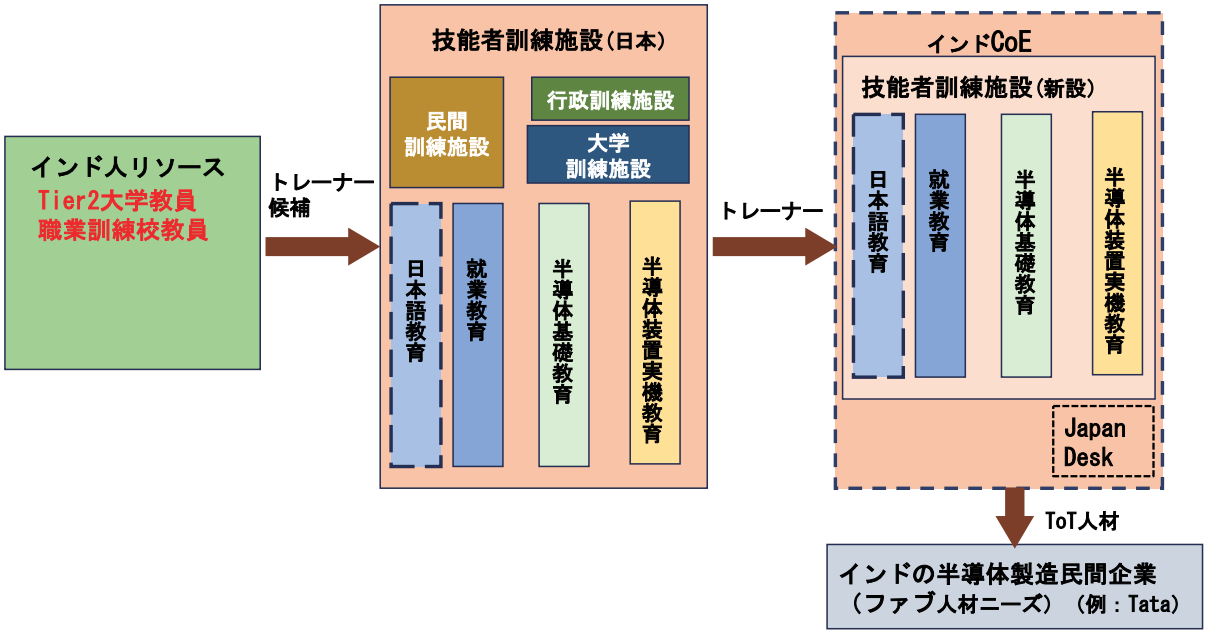


図 8-2. 日印連携に基づく技能人材トレーナー育成フロー
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

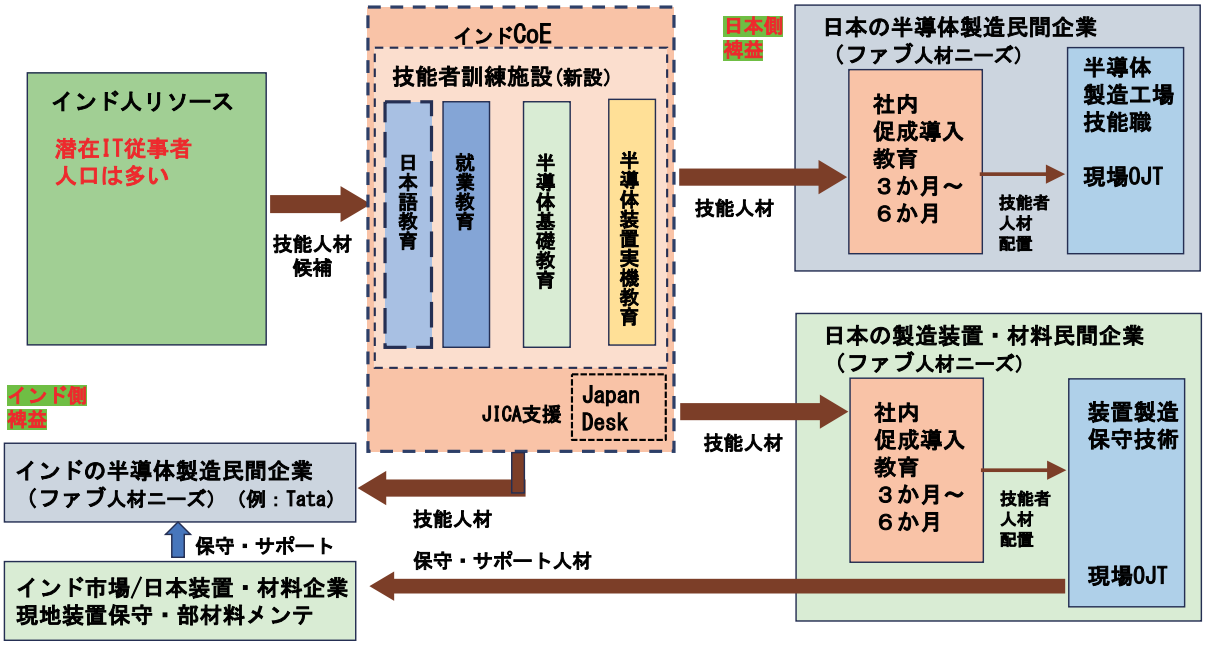


図 8-3. 日印連携に基づく技能人材育成フロー
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

【施策 2】日本国内での就業環境整備（生活・法制度等）

日本の製造メーカー及び装置メーカーでインド人技能者を受け入れるにあたり、以下の制度の確認と整備が必要になる可能性があり今後の詳細検討が必要と思われる。

・特定技能制度の対象業務区分に半導体集積回路製造が含まれるかの明示）

特定技能制度に関しては、業種としては「電子部品・デバイス・電子回路製造業」は対象となっているが、その業種の中で外国人が従事できる業務区分には「電気電子機器組立」とあるのみでその中に「集積回路製造」が含まれるのか明示されていない。（相談窓口への問合せでは含まれないとの回答を得ている。）

特定技能制度（1 号）の利用には日本語能力試験と各分野の技能試験に合格することが要件となっている。技能試験は、申請者が特定業務区分の業務を新たな育成教育を受けなくとも即戦力として一定程度こなせることを確認するために行われている。その意味では「電気電子機器組立」と「集積回路製造」は必要とする技能が大きく異なるため、一つの括りに入っている可能性は低いと推察される。もしも、現在は「集積回路製造」が従事できる業務区分に含まれていないとすると、インドで育成した半導体技能人材を日本で長期に雇用することが難しくなるので、新たに「集積回路製造」を業務区分に追加する制度整備が必要となる。

・特定技能 1 号からの家族帯同可能とする制度改革及び生活環境整備

特定技能制度が「集積回路製造」を対象としている（した）場合でも、この制度を利用して日本で就業するほとんどのインド人技能者は初めての日本就業でありリスキリングにより集積回路製造を学んだ技能者であるので、特定技能 2 号の要求する熟練した技能所有者とは認められず特定技能 1 号の資格を用いることになる。現在の制度では 1 号は通算在留期間最長 5 年を上限とする制度設計であるので原則として家族帯同を認めていない。雇用側としては長期就業を期待しているので、1 号在職中に自己都合で退職されてはそれまでの社内人材育成投資が無駄となるので雇用を躊躇することになる。外国人労働者の自己都合退職に関しては、「コミュニケーション不足」と「生活習慣に馴染めず」が主な理由と言われているが、この 2 つは家族帯同により緩和されるとの視点が企業側にはある。したがって、1 号から、長期在留を前提とした 2 号と同様に、家族帯同を可能とすることが重要な条件となるとの指摘がある。

・日本語教育、日本文化理解支援の実施

特定技能制度は日本語能力試験が前提となっていることと、日本の製造現場で日本人と協力して業務を行うためには、前述のように日本語によるコミュニケーションと日本文化理解が必須となるので、日本への就業を希望する技能者には技能者訓練施設において日本語教育と日本文化理解をオプションで受講できるように制度設計の支援が必要となる。

・CoE の中に新しく作る新 Japan Desk によるマッチングと受入体制支援

IITH Japan Desk は大学間の連携支援に特化しているが、後述のように新 Japan Desk のカバー範囲は技能者まで拡げることを提案する。

・日印共通資格試験（スキル認定制度）の導入（特定技能評価試験相当）

日本企業がインド技能者訓練施設卒業者を雇用する際に、そのスキルを判断する仕組みとして共通資格試験の実施を提案する。この共通資格試験は、特定技能制度の要件となる特定技能評価試験との共通化を図ることにより、日本への就職を促す効果も期待する。また、インド国内でも訓練施設修了の証として日本が認定する資格を有することは国内就職に際しても有利となり、研修受講者のモチベーション向上にも繋がる。

その他にも受入側企業における外国人労働者の処遇制度整備、円滑な協同作業の仕組みと教育、宗教上の配慮などが必要となる。

（4） JICA の協力の方向性 2

【施策 1】については円借款による技能者訓練施設の建設と、技術協力プロジェクトまたは専門家派遣による運営支援を行うことが考えられる。また、日本における技能者育成施設に学生や社会人を受け入れる際には円借款、または技術協力を用いた実施が考えられる。

8.2.3. 仮説 3：インフラ整備（ソフト面、ハード面）

仮説 3：「インドの半導体製造工場の安定稼働には、工場を支えるインフラ整備が不足している可能性があり、日本の高品質インフラ技術及び日本品質の海外工業団地整備経験が活用できる。」

（1） 背景と仮説設定の意図

半導体製造は、極めて高度なクリーン環境および安定供給される電力・水資源などのハードインフラ、ならびに制度的・人的・環境的なソフト支援インフラを要する産業であり、単体の工場設備のみならず、その稼働を支える工業団地・都市基盤の整備が必要不可欠である。特にインドのような新興立地においては、設計・研究から量産までの各フェーズで求められるインフラ条件を満たすことが、国際競争力の確保に直結する。

本調査では、インドの有望拠点であるドレラ SIR（Special Investment Region）を対象に、ハード・ソフト両面からのインフラ評価を実施するとともに、台湾の新竹サイエンスパーク、日本の九州・岩手の工業団地との比較を通じて、仮説の検討を行った。

（2） 仮説の検証結果

1) インド・ドレラ SIR 工業団地（ドレラ SIR）半導体前工程工場の為のインフラ調査結果

訪印前の国内事前調査では、岩手県北上市における電力インフラ関係者へのヒアリングを実施し、日本のファウンドリー誘致時に必要とされる電源品質やバックアップ体制の構成を

確認した。インド進出に際し、日本企業が最も懸念するのは電力・水・住環境のインフラ不備であるという見解が多く聞かれた（第 4 章参照）。

現地政府からの電源品質に関する情報では、定常状態における電圧安定性、周波数安定性など電源品質には特段の問題は見られなかった。日本企業が特に懸念している増設による過負荷対応・雷サージ等による停電対策・ピークシフト対策など非定常時対応として送電系統の 2 系統化は行っているとのことであったが、詳細情報は得られておらず、今後の課題として残された。

現地視察の結果、現時点においては、インフラ基盤に関しては、外観などの状況からは着々と電力・水・通信・廃水処理などの建設、整備が進んでいるものの、インドに拠点を置く電力機械メーカーであるインド現地法人によれば、インドの全土やハイデラバードの自社工場で停電を週に何回も経験しており、グジャラート州のドレラ SIR 地域だけは、特別に停電対策、電圧低下対策がなされており万全なのかという懸念が表明されている。一方、現地調査において一週間程度の短期の滞在中に、定常状態では特に懸念となるような異常は認められなかった。しかしながら、雷サージなど異常時電力供給の一時的な停止がもたらす損害は半導体製造においては甚大なものになり、リカバリー対策についてさらなる調査が必要である。（第 4 章）

水に関しては、ドレラ SIR 工業団地管理局（管理局）によれば現在 3 万キロリットル/日（30MLD）の供給能力があり浄水設備能力 5 万キロリットル/日（50MLD）の設備を設置しているとのことであった。第 7 章で述べたように、一般の半導体前工程製造工場では 4 万キロリットル/日（40MLD）から 20 万キロリットル/日（200MLD） の供給能力が必要であり、この必要量は微細化が進むにつれて増大すると言われている。ドレラ SIR 工業団地にはタタの半導体前工程工場が建設中であるが、その他に既にフラットパネルディスプレイ製造工場など水を消費する工場が稼働しており、今後の需要増のスピードによっては不足する可能性がある。管理局によれば、今後水の供給量は 2 年後には 10 万キロリットル/日（100MLD）、5 年後には 30 万キロリットル/日（300MLD） に増強を計画しているとのことであるが、工業用水の確保は乾季と雨季で差があることを考慮し、また周辺の特に農業用水との配分問題の可能性があるので、公表している数値がミニマム確保量であるのかを確認する必要がある。ドレラ SIR 工業団地特有の可能性としては、立地が盆地で河川や運河に近いことから逆に雨期の洪水に対する対応が挙げられる。工業用水を運河から取水していることから、洪水時の水質の悪化や供給システムへの影響、復旧への備えなどを確認する必要がある。

必要量が確保できたとしても、半導体に使用する水は工業用水から工場側で超純水という高純度水に純化して使用するため、元の工業用水に含まれる微粒子や溶解している不純物濃度が多いと純化装置のフィルターや浸透圧膜の寿命が短くなり、稼働率が低下してコスト高となる可能性がある。このような観点から工業用水の純度などのデータを確認する必要があるが、このようなデータは現在のところ公開されていない。また、一般的な工業用水の水質基準には、水素イオン濃度（pH）、電気伝導度（EC）、ナトリウム吸収比（SAR）、ホウ素濃度などの基本的な水質制限値が定められているが、微粒子等の量を示す濁度の基準は見当たらない。

日本の装置メーカーや材料供給企業が、日本と同等のレベルを期待する場合、インド中央政府・州政府や地域開発機関による電力、水、生活環境などのインフラ投資に対して現地の情報収集を十分に行ったうえで、長期的なインドへの工場進出事業戦略の策定が求められる。また、日本政府としても電力や工業用水の品質などのデータをインド中央政府、州政府に働きかけ、公表させたうえで、日本企業に対して安心感を与えるような取り組みが必要であろう。

アクセス（物流）・生活インフラについても、当工業団地管理者のヒアリングおよび周辺視察により、医療・住宅・通勤環境の整備状況がまだ限定的であることが確認された。

日本企業の駐在員が最も懸念する住環境については、視察を行った時点では全く未整備であったが、４章でドレラ SIR 工業団地の計画について詳述したが、将来計画は建てられており、病院、学校などの施設や出張者のためのホテルも計画の中に入っていることを確認した。また、周辺に新しい空港が建設される計画もある。道路の状況としては、2024 年 6 月から 2025 年 3 月までの 3 回の現地調査の間に、回を重ねるごとに整備が進んでおり、高速道路や周辺の道路設備の環境も徐々に整備されてきた。

2)　台湾・新竹サイエンスパークの調査結果（第 6 章参照）

産官学研の集積と装置・材料企業の集積状況は、日印双方にとって参考となるベンチマークである。新竹ではソフト面で、サイエンスパーク管理局によるワンストップサービス制度、法制度整備、補助金スキームの明確化が制度面の基盤として機能しており、事業者にとって高い利便性と行政対応の柔軟性が提供されている。また、高度な技術集約型産業である半導体製造にとって、実践的な問題解決に協力する大学や研究機関の集積、人材育成機関の集積、工場の安定稼働に不可欠な製造装置や材料供給をバックアップする関連企業の集積がなされ、相互に密接に人的交流と情報交換がなされていることが訪問調査の結果明らかとなり、極めて理想的な運営がなされている。詳細は第６章で報告している。

3)　日本の工業団地調査結果（九州・岩手）（第 7 章参照）

九州半導体・デジタルイノベーション協議会（SIIQ）や福岡県半導体・デジタル産業振興会議における民間主導・行政支援型の産業集積施策が成功例として注目される。

インフラに関するバックアップ体制、災害対応、水質管理、クリーンルーム付帯施設などが地方自治体との協働で設計されており、これは日印間で移植可能なモデルとなる。

岩手県の水・電力等の調査結果から、日本国内における半導体工場向け高品質インフラの標準的構成とその調整能力（例：工業用水の水質基準/排水基準、給電系統の複数系統対応、将来の需要増対応）などが明確化されており、長期にわたる電力需要に基づき、電力インフラの設備計画が立てられている。したがって、これらの知見、経験はインドへの技術移転や設計支援、設備拡張戦略の策定などに非常に役立つものである。

4) 結論

上記の調査結果を総合すると、電力・水に関しては、将来の負荷予測や事故などの異常事態に関するバックアップ体制などの更なる調査が必要であるが、仮説３は妥当であると検証できた。

本調査により、インドのドレラ SIR を中心とした半導体産業立地において、一定の電力・水、及び物流等のインフラ整備は進められているものの、現時点では、電力・水に関しては日系企業が求める非定常状態レベルの安定稼働性や品質を有しているか確認が取れなかった。生活インフラに関しては計画はあるが現時点では未整備の状態である。

また、台湾および日本国内の事例と比較することで、ハード面（電力・水・交通等）のインフラに加え、ソフト面（管理局体制、税金・補助金などの優遇策、人材育成機関の集積、大学研究期間の集積、関連企業の集積等）の必要性が浮き彫りとなった。

日本には半導体工場が必要とするハード面のインフラ整備の実績があり、開発途上国で日本品質の工業団地整備をソフト面で支援をしてきた実績があるので、インドにおける半導体工場を含む工業団地インフラ整備にハード、ソフト両面で支援できる。

（3） 施策提言 3

【施策 1】ドレラ SIR のハードインフラ開発を軸とした政策対話

これまでの調査を踏まえ、インド進出を検討する日本企業の中にはインド国内の工業・生活インフラに懸念を持つ企業も多い。そこで、日印間の対話のプラットフォームを設置し、同プラットフォームを通じて日本側が日本企業のニーズを伝えていくことが有効になると考えられる。また、同プラットフォームを通じて日本側が提起したインフラ整備・改善のために、円借款によるファイナンスを行うことも一案である。ただし、こうした民間企業のニーズには迅速に対応する必要があることから、こうした企業ニーズに柔軟に対応できるインフラファンドの設置を行うことを検討すべきと考えられる。

【施策 2】政府主導型ソフトインフラ整備施策のインドへの導入支援

日本がこれまで展開してきた海外工業団地支援（ベトナム、インドネシア、バングラデシュ等）におけるソフトインフラ整備施策をドレラ SIR に紹介する。そのうえで、ドレラ SIR におけるワンストップサービスを含む管理局体制、税金・補助金などの優遇策、輸出入手続などの制度的基盤の整備状況を共同で確認し、不足がある場合には不足部分の構築を支援する。

関連機関及び企業の集積と協力関係構築に関しては、新竹サイエンスパークの産官学研連携の例や、九州半導体人材育成等コンソーシアム（SIIQ）[475]における産官学連携の例をリファレンスとする。リファレンスと現在のドレラ SIR 開発計画との比較を共同で行い、不足がある場合には不足部分の構築に向けた目標設定と計画策定の支援をする。

[475] https://www.kyushu.meti.go.jp/press/2203/220329_1_1.pdf

（4） JICA の協力の方向性 3

【施策 1】は、今後、JICA がインドの半導体産業の開発等を意図したプログラムローンを形成した際にディスバースするための条件として設定することに活用できる。例えば、【施策 1】に示した政策対話の中でインド側による電力・水インフラの現況の確認、将来計画の作成などマイルストーンを設定し、そのモニタリングによって融資を支出することが考えられる。日本側のインフラ整備ニーズに対応するための政策対話の実施状況自体もディスバースするための条件になり得る。

【施策 2】については、半導体産業のサプライチェーンを構成する企業に対するワンストップサービスや半導体産業のバリューチェーンに関連する官民連携のプラットフォームの計画と実施、及び補助金もしくはソフトローンをパッケージにし、円借款と附帯プロジェクト（もしくは円借款と専門家派遣）を組み合わせた支援を考えることができる。

8.2.4. 仮説 4：先端半導体研究連携

仮説 4：「インドと日本の大学が先端半導体研究で協力することにより、日本の大学における先端半導体研究人材不足解消とインドの大学の半導体研究レベルの向上を支援できる。」

（1） 背景と仮説設定の意図

先端半導体研究は、国家間競争の主戦場の一つであり、材料開発、プロセス革新、デバイス設計、EDA（電子設計自動化）技術、回路アーキテクチャー等の多分野融合型の知見が求められる。こうした研究開発を担う主体として、大学・研究機関が果たす役割は極めて大きく、またその成果は産業技術や人材供給の基盤として波及する。

しかしながら、近年の日本国内における大学研究機関では、以下のような構造的課題が顕在化している。

- 半導体関連分野に進学する大学院生の数が減少し、研究室運営が困難となっている。
- 博士後期課程進学率は極めて低く、学術界・産業界いずれにおいても高付加価値の技術人材が慢性的に不足している。
- 研究環境（設備・資金）は整っていても、それを十分に活用しうるマンパワーが不在である設備、施設が効率的に稼働していない。

また、インドの大学の半導体研究レベルの向上を図るうえで、以下のような状況が存在している。

- インドにおいては、IIT（Indian Institutes of Technology）を中心とした国立技術大学群が、国策として先端分野の研究開発人材の育成と国際展開を進めており、修士・博士課程への進学意欲が高く、国外研究機関との共同研究にも積極的である。

したがって、日本の研究人材不足という供給制約と、インドの高度人材の供給能力を組み合わせることで、相互補完的な国際共同研究体制の構築が可能になると考えられ、本仮説が設定された。

（2） 仮説の検証結果

1) インドの大学における先端半導体研究の実態（第 3・4 章参照）

本調査では、IIT ガンディナガール校（IITG）を中心に、いくつかの主要技術大学に対する調査を実施し、以下の結果が得られた。

体制面（ハブ&スポーク型組織の構築）:

IIT ガンディナガール校では、IIT ガンディナガール校を中心に進行中の人材育成計画プロジェクトにおいて、研究拠点の中核化が検討されている。各研究室・実験施設が「ハブ」となり、周辺大学・研究機関との連携を通じて研究資源の共有を行う体制を構築中であり、これはインド中央政府による重点投資対象となっている。

研究設備：

半導体デバイスプロセス研究に関しては、MEMS 試作設備、ナノファブ施設、半導体評価装置群などが一部の IIT に整備されており、規模や導入年は大学により差があるものの、基本的な研究設備は整備されている。但し、最先端半導体技術研究を行える研究設備は限られており、日本との共同研究で日本の最先端研究設備を利用できるメリットは大きいと考えられる。

半導体設計技術研究に関しては、十分なコンピューティングリソースが用意され、EDA ツール（Cadence、Synopsys 等）の教育ライセンスも活用されている。但し、このようなツールは主に技術者の教育用に用いられており、設計技術研究やLSI等のアーキテクチャー開発への活用はこれからの状況である。

教育カリキュラムと研究水準：

IITガンディナガール校では、デバイス物理・半導体工学・VLSI設計・ナノ材料科学といった分野において学部後半～修士・博士課程にわたる教育体系が構築されている。インターンシップや産業連携を通じたプロジェクト型学習も導入されており、研究と実装の距離が近い教育環境が確認された。

半導体分野の研究水準に関しては、米国の州立大学（Northern Arizona University）、台湾の Tsing Hua 大学、及び日本の広島大学や熊本大学等との共同研究、共同論文、教員交流事例が既に複数存在することから、一定の水準に達しているものと推察される。また、日本の大学（例：東北大、九州大等）との連携に対する関心も高く、受け入れ・派遣のための制度的柔軟性も整備されつつある。

2) 日本の大学における研究人材の不足と受入体制（第 7 章参照）

人材不足の深刻化：

仮説 1 は、半導体製品の実際の設計を行う実務人材が不足しているという仮説であるが、仮説 4 は、将来技術の開発や最先端研究を行う人材も不足しているという仮説である。調査の結果、複数の大学（東北大学 MEMS 研究室、九州大学のナノファブ等）で、研究室に所属する学生数が定員を大幅に下回っており、指導教員あたりの研究人材が慢性的に不足してい

る。博士課程進学者数の減少は、研究レベルの維持や共同プロジェクトの持続に深刻な影響を及ぼしている。また、複数の大学関係者の発言であるが、先端研究を行う、修士、博士の留学生の数が一部の国に偏っているという事情も聞かれ懸念があるとのことであった。

研究インフラの強みと課題：

日本の大学は半導体研究で世界的に高い水準を誇り、これを支える研究インフラとしては、スーパークリーンルーム、ミニマルファブ、先端測定装置群（ARIM Japan）など、高度な研究設備が整備されている。これらを用いた先進的研究の一例を以下に示す。

東北大学はプロセス・デバイス分野で強みを持ち、スピントロニクス技術を活用した省電力 AI プロセッサーや次世代 MRAM の開発、ウルトラクリーンプロセスによる極限性能イメージセンサーの実証などが進められている。（半導体テクノロジー共創体 HP より）

九州大学では、最先端の微細加工技術を用いてナノメートルサイズの半導体量子デバイスの研究、「デジタル化と脱炭素の両立を図る半導体・デバイス研究の推進」に資する革新的なエネルギー変換素子や次世代パワーデバイスの開発などの分野で先進的な研究が進められている。(九州大学 HP より)

東京大学の d.lab は、AI 時代に対応した半導体設計・アーキテクチャー研究で注目されている。特に「AI と半導体講座」では、深層ニューラルネットワーク（CNN や YOLO)、大規模言語モデル（LLM）を支えるプロセッサー設計、GPU/FPGA アーキテクチャー、CUDA(Compute Unified Device Architecture)ライブラリなどを体系的に学ぶプログラムを提供している。（d.lab の HP より）

これらの例は一例であり、全国の国公私立大学でそれぞれ国際学会に発表するレベルの研究が行われてきた。このように半導体に関する長年の研究の積上げがあり、それらの有効活用が人材の不足により制限されてきており、半導体に関する国際学会における論文発表に占める割合も減少傾向にある。

インド人学生の受け入れ意欲と制約：

東北大学や九州大学では、インド学生の受け入れを実施した事例があり、今後の拡大に前向きである。ただし、語学・滞在支援、奨学金制度等の制度設計が不十分であり、これらのボトルネック解消が必要である。

3) **結論**

インドの大学（特に IIT）においては、既に高い研究潜在力と教育基盤を有しており、国外との研究連携に対して制度的にも柔軟性を備えていることが確認できた。対して日本の大学では、高度な研究設備と研究実績を擁しているが、研究人材の供給不足が今後の高度研究の明確なボトルネックとなっていることが明らかとなった。

また、インドの大学と日本の大学は両者ともに研究人材の交流を求めていることが確認できたので、本仮説は成立することが検証できた。また、日印大学の研究人材交流を支援することは、実現可能性と政策的意義が高いと思料する。

（3） 施策提言 4

【施策 1】日印大学間のマッチングイベント支援

- 日印の大学が分野ごとに教員・研究者をマッチングする研究フォーラムやワークショップの定期開催を支援する。
- 分野例：半導体物性／VLSI 設計／プロセス技術／量子デバイス／先端材料工学

【施策 2】インド人学生の招聘アレンジと奨学制度の提供

- 高度人材（修士・博士）の研究・開発職（製品開発含む）としての受け入れを制度化
- JASSO・大学・企業連携による複層的な奨学金制度の創設
- 滞在支援として、日本において生活相談、医療・住居支援など生活面での支援を一元的に行う仕組みの創設、及び帯同家族を含む語学研修の体系化や子供の教育環境の整備が求められる。

【施策 3】就業先確保と産学連携

- 日本企業におけるインターンシップ制度の整備（設計・試作・評価など）
- 留学生の修了後の就職支援マッチング制度の設計
- インド企業とのクロスジョブ制度（インドの研究所・企業で就業したまま日本に留学）

図 8-4 に、【施策 1】から【施策 3】実現後の先端半導体研究連携における人材フローを示す。仮説 4 の主旨はインドと日本の大学間連携であるが、大学間連携で育成された先端半導体研究者の一部は、日印の半導体製造メーカー及び製造装置・材料メーカーに研究・開発人材として就職することにより産業界の技術強化に貢献することを想定する。

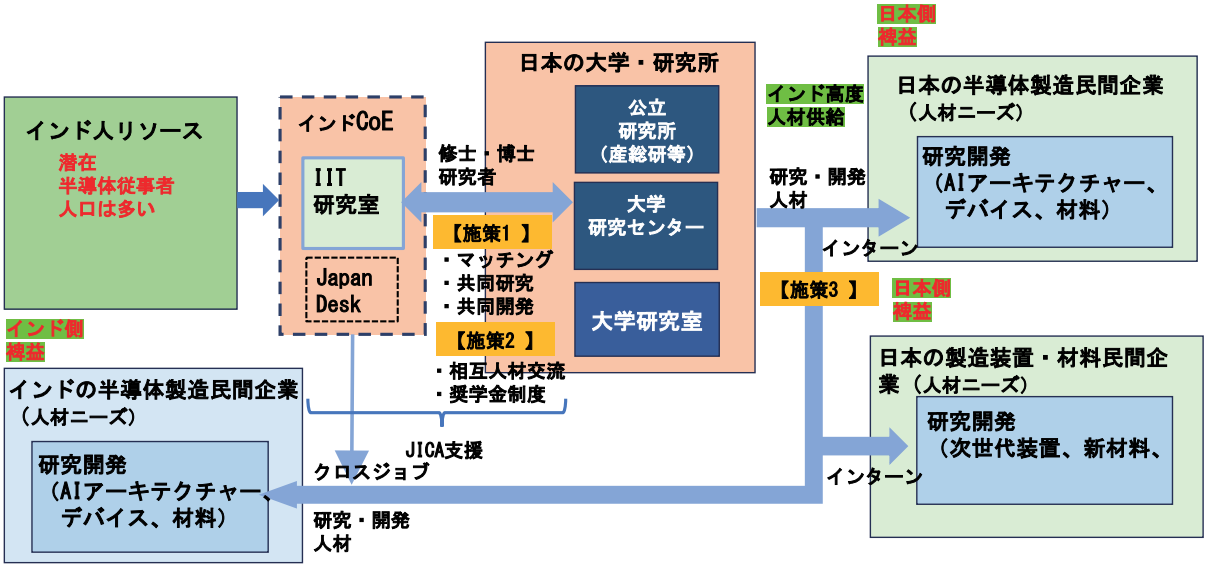


図 8-4. 先端半導体研究連携の人材フロー

出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

（4） JICA の協力の方向性 4

【施策 1】の日印大学間のマッチングイベント支援、【施策 2】インド人学生の受け入れ支援、【施策 3】の就業先確保は新 Japan Desk の業務とすることができる。新 Japan Desk の設立と運営は JICA の円借款によるコンサルティングサービス、もしくは技術協力による支援が可能であると考えられる。その詳細は 8.3 (3) 節に記すとおりである。

8.3. 施策提言のまとめ

（1） 施策提言の位置づけ

本章では以下の 4 つの仮説の検証結果をもとに、各々の施策提言を行った。

仮説 1 半導体設計人材育成：「インドには豊富な IT 人材があり、日本の協力でインド半導体設計人材育成を支援することで、日本の半導体設計人材不足解消とインドの半導体設計力強化に資することができる。」

仮説 2 半導体技能人材育成：「インドには半導体前工程の製造経験が無いので製造現場で働く技能人材が不足しており、日本の高品質製造経験を活かした人材育成支援を行うことで、インド半導体製造の高品質化を支援できる。同時に日本側の裨益として以下が考えられる。

1）日本の半導体製造装置産業のインドを含む海外現地メンテナンスサービス人材不足解消

2）日本の半導体製造産業の現場技能者高齢化による将来の不足解消」

仮説 3 半導体工場のインフラ整備：「インドの半導体製造工場の安定稼働には、工場を支えるインフラ整備が不足している可能性があり、日本の高品質インフラ技術及び日本品質の海外工業団地整備経験が活用できる。」

仮説 4 先端半導体研究協力：「インドと日本の大学が先端半導体研究で協力することにより、日本の大学における先端半導体研究人材不足解消とインドの大学の半導体研究レベルの向上を支援できる。」

これらを纏めると、

【人材育成】：仮説 1，2，4

【インフラ開発】：仮説 3

の２つの支援カテゴリーに集約される。

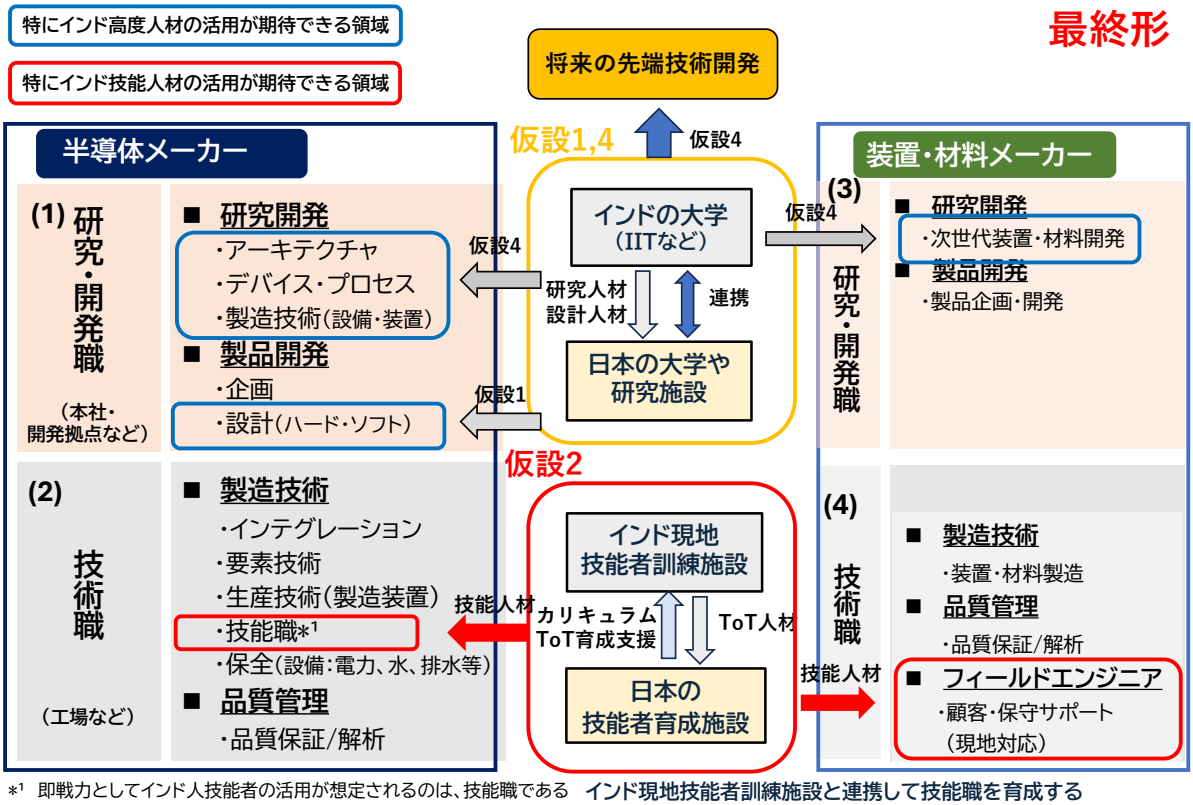
（2）　【人材育成】の全体像

人材育成の全体像を図 8-5 に示す。各人材育成支援によるインド側裨益と日本側裨益を纏めたものを図 8-6 から図 8-7 に整理する。

仮説 1，4 による設計人材と研究人材は、日本とインドの大学間で交流・連携すると同時に日印半導体メーカーと装置材料メーカーの研究開発職に供給され、将来の先端技術開発と製品開発の強化に寄与する。

仮説 2 の技能人材は、半導体メーカーの技能職として製造現場の生産性・品質向上に寄与する。装置・材料メーカーでは自社の製造現場でも生産に寄与するが、主に顧客工場での保守・サポート要員として寄与する。

このように、人材育成は日本の半導体開発設計・製造経験を基に行われるが、半導体製造経験の無いインドにおける産業立上げに寄与すると同時に、少子高齢化で人材不足の日本における活躍が期待され、両国に裨益をもたらす補完関係にある。



*1　即戦力としてインド人技能者の活用が想定されるのは、技能職である　インド現地技能者訓練施設と連携して技能職を育成する

図 8-5.　半導体技術人材育成支援の全体像
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

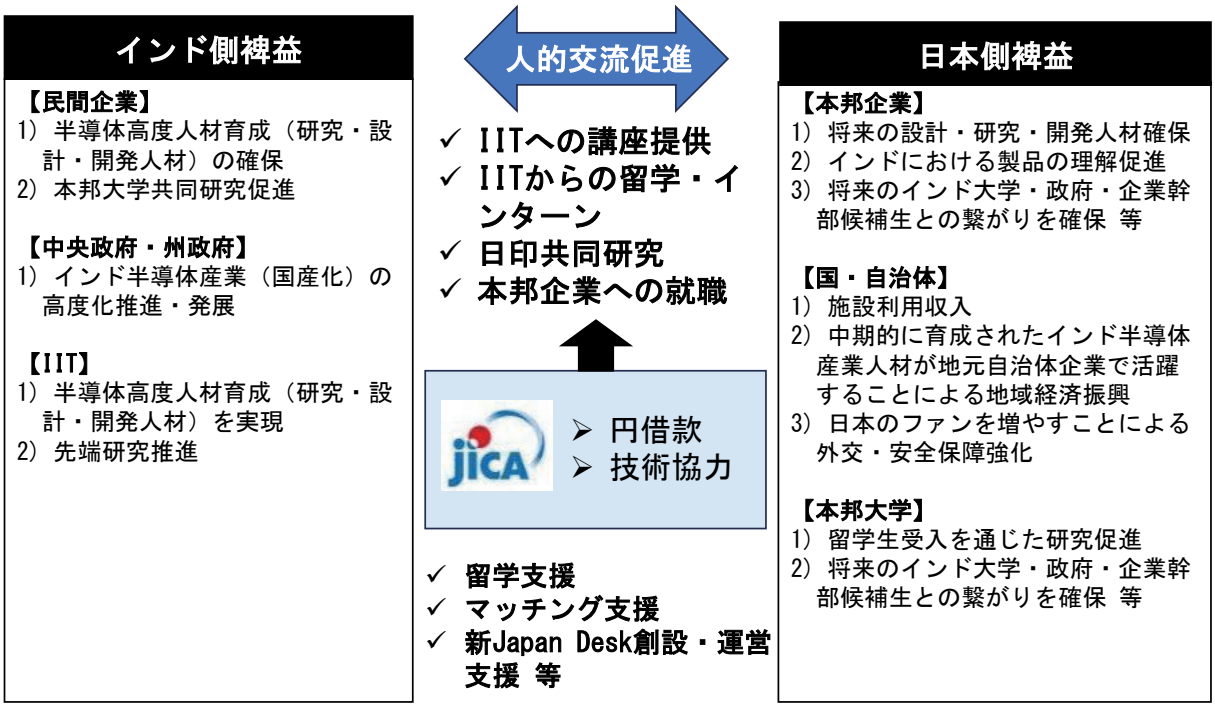


図 8-6. 設計人材育成（仮説 1）と先端研究協力（仮説 4）による日印の裨益
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

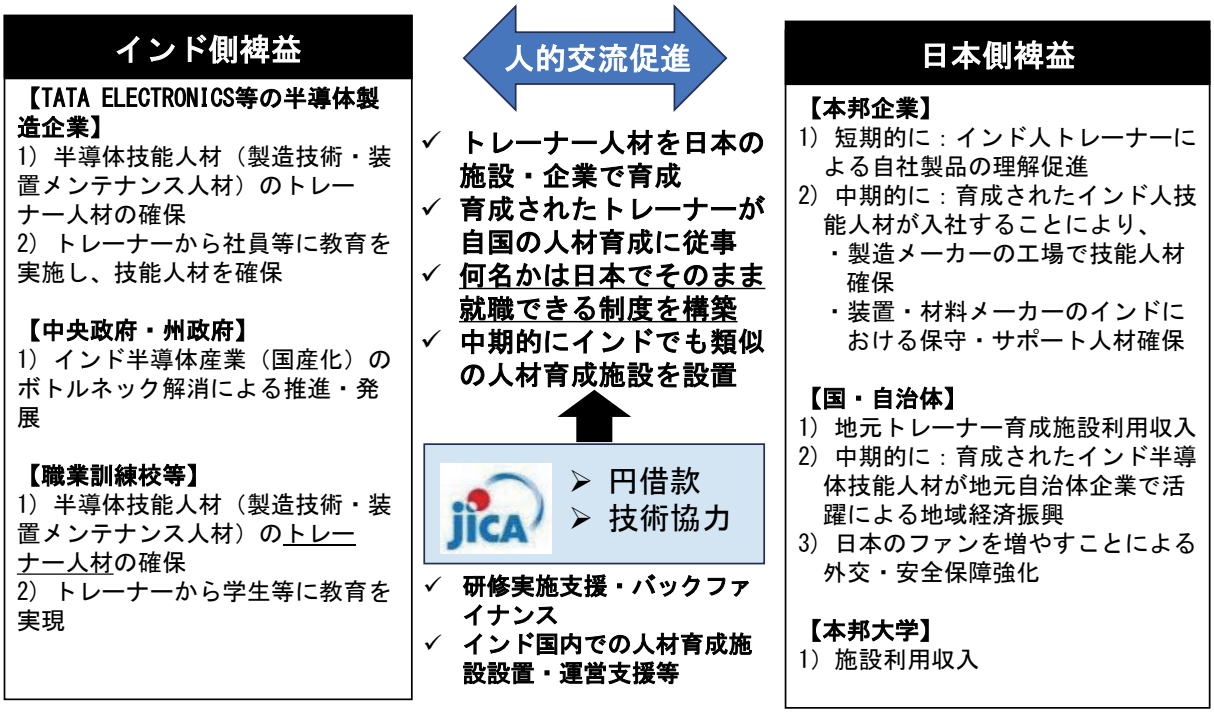


図 8-7. 技能人材育成（仮説２）による日印の裨益
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

（3） 【インフラ開発】の全体像

インフラ開発の全体像を図 8.8 に示す。インフラ開発においては、ハード・ソフト両面の整備を通じてエコシステムを整備する必要があるが、具体化にはさらなる調査が必要である。

ハード面では、工場周辺の電力・水・排水処理等の整備、道路・空港などの物流網の整備、工場関係者の生活を支える住宅・病院・スーパーなどの居住環境整備が求められる。特に居住環境整備は、ソフトインフラである関連企業の集積を促すために必須のハードインフラとなる。

ソフトインフラとしては、工業団地の運営管理、特に諸手続のワンストップサービスの提供が関連企業の集積には必須となる。また、人材育成機関や研究機関が周辺にあることが高度技術が複雑に組み合わされた半導体製造における生産性向上・品質向上に必須であることは台湾や日本の半導体産業の例で明らかであり、至急対応する必要がある。

以上の理由により、今回の調査ではハード面の一部を確認したが、今後はソフト面の整備を急ぐ必要がある。

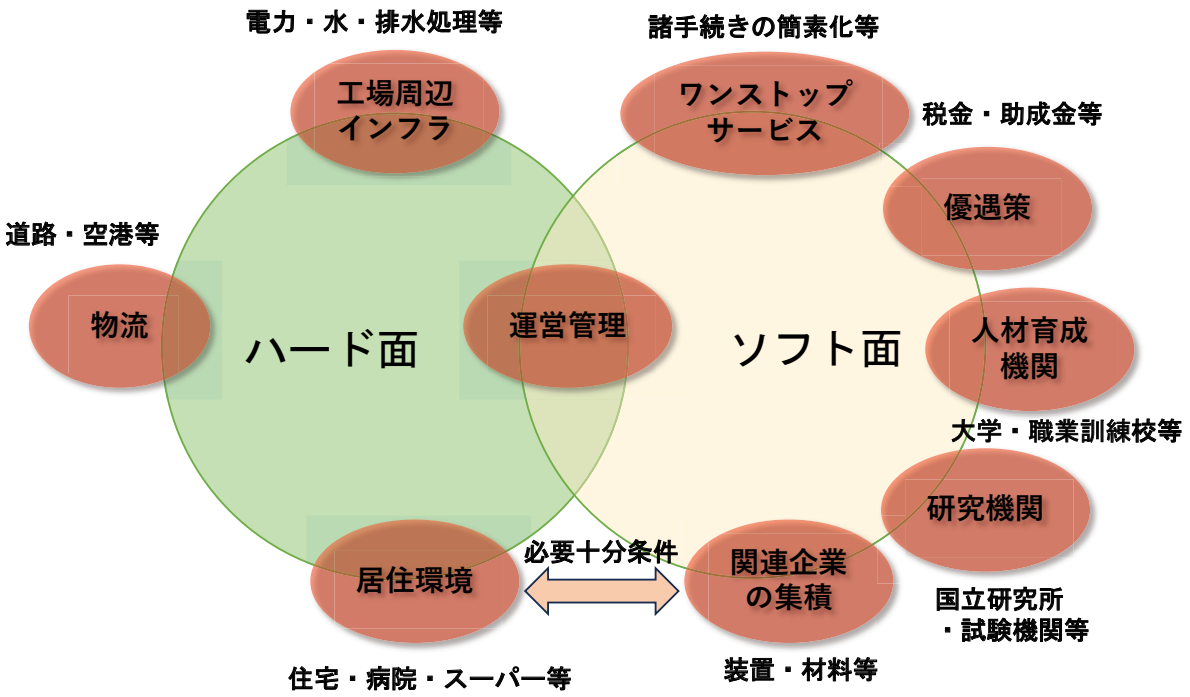


図 8-8. インフラ開発の全体像
出典：ヒアリングを基に JICA 調査団作成

8.4. 今後の検討課題

以下は、今後さらに調査・検討が求められる重点項目である。

（1） 半導体工場立地のインフラ整備状況調査

仮説 3-施策 1 で示したように、今後の半導体工業団地整備計画の策定支援を行うためには、モデルケースとしてグジャラート州ドレラ SIR 工業団地の電力及び水の安定供給状況と品質、及び住環境整備などのハードインフラ整備の更なる実態調査が必要となる。この調査は、日本企業が現地進出を決める前提条件となる重要な調査である。

仮説 3-施策 2 で提案した今後整備が必要となるソフトインフラ整備に関しては、現地の進捗状況を引き続き調査することが必要である。その結果を踏まえて、エコシステム構築に関する段階的な整備計画策定支援を行う必要がある。

（2） 直近の技能人材トレーナー受け入れ準備の検討

仮説 2-施策 1 で提案したトレーナーの日本側受け入れに関しては、試行的に早急に開始したいとのインド側要望もあり、受け入れ支援の方法、受け入れ先選定と費用負担、日本でのサポート体制などを検討する必要がある。まずはどの技能職種を優先するかをインド側と協議することから開始し、それに最適な日本側受け入れ先の選定と受け入れ可能性を調査して決定する必要がある。検討には日本の技能人材育成機関の関与が必要であり、人材受け入れ機関としても試行の検討によりインド側のニーズを早期に確認することができ、また本格的な受け入れに際しての課題を事前に把握し、本格受け入れの準備をすることに役立てることができる。

（3） 技能者訓練施設設立の基礎調査

仮説 2-施策 1 で提案した恒久的な日本側技能者訓練施設に関しては、インド側技能者受け入れ企業を特定し、そのニーズを調査することによりニーズに合ったカリキュラムの編成、既存教育機関の選定、費用負担の仕組みを策定し、受け入れ計画を策定する。同時に中期的にインド側への同施設のコピー施設設立を JICA が支援する必要がある場合には、支援のための基礎調査を行い、具体的な計画策定が必要である。

（4） 人材育成支援の全体取りまとめを担う組織の検討

現在半導体の CoE 設立が具体的に検討されているのはグジャラート州のみである。今後他の州にも展開される場合には、新 Japan Desk も各 COE の中に設置されることになる。このように複数の州に複数の CoE が設立された場合には、それぞれの CoE からそれぞれの傘下にある新 Japan Desk を通じて個別に日本側に人材交流や共同研究の申し入れが発生する可能性がある。このような状況は日本側にとってもインド側にとっても調整が煩雑になり全体効率低下に繋がる。

したがって、将来 CoE が複数州に展開される場合には、人材育成協力の日本側との窓口を一本化し、インド側の各 CoE の要望を調整し管理する組織を作る必要があり、その組織のあ

り方について検討する必要が生じる。この検討は、各 CoE の利害関係が絡むので、2 番目の CoE 設立計画が具体化する前に組織のあり方を含めて既存の CoE を交えて開始することを推奨する。

8.5. 環境社会配慮等

本調査で提案したインフラ関連施策を実施するにあたっては JICA の環境社会配慮ガイドライン及びインド国内の環境制度に基づいた配慮が求められる。

また、本調査で提案した人材育成施策を実施するにあたっては、ジェンダーバランスへの配慮や身分制度/宗教への配慮を個別に判断することが求められる。

APPENDIX

AIC T-Hub Semiconductor Program, https://programs.t-hub.co/aic-semiconductors/

AICTE-accredited engineering institution, https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmJkZmMwNDYtNzJjYy00N2FlLThjMjAtZGFlN2Q1ODYyOTczIiwidCI6ImVkYjFiNjA2LWJlMzYtNDFlZi04ODRhLTJiMGMxNjY2OGU4NiJ9

AMD, https://www.amd.com/

Amity University, Noida, https://www.amity.edu/course-details.aspx?fd=FzNymoX3dH0=&cfn=tIk2vbCm3kjHDY0IFlfvTQ==

ASE グループ, https://www.aseglobal.com/

Broadcom, https://jp.broadcom.com/

Bundelkhand Institute of Engineering & Technology, Jhansi, http://bietjhs.ac.in/wp-content/uploads/2019/10/btech1.pdf

Business Korea 2024.8.27, https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=223791

CCU, https://www.ccu.edu.tw/?Lang=en

Centre for Development of Advanced Computing (C-DAC), Bangalore, https://cdac.in/index.aspx?id=DAC&courseid=20

Centre for Nano Science and Technology, https://jntuhist.ac.in/courses_offered/14/dept

Collaboration Between IIT-Hyderabad and Renesas, https://www.deccanherald.com/india/telangana/jica-facilitates-iit-h-collaboration-with-japan-based-renesas-electronics-for-semiconductor-innovation-in-india-3055602

CVR College of Engineering, https://cvr.ac.in/home4/index.php/courses-offered

Dayananda Sagar College of Engineering (DSCE), Bangalore, https://www.dsce.edu.in/electronics-and-communication/courses-ece

EE Times 2021.12.14, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2112/14/news034.html

EETimes 2024.1.8, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2401/18/news051.html

EETimes 2024.11.14, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2411/14/news084.html

EETimes 2024.12.12, https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2412/12/news053.html

GITAM School of Technology, https://www.gitam.edu/academics/programme-finder?course_stream%5B15%5D=15&course_location%5B13%5D=13

Global Foundries, https://gf.com/

Global Growth Insight, 2025.6.6, https://www.globalgrowthinsights.com/market-reports/wire-bonding-machine-market-107180?utm_source=chatgpt.com

http://www.mnnit.ac.in/index.php/department/engineering/ece/ececourse

https://nitw.ac.in/api/static/files/1_B.Tech_Electronics_and_Communication_Engineering-Curriculum-new-2024-25_2024-7-19-15-43-2.pdf, https://nitw.ac.in/api/static/files/2_B.Tech_Electronics_and_Communication_Engineering_(VLSIDT)-Curriculum-new-2024-25_2024-7-19-15-43-53.pdf, https://nitw.ac.in/api/static/files/2_M.Tech_VLSI_System_Design-curriculum-new-2024-25_2024-7-19-16-38-0.pdf

IFHE Hyderabad, https://www.ifheindia.org/icfaitech/assets/pdf/Mtech/M-Tech-Digital-Electronics-Communication-Systems.pdf

IIT (BHU) , https://www.iitbhu.ac.in/dept/ece/courses

IIT Hyderabad, https://ee.iith.ac.in/btech.html, https://www.iith.ac.in/academics/post-graduate/

IIT Kanpur, https://www.iitk.ac.in/ee/microelectronics-and-vlsi-courses

Imec, https://www.imec-int.com/en/articles/smaller-better-faster-imec-presents-chip-scaling-roadmap

Indian Institute of Information Technology, Allahabad, https://mi.iiita.ac.in/academics.htm

Indian Institute of Science (IISc), Bangalore, https://iisc.ac.in/admissions/joint-m-tech-in-semiconductor-technology/

Indian Institute of Science (IISc), Bangalore, https://talentsprint.com/course/micro-electronics-and-semiconductor-technologies-iisc#applyNow

Industrial Training Institute (ITI), https://ncvtmis.gov.in/pages/iti/count.aspx

Infineon Technologies, https://www.infineon.com/

Institute of Aeronautical Engineering , https://www.iare.ac.in/sites/default/files/IARE_Dept_Brochure_ECE.pdf

Institute of Engineering & Technology, Lucknow, https://www.ietlucknow.ac.in/dept/ec

Institutions of higher education (universities, colleges, etc.),
https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/statistics-new/he_profile_1920.pdf (Page 9)

Institutions of National Importance (INI), https://www.education.gov.in/institutions-national-importance

Institutions offering diploma courses,https://www.sbtet.telangana.gov.in/index.html#!/index/Courses

Intel, https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/homepage.html

International Institute of Information Technology (IIIT), Bangalore, https://www.iiitb.ac.in/academics/integrated-mtech/btech-electronics-and-communication-engineering

Jaypee Institute of Information Technology, Noida, https://www.jiit.ac.in/btech-electronics

KIOXIA, https://www.kioxia.com/ja-jp/top.html

Manipal Institute of Technology (MIT), Manipal, https://www.manipal.edu/mit/program-list/btech/B-Tech-in-Electronics-Engineering-VLSI-Design-and-Technology.html

Media Tech, https://www.mediatech.jp/

Micron Technologies, https://www.micron.com/

Minghsin, https://fg.must.edu.tw/

Mordor Intelligence, https://www.mordorintelligence.com/ja/industry-reports/semiconductor-etch-equipment-market

Mordor Intelligence, https://www.mordorintelligence.com/ja/industry-reports/semiconductor-inspection-equipment-market

Motilal Nehru National Institute of Technology (MNNIT), Allahabad

NCKU, https://web.ncku.edu.tw/index.php?Lang=en

NCUE, https://enweb.ncue.edu.tw/

Newji 2024.11.11, https://newji.ai/procurement-purchasing-management/supply-chain-risks-in-the-semiconductor-industry-and-their-countermeasures/

News Cast 2024.9.25, https://newscast.jp/news/2322079

Nikkei Compass, https://www.nikkei.com/compass/industry_s/0241

NIT Warangal,

Nitte Meenakshi Institute of Technology (NMIT), Bangalore, https://nmamit.nitte.edu.in/department-VLSI.php

NRI Secure, https://www.nri-secure.co.jp/glossary/semi-standards

NTHU, https://nthu-en.site.nthu.edu.tw/

NTU, https://www.ntu.edu.tw/english/

NTUT, https://www-en.ntut.edu.tw/

NVIDIA, https://www.nvidia.com/

NYCU, https://www.nycu.edu.tw/nycu/en/index

Photonics Valley, https://www.photonicsvalley.telangana.gov.in/About.html

Polytechnic College, https://www.education.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/statistics-new/AISHE%20Book_2021-22_4.pdf (Page 97)

PSMC, https://www.powerchip.com/en-global

Qualcomm, https://www.qualcomm.com/

Renesas Electronics, https://www.renesas.com/

Rentec Insight 2023.8.31, https://go.orixrentec.jp/rentecinsight/it/article-320

Reuters 2024/2/22 https://jp.reuters.com/economy/industry/VJTFEVNNHVKKHHEEC4XQNEDSXI-2024-02-21/

RV College of Engineering, Bangalore, https://rvce.edu.in/ec-menu

Samsung, https://semiconductor.samsung.com/

SASTRA 大学, https://sastra.edu/academics/programmes/ug-pg.html

SDKI Analytics, https://www.sdki.jp/reports/ultrapure-water-market/115312

Semi 2024.2.9, https://www.semi.org/jp/news-resources/press/20240209

Semi 2025.04.30, https://www.semi.org/jp/news-resources/press/20250430

Semi, https://www.semijapanwfd.org/

Semi, Standards, https://www.semi.org/jp/products-services/standards

SEMICON BLOG 2024.3.29, https://semicon-blog.com/cleanroom/

SK Hynix, https://www.skhynix.com/

SMIC, https://www.smics.com/

SRM 科学技術研究所, https://www.srmist.edu.in/program/m-tech-vlsi-design/

STMicroelectronics, https://www.st.com/

Texas Instruments, https://www.ti.com/

Texas Instruments, Standards, https://www.ti.com/ja-jp/support-quality/certifications-and-standards/industry-standards.html

Tokyo Electron, Process, https://www.tel.co.jp/museum/exhibition/process/process1.html

TrendForce 2025.3.17, https://www.trendforce.com/presscenter/news/20250317-12519.html

TSMC, https://www.tsmc.com/

TSMC, https://www.tsmc.com/english

T-Work, https://it.telangana.gov.in/initiatives/t-works/

UMC , https://www.umc.com/en/Home/Index

UMC, https://www.umc.co.jp/

University of Hyderabad, https://enggtechnology.uohyd.ac.in/m-tech-nano-science-technology/

Visvesvaraya Technological University (VTU), Belagavi, https://vtu.ac.in/undergraduate/#zpostgraduate

VLSI Initiative, https://it.telangana.gov.in/initiatives/photonics-valley-corporation/

Yun Tech, https://bfxen.yuntech.edu.tw/

アンナ大学, https://cac.annauniv.edu/uddetails/ud_pg_courses.html

インド工科大学マドラス校, https://engineering.purdue.edu/EngineeringImpact/spring-2023/articles/purdue-partners-with-iit-madras-to-create-semiconductor-dual-degree-program

ウインボンド, https://www.winbond.com/hq/?__locale=en

ヴェルール工科大学, https://www.srmist.edu.in/program/m-tech-vlsi-design/

グローバルユニチップ, https://www.guc-asic.com/en

チェンナイ先端コンピューティング開発センター（CDAC）https://cdac.in/index.aspx?id=DAC&courseid=20

ナンヤ・テクノロジー, https://www.nanya.com/en/

バラティアル大学, https://syllabus.b-u.ac.in/syl_college/naan_mudhalvan/bsc/ele_comm_sys/bsc_electronics_comm_sys_2022_23.pdf

パワーチップ, https://www.powerchip.com/en-global

パワーテック・テクノロジー, https://www.pti.com.tw/

マクロニクス, https://www.mxic.com.tw/en-us/Pages/default.aspx

メディアテック, https://www.mediatek.com/

レゾナック, https://www.resonac.com/jp/solution/tech/next-gen-semiconductor-packages.html

経済産業省, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital.html

経済産業省, https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230606003/20230606003-1.pdf

兼松 PWS 株式会社, https://www.pwsj.co.jp/blog/14

国立工科大学, https://www.nitt.edu/home/academics/departments/ece/programmes/btech/curriculum/sem3/ec207/

産業総合研究所, https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20201208/pr20201208.html

台灣豪雅光電股份有限公司, https://www.hoya.com/en/

台灣信越半導體股份有限公司, https://www.shinetsu.co.jp/en/

台灣納美仕股份有限公司, https://www.namics.co.jp/en/company/office/

東京威力科創股份有限公司, https://www.tel.co.jp/about/locations/tet.html

日経クロステック 2023.6.23, https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/08119/

半導体 Job エージェント 2024.12.20, https://semiconductor-job.com/semicon-materials-share/

文部科学省高等教育局専門教育課 2024.6.3, https://www.mext.go.jp/content/20240627-mx_kankyou-000036752_4.pdf

優貝克科技股份有限公司竹科分公司, https://showcase.ulvac.co.jp/en/support/sales-office/Taiwan-inc.html

樂華科技股份有限公司, https://www.rorze.com.tw/

臺灣福吉米股份有限公司, https://www.fujimi.com/cool_timeline/fujimi-taiwan-limited-established/