

2022 年度 卒業論文

公的研究開発補助金の政策分析

慶應義塾大学 経済学部
石橋孝次研究会 第 23 期生

岡崎 隆之介

はしがき

21世紀の日本は問題大国である。少子高齢化や地方衰退など、緊急性が高く深刻な課題が、まさに前代未聞の水準で濫立している。しかし、それらひとつひとつの課題の真因を探っていくと、大抵の場合「日本経済の停滞」というイシューに辿り着く。20世紀後半に歴史上例のない好景気を記録した日本経済は、数十年で嘘のように立ち止まってしまった。経済分野に限らず様々な日本経済復活案が述べられてはいるが、優れたイノベーション基盤の必要性は最も重要な観点のひとつであることに異論はなかろう。本稿は研究開発補助政策の最適水準を求め、現在の政策の改善点を明示する。

本稿の作成に当たっては石橋孝次教授と石橋孝次研究会の会員の方々から有益な指摘を多くいただいた。この場を借りて感謝申し上げたい。無論、本稿中の誤りは全て著者個人に帰する。また本稿で述べられる見解は著者個人のものであり、慶應義塾大学や石橋孝次研究会、その他一切の所属団体を代表するものではない。

目次

序章	1
第 1 章 現状分析	2
1.1 研究の変遷から見る本稿の立ち位置	2
1.2 研究開発状況	3
1.3 現行及び過去の研究開発補助政策	7
1.3.1 補助金政策	7
1.3.2 税制控除政策	8
第 2 章 理論分析	11
2.1 企業と消費者	11
2.2 企業の研究開発活動と政府の研究開発補助金	11
2.3 動的ゲーム	12
2.4 結論	13
第 3 章 実証分析	15
3.1 スピルオーバープール	15
3.2 生産関数モデル	17
3.3 データセットの構築	18
3.3.1 サンプル企業	18
3.3.2 技術知識ストック	19
3.3.3 その他データセット	21
3.3.4 技術マトリックス等の概観	22
3.4 推計結果	24
3.4.1 仮説	24
3.4.2 推計結果と考察	25
第 4 章 政策評価	29
4.1 分析結果の総括	29
4.2 研究開発補助政策の評価・改善案	30
付表	32
参考文献	35

序章

戦後、日本は世界有数のプロダクト・エコノミーを形成してきた。その背景にあったのは製造業を中心とした企業のイノベーションである。社会学者エズラ・ヴォーゲルは日本経済や経営手法に「ジャパン・アズ・ナンバーワン」という最大限の賛美を与え、アメリカ企業はこれに学ぶべきとした。1980 年代の安定成長期において日本は世界最高の経済力を持っていたことは間違いない、実際にも日系メーカーの融資を行う銀行は世界時価総額ランキングを席巻していた。しかし内的要因（プラザ合意、バブル崩壊等）と外的要因（中国の WTO 加盟等）の両面で日本のイノベーション基盤は破壊され、今やあらゆる経済的指標はアジア新興国に抜かれつつある。健全な経済や社会を回復するために、あるいはその最善の努力を子孫に示すために、日本企業の研究開発力をもう一度取り戻す必要がある。一方で、自前主義を掲げ研究開発投資を企業に一任するのには無理がある。行政機関もこのことには気づいており、10 年ほど前から公的研究開発補助金の改善に注力している。暗中模索のなか毎年改善が重ねられてはいるが、経済効果は未だ十分に発揮されていない。最適な R&D 補助配分がなされていない、というのが本稿最大の仮説のひとつである。

本稿では日本企業の研究開発投資行動を理論と実証の両面から分析・評価する。理論分析の結果、企業の研究開発支出は企業間のスピルオーバー効果に強く影響を受けることが分かった。この結果を元に、実証分析では同一産業内及び他産業間のスピルオーバー効果を求める。理論及び実証分析の結果を元に政策評価・提言を行い、これを本稿のヴァリューとする。

より具体的には、第 1 章で過去に行われた研究を紹介し本稿の立ち位置を明確にする。日本の研究開発の現状についてデータを元に分析する。また現行の主要な補助金政策及び税額控除政策を説明し、課題を共有する。第 2 章では企業の研究開発行動とスピルオーバー効果との関係を動的ゲームで示す。第 3 章では理論分析結果を元に、同一産業内及び他産業間のスピルオーバー効果を計量経済の手法を用いて定量的に表す。第 4 章では理論及び実証分析結果を元に公的研究開発補助政策を評価し、改善案を提示する。論理的かつ定量的に理想状態を提示し、現状と照らし合わせ具に改善案を提示する。これが本稿の流れとなる。

第1章 現状分析

1.1 研究の変遷から見る本稿の立ち位置

本項では公的研究開発補助政策に関する経済研究の歴史を概観し、本稿の立ち位置や存在価値を明確にする。この項の目的は、本稿の仮説や内容が経済学史において最先端であり意義があることを共有することにある。

F. Quesnay や A. Smith に始まる経済学史において、公的研究開発補助金の研究は比較的歴史が浅い分野だと言える。経済学の観点からは、企業への公的補助金給付は一般に市場をゆがめるとされてきたからだ。今日でこそ各国政府は企業の研究開発活動に対し補助金や減税措置を設定するのが普通となっている。しかし、この分野の経済研究が盛んに行われるようになり、民間企業の研究開発に対し補助金や税額控除が設定されてきたのは第二次世界大戦後である。

1950年代以降の研究で、企業の研究開発活動を望ましい水準を引き出すために企業外部からインセンティブが与えられる必要性が唱えられはじめた。Nelson (1959) 及び Arrow (1962) により、企業は投資から得られる利益を十分に享受できず、競争市場ではイノベーションの供給が不足しがちであることが示された。Goodacre and Tonks (1995) の実証研究では、多くの産業において企業の研究開発の収益率は社会的収益率が私的収益率を大きく上回ることが示された。これは言い換えれば、企業の研究開発の水準が社会的に望ましい水準より低いということになる。また研究開発投資の産物である技術知識には公共財的な性格があり、開発元企業は技術知識の生み出す経済的利益を独占することが難しいことが後藤・永田 (1997) で主張されている。特許の不完全専有性の問題である。ただでさえ不確実性を伴う研究開発において、これらは企業の自発的研究開発投資を阻害する要因になるのだ。公的補助金に頼らず研究開発投資資金を資本市場から調達することも考え得るが、情報の非対称性がこれを困難にしている。資金提供者と資金需要者との間には研究開発過程と結果に関して情報の非対称性が存在する。故に資本市場からの望ましい水準の資金調達は実現されず、企業の研究開発投資水準も低下すると考えられる。

資本市場における開発企業内外からの研究資金調達が不十分だと指摘される中で、公的研究開発補助金の経済効果が見直され始めた。上で述べた「企業への公的補助金給付は市場をゆがめる」という経済学的常識も、公的補助金によって促された成長が市場をゆがませる影響よりも大きければ市場への介入は正当化されるという Hallberg (2000)

の主張により見直された。Biggs (2002)は補助金が無くとも実施されたはずの研究開発投資を代替する公的補助金の効果を否定した上で、補助金が無ければ実施できなかつた事業への公的補助金の効果は認めている。

企業の研究開発投資そのものについても研究が行われている。経済理論の観点から、企業の研究開発投資から生み出された技術知識は経済成長を加速させる。Odagiri (1981) や Romer (1990)、Aghion and Howitt (1998) などで示された内生的成長理論に従えば、企業の自発的な研究開発活動が技術革新をもたらし国内経済の長期成長に繋がる。これは理論に頼らずとも我々が実感として持っていることで、古くは 18 世紀イギリスで起こった産業革命、近年では日本の高度経済成長を支えたのは継続的な研究開発活動で実現された技術革新であった。これら研究開発投資の重要性を説く研究と上述の公的研究開発補助金の経済効果の見直しが進んだことで、公的研究開発補助金や税制控除の経済研究は理論と実証の両面で加速度的に進んだ。たとえば近年では Pless (2021) が補助金と税制控除の代替・補完関係について研究を行なった。また、様々なタイプの研究開発補助金が企業のイノベーション活動に正の効果をもたらすと主張する論文も 1980 年代以降に発表されてきた。例えば Howell (2017) や Azoulay *et al.* (2018) は直接補助金が特許取得数に正の影響を及ぼすこと、Boler *et al.* (2015) や Guceri and Liu (2019), Agrawal *et al.* (2020) は税制優遇措置が研究開発活動を促進することを述べている。公的研究開発補助政策が理論研究で肯定されるにつれ、先進国筆頭に各国で自国データを使った実証研究も行われるようになった。

これらの研究体系の中で本稿を位置付ける。本稿では上に記した研究の主張を既知とする。公的研究開発補助諸政策は企業の研究開発を促進し、生み出す経済効果は同政策が生む市場の歪みより大きくできるという立場を取る。産業ごとに適切な補助水準は違うという仮説を持ち、国内市場の産業内・産業間スピルオーバー効果を求めることでこれを立証するという点は新規性がある。同内容の研究が日本経済を対象に行われるのは、筆者の知る限り世界で初めてである。

1.2 研究開発状況

この項では 2021 年までのデータを使い日本の研究開発状況の現状分析を行う。この項の目的は、日本の研究開発基盤の現状を共有し、研究開発補助政策を題材とする本稿の意義を明確にすることにある。

まずは日本の研究開発成果を観察する。表 1-1 は世界経済フォーラム (World

Economic Forum) の発表した OECD 加盟国内のイノベーションランキングである。イノベーションランキングの列が全要素を加味したランキングであるが、日本は世界 8 位の評価を受けている。これは予想以上に高いように感じるが、2016 年の同ランキングでは 5 位の評価を受けていたので 1 年で順位を 3 つ落としたことになる。この原因は「イノベーション能力」の項目の順位が大きく落ちたことにある。これは 2016 年調査での当項目の評価指標が「企業自前の研究開発能力」であったが、2017 年調査から「イノベーション能力の保有」に変更されたことにある。これは各企業が社内で使う研究開発環境については高水準だが、開発が社会的価値を生み出す割合は低いことを指す。プロセスイノベーションの割合が高いこともあるが、本稿ではスピルオーバー効果が低い産業で盛んに研究開発が行われている可能性を指摘する。この洞察については次章以降に譲る。

表 1-1 を見ると「科学者・技術者の対応領域と質」は 3 位と高順位な一方で、「科学技術調査機関の質」は 13 位と順位が低い。これは高度研究人材の国外流出が原因と考えられている（経済産業省「通商白書 2017」）。1999 年から 2013 年の 15 年間で研究者は約 8,700 人が流出しており、研究者が 1 万人近く流入した米国や中国とは大きな差がある。この理由は外国人材の日本の職場への評価を見ると分かる。日本国際化推進協会「外国人留学生・元留学生へのアンケート調査」によれば、約 83% が日本で住むことについては魅力的であると評価している一方、日本で働くことには約 51% が否定的な評価をしている。本稿での主題と大きく離れるため深くは言及しないが、イノベーション基盤創出のためにも労働環境の改善は即急に求められる。

現在の日本において表 1-1 の順位が妥当であるかという論点について、著者は妥当でないと考える。上述した「スピルオーバー効果が低い産業で盛んに研究開発が行われている」という理由もそうであるが、イノベーション水準を上げない限り日本は負のスパイラルを抜けられないのが最大の理由だ。表 1-2 に OECD 諸国内の労働生産性をランキングで示したものであるが、38 カ国中で日本は 20 位台を推移し、2021 年には 27 位まで低下している。労働生産性が低い中で企業の労働環境は更に悪くなり、高度研究人材の流出が進み、更に利益は下がる。この日本の構図を抜ける一助として、より効率的な公的研究開発補助金の分配をより緻密に考えるべきである。

表 1-1 WEF イノベーションランキング

	イノベーション ランキング	イノベーション 能力	科学技術調査 機関の質	企業の研究 開発投資	科学者・技術者の 対応領域と質
スイス	1	1	1	1	14
イスラエル	2	4	3	3	8
フィンランド	3	6	8	7	1
アメリカ	4	2	5	2	2
ドイツ	5	5	11	5	16
スウェーデン	6	3	7	6	20
オランダ	7	10	4	14	21
日本	8	21	13	4	3
シンガポール	9	20	10	15	9
デンマーク	10	18	16	16	37

出所：WEF The Global Competitiveness Report (2016-1017)

表 1-2 時間当たり労働生産性 OECD 内の推移

	1970年	1980年	1990年	2000年	2010年	2021年
1	スイス	スイス	ルクセンブルク	ルクセンブルク	ルクセンブルク	アイルランド
2	ルクセンブルク	ルクセンブルク	ドイツ	ノルウェー	ノルウェー	ルクセンブルク
3	アメリカ	オランダ	オランダ	ベルギー	アメリカ	ノルウェー
4	スウェーデン	スウェーデン	ベルギー	オランダ	アイルランド	デンマーク
5	カナダ	アメリカ	スイス	スウェーデン	ベルギー	ベルギー
6	オランダ	ベルギー	アメリカ	アメリカ	デンマーク	スウェーデン
7	オーストラリア	ドイツ	スウェーデン	フランス	スウェーデン	アメリカ
8	ベルギー	アイスランド	フランス	スイス	オランダ	スイス
9	イタリア	カナダ	ノルウェー	ドイツ	スイス	ドイツ
10	デンマーク	イタリア	イタリア	デンマーク	フランス	オーストラリア
-	日本 (18位)	日本 (20位)	日本 (20位)	日本 (21位)	日本 (20位)	日本 (27位)

出所：日本生産性本部「労働生産性の国際比較 2022」

イノベーションを支える研究開発基盤の数値を概観していく。表 1-3 は研究開発成果を示す諸指標を表形式で表したものである。概ねの指標は（名目及び実質）GDP の順位と似たものであり、所々GDP4 位のドイツや 6 位のイギリスが日本より上位にある状況だ。順位をみると GDP に相応の研究開発基盤だといえる。またヨーロッパ先進国と比べ日本は研究開発費が企業で高く大学で低い傾向にあり、これは同じ東アジア主要国の中でも同様の傾向が見られる。特許数の高い水準はこれを反映している。一方で論文の質の低さも数値に表れている。Top10%補正論文数は注目度の高い論文の

数を表す指標であるが、2000 年の 4 位から年々低下し、現在では 10 位となっている。これは企業研究が主流の我が国において、企業が基礎研究を行う体力が低下したことを反映している。科学技術・学術政策研究所「科学技術の状況に係る総合的意識調査」によれば、研究者の実感としても日本の基礎研究力は年々低下しているようだ。

以上から、日本では企業研究者の成果物である特許数の数値が高く、大学等研究機関の成果物である論文の数値が低いことが読み取れる。更に近年の企業利潤減少により、企業の研究は短期的に利潤になりやすい開発研究に重点が置かれている。この背景を考えて、企業への公的研究開発補助金を増額することが必ずしも得策では無く、同じ補助金予算内での内容改善が求められていると言える。

表 1-3 研究開発状況の概観

指標	日本の順位	日本の数値	備考
研究開発費	3	18.0兆円	1位；アメリカ 2位；中国
企業	3	14.2兆円	1位；アメリカ 2位；中国
大学	4	2.1兆円	1位；アメリカ 2位；中国 3位；ドイツ
公的機関	4	1.4兆円	1位；中国 2位；アメリカ 3位；ドイツ
研究者	3	68.2万人	1位；中国 2位；アメリカ
企業	3	50.7万人	1位；中国 2位；アメリカ
大学	3	13.6万人	1位；中国 2位；イギリス
公的機関	3	3.1万人	1位；中国 2位；ドイツ
論文数	4	6.6万件	1位；中国 2位；アメリカ 3位；ドイツ
Top10%補正論文数	10	0.4万件	1位；中国 2位；アメリカ 3位；イギリス
特許数	1	6.2万件	

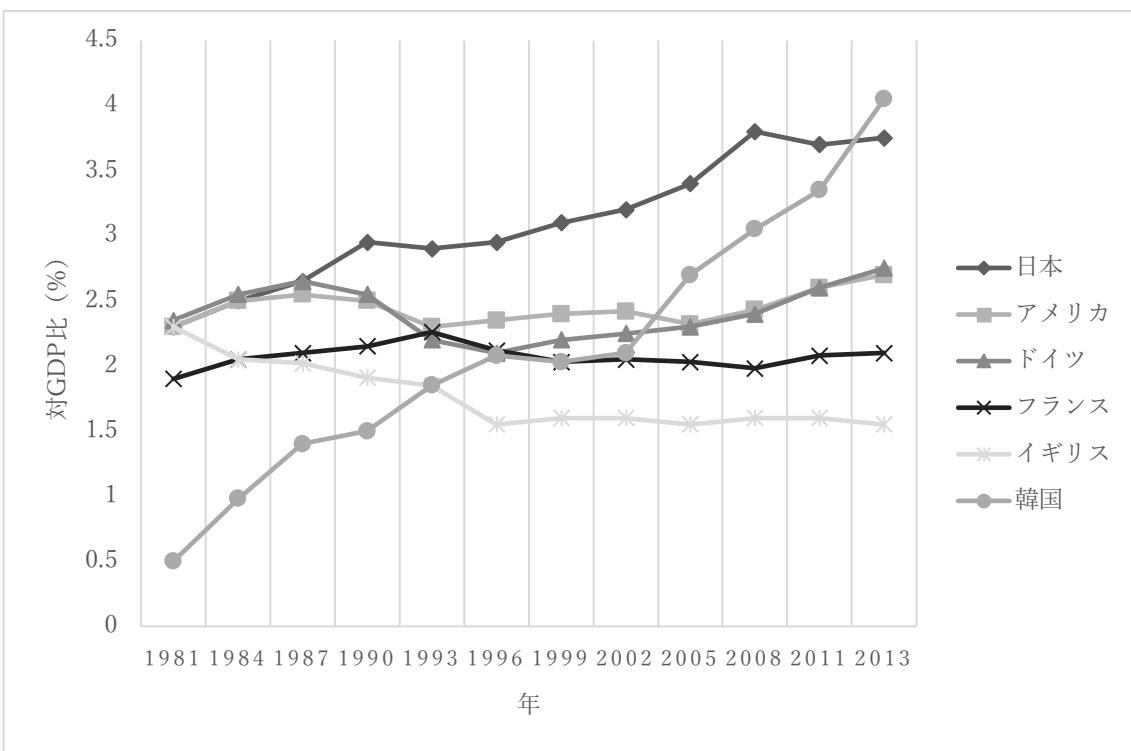
出所：科学技術・学術審議会学術分科会「科学技術指標 2021」

次に、研究開発費総額の対 GDP 比率を考える。表 1-4 は 1981 年から 2013 年までの主要国の研究開発費総額の対 GDP 推移を表すグラフである。1990 年ごろ 3%弱を推移していた日本の対 GDP 比率は 2013 年には 3.75%まで上昇した。対 GDP 比率 3.75% はかなりの高水準であり、アメリカや中国、ドイツ、フランス、イギリスなど他の先進国はいずれも 3%を達成していないことがこれを証明している。ただしアメリカや中国、ドイツは GDP が着実に増加している一方、日本は 2004 年から 2013 年において GDP が-3.9%減となっており、研究開発費総額の対 GDP 比率には GDP の減少効果がある。いずれにせよ、日本企業は自国の GDP に対し研究開発投資を盛んに行っているという

ことは事実である。

最後に日本政府の研究開発費負担割合を観察する。研究開発費総額の対 GDP 比率と反対に、日本政府の研究開発費負担割合は主要国の中で低位に位置する。2013 年の政府負担割合は 19.5% となっている。同年のアメリカ、ドイツ、イギリスは 30% 前後、フランスは 35.0% (2012 年の数値) であるため、かなり低い水準であることは事実だ。2017 年時点では日本では研究開発費総額の 78.5% を企業が負担しており、その大部分は企業へと流れている。

表 1-4 主要国の研究開発費総額の対 GDP 推移



出所：科学技術・学術政策研究所「科学技術指標 2015」

1.3 現行及び過去の研究開発補助政策

ここで現在実施されている R&D 関連の補助金政策及び税制控除政策について概観する。現状分析を行い、課題を共有することが目的である。著者の考える課題は、補助率決定の区分方法である。現状、補助率は企業規模・使用用途 (SDGs やオープンイノベーションなど)・研究開発実績の 3 点で決まっている。そこに産業区分がないのには大きいに違和感を覚える。

1.3.1 補助金政策

国の補助金政策はその大半が公募式となっており、研究開発投資額ではなく特許の出願が研究開発の成果として認められる。また公的補助金は中小企業を対象に作られることが主である。これは大企業に比べ中小企業は予算制約に直面するケースが多く、資金調達や情報アクセスが困難であるためだ。そして実際、研究開発補助金政策として金額面で最大のものは、中小企業庁主催のものづくり補助金である。中小企業及び小規模事業者の生産性向上を目的とし、試作品開発や設備投資などに掛かる費用を補助する。平成24年度から令和4年現在まで実施されており、一般型通常枠だけであっても年度予算が1000億円程度、各事業者への補助上限額も1250万円程度という内容から経済産業省肝入りの政策であることが窺える。

ものづくり補助金の給付対象企業の条件は、以下条件を全て満たすことである。第一に付加価値額+3%以上/年、第二に給与支給総額+1.5%以上/年、最後に事業場内最低賃金 地域別最低賃金+30円。応募枠も分かれしており、それぞれ補助上限と補助率も区分されている。以下その内容を表1-5にまとめた。見て分かる通り、研究開発内容や企業規模で補助率は変動するが、産業別の区分は一切ない。

表1-5 ものづくり補助金 区分

応募型		補助上限	補助率
一般型	通常枠	750万円～1250万円	1/2(小規模企業・再生事業者の場合2/3)
	回復型賃上げ・雇用拡大枠	750万円～1250万円	2/3.
	デジタル枠	750万円～1250万円	2/3.
	グリーン枠	1000万円～2000万円	2/3.
グローバル展開型		3000万円	補助率1/2(小規模企業の場合2/3)
ビジネスモデル構築型		1億円	補助率2/3(大企業の場合1/2)

出所：ものづくり補助金総合サイト

1.3.2 税制控除政策

次に税額控除政策を見てみる。研究開発税制が初めて導入されたのは1967年の税制改正で設立された増加試験研究費税額控除制度である。当初の税額控除政策は前年度からのR&D支出増加分のみに適応されており、中小企業への優遇措置も無かった。現在では中小企業への優遇措置が導入され、研究開発税制自体も拡大した。控除税額の算定方法についても、制度創設当時は当年の研究開発費が過去に支出された研究開発費の最

高額を超過した場合にのみ認められるとする「増加ベース」に依拠していたが、平成 15 年度税制改正では当該年度の支出額の一定割合を控除する「支出ベース」に基づく方法に変更されている。令和 3 年度の閣議決定では民間企業の研究開発費を年間 9.4%ずつ増加させていく目標が定められたため、今後も拡大が見込まれる。現行制度では最大で法人税額の 25%が控除される。経済産業省公表資料によれば、令和 4 年現在の税制特別措置は以下の通りである。現状分析のため詳細を記入しているが、産業別の区分がやはり税制にも反映されていないことを確認していただきたい。

一般型の控除額は

$$(試験研究費の額) \times \text{控除率} (2 - 14\%)$$

で求められる。控除率は増減試験研究費割合が 9.4%超の場合は

$$10.145\% + (\text{増減試験研究費割合} - 9.4\%) \times 0.35 \text{ (最大 14\%まで)}$$

-37%以上 9.4%以下の場合

$$10.145\% - (9.4\% - \text{増減試験研究費割合}) \times 0.35$$

-37%以下の場合は一律 2%である。控除上限は恒久措置として法人税額の 25%相当額が設定されているのに加え、コロナ前と比較し売上が 2%以上減少しているのにも関わらず試験研究費を増加している場合、一般型の控除上限を 5%引上げるという特別措置も取られている。

中小企業技術基盤強化税制の給付対象条件は、技術環境局の定義する「中小企業者等」に該当し、前 3 年の所得平均が 15 億円以内であること。控除額は

$$(試験研究費の額) \times \text{控除率} (12 - 17\%)$$

控除率は、増減試験研究費割合が 9.4%超の場合

$$12\% + (\text{増減試験研究費割合} - 9.4\%) \times 0.35 \text{ (最大 17\%まで)}$$

9.4%以下の場合は 12%一律である。平均売上金額に占める試験研究費の割合が 10%超の場合、これに控除率が上乗せされる。控除上限は恒久措置として法人税額の 25%相当額、特別措置としてコロナ前と比較し売上が 2%以上減少しているのにも関わらず試験研究費を増加している場合、一般型の控除上限を 5%引上げている。以下 2 つは選択制かつ令和 4 年度末までの時限措置である。第一に、平均売上金額に占める試験研究費の割合が 10%超の場合、控除上限を最大 10%上乗せる。第二に、中小企業者等で増減試験研究費割合が 9.4%超の場合、控除上限を 10%上乗せる。

平均売上金額に占める試験研究費の割合に応じた控除率・控除上限の上乗せとして、試験研究費割合（平均売上金額に占める試験研究費の割合）が 10%を超える場合、控

除率や控除上限を上乗せする。令和4年度までの時限措置である。この措置の控除上限の上乗せは、

$$\text{控除上限} = 25\% + (\text{試験研究費割合} - 10\%) \times 2$$

で求められ、控除率の上乗せは以下のように求められる。

$$\text{控除率} = \text{通常控除率} + \{(\text{試験研究割合} - 10\%) \times 0.5\} \times \text{通常控除率}$$

オープンイノベーション型（特別試験研究費税額控除制度）は特別研究機関や大学などと共同で行う試験研究に要する費用、これらの機関に委託して行う試験研究に要する費用、中小企業者に支払う知的財産権に使用料がある場合、企業が負担した特別試験研究費の一定割合を法人税から控除できる仕組みである。控除額は

$$(\text{特別試験研究費}) \times (\text{相手先に応じた控除率})$$

で求められ、第2項の相手先に応じた控除率は、特別研究機関等・大学等で30%、新規事業開拓事業者等・成果活用促進事業者で25%、中小企業・民間事業・技術研究組合で20%と定められている。また控除上限は恒久措置として法人税額の10%相当額である。

第2章 理論分析

本項では Symeonidis (2003)のモデルに従い、3段階の動的ゲームモデルを構築し、政府のR&D補助金が企業の研究開発戦略に与える影響を理論化する。証明については Wu and Zhao (2021)に従い、研究開発補助金は企業の研究開発インセンティブを向上させるだけでなく、スピルオーバー効果として研究開発効率を向上させるということを理論的に証明している。文章量で考えると、本稿全体における本章のウェイトは小さい。しかし本章は本稿の中で非常に重要な部分である。

補足であるが、煩雑さを避けるためここでは一貫して補助金を対象として論ずる。ただし、税額控除についても同様に考えることができる。研究開発支出に対して資金提供をするのが補助金であり、税額を差し引くのが税額控除である。そのため、本質的には同じであり補助率だけ異なる。実際、補助金と税額控除を同等に扱う経済論文が多く存在する。行動経済学的には効果が異なる可能性もあるが、その違いを本稿では許容することとする。

2.1 企業と消費者

ある産業が企業*i*と企業*j*で構成され、両者の生産する製品が垂直的差別化（品質や性能など）と水平的差別化（デザインや色など）の両方を満たすものとする。Sutton(1997)や Qiu(1997)の補論に従えば、消費者の効用関数は以下の様に表現できる。

$$U(q_i, q_j, M) = q_i + q_j - \frac{q_i^2}{u_i^2} - \frac{q_j^2}{u_j^2} - \sigma \frac{q_i q_j}{u_i u_j} + M \quad (2.1)$$

ここで q_i と q_j は製品*i*と製品*j*の消費量、 u_i と u_j は製品*i*と製品*j*の品質を示す。品質は製品間の垂直的差別化だけでなく、企業の研究開発効率測定の指標となる。 $|\sigma| \in [0, 2]$ は製品間の関係性（代替・補完）を示し、 σ の値が大きいほど製品の代替性が強く、水平的差別化の水準が低くなる。 M は製品*i*と製品*j*以外の財の消費を表す。つまり $M = Y - p_i q_i - p_j q_j$ である（ここで p は製品価格）。消費者効用を最大化すると以下の様に需要関数が求められる。

$$q_i = \frac{u_i [2u_i(1 - p_i) - \sigma u_j(1 - p_j)]}{(2 - \sigma)(2 + \sigma)} \quad (2.2)$$

2.2 企業の研究開発活動と政府の研究開発補助金

企業間にスピルオーバー効果が存在すると仮定する。企業は製品品質と市場競争力を

向上させるために研究開発投資を行う。製品品質は $u_i = x_i^{1/4} + \rho x_j^{1/4}$ と定義される。ここで $\rho \in [0,1]$ は R&D のスピルオーバー効果の水準、 x は研究開発投資の水準である。企業の単位あたり生産費用が一定 ($c \in [0,1]$) で、企業の研究開発投資水準に応じて政府が研究開発補助金の割合 ($s \in [0,1]$) を決めるものとする。企業 i の利潤は以下のように表現できる。

$$\pi_i = q_i - \frac{2q_i^2}{u_i^2} - \sigma \frac{q_i q_j}{u_i u_j} - c q_i - x_i + s x_i \quad (2.3)$$

2.3 動的ゲーム

政府と企業の 3 段階の動的ゲームを考える。第一段階は政府研究開発補助金であり、政府は総余剰最大化を目的に研究開発補助率を決定する。第二段階は企業の研究開発であり、企業は政府の研究開発補助率が決定された時に、利潤が最大化されるように各企業が研究開発投資水準を決定する。第三段階は生産競争であり、企業は利潤最大化を求める市場における自社の生産量を決定する。この 3 段階ゲームは後ろ向き帰納法により解くことができる。最初に、生産競争段階（第三段階）から考える。企業は利潤最大化の原則に基づいて生産量を決定する。政府の研究開発補助金と企業の研究開発が与えられたとき、最適生産量はクールノー競争に基づいて選択される。 $\partial x_i / \partial q_i = 0$ とすると企業 i の最適生産量は以下のように表現できる。

$$q_i = \frac{u_i(1-c)(4u_i - \sigma u_j)}{(4-\sigma)(4+\sigma)} \quad (2.4)$$

更に式(2.4)の両辺を u_i で微分すると

$$\frac{\partial q_i}{\partial u_i} = \frac{(1-c)(8u_i - \sigma u_j)}{(4-\sigma)(4+\sigma)} \quad (2.5)$$

となる。ここで企業 i と競合の研究開発効率が閾値より高い ($u_i/u_j > \sigma/8$) 場合、企業は生産量を増やすことで利潤を増大できる可能性がある。逆に閾値より低い場合、企業は可能な限り生産量を減らす必要がある。

更に、企業の研究開発段階（第二段階）において、企業は利潤最大化のために研究開発投資額を決定する。企業の最適な研究開発投資水準 x^* は $\partial \pi_i / \partial x_i = \partial \pi_j / \partial x_j = 0$ を解くことで求められ、最適な研究開発投資水準は以下の通り。

$$x_i = x_j = x^* = \frac{(1-c)^4(\rho\sigma-4)^2(1+\rho)^2}{(1-s)^2(4+\sigma)^4(4-\sigma)^2} \quad (2.6)$$

最後に政府研究開発補助金の段階（第一段階）である。政府は社会厚生が最大化され

るようによく最適な研究開発補助率を決定する。総余剰 W は生産者余剰 PS 、消費者余剰 CS 、政府支出 G から構成されると仮定し、 $W = PS + CS - G$ である。生産者余剰 PS は企業収益の合計 ($PS = 2[(p - c)q - x(1 - s)]$)、消費者余剰 $CS = 2(q - q^2/u^2) - \sigma q^2/u^2 - 2pq$ 、政府支出 $G = 2sx$ である。社会厚生最大化の一次条件より、政府の最適な研究開発補助率が求められる。

$$s^* = \frac{(4 + \sigma)(2 + 5\sigma - \sigma^2)}{(1 + \rho)(6 + \sigma)(4 - \sigma)} \quad (2.7)$$

上式より、スピルオーバー効果 $\rho \in [0,1]$ と水平的差別化 $\sigma \in [0,2]$ の許容範囲内では、政府の研究開発補助率 s^* は常にゼロより大きいことが分かる。これは、政府の研究開発補助金が企業の研究開発活動を効果的に刺激するだけでなく、社会厚生を増大する効果もあることを示している。

2.4 結論

第一の結論として、企業の研究開発投資はスピルオーバー効果に影響を受ける。傾向として、企業間スピルオーバー効果が大きい場合、企業の研究開発投資は抑制される。一方で企業間スピルオーバー効果が低い場合、企業の研究開発投資は増大される。以下証明を行う。式(2.6)より

$$\frac{\partial x^*}{\partial \rho} = \frac{2(1 - c)^4(1 + \rho)(4 - \rho\sigma)(4 - \sigma - 2\rho\sigma)}{(1 - s)^2(4 + \sigma)^4(4 - \sigma)^2} \quad (2.8)$$

となる。 $\sigma \in [0, 4/3]$ のとき、 $\partial x^* / \partial \rho > 0$ であり、企業の研究開発投資の増加に正の影響を及ぼす。一方 $\sigma \in (4/3, 2]$ のとき、 $\partial x^* / \partial \rho$ の符号は一意に定まらない。企業の研究開発投資のスピルオーバー効果は誘因と抑制の2つの相反する可能性を持っている。正確には、 $\rho \in (1/2, 1]$ かつ $\sigma \in (4/1 + 2\rho, 2]$ のとき $\partial x^* / \partial \rho < 0$ となり、 $\rho \in [0, 1/2]$ または $\rho \in [1/2, 1)$ かつ $\sigma \in (4/3, 4/1 + 2\rho)$ のとき、 $\partial x^* / \partial \rho > 0$ となる。

この主張は本稿の本筋である。1.3 で述べた通り、研究開発補助金や税制控除の補助率(控除率)を考える際に産業別に違いをつけないことは最適な補助政策ではないと考える。企業間スピルオーバー効果の大小により企業の研究開発投資傾向が変わるのであれば、産業ごとのスピルオーバー効果を加味した上で補助率(控除率)を考える必要がある。

第二の結論として、政府の研究開発補助金は研究開発投資と研究開発効率(あるいは製品品質)に対して常にインセンティブ的な役割を果たす。以下証明。式(2.6)より

$$\frac{\partial x^*}{\partial s} = \frac{2(1-c)^4(\rho\sigma-4)^2(1+\rho)^2}{(1-s)^3(4+\sigma)^4(4-\sigma)^2} \quad (2.9)$$

なので、常に $\partial x^* / \partial s > 0$ である。更に $u_i = x_i^{1/4} + \rho x_j^{1/4}$ であるため

$$u^* = \frac{3(1-c)(4-\rho\sigma)(1+\rho)}{(1-s)(4-\sigma)(4+\sigma)} \quad (2.10)$$

となり、常に $\partial u^* / \partial s > 0$ が成り立つ。全ての s が u^* に正のインセンティブを与えるという事実は、数理経済理論上とはいえ重大な指摘である。

第3章 実証分析

理論分析の第一の結論で、スピルオーバー効果は企業の研究開発投資額の増減に影響を及ぼすことが分かった。本章では日本で研究開発投資が盛んなハイテク4産業（一般機械、電子・電気、輸送用機械、情報通信）のスピルオーバー効果を分析していく。分析手法については Tomita (2005) に概ね従っており、本稿は先行研究と比較してデータ収集時期が全体的に 20 年前後新しくなった。対象産業についても現代のハイテク産業に差し替え、調査対象の企業数も増加した。

3.1 スピルオーバープール

企業のイノベーションにとって真に有用な技術知識やノウハウは、同じ技術カテゴリーに属する技術知識の近い企業の研究開発のアウトプットに存在することが多い。技術距離が近い企業同士では取り扱う製品の構成も類似しており、他社の技術知識を活用できる生産・販売等のインフラを既に保有しているため有利であり、技術知識を吸収する能力、速度も高い。故に、同一技術カテゴリー内で各企業が活発に研究開発を行い、技術知識ストックを蓄積している場合にはスピルオーバープールも大きくなり自社の生産性を高める機会が豊富であると言える。ここではスピルオーバー効果を検証するモデルを設定するために、Jaffe (1986) に従って技術距離とスピルオーバープールについて定式化する。

研究開発費の分野別配分ベクトル（分野数 : k ）により、企業 i 固有の技術ポジションを $T_i = (T_{i1}, \dots, T_{ik})$ と表す。ベクトル T_i の各要素は企業 i が各分野で行う R&D の配分比率を表す。企業 j についても同様な技術ポジションベクトルを考え、企業 ij 間の技術距離を以下のように定義した。

$$P_{ij} = \frac{T_i T_j'}{\left[(T_i T_i') (T_j T_j') \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (3.1)$$

ここで P_{ij} は企業 ij 間の技術距離 ($0 \leq P_{ij} \leq 1$) である。技術距離 P_{ij} は技術的な近接性（類似性）を測る指標であり、2 企業の技術ポジションが類似するにつれて 1 に近づく。

以上で定義された技術ポジションベクトル及び技術距離を使えば、自社の生産性に影響を与えると考えられる他社によるスピルオーバープールを以下のように定式化できる。

$$S_{ij} = \sum_{j(\neq 0)} P_{ij} R_{jt} \quad (3.2)$$

ここで S_{ij} は企業 i の t 期末のスピルオーバーパール、 R_{jt} は企業 j の t 期末の技術知識ストックである。 i 企業のスピルオーバーパールは他社との技術距離をウェイトとして、当該他社の技術知識ストックを加重した総和と考へることができる。

続けて技術知識ストック R_{jt} を説明する。企業が行う生産活動にとって、新製品開発あるいは新しい生産技術に関するアイデア・ノウハウは、過去に行われた研究開発努力の蓄積によるものである。このような技術進歩の累積的・進化的性格に基づき、過去から現在まで年々の研究開発投資を積み上げた技術知識ストックを求める必要がある。本稿では恒久棚卸法(Perpetual Inventory Method)を使用した。

$$R_{it} = E_{it-\theta} + (1 - \delta)R_{it-1} \quad (3.3)$$

R_{it} は企業 i の t 期の技術知識ストック、 E_{it} は企業 i の t 期の実質研究開発投資、 δ は陳腐化率を示す。 θ は研究開発投資ラグで、研究開発投資が技術知識ストックとして定着し、かつ企業の生産に影響を与えるまでの期間を示している。平均のラグを使用する場合もあれば、ラグの分布をとる場合もあるが、今回は統一して 2 年と考える。また技術知識ストックの蓄積の基準となる年 tb の技術ストックを次式で求める。

$$R_{it} = \frac{E_{tb+1}}{(g + \delta)} \quad (3.4)$$

ここで g は実質研究開発投資の平均成長率である。以上工程により技術知識ストックを産出する。技術知識ストックの陳腐化率 δ については本章の後半で求める。

モデルとしては以上でスピルオーバーパールを形成できるが、クラスタリングの方法を考える必要がある。Odagiri and Kinukawa (1997) に従えば、R&D スピルオーバーの効果及びチャネルは産業によって多様であるため、他産業を集合してスピルオーバーパールを作成した場合、眞のスピルオーバー効果は捉えられないである。

本稿では 12 分類のサブカテゴリーによりサンプル企業 1 社 1 社の格付けを行い、その中で更に 4 分類の技術カテゴリーについてスピルオーバーパールを算出した。つまり式(3.1)における k は本稿において 12 である。この 12 分類の詳細については国際特許分類の小分類を今回の分析に適当なように再構成した(付表 1 参照)。Jaffe (1988) に従い、クラスタリングの相違とスピルオーバー効果の関係を検証するために 3 つのスピルオーバーパールを作成し、各パールによる計測結果を比較する。この 3 つのスピルオーバーパールの具体的な内容については次項に譲ることとする。

3.2 生産関数モデル

第一に、スピルオーバーポールを考慮しない生産関数モデルを考える。Hall and Mairesse (1995)で扱われている基本モデルを修正し、労働、技術知識ストックを生産要素とするコブ・ダグラス型生産関数を想定し、以下のような対数線形方程式で表現する。

$$y_{it} = \theta_i + \lambda t + \alpha r_{it} + \beta l_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.5)$$

各変数を順に説明する。 y_{it} は企業*i*の*t*期の付加価値、 θ_i は企業*i*の個別効果、 λ は体化されない技術進歩率、 r_{it} は企業*i*の*t*期末の技術知識ストック、 l_{it} は企業*i*の*t*期の労働投入量、 ε_{it} は撓乱項、 α, β はそれぞれ技術知識、労働に関する弾力性である。

(3.5)式において投入要素の要素弾力性の和 $\mu = \alpha + \beta = 1$ であれば、この式において規模に関する収穫一定が成立する。(3.5)式を収穫一定からの乖離を明示する形に変形すると、次のように表せる。

$$(y_{it} - l_{it}) = \theta_i + \lambda t + \alpha(r_{it} - l_{it}) + (\mu - 1)l_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

(3.6)式において労働投入の係数($\mu - 1$)は収穫一定からの乖離幅を示す尺度となる。収穫一定からの乖離を明示する形に変形し、さらにスピルオーバー効果を検証するため式を次のように修正・拡張する。

$$\ln(YL)_{it} = \alpha_0 \ln(RL)_{it} + \sum_j \alpha_j D_j \ln(SL)_{it-1} + (\mu - 1)L_{it} + \delta \ln(MS)_{it} + \beta \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (3.7)$$

$$YL_{it} = \frac{Y_{it}}{L_{it}}, RL_{it} = \frac{R_{it-1}}{L_{it}}, SL_{it-1} = \frac{S_{it-2}}{L_{it-1}}$$

各変数を順に説明する。 Y_{it} は企業*i*の*t*期の付加価値、 L_{it} は企業*i*の*t*期の労働投入量、 R_{it} は企業*i*の*t*期末の技術知識ストック、 S_{it} は企業*i*の*t*期末のスピルオーバーポール、 MS_{it} は企業*i*の*t*期の市場占有率、 $CR5_{kt}$ は産業*k*の*t*期の売上高上位 5 社集中度、 D_j は技術クラスター・ダミーを表す。

他社から得られる技術知識の源泉として、前述したスピルオーバーポールを導入している。(3.7)式ではスピルオーバーポールを S_{it} とするが、本稿では 3 つのスピルオーバーポールを算出している。第一に CP(Cluster Pool)である。これは自社が格付けされた各産業内の企業間技術距離の平均に、その技術知識ストックを乗じたものである。CP は本来的なスピルオーバーの源泉となる。第二に OCP(Out of Cluster Pool)である。これは格付けされた産業以外の各 5 産業と自社が属する産業との技術距離と、各 5 産業の技術知識ストックを乗じ、総和したものである。OCP は技術的な関係が希薄であるポールである。第三に TP(Total Pool)であり、これは CP と OCP の合算である。TP は従来のスピルオーバー効果研究で使われることの多かったポール概念である。

説明変数において 1 期又は 2 期ずらされているのは、同時性の問題を緩和するためである。(3.7)式では SL_{it-1} について、2 期前に得られた技術知識を 1 期間かけて自社の研究開発アウトプットに変えると仮定した。また、(3.7)式では企業の市場占有率及び売上高上位 5 社集中度を説明変数に含めている。これは産業及び企業の利潤率が市場の競争状況に影響を受けることを織り込んでいる。市場占有率 MS_{it} と売上高上位 5 社集中度 $CR5_{kt}$ が説明変数に盛り込まれている理由の詳細については 3.4.1 で説明を行う。

3.3 データセットの構築

上の 2 項では実証分析で使用するモデルを説明してきた。各変数がどのような意味を持つのか、どのように構成されるのかを理解頂いたと思う。本項では実証分析で使用するデータを説明する。

3.3.1 サンプル企業

分析対象企業については、日本経済研究所「企業財務データバンク」に収録されている東京・大阪・名古屋の 3 証券取引所の第 1 部・第 2 部上場企業をベースにした。このうち上記ハイテク 4 産業に属し、1997 年度から 2008 年度まで存続している企業から大幅な合併等があった企業を除いて選定した。データに欠損がある場合は有価証券報告書等を可能な限り当たり、出来るだけ企業をデータから排除しないようにした。まとめると表 3-1 のように集約される。

表 3-1 分析対象企業の産業別分布

産業分類	社数 (社)	全体の割合 (%)
一般機械	173	49.01
電子・電気	108	30.59
輸送用機械器具	24	6.80
情報通信	48	13.60
4産業合計	353	100

出所：日本経済研究所「企業財務データバンク」

表 3-1 の「全体の割合」を見ると一般機械が 49.01% と半分近くの割合を占める一方、

輸送用機械は 6.8% しか企業が存在しない。社数分布のバランスについてはやや偏りがあるが、割合が最も低い輸送用機械についても 24 社存在するため、本稿での使用データとして問題ないと判断した。

分析に使用するデータ期間は 1999 年度決算から 2008 年度決算である。分析期間を拡大することは可能であったが、この 10 年間に設定したのには理由がある。データを概観したとき、日本列島総不況の影響で 1998 年度決算、リーマンショックの影響で 2009 年決算に明らかな異常が出てきている。ダミー変数を用いてこれを制御することは可能であるが、この間の 10 年間で分析を行うことが最も妥当と考えた。

3.3.2 技術知識ストック

技術知識ストックについて上述したが、先送りにした研究開発投資ラグと陳腐化率についてここで説明する。研究開発ラグは、研究開発投資が技術知識ストックとして定着し企業の生産に影響を与えるまでの期間である。推計にはラグ分布を想定する方法もあるが、ここでは簡便な方法として期間を通じて一定の平均ラグを使用する。日本経済を対象とした研究では柳沼ほか(1984)や Goto and Suzuki (1989)で一定の平均ラグが用いられているが、両論文では共通して経済企画庁「企業行動に関するアンケート調査(1982)」のデータが使われている。本稿では Tomita (2005)に従い、全産業に対し一律 1 年の平均ラグを想定している。

次に陳腐化率を考える。陳腐化率の算出手法は大きく 2 つ存在する。第一に特許の残存件数データにより年々の減少率を求め陳腐化率とする方法 (Bosworth (1978))、第二に技術の特許収入期間の逆数として求める方法 (Goto and Suzuki (1989)) である。第一の手法では陳腐化率が過小評価される可能性があるため、本稿では第二の手法を用いる。Tomita (2005) ではデータ元として「民間企業の研究活動に関する調査 (科学技術庁, 1985)」の特許収入期間が使用されていたが、本稿では年代を合わせ「民間企業の研究活動に関する調査 (科学技術政策研究所, 2010)」の利益期間を用いる。結果は表 3-2 の通りである。

表 3-2 から 3 つのことが簡単に読み取れる。第一に、陳腐化率は産業間で大きく変わらないということである。産業単位で比較すると、陳腐化率が最も高い情報通信と最も低い輸送用機械器具とでも陳腐化率は約 0.07 しか変わらない。1985 年のデータを使って行われた同分析 (科学技術庁「科学技術白書 (昭和 60 年度版)」) でも陳腐化率が最も高い電気機械工業と最も低い化学工業で 0.036 の違いであるため、年代を経てもこの

傾向は変わらないことが分かる。これは意外な結果である。平均収入期間の産業間での違いは1年以内であることが大半であるのだ。この結果は企業の研究開発へのモチベーションを考える際に重要な要素の1つだと言える。第二に、陳腐化率が1985年より増加しているということだ。1985年のデータでは全産業の平均収入期間は10.22年、陳腐化率は0.098となっている。これは2010年のデータの倍以上の平均収入期間、半分以下の陳腐化率である。この結果から単純に考えれば、1985年から2010年の25年間で研究開発成果の収入期間は半分以下に減り、陳腐化のスピードは倍以上加速したと言える。これは体感的には納得できる数字であるとともに、この当時の2010年と2023年現在とでは更に陳腐化が加速していると推測できる。最後に、陳腐化率の高い産業と低い産業についてである。表3-2を見ると、情報通信、電子・電気、一般機械、輸送用機械器具の順番で陳腐化率が高い。この順位も概ね納得できるものである。新しい産業である情報通信では陳腐化率も高く、成熟し寡占が進んだ輸送用機械器具の産業では陳腐化率が低い。

表3-2 陳腐化率

産業名	N	平均利益期間(月)	平均利益期間(年)	陳腐化率(δ)
全産業	281	50.19964413	4.183303677	0.23904552
情報通信	58	43.24482759	3.603735632	0.27748983
情報サービス業	25	47	3.916666667	0.25531915
情報通信機械器具製造業	33	40.4	3.366666667	0.2970297
電子・電気	86	45.80697674	3.817248062	0.26196883
電気部品・デバイス・電気回路製造業	27	42.4	3.533333333	0.28301887
電子応用・電気計測機器製造業	18	48.2	4.016666667	0.24896266
その他電気機械器具製造業	41	47	3.916666667	0.25531915
一般機械	104	55.34134615	4.611778846	0.21683607
汎用機械器具製造業	15	53	4.416666667	0.22641509
生産用機械器具製造業	64	59.5	4.958333333	0.20168067
業務用機械器具製造業	25	46.1	3.841666667	0.26030369
輸送用機械器具	33	57.66666667	4.805555556	0.20809249
自動車・同付属品製造業	26	50.2	4.183333333	0.23904382
自動車以外の輸送用機械器具製造業	7	85.4	7.116666667	0.14051522

3.3.3 その他データセット

先に挙げた実証分析モデルの構成要素（説明変数及び被説明変数）のデータを説明していく。以下のデータは 1999 年から 2008 年までの期間を対象とし、日本経済研究所「企業財務データバンク(2010 年版)」に収録されている個別決算データを基本に、欠損値は各社の有価証券報告書を使い補った。

最初に、(3.7)式の多くの変数の分母となりこれらをコントロールする労働投入量について考える。当然のことだが、ここで労働投入量はカネでなくヒトであることに注意する必要がある。求めるのは単位ヒト当たりの付加価値や技術知識ストックなどであり、単位カネ当たりのそれではない。本稿は Tomita (2005) に従い、労働投入量は労働者数に労働時間を乗じる man-hour ベースで算出した。産業ごとの労働時間については厚生労働省「毎月勤労統計調査年報」の産業別総実労働時間指数を利用した。

被説明変数の要素である付加価値額を考える。名目付加価値額は営業利益、労務費、賃貸料、租税公課及び減価償却費の合算として算出した。名目付加価値額は日本銀行「国内企業物価指数」に収録される産業の物価指数をデフレータとして実質化した。

市場の競争状況を表す変数として市場占有率(Market Share)と売上高上位 5 社集中度(Concentration Ratio of 5 firms)を用意した。この 2 変数は本来では製品別で算出されるべきものであるが、そのような分析を 1 製品ごとに行うことは事実上不可能である。故に本稿ではこれらを業種ごとで計算した。市場占有率については各企業の総売上高を当該企業が属する業種の合計売上高で除することにより算出した。売上高上位 5 社集中度は業種別に売上高上位 5 社の合計売上高を当該業種の合計売上高で除することにより求めた。当該業種の合計売上高については経済産業省「平成 20 年度企業活動基本調査速報」のデータを使い、2 年分の総売上高の平均値を採用した（付表 3）。

以上の手続きを経て構築された原データセットの各変数に対し、Tomita (2005) に従い異常値による振れを回避するためにデータクリーニングの処理を施した。各変数につき前年差をとった上でその分布をチェックし、それぞれの平均から標準偏差の 3 倍の範囲を超えているデータを異常値として取り除いている。このようにして得られた推計のためのデータセットはラグ変数を含んだモデルであるため、4 年分の unbalanced panel data となる。

3.3.4 技術マトリックス等の概観

ここでは 3.2 で先送りにした技術マトリックスを示し、個別の技術距離について分析

を行う。分析結果を見る前に仮説を立てる。技術距離は特許利益ベースで算出されるが、本稿ではその前に特許数ベースで分布を可視化した（付表2参照）。産業ごとのサンプル企業数は不均一であるが、可能な限りバイアスのかからないサンプル企業の抽出を行った。付表2の見方を説明する。1行目の1～12の数字は特許分類表（付表1参照）の12分類であり、各数値はカテゴリーごとの特許取得割合である。つまり各行ごと1から12までの数値を合計すると1になる。付表2を見ると、輸送用機械器具や電子・電気のカテゴリーで同一産業内の分布率が強くなっているが、一般機械や情報通信では弱く観察される。また一般機械と輸送用機械器具、電子・電気と情報通信との他産業とも分布が強く観察される。特許獲得分布を参考にすると、金額ベースの技術距離についてもこのような結果が期待される。

では分析結果を見ていく。表3-3は3種類のスピルオーバープール（CP, OCP, TP）算出の基礎となる技術マトリックスである。第一に気づく点としては、すべての産業において技術マトリックスの対角要素となる同一技術クラスターに属する企業間で技術距離が最も大きくなっている。これは、4つ全ての産業において同一技術クラスター内での技術距離が最も高くなっていることを意味する。この事実自体は当然であると言えるが、表3-3で表した技術距離の妥当性を担保している。

また、産業ごとに技術距離の大きさにも違いが見られる。同一技術クラスターの技術距離は輸送用機械器具や電子・電気で高くなっているが、一般機械や情報通信で低くなっている。内燃エンジンを始めとして産業内特有の技術が必要となる輸送用機械器具で技術距離が大きいこと、最近の産業ゆえに技術累積が少なく産業内特有の技術も少ない情報通信では技術距離が小さいことは容易に納得できる。問題は産業構造が類似していると考えられる一般機械と電子・電気で同一産業内クラスターの技術距離が大きく異なることだが、これは一般機械の産業構造に理由があると考えられる。一般機械では同一産業内での技術応用も多い一方で、他産業からの技術活用もやはり多いことが他産業クラスターとの技術距離を見ることで分かる。この事実から、生産用機械器具や業務用機械器具などで他産業との連携が強い一般機械より半導体装置や電子回路など特有の技術が中心になる電子・電気の方が同一技術クラスター内での技術距離は大きくなると推測できる。本稿より22年前のデータを使って行われた Tomita (2005)と比較すると、電子・電気（先行研究では電気・電子）と一般機械（先行研究では機械）の同一技術クラスター内技術距離はそれぞれ0.29と0.35であり、1996年から2010年で倍増した半導体市場の影響力が大きいと考えられる。Tomita (2005)では情報通信（先行研究ではコ

ンピュータ・通信)の同一産業クラスター内技術距離は0.51と本稿と比べればかなり大きい水準であり、2010年までの14年間で技術が民主化し市場の裾野が広がったことが読み取れる。

第二に、他技術間とのクラスターに違いが見られる。とりわけ技術距離が大きいのが一般機械と輸送用機械器具(0.23)と電子・電気と情報通信(0.21)であり、次いで高いのは一般機械と電子・電気(0.12)である。3つ全て納得できる組み合わせである。一方でとりわけ技術距離が小さいのは輸送用機械器具と情報通信(0.02)と一般機械と情報通信(0.03)であり、次いで小さいのは輸送用機械器具と電子・電気(0.08)である。概ね納得できる数値であるが、輸送用機械器具と電子・電気の技術距離だけやや大きい水準になっている。これは半導体装置等が自動車を始めとした輸送用機械に搭載され始め、両産業の技術的横断が盛んになったことを反映していると推測できる。この点を踏まえると現代では同現象が輸送用機械器具と情報通信との間に起きていると仮説を立てることができる。Tomita(2005)と本稿を比較すると、電子・電気(先行研究では電気・電子)と情報通信(先行研究ではコンピュータ・通信)との技術距離は同じ水準(技術距離が0.21)であることが分かる。技術距離が大きくなっているという私の仮説と反する結果である。2010年はスマートフォン普及率が国内で4%と大規模普及が進む前であるためだと考えられ、今日ではより技術距離が大きくなっていると推測できる。

概ね仮説は否定された。このことから得られる推測もある。それは他産業との技術距離の数値を押し上げているのがどちらの産業によるものか、ということである。他産業間との技術距離が大きいからといって双方の技術距離が近い訳ではない。付表2をみると、例えば輸送用機械器具に分類される企業は一般機械に分類される技術カテゴリーの特許を多数獲得しているが、逆はそうではない。同様に情報通信に分類される企業は電子・電気の分類される技術カテゴリーの特許を多く獲得しているが、逆はさほど多くないことが分かる。このことに注意して今後推計や政策評価を行う必要がある。

表3-3 技術マトリックス

	1	2	3	4
1.一般機械	0.28			
2.輸送用機械器具製造	0.23	0.70		
3.電子・電気	0.12	0.08	0.68	
4.情報通信	0.03	0.02	0.21	0.25

3.4 推計結果

(6)式のスピルオーバーポールに 3 つのポール変数 (CP, OCP, TP) を代入して生産関数の推計を行う。推計式は以下の様になる。

$$\ln(YL)_{it} = \sum_j \alpha_j D_j \ln(CPL)_{it-1} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \beta_1 L_{it} + \beta_2 \ln(MS)_{it} + \beta_3 \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (3.8)$$

$$\ln(YL)_{it} = \sum_j \alpha_j D_j \ln(OCPL)_{it-1} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \beta_1 L_{it} + \beta_2 \ln(MS)_{it} + \beta_3 \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (3.9)$$

$$\ln(YL)_{it} = \sum_j \alpha_j D_j \ln(TPL)_{it-1} + \beta_0 \ln(RL)_{it} + \beta_1 L_{it} + \beta_2 \ln(MS)_{it} + \beta_3 \ln(CR5)_{kt} + \varepsilon_{it} \quad (3.10)$$

$$CPL_{it-1} = \frac{CP_{it-2}}{L_{it-1}}, \quad OCPL_{it-1} = \frac{OCP_{it-2}}{L_{it-1}}, \quad TPL_{it-1} = \frac{TP_{it-2}}{L_{it-1}}$$

3.4.1 仮説

推計を行う前に仮説を立てておく。第一の仮説は、企業の生産性向上には他社から得られる公共財的な技術知識はスピルオーバー効果が正に寄与するというものだ。これは本稿においては実証分析の存在意義そのものである。仮説が真である判別方法は、式(3.8)の第一項であるクラスターポールが有意でかつ符号が正になっていることである。なお本稿においては、10%水準においても有意にならない技術知識クラスターにおいては全く寄与していないと考える。Jaffe (1986)ではマイナスの推計結果も報告されているが、これは正のスピルオーバー効果があるものの企業利潤を低下させる負の競争効果が前者を上回ったものとされている。故に、他者から得られる公共財的な技術知識のスピルオーバー効果をより正確に把握するためには、企業の所属する製品市場の競争状況が企業利潤に及ぼす影響を除去する必要がある。本稿では Jaffe (1986)に従い、市場競争状況をコントロールする指標として各企業の製品市場占有率及び業種別売上高上位 5 社集中度を推計式に加えることとする。こうすることで、出力されるスピルオーバー効果は正の符号を想定することができる。また製品市場占有率及び業種別売上高上位 5 社集中度の符号条件については Tomita (2005)に従い、以下のように扱う。各企業の市場占有率は企業利潤率に有意な正の結果を及ぼしている。ここで企業利潤率は本稿のモデルの被説明変数ではないが、Jaffe (1986)では付加価値の代替指標として企業利潤率を使い有意な結果を得ている。他方で企業利潤率と売上高上位 5 社集中度の相関関係では、効率的な生産が可能な大企業で正の相関がみられたが中小企業ではほとんど相関がみられない。上記 2 変数を同時に入れた推計式では市場占有率に関しては有意な

正の符号を期待できるが、売上高上位 5 社集中度の有意性及び符号については明言したい。

第二の仮説は、企業が生産性を高めるため有用な技術知識は技術距離の近い同一技術クラスター内の企業から得られるというものだ。理論分析の結論を日本企業に応用する際に、スピルオーバーの範囲を事前に考えておく必要がある。研究開発支出は企業のスピルオーバー効果に影響を受けるとしたが、このスピルオーバー効果は同一産業内だけを考えれば良いのか、または他産業間の効果も考える必要があるのかという観点である。実際、技術カテゴリーを適切に区分して同一技術クラスターによるスピルオーバープールを定式化できれば、最も明確にスピルオーバー効果を観察することができる。上述の通り、本稿ではそのためにスピルオーバープールをクラスタープール (CP)、アウトオブクラスタープール (OCP)、トータルプール (TP) の 3 ケースに分けている。3 つのプール変数をそれぞれ個別に代入して生産関数を推計し、係数の有意性等を比較検討する。仮説に従えば、クラスタープールを生産関数に導入した場合にスピルオーバー効果が有意になると期待される。上記 2 点の仮説を検証する一方で、第 4 章の政策評価に繋げるため、他の気づきも記載する。

3.4.2 推計結果と考察

推計結果を表 3-4 にまとめた。表 3-4 の各項目を説明する。行の項目について、PL01_MA、PL02_TE、PL03_EL、PL04_TR はそれぞれ一般機械、情報通信、電子・電気、輸送用機械器具のスピルオーバープールである。その他項目も式(3.8)～式(3.10)の各変数に対応しており、RL は技術知識ストックを労働投入量で除した変数、L は労働投入量、MS は市場占有率、CR5 は売上高上位 5 社集中度である。列の項目にある記号*については個数で有意水準を示しており、***は 1%、**は 5%、*は 10% で有意である。その他項目は自明とし説明を省く。

第一の仮説を検証してみる。スピルオーバー効果を示すクラスタープールの t 値を見ると、情報通信クラスターを除き 1% 水準で有意な結果となった。また有意になったクラスタープールの符号は全て正になった。この結果は第一の仮説を支持する。また市場占有率 (MS) は有意で正の結果が得られた一方、売上高上位 5 社集中度 (CR5) は有意にならなかった。また有意でない以上参考程度であるが、符号も正にならなかった。市場競争状態をコントロールした上で、情報通信を除く技術カテゴリーにおいては他社から得られる公共財的な技術知識が企業の生産性向上に寄与していることが確認でき

た。なお有意にならなかった情報通信産業を除くと、スピルオーバー効果は同一産業内では一般機械、電子・電気、輸送用機械機器の順に高かった。

表 3-4 推計結果

	Coef_CP	t		Coef_OCP	t		Coef_TP	t	
PL01_MA	0.5373	4.8415	***	0.6959	4.8174	***	1.6263	4.7548	***
PL02_TE	-0.1712	-1.3164		-0.2338	-0.8685		-0.0881	-0.5440	
PL03_EL	0.2662	4.1921	***	0.9314	4.1927	***	1.1607	4.1207	***
PL04_TR	0.0094	2.9133	***	0.0496	3.1053	***	0.1169	2.8653	***
RL	0.0347	1.7089	*	0.2443	2.2924	**	0.0360	1.0638	
L	-0.0168	-2.9141	***	-0.1442	-3.2716	***	-0.0195	-3.3808	***
MS	0.1049	3.7644	***	0.1087	3.8889	***	0.1062	3.7950	***
CR5	-0.8916	-0.6357		-0.0109	-0.8681		-0.3189	-0.2211	
Adj. R2	0.8326			0.8326			0.8326		
Number of obs	3530			3530			3530		

情報通信のクラスタープールは 10% でさえ有意でないため、本稿において有意性はないとする。有意にならなかった理由は大きく 2 つ推測される。第一にスピルオーバー効果が発現するまでのラグが他の産業と異なる可能性がある。総務省統計局「科学技術研究調査 2007 年度版」によれば、2007 年当時、情報通信の技術開発は今回取り上げた他産業に比べ基礎研究の比率が高く、開発研究の比率が低い。表 3-5 に具体的な数字を抜粋して載せたが、当時の情報通信産業の基礎研究の割合が他産業より群を抜いて高いことが分かる。これは他産業に比べ情報通信業の歴史が浅いことに由来すると考えられる。故に、スピルオーバープールから情報通信業社が獲得する生産性向上を観測するためには、本推計で想定していた 2 年のラグでは十分でなかったと思われる。

表 3-5 性格別研究開発比率

産業	研究費割合 (%)		
	基礎研究	応用研究	開発研究
機械	4.8	18.4	76.8
情報通信	9.7	16.8	73.5
電子部品・デバイス	4.6	22.2	73.2
輸送用機械	2.6	9.1	88.2

出所：総務省統計局「科学技術研究調査 2007 年度版」

しかし、第一の理由だけを有意にならない根拠にするのは早計である。第二に国内市場の R&D ストック水準の低さが考えられる。前述の通りスピルオーバーパールの大きさは同一技術クラスター内他社との技術距離と他社 R&D ストックの加重和で算出されるが、国内の情報通信 R&D ストックが相対的に小さくスピルオーバーのポテンシャルが小さいことが影響している可能性があるのだ。かつて日本企業が世界を席巻する技術を有したことのある一般機械、電子・電気、輸送用機械器具などの産業と違い、情報通信は日本経済が停滞した 2000 年代以降に勃興した産業であるため、技術知識の多くをアメリカ始めとする諸外国から受けたことが指摘できる。故に情報通信のスピルオーバー効果を有意に把握するためには国内市場の分析だけでは不十分で、世界規模の分析が必要であると推測する。恐らくこれら両方の理由で情報通信は有意にならなかったと考えられる。

続いて第二の仮説を検証していく。表 3-4 で表した 3 つのスピルオーバーパール間で推計結果を比較する。各パールの推計結果の有意性や符号にほぼ違いは見られない。仮説ではクラスター・パールを導入した推計で最も有意な結果が得られると期待していたが、結局はアウトオブクラスター・パール (OCP) と差がないか、もしくは OCP の方が RL についてより有意な結果が出た。つまり第二の仮説は否定され、企業は生産性を高めるために有用な技術知識を他産業の技術クラスターに属する企業のスピルオーバーパールからも十分強く得ていることが分かった。またトータル・パールを導入した推計でも有意な結果が得られた。

OCP を導入した推計で CP と同等かそれ以上に有意な結果が得られた理由は、企業の多角化や産業の垣根の低下にあると考えられる。実際、Aoki (2009)によれば企業の平均事業種類数は 1991 年から 2005 年の 15 年間で概ね一貫して増加している。この期間において一般機械では 19.57%、電子部品・デバイスでは 17.78%、輸送用機械器具では 28% それぞれ増加しているのだ。多角化の一環として企業は本業以外の分野でも事業を行い、そのために研究開発を必要とする技術分野が複数ある。また事業の多角化以外にも、本業の更なる事業拡大のために本業以外の技術知識カテゴリーで研究開発を行なっていることも考えうる。X-tech に代表されるように既存ビジネスと先進テクノロジーを結びつける開発は多くみられる。分析に 1997 年のデータを使用した Tomita (2005) でも OCP で CP と同等水準に有意な結果が得られていたが、本稿の推計結果はそれ以上に OCP の推計結果が有意に算出された。Tomita (2005) でもこの原因を企業

の多角化に求めているが、2008年は更に多角化が進行したと推測される。有意にならなかった情報通信産業を除くと、スピルオーバー効果は他の産業間では電子・電気、一般機械、輸送用機械機器の順に大きかった。スピルオーバー効果については、同一産業内クラスターと他の産業間とのクラスターとで一般機械と電子・電気の順位が入れ替わったものの、輸送用機械器具は他の2産業と比べ圧倒的にスピルオーバーの度合いが小さかった。

第4章 政策評価

本章では第1章から第3章までの分析結果を踏まえ、日本の公的研究開発補助金及び税制控除政策の評価及び提言を行う。

4.1 分析結果の総括

この項では第1章から第3章で得た分析結果を総括し、体系化を図る。可能な限り正確に行った分析と多角的に行った考察をまとめ、評価や改善案に活かすことが目的である。

現状分析では、第一に公的研究開発補助金（税制控除を含む）に関わる経済研究の変遷を確認した。企業の研究開発投資から生み出された技術知識は経済成長を加速させる。一方で、多くの産業において企業の研究開発の収益率は社会的収益率が私的収益率を大きく上回り、これにより社会的に望ましい研究開発投資水準は達成されない。情報の非対称性がある以上は資本市場からの調達も難しい。故に調整された公的研究開発補助金は国内経済の長期成長にとって優良な政策であるとえる。

第二に、日本の研究開発状況をデータに基づき分析した。産業のスピルオーバー効果が高いことで研究開発のポテンシャルを十分に引き出せていない可能性を指摘した。日本では企業研究者の成果物である特許数の数値が高く、大学等研究機関の成果物である論文の数値が低い。補助金額の増額は企業より大学等研究機関により積極的に行うべきである現状を踏まえれば、企業への公的研究開発補助金は増額でなく内容再考が求められているとした。

第三に、日本の研究開発補助政策の内容を共有した。ここでは代表的な補助金政策であるものづくり補助金と研究開発税制控除の構造を分析し、産業別の補助率の違いがないことへの疑問を挙げた。

理論分析では、企業の研究開発投資はスピルオーバー効果に影響を受けることを示した。企業間スピルオーバー効果の大小により企業の研究開発投資傾向が変わるのであれば、産業ごとのスピルオーバー効果を加味した上で補助率（控除率）を考える必要があることが分かった。また、公的研究開発補助金は研究開発投資と研究開発効率に対して常にインセンティブ的な役割を果たすことも判明した。

実証分析では、第一に1985年から2010年の25年間で技術知識の陳腐化率が倍以上高くなったことを示した。これは企業の研究開発の中心が遅延型かつ長期利益の基礎研

究から即効型かつ短期利益の開発研究にシフトしていることを実証している。現状分析と掛け合わせて言えば、企業は基礎研究を行う体力がなくなってきたのである。

第二に、各産業内及び産業間での技術距離を算出した。具体的な数値については再度表3-3を参照いただきたい。一般機械と輸送用機械器具、電子・電気と情報通信などの産業間技術距離は高い水準にあることが分かった。最適な研究開発補助政策を考える際に技術距離の違いも見込む必要がある。

第三に、推計結果と仮説の検証である。3.4.1で示した第一の仮説は真だと証明され、本稿の実証研究が有効であると示された。また第二の仮説は棄却され、他産業の技術クラスターのスピルオーバープールからも技術知識を得ていることが分かった。スピルオーバー効果は同一産業内クラスターについては一般機械、電子・電気、輸送用機械機器製造業の順に大きく、他の産業間クラスターでは電子・電気、一般機械、輸送用機械機器製造業の順に大きかった。

4.2 研究開発補助政策の評価・改善案

4.1で体系化した結果に基づき以下の評価・改善案を提示する。

第一に、補助金と税制控除の両政策において産業別の補助率（控除率）を設けるべきである。技術知識のスピルオーバー効果が大きいほど各企業の研究開発投資が抑制されることが理論的に証明され、表3-4からは各産業のスピルオーバー効果の違いが明確に検出されている。研究開発補助金の配分が最適でないことは、実際のデータでも発露している。ここでは同一産業内クラスターについて最も大きい一般機械と最も小さい輸送用機械器具とを例にとって比較する。財務省の令和2年度調査によれば、研究開発税制の業種別適応企業数は全8,668社のうち一般機械が8%、輸送用機械器具が3%の控除実績である。しかしこれを業種別適応額ベースの割合に直すと、総額5,053億円のうち一般機械は7%、輸送用機械器具は18%の控除実績となる。輸送用機械器具の企業が概して大企業であることを考慮しても、これは異常な数値差である。スピルオーバーが小さい輸送用機械器具では、本来税制控除が無くとも支出されていた研究開発費に税制控除が行われていた可能性が高い。一方、一般機械に分類される企業には税額控除率を増加させることで重要なイノベーションを生み出す研究開発投資が行われる可能性が高い。このようなギャップが補助金と税制控除の両政策で、全ての産業において生まれていると考えられるため、産業別の補助率（控除率）は不可欠な変更である。

第二に、企業への公的研究開発補助金の増額は鈍化させるべきである。経済産業省は

民間企業研究開発費の年間 9.4%増加を目標に研究開発補助金の増額、拡充を行う方向だが、これは最適な財政政策ではない可能性が高い。上述の通り、日本は企業の開発研究が盛んである一方、大学等研究機関の基礎研究が弱く、更に年々低下している。陳腐化率が高まっている現代において、短期利益となりやすい開発投資の研究を加速させるのは得策でない。第一の提言で述べた通り対企業の研究開発補助はその配分の最適化で強みを守りつつ、今は大学等研究機関への研究費補助を増額すべきである。産業の違いを考慮しない企業全体への補助金を増額することは、既に行われる予定だった研究開発費に当たられる割合が増える結果になる可能性が高く、経済成長を伴わないインフレで研究開発基盤を更に破壊する可能性すらある。

研究開発補助政策の内容改善案はイノベーション創出の補助的な存在に過ぎず、主役はあくまでも企業であり人間である。イノベーションを生み出し日本経済の復興を望むのであれば、まずは育児や教育から体制を見直す必要がある。経済政策は経済活動を円滑化するという範囲において最善が尽くされるべきであるが、不労利潤を得ようとする政策は例外なく失敗してきた。当然だが、本稿が提案する R&D 補助金の水準は研究開発を最適化するだけのものであり、屋台骨には決してなり得ないことを再確認していただきたい。

付表1 特許分類表

グループ	特許分類コード	特許内容
1	A	生活必需品
2	F01~F17	一般機械
3	B01~B59	処理操作
4	B60~B64	輸送用機械器具製造業
5	C	化学・冶金
6	D	纖維・紙
7	E	固定建造物
8	F18~F42	照明・加熱・武器・爆破
9	G1~G6	物理器械(写真・時計等)
10	G7~G12	物理器械(音響・情報記憶等)
11	H(H04以外)	電子・電気
12	H04	情報通信

出所；パテントデータベース

付表2 カテゴリー別の特許獲得分布

企業名	産業	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H O Y A (株)	2.一般機械	0.35179153	0.00814334	0.09411354	0.00011633	0.16589111	0.00221033	0.00011633	0.00791066	0.07805956	0.08061889	0.08794788	0.1230805
日機装 (株)	2.一般機械	0.36172695	0.17736280	0.02086814	0.00816803	0.08168028	0.03383897	0.00583431	0.01866978	0.01166861	0.00116686	0.08984831	0.00116686
川澄化工業 (株)	2.一般機械	0.83928571	0.02678571	0.08258929	0	0.03571429	0.00669643	0	0.00223214	0.00446429	0	0	0
(株) 東京自動機械製作所	2.一般機械	0.24489796	0.02040816	0.71428571	0	0	0	0	0	0.02040816	0	0	0
明治機械 (株)	2.一般機械	0.09183673	0.06122449	0.58163265	0	0.02040816	0	0	0.01020408	0.07142857	0.01020408	0.15306122	0
(株) 石井鐵工所	2.一般機械	0.12121212	0.18939394	0.21969697	0.03030303	0.09848485	0	0.26515152	0.00757576	0.03787879	0.00757576	0.01515152	0
トヨーヨーカネツ (株)	2.一般機械	0	0.25	0.5	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0
三菱化工機 (株)	2.一般機械	0.00992063	0.04166667	0.3234127	0.00396825	0.375	0.00198413	0.04166667	0.04960317	0.04365079	0.00595238	0.09920635	0.00396825
荏原実業 (株)	2.一般機械	0.14772727	0	0.27272727	0	0.35227273	0	0	0.13636364	0.05681818	0	0.01136364	0.02272727
浜井産業 (株)	2.一般機械	0.02325581	0.03488372	0.58139535	0	0.01162791	0	0	0	0	0.3372093	0.01162791	0
大阪機工 (株)	2.一般機械	0.169279	0.02507837	0.13793103	0.00940439	0.45141066	0.00940439	0.02507837	0.03761755	0.10658307	0.0031348	0.01253918	0.01253918
ヨマツ N T C (株)	2.一般機械	0.0124805	0.03276131	0.7550702	0.00468019	0.01404056	0.00156006	0	0.00156006	0.04680187	0	0.3104524	0
(株) ツガミ	2.一般機械	0	0.03076923	0.393846154	0	0.01538462	0	0	0	0	0	0.01538462	0
(株) オーパル	2.一般機械	0.03431373	0.0245098	0.00490196	0	0	0	0	0.0245098	0.82843137	0.04411765	0.02941176	0.00980392
ジーエルサイエンス (株)	2.一般機械	0.01694915	0.05084744	0.16949153	0	0.11016949	0	0.00847458	0.02542373	0.61016949	0	0.00847458	0
J U K I (株)	2.一般機械	0.04570747	0.02742444	0.07750397	0.00357711	0.01073132	0.6327504	0.01947536	0.00158983	0.11009539	0.01709062	0.04531002	0.00874404
アマノ (株)	2.一般機械	0.22408027	0.02508361	0.2006689	0.02341137	0.06856187	0.00167224	0.0735786	0.01672241	0.14214047	0.17056856	0.0083612	0.0451505
(株) 石川製作所	2.一般機械	0.10050251	0.04522613	0.12060302	0.07035176	0.03517588	0.01507538	0.04020101	0.19095477	0.07035176	0.24120603	0	0
加地テック	2.一般機械	0	0.38461538	0.15384615	0	0.07692308	0	0	0.23076923	0	0	0.15384615	0
(株) 名機製作所	2.一般機械	0.00154799	0.03250774	0.79566563	0.00154799	0.00619195	0.00154799	0.00309598	0.04643963	0.07430341	0.03405573	0.00154799	0
富士機械製造 (株)	2.一般機械	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0.5	0	0.25	0
(株) ディスコ	2.一般機械	0.00214961	0.01031814	0.40025795	0	0.01504729	0	0	0.00085985	0.03697334	0.00257954	0.52880482	0.00300946
トーワ (株)	2.一般機械	0.44827586	0.03448276	0.13793103	0	0.03448276	0	0	0.03448276	0.10344828	0.10344828	0.03448276	0.06896552
昭和飛行機工業 (株)	4.輸送用機械器具製造業	0.14948454	0.12371134	0.25773194	0.027835052	0.05670103	0.00515464	0.03092784	0.02061856	0.0257732	0.00515464	0.04123711	0.00515464
宮田工業 (株)	4.輸送用機械器具製造業	0.17264574	0.07623318	0.10538117	0.23991031	0.13452915	0.00224215	0.06278027	0.03811659	0.06278027	0.02242152	0.08071749	0.00224215
本田技研工業 (株)	4.輸送用機械器具製造業	0.01759524	0.25427175	0.11571228	0.29369766	0.04315311	0.01064911	0.01517498	0.01072172	0.08046282	0.03129387	0.12415896	0.01251271
三菱自動車工業 (株)	4.輸送用機械器具製造業	0.00768291	0.37558931	0.07682906	0.36755719	0.00890519	0.00034922	0.027414	0.00384145	0.05290728	0.03143007	0.03439846	0.01309586
阪神内燃機工業 (株)	4.輸送用機械器具製造業	0	0.28	0.12	0.56	0	0	0.04	0	0	0	0	0
ソインバード工業 (株)	11.電子・電気	0.41994751	0.08661417	0.10498684	0.00787402	0.00524934	0	0.00524934	0.27559055	0.01049869	0.0183727	0.05249344	0.01312336
日本電波工業 (株)	11.電子・電気	0.04155615	0.0176835	0.02917772	0.00353669	0.02387268	0	0.00442087	0	0.11671088	0.00442087	0.70733867	0.06719717
(株) タムラ製作所	11.電子・電気	0.02369077	0.00249377	0.19201995	0.00374065	0.01995012	0	0.00124688	0.0286783	0.10349127	0.04862843	0.41147132	0.16458853
F D K (株)	11.電子・電気	0.01032566	0.0079424	0.04765681	0.00158856	0.07386815	0.00079428	0.00794281	0.0238284	0.19777601	0.01826847	0.61397938	0.02462272
アルプラス電気 (株)	11.電子・電気	0.01055148	0.01467315	0.10032149	8.2433E-05	0.02167999	0.00016487	0.01046905	0.01343665	0.24565164	0.11697304	0.36658149	0.09941472
岡谷電機座業 (株)	11.電子・電気	0.04627767	0.00201207	0.07243461	0.00603622	0.06841046	0.03219316	0	0.05030181	0.06438632	0.06036217	0.59356137	0.00402414
(株) エンプラス	11.電子・電気	0.00086133	0.08699397	0.0559862	0.00086133	0.00775194	0	0	0.12747631	0.39965547	0.0602928	0.25322997	0.00689061
山一電機 (株)	11.電子・電気	0.004004	0.01001001	0.03903904	0.003003	0.00800801	0.00500501	0.001001	0.01901902	0.33333333	0.00700701	0.55155155	0.01901902
森尾電機 (株)	11.電子・電気	0	0	0	0.28571429	0	0	0.14285714	0	0	0.14285714	0.42857143	0
サンクス (株)	11.電子・電気	0.06666667	0	0.13333333	0	0	0	0.06666667	0	0.4	0.26666667	0.66666667	0
(株) 堀場製作所	11.電子・電気	0.02247778	0.03450078	0.03136435	0.01306848	0.05175118	0	0.00365917	0.00888657	0.68060638	0.04129639	0.09200209	0.02039683
(株) チノー	11.電子・電気	0.00662252	0.00662252	0	0	0	0	0	0.08609272	0.57615894	0.11258278	0.1589404	0.05298013
岩崎電気 (株)	11.電子・電気	0.09014085	0.0028160	0.07605634	0.00140845	0.08591549	0	0.01549296	0.25211268	0.14647887	0.02253521	0.3	0.00704225
(株) 安川電機	11.電子・電気	0.01784768	0.03074748	0.15303057	0.00618484	0.02756671	0.00194381	0.00388761	0.0037109	0.29775579	0.01360664	0.39918714	0.04453084
愛知電機 (株)	11.電子・電気	0.03064067	0.04735374	0.08356544	0.01253482	0.01532033	0	0.04038997	0.03760446	0.39693593	0.06824514	0.22423394	0.04317549
(株) 中央製作所	11.電子・電気	0.57389163	0.01231527	0.10344828	0.00985222	0.12807882	0	0.03448276	0.00738916	0.04178192	0.00492611	0.06403941	0.01970443
(株) 三社電機製作所	11.電子・電気	0.02348337	0.01369863	0.15264188	0.02544031	0.06457926	0.01761252	0.00782779	0.03522505	0.09197652	0.03131115	0.49119374	0.04500978
(株) シーアイシー	12.情報通信	0.06666667	0	0.0888889	0	0	0	0.02222222	0.53333333	0.11111111	0.02222222	0.13333333	0
ソラン (株)	12.情報通信	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6875	0.125	0	0.1875
エプソントヨコム (株)	12.情報通信	0.00174978	0.00043745	0.02143482	0.00174978	0.01662292	0	0.00174978	0.00043745	0.21216098	0.06824147	0.59186352	0.08355206
明星電気 (株)	12.情報通信	0.01075269	0.04301075	0.05376344	0.06451613	0.04301075	0	0.02150538	0.02150538	0.50537634	0.05376344	0.09677419	0.08602151

出所：パテントデータベース

付表3 業種別売上高

	売上高(億円)			売上高(億円)		
	18年度	19年度	AVE.	18年度	19年度	AVE.
合計	6,751,856	7,237,371	69,946,135,000			
鉱業、採石業、砂利採取業	7,972	7,535	77,535,000	卸売業	2,190,673	2,320,169
製造業	3,101,573	3,347,755	32,246,640,000	織維品卸売業	16,560	14,552
食料品製造業	175,365	182,418	1,788,915,000	衣服・身の回り品卸売業	44,257	43,036
飲料・たばこ・飼料製造業	96,734	94,889	958,115,000	農畜産物・水産物卸売業	104,084	107,428
織維工業	30,442	37,196	338,190,000	食料・飲料卸売業	187,235	208,041
木材・木製品製造業(家具を除く)	12,565	10,912	117,385,000	建築材料卸売業	80,423	82,157
家具・装備品製造業	11,057	11,281	111,690,000	化学製品卸売業	101,945	106,513
パルプ・紙・紙加工品製造業	55,770	59,206	574,880,000	石油・鉱物卸売業		652,820
印刷・同関連業	55,979	58,321	571,500,000	鉄鋼製品卸売業	835,069	7,439,445,000
化学工業	302,054	317,735	3,098,945,000	非鉄金属卸売業		137,633
石油製品・石炭製品製造業	182,416	203,118	1,927,670,000	再生資源卸売業		97,467
プラスチック製品製造業	71,500	78,740	751,200,000	産業機械器具卸売業	101,804	99,939
ゴム製品製造業	28,911	31,571	302,410,000	自動車卸売業	76,632	80,720
なめし革・同製品・毛皮製造業	1,075	1,087	10,810,000	電気機械器具卸売業	284,525	281,518
窯業・土石製品製造業	45,504	49,314	474,090,000	その他の機械器具卸売業	48,675	56,112
鉄鋼業	150,515	175,051	1,627,830,000	家具・建具・じゅう器等卸売業	12,305	13,500
非鉄金属製造業	117,833	134,666	1,262,495,000	医薬品・化粧品等卸売業	142,051	148,418
金属製品製造業	82,089	83,431	827,600,000	紙・紙製品卸売業		31,273
はん用機械器具製造業	105,352	103,424	1,043,880,000	その他の卸売業	143,965	876,190,000
生産用機械器具製造業	99,253	112,230	1,057,415,000	小売業		145,411
業務用機械器具製造業	116,915	132,535	1,247,250,000	織物・衣服・身の回り品小売業	130,081	121,516
電子部品・デバイス・電子回路製造業	160,055	188,561	1,743,080,000	飲食料品小売業	249,058	247,411
電気機械器具製造業	170,890	164,306	1,675,980,000	自動車・自転車小売業	112,655	117,647
情報通信機械器具製造業	319,874	343,143	3,315,085,000	機械器具小売業	62,087	64,760
輸送用機械器具製造業	646,550	716,965	6,817,575,000	家具・建具・じゅう器小売業	21,290	14,270
その他の製造業	62,875	57,654	602,645,000	医薬品・化粧品小売業	36,743	36,101
電気・ガス業	196,283	208,198	2,022,405,000	燃料小売業	48,496	56,383
電気業	162,586	170,973	1,667,795,000	その他の小売業	74,994	82,392
ガス業	33,696	37,225	354,605,000	無店舗小売業	...	9,451
情報通信業	202,256	238,526	2,203,910,000	クレジットカード業・割賦金融業	24,630	22,938
ソフトウェア業	108,930	132,112	1,205,210,000	物品販賣業	92,942	90,084
情報処理・提供サービス業	40,671	42,991	418,310,000	学術研究・専門・技術サービス業	65,630	82,373
インターネット附随サービス業	7,712	15,199	114,555,000	飲食サービス業	40,375	46,375
映画・ビデオ制作業	5,825	7,055	64,400,000	生活関連サービス業・娯楽業	20,277	24,917
新聞業	21,284	21,726	215,050,000	個人教授所	3,845	1,720
出版業	17,833	19,443	186,380,000	サービス業(*)	69,996	96,849
						834,225,000

出所；平成20年度企業活動基本調査速報

参考文献

- 青木英孝 (2009), 「日本企業における多角化の推移」『千葉商大論叢』46(4), pp.19-39.
- 後藤晃・永田晃也 (1997), 「イノベーションの専有可能性と技術機会: サーベイデータによる日米比較研究」『NISTEP REPORT』No. 48.
- 柳沼寿・堀内行蔵・中西正己・宮川努 (1982), 「設備投資研究 81—研究開発投資の経済的効果一」『経済経営研究』Vol. 3.
- Aghion, P. and Howitt, P (1998), "Endogenous Growth Theory," *The MIT Press*.
- Agrawal, A., Rosell, C. and Simcoe, T (2020), "Tax Credits and Small Firm R&D Spending," *American Economic Journal, Economic Policy*, 12(2), 1-21.
- Azoulay, P., Graff, Z. J. S., Li, D. and Sampat, B.N (2018), "Public R&D Investments and Private-sector Patenting: Evidence from NIH Funding Rules," *Review of Economic Studies*, 86(1), 117-152.
- Arrow, K. J. (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies*.
- Biggs, T. (2002), "Is small beautiful and worthy of subsidy? Literature review," *International Finance Corporation*.
- Boler, E. A., Moxnes, A. and Ulltveit-Moe, K.H (2015), "R&D, International Sourcing, and the Joint Impact on Firm Performance," *American Economic Review*.
- Bosworth, D. L. (1978), "The Rate of Obsolescence of Technical Knowledge – A Note," *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 26, 273-279.
- Goodacre, A. and Tonks, I (1995), "Finance and technological change," in: Paul Stoneman (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, 298-341.
- Goto, A. and Suzuki, K (1989), "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 71, 555-564.
- Guceri, I. and Liu, L (2019), "Effectiveness of Fiscal Incentives for R&D: Quasi-experimental Evidence," *American Economic Journal, Economic Policy*.

- Hall, B. H. and Mairesse, J. (1995), "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms," *Journal of Econometrics*, Vol. 65, 263-293.
- Hallberg, K. (2000), "A Market-oriented Strategy for Small and Medium Scale Enterprises," *World Bank Publications*, Vol. 63, 22-23.
- Howell, S. T. (2017), "Financing innovation: Evidence from R&D grants," *American Economic Review*, 107(4), 1136-1164.
- 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, 984-1001.
- Jaffe, A. B. (1988), "Demand and Supply Influences in R&D Intensity and Productivity Growth," *The Review of Economics and Statistics*, 431-437.
- Nelson, R. R. (1959), "The Simple Economics of Basic Scientific Research," *Journal of Political Economy*.
- Odagiri, H. (1981), "The Theory of Growth in a Corporate Economy: Management Preference, Research and Development, and Economic Growth," *Cambridge University Press*.
- Odagiri, H. and Kinukawa, S (1997), "Contributions and Channels of Interindustry R&D Spillovers: An Estimation for Japanese High-tech Industries," *Economic Systems Research*, Vol. 9, 127-142.
- Pless, J. (2021), "Are "Complementary Policies" Substitutes? Evidence from R&D Subsidies in the UK," *Job Market Paper*, 32-33.
- Qiu, L. D. (1997), "On the dynamic efficiency of Bertrand and Cournot equilibria," *Journal of Economic Theory*, 75(1), 213-229.
- Romer, R. M. (1990), "Endogenous technological change," *Journal of Political Economy*, 98 (5), 71-102.
- Sutton, J. (1997), "One smart agent," *The Rand Journal of Economics*, 28(4), 605-628.
- Symeonidis, G. (2003), "Comparing Cournot and Bertrand equilibria in a differentiated duopoly with product R&D," *International Journal of Industrial Organization*, 21(1), 39-55.

- Tomita, T. (2005), "Analysis of R&D Spillover Effects: An Empirical Study in Japanese High-tech Industries Economics Today," *RIETI*.
- Wu, W. S. and Zhao, K (2021), "Government R&D subsidies and enterprise R&D activities: theory and evidence," *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*.
- World Economic Forum ホームページ <https://jp.weforum.org/>
- 科学技術・学術政策研究所ホームページ <https://www.nistep.go.jp/>
- 経済産業省ホームページ <https://www.meti.go.jp/index.html>
- 一般財団法人知的財産研究教育財団 知的財産研究所ホームページ
<https://www.iip.or.jp/patentdb/>
- 中小企業庁ホームページ <https://www.chusho.meti.go.jp/>
- 内閣府ホームページ <https://www.cao.go.jp/>
- 株式会社日本経済研究所ホームページ <https://www.jeri.co.jp/>
- 公益財団法人日本生産性本部ホームページ <https://www.jpc-net.jp/>
- 総務省統計局ホームページ <https://www.stat.go.jp/>
- ものづくり補助金総合サイト <https://portal.monodukuri-hojo.jp/>
- 文部科学省ホームページ <https://www.mext.go.jp/index.htm>

あとがき

著者は勉強が嫌いな子供だった。机に向かわずに外に出て、暗くなるまで野球ばかりしていた。三つ子の魂は変わらず、大学生の私も部活動中心の生活であった。そんな自分が初めて勉強の面白さを知ったのは、大学2年次に石橋教授の初級ミクロ経済学を受講してからである。この授業で最高の成績を取り、最高の点数で同研究会に入会した。堰を切ったように専門内外の講義に齧り付き、学術書を開くようになった。そして今は卒論を仕上げ、この文章を書いている。不思議なものである。

本稿のテーマを決める段階から、私には一つの決意があった。単位取得のための論文にせず、日本社会に何らかのヴァリューを出せる内容にするということだ。日本経済停滞の真因を考え、心から納得できるテーマを選んだ。自分のこだわりに苦しめられたことも多くあったが、結果として心から納得できる政策提言が行えた。本稿の意見が官僚の目に留まることは少しも期待していない。権威が無いこともそうだが、机上の理論で動くほど現実は簡単でなく合理的でも無いからだ。それでも、著者が1年をかけて日本経済が好転する手段を考え本稿を書き上げたという事実は消えない。

本稿の締めとなるこの文章を、私は慣れ親しんだ三田の学舎で書いている。1月の煤を流したような夜の暗さを裂き、窓からは六本木や新橋に林立する超高層ビルの光が入ってくる。豊かな国である。少なくとも、80年前に焼け野原にされたとは考えられないほど。しかし悲しいかな、大部分の国民はこの豊かな日本はいずれ立ち枯れしていくと考えているようだ。本塾を卒業後、私は仕事に就きビジネスという大河の一滴になる。微力ではあるが、私は予想を裏切って子孫に豊かな日本を残していきたい。「全社会の先導者たれ」は本来義塾の目的であるが、この文章を読んでいる諸氏全員が同じ想いであることを切に望んでいる。

今一度、私に「勉強」を教えて下さった石橋教授に感謝申し上げたい。また研究会活動で辛苦を共にした6人の同期にも深く感謝している。学問を通じて自明性の外に出たときの衝撃を共有し合えた、非常に貴重な学友であった。石橋教授の「ゼミに入った方が良い」という言葉を信じて良かったと思っている。

そして最後に、本稿は私を育て学ばせてくれた最愛の両親に捧げたいと思う。