

〈論 文〉

製造業のソリューション・ビジネスにおける 製品事業とサービス事業の連続性

鈴木信貴*・梶山泰生**

I はじめに

本稿の目的は、製造業の企業がどのように既存の製品事業からサービスを開発し、それを当該製品と結合させ、ソリューション・ビジネスとして展開すればよいのかを検討することである。

近年、社会の複雑性は、より一層、増加している。製品ライフサイクルの進展と製品がコモディティ化する速度も早まっているため、製造業の企業にとって、単に製品を開発、生産、販売するだけでなく、製品に関連するサービスの開発にも力を入れ、製品とサービスを結合させ、ソリューションとして顧客に展開するソリューション・ビジネスの重要性がますます高まっている。

企業にとって製品とサービスの結合は、①サービスは一般に製品よりも利益率が高く、製品の購入よりも経済サイクルの影響を受けないため、より安定した収益をもたらす、②技術の複雑性の増大などにより、顧客からサービスがより要求されているため、これに対応することができる、③サービスは製品よりも模倣が困難であるため、競争優位の源泉となる、という利点がある（Oliva & Kallenberg, 2003）。既存研究では主に、どのようにすれば製造業の企業はソリューション・ビジネスへと移行できるのか、その要因について研究が行われてきた（Shepherd & Ahmed, 2000; Galbraith, 2002; Cova & Salle, 2007; Brax & Jonsson, 2009）。

ただし、それまで製品を中心に考えてきた製造業の企業にとって、サービスを開発し、それを製品と結合させ、ビジネスとして確立することは決して容易なことではない。サービスの開発に投資を重ねているにもかかわらず、依然として主な収益は製品の売上からのため、利益率は変わらない、むしろサービス事業に投資した分、悪化しているという企業も多い（Gebauer, Fleisch, & Friedli, 2005）。このような場合、サービスは製品とうまく結合されておらず、ソリューションと呼ぶには、ほど遠い状態にある。また、サービスには、様々な種類や次元があるため、全てのサービスがソリューションにつながるわけではない。

製造業企業がソリューション・ビジネスを確立するためには、既存の製品事業とサービス事業との連携が重要な要因になると考えるが、既存研究は製造業の企業が既存事業からどのようにサービスを開発すればよいのか、そして開発したサービスを製品とどのように結合すれば、付加価値のあるソリューションとなるのかといった問題については必ずしも十分な検討がされてこなかった。そのため、本稿は、これらのメカニズムを明らかにするために、工作機械メーカー（製造業企業）のヤマザキマザック（以下、マザックと略す）を事例として、探索的な研究を行う。

* 長岡技術科学大学大学院情報・経営システム工学専攻准教授

** 梶山女学園大学現代マネジメント学部教授

本稿の構成は以下のとおりである。次節では、製造業のソリューション・ビジネスに関連する既存研究を検討する。第3節では研究方法と事例の選択について説明する。第4節にて事例研究を行い、第5節でその事例研究をもとに考察を行う。第6節で本稿の貢献と限界、今後の課題について述べる。

Ⅱ 既存研究の検討

本節ではまず、本稿の鍵概念となる製造業のソリューション・ビジネスを定義する。本稿でいう製造業のソリューション・ビジネスとは、企業が顧客に単に製品を売るのではなく、顧客の問題を探索し、その解決方法を提案することである。企業が顧客の問題を特定し、解決方法を検討する。ここでのソリューションとは、顧客の問題に対する解決案である。解決案が顧客の問題に対し適切なものであれば顧客の問題は解決するが、適切なものでなければ顧客の問題は解決しない。

既存研究では、このソリューションについて様々な定義があるが¹⁾、本稿は、ソリューションを顧客の問題に対する解決案とする立場から、ソリューションを、顧客の問題に対する個別化された提供物であり、企業と顧客との相互のやり取りの中でデザインされ、製品とサービスを結合することにより統合された付加価値を顧客に提供するもの（AaRikka-Stenroos & Jaakkola, 2012）とし、ソリューション・ビジネスを、企業が顧客の問題を探索し、その問題に対し製品とサービスを結合することにより解決案（ソリューション）を作成し、顧客に提供する事業であると捉える。

ソリューション・ビジネスの既存研究では、どのようにすれば製造業の企業はソリューション・ビジネスへと移行できるのかについて研究が積み重ねられてきた。Shepherd & Ahmed (2000) は、技術的な能力、統合能力、市場やビジネスに関する知識の能力、顧客とのパートナーシップの能力が重要であると論じた。Galbraith (2002) は、ソリューション・ビジネスのために、企業は顧客を中心に組織化しなければならないと指摘した。Cova & Salle (2007) は、ソリューション・ビジネスに参入するために、企業の方向性の変更、新しい能力やスキルの必要性、構造やプロセスの変革、企業内での変革プロセスの実施をあげた。Brax & Jonsson (2009) は、顧客のニーズに合ったソリューションを提供するためには、顧客のビジネス・プロセスを理解し、顧客の視点で提案や能力を評価する必要があると論じた。

しかし、それまで製品を中心に考えてきた製造業の企業にとって、サービスを開発し、それを製品と結合させ、ビジネスとして確立することは決して容易なことではない。企業が製品開発への投資と同様にサービスの開発にも力を入れ投資を重ねたとしても、依然として主な収益は製品の売上からであり、サービスからの収益はほとんど無いということも多い。そのため、サービス事業に投資しても収益率は変わらない、むしろサービス事業に投資した分、悪化しているという企業も多い。このような現象は「サービス・パラドックス」と呼ばれている（Gebauer, Fleisch, & Friedli,

1) ソリューションではなく統合ソリューション (integrated solutions) という用語を用いる既存研究も存在するが、本稿はソリューションで統一する。統合ソリューションについて、例えば、Brax & Jonsson (2009) は、統合ソリューションは、製品、サービス、情報の束であり、シームレスに組み合わされて、個々の単体よりも多くの価値を顧客に提供し、顧客のビジネスシステムの特定の機能または課題に関連する顧客のニーズに対応するもの、と定義している。

2005)。Gebauer, Fleisch, & Friedli (2005) は、サービス・パラドックスは、製造業企業の製品・技術重視、企業の取引額におけるサービスが占める割合の低さ、組織の不十分なコミットメントによって生じると論じた。

一連のソリューション・ビジネスの既存研究は、製品事業とサービス事業は別の投資、別の事業であり、そのため、サービスの開発、ソリューション・ビジネスへの移行が困難であると、いわば製品事業とサービス事業との不連続性を前提とし、その対策について議論してきたともいえる。

確かに組織能力の古典的理論が示すように、組織で形成されたルーティンは、その組織の成功の要因であると同時に、「コンピテンシー・トラップ」と呼ばれるように変化への適応を阻害する要因ともなる (Levinthal & March, 1981; Levitt and March, 1988; Leonard-Barton, 1992)。ソリューション・ビジネスの文脈でいえば、製造業の企業が既存の製品事業で形成したルーティンは、製品事業では有用であるが、サービス事業ではコンピテンシー・トラップになるということである。

しかし、自社が蓄積してきたルーティンや知識は常に変化の足かせになるわけではない。外部環境の変化を脅威ではなく機会として捉えることや企業内で既存の組織から独立性を保つことで、企業はルーティンの硬直性の影響を逃れて変化に適応することができる (Tripsas & Gavetti, 2000; Gilbert, 2005)。

また、製造業企業の製品開発とサービス開発において、必要となる能力や知識は、ある程度、共通、関連する可能性もある。既存研究は、ソリューション・ビジネスの移行のために、例えば、技術的な能力、統合能力などの能力が必要であると論じるが、これらの能力は既存の製品事業の中で蓄積される可能性もある。このような製品事業とサービス事業との連続性については、重要な視点であると考えるが、既存研究では必ずしも十分に議論されてこなかった。

そのため、本稿では、製品事業とサービス事業との連続性に着目し、製造業企業がどのように既存の製品事業からサービスを開発し、それを製品と結合しソリューション・ビジネスとして展開すればよいのかを研究の問いとし探索的な研究を行う。

Ⅲ 研究方法と事例選択

本稿は、前述の研究課題に対して、工作機械メーカー（製造業企業）のマザックのソリューション・ビジネスの事例をもとに考察を行う。研究方法として、事例研究を選択した理由は、事例研究は企業行動の因果関係を詳細に明らかにするために有効な研究手法だからである (沼上, 2000)。本研究が探索的な研究であり、既存研究に対して新たな仮説を検討するという研究でもあるため、事例研究が適していると考える。マザックを事例として選択した理由は、同社の事例が事例研究における先端事例 (田村, 2006) であると考えためである。その理由は以下のとおりである。

工作機械は、スマートフォンのような小型機械から飛行機のような大型機械まで様々な製品やそれらを構成する部品を製造するため、「マザーマシン」と呼ばれ、その国の製造業を支える重要な産業である。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、欧米と日本との技術力、生産力の差は大きかった。しかし、日本は、工作機械の NC²⁾ 化という技術転換を契機に、

2) NC は Numerical Control (数値制御) の略称であり、NC 装置は工作機械の加工の指令、制御を行う装置である。

技術力、生産力の両面で競争力を持つようになった（長尾，2002; 2004）。

世界の工作機械市場では、アメリカが長くトップの地位にあったが、1970 年代後半から日本製の NC 工作機械の性能・機能が世界市場で評価され、1982 年に日本は生産高でアメリカを抜き世界 1 位となり、それが 2000 年代まで続いた。2000 年代後半から中国が急速な勢いで生産高を伸ばし、リーマンショックの後の 2009 年には中国が 1 位となり、その状態が 2020 年現在まで続いている。日本は生産量では中国に抜かれたが、研究開発では引き続き、ドイツとともに世界のトップの地位にある。

工作機械産業は重要な産業である一方で、設備産業であるため、景気の影響を受けやすい産業でもある。工作機械は好況時には積極的な投資の対象になるが、不況時には最初に投資を抑制される対象となる。特に日本の工作機械産業は、概ね約 1 兆円の産業規模に対し 100 社以上の企業が存在するという状況のため、不況時には特に厳しい価格競争になる傾向があり、この変動の大きさに拍車をかけている。

1980 年度から 2002 年度までの日本工作機械産業の売上高経常利益率を見ると、3～4 年の周期で景気の変動があり、平時の 3 % 台から景気が良い時は 5 % 台になるが不況時には逆に - 5 % 台となり、深刻な時は - 10 % を超える時（1994 年度）もあった（山田，2005）。この時期、マザックと競合する森精機、オークマといった他社も低収益や赤字に悩まされてきた。

このような産業において、マザックは、1980 年代から 2000 年代まで工作機械のトップメーカーとして、赤字に陥ることなく 15 % 以上の売上高経常利益率を維持し続けた³⁾。同社が高い利益率を維持し続けた理由として、画期的な製品開発を行うだけでなく、サービスの開発、ソリューション・ビジネスに率先して取り組み、事業として確立してきたことがあげられる。同社にてソリューション・ビジネスを推進した山崎照幸元社長は、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、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「当社がお客さまにお届けしているのは、生産の効率化とリードタイムの短縮」と定義し、「工場診断を踏まえて合理化提案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ご相談を受けることも少なくない」と述べている（マザック編，2007）。

以上のように、マザックはいち早くソリューション・ビジネスを事業として確立し、長期に渡り高収益と競争優位を獲得しているため、先端事例として捉えるのは適切であると考えた。本稿の事例は、主に 2008 年に行ったフィールド調査、関係者へのインタビュー調査及びそれらの調査で収集した資料をもととしている。事例に対するバイアスを極力、排除するために、新聞・雑誌、専門誌、統計資料などの 2 次資料を用い、事例の事実やデータの確認、検証を行った。

Ⅳ 事例分析⁴⁾

本節では、まず、マザックのソリューション・ビジネスがどのようなものであり、どのような形で顧客に提供されるのかを論じる。その上で、同社がソリューション・ビジネスを確立するに至っ

3) 日刊工業新聞（2004 年 11 月 9 日，2004 年 11 月 11 日），Fuji Sankei Business i（2008 年 1 月 22 日），Metal-working Insiders' Report のデータによる。

4) 本節の事例の記述内容は、鈴木・楯山（2009）に加筆修正したものである。

た要因について論じる。なお、本節の記述の内容は、基本的に調査時の 2008 年時点のものである。

1 マザックのソリューション・ビジネスの概略

ソリューション・ビジネスは、企業が顧客の問題を探索し、その問題に対し製品とサービスを結合することにより解決案（ソリューション）を作成し、顧客に提供する事業である。

山田（2005）によれば、工作機械産業におけるソリューション・ビジネスには大きく分けて 2 つの分野がある。一つは総合エンジニアリングシステムの提供、もう一つは工場内での工作機械の稼働状況を遠隔監視する、メンテナンスを遠隔から行うといったビジネスである。山田（2005）は、前者の取り組みの事例としてマザックとオークマを、後者の事例として森精機をあげている。

筆者のマザックでのインタビュー調査によれば、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各システムの提供を指すという。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・メンテナンスとは、工作機械の制御部分である NC 装置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。

実際のソリューション・ビジネスでは、顧客の問題に合わせ、工作機械、エンジニアリングシステム、遠隔監視・メンテナンスのサービスなどを必要に応じて結合することで顧客の問題解決を図っていく。

マザックでは、2000 年代から自社の複合加工機を軸としたソリューション・ビジネスを DONE IN ONE と名付け、パッケージ化して顧客に提供している。DONE IN ONE は、マザックがもともと行っていた複合加工機のソリューション・ビジネスをさらに発展させ、同社が持つエンジニアリングシステム、ソフトウェア、遠隔監視・メンテナンス、サポートのサービスなどと組み合わせることにより、顧客の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、加工ライン、工場の設計といった生産支援の領域から経営全般の支援領域まで多岐に広がっている。

一般的な DONE IN ONE のビジネスのプロセスは、図 1 のような流れで実施される。最初に、マザックと顧客との綿密な打ち合わせによって、顧客の現状の確認と目標設定を行う。次にマザック社内にて、どのようなソリューションが提供可能かについて、主に工作機械、システムの両面から検討を行う。

工作機械の面では、顧客にとって最大限の付加価値を持つ加工技術を確立するために、最新の加工技術・方法、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・方法の開発では、実際に顧客が使用する図面、素材を用い、マザック社内にて開発、検討を行う。この加工技術・方法が確立した時点で、顧客にマザックに来て頂き、NC のプログラム、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、顧客に工作機械を単に納入するのではなく、加工技術・方法を顧客に合わせて開発し、必要に応じて顧客にトレーニングを受けてもらうというサービスとも顧客に提供している。



図1 マザックのソリューション・ビジネス

出典：マザック会社資料

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、运营管理、監視・保守などの各システムの検討を行う。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各システムを組み上げている。

このような経緯を経て、全体の生産方式が確定した後、マザックはソリューションに必要な工作機械、システム、サービスを顧客に納入する。この際、マザックの社員が工作機械、システムの立ち上げを全面的にサポートする。ソリューションの提供後もマザックと顧客とが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行うことで、さら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、製品とサービスとを高度に組み合わせ、ソリューションとすることで、顧客の課題解決、提供する付加価値の最大化を図っている。

2 マザックのソリューションの提供事例：日野自動車⁵⁾

前節の DONE IN ONE のプロセスは一般的なプロセスであり、実際のプロセスは顧客ごとに異なったものになる。マザックは、実際、顧客にどのようにソリューション・ビジネスを展開しているのだろうか。本節では、マザックのソリューション・ビジネスの実態をよりよく理解するため

5) 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調査（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調査（2008年9月4日。於日野自動車本社）及び亀崎・土佐（2005）による。

に、2003年にマザックのソリューションが提供された日野自動車の事例を用いて説明する。

日野自動車にて、マザックのソリューション提供のきっかけとなったのが、トラック産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産業は深刻な不況に陥り、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3者割当増資を引き受け、日野自動車の子会社化した。

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の生産技術分野を歩んだ後、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行われることになった。当時の日野自動車の工場には1970年代の老朽化した設備も多く、全体の稼働率も低迷していた⁶⁾。

一連の改革において特にボトルネックの問題となったのは、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）の加工であった。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種類と多い部品だった。従来型の加工ラインは、専用機を用いた工程分割したライン構成であった（図2）が、この専用機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、1台の機械の故障、段取り替えにより、生産ライン全体が止まることである。専用機を用いたラインだと一台の機械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。機械の経年劣化に伴い故障が多くなると生産性はより悪化していった。

第二の問題は、専用機それ自体の問題である。専用機は、あるシリーズの部品の生産に特化しているため、製品のライフサイクルが長い時代には効率的であったが、製品のライフサイクルが短くなると効率が悪くなっていった。また、専用機はその部品の生産が終わると他の部品生産への転用が効かないが、スペアパーツ供給のために残して置かざるを得ないという問題も抱えていた。

ボトルネックであるハウジングの生産ラインの問題を解決し日野自動車全体の生産性を向上させるために、2002年に蛇川氏のトップダウンでプロジェクトが始まり、そのパートナーとしてマザックが選ばれた。マザックとトヨタグループのアイシン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おり、アイシンAWの谷口孝男社長の紹介で、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たこともあり、蛇川氏はマザックのビジネスに関心を持っていた。

ハウジングの生産ラインの改革に当たっては、日野自動車とマザックの両社の関連部署から人が集められ、プロジェクトチームが結成された。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、プロジェクトを進めた

従来の生産設備では、既存工程を重視し生産能力、加工工程から設備使用を決めていた。特にハウジングなど大物サイズの加工は、メーカーの標準仕様（汎用）の機械はほとんどないため、専用機で加工するのが普通であった。しかし、今回は、上記のコンセプトを実現するために、汎用の複合加工機を用い大幅な工程集約を行うこととした。この思想の転換は大きなポイントであった（図2）。この時に導入が検討された工作機械は、マザックの汎用複合加工機インテグレックス e650で

6) 「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。

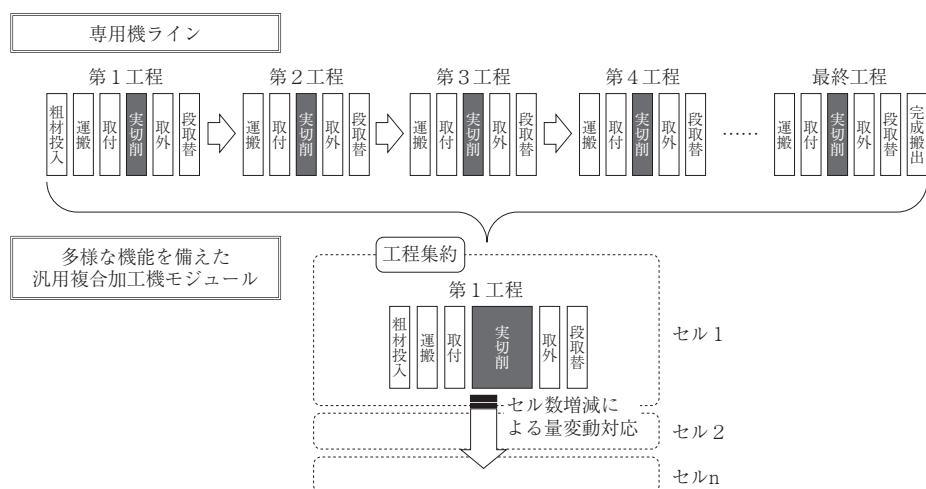


図2 専用機ラインと汎用複合加工機モジュール

出典：亀崎・土佐（2005）

あった。

しかし、従来の専用機ラインから汎用機への転換は容易ではなかった。工程集約自体が困難な問題であったが、工程集約に成功したとしても別の問題が2つあった。一つは工程を集約すればする程、1工程での負荷が大きくなり加工が困難になるという問題であり、もう一つはたとえ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長くなってしまいうという問題であった。そのため、プロジェクトチームは、単に汎用の標準設備を用い工程集約の考えを導入するだけでなく、汎用機を用いるがゆえの問題を解決する必要があるがあった。

プロジェクトチームは、マザックにて最適な加工技術・方法を検討しながら、約130種類あった各ハウジングの加工方法についてデータ化を進めた。マザックが開発したソリューション・モジュール（詳細は後述）と汎用複合加工機とを擦り合わせていくことで、既存工程では細かく分かれていた工程の集約を図っていった。このような取り組みにより、前述の2つの問題も解決することができ、各モジュールで加工が完結するモジュール生産の構築が可能となった。

工程が集約されたモジュール生産は、生産量の増減に対して柔軟に対応できるようになる。生産量の増加の場合は、モジュールを増加させれば良いので、迅速な対応が可能となる。一つモジュールで故障が発生しても他のモジュールが生産を続けるので、全体の生産を止める必要も無い。そして、マザックの複合加工機は汎用性に優れるため、生産量が減少した場合は、他の生産に転用することも可能だった。

このようにして開発された新ラインは2003年10月1日から本格稼働した。新ラインは従来の専用ラインよりも短い時間での加工が可能となり、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。日野自動車にとってボトルネックだったハウジング生産の問題が解決したことにより、全体の生産性も大きく改善した。

3 ソリューション・モジュール

一連の取り組みにおいて、マザックが日野自動車に対して提供したのは、ボトルネックとなって

いた問題に対するソリューションであった。マザックが単に複合加工機を日野自動車に納入しただけなら、この問題は解決しない。問題を解決するためには、マザックの製品とサービスの結合によるソリューションが必要であった。

マザックでは、ソリューション・ビジネスに用いるシステム、ソフトウェア、サービスなどを、より顧客が利用しやすいように、徹底的にモジュラー化⁷⁾し、それらをソリューション・モジュールと呼んでいる。

マザックのソリューション・モジュールの例として、加工支援業務のソフトウェアを説明する。一般に顧客の加工支援の業務は、担当者の能力、ノウハウに依存する暗黙知的な擦り合わせ業務である。それに対し、マザックでは、加工支援業務をパッケージ化したソフトウェアの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。

モジュールの例として、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。そのため、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する。

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大きな特徴であり、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）。

製造業のサービスの範囲が大きくなればなるほど、担当者の能力、ノウハウに依存する部分が大きくなり、暗黙知的な擦り合わせ業務の要素が増加していく。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ラー化することにより、担当者の能力、ノウハウに依存する部分を削減し担当者の負担を減少させるとともに、個々のモジュールとすることで費用対効果の計算も可能としている。

4 マザックにおけるソリューション・ビジネスの確立⁸⁾

ここまでマザックのソリューション・ビジネスの概略とその実態について述べてきた。マザックは、ソリューション・ビジネスに率先して取り組み、事業としていち早く確立することにより、高い利益率と競争優位を構築してきた。本節では、マザックがどのようにしてソリューション・ビジネスを確立したのかを論じる。

前述のマザックのサイバープロダクションセンタは、1998年に同社の本社・大口製作所内の部品機械加工工場を作る際に同社で開発された。新しいコンセプトで作られた同工場はサイバーファ

7) 本稿は、青島・武石（2001）に従い、アーキテクチャがモジュラー型アーキテクチャに変化していくプロセスを「モジュラー化」と呼ぶ。そして、モジュラー化によって分解された個別要素を「モジュール」と呼ぶこととする。

8) マザックにおけるソリューション・ビジネスの確立については、主にヤマザキマザック本社にて行ったマザックの棚橋誠氏（2008年4月10日。於マザック本社）へのインタビュー調査と溝口・棚橋（1989）、長江・大橋（2003）による。

クトリーと命名とされた。サイバーファクトリーは、製造に関するすべての部門をネットワークでつなぎ、部門間であらゆるデータを一元管理し、生産情報を共有することにより、生産性の向上のみならず、製造リードタイムの飛躍的な短縮を実現した。

このサイバーファクトリーの構築過程で、マザックでもこれまで人手で行ってきた加工支援業務というあいまいな技能を技術情報に置き換えていくことによって、多くのノウハウを得ることができた。そして、これらのノウハウを集積しパッケージ化することによって、サイバープロダクションセンタが開発された。

このようにマザックでは、自社の既存事業での能力の蓄積により、サービスが開発され、ソリューション・ビジネスへの展開が図られていった。マザックでは、主に部品・設備の内製化、NC 装置の開発、自社工場のための生産システム開発によりこの能力蓄積が行われたと考えられるため、順に見て行く。

5 部品・設備の内製化

工作機械のような産業財は長期で使用され顧客企業の要望によって製品開発、改良が行われることが多いため、売り手企業と顧客が長期で継続的な取引を選択する傾向が強いといわれている（高嶋・南，2006）。日本工作機械産業でも、古くから存在する池貝，大隈（現オークマ），東芝機械，新潟鉄工所，日立精機といったメーカーが5大メーカー，老舗メーカーといわれ，戦前，戦後を通して顧客企業と長期の継続的な取引を行うことで競争優位を築いていた。

老舗メーカーに対抗するため，マザックは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の開発に努めた。さらに，老舗メーカーの手が届かなかった中小企業に対し，経営トップが先頭となってマーケティング活動を行った。

さらにマザックが製品の差別化を図るために採用した方法が工作機械の生産に用いる専用機の自社開発であった。当時，生産に必要な専用機は，国内外のメーカーから購入されていた。外部から専用機を購入した場合，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可能となる。

マザックにおける最初の専用機開発は，1968 年の旋盤ベッド⁹⁾用の専用機であった。当時，旋盤の生産において旋盤ベッドの量産が最大のボトルネックとなっていた。当初，マザックはイギリスのスノー社などから専用機を購入を考えた。しかし，それを取り止め，国内メーカーと守秘義務を結び共同で開発を行った。このようにして開発された専用機の生産性は，購入を考えていた機械の3倍もあり，加工品質も上回るものだった。

これ以後，マザックでは，主要な部品，設備を可能な限り内製化する方針を取り，加工，生産に関する能力を蓄積していった。内製化した部品は，品質，コストの面で外部調達した部品を上回らなければならないが，2008 年の段階で，マザックが外部調達しているのは，油圧機器，ベアリング等ごくわずかなものになっている。山崎照幸元社長は「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」とまで述べている¹⁰⁾。この内製化の方針は，NC 装置の内製化，生産システムの内製化へとつながっていく。

9) 旋盤ベッドとは，旋盤本体を構成する台のことである。

10) 『日刊工業新聞』2004 年 11 月 9 日。

6 NC 装置マザトロールの開発

日本の工作機械産業が 20 世紀後半に質、量ともに大きく躍進した主な理由の一つが工作機械の NC 化とそれに伴うモジュラー化であった。欧米の工作機械メーカーは NC 装置を内製化しているメーカーが多かったのに対し、多くの日本の工作機械メーカーは NC 装置を内製化せず、NC 装置の開発は富士通などの電機メーカーに託した。その結果、日本では工作機械のメカニズム部分と NC 装置部分とのインターフェースが区分されるというモジュラー化が進み、メカニズム部分は工作機械メーカーが、NC 装置部分は電機メーカーが担当し、それぞれ開発、生産を行うという分業体制が築かれた（中馬，2002）。

モジュラー化戦略の長所は、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 & Clark, 2000）。中馬（2002）は、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、世界市場を席卷していったと分析する。

NC 装置以外の部品の共通化、商品化も進み、Finegold et al. (1994) は、日本の工作機械メーカーは、モジュラー化という手法により、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量産型産業に転換させたと述べている。

日本の NC 装置の開発では、富士通のコントロール部門から独立したファナックがリードした。1970 年代に日本市場でシェア 7 割という数字を確立し、その後も、日本市場シェア 7 割、世界市場シェア 5 割という数字を長期に渡り維持し続けた。

しかし、製品のモジュラー化が進展していくと、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）。製品の同質化も進み、多くの工作機械メーカーは、低収益性、コスト競争の問題に陥っていった（吉本・齋藤，2003）。

1970 年代、マザックは多くの同業他社と同様に、ファナックから NC 装置を調達していた。当時、NC 装置は工作機械のユーザー側にとって、従来、作業者の技能に依存していたものを加工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があった。しかし、その加工プログラムを作成するために大変な労力を要した。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が、加工プログラムを一つ作成するのにも、半日から数日を要するのが普通であった。

ユーザーにとって使いやすい NC 装置の開発と他社との差別化を図るため、1978 年に、山崎照幸社長（当時）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、大橋肇氏を中心とするプロジェクトチームが編成された。最終的に、マザックは、NC 装置のハード部分は三菱電機に依頼し、ソフト部分をマザックにて開発することにした。マザックは、工作機械の作業者が NC 装置の画面を見ながら、画面の問いに答え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、同プログラムを搭載した世界初の対話型 NC 装置マザトロール T-1 を 1981 年にリリースした。それまで、NC 装置のプログラムを作成するために半日から数日を要していたのが、マザトロール T-1 では、誰でもその場で加工プログラムの作成ができ、すぐに加工すること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、マザトロールは、マザック独自の NC 装置としてシリーズ化された。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、通信機能に加えパソコンと融合させることにより、工作機械の稼動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した。

マザックは、マザトロールの通信機能を利用し、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のマザ・ケアでは、顧客の工作機械で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、顧客の工作機械と直接、必要な情報をやり取りし、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させ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、工作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。

7 自社工場の生産システムの開発

マザックでは、NC 装置の内製化と並行して、自社工場の生産システムの開発が進められた。前述したサイバープロダクションセンタのように、同社では、自社工場のための生産システムを開発する中で、ソリューション・ビジネスに必要な能力やサービスの蓄積が進められた。

マザックの生産システムの開発は、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から始まった。その最初の成果は、1981 年 10 月に同社の大口製作所に導入された。その後、同社は、自社の国内工業、海外工場において、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、マザックは、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 年に同社のイギリス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る。

マザックは、自社開発したシステムを顧客用に転換する際は、徹底的なモジュール化とそれに伴うマニュアル化を行った。例えば、1987 年下期の半年をかけて開発されたシステムの販売促進ツールは、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、④ FMS 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。このような方針は、前述したサイバープロダクションセンタにも引き継がれている。

1980 年代までにマザックにて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があった。そのため、同社は、より柔軟なシステムへの移行を目指し分散型システムの開発を始めた。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とをネットワークで連携させ、双方向の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 システムを開発した。

新システムは、1998 年にマザックの工場に初めて導入されたが、その工場が前述した大口製作

所のサイバーファクトリーである。サイバーファクトリーでは、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から工場の損益までを含んだ多様な情報を統合した。これを行うために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が、ここで活用されたのが前述のマザトロール・フュージョン 640 であった。フュージョン 640 は、遠隔監視・メンテナンスのためだけでなく新しい生産システムも視野に入れて開発された。このようにマザックでは、NC 装置と生産システムとを別々に開発するのではなく、連携させ開発している。

V 考察

1 既存事業の内製化、垂直統合化によるシステム全体の知識の蓄積

マザックでは、工作機械産業での差別化を図るために、部品・設備を内製化し、NC 装置の開発、自社工場の生産システムの開発に取り組んだ。このような内製化、垂直統合は、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モジュラー化も進展した。モジュラー化の進展は、日本の工作機械産業が生産高で世界 1 位とな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アセンブリメーカーとなっていった。

同業他社が垂直的な分業を進める中で、マザックでは逆に内製化を進めることにより垂直統合化を行ってきた。このような既存事業での垂直統合化がサービス開発、ソリューション・ビジネスに必要な知識、能力の蓄積につながっていた。例えば、NC 装置の開発を行っていたため、NC 装置と連動したシステムや遠隔監視・メンテナンスのサービスの開発を行うことが可能となった。

マザックの事例は、製造業の企業がサービスを開発し、ソリューション・ビジネスを確立する際に、既存の製品事業からサービスを開発していくことで移行に成功した事例である。既存の製品事業とサービス事業とが不連続の関係ではなく、連続性を持った関係となっている。

マザックがソリューション・ビジネスの確立に成功した要因として、既存事業の内製化、垂直統合を通じた生産システム全体に関する知識、能力の蓄積があげられる。モジュラー化が進展していた日本の工作産業において、このような形で生産システム全体を統合するための知識、能力を蓄積してなければ、システム全体についての的確な構想を示すことや統制がとれたソリューションを提供することは困難だっただろう。

一般に、システム全体を構想し、新しく設計していくためには、システムに含まれる要素についても一定以上の理解が必要になる。工作機械をシステムとして機能させるためには、個々の工作機械、NC 装置、ソフトウェア、サービスなどとそれらの組み合わせである生産システム全体についての知識や能力を持ち、これらの知識や能力を組み合わせていかなければならない。システム全体として機能するソリューションの提供を実現するには、システム全体に関する広範な知識が必要なのである（相山・高尾，2011）。

マザックのソリューション・ビジネスにおいて、もう一つの重要な点は、顧客に提供するシステム、サービスの徹底したモジュラー化である。一般に製造業のサービスの範囲が大きくなればなるほど、担当者の能力、ノウハウに依存する部分が大きくなり、顧客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という問題が発生する。マザックでは、この問題を解決するために、システム、サービスを徹底的にモジュラー化し、担当者の能力、ノウハウに依存する部分を削減すると

ともに、個々のモジュールの費用対効果の計算をすることも可能とした。

様々な製品、企業に使用されるモジュールの設計をうまく行うためには、システム全体に対する幅広い統合型の知識が必要とされる。限られた個々の知識ではなく、幅広い統合型の知識があるからこそ全体のシステムを適切なモジュールへと分割することが可能となる (Brusoni, 2005; Brusoni and Prencipe, 2006)。マザックでは、事業の垂直統合化によりシステム全体に関する知識が蓄積され、それが適切なモジュールの設計につながっていた。この点においても同社の製品事業とサービス事業は連続性を持っている。

同業他社がマザックと比べ、ソリューション・ビジネスの確立が難しいのは、NC装置などの部品を外部から調達するアセンブリメーカーとしての要素が大きいため、システム全体に関する知識を蓄積することができなかったためであると考ええる。適切なモジュールを設計するための知識の蓄積も十分ではなかったため、ソリューション提供においても担当者の能力に依存する問題を残したままである可能性が高い。ソリューション・ビジネスを可能にする知識を蓄積してきた企業が他社に先駆けて事業を進めることができると考える。

2 既存の製品事業とサービス事業との連続性

製造業の企業がサービスの開発に投資を重ね、ソリューション・ビジネスの確立を目指しているにもかかわらず、中々、確立できず、収益性が上がらないことは多い (Gebauer, Fleisch, & Friedli, 2005)。製造業として組織で形成されたルーティンは、組織の成功の要因であると同時に、コンピテンシー・トラップとして変化への適応を阻害する要因ともなる (Levinthal & March, 1981; Levitt and March, 1988; Leonard-Barton, 1992)。これまでの製造業のソリューション・ビジネスの研究は、既存の製品事業のルーティンがサービス事業のコンピテンシー・トラップとなる、つまり、製品事業とサービス事業との不連続性をどのように克服するのが一つの大きな論点であった (Shepherd & Ahmed, 2000; Galbraith, 2002; Cova & Salle, 2007; Brax & Jonsson, 2009)。

これに対し、本稿が論じたのは、製造業のソリューション・ビジネスにおける既存の製品事業で培った知識、能力とサービス事業との連続性及びその重要性である。本稿のマザックの事例では、既存の製品事業で内製化、垂直統合を進めてきたことで、他社よりもシステム全体についての知識や経験の蓄積が進み、そのことにより他社に先んじてソリューション・ビジネスを確立し、景気変動の大きい工作機械産業において、安定した高い収益性を誇るようになった。

本稿は、ソリューション・ビジネスの研究において、既存の組織のルーティンをコンピテンシー・トラップとして扱うよりもそれを新しいサービス開発、ソリューション・ビジネスにつなげることが重要である可能性を示唆する。コンピテンシー・トラップを克服するためには、外部環境の変化を脅威ではなく機会として捉えることや企業内で既存の組織から独立性を保つことが硬直性の影響を逃れて変化に適応するための論点として提示されてきた (Tripsas & Gavetti, 2000; Gilbert, 2005)。これに対し、本稿のマザックの事例分析を通じて我々が示したのは、変化への適応にはシステム全体に関わる知識が必要になるという論点である。組織のルーティンは硬直化して変化を阻害することもあるが、ルーティンの硬直性が変化への適応を阻害するという問題よりも、組織能力や知識を蓄積できていないためシステム全体の戦略を構築できないという方がより大きな問題かもしれないのである。

この組織ルーティンの硬直性と組織能力の活用のどちらの論点に従うのかによって、内製化の選

択、垂直統合の範囲に関する意思決定の判断基準は変わりうる。コンピテンシー・トラップの論理に従えば、内製化、垂直統合の範囲が狭い方が硬直化したルーティンの影響を最小限にとどめるため、変化に適応しやすい。それゆえ、ソリューション・ビジネスを推進するためには、既存の事業とは切り離してサービス部門を設けたり、外部の組織をうまく活用したりしてサービスを開発する方が良いということになる。一方、組織能力と知識の活用の論理に従えば、変化への適応に先行するためには、システム全体にわたる知識の蓄積が必要なため、内製化、垂直統合の範囲を拡大した方が良いということになる。

内製化、垂直統合によって蓄積した知識が変化への適応を可能にするという議論自体は、他の研究の文脈でも議論されている。例えば、良い製品の設計をするためには、それに伴ったアーキテクチャ知識、すなわち各構成要素が首尾一貫した全体となる方法についての知識が重要とされており、この知識は統合的な組織によって蓄積されると議論されてきた (Henderson & Clark, 1990)。Fine (1998) では、産業構造は垂直統合と水平分業を繰り返すとし、製品の構造が安定的なときは水平分業が進むが、製品の構造を変え、新しい価値を提供しようとするときには垂直統合度の高い企業が業界をリードするとしている。

また、システム全体についての知識を得るためには、必ずしも内製化、垂直統合が必要になるわけではない。日本の自動車産業では、長期にわたる緊密な関係を通じて、自動車メーカーはサプライヤーが提供する部品に関する知識を蓄積していき、それによって統合度の高い製品の開発を実現してきた (武石, 2003)。Gawer & Cusumano (2002) は、インテルなど産業のプラットフォームをリードする企業が他の企業との提携や部分的な内製化によって獲得したシステムの知識をシステム全体のイノベーションに活用していることを示した。

このように、変化をリードする企業がシステム全体の知識を内製化、垂直統合、提携などを通じて獲得することの意義については様々な研究の文脈で示されてきた。しかし、製造業のソリューション・ビジネスという研究の文脈では、既存の製品事業とサービス事業との連続性に着目し、既存事業における内製化、垂直統合の意義については議論されてこなかった。本稿は、この文脈における内製化、垂直統合の意義を指摘し、論点を提示したことに意義があると考ええる。

Ⅵ おわりに

本稿は、製造業の企業はどのようにサービスを開発し、それを当該製品と結合させ、ソリューション・ビジネスとして展開すればよいのかという問いに対し、製品事業とサービス事業との連続性に着目し、マザックのソリューション・ビジネスを事例として研究を行った。本稿の理論的貢献は次の2点である。

最初の貢献は、製造業のソリューション・ビジネスにおいて、既存研究が製品事業で培った知識、能力を変化への適応を阻害する要因として捉え、製品事業とサービス事業の不連続性を前提として、その対策を議論してきたのに対し、本稿では製品事業で培った知識、能力は、新しいサービス開発、ソリューション・ビジネスにつながる可能性があることを示したことである。事例のマザックは、既存の製品事業での部品・設備の内製化、NC装置の開発、自社工場のための生産システム開発といった取り組みを通して、生産システム全体の知識、能力を蓄積していき、それによって新しいサービスの開発、ソリューション・ビジネスの確立を実現していた。このように製品事業

とサービス事業には連続性があり、製品事業で培った知識、能力はサービス開発、ソリューション・ビジネスの確立において、一つの重要な要因となる可能性がある。

もう一つの貢献は、製造業のソリューション・ビジネスにおける内製化、垂直統合の意義について議論したことである。より良いサービスの開発及びソリューション・ビジネスを確立するためには、対象とするシステム全体の理解が必要となる。また、サービス、ソリューションは、担当者の能力やノウハウに依存する暗黙知な形態ではなく、モジュール化し顧客にも分かる形で個々のモジュールとした方が提供しやすくなるが、適切なモジュールを設計するためには、システム全体にわたる知識を必要とする。マザックの事例では、製品事業における内製化、垂直統合により、システム全体の知識を蓄積していた。内製化、垂直統合によって蓄積した知識、能力が変化への適応を可能にするという議論自体は、他の研究の文脈でも議論されているが、本研究はソリューション・ビジネスの研究の文脈でその意義を指摘し、一つの論点として提示したことに一定の意義がある。

しかし、その一方で本稿には課題も残されている。本稿は、製造業企業の製品事業とサービス事業との間に連続性及び重要性があることを示したが、どのような状況、条件でこの連続性や重要性が変化するのかといったことについては議論していない。考察の章とも関連するが、連続性、重要性が低いのであれば、コンピテンシー・トラップの論理に従った方が良く、高いのであれば組織能力と知識の活用の論理に従った方が良いということになる。

この問題は、システム全体の知識の蓄積のあり方にも関連する。内製化、垂直統合の範囲を拡大すれば、システム全体にわたる広範な知識の蓄積につながるかもしれないが、それはかなりの投資とリスクを伴う。他の企業との提携や部分的な内製化の方が時間はかかるかもしれないが、効率的である可能性もある。これらの課題を明らかにするためには、比較事例研究などの研究を積み重ねていく必要がある。

本研究は、あくまで一つの先端事例から製造業のソリューション・ビジネスにおける可能性を議論したに過ぎない。本事例から得られる啓発もまだ十分では無い。今後、さらなる研究を通して考察をより深めていきたい。

【謝辞】

本稿の執筆に当たっては、ヤマザキマザック株式会社の福村直慧氏、桃井昭二氏、大橋肇氏、棚橋誠氏、中島昭彦氏、村木俊之氏、山崎商事の林真一郎氏の皆様に大変、お世話になりました。また、日野自動車株式会社の亀崎誠氏には、本稿で取り上げた生産ラインの見学も含め、同社で行われた生産改革についてご教示頂きました。本研究にご協力頂いた皆様に、厚く御礼申し上げます。なお、本稿の誤り・不備の責任は全て筆者に帰すものです。

参考文献

- Aarikka-Stenroos, L., & Jaakkola, E. (2012). Value co-creation in knowledge intensive business services. *Industrial Marketing Management*, 41 (1), 15-26.
- 青島矢一・武石彰 (2001). 「アーキテクチャという考え方」 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』(pp. 27-70). 有斐閣.
- Baldwin, C. T., & Clark, K. B. (2000). *The design rules: The power of modularity*. MIT Press. (安藤晴彦訳『デザイン

- ン・ルール：モジュール化パワー』東洋経済新報社, 2004).
- Brax, S. A., & Jonsson, K. (2009). Developing solution offerings for remote diagnostics: A comparative case study of two monofactories. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(5), 539-560.
- Brusoni, S. (2005). The Limits to specialization: Problem solving and coordination in modular networks. *Organization studies*, 26(12), 1885-1907.
- Brusoni, S., & Prencipe, A. (2006). Making design rules : A multidomain perspective. *Organization Science*, 17(2), 179-189.
- Carlsson, B. (1989). Small scale industry at a crossroads: U.S. machine tools in global perspective. *Small Business Economics*, 1(4), 245-261.
- Cova, B., & Salle, R. (2007). Introduction to the IMM special issue on "project marketing and the marketing of solutions". *Industrial Marketing Management*, 36(2), 138-46.
- 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)『モジュール化』(pp. 211-246). 東洋経済新報社.
- Fine, C.H. (1998). *Clock speed: Winning industry control in the age of temporary advantage*. Perseus Books (小幡照雄訳『サプライチェーン・デザイン』日経BP社, 1999).
- Finigold, D., Brendley, K., Lempert, R., Henry, D., Cannon, P., Boultinghouse, B., & Nelson, M. (1994). *The decline of the U.S. machine tool industry and prospects for its sustainable recovery* (Vol. 1). RAND.
- Galbraith, J. R. (2002). Organizing to deliver solutions. *Organizational Dynamics*, 31(2), 194-207.
- Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2002). *Platform leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation*. Harvard Business School Press (小林敏男監訳『プラットフォーム・リーダーシップ』有斐閣, 2005).
- Gebauer, H., Fleisch, E., & Friedli, T. (2005). Overcoming the service paradox in manufacturing companies. *European Management Journal*, 23(1), 14-26.
- Gilbert, C. G. (2005). Unbundling the structure of inertia: Resource versus routine rigidity. *Academy of Management Journal*, 48(5), 741-763.
- Henderson, R., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firm. *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-30.
- 亀崎誠・土佐融児 (2005). 「大型アスルハウジングの1工程ワンチャック加工」『日野技報』56, 73-77.
- 金子秀 (2014). 「ソリューションビジネスの研究: 価値創造と価値獲得の論理」『日本経営学会誌』34, 75-86.
- 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)『日本企業の生産システム』(pp. 151-178). ミネルヴァ書房.
- 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)『日本企業の生産システム革新』(pp. 55-81). ミネルヴァ書房.
- Kotha, S., & Nair, A. (1995). Environment as determinants of performance: Evidence from the Japanese machine tool industry. *Strategic Management Journal*, 16(7), 497-518.
- 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(2), 36-50.
- 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』.
- 久芳保典 (1989). 『匠育ちのハイテク集団』ヤマザキマザック.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 13 (S1), 111-125.
- Levinthal, D., & March, J. G. (1981). A model of adaptive organizational search. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2(4), 307-333.
- Levitt, B., & March, J. G. (1988). Organizational learning. *Annual Review of Sociology*, 14(1), 319-338.
- 溝口清久・棚橋誠 (1989). 「FMSからCIMへの課題」『機械と工具』11月号, 18-23.

- 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』 69 (12), 1689-1692.
- 長尾克子 (2002). 『工作機械技術の変遷』 日刊工業新聞.
- 長尾克子 (2004). 『日本工作機械史論』 日刊工業新聞.
- 日本工作機械工業会編 (2019). 『日本の工作機械産業 2019』 日本工作機械工業会.
- ニュースダイジェスト社編 (2020). 「はじめの工作機械 副読本 改訂 21 版」 ニュースダイジェスト社.
- 沼上幹 (2000). 『行為の経営学：経営学における意図せざる結果の探求』 白桃書房.
- Oliva, R., & Kallenberg, R. (2003). Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management*, 14(2), 160-172.
- Shepherd, C., & Ahmed, P.K. (2000). From product innovation to solutions innovation: A new paradigm for competitive advantage. *European Journal of Innovation Management*, 3(2), 100-106.
- 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.
- 相山泰生・高尾義明 (2011). 「エコシステムの境界とそのダイナミズム」『組織科学』 45(1), 4-16.
- 鈴木信貴 (2013). 「複合加工機：複雑性に対応する技術融合とコーディネーション」 藤本隆宏 (編) 『「人工物」複雑化の時代』 (pp.309-333). 有斐閣.
- 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 Paper』 J-72, 1-9.
- 高嶋克義・南千恵子 (2006). 『生産財マーケティング』 有斐閣.
- 武石彰 (2003). 『分業と競争：競争優位のアウトソーシング・マネジメント』 有斐閣.
- 田村正紀 (2006). 『リサーチ・デザイン：経営知識創造の基本技術』 白桃書房.
- Tripsas, M., & Gavetti, G. (2000). Capabilities, cognition, and inertia: Evidence from digital imaging. *Strategic Management Journal*, 21 (10-11), 1147-1161.
- 山田敏之 (2005). 「工作機械産業とソリューション・ビジネス：動向と課題」『機械情報産業カレント分析レポート (機械振興協会経済研究所)』 11, 1-2.
- 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.
- ヤマザキマザック創業 88 周年記念誌編纂委員会編 (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・齋藤慎 (2003). 「生産機器システム産業」 森谷正規 (編) 『機械産業の新展開』 (pp. 152-173). NTT 出版.