

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—

鈴木信貴(東京大学ものづくり経営研究センター)
梶山泰生(京都大学経営管理大学院)

2009 年 7 月

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—

鈴木信貴（東京大学ものづくり経営研究センター）

相山泰生（京都大学経営管理大学院）

I はじめに

工作機械メーカーのトップメーカーであるヤマザキマザック株式会社（以下、マザックと略す）は愛知県に本拠を置き、長期にわたり 15%以上の売上高経常利益率を維持してきたメーカーとして知られている¹。その好業績を支えてきた理由としては、画期的な工作機械の開発、販売を行うだけでなく、生産に関するソリューション・ビジネスにも率先して取り組み、新しい事業領域を切り開く先導役を務めてきたことがあげられる。

ソリューション・ビジネスとは、単に機械を製品として売るのではなく、顧客の課題を探求し、その解決方法を提案することを含めたビジネスである。工作機械産業におけるソリューション・ビジネスは、大きく二つの形態があり、それは総合エンジニアリングシステムの提供と遠隔監視・メンテナンスの二つである（山田, 2005）。

第1の総合エンジニアリングシステムの提供とは、開発、設計、製造など製造業の業務を支援するためのシステムの提供のことである。具体的なシステムとして、設計支援のCAD、強度計算や流量計算などの解析支援などのCAE、工作機械などの加工データを作成する製造支援のCAM、製造工程間を自動化する工場自動化のFA、設計・製造・販売を統合するCIMなどがある。

第2の遠隔監視とメンテナンスとは、工作機械の制御部分であるNC装置²に通信設備を内蔵し、インターネットにて工作機械メーカーのサポートセンターに接続し、同センターにて機械の稼働状況の監視を行うことである。機械が故障した場合もサポートセンターにて、機械の状態を把握することができるため、的確な対応を取ることが可能となる。

マザックにおいて、ソリューション・ビジネスの舵を取った山崎照幸会長は、自社のポジションを「私たちは、FA産業におけるドクター的存在」と捉え、「工場診断を踏まえた合理化を求める企業が増えてきた。一種のコンサルティング業務である」、「経営にまで踏み込んだ相談を受けることも少なくない」と述べている。そして、同社の事業領域を、単に工作機械を開発、販売するのではなく「当社がお客さまに届けているのは、生産の効率化とリードタイムの短縮」と定義している（マザック編, 2007）。

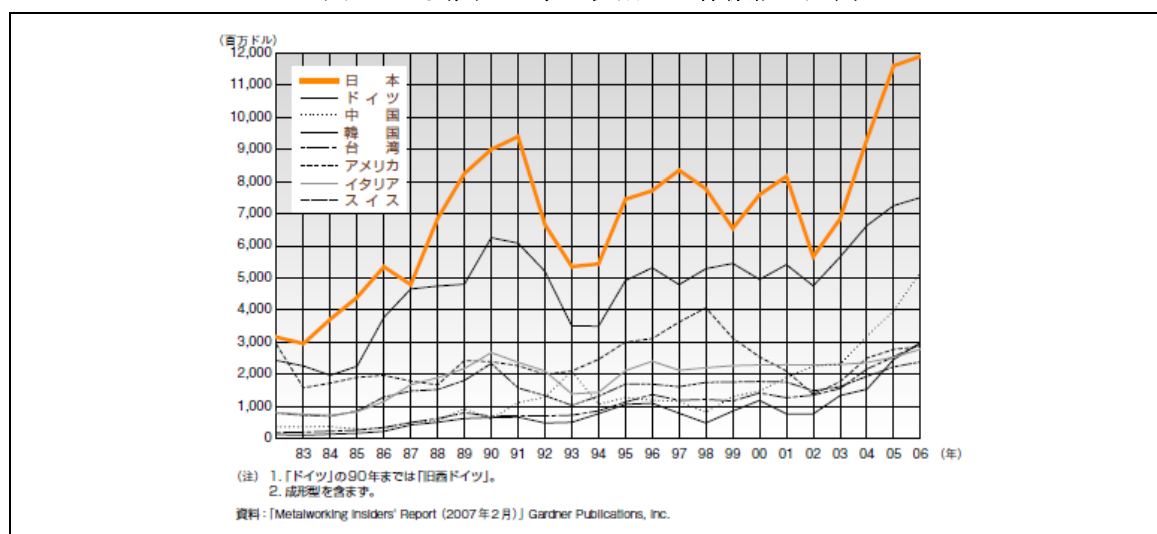
現代の製造業には、ニーズの多様化、流行への迅速な対応、製品ライフサイクルの短縮への対応が強く求められており、各メーカーは、それぞれの環境の中で、生産をどのように設計し、利益を最大化するかを大きな課題としている。マザックのソリューション・ビジネスは、このような製造業の課題に答えるという形で、価値を提供していると考えてよいだろう。

そこで、このケースでは、マザックのソリューション・ビジネスにおける価値創造について議論したい。以下では、まずマザックが属する工作機械産業を概観し、次に同社のソリューション・ビジネスについて、具体的な事例を用いつつ説明する。その上で、工作機械メーカーがソリューション・ビジネスの提供を実現するに至ったプロセスについて説明する。

Ⅱ 工作機械産業の概観

工作機械産業は、製造業の根幹となる製造するプロセスの技術水準を左右することから、その国の製造業を支える重要な産業として位置づけられる。工作機械の性能は、一般に最終製品の10倍の水準の性能が必要だとされている。工作機械は欧米で発展したという経緯もあり、戦前、戦後を通し、日本と欧米との技術力、生産力の差は大きかった。しかし、日本企業は、工作機械のNC化という技術転換を契機に、技術力、生産力の両面で競争力を持つようになった。日本は1982年には世界最大の工作機械生産国となり、それは現在まで続いている(図1)。このような工作機械産業の競争優位は、日本の製造業全体の競争力を支える一因となっている。(長尾, 2002; 2004)。

図1 主要国・地域の切削型工作機械生産高



出所：日本工作機械工業会編『日本の工作機械産業 2007』

工作機械産業がどのような企業によって構成されているのかについて、簡単に見ておこう。世界の工作機械売上ランキング（工作機械関連商品、サービスも含む）を見ると、2003年度から2007年度の5年間は、概ね、①マザック（日本）、②トルンプ（ドイツ）、③ギルデマイスター（ドイツ）、④アマダ（日本）、⑤オークマ（日本）、⑥森精機（日本）の順番となっている³。また、工作機械の代表であるNC旋盤とマシニングセンタ⁴の日本の市場規模、市場シェア（2006年度）を見ると、NC旋盤（市場規模：2,713億円）では、マザック28.7%、森精機23.6%、オークマ20.6%となっており、マシニングセンタ（市場規模：3,767億円）では、マザ

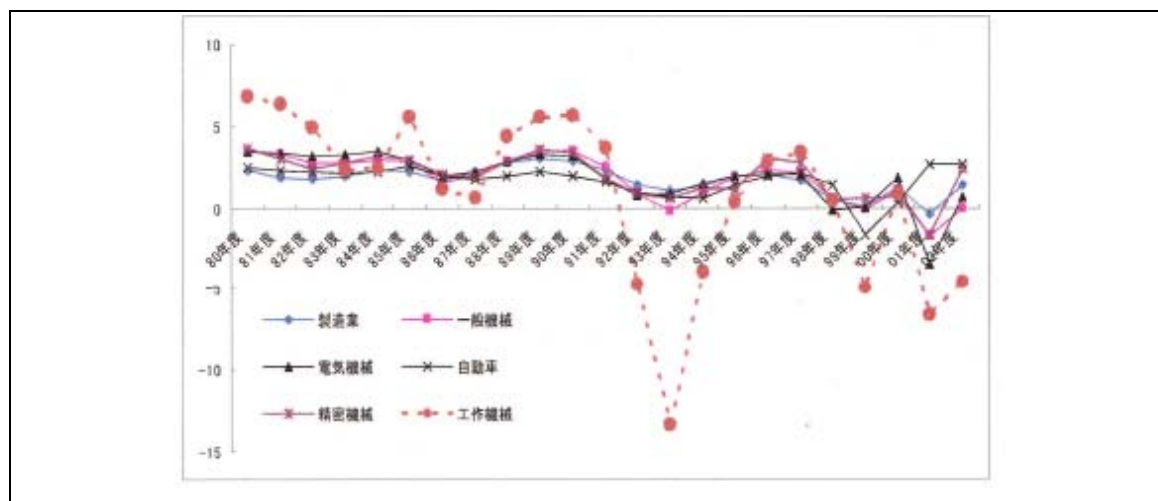
ック 24.1%, オークマ 20.2%, 森精機 19.1%となっている⁵。以上から、ここ数年は、マザックが業界内で継続して優位な位置を占めていることが見てとれる。

このような企業が属する日本工作機械産業の特徴としてあげられるのが、好不況の景気変動の影響を非常に受けやすいことであろう。工作機械産業は設備産業であるため、好況時には積極的な投資の対象になりやすく、不況時には最初に投資を抑制する対象になりやすい。特に、日本の工作機械産業は、約 1 兆円の日本の市場に約 100 社以上の企業が存在しているという過当競争の状況であるため⁶、不況時には非常に厳しい価格競争になる傾向にあり、この変動の大きさに拍車をかけている状況である。好況時に利益を溜め、不況に利益を吐き出すという構造のため、株主重視の経営を強いられると長期的戦略、継続的な投資が困難となる傾向にあり、日本の工作機械産業はオーナー経営者、非上場会社が多くなっている。

図 2 は、1980 年度から 2002 年度までの日本の各産業の経常利益率の推移を示したものである。これを見ると、工作機械産業が、他の産業と比べ変動が大きいことが分かる。工作機械産業は、過去、幾度となく不況を経験し、その度に、低価格を競う価格競争が繰り広げられてきた。マザックと市場シェアを争っているオークマ、森精機の両社も 1990 年代は低収益、赤字に悩まされていた。

このように変動が大きく収益率が上がりにくい産業において、マザックは 1980 年代以降、赤字に陥ることなく、平均して売上高経常利益率 15%という数字を維持し続けた。同社が高い収益率を維持した重要な要因の一つとして、価格競争に走らず、サービスやソリューション・ビジネスの質の高さで差別化を図ってきたことがあげられる。このマザックのソリューション・ビジネスについて、次節以降、詳細に見ていくことにしよう。

図 2 工作機械産業の利益率の推移



出所：山田(2005) ただし、データの出所は『日経経営指標』。

Ⅲ マザックのソリューション・ビジネス

1. マザックのDONE IN ONE⁷

マザックは近年、自社が提供しているソリューション・ビジネスを DONE IN ONE と名付け、パッケージ化して販売している。この DONE IN ONE とは、新しい生産方式の具現化を支援する統合的なサービスの提供を意味している。マザックがもともと提供していた複合加工機の提供ビジネスを発展させ、素材から完成品までの全加工を1台で完結させる新しい生産方式を具現化し、かつネットワークやサポートセンター、サポートカー、アプリケーションエンジニア、高度業務別支援チームなど、様々な生産と経営の支援体制を整えたものである。このソリューション・ビジネスの事業領域は、システムの遠隔監視、メンテナンス、エンジニアリングシステムの提供から、加工ライン、工場の設計、そして経営全般のコンサルティング活動まで多岐に広がっている。

図3 マザックにおけるソリューション・ビジネス



出所：マザック会社資料

そのビジネスのプロセスは、図3のような流れで実施されている。最初に、マザックと顧客との綿密な打ち合わせによって、現状の生産方式及び目標を確認する。次にマザック社内にて、どのようなソリューションが可能か、機械、システムの両面から検討を行うことになる。

機械の面では、顧客に最大限の付加価値を提供する加工技術を確認させるため、最新の加工技術、最適な治具・工具の検証、コストパフォーマンスを検討する。特に、加工技術の開発では、実際に顧客が提供した図面、素材を使用し、マザック社内で加工方法の開発、検討を行う

ところに特徴がある。この加工方法が確立した時点で、顧客にマザックに来て頂き、NCプログラム、機械操作等の事前トレーニングを受けてもらう場合もある。つまり、単なる機械を納入するのではなく、加工技術を顧客に合わせて確立した上で、顧客が利用可能になるという「サービス」を提供していることになる。

一方、システムの面では、効率的な生産方式を開発するため、省人化・無人化システム、運営管理システム、運営監視システムなどの検討を行う。ここでは、既存のシステムの活用を図りながら、顧客の要求に合わせてシステムが組み上げられる。

このような経緯を経て、全体の生産方式が確定した後、ソリューションに必要な工作機械、ソフトウェアを顧客に納入する。この際、マザックの人間が機械、システムの立ち上げを全面的にサポートする。導入後も顧客と協力してデータ分析を行ったり、技術交流会を開催したりするなど、事後的なサービスも提供することで、更なる付加価値の提供が志向されている。このように、DDNE IN ONE では、顧客に納入する製品の開発とそれに付随するサービスとが付加価値の提供の手段として、一体化して進められている。

2. 個別ソリューションの事例：日野自動車での導入事例⁸

DONE IN ONE とは、いわばソリューション提供の枠組みであり、個々のソリューションは顧客ごとに異なったものになる。そこで、ソリューションの具体的な内容を、日野自動車でも2003年に導入された新しい生産システムの事例を用いて説明しよう。

日野自動車においてマザックのソリューションの導入のきっかけとなったのが、トラック事業全体の不況と、トヨタ自動車の支援であった。1990年代後半のトラック業界は、深刻な不況に陥っており、日野自動車も1999年度の決算で426億円の赤字となった。経営が悪化した日野自動車を支援するため、トヨタ自動車は、2001年に第三者割当増資を受け、日野自動車を子会社化した。

この時に、トヨタ自動車から日野自動車に派遣されたのが蛇川忠暉氏であった。蛇川氏は主に生産管理部門など生産技術畑を歩んだ後、1999年にトヨタの副社長となり、2001年から日野自動車社長に就任した。生産管理や生産技術に強い蛇川氏の指揮によって、工場改革による再建が志向されることになった。当時の工場には1970年代の老朽化した設備も多く、全体の稼働率は低迷していた⁹。

特に加工において問題となったのは、自動車の車軸を覆う大型車用リアアクスルハウジング（以下、ハウジングと略す）であった。ハウジングは、重量120～150kg、全長1400～1700mmと手扱い作業が困難な部品であり、また加工の種類も約130種類と多かった。

従来型の加工ラインは、専用機を使い工程分割したライン構成であったが、この専用機が中心のライン構成には大別して二つの問題があった。

第一の問題は、機械の故障、段取り替えにより、生産ラインが止まることである。専用機を使ったラインだと、一つの設備にトラブルが発生すると、ライン全体の生産をストップしなけ

ればならなかった。このため、設備の老朽化に伴って故障が頻繁になるにつれて、生産性は悪化することになった。

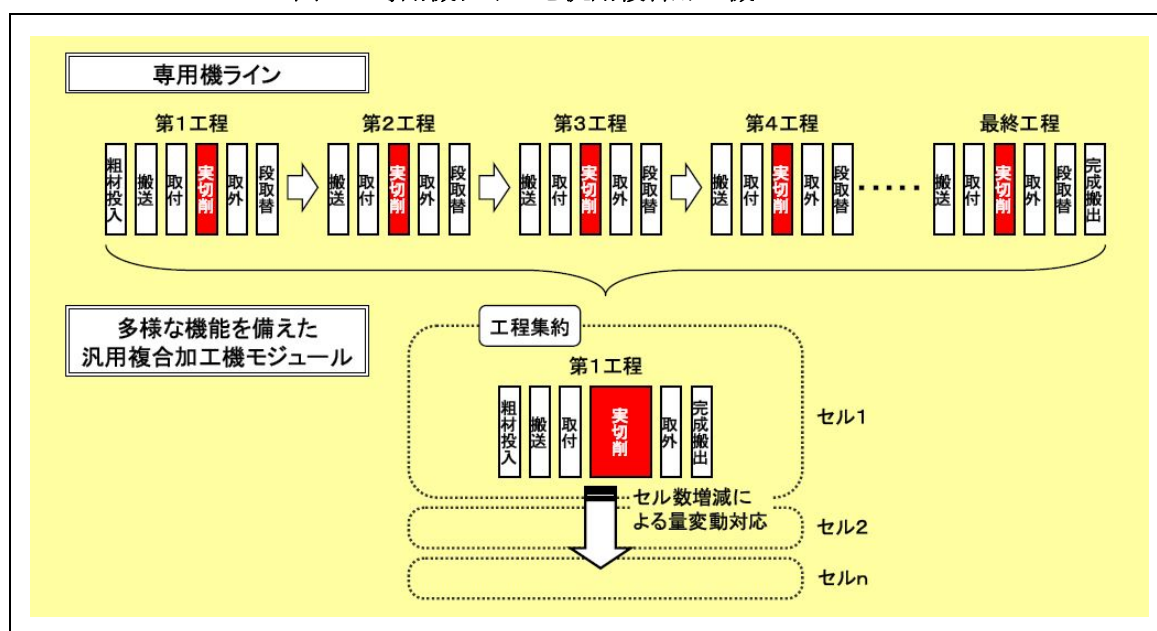
第二の問題点は、専用機を多用した生産ラインは、多品種少量生産に弱いということである。生産開始までの時間を多く要し、かつ一度構築した生産ラインは、その部品の生産が終了すれば、別の部品への転用ができず、わずかなスペアパーツ供給のためにしか使えない。製品ライフサイクルが長く、顧客ニーズも多様化していなかった少品種大量生産の時代は、専用ラインを設置することで問題は無かったが、多品種少量生産、変種変量生産の時代には、専用ラインでは対応が難しくなっていた。

以上のような問題点について、2002年に蛇川氏のトップダウンでハウジング加工ラインの改革が始まった。加工ラインの構築を検討するにあたり、そのパートナーとしてマザックに声がかかった。蛇川氏は、マザックにはトヨタ副社長時代から注目していた。マザックとトヨタ系列のアイシンAWは、2000年から市場ニーズに柔軟に対応できる生産システムの共同開発を行っていた。2001年に、アイシンAWの谷口社長（当時）の紹介で、当時、トヨタの副社長であった蛇川氏がマザックの工場を見学し、工程集約に関心を持っていたのである。

加工ラインの改革に当たっては、日野自動車とマザック、双方の各部署から人が集められ、プロジェクトチームが設置された。プロジェクトチームは、①徹底的なフレキシブル化、②設備の標準化、③段取り簡略化（段取りレス）、④少量生産情報システムの確立、⑤付帯の柔軟化（搬送簡素化）、をコンセプトとして取り決めた。

従来の生産設備では、既存工程を重視し生産能力、加工工程から設備仕様を決めていたが、今回は、逆に汎用の標準設備を用い、大幅な工程集約といったコンセプトから目標を設定した。この思想の転換は大きなポイントであった(図4)。

図4 専用機ラインと汎用複合加工機モジュール



出所：亀崎・土佐（2005）

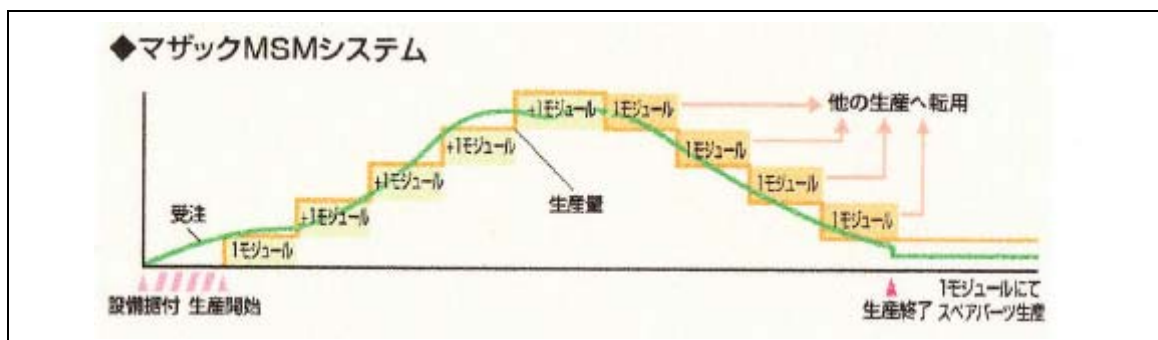
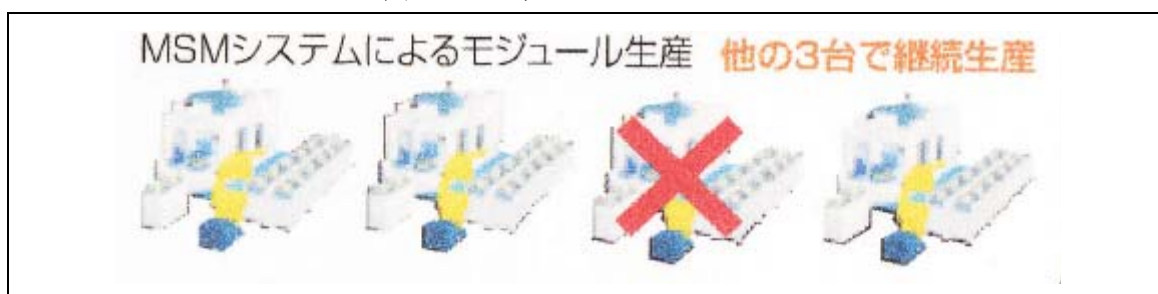
従来、大物サイズの加工は、メーカー標準仕様はほとんどなく、専用機で構成するのが普通であった。そのため、それを汎用機で行うことは困難を極めた。大型ハウジングの加工においても、これまで汎用機は存在せず、専用機にて加工することが通常であった。今回、導入が検討された設備機は、マザックの複合加工機インテグレックス e650 で、旋盤とマシニングセンタの機能を複合した横型の大型汎用機であった。

確かに、工程を集約することで、段取り時間などの付帯時間は、大幅に削減することが可能となる。しかし、集約する程、1工程での負荷が大きくなる。また、工程を集約することができたとしても、加工時間が専用ラインに比べ増加する問題もあった。このため、プロジェクトチームは、単に汎用の標準設備を用い、大幅な工程集約の考え方を導入するだけでなく、これらの汎用機を用いるがゆえの問題を解決する必要があった。

プロジェクトチームは、マザックの生産設備から開発されたソリューション・モジュール（詳細は後述）を組み合わせることにより、専用ラインからの転換を図った。ソリューション・モジュールとマザックのインテグレックス e650 を組みあわせることにより、既存工程では細かく分かれていた工程を集約することが可能になり、各モジュールで加工が完結するモジュール生産が構築可能になった。

集約された工程によるモジュール生産は、生産量の増減に対しては柔軟に対応できるようになる。生産の増加を行う場合は、モジュールを増加させれば良いので、迅速な対応が可能なるからである。また、モジュール1台が故障しても他のモジュールが生産をし続けるので、生産が止まることがない。そして、モジュール生産で使用する機械は、汎用性に優れるため、他の部品加工にも転用が可能であった（図5）。

図5 マザックMSMシステム¹⁰



出所：マザック会社資料

こうして、新ラインは2003年10月1日から本格始動した。新ラインは従来の専用ラインよりも短い加工時間で加工が可能となり、稼働率も上昇した。その一方で、逆に保全費は半減し、大幅な生産性の改善を達成した。

3. マザックの価値創出を支えるモジュール化

一連の改革において、マザックが日野自動車に対して提供したのは、ソリューションの構築というサービスであった。確かに、マザックは複合加工機を日野自動車に納入しているが、複合加工機は、専用機を中核にしたラインに導入しても十分なメリットを発揮することはない。工程の集約とセル生産方式の導入によって、その長所が発揮できるのであり、そのためには、生産ラインの構成についてのノウハウの提供が必要だった。そして、そのノウハウを含む、トータルなソリューションこそが、マザックが顧客に提供している価値の本質なのである。

この価値の提供を支えているのが、自社ソフトウェアやサービスをモジュール化したソリューション・モジュールである。マザックでは、ソリューション・ビジネスに用いるソフトウェアやサービスを、より顧客が利用しやすいように、徹底的にモジュール化している。マザックでは、NC装置、工作機械、生産システムを開発した後、開発の中で蓄積された知識をもとに、ソフトウェアやサービスの構造を整理し、分割して活用しているのである。

モジュールの具体例として、加工支援業務のサービスを見てみよう。顧客の加工支援作業は、従来、担当者の能力に依存する擦り合わせ的な業務であった。それに対し、マザックは、加工支援業務をパッケージ化したソフトウェア「サイバープロダクションセンタ」を開発し顧客に提供している。同ソフトウェアは、大きく分けると、CAD画面から加工プログラムを作成する「CAMWARE」、工場の機械の稼働スケジュールを管理する「サイバースケジューラ」、工具を自動管理する「サイバーツールマネジメント」、複数の機械の運転状況をリアルタイムで確認する「サイバーモニタ」の4つのモジュールから構成されている。

具体的なソリューションとして、例えば、CAMWAREは、設計のCAD画面からNC加工データを作成すると同時に加工時間をシミュレーションによって見積もることができ、加工に必要な工具情報を自動的にリストアップすることも可能となっている。このモジュールは、設計情報を生産へ移転する際の時間短縮に大きく貢献している。

同ソフトウェアの開発を担当したマザックの長江昭充氏、大橋肇氏は「サイバープロダクションセンタは、それぞれのモジュールが有機的にリンクする一つの大きなデータベース上に構成されていることが特徴であり、総合的な視点で工場のリードタイムの短縮に貢献するものである」（長江・大橋, 2003, p. 1691）とその特徴を述べている。

製造業のサービスの範囲が大きくなればなる程、営業担当者の力量による部分が大きくなる。顧客側にとっても具体的なサービスの効果が分かりづらくなる。マザックでは、サービスを徹底的にモジュール化することにより、営業担当者の負担を減少させるとともに、導入の費用対効果の計算を可能とした。自社主導でモジュール化したことで、ソリューション提供に必要なノウハウを削減し、個人の能力に依存しにくい体制を作ったのである。

IV ソリューション・ビジネス開発に向けた能力の蓄積¹¹

1. マザックにおける能力の蓄積

マザックに見られるような、製造業のサービス化、ソリューション・ビジネス化の重要性については以前から指摘されていたものの、実際にメーカーがサービス提供者へ変化するのには容易ではない。そのような状況で、マザックは、他社に先駆けてソリューション・ビジネスへのシフト、ここでの用語を用いればサービス・フォーカスを実現してきた。マザックのソリューション・ビジネスへのフォーカスを可能にしたのは、マザックの工作機械産業に対する戦略の実行を通じた能力形成にあった。具体的には、部品・設備の内製化、特に自社の生産システムの開発を通じた能力の蓄積にあったと考えられる。

マザックでは、工作機械産業での生き残りを図るために、部品や設備を内製化し、また工作機械を生産するシステムの開発も自社で行ったことで、広範な領域でのノウハウが蓄積された。内製化は、日本の工作機械産業の大きな流れに対抗する独自の戦略であった。日本の工作機械産業では、工作機械のNC化という技術転換の際に、工作機械のモジュール化が進展した。モジュール化の進展は、日本の工作機械産業が世界トップの座に上り詰める大きな要因となったが、その一方で、多くの日本の工作機械メーカーは部品を外部から調達して組み立てを行う、単なるアセンブリメーカーに押し込められてしまっていた。そのため、工作機械メーカーは低収益に陥り、ファナックを始めとした部品メーカーが高い収益を得る構造になっていった。同時に工作機械の同質化も進展していった。

このような流れに対し、マザックでは、製品を差別化するため、逆に部品の内製率を高めるという戦略をとった。最終的にはNC装置についても自社開発を行った。また、生産設備についても他社から導入するのではなく、自社で開発した。他社が製品・生産のモジュール化による企業間の垂直的な分業を進める中で、マザックでは逆に部品や生産設備の垂直統合化を行ってきた。

このような垂直統合化が自社内でのソリューション・ビジネスの開発につながっていく。NC装置までを含む工作機械全般にわたって知識を蓄積したことで、NCと連動した遠隔監視やメンテナンスといったサービスを導入することができ、また工作機械全体を最適化した形で、ソリューションを顧客に提案する能力が向上していった。また、自社製品の生産システムについても自社内で開発に取り組み、生産改革を進めたことで、他社に提案可能な生産システムの先端的なアイデアを蓄積できたのである。

工作機械は、最終製品を大きく凌駕する性能が必要だといわれており、工作機械を作る機械はさらにそれ以上の性能が求められる。このような高い性能を持った機械を開発する知識をマザックが蓄積し続けたことが、顧客に対しより高いソリューション・ビジネスを提供することにつながっている。このマザックの能力蓄積のプロセスについて、部品・設備の内製化、NCの内製化、自社による生産システム開発の3つについて、順を追ってみていくことにしよう。

2. 部品、設備の内製化

工作機械に代表される生産財取引は、顧客企業、売り手企業が継続的な取引を選択する傾向が強いといわれている。それは顧客側の製品選択の失敗を回避するという保守的な理由に加えて、売り手企業も信頼関係の形成によるメリット、たとえば顧客要求による製品開発や、安定顧客の確保による投資の促進などの効果が認められているからである(高嶋・南, 2006)。

歴史的に、日本の工作機械産業でも、戦前から存在する池貝、大隈(現オークマ)、東芝機械、新潟鉄工所、日立精機が「5大メーカー」、「老舗メーカー」と言われ、戦後も継続的な取引による競争優位を続けてきた。つまり、既存の老舗メーカーが強く、新興メーカーが食い込むのは容易ではなかったのである。

マザックのような新興メーカーは、老舗メーカーに対抗するため、ユーザーの現場に足を運び、どんなに小さな改良であっても即座に採り入れ、使い勝手の良い製品を開発するしか方法はなかった。特にマザックでは、老舗メーカーの手に届かなかった中小零細の機械加工業者に対して、経営トップが先頭になって自社製品の売り込みに奔走した。

マザックが製品の差別化を図るために採用した手段が、生産に用いる専用機の自社製作であった。当時、生産設備に必要な専用機は、国内外のメーカーから購入されていた。しかし、外部から専用機を購入して設置しても、他社がその専用機を購入すれば、すぐに追従される危険性がある。逆に、自社で独創的な専用機を開発することができれば、差別化を図ることができる。

マザックにおける自社開発の最初の例としては、旋盤ベッド¹²の量産があげられる。1968年から70年頃は、旋盤の生産において旋盤ベッドの量産が鍵となっていた。当初、マザックでも英国・スノー社からの設備購入を考えた。しかし、前述の理由で、それを却下し、国内メーカーと守秘義務を結び共同で開発を行った。完成した機械の生産性は、購入を考えていた機械の3倍もあり、同時に加工品質も上回るものだった。

マザックでは、これ以降、部品、生産設備を可能な限り内製する方針を採用してきた。2008年の段階において、外注しているのは、油圧機器、ベアリング等ごくわずかである。山崎会長は「ボールネジやスピンドルなどの主要部品はすべて付加価値が高い。それらを外注するという事はもうけを外に捨てるもの」と強調する¹³。

この内製化の方針は、NC装置の内製化、および生産システムの内製化へとつながっていき、ソリューション開発に必要な能力、すなわち知識やノウハウ、あるいはソフトウェア資産を蓄積していくことになる。以下では、この2つの内製化を通じた能力の蓄積について、その蓄積の過程をもう少し追ってみる。

3. NC装置「マザトロール」の開発

1970年代から1980年代にかけて、工作機械のNC化という技術転換を境に日本の工作機械産業は躍進し、1983年には生産量で世界1位となった。欧米の工作機械メーカーと日本の工作機械メーカーとの大きな違いは、NC装置を内製化しているか否かであった。

NC装置を内製化していた欧米に対し、日本はNC装置を内製化せずその開発をNC装置メーカーへ託した。その結果、NC工作機械の製造は、工作機械メーカーとNC装置メーカーとに分離し進められることになったが、それが逆に工作機械のモジュール化につながり、工作機械、NCとも急速に進歩した（中馬，2002）。

NC装置以外の部品の共通化，アウトソーシングも徹底されていた。Finegold et al. (1994) は、このような状況を評して、日本の工作機械メーカーは、工作機械のモジュール化という手法を導入して、従来クラフト的であった工作機械産業をコストと品質が重要な要素である量産型産業に転換させたと述べている。

モジュール戦略の長所は、①モジュール間の相互依存をできるだけ少なくすることで、対処可能な複雑性の範囲が広がる、②最終製品を構成する個々のモジュールの開発設計、生産を同時に進めることができる、③モジュール間の独立性を最適に保てるようなインターフェースが設定され、直面する不確実性への適応がより容易になる、の3点が挙げられる(Baldwin and Clark, 2000)。1970年代から80年代の日本の工作機械産業は、この3つの利点を徹底的に享受する形で、NC装置を内製化していたアメリカ、ドイツの工作機械メーカーに対抗し、世界市場を席巻していったと分析されている（中馬，2002）。

しかし、工作機械のモジュール化が進展すると、多くの日本の工作機械メーカーは、7割以上の部品を外部から調達して組み立てを行う、いわゆるアセンブリメーカーになっていった(Carlsson, 1989)。そのため、工作機械メーカーは低収益に陥り、ファナックを始めとした工作機械の部品にあたる製品やソフトウェアを提供するメーカーが高い収益を得る構造になっていった。工作機械自体も同質化が進展していった。

また、ユーザー側にとっても工作機械のNC化は、従来、作業者の技能に依存していたものをプログラムに変換し、均質な製品を製造できるというメリットはあったが、加工プログラムを作成するために大変な労力を要した。当時、NC工作機械の加工プログラムは、プログラムの専門家が作成を担当していた。コンピュータもCAMソフトも性能が不十分であり、加工プログラムを一つ作成するために、半日から数日を要するのが普通であった。そのため、専門家を多数抱える大企業はともかく、中小企業は、NC工作機械を導入したくとも、プログラムの問題があり、なかなか導入ができない状況であった¹⁴。

顧客にとって使いやすいNC装置の開発及び他社との差別化を図るため、1978年に、当時社長であった山崎照幸氏から「独創的なNC装置を自力で開発せよ」との号令がかかり、長江昭充氏（現専務）をリーダーとするプロジェクトチームが編成された。プロジェクトチームは、製品の差別化に加えて顧客にとって使いやすいNC工作機械機の提供を目標とし、NC装置メーカーとの間で意欲的な技術交流を行った。

最終的に、長江らは、NC装置のハード部分は三菱電機に依頼し、一連のソフト開発を自社で行うこととした。ユーザーの負担を減少させるため、作業者がNC装置の画面を見ながら、画面の問いに応じて操作ボタンを押すことにより、その場でプログラムの作成が可能となる「マザトロールプログラム」を開発した。そして、同プログラムを搭載した世界初の対話型N

C装置「マザトロールT-1」を1981年に完成させた。マザトロールT-1を搭載したNC旋盤は、誰でもその場で加工できるNC旋盤となった。これまで、プログラムを作成するために数日要していたのが、その場で加工プログラムの作成が可能となったため、生産現場に大幅な生産性向上をもたらした。

その後、1998年に開発した「マザトロール・フュージョン640」から、マザトロールは通信機能を備えた。フュージョン640は、パソコンとNC装置とを融合させることにより、工作機械を工場内の情報端末とすることを可能とした。パソコンとNC装置の融合により、例えば、工作機械の稼働状況を事務所のパソコンで把握することや、事務所で作成した加工スケジュールを工作機械に送信することも可能となった。

マザックは、この通信設備を利用し、遠隔監視、保守サービスを開始した。同社がこのようなサービスを開始したのは、工作機械を止めないという顧客の最大のニーズに応えるためであった。2004年に導入された24時間無線監視サービス「マザ・ケア」というサービスでは、機械のトラブルが発生した際、マザトロールに搭載された無線監視システムが自動でトラブルの内容を記載したメールを作成し、オンラインサポートセンターへ自動発信する。それを受けて、同社が対応を開始し、顧客の機械と直接、必要な情報を交換し、必要があればメッセージを顧客のマザトロールの画面に表示する事も可能となっている。マザトロールの無線で得たデータと顧客への電話対応によって状況が的確に把握できれば、機械が止まるトラブルのうち、6、7割はその場で解決できるという。

4. 自社工場の生産システムの開発

NC内製化と並行して進んだもうひとつの重要な活動が、自社工場の生産システムの開発である。マザックでは、自社工場でより良い生産システムを開発する中で、ソリューションに必要な知識の蓄積やソフトウェア資産の蓄積が進められた。

マザックにおいて生産システム化のスタートは、1978年のFMSプロジェクトと呼ばれる少量多品種の生産に適する自動化生産システムを開発するプロジェクトの発足に始まり、その最初の成果が1981年10月に同社大口製作所に導入された。その後、マザックは、自社の美濃加茂製作所、米国工場、英国工場において、コンピュータを用いた受注から生産・出荷までの一貫した生産体制を確立した。

一連の工場のシステム化の中で、同社は、様々なエンジニアリングシステムを開発した。例えば、工具管理システムの一つである「インテリジェント・ツール・マネジメント・システム」は、1987年に同社の英国工場にて初めて試験され、実用化されたものであった。同システムは、工具の中にICチップを埋め込み、コンピュータ指令により工場内の工具を自動管理するシステムであった。

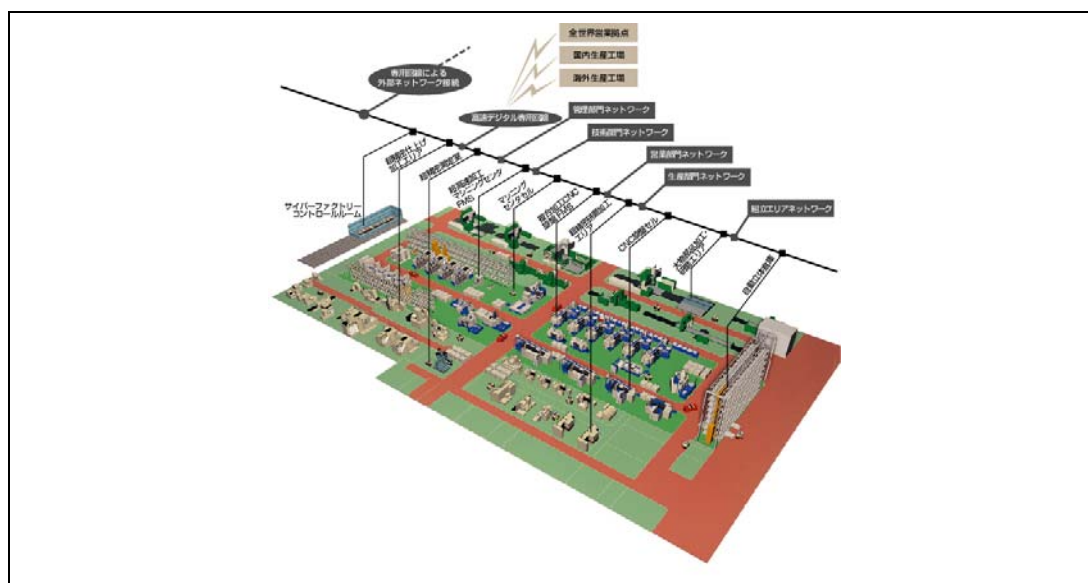
このような形で、自社で開発されたシステムを外部用にサービス化する際には、徹底的なモジュール化と、それに伴うマニュアル化がすすめられた。1987年下期の半年をかけて開発されたシステムの販促促進ツールは、①モジュール毎の説明書、②モジュール毎の価格表、③関連

する治具・加工技術提案書，④FMSの構想作成セット，⑤概算見積作成ソフト，によって構成されていた。製造業のサービスの範囲が大きくなればなる程，個々の営業担当者の力量による部分が大きくなる。顧客側にとっても具体的なサービスの効果が分かりづらくなる。マザックでは，サービスを徹底的にモジュール化し，かつ標準的なマニュアルを用意することにより，営業担当者の負担を減少させるとともに，導入の費用対効果の計算を可能とした。

1980年代までに開発された中央集権型の工場のシステムは，環境が安定している時には強みを発揮するが，環境が大きく変化する場合は，柔軟性や迅速性に乏しいという問題点があった。そのため，マザックでは，より柔軟なシステムへの移行を目指し，長年の実経験を基礎として，中央集権型システムではなく，分散型LANによるシステム開発を始めた。具体的には，CAD，CAM，POPなどの事務所系情報と，工作機械が有する現場系情報をネットワークで関係させ，双方向の生産情報コミュニケーションを基本に据えたクライアント方式による分散型LANシステムを構築した。システムの開発と同時に，新システムに対応できるNC装置，工作機械の開発を行った。こうして，1998年，本社・大口製作所内に第3世代の加工工場を完成させた。マザックは，この工場をサイバーファクトリーと名づけた（図6）。

サイバーファクトリーの開発においては，生産現場の工具，治具，加工手順，加工プログラム，素材管理，品質記録といった情報を取り扱う加工段取り支援システムから，工場の損益までを含んだ多様なデータを統合した。更に，これまで人手で行ってきた加工支援作業というあいまいな技能を技術情報に置き換えた。この技術情報をモジュール化し，前述したソフトウェア「サイバープロダクションセンタ」を開発した。また，サイバーファクトリーでは，様々な情報を一元的に管理・コントロールする必要がある。ここで活用されたのが，前述の通信機能を持ったNC装置「マザトロール・フュージョン640」である。フュージョン640は，遠隔監視，メンテナンスだけでなくエンジニアリングシステムにおいても大きな役割を果たしている。

図6 サイバーファクトリー



出所：マザック会社資料

このように、マザックでは、工作機械、NC装置、生産システムを個別に開発するのではなく、お互いを関連付けて開発を行ってきた。同社のソリューション提供に必要な能力は、統合的に自社開発を行っていく過程で蓄積されてきた。工作機械だけでなく、生産プロセス全体を統合的に理解したことで、生産プロセスをモジュールに分解しすることができた。そして、モジュール化したことで、ソリューション提供に必要なノウハウを削減し、個人の能力に依存しにくい体制を作ったのである。

V 事例のまとめ

マザックは、他の工作機械メーカーに先駆けて、サービス・フォーカスを実現し、ソリューション・ビジネス化を進めてきた。その結果、景気変動の大きい工作機械業界において、例外的に安定した収益性を誇るようになった。

マザックのソリューション・ビジネスにおける価値創造の鍵となったのが、提供するシステムのモジュール化と、それによるソリューション提供に必要なノウハウの削減である。ソリューション提供には、システム全体にわたる知識やスキルが必要となるが、必要となる知識やスキルを削減したことで、他者に先駆けて効果的なサービスの提供が可能になったといえる。

ソリューション・ビジネスでは、提供するソリューションが高度になればなる程、その成否が担当者の能力に依存するという問題が発生する（今枝, 2003）。サービスの次元が低い時には、サービスをマニュアル化することで、誰でもサービスを提供することが可能となる。しかし、IT企業による大企業向け経営システムの構築といったソリューション・ビジネスは、企業を取り巻く複雑な条件を分析し、それを基に案を作成しなければならない。顧客側からみると、サービス、ソリューションの規模が大きくなり高度になればなる程、どのような効果が実際にあるのか、具体的な効果が未知数になっていくため、導入が難しくなる。提供する側にとっても、担当者の能力に依存せず、安定的に顧客に高度なサービス、ソリューション提供できる仕組みを作ることが必要となる。

マザックでは、NC装置や生産システム開発の内製化によって蓄積してきた知識を活用することで、このソリューション提供を可能にする仕組みを作り上げた。他社がマザックと比べ、ソリューション・ビジネスの開発が難しいのは、NC装置などの構成要素を外部から調達するアセンブリメーカーとして要素が大きいと、ソフトとハードを総合した装置全体に関する知識を蓄積することができなかつたためであろう。また、自社内で必要なモジュールを標準化して提供するだけの知識も十分蓄積できなかつたため、ソリューション提供において担当者の能力に依存する問題を残したままであったと考えられる。ソリューション提供を可能にする統合的な知識を蓄積してきた企業が、サービス・フォーカスを他社に先駆けて進めることができるのである。

本稿は、原良憲・梶山泰生編『サービス・ソリューション創造論』（近刊）に掲載予定である。

【謝辞】

本ケースをまとめるにあたり、ヤマザキマザック株式会社の福村直慧氏（元専務，現常任顧問），桃井昭二氏（技術生産本部・生産技術部 シニアアドバイザー），棚橋誠氏（執行役員・技術生産本部制御設計部長），中島昭彦氏（INTEe プロダクト プロダクトマネージャー），村木俊之氏（技術生産本部 新技術開発部 第3グループ グループリーダー），山崎商事の林真一郎氏（営業部次長）を始めとする同社の関係者の皆様に変，お世話になりました。また、日野自動車の亀崎誠氏（ユニット生技部長）には、実際のライン見学も含め、日野自動車で行われた生産改革についてご説明頂きました。研究にご協力頂いた皆様にこの場を借りて改めて、感謝致します。なお、本ケース内の役職名は、基本的に2008年8月末現在のものとなっています。

-
- ¹ 『日刊工業新聞』2004年11月9日，2004年11月11日。
 - ² NC：NCとはNumerical Control（数値制御）の略称。JISの定義では、数値制御は、工作物に対する工具経路，その他，加工に必要な作業の工程などを，それに対応する数値情報で指令する制御，となっている。
 - ³ データについてはGardner Publications 社（アメリカ）のメタルワーキング・インサイダーズ・レポートのHP等を参照。<http://www.metalworkinginsider.info/>。
2008年8月22日データ取得。
 - ⁴ マシニングセンタとは、主として回転工具を使用し、工具の自動交換機能（タレット形を含む。）を備え、工作物の取り付け替えなしに、多種類の加工を行う数値制御工作機械のことである（JIS定義）。
 - ⁵ 日経産業新聞編『市場占有率2008年版』を参照。
 - ⁶ 経済産業省・厚生労働省・文部科学省（2007）『2007年版ものづくり白書』p.129。
 - ⁷ 「DONE IN ONE」の説明、具体的なプロセスについては、マザック会社資料を参照した。
 - ⁸ 本節の日野自動車へのソリューション・ビジネスの事例は、主にマザックにて同ソリューション・ビジネスを担当した中島昭彦氏へのインタビュー（2008年5月22日。於マザック美濃加茂製作所）と日野自動車側の責任者であった亀崎誠氏へのインタビュー（2008年9月4日。於日野自動車本社）及び亀崎・土佐（2005）から構成した。
 - ⁹ 「ケーススタディ 日野自動車」『日経ビジネス』（2004年2月23日号）p.56。
 - ¹⁰ マザックMSNシステムとは、市場ニーズに対応できる自己完結生産システムを意味する。MSNは、Market-responsive（市場対応型），Self-contained（自己完結），Manufacturing（生産）の略である。
 - ¹¹ マザックにおけるソリューション・ビジネスの開発については、マザックの棚橋誠氏へのインタビュー（2008年4月10日。於マザック本社）及び同社提供の資料から構成した。
 - ¹² 旋盤ベッドとは、旋盤本体を構成する台のことである。
 - ¹³ 『日刊工業新聞』2004年11月9日及び棚橋誠氏のコメント（Eメール・2008年8月27日）参照。
 - ¹⁴ 当時の中小企業が置かれた状況，マザトロールの開発意義については、棚橋誠氏のコメント（Eメール・2008年8月27日）による。

〔参考文献〕

- Baldwin, C. T. and K. B. Clark. (2000) *The Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press, 2000. 安藤晴彦訳(2004)『デザイン・ルールーモジュール化パワー』東洋経済新報社.
- Carlsson, B. (1989)“Small Scale Industry at a Crossroads: U.S. Machine Tools in Global Perspective,” *Small Business Economics*, Vol. 1, No. 4, pp. 245-261.
- Collis, D. J. (1989) “The machine tool industry and industrial policy, 1955-1992,” A. M. Spence and H. A. Hazard(ed.)“International Competitiveness,” Ballinger, Cambridge, MA, pp. 75-114.
- 中馬宏之(2002)「モジュール設計思想の役割」青木昌彦、安藤晴彦(編著)『モジュール化』東洋経済新報社, pp. 211-246.
- Finegold, D., K. W. Brendley, R. Lempert, D. Henrry, P. Cannon, B. Boultinghouse, M. Nelson. (1994)“The Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery,” Vol. 1, Rand.
- Finegold, D. (ed.) (1994) “The Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery,” Vol. 2, Rand.
- 今枝昌宏(2006)「製造業のサービス化とサービスマネジメントへの2つのアプローチ」『一橋ビジネスレビュー』54巻2号, pp. 36-50.
- 亀崎誠・土佐融児 (2005)「大型アックスルハウジングの1工程ワンチャック加工」『日野技報』No.56, pp. 73-77.
- 河邑肇(1998)「工作機械メーカーの製品開発システムと販売・サービス活動」坂本清(編著)『日本企業の生産システム』ミネルヴァ書房, pp. 151-178.
- 河邑肇(2005)「工作機械産業におけるモジュール化とサービス事業展開」坂本清(編著)『日本企業の生産システム革新』ミネルヴァ書房, pp. 55-81.
- 経済産業省・厚生労働省・文部科学省(2007)『2007年版ものづくり白書』.
- Kotha, S. and Nair, A. (1995) “Environment as Determinants of Performance: Evidence from the Japanese Machine Tool Industry,” *Strategic Management Journal*, Vol. 16, No. 7, pp. 497-518.
- 久芳保典(1989)『匠育ちのハイテク集団』ヤマザキマザック社.
- 溝口清久・棚橋誠(1989)「FMSからCIMへの課題」『機械と工具』1989年11月号, pp. 18-23.
- 長尾克子(2004)『日本工作機械史論』日刊工業新聞.
- 長尾克子(2002)『工作機械技術の変遷』日刊工業新聞.
- 長江昭充・大橋肇(2003)「情報技術と機械技術が融合したサイバーファクトリー」『精密工学会誌』Vol69. No. 12, pp. 1689-1692.
- 日経産業新聞編(2008)『市場占有率 2008年版』日本経済新聞社 .
- 日本工作機械工業会編(2007)『日本の工作機械産業 2007』日本工作機械工業会.

ニュースダイジェスト社編(2007)『5軸・複合加工機の選びかた使いかた』ニュースダイジェスト社.

ニュースダイジェスト社編(2007)「はじめの工作機械副読本改訂15版」ニュースダイジェスト社.

Oliva, R. and Kallenberg, R. (2003)“Managing the transition from products to services,” *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 14, No. 2, pp. 160-172.

高嶋克義・南千恵子(2006)『生産財マーケティング』有斐閣.

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分析レポート No.11』 機械振興協会経済研究所, pp.1-2.

柴田友厚・玄場公規・児玉文雄(2002)『製品アーキテクチャの進化論：システム複雑性と分断による学習』白桃書房.

鈴木信貴(2008)「技術融合と市場特性ーヤマザキマザックにおける複合加工機の開発ー」『京都大学経済学会院生モノグラフ』 No.200808154, pp. 1-30.

山崎鉄工所 60 年史編纂委員会編(1979)『還暦を迎えた若きマザックのきのうとあす』山崎鉄工所.

ヤマザキマザック編(2007)『米寿を迎えた匠集団MAZAKの名言実行力』ヤマザキマザック.

吉本陽子・齋藤禎(2003)「生産機器システム産業」森谷正規(編著)『機械産業の新展開』NTT出版, pp. 152-173