

**全世界**  
**最新テクノロジーを活用した製造業**  
**高度化に係る情報収集・確認調査**

**ファイナルレポート**

**2022 年 2 月**

**独立行政法人**  
**国際協力機構（JICA）**

**株式会社日本開発サービス（JDS）**  
**アビームコンサルティング株式会社**

|        |
|--------|
| 経開     |
| JR     |
| 22-068 |

全世界  
最新テクノロジーを活用した製造業高度化に係る情報収集・確認調査

目 次

|       |                                                         |     |
|-------|---------------------------------------------------------|-----|
| 1.    | 業務の概要 .....                                             | 1   |
| 1.1   | 業務の背景と目的 .....                                          | 1   |
| 1.2   | 対象地域 .....                                              | 2   |
| 1.3   | 調査対象とする新技術.....                                         | 2   |
| 2.    | 机上調査対象国における文献調査結果 .....                                 | 4   |
| 2.1   | 新技術対応への政府等の取組状況.....                                    | 4   |
| 2.2   | IoT、AI等の新技術関連市場動向.....                                  | 15  |
| 3.    | 現地調査対象国における文献・インタビュー調査結果.....                           | 26  |
| 3.1   | 新技術対応への政府等の取組状況.....                                    | 26  |
| 3.2   | IoT、AI等の新技術関連市場動向.....                                  | 35  |
| 3.3   | 現地進出外資系製造業・裾野産業の技術適用動向.....                             | 43  |
| 3.4   | 現地における新技術関連人材の現状と課題.....                                | 47  |
| 4.    | COVID-19が製造業高度化に与えた影響調査結果.....                          | 54  |
| 4.1   | 総論 .....                                                | 54  |
| 4.2   | 調査対象国における製造業高度化にCOVID-19が与えた影響（机上調査） .....              | 54  |
| 4.2.1 | 新技術対応への政府等の取組状況に COVID-19 が与えた影響.....                   | 54  |
| 4.2.2 | 新技術関連市場の動向に COVID-19 が与えた影響.....                        | 66  |
| 4.2.3 | 現地進出外資系製造業・裾野産業に COVID-19 が与えた影響.....                   | 80  |
| 4.2.4 | 新技術関連人材の育成状況に COVID-19 が与えた影響.....                      | 89  |
| 4.3   | COVID-19による日系グローバル製造業のサプライチェーン変革動向に<br>関するインタビュー調査..... | 103 |
| 4.3.1 | 調査アプローチ.....                                            | 103 |
| 4.3.2 | 調査結果.....                                               | 104 |
| 4.3.3 | 既存のコンタクト先への再インタビュー調査.....                               | 105 |
| 4.3.4 | 日本国内のグローバル製造業インタビュー調査.....                              | 105 |
| 4.3.5 | タイ・インドネシア・ベトナムにおける日系・現地製造業<br>インタビュー調査.....             | 106 |
| 5.    | 招へい事業の実施 .....                                          | 107 |
| 5.1   | 第1回招へい事業 .....                                          | 107 |
| 5.2   | 本邦招へい代替事業.....                                          | 109 |
| 6.    | 日系関連企業との連携によるパイロットの詳細検討、及び実施.....                       | 114 |
| 6.1   | ベトナムにおける製造業スマート化アイデアソンセミナー .....                        | 114 |
| 6.1.1 | ハノイにおける開催.....                                          | 115 |

|       |                                        |     |
|-------|----------------------------------------|-----|
| 6.1.2 | ホーチミン市における開催.....                      | 121 |
| 6.1.3 | セミナー参加企業への事後アンケート調査結果.....             | 126 |
| 6.2   | ベトナムにおけるSME向けIoT導入ハンズオン研修.....         | 127 |
| 6.3   | タイにおけるデジタルカイゼンによる工場スマート化実証実験.....      | 132 |
| 6.3.1 | アイデアソンの実施.....                         | 134 |
| 6.3.2 | PoC の実施.....                           | 137 |
| 6.4   | PoCの評価.....                            | 141 |
| 6.4.1 | エンドライン調査の実施.....                       | 141 |
| 6.4.2 | PoC の最終評価.....                         | 144 |
| 6.5   | 最終成果発表セミナーの実施.....                     | 146 |
| 7.    | 最新テクノロジーを活用した製造業高度化に関する提言.....         | 148 |
| 7.1   | 新技術の活用により高度化が見込めるものづくりのプロセス・対象企業層の抽出.. | 148 |
| 7.1.1 | 対象プロセス・企業層の絞り込み.....                   | 148 |
| 7.1.2 | スマート化の目的設定と適用技術の選定.....                | 152 |
| 7.1.3 | 選定企業と適用技術のリスト.....                     | 156 |
| 7.2   | 新技術の活用によるスマート化のステップ及び課題と施策案.....       | 157 |
| 7.2.1 | 新技術の活用による製造業スマート化のロードマップ.....          | 157 |
| 7.2.2 | 新技術の活用による製造業スマート化の課題と施策案.....          | 159 |
| 7.3   | JICAの中長期協力案.....                       | 163 |
| 7.3.1 | 政府機関への協力案.....                         | 166 |
| 7.3.2 | 官民連携促進協力案.....                         | 169 |
| 7.3.3 | 産業界への協力案.....                          | 172 |
| 7.3.4 | 産学連携協力案.....                           | 176 |
| 7.3.5 | 教育機関への協力案.....                         | 179 |
| 7.3.6 | 調査対象国別の協力案.....                        | 180 |

## 【別添】

- ベトナムにおけるSME向けIoT導入ハンズオン研修 教材動画（データのみ提出）
- タイ政府による製造業SMEs向けデジタル／イノベーション関連の補助金制度一覧（データのみ提出）

## 図表リスト

(図)

|      |                                             |     |
|------|---------------------------------------------|-----|
| 図-1  | 調査全体の流れ .....                               | 2   |
| 図-2  | 中国製造2025の戦略目標と重点分野 .....                    | 11  |
| 図-3  | 中国政府の補助金額の推移 .....                          | 12  |
| 図-4  | IoTソリューションの国内市場（業界分野別） .....                | 18  |
| 図-5  | ドイツのインダストリー4.0関連企業 .....                    | 19  |
| 図-6  | 中国のスマート製造システムソリューション市場規模 .....              | 24  |
| 図-7  | Thailand 4.0の重点産業と、2つのS字カーブによる発展モデル .....   | 31  |
| 図-8  | ICTと経済発展度合い .....                           | 49  |
| 図-9  | 各国のCOVID-19対策の財政出動 .....                    | 55  |
| 図-10 | COVID-19によるスマート製造業関連市場への影響予測 .....          | 66  |
| 図-11 | アジア太平洋地域のIoT市場成長予測（COVID-19の影響込み） .....     | 67  |
| 図-12 | ASEANのTVETにおける人材能力強化について .....              | 90  |
| 図-13 | GIZ支援での職業訓練用e-learning教材作成の現場 .....         | 91  |
| 図-14 | 泰日工業大学におけるものづくり人材育成と5ゲン主義 .....             | 99  |
| 図-15 | 泰日工業大学における2021～2022年のタイランド4.0関連の事業計画例 ..... | 100 |
| 図-16 | タイの日系企業の設備投資件数推移およびリノベ比率の推移 .....           | 100 |
| 図-17 | 授業へのCOVID-19の影響 .....                       | 102 |
| 図-18 | 共同活動へのCOVID-19の影響 .....                     | 103 |
| 図-19 | 研究活動へのCOVID-19の影響 .....                     | 103 |
| 図-20 | インタビュー調査のアプローチ .....                        | 104 |
| 図-21 | インタビュー結果サマリー .....                          | 104 |
| 図-22 | 製造業でCOVID-19の影響を最も受けている分野（仮説） .....         | 105 |
| 図-23 | 既存コンタクト先への再インタビュー調査結果 .....                 | 105 |
| 図-24 | 日本国内のグローバル製造業インタビュー調査 .....                 | 106 |
| 図-25 | タイ・インドネシア・ベトナムにおける日系・現地製造業インタビュー調査 .....    | 106 |
| 図-26 | 第一回現地調査で得られた声 .....                         | 132 |
| 図-27 | デジタルカイゼンの概念図 .....                          | 133 |
| 図-28 | タイにおけるデジタルカイゼンによる工場スマート化PoCの全体像 .....       | 134 |
| 図-29 | PC社の課題と本PoCで想定した施策効果 .....                  | 137 |
| 図-30 | PC社工場レイアウト概念図 .....                         | 138 |
| 図-31 | 本PoCで導入した生産状況確認画面 .....                     | 142 |
| 図-32 | 本PoCで収集したデジタル計測器の計測結果データ .....              | 142 |
| 図-33 | 本PoCで導入した各デジタル計測器の使用者確認画面 .....             | 143 |
| 図-34 | 本PoCで収集したデータをもとに作成されたライン停止時間及び要因のサマリー ..... | 143 |

|      |                                                                  |     |
|------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 図-35 | 4IRに向けた施策イメージ1：全社的な情報の見える化及び共有による<br>潜在課題の発掘と意思決定リードタイムの短縮 ..... | 145 |
| 図-36 | 4IRに向けた施策イメージ2：施策効果のシミュレーション及びAIによる<br>施策提案 .....                | 145 |
| 図-37 | 最終成果発表セミナーの様子 .....                                              | 147 |
| 図-38 | 高度化が見込めるものづくりのプロセス（一般的傾向） .....                                  | 151 |
| 図-39 | 高度化が見込める業種と製造業の企業規模感（大まかなイメージ） .....                             | 157 |
| 図-40 | 製造業高度化の基本と現地調査国における日系製造業・現地中小企業の現状 .....                         | 157 |
| 図-41 | 製造業高度化・4IRへのロードマップと要素技術の位置付け .....                               | 158 |
| 図-42 | 協力案の開始時期・実施順序と協力機関 .....                                         | 166 |
| 図-43 | 新技術適用による製造業SCMソリューションハッカソンの概念図 .....                             | 181 |
| 図-44 | 第三国研修「マレーシアにおけるIndustry 4.0の取り組み、理論と実践」の<br>概念図 .....            | 184 |
| 図-45 | チェンジマネジメントフレームワーク上に整理した両国の取組みとその問題点 .....                        | 186 |
| 図-46 | 支援メニュー案 .....                                                    | 187 |

(表)

|      |                                         |    |
|------|-----------------------------------------|----|
| 表-1  | 本件調査の対象国 .....                          | 2  |
| 表-2  | 調査対象とする新技術とその定義 .....                   | 2  |
| 表-3  | ドイツのインダストリー4.0に関する国際連携 .....            | 8  |
| 表-4  | インダストリー4.0における欧米式／日本式アプローチの強みとリスク ..... | 15 |
| 表-5  | 日本の4IR市場主要プレイヤー .....                   | 16 |
| 表-6  | ドイツの4IR市場主要プレイヤー .....                  | 19 |
| 表-7  | アメリカの4IR市場主要プレイヤー .....                 | 21 |
| 表-8  | GAFAの4IR関連サービス .....                    | 21 |
| 表-9  | 中国の4IR市場主要プレイヤー .....                   | 22 |
| 表-10 | インドの4IR市場主要プレイヤー .....                  | 25 |
| 表-11 | 4IRへの対応に関する現地調査結果早見表 .....              | 27 |
| 表-12 | 各国政府の4IR対応（まとめ） .....                   | 27 |
| 表-13 | インドネシアの4IR市場プレイヤーの一例 .....              | 35 |
| 表-14 | マレーシアの4IR市場プレイヤーの一例 .....               | 36 |
| 表-15 | ミャンマーでのプレイヤーの一例 .....                   | 38 |
| 表-16 | 日ASEAN新産業創出実証事業 .....                   | 39 |
| 表-17 | タイでのプレイヤーの一例 .....                      | 40 |
| 表-18 | ベトナムでのプレイヤーの一例 .....                    | 41 |
| 表-19 | ドイツにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響 .....     | 70 |
| 表-20 | アメリカ合衆国における新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響 ..... | 71 |
| 表-21 | 中国における新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響 .....      | 73 |

|      |                                               |     |
|------|-----------------------------------------------|-----|
| 表-22 | インドにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響.....            | 74  |
| 表-23 | インドネシアにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響.....         | 76  |
| 表-24 | ミャンマーにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響.....          | 77  |
| 表-25 | マレーシアにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響.....          | 78  |
| 表-26 | タイにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響.....             | 79  |
| 表-27 | ベトナムにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響.....           | 80  |
| 表-28 | ASEANにおける2020年の自動車販売実績 .....                  | 84  |
| 表-29 | 調査対象国における新技術関連人材の育成状況の概要.....                 | 89  |
| 表-30 | 製造業スマート化アイデアソンセミナーの概要 .....                   | 114 |
| 表-31 | ベトナムにおけるSME向けIoT導入ハンズオン研修概要.....              | 128 |
| 表-32 | アイデアソン概要 .....                                | 135 |
| 表-33 | アイデアソン最終発表概要 .....                            | 136 |
| 表-34 | 本PoCによる3つの施策 .....                            | 138 |
| 表-35 | 動画コンテンツ概要 .....                               | 141 |
| 表-36 | 最終成果発表セミナーの概要 .....                           | 146 |
| 表-37 | 最終成果発表セミナーの参加者の構成 .....                       | 146 |
| 表-38 | 最終成果発表セミナーの質疑応答（主な内容） .....                   | 147 |
| 表-39 | 現地調査実施各国における産業の高度化が見込める業種.....                | 149 |
| 表-40 | スマート化の大目的と小目的 .....                           | 152 |
| 表-41 | 高度化が見込める企業層とプロセスの組合せとスマート化の目的.....            | 153 |
| 表-42 | 高度化が見込める業種とプロセスの組合せとスマート化の目的（詳細版） .....       | 154 |
| 表-43 | 設備供給企業・金型供給企業×製品企画開発・設計プロセスの場合 .....          | 155 |
| 表-44 | 素形材加工企業×生産プロセスの場合 .....                       | 155 |
| 表-45 | 部品組み立て企業×在庫・倉庫管理プロセスの場合 .....                 | 156 |
| 表-46 | 製品組み立て企業×製品稼働サービス提供プロセスの場合 .....              | 156 |
| 表-47 | 新技術の活用による製造業スマート化の課題 .....                    | 159 |
| 表-48 | JICAの中長期協力案（対象層と切り口によるマトリクス） .....            | 164 |
| 表-49 | JICAの中長期協力案（要素技術との対応） .....                   | 165 |
| 表-50 | 新技術適用による製造業SCMソリューションハッカソン .....              | 180 |
| 表-51 | オープンイノベーションによる製造業と異業種のマッチングイベント.....          | 182 |
| 表-52 | 第三国研修「マレーシアにおけるIndustry 4.0の取り組み、理論と実践」 ..... | 183 |
| 表-53 | 東部経済回廊（EEC）開発計画に準拠した民間IoT推進体制の構築 .....        | 185 |
| 表-54 | 4IR導入に係るチェンジマネジメント .....                      | 186 |
| 表-55 | タイとマレーシアにおける4IRカイゼン推進機関.....                  | 187 |

## 略語表

| 略語        | 英文                                                          | 和文                           | 国     |
|-----------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|-------|
| 2/3/4IR   | The 2nd/3rd/4th Industrial Revolution                       | 第 2/3/4 次産業革命                | 全世界   |
| ARM       | Augmented Reality Manufacturing                             | 拡張現実製造                       | 全世界   |
| CAGR      | Compound Annual Growth Rate                                 | 年平均成長率                       | 全世界   |
| CICC      | Center of the International Cooperation for Computerization | (一財) 国際情報化協力センター             | 日本    |
| DEPA      | Digital Economy Promotion Agency                            | デジタル経済振興庁                    | タイ    |
| DIP       | Department of Industry Promotion                            | 産業振興局                        | タイ    |
| DOIT-HCMC | Department of Industry and Trade, Ho Chi. Minh City         | ホーチミン市商工局                    | ベトナム  |
| DX        | Digital Transformation                                      | デジタル・トランスフォーメーション            | 全世界   |
| EEC       | Eastern Economic Corridor                                   | 東部経済回廊                       | タイ    |
| ERP       | Enterprise Resource Planning                                | 企業資源計画                       | 全世界   |
| FA        | Factory Automation                                          | 工場自動化                        | 全世界   |
| FMM       | Federation of Malaysian Manufacturers                       | マレーシア製造業協会                   | マレーシア |
| FTPI      | Foundation for Thai Productivity Institute                  | タイ生産性研究所                     | タイ    |
| GAFA      | Google, Apple, Facebook, Amazon                             | グーグル、アップル、フェイスブック、アマゾン       | 全世界   |
| GMI       | German-Malaysia Institute                                   | ドイツ マレーシア 研究所                | マレーシア |
| HAPI      | Hanoi Authority for Planning and Investment                 | ハノイ計画投資局                     | ベトナム  |
| IIoT      | Industrial IoT                                              | 産業分野の IoT                    | 全世界   |
| IoT       | Internet of Things                                          | モノのインターネット                   | 全世界   |
| IVI       | Industrial Value Chain Initiative                           | インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ    | 日本    |
| JETRO     | Japan External Trade Organization                           | 独立行政法人日本貿易振興機構               | 日本    |
| JICA      | Japan International Cooperation Agency                      | 独立行政法人国際協力機構                 | 日本    |
| KIC       | Kobe Institute of Computing                                 | 神戸情報大学院大学                    | 日本    |
| KMITL     | King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang           | モンクット王工科大学<br>ラッカバン校         | タイ    |
| LASI      | Lean Automation System Integrator                           | リーンオートメーションシステム<br>インテグレータ   | タイ    |
| MARii     | Malaysia Automotive, Robotics & IoT Institute               | マレーシア自動車、ロボティクス、<br>IoT 研究所  | マレーシア |
| MCF       | Myanmar Computer Federation                                 | ミャンマーコンピュータ連盟                | ミャンマー |
| MDCR      | Myanmar Daiichi Computer Resource                           | ミャンマー第一コンピュータ<br>リソース        | ミャンマー |
| MES       | Manufacturing Execution System                              | 製造実行システム                     | 全世界   |
| MIDA      | Malaysian Investment Development Authority                  | マレーシア投資開発庁                   | マレーシア |
| MIGHT     | Malaysian Industry-Government Group for High Technology     | マレーシアハイテク産官機構                | マレーシア |
| MIMOS     | Malaysian Institute of Microelectronic Systems              | マレーシアマイクロ<br>エレクトロニクスシステム研究所 | マレーシア |
| MJIIT     | Malaysia-Japan International Institute of Technology        | マレーシア日本国際工科院                 | マレーシア |
| MPC       | Malaysia Productivity Corporation                           | マレーシア生産性公社                   | マレーシア |
| MRP       | Materials Requirements Planning                             | 資材所要量計画                      | 全世界   |
| MTDC      | Malaysian Technology Development Corporation                | マレーシア技術開発公社                  | マレーシア |
| NECTEC    | National Electronics and Computer Technology Center         | タイ国立電子コンピューター技術<br>研究センター    | タイ    |
| NIA       | National Innovation Agency                                  | 国家イノベーション庁                   | タイ    |

| 略語       | 英文                                                                                                                                    | 和文                   | 国      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| NICT     | National Institute of Information and Communications Technology                                                                       | 情報通信研究機構             | 日本     |
| NSTDA    | National Science and Technology Development Agency                                                                                    | タイ国立科学技術開発庁          | タイ     |
| PIDI 4.0 | Indonesia Digital Industrial Center 4.0                                                                                               | インドネシアデジタル産業センター4.0  | インドネシア |
| PoC      | Proof of Concept                                                                                                                      | 実証実験                 | 全世界    |
| RECOTVET | Regional Cooperation Programme to Improve the Quality and Labor Market Orientation of Technical and Vocational Education and Training |                      | ASEAN  |
| RFID     | Radio Frequency Identifier                                                                                                            | 近距離無線通信 ID           | 全世界    |
| RPA      | Robotic Process Automation                                                                                                            | ロボティック・プロセス・オートメーション | 全世界    |
| RRI      | Robot Revolution Initiative                                                                                                           | ロボット革命イニシアティブ協議会     | 日本     |
| SEAMEO   | Southeast Asia Ministers of Education Organization                                                                                    | 東南アジア教育大臣機構          | ASEAN  |
| SEED-Net | Southeast Asia Engineering Education Development Network                                                                              | アセアン工学系高等教育ネットワーク    | ASEAN  |
| SIRIM    | Standard and Industrial Research Institute of Malaysia                                                                                | マレーシア標準産業研究所         | マレーシア  |
| Sler     | Systems Integrator                                                                                                                    | システムインテグレーター         | 全世界    |
| TGI      | Thai German Institute                                                                                                                 | タイ-ドイツ職業訓練校          | タイ     |
| ToT      | Training of Trainers                                                                                                                  | 講師育成のための研修           | 全世界    |
| TVET     | Technical and Vocational Education and Training                                                                                       | 職業訓練（校）              | 全世界    |
| UIT      | University of Information Technology                                                                                                  | 情報技術大学               | ミャンマー  |
| UMP      | Universiti Malaysia Pahang                                                                                                            | マレーシア・パハン大学          | マレーシア  |
| VOCTECH  | SEAMEO Regional Centre for Vocational and Technical Education and Training                                                            |                      | ASEAN  |

## 1. 業務の概要

### 1.1 業務の背景と目的

「モノのインターネット」（Internet of Things、以下、IoTと表記する）、人工知能（以下、AIと表記する）等の新技術の急速な進展により、今日世界的に製造業が変貌しつつある。このような中、自国の産業基盤の強化や雇用確保のため、製造業の重要性が見直され、各国が製造業強化策を打ち出している。とりわけ、米国が打ち出した「先進製造イニシアチブ」や、ドイツの「インダストリー4.0」は、我が国の多くの製造企業が注目している。また、EUにおいても、他国に先駆けて将来の製造業のあり方についての議論が進められており、中国も次世代を見据えた製造業戦略「中国製造2025」を打ち出し、情報通信技術の発展を受けた製造業の高度化に向けた取り組みを実施している。

このような中、我が国においても「Society 5.0」が提唱され、産業が目指すべき姿（コンセプト）として、人、モノ、技術、組織等が様々につながるにより新たな価値創出を図る「Connected Industries」が日本政府より提唱された。その中の5つの重点取り組み分野の一つである「モノづくり・ロボティクス」分野では、多くの日本企業のサプライチェーンが集積しているアジア地域においても、新しい技術やビジネスモデルの導入が急速に進み、破壊的な技術革新や新たな形での産業創造が起きつつある。これらへの関心も急速に高まる中、新興国においては人口の増加、農村部から都市部への移転を前提に、安い労働力を背景に低コストで大量生産を行う工場の海外誘致から取組むという従来型の製造業牽引型の経済発展モデルの概念が以前より導入しづらくなっており、再考すべきステージにきている。

かかる状況の中、アジアをはじめとする新興国において、今後製造業を取り巻く環境変化に残されることなく、経済成長を加速化させるためには、製造業の競争力・生産性向上にフォーカスを当て、産業構造を高度化し、新技術を活用した新たな発展モデルを取り入れたいという要望が高まっている。

そのため、今後JICAが各国の産業振興分野において協力を実施するにあたって、急速に進展するIoT、AI等の新技術の産業振興（特に製造業）分野における影響を分析・整理するとともに、第4次産業革命（以下、4IRと表記する）をもたらしつつある新技術を活用した「ものづくりのスマート化」推進のためのパイロットの実施、及び中長期的な協力案を検討・提案することを主たる目的とする。

また、調査実施期間中にCOVID-19によるパンデミックが発生したことにより、当初計画されていた調査内容に加えて、COVID-19が調査対象各国における製造業高度化にどのような影響を与えたかに関する調査も追加して実施した。調査全体の流れを図-1に示す。

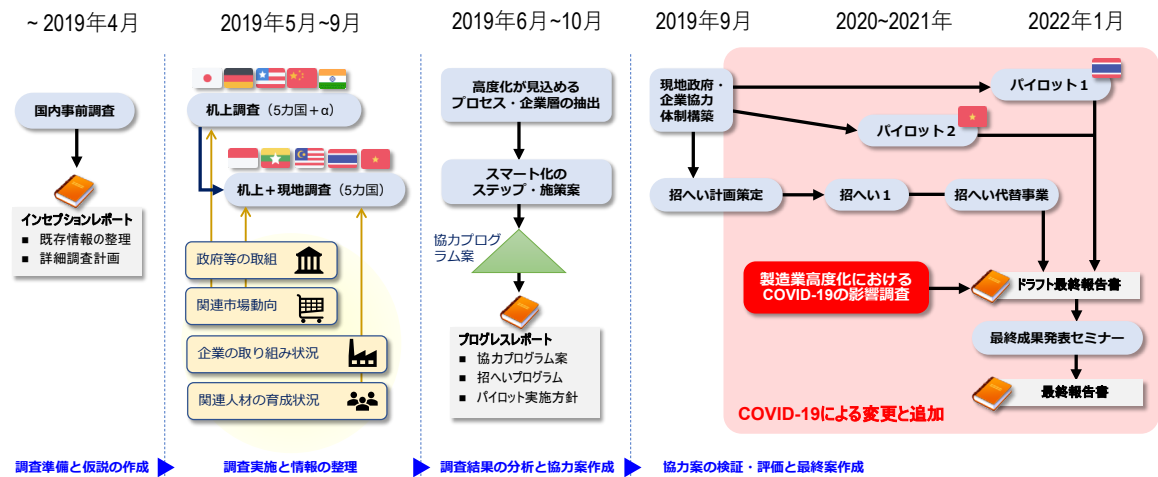


図-1 調査全体の流れ

## 1.2 対象地域

全世界を対象とするが、調査を実施したのは表-1に示す対象国。

表-1 本件調査の対象国

| 分類                        | 国                          | 机上調査 | 現地調査 |
|---------------------------|----------------------------|------|------|
| 製造業高度化またはその要素技術が比較的進んでいる国 | 日本、ドイツ、米国、中国、インド           | ✓    |      |
| 製造業高度化が発展途上にあるアジアの国       | インドネシア、ミャンマー、マレーシア、タイ、ベトナム | ✓    | ✓    |

## 1.3 調査対象とする新技術

本調査で対象とした新技術とその定義を表-2に示す。

表-2 調査対象とする新技術とその定義

| 技術名      | 定義                                                                                                                                                 | 製造業における当該技術の意義                                                                                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT      | コンピュータなどの情報・通信機器に限らず、世の中に存在する様々な物体（モノ）に自律的な通信機能を持たせ、インターネットに接続することにより、ネットワーク経由でモノの状態を取得したり、モノの動作を制御したり、モノ同士が自律的に通信・処理をするようになること。                   | IoT 以前から FA（ファクトリーオートメーション）の世界では製造現場の様々な機器をネットワークで接続してきた。IoT によって、その通信が FA の境界を超えてオフィス LAN や世界規模のネットワークに接続できるようになり、これまでに無い新しい使い方が可能となる。 |
| AI（人工知能） | 単なる数値計算ではない、推論、認識、判断などの人間と同じ知的な処理能力を持つ機械（情報処理システム）のこと。現時点では、全ての可能性を計算し尽くした正確な回答を導き出すようなものではなく、むしろ与えられた条件内で最適と思われる回答を、統計的な計算や「経験」の蓄積から導き出すようなものである。 | これまで熟練工でなければできなかったような、勘と経験を要する作業を代替したり、人間が動作を定義しなくても、試行錯誤によって最適な行動や方法を徐々に習得したりする機械が可能となる。特に前者は熟練工の後継者問題への回答の一つとなることが期待されている。            |

| 技術名                           | 定義                                                                                                                                                                                             | 製造業における当該技術の意義                                                                                                                                                        |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ビッグデータ分析                      | ビッグデータは、高ボリューム、高速度、高バリエティのいずれか（あるいは全て）の情報資産であり、その分析に新しい形の処理を必要とし、意思決定の高度化、見識の発見、プロセスの最適化に寄与するもの。                                                                                               | 製造業の現場では一般にデータの量（ボリューム）よりもデータの生成速度が重要となり、IoT 等から絶えず生成されるデータをいかにリアルタイムで分析するかが課題となる。データを蓄積するのではなく、その場で分析して即時に製造工程の高度化に適用することが必要とされる。                                    |
| ロボティクス                        | 制御工学を中心に、センサ技術、機械機構学などを総合して、全体として自律的に制御された動作を行う機械（ロボット）の設計・製作および運転に関する工学分野とその産業分野への応用。                                                                                                         | 産業用ロボットは既に製造業の FA で広く普及しているが、新技術の適用で新たな方向性が見えている。例えば AI の適用で状況に応じた柔軟な動作を行ったり、必要な動作を自動で学習したり、あるいは動作の定義に仮想世界におけるシミュレーションを使ったりできるようになってきている。                             |
| オンデマンド製造技術<br>（3D プリンタなど）     | 3D データによって定義された対象物を（人間の作業を必要とせず）自動的に製造する技術。代表的なものに 3D プリンタがあり、3D データで定義された 3 次元形状をプリンタのように少しずつ逐次的に成型してゆくことによって対象物を形成する装置。                                                                      | 鋳型のような製造に必要な治具・機材を別途作成する必要が無いため、多品種少量生産や、オーダーメイド生産に向いているほか、大量生産向けの製品でも、試行錯誤が必要になるプロトタイプや試作品の作成時に有用。                                                                   |
| MES<br>（製造実行システム）             | 複数の汎用的な製造装置や機器から成る製造ラインにおいて、要求された製品に応じて各装置の設定や配置、使用の有無などを一元的に制御・管理し、人間の介在を最小限度にした状態で製品の製造に必要なラインを自動的に構成し製造を実行できるシステム。                                                                          | 顧客からネットワーク経由で受注した製品の仕様データから、その製品の製造に必要な物理的な工場内の機器の配置や各機器の設定を自動的に算出し製造を実行できるため、究極的には人間の介在をほとんど必要とせずに不特定多品種の製品の受注から製造までを自動的に実行できる。                                      |
| RPA<br>（ロボティック・プロセス・オートメーション） | 基本的には、人間が行う操作（マウスやキーボードの操作）をそのまま記録して再現するシステムのこと。似たような機能を持つシステム（マクロやテスト自動化ツール）は 20 年前くらいから存在するが、特に操作画面の認識技術が進歩したことにより、広くオフィスワークに適用できる汎用的なシステムとなり、人間が行っていたルーチンワークを機械で代替できるようになったことから近年急速に普及している。 | これまで自動化が難しかった異種システム間の連携操作や、多種多様なプログラムを人間が個別に操作していたような定型作業を、対象システムに変更を加えることなく自動化できることから、製造現場における人間による機器操作や定型業務を自動化することが可能になる。                                          |
| VR（仮想現実）                      | コンピュータで生成した仮想的な世界を、あたかも現実であるかのように体験させる技術。3 次元映像や音による視覚と聴覚の再現が主流だが、触覚等の五感に対応した技術もある。通常は使用者の動きをセンサによって常時検知し、その動きに同期した世界生成を行うことが必須とされている。                                                         | 危険物を扱うロボットの遠隔操作や操縦シミュレーションなど、幅広い分野への応用が可能。製造現場では、産業用ロボットの動作定義を実機を使わずに仮想的に行ったり、製造機器の動作シミュレーション等を行ったりする際に応用可能。                                                          |
| AR（拡張現実）                      | 人間が知覚する現実環境をコンピュータにより拡張する技術。通常は VR と同様に使用者の動きに同期して生成した画像や音声を、使用者の現実の環境に重ね合わせて提供する。VR が完全に仮想化した世界を提供するのに対し、AR は仮想化した世界と現実世界を融合させることを目的とする。                                                      | 多品種少量生産や、毎回異なる製品を製造する一品生産の現場で、作業員が毎回異なる作業を行う必要がある場合に、その作業方法の提示や作業箇所の指示を AR によって現実の視覚に重ね合わせて表示することができる ARM（拡張現実製造）システムなどが既に実用化されている。大量生産の場合でも非熟練工に対する作業補助として使用することも可能。 |

| 技術名      | 定義                                                                                                                                                                                               | 製造業における当該技術の意義                                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ブロックチェーン | 記録された情報の完全性（integrity）を、各ノードの競争（Proof of Work）によって認証機関等の第三者を必要とすることなく担保できる Peer-to-Peer の分散台帳技術。同時に可用性（availability）も実現可能だが、機密性（confidentiality）は実は低く <sup>1</sup> 、処理に時間が掛かるためリアルタイム処理には向いていない。 | 製造現場における機器のリアルタイムな処理への応用は難しい。一方で、それほど時間がクリティカルではないが信用性が必要とされる処理、例えば製造企業間の電子契約等に応用できる可能性はある。 |

## 2. 机上調査対象国における文献調査結果

### 2.1 新技術対応への政府等の取組状況

日本、ドイツ、アメリカ、中国、インドにおける政府、地方自治体、企業・民間団体、教育・研究機関、国際機関等の取り組み状況の概要を、①主軸となる政策・方針、②関連政策・優遇策等、③国際連携、④官民連携、⑤法・規制、⑥人材育成・雇用対策、という面から整理した。

なお、各国ともに途上国への支援も行っているが、途上国への支援については本章ではなく第3章に記載する。

#### (1) 日本

- 主軸となる政策・方針：

「Connected Industries」<sup>2</sup>：①人と機械・システムが協調する新しいデジタル社会の実現、②協力や協働を通じた課題解決、③デジタル技術の進展に即した人材育成の積極推進が3本柱。①自動走行・モビリティサービス、②ものづくり・ロボティクス、③プラント・インフラ保安、④バイオ・素材、⑤スマートライフ、が5つの重点取組み分野。現場を熟知する知見に裏付けられた臨機応変な課題解決力、継続的なカイゼン活動など「現場力」を活かせる人間本位の産業社会を目指している点が一番の他国との違いである。

- 関連政策・優遇策等：

- 政策

「日本再興戦略2016」<sup>3</sup>、「経済財政運営と改革の基本方針（骨太方針）」<sup>4</sup>、「ニッポン一億総活躍プラン」<sup>5</sup>などで、第4次産業革命に関連する分野を伸ばすことで約30～40兆円の付加価値創造を目指す。また、「Society5.0」<sup>6</sup>では超スマート社会の実現を目指す。さらに「人工知能技術戦略」として、生産性を含む3重点分野における産業ロードマップを策定。

<sup>1</sup> <https://blockchain.denen.com/2018/05/09/blockchain-disadvantages/>

<sup>2</sup> [https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/connected\\_industries/index.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html)

<sup>3</sup> [https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016\\_zentaihombun.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf)

<sup>4</sup> <https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/2019/decision0621.html>

<sup>5</sup> <https://www.gov-online.go.jp/tokusyu/ichiokusoukatsuyaku/plan/>

<sup>6</sup> [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)

➤ 研究開発

国立研究開発法人として中心となって取り組むべき研究開発テーマ（基礎研究から社会実装まで一貫して取り組むべきもの、短期的な収益化が見込めず、民間だけでは開発が進まないもの、国際標準化、共通基盤技術など協調領域であるもの）について、3センター（NICT、理研、産総研）が連携して取り組む。

➤ 各種助成金・優遇策等

「Connected Industries」では、4IRの基本となるデジタルデータの収集・活用に関する取り組みに対して幅広く補助金・優遇税制を適用する「産業データ活用促進事業」（予算額18億円）、大手・中堅企業とAIベンチャーによる共同開発事業費を補助する「AIシステム共同開発支援事業」（予算額24億円）、新規事業における企画から量産までのハードウェア製造プロセスを行う事業者を対象とした「スタートアップファクトリー構築支援事業」（予算額30億円）を実施<sup>7</sup>。このほか経済産業省を中心に、民間企業の調査を支援（「日ASEAN新産業創出実証事業」<sup>8</sup>の「Connected Industriesにおけるリーノオートメーションシステムインテグレーター（LASI）や、JETRO支援の（一財）エンジニアリング協会による「新しい輸出産業としての次世代スマート工場エンジニアリングの現地調査他事業」等がある。

● 国際連携：

第四次産業革命に関する日独協力の枠組みを構築すべく、ドイツとの間でIoT技術やAI技術の標準化策定やサイバーセキュリティ分野などで提携することをうたったハノーバー宣言を締結（2016年3月）<sup>9</sup>。政府間に加えて、ロボット革命イニシアティブ協議会（RRI）とドイツのPlatform Industries 4.0間でも協力関係が構築され、共同声明を発表している<sup>10</sup>。また、日本のIoT推進コンソーシアムとインド・ソフトウェア・サービス協会（NASSCOM）の間でIoT分野における協力覚書を締結（2017年2月）<sup>11</sup>。

● 官民連携：

➤ 関連する組織体の形成

『日本再興戦略』改訂2015－未来への投資・生産性革命－（2015年6月30日閣議決定）に基づき、IoT・ビッグデータ・人工知能時代に対応し、企業・業種の枠を超えて産官学で利活用を促進するために設立（2015年）したIoT推進コンソーシアムや、安倍首相の下で発行されたロボット新戦略に基づき民間主導で発足（2015年）ロボット革命イニ

<sup>7</sup> [https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/connected\\_industries/pdf/economic\\_measures.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/pdf/economic_measures.pdf)

<sup>8</sup> <https://www.jetro.go.jp/jetro/activities/support/asean-japan.html>

<sup>9</sup> [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000473188.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000473188.pdf)

<sup>10</sup> <https://www.jmfrri.gr.jp/info/rri/255.html>

<sup>11</sup> [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/02tsushin01\\_04000456.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin01_04000456.html)

シアティブ協議会（RRI）、（財）エンジニアリング協会研究部の下に設置された「次世代スマート工場のエンジニアリング」研究会など。

- 法・規制：

「Connected Industries」では、IoT等の進展により流通量が激増するデータにつき、その社会課題解決に向けた利活用を促進する「協調領域における産業データ活用に向けた法制度」の整備を進めている。また、デジタル経済の基盤として有力視されているブロックチェーン技術の適正な利活用を推進する目的で、世界に先駆けて「仮想通貨交換業者に関する内閣府令」も発令した。

- 人材育成・雇用対策：

「Connected Industries」の柱の1つとして、③デジタル技術の進展に即した人材育成の積極推進が掲げられている。また、新技術の中でも早急な対応が必要とされているAI人材の育成のために、「オンライン教育の活用による人材供給拡大」、「産も参画した実践的教育の展開」、「AI人材の高待遇化による人材獲得」を始めとした産学官連携による取り組みを行う計画<sup>12</sup>。特に文科省は国立大の改革方針の中で、理系・文系を問わず全学部でAIの基礎となるデータサイエンスや数理の教育を課すことにした。

## (2) ドイツ

- 主軸となる政策・方針：

「インダストリー4.0戦略（Industrie 4.0）」：製造業のIoT化を通じて、産業機械・設備や生産プロセス自体をネットワーク化し、注文から出荷までをリアルタイムで管理することでバリューチェーンを結ぶ「第4次産業革命」の社会実装を目指す（民間企業とも連携）。

- 関連する政策等：

- 政策

「国家産業政策2030」<sup>13</sup>（閣議決定待ち）では、「デジタル化」と「人工知能（AI）の活用」が最も重要な基礎イノベーションと定義。蓄電池生産、AI、自動運転が重要分野。また、「AIメイド・イン・ドイツ」<sup>14</sup>（2018年）では、2025年までに総額30億ユーロを投資し、ドイツでのAI発展を推進する（具体的には、AIセンターの建設、新技術の研究開発、スタートアップ支援など）。「ハイテク戦略」

---

<sup>12</sup> <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/juyoukadai/14kai/siryoe6.pdf>

<sup>13</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2019/02/1d10c113ff3700b4.html>

<sup>14</sup> <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2019/0502/9d342ff5304e10e0.html>

➤ 研究開発

ドイツ全土に72か所の研究所・研究ユニットを持つ欧州最大の応用研究機関である Fraunhofer 研究機構<sup>15</sup>が、企業の4IRへの取り組みを推進するための様々な研究・実験を実施している。特に、4IRに対する企業の対応度を測るための Industry 4.0 Readiness Online Self-Check for Business<sup>16</sup>は有名で、世界各国で自国の企業の対応度を測るための類似のインデックス作成に影響を与えている。また、企業が業務で使える実用的なシステムの研究も行っており、例えば傘下の実験ソフトウェアエンジニアリング研究所 (IESE) では、4IRに対応した汎用基盤プラットフォームの開発を行う「BaSys 4.0」プロジェクト<sup>17</sup>や、4IRで重要な情報セキュリティへの対応を研究する「IUNO」プロジェクト<sup>18</sup>などを実施している。

➤ 各種助成金・優遇策等

研究教育省は「ドイツ先端クラスター競争プログラム」を実施し、国際競争力を持つ強い産業クラスター（特定地域に集積した企業群と大学・研究機関の相互協力）に対して、オープンイノベーション促進のため5年間で4千万ユーロの助成を行った。その中でも、中小企業に対してFAやAIなどの最先端技術に関するトレーニングや大学との共同研究の機会を提供する「it's OWL」プロジェクト<sup>19</sup>は、参加した中小企業の4IR対応を大幅に促進し、FAを通じた生産性を10%以上上げることに成功<sup>20</sup>している。また、革新的なICT支援サービスを促進するための技術開発やプロトタイプの構築を助成するプロジェクトとして「Smart Service Welt」「同 II」があり<sup>21</sup>、必ずしも4IRに特化したものではないが、IoT機器の開発やプロトタイピング・テストなどの事業に助成金が受けられる。

● 国際連携：

インダストリー4.0仕様の工場の新興国への輸出を目指すドイツは、前述の日本との間でのハノーバー宣言以外にも、以下の国際連携がある。

---

<sup>15</sup> <https://www.fraunhofer.de/>

<sup>16</sup> <https://www.industrie40-readiness.de/?lang=en>

<sup>17</sup> <https://www.dfki.de/en/web/research/projects-and-publications/projects/project/show/Project/basys40/>

<sup>18</sup> <http://www.fraunhofer.jp/content/dam/japan/ja/documents/media/publication/Trends-in-Industrie-40.pdf>

<sup>19</sup> <https://www.its-owl.com/home/>

<sup>20</sup> <https://mono-watch.com/17124/>

<sup>21</sup> <https://www.acatech.de/projekt/smart-service-welt/>

表-3 ドイツのインダストリー4.0に関する国際連携

| 国      | 発表日         | 概要                                                                                                              |
|--------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中国     | 2014 年 10 月 | 中国製造 2025 を掲げる中国と、標準の規定に関する連携強化などを目的とした中独協力行動綱要を発表。                                                             |
|        | 2015 年 7 月  | 中国産業情報技術省 (MIIT) との間でインダストリー4.0 の推進に向けた相互の連携に向けて MOU を締結。両国企業のパイロットプロジェクトの立ち上げ、標準のすり合わせのために年 1 回の高水準の共同での会議を実施。 |
| インド    | 2015 年 4 月  | ハノーバーメッセ 2015 においてドイツ・インドにおけるインダストリー4.0 推進に向けた MOU を締結。                                                         |
| チェコ    | 2015 年 10 月 | チェコ産業貿易省との間でインダストリー4.0 の推進に関する MOU を締結。産業、アカデミック総合において連携を推進。2016 年 8 月にドイツ・チェコが共同で人間とロボットの連携に関する共同研究所を設立。       |
| エジプト   | 2016 年 9 月  | エジプト工業連盟 (FEI) が DIN を訪問し標準化に関する協力を表明。                                                                          |
| タイ     | 2017 年 5 月  | タイ科学技術省・工業省がドイツとのインダストリー4.0 推進に関する MOU を締結。                                                                     |
| ベトナム   | 2019 年 3 月  | ドイツ連邦経済技術省 (BMWi) とベトナム商工省 (MOIT) が中小企業に対するインダストリー4.0 の促進と DX 支援に係る協業強化、デジタル経済、国内の TIVET 支援を含めた貿易協力について共同宣言を締結。 |
| シンガポール | 2020 年 10 月 | シンガポール企業庁がドイツ規格協会 (DIN) 等とインダストリー4.0 を含む新興分野における協力について MOU を締結。                                                 |
| インドネシア | 2021 年 4 月  | 独ハノーバーメッセ 2021 にアセアン初のパートナー国として参加。「メーカー・インドネシア 4.0」を紹介。                                                         |

出典： 以下情報をもとに調査団作成

野村総研「特集 第四次産業革命の最新動向と日系製造業の IoT 対応の課題」

ドイツ・ベトナム共同宣言書 (2019 年 3 月 25 日付)

シンガポール企業庁 WEB ニュース (2020 年 10 月 15 日)

JETRO ビジネス短信 (2021 年 4 月 22 日)

- 官民連携：

「インダストリー4.0戦略 (Industrie 4.0)」そのものが官民連携での実現を前提とした政策である。2013年に機械工業連盟 (VDMA)、情報技術・通信・ニューメディア産業連合会 (BITKOM)、電気電子工業連盟 (ZVEI) の三つの業界団体が立ち上げた製造業のデジタル化を推進するドイツの中核組織Platform Industry 4.0 (PI4.0) が、その推進の中心的役割を果たす。2015年からは、連邦政府の経済エネルギー大臣と教育科学大臣が最高責任者となり、ブラウンホーファー研究所などの研究機関やBoschを始めとする民間企業を含めた産官学連携体制を構築。

- 法・規制：

ドイツではEU全体としての法整備を進める姿勢が強い。特に4IR関連産業に大きな影響を与えているのは、EU一般データ保護規則 (GDPR) <sup>22</sup>であり、データの専有や不正使用を行った企業には巨額の制裁金が課せられる。日本とのハノーバー宣言の中でも必要な規制改革に関する協力が謳われている。

<sup>22</sup> [https://www.meti.go.jp/policy/it\\_policy/privacy/downloadfiles/18datewg08.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/privacy/downloadfiles/18datewg08.pdf)

- 人材育成・雇用対策：

連邦労働社会省（BMAS）で2015年4月から始まった対話プロジェクトの成果をまとめた白書「労働4.0（Arbeiten 4.0）」（2016年）を発行し、インダストリー4.0を見据えたデジタル化時代の労働・社会政策の在り方を「就業能力」、「労働時間」、「サービス業」、「健康な仕事」、「データ保護」、「共同決定と参加」、「自営業者の保護」、「社会福祉国家」の8つの政策アイデアとして提示。4IRに関連した公的な人材育成支援としては、人材のマッチングと訓練のための総合支援サイトである「Academy Cube」（終了）や、産学連携の高度人材育成プログラムを無償で提供する「Software campus」<sup>23</sup>などがある。

### (3) アメリカ

- 主軸となる政策・方針：

最近までアメリカ政府は4IRに特化した基本政策を特に策定してこなかった。2018年10月になってようやく「先進製造のための国家戦略計画」<sup>24</sup>が策定され、「新しい製造技術の開発と移行」、「製造労働者の教育、訓練と連携」、「国内製造サプライチェーンの能力拡大」の3つの目標が設定された。同年に発表されたトランプ政権2年目の科学技術政策ハイライト<sup>25</sup>では、全21項目のうち、5G、先進製造、AI、先進輸送、サイバーセキュリティ、デジタル経済の6項目が4IRと関連している。

- 関連する政策等：

- 政策

「Smart America Challenge」（2013年）、「Global City Teams Challenge」（2014年）にて、Cyber Physical System（CPS）の社会実装に向けた取組を開始。「イノベーション戦略」（2009年）では、研究開発とイノベーションの創出を重視。

- 研究開発

アメリカではGAFAなどの大手IT企業を中心に、AIなどの最先端技術に関する最新の研究が行われており、往々にして大学等の高等教育機関の研究レベルを超える水準の成果を発表している。特に膨大なデータの蓄積と解析を必要とするビッグデータやAIの研究では、そのデータ資源を自社で持つGAFA（中でも特にGoogleとFacebook）は世界の最先端を行っている。これまで世界の産業界で使用されてきた業務用のビッグデータ基盤ソフトウェアやAIライブラリなどは、ほぼ上記2社がオープンソースとして公開したものが最大のシェアを占めている。ただし、実際にはこれらの研究を行っている部署は、

---

<sup>23</sup> <https://softwarecampus.de/>

<sup>24</sup> <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf>

<sup>25</sup> <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/02/Administration-2018-ST-Highlights.pdf>

元は独立した研究開発企業であったものを積極的なM&Aによって傘下に収めた場合が多い。Google傘下のAI研究開発企業DeepMind<sup>26</sup>などがその典型例である。

➤ 各種助成金・優遇策等

アメリカは世界中から最先端技術分野の優秀な人材が自然と集まってくることから、政府として特に助成金や優遇策を取る必要がなく、民間主導で4IRへの対応をしているのが現状である。一方、NPO等の非政府組織による中小企業支援は行われており、中小製造業への先進製造技術支援プログラム等を提供するsme.orgなどがある。

● 国際連携：

産業界における国際連携としては、2016年にドイツの「プラットフォーム・インダストリー4.0 (I4.0)」と、米国の「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム (IIC)」の両団体が、産業分野で規格標準化などに必要な情報の相互運用で合意するなど、各国の4IR関連産業団体との連携を行っているが、アメリカ政府としての国際連携はほとんど無く、むしろ近年では保護主義的な立場が強い。

● 官民連携：

産業界では、2012年にゼネラル・エレクトリック (GM) が提唱した「インダストリアル・インターネット」が最初の4IRに近い概念となっており、①製造業、②エネルギー、③ヘルスケア、④運輸、⑤公共サービスの5分野を重点分野とした、製品販売後のデータ収集やデータの利活用に重点を置いていた。その後2014年3月に、AT&T、Cisco、GE、IBM、Intelが米国国立標準技術研究所 (NIST) の協力を得て、IoTの高度化を目指すIndustrial Internet Consortium (IIC) を設立。その後ドイツのSAPやBosch、日本の大手企業なども参加して、オープンな企業コンソーシアムとしては世界最大規模に成長した。

オバマ政権時代には、2011年にAdvanced Manufacturing Partnership (AMP)、翌2012年には「The National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)」という産官学での先進製造技術に関する連携強化策が打ち出され、全部で45の研究拠点を開設するために約20億ドルの予算が計上されていた。AMPに関しては、現在でも州レベルで実施されている場所もある（例えば南カリフォルニア<sup>27</sup>）。

● 法・規制：

米国公正取引委員会は、CPSに特化した法制度を検討する考えはないという見解。ただし、事業者に対する要求事項として、開発段階で十分なセキュリティ対策を実施し、データの最小化や通知と選択の徹底などのプライバシー保護の原則を遵守することを要求。2018年には、米国の新興基盤技術 (emerging and foundational technologies) の保護を目的に、輸出管理を強

---

<sup>26</sup> <https://deepmind.com/>

<sup>27</sup> <https://ampsocal.usc.edu/>

化する輸出管理改革法（ECRA<sup>28</sup>）が成立した。ECRAで対象とされている14技術分野のうち、4IRに関連した技術としてはAI、データ分析技術、輸送技術、付加製造技術、ロボット工学の5分野がある。

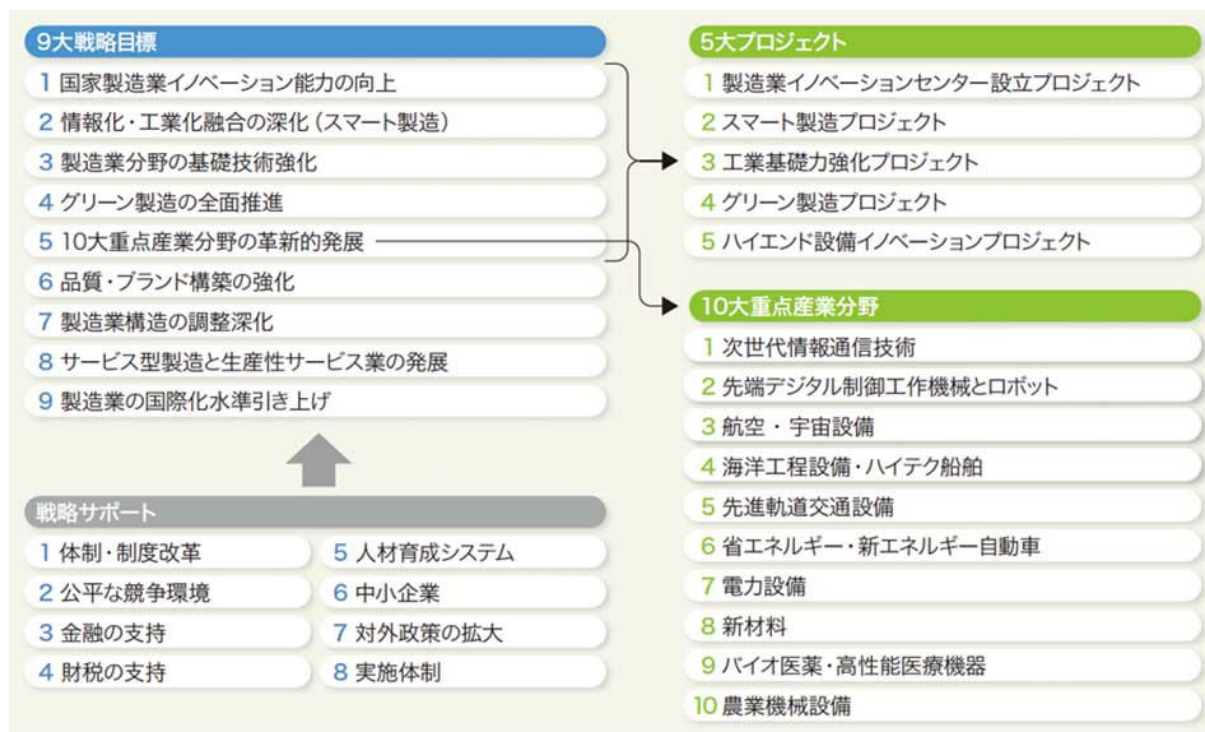
- 人材育成・雇用対策：

政府としての特に目立った取り組みはない。製造業のスマート化で利用される高度先端技術の人材育成は、アメリカの場合ほぼ100%その分野の大学や先端企業が担っていると考えて良い。

#### (4) 中国

- 主軸となる政策・方針：

「中国製造2025（Made in China2025）（2015年）及び『中国製造2025』重点分野技術ロードマップ」（2015年）：2049年の中華人民共和国建国100周年までに「世界の製造大国」としての地位を築くことを目指す。①次世代情報技術（半導体、5GやAI）、②高性能NC制御工作機械・ロボット、③航空・宇宙用設備、④海上設備及びハイテク船舶、⑤先端軌道交通設備、⑥省エネ・新エネ自動車、⑦電力設備、⑧農業設備、⑨新素材、⑩バイオ医療を重点分野に設定。同時に、情報化（情報通信技術と製造業の融合）、イノベーションの促進、品質・効率の向上、エコ（環境保護）の4つの項目で数値目標を設けた。特徴は、他国よりも長期的な目標設定である点と、短期的にみると、まずは生産の効率化やFA化等、既に独、米、日では実践済みのことも含まれている点。



出典：日立評論「進化し続ける「世界の工場」「中国製造2025」に見る製造強国戦略」より

図-2 中国製造2025の戦略目標と重点分野

<sup>28</sup> <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/5040>

- 関連する政策等：

- 政策

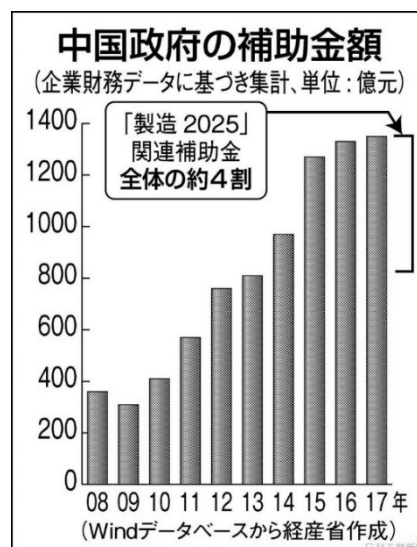
中国製造2025の下位政策である「インターネット・プラス」行動計画（2015年）にて、11分野（①企業・イノベーション、②協働製造、③現代農業、④スマートエネルギー、⑤包摂金融、⑥公共サービス、⑦スマート物流、⑧電子商取引、⑨交通、⑩生態環境、⑪AI）を掲げ、モバイル、インターネット、クラウドコンピューティング、ビッグデータ、IoT、AIなどの発展を推進。特に、産業社会の全てにおいてAIの実装を重視。また、「インダストリアル・インターネット発展行動計画」（2018年）では、2020年までに中国の産業高度化を支えるインダストリアル・インターネットのインフラ基盤と産業システムの基礎を完成させることを目指す。

- 研究開発

アメリカと同様に、中国でも4IRで使用されるような最先端技術の研究開発は、主としてICT系大企業の研究所で行われている。例えば5Gなどの次世代通信技術はファーウェイが非常に強く、AI研究ではアリババや百度が強い。これらの企業では欧米から著名な研究者を高額報酬で招き入れているところも多い。

- 各種助成金・優遇策等

中国製造2025では、上記10の重点分野に対して補助金を拠出している。補助金の拠出額は年々増加しており、経産省の2019年版通商白書によれば、2017年の金額は1350億元（約2兆1,000億円）で、10年前と比べて4倍の規模に達している。



出典：「日刊工業新聞 2019 年 06 月 07 日」より

図-3 中国政府の補助金額の推移

ただし、この補助金は中小企業の先端技術導入等に使用されるのではなく、主として輸出企業の保護と輸出促進目的で使用されている可能性が高く、保護主義的な施策であると考えられる。

- 国際連携：

前述のとおり、ドイツとの間で中独協力行動綱要を発表（2014年10月）。また、2016年に発足した「インダストリアル・インターネット産業連盟（AII）」<sup>29</sup>は、業界ニーズの角度から専門知識の啓蒙教育、技術標準の採用促進、インターネット応用普及、セキュリティ対策、国際協力事業の促進など多岐にわたる事業を進め、米国の「インダストリアル・インターネット・コンソーシアム」やドイツの「プラットフォーム・インダストリー4.0」とも連携。

- 官民連携：

上記のAIIは産業界の団体ではあるが、中国の常として政府の管轄下に置かれている。AIIを管轄する省庁は工業情報化部（Ministry of Industry and Information Technology：MIIT）であり、主導しているのは中国情報通信研究院（China Academy of Information and Communications Technology：CAICT）<sup>30</sup>である。メンバーはChina Telecom、ファーウェイ、Haier、アリババなど13社。具体的にどのような官民連携が行われているかは、Web上にはほとんど情報が無い。

- 法・規制：

中国では、個人情報保護や技術系実験の規制が緩いために、国家の安全に関わらない限りにおいて、最先端技術の社会実験や実証実験を比較的自由に行うことができる。このため特にビッグデータの解析や、それを元にしたAI関連の製品開発には非常に適した環境にあると言えるが、裏返せば公共の場における常時顔認証による個人の特定などが政府によって広く行われていることを表している。4IRに関係する法や規制は、専ら自国製品の輸出保護目的で制定されることが多く、例えば米国が中国に対して発動した「通商拡大法232条」による制裁関税に対する報復関税の発動等がある。

- 人材育成・雇用対策：

特に目立った取り組みはないが、高度先端技術者の育成という観点では、ファーウェイや百度などのICT系大企業は潤沢な資金を使って優秀な人材を確保し、ぜいたくな研究環境を用意して社内で行っている。<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> <http://en.aii-alliance.org/>

<sup>30</sup> <http://www.caict.ac.cn/english/>

<sup>31</sup> <https://www.asahi.com/articles/ASM351RR0M35UHBI003.html>

## (5) インド

- 主軸となる政策・方針：

「Make in India」：自動車、バイオテクノロジー、オイル・ガス、鉄道、宇宙など25の産業分野を対象とし、各分野における投資やイノベーションの促進、知的財産の保護、製造インフラの構築に向けた新規優遇措置が含まれる。製造インフラとして想定されているのは、産業大動脈や産業クラスター、スマートシティなど。

- 関連する政策等：

2020年までに100のスマートシティ構築を目指す「100 Smart Cities」計画（2015年）において、IoTは重要な位置を占めるものの一つと捉えられている（ただし、製造業に特化したものではない）。

- 国際連携：

前述のとおり、日本のIoT推進コンソーシアムとインド・ソフトウェア・サービス協会（NASSCOM）の間でIoT分野における協力覚書を締結（2017年）。

- 官民連携：

特に目立った取り組みはなし。

- 法・規制：

特に目立った取り組みはなし。

- 人材育成・雇用対策：

「Make in India」では、①2022年までに製造業で新たに1億人の雇用を創出すること、②包括的成長に向けて、農村からの移住者と都市部の貧困層に適切な技能を持たせること、を目標に掲げている。

## (6) 日本と他の机上調査国との比較及び考察

- 日本の強み：

以下の表に示すとおり、第4次産業革命（以下、4IRと表記する）に対する日本のアプローチは欧米のそれとかなり異なる。日本はこの違いを積極的にアピールし、日本ならではの強みを世界に発信すべきである。ただし必ずしもこの日本の強みがすべての国のすべての企業層に合致するわけでないため、日本の強みが活きる企業層をターゲットにした協力がJICAには求められる。

表-4 インダストリー4.0における欧米式／日本式アプローチの強みとリスク

|             | 欧米式アプローチ                                                                                                                                                                              | 日本式アプローチ                                                                                                                                                                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 考え方         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・標準化ありき</li> <li>・最大公約数的な仕組みを全てに適用</li> <li>・データの共有化とオープン化</li> <li>・スマート化は企業の壁を取り払った高次元で機能する</li> <li>・ベストプラクティスとパターン（手続きの標準化と最適化）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現場とそこで働く人ありき</li> <li>・最小公倍数的な部分の組合せで構築</li> <li>・共有できる部分とできない部分とを明確に分ける</li> <li>・スマート化はまず企業内で機能した上で、企業間で協調する</li> <li>・ベストエフォートと柔軟性</li> </ul> |
| 新興国におけるメリット | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新興国の企業は、世界規模の4IRネットワークに参加でき、容易にグローバルなビジネスに参入できる。</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新興国の企業は、日系企業の良い点は学びつつも、独自性を失うことなく緩やかに協調できる。</li> </ul>                                                                                           |
| 新興国におけるリスク  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新興国の企業は標準への準拠を要求され、往々にして欧米大企業のソリューションを買う以外に選択肢が無くなる。<sup>32</sup></li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日系企業は、標準化への対応を誤ると技術がガラパゴス化する恐れがある。</li> </ul>                                                                                                    |

- まだ4IR推進政策の本格運用前の段階にある各国：

4IR関連の机上調査国各国の取り組みを見ると、法・制度や人材・雇用といった領域については、詳しい情報が出てこないことから、日本も含め、各国ともこの領域では、まだ具体的な取り組みに至っていないと思われる。逆に、途上国において、日本がこれらの領域で協力が出来れば、他国との差別化に繋がるとともに、途上国の取り組みを日本にもフィードバックするといった副次的効果も見込める可能性がある。

- 支援対象を製造業に限定することの是非：

IoTやAIといった最先端技術にかかわる政策を見ると、どの国も製造業を単体で取り扱うのではなく、別の分野（スマートシティ等）と絡めることでより大きなインパクトを出そうとしている。上記先端技術は、製造業だけではなく、むしろこれまでICT技術とは縁遠いと思われていたような分野（農業など）において大きなインパクトがあることから、この分野におけるJICAの協力も対象を製造業に限定せず、相乗効果が見込める製造業以外の分野も想定すべきである。

## 2.2 IoT、AI等の新技術関連市場動向

日本、ドイツ、アメリカ、中国、インドにおける新技術市場動向について、①市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア、②市場規模、の面から整理した。なお、市場規模については、製造業や4IRに限定した市場規模予測調査が入手困難な場合は、4IR関連市場規模の参考となるIoT市場やAI市場（いずれも全業界対象）を、参考情報として掲載している。

<sup>32</sup> 「インダストリー4.0 は、大企業による支配強化と下位企業の利益減少を加速させる」  
[https://biz-journal.jp/2019/06/post\\_28496.html](https://biz-journal.jp/2019/06/post_28496.html)

(1) 日本

● 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

SIerや工作機メーカーなどの大企業が市場を主導しているが（ただし、AI等の領域ではベンチャーの参入も目立つ）、大企業は独自技術に偏ったソリューションを開発しがちであり、また、日本製造業は企業内や系列内のプラットフォームにクローズしがちなため、ガラパゴス化のリスクがありえる。各企業間での連携も複数あるが、All Japanとしての取組とは言えない。むしろ各社が独自に海外企業と連携する取り組みのほうが目立つ。そして、コマツ<sup>33</sup>等一部の事例を除き、世界に通用するビジネスモデルやソリューションが見いだせているとは言い難い。しかし、各製造現場のニーズに細かく対応できるソリューション開発が可能という強みがあり、途上国においても工作機は日本製が多く導入されていることから、より現場に近い領域のほうが、日本の強みが活かせる可能性が高いと考えられる。

以下、主要な市場プレーヤーと各社の代表的な4IR分野の関連機器、関連ソフトウェアの概況である。

表-5 日本の4IR市場主要プレーヤー

| プレーヤー          | 企業の実組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日立製作所          | 製造業にとどまらず、電力エネルギー分野や、鉄道、金融、公共、ヘルスケアなど様々な業種において、IoT ソリューションを実現するプラットフォーム「 <b>Lumada</b> 」を展開。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| NEC            | 製造現場の様々なデータのデジタル化を行い、製造業の DX を実現するデータ基盤となるプラットフォーム「 <b>NEC Industrial IoT Platform</b> 」を展開。また、遠隔監視制御に必要な機能をワンパッケージ化した遠隔監視システム「 <b>コルソス</b> 」は途上国中小企業もターゲットにしている。                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 富士通            | 複数の工場のデータをインターネットで繋ぎ、可視化することで生産性向上を目指すソリューション「 <b>Intelligent Dashboard</b> 」を展開。2018 年に中国現地法人（富士通（中国）情報システム）と中国国有大手企業の上海儀電（集団）（INESA）が、共同出資会社「上海儀電智能科技有限公司（儀電智能科技）」を設立。「スマート製造プロジェクト」で協業しており、同社に対して <b>Intelligent Dashboard</b> を導入している。                                                                                                                                                                             |
| 東芝デジタルソリューションズ | 製造業における IoT データの収集・蓄積や、効率的・効果的な活用を実現し、製造工程における品質や生産性の向上だけでなく、ビジネスライフサイクル全般を支援する仕組みである「 <b>Meister シリーズ</b> 」を展開している。                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 三菱電機           | 自社工場で培った機器や設備を IoT でつなぎ、データを分析・活用し全体最適化する仕組みを「 <b>e-F@ctory</b> 」として製品化。中国科学協会智能製造学会連合体による「スマートファクトリーにおける 10 大先進科学技術」にも選出。三菱電機（中国）有限公司と三菱電機自動化（中国）有限公司は、中国政府直轄の研究所「機械工業儀器儀表綜合技術經濟研究所（Instrumentation Technology and Economy Institute : ITEI）」とスマートファクトリーの標準化推進に関するパートナーシップを締結。米国の IIC への参画や、エッジ領域でデータを活用し、製造現場の FA と ICT を協調させる IoT ソフトウェアプラットフォームのコンソーシアム「 <b>エッジクロス</b> <sup>34</sup> 」の幹事会社を務める等、国内外を問わず他社との連携を強化。 |

<sup>33</sup> IoT 等を活用したスマートコンストラクション分野において、コマツは他社に先駆け早くから Autonomous Haulage System (AHS) という無線ネットワーク・システム等を搭載した無人ダンプトラック運行システムや、KOMTRAX という建設機械ネットワーク・システム（コマツの機械の位置情報や稼働状況をユーザーやコマツが情報共有し収集したデータを活用することによって、効率的な稼働方法の提案や機械が壊れる前にメンテナンスサービスを提供するサービス）などのソリューションを展開している。

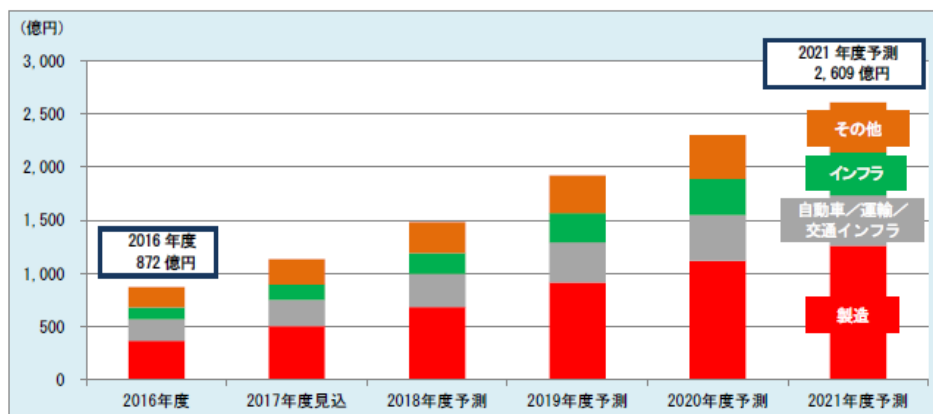
<sup>34</sup> 三菱電機、アドバンテック、オムロン、NEC、日本アイ・ビー・エム、日本オラクルの 6 社が発起幹

| プレーヤー                     | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ファナック                     | エッジ領域でデータを活用して生産性向上と効率化を目指す製造業向けオープンプラットフォーム「 <b>フィールドシステム</b> 」の運用を開始。 <u>同社の製品だけでなく、様々な機器を世代やメーカーを超えて接続可能。パートナー登録によりサードパーティーもアプリケーションの開発・販売・運用ができるなどオープンな利用環境。</u> シスコシステムズ、ロックウェル・オートメーション、プリファード・ネットワークス（東京都千代田区）、NTT グループ（日本電信電話、NTT コミュニケーションズ、NTT データ）の <u>7 社で共同開発</u> しており、更に商品の提供ではアプリ開発会社やシステムインテグレーターなど複数のパートナーと連携 |
| 安川電機                      | エッジでのデータ活用を基本にした課題解決手法「 <b>アイキューブメカトロニクス</b> 」を展開。ロボット、サーボモーター、インバーターといった生産ラインの核となる機器から現場のデータを集めて分析し、 <u>装置の故障予知</u> など生産性の向上につなげている。                                                                                                                                                                                          |
| DMG MORI                  | ドイツ工作機械大手ギルデマイスター社と経営統合し、2013 年よりネットワーク化対応した工作機械の販売を開始。これに対応した「 <b>DMG MORI Messenger</b> 」というシステムに接続するだけで、簡単に工作機械の稼働状況をリアルタイムで把握することが可能。また、独カールツァイス、独デュル、香港 ASM パシフィックテクノロジー、独ソフトウェア AG と共に、 <u>ドイツに合弁会社 ADAMOS を設立し、IoT を使って機械の稼働データを一元管理できるシステム「ADAMOS」を開発。</u>                                                             |
| デンソー                      | 「日 ASEAN 新産業創出実証事業」の一つとして「 <b>Connected Industries</b> におけるリーノートメーションシステムインテグレーター（ <b>LASI</b> ）の育成検証」を実施。同社が培ったリーノートメーションをタイでも展開。                                                                                                                                                                                             |
| ヤマハ発動機                    | フィールドバスの標準化の遅れや、特定メーカーの機器に対する依存度の高さなどにより、“つながる工場”の実現が遅れている。この課題を解決するため、生産の自動化を短期間で効率的、かつ低コストで実現する統合制御型ロボットシステム「 <b>Advanced Robotics Automation Platform</b> 」を開発。                                                                                                                                                             |
| 旭鉄工（i Smart Technologies） | 安価な汎用センサを使用し、工場の情報を見える化する仕組みを自前で作成し、業務のカイゼンに成功。光センサや磁気センサから送られてくる数値を基に生産工程の最適化に取り組み、稼働率を大幅に改善。その独自のノウハウをベースに、他社の IoT 化支援を実施。経産省支援のもと、タイでも展開。                                                                                                                                                                                   |
| 東洋ビジネスエンジニアリング（B-EN-G）    | 作業現場に設置したモーションセンサーで作業員の動作や姿勢を 3 次元データ化し、効率的に現場改善、業務改善を行うための動作・姿勢分析システム「 <b>mcframe MOTION</b> 」を展開。経産省支援のもと、タイでも展開。                                                                                                                                                                                                            |
| KMC                       | ものづくり企業の現場にマッチした日本版工場向け IoT/M2M システムを開発し、国内外大手製造メーカーに対し、多数導入実績がある。成形やプレスなどの加工機械のショットごとの荷重や振動などのデータを収集できる自社製品「 <b>Σ（シグマ）軍師 i</b> 」と、その製造データをクラウドに集約し、製造の QCDP（生産）を分析・評価する電子カルテを提供している。東南アジア市場に着目し、マレーシアに子会社を設立。さらに中国、ベトナム、タイ等へも展開している。                                                                                          |
| ABEJA                     | コネクテッド・インダストリーズ牽引が期待される有力ベンチャー。あらゆる企業が <b>AI</b> 技術を利用できるよう、独自のプラットフォームとして商品化・展開。基盤提供型の「 <b>ABEJA Platform</b> 」と、業界特化型パッケージサービス「 <b>ABEJA Insight</b> 」が主力サービス。                                                                                                                                                               |
| プリファードネットワークス             | コネクテッド・インダストリーズ牽引が期待される有力ベンチャー。AI ベンチャーとして、ファナックやトヨタ自動車と対等な連携を築き、AI 研究でも先端を走る。ソフトウェアとハードウェアの両方において、基礎研究から実装までの研究開発を行っている。                                                                                                                                                                                                      |

事会社となり、2017 年に設立したコンソーシアム（その後日立製作所も幹事会社として加入）。生産現場（FA システム）とバリューチェーン（IT システム）の協調を実現するエッジコンピューティング領域のソフトウェアプラットフォーム「エッジクロス」の作成・普及により、製造現場の IoT 化推進を目指している。メーカーを問わず生産現場のあらゆる機器からデータを集め、リアルタイム診断やフィードバックが可能な他、誰もがアプリを開発、販売（エッジクロス・マーケットプレイスというウェブサイト上で販売可能）できるオープンな環境を特徴としている。予防保全アプリを利用した生産現場の稼働率向上や、世界各地における故障予兆の早期検出等の利用を想定している。

- 市場規模：

複数の調査会社が国内IoT市場予測を行っており、調査結果は異なるもののいずれも高い成長率であり、特に製造業におけるIoT活用が市場をけん引すると予測できる。例えば、富士キメラ総研が実施したビッグデータやIoTに関するビジネスの国内市場についての調査によると、IoTに限定したソリューションの2016年度の市場は872億円となった。今後は製造やインフラなどの分野が拡大をけん引し、2021年度の市場は2016年度比3.0倍の2,609億円が予測される。分野別にみると、「製造の市場規模が最も大きく伸び率も高く、2,609億円のうち約半分を占める。



出典：「2017 センサーデバイス／ビッグデータ・IoT 市場調査総覧（下巻）」より

図-4 IoTソリューションの国内市場（業界分野別）

## (2) ドイツ

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

ドイツは他の先進国と比べて製造業の比重が大きく、自動車業界を中心に産業用ロボットが普及していることから、4IRの主要市場とみられており、米国企業も積極的に参入している<sup>35</sup>が、本項では主にドイツ企業について記述する。市場プレーヤーは情報通信技術、産業用ロボット・機械、オートメーション／インタフェースの3つの分類と、それらを複合したサービスの4つの分類に分けられる。なかでも複合したサービスを提供するボッシュ、シーメンス、情報通信技術のSAP、ドイツテレコム存在感が強く、これらの企業はIoT分野の世界市場において、アメリカの大手企業に対抗できると考えられている<sup>36</sup>。

<sup>35</sup> Prudentia Marketing Research Ltd. 「独インダストリー4.0／IIoT 動向レポート」（2017年5月）

<sup>36</sup> Prudentia Marketing Research Ltd. 「ドイツの“Industrie4.0”を巡る現状」（2018年4月24日）

## 複合テクノロジー

- ボッシュ (Bosch, [www.bosch.com](http://www.bosch.com))
- シーメンス (Siemens, [www.siemens.com](http://www.siemens.com))

IoT分野で米国の  
大手企業に対抗  
できるとみられる  
ドイツ企業

## 情報通信技術

- SAP (SAP, [www.sap.com](http://www.sap.com))
- ドイツテレコム (Deutsche Telekom, [www.telekom.de](http://www.telekom.de))
- インフィニオン (Infineon, [www.infineon.com](http://www.infineon.com))
- Software AG ([www.softwareag.com](http://www.softwareag.com))
- Diebold Nixdorf ([www.dieboldnixdorf.com](http://www.dieboldnixdorf.com))
- Wibu-Systems ([www.wibu.com](http://www.wibu.com))
- FORCAM ([www.forcam.com](http://www.forcam.com))

など

## 産業用ロボット・機械

- クーカ (Kuka, [www.kuka.com](http://www.kuka.com))
- Dürr ([www.durr.com](http://www.durr.com))
- トルンブ (Trumpf, [www.trumpf.com](http://www.trumpf.com))
- Schunk (<https://schunk.com>)

2016年、美的集団が  
クーカを買収

インダストリー4.0で  
存在感の大きい  
産業用ロボット・  
機械メーカー

- シェフラー (Schaeffler, [www.schaeffler.de](http://www.schaeffler.de))
- クラース (Claas, [www.claas.de](http://www.claas.de))
- GEAグループ ([www.gea.com](http://www.gea.com))
- ヴィッテンシュタイン (Wittenstein, [www.wittenstein.de](http://www.wittenstein.de))
- フォイト (Voith, <http://voith.com>)

など

## オートメーション／インターフェース

- フェスト (Festo, [www.festo.com](http://www.festo.com))
- ジック (Sick, [www.sick.com](http://www.sick.com))
- バルーフ (Balluff, [www.balluff.com](http://www.balluff.com))
- フェニックス・コンタクト (Phoenix Contact, [www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com))
- ワゴ (Wago, [www.wago.com](http://www.wago.com))
- ワイドミュラー (Weidmüller, [www.weidmueller.de](http://www.weidmueller.de))
- ベックホフ (Beckhoff, [www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de))
- ハーティング (Harting, [www.harting.com](http://www.harting.com))

など

OWL地方の  
インダストリー4.0  
先端クラスター

出典： Prudentia Marketing Research Ltd. 「ドイツの“Industrie4.0”を巡る現状」  
(2018年4月24日) より

図-5 ドイツのインダストリー4.0関連企業

以下、主要な市場プレーヤーと各社の代表的な4IR分野の関連機器、関連ソフトウェアの概況である。

表-6 ドイツの4IR市場主要プレーヤー

| プレーヤー | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ボッシュ  | 機械やセンサには異なる言語が用いられているが、相互の通信を簡単に実現する <b>生産性能管理プロトコル (PPMP、Production Performance Management Protocol)</b> (理解しやすい機械語) を自社開発し、オープンスタンダード化している。同プロトコルにより中小企業でも大企業の生産管理システムとのデータ通信が可能となる。また、幅広い用途に活用できる IoT プラットフォームとして「 <b>Bosch IoT Suite</b> 」、 <b>「Bosch IoT Cloud」</b> といったサービスも展開。                                                                                                                              |
| シーメンス | 産業用 IoT プラットフォームサービス「 <b>マインドスフィア</b> 」を2016年に開始。本来 SAP の IaaS 環境をベースとして開発された PaaS (Platform as a Service) であったが、さまざまな機器やソフトウェアを環境にかかわらず使えることを念頭に開発され、AWS 対応版もリリースされている。ライセンスフィーは月額3万～5万円とされており、中堅中小企業でも十分導入できる価格である <sup>37</sup> 。また、VRを活用した工場建設の事前仮想シミュレーションや、プラントのモジュール化により、ASEANにおいて短期、かつ安価に、発電プラントを立上げている。さらに、世界中で稼働している発電プラントの運用データを分析して <b>予知メンテナンスを実現</b> 。プラントのダウンタイムを最小化し、効率の向上にも貢献している <sup>38</sup> 。 |

<sup>37</sup> [https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1805/28/news047\\_3.html](https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1805/28/news047_3.html)

<sup>38</sup> [https://www.rolandberger.com/publications/...pdf/roland\\_berger\\_hiyaku\\_vol12\\_2.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/...pdf/roland_berger_hiyaku_vol12_2.pdf)

| プレーヤー   | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                          |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SAP     | ERP 世界最大手(大企業の9割近くが同社のソフトを利用していると言われる)。自動車や電子機器、産業機械など組み立て系の製造業に強い。SAP HANA や SAP Cloud Platform と連携する製造実行システム (MES) <sup>39</sup> 等複数のソリューションを提供。現状では SAP が、機械レベルから ERP までの完全に統合したソリューションを提供できる唯一の企業ともいわれている <sup>40</sup> 。 |
| ドイツテレコム | 携帯電話のネットワークを活用した <b>IoT 向け通信規格 NB-IoT</b> (小容量データを省電力で伝送可能な新たな通信規格) を活用したソリューションを展開。                                                                                                                                          |
| 美的集団    | 中国の家電メーカー、美的集団 (ミデア) は、1898 年に創業されたドイツの老舗産業用ロボットメーカー、 <b>KUKA</b> (クーカ) を 2016 年に買収。同社の産業用ロボット「 <b>LBR iiwa</b> 」は、工場の技術者とソフトウェアの仲立ちをするものであり、これまで人間にしかできなかった細かい作業ができるほど、精度の高い動きが特徴。                                           |

- 市場規模：

ドイツ情報通信協会 (Bitkom) は2017年4月24日、ハノーファー・メッセに際した記者会見でインダストリー4.0の市場規模について発表。2016年のドイツのインダストリー4.0市場は49億ユーロの規模で、2017年には59億ユーロに拡大、2018は72億ユーロになると予測されていた (これらの数字には、インダストリー4.0に必要なハードウェア、ソフトウェア、ITサービスが含まれる) <sup>41</sup>。今後も年20%を超える成長が見込まれる可能性が高い。

### (3) アメリカ

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

米国の市場プレーヤーとしては、2014年3月27日にIIC (Industrial Internet Consortium) を立ち上げた、世界最大のコングロマリットのゼネラルエレクトリック (GM)、IT大手のIBM、ネットワーク大手のシスコシステムズ、半導体大手のインテル、通信大手のAT&T等、大企業の存在感が強い。またプラットフォームであるGoogle, Apple, Facebook, Amazon (以下、GAFAと表記する) もこの分野に参入しており無視できない。製造業ソリューションを持つGEのような企業が、プラットフォームと連携し上流のIoTプラットフォームを制覇する戦略が実践されている (なお、製造業だけにとらわれない幅広い産業を対象としている)。以下、主要な市場プレーヤーと各社の代表的な4IR分野の関連機器、関連ソフトウェアの概況である。

<sup>39</sup> MES (Manufacturing Execution System : 製造実行システム) とは、工場の生産ラインの各部分とリンクすることで、工場の機械や労働者の作業を監視・管理するシステム

<sup>40</sup> <https://mono-watch.com/15079/>

<sup>41</sup> Prudentia Marketing Research Ltd. 「独インダストリー4.0/IIoT 動向レポート」 (2017年5月)

表-7 アメリカの4IR市場主要プレーヤー

| プレーヤー    | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GE       | 2012 年に Industrial Internet という用語を最初に世に出した企業。GE は、10 億ドルを投資して 2011 年に GE ソフトウェアを設立し、Industrial Internet のコアとなる基本ソフトウェアとして、「 <b>Predix (プレディクス)</b> 」を開発。Predix は、 <u>機械 (モノ) をネットワーク化する OS に相当する基本システムであり、Predix をコアに GE ソフトウェアは、業種向けアプリケーションを多数リリース。AWS や Microsoft と組んで Predix 普及が図られている。</u> 他社でも EMC 社と VMware 社が出資する Pivotal 社が、Predix 上で膨大なデータを収集保管するデータベース Data Lake (データレイク) を開発するなどの動きもある。さらに、GE 社は <u>ソフトバンクテレコムと戦略的提携を締結し、Predix をソフトバンクグループで取り扱うことが決定している。</u> |
| シスコシステムズ | 膨大なデータを役立つ情報に変換するためには手間とコストが掛かるが、その解決策を「データセンターにあるクラウドではなく、より近い場所のノードが処理を受け持つ仕組みが有効」とし、これを「 <u>フォグコンピューティング</u> 」(“クラウド：雲”との対比で“フォグ：霧”)と命名。自社のネットワーク OS「Cisco IOS」と「Linux OS」を統合した「 <b>Cisco IOx</b> 」を、プラットフォームとして展開。ネットワーク経由で一箇所に生データを集積するのではなく、データセンターの手前に処理ノードを置き、効率的に適切なデータに変換することが可能。                                                                                                                                                                                |
| インテル     | あらゆる機械 (モノ) を IoT に対応させる手段として、IoT 端末用のプラットフォーム「 <b>Edison (エジソン) モジュール (手サイズの小型コンピュータ)</b> 」を提供。Atom プロセッサに無線 LAN/Bluetooth などの通信機能を統合した SoC (システム・オン・チップ) が搭載されており、7,000 円程度から誰でも簡単に入手することができる。2015 年にはさらに小さいボタンサイズの超小型コンピュータ「 <b>Curie : キュリー</b> 」が発表されている。また、インテル社は、次世代 FA システムの開発で <u>三菱電機と協業すること</u> を発表しており、製造装置のセンサから収集した情報をもとに「 <u>予防保全ソリューション</u> 」の開発を目指している。                                                                                                   |
| IBM      | 様々なソリューションを提供しているが、主だったものとしては、基盤として IBM Cloud を使用した「 <b>IBM Watson IoT™</b> 」がある。Watson での高度な分析や機械学習を用いて生産品質検査の効率化を実現するサービスを提供。また、 <u>ブロックチェーンを使用</u> しビジネス情報の安全な共有や、改ざんが不可能な信頼できる台帳による、IoT データの来歴や各イベントの検証といった信頼性、透明性向上を図るサービスも提供している。                                                                                                                                                                                                                                    |

また、GAFAも各産業界のリアルデータ収集を目的として、スマートファクトリー市場へも参入しており、Googleによる製造業向けVR機器「**Google Glass Enterprise Edition**」やアマゾンAWSによる製造業向け業務効率化「**AWS for Manufacturing**」といったサービスがある。また、中小企業の生産性向上という領域では、各社により以下のサービスが展開されている。

表-8 GAFAの4IR関連サービス

| プレーヤー    | 企業の取組及び関連サービス                                    |
|----------|--------------------------------------------------|
| Google   | 法人向けクラウド型グループウェア「 <b>G Suite Business</b> 」を展開。  |
| Apple    | クラウドサービス「 <b>iCloud</b> 」                        |
| Facebook | ビジネス SNS「 <b>Workplace</b> 」                     |
| Amazon   | AWS を用いた法人向けグループウェア「 <b>desknet's on Cloud</b> 」 |

出典：大和総研「GAFAが異業種分野への進出を加速」<sup>42</sup>

<sup>42</sup> [https://www.dir.co.jp/report/research/policy-analysis/human-society/20190226\\_020656.pdf](https://www.dir.co.jp/report/research/policy-analysis/human-society/20190226_020656.pdf)

- 市場規模：

2020年までにIndustrial Internetによって、世界で2兆ドル（225兆円超）規模のビジネスチャンスが生み出されると見られている。2025年までにインターネットにつながる事業関連アセットの数は、あらゆる種類のデバイスを含めると、450億に上ることが予想されており、このうち消費者向けがおよそ160億、広告向けが120億、産業向けが170億を占めるとされている。

GEは事業の柱である電車や船舶、航空機エンジン、発電所のタービン、医療機器などのネットワークに繋がる機械からの膨大なデータを解析し、それらの機械を効率化することで顧客に価値を提供できると考え、そしてその効果を「1%の効率化が年間200億ドル（2兆2,000億円）の利益を生みだせる」と試算。さらにGEは、将来のIndustrial Internetの市場規模は、世界のGDPの46%（32兆ドル）にもなるとの予想も発表している<sup>43</sup>。

#### (4) 中国

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

ドイツのインダストリー4.0による製造業発展と、GAFAに代表されるようなアメリカ型のICT産業発展を同時に実践しようとしているのが特徴。前者に関しては、分野によって異なる取組みや特色がみられるが、工業情報化部の下にある業界組織、インダストリアル・インターネット産業連盟（AII）の事例報告書では、インダストリアル・インターネットのモデル企業として17社の先行事例が紹介されており、既に30のプラットフォームが完成している。後者では、中国共産党がBaidu, Alibaba, Tencent, iFlytek（音声認識）、Sense Time（顔認識）の5社を国家AI戦略における5大企業「BATIS（バーティス）」として選定しており、大学等の研究機関に大量の資金を投入して事業化を支援するなど、産官学が連携した国家的な取組みにより、先進ICT技術の底上げに取り組んでいる。以下、主要な市場プレーヤーと各社の代表的な4IR分野の関連機器、関連ソフトウェアの概況である。

表-9 中国の4IR市場主要プレーヤー

| プレーヤー    | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 百度（バイドゥ） | 2017年7月、大規模な自動運転車の開発連合「アポロプロジェクト」を開始するなど、完全な自立走行する自動車の開発を目指している。自社で自動運転技術の開発に取り組むのではなく、オープンソースの手法を用いて、高精度かつ広範囲の地図や運転路線の決定、障害物感知、シミュレーションなど自社が持つ技術、ツールをパートナー企業に提供する。「アポロプロジェクト」の参加企業は90社以上（2017年12月末時点）。中国企業が中心だが、米フォードやエヌビディア、マイクロソフト、インテル、独ダイムラーなど、米独の自動車及びIT企業も参加。日本からはルネサスエレクトロニクスとパイオニアが参画。 |
| アリババ     | 2016年、深セン市と提携してスマートマニュファクチャリングに関するソリューション開発を行うと発表、インターネット・プラス関連のアプリケーション開発を推進している。最終目標は深セン市の製造業高度化の実現。北京にも同様のスマート製造業センターを有するなど、同国の製造業高度化に貢献している。また、インドネシア及びインドへのオープンデータセンター設立も表明しており、スマートマニュファクチャリングソリューションのアジア展開も見据えている。                                                                       |

<sup>43</sup> [https://pub.nikkan.co.jp/uploads/book/pdf\\_file5c6fa4ce2fda1.pdf](https://pub.nikkan.co.jp/uploads/book/pdf_file5c6fa4ce2fda1.pdf)

| プレーヤー                                     | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 科大訊飛<br>(アイフライテック)                        | 理系の名門、中国科学技術大学発のベンチャー企業で、AI の分野で注目されている。音声技術と AI 技術を専門とするソフトウェア企業で、主に音声認識、音声合成などの技術をもとに、音声メッセージソフトウェア、チップ製品、情報サービス、通信設備などを開発。音声を認識して自動翻訳する精度を 97%まで高めるなど、音声ベース技術は中国市場の 70%を占めている。                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 華為技術<br>(ファーウェイ)                          | 18 万人の従業員を抱え、170 ヶ国以上で事業展開する大企業。法人向け IT ソリューション事業を担うファーウェイ・エンタープライズでは IoT プラットフォームを展開するなど、インダストリー 4.0 ソリューションを重要視。 <u>米国のインダストリアル・インターネット・コンソーシアムにもコアメンバーとして参画、SAP 社との提携</u> など、欧州においても強固なプレゼンスを確保している。                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 美的集団<br>(Midea Group)                     | 白物家電メーカー。200 ヶ国以上に事業展開し、売上台数は世界 2 位のシェア (2016 年)。ドイツのインダストリー 4.0 推進におけるリーダー的存在のクーク社を TOB で買収 (株式の 94.55%) (KUKA は、産業用ロボットにおける世界 4 大メーカー <sup>44)</sup> の一角)。また、エンコーダやサーボドライブなどの制御機器メーカーであるイスラエル企業 Servotronics Motion Control (以下、Servotronics) も買収 (株式の半数を取得)。日本の安川電機とも産業用ロボット及びサービスロボット事業において提携し、2016 年には 2 社の合併会社を設立している。同年には東芝の家電部門も買収しており、同社の生産技術やクーク社のロボット生産ノウハウにより、インダストリー 4.0 を推進すると見られる。これらにより、ロボットをはじめ、電気機械の製品組立、半導体、工作機械向けなどの制御技術を自社に取り込んでいる。 |
| ハイアール                                     | 白物家電メーカー。100 ヶ国以上に事業展開し、売上台数は世界 1 位のシェア (2016 年)。三洋電機の家電部門や GE Appliance 社など、大型買収で拡大 (GE とは、この時に Industrial Internet に関する戦略提携も締結)。近年は「Transparent Factory」というコンセプトのもと、インターネット接続された工場の整備を進め、既に複数の工場で稼働を実現、カスタマイズ生産に対応している。ユーザーを主とした大規模なオーダーメイド化生産モデルである同社の「COSMOPlat」は、特に完成度が高い事例として政府から紹介されている。需要・注文と生産・供給がリアルタイムに行われ、全課程をリアルタイムに可視化しシームレス対応を実現。(ユーザーは「U+ Smart Living」という同社製アプリを通じて、色やスタイル等のニーズを製造部門へ直接伝達し、パーソナライズされた製品を製造してもらうことが可能)                   |
| CATL<br>(Contemporary Amperex Technology) | 寧徳が本社の蓄電池企業、同国 BYD 社とともに世界トップクラスのシェア。BMW のサプライヤーで、ドイツに R&D 拠点を作るなど現地 OEM のみでなく欧州進出も。将来の世界展開において、中国のマザー工場から各国の生産拠点を管理するモデル構築を目指す。CPS を活用した自動生産ラインやシステムを導入済。                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 宝鋼集団<br>(Baosteel)                        | 鉄鋼メーカー。 <u>シーメンスとの業務提携</u> を発表している。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| CiXing                                    | 寧波市にある中国の自動化ライン開発を牽引する 1 社。縫製や靴製造の自動化においては世界的企業であると共に、白物家電等の生産自動化や視覚センシング開発にも注力。中国ならではのニーズに応えるロボットや自動化設備の開発を目指していくことを表明している。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 上海儀電<br>(集団)<br>(INESA)                   | スマートシティソリューションを提供する国有大手企業。富士通と連携し、「スマート製造プロジェクト」。中国政府が「中国製造 2025」の戦略的構想を打ち出して以来、IoT やビッグデータなどの情報通信技術を活用したスマート工場設立に関する共同研究を積極的に行っている。2018 年 3 月に富士通の現地法人 (富士通 (中国) 情報系統) と共同出資会社「上海儀電智能科技有限公司 (儀電智能科技)」を設立                                                                                                                                                                                                                                                |
| 三一集団                                      | 2008 年から Industrial Internet に取り組んでおり、オープンなインダストリアル IoT プラットフォームである「iRootech テクノロジー」を開発。エネルギー、織物、自動車、農業、機械など複数の産業に対して、3 百万台以上の機器と接続されている。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 瀋陽工作機械                                    | 工作機械分野の中心企業である瀋陽工作機械は、構築された機械と人間をつなげる「i5 システム」を開発。これは、機械から工場、工場からインテリジェント製造まで共有するプラットフォームであり、時間、空間の制約を受けずに製造を行うことができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

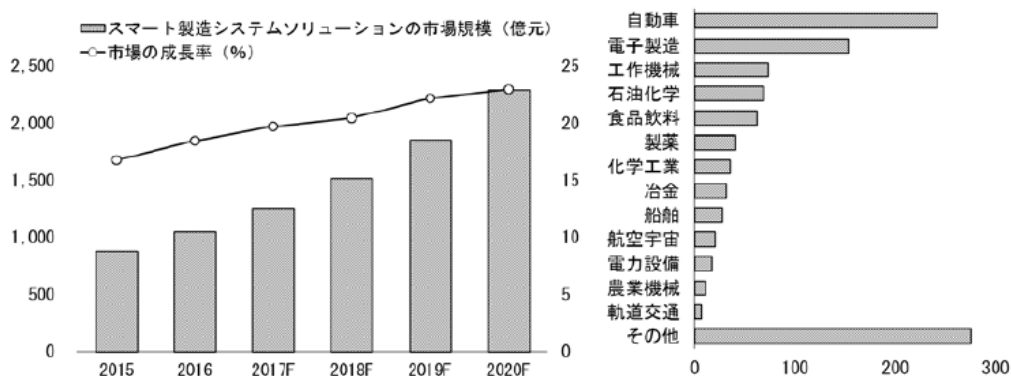
<sup>44</sup> KUKA のほか、ファナック〈日本〉、安川電機〈日本〉、ABB〈スイス〉

| プレーヤー                | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Black Lake<br>(黒湖科技) | 上海を本拠とする同社は、2016 年以降、製造業向けのデータ分析ツールなどソフトウェア・アズ・ア・サービス (SaaS) のアプリケーションを販売している。クラウド対応の Manufacturing Execution System (MES) なら 2 ヶ月で、製品ラインの新規購入や更新をせずにインストールできるという。また、生産サイクルやペナルティ率を平均で 35%下げられるともコメントしている。クライアントには中国国営企業の China Resources Group (華潤集団) のほか、世界的なビール醸造の Anheuser-Busch InBev、マクドナルドなどが含まれる。 |
| SW                   | ドイツの工業用マシンメーカーであり、金属加工のソリューションプロバイダ。製造業が発展している中国都市蘇州 (ソシュウ) 市で新たな工場を建設。インダストリー4.0 と中国製造 2025 の連携を背景に、SW 社はこれから優れた生産技術を中国産業へ紹介し、ローカル企業と共により先進的な製造エコシステムを構築していく。                                                                                                                                            |

- 市場規模：

国家統計局等によれば、ハイテク製造業の工業付加価値生産額が工業全体に占めるシェアは、2015年の11.8%から、12.4% (2016年)、12.7% (2017年)、13.0% (2018年7月) と拡大を続けており、高度化は着実に進展している。

また、工業情報化部関連のシンクタンクによると、中国におけるインダストリアル・インターネット関連市場は、今後20年、少なくとも3兆ドル規模のGDPをもたらし、製造業の高度化や持続的経済成長の大きな原動力になると予測している。



出典： アジア経済研究所『IDE スクエア』「日中のスマート製造分野の官民交流の模索」

図-6 中国のスマート製造システムソリューション市場規模

## (5) インド

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

インドは中国をはじめとする新興国と異なり、製造業よりもサービス業が主要産業へと発展した。これは、1990年代から米国へのITサービス輸出国として台頭ことが大きな要因である。しかし、都市部と地方部の格差拡大などの問題を受け、低所得者への雇用の創出や経済的恩恵の裾野拡大といった観点から、モディ政権はITサービス業に加えて製造業の発展によるインド経済の成長を目指し、Make in India政策を掲げた。こうした背景から、本政策は投資促進による海外製造業の呼び込みが大きな軸となっており、これに国内ICT産業が連携していくことで、相乗効果により製造業の高度化へ繋げていく構えである。この政策を受けてイ

インドIT大手企業はドイツやアメリカの企業と連携が目立つ。例えば、GoogleやMicrosoftといったグローバルIT企業はインドのテクノロジーに注目し、IoT関連の研究所やベンチャー企業の設立、スタートアップ育成などを展開している。WiproやHCLといったインド発祥のIT企業は、IoT専門のラボを設置し、インド国内だけでなく、グローバルなIoT市場を狙っている。加えて、インドで急増するスタートアップの多くはテックスタートアップであり、IoT関連のイノベーションもこれらスタートアップを中心に始まっている。以下、主要な市場プレーヤーと各社の代表的な4IR分野の関連機器、関連ソフトウェアの概況である。

表-10 インドの4IR市場主要プレーヤー

| プレーヤー               | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Infosys             | 1981年にプネーで創業したITサービス企業。世界中で20万人を雇用。米国のIICにも参画、テストベッドの開発を主導するなどコアな役割を担う。2016年には、インダストリー4.0対応に向けたソリューションの共同開発を目指し、独メーカー社とパートナーシップを締結。                                                                                                                                                      |
| タタ・コンサルタンシー・サービスズ   | タタ財閥のITサービス、コンサルティング企業。ムンバイ本社、世界40ヶ国に拠点。インダストリー4.0における欧米の中心企業群のプラットフォームを活用してアプリケーションを開発することで、グローバルなプレゼンスを高めている。具体的には、GEと連携し、同社のIoTプラットフォームPredix向けアプリケーションを共同開発、GEのガスタービン製造工場で効率及び品質向上のために実際に利用されている。<br>シーメンスとも同様の取組みを進めており、同社のクラウドベースIoTプラットフォームMindSphereを活用したソリューション開発に向けて提携を発表している。 |
| Reliance Industries | 1966年創業のコングロマリット。GEとインダストリー4.0に関するパートナーシップを締結し、同社のIoTプラットフォームPredix上でIndustrial IoTアプリケーションを共同開発、石油・ガス・肥料・電力・ヘルスケア・テレコム等の業界に提供。                                                                                                                                                          |
| HCL                 | InfosysやタタとともにESO (Engineering Service Outsourcers) を代表する大手IT企業。グローバルITサービス企業のHCLテクノロジーズ (HCL) は、インダストリー4.0ソリューション分野におけるシーメンスとの戦略的パートナーシップに基づき、シーメンスMindSphereのテクノロジー、アプリケーション開発、接続ソリューション、システム構築、そして市場開拓戦略について、グローバルに提携。                                                                |
| テックマヒンドラ            | IoT技術サービス企業のリーダーとして、この分野において製品とICT技術を組み合わせながら、対応能力の強化を進めている。つながるデバイスを中心とした通信技術への幅広い理解とインダストリー4.0への注力により、テックマヒンドラはIoT分野で業界屈指のグローバルな顧客を持つリーディング・ソリューション・プロバイダーである。                                                                                                                         |
| インドミム (INDO-MIM)    | 南部カルナタカ州の州都ベンガルールを拠点に、金属粉末射出成形法 (MIM 製法) を取り入れた金属精密部品を製造する地場メーカー。2016年から工場のスマート化を促進する「インダストリー4.0」の概念を導入し、生産の効率化や業務時間の削減に成功している。今後は独自開発したIoTシステムの拡販も狙っている。                                                                                                                                |
| HMT                 | 2015年4月にドイツのEnit GmbH社とMoUを提携し、トータル・エンジニアリング・ソリューションを展開すると発表した。さらに同社は、スイスのNum Controls社との提携によるCNC制御装置やシステム、ドライブの製造に関するMoU、及びドイツのFT Machine Tools社との提携によるインドでのしごきスピニング加工機の製造に関するMoUを締結した。                                                                                                 |
| GE                  | 2億米ドルを投資し、プネーにマルチモーダル工場建設を発表。共有のインフラ、ライン、3Dプリンタ、検査装置などの機器や人材を活用して、航空、鉄道、電力、オイルなど異なる事業の製品群を製造できるコンセプト。同社が事業の状況や需要に応じて迅速に調整してラインを立ち上げる、各機器をインターネットに接続してリアルタイムで情報共有・意思決定できる、としている。同工場の拡張に更にUSD 120Milの追加投資を計画している。同じくマハラシュトラ州にUSD 450Milを投じて新たな工場を設立することを公表。                                |

| プレーヤー          | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ボッシュ           | 2018年までに、65億ルピー（約110億円）を投資し、インドにある14の全製造拠点でスマートマニュファクチャリングを開始すると発表。IT企業であるインドのTech Mahindra社と米国のCisco社との提携、インダストリアルインターネットコンソーシアムの一員として、産業用ツールのネットワーク化を推進している。南インドのバンガロールとコイंबトールには、ドイツ国外では最大規模となるボッシュの研究開発センターが置かれ、約1万5,000人の従業員が働いている。このセンターが注力する分野のひとつが、コネクテッドインダストリー向けソリューション。例えば、製造工場内のすべての機械をネットワークでつなぎ、リアルタイムのデータ収集や分析を可能にするソフトウェアが開発され、これによって製造状況をモニターできるだけでなく、原材料の不足や機械のトラブルなどの迅速な解決が可能になった。またビッグデータの分析にも力を入れ、製造工程で収集されたビッグデータを分析するソフトウェアモデルを開発。 |
| 東芝デジタルソリューションズ | テックマヒンドラリミテッド（本社：インド、ムンバイ）と、スマートファクトリー領域で協業することに合意し、スマートファクトリーソリューションの提供に向けた活動を開始。共に製造業を母体とするICT企業である同社とテックマヒンドラは、自社グループでの事例や経験などの強みを生かし、スマートファクトリーソリューション事業を推進。<br>同社は、東芝IoTアーキテクチャー「SPINEX™（スパインエックス）」のもと、東芝グループで培った生産技術や関連ノウハウを結集させた次世代ものづくりソリューション「Meister シリーズ™」を展開。「Meister シリーズ™」は製造業におけるIoTデータの収集・蓄積や、効率的・効果的な活用を実現し、製造工程における品質や生産性の向上だけでなくビジネスライフサイクル全般を支援する仕組み。                                                                                 |

#### ● 市場規模：

Make in Indiaでは、①中期的に製造業の年間成長率を12～14%に伸ばす。②2022年までに国内総生産（GDP）に占める製造業の割合を25%に高める（現在は16%）との目標が掲げられている。また、2015年に発表された、様々な分野のデジタル化を目指す取組みであるDigital IndiaはIoT推進を謳っており、150億米ドルのIoT産業創出（2020年まで）が目標となっている。AI市場については、2035年までに9570億ドル規模まで成長するポテンシャルである（製造業に限定しない）。また、インドブランドエクイティ基（IBEF：インド政府商工省商務省が設立した信託）によれば、同国のIoT市場は2015～2020年まで年平均成長率28%以上で成長し、今後5年間で世界のIoT市場のうち約20%をインド市場が占めると予想されている（製造業に限定しない）。

### 3. 現地調査対象国における文献・インタビュー調査結果

#### 3.1 新技術対応への政府等の取組状況

現地調査対象5カ国の政府等の取組状況について、①軸となる4IR政策・方針、②関連政策等、③産業振興政策の基本、④4IRへの取組状況、⑤課題、の面から整理を行った。総論としては、以下の早見表のとおり、5カ国が大まかに3つのカテゴリーに分けられる。1つ目は、製造業自体が発展途上のミャンマー、2つ目は、製造業が一定の発展を見せているものの4IRへの取組は弱いベトナム、インドネシア、3つ目は、製造業が発展しており4IRへの具体的な準備を開始しているタイ、マレーシアである。しかしながら、3つ目のカテゴリーのタイ、マレーシアであっても、SMEsの意識改革、人材育成（SMEs側、SIer側）、通信インフラ、サイバーセキュリティ、地域格差は正など、課題は多い。また、本当の意味での4IRの実現には、工場や国を超えた通信が必須であるが、

そのためには5Gを含む通信インフラや通信規格に関する規制や、サイバーセキュリティやデータ取り扱いに関する法・規制が必要である。しかしながら、各国とも現時点では4IRに関連するサイバーセキュリティやデータ取り扱いに関する法・規制に関する具体的な動きは見られず、本当の意味での4IRの実現はかなり先になると考えられる。

表-11 4IRへの対応に関する現地調査結果早見表

|              |             | ミャンマー            | ベトナム          | インドネシア         | タイ     | マレーシア    |
|--------------|-------------|------------------|---------------|----------------|--------|----------|
| 政府の4IR推進への対応 |             | 未対応              | 対応予定          | 対応中            | 対応済    | 対応良好     |
| 日系           | 製造業の4IRへの対応 | 対応すべき規模の製造業がまだ無い | 未対応           | 対応少数           | 対応少数   | 対応少数     |
|              | Slerの4IR対応  | 無し<br>IT人材獲得     | 無し<br>オフショア中心 | 4IR製品<br>販売立上り | 実証実験多数 | 政府と連携    |
| 現地           | 製造業         | 未対応              | 大企業のみ         | ERPのみ          | ごく一部   | ごく一部     |
|              | Sler        | ERPのみ            | ERP中心         | ERPのみ          | 育成中    | 改善の余地あり  |
| 人材           | 製造業         | 単純労働             | 外国人流入         | 人件費高騰          | 外国人流入  | 外国人流入    |
|              | ICT         | 海外に供給            | 数は居るが優秀取り合い   | 不足で人件費高騰       | 圧倒的不足  | 自国技術者の不足 |

表-12 各国政府の4IR対応（まとめ）

|           | ミャンマー                         | ベトナム                  | インドネシア               | タイ                         | マレーシア                                          |
|-----------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------------------|
| 4IR政策名    | 無し                            | 無し                    | Making Indonesia 4.0 | Thailand 4.0               | Industry 4WRD                                  |
| 主担当官庁     | 工業省                           | 計画投資省                 | 工業省                  | 工業省                        | 国際貿易産業省                                        |
| 関連省庁      | 運輸通信省                         | 産業通商省<br>情報省<br>科学技術省 | 通信情報技術省              | 科学技術省／<br>デジタル経済<br>社会省    | 情報マルチメディア省／教育省<br>／人材資源省／<br>財務省／電気科学技術環境気候変動省 |
| 産業振興政策の基本 | 労働集約型の雇用確保・創出と拡大（少数民族対策）／外資誘致 | 中小企業支援／イノベーション支援      | 中小企業支援／輸出促進／現地調達率の向上 | 中小企業支援／EEC／ロボット・オートメーション投資 | 中小企業支援／ハイテク産業／先端技術                             |
| 補助金・優遇策   | 無し                            | 無し                    | 検討中                  | 複数あり                       | 複数あり                                           |

以下、各国の概況である。

#### (1) インドネシア

- 主軸となる4IR政策・方針：

Making Indonesia 4.0：

2030年に世界の10大経済国になることを目標としている。製造業におけるIoTやAIそのものの導入計画ではなく、インドネシアが「2030年にデジタル産業の時代に入るための準備」としての色彩が強い。重点分野は、当初①食品および飲料、②テキスタイルおよびアパレル、

③自動車、④化学、⑤電器の5分野であったが、後に⑥医薬品、⑦医療機器を加えた5+2分野としている。また、以下の10項目を4IRにおける国家の優先項目として掲げている。

- ① 原材料フローの再構築（工業原材料の国産率の向上）
- ② 工業地域の再設計（国家レベルで統一された工業地域ロードマップの作成）
- ③ 持続可能性の受け入れ（世界のトレンドに従う）
- ④ 中小企業の強化（中小企業の電子商取引、技術を向上させる）
- ⑤ 全国のデジタルインフラの構築（4G/5Gネットワークなど）
- ⑥ 海外投資の呼び込み（トップレベルのグローバル製造業の誘致）
- ⑦ 人材のアップグレード（教育カリキュラムの再設計、有能な人材の流動性確保）
- ⑧ イノベーションエコシステムの構築（産学官の研究開発センター強化）
- ⑨ 技術投資へのインセンティブ（免税、補助金など）
- ⑩ 規制・政策の再最適化（省庁横断的な一貫した政策）

● 関連政策等：

Medium-Term National Development Plan (RPJMN) 2015-2019（中期国家開発計画2015-2019）、Indonesia Broadband Plan (IBP) 2014-2019（インドネシアブロードバンド計画2014-2019）、E-Commerce Road Map（ECロードマップ）、National Payment Gateway (NPG)（国家決済ゲートウェイ）、Palapa Ring Projectなど。

● 産業振興政策の基本：

「中小企業支援／輸出促進／現地調達率の向上」に注力。推進政策は取るが、基本的に民間主導の推進を奨励しており、省庁間連携はほとんどない。2015年の新政権以降、人件費の上昇が著しく年率平均で8%の状況にあり10年間で給与は2倍となると想定されるため、従来の労働集約型産業から高付加価値追求型産業へのシフトが必要とされている。インドネシアの製造業はこの半世紀で、繊維・電機・二輪・四輪と主役を変えながら急速に発展してきたが、急速な発展に技術移転が追いつかず、ASEAN周辺諸国と比較し、質・量ともに裾野産業が十分発展しているとはいえず、裾野産業の強化が今後の発展のために不可欠である。

➤ 政策立案・実施：

A.T.カーニー（米）およびシュナイダー（独）等の支援を得つつMaking Indonesia 4.0を策定。企業のReadiness Index (INDI 4.0) をシンガポールの支援で策定し、そのIndexで高得点を取った企業の表彰を行った他、通信情報技術省による人材育成に関する「Digital Talent Scholarship」を実施中（詳細は3.4に記載）。このほか中小企業に対するオンライン市場（Eコマース）への参入支援、PIDI 4.0 (Indonesia Digital Industrial Center 4.0) の開設（2021年12月2日、10階建て、先端技術ショーケース、研修設備、コワーキングスペースなど）。

➤ 助成金の有無：

特に目立った取り組みはなし。

● 課題：

Making Indonesia 4.0を掲げたものの、民間主導の推進を奨励しており、政府としての具体策に乏しい。

(2) マレーシア

● 主軸となる4IR政策・方針：

Industry4WRD：

2018年10月に発表。国際貿易産業省が主管。4IRに関する2025年までのブループリントで、製造業の底上げやインフラ整備、世界ランクの向上などを掲げている。現状分析及び柱となる方針や各省庁及び関連政府機関間の役割分担等を明確化しており、目標値はあるものの詳細なアクションプランは不明確。重点分野は、電気電子（電子部品、CE、産業エレクトロニクス、電気製品）、機械装置（特定産業における特殊機械装置、一般的機械装置・部品、発電機械装置、工作機械）、化学（石油化学製品、プラスチック製品、ゴム製品、化学製品、油脂化学製品）、医療用デバイス（消耗品、手術用具、医療用具、インプラント、ヘルスケア製品）、航空宇宙（設計、エンジニアリング、航空製造、システムインテグレーション、保守・修理・運営）、その他（自動車、運輸、繊維、製薬、金属、食品加工、サービス）の分野。

● 関連政策等：

第11次マレーシア計画など。第11次マレーシア計画において国家成長を促し、高い潜在的な可能性のある産業分野と位置づけられた分野となる。続く第12次計画では、インダストリー4.0の適用にあたって、熟練技術者の存在が重要となるとして、職業訓練（TVET）の強化を施策の一つとして掲げている。

● 産業振興政策の基本：

「中小企業支援／ハイテク産業／先端技術」に注力。外国人労働者を削減しようとしているため、日系企業においても、機械化、自動化が必要となっている。

➤ 政策立案・実施：

Industry4WRDを策定済み（ドイツの商工会議所が大きく関与していた模様）。Industry4WRDに沿って設立された各Working Groupでの活動しており、関連する政府機関や業界団体が全国でSMEsを対象とした啓発活動を活発に実施中。

また、欧米5社のコンソーシアム（BOSCH（独）、Deloitte（米）、Digital McKinsey（米）、Roland Berger（独）そしてRainmaking（デンマーク））の協力を得てReadiness Assessment指標を作成し、MPCによるReadiness Assessmentパイロットを実施済み（49社）。現在は、

パイロット結果を踏まえ500社のSMEsを対象にしたReadiness Assessmentを実施中。日本との関係では、JETRO、マレーシア日本商工会議所、大使館が大企業と連携して、マレーシアの中小企業に日本企業のソリューションを導入し、スマートマ製造を実現するためのプラットフォームとして、「日マレーシア連携プラットフォーム」を2019年5月から開始した。具体的には、日本における取り組み事例や生産性向上の必要性を紹介するセミナーの開催や、現地企業とのマッチングを行っている。マレーシア側はSIRIM、MITI、Malaysia Investment Development Authority（MIDA）が参画。

➤ 助成金の有無：

MIDAやMTDCによる各種補助金制度があり、上記のReadiness Assessmentと連携しSMEsによる利用が促進されている。

● 課題：

- ・ 多角的な視点から課題が認識されており、SMEsの意識改革、人材育成（SME側、SIer側、政府職員）、省庁・関連機関・企業間の共通認識と連携の強化といった人材や体制面に加えて、サイバーセキュリティ面の強化や通信インフラの強化といった点も挙げられる。
- ・ また、都市部と地方部においては、SMEsの意識、人材、通信インフラの全てにおいて格差があることから、地域間格差の是正も大きな課題である。

(3) ミャンマー

● 主軸となる4IR政策・方針：

無し： 工業省が主管。現時点では4IRに関する具体的な政策は皆無。2019年5月に4IR関連のイベント会場で、工業省大臣が今後の4IR対応に関するビジョンを発表。ただし、このビジョンはドイツのRoland Bergerが作成したもので、政界における4IRの状況と、ミャンマーの現在のポジションに関する内容であり、今後の具体的な政策については全く触れられていない。

● 関連政策等：

2017年7月に発足した「デジタル経済開発委員会」（DEDC）が、デジタル経済振興に向け基本計画の策定を進めており<sup>45</sup>、既に作成済みのものがある。また、産業振興の戦略と方向性についてUNIDOと共同でまとめた資料もある<sup>46</sup>。

● 産業振興政策の基本：

「労働集約型の雇用確保・創出と拡大（少数民族対策）／外資誘致」に注力。しかしながら未だ「対象産業」が無いのが現状。

<sup>45</sup> <https://www.mmtimes.com/news/myanmar-drafts-digital-economy-master-plan.html>

<sup>46</sup> [https://www.unido.org/sites/default/files/2017-06/\\_F\\_MYANMAR\\_SD\\_2017\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2017-06/_F_MYANMAR_SD_2017_0.pdf)

➤ 政策立案・実施：

デジタル経済の諮問委員会設立と4IRへの対応ビジョン（ミャンマーの現在のポジションの確認のみ）の発表を実施。Roland Berger（独）の支援を受けているが、特に目立った取り組みには至っていない（セミナーの実施などに留まる）。

➤ 助成金の有無：

特に目立った取り組みはなし。

● 課題：

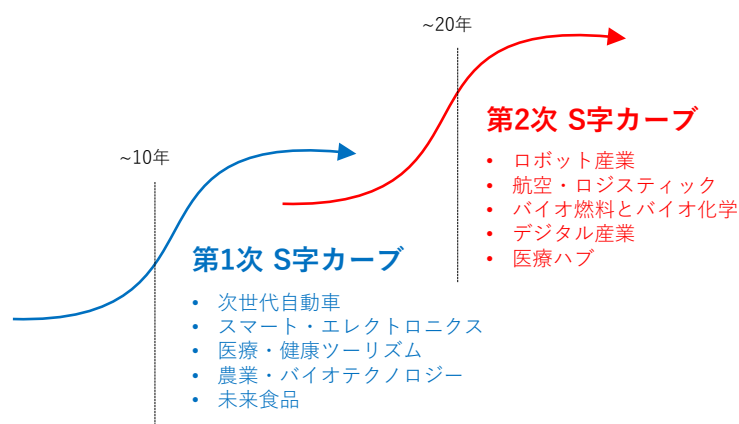
そもそも製造業が発展途上である他、少数民族対策のため、労働集約型の雇用確保・創出と拡大が最重要課題であることから、4IR化による雇用喪失を恐れ積極的ではない。

(4) タイ

● 主軸となる4IR政策・方針：

Thailand 4.0：

2015年に発表。工業省が主管。製造業以外の分野も含む広範な長期国家戦略。デジタル経済の発展と高付加価値で競争力のある分野の育成を柱とした、産業の高度化による中進国の罠からの脱却を目指す。重点分野は、①次世代自動車、②スマート・エレクトロニクス、③メディカル&ウェルネス・ツーリズム、④農業・バイオテクノロジー、⑤食品加工（先進的食品）、⑥ロボット工学、⑦医療ハブ、⑧航空・ロジスティクス、⑨バイオ燃料・バイオ化学、⑩デジタル、の10業種で、産業高度化のレベルに従って第1次S字カーブ5業種と第2次S字カーブの5業種の2段階の発展を目指す。



既存の産業を強化して発展を持続

未来の産業を開発しタイ経済の劇的な発展を達成

出典： タイ投資委員会、OECD CFE ほかから再構成

図-7 Thailand 4.0の重点産業と、2つのS字カーブによる発展モデル

- 関連政策等：

Thailand 4.0の実現のため東部経済回廊（EEC）の開発に注力。チョンブリ県シラチャにハイテク・IT企業向けの工業団地「デジタル・パーク・タイランド」を開発。また、8つのデジタルクラスターを奨励し、デジタル技術分野のスタートアップ起業家輩出、デジタルノマド、専門家の交流場所提供等を通じたデジタル人材育成、ASEANを中心としたデジタル関連の貿易活性化といった成長拡大を目指す計画を進めている。BOIの方針としては、Fintech、電子マネー関連についても、投資奨励に含める模様であり、現状挙げられているデジタルクラスターに固執せず、デジタル関連として幅広い項目を誘致する考えであると思われる。

Thailand 4.0以前の2014年より通信インフラの高度化を推進する「デジタルエコノミー」開発計画を開始し、首相を委員長とする「国家デジタル経済委員会」を設置のうえ、ハード面、ソフト面およびサービスのインフラ整備、デジタル経済の振興やデジタル社会の実現を促進している。また、デジタル経済の開発を目的に、中国・広東省深圳市政府や日本総務省とMOUを締結している。

- 産業振興政策の基本：

「中小企業支援／EEC（デジタル、イノベーション）／ロボット・オートメーション投資」に注力。現在タイは、「中進国の罠」を乗り越えるべく、さらなる成長ステージへの飛躍を企図して、Thailand 4.0を立ち上げている。この実現加速に向け、具体的な対象エリアとして、東部3県（ラヨン、チョンブリ、チャチュンサオ）がEastern Economic Corridor（EEC）として特区に指定され、高度先端産業の集積、開発を推し進めていく方針が示されている。代表例として、ラヨンのイノベーション特区（EECi）内のAIを扱う「ARIポリス」やロボット関連の大学設立、チョンブリ県のデジタルパーク（EECd）内の各種デジタル技術実証場などの設立が挙げられる。

➤ 政策立案・実施：

以下のように各関連機関による複数の取組が実施されている。

- ・ 工業省 ： 3 Stages Rocket Approach（日本の経産省支援）の実施、大企業によるメンター制度の構築、国内SMEsと外国企業のビジネスマッチングプラットフォームの運営など。今後、LASIの地方展開の可能性もあり。
- ・ FTPI ： フラウンフォーファー研究機構（独）の協力を受けたReadiness Assessment及びFTPI独自のReadiness Assessmentの実施、NECと連携したPoCの実施、安価な韓国製IoTソリューションを使ったPoCの実施など。
- ・ DEPA ： 各種助成金の提供や啓発活動など。EECの中（レムチャバン工業地域）にAI、IoT、Fintechなどの最先端技術に関する研究とインキュベーションを行うThailand Digital Valley<sup>47</sup>を開設。
- ・ NIA ： 産官学連携として、LASIの大学への普及やSIer育成の実施など。
- ・ TGI ： SMEs向け啓発活動やトレーニングの提供など。

<sup>47</sup> <https://www.depa.or.th/en/thailand-digital-valley>

➤ 助成金の有無：

DEPA、NIA、NSTDA等が主にSMEsを対象にした助成金制度を、工業省は低金利のローンを提供している。

● 課題：

- ・ SMEsの意識改革、人材育成（SMEs側、SIer側）、通信インフラ、サイバーセキュリティ。
- ・ 各省庁及び関連政府機関が活発な動きを見せており、異なる政府機関が同様の補助金制度を運用しているが、その棲み分けや連携がとれておらず、省庁間の連携が弱い。
- ・ JICAへの要望として、人材育成（SME側、SIer側、生産技術エンジニア、データサイエンティスト）、業界別4IR化ガイドライン作成、SMEのビジネス拡大そして資金協力（4IR化補助金）などが挙げられた。

(5) ベトナム

● 主軸となる4IR政策・方針：

無し： 第1回現地調査時点では、2019年中に戦略が発表予定という状況であった。政策名は掲げられて無いが、主担当省庁は、計画投資省（戦略策定中）。そして関連省庁として産業通商省、情報省、科学技術省などが、政策推進に携わっている。重点分野は、①ITC高度人材育成、②投資促進、③電子政府、④スタートアップ支援、⑤4IR関連の教育。具体的な詳細はまだないが、戦略では、①イノベーションや技術の導入をしやすくするための政策や規制、②通信インフラ、③電子政府および技術の活用による政府サービスの向上そして、④イノベーションへのサポートが盛り込まれる予定。

その後、「インダストリー4.0への積極的参加に係る決議」（2019年決議No.52）、Guidelines and Policies to Actively Participate in the Fourth Industrial Revolution、「2030年に向けたインダストリー4.0国家戦略に係る首相決定」（2020年決定No. 2289/QD-TTg, 2020年12月31日付）が順次公表されている。

● 関連政策等：

政府は2017年5月4日付けで第4次産業革命にアクセスする能力の強化に関して、首相指令16 / CT-TTgを発行した。これにはIndustry 4.0に関する多くのポリシーがあり、具体的には情報通信省のデジタル化スキームや科学技術省の技術革新プログラムなどが含まれている。

また、国家主導によるIT推進、情報通信技術大国マスタープランが強力に進められている。2010年にマスタープラン「ベトナムを情報通信技術大国にするための決定」を定めた。産業政策の主力として「IT産業育成」、「IT環境強化」の方針を打ち出し、「2020年までに情報通信産業のGDP比率を8～10%に」を掲げている。「2020年までの工業化の実現、及び持続的な経済成長」のため、「グローバル人材育成」、「科学技術発展」などについて、世界基準レベルまで育成することに注力。さらに、国家行政電子化計画を打ち出し、「電子政府構築」を進めている。

- 産業振興政策の基本：

「中小企業支援／イノベーション支援」に注力。「社会経済発展10ヵ年戦略（2011－2020年）」においてベトナムは、社会主義指向型の市場経済制度の整備、人材の育成、インフラの整備等を「3つの突破口」として特定、2020年までに近代的な工業国となることを掲げている。安価な労働力を頼りに、単純な加工・組立の中継地として成長してきた従来の経済成長モデルから、生産性が高く、高付加価値な製品を生産して輸出する成長モデルを構築することが、ベトナムの工業化戦略の狙いだと考えられる。そのために、重点産業分野の選定においては、製造工程の上流（素材や原材料）・中流（部品）・下流（最終製品）における産業間の連関性が強く意識されている。

また、ベトナムでは部品産業が弱く、大企業が人件費の安いベトナムに製品組み立て工場を作ったとしても、部品を国内調達できずに輸入するとなると、コストメリットがなくなってしまうので、国内調達率を向上させるためには部品加工業の進出が不可欠となる。

製造業とは別に、政府はIT産業への強化を公約しており、IT産業市場規模の飛躍的な拡大を目指していることから、ITを活用した産業の高度化が方向性として見て取れる（「全国ソフトウェアパーク建設プロジェクト」を進めて、「IT企業の4年間免税」などのIT企業優遇税制などを実施）。

- 政策立案・実施：

基本政策となる「2030年までの方向性を含む2025年までの国家デジタルトランスフォーメーションプログラム」を首相決定として2020年6月に発表<sup>48</sup>。また計画投資省がUSAIDの協力により中小企業支援プロジェクトの中で「Supporting Enterprises’ Digital Transformation from 2021 to 2025」プログラムを開始<sup>49</sup>。その他の取組としては、企業のReadiness AssessmentがUNDPの支援を得て行われた。

- 助成金の有無：

前述のようにIT企業への優遇政策はあるが、4IRに特化したものとしては、特に目立った取り組みはない。

- 課題：

- ・ 政策推進への課題として、雇用喪失回避および人材育成の重要性が認識されている。
- ・ 計画投資省が草案したIndustry 4.0に関する国家戦略は、電子政府、Fintech、モバイルサービス等イノベーションの支援に偏っており、製造業の高度化（とそれを担当する産業通商省）に対する記述がほとんど見られないなど、省庁間のIndustry 4.0に対する基本認識のズレが大きい。

---

<sup>48</sup> <https://english.luatvietnam.vn/decision-no-749-qd-ttg-on-approving-the-national-digital-transformation-program-until-2025-with-a-vision-184241-Doc1.html>

<sup>49</sup> <https://www.usaid.gov/vietnam/program-updates/dec-2020-usaid-helps-vietnamese-small-and-medium-enterprises-smes-digital>

### 3.2 IoT、AI等の新技術関連市場動向

現地調査対象5か国の政府等の新技術関連市場動向について、①市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア、②市場規模、の面から整理した。

#### (1) インドネシア

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：
  - ・ インドネシアの産業はタイよりも10年くらい遅れているイメージであり、IoTやAI等の新技術の製造業における市場は日系企業、日系サプライヤー、現地大手企業に限られている（詳細は3.3を参照）。
  - ・ 日系SIerでは、NEC、NTTデータ、中小企業のSIerがセンサ、IoTソリューション、生産スケジューラなど展開しており、ようやく販売実績が立ち上がりつつある状況である。
  - ・ SIerの主力ビジネスは大手企業へのERP販売であり、中でもSAPのシェアが大きい。また、日系企業向けには、主にSAP Business One、Microsoft Dynamics、Sage ACCPACの3種類が販売されており、特に最後のACCPACは中小企業を中心に販売されている。
  - ・ 政府はスタートアップ支援をしていることもあり、現地スタートアップは出てきているが、Eコマース関連が強く、製造業関連の企業は無い。
  - ・ 今後、AIを使った不良品識別システムなども売れるかも知れない。インドネシアでは人件費が高くなっているため、熟練技術者のクローンを作れるAIソリューションは有望。また、昨年あたりからRPAがブームとなっており、取り扱う業者が非常に増えた。新日鉄ソリューションズが開催したAIセミナーの参加者も非常に多かった。NTTデータ傘下のクニエもAIソリューションを販売しようとしている。

表-13 インドネシアの4IR市場プレーヤーの一例

| プレーヤー | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GE    | <p>GE インドネシアの収益は 2008 年から 2013 年の間に 3 億米ドルから 3 億米ドルから 10 億米ドル以上に増加<sup>50</sup>。航空部門が GE の事業に最も貢献している分野の 1 つ。GE の事業戦略は、インドネシアの企業または他の機関（大学など）の協力であり、例えば、同社は CFM 56-7B エンジンのサービスマンテナンスのために国内航空会社 Garuda Indonesia と協力している。また、ラーニングセンターの設立に取り組んでおり、国営企業 Pertamina と Perusahaan Listrik Negara (PLN) の何百人もの従業員にトレーニングを提供する。</p> <p>2018 年 6 月に GE Indonesia は、2018 年第 3 四半期から 3D プリンタ製品をインドネシア市場で販売する計画を発表。インドネシアで 3D プリントのリーディングカンパニーになることを目標の 1 つに掲げている。GE Indonesia 自身は、すでに航空機およびオートバイのスペアパーツの製造 3D プリンタを活用している。製造業向けの 3D プリンタの価格は少なくとも 100 万ドルで、冷蔵庫位の大きさ<sup>51</sup>。</p> |

<sup>50</sup> <https://www.indonesia-investments.com/news/todays-headlines/general-electric-ge-eyes-the-establishment-of-a-regional-hub-in-indonesia/item2016?searchstring=General%20electric>

<sup>51</sup> <https://www.indonesia-investments.com/news/todays-headlines/ge-indonesia-to-sell-3d-printers-in-indonesia-per-q3-2018/item8837?>

| プレーヤー                                         | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PT Panasonic Gobel Indonesia (PGI)            | インドネシアのさらなる工業化への進展に貢献する事を目的にショールームを設立し、パナソニックの総合力で「スマートファクトリー」の実現に向けた具体的提案を行う。光学検査装置や部品実装機、ロボット溶接機などを展示しており、主に日系企業向けに販売。ローカル企業からの引き合いはまだ少ない。 |
| SAP (SIer による代理店販売)                           | インドネシアで SAP は非常に強い。特に政府系機関や国営企業に大量に導入されている。しかし SAP は保守費用が非常に高価なので、中小企業は安価なソリューションを求めている。                                                     |
| バッテラハイシステム<br>(PT BAHTERA HISUSTEM INDONESIA) | 日系企業であり、NEC の生産スケジューラーソリューション (Asprova) と業務開発テンプレート HanaFirst (自社開発) を組み合わせ、サプライチェーン全体で購買・生産・出荷の小ロット化への対応を行っている。                             |

● 市場規模：

市場規模に関する具体的な情報は調査期間中には得られなかった。

(2) マレーシア

● 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

- ・ 日系SIerとしては、日マレーシア連携プラットフォームの参加企業（三菱電機、富士通、日立、ユニカミノルタ、アズビル、パナソニックFAなど10社弱）が事業展開をしている。
- ・ 現地SIerは数も少なくレベルも十分ではない。工場や製造ラインなど現場の知識が不十分で適切なソリューションの提案にまで至らない企業が多く信頼度は高くない（シンガポールですらインダストリー4.0関連の良いSIerは少ない）。

表-14 マレーシアの4IR市場プレーヤーの一例

| プレーヤー   | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 三菱電機    | インテルのマレーシア工場の半導体製造ラインに、エッジコンピューティング技術をはじめとした三菱電機 e-F@ctory の様々な IoT ソリューションが導入されている。生産現場では製造装置に設置されたセンサから膨大なビッグデータが得られるが、全てが必要な情報とは限らないため、エッジコンピューティング技術で必要な情報だけを抽出しそれを処理・分析。そのデータをモニターすることで、生産現場でのリアルタイムな監視・改善を可能にした。さらに、高精度カメラを搭載したマシンビジョンや、AI による機械学習といった先進の IoT 技術を活用することで、良否判定の精度を大幅に向上させることに成功。加えて、常に機器のコンディションを監視・分析することで、機器に問題が発生する前に部品を交換することができるようにした結果、同工場半導体製造ラインでは、最大25%の損失削減（年間コスト9億円）を実現。 |
| ユニカミノルタ | 2016年に、IoTをベースにした新たなモノづくりソリューション「デジタルマニュファクチャリング」を事業化。自社のコア技術と製造業としてのノウハウを組み合わせ、新たなモノづくりの形の提案や、生産性と仕事の質に対する課題解決を支援するサービスを展開。生産ラインの機械などのモノを測定するセンシング技術や収集したデータや画像を解析して有効なデータに変換する ICT や AI のデジタル技術などさまざまな独自技術を活用。さらにこれらの技術を融合しウェアラブルデバイスや3D レーザーレーダーなどの製品を創出し、これらを組み合わせることで効果的な「デジタルマニュファクチャリング」を実現。これらの技術の実証の場として2015年に本格稼働したマレーシアの生産拠点に「デジタルマニュファクチャリング」を段階的に導入し、自社で得たノウハウをソリューションとして販売。                |

| プレーヤー                     | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sophic Automation Sdn Bhd | マレーシアのパナ州の製造工場を中心にスマートファクトリー化や FA 化を支援している現地企業。同社の開発した「Resource management system」に連携する端末として、日本製ウェアラブルデバイス「Cygnus」が採用され、米国の大手半導体メーカーのマレーシア工場で利用されている。具体的には、Cygnus は主に”工場における業務ロスの削減”と”データの入力漏れ防止”に活用（行燈システムの異常を知らせる音が工場内の作業音でかき消されてしまうリスクや異常発生を PC で入力する際の入力漏れのリスクを解消）。                               |
| MDT Innovations Sdn Bhd   | マレーシアでも最もよく知られた IoT 企業の一つ。2008 年頃、シーメンスと取引のある重工業系の顧客からの依頼で、工場の自動化に取り組んだことをきっかけに、製造業の自動化やセンサ、インダストリー4.0 に関わる事業を展開。同社のソリューションは、使った分だけ支払ってもらうビジネスモデルにしているため、最初の投資を低く抑えることができる。ソリューションプロバイダは工場やラインなど現場の知見がない企業が多いが、同社は創設者がパナソニックのディスプレイモニター部門の部長をやっていたため、工場についての知見が豊富。日立、東芝、三井物産、三井情報、横河電機などの日系企業とも取引がある。 |

- 市場規模：

2017年までの過去5年間におけるGDPのうち平均22%が製造業により創出されている。Industry4WRDでは、2025年までに①製造業の一人当たりの生産性を30%引き上げる、②国内総生産（GDP）に対する製造業の寄与額を引き上げる、等の目標を掲げてはいるものの、実際の市場規模に関する情報の記載は限定的である。

### (3) ミャンマー

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

- ・ 日系SIerとしては、UITに日立（IoT）、富士通（AI）がラボを常設。ただ、大手・中小含めてオフショア開発とIT人材育成に集中しており、4IRソリューションを展開しているわけではない。
- ・ 現地SIerはほぼ全てSAPの代理店であり、ERPはSAPが独占状態（IoT/AIソリューションは、SAPのモジュールとして既にあるため、代理店は技術知識が無くても提供可能）。
- ・ ドイツの「Delegation of German Industry and Commerce in Myanmar（AHK Myanmar）」主催で、2019年5月24日にヤンゴンで「Industry 4.0 in Myanmar Conference in Yangon」というセミナーが開催されたが、登壇者を見ると、ドイツ側から、Siemens Myanmar、Rieckermann Myanmar（Rieckermannは国際的な産業用ソリューションを提供するドイツ企業。ミャンマー工業省監督下にある国営のミャンマー製薬工業企業（MPIE）の製薬工場（2019年4月に完成）の最新製造ラインの概念設計等を提供<sup>52</sup>）、GEA Process Engineering Myanmar（GEA Process Engineeringは乳業、飲料、醸造、食品、医薬、化学などの業界向けに製造プラント及びエンジニアリングを提供するドイツ企業）、ボッシュ、Schaeffler Manufacturing等に対し、ミャンマー側は、Myanmar Belle（農水産品製造販売、自動車、

<sup>52</sup> <https://rieckermann.com/en/news/grand-opening-of-large-volume-parenteral-solution-production-facility-in-myanmar/>

化粧品等輸入販売、など)、Impact Hub Yangon等であり、現地で4IRソリューションを展開するような企業の参加はなかった。

表-15 ミャンマーでのプレーヤーの一例

| プレーヤー                                    | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Myanmar Information Technology Pte. Ltd. | Microsoft 社の公式運用ライセンス（1 国につき 1 つ）を有する現地大手 SIer。R&D センターには 400 名くらいの社員がおり、中には IoT と AI に対応した研究開発チームもあるがビジネスとしてはまだ立ち上がっていない模様。オープンソースを使ったソリューションや自社製の ERP を開発できる技術力があるが、近年は SAP や Microsoft のクラウド系ソリューションのプロバイダ業務が大きな比重を占めている Microsoft 社、SAP 社と提携しており、SAP 社とは、Finance、Banking など一緒に取り組んでいる。 |
| ATGsys                                   | IoT を含む IT インフラのソリューションプロバイダ。ACE や MIT などのミャンマーの老舗 IT 大企業とは異なり、小規模ながら先端技術に強いことを前面に出した若い企業。業務の柱はシステム統合（SI）、LAN・データセンター設計・構築、ERP の 3 つ。City Mart に Honeywell + Cisco の IoT センサネットワークを使った ERP ベースのシステム（SAP Leonardo）を納入した他、コカ・コーラやその缶製造の会社に納入した実績があるが、会社としては Industry 4.0 に関連した業務はまだあまりない状態。  |

- 市場規模：

現時点では具体的な情報が得られていない。

#### (4) タイ

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：

- ・ 日系SIerを含め多くの企業がタイに4IRショールーム的な工場を建設し、今後の市場を睨んでいる状態。
- ・ 日系SIerでは、日立、三菱電機、NECなどがスマートファクトリーのソリューションを展開している。主なターゲットは日系企業や財閥系大手企業である。
- ・ 日系SIerの中堅、中小企業（現地で日本人が起業した企業など）の一部は、日系企業や財閥系大手企業だけでなく、現地SMEsもターゲットとしたソリューションを販売している。しかしながら、現地SMEsの多くは、現地零細SIer（個人エンジニアが即席でチームを組んで仕事を受注するようなスタイル）に安価なシステム開発・導入を依頼するケースが多い。
- ・ 現地SIerは複数社存在するものの、能力、および絶対数も不足の状況であり、タイ政府は2021年までに2018年の200社から1,400社への増加を目指している。
- ・ ABB（スイス）、KUKA Robotics（中国美的集団が買収したドイツ企業）、Nachi Technology（日本）などのロボット大手は、タイでの事業を拡大中<sup>53</sup>。

<sup>53</sup> <https://qz.com/1442763/heres-how-thailands-manufacturing-industry-is-shaping-the-future-of-robotics-and-automation/>

- ・ 「日ASEAN新産業創出実証事業」(第2回公募)の中で、日系企業4社が、タイにおいて、それぞれIoT等を使った実証実験を実施済み。デンソーのLASIは高い評価を得ており、LASIの取組は同社のロボット販売にも繋がっている。

表-16 日ASEAN新産業創出実証事業

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 小島プレス工業株式会社     | <p>サプライチェーンにおける「国際 EDI 標準 (国連 CEFAC T)」と「IoT ツール」を活用した遠隔監視実証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 安価で手軽に利用可能な中小企業用の「IoT ツール (遠隔監視システム)」を日本とタイ間で活用し、日本人スタッフが現地に行かずとも日本から導入したタイの設備状況の遠隔監視が可能であることを検証し、保全コストの削減を図る。</li> <li>・ さらにタイ国内においても部品の納入段階になって、初めて生産設備不具合による納品トラブル等が発覚する事態を回避するため、日本ータイ間で構築した遠隔監視の仕組みをタイ現地企業間においても構築し、サプライチェーン全体の生産性向上を検証する。</li> <li>・ また、日本国内においては、生産に必要な受発注システムが、各社異なるシステムとなっており効率が悪いことから、タイにおいては、タイ国内間で国際 EDI 標準 (国連 CEFAC T) を利用して受発注を行うことにより部品業界標準化により効率化を検証する。</li> </ul> |
| 株式会社デンソー        | <p>Connected Industries におけるリーンオートメーションシステムインテグレータ (LASI) の育成検証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Connected Industries とリーンオートメーション (無駄を徹底排除した経営効率の高い生産システム) を組み合わせた次世代オートメーション育成環境 (ショーケース、教育) を整備し、実践力ある地場インテグレータを育成することで、タイにおける日本の Connected Industries プレゼンスの向上、日系/地場製造業の自動化推進による競争力強化、日系産業機器ビジネスの拡大等を目指す。</li> </ul>                                                                                                                                                                          |
| 豊田通商株式会社        | <p>高精度測位技術を活用した高精度ルートガイダンスシステムの検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 準天頂衛星システム (QZSS) からの高精度測位信号及び MADOCA 補正データを活用し、タイ国バンコク市を走る車の走行状況を車線単位で収集する。その高精度プローブ情報を解析した上で、高精度ルートガイダンスを現地の物流トラックに配信する実証を行う。</li> <li>・ これにより物流トラックの配送時間短縮および効率化に寄与し、タイにおける次世代高付加価値サプライチェーン構築を目指す。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |
| 株式会社日立ハイテクノロジーズ | <p>タイにおけるシェア工場 (スマートファクトリ) 実証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 我が国中小企業の海外進出を支援するため、IoT 等を活用したスマートファクトリー技術を導入したシェア工場サービスの事業化プロジェクト推進を目的として実施。</li> <li>・ 日本側パートナーの製造技術とタイ製造パートナーの人材活用、育成等労務管理、日立ハイテクノロジーズの工場インフラ、調達、販売、周辺サービス、IoT 技術開発の協業により、コスト競争力のある日本品質の現地製造実現を目指す。</li> <li>・ 特に生産管理、品質管理において、最新の多視点無線カメラ、センサ、高度圧縮転送システム、双方向指示等、IoT 先端技術を導入し、日本からの監視、リモートによる、指導員駐在コストの削減と品質の両立を図る。実証完了までにシステム導入による生産効率及びコストの削減効果、リモート生産の課題分析と改善手法の確立、シェア工場ビジネスの事業性の検証を期待。</li> </ul>                           |

出典：JETRO 日 ASEAN における新産業創出支援の各種報告書より作成

表-17 タイでのプレーヤーの一例

| プレーヤー              | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日立製作所              | 2018年にLumada センター（IoT ソリューションルームや協創ルームからなる）を設立し、タイおよびASEAN 諸国へのIoT ソリューション展開を行う。2018年9月には「Hitachi Social Innovation Forum 2018 BANGKOK」を開催。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NEC                | タイではローカル、マルチナショナルな企業向けビジネスを開始した段階。ローカル企業向けの安価なソリューションもある（コルソスという設備稼働監視は安価に提供可能）。ローカル企業からも引き合いがある。また、「ものづくり強制プログラム」（現在、837社（1,100名ほど）の会員）の取組を日本からグローバル（中国/APAC）に展開しており、タイで工場見学やセミナーを実施している。特に、タイ生産性協会（FTPI：Foundation of Thailand Productivity Institute）と連携し、現地SMEs向けの啓発活動も実施している。<br>NEC Platforms Thai Co., Ltd.は一般社団法人日本能率協会（JMA）が日本およびアジア地域に進出している製造業の生産性や品質の向上、改善活動に成果をあげた工場を表彰する「2014年度（第4回）GOOD FACTORY 賞」を受賞 <sup>54</sup> 。タイSMEsの工場見学なども受け入れている。 |
| ボッシュ               | 43百万ユーロ（17億バーツ）を投じて、タイに新工場と研究開発センターを建設する。2016年中に完成し、2017年に稼働を開始する予定。年産能力は100万ユニット。今回の投資は、同社が2016年にASEAN地域で実施する80百万ユーロの投資プロジェクトの一環となる。プロジェクトには、インドネシア、マレーシア、フィリピンにある生産・販売拠点の拡張が含まれる <sup>55</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                         |
| アドバンテック            | 湾のマザーボードおよび産業用向けコンピューターメーカーであるアドバンテックは、2017年5月にタイ Federation of Thai Industries (FTI) および local leading ICT player Computer Union と覚書を締結し、Industry 4.0 促進のため、3年間で6 million USD の投資を宣言 <sup>56</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ファーウェイ             | デジタル変革をサポートするために1,500万ドルを投資しバンコクに OpenLab の1つを設立（OpenLab は世界に12カ所。ASEAN ではバンコク以外は蘇州市とシンガポール）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 東洋ビジネスエンジニアリング株式会社 | 2017年6月に日本の経済産業省とタイ工業省との間で署名された「東部経済回廊及び産業構造高度化に向けた協力に関する覚書」に基づき、タイ国工業省産業振興局（DIP）が進める中小企業復興活動（タイ国版IoT4.0 関連）に対する協力の覚書（MOU）を2018年5月11日に締結。タイ工業省による3 Steps Rocket Approach に参加。                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| CSI Thailand       | 約30年前に日本人がタイで設立した日系システム開発会社。顧客は主に日系タイ企業が多いが、タイ現地企業も含まれる。今後はよりタイ現地企業が増える見込み。業務内容は、企業のスマートファクトリー化、IoT、ビッグデータ、AI等のソリューション開発・導入支援をしている。AWS（アマゾン）と共同でPLCについてタイ人に説明するセミナーを実施するなど、現地製造現場の知見を有する。                                                                                                                                                                                                                                                                  |

● 市場規模：

- ・ CiscoとAT Kearneyの調査によると、タイの製造業部門は4IR関連技術を採用することにより、2028年に生産性が500億米ドル（1.6兆バーツ）増加する可能性がある。
- ・ タイ工業省は2017年からの5年間で自動化システムやロボット関連企業から2,000億バーツ（約6,740億円）規模の投資を誘致したいとの考え。また、タイ・オートメーション&ロボット協会（TARA）によれば、現在、自動化を導入しているローカル中小企業は20%

<sup>54</sup> <https://www.necplatforms.co.jp/company/news/2014/0804.html>

<sup>55</sup> [https://www.marklines.com/ja/top500/cf/s500\\_070\\_hl2016?&sitesearchKey=%E3%82%BF%E3%82%A4+%E3%82%B7%E3%83%BC%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%82%B9](https://www.marklines.com/ja/top500/cf/s500_070_hl2016?&sitesearchKey=%E3%82%BF%E3%82%A4+%E3%82%B7%E3%83%BC%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%82%B9)

<sup>56</sup> <https://buy.advantech.eu/CMS/CmsDetail.aspx?CMSID=3c34bbc8-ac58-494f-a6cf-84e83d620b0b>

に満たないが、2018年からの5年で少なくとも50%の企業が自動化に踏み切ると同協会では予測している。

- ・ 国際ロボット連盟 (International Federation of Robotics : IFR) による The 2017 World Robotics Reportによると、タイは産業用ロボットの成長市場であり、その生産数は2016年の2,646台から2020年には5,000台に達すると予測されている。また、現在、A/R技術の製造業分野の適用については、タイは世界10位となっており、1万人の労働者あたり45台の産業ロボットシステムが備わっていると報告されている。
- ・ 東部経済回廊開発計画では、官民合わせて総額1.5兆バーツ（約5兆円）の投資規模が見込まれており、空港や高速道路の整備に加え、ロボティクスやデジタル技術産業、次世代自動車産業などといった10の重点産業の誘致・育成などを図る方針。

## (5) ベトナム

- 市場プレーヤーと関連機器、関連ソフトウェア：
  - ・ 日系SIerは、大手・中小含めてオフショア開発が盛んである。IoTソリューション、ERPソリューションも提供しているが、対象は主に日系企業となっている。
  - ・ 現地SIerは大手IT、通信企業（FPT、VNPT等）に向けたソリューション提供（下請け）が多く、大手企業と中小企業の差が拡大しつつある。
  - ・ 現地SIerのインダストリー4.0の有力企業は以下の各社：

FPT情報通信 [FPT] (FPT Holdings)、MISA、NashTech Vietnam、NOVAON、Sao Bac Dau、Viettel、VNEXT、VNG、VNPAY、DEHA Vietnam

表-18 ベトナムでのプレーヤーの一例

| プレーヤー                | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FPT コーポレーション         | ICT 関連サービスの提供に重点を置いた事業を中核とする、世界有数の技術および IT サービスグループで、売上高は約 20 億米ドル、従業員数は 32,000 人。同社はスマートファクトリー、デジタルプラットフォーム、RPA、AI、IoT、エンタープライズ動員、クラウド、AR/VR、組込みシステム、マネージドサービスで世界クラスのサービスを提供している。2017 年には、ドイツのシーメンス社とパートナーシップを締結し、シーメンスの IoT（モノのインターネット）基盤「MindSphere」の活用と実装において協業する合意を行った。また、東芝デジタルソリューションズパートナー契約を締結し、ものづくり IoT ソリューション「Meister>シリーズ™」を活用した製造業向け IoT ソリューション領域での協業も実施。さらに、凸版印刷とも協業し「トッパン事務業務効率化シミュレーションサービス」を共同開発している。 |
| CMC Technology Group | CMC は設立から 25 年間の歴史がある国内有数の情報産業企業。ベトナム国内外に 10 の拠点（子会社、合弁会社、研究所）があり、システムインテグレーション、BPO、ソフトウェア開発、データセンターサービス、ICT 製品の製造・販売等を主な事業とする、ベトナム第 2 の ICT 企業。政府、教育、税務、金融、通関、保険、電力、銀行、財政等の幅広い業界に対して、中・大規模の情報通信案件を実施している。2018 年に韓国 Samsung の子会社 Samsung SDS のベトナムの工場向けに MES を導入するための戦略的契約を締結。バクニン省の Samsung の工場では、6,000 台のロボットが組立ラインで作動している。両事業者は国内の 200 社以上の Samsung のサプライヤーに MES によるスマート工場管理・運用ソリューションを展開している。                         |

| プレーヤー                                             | 企業の取組及び関連機器、関連ソフトウェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vinfast (ビンファースト)                                 | ベトナム初の国産自動車メーカーである VinFast は、昨年開催された「インダストリー4.0 サミット」のスマート製造業のセッションにおいて、「高品質モデルの国産車を生産するため、インダストリー4.0 による最先端技術を積極的に取り入れる」と述べた。同社は人材育成の一環として「ビンファースト技術者訓練センター」を設置し、電気・機械工学を中心に 200 人の研修員受け入れを計画。また、シーメンスの PLM ソフトウェアツール群によるイノベーションプラットフォームを採用し、接続されたデジタルエンタープライズの構築によって次世代自動車および輸送設計の計画を実現することを発表。                    |
| Saigon-Hanoi Beer Corporation                     | Saigon-Hanoi Beer Corporation は、商工省との協力の下、2018～19 年にオンラインの生産監視・管理システムを設計、開発するための研究プロジェクトを始動する。                                                                                                                                                                                                                       |
| ペトロベトナムグループ、VINATEX (ベトナム国営繊維企業グループ)、ベトナム電力公社グループ | 商工省の監督下にあるグループや企業は、インダストリー4.0 の導入に向けてイニシアティブを取っており、インダストリー4.0 の技術とソリューションを提供する海外のパートナーと協力関係を築いている。                                                                                                                                                                                                                   |
| VNEXT                                             | 日本で CRM ソリューションを展開するジーネクストの子会社として、2008 年 1 月にハノイに設立されたソフトウェア開発会社。ベトナムソフトウェア IT サービス協会 (VINASA) が主催する「ベトナム IT 企業トップ 50」と「インダストリー4.0 企業 (IT 分野) トップ 10 (2018 年)」に選ばれ、これら 2 つの賞を獲得。VNEXT では 2016 年初頭から日本の顧客の製品に自然言語処理、画像処理やデータマイニングなどの R&D・AI サービスを適用してきた。これにより、ビデオ識別やチャットボットの対話、電力需要予測、自動車価格予測などの AI 開発において多くの成果を得ている。 |
| DEHA                                              | DEHA は、ベトナム人が日本及びベトナムで立ち上げた、システム・アプリ開発、画像処理・AI、ブロックチェーン等を扱う企業である。日本及びベトナムの製造企業に画像処理系の製品を提供しており、「2018 年インダストリー4.0 有力企業のトップ 10 賞」を受賞。                                                                                                                                                                                  |
| NTT Data Vietnam                                  | 2008 年に設立し、現在は①「製造物流への IT 導入支援」と②「ソフトウェア・オフショア開発とテスト」の二つの業務を実施。「製造物流への IT 導入支援」は、日系企業、ローカル企業、外資系企業に営業を行っているが、主な顧客は日系企業 (ベトナムや外資企業にはネームバリューの不足、各同国の IT 企業との繋がりに負けるため)。業種問わず、RPA 技術を用いた業務改革、AI・ビッグデータ時代における BI ソリューションの活用等も提供。企業向けの IT 化コンサルティングは NTT データ内の別会社クニエ (ベトナム事務所あり) が対応。                                     |
| 富士通                                               | 富士通システムズ・イーストと共に、ハノイのタンロン工業団地にある TOTO ベトナム第一工場に IoT を活用する新システムを導入。TOTO のグローバルサプライチェーンの軸と位置付けられている。IC タグやバーコードを活用し、原材料の調合から検査に至るまでの全工程の品質や進捗に関する情報に加え、原料調合時の湿度や温度、衛生陶器に吹き付ける釉薬の種類などの実績情報、熟練工の作業手順やノウハウなどあらゆる情報を収集して、デジタル化する。これにより、熟練工のノウハウを可視化したり、統計的なデータに基づく分析が可能になった。                                               |

- 市場規模：

「社会経済発展10ヵ年戦略 (2011－2020年)」において、2010年から2020年にかけて、年平均 7－8%で成長し、2020年には名目一人当たりGDPを3,000ドルに引き上げ、産業構造 (対GDP 比) においては鉱工業が85%、うちハイテク産業が45%の割合を占めることを目指している。

### 3.3 現地進出外資系製造業・裾野産業の技術適用動向

現地調査対象5カ国の技術適用動向について、①日系企業、②現地企業に分けて整理を行った。

#### 全体概要：

製造業におけるデジタル化の進展により、アジア各国はこれまでとは異なる発展シナリオを模索している。今回調査を実施したASEAN諸国でも、デジタル化や技術イノベーション、設計開発などによって、産業の高付加化を図り、「中進国の罠」に陥らない、持続的な経済成長と産業の発展シナリオを模索している。

今回の調査において、日系企業（製造業）の多くは、工場の中の最適化（FA等）は既に完了、一方で4IR関連への対応はそれほど進んでいない状況であった。これは、まだまだ人がモノづくりを担う部分が多いため、多品種生産における4IR化については、情報セキュリティの面でも、生産性の面でもリスクがあると認識している為と考えられる。

ただし、現地で試験的にIoT（AI）を入れてみたという企業もあった。これは、サプライチェーンの末端まで、在庫&販売などの情報を吸い上げる仕組みを導入した、ベトナムでのオムロン、VINAエースコック等である。

また、現地企業では、日系企業に部品等を供給できている現地企業と、そうでない企業との間には、製造業の高度化の観点で、品質管理や生産管理の能力に極めて大きな格差があることが分かった。

調査対象国によりレベルは異なるが、各国ともなんらかの形で、デジタル化の必要性は認識されているものの、必要なコストやIT人材不足が障壁となり、対応できていない、あるいは、何から手を付ければ良いのかわからないという状況にある。

また、製造業高度化では、自社内にとどまらず、顧客企業、サプライチェーン企業とのネットワークが重要となるが、特にサプライチェーン企業との情報共有は課題として認識され、対応への機運がみられる。（先述のベトナムでのオムロン、VINAエースコックの例等）

一方で、データ駆動型製造については、現時点では不要であると認識されていることが多い。これは、中小ローカル企業などでは、現状で十分な利益が出ており、経営者の改革意識が薄く、そもそもデータの取得すらしていないケースや、日系企業などでの、データの取得から解析・判断・反映までを従業員の手作業としてアナログで繰り返す「カイゼン」等によって十分な生産性向上等が実現しているため、必要を感じていないといったケースである。また、現地調査対象国では大量生産のニーズがまだ圧倒的であり、データ駆動型アプローチで、生産設備を頻繁に変更する必要がないこともあったと考えられる。

総じて、どの国にも共通しているのは、4IRの前に安全管理が重要であり、安全管理やカイゼンがまずありきで、それを踏まえて、4IRを実施すべき、という点である。

#### (1) インドネシア

- 日系企業の技術適用動向

- ・ 日系企業の進出度は中、自動車産業の進出度も中程度といえる。

- ・ 日系企業の中では、一部IoTを使って生産量や製品試験の可視化を行っている企業があり、FA化はそれなりに進んでいるが、インドネシアの日系製造業は生産のみを行っているところが多く、製品開発・輸出、裾野産業の充実面でタイに10年は遅れていると想定できる（Panasonic, Bahtera Hisistem等からのヒアリング）。これは、戦略的に、タイとの分業の結果、最適化が図られているとも考えられる。
  - ・ 日系企業が導入しているERPは、SAP Business One、Microsoft Dynamics、Sage ACCPACの3種類。特に最後のACCPACは中小企業を中心に導入されている。ERPを導入する理由としては、人件費の高騰や、これまで特定の顧客のみを対象にしていた製造業の下請け企業が、それでは立ち行かなくなり、顧客開拓の営業に力を入れざるを得なくなってきたというビジネス環境の変化が大きい。
- 現地企業の技術適用動向
    - ・ 大手の国営企業や政府機関はSAPを導入しているところが多い。
    - ・ 中小製造業では、FA導入企業はまだ少なく、日系下請け大手企業に限られる。一方で、人件費の高騰が企業経営を圧迫しており、資金があればFA化を望む企業は多い。
    - ・ ただし、中小製造業では、4IRを学ぶ機会はほとんどなく、オフィスには紙とExcelしかない（業務システムが無い）アナログの状況なので、まずはデジタル化が先決。
    - ・ 製造業の4IR対応は、日系サプライヤーで一部導入例があるのみである。

## (2) マレーシア

- 日系企業の技術適用動向
  - ・ 日系企業の進出度は現地調査国の中ではタイ、インドネシアに次ぐ中程度、自動車産業の進出度も同様に中程度といえる。
  - ・ 政府の方針により、外国人労働者を削減しようとしているため、日系企業においても、機械化、自動化が必要となっており、FA化やIoTを活用した稼働状況の可視化は進んでいる。
  - ・ 一方で、日系企業も二極化してきており、費用対効果の面からスマート化はできないという会社も多い。自動車産業はEVなど新たな展開が期待できるが、例えば家電などは今後伸びる見込みは薄い。日系企業でもスマート化に前向きなのは3〜4割程度である。
  - ・ ダイキンの工場でも部分的にコンピュータを導入した大量生産設備を持つレベル（2IR〜3IR相当）で、完全FA化まで至っていない。日系企業の4IR対応状況を調査したところ、大手を含めても15%程度である。
  - ・ スマート化の一例としては、コニカミノルタが2014年5月にマレーシアに設立した、KONICA MINOLTA BUSINESS TECHNOLOGIES (MALAYSIA) Sdn. Bhd（以下KMMY）がある。次世代の革新的な生産体制づくりに向けて掲げた『デジタルマニュファクチャリング』をコンセプトとする生産拠点として本格稼働している。最先端のICTと生産

プロセスの自動化技術を融合させ、QCD（品質・コスト・納期）を最適化し、人・場所・国・変動に依存しない柔軟な生産対応ができるモデルプラント。具体的には、精密機器の組み立て工程で生産ライン状態を自動で管理・状況把握し、適切な生産条件に調整・維持する仕組み、ICTを通じてモノの動きを把握し、数値化することで経営指標として活用する仕組み、生産情報のリアルタイム管理を通じて損益状況などの経営指標の「見える化」を行う仕組み、マレーシアと他の拠点とのネットワーク共有により、バーチャル環境下でのシミュレーション・技術検討を可能にする仕組みという、4つの仕組みを段階的に導入。

- 現地企業の技術適用動向

- ・ 製造業系の業界団体であるFMMによると、Top Glove、ダイキン、プロドゥア、ファークウェイなどの大企業はFMMメンバー企業を対象とした工場視察を受け入れているとのことで、FA化などは一定程度進んでいると思われる。また、政府機関の見解としても、4IRに関して大企業への支援は不要（自社リソースで対応可能）との認識である。
- ・ SMEsについては、FA導入は一部のみに留まっており、また、FMMがメンバー企業を対象に調査したところ、60%以上の企業が4IRを知らないという結果であった。I4IRの最初のステップはデジタイゼーションだが、出来ているSMEはほとんどいない。そもそも4IRの前に安全管理などの徹底が必要という意見も聞かれた。
- ・ 課題としては、4IRやそもそもITに対する知識不足、投資回収可否への疑念、成功事例の欠如等がある。
- ・ 新技術の導入については、製造業よりもリテールや金融サービスなど顧客からの強い要求を直接受けているB to Cの業種ほうが積極的な傾向にある。一方、製造業を含むB to Bの業種は消極的。

### (3) ミャンマー

- 日系企業の技術適用動向

- ・ ミャンマーに進出している日系企業は多いが、労働集約型の製造が中心である。特にミャンマーの製造業で活動が目立つのは、衣料品や鞆の製造を行う軽工業企業であるが（日系企業その他、中国、韓国等の企業も進出）、特徴として労働集約型作業の多さがあり、製造業高度化は進んでいない。このため、製造業の4IR対応状況はほぼ皆無である。

- 現地企業の技術適用動向

- ・ 国営企業を機械化して多数の労働者を解雇し、大規模な労働争議になった事例を教訓として、国営企業の機械化には慎重姿勢である。
- ・ 中小企業では、機械化すら遅れており、製造業の4IR対応も、ほとんど無い。

#### (4) タイ

- 日系企業の技術適用動向

- ・ タイにおける日系企業の進出度は高く、自動車産業の進出度も高い。
- ・ JETRO「日ASEAN新産業創出実証事業」(第2回公募)の中で、日系企業4社が、タイにおいて、それぞれIoT等を使った実証実験を行っている。
- ・ 人件費の高騰、急速に進む高齢化、低賃金労働を担う周辺国労働者(カンボジア、ミャンマー等)の将来的な帰国、といった問題への対策として、日系企業においても、機械化、自動化が必要となっており、FA化やIoTを活用した稼働状況の可視化は進んでいる

- 現地企業の技術適用動向

- ・ 財閥系など大企業はFA化が一定程度進んでいる。例えば、大手財閥CP (Charoen Pokphand) グループでは、中国河北省のCP Foods社の工場において、「肉まん・餃子」の製造ラインにロボットを導入するなど、独自の生産システムを構築し、IoTを製造業強化に活用している。また、自動車部品大手サミットグループのSammitr Motors Manufacturing社は、中国の自社工場で、油圧オイル漏れなどをモニタリングするシステムにより、部品層での従業員の動きをIT で把握して省人化、現場改善につなげている。
- ・ 一方で、中小企業でのFA化は一部のみであり、また、4IR以前に安全確保や経理など基本的なことも十分に出来ない層もいる。
- ・ 課題としては、4IRやそもそもITに対する知識不足(例えば、IoTでデータを取れても活用方法がわからないというレベル)、投資回収可否への疑念、成功事例の欠如等がある。

#### (5) ベトナム

- 日系企業の技術適用動向

- ・ ベトナムへの日系企業の進出度は中、自動車産業の進出度は中の下。
- ・ 日系の工場はほぼ効率的に完成されているため、新たに4IRを導入しようという機運は低い。
- ・ ただ、サプライチェーン下流(販売店等)における在庫・受注データをリアルタイムに取得して工場の最適な生産調整を行っている例(オムロン、VINAエースコック)や、IoTを導入した新工場を立ち上げた企業もある(TOTOベトナム)。

- 現地企業の技術適用動向

- ・ 旧国営企業を中心に大手企業ではFA化、IT化を進めている。ドイツ等の最新技術を導入したスマート工場の例もある(ベトナム初の自動車会社であるVinFastや、乳業のVinaMilkなど)。

- ・ 一方で、SMEsでのFA導入企業はわずかであり、総じて、現場の安全／カイゼンも不十分な状況。そもそも現場のデータを取っていない、経営層が現場を知らない（利益追求を優先）といった状況。
- ・ そもそも、一定の品質の大量生産により問題なく利益が出ている企業/SMEsが多いため、4IRへの関心がなく、製造業の4IR対応状況はほとんど見られない。

### 3.4 現地における新技術関連人材の現状と課題

現地調査対象5カ国の新技術関連人材の現状と課題について、①産業人材育成政策、②産業人材育成の現状、③日系企業の視点からの人材ニーズ、④課題、の4つの観点で記述した。

#### (1) インドネシア

- 産業人材育成政策
  - ・ Making Indonesia 4.0の中に人材育成に関する優先項目として「人材の質の向上：インダストリー4.0に合わせた教育カリキュラムの刷新・専門性の高い人材の移動を円滑化」が提唱されている。
- 産業人材育成の現状
  - 政府・ドナー等による取り組み
    - ・ 工業省においては、全国の人材育成センターを統括するため工業省産業人材育成庁が新設され、その傘下の機関でスイス、台湾、シンガポール、ドイツなどの支援を受けて4IR関連の人材育成が実施されている。また、工業省が開設したPIDI 4.0（前出）には研修センターがあり、主に企業人材向けの4IR関連スキル構築のための研修が行われる計画である。
    - ・ 通信情報技術省では「Digital Talent Scholarship」プロジェクトで4IR関連の人材育成がなされている。このカリキュラム作成にCisco、Amazon、Microsoftなどの主要IT企業が関与し、資格提供（CCNA Security, IBM IoT, Amazon AWSなど）をサポートしている。このコースの講師は、前述の主要IT企業でToTに参加する条件が課されている。
    - ・ ドイツは、RECOTVET（GIZによるASEAN全体を対象とした4IR関連の技術協力プロジェクト）を介してタイのThai German InstituteやシンガポールのGerman Training Center等とも協力し、インドネシアの職業訓練校の教員に対して4IRに係る人材育成の能力強化を実施している。
  - 教育機関による取り組み
    - ・ インドネシア大学工学部では、来年2020年から4IRに関連あるカリキュラムを導入する予定で、全国を対象としたオンライン授業も開始予定。4IRに関連するIoTやAIなどの科目は電子工学科やメカトロニクス学科の授業で実施されている。

- 日系企業の視点からの人材ニーズ

- ・ 現地IT技術者の一部は技術レベルが非常に高く日系企業同士が取り合う状況にもあるが、大半のIT技術者を含む新技術関連人材は、質、量ともに満足できるレベルに達していない。このため現地日系企業からの要望として、各地域の大学、ポリテクセンターや職業訓練校などで新技術を指導できる人材（指導員や教員）の育成が挙げられた。

- 課題

- ・ SMEsにIoTを導入するには事前の環境整備として、安全の強化やカイゼン活動の基本となる5Sの実践などが必要で、これらを実践するための企業人材の底上げが必要となる。次に4IR対応への課題はIT技術者を育成できる指導員や教員がいないこと。この結果、現状では生産活動を理解できるIT技術者の確保が期待できない。

## (2) マレーシア

- 産業人材育成政策

- ・ マレーシアの4IRに関するNational Policy であるIndustry4WRDの” Strategic Enabler”として5つの施策：Funding、Infrastructure、Regulations、Skills&Talent（Upskilling Existing & Producing Future Talents）、Technology（Access to Smart Technologies）が設定されており、Skills&Talentの目的として製造業の就業者のスキルアップと学生へのSTEM（Science, Technology, Engineering, Mathematics）教育の強化が謳われている。担当省は人的資源省と教育省である。

- 産業人材育成の現状

- 政府・ドナー等による取り組み

- ・ ドイツは、インドネシアでの対応と同様にRECOTVETを介してマレーシアの職業訓練校の教員に対して4IRに関係する人材育成の能力強化を実施している。
- ・ 4IR導入の過程では生産現場から採取した各種センサ類のデータやビッグデータの分析などにデータサイエンティストが必要となるが、この人材育成の面ではマレーシアが先駆的な位置にあり、ASEAN Data Analytics Exchange（ADAE）がASEAN諸国を巻き込んで活動している。

- 教育機関による取り組み

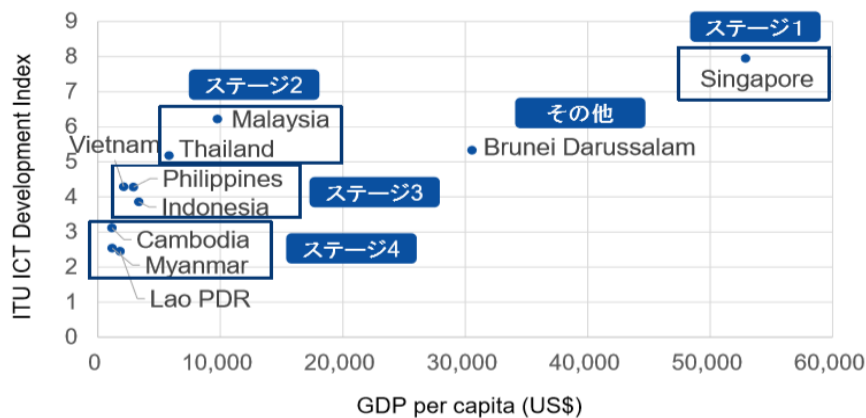
- ・ GMI（German Malaysian Institute：1992年設立）は技術系の職業訓練校（学生数5,000人規模）で、4IRを牽引する教育機関としてASEANへの4IR普及を目指した活動を行っている。学生向けの各コースにも4IR関連のカリキュラムが取り入れられている。またUp-skillやRe-skillなど社会人向けの4IR関連コースもある。
- ・ 高等教育機関で一歩抜きんでた位置にあるMJIIT（マレーシア日本国際工科院）では、ロボットや簡易的な生産ラインなどを活用した4IR関連の教育を実施している。

- 日系企業の視点からの人材ニーズ

- ・ 日本商工会議所では、4IRへの先駆的な取組も必要だが基本的な労働倫理の意識付けの再教育や5S/カイゼンなどの生産に必要な基礎的な知識・技能の再強化への支援の重要性が指摘された。日系企業からは、前述の基礎的な能力強化だけでなく4IRを意識した革新性を含む産業人材育成の必要性が挙げられた。

- 課題

- ・ 教育機関と産業界の連携が弱いことにより、教育カリキュラムが産業界ニーズを十分に反映できていないため4IR関連の教育カリキュラムは改良を要すとの指摘がある。
- ・ 4IRに関しドイツと日本で基本思想に違いがあるため、この分野で先行しているGMIの4IR関連の人材育成プログラムは日系企業の人材育成ニーズへの対応として最適ではなく、したがって日系企業への裨益効果を求めるには独自の産業人材育成プログラムが必要。この場合、既存のMJITを活用するとしても指導内容の刷新が必要。
- ・ WorldBankが調査したASEAN諸国のICT開発指標（ブロードバンドの普及や電子政府の整備といったICTのインフラ整備）の比較（図-8参照）では、本調査対象外のシンガポールを除いた順位はマレーシア>タイ>インドネシア>ミャンマーの順で、本調査対象5ヶ国中でマレーシアが最上位にある。このため、4IRを想定した新技術人材に関する上記の課題も他の4ヶ国に比べてレベルの高い課題と解釈できる。



出典：「ITU、Worldbank ホームページより」みずほ銀行産業調査部作成

図-8 ICTと経済発展度合い

### (3) ミャンマー

- 産業人材育成政策

- ・ 同国の産業の発展度合いが低いため4IRに関連する産業人材の育成政策や民間企業との連携活動はほとんど見られない。

- 産業人材育成の現状

- 政府・ドナー等による取組み

- ・ 政府による特に目立った取組はない。なお、日本の経産省傘下の国際情報化協力センター（CICC）による海外人材サーベイなどの活動を介してミャンマーのIT人材育成が活発となった経緯があり、その結果として日系企業とのインターンシップ活動や就職などの関係が広がりつつあるが、4IRに関連する産業人材の育成はまだ手付かずである。

- 教育機関による取組み

- ・ 日立はミャンマーにおけるIT分野の次世代リーダーの育成を目的として、UIT（University of Information Technology, Yangon）に「日立ミャンマーラボラトリ」を設立し、同ラボラトリに技術者を派遣してUITの教員および学生を対象とした講座の開講と講座の運営に必要なサーバなどのITプラットフォームを寄贈している。
- ・ 同国内のIT関連の大学で年間5,000名規模のIT人材の育成が実施されているとのことだが、他方でIT技術が遅れているとの日系企業の判断により、日立や富士通などが技術の底上げの目的で「寄付講座」を支援している。
- ・ 大学教育ではUITにIoTに特化した研究室があり、Smart Car Parking, Smart Billing, Smart Traffic Lightの3つのプロジェクトが運営されているが産業界ニーズを取り込んだテーマとは解釈し難い。AI関連のカリキュラムとして知識工学、ロボティクス、クラウド／ビッグデータ分野の教育が成されているが、産業界ニーズに柔軟に適合したカリキュラムの必要性や指導教員の不足などの発言があった。なお同大学では日本のIPAの情報処理技術者試験の海外版のITPECを3年生に受験させており、合格率94%と極めて優秀である。新潟の長岡技術科学大学と連携関係を有することや日本、タイ、ベトナムの企業等とインターンシッププログラムを実施するなどの成果により就職率はほぼ100%である。
- ・ ドイツのFESTO社と提携関係を持つ同国の医療機器販売会社Sea Lion社の支援で設立されたSITE（School of Industrial Training and Education）が職業訓練コースを提供しているが、カリキュラムは基礎教育レベルの内容で4IRとの関連は無い。

- 日系企業の視点からの人材ニーズ

- ・ トヨタの組立工場は既に着工済みであり、日産も同国に組立工場を展開する予定との情報から、IoT関連技術の強化以外に日本式のビジネスマナーの習得や生産現場で役に立つ実践的な能力強化の必要性が指摘されている。

- 課題

- ・ 工業系のIT人材の育成強化、生産現場に特化したITコースの開発、机上学習のみでない実践指導、日本式のビジネスマナーの習得等を重視したコースの実現などに対応できる指導員が求められているが、同国の産業自体の未発達度合いの影響により、新技術関連

人材の育成政策に対する政府の動きは乏しい。IT人材育成がブームで進んでいる一方で、国内産業にその受け皿がないため、ほとんどのIT人材がベトナムや日本など国外へ流出している。

#### (4) タイ

- 産業人材育成政策

- ・ タイ政府がThailand4.0を打ち出した年の翌2016年に、デジタル分野における具体的な長期計画として、情報通信技術省（MICT）<sup>57</sup>および科学技術省（MOST）がDigital Thailand Planを策定している。この計画における重点テーマの一つに「デジタル時代に向けた人材育成」があり、今後10年の人材育成目標として「労働人口が国際的に高い水準のデジタル技術を活用できるようになる」、「全国民がITリテラシーを獲得する」が掲げられている。

- 産業人材育成の現状

- 政府・ドナー等による取り組み

- ・ 中小企業の産業高度化を支援する目的で、タイ工業省が設置したITC（Industry Transformation Center）が日本の経済産業省との覚書（MOU）に基づき「3 Stages Rocket Approach」を実施。デンソーがITCで実施しているLASI（Lean Automation System Integrators）では、日本の強みである生産技術の基礎教育を実施している。調査時ではIoT関連の内容は含み切れていないが、今後はDigital Thailand Planとの連携が期待できる。LASIは大学への普及や地方への展開が計画されていることから普及効果が期待できる。
- ・ EEC（Eastern Economic Corridor :東部経済回廊）投資と企業誘致に絡めたデジタル人材育成政策もとられている（EECに進出する企業は税制面での優遇を受けられるが、タイ人技術者の雇用・育成がその条件の1つに含まれている）。
- ・ GIZによる職業訓練分野における支援活動（RECOVET）や中国による大学を活用したプログラミング人材の育成支援など、産業人材育成の支援活動が行われている。
- ・ タイランド4.0の実現に貢献できるレベルの産業人材の育成を図ることを目的に、日本の円借款事業「産業人材育成計画」で日本の高等専門学校をモデルとした高専が同国でも開校される予定である。カリキュラムにはメカトロニクス、自動加工学などの分野が想定されている。<sup>58</sup>

- 教育機関による取り組み

- ・ KMITL（King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang）で2018年からロボティクスとAIのコースが開講された。また同大学では、社会人向けのSkill-UpやRe-Skillプ

<sup>57</sup> 現在、デジタル経済社会省（MDES）

<sup>58</sup> 在タイ日本大使館 [https://www.th.emb-japan.go.jp/itpr\\_ja/pr2020\\_09.html](https://www.th.emb-japan.go.jp/itpr_ja/pr2020_09.html)

ログラムなどにも注力している。さらにはASEAN後発国からの学生受け入れを積極的に実施しており、産業人材の基礎知識となり得るインダストリアル・エンジニアリングやリーンマニュファクチャリング、カイゼンなどの汎用管理技術系や生産装置、PLC、センサなどの生産工学系までをカバーした教育支援が成されている。

- ・ 泰日工業大学と泰日経済技術振興協会（同国で30年の歴史を持つ）の2機関で産業人材の基礎的な能力強化がサポートされている。

- 日系企業の視点からの人材ニーズ

- ・ 進出日系企業の発言では、SMEsの大半はカイゼン活動やマネジメント能力も低いレベルでありIoTの認識はほとんど無く、この状況で4IRを展開するには、データ活用法や分析技術（分析手法と特徴、必要な能力、他）などの新たな能力強化が必要となる。日本の支援で設立された泰日工業大学での聞き取り調査でも、未だに日本のものづくりを理解した産業人材の必要性が挙げられている。

- 課題

- ・ 日系企業の裨益に繋がるであろうSMEsに対し、4IR導入に必要な教育を担当できる指導人材（教員など）はほとんどいない。なお複数の国（ドイツ、中国など）が4IRを意識した産業人材育成の支援を行いつつあるが、日系進出企業が欲するものづくりの基礎を理解した上でビッグデータを分析し現場改善を実践できる技術人材像とは合致していない。
- ・ タイには日本が長年にわたり支援してきた教育機関が多くあるが、同国の国情から工学系学科の人气が低く、優秀な学生が工学系に集まらない。人材育成してもすぐ転職してしまうという問題もある。

## (5) ベトナム

- 産業人材育成政策

- ・ ICT政策の重点施策の第1項目（最優先）にIT人材育成が挙げられている。

- 産業人材育成の現状

- 政府・ドナー等による取組み

- ・ GIZがTVETの講師支援のためのカリキュラムとして、CNC操作技術、NCプログラミング、メカトロニクスなどの研修を取り入れ、ドイツのBosch、Siemens、ABBなどから研修用機材の支援を受けて指導講師のToTが実施されている。この支援プログラムは終了時期が近いとため、次のプログラムとして4IRに関係する企業内パイロットトレーニングと再教育プロジェクトが検討されている。

➤ 教育機関による取り組み

- ・ ハノイ工科大学では、過去のJICAプロジェクト等の経験を基としてフランス、アメリカの支援の下で4IRに貢献できる人材育成のための教育プログラムを実施中。具体的には米国Keysight Technology社からIoTトレーニング用機材の寄付やIBMからNew Data Science and AIおよびソフトウェア開発の研修支援を受けている。またSamsungからも講師派遣や研修（AI、Automationプログラムなど）支援だけでなく、奨学金制度や実験費用などの支援を受けている。Samsungは共同研究も積極的で、プロジェクト形式で共同活動を展開している。また同大学は留学制度も活発で、文部科学省のJDS（人材育成奨学計画）プログラムやSEED-Net（Southeast Asia Engineering Education Development Network）などを積極的に活用し立命館大学、慶応大学と20名規模の留学プログラムを実施している。このほか芝浦工業大学とRobotic Program、名古屋大学と2年前にIoT関連のテーマで共同講座のプログラムを開講している。またSEED-Netを利用しPanasonicや日立、三菱電機等の支援によるプログラムが毎年実施されている。ただし教員レベルの面で日本の大学レベルと大きな差があるのが実態とのことで産業界との連携強化の必要性が強調された。
- ・ VJCC（ベトナム日本人開発インスティテュート）は20年の活動の歴史を持ち10年前から経営塾を開催して400社の経営者等、約500名の啓蒙育成に貢献してきている。最近では、データドリブンによる現場カイゼンや経営手法に関する研修プログラムを新設する構想もある。

● 日系企業の視点からの人材ニーズ

- ・ 産業人材面の企業ニーズは5S／カイゼンの基本習得が求められるレベルであり、4IRを意識した産業高度化の志向性は現時点では弱い。なお電気系技術者の技術レベルの低さが挙げられ、その要因として指導教員の質的問題が指摘されたことから、今後の新技術関連人材の育成においては、指導教員の能力面の課題が大きいことが推察できる。なお現地調査では、同国で生産活動をしているグローバル企業Samsungは4IRの実践が最も進んだ企業とのことであり、この事を考慮すると同国の人材ニーズは、高度に標準化が進んだ製品の大量生産（Open-modular architecture）に対応する人材ニーズとカイゼン活動に基づくリーンプロダクション（Closed-integral architecture）に対応する人材ニーズの異なる産業人材のニーズが有る様に想像される。

● 課題

- ・ 大学等の高度産業人材の育成を担う機関からは4IRを意識したカリキュラム刷新の要望が出されるが、日系進出企業が欲する産業人材の育成を担うためには、産業界と教育界の連携強化が必要で、時間を要する可能性が高い。なお、日本は約20年の長い歴史を持つVJCCを通じて人材育成面で豊富な実績を有しているが、現状の産業高度化の変化の早さには十分に適応しきれておらず、今後の取り組みが期待される。

## 4. COVID-19が製造業高度化に与えた影響調査結果

### 4.1 総論

製造業の高度化におけるCOVID-19の影響は、短期的にはロックダウンや工場の操業停止、サプライチェーンの寸断等により負の影響を受けたことが明らかであるが、COVID-19によってむしろ正の影響を受けた技術や分野もかなりあることが判明した。パンデミックによる遠隔業務や人員の削減、自動化の推進等によって、ほとんど負の影響を受けずむしろ普及に大きな弾みがついたと考えられる技術には、IoT、AI、RPA、AR/VRなどがある。一方で、短期的には負の影響を受けたと考えられる技術にはロボティクス、3Dプリンティング、MESなど主に従来から既に普及がある程度進んでいた技術があり（→2.2）、COVID-19によって特にその需要が喚起されたわけではないと考えられる。しかし、長期的には全ての製造業高度化技術で着実な市場の成長が見込まれており、全体としてインダストリー4.0の推進はCOVID-19によってむしろ加速されたと結論付けるべきである。

調査対象各国における製造業高度化への取り組みも上記の傾向を反映しており、先進国はもとよりASEANの新興国でも、官民ともに人間の密な集合を避けることが設備の自動化やAI導入を推進することに直結していると考えており、これまでこのような高度化に消極的であった企業等もCOVID-19によってその是非を検討する必要性に迫られていると考えられる。しかしながら、各国ともに短期的には今後予想される余剰人材の再教育や高度技術に適応した新たな人材の育成が大きな課題と捉えられていた。

また、COVID-19に特有な事情で以前と比較して特に需要が高まった技術には遠隔会議、遠隔監視、遠隔操作等、人間が現場に居ることなく業務を行える仕組みがあり、特に日系企業の社員が現地入りできない状況の中で必須の取り組みとなっている状況が明らかとなった。

なお、この章の内容は特に断らない限り2021年3月時点までに調査した結果に基づくものである。

### 4.2 調査対象国における製造業高度化にCOVID-19が与えた影響（机上調査）

（注）政府等の取組を除き、以下の調査は日本を除く調査対象国について実施した。日本の国内製造業に対する調査結果は、4.3のインタビュー調査結果を参照のこと。

#### 4.2.1 新技術対応への政府等の取組状況にCOVID-19が与えた影響

ここでは、調査対象各国における政府等の取組状況にCOVID-19が与えた影響について述べるとともに、UNIDO（国連工業開発機関）によるCOVID-19関連の対応についても言及する。

##### (0) 概要

全般的に、各国政府はCOVID-19による短期的な負の影響に対しては対症療法としての財政出動を行っている。IMFの「Database of Fiscal Policy Responses to COVID-19<sup>59</sup>」によれば、

---

<sup>59</sup> <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Fiscal-Policies-Database-in-Response-to-COVID-19>

2020年に主要各国が実施したCOVID-19対策の財政出動（2020年GDP比）は図-9のようになっている。

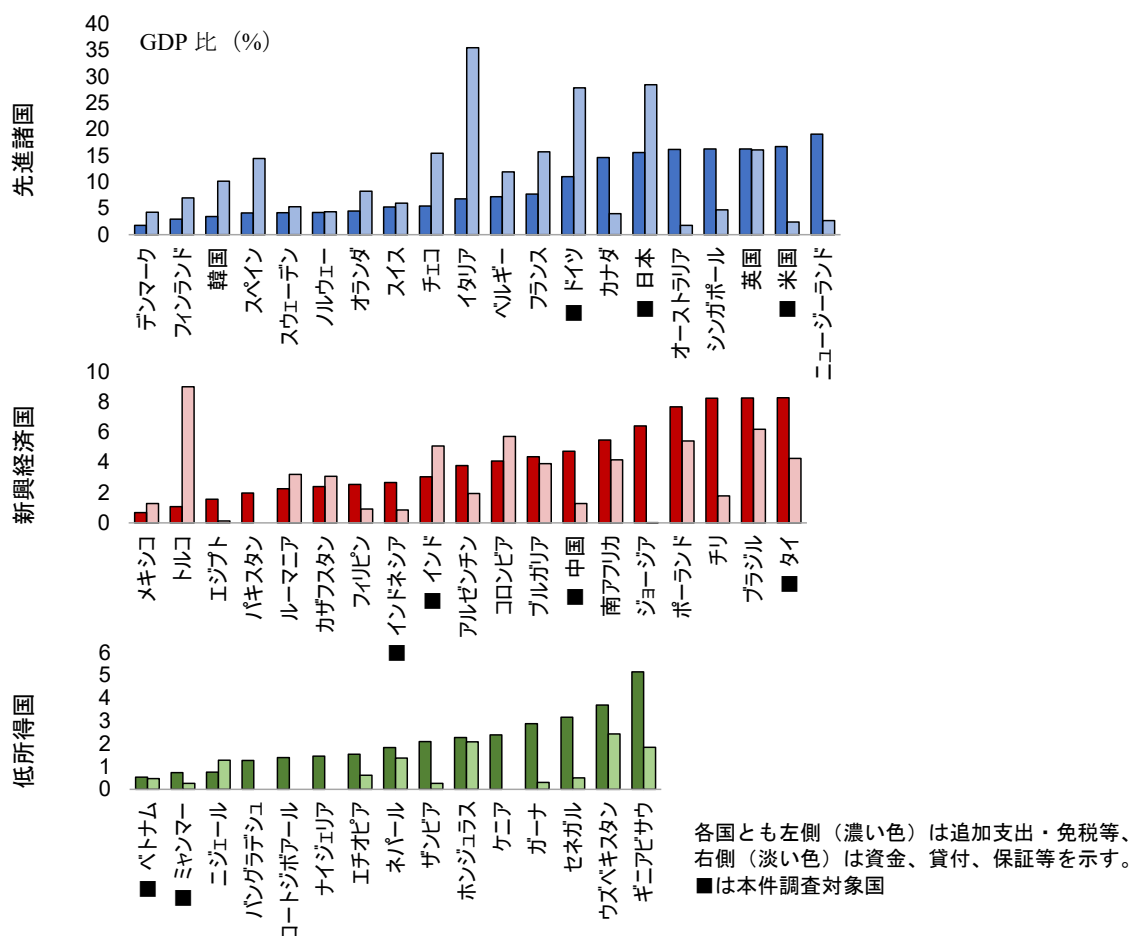


図-9 各国のCOVID-19対策の財政出動<sup>59</sup>

しかし、一部の国では長期的には製造業のデジタル化やインダストリー4.0の推進にCOVID-19はむしろ絶好の機会であると捉えている傾向もあり、この機会に特にサプライチェーンのデジタル化を進めようとする国が多かった。また、業界団体の動きはより未来志向であり、インダストリー4.0がパンデミックへの対応としてより積極的な役割を担い得ることに注目して、従来からの技術分野に加えて遠隔業務・制御技術等に注力してゆく姿勢を見せている。

## (1) 日本

### 政策面での動向

- 新型コロナウイルス感染症緊急経済対策の中で、パンデミックにより大幅に落ち込んだ消費の喚起と共に、デジタル化やリモート化などの未来を先取りした投資の喚起を掲げており、COVID-19対策を盛り込んだ補正予算の中で、特に強靱な経済構造の構築として

「サプライチェーン改革」、「リモート化等によるデジタル・トランスフォーメーションの加速」を挙げている<sup>60</sup>。

- このうち、「サプライチェーン改革」では、パンデミックによりサプライチェーンが分断あるいは機能しなくなった反省から、中国等特定の国に大きく依存し過ぎたサプライチェーンを見直し、国内のサプライチェーン強化や海外の（特に日本に近いASEANを指定して）サプライチェーンの多元化・強靱化を支援するために2,486億円の補正予算を計上した。その中で、IoTの活用など「サプライチェーン強靱化に資する技術開発・実証」に30億円、また「在庫情報のリアルタイム共有に向けた基盤整備事業」に2億円を割り当てている。
- また、「リモート化等によるデジタル・トランスフォーメーションの加速」では、EdTech（デジタル技術を活用した教育コンテンツ・サービス）の学校等への試験導入支援、遠隔での医師等への健康相談の実施、越境EC等の非対面・遠隔の事業活動への支援、行政サービスのデジタル化の加速、非対面・遠隔での活動の基盤としてのサイバーセキュリティ対策等に計1,009億円の補正予算が計上されている。その中で製造業高度化に関連する事業としては、「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発」に3億円、「中小企業デジタル化応援隊事業」に100億円が割り当てられている。

#### 業界団体等の動向

- 経団連は2020年9月に「Society 5.0時代のサプライチェーンー商流・金流のデジタル化推進に向けて<sup>61</sup>」を発表した。その中で、日本のサプライチェーンの目指すべき将来像として、「アナログベースの受発注・決済からの解放」、「品質・トレーサビリティの向上」、「新たな取引関係の構築や価値創造」を掲げている。その達成に必要な活動として、各企業がデジタル技術の導入（DX）による生産性の向上に取り組む必要があり、そのための人材育成や地域支援体制の構築・強化が挙げられているが、特に中小企業ではIT系人材の確保が困難であったり、社内でのDXへの動機づけが難しかったりする状況があるため、中規模企業のなかでもある程度規模の大きい企業（従業員数200～300人程度）については、最終的に、専門家による支援がなくても中小企業が自律的にDXを取り入れていけるようにすることが望ましく、また中小企業におけるデジタルの導入・活用に際しては、それぞれ状況に合わせて適切な支援が手軽かつ迅速に得られる体制の整備が必要とされている。
- ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会（RRI）がドイツのPlattform Industrie 4.0およびドイツ工学アカデミーと共催で両国の有識者会合を開き、その結果として「アフターコロナの世界におけるものづくり」を発表<sup>62</sup>。その中で、日本は人の作業を機械に置き換え

<sup>60</sup> [https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan\\_fy2020/hosei/pdf/hosei\\_yosan\\_gaiyo.pdf](https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2020/hosei/pdf/hosei_yosan_gaiyo.pdf)

<sup>61</sup> [https://www.keidanren.or.jp/policy/2020/079\\_honbun.pdf](https://www.keidanren.or.jp/policy/2020/079_honbun.pdf)

<sup>62</sup> <https://www.jmfri.gr.jp/document/library/1470.html>

ていく考え方が中心だったのに対し、ドイツではエンジニアリングプロセスの自動化や人と機械のコラボレーションなどのデジタルツールが人の活動をサポートしていくという、人間の活動を補強する仕組みとしての高度化を模索している現状が報告された。

## (2) ドイツ

### 政策面での動向

- 就労者と企業のための大型支援：シュルツ財務大臣とアルトマイヤー経済大臣は、COVID-19の影響を緩和するための包括的対策パッケージを打ち出し、企業向けに無制限の融資プログラムを提起した<sup>63</sup>。包括的対策パッケージの具体的施策は以下のとおり。
  1. 短時間労働への操業短縮手当給付要件の緩和
  2. 企業の資金繰り悪化防止のための税制上の特例措置
  3. 企業向け大型支援
  4. ヨーロッパ諸国との連携強化
- また、Industrie 4.0プラットフォームの運営会議の席上、アルトマイヤー連邦経済エネルギー大臣は「Industrie 4.0は新型コロナ危機の克服に寄与する」と述べ、相互運用可能なデータを利用したデジタルバリューチェーン／サプライチェーンの構築が重要だとの認識を示した。また、カルリチェック連邦研究大臣は、次のステップとして中小企業がこれらの新技術にアクセスできるように支援する意向を示した。<sup>64</sup>

### 業界団体等の動向

- 2020年5月、Platform Industrie 4.0内の「デジタルビジネスモデルとインダストリー4.0」専門家WGは、コロナ後のデジタル化したビジネスモデルのあり方を10のテーマとしてまとめ発表した<sup>65</sup>。この中で、企業としての柔軟性やアジャイル性、リスクに対して強靱なローカルバリューチェーンの構築等の重要性と並んで、製造業では今後一層デジタル化と自動化が進み、VR/AR等を活用した工場のリモート管理など「物理的距離」の確保が拡大すると見ている。
- 2020年6月、Platform Industrie 4.0は、ポジションペーパー「新型COVID-19ウイルス感染症とインダストリー4.0」を発表した<sup>66</sup>。その要旨は以下の通り。
  - COVID-19の世界的な流行を受けて、企業は生産工程のさらなる柔軟化、バリューチェーン・部品調達の最適化への対応を求められ、それにはデジタル化が決定的な要素となるため、インダストリー4.0の流れはさらに加速する。

<sup>63</sup> <https://japan.diplo.de/ja-ja/aktuelles/-/2318820>

<sup>64</sup> <https://crds.jst.go.jp/dw/20200814/2020081424183/>

<sup>65</sup> [https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Corona\\_Thesen.pdf](https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Corona_Thesen.pdf)

<sup>66</sup> <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Positionspapier-Covid19.pdf>

- デジタルインフラプロジェクトであるGAIA-X<sup>67</sup>と合わせてインダストリー4.0の流れを着実に進めれば、ドイツ・欧州の産業がより競争力、活力を持てる。
- これまでドイツにおけるIT分野の4IR推進の中心的存在であったSAPは、COVID-19後にインダストリー4.0は「企業が生き残るため」「コロナ後の回復を早めるため」「中長期的にはより強靱なビジネスを作るための基盤として」という、これまでの単に製造業のプロセスを高度化するための役割とは異なる、事業のレジリエンス（耐性と回復力）を重視した役割を担うとしている<sup>68</sup>。
- 2020年7月には、ハノーバーメッセが「Hannover Messe Digital Days」と題して史上初めてオンラインによる開催となった。その中で4IR関連の発表もオンラインで行われた<sup>69</sup>。なお、同年開催については、アセアンから初となるインドネシアがパートナー国として選定をされていたが、前述のように現地開催が見送られたため、2021年開催時にパートナー国として、メーカー・インドネシア4.0を紹介している。
- 既に日本の項で述べた「アフターコロナの世界におけるものづくり」の発表。

### (3) アメリカ

#### 政策面での動向

- アメリカ政府としては、特に中国を中心とした世界的なサプライチェーンの問題点がパンデミックによって露呈したとの認識から、製造業の米国回帰（Reshoring）への取り組みを加速しようとしており、回帰しないまでも供給網の多様化は必要だとの意見が出ている。<sup>70</sup> <sup>71</sup>このような意見は民間からも多数出てきており、製造業はリスクに柔軟に対応できる体質強化が必要であるとの論調が多い。

#### 業界団体等の動向

- 2020年3月、全米製造業者協会（NAM）は会員へのサーベイに基づいて「COVID-19 Policy Action Plan Recommendations」を発表。政府に対して、事業継続に必要な基金の創設や自粛中の従業員への経済支援等の政策対応を提言した。
- 2020年7月、Industrial Internet Consortiumは「Digital Transformation in Industry White Paper」<sup>72</sup>の中で、DXを進めるための推進力は通常市場競争が大きなファクターであるが、それ

<sup>67</sup> ガイア-エックス（GAIA-X）は欧州のクラウド・データインフラ構想で、11のドイツ設立メンバーのうち5社・団体（SAP、シーメンス、ボッシュ、ドイツテレコム、フラウンホーファー研究所）は、「プラットフォーム・インダストリー4.0」の運営メンバーでもある。機密性の高い製造ノウハウや顧客データが米国（AWSなど）や中国のクラウドに保存されることについて、ドイツの中小企業から強い懸念が出ているという背景がある。

<sup>68</sup> <https://news.sap.com/uk/2020/04/what-is-the-future-for-industry-4-0-in-the-post-covid-19-paradigm/>

<sup>69</sup> <https://www.hannovermesse.de/en/news/news-articles/successful-launch-for-hannover-messe-digital-days>

<sup>70</sup> <https://eetimes.jp/ee/articles/2003/24/news060.html>

<sup>71</sup> <https://www.newsweekjapan.jp/stories/business/2020/05/post-93325.php>

<sup>72</sup> [https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital\\_Transformation\\_in\\_Industry\\_Whitepaper\\_2020-07-23.pdf](https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital_Transformation_in_Industry_Whitepaper_2020-07-23.pdf)

と同時に歴史的には規制による圧力も重要な推進力となっており、COVID-19によって「安全な」労働慣行とソーシャルディスタンスへの注目が高まったことが、さらなるDXを推し進めることになるとしている。

- OECDの報告では、米国商工会議所の調査結果として、デジタル化の傾向の加速を示した。4月～5月には、従業員の一部または全部をテレワークに移行する中小企業の割合が12%から20%に増加し、ビジネスのデジタル手段への移行に着手した企業は10%から17%に増加した<sup>73</sup>。
- 全米製造業者協会（NAM）会長のCarylon Leeは、パンデミックによる強制的な分散業務への移行が、逆に今後インダストリー4.0への対応を加速させることになるだろうと述べた。また、オフィスと比較して工場の現場はリモートワークへの対応が難しいことから、事務職と工場現場の乖離が進むことは避けなければならない。また、デジタル化と自動化は人間を不要にするのではなく、（工場で同じ単純作業を繰り返していた）人間が、本来の創造的な役割に戻るきっかけを作るものだ<sup>74</sup>と述べた。

#### (4) 中国

##### 政策面での動向

- 中国政府が関連部門に出した通知によると、国を挙げた第4次産業革命政策「中国製造2025」をCOVID-19パンデミックの中でも継続し、国内の研究機関や企業を対象に、「中国製造2025」に基づく募集だと明示した上で、最先端技術の新規研究案件の募集を2020年4月20日から開始した。その通知では具体的な研究課題を列挙しており、ビッグデータや5Gを活用して工場生産の効率化を図る手法の研究などに対し、2020年に計7億元（約105億4200万円）を拠出し、一部は兵器生産にも応用する。航空・宇宙、自動車、鉄道、原発で使う精密部品などの研究にも計5億元を拠出する。<sup>75</sup>
- 2020年6月に中国国務院は「COVID-19との闘い：中国のアクション」と題する白書を公表した<sup>76</sup>。その中で、製造業に対しては、基本的に医療従事者向け資材の十分な供給を第一目標としており、それに必要なサプライチェーンの確保を重要視している。
- 国家標準化管理委員会による「Notice of Standardisation Administration of China on Releasing “Main Points of National Standardisation Work in 2020”<sup>77</sup>」では、中央委員会と中央経済作業会議は、COVID-19のパンデミックの予防・制御及び、経済的および社会的発展の展開を促進している。ブロックチェーン、IoT、新しいクラウドコンピューティング、ビッグデータ、5G、新しい人工知能、新しいスマートシティ、地理情報などの主要分野で（国

<sup>73</sup> <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/coronavirus-covid-19-sme-policy-responses-04440101/>

<sup>74</sup> <https://diginomica.com/future-work-manufacturing-covid-19-generational-divides-and-skills-front-mind>

<sup>75</sup> <https://www.sankeibiz.jp/macro/news/200518/mcb2005180500003-n1.htm>

<sup>76</sup> [http://www.xinhuanet.com/english/2020-06/07/c\\_139120424.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2020-06/07/c_139120424.htm)

<sup>77</sup> <https://www.sesec.eu/app/uploads/2020/04/Main-Points-of-National-Standardisation-Work-in-2020.pdf>

家としての) 標準システムの構築を促進し、関連するガイダンスを準備して発行していくとのこと。

#### 業界団体等の動向

- 中国の自動車産業は、COVID-19が最初に蔓延したとされる武漢がその主要拠点でもあったことから、日本の自動車産業も特に自動車部品業界で中国に依存する比率が高かったシートベルト関連、ドア開閉関連、変速機の構成部品、燃料ホース、ブレーキペダルなどが大きな影響を受け、それらの部品の調達が滞ったために完成車の生産にも大きな打撃となった。このサプライチェーンの脆弱性による教訓から、中国に拠点を持つ日本の自動車業界も今後は調達先のリスクを分散することが求められている。<sup>78</sup>

#### (5) インド

##### 政策面での動向

- 2020年4月のCOVID-19による最初のロックダウンの延長後、政府は、輸入関税を引き上げて輸入品を高額にし、現地で製造する企業に財政的インセンティブを提供することで、インドでの製造プログラムを積極的に推進する予定。
- インドのModi首相は、2020年5月のスピーチで、インドがCOVID-19への対応として（他国のサプライチェーンに依存しない）自立性の推進と、このパンデミックを「機会」として捉えることの重要性を強調した。これはインドの4IR政策である「Make in India」に関連した海外からの投資を歓迎し、特に中国からの海外企業の誘致を奨励したものだと言アナリストには受け止められている<sup>79</sup>。

#### 業界団体等の動向

- インド商工会議所連合会（FICCI）

2020年12月3日に、ドイツGIZの協力で「Building Globally Competitive MSME Ecosystem Post COVID-19」と題するウェビナーを開催し、インドの中小製造業が国際的に競争力のあるエコシステムを構築するために必要な方策について各界の代表者による発表と討論を行った<sup>80</sup>。その中で、ドイツは「Programme for Modernization and Innovation Promotion in MSMEs in India」プロジェクトの紹介を行い、小規模中小製造業とアカデミアとの交流促進、インキュベーション・スタートアップエコシステムの構築、業界団体の強化、中央政府・地方政府への政策サポートを掲げた。

---

<sup>78</sup> <https://www.provej.jp/column/MadeInChina-2025>

<sup>79</sup> <https://www.livemint.com/news/india/pm-s-message-use-covid-19-crisis-to-make-in-india-attract-firms-exiting-china-11589441970911.html>

<sup>80</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=ywYBn05Skyk>

## (6) マレーシア

### 政策面での動向

- 2020年6月にムヒディン首相は、マレーシアのCOVID-19にかかる影響への対応は6つのステップからなり、現在はその4つめのステップ、「Recovery - 回復」にあると位置づけて具体的な回復のための方針「Short-Term Economic Recovery Plan June - December 2020」を財務省から発表している<sup>81</sup>。この中で、特に製造業セクターへの外国直接投資に対して優遇措置を打ち出しており、新規投資を10年間無税にしたり、特別再投資手当を2年間与えたりなど、かなり大胆な施策を取っている。また、ビジネスのデジタル化を推進するために7億RMを拠出するほか、イノベーションとスマートオートメーション向けに1億RMのファンドを立ち上げる。
- また、マレーシア投資開発庁（MIDA）は、COVID-19がマレーシアの第4次産業革命（Industry 4WRD）にとってむしろチャンスになると見て、業界関係者や専門家を招いてその可能性を議論する「How COVID-19 is accelerating Malaysia's Industry 4.0」と題したオンラインセミナーを開催している<sup>82</sup>。
- 2021年2月に調査団がマレーシア政府・教育関係機関（MARii、MIGHT、MJIIT、SIRIM、MTDC、GMI）に対して実施したオンラインインタビュー結果によると、マレーシアではCOVID-19パンデミックによるIndustry4WRDの政策自体には変化はないが、その政策下で行っている事業や活動に影響が出ているとのことであった。具体的には、以下のような点がインタビューにより明らかになっている。
  - COVID-19によって外国人労働者（特にバングラデシュ、インドネシアからの労働者）のほとんどが母国に引き上げたことによる労働力の不足が、労働力集約産業、特に天然ゴム産業や建設業等で深刻になっているが、製造業高度化に関する人材はこれまでもマレーシア人材が主であったことから、影響は大きくない。政府は労働力の母国回帰を推進することを表明しており、政府主導で新卒人材に1～3か月間の職業研修を提供することになった。（GMI）
  - 需要の面でCOVID-19により最も打撃を受けた産業は旅行、スポーツ、エンタテインメント、食品業界。逆に電機、自動車はそれほど影響を受けていない。（MARii）
  - 中小企業でも輸出が中心の産業はあまり影響を受けていない。自動化がほとんどされていない労働力集約産業が最も打撃を受けている。一方で、これまでの外国人労働力への依存によって国内の失業率は70万人を超えており（過去最大）、そのスキル向上施策が求められている。（MARii）
  - MARii / SIRIM / MPCが共同で実施している中小企業に対する4IR Readiness Assessmentは、COVID-19の影響で遅延しており、当初予定では既に終了している時

<sup>81</sup> <http://kpmg.com.my/tax/nerp-booklet.pdf>

<sup>82</sup> <https://events.3ds.com/how-covid-19-accelerating-malaysia-industry-4>

期だが、現場訪問ができないため、オンラインによるアセスメントを取り入れて実施している。しかし、オンラインで接続することに慣れていない中小企業も多く、その接続サポートから提供しなければならないため、進捗は非常に遅い。どうしても現場で実施しなければならない場合もある。計画では2020年/2021年にそれぞれ1000社の中小企業に対してアセスメントを実施することになっている。(MARii / SIRIM)

- 中小企業のデジタル化推進活動の一環として、マレーシア国産の低価格なERPの開発や、韓国ロボット協会の協力による産業用ロボットの導入に50万RMの補助金を出している。(MARii)
- GMIではオンライン学習を取り入れた4IR関連の研修を強化しており、17の短期研修を実施している。実習が必要な部分のみ来校して行い、座学部分は全てオンラインで実施。(GMI)
- 現在、製造業高度化分野も含む新たな中小企業政策を草案中。本来は昨年発表予定だったが遅延しており、2021年末に発表する計画。27のセクターを対象にして、中小企業の長期的な生き残りレジリエンスに重点を置いた内容になる予定。(MIGHT)
- 大企業と中小企業間のデジタルデバイドだけでなく、中小企業間のデジタルデバイドも深刻な問題。特に小規模な企業（家内工業レベルのMicro SME）はインターネット環境が整っていない地方に散在しており、オンライン会議も難しく電子メール等による連絡しかできない。(SIRIM)

#### 業界団体等の動向

- 英国マレーシア商工会議所（BMCC）は、「COVID-19: A Catalyst for Malaysia's Industrial Revolution (IR) 4.0」と題したウェビナーを2020年5月22日に開催した<sup>83</sup>。その中で、MIDAとマレーシア製造業協会（FMM）からの登壇者は、コロナの教訓としてデジタル化と自動化が今後さらに重要となり、マレーシアにおいて新世代の製造業が生まれる機会になるとの共通認識を示した。特に新たな経済のチャンスがある領域として、リスクへの耐性があるグローバルサプライチェーンの再構築、医療やヘルスケア、デジタルサービスへの移行を挙げている。

#### (7) タイ

##### 政策面での動向

- 2020年5月にタイ政府はコロナ対策として\$12.74 billionの景気刺激対策を打ち出した<sup>84</sup>。内容は主にコロナの打撃を緩和するための税制優遇策や借り入れの返済期限延長などだが、特に製造業を対象とした施策は無い。

<sup>83</sup> <https://www.mida.gov.my/covid-19-a-catalyst-for-malaysias-industry-4-0/>

<sup>84</sup> <https://www.investing.com/news/economy/thailand-unveils-127-billion-stimulus-package-to-ease-coronavirus-impact-2105859>

- 2020年6月のタイ投資委員会（BOI）の発表「Thailand Digital Industry: Current Situation and Supporting Measures」によると、COVID-19によってデジタル化への移行が最も大きいのは消費者であり、特にオンラインショッピングの利用率はCOVID-19以前と比較して479%もの増加となったサービスもあった。また今後ヘルスケア、教育、スマート農業分野、製造業分野でデジタル化への投資機会が増すとされている<sup>85</sup>。
- 2020年9月に、タイ工業省のSuriya Jungrungreangkit大臣は、「COVID-19がデジタル技術の利用を刺激したことで、当初予想していたよりも速く消費者の行動が変化している」と述べ、消費者だけではなく製造現場における変化も促しており、Thailand 4.0に即した先端技術と高度なサービスの発展がより迅速になるような方策を省として検討中であると述べた<sup>86</sup>。
- 2020年11月にデジタル経済振興庁（DEPA）が開催した「Thailand: Driving towards Industry 4.0」のイベントの中で、DEPAはタイ企業の状況を調査した結果として、現時点ではまだ調査対象企業のわずか1%しか4IR関連の技術を採用していないが、今後5～10年で採用は進むだろうと述べた<sup>87</sup>。

#### 業界団体等の動向

- 国連工業開発機関（UNIDO）は、2020年6月に、タイ産業界へのアンケート実施結果に基づく「Impact Assessment of COVID-19 on Thai Industrial Sector」を発表した<sup>88</sup>。それによると、小規模かつローテクな企業が最も大きな打撃を受けており、短期的には需要の低下が最も大きなインパクトとなっているとした。推奨される政策としては、雇用維持プログラムや税制上の優遇措置等があり、COVID-19がもたらす産業構造の変化に対応するためには、Industry 4.0関連技術への投資が推奨されている。また、UNIDOは同年11月に発表した「Industrial Development Report (IDR) 2020: Industrializing in the digital age」の中でも、スマート製造へのシフトを推進するよう強く推奨している<sup>89</sup>。

#### (8) ベトナム

##### 政策面での動向

- 政府は2020年5月29日にCOVID-19に対する様々な経済救済策や回復策を盛り込んだ決議No.84/NQ-CPを発表した<sup>90</sup>。その中で、税制優遇策などと共に、産業通商省（MOIT）は製造業における原材料調達の問題に対処するため、特に既存の自由貿易協定（EVFTA

<sup>85</sup> [https://www.boi.go.th/upload/content/Thailand%20Digital%20Industry\\_%20Current%20Situation%20and%20Supporting%20Measures.pdf](https://www.boi.go.th/upload/content/Thailand%20Digital%20Industry_%20Current%20Situation%20and%20Supporting%20Measures.pdf)

<sup>86</sup> <https://www.bangkokpost.com/business/1984795/industry-ministry-vows-to-speed-up-4-0-strategy>

<sup>87</sup> <https://www.unido.org/news/drive-towards-industry-40-thailand>

<sup>88</sup> [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-06/Impacts\\_of\\_COVID19\\_on\\_Thai\\_industrial\\_sector\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-06/Impacts_of_COVID19_on_Thai_industrial_sector_0.pdf)

<sup>89</sup> <https://www.unido.org/resources-publications-flagship-publications-industrial-development-report-series/idr2020>

<sup>90</sup> <https://iclg.com/briefing/13845-vietnam-government-of-vietnam-issues-resolution-to-boost-post-pandemic-economy>

やCPTPP)を最大限に活用した貿易振興策を取って、原材料輸入と完成品輸出の多角化や手続きの迅速化を進めるとした。

#### 業界団体等の動向

- ベトナムソフトウェア協会(VINASA)は、コロナ後に国家レベルのDXとデジタルインフラ基盤の構築を進めるべきだと述べている。特にデジタル決済・オンライン決済基盤の整備を加速すべきとしている<sup>91</sup>。
- またマッキンゼーは、COVID-19によって世界的なサプライチェーンの多角化が推進され、特にオフショア開発や労働集約型の産業において今後中国からベトナムへの移行が加速される可能性が高いと予測<sup>92</sup>。

#### (9) インドネシア

##### 政策面での動向

- 2020年6月16日に、インドネシア政府はCOVID-19対応と国家経済回復のために695.2兆ルピーの経済刺激パッケージを発表した。その後何度か内容の修正が行われ、同年11月にはその額が744.3兆ルピーとなっている<sup>93</sup>。その内容は各種減税やセクター別の支援策、関税の優遇策などであるが、そのうち製造業に関連したものは以下の通り。
  - 製造業の従事者で年収が2億ルピー未満の者は所得税を半年間無税とする。
  - 19の製造業セクターで輸入税の支払いを半年間猶予し、VATの還付を促進する。
  - 零細・中小企業への小規模ローンの利息を軽減する。
- 2020年7月に史上初めてオンライン開催されたドイツのハノーバーメッセにおいて、インドネシアの工業大臣Agus Gumiwang Kartasmitaは、インドネシアがCOVID-19のパンデミック下でもMaking Indonesia 4.0のロードマップに従って施策を計画通り実施していくと言明し、COVID-19によってむしろ機会拡大が見込まれるセクターはもちろん、全ての産業セクターに対して高度化を推進するとした<sup>94</sup>。

#### 業界団体等の動向

- (特になし)

<sup>91</sup> <https://customsnews.vn/covid-19-pandemic-will-kick-start-a-digital-life-14511.html>

<sup>92</sup> <https://www.mckinsey.com/featured-insights/asia-pacific/emerging-from-the-pandemic-vietnam-must-position-itself-for-recovery>

<sup>93</sup> <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2020/04/indonesia-government-and-institution-measures-in-response-to-covid.html>

<sup>94</sup> <https://www.idnfinancials.com/news/35202/govt-remains-focused-implementing-indonesia>

## (10) ミャンマー

### 政策面での動向

- 政府は以下の7つの目標からなるCOVID-19経済救済計画（CERP）を発表<sup>95</sup>。
  1. 財政出動によるマクロ経済環境の向上
  2. 民間セクターへの影響を緩和するための投資、貿易、金融セクターへの対策
  3. 労働者への影響緩和
  4. 家庭への影響緩和
  5. 革新的な製品やプラットフォームの推進
  6. ヘルスケアシステムの強化
  7. COVID-19対応への融資アクセスの増強
- この中で、最先端IT関連では5.の革新的製品として特に消費者向けモバイル決済サービスの推進や業者のeコマースへの対応推奨などを挙げている。

### 業界団体等の動向

- （特になし）

## (11) UNIDO

UNIDOは2020年4月に事務局長によるCOVID-19への対応に関するメッセージを発表し、UNIDOとして以下の3つのフェーズでCOVID-19に対応することを表明した<sup>96</sup>。

- 短期的には、加盟国が健康上の緊急事態に迅速に対応すること支援する。
- 中期的には、生産活動中断の影響を軽減する方法や生産チェーンとサプライチェーンの再活性化に関するアドバイスを提供する。
- 長期的には、回復段階にある加盟国に開発支援を提供する。

次いで2020年5月にはCOVID-19対応のポジションペーパー「Responding to the Crisis<sup>97</sup>」を発表。上記3つのフェーズにおける具体的な活動案を示した。その中で、まず国レベル、世界レベルのサプライチェーンの動向に関する情報収集を行うとしており、対象産業として自動車、農業・食品、繊維・アパレル、電気電子などを挙げている。その上で、特に中小企業の事業継続を支援するため、資金パッケージへのアクセス、イノベーションの推進等を行い、将来的には製造セクターにおける以下の施策を実施するとしている。

<sup>95</sup> <https://globalcompliancenews.com/myanmar-the-covid-19-economic-relief-plan-20200504/>

<sup>96</sup> <https://www.unido.org/news/director-generals-message-member-states-unido-response-covid-19>

<sup>97</sup> [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-05/UNIDO\\_COVID19\\_External\\_Position\\_Paper.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-05/UNIDO_COVID19_External_Position_Paper.pdf)

- 労働力の再スキル化に焦点を当て、デジタルインフラストラクチャと革新的な産業ソリューションへの投資を活用して、4IRイニシアティブにおけるパートナーシップを構築することにより、製造セクターがレジリエンス（回復力）を構築できるようにする。

#### 4.2.2 新技術関連市場の動向にCOVID-19が与えた影響

ここでは製造業の高度化に寄与すると考えられる代表的な新技術を取り上げ、各技術関連市場がCOVID-19によってどのような影響を受けているかについて、全世界の動向と、各調査対象国の動向について述べる。

##### (0) 全世界の動向

COVID-19以降、世界のスマート製造市場の規模は、2020年の1813億米ドルから2025年までに2,204億米ドルに達し、CAGRは4.0%になると予測。2020年の推定は、COVID-19以前の評価と比較して約16%減少。スマート製造市場の成長を促進する要因として、COVID-19によって推進されるスマート製造製品とソリューションに対する需要の増加、製造エコシステム内での運用を維持する上でのデジタルツインの重要性、ヘルスケア及び製造業における協調ロボットの新たな拡大が含まれる。

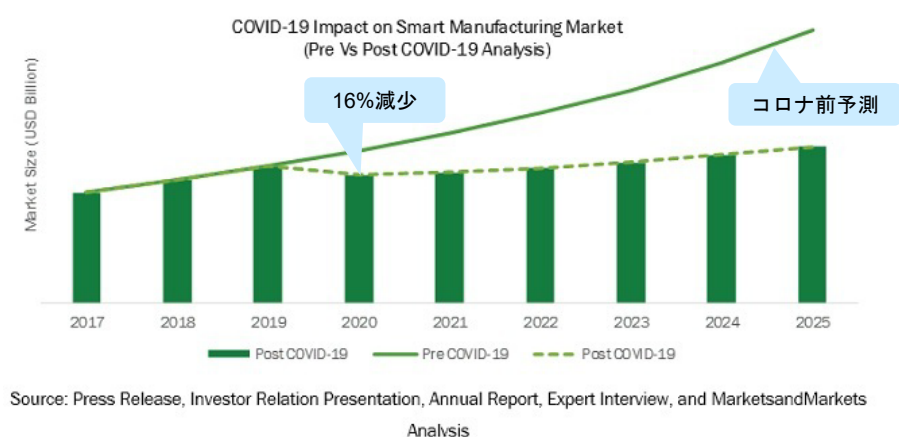


図-10 COVID-19によるスマート製造業関連市場への影響予測<sup>98</sup>

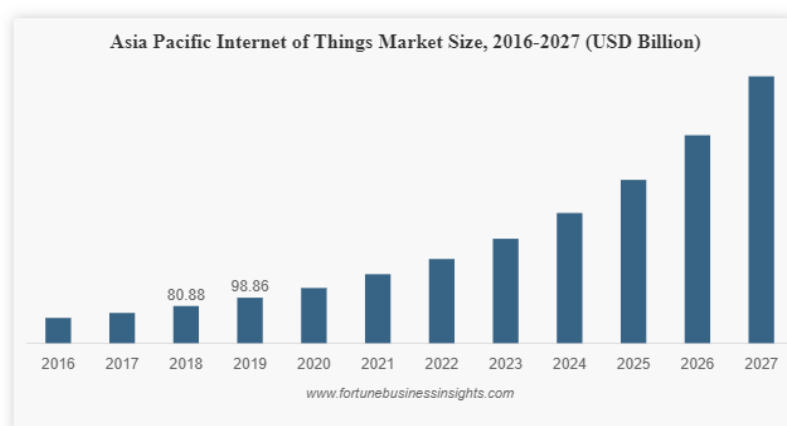
CAGRが4%という数値は、後述する各先端要素技術の市場規模の成長と比較するとかなり控え目であり、製造業における先端技術の採用がまだやや保守的であることを示唆していると言える。以下、各新技術の世界全体としての市場動向について述べる。

#### IoT

世界全体のIoT市場に関しては、COVID-19の影響は比較的軽微か逆に促進要素であり、2019年に約1,500億米ドルであった市場は、2021年には2,430億米ドルまで増加し（CAGR:

<sup>98</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/covid-19-impact-on-smart-manufacturing-market-131502510.html>

13.7%)、その後さらに2027年にはCAGRが25%という非常に高い成長を続けるとみられている<sup>99</sup>。このうち、アジア太平洋地域におけるCOVID-19の影響も考慮したIoT市場の成長予測を図-11に示す。



出典： Fortune Business Insights

図-11 アジア太平洋地域のIoT市場成長予測（COVID-19の影響込み）

高成長の要因としては、在宅勤務等の増加によりセンサーからの実世界情報を基にした遠隔モニタリング技術、デジタルツイン技術や5Gの採用が加速したり、今後スマート農業やスマートシティ等膨大な数のIoTデバイスを使用するプロジェクトの大幅な増加が見込めたりすることが大きい。ただ、昨今の大規模な情報セキュリティインシデントでもIoTが深く関連した事件が増えてきており、いかにIoTデバイスのセキュリティを確保するかが課題となる可能性が高い。

## AI

世界全体のAI市場は、COVID-19による一時的なサプライチェーンの停滞に伴う若干の落ち込みを除けば、その後は急成長することが予想されており、市場規模は2020年の11億米ドルから2026年には167億米ドルに達する見込みで、そのCAGRは実に57.2%という予測となっている。成長の要因としては、増加し続けるIoTデバイスからのビッグデータを解析するニーズだけでも膨大であり、人間が行う業務の代替AIの適用分野も増加の一途を辿っていることが挙げられる。製造業におけるAIの採用としては、機械学習技術が最も多くなり、予知保全（Predictive Maintenance）や機械の検査分野での応用が拡大することが見込まれている。また、自動車業界では自動運転技術にAIが不可欠であることもあり、全製造業の中でもAIの市場規模では自動車業界が最大となる見込みである<sup>100</sup>。

<sup>99</sup> <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307>

<sup>100</sup> <https://www.researchandmarkets.com/reports/5134992/artificial-intelligence-in-manufacturing-market>

## ビッグデータ分析

製造業におけるビッグデータ市場は、2018年の市場規模は32億2000万ドルで、2026年には91億1,000万ドルに達し、予測期間（2019～2026年）のCAGRは14.0%になると予測されている。米国とカナダの製造業が急速な高度化を遂げようとしていることから、北米は今後数年間で製造業におけるビッグデータで世界最大のシェアを占めると予測されている。これに次いでヨーロッパ市場は、ドイツなどいくつかの国に大規模な製造拠点が存在することから、今後数年間でかなりの成長を遂げると見込まれる<sup>101</sup>。

## ロボティクス

産業用ロボットの世界市場規模は、2020年の446億米ドルから2025年までに730億米ドルに成長すると予想される（CAGR 10.4%）。2025年の予測は、COVID-19以前の推定と比較して約3%の減少。製造業の熟練労働者の不足の増加に対応して、製造業者は自動化に目を向けており、COVID-19のパンデミックの収束に伴い、自動車などの中堅企業から中小企業に至るまで、あらゆる産業セグメントにわたるさまざまな産業用ロボットの需要が高まることが予想される<sup>102</sup>。

## オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど）

世界の3Dプリンター製造市場は、COVID-19の影響で2019年の101億ドルから2020年には87.1億ドルに減少（CAGR -13.76%）すると予測されている。減少は主に、社会的距離、遠隔作業、および産業やその他の商業活動の閉鎖を含む制限的な封じ込め措置によるもの。しかし、その後市場は急回復し、市場規模は2023年に166億9,000万ドルに達する（CAGR: 24.20%）と予想されている<sup>103</sup>。

## MES（製造実行システム）

MES市場は、2020年の119億米ドルから2025年までに149億米ドルに成長し、2020年から2025年までのCAGRは4.5%になると予測。製造オペレーションのアウトプットを最適化するには、MESによるプロセス選択サービスを導入することが不可欠であり、COVID-19パンデミックの中でもMESの導入が業界を牽引することが期待されている。一方で、例えば中国のロックダウンにより自動車部品のサプライチェーンが打撃を受け自動車生産台数が減少するなど、生産量の減少による収益性の悪化と、それに伴うキャッシュフロー回復を目指す節

---

<sup>101</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/06/04/2043472/0/en/Big-Data-in-Manufacturing-Industry-to-Exhibit-14-CAGR-till-2026-Increasing-Number-of-Company-Mergers-Will-Provide-Impetus-to-Market-Growth-says-Fortune-Business-Insights.html>

<sup>102</sup> <https://www.businesswire.com/news/home/20200424005397/en/COVID-19-Impact-on-the-Global-Industrial-Robotics-Market---Expected-to-Grow-at-a-CAGR-of-10.4-During-2020-2025-Down-by-3-on-the-Pre-COVID-19-Forecast---ResearchAndMarkets.com>

<sup>103</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/06/30/2055349/0/en/3D-Printer-Manufacturing-Global-Market-Report-2020-30-Covid-19-Growth-and-Change.html>

約傾向などから、新規設備投資に対する姿勢は保守的になると見込まれており、その成長率はCOVID-19以前になされた推定値には届かないと予測されている<sup>104</sup>。

## RPA

2018年の全世界のRPA市場規模は4億7,700万米ドルで、2025年末までに1億9,300万米ドルに達し、2019～2025年のCAGRは21.3%になると予想されている<sup>105</sup>。COVID-19により業務の自動化に対する企業の関心は増加しており、比較的簡単に導入可能で投資効果がすぐに出るRPAは、短期的に大きな伸びが予想されるほか、将来的にはIT以外の幅広い業界の財務・総務分野への導入が進んでいくと考えられる<sup>106</sup>。

## VR/AR

COVID-19より前の予測シナリオと比較して、IT支出の大幅な削減とパンデミックによる経済の低迷により、世界のAR/VR支出は2019年の79億ドルから2020年は107億ドル（35.3%増）程度にとどまる見通しである。しかし、長期的な見通しは引き続き非常にポジティブであり、2024年にはこれが1,369億ドル（CAGR: 76.9%）にまで達すると見込んでいる<sup>107</sup>。パンデミックの影響下でAR/VRの長期的な成長機会はさらに強くなる可能性が高い。製造業では工場での集積作業や、製造業の組み立て工程でのマニュアルの表示、検品作業などの業務で利用されることが多く、スマートグラスを使用することでハンズフリーでの作業が可能になったり、視線を動かさずにマニュアルを確認できたりすることから作業効率化やミスの削減への効果が期待できる他、遠隔からの作業指示の効率化も可能とする。IDCの調査によると2020年から2024年の5年間で、製造業におけるAR/VRへの投資は、投資組立製造業では59億ドル、プロセス製造業では51億ドルになると予想されている<sup>108</sup>。

## ブロックチェーン

世界のブロックチェーンサービス市場は、2019年の12.6億ドルから2020年には10.6億ドルに減少し、-15.8%の複合年間成長率（CAGR）になると予想。この減少は主に、COVID-19のパンデミックとそれを阻止するための措置による国全体の経済の減速が産業に悪影響を及ぼし、技術への投資が低くなったことによる。パンデミックの収束に伴い、市場は回復し、市場規模は2023年に43億6000万ドル、CAGRが60.01%に達すると予想される<sup>109</sup>。

以下、各国におけるこれら新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響について述べる。

---

<sup>104</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/mes.asp>

<sup>105</sup> <https://www.prnewswire.com/news-releases/robotic-process-automation-rpa-market-size-to-reach-usd-1930-million-by-2025--valuates-reports-301078751.html>

<sup>106</sup> <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-21-gartner-says-worldwide-robotic-process-automation-software-revenue-to-reach-nearly-2-billion-in-2021>

<sup>107</sup> <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prEUR146720420>

<sup>108</sup> <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47012020>

<sup>109</sup> <https://www.reportlinker.com/p05930668/Blockchain-Services-Global-Market-Report-30-Covid-19-Growth-and-Change.html>

(1) ドイツ

表-19 ドイツにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                  | ドイツのIoT市場は、2019-2025年の予測期間中にCAGRが約21%と大幅に成長すると予想される（ただし、COVID-19の影響は反映されていない）。ドイツの企業の26%は、現在クラウドサービスを運用していないか、運用する予定がないと推定されており、ドイツの民間部門がクラウドの導入と多様なクラウドサービスの拡大するニーズに提供する巨大な市場の可能性を示している <sup>110</sup> 。<br>（ドイツのIoT市場は、インフラストラクチャ、業種、およびアプリケーションに基づいて分割されている。インフラストラクチャに基づいて、市場はプラットフォーム、モバイルネットワークとアクセステクノロジー、クラウドソリューション/ストレージと処理、分析、セキュリティに分割される。）                             |
| AI                   | ドイツ製造業の国内外でのデジタル・トランスフォーメーションの活動を支援するPlattform Industrie 4.0（プラットフォーム・インダストリー4.0）が発表した「COVID-19後の経済におけるインダストリー4.0のデジタルビジネスモデルの将来に関する10の論文」では、AR/VR、協調ロボット工学、産業用人工知能は、ますます重要になっていくとされている <sup>111</sup> 。                                                                                                                                                                            |
| VR/AR                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ビッグデータ分析             | ドイツのビッグデータ市場はまだ初期段階にあるように見えるが、専門家グループは、ドイツのビッグデータ市場が2015年の14億ユーロから2020年にはほぼ38億ユーロに成長すると予測している。これに対応して、この期間のCAGRは23%と予測されている。現在、ドイツのビッグデータ技術は主にインターネット、eコマース、および広告セクターによって推進されているが、BITKOMによると、ドイツの経済は競争力と輸出志向のおかげで、最適化された生産、物流、販売プロセスのニーズに迅速に適応し、国際的な「ビッグデータチャンピオン」になると期待されている。したがって、サプライヤーにとって最も重要な投資機会の領域は、ハードウェアとインフラストラクチャ、帯域幅と関連する高速化サービス、特にデータベースと分析テクノロジーである <sup>112</sup> 。 |
| ロボティクス               | <ul style="list-style-type: none"> <li>ドイツにおけるロボティクスとオートメーションの総売上は、当初10%減少の予測であったが、COVID-19の発生により、少なくとも20%の減少が予測される。ただし、COVID-19収束後の見通しはポジティブである<sup>113</sup>。</li> <li>欧州委員会はAI-ROBOTICS vs COVID-19イニシアティブを立ち上げ、展開可能な人工知能（AI）とロボットソリューションに関するアイデアと、進行中のCOVID-19危機への対応に役立つ可能性のある他のイニシアティブに関する情報を提供<sup>114</sup>。</li> </ul>                                                      |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | ヨーロッパにはadditive manufacturingの技術的専門知識を持つ大手企業が存在することにより、今後数年間で世界2位のシェアを保持し続けると予測される <sup>115</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| MES                  | （COVID-19以前）ドイツのMES市場規模は、今後5～6年で市場規模を6億1,960万ドル以上増加すると予測されている。ドイツ以外の国からドイツで予想される8億7,700万ドル以上の需要がもたらされると予測されている <sup>116</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                     |

<sup>110</sup> <https://www.omrglobal.com/industry-reports/germany-iiot-market>

<sup>111</sup> <https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Positionspapier-Covid19.pdf>

<sup>112</sup> <https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/information-technologies/software#75658>

<sup>113</sup> <https://www.gtai.de/gtai-en/invest/industries/the-robots-are-coming-innovative-solutions-for-covid-19-crisis-244106>

<sup>114</sup> <https://www.vision-systems.com/factory/article/14178662/vdma-german-robotics-and-automation-markets-will-drop-20-in-2020>

<sup>115</sup> <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-industry-analysis>

<sup>116</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/manufacturing-execution-systems-mes-market-536.html>

| 新技術      | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RPA      | COVID-19の発生により、ドイツの企業がRPAにどの程度資源を集中したかが明らかになった。企業は現在、予算が削られ従業員が在宅勤務になったため、リソースが不足し、顧客体験が低下している。しかし、RPAを使用して反復的な管理活動を自動化し、従業員が顧客中心の活動に集中できるようにすることで、顧客体験の品質は依然として満足できるレベルに維持することができ、このことにより、企業の収益状況に短期的および長期的なプラスの効果をもたらすことが見込まれる <sup>117</sup> 。 |
| ブロックチェーン | COVID-19を反映し、ドイツのブロックチェーン市場のCAGR（2020-2017）は約43.1%と予測されている <sup>118</sup> 。                                                                                                                                                                       |

## (2) アメリカ合衆国

表-20 アメリカ合衆国における新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術      | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ COVID-19後のIIoTの使用シナリオ： <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 生産を最適化し、予測メンテナンスにより計画外のシャットダウンを最小限に抑えるスマートな製造システム</li> </ul> </li> <li>・ COVID-19後のデジタルツインの使用シナリオ： <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 製造：予測メンテナンスの支援、運用効率の最適化、資産メンテナンス戦略の定義。</li> <li>➢ プロセスの自動化：製品ステータスの関連する側面を監視し、製品品質の問題の検出を支援。</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                 |
| AI       | <p>全米製造業者協会（NAM）が実施した最近の調査によると、製造業者の約78.0%が経済的影響を予想しており、35.5%がCOVID-19によるサプライチェーンの混乱に直面している<sup>119</sup>。これにより、企業、製造ユニット、および工場は、製造ユニットにAIを装備することを含め、DX戦略を停止したため、製造市場のAIは、2020年には深刻な衝撃を受けると予測される。しかしながら、2021年以降、パンデミックの収束に伴い、市場規模は急速に拡大すると予測される。</p> <p>COVID-19後に予想される新しい製造業の姿の中で、これまでも重要であった製造工程の自動化と産業用ロボットは、将来的にはAIとソフトウェアによって高度な適応性を持ち、再プログラム可能（ロボット化および自動化されたセルがソフトウェアによって管理され、必要に応じて異なる製造レシピをロードすることによって、簡単に製造プロセスを変更できる、無駄のない工場）であることが期待されている。<sup>120</sup></p> |
| ビッグデータ分析 | 製造業におけるビッグデータ市場レポートによると、すべての地域の中で、北米は今後数年間で製造業のビッグデータ市場で最高のシェアを占めると予測されている。米国とカナダの製造業の急速な進歩は、この地域の市場の成長を促進する <sup>121</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

<sup>117</sup> <https://omm-solutions.de/2020/04/30/rpa-wird-post-covid-19-unternehmen-befahigen-alten-balast-abzuwerfen/>

<sup>118</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/07/10/2060838/0/en/Global-Blockchain-Technology-Industry.html>

<sup>119</sup> <https://www.nam.org/manufacturers-survey-reveals-current-industry-impact-of-covid-19-7411/>

<sup>120</sup> <https://managementevents.com/news/after-covid-19-the-new-manufacturing-normals/>

<sup>121</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/06/04/2043472/0/en/Big-Data-in-Manufacturing-Industry-to-Exhibit-14-CAGR-till-2026-Increasing-Number-of-Company-Mergers-Will-Provide-Impetus-to-Market-Growth-says-Fortune-Business-Insights.html>

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ロボティクス               | <p>COVID-19後の自立ロボットシステム（Autonomous Robotic Systems）の主な使用シナリオ<sup>122</sup>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動運転車やその他の乗用車を含む輸送</li> <li>・ 自動化された配送、配送、倉庫保管</li> <li>・ サイトと資産の調査を含む複数の展開シナリオで使用される無人航空機（UAV）</li> <li>・ 製造および生産ライン処理ロボット</li> <li>・ 農業の自動化オペレーション</li> <li>・ ヘルスケアにおける精密ロボット工学</li> </ul>                                                                     |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | <p>COVID-19による3Dプリント業界への影響<sup>123</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3DプリントコミュニティがCOVID 19の対応を支援するために結集</li> <li>・ 短期：ハードウェアの販売は、上限支出の制限により影響を受ける</li> <li>・ 短期：ユニットあたりの使用率が上昇し「全員参加型」になる</li> <li>・ 長期/全体像： <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ COVID 19への対応は、3Dプリンティングテクノロジーの実証の場になるか</li> <li>➢ 企業はサプライチェーンのバックアップ計画として、より多くの3Dプリンタを採用するか</li> </ul> </li> </ul> |
| MES                  | <p>MES市場を支配する北米：北米は、プロセス産業およびディスクリット産業におけるMES使用の増加により、MES市場全体の成長に大きく貢献している。北米におけるMESソリューションを開発しているプレーヤーの存在は、北米のMES市場の成長を促進する要因の一つである<sup>124</sup>。</p> <p>北米市場のMES市場の成長は鈍化しているが、2020年には世界市場のうち最大のシェアを維持すると予想されているが、COVID-19による地域全体のロックダウンにより、2019年から2020年にかけて市場規模が大幅に縮小している。</p>                                                                                                         |
| RPA                  | <p>ビジネスプロセスの自動化は急速に拡大しており、COVID-19ウイルスからの影響により採用が加速。企業は重要なスタッフを失い、COVID-19の大流行により手動のビジネスプロセスの脆弱性が露呈しているため、多くの企業はビジネスを継続するために自動化に頼らざるを得ない。そのため、今後2年間で、低コードオートメーション、光学式文字認識、ロボットプロセスオートメーション（RPA）から会話型人工知能（AI）まで、オートメーションテクノロジーをスケールアップする企業のシェアは特定のテクノロジーに応じて、少なくとも2倍になると予測されている<sup>125</sup>。</p>                                                                                         |
| VR/AR                | <p>COVID-19後のMixed Reality（XR）の使用シナリオ<sup>126</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IoTデバイスとMixed Reality（XR）テクノロジーによって収集されたリアルタイムデータと画像を使用して、オブジェクト、製造現場、工場全体、または建設現場のデジタルツインを作成できる。これにより、リモートの品質保証や監視などのアクティビティが可能となる。</li> </ul>                                                                                                                                          |
| ブロックチェーン             | <p>COVID-19の中、2020年のアメリカのブロックチェーン技術市場は14億米ドルと推定されている。アメリカは現在、世界市場で30.61%のシェアを占めている<sup>127</sup>。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

<sup>122</sup> [https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital\\_Transformation\\_in\\_Industry\\_Whitepaper\\_2020-07-23.pdf](https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital_Transformation_in_Industry_Whitepaper_2020-07-23.pdf)

<sup>123</sup> <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=WC20200408>

<sup>124</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/mes.asp>

<sup>125</sup> <https://www.supplychaindive.com/news/coronavirus-robots-robotics-automation-manufacturing-operations/576743/>

<sup>126</sup> [https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital\\_Transformation\\_in\\_Industry\\_Whitepaper\\_2020-07-23.pdf](https://www.iiconsortium.org/pdf/Digital_Transformation_in_Industry_Whitepaper_2020-07-23.pdf)

<sup>127</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/07/10/2060838/0/en/Global-Blockchain-Technology-Industry.html>

(3) 中国

表-21 中国における新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                  | 中国の製造業者は、労働力不足にもかかわらず、商品の生産を再開しようとしており、Lenovoはパソコン等の電子機器の製造において、5G、IoT、ロボット工学技術を利用して、武漢の製造工場でインテリジェントな製（インテリジェント・マニファクチャリング）を実現している。自動化されたプロセスと組み合わされた高精度のインテリジェントロボットにより、限られた人員で生産を再開できるようになっている（2020年4月） <sup>128</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| AI                   | 中国におけるAI市場へのCOVID-19の最大の影響は、医療分野はもとより、製造現場の省力化（無人化）に寄与するロボティクスへの応用、人間同士の接触を防ぐための音声認識等の分野等への応用が増えているとのこと <sup>129</sup> 。中国のICT市場について、IT系調査会社のIDCは、AIとビッグデータの市場はCOVID-19によって今後急激に（「リープフロッグ」という表現を用いて）拡大するだろうと予測している <sup>130</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ビッグデータ分析             | 中国政府は、「中国製造2025」をCOVID-19パンデミック下でも継続し、ビッグデータや第5世代（5G）移動通信システムを活用して工場生産の効率化を図る手法の研究などに対し、2020年に計7億元（約105億4200万円）を支出する通達を出した。一部は兵器生産に応用するほか、航空・宇宙、自動車、鉄道、原発で使う精密部品などの研究にも計5億元を拠出する。 <sup>131</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ロボティクス               | 中国のロボット市場は、CAGRが26.2%と高く、2023年には1,036億米ドルに達すると予測されており、主に製造業、消費者、小売業、ヘルスケアプロバイダー、および資源産業が主導している。COVID-19の発生は、ヘルスケア向けのロボットの展開と、手段としてのロボットの使用にプラスの影響をもたらすと予想されている。 <sup>132</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | COVID-19以前の2017年、中国政府は2020年までに30億ドルに相当する国のAM（Additive Manufacturing）産業を作ることを目指して、「Additive Manufacturing Industry Development Action Plan」を発表した <sup>133</sup> 。アクションプランは、中国の製造部門向けの「中国製2025」ロードマップの一部を形成し、中国を主要な3Dプリント国の1つにするための長期的な野心と開発目標を概説している。この計画のハイライトの1つは、医療、文化、教育、インターネットのセクターを含む10の主要産業にわたって、100を超えるAMパイロットプロジェクトを導入することである。これらの目標を達成するために、中国は有望なAM企業を育成し、中国のAM業界の標準化をサポートし、3Dプリントの労働力開発に投資している。たとえば、中国は最近、世界で最初の3Dプリンティングカレッジ、広州に白雲-Winbo 3Dプリンティングテクノロジーカレッジを設立した。国はまた40万の小学校に3Dプリンタをインストールする計画だ。これらのイニシアティブは、人々が幼い頃から教育を受け、3Dテクノロジーに熟練しているため、長期的には中国社会に利益をもたらすと考えられている。 |
| MES                  | 世界第2位の経済と世界市場における新しいゲームチェンジャーとして、MESの中国市場は今後数年間で17.5%成長し、市場規模を約27億ドル追加する可能性がある <sup>134</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

<sup>128</sup> [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-121/Accenture-How-China-is-Using-Digital-and-Technologies-to-Combat-COVID-19.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-121/Accenture-How-China-is-Using-Digital-and-Technologies-to-Combat-COVID-19.pdf)

<sup>129</sup> <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/CSET-Chinas-Use-of-AI-in-its-COVID-19-Response-1.pdf>

<sup>130</sup> [https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC\\_P40811](https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P40811)

<sup>131</sup> <https://www.sankeibiz.jp/macro/news/200518/mcb2005180500003-n1.htm>

<sup>132</sup> <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US44623420>

<sup>133</sup> <https://3dprintingindustry.com/news/china-action-plan-3d-printing-3-billion-2020-126119/>

<sup>134</sup> <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/04/2011787/0/en/Global-Manufacturing-Execution-Systems-MES-Industry.html>

| 新技術      | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RPA      | アジアパシフィック地域におけるIPA（RPA+AI）市場は、COVID-19以前では、すべての地域の中で最も速い速度で成長し、3515百万米ドルの市場規模に達し、2020年から2025年の予測期間中のCAGRは14.3%と予想されていた。この高い成長率は、IPAテクノロジーの採用が増加していることと、中国とインドに複数のアウトソーシングベンダーが存在することによるものである <sup>135</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| VR/AR    | IDC中国のデータによると、2018年の中国のAR/VR業界の消費は30億元であった。専門家は、2019年から2023年までの急速な成長傾向を予測しており、CAGRは77.8%に達し、2023年までに、消費は650億元以上になると予測されている。<br>世界のVR市場をリードする中国の計画：2018年に中国政府は、中国でのVR開発にどのように取り組みたいかを述べた文書を発表した。この文書は、「“Guiding Opinions of the Ministry of Industry and Information Technology on Accelerating the Development of Virtual Reality Industry”」と題され、中国の産業情報技術省から発表された。2020年には、VR製品とサービスを作成するためのVRエコシステムとインフラストラクチャの拡大が期待されており、2025年に、中国はバーチャルリアリティ業界の世界的なリーダーになることを計画している。中国政府は、ヘッドセットの製造だけでなく、チップ、スクリーン、UX、3Dモデリング、モーションキャプチャ、データ処理、位置追跡などの革新的なテクノロジーの成長も視野に入れている <sup>136</sup> 。 |
| ブロックチェーン | 2020年4月に、中国政府はかねてから計画していた国家レベルの共通ブロックチェーン基盤である国家ブロックチェーンサービスネットワーク（BSN）の供用をCOVID-19下でも予定を変えずに開始した <sup>137</sup> 。BSNはオープンな汎用基盤となっており、誰でも利用することができる <sup>138</sup> 。<br>中国企業のブロックチェーン支出は2023年に20億ドルに達するとIDCは予測しており、銀行セクターは中国のブロックチェーン支出のトップを占めているが、製造、小売、専門サービス、プロセス製造を含む他のセクターもこの技術の応用を検討し始めている。既に中国の製鉄業界は業界全体のサプライチェーンをカバーするブロックチェーンの構築を始めている <sup>139</sup> 。                                                                                                                                                                                                                 |

#### (4) インド

表-22 インドにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術 | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT | （COVID-19以前）製造市場におけるインドのIoTは、2019年から2025年までの予測期間中に驚異的な速度で成長すると予想される。製造市場におけるインドのIoTは、製造ユニット内の運用効率を自動化および改善するニーズの高まりによって推進される。クラウドベースのソリューションと接続デバイスの採用の増加により、2025年までに市場の成長がさらに促進されることが予想される。ビッグデータ分析ソリューションの採用、データ処理などの技術的進歩は、とりわけ主要サービスによる新しいサービスとソフトウェアの発売と相まって市場で事業を行うベンダーは、今後数年間の市場の成長を後押しする。ただし、製造ユニット内でのIoTソリューションの実装と展開に高いコストがかかると、市場の成長が妨げられる可能性がある。また、さまざまなエンドユーザー業界でのIoTソリューションの使用に関する認識の欠如は、市場の成長をさらに制限する可能性がある <sup>140</sup> 。 |

<sup>135</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/covid-19-impact-on-intelligent-process-automation-market-39284189.html>

<sup>136</sup> <https://daxueconsulting.com/virtual-reality-market-in-china/>

<sup>137</sup> <https://techcrunch.com/2021/02/03/bsn-china-national-blockchain/>

<sup>138</sup> <https://bsnbase.io/g/main/index>

<sup>139</sup> <https://www.ledgerinsights.com/china-blockchain-platform-for-steel-industry/>

<sup>140</sup> <https://www.techsciresearch.com/report/india-iot-in-manufacturing-market/2046.html>

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AI                   | 2020年12月に発表されたPwC Indiaの「AI: An oppoprtnuity amidst a crisis」 <sup>141</sup> によると、COVID-19のパンデミックの中でインドは世界で最もAI技術の採用が多い国となった。COVID-19によってAIの利用を増やしたと答えた組織の割合は、インドが45%で1位であり、以下米国35%、日本28%、英国23%と続いた。また、AIがパンデミックの中でビジネスの機会拡大に寄与したと答えた組織は94%に上り、この期間にAIの実装まで行った組織の割合も、全世界では28%であったのに対し、インドでは46%に上った。製造業セクターでは、AIはサプライチェーンとロジスティクス分野での採用例が最も多く、採用した企業はその効果が高かったと回答している。また、製造業におけるAI採用の課題としては、AIシステム利用に必要な従業員のトレーニングを挙げている。 |
| ビッグデータ分析             | 2020年5月にインドがCOVID-19によるロックダウンを解消した際、工場労働者を感染から安全に保つことが緊急の優先事項となった。ビッグデータ分析などの人工知能ソリューションは、企業が社会的距離と防護具の使用を監視し、労働者が陽性と判定した場合の接触追跡を容易にするのに役立つ <sup>142</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ロボティクス               | 国際ロボット連盟のデータでは、インドはロボットの採用の序列で世界第11位であり、2018年には5,000台未満のユニットが設置されているのみである。対照的に、中国には154,000台、日本には55,000台のロボットが設置されている。現在、自動車部品メーカーが主導権を握ると予想されているが、エンジニアリングおよび電子機器製造会社からの採用の拡大も期待されている。小規模企業がインダストリー4.0テクノロジーに投資する可能性は低い、1年以内に利益が得られる低コストの自動化が流行する可能性がある <sup>143</sup> 。                                                                                                                                                 |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | 自動車、防衛、ヘルスケア、航空宇宙などの業界は、インドで3Dプリンティングを早期に採用してきた。2020年6月4日、HPは3Dプリンティングサービスの拡張を発表。デジタル製造ネットワークの価値は、COVID-19の影響を受けて、過去数か月間で増大した <sup>144</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| MES                  | APAC地域は2020年から2025までの予測期間中にMES市場で最高のCAGRで成長すると予想される。APACでは、手動またはレガシーシステムから自動システムへの変更を実装するためのMESの需要が非常に高くなっている。APACのMES市場が成長するもう1つの理由は、自動車、テキスタイル、電力、製薬など、製造実行システムの需要が高いさまざまなセクターの製造工場の数の増加である。中国とインドは、アジア太平洋地域のMES市場の成長エンジンであると考えられている <sup>145</sup> 。                                                                                                                                                                  |
| RPA                  | 多くの製造会社はRPAを利用して、バリューチェーン全体で迅速な運用の合理化を実現し、さまざまなタッチポイントでのコスト削減を実現している。COVID-19の影響によりこれらの企業はRPAに移行するためのより大きな推進力を見出している <sup>146</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

<sup>141</sup> <https://www.pwc.in/assets/pdfs/data-and-analytics/ai-an-opportunity-amidst-a-crisis.pdf>

<sup>142</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2020/07/factory-workers-face-a-major-covid-19-risk-here-s-how-ai-can-help-keep-them-safe/>

<sup>143</sup> <https://www.livemint.com/news/india/india-inc-wakes-up-to-march-of-the-machines-11595162345268.html>

<sup>144</sup> <https://www.inventiva.co.in/stories/tamanna/covid-19-what-is-the-future-of-the-manufacturing-industry-in-india/>

<sup>145</sup> <https://www.asdreports.com/market-research-report-545904/manufacturing-execution-system-market-with-covid-impact-global-forecast>

<sup>146</sup> <https://www.livemint.com/companies/news/automation-enables-indian-organisations-to-wade-through-logistics-issues-exposed-by-covid-19-11591961477961.html>

| 新技術      | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VR/AR    | <p>VR/ARソリューションの需要はCOVID-19の流行によって急増している。主な需要は製造会社からのものであり、会社は常にスタッフを訓練する必要があるが、物理的なトレーナーを派遣できないことから、VRによるトレーニングの需要が増加している。これに加えて、ハイエンド機械のリモートトラブルシューティングも需要を支えている<sup>147</sup>。</p> <p>COVIDの状況では、医療機器メーカーや多くの医療機関が熟練労働者に不足している。ARを使用すると、トレーニングや知識の伝達をより速く、よりスマートに行うことができる。ARの指示は、企業全体のさまざまなデバイスで簡単に公開および表示できる<sup>148</sup>。</p>                              |
| ブロックチェーン | <p>ブロックチェーン技術は、インドの銀行の間で採用が増加すると予想されている。民間企業と公共企業は、透明性を確保するために効率を改善するためのブロックチェーンを模索している。</p> <p>インドの企業の56%がブロックチェーンテクノロジーに移行し、テクノロジーをコアビジネスの一部にしている。このテクノロジーが最大の効果をもたらすと期待される主要な領域は、支払いと資金移動、取引後の決済、およびデジタルIDである。アーンドラプラデーシュ州政府は、Snapper TechnologiesやSimpleFyなどのさまざまなブロックチェーン新興企業と協力して、管理プロセスを調査し、2019年までに独自のeプログラムとブロックチェーンテクノロジーを統合する予定である<sup>149</sup>。</p> |

## (5) インドネシア

表-23 インドネシアにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                                   | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                                   | 工場レベルでは、生産プロセスのIoTプラットフォームを通じて自動化の向上が期待されている。部品、コンポーネント、サブシステムの信頼できるサプライヤー向けのブロックチェーン支払いの実装も可能であり、AI予測メンテナンスソリューションが出現すると予想されている（2020年3月） <sup>150</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                         |
| AI                                    | <p>今後予測される自動車（電気自動車、ハイブリッド車、自動運転車）における技術トレンドと機会：AIを使用した産業運用の予測メンテナンス、生産プロセスにおける意思決定のためのAIの使用</p> <p>また、今後予測されるテキスタイル、衣服、履物製造業における技術トレンドと機会：低コストのAI、IoT、およびロボット工学の普及により、品質、生産性、廃棄物削減、エネルギー効率が向上する。</p> <p>（品質管理と予知保全、品質の検証とトレーサビリティのためのビッグデータの使用-AI、ロボット工学、3Dプリンティングは主に生産と組み立てで使用され、クラウドとビッグデータは主に金融で使用される。）（2020年3月）<sup>150</sup></p>                                                             |
| ビッグデータ分析                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ロボティクス                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタ、IoTなど複数技術の複合的活用可能性） | <p>次の10年で、3DプリンティングからIoT、ビッグデータ、ロボット工学、eコマース、金融テクノロジー（fintech）まで、さまざまなデジタルテクノロジーが食品および飲料の変革アプリケーションの開発が期待されている。短期的には、たとえば、自動化された食品および飲料加工機における革新的なボトルとパッケージの設計のための3D印刷技術、サプライチェーン全体の品質管理のためのIoTベースの製品トレーサビリティツール、低コストに基づくインドネシアでの新しい製造および生産プロセスの開発を予測している。中期的には、エネルギー効率を最大化し、無駄を最小限に抑える集中型スマート生産管理技術の開発と展開、および製品と入力のトレーサビリティのためのビッグデータ分析と組み合わせたIoTのバーコードベースのラベル付けが含まれる。（2020年3月）<sup>150</sup></p> |

<sup>147</sup> <https://economictimes.indiatimes.com/tech/software/ar-vr-and-new-age-tech-companies-report-increase-in-demand-as-covid-19-grounds-workforce/articleshow/74871031.cms>

<sup>148</sup> <https://www.expresshealthcare.in/covid19-updates/covid-19-update-ar-and-vr-technologies-are-positively-impacting-healthcare-manufacturers/423257/>

<sup>149</sup> <https://www.marketwatch.com/press-release/india-blockchain-technology-market-2020-business-trends-covid-19-impact-analysis-historical-study-future-scope-and-industry-profit-growth-2020-06-01>

<sup>150</sup> <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/575806/innovate-indonesia-unlocking-growth.pdf>

| 新技術      | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MES      | (情報なし)                                                                                                                                                                                                                                             |
| RPA      | 一部の企業では管理部門の業務効率化のため、RPAを導入しているという声が聞かれている。(インタビュー結果より)                                                                                                                                                                                            |
| VR/AR    | エレクトロニクス業界におけるスキル開発のための仮想現実アプリケーション：バーチャルリアリティアプリケーションは、さまざまな種類の製造および販売トレーニングのサポート、仮想環境でのスキル開発など、新しい機会として議論されている。(2020年3月) <sup>150</sup>                                                                                                          |
| ブロックチェーン | 分野別トレンドと推進要因：プラグインハイブリッド車を含む低炭素排出量の新車（電気自動車；バイオ燃料、燃料電池、フレキシブル燃料エンジンを搭載した車両）の登場により、業界が短期的および中期的に大きな技術変化を経験することを期待している。工場レベルでは、生産プロセスのIoTプラットフォームを通じて自動化の向上が期待されている。部品、コンポーネント、およびサブシステムの信頼できるサプライヤー向けのブロックチェーン支払いの実装も可能となる。(2020年3月) <sup>150</sup> |

## (6) ミャンマー

ミャンマーでは、2006～2011年に実施された「ソフトウェア及びネットワーク技術者育成プロジェクト」等により、全国に26か所あったコンピュータ大学に一斉に即戦力技術者を養成できるカリキュラムが導入された影響もあり、IT系人材の育成が急激に盛んになったが、まだ国内ではそれを吸収する産業（需要）が育っておらず、新技術を活用した製造業高度化を行える状況に無いため、余剰IT人材を海外に供給できる稀有な国としての位置づけがなされている。このため、ミャンマー国内における新技術関連市場は、表-24に示す通りほとんど存在しないのが現状である。

表-24 ミャンマーにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                  | -                                                                                                                                                                                    |
| AI                   | -                                                                                                                                                                                    |
| ビッグデータ分析             | -                                                                                                                                                                                    |
| ロボティクス               | (参考：ヤンゴン郊外の即席ピャンジーCOVID-19医療センターには、COVID-19の蔓延防止に役立つ可能性のある、現地で設計・製造された2台のロボットが配備されている。ロボットは、医療センターで食品、薬、ゴミを輸送するために使用され、医療従事者と患者の間の接触を減らし、COVID-19ウイルスが広がるリスクを減らしている。) <sup>151</sup> |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | -                                                                                                                                                                                    |
| MES                  | -                                                                                                                                                                                    |
| RPA                  | -                                                                                                                                                                                    |
| VR/AR                | -                                                                                                                                                                                    |
| ブロックチェーン             | -                                                                                                                                                                                    |

<sup>151</sup> <https://www.irrawaddy.com/specials/myanmar-covid-19/myanmar-universities-invent-robots-prevent-spread-covid-19-hospitals.html>

## (7) マレーシア

表-25 マレーシアにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                  | COVID-19の危機により、テクノロジーの採用がこれまで見られなかったレベルにまで押し上げられた今、政府機関はデジタル経済フレームワークを開発するために互いに連携する必要がある。マレーシアのNEC Corp Sdn Bhd MD Chong Kai Wooiは、デジタル経済への移行がシームレスになることを国民に納得させるために、フレームワークには生体認証情報を含むすべてのデータの保護を含める必要があると述べた。規制の更新のスピードは、生体認証や人工知能（AI）などの革新的なデジタル技術の採用を推進するための重要な要素の1つであると述べた <sup>152</sup> 。<br>政府のNational Fiberisation and Connectivity Plan 2 and 5G plansでは、最新の生体認証およびAIテクノロジーの採用をサポートおよび加速するためのより多くの業界ユースケースがあると見込まれる。今後は、生体認証とAI技術が鍵となるデジタル経済への政府の取り組みに焦点が当てられる。 |
| AI                   | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ビッグデータ分析             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ロボティクス               | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | （参考：Biji Biji Design Sdn BhdグループのCEOであるRashvin Pal Singhは、個人用保護具（PPE）の不足に対し、Biji-biji Initiativeを立ち上げ、テイラー大学、3DプリンティングマレーシアのNurfaiz FoatとWan、さらにMakerzoneのMak Kwan Wueyをはじめとする3Dプリンティングコミュニティと協力して、需要を満たすために協力している。） <sup>153</sup>                                                                                                                                                                                                                                         |
| MES                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| RPA                  | （参考：COVID後のビジネス環境への適応：Robotics Process Automation（RPA）<br>積極的なビジネスの成長に向けて準備ができているマレーシアの上場不動産開発会社は、RPA対応のBPIサービスにデロイトRPAチームを関与させ、次の目的で、セールスとマーケティング、クレジット管理、および財務の主要プロセスのデジタル化と自動化に焦点を当てている。・プロセス効率化改善・人為ミスの削減・持続的な成長） <sup>154</sup>                                                                                                                                                                                                                                        |
| VR/AR                | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ブロックチェーン             | （参考：マレーシアパームオイルカウンシル（MPOC）は、ブロックチェーンテクノロジーとトレーサビリティを活用して、透明で持続可能で責任あるサプライチェーンへの取り組みを証明することにより、地元のパーム油産業への信頼度を高めようとしている。「COVID-19に対応して急速に多くの変化が起こっている」と述べて商品の将来について推測はしていない。） <sup>155</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

<sup>152</sup> <https://iotbusiness-platform.com/blog/why-a-digital-economy-framework-is-vital-the-malaysian-reserve/><sup>153</sup> <https://www.thestar.com.my/tech/tech-news/2020/03/23/malaysian-3d-printers-produce-face-shields-to-aid-frontliners-in-the-fight-against-covid-19><sup>154</sup> <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/my/Documents/risk/my-risk-thriving-business-post-covid19-cost-optimisation.pdf><sup>155</sup> <https://www.foodnavigator-asia.com/Article/2020/05/04/Blockchain-for-palm-oil-Malaysia-looks-to-technology-and-traceability-to-foster-industry-trust>

## (8) タイ

表-26 タイにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                  | National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC) は、インダストリアルIoT（モノのインターネット）およびデータ分析（IDA）のためのプラットフォームを開発したが、それはタイ向けのインテリジェントなインダストリー4.0システムを開発したいというNECTECの意向に基づいている。インダストリー4.0の重要な側面は、工場の機械を相互に接続することである。これにより、個々の機械のパフォーマンス、エネルギー消費、および生産能力を、他の要因とともにリアルタイムで監視できる。<br>COVID-19後の経済における工場は、製品設計と関連する生産プロセスを正確に理解することにより、注文に応じた生産のみをするようになると予測される <sup>156</sup> 。このような将来を見越して、COVID-19下において生産調整状況にある企業からのIoT研修ニーズが増えていると言われている。（インタビュー調査結果より） |
| AI                   | NECTECはタイが工場で使用するための独自のロボットの開発を始めることを望んでいる。また、倉庫を「よりスマート」にするためのデバイスの生産や、製造された製品の検査、品質管理の管理、カメラやセンサによる生産プロセス全体の監視のための人工知能技術を工場に装備することも検討している <sup>156</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ビッグデータ分析             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ロボティクス               | NECTECはタイが工場で使用するための独自のロボットの開発を始めることを望んでいる。また、倉庫を「よりスマート」にするためのデバイスの生産や、製造された製品の検査、品質管理の管理、カメラやセンサによる生産プロセス全体の監視のための人工知能技術を工場に装備することも検討している <sup>156</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | タイの製造現場では、COVID 19に起因するソーシャルディスタンスが必要となる中で、それによる生産性低下を引き起こさないためのニューノーマルに移行する必要性に迫られている。このため新技術の中でも特にブロックチェーン、IoT、Additive Manufacturing、人工知能におけるロボットと自動化の使用が増加すると予測される <sup>157</sup> 。                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| MES                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| RPA                  | タイでのロボットプロセスオートメーション（RPA）技術の採用は、成長し続けると予測されている。COVID-19パンデミックの結果として、RPA技術は、さまざまなビジネスセクターがビジネスプロセスリエンジニアリングの強化と目標達成を可能にするのを支援する可能性がある。これには、プロセスの強化、顧客体験の改善、サービス提供の改善、コストの削減が含まれる。国のデジタル・トランスフォーメーションの状況に関する調査において、タイの多くの企業がRPAをビジネスに採用することに関心を示した。タイにおけるRPAサービスの価値は2019年に2倍以上増加し、2020年には市場からの強い需要が続くと予測されている <sup>158</sup> 。                                                                                                                             |
| VR/AR                | ものづくりに関する今後のトレンド：主要生産拠点としての在タイ日系企業の視点では、従来どおりに本社の指示を受けて生産機能に特化した取り組みを実施するだけでなく、タイおよび周辺諸国の新たな顧客・市場・ニーズ開拓や体質強化に対する役割が増すと予想される。<br>技術のデジタル化・徹底的省力化の実施：<br>・ 熟練技術者を中心に将来を見据えたデジタル化を行う<br>・ 深刻な人手不足を追い風に、AI、IoT、ロボット、VR及びARを使い現場の徹底的な省力化を推進。熟練技術者やベテランが知る暗黙知の形式知化を図る <sup>159</sup>                                                                                                                                                                           |

<sup>156</sup> <https://www.thestorythailand.com/en/25/07/2020/3869/><sup>157</sup> <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/th/pdf/2020/06/managing-in-the-new-normal-thailand.pdf><sup>158</sup> <https://opengovasia.com/tech-industry-feels-increasing-impact-of-coronavirus-outbreak/><sup>159</sup> <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/th/pdf/2020/05/presentations-live-covid-19-gjp-20200515.pdf>

| 新技術      | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ブロックチェーン | タイの製造現場は、COVID 19に起因する不確実性のなかでニューノーマルに移行し、社会的距離の概念は、生産工場と労働者に暗示される。産業プラント、特にブロックチェーン、IoT、Additive Manufacturing、人工知能におけるロボットと自動化の使用が増加すると予測される <sup>157</sup> 。 |

#### (9) ベトナム

表-27 ベトナムにおける新技術関連市場の動向とCOVID-19の影響

| 新技術                  | 関連市場の動向とCOVID-19の影響                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IoT                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| AI                   | (参考：FPTソフトウェアはベトナムの情報通信省と協力して、COVID-19ウイルス（COVID-19）のリアルタイムデータと自宅での感染リスクの評価を提供するAIを利用したウェブサイトアプリケーションを立ち上げた。FPTソフトウェアの主力製品であるakaChainによって開発された「COVID-19チェック」Webアプリケーションは、人工知能（AI）テクノロジーを利用してCOVID-19感染を検出するための無料で使いやすいツールを提供している。ユーザーが頻繁に訪問する場所を入力すると、AIアルゴリズムは、確認された症例の政府の更新された記録、旅行履歴、および感染性の高い領域に基づいて、感染の確率を自動的に計算する。) <sup>160</sup> |
| ビッグデータ分析             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ロボティクス               | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| オンデマンド製造技術（3Dプリンタなど） | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| MES                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| RPA                  | (参考：FTPのakaBotの既存顧客は、年間ロボット工学プロセス自動化（RPA）ライセンスを3か月無料で利用できる) <sup>161</sup>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| VR/AR                | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ブロックチェーン             | (参考：ブロックチェーン技術の適用により、ベトナムの主要産業であるサービス、製造、農業を大幅に合理化できる。これは、分散型台帳技術の大規模な採用が現在の状態をはるかに超えて経済を推進する力を持つことを意味する。ベトナムにおいてブロックチェーンはまだ当局によって規制されていないが、規制は国に必要とされる財政的後押しを提供する可能性があるため、法律が期待されている。) <sup>162</sup>                                                                                                                                   |

#### 4.2.3 現地進出外資系製造業・裾野産業にCOVID-19が与えた影響

##### (0) 全体概要

COVID-19により世界中の製造業が影響を受けている。ただし、調査対象国における現地進出外資系製造業・裾野産業への影響には国ごとに違いがある。以下、各国の状況につき述べる。各国に共通する情報源として、以下のサイトを参照した。

- JETRO「特集 新型コロナウイルス感染拡大の影響」<sup>163</sup>

<sup>160</sup> <https://www.fpt-software.com/fpt-software-steps-up-covid-19-fight-with-artificial-intelligence/>

<sup>161</sup> <https://www.businesswire.com/news/home/20200421005962/en/FPT-Helps-Businesses-Automate-COVID-19-RPA-Offers>

<sup>162</sup> <https://vietnaminsider.vn/is-vietnams-hesitance-to-embrace-crypto-exchanges-hampering-economic-growth/>

<sup>163</sup> <https://www.jetro.go.jp/world/covid-19/>

- ニッセイ基礎研究所「東南アジア経済の見通し～経済活動の再開進むも、外需悪化が長引き景気回復ペースは緩やかに」<sup>164</sup>

## (1) ドイツ

### a) 製造業全般の状況

ドイツにおけるCOVID-19の製造業への影響は深刻なものであった。ドイツを代表する産業である自動車産業の場合、ドイツ自動車産業連合会（VDA）は、2020年の国内の乗用車生産は前年比24.8%減の350万8,500台、過去45年で最低となったと発表。乗用車輸出台数は24.5%減の263万3,100台。ドイツ連邦自動車局（KBA）によると、2020年のドイツ国内の乗用車新規登録台数が291万7,678台と前年比で19.1%減少。ガソリン車、ディーゼル車がそれぞれ、36.3%減、28.9%減と大きく減少したと発表。一方、低排出ガス車である電気自動車（BEV）、プラグインハイブリッド車（PHEV）はそれぞれ、206.8%増、342.1%増となった。

政府は、地球温暖化防止の観点から、価格が4万ユーロ（480万円）までの電気自動車（BEV）かプラグインハイブリッド車（PHV）を買う市民だけに補助金（6,000ユーロ＝72万円）を支給する景気刺激策を、2021年6月に発表した。これが、電気自動車（BEV）、プラグインハイブリッド車（PHEV）の増につながったと考えられる。

### b) 進出した外資系製造業への影響

2020年12月21日、JETROは、西欧15カ国・中・東欧8カ国の日系企行に対して実施したアンケート調査の結果を発表（調査期間：9月3日～9月24日、回答企業949社、うち在独日系企業は286社）2020年に黒字を見込む企業の回答割合は48.5%と、非製造業を対象に含めた2012年の調査以降の最低を記録。売上減少が主な理由として、新型コロナウイルスの感染拡大に伴う「越境移動制限」と「消費需要の減退」が新たな経営課題との回答あり。ビジネス活動の正常化時期としては、「2021年後半」との回答が30.0%で最多。「2021年前半」が26.6%と続き、来年以降に期待。2021年以降の取り組みとして、「人員削減による合理化」「海外駐在員の削減」など経費圧縮を挙げる企業が多い反面、「販売製品の見直し」「デジタル化の推進」「調達先の見直し」などの新たな取り組みへの挑戦姿勢も伺える。

### c) 裾野産業への影響

ドイツで2020年に生産された車の台数は前年比24.8%減の350万8,500台だったが、これは過去45年間で最も低い値となった。自動車産業に関連する裾野産業への影響も同様に大きいと想定される。

<sup>164</sup> <https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=64754>

## (2) アメリカ合衆国

### a) 製造業全般の状況

アメリカ合衆国では、COVID-19の感染者が爆発的に増えた結果、失業者が増加する等、経済に大きな影響が出た。全米の新規感染者数は9月1日をピークに減少に転じていたが、2021年10月24日を底に再び増加中。1日当たりの新規感染数は直近で約10万4,000人と10月上旬以降で初めて10万人台を超えた。累計の感染者数は4,900万人に迫る。1日当たりの死者数も再び1,000人を超える状況。累計では78万人を突破。

### b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出企業としての日本企業の状況だが、ワクチン普及を含む政府・議会による経済対策の効果もあり、全米ワイドのロックダウンから1年が過ぎた中、業績はほぼコロナ以前に戻ったとの声多数。特に、米国の経済を支える個人消費が急速に戻っており、中には生産が需要に追い付かないとの業種もある。他方、業種ごとで見れば、引き続きコロナの影響から立ち直っていない業種もあり、いわゆるK字回復の様相。

全体的な傾向としては、ようやくコロナ前の状況に戻ったばかりで、現時点では未だコロナ後の新規ビジネスの構想には着手していないとの企業がほとんど。一方、コロナ禍で加速したデジタル化を、小売りをはじめ既存サービスに展開、もしくは新規ビジネスにつなげていくとの声がある。

一方、三菱ケミカルがアクリル樹脂原料を増産するため、1,000億円強を投じて新しい工場を建てる、信越化学や日本製鉄が増産に動く等があり、コロナ後の、日本企業の投資の動きが見える。<sup>165</sup>

### c) 裾野産業への影響

米供給管理協会（ISM）が発表した2021年11月の製造業景気指数は61.1と、10月の60.8から上昇し、旺盛な商品需要を背景に、製造業の持ち直しを示した。需要が堅調であることから、工場での雇用が増加した。雇用指数は53.3と7カ月ぶりの高水準となり、10月の52.0から上昇した。ただ、労働者不足は依然として制約となっている。9月末時点の求人件数は1040万人だった。ただ「企業が受注をオーバースペックする可能性や新型コロナウイルスの新変異株オミクロンが価格やサプライチェーンの問題を増大させるなどのリスクがある」とした。各種裾野産業でも同様の状況と想定される。<sup>166</sup>

## (3) 中国

### a) 製造業全般の状況

中国政府は「新インフラ（新基建）」構築を推進。新インフラとは主に①5G基地、②超高压送電、③都市高速鉄道・都市軌道交通、④新エネルギー自動車充電設備、⑤ビッグデータセ

<sup>165</sup> <https://www.nikkei.com/article/DGXZQODL039620T00C21A8000000/>

<sup>166</sup> <https://jp.reuters.com/article/usa-economy-manufacturing-idJPKBN2IG4L4>

ンター、⑥AI、⑦インダストリアル・インターネットを指す。これは、2018年12月の中央経済工作会議で提唱された概念だが、新型コロナウイルスの流行を受けて、新たな需要・供給の拡大、就業、構造調整、イノベーション促進など総合的な効果への期待が高まっている。2021年4月以降、各地で「新インフラ」関連政策が推進されており、各分野への投資が進む。各地で消費刺激のための商品券の発行や、自動車・家電の農村部への普及政策などが発表されている。

#### b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出外資系製造業の例として、日系企業の再開状況は、一部を除き、日系企業の多くが正常化している。海外からの受注回復に遅れがみられる企業もあるが、中国国内の需要拡大などにより過去最高益となる企業もある様である。

また、新型コロナウイルスの影響により中国から外資が続々撤退しているとの情報が流れるなかで、中国政府が「約4割の外資企業は、中国投資を強化しようとしている」とコメントしたことが報じられている<sup>167</sup>。

### (4) インド

#### a) 製造業全般の状況

ロックダウンの影響を受け、2020年4月～5月の失業率は23%台に上昇したが、7月以降はコロナ前とほぼ同じ水準まで回復。鉱工業生産指数は4月に全体で前年同月比-57.3%まで落ち込み。特に製造業の落ち込みが全体を押し下げた。5月以降は回復している

乗用車・二輪車の国内販売台数は2019年度もともと低迷していたが、ロックダウン以降激減。6月以降回復。8月は前年同月比プラスに転じた。ロックダウンの反動によるものか、消費者の志向の変化（公共交通機関を避けて自家用車での移動を）による持続的な回復なのか、注視が必要である。

失業率は農村部よりも都市部の方が高い傾向。地場企業のみでの経済復興を模索するのではなく、日本企業をはじめ、積極的な外資誘致に取り組む動きもある。コロナ禍で、「サプライチェーンの多元化」が改めて世界共通の課題となった。インドをそのためのプラス1拠点と位置付けてもらえるよう、国家を挙げて積極的な投資誘致に取り組んでいる様である。

#### b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出外資系製造業の例として、現地日本企業の状況は、感染拡大や現地医療体制への不安等から、2020年3月以降多くの企業が日本人駐在員や帯同家族らを日本へ一時帰国。国際旅客機の着陸停止措置（2020年3月22日）以降、計69便のインドから日本への臨時便が運行（2021年1月末までの予定を含む）。長らく日本からインドに行く手段がなかったが、8月以降インド日本商工会の羽田発デリー行きチャーター便が月2便程度運航。限定的ながら両国の行き来が可能に。

---

<sup>167</sup> <https://www.recordchina.co.jp/b802559-s0-c20-d0135.html>

日系四輪、二輪各社は、2020年5月以降順次生産を開始、6月中旬よりすべての企業が生産を開始した。同時に販売店も再開、オンラインでの販売も開始するなど6月になってようやく売り上げも立つようになっている。公共交通機関の利用を控えることを理由にマルチ・スズキ等販売が増加している。

工場再開、営業再開により、喫緊の資金繰り悪化時期は過ぎたが、引き続き大きな懸念事項。感染拡大防止のための標準作業手順（SOP）遵守による生産性の低下は継続。感染数増加の中で、従業員への感染例が急増しており、感染対策が大きな課題に。特に日本人駐在員においては、医療体制崩壊への不安も増大。日本へ一時退避した駐在員の再派遣を模索する動きも出始めている<sup>168</sup>。

#### c) 裾野産業への影響

インド自動車工業会（SIAM）は2021年8月12日、7月の自動車統計（出荷ベース）を発表した。2021年4～7月の販売台数は、乗用車販売〔多目的車（UV）とバンを含む〕が、前年同期比2.7倍の91万714台と増加、部門別でみても、一般乗用車、多目的車、バンの販売台数はいずれも2倍以上となった。自動車産業に関連する裾野産業への影響も回復傾向と想定される。

### (5) インドネシア

#### a) 製造業全般の状況

インドネシア自動車経営者協会（GAIKINDO）によると、2020年の自動車販売台数（ディーラーへの出荷ベース）は合計532,027台で、前年比48%の大幅減となり<sup>169</sup>、ASEAN域内で最悪の結果となった（表-28）。また、自動車の生産数も46%の減少となっている。

表-28 ASEANにおける2020年の自動車販売実績<sup>170</sup>

| 国      | 乗用車       | 商用車     | 2020合計    | 2019合計    | 増減   |
|--------|-----------|---------|-----------|-----------|------|
| ブルネイ   | 12,239    | 266     | 12,505    | 11,909    | +5%  |
| インドネシア | 388,886   | 143,141 | 532,027   | 1,030,126 | ▲48% |
| マレーシア  | 474,104   | 48,469  | 522,573   | 604,281   | ▲14% |
| ミャンマー  | 12,867    | 4,840   | 17,707    | 21,916    | ▲19% |
| フィリピン  | 69,638    | 154,155 | 223,793   | 369,941   | ▲40% |
| シンガポール | 46,986    | 9,437   | 56,423    | 90,429    | ▲38% |
| タイ     | 343,494   | 448,652 | 792,146   | 1,007,552 | ▲21% |
| ベトナム   | 221,274   | 75,360  | 296,634   | 322,322   | ▲8%  |
| 合計     | 1,569,488 | 884,320 | 2,453,808 | 3,458,476 | ▲29% |

一方で、国内の製パン大手は、巣ごもり需要が拡大すると見て、年内に新たに2工場を稼働させることを発表<sup>171</sup>。Making Indonesia 4.0に合わせて生産管理・運営管理におけるデジタル

<sup>168</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/covid-19/asia/video/cc25b3e852c60c94/shiryo.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/covid-19/asia/video/cc25b3e852c60c94/shiryo.pdf)

<sup>169</sup> [https://www.just-auto.com/news/indonesia-sales-plunge-48-in-2020\\_id199741.aspx](https://www.just-auto.com/news/indonesia-sales-plunge-48-in-2020_id199741.aspx)

<sup>170</sup> [http://www.asean-autofed.com/files/AAF\\_Statistics\\_2020.pdf](http://www.asean-autofed.com/files/AAF_Statistics_2020.pdf)

<sup>171</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/covid-19/asia/matome/idn200720.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/covid-19/asia/matome/idn200720.pdf)

技術の導入、自動化・省人化のための設備・システムの導入への投資を継続していくという企業もあるとのことである。また、政府は、中小企業向けの融資緩和（期限延長、金利引き下げ）を実施している<sup>172</sup>。

b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出外資系企業の例として、現地日系製造業の、2020年4月－5月は、販売店舗の一時閉鎖・入店制限など、小売りサイドの活動制限によって、国内需要が急落。飲食料品・医療関係など一部を除いて、生産調整が顕著だった。6月以降、事業活動制限の緩和に伴って、需要回復に応じた生産活動が徐々に再開されている。ただし、6月下旬以降の感染状況悪化で、従業員に感染者が急増し、操業率に影響が出ている企業も存在している。自動車関連では輸出用モデルの生産中心に再開している。

c) 裾野産業への影響

自動車販売台数の減（2020年で前年比48%減）を受けて、自動車産業に関連する裾野産業への影響も同様に大きいと想定される。インドネシアアフターマーケット協会（GATOMI）のAyong Jeo会長は、ロックダウンの期間中スペアパーツの売り上げが80%も減少したと述べ、またインドネシア自動車部品工業会（GIAMM）のHadi Surjadipradja事務局長は、このような経済規模では80%～90%の原材料を輸入に依存しているこの業界は立ち行かなくなると述べている<sup>173</sup>。

(6) ミャンマー

a) 製造業全般の状況

政府の輸出促進機関であるミヤントレードの調査報告書によると、新型コロナにより「深刻な影響を受けている」と回答した企業は全体の30%、「ある程度の影響を受けている」が40%だった<sup>174</sup>。報告書は、観光業に次いで縫製業、天然ゴム輸出業が大きな影響を受けていると指摘。企業は政府に対し、減税や納税期限の延長のほか、賃料や電気料の一部免除措置の実施などを求めているとも報告した。また、国連ミャンマー事務所によると、国内の縫製業に従事する労働者約70万人のうち半数の約35万人が給料の支払い停止や失業のリスクにさらされていると発表。

b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出外資系企業の例として、ミャンマー日本商工会議所のアンケート調査結果（調査期間：2020年5月19日～22日、回答社数：147社（回答率36%））によると、新型コロナ以前の稼働率と現在の稼働率とを比較して、増加及び変化なし：23.1%、操業縮小：75.4%新型コロナ

<sup>172</sup> <https://indonesien.ahk.de/en/infocenter/news/news-details/govt-extends-loan-relaxation-for-smes-as-covid-19-outbreak-continues>

<sup>173</sup> <https://www.gaikindo.or.id/industri-komponen-otomotif-ikut-terpukul-selama-pandemi/>

<sup>174</sup> <https://www.nna.jp/news/show/2073289>

ナ以前の稼働率と比較して6月以降の稼働率見通しは、増加及び変化なし：36.8%、落ち込む：63.2%となっている。

また、JICAでは、2020年9月にミャンマー政府による経済対策の実施及び投資・貿易環境、金融基盤の整備に資する政策・制度改善の促進に協力する為、300億円を限度とする新型コロナウイルス感染症危機対応緊急支援借款契約を締結した<sup>175</sup>。

JETROヤンゴン事務所によると2021年11月現在、ミャンマーでは感染が落ち着き、陽性率は1割以下の日が継続している。最大都市ヤンゴンでは、交通量も増加し、街中・ショッピングモールなどにおける賑わいも戻っている。これに伴い、日本でのワクチン接種を終えた日系駐在員のミャンマーへの再渡航が引き続き見込まれているとのこと。<sup>176</sup>

## (7) マレーシア

### a) 製造業全般の状況

マレーシアでは、COVID-19の経済への影響は深刻で、マレーシア中央銀行は2021年第3四半期の実質国内総生産（GDP）成長率が前年同期比マイナス4.5%だったと発表した。第2四半期のプラス16.1%から2四半期ぶりのマイナス成長に転落。新型コロナウイルスの再流行で6月から全国的な活動制限令（MCO）が敷かれたことで落ち込んだ。産業別では全ての部門でマイナス。最も落ち込んだのは建設でマイナス20.6%だった。製造業はマイナス0.8%であった。<sup>177</sup>

ただ、一部の電子機器製造業者では、外国人労働者に特別手当を出して、移動制限の中でも、モチベーションを維持し、生産の継続を達成したとの報告があり、雇用を維持する動きもあると考えられる。

### b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出外資系企業の例として、日系製造業では、労働力不足や部材調達難による生産低下が課題。政府による操業規制緩和、ワクチン接種率向上により出勤率はほぼ平時に戻ったが、感染拡大防止のための対応や政府による監視は続く。サービス業の在宅勤務や外出自粛は緩和、ビジネスへの影響は解消に向かっている。JETROクアラルンプール事務所によると、マレーシア政府は7月頃から急ピッチでワクチン接種プログラムを進め、12月5日時点で成人人口に対するワクチン接種率は97.1%に到達。290万人超がブースター接種も完了した。8月以降、ワクチン接種を完了した個人への緩和措置、接種率が一定以上の製造業等に対する出勤率上限の引き上げ、サービス業の再開など、活動制限の緩和が加速。10月には州間移動も解禁し経済活動はほぼ正常化。他方、オミクロン型変異株の感染拡大を受け水際対策は再度厳格化の方向へ向かうとのこと<sup>178</sup>。

<sup>175</sup> [https://www.jica.go.jp/press/2020/20200901\\_10.html](https://www.jica.go.jp/press/2020/20200901_10.html)

<sup>176</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/covid-19/asia/matome/mm.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/covid-19/asia/matome/mm.pdf)

<sup>177</sup> <https://www.asiax.biz/news/59094/>

<sup>178</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/covid-19/asia/matome/my.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/covid-19/asia/matome/my.pdf)

c) 裾野産業への影響

2021年第3四半の製造業の成長率がマイナス0.8%であり、裾野産業への成長も同様に減少と想定される。

(8) タイ

a) 製造業全般の状況

タイの経済は、COVID-19の影響から徐々に回復している。2021年第3四半期（7～9月）のGDP成長率はマイナス0.3%となった。第2四半期（7.6%）からマイナス成長に転じた。四半期のGDP成長率がマイナスになるのは2四半期ぶりであった。タイ工業省工業経済事務局（OIE）は11月30日、2021年10月の製造業生産指数（MPI、付加価値額ウェイト、基準年2016年＝100）が前年同月比2.9%増の98.0となったと発表した。タイ工業連盟（FTI）は11月18日、2021年10月の自動車生産台数が、前年同月比3.3%増の15万4,038台だったと発表した。二輪生産台数は前年同月比8.3%減の19万2,774台だった。<sup>179</sup>

Asia Timesの記事によると、新型コロナは特に貧困層（農業従事者、中小企業）に大きな影響を与え、タイ国の経済の回復には2年を要し、Thailand4.0の見直しも必要になるのではとのことである<sup>180</sup>。

b) 進出した外資系製造業への影響

現地進出外資系企業の例として、日系企業の状況を述べる。6月30日にバンコク日本人商工会議所（JCC）<sup>181</sup>が発表した、2021年上期日系企業景気動向調査によると、在タイ日系企業の業況感DIは、2020年下期にプラス24と前期（マイナス64）から大幅に改善し、2021年上期にかけてはプラス25と前期と同水準だった。2021年下期の見通しは、新型コロナウイルス第3波の感染拡大や変異株などの懸念などからプラス幅は縮小するものの、業況感プラスを維持（プラス25→プラス14）する見通しだ。COVID-19の影響を踏まえた今後の事業活動に対する見通しとしては、「継続もしくは拡大」が66%と最も回答が多かった。次いで、「現時点では不明」（30%）、「縮小」（4%）となった。

コロナ後を見据えた動きとして、JICAがタイで2011年に発生した洪水被害の教訓を活かした「地域全体で取り組む事業継続マネジメント」に向けた研究<sup>182</sup>を産学連携で進めてきた知見を、コロナで寸断されたサプライチェーンの再構築に生かせないか検討している。これは、工業団地を取り巻く地域コミュニティの災害リスクを可視化して、企業、自治体、住民が地域としてのレジリエンス（しなやかな復元力）を強化して、災害を乗り越えていこうとするもので、JICAタイ事務所では2020年4月末に本件に関するWebセミナーを開催した<sup>183</sup>。

<sup>179</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/covid-19/asia/matome/th.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/covid-19/asia/matome/th.pdf)

<sup>180</sup> <https://asiatimes.com/2020/06/covid-19-drives-thailand-deeper-into-poverty/>

<sup>181</sup> <https://www.jcc.or.th/>

<sup>182</sup> 産業集積地における Area-BCM の構築を通じた地域レジリエンスの強化（2017-2023 年度）

<sup>183</sup> [https://www.jica.go.jp/topics/2020/20200715\\_01.html](https://www.jica.go.jp/topics/2020/20200715_01.html)

c) 裾野産業への影響

2021年10月の自動車生産台数は15万4,038台と、前年同月比3.3%の増となり、自動車産業に関連する裾野産業も回復傾向と想定される。

(9) ベトナム

a) 製造業全般の状況

ベトナムでは2021年11月現在、再び感染者が増加傾向にあり、ベトナム政府はニューノーマル（新常態）に向けて、新型コロナ感染対策を見直し。感染リスク下でも生産や建設、物流を止めない方針を示した。ワクチン接種完了者などを対象に、入国後の隔離期間と健康観察期間をそれぞれ7日間に短縮。一部の指定地域では、観光客の受入を再開している。<sup>184</sup>ベトナムの2021年度上半期の経済は、まさに「V字回復」とよべる結果となった。2020年は、1年を通してコロナ禍の影響を受け、ベトナムの経済成長は滞った。しかし、2021年上半期には、前年の停滞を払しょくするような右肩上がりのGDP成長を見せ、ベトナムは2020年、東南アジアのなかで唯一、GDPがプラス成長した国であった。ベトナム統計総局によれば、2021年度上半期の成長率は5.64%に達した。第1四半期GDP成長率は4.48%、第2四半期GDP成長率は6.61%に達成した。以前から発表されていた予測値より低くなったものの、世界中の他の国々と比較すれば、かなり高い成長率である。<sup>185</sup>

b) 進出した外資系製造業への影響

コロナ後に、外資系企業のベトナムへの生産拠点移転が加速するのではとの見方もある。実際ベトナム政府は、2020年にGDPのプラス成長を達成し、景気回復に対し楽観的な目標を提示している。

中国からの生産移管先としてベトナムが最有力な位置づけにあり、ベトナムがTPPへの加盟国であること、EUとのFTAが発効したことも、投資先としての魅力を高めている<sup>186</sup>。

現在多くの日系企業がアフターコロナに向けた投資プロジェクトを探索している。特に再生可能エネルギー、健康食品、医療、IT、通信、不動産、製造業界が注目されている。さらに、多くの日系企業は工業用不動産、オフィス不動産のプロジェクトや安価な賃貸工場を積極的に探索している。

日本企業については、日本人の入国制限措置が続いており、駐在員の交替の遅延に加え、保守・メンテナンス従事者の派遣、新規設備導入や営業の支援などの大きな障害になっている。ベトナム政府の承認のもと、企業関係者などの入国は認められるが、ワクチンの接種状況により指定のホテルなどで3日間～7日間の隔離と最長2週間の健康観察が必要（2022年1月1日現在）<sup>187</sup>。

<sup>184</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/covid-19/asia/matome/vn.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/covid-19/asia/matome/vn.pdf)

<sup>185</sup> <https://estate.nikkan.co.jp/column/bdy6jtr2etp1mnax>

<sup>186</sup> [https://www.itochu-research.com/ja/uploads/em20200525\\_2020-024\\_VNM.pdf](https://www.itochu-research.com/ja/uploads/em20200525_2020-024_VNM.pdf)

<sup>187</sup> [https://www.vn.emb-japan.go.jp/itpr\\_ja/20200731nyuukoku.html](https://www.vn.emb-japan.go.jp/itpr_ja/20200731nyuukoku.html)

#### c) 裾野産業への影響

ベトナム経済の好調な回復は、各産業に関連する裾野産業への影響も同様と想定される。

#### 4.2.4 新技術関連人材の育成状況にCOVID-19が与えた影響

ここでは調査対象国における行政機関、教育機関、産業界の3つの領域における人材育成に関して調査を行った。また、最後にUNESCOが行った調査の結果についても述べる。

##### (0) 概要

表-29 調査対象国における新技術関連人材の育成状況の概要

| 対象国    | 調査結果概要                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ドイツ    | <ul style="list-style-type: none"> <li>COVID-19の影響で「Industrie 4.0を加速化」の方針設定の下、GIZを介してASEAN地域での教員養成を強化。</li> <li>3種の職業教育の資格を改正し職業教育の魅力と国際競争力の向上を実施。</li> <li>デュアルシステムの継続支援のため実習指導用 e-learning 教材作成を実施。</li> </ul>            |
| アメリカ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>行政/教育機関の関連情報は乏しく、民間企業による多様な人材強化（M&amp;A、無料オンラインツール提供など）が進んでいる</li> </ul>                                                                                                             |
| 中国     | <ul style="list-style-type: none"> <li>行政/教育機関と産業界の3者間の戦略的連携が読み取れる、AI 先端人材から地方振興のための IT 人材の育成計画などがある。</li> </ul>                                                                                                            |
| インド    | <ul style="list-style-type: none"> <li>首相主導で「自立したインド」実現のための製造業振興政策が掲げられ、実現の課題の1つに人材育成が挙げられている。</li> </ul>                                                                                                                   |
| インドネシア | <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT や Industry 4.0 の流れに資する人材育成の一環として CAD 製図の第1回国家技能認定試験が実施されたが、その他の関連活動は乏しい。</li> </ul>                                                                                              |
| ミャンマー  | <ul style="list-style-type: none"> <li>同国の IT 人材の海外での活用自体が制限される状況にあり、高度人材の育成の関連情報は乏しい。</li> </ul>                                                                                                                           |
| マレーシア  | <ul style="list-style-type: none"> <li>GIZ 支援の下で Industry 4.0 に関連する TVET 指導員の upskill 研修が始動。</li> <li>他方、短期には高度人材の供給過剰の問題が新卒者に及ぶ予測。</li> </ul>                                                                              |
| タイ     | <ul style="list-style-type: none"> <li>GIZ 支援の下で Industry 4.0 に関連する TVET 指導員の upskill 研修が始動。</li> <li>テレワークのハブ化を狙った高度人材戦略も具体化に動く。</li> <li>日系企業の投資がタイランド 4.0 に沿った高付加価値化にシフトしつつあり、高度人材もタイランド 4.0 を後押しできる質への対応が必要。</li> </ul> |
| ベトナム   | <ul style="list-style-type: none"> <li>GIZ 支援の下で Industry 4.0 に関連する TVET 指導員の upskill 研修が始動。</li> <li>2030 年目標:10 万社/デジタル企業、150 万人/デジタル人材育成。</li> </ul>                                                                     |

##### (1) ドイツ

###### 行政機関

###### ● ドイツ経済協力開発省（BMZ）

BMZは低所得国と中所得国におけるCOVID-19の流行によって引き起こされる課題に取り組むための革新的なデジタルソリューションを見出すために、BMZの後援の下でGIZが実施機関となり、EU委員会、他のEU加盟国、ハイテク企業、市民社会の「チームヨーロッパ」パートナーと共に、グローバルハッカソンを2020年5月14日、15日の間に立ち上げている。代表的なハイテク協賛企業として、IBM、SAP、AIRBUSなど35社、その他、GIZ、世銀、UNDPなども参画<sup>188</sup>。

<sup>188</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/06/5e3df1f8ffaed63d.html>

- GIZのASEANへのアプローチ

GIZはTVET（Technical and Vocational Education and Training）を介してIndustry 4.0を対象とした人材育成を戦略的に展開しており、TVETの指導教員に対する指導カリキュラムは、短期大学レベルのメカトロニクス、産業電子工学、金属切削-CNC & 構造工学に関するドイツの標準化の教員育成プログラミングの開発が進めている。一方でASEAN全域を戦略的な労働力供給地としたシナリオでは、産業のモダナイズーションへの変化に対応できる競争力の革新が必要としてデジタルテクノロジーに対する基礎読み書き能力の再強化をカリキュラムの狙いとして、（i）基礎能力としての計算能力、読み書き能力、自学能力、（ii）ソフト能力としてのコミュニケーション能力、チームワーク適応能力、複雑な課題への対応能力、（iii）基礎デジタル能力の3種類の人材能力の育成構造の変革を進めている。これらはTVET 4.0として、ASEANの将来のコンピーテンシーとしてGIZが提供する人材育成の戦略であり、COVID-19はこの流れを一層加速化させる結果となった<sup>189</sup>。

しかし、現状のTVET systemの産業界からの満足度は低く、指導員の新たな能力強化が必要であり、TVETに対するThe Future ASEAN Agenda（Modernising ASEAN TVET system）が提唱された。この新systemの最重要エンジンは、TVETの研修計画と実行に関連産業界が直接的に参画することで、各TVETの学校や専門学校と同様に全国レベルとの連携が取られることとなる。

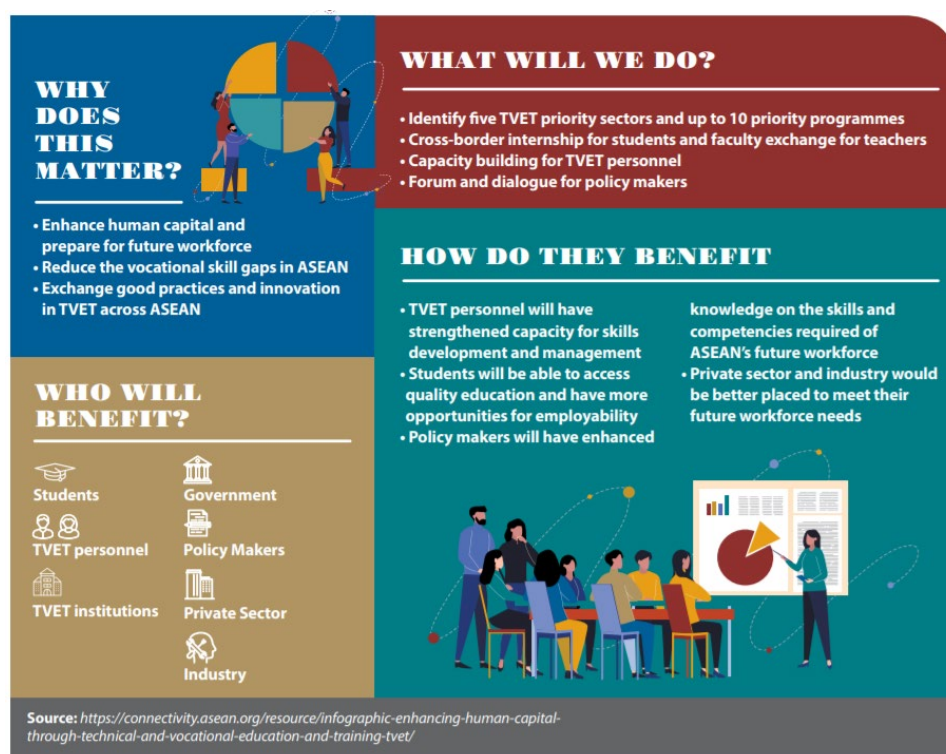


図-12 ASEANのTVETにおける人材能力強化について

<sup>189</sup> <https://asean.org/storage/2020/06/The-ASEAN-Issue-2-June-2020-dv.pdf>

- デュアルシステムでのe-learning実習システムを支援するGIZ（ASEAN地域以外）

GIZはアルメニアとルビアにおける職業訓練教育において、COVID-19で学校閉鎖の時期に相手国側のリモートラーニング組織と協力してさまざまなe-learningセッションを開発し実施している。3月には150名の職業訓練トレーナーのe-learningコースを実施。GIZの支援で実習室がe-learning教材作成用の映画スタジオに変わり、インタラクティブホワイトボード、プロジェクター、インタラクティブスクリーンなどが装備された。インターネットにアクセスできない研修生のサポートのため国営テレビを通じてレッスンユニットをダウンロードできる<sup>190</sup>。



図-13 GIZ支援での職業訓練用e-learning教材作成の現場<sup>190</sup>

## 教育機関

- Passau大学

Passau大学（独）とEcole Normale Supérieure Paris Saclay（仏）とシーメンスAI研究所の3社協賛で、COVID-19禍の環境下でAI及びビッグデータを活用したイノベーションの研究成果の加速的活用を狙ったWebinar「AIに関する仏-独合同のデジタル・サマースクール2020: Machine Learning Hybrid Models AI for Good AI Engineering」が2020年6月24日に開催された。参加者は、産業界、研究者、教育機関関係者と政府関係者など100名以上で100%デジタル環境の下で開催された。セミナーの中では、シーメンスAI研究所からは「AIと持続的発展性」、BMWからは「Machine Learning and AI in Practice」に関する事例報告とディスカッションが持たれている。代表的な参加機関は、BMW、シーメンス、GIZ、German Aerospace Center、独国及び仏国の関連大学、フランス銀行、その他<sup>191</sup>。

- 連邦教育・研究省

「Bachelor Professional」、「Master Professional」、「Certified Professional Specialist」の3つの職業教育における高いレベルの新たな資格が、職業教育訓練法の改正で導入され、2020年1月1

<sup>190</sup> <https://www.giz.de/en/mediacenter/86352.html>

<sup>191</sup> <http://mlmda.cmla.fr/french-german-summer-school-for-industry-2020/>

日から施行された。これまでは、分野ごとに多数の資格名称が存在したが、この改正で、資格名称を3種類にまとめ資格のレベルの透明性を図り、国境を越えて認知度を高める狙いも含まれている。連邦教育・研究大臣は、この改正によりさらなる職業教育の魅力と国際的な競争力を高めるとコメントしている。同省は、大学が授与する学位資格ではないが、同等であるとしている<sup>192</sup>。

## 産業界

- ボッシュ

独自自動車部品大手ロバート・ボッシュは、シンガポールで製造業の人材育成プログラムを開始した。ロボット・IT（情報技術）を活用し、製造業の高度化プロジェクト「Industry 4.0」に対応できる人材を育てることを狙いとし5年間で300社の約1,500人を受け入れる計画である<sup>193</sup>。

- 中小企業のDX変化

2020年5月上旬のドイツの調査では、COVID-19感染前では約88%の中小企業が顧客との対面形式で仕事をしていたものが、約81%の中小企業がより柔軟な顧客との対応性に移行しつつあり、3分の1の中小企業がデジタルでの顧客対応手段の重要性を認識している<sup>194</sup>。

## (2) アメリカ

### 行政機関

（行政機関内の人材育成に関して特筆すべき情報は見つからなかった。）

### 教育機関

COVID-19後の環境で、雇用を維持するには雇用者に対する教育とスキル強化が必要であると関係機関は認識している。職場を変えるためには彼らに新たな能力やスキルを所有させる必要がある。企業の人事部門は、この課題に対して解決を先導すること再教育計画を作成することができ、その利益は、雇用者のみならず企業側も得ることができる。ハーバード大学やLinkedInなどの教育機関は、個人向けおよび企業向けの無料のオンライン学習ツールを提供している<sup>195</sup>。

## 産業界

- オラクル

同社は、COVID-19の影響でオラクル社の顧客に対し従来の対面でのサポート等が困難になったためオンラインサービスの強化を実行している。例えば、オラクル・クラウド・インフ

---

<sup>192</sup> <https://qaupdates.niad.ac.jp/2020/02/28/germany-berufsbildungsgesetzes/>

<sup>193</sup> <https://europe.nna.jp/news/show/2073254>

<sup>194</sup> <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/coronavirus-covid-19-sme-policy-responses-04440101/>

<sup>195</sup> <https://www.entrepreneur.com/article/350747>

ラストラクチャとオラクル・データベースを活用した無料オンラインラーニングと認定システムのサービスの提供を始めた。スタートアップ企業向けのサービスの場合、従来の3ヶ月間の有料プログラムの技術料を相殺できるクレジットを提供することで無料でのサービスとしている<sup>196</sup>。

- ボストン・コンサルティング・グループ

同社は、色々なグローバル企業に対して戦略的なコンサルテーションを実施しており、COVID-19危機後における人材育成面の7つの優先課題を提起した。この中の下記2項目が高度人材育成に係わりが大きな課題である<sup>197</sup>。

- スマートワークの標準化

COVID-19危機の間には「スマートワーク導入の加速」が生じたが、危機後には多くの組織の間でスマートワークが新しい標準になっていくと考えるべき。

- 学習スピードが企業の大きな競争要因

組織は、従来以上に変化の速度が速く対応が困難な時代に対処するため、新たな組織能力を迅速に築いて行く必要があり、したがって学習スピードが企業の大きな競争要因となる。

- Gartner

同社の分析結果では、パンデミック前の従業員のリモートワーク率は約30%であったものがパンデミック後では48%に変化する可能性が示されており、この変化への適切な対応として、採用においてデジタル業務への適応能力を優先する必要があると述べている<sup>198</sup>。

### (3) 中国

#### 行政機関

中国政府は2017年7月に「次世代AI発展計画」を発表し、2030年までに中国がAI分野で世界のトップレベルになる目標を設定。次に2019年8月に科学技術部が「AIイノベーション発展試験区設置ガイドライン」を発表しAIの社会実装の加速化を促した。今回のCOVID-19禍の影響で、AIを活用した感染抑制や研究開発などの加速化が重要との判断で、以下の具体的施策などが実施されている。

---

<sup>196</sup> <https://www.oracle.com/corporate/covid-19.html>

<sup>197</sup> [https://image-src.bcg.com/Images/People-Priorities-for-New-Now-JP\\_tcm9-250926.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/People-Priorities-for-New-Now-JP_tcm9-250926.pdf)

<sup>198</sup> <https://www.ehstoday.com/covid19/article/21131744/9-trends-impacting-the-future-of-work>

- 文部省／国家發展改革委員会／財務省

文部省、国家發展改革委員会と財務省は、AI分野に関連を持つ大学院育成を迅速化するため“「二重一流」建設大学における規律の融合促進”に関する施策をまとめ、AI人材分野の大学院の入学定員の増枠等の施策<下記の中国教育部の内容>が実行された。AI分野における「二重一流」とは一流の「人工知能+X」人材を意味しており、AIの意味を深め、基礎理論の才能と「人工知能+X」複合人材を育成し、世界の科学技術のフロンティアを先取りし先駆的な成果を達成する事を狙うもの。ハイレベルなAI人材チームの拡大の為、AI大手企業は、産業技術の最新動向や人材養成に対する最新の需要に応じて、実験実践環境を提供し大学教員の研修を実施するように奨励されている<sup>199</sup>。

さらにハイレベルな開発プラットフォームの構築のために、産学統合イノベーションプラットフォームの確立や学校と企業の緊密な協力が挙げられ、高度な人材養成メカニズムとモデルの革新のために、パーソナライズされたトレーニングプログラムの開発や大学とAI関連企業、地方自治体などと共同した人材育成プロジェクトの設立、国際交流・協力の強化などが挙げられている。

## 教育機関

- 中国教育部

2020年の中国の大学院の入学定員につき、中国の国家戦略および民生ニーズに合致する分野（AI、IC集積回路、臨床医学、公衆衛生など）で定員増員を行うとした。入学定員の増員が実現した場合、2020年の大学院入学定員枠は110万6,000人に達する見込み。AI人材の育成に関しては「二重一流」人材育成の狙いから、下記の4点に取り組むとしている<sup>200</sup>。

1. AI専攻を中心に大学院生の募集拡大。特に、AI基礎・応用理論の研究、研究成果の産業転換の促進、中核となる技術によるイノベーション創出に重点を置く。
2. AIと基礎学科、IT、医学、哲学、社会学との知見の融合を重視し、学科の枠を超えて関連分野を学ぶカリキュラム編成を通じて、AI関連の技術と他学科との融合を促しながら、実践力を備えた複合型人材の育成を目指す。
3. 大学とAI関連企業、産業化基地、地方政府との間で、共同人材育成プログラムを実践するなどにより、産学官連携を促す。
4. 国家級のAIイノベーションプラットフォームにおいて、AI技術に関する重点課題等の意見交換の場を設ける。

---

<sup>199</sup> [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_826/202003/t20200303\\_426801.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202003/t20200303_426801.html)

<sup>200</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/03/807038cda4258063.html>

## 産業界

- COVID-19の影響による中国産業界の変化は、①新卒採用ニーズが16.8%減少、②58%の大中企業が影響大きいと感じる、③53%の大中企業がDX化、業務オンライン化へフォーカス<sup>201</sup>。
- 中国インターネット検索大手の百度（バイドゥ）

同社は、今後5年間にAI人材を500万人養成する計画を発表しており、中国のスマート化された経済と社会の発展のための人材を供給するとしている。また、同社が山西省に設立した百度人工知能（AI）データアノテーションセンターは、今後5年間でアノテーション（機械学習のためにデータにタグ属性をつける作業）の人材5万人を養成する計画（現在は2千人規模）を明らかにした。アノテーションの仕事は技術的な敷居が比較的低く、短期間の研修で実務に付けるため地元労働者の就業を効果的に促進することができる<sup>202</sup>。

## (4) インド

### 行政機関

- モディ首相は、2020年5月12日にCOVID-19禍の危機を乗り越えるために「自立したインド」となることの必要性を国民に示し、そのための重要政策として製造業振興政策「メイク・イン・インド」を挙げ、その実現のための課題の1つとして人材の育成があると発言<sup>203</sup>。

### 教育機関

- インド工科大学 ハイデラバード校

同校（IIT-H校：学生総数、約2,500名）は、インド政府の要請に応じ、日本政府による技術・財政支援を受けて2008年に設立されたインドの国立大学。IIT-H校と本邦産学間の研究・人材交流の促進、教育・研究面での日印ネットワークの形成を目的に2012年よりJICAが奨学金プログラムを実施し、これまで100名以上のIIT-H校卒業生を本邦大学の修士・博士課程に留学生を派遣している。同校は、自然言語処理、コンピュータビジョン・グラフィクス、データベース、ロボティクス等の研究に特に力を入れており、キャンパス近郊には、マイクロソフト、オラクル、モトローラ、GEキャピタルなどの企業群が集中するHITEC CITYがあり、産学連携の成功の地域でもある。2021年度はCOVID-19の影響により、2021年9月24日と25日の2日間、IIT-Hキャンパスでオンラインでの「JAPAN DAY 2021」が開催され、日系IT企業への就職斡旋支援が実施された<sup>204</sup>。

## 産業界

- “HR resilience Planning-COVID-19 impact and preparedness” の調査結果では、約70%の組織がリモートワークを継続することで生産性が低下することへの懸念を示している。このための

<sup>201</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/hrportal/forcompanies/covid-19/20200615\\_1.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/hrportal/forcompanies/covid-19/20200615_1.pdf)

<sup>202</sup> <https://www.afpbb.com/articles/-/3292346>

<sup>203</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/05/c2c134afc75cddf0.html>

<sup>204</sup> <https://www.meti.go.jp/press/2021/09/20210928005/20210928005.html>

対処として、人材能力の主要素の見直し、リモートワーク管理への適応、人事機能のデジタル化と労働力モデルの再構成の実施等の必要性が挙げられている。この様な傾向の影響を受けて、70%以上の企業がバーチャル採用に移行しつつあり、AI、ロボティクスオートメーションなどの新しい技術がバーチャル採用における変化のリード役ともなっている。この結果、ITインフラやデジタルでの基本的なコミュニケーション等に関する技術ニーズの重要性は薄れつつある<sup>205</sup>。

## (5) インドネシア

### 行政機関

- 近年進む製造現場のモノのインターネット（IoT）化やIndustry 4.0の流れに向けてコンピュータを活用できる人材ニーズへの高まりへの対応として、首都ジャカルタで2020年2月18日、19日にCAD製図の国家技能認定試験が日本技能検定制度を踏襲した技能試験として初めて実施され、日系製造企業などから22人が受験した<sup>206</sup>。

### 教育機関

- インドネシアは東南アジアで有数にITインフラが脆弱。このため、概ね通信インフラは整備されてきたものの、オンライン授業を実施できていない教育機関が大多数の状況。ITインフラの整う大学でも、学生の大多数はPCを持たないため、スマートフォンを使用してのオンライン授業参加となっているのが実情<sup>207</sup>。

### 産業界

- 今年第3四半期もこの状況が続く場合、10月以降に早期退職に踏み切る計画をみせており、新規雇用は見込めていない。在職者の環境は、在宅勤務が進む中、クラウドの活用やWeb会議をメインとした活動が主流に成りつつあり、雇用のあり方、働き方に大きな変化をもたらしているため、在職者の新たな能力強化の施策が必要といえる<sup>208</sup>。

## (6) ミャンマー

### 行政機関

（関連情報はこの調査の範囲では見当たらず。）

### 教育機関

（関連情報はこの調査の範囲では見当たらず。）

<sup>205</sup> <https://economictimes.indiatimes.com/news/company/corporate-trends/covid-19-impact-will-be-felt-beyond-6-months-shows-ey-survey/articleshow/75084037.cms>

<sup>206</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/02/15b18dd245491cd0.html>

<sup>207</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/hrportal/forcompanies/covid-19/20200615\\_4.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/hrportal/forcompanies/covid-19/20200615_4.pdf)

<sup>208</sup> [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/hrportal/forcompanies/covid-19/20200615\\_4.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/hrportal/forcompanies/covid-19/20200615_4.pdf)

## 産業界

- 2020年3月6日時点で、COVID-19感染拡大の影響で高度人材となる工科大卒エンジニアの候補者数54人が日本企業や団体などからの面接の機会を待つ状況にあると、ミャンマー・ユニティ（ミャンマー最大の政府認定送り出し機関）が発表した<sup>209</sup>。

## (7) マレーシア

### 行政機関

- RECOTVETとSEAMEO VOCTECHの協賛で2020年5月～6月の間に、Industry 4.0などの影響により変化する産業界に対し、TVETの指導教員が適切に適應するための第2回ワークショップがASEAN対象国で5つのワークショップモジュール（下記）で開催され、この中のモジュール2がマレーシアで開催された。なお、Industry 4.0はIoT、ビッグデータ、クラウドコンピューティング、統合ロボットシステムなどの先進技術との関係が深く、産業界でのワークスタイルを変える可能性が高いため、TVET指導員のReskillingとUpskillingにより産業変化に適應させることが非常に重要としている。TVET指導員に対するUpskillingの根本的な戦略はドイツのIndustry 4.0思想をベースとした標準化されたSkills（能力）とKnowledge（知識）である。現時点で、ASEAN域内で100名以上の指導員が育成されており、RECOTVETは5つのモジュール研修を用いて残る600名のTVET指導員への指導教育の普及が可能と捉えている<sup>210</sup>。

モジュール1： Industry 4.0による産業の変化に対応する指導法と学習法の革新

（場所：タイ人材開発局およびTGI、2020年11月23日～27日）

モジュール2： TVET指導員のためのIndustry 4.0に関係する職業技術教育と指導のための専門能力開発

（場所：GMI、2020年6月1日～10日）

モジュール3： Industry 4.0のワークプロセスのためのカリキュラムデザイン

（場所：バンコク人材開発機構、2020年6月15日～22日）

モジュール4： TVET機構での（人材育成に関する）品質保証と品質開発

（場所：バンコク人材開発機構、2020年6月15日～22日）

モジュール5： 産業とTVET機構との連携

（場所：ホーチミンLILAMA 2、2020年5月12日～20日）

### 教育機関

- 2020年は、マレーシアの高度人材は供給過剰状態が起こり、その一番のしわ寄せが新卒者に及ぶことになると予測されていた。実際に、同国統計庁の公表によると、新卒の就職率は前年度から1.8%減となっている<sup>211</sup>。これに対応するため、高等教育省が、国立ウタラマレーシア大学、デジタルエコノミー公社（MDEC）、登記庁（CCM）との共同で、2019～2021年の卒

<sup>209</sup> [https://www.myanmar-news.asia/news\\_dLxcRwgwks\\_183.html](https://www.myanmar-news.asia/news_dLxcRwgwks_183.html)

<sup>210</sup> <https://sea-vet.net/41-news/asean/695-launch-of-second-series-of-in-service-training-towards-fit-for-industry-4-0>

<sup>211</sup> [https://www.dosm.gov.my/v1/uploads/files/5\\_Gallery/2\\_Media/4\\_Stats%40media/1\\_General%20News/2021/8%20Ogos/24%20Ogos%20-%20General%201-covid.pdf](https://www.dosm.gov.my/v1/uploads/files/5_Gallery/2_Media/4_Stats%40media/1_General%20News/2021/8%20Ogos/24%20Ogos%20-%20General%201-covid.pdf)

業生を対象とした就職支援ポータルサイトGREaT (<https://great.mohe.gov.my/>) を立ち上げている。同サイトは、学生の必要スキルの習得や、スキルに適合した求人情報とのマッチングといった機能を提供している。

## 産業界

- 在マレーシア進出日系企業におけるデジタル技術の活用状況は、クラウド（21.8%）、ロボット（20.5%）、IoT（15.4%）。今後の5～10年の中長期に有望な活用技術はIoTが37.3%で最も高い。AIの活用は1.3%と低いが、活用を検討する比率では23.2%でIoTに次いで高い比率である。このデジタル分野の投資における阻害要因は、「社内でデジタル分野に詳しいエンジニア人材がいない」33.3%と最も高く人材確保がボトルネックとなっている<sup>212</sup>。

## (8) タイ

### 行政機関

- 高等教育・科学・研究イノベーション省

同省は、先端技術の人材育成関連の投資もしくは経費を2019年から2020年まで250%特別控除すること、また科学技術分野の高熟練人材の採用費用も150%特別控除を実施すること、更に、既に法人税免除の恩典を受けている企業に対しては先端技術の人材育成経費の200%までの特別控除を認める、としている<sup>213</sup>。

- GIZ

マレーシアの項で述べた、RECOTVETによるワークショップ<sup>210</sup>のモジュール1の開催。

- タイ教育省

タイ教育省職業教育委員会事務局（OVEC）のナロン事務局長は、2020年7月13日に、向こう5年以内に東部3県（チョンブリ、ラヨーン、チャチュサオ）の経済特区（SEZ）「東部経済回廊（EEC）」で就労する高度熟練労働者を育成する計画を明らかにした。これによると、EECでは今後5年間に475,000人の労働者が必要となり、そのうち253,000人は職業教育、213,000人は学士、残る9,000人は修士以上を持っている必要がある。ターゲットとする業界別では自動車産業が53,000人、AIが58,000人、旅行業界が17,000人、ロボティクスが36,000人、航空業界が32,000人、デジタルビジネスが116,000人、医療業界が11,000人、高速鉄道プロジェクトで24,000人、通商関連で14,000人、ロジスティクスで100,000人となっている。この目標を達成するために、省はEECのある3つの県の10か所の職業訓練校のカリキュラムを既に改定した。OVECは今後さらに対象地域で高度なスキルを養成する教育機関の整備を進める方針である<sup>214</sup>。

<sup>212</sup> <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2020/0201/97a8227f1617a0b1.html>

<sup>213</sup> <https://piripiri.bigbeat.co.jp/blog/Thailand-2020>

<sup>214</sup> <https://www.nationthailand.com/business/30391235>

- BOI

アフターコロナを見据えた各種施策の一つとして、通信分野においてタイをテレワークのハブとして位置付けるための高度人材の就業要件の緩和などが検討されている<sup>215</sup>。

## 教育機関

アフターコロナの教育界の変化として、基礎的な学習はオンラインに代替され、学校自体は体験・実習の場として活用されていくことが考えられる。これにより学校設備のあり方もハードからソフトへシフトし、教師の役割も変化してゆく。学校は基礎的なオンラインでのカリキュラムは民間事業者に出スourcingすることも考えられ、オンラインでの学習進捗管理やコーチングなどのスキルを教師に養成するためのカリキュラムの必要性が増してくる。

泰日工業大学は2020年3月以降、COVID-19の影響で度々のオンライン授業への変更や留学プログラムの中止（例：金沢工業大学への留学プログラムの中止<sup>216</sup>）などの対応を余儀なくされているが、他方、「ものづくり人材育成とタイ日共創プラットフォームの構築」に向けた活動などが始動しつつある<sup>217</sup>。即ち、「ものづくり人材育成」については、5ゲン主義を育成の基本的な考え方として4種的能力強化と産業界との連携が提案されている（図-14）。



図-14 泰日工業大学におけるものづくり人材育成と5ゲン主義

さらに大学の所管官庁が高等教育・科学・研究・イノベーション省（MHESI）になったことから、産業高度化とイノベーションを担う役割が増しており、日系企業との協力でスタートアップ支援・研究開発協力の活動やタイの国家戦略タイランド4.0に関連して日本政府のスマートものづくり応援隊スキームを参考に、中小企業を対象として現場カイゼンやIoT・ロボット導入指導ができるインストラクター養成に力を入れつつある（図-15）<sup>217</sup>。

<sup>215</sup> [https://www.murc.jp/wp-content/uploads/2020/07/cr\\_200722\\_2.pdf](https://www.murc.jp/wp-content/uploads/2020/07/cr_200722_2.pdf)

<sup>216</sup> [https://www.kanazawa-it.ac.jp/oshirase/20200406\\_COVID-19.html](https://www.kanazawa-it.ac.jp/oshirase/20200406_COVID-19.html)

<sup>217</sup> [https://admission.tni.ac.th/web/upload/files/nl\\_19\\_re.pdf](https://admission.tni.ac.th/web/upload/files/nl_19_re.pdf)



スマートものづくり支援隊チームの成果発表会



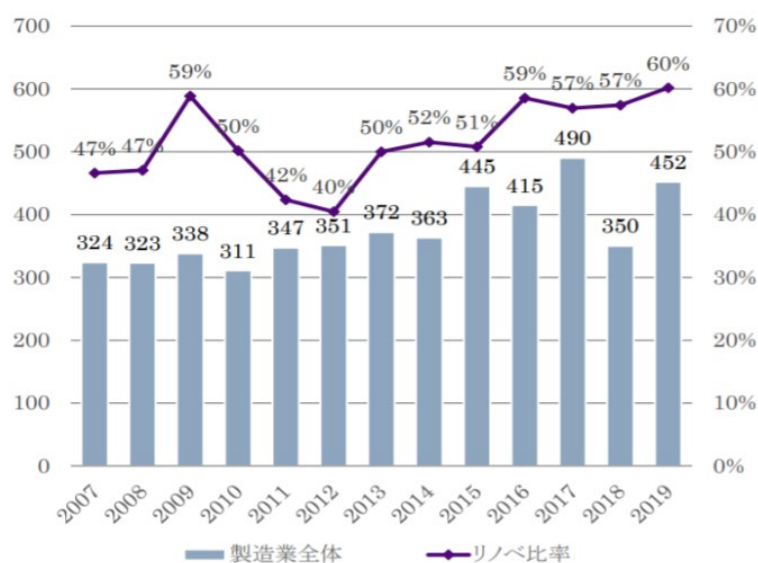
ものづくりリサーチセンター

図-15 泰日工業大学における2021～2022年のタイランド4.0関連の事業計画例

## 産業界

- アフターコロナを見据えた各種施策が進んでおり、通信分野においてタイをテレワークのハブとして位置付けるための高度人材の就業要件の緩和などが検討されている。また、ビジネスチャンスの切り口として「非接触」「自動化」がキーワードとしてタイでも重要視されており、この分野の高度人材のニーズ増大や育成環境の強化が進むものと思われる。タイにおける日系企業の投資は、既に新興国型ではなくタイランド4.0に沿った産業の高付加価値化にシフトしつつあると解釈でき（図-16）、従前の労働集約的ビジネスモデルが過渡期を迎え競争力確保のための自動化投資に移行しつつあると解釈できる。また、最終組立のみの現地生産を川上からの一貫生産にシフトして更なるコスト競争力の確保などの戦略パターンも想定できることから、高度人材ニーズもタイランド4.0を後押しできる質への対応が必要である

215。



(注) 構成比は投資のうち「更新」「合理化」の合計

(出所) JCC「日系企業景気動向調査」2007～2019年資料

図-16 タイの日系企業の設備投資件数推移およびリノベ比率の推移<sup>215</sup>

## (9) ベトナム

### 行政機関

- ベトナム政府は2020年6月3日に「2025年までの国家DXプログラムおよび2030年までの方針」を承認しており、これを踏まえて情報通信省国際協力局のホアン・アイン・トゥ副局長は9月にベトナムのデジタル企業の育成に関する戦略発表の予定を示した。その戦略では、2030年までに10万社のデジタル企業および150万人のデジタル人材育成が目標とされている。この発表の中でベトナムのスタートアップ企業から「製造ラインでの不良品判別にAIを適用する開発プロジェクト」の紹介がなされた<sup>218</sup>。

➤ （補足情報）2017年時点のベトナムのIT技術者は現在約30万人規模で、2020年までに60万人に拡充する計画が提示されており<sup>219</sup>、この経緯から2030年までのデジタル人材150万人の計画が想定できる。

- GIZ

マレーシアの項で述べた、RECOTVETによるワークショップ<sup>210</sup>のモジュール5の開催。

- 労働傷病兵社会省（MOLISA）

ベトナムのIndustry 4.0担当大臣Mr. Dao Ngoc Dung（2020年6月23日に開催されたASEAN Socio-Cultural Community Council 2020の議長）は、第36回ASEANサミットにおいて、デジタルテクノロジーと自動化がASEAN経済圏と社会を変化させつつあり、この変化への対応として新たな知識、能力、技能に基づく人材能力開発の必要性を5項目で提唱した。このうち以下の第1項と第2項が人材育成に関連する。

- 第1：開発対象国の職業基準に適合するhigh-quality skillsに関する職業教育と訓練
- 第2：能力の向上と保全のための生涯教育

さらに、ベトナムでの人材開発の優先順位の第1位として、「Industry 4.0関連の労働市場並びにグローバルに融合した市場とに適合でき、生産性の向上とベトナムの競争力強化に貢献できる人材能力開発」が提言された<sup>220</sup>。

### 教育機関

- ベトナム教育訓練省

同省は2020年3月31日に、大学をはじめとする教育機関等に対してオンライン教育および遠隔教育に関するガイドラインを発表した。2020年3月時点で、ベトナムの240大学のうち、92大学がオンライン教育を採用、残りの大学も早期の実施に向けた準備が進められている状況。さらに教育訓練省と情報通信省は、教育機関を支援するための方策として、教育訓練省

---

<sup>218</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/08/cc6f5ecd2a26d1ae.html>

<sup>219</sup> <https://tech.nikkeibp.co.jp/it/atcl/column/17/050200178/050200001/>

<sup>220</sup> <https://asean.org/storage/2020/06/The-ASEAN-Issue-2-June-2020-dv.pdf>

が認めた授業について情報通信省傘下の機関による無料放送、学生等に対するオンライン教育に関するデータ通信料金の無償化などを挙げている<sup>221</sup>。

## 産業界

ベトナムのIndustry 4.0に関連を持つスタートアップ企業として、MEDITI（病院と企業を繋ぐプラットフォーム構築し個人にオンライン医療サービスを提供など）、VEDAX（AIによる画像・動画解析を活用して交通測定システムなどを日系企業と連携開発）などがある。このような現地企業が高度人材の調達候補と考えられる<sup>222</sup>。

## (10) UNESCO

UNESCOが後援するInternational Association of Universities（IAU）が実施した「The Impact of COVID-19 on Higher Education around the World」の調査結果として以下の概要報告がなされた<sup>223</sup>。

- 109か国の424の高等教育機関（HEIs : Higher education institutions）の調査結果。
- 殆ど全てのHEIsがCOVID-19感染拡大によるインパクトを受けている。全体の59%のHEIsが全ての活動を停止し、教育機構を封鎖した。
- 殆ど全てのHEIsがCOVID-19の影響を被っており、その67%が授業の運営方法を遠隔授業に置き換えている。24%が遠隔授業への切換え準備中。7%のみが授業がキャンセルされた状態。（図-17参照）従来の対面授業から遠隔授業への切換えには、技術的なインフラの適応性とそのための資力や適性、さらには遠隔授業や専門分野の研究などに適した教授法なしには実現できなかったといえる。



図-17 授業へのCOVID-19の影響

- Partnership（共同研究等）に関しては、64%のHEIsで何らかの影響が生じ、半数の51%はPartnership関係の弱体化が、18%が逆に関係強化が生じている。31%のHEIsは、COVID-19の影響が新たな共同研究等の機会増大（バーチャル移籍や資源共用化など）を招いたと回答している。（図-18参照）

<sup>221</sup> <https://qaupdates.niad.ac.jp/2020/07/02/vietnam-covid19-highered/>

<sup>222</sup> <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/08/cc6f5ecd2a26d1ae.html>

<sup>223</sup> [https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau\\_covid19\\_and\\_he\\_survey\\_report\\_final\\_may\\_2020.pdf](https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau_covid19_and_he_survey_report_final_may_2020.pdf)

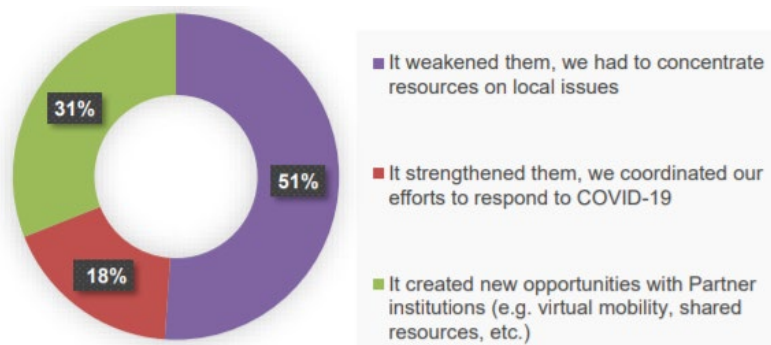


図-18 共同活動へのCOVID-19の影響

- 遠隔授業形式へのシフトは、フレキシブルな教育の可能性の増大、混合的（blended）または統合的（hybrid）な教育、さらには非同期的教育を伴った混成形式の同期的教育など、教育法に関して多様な企てを提案する重要な機会を与えた。
- 60%のHEIsが、生徒のバーチャル移籍やオンライン授業の相互乗り入れの機会の増大を示した。
- 80%のHEIsで、研究活動への負の影響が生じた。海外渡航の禁止（83%）や科学工学コンフェレンスなどの中止（81%）による。（図-19参照）

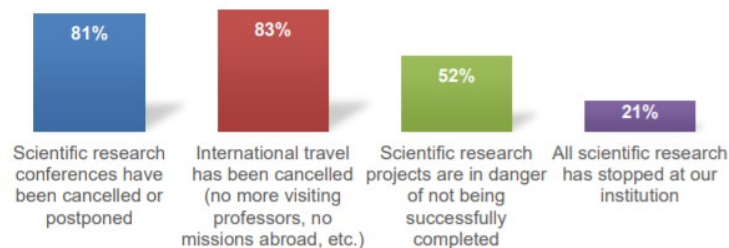


図-19 研究活動へのCOVID-19の影響

### 4.3 COVID-19による日系グローバル製造業のサプライチェーン変革動向に関するインタビュー調査

#### 4.3.1 調査アプローチ

調査対象国（タイ、インドネシア、ベトナム）の製造業へのCOVID-19影響について、現況のみならず今後の方向性を正確に把握・整理するために、世界的潮流を踏まえた視点の形成、日本の製造業から見たASEAN製造業、ASEAN製造業当事者という3つのステップで遂行した。

最初のステップでは、世界的な俯瞰をするため4.2に示した机上調査を行うとともに、COVID-19発生前に本調査のインタビューにご協力いただいた6つの組織に対し、改めてインタビューを行うことで状況変化の把握を行った。これらを通じ、以降の製造業各社に対するインタビューの視点を形成している。

次に、日本に本社を有するグローバル企業でASEANに製造拠点を有するか、当該地域よりサプライを得ている企業8社に対して、COVID-19の影響とそれを踏まえた製造業高度化に対する見解をインタビューすることで、日本の製造業当事者から見たASEANの状況を整理した。

以上の結果を踏まえ、タイ、インドネシア、ベトナムで製造業を営む当事者（各国4社、計12社）に対するインタビューを行うことで、調査対象国における製造業高度化に対するCOVID-19の影響（近況と今後の方向性）の把握・整理を行った。

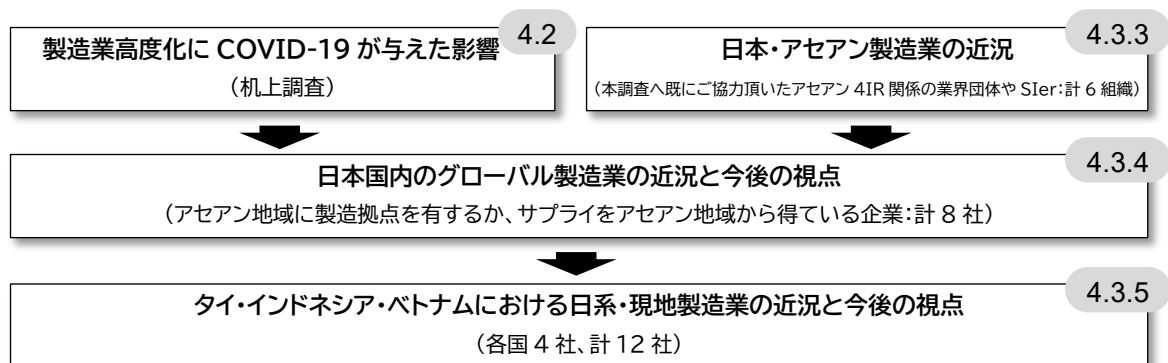


図-20 インタビュー調査のアプローチ

#### 4.3.2 調査結果

製造業高度化に向けたデジタル技術活用の動きについて、COVID-19による変化は全体としては見られず、従来のスマートファクトリーに係る取組みを行うという声が多かった。一方、ASEAN地域の日系企業ではデジタル技術に対する投資がしやすくなったという声が多数聞かれた。また、ASEAN現地企業では小規模なものも含む各種デジタル技術の活用を試行している企業が散見された。

また、デジタル技術活用において、いくつかの留意点も伺えた。1つには、日本からASEAN地域の製造現場に対する指導において、従来の対面型からデジタル技術によるリモート化への移行に際し、知識の形式化・標準化の必要性があげられていた。2つ目として、ASEAN地域におけるデジタル人材確保の難しさや通信環境の脆弱性に係る懸念が多数社よりあげられていた。



図-21 インタビュー結果サマリー

#### 4.3.3 既存のコンタクト先への再インタビュー調査

机上調査の結果を踏まえ、以下4点を中心としてCOVID-19の影響が見られるのではないかと、という仮説を設定し、これに「従来からのデジタル化取組みへの影響」を加えた3点を軸に、これまでの調査へ協力いただいたASEAN 4IR関係の業界団体やSIerなどが既に把握しているCOVID-19による日系・現地製造業の動向変化についてインタビューを行った。（6組織）

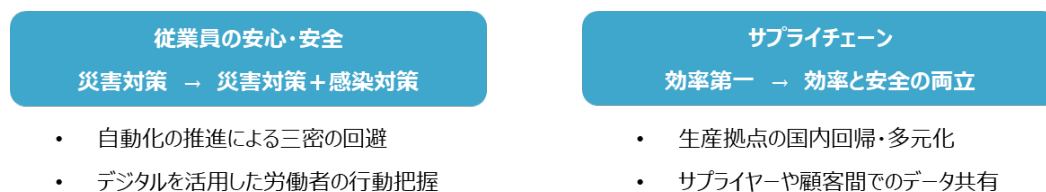


図-22 製造業でCOVID-19の影響を最も受けている分野（仮説）

当該インタビューを通じて、設定した仮説に加え、遠隔監視ニーズおよび人材育成面で変化が見受けられたため、次ステップでのインタビュー項目へ追加した。

| 観点                | 主な意見・見解                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 安心・安全への取組み        | <ul style="list-style-type: none"> <li>COVID-19を受けての特段の<b>取組みは限定的</b>（具体的な取組みとしては、工場の入り口で体温を測り、規定値より上であればパトランプを点灯させるシステムを作った現地企業の事例があった：タイ）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |
| サプライチェーンの見直し      | <ul style="list-style-type: none"> <li>全体の見直しなど<b>大きな変化はない</b>。チャイナプラスワンや米中貿易摩擦の影響で元々あった話が、経営環境悪化で困難になっているのが現状</li> <li>業務のオンライン化に伴い、発注や検査などではサプライヤー側の対応も求められるのではないか。選定軸が変わってくる可能性はある</li> </ul>                                                                                                                                                                             |
| 従来からのデジタル化取組みへの影響 | <ul style="list-style-type: none"> <li>従来からのスマート化ニーズに対して、COVID-19による<b>直接的なテーマの変化はあまりない</b></li> <li>業界により<b>従来取組みの加速・停滞</b>が見られる（医療や食品などの特需産業では加速、自動車など需要の落ち込んだ業界は停滞傾向など）</li> <li>渡航制限により、現地でのメンテナンス・保守・立ち合い検査・ライン立ち上げ等がデジタル化する流れはあり得る</li> </ul>                                                                                                                          |
| その他               | <ul style="list-style-type: none"> <li>現場に行けない状況から、現地企業の経営者の間で<b>遠隔監視ニーズ</b>が高まっている</li> <li>リモートでの検査や工場見学などのニーズが高まり、従業員側の抵抗が大きく導入が難しかった工場内へのカメラ設置のハードルが低下</li> <li>正社員の大胆な人員削減は困難。余剰人材の活用も含め、<b>人材のスキルアップ、デジタル人材育成は関心が高い</b></li> <li>タイ政府が、雇用減の影響により就職先のない新卒学生向けの<b>デジタルトレーニングを開始</b>。<b>現地日系企業に協力要請あり</b>（現地の若者の間では日系製造業は就職先として一定の魅力があるため、IT人材の確保が日本に比べて比較的容易）</li> </ul> |

図-23 既存コンタクト先への再インタビュー調査結果

#### 4.3.4 日本国内のグローバル製造業インタビュー調査

Tier1として今後どのような変革を考えているのか？という点を中心に、ASEAN地域に製造拠点を有するか、サプライをASEAN地域から得ている企業（8社）に対してインタビューを行った。

総じてデジタル技術活用に係る全社的な理解が進んだという回答を得ている。一方で、製造に携わる人材の将来的な方向性に係る見解は各社で異なり、今後の取組みに差が出てくるものと思われる。

| 観点                          |               | 主な意見・見解                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| デジタル化推進<br>(自動化、省力化、遠隔監視など) |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ デジタル化に対する<b>全社的な理解</b>が進み、推進しやすい流れが定着する（従来遅れていた業界も意識に変化）</li> <li>■ 工場内での監視から、<b>工場間や事業所間など全体を俯瞰して把握できる見える化</b>へニーズの変化が見られる</li> <li>■ 海外工場は、IT環境が整い現地側に人がいれば、<b>多くのことがリモート対応可能</b>と判明してきた（立合い検査や機器メンテナンス等）</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |
| サプライチェーン                    | 商流の見直し        | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 生産拠点がマーケットに近いほど影響が小さかったため、拠点集約型から<b>地産地消型への見直し</b>の検討の動きがある（但し、少量小型の製品については従来の拠点集約型での生産継続が見込まれている）</li> <li>■ COVID-19への短期的対応としては、複数の企業が<b>在庫戦略の見直しによって変動を吸収</b></li> <li>■ COVID-19により販路の中心が<b>店舗からECへ変化</b>し、在庫戦略の見直しが必要になった企業も</li> </ul>                                                                                                                                                                  |
|                             | サプライヤ管理、連携    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 人材                          | リモートでの人材育成    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 全体としてコロナを受けての<b>新たな対応の流れは少ない</b></li> <li>■ 一部で標準フォーマットの活用など電子的やりとりが進んでいる（但し、日本でFaxや紙ベースしか対応できないサプライヤもある）</li> <li>■ 現地または日本での集合研修が不可能になり、ウェビナーやWeb会議、iPhone等を活用した<b>オンライン型に移行</b>しつつある</li> <li>■ <b>インタラクティブなセッションや技能伝承への対応</b>が今後の課題。事前に<b>知識や経験の標準化推進</b>が必要（今まで身振り手振りで教育していたものをオンラインに切り替えると口頭のみになり情報量が落ちるため、適切な伝達が困難。日本側と現地側で共通認識が必要）</li> <li>■ コミュニケーション面は悪化傾向（雑談など何気ない会話からの知見・ノウハウ継承機会が減少）</li> </ul> |
|                             | デジタル化に向けた人的要件 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                             |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 大きく<b>全体の底上げが必要との見方と、二極化が進むとの見方</b>に分かれる</li> <li>■ 前者では、指示を出す側にはエンジニアリングに加えて<b>デジタル関連の知見</b>が求められ、現場には<b>業務や製品、設備等に精通</b>することが求められる</li> <li>■ 後者では、本社から拠点横断的に管理・指示できる<b>エキスパート人材</b>と、指示を遂行する<b>オペレータ人材</b>への分離が進む</li> <li>■ 現地でも優秀な若者の<b>デジタルに対する感度は高い</b>（タイ）</li> </ul>                                                                                                                                 |

図-24 日本国内のグローバル製造業インタビュー調査

#### 4.3.5 タイ・インドネシア・ベトナムにおける日系・現地製造業インタビュー調査

各国4社（計12社）に対してインタビューを実施した。現地企業の方が日系よりも簡易アプリを含めたデジタルツールの利用に積極的であり、サプライヤー連携なども含めた様々な試みを行っている傾向にあった。また、食品などいわゆる日用必需品セクターではサプライチェーン見直しの言及はなかったが、衣料などの景況に左右されるセクターではEコマースやニーズに応じた少量生産への切替えといった声があった。人材面については、現地でのIT人材が売り手市場となっているため、多くの企業が確保・定着に難しさを感じているということであった。

| 観点       |               | 主な意見・見解                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| デジタル化推進  | 全体傾向          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ デジタル化の流れは<b>推進傾向</b>。経営層の認識変化が大きく、<b>デジタル投資について追い風</b>になっている。</li> <li>■ 工場はリモート化が難しいため物理的な感染対策が主で、<b>見える化や自動化の取組みに関する変化は少ない</b>（従前の取組みが中心）</li> <li>■ コロナの影響が大きかった企業からは、これを機と捉えた<b>業務プロセス全体の見える化や社員削減の意向</b>について言及があった。</li> <li>■ 日系企業では、これまで出張対応していた業務（製造方法のチェックや問題対応等）において、<b>本社からのリモート対応へ移行</b>する流れがある。今のところ従来の手段（オンラインミーティングやメールによる画像共有など）中心だが、<b>将来的なMR等の導入加速</b>に言及する企業もあった。</li> <li>■ 間接部門への<b>RPA(Robotic Process Automation)導入による省力化</b>が促進されているといった声もあった。</li> <li>■ リモートワーク用に<b>チケット管理アプリを導入した進捗モニタリング</b>を試みている企業もあった。</li> </ul> |
|          | 特筆事項          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| サプライチェーン | 商流の見直し        | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 対象企業ではサプライチェーンへの影響は限定的だったため、<b>現状維持が主流</b>。一部に<b>国内調達比率向上や調達先分散の意向</b>あり。</li> <li>■ 短期的な影響に対しては<b>在庫増</b>による対応が中心。今後の動きとしては、<b>eコマースへの移行</b>や業界全体における<b>大量生産大量消費からの脱却</b>などへの言及もあった。</li> <li>■ 基本的なツール導入（e-mailやチャットツール）やサプライヤ分散は従来から取り組んでいた企業も多く、<b>新たな動きは限定的</b>。</li> <li>■ 一部の地場企業を除き、サプライヤとデータ連携をしている企業はほとんどなく、今後の意向も聞かれなかった。</li> <li>■ 基本的なツールさえも未導入の企業や、調達先の選定権限が本社となる日系企業は、<b>急激な需要変化に柔軟に対応できず苦労したと認識</b>している。</li> </ul>                                                                                                             |
|          | サプライヤ管理、連携    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 人材       | リモートでの人材育成    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 研修は全体的にWeb会議ツールなどを活用した<b>オンラインへの移行</b>が進んでいる。</li> <li>■ <b>間接部門向けのオンライン研修</b>（座学中心）は、集中力の維持など一部課題はあるものの、<b>概ねスムーズに移行</b>。</li> <li>■ 画像等による伝達が必要な<b>技術系のオンライン研修</b>（実技中心）は、<b>コミュニケーションの即時性や伝達性、通信品質等が課題</b>。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|          | デジタル化に向けた人的要件 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|          |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ デジタル化を担うには<b>ICTの知見だけでは不十分</b>。業務知識や生産管理の知見、全体を俯瞰してビジョンを描けるような人材が求められる。</li> <li>■ デジタル技術の利用に関しては<b>多くの現地従業員に素養</b>があり、先進技術への関心や適応力も高いため問題ないとの見方が主流（開発や導入は別）</li> <li>■ 各国ともIT人材は売り手市場で給与も高く、<b>確保や定着が難しい</b>（最近はスタートアップ等への就職も人気）</li> <li>■ 製造業界のIT人材には生産現場や業務プロセスの知見も必要のため、<b>自社での育成が不可欠であるが、育成後の離職が懸念事項</b>となっている。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |

図-25 タイ・インドネシア・ベトナムにおける日系・現地製造業インタビュー調査

## 5. 招へい事業の実施

### 5.1 第1回招へい事業

#### (1) 背景・目的

日本におけるインダストリー4.0に関連した製造業高度化の政策と、現場を中心とした取組の事例を学び、各国における同様な取組の共有と連携を図ること、また本調査結果等を踏まえて、今後JICAが新技術を活用した産業振興分野の協力を推進するにあたり、協力対象及び協力リソースとして重要な国の政府・機関・団体等のキーパーソンとの知見共有及びネットワーク強化を主たる目的として実施した。第1回（2019年度実施分）については、JICAは2020年より新技術への理解促進・関係者間のネットワーク強化を目的としたテクノロジーを活用した産業高度化に資する新たな課題別研修を開始予定であったため、同課題別研修の試行版として計画立案し実施されたものである。なお、同課題別研修は2021年度より「IoT, AIを活用した第四次産業革命のビジネス革新」として開始されている。

#### (2) 日程（2020年2月16日～22日）

| 日    | 曜 | 時間          | 視察先（場所）               | 実施内容                                                                                |
|------|---|-------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2/16 | 日 |             |                       | 被招へい者来日                                                                             |
| 2/17 | 月 | 10:00-11:00 | JICA 本部               | 招へい目的及び全体日程の確認、フォーラム打ち合わせ                                                           |
|      |   | 11:00-12:00 |                       | JICA 本部：表敬、産業開発・公共政策部（当時）より挨拶                                                       |
|      |   | 13:30-15:00 |                       | 講義：「アジアの産業発展に向けたデジタル政策の役割と期待」                                                       |
|      |   | 15:30-17:00 | JETRO 本部              | 講義：「日本企業における製造業高度化技術の海外展開」                                                          |
|      |   | 18:30-20:30 |                       | JICA 主催夕食会                                                                          |
| 2/18 | 火 | 09:30-11:30 | ロボット革命イニシアティブ協議会（RRI） | 講義：「モノづくりにおけるIoT・ロボットの最新技術動向」                                                       |
|      |   | 15:00-15:30 | 産業総合研究所（つくば）          | サイエンススクエア視察                                                                         |
|      |   | 15:30-16:00 |                       | 産総研における製造業高度化関連の研究概要紹介および意見交換                                                       |
| 2/19 | 水 | 10:00-12:00 | 安川電機入間工場              | ソリューションファクトリー視察                                                                     |
|      |   | 14:30-15:30 | JICA 本部               | 講義：「アジアに適合した製造業高度化のソリューション事例」                                                       |
|      |   | 17:40-19:10 | 羽田→広島                 | 広島に移動                                                                               |
| 2/20 | 木 | 09:00-15:00 | マツダ広島工場               | 産学官連携に関する講義「ひろ自連との連携とマツダの取り組み紹介」、IoT/AI 等による自動車工場の製造現場高度化の事例見学（エンジン組み立て、金型 MBD）、その他 |
|      |   | 15:20-16:30 | 広島平和記念資料館             | 広島平和記念資料館見学                                                                         |
|      |   | 18:25-19:45 | 広島→羽田                 | 東京に移動                                                                               |
| 2/21 | 金 | 09:30-12:00 | JICA 竹橋ビル             | 講演：「日本の製造業が持つ強みからみた東南アジアのスマートものづくり市場の魅力」                                            |
|      |   | 12:30-14:00 |                       | 招待者との交流会                                                                            |
|      |   | 15:30-16:00 |                       | ラップアップミーティング                                                                        |
| 2/22 | 土 |             |                       | 被招へい者帰国                                                                             |

(3) 被招へい者：9名

| No. | 国名     | 所属                                                                  | 役職                       |
|-----|--------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1   | インドネシア | 工業省（Kemenperin）<br>研究開発庁                                            | Director                 |
| 2   | インドネシア | 通信情報技術省（Kominfo）<br>Directorate General of Informatics Applications | Acting Director          |
| 3   | マレーシア  | マレーシア生産性公社（MPC）<br>Quality & Excellence Development                 | Director                 |
| 4   | タイ     | 工業省（MOI）<br>産業振興局（DIP）                                              | Deputy Director General  |
| 5   | タイ     | デジタル経済促進庁（DEPA）                                                     | Executive Vice President |
| 6   | タイ     | National Innovation Agency (NIA)                                    | Deputy Director General  |
| 7   | ベトナム   | 計画投資省（MPI）<br>国立イノベーションセンター（NIC）                                    | Director                 |
| 8   | ベトナム   | 産業通商省（MOIT）<br>科学技術局（DST）                                           | Vice Head                |
| 9   | ベトナム   | 情報通信省（MIC）<br>情報技術局（DIT）                                            | Director General         |

(4) 内容（概要）

1) 講義

- 「アジアの産業発展に向けたデジタル政策の役割と期待」  
第4次産業革命に対応した日本政府の取組であるSociety 5.0に関してこれまでに民間主導で実施した内容と、今後の展望についての紹介。
- 「日本企業における製造業高度化技術の海外展開」  
デンソーが行っているリーンオートメーションへの取り組みと、それに対応したSierの育成をタイで行うLASIイニシアティブについての紹介。
- 「モノづくりににおけるIoT・ロボットの最新動向」  
製造業における産業用IoTやロボットの利活用を通じた、第4次産業革命への道のりとその推進への取り組みの紹介。
- 「アジアに適合した製造業高度化のソリューション事例」  
日本国内およびアジア諸国の製造業において実際に導入された製造業高度化ソリューションの事例紹介。
- 「日本の製造業が持つ強みからみた東南アジアのスマートものづくり市場の魅力」  
ICTを活用した西欧流のトップダウンなアプローチとは異なり、日本流のものづくりの強みである「高度なすり合わせ型アーキテクチャの製品」を活かし、東南アジアの人々にも裨益する「インクルーシブ」な製造業のあり方の紹介。

2) 視察

- 産業総合研究所 つくばサイエンススクエア  
産総研における製造業を含む産業高度化関連の研究成果の見学と、産総研における同分野の取り組みに関する概要紹介と意見交換。

- 安川電機（株）入間工場「ソリューションファクトリー」

最新のIoTやAI技術を導入し、第4次産業革命に基づく生産を実現した最新工場設備の見学。

- マツダ広島工場

自動車生産ラインの中で実際にIoTやAI等を導入して製造の高度化や生産性の向上を実現している事例の見学。

### 3) その他

- 交流会

最終日の昼食時に開催された交流会では、招へい期間中にお世話になった講師や視察先の方々を中心にお招きし、被招へい者と各国において日本企業が行っている取り組み等について意見交換を行った。

意見交換では、参加者はベトナム情報通信省の局長がベトナムのIoT化にともなう情報セキュリティ強化に取り組もうとしている点や、ベトナム工業省の産業IoT化戦略に関心を示していたほか、マレーシア政府が製造業高度化に日本企業との緊密な連携を希望している点に関心を示していた。

## 5.2 本邦招へい代替事業

### (1) 背景・目的

調査結果から、ミャンマーを除く対象国（インドネシア、マレーシア、タイ、ベトナム）における第4次産業革命（4IR）に向けた製造業高度化の現状は以下のようにまとめられる。

- 大企業は、資金力があり製造業高度化の動向も把握していることから、独自に推進可能。
- 対象国のSIer（System Integrator: IoT技術やシステム開発等でソリューションを提供するアクター）への製造業高度化対応に関する研修も既にある程度行われている（例：タイのLASIなど）。
- 一方、中小企業の高度化への対応は、対象国だけでなく日本でも遅れがちであり、政府の補助金制度などは各国とも既にある程度整っているが、なぜ高度化が必要か、製造現場や経営におけるメリットの理解が乏しく、高度化を目指す動機づけに課題がある。

これらを踏まえ、中堅・中小製造業の高度化に向けた意識改革をどう進めるべきか、そのための材料として、日本における製造業高度化の先行事例を多く学んでもらうことを目的として実施した。なお、2021年度に計画していた本邦招へい事業は、コロナ禍のため、代替事業として、オンラインでの交流プログラムとなった。

## (2) 日程 (2021年11月8日～12日)

| 日程                                  | 時刻          | 内容                                                                                                                  | 講師等                           |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 11/8 (月)<br>(製造業高度化の今後)             | 15:00-15:30 | ・ JICAオープニング挨拶<br>・ 研修員の自己紹介<br>・ 調査団より、研修内容の説明、Youtubeによるケーススタディの視聴法など。<br>・ 調査団より、Industry 4.0で実現される製造業の将来像に関する発表 | JICA、調査団                      |
|                                     | 15:30-17:00 | 講義：「Manufacturing in Asia and Japan in the era of Sustainability, Digitization and Globalization」                   | 東大ものづくり経営研究センター長/早稲田大学        |
| 11/9 (火)<br>(日本の先行事例に関するオンライン講義)    | 15:00-15:50 | 講義：「Manufacturing as the foundation of all industries」                                                              | ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会        |
|                                     | 15:50-16:00 | 休憩                                                                                                                  |                               |
|                                     | 16:00-16:50 | 講義：「Digital Eyes into the field」                                                                                    | ファクトリー・サイエンティスト協会             |
|                                     | 16:50-17:00 | 休憩                                                                                                                  |                               |
|                                     | 17:00-17:50 | 講義：「ASEAN-Japan Cooperation in the field of DX for manufacturing」                                                   | 経産省／AMEICC                    |
| 11/10 (水)<br>(各国の取り組み状況発表とディスカッション) | 15:00-16:20 | 各国の製造業高度化(コロナ対応含む)への取り組み状況の共有 (20分×4カ国)                                                                             | 各国からの参加者                      |
|                                     | 16:20-17:00 | ディスカッション<br>・ 中堅／中小製造業の高度化に向けた意識改革の方法<br>・ 日系企業(製造業・SIer)との連携<br>・ 将来的な日アセアン製造業高度化連携への枠組み<br>・ JICA支援への要望等          | 各国からの参加者<br>調査団員<br>JICA関係者ほか |
| 11/11 (木)<br>(研修のまとめと最終日の準備)        | 15:00-16:00 | 研修のまとめ(ディスカッション)<br>最終日公開ウェビナーの準備                                                                                   | 各国からの参加<br>調査団員<br>JICA関係者    |
| 11/12 (金)<br>公開ウェビナー                | 10:30-10:45 | 基調講演：「DX in Manufacturing and ASEAN-Japan Cooperation」                                                              | 経産省                           |
|                                     | 10:45-12:25 | パネルディスカッション<br>・ 各国10分程度の発表<br>・ 将来的な日アセアン製造業高度化連携への展望<br>・ JICAの取り組みと今後の協力方針等                                      | 各国からのスピーカー<br>経産省<br>JICA     |
|                                     | 12:25-12:30 | ウェビナー終了の辞                                                                                                           | JICA                          |

## (3) 被招へい者：8名 (2021年11月8日～11日)

| No. | 国名     | 所属                                 | 役職                                  |
|-----|--------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | インドネシア | 工業省産業標準化サービス政策庁                    | Policy Analyst                      |
| 2   | マレーシア  | 国際貿易産業省 産業開発局 (MITI)               | Senior Principle Assistant Director |
| 3   | マレーシア  | 国際貿易産業省 産業開発局 (MITI)               | Senior Assistant Director           |
| 4   | マレーシア  | 国際貿易産業省 産業開発局 (MITI)               | Senior Assistant Director           |
| 5   | マレーシア  | 国際貿易産業省 産業開発局 (MITI)               | Assistant Director                  |
| 6   | マレーシア  | マレーシア生産性公社 (MPC)                   | Manager                             |
| 7   | タイ     | デジタル経済促進庁 (DEPA)                   | Executive Vice President            |
| 8   | ベトナム   | 計画投資省 (MPI)<br>国立イノベーションセンター (NIC) | Acting Head                         |

(4) 公開ウェビナー登壇者：5名（2021年11月12日）

| No. | 氏名  |                       | 国名     | 所属                                                         | 役職                                     |
|-----|-----|-----------------------|--------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1   | Mr. | Heru Kustanto         | インドネシア | 工業省<br>産業標準化サービス政策庁                                        | Head                                   |
| 2   | Mr. | Joshua Tan Pang Yoong | マレーシア  | 国際貿易産業省 産業開発局<br>(MITI)                                    | Senior Principle<br>Assistant Director |
| 3   | Ms. | Saliza Saari          | マレーシア  | マレーシア生産性公社 (MPC)<br>Organization Excellence<br>Development | Director                               |
| 4   | Mr. | Supakorn Siddhichai   | タイ     | デジタル経済促進庁 (DEPA)                                           | Executive Vice<br>President            |
| 5   | Mr. | Vu Quoc Huy           | ベトナム   | 計画投資省 (MPI)<br>国立イノベーションセンター (NIC)                         | Director                               |

なお、公開ウェビナー聴講者については、ASEAN各国へ進出済または進出検討中の中堅日本企業（製造業）や、製造業のデジタル化に係るソリューション・機器プロバイダなど、265名の登録があり、実際には約150名が参加した。

(5) 内容（概要）

1) 講義

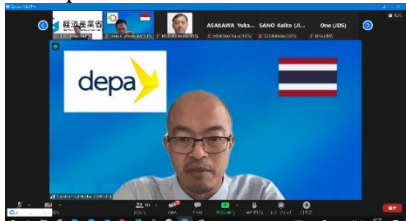
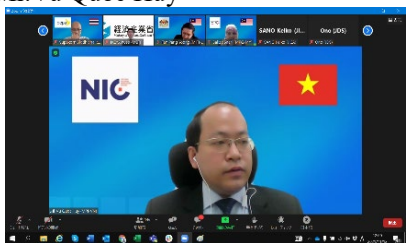
- 「Manufacturing in Asia and Japan in the era of Sustainability, Digitization and Globalization」  
日本の製造業が持つ強みとコロナ後の東南アジアにおけるスマートものづくりのありかたについての紹介
- 「Manufacturing as the foundation of all industries」  
製造業におけるデジタルプラットフォーム事例の紹介
- 「Digital Eyes into the field」  
日本における中小製造業の自助努力によるスマート化を支援する研修を提供する取り組み事例の紹介
- 「ASEAN-Japan Cooperation in the field of DX for manufacturing」  
ADX実証事業とLIPEプログラムの紹介
- 基調講演「DX in Manufacturing and ASEAN-Japan Cooperation」  
製造業におけるDXと日アセアン協力についての紹介

## 2) 各国代表からの発表（概要）

| 国名と発表タイトル                                                           | 発表の概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| インドネシア<br>「Industry 4.0 Implementation in Indonesia」                | インドネシアの経済の中で製造セクターは最大である。2018年4月に Making Indonesia 4.0 を開始した。経済成長につなげ、2030年までに Global Top 10 を目指している。優先エリアを設け、Indonesia Industry 4.0 Readiness Index (INDI 4.0) を指標としている。課題は DX、IoT を担う人材不足であり、そのためのインフラや資本面も同様である。Industry4.0 では日本 (JICA) と連携していきたい。                                                           |
| マレーシア MITI<br>「Collaboration for Smart Manufacturing in the DX Era」 | Malaysia Digital Economy Blueprint, National 4IR Policy Framework をベースにデジタル化を加速していきたい。2018年から Industry 4WRD で製造業のデジタル化を推進している。SME には DX のガイダンスが必要でありそれを行うプログラムがある。Fund も受ける事もできる。SIer とのマッチングも行う。大学と連携して能力開発も行う。多くの SME は資金不足であり使えるプラットフォームや人材不足等が課題である。Real Time データをとれていない企業も多い。日本との協業も進んでいる。SME 側のスキルの問題もある。 |
| マレーシア MPC<br>「Industry 4WRD Malaysia Productivity Corporation」      | Productivity Report 2021 を発行し分析している。DX の課題はあるが、対応策を打ち出している。日本とも強調し、SME のビジネスケースを共有していきたい。                                                                                                                                                                                                                       |
| タイ<br>「Advancement of Manufacturing industry in Thailand」           | Industry 4.0 の開発センターとして、ITC, TGI, Automation Park, SIMTEC, SMC 等があり推進している。DEPA として、Digital Valley を2019年から建設している。Digital Manufacturing Ecosystem を揃え、タイが中心となることを目指している。スマートシティとして Digital Hub をバンコクの東に建設している。日本とも協業したい。                                                                                         |
| ベトナム<br>「Digital Transformation in Manufacturing Sector in Vietnam」 | 2020年に「National Digital Transformation Program」を掲げ、2025年に20%のデジタル経済などを目指している。現状、SME は課題がある。コストを障壁としてあげており、セキュリティ、ソリューションの導入が出来ていない。人材も課題である。日本との協業では、知識の交換セキュリティワーク。人材の能力開発、技術支援等を期待したい。                                                                                                                        |

## 3) パネルディスカッション

12日の公開ウェビナーでは、モデレーターからの質問に対して、4か国の代表と以下のやりとりが行われ、各国で抱えている課題や取り組むべき施策が伝えられた。

|                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Key Question : What the biggest prohibiting factor is for SMEs from applying digital technologies in their manufacturing and what would be the solution for it.<br/>(SMEがデジタル化を導入するにあたり最大の課題と解決策は何か?)</p> |                                                                                                                                                                               |
| <p>インドネシア工業省 :<br/>Mr. Heru Kustanto</p>                                                                                    | <p>人材不足であると思う。特にデジタル人材が不足している。そのためのインフラや資本面も問題である。</p>                                                                                                                        |
| <p>マレーシア国際貿易産業省 :<br/>Mr. Joshua Tan Pang Yoong</p>                                                                         | <p>DX に関して国を挙げて、企業間の Engagement を高めている。政府としてサポートしていく必要がある。成功事例を見せるのは重要である。</p>                                                                                                |
| <p>マレーシア生産性公社 :<br/>Ms. Saliza Saari</p>                                                                                   | <p>課題として包括的プランがない。ビジネスアセスメントが出来ていないなどがある。MPCではこの課題を乗り越えるプログラムを用意している。ベンダー企業がサプライチェーンを介してSMEsを理解することが重要で、SMEsにどのような支援が必要か考えることが重要である。成功事例をSMEsに見せることで彼らのイニシアティブに変化が出てきている。</p> |
| <p>タイ デジタル経済促進庁 :<br/>Mr. Supakorn Siddhichai</p>                                                                         | <p>コストが大きいと思う。SME には DX のメリットが見えておらず投資判断をするのが難しい。成功事例を見せるだけでなく、資金的な援助を進めていきたい。メリットが理解できれば、自分たちで判断し実行することになるだろう。</p>                                                           |
| <p>ベトナム計画投資省 :<br/>Mr. Vu Quoc Huy</p>                                                                                    | <p>デジタルの重要性に関する認識が不足している。ここは政府の啓蒙が重要である。SMEへのDX促進の前にその重要性を認識させることが重要と考えている。</p>                                                                                               |

## 6. 日系関連企業との連携によるパイロットの詳細検討、及び実施

机上調査の結果および第一次現地調査の結果から、新技術の活用により高度化が見込めるものづくりのプロセス・対象企業層の抽出を行い（7.1参照）、そこから新技術の活用によるスマート化のステップ及び課題と施策案をリストアップした（7.2参照）。この施策案を基に、現地に進出する、あるいは進出を検討している日系企業の課題・ニーズや調査対象国における産業人材育成のための課題・ニーズ等を把握した上で、課題解決に貢献するパイロットプログラムの実施案を9つ作成した。そして関係者間の協議により、その中から2つを選定し、別の実施されることになっていた製造業のスマート化に関するオープンイノベーションイベントと共に実施した。なお、選定に漏れた残り7つの案に関しても、内容を詳細化した上でJICAの中長期協力案（7.3参照）に含めている。

### 6.1 ベトナムにおける製造業スマート化アイデアソンセミナー

表-30に示すように、ベトナムにおける日系・現地製造業およびシステムインテグレーターを対象に、4IRに向けた現場のスマート化についてアイデアを出し合いマッチングを行うためのイベントをハノイとホーチミン市の2か所で開催した。

表-30 製造業スマート化アイデアソンセミナーの概要

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力分野          | 日系企業と現地企業の連携促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 実施対象国         | ベトナム                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 実施期間          | 1日×2回（ハノイおよびホーチミン市で1回ずつ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 対象者           | <ul style="list-style-type: none"> <li>日系中小製造業の現地法人および現地日系企業の経営者および生産・カイゼン担当者。</li> <li>4IR 関連の政策を担当する省庁・部課の担当者</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 協力機関          | <ul style="list-style-type: none"> <li>MPI-AED（計画投資省 中小企業開発庁）支援政策発表</li> <li>HAPI（ハノイ市計画投資局中小企業支援センター）企業選定・オブザーバ</li> <li>DOIT-HCMC（ホーチミン市商工局裾野産業開発センター）企業選定・オブザーバ</li> <li>日本センター（ハノイおよびホーチミン市）会場提供</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 実施場所          | 日本センター（ハノイおよびホーチミン市）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 外部リソースの活用     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ブレインストーミング時のファシリテータ（ハノイ工科大学（HUST）教員／ホーチミン市工科大学（HCMUT）教員）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 参加日系企業の課題・ニーズ | <ul style="list-style-type: none"> <li>工場のスマート化に興味があっても、どこから始めて良いかわからない。</li> <li>日本および世界における製造業スマート化の事例を知りたい。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 目指す成果         | <ul style="list-style-type: none"> <li>4IR の正しい理解を共有し、4IR の目指す将来像に向けて中小企業が取り組むべき対応策を考える。</li> <li>事例を参考に、現地で取れる具体策を検討する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 活動内容・プロセス     | <ol style="list-style-type: none"> <li>各参加者にあらかじめ（事前参加登録の際に）自身の製造現場における課題やニーズを Web 上の参加登録システムを使って入力させる。</li> <li>開催前に全参加者の課題・ニーズ・理想を集計し、重複を除いて整理する。</li> <li>Industry 4.0 を始めとする製造業高度化の全体像を、重要なコアの部分（高度化ロードマップ含む）と周辺・派生部分とに明確に分けて解説するとともに、具体的な事例を多数紹介する。（調査団総括・可能であれば企業による展示も）</li> <li>事前に集計しておいた課題・ニーズ・理想をオンラインで全員に提示する</li> <li>それぞれの課題・ニーズ・理想を解決するには何が必要かを、（参加人数に応じてグループ分けし）ブレインストーミングによって議論し、アイデア出しをする。解法のアイディアは、政策・行動規範・技術・教育などの異なる観点から複数の案を出すようにする。</li> <li>議論した結果への新技術を含む実現可能な解法の適用可能性を全員で議論する。</li> <li>現地政府による製造業革新のための支援策を紹介する。</li> <li>議論の結果をまとめ、全員で共有する。</li> </ol> |
| 注意点           | 製造業のスマート化に関するソリューションプロバイダは、議論には参加させない。そのような企業は自社ソリューションの売り込みだけに固執する恐れがあるため。その代わり、議論の結果発表後にソリューションの紹介時間を設ける。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

### 6.1.1 ハノイにおける開催

日時 : 2019年11月6日(水) 9:00-17:00

場所 : Vietnam - Japan Institute for Human Resource Development (VJCC) , ハノイ

参加者 : ベトナム中小企業……………13社(20名)  
日系中堅・中小企業……………5社(6名)  
ソリューションプロバイダ企業……………ベトナム4社(7名)／日系5社(9名)  
ベトナム行政機関……………MPI(2名)／MOIT(1名)／HAPI(3名)  
ハノイ工科大教員……………3名  
その他のオブザーバ……………2組織(3名)  
JICA……………2名  
JDS……………4名

---

計60名

#### 準備段階 :

- 参加中小製造業社については、MPI-AEDのTACからの紹介中小企業、MOITの産業イノベーションプロジェクト参加企業、HAPI中小企業サポートセンターからの紹介中小企業、に声をかけ、参加を募った。また、日系中堅中小製造業社については、日本商工会議所ベトナム事務所を通して会員企業への情報共有をお願いした。
- ソリューションプロバイダ企業については、AED-TAC、MOIT、HAPI及び調査時に訪問した企業より紹介を受けた企業に声をかけると共に、日本商工会議所ベトナム事務所を通して会員様への情報共有をお願いした。

#### セミナー実施内容 :

##### (1) 開会の辞 (JICA本部産業開発・公共政策部(当時))

4IRは今旬の話題であり、JICAとしても力をいれていく。今回のアイデアソンに続いてハズオンセミナーも予定している。本セミナーの参加者は優先して参加できる予定。

##### (2) インダストリー4.0と製造業のスマート化の最新事例 (調査団)

インダストリー4.0の理解と最新事例の説明。日本式インダストリー4.0として、KAIZENをベースとしたデジタル化(ボトムアップ方式)を進めていくのがよいと考える。



### (3) ブレインストーミング (各ファシリテーター (ハノイ工科大教員とJDSコンサルタント))

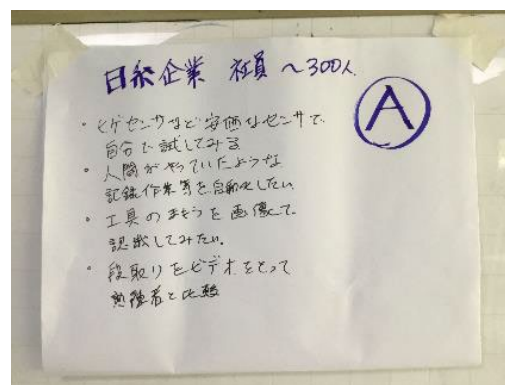
5チームに分かれて、それぞれでブレインストーミングを実施。

グループワーク結果の発表内容は以下の通り。

#### チームA) 日系小規模製造業 (従業員数100人未満)

参加企業の今後のIoT化方針：

- 高いシステムをすぐに導入するのはリスクが高い。
- まずは製品がいくつ出来たかをカウントするようなことから考えたい。
- 旋盤の摩耗をデータで確認する方法を、ビデオに撮り、熟練者の手順との比較等を進めていきたい。



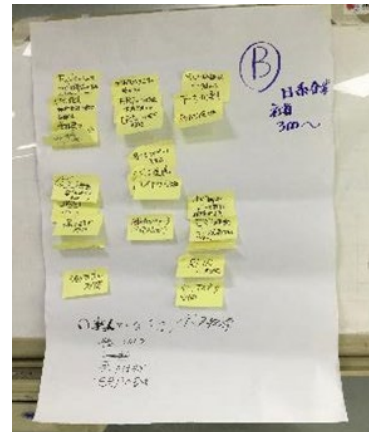
#### チームB) 日系大規模製造業 (従業員数300人以上)

参加企業が現在持つ課題：

- IT化、5Sはかなり進んでいる。
- ERPへ紙データをいれるのが大変。
- 5Sを全員に徹底するのが大変、特にIoT技術。
- 従業員を訓練してもやめてしまう。

### 参加企業の今後の高度化方針：

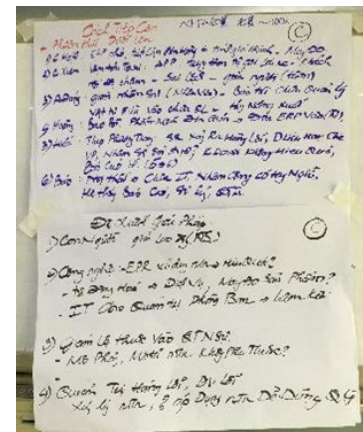
- まずは、小さなことから始めたい。
- センサのデータ、環境のデータをあわせて分析し活用を考えたい。
- トップダウンで、上の方針に従業員全体に広めたい。
- ERPの導入にはセキュリティを考慮したい。



### チームC) ベトナム企業（従業員数100人未満）

#### 参加企業の今後の高度化方針：

- 人材マネジメント、全ての工程自動化、品質管理が課題。人員削減（効率化）、データを活用した意思決定、不良率削減の提言を進めていきたい。
- ボトムアップの推進、センサ導入、ERP導入のソリューションの提案を求める。

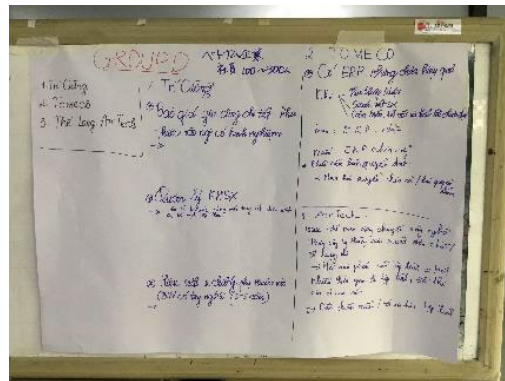


### チームD) ベトナム企業（従業員数100人以上300人未満）

#### 参加企業の今後の高度化方針：

- 見積りを作るのが大変との課題があり、事例のソリューションを参考に進めたい。
- ERPの導入が難しいという課題があり、トップダウンの導入ではなく、ボトムアップを考えたい。

- KPIを作って評価していきたい。そのために、ビデオカメラの導入、熟練者の作業のビデオを取って比較することを行いたい。
- 生産ラインが小さい段階でも、設定の手間は同じだけ掛かるので、これを解消するソリューションが欲しい。



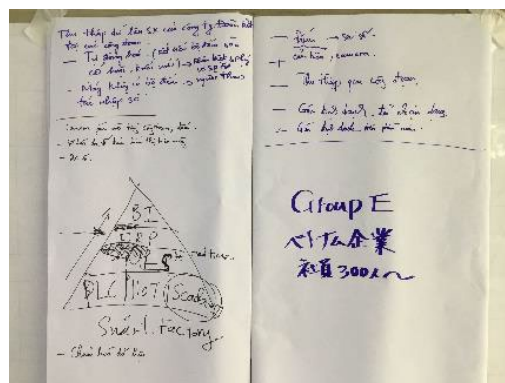
### チームE) ベトナム企業（従業員数300人以上）

#### 参加企業が現在持つ課題：

- 印刷物を人が数えており、ミスが出る。
- プレス工程にIoT未導入でデータが全く取れていない。
- 機械の数が多く（40台）、不良品のコントロール、各機械の稼働量の把握が難しい。
- 基板の製造で、不良が出た場合、部品の残数の管理。
- ラベルの自動化の必要性。

#### 参加企業の今後の高度化方針：

- スマート工場はどうあるべきかを、図にまとめながら参加者間で議論した。
- カメラの活用を進めていきたい。
- アナログ作業のデジタルデータ化を進めていきたい。



#### (4) ソリューションプロバイダの説明

##### **ソリューションプロバイダA**

建設設備業向けソリューション（日本150名、ベトナム6名、創業57年目）の会社。ソリューションとして中小企業向けEMS（開発中）、ECO Power FIT（間欠運転システム）、DiAS（AIを使った省エネ制御）を提案したい。

##### **ソリューションプロバイダB**

IoT/AIのソリューションを開発している小さい企業。倉庫、ロジスティックス等のシステムを提供出来る。AI-OCRというシステムがあり、データの入力を効率化できる。

##### **ソリューションプロバイダC**

グループは全世界で30万人、アジア1.2万人で対応している。製造サービス業向けのサービス提供（Data Center/WAN Network/サーバシステム）を行っている。ベトナムとの合弁企業でデータセンターを運用中。倉庫管理、Supply Chain Management、ERP等のソリューションも提供している。業務を効率化するRPAを提案したい。

##### **ソリューションプロバイダD**

プラスチック業界の設備のソリューション、ロボット等を扱っている

##### **ソリューションプロバイダE**

自動化ソリューション、機械加工等を扱っている。

##### **ソリューションプロバイダF**

ERP/Cloud/DMS/RPA等を扱っている。Oracle/SAP等の高価なERPでなく、安いERPを提供している。

#### (5) MPI-企業開発庁（AED）による中小企業製造業者への高度化分野の支援策

インダストリー4.0については、法令を改正し、特別な体制でサポートしようとしている。法令の整備には時間かかる可能性あり。

#### (6) MOITの優先事項と製造業のデジタルフォーメーション支援プログラムの紹介

ベトナム製造業のインダストリー4.0 Readiness評価の共有。インダストリー4.0の適用率はまだ2-3%であり、ベトナム政府は今後、インダストリー4.0を積極的に対応していくアクションプランを作成中。

MOITとしては、企業サポートを行い、IoTを導入する支援プログラムを提供している。ベトナムで早くインダストリー4.0を実現したい。

(7) ハノイ市計画投資局中小企業支援センターの創造性支援プロジェクト

ハノイの企業数は、275,000社。起業を促進するプログラムを用意している。ハノイ工科大と協力中。スタートアップ希望者は登録して欲しい。ハノイ・イノベーションスタートセンターを立ち上げ支援を強化していく予定。



(8) VJCCハノイ人材育成コースの紹介 (VJCC)

VJCCとして、SMEを対象としたセミナー (Data-Driven Management : 3日間コース、有料) を準備中であり、2020年3月に実施予定。SMEの課題解決に役立つはず。本日の参加者には後日メールにて連絡する。

(9) 中小企業向けIoTハンズオン研修プログラムの紹介 (調査団)

VJCCのData-Driven Managementセミナーに参加した人に対して、自社でシステムを作りたい企業向けの研修コースを企画している。

(10) アイデアソンのまとめと閉会宣言

(11) 実施後の参加者へのセミナー資料と参加者名簿の送付

セミナー実施後に、セミナー内で使用した資料及び参加者の連絡先リストを、参加者全員に共有し、今後の高度化推進のための情報収集やネットワーク構築の一助となることを期待している。

### 6.1.2 ホーチミン市における開催

日時 : 2019年11月8日(金) 9:00-16:00

場所 : Vietnam - Japan Institute for Human Resource Development (VJCC) , HCMC

参加者 : ベトナム中小企業……………5社(7名)  
日系中堅・中小企業……………5社(6名)  
ソリューションプロバイダ企業……………ベトナム2社(2名)／日系4社(7名)  
ベトナム行政機関……………MOIT(1名)／DOIT(4名)  
HCMUT教員……………3名  
その他のオブザーバ……………9組織(11名)  
JICA……………2名  
JDS……………4名

---

計47名

#### 準備段階 :

- 参加中小製造業については、MOITの産業イノベーションプロジェクト参加企業、DOIT中小企業サポートセンター加盟の中小企業団体を通して、セミナー参加に相応しい企業を推薦して頂き、参加を募った。また、日系中堅中小製造業社については、日本商工会議所ベトナム事務所・HCM支所を通して会員企業へのセミナー情報の共有をお願いした。
- ソリューションプロバイダ企業については、MOIT、DOIT及び調査時に訪問した企業より紹介を受けた企業に声をかけると共に、日本商工会議所ベトナム・HCM支所を通して会員企業へのセミナー情報の共有をお願いした。

#### セミナー実施内容 :

##### (1) 開会の辞 (JICAベトナム事務所ホーチミン出張所)

4IRは道半ばであるが、デジタル技術は製造業を一変させるといわれている。JICAとしても、力をいれていく。今回の調査では、中小企業では準備さえできていない、理解も異なっていることが分かった。本アイデアソンでは、その理解を深めたい。また、続いて3月にはハンズオンセミナーも予定している。本セミナーの参加者は優先して参加できる予定。

##### (2) インダストリー4.0と製造業のスマート化の最新事例 (調査団)

インダストリー4.0の理解と最新事例の説明。日本式インダストリー4.0として、KAIZENをベースとしたデジタル化(ボトムアップ方式)を進めていくのがよいと考える。



### (3) ブレインストーミング（各ファシリテータ（HCM工科大教員と調査団））

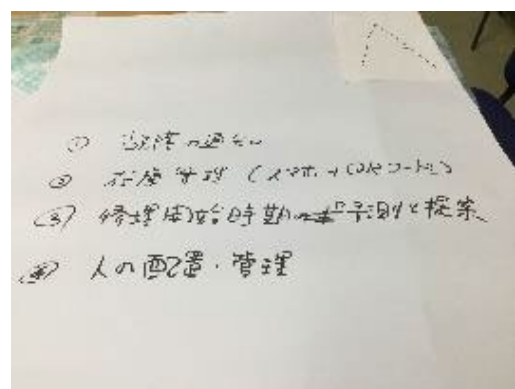
3チームに分かれて、それぞれでブレインストーミングを実施。

グループワーク結果の発表内容は以下の通り。

#### チームA) 日系製造業

参加企業の今後の高度化方針：

- 機械が故障した時の通知の効率化（カメラで監視して通知する等）。
- 在庫管理をスマホ+QRコードで管理を出来る様にする。
- 機器の修理開始時期を予測して提案してくれるシステム（機器の音、温度等で予測）。自動化が難しい企業で人の配置と管理（誰か休んだ場合、新規採用の場合等）に人の特性・能力を把握して、システムで人員配置などを実現したい。
- 特に人の管理で、能力を測るのにカメラを使ったりするのは従業員に嫌われるため、カメラを限定的に使用する、管理目的でなく褒める機会（表彰）に使用する等の工夫が必要。
- AIが進んできたので、データがあれば簡単に解析に使用できる。

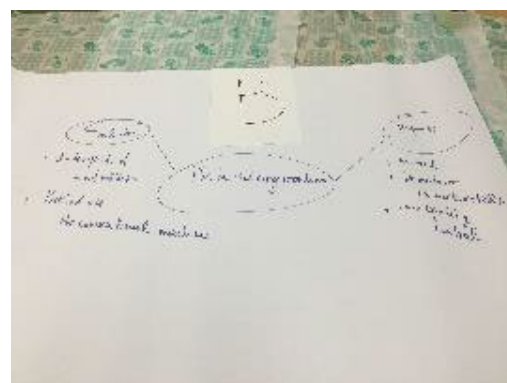


#### チームB) ベトナム企業

参加企業の今後の高度化方針：

- 1社目はまだ自動化していない企業。簡単な作業を自動化し、生産性向上、品質維持をすべきとの議論。

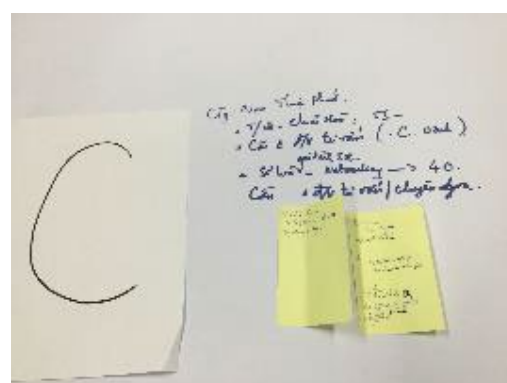
- 新しい機械を導入しなくとも、機械に既に入っているセンサを活用、制御システム作成により自動化できるのではと考える。
- 2社目は、仕入れの原材料管理の為に機械にセンサをつけたいとのこと。データを取って稼働率を把握することが重要との議論を行った。
- 3社目は工場で自動化が進んでいる企業。ロボットも導入済のため、低コストのIoTを導入したいとのこと。品質管理、不良率の管理、生産管理のために新システムを導入したいが、スマートフォン、安価なセンサを活用して自社でシステムを作成していきたいとのことで、次ステップではAIを導入したい。



### チームC) ベトナム企業

#### 参加企業の今後の高度化方針：

- 製造業3社。機械加工の会社は人事の問題が課題で、優秀な人を確保できない。そこで、自動化に興味があり、スマート化により効率化したい。そのプロバイダを探している。
- また、5S活動、生産効率化のために作業の効率化が重要と思っており、人材マネジメントを行いたい。
- 全て機械化することができない製品を製造している会社は、スマート化により人の代わりを作りたいと考えている。
- 3社目は農業関係。農家から農産物をもらい梱包、発送までを実施している。生産管理が出来ていない。生産プロセスの標準化が重要であり、推進したい。
- 配布された事例集の企業を訪問したいとの希望があった。
- 効率化は、人を減らすだけではだめだとの意見が出た。



#### (4) ソリューションプロバイダの説明

##### ソリューションプロバイダA

ベトナムはホーチミンが本社、ベトナムでは120名くらいでビジネスしている。ベトナムで500社以上の顧客と取引。アプリケーション、システム、データセンターを取り扱っている。提案したいシステムとしては、顔認証入退出システム、CCDカメラによるセキュリティーシステムがある。システム導入には、経営者と現場の意識の違いが課題になるので、そのような相談にも乗っていききたい。

##### ソリューションプロバイダB

世界第4位のクラウドシステムを取り扱っている。顧客管理、セールス管理等が得意、ベトナムでは40名体制、現状は、日系企業以外のビジネスはまだできていない。代理店、お客様を含めたシステムを構成することが出来る。

##### ソリューションプロバイダC

商社として各種システムにかかわっており、事例紹介されたシステムにも関係している。現在はエネルギー関係で、EMS、分散電源、AGV（Automatic Guided Vehicle）の提案を行っている。いろいろな分野で提案も可能。インダストリー4.0は大きなゴールであるが、最初はスモールスタートで実施すべきと思う。

#### (5) MOITの優先事項と製造業のデジタルフォーメーション支援プログラムの紹介

ベトナム工業製造業のレディネス評価（2,500社調査）の共有。インダストリー4.0の適用率はまだ少ない。導入方法がわからないとの声あり。ベトナム政府は今後、インダストリー4.0を積極的に対応していくアクションプランを作成中。

MOITとしては、企業サポートを行い、IoTを導入する支援プログラムを持っている。企業からの参加、提案が欲しい。ベトナムで早くインダストリー4.0を実現したい。



具体的な支援プログラムのプレゼンテーションであったことに加え、若手の職員の発表であったため、参加企業より積極的な質疑応答が行われた。詳細は以下の通り。

## 質疑応答

- 導入する支援プログラムとは？  
⇒ 計画をWebで公開済み、企業に応募を求めている。
- 企業側での負担率は？  
⇒ 大体40%くらい。
- 企業選定基準は？  
⇒ 目的がプロジェクトにあっていものを選定、評価委員会で評価。
- 政府から60%支払ってくれるのは、コンサルティングのみ？本当に必要な設備ではだめなのか？  
⇒ 機械設備は企業の財産になるので、企業負担。コンサルティング費用は負担できる。
- もし、政府がコンサルティングフィーだけを負担するのであれば、額は安いので意味がない。ファンドを作って、設備投資費用を貸してくれる支援が欲しい。  
⇒ 財務省がお金を握っているので、すぐには難しい。



## (6) VJCCハノイ人材育成コースの紹介 (VJCC)

VJCCの紹介。VJCCとして、SMEに役立つセミナー（Data-Driven Production Management：3日間コース、有料）を準備中、2020年3月に実施予定。SMEの課題解決に役立つはず。本日の参加者にはメールで連絡する。研修参加後のコンサルテーションサービスもある。



(7) 中小企業向けIoTハンズオン研修プログラムの紹介（調査団）

VJCCのData-Driven Production Managementセミナーに参加され、自分でシステムを作りたい方向けにコースを用意している。

(8) アイデアソンのまとめと閉会宣言（調査団）

(9) 実施後の参加者へのセミナー資料と参加者名簿の送付

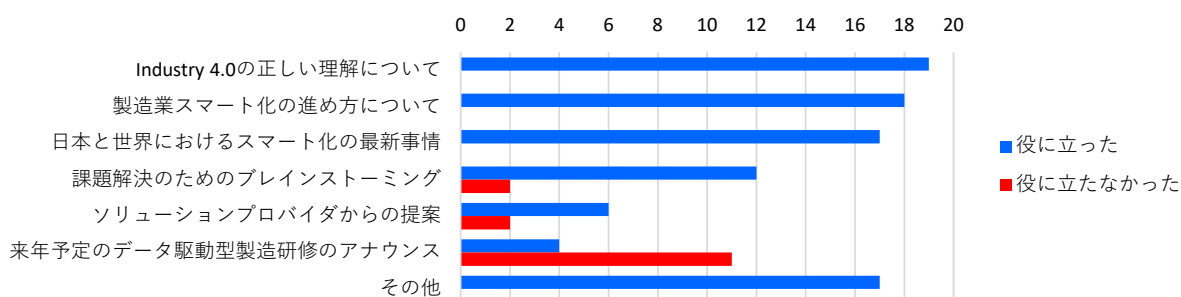
セミナー実施後に、セミナー内で使用した資料及び参加者の連絡先リストを、参加者全員に共有し、今後の高度化推進のための情報収集やネットワーク構築の一助となることを期待している。

### 6.1.3 セミナー参加企業への事後アンケート調査結果

(1) アンケート回答者数

| 都市    | 日系  |      | ベトナム企業 |      | 合計 |
|-------|-----|------|--------|------|----|
|       | 製造業 | SIer | 製造業    | SIer |    |
| ハノイ   | 2   | 1    | 5      | 3    | 11 |
| ホーチミン | 3   | 1    | 4      | 2    | 10 |

(2) セミナーの内容は役に立ったか？（複数回答可）



(3) セミナーの内容に関するご意見・ご感想（抜粋）

|     | 日系企業                                                                                                                                                                                                                                                                   | ベトナム企業                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 製造業 | <ul style="list-style-type: none"> <li>IoT や 4IR について理解、整理できたので良かった。できるところから少しずつでもやっていこうと思う。</li> <li>IoT については弊社では無縁の事柄かと考えていたが、セミナーへ参加して、簡単に安価に出来ることが分かった。大変参考になった。</li> <li>ソリューションプロバイダの取り組みは大企業向けのため、我々中小企業が取り組むべき内容とは乖離していたと感じた。セミナーの内容はどれも非常に勉強になった。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>弊社の業務を開発してゆく上でとても役に立つセミナーだった。</li> <li>このセミナーに参加できたことを感謝している。ベトナムにおける 4IR の本当の意味を理解することができた。特に日系企業とビジネスを行うベトナム企業がベトナムの実情に即した 4IR を適用することができるよう願う。</li> <li>このセミナーで製造管理方法や 4IR に向けた製造業スマート化のステップについてより理解できるようになった。</li> </ul> |

|      | 日系企業                                                                                                                                                                                                                                                              | ベトナム企業                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sier | <ul style="list-style-type: none"> <li>ソリューション企業が会場全体にプレゼンできるのであれば、それにあった資料を用意できた。セミナーの案内がショートノティスだったので、準備の時間が短く苦労した。</li> <li>HCMC だけで日系 IT 企業が 100 社以上ある割に日系プロバイダの参加が少ないと感じた。これは当地の日系 IT 企業が日本向けのオフショア開発を中心に事業をしているか、あるいは募集の告知から開催までの時間が短かったからではないか。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ブレインストーミングの前に各参加企業の業務内容を 3 分ずつでも紹介できていればもっと議論が効果的だったと思う。</li> <li>とても楽しいセミナーだった。これまで数々の工場に対し提案をしてきたので、今後もベトナム国内外で協力と連携をしていきたい。</li> </ul> |

(4) 今後JICAが製造業スマート化への支援を行うとしたら、どのような支援を行ってほしいか？

|      | 日系                                                                                                                                                                      | ベトナム企業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 製造業  | <ul style="list-style-type: none"> <li>実際にスマート化を実現している企業を訪問してみたい。また、来年予定されているハンズオン研修はスタッフを是非参加させたいので、案内をよろしく願いたい。</li> <li>新たな IoT 製品の情報共有。自作 IoT キットの作製セミナー</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 研修。</li> <li>2. 会社の現場を視察してデジタル化の適用に関する助言を行う。</li> <li>3. 会社における実証実験の指導</li> <li>工場の製造部門への研修サポート</li> <li>最適な業務効率を達成するための初期から全体の支援</li> <li>日本やベトナムにおいて 4IR のモデルを実際に製造に適用して成功したビジネスの実例への訪問</li> <li>弊社の工場で 5S やスマート化へのステップについてのコンサルテーションを行ってほしい</li> <li>現場において 4IR の技術が適用できるように、製造管理の改善をサポートしてほしい</li> <li>専門家による実践に結び付くコンサルテーションや研修を行ってほしい</li> </ul> |
| Sier | <ul style="list-style-type: none"> <li>同様のセミナーで良いので、ソリューション企業の関わり方を事前に、より明確にしてほしい。</li> <li>業者側の立場としては従業員教育（業務知識）と営業支援としての現地のローカル企業とのマッチング機会を提供して頂くとありがたい。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>製造プロセスの自動化を行った企業やソリューションへの訪問</li> <li>JICA と協力・連携してベトナムのプロジェクトを実施する</li> <li>機械で代替できないような産業に対するソリューション支援をもっと行ってほしい</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |

## 6.2 ベトナムにおけるSME向けIoT導入ハンズオン研修

6.1のセミナーに参加した企業を対象として、製造業現場のスマート化の実習を行うハンズオン研修を実施した。当初は2020年4月に現地にて実施の予定であったが、コロナ禍による影響でオンラインによる遠隔開催となった。研修の概要は以下の通り。

表-31 ベトナムにおけるSME向けIoT導入ハンズオン研修概要

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 対象          | 安価な実証実験から製造現場の高度化・スマート化を始めたいと考える中堅・中小製造業の現場改善・生産管理等担当者                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 研修期間        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ オンライン配信期間：2021年1月7日（木）から28日（木）</li> <li>・ オリエンテーション及び質疑応答セッション：2021年1月7日（木）、14日（木）、21日（木）</li> <li>・ IoT 導入実験結果発表会：4 月下旬</li> <li>・ エンドライン調査：11 月下旬</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 研修形式・配信媒体   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ オンライン</li> <li>・ Moodle を活用した E ラーニング及び Zoom を活用した質疑応答セッション</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| 実施言語        | 日本語／ベトナム語                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 演習で使用する機器   | 各自がベトナム、日本、中国の通販サイトより以下を購入。<br>M5Stack FIREとセンサ3種<br>M5 GO の IoT キット、センサ 2 種、固定用台                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 作成するシステムの概要 | 製造現場のラインからセンサで情報（環境／光／距離）を取得し、ネットワーク経由でクラウドに送信してデータを蓄積すると共に、そのデータを解析して見える化する。                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| カリキュラム      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製造現場のスマート化に必要な知識（前編） 講義 約 30 分</li> <li>2. 製造現場のスマート化に必要な知識（後編） 講義 約 40 分</li> <li>3. IoT 作成演習：Arduino の基礎と実践 講義・実習 約 1 時間 30 分</li> <li>4. IoT 作成演習：M5Stack と IoT システム開発 講義・実習 約 1 時間 50 分</li> <li>5. 作成した IoT 機材を工場に導入する際の注意点 講義 約 5 分</li> <li>6. 製造現場向け IoT システム製作時の注意点と応用 講義 約 20 分</li> </ol> |
| 参加企業数・人数    | 8 社、13 名（ベトナム人 8 名、日本人 5 名）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

本研修は実習が中心となる内容であり、オンラインで研修参加者の実習を常時モニタリングすることは困難であったため、教材は全て製造現場に設置するIoT機器の実際の作成場面をビデオで撮影した素材を用い、そのビデオを見ながら参加者が同じ機器を作成してゆくという構成にした。基本的にオンラインでは実習時の注意点や質疑応答のみに集中し、4回の研修を一週間に1回ずつ4週間にわたって実施する形式とした。従って、参加者はその4週間の間に工場の現場に設置するIoT機器の作成が完了するはずであった。しかしながら、実際には参加した企業の中で完成にまで至った者はいなかった。その理由としては、通常の業務を行いながら機器の製作に時間を割くことができなかったというものが多かった。

オンライン研修終了後2ヶ月を目処に、製造現場へのIoT導入実験結果発表会を実施予定であった。実施に先立ち、各社に対して進捗状況を確認したところ、研修は受けたものの実際にIoT機器を工場に導入した企業はないことがわかった。導入しなかった主な理由としては繁忙により実施する時間がなかったこと、社内での承認が取れていないことなどであった。そこで、発表会ではなく、参加した企業に対する個別インタビューを実施することにした。事後聞き取り調査に応じた4社とのインタビュー結果は次の表の通りである。

| インタビュー先会社                                                         | 製造業 A                                    | ソリューションプロバイダ B                                                                                                     | 製造業 C                                                                                         | 製造業 D                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 業務内容                                                              | NC 自動旋盤加工<br>(樹脂・金属加工部品)                 | Salesforce.com のプラットフォームを使用したカスタムソリューションの提供                                                                        | 工業用ミシンの開発、製造ほか                                                                                | インナーウェア製品の<br>受託製造、販売                                                   |
| 【研修内容について】                                                        |                                          |                                                                                                                    |                                                                                               |                                                                         |
| Q. 今回、コロナの影響で当初予定していた現地でのハンズオン研修を取りやめてオンライン研修にしたが、どう思うか？          | オンライン研修は制限が多い。例えば、すぐに質問することができないので難しかった。 | 通常の研修と同じレベルだった。社員も同意見と思う。                                                                                          | 可能であれば対面研修の方がよいが、今回はコロナ禍で仕方がないという事情を理解している。沢山の資料や動画がオンライン提供されたので問題は無かった。                      | 研修内容も明確で、十分だった。                                                         |
| 【教材（ビデオ）について】                                                     |                                          |                                                                                                                    |                                                                                               |                                                                         |
| Q. 内容の量、わかりやすさ、難易度設定はどうだったか？                                      | わかりやすかった。                                | 適切だった。                                                                                                             | 問題なかった。分かり易かった。                                                                               | 詳しく説明されていて適切。長くはない。                                                     |
| Q. 今後機会があれば受けてみたい研修の内容へのご要望はあるか？                                  | センサの応用方法についての研修。                         | ビジネス視点での、IoT 商用化の事例を知りたい。中小企業では IoT 投資予算に限りがあり、個別の IoT 化対応はベンダー側も工場側も限界がある。汎用的な基盤から、多くの企業へ共通で IoT サービスの提供が望ましいと思う。 | 今回は機材を購入できなかったもので、今後継続的な研修があれば、引き続き温度センサと測定時間から、情報を可視化できるような内容の研修を受けてみたい。                     | ものづくりにおけるカイゼン等を担当している（のでそれに関する内容）。                                      |
| 【今後の取り組み予定について】                                                   |                                          |                                                                                                                    |                                                                                               |                                                                         |
| Q. 研修で取り上げたような製造現場の見える化の導入を検討しているか？                               | 現在検討中である。これから作成に入り、今月末には導入の予定。           | 工場内の物品管理、盗難対策、人の入退室や移動の記録等。また工場設備（例えば、コンプレッサのエアの調子を流量から判定するなど）の管理等。ただし現実的には、これら要望への個別対応は、中小企業の資金体力からしても難しい面が多い。    | コロナ禍のため、現時点ではまだ具体的な計画はない。                                                                     | 具体的な計画はまだない、どの内容を導入するのが適切なのかを検討していきたい。<br>M5 をテストし、研修ビデオの通りの結果となった。     |
| Q. もし導入を考えている場合、それに必要なスタッフの教育や適切なアドバイスを受けるためのコンサルタント等の必要性をどう考えるか？ | 内部に専門人材が 1 人いる。                          |                                                                                                                    | 導入するシステムの内容により違う。例えば人材管理システムは外部人材が必要だが、工場や食堂の管理システムは内部人材でも導入可能と考える。今回の研修内容であれば、自分達だけで導入可能と思う。 | 電子部品、回路は強いが集めた情報をクラウドなどへ上げるためのプログラミングなどの経験が少なく弱いと感じている。アナリス、データ分析の人が必要。 |

| インタビュー先会社                                                                         | 製造業 A                                        | ソリューションプロバイダ B                                                                                                         | 製造業 C                                                                                                                                                                                   | 製造業 D                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Q. コロナの経験から、今後製造業の現場では IT などの先端技術がどのように役に立つ可能性があると思うか？                            | 役に立つと思う。                                     |                                                                                                                        | 製造業では 100%オンライン化、リモート化は無理なので、スマート化、数値化、情報の見える化に IT を活用して普段の業務に取り組んでいる。                                                                                                                  | IoT や IT はコロナ前から重要だと思っていたが、コロナによってより重要性を感じた。 |
| Q. コロナの経験から、日本の本社との人材の行き来や、原材料・物資等のサプライチェーンなどに改善の余地が生まれたか？またそれをどのように解決すべきだと思うか？   | 改善の余地が生まれた。                                  | 知りうる限りでは、大きな影響を受けたという話を聞いたことは無い。会社の顧客である、サプライチェーンの末端の中小企業では影響が少ないからと思われる。(これらの企業はサプライチェーンのスタート地点であり、自分達より先にはチェーンが無いため) | 工場の生産品はミシンで、部品は中国から輸入している。コロナ禍でこれら部品の輸入が止まり、自社生産や国内調達に切り替えた。出荷も影響を受け、顧客が減少し売り上げに影響がでたため、新規顧客開拓を進めている。親会社が IT 化に取り組んでいて、全社レベルの在庫管理システムがある。またものづくり部門や生産管理部門では、東南アジア各国へのサプライチェーン展開も検討している。 | 原材料の調達のリードタイムが長くなった。調達先は日本や海外、ベトナム国内から。      |
| 【IoT 作成演習について】                                                                    |                                              |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                         |                                              |
| Q. 今回紹介した IoT 端末の M5Stack についてどう思うか？(ベトナム製造業向けの IoT システムには、どのような IoT 端末が適切だと思うか？) | 使いやすかった。                                     | 具体的な端末はこれから検討するので、現時点では、まだ詳細は分からない。                                                                                    | M5Stack は初めて知った。他の小型 IoT 端末では、セミナー等で、レノボやマイクロソフトの製品の説明を聞いたことはあるが、本物の IoT 端末は今回初めて見た。                                                                                                    | ベトナムではあまり使われていない。ラズベリーパイや ESP32 などが使われている。   |
| Q. 今回紹介した環境・距離・光センサーについてどう思うか？(ベトナム製造業向けの IoT システムには、どのようなセンサーが、どのような場面で必要か？)     | 距離センサは誤差がよくあるのが問題（正確な距離が測れない）。<br>光センサは問題ない。 |                                                                                                                        | スマート化、自動化のための、湿度や製品の個数を数えるセンサが必要である。                                                                                                                                                    | 温度、湿度、光強度、CO <sub>2</sub> 濃度のセンサが良く使われている。   |

| インタビュー先会社                                                                                                                             | 製造業 A                                     | ソリューションプロバイダ B                                                                                                                                                                                         | 製造業 C                                                                                                                                    | 製造業 D                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Q. 今回 IoT データ収集に紹介したクラウドサービス、Ambient、Google Apps Script、LINE はどう思うか？（ベトナム製造業向けの IoT システムには、どのようなデータ収集サービスやアプリが適切だと思うか？）               | 会社の全データはクラウド上で管理されており、クラウドサービスを使うことは問題ない。 |                                                                                                                                                                                                        | 会社ではクラウド環境と PC でデータを保存しているが、今後はクラウド上で大量データの保存管理が重要になってくると思う。                                                                             | Google のクラウドが一般的。                      |
| Q. 今回収集した IoT データ可視化に紹介した Excel と Power BI についてどう思うか？<br>（ベトナム製造業向けの IoT データ可視化には、どのような分析サービスやアプリが適切と思うか？また、どのような IoT データ分析が重要だと思うか？） | まだこのようなサービスは業務で使ったことがないので、よくわからない。        | IoT データ可視化のニーズはあると思う。会社は Salesforce ソリューション事業が専業で、現在は 80%アドオン開発、20%がパートナー代理店業務である。Salesforce もプラットフォームであり、IoT のインターフェースを有している。社内技術者に、冷蔵庫の在庫管理を Salesforce と IoT インタフェースで解決するシステムを課題として出し取り組んでいるところである。 | 会社では見える化で、Excel で生産量のグラフ化をしている。本格的なクラウドを利用したデータ可視化は検討中で、まずは導入経費や情報セキュリティ管理対策についての検討が必要である。                                               | 情報分析はあまり詳しくなく、普段は Excel などを使用して分析している。 |
| Q. 今回の作成実習のプログラミングは難しかったか？                                                                                                            | 問題なかった。                                   |                                                                                                                                                                                                        | 問題なかった。今回は機材が無かったが、機材を入手すれば、問題なくプログラミングはできると思う。                                                                                          | Web へ情報送信、情報を受け取る経験が無いから難しい所だった。       |
| 【今後の JICA 等日本政府からの支援について】                                                                                                             |                                           |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                          |                                        |
| Q. 製造現場のスマート化や高度化に関して、JICA や JETRO などの日本政府から支援してほしいことはあるか？                                                                            | 他企業の状況を見てみたい。                             | ベトナムでは 5G の商用化が始まっており、インフラ系ビジネスはベトナムの通信キャリアに多く取られてしまうだろうが、IoT エッジ側、すなわちアプリやサービス側は工夫すれば勝機があると思う。これらアプリやサービスを斬新なアイデアで開発出来る人材育成が重要と思われる。会社では優秀な大学からも従業員を採用しているが、こちらでは、一般的に雇用が流動的で、就職の目的意識も高くない場合がある。      | すぐに具体的には思い付かないが、IoT の技術的な研修に関しては、工場の競争力の強化するためのスマート化やデジタル化などについて興味がある。また我々は技術部門からなので、経営者を対象にした、会社全体のビジョンやビジネスの方向性といった観点からの IoT 研修も必要と思う。 | すぐには具体案が思い浮かばない。                       |

### 6.3 タイにおけるデジタルカイゼンによる工場スマート化実証実験

調査の結果、現地調査対象国の政府機関はどの国も、製造業の高度化に向けた支援先として主に中小企業(以下、SME)をターゲットにしていることが判明した。その理由は、大企業の多くは高度化の必要性を理解し、自社で取り組めるだけのリソースを備えているのに対し、SMEはリソースが不足しているだけでなく、必要性を認識していない、もしくは認識していても何をすべきか理解できていない状態にあるためである。こうした声は、第一回現地調査のおりにも各国で確認されており、製造業高度化にあたってはSMEのデジタル技術活用に係るチェンジマネジメント（意識改革）が重要な要素になると整理していた。（図-26）

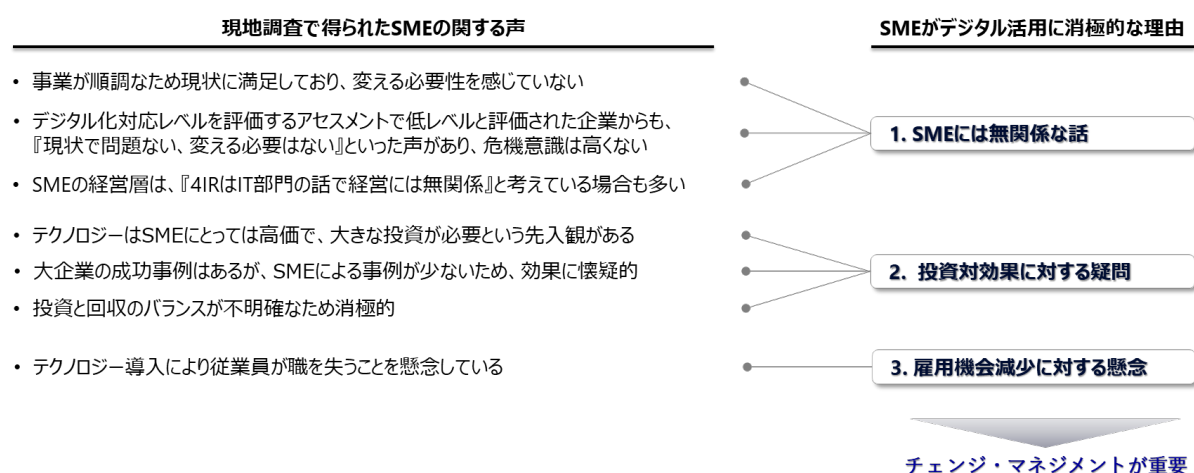


図-26 第一回現地調査で得られた声

そうした現状を踏まえ、今後のJICA協力としてもSMEの意識改革に資する活動が、高い有効性を発揮すると仮説を立てたうえで、パイロット活動の一つとして、現地SMEを対象とした工場でのスマート化実証実験（以下、PoC）を実施することとした。その結果をもとにこうした中小企業におけるスマート化の有用性を確認するとともに、その啓発コンテンツを作成し、取り組み事例として中小企業に広く紹介することで、高度化の重要性を認識してもらい、自分事として捉えてもらうことを目指すものである。

また、一言でSMEと言ってもそのレベルは幅広いが、スマート化の対象としては、既にカイゼン活動に取り組んだ経験を有している企業が適していると判断した。特に、カイゼン活動を通じて現場でデータの収集を試みたものの、現場作業員による手作業であるために、労力が多大であるため継続が困難、継続できたとしてもデータの精度が低い、等の経験を有している企業である。これは、こうした問題を抱えている企業がデジタルテクノロジーを活用することで、比較的容易にカイゼン活動（デジタルカイゼン）の継続実施を達成し、その結果として生産性の向上を果たせる見通しを立てられるようになるといった、将来の4IRへの対応に向けたロードマップを示すことに繋がるとの考えによるものである。（図-27）

### Concept of "Digital KAIZEN"

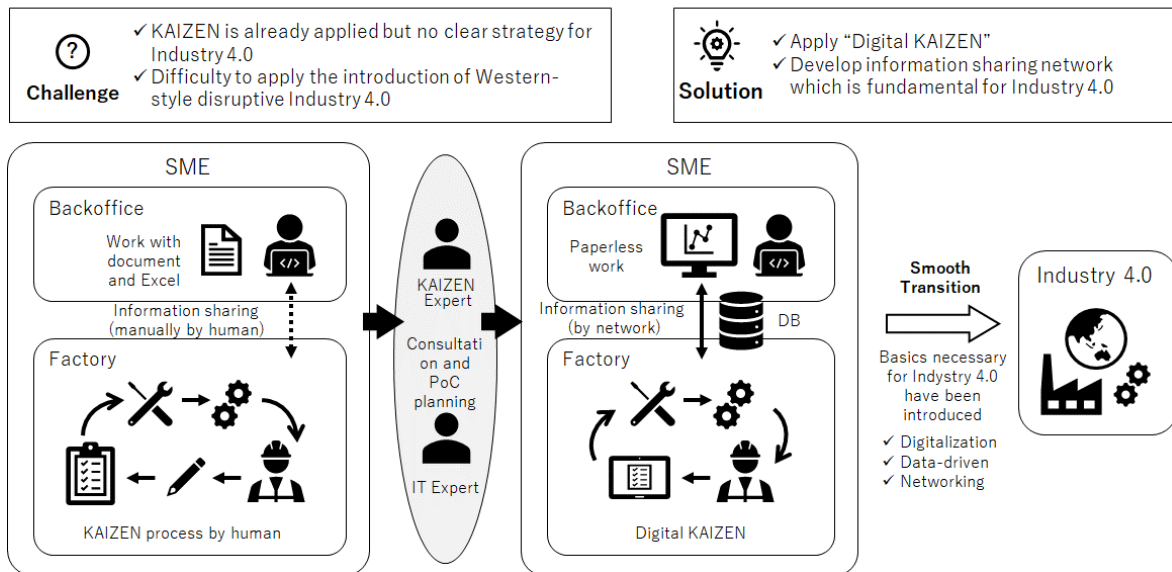
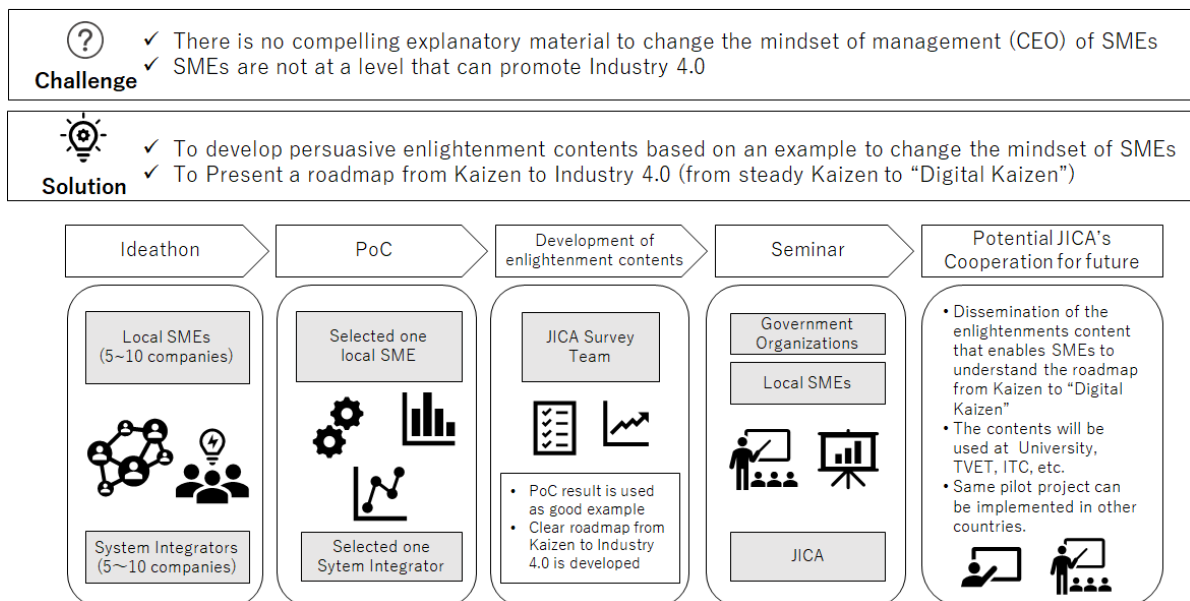


図-27 デジタルカイゼンの概念図

そのため、調査対象国の中でもSMEのカイゼンに係る取組みが比較的進んでいるタイを対象に実施することとした。図-28が本パイロット事業の全体像であり、デジタルカイゼンの有効性をコンセプトレベルで認識してもらったうえで、実機による効果を体感するという2層構造としている。具体的なアプローチとしては、アイデアソンイベントの開催、その後工場でのPoC実施とした。アイデアソンでは、多くの問題とそれを解決するアイデアを広く挙げてもらうなかで、参加するSMEに自発的な気づきを得てもらうことを念頭に、複数のSMEとソリューション提供企業（以下、SIer）に参加してもらい、当日のお互いの議論を通じて、マッチングを図る形式とした。

### JICA's Pilot Project in Thailand



### 【第一ステップ】

1. PoC の場を提供してくれる現地企業候補の選定（FTPI によるノミネート）
2. SIer 候補企業の選定（JICA による公募）
3. 現地企業候補、SIer 候補企業、調査団でアイデアソンを実施
  - ✓ カイゼンから Industry4.0 へのロードマップを意識し、Industry4.0 への第一ステップとなるアイデアを選定
  - ✓ 対象企業のアセスメント、コンサルティング、PoC のシナリオ作成

### 【第二ステップ】

4. PoC の準備（機器手配や環境整備など）・実施
  - ✓ 実施期間中、データを継続して取得・蓄積
  - ✓ 取得データに基づき、必要に応じて設定の変更（カイゼン試行）
5. 試行の効果検証。また、データを利用するための課題の抽出
6. 啓発コンテンツの作成
7. 最終成果発表セミナーにて結果発表。
  - ✓ カイゼンから Industry4.0 へのロードマップの全体像と関連づけて説明

図-28 タイにおけるデジタルカイゼンによる工場スマート化PoCの全体像

#### 6.3.1 アイデアソンの実施

参加SMEの募集については、FTPI（工業省傘下の政府機関で、現地SMEの生産性向上に係る施策を担当。会員企業数は約5,000社）に呼びかけを依頼した。主な選定の条件は、タイの現地企業（ローカル資本率51%以上）でカイゼンプロセスの経験を有していることとした。SIerについては、JICAタイ事務所のWebサイトで公募するとともに、FTPIにも公募告知を依頼した。加えて、ディスカッションの活性化やSMEとSIerの相互理解促進を図るために、複数の学術機関から本分野を専門とする教員を派遣してもらい、ファシリテーター役を務めてもらった。

プログラムの中身では、初めに調査団からのプレゼンテーションを通じて、日本式インダストリー4.0として、カイゼンのデジタル化から進める4IRのロードマップを示し、参加各社の経営層にその重要性和効果を訴えた。その後はSMEのみで各社内部及び他社とのディスカッションを通じて各自の課題及び解決案を検討・発表してもらった上で、SIerとのマッチングを実施し、共同提案により最終プレゼンテーションを提示してもらった。さらにタイ政府から現地の助成制度を説明いただくことで、本アイデアソンで検討した内容を実行に移してもらいやすいようにした。

この構成は、SIerのソリューションありきの課題設定や解決案になることを避けるとともに、財務的な面から実行可能性を高めるために講じたもので、本アイデアソンを成功に導く上で重要な要素であったと言える。表-33に、SME+SIerの各グループが最終発表で提示した課題及びその解決案をまとめる。なお、本会の目的が企業側へ気づきを与えることであるため、適用技術（いわゆるソリューション）自体の適切性などは当日の議論の対象とはしていない。

本アイデアソンの後、マッチングにより構成された各グループに対してPoCに向けた提案書提出を依頼した。その際、予算については、前述の現地政府の助成制度の金額規模（概ね数百万円）を基本としつつ、PoCという性質からトライ＆エラーの想定および報告書のとりまとめという付加要素を加味した設定としている。

最終的に3つのグループから表-33の内容をブラッシュアップした提案が提出され、これらを予め用意した評価基準（以下）で審査した結果、最も高い得点をしたグループF：The Peace Canning

(1958) Co., Ltd. (以下、PC社) 及び NEC Corporation (Thailand) Ltd. の提案内容をもとにPoCを実施することを決定した<sup>224</sup>。

#### 【評価基準】

技術視点： 主な視点は以下3点

- フィージビリティ) 一定期間内で一定の成果が発現できるか
- 共通性) 幅広いの製造業SMEにとって共感を得られる課題設定となっているか
- 実施体制) SME側及びSIer側ともに実施体制が用意できているか

価格視点： 基準価格からの開き度合いに応じた点数配分

表-32 アイデアソン概要

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日時      | 2019 年 11 月 29 日 (金)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 開催場所    | DEPA のイベントルーム (タイ、バンコク)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 参加者     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SME : 6 社 (12 名)</li> <li>・ SIer : 3 社 (15 名)</li> <li>・ 現地政府機関 : MoI (2 名)、DEPA (11 名)、NSTDA (4 名)、FTPI (4 名)</li> <li>・ 学術機関 : TGI (3 名)、泰日工業大学 (1 名)、KMITL (2 名)</li> <li>・ JICA (3 名)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 目的      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SME と SIer のマッチングによる工場スマート化 PoC 実施候補企業の選定</li> <li>・ 日本式 Industry4.0 及び製造業スマート化 (デジタルカイゼン) 事例の紹介による SME 経営層への啓発</li> <li>・ 現地政府機関による製造業スマート化支援制度の紹介</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| プログラム概要 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 開会の辞<br/>JICA タイ事務所 所長<br/>DEPA, Senior Executive Vice President</li> <li>2. インダストリー4.0 と製造業のスマート化の最新事例の紹介</li> <li>3. 内部ディスカッション (SME 各社とファシリテータによる課題及び解決策の検討)</li> <li>4. グループワーク (SME 他社+ファシリテータとの意見交換)</li> <li>5. SME 各社内部での再議論とプレゼンテーションによる結果共有</li> <li>6. SIer 各社による自社紹介プレゼンテーション</li> <li>7. SME と SIer のマッチング</li> <li>8. マッチした SME+SIer による最終プレゼンテーション</li> <li>9. タイ政府各機関による助成金制度の紹介 (DEPA、MoI)</li> <li>10. 閉会の辞<br/>FTPI, Deputy Executive Director<br/>JICA 産業開発・公共政策部 (当時) 次長兼民間セクター開発グループ長</li> </ol> |



グループワークの様子



グループワークの様子

<sup>224</sup> 本アイデアソンの概要および選定企業名などは、JICA のホームページで公開している。  
<https://www.jica.go.jp/thailand/english/office/topics/200731.html>

表-33 アイデアソン最終発表概要

| グループ<br>(事業*1)   | 問題・改善要望点                                                                                                                                                                                                                                                                      | 解決策＋活用出来る技術                                                                                                                                                                                              |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A<br>(印刷)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 帳票印刷のラインでの製造状況のデータ取得を人力に頼っており、データの信憑性が低い。</li> <li>・ 多くの色を使う帳票印刷の場合、ラインのセッティングに非常に時間を要する。</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IoT センサで製造状況を自動的にデータ取得出来るようにし、データの蓄積・分析を可能とする。</li> <li>・ IoT センサで印刷機のインク残量を図れるようにすることで、ラインのセッティングにかかる時間を短縮する。</li> </ul>                                       |
| B<br>(金属<br>メッキ) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ メッキを施すために使用する水や薬品の温度、湿度、濃度等のうち、不良品の原因となる因子が不明である。</li> <li>・ 品質検査に手間がかかっている。</li> <li>・ ベテランと若手でスキルに差がある。</li> </ul>                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ センサで水や薬品の温度、湿度、濃度等のデータを取得し、データ分析することで、最重要な要因を明確にしたい（ただし、十分な資金力がない SME には実施が困難）。</li> <li>・ 若手とベテランのスキルを形式知化することで品質検査にかかる時間を短縮する。</li> </ul>                     |
| C<br>(樹脂成型)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製造過程において、約 20 種類のパラメーターを常にモニタリングしたいが、現在は 1 時間毎にしかデータが取れない。</li> <li>・ 工場内の音がうるさいので、パラメーターが異常値になった際、ブザーがなったとしても聞こえない。</li> <li>・ ベテランと若手のスキルに差がある。</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機械が取得出来ているパラメーターのデータを取り出し、リアルタイムでデータをビジュアル化することで、工場の外にいるベテランが外からでも助言出来るようにする。</li> <li>・ 将来的には取得したデータが多くなり、それを <b>Big Data</b> として分析することで機械の予防保守を行う。</li> </ul> |
| D<br>(樹脂成型)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ NSTDA の助成金を活用し、製造ラインのうち重要なパラメーター（4 種類）を取得するためにセンサを取り付け済みだが、取得したデータの関連性や時系列での変化を見ることが出来ず、活用出来ていない。</li> <li>・ 製品の出荷後に不具合が見つかった場合、同じ時期に製造した製品にも同じ問題があるのか否かを知ることが出来ない。</li> <li>・ データが活用出来ていないのでメンテナンスの計画が立てられない。</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3 年間で 2 百万パーツのプロジェクトとし、第 1 フェーズでは IoT センサでのデータ取得を行う（既についているセンサから必ずしも欲しいデータが取得出来ていないため）。</li> <li>・ 第 2 フェーズとして、データ分析を行い製品不良の原因を解明出来るようにする。</li> </ul>           |
| E<br>(電気機器)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現場で何が起きているかをリアルタイムでマネージャーが把握出来ておらず、納期遅れが判明するタイミングが遅すぎる。</li> <li>・ 現場の作業員がリアルタイムでデータ入力を出来ていない。</li> <li>・ ライン全体の動きを一気通貫でモニタリング出来るようにしたい。</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IoT センサを用いて必要なデータがリアルタイムで取得出来るようにし、それをダッシュボードで誰からも見えるようにする。</li> <li>・ 将来的には、稼働率やキャパシティを分析し、また、作業員にもセンサを付けて、作業員の最適な配置も自動的に組めるようにする。</li> </ul>                  |
| F<br>(食品加工)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業データの取得は人手によるものでデータの信憑性が低い。</li> <li>・ そもそも、食材を切る、塩をまく等、人手による作業が多く、正確にマニュアル化出来ていない。</li> <li>・ ベテランは感覚で作業をしているが、そのスキルが形式知化されていない。</li> <li>・ 各作業に設定している KPI の達成度合いから自動的に商品の品質を判断したい。</li> <li>・ 将来的には清掃や廃棄の改善にもデータを使いたい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 漬物を作るときの塩分や重しのプレッシャー等、数値として取得し易いデータをセンサで取得しリアルタイムで管理者が見られるようにする（食材を切る作業は数値化が困難）。</li> <li>・ データの変動と商品の品質の相関関係を分析し、何が品質を左右するのかを解明する。</li> </ul>                  |

\*1: 本アイデアソンで提議した問題を抱えている SME 事業

### 6.3.2 PoCの実施

前項で概説した結果を踏まえ、PoCはチェンマイにあるPC社の工場で実施した。ここではその概要、目的、成果を詳述する。

PC社は、タイ国内の4つの工場において、主に漬物や野菜・フルーツなどの缶詰を製造している中規模製造業企業（従業員約千人）である。表-33で紹介した通り、同社では生産性の向上及び安定化を図るため、これまでもカイゼン活動に取り組んできたが、データ収集が手作業であったためデータの信憑性が低く、集計にも時間がかかり適時でのデータ活用が難しいなど、十分な効果を得られていなかった。また、製造工程も手作業に依存する部分が多いが、作業やスキルの形式知化ができておらず、スキルレベルの異なる工場労働者間で品質や作業スピードのバラつきが大きい、リワーク率や不良品率が高いという問題を抱えていた。

このような状況を踏まえ、今回のPoCでは、データの収集・適時の見える化・その活用をデジタル技術により実現することで、PC社が抱える3つの問題点それぞれに対して解決を図り、同社の最上位目標である生産量の向上を目指すという構成で、3つの施策を設定した。1つは、任意のタイミングに手作業で行っていた生産量測定を近接センサーにより自動化することによる要改善点の早期抽出、2点目として、これまで定量化していなかった作業員ごとの生産性について、デジタル計量器による自動データ取得とその分析による見える化、該当者への再教育実施による不良品の削減を設定した。また、3点目として、アイデアソンでは問題として提示されなかったが、頻発する生産ラインの一時停止も同社の生産量に大きな影響があることに鑑み、生産ライン停止状況を現場に設置する押し釦でその状況を記録するという施策とした。

下図はPC社の課題と、それに対するPoCのソリューション及び効果を図示したものである。

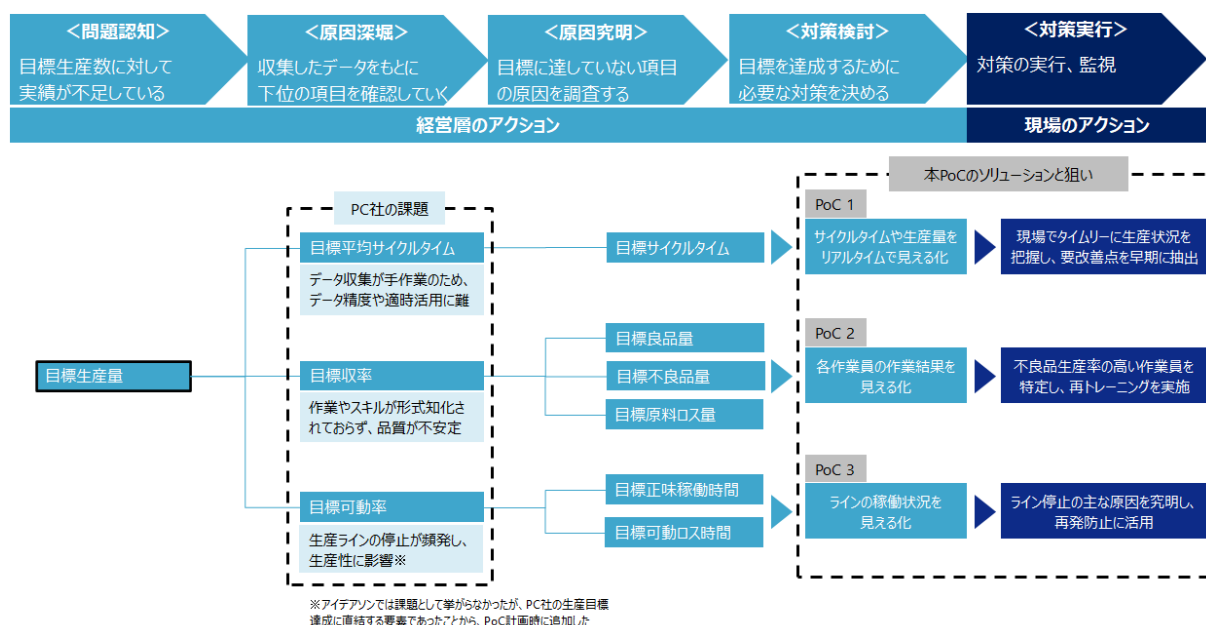


図-29 PC社の課題と本PoCで想定した施策効果

具体的な導入ソリューションとしては、これら問題の特に大きな要因となっている製品充填プロセス（缶詰に野菜等を詰める工程）及び計量プロセス（缶詰の重量を計測し、製品の標準重量の範囲内に収まっているかをチェック、過不足があれば調整する工程）を対象に、センサー等を用いてデジタルデータで定量的に捉える構成とし、タイ国内で調達可能なものとした。

これによりデータを一定期間収集、分析することにより、サイクルタイムや生産個数の把握、不良製品（標準重量範囲外の製品）個数及びその生産担当者の把握、ライン停止の適時把握及び原因や解消に要した時間の把握などを行い、必要なカイゼン活動の明確化の実現性を確認した。図-30に、PC社の工場レイアウト概念図とそれに対して導入するソリューションを図示するとともに、表-34に各施策について詳述する。

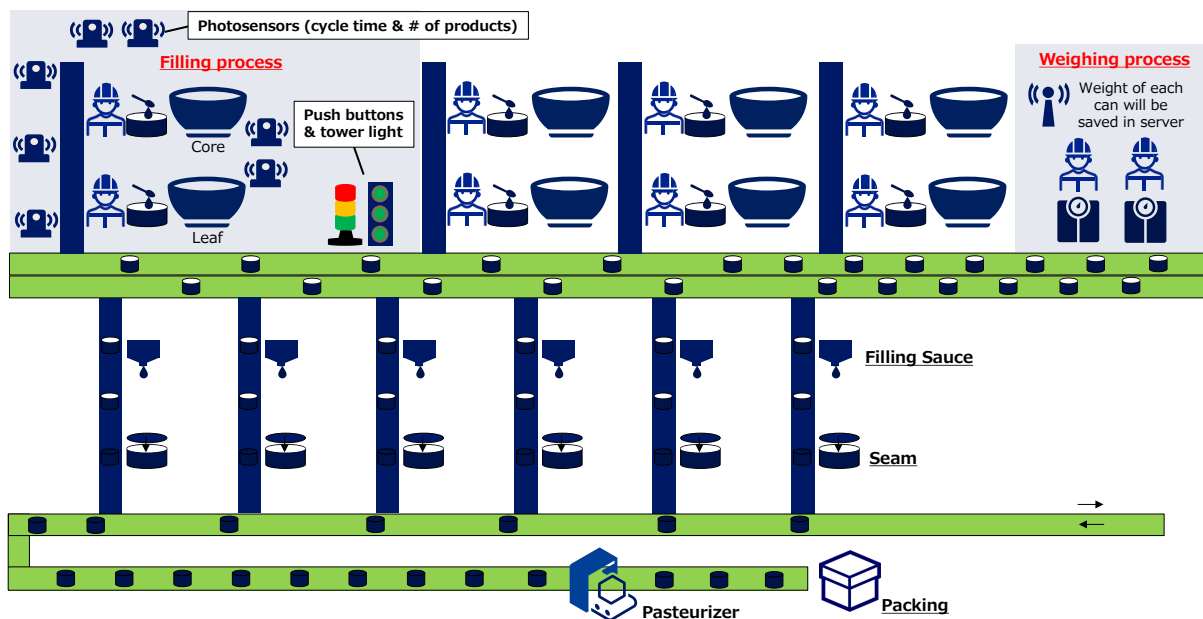
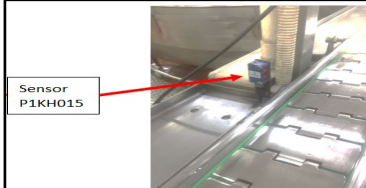
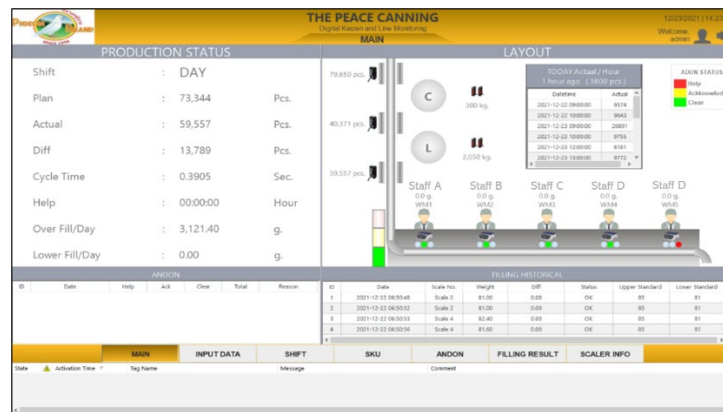


図-30 PC社工場レイアウト概念図

表-34 本PoCによる3つの施策

| PoC 1：生産量の自動取得 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 問題点            | 生産性に関わる各種情報（サイクルタイム、単位時間やシフト・製品毎の生産数等）を正確かつタイムリーに把握できていない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 導入ソリューション      | <p>充填プロセスの1ラインを対象に複数のフォトセンサーを設置し、同工程における製品のサイクルタイムや、製品投入数及び完成品数を測定できるようにした。また、ライン責任者が事前にシフト毎や製品の種類毎の目標生産数を入力し、モニター上で計画と実績の差異をリアルタイムで確認できるようにした。</p> <p>■ ラインに設置されたセンサ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Sensor P1NH706</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Sensor P1KH015</p> </div> </div> |

■ ライン脇のモニターに表示される生産状況モニタリング画面



■ 実績確認用画面（下図ではシフト毎の生産計画及び実績を表示中）

| THE PEACE CANNING<br>Digital Kanban and Line Monitoring |           |       |       |       |             |
|---------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------------|
| SHIFT                                                   |           |       |       |       |             |
| Date                                                    | Plan(pcs) | START | END   | Shift | Actual(pcs) |
| 2021-12-16 ...                                          | 24000     | 12:00 | 16:00 | DAY   | 21267       |
| 2021-12-17 ...                                          | 67200     | 07:00 | 16:00 | DAY   | 61771       |
| 2021-12-20 ...                                          | 61776     | 07:00 | 16:00 | DAY   | 63770       |
| 2021-12-22 ...                                          | 92544     | 07:00 | 16:00 | DAY   | 86695       |
| 2021-12-09 ...                                          | 27504     | 09:00 | 13:00 | DAY   | 21639       |
| 2021-12-14 ...                                          | 72720     | 07:00 | 16:00 | DAY   | 78093       |
| 2021-12-06 ...                                          | 73344     | 07:00 | 16:00 | DAY   | 142351      |
| 2021-12-08 ...                                          | 206496    | 07:00 | 16:00 | DAY   | 8849        |
| 2021-12-09 ...                                          | 55008     | 09:00 | 16:00 | DAY   | 47017       |
| 2021-12-13 ...                                          | 73344     | 07:00 | 16:00 | DAY   | 76470       |
| 2021-12-15 ...                                          | 36300     | 10:00 | 16:00 | DAY   | 23817       |

カイゼン活動の狙い

生産性に関わる情報を正確に収集し、適時に確認・分析できるようにすることで、的確な現状の把握や課題の特定を可能にし、生産性の向上及び安定化実現に繋げることができる。

## PoC 2：各作業員の生産性の定量化

問題点

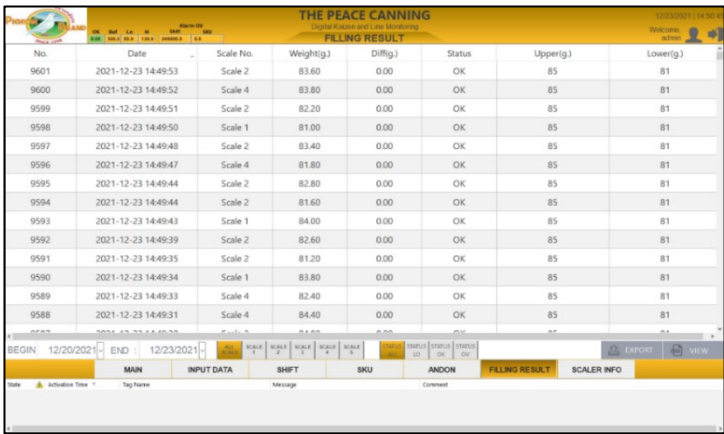
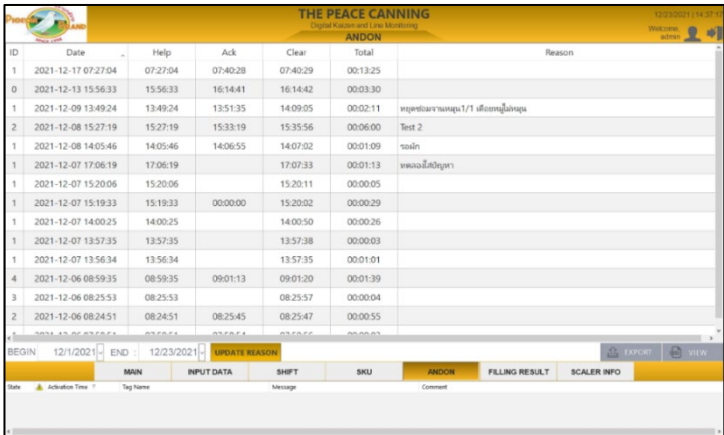
計量プロセスでは、重量が標準範囲内に収まっていない製品を特定して内容量を加減しているが、同工程を経ても標準範囲内に収まらずに次工程へ流れる製品が多発している（特に重量超過が多い）。作業者の技能不足がその主要因と認識されているものの、技能面で問題を有する作業者の特定ができていない。

導入ソリューション

計量に使用しているデジタル計測器から重量データを収集することで、各缶の計測結果を記録できるようにした。また、事前に時間毎の各計測器の使用者及び製品の標準重量範囲を登録できるようにし、これらのデータを分析することで、標準重量範囲外の製品を生産している作業者を特定できるようにした。

■ デジタル計測器使用者登録画面

| THE PEACE CANNING<br>Digital Kanban and Line Monitoring |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SCALER INFO                                             |         |         |         |         |         |
| Date                                                    | WM1     | WM2     | WM3     | WM4     | WM5     |
| 2021-12-07 10:36:06                                     | Name    | Staff A | Name    | Name    | Name    |
| 2021-12-08 11:20:07                                     | Staff K | PC02    | PC03    | PC04    | PC05    |
| 2021-12-08 13:41:54                                     | Test    | PC02    | PC03    | PC04    | PC05    |
| 2021-12-08 14:23:03                                     | Namo    | PC02    | Wanida  | PC04    | PC05    |
| 2021-12-13 07:26:51                                     | Staff B | Staff A | Staff F | Staff D | Staff G |
| 2021-12-14 13:57:03                                     | Staff B | Staff A | Staff C | Staff D | Staff G |
| 2021-12-15 11:04:32                                     | Staff B | Staff A | Staff F | Staff D | Staff G |
| 2021-12-16 11:55:02                                     | Staff B | Staff C | Staff A | Staff D | Staff G |
| 2021-12-17 09:19:29                                     | Staff H | Staff I | Staff J | Staff J | Staff J |
| 2021-12-17 16:40:41                                     | Staff H | Staff I | Staff L | Staff M | Staff N |
| 2021-12-23 08:14:04                                     | Staff B | Staff C | Staff A | Staff E | Staff G |
| 2021-12-09 09:31:04                                     | Staff B | Staff I | Staff L | Staff M | Staff N |
| 2021-12-20 08:32:23                                     | Staff B | Staff J | Staff A | Staff D | Staff G |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <p>■ 計測器ごとの重量計測結果確認画面</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| カイゼン活動の狙い              | 標準重量範囲外の製品を生産している作業者を特定することで、その発生要因を特定し、作業手順の改善や対象作業員への再トレーニングを施すことができるようになり、リワーク率や不良品率の削減に繋げることができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| PoC 3 : 生産ライン一時停止状況の記録 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 問題点                    | ライン上での問題により一時的なライン停止が多発し、発生の把握、原因の特定、解決に時間を要しているため、生産性に影響を与えている。また、主な発生要因や解決に時間を要する原因等の分析ができておらず、都度の対応に留まっている。                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 導入ソリューション              | <p>タワーライトと3種のプッシュボタンによるandonシステムにより、ライン停止発生時に発見者がボタンを押下することでライトが点灯し、ライン責任者が把握できるようにした。また、ライン停止が生じた際の発生時間、対応者駆け付け時間、対応完了時間それぞれのタイムスタンプ及び発生原因を登録できる仕組みを構築した。</p> <p>■ ラインに設置されたタワーライト及びプッシュボタン</p>  <p>■ andonシステム登録情報確認画面</p>  |
| カイゼン活動の狙い              | andonシステムによりライン停止を迅速に把握できるとともに、主な発生原因や、認識から解決までにそれぞれ要した時間を特定できるようになり、根本原因の把握や対応策の検討に繋げることができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

また、本PoC活動では、以下での活用を念頭に、工場スマート化活動に加え、本PoCの概要、成果及びその結果をもとに一般化してデジタルカイゼンの重要性や効果を解説する動画コンテンツを制作した。

- ・ 本調査の最終成果発表セミナー
- ・ 調査終了後におけるSME経営層に向けた啓発活動

表-35に動画の概要を記載する。

表-35 動画コンテンツ概要

| セッション       | 話者                   | コンテンツ概要                                                                        | 長さ<br>(計13分) |
|-------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Opening     | ナレーター                | 昨今の新型コロナの影響も含む製造業が抱える課題<br>課題解決に資するデジタルテクノロジーの可能性及び重要性と、それに対するSMEの現状（認識や理解の不足） | 1分           |
| Interview 1 | PoC 実施工場の<br>現場責任者   | 自社の紹介<br>PoC 実施前の状況や課題の説明（多くの手作業による不安定な生産性、高いリワーク率や不良品率）                       | 1.5分         |
| Interlude   | ナレーター                | 手作業によるカイゼン活動の難しさ<br>4IRの第一歩としてのデジタルカイゼンの紹介<br>JICA プロジェクトの紹介（アイデアソン、PoC）       | 1分           |
| Interview 2 | SIer（ソリューション導入責任者）   | 導入したソリューションの概要<br>導入ソリューションが生産性向上に資することの説明                                     | 1.5分         |
| Interview 3 | PoC 実施企業の<br>社長      | 本パイロット事業（アイデアソン及びPoC）の効果<br>今後の取組みに向けた展望と期待<br>他SMEへのメッセージ（デジタルカイゼンの重要性と推奨）    | 2分           |
| Interview 4 | 調査団                  | 4IRに向けた将来像の紹介<br>実現性の高い取組み方の説明（スモールスタートでの開始と、漸次的なスケールアップの推奨）                   | 2.5分         |
| Interview 5 | タイ政府機関<br>(FTPI) 関係者 | Thailand 4.0を目指すタイ政府の取組み<br>SMEへのメッセージ(デジタルカイゼンの重要性と推奨)<br>本パイロット事業に対するコメント    | 2.5分         |
| Closing     | ナレーター                | 4IRの第一歩としてのデジタルカイゼンの重要性                                                        | 1分           |

## 6.4 PoCの評価

### 6.4.1 エンドライン調査の実施

本PoCで導入した各ソリューションについて、一定期間PC社のユーザーに実際に利用してもらうとともに、データの収集、蓄積を継続し、その結果を分析した。6.3.2で提示した3つの施策の効果はそれぞれ以下の通りであった。

#### PoC 1

下図は、PC社のライン管理者が、現場に設置されたモニターを通してリアルタイムでモニタリングしている生産状況の確認画面である。このように生産量やサイクルタイムを日々リアルタイムで確認できるようになったことで、管理者による生産性向上のための打ち手の検討や、従業員の意識改善に繋がっていく効果が期待できる。

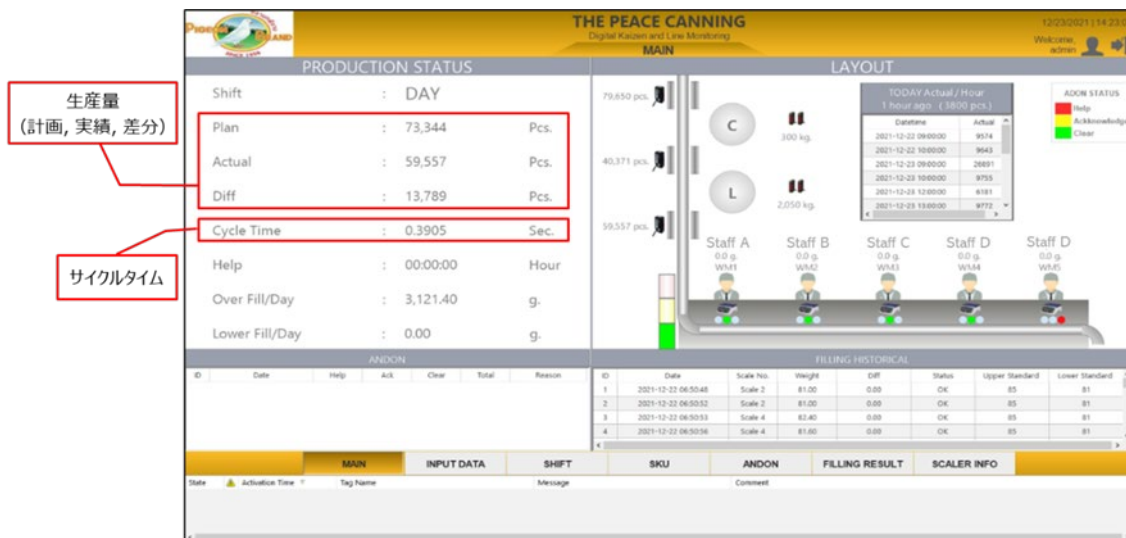


図-31 本PoCで導入した生産状況確認画面

## PoC 2

下図は、デジタル計測器から収集したデータをもとに、計測結果が標準重量範囲外となったデータを抽出したものである。これに、事前登録した時間毎の各計測器の使用者データを突き合わせることで、標準重量範囲外の製品を多く生産している作業者の特定に至った。PC社では、今後こうした作業者に作業技能向上のためのトレーニングを施す計画である。

Example table of data to be analyzed

| Date                | Scale No. | Diff (g.) | Status |
|---------------------|-----------|-----------|--------|
| 12/23/2021 08:58:18 | Scale 1   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:18 | Scale 3   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:18 | Scale 2   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:18 | Scale 3   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:15 | Scale 2   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:12 | Scale 1   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:11 | Scale 4   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:08 | Scale 1   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:07 | Scale 1   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:07 | Scale 2   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:07 | Scale 4   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:05 | Scale 4   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:04 | Scale 4   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:03 | Scale 3   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:03 | Scale 4   | 1         | OV     |
| 12/23/2021 08:58:01 | Scale 2   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:01 | Scale 3   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:00 | Scale 2   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:58:00 | Scale 4   | 39        | OV     |
| 12/23/2021 08:57:59 | Scale 2   | 0         | OK     |
| 12/23/2021 08:57:58 | Scale 3   | 0         | OK     |

OV (= Over filling) – Dec 23, 2021, Scale 4

OV (= Over filling) – Dec 23, 2021, Scale 4

図-32 本PoCで収集したデジタル計測器の計測結果データ

Scale 4

| THE PEACE CANNING<br>Digital Kaban and Line Monitoring<br>SCALER INFO |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Date                                                                  | WM1     | WM2     | WM3     | WM4     | WM5     |
| 2021-12-07 10:36:06                                                   | Name    | Staff A | Name    | Name    | Name    |
| 2021-12-08 11:20:07                                                   | Staff K | PC02    | PC03    | PC04    | PC05    |
| 2021-12-08 13:41:54                                                   | Test    | PC02    | PC03    | PC04    | PC05    |
| 2021-12-08 14:23:03                                                   | Namo    | PC02    | Wanida  | PC04    | PC05    |
| 2021-12-13 07:26:51                                                   | Staff B | Staff A | Staff F | Staff D | Staff G |
| 2021-12-14 13:57:03                                                   | Staff B | Staff A | Staff C | Staff D | Staff G |
| 2021-12-15 11:04:32                                                   | Staff B | Staff A | Staff F | Staff D | Staff G |
| 2021-12-16 11:55:02                                                   | Staff B | Staff C | Staff A | Staff D | Staff G |
| 2021-12-17 09:19:29                                                   | Staff H | Staff I | Staff J | Staff J | Staff J |
| 2021-12-17 16:40:41                                                   | Staff H | Staff I | Staff L | Staff M | Staff N |
| 2021-12-23 08:14:04                                                   | Staff B | Staff C | Staff A | Staff E | Staff G |
| 2021-12-09 09:31:04                                                   | Staff B | Staff I | Staff L | Staff M | Staff N |
| 2021-12-20 08:32:23                                                   | Staff B | Staff J | Staff A | Staff D | Staff G |

2021/12/23にScale 4を担当した作業者の名前

図-33 本PoCで導入した各デジタル計測器の使用者確認画面

### PoC 3

下図は、データ収集期間中に発生したライン停止の原因、及びそれぞれの発生から解消までに要した時間の合計をまとめたグラフである。PC社ではこれまでライン停止に関して、原因や発生から解消までの経過時間の分析、停止原因別の停止頻度の把握等ができていなかったが、本ソリューションの導入により見える化が実現されたことで、今後はライン停止の主要要因の特定や恒常的な対応策の立案を検討していく想定である。

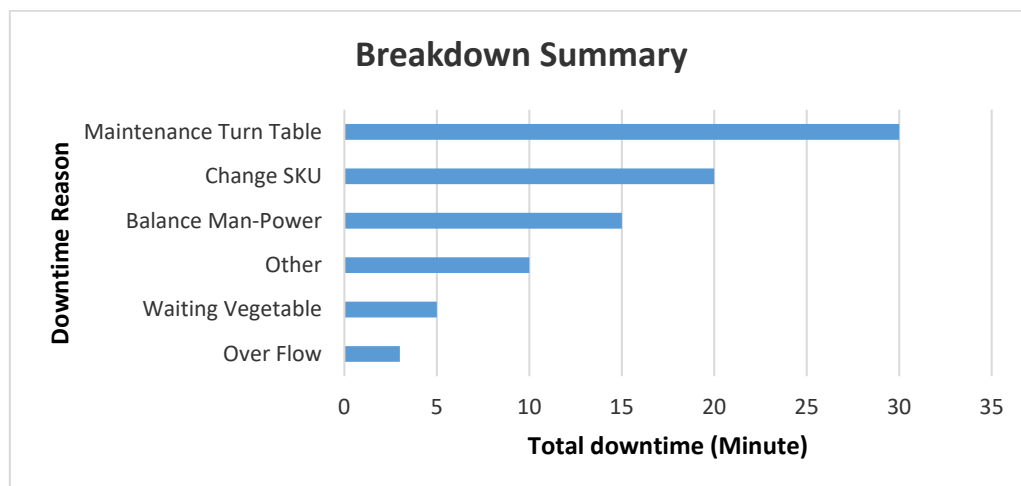


図-34 本PoCで収集したデータをもとに作成されたライン停止時間及び要因のサマリー

また、本PoCの成果の確認方法として、PC社の社長から、本デジタルカイゼンの取組みを通じて得た感触や課題、今後の展望等について見解を聴取した。以下がそのコメントの要約である。

PoC実施以前から、生産性の向上が課題であることは認識していたが、手作業によるカイゼン活動では十分な情報が得られず、手間がかかる割に打ち手を明確にできず、効果は限定的だった。

本取組みを通じて、まずアイデアソンに出席したことで、デジタルカイゼンの重要性や効果を学ぶことができた。そして、その後のPoC活動を通じて、課題と考えていたリワーク率や製品不良率の高さやその要因を明確に見える化、数値化することができ、それらを向上するための本当に必要なカイゼン活動のポイントやアクションを判断しやすくなったことが良かった。加えて、JICA調査団からコンサルテーションを受けたことで、それらを改善することが生産性の向上、ひいては会社の収益向上に直結することも十分に理解できた。

会社としてもデジタル化の機運が高まっており、PoC終了後もこうした取組みを継続していくことで、今後さらなるスマート化、全社的なDXの取組みへと繋げていきたいと考えている。具体的には、全ラインへのセンサー設置によるライン間の比較や、全工程へのセンサー設置による工程間の比較を通じて、ボトルネック工程を特定できるようにしていきたいと考えている。

以上の言葉からも分かる通り、経営層にとっては、まず問題に見える化して明確に認知できること、その上でその原因を追究できることが重要である。それが実現できれば迅速かつ的確に対策を講じることができ、現場のカイゼン活動へ適切に繋げることができる。本PoC活動では、その一部を明示できたと言え、また経営者に対して本取組みを継続していくことの重要性和効果を理解してもらえた点で意義があったと考える。

#### 6.4.2 PoCの最終評価

前項で示したインタビュー結果の通り、本PoC活動による工場スマート化の導入先からは本取組みに対して高い評価が得られ、デジタルカイゼンの重要性及び効果を理解してもらうことができたと考えられる。また、現地政府機関であるFTPIからも、アイデアソンセミナーと工場スマート化PoCを組み合わせた本PoC活動に対して、高い評価と感謝の意が示された。これは、アイデアソンセミナー及びPoCの結果をもとにした映像コンテンツ作成が、タイ政府が注力している現地SMEの経営層に対するデジタル化啓発を支援する取組みと合致している点に留まらず、PoCにより具体的なデジタルカイゼンの取組みに繋げ、その重要性を明示したことへの評価であると捉えている。

本PoC事業の費用は、現地政府の助成制度レベルを基準としたもので、同様の内容であれば、自国内のリソースで十分に賄えるものとなっている。このため、今後は、本PoC事業で制作した動画コンテンツを活用することで、現地SMEの経営層に対して、デジタル化に取り組むことの重要性を伝える啓発活動をより効果的に行うことができると捉えている。

加えて、こうした取組みを継続した先にある、将来の4IRが描く世界へと進むロードマップを描いていくことも重要と考える。具体的には、まず前節でも示した通り、データの収集、分析対象を組織全体に拡大して見える化し、タイムリーに共有することが考えられる。これにより、図-35に示すように潜在課題の発掘や意思決定のリードタイム短縮に繋げることが期待できる。そのためには、共有されたデータを経営層から現場層までが適切に活用し、必要なアクションを取ることが重要であり、そのための社員教育も求められる。

## 定量的把握を実現するダッシュボード

### □ KPIツリー表示

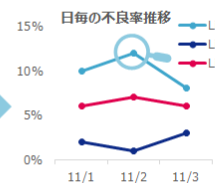
組織目標達成を阻害する  
ボトルネックを早期特定



■ 目標未達成

### □ KPI時系列表示

ボトルネックの変化点を特定し、  
発生要因の探索に活用



本質的問題点の理解

現場作業者の  
改善思考醸成

## KPIで役割階層間の思考を繋げる

例) 役割階層を跨いだ生産量KPIの一元管理  
KPIを工場内で一元化することで、日々の情報が  
リアルタイムに工場長/課長まで共有される

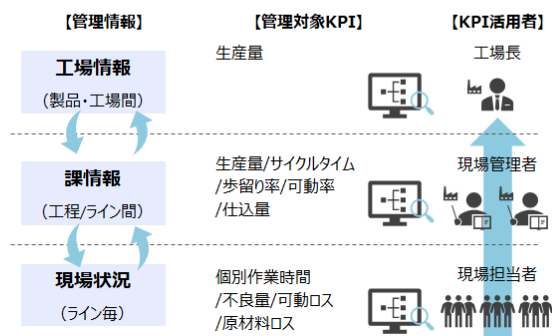
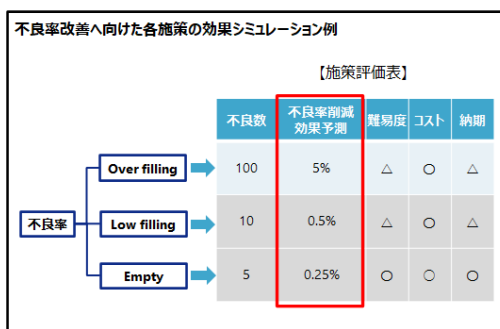


図-35 4IRに向けた施策イメージ1：全社的な情報の見える化及び共有による  
潜在課題の発掘と意思決定リードタイムの短縮

また、更にデータの収集とテクノロジーの活用が進めば、図-36に示すように、課題改善のための施策を決定・実行する前にその効果をシミュレーションしたり、過去に実施した施策の情報を蓄積し、他の情報と併せて分析することで、AIによる自動での施策提案やリスク検知などの実現も可能になる。こうした世界は今のところ調査対象各国のSMEにとって幾分遠い話ではあるものの、会社全体としての将来ビジョンや4IRに向けたロードマップのイメージを持っておくことは、デジタル化の次の一手を決める上で重要と言える。

## 的確な施策設定を支える効果シミュレーション

各検討施策による組織目標への影響を事前に把握することで、  
最良な施策選択ができ、機会収益の損失抑止が可能。



## AIを活用した異常予測と現場改善の加速化

生産データと他システムの連携（生産計画など）や、蓄積した過去の施策  
データを基に、KPIの継続監視にAIを活用することで、工場の突発異常の  
予測や改善活動の加速に繋げる。

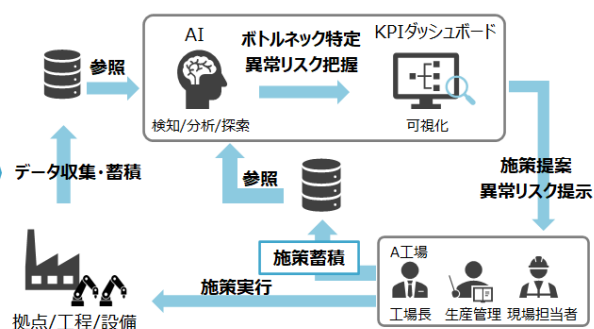


図-36 4IRに向けた施策イメージ2：施策効果のシミュレーション及びAIによる施策提案

## 6.5 最終成果発表セミナーの実施

本調査の最終的な成果の概要を現地調査対象国の関係者に広く発表すると共に、特に調査期間の最後まで長期にわたり実施されていた実証パイロットプログラムの結果発表に重点を置いた最終成果発表セミナーを、本調査の最後のイベントとして下記の通り実施した。

表-36 最終成果発表セミナーの概要

|         |                                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 実施日時    | 2022年1月19日（水）15:00-16:30（日本時間）                                                                                                                       |
| 実施形式    | Zoom Webinar                                                                                                                                         |
| 対象者     | アジア各国の4IR関連の政策や中小製造業のスマート化の推進を担当する政府関係者                                                                                                              |
| 参加者     | 合計62名（詳細な構成は下記参照）                                                                                                                                    |
| プログラム概要 | 1. 開会の辞<br>2. 本調査の全体的な成果の発表<br>・ 机上調査およびASEAN各国への現地調査の結果発表<br>・ COVID-19が製造業高度化に与えた影響調査の結果発表<br>・ タイとベトナムにおける実証パイロットプログラムの結果発表<br>3. 質疑応答<br>4. 閉会の辞 |

### (1) 参加者の構成

セミナー参加者の構成を下表に示す。基本的に本案件の現地調査対象国のうち、特にインドネシア、マレーシア、タイ、ベトナムの政府機関関係者が対象であったが、調査時に訪問した大学や業界団体、またパイロットプログラムに参加した民間企業からの参加もあった。

表-37 最終成果発表セミナーの参加者の構成

| 国      | 政府機関                                                          | 教育機関                     | 民間企業         |     |      | 合計  |
|--------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|-----|------|-----|
|        |                                                               |                          | 業界団体         | 製造業 | Sler |     |
| インドネシア | MOI（3名）                                                       |                          | Gaikindo（1名） |     |      | 4名  |
| マレーシア  | MITI（2名）<br>MIDA（2名）<br>MIGHT（1名）<br>MPC（1名）<br>SIRIM（1名）     | GMI（2名）                  |              |     |      | 9名  |
| タイ     | DEPA（1名）<br>DIP（3名）                                           | TGI（1名）                  |              | 5名  | 4名   | 14名 |
| ベトナム   | MOST（1名）<br>MPI（1名）<br>SHTP（1名）                               | HCMUT（2名）                |              |     | 2名   | 7名  |
| ドイツ    | GIZ*（4名）                                                      | University of Bremen（1名） |              |     |      | 5名  |
| 日本     | 経産省（1名）<br>JETRO*（16名）<br>AMEICC（2名）<br>中小機構（1名）<br>JICA*（3名） |                          |              |     |      | 23名 |
| 合計     | 44名                                                           | 6名                       | 1名           | 5名  | 6名   | 62名 |

\* ASEAN各国の事務所やプロジェクトからの参加を含む

## (2) 発表の内容

発表の内容は基本的に本報告書の内容をまとめたものであるが、前述のとおり2021年11月に別途公開セミナーを実施し、中小製造業企業におけるスマート化推進にあたっての課題や対応策等を協議する場を設けていたこともあり、本最終セミナーでは調査全体の発表は概略に留め、タイとベトナムにおける実証パイロットプログラムの結果発表に重点を置き、タイの実証結果をまとめたビデオも紹介した。

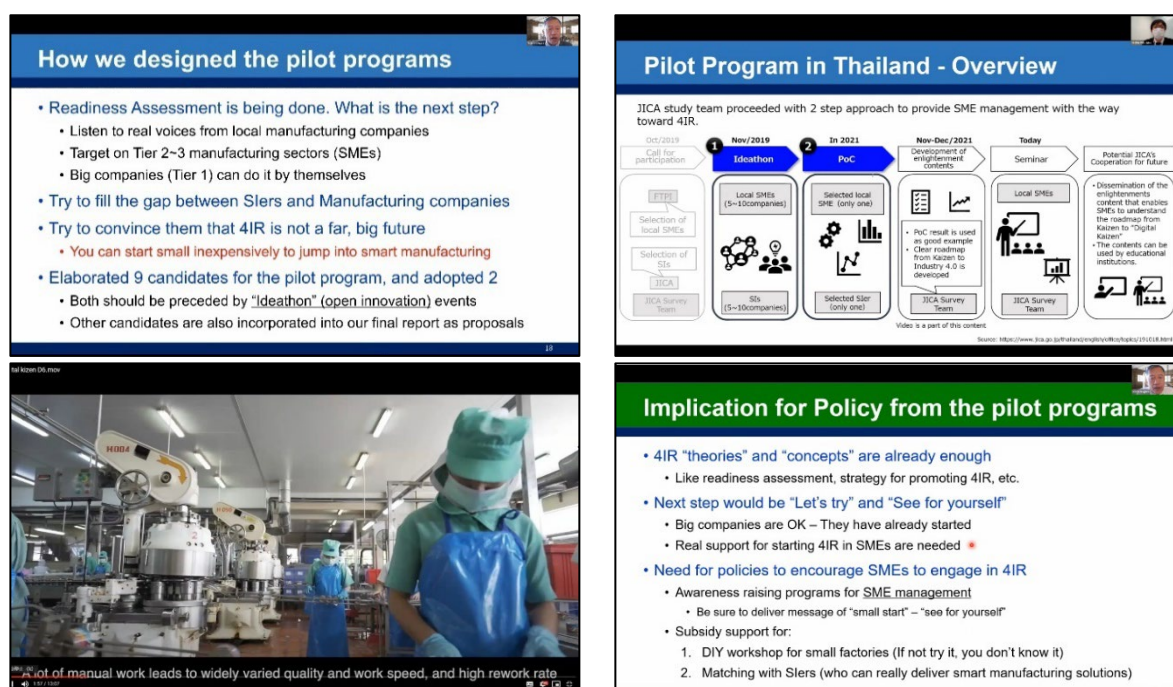


図-37 最終成果発表セミナーの様子

## (3) 質疑応答

発表の後、多くの質問が参加者から挙げられ、活発な質疑応答があった。そのうちの主なものを下表に示す。参加者からも特にPoCパイロットプログラムの有効性やコスト等についての質問が多かった。

表-38 最終成果発表セミナーの質疑応答（主な内容）

| 質問                                                                                                                          | 回答                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ベトナムのパイロットでは IoT 機器を導入することによるコスト最適化などのメリットをどのように説明したか？IoTデバイスが本当にビジネスの成長に役立つのであれば、オンライン研修であったことを理由に現場に機器を導入しないということはないと思うが。 | 参加企業からの正式な回答は「導入する時間がない」というものであった。しかし、おそらく調査団が当初想定していたよりもやや大きすぎる企業だったからではないかと考えており、すでに何らかの自動化が行われていて、DIY でセンサを設置する場所を探すのが難しかったのではないかと。 |
| タイのパイロットで導入された NEC の IoT 機器は比較的高価なのではないか。今回の PoC では、どのようにして現地企業を説得して購入させたのか。それとも、JICA の調査の一環で実施された PoC なので無料で提供したのか？        | マッチングコンペの優勝ペアを対象に、JICA 調査予算にて PoC を実施し、その他のマッチング企業に対しては、タイの政府機関が補助金制度で支援することを奨励した。                                                     |

| 質問                                                                                                                | 回答                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| スマート製造は、作業の自動化によって失業者を出す可能性がある。このような状況下で、政府はスマート製造の導入を加速するための補助金をどのように正当化するのか？また、タイやベトナムの現地雇用労働者数を維持するなどの条件はあるのか？ | スマート製造による失業の可能性は避けられないので、スマート製造に対応できるように労働者を再教育するための施策と並行して行う必要があると考える。       |
| インダストリー4.0に対応するためのPoCに投資する場合、そのROI*（投資を上回る利益を出す）にはどのくらいの期間がかかると考えるのが妥当か？                                          | スモールスタートをすれば、コストが非常に安く、中小企業に適しているため、ROIはすぐに大きくなると考えられる。                       |
| PoCの優先要素は何か？プロセス、技術、スキルなど？                                                                                        | プロセスが最も優先される要素であり、テクノロジーもIoTやAIなど最新のものでなければならない。しかし、PoCではスキルは特に優先される要素ではなかった。 |

\* ... Return on Investment（投資利益率）

#### (4) 本調査の終了に際して

この最終成果発表セミナーをもって本調査の活動は実質的に全て終了した。調査全体を通じて、IoT等の最新技術によって製造業を高度化するトレンドは、調査開始時点から現地調査対象国でも大企業を中心に進んでいたが、COVID-19のパンデミックによりそれがさらに加速されようとしている。調査の結果からは、特に中小企業における製造業高度化に対する認知や浸透がまだまだであることが浮き彫りになったが、それは技術的・資金的に難しいという理由よりも、むしろ中小企業でも安価にスモールスタートでき、その効果も十分に見込めるといふ事例や、その具体的な取り組み方法への情報が不足していることが原因であることが判明している。このことから、今後は特に中小企業に対する製造業高度化への啓蒙と普及が、各国の製造業関連の政策や国際的な協力のあり方に求められるのではないかと考えられる。

### 7. 最新テクノロジーを活用した製造業高度化に関する提言

#### 7.1 新技術の活用により高度化が見込めるものづくりのプロセス・対象企業層の抽出

##### 7.1.1 対象プロセス・企業層の絞り込み

今後のJICAによる協力方針を提案するため、各国においてどの業種や企業層を対象にした協力が最も効果が高いかを検討した。

##### (1) 調査対象国と高度化が見込める業種

業務2のアウトプットである調査対象国の産業振興政策、産業集積状況、スマート化の現状、ICT普及状況、産業人材のレベル等を考慮し、国別・業界別に、新技術の活用が必要（有益）となる対象企業層とプロセスの優先領域を絞り込んだ。

表-39 現地調査実施各国における産業の高度化が見込める業種

|       | ミャンマー | ベトナム | インドネシア | タイ     | マレーシア |
|-------|-------|------|--------|--------|-------|
| 輸送機器  |       | △    | ○      | ◎      | ◎     |
| 電気・電子 |       | ○    | ○      | ○      | ○     |
| 医療機器  |       |      |        | △      | ○     |
| 食品加工  | ○     | ○    | ○      | ○      |       |
| 縫製    | △     | △    | △      |        |       |
| 農業    | ○     | ◎    | ○      | ○      |       |
| その他   |       |      | 化学     | バイオ・化学 | 化学・航空 |

## 【凡例】

- ◎ : 製造業の高度化が他分野に比較し容易であり、大きな効果が期待できる
- : 製造業の高度化が可能であり一定の効果が期待できる
- △ : 製造業の高度化が他分野に比較し困難、もしくは効果が期待できない
- 空欄 : 産業の発展度合いが低く、高度化の可能性が現時点ではイメージしづらい

なお、上記表は各国の中で、最新テクノロジーの導入により産業の高度化（データの活用）が見込める業種の濃淡をつけたものであり国を超えた比較のためのものではない。

以下、上記業種評価の判断根拠を含む各国の概況について述べる。

ミャンマー

食品加工、繊維、機械部品がミャンマーの主力産業ではあるものの、電力や通信インフラ整備の遅れもあり、製造業全般としていまだ発展途上である（例えば、機械部品に関しては、スズキの工場があるが部品は全て輸入しているという状況）。実際、「Industry 4.0は、ミャンマーにはまだ早い」といった趣旨の発言が複数の政府関係者からも聞かれた。このような状況ではあるが、敢えて将来的な産業高度化の期待が高い業種産業を上げるとすれば、外国企業の投資や進出が多く（例えば、三菱が投資したキャピトルダイヤモンド（小麦粉等）、ティラワ工業団地のエースコック等）、SMEが最も多くの割合を占める食品加工（例えば、FA化を導入しているパン工場等はある）があげられる。ただし大規模な生産ラインへの投資を行ったり、現地での本格生産まで行ったりしている企業は極めて限定的である。一方、工業とは別の主要産業である農業分野でも最新テクノロジーの活用の一定の可能性があると考えられる。多くの国民が従事しているので国民に直接ベネフィットがある他、サプライチェーンの農業製品、有機農業産品など周辺産業も対象となりえる。

ベトナム

製造業の発展度合いとしては、インドネシア、タイ、マレーシアに後れをとっている状況である。国産自動車メーカーVinFast社はあるものの、輸送機器産業が前述の3国に勝るわけではない。なお、VinFast社はドイツ人技術者を何十人も連れてきて、設備も全て海外から導入し、完成車の製造を可能にしている。また、南部ではベトナムのGDPの20%を稼ぎ出すと言われるSamsungの巨大なスマートフォン工場や、インテルの半導体工場などがあり、外資大手による電気電子産業も盛んである。一方、本調査のヒアリングでは、農業へのITの応用を考える「農業4.0」に期待する意見が複数聞かれた。農業へのIoTなどの技術の応用（スマート農業）分野の事例としては、南部でIT制御による室内のエビ養殖場や、バナナ農園の灌水を遠隔で管理する事例などがある。ただし、個人農家では規模が小さすぎるので、比較的大き

な規模で、IoTなどの投資を行っても十分に利益が出る付加価値の大きい海外市場等をターゲットにしているスマート農業企業を協力対象とする必要がある。現在、乳業系を始めとする食品加工の業界がベトナムでは急速に伸びており、旧国営系のVinamilkは最新技術を導入した大規模な工場の稼働を開始した。

## インドネシア

Making Indonesia 4.0では、Industry 4.0への適応を優先的に進めるモデル分野として、①食品および飲料、②テキスタイルおよびアパレル、③自動車、④化学、⑤電器の5分野を挙げている。インドネシアの産業は自動車産業中心であるが、自動車を購入できない層でも家電は買い替えられるということや、古くからパナソニック、三菱、日立等が進出していることから、白物家電のIoT化などの可能性もある。また、最近では日系の食品企業の進出が多く（山崎パン、丸亀製麺など）、食品加工産業での高度化もありえる。加えて、農業分野でも付加価値の高い農作物栽培のためのIoT活用等、可能性がありえると考えられる。いずれの業界でも、比較的歴史の古い日系工場も多く、GDPの伸び率に連動して人件費が高騰していることから、資金力さえあれば今後生産現場の自動化やIT化が伸びる可能性もある。

## タイ

日系自動車メーカーの進出で発展をしてきたタイの輸送機器産業は、アジアのデトロイトと呼ばれるまでに成長している。輸送機器産業は、IoTやAIなど、最新テクノロジーの活用をリードする業種ではあるものの、タイの裾野産業ではまだ最新技術の導入やそれによる人件費の抑制までは踏み込めていない企業が多く、タイでは人件費の高騰により産業の高度化を迫られていることから、輸送機器産業（特にTier 2以下の裾野産業）の高度化が最も可能性が高いと考えられる。加えて、Thailand 4.0の重点分野は、第1次S字カーブとして、①次世代自動車、②スマート・エレクトロニクス、③医療・健康ツーリズム、④農業・バイオテクノロジー、⑤未来食品。第2次S字カーブとして、⑥ロボット産業⑦航空・ロジスティック、⑧バイオ燃料とバイオ化学、⑨デジタル産業、⑩医療ハブとなる産業、があげられていることから、各業種での最新テクノロジー導入による高度化の可能性も十分ありえる。（ただし、第2次S字カーブに該当し、まだITを活用した高度な機器の製造がほとんど立ち上がっていない医療機器のみ△とした。タイで製造されている医療機器は、まだ電動ベッドや小型の汎用計測機器など、あまり高度な技術を必要としないものがほとんどである。）

## マレーシア

国産自動車メーカー2社（Proton（プロトン）とPerodua（プロドゥア））を有するマレーシアでは、大手企業のFA化は進んでおり、製造業高度化が進む可能性が高いと考えられる。また、Industry 4.0において特に重点を置く産業分野は、電気電子、機械装置、化学、医療用デバイス、航空宇宙、その他（自動車産業を含む）であり、いずれの分野でも高度産業人材の確保さえ順調に進めば、最新テクノロジー導入による高度化が見込まれる。

## (2) 高度化が見込めるものづくりのプロセス

高度化が見込める企業層とプロセスを検討するため、経済産業省による第4次産業革命期におけるIoT・ロボット導入促進調査「ものづくりスマート化ロードマップ調査」で提案されたフレームワークを参考に、縦軸に各企業内で実施される業務プロセス、横軸に製造業における各企業層を設定し検討を行った。

調査開始時の想定では、「国別×業種×プロセス」という分析を行い、日本の技術の強みや日本の持つソリューションが特に効果を発揮する領域を絞り込むことを計画していた（例えば、A国のB業種のCプロセスに日本のDという技術がマッチする、というもの）。しかしながら、調査を通じて、いずれの国のいずれの業種においても、SMEは現場の安全確保やカイゼン等による単純な効率化さえ実現できていない企業も多く、どのような最新技術を導入すべきかを検討出来るレベルにはないことが判明した（詳細は第5章に記載）。このため、当初想定分析ではなく、対象国に共通的な一般傾向として、対象企業層×プロセスの各領域を比較し、最新テクノロジーの活用による産業の高度化効果発現度合い（業務効率化や高付加価値の創造の度合い）を分析するに留めた。

| 対象企業層<br>プロセス  | 設備供給企業<br>金型供給企業 | 素形材加工企業 | 部品組み立て企業 | 製品組み立て企業 |
|----------------|------------------|---------|----------|----------|
| 受注・調達          | 優先度：高い           | 優先度：中   | 優先度：中    | 優先度：中    |
| 製品企画<br>開発・設計  | 優先度：高い           | 優先度：低い  | 優先度：中    | 優先度：中    |
| 生産             | 優先度：高い           | 優先度：高い  | 優先度：中    | 優先度：中    |
| 在庫・倉庫<br>管理    | 優先度：高い           | 優先度：高い  | 優先度：高い   | 優先度：高い   |
| 物流・販売          | 優先度：低い           | 優先度：高い  | 優先度：低い   | 優先度：中    |
| 製品稼働<br>サービス提供 | 優先度：低い           | 優先度：低い  | 優先度：中    | 優先度：高い   |
| サプライ<br>チェーン   | 優先度：低い           | 優先度：中   | 優先度：中    | 優先度：高い   |

図-38 高度化が見込めるものづくりのプロセス（一般的傾向）

まず、生産設備や金型は本来、少品種／一品かつ受注生産のため、マス・カスタマイゼーションを効果的に実施可能とするIndustry 4.0の思想とは相性が良いといえる（なお、「生産共有企業・金型供給企業」の「物流・販売」以下のプロセスの優先度が低くなっている理由は、マスに対する販売を行う製品ではないためである）。

次に素形材加工は、上流から受けた設計に基づき生産を行うことから、「生産」におけるテクノロジー活用の可能性は高い（例えば精密射出成形部品の加工においてセンサで温度、湿度などの各種データを取得し、そのデータの蓄積に基づきその日の天候で設定を変更することで不良品率を削減する等）。また、多品種の部品を多数の顧客へ提供することから「在庫・倉庫管理」、「物流・販売」においてもテクノロジー活用による効率化が見込める。

部品組み立て及び製品組み立てにおいては、ラインを停止させないことと不良在庫を抱えないことが重要であり、そのためには（適切なタイミングで必要最低限の在庫を確保する）在庫管理が肝となる。「在庫・倉庫管理」は、サプライチェーンの川上から川下までをネットワーク化し最適なタイミングでの部品投入を可能とするIndustry 4.0の効果が発揮されるプロセスである。一方「生産」に関しては、日本と比較してまだ人件費が安いために人手に依存しているプロセスであり、技術的に高度化は見込めるものの、その優先度は対象国では中程度であると考えられる。

最後に、製品組み立てにおいては、エンドユーザーへ提供する製品を出荷することから、「製品稼働サービス提供」、「サプライチェーン」での最新テクノロジー活用による効果が高い（例えば、IoTセンサ付き重機や家電などによって、使用状況を把握し、適切なタイミングでの修理やサプライ製品の提供を行う等）。

## 7.1.2 スマート化の目的設定と適用技術の選定

上記7.1.1で優先度「高い」となった領域について、最新テクノロジー活用の目的を明確化するために、経済産業省「第4次産業革命期におけるIoT・ロボット導入促進調査」の「IoTやロボットの活用によって創出される競争力の要素・付加価値」の調査結果を活用した。同調査では、最新テクノロジー活用（同調査では「スマート化」と表現）により創出される競争力の要素・付加価値の考察を行い、最新テクノロジー活用の各目的と対象企業層及びプロセスの関係性を分析している。その結果を活用し、最新テクノロジー活用目的を対象企業層×プロセスの各領域にプロットし表-40のとおり整理した（表-41では、スマート化の大目的を記載しているが、小目的も含めた詳細版は次の表-42に記載している）。

上記7.1.1で優先度「高い」となった領域（オレンジ色のセル）を見ると、全体として対象企業層が下流になるにつれ、優先度が高い領域は、プロセスの下流になる傾向がある。この傾向に沿って優先度が高い領域でのスマート化を実現する適用技術を整理した。

表-40 スマート化の大目的と小目的

| No | スマート化の大目的          | スマート化の小目的            |
|----|--------------------|----------------------|
| 1  | 品質の向上              | 不良率の低減               |
|    |                    | 品質の安定化・ばらつきの低減       |
|    |                    | 設計品質の向上              |
| 2  | コストの削減             | 材料の使用量の削減            |
|    |                    | 生産のためのリソースの削減        |
|    |                    | 在庫の削減                |
|    |                    | 設備の管理・状況把握の省力化       |
| 3  | 生産性の向上             | 設備・ヒトの稼働率の向上         |
|    |                    | ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減 |
|    |                    | 設備の故障に伴う稼働停止の削減      |
| 4  | 製品化・量産化の期間短縮       | 製品の開発・設計の自動化         |
|    |                    | 仕様変更への対応の迅速化         |
|    |                    | 生産ラインの設計・構築の短縮化      |
| 5  | 人材不足・育成への対応        | 多様な人材の活用             |
|    |                    | 技能の継承                |
| 6  | 新たな付加価値の提供・提供価値の向上 | 多様なニーズへの対応力の向上       |
|    |                    | 提供可能な加工技術の提供         |
|    |                    | 新たな製品・サービスの提供        |
|    |                    | 製品の性能・機能の向上          |
| 7  | その他                | リスク管理の強化             |

出典： 第4次産業革命期におけるIoT・ロボット導入促進調査  
「ものづくりスマート化ロードマップ調査」

表-41 高度化が見込める企業層とプロセスの組合せとスマート化の目的

| 対象企業層<br>プロセス  | 設備供給企業<br>金型供給企業                                                                 | 素形材加工企業                                                                                                       | 部品組み立て企業                                                                                                      | 製品組み立て企業                                                                                                      |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 受注・調達          | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                           | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        |
| 製品企画開発・<br>設計  | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上       | 2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮                                                                             | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上                                    | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上                                    |
| 生産             | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>5. 人材不足・育成への<br>対応 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>5. 人材不足・育成への<br>対応<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>5. 人材不足・育成への<br>対応<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への<br>期間短縮<br>5. 人材不足・育成への<br>対応<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上 |
| 在庫・倉庫管理        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                           | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        |
| 物流・販売          | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                           | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                                        |
| 製品稼働<br>サービス提供 | 1. 品質の向上<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上<br>7. その他（リスク管理<br>の強化）                    | 7. その他（リスク管理<br>の強化）                                                                                          | 1. 品質の向上<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上<br>7. その他（リスク管理<br>の強化）                                                 | 1. 品質の向上<br>6. 新たな付加価値の提<br>供・提供価値の向上<br>7. その他（リスク管理<br>の強化）                                                 |

表-42 高度化が見込める業種とプロセスの組合せとスマート化の目的（詳細版）

| 対象企業層<br>プロセス | 設備供給企業・金型供給企業                                                            |                                                                                                                                                                                                                                         | 素材材加工企業                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                             | 部品組み立て企業                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 製品組み立て企業                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 受注・調達         | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                   | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                   | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                            | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>6-② 提供可能な加工技術の拡大                                                                                                                                                                                                   | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                            | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>6-① 多様なニーズへの対応力の向上                                                                                                                                                                                                                               | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                          | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>6-① 多様なニーズへの対応力の向上                                                                                                                                                                                                                               |
| 製品企画開発・設計     | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上       | 1-③ 設計品質の向上<br>2-① 材料の使用量の削減<br>4-① 製品の開発・設計の自動化<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>6-③ 新たな製品・サービスの提供                                                                                                                                               | 2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への期間短縮                                                                     | 2-① 材料の使用量の削減<br>4-① 製品の開発・設計の自動化<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化                                                                                                                                                                                                       | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上                                | 1-③ 設計品質の向上<br>2-① 材料の使用量の削減<br>4-① 製品の開発・設計の自動化<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>6-③ 新たな製品・サービスの提供                                                                                                                                                                                                 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上              | 1-③ 設計品質の向上<br>2-① 材料の使用量の削減<br>4-① 製品の開発・設計の自動化<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>6-③ 新たな製品・サービスの提供                                                                                                                                                                                                 |
| 生産            | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>5. 人材不足・育成への対応 | 1-① 不良率の低減<br>1-② 品質の安定化・ばらつきの低減<br>2-② 生産のためのリソースの削減<br>2-③ 在庫の削減<br>2-④ 設備の管理・状況把握の省力化<br>3-① 設備・ヒトの稼働率の向上<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>3-③ 設備の故障に伴う稼働停止の削減<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>4-③ 生産ラインの設計・構築の短縮化<br>5-① 多様な人材の活用<br>5-② 技能の継承 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>5. 人材不足・育成への対応<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上 | 1-① 不良率の低減<br>1-② 品質の安定化・ばらつきの低減<br>2-② 生産のためのリソースの削減<br>2-③ 在庫の削減<br>2-④ 設備の管理・状況把握の省力化<br>3-① 設備・ヒトの稼働率の向上<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>3-③ 設備の故障に伴う稼働停止の削減<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>4-③ 生産ラインの設計・構築の短縮化<br>5-① 多様な人材の活用<br>5-② 技能の継承<br>6-② 提供可能な加工技術の拡大 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>5. 人材不足・育成への対応<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上 | 1-① 不良率の低減<br>1-② 品質の安定化・ばらつきの低減<br>2-② 生産のためのリソースの削減<br>2-③ 在庫の削減<br>2-④ 設備の管理・状況把握の省力化<br>3-① 設備・ヒトの稼働率の向上<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>2-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>3-③ 設備の故障に伴う稼働停止の削減<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>4-③ 生産ラインの設計・構築の短縮化<br>5-① 多様な人材の活用<br>5-② 技能の継承<br>6-① 多様なニーズへの対応力の向上 | 1. 品質の向上<br>2. コストの削減<br>3. 生産性の向上<br>4. 製品化・量産化への期間短縮<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上 | 1-① 不良率の低減<br>1-② 品質の安定化・ばらつきの低減<br>2-② 生産のためのリソースの削減<br>2-③ 在庫の削減<br>2-④ 設備の管理・状況把握の省力化<br>3-① 設備・ヒトの稼働率の向上<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減<br>3-③ 設備の故障に伴う稼働停止の削減<br>4-② 仕様変更への対応の迅速化<br>4-③ 生産ラインの設計・構築の短縮化<br>5-① 多様な人材の活用<br>5-② 技能の継承<br>6-① 多様なニーズへの対応力の向上 |
| 在庫・倉庫管理       | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                   | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                   | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                            | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                                       | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                            | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                                                                     | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                          | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 物流・販売         | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                   | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                   | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                            | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                                       | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                                            | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                                                                     | 2. コストの削減<br>3. 生産性の向上                                                          | 2-③ 在庫の削減<br>3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 製品稼働サービス提供    | 1. 品質の向上<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上<br>7. その他（リスク管理の強化）                    | 1-③ 設計品質の向上<br>6-③ 新たな製品・サービスの提供<br>6-④ 製品の性能・機能の向上<br>7-① リスク管理の強化                                                                                                                                                                     | 7. その他（リスク管理の強化）                                                                                  | 7-① リスク管理の強化                                                                                                                                                                                                                                                | 1. 品質の向上<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上<br>7. その他（リスク管理の強化）                                             | 1-③ 設計品質の向上<br>6-③ 新たな製品・サービスの提供<br>6-④ 製品の性能・機能の向上<br>7-① リスク管理の強化                                                                                                                                                                                                                       | 1. 品質の向上<br>6. 新たな付加価値の提供・提供価値の向上<br>7. その他（リスク管理の強化）                           | 1-③ 設計品質の向上<br>6-③ 新たな製品・サービスの提供<br>6-④ 製品の性能・機能の向上<br>7-① リスク管理の強化                                                                                                                                                                                                                       |

前述の傾向に沿って優先度が高い領域でのスマート化を実現する適用技術を検討した結果は以下のとおりである。

表-43 設備供給企業・金型供給企業×製品企画開発・設計プロセスの場合

| スマート化の目的          | 適用技術と活用例                                                                                                                                                           |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-③ 設計品質の向上       | 製品に <b>IoT センサ</b> や <b>通信機能</b> を搭載することで、製品の使用状況や使用環境のデータを収集、活用することで設計仕様・品質向上を図る。                                                                                 |
| 2-① 材料の使用量の削減     | 過去の設計データの蓄積（データベース化）や <b>解析・シミュレーションソフトウェア</b> を活用し構造解析や強度解析を行い軽量化や部品点数削減を図る。また、対象によっては <b>3D プリンタ</b> を使用し、製品の最終形状に必要な量の材料しか使わない。                                 |
| 4-① 製品の開発・設計の自動化  | 過去の設計データの蓄積（データベース化）や <b>解析・シミュレーションソフトウェア</b> を活用し形状・構造のモデル化、さらには <b>AI</b> 等を活用した自動化を行う。                                                                         |
| 4-② 仕様変更への対応の迅速化  | <b>E-BOM（設計部品表）</b> や <b>M-BOM（製造部品表）</b> を <b>データ連携</b> させ、開発、設計、生産のデータを一元管理し、仕様変更への対応時間を最小化する。形状等の仕様変更に対しては、過去に製品化した形状データによって訓練した <b>AI</b> により、自動的に変更後の形状を生成する。 |
| 6-③ 新たな製品・サービスの提供 | 製品に搭載した <b>IoT センサ</b> や <b>通信機能</b> で製品の使用状況や使用環境のデータを収集し、利用状況を把握することでアフターサービス等を提供する。                                                                             |

表-44 素形材加工企業×生産プロセスの場合

| スマート化の目的                 | 適用技術と活用例                                                                                                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-① 不良率の低減               | ヒトの作業内容（作業手順、作業結果など）を <b>センシング</b> し過去のボカミス <sup>225</sup> を分析し改善策をとる。またそのデータを応用し <b>AI</b> によるボカミスのリアルタイム検知を行う。                     |
| 1-② 品質の安定化・ばらつきの低減       | 設備に <b>センサ</b> を取り付けて搭載してモニタリングすることで、加工寸法などの製品の品質データと設備の加工条件・設定値を収集・把握する。またそのデータを応用し <b>AI</b> による品質のリアルタイム検知を行う。                    |
| 2-② 生産のためのリソースの削減        | <b>MES などの生産管理システム</b> を利用し、生産作業プロセスの進捗状況や、ヒト（工数）、材料、エネルギーの投入状況を把握し最適化を図る。                                                           |
| 2-③ 在庫の削減                | <b>MES などの生産管理システム</b> のデータを利用することで、受注、生産、出荷の計画・実績データを連動させて分析し需要予測に基づき、在庫の最小化を図る生産計画を作成する。                                           |
| 2-④設備の管理・状況把握の省力化        | 設備に <b>センサ</b> を取り付けてモニタリングすることで、稼働状況をリアルタイムに収集・監視し、異常発生時に従業員への通知を自動化することで、監視・点検の管理工数を最小化する。                                         |
| 3-① 設備・ヒトの稼働率の向上         | <b>MES などの生産管理システム</b> を利用し生産ライン全体の設備の稼働・ヒトの作業の進捗状況を収集・把握し、設備の稼働計画、段取り替え計画、ヒトの作業計画などを修正・最適化する。                                       |
| 3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減 | <b>HMI（モバイル端末、スマートグラスなど）・RFID</b> などを活用することで、作業手順、調達した資材や生産した製品の管理情報、生産情報、設備の稼働情報を迅速かつ簡易に表示・入力できる。 <b>パワーアシストスーツ</b> による重量物の扱い軽減も可能。 |
| 3-③ 設備の故障に伴う稼働停止の削減      | 設備に <b>センサ</b> を取り付けてモニタリングすることで、稼働状況を収集・監視し、故障予測や予防保全を行う。また <b>MES などの生産管理システム</b> と連携することで、故障発生時の代替装置の特定・適用などの対応を自動化する。            |
| 4-② 仕様変更への対応の迅速化         | 仕様変更後の工作機械への入力データや加工手順等を過去の蓄積データから <b>AI</b> で自動的に生成した上で、 <b>生産シミュレータ</b> 等によって検証し <b>MES などの生産管理システム</b> で自動的に生産ラインに適用する。           |

<sup>225</sup> <https://www.digital-transformation-real.com/blog/careless-mistake-in-manufacturing.html>

| スマート化の目的            | 適用技術と活用例                                                                                                         |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4-③ 生産ラインの設計・構築の短縮化 | 生産ラインシミュレータなどを利用し、サイバー上で生産ラインを設計し、最適化した上で、実世界の生産現場へ実装することで、構築時の試行錯誤を削減し生産ライン構築期間を短縮する。                           |
| 5-① 多様な人材の活用        | HMD（ヘッドマウントディスプレイ）や音声認識機器などのウェアラブルデバイス、パワーアシストスーツ、生体センサ等の活用。                                                     |
| 5-② 技能の継承           | 熟練技能者の技能（段取り調整力、状況判断力、手わざ、トラブル対応力など）をセンシングすることで、データベースとして蓄積し、体系化した技能・ノウハウ・知見を AI と連携したロボットに学習させることで、ヒトを代替できる。    |
| 6-② 提供可能な加工技術の拡大    | MES などの生産管理システムのデータを、共同受注を行う企業間でデータ連携し、生産計画・進捗状況などを情報共有することで、サプライチェーン全体で生産計画・物流計画などを最適化し、共同受注生産体制や様々な加工技術の提供が可能。 |

表-45 部品組み立て企業×在庫・倉庫管理プロセスの場合

| スマート化の目的                 | 適用技術と活用例                                                                                                             |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2-③ 在庫の削減                | MES などの生産管理システムのデータを利用することで、受注、生産、出荷の計画・実績データを連動させて分析し需要予測に基づき、在庫の最小化を図る生産計画を作成する。                                   |
| 3-② ヒトの作業の効率化、作業の削減・負担軽減 | HMI（モバイル端末、スマートグラスなど）・RFID などを活用することで、作業手順、調達した資材や生産した製品の管理情報、生産情報、設備の稼働情報を迅速かつ簡易に入力・表示できる。パワーアシストスーツによる重量物の扱い軽減も可能。 |

表-46 製品組み立て企業×製品稼働サービス提供プロセスの場合

| スマート化の目的          | 適用技術と活用例                                                                                                                |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-③ 設計品質の向上       | 製品に IoT センサや通信機能を搭載することで、製品の使用状況や使用環境のデータを収集、活用することで設計仕様・品質向上を図る。                                                       |
| 6-③ 新たな製品・サービスの提供 | 製品に搭載した IoT センサや通信機能で製品の使用状況や使用環境のデータを収集し、利用状況を把握することでアフターサービス等を提供する。                                                   |
| 6-④ 製品の性能・機能の向上   | 製品に組み込まれた IoT センサや通信機能などで、使用状況、使用環境のデータ、製品の制御データを収集・把握し、ユーザーにおける製品の使用方法の傾向にあわせて、製品の制御設定値を最適化することで、製品の性能を最大化・カスタマイズ化できる。 |
| 7-① リスク管理の強化      | 製品に RFID や通信機能を搭載し、加工・組立・検査・出荷のデータを蓄積することで、製品個体毎の品質を証明できる。製品に不具合が発生したときに、製品や資材に蓄積されたデータを分析することで、不具合の原因の特定を早期化できる。       |

### 7.1.3 選定企業と適用技術のリスト

JICA協力の主な対象となるのは、自力で高度化には踏み切れず、かといってデジタル化、スマート化をしなければ、将来的にIndustry 4.0の波が押し寄せた場合に、時代遅れとなり市場から取り残されてしまうような中堅企業、中小企業であると考え（数名規模の零細企業にとっては、Industry 4.0の影響は限定的であり、対応の必要性は高くない）。

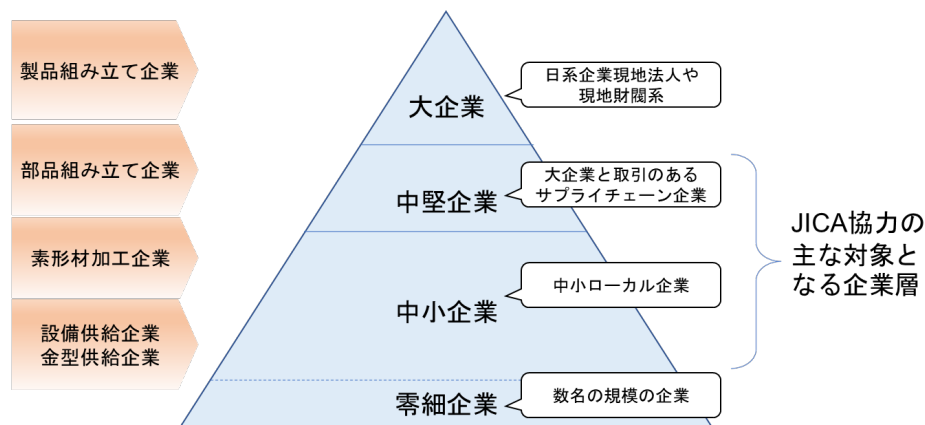


図-39 高度化が見込める業種と製造業の企業規模感（大まかなイメージ）

調査開始時は、高度化が見込めるプロセスに対し、日本および調査対象国でのソリューションプロバイダをマッチングさせることを想定していた。しかしながら、前述のとおり調査において、現状はいずれの国においてもSMEは個別プロセスに対する個別ソリューションの適用を検討するレベルにはないことが判明した。

逆に新たな発見としては、製造現場には日本製の工作機が導入されているケースが多いことから、設備供給企業・金型提供企業、素形材加工企業といった企業層を対象とした協力では、日本のソリューションの相性が良いとも考えられる。ただし、工作機の設定に変更を加えると当該工作機の保守契約が破棄されてしまうなど、ソリューションの導入については考慮すべきハードルもある。

## 7.2 新技術の活用によるスマート化のステップ及び課題と施策案

### 7.2.1 新技術の活用による製造業スマート化のロードマップ

4IRへのロードマップを考える上で前提となる各企業の現状を捉えると、そのレベルには大きな開きがある。例えば日系製造業企業や日系企業と取引のある現地企業の中には、現場のデータを収集・蓄積している企業や本社とネットワークで情報交換している企業もある。他方、全くデータを取得していない企業や、データは活用しているもののデジタル化していない（カイゼン業務をマニュアルで行っている）企業も多い。こうしたギャップは現地中小企業において特に顕著で、まだ現場の安全確保やカイゼン等による単純な効率化さえ実現できていない企業も多数ある。

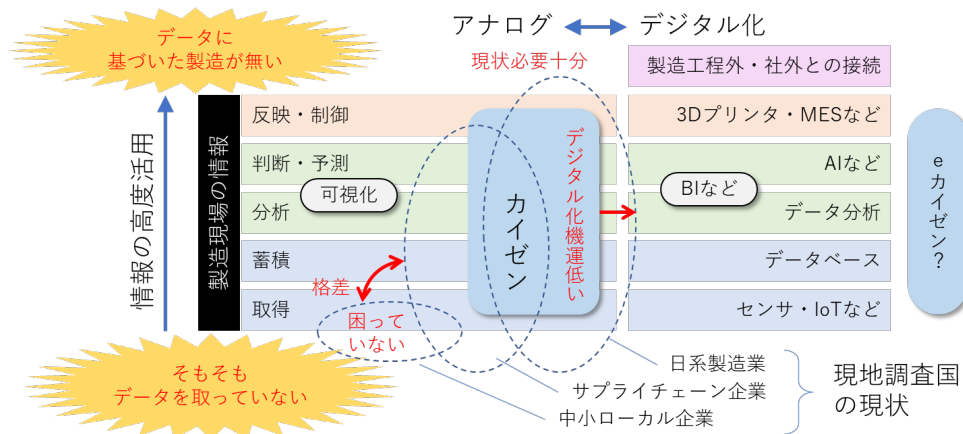


図-40 製造業高度化の基本と現地調査国における日系製造業・現地中小企業の現状

一方で、レベルを問わずいずれの企業群においても共通している点として、4IRは時期尚早との認識がある。理由は企業のレベルによってまちまちだが、主に以下の点が挙げられる。

- ・ 多くの場合、途上国ではまだ大量生産で十分であり、4IRの大きな目的の一つであるマス・カスタマイゼーションが必要とされていない
- ・ 現状で十分な利益が得られており、経営者が投資の必要性を感じていない
- ・ アナログで十分な効率化を実現できており、経営者が投資の必要性を感じていない
- ・ 遠い未来の話、または大企業や政府の話で、自社には無関係と考えている

こうした状況下で、近い将来に一足飛びで4IRへの移行を目指すのは現実的ではなく、将来を見据えたロードマップを描き、徐々にステップアップしていくことが肝要である。大きな流れとしては、以下の段階を踏んでいく必要がある。

現場の安全→現場のカイゼン→FA化→スマート化（データの収集・蓄積→データによる分析・予測→データによる制御・最適化）→4IR対応

本ステップに沿って進めていく上で重要な点として、最終段階である4IRを正しく見据えて推進することが挙げられる。現状では、「そもそも4IRとは？」という点が曖昧で、その理解が組織や人によって異なっているため、まずはその定義を定め、共通理解を持った上で推進することが肝要である。調査団では、4IRの基本を「デジタル化及びネットワーク化をベースとしたデータ駆動型製造」と定め、これらの高度化に伴い4IRの実現へ近づいていくとの考えに基づき、図-41によるロードマップを提示する。高度化とは、各要素がそれぞれ以下の通り段階を踏んでいくことを表す。

- ・ デジタル化 : 非デジタル→デジタル化（工程ごとのステップ）
- ・ ネットワーク化 : 機械単体（接続無し）→現場の複数機器→生産現場全体→現場と事務系→サプライチェーン→世界
- ・ データ駆動化 : データ取得→蓄積→分析→判断・予測→反映・制御→自律・自己組織化

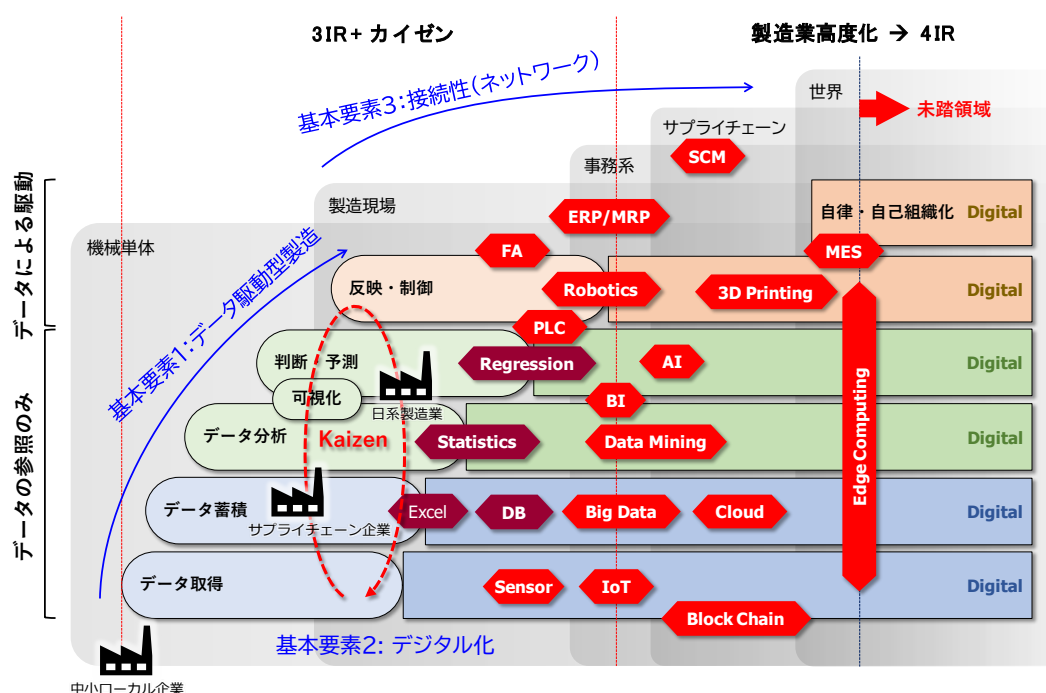


図-41 製造業高度化・4IRへのロードマップと要素技術の位置付け

なお、この図において「自律・自己組織化」とある部分は、AI等の発展によって、製品の入札・受注・契約から、製品に必要な資材の調達、製造ラインの構成変更、製造計画の設定と実行、製品検査、在庫管理、出荷など事務処理と製造処理の全作業を、デジタルネットワークでつながった複数のシステムが連携しながら人手を介さずに自律的に行うような状況を指し、ドイツが製造業におけるインダストリー4.0の理想の姿として提示しているものである。また、一般に言われている「Digitization」と「Digitalization」の区別では、上記で示した「データ駆動化」のうち「取得」と「蓄積」の部分が「Digitization」に相当し、それ以外の部分が「Digitalization」に相当する。

## 7.2.2 新技術の活用による製造業スマート化の課題と施策案

現状から4IRへのロードマップを実現するに当たって、机上調査及び現地調査において多くの課題が指摘された。表-47は、アジア現地調査国での課題を整理・分類し、まとめたものである。

表-47 新技術の活用による製造業スマート化の課題

| 分類    |       | 課題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 政策面   | 制度    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各国とも大方針や目標を記載した政策は掲げているが、具体的なアクションプランがない</li> <li>・ 4IR に対する解釈がまちまちで、担当省庁においても明確なゴールやメリットの理解が不十分</li> <li>・ 関連省庁間の連携が弱い</li> <li>・ 4IR の推進に必須とされる官民連携が弱い</li> <li>・ 助成金等の支援策が浸透していない、手続きが煩雑など、十分に活用されていない</li> <li>・ 支援策を実施しても、支援終了後に自力で継続できない企業が多く、持続性の確保が困難</li> <li>・ プロモーションやアセスメント等の活動は大都市中心に実施され、地方まで展開できていない</li> <li>・ 一部の国ではデジタル化によるイノベーションや新しいインターネットビジネスの創出など、これまでに無かった新しい産業の振興に重点が置かれており、既存の産業（特に製造業）を高度化してゆく視点が不足している</li> <li>・ SME 側と比べ、SI に対する支援や評価が不十分</li> <li>・ テクノロジーの導入による雇用の喪失や、労働争議の発生を懸念</li> </ul>                                                                                                                                                         |
|       | インフラ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一部工業地帯や経済特区のインフラが未整備で、通信環境が不十分</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| スマート化 | 製造業企業 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ テクノロジー導入以前に、整理整頓や安全確保などの基本もできていない</li> <li>・ アセスメントやファンドスキームだけで指導なしの支援では、そもそも何をしたら良いかわからない</li> <li>・ SME は大部分が 2IR や 1IR のレベル。いきなり 4IR にジャンプすることはできないため、まずは自動化から始める必要がある</li> <li>・ 成功事例が不十分で、メリットや投資対効果を疑問視している（他分野や他工程の成功事例を自社に応用する力も不足）</li> <li>・ SME や経営の安定した企業は変化を恐れ、現状維持を望む</li> <li>・ テクノロジー導入はコストが高く、大きな投資が必要という先入観がある</li> <li>・ 経営層の現場に対する理解不足</li> <li>・ アセスメントやファンドスキームだけで指導なしの支援では、適切な信頼できる SI を選定できない</li> <li>・ 既にカイゼン活動などでアナログでのデータ収集・分析・判断などを実施しており、デジタル化の機運が低い</li> <li>・ 最新の生産設備やシステムを使っているにもかかわらず、中身を理解せずに導入しているため、深い理解を必要とするような機器は活用できない</li> <li>・ 機器のスタンダードやプロトコルが存在せず、相互互換性がない</li> <li>・ ERP や MRP などの事務系システムと現場の制御系システムがそれぞれ個別に稼働し、相互連携していない</li> </ul> |

| 分類  |    | 課題                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | SI | <ul style="list-style-type: none"> <li>・企業数そのものが不足している</li> <li>・全体にレベルが低く、自ら提案やコンサルティングをできる人材や、製造業の現場を理解している人材は少ない</li> </ul>                                                                                                                        |
| 人材面 |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・インダストリー4.0 の分野で適切な指導ができる民間人材や大学教員が不十分</li> <li>・教育機関のトレーニング施設の老朽化、旧式化</li> <li>・産業界と教育界の乖離（教員は現場を知らない、教員の持つ最新の知見が産業界に反映されない等）</li> <li>・スマート化により職を失う人材の発生</li> <li>・学生の関心低下（製造業の不人気、理数科教科への興味低下など）</li> </ul> |

以上の各課題に対して、解決に求められる施策案を検討し、下表に記載するとともに、以下各案について説明する。なお、「主な該当国」については、各国の現状に照らして現時点で特に当てはまる国を挙げたものであり、対象外となっている国でも将来的には該当するケースもある。

| 施策案 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 解決する課題                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4IR 関連制度の策定及び改訂<br>(政策面：制度)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 各国とも大方針や目標を記載した政策は掲げているが、具体的なアクションプランがない</li><li>・ 4IR に対する解釈がまちまちで、担当省庁においても明確なゴールやメリットの理解が不十分</li><li>・ プロモーションやアセスメント等の活動は大都市中心に実施され、地方まで展開できていない</li><li>・ SME 側と比べ、SI に対する支援や評価が不十分</li></ul> |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                            |
| ミャンマーを除く 4 ヶ国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>4IR の定義や国としての目指すべき方向性を明確にし、アクションプランまで策定する。加えて、多くの国において、 4IR 関連政策には複数省庁をはじめ多数の組織が関わっているため、関係機関による合意形成を図り、省庁間連携の促進を目指す（現地調査対象国の中でマレーシアは比較的進んでおり、省庁間の役割分担も明確になっている。しかし、それでも 4IR に対する認識にはばらつきがあり、また、具体的なアクションプランは不十分な面がある）。</p> <p>また、タイやマレーシアなどでは既に民間企業向けの支援やプロモーション活動を実施しているが、これまでのところ首都をはじめとした大都市での活動が主流である。そのため、地方の出先機関への支援や資金投入により、地方都市（特に工業地帯）への展開促進を図る。</p> <p>加えて、これまでの支援対象は製造業分野などの SME が中心で、SI の育成が遅れ気味である。4IR の促進には SI の成熟も不可欠であり、彼らの支援や評価も重要である。特に SME 向けには安価なソリューションを提示できる SI が求められ、その育成のための制度整備も、今後注力すべき施策である。</p> |                                                                                                                                                                                                                                            |

| 施策案 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 解決する課題                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 助成金制度強化<br>(政策面：制度)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ・ 助成金等の支援策が浸透していない、手続きが煩雑など、十分に活用されていない<br>・ 支援策を実施しても、支援終了後に自力で継続できない企業が多く、持続性の確保が困難 |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                       |
| タイ、マレーシア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                       |
| タイやマレーシアにおいては既に複数の助成金制度が確立され、SME を中心に 4IR 化推進の一翼を担っている。しかし、民間企業の中には存在自体を知らない企業や、政府の支援制度における手続きの煩雑さを嫌って、利用を敬遠する企業も一定数存在する。また、複数の機関が似たような制度を提供している場合もあり、省庁間の分担が明確でない場合もある。そのため、より使いやすい制度に改善するとともに、プロモーション活動にも注力し、利用促進を図る。<br>また、こうした支援制度の課題として、支援終了後の持続可能性が挙げられる。永遠に支援することはできないため難しい問題ではあるが、これを回避するための対策を検討し、持続性の向上を目指す。例えば、一定の条件下での延長制度の策定や、支援終了後の無償コンサルティングサービス提供などが考えられる。 |                                                                                       |

| 施策案 3                                                                                                                                                                                                                                               | 解決する課題                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| インフラ整備<br>(政策面：インフラ)                                                                                                                                                                                                                                | ・ 一部工業地帯や経済特区のインフラが未整備で、通信環境が不十分 |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |
| ミャンマーを除く 4 ヶ国                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |
| 製造業企業が多く集まる工業地帯や経済特区は、地方部に位置している場合もあり、現状では必ずしも通信環境に恵まれていない。例えばマレーシアであっても、製造業エリアは全国に広く散らばっており、マレー半島の東海岸やサバなどは、クアラルンプールやジョホールバル、ペナン等と比べて遅れている。将来的な工場のスマート化を考える上で通信環境の安定化・高速化は重要であり、投資が必要になる。対象地域が多くコストも時間も要するが、工業地帯や経済特区は多くの工場が集まる地域であり、効率的な投資が可能である。 |                                  |

| 施策案 4                                                                                                                                                                                                             | 解決する課題                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スマート化以前の現場改善<br>(スマート化：製造業企業)                                                                                                                                                                                     | ・ テクノロジー導入以前に、整理整頓や安全確保などの基本もできていない<br>・ SME は大部分が 2IR や 1IR のレベル。いきなり 4IR にジャンプすることはできないため、まずは自動化から始める必要がある |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
| 5ヶ国全て                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                              |
| 現地調査対象国の SME の中には、現場の安全やカイゼン、FA 化といった、スマート化の前に取り組むべき課題を抱えている企業も少なくない。世界的な 4IR への移行を一部の先進国企業や大企業への裨益に留まらせないためにも、これまで日本が注力してきたカイゼンをはじめとする伝統的な支援を継続し、そこに安価に始められる自作 IoT の導入等も交えて、徐々にデジタル化することでこうした企業群の底上げを図ることも重要である。 |                                                                                                              |

| 施策案 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 解決する課題                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 成功事例の創出・普及によるマインドセットの改善<br>(スマート化：<br>製造業企業)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ・ Readiness Assessment やファンドスキームだけ提供しても、具体的な指導なしの支援では、そもそも何をしたら良いのか分からない<br>・ 成功事例が不十分で、メリットや投資対効果を疑問視している（他分野や他工程の成功事例を自社に応用する力も不足）<br>・ SME や安定企業は変化を恐れ、現状維持を望む<br>・ テクノロジー導入はコストが高く、大きな投資が必要という先入観がある<br>・ 経営層の現場に対する理解不足<br>・ テクノロジーの導入による雇用の喪失や、労働争議の発生を懸念 |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ミャンマーを除く 4 ヶ国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 特に SME においては、4IR や工場のスマート化に対する意識は低く、デジタル化の機運も低い企業が多い。上述の通りその理由は様々だが、中でも重要な指摘として、自分事として捉えられる身近な成功事例がないことが挙げられる。そのため、まずは SME によるグッドプラクティスを創出し、成功例としてセミナーやイベントでの普及活動に活用することが効果的と考えられる。SME のマインドセットを変える目的であることから、具体的で分かりやすく、現場だけでなく経営層にも理解される内容であることが望ましい。また、本施策を実施する上でのポイントとして、SME に以下の点を理解してもらうことが重要である。<br>・ 必ずしも大規模な投資でなくとも、小規模なソリューションの導入から始められる<br>・ 小規模かつ安価なソリューションを活用することで、投資対効果も十分見込める<br>また、業種やプロセスが異なると、成功事例を提示されても自社への適用をイメージできないとの課題も指摘されているため、様々な業種やプロセスの事例を集め、成功事例集とすることが望ましい。 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| 施策案 6                                                                                                                                                                                                                                                                              | 解決する課題                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| マッチングプラットフォームの整備<br>(スマート化：<br>製造業企業)                                                                                                                                                                                                                                              | ・ アセスメントやファンドスキームだけで指導なしの支援では、適切な信頼できる SI を選定できない |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |
| ミャンマーを除く 4 ケ国                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |
| SI の中には、適切なソリューションを提示する能力のない企業や、自社製品の売込みを優先する企業もあり、必ずしも課題解決に繋がらないケースもある。しかし、SME の中にはソリューションの導入が未経験の企業も多く、適切なソリューションプロバイダを自力で見つけるのは困難である。そのため、信頼できるソリューションプロバイダを登録するマッチングプラットフォームを提供し、各社のサービスやソリューションを紹介することで、こうした問題の回避を目指す。<br>また、関連知識を学べるサービスやトレーニング機関も紹介可能にすれば、SME 自ら学ぶことも可能になる。 |                                                   |

| 施策案 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 解決する課題                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 技術セミナーの実施<br>(スマート化：<br>製造業企業)                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 既にカイゼン活動などでアナログでのデータ収集・分析・判断などを実施しており、デジタル化の機運が低い</li><li>・ 最新の生産設備やシステムを使っている、中身を理解せずに導入しているため、深い理解を必要とするような機器は活用できない</li><li>・ 機器のスタンダードやプロトコルが存在せず、相互互換性がない</li><li>・ ERP や MRP などの事務系システムと現場の制御系システムがそれぞれ個別に稼働し、相互連携していない</li></ul> |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ミャンマーを除く 4 ヶ国                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| SME の中には、既にカイゼン活動を十分に実施している企業や、スマート化に資する機器やシステムを導入している企業もある。こうしたある程度の理解がある企業群に対しては、より高度な内容のセミナーを実施することで、更なるスマート化に向けた啓蒙を図る。例えば前者であればカイゼン活動のデジタル化、後者であれば事務系システムと現場の接続などが考えられる。内容が高度になってくることから、アイデアソンやハッカソンのようなセミナーに加え、ブートキャンプのようなトレーニング形式のイベントを長め（一週間程度）に実施すること、実証実験やパイロットプロジェクトを実施することなども効果があると考えられる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| 施策案 8                                                                                                                                                                                    | 解決する課題                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| SI 育成<br>(スマート化：SI)                                                                                                                                                                      | ・ 企業数そのものが不足している<br>・ 全体にレベルが低く、自ら提案やコンサルテーションをできる人材や、製造業の現場を理解している人材は少ない |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                    |                                                                           |
| ミャンマーを除く 4 ヶ国                                                                                                                                                                            |                                                                           |
| ミャンマーを除く調査対象各国の現状において、SI は質、量ともに不十分であるが、施策案 1 でも指摘した通り、4IR の促進には SI の成熟が不可欠である。<br>特に SME スマート化の観点においては、安価なソリューションを提示できること、製造業の現場を理解し、適切なソリューションを提示できることが求められ、こうした人材・企業の育成を促進する施策も重要である。 |                                                                           |

| 施策案 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 解決する課題                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教育人材の育成<br>(人材面)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ・ 4IR の分野で適切な指導ができる民間人材や大学教員が不十分<br>・ 教育機関のトレーニング施設の老朽化、旧式化<br>・ 産業界と教育界の乖離（教員は現場を知らない、教員の持つ最新の知見が産業界に反映されない等） |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                |
| 5ヶ国全て                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                |
| 各国の教育機関においても、4IR 関連の講座は徐々に増えてきている。しかし、教員の質や数は十分でないとの指摘もあり、その育成もまた重要である。特に大学の教員は、4IR に関する世界的なトレンドや最新の知見は具備している反面、現場での経験を持たないケースが多い。反対に、産業界には 4IR の最新知見を備える人材は少ないため、産学の連携を図ることが望ましい。例えば日系企業との共同研究の場を設けるなどが考えられる。また、ToT により教員の質向上を効率的に図るなど、教育機関内での連携促進も重要である。<br>加えて、大学や職業訓練校では生産設備などを活用した技術的な講義も行われているが、これら設備は老朽化したものや旧式のものも多い。4IR 時代に即した新たな設備の投入も今後求められる。 |                                                                                                                |

| 施策案 10                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 解決する課題                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 人材育成<br>(社会人及び学生)<br>(人材面)                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>・ スマート化により職を失う人材の発生</li><li>・ 学生の関心低下（製造業の不人気、理数科教科への興味低下など）</li></ul> |
| 主な該当国                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                              |
| 5ヶ国全て                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                              |
| スマート化によって自動化や効率化が進むことで、これまで現場で働いていた労働者の中から職を失う人材が出てくる。例えばセーフティネットの整備など、こうした人々を支援する法制度や政策の確立や、 <b>Re-skill</b> 、 <b>Up-skill</b> などの人材育成を通じた再就職支援も必要である。<br>また、タイなど一部の国では、近年学生の理数教科離れが進んでいる他、就職先としても金融やサービス業が人気で、製造業の人気は落ちている。そのため、先進技術を活用した学生向けイベントの実施など、製造業界に優秀な学生を呼び込むためのプロモーション施策も有用と言える。 |                                                                                                              |

### 7.3 JICAの中長期協力案

ここでは前節の製造業スマート化の課題と施策案に基づき、製造業高度化の分野でJICAが実施すべき中長期協力案について、協力の対象層ごと（政府機関、産業界、教育機関およびそれらの境界領域である官民連携／産学連携）に論じる。また各対象層については、代表的な観点として投資の促進、生産性・国際競争力の強化、現地企業と日系企業のリンケージ強化、産業人材育成（資格・技能の相互共通化を含む）、地域内連携の促進の切り口から可能性を考える。この対象層と切り口によるマトリクスで協力案を分類したのが次ページの表である。各協力案の冒頭に付加された番号（C1など）は、以下の本文中で参照する協力案の通し番号である。

表-48 JICAの中長期協力案（対象層と切り口によるマトリクス）

| 切り口<br>対象層 | 投資の促進                                                                            | 生産性・国際競争力の強化                                                                        | 現地企業と日系企業の<br>リンケージ強化                                                                                                                                        | 産業人材育成、資格・<br>技能の相互共通化                                                      | 地域内連携の促進                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 政府機関       | 【C1】<br>省庁横断的中小企業スマート<br>化支援マッチングイベント                                            | 【C2】<br>Society 5.0 を中心とした<br>日本式 4IR アプローチア<br>ドバイザ派遣                              |                                                                                                                                                              | 【C3】<br>中小企業支援機関の<br>高度技術支援人材育成                                             | 【C4】<br>域内産業人材供給・調整<br>体制の構築<br>【C5】<br>ASEAN 製造業高度化政策<br>調整アドバイザー派遣<br>【C6】<br>AI 分野特許政策支援アド<br>バイザー派遣 |
| 官民連携       | 【C7】<br>SME 向けスマート化信用<br>格付けシステムの構築                                              | 【C8】<br>国立系研究機関と民間製<br>造業との日本式 4IR 共同<br>研究<br>【C9】<br>対象国重点産業別 4IR 化<br>ガイドライン作成支援 | 【C10】<br>公的デジタルサプライチェ<br>ーンインフラ構築                                                                                                                            | 【C11】<br>製造現場の分かる SIer 人<br>材育成                                             |                                                                                                         |
| 産業界        | 【C12】<br>日本式 SME スマート化ソ<br>リューションの紹介と普及<br>【C13】<br>4IR に向けた SME 経営者<br>意識改革セミナー | 【C14】<br>デジタルカイゼンによる<br>ボトムアップ 4IR の普及<br>【C15】<br>新興国から開始するスマ<br>ート化実証事業           | 【C16】<br>現地・日系 SME スマートマ<br>ッチングシステムの開発<br>【C17】<br>現地・日系サプライチェー<br>ンのスマート化研修<br>【C18】<br>日系経済圏からの脱出啓蒙<br>プログラム<br>【C19】<br>日本式ソリューションの現地<br>SIer 向け普及促進セミナー | 【C20】<br>現地・日系 SME 向け<br>データ駆動型製造研修<br>【C21】<br>4IR に向けた CIO 人材の<br>育成      | 【C22】<br>FabLab と連携した SME ス<br>マート化の広域展開                                                                |
| 産学連携       | 【C23】<br>製造業高度化に関する産<br>学連携促進プラットフォ<br>ームの創設                                     | 【C24】<br>対象国の文化、気候など<br>に適合したスマート化の<br>分野や実施方法に関する<br>研究                            | 【C25】<br>日系企業×現地大学あるい<br>は現地企業×日系大学によ<br>るスマート化共同実証事業                                                                                                        | 【C26】<br>デジタルカイゼンを通じた 4IR 人材育成と企業支援の<br>連結<br>【C27】<br>理系学生への先端製造産業への就職意欲向上 |                                                                                                         |
| 教育機関       |                                                                                  |                                                                                     |                                                                                                                                                              | 【C28】<br>スマート化に伴う労働者<br>の再教育プログラム開発                                         | 【C29】<br>日 ASEAN 巡回先端技術サ<br>マーキャンプ                                                                      |

また、これらの協力案が4IRのどの要素技術をカバーするかをまとめたものが表-49である。前節で示したように、4IRに係る先端技術は基本的にデジタルデータの取得・蓄積・分析・判断・反映というサイクルに基づくものが多く、そのためまずは最初にデジタルデータをいかに取得・蓄積するかということが重要となる。AIも、その元となるデータの蓄積が無ければ構築できないことから、（既存データの蓄積が無い場合には）IoT（センサ）がその入り口として基礎を提供する技術であることがこの表からも見て取れる。

表-49 JICAの中長期協力案（要素技術との対応）

| 協力案 | IoT | Big Data | Data Mining | AI | Block chain | Robotics | ERP/MRP | SCM | MES | その他        | 備考   |
|-----|-----|----------|-------------|----|-------------|----------|---------|-----|-----|------------|------|
| C1  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C2  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  | ✓           | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   | 4IR 関連技術全般 |      |
| C3  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             |          | ✓       |     | ✓   |            |      |
| C4  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  | ✓           |          |         |     |     |            |      |
| C5  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C6  |     |          |             | ✓  |             |          |         |     |     |            | 特許関連 |
| C7  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        | ✓       |     | ✓   |            |      |
| C8  | ✓   | ✓        |             | ✓  |             | ✓        | ✓       |     | ✓   |            |      |
| C9  | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  | ✓           | ✓        |         | ✓   |     |            |      |
| C10 |     |          |             |    | ✓           |          | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C11 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C12 | ✓   | ✓        |             | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C13 | ✓   | ✓        |             | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C14 | ✓   | ✓        |             | ✓  |             | ✓        | ✓       |     | ✓   |            |      |
| C15 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  | ✓           | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   | 4IR 関連技術全般 |      |
| C16 |     |          |             | ✓  |             |          |         |     |     |            |      |
| C17 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             |          | ✓       | ✓   |     |            |      |
| C18 | ✓   |          |             | ✓  |             |          | ✓       | ✓   |     |            |      |
| C19 | ✓   | ✓        |             | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C20 | ✓   | ✓        |             |    |             |          |         |     |     | BI         |      |
| C21 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        | ✓       |     | ✓   |            |      |
| C22 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        |         |     |     |            |      |
| C23 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  | ✓           | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   | 4IR 関連技術全般 |      |
| C24 |     |          |             |    |             |          |         |     |     | 4IR 関連技術全般 |      |
| C25 | ✓   | ✓        |             | ✓  |             |          | ✓       |     |     |            |      |
| C26 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  |             | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   |            |      |
| C27 | ✓   | ✓        | ✓           | ✓  | ✓           | ✓        | ✓       | ✓   | ✓   | 4IR 関連技術全般 |      |
| C28 | ✓   | ✓        |             | ✓  |             | ✓        | ✓       |     | ✓   |            |      |
| C29 | ✓   | ✓        |             | ✓  | ✓           | ✓        |         |     |     |            |      |

また、これらの協力案の開始時期・実施順序と協力機関についてまとめたものが、以下の図である。この図では、左にあるものほど早期に開始すべき協力案、右にあるものほど実施への準備期間が必要な協力案を示し、矢印は各協力案間の依存関係を、点線は関連機関との連携が望ましいことを表す。

即時開始可能

実施への準備期間が必要

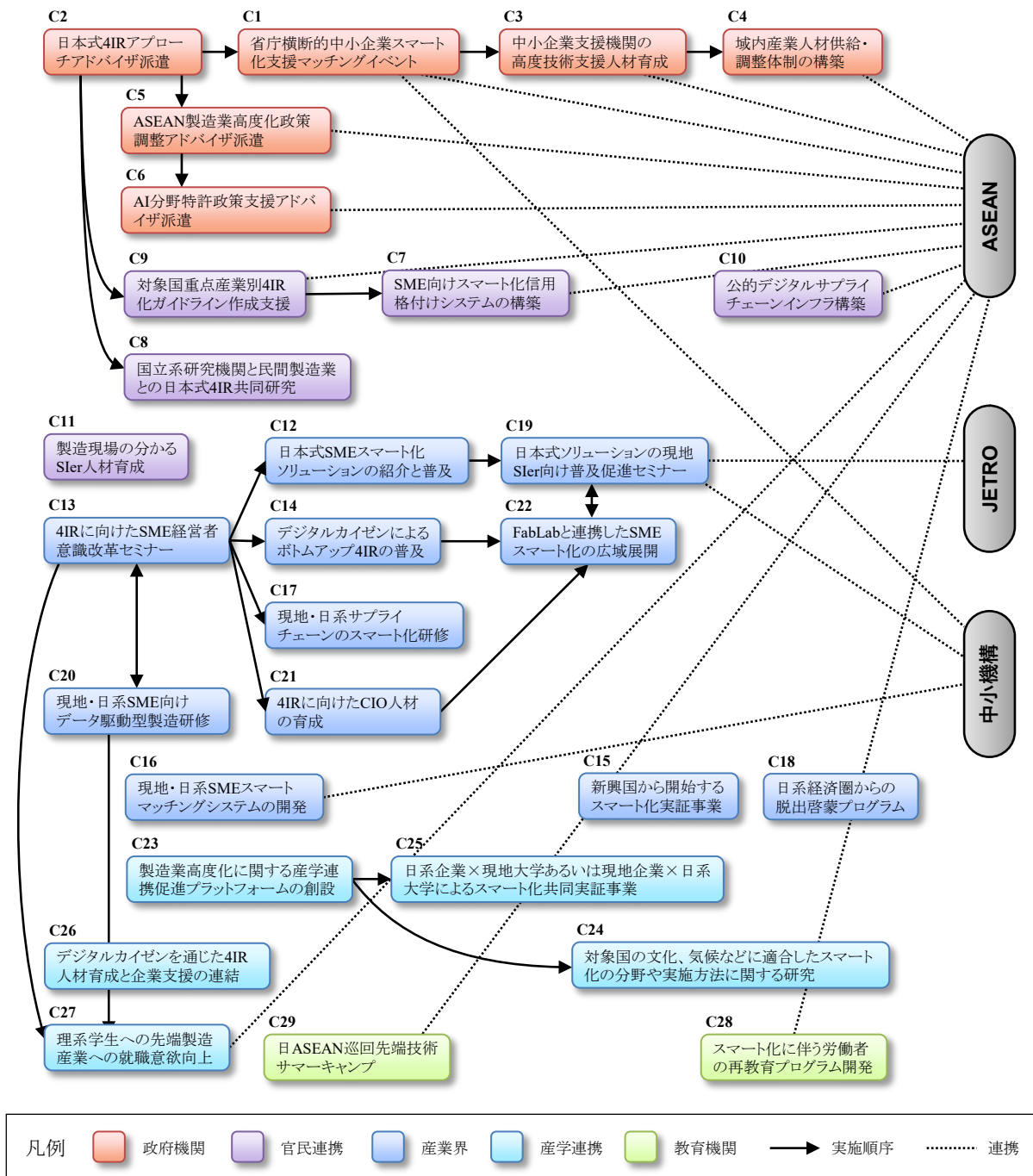


図-42 協力案の開始時期・実施順序と協力機関

### 7.3.1 政府機関への協力案

政府機関への協力の基本方針は、4IRに対する日本のアプローチ（Society 5.0など）を欧米のアプローチとの共通点や違いを明確にしながら相手国政府に理解してもらうことを第一目的とすべきであり、欧米ではできない日本ならではの協力内容を提案することが重要である。また、この基本方針に基づき、産業界や教育界との連携が促進されるよう相手国政府に働きかけ、ステークホルダーの調整を行うような協力案が効果的であると考えられる。

【C1】省庁横断的中小企業スマート化支援マッチングイベント

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 政府機関 投資促進 省庁間連携促進 補助金 マッチング ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 対象国    | 複数の関連省庁が独自の支援策や補助金を提供している新興国あるいは ASEAN<br>例：タイ（DEPA、NIA、工業省）                                                                                                                                                                                                                               |
| 協力形式   | 技術協力：イベント開催とそのフォローアップ                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 協力の必要性 | 複数の省庁が補助金等 4IR の具体策を個別に打ち出している政府の場合、縦割り行政の影響で複数の省庁間の連携があまり取れないことが多い。また、支援を受ける企業側も複数の支援策の対象分野や応募要件の違いをあまり知らず、どこに支援を申請すれば良いかわからない場合があり、本来申請すべき機関の選択が誤っていたり、複数の機関に申請する手間の煩雑さに二の足を踏んだりすることも考えられる。                                                                                              |
| 協力内容   | 4IR 支援策を持つ複数の政府機関を JICA が一つのイベントに招待し、支援を必要とする企業を公募して、企業と支援策とのマッチングを行う。タイで実施した PoC に近い方法。参加企業が製造業の場合、IoT 等のソリューションを提供する企業も公募して、まず製造業とソリューション提供企業のマッチングを行い、さらにその内容に最も適合した政府機関支援策とのマッチングを図る。このイベントは定期的開催し、JICA 主催の冠イベントとして定着することを図る。参加企業の選定には、日本センターなど他の民間支援案件との連携も図る。好評であれば、ASEAN 広域での開催も可能。 |
| 時期等    | 【C2】と連携して実施することが望ましい。産業界からの反応を見て年1～数回開催。                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 遠隔実施   | 遠隔での実施可能（オンライン会議形式）<br>解説：活動の初期段階では対象企業のマッチング診断に日本センターなどを巻き込み、現地で実践指導するのが望ましく、以降は遠隔実施を主とする活動にシフト。                                                                                                                                                                                          |

【C2】Society 5.0を中心とした「日本式4IRアプローチ」に関する政策アドバイザーの派遣

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 政府機関 国際競争力強化 省庁間連携促進 ボトムアップ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 協力形式   | 技術協力：個別専門家派遣                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 協力の必要性 | 3.1 で述べた通り、欧米（特にドイツ、アメリカ）はコンサル企業を通じて ASEAN 各国の 4IR 政策に大きな影響を与えている。Society 5.0 を掲げる日本としても、アジアの実情に適合した 4IR へのアプローチを積極的に発信してゆくべきであり、その意味で各国政府の 4IR 担当省庁に政策アドバイザーを派遣すべきである。現地調査においても、ミャンマーおよびベトナムから JICA に対し 4IR 政策に関するアドバイザー派遣の希望が出ている。                                                                                                                                                              |
| 協力内容   | 製造現場からのボトムアップなスマート化の事例等、日本式 4IR アプローチの実施に知見を持つ専門家を、4IR 政策アドバイザーとして派遣して、相手国政府における日本方式の理解促進を図る。併せて日本方式に基づいた他の JICA 支援や JETRO、日本商工会議所等の活動の支援と連携を行う。多くの場合、4IR の導入側である製造業を管轄する省庁（工業省など）と、4IR ソリューションの提供側である情報通信産業を管轄する省庁（通信省など）とが別にあるため、その双方にペアでアドバイザーを派遣し、アドバイザー間の密な連携を通じて、導入側政策と提供側政策の調和を図る。具体的な日本式 4IR アプローチの政策アイデアとしては、以下のような項目が挙げられる。<br>・ボトムアップ型スマート化導入の優遇税制<br>・スマート化に関連した規制緩和（日本の仮想通貨規制緩和のような） |
| 時期等    | 即時開始。成果を見ながら必要であれば継続。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 遠隔実施   | 対面でのアドバイザー派遣が望ましい。<br>解説：ASEAN 各国が掲げる 4IR の国家方針に対する具体的な施策に関するアドバイスが求められるため、敢えて机上活動を抑え、産業界の実態把握を前提とする支援活動が望ましい。                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 【C3】中小企業支援機関の高度技術支援人材育成

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 政府機関 産業人材育成 研修 ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 対象国    | 政府系中小企業支援機関を持つ国あるいは ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 協力形式   | パイロット調査+技術協力 または 課題別研修                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 協力の必要性 | 伝統的に中小企業支援機関は生産性向上や品質向上を地道なカイゼン活動等によって指導してきたが、将来的な 4IR への対応を考えた場合、中小企業の現場における ICT の活用は必須とも言える。しかしながら、中小企業を支援するコンサル人材には一般的に ICT の素養が不足しており、特に 4IR に対応するための IoT や AI 等最先端技術に関する知識と応用スキルが十分に無いことが多い。                                                                                        |
| 協力内容   | 政府系中小企業支援機関のコンサル人材を対象に、4IR に必要な技術知識とスキルの研修を実施する。最初は技術移転するレベルと移転効率を決めるために現地調査の上セミナー形式でパイロット実施し、その結果の解析を元に本格的な ToT プログラムとして 4IR 技術をコンサル人材に教えられる講師を育成する。講師となる日本側専門家は、デジタル技術や 4IR に関する知見を持つ中小企業診断士か、あるいは製造現場高度化の経験がある ICT ソリューション技術者と通常の中小企業診断士のペアが望ましい。各国の支援機関コンサルを集めて、ASEAN 広域で研修を実施しても良い。 |
| 時期等    | 【C2】と連携して実施することが望ましい。成果を見ながら必要であれば継続。                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 遠隔実施   | 遠隔での実施が可能（オンライン研修）                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### 【C4】域内産業人材供給・調整体制の構築

|        |                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 政府機関 ASEAN 地域内連携の促進                                                                                                                                                                                                     |
| 対象国    | ASEAN 広域と日本                                                                                                                                                                                                             |
| 協力形式   | 技術協力：ASEAN 事務局へのアドバイザー派遣                                                                                                                                                                                                |
| 協力の必要性 | 現地調査結果から、4IR への対応に必要となる高度 IT 人材は、ミャンマーを除く訪問した全ての国で大幅に不足していた。一方、ミャンマーだけは自国外への IT 人材の供給余力があり、かつその人材レベルも過去に実施した JICA プロジェクト（ソフトウェア及びネットワーク技術者育成プロジェクトなど）の成果で十分に高い。この例からも、今後は産業の高度化に必要な人材を ASEAN 域内で柔軟に供給し合う体制が必要となる可能性が高い。 |
| 協力内容   | ASEAN 事務局に高度産業人材の国境を越えた供給・調整を専門とするアドバイザーを派遣し、ASEAN 各国政府や日系企業等と協議しながら、域内+日本における高度産業技術人材の安定的な供給体制の整備を目指す。経産省が行っている事業（AMEICC <sup>226</sup> 等）との連携も効果的である。                                                                 |
| 時期等    | 各国政府の対応が必要なため、【C1】～【C3】の実施後に派遣することが望ましい。                                                                                                                                                                                |
| 遠隔実施   | 対面でのアドバイザー派遣が望ましい。<br>解説：多方面のステークホルダー（ASEAN 広域の政府関係機関、進出日系企業、商工会議所など）が関与するため、それぞれの関係者の実情に即した提案や PDCA 管理が重要となるため。                                                                                                        |

### 【C5】ASEAN製造業高度化政策調整アドバイザ派遣

|        |                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 政府機関 ASEAN 地域内連携の促進                                                                                                                                                                                                       |
| 対象国    | ASEAN 各国                                                                                                                                                                                                                  |
| 協力形式   | 技術協力：ASEAN 事務局へのアドバイザー派遣                                                                                                                                                                                                  |
| 協力の必要性 | 4IR の促進政策を ASEAN 各国政府が取ろうとしているが、各国ともに他国との比較優位性を出すための自国向け政策が必要であることはもちろんだが、他方、人材育成や産業標準等の面で多国間の協力を行うことも重要となる。即ち、地域として共通化することのメリットが大きい分野（人材育成カリキュラム、産業標準等）の政策と、自国の得意分野を伸ばそうとする政策の両方が必要となる。経産省が行っている事業（AMEICC 等）との連携も効果的である。 |

<sup>226</sup> <https://ameicc.org/>

|      |                                                                                                                                           |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力内容 | ASEAN 各国における 4IR 関連政策の調整、特に共通化できる分野に関する各国の政策調整を行うアドバイザーを ASEAN 事務局に配置する。同アドバイザーは、域内の調整だけではなく、欧米や近隣地域等との連携等に関しても提言を行う。【C4】と一体化して派遣することも可能。 |
| 時期等  | 即時開始。【C2】と連携して実施することが望ましい。                                                                                                                |
| 遠隔実施 | 対面でのアドバイザー派遣が望ましい。<br>解説：多方面の関連機関（ASEAN 広域の政府関係機関、欧米等の関連機関など）との情報交換等を基に、実態に即した提案や PDCA 管理が重要となるため。                                        |

#### 【C6】AI分野特許政策支援アドバイザー派遣

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 政府機関 ASEAN 地域内連携の促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 対象国    | ASEAN 各国                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 協力形式   | 技術協力：ASEAN 事務局へのアドバイザー派遣                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 協力の必要性 | 4IR の分野で IoT 等によるデータドリブンなシステム構築が普及しつつある一方で、蓄積されたビッグデータを解析し有効な判断を下すための技術として、AI が最も重要な要素技術となることは確実視されている。製造業以外の分野でも、デジタルセンサーの集積デバイスとしてのスマートフォンやインターネットサービス等を通じて集積されたビッグデータの分析・判断に AI を適用することはもはや必須となりつつあり、それに伴って近年の AI 分野の特許出願件数も急激に増加している。かかる状況下で、ASEAN 各国と日本は今後の広範な産業分野への AI の適用を視野に入れ、同分野の特許政策の域内連携へのニーズが高まりつつある。 |
| 協力内容   | ASEAN 各国と日本における AI 関連特許政策の調整を行うアドバイザーを ASEAN 事務局に配置する。同アドバイザーは、域内の調整だけではなく、欧米や近隣地域等との連携等に関しても提言を行う。                                                                                                                                                                                                                |
| 時期等    | 即時開始。【C5】と連携して実施することが望ましい。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 遠隔実施   | 対面でのアドバイザー派遣が望ましい。<br>解説：専門領域に関する支援活動の為、活動初期の人脈形成の場面では担当者同士の信頼関係の形成が重要となる。したがって活動体制が整備されるまでの期間は、各国の人脈形成や産業界の特徴把握などを重視した現地活動が必須で、以降は遠隔実施に比重をシフト。                                                                                                                                                                    |

### 7.3.2 官民連携促進協力案

現地調査の対象となった新興国では、官民連携が盛んではない傾向があり、往々にしてごく限られた大手企業が政府に頼らずに資金力にモノを言わせて独自に4IRへの対応を進めている感があるが、本来4IRは民間が主導する最先端の応用技術と、その技術の普及を後押しする政策との緊密な連携が必須となる分野であり、政府は官との連携に消極的な民間企業にもメリットのあるスキームに積極的に取り組むべきである。ここでは新興国における官民連携を促進させる協力案を提示する。

#### 【C7】SME向けスマート化信用格付けシステムの構築

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 官民連携 投資の促進 融資 ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 協力形式   | パイロット調査+技術協力                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 協力の必要性 | 新興国における SME の最大の課題は資金調達である。大企業と異なり財務基盤が弱い SME では、金融機関からの資金調達が日本と比較して非常に困難であり <sup>227</sup> 、極めて厳しい条件でしか借り入れができない。特に SME が 4IR に対応したスマート化への設備投資を行おうとする際、まだ金融機関側でも事例が少ない領域であることから、SME の事業計画を正確に評価することが難しく、結果的に融資を受けられないケースが増加する恐れがある。この状況を改善するためには、SME 側のスマート化計画の技術的な妥当性の評価も含めた、第三者による公平な与信システムが必要となる。 |

<sup>227</sup> JICA「ベトナム国産業振興基盤強化にかかる情報収集・確認調査」ファイナル・レポート

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力内容 | 相手国政府と共同で、金融機関が参照できる SME のスマート化に関する信用格付けシステムを構築する。膨大な数の SME の一つ一つを実際に調査して格付けするのではなく、特にスマート化に関連した設備投資を行う際の SME の信用を評価するための基準と標準手順を作ることによって、金融機関側が融資を行う際に公平で客観的な評価ができることを目標とする。同基準・手順は明確なステップを踏んで実施できることも重要であり、最終的にはそれらを Web 上のシステムとして構築し、金融機関が自由にそのシステムを使って SME への評価と与信ができるようにすることを目標とする。 |
| 時期等  | 【C2】と連携実施することが望ましい。即時開始。成果を見ながら必要であれば継続。                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 遠隔実施 | 遠隔で相手国と打ち合わせながら、システムの構築を推進可能。                                                                                                                                                                                                                                                            |

#### 【C8】 国立系研究機関と民間製造業との日本式4IR共同研究

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 官民連携 国際競争力強化                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 対象国    | 産業技術系・ICT 系の国立研究機関を持つ新興国                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 協力形式   | 技術協力：相手国政府との共同研究事業                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 協力の必要性 | 新興国の産業技術系・ICT 系の国立研究機関は、産業界に即裨益できるような民間製造業との共同研究の経験が日本と比較して不足しており、経験があっても専ら欧米式の製造業高度化・デジタル化に関する内容が多くを占めている。特に製造業の現場からボトムアップに高度化を行う日本式の 4IR に関しては、日本国内でも取り組みが始まってまだ間もないことから、相手国の研究機関でその研究が行われている可能性は極めて低い。しかし日本式のアプローチを広く相手国に紹介するためには、相手国における日本方式への理解を深めてもらい、相手国の実情に即した実施を図るための研究を現地日系製造業と共同で行う必要がある。 |
| 協力内容   | 相手国の社会基盤や技術的な背景に精通した現地日系企業（あるいはそのコンソーシアム）と相手国の国立系研究機関の双方に働きかけて、4IR の日本式アプローチとその現地での適用方法に関して、JICA と相手国研究機関との共同研究プロジェクトを立ち上げる。日本側からは、日本で製造業の高度化に携わった（大学あるいは企業内研究所の）研究者を専門家として派遣し、相手国研究機関の研究者、現地日系企業の生産管理担当者やシステム担当者等でチームを組んで研究を行う。研究内容は必ず現地日系企業あるいはローカル企業の現場において実証実験を行い、その結果と共に国際学会への提出を目指す。           |
| 時期等    | 即時開始。成果を見ながら必要であれば継続。                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 遠隔実施   | 研究の推進は一部遠隔でも可能、ただし、実証実験が対面で行うことが望ましい。                                                                                                                                                                                                                                                                |

#### 【C9】 対象国重点産業別4IR化ガイドライン作成支援

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 官民連携 国際競争力強化 ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 対象国    | 4IR 推進の重点産業を設定している新興国<br>例：インドネシア（工業省）、マレーシア（MIGHT）、タイ（DEPA、NIA）                                                                                                                                                                                                                               |
| 協力形式   | 技術協力：開発調査                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 協力の必要性 | インドネシア、マレーシア、タイなどでは 4IR 推進の重点産業を定めているが、対象となる各産業において、具体的にどのような手順で産業の高度化を行うかについての技術的なロードマップや詳細なガイドラインは特に定まっていないことが多い。これは製造業に限定したものではなく、複数の国で重点産業とされている農業や医療機器などの分野でもスマート化のためのガイドラインが必要とされている。ガイドラインの策定には、技術的な背景を熟知した上で、理想的な手順だけではなく、民間企業における取組みの事例から得られる教訓も加味する必要があるが、そのような経験を持つのは日本などの先進国だけである。 |
| 協力内容   | 相手国の 4IR 推進政策の重点産業におけるスマート化ガイドラインの作成を、相手国政府担当者と共同で行う。調査団は日本（必要に応じて欧米も）における当該産業の高度化事例を調査した上で、相手国現地における対象産業の現状や 4IR への移行可能性を検討し、対象産業の従事者（民間企業）が取るべきステップのガイドラインを作成する。ASEAN 共通の産業別ガイドラインとして作成しても良い。                                                                                                |
| 時期等    | 【C2】を実施後または同時に実施。                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 遠隔実施   | 遠隔で相手国と打ち合わせながら、ガイドライン作成を推進可能。                                                                                                                                                                                                                                                                 |

【C10】 公的デジタルサプライチェーンインフラ構築

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 官民連携 現地・日系リンケージ強化 インフラ ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 対象国    | 日系企業と現地企業によるサプライチェーンが発達している国<br>理想的には、ASEAN 全域あるいは全世界を対象とする                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 協力形式   | 資金協力：円借款                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 協力の必要性 | 4IR の重要な要素の一つである異業種間におけるデジタルデータの共有を実現するインフラの一つとして、部品製造→組立→販売に至るサプライチェーン間で受注・製造・在庫に関する情報をデジタルデータでやり取りすることが効果的であることはベトナムのエースコックやオムロンの例を見れば明らかだが、それを各企業が個別に構築するのではなく、共通の公的基盤として構築した方が各企業に取ってもメリットが高い。ただし、これらの情報が業務上の機密となる場合も考えられるため、4IR の理想像とされているオープンな情報共有だけではなく、必要に応じて特定の企業間のセキュアなデータ交換もできるような仕組みが必要である。国が主導してこのような情報ネットワーク基盤を構築すれば、政府の電子入札等にも応用できる。 |
| 協力内容   | 新たに物理的なネットワークを構築するのではなく、インターネット上に仮想的なデジタルサプライチェーンデータ基盤を構築するためのオープンなシステム開発を行う。既に欧米主導で進められている様々な 4IR 関連の国際標準・業界標準と整合性のある設計とし、ガラパゴス化しないように細心の注意を払いつつ、日本の製造業の実情によく適合する内容とする。完成したソフトウェアは、オープンソースとして公開する。円借款の資金は、ソフトの開発および政府機関のシステム対応に使用。                                                                                                                 |
| 時期等    | 可能であれば、ASEAN レベルで合意が取れてから開始。あるいは、取り組みやすい国でまず実証実験を行ってから、本格採用を行う。                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 遠隔実施   | 遠隔で相手国と打ち合わせながら、システムの構築を推進可能。<br>解説：プロジェクトの準備段階における関係者の認識合わせとプロジェクト初期での活動の歩調合わせのために現地での活動が望ましい。その後の活動は遠隔による広域同時的な効率追求に移行可能。                                                                                                                                                                                                                         |

【C11】 製造現場の分かるSIer人材育成

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 官民連携 現地・日系リンケージ強化 全世界                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 対象国    | 日系製造業とその裾野産業が多く進出している新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 協力形式   | 技術協力プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 協力の必要性 | 新興国の SIer は、一般に Web アプリケーションやスマートフォンアプリの開発など、現地産業界からの注文が多く、かつ特定業務分野の経験が必要としない領域には強いが、製造業の現場など、実際にその業務に携わった経験がないとわからないようなドメイン知識を必要とする分野には極めて弱い傾向が調査結果からも明らかになっている。医療機器やプラント制御など特定の業種向けソリューションを提供する企業もあるが、その実態は欧米製ソリューションの販売代理店に過ぎないケースがほとんどである。特に製造業向けでは、個々の企業の現場の状況に適応したソリューションを一から提供できる SIer は（日系を除くと）ほとんど育っていないのが現状である。今後現地製造業の高度化を推進するためには、製造現場に関するドメイン知識を持った SIer の育成が不可欠である。 |
| 協力内容   | タイにおいてデンソーが行っている LASI の例に倣い、現地の SIer を対象に、製造業向けソリューションを設計・提案するために必要な知識とスキルの修得を目標とするトレーニングの仕組みを構築する。公的な職業訓練センター等において、製造現場におけるカイゼン活動等の基本や製造工程の基本などを、SIer の観点から学ぶカリキュラムを日系製造業や日系商工会議所の協力を得て作成し、派遣された専門家が ToT を実施する。最終的には全世界の主要日系製造業進出国を対象とすることを目標とし、カリキュラムの標準化も進める。                                                                                                                  |
| 時期等    | 現地日系製造業界や相手国政府からの要望等を踏まえて、そのような SIer の育成が急がれる国から順に実施する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 遠隔実施   | 遠隔で相手国と打ち合わせながら、カリキュラム作成を推進、ToT も遠隔で実施可能。<br>解説：製造がわかる SIer 育成に対する現地企業の支援度合いで JICA 専門家の現地活動の比重が大きく変動する。このためプロジェクト準備段階から活動初期において日系企業や商工会議所からの援助体制を確保する活動が重要。カリキュラム作成等は遠隔での共同作成も可能。                                                                                                                                                                                                 |

### 7.3.3 産業界への協力案

産業界への協力では、欧米企業と比較してカイゼンや産業用ロボット・FA機器等の分野で強みを持ち、独自の地位を獲得している日系企業の特徴を生かし、日系企業ならではの4IRへのアプローチを相手国の産業界に普及させることを支援する内容の協力を実施すべきである。一方で、世界中の製造業が企業や国家の壁を越えてネットワークでつながる4IRの将来像と比較した場合、日系企業の独自性は、往々にして日系だけで閉じた経済圏や技術のガラパゴス化を引き起こすリスクも併せ持っていることから、現地日系企業に対して、そのようなリスクの回避を促すような協力も同時に実施することが望ましい。

#### 【C12】日本式SMEスマート化ソリューションの紹介と普及

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 投資の促進 ソリューション製品 JETRO 中小機構                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 協力形式   | 民間連携                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 協力の必要性 | 現地調査の結果では、日系企業のほうが現地企業に比べ中小製造業の高度化が進んでいる。また、現地企業でも、日系企業に部品等を供給できている現地企業と、そうでない企業との間には、品質管理や生産管理の能力に極めて大きな格差があることが分かった。一方で、中小製造業の高度化を実現・支援するためのスマート化ソリューションは、新興国ではもっぱら欧米の製品が市場に出回っており、日本製品の影は薄い。しかしこれは欧米製品に対抗できる日本製品が無いということではなく、日本国内では既に各社から様々な製品が発売されている。その質も日本が強みを持つ工作機械やロボットなどとの連携が可能なものが多く、欧米製品に十分に対抗できる品質であるにも関わらず、製品の海外展開があまりなされていない。                                                               |
| 協力内容   | 日系製造業の高度化事例を、現地企業へ紹介する。特に、日系企業で、IoT/AI を試験的にでも導入した企業の事例は、現地企業へ大変有効な情報となると考えられる。併せて、日本の中小企業向けスマート化ソリューションの海外展開を、JETRO や中小機構と連携しながら支援する。基本的には、システムの日本語を英語あるいは現地語にローカライズするだけで使えるようなソリューションを中心にピックアップし、企業側の海外展開への意向を確認した上で、製品ローカライズを企業側が自費で行うことを前提に、それらの製品の紹介と普及を行う。具体的には、JICA や JETRO、中小機構が既に実施している他の 4IR 関連の取り組みの中でソリューションを紹介したり、インターネットを介したバーチャル展示会などを企画したりする。製品の反応が良ければ、【C19】のように販売代理店網の構築による販路拡大を進めても良い。 |
| 時期等    | 即時開始。定期的実施。一度に 1 社～数社。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 遠隔実施   | 遠隔での実施が可能（オンラインセミナー等）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

#### 【C13】4IRに向けたSME経営者意識改革セミナー

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 投資の促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 協力形式   | セミナー開催                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 協力の必要性 | 現地調査の結果では、各国ともに SME の経営者の多くが現場を重視しておらず、目先の売上げや利益にのみ関心を持っているという実情が浮かび上がった。この傾向は各国政府の SME 支援担当者も把握しており、4IR の推進には SME 経営者のマインドセットを変える必要性が共通の課題として捉えられている。                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 協力内容   | 中小企業の経営者を対象とした 4IR に関するセミナーを開催する。このセミナーは SME 経営者の意識改革を目的とするため、敢えてややトリッキーな構成とする。具体的には、セミナーの広報やプログラムの表記は、あたかも 4IR への対応によって簡単に企業の利益が増えるような印象を与えるものとしておき、上記で述べた典型的な SME 経営者の興味を引き参加を促す。その上で、セミナーの実際の内容は、経営者が現場を知ることの重要性を始め、データ取得に基づくデータ駆動型の製造など 4IR 対応に対する経営者の意識改革を促す内容とする。セミナーの中では、日本等における 4IR 対応事例の紹介も含めるが、ここでも一般の人が誤解していることが多いような内容（例えば人間の職を奪うと思われがちな AI が、実は人間の能力と生産性の向上に寄与しうるなど）を積極的に取り入れ、4IR に対する一般市民の正しいとは言えない認識や、経営者として取り組むべきことの認識を是正し新たにすることを目標とする。 |
| 時期等    | 即時開始。定期的実施。日本センター等で定期開催してもよい。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 遠隔実施   | 遠隔での実施が可能（オンラインセミナー）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

#### 【C14】 デジタルカイゼンによるボトムアップ4IRの普及

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 国際競争力強化 生産性向上                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 対象国    | 現場改善を実施する製造業の集積がある新興国で SME の能力が 2IR レベルの国                                                                                                                                                                                                                                               |
| 協力形式   | 技術協力：実証実験およびプロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 協力の必要性 | 既に人手による日常的なカイゼン活動を実施しているために、デジタル化や 4IR への対応に消極的な企業（主に現地日系企業とそのサプライチェーン企業）に対して、将来的な 4IR への準備を行う上でデジタル化は避けて通れないことを理解してもらう必要がある。                                                                                                                                                           |
| 協力内容   | 既にカイゼンを実施している SME 製造業に対して、カイゼンの専門家と IT の専門家がペアになって現場を訪問し、カイゼン活動の実態を精査すると共に、デジタル化によって大幅な効率化と高度化が見込める部分を抽出し、実際に簡単なデジタルデータの取得・蓄積・解析を行うシステムを組んでデジタル化の実証実験をまず行う。その後、効果があることが実証され、相手国政府の要請があれば、日本生産性本部等と連携してカイゼン普及のカリキュラムにデジタルカイゼンの内容を盛り込むことを考える。デジタルカイゼンの先進事例として日系企業の先進的な取り組みの紹介を行うのも効果的である。 |
| 時期等    | 即時開始。定期的実施。日本センター等で定期開催してもよい。現行のカイゼン普及案件の後継または追加支援として実施してもよい。                                                                                                                                                                                                                           |
| 遠隔実施   | 専門家による現場訪問が必要になるが、一部ビデオ会議や VR 等の技術も利用可能。<br>解説：SME の製造現場でのデジタルカイゼン活動の全てが異なる現場となるため、カイゼン専門家（日本センターの活用も）が現場診断できることが望ましく、この情報を基に高効率なカイゼンの遠隔支援が可能となる。                                                                                                                                       |

#### 【C15】 新興国から開始するスマート化実証事業

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 国際競争力強化 逆輸入                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 対象国    | 4IR 関連の新技术の実証実験に対する規制が日本と比較して緩い新興国                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 協力形式   | 民間連携：中小企業支援型スキームによる実証実験<br>例：タイ（NIA）、ベトナム（NIC）                                                                                                                                                                                                                                              |
| 協力の必要性 | 近年の世界におけるスマートフォン等を活用したアプリとサービスのイノベーション例を見ると、中国に代表されるように、新たな技術やサービスの試みを比較的簡単に、かつ大規模で社会実験できるような国が有利であることは疑いが無い。日本は世界の中でもこのような実験を行うには規制が強すぎる国であり、そのことが世界の 4IR 潮流の中で日本の対応を遅らせる恐れがある。しかし、この点を逆手に取れば、4IR などのスマート化の実証実験を、日本ではなく敢えて最初に新興国で行うことによって、新技术活用スピードを高め、かつ相手国のスマート化促進にも寄与できる。               |
| 協力内容   | 産業高度化に寄与するが、日本では規制等によって簡単には実施できないようなスマート化の実証実験を、新興国で行う。あるいは、特に規制が無い場合でも、日本の工場ではなく新興国の工場で最初の実験の方がコストや波及効果の面で有利となる場合もある。このため、既に新興国に進出している日本の中小製造業の中から、ソリューションを提供する Sier とペアでスマート化の実験を最初に新興国で行う希望のある企業を募り、JICA が支援して実証実験を行う。その結果は広く現地ローカル企業、日系企業と共有し、中小製造業におけるデジタル化・4IR 化を新興国の工場から始める機運を盛り上げる。 |
| 時期等    | 参加する日系中小企業を募集し、定期的実施。                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 遠隔実施   | 実証実験は対面で行うことが望ましい。                                                                                                                                                                                                                                                                          |

#### 【C16】 現地・日系SMEスマートマッチングシステムの開発

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 現地・日系リネージュ強化 AI マッチング 中小機構                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 対象国    | 現地 SME のプロファイルデータベースを有する新興国                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 協力形式   | 民間連携：実務研修プログラム                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 協力の必要性 | 既に現地 SME のプロファイルデータベースを作成済みの新興国は多いが、そのデータを高度に活用できているとは言えない状況がある。例えば日本の SME の技術を世界に紹介するビジネスマッチングサイトである J-GoodTech や、そのタイ版である T-GoodTech では、技術を提供する側の企業に関する情報を、技術を必要とする側の企業が検索できるが、例えばその双方がデータベースに存在した場合に、両者のマッチングを自動で行う機能などは提供されていない。SME の数は非常に多いことから、潜在的なビジネスパートナーのマッチングを人手による検索だけで行うことには限界がある。 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力内容 | これまで実際にビジネスマッチングが成功している SME ペアの事例データ等を AI に学習させ、日本及び複数の新興国の SME プロファイルデータベースに対して潜在的なマッチングペアを抽出するシステムを、中小機構と共同で開発する。システムでは全ての潜在ペアの抽出を行うだけではなく、インターネット上に（例えば J-GoodTech サイト上に）検索機能を設け、自社のプロファイル（と希望するビジネスマッチングの分野等）を入力すると、そのプロファイルとマッチする SME のデータを検索して表示する機能や、マッチする企業が新規登録された場合に自動的に通知する機能なども提供する。対象となるデータベースは、J-GoodTech のように既にサイト化されたものである必要は無く、未加工の生データで良い。JICA は相手国の中小企業支援機関等における SME プロファイルデータの整備や、データ利用協力の取り付けを主に担当する。対象国は多い方が良いので、ASEAN 広域あるいは全世界を対象とすることも可能である。また、新興国に進出した日系企業も対象にすべきであるため、JETRO との協力も有効である。 |
| 時期等  | 関連機関との合意に基づく                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 遠隔実施 | 遠隔で相手国と打ち合わせながら、システムの開発を推進可能。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

#### 【C17】 現地・日系サプライチェーンのスマート化研修

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 現地・日系リンケージ強化 サプライチェーン 実務研修                                                                                                                                                                                                                                         |
| 対象国    | 日系製造業とそのサプライチェーン企業が集積する新興国                                                                                                                                                                                                                                             |
| 協力形式   | 民間連携：実務研修プログラム                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 協力の必要性 | 現地調査の結果から、製造業が最も容易に取り組めるスマート化の一つとして、サプライチェーンおよびアフターマーケットにおけるデジタルデータ収集・解析があった。これは製造現場の変更や大規模な設備投資を伴わずに、比較的容易に開始できる上、収集したデータの活用が一企業の枠を超えて複数企業に対して機能することから、将来的な 4IR への取り組みの端緒として費用対効果の優れた取り組みであると言える。さらに、サプライチェーン企業が現地ローカル企業である場合、日系製造業と現地企業とのリンケージ強化や技術移転・共有の面からも有意義である。 |
| 協力内容   | 日系企業と、そこに部品や原料を供給する現地企業との間、あるいは日系企業の製品を販売する現地企業との情報のやり取りをスマート化するために必要な技術・知識・準備・機材等について、実務研修を実施する。研修には情報の共有に実際に参加する複数の企業の担当者がグループで参加することが望ましい。また、情報の共有に使える Web サービスやシステムの紹介も盛り込み、実際に簡単な情報共有ができるシステムを構築しても良い。                                                            |
| 時期等    | 即時実施。定期的にも実施。日本センター等で定期開催してもよい。                                                                                                                                                                                                                                        |
| 遠隔実施   | 遠隔で実施が可能（オンライン研修）。                                                                                                                                                                                                                                                     |

#### 【C18】 日系経済圏からの脱出啓蒙プログラム

|        |                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 現地・日系リンケージ強化 日系社会の弊害 JETRO                                                                                                                                                                                                                |
| 対象国    | 日系製造業とその Tier 2/3 企業が現地に全て進出済の新興国                                                                                                                                                                                                             |
| 協力形式   | 民間連携：中小企業支援<br>例：タイ                                                                                                                                                                                                                           |
| 協力の必要性 | 特に ASEAN 各国では、進出日系中小企業は往々にして日系大企業のサプライチェーンの中だけでビジネスを行いがちであり、ローカル企業や外国企業を対象とした業務拡大にあまり挑戦しようとしていないことが調査結果から判明している。しかしこれは、日系企業の経済が日系企業圏内だけで完結してしまっていることを示し、日本経済全体の拡大にはあまり寄与しないだけでなく、限られたパイの奪い合いによる硬直化・質の低下を招き、将来的にはこのような閉じた経済圏の技術はガラパゴス化する恐れが高い。 |
| 協力内容   | 現地に進出済みの日系中小企業を対象に、取引先を日系以外に拡大するために必要な支援を、JETRO と連携して実施する。ローカル企業とのマッチングや、デジタル化・4IR 対応の推進を通じたデジタル情報のネットワーク化によるオープン化推進等も行う。現地における支援だけでなく、日本国内の進出企業本社担当者を対象とした啓発セミナーの形で中小機構や商工会議所等と共同で実施しても良い。                                                   |
| 時期等    | 即時開始。JETRO との合意に基づき、必要な国を対象に実施。                                                                                                                                                                                                               |
| 遠隔実施   | 遠隔で実施が可能（オンラインセミナー等）。                                                                                                                                                                                                                         |

【C19】 日本式ソリューションの現地SIer向け普及促進セミナー

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 現地・日系リンク強化 現地 SIer 販路拡大 JETRO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 対象国    | 日系製造業と取引の無い現地企業専門の SIer が多い新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 協力形式   | 共同セミナー開催                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 協力の必要性 | 現地調査訪問国の多くでは、現地の 4IR 対応を謳うソリューションプロバイダのほぼ全てが、欧米製の ERP（独 SAP、ベルギー Odoo 等）の現地代理店と化しており、現地の大手企業や政府機関を顧客に ERP やそれと関連する欧米製品ばかりを販売しているのが現状である。これらの現地 SIer は日本語で使える日系ソリューションを求める日系企業とは取引が無く、日系 SIer とは完全に棲み分けている状態となっているが、日系企業の一部でも欧米製 ERP を使っているのと同様に、現地製造業でも日本式の製造現場に適応したソリューションを求めている企業もある。今後日本式 4IR アプローチを新興国に広めてゆくためには、現地 SIer に対しても、日本式ソリューションの提供に興味を持ってもらい、現地企業への販売を促進してもらうよう働きかける必要がある。 |
| 協力内容   | 現地 SIer を対象に、日本式 4IR アプローチへの理解を促進し、日本式ソリューションを扱ってもらうためのセミナーを JETRO と共同で開催する。セミナーでは日本式アプローチと欧米式アプローチの違い等、差別化の重要なポイントを説明すると共に、現地に進出している日系 SIer や、現地での販売代理店を求めている日本のソリューションプロバイダ等も参加してもらい、現地 SIer とのマッチングも行う。【C12】との違いは、欧米の ERP 販売体制と同等の代理店網を現地に構築することが目的であるところ。                                                                                                                            |
| 時期等    | 年一回程度。ソリューション EXPO 等の会場で実施しても良い。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 遠隔実施   | 遠隔で実施が可能（オンラインセミナー）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

【C20】 現地・日系SME向けデータ駆動型製造研修

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業人材育成 ハンズオン研修 現地・日系リンク強化                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 対象国    | 現場のデジタル化やデータ取得ができていない中小企業が多い新興国                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 協力形式   | 民間連携：現地における実務研修プログラム                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 協力の必要性 | 現地調査の結果から、新興国の中小製造業の多くは、現場からのデータ取得すら行っていないことが多く、日系企業でもアナログな現場改善は行っているものの、デジタルデータの取得・蓄積・解析は行っていないところがほとんどである。将来的なデジタル情報のネットワークを前提とした 4IR に今から備えるためには、現場のデータを IoT 等のデジタル技術で取得すると、生産性や品質の向上にどれほどのメリットがあるのかを体験し、そのために必要な設備投資も比較的安価に始められるという最近の動向を、日系・ローカル双方の中小製造業の担当者や経営者に知ってもらう必要がある。 |
| 協力内容   | 製造現場からのデジタルデータの取得と蓄積・解析までを簡単な IoT センサあるいはスマートフォンの活用により行うシステムの構築を参加者が自分で行うハンズオン研修を実施する。ベトナムで実施した PoC プログラムと同様の内容。対象者の技術レベルが比較的高い場合、あるいはすでに IoT に関する基礎的な知識がある場合には、より実用的な IoT の応用を目指した研修内容としてもよい。例えば、日本能率協会が提唱する「現場 IoT 7 つ道具 <sup>228</sup> 」など。                                     |
| 時期等    | 定期的の実施。日本センター等で定期開催してもよい。                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 遠隔実施   | 遠隔で実施が可能（オンライン研修）。<br>解説：現地での本活動の普及効率化のため初期の数回は現地での共同開催とし、以降の自立的開催の環境整備を並行して実施するのが望ましい。                                                                                                                                                                                            |

<sup>228</sup> [https://www.jmac.co.jp/consulting/theme/iot\\_7tools.html](https://www.jmac.co.jp/consulting/theme/iot_7tools.html)

【C21】 4IRに向けたCIO人材の育成

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 産業人材育成                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 協力形式   | 技術協力：カリキュラム作成と研修実施                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 協力の必要性 | 4IR の推進には SME 経営者の ICT への理解とともに、CIO に相当する経営と IT を両方理解し、4IR の推進を企業内で主導する幹部の存在が必要である。<br>現地調査の結果では、SME にその様な人財はほとんどおらず、4IR の推進にはその様な人財の育成が課題となる。                                                                                                                                          |
| 協力内容   | SME の CIO 候補者を対象とし、必要な知識とスキルの修得を目標とするトレーニングの仕組みを構築する。内容としては、最新の IT 知識の習得、プログラムマネジメント、リスク管理、セキュリティ・内部統制等の IT ガバナンス構築等の幅広い内容となるため、カリキュラムはビジネススクール、IT コーディネータ協会等の協力を得て作成し、トレーニングを現地にて行う。日本センターがある国では、センターの企業向けコースとして実施することも可能。<br>また、内容には、日本式 4IR アプローチや、日本のソリューション事例等を含め、日本ソリューションの普及も図る。 |
| 時期等    | 【PGR12】等で、SME 経営者の意識改革が進み、経営者の 4IR に関する理解の進んだ国から実施する。                                                                                                                                                                                                                                   |
| 遠隔実施   | 遠隔での実施が可能（オンライン研修）。                                                                                                                                                                                                                                                                     |

【C22】 FabLabと連携したSMEスマート化の広域展開

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 地域内連携の促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 協力形式   | 技術協力プロジェクトによる継続的なマッチングイベント+体制構築                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 協力の必要性 | 4IR の推進には SME のデジタル化が求められる。日本の旭鉄工のように自社で生産ラインのスマートを実現する IoT デバイスを開発できる SME もあるが、途上国、新興国ではそういったキャパシティを持つ人材を有していたり、そこにリソースを割くことに理解のある経営層のいる企業は限定的である。ベトナムでも PoC を実施したが、大半は組み立てた IoT デバイスを継続的に自社工場で活用するには至っていない。他方、デジタルファブリケーションのノウハウを活用して、課題可決を目指す活動を行っている FabLab やそこを利用する高専生や大学生が存在する。                                                                                                         |
| 協力内容   | タイで実施した PoC のように、課題をもつ SME と FabLab（もしくはそのユーザー）とのマッチングイベントを実施し、SME のスマート化に資するデバイス開発を FabLab が支援できるよう、イベント実施および PoC デバイスの製造費用を支援する。JICA の支援によって開発されたデバイスは、その設計図等を FabLab ネットワークを使ってオープンソースとして公開し、他国の FabLab においてその国の SME 支援のために同様のデバイスを製造できるようにする。これにより、ある国の好事例が他国にも波及することになり、広範囲での 4IR の推進にも貢献できる。JICA が実施しているフィリピン、インドネシア、ブータン、ルワンダといった世界中の FabLab 案件と連携したイベントや、定期的な開催を前提とした枠組み形成の可能性も考えられる。 |
| 時期等    | 即時開始。定期的実施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 遠隔実施   | マッチングイベントは遠隔での実施が可能（オンラインセミナー等）。<br>解説：日本式 SME スマート化の考えに沿った選定課題に対する解決手段の実現が FabLab（もしくはユーザー）で可能かどうかの判断に現地調査を要することもあるが、この情報把握により遠隔実施に比重を移行できる。                                                                                                                                                                                                                                                 |

### 7.3.4 産学連携協力案

現地調査対象国では、マレーシアやタイの一部大学を除き、教育機関における積極的な産学連携はあまり行われていない国が多かった。4IRは最先端の技術を使うため、高等教育機関や研究機関と産業界との連携は、官民連携以上に重要である。ここではまず産学連携を促進させるための協力案を提示する。

【C23】 製造業高度化に関する産学連携促進プラットフォームの創設

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産学連携 投資の促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 対象国    | 教育レベルは高いが産学連携が弱い新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 協力形式   | 技術協力プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 協力の必要性 | 現地調査対象国における高等教育機関へのインタビューの結果、多くの高等教育機関ではこれまで産学連携がほとんど行われていないことが明らかになった。その理由としては、大学の教員がアカデミックな研究に重きを置いており、利益を追求する民間企業の方角性と相容れないことや、民間企業側も大学教員が企業の利益に貢献できるような活動を共同で実施できるとは考えていないことなどが挙げられる。しかし、日本では大学側・企業側の双方に利益となるような産学連携は盛んに行われており、今後の 4IR 対応で必要となる高度産業技術の分野では、特にこの連携が重要であると考えられるため、新興国においても同様の連携を促進するための体制づくりが必要であると考えられる。 |
| 協力内容   | 日本における産学連携の様々な仕組み（共同研究、インターン、企業内研究者の大学受け入れなど）を新興国で実現するための体制（プラットフォーム）作りを技術協力プロジェクトで実施する。特に産学連携の経験がある日系企業等の積極的な参加を促し、特許出願など経済的利益に結び付く活動を継続的に実施できる体制の構築を目指す。                                                                                                                                                                  |
| 時期等    | 連携をしたいという具体的な要望が教育機関側、民間企業側にあることを確認してから実施準備に入る。                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 遠隔実施   | 遠隔で相手国と打ち合わせながら、プロジェクト推進が可能。                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

【C24】 対象国の文化、気候などに適合したスマート化の分野や実施方法に関する研究

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産学連携 国際競争力の強化 文化的要因の活用                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 対象国    | 自国独自の産業高度化を志向する新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 協力形式   | 共同研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 協力の必要性 | 4IR に限らずその他の産業分野に関しても、欧米は基本的に全世界で共通の同じ標準を普及させようとする。それは、文化や国民の気質が異なる国であって、全く同じ手法で統一的に管理することが可能となるためであるが、それが 4IR の理想的な姿であるかどうかの保証はない。むしろ、国ごとに文化や国民性の違いが存在し、得意・不得意の分野があることを積極的に認識することにより、得意分野を生かす方向の支援を行うことが、結果的にはその国の国際競争力を高めることになる。                                                                                           |
| 協力内容   | 各国に進出している日系企業が日常的に遭遇している「現地の働き方」や人事ノウハウなど、これまでアナログ、定性的、あるいは属人的に扱われてきた文化の違いに関連する情報の中には、そのデジタル化によって生産性向上や品質向上に寄与できる要素が隠れている可能性がある。そのような文化・国民性に由来する産業振興要素を調査によって洗い出し、国家の産業高度化政策や人材育成計画に反映するための共同研究を JICA と現地大学等とで実施する。相手国側参加者には、相手国の文化に精通した民俗学者など学際的領域の人材も採用し、4IR が目指す産業高度化と文化人類学的要素との相乗効果を導き出すことを目標とし、製造現場での生産性向上効果等の実証実験まで行う。 |
| 時期等    | 相手国側からの要望・許諾が取れ次第開始                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 遠隔実施   | 調査、実証実験は対面で実施することが望ましい。                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

【C25】 日系企業×現地大学あるいは現地企業×日系大学によるスマート化共同実証事業

|        |                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産学連携 現地・日系リンケージ強化                                                                                                                                                       |
| 対象国    | 産学連携促進プラットフォーム（前出）が整備された新興国                                                                                                                                             |
| 協力形式   | 異文化交流を伴う産学連携                                                                                                                                                            |
| 協力の必要性 | 前出の文化的要素の積極活用にもあるように、日本とは異なる文化を持つ新興国におけるビジネスは、異文化理解の困難も多いが、新たな視点から産業を捉え直す機会ともなる。従って、産学連携による実証実験を行う際にも、敢えて異なる国の組み合わせを選ぶことにより、同一国民だけでは気が付かなかったような新たな価値や方式の創造を行える可能性が生まれる。 |
| 協力内容   | 既存の政府・民間ベースの産学連携によるスマート化実証事業において、異なる国の大学と企業との組み合わせ（ただし一方は日系）に対して JICA から小さなインセンティブを与える。インセンティブは大きくする必要は無い。その際に、参加大学・企業に対し、異文化理解を活用した新しい視点からのアプローチを推奨する。                 |
| 時期等    | 実施は【C24】の成果が出た後                                                                                                                                                         |
| 遠隔実施   | 実証実験は対面で実施することが望ましい。                                                                                                                                                    |

【C26】 デジタルカイズンを通じた4IR人材育成と企業支援の連結

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産学連携 産業人材育成 国際競争力強化 生産性向上 地域内連携の促進                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国。まず ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 協力形式   | 技術協力プロジェクト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 協力の必要性 | <p>従来型の TVET を中心とした ToT 支援では、4IR 時代の産業ニーズに対し以下の問題点がある。</p> <p>1) 高度化のスピードに対応できない</p> <p>従来の ToT 支援方式は、日本の産業界で蓄積された技術・技能をまず定型化してから ToT を実施してきたが、この手法では産業高度化のスピードに追従できない。また支援の効果が産業界のニーズに合致できるまでには相当の年数を要する。</p> <p>2) 工業高校を対象とする産業人材育成策では輩出人材（技能）の高度化が不足</p> <p>産業技術人材の育成を狙い工業高校に新たな学科を開設する等の人材育成支援策は、4IR 時代に産業界が欲するデジタル技術人材のニーズに対し高度化面で不十分。</p> <p>3) デュアルシステムの産学連携では 4IR に適した現場が無い</p> <p>ドイツの特徴とされるデュアルシステムは、現状では 4IR 教育に適する企業側の現場がほとんど無い状況であり、就職前の学生が（非 4IR）企業での実体験を得る程度の効果しか期待できない。</p> <p>4IR 時代の産業人材ニーズは、企業の競争力向上を 4IR 時代の技術手段（IoT や AI など）を活用して最適に適用できる技術人材であり、教育機関側（学生）だけでなく企業側の人材も同時に育成して競争力を強化できるような、新たな産学連携方式を考える必要がある。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 協力内容   | <p>上記の問題点に対処するため次のプロジェクトが構想できる。</p> <p>【目標】</p> <p>迅速な日本型 4IR 企業人材の強化による企業競争力の向上と継続性の確保</p> <p>【考え方】</p> <p>デュアルシステムではない新たな産学連携方式によるデジタル人材の育成</p> <p>【協力内容】</p> <p>① 高専または工科大学を対象に（4IR の新技術対応を中心とした）ToT 支援を実施する。（あるいは過去にそのような支援を実施した高専または工科大学を対象とする。）</p> <p>② 企業人材の強化による企業競争力の向上を目的として、高専または工科大学の学生や新卒人材と企業側人材とが連携するタスクチームを作り、デジタルカイズンによる現場の具体的な課題解決をテーマとする技術支援タスクを実施する。教育機関側は企業における従来からのインターンのような扱いとしても良いが、企業側は単なる学生の受け入れではなく、明確に新技術の導入による生産性の向上（実利）が得られることを目的とする。また工科系卒業生にモノづくり産業への就業を促す狙いで、この産学連携プロセスを有効利用する。</p> <p>③ 日本式モノづくりの特徴はテーマ選定の過程で織り込みが可能であるため、工科大学のカリキュラムへのカイズン系の教育負担は必要最小限とし、日 ASEAN で実証事業が実施された LASI などの既存スキームとの連結性も意識した 4IR 時代のデジタル人材向けカリキュラムを新たに開発する。</p> <p>【実施上の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4IR の技術支援であることから積極的な遠隔支援方式の採用に努める。</li> <li>企業の生産現場の課題解決と工科大学での学生教育の効率的連携のため、企業の課題解決に必要となる IoT センサ技術やデータ処理ソフトなど手段（ハードとソフト）の洗い出しと学生への研究課題の落とし込みが必要となる。</li> <li>テーマによっては、この産学連携プロセスにおける企業内機密（プロセス情報など）等の拡散防止のため、学生への適切な研究課題の設計が重要となる。</li> </ul> <p>【実施サイクルほか】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>対象大学生（2 年生または 3 年生）と新卒人材を含むチームによる企業支援期間を 1 年間とする。</li> <li>大学側との合意によっては、卒業制作に相当する活動として実施することも可能。</li> </ul> <p>【域内連携・他産業への拡張】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ASEAN 域内での交換留学生プログラムとの連携により、自国が比較競争性を持つ産業（あるいは競争力を強化したい産業）に関連する学科への他の ASEAN 各国からの留学生をチームに加えることにより、各国で不足している産業人材の国境を越えた流動性を促進することも可能。</li> <li>産業側の 4IR・デジタル化による競争力強化に寄与するという観点からは、製造業に限らず他の産業（物流、農業、漁業、医療、その他）にも応用可能。特に、IT 系学科と連携することによって、各種産業界のドメイン知識を持つ IT 技術者や SIer の育成にもつながると考える。</li> </ul> |

|      |                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 時期等  | 教育機関側の支援は即時開始可能だが、SME 側の経営者の意識改革が進んでいない場合には、【C13】 【C14】 【C15】 【C22】 等を実施してから行う。                                                                               |
| 遠隔実施 | 遠隔での実施を中心として、プロジェクトを推進する。<br>解説：主な現地活動として、①キックオフ後の初動体制作り、②本邦研修（日本）、③企業の現場カイゼン活動の初期期間（活動定着まで）など。主な遠隔活動として、④カリキュラム共同開発、⑤ToT 指導（座学、実習）と評価、⑥成果の共有化イベント開催などが想定される。 |

#### 【C27】 理系学生への製造産業への就職意欲向上

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 産業界 産業人材育成 ASEAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 協力形式   | カリキュラム作成と研修実施                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 協力の必要性 | 4IR の推進には優秀な若い人材の製造職場への就職が必須である。しかし、日本を含めた各国では、理系学生の製造職場への就職希望者は少なく、慢性的な人財不足が課題となっている。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 協力内容   | ASEAN 域内の理系学生に対して、日本や ASEAN 域内の先端製造産業における IT 関連先端技術の適用状況を知る機会を設け、学生が持つ製造業への誤ったイメージを正すよう促す。例えば、最新技術の適用で 4IR の先端を行っているような企業（日系・外資系が中心となる）ことが予想されるが、自国の先端製造業があればそれでも良い）の幹部の方の話を聞く機会を設け、学生にキャリアパスを示すことにより（4IR を目指す）製造産業への就職への興味を持ってもらう。同時に、現在まだ先端技術を適用できていない製造企業でも、このような学生が就職して 4IR 関連技術の大胆な導入を主導することができれば、将来にわたって国際競争力を持つ企業へと変身することも可能であることを示す。<br>講師としては、特に日本の製造企業において製造現場や製造技術を担当した経験があり、現在会社の幹部になっている方などが適任と考える。講師の承諾を得て講義は録画し、ASEAN 各国語への翻訳（字幕）を付加した上で、公開も検討する。 |
| 時期等    | 即時開始。成果を見ながら必要であれば継続。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 遠隔実施   | 遠隔で実施が可能（オンラインセミナー等）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### 7.3.5 教育機関への協力案

4IR分野の教育機関への協力は、そのほとんどが産業界との連携を要するものであるため、それらは上記産学連携の協力として提言済みである。この節で挙げるのは、産業界との連携を必要としない協力案であり、教育機関同士の連携を促進するような協力案や、産業界では十分に対応できないと想定されるような協力案を提示する。

#### 【C28】 スマート化に伴う労働者の再教育プログラム開発

|        |                                                                                                                                                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 教育機関 産業人材育成 ASEAN                                                                                                                                                                                     |
| 対象国    | 4IR の推進を行おうとするすべての新興国                                                                                                                                                                                 |
| 協力形式   | カリキュラム作成支援+ToT                                                                                                                                                                                        |
| 協力の必要性 | 4IR への対応により製造現場のデジタル化やスマート化が進むにつれ、これまで担当していた職を追われる労働者が必ず発生する。そのような労働者に対して、4IR 時代に必要とされる新たな職業スキル等の再訓練を実施することによって、デジタル化の導入による大量解雇等の事態を未然に防止する必要がある。                                                     |
| 協力内容   | 産業のデジタル化、スマート化によって失われると考えられる職能と、新たに必要となる職能の一覧を調査・予測し、それに対応した労働者の再教育プログラムを開発し、TVET あるいは社会人教育機関において実施する。<br>カリキュラムは、ASEAN 域内で共通の技能カリキュラムとして開発することが望ましい。場合によっては日本が主導して（少なくとも ASEAN 域内で有効な）国際資格化することも考える。 |
| 時期等    | 4IR への対応がある程度普及した頃に開始。                                                                                                                                                                                |
| 遠隔実施   | 遠隔で実施が可能（オンライン会議等）。                                                                                                                                                                                   |

【C29】日ASEAN巡回先端技術サマーキャンプ

|        |                                                                                                                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 切り口    | 教育機関 生産性・国際競争力の強化 ASEAN SEED-Net 地域内連携の促進                                                                                                                                                                |
| 対象国    | ASEAN+ 日本                                                                                                                                                                                                |
| 協力形式   | 外国青年招へいプログラム+日本青年派遣プログラム                                                                                                                                                                                 |
| 協力の必要性 | 4IR に必要となる IoT や AI 等の最先端技術は、年齢の若い学生の方が修得が早い。また最先端技術の研究でも、国によって学生の志向や研究の仕方が異なることから、複数の国籍の学生と研究内容について意見交換・交流することは、研究における新しいアイデアの創出やイノベーションに良い影響を与えられと考える。                                                 |
| 協力内容   | SEED-Net による交流経験がある大学を中心として、ASEAN+日本で毎年持ち回りで一つの国の大学に他国の大学の教授と学生代表が集まり、合宿形式で各国の最先端技術に関する研究内容の発表を行うと共に、毎回設定される共通のテーマについてワークショップ等を開催し、その成果を最終日に発表する。参加する規模は、毎年各国1大学（教授1名+学生1～2名）程度とし、日ASEAN全体で多くても数十名程度にする。 |
| 時期等    | 参加各大学の合意が取れ次第開始。1回1週間程度。最低でも参加各国が最低1回はホスト国となる年数続ける必要がある。                                                                                                                                                 |
| 遠隔実施   | ワークショップは対面での実施が望ましい。                                                                                                                                                                                     |

### 7.3.6 調査対象国別の協力案

ここでは、特定の調査対象国の政府・産業界・教育機関の現地事情に即した協力案について述べる。

#### (1) インドネシア

表-50 新技術適用による製造業SCMソリューションハッカソン

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力分野          | ものづくりのスマート化促進（生産性向上・国際競争力強化）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 実施期間          | 5+1 日間                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 対象者           | インドネシアの日系自動車産業のサプライチェーンを構成する現地・日系中小企業の生産管理担当者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 協力機関          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ インドネシアに進出した日系自動車メーカー</li> <li>・ Indonesian Automotive Parts &amp; Components Industries Association (GIAMM)</li> <li>・ The Center for Indonesian Digital Industry 4.0 (PIDI 4.0)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 実施場所          | 協力日系自動車会社セミナールーム、現地工学系職業訓練校の実習室、PIDI 4.0 の研修施設など                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 外部リソースの活用     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 協力会社技術者（講師兼ファシリテータ）</li> <li>・ 現地／日系 IoT ソリューションプロバイダ（実習用機材の提供）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 参加日系企業の課題・ニーズ | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地サプライヤーの主な問題は「未納」と「不良」</li> <li>・ サプライヤー間のリアルタイムな情報共有が難しく、対応が事後になりやすい。</li> <li>・ 長時間ラインが止まることを防ぐための設備保全や人的ミスの「予防」が必要</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 目指す成果         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ サプライヤー間で IoT による生産状況の（簡単な）情報共有を行う</li> <li>・ サプライヤーの生産進捗（出来高）や生産ラインの稼働状態をリアルタイムに共有する</li> <li>・ 複数企業から自動的に取得したデータの蓄積と解析による共有 SCM システムを実証する</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 活動内容・プロセス     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. サプライチェーンにおける現状の課題や問題点を事前アンケート等で参加者から集める。課題は協力会社の自動車メーカーからも収集する。</li> <li>2. 集まった課題を全員で整理する。切り口は、原因（場所、行動、企業内外）、属性（属人か機械か）など多方面から検討し、カイゼンで用いる特性要因図なども活用する。</li> <li>3. 新技術の適用で解決できそうなアイデアを参加者同士で出し合い、その内容によって自主的にチームを作らせる。</li> <li>4. 実際に IoT で課題を解決するシステムのプロトタイプを開発する。可能であれば日系 IoT ソリューションプロバイダからの技術支援も活用する。</li> <li>5. 各チームが発表を行い、評価や改善のためのコメントを与え合う。この発表は関連政府機関、業界団体、メディア等を招待して行う。</li> <li>6. ハッカソン終了後は、各チームが成果物を持ち帰って現場で実証実験を行う。</li> <li>7. 3～6 か月後をめどに再集合し、実証実験の成果と教訓を発表・共有する。</li> </ol> |

|                           |                                                                                                                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スケジュール                    | 1日目： 事前に収集した課題の整理と議論<br>2日目： 課題を解決するためのアイデア出しとチーム分け<br>3～4日目：課題を解決するIoTシステムのプロトタイプ開発<br>5日目： 各チームによる成果発表と評価<br>6日目（3～6か月後）：実証実験の成果と教訓の発表・共有（フォローアップ） |
| 費用負担                      | ・ ハッカソン実施の内容や目的、成果のメディア広報に必要な費用                                                                                                                      |
| モニタリング<br>・ 評価方法          | ・ サプライチェーンの課題や問題点に関するアンケート（事前）<br>・ ハッカソンの実施方法や内容に関する評価アンケート（終了直後）<br>・ ハッカソン成果発表時の招待者への評価アンケート<br>・ フォローアップ時に実証実験の費用対効果を評価する                        |
| 公共性担保                     | ・ ハッカソンで議論された内容やアイデア、成果は相手国政府を通じて公表する。                                                                                                               |
| その後の JICA<br>支援としての<br>展開 | ・ 自動車業界に限らず、部品製造サプライチェーンを持つ業界（電気電子製品など）に広げる。<br>・ 同様のハッカソンイベントを相手国政府主導で開催できるように技術的助言を行うアドバイザー等の派遣を行う。                                                |

本プログラムの概要を図-43に示す。

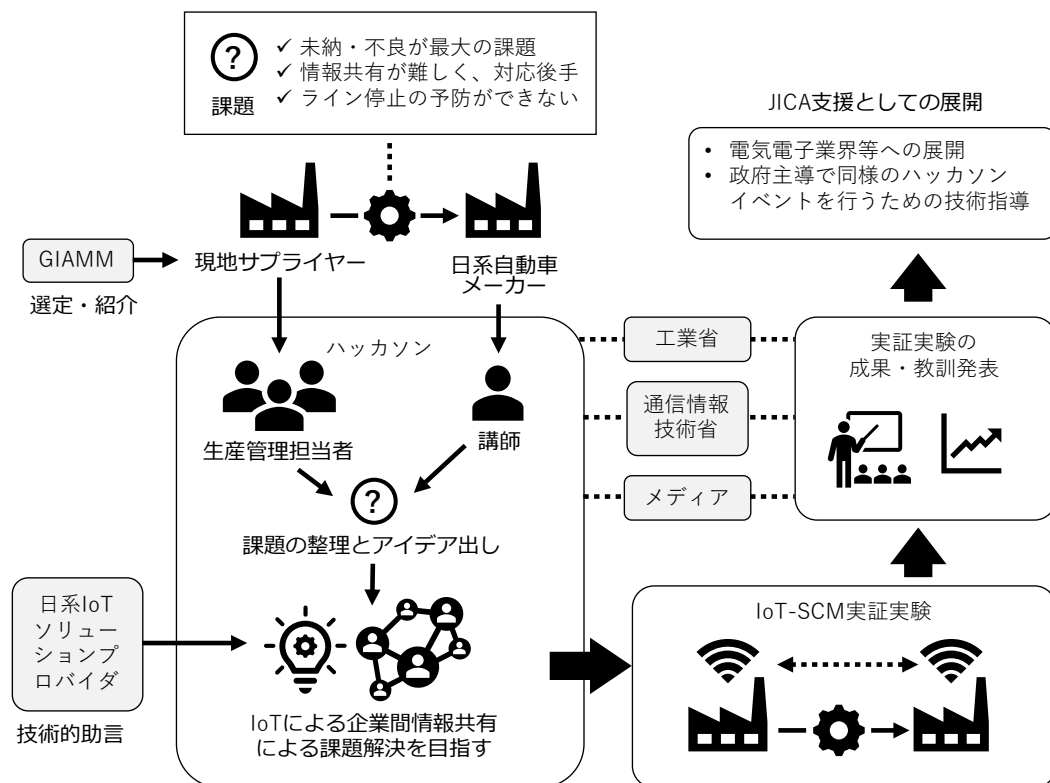


図-43 新技術適用による製造業SCMソリューションハッカソンの概念図

表-51 オープンイノベーションによる製造業と異業種のマッチングイベント

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力分野                  | 政策支援・体制構築（現地企業と日系企業のリンケージ強化、投資促進）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 実施期間                  | 4日間（2019年12月4日～7日）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 対象者                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地日系製造業（対象産業のみ）特に周辺・裾野産業</li> <li>・ 現地新技術系ベンチャー・スタートアップ企業</li> <li>・ 現地 ICT 系ソリューションプロバイダ</li> <li>・ 現地投資関連企業（銀行、ベンチャーキャピタル等）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 協力機関                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ インドネシア工業省「Making Indonesia 4.0」担当部署</li> <li>・ インドネシア通信情報技術省「Making Indonesia 4.0」担当部署</li> <li>・ JETRO</li> <li>・ Indonesian Automotive Parts &amp; Components Industries Association (GIAMM)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |
| 実施場所                  | ジャカルタ第31回「Manufacturing Indonesia」エキスポ会場内                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 外部リソースの活用             | ・ 日系製造業の新技術適用担当者等（発表内容等の作成支援）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 参加日系企業の課題・ニーズ         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新技術を適用した生産高度化のアイデアを探したい</li> <li>・ パートナーとなれる現地企業を探したい</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 目指す成果                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日系製造業が新技術適用に関するインドネシア国内の提携先を発掘できる</li> <li>・ 現地の新技術系ベンチャーやソリューションプロバイダが日系製造業のニーズを知る機会となる。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 活動内容・プロセス             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. インドネシア最大の製造業系 EXPO である「Manufacturing Indonesia」に、JICA としてブースを出すと共に、発表枠を確保する。</li> <li>2. ブースを出すことと発表枠について上記対象現地企業・政府に事前にアナウンスし、招待する。</li> <li>3. 発表では、まず他の先進国と比較した日系製造業の強みを強調し、それを生かした新技術の導入に関する日本における事例を紹介した上で、現地日系製造業への調査で収集した具体的な課題・ニーズを整理して紹介し、そのソリューションを求めていることをアナウンスする。そして招待に応じて集まった関連企業や、その場に偶然居合わせた異業種の参加者等から、自由な意見を出してもらう時間を取る。</li> <li>4. ブースでは、発表内容と同じ資料を配り、新技術の導入に関する日系製造業と現地ソリューションプロバイダ、ベンチャー企業、投資企業などとのマッチングを支援する。</li> </ol> |
| スケジュール                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現地調査時に、日系製造業の新技術導入に関するニーズや要望を吸い上げておき、その中から EXPO でソリューションのアイデアを公募することに同意する企業をリストアップする。</li> <li>・ EXPO の発表時には、同意した企業の具体的なニーズを資料として公表する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 費用負担                  | EXPO 参加費用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| モニタリング・評価方法           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ブースに来て具体的な相談を行った企業のリスト</li> <li>・ 実際にマッチングを行った企業に対しては、3 か月後をめどにその後の進展を聞き取り調査する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 公共性担保                 | ・ イベントの準備・進行に関して特定の企業に偏向しないように留意する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| その後の JICA 支援としての展開・出口 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 毎年イベントとして定例化</li> <li>・ 他の ASAEAN 各国への展開</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

(2) マレーシア

表-52 第三国研修「マレーシアにおけるIndustry 4.0の取り組み、理論と実践」

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力分野                | 政策支援・体制構築                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 実施対象国               | マレーシアにて実施、他4カ国からも参加                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 実施期間                | 1週間程度（2020年1月頃）                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 対象者                 | ・ 調査対象5カ国の4IR.0推進の実施機関と業界団体から各1名ずつ（各国2名）                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 協力機関                | ・ マレーシア日本国際工科院（MJIT）、UTM<br>・ 日マレーシア連携プラットフォーム（日本大使館、JETRO、日本人商工会議所、MITI、SIRIM、MIDA）<br>・ MJITと連携している本邦大学（27大学からなるコンソーシアム）<br>・ German Malaysian Institute（GMI）                                                                                                                                                      |
| 実施場所                | MJIT, GMI, 日系企業工場                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 外部リソースの活用           | ・ MJIT、MJITと連携している本邦大学コンソーシアム、GMI<br>・ 日マレーシア連携プラットフォームの日系企業                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 参加日系企業の課題・ニーズ       | ・ 日本企業のソリューションを対象5カ国（アセアン）の現地企業へ向け展開したい<br>・ 対象5カ国（アセアン）の現地企業のスマート化への意識向上を図りたい                                                                                                                                                                                                                                       |
| 目指す成果               | ・ 対象4カ国の参加者がマレーシア政府の4IR.0促進への取組を学び、自国での4IR.0促進案（アクションプラン）を作成する。<br>・ 対象者がMJITの提供する4IR.0関連講習、GMIでの講習を通じて、日本式4IR.0の理解を深める。<br>・ 日本式工学教育の普及を進めるMJITと連携し、日本型Industry4.0の理念を対象5カ国からの参加者へ伝える                                                                                                                               |
| 活動内容・プロセス           | 1. 現地調査の結果に基づき参加対象機関を選定する<br>2. 併せて現地協力機関への協力依頼とカリキュラム作成、役割分担を行う<br>3. 実施準備（教材作成、ロジ調整）<br>4. 実施                                                                                                                                                                                                                      |
| スケジュール              | 1日目：マレーシア政府や関連機関の取り組み（各種補助金制度、Readiness Assessment 成果報告、SIRのアセスメント、産学連携、等）<br>2日目：カイゼンやIoTの導入等のレクチャー（MJITとその母体のUniversity of Technology Malaysia（UTM）に4IR.0のコースあり）<br>3日目：GMIにて講習（ドイツ流4IR.0、MJITにはない設備を使つての講習等）<br>4日目：実際の企業訪問と視察（パナソニックなどに協力を依頼）<br>5日目：アクションプランの作成（実施機関と業界団体のペアで、自国のSMEへの啓発活動案や助成金等のインセンティブ導入案を作成） |
| 費用負担                | MJIT 利用料、参加者の渡航費、日当、宿泊、UTM、GMIへの講師謝金                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| モニタリング・評価方法         | ・ 参加者へのアンケート<br>・ アクションプラン進捗を本邦招へい時に確認                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 公共性担保               | ・ 日本企業の参加は、個別企業ではなく、日マレーシア連携プラットフォームからの協力という形をとることで、公共性を担保する。                                                                                                                                                                                                                                                        |
| その後のJICA支援としての展開・出口 | ・ 課題別研修と連携したアセアン広域案件としての第三国研修<br>・ MJITを拠点に日本型工学教育+日本型Industry4.0の普及を目指す広域技プロ                                                                                                                                                                                                                                        |

本プログラムの概要を次ページの図に示す。



課題

- ✓ Industry 4.0促進のための具体的な取り組みが出来てない（特に、ミャンマー、ベトナム、インドネシア）
- ✓ 先進国の取組事例は、環境が異なり過ぎているため参考になりづらい



解決

- ✓ マレーシアの取り組みならば参考にしやすい
- ✓ マレーシアを参考に自国の取組を考える

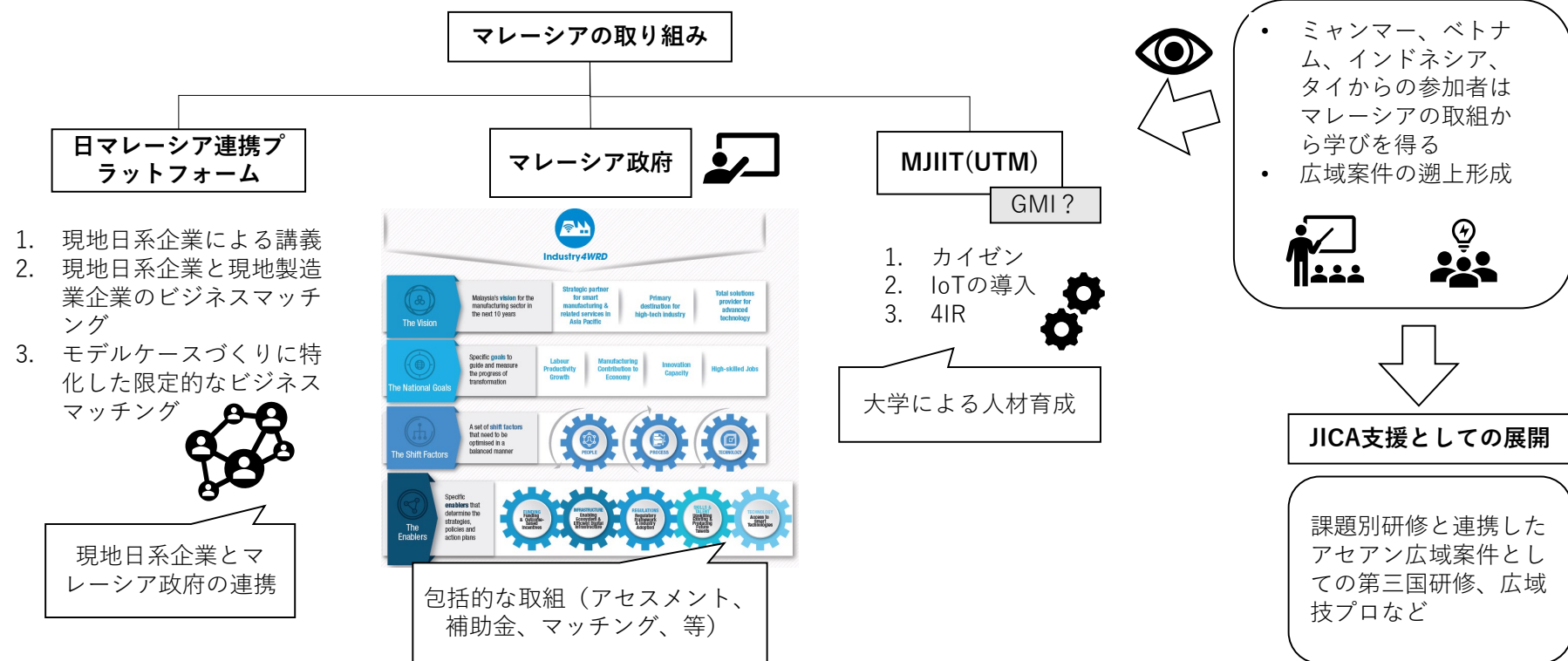


図-44 第三国研修「マレーシアにおけるIndustry 4.0の取り組み、理論と実践」の概念図

(3) タイ

表-53 東部経済回廊（EEC）開発計画に準拠した民間IoT推進体制の構築

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 協力分野                  | 政策支援・体制構築                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 実施対象国                 | タイ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 実施期間                  | 5 か月程度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 対象者                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東部経済回廊に位置する現地日系製造業</li> <li>・ 東部経済回廊に位置する IoT 関連企業（現地・日系）</li> <li>・ EEC 事務局</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 協力機関                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ EEC 事務局</li> <li>・ タイ工業省「Thailand 4.0」担当部署</li> <li>・ 日本人商工会議所</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 実施場所                  | タイ東部工業地帯内の工業団地会議室等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 外部リソースの活用             | 会合の準備等は参加企業が自主的に行う                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 参加日系企業の課題・ニーズ         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存の製造設備が老朽化しつつある中、どのように IoT を導入すべきかアイデアが欲しい。</li> <li>・ タイにおける労働市場の先行きに対応した IoT 等による製造自動化推進を図りたい。</li> <li>・ 今後発展するスマート物流も含めた IoT の導入と活用に関する情報共有ネットワークが欲しい。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 目指す成果                 | ・ EEC 事務局公認の EEC 内 IoT 推進体制（協会）の設立                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 活動内容・プロセス             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 現地調査の際に EEC 域内の日系製造業に上記ニーズについて詳細な調査を行う。</li> <li>2. 併せて現地における IoT 関連のプロバイダ等のリストも作成する。</li> <li>3. タイ工業省、EEC 事務局を訪問して上記ニーズについて説明すると共に、日本ならではの製造業高度化に関する理解と民間 IoT 推進協会設立に関する同意を得る。</li> <li>4. 対象となる企業を集めて設立と活動内容に関する協議を行う。単なる業界団体ではなく、実際に IoT、AI 等の ICT 系新技術を活用した情報共有の仕組み（会員企業に関連する情報を自動的に抽出して送信できるデータベースや、技術情報のオンライン共有など）や、新技術関連の人材育成活動、IoT 導入に関するハッカソン開催などを主要な活動項目として明記する。JICA の今後の協力方針との整合性も図り、今後の JICA 案件における現地協力組織としても機能するようにする。</li> <li>5. 工業省や EEC 事務局担当者も招待して団体設立をメディアにもアナウンスする。</li> </ol> |
| スケジュール                | <p>約 1 か月間 : EEC 域内のニーズ、IoT 関連プロバイダ等の調査実施。</p> <p>約 3 か月間 : 工業省・EEC 事務局の同意を得る。併せて参加を希望する企業による設立準備会合を実施。</p> <p>約 6 か月間 : 団体設立。同時に具体的な活動を開始する。</p> <p>活動開始 6 か月後 : 活動の進捗評価を実施</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 費用負担                  | 設立集会開催費用分担                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| モニタリング・評価方法           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設立時に JICA および JDS、アビームがオブザーバとして参加</li> <li>・ 毎月の活動報告の配信を受けると共に、オンラインによる情報共有に参加。</li> <li>・ 必要に応じて活動内容に関する協議をオンラインで実施</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 公共性担保                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 具体的な活動は参加企業の自主性に任せ、JICA は体制や仕組みづくりの支援に徹する</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| その後の JICA 支援としての展開・出口 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以後の 4IR 関連の JICA 案件における現地支援組織としての機能を強化する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

(4) タイ・マレーシア共通（比較的高度化への取り組みが進んでいる国）

図-26に示したとおり、第一現地調査で実施した現地政府機関及び民間製造業企業へインタビュー結果を踏まえると、現地の中小企業が4IRに対する抱いている考えは概ね3点に集約でき、4IRへの移行について懐疑的または無関心であると言える。

大きな変革を実行・定着化させる際に、当事者はいくつかの壁を超える必要があると言われている。この考え方は、ITシステム業界では広く認知されている『チェンジマネジメント』<sup>229</sup>と呼ばれているもので、単にシステムを導入するだけではなく、関係当事者の意識を変えていく取り組みが同時になされることで変革を成功へと導いている。このチェンジマネジメントの考え方を4IR導入に当てはめると、表-54のようになる。

表-54 4IR導入に係るチェンジマネジメント

| ステージ | 名称  | 概要                                                |
|------|-----|---------------------------------------------------|
| 1    | 認識  | 4IRの目的・必要性を認識する<br>(必要性の認識、投資対効果の確認)              |
| 2    | 理解  | 4IR導入後の自己の姿を理解し、明確な目標を得る<br>(生産性向上により増産達成、雇用確保など) |
| 3    | 学習  | デジタルツールの使い方やデータ分析方法の習得                            |
| 4    | 定着化 | 継続実施により定着化を図る                                     |

デジタルツールに意識を取られ過ぎると、ステージ3の学習のみに着目してしまい、それ以前のステップを経ずにステップ3から始めてしまうことが起こりがちである。この場合、目標達成に対するコミットメントが弱く、少しの失敗でプロジェクトがとん挫してしまうという可能性が極めて高くなる。

調査結果からもわかるように、両国ともアセスメントや資金補助やSIer・コンサルタントとのマッチングなど各種メニューが揃えられているが、多くの中小企業はまだステージ1を超えられていない状態であると言える。これは、チェンジマネジメントを意識した制度設計になっておらず、個別にメニューが用意されている、いわゆる個別最適の状態に陥っているためと推察される。(図-45)



図-45 チェンジマネジメントフレームワーク上に整理した両国の取組みとその問題点

係る問題を解決するものとして、中小企業が4IRの必要性を認識し、自走のために必要な各種支援をチェンジマネジメントのステージに沿って提供するワンストップ型の組織の存在が有効であると考えられる。デジタル技術など、常に情報の最新化が必要な領域については、自組織で内包せず外部リソースを活用することで陳腐化を防止しつつ、外部リソースの評価を含めた管理の仕組みを組織内に標準化することで、組織としての品質担保を行う。

<sup>229</sup> EAM 研究会『図解入門ビジネス 最新 EAM の基本と仕組みがよ〜くわかる本』2009 年

これら具備すべき機能に対し、7.3節で示したプログラム案を組み合わせることで、当該ワンストップ型サービス機能の拡充について支援可能であると考え。（図-46）

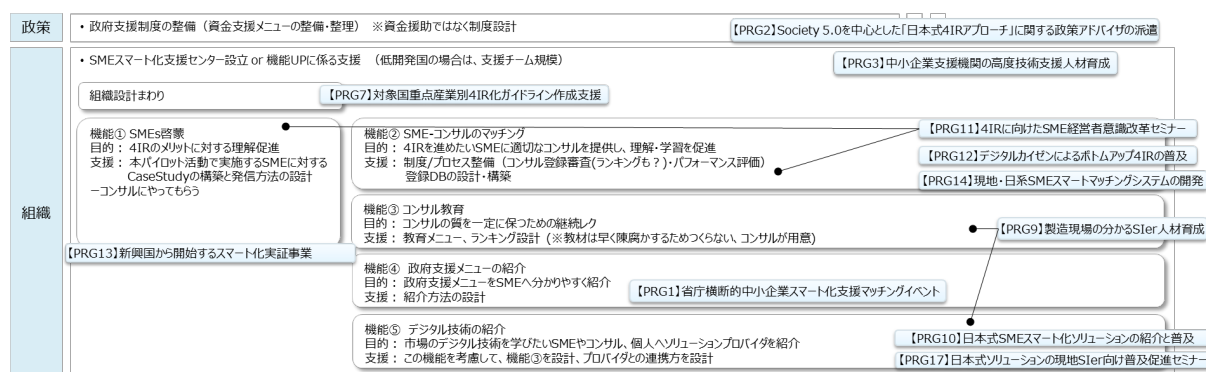


図-46 支援メニュー案

両国の4IRの狙いは、テクノロジーを活用した生産性向上であることから、従来のカイゼン指導において、適所にデジタル技術を取り込むことで、比較的迅速に生産性を上げるといった取組みに対する支援が想定される。

この場合、支援対象機関としては、それぞれの国で中小企業の生産性向上を支援している政府機関が考え得る。タイでは、生産性研究所（FTPI：Thailand Productivity Institute）、マレーシアでは、生産性公社（MPC：Malaysia Productivity Corporation）である。両者ともに、JICAが『カイゼンハンドブック』（2018年6月）において、当該国の主なカイゼン普及機関として認識しており、その既存アセットを生かした機能拡充という支援方法とすることで、高い効率性・持続性が得られることが想定される。とくに、マレーシアはカイゼン第3国研修の受入れ機関であり、プロジェクト実施後に第3国へDigital×Kaizenの考えを広めるといった波及効果も期待できる。また、タイでは、多くの日本企業がデジタル技術に係る研修・展示の設備を設置しているため、民間企業との連携によるハンズオン型の新しい第3国研修のあり方を模索できる可能性がある。とくに、本報告書3章に記したデンソーのLASIはタイ政府からも高い評価を得ており、第3国にも体験してもらう価値があると思われる。

表-55 タイとマレーシアにおける4IRカイゼン推進機関

|          | タイ                                                                                        | マレーシア                                                                                   |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 対象政策（狙い） | ・ Thailand 4.0 / SME 4.0<br>（テックを活用した生産性向上）                                               | ・ Industry4WRD<br>（テックを活用した生産性向上）                                                       |
| 対象機関     | ・ Thailand Productivity Institute (FTPI)<br>生産性研究所<br>・ 90年代に運営体制強化案件を実施<br>（Kaizen 普及機関） | ・ Malaysia Productivity Corporation (MPC)<br>生産性公社<br>・ カイゼン第3国研修受入れ機関<br>（Kaizen 普及機関） |

以上

全世界

最新テクノロジーを活用した製造業  
高度化に係る情報収集・確認調査

タイ政府による製造業SMEs向けデジタル／  
イノベーション関連の補助金制度一覧

2022 年 1 月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社日本開発サービス（JDS）  
アビームコンサルティング株式会社

## 1. 本レポートの背景と目的

タイでは、複数の政府機関が、製造業中小企業（以下SME）の高度化・デジタル化を支援するための助成金制度を設けている。本JICA案件で実施したパイロット事業のうち、タイで実施した実証実験（以下PoC）では、第一次現地調査で収集したこれら制度の情報を参考に、現地SMEにも実践可能な金額規模のプロジェクトとなるよう設計した。本レポートは、これらの情報を改めて確認、整理することで、現地SMEが活用可能な支援制度をまとめるとともに、タイでのPoCの金額規模が妥当であったことを示すものである。

## 2. 調査対象

当調査では、本JICA案件におけるヒアリング対象であったDepartment of Industrial Promotion (DIP)、Digital Economy Promotion Agency (DEPA)、National Innovation Agency (NIA)、National Science and Technology Development Agency (NSTDA) の助成金制度について整理した。加えて、これら機関が所属する各省の助成金制度を確認したところ、Office of the national Digital Economy and Society Commission (ONDE) にも関連制度が存在することが判明した。下表に調査対象機関の名称と役割を記載する。

表-1 本調査対象政府機関の名称及び役割

| 省名                                                                     | 組織名                                                                  | 役割                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Ministry of Industry (MoI)                                             | Department of Industrial Promotion (DIP)                             | タイ国内の各種産業の支援、管理、保護、規制、調査等を通じて、国内産業を振興する                                   |
| Ministry of Digital Economy and Society (MDES)                         | Digital Economy Promotion Agency (DEPA)                              | デジタル産業の開発やイノベーションの支援・促進、経済・社会・文化の発展に資するデジタルテクノロジーの適用を通じて、デジタル経済社会の発展を推進する |
|                                                                        | Office of the national Digital Economy and Society Commission (ONDE) | デジタル経済社会に関する国家政策の立案支援等を通じて、社会・経済の発展を推進し、国民の生活水準向上や、グローバル社会における競争力の強化に貢献する |
| Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (MHESI) | National Science and Technology Development Agency (NSTDA)           | 科学技術の発展やイノベーション推進により産業界のニーズに応え、世界における国の競争力を高めることで、国家の経済社会的発展に貢献する         |
|                                                                        | National Innovation Agency (NIA)                                     | 国家イノベーションシステムの構築・強化を推進し、国民の生活の質改善及び競争が激化するグローバル社会での競争力強化に貢献する             |

## 3. 調査結果

下表2～4に、MoI、MDES、MHESIが提供する、SMEの高度化・デジタル化支援に関する助成金制度の概要を整理する。

表-2 Ministry of Industry (MoI) による補助金制度

| 名称                                       | 概要                                           | 種別 | 金額                                                                                                                                                                                   | 申込要件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 支援対象範囲                                                                                                                                                            | 実施時期                                      | 備考 |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|
| Department of Industrial Promotion (DIP) |                                              |    |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                   |                                           |    |
| Loans to revitalize SMEs <sup>1</sup>    | 投資資金や運転資金の確保、事業運営の流動性改善、現行事業の再建、及び新規事業の開始を支援 | 貸付 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 企業につき最大 300 万バーツ</li> <li>- 金利は年率 2%、貸付期間は最長 7 年まで<sup>2</sup></li> <li>- SME Development Fund (SDF)の未払い債務との合計が当初与信限度額を超過しないこと</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SDF による貸付債務がある SME の場合、長期貸付枠が残っていること</li> <li>2. SDF による過去の貸付債務が不良債権にならず適切に返済されていること、また基金と係争中でないこと</li> <li>3. 基金の指定する他の助成金による貸付を受けていないこと</li> </ol>                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 資金の使途は問わない</li> <li>- SDF の貸付対象 SME であること</li> </ul>                                                                     | 2022/5/31 まで申請可能。但し、貸付総額が 5 億バーツに達した時点で終了 |    |
|                                          |                                              |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 企業につき最低 10 万バーツ、最大 200 万バーツ</li> <li>- 金利は年率 2%、貸付期間は最長 7 年まで</li> </ul>                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業</li> <li>2. 従業員 200 人以下、または土地を除いた所有固定資産価値が 2 億バーツ以下の、製品またはサービスを開発する企業であること</li> <li>3. 従業員 50 人以下、または土地を除いた所有固定資産価値が 1 億バーツ以下の、小売また卸売業の企業であること</li> <li>4. 右欄に列挙した業界で活動する企業であること</li> <li>5. 申請時点で、不良債権の発生や係争中案件がないこと</li> <li>6. 申請時点で金融機関への未払債務がなく、適切に返済されていること、</li> <li>7. 基金の指定する他の助成金による貸付を受けていないこと</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 資金の使途は問わない</li> <li>- 必要性及び返済能力を考慮して認定</li> <li>- 観光、農産業、食品加工、アパレル、自動車及び部品、電気電子、プラスチック、建築、物流の各産業、その他工業省が認めた業種</li> </ul> | 2022/5/31 まで申請可能。但し、貸付総額が 5 億バーツに達した時点で終了 |    |

<sup>1</sup> <https://thaismefund.com/loan/package500turn/>  
<https://thaismefund.com/loan/package500/>  
<https://thaismefund.com/loan/package1000/>  
<https://www.prachachat.net/economy/news-775535>

<sup>2</sup> 銀行などによる一般的な貸付は、最低年率 5%から、貸付期間 5 年までのものが多い

|                         |                                                                                                                                                    |           |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                           |                                            |                              |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|
|                         |                                                                                                                                                    |           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 企業につき最大 1,500 万バーツ</li> <li>- 金利は年率 2%、貸付期間は最長 10 年まで</li> </ul>                | <ol style="list-style-type: none"> <li>株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業</li> <li>従業員 200 人以下、または土地を除いた所有固定資産価値が 2 億バーツ以下の、製品またはサービスを開発する企業であること</li> <li>従業員 50 人以下、または土地を除いた所有固定資産価値が 1 億バーツ以下の、小売また卸売業の企業であること</li> <li>右欄に列挙した業界で活動する企業であること</li> <li>申請時点で、不良債権の発生や係争中案件がないこと</li> <li>申請時点で金融機関への未払債務がなく、適切に返済されていること、</li> <li>基金の指定する他の助成金による貸付を受けていないこと</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 資金の使途は問わない</li> <li>- 必要性及び返済能力を考慮して認定</li> <li>- バイオテクノロジーを活用する農産業及び食品加工、ソーラーやバイオマスなど再生可能エネルギー、医療機器、医療サービス及び医薬、ロボットや FA 機器を活用する製造業、電気自動車及びその周辺部品の各業種</li> </ul> | 2022/5/31 まで申請可能。但し、貸付総額が 10 億バーツに達した時点で終了 |                              |
|                         | 全国の SME に対し、生産性向上のための資金へのアクセスを可能にするとともに、システムインテグレーターや Center of Robotic Excellence in Thailand (CoRE) の専門家の支援による生産プロセスの監視・分析や適切なテクノロジーに関するアドバイスを提供 | 貸付<br>税優遇 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 最大 1,500 万バーツ</li> <li>- 金利は年率 1%（貸付期間は現在のところ未発表）</li> <li>- 3 年間の税金免除</li> </ul> | 工業省の各県出先機関による選考（選考基準は現在のところ未発表）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IT、自動化、ロボティクス、及びイノベーションに関わる SME                                                                                                                                                                           | 未発表                                        | 2021 年 10 月に計画が発表されたが、詳細は未発表 |
| DIPROM Pay <sup>3</sup> | COVID-19 による影響を受けた起業家に対する再建支援                                                                                                                      | 貸付        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 プロジェクトにつき最大 500 万バーツ</li> <li>- 金利は年率 3%から始まるステップアップ金利（貸付期間は最長 3 年）</li> </ul>  | 2021~2022 会計年度中に DIP に登録した SME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 資金の使途は問わない</li> <li>- 必要性及び返済能力を考慮して認定</li> <li>- 3 年以内の返済</li> </ul>                                                                                            | 2022/4/30 まで                               |                              |

<sup>3</sup> <https://www.bangkokbiznews.com/business/978758>

表-3 Ministry of Digital Economy and Society (MDES) による補助金制度

| 名称                                             | 概要                                                           | 種別 | 支援額上限                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 申込要件                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 支援対象範囲                                                                         | 実施時期          | 備考 |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|----|
| <b>Digital Economy Promotion Agency (DEPA)</b> |                                                              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                |               |    |
| Digital Manpower Fund <sup>4</sup>             | 産業及びデジタルイノベーションの能力を備えた人材の育成及びサポートを、基本的な利用レベルから専門家レベルまで支援     | 贈与 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- スキルレベルに応じて、1人あたり最大 10 万パーツ、1社につき 5 人まで</li> <li>- スキルレベルは以下 4 段階に分類</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. デジタルリテラシー：最大 5 千パーツ／人</li> <li>2. デジタルプロフェッショナル：最大 1 万パーツ／人</li> <li>3. デジタルスペシャリスト：最大 1 万 5 千パーツ／人</li> <li>4. 高需要スキル：最大 10 万パーツ／人</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 政府機関、民間企業、学生、企業の従業員、または失業者</li> <li>2. 株式の 51%以上をタイの株主が保有するタイ企業（当てはまらない場合は個別に検討）</li> <li>3. 同カテゴリーの支援を他の機関から受けていないこと</li> <li>4. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>5. 民間企業の場合、明確なプロジェクト目標、体制、及び計画があること</li> <li>6. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと</li> </ol> | テクノロジー関連の能力開発、人材育成（デジタルイノベーション能力に関する認定資格、トレーニングコース、ウェビナーなどへの支払いを含む）            | 2017 年から継続実施中 |    |
| Digital Manpower for Executive <sup>5</sup>    | 産業及びデジタルイノベーションの能力を備えた経営幹部人材の育成及びサポートを、基本的な利用レベルから専門家レベルまで支援 | 贈与 | 1 人あたり最大 30 万パーツ、1 社につき 3 人まで                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 政府機関、民間企業、学生、企業の従業員、または失業者</li> <li>2. 株式の 51%以上をタイの株主が保有するタイ企業（当てはまらない場合は個別に検討）</li> <li>3. 同カテゴリーの支援を他の機関から受けていないこと</li> <li>4. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>5. 民間企業の場合、明確なプロジェクト目標、体制、及び計画があること</li> <li>6. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと</li> </ol> | 経営幹部レベルに対するテクノロジー関連の能力開発・人材育成（デジタルイノベーション能力に関する認定資格、トレーニングコース、ウェビナーなどへの支払いを含む） | 2017 年から継続実施中 |    |

<sup>4</sup> <https://www.depa.or.th/th/digital-manpower>

<sup>5</sup> <https://www.depa.or.th/th/digital-manpower>

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |  |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|
| Digital Transformation Fund <sup>6</sup> | <p>テクノロジーとデジタルイノベーションの適用に焦点を当てた産業開発及びデジタルトランスフォーメーションの指針に関する研究を支援</p> <p>デジタルトランスフォーメーションには以下が含まれる</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人工知能</li> <li>2. 機械学習</li> <li>3. インテリジェントアプリケーション</li> <li>4. IoT</li> <li>5. VR</li> <li>6. デジタルツイン</li> <li>7. ブロックチェーン</li> <li>8. 会話型システム</li> <li>9. デジタルプラットフォーム</li> <li>10. メッシュアプリケーションとサービスアーキテクチャ (MASA)</li> <li>11. アダプティブセキュリティ</li> </ol> | 贈与 | 最大 100 万バーツ、プロジェクト費用の 60%まで | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 左記 11 のテクノロジーカテゴリ内の製品またはサービスを提供する政府機関または民間企業</li> <li>2. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>3. 株式の 51%以上をタイの株主が保有するタイ企業（当てはまらない場合は個別に検討）</li> <li>4. 同カテゴリの支援を他の機関から受けていないこと</li> <li>5. 民間企業の場合、明確なプロジェクト目標、体制、及び計画があること</li> <li>6. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 特許：最大 10 万バーツ</li> <li>- 著作権：最大 10 万バーツ</li> <li>- ISO / IEC29110：最大 7 万バーツ（70%の割合）</li> <li>- デジタルテクノロジーやイノベーションの適用に関連または必要な機器や設備にかかる費用（費用の 50%まで）</li> <li>- デジタルテクノロジーやイノベーション関連のライセンス料</li> <li>- ソフトウェアやコンピュータプログラムを使用するための利用料、テスト分析費用などその他の経費</li> </ul> | 2018 年から継続実施中 |  |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|

<sup>6</sup> <https://www.depa.or.th/th/transformation>

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |  |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--|
| Digital Transformation Fund for Community <sup>7</sup> | <p>テクノロジーとデジタルイノベーションの適用に焦点を当てた産業開発及びデジタルトランスフォーメーションの指針に関する研究をコミュニティレベルで支援</p> <p>デジタルトランスフォーメーションには以下が含まれる</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人工知能</li> <li>2. 機械学習</li> <li>3. インテリジェントアプリケーション</li> <li>4. IoT</li> <li>5. VR</li> <li>6. デジタルツイン</li> <li>7. ブロックチェーン</li> <li>8. 会話型システム</li> <li>9. デジタルプラットフォーム</li> <li>10. メッシュアプリケーションとサービスアーキテクチャ (MASA)</li> <li>11. アダプティブセキュリティ</li> </ol> | 贈与 | <p>フェーズを以下2つに分割</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. コンセプト計画：1つの計画につき最大5万パーツ</li> <li>2. デジタルトランスフォーメーション：1プロジェクトにつき最大50万パーツ</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 政府機関、民間企業、コミュニティ組織、特定の法律または法令に基づいて設立されたコミュニティレベルの法人</li> <li>2. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>3. 株式の51%以上をタイの株主が保有するタイ企業（当てはまらない場合は個別に検討）</li> <li>4. 同カテゴリーの支援を他の機関から受けていないこと</li> <li>5. 民間企業の場合、明確なプロジェクト目標、体制、及び計画があること</li> <li>6. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 特許：最大10万パーツ</li> <li>- 著作権：最大10万パーツ</li> <li>- ISO / IEC29110：最大7万パーツ（70%の割合）</li> <li>- デジタルテクノロジーやイノベーションの適用に関連または必要な機器や設備にかかる費用（費用の50%まで）</li> <li>- デジタルテクノロジーやイノベーション関連のライセンス料</li> <li>- ソフトウェアやコンピュータプログラムを使用するための利用料、テスト分析費用などその他の経費</li> </ul> | 2020年から継続実施中              |  |
| SME Digital Coupon <sup>8</sup>                        | <p>テクノロジーによって、SMEがより良い計画のもと、より低コストかつ効率的に事業を運営できるよう支援</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 贈与 | 最大1万パーツ                                                                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>2. SME であること（収益が、製造業で5億パーツ以下、サービス業及び貿易業で3億パーツ以下の企業）であること</li> </ol>                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ソフトウェア費</li> <li>- スマートデバイスなどのハードウェア費（50%まで）</li> <li>- 最低6か月分のソフトウェアライセンス料</li> </ul>                                                                                                                                                                  | 2021年度分は終了済だが、2022年も実施見込み |  |

<sup>7</sup> <https://www.depa.or.th/th/digitalservice/digital-transformation-fund-for-community/promotion-tools>

<sup>8</sup> <https://www.depa.or.th/th/smedigitalcoupon>

| Office of the national Digital Economy and Society Commission (ONDE) |                                                    |    |                                |                                                                                        |                                                   |               |  |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|--|
| Digital Economy and Society Development Fund <sup>9</sup>            | 経済や社会、公共サービスの発展に向けて、政府、民間組織、または一般市民によるデジタル開発を促進、支援 | 贈与 | 合計 25 億バーツ（各プロジェクトへの支援額は個別に承認） | 1. 政府機関、民間企業、及び一般のタイ国民<br>2. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと<br>3. 助成委員会に属していないこと | - デジタル人材<br>- デジタルヘルス<br>- デジタル農業<br>- デジタルテクノロジー | 2017 年から継続実施中 |  |

表-4 Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (MHESI) による補助金制度

| 名称                                                                         | 概要                                                                                                                         | 種別 | 支援額上限                      | 申込要件                                                                                                                     | 支援対象範囲                            | 実施時期                         | 備考                    |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| National Science and Technology Development Agency (NSTDA)                 |                                                                                                                            |    |                            |                                                                                                                          |                                   |                              |                       |
| iTAP (Industry Innovation and Technology Assistance Project) <sup>10</sup> | テクノロジーの導入やイノベーションに取り組む SME を以下 3 つの方策で支援<br>1. プロジェクト構想にかかるコンサルティングサービスの提供<br>2. プロジェクト運営に適した専門家の紹介<br>3. プロジェクト実施費用の金銭的支援 | 贈与 | 最大 40 万バーツ、プロジェクト費用の 50%まで | 1. 株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業<br>2. SME であること（収益が、製造業で 5 億バーツ以下、サービス業及び貿易業で 3 億バーツ以下の企業）<br>3. テクノロジーやイノベーションによるビジネス開拓を目指す企業 | - 製造業、サービス業、貿易業<br>- プロジェクトベースの活動 | 2021 年度分まで終了済だが、2022 年も実施見込み | 初回コンサルティングサービスの無料提供あり |

<sup>9</sup> <https://defund.onde.go.th/th/page/item/index/id/9>

<sup>10</sup> <https://itap.nstda.or.th/th/>

|                                  |                                                                       |    |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |                                       |  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Startup Voucher <sup>11</sup>    | 製造工程やサービス提供に科学技術やイノベーションを活用した製品やサービスを既に市場で販売しており、成長が見込めるスタートアップに対する支援 | 贈与 | 最大 80 万パーツ、プロジェクト費用の 75%までマーケティング資金を提供 | 1. タイの法律に基づき、2013/1/1～2017/12/31 に登録された法人で、株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業<br>2. 科学技術やイノベーションを活用して製造／提供される製品／サービスを、既に市場で販売していること<br>3. マーケティング活動計画、明確で現実的なコスト見積り、及び収入計画の提示（8 か月で 100 万パーツ以上の収入が見込めること）<br>4. プロジェクトの実施及び目標達成に必要な人材が揃っていること<br>5. 過去 2 年間、財政支援を受けていないこと | 科学技術やイノベーションを活用した製品やサービスの事業展開に関する各種活動（市場調査、国内外におけるマーケティング、技術及びビジネス専門家の雇用、技術開発、コンテンツ開発など） | 2020 年 5 月～12 月の 8 か月（終了済）            |  |
| National Innovation Agency (NIA) |                                                                       |    |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |                                       |  |
| Open Innovation <sup>12</sup>    | スケーラブルで付加価値が高い成長の見込める革新的な製品やサービスの開発を行う製造業及びサービス業の SME に対する財務支援        | 贈与 | 最大 150 万パーツ（プロジェクトの進捗に応じて 3 段階で分割提供）   | 1. 株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業<br>2. 収益が 5 億パーツ以下かつ従業員が 200 名以下の製造業企業<br>3. 収益が 3 億パーツ以下かつ従業員が 100 名以下のサービス業企業                                                                                                                                                     | 以下各費用の提供<br>- 材料費：50%まで<br>- 技術費：50%まで<br>- 運用費：100%<br>- 分析費：100%<br>- コンサルティング費：100%   | 実施中<br>（今年度の第 2 回公募期間は 2022/2/1～4/30） |  |

<sup>11</sup> [https://www.nstda.or.th/home/news\\_post/startup-voucher-2020/](https://www.nstda.or.th/home/news_post/startup-voucher-2020/)

<sup>12</sup> <https://open.nia.or.th/%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3>

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                   |                |  |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--|
| Youth Startup Fund <sup>13</sup>     | <p>若手起業家に対する以下支援</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 起業家を目指す学生への奨学金提供による起業リスク軽減により、イノベーション主導型起業家（Innovation Driven Entrepreneur: IDE）の育成や起業家向け大学を支援</li> <li>2. 資金を受け取った起業家のビジネス成功を促し、収入の創出や成長、経済的・社会的インパクト創出を推進</li> <li>3. 基金、政府機関、民間セクター間に協力関係を築き、若手起業家による資金へのアクセス機会の統合及び向上を促進</li> </ol> | 贈与 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- アイデアフェーズ：1プロジェクトにつき最大 10 万バーツ</li> <li>- PoC フェーズ：1プロジェクトにつき最大 150 万バーツ</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. タイ企業であること</li> <li>2. 30%以上の株式を所有する大学卒業 5 年以内の者がいること</li> </ol>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ビジネスプラン策定費用</li> <li>- 起業家育成のためのネットワークサービス費用</li> <li>- プロトタイプ開発コスト</li> <li>- テスト分析費用</li> <li>- 市場テスト費用</li> <li>- コンサルタントまたは専門家の賃金</li> </ul>                                                         | 2020 年より実施継続中  |  |
| NIA Zero Interest Loan <sup>14</sup> | <p>革新的製品の普及を目的とした支援。特に、信用保証、共同投資、財政支援を提供することによる、SME の設立や発展の支援・促進</p>                                                                                                                                                                                                                                   | 貸付 | 500 万バーツを上限に、3 年間金利ゼロで貸付                                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業</li> <li>2. SME であること（収益が、製造業で 5 億バーツ以下、サービス業及び貿易業で 3 億バーツ以下の企業）</li> <li>3.イノベーションによる潜在事業開拓を目指す企業</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロトタイプ開発やパイロットプロジェクトから、工場生産へと拡大する革新的プロジェクト</li> <li>- 研究結果や発明、特許、既存技術などから開発され、商業的な可能性を持つ革新的プロジェクト</li> <li>- 戦略的イノベーションプロジェクトから拡張して生まれた革新的プロジェクト</li> <li>- 事業計画及び投資計画が明確な、潜在需要が見込める革新的プロジェクト</li> </ul> | 2022/9/30 まで実施 |  |

<sup>13</sup> <http://www.tedfund.most.go.th/index.php/youth-startup-news/item/14-youth-startup-fund-2021>

<sup>14</sup> <https://www.kasikornbank.com/sme/good-innovation-zero-interest>

図1は、上述の各助成金制度について、その申し込み要件や支援対象範囲をもとに、適用可能な事業の範囲を整理したものである。

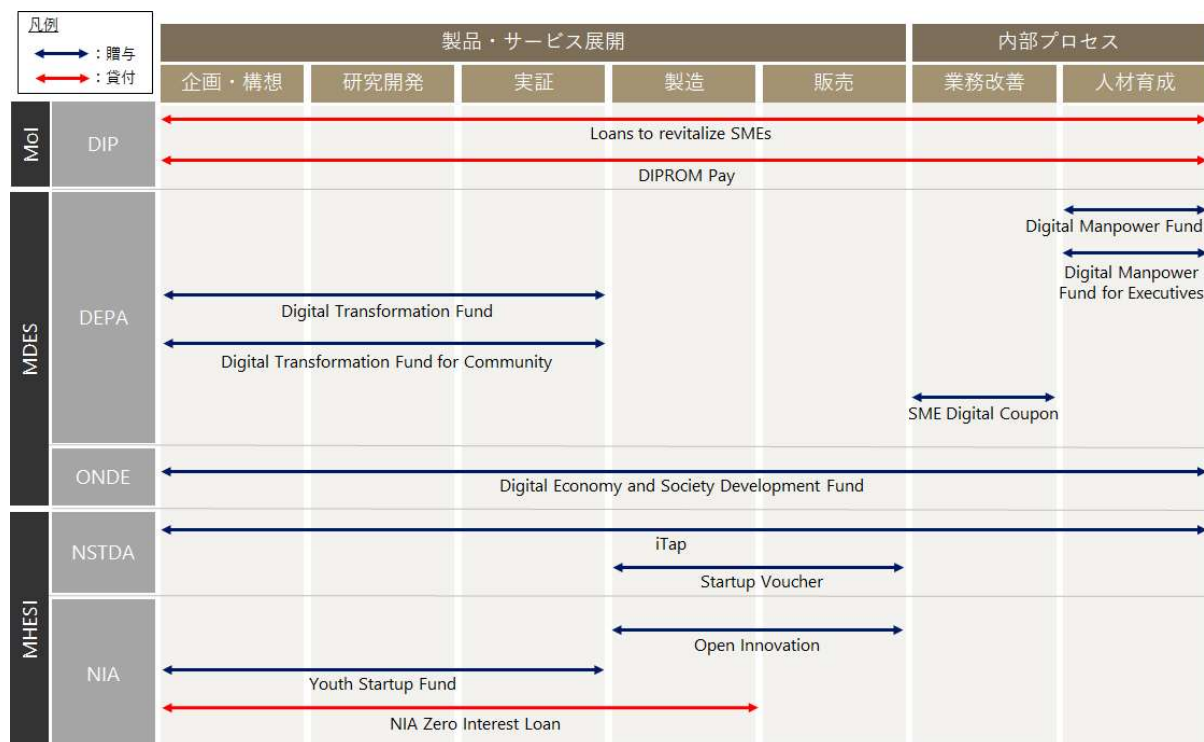


図-1 各助成金制度の適用範囲

また図2は、上述の各助成金制度の贈与上限額及び本JICA案件で実施したPoCの金額をプロットしたものである（貸与の制度は除く）。PoCの金額規模は、タイ政府機関による助成金制度の額を参考に設定したが、図に示された通り前者の方が後者と比較して若干大きめの金額になっている。これは、JICA案件の再委託業務である本PoCには、調査団への定期的なレポートや業務完了レポートの作成工数が含まれることから、その点を加味して設定したためである。



図-2 タイ政府による助成金制度（贈与）とPoC費用の比較

#### 4. 参考

今回、対象機関の助成金を調査する中で、直接的にSMEの高度化・デジタル化を支援する制度ではないものの、デジタルを活用したソリューション開発を促進するための助成金もいくつか存在することが判明した。このことから、タイ政府はソリューションプロバイダー側の支援にも注力しており、国全体の中長期的な製造業高度化・デジタル化を見据えた施策を整備していることが窺える。下表-5に、これらの助成金制度の概要を列举する。

表-5 デジタルソリューション開発促進のための補助金制度

| 名称                                             | 概要                                                                                                                                                   | 種別 | 支援額上限                                                                                                                | 申込要件                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 支援対象範囲                                                                 | 実施時期                                     | 備考 |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----|
| <b>Digital Economy Promotion Agency (DEPA)</b> |                                                                                                                                                      |    |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                        |                                          |    |
| Digital Startup Fund <sup>15</sup>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 設立から3年以内の事業の初期段階にあるデジタルスタートアップを立ち上げた個人または企業に対する支援</li> <li>- 法人化後5年以内の成長段階にあるデジタルスタートアップ企業に対する支援</li> </ul> | 贈与 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 法人登録後3年以内の企業に対し最大 100 万バーツ</li> <li>- 法人登録後5年以内の企業に対し最大 500 万バーツ</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SME、起業計画のある一般人や学生</li> <li>2. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>3. 株式の 51%以上をタイの株主が保有するタイ企業（当てはまらない場合は個別に検討）</li> <li>4. 同カテゴリーの支援を他の機関から受けていないこと</li> <li>5. 民間企業の場合、明確なプロジェクト目標、体制、及び計画があること</li> <li>6. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと</li> </ol> | エレベーターピッチラウンドによる選考を通過した内容に即していれば、使途は問わない                               | 2021 年度分は 2021/12/15 で終了済だが、2022 年も実施見込み |    |
| RDI Fund <sup>16</sup>                         | タイにとって有益なテクノロジーとデジタルトランスフォーメーションの研究開発を支援                                                                                                             | 贈与 | 最大 250 万バーツ、プロジェクト費用の 50%まで                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DEPA に登録し、必要書類を全て提出済であること</li> <li>2. 株式の 51%以上をタイの株主が保有するタイ企業（当てはまらない場合は個別に検討）</li> <li>3. 同カテゴリーの支援を他の機関から受けていないこと</li> <li>4. 民間企業の場合、明確なプロジェクト目標、体制、及び計画があること</li> <li>5. 破産や刑事事件など、プロジェクトの進行を妨げる可能性のある事象がないこと</li> </ol>                               | 今年度のコンセプトは高齢者向けの（高齢者支援を含む）テクノロジー（機械学習、インテリジェントアプリケーション、IoT、ビッグデータ処理など） | 今年度の第 1 ラウンドは 2022/5/31 まで               |    |

<sup>15</sup> <https://www.depa.or.th/th/digitalservice/digital-startup-fund/promotion-tools>

<sup>16</sup> <https://www.depa.or.th/th/article-view/rdi-income-elder-cyberawareness-quality>

| National Innovation Agency (NIA)  |                                               |    |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                        |                |  |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--|
| Thematic Innovation <sup>17</sup> | 裾野産業界（具体的な対象業界は毎年変化）で革新的なソリューションを提供する企業に対する支援 | 贈与 | 最大 500 万バーツ、プロジェクト費用の 75%まで（プロジェクトの進捗に応じて 3 段階での分割提供） | <ol style="list-style-type: none"> <li>株式の 51%以上をタイの株主が保有する企業</li> <li>コアテクノロジーが会社の知的財産として所有またはライセンス供与されていること</li> <li>プロジェクトによる拡大が見込める明確なビジネスモデルと計画があること</li> <li>プロジェクト実施資金の前払いが可能であること（資金供与は事後のため）</li> <li>業界で 3 年以上活動していること</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 今年度の対象は AI、ロボット、没入型テクノロジー、IoT</li> <li>- 以下各費用の提供 <ul style="list-style-type: none"> <li>・材料費：50%まで</li> <li>・技術費：50%まで</li> <li>・運用費：100%</li> <li>・分析費：100%</li> <li>・コンサルティング費：100%</li> </ul> </li> </ul> | 2022/1/31 まで公募 |  |

以上

<sup>17</sup> <https://thematic.nia.or.th/>