

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：34509

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K18575

研究課題名（和文）アジアの生産財エコシステムの付加価値データベース分析

研究課題名（英文）Value-Added Database Analysis of Asian Productive Goods Ecosystem

研究代表者

林 隆一（HAYASHI, ryuichi）

神戸学院大学・経済学部・教授

研究者番号：10712549

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,200,000 円

研究成果の概要（和文）：工作機械と産業用ロボットの産業分析を行なった。アジアの工作機械産業では、中小・新興国企業が新しいイノベーションを生み出し、大手企業の機械がその加工範囲を順次取り込み、モノづくりのエコシステムにおいて加工機械の多様性を維持する要因となっている。ファナックによるプラットフォームが、製造業全般に幅広い機械加工の多様性をもたらしてきたことを、展示会調査を踏まえ、取引ネットワークの現状を定量的に示した。これらの成果は、『工作機械・ロボット産業のエコシステム—日本企業が支える世界の「モノづくり」基盤—』（2021年3月、晃洋書房、単著）にまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プラットフォーム研究では、取引ネットワークのデータにアクセスすることが、通常は非常に難しいため、直接的に取引ネットワークを検証する既存研究はほとんど存在しないと言われていた。また同様に、プラットフォーム企業によるグローバル経済への影響分析もほとんど行なわれていない。本研究では展示会調査という挑戦的手法により、工作機械とロボット産業を対象として、グローバルな定量的分析を行なう「挑戦的研究」方法・内容を提示した。

研究成果の概要（英文）：We conducted an industry analysis of machine tools and industrial robots. In the Asian machine tool industry, small, medium, and emerging companies are creating new innovations, and the machines of large companies are sequentially incorporating their processing range, contributing to maintaining the diversity of processing machines in the Manufacturing Ecosystem. Based on the exhibition survey, the current status of the trading network is quantified to show how the platform provided by FANUC has brought a wide range of machining diversity to the manufacturing industry in general. These results are summarized in "Ecosystem of Machine Tool and Robot Industries" (March 2021, Koyo Shobo, single author).

研究分野：経営学

キーワード：工作機械 ロボット エコシステム NC ファナック Sier

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

生産財の代表的存在である工作機械は、製造業全般の技術的知識の運搬態であり、工作機械の精度によって影響される最終製品と共進関係を持つため、工作機械は「マザーマシン」とも称される。産業全体への波及効果も大きく、「モノづくり」産業全体に影響を与えている。日本では自動車や電機産業などの製造業との相互作用が工作機械発展の原動力になってきた。1981年に日本の自動車生産台数が世界一になったこともあり、日本は1982年から2008年まで工作機械生産で世界トップ水準を維持してきた。その後、世界のモノづくり拠点が日本から中国に移り変わるとともに、工作機械に関しても2009年以降は中国が世界最大の工作機械国となり、2019年には中国が世界消費の27%、世界生産の23%を占めるに至っている。一方で、現在でも日本の生産財のキーコンポーネントが高シェアを占め、日本全体の上場企業の時価総額上位100社の約1割が機械関連企業となっている。しかし、これらの事業範囲やサプライチェーン等の「わかりにくさ」から、工作機械の世界に広がる「ビジネス・エコシステム」を対象とする調査・研究は限定的であり、全体像の現状把握も進んでいない。

2. 研究の目的

本研究は、アジアの工作機械と産業用ロボットを中心とするビジネス・エコシステムの全体像から各企業の相互依存関係を明らかにすることが目的である。理論的には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の考え方を適応した。プラットフォーム・リーダーシップ戦略に関して、ITや小売、医薬品企業等の事例研究が数多くなされてきたが、製造業もしくは日本企業での研究事例は比較的少ない。プラットフォーム研究では、取引ネットワークのデータにアクセスすることが、通常は非常に難しいため、直接的に取引ネットワークを検証する既存研究はほとんど存在しないと言われている（立本（2017））。また同様に、プラットフォーム企業によるグローバル経済への影響分析もほとんど行なわれていない。

日本が得意とする生産財において、プラットフォーム戦略の適応を考え、取引ネットワークとグローバル経済への影響を明らかにする。キーストーン企業であるファナックの事業展開による世界各地の資本財産業への影響度を調査し、産業構造の成り立ちを考察する。ファナックは、工作機械の中核部品であるNC装置（Numerical Controller）と駆動のサーボモーター（Servomotor）のセット販売で世界シェア約4割を持ち、同様にこれらの部品を内製する産業用ロボットでも世界トップ企業である。ファナックのNC装置モジュールが国内の中堅機械企業や台湾・韓国・中国などの工作機械企業に供給されることで、世界の「モノづくり」基盤産業の多様性が維持されてきた状況を定性・定量面で示す。

3. 研究の方法

工作機械と産業用ロボットを中心とするビジネス・エコシステムの相互依存関係を明らかにするために、欧中米日の工作機械の世界四大見本市（2018～19年）に出展された3,181台のNC工作機械を目視で調査し、NC装置の多角的なシェアを集計した。各国の工作機械企業の動向とNC装置の採用シェアの側面から、グローバルでの工作機械産業の取引ネットワークの全体像を調査した。加えて、欧中日の工作機械見本市に出展された595台の産業用ロボットと2019国際ロボット展に出展された806台のロボットを目視で調査し、産業用ロボットの属性別シェア動向などから産業用ロボット産業の全体像も調査した。具体的には、世界の四大工作機械見本市としてそれぞれ隔年おきに開催された2019年の欧州EMO（Exposition Mondiale de la Machine-Tools）と中国CIMT（China International Machine Tool Show）、2018年の米国IMTS（International Manufacturing Technology Show）と日本JIMTOF（Japan International Machine Tool Fair）に加え、2019年東京開催の国際ロボット展（INTERNATIONAL ROBOT EXHIBITION（iREX））の展示を調査対象とした。本研究では展示会調査という挑戦的手法により、工作機械とロボット産業を対象として、グローバルな定量的分析の「挑戦的研究」を行なった。

4. 研究成果

林（2021）によると、工作機械の集計結果では、2018～19年の日欧米中の四大展示会の展示機械3,181台における工作機械企業の国籍別シェアは、日本31%、中国20%、ドイツ15%、台湾12%、米国6%、韓国5%他となった（図表1）。同データの主要NC装置企業のシェアは、ファナック40%、シーメンス18%、三菱電機9%、ハインデンハイン6%、中華系4社（GSK、Sintec、KND、I-NCの各ブランドの合計）3%、内製その他24%となった。

(図表 1) NC 装置メーカーの世界四大展示会での台数（採用工作機械の企業国籍別）

(単位：台)

企業国籍	四大展示会計		ファナック		シーメンス		ハイデンハイン		三菱電機		中華系4社		その他
中国	628	20%	175	14%	167	29%	14	7%	30	11%	84	98%	158
米国	203	6%	73	6%	28	5%	3	2%	8	3%	0	0%	91
ドイツ	475	15%	39	3%	197	35%	68	36%	1	0%	0	0%	170
日本	972	31%	556	43%	20	4%	4	2%	186	66%	0	0%	206
イタリア	74	2%	20	2%	22	4%	13	7%	2	1%	0	0%	17
韓国	147	5%	99	8%	18	3%	10	5%	14	5%	0	0%	6
台湾	394	12%	217	17%	33	6%	42	22%	36	13%	2	2%	64
その他	288	9%	102	8%	85	15%	33	18%	6	2%	3	3%	59
内スイス	90	3%	40	3%	13	2%	7	4%	4	1%	0	0%	26
内インド	21	1%	9	1%	10	2%	0	0%	0	0%	0	0%	2
合計	3,181	100%	1,281	100%	570	100%	187	100%	283	100%	86	100%	774
NCシェア	100%		40%		18%		6%		9%		3%		24%

(注) 中華系4社は、GSK、Sintec、KND、I-NCの各ブランドの合計

(出所) 林 (2021) 『工作機械・ロボット産業のエコシステム』

個別企業ベースの分析によると、日本の電機産業などと異なり、工作機械産業では新興国企業が台頭した2000年以降でも、国内でNC工作機械を生産する企業数は過去20年間ほぼ同水準で維持されている。国内中小機械企業はニッチながら専門性の高い機械加工の機種を開発し世界中に供給している。しかし、これらの企業にとって自社でNC装置を内製する負担は大きいため、ファナックが標準化し、低コストで安定性の高いNC装置を採用することで、NC機械開発は比較的容易になったと考えられる。さらに世界中で稼働する機械のメンテナンスや最終顧客の教育の一部を、ファナックが請け負うことで機械企業の海外展開をサポートしてきた。ファナックのサービス拠点は100ヵ国以上・260箇所以上に展開されており、世界中で稼働する機械のメンテナンスに対応することで機械企業の海外展開をサポート可能にしてきた。その後、韓国・台湾の新興工作機械企業も、同様にファナックのNC装置を採用することで、世界市場の開拓を進めることが可能となっている。つまり、これらの工作機械企業は、NC装置の開発は外注し、自社はユニークな機械加工の開発に特化し、結果として新しいイノベーションを生み出し、逆にファナックは多様な機械加工法を学習し、対応できるNC装置を開発し続けてきたと解釈できる。

一方、日本の大手機械企業はボリュームゾーンをカバーする汎用的な加工機械に強みを持つ企業も多く、他社との差別化のためにNC装置の内製化に切り替えていく傾向がある。非ファナック製の独自NC装置への切り替えを進め、新しい加工方法も取り込んだ工作機械を開発している。つまり日本企業は大手を中心にミドルエンドで大量生産に対応し、自動車や電機向けの汎用的な加工をする機械に強い傾向が見られた。ファナック製NCシェアの高い台湾・韓国企業はミドルエンド機械で、中国や米国市場の需要に適合したコストパフォーマンスの高い機械の量産を進め、一部で日本の大手企業とも競合関係が発生している。一方、欧州企業はハイエンドに経営資源を集中し、歯車研削盤など専門技術的な機種で強みを発揮し棲み分けている。

このように、中小企業とアジアの新興企業が新しいイノベーションを生み出し、大手企業の機械がその加工範囲を順次取り込み、アジアのモノづくりのエコシステムにおいて加工機械の多様性を維持している。ファナックによるプラットフォームが、製造業全般に幅広い機械加工の多様性をもたらしてきたことを、展示会調査を踏まえ、取引ネットワークの現状を定量的に示した。

さらに、産業用ロボットの展示会シェアの集計も行った(図表2)。国際ロボット展に展示されるロボットはサービスロボットも含めて多種多様であり、ロボット大手7社の合計シェアは54%に留まっている。一方で、工作機械展示会では、ロボット大手7社シェアが日本JIMTOFの8割超から中国CIMITの6割弱までいずれも高く、生産現場で工作機械との組み合わせができるロボット企業は限られていると考えられる。

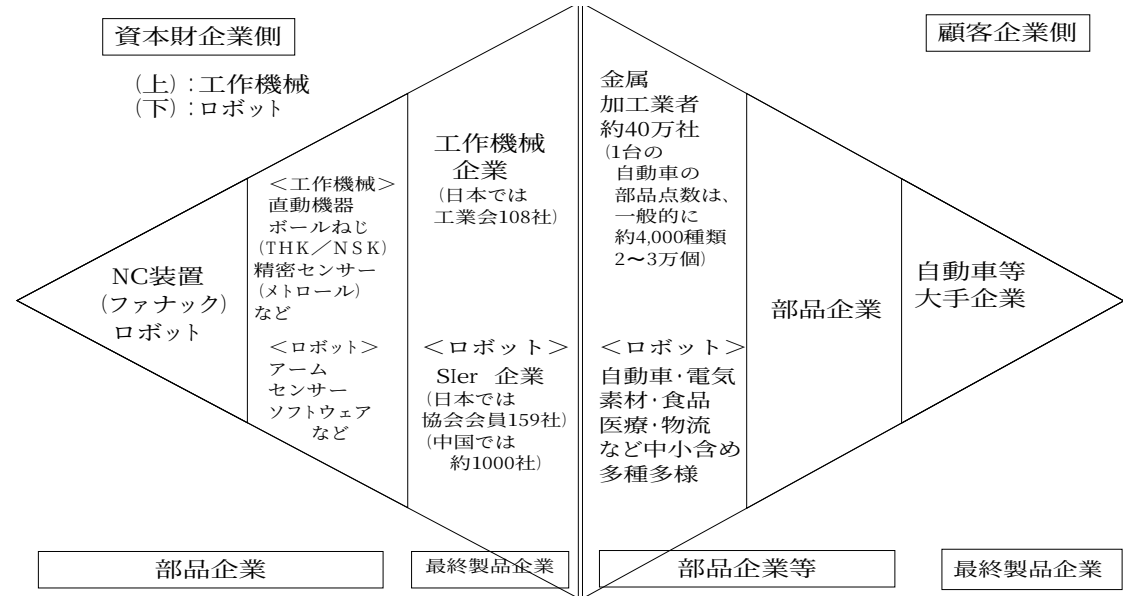
(図表 2) ロボットの展示会別シェア一覧

企業名	国名	EMO2019 ドイツ	CIMIT2019 中国	JIMTOF2018 日本	iREX2019 日本	単純合計シェア
ファナック	日本	43%	26%	71%	15%	27%
安川電機	日本	4%	4%	7%	11%	8%
三菱電機	日本	2%	1%	2%	9%	6%
不二越	日本	2%	8%	5%	8%	6%
KUKA	ドイツ・中国	11%	9%	2%	2%	5%
ABB	スイス	1%	6%	-	1%	2%
UR	デンマーク	10%	3%	1%	8%	7%
その他	-	27%	43%	19%	46%	40%
展示台数	(台)	306	190	99	806	100%

(出所) 林 (2021) 『工作機械・ロボット産業のエコシステム』

これらの工作機械見本市と国際ロボット展でのシェア集計結果の違いを踏まえ、産業用ロボットは最終的顧客に対する多様性を維持するためのモジュール供給と解釈した。つまり、一般的に産業用ロボットはシステムインテグレーター（SIer、エスアイアー）が、購入口ロボットでシステム構築を行うが、導入コストはロボット単体の3～5倍となるのが一般的である。工作機械の産業構造を当てはめると、工作機械企業の役割をSIerが担い、ロボットハンドやソフトウェアなどの周辺機器や機械等を選び、「すりあわせ」で生産ラインを設計・構築してきたといえる（図表3）。工作機械産業との比較から、ファナックのオープンプラットフォームによるロボット産業のモジュール化が、SIerの自律化に繋がり、グローバルなエコシステムの多様性を目指していると考えられる。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とSIerの育成により、ビジネス・エコシステムの範囲を製造業全般に拡張している途上にあると考えられる。

（図表3）工作機械/産業用ロボットと顧客産業の産業構造イメージ



（出所）林（2021）『工作機械・ロボット産業のエコシステム』

参考文献

Gawer, A. & Cusumano, M.A. (2002) Platform leadership: how Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation, Boston: Harvard Business School Press.
 立本博文（2017）『プラットフォーム企業のグローバル戦略』有斐閣
 林隆一（2021）『工作機械・ロボット産業のエコシステムー日本企業が支える世界の「モノづくり」基盤ー』晃洋書房

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第52巻 第1・2号
2. 論文標題 工作機械産業のグローバル・エコシステム－世界四大展示会のNCシェア調査分析－	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 1-24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第51巻 第1・2号
2. 論文標題 中国市場における機械産業エコシステム－CIMT2019のNCシェア調査－	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 39-64
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第51巻 第3号
2. 論文標題 日欧米中地域の機械産業エコシステム－世界四大展示会のNCシェア調査を踏まえて－	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 167-190
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第51巻 第4号
2. 論文標題 日本のロボット産業エコシステム－2019国際ロボット展シェア調査より－	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 177-206
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 1
2. 論文標題 知られざる日本の製造業におけるプラットフォーム戦略	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ティスロジャー&IR統合研究所（寄稿）	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第50巻 第4号
2. 論文標題 キーパーツから見た機械産業エコシステム —日米展示会のNCシェア調査—	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 139-166
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第50巻 第1・2号
2. 論文標題 生産財産の利益分布推計	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 73-112
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第49巻第3号
2. 論文標題 資本財企業による先進国の需要開拓-電動工具企業のマキタの事例研究—	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 227-245
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 林隆一	4. 巻 第49巻第4号
2. 論文標題 モジュール化による連続的イノベーション ― 工作機械産業におけるメトロールの事例研究を踏まえて ―	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 神戸学院経済学論集	6. 最初と最後の頁 111-139
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 ―

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 林隆一
2. 発表標題 キーパーツから見た機械産業エコシステム
3. 学会等名 国際ビジネス研究学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 林 隆一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 晃洋書房	5. 総ページ数 288
3. 書名 工作機械・ロボット産業のエコシステム	

〔産業財産権〕

〔その他〕

「【特集】世界で高い存在感を放つマシニングセンター（1）マシニングセンターの市場動向」 https://biz.nikkan.co.jp/brand/machinetools/feature/006/01/?from=side_pickup 日刊工業新聞（2020/08/26 18-19面）寄稿
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------