

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 326

交渉力と設計能力の構築によるアーキテクチャ・シフト
—森精機による MAPPS 開発の事例—

東京大学ものづくり経営研究センター
鈴木 信貴

2010 年 10 月

 MONOZUKURI 東京大学ものづくり経営研究センター
Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Architecture shift by building bargaining power and design capability: The case of MAPPS in Mori Seiki

Nobutaka Suzuki

Manufacturing Management Research Center, University of Tokyo

Abstract

When an industrial architecture becomes modular, it is typical that parts manufacturers have competitive advantage over assemblers. Japan's machine tool industry is one of the examples that presents such characteristics.

This paper takes up the case of Mori Seiki, one of the assemblers in Japan's machine tool industry, and analyzes their negotiating strategy with suppliers and the development of numerical controls; MAPPS.

This case shows that even in a modular industry, industrial architecture and product architecture could shift to the advantage of assemblers when they are equipped with the ability of both bargaining power and design capability. Design capability and bargaining power could have a positive correlation.

Keywords

Bargaining power, Design capability, Architecture shift, Mori Seiki, MAPPS

交渉力と設計能力の構築による アーキテクチャ・シフト —森精機によるMAPPS開発の事例—

鈴木信貴

東京大学ものづくり経営研究センター

2010年10月

要約

モジュール型の産業アーキテクチャが出現した場合、部品メーカーが競争優位を持ち、組立メーカーはなかなか競争優位を獲得するのが難しいといわれている。本稿では、モジュール化が進んだ日本の工作機械産業において、森精機のNC装置に対する取り組み、具体的には、部品メーカーとの交渉とMAPPS開発の事例を分析した。分析の結果、モジュール型産業では、組立メーカーは交渉力と設計能力の両方の能力が備わった時に、製品設計と産業構造を自社に優位なようにシフトできる可能性があり、また、交渉力と設計能力とは正の相関の可能性があることが判明した。

キーワード

交渉力、設計能力、アーキテクチャ・シフト、森精機、MAPPS

交渉力と設計能力の構築によるアーキテクチャ・シフト —森精機によるMAPPS開発の事例—

東京大学ものづくり経営研究センター
鈴木信貴 (nsuzuki39@yahoo.co.jp)

I. はじめに

多くの製品は時間とともにモジュール化していく。この進展は、産業構造の専門化、分業化が高くなっていくことと関連づけられている (Sanchez and Mahoney, 1996; Langlois, 2003; Jacobiders, 2005)。Jacobides, Knudsen and Augier (2006) は、結果として生じた産業構造を産業アーキテクチャ (industry architecture) と呼び、一度、産業アーキテクチャが出現すると、それは産業の参加者に企業の境界の場所の選択と製品デザインの選択を強いると指摘した。モジュール型の産業アーキテクチャが出現した場合、部品メーカーが競争優位を持ち、組立メーカーはなかなか競争優位を獲得するのが難しいといわれている (Baldwin and Clark, 2000; 青木・安藤, 2001)。

本稿では、モジュール化が進んだ日本の工作機械産業において、株式会社森精機製作所 (以下、森精機と略す) のNC装置¹に対する取り組み、具体的には、部品メーカーとの交渉と「MAPPS²」の開発により、競争優位を獲得した事例を分析する。

MAPPSについて、森精機の会社資料では「1968年にNC搭載の旋盤を発表して以来、制御技術の高度化を推進し続けてきた森精機は、約30年後の1999年にMAPPSを開発」とある。現在MAPPSは第4世代のMAPPS IVまで開発されている。MAPPSの開発経緯については、第3節以降で詳しく述べるが、MAPPSのベースとなっているのはファナック、三菱電機のNC装置であり、それを森精機が自社独自のNC装置として改造し、独自機能を付加したのがMAPPSである。ファナック、三菱電機、どちらのNC装置をベースとしつつも、MAPPSという商標で市場に出し、操作方法も統一のものとしている。

森精機は、部品メーカーに対し交渉力を強めながら、同時に制御部門を拡充し、自社のユーザーの加工技術を徹底的に分析すること等により、徐々にNC装置の設計能

¹ NC : Numerical Control。数値制御装置の事で、工作機械や産業用ロボットなどの動作を数値情報とサーボ機構によって制御する。日本工業規格 (JIS) はNCを「数値制御工作機械において、工作物に対する工具の位置を、それに対応する数値情報で指令する制御方式」と定義している。コンピュータが附加されたものをCNC装置 (CNC : Computer (ized) Numerical Control) と呼ぶ。

ただし、コンピュータを用いないNC装置が存在した時は、NCとCNCは明確に区別されていた。しかし、CNC装置の普及によって、ほとんどのNC装置がコンピュータ制御になった現在では、特に区別されずに両者ともNC装置と呼ばれている。本論文でもNC装置で統一した。

² MAPPS : Mori Advanced Programming Production System の略。

力を構築し、工作機械産業での競争優位を獲得していった。本稿では、森精機の事例から、交渉力と設計能力の両方の能力が備わった時に、製品設計、産業構造を自社に優位なようにシフトできる可能性があること、また、交渉力と設計能力とは正の相関の可能性があると指摘する。

II. アーキテクチャの設計、対応、シフト

製品を分析する概念として製品アーキテクチャという概念がある。製品アーキテクチャとは、製品機能と製品構造とのつなぎ方、部品と部品のつなぎ方に関する基本的な設計概念のことである。機能と構造の関係はどうなっているのかによって、モジュール型とインテグラル型に分類される (Ulrich, 1995)。

この製品アーキテクチャーは、インテグラルとモジュールとを循環し、その変化は、インテグラルからモジュールへのシフトは試行錯誤を経ながら漸進的に進み、モジュールからインテグラルへのシフトは、破壊的な構成要素レベルでのイノベーションによって一気に生じると分析されている (Fine, 1998; 楠木・チェスブロー, 2001)。

Baldwin and Clark (2000) を嚆矢とするモジュール化の一連の研究では、どのようにすれば、インテグラルの状態から最適なモジュールが設計することができるのかに焦点を当て研究が行われてきた。

インテグラルからモジュールへ進む過程において、モジュール設計の答えは決して一つではない。モジュールを構成するために、サブシステム及び構成要素間のインターフェースのルールをどのように設計するのかという製品アーキテクチャの設計方法は原理的には無数に存在し、そこには、効果的なモジュールに設計できる場合とそうでないモジュールに陥る場合がそれぞれ存在する³。実際、優れた設計方法を発見するのは容易ではない。では、どのようにすれば優れた設計ができるのだろうか。

柴田・玄場・児玉 (2002) は、優れたモジュールを設計するためには、モジュールの分断を繰り返し、それを企業が何度も経験、学習する事が必要であり、これを「分断による学習」としてまとめた。同研究では、ファナック株式会社 (以下、ファナックと略す) のNC装置を事例として用い、この概念を提唱した⁴。同研究では、モジ

³ 効果的なモジュールとそうでないモジュールの説明として、柴田・玄場・児玉 (2002) は、パソコンにおけるNECのPC9800シリーズとIBM互換機の規格の違いを事例として説明している。PC9800シリーズはディスプレイ・インターフェースがメインボードに内蔵される形で設計されていたのに対し、IBM互換機はメインボードに接続されていたのは、キーボード・インターフェースのみであった。そのため、PC9800シリーズはディスプレイを変更する際、パソコン本体のメインボードも変更しなければならなかった。画面がモノクロからカラーに移り、高い解像度のディスプレイが登場する際、PC9800シリーズはメインボードの変更が足かせとなった。

⁴ NC装置を事例として用いる理由として、NCのシステムは典型的なシステム製品であり、製品アーキテクチャの理論を説明する点で優れていると柴田・玄場・児玉 (2002) は分析している。

ジュール設計に関する知識は、試行錯誤のプロセスのなかで組織として学習することにより、次のモジュール設計に生かされると分析された。

アーキテクチャの設計と知識との関係について、Henderson and Clark(1990)は、良い設計をするためには、アーキテクチャ知識が必要であると述べている。アーキテクチャ知識とは、製品の各構成要素が共に統合され、首尾一貫した全体となる方法についての知識のことである。

モジュールの部品は、様々な製品、会社に使用されるため、幅広い統合型のアーキテクチャ知識が必要とされる (Brusoni, 2005; Brusoni and Prencipe, 2006)。このようなアーキテクチャ知識は、モジュール化が進めば進む程、モジュール部品メーカーに知識が蓄積され、組立メーカーは、アーキテクチャ知識を喪失していくと考えられる。

パソコン産業のようなモジュール化が進んだ産業では、マイクロソフト、インテルといったモジュール部品メーカーが優れたモジュール製品を設計し、競争優位を構築する一方で、組立メーカーは徐々に競争優位を減少させていく。製品自体も同質化が進み、価格競争も激しくなっていく (Baldwin and Clark, 2000; 青木・安藤, 2001)。一度、このような産業構造 (産業アーキテクチャ) が出現すると、それは産業の参加者に企業の境界の場所の選択と製品デザインの選択を強いることになる (Jacobides, Knudsen and Augier, 2006)。

このような状況下で、組立メーカーがアーキテクチャ知識を再獲得し、製品アーキテクチャ、産業アーキテクチャを有利にシフトさせるためには、2つの方法が考えられる。

1 番目は、いわゆる破壊的イノベーションを起すことにより製品の技術革新を起し、現在の技術を代替することである。破壊的なイノベーションにより、産業・製品の構造が一気に変化するため、モジュール部品メーカーが構築してきたアーキテクチャ知識は過去のものとなる (Fine, 1998; 楠木・チェスブロー, 2001)。

2 番目の方法は、現行の技術の中で、アーキテクチャ知識を徐々に増加する戦略を取ることである。この方法では、Fine(1998)が指摘するように、①組立メーカーと部品メーカーの力関係の変化、②インテグラル化することによって利益が得られそうな時、製品、産業はインテグラル化するという分析がある。

しかし、2 番目の方法は、モジュール化が進み、時間が経過するとともに、より困難になると考えられる。技術変化が無いという条件下では、組立メーカーと部品メーカーの力関係の変化は、時間が経過するとともに部品メーカーが有利になり、組立メーカーが不利となっていく。また、インテグラル化によって利益を得られる機会も、モジュール部品に依存すればするほど、難しくなるだろう。

逆に考えれば、このような2 番目の方法が難しいからこそ、企業は、1 番目の破壊的イノベーションによって、状況を変更しようとする。しかし、産業構造を大きく変

える破壊的イノベーションは、中々起こすことは難しい。

モジュール型産業で、組立メーカーの利益が最大化する1つのモデルは、組立メーカーが部品メーカーより強い交渉力を得て、部品メーカーがその組立メーカー独自の部品を設計し、より低価格で提供された場合、組立メーカーの利益は最大化すると考えられる。ただし、このような戦略は、実行することは非常に難しい。本稿では、このような戦略に成功した稀有なケースとして森精機のNC装置に関する取り組みの事例について取り上げ、そのメカニズムを分析する。

Ⅲ. 事例：森精機とNC装置

1. NC装置メーカーとの交渉

本事例で取り扱う森精機は、1948年に奈良県大和郡山において、創業者である森林平、茂、幸男の3兄弟がメリヤス機械を開発する事により創業された。その後、1958年に高速精密旋盤の製造により工作機械に参入し、1968年にはNC旋盤の開発に成功した。

日本工作機械産業は、このNC化時に、工作機械メーカーとNC装置メーカーとの開発の分離が起こり、簡素化、独立化、標準化といったモジュール化のメリットを享受することによって世界市場を席卷した(中馬, 2002)。優れたNC装置の開発において、大きな役割を担ったのがファナックであった(柴田・玄場・児玉, 2002)。

表1 森精機におけるNC装置関連年表

1948年	森精機創業
1968年	NC旋盤の開発 ファナックNC装置使用
1974年	安川電機マイクロNC装置(YASNAC)開発 初納入先 森精機製作所
1978年	安川電機ICメモリNC装置(YASNACIG)開発 森精機に納入
1981年	マシニングセンタ開発開始 システム研究所設立 ソフトウェア開発開始
1995年	三菱電機製NC装置の採用
1997年	制御設計部の設立
1998年	GOPⅢの開発
1999年	MAPPSⅠの開発
2002年	営業譲渡を受けた日立精機のNC装置部門が森精機の制御設計部に合流
2004年	MAPPSⅡの開発
2006年	MAPPSⅢの開発
2009年	MAPPSⅣの開発

出所：森精機会社資料等を基に筆者作成

このような産業のモジュール化のメリットを最大限に享受した会社が森精機であった。1991年に森精機の社長であった森幸男氏は、NC装置の黎明期の事を振り返り以下のように語っている。

「汎用旋盤では売れ筋製品だけに機種を絞って量産したことも成功の理由だが、先輩格の大手工作機械メーカーに先駆けて、ファナックのNC装置に企業のすべてを掛けたのが大きな転機だったようだ。当時は企画の異なる機械を職人芸のように製造するメーカーが主流だった。当社はいわば宮大工の仕事をプレハブ住宅の発想と量産技術で対応するように発想を転換したわけだ」⁵

当初は、ファナック1社だけの納入であったが、1974年以降、安川電機の最新のNC装置を導入するなど、他社の最新の製品も導入していた。1983年時点でNC装置の使用割合は、ファナック7割、安川電機3割となっていた⁶。

1995年に、今度は、三菱電機が森精機からのNC装置の受注に成功した。三菱電機の受注は、ファナックより低価格であることが採用の最大の理由であり、当時の新聞を見ると、三菱電機は記者に対し「かなりがんばった価格を提示した」と答えている⁷。

当時、森精機は、9割程度ファナック製を採用、1割程度に安川電機製を採用していた。ファナックとの価格交渉を考慮した2社購買であったが、これに三菱電機が加わり3社購買となった。背景には工作機械メーカーのコスト削減の試みが限界まで来たことがあった。特に総額で1千万円を切る価格の低価格帯の工作機械では、モータも含めたNC装置の価格が全体の2割から3割に達することもあり、その要求は強かった。当時、ファナックは強い価格維持の姿勢を持っていたため、森精機は三菱電機のNC装置を新たに導入した⁸。

1990年後半、安川電機がNC装置の開発を中止してしまったため、森精機は、NC装置を三菱電機との2社購買に改めた。なお、1999年にMAPPSの開発に成功したため、森精機は、ファナック、三菱電機のNC装置をベースとして、それを自社独自のNC装置として改造し、独自機能を付加し、ファナック、三菱電機のNC装置をベースとしつつも、MAPPSという商標で工作機械に取り付けるようになった。

森雅彦社長は、2006年に、ファナックと三菱電機からのNC装置の2社購買について「納期コンペ、価格コンペをやっている。ファナックとは緊張感のあるいい関係」と雑誌記者にコメントしている⁹。

2009年には、森精機はヨーロッパ最大手のDMGと資本・業務提携を行った。これ

⁵ 日経産業新聞 1991年2月27日

⁶ 日経産業新聞 1983年8月18日

⁷ 日経産業新聞 1995年6月19日

⁸ 日経産業新聞 1995年6月19日

⁹ 週刊東洋経済 2006年12月16日号, p.69

はグローバル戦略とともに、購買力を高めることを目的としたものであった。実際、資本提携発表から3カ月後、森雅彦社長とDMGのカピッツァCEOは、ファナックを訪問した。当時、森精機は、年間で約100億円をファナックに支払う主要顧客であった。森精機は、DMGと提携することで購買力を上げるとともに、DMGはシーメンス社と関係が深いため、シーメンス社のNC装置という新たなカードも手に入れ、交渉力を更に向上させた¹⁰。2009年には、三菱電機のNC装置が5割を超え、ファナックのNC装置よりも大きな割合となっている¹¹。

以上のように、森精機は、他社との提携も含め、NC装置メーカーに対する交渉力を高めるマネジメントを長期に渡り行ってきた。この交渉力を高めることがコスト減とともに、NC装置開発に大きな意味を持った。

表2 森精機 NC装置購入割合の推移

1968年～1973年	ファナック 100%		
1974年～1982年	ファナックの他に安川電機も購入。購入割合は不明。		
1983年	ファナック 70%	安川電機 30%	
1995年	ファナック 90%	安川電機 10%	三菱電機参入
1996年	ファナック 80%	安川電機 10%	三菱電機 10%
1998年	ファナック 70%	三菱電機 30%	
2009年	ファナック 40%	三菱電機 60%	シーメンスの参入

出所：日経産業新聞等から筆者作成

2. 設計能力構築¹²

森精機は、NC旋盤の開発に成功して以来、ファナックのNC装置を主に使用していた。同社の工作機械ユーザーからNC装置に関する要望があれば、ファナックにそれを伝え、ファナックが改良を行っていた。大量生産の時代は、大きな変更は数年に一度行えば良かったので問題は起こらなかった。

しかし、多品種少量生産の時代が本格化すると、工作機械ユーザーの要望が数多くなると、ファナックが全ての要望に答える事が困難になっていった。また、ファナックはユーザーからの要望については、まとめてモデルチェンジ時に対応していた。森精機の要望は次のモデルチェンジまで中々実現されず、モデルチェンジには1年以上かかる時もあった。

¹⁰ 日経産業新聞 2010年1月25日

¹¹ 森精機 平元氏コメント(2010年6月9日)

¹² 本節は、主に森精機製作所・奈良事業所長室(当時)の山岡伸行氏へのインタビュー(2004年11月1日)と同事業所・制御設計一課(当時)の榎原圭蔵氏へのインタビュー(2006年12月6日、2008年12月16日)によって構成されている。

特に問題となったのは、NC装置のソフトウェア変更であった。ソフトの変更はファナックに依頼しなければならず、同社の仕事を待たなければならなかった。これは、森精機の顧客の大きな不満であった。また、NC装置の市販品はメーカー毎に操作画面とキーボードが異なり顧客の混乱を招いていた。

そのため、森精機はNC装置をそのまま使っている他の工作機械メーカーとの差別化が図れないと判断し、1981年にシステム研究所を設立し自前のソフトウェア開発を推進する体制を敷いた。1997年に制御技術部を設立し、NC装置のソフトウェア部分と操作盤の自社開発を開始し、1998年には、MAPPSの前身となるGOPⅢの開発に成功している。

NC装置の開発に対する知識の少ない同社は、どのようにしてNC装置の開発に取り組んでいたのだろうか。

まず、開発を担当する人員についてであるが、森精機では、前述したとおり、1981年からソフトウェア研究を行っていた。そのソフトウェアの研究開発に当たっていた人材に加え、ソフトウェア業務と近い社内の電気回路（シーケンス）の担当者を集め、制御技術部を設立した。しかし、自社内の人材だけでは人材は足りず、中途採用で有能な人材も採用した。

1991年からファナックは、NCの一部をオープン化したNC装置を販売し、それによって、工作機械メーカーが独自のNC用ソフトを開発する事も可能となっていた。しかし、森精機の目指す機能としては不足していた。そこで、森精機は顧客からの情報を収集、分析し、NC装置の開発における重要なプロトコルを特定し、ファナックと交渉した。交渉の結果、ファナックからプロトコル解放の承諾を得た。プロトコルの解放を受け、森精機は1999年にMAPPSⅠの開発に成功した。

2000年にはダイレクトドライブ（DD）モータも自社開発し、NC装置メーカーのギア駆動モータを使用しなくともより高度な制御が可能となった。従来、同社は、NC装置メーカーのギア駆動のモータを使用していた。しかし、工作機械の高速化、高精度化が進み、ギア駆動では求められる精度が出せなくなりつつあった。そこで、モータと回転機構とを直結して駆動させるDDモータへの移行が検討された。DDモータは、機構内部に直接、組み込まなければならないことから機械毎に最適な寸法や性能を持ったモータを設計することが必要になる。しかし、専用のDDモータの開発をNC装置メーカーに依頼すると、コスト高を理由に断られた。そのため、森精機は、自社でDDモータを開発し、工作機械の中へ組み入れた。

2002年に森精機は、民事再生法を申請した日立精機から営業譲渡を受けた。日立精機のNC装置部門が森精機と合流し、MAPPSⅡの開発が始まった。MAPPS開発の指揮を取った藤嶋誠氏は、MAPPSⅡの開発に当たり、以下のコメントを社内報に寄せている。

「MAPPSは1999年に量産を開始しましたので、市場に投入してから既に4年が経過しました。皆様には不具合でご迷惑をお掛けしたこともありましたが、(略)これまで15,000台以上のMAPPS機を出荷し、いただいたご要望は1,000件以上になります。これらのご要望に対して改善を重ねてきた結果、より使いやすいものになり、森精機製作所のノウハウとして蓄積することができました¹³⁾」

MAPPS IIでは、Iで出された1,000以上の要望に加え、会社内外で徹底したテストが繰り返された。大規模なソフトの品質を維持するために、社内では、森精機の伊賀事業所、千葉事業所の加工技術・立会加工担当の技術者や、新しく設けられたITセール&サポートチームとも何度も打ち合わせが重ねられた。社外では、国内で50以上の顧客に先行モニターの調査を行った。

このようなテストの結果、森精機は、2004年にMAPPS IIの開発に成功した。MAPPS IIは、すべての機能が高速化され、編集機能や工具オフセット機能も便利になった。更に顧客から要望が多かった3D切削シミュレーションも標準となったことで段取り時間の短縮を図ることが可能となった。

2005年3月には、NC装置内のNCメモリ(プログラム記憶容量)を使用しない「対話ダイレクト運転機能・対話ダイレクト描画機能」を開発し、対話データ入力後すぐに、そのデータによる運転が可能となった。

2005年7月には、3次元機械干渉チェック機能や高速固定サイクル機能などの新機能を搭載したMAPPS IIIを市場に投入した。このように開発された森精機のNC装置は、顧客から高い評価を得ている¹⁴⁾。

2009年には、機能性、操作性を向上させるとともに、CAMを標準搭載し、複雑、高付加価値な3次元形状のプログラム作成が可能とMAPPS IVが市場投入された。2010年現在では、森精機のMAPPS関連の業務として、プログラミングシステムに30名程、制御部門には別に100名程が常駐している¹⁵⁾。

¹³⁾ 『社内報 もりせいき』2004年4月号

¹⁴⁾ 森精機のNC装置の評価について、森精機が行った比較調査では、例えば
「**甲社主任**：(B社のNC装置と比べMAPPSは)融通が利き操作はしやすいです。プログラミングと加工時間を合わせても、森精機マシンが格段に速いと感じます。約3割は速いのではないのでしょうか。それは、プログラムに無駄な動きがないのが大きいと思います。」
「**乙社社長**：B社のNC装置は、簡単なものを早く組む場合は良いのですが、その分、空切削など無駄な動作が多くなってしまう。ちょっと複雑になると、B社のNC装置では不可能です。」

とのコメントがある(出所：森精機会社資料)。

¹⁵⁾ 森精機 平元氏コメント(2010年9月17日)

図1 MAPPSIV



出所：森精機会社資料

MAPPSの開発により、森精機は自社主導でNC装置の開発を行うことができ、顧客の要望に迅速に対応することが可能となった。また、工作機械の開発においても、開発段階から工作機械本体とMAPPSとを擦り合わせる事によって、高い性能を持った製品の開発が可能となっている。

NC装置は、大きく分けて、表示部、演算部、駆動部から構成されている。従来では、上記の全ての分野をNC装置メーカーが製作し、NCとして一つのモジュールとしていた。当初のMAPPS Iは表示部のみであったが、2000年にDDモータの開発（駆動部）、3Dシミュレーション等の新機能開発に伴う演算部の改修といったように、森精機は、徐々にNC装置に関与する範囲を広げてきた。現在では、表示部、駆動部だけでなく、演算部についても森精機の関与する部分が大きくなっている。森精機はNC装置メーカーと交渉して、NC装置の内部を徐々に変更し、NC装置全体を自社に適した形に組み替えている。

具体的な機能、制御方法の開発の事例として、前述の3次元機械干渉チェック機能の開発経緯を見てみよう。2004年、顧客から実際に加工する前に工具の干渉を確認したいと要望が数多くあり、3次元機械干渉チェック機能の開発は始まった。制御設計部内で仕様書をまとめ、開発を開始したところ、現行のNC装置では、森精機が求める機能を引き出すことは難しかった。そこで、同社は、2004年12月にファナックに演算部内のデータ処理の方法を変更してもらうように依頼した。交渉の結果、森精機の要望どおり、データ処理の変更が行われ、試作機が開発された。試作機は、設計部門の検証及び第三者の検証（設計部門以外の会社内外による検証）を経て改良が加えられた。こうして、3次元機械干渉チェック機能は完成し、同機能は、2006年に市場

に投入されたMAPPSⅢに搭載された。

森精機は、なぜ、NC装置メーカーに対し、このような提案ができるのであろうか。同社とNC装置メーカーとでは顧客との接し方が大きく異なる¹⁶。

森精機は、工作機械の販売、サービスを通して、顧客の具体的な加工、例えば、加工ワーク、送り速度などについて直接、知る立場にある。それに対して、NC装置メーカーは、直接には、顧客との接点が無いので、森精機と比べ、具体的な加工方法については知ることができない。

MAPPSの開発以前は、このような加工方法ノウハウは、NC装置メーカーに全て吸収されてきた。そのため、森精機が知り得たノウハウがNC装置を通して他社にも分散されてしまっていた。しかし、MAPPSの開発以後は、どのような情報をNC装置メーカーに流すかについては、森精機内で判別している。同社は、他社と差別化をするために、重要な情報は自社内のみで保持し、新機能として開発するようにしている。NC装置の演算部内で、新機能に必要な変更があれば、前述のとおり、NC装置メーカーと交渉し、製品を開発している。

森精機は、更に、NC装置、CAD/CAMの開発を強化することを目的として、1999年に約6億円を投じて、工作機械の金型加工研究所と自動車部品加工研究所を相次いで完成させ、研究活動をスタートさせている。

金型加工研究所は、奈良第二工場（奈良県大和郡山市）内の一部建物を改装して完成させた。工作機械の主軸回転速度、ボールねじの早送り速度、工具の割り出し時間など、金型を加工するうえで顧客の生産性向上に役立つには、どのような機種を開発したら良いかを研究している。一方、自動車部品加工研究所は伊賀工場（三重県伊賀町）内に新設した。主力ユーザーの自動車メーカーの技術者を受け入れ、共同研究を行っている。「自動車部品のテスト加工ライン」とも位置付けており、自動車メーカーが実際に部品を持ち寄って森精機の仕事機械で加工し、試験生産をしている。主にシャシーなど自動車の足回り部品、エンジン部品の燃料噴射ノズルやシリンダーブロックなどを対象としている。同研究の開発要員は、MAPPSⅠ開発時には、金型と自動車部品の両研究所合わせて約290人となり、これは当時の全従業員（約1,700人）の約17%に該当した¹⁷。

森精機は、NC装置を開発する際、全てを自社で行うのではなくNC装置メーカーの長所を見極めた上で同社は開発を進めている。ファナック、三菱電機のNC装置の演算部内には、どのような角度で削ればスムーズに加工ができるのか、熱変位に対しどのすればよいのかという工作機械に関するノウハウが蓄積されている。森精機はゼロから全てを作るのではなく、徐々にNC装置開発に関するノウハウ、知識を蓄積しそれを漸進的にMAPPSの製品開発に活用していった。そのため、NC装置メーカ

¹⁶ 森精機・樫原圭蔵氏コメント（2008年2月9日）

¹⁷ 日本工業新聞（1999年3月2日）

一に依頼する事は徐々に少なくなってきたという。

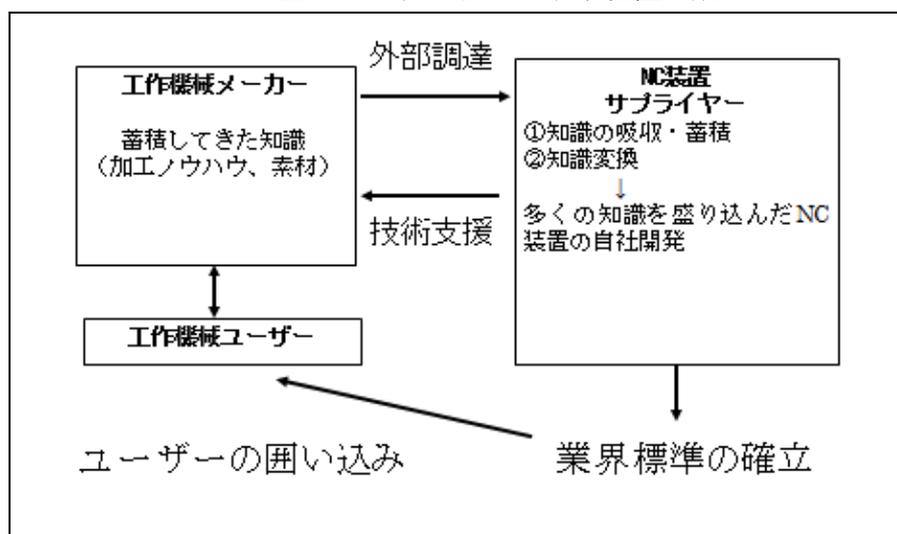
森精機の開発担当者は、「ファナックの技術を応用するという考え方で取り組んでいる。製品設計においても一気に完成品を目指すのではなく、漸進的に進めた」、「外部からソフトウェアに関連する人材も採用したが、最初は、NC装置に関する知識が少なかったため、設計に関与できる部分は少なかった。そのため、顧客からの情報を収集、分析することで足りない知識を補うという形で開発を進めた。制御設計部の人間も営業に同席し、顧客の声の収集に努めた。このような形で開発を進め、応用から本質の開発へと進むことができた」とコメントしている¹⁸。

現在、ファナックに対し、このような対応が取れる工作機械メーカーは森精機のみである。同社はファナックだけでなく、三菱電機に対しても同様の交渉を行っている。このような交渉の積み重ねによって、同社は、徐々にNC装置のアーキテクチャを組み替え続け、それが製品の差別化につながっている¹⁹。

IV. ディスカッション

松崎（2000）は、ファナックの競争優位について、図1を用い説明した。NC装置を軸として、工作機械ユーザーのノウハウが工作機械メーカーを通して、NC装置サプライヤー（ファナック）に集約される。それによって、ファナック内において、多くの顧客知識を生かした優れたNC装置の開発が可能となる。このようなサイクルを回すことによって、ファナックは業界標準といえるNC装置を開発し、競争優位を確立した。

図2 ファナックの競争優位形成



出所：松崎(2000) pp. 12

¹⁸ 森精機・樫原圭蔵氏コメント（2006年12月6日）

¹⁹ 森精機・樫原圭蔵氏コメント（2009年1月21日）

このようなサイクルは、日本のNC装置のレベルが低い時には、NC装置の性能を向上させるために大きな意義があった。しかし、業界標準が確立し、汎用化がより進展してくると他社と差別化ができないとデメリットを生んでいった。

森精機は、MAPPSを開発することによって、NC装置メーカーに一方向的に情報が吸い上げられることを阻止しているといえよう。重要な情報は自社内で分析し、それを基に、NC装置メーカーと交渉することによって、差別化を図っている。MAPPSは、一方向的に流れていた顧客知識を整理する役割を担っている。

しかし、全ての工作機械メーカーが森精機と同じ戦略を取れる訳ではないと考える。現在、日本においては、200社程の工作機械メーカーが存在すると言われているが、どのような場合、それが可能になるのだろうか。

森精機と同じ戦略を取るためには、開発に有利な顧客知識をどれだけ獲得できるか、質だけではなく、量も重要になると考える。

MAPPSが開発、改良されていた時期の日本の工作機械の市場シェア(2004年度)を見ると、NC旋盤では、ヤマザキマザック 29.9%、森精機 22.8%、オークマ 21.1%となっており、マシニングセンタでは、ヤマザキマザック 23.4%、牧野フライス 21.8%、森精機 19.1%、オークマ 18.7%となっている²⁰。このシェアを反映し、MAPPS Iでは15,000台以上の市場投入が可能となり、MAPPS Iに寄せられた1,000件以上の要望を「森精機製作所のノウハウとして蓄積」することが可能となった。また、このような要望は、NC装置メーカーと交渉する際にも有利に働くと考えられる。

森精機がMAPPSの開発に取り組んだのは、同社のライバルであるヤマザキマザック、オークマが既にNC装置を内製化し、工作機械の差別化をしていた事も影響している。オークマ、ヤマザキマザックの2社はそれぞれ、1963年、1983年に比較的早い時期にNC装置を内製化し差別化を図っていた²¹。ただし、このような状況は、森精機にとってプラスの側面もあった。それは、ファナックに取って、森精機が最大の顧客となり、交渉力において有利な立場に立てるようになったからである。

アーキテクチャ知識の概念を用い、設計について考えると、自社内のみである一定の知識を蓄積するためには、ある程度の年月が必要となる。

ファナックが1社でこれを可能としているのは、1956年にNC装置の開発に成功して以来、NC装置を軸に情報を収集したこと、次に様々な技術変化に対応し、自社無内でアーキテクチャの設計を繰り返し、その経験が「分断する学習」として蓄積されてきたからであった(柴田・玄場・児玉, 2002)。

本論文の事例である森精機のNC装置の開発において、森精機は、最初に自社内で

²⁰ 日経産業新聞編『市場占有率 2006年版』を参照。

²¹ ただし、オークマはNC装置のハード、ソフトとも自社で内製しているのに対し、ヤマザキマザックは、三菱電機と共同でハード、ソフトの設計を行った後、ハードの生産については、三菱電機に依頼している。

NC装置に関連する社員を集め制御設計部を設立した。自社内の人材では足りず、外部からも人材を集め、MAPPS Iを開発した。しかし、同社社内報に「不具合でご迷惑」とあるとおり、必ずしもうまく設計したといえるものではなかった。

しかし、MAPPSの開発によって、従来は一方的にNC装置メーカーに流れていた顧客知識を森精機内で分析することが可能となっていた。NC装置メーカーが知り得ない具体的な加工方法といった情報は、同社がNC装置メーカーと交渉する際にも有利に働いた。更に、MAPPS IIにおいては、1,000以上の顧客の要望を基に、自社内、自社外でMAPPSを設計、テストする場を設定した。また、顧客の加工情報を詳細に分析するために、金型研究所、自動車部品加工研究所を新設した。森精機は、アーキテクチャ知識を内部だけでなく他社、顧客を含めた外部からも入手するように務めたといえよう。

森精機は、制御部門の人員を充実させ、金型研究所、自動車部品加工研究所を含め自社のユーザーを徹底的に分析することにより高い設計能力構築していった。ただし、森精機の事例にあるとおり、設計能力があっても交渉力が無ければ、部品メーカーの設計を変更させることは難しい。また、交渉力が高くとも、設計能力が無ければ、良い設計は難しい。アーキテクチャを変更させるためには、両方の能力が必要であると考えられる。

更にいえば、交渉力があればある程、部品設計の中身を開くことができ、それは設計能力にプラスの影響を与える。また、設計能力があればある程、部品のブラックボックスの中を予想することができ、交渉力を有効に活用することができると考えられる。このように交渉力と設計能力とは、正の相関の関係にあると考えられる。

モジュール型産業では、部品メーカーが強い競争力を持つことになる。そうした中、組立メーカーの利益が最大化する1つのモデルは、組立メーカーが部品メーカーより強い交渉力を得て、部品メーカーがその組立メーカー独自の部品を設計し、より低価格で提供された場合、組立メーカーの利益は最大化する。

Fine(1998)は、組立メーカーと部品メーカーの力関係の変化によって、製品と産業構造のシフトが起こると指摘したが、この力関係の変化には、交渉力と設計能力が大きな影響を与えると考える。

技術の差別化を目指し、組立メーカーが設計能力の構築を行うことは企業の戦略として正しい。しかし、モジュール化が進んだ産業では、いくら高い設計能力を構築しても、交渉力が無ければ、その能力は、結局は、部品メーカーに吸収されてしまう可能性がある。設計能力を構築するとともに交渉力を高めることが重要であり、交渉力を設計に生かしていくという2つ能力の相互作用を活用するマネジメントが重要になると考える。

V. 結び

モジュール型の産業アーキテクチャが出現した場合、部品メーカーが競争優位を持ち、組立メーカーはなかなか競争優位を獲得するのが難しいといわれている。

本稿では、モジュール化が進んだ日本の工作機械産業において、森精機のNC装置に対する取り組み、具体的には、部品メーカーとの交渉とMAPPSの開発の事例から、モジュール型産業では、交渉力と設計能力の両方の能力が備わった時に、製品設計と産業構造を自社に優位なようにシフトできる可能性があり、交渉力と設計能力とは正の相関の可能性があると指摘した。

本研究の今後の課題として、交渉力と設計能力の概念の精緻化が必要であると考えている。例えば、本研究で取り上げた日本の工作機械産業においては、過去、池貝鉄工、日立精機、オークマ、新潟鉄工所、東芝機械という、いわゆる5大メーカーが存在し、ファナックをはじめするNC装置メーカーとの関係も強かった。それに対し、本事例で取り上げた森精機やヤマザキマザックは、戦後の新興メーカーであり、当初は、全くNC装置メーカーに対する交渉力は無かった。

5大メーカーは、有利な立場にしながら、その後、池貝鉄工、日立精機、新潟鉄工所は倒産してしまう。当然のことながら、これは交渉力と設計能力だけが原因ではないが、各社がNC装置メーカーに対し、どのような交渉を行い、設計を行っていたの进行分析し、森精機と比較することにより、本事例で取り上げた交渉力、設計能力がより明確になると考える。

【謝辞】

本研究においては、森精機製作所副社長の平元一之氏、奈良事業所長室の山岡伸行氏、制御設計一課の榎原圭蔵氏に大変お世話になりました。この場を借りて改めて御礼申し上げます。論文中の各氏の所属は、調査当時のものとなっています。

【参考文献】

- 青木昌彦，安藤晴彦編『モジュール化』東洋経済新報社。
- 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，青島矢一編著『ビジネスアーキテクチャ』有斐閣，pp.27-70.
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (1997). Managing in an age of modularity. *Harvard Business Review*, Vol. 75(5), pp. 84-93.
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). Design rules: The power of modularity. Cambridge, MA: MIT Press. 邦訳，カーリス・Y・ボールドウィン，キム・B・クラーク（2004）．『デザイン・ルールーモジュール化パワー』安藤晴彦訳．東洋経済新報社．
- Brusoni, S. (2005). The Limits to Specialization: Problem Solving and Coordination

- in Modular Networks. *Organization studies*, Vol. 26(12), pp. 1885-1907.
- Brusoni, S. and Prencipe, A. (2006). Making design rules : A multidomain perspective. *Organization science* , Vol. 17(2), pp. 179-189.
- Carlsson, B. (1989). Small scale industry at a crossroads: U.S. machine tools in global perspective. *Small Business Economics*, Vol. 1(4), pp. 245-261.
- Christensen, C. M., Verlinden, M., & Westerman, G. (2002). Disruption, disintegration and the dissipation of differentiability. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11(5), pp. 955-993.
- 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』, 東洋経済新報社, pp. 211-246.
- Fine, C. H. (1998). Clockspeed: Winning industry control in the age of temporary advantage. Reading, MA: Perseus Books. 邦訳, チャールズ・H・ファイン(1999) 『サプライチェーン・デザイン—企業進化の法則』小幡照雄訳. 日経 BP 社.
- Finegold, D., Brendley, K. W., 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 Monograph Report). Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Finegold, D. (Ed.) (1994). The decline of the U.S. machine-tool industry and prospects for its sustainable recovery (Vol. 2) (Rand Monograph Report). Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Henderson, R. and K. B. Clark .(1990) .Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35(1), pp. 9-30.
- Jacobides, M.G., and Winter, S.G. (2005). The co-evolution of capabilities and transaction costs: explaining the institutional structure of production . *Strategic Management Journal*, Vol. 26, pp. 395-413.
- Jacobides, M.G., Knudsen, T., Augier, M. (2006). Benefiting from innovation: value creation, value appropriation and the role of industry architectures. *Research Policy* , Vol. 35, pp. 1200-1221.
- Kotha, S., & Nair, A. (1995). Environment as determinants of performance: Evidence from the Japanese machine tool industry. *Strategic Management Journal*, Vol. 16(7), pp. 497-518.
- 楠木建・ヘンリー.W. チェスブロー (2001) 「製品アーキテクチャのダイナミック・シフト」 藤本・武石・青島編『ビジネスアーキテクチャ』有斐閣, pp.263-285.
- Langlois, R. N. (2003). The vanishing hand: The changing dynamics of industrial capitalism. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 12, pp. 351-385.

- 日刊工業新聞社編(2008)『図解森精機』日刊工業新聞社.
- 日経産業新聞編『市場占有率』日本経済新聞社 1990～2006 年度版.
- 日本工作機械工業会 (2010)『工作機械統計要覧 2009』日本工作機械工業会.
- 長尾克子 (2002)『工作機械技術の変遷』日刊工業新聞.
- オークマ 株式会社(1998)『オークマ創業 100 年史』オークマ株式会社.
- Sanchez, Ron, and Joseph T. Mahoney .(1996). Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management Journal*, Vol. 17, pp. 63-76.
- 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.
- 柴田友厚 (2004)「並行イノベーションを誘発するアーキテクチャ」『組織科学』Vol. 38 No. 2, pp69-79.
- 柴田友厚(2007)「モジュール製品における分割と統合のダイナミクスーモジュール・ダイナミクスの論理ー」『組織科学』Vol. 41 No. 1, pp66-76.
- 鈴木信貴(2008)「顧客知識の利用による製品アーキテクチャの設計」京都大学経済学会 院生モノグラフ, No. 200809157, pp. 1-13.
- Ulrich, K .(1995). The role of product architecture in the manufacturing firm, *Research Policy*, Vol. 24, pp. 419-440.