

原稿作成日：2013年6月6日

PDF作成日：2020年12月29日

引用：

八木迪幸，馬奈木俊介，「序章 本書の経済成長と技術進歩に関する背景と目次紹介」，馬奈木俊介編『環境・エネルギー・資源戦略—新たな成長分野を切り拓く』，pp.1-16，日本評論社，2013.

序章 本書の経済成長と技術進歩に関する背景と目次紹介

八木迪幸*・馬奈木俊介† ‡

1 はじめに

各国の経済成長には各々その裏付けとしての成長分野があり、経済成長を達成するための成長戦略がある。今後、経済成長の新たな柱と成りうる環境とエネルギー、資源分野の成長戦略について検討することを目的として、これら 3 分野の個別の研究事例を取りまとめたのが本書である。本章では、まず経済成長と技術進歩に関する基本的な背景をまとめる。そして、以降の章における各研究事例の概要に触れ、本書の目次としたい。

2 経済成長と技術進歩

2.1 経済成長理論と技術進歩における研究

経済成長理論について、基本モデルとして最初に挙げられるのが Solow(1956)と Swan(1956)らによる新古典派経済成長モデルである。このモデルでは、資本増加率が人口増加率を上回ってかい離した場合、資本の限界生産性が逡減し、長期的な資本の増加は人口増加率に収束する。この結果、このモデルにおける経済では、経済成長は一人当たり GDP（国内総生産）が一定となるような定常成長経路へ収束する。

Solow(1957)らの成長会計の文脈では、経済成長に関して資本と労働とで説明できる部分は少ないことを示し、これらでは説明できない残差、技術進歩もしくは TFP(全要素生産性)が経済成長に寄与していることを示した。こうした技術進歩は、新古典派経済成長モデルでは外生的に与えられるため、技術進歩が経済成長に与える影響を識別できない。Romer(1990)らによる内生的成長モデルの文脈では、この技術進歩を企業の R&D（研究開発）活動等として内生的に取扱い、モデル内で経済成長の過程を識別することが研究対象となった。この TFP に関する日本を対象にした研究としては、Hayashi and Prescott (2002)が挙げられる。彼らは、1990 年代の日本経済の停滞は TFP 成長率の低下によるという実証分析結果を提示している。

ここで、TFP の識別自体にも計量手法の問題があることを付け加えておきたい。Solow(1957)らの TFP の識別方法では、生産要素と投入要素の観測データを用いて生産関数を推定したのちに、その残差として TFP を推定する。しかし、Olley and Pakes (1996) にみられるような識別手法の議論では、TFP は資本・労働の投入量と内生的な関係を持つだろうと指摘されている。これは、TFP が高い主体（主体とは特に企業や工場を想定する）は、そもそも資本や労働の投入を多く行うという誤差項と説明変数間の正の相関を示唆するものである。こうした実証手法においても研究課題はあるが、依然として技術進歩は経済成長

* 英国リーズ大学地球環境学部客員研究員 yagimichiyuki@gmail.com

† 東北大学大学院環境科学研究科准教授 managi.s@gmail.com

‡ RIETI

において重要であるだろう。

2.2 Schumpeter 仮説とその検証研究

技術進歩の重要性は、Schumpeter (1942)から指摘されていた。Schumpeter (1942)によれば、「より独占的な企業は、市場の不確実性が減り、資金の安定性が増すために、より容易に R&D 活動を行える」。この、R&D 活動が大企業と不完全競争下で促進されるといういわゆる Schumpeter 仮説の検証は、産業組織論における主要テーマの 1 つとして様々な理論・実証研究がおこなわれてきた(Kamien and Schwartz, 1975; AcS and Audretsch, 1987, 1988a, 1988b; Cohen, 2010)。

2.2.1 企業規模と R&D 活動

前者の Schumpeter 仮説である企業規模と R&D 活動については、多くの実証研究で正の相関が見られている(Cohen and Klepper, 1996; Cohen, 2010)。この主張の理由としては、次のものが挙げられる。1) 大企業ほどリスクの伴う R&D 活動の資金を企業内で担保できる可能性が高くなることから、資本市場の不完全性が大企業を有利にしている。2) R&D 活動自体に規模の経済性がある。3) 大企業は売上の大きさに R&D 活動への固定費用を希薄化でき、この結果 R&D からの利益が増加する。4) R&D と非製造活動（例えば金融）の間に補完性があり、結果として大企業で R&D が増加しやすい。5)大企業の事業の多様性が範囲の経済性を持ち、結果として R&D のリスクを軽減できる。

一方で、この正の相関を競争政策に適用し、安易に大企業を優遇するというのは必ずしも競争政策には有効ではないだろう。例えば、この企業規模と R&D 活動との関係には閾値があり、同じ産業内では企業規模と R&D 活動が相似しやすい傾向がある。そして、R&D が企業の生産性に与える影響は逓減する傾向(Griliches, 1980)や、企業規模が増加するにつれ R&D 生産性は減少する傾向が観測されている (Cohen and Klepper, 1996)。AcS and Audretsch (1988a, 1988b)は、大企業と中小企業では R&D 活動の傾向が異なることを US 企業データを用いて示している。彼らの結果によれば、中小企業では企業規模が小さい場合、大企業では企業規模が大きい場合に特許データによるイノベーション変数が増加することを示している（結果として企業規模と技術進歩との関係性は U 字型であることを示唆している）。

2.2.2 市場競争と R&D 活動

後者の Schumpeter 仮説である市場競争とイノベーション活動との関係性について、この関係性は未だに結論がでていない。特に多くの実証研究で不完全競争がイノベーション活動を促進させるという Schumpeter 仮説は支持されていない(AcS and Audretsch, 1988a, 1988b; Blundell et al., 1995; Cohen, 2010)。

近年の日本における代表的な研究として、伊地知ほか（2004, 2010）は農林水産業、鉱工業、建設業、一部のサービス業に属する企業 9,257 社（第 1 回）と 4,579 社（第 2 回）を対

象に全国イノベーション調査を行っている。この標本企業では、96%が日本市場が最も重要だと回答している（第1回表72）。調査結果によると、イノベーション活動企業の74%がイノベーション活動は市場シェア拡大に効果があると回答した（第1回表27）。特にプロダクトイノベーションは、国内市場では75.6%、海外市場では80.5%の企業が各市場シェアの0%以上5%未満の拡大につながったと回答した（第2回図表4-11）。一方で、イノベーション非活動企業の51%が、市場状況により不必要だったためにイノベーション活動を行わなかったと回答した（第1回表59）。この調査から、日本企業のイノベーション活動は市場競争に影響を与えるものの、イノベーション活動は市場状況により不必要な場合もあることが示唆される。市場競争とイノベーション活動との内生的関係性と、技術開発がどれだけ必要かという市場特性（技術機会）とに今後の研究では着目する必要があるだろう。

2.3 日本における市場競争と R&D 活動の実証研究

Aghion et al. (2005; 以下 ABBGH)は、市場競争とイノベーション活動との間に逆U字の関係があるというモデルを構築し、1973～1994年におけるUKの17製造業の特許データを用いこれを実証的に示した(図0-1)。しかし、この逆U字の関係も結論がでていない。Tingvall and Poldahl (2006)は、1990～2000年のスウェーデン製造業のR&Dデータを用いて、ハーフインダール指数では逆U字が見られるものの、プライスコストマージンでは逆U字が見られないことを示した。

本小節では、ABBGHを1964～2006年・60産業の日本企業データを用いて検証する(推定結果の詳細については、Yagi and Managi, 2013参照)。日本企業のデータは日経NEEDS、イノベーション変数は知的財産研究所の патент データベースより用いる(Goto and Motohashi, 2007参照)。標本サイズは企業レベルが94,510、産業平均レベルが2,580である(表0-1に本研究の記述統計を示す)。

2.3.1 モデル

本小節の検証モデルでは、標本内で係数が固定モデル(式1)と係数が固定効果でそれぞれ異なるモデル(式2)を用いる。固定効果係数モデルにおいては、60年代から00年代の5年代の固定効果係数と、60産業の固定効果係数をそれぞれ推定する。そして各1・2乗項に対してLind and Mehlum (2010)による逆U字検定を行う。

<図0-1 この付近>

$$\ln p_{it} = \beta_0 + \beta_1 c_{it} + \beta_2 c_{it}^2 + \sum_{t=1965}^{2006} \gamma_t D_t + \alpha_i + u_{it} \quad (1)$$

$$\ln p_{it} = \beta_0 + \beta_1 c_{it} + \beta_k D_k c_{it} + \gamma_1 c_{it}^2 + \gamma_k D_k c_{it}^2 + \sum_{t=1965}^{2006} \lambda_t D_t + \alpha_i + u_{it}, k = 2 \dots J \quad (2)$$

ここで、 p は引用数重み付け特許出願数、 c は競争変数、 i と t はそれぞれ企業(または産業)

と年、 D はダミー変数、 k は各年代もしくは各産業をそれぞれ表す。 $(\alpha, \beta, \gamma, \lambda)$ は推定パラメータで、 u は誤差項を表す。固定効果係数モデルにおいては、主効果の係数と各効果の係数とを合計し、これを合成係数と本研究では呼ぶ（例えば、式(3)において、年代（産業） $k (\neq 1)$ の c_{it} における合成係数は $(\beta_1 + \beta_k) c_{it}$ 。分散共分散行列の合計から累乗根を取り、標準誤差も合成係数の合わせて計算する）。この各合成係数に対し、逆 U 字検定を行う。

ABBGH は産業レベルにおいて市場競争とイノベーションとに逆 U 字の関係が現れるという理論であるが、本研究では企業レベルの推定も同時に行う。これは、同産業内の企業同士であっても、しばしば企業は自社の製品区分を差別化したり、競争を避けようとする傾向が見られるためである（Tingval and Poldahl, 2006）。そして、産業分類が企業を分類するのにしばしば適切でないということも理由である。

さらに、産業別の固定効果係数モデル（式(2)）において、引用数重み付け特許出願数に対する競争変数の semi-elasticity を推定するため、 $1-li$ の 1 乗項のみを代入し推定する：

$$\ln p_{it} = \beta_0 + \beta_1 c_{it} + \beta_k D_k c_{it} + \sum_{t=1965}^{2006} \lambda_t D_t + \alpha_i + u_{it}, k = 2 \dots J \quad (3)$$

ここで、本研究の競争変数 semi-elasticity は、産業 $k (\neq 1)$ のとき $(\beta_1 + \beta_k) c_{it}$ である。

2.3.2 変数

本研究の競争変数は、1-ラーナー指数である（式 4, 5）。

$$li_{it} = \frac{\text{営業利益}_{it} - \text{営業外費用}_{it}}{\text{売上}_{it}} \quad (4)$$

$$1 - L_{jt} = 1 - \frac{1}{N_{jt}} \sum_{i \in j} li_{it} \quad (5)$$

ここで、 i は企業、 j は産業をそれぞれ表す。企業レベル推定では $1-li$ を、産業レベルの推定では $1-L$ を競争変数としてそれぞれ用いる。ただし外れ値が与える影響が大きいため、 $1-li$ の第 0.5 から 99.5 パーセンタイルを用いる。

本研究のイノベーション変数は引用数を加重した特許出願数である（図 0-1）。特許数は被引用数で重み付けることでよりイノベーションの価値を表現できると考えられる。一方で被引用数をそのまま用いると、特許出願年と引用年のインフレーション問題と、切断データ問題（これは、企業データが 1964～2006 年のため、より早く出願された特許のほうが引用されやすい問題）が生じる。これらを考慮するために、特許データベースの全てのデータを用いて、Hall et al. (2001) の quasi-structural approach で特許出願年と引用年のインフレーションパラメータ α_s, α_t と、出願からの経過年数 (L) に応じた被引用の確率密度関数 $\exp(-\beta_1 L) \cdot (1 - \exp(-\beta_2))$ を求める(式 6; 推定パラメータは Yagi and Managi 2013 参照)。

$$\begin{aligned} \log[C_{st} / P_s] &= \alpha_0 + \alpha_s + \alpha_t + \exp(-\beta_1(t-s)) \cdot (1 - \exp(-\beta_2)) \\ s.t. \sum_{L=0}^{46} \exp(\exp(-\beta_1 L) \cdot (1 - \exp(-\beta_2))) &= 1 \end{aligned} \quad (6)$$

ここで、 C と P は被引用数と特許出願数、 s と t は被引用特許と引用特許の出願年（本研究の α_s は 5 年刻みで推計）、 β_1 と β_2 は出願特許の廃れと普及のパラメータである。このパラメータを元に本研究では引用数加重特許出願数 $Cite$ を作成した。

$$Cite_{i,s} = \sum_t \left(\frac{\sum_n (C_{i,s,t,n} / JA_{i,s,n})}{\exp(\alpha_s) \cdot \exp(\alpha_t) \cdot \sum_{L=0}^{2010-s} \exp(\exp(-\beta_1 L) \cdot (1 - \exp(-\beta_2)))} \right) \quad (7)$$

ここで i は各企業、 n は各出願特許、 JA は共同出願数をそれぞれ表す。 $Cite$ が 0 の場合は 0.0001 を代入する。

2.3.3 推定結果

固定効果係数モデル（式(1)）における推定結果（表 0-2）では、企業レベルでは産業・年代の係数が一定の場合、ABBGH 同様に逆 U 字が観測された（表 0-2 列 1,2,3,4）。産業レベル（産業平均）では、産業固定効果を考慮しない場合にのみ逆 U 字が観測された（表 0-2 列 5）。

次に、この企業レベルの逆 U 字がどこまで頑強かを年代・産業別の固定効果係数モデルで検証する（表 0-3; 表 0-4 列 1,2）。まず年代別固定効果係数モデルでは、企業の固定効果を考慮しない場合（表 0-3 列 1,2）、全産業の 60 年代（表 0-3 列 1）を除く全年代で逆 U 字の関係性が見られた。一方、企業の固定効果を考慮した場合（表 0-3 列 3,4）、70 年代と 80 年代、90 年代のみで逆 U 字が見られた。

産業別固定効果係数モデルでは、企業の固定効果を考慮しない場合（表 4 列 1）、製造業の 41 産業中 15 産業と非製造業 19 産業中 4 産業において、逆 U 字の関係が見られた。一方、企業の固定効果を考慮した場合（表 4 列 2）、鉱業以外に逆 U 字の関係は見られなかった。

$Cite$ の $1-li$ semi-elasticity 推定結果は（式(3)）、企業の固定効果を考慮しない場合（表 4 列 3）、 $1-li$ semi-elasticity 中央値は全産業で -0.270、製造業で 0.470、非製造業で -4.185 であった。これらの値は、例えば $1-li$ が 0.01 増加し競争状態に近づいた場合に、全産業の中央値では引用加重特許出願数の 0.0027% の減少と相関していることを意味する。一方、企業の固定効果を考慮しない場合（表 4 列 4）、 $1-li$ semi-elasticity 中央値は全産業で 0.027、製造業で 0.759、非製造業で -1.346 であった。

2.3.4 結論

推定結果を踏まえると、数十年・数十産業のパネルデータでは、シンプルな相関をみると利益率と特許数との間に逆 U 字が見えやすい。ただし、この逆 U 字が各年代・各産業で異なると仮定したときに、それぞれで逆 U 字がみられるわけではなく、特に産業ごとのばらつきが大きい。

製造業と非製造業とでは R&D 活動が異なる傾向が見られた。製造業においては、シンプ

ルな相関では競争状態のほうが特許出願が発現しやすくみえるが、固定効果（これは各企業の技術機会と解釈される）を考慮すると、競争の影響があるとは言えない場合が多い。一方で、非製造業ではより 1-ラーナー指数が低く、利幅率の高い状態のほうがイノベーション（特許変数）が増加しやすい。非製造業において、内生性を考慮しない場合、特許に対する 1-ラーナー指数の semi-elasticity は中央値が約-1.3 である。

また推定結果の係数の大きさをみると、市場競争がイノベーション発現に与える影響の大きさ自体は小さいことが示唆される。ただしこれに関しては、本研究の結果は市場競争とイノベーション発現との内生性と他の変数とを考慮していない点に注意して捉える必要がある。

これらの結果から、市場競争とイノベーション活動との一般的な関係性は未だに不透明であると言える。イノベーション活動は、市場競争よりは、むしろ各企業もしくは各産業における技術機会の程度に大いに依存していると考えられる。技術進歩や TFP 上昇を促す全般的な施策は依然として不透明であり、また TFP の識別方法自体の問題点も残る。それでも技術進歩は成長戦略において重要であろう。成長戦略の策定のためには、具体性を欠いた表現となるが、各市場の技術機会の把握や市場における将来予測・シナリオの分析、資本や労働をどのように配分すべきかという選択と集中に対する策定が必要であるだろう。

3 本書の内容

これまで経済成長と技術進歩に関する基本的な背景を俯瞰し、日本における市場競争とイノベーションとの関係性に関する実証分析を行った。本節では環境・エネルギー・資源戦略の観点から、本書の目次紹介を行いたい。

2010 年 6 月 18 日閣議決定された新成長戦略では、強みを活かす成長分野の 1 つとしてグリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略が打ち出されている。これによると、(1)世界最高の技術を活かす、(2)総合的な政策パッケージにより世界ナンバーワンの環境・エネルギー大国へ、(3)グリーン・イノベーションによる成長とそれを支える資源確保の推進、(4)快適性・生活の質の向上によるライフスタイルの変革、(5)老朽化した建築物の建替え・改修の促進等による緑の都市化、(6)地方から経済社会構造を変革するモデル、の 6 項目の戦略が提示されている。これら施策により、50 兆円超の環境関連新規市場の開拓、140 万人の環境分野の新規雇用の創出、日本の民間ベースの技術を活かした世界の温室効果ガス削減量を 13 億トン以上の 3 つが 2020 年までの目標として掲げられている。さらに、この新成長戦略策定の翌年に起きた 3.11 東日本大震災がもたらした影響を考えると、防災分野における成長戦略、特に災害が経済成長へもたらすの影響を踏まえ、いかに災害を乗り越えて成長するかについても考える必要がある。

3.1 本書の構成

本書の構成は、環境戦略とエネルギー戦略、資源・災害戦略の主に 3 部構成となってお

り、各章でそれぞれ個別の研究事例を取り上げる。第 1 部環境戦略では、気候変動と環境規制について取り扱う。まず気候変動について、気候変動シナリオの検討と国連気候変動枠組条約における議論の整理を行う。そして、各産業の環境規制の影響について検討する。第 2 部エネルギー戦略では、まず再生可能エネルギー導入政策の検討を行う。そして、省エネルギーに関する消費者動向分析と、次世代自動車の市場調査、省エネルギー技術開発と企業財務分析の関係性分析を行う。第 3 部資源・災害戦略では、まず資源戦略として、資源輸入国の企業による資源権益の獲得が資源価格と利益配分に与える影響を検討する。災害戦略としては、災害下における経済成長と、災害被害と被災経験、経済開発の関係性について検討する。最後に、終章では環境・エネルギー資源制約の下での経済成長、特に枯渇性資源と再生可能エネルギーとを考慮した経済成長について経済モデルを用いて検討し、本書のまとめとする。

第 1 部環境戦略について、第 1 章では、IPCC による気候変動緩和の将来シナリオについて検討する。特に、世界 1 地域/多地域モデルを用いて、CO₂ 濃度の 500 ppm 安定化と 450 ppm 安定化、21 世紀中の累積排出量 650GtC の 3 つのシナリオにおけるシミュレーション結果を示す。

第 2 章では、過去の国連気候変動枠組条約における排出削減に関する国際約束の方式に関する議論や主要排出国の約束の方式と国内政策の関係、国連気候変動枠組条約外で行われている国際協力動向を整理し、考察を行う。

第 3 章では、先進各国・地域で産業別に異なる規制を課している現状において、排出を一律に規制する排出量取引市場を創設した場合、この市場創設が経済に与える影響を一般均衡モデルを用いて検証する。

第 4 章では、国際輸送産業（国際海運・国際航空）における環境規制の現状を概観し、実行可能な規制のあり方について検討する。

第 5 章では、クリーン開発メカニズムプロジェクトによる途上国への技術移転が、ホスト国の法制度・政治的要因により影響を受けるかどうかについて、離散選択モデルにより検証する。

第 2 部エネルギー戦略について、第 6 章では、火力発電の他に一定量の再生可能エネルギー量の導入を考えた場合、設備導入に対する補助金・固定料金買取制度と再生可能エネルギー利用割合基準制度の 2 つの政策手段ではどちらが経済厚生上好ましいかについて、不完全競争市場の経済モデルを用いて検証する。

第 7 章では、東日本大震災前後で消費者の節電行動およびエネルギー選好に変化が見られたかどうかを、アンケート調査を用いて検証する。特に、選択型コンジョイント分析を用いて消費者行動の変化と電源別支払意思を推定し、シナリオ毎に消費者が受容できる電気料金の上乗せ分を検証する。

第 8 章では、次世代自動車の市場調査と将来予測を行う。電気自動車と燃料電池自動車を対象とした費用便益分析により、ガソリン自動車からの乗換費用と得られる便益を比較

し、これら2車種の普及経路を予測し検証する。

第9章では、通常の無形資産と省エネルギー技術に関する無形資産のそれぞれが企業価値に与える影響を分析する。企業間の技術的近接性を考慮したスピルオーバーを考慮し、このスピルオーバー効果が企業価値に与える影響も分析する。

第3部資源・災害戦略について、第10章では、資源輸入国の企業による資源権益の獲得が、資源価格に与える影響を、理論と実証の両面から考察する。理論分析では、2期間モデルを用いて、各期の資源価格への影響に着目する。実証分析では、ダイナミックパネルモデルを用いて、石油輸入国の資源獲得政策が原油価格に与える影響を明らかにする。

第11章では、資源輸入国の企業による資源権益の獲得が、経済厚生に与える影響を経済理論によって明らかにする。鉱山権益の獲得が資源価格や最終財の生産量に与える影響を分析し、権益を獲得した企業が存在する国、他の資源輸入国、および資源輸出国の厚生に与える影響を考察する。

第12章では、災害が経済成長に与える影響を理論モデルを用いて検討する。特に、大規模な歴史的災害と周期的災害が物的資本と人的資本に与える影響を通じて、均斉成長率や定常状態での産業構成、貯蓄率に与える影響について、検討する。

第13章では、災害被害軽減に有効なマクロ的な措置や経済開発の方向性について検討するため、被災経験からの学習効果及び災害への適応効果について分析する。特に、長期の国レベルパネルデータを用いて分析で、自国・他国の被害経験や一人当たり国内総生産、人間開発指標といった指標の、災害被害に対する弾力性推計を行う。

参考文献

- Acs, Z.J., and D.B. Audretsch, 1987, "Innovation, Market Structure, and Firm Size," *Review of Economics and Statistics*, Vol.69(4), pp. 567-574.
- Acs, Zoltan J., and David B. Audretsch (1988a) "Testing the Schumpeterian Hypothesis," *Eastern Economic Journal*, Vol.14(2), pp.129-140.
- Acs, Zoltan J., and David B. Audretsch (1988b) "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis," *American Economic Review*, vol.78(4), pp. 678-690.
- Aghion, Philippe, Nick Bloom, Richard Blundell, Rachel Griffith, and Peter Howitt (2005) "Competition and innovation: An inverted-U relationship," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 120(2), pp.701-728.
- Blundell, Richard, Rachel Griffith, and John V. Reenen, (1995) "Dynamic count data models of technological innovation," *Economic Journal*, vol.105 (429), pp.333-344.
- Cohen, Wesley M. and Steven Klepper (1996) "A reprise of size and R&D," *Economic Journal*, vol.106 (437), pp.925-951.
- Cohen, Wesley M. (2010) "Chapter 4 - fifty years of empirical studies of innovative activity and performance," in Hall, B. H., and N. Rosenberg (eds) *Handbook of The Economics of Innovation*, vol. 1, North-Holland, pp. 129-213.
- Goto, Akira and Kazuyuki Motohashi (2007) "Construction of a Japanese Patent Database and a first

- look at Japanese patenting activities,” *Research Policy*, vol.36(9), pp.1431–1442.
- Griliches, Zvi (1980) “R&D and the productivity slowdown,” *American Economic Review*, vol. 70 (2), pp.343–348.
- Hall, Bronwyn H., Adam B. Jaffe, and Manuel Trajtenberg (2001) “The NBER Patent Citations Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools,” NBER Working Paper No. 8498. October 2001.
- Hayashi, Fumio, and Edward C Prescott (2002) “The 1990s in Japan: A Lost Decade,” *Review of Economic Dynamics*, vol. 5 (1), pp.206–235.
- Kamien, Morton I., and Nancy L. Schwartz, (1975) “Market structure and innovation: a survey,” *Journal of Economic Literature*, Vol.13(1), pp.1–37.
- Lind, Jo T. and Halvor Mehlum (2010) “With or Without U? The Appropriate Test for a U-Shaped Relationship,” *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 72(1), pp.109–118.
- Olley, G. Steven and Ariel Pakes (1996) “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry,” *Econometrica*, vol. 64(6), pp.1263–1297.
- Romer, Paul M. (1990) “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, vol. 98 (5) part 2, pp. S71–S102.
- Schumpeter, Joseph A., 1942, *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York: Harper and Row.
- Solow, Robert M. (1956) “A Contribution to the Theory of Economic Growth,” *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70 (1), pp.65–94.
- Solow, Robert M. (1957) “Technical Change and the Aggregate Production Function,” *Review of Economics and Statistics*, vol. 39 (3), pp.312–320.
- Swan, Trevor W. (1956) “Economic Growth and Capital Accumulation,” *Economic Record*, vol. 32 (November), pp.334–361.
- Tingvall, Patrik G. and Andreas Poldahl (2006) “Is there really an inverted U-shaped relation between competition and R&D?” *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15(2), pp.101–118.
- Yagi, Michiyuki and Shunsuke Managi (2013) “Competition and innovation: an inverted-U relationship using Japanese industry data,” RIETI Discussion Paper Series (forthcoming).
- 伊地知寛博・岩佐朋子・小田切宏之・計良秀美・古賀款久・後藤晃・俵裕治・永田晃也・平野千博 (2004) 『全国イノベーション調査統計報告』, 文部科学省科学技術政策研究所, 調査資料; 110. <http://hdl.handle.net/11035/871>
- 伊地知寛博・岩佐朋子・小田切宏之・計良秀美・古賀款久・後藤晃・俵裕治・永田晃也・平野千博 (2010) 『第2回全国イノベーション調査統計報告』, 文部科学省科学技術政策研究所, NISTEP REPORT; 144. <http://hdl.handle.net/11035/657>
- 一般財団法人知的財産研究所 (2011) IIP パテントデータベース
- 日本政府 (2010) 「新成長戦略 ～「元気な日本」復活のシナリオ～」(平成22年6月18日閣議決定) <http://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/>

図 0-1 競争変数に対する引用数加重特許出願数 (左: ABBGH、右: 本研究)

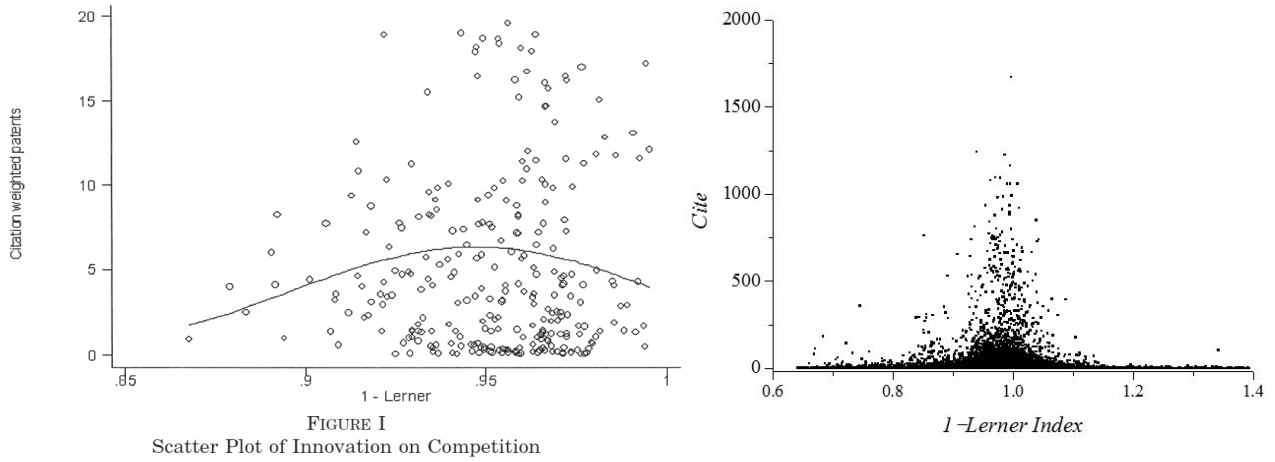


表 0-1 記述統計

変数	Obs	平均	標準偏差	最小	最大
企業レベル：全産業					
特許出願数カウント	95544	72.557	526.384	0	18988
特許被引用数カウント	95544	30.181	220.434	0	7910
<i>Cite</i>	95544	4.021	31.411	0.0001	1670.6
<i>l-li (1-Lerner Index)</i>	95470	0.996	2.399	0.01	679
<i>l-li (0.5-99.5th percentile)</i>	94516	0.973	0.066	0.641	1.394
企業レベル：製造業					
特許出願数カウント	55317	120.062	684.956	0	18988
特許被引用数カウント	55317	49.716	286.369	0	7910
<i>Cite</i>	55317	6.643	40.850	0.0001	1670.6
<i>l-li (1-Lerner Index)</i>	55298	0.977	0.084	0.01	5.863
<i>l-li (0.5-99.5th percentile)</i>	55062	0.976	0.064	0.641	1.394
産業レベル：全産業					
<i>Cite</i>	2580	4.357	11.934	0.0001	154.1
<i>l-L</i>	2580	0.981	0.036	0.683	1.176

表 0-2 推定結果

	1	2	3	4
	企業レベル 全産業	企業レベル 製造業	企業レベル 全産業	企業レベル 製造業
目的変数	lnCite 係数(標準誤差)	lnCite 係数(標準誤差)	lnCite 係数(標準誤差)	lnCite 係数(標準誤差)
$I-li$	48.150*** (2.412)	56.265*** (3.567)	7.498*** (1.775)	16.233*** (2.702)
$(I-li)^2$	-24.766*** (1.236)	-30.623*** (1.801)	-3.754*** (0.884)	-7.880*** (1.335)
定数項	-30.649*** (1.190)	-32.280*** (1.779)	-12.226*** (0.896)	-15.293*** (1.368)
年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
企業固定効果	No	No	Yes	Yes
観測数	94510	55062	94510	55062
(内グループ数)			3459	1691
年	64-06	64-06	64-06	64-06
Adj-R2	0.039	0.109		
Within R2			0.205	0.270
逆 U 字検定	19.317*** 逆 U 字	13.240*** 逆 U 字	-4.085*** 逆 U 字	-5.404*** 逆 U 字
極値点	0.972	0.919	0.999	1.030
90%信頼区間	[0.962, 0.981]	[0.905, 0.931]	[0.947, 1.050]	[1.000, 1.067]
	5	7	6	8
	産業レベル 全産業	産業レベル 製造業	産業レベル 全産業	産業レベル 製造業
目的変数	lnCite 係数(標準誤差)	lnCite 係数(標準誤差)	lnCite 係数(標準誤差)	lnCite 係数(標準誤差)
$I-L$	261.885*** (60.989)	-73.433 (57.493)	33.344 (26.354)	-14.454 (26.430)
$(I-L)^2$	-134.641*** (31.336)	36.121 (29.414)	-20.098 (13.423)	6.662 (13.397)
定数項	-130.536*** (29.679)	38.139 (28.081)	-16.783 (12.938)	8.700 (13.026)
年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
産業固定効果	No	No	Yes	Yes
観測数	2580	1517	2580	1517
(内グループ数)			60	41
年	64-06	64-06	64-06	64-06
Adj-R2	0.1681	0.1852		
Within R2			0.6073	0.6717
逆 U 字検定	-4.24*** 逆 U 字	-	0.730	-
極値点	0.973			
90%信頼区間	[0.955, 0.990]			

注:

(1) 推定において、***と**,*は統計的有意水準 1%と 5%, 10%をそれぞれ表す。値は合成係数、括弧内は合成係数の標準誤差を表す。

(2) 逆 U 字検定は Lind and Mehlum (2010)に基づいており、t 値を表す。検定において、***と**,*は統計的有意水準 0.5%と 2.5%, 5% (片側検定)をそれぞれ表す。角括弧内は Fieller 法による 90%信頼区間を表す (Lind and Mehlum (2010)参照)。

表 0-3 年代ごとの固定効果係数モデル (企業レベル)

企業レベル		1	2	3	4
年代	目的変数	全産業	製造業	全産業	製造業
		lnCite	lnCite	lnCite	lnCite
		合成係数 (標準誤差)	合成係数 (標準誤差)	合成係数 (標準誤差)	合成係数 (標準誤差)
1960	$1-li$	20.590** (9.570)	38.271*** (12.540)	-17.857*** (5.643)	-11.254 (7.853)
	$(1-li)^2$	-12.858*** (4.879)	-21.966*** (6.414)	12.327*** (2.885)	9.451** (4.011)
1970	$1-li$	41.219*** (5.851)	66.145*** (7.160)	15.103*** (3.472)	28.049*** (4.637)
	$(1-li)^2$	-21.708** (8.438)	-34.756*** (12.512)	-6.023** (2.947)	-11.834** (5.201)
1980	$1-li$	61.424*** (6.186)	79.445*** (8.540)	26.935*** (3.762)	39.384*** (5.648)
	$(1-li)^2$	-33.277*** (10.218)	-43.729** (18.878)	-13.553*** (3.710)	-19.733** (8.147)
1990	$1-li$	56.969*** (4.927)	63.359*** (7.426)	14.318*** (3.135)	12.333** (5.083)
	$(1-li)^2$	-27.941*** (6.375)	-33.289** (14.001)	-7.998*** (2.494)	-7.320 (6.390)
2000	$1-li$	42.098*** (4.111)	37.740*** (7.265)	0.167 (2.758)	6.851 (4.888)
	$(1-li)^2$	-20.823*** (4.614)	-21.582 (13.888)	-1.574 (2.001)	-5.802 (6.190)
定数項		-25.210*** (2.955)	-22.992*** (6.15)	-18.692*** (1.845)	-5.538** (2.412)
年ダミー		Yes	Yes	Yes	Yes
企業固定効果		No	No	Yes	Yes
観測数 (グループ数)		94510	55009	94510 3459	55009 1691
年		70-06	64-06	70-06	64-06
Adj-R2		0.0396	0.1096		
Within R2				0.2088	0.2749
1960	Inverted-U test (Result)	1.211	2.298**	-	-
	Exremum point 90% confidence interval		Inverted-U 0.871 [0.717, 0.925]		
1970	逆 U 字検定(t 値)	6.172***	8.075***	-1.234	-2.762***
	結果	逆 U 字	逆 U 字		逆 U 字
	極値点	0.949	0.952		1.185
	90%信頼区間	[0.916, 0.975]	[0.928, 0.971]		[1.129, 1.298]
1980	逆 U 字検定(t 値)	8.788***	7.738***	-6.541***	-6.581***
	結果	逆 U 字	逆 U 字	逆 U 字	逆 U 字
	極値点	0.923	0.908	0.994	0.998
	90%信頼区間	[0.903, 0.939]	[0.884, 0.927]	[0.969, 1.022]	[0.975, 1.023]
1990	逆 U 字検定(t 値)	-9.578***	7.719***	3.573***	1.570
	結果	逆 U 字	逆 U 字	逆 U 字	
	極値点	1.019	0.952	0.895	
	90%信頼区間	[1.002, 1.040]	[0.929, 0.971]	[0.820, 0.937]	
2000	逆 U 字検定(t 値)	-8.170***	3.944***	-	-
	結果	逆 U 字	逆 U 字		
	極値点	1.011	0.874		
	90%信頼区間	[0.989, 1.038]	[0.812, 0.912]		

注：

(1) 推定において、***と**は統計的有意水準 1%と 5%をそれぞれ表す。値は合成係数、括弧内は合成係数の標準誤差を表す。

(2) 逆 U 字検定は Lind and Mehlum (2010)に基づいており、t 値を表す。検定において、***と**はそれぞれ統計的有意水準 0.5%と 2.5% (片側検定) をそれぞれ表す。角括弧内は Fieller 法による 90%信頼区間を表す (Lind and Mehlum (2010) 参照)。

表 0-4 産業ごとの固定効果係数モデルにおける逆 U 字検定の結果（企業レベル）と、Cite の *l-li* semi-elasticity 推定

	1	2	3	4
目的変数	lnCite	lnCite	lnCite	lnCite
手法	OLS	within	OLS	within
産業	逆 U 字検定	逆 U 字検定	合成係数	合成係数
製造業				
#08 畜産食料品	-0.36	-0.29	-0.244	8.898**
#10 精穀・製粉	0.31	-	-1.111***	-1.773
#11 その他の食料品	2.31**	-	-1.879***	-1.661
#12 飼料・有機質肥料	-	-	-2.353***	54.131***
#13 飲料	-0.06	-	-0.474	-1.866
#15 繊維製品	2.62***	-	-1.150***	-2.141
#16 製材・木製品	1.29	-	-1.048***	-6.872***
#18 パルプ・紙・板紙・加工紙	1.52	-	-1.089***	-2.908
#20 印刷・製版・製本	1.03	-	-1.072***	-6.200
#22 ゴム製品	1.51	-0.18	1.679***	-0.561
#23 化学肥料	-0.87	-0.25	0.067	0.384
#24 無機化学基礎製品	-	-0.14	2.749***	9.569*
#25 有機化学基礎製品	-	-	5.029***	-0.936
#26 有機化学製品	1.99**	0.03	2.656***	-1.009
#28 化学最終製品	-1.40	-0.03	2.320***	3.860*
#29 医薬品	2.77***	-0.13	2.001***	2.605**
#30 石油製品	1.03	-0.24	0.212	3.446
#32 ガラス・ガラス製品	1.20	0.16	2.224***	-3.473
#33 セメント・セメント製品	1.68*	-0.82	0.235	0.759
#34 陶磁器	0.45	-0.48	0.470**	1.203
#35 その他の窯業・土石製品	-	-0.03	-0.297	11.258***
#36 鉄鉄・粗鋼	-1.23	-0.36	0.061	-1.758
#37 その他の鉄鋼	-0.65	-0.29	-0.638***	6.597***
#38 非鉄金属製錬・精製	-	-	1.944***	4.587*
#39 非鉄金属加工製品	-0.69	-0.27	1.430***	4.458
#40 建設・建築用金属製品	-	-0.03	-3.530***	9.928***
#41 その他の金属製品	1.86*	-0.41	-0.725***	-0.104
#42 一般産業機械	2.34**	-0.20	0.456***	1.069
#43 特殊産業機械	-3.09***	-0.34	0.909***	0.410
#44 その他の一般機械	2.99***	0.10	0.941***	-0.589
#45 事務用・サービス用機器	1.22	-0.68	1.064***	-0.899
#46 重電機器	-1.27	-0.72	3.014***	5.141
#47 民生用電子・電気機器	-2.63***	-0.26	3.962***	2.685
#49 通信機器	-0.07	-0.21	3.122***	4.853***
#52 電子部品	2.94***	-0.01	1.949***	4.278***
#53 その他の電気機器	3.05***	-0.41	2.407***	0.347
#54 自動車	0.80	0.04	5.546***	-2.305
#55 自動車部品・同付属品	-	-0.37	1.680***	17.292***
#56 その他の輸送用機械	1.72*	-0.03	0.043	0.923
#57 精密機械	2.70***	-	3.057***	-0.332
#59 その他の製造工業製品	2.26**	-0.36	0.377***	3.744**
非製造業				
#07 鉱業	-5.33***	-2.99***	-2.506***	2.391
#09 水産食料品	-	0.26	-0.847***	0.392
#60 建築業	1.59	-0.37	-1.297***	0.158
#61 土木業	-0.91	0.05	-2.109***	-3.571
#62 電気業	-0.11	-0.76	0.463**	6.242
#63 ガス・熱供給業	1.00	-0.01	-1.960***	2.594

#67 卸売業	-0.78	-	-4.096***	-3.679
#68 小売業	1.80*	0.04	-5.172***	-5.855***
#69 金融業	1.99**	-	-5.292***	-0.921
#71 不動産業	-1.47	0.16	-4.796***	-0.802
#73 鉄道業	1.37	-	-4.185***	2.649
#74 道路運送業	0.77	-	-4.483***	-5.071
#75 水運業	1.56	-	-4.418***	-8.001**
#76 航空運輸業	0.70	-	-2.140***	-2.611
#77 その他運輸業・梱包	1.10	-	-5.008***	-9.711**
#78 電信・電話業	1.18	-	-1.929***	-1.255
#89 娯楽業	-1.64	-	-4.912***	-2.084
#95 旅館業	-1.26	-	-4.771***	-5.774***
#110 その他	2.45**	-	-4.439***	-1.346
年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
企業固定効果	No	Yes	No	Yes
観測数	94510	94510	94510	94510
(内グループ数)		3459		3459
年	64-06	64-06	64-06	64-06
Adj-R2	0.3696		0.3605	
Within R2		0.2113		0.2089
逆U字の観測数				
全産業 (60)	19	1		
製造業 (41)	15	0		
非製造業 (19)	4	1		
全産業(Semi-elasticity)				
中央値			-0.270	0.027
[最小値, 最大値]			[-5.292, 5.546]	[-9.711, 54.131]
製造業				
中央値			0.470	0.759
[最小値, 最大値]			[-3.530, 5.546]	[-6.872, 54.131]
非製造業				
中央値			-4.185	-1.346
[最小値, 最大値]			[-5.292, 0.463]	[-9.711, 6.242]

注:

列1・2は式3における各産業係数の逆U字検定結果、列3・4は式4における推定結果をそれぞれ表す。逆U字検定はLind and Mehlum (2010)に基づいており、t値を表す。検定において、***と**、*は統計的有意水準 0.5%と 2.5%, 5% (片側検定)をそれぞれ表す。角括弧内はFieller法による90%信頼区間を表す (Lind and Mehlum (2010)参照)。回帰分析において、***と**、*は統計的有意水準 1%と 5%, 10%をそれぞれ表す。値は合成係数、括弧内は合成係数の標準誤差を表す。