

**Research Unit for Statistical
and Empirical Analysis in Social Sciences (Hi-Stat)**

イノベーションと生産性上昇：
「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」
個票データによる実証分析

権 赫旭
深尾 京司
金 榮慤

October 2008

イノベーションと生産性上昇：
「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」
個票データによる実証分析

2008年10月

権 赫旭

日本大学経済学部

深尾京司

一橋大学経済研究所

金 榮愨

JSPS 特別研究員・一橋大学イノベーション研究センター

イノベーションと生産性上昇：

「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」個票データによる実証分析

2008年10月

権 赫旭・深尾京司・金 榮慤

Innovation and Productivity Growth:

**An Empirical Analysis Based on Micro Data of the Basic Survey of Business Structure and Activity
and the Japanese National Innovation Survey**

October 2008

Hyeog Ug KWON, Kyoji FUKAO and YoungGak KIM

要旨

本研究では、『企業活動基本調査』の個票データと『全国イノベーション調査』の個票データを接続したデータを用いて、どのような属性の企業が、イノベーションを実現したと回答したか、またイノベーションが起きたと回答した企業は高い TFP 上昇を経験したか否かについて実証分析を行った。我々はまず、イノベーションをタイプ別に分けて、多項ロジットモデルを用いてイノベーションの決定要因を分析した。これにより、プロセス・イノベーションの場合には専有可能性や共同研究・事業などの協力関係は重要ではないが、プロダクト・イノベーションの場合にこれらのことが非常に重要な要因であるとの結果を得た。また、イノベーションが TFP 上昇へ与える効果については、プロダクト・イノベーションは TFP 上昇に持続的に有意な効果を与えるが、プロセス・イノベーションの効果はすべての期間において統計的に有意ではないとの結果を得た。

1. はじめに

高齢化や人口減少に直面している日本経済にとって、持続的な成長を今後維持するには、イノベーションの促進と全要素生産性（TFP）の加速が欠かせない。しかし、どのような属性の企業がイノベーションを達成しているのか、またイノベーションを達成したと考えている企業においてどの程度のTFPの改善が起きているのかについて、日本ではこれまで、データの制約のためほとんど研究がおこなわれて来なかった。¹

本研究では、『企業活動基本調査』の個票データと『全国イノベーション調査』の個票データを接続することにより、イノベーションと TFP 上昇率の関係を明確にすることをめざす。

本研究の構成は以下の通りである。次節では、本研究で用いたデータと企業レベルの TFP の測定について説明する。第3節では、イノベーションの決定要因とイノベーションが TFP 上昇に与える効果に関する分析を行うためのモデルと分析結果を提示する。最終節では、結果をまとめる。

2. 実証分析に利用したデータと TFP 測定について

2.1 データについて

本研究で用いるデータは毎年行われている経済産業省の『企業活動基本調査』の個票データと 1999 年から 2001 年の活動を対象として 2003 年に行われた文部科学省科学技術政策研究所『全国イノベーション調査』のマイクロデータである。『企業活動基本調査』は指定統計の一つであり、従業者 50 人以上かつ資本金または出資金 3,000 万円以上の企業を対象にした全数調査である。『企業活動基本調査』のデータは平成 14 年調査以前には主に鉱業、製造業、卸売業、小売業に属している企業のみを調査対象にしていたが、平成 14 年以降か

¹ ヨーロッパ諸国では、イノベーション調査と企業財務データを接続してイノベーションと生産性上昇率の関係を調べる研究が行われてきた。詳しくは Crepon, Duguet, and Mairesse(1998)を参照。

ら金融業、電力・水道・ガス業とサービス業などに対しても調査することになった。『企業活動基本調査』は企業の財務状況、生産状況、研究開発、ライセンスや企業ネットワーク導入など企業活動に関して調査している。『企業活動基本調査』からは TFP の計測に必要なすべてのデータを得られる。

『全国イノベーション調査』は従業者 10 人以上で、農林水産業、製造業を含む鉱工業、一部のサービス業といった産業に属する民間企業を対象に、従業者数 250 人以上の企業は悉皆調査、従業者数 250 人未満の企業に対しては標本調査として行われた。回答した企業は 9257 社で、回答率は 21%であった。調査項目としては、実現したイノベーションのタイプ、イノベーションを起こすための投入、知的財産を保護するための手段など、イノベーションについて包括的な情報を含む。なお、伊地知・他（2004）の統計表から計算すると、回答企業のうち 1999–2001 年にプロダクト・イノベーションがあったと答えた企業は、従業者数 50 人以上の中・大規模企業に限ると（大分類業種別の中規模企業と大規模企業の回答を母集団の大きさをウェイトとして加重平均した結果で見ても）、製造業で 30%、サービス業で 19%であった。プロセス・イノベーションに関する同様の値は、製造業で 19%、サービス業で 15%であった。

『企業活動基本調査』のデータから、イノベーションの成果にあたる TFP 上昇率が測定できる。一方、『全国イノベーション調査』から、企業がイノベーションを実現したと考えているか否かを知ることができる。我々はこの 2 つのマイクロデータを接続した。なお、『企業活動基本調査』では 2001 年から調査対象産業が拡大され、2001 年前後にサンプルの断層が見られる。そこで、2001 年の『企業活動基本調査』と『全国イノベーション調査』を接続した。接続できた全企業数は 2404 社で、製造業が 1745 社、非製造業は 659 社であった。

2.2 企業レベルの TFP の測定

Good, Nadiri, and Sickles(1997)は、各企業の産出量と産業平均産出量の差から各生産要素

について各企業の投入量と産業平均投入量の乖離に各企業の生産要素シェアと産業平均生産要素シェアの平均値を掛けた値を引いて求めた Caves, Christensen, and Diewert(1982)タイプの生産性指数にディヴィジア指数の離散時間近似による時系列接続方法を導入することによって、同一産業内の企業について、クロスセクションだけでなく時系列方向にも TFP 水準の比較を可能にした。彼らの方法によれば、企業 f の t 期の TFP 水準は、以下の式のように計算される。

$$\ln TFP_{f,t} = (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_{n=1}^N \frac{1}{2} (S_{n,f,t} + \overline{S_{n,t}}) (\ln X_{n,f,t} - \overline{\ln X_{n,t}})$$

where $t = 0$,

$$\ln TFP_{f,t} = (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_{n=1}^N \frac{1}{2} (S_{n,f,t} + \overline{S_{n,t}}) (\ln X_{n,f,t} - \overline{\ln X_{n,t}})$$

$$+ \sum_{s=1}^t (\overline{\ln Q_s} - \overline{\ln Q_{s-1}}) - \sum_{s=1}^t \sum_{n=1}^N \frac{1}{2} (\overline{S_{n,s}} + \overline{S_{n,s-1}}) (\overline{\ln X_{n,s}} - \overline{\ln X_{n,s-1}})$$

where $t \neq 0$.

ただし、 $Q_{f,t}$ 、 $S_{n,f,t}$ 、 $X_{n,f,t}$ は、それぞれ、企業 f の t 期の産出、企業 f の t 期の投入要素 n のコストシェア、企業 f の t 期の投入要素 n の投入量を表す。各変数の上の傍線は各変数の産業平均を表す。『企業活動基本調査』の個票データを用いて1994年度から2005年度の各企業のTFP水準を測定した。産業分類は、『企業活動基本調査』の3桁分類を使った。なお、商業については15産業（卸売業：10、小売業：5）にさらに細分化して分析を行った。また、基準年はデータの初期時点である1994年にした。TFPの計測に利用したデータについては補論Aで詳述する。

このように計測されたTFP水準は企業間投入シェアの差異の存在や生産物市場における不完全競争を考慮できるという優れた面があるが、規模に対する収益不変、生産要素市場の完全競争を仮定しなければならないという短所もある。

3. 実証分析モデルと結果

3.1 どのような企業でイノベーションが起きるのか

どのような属性の企業がイノベーションを起こすのかを多項ロジットモデル(Multinomial Logit Model)で分析する。我々はイノベーションのタイプをプロダクト・イノベーションのみ、プロセス・イノベーションのみ、二つのタイプのイノベーションが同時の場合に分ける。各企業にイノベーションが起きる確率は次のようになる。

$$\text{Prob}(I_{ft} = s) = \frac{\exp(\beta_s Z_{ft})}{1 + \sum_{k=1}^3 \exp(\beta_k Z_{ft})}$$

ただし、 $s=1,2,3$ である。ここで、 $I_{f,t}$ は t 期に企業 f において起きたイノベーションのタイプ、つまりプロセス・イノベーション ($s=1$)、プロダクト・イノベーション ($s=2$)、プロセスとプロダクト・イノベーションが同時 ($s=3$) とイノベーションが起きなかった ($s=0$)、を表す。 $Z_{f,t}$ は企業 f の t 期におけるイノベーションの決定要因として考えられる企業特性変数である。企業の特性に関する変数 $Z_{f,t}$ として以下の変数を用意する。

1. TFP のレベル：企業の技術水準を表す。
2. 企業の従業者数の対数値：企業規模を表す。
3. 企業の研究開発の有無を表すダミー変数：

企業が研究開発を全く行わない：1、それ以外：0

4. 研究開発拠点の存在有無に関するダミー変数

アメリカ研究開発拠点ダミー：アメリカに研究拠点ある：1、ない：0

国内研究開発拠点ダミー：国内に研究拠点ある：1、ない：0

5. 企業のオーナーシップ関係変数

外資系ダミー：外国企業のグループに属している企業(外資出資比率 50%以上)の企業：

1、それ以外：0

国内グループ会社ダミー：国内企業のグループに属している企業（出資比率 50%以上）

の企業：1、それ以外：0

6. 共同研究開発や共同事業のような協力関係があるかどうかに関するダミー変数

何らかの協力関係があれば1で、それ以外は0

7. 企業の国際化程度を示すダミー変数

企業の市場範囲が国際的な企業は1、それ以外は0

8. イノベーションのための公的支援の有無に関する変数

地方・中央政府や公共機関から補助金や助成金をもらったことがある：1、ない：0

地方・中央政府や公共機関から貸付金や信用保証をもらったことがある：1、ない：0

9. イノベーションの専有可能性に関する変数

イノベーションの保護のために制度的な手段を使った経験ダミー：開発されたイノベーションを保護するために特許の出願や意匠登録・商標・著作権を使ったことがある：1、ない：0

イノベーションを保護するために戦略的な手段を使った経験ダミー：開発されたイノベーションを保護するために企業秘密・設計の複雑性・リードタイムを使ったことがある：1、ない：0

10. 新規設立会社ダミー：1999-2001年の間に新たに設立された会社1、それ以外0

11. マーケットシェア：属している産業に占める企業の売上高の割合

上記の企業の特徴を表す変数以外に産業特性をコントロールするために産業ダミーも考慮した。製造業と非製造業のイノベーションは大きく異なると言われているので、製造業と非製造業に分けて推計を行った。図表 3.1 と 3.2 に推計結果が示されている。

(挿入 図表 3.1、3.2)

まず、図表 3.1 の製造業の結果をみると、イノベーションのタイプによって結果がかなり異なることが分かる。プロセス・イノベーションのみが起きたケースでは、TFP レベルが高く、研究開発を行わないが国内に研究開発の拠点を持っている企業ほどプロセス・イノベーションの起きる確率が高いことになっている。他方で、外資系企業と新規設立された企業はそれ以外の企業に比べて約 4% プロセス・イノベーションの確率が有意に減少する。

プロダクト・イノベーションのみのケースの推計結果がプロセス・イノベーションと大きく異なる点として、企業規模、国内企業のグループに属しているかどうかや専有可能性を表すイノベーションの保護手段に関する変数が非常に重要になることをあげられる。この結果は、プロダクト・イノベーションはプロセス・イノベーションより開発されたイノベーションが保護されて、イノベーションからの利益を専有できる可能性が高いほどイノベーションが起きる確率が高くなることを示唆している。プロセス・イノベーションのみの場合と同様に、研究開発を行わない企業の方でプロダクト・イノベーションが起きる確率が高くなるとの結果になっている。このことは企業内で起きているイノベーションは企業の研究開発活動とあまり関係しない可能性を示していると考えられるので、より深層的な研究が必要であろう。

また、プロダクトとプロセス・イノベーションが同時に起きた場合の推計結果をみると、プロセス・イノベーションのみとプロダクト・イノベーションのみの推計結果と違って、外資系企業、協力関係を結んだ経験や地方・中央政府から財政支援を受けた企業ほどイノベーションが起きる確率が高くなる傾向がみられる。もう一つ大きな違いは研究開発活動をしなない企業ダミーの係数値が有意ではないが負であることである。これらの結果はプロダクトとプロセス・イノベーションを同時に起こすためには自社内研究開発活動や共同研究開発活動が重要であることを示していると考えられるし、企業の多様なタイプの研究開

発活動とイノベーションとの関連を考える上で興味深い。

図表 3.2 は非製造業におけるイノベーションの決定要因を分析した結果である。プロセス・イノベーションのみの推計結果をみると、製造業の推計結果とは大きく異なった傾向を示している。企業規模、国内グループ会社ダミーや協力経験あるダミーの係数値が有意に正の値として推計されている。国内研究拠点の役割も大きく異なることも見られる。他方、製造業と同様に、イノベーションの専有可能性とプロセス・イノベーションが起きる確率とは関係がない。推計結果を全体的にみると、非製造業におけるプロセス・イノベーションの性格が製造業とはかなり異なるように見受けられる。

プロダクト・イノベーションのみが起きた場合については、非製造業と製造業の推計結果の差はそれほど顕著ではない。ただし TFP の水準、戦略的な保護手段の利用や公共機関からの信用保証の効果が製造業とは違う結果になっている。非製造業においても製造業と同様に、研究開発活動を行わなくてもプロダクト・イノベーションの確率を高めることができる。プロダクト・イノベーションのみのケースでは、オーナーシップ関連変数や企業規模などのイノベーションからの利益を守るために重要と思われる変数の寄与が大きいといえよう。

プロダクトとプロセス・イノベーションが同時の場合の推計結果も基本的な傾向において、製造業と大きな差はあまりない。

以上の結果を要約すると、産業区分と関係なく、プロセス・イノベーションの場合には専有可能性や共同研究・事業などの協力関係は重要ではないが、プロダクト・イノベーションの場合にこれらのことが非常に重要な要因になる。また、研究開発活動を行わないでも一つのタイプのイノベーションを起こすことができるが、タイプが違うイノベーションを同時に起こすことはできない。

3.2 イノベーションは企業の TFP を上昇させるのか

『全国イノベーション調査』のデータは1999年から2001年までにおいて、イノベーションがあったかどうかを調査しているため、イノベーションが起きた後にTFPが上昇したかどうかを分析する上で基準年の設定が重要であると考えられる。本研究では、2001年を基準年にして、2年後、3年後と4年後のTFP上昇率に与えるイノベーションの効果を分析する。

したがって、実証モデルは次のようになる。

$$\ln TFP_{f,t+\tau} - \ln TFP_{f,t} = \alpha + \beta_1 D_{f,t}^{product\ innovation} + \beta_2 D_{f,t}^{process\ innovation} + \beta_3 D_{f,t}^{both\ innovation} + Z_{f,t} + IndustryDummy_{j,t} + \varepsilon_{f,t}$$

$\ln TFP_{f,t+\tau}$ は企業 f のイノベーションが起きた t 期の τ 年後における TFP レベルを表す。イノベーションによる生産性上昇効果が表れるまでは少なくとも数年の時間を要すると考えられる。このようなタイムラグを考慮するため、イノベーションが起きた年を2001年と考えると、その年の TFP レベルと比較して、イノベーションが起きた2年後、3年後、4年後の TFP が上昇したかどうかを検証する。

説明変数としては、我々が一番注目しているプロダクト・イノベーションのみ起きた企業のダミー変数 ($D_{product\ Innovation}$)、プロセス・イノベーションのみ起きた企業のダミー変数 ($D_{process\ Innovation}$)、二つのタイプのイノベーションが同時に起きた企業のダミー変数 ($D_{both\ Innovation}$) といくつかの企業の特徴を表す追加的な変数を用いている。 $Z_{f,t}$ は企業 f の t 期における企業特性変数である。企業特性を表す変数として、IT ネットワーク利用変数、企業の所有構造を表す変数（本研究では、外資系企業ダミー変数と企業グループ企業ダミー変数を利用した）、企業のマーケットシェア変数と市場範囲を示す変数と新規設立したかどうかを示すダミー変数を使った。イノベーションが TFP 上昇へ与える効果を分析する上で産業間の差異をコントロールするために、全サンプルを製造業と非製造業に分けて推計を行

ただだけでなく、推計式に産業ダミーを入れた。表 3.2 の 4 列に示されたようにイノベーションが起きた企業の TFP 水準は高いので、イノベーションが起きた時点における企業間 TFP レベルの差をコントロールするためと生産性フロンティアから遠く離れている企業ほど早く成長する収束効果を見るために、2001 年の TFP レベルを説明変数として含めた。

イノベーションによる TFP 上昇効果に関する製造業と非製造業の推計結果は図表 3.3、3.4、3.5 に示されている。製造業の結果は図表 3.3 と図表 3.4 である。図表 3.3 は製造業全サンプルを用いた推計結果である。図表 3.4 は企業内のスピルオーバーが TFP を上昇させた効果を除くためにグループに属していない独立企業に限定して推計した結果である。

Suzuki(1993)と Branstetter (2000) が発見したようにグループ企業の場合に企業間のスピルオーバー効果が存在する。しかし、本研究ではそのスピルオーバー効果を明示的に考慮することができないのでサンプルを独立企業のみに限定する方法も試みた。

(挿入 図表 3.3)

図表 3.3 のパネルAの結果は企業特性変数を除いて、イノベーションの変数と産業ダミーだけを用いて推計した結果である。この結果をみると、プロダクト・イノベーションとプロダクト・プロセスイノベーションが同時に起きた場合に 2 年後の製造業企業の TFP が約 1%、3 年と 4 年後には 0.6%統計的に有意に上昇させていることがわかる。この結果を基にすると、プロダクト・イノベーションは TFP 上昇に持続的に有意な効果を与えると言える。一方で、プロセス・イノベーションの効果はすべての期間において統計的に有意ではなく、3 年後の TFP 上昇率に対しては負の効果を与えている。このような結果は新たなプロセスは技術的に既存プロセスより効率的で優れたものであるにもかかわらず、既存プロセスに慣れている労働者の適応期間の必要性や新たなプロセスに適合性がある組織再編などの調整費用がかなり掛かることで短期的には有意に正の TFP 上昇をもたらさない可能性を示唆し

ていると考えられる。本研究で得た、プロダクト・イノベーションがプロセス・イノベーションより企業のTFPを上昇させるために重要であることとプロセス・イノベーションがTFP上昇に有意な効果を与えない結果はイギリス、フランスやオランダのデータを用いて分析した既存研究の結果と整合的である²。

産業間の技術機会などの産業固有の特性をコントロールするために考慮した産業ダミーの係数値をみると、イノベーションによる企業間のTFP上昇率の差より産業間の格差が大きいことがわかる。電気産業に属している企業のTFP上昇率はその他の製造業に属している企業に比べて3%以上高く、機械産業と化学産業では2%ぐらい高いことが観察される。

図表 3.3 のパネル B はTFP 上昇率の決定要因として考えられる企業特性変数を推計式に入れて推計した結果である。パネル A の結果と異なる点は、プロダクト・プロセスイノベーションが同時に起きた場合の効果は引き続き正であるが、統計的に有意ではないことである。プロダクト・イノベーションとプロセスイノベーションダミー変数の係数値はパネル A と同様な傾向を示している。

TFP 上昇率の決定要因別の効果をみると、TFP 上昇率に与える企業の国際化の程度（企業の市場範囲を代理変数とした場合）の効果が一番大きく、プロダクト・イノベーション効果の倍ぐらいになっている。この結果は Kimura and Kiyota (2007)と Castellani(2002)などが発見した輸出企業と対外直接投資を行っている企業がよりTFP 上昇率が高いという結果と一致している。

また、グループ企業ダミー変数の係数値も正で統計的に有意である。この結果はグループ企業内にスピルオーバー効果が存在するという Suzuki(1993)と Branstetter (2000) の結果と整合的である。グループ企業内にスピルオーバー効果はプロダクト・イノベーションの効果の大きさと同レベルである。この結果は企業内にイノベーションを起こすための努力がなくてもグループや系列の中に属することでTFP を上昇させることができることを意味

²スウェーデンに関する既存研究としては Loof and Heshmati(2002), フランスについては、

する。

IT ネットワークと TFP 上昇率は正の関係にあることは多くの既存研究によって確認されてきた (Motohashi(2007), Atrostic and Nguyen (2002)を参照)。二つのタイプ (企業間、企業内) の IT ネットワークの中で企業内の IT ネットワークのみが TFP を上昇させていることが確認できる。

外資系企業のダミーと新規企業ダミーは統計的に有意ではなかった。図表 3.3 の 2 列 - 3 列で、マーケットシェアは 3 年後以降の TFP 上昇率に有意な負の効果を持つことが示されている。この結果は市場競争が企業の生産性を上昇させるという Nickell (1996) と Okada (2005) の結果と整合的である。

図表 3.4 は製造業のサンプルを独立企業に限定して行った推計結果である。イノベーションに関する効果は概ね全サンプルを利用した推計結果と同様の傾向が見られる。企業の国際化程度を表す変数のみが有意に正の効果を与える結果になっている。独立企業のみ限定した場合には、グループ企業を含めた場合に統計的に有意であった企業内の IT ネットワークの効果の有意性はなくなっている。

(挿入 図表 3.4)

図表 3.5 は、非製造業に限定して推計した結果を示す。推計結果をみると、イノベーションが非製造業の TFP 上昇率に与える効果は製造業と比べて明確に測定することが難しいことが分かる。『全国イノベーション調査』と『企業活動基本調査』のマッチングデータは『企業活動基本調査』のデータの制約のためにサービス業に属している多くの企業についてマッチできない場合があることに注意する必要がある。製造業とは違って、プロダクト・プロセスイノベーションが同時に起きた場合の係数値が一貫して負である。プロダクト・

Duguet (2004), オランダについては Klomp and van Leeuwen (2001)を参照されたい。

イノベーションの効果は有意ではないが、すべての推計式において正である。製造業では、プロダクト・イノベーションが2年後の TFP 上昇率に与える効果が大きい。非製造業では有意ではないものの3年後の TFP 上昇率への寄与がより大きいことが確認できる。この結果はイノベーションが TFP 上昇に効果を与えるために必要な期間が製造業と非製造業間で異なることを示唆している。製造業の結果と大きく違って、すべての企業特性変数は非製造業に属する企業の TFP 上昇に有意な効果を与えない結果を得た。この結果から、製造業と非製造業間の TFP 上昇率の決定要因はかなり異なることが推測できる。

(挿入 図表 3.5)

4. おわりに

本研究では、『企業活動基本調査』の個票データと『全国イノベーション調査』の個票データを接続したデータを用いて、イノベーションの決定要因とイノベーションが TFP 上昇率に与える効果について実証分析を行った。

イノベーションをタイプ別に分けて、多項ロジットモデルを用いてイノベーションの決定要因を分析し、プロセス・イノベーションの場合には専有可能性や共同研究・事業などの協力関係は重要ではないが、プロダクト・イノベーションの場合にこれらのことが非常に重要な要因であることと研究開発活動を行わないとタイプが違うイノベーションを同時に起こすことはできないとの結果を得た。

イノベーションが TFP 上昇へ与える効果については、プロダクト・イノベーションは TFP 上昇に持続的に有意な効果を与えるが、プロセス・イノベーションの効果はすべての期間において統計的に有意ではないとの結果を得た。

本研究で得られた結果だけで、イノベーションと生産性上昇間の関係をすべて明らかにしたわけではない。多くの残された課題がある。その中で次の二つの課題はできるかぎり

早く解決したい。まず、イノベーション、研究開発、生産性上昇率の推計式を同時に推計することで、内生性を解決するだけでなく、互いの関係をより明確にする必要がある。次に、『全国イノベーション調査』で調査された情報をより多く活用する必要がある。

補論 A. TFP 測定のためのデータの加工方法について

1. 産出

名目産出額として売上高を使った。ただし、商業の場合は、売上高から仕入れ額を引いた額を名目産出額とした。名目産出額を実質化するために適用したデフレーター（2000年基準）は JIP2008 のデフレーターを「企業活動基本調査」の3桁産業分類に合わせて、再集計して求めたものである。0以下の産出額はサンプルから除いた。

2. 中間投入

中間投入額は以下の通りである。

$$\text{売上原価} + \text{販売費} \cdot \text{一般管理費} - (\text{賃金総額} + \text{減価償却費})$$

ただし、商業に関しては、賃金総額、減価償却費と仕入れ額を売上原価と販管費の合計から引いたものを中間投入額とした。

実質化のための中間投入デフレーターは JIP2008 の中間投入デフレーターを「企業活動基本調査」の3桁産業分類に合わせて作成した。

3. 資本

各企業の実質純資本ストック ($K_{f,t}$)は、土地を除いた各企業の簿価表示の有形固定資産額 ($KNB_{f,t}$)に、その企業が属している産業の資本ストックの毎年の時価・簿価比率 (K_t^i/KNB_t^i)を掛けることによって求めた。

$$K_{f,t} = KNB_{f,t} \cdot \frac{K_t^i}{KNB_t^i}$$

ただし、「企業活動基本調査」で報告されている有形固定資産額には土地が含まれている。土地に関する報告は1995年と1996年しかされていない。ここでは、有形固定資産額に対する土地の割合の産業平均を1995年と1996年のデータで計算し、各年の簿価の有形固定資産額からこの割合の分を引くことによって土地を除いた簿価表示の有形固定資産額 ($KNB_{f,t}$)を求めた。

産業*i*の実質純資本ストック (K_t^i)は1975年『法人企業統計調査』の「その他の有形固定資産額期末値」をJIP2008の投資デフレーター³によって2000年価格に変換し、実質純資

³ 『法人企業統計調査』の産業分類に基づいて投資デフレーターを再集計し、作成した。

本ストックの初期値にしたうえで、恒久棚卸法 (perpetual inventory method)により 1975 年以降の各年の純資本ストックを推定した。恒久棚卸法の計算式は次のとおりである。

$$K_t^i = (1 - \delta_t^i)K_t^i + I_t^i$$

I_t^i は、産業*i*の*t*期の名目投資（＝当期末その他の有形固定資産－前期末その他の有形固定資産＋減価償却費）を投資デフレーターによって実質化したものであり、 δ_t^i は、JIP2008 から求めた、産業*i*の*t*期の資本減耗率⁴である。

KNB_t^i は、産業*i*の*t*期の簿価の「当期末その他の有形固定資産」である。

4. 労働

労働投入は、各企業の常用従業者数に産業の平均労働時間を掛けて算出した。平均労働時間は JIP2008 から取った。

5. 資本コスト

資本のユーザーコスト ($c_{f,t}^k$)は以下のように計算されている。

$$c_{f,t}^k = \frac{1 - z_{f,t}}{1 - u_t^i} p_t^i \{ \lambda_{f,t} r_t + (1 - u_t)(1 - \lambda_{f,t}) i_t + \delta_t^i - \left(\frac{\dot{p}_t^i}{p_t^i} \right) \}$$

ここで、 $z_{f,t}$ は、1 単位の投資に対する固定資本減耗の節税分、 u_t は法人実効税率、 $\lambda_{f,t}$ は企業の自己資本比率、 r_t は長期市場金利(利付き国債利回り(10年のもの))、 i_t は長期貸出金利(長期貸出プライムレート)、 p_t^i は投資デフレーターを、それぞれ表わしている。固定資本減耗の節税分 ($z_{f,t}$)と、法人実効税率 (u_t)は以下のように計算した。

$$z_{f,t} = \frac{u_t \cdot \delta_t^i}{\lambda_{f,t} r_t + (1 - u_t)(1 - \lambda_{f,t}) i_t + \delta_t^i}.$$

⁴ 時期による資本財構成の変化による資本減耗率の変化を考慮するため、JIP2008 の実質資本ストックと資本財別の償却率を用いて、『法人企業統計調査』産業分類別・年別に償却率を計算している。

$$u_t = \frac{u_t^n \cdot (1 + u_t^l) + u_t^c}{1 + u_t^c}$$

ここで、 u_t^n 、 u_t^l 、 u_t^c はそれぞれ、法人税率、住民税率、事業税率である。

参考文献

- 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://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat110j/idx110j.html>
よりダウンロード。
- Atrostic, B.K. and Nguyen, S. (2002) “Computer Networks and US Manufacturing Plant Productivity: New Evidence from CNUS Data,” *Working Paper 02-01*, Center for Economic Studies.
- Branstetter, L. (2000) “Vertical Keiretsu and Knowledge Spillovers in Japanese Manufacturing: An Empirical Assessment,” *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.14, pp.73-104.
- Castellani, D. (2002) “Firms’ Technological Trajectories and the Creation of Foreign Subsidiaries,” *International Review of Applied Economics*, Vol. 16, pp.359-371.
- Crepon, B., E. Duguet, and J. Mairesse (1998) “Research and Development, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level,” *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.7, pp.115-158.
- Duguet, E. (2004) “Innovation Height, Spillovers and TFP growth at the Firm level: Evidence from French Manufacturing,” *Economics of Innovation and New Technology*, forthcoming.
- Good, D. H., M. I. Nadiri and R. C. Sickles (1997) “Index Number and Factor Demand Approaches to the Estimation of Productivity,” in M.H. Pesaran and P. Schmidt (eds.), *Handbook of Applied Econometrics: Vol. 2. Microeconometrics*, Oxford, England: Basil Blackwell, pp. 14-80.
- Goto, A. and Suzuki, K. (1989) “R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 71, pp.555-564.
- Griliches, Z. (1998) *R&D and Productivity: the Econometric Evidence*, Chicago: University of Chicago Press.
- Kimura, F. and K. Kiyota (2007) “Exports, FDI, and Productivity: Dynamic Evidence from Japanese Firms,” *Review of World Economics*, forthcoming.
- Klomp, L. and G. van Leeuwen (2001) “Linking Innovation and Firm Performance: A new approach,” *International Journal of the Economics of Business*, Vol.8, pp.343-364.
- Loof, H. and A. Heshmati (2002) “Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm Level Innovation Study,” *International Journal of Production Economics*, Vol.76, pp.61-85.
- Motohashi, K. (2007) “Firm-Level Analysis of Information Network Use and Productivity in Japan,” *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.21, pp.121-137.
- Nickell, S. (1996) “Competition and Corporate Performance,” *Journal of Political Economy*, Vol.104, pp. 724-746.
- Okada, Y. (2005) “Competition and Productivity in Japanese Manufacturing Industries,” *Journal of*

the Japanese and International Economics, Vol.19, pp.586-616.

Suzuki, K. (1993) "R&D Spillovers and Technology Transfer Among and Within Vertical Keiretsu Groups: Evidence from the Japanese Electrical Machinery Industry," *International Journal of Industrial Organization*, Vol.11, pp.573-591.

図表3.1 製造業企業に対する多項ロジットモデル(Multinomial Logit Model)の推計結果:どのような企業でイノベーションが起きるのか

	プロセス・イノベーションのみ		プロダクト・イノベーションのみ		プロセスとプロダクト・イノベ	
	係数値	標準偏差	係数値	標準偏差	係数値	標準偏差
TFPLレベル(2001)	0.050	(0.026) *	0.081	(0.108)	0.126	(0.097)
企業規模	0.004	(0.004)	0.042	(0.016) ***	0.063	(0.015) ***
研究開発有無ダミー	0.169	(0.054) **	0.356	(0.080) ***	-0.013	(0.071)
アメリカ研究開発拠点ダミー	-0.002	(0.020)	-0.166	(0.047) ***	-0.040	(0.090)
国内研究開発拠点ダミー	0.026	(0.006) ***	0.096	(0.039) **	0.012	(0.049)
外資系ダミー	-0.037	(0.005) ***	0.215	(0.148)	0.235	(0.143) *
国内グループ会社ダミー	0.017	(0.010)	0.177	(0.037) ***	0.272	(0.037) ***
協力経験あるダミー	0.007	(0.007)	0.015	(0.026)	0.047	(0.025) *
市場範囲が国際的な企業ダミー	-0.007	(0.010)	0.018	(0.037)	0.056	(0.036)
中央・地方政府機関から補助金支援ダミー	0.009	(0.014)	0.079	(0.054)	0.105	(0.053) **
中央・地方政府機関から信用保証ダミー	0.018	(0.026)	0.053	(0.072)	0.257	(0.081) ***
イノベーションを保護するために特許などの制度的な手段を使った経験ダミー	-0.009	(0.008)	0.173	(0.031) ***	0.110	(0.028) ***
イノベーションを保護するために戦略的な手段を使った経験ダミー	0.008	(0.008)	0.137	(0.030) ***	0.147	(0.029) ***
新規設立会社ダミー(1999-2001)	-0.043	(0.006) ***	0.017	(0.106)	0.129	(0.091)
マーケットシェア(2001)	-0.045	(0.047)	-0.354	(0.226)	-0.064	(0.218)
化学産業ダミー	-0.007	(0.010)	0.072	(0.053)	-0.032	(0.039)
電機産業ダミー	-0.013	(0.009)	0.010	(0.041)	-0.001	(0.037)
輸送用機械ダミー	-0.015	(0.008) *	0.004	(0.044)	-0.023	(0.038)
一般機械(精密機械含む)ダミー	-0.015	(0.008) *	0.064	(0.045)	0.005	(0.039)
金属製品・窯業産業ダミー	0.002	(0.009)	0.008	(0.038)	-0.020	(0.033)
PseudoR-squared			0.270			
サンプル数			1,714			

注)1.イノベーションがなかった企業がベース

2.標準偏差は不均一分散を考慮した値である。 2. * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

3. 係数値は限界効果である。

図表3.2 非製造業企業に対する多項ロジットモデル(Multinomial Logit Model)の推計結果

:どのような企業でイノベーションが起きるのか

	プロセス・イノベーションのみ		プロダクト・イノベーションのみ		プロセスとプロダクト・イノベーション	
	係数値	標準偏差	係数値	標準偏差	係数値	標準偏差
TFPレベル(2001)	0.000	(0.008)	-0.187	(0.093) **	0.032	(0.103)
企業規模	0.005	(0.002) ***	0.024	(0.020)	0.081	(0.026) ***
研究開発有無ダミー	0.018	(0.011)	0.483	(0.121) ***	0.094	(0.113)
アメリカ研究開発拠点ダミー	-0.024	(0.006) ***	0.175	(0.147)	-0.049	(0.097)
国内研究開発拠点ダミー	-0.009	(0.005) *	0.181	(0.043) ***	0.041	(0.057)
外資系ダミー	-0.013	(0.003) ***	0.539	(0.244) **	0.018	(0.218)
国内グループ会社ダミー	0.014	(0.009) *	0.159	(0.074) **	0.454	(0.077) ***
協力経験あるダミー	0.009	(0.005) *	-0.002	(0.041)	-0.052	(0.051)
市場範囲が国際的な企業ダミー	0.012	(0.012)	-0.010	(0.083)	0.124	(0.112)
中央・地方政府機関から補助金支援ダミー	0.027	(0.023)	0.124	(0.133)	0.203	(0.165)
中央・地方政府機関から信用保証ダミー	-0.015	(0.004) ***	0.296	(0.176) *	0.438	(0.176) **
イノベーションを保護するために特許などの制度的な手段を使った経験ダミー	0.003	(0.006)	0.210	(0.061) ***	0.052	(0.059)
イノベーションを保護するために戦略的な手段を使った経験ダミー	-0.003	(0.005)	0.035	(0.053)	0.351	(0.080) ***
新規設立会社ダミー(1999-2001)	-0.016	(0.004) ***	0.132	(0.159)	-0.146	(0.065) **
マーケットシェア(2001)	0.000	(0.018)	-0.165	(0.317)	-0.384	(0.259)
商業ダミー	0.010	(0.007)	0.098	(0.077)	0.091	(0.120)
サービス業ダミー	0.012	(0.016)	0.184	(0.123)	0.091	(0.150)
PseudoR-squared			0.344			
サンプル数			565			

注)1.イノベーションがなかった企業がベース

2.標準偏差は不均一分散を考慮した値である。 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

3. 係数値は限界効果である。

図表3.3 イノベーション効果分析結果(製造業):独立会社とグループ会社

	2年後		3年後		4年後		被説明変数:全要素生産性レベル(lnTFP(2001))	
	被説明変数:全要素生産性上昇率(lnTFP(2003)-lnTFP(2001))		被説明変数:全要素生産性上昇率(lnTFP(2004)-lnTFP(2001))		被説明変数:全要素生産性上昇率(lnTFP(2005)-lnTFP(2001))		被説明変数:全要素生産性レベル(lnTFP(2001))	
パネルA:	係数値	t値	係数値	t値	係数値	t値	係数値	t値
D _{product innovation} (1999-2001)	0.011 [3.12] ***		0.006 [2.10] **		0.006 [2.55] **		0.027 [3.47] ***	
D _{process innovation} (1999-2001)	0.002 [0.26]		-0.003 [-0.42]		0.001 [0.29]		0.040 [3.34] ***	
D _{both innovation} (1999-2001)	0.010 [2.67] ***		0.006 [1.96] **		0.006 [2.09] **		0.048 [5.85] ***	
TFPレベル(2001)	-0.067 [-3.34] ***		-0.064 [-3.60] ***		-0.046 [-3.02] ***			
化学産業ダミー	0.024 [5.18] ***		0.025 [6.30] ***		0.022 [6.32] ***		0.079 [6.46] ***	
電機産業ダミー	0.036 [6.78] ***		0.035 [7.04] ***		0.034 [7.76] ***		0.126 [9.45] ***	
輸送用機械ダミー	0.008 [2.45] **		0.009 [3.79] ***		0.010 [5.11] ***		0.015 [2.01] **	
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.026 [4.79] ***		0.024 [5.60] ***		0.023 [6.74] ***		0.015 [1.76] *	
金属製品・窯業産業ダミー	0.005 [1.66] *		0.003 [1.26]		0.001 [0.24]		0.021 [3.13] ***	
定数項	-0.007 [-3.14] ***		-0.002 [-1.21]		0.000 [-0.06]		-0.042 [-8.90] ***	
R-squared	0.074		0.093		0.119		0.148	
サンプル数	1,523		1,491		1,435		1,714	
パネルB:								
D _{product innovation} (1999-2001)	0.009 [2.46] **		0.004 [1.53]		0.005 [1.92] *		0.020 [2.56] **	
D _{process innovation} (1999-2001)	0.000 [0.01]		-0.004 [-0.65]		0.000 [0.03]		0.033 [2.82] ***	
D _{both innovation} (1999-2001)	0.006 [1.46]		0.004 [1.19]		0.004 [1.47]		0.025 [3.11] ***	
TFPレベル(2001)	-0.073 [-3.45] ***		-0.065 [-3.52] ***		-0.045 [-2.84] ***			
企業間ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.001 [0.23]		-0.002 [-0.69]		0.001 [0.27]		0.009 [1.58]	
企業内ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.007 [1.88] *		0.007 [2.38] **		0.005 [2.42] **		0.011 [1.52]	
国内グループ会社ダミー(1999-2001)	0.006 [1.84] *		0.007 [2.99] ***		0.005 [2.59] ***		0.028 [4.68] ***	
外資系ダミー(1999-2001)	0.006 [0.38]		-0.003 [-0.17]		-0.005 [-0.39]		0.114 [2.70] ***	
市場範囲が国際的な企業ダミー(1999-2001)	0.016 [3.49] ***		0.013 [3.20] ***		0.011 [3.45] ***		0.002 [0.19]	
マーケットシェア(2001)	0.001 [0.04]		-0.027 [-1.90] **		-0.037 [-2.39] **		0.319 [6.50] ***	
新規設立会社ダミー(1999-2001)	-0.001 [-0.08]		-0.012 [-1.33]		0.000 [-0.02]		0.013 [0.51]	
化学産業ダミー	0.021 [4.51] ***		0.023 [5.58] ***		0.020 [5.67] ***		0.074 [6.34] ***	
電機産業ダミー	0.032 [6.01] ***		0.032 [6.14] ***		0.031 [6.69] ***		0.122 [9.09] ***	
輸送用機械ダミー	0.005 [1.57]		0.007 [2.62] ***		0.008 [3.41] ***		0.018 [2.39] **	
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.021 [3.96] ***		0.020 [4.68] ***		0.020 [5.74] ***		0.017 [1.93] *	
金属製品・窯業産業ダミー	0.004 [1.20]		0.002 [0.82]		-0.001 [-0.26]		0.018 [2.69] ***	
定数項	-0.014 [-3.71] ***		-0.008 [-2.73] ***		-0.005 [-2.10] **		-0.068 [-8.91] ***	
R-squared	0.089		0.114		0.140		0.204	
サンプル数	1,523		1,491		1,435		1,714	

注) 1. t値は不均一分散を考慮した値である。 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

図表3.4 イノベーション効果分析結果(製造業):独立会社のみ

	2年後		3年後		4年後	
	被説明変数:全要素生産性上昇率($\ln TFP(2003)-\ln TFP(2001)$)		被説明変数:全要素生産性上昇率($\ln TFP(2004)-\ln TFP(2001)$)		被説明変数:全要素生産性上昇率($\ln TFP(2005)-\ln TFP(2001)$)	
パネルA:	係数值	t値	係数值	t値	係数值	t値
D _{product innovation} (1999-2001)	0.016	[3.62] ***	0.008	[2.15] **	0.008	[2.55] **
D _{process innovation} (1999-2001)	0.011	[1.23]	0.007	[0.77]	0.004	[0.52]
D _{both innovation} (1999-2001)	0.006	[1.27]	0.006	[1.73] *	0.003	[0.84]
TFPLレベル(2001)	-0.099	[-3.47] ***	-0.084	[-3.53] ***	-0.077	[-3.71] ***
化学産業ダミー	0.029	[5.00] ***	0.028	[5.36] ***	0.029	[6.56] ***
電機産業ダミー	0.031	[4.41] ***	0.031	[4.35] ***	0.035	[5.64] ***
輸送用機械ダミー	0.011	[2.95] ***	0.007	[2.41] **	0.012	[4.97] ***
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.018	[3.14] ***	0.019	[4.10] ***	0.023	[5.85] ***
金属製品・窯業産業ダミー	0.008	[2.01] **	0.003	[0.83]	0.003	[0.98]
定数項	-0.010	[-3.75] ***	-0.004	[-2.16] **	-0.004	[-2.07] **
R-squared	0.100		0.112		0.157	
サンプル数	917		914		874	
パネルB:						
D _{product innovation} (1999-2001)	0.014	[3.17] ***	0.007	[1.92] **	0.006	[2.11] **
D _{process innovation} (1999-2001)	0.009	[1.06]	0.006	[0.64]	0.003	[0.35]
D _{both innovation} (1999-2001)	0.002	[0.48]	0.005	[1.37]	0.001	[0.25]
TFPLレベル(2001)	-0.104	[-3.45] ***	-0.085	[-3.35] ***	-0.078	[-3.52] ***
企業間ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.002	[0.58]	0.001	[0.41]	0.002	[0.97]
企業内ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.005	[1.15]	0.004	[1.07]	0.004	[1.27]
外資系ダミー(1999-2001)	0.012	[0.73]	-0.001	[-0.04]	-0.002	[-0.15]
市場範囲が国際的な企業ダミー(1999-2001)	0.018	[2.96] ***	0.008	[1.58]	0.010	[2.48] **
マーケットシェア(2001)	-0.002	[-0.07]	-0.012	[-0.50]	-0.004	[-0.20]
新規設立会社ダミー(1999-2001)	-0.006	[-0.73]	-0.018	[-0.85]	-0.030	[-1.71] *
化学産業ダミー	0.026	[4.26] ***	0.026	[4.85] ***	0.028	[6.12] ***
電機産業ダミー	0.026	[3.64] ***	0.029	[3.85] ***	0.032	[4.96] ***
輸送用機械ダミー	0.008	[2.17] **	0.006	[1.90] *	0.011	[4.14] ***
一般機械(精密機械含む)ダミー	0.012	[2.17] ***	0.016	[3.66] ***	0.020	[5.26] ***
金属製品・窯業産業ダミー	0.007	[1.83] **	0.002	[0.75]	0.003	[0.93]
定数項	-0.014	[-3.17] ***	-0.007	[-2.05] **	-0.007	[-2.38] **
R-squared	0.115		0.118		0.169	

図表3.5 イノベーション効果分析結果(非製造業):独立会社とグループ会社

	2年後		3年後		4年後			
	被説明変数:全要素生産性上昇率(ln TFP(2003)-ln TFP(2001))		被説明変数:全要素生産性上昇率(ln TFP(2004)-ln TFP(2001))		被説明変数:全要素生産性上昇率(ln TFP(2005)-ln TFP(2001))		被説明変数:全要素生産性レベル(ln TFP(2001))	
パネルA:	係数值	t値	係数值	t値	係数值	t値	係数值	t値
D _{product innovation} (1999-2001)	0.004	[0.32]	0.012	[1.30]	0.006	[0.79]	-0.051	[-1.81] *
D _{process innovation} (1999-2001)	0.006	[0.30]	0.006	[0.37]	0.009	[0.75]	0.019	[0.42]
D _{both innovation} (1999-2001)	-0.013	[-1.19]	-0.004	[-0.57]	-0.009	[-1.48]	0.015	[0.52]
TFPレベル(2001)	-0.152	[-6.77] ***	-0.122	[-7.10] ***	-0.072	[-4.98] ***		
商業ダミー	0.018	[1.57]	0.026	[2.13] **	0.009	[0.91]	0.040	[1.85] *
サービス業ダミー	0.032	[2.47] **	0.034	[2.60] ***	0.027	[2.44] **	0.077	[2.75] ***
定数項	-0.002	[-0.15]	-0.022	[-1.85] *	-0.005	[-0.54]	-0.023	[-1.31]
R-squared	0.142		0.158		0.122		0.012	
サンプル数	481		467		456		565	
パネルB:								
D _{product innovation} (1999-2001)	0.005	[0.39]	0.011	[1.28]	0.006	[0.69]	-0.061	[-2.11] **
D _{process innovation} (1999-2001)	0.006	[0.29]	0.005	[0.35]	0.006	[0.54]	0.014	[0.30]
D _{both innovation} (1999-2001)	-0.013	[-1.13]	-0.006	[-0.74]	-0.012	[-1.90] *	0.007	[0.24]
TFPレベル(2001)	-0.150	[-6.71] ***	-0.119	[-7.33] ***	-0.071	[-5.06] ***		
企業間ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.004	[0.41]	0.000	[-0.03]	0.006	[1.13]	0.015	[0.68]
企業内ITネットワーク導入ダミー(2001)	0.017	[1.61]	0.033	[3.98] ***	0.016	[2.23] **	-0.027	[-0.87]
国内グループ会社ダミー(1999-2001)	-0.005	[-0.37]	-0.003	[-0.33]	0.001	[0.08]	0.031	[1.02]
外資系ダミー(1999-2001)	-0.036	[-0.67]	-0.023	[-0.63]	-0.004	[-0.16]	-0.034	[-0.38]
市場範囲が国際的な企業ダミー(1999-2001)	-0.006	[-0.26]	-0.004	[-0.27]	0.010	[0.76]	0.043	[0.89]
マーケットシェア(2001)	0.029	[0.61]	0.032	[0.92]	0.029	[0.89]	0.159	[0.94]
新規設立会社ダミー(1999-2001)	-0.008	[-0.18]	-0.042	[-1.41]	-0.041	[-2.38] **	0.240	[1.95] *
商業ダミー	0.020	[1.63]	0.026	[2.21] **	0.009	[0.94]	0.046	[1.71] *
サービス業ダミー	0.029	[2.07] **	0.027	[2.14] **	0.025	[2.21] **	0.088	[2.81] ***
定数項	-0.017	[-1.30]	-0.047	[-3.64] ***	-0.022	[-1.94] **	-0.027	[-0.79]
R-squared	0.158		0.184		0.144		0.032	
サンプル数	481		467		456		565	

注) 1. t値は不均一分散を考慮した値である。 2. *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01