

製造業のデジタル化と日本の競争力 進む第四次産業革命



辻 直志

CONTENTS

- I 欧米製造業のデジタル化
- II アジア製造業の変質
- III デジタル化による競争パターンの変化
- IV 懸念される日本のガラパゴス化

要約

- 1 第四次産業革命とインダストリアル・インターネットのイニシアティブにより、グローバル製造業の変革が進められている。各種の標準化やデファクトとなるパッケージソフトウェア整備の進展とともに、開発製造プロセスおよびサプライチェーンのデジタル化がさらに進んでいる。
- 2 製造業のデジタル化は、中国を含めたアジアの製造業による欧米先進技術キャッチアップのハードルを下げる効果をもたらしつつあり、これらの国は国家的規模でのデジタル化技術開発投資、欧米企業の買収などを通じて急速に技術力を高めつつある。
- 3 第四次産業革命のフレームワークに基づく製造業のデジタル化は、サプライチェーンの構造を、従来の個別摺り合わせ型の構造からオープンイノベーションを加速する構造へと変化させており、デジタル化への乗り遅れがわが国の製造業での競争力の喪失につながる懸念が強い。
- 4 わが国のデジタル化は、個別製造設備のデジタル化にフォーカスする傾向が強く、工場間・企業間連携によるサプライチェーン構造の革新に向かう欧米企業、それを追いかけるアジア企業のネットワークから外れ、製造業におけるガラパゴス化をもたらす懸念が高まっている。

I 欧米製造業のデジタル化

デジタル技術による産業の革新を目指して、ドイツで提唱された第四次産業革命^注のイニシアティブによって、世界の製造業、特にデスクリート系といわれる自動車や航空機、機械、電気製造業は大きく変わり始めている。もともとシーメンス、ダイムラー、ポッシュなど欧州の大規模製造業は、成長率が伸び悩む先進国の市場から著しい成長を示す新興国の市場に自らの成長戦略をシフトしてきていた。そして生産コストが低く、高い成長が望める市場に近い新興国に生産拠点を積極的にシフトしてきていたのである。

しかし生産拠点の新興国への拡大には2つの大きな問題があった。第一に、これまでのやり方では、本国の優秀な技術者を現地に派遣することで、工場の立ち上げや安定稼働、品質向上を図る必要があり、新興国への生産拠点拡大に伴い、こうした優秀な技術者が不足するという問題である。第二に、新興国に生産拠点を構えるということは、生産に携わる現地人技術者や、素材・部品供給を依存する現地協力工場へ技術移転を行うことを意味し、これらの技術者や協力工場を介して、製造業にとって極めて重要な生産技術そのものが外部に漏洩するという問題である。

そこで、自社の技術者のリソースの拡散や、自社の生産技術の漏洩をさせることなく、生産拠点を新興国に拡大するための方策として、大幅にデジタル化を進め、生産技術をブラックボックス化して、これらをデジタルネットワークでつなぐ仕組みの構築が進んできたものといえる。これが第四次産業革命の出発点といってよいであろう。

第四次産業革命をこの観点から見た場合に、実は既に動き始めたデジタル化を完成させ、企業を跨いでグローバルに広がる生産プロセス全体のデジタル連携をさらに深めるために、国際的な規格の標準化が必要になったと理解されよう。つまり、第四次産業革命は2012年1月のインダストリー4.0ワーキンググループの活動をもって始まったのではなく、それ以前に既に製造のデジタル化に関する大きな動きがあり、欧州の大規模製造業がその準備を周到に進める途上で構想されたものであったと考えられる。その上で、標準化議論としてドイツの国家戦略、グローバルイニシアティブとして立ち上げられたものと考えられるのである。

このような流れの中で、当然ながら製造業のデジタル化を進めるためのソフトウェアの整備も先行して進められていた。インダストリー4.0の提唱メンバーの中に、長期にわたってグローバル製造業の経営を支えてきたソフトウェア企業であるSAP社のカガーマン博士が入っているのも当然のことである。むしろ、ドイツには製造業のデジタル化を進める上で大きく貢献してきたSAP社のERPシステムや、設計・開発の中核機能を提供してきたシーメンスのPLMシステムなどの高度なソフトウェア技術が蓄積されており、この面でのドイツの優位性は揺るがないという自信が、インダストリー4.0推進の背景にあったといっても過言ではないだろう。

ことに2010年以降、これらのソフトウェアに関しても世代更新によるIoT技術への対応が進んでおり、これらのソフトウェアを高度に活用することにより、開発製造プロセスのデジタル化や、協力工場を含めたサプライチ

エン全体でのデジタル化など、製造業の企業活動全体をデジタル化することが可能になってきたといえる。このように企業内の活動を隔々までデジタル化し、それを基に俊敏で柔軟な経営を行う企業、すなわちデジタルエンタープライズに近づいていく変化が起きている。急速に進むIoT技術の普及がこれらの動きを加速してきたのも事実であろう。

第四次産業革命とともに広く世界に認知されるようになった、ボッシュのプライハット工場や、インドのプネーに建設されたGE（ゼネラルエレクトリック）のブリリアント・ファクトリーが、まさにそのショーケースといえる。これらの工場で実証された技術は、そのまま世界各地に建設される工場で活用されているのである。

このようにインダストリー4.0は既に工場現場に深く浸透し、欧州の大規模製造業ではその活用が進んでいる。当初懸念された、ドイツのインダストリー4.0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2つの動きも、国際標準化という観点からは完全に統合がなされ、その違いに配慮する必要は全くないといえる状況となっている。

基本的には標準化議論をインダストリー4.0に集約し、IICはテストベッドと呼ばれる実用化事例の構築に力を入れる形になっている。新興国を含めたほとんどの国がインダストリー4.0の推進体制に参加し、さらにIICのテストベッド構築にも参加し、標準化と具体的実用化の両面でのグローバル展開が急速に進む状況となっている。

一方で、欧米を中心として大企業にこれだけの広がりを見せる第四次産業革命の動きに

対して、中小企業への浸透の面では十分な進展が見られていないという状況がある。中小事業者にとってはいまだに情報が十分届いておらず、また参入の障壁が高いという認識を払拭しきれていないのがその原因と言われる。製造業の裾野まで統合していくという当初の目標に対しては、その達成に向けた課題も見え始めており、ドイツでは政府、教育機関、民間企業が連携して対策にあたっている。

II アジア製造業の変質

デジタル化を進めつつ、新興国への展開速度をさらに速めている欧米企業の動きに牽引されるように、アジアを中心とする新興国における製造業も急速にデジタル化を進め始めている。第四次産業革命が新興国での急速な成長をその目的の1つとして挙げていたことから分かるように、デジタル化の進展が新興国製造業の急速な変化をもたらしている。もちろん変化の中心は、現時点では欧米製造業の生産拠点そのもので、生産プロセスのデジタル化により、生産のモニタや制御、技術支援までが本国のマザー工場からネットワークを介して提供されていて、高い生産性を実現している。

ただ一方で、欧米企業が生産プロセスのデジタル化を進める際には、多くの場合、インドもしくはベトナムやメキシコなどの新興国に、デジタル化のエンジニアリングを担当する数千人から1万人を超えるような巨大な組織を整備し、その膨大な人員を活用することにより、急速なデジタル化を実現しているのである。特にインドは工学系の優秀な学生が確保しやすいことを利点にして、ESO（エン

エンジニアリング・サービス・アウトソーシング)という形で、欧米企業に対してデジタル化のためのエンジニアリングサービスを提供している。ウィプロ、インフォシスなどのようにシステムインテグレータをベースにしたインド企業がさまざまな企業の要求に応じてサービスを提供している場合もあり、またボッシュのようにエンジニアリングサービス部隊を子会社としてインドなどに整備している場合もある。これらのエンジニアリング機能を最大限に活用して、新興国の生産拠点の立ち上げ運営に関するエンジニアリングサービスを提供し、さらに新興国の製造業のデジタル化も進めようとしている。

第四次産業革命本来の目的からすると、生産のデジタル化の目的は、デジタル化による新興国への生産技術漏洩の防止という面も持っていたと想定される。実際、BMWがシーメンスの協力を得て中国企業とともに建設したBMWプリリアンス組立工場では、設備の自動化、遠隔監視制御などにより現場のスキルレベルが低くても高い稼働率を維持できるといったように、現場の技術習熟に依存しない工場が実現されているといわれる。

このような工場では、生産現場の技術すらもブラックボックス化されることとなり、生産に携わる人を通じての技術漏洩を完全に防止することができる。逆にいえば、新興国側はスキルが低い労働力を提供しさえすればよく、技術移転の恩恵を受けることがほとんどないともいえる。このように、デジタル化の進展は、逆に新興国の現場での技術移転が阻害されるということを意味する面もあり、新興国側としては諸手を挙げて歓迎するばかりでは済まないという事情も見えてくる。

しかしこのような状況に対して、新興国はこれを唯々諾々と受け止めるのではなく、自国に技術を呼び込む機会と捉え積極的に動き始めている。新興国側では、技術をキャッチアップする側にとって、デジタル化はそのハードルを下げ、短時間でのキャッチアップを可能にする追い風であると認識している。

このため、単純に欧米企業の提供するエンジニアリングサービスを活用するだけではなく、ドイツの新興ロボット企業であるクーカを買収した中国企業のように、自ら欧州企業を買収することにより技術を獲得する企業が現れている。また、タイは、自国内に技術蓄積を進めるためのテストベッドを立ち上げ、ここに欧米企業を含めた企業を誘致し、共同開発などを介して、国内企業に対する技術移転や新規技術の開発によりこの課題を乗り越えようとしている。

こうした背景を基に、第四次産業革命分野では新興国が積極的に欧米各国と連携を図り、自国への技術移転の機会を作り出そうとしているのである。その中でも特に中国は積極的にドイツと連携することによって自国の技術力の向上を図りつつ、世界の製造業への影響力を持ち始めている。

中国は巨大な成長市場を背景に持つことを強みとして、インターネットの世界で欧米を凌駕する成長を見せたのと同様に、生産技術の分野でも単純なキャッチアップではなく、世界の生産技術リーダーとしてのポジションを見据えて戦略的に動いている。グローバル製造業において欧米とともに長くトップの座を維持し、生産技術領域のリーダーと見られるだけの技術力を有する日本の立ち位置が、これらの新興国に脅かされる状況にもなりか

ねない変化が起こり始めている。

Ⅲ デジタル化による 競争パターンの変化

第四次産業革命の当初の狙いに、競争領域のブラックボックス化と非競争領域のオープン化というものがある。製造業の生産プロセスやサプライチェーンを複数のモジュールに分解して、モジュールの中身はブラックボックスとして企業間の競争を促すが、モジュールとモジュールをつなぐインターフェースの部分は標準化してオープン化するという考えである。そして、このモジュールをどのように定義するか、モジュール間のインターフェースをどのように標準化するかというのが、インダストリー4.0の標準化議論そのものだといってよいであろう。このモジュール同士を標準に基づいてつないでいくのがSAP社やシーメンス、その他の企業が提供し始めている、デジタルプラットフォームともいうべきソフトウェア群となる。この考えの下では、企業が競争力のある技術を開発すると、これをオープンなインターフェースを通じて、他の企業の生産プロセスに容易に接続できるようになる。

このような仕組みが確立されてくると、より性能の良い、新たな生産プロセスが開発されると、これを容易に古いプロセスと置き換えることができるようになる。このことは、製造業の生産プロセス全体が、これまでの系列化や摺り合せによる密に結合した一連の生産プロセスから、取り替え可能な生産プロセスの集合体に変わることを意味する。このため、いずれかのプロセスで革新的な変化が起

こった場合には、たとえ一部分の核心であったとしてもこれをすぐに取り入れ、プロセス全体の革新につなげていくといったことが可能となる。生産プロセスを構築する際にも、自社の技術の集合体として構築するのではなく、外部の革新を取り入れていき、さらには常に新たな革新を取り入れつつ成長するという、まさにオープンイノベーションを可能にする仕組みとなっていくのである。

このようにして、競争力のある技術は広く活用され、競争力を失った技術は淘汰されていくが、もちろん、既存の生産ラインが一気に全て置き換えられるものではなく、時間をかけて徐々に進んでいくものと考えられる。しかし、一度有効性が明確になり、置き換えが始まると、その動きはもう後ろには戻らないものとなるであろう。

このように第四次産業革命の動きの中で進められている製造業のデジタル化は、デジタルプラットフォーム上での生産プロセスの交換や統合が容易となる世界をもたらすこととなる。これは、技術の摺り合わせによる固定的な企業間の連携に基づく生産プロセスを大きく変えることになる。

欧米やアジアを中心とする新興国が狙っているのは、生産プロセスのモジュール化により、自社の強みを活かしつつ、弱い部分に他社の強みを取り込み、組み合わせるオープンイノベーションにより競争力を最大化していくとする戦略である。そのために、製造プロセスをデジタル化し、標準化されたデジタルプラットフォームに生産プロセスを乗せていくことが、アジアや新興国にとってますます重要となる。個々の技術の力や品質の力ではなく、デジタルへの対応力によって競争力

向上のための条件が変わってくる世界が既に見え始めている。

IV 懸念される日本のガラパゴス化

このような海外の状況と対比して日本を見ると、第四次産業革命やIoT、そして、製造プロセスやサプライチェーンのデジタル化への対応を進めるため、多くの企業が情報収集に走り、一部企業では大規模な取り組みも始まっているのは確かである。

ただし、多くの製造業は製造現場の改善にこれらの技術を使おうとする傾向が強く、第四次産業革命から見れば、生産プロセス全体の中の1つのモジュールにおける競争力強化を図っているのに過ぎないともいえる。もちろん重要なことではあるが、第四次産業革命の本来の狙いから見れば、従来の製造業のパラダイムでの動きにほかならない。

しかし、ここまで見てきたように、第四次産業革命の動きの中での欧米企業やアジア新興国の製造業の変化は、個々のプロセスの効率アップが目的ではなく、モジュール化とオープン化によって製造プロセスを含むサプライチェーン全体の効率や俊敏性を上げて、さらにオープンイノベーションによってその競争力を高め続けることにある。まさにゲームの論理を変えようとしているのである。

これに対して、わが国においては製造業のプロセス全体をデジタル化して、製造から販売までサプライチェーン全体の効率向上を図り、海外工場を含めて生産性を上げるという取り組みにまで至っていないのが現状である。さらには、生産プロセスそのものに対してオープンイノベーションによる革新を進め

ようという動きはほとんど見られていない。ゲームの論理を変えて戦いを仕掛けてこうとしている欧米やアジアを中心とした新興国の動きに対して、このままでは第四次産業革命や製造のデジタル化の本質に近づけないまま、欧米企業やそれを支える新興国にまで置いていかれる状況になりかねない。さらには、デジタル化への乗り遅れが、日本を除く欧米と新興国による製造サプライチェーンにおける日本パッシングの構造さえもたらしかねない状況にある。

こうした海外と日本の差はどのような原因によるものであろうか。さらには、どのようにすればこれを乗り越えていくことができるのであろうか。本特集ではまず、欧米企業の先進の動向と背景に隠れている課題、その対策を明らかにし、次に新興国における製造のデジタル化の進展とその背景、悩みや対応策を解き明かす。その上で、今後の日本の採るべき道を明らかにすべく、日本の現状を解き明かしていくこととしたい。こうした問題点の整理を通じて、日本の採るべき方向について議論を進め、日本の製造業の今後の成長に少しでも貢献できれば幸いである。

注

製造業デジタル化による変革全体を「第四次産業革命」と呼び、ドイツのワーキンググループ活動、標準化活動を「インダストリー4.0」と呼んでいる

著者

辻 直志 (つじただし)

産業ITソリューション事業本部首席コンサルタント
専門は企業のデジタル化戦略、グローバルサプライチェーン