

工作機械メーカーのソリューション・ビジネス

～日本メーカーは第4次産業革命に対応できるか～

榎本俊一（経済産業省）

（キーワード）第4次産業革命、工作機械、ソリューション・ビジネス

1. 1990年代以降、我が国工作機械メーカーは、円高によるコスト競争力低下に苦しみつつ、経済のグローバル化に対応してきた。1990年代、円高を好機とした韓国メーカー家の低・中価格帯参入に対しては複合加工機・5軸制御機の開発など高付加価値化により対抗。2000年代、中国の爆発的成長等により、工作機械のグローバル競争の舞台が先進国市場に加えて新興国市場にも拡がり、欧州メーカーが中国工作機械需要の将来的な高度化を見越し現地生産を進め、韓国メーカー等も高付加価値帯に参入する中、日本メーカーはグローバル生産、自動車・航空機・資源等の高付加価値部門の取込み、工作機械の販売とソリューション・ビジネスのミックスにより競争優位を維持しようとしてきた。
2. 工作機械メーカーのソリューション・ビジネスとは、「工作機械の販売に加えて、顧客の製造に関する課題を探求し、解決方法を提案するサービスを提供する」ことで顧客の困込みと収益増を図る事業であり、山田(2005)はそれを総合エンジニアリングの提供、遠隔監視・メンテナンスの二つに類型化した。その類型化を踏まえ、鈴木他(2009)はヤマザキマザックの事例研究を行い、同社が①顧客の現行生産方式と改善目標を確認、②顧客提供の図面・素材を使用し加工方法を開発、③工作機械・搬送装置・周辺装置を含む生産ラインを設計、④顧客と最終的な生産方式を確定、⑤工作機械等機器及び生産管理ソフトウェア等を調達し生産システムを一括納入、⑥アフターサービスとしてシステムの遠隔監視・メンテナンスを実施していると報告する。
3. しかしながら、鈴木他(2009)はソリューション・ビジネスに関する貴重な研究であるが、現在、工作機械産業が直面するパラダイム・シフトである第4次産業革命前の研究であり、工作機械ビジネスが生産のデジタル化に伴い如何に変わるかを踏まえたものではない。また、ヤマザキマザックの一事例研究であり、当該事例(2002年の日野自動車の少品種大量生産から多品種変量生産への生産体制転換)で遠隔監視・メンテナンスのサービス提供が本格実施されていたとの報告は、当時の通信技術水準を考えると疑義が残り、ロボット革命イニシアティブ協議会(2016)は現時点でも遠隔監視等は事業化に至っていないとする。第4次産業革命でソリューション・ビジネスは如何に変わるのだろうか。
4. 第4次産業革命はソリューション・ビジネスを含む工作機械ビジネスを根底から変えるパラダイム・シフトである(本稿では第4次産業革命を生産システム革命と捉え、“Industrial Internet”を含まない形で論ずる)。ドイツはIoT(“Internet of Things”)とFA(“Factory Automation”)の融合により「スマート・ファクトリー」を実現し、さら

にスマート・ファクトリーをネットワークでつなぎ国全体を一つのスマート・ファクトリー化することで、変動する市場ニーズに迅速・的確に対応する変種変量生産を実現しようとしている。これは工場を超えた企業・社会単位での究極のFA化であり、第4次産業革命前後で生産システムにおける物的部分とIT部分の関係は革命的に変貌する。

5. 従来のFA化では、生産現場のフィールド機器を制御するPLC、各工場での生産実行管理を行うMESにより、工場単位で自動化が追求されてきた。工作機械メーカーは、顧客の生産ラインで用いられる工作機械の受注を巡り競争を展開、生産ラインのFA化で工作機械以外に必要な搬送装置・周辺装置を併せて納入してきた。生産システムのIT部分に関しては、工作機械メーカーは個別機器の実行管理に必要なソフトウェアは提供しても、工場で生産実行管理を行うMESはソリューション・プロバイダーの事業領域としてきた。ましてや、生産管理・在庫管理・会計管理・販売管理を統合管理するERPは工作機械メーカーの”out of reach”だった。工作機械メーカーは顧客の生産システムのうち物的部分に関与を集中、IT部分への関与を納入機器の制御に限ってきた。

図1 製造業のITシステム

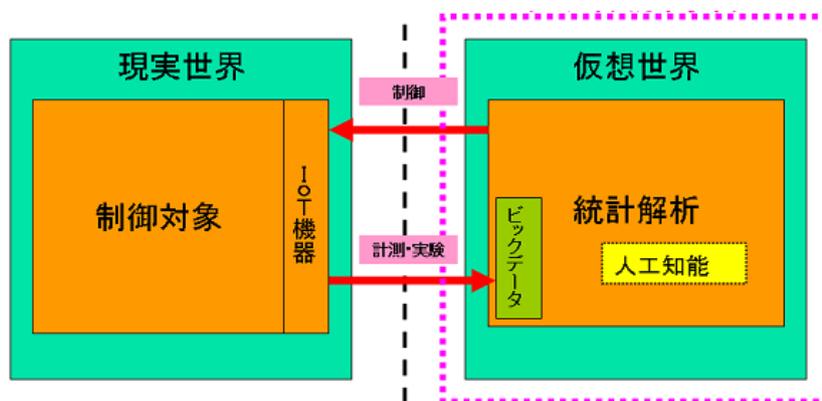
<p>ERP (Enterprise Resource Planning) (生産管理・在庫管理・会計管理・販売管理を統合管理するシステム)</p>
<p>MES (Manufacturing Execution System)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基幹システムの指示する生産計画を受けて、最適化された形で個別機器を連携し生産ラインの実行・管理を実施、活動結果はフィードバック。 ・経営者は最新の生産状況と市場需要動向を踏まえ生産・販売計画を最適化、改めて生産現場に指示 ・生産現場は計画修正に対応してMESにより生産活動を改めて最適化
<p>PLC制御システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PLC (Programmable Logic Control)により個別機器のリレーやタイマー等を制御、機器をコントロール ・PLC制御される機器を情報システムに接続、集中的にコントロールし生産ラインの全工程を自動化
<p>個別設備・機器 (導入年代・製造会社が異なり通信規格・管理機器は非統一)</p>

(出所)筆者作成

6. 一方、第4次産業革命では、工場・生産ラインのFA化・IT化を超えた「生産のデジタル化」が追求されている。第一に、製造業のITシステムにおいてERP、MES、PLCを垂直統合し、市場ニーズに応じて企業全体の生産計画を機動的に見直し、生産ラインをコンピュータにより最適制御、柔軟な生産・出荷を行う、第二に、製品・設備にICタグやバーコードを装着、それらをセンサーやカメラで読み取って通信で結び、センサー等から得たデジタル情報をクラウド上でリアルタイムに収集・分析、生産ラインを解析結果に基づき最適制御すること(CPS: Cyber Physical System)が目標とされ

る。ここでは、生産システムの重心が物的部分からIT部分にシフトし、仮想空間におけるシミュレーションにより最適生産を絶えず割り出して物的生産システムに実行指示するCPSが、製造業の付加価値の大きな部分を産み出すことが期待されている。

図2 CPSにおける現実世界と仮想世界の対応関係



(出所)筆者作成

7. 生産システムの構造的変化は工作機械ビジネスを一変させる。従来、製造企業の競争力は物的システムにあり、工作機械メーカーは工作機械・搬送装置・周辺装置等の最適組合せを顧客に提案(総合エンジニアリング)、工作機械等を一式調達し、生産システムをターンキー納入してきた。しかし、スマート・ファクトリーで製造企業の競争力が物的部分からIT部分にシフトすれば、生産システム関連ビジネスにおいて工作機械メーカーは、ITシステムを開発・納入するシステム・ソリューション・プロバイダーに付加価値を奪われることとなる。工作機械メーカーは物的システムを納入するだけの、シーメンス、SAP等の下請になってしまうか。引き続き競争優位を維持するには、システム・ソリューション・プロバイダーへの対抗力を強化しなければならない。
8. 第一に、生産のデジタル化後も物的システムの優劣が生産システムの効率性を左右する以上、優れた物的システムを考案し、所要の工作機械等を一式調達しシステム納入できる工作機械メーカーはシステム・ソリューション・プロバイダーの不可欠のパートナーである。そのために工作機械メーカーは総合工作機械メーカー化し、顧客の如何なる求めに対しても、最適組合せの生産関連設備・機器を一式調達し、生産システムとして一括納入できる能力を獲得することが対抗策となる。
9. 第二に、工作機械メーカーもスマート・ファクトリーのITシステム構築に関与することが対抗策となる。プロバイダーはITシステムの統合について工作機械メーカーの及ばない技術・ノウハウ・経験を有するが、生産現場で工作機械等を連携させて生産ラインを最適な形で実行・管理させる技術とノウハウを有するのは工作機械メーカーであり、物的システムとITシステムのベスト・ミックスに優れたパフォーマンスを発揮す

る余地がある。仮にシステム・ソリューション・プロバイダーと工作機械メーカーが顧客のスマート・ファクトリー化を共同提案・構築・サポートする体制が整えられれば、日本製造企業と欧米IT企業の新たな国際提携が生まれることとなろう。

10. 以上、第4次産業革命に伴うソリューション・ビジネスを含む工作機械ビジネスの変化について、鈴木他(2009)等の先行研究の射程を企業ヒアリングに基づき吟味しつつ明確化し、スマート・ファクトリーにおいて工作機械メーカーが欧米ITメーカーと如何なるライバル関係やアライアンス関係を築く可能性があるかを考察する。

(参考文献)

- 大野治(2016)「IoTで激変する日本型製造業ビジネス・モデル」日刊工業新聞社
企業活力研究所(2016)「IoTがもたらす我が国製造業の変容と今後の対応に関する調査研究報告書」企業活力研究所
経済産業省・厚生労働省・文部科学省「ものづくり白書」2014、2015、2016年版
鈴木信貴・相山泰生(2009)「工作機械メーカーのソリューション・ビジネス —ヤマザキマザック株式会社—」京都大学大学院経済学研究科 Working PaperJ-72, 1-17頁
島田太郎(2016)「デジタルエンタープライズの動向」企業活力研究所, 28-31頁
高梨千賀子(2015)「Industrie4.0時代の競争優位についての一考察 日独FAシステムメーカーを事例に」立命館大学イノベーション・マネジメント研究センターDiscussion Paper Series, No. 24
日経コンピュータ・日経ものづくり他(2014)「すべてわかるIoT大全 モノのインターネット活用の最新事例と技術」日経BP
法山敬一・斎藤俊之(2002)「ネットワーク利用によるリアルタイム工作機械管理システム」『三菱重工技報』Vol. 39 No. 4, 220-223頁
日立製作所・日経エレクトロニクス(2014)「稼ぐビックデータ・IoT技術徹底解説」日経BP
みずほ銀行産業調査部(2016)「日本産業の中期見通し(工作機械)」『みずほ産業調査』56巻3号
山田敏之(2005)「工作機械産業とソリューション・ビジネス」『機械情報産業カレントレポート No. 11』 機械振興協会経済研究所, 1-2頁
山本宏「グローバルIoTトレンドとIndustrie4.0について」企業活力研究所(2016), 32-37頁
ロボット革命イニシアティブ協議会(2016)「スマートマニュファクチュアリングの実践 ケース:工作機械を核とする加工プロセスの生産性向上」
Bundesministerium fuer Wirtschaft und Energie (2016) *Plattform Industrie4.0 Digitale Transformation "Made in Germany"*
Negahban, Ashkan & Jeffrey S. Smith (2014). Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis. *Journal of Manufacturing Systems*, 33 Mellor (pp241-261). Elsevier Ltd.
Paul Wright (2013). Cyber-physical product manufacturing. *Society of Manufacturing Engineers*, (pp.49-53). Elsevier Ltd.
Petri Helo, Mikko Suorsa, Yuqiuge Hao, Pornthep Anussornnitisarn (2014). *Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed manufacturing, Computers in Industry*, 65 (pp.646-656). Elsevier Ltd.