

世界の製造業に IT 主導の変革の波

——日本企業は先頭に立てるか——



日本経済新聞
編集委員

後藤 康浩

世界の製造業は明らかな大変革期に入った。今後10年で、企業はもちろん工場やさまざまな設備までがネットワーク化され、モノづくりを新しい形に変えるだろう。1990年代にインターネットを通じてオフィスや家庭のパソコンが繋がったことで、ビジネスや生活が一変したように、今度は生産現場やモノづくりが一新される。それはコスト削減や納期短縮といったミクロの利益にとどまらず、資源の有限性や環境問題の緩和など地球全体に価値をもたらす可能性がある。人と機械が仕事を奪い合うといった問題の指摘もすでに出ているが、まずはこの変革をよい方向に導き、加速させることが重要だろう。日本企業は人材、技術、経験からこの変革を主導する力をもっている。

生活とビジネスを変えたインターネット

「群盲、象をなでる」というインド発祥の寓話は視力の不自由な方への配慮から今では避けるべき表現かもしれないが、今、製造業で起きつつある変化に対する私たちの認識はまさにそうとしか表現できない。あまりに多くの要素が包含された大変化であり、ドイツが発信している「第4次産業革命」という言葉も何か本質や実態に迫りきれていない印象をもつからだ。

1980年代に現在のパソコンが急激に普及したとき、パソコンは1台ずつが孤立した存在で、パソコンの中で表計算やワードプロセッサ、ゲームなどさまざまなソフトが走るだけだった。「スタンド・アローン」の時代である。もちろん当時の代表的な記録メディアであるフロッピーディスクを介すれば、情報、データの交換は可能だったが、即時性にも機能性にも欠けていた。ただ、パソコンを使い始めた人類にとってはそれだけでも大きな進歩に感じられていた。

その後のインターネットの普及はパソコンのもつ意味をまったく変えたことは言うまでもない。パソコン同士が繋がらただけでなく、政府組織や企業のコンピューターにつながることで、パソコンは情報への

ゲートになったからだ。パソコン上で処理されるさまざまなことは、外につながることでより大きな意味や価値をもつようになった。その延長線上に今のクラウドコンピューティングがあり、そこにパソコンに匹敵する機能をもつスマートフォンもつながることで、さらに利便性とネットワークの意義は高まった。

ただ、これらは個人や企業が主体となり、金融やネットショッピング、情報検索、予約、顧客対応など大半がサービス分野で進んだ変革だった。インターネットを利用することで個人も企業も低コストで、迅速に幅広い仕事を成し遂げられたからだ。結果として、広範囲の業種で業務の効率、サービス品質が劇的に高まり、ネットにつながる限りは地理的制約も受けなくなった。多様な新規事業が立ち上がり、従来は起業には不向きと思われた場所でもビジネスが創出されるようになった。

こうした基盤を行政機構が交通システム、上下水道、災害時の住民避難など都市運営の多くの分野に活用する動きが「スマートシティ化」と位置づけられる。いずれにせよ、80年代のパソコン、90年代のインターネットの普及の波は20～30年間で世界のビジネス、社会システム、人々の生活を大きく変えた。

日本のファクトリー・オートメーション (FA) と生産改革

今、製造業で起きている変革は第一義的にはこの大潮流の延長線上にある。企業にとってオフィスで先行した外部とのネットワーク化が、工場、生産ラインにも波及するからだ。もちろん製造現場では1970年代からさまざまな設備の自動化の動きが起きている。人手を使わずにできるだけ機械設備に自律的に作業をさせようという取り組みだ。それは日本ではことさら大きな意味をもった。85年9月のプラザ合意以降の急激な円高によって、国内工場のコスト競争力が急低下した際に、生き残りのための道は海外移転か、国内工場の

「FA（ファクトリー・オートメーション）」化しかなかったからだ。

当時、自動で商品、部品を搬入、搬出できる自動倉庫、溶接などのアームロボット、工場内を走り回る自動搬送機（AGV）などが国内の工場に次々導入され、FAで日本は世界の最先端を快走した。FAは日本のお家芸となり、FA関連機器、システムで日本企業が世界をリードした。

FAはその後も着実な進化を遂げたとはいえ、製造業の経営にとってはある面で重しにもなった。巨額のFA投資をしたにもかかわらず、利益につながらず生産品種の切り替え、生産数量の変動にFAが追いつくためにソフトウェアの更新、設備の改良に多数のマンパワーが必要になったり、導入済み設備の償却が終わらないうちに追加の設備投資が必要になったりするケースが多発したからだ。当時のFA設備の汎用性、柔軟性には、モノづくりの現実に追いつく技術的な力がまだ弱かったといえるだろう。

その後、90年代半ばに中国という人件費が安く、莫大な若年労働力をもつ国が外に大きく門戸を開いたことで、製造業はFA投資よりも中国投資に大きく傾き、その流れで中国は「世界の工場」にのし上がった。90年代末に中国・広東省に進出した日本企業の現地トップが語った「オートメーションより『乙女（オトメ）ーション（若い女性の人海戦術による手作業）』の方が利益が出る」という感想はそのころのFAの問題点を端無くも突いていた。

その後も日本国内の工場では「トヨタ生産方式」の導入による生産の平準化、在庫削減、ライン作業者の自主性重視など生産改革が進み、投資を絞りながら、現場改善によって、生産効率が高まった。

モノづくりのグローバル・プラットフォーム競争が始まった

筆者は「トヨタ生産方式」の生みの親である故大野耐一トヨタ自動車工業副社長の薫陶を受けた生産コンサルタントの山田日登志氏（PEC協会会長）が工場指導をされる現場に度々、同行させていただき、こうした日本の独自性ある生産改革、現場改善を目の当たりにした。セル生産の導入、進化や「カラクリ（コストを抑えた現場ニーズにあった設備の自主制作）」などがもつ劇的な効果には目を見張らされた。一言で言えば、生産現場の人が意欲と改革意識をもてるようにすれば、日本の国内工場は今なお進化を続け、競争力を

高められるという確信を得た。

こうした改革は製造業各社が切磋琢磨するようにそれぞれ「○○○プロダクション・システム」「○○○ウエイ」といったネーミングで独自の方式を編み出し、成果を出していった。日本の国内工場は円高や中国の台頭、韓国、台湾の進化にも対抗して、衰退せずに踏みとどまったのだ。

そして今、製造業にはインターネットを本格的にモノづくりに活用するという大きな潮流が押し寄せている。かつてのFAが工場内の加工設備や搬送機を結び、その状況を生産管理部門の端末に伝えるといった一社内に閉ざされた仕組みにとどまっていたものをほかの企業の工場、ほかの企業の設備、倉庫や販売店とも結んだ外とつながったオープンなシステムに転換するという流れである。これはもちろん第一段階にすぎないが、それでも決して簡単なことではない。

パソコンには世界の大半のメーカーのパソコンで動くマイクロソフトのオペレーション・システム（OS）の「ウィンドウズ」やアップル製品を括る「iOS」などがあり、マウスからプリンター、スキャナーまで多様な周辺機器も動かすが、工場内の機器にはグローバルに統一されたOSも多様な機器を一本に束ねデータのやりとりや指示を可能にするプラットフォームのような十全なシステムはまだないからだ。個々のFA機器メーカーが陣地取りのように、他メーカーを呼び込み、自陣営を構築し、そこに別々のプラットフォームをつくらうとしている段階にすぎない。

日本の選択は“協奏”かガラパゴス化か

ドイツの官民学がスタートした「インダストリー4.0」やアメリカの「インダストリー・インターネット」はまさにグローバルなプラットフォームづくりを目指す狼煙であり、21世紀のモノづくり改革の主導権を握ろうという意思表示でもある。もちろんドイツにも米国にもFAをリードする有力なメーカーや業務用のソフトウェア会社もあるが、単に企業だけでなく、国家レベルで動いていることに注目すべきだろう。

「インダストリー4.0」の現状を毎年、世界にアピールする舞台となった観のあるドイツのハノーバー・メッセ（今年は4月25～29日に開催）は2016年のパートナー国家に米国を選び、メルケル独首相が送った招待状に応え、オバマ米大統領がメッセに参加する。ドイツと米国の産業界は激しい競争のなかで、共通利益を見出し、“協奏”に移行しつつある。「バスに乗り遅

れるな」といった古くさい主張をするつもりはないが、日本が個々の機器メーカーでは最先端を行きながら、国家としてこのモノづくりの大改革の流れに乗り切れていない印象は強い。第1に「インダストリー4.0」に当たるような日本発の強いキャッチフレーズがまだ世界に向けて打ち出されていない。

日本の企業や組織には、自らの技術的優位性を過信し、独自性にこだわるあまり、世界の潮流を軽視し、乗り遅れる、という癖がある。「天上天下唯我独尊^{ゆいがどくそん}」であるが、今回の潮流を生み出しているインターネットは「網下網上彼我接続」(網はインターネット)が特徴であり、「唯我独尊」とは対極にある。結びつける動き、すなわちコンソーシアムづくりに乗り遅れるのは決定的に不利になる。しかもこの流れは何が優勢になるかを傍観し、勝ち馬に乗ろうという「洞ヶ峠^{ほらがとうげ}」的姿勢も許さない。早期に主体的に参画しなければ、ネットワークの隅に追いやられるだけだ。日本企業の正念場といえるだろう。

大変革の波の先にみえるもの

では、冒頭で指摘したようにまだ誰にも全体像がみえていないこの大改革はどこに向かうのか、独断的に分析してみたい。みるべき点は5つある。

第1は、単一の企業や工場という枠組みの溶解だ。もちろんこれまでも下請け、協力工場といった位置づけで、モノづくりの一部を外に出すことはあったが、その関係は「発注」と「納入」であり、つなぐのは情報を示す「カンバン」とモノが入る「通い函^{はこ}」だった。今後は発注する企業の工場と受注する協力工場がネットワークで一体化され、加工の一部が外部のラインで進むといった位置づけになるだろう。情報はバーコード管理などを超え、RFIDや個体認証など、より情報ネットワークに乗りやすく、個を管理しやすい形に進化する。工程の一部が別の企業、工場に任されることは「受発注」よりも「フラグメンテーション(工程分業)」という用語で語られるようになるかもしれない。大きな流れの一部になるというイメージで、いわゆる2社間の取引に伴うさまざまなトランザクション・コストも大幅に低下する。

第2は、整流化による生産リードタイムの短縮、それに伴う在庫削減の効果だ。限られた加工設備で加工順序を工夫しながら能力をフルに活用し、完成までの

時間を短縮することは従来から工場で行っていたが、それをより精緻にしかも、外部の工場の装置の空き時間も視野に入れて組めるようになる。工程間の滞留が減れば、在庫削減にもつながる。生産管理板などで、「見える化」することで、すでに生産リードタイム削減に大きな効果を上げている工場も多いが、それを外の工場にまで広げるのは人の力では限界がある。そこにネットワークや人工知能(AI)の力を活用できる大きな可能性がある。

第3は、中小製造業の“魚群効果”である。鯨や大型魚のエサになるイワシやサンマは巨大な群れをつくり、一条乱れぬ集団行動を取ることで、鯨のエサになることを防ぐことがある。個々の魚ではできないことを統率の取れた集団になることで達成する姿は中小企業がネットワーク化され、まとまることで、大企業にも匹敵する受注力をもてる可能性を示しているだろう。世界に通用する「オンリーワン」「ナンバーワン」の技術をもつ中小企業がそれぞれ得意な加工工程を担当し、複数の会社でひとつの完成品に仕上げる「垂直一貫型」、ほぼ同じ加工工程を分業し、生産ロット数を拡大する「能力拡大型」などが考えられるだろう。垂直一貫型には当然、複数の企業の工程を同期化し、中間の滞留を減らす必要があり、企業間だけでなく、装置間のネットワークが不可欠。能力拡大型にしても加工の方式、品質、納期を合わせるのに装置レベルでの情報共有が必要になる。

中小企業が新しい取引先、製品分野を開拓していく際の壁の多くは自社設備で対応できない工程や生産能力のミスマッチにある。それを乗り越える仕組みとして、ネットワーク化は大きな武器になるはずだ。多くの新規分野を開拓できれば、設備稼働率を高め、コスト競争力を向上できる。日本の中小企業がネットワーク化され、「バーチャルEMS(エレクトロニクス製品の受託専門メーカー)化」することも可能だろう。最近、「デザイン家電」といった色、形状、機能で個性を持たせた小ロット生産の家電が人気を呼んでいる。市場で売れる期間が短いため、タイミングに合わせて迅速に生産できる工場が必要だが、それを中小企業が10~20社集まり、バーチャルEMSとして受託すれば、新たな突破口になる可能性がある。

第4は、「多品種少量生産」をさらに顧客向けにカスタマイズした「個品種単品生産」への発展である。洋服のオーダーメイドと同じレベルで顧客の好み、

ニーズに合わせた製品を白物家電、AV製品、電子機器、家具、建材、日用雑貨、オフィス用品などでも低コストで実現できる可能性がある。生産工程における装置の段取り変えの無人化、短時間化、工程間の生産順序の調整の自動化、搬送の効率化をITの利用で最適化できるからだ。そこではAIも大きな効果をもつ可能性がある。

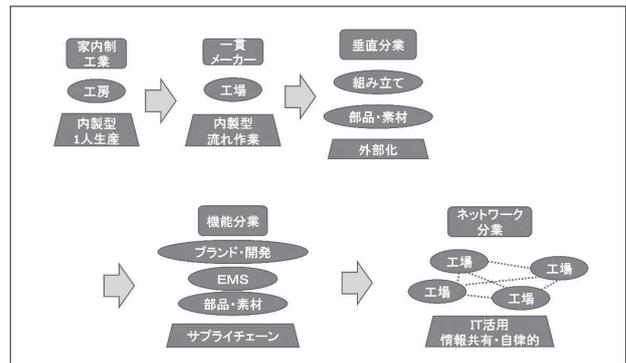
第5は、やはり人手不足、特に熟練技術者の減少への対応だ。単純な人手不足の解消、人件費コストの削減ならアジアの低賃金国への工場シフトでも可能かもしれないが、高品質で、納期遵守となれば、国内工場をIT化、ネットワーク化していく手がある。特に、加工難度の高いものは国内が適しているだろう。パナソニックが目線と同じ画像をとらえる小型カメラで、熟練技術者の作業手順、視線の動かし方、コツともいえる手法を動画に記録し、新人の作業者の訓練に役立ったり、ウェアラブルのディスプレイをつけ、現場での作業指示に活用したりする試みに取り組んでいる。これを日本から海外生産拠点にIT利用で展開すれば、どこの拠点でも高い水準でのモノづくりが可能になるだろう。IT利用、ネットワーク化は場所の不利益を消す効果をもつ。

「最高解」を得るために

モノづくりの大変革の潮流はこれ以外にも多くのメリットをもたらすだろう。企業、業界、国によって目指すもの、得られるものは異なってくるはずだ。一方で、この潮流がすべての問題を解決するわけではないことも自明だ。注意すべき点もいくつかある。

最も懸念されるのは、現場から生まれるイノベーションの衰退だ。モノづくりをネットワーク化、IT化すればするほど人は現場から遠ざかる。生産ラインで何らかの問題に直面し、それを解決する過程で得られた認識、発想はこれまで多くの企業で新技術、新商品の開発に役立ってきた。単に現場改善だけでなく、商品の設計変更、機能の見直しにまでつながり、場合によっては生産ライン発の新技術も誕生した。人が現場から遠ざかるリスクを認識し、量産試作など何らかの形で技術者が現場に立つ機会、人とモノづくりの関係性はしっかりと残すべきだろう。

ITや通信ネットワークだけではモノは動かないという認識も不可欠だ。ITが算出した最適なサプライチェーンや生産順序に対し、現実の材料、部品や中間



モノづくりの進化

製品などモノの動きが追いつかないことが必ず発生する。道路も工場の搬入口も構内搬送にも常時、問題は発生する。しかもそれはセンサーでは認識も原因解明もできないことが多い。リアルなモノの動きの不合理性、予測不能性を全体のシステムにどう織り込んでいくか、問題の解決、復旧には単純なリダンダンシー(余裕)を入れ込むだけでは解決できないだろう。そこには人の知恵こそ必要だ。ITの算出する「最適解」と人の経験が裏打ちした「最高解」には違いがある。

マット・デイモンが主演した2015年公開の米映画「オデッセイ」は、事故によって火星にひとり取り残された宇宙飛行士が食糧や水の制約から理論的な「最適解」では生き残れないとされた環境を知恵を使って見事に救出まで生き延びるというストーリーだが、これは人間の知恵こそが「最高解」を生み出せることを示している。

もうひとつ指摘したいのは、少品種大量生産はこれからも残るとのことだ。人口増加が続き、若年労働力も多いアジア、アフリカでは今後も衣料、日用品、家電製品などで画一的な大量生産品が必要であり、従来型のモノづくりが消費だけでなく、雇用の面でも残る必要がある。雇用による収入こそ、消費を生み、生産を拡大するからだ。経済成長を始めたばかりの途上国に設備やITを多用したモノづくりをもち込むことは成長の阻害要因にもなりかねない。

モノづくりの大変革はまだ始まったばかりであり、どう進むかは誰にもはっきりとはみえていない。手探りをしながら進むしかないが、参加しないことにはゴールにはたどり着かない。日本の設備機器メーカー、中小企業、ITソリューション企業は実はこの手探りの道を進むための多くの知識と技術基盤をもっている。深い霧のなかに足を進める勇気と転んでも立ち上がる気力こそが今、必要だ。

(2016年3月13日記。4月からは亜細亜大学都市創造学部教授)

