

オープン・イノベーション活動が
企業収益に及ぼす影響に関する実証研究

Empirical research on the impact of open
innovation activities on corporate profits

2022年9月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

第2研究グループ

岩城康史 玉田俊平太

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からの御意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、必ずしも機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

The DISCUSSION PAPER series are published for discussion within the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) as well as receiving comments from the community.

It should be noticed that the opinions in this DISCUSSION PAPER are the sole responsibility of the author(s) and do not necessarily reflect the official views of NISTEP.

【執筆者】

岩城康史

関西学院大学経営戦略研究科 博士研究員・講師
一橋大学帝国データバンク企業・経済高度実証研究センター 研究補助員

玉田俊平太

関西学院大学経営戦略研究科 研究科長・教授
文部科学省科学技術・学術政策研究所 客員研究員
一橋大学帝国データバンク企業・経済高度実証研究センター 客員研究員

【Authors】

IWAKI Yasushi

Assistant Professor, Institute of Business and Accounting, Kwansei Gakuin University
Visiting Assistant Scholar, TDB Center for Advanced Empirical Research on Enterprise and Economy, Hitotsubashi University

TAMADA Schumpeter

Professor, Institute of Business and Accounting, Kwansei Gakuin University
Affiliated Fellow, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
Visiting Scholar, TDB Center for Advanced Empirical Research on Enterprise and Economy, Hitotsubashi University

本報告書の引用を行う際には、以下を参考に出典を明記願います。
Please specify reference as the following example when citing this paper.

岩城康史・玉田俊平太 (2022) 「オープン・イノベーション活動が企業収益に及ぼす影響に関する実証研究」, *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.213, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp213>

Iwaki, Yasushi and Tamada, Schumpeter (2022) "Empirical research on the impact of open innovation activities on corporate profits," *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.213, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp213>

オープン・イノベーション活動が企業収益に及ぼす影響に関する実証研究

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第2研究グループ

岩城康史、玉田俊平太

要旨

本研究では、オープン・イノベーションにおけるインバウンド型とアウトバウンド型という活動タイプの有無が、企業の収益にどのような影響を与えるかを調査した。企業のオープン・イノベーション活動を把握するデータとして、文部科学省 科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が実施した「民間企業の研究活動に関する調査」アンケートの2008年から2018年の回答を用いた。分析の結果、インバウンド型オープン・イノベーションは企業の収益に対して有意にプラスの影響を示したが、アウトバウンド型オープン・イノベーションは企業の収益には影響を与えていないことが示された。これは外部の技術を積極的に取り込んで開発を実施するインセンティブが企業にあるのに対して、自社技術を積極的に外部に提供するインセンティブが無い、もしくは非常に弱いことを示唆している。すなわち、オープン・イノベーション活動を通じた生産性向上の課題として、企業が死蔵している技術情報の公開促進などの政策課題があることが示唆される。

Empirical research on the impact of inbound and outbound open innovation activities on corporate profits

2nd Theory-Oriented Research Group, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

IWAKI Yasushi and TAMADA Schumpeter

ABSTRACT

In this study, we investigated how the presence or absence of inbound and outbound activity types of open innovation affects corporate profits. As data to grasp the open innovation activities of companies, we used the answers from 2008 to 2018 of the "Survey on Research Activities of Private Companies" conducted by the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. The analysis showed that inbound open innovation had a significant positive effect on corporate profits, but outbound open innovation did not affect corporate profits. This suggests that while companies have an incentive to actively incorporate external technologies and carry out development, companies have no incentives to actively provide their own technologies to the outside, or their incentives are very weak. In other words, it is suggested that there are policy issues such as promotion of disclosure of technical information of companies to improve productivity through open innovation.

オープン・イノベーション活動が企業収益に及ぼす

影響に関する実証研究

キーワード：資本資産評価，オープン・イノベーション，インバウンド型オープン・イノベーション，アウトバウンド型オープン・イノベーション

1. はじめに

近年，高度な技術を応用したり様々な分野の新技术を組み合わせたことによって開発された新製品や新サービス（以下併せて「新製品」と呼ぶ）によって，我々の生活がより豊かになっている．高度な技術の応用例としては，SSDをはじめとする半導体データ・ストレージがあげられる．データ・ストレージで使用されるフラッシュメモリ技術の発展によりデータ・ストレージは，幅 11mm，長さ 15mm，厚さ 1mm と指先に乗るほどの microSD カードに 1 テラバイトものデータを保存することが可能となっている．これは 2000 年代初頭に過半数の企業が保有していた情報系システムのデータベースのサイズをはるかに超える容量である．2020 年代を生きる我々は，ひと昔前なら保存に専用の部屋とマシンが必要だったデータ量を，あたかも小銭のようにポケットに入れて持ち歩けるようになったのである．

一方で，様々な分野の新技术の組み合わせの代表的な例は，iPhone をはじめとしたスマートフォン(スマホ)であろう．iPhone は，電話，音楽プレイヤー，インターネット・コミュニケーションデバイスを一体化して開発された．それら以外にもマイク，カメラ，ジャイロセンサーなどの様々なセンサー類，これらデバイスを統合する基本ソフト，さらには自社ならびにサードパーティが開発したアプリケーション・ソフトウェア，それらを販売・配布するための流通プラットフォームなど，様々な技術を統合することで初めてスマートフォンという製品が成り立っている．

これらの多様な技術を 1 つの企業で賄うのは，製品開発スピードの面においても開発コストの観点からも賢明とはいえない．たとえば岩城 [2017] は「企業が保有する技術の領域が多岐に渡る（技術の多角化度が高い）ほど，その企業の価値を毀損する」ことを示している．

さらに，自社の開発した技術が必ずしも業界トップであるとは限らない．仮に自社に 3,000 人もエンジニアが居たとしても，当該分野の研究者が世界に 30 万人居た場合，社内で新しいアイデアが一つ生まれる間に，社外では新しいアイデアが 100 生まれている計算になる．ベストな技術が生まれる確率が一定だとすると，自社でベストな技術が生まれる確率は 1% にも満たない計算になる．したがって，新製品や新サービスを開発する際に

は、社内だけではなく社外も含めて最適な技術をサーチし、ためらわずに採用する必要がある。

すなわち、高度な技術を応用したり様々な分野の新技术を組み合わせることが必要なタイプの製品の開発を行う場合、一企業内で閉じて全ての技術を賄うのではなく、他組織などとの連携によって最適な製品開発を効率的に推し進める「オープン・イノベーション」が経営戦略上重要となってきた。オープン・イノベーションとは、「組織内部のイノベーションを促進するために、意図的かつ積極的に内部と外部の技術やアイデアなどの資源の流出入を活用し、その結果組織内で創出したイノベーションを組織外に展開する市場機会を増やすこと」(Chesbrough [2003])である。オープン・イノベーションには、外部組織との間の技術の売買やライセンス、共同開発、ベンチャー企業への出資などが含まれる。組織間で行き交う技術情報の送り手と受け手の観点から、Gassmann and Enkel [2004] は、以下のオープン・イノベーションの3類型を示した。外部から知識・アイデアを取り込む「インバウンド型」(アウトサイド・イン型)、社内の知識・アイデアを外部に提供する「アウトバウンド型」(インサイド・アウト型)、社内・社外の双方向でのやり取りを行う「カップルド型」の三つである。これを受けて、Chesbrough et al. [2006] は、オープン・イノベーションを「知識の流入と流出を自社の目的に適うように利用して社内イノベーションを加速化するとともに、イノベーションの社外活用を促進する市場を拡大すること」とも定義し、外部からの知識・アイデアの効率的な活用や、内部の技術・ノウハウの外部化は、自社のテクノロジーを発展させ、価値を創造することにつながるとしている。

本研究では、オープン・イノベーションにおける、インバウンド型の活動とアウトバウンド型の活動が企業の収益にどのような影響を与えるかを定量的に明らかにすることを目的とする。企業のオープン・イノベーション活動を把握するデータとして、文部科学省科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が実施した「民間企業の研究活動に関する調査」アンケートの2008年から2018年の回答を用いた。分析を行なった結果、インバウンド型オープン・イノベーションにおいては企業の収益に対して有意にプラスの影響を示したが、アウトバウンド型オープン・イノベーションの企業収益への影響は有意ではなかった。これは、外部の技術を積極的に取り込んで研究開発を実施するインバウンド型は企業にインセンティブがあるのに対して、自社技術を外部に提供するアウトバウンド型のオープンイノベーションはインセンティブが無い、もしくは非常に弱いことが示された。

なお、このようなオープン・イノベーションの類型に伴う、企業パフォーマンスの影響に関する定量的な研究は、筆者が調べた限り日本では見られなかった。

本論文の構成は、以下の通りである。続く2章では、オープン・イノベーションに関す

る既存の研究を振り返り、インバウンド型及びアウトバウンド型のそれぞれにおいて、イノベーションの効率性や企業の収益性について考察するとともに、分析モデルの問題点を検討する。3章では、使用するデータの解説をする。4章では、R&Dと企業収益との関係を分析した先行研究を参照しながら、2章で示した既存研究の問題点を修正した分析モデルを検討する。5章では、分析に使用するデータセットの基本統計量を示す。6章では、修正したモデルを使用して分析を行い、7章で、6章で示された結果について考察する。最後に8章で、本研究の限界と今後の課題について述べる。

2. 先行研究

Gassmann and Enkel [2004]によるオープン・イノベーションの3つの類型それぞれの活動による企業パフォーマンスへの影響を分析する研究は海外においては進んでおり、研究内容は大きく2つに分けられる。1つはイノベーション活動の効率性への影響を評価する研究であり、もう1つは企業収益への影響を評価するそれである。

Mazzola et al. [2012]は両方の分析を行なっている。イノベーションの効率性における影響に関しては、各年に発表される新製品の数を被説明変数としてポアソン回帰分析(poison regression)を行なっている。説明変数には、インバウンドの項目として、サプライヤーとの協業数(Supp Coll), 大学との共同研究数(Univ Coll), 公的機関・非営利機関との協業数(Govern Coll), 国からの公的資金の支援による共同研究数(Pub Fund), 企業が購入あるいは使用した外部組織が保有するIP数(In-licens), 企業が実施した買収数(Acquis)がある。アウトバウンドの項目には、企業が他組織に売却した特許権や著作権の数(Out-licens), 企業が売却した部門や製造ラインの数(Divest), 企業が取り交わした商業化協定や販売店契約の数(Ext Comm)がある。カップルドの項目には、外部組織や大学と共同開発した特許の数(Co-patents), R&DアライアンスやR&Dジョイント・ベンチャーの数(R&D All), 製造アライアンスや共同製造を目的としたジョイント・ベンチャーの数(Mft All)である。さらに、コントロール変数として、企業年齢(Age), 規模(Size), 特許数(Patent), 海外志向(New Mkts), 総売り上げに対する海外での売り上げ比率(Glob), R&D費の伸び率(R&D Exp)を用いている。分析の結果、インバウンド関連では Supp Coll(+)と Govern Coll(+), Acquis(-), アウトバウンド関連では Out-licens(+), カップルド関連では Co-patents(+)と Mft All(-)がイノベーションの効率性に関連していた¹。

一方、企業収益性への影響については、被説明変数として営業収益を用い、説明変数には上記と同じものを用いて、最小二乗法(OLS)による回帰分析を実施した。分析の結果、インバウンド関連では Acquis(+), アウトバウンド関連では Out-licens(-)と Ext Comm(+), カップルド関連では Co-patents(+)と Mft All(-)が企業収益に影響していた。

¹ (+)は正に有意であり, (-)は負に有意であることを表す。

しかしながら、Mazzola et al. [2012]におけるR&D費の扱い方に疑問が残る。R&D費の影響を単年度分しか捉えていないからである。研究開発プロジェクトの中には単年度内でR&Dの成果が出て収益につながるものもあるだろうが、多くの場合は複数年度にわたるR&D投資の積み上げによって漸く製品化・収益化に結びつくであろう。さらにはその収益も複数年にわたるであろう。すなわち、先行研究においてはR&D費を過小評価している可能性がある。ここではR&D費はコントロール変数として用いられているが、R&D費を正當に評価していなければ、分析結果に影響を及ぼす可能性がある。また、同様の例が他の先行研究にも見られる。例えば、Belderbos et al. [2006], Lichtenthaler [2009], Hwang and Lee [2010], Lin and Wu [2010]などは、単年度のR&D Intensity (= R&D / Sales)でコントロールしている。

一方で、Lev and Sougiannis [1996]は、過去数年間のR&D費の累積をR&D資産（ストック）として、将来収益との関連を分析している。Lev and Sougiannis [1996]は、まず、収益は有形資産と無形資産を入力とする関数関係にあるとしている(式(1))。そして、R&Dとして当年度及び過去k年間のR&D費に係数 α を乗じて積算したストックと捉えて(式(2))、有形資産とR&Dストック、その他の無形資産を入力とする関数を想定する(式(3))。

$$E_{i,t} = g(TA_{i,t}, IA_{i,t}) \quad (1)$$

$$RDC_{i,t} = \sum_k \alpha_{i,t} RD_{t-k} \quad (2)$$

$$E_{i,t} = g\left(TA_{i,t}, \sum_k \alpha_{i,t} RD_{i,t-k}, OIA_{i,t}\right) \quad (3)$$

ただし、 $E_{i,t}$:i社t年度の収益、 $TA_{i,t}$:i社t年度の有形資産、 $IA_{i,t}$:i社t年度の無形資産、 $RDC_{i,t}$:i社t年度のR&D資産、 $RD_{i,t}$:i社t年度のR&D費、 $OIA_{i,t}$:i社t年度のR&D資産を除く無形資産である。

よって、Lev and Sougiannis [1996]は、これより式(4)の回帰モデルを推定した。

$$(OI/S)_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1(TA/S)_{i,t-1} + \sum_k \alpha_{2,k}(RD/S)_{t-k} + \alpha_3(AD/S)_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

ただし、 $OI_{i,t}$:i社t年度の営業利益、 $S_{i,t}$:i社t年度の売上、 $TA_{i,t}$:i社t年度期首の有形資産、 $RD_{i,t}$:i社t年度のR&D費、 $AD_{i,t}$:i社t年度の広告宣伝費である。

COMPUSTATの1975年から1991年のデータを用いて、式(4)の回帰モデルでアーモン・ラグ推定を実施したところ、化学医薬品産業で9年、機械・コンピュータハードウェア産業で7年、電機・電子産業で8年、輸送機器産業で7年、科学機器産業で5年、その他研究開発集約型産業で6年と、それぞれのタイムラグのあとでR&D投資が収益につながることが示された。

国内においても、加藤 [2002]、久田 [2006]、榑原他 [2006]、劉 [2002]、岡田 [2011] などがこれに倣っており、数字に幾分のばらつきがあるが、概ね4~10年のタイムラグで R&D 投資が収益につながるといった結果が出ている。すなわち、単年度の R&D 費だけで分析すると R&D 費の収益への影響を過小評価する事が示唆される。

3. データ

3.1. データセット

本研究では、文部科学省 科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) が実施した「民間企業の研究活動に関する調査²」に対する回答データを使用する。この調査は、民間企業の研究開発活動に関する基礎データを収集し、科学技術政策の立案・推進に資することを目的としたものである。調査対象は、総務省「科学技術研究調査」に対して社内で研究開発を実施していると回答した企業のうち、資本金1億円以上の企業としている。本研究においては、2008年度から2018年度までの11年間のデータを使用した。

その他、企業の財務データとして日経 Needs Financial Quest のものを使用し、社名より NISTEP のデータと名寄せを行なった。よって、対象企業は資本金1億円以上の株式公開企業となる。

3.2. データ定義

企業のオープン・イノベーションにおけるインバウンド型活動及びアウトバウンド型活動を示すデータは、NISTEP のデータを用いる。インバウンド型活動を示すデータ項目としては、外部支出研究開発費国内（全社）、外部支出研究開発費国内（主要業種のみ）、外部支出研究開発費海外（全社）、外部支出研究開発費海外（主要業種のみ）、ライセンス・インが該当する。アウトバウンド型活動を示すデータ項目としては、受け入れ研究費（全社）、受け入れ研究費（主要業務のみ）、ライセンス・アウトが該当する。

当初のリサーチデザインでは、これらのデータを金額ベースで分析を行うものとしたが、これら金額と将来収益との間に統計的関連は見出す事ができなかった。そのため、インバウンド型オープンイノベーション活動やアウトバウンド型オープンイノベーション活動の有無が将来収益に影響を及ぼすかどうかについて分析することとした。すなわち、インバウンドダミーとアウトバウンドダミーを定義して分析モデルの説明変数とすることとした。よって、インバウンドダミーは上に挙げたインバウンド関連項目のうち少なくとも1つが0でない場合1とした。同様に、アウトバウンドダミーはアウトバウンド関連項目

² <https://www.nistep.go.jp/research/rd-and-innovation/surveys-on-rd-activities-by-private-corporations> (2022年3月20日アクセス)

のうち少なくとも1つが0でない場合を1とした³。

4. 方法論

4.1. 分析モデル

企業のオープン・イノベーションにおけるアウトバウンド型の活動とインバウンド型の活動それぞれにおける将来収益の因果関係を分析した先行研究の多くは、R&Dにおける支出を単年度のフローのみで捉えてその関係性を分析するものである。しかしながらR&D活動から新技術の開発、新製品の完成から収益につながるまでにはタイムラグがあり、タイムラグを想定しない分析の結果は実態とは乖離している可能性がある。本研究においては、R&D費と将来収益との関係性を分析するモデルとして、多くの先行研究において踏襲されている、Lev and Sougiannis [1996]のモデルを使用する。

本研究では、Lev and Sougiannis [1996]のモデル(式(4))に対して、説明変数にインバウンド・ダミーとアウトバウンド・ダミーを追加して、オープン・イノベーションにおけるインバウンド型活動、並びにアウトバウンド型活動が企業の収益にどのような影響を有するかを観測する(式(5))。

$$(OI/S)_{i,t} = \alpha + \beta_1 \text{outbound_dummy}_{i,t} + \beta_2 \text{inbound_dummy}_{i,t} + \beta_3 (TA/S)_{i,t-1} + \sum_m \beta_{4,m} (RD/S)_{t-m} + \beta_5 (AD/S)_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

4.2. アーモン・ラグ推定

式(5)のモデルを用いて分析するにあたっては、Lev and Sougiannis [1996]などの先行研究に倣いアーモン・ラグによる多項式ラグモデル(Almon Lag Model)に基づく回帰分析を行う。この統計手法は国内の先行研究においても多く使用されている手法である。アーモン・ラグ推定を用いることにより、偏回帰係数を低次の多項式に近似することで回帰モデルの多重共線性の問題を回避する事が期待できる。

5. 記述統計量

図表1にサンプル企業の主要業種一覧とサンプル企業数を示す。概ね全ての業種にわた

³ 本来なら各データ項目に対するダミー変数を定義すべきであるが、これらの項目の中にはアンケート開始年度には含まれておらず、回数を重ねる毎に項目が追加されてきた経緯があり、各項目を単独で検討する事が困難であった。本研究においては検討を単純化するために、このような分析モデルとした。

ってデータが網羅されている。なお、最も多い業種は、建設業と生産用機械器具製造業で58社で、次いで食料品製造業の42社となっている。

図表1に記述統計量を示す。なお、表中の変数はそれぞれ $OI_S = \text{Operating Income} / \text{Sales}$, $TA_S = \text{Tangible Assets} / \text{Sale}$, $RD_S = \text{R\&D} / \text{Sales}$, $AD_S = \text{Advertising} / \text{Sales}$ である。

図表3と図表4は、インバウンドダミー及びアウトバウンドダミー、年次ダミーの頻度を示している。11年間のインバウンド型活動の実績が約6割を占めているのに対して、アウトバウンドは35%に止まっている。

図表5に各変数の相関行列を示す。 $RD_S, RD_S1, RD_S2, \dots, RD_S7$ はそれぞれ RD_S の当年度、前年度、2年前、...7年前の値を示している。これらは互いに高い相関係数を示している。これは、単純にOLSによる回帰を行なった場合に多重共線性を起こす可能性があり、前節で述べた通りアーモン・ラグによる多項式ラグモデル(Almon Lag Model)に基づく回帰分析の必要性を示している。

図表1 主要業種と企業数

業種	企業数	業種	企業数
3 建設業	58	23 電子応用・電気計測機器製造業	8
4 食料品製造業	42	24 23 以外の電気機械器具製造業	30
5 繊維工業	17	25 情報通信機械器具製造業	13
6 パルプ・紙・紙加工品製造業	12	26 自動車・同付属品製造業	29
7 印刷・同関連業	4	27 26 以外の輸送用機械器具製造業	9
8 医薬品製造業	24	28 4~27 以外の製造業	23
9 総合化学工業	37	29 電気・ガス・熱供給・水道業	14
10 油脂・塗料製造業	10	30 通信業	1
11 9~10 以外の化学工業	28	31 放送業	2
12 石油製品・石炭製品製造業	3	32 情報サービス業	24
13 プラスチック製品製造業	27	34 運輸業・郵便業	5
14 ゴム製品製造業	7	35 卸売業・小売業	16
15 窯業・土石製品製造業	22	37 学術・開発研究機関	6
16 鉄鋼業	16	38 専門サービス業(他に分類されないもの)	7
17 非鉄金属製造業	17	39 技術サービス業(他に分類されないもの)	5
18 金属製品製造業	21	40 29~39 以外のサービス業	2
19 はん用機械器具製造業	21	41 1~40 以外の業種	2
20 生産用機械器具製造業	58		
21 業務用機械器具製造業	26		
22 電子部品・デバイス・電子回路製造業	26		

図表 2 記述統計量

```

** descriptive statistics **
=====
Statistic   N    Mean  St. Dev.  Min    Max
-----
OI_S        5,226 0.057   0.053   -0.169  0.279
TA_S        5,226 0.378   0.334    0.000  3.122
RD_S        5,226 0.026   0.034    0.000  0.598
AD_S        5,226 0.005   0.020    0.000  0.312
=====

```

ただし、OI_S = Operating Income / Sales, TA_S = Tangible Assets / Sale, RD_S = R&D / Sales, AD_S = Advertising / Sales である。

図表 3 インバウンドダミーとアウトバウンドダミー

```

** INBOUND DUMMY **
=====
inbound_dummy  0    1
freq           2,197 3,135
=====

** OUTBOUND DUMMY **
=====
outbound_dummy  0    1
freq           3,453 1,879
=====

```

図表 4 年次ダミー

```

** year dummies **
=====
year 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018
freq 335 418 381 368 427 474 506 540 577 634 672
=====

```

図表 5 相関行列

	OI_S	TA_S	RD_S	RD_S1	RD_S2	RD_S3	RD_S4	RD_S5	RD_S6	RD_S7	AD_S
OI_S	1	0.053	0.193	0.251	0.272	0.301	0.302	0.305	0.309	0.257	0.128
TA_S	0.053	1	0.003	-0.017	-0.014	-0.031	-0.033	-0.033	-0.033	-0.036	-0.016
RD_S	0.193	0.003	1	0.956	0.951	0.942	0.923	0.925	0.950	0.938	0.047
RD_S1	0.251	-0.017	0.956	1	0.958	0.957	0.939	0.933	0.921	0.955	0.043
RD_S2	0.272	-0.014	0.951	0.958	1	0.971	0.948	0.949	0.945	0.911	0.035
RD_S3	0.301	-0.031	0.942	0.957	0.971	1	0.967	0.976	0.968	0.959	0.026
RD_S4	0.302	-0.033	0.923	0.939	0.948	0.967	1	0.969	0.961	0.937	0.030
RD_S5	0.305	-0.033	0.925	0.933	0.949	0.976	0.969	1	0.980	0.974	0.026
RD_S6	0.309	-0.033	0.950	0.921	0.945	0.968	0.961	0.980	1	0.975	0.020
RD_S7	0.257	-0.036	0.938	0.955	0.911	0.959	0.937	0.974	0.975	1	0.036
AD_S	0.128	-0.016	0.047	0.043	0.035	0.026	0.030	0.026	0.020	0.036	1

RD_S, RD_S1, RD_S2, ..., RD_S7 はそれぞれ RD_S の当年度, 前年度, 2 年前, ...7 年前の値を示している。

6. 実証結果

図表 6 はアーモン・ラグ推定による回帰分析を実施した結果である。アーモン・ラグ推定にあたり多項式の次数 $s=3$ とし、ラグタイム m を 4 から 7 としてそれぞれについて回帰分析を実施した⁴。また、年ダミー *year_dummy* 及び業種ダミー *industry_dummy* で年次の景気変動などの違いや業種の違いによる収益への影響をコントロールしている。

まず、*inbound_dummy* についてはラグ期間 $m=4$ の場合を除いて、係数は有意な正の値を示している。これは、オープン・イノベーションにおけるインバウンド型の活動が企業の収益性の向上に寄与することを示している。一方で、*outbound_dummy* の係数は有意ではなく、アウトバウンド型の活動はサンプル企業においては収益性に対する寄与は見られない。

図表 6 中の $lag(TA_S, 1)$ 及び $lag(AD_S, 1)$ は、それぞれ前年度の有形固定資産/売上高及び 広告宣伝費/売上高を示す。これらは、概ね正に有意であることが示され、Lev and Sougiannis [1996] の前提である式(1)の正当性を示唆するものである。

$alag(\cdot)$ の第 1 引数はアーモン・ラグ推定により次数を圧縮する対象データを示し、 m はラグタイム (年)、 s は圧縮した多項式の次数である ($s = 3$ とした)。 $alag(RD_S, m, s)0$ は、当年度の RD_S (R&D 費/売上高) を示し、 $alag(RD_S, m, s)1$, $alag(RD_S, m, s)2$, ... $alag(RD_S, m, s)7$ は、それぞれ 1 年前, 2 年前, ... 7 年前の RD_S を示す。これらは、概ね統計的に有意な結果は得られていないが、ラグタイム $m = 5$ 及び $m = 6$ の時に 4 年後で、 $m = 7$ の時に 5 年後で有意な正の値を示している。これは R&D 投資が収益に結びつくのに 4~5 年のタイムラグがあることを示しており、ラグタイムに若干の前後する場合があるものの国内の先行研究の結果と概ね整合的である。

⁴ ただし、ラグタイムの端点制約は課していない。

$\sum alag(RD_S, m)$ は、 $alag(RD_S, m, s)0$ から $alag(RD_S, m, s)m$ までの合計である。これは、単年度の R&D 投資が当年度から将来にわたって得られる収益の合計を示す。概ね正数を示しているが有意な値を示していない。少なくともサンプル企業となった資本金 1 億円以上の大企業においては、R&D 投資が収益性の向上に対する貢献が小さいことを示している。これは、R&D の困難さや不確実性を示したものと見える。欧米各国や中国、韓国における R&D 費の総計がリーマンショック以降も着実に伸びているのに対して日本の R&D 費はほぼ横ばいであるのは⁵、日本企業が、投下した R&D 費に見合う程の新たなプロダクトやビジネスプロセスのイノベーションを起こせておらず、収益が伸び悩んだ結果 R&D 効率が低迷していることが要因の 1 つではないかと推察される。

図表 6 アーモン・ラグ推定の結果

	m=4	m=5	m=6	m=7
(Intercept)	0.028 (0.075)	0.026 (0.059)	0.014 (0.091)	0.023 (0.087)
inbound_dummy	0.011 (0.009)	0.013 * (0.007)	0.017 * (0.009)	0.023 ** (0.010)
outbound_dummy	-0.002 (0.010)	-0.006 (0.008)	-0.007 (0.010)	-0.011 (0.011)
lag(TA_S, 1)	0.021 (0.019)	0.030 ** (0.015)	0.051 ** (0.020)	0.033 (0.023)
lag(AD_S, 1)	0.392 (0.258)	0.440 ** (0.195)	0.660 *** (0.252)	0.504 (0.315)
$\sum alag(RD_S, m, s)$	0.013 (0.048)	0.250 (0.374)	0.242 (0.674)	0.239 (0.668)
$alag(RD_S, m, s)0$	-0.004 (0.011)	-0.074 (0.074)	-0.605 (0.401)	-0.624 (0.399)
$alag(RD_S, m, s)1$	-0.004 (0.011)	0.032 (0.101)	-0.157 (0.154)	-0.259 (0.192)
$alag(RD_S, m, s)2$	-0.001 (0.003)	0.094 (0.168)	0.150 (0.187)	0.016 (0.143)
$alag(RD_S, m, s)3$	0.006 (0.015)	0.110 (0.128)	0.316 (0.241)	0.203 (0.188)
$alag(RD_S, m, s)4$	0.016 (0.043)	0.081 ** (0.038)	0.341 * (0.204)	0.301 (0.199)
$alag(RD_S, m, s)5$		0.007 (0.280)	0.226 (0.143)	0.310 * (0.166)
$alag(RD_S, m, s)6$			-0.029 (0.338)	0.230 (0.164)
$alag(RD_S, m, s)7$				0.062 (0.316)
year_dummy	yes	yes	yes	yes
industry_dummy	yes	yes	yes	yes
R2	0.478	0.144	0.164	0.206
F-stat	17.795 ***	2.395 ***	1.997 ***	1.798 ***

***は 1%水準で、**は 5%水準で、*は 10%水準でそれぞれ有意であることを示す。

括弧内の数値は標準誤差である。

$lag(\cdot)$ の第 2 引数の 1 は、第 1 引数の前年度のデータであることを示す。すなわち、 $lag(TA_S, 1)$ 及び $lag(AD_S, 1)$ は、それぞれ前年度の tangible assets / sales 及び advertising / sales を示す。

$alag(\cdot)$ の第 1 引数はアーモン・ラグ推定により次数を圧縮する対象データを示し、 m はラグタイム(年)、 s は圧縮した多項式の次数である。多項式の次数 $s = 3$ とした(ただし、ライムラグの端点制約は課していない)。

$alag(RD_S, m, s)0$ は当年度の RD_S (R&D / sales)を示し、 $alag(RD_S, m, s)1$, $alag(RD_S, m, s)2$, ...

⁵ 「科学技術指標 2019」, 文部科学省 科学技術・学術政策研究所(NISTEP), https://www.nistep.go.jp/sti_indicator/2019/RM283_00.html (2022 年 3 月 3 日アクセス)

$alag(RD_S, m, s)$ は、それぞれ1年前, 2年前, ... 7年前のRD_Sを示す。
 $\sum alag(RD_S, m, s)$ は $alag(RD_S, m, s)_0$ から $alag(RD_S, m, s)_m$ までの合計である。

7. 考察

本研究では、オープン・イノベーション活動の3つの類型の内2つ（インバウンド型オープン・イノベーション及びアウトバウンド型オープン・イノベーション）に着目して、企業におけるそれぞれの活動が企業の収益にどのような影響を及ぼすかについて分析した。この結果、インバウンド型オープン・イノベーションの活動が企業の収益性の向上に資することが示された。インバウンド型オープン・イノベーションは、必要な技術を全て自社内の研究開発で賄うのではなく、社外の技術も活用して新製品開発を効率的に行うことであり、オープン・イノベーションの本質であるといえる。インバウンド型活動が収益性の向上につながっているということは、少なくともサンプル企業である資本金1億円以上の大企業において、インバウンド型オープン・イノベーションが有効な経営手法であると言えるだろう。

一方で、アウトバウンド型活動については、有意な収益性向上を見ることはできなかった。自社の技術をアウトバウンドする際の見返りは、受け取り研究開発費であったりライセンス費であったりと営業収益とは異なる収入項目である⁶ため、自社技術をアウトバウンドすることが、企業の営業収益の向上という結果にはつながっていないと考えられる。

オープン・イノベーションにおいては、技術をアウトバウンドする側とインバウンドする側の両方がいないと技術の流通が成立せず、オープン・イノベーションの全体スキームが機能しない。そのためには、インバウンド側・アウトバウンド側の双方がWin-Winの関係になることが理想である。しかし、今回のサンプル企業においては、インバウンド側のみ営業収益の向上が見られた。もちろん、アウトバウンド側にとっては、有効利用されていない「死蔵」された技術を他社で有効利用してもらうことにより、直接、営業収益にはつながらなくても研究開発費やライセンス費の名目での収入を得ることが可能である。

オープン・イノベーションのスキームが経済全体として一層機能するためには、技術情報の流通が円滑に行われ、需給がバランスする必要がある。そのためにはアウトバウンド側からの技術情報の提供が重要と考えられるが、本研究の結果は、特許制度による強制的な情報公開を除くと、アウトバウンド側の自社技術公開のインセンティブが乏しい実態を示唆している。事実、筆者の一人がオープンイノベーションを製品開発に活用していることで世界的に著名なP&Gのオープンイノベーションオフィサーにインタビューしたところ「以前は自社技術を公開するアウトバウンド活動もしていたが、近年ではインバウ

⁶ 研究開発の成果である技術そのものを商品とする企業の場合はこの限りではない。図表1の「学術・開発研究機関」6社がそれに該当するであろう。

ンド活動しか行っていない」と述べていた。その結果として、図表3が示すように、サンプル企業におけるインバウンド活動を行っている企業が全体の約6割にのぼるのに対して、アウトバウンド活動を行っている企業の比率が3割半ば程度にとどまっているのではないだろうか。

今後、オープン・イノベーション活動を通じた生産性向上の課題として、大学や公的研究機関などの知の創造を行っているアウトバウンド候補機関における研究開発成果の一層わかりやすい情報公開の促進や、企業が死蔵している技術情報の公開促進、インバウンド側企業とアウトバウンド側企業のマッチング機会を促進する仕組みづくり、オープンイノベーションを行う企業への税制優遇措置などの政策課題があることが示唆される。

8. 本研究の限界と今後の課題

本研究では、文部科学省 科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) が実施した「民間企業の研究活動に関する調査」におけるアンケートデータを使用した。この調査は2008年度から行われており、本研究では2018年度までの11年間のデータを使用した。しかしながら、時系列分析をするにおいては、11年は非常に短いと言え、アーモン・ラグ推定におけるラグタイムを長く指定することができなかった。これが本研究における大きな限界である。また、このアンケートそのものはパネル分析を目的としていないこともあり、調査開始当初から各年度共通のデータ項目に変動が見受けられる。しかし、年を追うごとに共通項目が整備されており、本研究では断念したりサーチデザインが、5年後10年後には可能になることが期待される。同調査を今後も継続していくことが重要であると考えられる。

謝辞

本研究は、JSPS 科学研究費 補助金 (科研費) 基盤研究 (C) (一般) 19K01933 の助成を受けたものです。

参考文献

- Aschhoff, Birgit and Tobias Schmidt [2008] “Empirical evidence on the success of R&D cooperation—happy together?” *Review of Industrial Organization*, Vol. 33, No. 1, pp. 41-62.
- Belderbos, René, Martin Carree, and Boris Lokshin [2004] “Cooperative R&D and firm performance,” *Research policy*, Vol. 33, No. 10, pp. 1477-1492.
- [2006] “Complementarity in R&D cooperation strategies,” *Review of Industrial Organization*, Vol. 28, No. 4, pp. 401-426.
- Chesbrough, Henry [2003] *Open Innovation: The new imperative for creating*

- and profiting from technology*: Harvard Business Press, (大前恵一郎訳, 『OPEN INNOVATION ハーバード流イノベーション戦略のすべて』, 産業能率大学出版部, 2004 年).
- Chesbrough, Henry, Wim Vanhaverbeke, and Joel West [2006] *Open Innovation: Researching a new paradigm*: Oxford University Press, (高弘長尾訳, 『オープンイノベーション—組織を越えたネットワークが成長を加速する—』, 英治出版, 2008 年).
- Christensen, Clayton M. [1997] *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*: Harvard Business School Press, (伊豆原弓訳, 玉田俊平太監訳, 『イノベーションのジレンマ: 技術革新が巨大企業を滅ぼすとき』, 翔泳社, 2011 年).
- Gassmann, Oliver and Ellen Enkel [2004] “Towards a theory of open innovation: three core process archetypes,” *Proceedings of the R&D Management Conference (RADMA)*, Lisbon.
- Hwang, Junseok and Youngjin Lee [2010] “External knowledge search, innovative performance and productivity in the Korean ICT sector,” *Telecommunications Policy*, Vol. 34, No. 10, pp. 562-571.
- Lev, Baruch and Theodore Sougiannis [1996] “The capitalization, amortization, and value-relevance of R&D,” *Journal of accounting and economics*, Vol. 21, No. 1, pp. 107-138.
- Lichtenthaler, Ulrich [2009] “Outbound open innovation and its effect on firm performance: examining environmental influences,” *R&D Management*, Vol. 39, No. 4, pp. 317-330.
- [2011] “Implementation steps for successful out-licensing,” *Research Technology Management*, Vol. 54, No. 5, pp. 47-53.
- Lin, Bou-Wen and Chia-Hung Wu [2010] “How does knowledge depth moderate the performance of internal and external knowledge sourcing strategies?” *Technovation*, Vol. 30, No. 11-12, pp. 582-589.
- Mazzola, Erica, Manfredi Bruccoleri, and Giovanni Perrone [2012] “The effect of inbound, outbound and coupled innovation on performance,” *International Journal of Innovation Management*, Vol. 16, No. 06, p. 1240008.
- Menon, Tanya and Jeffrey Pfeffer [2003] “Valuing internal vs. external knowledge: Explaining the preference for outsiders,” *Management science*, Vol. 49, No. 4, pp. 497-513.

- 岩城康史 [2017] 「特許戦略と企業価値：技術の多角化と企業パフォーマンスの関係性に関する実証分析」, 『ビジネス&アカウンティングレビュー』, 第 19 号, 61-76 頁.
- 山内勇・米山茂美・三井絢子 [2017] 「アウトバウンド型オープン・イノベーションとイノベーション成果」, 『日本知財学会誌』, 第 14 巻, 第 1 号, 5-24 頁.
- 岡田隆子 [2011] 「試験研究費及び開発費の Value Relevance」, 『東亜経済研究』, 第 69 巻, 第 2 号, 343-369 頁.
- 加藤恵吉 [2002] 「無形資産情報の有用性の検証：研究開発費の資産化に関する実証分析」, 『研究年報経済学』, 第 64 巻, 第 1 号, 65-77 頁.
- 久田祥子 [2006] 「無形資産が資本コストに与える影響について-成長企業の資本コストは過小評価されている」, 『証券アナリストジャーナル』, 第 44 巻, 第 4 号, 71-85 頁.
- 榊原茂樹・與三野禎倫・鄭義哲 [2006] 「企業の研究開発投資と株価形成（特集企業財務と株式市場）」, 『証券アナリストジャーナル』, 第 44 巻, 第 7 号, 48-58 頁.
- 劉慕和 [2002] 「研究開発費の資産化効果に関する実証的研究：日本の医薬品企業を中心に」, 『研究年報経済学』, 第 63 巻, 第 3 号, 123-154 頁.

DISCUSSION PAPER No.213

オープン・イノベーション活動が企業収益に及ぼす影響に関する実証研究

2022年9月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第2研究グループ
岩城康史, 玉田俊平太

〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-2-2 中央合同庁舎第7号館 東館16階

Empirical research on the impact of open innovation activities on corporate profits

September 2022

Iwaki, Yasushi and Tamada, Schumpeter

2nd Theory-Oriented Research Group
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/dp213>

