工作機械におけるグローバル化*

Globalization at the Machine Tool Business

水門正良**

Masayoshi MIZUKADO

Key words

globalization, machine tool business, global standard machine, local production, before sales, concurrent engineering, high speed, multi-tasking, system integration

1. はじめに

工作機械は、あらゆる製品の製造機械を生み出す母なる機械“マザーマシン”と呼ばれ、あらゆる製造業の基幹となる重要な産業である。そのため、製造業のグローバル化が進展するとともに、工作機械のグローバル化も加速し、世界規模での受注競争が発生するようになっている。その中で、日本の工作機械はコストパフォーマンスに優れ、2006年の世界の工作機械生産額（切削型）約435億ドルのうち日本は27.4%を占め、2位のドイツ（17.2%）、3位の中国（11.9%）、4位の韓国（6.9%）、5位の米国（6.6%）などをしのいで世界1位の座を占めており、1982年以来25年間の永きにわたって世界一の座を確保している（図1参照）。最近では、海外で日本メーカー同士が競争することも日常茶飯事となっている。このように、日本の工作機械業界は市場を海外に求め、地域を限定しないバランスのとれた市場戦略をとるようにグローバル化を図っている。

しかしながら、これまでのグローバル展開の経緯は各メーカーによってかなり異なっており、一般論としてまとめることは大変難しい。よって本稿では、ヤマザキマザックにおけるグローバル化の経緯を中心に、その考え方、現状および今後の展望について紹介する。

2. グローバル化の経緯¹⁾

ヤマザキマザックにおける海外進出は、はじめからバランスが取れた市場戦略を目指したわけではなく、1960年前半の岩戸景気後の不況時に、市場を求めて、やむをえず旋盤を米国に輸出したことからスタートしている。このと

きの経験より、日本市場一辺倒の危険性を認識し、さらに確固たる財務体質、お客様重視のスタイル、および徹底したコストダウンという経営の基本路線を確立して、その後のグローバル化展開へとすすんでいった。

お客様重視のスタイルより導き出されたもののひとつが、後述する需要地生産である。1974年に米国のケンタッキー州に、また1987年に英国のウースターに生産工場を立ち上げ、さらにシンガポール、中国にも工場を建設してきた。図2に米国工場の写真を示す。その生産工場を中心に、さらに世界中各地にテクノロジーセンターと呼ぶ営業拠点を配置して、お客さんの加工される部品にあった加工技術を、製品である工作機械とセットで届けるサービスも行っている。

米国工場についてみると、10数回にわたる拡張や改造を繰り返し、設備投資を行ってきた。その背景には、1987年の対米輸出自主規制枠への対応という面もあったが、ヤマザキマザックにおけるグローバル化戦略の基本は、単に企業活動が複数の国にまたがるだけでなく、世界的視野に立ちながら、なおかつ進出相手国の企業になりきるといった新しい試みを志向している。その象徴として、1988年以降順次現地法人の社長を現地人に任せてきており、また米国法人 Mazak Corp. は、米国工作機械販売協会や米国工

図1 世界主要5カ国の工作機械生産額の推移
(日本工作機械工業会による)

*原稿受付 平成19年10月12日

**ヤマザキマザック株式会社（愛知県丹羽郡大口町竹田1-131）

水門正良

1968年岐阜大学工学部精密工学科卒業。ヤマザキマザック株式会社にて、工作機械の開発設計に従事。現在、常務取締役技術生産本部副本部長。

図2 米国マザックコーポレーション

作機械工業会に加入するとともに、30年以上の現地での工作機械生産を評価され、社長のバプケ氏は、AMT (The Association for Manufacturing Technology) のボードメンバーとなっている。また、英国法人の Yamazaki Mazak UK は、英国工作機械協会 (The Machine Tool Trade Association) のメンバーとなっているだけでなく、英国の輸出拡大に継続的に貢献したことを評価されて、英国女王賞を1992年と2007年の2度受賞している。

3. 生産のグローバル化

需要地生産のメリットを3点挙げるとすると、ひとつは為替変動、特に円高時に対するリスク分散で、これは一般的によく知られている。もうひとつは、現地に工場があることで、お客様に安心してもらい、お客様の信用を得られることである。3つ目は、お客様が欲しいときに欲しい仕様の機械をすぐにお届けするという限りなく即納に近い受注生産体制の構築のためである。以下にそのメリットを活かすための生産のグローバル化戦略について紹介する。

3.1 サイバー工場²⁾

全世界に張り巡らしたセールスネットワークを利用して得られた情報を、迅速に開発・生産部門にフィードバックし、新機種として仕立て上げるために、国内4工場と、英国、米国、シンガポール、中国の各工場をサイバー工場として、IT (情報技術) を活用したネットワーク対応型のグローバルな生産体制を構築した。

サイバー工場とは、製品の受注から生産・出荷までの流れの中で、正確かつリアルタイムに情報を共有し、アイドル時間を削減する一方、機械の稼働率を高めることを狙い、工場内の機械類をLANで結び、加工の進捗や稼働の状況をリアルタイムにつかみ、機械や工具の状況や素材供給状況を監視して、生産リードタイムの大幅な短縮を導く生産システムである。例として、1998年から稼働している大口製作所サイバー工場概要を図3に示す。

3.2 世界同一図面・同時生産・同時立ち上げ

次に、サイバー化した世界各拠点の工場で生産する製品

図3 大口製作所サイバー工場の概要

Quick Turn Nexus200

Vertical Center Nexus410A

図4 NEXUS シリーズ

について述べる。

世界各国で求められる工作機械を需要地生産するという事は、汎用的な同仕様の工作機械 (旋盤、マシニングセンタ) については各国の工場で行って、同時に生産することになる。その場合、できるだけ同時期に同品質の工作機械を製造することが求められ、新機種としての生産立ち上げはもちろんのこと、改良や修正といった設計変更対応についても、ほぼ同時に実施することが重要である。

この同時生産を具体化したのが、世界戦略機ネクサスシリーズである。ネクサスシリーズは、国内の2工場 (大口工場、美濃加茂製作所第2工場)、米国工場、および英国工場にて同時に並行して生産しているシリーズである。その代表的な Quick Turn Nexus200 (旋盤) および Vertical Center Nexus 410A (立形マシニングセンタ) の写真を図4に示す。

世界同時生産・同時立ち上げを可能にした NEXUS シリーズを開発するにあたり、開発部と生産部が一体となったコンカレントエンジニアリング方式を採用し、世界同一図面化を図って、図面の一元管理を行っている。そのために、設計面では3D-CADを全面採用すると同時に、デジタルツールの積極採用を行った。組立ではこれまでとは一線を画すユニット化を推し進め、部品点数をこれまでよりも30%減らしながら、機能は決して落とさないという考え方で臨んだ。当初は、日本においてすべての開発設計業務を行っていたが、最近では、シリーズ展開におい

図5 ワールドテクノロジーセンター

て、新たな展開予定機種につき、販売台数を最も多く見込める地域での開発も始まっている。

4. 営業・サービスのグローバル化

4.1 アフターサービス・ビフォアセールス

機械にトラブルが発生した場合に、すぐに修理する必要があり、世界各地で稼働している機械に対して、修理・保守のサービスやスペアパーツの供給といったサポートをできるだけ早く行う必要がある。この要求に対応するには、生産工場を世界の各拠点におき、注文を受けた補修部品は、24時間以内に工場から発送するような体制をとっている。

このようなアフターサービス体制に加えて、販売前の徹底したサービス（ビフォアセールス）も非常に重要と考え実践している。お客様の加工部品・加工形態に合わせて、機械やその機械を使ったシステムのコンセプトや、導入効果を詳細に説明し、さらに類似の加工を実演してもらおうため、世界各地に29カ所のテクノロジーセンターと呼ぶ営業拠点を置き、間違った仕様の機械をお客様に売りつけてしまうことがないようにするとともに、単純な価格競争に陥ることがないように努めている。例として、最近完成した美濃加茂製作所のWTG（ワールドテクノロジーセンター）を図5に示す。さらに、最近の傾向として、お客様が生産技術全般を工作機械メーカーに任せる傾向が強まってきており、テクノロジーセンター機能の重要性は増している。

このように、お客様のために展開してきた世界各地のテクノロジーセンターであるが、実はこのテクノロジーセンターこそがお客様の生の要望をリアルタイムにつかむことができる情報収集拠点として機能し始めている。

アフターサービスとして、まだ日本だけでしか実施できていないが、最近、「マザ・ケア」と呼ぶ新たなサポートシステムも行っている。この機能は、機械に取り付けた携帯電話の自動発信機能により、24時間稼働のヤマザキマザックオンラインサポートセンターが短時間で正確に機

図6 対話型 CNC 装置 マザトロール T-1

械の状況を把握し、復旧する無線リモートシステム機能である。今後、サポートすべき機械の台数が増加し、さらにサポートすべき範囲もグローバル化し、増大していくことを考えると、このような携帯電話インフラを利用したサポートシステムの展開が重要になってくると思われる。

4.2 グローバル展開するお客様への対応

また近年は、工作機械のお客様である各種製造メーカーがグローバル展開を図るようになっている。つまり、自動車、建機、オイル産業などのメーカーが、世界各国に工場をもつようになり、例えば、米国本社の会社が、欧州やアジアに工場を展開している。そのような場合に工作機械メーカー側において重要なのが、セールス、サービス、生産などすべてにおいて、どの地域でもほぼ同じ対応が可能となる体制をもつことである。その対応のために、前述の29カ所のテクノロジーセンターを含めて、70数カ所の営業拠点を世界中に張り巡らしており、今後さらなる充実を検討している。

5. 技術開発のグローバル化

世界中のお客様が工作機械に求めるのは、生産性の向上である。グローバル化のための技術開発は、高速化、システム化、複合化などを進めることによる生産性の向上であると考えている。ここでは、生産性向上を目的として行った、独創的な技術開発のいくつかを紹介する。

5.1 高速化

従来、工作機械の加工プログラム作成は大変難しく、NCプログラミング室にて専任のプログラマーが行っていた。これを機械の前で、機械作業者が簡単に行えるようにしたのが、1981年に商品化した対話型 CNC 装置「マザトロール」（図6）である。マザトロールの機能は、各国語対応の対話型だけにとどまらない。機械の前でのキー操作をいかに少なくするかを何度も検討し、図面から加工開始までの無駄時間を少しでも減らすような仕掛けが盛り込まれている。例えば、プログラムに関しては、実際に機械を動かすことなく工具経路をディスプレイ上で確認したり、熟練技能者の頭にしかなかった切削に関するノウハウをデータベース化して内蔵し、プログラミング時に切削条件を自動決定したり、工具管理を行ったりすることを可能とし

図7 高速マシニングセンタ FJV20-UHS

図8 インテグレックス 200-IV

図9 大口製作所 FMS 工場

た。現在では、それらの機能のいくつかは一般的なものとなっているが、当時においては画期的な機能であった。

また、マザトロールは、発表されたときから日本語・英語・独語・仏語・伊語・スペイン語・スウェーデン語の7種類の言語ソフトを盛り込んでおり、日本発のソフトウェアとして、ゲームソフト以外ではこれほど世界に受け入れられたソフトウェアはないのではないかとされている。

対話型のマザトロール CNC にてプログラミング時間や段取り時間の短縮を削減してくると、生産リードタイムに占める実際に機械が加工を行っている時間割合が大きくなってきた。そこで、1990 年ごろより、機械動作の高速化および加工の高速化に取り組んだ。

機械の高速化としては、国際プロジェクト IMS (Intelligent Manufacturing System) において、実用性のある加速度 1G 最大軸送り速度 60 m/min のマシン

FJV20-UHS (図7)を開発した³⁾。また、加工の高速化については、1983 年ごろより取り組み始め、工具材質の進歩にも助けられて 10 年ほどで、約 3 倍の能率で加工できる加工技術を確立した⁴⁾。

5.2 複合化 (複合加工機)

従来、複数の工程で加工を行っていた部品を、より少ない工程で加工することで、生産性の向上や部品加工精度の向上が図れることは一般に知られている。そこで、NC 旋盤と 5 軸マシニングセンタを合体した複合加工機インテグレックス (図8)を開発し、一度の人手による段取りで、すべての工程の加工を終了し、完成品とするというコンセプトにつき、DONE IN ONE™と名づけて PR している。

複合化は、もともとは、1982 ごろに自社のスピンドルをいかに早く加工するかを考え、旋盤タレットにミリング工具を装着したのが始まりであり、お客様に使用していただくうちに徐々に進化していった。複合加工機は、工程の集約を目的に開発を行ったのであるが、その自由度の高さより、単なる工程の集約としてではなく、ターンミル加工⁵⁾など、従来とはまったく違う加工方法も考案されてきている。

5.3 システム化

1970 年代に入ったころ、「複数の機械を連結してシステムとして運転できないか？」という声が国内外のお客様で高まりはじめた。これからの時代、特に先進国にとっては、労働人口が足らなくなり、人件費が上がる。その対策として、人手をかけずにものをつくるための自動化が重要になってくるという考えからである。特に 1973 年のオイルショック後の賃上げ率急増をきっかけに、1981 年に大口製作所に FMS (フレキシブル生産システム) 工場 (図9)を立ち上げた。この工場には、世界中のマスコミから取材依頼が殺到し、その中には英国放送協会 (BBC) からの取材もあった。この報道をきっかけに、外務省経由で 1984 年ロンドンサミットの開催中にサッチャー首相 (当時) より、FMS 工場を英国にもってきてくれないかという依頼を受け、前述の英国工場建設となった。

この後、柔軟性、標準化、拡張性、知能化の 4 つの要素を併せ持った、モジュール型のフレキシブル生産システム (図10)を商品化し、現在までにのべ 1400 セット以上を世界中のお客様に使用していただいている。

さらに最近では、複合加工機に知能ロボットを装備し、720 時間/月といった長時間の連続稼動が可能なシステム (図11)を開発し、さらなる自動化システムの商品化を行っている。

6. 課題と展望

経済のグローバル化に伴って、世界規模での経済の変動周期はますます短期化しており、欲しいときすぐに欲しい機械を提供することが求められている。これに対応するためには、営業拠点の充実によるマーケティングをもとに、マーケットインの商品開発を行い、お客様のそばで生産す

図 10 モジュール型フレキシブル生産システム (モジュラテック マニファクチャリング セル)

図 11 長時間連続運転可能な自動化システム (e-Bot セル 720)

ることがますます重要になってきており、一層グローバル化戦略を進めていかなければならないと考えている。

また最近、製造業において、①安全、②法令遵守、③品質などの点での不祥事が目立っており、企業の存続にまで影響を与えている。企業存続はお客様に迷惑を与えないためにも重要であり、さらなるグローバル化を進展させていくにあたり、コンプライアンス教育、人材教育に力を入れていきたい。

参 考 文 献

- 1) 久芳靖典：匠育ちのハイテク集団，エヌデー出版，(1989)。
- 2) 月刊生産財マーケティング 2005.05 A74-A77。
- 3) 高田芳治ほか：サイクルタイム分析に基づく高能率マシニングセンタの開発，精密工学会誌，**65**, 6 (1995)。
- 4) 高田芳治ほか：変種変量生産のための高速高能率加工技術，計測と制御，**46**, 7 (2007)。
- 5) 村木俊之ほか：複合工作機械によるミルターニング加工に関する研究，精密工学会誌，**69**, 7 (2003)。