

Title	非量産型業種における研究開発投資の多角化と効率性
Author(s)	宮澤, 俊憲
Citation	年次学術大会講演要旨集, 36: 511-516
Issue Date	2021-10-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17804
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

非量産型業種における研究開発投資の多角化と効率性

○宮澤俊憲（東京成徳大学）

miyazawa@tsu.ac.jp

1. はじめに

1.1 背 景

製造企業にとって研究開発投資の多角化は自社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。特に本業の製品・サービス分野が成熟段階にある企業では、多角化により新製品を生み出すか、既存技術と異分野の技術を結合することにより新たな付加価値を製品に与えることが重要な経営戦略となる。このような観点から製造業の各業種がどの領域に研究開発を多角化させてきたかは、既存研究により日本標準産業分類の中分類レベルで解明が進んできた。また、自動車・家電などの最終消費財を生産する個別の大手企業の研究開発戦略に関しても多数の事例研究が行なわれている。その一方で、非消費財で非量産型業種における研究開発の多角化動向を定量的に分析した研究は、ほとんど見当たらない。非量産型業種の例として、ロボット、工作機械、食品機械、医療機器などの産業財を生産する業種がある。これらの機械類は多品種かつ少量生産であり、製品の高度化には ICT を活用した知能化が必要である。研究開発の多角化はそのための手段になり得るが、多角化はどの方向にどの程度進展しているのか、また研究開発の多角化が企業成長をもたらしているかは未解明である。

本稿ではこのような視点に基づき、加工組立系機械業種から生産用機械器具製造業と業務用機械器具製造業の 2 業種を選び、日本標準産業分類の細分類レベルで研究開発投資の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り、出力側の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。主要国で特許データベースが整備公開されていることにより国際的には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。一般に企業が研究開発力を高めるには研究開発投資の増加を伴うことが多く、これは研究開発強度の上昇をもたらす。以下では研究開発投資多角化と研究開発強度、多角化と収益性・効率性などの関係を分析した研究に絞り、主な既存研究を示す。

まず研究開発多角化度と研究開発強度については、Garcia-Vega[1]が示すように正相関があるとする研究が多いが、Thomas and Martin[2]のように両指標間に相関が見出せないという指摘もある。各研究の観測方法や時期、業種区分のレベルなどの相違により異なる結果が現れているものと推察される。次に多角化度と収益性について、Gemba and Kodama[3]によれば製造業は川下方向へ研究開発を多角化すると売上高経常利益の増加に寄与する。しかし 2000 年以降のデータを使用した研究では、山口[4]は有価証券報告書と日経 NEEDS を利用した分析により研究開発の多角化が進むほど収益性が低下すると述べている。今橋ら[5]も、日本の製造業では研究開発多角化度が高い業種ほど売上高営業利益率が低くなることを示した。ほぼ同じ文脈で、経済産業省[6]は日本の製造業の研究開発効率が近年低下していると指摘している。以上を整理すると、研究開発強度と多角化度に正相関がある場合、研究開発強化により研究開発の多角化が進むが、逆に研究開発効率は低下することになる。

一方、宮澤[8]は網羅性の高いデータベースとして総務省統計局の『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～2018 年における研究開発投資の多角化状況を測定するとともに、業種別かつ企業規模別に多角化度、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、非量産型業種である生産用機械器具製造業と業務用機械器具製造業において、中堅・中小企業の多角化度が大企業を上回ることが見出された。またどの企業規模においても多角化度と研究開発強度には相関が見られなかった。

1.3 研究目的

本稿では既報[8]の結果を踏まえ、観測期間を直近の2020年までの13年間に拡張し、生産用機械器具製造業と業務用機械器具製造業の2業種について細分類レベルで多角化度を測定する。細分類レベルでは、生産用機械器具製造業は8業種、業務用機械器具製造業は6業種から構成されている(表1)。この14業種はそれぞれ製品分野や必要とされる技術が異なり、本業自体は成熟している業種も多い。従って多角化度や研究開発強度との関係も業種により異なり、中分類レベルの分析では現れなかった特徴を見出せることが予想される。それにより非量産型業種における研究開発マネジメントに役立つ示唆を得ることが目的である。以下に主な研究目的を示す。

- ① 細分類レベルで各業種の研究開発多角化度や研究開発強度を測定し、その推移を明らかにする。
同業種内で企業規模ごとにどの程度の相違が見られるか。
- ② 各業種はどの分野に研究開発の多角化を進めているか。
- ③ 研究開発投資の多角化は、研究開発強度を上昇させるか。
各業種の研究開発投資の効率性を測定し、非量産領域でも効率性が低下しているかを示す。
以上を実証分析により解明する。

表1 生産用機械器具製造業と業務用機械器具製造業の細分類

生産用機械器具製造業	業務用機械器具製造業
農業用機械製造業(農業用器具を除く)	事務用機械器具製造業
建設機械・鉱山機械製造業	サービス用・娯楽用機械器具製造業
繊維機械製造業	計量器・測定器・分析機器・試験機・測量機械器具・理化学機械器具製造業
生活関連産業用機械製造業	医療用機械器具・医療用品製造業
基礎素材産業用機械製造業	光学機械器具・レンズ製造業
金属加工機械製造業	武器製造業
半導体・フラットパネルディスプレイ製造装置製造業	
その他の生産用機械・同部分品製造業	

(注)「生活関連産業用機械製造業」は、食品機械、印刷機械製造業などで構成される。

「金属加工機械製造業」は、各種工作機械、機械工具製造業などで構成される。

「その他の生産用機械製造業」は、ロボット製造業、真空装置製造業などで構成される。

2. 分析手法

2.1 データベース

前述の『科学技術研究調査報告』において、細分類の業種別に資本金1億円以上の企業を対象にした社内使用研究費の製品・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2020年までの13年間とした。分析にあたり、利用するデータベースに若干の集約を施し、製品・サービス分野数を26分野とした。集約方法の詳細は、宮澤[7]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、中小企業と略記する。

2.2 多角化度

多角化度は、代表的な指標であるエントロピー測度により測定する。

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 研究開発投資の効率性と弾力性

一般的には、研究開発投資累積額を分母に、営業利益または付加価値額を分子に使用し効率性を測定する。両者にタイムラグを設定し3～5年程度の後方移動平均値により算出する場合が多い。

しかし営業利益は、研究開発投資以外にも量産のための生産能力増強投資、販売網の強さ、広告投資

の効果，SNS を通じた商品情報の拡散力などの要因により増減する。特に，自動車，家電，アパレル，食品，生活必需品などの最終消費財を生産する業種では，研究開発投資以外の要因が営業利益の水準に与える影響は大きい。これに対し，本稿の分析対象業種である生産用機械器具製造業と業務用機械器具製造業は産業財でかつ非量産型業種であるため，研究開発投資の効果が売上高の増加に反映されやすいと推察される。そこで本稿では営業利益の代わりに売上高を使用し効率性を測定する。効率性は次のように定義する。

業種 i の第 t 年の売上高を X_i^t とおき，直近 5 年間すなわち第 $t-1$ 年から第 $t-5$ 年の研究開発投資合計額を $R_i^{t-1\sim t-5}$ とおく。このとき業種 i の研究開発効率を， $Z_i = X_i^t / R_i^{t-1\sim t-5}$ により求める。

また，売上高の対前年変化率と研究開発投資の対前年変化率の比をとり，業種 i の研究開発投資の売上高に対する弾力性 V_i^t を次式で定める。

$$V_i^t = \frac{\Delta R_i^t / R_i^t}{\Delta X_i^t / X_i^t}$$

弾力性が正でかつ大きい値をとる業種は，研究開発投資額が売上高に相対的に左右されやすいといえる。

3. 分析結果

3.1 研究開発投資の多角化度

図 1 に生産用機械器具製造業各業種のエントロピー値推移を示し，図 2 に業務用機械器具製造業各業種のエントロピー値推移を示す。図の煩雑を避けるため数業種を除外して表示した。図 1 から繊維機械，金属加工機械，その他の生産用機械で多角化が拡大しており，工作機械・ロボット等の分野で研究開発の多角化が進行している。一方，生活関連産業用機械は多角化が縮小傾向にある。図 2 からは医療用機械器具においても多角化が縮小しつつあり，研究開発を本業に集約する方向にあるものと見られる。

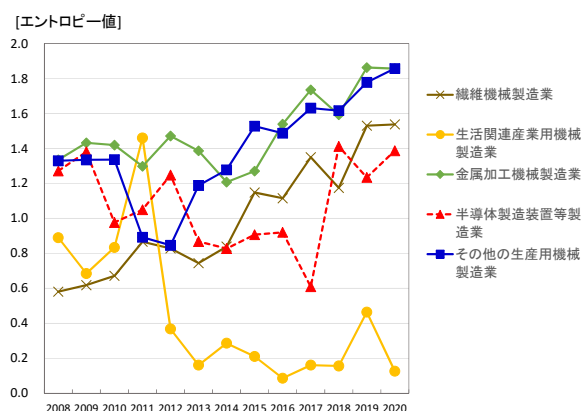


図 1 生産用機械器具製造業の多角化推移

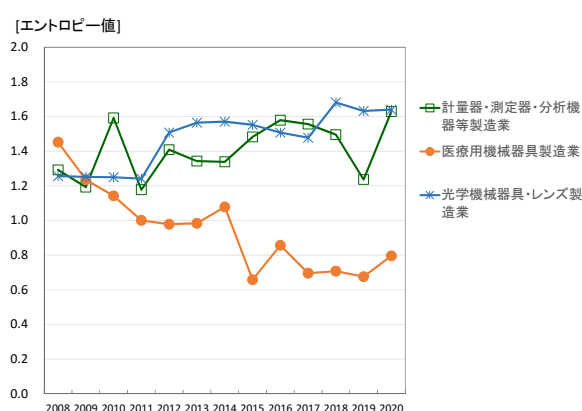


図 2 業務用機械器具製造業の多角化推移

さらに各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，非量産型業種では中堅・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。一例として図 3 に金属加工機械，図 4 にその他の生産用機械，図 5 に医療用機械器具を示す。図 4 と図 5 のグラフに欠損箇所があるのは，素データに非公開期間があることによる。中小企業群が大企業群より多角化していることの解釈としては，1 社が多数の製品分野に研究開発を多角化しているのではなく，異なる 2～3 分野に多角化している企業が多数集まったことにより，中小企業全体としては大企業より多角化度が高い業種構造になっていると見るのが妥当であろう。

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，上記と同じく図 6 に金属加工機械，図 7 にその他の生産用機械，図 8 に医療用機械器具を示す。いずれも企業規模別ではなく各業種全体としての経年推移である。

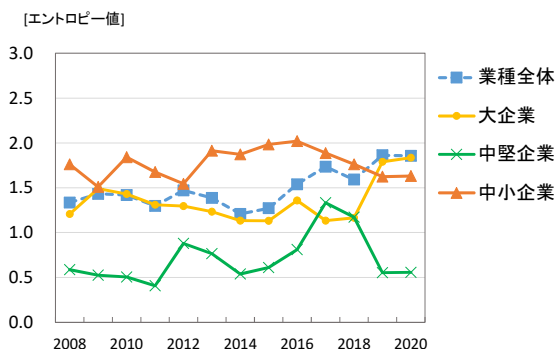


図3 金属加工機械の企業規模別推移

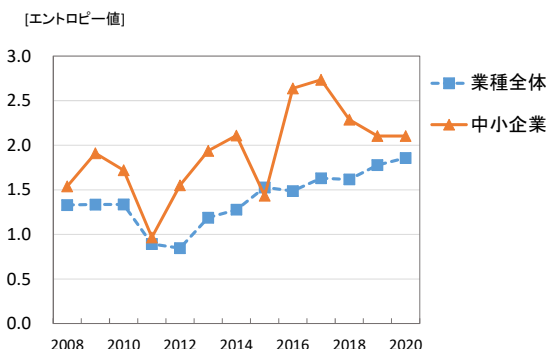


図4 その他の生産用機械の企業規模別推移

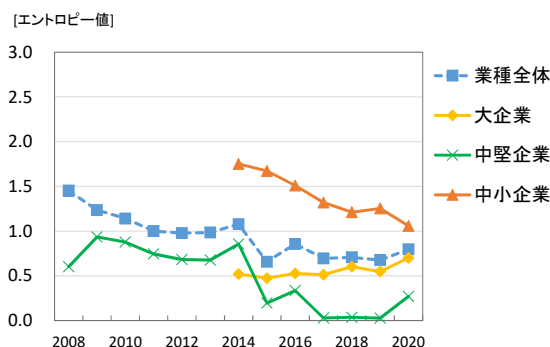


図5 医療用機械器具の企業規模別推移

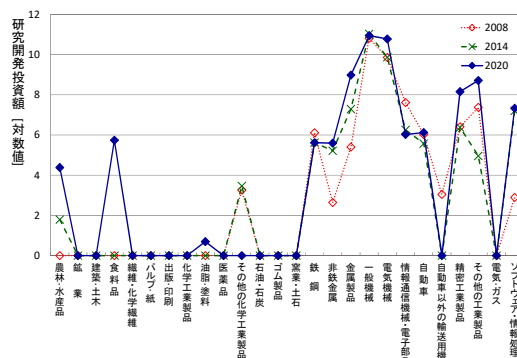


図6 金属加工機械の多角化分野

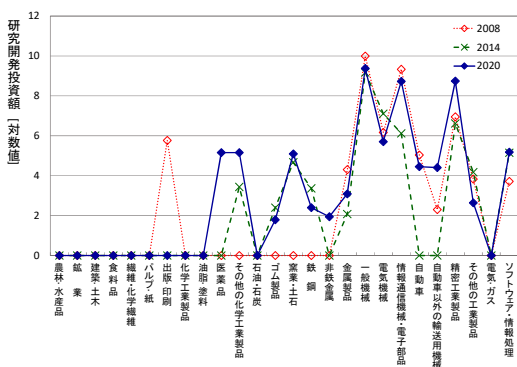


図7 その他の生産用機械の多角化分野

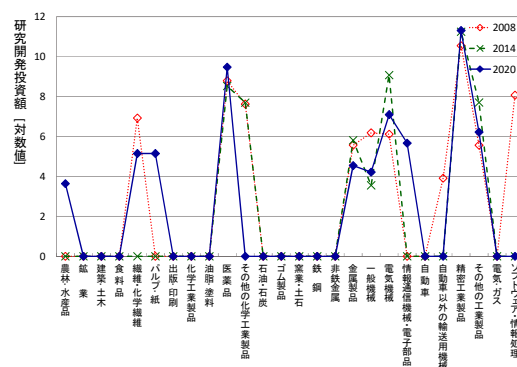


図8 医療用機械器具の多角化分野

図6より金属加工機械製造業は、本業である機械・電機・精密分野に加えてソフトウェア・情報処理分野への多角化が拡大している。図7よりその他の生産用機械製造業も同様の傾向が見られ、さらに医薬品分野へ研究開発投資を開始している。これに対し、図8より医療用機械器具製造業では医薬品と精密分野への研究開発投資額は維持しているが、ソフトウェア・情報処理分野への多角化から撤退し、代わりに情報通信機械・電子部品分野の研究開発に注力している。

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分析する。研究開発関連指標には研究開発投資額、研究開発強度、研究開発効率を使用する。多角化度を表すエントロピー値と各指標との相関係数値を表2に示す。5業種のみ掲載する。

表 2 多角化度と研究開発関連指標の相関係数値

業 種	エントロピー値と研究開発投資額	エントロピー値と研究開発強度	エントロピー値と研究開発効率
繊維機械製造業	0.048	-0.674	0.935
金属加工機械製造業	0.766	0.752	-0.644
半導体・フラットパネル ディスプレイ製造装置製造業	0.558	-0.013	0.346
その他の生産用機械・同部分品製造業	0.315	-0.062	0.281
計量器・測定器・分析機器・試験機・ 測量機械器具・理化学機械器具製造業	0.081	0.105	-0.633

(観測期間：2008 年～2020 年)

まず金属加工機械と半導体製造装置分野において、多角化度と研究開発投資額に正相関がある。多角化拡大のために研究開発投資を増額させていることが分かる。また多角化度と研究開発強度との間には、金属加工機械で正相関があり、繊維機械では負相関がある。それ以外の業種では相関が見られない。単年度の全業種に対する横断面のデータでは相関が生じないが、個別業種について時系列方向に相関を測定すると、業種によっては顕著に正または負の相関が現れる。

さらに多角化度と研究開発効率との間には、繊維機械で強い正相関、金属加工機械では負相関が成立している。繊維機械では多角化度が拡大しても研究開発投資額の増額を伴わず、売上高は増加していることにより、研究開発効率が上昇している。逆に金属加工機械では、研究開発投資額を増額させて多角化を推進しており研究開発強度も同時に高まっているが、売上高が相対的に低水準の増加にとどまっているため研究開発効率が悪化している。

3.3 研究開発投資の弾力性

表 5 に掲載した 5 業種について、売上高に対する研究開発投資の弾力性測定値の推移を図 9 に示す。図 9 は、売上高が 1%変化したとき研究開発投資額が何%変化するかを表しており、弾力性が正の大きな値をとるほど研究開発投資は売上高の変化に敏感に影響を受けることを示す。また弾力性が負の値の場合には、売上高の増減と逆方向に研究開発投資が増減することを示す。

図 9 より、半導体製造装置等製造業は 2019 年のみ負の大きな値をとっているが、観測期間の大半で弾力性は最も小さく研究開発投資額は売上高の影響を受けていないことが分かる。一方、計量器・測定器・分析機器分野と金属加工機械分野は、弾力性が正でかつ 1 より大きな値をとっている期間もあり、売上高の増加に合わせ研究開発投資を強化していることが分かる。

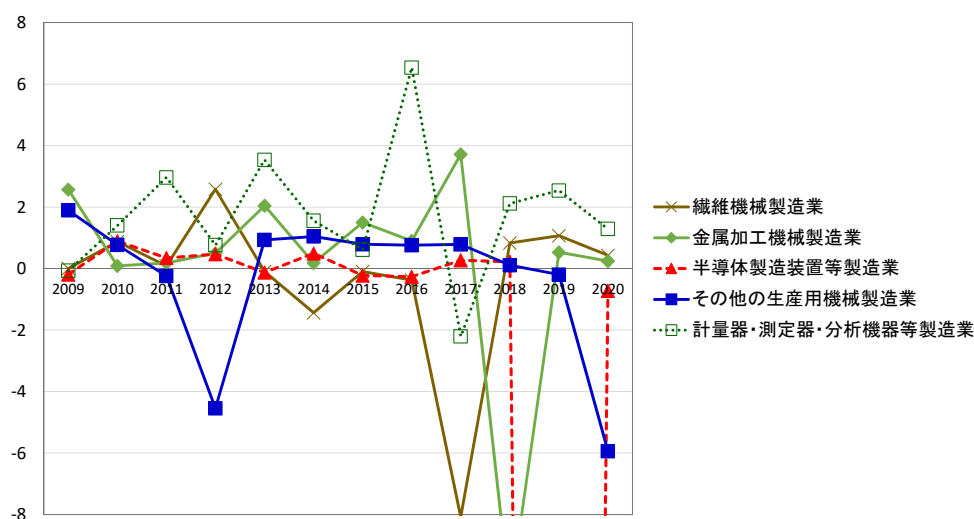


図 9 売上高に対する研究開発投資の業種別弾力性

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 細分類レベルでの研究開発多角化度の推移と企業規模別の相違

繊維機械、金属加工機械、その他の生産用機械の3業種では多角化が拡大し、生活関連産業用機械と医療用機械器具では多角化が縮小している。企業規模別の多角化推移からは総じて中小企業が大企業よりも多角化度が高い。産業財を生産する非量産型業種では、技術力を有する中小企業が多数存在し、かつ個別の市場規模は大きくないが製品分野が多岐にわたる構造であることがその要因といえる。

企業が製品・サービス分野のうち1分野のみに研究開発投資をするとエントロピー値は $E=0$ であり、2分野に0.5ずつ研究開発投資を配分すると $E=1$ になる。3分野に0.5, 0.3, 0.2と配分した場合には $E=1.485$ となり、5分野に0.2ずつ配分した場合には $E=2.322$ となる。これと図3、図4の状況から、個別の中小企業における多角化は数分野程度であることが読み取れる。

② 各業種の多角化重点分野

金属加工機械とその他の生産用機械ではソフトウェア・情報処理分野への多角化を推進しており、これは工作機械やロボットの開発がネットワーク化、知能化を指向していることによる。

③ 研究開発投資の多角化度と研究開発関連指標の関係

繊維機械製造業では、研究開発投資の多角化が売上高の増加をもたらす研究開発効率の上昇に寄与している。また、半導体・フラットパネルディスプレイ製造装置製造業やその他の生産用機械・同部分品製造業においても、多角化は研究開発効率をやや高めている。既存研究によれば多角化は収益力を低下させるが、非量産型業種の中には多角化が企業成長にプラスに作用する業種が存在することが明らかとなった。一方、金属加工機械製造業では多角化が研究開発効率を低下させており、既存研究と同様の結果が得られた。工作機械自体の標準化が進み、関連分野へ多角化を進めても売上高を大幅に向上させるイノベーションが生まれにくい状況にあると推察される。

5. 終わりに

本稿では、日本の製造業のうち加工組立系機械業種から、非量産型の産業財を生産する生産用機械器具製造業と業務用機械器具製造業を対象とし、細分類レベルの14業種において研究開発投資の多角化度を企業規模別に測定した。また多角化度と研究開発強度、研究開発効率などの指標にどのような関係があるかを分析した。いずれも統計データベースによる分析であり、実態を詳細に解明するには産業論の視点からの分析を加える必要がある。さらに、対象業種を拡張し素材系・化学系業種についても細分類レベルで企業規模別に分析を行ない、産業財の生産を担う業種における研究開発多角化の特徴を解明したい。

参考文献

- [1] Garcia-Vega, M. (2006) “Does Technological Diversification Promote Innovation? : An Empirical Analysis for European Firms,” Research Policy, Vol.35, No.2, pp.230-246.
- [2] Thomas, B. and W. Martin (2013) “Technological Diversification and Innovation Performance,” KOF Working Papers, No. 336, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich
- [3] Gemba, K. and F. Kodama (2001) “Diversification Dynamics of the Japanese Industry,” Research Policy, Vol.30, No.8, pp.1165-1184.
- [4] 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.
- [5] 今橋裕, 上西啓介, 玄場公規 (2020) 「日本製造業における BtoB 率及び研究開発多角化度と収益性の分析」『研究・イノベーション学会第35回年次学術大会講演要旨集』 pp.131-134.
- [6] 経済産業省 (2017) 『平成28年度産業技術調査事業 研究開発投資効率の指標の在り方に関する調査（フェーズⅡ）最終報告書』
- [7] 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>
- [8] 宮澤俊憲 (2019) 「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」『研究・イノベーション学会第34回年次学術大会講演要旨集』 pp.610-615.