

# プラットフォーム・ リーダーシップによる エコシステム領域拡大戦略

——ファナックの事例研究——

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 (Key-  
stone), NC 装置 (Numerical Controller), 工作機械 (Machine  
Tool)

## 1. はじめに

林 (2014) では、ビジネス・エコシステム (キーストーン戦略) とプラット  
フォーム・リーダーシップ<sup>(1)</sup>戦略の観点から、工作機械の NC 装置<sup>(2)</sup>の大手企業  
であるファナックの事例研究を行った。これらの戦略は、米国を中心とするソ  
フトウェアや消費財企業の事例研究が中心であり、製造業での検証事例が少な  
いため、工作機械産業の事例を検証した。林 (2015) では、その他の部品企業  
や NC 装置競合の戦略・動向の事例研究を踏まえ、プラットフォーム・リーダ

---

(1) 後述の通り、ビジネス・エコシステム (キーストーン戦略) は Iansiti & Levien (2004) が、プラットフォーム・リーダーシップ戦略は Gawer & Cusumano (2002) が提唱した。

(2) NC 装置 (Numerical Controller) 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・リーダーシップによるエコシステム領域拡大戦略

シップ戦略の「外部補完者」の概念の拡張を試みた。林（2016）では、台湾の機械・電機企業のフィールドワークを踏まえ、ファナックをキーストーン種とした台湾工作機械産業の「ビジネス・エコシステム」の事例研究を行った。

これらを踏まえ、本論文ではファナックのプラットフォーム・リーダーシップ戦略を、工作機械関連だけでなく産業用ロボット事業を含む全社の戦略として拡張し解釈する。Van Alstyne & Parker & Choudary（2016）は、エコシステム参加者の利益が高まるプラットフォームの構築こそが競争優位となりうることを示し、フィードバックに基づく循環・反復型のプロセスを通して、拡大するエコシステムの全体価値の最大が追求されると主張している。本論文では、ファナックはロボット事業の展開とアフターサービスの強化により、直接の顧客だけでなく、工作機械産業を含む製造業全般のビジネス・エコシステムの全体価値の最大化を進めていると解釈できることを示す。

本論文の構成としては、まず製品アーキテクチャを対象とした先行研究の枠組を整理し、それらの視点から工作機械産業の変遷を国別にまとめる。その上で、ファナックのNC事業をプラットフォーム・リーダーシップ戦略の視点で分析し、産業用ロボット事業を含めた全社的な戦略に展開する。それにより、ファナックのアフターサービスが、製造業全般のビジネス・エコシステムを維持・拡大するために重要な役割を担っていることを明らかにする。

## 2. 先行研究

Teece（1986）は、イノベーション先行者の占有可能性として補完財資産が重要な役割を果たしていることを指摘した。補完財資産は、技術を事業化している市場で競争力を確保するために必要な流通チャンネルやコンピュータ（ハードウェア）に対するソフトウェアや消耗品などの補完的な資産である。企業は自社の製品だけでは市場に価値を提供できず、補完財資産との組み合わせによって価値を高め・維持することができると主張した。直近では長内・榊原（2012）が、建設機械のコマツのアフターマーケット戦略の分析している。

Henderson & Clark (1990) は、コピー機などの事例研究を通して、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コンポーネント間の技術的相互関係性から製品アーキテクチャ（Product Architecture）に注目した。

Ulrich (1995) は、製品アーキテクチャを、モジュール型（Modular, 組み合わせ型）とインテグラル型（Integral, すり合わせ型）の2つに大別し説明した。複数のコンポーネントの相互関係が単純であり、部品間のインターフェイスが標準化されて構造的に独立分離している状態をモジュール型に、製品の機能と構造が複雑に錯綜し、部品が独自のインターフェイスで複雑に連結されている状態をインテグラル型に分類している。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、各コンポーネント企業が独立的な設計が可能となったことを示した。それにより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ことを示した。

Baldwin & Clark (1997)・(2000) は、PCなどの事例研究を通して、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<sup>(3)</sup>を創出しやすくなると主張した。

Christensen (1997) は、モジュール型産業のHDDなどの研究を通して、「イノベーションのジレンマ」(the Innovator's Dilemma)を提唱した。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である。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

---

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

プラットフォーム・リーダーシップによるエコシステム領域拡大戦略

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、新しい市場規模は小さく、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、既存顧客が求めず、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。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。大半の顧客のニーズを満たすにはまだ「十分でない」状況では、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ないが、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化する過程でこのような状況が生じるとした。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、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、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、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、産業界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。

Iansiti & Levien (2004) は、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として「キーストーン種」の存在を指摘している。キーストーン種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で、エコシステムの安定性を司る存在である。エコシステム間で競争優位を獲得するためには、キーストーン種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した。またビジネス・エコシステムの健全性を測る3つの指標として、①生産性、②構造安定性・堅牢性、③ニッチの創出を指摘している。

### 3. 国別で見た工作機械産業の動向

英国で発祥した工作機械産業は、米国の機種収斂によるモジュール化で開花したが、NC装置などによる破壊的技術が「イノベーションのジレンマ」を米国にもたらし、1982年以降、日本が世界トップに踊りでた。しかし、韓国や台湾、中国企業のNC工作機械生産拡大により、2009年以降は日本は世界一の座から転落している。林（2014）では、ファナック製NC装置の普及により、競合他社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装置に切り替えてきたことを指摘した。NC装置トップのファナックが、国内のニッチ志向の中小機械企業と台湾・韓国・中国の工作機械企業にNC装置を大量に供給することで固定費が削減され、独自NC装置を採用している国内大手の機械企業との棲み分けによる均衡が成立していると考えられる。

もともと工作機械産業は、18世紀の英 Wilkinson による高精度シリンダー中ぐり盤の開発で、Watt の蒸気機関が実現し、英 Maudslay（ねじ切り旋盤）が「母性原理（Coping Principle）」<sup>(4)</sup>を確立することで確立した。さらに1820年以

(4) 切削加工のように工作物から一定量を工具で除去する加工において、製品の寸法や精度は、工作機械の動的精度で制限される。言い換えれば、工作機械の精度以

降の米国独立戦争や南北戦争を背景に、小銃の量産と完全互換性部品の製造のために主要機種が次々に開発された。それまで米国工作機械は繊維産業の一部門に過ぎなかったが、金属切削加工の各加工技術が「モジュール化」され、特定機種に収斂することで、ミシン・タイプライター等への応用から自動車産業の立ち上げにつながり、同一規格の大量生産を可能になった。このように米国企業は工作機械加工の専用技術を汎用化し、自動車、航空宇宙、国防産業向けの先端加工技術で世界を先導し、1970年代まで世界トップを維持した。ただし、米国は1951年にNC工作機械の試作機を完成させたものの、航空機等の複雑な部品加工の大型機が中心だったため、ローコストで裾野の広いジョブショップ向けの開発に遅れた。

一方、日本の工作機械産業は、第二次世界大戦で壊滅的な影響を受けたが、欧米の先進企業より100社以上の技術導入が行われ再出発した。1960年代の貿易自由化方針により、自動車産業が中小企業の系列化を推し進め、中小企業の設備近代化のためにローエンドの「ジュニアマシン」が開発された。その後の自動車産業等の拡大に伴い、日本では中小企業向けを対象にNC機械の開発も進み、NC工作機械生産は1975年の2188台/399億円（NC化率7.8%）から1981年2.6万台/4340億円（同51%）に拡大した。金型加工もNC化が進み、輸出比率も1970年の8%（輸出額241億円）から1980年40%（同2700億円）まで拡大した。NC工作機械という「イノベーションのジレンマ」が発生した結果、量産向け工作機械で出遅れた米国の生産高シェアは1981年の20%（世界1位）から1983年の10%（同4位）に低下する一方で、日本は、82年に世界シェアトップとなった。

---

上の製品を作ることはできない。

(5) フライス盤、研削盤、タレット旋盤、多軸自動旋盤、ブローチ盤などが開発された。

(6) LS旋盤やA型タレット旋盤等の基本の寸法仕様は確保しつつ、機能・性能仕様を簡素化した廉価な機械。

その結果、欧米では企業再編が進んできた。米国トップ企業の MAG-Industrial-Automation 社にも多くの企業が集約されてきた。1859年創業の米 Gidding & Lewis 社が、1996年に独 Thyssen Produktions System 社に買収され、傘下の独 Huller Hille 社、米 Fadal Machinning Center 社等とともに、2006年に投資会社に売却され、同じく買収した米 Cincinnati 社と事業統合し、現在では低価格機を主力とする企業に再編された。一方、主要企業だった米 Burgmaster はコングロマリットの傘下で解体され、112年の歴史を持つ米 Ingersoll Milling Machine 社は、2003年に自動車部品加工機械部門も中国企業に売却し、米国連邦破産法を申請し、伊 Camozzi Holding 社に売却されている。欧州では、1994年に独 Gildemeister 社（1870年創業）が独 DECKEL 社と独 MAHO 社の経営権を引き継ぎ、欧州最大の切削型工作機械メーカー DMG が誕生した。しかし、2009年に森精機と資本提携を結び、現在では社名変更した DMG 森精機が76%の株式保有し経営統合している。

一方、2015年末の日本の工作機械工業会での生産実績は96社と長期に亘り、比較的安定している。「機振法」を初め数多くの行政指導や「新規機種に参入しない」紳士協定などの締結があり、企業毎の生産機種絞り込みによる棲み分けが行われてきた。藤田（2008）が指摘しているように、日本のマシニングセンタ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る。『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」く、『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』である。

---

(7) 1961年には各社が代表機種に生産集中する「集中生産に関する申し合わせ」があった。

(8) 日本工作機械工業会（2012）P89, P74。林（2014）では、具体的に、安田工業、ミクロン精密、和井田製作所、太陽工機などのユニークな中堅企業を紹介している。

(図表1) 日本の工作機械企業の資本額の分布

2007年	～0.5億円	～1億円	～5億円	～10億円	～20億円	～50億円	～100億円	100億円超	合計
企業数(社)	21	12	18	8	7	10	4	13	93
工作機械生産 (百万円)	51,401	50,325	101,539	66,018	87,246	350,545	128,123	867,658	1,702,855
(構成比)	3%	3%	6%	4%	5%	21%	8%	51%	100%
1社あたり生産 (百万円)	2,448	4,194	5,641	8,252	12,464	35,055	32,031	66,743	18,310
(工作機械比率)	60%	71%	70%	31%	43%	79%	57%	12%	20%
工作機械従業員数 (人)	1,511	1,306	2,474	1,745	1,750	8,711	1,938	13,417	32,852
(構成比)	5%	4%	8%	5%	5%	27%	6%	41%	100%
全社生産額 (百万円)	85,238	71,368	144,293	211,654	201,069	443,368	226,101	7,298,168	8,681,259
全社従業員(人)	2,570	2,130	3,941	4,253	4,135	10,536	4,194	94,708	126,467
1社当たり従業員 数(人)	72	109	137	218	250	871	485	1,032	353

  

2015年	～0.5億円	～1億円	～5億円	～10億円	～20億円	～50億円	～100億円	100億円超	合計
企業数(社)	23	18	16	5	5	11	4	14	96
工作機械生産 (百万円)	45,122	55,965	60,269	56,937	57,136	304,098	91,892	803,865	1,475,284
(構成比)	3%	4%	4%	4%	4%	21%	6%	54%	100%
1社あたり生産 (百万円)	1,962	3,109	3,767	11,387	11,427	27,645	22,973	57,419	15,368
(工作機械比率)	61%	46%	76%	31%	62%	83%	49%	15%	23%
工作機械従業員数 (人)	1,699	1,821	2,321	1,498	1,702	11,091	2,421	18,149	40,702
(構成比)	4%	4%	6%	4%	4%	27%	6%	45%	100%
全社生産額 (百万円)	73,878	121,624	79,255	182,678	92,391	365,254	186,899	5,245,110	6,347,089
全社従業員(人)	2,593	4,176	3,014	4,286	2,934	14,411	4,446	75,706	111,566
1社当たり従業員 数(人)	74	101	145	300	340	1,008	605	1,296	424

(出所) 日本工作機械工業会(2016)等より作成

NC化を梃子に韓国や台湾の工作機械産業も台頭している。韓国の工作機械産業は、1974年の貨泉と滝沢鉄工所の技術提携から始まり、77年にファナックから技術情報を得て韓国初のNC旋盤を完成させている<sup>(9)</sup>。2015年の韓国生産高は48億ドル(世界5位)であり、主要なNC旋盤とMCの2機種に絞込んで大量生産(国内需要対応と輸出)を行い、少量多品種の機種を輸入に依存しながら

(9) 廣田(2011)によると1962～95年までの切削工作機械の技術提携101件のうち、地理的に近く、技術水準が比較的低いので吸収しやすい日本企業がのべ85件を占めている。

(10) 2012年では2機種の全体に対する金額構成比は77%で、台湾の同66%より高い。



ら、純輸出国となっている。韓国の工作機械は、現代 WIA が自動車専用機など「固定仕様の機械を短納期で一般不特定多数ユーザー」に対応し、斗山インフラコアが汎用機を中心に棲み分け、2社で約2/3の韓国シェアを占めている。

台湾の国産初の NC 工作機械は、1974年に楊鉄工廠が滝沢鉄工所をモデルとしてファナック製 NC 装置の導入で開発が始まった。さらに1976年には大興機器が滝沢鉄工所と技術提携で NC 旋盤を開発し、大同もオークマと技術提携するなど日本企業との合弁・技術導入が進み、1968年に日本からの技術で創業した東台精機が国内トップとなっている。2015年の台湾生産高は40億ドル（世界7位）だが、35億ドルが輸出額（同3位）である。台湾は外部からの基本技術導入を背景に、各種部品の専門企業が成長し、約700社の工作機械企業の存在を維持している。林（2016）では、機械工業研究院への設計委託や日本企業との合弁・技術導入により部品企業も成長し、台湾の工作機械産業は部品レベルのモジュール化（外注化）が進展していることを示した。

2009年以降は中国が世界最大の工作機械生産国となっている。1953年に瀋陽機床集団が創業され、90年代後半の大幅リストラを経て、2008年以降は中国トップとなっている。大連機床集団とともに、ファナックの NC 装置を調達することで、汎用的な NC 工作機械の急速な量産を進め、中国国内生産のそれぞれ10%前後のシェアを持つ。国別の生産高に関しては、日本は2009年まで27年連続維持してきた世界の座から転落し、2015年の切削工作機械の生産シェアは1

---

(11) 現代 WIA は、1976年の日立精機との技術提携で設立され、多くの日本企業からの技術供与を経て、82年に NC フライス盤を、91年に NC 研削盤を自社開発した。97年に経営破綻した起重重工の工作機械部門を、2005年に現代精工の同事業を統合している。

(12) 斗山インフラコアは、池貝鉄工と技術提携で普通旋盤を生産した大宇機械工業が源流で、三井精機との技術提携で MC 工作機械に進出し、2004年に斗山に買収されている。

(13) 日本人技術者と現地資本家が設立し、日立精機などと技術提携で発展した。

(14) 1935年に設立した三菱系の満州機器を起源とする。

プラットフォーム・リーダーシップによるエコシステム領域拡大戦略

位中国28%， 2 位日本17%， 3 位ドイツ15%となっている。消費市場としても中国が世界最大で、2015年の中国内需は275億ドル（国内生産221億ドル，輸出86億ドル，輸入32億ドル）である。2014年の中国の国別輸入元トップは，マシニングセンタは日本（構成比51%），旋盤は台湾（同30%），研削盤はドイツ（同29%）と棲み分けている。

（図表 2）国別の工作機械市場

（百万ドル）

	CY2015	生産	構成比	消費	構成比	純輸出
1	中国	22,100	28%	27,500	35%	-5,400
2	日本	13,490	17%	5,805	7%	7,685
3	ドイツ	12,422	15%	6,360	8%	6,062
4	イタリア	5,306	7%	3,136	4%	2,170
5	韓国	4,758	6%	3,823	5%	935
6	米国	4,600	6%	7,361	9%	-2,761
7	台湾	4,030	5%	1,564	2%	2,466
8	スイス	3,052	4%	1,038	1%	2,014
9	スペイン	1,003	1%	595	1%	408
10	オーストリア	938	1%	637	1%	301
	他	8,491	11%	21,151	27%	-12,660
	合計	80,190	100%	78,970	100%	—

（出所）Gardner Research より作成

#### 4. ファナック：プラットフォーム・リーダーシップ戦略のNC装置事業への適用

林（2015）の通り，工作機械のNC化とそれに伴う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展してきた。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，ファナック製品に加え，THKの直動機器，SMCの空圧機器やメトロールの精密位置決めスイッチ等のキーパーツを購入すれば，一定水準の工作機械を生産できるようになっている。実際に，中国，台湾，韓国の3か国の工作機械企業はNC装置などを調達することで，NC工作機械生産を立ち上げることに成功している。

韓国・台湾・中国の工作機械企業が拡大しているが、相対的には日本の中小工作機械企業と競合は小さい。むしろ、日本の大手企業は、やや高価ながら、1台で幅広い汎用加工ができる機械を生産しており、これらの機械の汎用的な加工の一部と競合する部分の方が大きい。もともと日本の工作機械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することで、米国に対して「イノベーションのジレンマ」を起こした。同様に、現在は韓国や台湾企業が、精度や加工範囲などが限定されるものの、新しい最終顧客を開拓している。工作機械産業全体に対して、新しいニッチな機械の開発を促すことで、工作機械企業と技術の多様性が維持されていると解釈できる。

（図表 3）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

日本の大手工作機械企業は、他社との差別化から NC 装置を内製したり、ファナック製の NC 装置の組み込みを減らしたりしており、国内上位 3 社の工作機械企業の NC 装置はファナック製以外が大半を占めている。一方でファナックは、独自性よりも汎用性を重視する台湾・韓国・中国の新興企業と国内の中小機械企業など相対的に価格交渉力が強い顧客に、汎用 NC 装置を供給している。ファナックの立場に立てば、韓国・台湾・中国での工作機械産業の拡大を促すことで、顧客である工作機械が最終用途を広げる役割を担い、工作機械産業全体が「イノベーションのジレンマ」に陥ることを回避してきたと見ることができる。

林（2014）では、Iansiti & Levien（2004）の「エコシステム」を工作機械産

業に適用し、ファナックを「キーストーン種」と見て、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 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と考え、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）

Finegold 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。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。

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）

工作機械産業は、景気循環の影響を受けやすい上、NC 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 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 を採用すれば、固定費を軽減しつつ、輸出対応が可能となる。この結果、NC を外部調達している中小の工作機械企業の淘汰は小さいことは既に示した<sup>(15)</sup>。

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。台湾・韓国・中国の工作機械企業がコストパフォーマンス機を供給し、製品の全体的な性能上昇を支援していると考えられる。

さらに Gawer & Cusumano (2002) のプラットフォーム・リーダーシップの

---

(15) 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た。

(16) 2006年にはファナックが滝沢鉄工所からの株主取得要請に基づき、5%弱出資の最大の安定株主となる例もみられる。

4 レバーの枠組を、ファナックに適用し、以下のように適応分析を行った。

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顧客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 を外部調達することで機電を分離し、NC 等の技術変化への対応をファナックへ全て委託できるようになっている。

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・玄場・児玉（2002）は、ファナックの NC 装置開発でインターフェイス部分のオープン化を進めたことを検証している。1985年の Series 0（ゼロ）でオーダーメイドマクロというカスタム化機能が供給され、1997年の Series 16i で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の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、中小機械企業に必要なオープン化を進めてきている。

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）

ファナックは、1975年にベンチャーだったインテルの8ビット MPU をいち早く採用し、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るなど新技術の取り込みに積極的である。一方で原田（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」と指摘している。

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。ただし技術ありきでなく、研究所では設計段階からコストを意識した開発を行い、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ことで新技術の導入を促してきたと考えられる。実質的な創業者である稲葉（1982）は『ファナックは、商品に関しては、人間の場合とは逆に、「育ちより氏（生まれ）、即ち、設計・開発の段階において高品質で低コストのものを設計しなければ、どんなに製造段階で改良を進めても、競争力のある商品は生まれませんということです。このことから、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。

これらの分析を踏まえ本論文では、ファナックの全社的なプラットフォーム・リーダーシップ戦略の観点からアフターサービスの重要性を強調したい。ファナックのアフターサービス体制が工作機械産業の構造安定性を高めていると考えられるためである。一般的に日本企業はアフターサービスを「サービス」と位置付けるものの、日本の最終ユーザーは要求水準が高くきめ細かいアフターサービスを必要とする傾向がある。一方で欧米企業はアフターサービスをビジネスととらえる傾向がある。例えば、コピー機のゼロックスやカミソリのジレットは、メンテナンスで利益を上げるビジネスモデルで有名である。それに対して、ファナックのアフターサービスは、ユーザーサポートが目的だと考えられる。ファナックでは会社資料に「壊れない、壊れる前に知らせる、壊れてもすぐ直せる」を合言葉として、世界中の製造現場の稼働率向上を目指します」とアピールしている。

日本や台湾の工作機械企業へのヒアリングによると、顧客がファナックのNC装置を選ぶ理由に、アフターサービス力を上げるケースが多い<sup>(17)</sup>。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が、

---

(17) 工作機械の付加価値で約30%は性能を維持するための技術サービスといわれている。

グローバルのメンテナンス体制やユーザー教育の整備などの固定費構成が大きくなれば、倒産リスクが大きくなる。ファナックの主要顧客でもある日本の中堅企業と後発の韓国・台湾の工作機械企業は、部品在庫が相対的に小さく、修理も代理店に任せる傾向がある。その際、世界でサービス体制を整っているファナックのNCを採用すれば、工作機械企業は固定費を軽減して、グローバル展開が容易となる。つまり、ファナックは工作機械産業のエコシステムを維持するために、アフターサービスに注力していると解釈できる。

## 5. ファナック：プラットフォーム・リーダーシップ戦略のロボット事業への適用

ファナックはNC装置だけでなく、産業用ロボットでも世界トップ企業であり、本論文ではファナックのプラットフォーム・リーダーシップ戦略を、産業用ロボットも含めた事業全体に拡張して適用を試みる。

ファナックの売上構成は以下の（図表4）の通りである。ファナックは、NC装置1台とサーボモータを平均5台セット<sup>(18)</sup>として顧客に供給しており、NC装置を販売するFA部門の2015年度売上高構成比は27%である。一方でロボットの同構成比は30%<sup>(19)</sup>である。また、NC装置の顧客と競合しない工作機械や射出成型機なども生産しており、これらのロボマシンの同構成比は29%<sup>(20)</sup>である。ロボットを含むこれらの機械にもNC装置が組み込まれており、NC装置のシナジー効果が大きい。ファナックは2015年度よりサービス売上を開示しているが、売上構成比は13%に留まり、ファナックは装置販売の収益力が高くメンテナンスの収益貢献は小さいことが分かる。

ファナックは産業用ロボットのシェアも世界一である。地域別では、欧米でのシェアが高く、日本でのシェアが低い特徴が見られる。日本企業の顧客は、

---

(18) 2015年末累積でサーボモータを1600万台、NC装置を350万台生産している。

(19) 2015年末累積でロボットを40万台生産している。

(20) 2015年末累積で工作機械を24万台、射出成型機を5万台生産している。

(図表 4) ファナックの売上構成内訳 (製品別・地域別・マトリックス)

(十億円)

部門	FY2014	FY2015	構成比	地域	FY2014	FY2015	構成比
FA	207	170	27%	日本	124	119	2%
ロボット	157	188	30%	アジア	392	265	4%
ロボマシ	292	183	29%	欧州	88	94	2%
サービス	75	82	13%	米州	124	143	2%
合計	730	623	100%	他	3	3	0%
(出所) 会社 IR データ				合計	730	623	10%

FY15.Q4	日本	アジア	欧州	米州	他	合計
FA	10%	13%	3%	1%	0%	27%
ロボット	4%	6%	7%	16%	0%	33%
ロボマシ	3%	17%	3%	2%	0%	25%
サービス	4%	1%	3%	6%	0%	15%
合計	21%	38%	16%	25%	1%	100%

(出所) IR データより作成

ロボットの取り扱いに慣れていることもあり、カスタム仕様を好む傾向がある。特にトヨタのような大企業は自らロボットの仕様を決め、ロボット企業に製造させる傾向がある。しかし、ファナックは自社仕様の規格化されたロボットを中心に販売していることが要因と考えられる。ファナックはNCではモジュール化により、最終顧客である工作機械企業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。ファナックはロボットでも同様の志向を持ち、ユーザーのカスタムニーズの強い日本ではシェアが低く、ファナックは汎用性の高いロボットを販売するため、海外でシェアが高

(図表 5) 産業用ロボットの地域別シェア

欧州	シェア	米国	シェア	日本	シェア	世界	シェア
ファナック	62%	ファナック	83%	安川電機	12%	ファナック	17%
A	11%	D	6%	川崎重工	11%	KUKA	11%
B	7%	E	2%	パナソニック	11%	ABB	11%
C	5%	F	2%	ファナック	10%	安川電機	11%
その他	15%	その他	7%	不二越	5%	川崎重工	5%

(出所) EMO, 2015; IMTS, 2014; 日経2012.7.27



い。

一般的に、産業用ロボットは、独立した多数のシステムインテグレーターが中小企業の生産ラインに設置している。例えば中国だけでも独立したシステムインテグレーターが約1000社あると言われている。システムインテグレーターは生産ラインの詳細な設計，ロボットの設置，ロボットのソフトウェア設計，制御ソフト組み込み等を行っている。システムインテグレーターがロボットの多様性を確保しているといえる。ファナックのシェアの高さは，システムインテグレーターからロボットのアフターサービス体制も評価されていることにもある。

本論文ではファナックのプラットフォーム・リーダーシップ戦略の4つのレバーを，産業用ロボットも含めた事業全体に拡張して適用を試みる。

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，標準化されたロボットを，自社のロボットで生産している。通常が多関節ロボットは1台当たりNC装置1台とサーボモータ6台を使用し，NC装置やサーボモータも内製している。ロボットの大手企業でサーボモータを内製しているのはファナックと安川電機だけである。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が，ロボットでも同様である。

一方で，ファナックはNC装置では工作機械企業に最終顧客のニーズ対応を任せ，イノベーションのジレンマの発生を抑制する多様性を確保してきたが，同様にロボット事業でもシステムインテグレーターに顧客対応を任せている。ロボットのインテグレータ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むことに集中できる。つまり工作機械企業と同様に，ロボットのインテグレーターは，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たと見ることができる。

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）

ファナックはNC装置の表示をパソコンと共有化し，操作方法もカスタマイズ可能にしたが，ロボットも標準化を進めている。ファナックは，ロボット事業ではシステムインテグレーターのニーズを聞いて，彼らが標準化されたロボットを作っている。一般的に工場の組立工程でロボットが使用できるのは約3割と言われており，残り7割は現時点でロボットだけでは製造できない。しかし，ファナックのロボットは標準化されているため，ロボットの組立工程の約9割まで自動化を進めている。これによりファナックは毎月5,000台のロボットの製造能力を確保しているだけでなく，ファナックはNC装置とサーボモータも自社のロボットによって生産している。さらに，標準化することで製品の故障率は低く，その製品は変動価格も低く抑えら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）

ファナックは，2016年にロボット事業で米シスコシステムズ社と提携し，産業用ロボットの故障を未然に防ぐシステムを共同開発している。ロボットの稼働情報をコンピュータに集め，分析し，故障の予兆を見つけるシステムを開発し，最終顧客の設備の稼働率を高める。2016年からファナックはロボットの半分に稼働情報を集める機能を搭載している。ファナックは約200社と組み，工場の自動車などの生産効率改善の「フィールドシステム」を販売し，システムをオープン化し，競合他社の機器とネットワークで連携している。さらに10社<sup>(22)</sup>強の窓口企業は顧客からの機器導入などの相談を一括で引き受け，約20社がセ<sup>(23)</sup>

---

(21) 会社資料には「ファナックの知能ロボットを多数用いた自動組立システムにより組み立てられたロボットは，試験スペースで連続運転試験と検査が行なわれます」とある。

(22) 日立製作所や富士通，DMG 森精機などが含まれる。

ンサーなどから集めた情報を送るネットワークを構築し、最終顧客の初期導入コストを引き下げることで、エコシステムの全体価値拡大を追求している。これらはロボットの顧客のメリットであるが、ロボットを保全するシステムインテグレーターのメリットでもあり、ロボットのビジネス・エコシステムの安定性を高められると考えられる。

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）

ファナックは従業員の約1/3を開発部門に配置しているが、約1/3をサービス部門に配置している。ファナックのサービス拠点は46か国、243カ所<sup>(24)</sup>あり、従業員の3.5人に1人の1600人がサービスを担当している。開発設計者は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、設計段階から最終顧客へのコスト・品質に責任を持つ仕組みとなっている。このように徹底的な製品の標準化を進めた上で、アフターメンテナンス体制を構築している。例えば、修理工場では試験機を460台以上保有し、旧製品も含め1.7万種類、200万個以上の修理用部品を揃えている。ファナックは、顧客のNC装置が故障した時、正常なNC装置に取り換え、ファナックは故障したNC装置を修理する。一般的な自動車工場では、生産ラインが1分間止まると200万円の損失が出ると言われ、これらの対応の経済的なメリットは大きいと考えられる。

## 6. ま と め

本論文では、製品アーキテクチャの先行研究を踏まえ、ファナックのプラットフォーム・リーダーシップ戦略の4つのレバーを、産業用ロボットも含めた会社事業全体に拡張して適用を試みた。その際にファナックのアフターサービ

---

(23) 東芝やNTTコミュニケーションズなどが含まれる。

(24) 競合の三菱電機は27カ所である。

プラットフォーム・リーダーシップによるエコシステム領域拡大戦略

ス体制にも注目した。

工作機械はNC化によるモジュール化が進んでいることから、キーコンポーネントを購入すれば、後発企業でも一定レベルの工作機械を生産できるようになっている。ファナックは、顧客である工作機械企業に最終顧客からのニーズ対応を任せ、自らは標準化を進めるとともに、最終顧客へのアフターサービスを強化することで、顧客である中堅・後発工作機械企業を支えてきた。ファナックは工作機械産業のキーストーン種として、中小の工作機械企業を支援し、工作機械産業のビジネス・エコシステムの多様性を維持・拡大することで、ファナックはエコシステム拡大の恩恵を最大限享受している。ファナックはNC装置事業におけるプラットフォーム・リーダーシップ戦略で、工作機械を中心とするエコシステムの構造安定性・堅牢性の維持とニッチの創出を行ってきたのである。

さらに本論文では、ファナックのプラットフォーム・リーダーシップ戦略が工作機械関連だけでなく産業用ロボット事業を含む全社の戦略として展開されつつある現状を分析した。ファナックはロボット事業の展開とアフターサービスの強化により、ビジネス・エコシステムの範囲を工作機械の最終顧客から工作機械産業を含む製造業全般に拡張することで、拡大するエコシステムの全体価値の拡大が追求していると捉えた。その上で、改めてファナックのプラットフォーム・リーダーシップの4レバーを適用し、検証を行った。

今後の課題として、アフターサービス事業も含めて、ファナックと工作機械企業の財務データを使用し、定量的にビジネス・エコシステムの健全性指標の分析を行いたい。また今回は、資本財産業の中では、比較的に分析が進んでいる工作機械産業を対象としたが、今後は分析があまりされていない資本財産業の中から、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事例の検討を行い、これらの戦略の有効性をさらに検証したい。

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・デザイン—企業進化の法則』, 日経 BP 社, 1999年)
- Finigold, D. et al. (1994) *The Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery*, Rand, MR479/2-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)
- Teece, D. J. (1986) "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaborations, licensing and public policy," *Research Policy* 15, 285-305
- Ulrich, K. (1995) "The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm,"

プラットフォーム・リーダーシップによるエコシステム領域拡大戦略

Research Policy, 24, 419-440

Van Alstyne, M. W. & Parker, G. G. & Choudary, S. P. (2016) "Pipelines, and the New Rules of Strategy" HBR, Apr 2016 (有賀裕子訳「プラットフォーム革命」, DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー, 2016年10月号)

稲葉清右衛門 (1982)『ロボット時代を拓く』PHP 研究所

長内厚・榊原清則 (2012)『アフターマーケット戦略』白桃書房

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

国領二郎 (1995)『オープン・ネットワーク経営』日本経済新聞社

柴田友厚・児玉文雄 (2009)『マネジメントアーキテクチャ戦略』オーム社

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

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

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 (2016)『工作機械統計要覧2016』日本工作機械工業会

ニュースダイジェスト社編集 (2016)『生産財年鑑2016』ニュースダイジェスト社

原田勉 (2007)『汎用・専用技術の経済分析』白桃書房

林隆一 (2014)「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ン戦略－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

林隆一 (2015)「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－」, 神戸学院経済学論集46巻3・4号

林隆一 (2016)「台湾工作機械産業におけるエコシステムの検証－プラットフォーム・リーダーシップ戦略の現地調査－」, 神戸学院経済学論集47巻3・4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』見洋書房

藤本隆宏編 (2013)『「人工物」複雑化の時代』有斐閣