

新興国で急速に進むインダストリー 4.0対応 グローバルデジタルエコシステムの形成と 日本の生産技術のガラパゴス化



小宮昌人



近野 泰

CONTENTS

- I インダストリー 4.0に向けてドイツと足並みを揃える新興国
- II 急速に進む新興国におけるインダストリー 4.0対応
- III インダストリー 4.0を通じた『新興国』の位置づけの変化
- IV 生産技術領域における中国の新興国困い込みとジャパンパッシングのリスク

要 約

- 1 ドイツとのパートナーシップの下、新興国において急速にインダストリー4.0対応が進んでいる。ドイツがインダストリー4.0を推進する背景として、当該技術の国際標準化を進めるとともに、オペレーションのノウハウをシステム化し、コア技術のブラックボックス化や新興国へのスムーズな展開を実現するという大きな目的がある。そのこともありドイツは中国・インド・チェコなどの新興国との連携を積極的に行っている。
- 2 ドイツの思惑とともに、中国・インドなどの新興国もデジタル化を機会として、先進国企業の製造拠点としての位置づけを脱却し、付加価値の高い領域へのシフト、製造業の強化を着々と狙っている。特に日本にとって脅威となるのが中国である。
- 3 中国は製造業の付加価値向上を目指す「製造2025」を掲げ、生産技術領域で日本に代わるアジア・世界のリーダーになる戦略である。また、美的集団の独クーカ買収などドイツと連携しつつも、コア技術を取り込み主導権を握ろうとする動きが見られる。
- 4 日本は、ドイツとMOUを締結してはいるものの出遅れ感は否めない。インダストリー4.0の推進を通じた生産技術の標準化に日本のみが取り残されてしまうと、強みであった製造業の生産技術がかえって弱みとなり、「ガラパゴス化」するリスクがある。
- 5 日本は今まで、アジアを中心とした新興国に対する生産技術領域のリーダーとして一定のプレゼンスを有してきた。しかし今後は、ドイツとのパートナーシップの下で付加価値を高める中国がアジアにおける製造業への影響力を高める可能性が高い。日本としても早急なインダストリー4.0対応を行うとともに、新興国への働きかけが求められる。

I インダストリー4.0に向けて ドイツと足並みを揃える新興国

ドイツはインダストリー4.0を世界中で推進し、リーダーシップを発揮するためにも多くの新興国とパートナーシップを結んでいる。ドイツの進めるインダストリー4.0対応の受け皿として、ドイツは新興国にインダストリー4.0の対応を求めており、製造業の高度化を図る新興国との連携が図られている。

ドイツがインダストリー4.0を推進する背景の一つとして、IoTやインダストリー4.0を活用し、オペレーションのノウハウをシステム化することにより、コア技術のブラックボックス化や、新興国へのスムーズな展開を実現することが大きい。

その観点からドイツはインダストリー4.0を実現するにあたり、国際的な連携の拡大を重要テーマとして捉え、民間企業ベースでの新興国企業との連携とともに、政府を挙げてのハノーバーメッセでのパートナーシップを起点として、多くの新興国との間での連携を実施している。

日本においては2016年2月にドイツ政府との間でインダストリー4.0の推進に向けた

MOUが締結されたが、中国・インド・チェコなどの新興国とドイツの連携はより早く、日本は一步出遅れた形となっている（表1）。

ここで注視したいのが、ドイツと新興国のMOUにおける具体性である。中国においては標準のすり合わせに向けた会議が年1回開催されているほか、チェコにおいてはドイツとの共同での研究所が設立されている。

日本とドイツにおいては16年4月にIoT・インダストリー4.0協力に関する共同声明が、17年3月にはハノーバー宣言が採択され、国際的な標準化や電動モビリティ、自動運転などの協力分野が定義された。今後、ドイツをはじめとした国際連携の動きに関して、政府・企業におけるより具体的なアクションレベルへと落とし込まれることが期待される（表2）。

II 急速に進む新興国における インダストリー4.0対応

前述の通り、ドイツからのアプローチを起点に、新興国においてインダストリー4.0が急速に進みつつある。特に中国・インドにおいては製造業がデジタル化される中で、仮に日本が現状のままインダストリー4.0の対応・

表1 ドイツと新興国におけるインダストリー4.0に関する主な連携事例

国	発表日	概要
中国	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している
インド	2015年4月	・2015年に実施されたハノーバーメッセ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

出所) 各種報道情報

表2 ハノーバー宣言における日独間の連携領域

領域	概要
1 IoT・インダストリー4.0に関するサイバーセキュリティ	・サイバーセキュリティ関連の国際標準化に向けた議論を加速。ICT分野のセキュリティ知見を共有
2 国際標準化	・IoT・インダストリー4.0に関する横断的モデルを2017年1月に日本からIECに提案。ISO、IECなどにおいて、日独でこの分野の標準作りの議論を先導
3 規制改革	・データ自由流通原則（G7）の推進、OECDを活用した同原則の効果測定に関する協力
4 中小企業支援	・日独のIoT活用に秀でた中小企業の相互訪問・知見の共有を継続（2月に独8社、3月に日本10社が相手国を訪問） ・日独の中小IoT企業連携を両国政府が資金面で支援。オンラインマップで先進事例の見える化・共有・連携促進
5 研究開発	・産業技術総合研究所や情報通信研究機構と、独・人工知能研究所（DFKI）のMOU。NEDOコファンドなどで企業連携支援
6 プラットフォーム	・民間推進団体間（日本のロボット革命イニシアチブ協議会と、ドイツのプラットフォームインダストリー4.0）の協力の実施
7 デジタル人材育成	・ものづくりを中心とした既存従業員のデジタルスキルの習得・スキル転換に向けた政策連携
8 自動車産業	・自動車産業政策に関する協議の実施（他省庁・企業も随時参加）。充電インフラ協力に加え、自動運転・コネクテッドカーなどの議論を開始
9 情報通信分野の協力	・人口知能や5G通信を含めたICT政策対話の継続開催

出所) 経済産業省

国際連携を推進できない場合には、長期的にはアジアにおける技術リーダーの位置を日本から奪うポテンシャルを秘めている。先述の2カ国に関して政府・企業・研究機関の観点からインダストリー4.0への対応動向を分析する。

1 中国におけるインダストリー4.0対応 (1) 政府による動き

中国におけるインダストリー4.0対応方針については、2015年5月に国务院通達として公布された「中国製造2025（Made in China 2025）」に詳細に記載されている。これは、

図1 中国製造2025における3ステップ戦略

3ステップ	戦略的目標	具体的アクション
Step1 2015～2025年	製造大国から、製造強国への仲間入りを果たす	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>2020年まで</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製造業の情報化レベルの引き上げ ・重点分野の鍵となるコア技術を把握し競争力・品質を強化 ・製造業のデジタル化・ネットワーク化・インテリジェンス化の進展 <p>2025年まで</p> <ul style="list-style-type: none"> ・製造業全体のレベル・イノベーション能力・労働生産性を高め、両化（産業化・情報化）融合を新たな段階に進める ・国際競争力のある複数のグローバル企業と産業クラスターを形成し、世界の産業分業とバリューチェーンにおける地位を高める </div>
Step2 2026～2035年	製造業全体として世界の製造強国の中等レベルへ到達させる	<ul style="list-style-type: none"> ・製造業の情報化レベルの引き上げ ・重点分野の鍵となるコア技術を把握し競争力・品質を強化 ・製造業のデジタル化・ネットワーク化・インテリジェンス化の進展を実現
Step3 2036～2045年	世界の製造業を技術とイノベーションでリードする存在へ	<ul style="list-style-type: none"> ・製造業大国としての地位を一層固め、総合的な実力で世界の製造業国の先頭グループに入る ・製造業の主要分野でイノベーションをリードする能力と明確な競争優位を確保し、世界をリードする技術体系と産業体系を構築する

出所) 中国国务院

ドイツにおけるインダストリー4.0の動きを受けて、約2年の歳月をかけて多くの専門家・技術者・研究者によって作成された。

中国製造2025においては、中国の製造業を「大」国から「強」国へ変換する戦略ミッションを次の3段階で実現することが掲げられている。2015～2025年の10年間においてはコア領域で集中的にデジタル化・インテリジェンス化を進め、グローバルにおけるプレゼンスを引き上げることを目標としている。その後は35年までにそれらを製造業全体に波及させ、45年には世界における技術・イノベーションリーダーとしてのポジションを確固たるものとする計画である（図1）。

中国製造2025においては重点領域として10領域が定義されており、それぞれに対応方針が設定されている。その中でも「次世代情報通信技術」と、「先端デジタル制御工作機械とロボット」は最も優先順位が高い領域として定義され、対応方針も設定されている（表3、4）。

加えて、重点10領域に関しては2015年9月に「『中国製造2025』重点領域技術路線図」

表3 中国製造2025における重点領域

重点領域	
1	次世代情報通信技術
2	先端デジタル制御工作機械とロボット
3	航空・宇宙設備
4	海洋建設機械・ハイテク船舶
5	先進軌道交通設備
6	省エネ・新エネルギー自動車
7	電力設備
8	農業用機械設備
9	新材料
10	バイオ医薬・高性能医療機器

出所) 中国国務院

として国家製造強国建設委員会より主に2020年、2025年、2030年をマイルストーンとした詳細なロードマップが定義されている。上記のインダストリー4.0関連領域の「次世代情報通信技術」「先端デジタル制御工作機械」「ロボット」においては表5の具体的なアクションプランが存在する。技術レベルや国産品市場シェアなどのみならず、世界で競争力を有する企業を何社育成するかまで詳細に設

表4 次世代情報通信技術・先端デジタル制御工作機械・ロボット領域における対応方針

次世代情報通信技術	<ul style="list-style-type: none"> オペレーティング・システム（OS）と産業用ソフトウェア：セキュリティ分野のOSなどの産業用ソフトウェアを開発する インテリジェント設計、シミュレーションとそのツール、製造業におけるモノのインターネット（IoT）とサービス、産業ビッグデータ処理などのハイエンド産業用ソフトウェアコア技術のブレークスルーを実現し、自動制御可能なハイエンド産業プラットフォームソフトウェアと重点分野の応用ソフトウェアを開発し、産業用ソフトウェアの統合的基準と安全測定・評価の体系を構築・整備する 独自の産業用ソフトウェアの体系化発展と産業化応用を推進する
先端デジタル制御工作機械	<ul style="list-style-type: none"> 高精度で高速、高効率のフレキシブルなデジタル制御工作機械と基礎製造設備、統合製造システムを開発する。先端デジタル制御工作機械や3Dプリンターなどの先端的な技術と設備の研究開発を加速する 安定性と精度の維持を重点として、先端デジタル制御システムやサーボモーター、ベアリング、回折格子など主要な機能部品と鍵となる応用ソフトウェアを開発し、産業化を加速する。また、ユーザーの工程検証能力の形成を強化する
ロボット	<ul style="list-style-type: none"> 自動車産業、機械産業、電子産業、危険品製造産業、軍事産業、化学産業、軽工業などの分野の産業用ロボットや特殊ロボット、医療・健康や家庭サービス用ロボット、教育・娯楽などのサービスロボットの需要に基づき、新製品を積極的に研究開発し、ロボットの基準化・モジュール化発展を促進し、市場における応用の拡大を図る ロボット本体やギアボックス、サーボモーター、コントローラー、センサー、駆動装置などの鍵となる部品およびシステム統合的設計・製造などの技術的なボトルネックを突破する

出所) 中国国務院

表5 次世代情報通信技術・先端デジタル制御工作機械・ロボット領域におけるロードマップ（一部抜粋）

分類	目標カテゴリー	～ 2020年	～ 2025年	～ 2030年	
次世代情報通信技術	オペレーティングシステムとソフトウェア産業 (CAD、CAE、CAPP、CAM、PLM、ERP、SCM、CRMなど)	中国におけるソフトウェア産業の標準や、エコシステムの構築	大部分のコア技術のブレークスルー実現、自動制御オペレーションシステムの標準化		
		国産品のローエンド市場における市場シェア30%以上	国産品の市場シェア50%以上		
		主要産業におけるクラウドアプリケーションなどの普及率40%以上	主要産業におけるクラウドアプリケーションなどの普及率60%以上		
	インテリジェントな製造通信装置	インテリジェント製造・通信設備の標準規格の構築	自動制御化実現、安全性・信頼性確保、高度なインテリジェント製造・通信設備業界のエコシステム構築と技術革新の実現	インテリジェント製造・通信設備の技術水準が国際先進レベルへ	
インテリジェント製造・通信設備コア技術のブレークスルーを実現	国産インテリジェント製造・通信設備が国内市場で60%以上の主導的地位				
インテリジェント製造・通信装置、制御設備、センサー、スマート計測機器・検査機器、製造関連機器、情報セキュリティにおける国産品市場シェア40%以上					
	上記領域に関して年売上100億円以上規模の企業を5社以上育成				
先端デジタル工作機械と基本的な製造設備	CNC工作機械の国内市場シェア	ハイエンドCNC工作機械と基本製造設備の国内シェア70%以上	ハイエンドCNC工作機械と基本製造設備の国内市場シェア80%以上 / 自動車向け製造設備平均故障間隔 (MTBF) 2000時間・精度保持期間5年の達成		
	インテリジェントCNC工作機械の国内市場シェア	インテリジェント型CNC工作機械の国内市場シェア10%以上	インテリジェント型CNC工作機械の国内市場シェア30%以上		
	その他機能部品の国内市場シェア	スピンドル、ネジ、レールや他の機能部品の国内市場シェア50%へ	スピンドル、ネジ、レールや他の機能部品の国内市場シェア80%へ		
ロボット	国内市場での中国企業シェア	国内における中国企業ロボットシェア50%以上に	国内における中国企業ロボットシェア70%以上に		
	コア部品の国産比率	コア部品の国産比率を50%以上に	コア部品の国産比率を80%以上に		
	製品平均故障時間	製品平均故障間隔 (MTBF) は80,000時間に	製品の平均故障間隔 (MTBF) を国際先進レベルへ押し上げる		
	サービスロボット	国産サービスロボットの少量バッチ生産および利活用	国産サービスロボットの産業化・普及、応用化	国産サービスロボットの技術を世界先進レベルへ	
	生産量・世界シェア	年間生産量10,000台以上、生産規模100億円以上の企業を2～3社育成する	1~2社は世界トップレベルの生産量・生産規模入りへ		
	技術水準	速度・精度などの主要技術指標は他国同様レベルへ		主要な技術指標は世界トップレベルへ	
	次世代ロボット	次世代ロボットのコア技術のブレークスルー	次世代ロボットのサンプル作りに成功し試験的な応用	次世代ロボットの少量バッチ生産および利活用	

出所) 中国製造2025重点領域技術路線図 (国家製造強国建設委員会)

計されていることが特徴である。このように中国は足元の技術レベルを客観的に認識した上で、綿密な長期戦略に基づいて着々と自国企業・技術のプレゼンス強化を図っている。

また、地方レベルにおいても、広東省が15年に、3年以内に人間の労働力をロボットに置き換えるために9430億元（約15兆円）を投資することが発表されている。自動車・家電・エレクトロニクス・繊維・建設資材などの製造業をはじめとする、1950社のロボット化を推進する。製造業が多く集積する広東省においては、労働者不足と労働コストの増大が問題となっていることが背景にある。

以上のように、中国においては地方政府も含めた政府のリーダーシップによって、製造業の付加価値向上を目指す「中国製造2025」を掲げ、IT・ロボット・人工知能を活用した「技術密集型・知能的集合型」産業へのシフトを進めている。同時に、インダストリー4.0の世界的な流れの中で、長期戦略ながらも中国が日本に代わるアジアでのリーダーになることを着々と狙ってきているのだ。

(2) 企業による取り組み

①CATL社 (Contemporary Amperex Technology)

CATL社は2011年に設立された、中国・寧徳が本社の蓄電池製造企業である。電力貯蔵用と車載用蓄電池向けのリチウムイオン電池の開発・製造を行っており、中国のBYD社とともに世界トップクラスのシェアを有している。中国現地OEMのみならず、BMWのPHEV向けの蓄電池サプライヤーであり、ドイツにR&D拠点を設立するなど欧州向けへの展開も進めている。

生産技術に対する投資に積極的であり、寧徳・青海・瀋陽の3つの工場においてCPS（サイバーフィジカルシステム）を活用した自動生産ラインが備えられている。インダストリー4.0の理念の下、中央コントロールシステムにおいて自動生産システムも管理している。

今後、自動車の電動化に伴って蓄電池市場が大幅に拡大し、圧倒的な生産量を活かしたコスト削減によって、現在のBMWに限らず中国以外の顧客網を拡大させていくことが想定される。その過程で、欧州やアジアなど他国に生産拠点を整備し、中国の工場をマザー工場としてグローバルに管理するモデルを構築していく形になると考えられる。

②美的集団 (Midea Group)

美的集団は1968年に設立された中国の白物家電メーカーであり、200カ国以上に事業展開を行っており、10万人以上の従業員を雇用している。2016年には東芝の家電部門を買収しており、ユーロモニター・インターナショナルの調査によると、白物家電の売上台数世界シェアは16年時点で世界2位である。中国のみならず、ベラルーシ、インド、アルゼンチン、ブラジル、エジプト、ベトナムに製造拠点を有している。

16年8月にTOB（株式公開買い付け）によって、ドイツのインダストリー4.0推進のリーダー的存在であったクーカの株式94.55%を取得して買収した。クーカは1898年に設立されたロボットメーカーであり、ドイツ政府とも連携してインダストリー4.0の取り組みの中心であった。アウディやBMW、ボーイングなどの欧米の主要製造業企業へのロボ

ット提供を行っている。買収後もクーカは独立したEntityとして扱われ、雇用も守られることが約束されている。美的集団はクーカの買収によって中国政府が推進する中国製造2025の目標を達成すべく、中国全域の製造業の高度化に貢献するとしている。

美的集団は15年に日本のロボットメーカーの安川電機と産業用ロボット・サービスロボット事業において提携を実施し、2016年に2社の合弁会社を設立しているが、クーカ買収後も安川電機との提携関係は継続する。美的集団全体でのロボットの需要は相当大きく、クーカと安川電機は現状では競合とはならないとのことである。

またクーカ買収後、17年2月にもイスラエルのServotronix Motion Control社を買収している。Servotronix社は1987年に設立された動作制御システム企業である。

美的集団は、佛山市のロボットやロボット部品の製造・組み立て能力を拡大する計画を発表している。現在7000台のロボット生産キャパシティを、今後10年以内に1万7000台に拡大することを目指している。今後、クーカの買収によって得られるロボットのノウハウと、東芝の家電部門買収によって得られる生産技術を組み合わせて、大規模にインダストリー4.0展開を進めていくと想定される。

③ハイアール

ハイアールは1984年に設立された中国の白物家電メーカーである。ユーロモニター・インターナショナルの調査によると、白物家電の売上台数世界シェアは2016年時点で世界1位であり、100カ国以上に事業展開をしている。2011年に三洋電機の家電部門を、16年に

GE Appliance社を買収するなど、大規模買収を通じて拡大を行ってきた。

GE Appliance社の買収と同時にハイアールはGE（ゼネラルエレクトリック）とインダストリアル・インターネットとAdvanced Manufacturingに関する戦略的提携を行っている。近年ではハイアールは「Transparent Factory」といったコンセプトを打ち出し、インターネットと接続された工場の整備を行っている。鄭州市のエアコン工場、瀋陽市の冷蔵庫工場、佛山市の洗濯機工場などで、既にインターネットに接続された工場が稼働済みであり、カスタマイズ生産を実施している。

ハイアールの整備するスマート工場ではハイアールの新しいアプリ「U+Smart Living」を通じてユーザーのニーズを直接製造プロセスに伝えることで、色やスタイルなどパーソナライズされた機器を製造することができる。

④華為技術（ファーウェイ）

ファーウェイは1987年に設立された中国のICT企業であり、18万人の従業員を雇用している。PC、スマートフォンなどの製品から、企業・政府向けのITソリューションまで幅広い事業展開を行っており、事業展開国は170カ国を超える。その中で、法人向けITソリューション事業であるファーウェイ・エンタープライズは、インダストリー4.0ソリューションを重要な戦略として捉えており、IoTプラットフォームを展開している。また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）においてGE、ボッシュ、インテルなどとともにコアメンバーとして参画している。

注目すべきはインダストリー4.0のキープレ

表6 ファーウェイによる欧州プレイヤーとのインダストリー 4.0領域での提携

発表年	企業・組織	概要
2015年	Fraunhofer ESK (ドイツ・研究機関)	インダストリー 4.0に向けたICT技術のイノベーション創出に関する提携
2015年	NXPセミコンダクターズ (オランダ・半導体企業)	中国を含むグローバル市場でのインダストリー 4.0事業の共同検討を行うことを発表。提携を通じてオープンで堅牢なインダストリー 4.0プラットフォーム構築を狙う
2015年	SAP社 (ドイツ・ICT企業)	インダストリー 4.0に関する共同でのソリューション開発で提携。ファーウェイはSAP Hana Cloud Platformを利用してスマートマニュファクチュアリングや、スマートエネルギー、輸送ソリューションの開発を行う
2015年	アウディ、フォルクスワーゲン (ドイツ・自動車企業)	コネクテッドカーの共同開発に関する提携
2016年	GE (米国・コングロマリット)	Industrial IoTに関してPredix (GEのインダストリアルIoTプラットフォーム) 上のソリューションの共同開発での提携を発表 ▶2017年に共同開発したクラウドベースのPredictive maintenance (予知保全) のソリューションを発表
2017年	クーカ (ドイツ・ロボット企業)	スマートファクトリーソリューションの共同開発に関して提携。ドイツのインダストリー 4.0と、中国製造2025の効果的なコンバージェンスも狙う

出所) 各種報道

イヤーとの提携を行い、欧州における強固なプレゼンスも確保していることである。表6にファーウェイによるインダストリー4.0関連の主な提携事例を記載しておく。

ファーウェイはコネクテッドカー領域ではアウディやフォルクスワーゲンとも提携を行っており、自社の展開しているスマートマニュファクチュアリングサービスを、それら欧州製造業に対して大規模に拡大展開することも考えられる。

⑤アリババ

アリババは1999年に設立されたICT企業であり、ECサイトであるAlibaba.comや、クラウドサービスなどを事業領域としている。

2016年11月、深圳市と連携してスマートマニュファクチュアリングに関するソリューションの開発を行うことを発表。アリババが深圳市に投資を行い、「インターネットプラス

アプリケーション」の開発を推進している。プロジェクトの最終目標は深圳市の製造業の高度化を実現することである。北京にも同様のスマート製造業センターを有しており、Made in Chinaの高度化をサポートしている。

2017年6月にはオープンデータセンターをインドネシアとインドに設立することを発表している。今後、中国の製造業向けで培ったスマートマニュファクチュアリングソリューションを、他のアジア諸国を含めて展開していくことが想定される。

⑥CiXing社

寧波市は、中国製造2025がスマート製造分野で指定するモデル都市の一つ。ここに所在するCiXing社(寧波慈星机器人技术有限公司)は、中国における自動化ラインの開発を牽引する代表企業の1社である。縫製、靴製造の自動化では顕著な市場ポジションを有す

る世界企業であり、白物家電などの生産自動化や、視覚センシングの開発に余念がない。

STEIGER社（スイス）を2010年に買収、技術・ノウハウを本格的に導入して以来、世界市場をリードしている縫製機械事業が有名だが、ほぼすべての世界ブランド（米国有名ブランド1社以外）に共通設備を供給した実績を持つ靴製造機械事業にも、目を見張るものがある。

中国では近年、人件費高騰が顕著であり、自動化ニーズが着実に高まっている。ロボット産業の行方について、CEOは日独の先導者を踏まえ、「主要コアパーツを含め、国内ですべてをハイレベルに自己完結するには相当な時間を要する」としながら、「巨大需要の中国ならではの特性を活かし、ロボット産業はアプリケーション開発で特徴を出せる」と意気込む。

欧米との連携は、中国企業が従来さまざまに学習してきた。しかし、先のCEOは「欧米流では早晚、中国に合わなくなってくる」という。「ものづくりを担う企業の多様なニーズを踏まえた、顧客視点の開発をしてくれない。ロボットや自動化エンジニアリング事業は、現地での開発体制と生産技術部門との連携が生死を左右する」という言葉に迫力がある。中国市場に適合していけるロボット・自動化設備メーカーが、次の自動化の雄となる。

(3) 学術・研究機関による取り組み

清華大学はマッキンゼーとのパートナーシップの下、北京にDigital Capability Centre (DCC) を設置し、中国製造業のDigital Transformation推進を実施している。DCCはモデル工場およびデジタル技術のショールー

ムであり、最先端のデジタルツールの紹介と、パイロットのためのテストベッド提供、能力開発のためのトレーニングを実施している。

また、上海の同済大学はドイツ語文献の図書館を学生や大学関係者、政策担当者に対して公開しており、ドイツの35大学との連携の下、ドイツにおける研究成果のアクセスポイントとして、またドイツ人研究者の中国マーケットへのゲートウェイとして機能している。2015年にはドイツのカールスルーエ工科大学 (KIT) とAdvanced manufacturing technology center (AMTC) を設立し、ロボット・オートメーションなどの先進製造技術に関する共同研究を実施している。

このように中国の大学は、ドイツのインダストリー4.0に関連する技術を積極的に取り込むとともに、主要研究組織と連携を行い、情報交換やノウハウの移管を積極的に進めている。中国においては大学発の企業である「校弁企業」が数多く生まれており、北京大学と清華大学の2大学が資産を管理する企業の資産総額は1180億元（約1.9兆円）を超えている。

インダストリー4.0領域においても、これらの国際的な連携でノウハウを蓄積した大学から、勢いのあるスタートアップが生まれていく循環が今後活発に起こっていくことが想定される。

2 インドにおける

インダストリー4.0対応

インドにおいては「Make in India」を掲げて製造業を通じた発展を図っているが、その実現に向けて積極的にインダストリー4.0への取り組みを行っている。インド理科大学

(India Institute of Science) がバンガロールにスマート工場のテストベッドを建設するなど、産学連携の取り組みが進んでいる。企業としてはInfosys社や、タタ・コンサルタンシー・サービシズがGE、シーメンスと連携して主導的なポジションをとっているほか、GE、ボッシュなどの最先端プレイヤーの投資を呼び込んでいる。

(1) 政府による動き

インド政府としては、製造業のGDPシェアを大幅に増加させることを目標とした「Make in India」政策をはじめとして、次のような取り組みを推進している。

①Make in India

2014年9月発表。国内外の企業からの投資を促進し、インドを世界の魅力的な製造ハブに発展させることで、インドの高い経済成長率と雇用創出を目指す、簡易的で効率的な行政を実現することを目的とした政策である。インド政府はこの「Make in India」政策によって、インドの製造業によるGDPシェアを現在の15～25%から60%に向上させることを目標としている。16年にはAmitabh Kant氏が「スマートマニュファクチュアリングを実現するために、外資企業に頼るのではなくインド企業自身が情報技術を活用しなければならない」とコメントしている。今後、よりインド企業への優遇措置が採られることが想定される。

②Digital India

2015年7月にデリーにて宣言され、プログラム規模は1兆ルピー（約1兆7000万円）以上に達し、重要書類保存用デジタルロック

一、教育の電子化、ヘルスケアの電子化、電子署名、国家奨学金ポータルなど多岐にわたるデジタル化推進を目的にする。11の州でのBharatNet（全国ブロードバンドネットワーク化計画）導入や次世代ネットワーク化計画も含まれ、「国民ID制度」推進などによる行政サービス窓口の改善も主な狙いの一つとされている。特にその中でIoTの推進に関して、次の政策が打ち出されている。

- 2020年までにインドで150億米ドルのIoT産業を創出し、コネクテッド・デバイスを現在の2億個から27億個に増加させる
- 国内およびグローバル市場向けのIoTに特化したスキルセットを持つ人材および技術の国内育成を行う
- IoT関連技術のR&Dのための支援を行う
- 国内市場の次のニーズに特化したIoT製品／ソリューションをインドで開発する（農業・医療・水資源・自然災害・交通・セキュリティ・自動車・サプライチェーンマネジメント・スマートシティ・資源・エネルギー・廃棄物管理・石油・ガス・その他）

③Smart City Initiative

2015年7月発表。政府はスマートシティ建設に12億米ドル（約1200億円）を投資する計画も発表した。国内100カ所にスマートシティを建設する構想を打ち出し、モディ首相も「未来の都市は河岸や高速道路沿いではなく光ファイバーと次世代インフラの上に築かれるだろう」と語っている。30年に、6億人に増大するインド都市人口に対応すべく、IoT技術を中心により効率的な都市を構築する計

画である。

④Cyber physical system (CPS) Programme

サイバーフィジカルシステムにおける研究を促進するために、2017年、インド政府の科学技術局が開始したプログラム。アカデミアにおける技術・ノウハウのタコ壺化を防ぎ、産学官におけるシナジーを創出することを目的とする。初期段階では、インド工科大学(IITs)でプロジェクトや、Center of excellenceとしての取り組みが想定されている。

(2) 企業による取り組み

①Infosys社

Infosys社は1981年にブネーで設立されたITサービス企業である。世界中で20万人の従業員を雇用している。米国のインダストリアル・インターネットの推進組織であるIICにも参画しており、表7に記載したようなインダストリー4.0に関連するテストベッドを実施するなどコアな役割を果たしている。

2016年4月、クーカと企業のインダストリー4.0対応に向けたソリューションの共同開発に関するパートナーシップを締結。顧客がプロセスの改善に向けて、情報を収集・評価・活用するためのソフトウェアプラットフォームを開発する。

②タタ・コンサルタンシー・サービシズ

タタ・コンサルタンシー・サービシズは、1968年に設立されたタタ財閥のITサービス・コンサルティング企業である。ムンバイが本社であり、インドのほか40カ国に拠点を有する。

2016年8月には、GEと連携して、GEのIoTプラットフォームPredixにおけるアプリケーションの共同開発を実施した。金属タービン部品のさまざまな箇所の温度を分析することで、オペレーターが次の操作をいつ実行できるかを知り、作業の待ち時間を短縮し、品質監視を向上させることができる。これらのアプリケーションはサウスカロライナ州にあるGE Power社のガスタービン製造工場で使用されている。

加えて17年6月にはシーメンスと、シーメンスのクラウドベースのIoTプラットフォームサービスであるMindSphereを活用した、製造業向けのソリューション共同開発に関する提携を発表した。また、製造設備と製造データの分析を製造プロセスに接続するクラウドサービスのMind Connect Nanoの開発をサポートしている。

このようにタタ・コンサルタンシー・サービシズは欧米のインダストリー4.0の中心プレイヤーであるGE、シーメンスのプラットフォームにおけるアプリケーション開発を担うことで、インダストリー4.0領域におけるグロー

表7 Infosys社が主導するIICでのテストベッド例

テストベッド	メンバー	概要
Industrial Digital Thread	• Infosys, GE	製造プロセスと手順のデジタル化と自動化により、効率・スピード・柔軟性を向上させる。設計段階からモデルベースのエンタープライズを活用して設計システムを製造にシームレスに統合することで、一つの物理部品が製造される前に仮想製造を実現する
Asset Efficiency	• Infosys • GE, IBM, ボッシュ、クーカ、PTC社などがサポート	予測分析を活用してリアルタイムの資産情報を効率的かつ正確に収集・運用・保守・リプレイスする観点から適切な判断を下すための分析を実行する

出所) IIC

バルでのプレゼンスを大きく向上させている。

③Reliance Industries社

Reliance Industries社は1966年に設立されたコングロマリット企業である。GEとインダストリー4.0推進のためのパートナーシップを締結し、GEのIoTプラットフォームであるPredix上でIndustrial IoTプラットフォームを共同で構築する。開発したアプリケーションは石油・ガス・肥料・電力・ヘルスケア・テレコム向けに提供されている。

④その他外資系企業の動向（GE、ボッシュ）

2015年、GEは2億米ドルを投資して、インドのプネーにマルチモーダル工場を設立すると発表した。この工場では、航空、オイル&ガス、鉄道、電力といった複数の事業の異なる製品群を、共有のインフラ・ライン・3Dプリンターやレーザー検査装置を含む機器・人材を活用して製造することができる。それらはGEが事業の状況・需要などに応じて迅速に調整することができ、需要が生まれたタイミングですぐにラインを立ち上げることができる。また、各製造機器がインターネットにつながっており、リアルタイムで情報共有と意思決定を行うことによってシャットダウンを防ぐことができる。

また、ボッシュは65億ルピー（約110億円）を投資し、18年までにインドにおける14カ所の全製造拠点においてスマートマニュファクチュアリングを開始することを発表している。

(3) 学術・研究機関による取り組み

バンガロールにあるインド理科大学 (IISc) のProduct design and Manufacturing Cen-

ter (CDPM) において、スマート工場のテストベッドを設立することが発表され、ボーイングのサポートを受けてプロジェクトを展開している。

また、インド政府のサポートの下、Cyber physical systems innovation HUBが国立のハイデラバード科学技術研究所に設置され、ヒューマノイドロボティクスの複数テーマなどにおけるCPSの研究プロジェクトが実行されている。

インドでは、政策レベルでCyber physical systemの研究をサポートするCyber physical system (CPS) Programmeが整備されているほか、スマート工場テストベッドが整備されるなど、研究レベルでの取り組みが充実している。ICT領域では既にグローバルでの高いプレゼンスがあり、インダストリー4.0の事業を展開しているが、製造業においてはアカデミック領域でのノウハウを先んじて蓄積し、そこから製造業企業などの民間企業へ波及する流れが想定される。

Ⅲ インダストリー4.0を通じた『新興国』の位置づけの変化

1 先進国による

新興国活用のこれまで

リーマンショックを契機として新興国の相対的な経済成長が注目されて以来、製造業における新興国の位置づけは、最大物量を担う世界の生産工場へと変化した。ただ、余計な機能・性能を削ぎ落とした、低付加価値製品を主体に供給を担う役割を主に期待されていた。中でもドイツや北米は新興国を活用しながら積極的な設備投資を行い、海外からの巨

額資本を誘導し、急拡大する生産機能を具現化してきた。その間、世界最大市場は瞬く間に様相を変え、現地固有の顧客ニーズを反映した現地開発品の需要も顕在化した。

自動車産業では、世界最大市場が北米から中国へと入れ替わった時期であり、年率30%もの成長率に牽引される急激な需要拡大に応えるため、開発と生産の両能力を一気に拡大し、一定水準の調達・供給能力を備える、産業としても体をなしてきた歴史であった。

しかし、現地から見たものづくりの視点では、高まる生産量とは逆に、欧米企業との役割分担の中では知識や経験の蓄積が伴いにくく、全く異なる苛立ち（強いていえばジレンマ）が存在していたのも事実だ。

従来のものでづくりの世界では、工程設計能力や段取り変更、不具合対応などの対応力が競争力を決める。長い時間をかけて生産現場の熟練工（人）に蓄積されてきた「勘・コツ・経験」が、生産プロセス革新のコアスキルでもあるため、経験の浅い新興国ではゼロベースからの生産システム構築や革新的なものづくりの進化が、自力だけでは容易に進みにくいこともボトルネックだった。

たとえば、中国で積極的に生産拡大を実現した欧米自動車メーカーを例に挙げよう。本国本社で確定した基本設計は、いわば「不可侵」の大前提として扱われ、新興国現地では「適合」開発のみが許容された。実に先進国にとって巧みな知識体系とノウハウを管理する仕組みが構築され、現地での開発・生産が実行されていったのである。

新興国にとっては、新製品の基本設計を経験しノウハウを蓄積する場すら与えられなかったため、本社から提供される設計ツールを

使って適合開発のみを繰り返し、既存の工法・工程に従って巨大市場の開口に伴い、生産能力の拡大を担ってきたに過ぎなかったのだ。これが製造業における従来の新興国の位置づけであった。

2 ものづくりの呪縛から 脱却を図る中国

製造業において、欧米流の役割分担を継続し続ける限り、中国に根本的な技術革新、自力での産業アップグレードは実現しない。政府も企業も、その事実を直視してきた。そして、次の一手として、技術を有する企業を丸ごと買収し、一気にキャッチアップを実現する手段を取った。

前述の通り、中国による欧米企業の買収は活発化し、製造業の中核である自動車、製造設備など、矢継ぎ早にM&Aを実現してきた。ロボット中堅メーカーであるクーカ買収はその象徴的事例だろう。同時に、異業種間での技術提携も活発に行われており、お互いの経験値の不足を補完し合うように、中国IT企業と欧州の自動車やIT企業の提携が目白押しだ。

中国側の狙いは、技術の獲得、特に長年蓄積された生産工程や製造プロセスの設計能力、およびノウハウ獲得である。買収対象業界は白物家電、ロボット、重電機器、縫製機械や製造装置など、製品のみならず製造業の裾野を担うものづくり領域にまで及んでいる。

一方の欧米側の意図は、巨大市場における生産分業と次世代の製造プラットフォーム構築にある。GEはボリュームゾーン供給の担い手を中国に任せる代わりに、製造プラットフォームを掌握しようと、Predixの利用実績

の作り込みに中国のみならずインドでも注力し始めている。同様に、シーメンスは自動車の製造サービス・プラットフォームを提供しながら現地トレーニングセンターを設立し、自社製品・ソフトへの習熟を促す囲い込みを仕掛けている。

ものづくりの経験が浅い中国は、まさに生産技術と実際の経験値を買い漁ってきたといえよう。もっとも、経験値の買収は必要条件に過ぎない。買収後に知識・知見の分断が起これば、情報だけを手に入れても根本的な設計思想が共有されず、重要な知見と経験を獲得することはできまい。生産技術はたゆまぬアップグレードを目指す組織ナレッジの形成が重要であり、そのための事業体制や人材など、組織能力を飛躍的に高める仕組み作りが急がれよう。これまで日本が歩んできた歴史と経験が活かされる場でもあるだろう。

また、買収後のブランド管理も重要事項である。ボルボを買収した吉利汽車は、対外的に両者が共同開発するという形を取りながら、ブランドイメージを毀損せず、実態としての開発・生産機能を錬成している。

3 欧米企業のデジタル化を支え続けるインド

製品設計の工程は、インドに所在する無数のIT企業が以前から欧米グローバル企業の製品開発工程を代行し、CAD/CAM/CAEを駆使したデジタルエンジニアリングや、組み込みソフトウェア開発などを通じ、デジタル開発そのもの下支えを行ってきた実に長い歴史がある。ESO (Engineering-Service-Outsourcing) 業態の発達には、インダストリー4.0や製造IoTと呼ばれて近年注目されるはる

か以前から、インド企業が欧米企業を支援し続けてきた歴史がある。

ESOは製品とソフトウェア開発の支援業務に加え、もう一つ重要なビジネスを育成してきた。それはデジタル空間とフィジカル空間をつなぐ(デジタルツインとも呼ばれる)ための準備作業代替である。

製品設計のみならず、IoTへ移行するために必要な設計・生準(生産準備:生産の工程設計から設備開発・製造、工程管理を包含する領域)・生産実行まで、デジタルツインに必須の裏方作業を代行支援している。デジタル化に必要なルーティンワークを代行するエンジニアリングサービスの一つに位置づけられる。

たとえば、その要となるデータフォーマット変換(2次元から3次元、設計ツールのオープンソース化に伴う3次元データフォーマットの変換)などは、膨大な作業を要する。2013年に筆者が、ダイムラー・ベンツのデータ変換に1万人以上の人材と1~2年の歳月をかけてレガシーデータの「引越」作業を行っているという事実を、インダストリー4.0のレポート作成に参画した一人から聞かされた時、高級車の限られた車型に特化した会社ですら、それだけの膨大な作業を要することをあらためて知らされ、大きな衝撃を受けたものだ。

ESOの代表企業にはInfosys社、タタ・コンサルティング・サービスズ、HCL社、Wipro社など大手IT企業がひしめくと同時に、中小・零細企業まで含めて実に多数の担い手が存在している。今やESO業界は、製品開発支援では航空機エンジンや自動車開発の支援ビジネスのみならず、IoTシステムのSIerまでを手掛ける、デジタルエンジニアリングの豊富な経験値を持っているのである。

インドのIITなどを卒業した優秀なエンジニアが豊富で、先進国の5分の1から3分の1相当の人件費で調達できるマンパワーを活用できるというのは、インドの社会基礎における強みの一つであろう。

ソフトに強いがハードに弱いというレッテルを貼られて久しいインドだったが、そこにインダストリー4.0が組み合わさることによって、シミュレーション（サイバー）と現実の生産（フィジカル）との橋渡しが行われ、多様かつ豊富に経験値を積み上げ、やがて工程設計や現実の生産技術を高度化する知見を蓄積していくだろう。

これこそまさに、インドが目指す産業アップグレードにほかならない。インダストリー4.0や製造IoTにおけるデジタルツインの具現化において、不可欠の存在を確立し、世界を牽引する役割を担うことは間違いないだろう。着実にインダストリー4.0の潮流を取り込み、大きな変貌を遂げていくに違いない。

4 新興国は先進国にとって仲間か、脅威か

前述の通り、中国は技術保有企業の買収により、インドはデジタルツインの経験値の蓄積により、共に製品設計・工程設計の両能力を短時間で獲得することを目指す絶好の位置に存在することになるだろう。その意味でも、製造業のコアスキルの「手の内化」戦略が両国において着実に進行していると見てよい。

次世代製造業の雄を目指す両国の動きは、先進国の決めた基本設計に束縛される適合開発・大量生産の下請けを脱却し、かつて先進国が独占してきた高い付加価値の「創造活動」領域を取り込んでいく動きにほかならない。

両国は10倍以上のマンパワーを駆使し、先進国が独占してきた製造業のブラックボックスをあらゆる手段を講じて解き明かし、それらをデジタル化・コピーし、製造業におけるポジションを高度化する努力を怠らないだろう。新興国にとって「産業アップグレード」は悲願の産業政策だからだ。

加えて、ZTNがアフリカで展開しているIoTプラットフォーム提供事例を踏まえると、今後新たに開拓される新興市場の製造プラットフォーム作りで、中国やインドが覇権争いを演じていく可能性も高い。

とはいえ、IT導入だけで人間の創造活動が容易にキャッチアップされてしまうとも思えない。ITによる管理手法の導入や、誰もが同様な過程と解答を求めてたどり着けるレベルの特定領域において、機械学習にも安易に乗り越えられない領域が存在するはずだ。

それは長年の体験・経験を踏まえて経験値を蓄積した製造事業者が、ドイツにも日本にも実に豊富に存在し、彼ら自身が日々、製品開発や工程設計においてたゆまぬ進化を遂げているからである。

人智の上に構築されてきた創造的発見・知見、新たに設計するアルゴリズム、事象を見抜く洞察力など、機械のインターネット（IoT）のみならず、人間の経験と創造性が介入できる人をつなぎ、巻き込んでいく「Connected-industry (manufacturing)」が、機械と人との競争や共創を推進していく重要な視点となるはずだ。この観点こそ、現場主義やヒト中心を標榜してきた日本のものづくり世界と、新興国の息の合う事業者との協業を可能にさせるものであり、そこに大きな意義を見いだせると思われる。

5 再び製造業を熱い目線で見直す国々

(1) IoTで製造業に振り向いた

シンガポール

2016年秋にシンガポールで開催された製造業の大型会議・展示会（MSE2016）に、野村総合研究所（NRI）がパートナー企業として参加した際、製造業とITとの融合で変革を目指す新たなイノベーションが柔軟性の高いアジア式の製造システム（製造IoT）を提供できる余地がある、との期待の声を聞く機会となった。

欧米企業が機器と機器をつなぐIoTを活用した生産自動化に先行する一方、ものづくりの裾野産業を形成してきたアジアでは、人間のノウハウ・知識・経験を組み合わせた「ヒューマンセントリック」なITシステムを構築し、ボトムアップとトップダウンを往復できる柔軟なツールを受け入れ、その潜在力を活かせるのではないか、という期待である。

アジアの製造業において人件費高騰とエンジニア不足が深刻化する中、シンガポールの製造業はGDPの約2割を占める産業として、政府もそのあり方を見直す時期にきているとの認識を工業省高官から聞かされた。シンガポールは製造とITとの融合分野が新しい潮流を作り出すことに高い関心を示しており、熱い目線で見直す製造業を再び見直そうとしている。

講演会やパネルディスカッションなどを通じ、①ものづくりで高い技術力を持つ日本やタイ、ASEAN（東南アジア諸国連合）各国、②法規制の整備や施行に長けたシンガポール、③IT分野に強いインドなど、各国の強みを持ち寄り、多様化する顧客需要に柔軟に対応できる生産システムを生み出せる余地は大きい。

(2) 石油依存から脱却し、製造業に着目するオイルマネー

2017年3月、中東地区では異例となる製造業展示会（GMIS：Global Manufacturing & Industrialization Summit）がアラブ首長国連邦（UAE）主催でアブダビにて開催された。UAEでは①アジアからの出稼ぎ労働者が製造業の現場で働いている、②シンガポール同様、港の機能を重視している（ドバイが有名、物流ハブを標榜する意向もあるだろう）。まさにシンガポールとの共通の特徴を備え、製造IoTへの関心が高い。中東地域では石油依存の産業構造からの脱却を図るため、製造業を一つの有望分野として着眼している証左だろう。中東地域と日本との協業の可能性が確実に存在している。

(3) 安倍首相自らが語りかけた

日-ASEANのIoT協働への提案

2017年6月に日本で開催された国際交流会議の場で、安倍首相はASEAN各国から集まったリーダーたちを前に「アジアの未来」と題する講演を行い、IoTや第四次産業革命がもたらす5つ目の社会「Society5.0」という新たな世界の魅力を自ら語りかけている。

日本が大切に築いてきたものづくりや社会インフラに注ぎ込んできた知識や知見を活用して、ASEANを基軸とした情報基盤と競争基盤の構築が始まろうとしている。

6 日本の機会と課題

製造IoTへの取り組みは、世界的に関連情報を収集する第1段階を経て、情報基盤とものづくりの競争基盤とをいかに組み合わせるか、という第2段階に入っていく。アジア各

国は日本などのものづくりノウハウを活用しながら、情報だけにとどまらない競争基盤構築の行方を慎重に見極めつつ、IoTの基盤構築において自国ポジションの確立と競争力強化につなげたいとの思惑が強まっていくだろう。

アジアを起点に日本の方法論を提案する機会を作っていかなければ、日本は欧米中の動きに抗し切れないだろう。アジア各国の製造業が連携する上で、日本企業の果たす役割は大きい。課題となるのが情報統制である。アジアは労働集約型から知識集約型への移行を進めていく。公開できる知識・情報と非公開分とを区別する自社ルール設計がまだ不十分だ。欧米企業は情報の「開閉スイッチ」の仕組みを新興国に生産を委ねる過程で確実に醸成してきているが、日本企業の情報統制は今後の課題となる。

IV 生産技術領域における中国の新興国囲い込みとジャパンパッシングのリスク

1 インダストリー4.0領域・デジタル領域における中国の囲い込み、グローバルデジタルエコシステムの構築

これまで述べてきた通り、ドイツとの連携

の下、新興国が急速にインダストリー4.0対応を図っており、ドイツと中国をはじめとした新興国の「連合」が形成されつつある。その中で日本は、ドイツとのMOUを締結しているものの取り組みの遅れは否めない。

日本は今まで、アジアを中心とした新興国に対する生産技術領域のリーダーとして一定のプレゼンスを有してきたが、今後はドイツとのパートナーシップの下、急速に付加価値を高める中国が東南アジアをはじめとするアジアにおける製造業への影響力を高める可能性が高い。家電・蓄電池など、今まで日本が強みを持っていた領域が急速にキャッチアップされ、世界的なリーダーシップを中国に奪われたケースは枚挙に暇がない。このまま静観していれば、残された強みである生産技術においても、インダストリー4.0技術を活用した中国に存在感を奪われてしまうことは、近い未来に起こってしまうであろう。

それを防ぐためには中国の動き方を分析し、その上で日本としての対策を検討しなければならない。日本としての対策に関しては主には第三論考「日本におけるデジタルトランスフォーメーションの方向性」において行うとし、ここではインダストリー4.0に関連する中国の動き方を分析する。インダストリ

図2 中国の新規ビジネス領域における戦略アプローチ

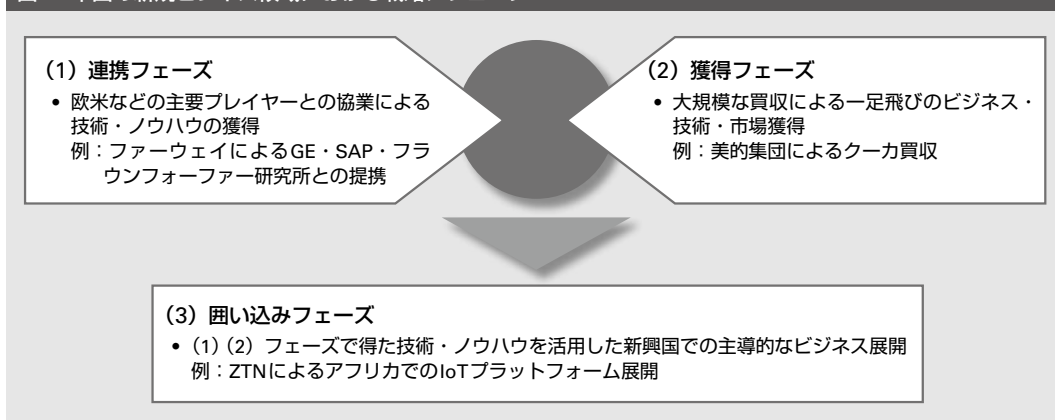


表8 アリババによる東南アジア大企業・政府との連携事例

フェーズ	発表年	対象企業・組織	本社国	概要
連携	2000年	ソフトバンク	日本	ソフトバンクと資本提携し、出資を受け入れ
獲得	2005年8月	ヤフー中国	中国	ヤフー中国を買収
連携	2005年8月	ヤフー	米国	ヤフーと戦略的提携を実施し、ヤフーがアリババ株の40%持分を保有
連携	2014年5月	シンガポールポスト	シンガポール	シンガポールの郵便事業大手シンガポールポストと国際物流プラットフォームの整備に向けて資本提携を決定。この資本提携でアリババはシンガポールポストの国際物流網を利用することが可能に
囲い込み	2016年4月	LAZADA社	シンガポール	東南アジアの6カ国でEC事業を展開するLAZADA社を買収
	2016年10月	タイ政府	タイ	タイのプラユット首相がタイの中小企業関連省庁と中小企業の商品輸出拡大に向けた協力協議を実施
	2016年11月	Ascend Money	タイ	タイの電子ウォレット・オンライン融資プラットフォームを展開するAscend社へ出資
	2016年11月	チャロンボカバン	タイ	タイの最大財閥、チャロンボカバンと電子決済領域で提携
	2016年11月	マレーシア政府	マレーシア	マレーシアのナジブ首相が中国を公式訪問。アリババグループ会長をデジタルアドバイザーに指名
	2016年12月	タイ商務省	タイ	タイ政府のEC戦略のパートナーとしてアリババとLOI締結

出所) 各種報道情報

ー4.0に関連した中国の戦略としては、図2の3つのアプローチを同時並行的に実施していくと想定される。

中国は今まで、有望なビジネスに関しては図2の3つのアプローチを通じて、事業の立ち上げからグローバルでのプレゼンス拡大までを急速なサイクルで回してきた。その一例が表8のアリババのECビジネスである。アリババはEC領域において、初期段階ではソフトバンクやヤフーとの提携の下、ノウハウの取り込みを図るとともに、ヤフー中国の買収などを通じてノウハウ・技術・顧客網の獲得を行っている。その上で近年では東南アジアを中心に、有望スタートアップの買収や、財閥との提携、政府アドバイザーへの就任など大規模な囲い込みを実施し、プレゼンスを確固たるものとしている。

インダストリー4.0領域においても同様に、ファーウェイが欧米の主要プレイヤーと連携してノウハウを急速にキャッチアップするとともに、美的集団がクーカを買収するなど大規模な買収を行っている。今後は同様に新興国への拡大・囲い込みが大規模に行われていくことが想定される。

(1) 連携フェーズ(欧米などの主要プレイヤーとの協業による技術・ノウハウの獲得)

前述の通り、ファーウェイを中心に中国企業は欧米のインダストリー4.0の中心プレイヤーとの提携を通じて、技術・ノウハウの獲得を行っている。それが実現できる大きな要素として、欧米プレイヤーにとっても中国市場の大きさ・成長性が魅力であり、中国企業と連携して市場展開を行うメリットが大きい

ということがある。

実際にシーメンスが青島に大規模なトレーニングセンターを設置しているように、インダストリー4.0関連ベンダーは、中国の市場を重要視しており、多くのトレーニングセンターを中国に設置している。一方で、その他のベンダーも含めて、規模が小さく、かつインダストリー4.0関連のソリューションに対する投資も活発ではないため、日本の市場の優先順位は低くなっている。事実、日本にはそのようなソリューションを試せる大規模なテストベッドは現在存在していない。

日本の状況としては、市場としての相対的な魅力の低さから、欧米主要企業が営業リソースを日本に割くインセンティブは低く、その結果として世界標準の技術・ノウハウに触れる機会が限られてしまっている。日本企業としても競合となる欧米主要企業が大規模な

リソースを割いていないため、国内市場はある程度のシェアを保てるため海外企業との連携には積極的ではない状況である。

この状況では、日本は世界の最先端の動向から取り残されてガラパゴス化しかねない。積極的な仲間作りにより、最先端の動向を取り入れ、国際標準作りに能動的に参画していくことが求められる。

(2) 獲得フェーズ（大規模な買収による

一足飛びのビジネス・技術・市場獲得)

前述の企業動向事例において、中国企業は豊富な資金力を武器に、日米欧企業の買収を加速度的に進め、「一足飛び」に技術・ノウハウ・プレゼンスを急拡大させていることに触れた。実際、中国企業によるインダストリー4.0関連企業の買収は2016年から相当数起こっており、ドイツを中心とした欧米の技術

表9 主な中国企業によるインダストリー 4.0関連企業の買収・出資

発表年	実施企業	対象企業	概要
2017年	美的集団	Servotronix Motion Control (イスラエル)	家電メーカーの美的集団が動作制御システムのServotronixを買収
2016年	美的集団	クーカ (ドイツ)	家電メーカーの美的集団がロボットメーカーのクーカを買収
2016年	Wuxi Lead Intelligent Equipment	JOT Automation (フィンランド)	産業機器メーカーのWuxiがオートメーションシステム・機器のJOTを買収
2016年	Shanghai Electric	Broetje Automation (ドイツ)	Shanghai electricが、Aviation automationシステムのBroetjeを買収
2016年	ChemChina	KraussMaffei (ドイツ)	化学企業のChemChinaが産業機器メーカーのKraussMaffeiを買収
2016年	Weichai Power	Dematic (米国)	出資先のKION (ドイツ) を通じて米国のマテリアルハンドリングに関するオートメーション企業を買収
2016年	Shanghai Electric Group	Manz (ドイツ)	ドイツのロボットメーカー Manzに出資
2016年	Weichai Power	KION (ドイツ)	KIONの出資比率を43%へ引き上げ (2012年に戦略的資本提携開始)
2015年	Weichai Power	Egemin Group (ベルギー)	出資先のKION (ドイツ) を通じてベルギーのオートメーション企業を買収
2015年	ShangGong Group	H.Stoll (ドイツ)	ドイツのロボットメーカー H.Stollに出資
2015年	Agic Capital	Gimatic (イタリア)	中国のファンドがイタリアのロボットメーカーを買収

出所) 各種報道

を一足飛びに獲得しようと動いている。表9に主な中国企業によるインダストリー4.0関連企業の買収案件を示した。

ここで特徴的なのがWeichai Power社の事例であろう。2012年にKION社に対して出資を行い、後に出資比率を引き上げているが、そこで得た目利き能力を活かしてKION社を通じてベルギーのEgemin社や、米国のDematic社などの新たな買収を行っている。買収企業の目利き力・ネットワークと中国企業の資金力を合わせると、連続的な買収が可能となり、一気にプレゼンスを構築することにつながることを表している。

他国（台湾）企業ながら、中国企業の資金力をてこにした拡大の脅威をより鮮明に表しているのが、鴻海精密工業によるシャープの買収であろう。圧倒的な規模のものづくりを実現してきた鴻海が、先進国の技術とブランドをシャープという企業を通じて獲得し、イノベーション能力と量産能力を掛け合わせるにより、世界有数のエレクトロニクス企業化することを狙っていると考えられる。このような、「先進国の技術で武装した新興国企業」の出現は、インダストリー4.0の時代には頻繁に生じ得る。

今後も美的集団のクーカ買収のように、ノウハウ・顧客データを集積している企業を、莫大な資金力を武器に買収することによって取り込み、急速に中国企業のプレゼンスが拡大する流れが継続すると想定される。

(3) 囲い込みフェーズ（1、2項で得た技術・ノウハウを活用した新興国での主導的なビジネス展開）

現在はインダストリー4.0への対応は欧米

が先行しており、ファーウェイなども欧米の先進プレイヤーとの協業の下、共同でビジネスを行っている段階ではある。しかし、中国ZTN社が現地通信会社のMTN社とアフリカにおけるIoTプラットフォームをローンチしたように、中国企業自身が強みを発揮できる地域での展開や、中国企業がある程度の競争力を蓄積した後は、中国企業自身がインダストリー4.0展開において主導権を取ろうとする動きが想定される。

また、中国製造2025においても、前述の3ステップの中で自国の技術力を高めるだけではなく、イノベーション・技術の分野において世界でのリーダーシップを発揮することが明記されている。

このことから中国は、製造業のノウハウを通じて新興国の囲い込みを図っていく方向であることは明白である。デジタル技術へのキャッチアップを行い、欧米諸国企業との国際連携・国際標準の構築を加速度的に行っている中国が、現在アジア新興国における生産技術領域のリーダーとしてのポジションを有している日本の牙城を切り崩しにくる日はそう遠くはないだろう。

2 日本の生産技術のガラパゴス化のリスク

ここまで述べてきたように、インダストリー4.0の推進を通じた生産技術における標準化の取り組みに日本のみが取り残される状況になってしまうと、日本の強みであった製造業の生産技術がかえって弱みとなり、ガラパゴス化してしまうリスクがある。

今までは生産技術に強みがある日本は、東南アジアなどの新興国へ進出した際、または

買収した際に、技術者を派遣し丁寧にノウハウや技術をトランスファーすることに一日の長があった。しかし、インダストリー4.0の世界においては、マザー拠点のノウハウの他国へのトランスファーはデジタル化されることにより、より迅速にかつ正確に行えるようになる。加えてコア技術をブラックボックス化できるため、技術流出を防ぐ形で加速度的に新興国への進出が進んでいくだろう。

またドイツと中国の連携の中で、さらには中国による新興国の囲い込みの中で、生産技術の標準化が進んで日本が取り残されてしまうと、日本の生産技術が標準から外れてガラパゴス化しかねない。そうなると、新興国の現地企業にとってもグローバル標準を採用していない日本企業と組むメリットがなくなり、ジャパンパッシングが起こってしまうリスクが大きい。

こういった事態を避けるためにも、前述の①連携（グローバル企業との国際連携）、②獲得（買収を通じた技術・ノウハウ・プレゼンス獲得）、③囲い込み（新興国の官民双方への囲い込み）という中国のインダストリー4.0から得られる3つの示唆は大きな意味を持つ。日本としても、ドイツや米国などの標準を活用し、欧米企業との連携の下、より積極的に国際標準を作り上げるプロセスに参画

するとともに、アジアなどの新興国において主導的に仲間作りを行っていく必要があるのではないだろうか。

3 インドとのデジタルエコシステムの形成の可能性

前節で述べた仲間作りにおいて、パートナーとなり得るのがインドである。インドは前述の通り、製造業の高度化に向けて政府を挙げて取り組んでいる。しかし、現在ではIT分野はInfosys社、タタ・コンサルタンシー・サービズなどがGEやシーメンスとの連携の下、グローバルにインダストリー4.0事業を展開しているものの、OT（生産技術）の分野においては高度な生産技術は有していない状況である。このこともあり、インドは生産技術に強みを有している日本に対して積極的に働きかけ、連携を行うことを求めている（表10）。

インドは、IT分野ではInfosys社がGEとの連携の下、IICの中心的存在としてソリューションの開発を行っているほか、タタ・コンサルタンシー・サービズがGEとシーメンスのプラットフォームにおけるアプリケーション開発を行っている。「匠の技」として現在では強みを有している日本の製造技術をデ

表10 日本とインドにおける主なパートナーシップ

発表年	概要
2017年2月	インドのソフトウェア・サービス企業協会NASSCOMと、日本の産学官IoT推進コンソーシアムのITACが、IoT分野の日印協力に関してMOUを締結
2015年12月	安倍首相とモディ首相は日印投資イニシアチブを調印。下記を実施する ▶ジェットロ本部におけるインド人スタッフの常駐 ▶ジェットロ在インド事務所への専任スタッフの配置 ▶IoTに重点を置いた対日投資セミナーの開催 ▶IoTに重点を置いたマッチングセミナーの日印両国での開催
出所) 各種報道	

デジタル化し、国際的なプラットフォームに乗せてインダストリー4.0においても競争力をもって市場展開するためのノウハウ・技術を有しているのがインドのITプレイヤーであるといえる。

IoTの中で、ITに関して強みを有するインドと、OTの部分での強みを有する日本が連携することは、日本のインダストリー4.0対応の遅れを取り戻す一手になり得る。

著者

小宮昌人（こみやまさひと）

グローバル製造業コンサルティング部副主任コンサルタント

専門はグローバル事業戦略、M&A戦略、イノベーション創出支援、IoT・インダストリー4.0対応など

近野 泰（こののやすし）

コンサルティング事業本部パートナー

専門は経営戦略、グローバル経営戦略