

製薬企業の研究開発の意義と研究成果が企業の利益に及ぼす影響に関する研究

Significance of R&D investment in pharmaceutical industry and correlation between technical advantage and corporate profits

三宅講太郎/Kotaro MIYAKE¹・須藤修/Osamu SUDO^{2, 3}

¹ 東京大学大学院学際情報学府大学院生・² 中央大学国際情報学部教授・³ 東京大学大学院情報学環特任教授

Abstract:

The globalization of business activities in the pharmaceutical industry has further progressed, and Japanese pharmaceutical companies are compelled to compete with big pharmaceutical company of western countries in all area. The patent term increasingly shortens and long-term growth with a single blockbuster was already thing of the past. With that reason, pharmaceutical company need to keep creating innovative medicines based on their technological advantage to survive this industry. Big pharmaceutical companies in western country proactively invest large amount of money in R&D so that they could evaluate valuable introduced production and develop their own medicine. With establishing technical advantage through basic research and accumulating many expertise, they are moving forward and are keeping on top in the global competitive situation. Japanese pharmaceutical companies need to invest in R&D to develop innovative medicine and especially in basic research area that lead to technological advantage as well. In this study, we investigated the significance of R&D investment for research results and innovation power and consequently those achieved innovation power makes some profits to the pharmaceutical companies in Japan.

キーワード:

売上高研究開発費率、経常利益率、全要素生産性、科学研究成果

1. はじめに

製薬産業の事業活動のグローバル化は一層進展し、欧米製薬企業は日本市場やアジア新興市場への攻勢を強めるなか、日本企業も欧米市場への展開を加速しており、国際競争力がこれまでにない問われている。世界の医療用医薬品市場は約1兆円を超え、今後も年6%程度の持続的な市場成長が見込まれており、そのような環境欧州や米国を中心として、多くの国が製薬産業をイノベーション創出の中心的な担い手として位置づけ、科学技術の強化とその成果を創薬に結びつけるための仕組みの整備に取り組んでいる（注1-3）。一方、日本の医療用医薬品市場はグローバルと比較して相対的に成長度が低く、それまでかろうじて成長を続けていた国内市場も2018年には薬価改定のない年で初のマイナス成長となった。世界における日本市場のシェアは相対的に低下し、日本市場に高く依存したままでは持続的に事業を成長させることが厳しい環境となっており、複数の国内製薬企業も海外事業を重視するようになり、国内売上高よりも海外売上高が高くなることも認められている（製薬協、2019）。

これまで医薬品事業における利益率は他の産業と比較して高い水準で推移してきたが、後発品使用の強力な推進や薬価制度改革により、国内新薬ビジネスの事業性は著しく低下しており、人員規模縮小等のコスト削減や海外事業での収益により総合的な利益は確保しているものの、企業としての利益を考えて、自前の研究開発投資の継続に対してほとんどの国内製薬企業が消極的になっている。超高齢社会をむかえ、労働力人口が減少するなか、日本における競争力を維持するためには、高付加価値を生み出す知識集約型の製薬産業が果たすべき役割は非常に大きく、今後も経済的な成長を続け、グローバルにおける日本の相対的な競争力を維持するためには、革新的な新薬の創出や高度な研究開発活動がもたらす科学技術の発展が必要であり、今後も「世界で最もイノベーションに適した国」を目指すことが重要である。しかしながら、21世紀に入りわが国においては、論文数の減少や、論文の質の高さを示す指標の一つである被引用数 Top10%補正論文数の国際シェアの減少など、研究力に関する国際的地位の低下の傾向が伺える。科学論文の国際シェアの低下など、日本の科学研究が近年失速している旨の指摘が掲載された（科学技術・学術政策研究所、2019）。企業が営利団体である以上、企業利益に結びつかない研究活動が減少することは当然であり、企業の研究開発の活動自体がどのように研究成果の指標と結びつき、研究活動による技術イノベーションが企業の利益につながるかを証明しなければならない。一方、製薬企業の収益を生み出す商品としての医薬品には莫大な研究開発費と非常に長期の開発期間を要し、さらにその成功率は約1/30000（JPMA、2004）とされており、多くの研究開発が企業の利益につながることを証明することは、特に臨床

試験以外の科学研究においては非常に困難である。

わが国では、研究開発投資が収益につながり、生産性を向上させることはこれまでも報告されてきたが、応用研究や製品開発でない技術や知識、ノウハウの蓄積のための科学研究が企業の収益や競争力に及ぼす影響は検討されていない（後藤、鈴木、1987）（権赫、深尾、金、2008）（譚鵬、2014）。本研究では、国内製薬企業の医薬品研究開発投資が企業の研究成果につながり、さらに研究成果として獲得した企業のイノベーションの力が企業の利益につながるかを検証した。企業の研究成果がイノベーションの力となり、企業の利益に反映されることが明らかとなれば、さらに多くの研究費や研究体制が整えられ、世界における日本の製薬産業の競争力向上につながると考えている。

2. 分析対象と分析方法

2. 1 分析対象

分析対象は、1985年から2015年の東京証券取引所市場一部上場企業である武田薬品工業、アステラス製薬、エーザイ、中外製薬、塩野義製薬、大日本住友製薬、田辺三菱製薬の7社を対象とした。企業規模別の付加価値額、付加価値額の伸びに占める資本・労働の寄与度は東京大学図書館の電子ファイルとして保管されている各企業の有価証券報告書を用いた。対象年度は1985年から2015年とした。

2. 2 各指標と分析方法

各企業の研究開発活動に対する取り組みの姿勢を示す指標として売上高研究開発費率、企業の事業における収益力の指標として経常利益率として設定した。発表された科学論文数、承認された特許数を各企業の研究成果との指標とした。論文数はPubMed Centralに登録された論文を対象とした。特許数はGoogle Patentsにより検索し、当該年度に申請された特許案件を対象とした。

全要素生産性（Total Factor Productivity: TFP）は量的要素以外の質的要素、技術革新による、資本・労働の質的拡大、各種の効率性向上につながる指標であり、企業のイノベーションの指標とした（Solow, 1957）。TFP上昇率は対象期間の財務諸表を用いてコブ・ダグラス型生産関数を仮定して計測し算出した（Cobb and Douglas, 1928）。詳細を以下に示す。

TFP 上昇率＝付加価値額増減率－労働分配率×期末従業員数増減率－資本分配率×有形固定資産額増減率

TFP 上昇率算出に用いた指標の算出は以下のように規定した。

労働分配率＝給与総額／付加価値額

資本分配率＝1－労働分配率

各変数には、それぞれYに各企業の付加価値額、Lに各企業の期末従業員数、Kに各企業の有形固定資産額を用いた。また、労働分配率 α については、「中小企業白書」の定義どおり、給与総額／付加価値額を用いた。給与総額は期末従業員数×平均年間給与で計測した。規模に対して収穫が一定であると仮定し、資本分配率は $(1-\alpha)$ で求めた。

$$Y = AL^{\alpha} K^{1-\alpha}$$

Aの部分をTFPレベルとする。

この式を変形し、Aについて整理するとTFPレベルを算出する式となる。

$$A=Y/L^{\alpha} K^{1-\alpha}$$

この生産関数を対数変換すると

$$\log A = \log Y - \alpha \log L - (1-\alpha) \log K$$

2. 3 各指標の相関の検討

研究開発費が各企業の基礎的な研究活動にどの程度貢献したかを測るために研究開発費と研究成果の指標としての論文数、特許数との関連について検討するために、それぞれの指標を用いて、1985年から2015年までの期間を、1985年から1989年、1990年から1994年、1995年から1999年、2000年から2004年、2005年から2009年、2010年から2015年に分けて相関分析を行った。科学研究の成果によるイノベーションが企業における事業の収益力に対する影響を測るためにTFP上昇率と経常利益率の相関を検討した。本研究の有意水準はそれぞれ5%とした。統計処理は統計ソフト（JMP 10、SAS Institute Japan、Tokyo）を用いて行った。

3. 結果

3. 1 売上高研究開発費率の推移

各企業の有価証券報告書を用いて、1985年から2015年にかけての各企業の売上高研究開発費率を算出した。1985年には各社それぞれ6.53、10.19、11.85、11.00、8.65、8.82、8.11であったのに対し、2015年にはそれぞれ9.96、16.46、19.34、15.51、15.48、11.66、15.74であった。7社の平均では、1985年から1989年の平均は10.4、2010年から2015年の平均は15.5であった。企業別では、2000年頃までは対象とした7社全てにおいて売上高研究開発費率の上昇を認めたが、2005頃からは各社とも売上高研究開発費率の上昇が鈍化していた(図1)。

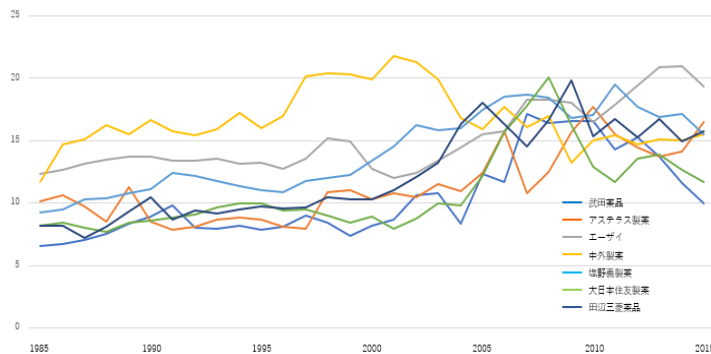


図1 売上高研究開発費率の推移

3. 2 売上高研究開発費率と経常利益、付加価値額、論文数、特許数、TFP との関連

売上高研究開発費率が研究成果に及ぼす影響を検討するために、売上高研究開発費率と経常利益、付加価値額、論文数、特許数、TFPの相関を調べたところ、論文数は塩野義製薬と田辺三菱薬品において売上高研究開発費率との相関係数が0.714、0.809と強い相関関係を示していた。一方、売上高研究開発費率と特許数の関連では中外製薬と塩野義製薬において相関係数が0.948、0.697でありで相関関係が認められた。技術イノベーションの指標としてのTFPとの相関係数は、アステラス製薬、中外製薬、塩野義製薬、田辺三菱薬品において相関係数が0.724、0.734、0.971、0.820であり正の相関関係が認められた。一方、武田薬品工業、エーザイ、大日本住友製薬では論文数もしくは特許数と売上高研究開発費率の間に負の相関関係を示していた。これらのことから、塩野義製薬は研究開発の取り組みが論文数、特許数、田辺三菱薬品においては研究開発の取り組みが論文数、中外製薬においては特許数に結びついており、それぞれの企業における技術的革新の優位性を示していることが示唆された(表1)。

表1 売上高研究開発費率と経常利益、付加価値額、論文数、TFP との相関係数

	武田薬品工業	アステラス製薬	エーザイ	中外製薬	塩野義製薬	大日本住友製薬	田辺三菱
経常利益率	0.697*	0.512	0.202	-0.256	0.616	0.962*	0.881*
付加価値額	0.694*	0.663*	0.220	-0.102	0.581	0.934*	0.819*
論文数	-0.320	0.426	0.422	0.306	0.714*	-0.707**	0.890*
特許数	-0.716**	0.061	-0.687**	0.948*	0.697*	0.574	0.368
全要素生産性	-0.646	0.724*	-0.098	0.734*	0.971*	0.477	0.820*

*p<0.05 (positive correlation), **p<0.05 (negative correlation)

3. 3 経常利益率の推移

1985年から2015年にかけての各社の経常利益率を算出した。1985年には各社それぞれ9.47、16.95、10.87、15.53、10.26、10.96、7.48であったのに対し、2015年にはそれぞれ11.18、0.66、6.57、16.33、32.58、8.68、25.00であった。7社の平均では、1985年から1989年の平均は13.59、2010年から2015年の平均は13.23であ

り、大きな変化を示していなかった。企業別では、対象とした7社全てにおいて1985年には経常利益率10%から20%の範囲であったが、2010年以後にアステラス製薬、塩野義製薬の経常利益率は一桁に低下していた。中外製薬、塩野義製薬、田辺三菱薬品の2010以後の経常利益率は15%を超えた範囲で推移していた（図2）。

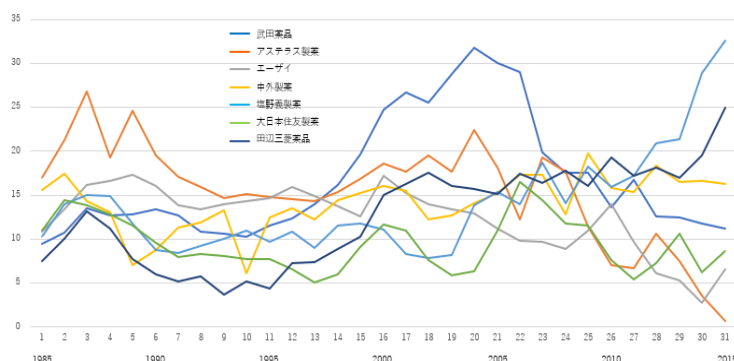


図2 経常利益率の推移

3. 4 経常利益率と論文数、特許数、TFPとの関連

科学研究成果である論文数、特許数とイノベーションの指標であるTFPが経常利益率に及ぼす影響を検討するために、経常利益率と論文数、特許数、全要素生産性の相関を調べたところ、売上高研究開発費率とTFPが相関関係を示していた中外製薬、塩野義製薬、田辺三菱薬品の3社はいずれも経常利益率とTFPが0.742、0.711、0.846と正の相関関係を示していた。一方、アステラス製薬では論文数との間に負の相関関係を示していた。このことから、中外製薬、塩野義製薬、田辺三菱薬品の3社はともに研究開発投資により得られた技術的革新の優位性が事業の収益力に結びついていることが示された（表2）。

表2 経常利益率と論文数、特許数、全要素生産性との相関係数

	武田薬品工業	アステラス製薬	エーザイ	中外製薬	塩野義製薬	大日本住友製薬	田辺三菱
論文数	-0.534	-0.723**	-0.488	0.799*	0.592	-0.216	0.897*
特許数	0.021	0.423	0.603*	-0.273	-0.567	0.242	-0.663
全要素生産性	0.189	-0.461	0.295	0.742*	0.711*	0.166	0.846*

* $p < 0.05$ (positive correlation), ** $p < 0.05$ (negative correlation)

4. 考察

本研究では、日本の製薬企業を対象にして、研究開発投資、特に臨床試験以外の科学研究に対する投資がそれにより得られた技術的な優位性を通して企業の利益にどのように寄与するかを検証した。結果は、研究開発投資、特に科学研究による技術的な優位性やノウハウ蓄積、特許技術が企業の技術的革新を通して企業の利益獲得による競争力の強化につながることを示された。

医薬品産業は各産業のなかでもとりわけ技術重視度が最も高い業種であるとされており、ほとんどの収益が開発研究による技術的優位性とそれに基づく特許権利から得られているとされている（総務省、2008）。医薬品産業の特許有効性は非常に高く、かつ排他性も非常に強い。

研究開発は一般的に大きく3つのプロセスに分けることができる。最初に知識、技術、ノウハウ獲得のための科学研究である。科学技術研究の主たる活動場所はアカデミアである大学や公的機関の研究所であることが多いが、製薬産業においては、徐々にその規模や予算は減りつつあるものの、欧米のビッグファーマーは研究機関を有している。次にそれらの研究で得られた知識、技術、ノウハウを活用して実用化を目指す応用研究である。最後に最終的な製品開発に結びつける開発研究である（加藤、楓、越島、2015）。

研究開発投資と企業の業績についてはこれまでいくつかの研究が報告されてきた。米国企業の研究開発投資と

企業の業績に関する研究として、有形固定資産への投資よりも研究開発投資が高い収益を生み出していたという報告 (Aboody, Lev, 2001) や、企業の重要な発明の数は研究開発投資額と高い相関があるという報告 (Mansfield, 1986)、研究開発投資は収益の増加をもたらす、収益の増加により得られた手元資金の増加が研究開発投資をさらに増加させ、最終的に将来の収益への期待によりさらに研究開発投資の増加がもたらされるという研究開発の投資と将来の収益の関連についても報告されている (Branch, 1974) (Sougianis, 1994)。さらに研究開発投資が生産性を高めることも報告されている (Mansfield, 1988)。

日本における研究では、研究開発投資が収益につながり、生産性を向上させる報告 (後藤、鈴木、1987) や研究開発投資が全要素生産性上昇に寄与し、開発研究、応用研究は TFP への効果は高く安定的であることを示した報告がある (権藤、深尾、金、2008) (譚鵬、2014)。しかしながら、これらの報告は、科学研究による技術開発や知識、ノウハウの蓄積について切り分けたものではなく、製薬産業では新薬開発のための臨床試験に莫大なコストがかかるため、研究開発投資が技術、知識、ノウハウを通して、企業の競争力に及ぼす影響については明らかでないと考えられる。

医薬品がこれまでの低分子医薬品が主流であった時代には、日本の製薬産業でも自前のシーズ探索や独人の技術開発を行う研究機関を有し、一気通貫型で医薬品の開発を行うケースが多くみられた。2000 年前後から、技術の進歩とともに抗体などのバイオ医薬品が医薬品開発の主流となるなか、開発費の高騰とともに世界的な製薬産業の合併による規模の拡大や多くのバイオベンチャーが生まれ、開発成功率が約 1/30000 とされた低分子医薬品よりもさらにリスクの高いバイオ医薬品の開発を自前で行うことは企業の経営の観点から非常に非効率的であった。成功確率の低い開発を最初から行うよりも外部ベンチャーからの導入やベンチャー企業の買収といった、研究部門の外部への丸投げ状態が進むなか、特に日本の製薬企業は経営効率の観点から自前の研究所への依存度を下げ、予算や人員の削減が行われてきた。現在、国内の製薬企業において社内に研究所を有し、研究所で生まれた医薬品のシーズをもとに製品開発を行う企業はわずかしかなかった。

今回の検討では、1985 年から 2015 年にかけての、日本の経済成長のピークであるバブル期より、1990 年代半ばから 2000 年前半にかけての IT が爆発的に普及した時期、さらに 2000 年代中頃から後半にかけての国内医薬品企業の合併が行われた時期と世界的な経済危機の 2008 年を経て、医薬品産業の特許切れが問題となる「パテントクリフ」後の 2015 年までの国内製薬企業の医薬品研究開発投資が企業の研究成果のつながり、さらに研究成果として獲得した企業のイノベーションの力が企業の利益につながるという仮説のもと検証を行った。わが国の製薬産業の売上高研究開発費率は欧米の製薬企業の水準を上回り、規模でみると最も積極的であることがいえる (鈴木、2003)。各社の売上高に対する研究開発費率は、1985 年から 2000 年までは 10%前後で推移していたが、2000 年以後の各社の合併に伴う企業の規模の拡大や医薬品の主流が低分子医薬品からバイオ医薬品になるにつれて、各社の売上高に対する研究開発費率は増加し 15%前後となった。その後の経済危機や自前の研究施設の閉鎖に伴い、10%前半から 20%近くの売上高研究開発費率に分かれる結果となった。

製薬業界はバブル崩壊後、1990 年代後半の企業体力の低下や欧米の多くのベンチャー企業の出現に伴い、それまで自社の研究所において行ってきた医薬品のシーズ探索や新規技術の開発を減少させ、外部からの開発候補品を導入し、臨床試験を実施し、医薬品の開発を行う割合を増やしてきた。外部からの導入品の割合の増加は、それまで大部分を占めていた低分子医薬品に代わり抗体薬などのバイオ医薬品が開発のメインとなるにつれ、科学研究からの開発費用の高騰と低い成功確率を避けたことの結果でもある。さらに 2000 年代前半の国内における企業同士の合併とその後に続く経済不況により、各企業は多くの資産売却と人員整理を行い、企業自身のスリム化を行う必要に迫られ、ますます自社内の研究活動の低下と外部からの候補品の導入が進む結果となった。今回、検討の対象とした製薬企業のうち、自社内に創薬を目的とした研究所を有するのは中外製薬のみであり、その他の企業はすでに創薬を自前では行っていないのが現状であるため、今回の検証結果は 10-20 年後には大きく変化している可能性がある。

今回の検証では、売上高研究開発費率との関連において、科学研究活動の成果指標として挙げた論文数、特許数のいずれかもしくは両方と関連があった企業は中外製薬、塩野義製薬、田辺三菱であり、それらの 3 社はいずれも売上高研究開発費率と全要素生産性に相関関係を示しており、これらの企業の売上高研究開発費率は科学研究の成果の結果としての各企業の技術的革新につながっていることが示唆された。アステラス製薬は論文数、特許数ともに売上高研究開発費率との相関は認めないにもかかわらず、全要素生産性との相関を認めていた。さらに、武田薬品工業、エーザイ、大日本住友製薬は売上高研究開発費率と、論文数もしくは特許数の間に負の相関を認めていた。これらは各社の人的資源や組織体制などにより、科学研究以外の要素により、資本、労働力以外の何かに結びついた可能性がある。今後の検討課題の一つである。

一方、経常利益率に関していえば、日本の製薬企業の利益率は欧米製薬企業のそれと比較して大きな差はない (鈴木、2003)。1980 年代後半にアステラス製薬が、2000 年代前半に武田薬品工業がそれぞれ 20%以上の高い数

値を示した時期があるがそれを除けば総じて10%前後の数値を示してきたが、この数値はこれまでに報告されてきたものと大きな違いはなく、他の産業と比較して著しく高い数値である（中西、1991）。各社の経常利益率と科学研究成果の指標である論文数、特許数とそれらの結果としての技術革新の指標である全要素生産性との関連をみると、塩野義製薬は全要素生産性、中外製薬と田辺三菱は論文数、全要素生産性がそれぞれ経常利益率と相関関係を示していた。中外製薬、塩野義製薬、田辺三菱の売上高研究開発費率と論文数と特許数のどちらかもしくは両方と、全要素生産性が相関関係を示していた3社であり、このことから、これらの3社においては研究開発投資が論文や特許につながる基礎的研究を通じた社内の技術革新や知識、ノウハウを蓄積することにより企業の利益に結びついていることが示唆された。アステラス製薬が論文数と経常利益率と負の相関を示したことは、アステラス製薬の近年の経営状態の良さや、以下に述べる開発品の導入何らかの関係がある可能性はある。

武田薬品工業は開発研究投資が科学研究の成果に結びついていないにもかかわらず、研究投資が経常利益率との相関を示した。同社は売上高研究開発費率が付加価値額とも相関関係を示しており、自社内での創薬を行わずとも、導入品の開発を成功させることにより、企業の収益に結びつくことを示している。先にも述べたように、医薬品の中心が低分子医薬品から抗体などのバイオ医薬品に移行するにつれて、これまで数十年培われてきた低分子医薬品の技術や知識の蓄積による優位性が失われつつあること、低分子医薬品と比較して低い開発成功の確率による投資リスクを考慮すると、優れたバイオベンチャーからのある程度開発が進められ、成功確率の高くなった開発候補品を導入するノウハウ、いわゆる目利きの技術を高め、効率的に開発を行うことは理にかなった戦略であるともいえる。

一方、中外製薬は開発研究投資が科学研究の成果指標である特許数や全要素生産性と相関関係を示し、科学研究の成果が利益に結びついているが、研究開発投資は企業の利益は付加価値と相関を示していない。このことは2001年に同社がRoche社の資本参加により、科学研究や候補品導入を共有するようになったこととも関連がある可能性があるが、同社の経常利益率は直近の20年では約15%で安定して推移していることから、創薬のための技術開発が市場での医薬品売上のみならず、グループ会社内での相互作用を生み出し、安定した経営につながっていることも可能性として考えられる。

自社内での創薬が不要になれば、創薬のための研究を行う研究施設や人員のコストも削減される。しかしながら、技術の日進月歩に伴い、新たなバイオ技術に出現に伴う新規技術が医薬品の主流に結びつく場合、自前の研究施設を有しない企業は当該分野での開発が一步も二歩も遅れる可能性があるため、研究コストや開発リスクと研究開発の遅れのトレードオフであり、今後の製薬産業のトレンドを注視していく必要がある。

5. 結語と今後の課題

本研究では、国内製薬企業の医薬品研究開発投資が企業の研究成果につながり、さらに研究成果として獲得した企業のイノベーションの力が企業の利益につながるか可能性が示された。企業の科学研究成果による技術性優位や知識、ノウハウの蓄積がもたらす技術革新が、企業の利益に反映されることが示唆されたことは、ほとんどの製薬企業が自前の創薬のための研究施設を閉鎖し、医薬品の開発の初期段階を外部のベンチャー企業に依存している現状を改善する必要がある。個々の企業の競争力獲得のみならず、今後も経済的な成長を続け、グローバルにおける日本の相対的な競争力を維持するためには、高付加価値を生み出す知識集約型の産業を確立、維持する必要がある。高度な研究開発活動がもたらす科学技術の発展により、競争力を有する日本の産業を目指すことが重要である。さらに多くの研究費や研究体制が整えられ、多くのイノベーションを産みだし、世界における日本の産業の競争力向上を目指す一助となればと考えている。

最後に、今後の課題を挙げる。本稿では科学研究の成果指標として、論文数、特許数、さらにそれに伴う技術革新の指標として全要素生産性を用いた。アカデミアでは予算の全てが科学研究に対する資本のインプットといえるが、企業の場合は、応用研究や最終的な製品開発に結びつける開発研究が主となり、科学研究への資本のインプットを明確に分けて分類することは容易ではない。さらに、企業における科学研究の指標として確立されたものではなく、それらに関する報告はあるが（姉川、1996）、論文数、特許数とすることの妥当性、論文発表や特許公開時期の問題もあり、何をもって、どこまで技術開発や知識、ノウハウの蓄積のための研究とするか明確ではない。アカデミアでも世界における日本の科学技術力の低下が叫ばれるなか、今後ますます減少する可能性がある企業内の科学技術力を効率的に高めるために、科学研究の重要性を示すための指標を明らかにしていくことを今後の課題としたい。

謝辞：本稿の執筆にあたり、東京大学・大庭准教授からは、本研究の期間を通じて熱意あるご指導を頂いた。この場を借りて厚くお礼申し上げたい。なお、本稿における主張・誤りは全て筆者に帰するものであり、ご指導を頂いた先生やご意見を頂いた方々の見解を示すものではない。

注

1. 個別企業のIT投資額は明らかにされておらず、本研究においては、以下の資料に基づき、IT投資額を売上高の1%で代替の指標とする方針とした。
企業におけるIT関連費用 <http://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/result-2/h29jyojisu.html> (2018.9.28参照) による。経済産業省「情報処理実態調査報告書」に基づく。
2. 医薬品産業における IT 投資額の算出には、経済産業研究所が公表している「JIP データベース 2015」にあるソフトウェア投資額とハードウェア投資額（2000 年価格）を抽出し分析を行った。
<https://www.rieti.go.jp/jp/database/JIP2015/data/2-2.xls> (2018.9.28 参照) による。
3. 2016 Quintiles Miswords Review、Life Cycle、Pharma projectsをもとに、データを抽出し分析した 注：2016年10月時点調査 150品目のうち、医療機器2品目を除いた148品目を対象とした。
<https://pharmaintelligenceinformacom/~media/Informa-Shop-Window/Pharma/Whitepapers/Jan-2016Pharma-RD-Annual-ReviewIan-Lloyd.pdf> (2018.9.28参照) による。

参考文献

日本語論文

JPMA 『Data Book』 2014

科学技術・学術政策研究所『科学技術指標2019』 2019

製薬協 次期「健康・医療戦略」、「医療分野研究開発推進計画」の策定に向けた提案、2019

総務省『科学技術研究調査報告』総務庁統計局、2008

姉川知史「製薬企業の基礎研究：特許データによる日米欧企業の国際比較」『医療と社会』Vol.5(4)、1996、49-64 ページ

加藤勇夫、楓森博、越島一郎「R&Dプロセスにおける顧客価値の共創」『Journal of the International Association of P2M』Vol.9 No.2、2015、203-219 ページ

後藤晃、鈴木和志「R&Dの多角化と技術のスピルオーバー効果経済研究」『経済研究』38(4)、1987、298-306 ページ

権赫旭、深尾京司、金榮慤「研究開と生産性上昇：企業レベルのデータによる実証分析」『Global COE Hi-Stat Discussion Paper Series』No.3、2008

譚鵬「研究開発の生産性と企業価値形成－日本の医薬品産業における実証分析」『産研論集』Vol.41、2014 年、22-33 ページ

鈴木彰夫「コスト構造と規模：日米欧製薬企業の比較」『JPMA News Letter』第 130 巻、2009 年、31-32 ページ

中西悟志「日本医薬品産業の R&D と財務構造」『医療と社会』第 1 号、1991 年、87-97 ページ

英語論文

Aboody D and Lev B “R&D productivity in the chemical industry” *New York university working Paper*, 2001

Branch B “Research and Development activity and profitability” *Journal of Political Economy*, Vol. 82(5), 1974, pp.999-1011

Cobb C.W. and Douglas P. H. “A Theory of Production” *American Economic Review*, Vol. 18(1), 1928, pp.139-165

Mansfield E “Patents and innovation: an empirical study” *Management science* Vol. 3(2), 1986

Mansfield E “Industrial R&D in Japan and the United States: A comparative study” *American Economic Review* Vol. 78(2), 1988, pp.223-228

Solow R. “Technical Change and the Aggregate Production Function” *The Review of Economics and Statistics* Vol. 39(3), 1957, pp.312-320

Sougiannis T “The accounting based valuation of corporate R&D” *Accounting Review* Vol. 69(1), 1994, pp.44-68

(2020 年 11 月 3 日受理)