

ISBN4-326-54898-3

C3333 ¥2200E

勁草書房

定価 (本体2,200円+税)



9784326548989



1923333022008

Journal of Economic Policy Studies
Vol.4, No.1

CONTENTS

- Articles** Xingyuan ZHANG and Kegang YOU, Patent Citation and Technology Spillovers: Some Findings from Trade Data of Eastern Asian Countries and Regions
- Masayuki SATO, Construction Waste Problem and Housing Policy: An Econometric Analysis of Housing Preference Using Discrete Choice Models
- Akira MAEDA, Optimal Design of Lotteries for Public Fundraising
- Yasushi KAWABATA, Subsidies and Countervailing Duties on Intermediate Goods
- Masaru ICHIHASHI, Analysis for Causes of Japanese Long Recession in 90's on Principle of Equivalent of Three Aspects
- Takeshi KAWAKATSU, The Allocation of the Environmental Regulatory Powers among Central and Local Governments: The Focus on Local Environmental Taxes
- Taro OHNO, International Tax Treaty and Partial Fiscal Coordination
- Book Reviews** Hiroshi Ohbuchi and Makoto Ato, eds., *Political Science and Studies of Below Replacement Fertility* (by Motosuke SUGINO)
- Yoshitsugu Kanemoto, Katsuhito Hasuike, Toru Fujiwara, *Microeconomic Modelling for Policy Analysis* (by Noriyoshi NAKAYAMA)

Edited and Published by
the Japan Economic Policy Association

昭和六十一年十二月六日郵政省告示・第九六二号郵便法 第一項第五号該当行物にあたる学術刊行物

ISSN 1348-9232

経済政策ジャーナル

Journal of Economic Policy Studies

2006
第4巻 第1号
(通巻第57号)

研究論文

- 特許引用データから見た技術スピルオーバー
——先進国と東アジア諸国の国際貿易データに基づいて—— 張星源・優克剛
- 建築廃棄物問題と住宅政策
——離散選択モデルによる分析—— 佐藤真行
- 宝くじの最適設計と公共的資金調達 前田 章
- 中間財に対する補助金と相殺関税 川端 康
- 三面等価からの90年代長期不況要因分析 市橋 勝
- 環境政策の政府間機能配分論
——地方環境税を中心に—— 川勝健志
- 租税条約と部分的政策協調の理論的考察 大野太郎
- 大淵寛・阿藤誠編著「少子化の政策学」 杉野元亮
- 金本良嗣・蓮池勝人・藤原徹著「政策評価マイクロモデル」 中山徳良

書評

発行 日本経済政策学会 発売 勁草書房

Aims and Scope of the Journal:

The *Journal of Economic Policy Studies (JEPS)* is edited and published by the Japan Economic Policy Association. Its purpose is broadly defined, comprehensive coverage of both theoretical and empirical studies within the field of economic policy. The journal will publish qualified research articles, shorter papers or survey articles submitted by the members of the association. It will also include specially invited reports on specific issues of topical interest and book reviews.

Instructions to Authors:

The journal will be published twice annually. The submission of a paper will be held to imply that it contains original unpublished work and is not being submitted for publications elsewhere. For details of instructions, visit:

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jepa/index.html>

編集委員会 (Editorial Board)

編集委員長 (Chief Managing Editor)

新庄 浩二 (関西学院大学)
Koji Shinjo (Kwansei Gakuin University)

編集運営委員 (Managing Editors)

佐々木 實雄 (日本大学)
Mitsuo Sasaki (Nihon University)
島居 昭夫 (横浜国立大学)
Akio Torii (Yokohama National University)

編集顧問 (Honorary Board)

加藤 寛 植草 益
Hiroshi Kato Masu Uekusa
新野 幸次郎 横井 弘美
Kojiro Niino Hiromi Yokoi
藤井 隆 横山 彰
Takashi Fujii Akira Yokoyama
柏崎 利之輔 丸谷 冷史
Toshinosuke Kashiwazaki Reishi Maruya
野尻 武敏
Takatoshi Nojiri

編集委員 (Editors)

足立 文彦 (金城学院大学) 島岡 行博 (東海大学)
Fumihiko Adachi (Kinjo Gakuin University) Yukihiko Torikai (Tokai University)
上村 敏之 (東洋大学) 林 正義 (一橋大学)
Toshiyuki Uemura (Toyo University) Masayoshi Hayashi (Hitotsubashi University)
大住 圭介 (九州大学) 松波 淳也 (法政大学)
Keisuke Osumi (Kyushu University) Junya Matsunami (Hosei University)
駒村 康平 (東洋大学) 松本 保美 (早稲田大学)
Kohei Komamura (Toyo University) Yasumi Matsumoto (Waseda University)
胥 翀 (法政大学) 村瀬 英彰 (名古屋市立大学)
Peng Xu (Hosei University) Hideaki Murase (Nagoya City University)
瀧澤 弘和 (経済産業研究所) 家森 信善 (名古屋大学)
Hirokazu Takizawa (RIETI) Nobuyoshi Yamori (Nagoya University)
土井 教之 (関西学院大学) 柳川 隆 (神戸大学)
Noriyuki Doi (Kwansei Gakuin University) Takashi Yanagawa (Kobe University)

経済政策ジャーナル 第4巻第1号 (通巻第57号)

目次

【研究論文】

特許引用データから見た技術スピルオーバー	張星源・優克剛	2
——先進国と東アジア諸国の国際貿易データに基づいて——		
建築廃棄物問題と住宅政策	佐藤真行	22
——離散選択モデルによる分析——		
宝くじの最適設計と公共的資金調達	前田 章	38
中間財に対する補助金と相殺関税	川端 康	52
三面等価からの90年代長期不況要因分析	市橋 勝	67
環境政策の政府間機能配分論	川勝健志	85
——地方環境税を中心に——		
租税条約と部分的政策協調の理論的考察	大野太郎	112

【書評】

大淵寛・阿藤誠編著『少子化の政策学』	杉野元亮	131
金本良嗣・蓮池勝人・藤原徹著『政策評価ミクロモデル』	中山徳良	135

特許間引用データから見た技術スピルオーバー*

—先進国と東アジア諸国の国際貿易データに基づいて—

Patent Citation and Technology Spillovers: Some Findings
from Trade Data of Eastern Asian Countries and Regions

張 星源 (岡山大学)

優 克剛 (日本農産工業株式会社)

Xingyuan ZHANG, Okayama University

Kegang YOU, Nosan Corporation

要旨

本稿では、2002年までにアメリカ特許商標庁 (USPTO) に登録された各国の特許データを用いて、韓国、台湾、シンガポール、中国、マレーシア及びタイという東アジア6ヶ国・地域における特許の出願現状を分析するとともに、こうした国・地域の特許間引用情報に基づき、日本をはじめ、アメリカ、ヨーロッパ諸国などの先進国の特許への引用データを、国際標準産業分類 (ISIC) を用いて整理し、国際貿易が先進国から東アジアへの技術普及、または、技術スピルオーバーにどのような影響を与えているかを計量的に分析することを試みる。本稿の分析結果は、東アジア六ヶ国・地域と先進国の間の国際貿易が技術普及、または、技術スピルオーバーに重要な役割を果たしていることを示す。

Abstract

In this paper, we examine whether the international trade plays any important role as the channel of international technology diffusion through the empirical analysis for Korean, China, Taiwan, Singapore, Thailand and Malaysia. We utilize the U.S. patent citation data and the OECD international trade data to investigate the correlation between the learning of foreign technology in these economies and the trade experience with the developed countries, such as the U.S., Japan and other G7 countries.

キーワード： 特許間引用, 国際貿易, 技術スピルオーバー, 先進国と東アジア諸国

Keywords: Patent Citations, Trade, Technology Spillovers,
Eastern Asian Countries and Regions

JEL区分: O31, O33, F14

* 本稿作成にあたり、鳥居昭夫教授 (横浜国立大学) 及び2名匿名レフリーから貴重なコメントを頂きました。ここに記して感謝いたします。

1. はじめに

1980年代半ばより東アジアは著しい経済発展を成し遂げた。中でも台湾と韓国の経済発展は飛躍的なものであり、特に、この2ヶ国・地域が先端技術分野における新しい技術と製品の開発に大きな成功を収めており、技術水準の面でも先進国との差を著しく縮小させてきた。他方、1990年代の初頭より、中国は平均の成長率が8%台の高度成長期に入り、いまや“世界の工場”とも称されるように、その技術水準の向上も世界的に認められつつある。また、ASEAN諸国もアジア金融危機を乗り越え、堅実な発展を保持するように努めているところである。

このような東アジアのミラクルな経済発展は、それぞれの国及び地域における技術水準の向上に支えられ実現されたものであるが、いうまでもなく、その技術水準の向上にはアメリカや日本・ヨーロッパなどの先進国からの技術普及、または、技術スピルオーバーという欠かせない要因が働いていると考えられる。しかし、一国の技術水準は定義しがたいものである。同時に、技術普及、または、技術スピルオーバーがどのように行われたかについても、明確な結論がまだ得られていないのが実情である¹⁾。

Keller [2004] は、国々間の技術スピルオーバーは、主に国際貿易と海外直接投資 (FDI) という二つの経路を経由し行われるのではないかと分析した。しかしながら、前者、特に輸入について、伝統的なリカード貿易モデルでは、比較優位に基づく生産特化が貿易を行う国の生産性向上をもたらすことを示す反面、貿易が技術スピルオーバーにどのような影響を及ぼすか、または、貿易が技術スピルオーバーの主な経路になるかどうかについては明らかにしていない。

Coe and Helpman [1995] は、OECD諸国について、一国の生産性向上が国際貿易を通じて他国の研究開発投資からその恩恵 (スピルオーバー) を受けていることを実証的に示した。この研究では、生産性の向上という間接的な方法でスピルオーバーを捉え、スピルオーバーと国際貿易との繋がりを明らかにした。それ以来、数多くの研究は、その計量的な枠組に幾つかの改良を積み重ね、海外からの輸入が技術スピルオーバーの重要なチャネルであることを確認した²⁾。

他方、Sjoholm [1996] は上記の研究とはやや異なる方法で技術スピルオーバーを捉えようとした。その研究では、特許間の引用 (citation)、すなわち、自国の特許がある外国の特許を引用する件数を技術スピルオーバーの代理変数として、その外国貿易との関連性を検討した。実証分析の結果はスウェーデンの特許による特許引用は被引用国からの輸入との間に正の相関関係が存在することを示した。

輸出を通じて海外のイノベーション成果を学習することができるかどうかについても、近年、注目されてきた。多くの研究では、輸出を行っている企業に比べ、輸出を行っている企業の方がより高い生産性を実現していると指摘したが、既存の理論モデルでは輸出による学習効果があるかどうかを解明していない。これまでに、海外直接投資 (FDI) により技術スピルオーバーがもたらされたことについて、3つのメカニズムが働いているといわれている³⁾。すなわち、デモンストレーション効果、人的な流動効果、及び、売手企業と買手企業とのリンケージ効果である。このようなメカニズムは貿易を行う企業の間実際に存在するかどうか、そして、このようなメカニズムは企業のイノベーションとどのような関連にあるかが解明すべき、重要な

1) Griliches [1990] では、技術スピルオーバーをいかに確認、或いは、計測するかは、技術経済学の分野においては、未解決の問題だと指摘した。

2) 例えば、Eaton and Kortum [1996]、Keller [1999]、Xu and Wang [1999] や Keller [2001] などがある。

3) MacGarvie [2002], p.7.

課題であると思われる。この課題を検討した一つの試みは MacGarvie [2002] である⁴⁾。

輸出による売手と買手企業とのリンケージ効果について、MacGarvie [2002] はフランスの鉄鋼メーカ、Usinor、という例を取り上げた。Usinor はヨーロッパにおける自動車車体用材料を提供する最大手である。輸出側として、日本の自動車メーカをはじめ、アメリカやヨーロッパの自動車メーカなどの多くの買手との技術交流を最も重要視しているといわれている。こうした技術交流の結果として、アメリカの特許商標庁 (the U.S. Patent and Trademark Office (USPTO)) に登録された Usinor の特許には、マツダ、スズキ、クライスラーやタイムラー・クライスラーの特許を多く引用していることがわかった。MacGarvie [2002] はこのような輸出によりもたらされた技術スピルオーバーに注目し、ヨーロッパ特許庁 (the European Patent Organisation (EPO)) 特許引用情報を含むフランス企業データに基づき、企業の輸入及び輸出と企業の特許引用との関連を分析した。その結果は、フランス企業のうち、国際貿易を行う企業はより多くの特許引用を行うのみならず、特に輸出企業は、買手とのコミュニケーションや競争相手の調査・分析を通じて、より新しい技術を獲得できることを示している。

このように、特許引用情報を技術スピルオーバーの代理指標として用いるアプローチは近年進んでいる USPTO 及び EPO の特許データソースの開示に伴って、数多くの研究成果を生み出している⁵⁾。Hall et al. [2001] によれば、ある特許が先行特許を引用することは、この特許と先行特許の間における技術の流れを表すものと解することができる。特許引用データを

利用するには、幾つかの問題点はあるが、このイノベーション間の技術リンケージを表す指標として、特許引用データが技術スピルオーバーに関する重要な情報源であることは疑いない⁶⁾。

Jaffe et al. [1993] の先駆的研究では、USPTO の特許引用データを用いてアメリカ各州における技術スピルオーバーを分析した。さらに、同じデータソースで、Jaffe and Trajtenberg [1996] [1999] では、特許引用データで示される技術スピルオーバーの決定要因を、研究機関レベル及び国レベルで検討した。最近では、Branstetter [2000] は USPTO に登録した日本企業の特許引用データ、及び、こうした企業のアメリカにおける直接投資 (FDI) データを用いて、企業レベルでの日米の間の技術スピルオーバーと海外直接投資との関連性を分析した。それと同時に、Maurseth and Verspagen [1999]、Plasmans and Lukatch [2000] では、EPO の特許引用データに基づき、ヨーロッパ諸国間における技術スピルオーバーに対する地理的、または、文化的な要因の影響を計測した。

Hu and Jaffe [2001] は、初めて韓国と台湾を分析の対象とし、USPTO の特許データを利用して、日米の特許への引用が韓国と台湾の技術向上に与える影響について分析を行った。それによると、アメリカと日本への特許引用は韓国と台湾の先進国への技術キャッチアップに大きな影響を与えたと同時に、韓国と台湾の技術形成はすでに先進国の技術を模倣する段階から卒業したとされる。しかし、Hu and Jaffe [2001] では、技術スピルオーバーがどのような経路を通じて行われたかを実証的に検討していない。

本稿では、こうした先行研究、特に MacGarvie [2002] などの延長線上で、国際貿易が

6) 特許引用データの使用における問題点について第2節を参照せよ。

技術スピルオーバーの重要な経路として、先進国から東アジア諸国及び地域への技術普及、または、技術スピルオーバーにどのような役割を働いているかを検討する。国際貿易が技術スピルオーバーに如何なる影響を及ぼすかについて理論モデルの構築が重要であるのは言うまでもない。しかし、本稿の目的はその影響を、特許引用データを用いて実証的に解明することにある。そのために、日本、アメリカ、韓国や台湾のみならず、ヨーロッパの国々、中国、シンガポール、タイ、そして、マレーシアも視野に入れることにする。こうした国・地域と諸先進国間の特許引用データと貿易データを用いて、国際貿易の技術スピルオーバーに与える影響を実証的に分析する。

論文の構成は以下の通りである。第2節では、USPTO における特許引用データを説明し、分析対象国・地域の特許登録及び特許引用の現状を考察する。第3節では、実証分析に用いられるモデルを説明し、その推定結果についての分析を行う。そして、第4節において本稿で行われた分析の結果をまとめ、その限界と今後の展開の可能性を述べる。

2. 東アジア諸国・地域の特許出願及び特許引用の現状

2.1 特許引用データについて

特許引用とは、具体的にいえば、出願特許に関わる先行特許のことである。USPTO に出願しようとする出願者には、出願申請書にすべての先行特許の記入が義務付けられている。ただ、どの特許が先行特許になるのか、に関する最終的な決定は特許審査官によって行われる。審査に際して、審査官は出願者の先行特許に関する記入忘れや意図的な隠蔽行為を点検すると同時に、その先行特許を踏まえて、出願者の特許権の保護範囲に関わる請求範囲に妥当性があるかどうかを明確にすることにしている。しかし、日本の国内出願に関しては、このような特

許引用情報を開示する制度はまだ存在していない。現在日本では、特許を受けようとする発明に関する先行技術のうち、出願人が出願時に知っている文献を明細書に記載しなければならない、とする先行技術文献開示義務制度の導入を検討している⁷⁾。

ある特許が他の先行特許を引用することは、先行特許と出願しようとする特許との間の技術関係を示すものであると考えられる。したがって、特許引用情報は、二つのイノベーション活動の間に存在するある種の技術普及、または、技術スピルオーバールートを解明するための重要な情報であるといえる。他方、こうした特許引用情報を利用する際、幾つかの問題点があることを指摘しておきたい。まず、ただ法律上、または、手続き上の理由で出願者が先行特許を記入することがあり、技術スピルオーバーとは必ずしも関係があるとはいえない場合がある。そして、出願者は先行特許の存在を意識していないにもかかわらず、審査官により引用という行為が確認された場合は、出願者が行ったイノベーションと先行特許に秘められたイノベーションとの間に技術スピルオーバーが実際には存在していないかもしれない。さらに、出願の目的には自らの発明の専有可能性に対する法的保護を求めるのみならず、経営戦略に関わる他の目的があるために、出願された特許が、必ずしもイノベーションに繋がるとは限らない⁸⁾。しかし、Jaffe et al. [1998] が指摘したように、こうした問題点はある種のノイズに過ぎず、特許引用データが技術スピルオーバーを示す代理変数として有効であることは多くの研究により支持されている。

7) この先行技術文献開示義務制度の導入については、産業構造審議会知的財産政策部会の下に設置された法制小委員会において議論され、その方向性が示されたところであると報告されている。特許庁「特許行政年次報告書 2001年版」を参照せよ。

8) 出願の目的に関する経済的な分析については、Levin et al. [1987]、Cohen et al. [1997] や岡田 [1998] などが参考になる。

現在、USPTOとEPOは各国の特許引用情報に関する主なソースとなっている。Hall et al. [2001]はUSPTOに開示された上述の特許引用情報に注目し、1963年から1999年までのUSPTOにすでに登録されたアメリカ及びその他の国・地域の特許データを特許の出願及び登録の時点をはじめ、出願者の所属（会社及び国）、出願した特許の分類（USPTO特許分類や自らが作った特許技術大分類、細分類など）、そして、引用した特許と引用された特許のリストをまとめ、アメリカ経済研究所（NBER）のWebにより公表した⁹⁾。さらに、最近では、Hallらはこのデータベースに特許の国際分類（IPC）を加え、特許データを2002年にまで拡張した¹⁰⁾。本稿では、このデータベースを用いて、各国の特許を国際標準産業分類に従って整理し、産業レベルで先進国と東アジア諸国・地域との間の技術普及、または、技術スピルオーバールートを探明することを試みる¹¹⁾。

2.2 東アジアの国・地域別の特許引用状況

(1) 特許の登録件数と技術分類について

表1では、韓国、台湾、シンガポール、中国、タイ及びマレーシアの6ヶ国・地域とアメリカ、日本、ドイツ、イギリス、フランス、カナダの1985年、1995年、2002年にUSPTOに登録された特許件数が示されている。表1により、1985年においては、この6ヶ国・地域の特許登録件数は諸先進国にはるかに及ばなかったが、2002年の時点では、様子が一変したことが見て取れる。特に1995年以降、6ヶ国・地域のUSPTOへの出願の勢いが凄まじく、韓国と台湾の登録件数は2002年においてすでにイギリス

の3781件、カナダの3352件を超えていることがわかる。

国際標準産業分類によって東アジア6ヶ国・地域の特許技術に関する幾つの特徴を見ることができる。まず、韓国、台湾やシンガポールの特許について、コンピュータ関連（産業分類1）、電子（産業分類2）及び半導体（産業分類15）が全産業に占める割合は、それぞれ51.6%、48.3%と71.6%となっており、いわゆるIT関連セクターに集中していることがわかる。この点について、Hu and Jaffe [2001]は、近年韓国と台湾のこうした分野における活発な技術革新が、ハイテク産業で大きな成功を収めたことの主因になったと指摘している。同時に、機械類（産業分類1、2、3、4、5、9、10、11、12、15）についても、同じような特徴が見られており、それゆえ、ハーフィンゲル指数から示されるように、韓国、台湾、シンガポールの値は日米欧諸国より大きい。諸先進国に比べると、このようなイノベーションの構造的な違いが見られる。他方、中国については、USPTOに登録した特許の技術分類の分布は、表1のハーフィンゲル指数から見ると、韓国、台湾、シンガポールとは異なっていることがわかる¹²⁾。しかし、中国の登録件数は現時点ではまだ少ないから、そのイノベーション活動を構造的に分析するのはこれからの問題であるかもしれない。

(2) 特許引用について

表2は、1991年から2002年までに引用された特許の登録国別の登録件数とその割合を示すものである。すべての対象国・地域において、アメリカと日本の特許が最も引用されている。両

表1 USPTOに登録した各国の特許件数及び産業別分布

	アメリカ	日本	C4 ⁽¹⁾	韓国	台湾	シンガポール	中国	M&T ⁽²⁾
年	特許の登録件数							
1985	40403	13540	13331	41	174	9	1	4
1995	52203	22495	16080	421	907	15	58	15
2002	87037	34887	22590	3786	5423	410	319	99
産業分類 ⁽³⁾	2002年における産業別分布 (%)							
1	12.7	15.5	5.8	14.4	6.7	15.2	4.8	5.1
2	14.1	18.6	9.3	32.8	27.4	49.3	8.0	23.2
3	7.6	11.6	7.9	10.3	14.2	6.1	29.5	11.1
4	17.9	18.5	15.4	14.6	9.8	8.8	8.7	22.2
5	10.7	9.2	16.0	7.0	8.2	6.1	10.9	12.1
6	4.2	4.1	6.5	3.0	1.1	1.2	5.4	2.0
7	8.3	3.9	11.8	3.4	1.3	0.2	9.0	4.0
8	0.3	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	1.6	0.0
9	0.5	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
10	2.7	4.0	5.8	3.1	2.6	1.0	2.6	1.0
11	0.4	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
12	1.1	1.0	1.9	0.4	1.5	0.0	1.0	1.0
13	0.4	0.6	1.0	0.4	0.1	0.5	0.3	0.0
14	0.2	0.6	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
15	8.9	4.6	9.4	4.3	14.3	7.1	9.3	13.1
16	0.6	0.3	0.5	0.3	0.3	0.7	1.0	1.0
17	0.7	0.2	0.5	0.4	1.3	0.2	1.0	1.0
18	0.5	0.3	0.4	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0
19	0.7	0.8	0.8	0.8	0.2	0.0	0.3	0.0
20	1.9	1.6	1.5	1.4	2.6	0.7	1.3	2.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	5.7	4.3	4.0	2.8	7.7	2.7	5.4	1.0
	コンピュータ及びエレクトロニクス分野の比率の合計 ⁽⁴⁾							
	35.7	38.8	24.4	51.6	48.3	71.6	22.1	41.4
	機械類の比率の合計 ⁽⁴⁾							
	76.5	83.3	72.2	87.0	84.9	93.6	74.7	88.9
	全産業セクター（22産業セクター）に関するハーフィンゲル指数							
	0.107	0.124	0.101	0.171	0.144	0.287	0.139	0.153

注：(1) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダを指すものである。
 (2) M&Tはタイとマレーシアを指すものである。
 (3) 産業分類1、2と15を含む。
 (4) 産業分類1、2、3、4、5、9、10、11、12と15を含む。
 (5) 産業分類については付表1を参照。

9) <http://www.nber.org/data/>を参照せよ。
 10) <http://emlab.berkeley.edu/users/bhhall/index.html>を参照せよ。
 11) USPTOの特許を国際標準産業（ISIC）に従って分類する方法については、付表1で示されている。それはVerspagen et al. [1994]を参照したものである。

12) ハーフィンゲル指数（UBHHI）は次のように求められる。

$$UBHHI = \frac{M \times HHI - 1}{M - 1}$$

但し、 $HHI = \sum_i (M_i/M)^2$ (M_i は*i*産業の特許件数)、 M は全産業の特許件数である。詳しくはHall et al. [2001]を参照せよ。

国の割合を合計するとほぼ9割に達しており、そのうち、アメリカの割合の方が高い。ただ、韓国の場合は、アメリカと日本の割合は約半々であることがわかる。USPTOに登録された特許から見る限り、東アジア6ヶ国の技術イノベーション活動に与えた影響という点では、アメ

リカと日本によるところが最も大きいと見て取れる。表2の引用件数のところに自国への引用件数も示されている。Hall et al. [2001]によれば、自己引用（self citation）は技術スピルオーバーに関する研究において、重要な情報であるとされる。自己引用の割合の高さは当該国、

表2 1991年から2002年までの東アジア諸国の特許引用件数

	韓国	台湾	シンガポール	中国	タイ	マレーシア
(被引用国)	引用件数					
アメリカ	61362	80278	8247	3803	719	1016
日本	50073	26715	2824	1110	166	258
ドイツ	4117	4867	302	346	54	77
イギリス	2138	1933	195	138	35	34
フランス	2113	2237	194	217	22	25
カナダ	1521	2500	109	115	19	34
自国	12204	28537	319	346	8	24
引用件数の国別分布 (%)						
アメリカ	50.6	67.7	69.5	66.4	70.8	70.4
日本	41.3	22.5	23.8	19.4	16.4	17.9
ドイツ	3.4	4.1	2.5	6.0	5.3	5.3
イギリス	1.8	1.6	1.6	2.4	3.4	2.4
フランス	1.7	1.9	1.6	3.8	2.2	1.7
カナダ	1.3	2.1	0.9	2.0	1.9	2.4
コンピュータ及びエレクトロニクス分野の比率 ⁽¹⁾ (%)						
アメリカ	51.5	68.1	70.8	70.7	74.7	69.0
日本	42.3	24.9	24.1	17.8	15.9	22.8
ドイツ	2.2	3.0	1.7	5.2	2.5	3.1
イギリス	1.4	1.1	1.4	1.8	3.2	1.2
フランス	1.5	1.4	1.2	2.4	1.7	1.9
カナダ	1.1	1.5	0.7	2.1	2.0	2.1
機械類の比率 ⁽²⁾ (%)						
アメリカ	49.9	66.7	69.8	66.9	71.9	70.2
日本	42.5	23.9	23.9	20.1	16.6	19.4
ドイツ	2.2	4.0	2.4	6.1	5.2	4.9
イギリス	1.7	1.6	1.6	2.1	2.6	1.7
フランス	1.6	1.8	1.6	2.8	2.0	1.8
カナダ	1.2	1.9	0.8	1.9	1.7	2.0

注：(1) 産業分類1, 2と15を含む。
 (2) 産業分類1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12と15を含む。

または、企業のイノベーション活動に関わる技術移転の内在化 (internalization) を表すものと解される。明らかに、韓国と台湾の自己引用件数はそれぞれすでにアメリカと日本を除くその他の先進国に対する引用件数の合計を超えており、出願する分野において自らの技術基盤は相当に強いものであることが伺われる。

3. 実証分析モデル及び推定結果

第2節で考察したように、東アジア6ヶ国・地域の特許はアメリカや日本など先進国の特許

をより多く引用していることが明らかである。こうした特許間引用は諸先進国と東アジア6ヶ国・地域との間には技術普及、または、技術スピロオーバーが存在することを示している。すなわち、東アジア6ヶ国におけるイノベーション活動の成果には諸先進国の先行研究の成果が含まれているのである。しかし、一方で、はじめに述べたように、このような技術スピロオーバーがどのように実現されたのか、どのようなルートを通じて行われたのかについては、明確な結論はまだ得られていない。本節では、東アジア6ヶ国・地域と諸先進国との間の国際貿易

が、このような技術スピロオーバーにどのような影響を与えているかを検討する。

3.1 推定モデル

技術スピロオーバーの代理変数としての特許間引用件数 n_{it} を被説明変数とするモデルを考えよう。ここで、 $n_{it}(i=1,2,\dots,M;t=1,2,\dots,T)$ はある東アジア国・地域の第 i 産業が第 t 時点においてある先進国の第 i 産業の特許を引用した件数とする。特許間引用件数はゼロを含むカウントデータ (count data) である。その特徴は、データの値は非負の整数という点である。したがって、本稿では、通常の線形回帰式ではなく、MacGarvie [2002] と同様、Hausman et al. [1984] によって提案された、パネルデータに適合する負の二項分布 (negative binomial distribution) 回帰モデルを用いて、国際貿易の技術スピロオーバーへの影響を分析する。

まず、 $n_{it}(i=1,2,\dots,N;t=1,2,\dots,T)$ が以下のようなポアソン分布に従うと仮定する。

$$P(n_{it}|\lambda_{it}) = \frac{\exp(-\lambda_{it})\lambda_{it}^{n_{it}}}{n_{it}!}$$

ここで、 λ_{it} はガンマ分布に従うと仮定する。このガンマ分布は次のように定義される。

$$f(\lambda_{it}) = \frac{\delta^{\gamma_{it}}}{\Gamma(\gamma_{it})} \lambda_{it}^{\gamma_{it}-1} \exp(-\lambda_{it}\gamma_{it})$$

さらに、各産業の特性を表すために、以上のガンマ分布のパラメータ δ を δ_i とおき、 $\delta_i(1+\delta_i)$ はパラメータ (a,b) をもつベータ分布に従うと仮定すると、ランダム効果をもつ負の二項分布回帰モデル (the negative binomial random effects model) が得られる。その密度関数は

$$P(n_{it}, n_{i2}, \dots, n_{iT} | X_{i1}, \dots, X_{iT}) = \frac{\Gamma(a+b)\Gamma(a+\sum_t \gamma_{it})\Gamma(b+\sum_t n_{it})}{\Gamma(a)\Gamma(b)\Gamma(a+b+\sum_t \gamma_{it}+\sum_t n_{it})} \prod_t \frac{\Gamma(\gamma_{it}+n_{it})}{\Gamma(\gamma_{it})\Gamma(n_{it}+1)} \quad (1)$$

によって得られる。

ところで、 γ_{it} は特許間引用件数を決定する

外生的な説明変数 X_{it} の関数とし、

$$\gamma_{it} = \exp(X_{it}\beta + \mu_i) \quad (2)$$

という関係を仮定する。ただし、 X_{it} は当該国の第 i 産業、 t 時点の説明変数ベクトルである。そして、 μ_i は変量効果を示す項である。本稿では、説明変数ベクトルについて、

$$X = (RI_{US}, RI_{JP}, RI_{C4}, RE_{US}, RE_{JP}, RE_{C4}, NH, N_{US}, N_{JP}, N_{C4})$$

というような説明変数を用いることにする。ここでは、 US, JP はそれぞれアメリカ、日本をさしているが、 $C4$ ではドイツ、イギリス、フランス、カナダの4カ国を指している。そして、

1). $RI_{it}(j=US, JP, C4)$: 当該国のある先進国からの輸入額対当該国の全輸入額の比率。すなわち、韓国、台湾、シンガポール、中国、マレーシアとタイについて、

$$RI_{it} = \frac{I_{it}}{\sum_j \sum_i I_{it}}, \quad i=1,\dots,M, \quad t=1,\dots,T, \quad j=US, JP, C4 \quad (3)$$

ただし、 I_{it} は i 産業、 t 時点において、 j 先進国からの輸入金額である。

2). $RE_{it}(j=US, JP, C4)$: 当該国のある先進国への輸出額対当該国の全輸出額の比率。すなわち、韓国、台湾、シンガポール、中国、マレーシアとタイについて、

$$RE_{it} = \frac{E_{it}}{\sum_j \sum_i E_{it}}, \quad i=1,\dots,M, \quad t=1,\dots,T, \quad j=US, JP, C4 \quad (4)$$

ただし、 E_{it} は i 産業、 t 時点において、 j 先進国への輸出金額である。

3). NH_{it} : t 時点において、ホスト国、すなわち、当該国の i 産業における USPTO 特許登録件数。

4). $N_{it}(j=US, JP, C4)$: ある先進国の i 産業の t 時点における USPTO 特許登録件数。

ある産業セクターにおいて、ある先進国の同産業からの輸入を増やすことによって、輸入財、とりわけ資本財に体化された技術をその産業に

伝える可能性が増大することになる。他方、す
 ずにはじめに触れたように、途上国から先進国
 への輸出は、技術スピルオーバーの重要なチャ
 ネルとなることがある。ある産業において、先
 進国の同産業への輸出を増加することは、輸出
 品を生産するメーカーにとっては、先進国からの
 技術スピルオーバーのチャンネルが拡大されると
 期待できる。したがって、*RI*と*RE*の係数は
 ともに正であると期待される。同時に、自国の
 ある産業において、特許を多く出願することは、
 この産業の技術吸収力の強さを意味するもので、
 引用対象となる先進国の特許が多ければ多いほど、
 引用できる機会が多いと考えられる。したが
 って、説明変数*NH*、*N*と被説明変数*n*との
 間にも正の関係が期待される。

本稿で用いられた特許間引用データは
 USPTOに登録された特許に関するものである。
 先進国の先行特許の引用は技術的に出願する時
 点の前に行われたと考えられる。例えば、アジ
 ア諸国が2002年にUSPTOに登録した特許に
 記載された引用情報は、すでに数年前に、すな
 わち、USPTOに出願する時点より以前に実施
 されたものであると考えてよい。特許の出願時
 点をベースにし、その引用情報を利用すること
 が望まれるが、Hall et al. [2001] のデータベ
 ースにおいては、2002年末までにUSPTOに
 登録された特許しか含まれていないという
 “truncation”問題がある。すなわち、2001年
 や2002年に出願した特許の多くはまだ審査段階
 にあるために、NBERの特許データベースに
 入っておらず、観測値の数は激減することがあ
 る。USPTOに登録された特許について、出願
 から登録までには平均的に約2年の審査期間を
 要するといわれている¹³⁾。それゆえ、ある時点
 で登録された特許に関する引用情報は平均的に
 その2年前のものであると考えられる。したが
 って、本稿の実証分析にあたり、以上の説明変
 数については3期前の観測値を利用することに

する。すなわち、データベースから取られた
 1994年から2002年までの特許間引用データは1991
 年から1999年までのものとして、それに対応す
 る同じ期間における貿易データを用いることに
 する。その結果、推定サンプルは1991年から
 1999年までになる。

本稿で利用された貿易データはOECDによ
 り提供されているInternational Trade by
 Commodities Statistics ITCS (SITC/CTCI
 Rev. 2) から抽出したデータである。このデー
 タはSITC産業分類コード5桁によって分類
 されている。上記のモデルを推定するために、
 各国間の貿易額をOECDにより作成された
 SITCとISICのコンコードス表を用いて国
 際標準産業に分類した¹⁴⁾。

説明変数と被説明変数に関する統計値は付表
 2で示されている。

3.2 推定結果

(1) 式と(2)式で示されたモデルの推定は
 最尤推定法により行われた。東アジア6ヶ国・
 地域を別々に推定した。結果は、表3-1、3-2、
 3-3、3-4、3-5、4と5にまとめられている。

まず、表3-1の韓国に関する推定結果を見
 ると、すべてのケースにおいて、アメリカ及び日
 本からの輸入という説明変数について、有意か
 つ正の推定値を得たことがわかる。ドイツなど
 その他の先進4ヶ国については、有意な結果が
 得られていない。同時に、日本に関する推定値
 は0.059-0.068と推定され、アメリカの0.042-
 0.056より大きいことが見て取れる。こうした
 値は、日本、または、アメリカからの輸入の全
 輸入に占めるシェアが1%増すと、こうした国
 への引用件数は約5.6%増加することを意味す
 る。1970年以降、韓国政府は海外からの直接投
 資を厳しく制限する政策を取っているという。
 その結果、海外からの資本財の輸入は技術移転

14) 紙面の制約のために、各国の貿易額の産業分類結果は
 割愛した。

表3-1 韓国に関する推定結果 (1991年~1999年)

推定パラメータ	I	II	III	IV	V
定数項	0.95862*** ⁽¹⁾ (5.93) ⁽²⁾	1.11670*** (8.71)	1.17871*** (8.81)	1.10820*** (8.03)	1.11467*** (9.71)
<i>RI_{us}</i>	0.05555** (2.28)	0.04206* (1.95)		0.04567* (1.95)	0.05288** (2.31)
<i>RI_{jp}</i>	0.05970** (2.51)	0.06805*** (2.98)		0.06794*** (2.97)	0.07361*** (3.46)
<i>RI_{ca}</i> ⁽³⁾		0.08919 (1.44)		0.08568 (1.37)	0.11126* (1.73)
<i>RE_{us}</i>	0.00149 (0.06)		-0.00023 (-0.01)	-0.00612 (-0.25)	-0.00673 (-0.28)
<i>RE_{jp}</i>	0.00520 (0.12)		-0.00108 (-0.02)	0.01112 (0.25)	0.00950 (0.20)
<i>RE_{ca}</i>			0.03106 (0.63)	0.03060 (0.62)	0.00293 (0.06)
<i>NH</i>	-0.00126*** (-3.92)	-0.00090*** (-4.03)	-0.00089*** (-3.99)	-0.00093*** (-4.03)	-0.00051*** (-3.19)
<i>N_{us}</i>	0.00010*** (4.16)	0.00007*** (3.60)	0.00009*** (4.22)	0.00008*** (3.68)	
<i>N_{jp}</i>	0.00018** (2.36)	0.00010 (1.53)	0.00013** (2.16)	0.00010 (1.52)	
<i>N_{ca}</i>		0.00023** (2.42)	0.00023** (2.50)	0.00023** (2.50)	
Time	0.20637*** (22.16)	0.20614*** (27.09)	0.20125*** (26.35)	0.20650*** (26.97)	0.20705*** (27.43)
<i>a</i>	0.52837*** (5.39)	0.57274*** (6.44)	0.56167*** (6.44)	0.57445*** (6.42)	0.55126*** (6.43)
<i>b</i>	1.04677*** (4.34)	0.86292*** (5.53)	0.85383*** (5.50)	0.86296*** (5.49)	0.78050*** (5.70)
Log Likelihood	-1774.9	-2441.1	-2447.3	-2440.8	-2447.5
標本数	594	594	594	594	594

注：(1) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。

(2) 括弧内はt検定値である。

(3) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

の重要なルートとなり、特に日本からの輸入は
 韓国の資本輸入財の4割から5割まで占めてい
 るといわれている¹⁵⁾。これを裏付けるものとし
 ては、表4がある。機械類のみの推定結果から、
 アメリカなどの他の先進国に比べ、日本の推定
 値に強い正の有意性が示されていることがわか
 る。

輸出については、表3-1では有意な結果が認
 められなかった。しかし、表4において、アメ

リカ、日本及び他の4先進国への機械類輸出に
 関しては、いずれも正の有意性が示されている。
 このことから、韓国の先進国への資本財の輸出
 は諸先進国から韓国への技術スピルオーバーに
 有意かつ正の影響を与えており、輸出市場は韓
 国にとっては、先行技術にアクセスできる重要
 なチャンネルとなっていることが明らかにされて
 いる。

他方、韓国の自国特許という説明変数
 (*NH*)について、表3-1と表4ではともに有意
 な負の結果が示された。韓国の他の先進国への

15) Hu and Jaffe [2001], p. 10を参照。

13) Hall et al. [2001], p. 9.

表3-2 台湾に関する推定結果 (1991年~1999年)

推定パラメータ	I	II	III	IV	V
定数項	1.66235*** ⁽¹⁾ (12.18) ⁽²⁾	1.84125*** (15.96)	1.89271*** (16.72)	1.80862*** (15.31)	1.74989*** (15.52)
RI_{us}	0.03028 (0.87)	0.03093 (0.97)		0.02308 (0.72)	0.02363 (0.79)
RI_{jp}	0.06837*** (2.88)	0.05773** (2.56)		0.05901*** (2.61)	0.06883*** (3.02)
RI_{ca} ⁽³⁾		0.10700* (1.65)		0.10506 (1.62)	0.07967 (1.28)
RE_{us}	0.04744** (2.35)		0.03583* (1.82)	0.03659* (1.82)	0.05822*** (3.34)
RE_{jp}	0.01049 (0.29)		0.01713 (0.45)	0.01385 (0.39)	0.03602 (1.04)
RE_{ca}			0.03901 (0.90)	0.03802 (0.86)	0.04103 (0.95)
NH	0.00021 (1.14)	0.00028* (1.89)	0.00030** (2.31)	0.00024* (1.66)	0.00044*** (3.38)
N_{us}	0.00004** (2.01)	0.00006*** (4.12)	0.00005*** (3.12)	0.00005*** (2.86)	
N_{jp}		0.00011*** (2.81)	0.00010** (2.42)	0.00011** (2.57)	
N_{ca}	0.00010** (2.26)	0.00015* (1.84)	0.00016* (1.94)	0.00014 (1.59)	
Time	0.16084*** (21.63)	0.14682*** (24.20)	0.14758*** (24.26)	0.14926*** (24.14)	0.15477*** (26.41)
a	0.59134*** (5.25)	0.67001*** (6.29)	0.66523*** (6.29)	0.67737*** (6.28)	0.65952*** (6.28)
b	0.96436*** (4.47)	0.88882*** (5.68)	0.87723*** (5.69)	0.89760*** (5.67)	0.84475*** (5.76)
Log Likelihood	-1762.6	-2454.0	-2456.8	-2452.2	-2458.3
標本数	594	594	594	594	594

注：(1) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。
 (2) 括弧内はt検定値である。
 (3) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

特許引用データと登録データの推移を見ると、近年になって、特許登録件数の伸び率と引用件数の伸び率の間にずれが生じていることがわかる。例えば、本稿で利用されたサンプルにおいて、コンピュータや電気機械産業（産業セクター1-5）の最近3年の登録件数の伸び率は平均で38.2%に上っている一方で、引用件数の伸び率はわずか2.6%にとどまっている。このことは負の推定結果を導く一つの理由であると考えられるが、それについては更なる考察が必要であるとえられる。

台湾とシンガポールに関する推定結果は表3-2と表3-3で表されている。台湾については、日本に関する輸入パラメータが有意且つ正で、アメリカに関するパラメータの推定値が有意ではないのに対して、輸出のほうは、輸入と正反対の結果が示された。これに対してシンガポールについては、台湾とは正反対な結果が得られた。そして、他の先進4ヶ国に関する輸入及び輸出では、台湾、シンガポールは韓国と同様に有意な結果が得られなかったが、本国特許登録件数や先進国の特許登録件数については、概ね有意

表3-3 シンガポールに関する推定結果 (1991年~1999年)

推定パラメータ	I	II	III	IV	V
定数項	-1.04914*** ⁽¹⁾ (-6.20) ⁽²⁾	-0.98873*** (-6.39)	-0.93128*** (-6.42)	-0.99683*** (-6.43)	-0.83358*** (-5.11)
RI_{us}	0.11040* (1.92)	0.10724** (2.18)		0.10192* (1.85)	0.14562*** (3.22)
RI_{jp}	-0.00849 (-0.28)	-0.00169 (-0.06)		-0.01288 (-0.44)	0.02941 (1.07)
RI_{ca} ⁽³⁾		0.23989* (1.76)		0.20454 (1.35)	0.15776 (1.36)
RE_{us}	-0.00038 (-0.03)		0.01462 (1.17)	0.00163 (0.11)	0.01148 (0.78)
RE_{jp}	0.12061* (1.86)		0.13129** (2.15)	0.12827** (2.04)	0.14780** (2.40)
RE_{ca}			0.03044 (0.87)	0.01455 (0.38)	-0.01863 (-0.47)
NH	0.00850 (1.27)	0.00972* (1.79)	0.01771*** (3.61)	0.01103* (1.88)	0.02468*** (4.69)
N_{us}	0.00017*** (5.95)	0.00018*** (6.88)	0.00019*** (8.12)	0.00018*** (6.83)	
N_{jp}	0.00038*** (5.16)	0.00043*** (6.35)	0.00035*** (5.63)	0.00040*** (5.91)	
N_{ca}		0.00042** (2.47)	0.00054*** (3.99)	0.00044** (2.55)	
Time	0.19106*** (9.52)	0.16682*** (9.70)	0.15801*** (9.19)	0.16432*** (9.44)	0.20107*** (11.49)
a	0.83064*** (4.57)	0.96925*** (5.47)	0.98444*** (5.44)	0.98270*** (5.43)	0.78854*** (5.71)
b	1.12530*** (3.50)	1.14377*** (4.30)	1.18794*** (4.21)	1.16687*** (4.22)	0.77083*** (4.98)
Log Likelihood	-1009.2	-1360.8	-1361.3	-1359.2	-1386.3
標本数	594	594	594	594	594

注：(1) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。
 (2) 括弧内はt検定値である。
 (3) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

且つ正の結果を得たといえる。表4で示された台湾とシンガポールの機械類に関する推定結果でも、以上と合致していることがわかる。

韓国のケースと同様に、先進国のある産業への輸出のシェアを増やすことが、本国の同産業の特許引用を促すことは、台湾とシンガポールの推定結果により明らかにされた。最近では、台湾における外資系企業のR&D投資に関するLiu and Chen [2003]の実証分析の結果にも、企業の売上高に占める輸出のシェアが高いほど、企業のR&D投資が高いということが示されて

いる。「四匹の龍」と呼ばれた韓国、台湾とシンガポールにおいて、いずれも輸出が本国産業のイノベーションに正の影響を与えているのは興味深い。

次に、中国の輸入と輸出の推定値について見てみよう。表3-4では、全般的に、有意ではないが、アメリカと日本からの輸入に関して、推定モデルII及びIVではそれぞれ10%の有意水準を持つことが示されている。そして、表4で表された機械類についての結果では、アメリカと日本からの輸入が有意かつ正の効果をもたら

表3-4 中国に関する推定結果 (1991年~1999年)

推定パラメータ	I	II	III	IV	V	I ⁽¹⁾	II ⁽¹⁾
定数項	-1.01710*** ⁽²⁾ (-5.46)	-1.11253*** (-7.03)	-0.92394*** (-5.91)	-1.06031*** (-6.40)	-0.96609** (-5.38)	-0.64209*** (-2.76)	-0.36101 (-1.52)
<i>RI_{US}</i>	0.09420 (1.48)	0.11036* (1.80)		0.10571* (1.70)	0.15637*** (2.74)	0.35132*** (3.11)	
<i>RJ_{JP}</i>	0.06825 (1.62)	0.06356 (1.52)		0.07883* (1.93)	0.10431*** (2.71)	0.14626*** (2.87)	
<i>RI_{C4}</i> ⁽⁴⁾		0.09187 (1.52)		0.09359 (1.56)	0.16312*** (3.09)	0.18577*** (2.72)	
<i>RE_{US}</i>	-0.01433 (-0.38)		-0.00699 (-0.19)	-0.00886 (-0.24)	0.00419 (0.10)		0.13495* (1.74)
<i>RE_{JP}</i>	-0.23849** (-2.40)		-0.19452** (-2.00)	-0.22154** (-2.25)	-0.18408 (-1.61)		-0.04597 (-0.32)
<i>RE_{C4}</i>			-0.16601 (-1.45)	-0.15947 (-1.40)	-0.10526 (-0.77)		0.03191 (0.16)
<i>NH</i>	-0.01183 (-1.05)	-0.01432 (-1.51)	-0.01593* (-1.69)	-0.01619* (-1.71)	0.00734 (0.84)	0.02188** (2.22)	0.02043** (2.05)
<i>N_{US}</i>	0.00016*** (6.02)	0.00017*** (6.69)	0.00017*** (7.20)	0.00017*** (6.56)			
<i>N_{JP}</i>	0.00047*** (6.43)	0.00045*** (6.43)	0.00051*** (7.54)	0.00048*** (6.81)			
<i>N_{C4}</i>		0.00069*** (4.96)	0.00076*** (5.90)	0.00072*** (5.14)			
Time	0.19864*** (9.95)	0.19967*** (11.98)	0.19692*** (11.76)	0.20281*** (12.19)	0.25640*** (16.32)	0.34073*** (11.5)	0.34040*** (11.4)
<i>a</i>	1.21391*** (4.43)	1.28515*** (5.29)	1.31775*** (5.29)	1.35757*** (5.24)	1.03011*** (5.62)	1.05790*** (5.39)	1.01760*** (5.41)
<i>b</i>	1.99029*** (3.35)	1.60047*** (4.18)	1.72565*** (4.07)	1.79023*** (4.02)	1.01686*** (4.94)	1.06940*** (4.60)	0.99360*** (4.49)
Log Likelihood	-976.17	-1324.9	-1325.2	-1321.5	-1352.4	-877.7	-884.2
標本数	594	594	594	594	594	330	330

注：(1) 1995年~1999年に関する推定結果である。
 (2) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。
 (3) 括弧内はt検定値である。
 (4) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

したことがわかる。これに対して、非機械類の推定結果に関する表5では、ドイツなど先進4ヶ国からの輸入が有意かつ正であることが見て取れる。他方、いずれの表においても、本国特許登録件数という説明変数について、有意且つ正の結果が得られなかった。中国の諸先進国の特許への引用件数を登録の時点から見ると、1995年では、353件になったが、1996年では、168件に低下し、そして、1998年までは300件のところにとどまっていることがわかる。しかし、その後、出願の急増とともに引用の件数も急ピ

ッチで伸び始め、2002年では、1578件の引用を行った。表3-4のI'とII'は、中国のサンプルを1998年から2002年までに限定して推定した結果である。明らかに、先進国からの輸入は中国のイノベーションにかなり有意な正の影響を与えるようになってきている。同時に、中国の本国特許登録件数についての係数値は有意且つ正で推定されている。それは中国自身における先進国からの技術の吸収能力が高まっていることを示唆している。

表3-5はタイとマレーシアの全サンプルに関

表3-5 タイとマレーシアに関する推定結果 (1991年~1999年)

推定パラメータ	I	II	III	IV	V
定数項	-1.72304*** ⁽¹⁾ (-8.01) ⁽²⁾	-1.77640*** (-9.49)	-1.77121*** (-9.26)	-1.81780*** (-9.33)	-1.58880*** (-7.85)
<i>RI_{US}</i>	0.12020*** (2.95)	0.12153*** (3.19)		0.11720*** (2.99)	0.19072*** (5.33)
<i>RJ_{JP}</i>	0.08839* (1.79)	0.08223* (1.81)		0.08907* (1.89)	0.12033*** (2.46)
<i>RI_{C4}</i> ⁽³⁾		0.02289 (0.16)		-0.02016 (-0.13)	0.20187 (1.54)
<i>RE_{US}</i>	0.00593 (0.25)		0.02016 (0.98)	0.01124 (0.49)	0.02277 (0.89)
<i>RE_{JP}</i>	-0.05373 (-0.43)		0.01973 (0.17)	-0.04414 (-0.37)	0.06069 (0.54)
<i>RE_{C4}</i>			0.06301 (0.80)	0.07050 (0.86)	0.04951 (0.51)
<i>NH</i>	0.00472 (0.22)	0.00582 (0.29)	0.02520 (1.08)	0.00665 (0.33)	0.02136 (1.03)
<i>N_{US}</i>	0.00017*** (5.37)	0.00019*** (6.50)	0.00021*** (7.60)	0.00019*** (6.36)	
<i>N_{JP}</i>	0.00033*** (3.08)	0.00035*** (3.78)	0.00043*** (4.26)	0.00037*** (3.61)	
<i>N_{C4}</i>		0.00074*** (4.06)	0.00070*** (4.36)	0.00074*** (4.06)	
Time	0.22344*** (9.11)	0.21134*** (10.01)	0.20298*** (9.60)	0.21100*** (9.95)	0.24895*** (11.76)
<i>a</i>	1.13964*** (3.88)	1.46861*** (4.42)	1.48813*** (4.30)	1.50667*** (4.34)	1.04009*** (5.03)
<i>b</i>	1.14963*** (2.88)	1.41959*** (3.25)	1.52467*** (3.05)	1.49294*** (3.12)	0.73828*** (4.50)
Log Likelihood	-716.2	-970.2	-974.6	-969.6	-991.15
標本数	594	594	594	594	594

注：(1) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。
 (2) 括弧内はt検定値である。
 (3) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

する推定結果を示すものである。それによると、アメリカと日本からの輸入及びそれぞれの国の登録件数という説明変数について、有意且つ正で推定されていることがわかる。機械類の推定結果に関する表4においても、同じ結果が確認できる。これに対して、輸出、ドイツなど先進4ヶ国からの輸入及び本国の登録件数に関する推定値は有意でないことがわかる。その他の東アジア国に比べ、タイとマレーシアのUSPTOへの出願規模ははるかに小さい。しかし、アメリカと日本からの輸入をルートとして、技術ス

ビルオーバーの効果はこの2つの国にも確かに存在していることが明らかである。

最後に、以上の結果について、説明変数の多重共線性の問題がどれほど生じているかを検証するために、各変数の相関係数を推定した。それぞれの相関係数を国ごとで付表3-1から付表3-5までにまとめた。全般的に見る限り、多重共線性問題はそれほど深刻ではないことが分かった。しかし、*N_{US}*と*RI_{US}*、*N_{JP}*と*RI_{JP}*や*N_{C4}*と*RI_{C4}*の間の相関係数は高く表されている。そのために、表3-1、表3-2、表3-3、表3-4

表4 機械類に関する推定結果 (1991年~1999年)⁽¹⁾

推定パラメータ	韓国	台湾	シンガポール	中国	M&T ⁽²⁾
定数項	1.05949*** (6.97) ⁽⁴⁾	1.86517*** (14.1)	-0.51574** (-2.30)	-0.82316*** (-3.43)	-1.39605*** (-5.47)
RI_{US}	0.02618 (1.46)	0.02958 (0.94)	0.14374*** (2.90)	0.33926*** (2.99)	0.17949*** (5.18)
RI_{JP}	0.07257*** (3.10)	0.05914** (2.55)	-0.003807 (-0.22)	0.09785** (2.19)	0.10057* (1.93)
RI_{C4} ⁽³⁾	0.12190* (1.78)	0.08889 (1.42)	0.14614 (1.15)	-0.12048** (-2.03)	0.14724 (1.04)
RE_{US}	0.07879*** (3.17)	0.05211*** (2.63)	-0.00350 (-0.22)	0.11965 (1.32)	0.01439 (0.56)
RE_{JP}	0.08470** (1.96)	0.05783* (1.67)	0.12926** (2.12)	-0.21213 (-1.01)	0.04950 (0.41)
RE_{C4}	0.10405** (2.15)	0.0021328 (0.04)	-0.03613 (-0.88)	0.46236* (1.75)	-0.06299 (-0.66)
NH	-0.00066*** (-3.46)	0.00023* (1.70)	0.01752*** (2.99)	-0.00754 (-0.47)	0.007139 (-0.66)
Time	0.21678*** (15.8)	0.17409*** (22.9)	0.22752*** (10.5)	0.23590*** (10.4)	0.28543*** (11.0)
a	0.38352*** (4.32)	0.55737*** (4.43)	0.60470*** (4.03)	0.99339*** (3.84)	1.15115*** (3.58)
b	0.715061*** (3.56)	1.09480*** (3.74)	0.72643*** (3.38)	1.05704*** (3.33)	1.06569*** (3.25)
標本数	270	270	270	270	270

注：(1) 産業分類1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 15を含む。
 (2) M&Tはタイとマレーシアをさすものである。
 (3) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。
 (4) 括弧内はt検定値である。
 (5) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

と表3-5にはそれぞれ $N_j(j=US, JP, C4)$ を除いたケースVを加えて、推定を行った。表3-4において、中国の特許引用に対してドイツなどの先進4ヶ国からの輸入 RI_{C4} はかなり有意なプラス効果を働いていることが確認された。それは、中国に関するケースIの結果と合致している。しかし、韓国などの他の国に関するケースVの結果は、多重共線性の影響が限定的なものであることを示している。

4. 結 び

本稿では、2002年までにアメリカ特許商標庁 (USPTO) に登録された特許に関する情報を用いて、韓国、台湾、シンガポール、中国、マレ

シア及びタイという東アジア六ヶ国・地域における特許の出願、及び、日本をはじめ、諸先進国の特許への引用状況を分析した。同時に、こうした特許データと各国間の貿易データとを国際標準産業分類 (ISIC) に従って整理し、国毎の先進国から東アジアへの技術普及、または、技術スピルオーバーの構図を解明することを試みた。

分析の結果を全般的にみると、東アジアの国・地域と諸先進国の間で行われている国際貿易は技術普及、または、技術スピルオーバーに重要な役割を果たしていることがわかった。そして、東アジア諸国・地域の特許出願で表された技術競争力や技術吸収力は急速に増大し、技術普及、または、技術スピルオーバーにプラス

表5 非機械類に関する推定結果 (1991年~1999年)⁽¹⁾

推定パラメータ	韓国	台湾	シンガポール	中国	M&T ⁽²⁾
定数項	1.16881*** (6.57) ⁽⁴⁾	1.53856*** (7.23)	-0.82848*** (-2.83)	-1.29431*** (-4.69)	-1.84959*** (-4.81)
RI_{US}	0.30034*** (3.44)	0.08731 (1.09)	0.32558*** (2.59)	0.12249* (1.69)	0.33102 (1.30)
RI_{JP}	0.13559** (2.40)	0.12885 (1.59)	0.36602* (1.72)	0.04384 (0.48)	0.07109 (0.39)
RI_{C4} ⁽³⁾	0.19554 (1.12)	0.22620 (0.88)	0.05265 (0.14)	0.36028** (1.98)	0.32194 (0.71)
RE_{US}	-0.09325** (-2.37)	0.04855 (1.46)	-0.47553 (-1.56)	-0.02548 (-0.58)	0.11078 (0.86)
RE_{JP}	-0.12904* (-1.79)	-0.13588 (-1.56)	-0.92367 (-0.92)	-0.23398* (-1.94)	-0.05490 (-0.22)
RE_{C4}	-0.33308** (-2.48)	0.12527 (1.11)	-0.28586 (-0.92)	-0.28163* (-1.94)	0.41300** (2.37)
NH	0.001096 (0.91)	0.00182*** (2.89)	0.15416*** (3.60)	0.01198 (1.05)	0.07144 (1.22)
Time	0.18884*** (16.2)	0.12403*** (11.2)	0.15177*** (5.08)	0.25028*** (9.68)	0.20791*** (5.25)
a	1.01759*** (4.55)	0.98556*** (4.33)	1.48612*** (3.63)	1.23209*** (3.94)	1.17741*** (3.29)
b	1.14223*** (4.24)	0.98349*** (4.11)	1.22372*** (3.15)	1.36254** (2.23)	0.72310*** (2.67)
標本数	324	324	324	324	324

注：(1) 表4に示される機械類産業以外の産業である。
 (2) M&Tはタイとマレーシアをさすものである。
 (3) ***, **, *はそれぞれ1, 5, 10%の有意性を示すものである。
 (4) 括弧内はt検定値である。
 (5) C4はドイツ、イギリス、フランスとカナダをさすものである。

効果を与えていることが明らかになった。

しかし、本稿で示された実証結果において、一部のケースについては推定結果が予想と異なるところが目立っている。こうした問題が生じる原因の一つは特許クラスと貿易データの産業分類方法にあると思われる。同時に、同じ貿易財といっても、資本財と非資本財とは異なる性格をもつことはよく取り上げられている。このような違いが技術普及、または、技術スピルオーバーに影響を与えられられる。さらに、特許引用と国際貿易との間にはいかなる関係をもつかをより厳密に検証する必要があることが指摘されている。例えば、輸入により新たな技術を生み出すことも考えられる。こうした輸入を通じて得て特許化された技術には、外国の

特許を引用することもありうる。したがって、国際貿易と特許引用は、単なる要因と結果というふうにとらえるのではなく、その間に同時性や逆の因果関係が存在するかどうか、そして、その背後にどのようなメカニズムが働いているかを解明することは国際技術スピルオーバーの分析において重要であることが明らかである¹⁶⁾。こうした問題点を今後の課題として検討していく必要がある。

参考文献

岡田羊祐 [1998], 「特許制度の法と経済学」『フィナンシャル・レビュー』, July-1998, pp.110-

16) この問題点は一名の匿名レフェリーにより指摘された。

137.
 Branstetter, B. [2000], "Is Foreign Direct Investment a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from Japan's FDI in the United States," NBER Working Paper 8015.
 Coe, D. and E. Helpman [1995], "International R&D Spillovers," *European Economic Review*, Vol. 39, No. 5, pp. 859-887.
 Cohen, W. M., R. R. Nelson and J. Walsh [1997], "Appropriability Conditions and Why Firms Patent and Why They Do Not in the U.S. Manufacturing Sector," Carnegie Mellon University, Working Paper.
 Eaton, J. and S. Kortum [1996], "Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD," *Journal of International Economics*, Vol. 40, No. 3/4, pp. 251-278.
 Griliches, Z. [1990], "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey," *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, No. 4, pp. 1661-1707.
 Hall, Bronwyn H., Adam B. Jaffe and Manuel Trajtenberg [2001], "The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools," NBER Working Paper 8498.
 Hausman, J. A., B. H. Hall and Z. Griliches [1984], "Econometric Models for Count Model with an Application to the Patent-R&D Relationship," *Econometrica*, Vol. 52, No. 4, pp. 909-938.
 Hu, Albert G. A. and Adam B. Jaffe [2001], "Patent Citations and International Knowledge Flow: The Case of Korea and Taiwan," NBER Working Paper 8528.
 Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg and Herderson, Rebecca [1993], "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations," *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), pp. 577-598.
 Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg [1996], "Flows of Knowledge Spillovers from Universities and Federal Labs: Modeling the Flow of Patent Citations across Institutional

and Geographic Boundaries," NBER Working Paper 5712.
 Jaffe, Adam B. and Trajtenberg, Manuel [1999], "International Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations," *Economics of Innovation & New Technology*, 8 (1-2), pp. 105-136.
 Jaffe, Adam B. Michael Fogarty and Bruce Banks [1998], "Evidence from Patents and Patent Citations on the Impact of NASA and other Federal Labs on Commercial Innovation," *Journal of Industrial Economics*, 46 (2), pp. 183-205.
 Keller, W. [1999], "How Trade Patterns and Technology Flows Affect Productivity Growth," NBER Working Paper 6690.
 Keller, W. [2001], "The Geography and Channels of Diffusion at the World's Technology Frontier," NBER Working Paper 8150.
 Keller, W. [2004], "International Technology Diffusion," *Journal of Economic Literature*, 42 (3), pp. 752-804.
 Levin, R. C., A. K. Klevorick, R. R. Nelson and S. G. Winter [1987], "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development," *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 3, pp. 783-820.
 Liu, Meng-chun and Shin-Horng Chen [2003], "International R&D Deployment and Locational Advantage: A Case Study of Taiwan," NBER Working Paper 10169.
 MacGarvie, M. [2002], "Do Firms Learn from International Trade? Evidence from Patent Citations and Micro Data," mimeo, Department of Economics, University of California at Berkeley.
 MacGarvie, M. [2003], "International Trade and Knowledge Diffusion: A Survey of Recent Empirical Evidence," mimeo, Boston University School of Management.
 Maurseth, Per Botolf and Verspagen, Bart [2002], "Knowledge Spillovers in Europe: A Patent Citations Analysis," *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 104 (4) pp. 531-45.

Plasmans, Joseph and Ruslan Lukatch [2000], "Measuring Knowledge Spillovers Using Belgian EPO and USPTO Patent Data," mimeo, University of Antwerp.
 Sjöholm, F. [1996], "International Transfer of Knowledge: The Role of International Trade and Geographic Proximity," *Weltwirtschaftliches Archiv*, 132, pp. 97-115.

Verspagen, B., T. van Moergastel and M. Slabbers [1994], "MERIT Concordance Table: IPC-ISC (rev. 2)," MERIT Research Memorandum, 94-004, Maastricht.
 Xu, Bin and Jianmao Wang [1999], "Capital Goods Trade and R&D Spillovers in the OECD," *Canadian Journal of Economics*, 32 (5), pp. 1258-1274.

付表1 産業分類及び ISIC コード⁽¹⁾

産業分類	ISIC コード
1	3825 (Computers & office machines)
2	3832 (Electronics)
3	3830 (except 3832) (Electric mach., ex. electronics)
4	3850 (Instruments)
5	3820 (except 3825) (Other machinery)
6	3510+3520 (except 3522) (Chemistry, except pharmacy)
7	3522 (Pharmacy)
8	3530+3540 (Oil refining)
9	3841 (Shipbuilding)
10	3843 (Motor vehicles)
11	3845 (Aerospace)
12	3840 (except 3841, 3843, 3845) (Other transport)
13	3710 (Ferrous basic metals)
14	3720 (Non ferrous basic metals)
15	3810 (Metal products, ex. Machines)
16	3100 (Food, beverages, tobacco)
17	3200 (Textiles, clothes, etc.)
18	3550+3560 (Rubber and plastic products)
19	3600 (Stone, clay and glass products)
20	3400 (Paper, printing and publishing)
21	3300 (Wood and furniture)
22	3900 (Other industrial products)

注：本表の作成にあたり、Verspagen et al. (1994) を参照した。

付表2 説明変数と被説明変数に関する統計値

	平均値	標準偏差	最小値	第1四分位点	中央値	第3四分位点	最大値
特許引用件数 (n)	23.5	149.7	0	0	0	4	4228
輸入比率 (RI) (%)	0.454	1.027	0.000	0.026	0.102	0.353	12.738
輸出比率 (RE) (%)	0.469	1.617	0.000	0.009	0.069	0.306	42.887
当該国の特許登録件数 (NH)	15.9	61.9	0	0	1	4	979
先進国の特許登録件数 (N)	532.3	1195.3	0	19	96	367	11651

付表3-1 韓国に関する変数間の相関係数

	<i>n</i>	<i>RI_{US}</i>	<i>RI_{JP}</i>	<i>RI_{CA}</i>	<i>RE_{US}</i>	<i>RE_{JP}</i>	<i>RE_{CA}</i>	<i>NH</i>	<i>N_{US}</i>	<i>N_{JP}</i>	<i>N_{CA}</i>
<i>n</i>	1.00										
<i>RI_{US}</i>	0.49	1.00									
<i>RI_{JP}</i>	0.24	-0.16	1.00								
<i>RI_{CA}</i>	-0.10	-0.16	-0.16	1.00							
<i>RE_{US}</i>	0.54	0.62	-0.12	-0.13	1.00						
<i>RE_{JP}</i>	0.19	-0.15	0.48	-0.15	-0.12	1.00					
<i>RE_{CA}</i>	-0.06	-0.14	-0.14	0.38	-0.11	-0.13	1.00				
<i>NH</i>	0.77	0.30	0.20	0.10	0.32	0.13	0.30	1.00			
<i>N_{US}</i>	0.46	0.60	-0.16	-0.17	0.43	-0.15	-0.14	0.31	1.00		
<i>N_{JP}</i>	0.46	-0.15	0.70	-0.15	-0.12	0.36	-0.13	0.38	-0.16	1.00	
<i>N_{CA}</i>	-0.08	-0.16	-0.16	0.76	-0.13	-0.15	0.36	0.21	-0.17	-0.16	1.00

付表3-2 台湾に関する変数間の相関係数

	<i>n</i>	<i>RI_{US}</i>	<i>RI_{JP}</i>	<i>RI_{CA}</i>	<i>RE_{US}</i>	<i>RE_{JP}</i>	<i>RE_{CA}</i>	<i>NH</i>	<i>N_{US}</i>	<i>N_{JP}</i>	<i>N_{CA}</i>
<i>n</i>	1.00										
<i>RI_{US}</i>	0.52	1.00									
<i>RI_{JP}</i>	0.09	-0.17	1.00								
<i>RI_{CA}</i>	-0.10	-0.17	-0.18	1.00							
<i>RE_{US}</i>	0.53	0.44	-0.15	-0.16	1.00						
<i>RE_{JP}</i>	0.05	-0.16	0.47	-0.16	-0.14	1.00					
<i>RE_{CA}</i>	-0.08	-0.14	-0.14	0.32	-0.12	-0.13	1.00				
<i>NH</i>	0.69	0.18	0.20	0.18	0.20	0.11	0.17	1.00			
<i>N_{US}</i>	0.62	0.58	-0.17	-0.18	0.55	-0.16	-0.14	0.31	1.00		
<i>N_{JP}</i>	0.16	-0.16	0.75	-0.16	-0.14	0.50	-0.13	0.29	-0.16	1.00	
<i>N_{CA}</i>	-0.07	-0.17	-0.17	0.69	-0.15	-0.16	0.36	0.24	-0.17	-0.16	1.00

付表3-3 中国に関する変数間の相関係数

	<i>n</i>	<i>RI_{US}</i>	<i>RI_{JP}</i>	<i>RI_{CA}</i>	<i>RE_{US}</i>	<i>RE_{JP}</i>	<i>RE_{CA}</i>	<i>NH</i>	<i>N_{US}</i>	<i>N_{JP}</i>	<i>N_{CA}</i>
<i>n</i>	1.00										
<i>RI_{US}</i>	0.26	1.00									
<i>RI_{JP}</i>	0.01	-0.14	1.00								
<i>RI_{CA}</i>	-0.02	-0.12	-0.14	1.00							
<i>RE_{US}</i>	0.14	0.19	-0.13	-0.11	1.00						
<i>RE_{JP}</i>	-0.06	-0.09	0.36	-0.09	-0.08	1.00					
<i>RE_{CA}</i>	-0.09	-0.11	-0.13	0.15	-0.10	-0.08	1.00				
<i>NH</i>	0.41	0.09	0.18	0.24	-0.05	-0.08	-0.04	1.00			
<i>N_{US}</i>	0.64	0.43	-0.17	-0.15	0.26	-0.10	-0.13	0.34	1.00		
<i>N_{JP}</i>	0.05	-0.13	0.58	-0.14	-0.12	0.09	-0.12	0.26	-0.16	1.00	
<i>N_{CA}</i>	0.01	-0.14	-0.17	0.73	-0.13	-0.10	0.20	0.39	-0.17	-0.16	1.00

付表3-4 シンガポールに関する変数間の相関係数

	<i>n</i>	<i>RI_{US}</i>	<i>RI_{JP}</i>	<i>RI_{CA}</i>	<i>RE_{US}</i>	<i>RE_{JP}</i>	<i>RE_{CA}</i>	<i>NH</i>	<i>N_{US}</i>	<i>N_{JP}</i>	<i>N_{CA}</i>
<i>n</i>	1.00										
<i>RI_{US}</i>	0.48	1.00									
<i>RI_{JP}</i>	0.11	-0.13	1.00								
<i>RI_{CA}</i>	-0.05	-0.17	-0.16	1.00							
<i>RE_{US}</i>	0.24	0.54	-0.07	-0.09	1.00						
<i>RE_{JP}</i>	0.09	-0.10	0.57	-0.13	-0.05	1.00					
<i>RE_{CA}</i>	-0.02	-0.09	-0.08	0.43	-0.05	-0.06	1.00				
<i>NH</i>	0.60	0.30	0.33	0.25	0.17	0.23	0.26	1.00			
<i>N_{US}</i>	0.39	0.62	-0.14	-0.19	0.37	-0.12	-0.10	0.27	1.00		
<i>N_{JP}</i>	0.11	-0.14	0.76	-0.17	-0.07	0.60	-0.09	0.34	-0.16	1.00	
<i>N_{CA}</i>	-0.05	-0.15	-0.14	0.74	-0.08	-0.11	0.25	0.18	-0.17	-0.16	1.00

付表3-5 マレーシアとタイに関する変数間の相関係数

	<i>n</i>	<i>RI_{US}</i>	<i>RI_{JP}</i>	<i>RI_{CA}</i>	<i>RE_{US}</i>	<i>RE_{JP}</i>	<i>RE_{CA}</i>	<i>NH</i>	<i>N_{US}</i>	<i>N_{JP}</i>	<i>N_{CA}</i>
<i>n</i>	1.00										
<i>RI_{US}</i>	0.55	1.00									
<i>RI_{JP}</i>	0.02	-0.11	1.00								
<i>RI_{CA}</i>	-0.07	-0.12	-0.16	1.00							
<i>RE_{US}</i>	0.40	0.76	-0.10	-0.11	1.00						
<i>RE_{JP}</i>	0.00	-0.11	0.48	-0.17	-0.11	1.00					
<i>RE_{CA}</i>	-0.06	-0.09	-0.12	0.50	-0.09	-0.13	1.00				
<i>NH</i>	0.44	0.16	0.15	0.14	0.10	0.07	0.08	1.00			
<i>N_{US}</i>	0.63	0.50	-0.16	-0.17	0.43	-0.16	-0.13	0.30	1.00		
<i>N_{JP}</i>	0.05	-0.11	0.66	-0.16	-0.11	0.58	-0.12	0.25	-0.16	1.00	
<i>N_{CA}</i>	-0.03	-0.12	-0.15	0.71	-0.11	-0.16	0.26	0.26	-0.17	-0.16	1.00

建築廃棄物問題と住宅政策*

— 離散選択モデルによる分析 —

Construction Waste Problem and Housing Policy: An Econometric Analysis of Housing Preference Using Discrete Choice Models

佐藤真行 (京都大学大学院地球環境学堂)**

Masayuki SATO, Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University

要旨

建築廃棄物問題に対して、中古住宅と古材の利用促進による廃棄物削減の可能性について離散選択モデルを用いた実証分析を行った。性能情報の開示および瑕疵保証による中古住宅の需要促進効果を評価した結果、それらの強い有効性が観察された。一方で、計測された古材利用に対する支払意思額は、古材再利用コストに見合う額ではなく、さらなる古材利用のためには追加的な措置が必要であることが示された。

Abstract

This study analyzed the possibility of reducing construction waste through the utilization of housing stock and used-wood materials. Asymmetric information problem was cited as the major obstacle to utilize housing stock. On this point, we evaluated the effect of disclosing or/and assuring the qualitative information of housing. In the result, we found they have very important role in encouraging the utilization of housing stock and, consequently, reducing construction waste. Meanwhile, the possibility of utilizing used-wood materials was evaluated in a negative light, and we found additional deals such as subsidy were needed.

キーワード： 建築廃棄物, 住宅政策, 中古住宅, 古材利用, 離散選択モデル

Keywords: Construction waste, Housing stock, Used-wood materials, Discrete choice models

JEL 区分: Q53, R21, C25

* 本研究の一部は京都大学経済研究所・大学院経済学研究科21世紀 COE 研究経費による。

** 連絡先: 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 工学部 9 号館 4F TEL: 075-753-5635

E-mail: sato@masayuki.mbox.media.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに—問題の背景, 先行研究, および論点—

わが国における住宅の従来の問題であった狭隘さ・質の悪さは、現在では東京を中心とする大都市圏を除いて欧米諸国並みの居住水準に改善されてきた (Kanemoto [1997])。しかしながら新たな問題として、建築廃棄物問題が深刻化している。現在、住宅から発生する建築廃棄物は膨大な量にのぼっており¹⁾、その削減が強く求められている。

本研究では、この建築廃棄物問題への有効な対策を検討する。ここでは、廃棄物増大の原因として、①スクラップアンドビルド型の利用形態とその結果としての住宅寿命の短さ、および、②建設リサイクル法などによるリサイクル推進にもかかわらず建設木材の再資源化が停滞していること、の2点に特に注目し、それぞれに対して、住宅ストック (中古住宅) の利用による住宅寿命延長を通じた廃棄物の発生そのものの削減、および、発生した廃棄物の再利用による最終廃棄物量の削減、という対策の効果を検討する。

第一の論点に關係して、わが国の中古住宅市場の未発達性はしばしば指摘される通りであり、表1の欧米各国との比較からも明らかである。中古住宅市場が未発達である原因およびその発達可能性の考察が本研究におけるひとつの重要課題であるが、一概に中古住宅といっても様々な住宅形態がある。本研究で扱う問題および対象をより明確にするため、現状をもう少し詳しく観察してみよう。住宅ストックの所有状況に注目して欧米各国と比較すると (表2)、ドイツを除いて持ち家率が共通して高い状況が見取れる。このことに鑑みて、住宅ストックから

の環境負荷分析を行うにあたり、最も影響の大きいタイプである持ち家住宅を本研究対象に取り上げる。そこでわが国の持ち家住宅ストックについて、中古住宅利用の観点から住宅形態別にさらに詳しく見てみると、相対的に持ち家一戸建てのタイプで中古住宅の利用が遅れていることが分かる (表3)。これは新築持ち家住宅の取得を金利面・税制面を通じて奨励してきたこれまでの住宅政策の影響であると考えられる (金本 [1993])。現状のように中古住宅市場が未発達であれば、住宅購入者はその売却の機会を得られず、そのためライフスタイルの変化に合わせて住宅を買い換えるという行動が不可能となる。当然ながらライフスタイルの変化は予期されるため、長持ちする住宅を建設するインセンティブは強力に削がれてしまう。その結果が、アメリカの約44年、イギリスの約75年に比べて、わが国の約26年 (平成8年「建設白書」, p.47) という住宅寿命の短さとして現れている。このように外国と比較すると、わが国ではストック化した住宅が利用されていない現状、とりわけ中古持ち家一戸建て住宅の利用が遅れている現状が明らかとなる。

わが国の中古住宅市場の未発達性は何処に原因があるのだろうか。森泉 [2003] では複数考えうる原因をまとめた上で、情報の非対称性を最大の原因としている。しかし欧米でも共通して生じるはずの情報の非対称性問題が、なぜわが国において特に強く作用するのだろうか。この点については山崎 [1999] で説明が与えられている。そこではわが国の注文住宅の多さを指摘し、注文住宅は個人の要求は満たすが多くの人々には受け入れられず、中古住宅取引が阻害される点を挙げている。そして、このことは情報の非対称性を生み出す大きな原因でもありと考えられよう。なぜなら、欧米のように工法や素材が規格化されていれば品質情報の共有が容易となり、評価もしやすくなるが、わが国はそうでないからである。こうした情報の非対称性問題に対して、八田 [1997] が建築物登録制度

1) 平成14年の建設副産物実態調査では、建設部門から発生する廃棄物量は8300万トンであり、これは全産業廃棄物の約2割を占める量である。建設廃棄物の中では、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材の3品目で8割以上を占めている。

表1 中古住宅市場の各国比較

	日本	アメリカ	イギリス	フランス
中古住宅取引戸数 (千戸)	157	5113	1458	733
全住宅取引益に占める中古住宅取引戸数の割合 (%)	11.8	76.1	88.2	71.4

出典：平成16年度「国土交通白書」

表2 住宅ストックの所有形態と住宅タイプの各国比較

	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
住宅所有形態					
公的借家	7%	2%	23%		17%
民営借家	32%	34%	8%	60%	20%
持ち家	61%	64%	69%	40%	54%
住宅のタイプ					
一戸建て	62%	62%	48%	28%	56%
共同建て・その他	38%	38%	52%	72%	44%

注：イギリスは住宅協会所有住宅も公的借家に含めた。日本の一戸建てには長屋建ても含む。イギリスの二戸建て (semi-detached) は一戸建てに含めた。
出典：所有形態については日本住宅総合センター「欧米の住宅対策予算・法制度に関する調査」(1995年)より作成。住宅タイプについては住宅金融公庫資料「欧米4カ国(米・英・独・仏)の住宅関連ストックデータ」(2004年)より作成。

表3 住宅タイプによる中古住宅利用状況比較

	総数 (A)	中古取引数 (過去4年間) (B)	(B)/(A)×100(%)
一戸建て・長屋維持家数 (千戸)	23,035	450	2%
共同建て・その他持家数 (千戸)	2,827	290	10%

出典：平成10年「住宅・土地統計調査」より作成。

の利用を提案している。建築物登録制度は、個々の住宅の性能や履歴を登録制にして購入者が閲覧できるようにすることで情報の非対称性を緩和しようとするものであり、確かに有効な手段であると考えられる。しかしながら現状ではそれにかかるコストや様々な軋轢により早期導入は難しいであろう。当面の取り組みとして有効なのは、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の一環の「住宅性能表示制度」である。これは安全性や省エネ性などの住宅性能を第三者機関が評価し、住宅性能表示ラベルに記載することで情報として開示するものであり、平成12年施行当時は新築住宅のみを対象としたが、平成14年から中古住宅も対象に含まれた。しかし、中古住宅に関しては目視中心の限定的利用である。しかも、この表示制度の利用は任意であり、全ての住宅について性能表示がなされる

には程遠い内容である。また、同法律で住宅性能を確保するために「瑕疵保証制度」が設けられた。これは築後10年間、構造耐力上主要な部分などについての瑕疵担保責任を請負人又は売主に強制的に負わせるものである。瑕疵保証は平成12年4月1日以降に契約された新築住宅に対して義務化されたが、中古住宅についての義務規定はない。このように住宅性能情報に関する規定は中古住宅について極めて不十分な現状であるが、これらの強化は中古住宅市場の発展に資すると予想される。

ところが一方で、住宅需要者の新築志向がわが国において特に顕著であることも多くの研究結果から指摘されている(山田 [2002]、辻野・平田 [2001])。もしもこうした新築志向が存在し、それが非常に強ければ、情報の非対称性を克服しても中古住宅の活用は期待できないであ

表4 建築品目別のリサイクル状況

	平成14年度実績値	平成17年度目標値	平成22年度目標値
建設廃棄物の再資源化等率	92%	達成 88%	達成 91%
アスファルト・コンクリート塊の再資源化率	99%	達成 98%以上	達成 98%以上
コンクリート塊の再資源化等率	98%	達成 96%以上	達成 96%以上
建設汚泥の再資源化等率	69%	達成 60%	未達成 75%
建設発生木材の再資源化等率	89%	未達成 90%	未達成 95%
建設発生木材の再資源化率	61%	達成 60%	未達成 65%
建設混合廃棄物の排出量 (H12年度比)	30%削減	達成 25%削減	未達成 50%削減

注：目標値は、「建設リサイクル推進計画2002」による。
資料：国土交通省「平成14年度建設廃棄物実態調査」。
出典：2005年「国土交通省白書」。

ろう。したがって、中古住宅利用のための対策としての住宅性能情報の明示・保証の効果については、新築志向の強さを始めとした消費者嗜好を踏まえた実証的検証が不可欠であり、本研究はこれを目的の一つとする。

第二の論点の建築廃棄物の再利用については、特に建設発生木材が注目値する。わが国においては、建築の裏では破壊(解体)が行われており(植田 [1992], p. 40)、こうしたスクラップアンドビルド型の住宅利用形態は大量の廃棄物を発生させる。深刻化する廃棄物問題に対して、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」(通称「建設リサイクル法」)を定めるなど、建築廃棄物の減量・再資源化の努力が始まっている。建設リサイクル法では、コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊、および木材の3項目について再資源化等の実施を義務付けており、平成13年1月告示の基本方針の段階では、平成22年度における上記3項目の再資源化率目標値を95%に定めた。現段階でもこの取り組みは一定の成果を挙げており、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊のリサイクルは順調に進んでいるが(表4)²⁾、その一方で混合廃棄物と木材のリサイクルは依然として低迷している。実際には、実績値89%のうち28%は焼却による縮減に依存しており、環境負荷低減の観点からは、再資源化を目指したさらなる取り組みが必要であることも分かる。混合廃棄物

の低迷の原因は技術的にリサイクルが困難であるためと考えられるが、義務項目でもある建設発生木材については技術的にリサイクルが十分可能である(正田 [2000])にもかかわらず、その進展が遅れている。現状では、木材をそのまま、または最小限の加工で使用する事は極めて少なく、大半はチップ化やボード化が主となっている。しかしこの方法は再々利用がしにくい形の再利用であるうえ(一色・藤沢 [2001])、現状の建設発生木材の発生量も考えれば、古材の再利用によるリサイクル率の上昇が必要であることが分かる。古材は新材よりも含水率や収縮率が小さく、強度や剛性も劣らないため、より積極的な建築用材としての利用は有望である(本多・山田 [1990])。そこで、技術的に可能な、古材の再利用が重要課題となる。

古材利用が進まない最大の原因は経済性にある。古材として利用するためには従来のミンチ解体ではなく、手壊しによる解体が不可欠であり、コスト上昇の結果、価格が新材よりも高くなってしまふ。尾島 [1999] はこれが古材市場を成立させづらくしている原因であり、古材の

2) 建設発生木材および建設汚泥における「再資源化等率」は、縮減量(焼却・脱水による減量)を含めたものであることに注意が必要である。また、こうした量的な観点からの評価だけでなく、質的な側面、例えば分別解体後にも混在している有害物質の処理も別の問題としてある。

利用促進のためには流通を支える社会的支持と古材に対する人々の認識の変化が必要であるとしている。現状では古材市場が皆無であることは事実であるが、環境問題・廃棄物問題が顕著になるにつれて建設発生木材を古材として再利用することの意義が認識され始めたせいか、古材バンクなどの市民団体による取り組みが見られるようになっていることから、古材に対する急速な認識の変化に古材利用市場が十分に対応していない可能性も考えられる。この点について本研究では、古材利用に対する支払意思額(WTP)の算出を通じて、市場を通じた古材利用の可能性を考察する。古材利用に対するWTPが十分に高ければ、今後自発的に古材利用市場が発展し古材利用も次第に進む。しかし古材に対するWTPが新材に対するそれよりも低く、しかもそうした現状でなお廃棄物削減のために古材利用を促進しようとするならば、何らかの補助政策が必要となろう。古材の再利用促進に当たっては、これまでの研究では歴史的背景からの考察や、科学・技術的考察がなされてきたが、住宅市場に注目した経済学的分析が極めて少ない。これに対して、本研究では古材の再利用を促進するための経済政策的な方策を考察するわけである。このための分析手法を次節で議論し、第3節で計量モデルを定式化し、第4節でデータ解析とともに結論を導く。

2. 住宅に対する消費者嗜好分析

2.1 分析手法

住宅は通常の財とは異なり、様々な属性をもっている点に特徴がある³⁾。この多属性性への対応として、特性アプローチの一種であるヘドニック法がしばしば用いられてきた。しかしそれは現実の市場データを利用するため、現状に

3) 山田浩之 [1980, p. 79] では、住宅という財の特殊性として、「住宅サービスは種々の属性の組合せに他ならず、その組合せの如何によって住宅サービスの質や水準が決定される」点を指摘している。

はない新しい制度や属性水準、あるいは市場取引のない財を評価することは難しい。また、本研究の関心は建物部分に関わる制度にあるが、現実には立地を含めて様々な要因が影響を及ぼし、住宅制度の分析は困難となる。この問題に対して、本研究では表明嗜好法 (SP: Stated Preference) に分類され、多属性財を扱う選択型実験 (選択型コンジョイント分析) を適用する。この方法は、調査票上で仮想的市場を創り出し、そこでの消費者の選択から嗜好体系を明らかにする手法であり、ランダム効用理論に基づく離散選択モデルを基礎にもつ (Bateman et al. [2002])。仮想実験的な特徴を有する SP 法を利用することで、現在時点では存在しないか存在するとしても極めて少ない対象、あるいは立地等から独立した建物部分のみに関する制度などの分析が可能となる。また、現実には選択されなかったデータの収集といった困難も発生しない。

選択型実験では、提示した複数の選択肢の中から最も望ましい選択肢を一つだけ選択することを回答者に求める。SP 法の最大の欠点は回答の際のバイアスにあると言ってもよいが、選択型実験は複数の候補の中から最も望ましいものを購入するという点で現実の購買行動に類似しており、幾つかあるコンジョイント分析のタイプ⁴⁾の中での、回答しやすくバイアスが少ないタイプであることが知られている。住宅選択の文脈では、湯沢・須田 [1990] や Börsch-Supan et al. [2001] などが先行研究としてある。

2.2 調査データの作成と収集

選択型実験のための調査票作成は、住宅財の属性と水準の設定から始める。仮想的選択とい

4) コンジョイント分析には他に、選択肢に点数を与える「評点型 (Rating)」, 順位を与える「順位型 (Ranking)」がある。しかしすべての選択肢に評点付け・順位付けをしてから購入する選択肢を選ぶ、という行動よりも、最もよいと思った選択肢一つを選んで購入するのが通常であるから、選択型が現実の購買行動にもっとも近いと考えられる。

表5 属性および水準

	水準1	水準2	水準3	水準4
築年数 (A)	新築 (0年)	10年	20年	30年
広さ (S)	100㎡	120㎡	140㎡	160㎡
価格 (P)	1500万円 (8万7,000円/月)	2000万円 (11万6,000円/月)	2500万円 (14万5,000円/月)	3000万円 (17万4,000円/月)
住宅に関する情報 (I)	なし	性能表示ラベルのみ	瑕疵保証のみ	両方
建材 (M)	鉄筋コンクリート	木造 (新材を利用)	木造 (古材を30%利用)	木造 (古材を50%利用)

う性質から、調査者によって住宅属性をある程度自由に設定できることが選択型実験の利点であるが、非現実的に過ぎれば回答に困難性が生じたりバイアスがかかたりする恐れがある。住宅には非常に多くの属性が挙げられるが、それらの全てを取り込むことは実際には不可能であるため、通常行われるように、現状の選択行動を観察し、参照されている主要な属性をもって仮想的選択肢を構築する。本研究では、国土交通省の住宅取得時のチェック項目調査、既存の実証研究 (例えば中村 [1995]、湯沢・須田 [1990]、山田 [1980])、および本研究で実施したプレテスト結果を参考しつつ、住宅取引制度および古材利用の可能性を評価・分析するという本研究目的に合致する計量モデルを特定化するために表5の5つの属性を定めた⁵⁾。また、これら属性の各水準は、現状の戸建て住宅の統計データおよび住宅メーカー資料を参考に、現実的な範囲から逸脱せず、かつ、推定のためにある程度の分散を許して設定した。

住宅は表5の属性・水準の組合せで構成されるとみなされる。こうして構成された住宅をプロフィールとよぶ。このとき、属性水準の組合せ方が問題となる。可能な全ての組合せを考えると膨大な数 (1024通り) となり、これらプロフィールの全てを調査票に取り入れて観察する

5) 栗山 [1999], p. 33によると、「心理学の観点から人間は6を超える情報を同時に処理することは困難であることが知られており、選択型コンジョイントで扱える属性は最大でも6個となる」。本研究でもこの制約に従った属性設定を行った。

ことは現実的に不可能である。この点に対して、より効率的に組合せる方法が幾つか研究されており、その中でも本研究では直交計画法と呼ばれる実験計画法を用いた⁶⁾。この方法によってプロフィールを作成すると、属性間で相関がなくなるため多重共線性が回避され、効率的な推定が可能となる一方で、非現実的なプロフィールが作成されてしまうこともある⁷⁾。本研究では現実的なプロフィール作成を重視し、プレテストを通じて非現実的なプロフィールや不自然なプロフィールを排除した結果、48通りのプロフィールを作成した。ここから選択質問を作成するのであるが、各選択肢集合の要素は3つとしたため、16通りの選択質問が作成された。ここで、NLで新築—中古ネストを組むために、これらの選択肢集合は1つの新築住宅と2つの中古住宅からなるよう工夫して作成している⁸⁾ (一例が表6)。通常コンジョイント分析では繰り返し質問を行うが、繰り返し回数が多くなり過ぎると、疲労により回答が適切でなくなる可能性が指摘されているため、16の選択質問を、2種類の調査票A, Bに分割して、それぞれ8問ずつ割り当てた。選択型実験の先行研究から見て、繰り返し回数8回というのは妥当な

6) 詳細は Louviere et al. [2000], pp. 83-137 を参照。
7) 例えば、全ての属性において勝っている (劣っている) プロフィールなどが発生してしまう。例えば、品質がよいのに価格が安い、といったケースが発生する可能性がある。
8) ここでは作成された住宅プロフィールのうち、築年数が0年のものを「新築住宅」、それ以外のものを「中古住宅」としている。

表6 選択肢集合の一例および各属性の記述統計

	1. 住宅A	2. 住宅B	3. 住宅C	4
築年数	新築	10年	20年	どれも選ばない
広さ	120㎡	100㎡	120㎡	
価格(土地代は含みません) (金利3.5%で20年ローンの場合の月額)	2,000万円 (11万6,000円/月)	2,500万円 (14万5,000円/月)	2,000万円 (11万6,000円/月)	
住宅の性能にかんする情報	なし	性能表示ラベルのみ	性能表示ラベルと 瑕疵保証	
建材	木造(リサイクル古材30%利用)	鉄筋コンクリート	鉄筋コンクリート	
	平均	標準偏差		
築年数(年)	11.5	10.0		
広さ(㎡)	125.4	20.7		
価格(万円)	2135.1	517.4		

数であると考えられる。回答者には調査票A、Bが無作為の一つ割り当てられる。

回答者には、プロフィールとして提示された住宅財の価格、広さ、建材、性能保証の有無といった属性についてのトレードオフおよび家計の所得制約を考慮しながら、「どれも選ばない」というオプションを加えた4選択肢の中から購入決定するというシナリオで回答を要請した。こうした仮想的な選択における回答者の属性評価から選好体系を分析するのが選択型実験である。

調査票には、住宅性能表示ラベルおよび瑕疵保証制度の要点を解説し、それらの事前的な知識の有無に関する質問を行った。また、家計サイズ、年齢、所得などの家計属性に関する質問、およびわが国の住宅に関する基礎データの紹介(戸建て住宅の平均的広さ(124㎡)、平均住宅寿命の欧米各国との比較等)とそれらに対する事前的な知識の有無も質問している。さらに金利状況の認識のため、調査時点における一般的な固定住宅ローン金利(20年間のケース、3.5%)を、価格属性の参考として加えている。ただし、モデルに取り入れる変数はあくまで価格であり、詳細なローン返済方法はモデル外であって、これらは仮想的シナリオで選択回答をする上でも現実的な回答を得るために、購入条件

の確認として準備したものである。

次に調査地域であるが、DiPasquale and Wheaton [1996, p. 29]によると、「住宅市場の地理的定義は概念的に同一の経済状況の影響を受ける物件を包含すべきである」とされる。つまり住宅市場分析の際には、対象地域の経済状況(雇用状態、交通体系など)が異なれば、それらは別の市場と見なすことになる。したがってデータ収集は同一住宅市場が分析対象になるように、地理的範囲を限定することが望ましい。また、分析に様々なタイプの住宅が含まれてしまうことを避けるために、分析対象とする住宅形態を限定することが望ましい⁹⁾。ここでは戸建て住宅の分析に当たり、集合住宅を志向する家計はサンプル対象から除外する¹⁰⁾。ただし、こうしたサンプル選択は非常に難しい問題である。先行研究を見ると、Earnhart [2001]は「戸建て住宅購入経験者」を、栗山 [2000]は「住宅購入に関心のある個人」を選んでいる。

9) Earnhart [2001]では一戸建て住宅に限定して分析している。

10) したがって、本研究は「京都市の一戸建て住宅市場」の分析となる。この研究結果を全国規模に一般化する際には検討を要するものであるが、情報提供制度や古材利用可能性に関して重要な示唆を与える事例となるだろう。マンション等集合住宅の影響も考慮した包括的な研究は今後望まれる。

これらに従い、分析対象とした住宅市場に参加する可能性のないサンプルは収集対象から外すこととし、Earnhart [2001]にならい、戸建て住宅居住者に限定し異なる住宅タイプを志向する家計を除外した上で仮想購入質問を行うことにより、セレクションバイアスの緩和を図った¹¹⁾。

サンプル収集方法は、京都市内の戸建て住宅を抽出し、その住宅を実際に訪問してサンプル収集対象であることを確認した後、世帯主にアンケートを依頼し、時間があればその場で回答してもらい、なければ回答後郵送するよう依頼した。この方法では完全な無作為抽出は困難であるが、実際に訪問することによりアンケート調査の目的を確実に伝えることができ、また完全な郵送調査よりもデータの回収率が高くなることが期待できる利点を優先した。この調査は2002年11月下旬に500件の戸建て住宅居住の世帯主に対して行われ、その結果、約1~2週間で174件(回収率34.8%)の回答が得られた。不備等の無効回答はわずかであり、アンケート設問の意図は理解されていたと判断できる。以下の解析においては、こうして収集されたデータから、「どれも選ばない」という回答を除外した総計1392の回答データを用いる。

2.3 データ解析法

前小節の要領で得られた選択型実験のデータ解析にはランダム効用理論に整合的な離散選択モデルを用いる。離散選択モデルではConditional Logit モデル (CL) が代表的であるが、

本研究の目的であるわが国の住宅選択分析に適用すると、①CLに不可避的に付随する「無関係な選択肢からの独立性 (IIA, Independence from Irrelevant Alternatives)」の仮定、②推定パラメータが母集団で一定の仮定、の2点が懸念される。

一点目のIIA仮定は、二つの選択肢に関する選択確率の比が、その二つ以外の選択肢から独立となることを意味するが、この仮定は厳しいものであり、とりわけ選択肢集合の中に類似性の高い選択肢が複数ある場合に問題が顕在化する。第1節で見たように、従来、わが国における新築志向が指摘されているが、もしもこの新築志向が顕著に存在すれば、調査票で提示する住宅プロフィールに関して、選択の際に回答者によって「新築住宅」と「中古住宅」とが分類され、選択肢間における築年数属性の類似性が問題となるだろう。それを無視してCLを適用すると、推定にバイアスがかかることになる。IIA仮定の妥当性はHausman検定により判定されるが(Hausman and McFadden [1984])、IIA仮定が不適当な場合、正確な分析のためにはその仮定を緩和する必要がある。そこで本研究ではIIA仮定緩和型のモデルとしてNested Logit モデル (NL) と Random Parameter Logit モデル (RPL) を利用する。これら2つのモデルはそれぞれ本研究で関心を寄せる焦点によく適合するモデルと考えられる。まず、新築志向の有無およびその強さについて、NLではそれを踏まえて新築か中古かによるネストを設定して解析すれば、新築—中古といった選択肢の類似性問題が回避されると同時に、新築志向の強度が測られる。一方RPLもIIAを緩和するが、これは係数に確率分布を許す点に特徴がある。そしてこの点はむしろ、CLに伴う固定パラメータの問題に関して重要な性質となる。住宅に関しては、様々な選好パターンを示す個人が存在していると考えるのが妥当であろう。特に、環境属性に対する意識は個人間で多様であり、その結果として古材利用に対する評価は

11) この方法にも欠点があり、集合住宅居住者の戸建て需要などの潜在的な需要が分析データから排除され、その意味で限定的なデータ収集となる。しかし、わが国の傾向として、新築および中古一戸建て居住者が、一戸建てに住み替える傾向があるため(日本住宅総合センター [1993])、調査の現実性を重視し、この方法を採用した。本研究では、手法としてコンジョイント分析を採用したため、調査票の現実性が重要となるが、質問法以外の分析手法の場合は、一戸建てに対する他形態からの潜在的な需要もデータに含めることも考えられる。

大きく分散していることが予想される。RPLでは係数 β の確率分布を推定することにより、回答者の嗜好の多様性に関する情報を得ることができる。これは古材利用可能性の考察にとって重要な情報となるであろう。以上3種のいずれの離散選択モデルも、2.2節で得られた同一のデータを用いて解析する。

3. 計量モデル

3.1 効用関数

効用関数にはランダム効用関数 (1) 式を想定する。 U_{in} は個人 n が住宅 i を選んだときの効用を表し、 V_{in} は観察可能な確定項、 ε_{in} は観察不可能な確率項を表す。消費者はこのランダム効用関数 (1) 式を予算制約のもとで最大化する主体であると仮定する。

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

本研究では効用関数の確定項を (2) 式のように定める。ただし、各 X は住宅属性変数 (各サフィックスは表4の第1列に対応している) であり β は係数である。

$$V = \beta_A X_A + \beta_S X_S + \beta_P X_P + \beta_I X_I + \beta_M X_M \quad (2)$$

新築、中古にかかわらず各住宅の効用は (2) 式にプロファイルを代入することで得られる。回答者はここから予算制約を考慮しながら最大効用が得られるプロファイルを選択することになる。

3.2 Conditional-Logit (条件付ロジット) モデル

消費者の直面する選択肢集合を C とする。ここで消費者 n が C の中から選択肢 i を選ぶのは、その効用が他の選択肢 $j \in C$ を選んだ時の効用よりも大きいときであるから、

$$P_{in} = \text{prob}(U_{in} > U_{jn}, \forall j \neq i \in C)$$

であり、効用関数 (1) を代入して移行すれば、

$$P_{in} = \text{prob}(V_{in} - V_{jn} > \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}, \forall j \neq i \in C) \quad (3)$$

となる。ここで確率項 ε に独立で同一の第1種極値分布を仮定すれば、選択肢 i が選択される確率は

$$P_{in} = \exp(\lambda V_{in}) / \sum_{j \in C} \exp(\lambda V_{jn}) \quad (4)$$

となる (McFadden [1974])。通常行われるように、スケールパラメータ λ は1に標準化する。最尤法によりパラメータ β が推定されれば、プロファイル変化 ($V^0 \rightarrow V^1$ 、ただし、0は初期状態、1は属性水準の変化後の状態を表す) に対するWTPは (5) 式から求まる (McConnell [1995])。

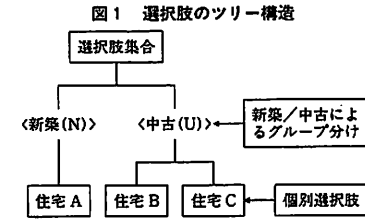
$$WTP = -\beta_p^{-1} \ln(\exp(V^1) / \exp(V^0)) \quad (5)$$

(5) 式より、プロファイル変化について、例えば建材以外の属性変数を一定とすれば、 $-\beta_M / \beta_P$ によって古材利用のWTPが求まる。また、同様の推論は築年数変数と住宅性能情報変数にも当てはまる。つまり、 $-\beta_{II} / \beta_A$ は性能情報属性の変数が変化した場合、築年数属性以外の属性を一定にしつつ効用水準を不変に保つための築年数の変化分を表すと解釈できる。これらパラメータ比の分散は (6) 式で近似され (Bateman et al. [2002], p. 284), WTP等の標準誤差を知りたいときに有用である。

$$\text{Var} \left(\frac{\beta_i}{\beta_j} \right) = \left(\frac{\beta_i}{\beta_j} \right)^2 \left(\frac{\text{Var}(\beta_i)}{\beta_i^2} + \frac{\text{Var}(\beta_j)}{\beta_j^2} - \frac{2\text{Cov}(\beta_i, \beta_j)}{\beta_i \beta_j} \right) \quad (6)$$

3.3 IIAの緩和モデル

IIA緩和モデルの一つとしてNLを利用する。NLでは選択肢を類似性によって分類・ツリー化し、ツリー内では分散均一を仮定するが、ツリー間では分散不均一を認めることによりIIA仮定を緩和する。ただしNLの問題点として、選択ツリー設定の恣意性が指摘されており、ツリーの作成には経験的なもつもらしさが要求される。本稿では2.3節で述べたように、指摘



されている住宅購入者の新築志向の存在を念頭においた選択肢のツリー構造を考える (図1)。「新築志向」が存在するならば、「新築」住宅は独自の意味をもち、新築か否かによるツリー構造が有効となると考えられるからである。

選択肢集合は $C = B^N + B^U$ となる。 B^N は新築、 B^U は中古住宅からなる部分集合であり、回答者 n が B^k に属する住宅 i を選ぶ確率は (7) 式となる (Train [2003, p. 84])。

$$P_{in} = \exp(V_{in}/\lambda_n) \left(\sum_{j \in C^k} \exp(V_{jn}/\lambda_n) \right)^{k-1} / \sum_{j \in B} \left(\sum_{j \in C^k} \exp(V_{jn}/\lambda_n) \right)^k, l \in \{N, U\} \quad (7)$$

λ は部分集合内の相関にかかわるパラメータである。新築住宅に関する λ_N を基準に中古住宅の λ_U を推定する。このとき、 $(1 - \lambda_U)$ は住宅BとCの相関指標であり、大きいほど選択肢間の類似性は高い (Train [2003], p. 83)。 $\lambda_U = 1$ のとき両選択肢は無相関となりCLに退化する。なお、推定は最尤法による。

次に、もう一つのIIA緩和モデルであるRPLは係数 β をランダム変数として扱う。これにより個人間の異質性を確率項 ε だけで扱うことを避け、確率項にIIDを保ったままIIA仮定を回避する。また、連続質問をパネルと見做して解析することが容易である (Train [2003])¹³⁾。(1) 式に質問回数 $T (= 8)$ を導入して $U_{njt} = \beta_n x_{njt} + \varepsilon_{njt}$ とし、選択列を $y = (y_1, \dots, y_T)$ とすれば、選択確率は

$$P_{jn}^* = \int P_{jn}(\beta_n) f(\beta_n | \Omega) d\beta_n \quad (8)$$

となる。ただし、 P_{jn}^* は個人 n が選択列 y を選ぶ確率、 Ω は β の密度関数における母数パラメータ、 $P_{jn} = \prod_{t=1}^T [\exp(\beta_n x_{njt}) / \sum_l \exp(\beta_n x_{nljt})]$ である。 $f(\beta)$ の分布型には正規分布、あるいは符号が予期できる場合には対数正規分布などが仮定される。本研究での分布型には正規分布を想定するが、Revelt and Train [1998] に従い、ニューメレルとして用いる価格と築年数は固定係数とした。一般に、RPLの選択確率 (8) 式の積分計算は不可能であるため、シミュレーション法を用いた最尤法により、係数 β の分布を規定する母数パラメータを推定する¹³⁾。

4. 解析結果と考察

4.1 解析結果

前節で定式化したCL, NL, RPLの3種の離散選択モデルについて、推定結果は表7にまとめられる。なお、各種モデルの被説明変数は、その住宅を選択した場合に1、選択しなかった場合に0をとる離散変数である。

いずれのモデルでも価格係数と築年数係数が負符号、広さの係数は正符号となった。これは、価格は安いほど、築年数は若いほど、広さは広いほど効用が高いことを意味し、経済学的に整合的な結果となっている。また、得られたデータの中から、主要な家計属性として、家計サイズ、世帯主年齢、家計所得を説明変数として導入しているが、CLの家計所得以外は有意な結果が観察されなかった。情報属性、建材属性については興味深い結果が得られ、以下で詳しく検討する。モデルの説明力の指標となるMcFaddenの決定係数は、3モデルの中で最

13) 推定にはRevelt and Train [1998]のパネルデータで係数間の相関を許すRPLモデルを用いた。この推定のためのGaussプログラムも同論文で紹介されているものを用いた。

12) その点CLとNLはパネル分析ではなく、標準誤差が過小評価される可能性を否定できない。

表7 離散選択モデル推定結果

		CL モデル		NL モデル		RPL モデル		
		係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	
築年数 (A)	(fixed)	-0.0760	0.0046	-0.0669	0.0090	-0.1185	0.0084	
広さ (S)	(mean)	0.0145	0.0022	0.0143	0.0021	0.0259	0.0055	
	(s.d.)	—	—	—	—	0.0391	0.0046	
価格 (千円) (P)	(fixed)	-0.4967	0.1192	-0.4271	0.1332	-0.7558	0.1704	
住宅に関する情報 (I)	住宅性能表示ラベル	(mean)	0.6466	0.1272	0.6747	0.1226	1.0053	0.2554
		(s.d.)	—	—	—	—	0.9663	0.4373
	瑕疵保証	(mean)	0.8457	0.1382	0.8410	0.1345	1.3389	0.2813
	(s.d.)	—	—	—	—	0.7122	0.4643	
	両方	(mean)	1.3943	0.1393	1.3515	0.1444	2.0905	0.3153
	(s.d.)	—	—	—	—	1.8768	0.3480	
建材 (M)	古材リサイクル0%	(mean)	0.2405	0.1173	0.2868	0.1096	0.2629	0.2632
		(s.d.)	—	—	—	—	1.9041	0.2690
	古材リサイクル30%	(mean)	0.1385	0.1150	0.1242	0.1048	-0.0025	0.2945
	(s.d.)	—	—	—	—	2.2218	0.3279	
	古材リサイクル50%	(mean)	-0.0863	0.1741	-0.0214	0.1531	-0.1184	0.3431
	(s.d.)	—	—	—	—	1.9419	0.5575	
家計サイズ		-0.0441	0.0470	-0.0011	0.0478	-0.0138	0.0759	
世帯主年齢		0.0023	0.0028	0.0013	0.0029	0.0015	0.0042	
家計所得 (百万円)		0.0227	0.0111	0.0001	0.0002	0.0120	0.0167	
λ		—	—	0.8238	0.1448	—	—	
観察数		1392		1392		1392		
最大対数尤度		-900.58		-888.34		-820.91		
McFadden's R		0.22		0.23		0.29		
AIC		1825.16		1802.68		1679.82		
Hausman 統計量		37.08		—		—		

表8 RPL モデルの推定パラメータ相関行列

	広さ	情報表示ラベル	瑕疵保証	両方	リサイクル0%	リサイクル30%	リサイクル50%
広さ	1.00	-0.12	-0.16	-0.06	0.10	0.12	-0.04
情報表示ラベル	-0.12	1.00	0.97	0.37	-0.01	0.01	0.20
瑕疵保証	-0.16	0.97	1.00	0.45	-0.01	0.01	0.24
両方	-0.06	0.37	0.45	1.00	0.00	0.03	0.31
リサイクル0%	0.10	-0.01	-0.01	0.00	1.00	-0.86	-0.66
リサイクル30%	0.12	0.01	0.01	0.03	-0.86	1.00	0.29
リサイクル50%	-0.04	0.20	0.24	0.31	-0.66	0.29	1.00

も低いCLでも0.22程度あり、この数値は0.2~0.4程度あれば十分に高い適合度と考えられるため(土木学会 [1995], p. 51), 本研究結果のモデル適合度も十分であると判断してよい。

推定結果から、情報属性係数が大きく、選択時にこの属性が重視されていることが分かる。ここで瑕疵保証の方が住宅性能表示ラベルよりも係数が大きいことが注目される。これは、取引の事前的な情報開示である住宅表示ラベルよりも、事後的な補償を確保する瑕疵保証が望まれていると解釈できる。当然ながら、両方有しているものが最も好まれている。建材については「鉄筋コンクリート」水準を基準に測っており、表中の建材係数が正符号で出ていることは鉄筋よりも木造の方が好まれていることを意味するが、木造の中でも古材利用率が上昇するにつれてその選好度合いは弱まり、有意な効用を与えなくなることも読み取れる。新材には有意な正の支払意思額が観察されているのに対して、古材については観察されない。このことから、現状では古材利用が高く評価されているとは到底言えず、懸念事項であった経済性の問題は自発的には解決されないと予測される。

属性間の代替関係に基づく具体的な数値は以下のとおり算出される。まず、CLの結果から、性能情報の確保により受け入れられる築年数の経過は、(5)式より、性能表示ラベルによって約8.5年(1.8)、瑕疵保証によって約11.1年(1.9)、その両方によって18.3年(2.1)と計算される¹⁴⁾。このことから、築年数パラメータのウェイトは比較的大きく、確かに住宅選択においては築年数の若さが重視されているものの、住宅に関する情報の確保によってある程度築年数が経過した住宅も受け入れられると期待できる。また、新材のみを利用した木造住宅に対するWTPは約484万円(263.3)と計算される。一方、中古木材を利用した木造住宅には正の

14) 括弧内の数値は(6)式に基づいて計算された推定値比の標準誤差である。以下、(5)式をもとに計算された値はその標準誤差を括弧内で併記する。

WTPが観察されない。この意味するところは、古材が新材と同価格であったとしても、古材が選択されるには少なくとも484万円の補助金等が無ければ購入されないことであり、現実には古材のほうが高価であるため、自発的な市場の発展は極めて困難な現状が確認される¹⁵⁾。

ところで、本研究で新築志向の存在という観点から問題視していたCLにおけるIIA仮定の妥当性に関して、Hausman検定により1%水準でIIA仮定が棄却された。したがって本研究においてCLではバイアスのかかった推定値を導いている可能性があり、やはり今回の住宅選択分析においてもIIA仮定の緩和が必要であった。そのIIAを緩和したモデルであるNLおよびRPL両モデルの結果を検討する。

NLの結果もCLと符合が同一であり、経済学的な意味を有している。最大対数尤度とAICから判断すれば、本研究で特定化したNLによってモデルの説明力をCLよりも高めることができたとわかる。また、推定されたλは大きく、中古住宅プロファイル間の相関はそれほど高くなかったことが分かるが、この含意は次の小節で論じたい。(5)式に基づき各変数間の代替関係を考察すると、住宅性能情報の明示・保証については、住宅性能表示ラベルの添付によって10.1年(2.3)、瑕疵保証によって12.6年(2.6)、その両方によって20.2年(3.5)となり、CLよりも若干高く評価された。また、新材のみを用いた木造建築に対する支払意思額は約672万円(331.2)であり、これもCLよりも188万円程度高く評価された。つまりNLの結果は、CLと比較して、一方で情報制度を整備することの持つ中古住宅の利用促進への効果をより高く評価し、他方で古材の利用可能性をより厳しく評価するものとまとめられる。

最後にRPLによる推定結果について考察する。RPLの結果も係数符号は経済学的に意味

15) 本稿では有意にゼロと異なる結果であったが、もしも古材利用に有意な不効用が存在するならばそれ以上の額の補助金が必要となる。

を成している。また、最大対数尤度とAICから、3モデル中で最も説明力が高いことが分かる。変数間の代替関係は、住宅性能情報の明示・保証によって受け入れられる築年数経過について、性能情報ラベルによって8.5年(2.2)、瑕疵保証によって11.3年(2.5)、その両方によって17.6年(2.9)であり、結果的にはCLモデルに近い値をとった。建材に新規木材のみを利用することに対する支払意思額は平均を用いて347.8万円(357.0)となる。ここで、建材属性係数の平均に対する標準偏差の相対的な大きさが、他の属性のそれと比べて非常に大きい点に注目され、建材に対する評価が個人で大きく異なり、新材より古材を好む個人も存在することが分かる。しかしながらそれは全体としては少数であり、自発的に活発な市場取引を通じて古材が利用され廃棄物が減るというシナリオの実現は厳しいと判断せざるを得ない。平均的個人が進んで古材を新材よりも選好するようになるためには追加的に少なくとも一戸当たり348万円程度の補助金が必要となる。

以上の諸結果から、わが国で住宅選択分析を離散選択モデルで行う場合、IIA仮定が妥当でないこと、また、IIA緩和モデルではNLよりもRPLの方が説明力が高いことが示された。ただし、IIA仮定が棄却されたといっても、推定パラメータの大きさはその緩和モデルであるRPL結果と大きく異なることはなかった。また、NLはCLおよびRPLと若干異なる結果を示したものの、得られる含意の大筋は変わらない。したがってどのモデルに基づいても本研究の結論は大きくは変わらないが、最も説明力の高いRPLに基づいて次の小節で結論を導くことにする。さらにRPLから、建材属性係数の分布で推定された平均に対する標準偏差の比が、他の属性係数のそれと比べて大きいことが分かった。ここから建材属性、特に古材利用に対する選好が母集団で大きく分散している現状が観察され、こうした様々な選好パターンが存在する状況では、CLやNLのような固定係数

モデルでなく、RPLのように変動を許すモデルを用いて、選好の多様性を分析に含めることが望ましいことも分かった。

4.2 考察——建築廃棄物削減の可能性

本研究の目的は、建築廃棄物量削減のために、中古住宅(住宅ストック)および古材の利用可能性を消費者選好分析から評価することであった。まず、中古住宅の利用可能性について、推定された築年数属性の係数の絶対値が他の係数と比べても相対的に大きく、確かに築年数が重視されている現状が確認された。しかし、NLの結果から分かるように、新築—中古による選択ツリー構造はそれほど顕著ではないと判断される。これは築年数属性とその他属性との間の代替が可能であることを示唆する。つまり、築年数は重視されながらも、新築住宅だけが特別視されているわけではないことである。この結果は、情報制度の整備によって中古住宅利用を促進するという観点からは望ましい結果である。なぜなら、新築住宅のみが特別な意味を持っていたとすれば、築年数属性とその他属性の間の代替が絶望的となり、いくら情報制度を整備しても中古住宅に関する築年数経過が受け入れられるのみで新築住宅は依然として選好されるからである。さらに、住宅性能情報がかなり重視されており、住宅性能情報の確保によって受け入れられる築年数の経過は、性能情報ラベルによって約9年、瑕疵保証によって約10年、その両方によって約17年である。これらを総合すれば、新築が好まれている現状でも、住宅性能情報の明示・保証によって中古住宅の利用が促進されうるといえよう。山崎[1999]は中古住宅の活発な利用のためには情報の非対称性の克服が必要であると指摘したが、本研究結果はそれを裏付けるものとなった。先に指摘したとおり、現状では新築住宅に関する情報の非対称性の緩和が図られ始めたものの、中古住宅についての規定は遅れている。住宅ストックの利用による廃棄物削減効

果を考えると、こうした中古住宅に関する情報の非対称性の緩和が非常に重要であることが本研究の一つの結論となる。そのためには現状制度を拡大・強化して、中古住宅についても住宅性能情報ラベルの添付や瑕疵保証を新築住宅並みの水準で義務付けることが有効であると考えられる。また、八田[1997]の「建築物登録制度」は、住宅性能に関する情報を確保するという意味で、中古住宅活用効果が極めて強いと考えられる。いずれにしろ、中古住宅利用の促進には中古住宅に関する性能情報を購入者に提供することが早急に求められ、その結果として建築廃棄物の削減が期待できるだろう。

次に古材利用の可能性について、新規木材のみを用いた住宅に約348万円の追加的支払意思額が観察された結果(RPL)からは、少なくともこれと同額の補助金等がなければ、平均的個人が古材を選好する可能性がないという厳しい現状が示された¹⁶⁾。ただし、建材属性の係数の分散が他の係数と比べて非常に大きいことも読み取れた。つまり、全体的な傾向としては新規木材の方が古材よりも好まれている選好状況が観察された一方で、古材利用については個人によりその評価が分かれている状況が観察されたわけである。とはいえ、現状において古材が新規材よりも高価である限り、古材利用を進めるにはその意義を積極的に評価する一部の人のみを対象とせざるを得ない。現在見られるようになった古材バンク等の市民運動レベルの取り組みはこの一部の個人を対象にしたものであり、これが市場で主流となりその結果廃棄物が減るという希望的な観測は為しえない。もちろんこうした取り組みの意義を否定するわけではなく、それは非常に重要な試みであると評価できるが、古材利用は主流になりにくいということである。こうした現状でなお古材利用を推進するには、古材利用の意義をアピールして住宅需要者が古材利用に対して積極的になるよう導

いていくか、あるいは外部不経済をもたらす建築廃棄物の排出への課税、ないしは古材利用の廃棄物削減効果を外部経済効果と見なしての補助金などを検討してもよいのではないだろうか。住宅の経済学の分野では、良質な住宅に対する補助を認めないという主張がある。例えば八田[1997]では、住宅の外観などから効用を得る隣人がいるとしてもごく少数であるから外部性はほとんどない、したがって補助する理由はないと主張しており、金本[1993]でも、外部性の定量的重要性に関しては否定的な研究が多いと紹介している。八田[1997, p. 27]の質の良い住宅(長寿命住宅)についての指摘を要約すれば、質が良ければ後で高く売れるため前中で良質な住宅を造る動機がそもそもあるし、過渡期といえる現在においては短い期間しか使えないものを持つという判断も合理的であり、良質な住宅建設に補助を与えて今のスタイルを長持ちさせてしまうと、社会的には大きな無駄が起きるということである。ここでは住宅が公共財でないことが強調されている。しかしながらこの議論には廃棄物問題の観点が欠落していると見え、それを含めた議論の必要性が今日では高まっているのではないだろうか。

現状ではかなりの額の補助が持ち家住宅の取得に充てられている。金本[1993]によれば、持ち家に対する住宅金融公庫融資だけでも2%程度の金利補助に相当し、融資を受けた人が実質的に得ている補助金は数百万円のオーダーに達しているという。それも新築住宅のみを奨励し高所得者が低所得者よりも高額な補助を受けるような水平的公平を満たさない形態で、である。こうした問題のある住宅補助体系を改め、廃棄物問題という外部性に着目した補助体系を検討してみる価値は十分にあるだろう。

5. おわりに

本研究では、建築廃棄物問題に対して、中古住宅を利用することおよび廃棄された古材のり

16) NLからはさらに厳しい現状が結論される。

サイクルによる廃棄物量削減の可能性を実証的・定量的に分析した。その結果、中古住宅に関する性能情報の明示・保証は、中古住宅の利用促進に効果的であることが示された。また、古材利用の意義に対する評価は分かれているものの、現状では自発的な古材市場の発展は難しく、建築廃棄物削減のためには追加的な措置が必要なことが分かった。さらに、わが国の住宅選択分析に適用する離散選択モデル (CL, NL, RPL) を比較考察し、その結果、IIA 仮定は不适当であり、それを緩和するモデルでは RPL のフィットがよいことが分かった。ただし、NL モデルは、指摘されてきたわが国の住宅選択における新築志向の検証のために、新築—中古という選択ツリーを構築したものである。選択実験の計画上、本研究でこれ以外のツリー構造で解析するのは困難であるが、別のツリー、例えば建材に関するツリー構造を想定した場合、NL のフィットが変化する可能性は残るため、今後の解明が必要である。また、本研究ではコンジョイント分析を手法として用いたため、サンプル対象を一戸建て居住者に限定したが、サンプル対象の拡大を可能とする方法も含めて、一戸建て以外の形態 (集合住宅等) を対象とした研究も今後の課題である。

参考文献

植田和弘 [1992], 「廃棄物とリサイクルの経済学」, 有斐閣。
 尾島俊雄 [1999], 「完全リサイクル型住宅」, 早稲田大学出版部。
 金本良嗣 [1993], 「住宅補助政策の経済学」, 『都市住宅学』, No.4, pp. 12-19。
 栗山浩一 [1999], 「環境評価の現状と課題」, 鷲田・栗山・竹内 (編) 『環境評価ワークショップ』, 築地書館, pp. 25-45。
 栗山浩一 [2000], 「環境ラベリング導入の社会的効果」, 早稲田大学現代政治経済研究所, Working Paper Series, No. 9906。
 辻野真貴子・平田京子 [2001], 「中古住宅市場の活性化を阻害する要因とその背景に関する分析」,

『日本建築学会学術講演梗概集』, 2001年9月, pp. 1031-1032。
 土木学会編 [1995], 『非集計行動モデルの理論と実際』, 社団法人土木学会。
 中村良平 [1995], 「住宅市場の理論と分析」, 山田浩之, 西村周三, 綿貫伸一郎, 田淵隆俊編 『都市と土地の経済学』第7章 (pp. 122-138), 日本評論社。
 日本住宅総合センター [1993], 『不動産流通と住替え意識に関する調査』, 財団法人日本総合センター。
 八田達夫 [1997], 「住宅市場と公共政策」, 岩田規久男・八田達夫編 『住宅の経済学』, 日本経済新聞社, pp. 1-48。
 疋田洋子 [2000], 「解体財の再利用」, 『木材保存』, 26 (1), pp. 4-16。
 本多淳裕・山田優 [1990], 『建設系廃棄物の処理と再利用』, 省エネルギーセンター。
 森泉陽子 [2003], 「新築住宅市場と中古住宅市場」, 『都市住宅学』, No. 43, pp. 196-203。
 山崎福寿 [1999], 『土地と住宅市場の経済分析』, 東京大学出版会。
 山田浩之 [1980], 『都市の経済分析』, 東洋経済新報社。
 山田良治 [2002], 「日本の住宅・居住問題の歴史的構造」, 『経済』, 2002年7月号, pp. 71-81。
 湯沢昭・須田照 [1990], 「意識データと行動データとの比較検討およびプロミネンス仮説の妥当性について: 世帯の住宅選択問題を事例に」, 『都市計画論文集』, 第25巻, pp. 571-576。
 Bateman, I. J., R. T. Carson, B. Day, M. Hanemann, N. Hanley, T. Hett, M. Jones-Lee, G. Loomes, S. Mourato, E. Özdemiroğlu, D. W. Pearce, R. Sudgen and J. Swanson [2002], *Economic Valuation with Stated Preference Techniques*, Edward Elger。
 Börsch-Supan, A., F. Heiss, and M. Seko [2001], "Housing Demand in Germany and Japan", *Journal of Housing Economics*, 10, pp. 109-129。
 DiPasquale, D. and W. C. Wheaton [1996], *Urban Economics and Real Estate Markets*, Prentice Hall. (瀬古美喜・黒田達朗訳 [2001] 『都市と不動産の経済学』, 創文社)。

Earnhart, D. [2001], "Combining Revealed and Stated Preference Methods to Value Environmental Amenities at Residential Locations", *Land Economics*, 77, 1, pp. 12-29。
 Hausman, J. and D. McFadden [1984], "Specification tests for the multinomial logit model", *Econometrica*, 52, pp. 1219-1240。
 Kanemoto, Y. [1997], "The Housing Question in Japan", *Regional Science and Urban Economics*, 27, pp. 613-641。
 Louviere, J. J., D. A. Hensher, and J. D. Swait [2000], *Stated Choice Methods*, Cambridge University Press。
 McConnell, K. E. [1995], "Consumer Surplus from Discrete Choice Models", *Journal of Environmental Economics and Management*, 29, pp. 263-270。
 McFadden, D. [1974], "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior", in P. Zarembka (ed), *Frontiers in Econometrics*, Academic Press。
 — [1978], "Modeling the Choice of Residential Location", in A. Karlquist et al (eds.), *Spatial Interaction Theory and Residential Location*, North-Holland。
 Revelt, D. and K. Train [1998], "Mixed Logit with Repeated Choices: Households' Choices of Appliance Efficiency Level", *Review of Economics and Statistics*, 80(4), pp. 647-657。
 Train, K. [2003], *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press。

宝くじの最適設計と公共的資金調達

Optimal Design of Lotteries for Public Fundraising

前田 章 (京都大学大学院助教授・内閣府経済社会総合研究所客員主任研究官)*

Akira MAEDA, Kyoto University

要旨

本研究では慈善宝くじの最適設計を考察する。重要な結論は次の2点である。最適設計の下では、1) 宝くじの資金調達としての特性は、宝くじのタイプ(賞金固定型や確率固定型)に依存しない。2) 販売総額のうち、「購入金額の各等級賞金に対する弾力性」に等しい比率が各等級の賞金に当てられ、残りが発行体の収益となる。これらの結論は慈善宝くじの可能性と限界を明らかにするもので、過去に例の無いものである。

Abstract

This paper examines the optimal design of lotteries to maximize revenue for originators of public or other charitable lotteries. The paper offers two important findings: given that lotteries are optimally designed, 1) the potential of lotteries as fundraising instruments is independent of type of lottery (specifically, of whether lotteries are of the ordinary type with fixed prizes, or of the pari-mutuel or lotto type with fixed probabilities of winning); and 2) the ratio of optimal winning prize amount to total lottery sales is equalized to the elasticity of demand for lottery ticket purchases with respect to the winning prize in each prize class.

キーワード: 宝くじ, ロト, 資金調達, 娯楽, リスク

Keywords: lottery, lotto, fundraising, entertainment, risk.

JEL区分: H27, L83, D81

*連絡先: 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院エネルギー科学研究科
電話: 075-753-3576 Fax: 075-753-4739 Email: akmaeda@energy.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

本研究では公共的資金調達を意図した宝くじ(Lotteries)(しばしば慈善宝くじ(Charitable Lotteries)と呼ばれるもの)を考察する。宝くじは寄付に次いで公共事業体や慈善事業体などの資金調達を支える方法として世界的に長い歴史を持つ。それにもかかわらず、これを経済学的に分析する研究はそれほど多くはない。その理由は、おそらく、宝くじが標準的な期待効用理論や投資理論から予測される経済主体の行動と整合的でないこと、それゆえ、多くの経済学者が避けて通ってきたことが挙げられるのではないだろうか。宝くじ発行体は宝くじ販売による収入から賞金支払いを差し引き、残った資金を公共的な事業、たとえば公共投資や慈善事業のために使用することが期待されている。宝くじに出資(購入)する側から見ると、そのリターンの期待値は投資額を必ず下回る。そのため、宝くじ購買行動は、リスク回避的態度を前提とする標準的な投資理論では説明が付かない。

宝くじに関する研究は大きく3つに分類できよう。一つ目は期待効用論に関連する理論分析、二つ目は実証分析、三つ目は宝くじの本来の目的である「公共性」に立ち戻った理論分析である。一つ目の期待効用論に関連するものは、宝くじを購入する側にとってのリスクとリターンにのみ着目し、宝くじをあくまでも経済合理的な投資行動として説明することを試みるものである。宝くじ購買行動を説明するには、リスク回避的で保険を好む経済主体が、一方でギャンブルを行うという、ギャンブルと保険の共存を説明する効用理論が必要である。こうした研究としては、古くはFriedman and Savage [1948], Kahneman and Tversky [1979], Quiggin [1991]などが挙げられる¹⁾。Golec

and Tamarkin [1998]は競馬でのギャンブラーの行動は、期待効用関数の中に、リターンの平均と分散のみではなく、skewness(歪度)まで考慮することによって説明が付く、とした。Garrett and Sobel [1999]はGolec and Tamarkinの理論を米国宝くじに適用し、宝くじ購買者の効用関数を賞金額の3次多項式で回帰分析することを試みている。

二つ目の実証分析は、英国、カナダ、米国などの国営ないしは州営の宝くじについて実データを統計的に分析するものである。Walker and Young [2001]は英国のthe UK on-line pari-mutual lottery gameの売り上げを決定する要因について統計分析を行った²⁾。その結果、現状からもう少しtake out rate (pari-mutual lottery gameにおいて、売り上げのうち、賞金として還元することなく発行体の手元に残す金額の比率)を引き上げても、売り上げは減少するが収益(revenue)自体は増加する、と提案している。その他に英国国営宝くじ(the UK National Lottery)について分析したものとしては、Forrest, Gulley and Simmons [2000, 2001]などがある。Apinunmahakul and Devlin [2004]はカナダのデータを用いて慈善事業への純粋な寄付行動と慈善宝くじ購買行動の関係を考察している。この両者は相補的(complementary)、すなわち、一方が増えると他も増えるという関係であると結論付けている。Matheson and Grob [2004]は米国のLottoについて、購買行動を論じている。

宝くじに関する三つ目のアプローチは、宝くじの本来の目的である「公共性」に立ち戻り、宝くじの社会経済的位置づけに着目するものである。前述のように、宝くじの本来の目的は公共目的での資金調達である。慈善事業や非営利事業での資金調達がどのようになされるかを考察する研究には長い歴史がある。特に寄付は公

1) 一般的な期待効用論についてはあまりにも膨大な文献があるので、最近の動向としては、Machina [2001]や Seidl [2002]などとそれらの引用文献を参照されたい。

2) 英国の国営宝くじの歴史と現状については、Moore [1997], Haigh [1997], King [1997], Simon [1999]などとそれらの引用文献などが参考になる。

共経済学の重要な分析対象となってきた。最近では Andreoni [1998] が非営利部門の資金調達についてゲーム理論の考え方を導入し極めて包括的な理論を提示している。Morgan [2000] や Duncan [2002] はこうした流れに立って、慈善宝くじの理論モデルを提示し、宝くじによる資金調達が寄付のみの場合に比べて社会厚生を高めることを示した。これは宝くじの公共的意義を真正面から分析する画期的な研究であると言える。さらに、Morgan and Sefton [2000] は「実験」を行い、Morgan モデルの検証を行っている。

期待効用関数を一般化する研究においても、実証分析する研究においても、宝くじがそもそも社会にとって何故必要なのか、ただのギャンブルを超えて社会に何の役に立っているのか、という視点は全くない。宝くじはただただ、購入者にリスクと引き換えにリターンをもたらすものとか考えられていない。こうした二つのアプローチに対して、Morgan [2000] や Duncan [2002] など三つ目のアプローチは宝くじのリスクとリターン以外の属性、すなわち「公共目的」を考察するものであり、極めて斬新な視点であるといえよう。それでも、Morgan, Duncan ではこうした公共資金調達ツールとしての宝くじを如何に上手に使うべきか、といった政策的な視点には触れられていない。彼らの研究では、(ある種類の)宝くじの導入によって単なる寄付を募るよりも多額の資金が集められると結論付けられている。しかし、政策的な問題としては、Walker and Young [2001] の実証分析からもわかるように、設定された賞金額や当選確率と発行体の手元に残る収入には関連があることにも注意する必要がある。実際、賞金額を大きくすれば購買も増加するであろうが、同時に還元する金額も大きくなるため、必ずしも発行体の手元に残る収入は増えるとは限らない。当選確率についても同様である。言い換えれば、発行体の収入 (= 公共目的に使える資金) は無限に集められるわけではない。その

金額は、発行体の設定する賞金や当選確率によって必然的に決定されるものである。では、どのような賞金と当選確率の組み合わせが最適であるか? Morgan, Duncan はもちろんのこと、これまでのあらゆる宝くじ研究には、こうした、宝くじを如何に設計するべきか、という視点が全く抜け落ちている。本研究の第一の目的は、まさにこの宝くじの最適設計を考察することである。

上述のように、Morgan [2000] や Duncan [2002] の考え方の根本は、宝くじの持つ属性として、リスクとリターン以外に、「公共目的」を導入することであった。ただ、やはり現実問題として、宝くじを購入する人々が「公共目的」を明確に意識しているかどうかは大変難しい。宝くじ販売所に行列をなす人々に何故宝くじを購入するか、と問えば、おそらく大半の人が「夢があるから」と答えるであろう。実際、(財)日本宝くじ協会 (Japan Lottery Association) が実施しているアンケート調査 (<http://www.takarakuji.nippon-net.ne.jp/> 参照) でも、宝くじ購入理由として「賞金目当て」(60.4% = 2002年調査, 55.5% = 1999年調査, 複数回答, 以下同様)、「大きな夢」(53.3%, 48.4%)、「遊びのつもりで」(41.6%, 41.0%)、「当たっても当たらなくても楽しめるから」(40.1%, 35.0%) などが大半を占めている。これは宝くじが、大半の購入者にとって、投資や寄付ではなく、ただ単に娯楽に過ぎないことを物語っている。

宝くじが一般的な購入者にとって単に娯楽 (エンターテインメント) に過ぎないとしても、宝くじという方法を使って公共事業体が資金調達することができることにはなんら変わりはない。単に娯楽であると割り切ってしまうと、その観点で資金調達としての最適な制度設計ができるはずである。宝くじの持つ属性として「娯楽性」に着目するならば、これまでの宝くじ研究とは全く異なるモデルを提示することができるであろう。これが、本研究の第二の目的であ

る。

本研究では、宝くじを娯楽と捉える経済主体を想定し、そのもとで最大の資金調達が可能にする宝くじ設計を考察する。宝くじの娯楽性を決定付ける要因として、賞金と当選確率に着目し、宝くじ発行体から見た資金調達として最適な賞金と当選確率の組み合わせを分析する。以下の構成は次のとおりである。次節にて娯楽としての宝くじをモデル化すると同時に、二つのタイプの宝くじ、すなわち「賞金固定型宝くじ」および「確率固定型宝くじ」を定義する。第3節では前者、第4節では後者の分析を行い、第5節で二者の比較を行う。ここでの重要な結論は、宝くじの資金調達としての特性は、宝くじのタイプに依存しない、ということである。第6節では複数の当選等級を持つ宝くじを考察し、あわせて簡単な数値例を示す。第7節でまとめとする。

2. モデル

2.1 宝くじ購入行動と最適設計

巨額の当選金額 (賞金) を与える一等がひとつだけあるような単純化された宝くじを考える。宝くじ購入者 i は収入の一部を宝くじ購入に振り分け、一般消費と宝くじ購入量によって効用が得られるものとする。次のような準線形 (quasi-linear) 効用関数を仮定する。

$$U_i(x_i) \equiv w_i - x_i + v_i(x_i)$$

ここに、 w_i は予算制約、 x_i は宝くじ購入額である。 $v_i(x_i)$ は宝くじ購入によって得られる娯楽の効用を意味する。

一等がひとつだけの単純化された状況では、宝くじの性質を記述するパラメータは次の二つである。購入者にとっての一等の当たる確率 p_i およびそのときの想定される賞金額 R 。当然のことながら、当選確率、賞金額共に高めれば高いほど娯楽としての効用は高い。同時に、それぞれに対する限界効用は、それぞれの増加

に伴い減少していくものと考えられる。そこで、 $v_i(x_i)$ を次のような関数であるとする。

$$v_i(x_i) \equiv k_i p_i^{\alpha_i} R^{\beta_i}$$

ただし、 $0 < \alpha_i < 1$ かつ $0 < \beta_i < 1$ とする。 k_i は定数である。

各宝くじ購入者は以上のように定義された効用関数を最大化するように宝くじ購入金額を決定するものとする。最適な宝くじ購入量 x_i^* は当選確率 p_i および賞金額 R に依存することになる。宝くじ参加者が N 人、想定される当選者数を n 人であるとする、宝くじ発行体の収益は次のように計算される。

$$\pi \equiv \sum_{i=1}^N x_i^* - nR$$

そこで宝くじ発行体は当選確率と賞金額を制御することによって、収益を最大化できることになる。

2.2 宝くじの種類

宝くじ発行体は当選確率と賞金額を制御することによって、収益を最大化できる。宝くじの仕組みによって、当選確率と賞金額のどちらか一方またはその両方が固定されて、宝くじ購入者に提示されることになる。賞金額が固定されたものを賞金固定型宝くじ (fixed-prize lotteries)、宝くじ券一枚の当選確率が固定されたものを確率固定型宝くじ (fixed-probability lotteries) と呼ぶことにする。前者はもっとも一般的な宝くじであり、日本においては全国都道府県及び指定都市の主催する通常の宝くじがこれにあたる。こうした宝くじでは、発行済み宝くじ券のうちどれか一枚が必ず当たることになっているため、他者に比べてたくさん買えば買うほど、他者に比べて当たる確率が高くなる。一方、確率固定型は一枚当たりの当選確率が一定で、当然たくさん買えば買うだけ当選確率は高くなるが、それは他者に比べて多いか少ないかは依存しない。これにあたるものは、

「Loto (ロト)」で、日本においては購入者がみずから番号を選択する「数字選択型宝くじ」として実施されている。具体的には「ナンバーズ」「ミニロト」「ロト6」などである。こうしたLotoでは、賞金総額は事前に固定されて購入者に提示されるわけではないのが一般的である。また、同一の番号を複数の購入者が選ぶことがあり得るため、当選者が複数になることもある。そうした場合、賞金は当選者達に均等に分配されることとなる。したがって、宝くじ販売総額が大きいほど、また、想定当選者が少ないほど、高額な当選賞金が期待されることになる。本研究では、確率固定型における賞金額設定のルールとして、販売総額の一定割合を当選者(達)に割り当てるものとする³⁾。宝くじ券一枚あたりの当選確率、賞金額の双方が固定された宝くじも考えられる。ただ、現実にはこうしたものは(少なくとも日本においては)あまり一般的ではないので、本研究では省略する。以下では賞金固定型、確率固定型のふたつの種類の宝くじそれぞれについて、均衡(宝くじ購入者の購入額および宝くじ発行体の最適設計)を分析する。

3. 賞金固定型宝くじ

3.1 最適購入行動

賞金固定型宝くじは、賞金 R が宝くじ発行体によって提示されるものである。当選がひとつだけのケース ($n=1$) を考える。当選確率は市場全体の購入(発行)額に占める購入者の購入額として内生的に決定される。すなわち、

$$p_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^N x_j}$$

これより、宝くじ購入者 i の効用関数は次のよ

3) 一般に、販売総額の一定割合を賞金(総額)に当てる形式の宝くじは「pari-mutuel lotteries」と呼ばれる。日本で行われているLotoはpari-mutuel型の一種と見てもできる。

うにあらわされる。

$$U_i(x_i) = w_i - x_i + k_i \left(\frac{x_i}{\sum x_j} \right)^{\alpha_i} R^{\beta_i}$$

確率をあらわす項の分母に他者の購入金額があることからわかるように、当選確率は他者の行動に影響される。そのため、宝くじの購入行動は(ゲーム理論としての)ゲームであると言ってよい。Nash均衡を想定すれば、他者の購入額を所与とした場合の最適購入額は次の一階の必要条件によって決定される。(これは同時に十分条件でもあることは容易にわかる。)

$$\frac{dU_i}{dx_i} = -1 + k_i \alpha_i \left(\frac{x_i}{\sum x_j} \right)^{\alpha_i - 1} \frac{(\sum x_j) - x_i}{(\sum x_j)^2} R^{\beta_i} = 0, \quad i=1 \sim N \quad (1)$$

(1) 式は N 個の未知数を含む N 本の方程式であるので、一意に解かれ、Nash均衡解を与える。この解は R の関数となる。

以下では分析のため、すべての宝くじ購入者が予算制約 w_i を除いて、同一の効用関数を持つものとする⁴⁾。すなわち、

$$\alpha_i = \alpha, \beta_i = \beta, k_i = k, \forall i$$

とする。このとき、各宝くじ購入者の宝くじ購入額は均一になり、(1)式から次のように解かれる。

$$x^*(R) = ka \left(\frac{N-1}{N^{\alpha+1}} \right) R^{\beta} \quad (2)$$

この式からわかるように、 β は「購入金額の賞金に対する弾力性」をあらわす。すなわち、

$$\frac{dx^*/x^*}{dR/R} = \beta$$

である。

4) 準線形効用関数を仮定しているため、予算制約は実質的に宝くじ購入額意思決定に影響を及ぼさない。

$r\%$ となるように設計される。したがって、宝くじ券一枚当たりの賞金額は

$$R = \frac{1}{n} r \sum_{j=1}^N x_j$$

となる。

宝くじ一枚の価格(最低購入金額)を m とするとき、宝くじ購入者 i は x_i の投資によって、購入枚数 x_i/m 枚を得て、これにより、当選確率 $p_i = x_i/q/m$ を得る⁵⁾。

期待当選者数 n は、次のように計算される(付録1参照)。

$$n = \frac{q}{m} \sum_{j=1}^N x_j \quad (7)$$

これより、宝くじ購入者 i は賞金額を

$$R = \frac{rm}{q} \quad (8)$$

と想定することになる。したがって、宝くじ購入者 i の効用関数は次のようになる。

$$U_i(x_i) = w_i - x_i + k_i \left(\frac{x_i q}{m} \right)^{\alpha_i} \left(\frac{rm}{q} \right)^{\beta_i}$$

一階の必要条件

$$\frac{dU_i}{dx_i} = 0$$

は十分条件でもあり、これより最適解が定まる。以下では簡略化のため、前節と同じく均一な宝くじ購入者を想定する。すなわち、 $\alpha_i = \alpha, \beta_i = \beta, k_i = k, \forall i$ とする。このとき、最適解は次のようになる。

$$x^*(q, r) = (ka)^{\frac{1}{1-\alpha}} r^{\frac{\beta}{1-\alpha}} (q/m)^{\frac{\alpha-\beta}{1-\alpha}} \quad (9)$$

5) これは異なる番号の宝くじ券を購入する場合を想定している。ひとつの番号を集中的に購入することも可能であるが、その場合、当選確率は q のままで、しかも当選した場合の賞金総額が増加するわけではない。そのため、ひとつの番号を集中的に購入するメリットはない。

3.2 最適設計

宝くじ発行体は賞金額の設定により、次のような収益を得る。

$$\pi(R) = \sum_{j=1}^N x_j^*(R) - R$$

均一な宝くじ購入者を仮定するとき、(2)式を代入して、上式は次のようになる。

$$\pi(R) = ka \left(\frac{N-1}{N^{\alpha}} \right) R^{\beta} - R \quad (3)$$

最適な賞金は次の一階の必要条件(同時に十分条件)を満たすことがわかる。

$$\frac{d\pi}{dR} = ka\beta \left(\frac{N-1}{N^{\alpha}} \right) R^{\beta-1} - 1 = 0$$

これより、最適な賞金は

$$R^* = \left(ka\beta \cdot \frac{N-1}{N^{\alpha}} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} \quad (4)$$

このときの宝くじ発行体の収益は

$$\pi(R^*) = \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \cdot \left(ka\beta \cdot \frac{N-1}{N^{\alpha}} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} \quad (5)$$

各宝くじ購入者の購入額は

$$x^* = \frac{1}{N} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \left(ka\beta \cdot \frac{N-1}{N^{\alpha}} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} \quad (6)$$

となる。

4. 確率固定型宝くじ

4.1 最適購入行動

確率固定型宝くじにおいては一枚の当選確率 q が宝くじ発行体から提示される。数字選択型宝くじ(Loto)においては、購入者が可能な範囲で好きな番号を選ぶことになる。当選者が複数いる可能性があるため、予想される当選者数を n とすれば、宝くじ発行体が支払う賞金総額は、 nR となる。この金額が、販売総額の

4.2 最適設計

宝くじ発行体の収益は次のように想定される。

$$\pi(q, r) = (1-r) \sum_{j=1}^n x_j^*(q, r)$$

均一宝くじ購入者の仮定のもとで、この収益は次のようになる。

$$\pi(q, r) = (1-r)N(ka)^{\frac{1}{1-\alpha}} r^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (q/m)^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} \quad (10)$$

宝くじ発行体は q および r を制御して収益を最大化することになる。ただし、期待当選者数 n が (7) 式および (9) 式より、次のように想定されることに注意する必要がある。

$$n = N(ka)^{\frac{1}{1-\alpha}} r^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (q/m)^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} \quad (11)$$

付録1に述べたように、 n は近似的に、「当選者無しとはならない確率」を表す。そこで、宝くじ発行体が過度の収益を得ることがないようにするために、 $n=1$ ないしはそれに近い値になるように q および r を調整することが望ましい⁶⁾。このため、固定された n に対して、 q および r は (11) 式を満たさなければならず、互いに独立にはならない。(11) 式を q について解き、(10) 式に代入することによって、次式を得る。

$$\pi(r) = n^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} N^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} (ka)^{\frac{1}{1-\alpha}} r^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1-r) \quad (12)$$

これより、最適な r は必要十分条件 $d\pi/dr=0$ より、

$$r^* = \beta$$

また、最適な q は

$$q^* = m \left(\frac{n}{N} \right)^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \beta$$

6) 通常の数字選択型宝くじでは当選者無しの場合、その賞金は「キャリーオーバー」という形で次回に持ち越される。こうした持ち越しが長期的に累積してしまうことがないようにするためには、 $n=1$ でなければならない。

となる。

このときの発行体の収益は

$$\pi^* = n^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} N^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \quad (13)$$

宝くじ券一枚当たりの賞金額は

$$R^* = \left(\frac{N}{n} \right)^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (14)$$

となる。また、各宝くじ購入者の購入額は

$$x^* = \left(\frac{n}{N} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{1}{\beta} \right) \quad (15)$$

となる。

5. 比較

賞金固定型宝くじと確率固定型宝くじのそれぞれについて最適設計と購入者の最適購入額を分析した。本節ではこれらの結果を比較してみよう。確率固定型宝くじでは想定当選者数 n が外生的なパラメータとして残っているので、これを $n=1$ として、賞金固定型宝くじと同等の条件にする。このとき、(13) ~ (15) 式は次のようになる。

収益：

$$\pi^* = N^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \quad (13)'$$

宝くじ券一枚当たりの賞金額：

$$R^* = (N)^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (14)'$$

宝くじ購入者の購入額：

$$x^* = \left(\frac{1}{N} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (ka\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{1}{\beta} \right) \quad (15)'$$

これらを (4) ~ (6) 式と比較すると

$$\frac{N-1}{N^\alpha} < N^{1-\alpha} \quad (16)$$

であるので、収益、賞金、購入額のすべてについて、確率固定型宝くじのほうが大きくなっていることがわかる。この違いの理由として考えられることは、賞金固定型宝くじに内在された Nash ゲーム性である。第2節で論じたように、賞金固定型においては、他者よりも多い出資により当選確率が高まる、という形で Nash ゲームが行われる。本分析では均一な宝くじ購入者を想定しているので、結果的には購入者間で購入量の差異が生じることはない。しかし、他者の行動により自らの最適行動が制約されることになっている。そのため、均衡解は社会全体からみて非効率的な解になる。その結果、購入者それぞれの効用と宝くじ発行体の収益のすべてが Nash ゲーム性がない場合よりも少なくなる。

ただ、こうした Nash ゲーム性の影響はきわめて微弱である。なぜならば、 N は通常何百万というオーダーであり、(16) 式はむしろ、

$$\frac{N-1}{N^\alpha} \cong N^{1-\alpha} \quad (16)'$$

とされるべきであろう。こうした場合、(4) ~ (6) 式は (13)' ~ (15)' 式と同一になる。すなわち、ふたつのタイプの宝くじは、最適に設計されていれば、発行体の収益、想定賞金、個々人の購入額の点で近似的に同等の結果を生み出すこととなる。

宝くじ購入者および発行体それぞれの視点から見た投資としての収益性に着目すると、近似的に、ではなく、厳密に二者が同等であることがわかる。まず、購入者の視点から考えてみよう。賞金固定型では (6) の投資金額に対して、確率

$$p_i = \frac{x_i^*}{\sum_{j=1}^n x_j^*} = \frac{1}{N}$$

で (4) が当たることになるので、期待リターン対投資金額比率は

$$\frac{R^*}{N x^*} = \beta \quad (17)$$

と計算される。これに対して、確率固定型の場合は、宝くじ券一枚 m 円の投資に対して、確率 q^* で賞金 (14) となる。期待リターン対投資金額比率は

$$\frac{q^* R^*}{m} = \beta$$

となる。この結果は、 n の値によらない。

次に発行体の視点から見てみよう。(17) 式の左辺は「賞金額/販売総額」と考えてもよい。したがって、賞金固定型では販売総額の $\beta\%$ を賞金にあてて、 $1-\beta\%$ を収益にすることになる。一方、確率固定型では前節で計算したように、 $r^* = \beta$ である。販売総額の賞金と収益への振り分け比率は、賞金固定型とまったく同じになることがわかる。第3節で示したように β は「購入金額の賞金に対する弾力性」をあらわす。宝くじの設計にはこの β が重要な役割を果たすといえる。

以上のことは次の命題としてまとめられる。

命題1 (同等性) 以上のような設定と仮定のもとで、最適に設計された賞金固定型宝くじと確率固定型宝くじは、宝くじ購入者と発行体のどちらにとっても、収益性という点で同等になる。また、宝くじ購入者が十分に多い場合、確率固定型における当選者無しの確率をゼロとするなら、発行体の収益、想定賞金、個々人の購入額という点で、二者は同一の結果を生む。

命題2 (収益性) 以上のような設定と仮定のもとで、賞金固定型宝くじと確率固定型宝くじの最適設計の条件は、(期待リターン対投資金額比率) = (賞金対販売総額比率) = (個人の購入金額の賞金に対する弾力性) である。

命題1は、資金調達の方法として宝くじを見

た場合、可能な調達額は宝くじの方法によらない、と言い換えることができ、きわめて重要な結論であると言えよう。第7節で述べるように、この結論はMorgan [2000] をはじめとする従来の研究とは大きく異なるものである。命題2は、最適性の条件を与えるものとして、有用性が高いものであろう。なぜなら、購入金額の賞金に対する弾力性は、市場調査などによって容易に計測可能であるからである。

6. 賞金構造

6.1 最適設計

前節までは賞金額が一種類で当選者が一人だけ（第5節においては n 人としたが、当選者無しの確率をゼロとすることは、当選者を一人だけと想定することに等しい）という宝くじを考察した。実際の宝くじでは、当選に等級があり、等級ごとに当選者数、賞金額が異なる形になっている。本節ではそのような複数の賞金等級がある場合の、賞金の構成について考察する。第3節と同様の賞金固定型宝くじを考える。当選等級を $l=1, \dots, L$ とし、その等級の賞金を R_l とする。また、等級 l の当選者は l 人であるとする。第2節と同様に効用関数が準線形であるとして、次のような形を考える。

$$U(x) \equiv w - x + k \prod_{l=1}^L \left(\frac{kx}{\sum x_j} \right)^{\alpha_l} R_l^{\beta_l} \quad (18)$$

(個人を表すインデックス i は省略)

均一な購入者を仮定し、さらに、購入者 N が十分に大きいとして、最適性の必要十分条件

$$U'(x) = 0$$

より、最適な購入金額は次のようになる。

$$x^* = k \left(\sum_{l=1}^L \alpha_l \right) N^{-\sum \alpha_l} \left(\prod_{l=1}^L l^{\alpha_l} R_l^{\beta_l} \right)$$

第3節と同様に、 β が購入金額の賞金に対する弾力性をあらわすことがわかる。この式より、

発行体の収益は賞金の関数として、次のようになる。

$$\pi(R_1, R_2, \dots, R_L) = K \left(\prod_{l=1}^L l^{\alpha_l} R_l^{\beta_l} \right) - \sum_{l=1}^L l R_l \quad (19)$$

ここに、

$$K \equiv k \left(\sum_{l=1}^L \alpha_l \right) N^{1-\sum \alpha_l}$$

である。

宝くじ発行体にとっての最適な賞金体系は次の条件から決定される。

$$\frac{\partial \pi}{\partial R_l} = 0 \quad l=1, \dots, L$$

これより、次式を得る。

$$\beta_l = \frac{l R_l}{N x^*} \quad l=1, \dots, L \quad (20)$$

(20) 式は基本的に (17) 式と同様の意味合いを持つものである。前節の議論と同様に、右辺は二通りの解釈ができる。ひとつは、宝くじ発行体から見て、(各等級賞金総額) / (販売総額) という解釈であり、もうひとつは、宝くじ購入者から見て、(各等級の期待リターン) / (各個人の購入額) というものである。

最適な賞金体系のもとでは、(19) 式は次のようになる。

$$\pi^* = \left(1 - \sum_{l=1}^L \beta_l \right) N x^*$$

これより、販売総額のうち $\sum \beta_l$ が賞金に当てられ、残りが発行体の収益となることがわかる。以上のことは次のような命題にまとめられよう。

命題3 (最適賞金構造) 以上のような設定と仮定のもとで、複数の賞金等級を持つ宝くじの最適設計の条件は、(各等級の期待リターン対投資金額比率) = (購入金額の各等級賞金に対する弾力性) である。また、最適な設計のもと

で、発行体の収益は

$$\{ 1 - (\text{購入金額の各等級賞金に対する弾力性}) \text{の総和} \} \times \text{販売総額}$$

となる。

6.2 数値例

2004年9月発行、10月抽選の新市町村振興第481回全国自治宝くじ(いわゆる「オタムジャンボ宝くじ」)を例にして、賞金構造を考察してみよう。この宝くじは発売元：全国都道府県、発売地域：日本全国、発売額：330億円(一枚300円×1億1千万枚の限定販売)となっている。公表されている賞金等級、賞金額、当選数は表1(左から第1列、2列、3列)のようになっている。

この宝くじが最適に設計されていると仮定すれば、等級ごとに、(20)式が成り立っているはずである。算定された β が表1の最右列である。 β の総和は0.47となっている。命題3によれば、この宝くじの収益は発売額330億円の53%、すなわち、175億円となっているはずである。現在、(財)日本宝くじ協会(Japan Lottery Association)がWEB上で公開している資料では、宝くじの収益金の正確な額は公表されていない。それでも、一般論として、次のように記されている。

「発売総額のうち、賞金と経費などを除いた約40%が収益金として、発売元の都道府県及び指定都市へ納められ、公共事業等のために使われます。」

本研究の計算では経費は収益のなかに含まれている勘定になるので、(財)日本宝くじ協会の発表とほぼ一致すると言ってよいであろう。

表1の β の並びを見ると大変興味深い。一等と賞金の低い等級(6, 7等)で β は0.100と最も高く、中間の等級、特に1¹⁾, 2, 3等級などで0.007と低い値を示している。これは一等賞と同時に6, 7等賞が宝くじ券の購買を強く動機付けていることを意味している。宝く

表1 オタムジャンボ宝くじ(2004年9月発売)の賞金構造

等	賞金	本数	β
1	150,000,000	22	0.100
1 ¹⁾	25,000,000	44	0.033
1 ²⁾	100,000	2,178	0.007
2	10,000,000	22	0.007
3	1,000,000	220	0.007
4	50,000	33,000	0.050
5	10,000	220,000	0.067
6	3,000	1,100,000	0.100
7	300	11,000,000	0.100

sum of β s = 0.470

じ購買者は一等賞の可能性に高い娯楽性を期待する一方で、6, 7等賞といった賞金としては小さいが確実に当たるリスクの少ないリターンをも求めていることになる。すなわち、購買行動にはリスク愛好性とリスク回避性の両方が共存していることになる⁷⁾。

7. おわりに

宝くじは公共事業体による資金調達の方法として万国共通でかつ長い歴史を持つにもかかわらず、十分な経済分析がなされて来なかった。本研究では、宝くじを娯楽と捉える経済主体を想定し、そのもとで最大の資金調達を可能にする宝くじ設計を考察した。重要な結論は次の2点である。最適設計の下では、

1. 宝くじの資金調達としての特性は、宝くじのタイプ(賞金固定型や確率固定型)に依存しない。
2. 販売総額のうち、「購入金額の各等級賞金に対する弾力性」に等しい比率が各等級の賞金に当てられ、残りが発行体の収益となる。

Morgan [2000] は公共財の脈絡で賞金固定

7) 匿名査読者から同様の分析がロト6などについても可能ではないかとの助言を頂いた。感謝したい。ただ実際のロト6を分析するには、注釈6で触れた「キャリアオーバー」の取り扱いなど、より高度なモデルの構築が必要であるように思われる。今後の課題としたい。

型宝くじと pari-mutuel 型宝くじを分析し、前者のほうが後者よりも、資金調達で優れていると結論付けている。また、賞金固定型宝くじにおいて賞金額を大きくすればするほど、より多くの資金調達を行えるとしている。曰く、
 [Specifically, fixed-prize lotteries are shown to outperform voluntary giving as a means of financing a public good. Thus, lotteries with larger prizes provide more of the public good. Specifically, pari-mutuel lotteries ... are shown to do no better than voluntary contributions in providing a public good.] (Morgan [2000] : in "CONCLUSIONS" on p. 777)

本研究の上の結論のうち、一つ目は明らかに Morgan [2000] に対立するものである。また、二つ目は、宝くじ購入者の集合を所与として、発行体の収益には上限があることを意味し、Morgan [2000] では十分に分析されなかった点である⁸⁾。こうした点で、本研究の結論はきわめて画期的なものといえる。

付録1：確率固定型における期待当選者数について

販売される総枚数 M は、 $M = \sum_{i=1}^n x_i/m$ となる。各個人は同じ番号を買うことはないで、 M 枚の発行済み宝くじは、一枚一枚、当選確率は独立に q となる。そこで、 M のなかで l 枚当選する確率は、

$${}_M C_l q^l (1-q)^{M-l}$$

と書ける。したがって、 n は次のように計算される。

$$n = \sum_{l=0}^M l {}_M C_l q^l (1-q)^{M-l} \quad (A1-1)$$

ただし、

8) Morgan [2000] の概要と本モデルとの対比については付録2を参考にされたい。Duncan [2002] はMorganと類似のモデルとなっているのでここでは省略。

$$B(q) \equiv \sum_{i=0}^M {}_M C_i q^i (1-q)^{M-i} \equiv 1 \quad \forall q \quad (A1-2)$$

でなければならない。

(A1-2) 式を q について微分することにより、次式を得る。

$$\frac{dB(q)}{dq} \equiv \sum_{i=0}^M \frac{M!}{i!(M-i)!} \left\{ \frac{n}{q} q^i (1-q)^{M-i} - \frac{M-i}{1-q} q^i (1-q)^{M-i} \right\} \equiv 0$$

これを変形して (A1-1) 式、(A1-2) 式を代入することにより、

$$\frac{dB(q)}{dq} \equiv \frac{1}{1-q} \left(\frac{n}{q} - M \right) \equiv 0$$

すなわち、

$$n = Mq$$

となる。

ところで、当選者無しの確率は、 $(1-q)^M$ で与えられる。 q が非常に小さい場合、これは近似的に、 $1-Mq$ と書ける。したがって、 Mq (上式より n に等しい) は「当選者無しとはならない確率」を意味する。

付録2：Morgan [2000] の概要と本論文との対比について

本論文自体はMorgan [2000] の論理構成の延長線上にあるものではなく、モデルとしても完全に対比可能というわけではない。ただ、出発点としてMorganに強く動機づけられている。そこで、参考として以下ではMorganの概要を記した上で、本論文のモデルとの対比について簡単に考察することとする。

N 人の経済主体によって構成される経済を考える。個人 i の効用は次のような準線形な効用関数で書けるものとする。

$$U_i = w_i + h_i(G) \quad (A2-1)$$

ここに、 w_i は私的財の消費、 G は公共財の消費である。 h_i は公共財消費からの便益を表し、次のような性質を持った関数である。

$$h_i(\cdot) > 0, h_i'(\cdot) < 0, \forall i$$

社会計画者がいるとすれば、 U_i の総和を最大にするように私的財と公共財の配分を決定することになる。このような場合の「社会的最適性」の条件は「Samuelson Criterion」として知られている。

いま社会計画者の計画に代わって、公共財 G が個人々からの自発的な寄付によってのみ形成されるものとする。寄付の量を x_i とすると、 $G = \sum_{i=1}^N x_i$ である。

個人 i にとっての最適な寄付の量は、次のような効用を最大化する問題の解として与えられる。

$$U_i = w_i - x_i + h_i \left(\sum_{j=1}^N x_j \right) \quad (A2-2)$$

以上が公共財や寄付の一般的な考え方であるが、これに対して、Morganは宝くじを導入して、次のように考えた。単純化のため、一つの一等当選のみがあり得る宝くじを考える。経済主体は寄付の代わりに宝くじ購入を行うものとして、個人 i の宝くじ購入額を x_i 、賞金額を R とすると、個人 i の期待効用は次のように書くことができると考えられる。

$$EU_i = w_i - x_i + \pi(x_i, x_{-i}) \cdot R + h_i \left(\sum_{j=1}^N x_j - R \right) \quad (A2-3)$$

ここに、 $\pi(x_i, x_{-i})$ は個人 i にとっての、自分以外の経済主体の宝くじ購入額を所与とした時の、当選確率である。賞金固定型宝くじにおいては、

$$\pi(x_i, x_{-i}) = \frac{x_i}{\sum x_j}$$

となる。Pari-mutuel型では、これは x_{-i} に影響されることがない。

(A2-2) 式と (A2-3) 式の違いは、後者の右辺第3項として獲得賞金の期待値が付け加わっていること、および、後者の右辺 h_i の () 内に表れる公共財が賞金支払いの分だけ減少することである。Morganは (A2-3) 式のような期待効用最大化問題の解を考察することによって、賞金固定型宝くじの場合、次のような結論が得られるとしている (なお、Pari-mutuel型であれば、こうした結論は得られないことも示している)。

1) (A2-2) 式の場合よりも (A2-3) 式の場合のほうが、すなわち、純粋な寄付よりも賞金固定型宝くじのほうが、得られる公共財が多い (Theorem 1, p. 768)。

2) さらに、賞金と経済のサイズ (w_i の総和) によっては、(A2-3) 最大化の解が (Samuelson Criterionが導く) 社会的最適解に限りなく近くなる、すなわち、賞金固定型宝くじの導入によって、社会的最適解が達成可能である (Theorem 2, p. 770)。

このような結論が導かれる仕掛けは、宝くじからの期待賞金額のみならず公共財からの便益の存在にある。特に便益の関数 h_i は解の性質に重要な影響を及ぼす。このことを次の例で考えてみよう。

(A2-3) の最大化の解の必要十分条件は次のようになる。

$$\frac{\sum_{j=1}^N x_j}{\left(\sum_{j=1}^N x_j \right)^2} R - 1 + h_i' \left(\sum_{j=1}^N x_j - R \right) \leq 0; x_i \geq 0$$

容易に分かるように、限界便益 h_i' が極めて小さい場合上の条件式は不等号が成立し、 $x_i = 0$ 、すなわち宝くじを全く購入しないのが最適となる。より具体的には h_i' が特定の R に対して次のような上限を持つとする。

$$h_i'(z) < \frac{z}{z+R} + \frac{Rx_i}{(z+R)^2}, \forall z, \forall x_i$$

このとき、

$$h_i \left(\sum_j x_j - R \right) < 1 - \frac{R}{\sum_j x_j} + \frac{R x_i}{\left(\sum_j x_j \right)^2}$$

$$= 1 - \frac{R \sum_{j \neq i} x_j}{\left(\sum_j x_j \right)^2}$$

となるので、宝くじを全く購入しないのが最適となる。

以上の例からわかるように、Morganのモデルでは、宝くじの存在意義は便益の関数 h_i の形状に根本的に支えられている。このことは、Morganの分析が (A2-1) 式から始まって、(A2-2) 式のような寄付のみのケース、(A2-3) のような宝くじの導入されたケースへと展開されていることから、当然のことであるといえる。ただ、このことは裏を返すと、もし経済主体の効用関数のなかに公共財からの便益が無かったならば、宝くじの存在意義は同時に全く無くなってしまい、という意味にもなる。

第1節でも論じたように、現実の宝くじ購入者は必ずしも「公共財からの便益」を前提にしているとはいえない。それでも現実に宝くじは存在している。こうした現実を説明するには「公共財からの便益」がたとえ無くても宝くじの購入を導出するようなモデルが必要である。Morganのモデルはこうした要諦には応えられない。

本論文のモデルは、数学的には、(A2-3) から公共財からの便益を取り去ったものであるが、その際、ただ取り去るだけだと、

$$EU_i = w_i - x_i + \pi(x_i, x_{-i}) \cdot R$$

となり、上でみたように、最適解は論ずるまでもなく $x_i = 0$ としかならない。それは、宝くじ購入そのものからの便益を賞金の期待値という形でしか考えていないからである。そこで、この期待値の部分に変形を加えて、

$$\pi^\alpha \cdot R^\beta \quad (\text{ただし, } 0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1)$$

と書き換える。これによって、宝くじ購入その

ものからの便益が、限界効用逓減性を持って、最適化の中で重要な役割を演じ始めることになる。Morganと比較すると、 h_i を取り除いているため、公共財の社会的最適性について論じることができない。その一方で、公共財とは完全に独立した、宝くじそのものの市場均衡と種類の違いの影響について論じることができる。そういう点では、モデルおよび論理構成として、Morganと完全には対比可能ではないが、Morganの考え方、そこから得られるインプリケーションに対して、角度の異なった視点を提示するという点で、前例のない分析になっているといえる。

参考文献

Andreoni, J. [1998], "Toward a Theory of Charitable Fund-Raising," *Journal of Political Economy* 106(6): 1186-1213.

Apinunmahakul, A. and R. A. Devlin [2004], "Charitable Giving and Charitable Gambling: An Empirical Investigation," *National Tax Journal* LVII(1): 67-88.

Duncan, B. [2002], "Pumpkin Pies and Public Goods: The Raffle Fundraising Strategy," *Public Choice* 111: 49-71.

Friedman, M. and L. J. Savage [1948], "The Utility Analysis of Choices Involving Risk," *Journal of Political Economy* 56: 279-304.

Forrest, D., O. D. Gullely, and R. Simmons [2000], "Testing for Rational Expectations in the UK National Lottery," *Applied Economics* 32: 315-326.

Forrest, D., O. D. Gullely, and R. Simmons [2001], "Elasticity of Demand for UK National Lottery Tickets," *National Tax Journal* LIII(4): 853-863.

Garrett, T. A. and R. S. Sobel [1999], "Gamblers Favor Skewness, not Risk: Further Evidence from United States' Lottery Games," *Economic Letters* 63: 85-90.

Golec, J. and M. Tamarkin [1998], "Bettors Love Skewness, not Risk, at the Horse

Track," *Journal of Political Economy* 106: 205-225.

Haigh, J. [1997], "The Statistics of the National Lottery," *Journal of Royal Statistical Society A* 160, Part 2: 187-206.

Kahneman, D. and A. Tversky [1979], "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk," *Econometrica* 47: 263-291.

King, J. R. B. [1997], "Participation in the National Lottery—Evidence from the Family Expenditure Survey," *Journal of Royal Statistical Society A* 160, Part 2: 207-212.

Machina, M. [2001], "Payoffs Kinks in Preferences over Lotteries," *Journal of Risk and Uncertainty* 23(3): 207-260.

Matheson, V. A. and K. R. Grob [2004], "Lotto Fever: Do Lottery Players Act Rationally Around Large Jackpots?" *Economic Letters* 83: 233-237.

Moore, P. [1997], "The Development of the UK National Lottery: 1992-96," *Journal of Royal Statistical Society A* 160, Part 2: 169-185.

Morgan, J. [2000], "Financing Public Goods by Means of Lotteries," *Review of Economic Studies* 67: 761-784.

Morgan, J. and M. Sefton [2000], "Funding Public Goods with Lotteries: Experimental Evidence," *Review of Economic Studies* 67: 785-810.

Quiggin, J. [1991], "On the Optimal Design of Lotteries," *Economica* 58: 1-16.

Seidl, C. [2002], "Preference Reversal," *Journal of Economic Surveys* 16(5): 621-655.

Simon, J. [1999], "An Analysis of the Distribution of Combinations Chosen by UK National Lottery Players," *Journal of Risk and Uncertainty* 17(3): 243-276.

Walker, I. and J. Young [2001], "An Economist's Guide to Lottery Design," *The Economic Journal* III: 700-722.

中間財に対する補助金と相殺関税*

Subsidies and Countervailing Duties on Intermediate Goods

川端 康 (三重大学)**

Yasushi KAWABATA, Mie University

要旨

本論文は、自国の中間財市場と第3国の最終財市場において自国と外国の企業がクールノー競争を行っているモデルを用いて、中間財に対する外国の補助金と自国の相殺関税について分析する。外国が中間財の生産に補助金を供与しているとき、自国の最適な対応は、補助金を部分的に相殺する関税をかけることである。自国が相殺関税を使って報復する場合でも、中間財の生産に対して補助金を出すことが外国の最適な政策である。

Abstract

This paper examines a foreign production subsidy and a domestic import tariff applied to an intermediate good in vertically related markets which are characterized by Cournot competition. It is shown that even when the domestic country sets its import tariff optimally, it may be harmed by a foreign production subsidy to the intermediate good. The optimal domestic response to a foreign subsidy is a partially countervailing duty on intermediate-good imports. When the foreign country faces retaliation with a countervailing duty, the optimal foreign policy is a subsidy to intermediate-good production.

キーワード： 中間財, 相殺関税, 生産補助金

Keywords: Intermediate goods, Countervailing duties, Production subsidies

JEL 区分： F12; F13

* 本論文の作成にあたり、名古屋国際経済研究会において名古屋大学多和田真教授、南山大学寶多康弘助教授から貴重なコメントを頂き、名古屋大学経済学部セミナーにおいて名古屋大学竹内信仁教授、名古屋学院大学水田健一教授、名古屋大学柳原光芳講師から有益なコメントを頂いた。また、レフェリーの方々からのコメントは、本論文を改善するうえで不可欠なものであった。ここに感謝の意を表したい。もちろん、残る誤りは筆者のものである。本研究は、平成17年度三重大学若手研究プロジェクトの助成を受けている。

** 連絡先：〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577 三重大学教育学部 川端 康；
Email kawabata@edu.mie-u.ac.jp

1. はじめに

2004年6月、日本の半導体大手のエルピーダメモリ株式会社が、韓国政府から補助金を受けた韓国ハイニックスセミコンダクター社のDRAMの輸入について、相殺関税を課税することを求める申請を行った。日本政府は、同年8月から相殺関税の賦課に関する調査を始め、2006年1月にハイニックス社製のDRAMに対して相殺関税を課すことを正式に決めた。日本が相殺関税を発動するのは、これが初めてである。

米国は2003年に、ハイニックス社製のDRAMに相殺関税を賦課した。これに対して、韓国政府は、米国の相殺関税は不当だとして世界貿易機関(WTO)に提訴した。WTOの紛争処理上級委員会は2005年6月、韓国勝訴の紛争処理小委員会(パネル)決定を覆し、米国の措置は合法だとする判断を下した。

相殺関税とは、外国において補助金を交付された財の輸入によって、輸入国の国内産業が損害を被ることを防止するために課される割増関税のことである。発動要件として、第1に生産または輸出について補助金の交付があったこと、第2に国内産業に実質的な損害またはそのおそれが生じたこと、第3にその両者の間に因果関係が存在することである。補助金の額と等しい額または補助金の額よりもすくない額の割増関税を、原則として5年以内課税することができるとなっている。

Dixit [1988], Collie [1991, 1992, 1994]において、輸出補助金と相殺関税について分析が行われている。しかし、これらの研究では、最終財市場のみを分析対象としている。日本のデジタル機器メーカーは、ハイニックス製DRAMを輸入して、DVDレコーダーやプラズマテレビ、カーナビゲーションなどを組み立てている。よって、ハイニックス製DRAMに対する相殺関税の問題を扱う場合には、中間財

に対して補助金が供与され、相殺関税が賦課されるということを考慮しなければならない。中間財に対する相殺関税の課税を決定するにあたり、政府は、国内の中間財企業の保護だけでなく、中間財を利用する最終財企業への影響も考えることになるだろう。

そこで我々は、中間財を組み込んだモデルを用いて、中間財に対する補助金と相殺関税について分析することにする。外国政府から補助金の交付を受けた中間財の輸入に対して、自国政府は相殺関税を賦課すべきだろうか。相殺関税を課すとすれば、外国の補助金をどれだけ相殺する関税になるだろうか。自国政府が相殺関税をかけて報復することは、外国の補助金をやめさせることになるだろうか。これらの問題を理論的に考察することしよう。

我々は、次のようなモデルを展開する。Ishikawa and Spencer [1999]と同じように、第3国の最終財市場において、自国と外国の最終財企業がクールノー競争を行っている Brander and Spencer [1985]のモデルに中間財市場を組み入れる。自国の中間財市場においても、自国と外国の中間財企業がクールノー競争を繰り広げている¹⁾。外国政府がまず先に、中間財の生産に対して補助金を出す。それに対抗して自国政府が後で、中間財の輸入に対して関税をかけるのである。

自国が中間財に対して関税をかけない場合、外国は中間財に対して生産補助金を与えることで利益を得るが、自国は外国の補助金によって

1) Bernhofen [1997]は、中間財を供給する外国の独占企業を導入することによって、Brander and Spencer [1985]のモデルを拡張している。

2) 最終財市場と中間財市場の両方がクールノー競争であるモデルは、産業組織論、特に反トラストの文献ではよく使われている。例えば、Greenhut and Ohta [1979], Salinger [1988]を参照せよ。国際貿易論でも、Spencer and Raubitschek [1996], Belderbos and Sleuwaegen [1997], Ishikawa [1999], Ishikawa and Lee [1997], Ishikawa and Spencer [1999], 石川・李 [1996], 川端 [2005]が、こうしたモデルを用いている。

損失を被るかもしれない。自国が中間財に対して最適に関税をかけるとしても、自国は中間財に対する外国の補助金によって損害を被る可能性があるのである。これに対して、最終財市場だけのモデルで分析している Collie [1991, 1994] においては、自国が最終財に対して最適に関税をかけるならば、自国は最終財に対する外国の補助金から必ず利益を得るとなっている。

外国が中間財の生産に補助金を供与しているとき、外国の補助金を完全に相殺するのではなく、部分的に相殺する関税を賦課することが自国にとって最適となる。これは、最終財に対する補助金と相殺関税について分析している Dixit [1988], Collie [1991, 1992, 1994] と同じ結果である。中間財であっても最終財であっても、外国の補助金を部分的に相殺する関税を課すことが望ましいのである。外国の最終財企業が多数であるほど、中間財に対する自国の相殺関税の水準は低下することになる。

自国が中間財の輸入に対して相殺関税をかける場合でも、中間財の生産に対して補助金を出すことが外国の最適政策である³⁾。この結果に対して、自国の報復がある場合の最終財に対する外国の輸出補助金を分析している Collie [1991, 1994] では、相殺関税という報復を受けるとき、最終財に対する外国の最適政策は、輸出税となる。最終財のケースでは、相殺関税を使った自国の報復は、外国の補助金をやめさせるが、中間財のケースでは、自国の報復が外国の補助金をやめさせることにはならないのである。自国の最終財企業が多数であるほど、中間財に対する外国の最適生産補助金の水準は低下することになる。

本論文は、次のように構成される。第2節ではモデルが提示される。第3節では市場均衡が導出され、中間財に対する外国の生産補助金と

3) 我々のモデルでは、外国の補助金と対抗措置としての自国の相殺関税が併存している状況を示すことができる。Qiu [1995] は、補助金と相殺関税の併存の事実を強調している。

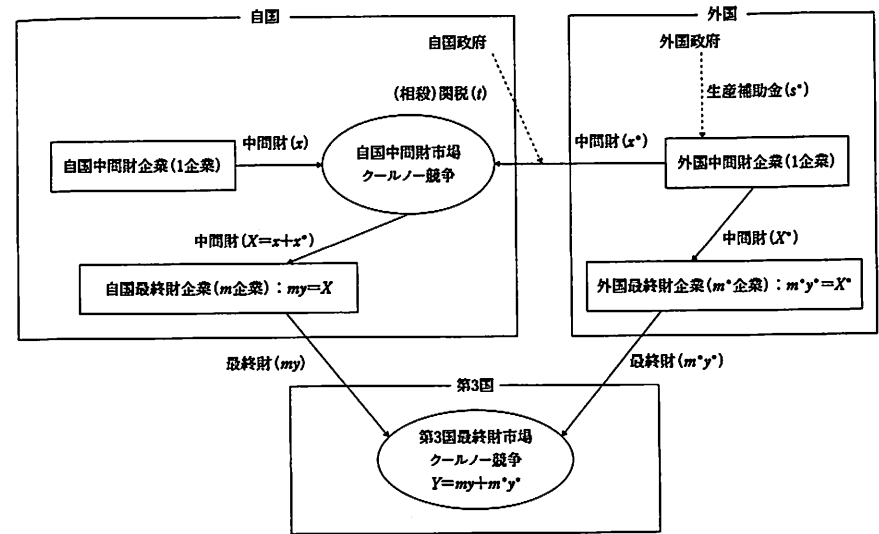
自国の関税の影響が分析される。第4節では、外国政府が中間財に対して生産補助金を供与し、自国政府が相殺関税を使って対抗するという政策ゲームについて考察される。第5節は結びとなる。

2. モデル

モデルの構造は図1に示されている。自国と外国において垂直に連関した2つの活動がある。1つは同質の中間財を生産する活動であり、もう1つは同質の最終財を生産する活動である。自国には、最終財を生産する m 個の自国最終財企業と、中間財を生産し自国の中間財市場に供給する1個の自国中間財企業が存在する。 m 個の自国最終財企業は同一である。外国には、 m^* 個の外国最終財企業と、自国と外国の中間財市場に中間財を供給する1個の外国中間財企業が存在する。 m^* 個の外国最終財企業は同一である。企業数は一定であるとする。自国最終財企業と外国最終財企業は、第3国の最終財市場に最終財を輸出する。外国政府は中間財の生産に対して補助金を与え、自国政府は中間財の輸入に対して関税をかけるとする。WTOの下では、外国の補助金に対して相殺関税の賦課が認められているからである。

モデルは、次のような4段階ゲームとなっている。第1段階において、外国政府が中間財に対する生産補助金の水準を決定する。第2段階において、自国政府が外国の補助金に対応して中間財に対する関税の水準を決定する。外国政府が先に補助金を選び、自国政府が後に関税を選択するという政策決定のタイミングは、相殺関税措置の発動手順と同じになっている。外国政府から補助金を受けた財の輸入が、自国の産業に損害を与えているかどうか調査をした後で、自国政府は相殺関税賦課の最終決定を行うのである。第3段階において、自国中間財企業と外国中間財企業が自国の中間財市場でクールノー競争を行う。また、外国中間財企業は、外国の

図1 モデルの構造



注：財の流れ → 政策の介入
記号はモデルに対応している

中間財市場に対する供給量も決定する⁴⁾。第4段階において、自国と外国における中間財の価格を所与として、自国最終財企業と外国最終財企業が第3国の最終財市場でクールノー競争を行う⁵⁾。自国と外国における中間財の価格は、自国と外国の中間財市場において需要と供給が等しくなるように決まる。用いられる均衡概念は部分ゲーム完全均衡であり、後ろ向き帰納法によってゲームを解くことになる。

自国最終財企業、外国最終財企業による最終財の生産量を y, y^* とする。最終財の生産量の合計は $Y = my + m^*y^*$ となる。第3国における最終財の価格を p とし、第3国市場における最終財の逆需要関数が、

$$p = p(Y) = a - bY \tag{1}$$

4) 自国と外国の中間財市場は分離されているとする。

で与えられるとする。

最終財1単位を生産するには、中間財1単位が必要であると仮定する。自国における中間財の価格を r 、外国における中間財の価格を r^* とすると、自国最終財企業、外国最終財企業の利潤はそれぞれ、

$$\Pi = (p - r)y \tag{2}$$

$$\Pi^* = (p - r^*)y^* \tag{3}$$

となる。

自国中間財企業による自国に対する中間財の生産量を x とする。外国中間財企業による自国、外国に対する中間財の生産量を x^*, X^* とする。自国に対する中間財の供給量の合計は $X = x + x^*$ となる。自国中間財企業、外国中間財企業の限界費用をともに c で一定とし、外国政府が外国中間財企業に対して与える従量生産補助金を s^* 、自国政府が外国中間財企業

に対して課す従量関税を t とすると、自国中間財企業、外国中間財企業の利潤はそれぞれ、

$$\pi = (r - c)x \quad (4)$$

$$\pi^* = (r - c + s^* - t)x^* + (r^* - c + s^*)X^* \quad (5)$$

となる⁶⁾。

自国の経済厚生 W は、自国最終財企業の利潤、自国中間財企業の利潤、中間財輸入からの関税収入の和となる。

$$W = m\pi + \pi + tx^* = m(p - r)y + (r - c)x + tx^* \quad (6)$$

外国の経済厚生 W^* は、外国最終財企業の利潤と外国中間財企業の利潤の和から中間財に対する生産補助金支出を引いたものとなる。

5) 我々のモデルでは、自国と外国の中間財市場も第3国の最終財市場も不完全競争であり、自国と外国の最終財企業は中間財価格を所与として行動すると仮定されている。このモデルにおいては、最終財企業は、最終財の売り手としては市場支配力があるのに、中間財の買い手としては市場支配力がないという問題が生じる。この問題の解決については、Ishikawa and Spencer [1999] で詳しく議論がなされている。そこで示された解決方法を1つ説明する。最終財企業の数が増加するにつれて、中間財の買い手として最終財企業が持つ市場支配力は小さくなる。よって、最終財企業の数が増えれば、需要側の市場支配力がなくなり仮定しても問題はないのである。我々のモデルでいうと、自国、外国の最終財企業の数 m 、 m^* が多きときには、最終財企業には中間財の買い手として市場支配力がなくなり仮定してもよいことになる。しかし、戦略的貿易政策の分析は主として、企業数が少ないケースで行われている。企業数が少ないケースでは、次のように考える。自国と外国には K 個の同一の最終財産業があり、その最終財産業はすべて、ある1つの中間財産業から同じ中間財を需要し、同じ政策介入を受けている。このとき、1個の最終財産業がある場合と比べて、中間財企業の供給量が K 倍増加するだけで、その他の結果は変わらないことになる。中間財を需要する自国、外国の最終財企業数は全部で Km 、 Km^* となるから、 K が多数であれば、 m 、 m^* が少数でも、自国、外国の最終財企業は中間財の買い手として市場支配力を持たなくなるのである。モデルにおいて1個の最終財産業しかないとしても、それは、 K 個の同一の最終財産業の中の「代表的最終財産業」と解釈すればよいのである。

6) 外国政府は、外国中間財市場への生産と自国中間財市場への生産に補助金を供与する。このとき、後者の補助金は輸出補助金と考えてもよい。

$$W^* = m^*\pi^* + \pi^* - s^*(x^* + X^*) = m^*(p - r^*)y^* + (r - c - t)x^* + (r^* - c)X^* \quad (7)$$

3. 市場均衡と比較静学

まず、ゲームの第4段階から分析を始めよう。自国、外国における中間財の価格 r 、 r^* を所与として、自国最終財企業、外国最終財企業の利潤最大化の1階条件は、

$$\frac{\partial \pi}{\partial y} = p - r + y p' = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial \pi^*}{\partial y^*} = p - r^* + y^* p' = 0 \quad (9)$$

となる。この1階条件を解くことによって、自国最終財企業、外国最終財企業の均衡生産量は、

$$y(r, r^*) = \frac{a - (m^* + 1)r + m^* r^*}{(m + m^* + 1)b} \quad (10)$$

$$y^*(r, r^*) = \frac{a + m r - (m + 1)r^*}{(m + m^* + 1)b} \quad (11)$$

と求まる。

次に、第3段階を考えよう。自国中間財企業、外国中間財企業は、第4段階でのクールノー均衡から生ずる中間財に対する派生需要を予想する。自国の中間財市場、外国の中間財市場において、需要と供給を等しくさせると、

$$m y(r, r^*) = X \quad (12)$$

$$m^* y^*(r, r^*) = X^* \quad (13)$$

となる。(10)、(11)を(12)、(13)に代入し、この2式を連立して r 、 r^* に関して解くと、自国、外国における中間財に対する逆需要関数が求まる⁷⁾。

$$r(X, X^*) = a - \frac{(m + 1)b}{m} X - b X^* \quad (14)$$

7) (14)は、次のように求めることもできる。(8)、(12)、(13)より、 $r = a - b(m y + m^* y^*) - b y = a - b(X + X^*) - b(X/m) = a - bX(m + 1)/m - bX^*$ となる。(15)も同様に、(9)、(12)、(13)を用いて導出できる。

$$r^*(X, X^*) = a - bX - \frac{(m^* + 1)b}{m^*} X^* \quad (15)$$

(14)と(15)から、次が得られる。

$$\frac{\partial r}{\partial X} = -\frac{(m + 1)b}{m} < 0, \quad \frac{\partial r}{\partial X^*} = -b < 0,$$

$$\frac{\partial r^*}{\partial X} = -b < 0, \quad \frac{\partial r^*}{\partial X^*} = -\frac{(m^* + 1)b}{m^*} < 0 \quad (16)$$

1つの国で中間財の利用可能性が高まると、その国における中間財の価格が低下し、もう1つの国における中間財の価格も低下するのである。

自国中間財企業、外国中間財企業の利潤最大化の1階条件は、

$$\frac{\partial \pi}{\partial x} = r - c + x \frac{\partial r}{\partial X} = 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial \pi^*}{\partial x^*} = r - c + s^* - t + x^* \frac{\partial r}{\partial X} + X^* \frac{\partial r^*}{\partial X^*} = 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial \pi^*}{\partial X^*} = x^* \frac{\partial r}{\partial X^*} + r^* - c + s^* + X^* \frac{\partial r^*}{\partial X^*} = 0 \quad (19)$$

で与えられる。この1階条件を解くことによって、自国中間財企業の均衡生産量、外国中間財企業の自国、外国に対する均衡生産量は、

$$x = \frac{m(a - c - s^* + t)}{3b(m + 1)} \quad (20)$$

$$x^* = \frac{m[(2m - m^* + 2)(a - c) + (4m + m^* + 4)s^* - (3mm^* + 4m + 4m^* + 4)t]}{6b(m + 1)(m + m^* + 1)} \quad (21)$$

$$X^* = \frac{m^*(a - c + s^* + mt)}{2b(m + m^* + 1)} \quad (22)$$

と求まる。 $X = x + x^*$ であることから、自国に対する中間財の均衡総供給量は、

$$X = \frac{m[(4m + m^* + 4)(a - c) + (2m - m^* + 2)s^* - (3mm^* + 2m + 2m^* + 2)t]}{6b(m + 1)(m + m^* + 1)} \quad (23)$$

となる。

$m y = X$ 、 $m^* y^* = X^*$ であることに注意すると、自国最終財企業、外国最終財企業の均衡生産量は、

$$y = \frac{(4m + m^* + 4)(a - c) + (2m - m^* + 2)s^* - (3mm^* + 2m + 2m^* + 2)t}{6b(m + 1)(m + m^* + 1)} \quad (24)$$

$$y^* = \frac{a - c + s^* + mt}{2b(m + m^* + 1)} \quad (25)$$

となる。 $Y = m y + m^* y^*$ より、第3国に対する最終財の均衡総供給量は、

$$Y = \frac{1}{6b(m + 1)(m + m^* + 1)} \{ [4m(m + m^* + 1) + 3m^*](a - c) + [2m(m + m^* + 1) + 3m^*]s^* - m(2m - m^* + 2)t \} \quad (26)$$

と得られる。

(14)、(15)、(22)、(23)より、自国、外国における中間財の均衡価格は、

$$r = \frac{a + 2c - s^* + t}{3} \quad (27)$$

$$r^* = \frac{(2m + 3)a + (4m + 3)c - (2m + 3)s^* - mt}{6(m + 1)} \quad (28)$$

となる。

我々は、外国中間財企業が自国に対して中間財を輸出するために、

$$2m - m^* + 2 > 0 \quad (29)$$

を仮定する⁸⁾。

(20)～(29)より、外国の生産補助金変化の比較静学は、次のようになる。

$$\frac{\partial x}{\partial s^*} = -\frac{m}{3b(m + 1)} < 0, \quad \frac{\partial x^*}{\partial s^*} = \frac{m(4m + m^* + 4)}{6b(m + 1)(m + m^* + 1)} > 0,$$

$$\frac{\partial X}{\partial s^*} = \frac{m^*}{2b(m + m^* + 1)} > 0, \quad \frac{\partial y}{\partial s^*} = \frac{2m - m^* + 2}{6b(m + 1)(m + m^* + 1)} > 0,$$

$$\frac{\partial y^*}{\partial s^*} = \frac{1}{2b(m + m^* + 1)} > 0, \quad \frac{\partial r}{\partial s^*} = -\frac{1}{3} < 0,$$

$$\frac{\partial r^*}{\partial s^*} = \frac{2m + 3}{6(m + 1)} < 0, \quad \frac{\partial \beta}{\partial s^*} = \beta \frac{\partial Y}{\partial s^*} = -\frac{2m(m + m^* + 1) + 3m^*}{6(m + 1)(m + m^* + 1)} < 0 \quad (30)$$

8) 両国の政府が介入しない ($s^* = t = 0$) とき、外国中間財企業の自国に対する輸出量は、(21)より、 $x^* = m(2m - m^* + 2)(a - c) / 6b(m + 1)(m + m^* + 1)$ と表される。 $x^* > 0$ となるためには、 $2m - m^* + 2 > 0$ であることを必要とするのである。

1階条件を使うことによって、自国最終財企業、外国最終財企業、自国中間財企業、外国中間財企業の均衡利潤は、

$$\begin{aligned} \Pi &= by^2, \quad \Pi^* = by^{*2}, \\ \pi &= \frac{(m+1)b}{m}x^2, \\ \pi^* &= \frac{(m+1)b}{m}x^{*2} + 2bx^*X^* + \frac{(m^*+1)b}{m^*}X^{*2} \end{aligned} \quad (31)$$

と表される。(30)と(31)より、外国の補助金の企業利潤への影響は、

$$\frac{\partial \Pi}{\partial s^*} > 0, \quad \frac{\partial \Pi^*}{\partial s^*} > 0, \quad \frac{\partial \pi}{\partial s^*} < 0, \quad \frac{\partial \pi^*}{\partial s^*} > 0 \quad (32)$$

となる。

外国において中間財の生産に対する補助金の水準を高くすると、外国中間財企業は、外国中間財市場に対する生産量と自国中間財市場に対する輸出量を増加させる。外国中間財企業の自国に対する供給量が増えたことにより、自国中間財企業は生産量を減少させる。外国中間財市場でも自国中間財市場でも総供給量が増えて、外国と自国における中間財の価格は低下する。外国と自国における中間財の価格が下がると、外国最終財企業と自国最終財企業は、限界費用が低下するので、第3国最終財市場に対する輸出量を増加させる。このとき、第3国における最終財の価格は低下することになる。中間財に対する外国の補助金によって、外国中間財企業は利潤を増加させるが、自国中間財企業は損失を被る。そして、外国最終財企業と自国最終財企業は利潤を増加させるのである。

(20)~(29)より、自国の関税変化の比較静学は、次のとおりである。

$$\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial t} &= \frac{m}{3b(m+1)} > 0, \\ \frac{\partial x^*}{\partial t} &= -\frac{m(3mm^*+4m+4m^*+4)}{6b(m+1)(m+m^*+1)} < 0, \\ \frac{\partial X^*}{\partial t} &= \frac{mm^*}{2b(m+m^*+1)} > 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial t} &= -\frac{3mm^*+2m+2m^*+2}{6b(m+1)(m+m^*+1)} < 0, \\ \frac{\partial y^*}{\partial t} &= \frac{m}{2b(m+m^*+1)} > 0, \\ \frac{\partial r}{\partial t} &= \frac{1}{3} > 0, \\ \frac{\partial r^*}{\partial t} &= -\frac{m}{6(m+1)} < 0, \\ \frac{\partial p}{\partial t} &= p' \frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{m(2m-m^*+2)}{6(m+1)(m+m^*+1)} > 0 \end{aligned} \quad (33)$$

(31)と(33)より、自国の関税の企業利潤への影響は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial t} &< 0, \quad \frac{\partial \Pi^*}{\partial t} > 0, \quad \frac{\partial \pi}{\partial t} > 0, \\ \frac{\partial \pi^*}{\partial t} &= -\frac{4}{3}x^* - \frac{m}{3(m+1)}X^* < 0 \end{aligned} \quad (34)$$

となる。

自国において中間財に対する関税の水準を上げると、外国中間財企業は、自国中間財市場への輸出量を減らして、外国中間財市場への生産量を増やす。外国中間財企業の自国への供給量が減少したことにより、自国中間財企業は生産量を増やす。自国中間財市場への総供給量は減って、自国における中間財の価格は上昇するが、外国における中間財の価格は低下する。限界費用の低下した外国最終財企業は、第3国最終財市場への輸出量を増やすが、限界費用の上昇した自国最終財企業は、輸出量を減らす。このとき、第3国における最終財の価格は上昇することになる。中間財に対する自国の関税によって、自国中間財企業は利潤を増加させるが、外国中間財企業は損失を被る。そして、外国最終財企業は利潤を増加させるが、自国最終財企業は損失を被るのである。

4. 外国の補助金と自国の関税

第2段階について分析する前に、自国が中間財の輸入に対して関税をかけない場合、外国における中間財の生産に対する補助金は、外国と

自国の経済厚生にどのような影響を与えるかを考えてみよう。中間財に対する外国の補助金が外国の経済厚生に及ぼす影響は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial W^*}{\partial s^*} &= m^*(p-r^*) \frac{\partial y^*}{\partial s^*} + m^*y^* \frac{\partial p}{\partial s^*} + (r-c) \frac{\partial x^*}{\partial s^*} \\ &+ x^* \frac{\partial r}{\partial s^*} + (r^*-c) \frac{\partial X^*}{\partial s^*} \end{aligned} \quad (35)$$

となる。中間財に対する外国の補助金は、外国中間財企業の外国に対する生産量と自国に対する輸出量を増加させ(第5項、第3項)、外国最終財企業の第3国に対する輸出量も増加させて(第1項)、外国の経済厚生を改善する効果をもつ。しかし、外国の補助金は、自国への中間財の輸出価格と第3国への最終財の輸出価格を低下させて(第4項、第2項)、外国の経済厚生を悪化させる効果ももつ⁹⁾。1階条件(9)、(18)、(19)と比較静学の結果(30)を(35)に代入して、 $s^*=0$ で評価すると、

$$\left. \frac{\partial W^*}{\partial s^*} \right|_{s^*=0} = \frac{1}{3}x^* + \frac{3(m+1)+m(m+m^*+1)}{3(m+1)(m+m^*+1)}X^* > 0 \quad (36)$$

となる。(36)は、微小な外国の補助金が外国の経済厚生を改善することを示している。 $\partial W^*/\partial s^*=0$ を解くことによって、最適な生産補助金が

$$\begin{aligned} s^* &= \frac{2b}{4m(m+m^*+1)+3m^*(m+1)(m+m^*+1)}x^* \\ &+ [3(m+1)+m(m+m^*+1)]X^* > 0 \end{aligned} \quad (37)$$

と求まる¹⁰⁾。外国政府は、外国中間財企業に対して生産補助金を出すインセンティブをもつのである。

中間財に対する外国の補助金が自国の経済厚生に与える影響は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial s^*} &= m(p-r) \frac{\partial y}{\partial s^*} + my \frac{\partial p}{\partial s^*} - (my-x) \frac{\partial r}{\partial s^*} \\ &+ (r-c) \frac{\partial x}{\partial s^*} \end{aligned} \quad (38)$$

となる。中間財に対する外国の補助金は、自国中間財企業の生産量を減少させ(第4項)、第3国への最終財の輸出価格を低下させて(第2項)、自国の経済厚生を下げる効果をもつ。しかし、外国からの中間財の輸入価格を低下させ(第3項)、自国最終財企業の輸出量を増加させて(第1項)、自国の経済厚生を上げる効果ももつ。1階条件(8)、(17)と比較静学の結果(30)を(38)に代入し整理すれば、

$$\frac{\partial W}{\partial s^*} = \frac{2m-m^*+2}{3(m+1)(m+m^*+1)}my - \frac{2}{3}x \quad (39)$$

となる。外国の補助金が自国の経済厚生に与える影響は、一般的に不確定である。自国の中間財市場において自国中間財企業のシェアが小さくないならば、外国の補助金によって自国の経済厚生は悪化することになる¹¹⁾。

さて、第2段階について考察しよう。自国政府は、中間財に対する外国の補助金を所与として、自国の経済厚生を最大にするように中間財に対する関税の水準を決定する。厚生最大化の1階条件は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial t} &= m(p-r) \frac{\partial y}{\partial t} + my \frac{\partial p}{\partial t} - x \left(\frac{\partial r}{\partial t} - 1 \right) \\ &+ (r-c) \frac{\partial x}{\partial t} + t \frac{\partial x^*}{\partial t} = 0 \end{aligned} \quad (40)$$

となる。これより、最適な関税は次のようになる。

9) 中間財に対する外国の生産補助金は、外国における中間財の価格を低下させる。これは、外国中間財企業から外国最終財企業へ利潤を移転させるだけなので、外国の経済厚生に影響を与えるものではない。

10) $m=m^*=1$ のとき、 $s^*=4(a-c)/9$ となる。

11) $m=m^*=1$ のとき、 $x/(x+x^*) > 1/4$ であるならば、外国の補助金は自国の経済厚生を低下させることになる。これは、次のように言い換えることもできる。 $s^* < 5(a-c)/9$ であるならば、外国の補助金は自国の経済厚生を悪化させることになる。

$$t = \left[-m(p-r) \frac{\partial y}{\partial t} - my \frac{\partial p}{\partial t} + x^* \left(\frac{\partial r}{\partial t} - 1 \right) - (r-c) \frac{\partial x}{\partial t} \right] / \frac{\partial x^*}{\partial t} \quad (41)$$

中間財に対する関税には、中間財の交易条件を改善させ（角型括弧内の第3項）、自国中間財企業の生産量を増加させる効果（第4項）だけでなく、最終財の輸出価格を上昇させる（第2項）が、自国の最終財企業の生産量を減少させる効果（第1項）もある。利潤最大化の1階条件(8)、(17)と比較静学の結果(33)を使うと、最適な関税が

$$t = \frac{2b}{m(3mm^*+4m+4m^*+4)} [(2m-m^*+2)m^2y + (m+1)(m+m^*+1)x^*] > 0 \quad (42)$$

と求まる。中間財に対する自国の最適な関税は正となる。

自国が中間財の輸入に対して関税をかけない場合、中間財に対する外国の補助金は、自国の経済厚生を悪化させるかもしれないことが、この節のはじめにおいて示された。ここで、自国が最適に関税をかけるならば、外国の補助金の自国の経済厚生に対する影響はどうか、考えてみよう。外国の補助金が自国の経済厚生に与える影響は、

$$\frac{dW}{ds^*} = \frac{\partial W}{\partial s^*} + \frac{\partial W}{\partial t} \frac{dt}{ds^*} \quad (43)$$

となる。関税の水準が最適に選ばれることから、 $\partial W/\partial t = 0$ 。よって、(43)は、

$$\frac{dW}{ds^*} = \frac{\partial W}{\partial s^*} = m(p-r) \frac{\partial y}{\partial s^*} + my \frac{\partial p}{\partial s^*} - x^* \frac{\partial r}{\partial s^*} + (r-c) \frac{\partial x}{\partial s^*} + t \frac{\partial x^*}{\partial s^*} \quad (44)$$

となる。利潤最大化の1階条件(8)、(17)と比較静学の結果(30)、最適な関税の水準(42)を(44)に代入して、最適な関税の水準で評価すると、

$$\frac{dW}{ds^*} = \frac{(2mm^*+4m+3m^*+4)x^*-2m^*(m+2)my}{3mm^*+4m+4m^*+4} \quad (45)$$

自国政府が中間財の輸入に対して最適に関税をかけても、自国の中間財市場において自国中間財企業のシェアが大きければ、外国政府による中間財に対する生産補助金は自国の経済厚生を低下させるかもしれない¹²⁾。これに対して、最終財市場だけのモデルで分析している Collie [1991, 1994] では、自国が最終財の輸入に対して最適に関税をかけるならば、最終財に対する外国の補助金は必ず自国の経済厚生を上昇させるとなっている。外国が中間財に対して補助金を出す場合には、最適な貿易政策を行う国でも損失を被る可能性があるのである¹³⁾。

中間財に対する外国の生産補助金の自国の最適な関税に対する効果は、(42)を全微分することによって得られる。

$$\frac{dt}{ds^*} = \frac{2b}{m(3mm^*+4m+4m^*+4)} \left\{ \left[m^2(2m-m^*+2) \frac{\partial y}{\partial t} + (m+1)(m+m^*+1) \frac{\partial x^*}{\partial t} \right] dt + \left[m^2(2m-m^*+2) \frac{\partial y}{\partial s^*} + (m+1)(m+m^*+1) \frac{\partial x^*}{\partial s^*} \right] ds^* \right\} \quad (46)$$

比較静学の結果(30)、(33)を使うと、

$$\frac{dt}{ds^*} = \frac{m(2m-m^*+2)^2 + (m+1)(m+m^*+1)(4m+m^*+4)}{4(m+1)(m+m^*+1)(3mm^*+4m+4m^*+4) + m(2m-m^*+2)(3mm^*+2m+2m^*+2)} > 0 \quad (47)$$

- 12) $m=m^*=1$ のとき、 $x/(x+x^*) > 7/13$ であるならば、外国の補助金は自国の経済厚生を低下させる。これは、次のように表現することもできる。 $s^* < 45(a-c)/109$ であるならば、外国の補助金は自国の経済厚生を悪化させる。
- 13) 自国が中間財の輸入に対して最適に関税をかけるならば、中間財に対する外国の補助金によって自国の経済厚生が悪化する可能性は小さくなる。例えば、 $m=m^*=1$ のとき、自国中間財企業のシェアが50%であるならば、自国政府が関税をかけない場合には外国の補助金によって損失を被るが、自国が最適な関税をかける場合には外国の補助金によって自国は利益を得ることになる。

外国の補助金が増えたときに、自国政府が中間財に対する関税をどれだけ引き上げるかは、(47)より、

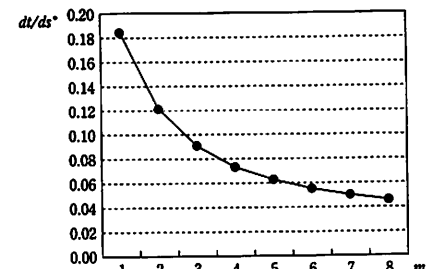
$$\frac{dt}{ds^*} < \frac{1}{4} \quad (48)$$

となる¹⁴⁾。外国の補助金に対する自国の最適な反応は、外国の補助金を部分的に相殺する関税を課すことであり、外国の補助金を相殺する最適な割合は、4分の1より小さくなるのである¹⁵⁾。最終財に対する補助金と相殺関税について分析している Dixit [1988]、Collie [1991, 1992, 1994] においても、外国の補助金を部分的に相殺する関税をかけることが最適となっている¹⁶⁾。Dixit [1988] によれば、クールノー複占で線形の需要のとき、外国の補助金のうち関税で相殺する最適な割合は、ちょうど3分の1になる。Collie [1994] によると、クールノー寡占で線形の需要のとき、外国の補助金を相殺する最適な割合は、2分の1より小さくなる¹⁷⁾。外国が中間財に対して補助金を与える場合でも、最終財に対して補助金を出す場合でも、自国政府は、外国の補助金を完全に相殺する関税ではなく、部分的に相殺する関税を課すべきである。

中間財に対する外国の生産補助金は、外国中間財企業が稼く利潤を増加させる。これは、自国が関税をかけて奪い取るものを大きくするので、中間財に対する最適な関税を上昇させるこ

- 14) (48)の導出については、補論1を参照せよ。
- 15) $m=m^*=1$ のとき、 $dt/ds^* = 7/43$ となる。 $m=m^*=1$ の場合、(21)、(24)、(42)より、中間財に対する自国の最適な関税は、 $t = 5(a-c)/43 + 7s^*/43$ と表される(補論4の(A.1)を参照せよ)。 $5(a-c)/43$ は、外国が補助金を出していない ($s^*=0$) のときに自国政府が課す関税に相当し、 $7s^*/43$ は、外国の補助金に対抗して自国政府がかかる関税、すなわち相殺関税とみなされる。よって、自国の最適な関税のすべてを相殺関税と呼ぶのは正しくない。このような解釈については、Wong [1995] を参照せよ。
- 16) Dixit [1988]、Collie [1991, 1994] において、最適な相殺関税が負となる ($dt/ds^* < 0$) 場合もありうると指摘されている。

図2 最終財の企業数と中間財に対する相殺関税



注：m=4とする

とになる。しかし、中間財に対する外国の補助金は、自国における中間財の価格を低下させる。これは、自国最終財企業の生産量を拡大して利潤を増やすので、中間財に対する最適な関税を低下させることになる。このために、外国の補助金の一部だけを相殺する関税を課することが最適となるのである。

図2は、自国の最終財企業数を所与として、外国の最終財企業数が増加するにつれて、中間財に対する自国の相殺関税の大きさがどのように変化するかを示している。自国最終財企業よりも多くの外国最終財企業と競争しているほど、中間財に対する相殺関税の水準は低下することになる¹⁸⁾。外国で補助金を受けた中間財の輸入に対して、自国政府が相殺関税を課すと、自国最終財企業は、生産量を減らして利潤を減少させる。外国最終財企業が多数であるほど、相殺関税によって自国最終財企業の生産が縮小して利潤が減少する効果は大きくなる¹⁹⁾。したがって、外国の最終財企業数が増えると、中間財に対して相殺関税をかけるインセンティブは弱

- 17) Dixit [1988]、Collie [1994] では、自国と外国の最終財は差別化されている。Collie [1992] では、自国の最終財企業が自由参入できるクールノー寡占モデルを用いて、最適な相殺関税が2分の1となることを示している。
- 18) 最終財の企業数と中間財に対する相殺関税については、補論2を参照せよ。
- 19) 企業数と関税の効果の大きさについては、(33)、(34)を参照せよ。

くなるのである。

第1段階について考えよう。外国政府は、自分が選択した政策が自国の最適な関税に与える影響を考慮したうえで、外国の経済厚生を最大にするように、中間財に対する生産補助金を決定する。中間財に対する外国の補助金の外国の経済厚生に対する効果は、

$$\begin{aligned} \frac{dW^*}{ds^*} = & m^*(p-r^*) \left(\frac{\partial y^*}{\partial s^*} + \frac{\partial y^*}{\partial t} \frac{dt}{ds^*} \right) + m^* y^* \left(\frac{\partial p}{\partial s^*} + \frac{\partial p}{\partial t} \frac{dt}{ds^*} \right) \\ & + (r-c) \left(\frac{\partial x^*}{\partial s^*} + \frac{\partial x^*}{\partial t} \frac{dt}{ds^*} \right) + x^* \left[\frac{\partial r}{\partial s^*} + \left(\frac{\partial r}{\partial t} - 1 \right) \frac{dt}{ds^*} \right] \\ & + (r^*-c) \left(\frac{\partial X^*}{\partial s^*} + \frac{\partial X^*}{\partial t} \frac{dt}{ds^*} \right) \quad (49) \end{aligned}$$

となる。第1項は、中間財に対する外国の補助金が外国最終財企業の第3国への輸出量に与える効果を表している。中間財に対する外国の補助金はそれ自身、外国最終財企業の第3国への輸出量を増加させるが、自国政府が中間財に対して相殺関税をかけることによって、外国最終財企業の輸出はさらに拡大することになる。第2項は、第3国への最終財の輸出価格に対する効果を示している。外国の補助金は、第3国への最終財の輸出価格を低下させるが、自国の相殺関税によって、この価格の低下が抑えられることになる。第3項は、外国中間財企業の自国への輸出量に対する効果を表している。自国が中間財に対して相殺関税を課すために、外国の補助金が外国中間財企業の輸出を増大する効果は減じることになる。第4項は、自国への中間財の輸出価格に対する効果を示している。自国の相殺関税のために、外国の補助金が中間財の輸出価格を低下させる効果はさらに強くなる。第5項は、外国中間財企業の外国への生産量に対する効果となっている。自国の相殺関税によって、外国の補助金が外国中間財企業の外国に対する生産を増やす効果はさらに大きくなる。

利潤最大化の1階条件(9), (18), (19)と、比較静学の結果(30), (33), 外国の補助金に対する自国の最適な反応(47)を(49)に代入して、 $s^*=0$ で評価すると、

$$\begin{aligned} \left. \frac{dW^*}{ds^*} \right|_{s^*=0} = & \frac{1}{3} X^* + \frac{3(m+1) + m(m+m^*+1)}{3(m+1)(m+m^*+1)} X^* \\ & + \left[\frac{4}{3} X^* + \frac{m(2m-m^*+2)}{3(m+1)(m+m^*+1)} X^* \right] \left(\frac{dt}{ds^*} \right) \\ & > 0 \quad (50) \end{aligned}$$

となる²⁰⁾。(50)は、微小な外国の生産補助金が外国の経済厚生を改善することを示している。 $dW^*/ds^*=0$ を解くことによって、中間財に対する外国の最適な生産補助金が

$$s^* = \frac{\frac{1 - (d/ds^*)}{3} X^* + \frac{3(m+1) + m(m+m^*+1) + m(2m-m^*+2)(d/ds^*)}{3(m+1)(m+m^*+1)} X^*}{\frac{4(m+m^*+1) + 3m^2 - m(m+m^*+1)(d/ds^*)}{6(m+1)(m+m^*+1)}} > 0 \quad (51)$$

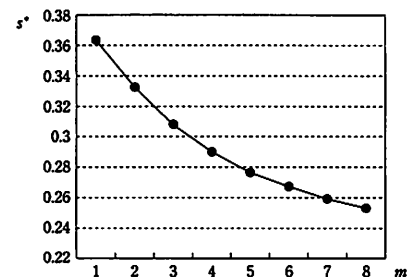
と求まる²¹⁾。中間財に対する外国の最適な政策は、正の補助金である。中間財に対する外国の補助金そのものは、外国の中間財企業と最終財企業の利潤を増加させる。外国の補助金に対抗して自国政府がかかる相殺関税は、外国中間財企業が自国市場で稼ぐ利潤を減らすか、外国最終財企業が第3国市場で稼ぐ利潤を増やすことになる。それゆえ、相殺関税という報復を受ける場合でも、中間財に対して補助金を出すことが外国政府にとって最適となるのである。この結果に対して、自国からの報復がある場合の最終財に対する外国の輸出補助金を分析しているCollie [1991, 1994]では、相殺関税でもって報復されるとき、最終財に対する外国の最適な政策は、輸出税となる²²⁾。最終財のケースであれば、相殺関税を使った自国の報復は、外国の補助金をやめさせることになる。しかし、中間財のケースであると、自国の報復が外国の補助金をやめさせることにはならないのである。

図3は、外国の最終財企業数を所与として、自国の最終財企業数が増加するにつれて、中間財に対する外国の最適な生産補助金の大きさがどのように変化するかを表している。外国の最

20) (50)の符号については、補論3を参照せよ。

21) $m=m^*=1$ のとき、 $s^*=2b(15x^*+68X^*)/97$ となり、補論4の(A.2)から、中間財に対する外国の最適な生産補助金は、 $s^*=3399(a-c)/8408$ と求まる。

図3 最終財の企業数と中間財に対する最適な生産補助金



注：a-c=1とおき、 $m^*=3$ とする

終財企業数あまり大きくなければ ($m^* \leq 20$)、外国最終財企業がより多くの自国最終財企業と競争しているほど、中間財に対する外国の最適な生産補助金の水準は低下することになる²³⁾。外国政府が中間財の生産に補助金を与えると、外国最終財企業は生産量を拡大して利潤を増加させる。自国最終財企業が多数であるほど、中間財に対する補助金によって外国最終財企業の生産が増えて利潤が増加する効果は小さくなる²⁴⁾。また、外国が補助金を供与すると、自国政府は相殺関税をかけて対抗してくる。自国の相殺関税は、外国中間財企業の自国への輸出量

22) 需要が非線形であるクールノー寡占モデルを用いたCollie [1991]においては、ある条件の下で最終財に対する外国の最適な政策が輸出補助金となることが示されている。しかし、この条件が成り立つことは稀であり、普通は輸出税が最適になると言及されている。また、Collie [1991]は、自国が関税だけでなく生産補助金も使って報復するという我々が扱わなかったケースも分析して、需要が非線形であれば、外国の最適な輸出補助金は正となり、需要が線形であれば、最適な輸出補助金はゼロとなることを示している。自国の最終財企業が自由入できるクールノー寡占モデルを用いたCollie [1992]では、最終財に対する外国の最適な輸出補助金はゼロとなると議論されている。林原 [2005]では、Collieなどのモデルで通常なされている。最終財企業の限界費用一定という仮定を緩めることによって、最終財に対する外国の最適な政策が輸出補助金となりうることが示されている。

23) 最終財の企業数と中間財に対する最適な生産補助金については、補論4を参照せよ。

24) 企業数と生産補助金の効果の大きさについては、(30), (32)を参照せよ。

を減少させる。自国最終財企業が多数であるほど、相殺関税によって外国中間財企業の輸出量が減少する効果は大きくなる。自国の最終財企業数が多ければ、外国中間財企業にとって自国市場の重要性が増し、その市場で報復を受けることは大きな損失をもたらすのである。したがって、自国の最終財企業数が多くなると、中間財の生産に対して補助金を出すインセンティブは弱くなるのである。

以上の結果を次の命題としてまとめておく。
命題 政策ゲームの第1段階で外国政府が中間財の生産に対して補助金政策を施行し、第2段階で自国政府が中間財の輸入に対して関税政策でもって対抗するとしよう。このとき、次が成立する。

- (i) 外国政府が中間財の生産に対して補助金を供与し、自国政府が中間財の輸入に対して関税をかけて対抗することが、部分ゲーム完全均衡における政策の組となる。
- (ii) 中間財に対して最適に関税をかけるとしても、自国は中間財に対する外国の生産補助金によって損失を被るかもしれない。
- (iii) 外国の生産補助金に対抗して自国が課すべき相殺関税は、補助金を部分的に相殺する(補助金の4分の1より低い)ものとなる。
- (iv) 外国の最終財企業が多数であるほど、中間財に対する自国の相殺関税の水準は低下することになる。
- (v) 自国の最終財企業が多数であるほど、中間財に対する外国の最適な生産補助金の水準は低下することになる。

5. 結 び

本論文は、自国の中間財市場において自国と外国の中間財企業がクールノー競争を行い、第3国の最終財市場においても自国と外国の最終財企業がクールノー競争を繰り広げるというモデルを用いて、中間財に対する外国の補助金と自国の関税について分析した。外国政府が先に

中間財の生産に対して補助金を供与し、自国政府が後で相殺関税を使って報復するケースを考えた。この政策決定のタイミングと政策手段は、補助金を受けた財の輸入に対しては、輸入国政府は調査を行った後で、相殺関税でもって対抗することができるという現実を踏まえている。

自国政府が中間財の輸入に対して関税をかけない場合、中間財に対する外国の補助金によって、自国は損失を被るかもしれない。自国政府が最適に関税をかけたとしても、外国の補助金が自国の経済厚生を悪化させる可能性があるのである。

中間財生産への外国の補助金に対する自国の最適な反応は、補助金の額を完全に相殺する関税ではなく、補助金の額を部分的に相殺する関税を賦課することである。補助金の額の4分の1よりも低い相殺関税を課すことが最適となる。外国の最終財企業が多数であるほど、中間財に対する相殺関税の水準は低下することになる。

相殺関税でもって報復される場合でも、中間財の生産に対して補助金を与えることが外国政府にとって最適な政策となる。中間財に対する自国の相殺関税は、外国政府が中間財に対して補助金を出すのをやめさせることにはならないのである。自国の最終財企業が多数であるほど、中間財に対する外国の最適な補助金の水準は低下することになる。

韓国政府から補助金を受けたハイニックス社製のDRAMに対して、日本政府は、相殺関税を課すことを決めたが、補助金と同額の相殺関税を課すべきではない。補助金の額の一部のみを相殺する関税をかけることが望ましい。日本のデジタル機器メーカーは、世界市場で海外のメーカーと激しく競争している。ハイニックス社製のDRAMに高い水準の相殺関税が課されるならば、国内のデジタル機器メーカーの生産コストを上昇させて、競争力を弱めてしまう。国内のDRAMメーカーの保護だけでなく、デジタル機器メーカーに対する影響も考慮に入ると、補助金の額のうち関税で相殺すべき割合

は、非常に小さなものになると考えられるのである。

補 論

1. (48)の導出について

(47)より、

$$\frac{dt}{ds^*} = \frac{B}{A}$$

とおく。そこにおいて、

$$\begin{aligned} A &= 4(m+1)(m+m^*+1)(3mm^*+4m+4m^*+4) \\ &\quad + m(2m-m^*+2)(3mm^*+2m+2m^*+2) > 0 \\ B &= m(2m-m^*+2)^2 + (m+1)(m+m^*+1) \\ &\quad (4m+m^*+4) > 0 \end{aligned}$$

$m \geq 1, m^* \geq 1$ であるから、

$$\begin{aligned} A-4B &= 6m^2(3m^*-2) + 3m^2(3m^*+20m^*-8) \\ &\quad + 6m(3m^*+9m^*-2) + 12m^2(m^*+1) > 0 \end{aligned}$$

となる。よって、

$$\frac{dt}{ds^*} = \frac{B}{A} < \frac{1}{4}$$

である。

2. 最終財の企業数と中間財に対する相殺関税について

(47)より、 $dt/ds^* = f(m, m^*)$ とおく。

自国の最終財企業数を所与として、外国の最終財企業数が増加するにつれて、中間財に対する自国の相殺関税の大きさがどのように変化するかを分析する。

$$\frac{\partial f}{\partial m^*} = -\frac{3(m+1)^2 C}{A^2}$$

そこにおいて、

$$\begin{aligned} C &= -(9m^2+4m-16)m^2 + 8(m+1)(2m+1)(3m+4)m^* \\ &\quad + 4(m+1)^2(12m^2+23m+4) \end{aligned}$$

Aについては、補論1を参照せよ。

(51)の符号についても、 $0 < dt/ds^* < 1/4$ であることを用いて、 $s^* > 0$ を証明することができる。

4. 最終財の企業数と中間財に対する最適な生産補助金について

(21)と(24)を(42)に代入し、 t に関して解くと、中間財に対する自国の最適な関税は、次のように求まる。

$$t = \frac{D(a-c) + Bs^*}{A} \tag{A.1}$$

そこにおいて、

$$\begin{aligned} D &= (2m-m^*+2)[m(4m+m^*+4) \\ &\quad + (m+1)(m+m^*+1)] > 0 \end{aligned}$$

A, Bについては、補論1を参照せよ。(A.1)を(21), (22)に代入して得られた x^* , X^* と(47)を(51)に代入した後、 s^* に関して解くと、中間財に対する外国の最適な生産補助金は、次のようになる。

$$s^* = \frac{F}{E}(a-c) \tag{A.2}$$

そこにおいて、

$$\begin{aligned} E &= (72m^4+437m^3+931m^2+816m+256)m^{*4} + \\ &\quad 2(m+1)(144m^4+721m^3+1273m^2+960m+256)m^{*3} \\ &\quad + 8(m+1)^2(36m^4+182m^3+335m^2+218m+32)m^{*2} \\ &\quad + 32m(m+1)^2(20m^2+45m+28)m^* + 128m(m+1)^4 \\ &\quad (3m+2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= m(18m^2+92m^2+145m+64)m^{*4} + 2(36m^2+238m^3 \\ &\quad + 627m^2+827m^2+528m+128)m^{*3} + 4(m+1) \\ &\quad (18m^2+142m^4+435m^3+633m^2+456m+128)m^{*2} \\ &\quad + 8(m+1)^2(14m^4+69m^3+133m^2+104m+32)m^* \\ &\quad - 32m^2(m+1)^3 \end{aligned}$$

外国の最終財企業数を所与として、自国の最終財企業数が増加するにつれて、中間財に対す

$\partial f/\partial m^*$ の符号は C の符号に依存しているの

で、C について考える。

$m=1$ のとき、 $9m^2+4m-16 < 0$ であるから、 $C > 0$ となる。

$m \geq 2$ のとき、 $9m^2+4m-16 > 0$ である。C は、次のように表すこともできる。

$$\begin{aligned} C &= -(9m^2+4m-16) \left[m^2 \frac{4(m+1)(2m+1)(3m+4)}{9m^2+4m-16} \right]^2 \\ &\quad + \frac{36m^2(m+1)^2(28m^2+87m+68)}{9m^2+4m-16} \end{aligned}$$

$m^*=0$ において C は正の値をとり、 $m^*=4(m+1)(2m+1)(3m+4)/(9m^2+4m-16)$ となるまでは、 m^* が増加するにつれて C も増加することになる。我々のモデルでは、 $2m-m^*+2 > 0$ が仮定されているので、 $1 \leq m^* \leq 2m+1$ が満たされなければならない。ここで、

$$\begin{aligned} &\frac{4(m+1)(2m+1)(3m+4)}{9m^2+4m-16} - (2m+1) \\ &= \frac{(2m+1)(3m^2+24m+32)}{9m^2+4m-16} > 0 \end{aligned}$$

であることから、 $2m+1 < 4(m+1)(2m+1)(3m+4)/(9m^2+4m-16)$ となる。よって、 $1 \leq m^* \leq 2m+1$ を満たす m^* について、 $C > 0$ となる。

したがって、 $C > 0$ であるから、 $\partial f/\partial m^* < 0$ 、すなわち、外国の最終財企業数が増加するほど、中間財に対する自国の相殺関税の水準は低下するのである。

3. (50)の符号について

(50)の符号について調べる。(50)を次のように変形する。

$$\begin{aligned} \frac{dW^*}{ds^*} \Big|_{s^*=0} &= \left[1 - 4 \left(\frac{dt}{ds^*} \right) \right] \frac{x^*}{3} \\ &\quad + \left[3(m+1) + m(m+m^*+1) + m(2m-m^*+2) \right. \\ &\quad \left. \left(\frac{dt}{ds^*} \right) \right] \frac{X^*}{3(m+1)(m+m^*+1)} \end{aligned}$$

(47), (48)より、 $0 < dt/ds^* < 1/4$ であるから、 $dW^*/ds^* \Big|_{s^*=0} > 0$ となる。

る外国の最適な生産補助金の大きさがどのように変化するかを考える。

(A.2)を用いて計算すると、外国の最終財企業数が20以下 ($m^* \leq 20$) である場合、外国の最終財企業数を所与として、自国の最終財企業数が多くなるにつれて、中間財に対する外国の最適な生産補助金の水準は低下することになる。

参考文献

石川城太・李基東 [1996], 「垂直統合企業と関税」, 『三田学会雑誌』, 89巻2号, pp.35-45.
 川端康 [2005], 「垂直的関連市場における最適な貿易政策」, 『国際経済』, 56号, pp.95-130.
 林原正之 [2005], 『戦略的通商政策理論の展開』, 昭和堂.
 Belderbos, R. A. and L. Sleuwaegen [1997], "Local content requirements and vertical market structure," *European Journal of Political Economy*, Vol.13, pp.101-119.
 Bernhofen, D. M. [1997], "Strategic trade policy in a vertically related industry," *Review of International Economics*, Vol.5, pp.429-433.
 Brander, J. A. and B. J. Spencer [1985], "Export subsidies and market share rivalry," *Journal of International Economics*, Vol.18, pp.83-100.
 Collie, D. R. [1991], "Export subsidies and countervailing tariffs," *Journal of International Economics*, Vol.31, pp.309-324.
 Collie, D. R. [1992], "Export subsidies, entry deterrence and countervailing tariffs," *The Manchester School*, Vol.60, pp.136-151.
 Collie, D. R. [1994], "Strategic trade policy and retaliation," *Japan and the World Economy*, Vol.6, pp.75-88.
 Dixit, A. K. [1988], "Antidumping and countervailing duties under oligopoly," *European Economic Review*, Vol.32, pp.55-68.
 Greenhut, M. L. and H. Ohta [1979], "Vertical integration of successive oligopolists," *American Economic Review*, Vol.69, pp.137-141.
 Ishikawa, J. [1999], "Expanding the purchase of

a foreign intermediate good: an analysis of VIEs and content protection under oligopoly," in: R. Sato, R. Ramachandran and K. Mino (eds.), *Global competition and integration*, Boston: Kluwer Academic Publishers, pp.99-126.

Ishikawa, J. and K. Lee [1997], "Backfiring tariffs in vertically related markets," *Journal of International Economics*, Vol.42, pp.395-423.
 Ishikawa, J. and B. J. Spencer [1999], "Rent-shifting export subsidies with an imported intermediate product," *Journal of International Economics*, Vol.48, pp.199-232.
 Qiu, L. D. [1995], "Why can't countervailing duties deter export subsidization?," *Journal of International Economics*, Vol.39, pp.249-272.
 Salinger, M. A. [1988], "Vertical mergers and market foreclosure," *Quarterly Journal of Economics*, Vol.103, pp.345-356.
 Spencer, B. J. and R. S. Raubitschek [1996], "High-cost domestic joint ventures and international competition: Do domestic firms gain?," *International Economic Review*, Vol.37, pp.315-340.
 Wong, Kar-yiu. [1995], *International Trade in Goods and Factor Mobility*, Cambridge: MIT Press.

【研究論文】

三面等価からの90年代長期不況要因分析*

Analysis for Causes of Japanese Long Recession in 90's on Principle of Equivalent of Three Aspects

市橋 勝 (広島大学総合科学部)**

Masaru ICHIHASHI, Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

要旨

本稿は、90年代の日本経済の長期不況の原因を、戦後の年次マクロ経済データによって分析することを目的とする。

使用データは、戦後経済の長期データの直接接続によって加工したものである。その際、実質値の成長率について、戦後46年間についての単位根検定を行い定常過程に従うことを確認した上で成長要因の分析を行った。分析に用いたモデルは、集計量の成長率要因分解式である。

分析の結果、90年代の不況は、主に建設、卸・小売、金融の非製造業3部門における営業余剰及び帰属利子の落ち込みと、それに伴う設備投資等固定資本形成の減退ということが主要因であることが明らかとされる。逆に、90年代において堅調だった産業は、サービス業と電機であり、そこにおける所得増加が消費等を支えたことと見ることが出来る。

Abstract

This paper aims to analyze the cause of a long-term recession of Japanese economy in 90's according to the annual macroeconomic data.

The date used here is a processing data by connecting two kinds of Time-series data directly. We tested real growth rate of the data, which is the annual data for 46 years after the war, for unit root and confirmed that the data possesses the stationary process. Then we analyzed about factors of the growth. The Model for this analysis was used an equation of factor decomposition of growth rate of aggregate macroeconomic data.

As a result, we could see that decline of operating surplus and imputed interest especially in 3 sectors such as Construction, Trade and Financial service and depression of investment for fixed capital formation caused the recession in 90's mainly.

On the other hand, Service and Electric Machinery had been steady in 90's and increase of income in these industries seemed to have supported consumption.

キーワード： 単位根検定, 三面等価, 成長率要因分解

Keywords: Unit Root test, Principle of Equivalent of Three Aspects, Factor Decomposition of Growth rate

JEL 区分： C22, E10, E60, O40