

# プラットフォーム・ リーダーシップ戦略における 補完者の拡張

——工作機械産業の事例研究——

林 隆 一

キーワード：製品アーキテクチャ (Product Architecture), イノベーション  
のジレンマ (the Innovator's Dilemma), プラットフォーム・  
リーダーシップ (Platform Leadership), キーストーン  
(Keystone), NC (Numerical Controller), 工作機械 (Machine  
Tool)

## 1. はじめに

林 (2014b) では、工作機械産業を NC (Numerical Controller) 装置<sup>(1)</sup>大手企業  
のファナックの動向を中心に、Gawer & Cusumano (2002) が提唱したプラッ  
トフォーム・リーダーシップ戦略や Iansiti & Levien (2004) が提唱したキース  
トーン戦略の観点で検証を行った。工作機械産業の主要国の歴史的変遷を踏ま  
え、個別企業動向を中心にまとめた上で、ファナックの日本・台湾・韓国・中  
国への事業展開とユーザー・競合状況を俯瞰的に把握・分析した。これらの戦  
略は、米国のソフトウェア企業の事例を中心に考えられたものであり、今まで  
製造業への適用は比較的少なかったが、工作機械産業においても、NC 装置の

---

(1) NC (Numerical Controller) 装置は工作機械の中核部品であり、数値による信  
号指令を用いるプログラム制御で、工作物に対する工具の位置や送り速度などを制  
御する。

## プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

ようなモジュール化を行うことで、プラットフォーム・リーダーシップ戦略が有効に機能することを指摘した。さらに、キーストーン種としてのファナックが、カスタム仕様に強い国内の中小機械企業と台湾・韓国・中国の工作機械企業に NC 装置を供給することで、差別化を図るために、ファナック仕様以外の独自 NC を採用する大手機械企業との棲み分けが成立している構図を見出した。

本論文では、プラットフォーム・リーダーシップ戦略の 4 レバーの「①企業<sup>(2)</sup>の範囲」の視点で、ファナックが NC 装置をモジュール化したことで、工作機械全体のモジュール化が進み、直動案内機器などの他のキーパーツに対して工作機械の高速・高効率への貢献を目指す自律的発展を促していることを検証する。「③外部補完者との関係性<sup>(3)</sup>」の視点では、インテルが行った外部への積極的な広報活動等とは対照的ではあるが、ファナックは外部へのステークホルダーへの広報を最小限に抑えながら、補完製品のイノベーションを刺激する目的を果たしている。このことから、モジュール化が補完製品のイノベーションを刺激した事例を考察する。

さらに本論文では、ファナック製 NC 装置の普及により、競合との差別化余地が小さくなる日本の大手工作機械企業が、独自仕様の NC 装置を三菱電機製に切り替えることで、ファナックは自社仕様の汎用 NC 装置を台湾・韓国・中国の機械企業などに供給し、新市場開拓を加速させている事例研究を行う。その上で、自社製品 (NC 装置) を内製化する最終製品 (機械) 企業を含めた広義の競合他社も、プラットフォーム・リーダーシップ戦略の広義の「外部補完者」に拡張して、理解する必要があることを示す。

本論文の構成としては、まず先行研究を踏まえ、グローバルの工作機械産業とファナックをプラットフォーム・リーダーシップ戦略の 4 レバー等に適応し、

---

(2) 後述の通り「何を社内で行い、そして何を外部の企業にさせるべきか」を表す。

(3) 後述の通り「補完業者との関係は、どの程度、協調的あるいは競争的か」を表す。

(4) Gawer & Cusumano (2002) の研究の多くが、この事例研究に割かれている。

分析する。その上で、直動案内機器のTHKなどの戦略等とNC装置競合の三菱電機やNC装置を内製する機械企業であるブラザー工業などの戦略等の事例研究を通して、「外部補完者」の概念の拡張を考察する。

## 2. 先行研究

製品アーキテクチャ（Product Architecture）<sup>(5)</sup>研究の嚆矢として、Henderson & Clark（1990）は事例研究を通して、製品が複数のコンポーネント（部品）から形成されると想定し、製品を構成している各種コンポーネント間の技術的相互関係性に注目した。さらに、Baldwin & Clark（1997）・（2000）は、コンポーネントをモジュール化し、モジュール相互間の動作を確保する「デザイン・ルール」さえ遵守すれば、自由に試行錯誤できるようになり、新しいイノベーションを創出することが可能になると主張した。<sup>(6)</sup>

Fine（1998）は、1980年代のIBMがパーソナルコンピュータの開発にあたり、それまでのインテグラル型からモジュール型の製品アーキテクチャを採用し、各コンポーネントの独立企業の設計が可能となったことを示した。これをきっかけに、個別コンポーネントの特化が進み、マイクロソフトやインテルなどの企業が台頭し、垂直統合の産業構造が変化した。Christensen & Raynor（2003）やChristensen, et al.（2004）などは、産業は「相互依存」の状態から「モジュール」の状態へと進化する傾向があると考えた。需要側と供給側で性能ギャップが存在する領域では、企業はできる限りすぐれた製品をつくることで競争しなければならぬが、製品の機能と信頼が顧客の要求水準を「オーバーシューティ

---

(5) 製品アーキテクチャとは「製品の機能要素を構造物（部品）にどのように対応、展開していくか、それらの構成要素間の相互依存関係をどのように設定するかに関する設計思想」と定義される（藤本（2001））。

(6) モジュール化によるメリットとしては、①簡素化、②標準化、③独立性を指摘した。

(7) 製品の機能性と信頼性が、ある階層顧客のニーズを満たすにはまだ「十分でない」状況を示す。

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

ング」すると、顧客が改良の対価を払わなくなる。市場が求める性能水準が技術進歩に対して相対的に低位に安定しているような状況ではモジュール化が優位な戦略となり、一般的に製品が汎用（コモディティ）化する過程でこのような状況が生じるとした。

また、Christensen (1997) は HDD などの事例研究を通して、主要な顧客の声に耳を傾け、製品開発に活かしている優良な企業ほど、技術変化が起こったときに、合理的に判断した結果、対応が遅れるケースとして「イノベーションのジレンマ」(the Innovator's Dilemma) を提唱した。当初は市場におけるニッチ需要しかもたないが、技術革新により主流市場で求められる技術水準を超え、既存製品のパフォーマンスを引き下げる技術を、「破壊的イノベーション」(Disruptive Technology) と呼んだ。イノベーションの初期では、市場規模が小さく、大企業にとっては参入の価値がない上、不確実性も高く、現存する市場と比較すると、参入の価値がないように見える。そのため、短期的に既存顧客や株主の意向が優先される場合、顧客が求めず、収益性が低い破壊的技術に十分な投資をすることは難しい。一方で、既存事業を営むための能力を高めることで、異なる事業への適性が失われるが、既存技術を高めても、メインストリーム市場で要求される性能水準を超えると、顧客は他の基準に従って製品を選ぶようになることを明らかにした。

国領 (1995) や Chesbrough (2003) らは情報のオープン・アーキテクチャ戦略として、外部化によるモジュールのネットワーク協業で、各企業が得意分野に経営資源を集中でき、優位性が高まることを指摘した。さらに、Gawer & Cusumano (2002) は、オープン・モジュラーの競争環境下にあっても高い収益性を維持するインテルなどの IT 企業の研究を通して、<sup>(8)</sup> 広範な産業レベルにおける特別な基盤技術の周辺で、補完的なイノベーションを起こすように他企業を動かす能力を、プラットフォーム・リーダーシップと定義した。さらに、

---

(8) マイクロソフト、シスコ、パーム、NTT ドコモ、リナックスも対象とするが、約 6 割がインテルのケースに割かれている。

プラットフォーム・リーダーシップの獲得を目指すために、以下の4つのレバー（①企業の範囲、②製品技術、③外部補完者との関係性、④内部組織の設計）を駆使し、触媒となる技術を梃に、産業内で補完製品のイノベーションを誘発するように仕向けていると考えた。

【4つのレバー】

- ① 企業の範囲（何を社内で行い、そして何を外部の企業にさせるべきか）
- ② 製品技術（アーキテクチャ、インターフェイス、知的財産に関する意思決定）
- ③ 外部補完者との関係性（補完業者との関係は、どの程度、協調的あるいは競争的か）
- ④ 内部組織の設計（上の3レバーのサポートのため、どのように内部を組織化するか）

Iansiti & Levien (2004) は、ウォルマートやマイクロソフト、TSMC等の研究を通して、従来の経営戦略論の外部環境とされてきた「産業（構造）」と「市場」に対して、企業の内外がシームレスに結びついた「ビジネス・エコシステム」（ビジネス生態系）というフレームワークから、エコシステムの動向を左右するものにキーストーン種<sup>(9)</sup>の存在を指摘した。キーストーン種とは、個体数が少なくとも、その種が属する生物群集やエコシステムに及ぼす影響が大きい種のことである。キーストーンは生き残るために、エコシステムの安定性を司る存在となっており、エコシステム間で競争優位を獲得するためには、キーストーンとしてプラットフォームを、どのように差配し、直接あるいは間

---

(9) アメリカ北西部太平洋におけるラッコの生息数の減少は、近海の魚や他の生物などの多様な種の生産性（多産性）を低下させ、海岸の浸食をもたらした。沿岸の食物連鎖を支えるケルプ（大型海藻）などをウニが食べつくしたことが主因であり、唯一のウニの捕食者であるラッコは、比較的少数しか存在しないキーストーン種であった。

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

接的に変化を促進できるかどうか、エコシステムの生き残りの可能性を左右すると指摘している。

ビジネス・エコシステムの健全性を測る指標として、以下の3点を指摘した。

- ① 生産性（要素生産性、時系列での生産性の変化、イノベーションの伝達）
- ② 構造安定性・堅牢性（生存率、エコシステム構造の持続性、予測可能性、陳腐化の回避、利用者の経験とケースの持続性）
- ③ ニッチの創出（企業の多様性の増大、製品および技術の多様性の増大）

### 3. プラットフォーム・リーダーシップ戦略の事例研究：ファナック

まず、工作機械産業のエコシステムを概観する。

2009年以降、日本の工作機械産業は27年連続維持してきた生産高世界一の座から転落している。日本工作機械工業会（2014）によると、2013年の工作機械シェアは1位中国35%、2位ドイツ25%、3位日本24%となっている。<sup>(10)</sup>消費市場としても中国が世界最大で、2013年の中国内需は225億ドル（中国内生産150億ドル）となり、輸入も103億ドルと最大である。中国の国別輸入比率の2013年トップはドイツの31%で、日本は2位の28%、3位は台湾12%、4位はイタリア7%、5位は韓国6%となった。ドイツ企業はハイエンド中心で、もともとミドルエンドを中心とする日本とは棲み分けられる傾向がある一方で、一部の中国の日系ユーザーでも粗加工など、台湾や韓国企業の製品を一部採用するケースが見られるようになっている。

1970年代まで先端加工技術で世界を先導した米国の工作機械産業は、NC装置による破壊的技術が「イノベーションのジレンマ」をもたらし、日本の工作機械産業が台頭した。ドイツを中心とする欧州勢も同様にイノベーションのジレンマに直面したが、欧州企業は2分野程度の製品開発に絞り、徹底的なモジュ-

---

(10) 米国 Gardner Publications, Inc. 調べによる工作機械（切削）生産額のドルベース。

（図表）工作機械の分類イメージ

	主な分野	中心的な企業	加工精度	価格帯	生産量
ハイエンド (高級機)	軍需 医療	欧米企業	高い	高	少ない
ミドルエンド (中級機)	一般機械 自動車・電機	日系企業 台湾・韓国企業	やや高い	中	やや多い
ローエンド (低級機)	日用品 一般品	中国企業	低い	低	多様

（出所）日本工作機械工業会（2012）などを参考に作成

ル設計（ビルディングブロック）を行うことで、5軸加工機・複合加工機・カスタム（専用）機では最先端を走り続けている。欧州ではNC装置だけでなく、<sup>(11)</sup>主要部品を専業企業が開発・供給する体制が整い、専用機種・技術に集中開発できたためと考えられる。<sup>(12)</sup>

1970年までかなり弱体であった日本の工作機械産業は、NC装置企業との戦略的企業連合に基づく研究開発活動と精密部品企業への広汎なアウトソーシングにより、80年代には世界トップに躍り出た。<sup>(13)</sup>米国では、NC工作機械を航空宇宙・軍需向けの高価な輪郭切削等の対象と考えており、中低価格帯の中小企業向けの開発の発想がなかった。米国大手の工作機械企業はNC内製化するケースも多く、50社以上がNC装置を製造していたが、5軸以上の同時制御を目標としていたため、ミニコンピューターからMPUへの置き換えに遅れたと言われる。逆に日本では中小企業向けが中心で、複雑な加工内容は少なかったことが幸いした。また、欧州では、伝統的な機械技術・熟練工の蓄積から、日本の

(11) 主軸、刃物台、工具交換粗装置等を示す。日本では、NCは大手内製、中小が外部調達する傾向があるが、主軸は内製志向が強く、主軸の主要な専業企業はいない。

(12) 欧米の違いは、主要顧客ニーズと投資家の違いも要因の一つと考えられる。つまり、相対的に大量生産が求められていた米国と少量多品種の欧州と証券市場などの違いである。

(13) 中馬（2002）は日本企業が米独企業に対して2倍以上のスピードで新製品を生み出していることをアンケート調査により明らかにしている。

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

ように大量均一生産や熟練工不足の問題による NC 化ニーズは小さかった。<sup>(14)</sup> 一方、日本では最初は中小企業向けの汎用性の高い加工要求に受け入れられ、ジョブショップ向けの安価なものに限られていたが、NC 装置の能力向上により対象範囲が広がっていった。

Iansiti & Levien (2004) の指摘する「エコシステム」を、現在の工作機械産業に適用すると、NC 装置大手のファナックを「キーストーン」種と見ることができる。<sup>(15)</sup> エコシステムの健全性 3 指標にどのような影響を与えたかを以下に検証した。

#### ① 生産性（要素生産性、時系列での生産性の変化、イノベーションの伝達）

Finigold et al. (1994) の言葉を借りると、工作機械産業は、NC 化により従来クラフト的であった産業形態はコストと品質が重要な量産型産業に変わり、モジュール生産が行われることとなった。例えば、豊田工機（現ジェイテクト）は製品開発を通して、製品アーキテクチャをユニットレベルと部品レベルという階層で分類していると指摘されている（朴（2001））。河邑（2005）は、米国ジョブショップの特性調査から、NC 工作機械の発達は、機械機能の汎用化・多様化を伴う自動化であったことを明らかにしている。これにより、工作機械企業は、自社の機械加工の差別化を追求することに専念することができるようになったと考えられる。ファナックは、自社で NC 装置を内製するだけの規模のない国内のユニークな中堅機械企業やプレス機などの産業機械企業に加え、台湾・韓国・中国の工作機械企業向けに NC 装置を供給し、製品の全体的な性能上昇を支援していると考えられる。

#### ② 構造安定性・堅牢性（生存率、エコシステム構造の持続性等）

---

(14) 欧米では大規模組織での NC 工作機械の普及が圧倒的に早いことが実証されている。

(15) 詳細は林（2014b）参照。



工作機械産業は、顧客の設備投資に依存しているため、景気循環の影響を受けやすい。加えて、NC装置のソフト開発に伴う固定費は大きく、ニッチで小規模の工作機械企業がNC装置の内製化を行うにはリスクが大きい。さらに、グローバル化の中で、メンテナンス体制やユーザー教育の固定費も大きくなるが、ファナック製のNC装置を採用すれば、固定費を軽減しつつ、輸出対応も容易となる<sup>(16)</sup>。この結果、NC装置を外部調達している中小工作機械企業の淘汰は意外と小さく、2012年末の工作機械工業会での生産実績は92社であり、長期に亘り社数は減少していない。また、NC旋盤大手の5位で、韓国や台湾にも技術供与を行ってきた名門企業の滝沢鉄工所からの株主取得要請に基づき、2006年に潤沢な財務基盤を持つファナックが5%弱出資の最大の安定株主となる例も見られる。

### ③ ニッチの創出（企業の多様性の増大、製品および技術の多様性の増大）

加藤（2013）は半導体製造装置産業との比較において、ユーザー数・参入企業数ともに大幅に工作機械産業が多い特徴を指摘している。藤田（2008）が指摘しているように、日本のマシニングセンター企業は中小加工業向けに機能を絞った中低価格製品の開発に注力し、多品種少量のユーザーニーズを取り込む各種の機械を、それぞれの企業が作り上げているためであると考えられ、『工作機械は中堅以下が業界の中核をなしていることが特徴』<sup>(18)</sup>である。具体的には、50人近い「キサゲ」職人を抱え、千分の1ミリ単位の加工に拘る安田工業、自動車エンジン用燃料噴射装置部品加工に使われる芯なし研削盤（セントラスグラインダ）のミクロン精密、ダイヤモンド砥粒による超精密・超微細な加工技術の和井田製作所、1986年設立のベンチャーながら縦型研削盤で高いシェアを

(16) 工作機械の付加価値の中で約30%は機械の性能を維持するための技術サービスといわれている。また、田淵（1999）はアンケート調査結果から工作機械ユーザーの購入選定要因としてサービス体制を約8割が選択したことを説明している。

(17) 林（2014a）で分類した上場企業の「工作機械」セクターの利益構成の順位。

(18) 日本工作機械工業会（2012）P 74より引用。

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

持つ太陽工機などのニッチながら、中堅ではユニークな企業が多く、『これらの（中規模）メーカーはさらに高級分野を拡充していこうという意識が大規模メーカーよりも強い<sup>(19)</sup>』。また、後述のようにアップルは 아이폰（スマートフォン）の躯体に金属を採用し、工作機械を使用した金属加工の新しい巨大需要が発生したが、ツガミと牧野フライスは、今まで蓄積した旧来技術を活用した工作機械で大量の金属加工を可能とした。これら2社は、ファナックがNC装置を供給するため自社NC装置の独自性はないが、HDDの部品加工向け機械でも世界大手としての既存技術等の活用により、ユニークな機械を提供し、多様性を生み出している例と言える。

工作機械産業におけるファナックの戦略を、林（2014b）では、Gawer & Cusumano（2002）のプラットフォーム・リーダーシップ戦略の4レバーの視点で分析を行った。

#### ① 企業の範囲（何を社内で行い、そして何を外部の企業にさせるべきか）

ファナックは、すり合わせ度合の大きい、ソフトのNCとハード機器のサーボ機構の両方をセットとして1社で手掛け、工作機械企業にNCモジュールとして提供している。工作機械メーカーは最終ユーザーとのすり合わせを担当し、ユーザーニーズを取り込んだ機械を開発するが、NCモジュール丸ごと外部調達することで機電を分離し、NCの技術変化への対応をファナックへ委託できる。ファナックはモジュール化により、最終ユーザーのニーズ動向に過度にとらわれず開発することができ、産業全体として優位性を築いてきた。つまり工作機械企業はコア部品のモジュール化を進めることで、コスト削減を進めながら、ユーザーニーズを取り込む販売・サービス活動に注力することが可能になっ

---

(19) 日本工作機械工業会（2012）P 89より引用。

(20) 2013年の累計生産台数は、サーボモーターが1400万台、NC装置が300万台である。

(21)

た。またファナックは、大型プレス向けやレーザー加工機向けなど工作機械以外の各種機械にも幅広い NC 装置を供給している。

② 製品技術（アーキテクチャ、インターフェイス、知的財産に関する意思決定）

柴田・玄葉・見玉（2002）は、ファナックは1980年代まで主要コンポーネントを内製化し続けてきたが、1990年以降の新型 NC 装置の開発でインターフェイス部分のオープン化を進めていることを説明している。1985年に量産開始したファナックシリーズ0（ゼロ）は、オーダーメイドマクロというカスタム化機能を提供し、工作機械ユーザーが自由に革新できる範囲が広がった。さらに1997年の Series 16i では、ハードウェアを表示部、演算部、駆動部の3つの大きな部品ユニットに分断し、ファナックシリアルバスの独自ルールでインターフェイスで繋いだ。この結果、IBM 互換パソコンの表示装置を使用し、最終的な操作仕様等も工作機械企業でカスタマイズが可能となり、ユーザーの中小工作機械企業に必要なオープン化が満たされていると考えられる。

③ 外部補完者との関係性（補完業者との関係は、どの程度、協調的あるいは競争的か）

(22)

ファナックは、インテルの8ビットMPUを1975年にいち早く採用し、1978年の世界初のワンチップ汎用MPU（8086）では、最初のボリュームユーザーとなり、その後もインテルのMPUの技術革新の成果をNC装置に取り込んできた。NC装置のモジュール化を進めることで、後述のように他のモジュール

---

(21) 河邑（1998）。

(22) インテルは1968年設立のベンチャーであり、ファナックが初めての大手ユーザーであり、米国本社からエンジニア4名を日本に派遣し、ファナックのエンジニアとともに不具合の再現テストを行い、採用にこぎつけた。柴田（2007）に詳しいように、これによりインテルの品質管理体制は大幅に強化され、1981年に8088がIBMのパソコンに採用された。

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

やキーパーツとの関連性（すり合わせ）を低減させ、独立的な開発を加速させ<sup>(23)</sup>た。

④ 内部組織の設計（上の3レバーのサポートのため、どのように内部を組織化するか）

ファナックは全従業員の約1/3を研究開発に充て、技術変化をいかに取り込むかに専念してきた。<sup>(24)</sup>ファナックの研究所では設計段階からコストを意識した開発を行い、市場調査を徹底的に行い、競争力のある価格を設定し、次に利益率は原則35%と決め、目標コストを算定する。その上で、設計者は、この目標コストに向かって開発を行う際に生産設備の自動化・ロボット化も考慮に入れ、更に設計者は製造の初期段階では製造課長も兼任し、コスト・品質に責任を持つ仕組みとなっている。つまり、開発を最重要としながらも、最終ユーザーの意向に囚われすぎず、1人の責任者が複数の視点から、厳密にコスト削減の目標に集中することを目的と考えられる。

以上のように、プラットフォーム・リーダーシップ戦略の「③外部補完者との関係性」では、ファナックは、自らインテルのMPUの技術進歩の成果を取り込むことで、NC装置の能力向上につなげている。それに加え、「①企業の範囲」で見たNC装置のモジュール化により、ファナック自ら積極的に働きかけなくても、外部補完者が自らハードである機械精度の向上や用途拡大を進め、それがNC工作機械の導入加速につながる好循環があったことが指摘できる。以下では、特に「③外部補完者との関係性」の視点から、NC装置以外のキー

---

(23) 原田（2007）は『ファナックにとってユーザーである工作機械メーカーからの技術フィードバックはあまり重要な役割を果たしていない』（P65）ことからNC装置では汎用技術の自律が見られ、汎用・専用技術の相互作用はそれほど必要でないとしている。

(24) 稲葉（1982）では『ファナックは研究開発を常に経営の基盤としてきました』とコメントしている。ファナックの内部組織の詳細に関しては岡本（2010）参照。

コンポーネント企業、NC装置の競合他社、NC装置を内製する工作機械以外の機械企業の事例研究を行い、「外部補完者」の対象に関して考察を試みる。

#### 4. キーコンポーネントの外部補完者の事例：THKやメトローム

日本の工作機械の最高峰の精度を誇る安田工業の安田之彦相談役が「日本の工作機械業界の歴史を振り返ると、NCと直動案内機器の技術進展が非常に大きな意味を持っていると思います<sup>(25)</sup>」とコメントしているように、工作機械の精度向上において、NC装置の普及とともに、直動案内機器（直線駆動ベアリング等<sup>(26)</sup>）が重要な役割を担ってきた。NC工作機械の高速・高精度化により、機械の摩耗による位置ズレを防ぐため、直線駆動ベアリングやボールねじ<sup>(27)</sup>の採用が効果的となり、日本の部品企業を中心に、さらに工作機械のモジュール化が進んできた。言い換えるとNC装置が普及したことによって「日本の工作機械の開発とは、毎年、歯車とか、ねじとか、ベルトを減らす方向で進んできた<sup>(28)</sup>」と言える。

1959年にファナックは「電気・油圧パルスモータ<sup>(29)</sup>」（オープンループ方式）採用のNC装置を開発した。製品アーキテクチャの観点では、これにより位置検出が不要となったことから、各コンポーネントの独立性を高め、NC装置のモジュール化を推し進めたと解釈できる。

---

(25) 月刊生産財マーケティング2014年4月号P39より引用。

(26) 直動案内機器の代表である直線駆動ベアリングは、開発したTHKがLM（Linear Motion Guido）ガイド、日本精工がリニアガイド、日本トムソンがリニアウェイ（Linear Way）の名称を使用している。

(27) ねじ軸、ナット、ボールなどから構成される機械要素部品のひとつであり、直線運動を回転運動または回転運動を直線運動に変換する。

(28) 月刊生産財マーケティング2014年4月号P31より日本工作機械工業会の花木義磨会長のコメントを引用。

(29) パルス数をステップとしての動きに変換するもので、前後の技術トレンドの変化は林（2014b）参照。また、この技術転換における組織体制などは児玉編著（2008）が詳しい。

## プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

動力伝達機構の根幹をなす従来型のネジでは、時間を経ると摩擦によりシステム全体に「劣化」が起きてしまうネジ摩擦の問題を軽減するため、1958年に日本精工がボールねじを投入した。ボールねじは「1955年にアメリカのGM社のステアリング・ギアに使用されたのが最初であるといわれている」が、「NC 工作機械の送り機構の重要部品としてファナックの NC 装置と組み合わせて1965年頃から使われだし、NC 化が急速に進み始めた<sup>(30)</sup>」<sup>(30)</sup>とされている。また「電気・油圧パルスモータ」は、トルクが弱いという短所があり、摩擦係数が高いと役に立たない面があったが、ダイキン工業が開発した「テフロン」<sup>(31)</sup>を工作機械のすべり面に張り付けることで問題を解消し、「電気・油圧パルスモータ」採用の NC 装置の工作機械への採用を促す要因の一つとなった。これにより、コンポーネント間の影響が低下し、コンポーネントのモジュール化が進んだ<sup>(32)</sup>。

さらに、工作機械の加工物を載せるテーブルを移動するために、機械の直線運動部を「ころがり」を用いてガイドする機械要素部品である直線駆動ベアリングを THK が開発し、世界で初めて実用化した<sup>(33)</sup>。工作機械の加工対象の工作物は、X・Y・Z の直交 3 軸の座標で表現され、正確に加工するためには、各軸が正確に移動する機構が必要である。所定の時刻に動き始め、予定の時刻に中間点を通過し、所定の時刻に正確に終点にあることが求められる。NC 工作機械の高速化・高精度化が進展するにつれ、実際の加工面に突起状の誤差を生じさせないために、各軸の直動案内面では、摩擦を極力減らす必要が大きくなったためである。

---

(30) 工作機械工業会（2012）P 82 より引用。

(31) 児玉（2007）に詳しい。

(32) 現在ではボールねじによって駆動される各軸は、NC 装置がその移動位置を検出し、移動誤差を減らす方向でフィードバック制御している。

(33) 横型マシニングセンターでは直線運動と回転運動の 2 つの動きを受け持っている。

(34) 東証 1 部企業で2014年 3 月期の連結売上1854億円、同営業利益173億円である。

THK は、この直線駆動ベアリングを「LM ガイド」と命名し、1972年に販売開始した。しかし、日本ではダイレクトメールや雑誌広告などで告知を行ってきたが、工作機械企業からはほとんど反応はなかった。それまでに丸軸に組み込んで使用するリニアブッシュ（Linear Bush）<sup>(35)</sup>等があったが、剛性が弱いうえに性能も良くなかった。これを改良して、ボールスプライン（Ball Spline）も開発されたが、わずかな回転（ガタ）が残る欠点があり、広く普及することはなかった。大きな負荷に耐えられず、高精度の工作機械で使用できるものではなかったため、「ころがり」を用いてガイドする機械要素部品への信頼が薄かった。

THK の寺町博社長（当時）は「市場は日本だけではなく、グローバル。工作機械で先行する米国にも種まきが必要」と考え、米国の機械雑誌「マシンデザイン」に広告宣伝を出した。それをきっかけとして、米 K&T 社<sup>(36)</sup>は、1976年にチーフエンジニアを派遣し、1978年のシカゴの国際工作機械見本市で、THK の KM ガイド（NSR-BC）を採用したマシニングセンター（MM180）を出品した。軽くて剛性のある溶接構造を取り入れた革新的な機械で、ATC（自動工具交換）機能もつけ、新しい流れを打ち出した機械<sup>(37)</sup>となった。当時500台生産されればベストセラーといわれたマシニングセンターを MM180 は1200台以上<sup>(38)</sup>販売した。日本の工作機械企業の見る目も変わり、各企業のパンフレットには「LM ガイドを使用した高精度マシン」がうたい文句となったと言われている。つまり最初の産業応用は米国の工作機械メーカーに採用され、逆輸入する

(35) ボールが保持器の中で循環運動をする最初の無限直線運動形の案内装置で、ボールが丸軸と点で接触しているため、許容加重が小さく、実用上の制約があった。

(36) マシニングセンターの元祖で、当時、世界トップクラスだったカーネイ&トレッカー社。

(37) THK 株式会社（2001）で「噂を聞きつけた日本のそうそうたる工作機械メーカーの社長や役員、担当部長らが駆けつけ、ブースは人の花が咲いたようだった」と山崎義嗣氏がコメントしている（P30）。

(38) THK も 1 台 10 万円で 6 セット（計 60 万円）を K&T 社に販売した。

形で日本でも認識された格好となった。1980年頃までは摺動面にきさげ加工を施し潤滑油を供給して動かす「すべり案内」が主流だったが、機械の高速・高精度化に伴って、現在では直線駆動ベアリングの採用が大半を占めている。

これにより、各コンポーネントのモジュール化が進み、各コンポーネント各社が依存を意識することが小さくなり、独自開発が進んでいると考えられる。THKの直線駆動ベアリングの公称シェアは国内で約70%、世界でも約60%<sup>(39)</sup>を占めている。THKは理念である「世にない新しいものを提案し、世に新しい風を吹き込み、豊かな社会作りに貢献する」の通り、「技術者の駆け込み寺」を自称し、工作機械向けのボールねじに後発で参入するだけでなく、「LMガイド」の用途拡大を進め、電子部品実装機などのロボット搬送装置や半導体製造装置、CTスキャナなどの医療機器でも採用され、直線駆動ベアリングの新用途開拓と開発が促進されている。

工作機械のモジュール化の進展に伴い、THKと逆に他分野からの展開による工作機械の精度向上に寄与している事例として、メトロール<sup>(40)</sup>の精密位置決めセンサーが挙げられる。メトロールは、オリンパスで胃カメラ開発に携わっていた松橋章氏が1976年に3人で計測器の受託開発会社を創業し、1980年に世界で初めて工作機械向けの機械式精密位置決めセンサーを開発し、日立精機（現DMG森精機）での標準採用が決まった。工作機械は、切削工具の始動位置を正確に決めることが不可欠であるが、長期間の加工で工具が摩耗すると、精密な加工ができなくなる可能性がある。しかし、メトロールの数千円から数万円のセンサーを使えば、刃先がセンサーに触れるだけで、正確な先端位置がNC装置にフィードバックされる。センサーは刃先が300万回接触しても、2000分の1ミリ以内の誤差で、加工開始時の位置ズレを自動的に補正し、作業効率が3～4割向上すると謳っている。当初はNC旋盤向けだったが、マシニングセ

---

(39) 競合は寺町博氏が創業した日本トムソン、日本精工（NSK）や独 Bosch Rexroth (Star)、台 Hiwin（上銀科技）、中国の南京工芸などがある。

(40) 2013年1月期売上約14億円で売上の約半分が工作機械向けと見られる。



ンターなどにも対象を広げており、マシニングセンター向けセンサーでは世界シェア7割を持ち、工作機械の高速・高精密化に貢献するイノベーションの1つとなっている。

以上のように、ファナックのNC装置のモジュール化が、補完製品のイノベーションを刺激したと考えられる。つまり、ファナックがNC装置のモジュール化を進めることで、工作機械のモジュール化が進み、「外部補完者」に工作機械の高速・高効率への貢献を目指す自立的発展を促したと考えられる。

## 5. (NC装置)競合他社の外部補完者の事例：三菱電機

安田工業の安田之彦相談役が「NCと直動案内機器を使えばそれなりの機械になる。それ以上のところは、工作機械メーカー各社の方向性、考え方によりけりというわけ<sup>(41)</sup>です」とコメントしているように、工作機械のNC化と直動案内機器の採用により、工作機械のモジュール化が進んでいる。韓国や台湾だけでなく、中国も日本からの工作機械の技術移転が進んだこともあり、ファナックやTHKなどからキーコンポーネントを購入すれば、一定レベルの工作機械を生産できるようになっている。これにより、ファナックは、外部補完者であるカスタム志向の強い国内の中小機械企業と台湾・韓国・中国の機械企業にNC装置を供給しつつ、差別化を図るためにNC装置の独自性を追求する国内大手機械企業との棲み分けを図っている。以下に各国の状況を概観する。

日本からの工作機械の技術移転が進んだ台湾の工作機械は、主要部品を同一の内外企業から調達するなどの特徴があり、NC装置はファナックからの調達が大半である。直線駆動ベアリングのシェアは、THK 50%、台Hiwin<sup>(42)</sup> 20%、日本精工と独Bosch Rexrothが各々10%強だが、それ以外の基幹部品は台湾企

(41) 月刊生産財マーケティング2014年4月号P39よりコメントを引用。

(42) THKの競合のHIWIN(2049上銀科技)は1989年に銀行出身で経営コンサルタントだった卓永財氏が経営悪化した機械企業を買収し設立した。2013年12月期売上は124億台湾ドル(約420億円)、税引利益20億台湾ドル(70億円弱)である。

## プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

業の存在感が高まっている。例えば、ボールねじのシェアは、台 Hiwin 50% 弱、台 PMI 25%、THK 10%強、日本精工10%と見られる。一方で、韓国も部品の海外依存は減らしているが、NC 装置はファナック、直動案内機器は THK が圧倒的なシェアを維持している。

中国では、1981年にファナックが北京機床研究所と技術提携、1992年に合弁を設立して以来、中国展示会（CIMT）シェアで5割弱のシェアを維持し、競合は独 Siemens が外資系シェア2割弱、三菱電機が同1割弱と見られる。なお、現地工作機械の最大手である瀋陽機床集団（SHENYAG MACHINE TOOL）は主軸を内製しているが、NC 装置調達の6割がファナック、3割が独 Siemens、残りが中国<sup>(43)</sup> GSK と飛陽（FIYANG）ブランドの内製、直線駆動ベアリング調達は7割が THK と見られる。

中国、台湾、韓国の3か国の工作機械企業はNC装置などのキーパーツを日本企業から調達することで、NC工作機械を立ち上げることに成功している。一方、日本の工作機械の中小企業は特定の機械加工のニッチ機械を手掛ける傾向が強いが、日系大手企業では市場規模の大きい量産向け汎用機械を手掛けるケースが多く、ファナック NC 仕様では競合との差別化余地が小さくなる傾向がある。それもあり、マシニングセンターの国内トップ3社のヤマザキマザック、オークマ、DMG 森精機では、歴史的に独自 NC 仕様採用が広がっている。オークマは1963年に自社 NC 「OSP」を開発し、現在もほぼ全量を内製化してきたが、ファナックが NC 装置をほぼ独占供給していたヤマザキマザックが1982年に三菱電機と提携を発表し、独自仕様のマザトロール（NC）を導入し、三菱製にほぼ全量を切り替えるに至っている<sup>(44)</sup>。さらに、DMG 森精機も2010年

---

(43) GSK（広州数控）は中国ローカル NC トップで、台数ベースのシェアは2割強と見られるが、大半が現地工作機械メーカーのローエンド向けで現在は外資系との競合は少ない。

(44) ヤマザキマザックは、2014年に5軸加工機や複合加工機などのハイエンド機に照準を合わせて、9年ぶりにNC装置を刷新した「スムーズエックス」を開発している。

に発表した X-Class で本格的に三菱電機製 NC 装置を採用し始め、ドイツ製 NC 装置を使用している独 DMG を除いても、ファナック NC 比率は全体の約 1/3 まで低下していると見られる。国内マシニングセンター上位 3 社中 2 社に NC 装置を供給する三菱電機は、NC 旋盤で大手 3 社に次ぐシチズンマシナリー<sup>(45)</sup>にも NC 装置を供給している。

一方、中国ではトップクラスの工作機械企業がファナック製 NC 装置などを中心に採用しているため、三菱電機は中国中小企業向けに供給している。また、欧州の工作機械メーカー向けでも、伊 Biglia や独 Index/Traub グループ向けに<sup>(46)</sup> NC 装置を OEM 供給している<sup>(47)</sup>。

三菱電機は、大手企業のユーザーとは専属開発チームを作り、カスタム仕様の開発に取り組むとともに、各ユーザー情報に関してはそれぞれで壁を築いている。三菱電機は、ファナックのような標準化モデルではなく、インターフェイスの独自開発によるカスタムメイドな NC 装置を顧客に提案できることを強みにしているためである。国内では、汎用性が高く、大量生産が必要となる工作機械（企業）を対象に、ファナックと差別化ができる NC（工作機械）を担当し、棲み分ける形となっている。

三菱電機の NC 装置だけの採算性は開示されていないが、NC 装置の国内大手ユーザーへの供給ボリュームが大きいこともあり、価格に関しても、ファナックよりも低水準にとどまっているケースが多く見られる。グローバルのサービステ体制を構築しながら、各ユーザーに個別開発を行っているため、ファナック

---

(45) シチズンマシナリーミヤノは NC 装置を、複合機については三菱電機から、旋盤についてはファナックから調達し、全体量としてはファナックと三菱電機からの調達がほぼ半々と見られる。なお、ブラザーのマシニングセンターは NC を内製している。

(46) Traub ブランドの工作機械に対して 100%三菱電機の NC 装置が採用されており、Index ブランドについては Siemens の NC 装置が 100%採用されている。

(47) 2013年の欧州工作見本市（独ハノーバー）における展示機 1,245 台の NC メーカー別台数は、ファナック 413 台、シーメンス 388 台、ハイデンハイン 181 台、三菱電機 87 台と各新聞等で報道されている。

## プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

よりも採算は劣っているものと見られ、NC装置のコストは相対的に高止まりしている。ファナックは、規模が大きく、汎用性がある大手工作機械企業へのNC装置供給が小さくなる一方で、ファナックにとって価格交渉力が強く、独自性よりも汎用性を重視する台湾・韓国・中国の新興工作機械企業へのNC装置供給を急激に拡大することが可能となった。つまり、ファナックは、日本の3大工作機械企業向けの販売が大幅に減少する以上に、結果的に顧客の潜在的な競合である台湾・韓国・中国への販売を拡大している。ファナックは、競合他社である三菱電機を広義の「外部補完者」として、ユーザー層を棲み分けして、価格水準を維持しながら、新興国のユーザーの成長性を取り込んでいると見ることができる。その結果、林（2014a）によると、日本の「工作機械等」に分類した上場企業16社の過去28年平均の営業利益287億円（同1社平均19億円）、過去5年平均159億円（同10億円）に対して、ファナック1社の過去28年平均の営業利益849億円、過去5年平均1572億円と圧倒している。

以上の事例を、ファナックの視点でみると、NC装置の競合である三菱電機に、市場規模の大きい汎用加工を対象とする大手工作機械企業に独自性の高いNC装置を供給させることで、現在の「エコシステム」を維持していると考えることができる。これにより、ファナックは、カスタム志向の強い国内の中小機械企業と台湾・韓国・中国の機械企業に、ファナック仕様の汎用NC装置を供給しつつ、差別化を図るためにNC装置の独自性を追求する国内大手機械企業との棲み分けを図っている。このことから、NC装置の競合である三菱電機もプラットフォーム・リーダーシップ戦略の広義の「外部補完者」と捉えるほうが、現在の「エコシステム」を正確に把握できると考えられる。

## 6. NC装置内製の機械企業の外部補完者の事例：タッピングマシンや放電加工機等

ファナックは、NC装置の外販<sup>(48)</sup>だけでなく、ユーザーと競合しない範囲でNC装置を応用した製品群、射出成型機（ロボショット）、タッピングマシン・

放電加工機（ロボドリル）、ロボットにも事業を拡大している。<sup>(49)</sup>つまり、ファナックは、NC装置を内製し、ファナック以外のNCの機械の多くに自ら新規参入している。以下に事業毎の展開や戦略を、広義の競合他社であるNC装置内製の機械企業を「外部補完者」と捉えつつ、分析する。

ファナックは、主軸30番サイズの小型マシニングセンター（工作機械）であるタッピングマシンに自ら参入しており、<sup>(50)</sup>現在ではアップルのスマートフォンであるアイフォンの躯体向け金属（アルミ）加工などに多く使用されている。アイフォン以前のスマートフォンは金型で製作する樹脂製であったが、アイフォンは最終製品の差別化（美しさ）のために金属でのケーシング加工を行う方法として、生産性が高く、中高域トルクの大きい工作機械を新たに必要とされた。しかし、従来の機械では量産対応が困難のため、ファナックが参入していたタッピングマシンが、アップル等が委託するEMS向けで大量採用された。<sup>(51)</sup>逆に言えば、既存の工作機械企業の機械とは競合しておらず、ファナック製NC装置のユーザーである工作機械企業と直接的には競合していなかったため、ファナックもタッピングマシンを販売することができた。アイフォンの販売価格の1割弱が躯体コストと見られる上に、アップルの競合企業も最終製品の競争上で金属躯体を採用したこともあり、現在の市場規模は、スマートフォン・タブレットやPCなどの躯体向け金属加工のEMS向け加工賃で1兆円弱<sup>(52)</sup>に達している

(48) 競合は、独シーメンス、三菱電機、中国GSKなど。NC装置事業の詳細は林（2014a）。

(49) 競合は、安川電機（サーボ内製）、ABB、独Kuka等。ファナックはエンジニアリングも含め米国自動車企業や一般向けを受注し、内製している日系自動車向けの構成が少ない。

(50) ファナックはTHKのLMガイドやボールねじを使用し、小型工作機械のマシニングセンターを開発している。ネジ切りを行う加工のために開発され、現在では小型部品加工にも使用される。

(51) ファナックの主な最終的な設備納入先は、Foxconn, Hon Hai Precision, Casetek, BYD Electronicなどで、競合のブラザーは、Catcher, Ju Tengなどと見られる。

(52) 構成比は、スマートフォンが約半分、PCとタブレットが各1/4と推測される。

## プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

と見られる。このように、ファナックのタッピングマシンは、アイフォンの機械加工を受託するEMS向けにファナックタッピングマシン出荷が急拡大したため、2012年のマシニングセンターの国内シェア<sup>(53)</sup>トップに躍り出るほどの新規需要を生み出している。

タッピングマシン（主軸30番サイズ）の国内企業のシェアは、ファナック6割、ブラザー3割程度と見られる<sup>(54)</sup>。欧米勢では主要企業はなく、アジア勢の企業も今まではほとんど実績がなく、アイフォンの躯体加工を行うまでは極めてニッチな機械であった上に、競合のブラザー工業はNC装置を内製しており、当社のユーザーとあまり競合していない。ブラザー工業は、CNCタッピングマシンを1985年から生産していたが、当初はユーザーから「何だ、このちいちゃい機械、何ができるんだ」との声が出る状態であった。しかし、小さな加工品に対しては、圧倒的な高速加工・高能率が可能で、典型的なマシニングセンターと比較して、消費電力29%削減、加工時間54%削減、設置面積79%削減できる水準まで改善を進めてきた。その結果、ブラザー工業のタッピングマシンの累積1万台生産までは10年間程度（1985～1995年）掛かったが、その後はオートバイ、自動車、IT機器産業向けの部品加工に広がり、次の10年間（1996～2005年）で2万台、その後2年（2006～2007年）で1万台を記録している。電機製品の金属躯体の採用は2000年頃から一部で始まっていたが、2006年にアイフォン向けの拡大が始まり、2008～2010年の3年間で2万台、2011年は年間1万台と加速している。つまり、既存の大手企業の工作機械（主軸40番サイズ）で従来は加工していた仕事を、タッピングマシン（主軸30番サイズ）が取り込む形で、典型的な「イノベーションのジレンマ」が発生していると見ることができ

(53) 日経推定によると、国内生産4654億円に対するシェアは、ファナックが30.8%（前年比+8.0%）で、2位の森精機製作所（現DMG森精機）の19.1%（同+1.2%）、3位のヤマザキマザックの17.7%（同+0.4%）を押さえて首位になっている。

(54) 小型マシニングセンターの主力企業の主力工場の生産能力は、ファナックの筑波工場が5000台/月、ブラザー工業の刈谷・西安工場が1000台/月だが、稼働率は異なる。

る。

また、ファナックが最終製品まで手掛ける射出成型機<sup>(55)</sup>や放電加工機などのNC制御は、複雑な工作機械加工と比較すると相対的に単純であり、NC装置内製が比較的容易なため、直接的なNC装置ユーザーの競合にはならない。例えば、ファナックの放電加工機は、ワイヤー型放電加工機のみを手掛けており、特に切削工具の加工用途では高いシェアを持っているが、サイズは2つ程度で製品ラインナップを絞りこんでいる模様である。同様に三菱電機もNC装置のユーザーとは競合しない方針だが、ファナックよりも幅広い用途向けに展開をしており、シェア4割程度を持ち、NC装置を内製するソディックと国内トップを競っている。放電加工機の主要市場である欧州全体の総需要1,000台強では、スイスのGFアジェシャルミーが4割弱とトップシェアを有しており、日本企業の三菱電機とソディックが各々2割前後と見られる。ただし、工作機械など切削機の性能が良くなってきているため、電極を作らないで直接切削機に掛けた方が効率も良くなっており、放電加工機の総需要が世界的に減少しており、とりわけ旋盤（工作機械）にシェアを奪われている。放電加工機は「イノベーションのジレンマ」で市場規模が縮小するステージに入っていることから、ファナックは用途を特定して放電加工機の事業展開を行いつつ、競合他社を「外部補完者」としながら、放電加工機と潜在的に競合するNC装置のユーザーである旋盤（工作機械）企業のイノベーションを起こすように支援していると見ることができる。

さらに、通常が多関節ロボット1台当たりでNC装置1台、サーボモーター6台を使用することもあり、ファナックはロボット事業に参入し、世界トップクラス<sup>(56)</sup>となっている。今までのロボットの用途向け構成は、自動車のスポット

(55) 国内競合は、住友重機械工業、日精樹脂工業、日本製鋼所、東芝機械、東洋機械金属、ソディックなどである。国内最大の競合である住友重機等もNC装置を内製している。

(56) 競合は、安川電機（サーボ内製）、ABB、独 Kuka 等。ファナックはエンジニアリングも含め米自動車企業や一般向けを受注し、内製している日系自動車向けの

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

溶接向けが中心で、高加重のマテリアルハンドリング向けなどがある。しかし、ABB 社が保有していたパラレルリンク式の特許が<sup>(57)</sup>1997年に切れ、ファナックは2年の開発期間を経て、小型パラレルリンクロボットを発売している。ファナックのパラレルリンクロボットは、速度が従来の2倍で、軽加重の食品・電子部品などの分野展開を期待し、市場開拓を進めている。

以上の事例から、ファナックは、NC装置を販売していない機械に、自ら参入することで特殊加工を推持し、ファナック製NC装置を採用していない市場規模の大きい汎用加工を対象とする大手工作機械企業ともバランスを取っていると考えられる。つまり、ファナックは、最終製品である機械そのものに参入することで「エコシステム」を維持し、広義の競合他社であるNC内製の機械企業を「外部補完者」に準ずる行動に導いていると見ることができる。

## 7. まとめ

本論文では、ファナックをプラットフォーム・リーダーシップ戦略の4レバーに基づき分析した上で、THKなどの他のキーパーツ企業と三菱電機などのNC装置競合企業の戦略・動向の事例研究を踏まえ、「外部補完者」の概念の拡張を試みた。

林(2014b)でNC装置大手のファナックが、カスタム仕様の強い国内の中小機械企業と台湾・韓国・中国の工作機械企業にNC装置を供給することで、差別化を図るためにファナック仕様以外の独自NCを採用する大手機械企業との棲み分けが成立している構図を指摘した。これを踏まえ、まず本論文では、プラットフォーム・リーダーシップ戦略の視点から、直動案内機器や精密位置決めセンサーなどのキーパーツの事例研究を通して、ファナックのNC装置の

---

構成が少ない。

(57) ABBは食品向けに特化しており累積販売台数は1000台程度にとどまっていたが、ファナックではゲンコツ・ロボットと称して、幅広い用途開発を提案し、市場開拓している。



モジュール化が、補完製品のイノベーションを刺激したことを示した。つまり、ファナックがNC装置のモジュール化を進めることで、工作機械のモジュール化が進み、各コンポーネント企業が相互依存を意識することが小さくなり、独自開発が進んでいることを示した。このことから、モジュール化が、NC装置以外のキーパーツの「外部補完者」に、工作機械の高速・高効率への貢献を目指す自律的發展を促したと考えられる。

さらに本論文では、NC装置の競合他社やNC装置を内製している機械企業の事例研究を通して、ファナックが、これらの企業を外部補完者として、NC装置の最終的な市場成長を促していることを示した。ファナック製NC装置の普及により、競合との差別化余地が小さくなる日本の大手工作機械企業が、独自仕様のNC装置を三菱電機に切り替える一方で、ファナックは自社仕様の汎用NC装置を台湾・韓国・中国の機械企業などに供給し、新市場開拓を加速させている。また、ファナックはNC装置の顧客が手掛けていない機械（最終製品）も直接手掛けることで、新市場の開拓やNC装置顧客の工作機械企業の側面支援を行っている。加えて、これらの多様性により、ファナックは「イノベーションのジレンマ」を避けることができている。このことから、NC装置の競合である三菱電機やNC内製の機械企業等、つまり、広義の競合他社もプラットフォーム・リーダーシップ戦略の「外部補完者」として、理解する必要があることを示した。

今後の課題として、財務的・定量的な分析やビジネス・エコシステムの健全性を測る3つの指標の定量化を挙げたい。加えて、林（2014a）で資本財産業の各セクター分類を提案したが、工作機械産業以外の分析が進んでいない資本財産業の各セクターを対象として、今回拡張したプラットフォーム・リーダーシップやキーストーン戦略の有効性をさらに検証したい。産業全体の製品アーキテクチャ特性に関して、NC装置のようなモジュール化（切り出し）活用の事例も他の資本財産業や企業で見られるかの検証も行っていきたい。

参 考 文 献

- Baldwin, C. Y. & Clark, K. B. (1997) "Managing in an Age of Modularity," *Harvard Business Review*, Sep-October, 84-93 (安藤晴彦訳, 青木・安藤晴彦編「モジュール化」, 東洋経済新報社所収, 2002年)
- Baldwin, C. Y. & Clark, K. B. (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, Vol. 1, Cambridge, MA, MIT Press. (安藤晴彦訳「デザイン・ルールモジュール化パワー」東洋経済新報社, 2004年)
- Chesbrough, H. W. (2003) *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, Harvard Business School Press (大前恵一朗訳「OPEN INNOVATION—ハーバード流イノベーション戦略のすべて」, 産能大出版部, 2004年)
- Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma*, Harvard Business School Press (伊豆原弓訳「イノベーションのジレンマ」, 翔泳社, 2000年)
- Christensen, C. M. & Raynor, M. E. (2003) *The Innovator's Solution*, Harvard Business School Press. (玉田俊平太監訳「イノベーションへの解」, 翔泳社, 2003年)
- Christensen, C. M. et al. (2004) *The Innovator's Dilemma: Seeing what's Next*, Harvard Business School Press. (宮本喜一訳「明日は誰のものか」, ランダムハウス講談社, 2005年)
- Fine, C. H. (1998) *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Reading: Perseus Books (小幡照雄訳『サプライチェーン・デザイナー—企業進化の法則』, 日経 BP 社, 1999年)
- Finegold, D. et al. (1994) *The Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery*, Rand, MR 479/2-OSTP-V.2
- Gawer, A. & Cusumano, M. A. (2002) *Platform leadership: how Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation*, Boston: 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: イノベーションを導く新しい経営戦略」, 有斐閣, 2005年)
- Henderson, R. M. & Clark, K. B. (1990) "Architectural Innovation: The Reconfiguration of existing Product Technologies and the Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, 35, 1.9-30
- Iansiti, M. & Levien, R. (2004) *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Harvard Business School Press (杉本幸太郎訳「キーストーン戦略 イノベーションを持続させるビジネス・エコシステム」, 翔泳社, 2007年)
- Rosenberg, N. (1976) *Perspectives on Technology*, Cambridge, Cambridge University Press
- Ulrich, K. (1995) "The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm," *Research Policy*, 24, 419-440

- 青木昌彦・安藤晴彦編（2002）『モジュール化』東洋経済新報社
- 伊藤誼・水野順子編（2009）『工作機械産業の発展戦略』工業調査会
- 稲葉清右衛門（1982）『ロボット時代を拓く』PHP 研究所
- 岡本久吉（2010）『日本における企業の分離・独立の研究』東京リーガルマインド
- 加藤秀雄（2013）「外需依存時代における生産機械産業の国内外事業展開の分析視角」  
社会科学論集, 139号, 75-95
- 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  
編『日本企業の生産システム』所収, 中央経済社, 151-178
- 河邑肇（2005）「アメリカ工作機械市場におけるジョブショップの特質：生産実態か  
らみた日本製NC機導入の客観的条件」, 経営研究, 56巻1号, 19-34
- 月刊生産財マーケティング各号, ニュースダイジェスト社
- 国領二郎（1995）『オープン・ネットワーク経営』日本経済新聞社
- 児玉文雄（2007）『MOT シリーズ技術経営戦略』オーム社
- 児玉文雄編著（2008）『技術潮流の変化を読む』日経BP社
- 小林敏男（2014）『事業創造』有斐閣
- 坂本清編（1998）『日本企業の生産システム』, 中央経済社
- 産業学会（1995）『戦後日本産業史』東洋経済新報社
- 柴田友厚（2008）『モジュール・ダイナミクス』白桃書房
- 柴田友厚・玄葉公規・児玉文雄（2002）『製品アーキテクチャの進化論』白桃書房
- 関口博・高下二郎（2008）『絵とき「マシニングセンタ」基礎のきそ』日刊工業新聞  
社
- 田淵泰男（1999）「製造業におけるサービス戦略について」国士舘大学政経論叢,  
1999（4）, 169-193
- 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』所収, 東洋経済新報社, 211-246
- 日本工作機械工業会（2012）『工作機械産業ビジョン2020』日本工作機械工業会
- 日本工作機械工業会（2014）『工作機械統計要覧2014』日本工作機械工業会
- 朴泰勲（2001）「工作機械メーカーの製品開発」, 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編  
（2001）『ビジネス・アーキテクチャ』所収, 有斐閣, 195-207
- 原田勉（2007）『汎用・専用技術の経済分析』白桃書房
- 林隆一（2013a）「製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財  
産業の研究—その1：資本財産業研究のための先行研究サーベイ—」, 神戸学院経  
済学論集45巻1・2号
- 林隆一（2013b）「製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財  
産業の研究—その2：産業別先行研究サーベイ—」, 神戸学院経済学論集45巻3号
- 林隆一（2014a）「製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財  
産業の研究—その3：日本の資本財産業構造—」, 神戸学院経済学論集45巻4号
- 林隆一（2014b）「製造業におけるプラットフォーム・リーダーシップ戦略とキーストー

プラットフォーム・リーダーシップ戦略における補完者の拡張

- 「戦略—工作機械産業の事例研究—」, 神戸学院経済学論集46巻1・2号  
廣田義人 (2011) 『東アジア工作機械工業の技術形成』 日本経済評論社  
藤田泰正 (2008) 『工作機械産業と企業経営』 晃洋書房  
藤本隆宏 (2001) 『生産マネジメント入門 I・II』 日本経済新聞社 (全2巻)  
藤本隆宏編 (2013) 『「人工物」複雑化の時代』 有斐閣  
藤本隆宏・武石彰・青島矢一編 (2001) 『ビジネス・アーキテクチャ』 有斐閣  
森野勝好 (1995) 『現代技術革新と工作機械産業』 ミネルヴァ書房  
THK 株式会社 (2001) 『THK 30年のあゆみ』 THK 株式会社