

Title	製造業と情報通信業における研究開発投資多角化の企業規模別分析
Author(s)	宮澤, 俊憲
Citation	年次学術大会講演要旨集, 34: 610-615
Issue Date	2019-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/16556
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

製造業と情報通信業における研究開発投資多角化の企業規模別分析

○宮澤俊憲（東京成徳大学）

1. はじめに

1.1 背 景

研究開発投資の多角化は企業の技術基盤を拡張し、新たなイノベーションと事業機会をもたらす。このため日本の製造業においては、多くの業種で研究開発投資の多角化が推進されてきた。特に自社の主力製品・サービス分野が成熟段階にある企業では、既存技術を軸に異分野へ進出し、新市場を開拓することが重要な経営戦略となる。その一方、技術の高度化、世界的な企業間競争の激化により、経営資源を効率的に活用するために事業の選択と集中を進める企業が多い。また自社に不足する技術をオープンイノベーションや M&A により外部から取り込む事例も増加している。さらに近年の IT の急速な進歩による社会全体の IT 化、製造業のサービス産業化の影響により、研究開発投資の多角化も各業種においてその重点分野が変わりつつある可能性がある。そのため、製造業だけでなく情報通信業などの主なサービス業も分析対象に加え、かつ広範なデータベースを使用した実証研究により、日本企業の直近の研究開発投資動向を解明することが求められている。本稿ではこのような視点に基づき、業種別かつ企業規模別に多角化動向を分析した結果を報告する。

1.2 既存研究

研究開発の多角化を量的に測定する方法には、研究開発活動を入力側から捉えるアプローチと出力側から捉えるアプローチがある。入力側の代表的指標としては、研究開発投資額、研究開発強度、研究者数、研究者比率などがある。また出力側の代表的指標には、出願特許数、登録特許数、被引用特許数、公表された学術論文数などがある。世界的に見ると出力側の特許数に注目した研究が大半であるが、特許化されない研究開発は測定値に反映されない。そこで本稿では入力側から分析するアプローチを採用する。主な既存研究を以下に示す。

まず先駆的な研究として Kodama[1]は、当時の科学技術庁（現 文部科学省）の『科学技術研究調査報告』における業種別製品分野別研究開発投資額の経年データに対し、多角化指標としてエントロピー測度を使用し、日本の製造業の技術的多角化を業種別に測定している。さらに Gemba and Kodama[2]は、多角化の測定手法を改良するとともに、多角化により企業が収益性を高めた事例としてキャノンや旭化成の技術開発戦略と事業化戦略を示した。また山口[3]は、有価証券報告書と日経 NEEDS より取得した日本企業のセグメント別研究開発費のデータベースを利用し研究開発の多角化度と収益性の関係を分析した。

上述の研究を踏まえ、宮澤[4]は網羅性の高いデータベースとして『科学技術研究調査報告』を使用し、製造業 24 業種に情報通信業を含むサービス業 2 業種を加えた計 26 業種について、2008 年～2015 年における研究開発投資の多角化状況および業種間の技術的近接性を測定した。さらに宮澤[5]では観測期間を 2017 年までの 10 年間に拡張し、かつ多角化度、研究開発強度、研究者比率、研究者 1 人当り社内使用研究費の 4 指標について相関分析を試みた。その結果によれば、自動車や医薬品のように主力製品分野が拡大している業種は、多角化度を低下させ本業とその周辺分野に特化する方向にあった。また情報通信業は、印刷業、電子部品・情報通信機械器具と技術的に接近しており、今後市場での競合とともに技術融合や技術提携が生じる可能性が示唆された。

1.3 研究目的

本稿では、既報[5]を拡張し、業種別だけでなく企業規模別に日本企業の直近 11 年間における研究開発投資の多角化動向、技術的近接性、研究開発関連指標の関係を分析することにより、研究開発マネジメントに役立つ示唆を得ることを狙いとする。以下に主な研究目的を示す。

- ① 同業種内でも企業規模により研究開発多角化度や多角化の重点分野は異なっているか。
- ② 社会全体の IT 化に対応し各業種の研究開発が IT 分野へ多角化しているか。

逆に情報通信業はどの分野に多角化を進めているか。

- ③ 研究開発投資の多角化は、研究開発強度や研究者比率、研究者 1 人当り研究費を上昇させるか。
 - ④ 研究開発投資の多角化により、どの業種および企業規模間で技術的な近接性が生じているか。
- 以上を実証分析により解明する。

2. 分析手法

2.1 データベース

総務省統計局の『科学技術研究調査報告』において、資本金 1 億円以上の企業を調査対象にした社内使用研究費の業種別かつ製品・サービス分野別集計表を本稿のデータベースとして利用する。分析に使用する期間は 2008 年から 2018 年までの 11 年間とした。調査企業数は年によって多少変動はあるが概ね 5000 社前後である。分析にあたり、まず各業種とその業種の主力製品・サービス分野を一意に対応させる必要がある。そのため利用するデータベースに若干の集約を施した。集約方法の詳細は、既報[4]を参照されたい。また企業規模の分類は、データベースと同じく資本金により、100 億円以上、10～100 億円未満、1～10 億円未満の 3 つに区分し、それぞれ大企業、中堅企業、中小企業と略する。

2.2 多角化度の測定方法

多角化度を測る代表的な指標にはエントロピー測度とハーフィンダール指数がある。Jacquemin and Berry[6]は両者を比較し、主力製品分野以外への研究開発投資は少ないが多くの製品分野にわたり多角化が進展する場合に、エントロピー測度はその変化をより反映した値になることを指摘している。実際、企業が異分野の研究開発に着手するとき、いきなり巨額の研究予算を投じることは少ない。当初は少額のスタートアップ研究から開始するのが通常であろう。この観点から、本稿においても少額の研究開発投資に対する感度が高いエントロピー測度を使用する。

各調査年における業種 i の製品分野 k への研究開発投資額を R_{ik} 、業種数および製品分野数を n とし、業種 i の研究開発投資総額に占める製品分野 k の割合 p_{ik} とおく。

業種 i の技術的多角化度を表すエントロピー測度 E_i は、次式で与えられる。

$$E_i = - \sum_k p_{ik} \cdot \log_2 p_{ik}$$

E_i の値は研究開発の多角化が広範囲にわたるほど大きくなる。

2.3 技術的近接性

業種間の技術的近接度は、Jaffe[7]の提唱した技術距離を算出することにより測定する。

各調査年における業種 i の技術ポジションを、研究開発投資の製品分野別構成比ベクトル Z_i で表すと、

$$Z_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{in})$$

業種 i と業種 j の技術距離 D_{ij} は、次式で定義される。

$$D_{ij} = \frac{Z_i \cdot Z_j^t}{[(Z_i \cdot Z_i^t)(Z_j \cdot Z_j^t)]^{1/2}} = \frac{\sum_k p_{ik} \cdot p_{jk}}{\sqrt{\sum_k p_{ik}^2 \cdot \sum_k p_{jk}^2}} = \frac{\sum_k R_{ik} \cdot R_{jk}}{\sqrt{\sum_k R_{ik}^2 \cdot \sum_k R_{jk}^2}}$$

ここで、 $0 \leq D_{ij} \leq 1$ であり、ベクトル Z_i, Z_j の成す角 θ が 0 に近くなるほど D_{ij} は 1 に近づく。すなわち両業種の研究開発投資の方向性が近づき、多角化の類似性が高くなるほど、 D_{ij} は 1 に近い値をとる。

3. 分析結果

3.1 技術的多角化度

図 1 に主な素材系業種のエントロピー値推移を示し、図 2 に主な加工組立系業種および情報通信業のエントロピー値推移を示す。図 1 と図 2 を比較すると、素材系業種では加工組立系業種より相対的に高い水準で推移しており、多角化の程度が高い。また医薬品と自動車は他業種よりエントロピー値が低く 0.5 未満で推移しており専門度が高い状況が続いている。

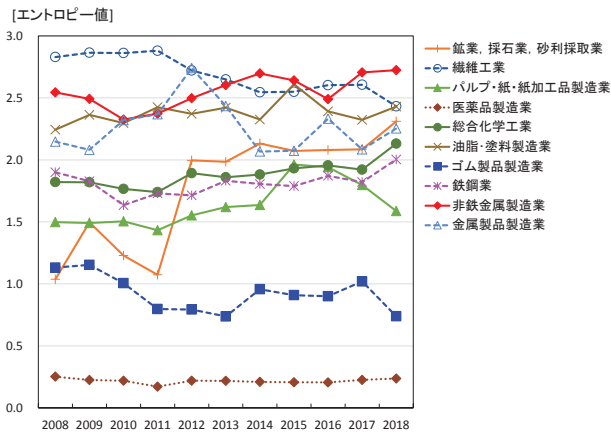


図1 素材系業種のエントロピー値

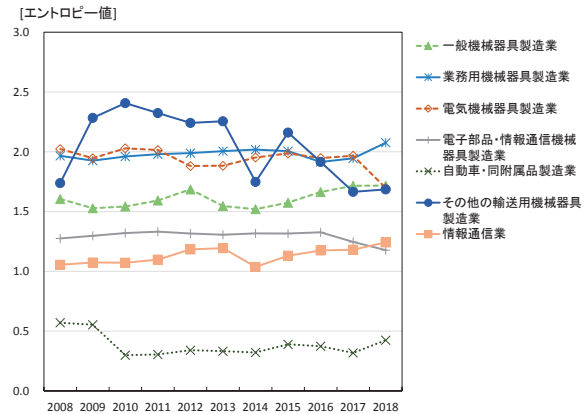


図2 加工組立業種と情報通信業のエントロピー値

さらに全26業種について企業規模別にエントロピー値の推移を測定した。研究開発投資の多角化は、企業体力や人材などの経営資源の視点から、大企業が中堅・中小企業より積極的と推測されるが、実際には中堅・中小企業の多角化が大企業を上回る業種も少なからず存在する。図3の金属製品製造業と図4の業務用機械器具製造業はその一例である。素材や部品の成熟業種かまたは相対的に多品種の製品群を展開する業種において、同様に中堅・中小企業の多角化が大企業より進展する傾向が現れた。

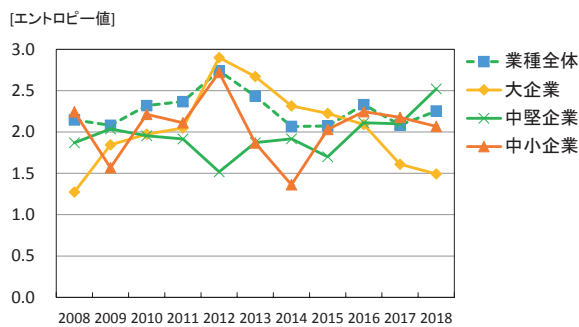


図3 金属製品製造業の企業規模別推移

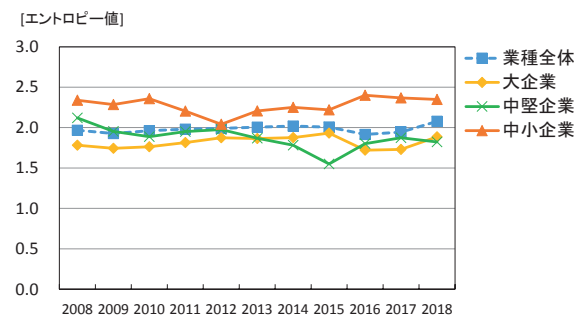


図4 業務用機械器具製造業の企業規模別推移

次に、業種別に研究開発投資額の製品・サービス分野別分布図を示し、多角化状況の特徴を視覚的に把握する。紙幅の都合上、研究開発投資額が増加する一方、多角化水準は低減する方向にある業種からは自動車・同附属品製造業を選び、大企業と中堅企業を図5と図6に示す。研究開発投資額と多角化度がともに増加する業種からは情報通信業の中堅企業を図7に示す。研究開発投資額は減少しているが多角化度は維持している業種からは金属製品製造業の中堅企業を図8に示す。

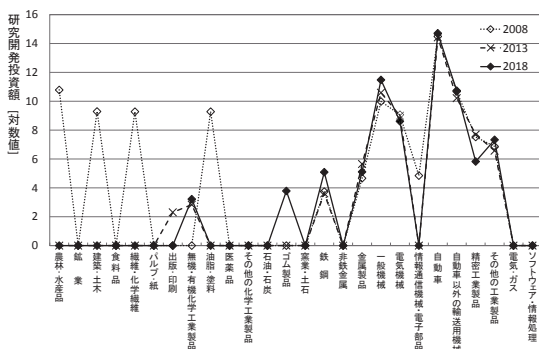


図5 自動車・同附属品製造業（大企業）

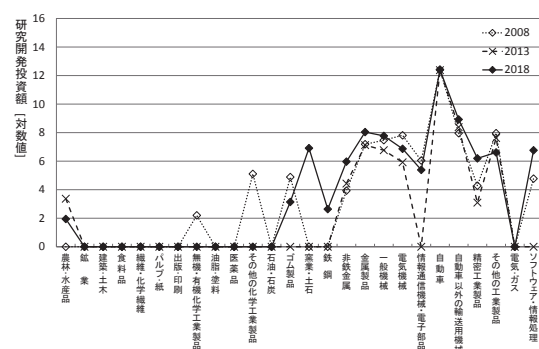


図6 自動車・同附属品製造業（中堅企業）

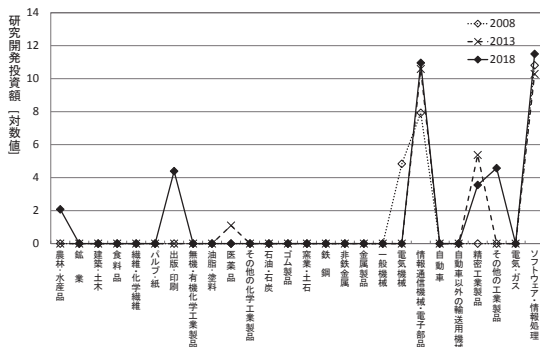


図7 情報通信業（中堅企業）

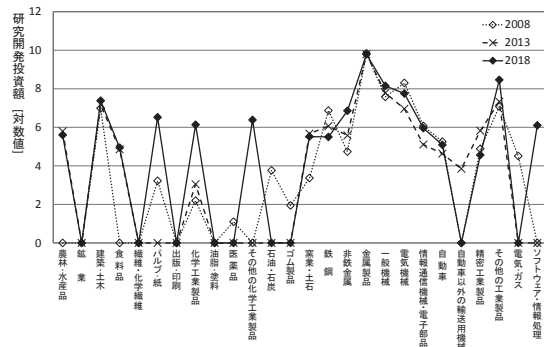


図8 金属製品製造業（中堅企業）

図5より自動車・同附属品の大企業は、2008年時点では繊維・化学繊維や油脂・塗料などの素材系分野および本業と直接関係の少ない建築・土木分野にも多角化していたが、その後急速に縮小または撤退している。代わりに2018年時点では、本業である自動車とその構成要素である機械部品、精密工業製品などの研究開発に注力している。これに対し、図6より自動車・同附属品の中堅企業は大企業の手掛けていない情報通信機械やソフトウェア分野の研究開発を強化している。EV車や自動運転技術の研究開発において大手と関連企業間で分担が行なわれていると見られる。

図7より情報通信業の中堅企業は、その主力製品分野であるソフトウェア・情報処理と同規模の研究開発投資を電子部品・情報通信機械分野に対し実施している。掲載はしていないが大企業と中小企業も同様である。また中堅企業と中小企業は出版・印刷分野へ多角化を進めている。その一方で医薬品や自動車分野への研究開発は、どの企業規模においても実施されていない。

図8より金属製品製造業の中堅企業は、2008年時点ですでに金属製品のユーザである加工組立業種へ広範に多角化しており、2018年時点においてもその傾向は維持されている。その一方で川上方向の業種への研究開発は投資分野を絞るとともに観測期間内で頻繁にその対象を見直している。

3.2 多角化度と研究開発関連指標の相関分析

本節では各業種の多角化度と研究開発関連指標の相関を企業規模別に分析する。研究開発関連指標としては、研究開発強度、従業者総数に占める研究者比率、研究者1人当たり社内使用研究費を使用する。いずれもその数値が大きいほど研究開発活動を重視していることを示す。

業種レベルでの上記4指標の相関は、2008年と2017年ではほぼ同様の傾向であり（既報[5]）、2018年の測定結果も前年と大きな差異はなかった。少なくとも直近11年間では一貫した関係にあると見られる。そこで本稿では2018年において企業規模別に4指標の相関を測定した結果を表1～表3に示す。

表1 大企業の4指標の相関係数値（2018年）

	多角化度 (エントロピー値)	研究開発強度 [%]	従業者総数に占める 研究者比率 [%]	研究者1人当たり 社内使用研究費 [万円]
多角化度	1			
研究開発強度	0.041	1		
研究者比率	0.094	0.822	1	
社内使用研究費	-0.200	0.049	-0.257	1

（注）外れ値である「医薬品」、およびデータの無い「農林水産業」「鉱業」「電気・ガス」を除く22業種で算出

表2 中堅企業の4指標の相関係数値（2018年）

	多角化度 (エントロピー値)	研究開発強度 [%]	従業者総数に占める 研究者比率 [%]	研究者1人当たり 社内使用研究費 [万円]
多角化度	1			
研究開発強度	-0.220	1		
研究者比率	-0.016	0.851	1	
社内使用研究費	-0.478	0.373	0.135	1

（注）データの無い「農林水産業」「鉱業」を除く24業種で算出

表3 中小企業の4指標の相関係数値(2018年)

	多角化度 (エントロピー値)	研究開発強度 [%]	従業者総数に占める 研究者比率 [%]	研究者1人当り 社内使用研究費 [万円]
多角化度	1			
研究開発強度	0.022	1		
研究者比率	0.121	0.804	1	
社内使用研究費	-0.423	0.381	0.103	1

(注) データのない「農林水産業」「電気・ガス」を除く24業種で算出

各表より、どの企業規模においても多角化度と研究開発強度、研究者比率の間にはほとんど相関がない。すなわち研究開発の多角化を拡大しても、売上高に占める研究開発投資の割合や研究者数を増やすのではなく、研究開発費の配分や研究者の配置を変えて対応していると推察される。既存研究ではGarcia-Vega[8]の分析が示すように多角化度と研究開発強度の間に正相関があるとするものが多いが、少なくとも2008年以降直近までの日本企業の業種レベルでは成立していない。

多角化度と研究者1人当り社内使用研究費の間には、中堅・中小企業において弱い負の相関が見られる。多角化が進展すると、研究者1人当りの配分研究費は漸減する傾向にある。これに対し研究開発強度と研究者比率には強い正の相関がある。研究開発強度を高めると研究者数も増員することが分かる。また研究開発強度と研究者1人当り社内使用研究費の間には、中堅・中小企業において弱い正の相関が現れている。研究開発強度を高めると、業種によっては研究者1人当り研究費をやや増やす傾向にある。

3.3 企業規模別業種間の技術距離

分析対象26業種を企業規模別に3階級に分け、相互の技術的近接性を2.3節の技術距離により測定した。2008年と2018年の測定値を比較することにより、多角化による技術的近接性の変化を把握できる。測定結果をすべて掲載すると両年とも78行×78列の表になり煩雑なため、技術距離が顕著に接近した業種間から一部のみ掲載する。表4には2008年の技術距離を、表5には2018年の技術距離を示した。なお対角成分は同じ値であるため空白としてある。技術距離が0.3以上0.5未満と0.5以上の値には濃度の異なる網掛けをした。

表4 4業種の技術距離(2008年)

業種・企業規模		印刷			非鉄金属			電子部品・情報通信機械			情報通信業		
		1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上	1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上	1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上	1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上
印刷・同関連業	1～10億円未満	1											
	10～100億円未満	0.305	1										
	100億円以上	0.255	0.915	1									
非鉄金属製造業	1～10億円未満	0.016	0.043	0.073	1								
	10～100億円未満	0.027	0.091	0.150	0.969	1							
	100億円以上	0.022	0.327	0.559	0.662	0.705	1						
電子部品・情報通信機械器具製造業	1～10億円未満	0.000	0.397	0.682	0.121	0.214	0.790	1					
	10～100億円未満	0.003	0.410	0.699	0.112	0.205	0.797	0.991	1				
	100億円以上	0.007	0.400	0.682	0.121	0.215	0.793	0.997	0.990	1			
情報通信業	1～10億円未満	0.001	0.084	0.063	0.009	0.009	0.040	0.045	0.076	0.103	1		
	10～100億円未満	0	0.087	0.070	0.010	0.011	0.050	0.057	0.088	0.115	1.000	1	
	100億円以上	0	0.405	0.670	0.096	0.183	0.753	0.929	0.955	0.945	0.359	0.370	1

表5 4業種の技術距離(2018年)

業種・企業規模		印刷			非鉄金属			電子部品・情報通信機械			情報通信業		
		1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上	1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上	1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上	1億～ 10億円	10億～ 100億円	100億円 以上
印刷・同関連業	1～10億円未満	1											
	10～100億円未満	0.405	1										
	100億円以上	0.229	0.443	1									
非鉄金属製造業	1～10億円未満	0.036	0.003	0.028	1								
	10～100億円未満	0.019	0.051	0.480	0.844	1							
	100億円以上	0.171	0.059	0.577	0.763	0.932	1						
電子部品・情報通信機械器具製造業	1～10億円未満	0.001	0.080	0.858	0.033	0.525	0.604	1					
	10～100億円未満	0.003	0.086	0.874	0.029	0.545	0.598	0.975	1				
	100億円以上	0.001	0.085	0.871	0.029	0.541	0.597	0.983	0.999	1			
情報通信業	1～10億円未満	0.001	0.080	0.084	0.003	0.038	0.056	0.058	0.083	0.093	1		
	10～100億円未満	0.000	0.105	0.470	0.014	0.271	0.315	0.482	0.527	0.533	0.884	1	
	100億円以上	0	0.101	0.832	0.025	0.514	0.557	0.899	0.953	0.951	0.356	0.746	1

表4と表5より印刷業、電子部品・情報通信機械、情報通信業の相互の技術距離は、2008年から2018年にかけて接近し、特に企業規模が大きいと0.9前後の高い値をとっている。すなわちこの3業種の研究開発方向はほぼ同じになりつつある。また、非鉄金属も企業規模が大きいと電子部品・情報通信機械や情報通信業と接近している。非鉄金属と電子部品・情報通信機械は同業種内では企業規模が異なっ

も技術的な近接性は高いが、印刷と情報通信業では同業種内の大企業と中小企業の距離は離れている。

4. 考 察

前章の分析結果に基づき、本稿の研究目的に記した各項目について考察する。

① 同業種内での企業規模による研究開発多角化度や多角化の重点分野の差異

業種としての多角化度が他業種より相対的に高く、かつ中堅・中小企業の多角化が大企業を上回る業種には、金属製品、業務用機械器具の他に鉄鋼業などがあった。これに対し、繊維、印刷、油脂・塗料、窯業・土石などは大企業の多角化が中堅・中小企業より上回っている。多種類の部品または製品群を製造する業種では、中堅・中小企業でも多角化が進展すると見られる。また自動車・同附属品では中堅企業がソフトウェア分野の研究開発を担っているという特徴がある。

② 各業種の IT 分野への多角化と情報通信業の他分野への多角化

各業種から IT 分野への研究開発投資は、電子、電気、機械系や自動車などソフトウェアの高度化が求められる業種から巨額の投資が継続している。一方、素材系業種の IT 分野への投資は業種によって対応が大きく分かれている。逆に情報通信業から医薬品や自動車への研究開発投資は皆無に近い。これは日本の IT 企業においては医薬品や自動車自体を研究開発する動きがないことを表している。

③ 研究開発投資の多角化度と研究開発関連指標の関係

多角化度と研究開発強度、研究者比率の間には、どの企業規模においても相関が見出せない。このことから 3 指標の相互関係は、個別業種の置かれた経営環境や技術的特性により定まる部分が多いと推察される。一方、研究開発強度と研究者比率には業種を問わず強い正の相関がある。研究開発強度の上昇は研究者の増員を伴うものといえる。

④ 研究開発投資多角化による業種間企業規模間の技術的近接性

印刷業、電子部品・情報通信機械、情報通信業は技術的に接近し研究開発が同じ方向に進んでいる。さらに非鉄金属の大企業もこの 3 業種に接近しつつある。技術的に接近した業種間では、その技術を体化した製品やサービスも類似してくる可能性が高い。その場合、両業種の企業にとって市場での競合が起こり得るが、同時に技術融合や技術アライアンスの機会も増えることが予想される。

5. 終わりに

本稿では日本の製造業全 24 業種、および情報通信業を含むサービス業 2 業種に関し、研究開発投資の多角化度と技術的近接性、研究開発関連指標の関係を日本標準産業分類の中分類に相当する業種レベルにおいて企業規模別に分析した。今後は本稿の研究を拡張し、各業種を小分類レベルで企業規模別に分析したい。それにより例えば、医療用機械器具・医療用品製造業や電子応用装置製造業など個別業種における研究開発多角化の詳細な特徴や戦略を解明することに寄与できる。

参考文献

- [1] Kodama, F. (1986) “Technological Diversification of Japanese Industry,” *Science*, Vol.233, pp.291-296.
- [2] Gemba, K. and F. Kodama (2001) “Diversification Dynamics of the Japanese Industry,” *Research Policy*, Vol.30, No.8, pp.1165-1184.
- [3] 山口智弘 (2009) 「研究開発投資の多角化と収益性」『研究 技術 計画』第 24 巻第 1 号, pp.89-100.
- [4] 宮澤俊憲 (2017) 「研究開発投資の多角化と技術的近接性」『東京成徳大学経営学部 経営論集』第 6 号, pp1-23. <https://www.tsu.ac.jp/Portals/0/site-img/keiei/2016/宮澤.pdf>
- [5] 宮澤俊憲 (2019) 「第 1 章第 3 節 研究開発投資の業種別多角化動向と近接性の分析」『研究開発テーマの事業性評価と資源配分の決め方』, 技術情報協会, pp.21-38.
- [6] Jacquemin, A. P. and C. H. Berry (1979) “Entropy Measure of Diversification and Corporate Growth,” *The Journal of Industrial Economics*, Vol.27, No.4, pp.359-369.
- [7] Jaffe, A. B. (1986) “Technological Opportunity and Spillovers of R&D : Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value,” *The American Economic Review*, Vol.76, No.5, pp.984-1001.
- [8] Garcia-Vega, M. (2006) “Does Technological Diversification Promote Innovation? : An Empirical Analysis for European Firms,” *Research Policy*, Vol.35, No.2, pp.230-246.