

産業公害の克服と金融の役割の再検討*

—1970年代開銀公害防止融資の実証分析—

内山 勝久†

(流通科学大学 経済学部 教授)

細田 裕子

(日本政策投資銀行 設備投資研究所)

* 本稿の作成にあたっては、浅子和美教授（立正大学）、國則守生教授（法政大学）、花崎正晴教授（埼玉学園大学）、中村純一氏（日本政策投資銀行）から大変有益なコメントをいただいた。記して感謝したい。もちろん、残された誤りは執筆者の責任である。なお、本稿の内容や見解はすべて執筆者個人に属するものであり、株式会社日本政策投資銀行の見解を反映するものではない。

† 前日本政策投資銀行設備投資研究所

Reexamining the Role of Finance in
Overcoming Industrial Pollution:
Evidence from 1970s Lending Programs by the Japan Development Bank
Economics Today, Vol. 41, No. 2, July 2020

Katsuhisa UCHIYAMA
Faculty of Economics
University of Marketing and Distribution Sciences

and

Yuko HOSODA
Research Institute of Capital Formation
Development Bank of Japan

要 旨

公害規制が強化された 1970 年から 80 年代半ばにかけての日本における企業の公害防止投資行動とそれを支えた資金調達に関する分析を行った。企業の旺盛な公害防止投資は 70 年代末に日本の公害問題が沈静化した要因の一つとして挙げられ、OECD などはこちらした設備投資を促したのが政府による直接規制強化とその遵守を促す助成措置であったと考察している。そこで、助成措置の一つとして政府系金融機関であった日本開発銀行（開銀）の公害防止融資制度に注目し、その果たした役割を企業レベルのデータを利用して実証的に検証したところ、次のような結果が得られた。第 1 に、開銀公害防止融資の grant element 機能は、70 年代半ばまでは効果が見られなかったが、70 年代後半から 80 年代半ばにかけては有効だったこと、第 2 に、長期資金の availability 供与機能は 70 年代半ばまでは公害防止投資促進に大きな効果を上げたが、70 年代後半から 80 年代半ばにかけては影響しなかったこと、第 3 に、開銀の情報生産機能は、70 年代半ばまでの企業の資金需要が旺盛な時期において民間金融機関からの借入制約を緩和したことである。第 1 の結果は、低利性が有効なインセンティブであったとする OECD の通説とは異なるものとなっている。本稿の結果からは、助成措置としての開銀公害防止融資は 1970 年代半ばの企業の旺盛な公害防止投資の促進に大きく貢献したが、その果たした役割は、低利性を通じて企業の費用低下をもたらしたと言うよりは、必要資金の量的な供給と民間金融機関からの資金供給の誘導を通じて企業の集中的な投資を支援した点に求められ、結果として産業公害の克服と、そこに至る時間の短縮化において貢献したと評価できよう。

キーワード：公害防止投資；開銀公害防止融資制度；グリーンファイナンス

目次

1.	はじめに	1
2.	日本開発銀行の機能と公害防止融資	3
2.1	開銀の機能	3
2.2	企業の公害防止投資と開銀公害防止融資	5
3.	1970年代の日本経済と環境政策	8
3.1	経済状況	8
3.2	金融環境	8
3.3	1970年代の日本の環境政策の特徴	10
4.	先行研究と仮説	11
4.1	先行研究	11
4.2	仮説	12
5.	実証分析の枠組み	15
5.1	設備投資関数の導出	15
5.2	推計モデル	16
6.	データ	18
7.	推計結果とディスカッション	24
7.1	推計結果：ベースライン・ケース（推計期間 1970～1985 年度）	24
7.2	推計結果：公害防止投資行動の変化（サンプル期間分割のケース）	26
7.3	ディスカッション	29
8.	頑健性の確認	31
9.	おわりに	35
	補論 A データセットの構築	37
A.1	企業財務データと決算期の取り扱い	37
A.2	産業分類の対応	37
A.3	実質公害防止投資額の算出	37
A.4	実質資本ストックデータの構築	38
A.5	トービンの q の算出	39
A.6	個別企業の開銀公害防止融資額の算出	40
A.7	開銀情報生産ストック指数の構築	40
	参考文献	42

1. はじめに

21 世紀は環境の時代とも言われ、環境改善のためにはとりわけ発展途上国における対応が重要な鍵となる。現在の発展途上国における主要な環境問題は大気汚染や水質汚濁であり、とくに大都市では深刻な問題になっている。日本は 1960 年代の高度成長期に深刻な公害を経験したが、1970 年のいわゆる公害国会の後、公害対策が重要政策課題として位置づけられてさまざまな施策が実施された結果、1970 年代末には一部の汚染物質を除いて多くの環境指標が改善した。

1970 年代末に環境が改善したのは多様な施策の総合的な結果である。企業の公害防止を目的とした旺盛な設備投資も環境改善の重要な要因の一つとして挙げられる (OECD, 1977, 1994)。こうした設備投資を推進したのが政府による排出規制強化とその遵守を促す助成措置のポリシー・ミックスであったとされる。主要な助成措置は、税制上の優遇措置や政府系金融機関による低利融資であった¹。しかし、この時期の助成措置が企業の公害防止投資に果たした役割に関する分析は、李 (2004) の他はほとんど存在しない。

本稿の目的は、1970 年代から 80 年代半ばにかけての日本における、企業による集中的な公害防止投資に対して、助成措置の一つとしての政策金融が果たした役割を企業の資金調達の側面から検証することである²。さまざまな施策が実施されたなかで、政策金融が環境改善に寄与した効果のみを識別して定量的に把握することは容易なことではない。ここでは政策金融が企業の公害防止投資に与えた影響に注目して定量的に分析する。

環境関連投資に関する資金調達については、2006 年に国連が責任投資原則 (PRI) を提唱して以来、ESG 投資が注目を集めている。2008 年には世界銀行が初めてグリーンボンドを発行して以来、さまざまな主体による発行額は着実に増加している。こうした資金の動きは、今日ではグリーンファイナンス (環境金融) と呼ばれている³。ただし、これらは先進国を中心とする公開市場を通じて上場企業を対象とする場合が多く、とりわけ対策が必要な発展途上国の企業を直接対象とすることは難しい。一般に、どのような金融システムが望ましいかは、経済の発展段階や歴史的経緯に依存する (Allen and Gale, 2000)。発展途上国では、情報生産とリスク分散のいずれの面でも銀行貸出が債券市場や株式市場よりも望ましい性質を持つとされる。日本の高度成長期における企業金融システムは銀行貸出が中心であったが、現在の発展途上国の金融システムが日本の高度成長期のそれと類似しているならば、

¹ OECD (1977) は「助成制度が生産費に与える影響は小さい。つまり、日本での公害防除費用は、概して汚染者負担の原則にのっとって負担されていると結論しても差し支えないであろう。助成制度は、有効な刺激剤となっているが、貿易に大きな歪みをもたらしてはいない」(訳書 97 頁)として、日本の助成措置を汚染者負担原則 (PPP) の例外扱いとしている。

² 課税に代表される経済的手段の導入ではなく、なぜ規制強化だったのか、規制水準が技術レベルやコストの点で妥当だったのか否かは、それ自身興味深い問題ではあるが、本稿では考察の対象とせず、助成措置としての政策金融に焦点を当てる。

³ 環境のみならず、ESG 投資のように社会課題などへの対応も含めた概念としてサステナブルファイナンスと呼ばれることもある。

当時の日本の金融面における経験が途上国の企業を通じた環境問題解決の参考になる可能性がある。

本稿の特長は、第1に、研究蓄積の乏しかった日本の公害克服期における助成措置の果たした役割について、日本開発銀行（開銀）の公害防止融資を例に、実証的な分析を行っていることである。公害防止融資はいわば日本におけるグリーンファイナンスの嚆矢となるものである。開銀を採り上げた理由は、開銀は1960年から公害防止融資制度を開始しており、政府系金融機関のなかで最も早かったことに加え、公害防止融資の総額も大きく、政府系金融機関のなかでのシェアが最も高かったためである⁴。政策金融、とりわけ開銀融資に関する研究は少なくないが、それらの多くは特定の産業を対象に開銀融資の機能を分析するものであり、公害防止のような特定の政策課題に焦点を当てた分析はこれまでになかった⁵。

第2に、公害防止投資に関しては、助成措置としての政策金融の低利性に考察の関心が集まるが多かったが、従来あまり議論されてこなかった政策金融の機能、すなわち、長期資金の供給機能や情報生産機能の効果についても議論を拡張し、分析している点である。

第3に、実証分析に際しては、企業レベルのミクロデータを利用している点である。企業レベルのデータを用いた分析はこれまでに存在しなかった。李（2004）は本稿と同様の問題意識に基づいた先行研究であるが、そこで行われている公害防止設備投資関数の推計はマクロの時系列データを利用したものすぎない。本稿ではミクロ的基礎を持つ設備投資関数に基づき、企業レベルのデータを利用して推計を行っている。

本稿の構成は以下の通りである。次節では、開銀の機能や役割、および1970年代から80年代半ばにかけての企業の公害防止投資と開銀公害防止融資の推移について概観する。第3節では、本稿の分析の背景となる1970年代における日本の経済・金融状況、および当時の環境政策について簡単に振り返る。第4節では、これまでの関連する研究を紹介するとともに、本稿での分析対象となるいくつかの仮説を提示する。第5節では、実証分析の枠組みを提示し、第6節では使用するデータについて述べる。第7節で推計結果の報告とその解釈に関する議論を行う。第8節は頑健性の確認に充てられ、第9節で全体をまとめる。

⁴ 代表的な政府系金融機関等による公害防止融資の、それぞれの制度開始時から1985年度までの累計融資額（名目値）は、開銀1兆6,393億円、公害防止事業団（貸付業務）6,978億円、中小企業金融公庫2,206億円であった（各機関資料より算出）。

⁵ 福田他（1995）は、利用可能なデータの制約から産業別の分析となっているが、本来は政策項目別の分析が必要である旨述べている。

2. 日本開発銀行の機能と公害防止融資

2.1 開銀の機能

開銀は、戦後の経済再建と産業の開発を目的として 1951 年 4 月に設立された政策金融機関であり、1999 年 9 月まで存在した。政府の定める政策に沿って民間企業の設備投資プロジェクトに長期・低利の資金を供給することを業としていた。通商産業省に代表される政府の政策と企業活動を情報面で仲介するユニークな役割も果たしていた。以下ではその機能を簡単に説明する⁶。

開銀の機能の第 1 は、このような民間金融機関からの資金調達に比べて相対的に好条件の融資スキームを企業に提供するによって、政策趣旨に即した設備投資の誘導を図ることである。その機能を実効的にするために重要とされたのが低利融資による補助金要素 (grant element) と長期資金の availability 供与である。

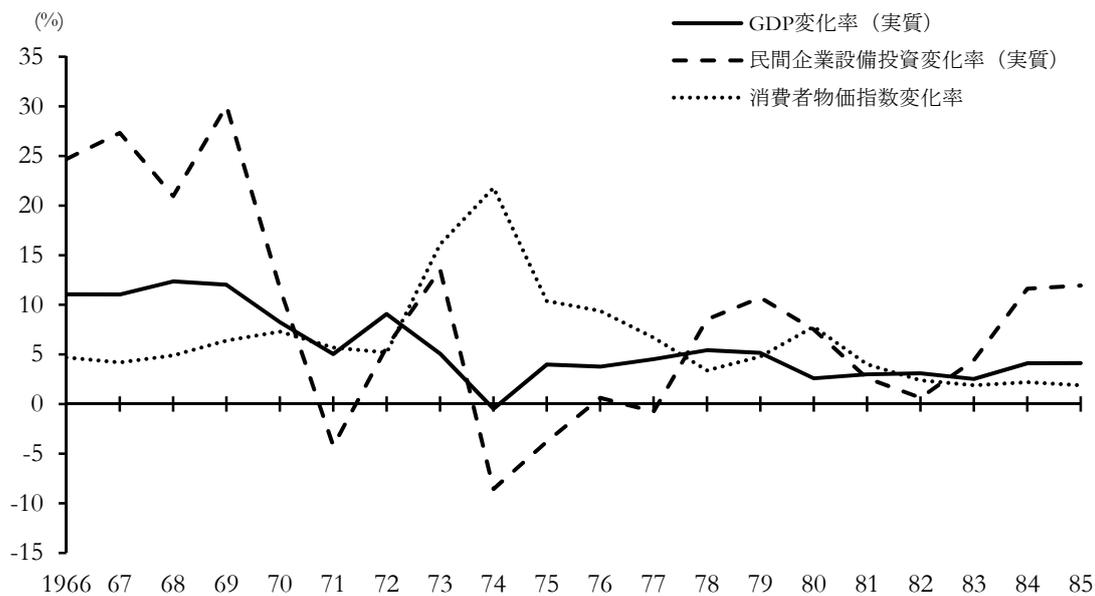
開銀の金利体系は主に、長期プライムレートと同水準の「基準金利」と⁷、基準金利より低利の「特別金利」に区分されていた。金利は固定金利で融資制度ごとに定められ、融資対象企業の信用リスクや融資期間に関わらず、適用された融資制度のみに基づく特定の金利が融資完済まで継続した。特別金利の適用は政策目的やその重要性が明確であるものに限定されており、公害防止融資制度も特別金利の適用対象となっていた。開銀資金の長期性に関しては、開銀の融資期間は、審査プロセスにおける収支予想の結果から算出された債務償還年数に基づいて個別の融資案件ごとに定められた。

開銀は長期・低利という民間金融機関より有利な融資スキームを有していたことで、民間金融機関の活動を阻害する懸念があった。そのため、開銀の融資制度には融資比率 (投資額に対する融資額の比率) の上限が設定されていた。すなわち、開銀は企業の設備投資に必要な資金の一部のみを融資し、残りは民間金融機関が融資する制度 (協調融資) となっていた。

開銀の機能の第 2 は、情報生産者あるいは情報仲介者としての役割である。金融的手段によって政策目的を効果的に達成するためには、政策課題の設定と課題解決のための出融資制度の創設、対象プロジェクトの評価と企業審査、融資後のモニタリングなど、さまざまな情報生産活動が必要になる。Horiuchi and Sui (1993) は、開銀融資の額やそれに伴う grant element はそれほど大きくないとして、上述の第 1 の機能よりはこの情報生産機能に関心を寄せている。日向野 (1986) は開銀融資がこうした情報生産機能を通じて民間金融機関の資金を誘導して協調融資を実現する効果をカウベル効果と呼んでいる。

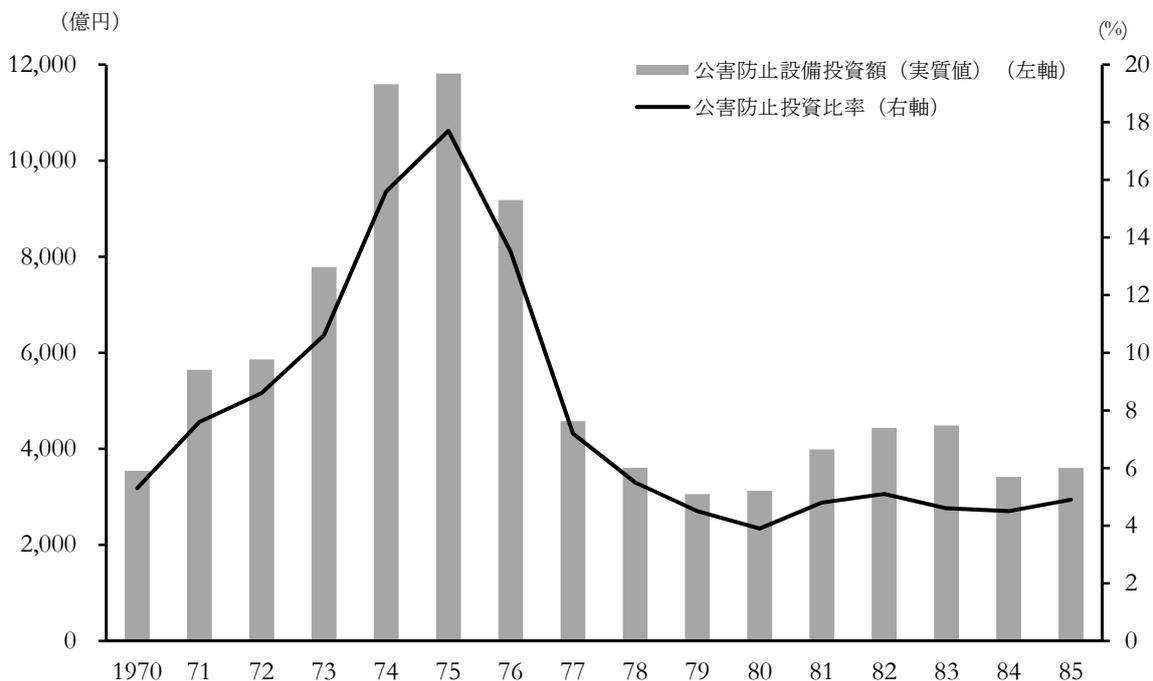
⁶ 以下の説明の主要部分は花崎 (2008) に負っている。開銀の機能については Horiuchi and Sui (1993)、花崎・蜂須賀 (1997)、開銀の融資活動の詳細については、Kato et al. (1994)、内山 (2013) も参照のこと。

⁷ 長期プライムレートは、長期信用銀行の発行する利付金融債 5 年物の利率に一定利率 (当時の慣例では 0.9%ポイント) を上乗せして決定されていた。



(注) 消費者物価指数変化率は、「持家の帰属家賃を除く総合」の変化率。
 (資料) 内閣府，総務省。

図1 主要経済指標



(注) 1970年度及び71年度については資本金5,000万円以上，72年度以降は鉱業を除き1億円以上を対象企業としている。
 投資額は設備投資デフレーターにより実質化している。
 (資料) 通商産業省『主要産業の設備投資計画』各年版より作成。

図2 企業による公害防止投資

2.2 企業の公害防止投資と開銀公害防止融資

1960年代後半に大きな盛り上がりを示した民間企業の設備投資は、70年代に入ると低迷するようになった(図1)⁸。一方で、1970年末のいわゆる公害国会後は、さまざまな法規制が制定あるいは強化されたため、企業にとって公害防止投資は喫緊の課題となった。とくに70年代前半は、上述のように企業の設備投資意欲が全般に低調に推移するなかにおいても、公害防止関係の設備投資は年々増加した。

図2は通商産業省による『主要産業の設備投資計画』から公害防止関連設備投資の推移をまとめたものである。この統計には中堅・中小企業は含まれておらず、日本企業全体を表したのではないが、公害防止投資は大規模事業所が中心だったため大きな傾向を把握することは可能である。これによると、実質公害防止投資は、1970年代前半に一貫して増加したことが分かる。とくに71年度は対前年度比約60%の大きな伸びとなったほか、74年度には同約50%の伸びとなった。公害防止投資比率(設備投資全体に占める公害防止投資の比率)を見ると74年度には15.6%になり、75年度には17.7%とピークに達した。

表1は公害防止投資比率を主要産業別に見たものである。石油や化学、紙・パルプなど、エネルギー多消費型で大気汚染や水質汚濁の汚染源となっていた産業で公害防止投資が盛んに行われていたことが分かる。

企業の公害防止関連設備投資の動向に連動して開銀の公害防止融資への期待も高まり、1970年代前半に融資額は急増した。実質値で見た融資実績は、70年度には65億円に過ぎなかったのに対し、75年度には2,757億円にまで達した。75年度の公害防止融資額の内訳を見ると、「煤煙防止・污水处理施設」「排煙脱硫施設」「石油低硫黄化施設」を対象とするものが78%を占めており、多くが大気汚染防止対策であった(内山, 2013)。出融資額全体に占める公害防止融資の比率も74年度に27.2%、75年度に26.8%にまで高まった(図3)⁹。開銀は融資の重点を高度成長期における産業基盤整備から、70年代に入ると国民生活基盤整備へとシフトさせたが、その一部を構成する公害防止融資はこの時期に開銀融資全体のなかで最大のシェアとなる融資分野となった。

70年代後半は、企業の公害防止投資も開銀公害防止融資も一段落するが、それでも開銀融資額全体に占めるシェアは依然として大きく、重要な融資分野となっていた。

⁸ 1970年代前半の民間企業の総資本形成の対前年度増加率を見ると、名目ベースでは71、75年度にマイナスとなったほか、実質ベースで見ても71、74、75年度にマイナスを記録した。

⁹ 公害防止投資額(図2)との比率を見ると、例えば75年度の投資額は実質値で約1兆2,000億円であったから、開銀融資額2,757億円は約23%を占めている。開銀の融資比率が50%であったとすると、開銀は約5,500億円(全体の46%)の公害防止投資プロジェクトに関与していたと推測できる。

表1 業種別公害防止投資比率（通商産業省調査）

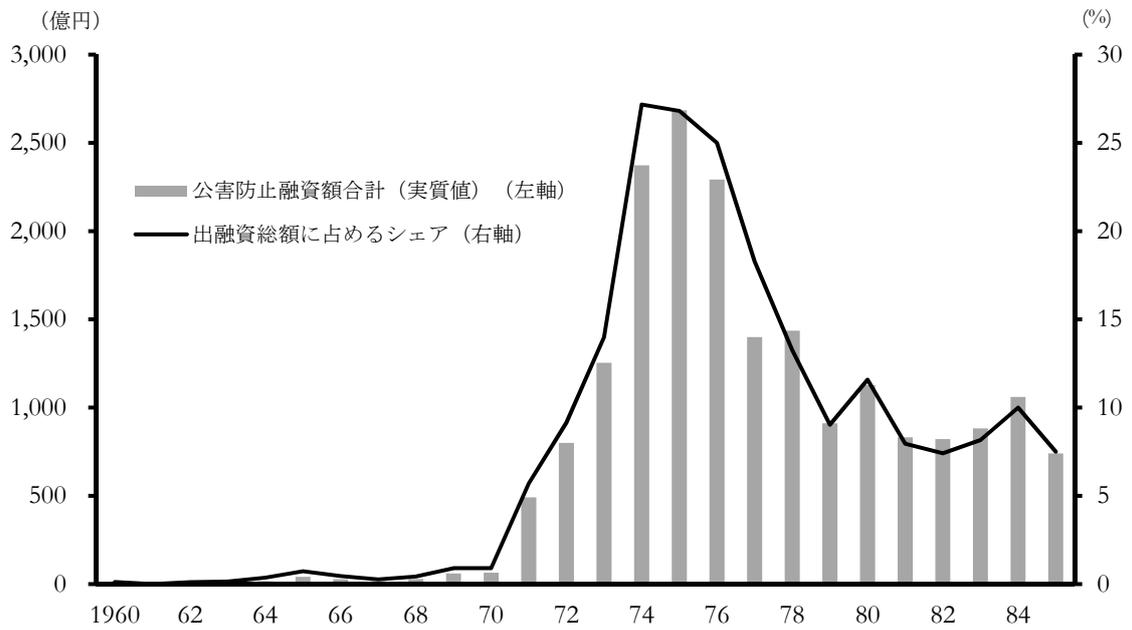
（単位：％）

年度	1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
全業種	5.3	7.6	8.6	10.6	15.6	17.7	13.5	7.2	5.5	4.5	3.9	4.8	5.1	6.4	4.5	4.9
繊維	3.5	3.7	7.8	10.1	13.7	20.4	7.4	3.7	1.7	1.6	2.3	2.2	1.5	5.7	4.2	5.7
紙・パルプ	6.5	18.6	16.5	22.1	22.8	22.7	17.6	10.4	6.7	5.6	4.4	5.9	5.8	1.6	3.4	6.2
化学（石油化学を除く）	4.7	9.0	11.1	17.1	29.1	32.8	17.6	8.4	5.4	3.8	2.0	3.0	3.1	4.3	5.0	4.4
石油化学	4.8	6.4	12.3	15.7	18.9	18.4	13.8	9.4	11.1	3.8	2.0	1.9	3.0	1.0	1.9	5.3
石油	8.8	15.9	14.5	18.5	32.6	41.7	31.4	5.6	4.9	4.2	5.9	5.7	2.9	3.9	5.4	4.3
窯業（セメントを除く）	2.3	11.1	2.3	9.9	10.2	10.2	8.2	9.4	9.0	2.1	3.6	3.0	5.5	2.2	2.4	2.1
セメント	9.0	8.2	13.6	11.2	17.4	15.6	12.2	12.1	14.8	11.9	5.0	5.0	5.8	4.2	2.1	4.1
鉄鋼	6.1	8.9	13.4	17.3	18.6	18.4	21.1	11.8	10.8	11.1	5.3	5.9	6.6	5.2	4.6	4.0
非鉄金属	8.1	10.4	11.0	8.4	12.1	15.7	15.0	16.4	4.8	4.0	2.8	1.9	0.8	1.6	1.2	2.3
機械	1.0	2.7	3.3	4.0	5.5	5.2	3.5	2.5	2.6	1.4	1.1	0.9	1.0	1.1	0.9	1.0
電力	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.0	42.1	40.1	8.6
電力（火力発電を除く）	-	0.7	0.7	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	-	-	-	-
火力発電	11.6	13.5	22.9	26.4	44.7	47.1	44.0	35.4	27.8	22.3	30.6	34.0	-	-	-	-
都市ガス	1.0	1.4	2.4	2.3	4.0	2.1	1.5	1.3	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8
鉱業（石炭を除く）	9.5	18.0	17.1	24.4	32.9	37.9	37.6	24.0	14.9	16.5	10.5	7.6	9.6	10.6	5.6	7.6
石炭	1.9	2.2	3.3	4.0	2.5	8.2	2.7	1.9	0.8	1.4	1.4	7.8	13.8	6.6	3.4	5.4
建材	3.5	2.2	5.9	5.9	4.7	7.2	4.4	4.3	5.2	3.1	1.2	1.9	0.9	1.8	1.1	1.8
雑貨	2.1	3.2	3.5	8.6	9.4	9.1	4.9	3.6	2.3	1.2	1.8	1.2	0.7	1.6	1.9	0.7

（注） 総投資額に占める，公害防止投資額の割合（工事ベース）。

1970年度及び71年度については資本金5,000万円以上，72年度以降は鉱業を除き1億円以上を対象企業としている。

（資料） 通商産業省『主要産業の設備投資計画—その現状と課題』各年版。



(注) 融資額はGDPデフレーターにより実質化している。
 (資料) 日本開発銀行 (1976) , 日本政策投資銀行 (2002) より作成。

図3 開銀公害防止融資

3. 1970年代の日本経済と環境政策

3.1 経済状況

公害防止投資が盛んに行われた1970年代の経済状況の特徴としては、高度成長が終焉を迎えることになったことに加え、日本経済がこれまでに経験したことのない厳しい事態、すなわち、マイナス成長、異常な物価高騰、ドルの金交換停止、変動相場制への移行、資源エネルギー制約の顕在化などに直面することになったことが挙げられる（図1）。

1970年から継続した景気浮揚策にも関わらず、71年末まで日本経済は停滞を続けた。回復力が弱かった要因の第1は、60年代後半に旺盛に行われた設備投資の結果、製造業で設備能力が過剰になっていたこと、第2に、深刻化する公害問題や資源ナショナリズムの台頭により、企業業績の先行きの見通しが不透明になったこと、第3に、米国の新経済政策により経済構造が大きく変化し、輸出の見通しや採算に対して企業の不確実性が高まったことである。72年度は、景気回復と福祉充実の実現に向けて大型の財政支出が行われたこともあり、製造業の設備投資も活発化して景気は上昇局面に入った。73年度は逆に景気沈静化のための施策が行われ、公共投資の抑制などが行われた。世界的な景気上昇や国内需給の逼迫に伴って「モノ不足感」が強まり、加えて10月に石油危機が発生したことから、物価上昇が激しくなった。

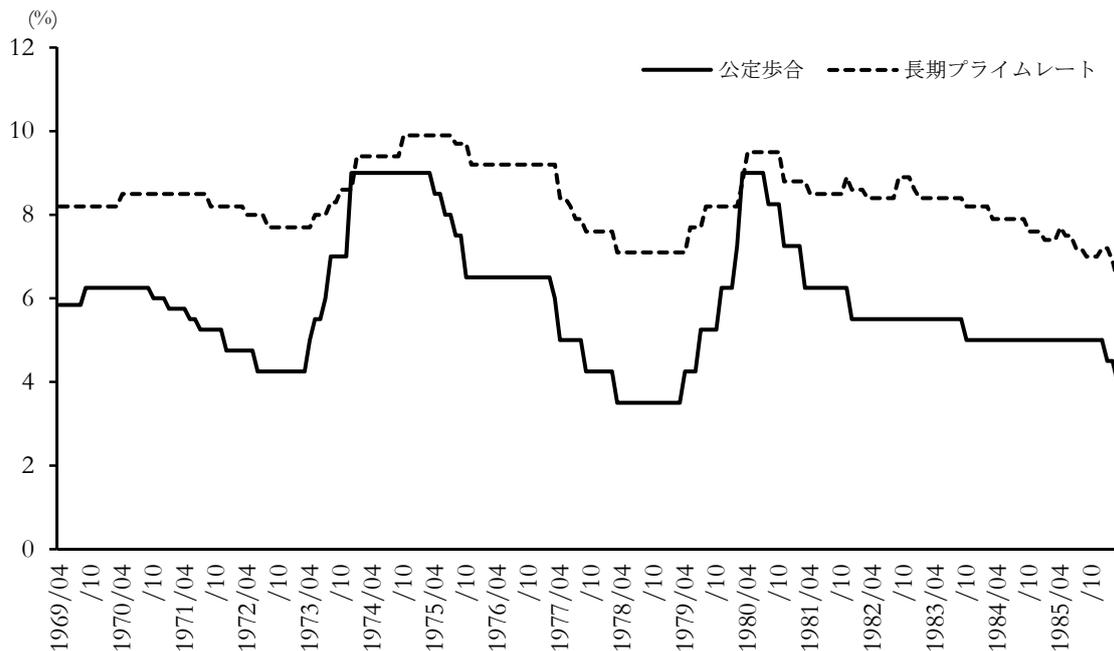
74年度は物価安定が最大の課題となり、総需要抑制のため財政は緊縮型となった。インフレ下での景気後退となり、戦後初のマイナス成長となった。この間、経済成長率や設備投資の伸び率は低下し、設備投資の内容も能力増強に直結しない省力化投資や公害防止投資のウェートが高まった。また、石油危機に見られる資源エネルギーの供給制約が、日本経済の大きな構造転換をもたらすことになった。

石油危機後の70年代後半は大きな需要の低迷に直面することになり、大幅な人件費の増加、原材料価格の上昇等によって、企業収益は大幅に悪化し、企業体質は弱体化した。企業は生産合理化や人件費の削減、金融費用の削減等を余儀なくされたほか、設備投資に対しても消極的になった。鉄鋼、石油化学、石油精製などの素材型産業は資源価格高騰の影響や固定費負担が重くのしかかり、合理化余地にも乏しいなど、低迷を続けた。

3.2 金融環境

企業は喫緊の課題である公害防止投資のための資金調達を迫られることになる。当時の日本企業の多くは必要な資金に関して銀行等の金融機関に対する依存度が高かったが、この時期は企業を取り巻く金融環境は決して良好なものではなかった。

1970年10月以来続いた金融緩和策は、72年に景気が上昇局面に入ると景気過熱化への対応が図られるようになった。日銀は72年夏以降、金融機関に対する貸出抑制を行った。都



(注) 毎月末時点での金利水準を示す。
 (資料) 日本銀行。

図4 金利の推移

銀を主たる対象として窓口指導を行ったが、73年1月に長信銀や信託銀行も対象に加えられるなど強化された。預金準備率は73年1月以降10月までの間に4回にわたって引き上げられ、同年4月から8月までに公定歩合も4回にわたって引き上げられた(図4)。金融市場は逼迫の様相を呈し、長・短金利とも上昇した。長期プライムレートも73年5月から74年1月までの間に4回にわたって大幅に引き上げられた(7.7%→9.4%)。

1973年10月の石油危機発生により経済環境は激変し、物価が高騰して、12月に公定歩合が2%引き上げられるなど(7.0%→9.0%)、引き締め政策が強化された。金利は大幅に上昇し、金融市場は逼迫感が強まった。

企業の手元流動性は金融緩和期の蓄積があったため高水準であったが、こうした金融引き締め強化と石油危機による景気後退のなかで、企業の手元流動性も急速に低下し、企業金融も逼迫の度合いが強まった。企業の資金調達面では内部資金の割合が低下し、金融機関の貸出も、総量の規制だけでなく選別的な貸出規制が強化されることになったため、企業にとっては外部資金の調達も困難になっていった。1974年6月調査から存在する日銀短観の金融機関貸出態度判断DI(全規模)を見ると、全産業および製造業とも76年6月調査までDIはマイナスであった(図5)。このような金融環境を背景に、さらには経済環境激変に伴う不確実性増大もあって、企業は収益の見通しが立ちにくくなり、信用状態も悪化していった。

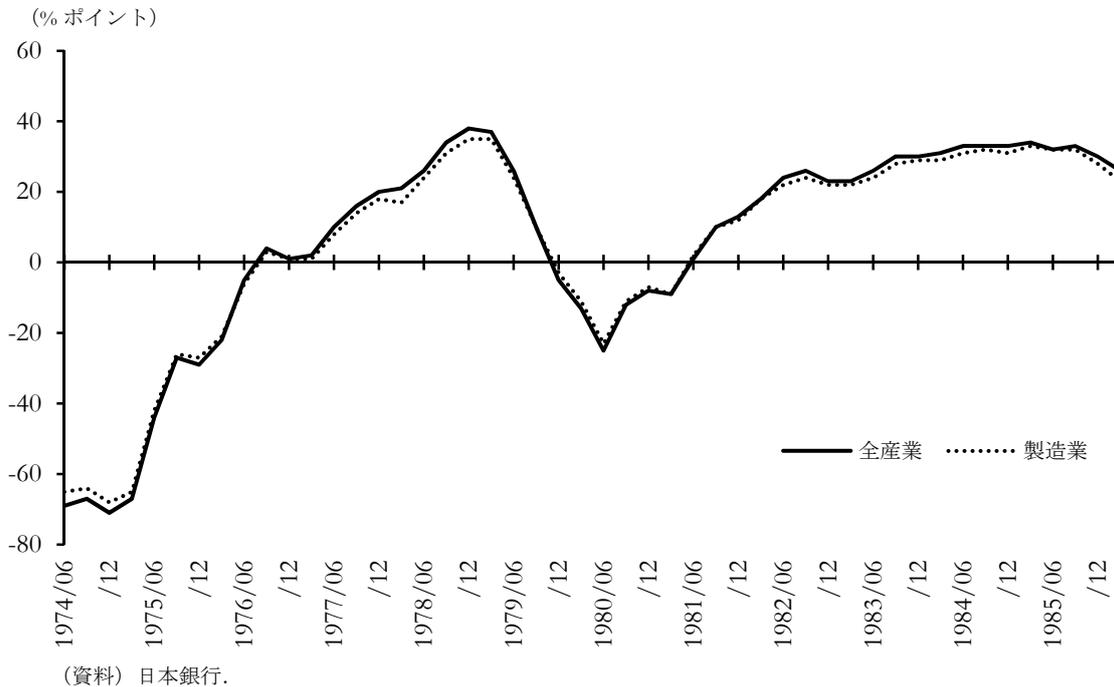


図5 日銀短観貸出態度 DI (全規模)

3.3 1970年代の日本の環境政策の特徴

高度成長期以降における日本の公害対策は、通商産業省が主導したこともあって、産業政策のなかに実質的に組み込まれていたことに特徴がある。そして、産業政策の手法を採り入れることで、いわば「日本型」の公害防止体系が構築されていった。換言すると、公害対策は、当初は法規制に基づくものが多かったものの、徐々に行政指導的な要素が強くなり、手段としては直接規制に加えて補助金などの助成措置が適切に組み合わせられていった。このような形をとることで、政治的に導入が容易で汚染者の抵抗感も小さくなるなど、実現可能性の高いものとなった。具体的な助成措置としては、環境関連技術開発への補助金のほか、企業の公害防止設備投資に対する金融、税制上の優遇措置が主たるものであった。

このように、単なる直接規制だけではなく、さまざまな助成措置が存在し、両者が適切に組み合わせられた独特の政策が採用されていたことが、日本における公害対策の特徴であり、成功の要因であったとの評価も少なくない。汚染物質の制御だけでなく、公害防止技術の開発、導入においては、それを支援するためのさまざまな助成措置がとられ、一定の役割を担っていたと考えられる(李, 2004)。開銀融資をはじめとする政策金融も「日本型」公害防止体系の重要な柱の一つとして位置づけられていた。

日本で実際に採用された助成制度は特定の技術や公害防止設備の導入等を対象とするものであった。助成の水準は外部不経済を補正し最適な汚染水準を達成するピグー的補助金ほどに大きなものではなく、助成制度は規制の着実な履行を促すインセンティブとなることを目的としていたと考えられる。

4. 先行研究と仮説

4.1 先行研究

1970年代の日本における公害防止政策としての助成措置の役割に関する分析は、実績や成果があったにも関わらずあまり存在しない。関連する研究が少ないのは、助成措置は一般に汚染者負担原則（PPP）に抵触する恐れがあるため、政策として望ましくないと認識されてきたことも影響していると思われる。

OECD（1977）は日本の公害防止政策を総合的に分析した文献であるが、そのなかで企業の公害防止投資と助成措置の関係、とくに政策金融の役割について評価している。坂下他（1981）は、公害防止投資は企業にとって収益圧迫要因となるため、民間金融機関の融資対象にはなりにくいこと、短期間での環境改善が政策的に要請される場合、市場による資源配分に依存すると調整に長期間を要し、その間の環境悪化がさらに進むため、現実の政策は時間費用の最小化に求められたこと、開銀公害防止融資は直接規制を達成するための金融的措置として位置づけられ、時間費用最小化目的のための金融的手段として考えられること、開銀公害防止融資の低利融資は企業の平均費用を低下させるほどは大きくなく、そのため補助金（低利性）が公害防止に逆行することはなかったことを述べている。

李（2004）は環境補助金についての日韓比較を含めた体系的な研究書となっている。そこではさまざまな助成措置について、助成措置そのものに対する批判なども考慮しながら理論的・実証的に検討し、その有用性を評価している。とくに政策金融については他の助成策に比べて財政負担も小さく分配面での歪みも少ないことを指摘し（同書第1章）、また、実証分析により政策金融が直接規制と適切に結びつき、企業の公害防止投資促進に重要な役割を果たしてきたとしている（同書第5章）。寺尾（1994）は当時の日本の助成措置についての包括的な解説となっている。公害対策を産業政策のなかに位置づけ、その機能の一つとして政策金融について言及し、開銀の果たした役割を評価している。小西（1996）は公害対策のための公的融資制度の特徴とそれが成功した要因について評価している。内山（2013）は1960年度から80年度にかけて存在した開銀の公害防止融資制度と融資実績の詳細を整理している。伊藤（2016）は本稿と同様に1970年代の環境政策に関心を寄せ、劇的な改善を見せた硫黄酸化物排出に着目し、規制政策と公害防止技術の開発・普及の関係を事例研究により考察している。

開銀融資の政策金融機能を分析した研究には次のようなものがある¹⁰。前述のように開銀融資の基本的な機能は長期低利性資金に伴う補助金要素（grant element）機能と長期資金のavailabilityの供与機能とされる。前者に関する研究には貝塚（1981）、寺西（1981）、小椋・吉野（1984, 1985）などがある。後者に関連する研究としては堀内・大滝（1987）や武井・寺西（1991）が挙げられる。さらに開銀融資の誘導効果、あるいは情報生産機能に着目した分

¹⁰ 開銀融資に関する先行研究は、花崎・蜂須賀（1997）が詳しい。

析としては日向野（1986）、Horiuchi and Sui（1993）、福田他（1995）、花崎・蜂須賀（1997）などがある¹¹。

このように、1970年代の環境政策と開銀の政策金融機能に関する研究はそれぞれいくつか独立に存在するものの、両者を関連づけて実証的に分析した研究は、これまでのところ李（2004）の他は見当たらない。

4.2 仮説

既述のように、1970年代の経済の特徴として、石油危機等の負のマクロショックが混乱をもたらしていたことが挙げられる。こうした状況下でも企業は規制をクリアするために公害防止投資を実施しなければならなかった。当時の公害防止設備は end of pipe 型が主流であり、生産能力増強あるいは収益増加につながるものではなかった¹²。一方、不透明な経済状況の下では、銀行等の金融機関は、収益増加につながりにくい投資に対しては融資に慎重な姿勢を示すため、企業は公害防止投資に必要な資金調達が困難だった可能性も考えられる。

OECD（1977）は日本の公害問題解決に政策金融が果たした役割を2つの点で評価している。第1に、融資の低利性である。政府系金融機関による公害防止投資を対象とする融資は、民間金融機関の融資に比べて優遇的な金利が適用されていた。当時、公害防止投資は企業にとって不可避の投資であったが、投資というよりはむしろコスト要因として捉えられていた面がある。このため、OECDは融資の低利性が企業収益を補完する役割を果たし、企業の公害防止投資を促進したと評価している。

第2に、融資の資金量に関する点である。高度成長期の日本は金融市場が発展途上であり、企業の自己資本比率は概して低く、投資に必要な資金は銀行借入に依存していた。企業は公害防止投資のための資金調達も銀行借入に頼らざるを得なかったが、公害防止投資の低収益性のために、銀行の多くは公害防止投資に対する融資に必ずしも積極的ではなかったとされる。こうした状況の下で OECD は、政府系金融機関が必要な資金供給をして、企業の公害防止投資を支援したと評価している。

しかし、OECD（1977, 1994）では実証的な分析は行われていない。また、通商産業省（1991）は経済史研究者による日本の戦後産業政策史であり、そこでも政策金融が公害防止に果たした役割が評価されているが、叙述的なものにとどまっている¹³。このように、公害防止投

¹¹ 開銀の政策金融機能を直接対象にしたものではないが、Hatase and Matsubayashi（2019）は、高度成長期の産業政策が企業の設備投資に与える影響の分析のなかで、開銀融資残高データを用いた実証分析を行っている。

¹² 生産性向上にもつながりうる cleaner production 型の設備は1970年代初期から登場していたが、企業に普及するようになったのは70年代後半以降であった。

¹³ 通商産業省（1991）は、「こうした設備投資（注：公害防止投資）の急速な増加は、各種規制の強化に対応したものであるが、開銀融資枠の増額をはじめとする諸々の政策金融の拡充が、この対応を円滑に進め

資を対象に、低利性や長期資金の供給といった政策金融機能が果たした役割を精緻に分析した研究はこれまでに見当たらない。

公害防止投資はコストの要素が強く、収益を圧迫するのであれば、企業にとってはできるだけ低利での資金調達が望ましい。したがって、開銀融資の優遇金利幅が大きいほど、企業は公害防止投資を促進すると予想される。また、長期資金の availability の供与という開銀融資の機能が有効に発揮されているならば、開銀公害防止融資の資金量は企業の公害防止投資を促進することが期待される。ここから OECD の考察を検証するための次の仮説が得られる。

仮説 1 開銀公害防止融資の優遇金利幅が大きいほど、企業は公害防止投資を促進した。

仮説 2 開銀公害防止融資の資金量は、企業の公害防止投資を促進した。

OECD の関心は融資の低利性と長期資金の供給量であるが、開銀融資の機能として情報生産機能もあり、前述のように既存の研究成果も多い。本稿でも公害防止融資のケースにおいてこの機能の検証を試みる。2.1 節で言及したように、企業が設備投資に必要な資金を銀行借入によって賄う場合、開銀は制度上すべての必要資金を融資することができないため、民間金融機関からの融資が不可欠となる。一方、3.2 節で見たように、1970 年代半ばまでの金融環境は必ずしも良好とは言えなかったため、企業は民間金融機関からの融資を十分に得られなかった可能性もある。融資審査やモニタリングの過程で開銀が生産した情報が民間金融機関に伝播し、情報生産機能により民間金融機関からの融資を誘導して協調融資が実現しているならば、すなわち、日向野（1986）の指摘するカウベル効果が機能しているならば、開銀公害防止融資と民間金融機関の長期融資は量的に補完し合いながら企業の公害防止投資を促進したと考えられる¹⁴。

開銀融資が結果的に民間金融機関との協調融資という形態で実施されるにしても、その前提として、開銀の情報生産が民間金融機関からの融資を誘導していることが必要になる。開銀の情報生産によりメインバンクとその他の民間金融機関との間の情報の非対称性が緩和されているならば、民間金融機関からの借入制約が緩和されることが期待される。これは開銀による誘導効果が発揮されていることを意味する。さらに、financing hierarchy (Fazzari, Hubbard and Petersen, 1988) の概念に基づけば、開銀の情報生産の結果、企業は民間金融機関を利用しやすくなることで外部資金の資金コストが低下し、内部資金（キャッシュフロー）の制約も緩和されることが予想される（花崎・蜂須賀, 1997）。以上のような考察に基づくと、次の仮説が導出される。

仮説 3 開銀公害防止融資と民間金融機関の長期融資は量的な補完関係にあった。

仮説 4 開銀公害防止融資は情報生産機能を通じて民間金融機関からの借入制約を緩

たことも重要だった」（493 頁）と評価している。

¹⁴ ここで考察している誘導効果は、福田他（1995）における「弱誘導効果」（企業レベルの誘導効果）に相当する。

和した.

仮説 5 開銀公害防止融資は情報生産機能を通じて企業の内部資金制約を緩和した.

5. 実証分析の枠組み

5.1 設備投資関数の導出

本稿で採用する推計モデルは標準的なトービンの q 型の設備投資関数であり、資金調達に関する変数など仮説検証に関連した変数を追加したうえで、企業レベルデータを用いた推計を行う¹⁵。まず、完全競争市場に直面する個別企業の主体的動学的最適化行動の結果としての投資関数を導出する¹⁶。

企業の t 時点での投資の調整費用を考慮して生み出されるキャッシュフロー Ψ_t は、

$$\Psi_t \equiv F(K_t, L_t) - w_t L_t - p_t [I_t + C(I_t, K_t)]$$

で表される。ここで F は1次同次の生産関数、 K_t は時点 t における資本ストック、 L_t は雇用量、 I_t は投資量を表す。賃金率 w_t と投資財価格 p_t は生産物価格との相対価格として定義する。また、投資財で測った投資の調整費用を C とし、投資量と既存資本ストックの水準に依存するものとする。 $C(I_t, K_t)$ は1次同次でconvexな関数であると仮定する。

企業は無限期間にわたるキャッシュフローの割引現在価値

$$V_t \equiv \int_t^{\infty} \Psi_s e^{-r(s-t)} ds$$

を資本ストックに関する動学的制約式

$$\dot{K}_t = I_t - \delta K_t$$

のもとで最大化するものとする。ここで、 δ は資本の減耗率（一定）を表す。また、一般性を失うことなく、簡単化のため割引率（実質利率） r は一定であるものとする。

この最適化問題を解くために、 λ_t を資本ストックのシャドー・プライスとすると、投資 I_t に関する必要条件は次のようになる¹⁷。

$$1 + \frac{\partial C(I_t, K_t)}{\partial I_t} = \frac{\lambda_t}{p_t} \quad (1)$$

(1) 式の左辺は投資の限界費用、右辺は投資の限界便益であり、これが等しくなるように投資量が決定される。

トービンの限界 q (q_t^M) は、当期に据え付けられた追加的な1単位の資本ストックが将来にわたって生み出す限界的なキャッシュフローの割引現在価値と、投資財1単位の価格の

¹⁵ 李（2004）の第5章は本稿と同様の問題意識に基づく研究であるが、そこで採用されている公害防止設備投資関数の推計モデルは、次のようなマクロの時系列データを利用した素朴なモデルである。

$$\ln\left(\frac{I_t}{P_t}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{M_t}{P_t}\right) + \gamma \ln\left(\frac{T_t}{P_t}\right) + \delta \ln(r_t - i_t) + \varepsilon_t$$

ここで、 I_t は企業の公害防止設備投資額、 P_t はGDPデフレーター、 M_t は企業向け公害対策政策金融額（開銀、公害防止事業団、国民金融公庫、中小企業金融公庫、中小企業事業団の合計）、 T_t は公害防止設備投資関連租税特別措置による国税減少予想額、 r_t は長期プライムレート、 i_t は開銀公害防止投資貸出金利、 ε_t は誤差項をそれぞれ表している。

¹⁶ 以下の説明は、浅子他（1997）に負っている。

¹⁷ 本稿では設備投資に関心があるので、動学的な投資経路を規定する他の必要条件の導出は省略する。

比率であり,

$$q_t^M \equiv \frac{\partial V_t / \partial K_t}{p_t} = \frac{\lambda_t}{p_t}$$

と定義される。したがって, (1) 式より

$$q_t^M - 1 = \frac{\partial C(I_t, K_t)}{\partial I_t}$$

が成立する。

$C(I_t, K_t)$ が 1 次同次であるので, $\theta_t \equiv I_t / K_t$ とすると

$$C(I_t, K_t) = \phi(\theta_t)K_t, \quad \phi'(\theta_t) > 0, \quad \phi''(\theta_t) < 0$$

と書ける。このとき,

$$q_t^M - 1 = \frac{\partial C(I_t, K_t)}{\partial I_t} = \phi'(\theta_t)$$

あるいは

$$\theta_t = \phi(q_t^M - 1), \quad \phi'(q_t^M - 1) > 0 \quad (2)$$

となり, 設備投資率 (I_t / K_t) はトービンの限界 q ($q_t^M - 1$) の増加関数として表される。

5.2 推計モデル

本稿では (2) 式を基に, 分析上関心のある企業の資金調達に関する変数やコントロール変数を追加した以下の推計式を基本モデルとして採用し, 前述の仮説検証を行うことにする¹⁸。なお, スtockに関する変数は, いずれも前期末 (= 当期期首) の値が当期の設備投資に影響を与えるものとした。

$$\frac{I_{it}^P}{K_{it-1}} = \beta_0 + \beta_1(Q_{it}^A - 1) + \sum_j \beta_{2j} FIN_{it} + \sum_k \beta_{3k} CNTL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

ここで, I_{it}^P は t 期における企業 i の公害防止設備投資, K_{it-1} は期首の資本ストック, Q_{it}^A はトービンの平均 Q , FIN_{it} は資金調達に関する変数, $CNTL_{it}$ はコントロール変数, ε_{it} は誤差項をそれぞれ表す¹⁹。トービンの限界 q は限界概念であるため市場での観察は困難である。しかし, 生産関数と投資の調整費用関数が 1 次同次であるならば, トービンの平均 Q と限界 q が一致

¹⁸ 完全競争市場の仮定の下では, トービンの q (single q) は設備投資行動を説明するための十分統計量となり, 理論的には q 以外の説明変数は必要ない。一方で, 企業と金融機関の間に情報の非対称性が存在する場合や企業が流動性制約に直面する場合には資金調達方法が設備投資に影響する可能性がある。資金調達に関する説明変数の追加はこうした状況に対応したものである。しかし, (3) 式に多くの説明変数を付加することは *redundant* となって q の説明力も低下することが知られており, 望ましくないと考えられている。したがって, ここでの説明変数は分析上必要なものだけに限定している。

¹⁹ (3) 式は企業の主体均衡に基づく推計モデルであるが, 仮説 2~仮説 5 は経済全体の一般均衡論的立場からの考察に基づいていると考えられ, (3) 式のような単一方程式でのみ検証することは必ずしも十分でない可能性がある。この点を明示的に扱うには, 浅子他 (1991) のように (3) 式を含む経済の相互依存関係を踏まえた連立方程式体系を解く必要があるが, 本稿では取り扱わず, 今後の課題としたい。

する (Hayashi, 1982) ことを参考に, 本稿の推計では市場で観察可能な平均 Q を説明変数としている²⁰.

²⁰ Tobin (1969) は株式市場で評価された企業価値と, 資本の再取得価額の比率を Q (平均 Q) と定義して企業の投資は Q の増加関数であるとした. 平均 Q は次のように定義される: $Q_t^A \equiv (V_t/K_t)/p_t = V_t/(p_t K_t)$. なお, マクロレベルのデータでは, 松林 (1995) が日米の限界 q を直接計測している.

6. データ

推計で利用したデータセットは、主として日本政策投資銀行の「企業財務データバンク」に収録されている東証一部・二部上場企業の有価証券報告書データ（個別決算）に基づいて作成されている。表1から公害防止投資比率が相対的に高い8業種（鉄鋼、石油、紙・パルプ、非鉄金属、化学（石油化学を除く）、石油化学、鉱業（石炭を除く）、セメント）を分析対象として選択し²¹、これらの業種に属する連続して4年以上のデータが得られる241社を抽出して²²、企業レベルのパネルデータを構築した²³。サンプル期間は規制強化の端緒となった公害国会が開催された1970年度から1985年度までの16年間としている。期間の途中で上場開始となるなどのため、いくつかの企業については16年分のデータが揃っていない。このため、ここでのデータセットは非バランス・パネルデータとなっている²⁴。

個別企業の実質公害防止設備投資額 (I_{it}^p) は、正確な計数を取得することが困難であるため、次のような接近方法をとった。すなわち、有価証券報告書に記載の有形固定資産当期増加額から求めた当該企業の実質設備投資額に、先行研究でも広く参照されている通商産業省『主要産業の設備投資計画』から得られる、当該企業が属する産業の公害防止投資比率（表1）を乗じることにより算出した（補論 A.3）。

I_{it}^p を見ると1976年度までに集中的な投資が行われていることが分かる（図6）。また、業種別に見ると鉄鋼業の比率が半分程度を占めており、石油化学がそれに続くことが分かる²⁵。公害防止投資は大きく機械・設備や構築物などの償却資産への投資と工場移転や新設に伴う土地投資に分けることができるが、鉄鋼業をはじめここで採択した8業種はいずれも装置産業としての性質を帯びており、公害対策として事業所を移転させることは考えにくい。そこで本稿では公害防止投資は償却資産への投資であることを想定してデータの構築等を行う。

実質資本ストック (K_{it}) は償却資産のみを対象としており、Hayashi and Inoue (1991) の方法に倣って恒久棚卸法により構築した（補論 A.4）。トービンの平均 Q (Q_{it}^A) は、((株式時価総額 + 有利子負債残高簿価 - 棚卸資産 - 土地時価評価額) / 資本ストックの再調達価額) により算出する（補論 A.5）。

²¹ 電力業（火力発電）については、公害防止投資比率は高いものの、トービンの q 理論の前提となっている完全競争の仮定が成立しにくい規制産業であるため、分析対象から外した。

²² 241社の内訳は、鉄鋼46社、石油10社、紙・パルプ22社、非鉄金属40社、化学47社、石油化学51社、鉱業6社、セメント19社となっている。

²³ 表1の各業種と「企業財務データバンク」の業種との対応関係は補論 A.2の表 A1の通りである。

²⁴ 241社中221社（91.7%）については16年分のデータが揃っている。

²⁵ 1977年度から公害防止投資額が大きく減少しているが、これは70年代後半から公害防止投資の主な担い手が鉄鋼や石油化学などから（本稿では分析対象外とした）電力にシフトしていったことを反映している。75年度の公害防止投資における電力業のシェアは19%であったが、80年代前半は60%台後半～80%弱を占めていた（内山、2015）。

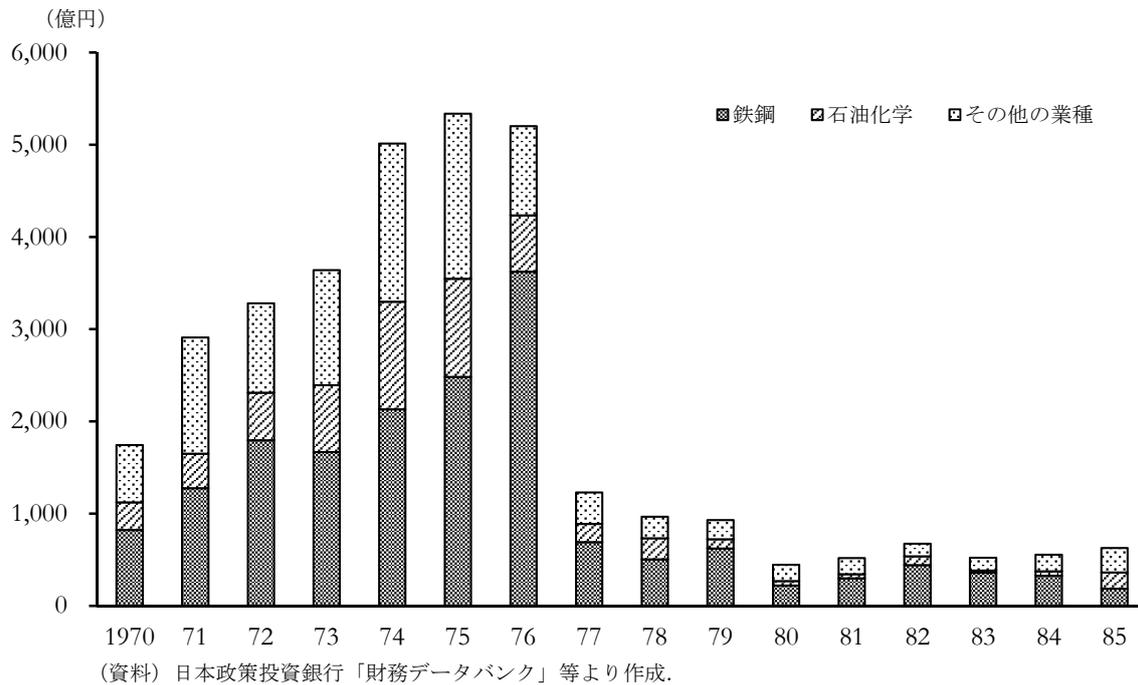


図6 分析対象8業種の公害防止投資額 (実質)

説明変数のうち、仮説検証のために追加した企業の資金調達に関する変数は次の通りである。

実質開銀公害防止融資額 (JDB_{it}) は、企業別融資制度別の融資額データが開示されていないことから、次のような方法により算出した。すなわち、個別企業の有価証券報告書から得られる開銀からの借入金当期増加額をGDPデフレーターで実質化し、当該年度の産業別公害防止融資シェア (当年度産業別開銀公害防止融資額/当年度産業別開銀融資総額) を推計して乗じることにより求めた (補論 A.6)。これを期首の実質資本ストックで基準化した変数 (JDB_{it}/K_{it-1}) を説明変数としている。

開銀融資の低利性を表す変数 ($GRANT_t$) は、企業が開銀から公害防止融資を受けたときに享受できる優遇金利幅であり、「長期プライムレートー開銀公害防止融資金利」として定義されている。当時の開銀融資金利は政策趣旨に対応して融資制度ごとに一意に定められており、企業の信用リスクや融資期間に関わらずすべての企業に共通であった。このため $GRANT_t$ は企業にとっては外生変数となる。開銀融資を受けた ($JDB_{it} > 0$) 企業のみが優遇金利のメリットを享受することができ、それらの企業には同じ優遇金利幅が適用されることになる。開銀から公害防止融資を受けなかった ($JDB_{it} = 0$) ときは金利優遇のメリットはないので、 $GRANT_t$ の値はゼロをとる。本稿で採用する公害防止融資金利に関する優遇金利幅は表2の通りである。

民間金融機関からの融資額 ($LLOAN_{it}$) は、個別企業の有価証券報告書から得られる長期借入金当期増加額をGDPデフレーターで実質化したものから JDB_{it} を差し引いた値である。

これを期首の実質資本ストックで基準化した変数 ($LLOAN_{it}/K_{it-1}$) を説明変数としている。

企業の資金調達に関する financing hierarchy の概念に基づき、企業の内部資金（キャッシュフロー）が設備投資の水準に影響すると考える。内部資金 ($CASH_{it}$) は「当期純損益－配当金－役員賞与金＋減価償却費」を GDP デフレーターで実質化した値として定義し、前期の値が当期の設備投資に影響するものとして、 $CASH_{it-1}/K_{it-1}$ を説明変数としている。

また、企業の資本構成が資金調達を通じて設備投資に及ぼす影響を考慮して、負債比率（負債合計/総資産）を変数として追加している。推計には前期末時点の負債比率 ($DEBT_{it-1}$) を採用している。

仮説 3 のカウベル効果に基づく協調融資（量的補完関係）を検証するために、 JDB_{it}/K_{it-1} と $LLOAN_{it}/K_{it-1}$ の交差項を導入する。補完関係にある場合はプラスの符号が期待される²⁶。さらに、仮説 4 と 5 を検証するために、開銀情報生産ストック指数 ($INFO_{it}$) を導入する。 $INFO_{it}$ は開銀が取引先企業に対し生産し蓄積した情報量の変数である。ただし、開銀が生産する情報量に関するデータは存在しないので、これに代わるものとして開銀が支出する事務費（大部分が人件費）を利用して指数を構築した（補論 A.7）。指数は、企業 i が初めて開銀の取引先になった（開銀融資残高を有するようになった）年度に 1 をとり²⁷、以降、情報の蓄積に伴い毎年増加する。ただし、情報の蓄積は取引開始後 5 年目までと仮定し、6 年目以降は横ばいとする。取引開始前の状態、あるいは非取引先についてはゼロをとる。開銀は企業審査の過程でさまざまな情報生産を行い、取引開始以降は企業をモニタリングする過程で情報の更新を行うことから、この変数は開銀の情報生産とその蓄積状況を反映する代理変数として捉えられる。

推計に際しては、 $INFO_{it}$ と $LLOAN_{it}/K_{it-1}$ の交差項、および $INFO_{it}$ と $CASH_{it-1}/K_{it-1}$ の交差項を (3) 式の説明変数に加える。ここで、 $\gamma_1 X_{it} + \gamma_2 INFO_{it} X_{it}$ ($X_{it} = LLOAN_{it}/K_{it-1}$, $CASH_{it-1}/K_{it-1}$) を考えてみると、開銀の取引先 ($INFO_{it} \geq 1$) については X_{it} の係数は $\gamma_1 + \gamma_2 INFO_{it}$ となり、開銀の非取引先 ($INFO_{it} = 0$) については X_{it} の係数は γ_1 となる。このとき、開銀の情報生産機能が発揮されているならば、民間金融機関からの借入制約が緩和されて借入額が増加し、 $INFO_{it} * LLOAN_{it}/K_{it-1}$ の係数 γ_2 の符号は有意にプラスとなって、 $\gamma_1 + \gamma_2 INFO_{it} > \gamma_1$ となることが期待される（誘導効果）。また、内部資金制約が緩和されているならば、すなわち、それまで相対的に低コストだった内部資金に依存する必要がなくなるのであれば、 $INFO_{it} * CASH_{it-1}/K_{it-1}$ の係数 γ_2 の符号は有意にマイナスとなって、 $\gamma_1 + \gamma_2 INFO_{it} < \gamma_1$ となることが予想される。

コントロール変数としては、企業が直面する不確実性を表す変数 ($UNCER_{it}$) を導入する。企業の設備投資は経済変動リスクや将来の不確実性に影響を受けると考えられる。本稿の

²⁶ 開銀融資が行われることで、民間金融機関は公害防止投資の収益性の低さ等から逆に融資を減少させることも可能である。この場合符号はマイナスとなり、開銀融資と民間融資は代替関係となる。

²⁷ 企業が開銀と取引があるか否か、すなわち開銀融資残高の有無については、各社の有価証券報告書の情報に基づいている。

表2 優遇金利幅

(単位：%)

年度	長期プライム レート	開銀公害防止 融資金利	優遇金利幅
1970	8.50	7.50	1.00
71	8.33	7.50	0.83
72	7.80	7.50	0.30
73	8.53	7.43	1.10
74	9.65	8.45	1.20
75	9.56	8.53	1.03
76	9.20	8.20	1.00
77	7.79	7.46	0.33
78	7.10	6.78	0.32
79	8.03	7.54	0.49
80	9.21	8.99	0.22
81	8.55	8.21	0.34
82	8.54	8.00	0.54
83	8.28	7.97	0.31
84	7.70	7.60	0.10
85	7.15	7.09	0.06

(注) 各月末時点金利の年度内算術平均値。
(資料) 日本銀行,
公害防止事業団(1991), 『公害防止事業団25年誌』.

サンプル期間は大きな経済変動に見舞われた時期であることから、公害防止投資に与える不確実性の影響をこの変数によりコントロールする。具体的には、 $UNCER_{it}$ は当該企業の過去3年間のROAの標準偏差であり、企業が直面する不確実性の代理変数としている²⁸。さらに、産業ダミーと年ダミーによりそれぞれの固定効果をコントロールする。

表3は、推計で利用する変数の定義をまとめたものである。

構築したデータセットについて、主要な変数の基本統計量と相関係数(1970～1985年度)を示したものが、それぞれ表4と表5である。 $Q_{it}^A - 1$ の平均は0.0639であり、先行研究と比較して概ね妥当な水準となっている。 $LLOAN_{it}/K_{it-1}$ については、値がゼロであるのは全観測値のうち9%でしかない一方、 JDB_{it}/K_{it-1} は中央値がゼロであるなど、全観測値のうち75%の値がゼロであるため、平均値が小さい。 $GRANT_t$ は、開銀融資を受けていない場合はゼロだが、受けている場合の優遇幅はサンプル期間中の最小で0.0006(0.06%)、最大で0.012(1.20%)となっている(表2参照)。 $INFO_{it}$ の期待値は2.5183となっている。

相関係数を見ると、 JDB_{it}/K_{it-1} と $LLOAN_{it}/K_{it-1}$ の交差項と JDB_{it}/K_{it-1} の相関が高く(相関係数0.8494)、多重共線性の問題が起こりうるが、その他の変数については大きく相関している変数はなく、問題ないと考えられる。

²⁸ ROAの算出方法は表3を参照。

表 3 変数の定義

P	実質公害防止投資額(千円) ※
K	実質資本ストック(土地を除く償却資産) (千円)※
Q^A	トービンの Q (平均 Q) ※
JDB	開銀公害防止融資額(GDP デフレーターで実質化) (千円)※
$GRANT$	$JDB > 0$ のとき, 優遇金利幅[長期プライムレートー開銀公害防止融資金利] $JDB = 0$ のとき, ゼロ
$LLOAN$	長期借入金当期増加額(除・開銀公害防止融資額)(GDP デフレーターで実質化) (千円)
$CASH$	キャッシュフロー(GDP デフレーターで実質化)[当期純損益ー配当金ー役員賞与金+減価償却費] (千円)
$DEBT$	負債比率[負債/総資産]
$INFO$	開銀情報生産ストック指数(開銀が当該企業に対し生産し蓄積した情報量の指数. 当該企業の取引開始時=1)※ 開銀との取引開始前, および取引のない企業についてはゼロ.
$UNCER$	ROA の過去 3 年間の標準偏差 ROA は営業損益(GDP デフレーターで実質化)/期首期末平均有形固定資産簿価(設備投資デフレーターで実質化)で算出

(注)※印の変数は, データの作成方法について, 補論 A を参照.

表 4 基本統計量 (1970~1985 年度)

	Mean	Std. Dev.	Min	Median	Max
I_{it}^p/K_{it-1}	0.0124	0.0173	3.20E-06	5.79E-03	0.2423
Q_{it}^A	0.0639	1.0064	-1.2340	-0.1335	28.1694
$LLOAN_{it}/K_{it-1}$	0.1737	0.1843	0.0000	0.1310	3.6427
$CASH_{it-1}/K_{it-1}$	0.1197	0.1338	-4.3122	0.1086	1.4747
$DEBT_{it-1}$	0.8059	0.1354	0.1030	0.8309	2.5495
$GRANT_{it}$	0.0014	0.0031	0.0000	0.0000	0.0120
JDB_{it}/K_{it-1}	0.0013	0.0076	0.0000	0.0000	0.3058
$(JDB_{it}/K_{it-1})*(LLOAN_{it}/K_{it-1})$	3.46E-04	3.83E-03	0.0000	0.0000	0.1897
$INFO_{it}$	2.5183	1.7453	0.0000	3.5859	4.4293
$INFO_{it}*(LLOAN_{it}/K_{it-1})$	0.4336	0.5786	0.0000	0.2539	6.6285
$INFO_{it}*(CASH_{it-1}/K_{it-1})$	0.2868	0.3415	-3.1043	0.2736	3.5104
$UNCER_{it}$	0.1219	0.2760	0.0002	0.0752	8.7357

表5 相関係数 (1970～1985年度)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(1) Q_{i-1}^A	1.0000										
(2) $LLOAN_i/K_{i-1}$	0.0343	1.0000									
(3) $CASH_{i-1}/K_{i-1}$	0.1308	0.0795	1.0000								
(4) $DEBT_{i-1}$	-0.2371	0.1941	-0.4122	1.0000							
(5) $GRANT_t$	-0.1051	0.1002	-0.0250	0.1186	1.0000						
(6) JDB_i/K_{i-1}	-0.0183	0.0870	-0.0243	0.0504	0.3657	1.0000					
(7) $(JDB_i/K_{i-1})*(LLOAN_i/K_{i-1})$	0.0080	0.1383	-0.0155	0.0381	0.2123	0.8494	1.0000				
(8) $INFO_i$	-0.0916	-0.0115	-0.0644	0.1320	0.2562	0.1033	0.0583	1.0000			
(9) $INFO_i*(LLOAN_i/K_{i-1})$	-0.0281	0.5990	0.0163	0.2076	0.2530	0.1600	0.2007	0.5219	1.0000		
(10) $INFO_i*(CASH_{i-1}/K_{i-1})$	0.0352	0.0532	0.4057	-0.2136	0.1366	0.0292	0.0111	0.5868	0.3775	1.0000	
(11) $UNCER_i$	0.0972	0.1117	-0.3443	0.2308	-0.0559	-0.0146	-0.0029	-0.1164	-0.0526	-0.0596	1.0000

(注) 太字は5%水準で有意であることを示す。

7. 推計結果とディスカッション

7.1 推計結果：ベースライン・ケース（推計期間 1970～1985 年度）

本節では前節までに提示した推計モデルとデータを使用して、開銀公害防止融資が企業の公害防止投資に与えた影響に関する仮説 1～5 の検証を行う。

本稿では設備投資という経済主体の動学的行動を考察しており、理論的には q と設備投資率 (I/K) が同時決定であるため内生性を考慮する必要があること、実証上も設備投資率のラグ項が高い説明力を持つ場合が多いことから、推計には System GMM (Blundell and Bond, 1998) を採用する。

まず、全サンプルによる推計結果を考察する (表 6)²⁹。 $Q^A - 1$ はプラスで統計的に有意であり、設備投資関数として良好なパフォーマンスを示しているが、その解釈については 7.3 節で改めて行いたい。

仮説 1 を検証するために $GRANT$ を見ると、符号がプラスで統計的に有意であるものと有意でない結果が混在している。これは、開銀公害防止融資の grant element 機能が企業の公害防止投資に与えた影響はやや曖昧なものであり、政府系金融機関融資の低利性が公害防止投資を促進したという OECD の評価を支持するには弱いことを示唆している。

次に、仮説 2 を検証するために JDB/K を見ると、有意にプラスとなっている。これは開銀公害防止融資が企業の公害防止投資を資金量の面から支えていることを意味しており、仮説 2 を支持するものとなっている。係数推計値も相対的に大きく、公害防止投資に与えるインパクトも大きいことが分かる。また、 JDB/K を追加した推計では $GRANT$ が有意でなくなっており、企業の公害防止投資に関する情報が低利性よりは資金量に多く含まれていることを示唆している。

開銀の情報生産機能を検証するため、開銀融資と民間金融機関融資の交差項である $JDB/K * LLOAN/K$ を見ると³⁰、プラスで有意であり、仮説 3 のカウベル効果に基づく協調融資において量的な補完関係にあることを概ね支持する結果となっている。また、 $INFO * LLOAN/K$ を説明変数に追加して推計したところ、プラスで有意であり、仮説 4 の開銀の情報生産機能が企業の民間金融機関からの借入制約を緩和していることが分かった。一方、 $INFO * CASH/K$ は有意ではなく、仮説 5 は支持されなかった。これらの結果からは、開銀の情報生産機能は民間金融機関との協調面において効果を発揮していることが示された。

その他の変数については、推計結果から以下の点を指摘できる。 $LLOAN/K$ の係数推計値

²⁹ 以下で示す表 6～表 8 のいずれのケースにおいても Industry Fixed Effect と Year Fixed Effect の報告は省略している。また、AR(2)テストの結果、攪乱項の自己相関がないという帰無仮説は棄却できず、さらに、Sargan テストの結果、操作変数は有効であるという帰無仮説は棄却されなかった (有意水準 10% を基準として評価)。これは推計モデルが統計的に問題ないことを示している。

³⁰ $JDB/K * LLOAN/K$ を説明変数として追加するにあたっては、多重共線性の問題を回避するため、これと相関が高い JDB/K を外して推計している。

表 6 推計結果 (全サンプル・1970～1985 年度)

P_{it}/K_{it-1}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q^A_{it-1}	0.0052 *** (0.0018)	0.0049 *** (0.0017)	0.0048 *** (0.0016)	0.0051 *** (0.0017)	0.0048 *** (0.0017)	0.0048 *** (0.0016)
$LLOAN_{it}/K_{it-1}$	0.0436 *** (0.0078)	0.0414 *** (0.0078)	0.0380 *** (0.0059)	0.0272 *** (0.0101)	0.0267 *** (0.0094)	0.0269 *** (0.0097)
$CASH_{it-1}/K_{it-1}$	0.0022 (0.0032)	0.0031 (0.0030)	0.0025 (0.0027)	-0.0001 (0.0040)	0.0003 (0.0042)	-0.0001 (0.0038)
$DEBT_{it-1}$	0.0001 (0.0094)	0.0026 (0.0076)	-0.0001 (0.0081)	-0.0025 (0.0096)	0.0000 (0.0091)	-0.0015 (0.0094)
$GRANT_{it}$	0.4036 *** (0.1507)	-0.0490 (0.1643)	0.1549 (0.1563)	0.2941 ** (0.1373)	-0.1276 (0.1723)	0.0962 (0.1522)
JDB_{it}/K_{it-1}		0.4703 *** (0.1635)			0.4509 *** (0.1602)	
JDB_{it}/K_{it-1} * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$			0.8305 * (0.4304)			0.8060 ** (0.4067)
$INFO_{it}$ * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$				0.0076 ** (0.0034)	0.0066 ** (0.0032)	0.0052 * (0.0029)
$INFO_{it}$ * $CASH_{it-1}/K_{it-1}$				0.0008 (0.0019)	0.0012 (0.0019)	0.0012 (0.0018)
$UNCER_{it}$	-0.0017 (0.0025)	-0.0019 (0.0023)	-0.0018 (0.0023)	-0.0019 (0.0028)	-0.0024 (0.0028)	-0.0023 (0.0027)
P_{it-1}/K_{it-2}	0.1268 *** (0.0248)	0.1120 *** (0.0262)	0.1217 *** (0.0236)	0.1276 *** (0.0248)	0.1149 *** (0.0268)	0.1229 *** (0.0251)
<i>constant</i>	-0.0156 * (0.0095)	-0.0167 ** (0.0079)	-0.0143 * (0.0086)	-0.0134 (0.0102)	-0.0148 (0.0096)	-0.0134 (0.0097)
Industry Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
AR(2) Test: Prob.	0.5278	0.8870	0.6818	0.6904	0.9377	0.8076
Sargan Test: Prob.	0.8050	0.8200	0.8974	0.8358	0.8709	0.8693
Observations	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490
Groups	241	241	241	241	241	241

(注) カッコ内の数値はロバストな標準誤差を示す。

***, **, * 印は、それぞれ 1%, 5%, 10%水準で有意であることを示す。

操作変数：被説明変数の 2 期ラグ以前、 $GRANT_{it}$ の 1 期ラグ以前、その他の説明変数の階差、年ダミーの階差、被説明変数の階差の 1 期ラグ、 $GRANT_{it}$ の階差、定数項。

はプラスに有意であり、民間金融機関からの長期資金融資が公害防止投資に不可欠であったことが分かる。 $CASH/K$ は、通常トービンの q 型投資関数では統計的に有意となることが多いが、ここでの結果は説明力を持たなかった。企業の内部資金は公害防止投資に影響しておらず、必要な資金は銀行借入に依存していた状況が理解できる。 $DEBT$ は有意でなく、負債比率が公害防止投資に与える影響は観察されなかった。

以上をまとめると、1970 年度から 85 年度までの期間で見ると、企業の公害防止投資を支えたのは主として開銀公害防止融資による必要資金の量的な供給効果であって、低利性の効果を強く支持するための十分な証拠は得られなかったということになる。これは OECD が評価する通説とやや異なる結果となっている。

7.2 推計結果：公害防止投資行動の変化（サンプル期間分割のケース）

図2で見たように、企業の公害防止投資は1970年代半ばに旺盛に行われ、70年代末頃には一段落している。これは企業の公害防止投資行動の何らかの変化を表しており、資金調達行動も変化している可能性が考えられる。また、OECD（1977）による考察の対象は企業が公害防止投資を強く意識し始めた1970年頃から75年頃となっている。とくに本稿で使用しているサンプルについては図6から明らかなように、1976年度と77年度の間に大きな変化が観察される。こうした点を踏まえて、本節ではサンプルを前半期（1970～76年度）と後半期（1977～85年度）に分割した推計を行い、全サンプルによる推計には表れにくかった企業の資金調達行動の特徴や変化、相違を検討する。

表7は前半期、表8は後半期の推計結果である。 $Q^A - 1$ はいずれの結果においてもプラスで統計的に有意であるが、前半期に比べて後半期では係数推計値が小さくなっており、有意性も低下している。

仮説1に関して $GRANT$ を見ると、前半期は有意でない結果となっている。一方、後半期についてはプラスに有意であった。 $GRANT$ の水準自体は前半期の方が後半期よりも相対的に大きい（表2）。それにも関わらず、ここでの結果によると、開銀融資のgrant element機能が企業の公害防止投資に与えた影響は、前半期には観察されなかったが、後半期には低利性が公害防止投資促進にとって有効だったことを示している。前半期の結果のみを見るならば、融資の低利性が公害防止投資に有効だったというOECDの評価を支持するのは難しい。

仮説2について JDB/K を見ると、前半期は有意にプラスであって係数推計値も他の変数に比べて大きい反面、後半期については有意でない結果となっている。開銀公害防止融資は、前半期における企業の旺盛な公害防止投資に必要な資金を量的に支えており、公害防止投資促進に大きな役割を果たした、換言すると、開銀の長期資金の供給機能は、前半期で有効に機能したと言えよう。対照的に、公害防止投資が一段落した後半期には開銀融資は影響を与えておらず、仮説2は成立しなかったことを示している。これは、この時期になると企業は公害防止投資にあたって開銀以外から十分な資金調達ができたと示唆している。

次に開銀の情報生産機能について検証する。まず前半期について見ると、 $JDB/K * LLOAN/K$ は有意ではなく、仮説3の協調融資による量的補完関係は支持されない結果となった。一方、 $INFO * LLOAN/K$ はプラスに有意であり、仮説4の開銀による民間金融機関に対する情報生産効果が確認できる。前半期は民間金融機関の貸出態度が良好ではなかったことに加え、開銀は企業から寄せられた公害防止投資向けの旺盛な資金需要に応えようとしたが、開銀の予算にも限界があったため資金供給が必ずしも十分ではなかった。この点が量的補完関係不支持の要因の一つとして考えられる³¹。その一方、開銀が生産した情報は、

³¹ 企業からの資金需要の増加に加え、1974年度から物価安定のための総需要抑制政策により財政投融資計画も抑制を求められたため、開銀は資金不足に直面することになった。通商産業省（1991）によると、1972年度から76年度まで開銀の公害防止融資実績は予算計画額を超えており（492頁）、開銀は資金不足に苦慮していた様子がうかがえる。

表 7 推計結果 (前半期・1970～1976 年度)

P_{it}/K_{it-1}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q^A_{it-1}	0.0227 *** (0.0043)	0.0215 *** (0.0038)	0.0217 *** (0.0039)	0.0206 *** (0.0040)	0.0200 *** (0.0036)	0.0204 *** (0.0037)
$LLOAN_{it}/K_{it-1}$	0.0334 *** (0.0068)	0.0332 *** (0.0067)	0.0307 *** (0.0062)	0.0164 ** (0.0076)	0.0181 ** (0.0077)	0.0172 ** (0.0076)
$CASH_{it-1}/K_{it-1}$	-0.0070 (0.0083)	-0.0051 (0.0069)	-0.0069 (0.0080)	-0.0076 (0.0084)	-0.0064 (0.0072)	-0.0078 (0.0083)
$DEBT_{it-1}$	-0.0307 (0.0267)	-0.0239 (0.0217)	-0.0271 (0.0243)	-0.0322 (0.0233)	-0.0267 (0.0202)	-0.0289 (0.0230)
$GRANT_{it}$	0.1755 (0.2200)	-0.0951 (0.2233)	0.0108 (0.2227)	0.1549 (0.2240)	-0.1300 (0.2391)	-0.0083 (0.2295)
JDB_{it}/K_{it-1}		0.5322 ** (0.2490)			0.5242 ** (0.2543)	
JDB_{it}/K_{it-1} * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$			0.9718 (0.6348)			0.9105 (0.6374)
$INFO_{it}$ * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$				0.0081 ** (0.0033)	0.0073 ** (0.0032)	0.0065 ** (0.0032)
$INFO_{it}$ * $CASH_{it-1}/K_{it-1}$				-0.0032 (0.0039)	-0.0018 (0.0038)	-0.0021 (0.0039)
$UNCER_{it}$	-0.0039 (0.0048)	-0.0038 (0.0043)	-0.0043 (0.0048)	-0.0041 (0.0051)	-0.0040 (0.0046)	-0.0046 (0.0051)
P_{it-1}/K_{it-2}	0.1121 ** (0.0494)	0.0918 ** (0.0464)	0.0962 ** (0.0480)	0.1113 ** (0.0458)	0.0910 ** (0.0437)	0.0963 ** (0.0462)
<i>constant</i>	0.0332 (0.0270)	0.0285 (0.0227)	0.0323 (0.0246)	0.0346 (0.0235)	0.0313 (0.0209)	0.0340 (0.0229)
Industry Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
AR(2) Test: Prob.	0.2256	0.4798	0.3585	0.2669	0.5759	0.4147
Sargan Test: Prob.	0.1066	0.1538	0.1354	0.1181	0.1626	0.1346
Observations	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360
Groups	227	227	227	227	227	227

(注) 表 6 に同じ。

低収益性の公害防止投資に対して消極的になりがちな民間金融機関から長期融資を誘導するように機能していることが確認できる。

後半期については前半期と逆の結果、すなわち、 $JDB/K * LLOAN/K$ はプラスに有意となって仮説 3 の協調融資関係が支持されるが、 $INFO * LLOAN/K$ は有意でなくなり、仮説 4 の情報生産効果も観察されない結果となった。後半期は経済状況も安定化し、金融市場の自由化も進展して企業にとっては資金調達を選択肢も広がったことから、公害防止投資に必要な資金は民間金融機関からの調達で概ね充足されており、企業の開銀資金への需要は低利性を期待するものが中心だった様子が見える。

$INFO * CASH/K$ を見ると、係数推計値は前半期・後半期ともに有意ではなく、仮説 5 は支持されなかった。すなわち、開銀の取引先と非取引先で $CASH/K$ の係数推計値は異ならず、情報生産機能を通じて企業の内部資金制約を緩和する効果は見られなかったことを示している。開銀融資に関するいくつかの先行研究では、1980 年代において仮説 4・5 に関する情

表 8 推計結果（後半期・1977～1985 年度）

P_{it}^A/K_{it-1}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q_{it}^A	0.0015 ** (0.0008)	0.0014 * (0.0008)	0.0012 * (0.0007)	0.0015 ** (0.0007)	0.0014 * (0.0007)	0.0012 * (0.0007)
$LLOAN_{it}/K_{it-1}$	0.0379 *** (0.0114)	0.0361 *** (0.0105)	0.0285 *** (0.0096)	0.0254 * (0.0149)	0.0238 * (0.0142)	0.0242 (0.0148)
$CASH_{it-1}/K_{it-1}$	0.0044 (0.0045)	0.0050 (0.0038)	0.0059 (0.0038)	0.0091 (0.0061)	0.0092 * (0.0056)	0.0091 * (0.0053)
$DEBT_{it-1}$	0.0170 * (0.0093)	0.0187 ** (0.0088)	0.0185 ** (0.0092)	0.0161 (0.0102)	0.0179 * (0.0095)	0.0182 ** (0.0092)
$GRANT_t$	0.7109 *** (0.2226)	0.5379 ** (0.2658)	0.4571 *** (0.1579)	0.6682 *** (0.1974)	0.4984 ** (0.2496)	0.4395 *** (0.1537)
JDB_{it}/K_{it-1}		0.3499 (0.6578)			0.3247 (0.5874)	
JDB_{it}/K_{it-1} * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$			1.6408 *** (0.6217)			1.6029 *** (0.6081)
$INFO_{it}$ * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$				0.0060 (0.0056)	0.0057 (0.0049)	0.0022 (0.0046)
$INFO_{it}$ * $CASH_{it-1}/K_{it-1}$				-0.0021 (0.0018)	-0.0019 (0.0017)	-0.0015 (0.0014)
$UNCER_{it}$	0.0068 * (0.0036)	0.0068 * (0.0035)	0.0064 * (0.0036)	0.0072 * (0.0037)	0.0068 * (0.0038)	0.0067 * (0.0035)
P_{it-1}^A/K_{it-2}	0.0988 *** (0.0309)	0.0947 *** (0.0347)	0.0963 *** (0.0303)	0.0975 *** (0.0316)	0.0950 *** (0.0336)	0.0956 *** (0.0306)
<i>constant</i>	-0.0150 * (0.0085)	-0.0167 * (0.0086)	-0.0159 * (0.0087)	-0.0147 (0.0096)	-0.0165 * (0.0094)	-0.0161 * (0.0086)
Industry Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
AR(2) Test: Prob.	0.3003	0.2477	0.3066	0.2427	0.2055	0.2968
Sargan Test: Prob.	0.2590	0.3239	0.3540	0.1617	0.2649	0.3595
Observations	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122
Groups	241	241	241	241	241	241

(注) 表 6 に同じ。

報生産機能の効果を認めているが、公害防止融資に関しては確認できなかったことになる。

最後にその他の変数について推計結果を報告する。まず、 $LLOAN/K$ については、前半期はプラスで有意であるが、後半期では有意でない結果も混在している。表 8 の (1) ～ (3) のケースでは、 $LLOAN/K$ はプラスに有意であることから、開銀取引先・非取引先の区別をしない場合には民間金融機関からの長期資金融資が公害防止投資に不可欠であったことが分かる。開銀取引先・非取引先を区別した (4) ～ (6) のケースでは、 $LLOAN/K$ は有意性が低い、あるいは有意ではなかった。これは、開銀非取引先については民間銀行の長期資金は公害防止投資に対する影響が小さく、外部資金のコストが相対的に高まっていること、あるいは $CASH/K$ が一部で有意性は弱いながらもプラスであることから内部資金の利用など資金調達面で多様な選択肢が存在した可能性があったことを示唆している。

$CASH/K$ は、前半期では有意でなかった。すなわち、企業の内部資金は公害防止投資に影響せず、必要資金は銀行借入などの外部資金に依存していたことが理解できる。 $DEBT$ につ

いては前半期は有意でないが、後半期には概ねプラスに有意である。負債比率が設備投資に与える影響はいくつか考えられるが、この結果によると、ある程度の債務を負うことで債権者からのモニタリングが効果的に機能するとするならば、公害防止投資のような収益性の低い設備投資については負債比率の高い企業の方が実施しやすい状況にあることを示唆している。

UNCERは、前半期では有意でなく不確実性に対する反応ははっきりしない。あるいは不確実性に関係なく公害防止投資を推進しなければならなかった状況と言えるかもしれない。後半期では有意性は弱いプラスの結果が得られている。この結果からは、企業は規制のさらなる強化など将来のリスクに備えて投資している可能性が考えられる。一般に、投資の非可逆性という性質により、将来についての不確実性が大きい場合には、過剰設備を抱え込まないようにするために、企業は今期の設備投資を抑制する行動をとると考えられる (Caballero, 1991 ; Caballero and Pindyck, 1996)。後半期の推計結果はこうした通説とは異なるものであり、公害防止投資が一般的な設備投資とは性質が異なる可能性があることを示唆している。

7.3 ディスカッション

$Q_{it}^A - 1$ はいずれのサンプル期間においても統計的に有意にプラスであるとする推計結果が得られ、標準的な投資理論の結果を支持している。しかし、この結果に対する解釈は悩ましい。一般的には公害防止投資は企業の収益に直結しにくいコスト要因として捉えられる。一方、トービンの q は設備投資の収益性を示すものであり、これが有意にプラスであれば、公害防止投資は収益性のある投資であったと理解するのが自然である。

一つの解釈として次のようなものが考えられる。当時の汚染物質排出企業は、存続するには公害防止投資を実施せざるを得ない状況に置かれていた。1960年代後半に提訴された四大公害事件に関しては、1970年代前半に出された判決において、被告企業はいずれも敗訴した。これは、汚染企業は公害防止投資を怠れば、莫大な損害賠償を請求されるなど訴訟に耐えきれず企業の存続が危うくなることを示唆する。こうした状態はいわば収益ゼロあるいはマイナスと解釈できる。他方、公害防止投資に適切に取り組むことで企業が存続できるならば、それ自体がプラスの収益の意味を持ったと理解できる。とくに $Q_{it}^A - 1$ の係数推計値の大きさは前半期の方が後半期よりもかなり大きい。前半期の公害防止投資がいかに高い重要性を持つものであったかを示唆するものと言えよう³²。

³² トービンの q をめぐる解釈に関しては、資本ストックの異質性を考慮すべきとの指摘を受けた。公害防止投資は低収益性であるが故に通常の資本ストックとは異なるものであり、企業はそれぞれのタイプの資本ストックにより、環境改善と収益性追求の両者を合わせた目的関数を最大化していると考えるのが適切であるというものである。この場合、トービンの q (single q) は十分統計量ではなくなり、浅子・外木 (2010) などに基づく multiple q による考察が必要になるが、この点については今後の検討課題とした。

以上を踏まえて推計結果を総合的に解釈すると、1970年代半ばまでの企業による旺盛な公害防止投資は次のように理解するのが適当だろう。すなわち、1960年代後半のマスコミや社会による汚染排出企業に対する強い風当たりや1970年公害国会以降の規制強化、70年代前半の四大公害訴訟の判決等の影響を受けて、企業は操業を継続していくためには公害防止投資が待ったなしの状況にあった。しかし、投資資金は手元キャッシュフローでは足りず、金融機関からの借入に頼らざるを得なかった。換言すると、内部資金に比べ外部資金のコストは相対的に高くなく、外部資金の調達が重要であった。他方、1970年代前半は激しい経済変動に見舞われ、民間金融機関の貸出態度も必ずしもよくない時期であった。そこで企業は借入金の一部を開銀に頼り、開銀もこれに応えた。公害防止投資は企業にとって収益圧迫要因となるため、開銀融資の低利性が公害防止投資のインセンティブとして機能することが期待された。しかし、企業にとっては収益性に対する関心よりも資金の量的な確保の方が重要な課題であったと考えられ、この意味で開銀公害防止融資は企業の公害防止投資を円滑に促進する上で有効に機能したと言える。ただし開銀の資金供給量の制約から、開銀融資も企業の資金需要に十分応え切れたわけではなかった可能性もある。一方で、開銀は情報生産活動を通じて、融資に消極的になりがちな民間金融機関から長期資金供給を誘導することに成功したと考えられる。

1970年代後半から80年代半ばにかけては、企業の公害防止投資は一段落した。公害防止投資は企業の存亡に関わるような要素ではなくなったものの、企業にとっては規制強化などのリスクや不確実性に備えて継続的・安定的に実施しなければならない投資であった。このため、この時期の開銀に対する公害防止融資の資金需要は、主に低利性に期待するものであったと考えられる。また、投資に必要な資金は、経済状況の安定化や公害防止投資水準の低下もあって、民間金融機関からの借入や内部資金の利用を中心に量的な確保は可能となり、必ずしも開銀を頼らなくてもよい状態になったと考えられる。

8. 頑健性の確認

第6節で既述の通り、個別企業の実質公害防止設備投資額 (I_{it}^P) は、正確な計数を取得することが困難であるため、一つの接近法として、先行研究でも広く参照されている通商産業省『主要産業の設備投資計画』から得られる、当該企業が属する産業の公害防止投資比率(表1)を用いて算出した。

業種別の公害防止投資比率は、通産省資料とカバレッジは若干異なるものの、開銀も独自のアンケート調査に基づき集計・算出している³³。本節では、開銀による産業別公害防止投資比率(表9)を用いて実質公害防止設備投資額 (I_{it}^P) を再計算し³⁴、これを利用して同様の推計を行うことで推計結果の頑健性を確認する。

この推計結果を前半期と後半期について示すと表10、表11の通りとなる。前半期について表7と表10の結果を比較すると、 JDB/K の有意性が若干低下する他はほとんど違いがなく、結果は頑健であると言える。後半期(表11)については $Q_{it}^A - 1$ が有意でなくなったことと、(5)(6)のケースで $CASH/K$ が有意でなくなったことのほかは表8と概ね同じ結果となっている³⁵。 $Q_{it}^A - 1$ が有意でないことは、後半期においては公害防止投資の非収益性が顕在化したとも考えられる。いずれにしてもこうした推計結果の変化は、本稿の結論に大きな影響を与えるものではない。以上をまとめると、ここでの推計結果は、前半期・後半期それぞれにおいて、各係数推計値の統計的有意性には若干の相違はあるが概ね同じ結果が得られており、企業の公害防止投資と開銀の公害防止融資との統計的な関係には頑健性があると言える。

³³ 日本開発銀行(1978, 1991)を参照。

³⁴ ただし、表9の「無機化学」は調査対象企業が多くないことも影響して、表1の「化学(石油化学を除く)」の計数と大きく乖離している部分も見受けられる。このため、ここでは表9の「化学」を表1の「化学(石油化学を除く)」に対応するものとして採用することとした。また、表9の1970年度と71年度の「無機化学」「有機・石油化学」の値が欠落しているが、ここでは「化学」の値を適用することで補完した。

³⁵ 表11のケース(4)では、Sarganテストの結果を見ると、有意水準10%を基準とすると帰無仮説を棄却できないことから、結果の解釈には留意が必要である。

表9 業種別公害防止投資比率（開銀調査）

（単位：％）

年度	1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
全産業	2.9	5.3	6.1	7.6	13.1	18.1	11.7	6.1	4.0	3.4	2.9	4.0	3.8	3.5	2.0	3.2
製造業	3.3	7.2	9.4	11.7	18.7	21.9	16.8	8.1	5.0	4.4	2.5	3.0	2.5	1.5	1.2	1.8
食品	2.2	4.7	5.3	5.3	7.3	11.5	5.3	3.3	2.0	2.3	2.4	2.0	1.9	0.6	0.7	1.9
繊維	2.6	2.0	4.9	6.5	10.1	22.8	7.2	3.9	1.3	0.7	1.8	3.1	1.2	0.4	0.5	1.2
紙・パルプ	4.1	16.1	15.7	20.8	28.3	18.7	15.9	5.5	6.0	5.0	2.8	3.8	2.4	1.3	2.1	3.3
化学	3.3	6.9	10.6	16.0	27.5	27.4	15.3	7.1	3.8	3.2	2.5	2.7	2.2	1.0	2.1	3.8
（無機化学）	-	-	15.6	33.7	64.5	59.7	32.3	14.3	2.7	4.6	5.2	3.8	2.8	2.4	10.8	10.2
（有機・石油化学）	-	-	11.0	14.6	18.8	18.8	15.0	7.6	5.3	3.6	2.5	3.3	2.9	1.0	0.5	3.6
石油精製	9.1	14.8	16.3	22.1	38.1	41.3	44.4	5.6	3.7	5.6	5.3	10.2	4.5	2.4	1.8	1.2
窯業・土石	2.6	6.6	10.6	11.0	11.4	14.5	8.6	12.5	13.5	9.1	7.1	5.5	4.9	1.6	1.6	2.3
（セメント）	5.0	5.8	11.6	11.7	14.6	16.8	10.3	17.5	18.0	13.7	10.7	8.9	8.8	3.4	3.3	4.1
鉄鋼	3.8	8.6	13.0	15.4	17.5	18.5	21.2	11.1	10.3	11.4	4.1	6.0	6.4	5.1	3.8	3.8
非鉄金属	5.5	9.2	10.1	8.3	12.9	19.2	14.4	17.4	6.3	4.1	2.9	3.0	2.5	1.4	1.1	0.6
一般機械	0.4	1.0	1.8	2.3	3.6	5.8	2.7	2.2	2.1	1.2	1.2	0.9	0.5	0.5	0.3	0.8
電気機械	0.4	1.7	1.3	1.6	1.9	2.5	1.8	1.6	1.0	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.3	0.8
輸送用機械	3.2	6.1	7.1	11.6	21.2	25.9	16.4	12.1	4.0	2.4	1.2	0.9	0.7	0.6	0.4	1.1
（自動車）	-	-	9.5	15.2	28.7	30.4	18.0	12.6	4.0	2.4	1.2	0.8	0.7	0.6	0.4	1.1
その他	1.1	3.6	5.3	7.5	10.3	18.8	14.5	6.6	3.1	2.3	1.4	1.6	1.2	0.5	0.5	0.9
非製造業	2.1	2.7	2.8	2.9	5.4	11.2	7.0	6.2	3.4	2.7	3.2	4.7	4.9	5.1	2.7	4.3
鉱業	1.4	7.4	3.3	5.1	5.3	11.9	4.5	2.7	2.9	7.5	2.2	1.4	1.8	2.8	0.7	0.3
建設	-	-	0.9	1.5	1.2	3.4	0.9	0.9	0.7	1.0	0.5	1.1	0.8	0.5	0.5	1.7
電力	4.0	5.9	6.0	6.2	10.6	13.0	12.2	7.4	5.6	4.5	5.7	7.9	8.3	9.9	7.1	7.5
ガス	2.6	1.7	2.7	2.5	5.0	9.2	8.0	1.9	1.1	1.0	0.7	14.7	17.3	14.6	3.7	0.8
その他	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	2.6	0.5	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.6

（注） 1970年度は支払いベース，71年度からは工事ベース。

（資料） 日本開発銀行（1978），「設備投資動向調査統計集」，『調査』，No. 21，日本開発銀行（1991），「設備投資動向調査統計集」，『調査』，No. 147。

表 10 推計結果 (前半期・1970～1976 年度)

P_{it}/K_{it-1}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q_{it-1}^A	0.0196 *** (0.0035)	0.0195 *** (0.0033)	0.0195 *** (0.0032)	0.0182 *** (0.0030)	0.0182 *** (0.0029)	0.0184 *** (0.0028)
$LLOAN_{it}/K_{it-1}$	0.0407 *** (0.0064)	0.0408 *** (0.0067)	0.0382 *** (0.0057)	0.0230 *** (0.0064)	0.0247 *** (0.0065)	0.0243 *** (0.0065)
$CASH_{it-1}/K_{it-1}$	-0.0041 (0.0057)	-0.0029 (0.0053)	-0.0038 (0.0059)	-0.0057 (0.0058)	-0.0050 (0.0052)	-0.0056 (0.0058)
$DEBT_{it-1}$	-0.0189 (0.0200)	-0.0143 (0.0170)	-0.0172 (0.0181)	-0.0189 (0.0159)	-0.0149 (0.0140)	-0.0165 (0.0159)
$GRANT_t$	0.2503 (0.2288)	-0.0850 (0.2461)	0.0077 (0.2627)	0.1821 (0.2060)	-0.1324 (0.2270)	-0.0332 (0.2421)
JDB_{it}/K_{it-1}		0.5183 * (0.2940)			0.5008 * (0.2868)	
JDB_{it}/K_{it-1} * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$			1.0849 (1.0483)			0.9843 (0.9505)
$INFO_{it}$ * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$				0.0087 *** (0.0028)	0.0077 *** (0.0025)	0.0069 ** (0.0027)
$INFO_{it}$ * $CASH_{it-1}/K_{it-1}$				-0.0003 (0.0036)	0.0007 (0.0034)	0.0004 (0.0035)
$UNCER_{it}$	-0.0048 (0.0040)	-0.0047 (0.0037)	-0.0050 (0.0041)	-0.0053 (0.0043)	-0.0053 (0.0038)	-0.0056 (0.0042)
P_{it-1}/K_{it-2}	0.1479 *** (0.0540)	0.1123 ** (0.0571)	0.1163 ** (0.0586)	0.1363 ** (0.0556)	0.1098 ** (0.0457)	0.1136 ** (0.0509)
<i>constant</i>	0.0225 (0.0236)	0.0178 (0.0202)	0.0187 (0.0230)	0.0194 (0.0190)	0.0157 (0.0202)	0.0152 (0.0216)
Industry Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
AR(2) Test: Prob.	0.2458	0.3723	0.3120	0.3635	0.5145	0.4435
Sargan Test: Prob.	0.2996	0.2544	0.2678	0.3689	0.4214	0.3677
Observations	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360
Groups	227	227	227	227	227	227

(注) 表 6 に同じ

表 11 推計結果 (後半期・1977~1985 年度)

P_{it}/K_{it-1}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Q^A_{it-1}	0.0010 (0.0006)	0.0009 (0.0007)	0.0006 (0.0006)	0.0009 (0.0006)	0.0008 (0.0007)	0.0006 (0.0006)
$LLOAN_{it}/K_{it-1}$	0.0387 *** (0.0132)	0.0355 *** (0.0102)	0.0244 *** (0.0085)	0.0228 (0.0153)	0.0206 (0.0154)	0.0215 (0.0151)
$CASH_{it-1}/K_{it-1}$	0.0023 (0.0046)	0.0029 (0.0043)	0.0044 (0.0035)	0.0071 (0.0057)	0.0083 (0.0054)	0.0074 (0.0056)
$DEBT_{it-1}$	0.0180 ** (0.0085)	0.0208 ** (0.0088)	0.0207 ** (0.0092)	0.0174 * (0.0093)	0.0202 ** (0.0082)	0.0205 ** (0.0089)
$GRANT_t$	0.8940 *** (0.3016)	0.5875 * (0.3034)	0.5218 *** (0.1647)	0.8098 *** (0.2500)	0.5252 * (0.2872)	0.4976 *** (0.1541)
JDB_{it}/K_{it-1}		0.6126 (0.8516)			0.5803 (0.8108)	
JDB_{it}/K_{it-1} * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$			2.4433 *** (0.8074)			2.3893 *** (0.8234)
$INFO_{it}$ * $LLOAN_{it}/K_{it-1}$				0.0077 (0.0069)	0.0068 (0.0058)	0.0017 (0.0047)
$INFO_{it}$ * $CASH_{it-1}/K_{it-1}$				-0.0024 (0.0022)	-0.0023 (0.0017)	-0.0014 (0.0014)
$UNCER_{it}$	0.0064 (0.0040)	0.0066 (0.0040)	0.0056 (0.0037)	0.0068 * (0.0039)	0.0066 * (0.0039)	0.0059 (0.0037)
P_{it-1}/K_{it-2}	0.1006 *** (0.0355)	0.0906 * (0.0498)	0.0960 ** (0.0381)	0.0997 *** (0.0360)	0.0911 * (0.0489)	0.0947 ** (0.0391)
<i>constant</i>	-0.0172 ** (0.0086)	-0.0193 ** (0.0098)	-0.0179 ** (0.0090)	-0.0169 * (0.0089)	-0.0194 ** (0.0091)	-0.0178 ** (0.0086)
Industry Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year Fixed Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
AR(2) Test: Prob.	0.3628	0.3083	0.3557	0.2996	0.2524	0.3497
Sargan Test: Prob.	0.2170	0.2600	0.1520	0.0968	0.1995	0.1768
Observations	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122
Groups	241	241	241	241	241	241

(注) 表 6 に同じ

9. おわりに

本稿では、公害規制が強化された 1970 年代の日本における企業の旺盛な公害防止投資行動とそれを支えた資金調達に注目し、日本におけるグリーンファイナンスの嚆矢とも言える開銀の公害防止融資制度が果たした役割を検討した。こうした企業の投資行動は、1970 年代終わり頃に公害問題が鎮静化し環境が改善した要因の一つとしてしばしば指摘されてきた。OECD などは、こうした設備投資を促したのが政府による規制強化とその遵守を促す助成措置であったと考察している。しかし、既存の分析でこうした考察を実証的に分析したものはほとんど見当たらない。このような状況を踏まえ、本稿では助成措置の一つとして政府系金融機関であった開銀の公害防止融資制度を採り上げ、その効果をトービンの q タイプの設備投資関数を企業レベルのデータを利用して推計することで検証した。分析にあたっては、OECD が考察している開銀の政策金融機能としての長期・低利資金の供給が企業の公害防止投資に与えた影響のみならず、開銀の情報生産機能の効果の計測も対象とした。また、70 年代が大きなマクロ経済ショックに見舞われた時期であることを踏まえ、リスクや不確実性の影響などの企業の資金調達に影響を与えうるいくつかの要因も考慮した。

旺盛な公害防止投資が行われた 1970 年度から 76 年度を前半期、投資が一段落した 1977 年度から 85 年度を後半期として分析した結果、次のような結果が得られた。第 1 に、開銀公害防止融資の低利性は、前半期には公害防止投資を促進するインセンティブとして機能していなかったことである。一般に公害防止投資は収益性が低いことからコスト的要素が強く、開銀融資の grant element 機能は企業収益を補完するものとして企業の公害防止投資を支えることが期待されたが、企業は開銀融資の低利性にはあまり関心がなかったと考えられる。ただし、後半期には grant element 機能は顕著に発揮されており、企業は公害防止投資にあたって開銀融資の低利性に大きな期待を寄せていた。

第 2 に、開銀の長期資金の availability 供与機能は、前半期の企業の旺盛な公害防止投資の促進に大きな効果を上げたことである。民間金融機関からの資金調達環境が必ずしもよくないなか、開銀融資は企業の公害防止投資に必要な資金を量的な面で支えることで貢献したと言える。ただし、後半期には有効に機能していなかったことも明らかとなった。この時期、企業は公害防止投資に必要な資金を開銀以外からできた可能性が高いと考えられる。

第 3 に、公害防止融資に関する開銀の情報生産機能については、前半期には協調融資に関する量的補完効果が不完全だったが、一方で民間金融機関からの借入制約を緩和していたこと、全期間を通して見ると量的補完効果および民間金融機関からの借入制約緩和の両方の効果が確認できることである。

第 1 の結果は、OECD が述べた通説とは異なる結果である。また、第 2 の結果はこれまで十分検証されてこなかった OECD の考察を支持するものとなっており、この意味において、規制強化とパッケージで行われた助成措置としての開銀公害防止融資は 1970 年代半ばの企業の公害防止投資の促進に貢献したと言えよう。

以上をまとめると、本稿の分析結果に基づけば、1970年代半ばまでの開銀公害防止融資は、低利性を通じて企業の費用低下をもたらしたというよりもむしろ、必要資金の量的な供給により企業の集中的な投資の円滑化を支援し、その結果として産業公害の克服および環境改善の時間短縮化において大きな役割を果たしたと評価できよう。これは坂下他（1981）の考察と整合的な結果と言える。

本稿の結果は、現在深刻な大気汚染や水質汚濁に見舞われている発展途上国にとっても示唆を与えうる。途上国では環境配慮意識が未成熟であり、費用負担能力も低い場合が多い。このため、直接規制や環境税といったペナルティ的要素を持つ政策のみでは社会的受容性に乏しく、環境改善につながりにくいと考えられる。途上国の金融システムが銀行貸出中心で有効に機能するのであれば、開銀融資のような直接規制を達成するための助成措置を導入し、企業に公害防止投資のインセンティブを与える制度を構築することは、市場に大きな歪みを与えず環境改善の時間費用の最小化、早期達成を実現できる可能性がある。日本の経験の途上国へ適用は簡単でないことは言うまでもないが、本稿の結果は途上国が環境政策を立案する際の参考となろう。

補論 A データセットの構築

A.1 企業財務データと決算期の取り扱い

企業財務データは、日本政策投資銀行の「企業財務データバンク」に収録されている、東証一部・二部上場企業の有価証券報告書データ（個別決算）を利用する。企業財務データは、決算月が1～6月までの場合は前年度データ、7～12月までの場合は当年度データとして取り扱うこととした。決算期の変更がある場合、同一年度に複数の決算期末が属することがあり得るが、会計期間の長さなどを考慮しながら適宜年度の振り分けを行った。なお、決算期の変更に伴う変則決算のデータは、12か月換算を行わないデータ（「企業財務データバンク」の「正規化なし」）を採用している。

A.2 産業分類の対応

データセットの産業分類は原則として「企業財務データバンク」の業種小分類に基づいている。ただし、表1の通商産業省『主要産業の設備投資計画』における産業の定義も踏まえ、一部の業種細分類項目を除外している。産業分類の対応関係は表A1の通りである。

A.3 実質公害防止投資額の算出

資本財の種類を(1)建物、(2)構築物、(3)機械装置、(4)船舶、(5)車両運搬具、(6)工具器具備品、(7)土地、(8)その他有形固定資産の8つに分類し、財ごとに設備投資データを構築した。まず、「企業財務データバンク」から名目設備投資額として、附属明細書の「有形固定資産当期増加額」を採用した³⁶。「企業財務データバンク」から財ごとの投資額が得られない場合は、「有形固定資産当期増加額」全体を当期の「有形固定資産期末残高」の財別シェアで按分することで算出して補完した。

財ごとの名目設備投資額の実質化には、日本銀行「物価指数年報」収録の「卸売物価指数」により各財に対応した物価指数（1956年度=1、財務データの収録初年度が1957年度以降の企業については収録初年度=1）を用いた。建物および構築物は「建設用材料」、機械装置および工具器具備品は「機械器具」、船舶および車両運搬具は「輸送用機器」、その他有形固定資産は「工業製品」の指数をそのまま利用している。土地のデフレーターについては、日本不動産研究所「六大都市・市街地価格指数（工業地）」の半期データのうち、各企業の決算

³⁶ 名目設備投資額の算出方法は、堀・齊藤・安藤（2004）に依拠している。なお、企業財務データから名目設備投資額を求める方法については、外木・中村・浅子（2010）で詳しく検討されている。

表 A1 産業分類の対応

通商産業省 『主要産業の設備投資計画』	企業財務データバンク
鉄鋼	鉄鋼（除・鉄素形材）
石油	石油精製
紙・パルプ	パルプ・製紙
非鉄金属	非鉄金属製錬（除・核燃料精製） 非鉄金属圧延 その他非鉄金属素形材（除・核燃料加工）
化学（石油化学を除く）	化学肥料 無機化学工業製品
石油化学	有機化学工業製品 油脂，石けん，塗料（除・塗料） その他化学工業（除・医薬品）
鉱業（石炭を除く）	金属鉱業 非金属鉱業 原油天然ガス
セメント	セメント・同製品

期に最も近い指数を用いた（1956年度=1，財務データの収録初年度が1957年度以降の企業については収録初年度=1）。

このようにして計算した各財の実質設備投資額を集計することで企業の実質設備投資額のデータとした。ここから（7）の土地を除いた上で，通商産業省『主要産業の設備投資計画』から得られる，各企業が属する産業の公害防止投資比率を乗じることにより，企業の実質公害防止投資額（ I_{it}^p ）としている。

A.4 実質資本ストックデータの構築

実質公害防止投資と同様に，資本財の種類を8つに分けて，償却可能固定資産については1956年度（「企業財務データバンク」の収録初年度が1957年度以降の企業については収録初年度）を起点とする恒久棚卸法（perpetual inventory method）により作成した。すなわち，（1）～（6），（8）の7種類の償却可能資産については，次の算式に従って財別の実質資本ストックを順次計算して作成した。

$$K_{it} = (1 - \delta)K_{it-1} + I_{it}$$

ここで， K_{it} は企業*i*の*t*期の実質資本ストック， I_{it} は企業*i*の*t*期の実質設備投資， δ は物理的な資本償却率をそれぞれ表す。Hayashi and Inoue（1991）に従って資本償却率は，（1）建物 0.047，（2）構築物 0.0564，（3）機械装置 0.09489，（4）船舶 0.1470，（5）車両運搬具 0.1470，（6）工具器具備品 0.08838，（8）その他有形固定資産 0.08838 とした。

（7）土地に関する時価評価額の系列も1956年度（財務データの収録初年度が1957年度

以降の企業については収録初年度) を起点として次式により逐次計算して作成している³⁷⁾.

$$LAND_{it} = LAND_{it-1} \times (p_t^L / p_{t-1}^L) + NILAND_{it}$$

$$NILAND_{it} = ILAND_{it} - DLAND_{it} \times (p_t^L / p_{t-1}^L)$$

ここで、 $LAND_{it}$ は土地ストック時価、 $NILAND_{it}$ は土地純増額、 $ILAND_{it}$ は土地増加額、 $DLAND_{it}$ 土地減少額、 p_t^L は地価指数をそれぞれ表している。なお、先行研究にしたがって、土地減少額、すなわち売却された土地は、前年度に購入されたものとする「後入先出法」を仮定している。

このようにして算出された(1)～(8)の財別実質資本ストックのうち、(7)土地を除く償却資産のみを集計して、企業別の実質資本ストックの系列を構築した。

A.5 トービンの q の算出

トービンの q (平均 Q)、および有利子負債については次の要領により計算している。なお、土地時価評価額は、A.4節で算出した(7)土地の系列を利用している。

- トービンの q (平均 Q):

$$Q^A = \frac{\text{株式時価総額} + \text{期末有利子負債残高} - \text{棚卸資産} - \text{土地時価評価額}}{\text{前期設備投資デフレーター} \times \text{前期末資本ストック}}$$

- 株式時価総額 = $\left(\frac{\text{期中最高株価} + \text{期中最低株価}}{2} \right) \times \text{期末発行済み株式数}$

- 有利子負債 =

短期借入金 + 社債 + 1年以内償還予定社債 + 1年以内返済予定長期借入金
+ コマーシャルペーパー + 関係会社短期借入金 + 短期スワップ債務
+ 1年以内返済予定関係会社長期借入金 + 長期借入金 + 長期スワップ債務
+ 関係会社長期借入金 + 長期未払金 + 受取手形割引高 + 受取手形譲渡高
+ 輸出為替手形割引高

³⁷⁾ 1956年度(あるいはデータ収録初年度)の簿価と時価が一致すると仮定している。

A.6 個別企業の開銀公害防止融資額の算出

個別企業の開銀公害防止融資額 (JDB_{it}) は次式により算出した。

$$JDB_{it} = \text{個別企業実質開銀融資額}_{it} \times \text{産業別公害防止融資係数}_{jt}$$

ここで j は当該企業が属する産業を表す識別子である。個別企業実質開銀融資額は、有価証券報告書に記載されている開銀からの「借入金当期増加額」を GDP デフレーターで実質化して求めた³⁸。その値は公害防止融資を含む全ての開銀からの融資額であるため、産業別に算出した公害防止融資係数を乗じることにより、個別企業の開銀公害防止融資額とした。産業別公害防止融資係数は次式により算出した。これは図 2 の折れ線を産業別に計算したものに相当する。

$$\text{産業別公害防止融資係数}_{jt} = \text{産業別公害防止融資額}_{jt} / \text{産業別開銀融資総額}_{jt}$$

右辺分母の産業別開銀融資総額は日本政策投資銀行 (2002) から実績値を取得した。一方、分子の産業別公害防止融資額は開示されていないので、次式により求めた。

$$\text{産業別公害防止融資額}_{jt} = \text{公害防止融資総額}_t \times \text{公害防止設備投資の産業別シェア}_{jt}$$

右辺の公害防止融資総額 (全産業の合計値) は日本政策投資銀行 (2002) から実績値を取得した。公害防止設備投資の産業別シェアは日本開発銀行 (1978, 1991) により算出した公害防止設備投資の産業別シェアを利用した。公害防止融資の総額を産業別シェアで按分して産業別の公害防止融資額としている。

A.7 開銀情報生産ストック指数の構築

開銀が生産した情報量は、開銀が支出した事務費 (大部分が人件費) に比例するものと仮定し、各企業の開銀との取引開始年度を起点とする恒久棚卸法により開銀が生産した情報のストック変数を作成した³⁹。

まず、日本政策投資銀行 (2002) から得られる開銀の各年の事務費を GDP デフレーターで実質化し、次式にしたがって逐次計算した。

$$INFO_{it} = (1 - \delta)INFO_{it-1} + OE_t$$

ここで $INFO_{it}$ は開銀により生産された企業 i の t 期の情報ストック、 OE_t は t 期における開銀の

³⁸ 開銀からの借入金当期増加額は「企業財務データバンク」に収録されていないため、有価証券報告書から手作業で収集した。

³⁹ 開銀が生産した情報量の代理変数としては、Banking 分野の研究でしばしば見られるように、各取引企業との取引期間を利用することも考えられるが、開銀が生産する情報は審査やモニタリングといった取引企業関連情報のみならず、業界動向や経済見通し、政策動向なども含めて多岐にわたり、かつその量も市中銀行に比べて相当多いことから、ここではこれらを包含する簡便な方法として開銀が支出した事務費を利用している。

事務費総額， δ は情報ストックの陳腐化率を表す． δ の値は研究開発ストックの陳腐化率に類似するものと考え，Corrado et al. (2009) を参考に 0.2 とした．上式による計算は各企業が開銀と取引を開始した年度から開始し，開銀との取引開始前や取引のない企業については $INFO_{it}$ はゼロをとる．

生産された情報の上式に基づく蓄積は取引開始後 5 年にわたって行われるものとし，6 年目以降は陳腐化した情報の更新のみが行われるものとした．すなわち，6 年目以降の $INFO_{it}$ は 5 年目の水準で一定とした．

このような手続きで作成した $INFO_{it}$ を，各企業の開銀との取引開始年度を 1 に基準化して指数系列を構築した．

参考文献

- 浅子和美・國則守生・井上徹・村瀬英彰（1991），「設備投資と資金調達—連立方程式モデルによる推計—」『経済経営研究』，第 11 卷 第 4 号，日本政策投資銀行設備投資研究所。
- 浅子和美・國則守生・井上徹・村瀬英彰（1997），「設備投資と土地投資：1977-1994」浅子和美・大瀧雅之 [編]『現代マクロ経済動学』，323-349 頁，東京大学出版会。
- 浅子和美・外木好美（2010），「資本ストックの異質性と Multiple q 」『経済研究』，第 61 卷 第 4 号，325-341 頁，一橋大学経済研究所。
- 李秀澈（2004），『環境補助金の理論と実際』，名古屋大学出版会。
- 伊藤康（2016），『環境政策とイノベーション』，中央経済社。
- 内山勝久（2013），『公害防止と開銀融資—わが国高度成長期における経験—』，RCGW Discussion Paper Series, No. 45，日本政策投資銀行設備投資研究所。
- 内山勝久（2015），『環境対策と開銀融資—1980～90 年代における変遷—』，RCGW Discussion Paper Series, No. 51，日本政策投資銀行設備投資研究所。
- 小椋正立・吉野直行（1984），「税制と財政投融资」小宮隆太郎・奥野正寛・鈴木興太郎 [編]『日本の産業政策』，105-131 頁，東京大学出版会。
- 小椋正立・吉野直行（1985），「特別償却・財政投融资と日本の産業構造」『経済研究』，第 36 卷 第 2 号，110-120 頁，一橋大学経済研究所。
- 貝塚啓明（1981），「金融における官業と民業」，『季刊現代経済 臨時増刊』，42-50 頁，日本経済新聞社。
- 小西彩（1996），「日本における公害防止のための公的融資制度について—今後の環境ツール・ステップ・ローンの参考のために—」『開発援助研究』，Vol. 3, No. 1, 168-187 頁，海外経済協力基金開発援助研究所。
- 坂下昇・堀内行蔵・山崎福寿（1981），「政策金融の評価—基礎理論および若干の実証例—」，日本開発銀行設備投資研究所，未公刊論文。
- 鈴木和志（2001），『設備投資と金融市場—情報の非対称性と不確実性—』，東京大学出版会。
- 武井安彦・寺西重郎（1991），「戦後経済成長と生産性・長期資金」『経済研究』，第 42 卷 第 2 号，106-116 頁，一橋大学経済研究所。
- 通商産業省・通商産業政策史編纂委員会 [編]（1991），『通商産業政策史 第 15 卷—第 IV 期 多様化時代 (4)』，通商産業調査会。
- 寺尾忠能（1994），「日本の産業政策と産業公害」小島麗逸・藤崎成昭 [編]『開発と環境—アジア「新成長圏」への課題—』，265-348 頁，アジア経済研究所。
- 寺西重郎（1981），「人為的低金利政策と政府金融」『季刊現代経済 臨時増刊』，51-60 頁，日本経済新聞社。
- 外木好美・中村純一・浅子和美（2010），「Multiple q による投資関数の推計—過剰設備の解

- 消過程における資本財別投資行動の考察—『経済経営研究』, 第 31 卷 第 2 号, 日本政策投資銀行設備投資研究所.
- 日本開発銀行 (1976), 『日本開発銀行二十五年史』, 日本開発銀行.
- 日本開発銀行 (1978), 「設備投資動向調査統計集」『調査』, 第 21 号, 日本開発銀行調査部.
- 日本開発銀行 (1991), 「設備投資動向調査統計集」『調査』, 第 147 号, 日本開発銀行調査部.
- 日本政策投資銀行 (2002), 『日本開発銀行史』, 日本政策投資銀行.
- 花崎正晴 (2008), 『企業金融とコーポレートガバナンス—情報と制度からのアプローチ—』, 東京大学出版会.
- 花崎正晴・蜂須賀一世 (1997), 「開銀融資と企業の設備投資」浅子和美・大瀧雅之 [編] 『現代マクロ経済動学』, 377-413 頁, 東京大学出版会.
- 日向野幹也 (1986), 『金融機関の審査能力』, 東京大学出版会.
- 福田慎一・計聡・奥井めぐみ・奥田健一 (1999), 「長期資金と設備投資—日本の企業別データを用いた実証分析—」, 郵政研究所ディスカッションペーパー・シリーズ, No. 1999-08.
- 福田慎一・寺西重郎 (2003), 「経済発展と長期資金」『経済研究』, 第 54 卷 第 2 号, 160-181 頁, 一橋大学経済研究所.
- 福田慎一・照山博司・神谷明広・計聡 (1995), 「製造業における政策金融の誘導効果—情報生産機能からのアプローチ—」『経済分析』, 第 140 号, 経済企画庁経済研究所.
- 堀内昭義・大瀧雅之 (1987), 「金融：政府介入と銀行貸出の重要性」浜田宏一・黒田昌裕・堀内昭義 [編] 『日本経済のマクロ分析』, 123-148 頁, 東京大学出版会.
- 堀敬一・齊藤誠・安藤浩一 (2004), 「1990 年代の設備投資低迷の背景について—財務データを用いたパネル分析—」『経済経営研究』, 第 25 卷 第 4 号, 日本政策投資銀行設備投資研究所.
- 松林洋一 (1995), 「期待利潤率, 不確実性と設備投資—日米比較—」, 『日本経済研究』, No. 28, 31-52 頁.
- Allen, F. and D. Gale (2000), *Comparing Financial Systems*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Blundell, R. and S. Bond (1998), “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models,” *Journal of Econometrics*, 87(1), 115-143.
- Caballero, R. J. (1991), “On the Sign of the Investment-Uncertainty Relationship,” *American Economic Review*, 81(1), 279-288.
- Caballero, R. J. and R. S. Pindyck (1996), “Uncertainty, Investment, and Industry Evolution,” *International Economic Review*, 37(3), 641-662.
- Corrado, C., C. Hulten and D. Sichel (2009), “Intangible Capital and U.S. Economic Growth,” *Review of Income and Wealth*, 55(3), 661-685.
- Fazzari, S. M., R. G. Hubbard and B. C. Petersen (1988), “Financing Constraints and Corporate Investment,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 1988(1), 141-206.

- Fukuda, S. (2004), "The Role of Long-term Funds for Economic Development: Empirical Evidence in Japan, Korea and Taiwan," in J. P. H. Fan, M. Hanazaki and J. Teranishi (eds.) *Designing Financial Systems in East Asia and Japan*, Chapter 2, 47-83, London: RoutledgeCurzon.
- Hatase, M. and Y. Matsubayashi (2019), "Does Government Promote or Hinder Capital Accumulation? Evidence from Japan's High-growth Era," *Structural Change and Economic Dynamics*, 49, 245-265.
- Hayashi, F. (1982), "Tobin's Marginal q and Average q : A Neoclassical Interpretation," *Econometrica*, 50(1), 213-224.
- Hayashi, F. and T. Inoue (1991), "The Relation between Firm Growth and Q with Multiple Capital Goods: Theory and Evidence from Panel Data on Japanese Firms," *Econometrica*, 59(3), 731-753.
- Horiuchi, A. and Q.-Y. Sui (1993), "Influence of the Japan Development Bank Loans on Corporate Investment Behavior," *Journal of the Japanese and International Economies*, 7(4), 441-465.
- Kato, K., T. Shibata, K. Fukui, A. Mogi, Y. Miwa, Y. Niwa, N. Ichikawa and M. Furuta (1994), "Policy Based Finance: The Experience of Postwar Japan," World Bank Discussion Papers, No. 221.
- OECD (1977), *Environmental Policies in Japan*, Paris: OECD. (環境庁国際課 [監修]・国際環境問題研究会 [訳] (1978), 『OECD レポート 日本の経験 環境政策は成功したか』, 日本環境協会.)
- OECD (1994), *OECD Environmental Performance Reviews*, Paris: OECD. (環境庁地球環境部企画課・外務省経済局国際機関第二課 [監訳] (1994), 『OECD レポート 日本の環境政策』, 中央法規.)
- Tobin, J. (1969), "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory," *Journal of Money, Credit and Banking*, 1(1), 15-29.