

CIRJE-J-279

日本の部門別R&DとGDP

大日方 隆
東京大学経済学研究科

2016年6月

CIRJE ディスカッションペーパーの多くは
以下のサイトから無料で入手可能です。
http://www.cirje.e.u-tokyo.ac.jp/research/03research02dp_j.html

このディスカッション・ペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿である。著者の承諾なしに引用・複写することは差し控えられたい。

The Contribution of Research and Development Investments by Sectors to GDP growth

The University of Tokyo
Graduate School of Economics
Professor, Ph. D
Takashi Obinata

This Version; June 2016

The Contribution of Research and Development Investments by Sectors to GDP growth

June 2016

Abstract

This Paper investigates the relationship between the growth in research and development investments (R&Ds) and GDP growth, focusing on the sector of execution. By the vector error correction model (VECM), the result shows that R&Ds by business enterprises do not contribute to GDP growth in Japan. However, the growth in R&Ds by universities gives significant positive effects to both GDP growth and the growth in R&Ds of business enterprises sector. According to the U.S. data, the opposite results are observed. While R&Ds by business enterprises contribute to GDP growth, those of universities have no effects on both GDP growth and the R&Ds by business enterprises. Another Estimation by a Structural Equation Model (SEM) gives the robust results, showing that the growth in R&Ds by universities contributes to GDP growth in Japan.

Keywords

Research and development, GDP growth, error correction model, structural equation model

日本の部門別 R&D と GDP

東京大学大学院経済学研究科

教授, 博士 (経済学)

大日方 隆

2016 年 6 月

日本の部門別 R&D と GDP

要 旨

この論文は、日本の研究開発投資の消費主体に着目して、研究開発投資の伸び率と GDP の成長率の関係を分析したものである。ベクトル誤差修正モデル (VECM) によると、企業部門の研究開発投資は GDP に貢献していなかった。大学部門のそれは GDP に貢献するとともに、企業部門の研究開発投資にプラスの影響をあたえていた。それにたいして、アメリカのデータでは、正反対の結果が観察された。企業部門の研究開発投資は GDP に貢献しているものの、大学部門の研究開発投資は GDP にも企業部門の研究開発投資にも有意な影響をあたえていなかった。構造方程式モデルで推定したところ、日本のデータについて、大学部門の研究開発投資の伸び率が GDP 成長率に貢献するという結果は頑健であった。

キー・ワード

研究開発投資, GDP 成長率, 誤差修正モデル, 構造方程式モデル

本稿にたいしては大橋弘教授（東京大学）より有益なコメントをいただいた。ここに記して感謝申し上げる。なお、本稿のすべての誤りは筆者の責に帰すものである。

日本の部門別 R&D と GDP

東京大学大学院経済学研究科

教授，博士（経済学） 大日方 隆

1 はじめに

企業や大学は、自己の主要な目的を達成するために研究開発投資を行っている。企業の目的は、いうまでもなく、利益の極大化あるいは企業価値の極大化である。大学の目的は、第一義的に学術知の探究である。それゆえ、企業や大学の研究開発投資が無条件に GDP の成長に結びつくとはかぎらない。かりに GDP の成長を第一の目的とするなら、GDP の増大から恩恵を受ける国民のエージェントとして、政府部門が研究開発投資を牽引しなければならない。実際に、2016 年 6 月に公表された日本政府の基本方針（骨太の方針）では、政府が支出する研究開発投資を増加させ、官民合わせて研究開発投資を対 GDP 比で 4%以上とすることが目標に掲げられた。

しかし、日本では、民間企業には潤沢な内部留保資金がある一方で、政府部門の債務は膨大な額に上っており、財政均衡を目指さなければならないために、政府部門が研究開発投資を積極的に増加させることはできない。また、政府部門は民間の主体的かつ自立的な活動を妨げたり、規制を加えたりすべきではなく、緩やかに民間の活動を支援して、国家の目標である GDP の増大に導く、あるいは誘導するのがよいと考えるのが、今日の世界共通の政治スタイルである。そうすると、民間にゆだねられている研究開発投資が、はたして GDP の成長に貢献するのか否かが、きわめて重要な問題になる¹。

この論文は、日本の研究開発投資の消費主体に着目して、研究開発投資の伸び率と GDP の成長率の関係を分析したものである。ベクトル誤差修正モデル (VECM) によると、企業部門の研究開発投資は GDP に貢献していなかった。大学部門のそれは GDP に貢献するとともに、企業部門の研究開発投資にプラスの影響をあたえていた。それにた

¹ ただし、この論文では、政府部門がどのような役割を果たすべきかについては、検討していない。

いして、アメリカのデータでは、正反対の結果が観察された。企業部門の研究開発投資は GDP に貢献しているものの、大学部門の研究開発投資は GDP にも企業部門の研究開発投資にも有意な影響をあたえていなかった。構造方程式モデルで推定したところ、日本のデータについて、大学部門の研究開発投資の伸び率が GDP 成長率に貢献するという結果は頑健であった。

この論文の構成は、次のとおりである。2 節では、企業の業績と研究開発投資の関係を扱った実証会計の先行研究をレビューする。3 節では、分析対象とするデータを説明し、検証すべき仮説を設定する。4 節ではベクトル自己回帰 (VAR) モデルによる予備的考察を行うとともに、研究開発投資と GDP の変数の時系列特性を確認する。5 節はベクトル誤差修正モデル (VECM) によって分析を行う。これが、この論文のメインの分析である。6 節は、日本についての分析結果を相対化するため、アメリカについての分析結果と比較する。さらに、構造方程式モデルによって、5 節の推定結果の頑健性を確かめる。最後の 7 節は、この論文のまとめである。

2 先行研究のレビュー

実証会計研究 (empirical accounting research) の領域においては、企業の研究開発投資 (R&D: research and development expenditures) をめぐり、R&D の情報が企業の株価に反映されているか否かという価値関連性 (value relevance) が長年にわたって検討されてきた (たとえば, Sougiannis, 1994; Lev and Sougiannis, 1996; Aboody and Lev, 1998; Lev and Sougiannis, 1999; Boone and Raman, 2001; Ballester *et al.*, 2003; Zhao, 2002; Gu, 2005; Ritter and Wells, 2006; Matolcsy and Wyatt, 2008; Tsofigkas and Tsalavoutas, 2011 など)。それらの価値関連性の研究では、(1) 研究開発投資は将来の収益 (の増加) をもたらすか否か、(2) 投資家が会計情報を通じて、その将来収益を正しく予測しているか否か、(3) 株価やリターンなどの市場の指標は投資家の期待を適切に反映しているか否か、少なくとも、それらの 3 つが結合仮説となっている。そのため、価値関連性の研究においては、(1) の問題への回答はこれまで、やや曖昧にされてきた。

価値関連性の研究によって、今日では、以下のような支配的見解が形成されている。研究開発投資は即時費用処理され、会計上の資産には計上されないのが、おおむね共通した世界的な会計ルールである。たとえ研究開発投資によって価値のある無形資産が生

まれたたとしても、会計上は無視される。そのような会計上の扱いとは異なって、証券市場では、将来収益が期待される分だけ株価が高くなり、無形資産の価値が認められているとみるのが、現在の定説である²。技術革新競争が激しくなり、企業の研究開発投資が増加すると、利益と株価との乖離がますます拡大するため、時系列で利益情報の価値関連性が低下したという見解にも、それなりの説得力がある。

前述の結合仮説のうち、(1)研究開発投資は将来の収益（の増加）をもたらすか否かという問題だけを単独に扱った研究は、意外に少ない。Kothari et al. (2002) は、多変量回帰の結果から、研究開発投資は設備投資よりも確実に将来の収益に貢献すると報告している。Lev et al. (2006) は、研究開発投資のリーダー型企業と追随型企業に分けて、前者は将来に超過利益を獲得できるのにたいして、後者は平均的な利益しか得られないと報告している。Kallunki et al. (2009) は、M&Aに着目して、技術志向型企業は研究開発投資を将来収益に結びつけることに長けていると報告している。Pandit et al. (2011) は、研究開発投資と将来収益との関連性の強弱は、取得した特許の質に左右されると報告している。

研究開発投資は将来、成果をもたらすのか、この論文で取り上げるのは、いまだ回答が曖昧なこの問題である。多くの人は、厳密に検出できるか否かはともかくとして、程度の差こそあれ、研究開発投資は将来収益（の増加）をもたらすと漠然と信じているであろう。なぜ、それほど簡単なことが事実によって裏付けられないのかと疑問に思うであろう。じつは、過去の研究開発投資と将来の収益との統計的相関を計測するだけでは、両者の間の因果関係を示したことにはならない。両者の相関は因果関係が存在するための必要条件ではあるものの、十分条件ではないからである。むしろ、最近では、両者のあいだに経験的に意味のある相関関係があるといえるのか、疑念を生じさせる研究成果が次々と報告されている。それは、企業の利益マネジメント（earnings management）をめぐる研究成果である。

企業の利益マネジメントのパターンの1つとして、利益平準化は古くから議論されており、研究開発投資はしばしば利益調整の手段として利用されるといわれている (Baber et al. 1991; Bange and De Bondt, 1998; Bushee, 1998)。Mande et al. (2000) と Nagi

² 国内総生産（GDP）の推計にあたり、研究開発投資の一部について付加価値を生み出す投資とみなすのは理論的根拠のない話ではない。なお、日本でも、2016年の中途から、GDP推計にあたって研究開発投資の一部を設備投資に含めることにした。

and Neal (2001) は、日本企業を対象にして、利益平準化目的による研究開発投資の抑制が非最適な行動である点をあきらかにしている。Dechow and Sloan (1991) は経営者の交代に着目し、Cheng (2004) は会計利益に連動した経営者報酬に着目して、企業経営者が研究開発投資を削減する傾向があることをあきらかにした。Murphy and Zimmerman (1993) は、経営者の交代時に研究開発投資の削減が利益捻出の手段に利用されていると報告している。経営者の利益マネジメントのインセンティブや実行の契機は多様であるが、会計利益という業績指標を調整するために研究開発投資の額を調整することがあることは、実証会計の領域において、すでに支配的な通念となっている。

最近ではとくに、損失（赤字）回避やアナリストの利益予想などの利益目標を達成するために、企業が実体的活動を調整する行動（real earnings management）が注目されている。その裁量行動においても、研究開発投資が利益調整手段として利用されると指摘する研究も多い（Perry and Grinaker, 1994; Roychowdhury, 2006; Koh, 2007; Osma, 2008; Das *et al.*, 2009, Ozma and Young, 2009; Choen and Zarowin, 2010; Badertscher, 2011; Gunny, 2010; Zang, 2012; Kim and Sohn, 2013; Ge and Kim, 2014; Enomoto *et al.*, 2015 など）。日本企業についても、木村 (2003), 野間 (2009), 安酸・緒方 (2012), 小嶋 (2015) などが、利益マネジメントのために研究開発投資が調整されていると報告している。企業が直面する環境条件、制約条件、採用できる手段や企業の資源スラックの違いなどによって、研究開発投資がいつ、どの程度、調整されるのかはさまざまであろうが、会計利益という業績指標に自己の利害をリンクさせられている経営者が、全額が年度の費用となってしまう研究開発投資を調整（とくに抑制）することがあると考えるのは、きわめて自然な想定であろう。

年度の会計利益という短期業績のほうにヨリ強いインセンティブがあると、企業価値の最大化という長期的観点での最適な研究開発投資は犠牲にされる。さらに、多くの企業が最適な研究開発投資をしなくなれば、国や世界全体の経済発展にとってマイナスになりかねない。しかし、その一方で、上記のような研究開発投資の操作が経営者にとっての主体的な最適化行動であることも、けっして否定できない。多くの先行研究は、経営者報酬制度、債務契約、ガバナンスなど、個別企業という局所での最適化を目指す仕組みが社会全体にとっては無視できない欠陥をもっていること、いわゆる合成の誤謬の存在を示唆しているのである。

それらの先行研究が指摘しているとおりの、かりに企業が会計利益という業績を予想し

つつ研究開発投資の額やタイミングを決めているとしたら、因果は利益から研究開発投資に向かって働いているのであり、研究開発投資が利益を生み出しているとはいえなくなる。そのことを、ごく簡単に確かめてみよう。

いま、 t 期の研究開発投資控除前利益を INC_t とし、研究開発投資を RD_t とする。利益マネジメントをめぐる数々の研究成果は、一定の関数を使って、

$$RD_t = F(INC_t) \quad (2.1)$$

と表現できることをあきらかにした。この場合、 RD_t が INC_t を決めているのではなく、 INC_t が RD_t を決めていることに注意してほしい。

他方、 INC_t は、研究開発投資の多寡とは無関係に時系列で規則的に変動しているとする。 k 期先の INC_{t+k} は、その規則性を使って、

$$INC_{t+k} = G(INC_t) \quad (2.2)$$

と表現できるとしよう。そうすると、研究開発投資の多寡とは無関係に、

$$INC_{t+k} = G[F^{-1}(RD_t)] \quad (2.3)$$

と合成関数の形式で表現できる。ここでは、 $INC_t = F^{-1}(RD_t)$ となる逆関数 F^{-1} が存在すると仮定する。このように、一定の条件の下では、 RD_t と INC_{t+k} とのあいだに実体的な因果関係がなくても、 INC_{t+k} は RD_t の関数表現として記述できる。それゆえ、過去の研究開発投資と将来収益とのあいだに統計的な意味での相関関係があるからといって、そのことは実体上も有意味な関係が存在することを保証しない³。

そのような「見せかけの回帰」の問題を明示的に意識して、研究開発投資と GDP との関係进行分析した研究は、数が少ない⁴。公刊は古いが、江尻・他 (2001) は、社会資本の生産性と経済成長の関係について先行研究をレビューし、上記のような因果方向の推定問題に触れている。Gloglu and Takin (2012) は、GDP が大きな 13 カ国を対象に 1991～2007 年のデータを使って、研究開発投資、イノベーション (特許の取得)、GDP のあいだの因果関係进行分析した。ベクトル自己回帰 (VAR) による分析の結果、彼らは、

³ たとえクロス・セクションで、(2.3)式の関係が経験的に観察できても、研究開発投資が何年か後に GDP を成長させるという因果を確認したことにはならないことに、注意しなければならない。

⁴ 研究開発投資の効果にかんする最近の研究動向については、NISTEP (2013a, b) を参照。

GDP がイノベーション (特許の取得) を促進する面があるとされ、研究開発投資が GDP を増大させるという単純な因果関係ではないと指摘している。

実証会計研究の領域でも、そのような時系列変動によってもたらされる回帰推定の失敗について、あまり考慮されていない。八重倉 (2006) は、この問題を明示的に意識した貴重な研究の 1 つである。八重倉 (2006) は、「見せかけの回帰」の危険性を指摘したうえで、企業の研究開発投資と将来業績との関係は希薄であると報告している。すでに述べたように、そもそも、研究開発投資とその成果 (将来の企業収益) との関係进行分析した研究が少ないのに加えて、不均衡パネル・データについて有効な分析ツールはいまだ存在していない⁵。

それにたいして、この論文で分析対象とするのはマクロの時系列データである。マクロの時系列データについては、有効な分析ツールがすでに知られており、実用されている。実証会計の研究領域では無視されてきた回帰の失敗を、この論文の研究では避けることができる。もちろん、企業収益、企業利益とマクロの GDP とは同じではない。そのことを留保しても、計量経済学的に適切な手段で時系列データを分析することにより、研究開発投資とその成果との関係という、古くて新しい根源的な問題にたいして、この論文は大きな貢献をすると期待できる。

3 分析対象データと検証すべき仮説

3.1 分析対象データ

この論文で使用する研究開発投資のデータは、統計法にもとづく基幹統計調査として毎年度実施されている「科学技術研究調査」(総務省統計局)の結果であり、実際の数値は、過去のデータを整理して収録している『科学技術指標 2015 統計集』から収集した⁶。この『科学技術指標』は、文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) が

⁵ 年度によって収録企業が異なるデータを不均衡パネル・データ (unbalanced panel data) という。企業の参入と退出があるため、実在した全サンプルを分析しようとする、不均衡パネル・データの分析が必要になる。もちろん、分析期間にわたって一貫して存在する企業だけを対象にして、均衡パネル・データを分析できないわけではない。しかし、その場合は、途中退出企業と途中参入企業が分析から除かれるため、分析対象サンプルには生存バイアス (survivorship bias) が混入することになり、分析の信頼性が一気に低下してしまう。不均衡パネル・データを分析するのが方法論的には望ましいものの、この論文で採用したような時系列問題に対応した分析ツールはいまだ開発が不十分であり、汎用の分析ソフトには必要なツール (コマンド) は実装されていない。

⁶ 本編と統計集は、<http://www.nistep.go.jp/archives/22400> からダウンロードできる。この論文

毎年公表しており、基礎的な分析と簡単な解説を加えた本編と、蓄積したデータを整理集計した統計集の2つから構成されている。

元となっている「科学技術研究調査」は、「我が国における科学技術に関する研究活動の状態を調査し、科学技術振興に必要な基礎を得ることを目的」として実施されている⁷。調査は、年度単位で行われており、以下、日本の「年」は暦年ではなく、財政年度（4月1日～3月31日）である。調査の対象は、企業、非営利団体・公的機関および大学等である。大学等については、学部または研究科、附置研究所、共同利用機関法人などがそれぞれ1つの調査単位とされており、大学数よりも調査対象数は多くなっている。調査は、所定の調査票に調査対象主体が記入し、インターネットまたは郵送によって回収する方法で行われている。

調査対象のうち、非営利団体・公的機関および大学等については、回収率がほぼ100%であり、実質的に全数（悉皆）調査となっている。企業については、研究活動の有無、資本金階級、産業の3層からサンプル企業が抽出されている。企業部門の全体の数値には、回答結果から層別抽出率などにもとづいて復元推定されている。調査票の回収率は安定しており、2013年度は84%、2014年度は83%、2015年度は84%である。

他方、この論文で使用するGDPのデータは、IMFのデータベースWorld Economic Outlook Databaseから抽出した⁸。研究開発投資のデータとして、日本の名目貨幣数値を使用するため、GDPについても、「Gross domestic product, current prices; National dollars」を利用した。一般物価水準（貨幣購買力）の変動を除去した実質ベースに数値を変換すれば、名目的な錯覚を除去した実体的な変動を分析できるが、デフレーターを選択に必ずしも一義的な決め手はなく、デフレーターによって異なる結果が得られる可能性も予想されるため、この論文では、名目値を分析対象とすることにした。

3.2 検証すべき仮説

これまで、すでに数々の調査報告において、日本の研究開発投資の特徴があきらかに

のデータは、NISTEP-RM238-StatisticsJ_20150901.pdf（2016年4月22日にダウンロード）である。

⁷ 「科学技術研究調査」の概要については、<http://www.stat.go.jp/data/kagaku/gaiyou/index.htm>を参照。

⁸ <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx>

されている。日本の研究開発投資の対 GDP 比は、OECD 加盟国において世界 3 位と相当に高い水準にある（みずほ総合研究所，2010，p. 8；高山，2011，p. 38；経済産業省，2015，p. 4；NISTEP，2015，本編，p. 12）。研究開発投資額のうち，民間（企業）の負担割合は約 80%であり，世界的に見ても高い部類に入る（高山，2011，p. 41；経済産業省，2015，p. 9）。企業部門のなかでも，従業員数が 500 人以上の大企業によって研究開発投資のほとんどが実施されている（みずほ総合研究所，2015，p. 9）。

研究開発費投資の政府の負担割合は，他の主要国と比べて低く（内閣府，2002，p. 223；高山，2010，p. 42；NISTEP，2015，概要，p. 2），大学の研究活動における政府負担割合は約 14%，企業の研究活動における政府負担割合は 1%強である（経済産業省，2015，p. 11）。企業部門の研究開発投資負担のうち，大部分が企業部門で消費され，大学部門に投入される額は少なく，大学部門で消費される研究開発投資のうち，企業部門が負担しているのは 2.4%程度しかない（経済産業省，2015，p. 11；NISTEP，2015，本編，p. 17）。

日本企業の研究開発投資は，全要素生産性（TFP: Total Factor Productivity）の上昇に寄与しているものの，OECD 諸国あるいは外資系企業に比べて低いといわれている（内閣府，2002，p. 222；経済産業省，2013，p. 22）。また，日本企業の研究開発効率（たとえば，過去 4 年間の累積営業利益／8 年～6 年前までの累積研究開発費によって測定）は，1990 年代以降，長年にわたって低下しつづけていると指摘されている（内閣府，2002，p. 226；榊原・辻本，2004；みずほ総合研究所，2010，pp. 16-17）。さらに，日本では，各企業がそれぞれ独自に研究開発投資をする，いわゆる「自前主義」の傾向が強いために，同業他社との研究開発投資の内容の重複が多くなり，非効率になっているといわれる（みずほ総合研究所，2010，p. 11；経済産業省，2013，p. 40）。それを打破するため，最近では，オープン・イノベーションの必要性が指摘されている（内閣府，2010）。

この論文では，研究開発投資の消費主体（実施主体）に着目し，どの主体の研究開発活動が GDP の成長に寄与しているのかを分析する。分析には、『科学技術指標 2015 統計集』の研究開発費の部門別使用額（NISTEP，2015，p. 8）に記載された 1981 年～2013 年のデータを使用する。研究開発投資の使用部門の定義は，表 1 のとおりであり，企業，大学，公的機関，非営利団体の 4 つに区分されている。各部門の研究開発投資は，以下，ent，univ，pub，npo と表記する。2011 年に分類変更がなされたため，非営利団

体の値に断層が生じているが、そのままデータに含めて分析を行っている。

表2は各変数の記述統計量であり、図1～図3は各変数の時系列推移をあらわしている。データに断層のあるnpoを除いて、各変数とも、金額数値を対数変換し、さらにその差分とすることにもなっており、分布の偏り(skewness)は小さくなっている。金額ベースの時系列の推移(図1)をみると、企業部門の研究開発投資がリーマンショックの影響によって、大きく落ち込んでいる点が目立っている。図3は、成長率、伸び率を意味する対数差分値の時系列推移をあらわしている。全般的に負のトレンドをもっているようにも見えるものの、その傾きはわずかである。このグラフを眺めただけでは、変数の相互依存関係や因果関係はわからないから、計量分析をする意義はとても大きい。

以下で検証するのは、下記の3つの仮説である。

仮説1 企業部門の研究開発投資の伸び率は、GDP成長率に貢献している。

仮説2 大学部門の研究開発投資の伸び率は、GDP成長率に貢献している。

仮説3 大学部門の研究開発投資の伸び率は、企業部門の研究開発投資の伸び率に貢献している。

仮説1については、すでいくつかの研究報告がある。日本総合研究所(2005)は、研究開発ストック1単位当たりの実質GDP押し上げ効果は上昇していると述べ、その原因として、日本企業が「利益の増減にさほど左右されず、研究開発投資を着実に拡大させてきた」ことを指摘している。また、中野(2008)は、企業パネル・データを利用し、研究開発ストックとTFP成長率を計測して、成長要因分解をした。分析の結果、1983～2005年において、研究開発ストックの成長率が経済成長に対する寄与率は10%～30%で推移していた。

しかし、それらの研究報告の結果は、ただちには信じがたい。前節で確かめたように、業績に敏感な企業は利益マネジメントの手段として研究開発投資を調整しており、必ずしも、平均的にみて、最適な研究開発投資が実行されているとはいえない。また、前述のとおり、企業の研究開発投資の効率性が時系列的に低下し、研究開発投資額の対GDP比も時系列的に上昇していると報告されている。これは、企業部門の研究開発投資が必ずしもGDPの成長には結びついていないことを示唆している。もちろん、企業の研究開発投資の目的や、その成果の指標はさまざまであり、研究開発投資とGDPとの関連の希薄性のみをもって失敗の烙印を押すことはできない。そのことを承知したうえで、

この論文では、経済活動の全体指標としての GDP に着目している。

そもそも、企業の研究開発投資が、国内のライバル企業にたいして競争優位になることを目的に行われているとしたら、たとえ研究開発投資が効果を発揮したとしても、それは国内の企業間で付加価値を生み出す主体（帰属する主体）が代替されただけで、国内の付加価値の合計には影響をあたえない。日本企業の研究開発投資が日本の GDP を押し上げるためには、(A)これまでの日本社会には存在しなかった付加価値を新たに生み出すか、もしくは、(B)外国で生み出されていた付加価値を（海外企業に勝利するなどして）日本で生み出すようになるかのいずれかである。

かつて日本の主力産業といわれてきた電機・家電産業などが国際競争力を失いつつある今日、(B)の手段によって GDP を継続的に増加させるのは容易ではない。また、(A)の手段は画期的なイノベーションが持続的に誕生することを意味するから、それもきわめて難しい。日本企業の研究開発活動の GDP にたいする効果について、けっして楽観視はできないのであり、仮説 1 を検証してみる価値は大きい。

GDP は付加価値の合計であり、企業利益は企業が生み出した付加価値の一部であるから、日本企業の個別利益（単体利益）が増えれば、GDP は増加する。しかし、日本企業の利益、とくに企業業績とされる連結利益と日本の GDP は必ずしも連動しない。この論文が分析対象とするデータには、グローバルに活動している日本企業の活動の不均衡な（平仄の合わない）一部分しか反映されていない点には注意が必要である。たとえば、親会社が存在する日本において、企業集団全体にかかる研究開発投資を行っているものの、その成果としての利益を海外の子会社で得ており、かつ、その利益が海外子会社に留保されたまま、配当として日本に還流しないケースである⁹。海外子会社が生み出した付加価値は国民総所得（GNI: Gross National Income）の数値には反映されても、GDP には反映されない。

このような日本企業による海外での成果は、年々大きくなっており、近年無視できなくなっている（一瀬・他、2015）。また、海外子会社の留保利益にたいする税効果会計にかんして、しばしばいわれているように、日本の上場企業は海外子会社の留保利益を配当させる予定はないと宣言するケースがきわめて多いことも、周知の事実である。こ

⁹ この論文の主題とは直接の関係はないが、親会社の所得を計算する際、特定の国に偏って集中している研究開発投資（研究開発費）をどのようにして複数の国の所得に賦課するのかは、理論的にも、実践的にも、きわめて難しい問題であり、国際的な利害対立に発展しかねない敏感な問題である。

の論文が焦点を当てるのは、あくまでも日本の GDP と日本で実施された研究開発投資の関係だけであり、日本企業が国内で実施した研究開発投資が在外子会社の利益を増加させていても、その成果は無視されている¹⁰。分析結果の解釈に際しては、この点を考慮する必要がある。

他方、大学の研究開発投資の成果は、通常、公刊論文数や取得特許数、特許収入などで測定されることが多い。学術を目的とした活動であるから、GDP という付加価値によって成否を測るべきではないと考える人が多い。そのため、企業の利益に結び付くような研究成果が大学からは生まれないと思いついでいる人や、GDP の増加に貢献しない大学にたいして不満をもっている人も少なくない。はたして、現実はどうなのであるうか。仮説 2 は、その問題を扱っている。

利益相反や研究へのバイアスを避けるために、特定企業・特定産業の営利目的からは一定の距離をおくべきであるとはいえ、その結果、大学の研究活動が社会にまったく貢献しないというのも問題であろう。もちろん、GDP への貢献だけが社会貢献の尺度ではないが、大学が GDP と無関係な世界にいたのでは、大学は社会からの支持や支援を得られなくなってしまうであろう。大学の研究者が、主体的あるいは直接的に意図しているかは問わずに、大学の研究開発投資と GDP の関係を経験的な証拠によって確認することには、大学と社会との関係を考えるうえで重要な意義がある。

仮説 3 は、素朴な直観的常識を確かめるものである。大学の研究者は、ときとして、学術的な研究は基礎的なものであるから、すぐには企業利益の増大には役立たないと主張する。一方、産業界からは、大学で行われている研究は実用化・商品化からは遠いものであるため、あまり役に立たないという苛立ちの声が聞こえてくる。大学の研究開発投資が基礎研究であり、企業の研究開発投資が応用・実践的研究であり、両者が連携しているなら、大学の研究活動は、企業を経由して社会に役立っている可能性もある。その場合には、大学の研究活動が直接的には GDP に貢献しなくても、一定の役割期待に応えていると積極的に評価してよい。この点も、経験的証拠によって確認してみる必要

¹⁰ 研究開発投資の成果の指標として、GDP ではなく、GNI とした場合には、より大きな問題が生じる。その場合には、海外子会社の利益を生み出すための研究開発投資のデータが欠如しているからである。いずれにしても、アウトプットの GDP あるいは GNI と、インプットの研究開発投資とのあいだには、帰属する国のミスマッチが存在している。そのミスマッチの程度は、GNI よりも GNP のほうが小さいと、この論文では仮定している。

がある¹¹。

この論文では、下記の仮説4もあわせて検証する。

仮説4 企業部門の研究開発投資の伸び率は、GDP成長率の影響を受ける。

この仮説4は、仮説2と因果の方向が真逆である。2節の先行研究のレビューにおいて確かめたように、もしも個別の企業が業績の動向を考慮したうえで研究開発の投資額を決定し、かつ、そのような利益マネジメント行動が支配的であるとしたら、因果の方向は「研究開発投資→GDP」ではなく、「GDP→研究開発投資」となる可能性が高い。もちろん、すでに述べたように、GDPの大小と企業利益の大小はきれいに一対一で対応していない。そのことを譲歩しても、仮説4を検証してみる意義は大きい。企業部門の研究開発投資がGDP成長率の影響を受けている経験的証拠が観察されたなら、それは、研究開発投資を調整して利益マネジメントをしている企業が多いことの間接的な証拠となるであろう。

以下では、上記の4つの仮説を検証する。その際、研究開発投資がラグをとまってGDPに影響をあたえる点を重視することが、この論文の1つの特徴となっている。かりに同一年度において、研究開発投資とGDPとのあいだに正の関係が観察されても、研究開発投資が成功した効果であると推定するのは不自然であろう。即効性のある継続的な改良・改善のための投資は、研究開発投資からは除かれているからである。どれくらいの時間をおいて研究開発投資の効果が現れるのかはわからないため、ここでは、時系列データの分析において、間違った推定をしないために必要とされるラグの次数を採用する。そのため、以下で登場する最適ラグ次数は、研究開発投資の最大の効果があらわれるまでの年数という意味ではなく、もっぱら、計量経済学的な観点で議論されていることに注意して欲しい。

この研究のもう1つの特徴は、研究開発投資額の数値そのものではなくて、対数変換したうえで、さらに、その差分（1階差分、以下同じ）を基本的な変数とする点である。そのような変数変換をする理由の第1は、そもそも、生の数値そのままでは、最尤推定

¹¹ NISTEP (2015) では、研究開発投資は研究内容（性格別）にしたがって、基礎研究、応用研究、開発研究に分類され、1990年度から部門別、性格別にクロス集計されている。ごくおおざっぱな構成比を示すと、企業部門では、順に、1割弱、2割弱、7割強の比率であり、大学部門では、5割強、4割弱、1割弱の比率になっている。

による OLS 回帰でさえ収束解が得られないほど、値の分布が歪だからである。対数変換した数値の場合には、その収束解が得られるようになるため、より発展的で複雑な分析をするうえで、対数変換が必要とされる。第 2 の理由は、時系列データの定常性を考慮するからである。一般に、差分データのほうが定常的になる。第 3 の理由は、対数差分が近似的に伸び率や成長率を意味するため、分析結果の経験的な意味が分かりやすいからである。

以上のように、この論文において、計量経済学の観点からの技術的な側面を強調しているのは、時系列データの分析はクロス・セクション・データの分析よりも難しいからであり、科学的に妥当な結論を得るためには、適切な分析手法を適用しなければならないからである。すでに触れたように、この点はこれまでの実証会計の領域では軽視されており、この点を重視することは、この論文の特徴というだけでなく、きわめて重要な貢献になると期待される。

4 予備的考察と変数の時系列特性

4.1 予備的考察：VAR の推定

一般に、回帰式「 $y = \alpha + \beta x + e$ 」において、係数 β が統計的に有意にゼロと異なることは、「変数 x が原因であり、変数 y が結果である」という因果関係を保証するものではない。(1)因果の方向が逆であっても、係数 β は統計的に有意にゼロと異なることがあり、さらに、(2)変数 x と変数 y とのあいだにたとえ因果関係がなくても、係数 β は統計的に有意にゼロと異なることも起こりえる。

ここで予備的考察として取り上げるのは、(1)の問題である。変数 x も変数 y も時系列で変動しており、かつ、いずれが原因でいずれが結果かがわからない場合、因果の方向を推定するために利用される初歩的な手法は、Granger 検定である。Granger テストでは、下記のような連立方程式体系を同時に推定する。

$$y_t = \alpha_1 + \beta_{11}y_{t-1} + \beta_{12}y_{t-2} + \gamma_{11}x_{t-1} + \gamma_{12}x_{t-2} + e_1 \quad (4.1)$$

$$x_t = \alpha_2 + \beta_{21}y_{t-1} + \beta_{22}y_{t-2} + \gamma_{21}x_{t-1} + \gamma_{22}x_{t-2} + e_2 \quad (4.2)$$

上記の(4.1)式において、「 $x \rightarrow y$ 」の係数が有意にゼロと異なり、かつ、(4.2)式において、「 $y \rightarrow x$ 」の係数が有意にはゼロと異ならなければ、「 x が原因であり、 y が結果である」という仮説は棄却されない。(A)と(B)が同時に成立していないならば、その仮説は

棄却される。ただし、「 $x \rightarrow y$ 」の因果推定が棄却されないと同時に、「 $y \rightarrow x$ 」の因果推定も棄却されないことも起こりえるため、Granger テストは必ずしも強力な検定手法ではない。その点を留保しても、因果の方向を探るうえでは、Granger テストは確かめてみるべき検定手法である。

表 3 は、Granger テストの結果をまとめたものであり、Panel A は各変数の対数、Panel B は各変数の対数差分を対象にした結果である。表の中で L とあるのはラグを示すオペレーターであり、L1 は前期、L2 は前々期の変数を示している。

Panel A において、企業部門の研究開発投資は GDP に有意な影響をあたえていないことを示している。それにたいして、大学部門の研究開発投資は GDP に有意な影響をあたえている。ただし、状況はやや複雑である。まず、前々期の大学部門の研究開発投資は GDP に負の影響をあたえている。つぎに、前期の GDP が当期の大学部門の研究開発投資に有意な影響をあたえている。結局、これらの結果からは、過去の大学部門の研究開発投資が GDP にプラスの影響をあたえると断定することはできない。

Panel B では、企業部門の研究開発投資の伸び率が GDP 成長率に影響をあたえるという関係は観察されていない。他方、大学部門の研究開発投資は、前期の伸び率が当期の GDP 成長率にプラスの影響をあたえている。ただ、GDP 成長率の側も、前々期および前々期の値が大学部門の研究開発投資にプラスの影響をあたえており、因果関係の方向性については、明確なことはいえない。

以上のように、Panel A と B のいずれにおいても、企業部門の研究開発投資が GDP にプラスの影響をあたえるという関係は観察されなかった。それにたいして、大学部門の研究開発投資は GDP とプラスの関係にあることが示唆されてはいるものの、そのあいだの因果の方向性については明確な結論は得られなかった。なお、ラグの次数を 3 次にした分析、さらに 4 次にした分析も行ってみたが、上記の議論の本質を変えるような結果は得られなかった。

4.2 各変数の時系列特性

前項で採用した Granger テストは、複数の方程式を同時に推定する VAR (vector autoregressive model) で推計する方法であった。この VAR は、すべての回帰式の被説明変数が共通であるため、同時推定といっても、SUR (seemingly unrelated regression) によった結果と OLS によった結果とは異ならず、事実上、それぞれの回帰

式は OLS 推定したのと変わらない。それゆえ、その VAR の推定は、OLS 推定と同じ問題を抱え込んでいる。

OLS 推定が適切な結果をもたらすためには、いくつかの前提や仮定が成り立たなければならないが、時系列データを対象にする場合、それが成立しているか否かはきわめて怪しくなる。この論文でとくに注目するのは、変数の時系列の定常性である。定常的であるとは、確率分布が「時間に依存した変化」をせずに、一定であることをいう。定常的ではない時系列データにたいして機械的に OLS 推定を適用すると、誤った結果が導かれることがすでに知られているから、分析上、この定常性はきわめて重要な性質である。

各変数の時系列特性を確かめるため、最初に自己相関 (AC: autocorrelations) と偏自己相関 (PAC: partial autocorrelations) を確かめた。図 4~図 8 は AC と PAC をグラフ化したものであり、表 4 はその検定結果である。

図 4~図 8 の上段のグラフは AC、下段は PAC をあらわしたものである。GDP を除いて、研究開発投資はどの部門の値も、対数値よりも対数差分値のほうが自己相関の係数は小さくなり、より定常状態に近くなる様子が観察できる。

表 4 の Panel A では、GDP および全部門の研究開発投資の系列相関は、ラグが 1 次~5 次のすべてにおいて統計的に有意である。一方、変数の対数差分をとると、Panel B に示されているように、大学部門、公的部門、非営利部門では系列相関がなくなるという傾向があらわれる。経済変数の場合、ある変数が定常ではなくても、その差分をとると定常になることが多いと、しばしば指摘されているが、ここでもその傾向が観察されている。ただ、GDP と企業部門の研究開発投資は対数差分に変換しても、統計的に有意な系列相関が観察されている。

定常性の検定には多様な方法があると同時に、ラグの次数やトレンド項の有無についてなど、判断や仮定が必要なパラメーターがあるために、一義的な結論を得るのが難しいとされる。つまり、ある方法で定常性が肯定されても、別の方法では定常性が否定されることも、決して珍しくない。この論文で採用するのは、(1)拡張 Dickey-Fuller 検定 (Dickey and Fuller, 1979; Hamilton, 1994, chap. 17; Beckett, 2013, chap. 9)、(2)Phillips-Perron 検定 (Phillips and Perron, 1988, Hamilton, 1994, chap. 17)、(3)ADF-GLS 検定 (Elliot, Rothenberg and Stock, 1996) の 3 つの方法である。

これらの 3 つの手法はいずれも、変数が単位根 (unit root) をもつか否かを確かめる

ものである。単位根とは、時系列規則を還元して表現した特性方程式の解（の少なくとも1つ）が1であることであり、単位根をもつことは、変数が定常過程（stationary process）ではないことを意味する。3つの検定の帰無仮説は、変数が単位根をもつ（＝定常過程ではない）である。OLS回帰が適用できるためには、この帰無仮説が棄却されなければならない。

表5は、拡張Dickey-Fuller（ADF: Augmented Dickey-Fuller）検定の結果をまとめたものであり、Panel Aは対数、Panel Bは対数差分の結果である。いずれも、トレンド項の存在を仮定している。この表5によると、変数の対数変換値も、対数差分値も、単位根をもつという仮説は棄却されない。

表6は、Phillips-Perron検定の結果であり、トレンド項の存在を仮定している。この表6によると、ADF検定の結果とは異なり、対数変換値は単位根をもつ一方で、その差分は単位根をもっていない。さらに、表7はDF-GLS検定の結果である。ラグの次数によって結果はまちまちであるが、Phillips-Perron検定の結果と同様に、対数変換値は単位根をもつ一方で、その差分については、単位根をもたなくなる変数とラグ次数があることが示されている。

ここで重要なポイントは、和分（integration）と共和分（cointegration）の概念である。一般に、定常性をみたく時系列データをI(0)（integrated of order zero）と表記する。ある変数は定常性を満たさないものの、そのd階の階差をとった値（差分）が定常性をみたくとき、I(d)と表記する。もとの変数は、d階の階差の累計値として表現されることから、その変数はd次の和分過程にあると表現する。いまかりに、2つの変数xとyがともにI(1)であるとき、適当な定数、aとbが存在して、「ax + by」が0次の和分過程になるならば、2つの変数は共和分しているという。

Phillips-Perron検定の結果である表6と、DF-GLS検定の結果である表7は、対数変換後の「GDP および各部門の研究開発投資」の変数グループには、共和分の関係があることを示唆している。もちろん、上記の検定結果は、定常性を満たすための階数を1階に限定し、ラグの次数も3次～5次に限定したものであり、和分過程の次数を特定するには至っていない。しかし、経済変数は多くの場合、I(1)であるという経験則が存在し、ここでもそれを完全には棄却できない結果が得られている以上、共和分が存在する可能性も完全には棄却できないと考えなければならない。

変数（グループ）間に共和分関係があるならば、それらの関係を単純なOLS回帰に

よって推定することは正しくない (Granger and Newbold, 1974; Phillips, 1986)。ここで確かめた「変数の時系列特性」は、推定手法と回帰モデルを検討する上で、決定的に重要なポイントを示している。

5 ベクトル誤差修正モデル (VECM) による分析

共和分関係にある複数の変数を OLS 回帰で分析すると、本来は有意な関係がないのに、回帰係数は有意になり、大きな t 値が観察され、決定係数も高くなる。これを「見せかけの回帰 (spurious regression)」という。その問題を回避するには、共和分関係にある変数間については誤差修正モデル (ECM: error correction model) を適用することが有用である (Engle and Granger, 1987)。複数の変数について、VAR 形式で誤差修正モデルをあてはめる手法は、とくに VECM と呼ばれる。

VECM は、下記のようなモデル式で推定を行う。なお、表記の簡略化のため、以下の (5.1) 式では定数項は省略している。

$$\Delta y_t = \alpha(y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + \sum \gamma_p \Delta y_{t-p} + \sum \delta_p \Delta x_{t-p} + u_t \quad (5.1)$$

上記の (5.1) 式において、カッコ内が均衡状態を表現しており、この部分を共和分を利用して記述するのが誤差修正モデルの特徴である。係数 α は、システムが均衡から外れたときに均衡に引きもどす調整スピードをあらわしており、調整係数と呼ばれる。1 階差の変数の部分は VAR と同一の形式をとっている。ここで p はラグの次数である¹²。カッコの部分を含めなければ、係数 γ と δ を正しく推定できないことを Engle と Granger はあきらかにしたのである。その共和分関係の記述を含めて推定すべきことは、Granger の表現 (性) 定理 (representation theorem) と呼ばれる。

Engle と Granger によって開発された ECM および VECM は、それまでの時系列分析の研究成果を完全に一新し、計量経済分析手法および時系列研究の領域のその後の発展にたいして多大な貢献をした。周知のように、この二人の偉大な研究者は 2003 年にそろってノーベル経済学賞を受賞した。

ただし、VAR の形式をとる VCEM には、適用上の問題がないわけではない。まず、

¹² 正確には、最適ラグ次数から 1 を引いたものが p である。最適ラグ次数は対数値にたいして計算されており、1 階差のラグ次数はそれよりも 1 小さい。ここでは、ラグ次数が 4 であるから、1 階差の変数のラグ次数は 3 となる。

VCEM の適用にあたっては、変数のラグの次数と係数行列式のランク数が知られていなければならない。その推定作業は、試行錯誤的であり、curve fitting の色彩をもっている。また、すべての方程式に同一の説明変数を含めるために、特定の部分についての仮説を検証するとき（説明変数の選択）に制約がかかったり、構造方程式モデルへの適用が容易ではなかったりするという難点もある。それらの点に留意したうえで、この節では、GDP と各部門の研究開発投資の対数値に VECM を適用してみる。

まず、ラグの次数を決めるために、AIC, HQIC, SBIC などの情報量規準によって、最適な次数を確かめた。検定結果は表にしていないが、対象データについては、4 が最適なラグ次数であった。つぎに、そのラグ次数 4 を所与として、Johansen (1988, 1991) の方法によってランク数（係数行列の 1 次独立の式の数）を確かめた。これも結果を表にはしていないが、ランク数は 3 であった。なお、トレンド項の有無についても確かめたところ、最終的にトレンド項は統計的に有意ではなかったことから、この節での分析結果はすべて、トレンド項を無視したモデルによる結果を示すことにする。

表 8 は、ラグ次数 4, ランク数 3, トレンド項なしで推定した VECM の結果である。なお、Johansen の検定により、共和分が丁度識別 (exactly identified) できたため、係数を 1 と 0 に固定する規準化 (normalization) を行っている。Panel A は共和分関係の線形パラメーターの推定結果、Panel B は調整係数の推定結果であり、Panel C は 1 階差の変数の VAR 部分の推定結果である。

ここで注目するのは、Panel C の結果である。複数の市場の同時点における価格や取引量の均衡状態を分析するときには、均衡状態にかんして一定の仮説が設定されているから、共和分の線形関数として表現される均衡状態と、均衡に向かう調整スピード（調整係数）に着目する¹³。しかし、この論文では、GDP と研究開発投資とのあいだに均衡状態が成立することを仮定していない。この論文の関心は、ラグをともなう研究開発投資の相互依存関係と、研究開発投資が GDP にあたえる影響に向けられている。その推定結果は、VAR 部分 (Panel C) に記載されている。

表 8 の Panel C によると、GDP 成長率 ($\Delta \ln_gdp$) にたいして、企業部門の研究開発投資成長率 ($\Delta \ln_ent$) は統計的に有意なマイナスの影響をあたえている。その点は、1 期前～3 期前についてすべて同じである。また、公的機関の研究開発投資 ($\Delta \ln_pub$) も、

¹³ たとえば、大日方 (2013) を参照。

非営利法人の研究開発投資 ($\Delta \ln_{npo}$) も、GDP の成長にたいして有意な影響をあたえないか、有意な影響をあたえることがあっても、その符号はマイナスとなっている。

それにたいして、大学部門の研究開発投資成長率 ($\Delta \ln_{univ}$) は、GDP のそれにたいして統計的に有意なプラスの影響をあたえている。とくに、2 期前と 3 期前の係数の値は 1 期前の係数の値よりも大きい ($\chi^2 = 8.19$, $p = 0.0167$)。これは、大学部門の研究開発投資がラグをともなって GDP の成長をもたらしていることを示唆しており、基礎的な研究にたいする投資がより大きな効果を生んでいることを示唆している。そもそも、大学部門の研究開発投資の金額のオーダーと GDP の金額のオーダーは桁が違っていているから、1%の投資の増加が 1%の経済成長をもたらすという関係は、その効率性が高く、波及効果がきわめて大きいことを示している。

Panel C から、企業部門の研究開発投資が、GDP の趨勢と連動していることがわかる。「 $\Delta \ln_{gdp} \rightarrow \Delta \ln_{ent}$ 」の係数は、1 期前~3 期前のいずれも、統計的に有意なプラスの値になっている。前述の通り、逆向きの係数の符号はマイナスであるから、企業部門の研究開発投資の伸び率と GDP 成長率とのあいだには、きわめて複雑な関係が存在していることがわかる。GDP の側に正 (負) のショックが起きると、企業部門の研究開発は加速 (減速) するが、それによって GDP の成長は抑制 (促進) される。双方が加速的に成長するというメカニズムではなくて、一方が他方の暴走 (暴落) にたいする安全装置として機能しているかのようである。

それにたいして、大学部門の研究開発投資は、外生的に決まっている。時系列における平均回帰 (mean reverting) 的な自己相関部分を除けば、大学部門の研究開発投資にたいして GDP や他の部門の研究開発投資はなんら有意な影響をあたえていない。大学部門の研究開発投資が (短期的な) 景気動向の影響を受けないことは当然としても、他部門の研究開発投資から影響をなんら受けていない点は、注目すべき結果である¹⁴。

その一方で、大学部門の研究開発投資は、企業部門の研究開発投資を促進している。1 期前の係数は 1.3468 ($p = 0.000$)、2 期前の係数は 1.7636 ($p = 0.000$)、3 期前の係数は 1.5803 ($p = 0.000$) となっている。これらの 3 つの係数の大きさに有意な差異

¹⁴ この結果について、大学部門が自律的に研究開発投資を決めているからであると考えるのは、性急であろう。資金調達 (財源構成) の自由度や研究開発投資のジャンル選択の自由度など、主体的な決定によるのか、他律的な外側からの押しつけによるのかは、このデータと分析からはなにもわからない。

はない ($\chi^2 = 1.43$, $p = 0.4899$)。この大学部門から企業部門への波及効果については、大学が基礎的な研究開発投資を担い、企業が実用化・製品化の応用的な研究開発投資を担っていることを示唆している。これは、望ましい関係とあってよいであろう。ただし、繰り返しになるが、企業の研究開発投資の伸び率が GDP の成長をもたらしていない点には、注意が必要である。

公的機関部門の研究開発投資は、他部門の研究開発投資と競合的ないし代替的な関係にあり、GDP の成長にたいして有意な負の影響をあたえている。

最後に、企業の研究開発投資が GDP 成長率の影響を受けているのかについて、再度、確かめてみよう。表 8 の Panel C によると、企業の研究開発投資の伸び率は、過去の GDP 成長率の影響を受けていることがわかる。1 期前の GDP 成長率にかかる係数は 2.7279 ($p = 0.000$)、2 期前のそれは 1.3211 ($p = 0.015$)、3 期前のそれは 1.6687 ($p = 0.005$) となっている。「 $\Delta \ln_{ent} \rightarrow \Delta \ln_{gdp}$ 」の係数も (負で) 有意な値となっているため、因果の方向が「 $\Delta \ln_{gdp} \rightarrow \Delta \ln_{ent}$ 」であるとはいえないものの、企業が GDP という景気動向を勘案して研究開発の投資額を決めている可能性を示唆するものとして、これは注目すべき結果である。ここでの結果は、多くの企業が利益マネジメントの観点から研究開発投資を調整しているという仮説を強く支持してはいないが、それを完全に否定する結果は観察されていないことは、将来の実証会計研究に重要な示唆をあたえている。

以上の通り、大学部門の研究開発投資については本来期待されてる結果を観察できた一方で、企業部門の研究開発投資についてはきわめて残念な結果が観察された¹⁵。わが国では、企業の研究開発投資の比重 (金額規模) が大きく、その効果の大小が GDP の動向を大きく左右するだけに、企業部門の研究開発投資と GDP との関係については、今後もいつそうの分析が必要である。

6 分析対象の拡張と追加分析

6.1 分析対象の拡張： アメリカとの比較

前節で採用した VECM は「見せかけの回帰」を回避して、真の因果関係を探り出す

¹⁵ 非営利組織 (NPO) 部門の研究開発投資のデータには断層があるため、変数 \ln_{npo} を除いて推定してみた。その結果は、それを含めた場合とほとんど変わらなかった。

画期的な方法であるものの、完璧な分析方法とまではいえない。前節で確かめた結果は、きわめて信頼性が高い手法によるものとはいえ、あくまでも 1 つの角度からの分析結果にすぎない。前節の分析結果を相対化するために、この節では、まずアメリカのデータに同一の分析手法を適用して結果を比較してみる。つぎに、モデルと推計方法を変えて、同様の統計的事実を観察できるのかを確かめる。

ここで使用するデータの出所は、日本の場合と同じく、『科学技術指標 2015 統計集』(p. 8) である¹⁶。ただし、統計データの収集主体が日米で異なるのにもなって、データの精度は同一とはいえない。そればかりか、研究開発投資や部門区分の定義が同一ではなく、年度の区切り方も(財政年度と暦年とで)異なっている。そのため、日米のデータをプールして一括推定し、係数を比較するという手法は採用できない。ここでは、アメリカを独立の分析対象として、その結果と前節でみた日本の結果とを比較してみる。GDP の数値は、前出の IMF データベースにおける名目ドルの値を日銀が公表している実質実効為替レート(ST'FX180110002)の暦年平均値で円換算した¹⁷。平均レートを使用したのは、ストックの変数はその測定時点のレートで換算し、フローの変数は期中平均レートで換算するのが、会計学の領域では正しい方法であるとされているからである。

表 9 は、アメリカのデータにたいして VECM を適用したときの推定結果である¹⁸。Panel A~C の内容は、日本の場合の表 8 と同じである。ここでも、Panel C に掲載した結果に着目する。

最初に、研究開発投資の GDP にたいする貢献を確かめよう。Panel C の $\Delta \ln_gdp$ の列がその推定結果をあらわしている。アメリカの企業部門の研究開発投資は、2 期前と 3 期前の伸び率が GDP の成長に寄与している。その係数は 1.8133, 1.2771 である。他方、前節で確認したように、日本の場合には、3 期前~1 期前の研究開発投資にかかる係数の符号はすべてマイナスであり、しかも統計的にすべて有意であった。日本とアメリカでは、まさに正反対の結果が観察されている。

第 2 に、アメリカの大学部門の研究開発投資は、日本の場合と異なり、GDP の成長

¹⁶ アメリカの原データは、アメリカ国立科学財団(NSF: National Science Foundation)の“National Patterns of R&D Resources: 2011-12 Data Update” である(NISTEP, 2015, 統計集, p. 11)。

¹⁷ 出所は、<https://www.stat-search.boj.or.jp/> である。

¹⁸ 最適ラグは 4, ランクは 1 である。トレンド項は有意ではなかったため、除いて推定している。

に寄与していない。1期前～3期前の研究開発投資の伸び率にかかる係数は、統計的にゼロと異なる。この点で、日本とアメリカとのあいだには顕著な違いがある。さらに、やや有意水準が低いケースが含まれるが、公的機関の2期前と3期前、非営利組織の2期前の係数もプラスであり、統計的に有意にゼロと異なっている。アメリカでは、大学部門の研究開発投資だけが、他部門とは異なって、GDPへの貢献が観察されない。これは、きわめて興味深い事実である。

第3に、大学の研究開発投資が企業の研究開発投資にあたる影響を確かめよう。3期前、2期前、1期前と順に係数は、0.3803、-0.8270、0.5427となっている。符号が不安定なだけでなく、いずれもゼロと有意には異なる。他方、日本の場合には、係数はそれぞれ、1.5803、1.7636、1.3468であった。この点でも、日米の違いはきわだっている。日本のほうが、大学部門の研究開発投資が上手く企業部門の研究開発投資に受け継がれているように見える。

最後に、企業部門の研究開発投資の伸び率は、GDP成長率の影響を受けていない。表9のPanel Cの左から2列目の結果をみると、過去のGDP成長率にかかる係数はいずれも統計的にゼロと有意には異なる。この点でもまた、日米で顕著な結果が観察されている。ここでの結果は、因果の方向は「 $\Delta \ln_ent \rightarrow \Delta \ln_gdp$ 」であることを明確に示している。なお、GDPと企業利益とのあいだには一定のズレがあるとはいえ、大多数の企業がつねに研究開発投資を利益マネジメントの手段に利用しているという仮説にたいしては、ここでの結果は消極的な証拠になっている¹⁹。

日本においては、研究開発投資の大部分が企業部門によって担われている。それゆえにこそ、「大学部門から積極的な波及効果を受けているにもかかわらず、企業部門の研究開発投資の伸び率がGDP成長率に寄与しない、結びつかないという事態」は、重く受け止めなければならない。ここでの分析結果は、日本企業の研究開発投資が非効率的（効果的ではない）という、いくども繰り返されてきた指摘をあらためて裏付けている。それと同時に、GDP成長への寄与だけが大学の研究の目的ではないものの、日本の大学部門の研究開発投資がGDPの成長をもたらす可能性を秘めていることは興味深い結果であり、再度強調しておきたい。

¹⁹ あらためて説明するまでもなく、ある特定の条件下において、企業が利益マネジメントのために研究開発の投資額を調整するという仮説を、ここでの結果は否定していない。

6.2 追加分析： SEM による推定

この項では、これまでの因果関係の推定を踏まえて、構造方程式モデル (SEM: Structural Equation Model) による推定を試みる。SEM によって、複雑な因果の連鎖を同時に推定する。SEM を適用して仮説検定するには、あらかじめ因果の方向性が明確になっていなければならない。ここで検証するのは、「大学の R&D → GDP」、「企業の R&D → GDP」、「大学の R&D → 企業の R&D」という 3 つの因果経路である。

さらに、「見せかけの回帰」にならないように、Granger の表現 (性) 定理を援用する。ベースとなる回帰モデルは、下記の(6.1)式である。

$$\begin{aligned} \Delta \ln_gdpt &= \alpha_0 + \beta_{10} \ln_gdp_{t-1} + \beta_{20} \ln_ent_{t-1} + \beta_{30} \ln_univ_{t-1} \\ &\quad + \gamma_0 \Delta \ln_gdp_{t-1} + \delta_{10} \Delta \ln_ent_{t-1} + \delta_{20} \Delta \ln_ent_{t-2} \\ &\quad + \theta_{10} \Delta \ln_univ_{t-1} + \theta_{20} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{30} \Delta \ln_univ_{t-3} \end{aligned} \quad (6.1)$$

(6.1)式に加えて、上記の因果経路を検証するため、下記の(6.2)式～(6.9)式を同時に最尤推定する²⁰。

$$\begin{aligned} \ln_gdp_{t-1} &= \alpha_1 + \delta_{11} \Delta \ln_ent_{t-1} + \delta_{21} \Delta \ln_ent_{t-2} \\ &\quad + \theta_{11} \Delta \ln_univ_{t-1} + \theta_{21} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{31} \Delta \ln_univ_{t-3} \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} \ln_ent_{t-1} &= \alpha_2 + \delta_{12} \Delta \ln_ent_{t-1} + \delta_{22} \Delta \ln_ent_{t-2} \\ &\quad + \theta_{12} \Delta \ln_univ_{t-1} + \theta_{22} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{32} \Delta \ln_univ_{t-3} \end{aligned} \quad (6.3)$$

$$\begin{aligned} \ln_univ_{t-1} &= \alpha_3 \\ &\quad + \theta_{13} \Delta \ln_univ_{t-1} + \theta_{23} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{33} \Delta \ln_univ_{t-3} \end{aligned} \quad (6.4)$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln_gdp_{t-1} &= \alpha_4 + \delta_{14} \Delta \ln_ent_{t-1} + \delta_{24} \Delta \ln_ent_{t-2} \\ &\quad + \theta_{14} \Delta \ln_univ_{t-1} + \theta_{24} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{34} \Delta \ln_univ_{t-3} \end{aligned} \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln_ent_{t-1} &= \alpha_5 + \delta_{25} \Delta \ln_ent_{t-2} \\ &\quad + \theta_{15} \Delta \ln_univ_{t-1} + \theta_{25} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{35} \Delta \ln_univ_{t-3} \end{aligned} \quad (6.6)$$

$$\Delta \ln_ent_{t-2} = \alpha_6 + \theta_{26} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{36} \Delta \ln_univ_{t-3} \quad (6.7)$$

$$\Delta \ln_univ_{t-1} = \alpha_7 + \theta_{27} \Delta \ln_univ_{t-2} + \theta_{37} \Delta \ln_univ_{t-3} \quad (6.8)$$

$$\Delta \ln_univ_{t-2} = \alpha_8 + \theta_{38} \Delta \ln_univ_{t-3} \quad (6.9)$$

²⁰ 不均一分散にたいするロバストな推定方法を採用した。

SEMによる推定結果 (Total Effects) をまとめたのが、表 10 である²¹。表 10 によると、第 1 に、「大学の R&D → GDP」の因果経路は棄却されない。つまり、大学部門の研究開発投資の伸び率は、GDP の成長率を有意に増加させている。第 2 に、「企業の R&D → GDP」の因果経路については、それを支持するには弱い結果しか得られていない。1 期前の伸び率の係数は 5%水準で有意にゼロと異なっているものの、0.2458 とそれほど大きくはない。また、2 期前の伸び率の係数はゼロと有意には異ならない。第 3 に、「大学の R&D → 企業の R&D」の因果経路は棄却される。(6.1)~(6.9)式の構造方程式では、VECM で観察された因果関係は観察できなかった。

なお、ここでの SEM による推定では、誤差項の系列相関など、時系列データに固有の問題にたいする対処が十分ではない可能性がある。それゆえ、ここでの推定結果を過大評価すべきではない。その点を留保しても、大学部門の研究開発投資が GDP の成長に寄与していることを別の角度から確認できたことは、強調しておいてよいであろう。

7 おわりに

この論文では、使用部門 (実施主体) 別の研究開発投資額の時系列データに、GDP の時系列データを結合して、研究開発投資の伸び率が、何年度かのラグを経て、GDP の成長率に寄与するか否かを検証した。日本の大学部門の研究開発投資の伸び率は GDP の成長率に寄与しており、その結果は頑健であった。

ただし、この論文には、いくつか留保すべき点がある。第 1 は、使用した日本の研究開発投資のデータと GDP のデータだけで分析が閉じている点である。実際には、日本の研究開発投資が外国の研究開発投資や外国の GDP を刺激し、かつ、さらにそれらが日本の GDP に跳ね返ってくる可能性も否定できないであろう。その経路を通じた効果も、日本の研究開発投資による日本の GDP 押し上げ効果の一部である。しかし、この論文では、そのフィードバック効果は、無視されている。

第 2 に、企業の研究開発投資が実行される国と、その成果が企業利益として帰属計算される国とが一致しないケースがあることは、この論文の分析にとって重要な制約とな

²¹ 表 8 には記載していないが、以下の変数の誤差項の組み合わせについては、共分散がゼロではないと仮定して推定した。 $(\ln_ent_{t-1}, \Delta \ln_ent_{t-1})$, $(\Delta \ln_ent_{t-1}, \Delta \ln_ent_{t-2})$, $(\ln_gdp_{t-1}, \ln_ent_{t-1})$, $(\ln_univ_{t-1}, \Delta \ln_gdp_{t-1})$, $(\Delta \ln_gdp_{t-1}, \Delta \ln_ent_{t-1})$ 。

っている。その問題は、成果の指標を GNI にしても解決しないどころか、むしろ問題を悪化させる可能性もある。分析上のこのような制約、あるいは限界は、研究開発投資と GDP の関係を扱った経済学者の分析では、ほとんど自覚されていない。この論文の検証結果も、数々の先行研究と同様に、この制約の影響を受けていることは忘れてはならない。

留保しなければならない第 3 の点は、この論文でメインの分析手段とした「ベクトル誤差修正モデル (VECM)」だけが、時系列のダイナミックな因果関係を推定する唯一の手法ではない点である。そうであれば、なおさらに、反証主義の立場で考えてみなければならない。反証主義の立場では、仮説が棄却されなかった（当面は支持された）ことよりも、仮説が棄却されたことのほうを重視する。棄却されなかった仮説は、他の手法による検証を今後も繰り返さなければならないが、棄却された仮説については、他の手法によらなくても（この分析だけでも）、否定されたと考えるべきだからである。

その観点から検証結果を見返すと、大学部門の研究開発投資が期待された経路で積極的な効果を果たしていることよりも、企業部門の研究開発投資の伸び率が GDP の成長に貢献していないことは、この論文から得られた経験的証拠として、強調しなければならないであろう。

とはいえ、ここでの結果は、時系列データの観察から得られた統計的な事実であり、企業部門の研究開発投資が無駄であることを意味しているわけではない。すでに述べたように、個別企業の利益の増加が、他企業の利益の減少との代替関係から生じ、日本国内でその関係が閉じているならば、そこでの利益の増大は日本の GDP の増加をもたらさない。あるいは、日本国内の研究開発投資によって、海外子会社の利益が増加している可能性もある。それらの場合には、個別企業の研究開発投資が失敗しているとは必ずしもいえない。

以上のように、この論文では、企業の研究開発投資の効果のすべてが視野に入っているわけではない。そのことに留意しつつも、日本企業の研究開発投資と日本の GDP との関係を検討するうえで、この論文の実証結果は貴重な素材になるはずである。今日、証拠に基づいた政策決定、意思決定が重視されている。ここでの結果は、政府の公的資金や民間の豊富な資金をどの部門の研究開発投資に振り向けるべきか、どの部門に研究開発投資をまかせたら GDP が増えるのかの判断にとって、重要な証拠を提供している。

参 考 文 献

- Aboody, D. and B. Lev, "The Value Relevance of Intangibles: The Case of Software Capitalization," *Journal of Accounting Research*, Vol. 36, Supplement 1998, pp. 161 – 191.
- Baber, W. R., Fairfield, P. M. and J. A. Haggard, "The Effect of Concern about Reported Income on Discretionary Spending Decisions: The Case of Research and Development," *The Accounting Review*, Vol. 66, No. 4, October 1991, pp. 818 – 829.
- Badertscher, B. A., "Overvaluation and the Choice of Alternative Earnings Management Mechanisms," *The Accounting Review*, Vol. 86, No. 5, September 2011, pp. 1491 – 1518.
- Ballester, M., Garcia-Ayuso, M. and J. Livnat, "The Economic Value of the R&D Intangible Asset," *European Accounting Review*, Vol. 12, No. 3, 2003, pp. 605 – 633.
- Bange, M. M. and W. F. M. De Bondt, "R&D Budgets and Corporate Earnings Targets," *Journal of Corporate Finance*, Vol. 4, No. 2, June 1998, pp. 153 – 184.
- Beckett, S., *Introduction to Time Series Using Stata*, 2013, College Station, TX; Stata Press.
- Boone, J. P. and K. K. Raman, "Off-balance Sheet R&D Assets and Market Liquidity," *Journal of Accounting and Public Policy*, Vol. 20, No. 2, Summer 2001, pp. 97 – 128.
- Bushee, B. J., "The Influence of Institutional Investors on Myopic R&D Investment Behavior," *The Accounting Review*, Vol. 73, No. 3, July 1998, pp. 305 – 333.
- Cheng, S., "R&D Expenditures and CEO Compensation," *The Accounting Review*, Vol. 79, No. 2, April 2004, pp. 305 – 328.
- Cohen, D. A. and P. Zarowin, "Accrual-based and Real Earnings Management Activities around Seasoned Equity Offerings," *Journal of Accounting and Economics*, Vol. 50, No. 1, May 2010, pp. 2 – 19.
- Das, S., Shroff, P. K. and H. Zhang, "Quarterly Earnings Patterns and Earnings Management," *Contemporary Accounting Research*, Vol. 26, No. 3, Fall 2009, pp. 797 – 831.
- Dechow, P. M. and R. G. Sloan, "Executive Incentives and the Horizon Problem: An Empirical Investigation," *Journal of Accounting and Economics*, Vol. 14, No. 1, March 1991, pp. 51 – 89.
- Dickey, D. A. and W. A. Fuller, "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366, June, 1979, pp. 427 – 431.
- Elliott, G. R., T. J. Rothenberg and J. H. Stock, "Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root," *Econometrica*, Vol. 64, No. 4, July 1996, pp. 813 – 836.
- Engle, R. F. and C. W. Granger, "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation,

- and Testing,” *Econometrica*, Vol. 55, No.2, March 1987, pp. 251 – 276.
- Enomoto, M., F. Kimura and T. Yamaguchi, “Accrual-based and Real Accounting Management: An International Comparison for Investor Protection,” *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, Vol. 11, No. 3, December 2015, pp. 183 – 198.
- Ge, W. and J.-B. Kim, “Boards, Takeover Protection, and Real Earnings Management,” *Review of Quantitative Finance and Accounting*, Vol. 43, No. 4, November 2014, pp. 651 – 682.
- Granger, C. W. J. and P. Newbold, “Spurious Regressions in Econometrics,” *Journal of Econometrics*, Vol. 2, No.2, 1974, pp. 111 – 120.
- Gu, F., “Innovation, Future Earnings, and Market Efficiency,” *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, Vol. 20, No. 4, Fall 2005, pp. 385 – 418.
- Guloglu, B. and R. B. Tekin, “A Panel Causality Analysis of the Relationship among Research and Development, Innovation, and Economic Growth in High-Income OECD Countries,” *Eurasian Economic Review*, Vol. 2, No. 1, June 2012, pp. 32 – 47.
- Gunny, K. A., “The Relation between Earnings Management Using Real Activities Manipulation and Future Performance: Evidence from Meeting Earnings Benchmarks,” *Contemporary Accounting Research*, Vol. 27, No. 3, Fall 2010, pp. 855 – 888.
- Hamilton, J. D., *Time Series Analysis*, 1994, Princeton; Princeton University Press.
- Johansen, S., “Statistical Analysis of Cointegration Vectors,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12, Nos. 2-3, June/September 1988, pp. 231 – 254.
- Johansen, S., “Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models,” *Econometrica*, Vol. 59, No. 6, November 1991, pp. 1551 – 1280.
- Kallunki, J.-P., Pyykko and T. Laamanen, “Stock Market Valuation, Profitability and R&D Spending of the Firm: The Effect of Technology Mergers and Acquisitions,” *Journal of Business Finance & Accounting*, Vol. 36, Nos. 7-8, September/October 2009, pp. 838 – 862.
- Kim, J.-B. and B. C. Sohn, “Real Earnings Management and Cost of Capital,” *Journal of Accounting and Public Policy*, Vol. 32, No. 6, November-December 2013, pp. 518 – 543.
- Koh, P.-S., “Institutional Investor Type, Earnings Management and Benchmark Beaters,” *Journal of Accounting Policy*, Vol. 26, No. 3, May-June 2007, pp. 267 – 299.
- Kothari, S. P., Laguerre, T. E. and A. J. Leone, “Capitalization versus Expensing: Evidence on the Uncertainty of Future Earnings from Capital Expenditures,” *Review of Accounting Studies*, Vol. 7, No. 4, pp. 355 – 382.
- Lev, B., Radhakrishnan, S. and M. Ciftci, “The Stock Market Valuation of R&D Leaders,” working paper, SSRN id: 1280696, March 2006.

- Lev, B. and T. Sougiannis, "The Capitalization, Amortization, and Value-relevance of R&D," *Journal of Accounting and Economics*, Vol. 21, No1, February 1996, pp. 107 – 138.
- Lev, B. and T. Sougiannis, "Penetrating the Book-to-Market Black Box: The R&D Effect," *Journal of Business Finance & Accounting*, Vol. 26, Nos. 3-4, April/May 1999, pp. 419 – 449.
- MacKinnon, J. G., "Approximate Asymptotic Distribution Functions for Unit-root and Cointegration Tests," *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 12, No. 2, 1994, pp. 167 – 176.
- Matolcsy, Z. P. and A. Wyatt, "The Association between Technological Conditions and the Market Value of Equity," *The Accounting Review*, Vol. 83, No. 2, March 2008, pp. 479 – 518.
- Mande, V., File, R. G. and W. Kwak, "Income Smoothing and Discretionary R&D Expenditures of Japanese Firms," *Contemporary Accounting Research*, Vol. 17, No. 2, Summer 2000, pp. 263 – 302.
- Murphy, K. J. and J. L. Zimmerman, "Financial Performance surrounding CEO Turnover," *Journal of Accounting and Economics*, Vol. 16, Nos. 1-2, January-July 1993, pp. 273 – 315.
- Nagy, A. L. and T. L. Neal, "An Empirical Examination of Corporate Myopic Behavior: A Comparison of Japanese and U.S. Companies," *The International Journal of Accounting*, Vol. 36, No. 1, February 2001, pp. 91 – 113.
- Osma, B. G., "Board Independence and Real Earnings Management: The Case of R&D Expenditure," *Corporate Governance: An International Review*, Vol. 16, No. 2, March 2008, pp. 116 – 131.
- Osma, B. G. and S. Young, "R&D Expenditures and Earnings Targets," *European Accounting Review*, Vol. 18, No. 1, 2009, pp. 7 – 32.
- Pandit, S., Wasley, C. E. and T. Zach, "The Effect of Research and Development (R&D) Inputs and Outputs on the Relation between the Uncertainty of Future Operating Performance and R&D Expenditures," *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, Vol. 26, No. 1, January 2011, pp. 121 – 144.
- Perry, S. and R. Grinaker, "Earnings Expectations and Discretionary Research and Development," *Accounting Horizons*, Vol. 8, No. 6, December 1994, pp. 43 – 51.
- Phillips, P. C. B., "Understanding Spurious Regression in Econometrics," *Journal of Econometrics*, Vol. 33, No. 3, December 1986, pp. 311 – 340.
- Phillips, P. C. B. and P. Perron, "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, Vol. 75, No.2, June 1988, pp. 335 – 346.
- Roychowdhury, S., "Earnings Management through Real Activities Manipulation," *Journal of Accounting and Economics*, Vol. 42, No. 3, December 2006, pp. 335 – 370.
- Sougiannis, T. S., "The Accounting Based Valuation of Corporate R&D," *The Accounting Review*, Vol.

69. No. 1, January 1994, pp. 44 – 68.
- Tsoligkas, F. and I. Tsalavoutas, “Value Relevance of R&D in the UK after IFRS Mandatory Implementation,” *Applied Financial Economics*, Vol. 21, No. 13, 2011, pp. 957 – 967.
- Zang, A. Y., “Evidence on the Trade-Off between Real Activities Manipulation and Accrual-based Earnings Management,” *The Accounting Review*, Vol. 87, No. 12, March 2012, pp. 675 – 703.
- Zhao, R., “Relative Value Relevance of R&D Reporting: An International Comparison,” *Journal of International Financial Management & Accounting*, Vol. 13, No. 2, Summer 2002, pp. 153 – 174.
- 一瀬善孝・近藤崇史・中浜萌「企業のグローバル収益力の向上とそれが国内経済に及ぼす影響」, 『日銀レビュー』, 2015-J-2, 2015年2月, 1–7頁。
- 江尻良・奥村誠・小林潔司「社会資本の生産性と経済成長：研究展望」, 『土木学会論文集』, 第688号, 2001年10月, 75–87頁。
- 大日方隆『利益率の持続性と平均回帰』, 中央経済社, 2013年。
- 木村史彦「経営者の近視眼的投資行動と企業のガバナンス構造 — 研究開発投資水準の決定をめぐる一」, 『管理会計学』, 第11巻, 第1号, 2003年, 43–55頁。
- 経済産業省『通商白書2013』, 2013年。http://www.meti.go.jp/report/tshaku2013/2013honbun_p/
- 経済産業省『我が国の産業技術に関する研究開発活動の動向 — 主要指標と調査データ — (第15版)』, 2015年6月。http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/tech_research/
- 小嶋宏文「市場の期待に対する裁量的研究開発支出と目標数値制御」, 『大阪府立大学経済研究』, 第60巻, 第3・4号, 2015年3月, 35–47頁。
- 榊原清則・辻本将晴「日本企業の経済開発の効率性はなぜ低下したのか」, 『経済分析』, 内閣府経済社会総合研究所, 172号, 2004年, 80–91頁。
- 高山丈二「科学指標にみる各国の研究開発の状況と日本の課題」, 『調査資料 科学技術政策の国際的な動向』, 国立国会図書館, 2011年。<http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/document2011.html>
- 内閣府『平成14年度 年次経済財政報告 (経済財政政策担当大臣報告)』, 2002年。
<http://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je02/wp-je02-000i1.pdf.html>
- 内閣府「『オープン・イノベーション』を再定義する — モジュール化時代の日本凋落の真因 —」, 2010年4月。<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/seisaku/haihu07/sanko1.pdf>
- 中野論「企業レベルのR&Dストックと全要素生産性の計測」, 『科学技術統計応用調査研究2007年度報告書』, 内閣府経済社会総合研究所, 2008年, 41–90頁。
- 日本総合研究所「わが国を支える研究開発投資の動向」, 『ビジネス環境レポート』, No. 7,

2005年8月。

野間幹晴「研究開発投資とアナリスト・カバレッジ」、『会計・監査ジャーナル』、第21巻、第2号、2009年2月、115-124頁。

みずほ総合研究所『日本企業の競争力低下要因を探る ～研究開発の視点からみた問題と課題』、2010年9月。

文部科学省 科学技術・学術政策研究所（NISTEP）『科学技術指標 2015』、2015年。

文部科学省 科学技術・学術政策研究所（NISTEP）「研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関する主な研究論文の抄録集」、2013年3月（2013a）。

文部科学省 科学技術・学術政策研究所（NISTEP）「研究開発投資の経済的効果の評価（国際シンポジウム開催結果）」、2013年11月（2013b）。

八重倉孝「研究開発投資の費用配分と将来業績の関連性」、『無形資産の会計』、第9章、中央経済社、2006年、317-337頁。

安酸建二・緒方勇「利益調整行動と利益目標の達成圧力 一期中における利益調整手段としてのR&D費用削減に関する実証研究」、『管理会計学』、第20巻、第1号、2012年、3-21頁。

表1 研究開発費の使用部門の定義（日本）

	企 業	大 学	公的機関	非営利団体
～2010 年度	○会社 ○特殊法人・独立行政法人 (営利を伴う)	○大学の学部(大学院研究科, 大学病院等を含む) ○短期大学 ○高等専門学校 ○大学附置研究所 ○大学共同利用機関等	○国営研究機関 ○特殊法人・独立行政法人 (営利を伴わない) ○公営研究機関	○非営利団体
2011 年度～	○会社	○大学の学部(大学院研究科, 大学病院等を含む) ○短期大学 ○高等専門学校 ○大学附置研究所 ○大学共同利用機関等	○国営研究機関 ○特殊法人・独立行政法人 ○公営研究機関	○非営利団体

(出所) 『科学技術指標 2015 統計集』 5 頁。

表 2 各変数の記述統計量

Panel A：金額数値（単位は百万円）

	mean	sd	10%	50%	90%	skew	kurt
gdp	450,132,003	79,787,301	307,499,008	487,961,984	511,935,008	- 1.213	2.953
ent	9,748,522	2,904,843	5,136,634	10,630,161	12,745,840	- 0.648	2.352
univ	2,789,957	707,692	1,724,187	3,059,199	3,540,506	- 0.578	1.853
pub	1,212,669	287,916	725,685	1,335,473	1,483,211	- 0.720	2.027
npo	426,808	173,726	245,521	349,812	689,609	0.473	1.665

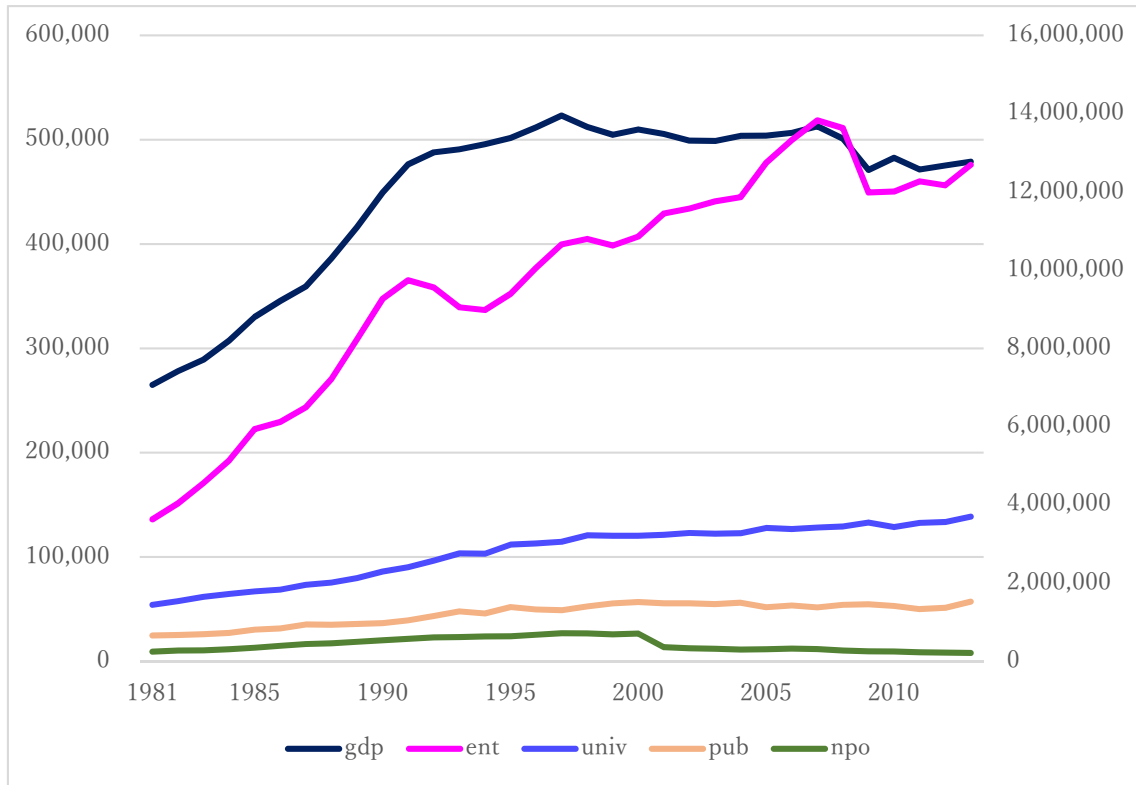
Panel B：対数

	mean	sd	10%	50%	90%	skew	kurt
ln_gdp	19.907	0.204	19.544	20.006	20.054	- 1.367	3.413
ln_ent	16.037	0.364	15.452	16.179	16.361	- 1.151	3.308
ln_univ	14.805	0.287	14.360	14.934	15.080	- 0.806	2.218
ln_pub	13.976	0.271	13.495	14.105	14.210	- 0.937	2.458
ln_npo	12.885	0.404	12.411	12.765	13.444	0.183	1.576

Panel C：対数差分

	mean	sd	10%	50%	90%	skew	kurt
$\Delta \ln_gdp$	0.019	0.033	- 0.021	0.011	0.071	0.041	2.713
$\Delta \ln_ent$	0.039	0.059	- 0.016	0.040	0.119	- 0.357	3.597
$\Delta \ln_univ$	0.029	0.029	- 0.004	0.029	0.068	0.043	2.057
$\Delta \ln_pub$	0.026	0.055	- 0.042	0.024	0.111	0.139	2.246
$\Delta \ln_npo$	- 0.004	0.139	- 0.075	0.019	0.098	- 3.526	17.828

図1 GDP と部門別 R&D の時系列推移



gdp は左側の目盛り（金額の単位は 10 億円），それ以外は右側の目盛り（金額の単位は百万円）である。

図2 対数値の時系列推移

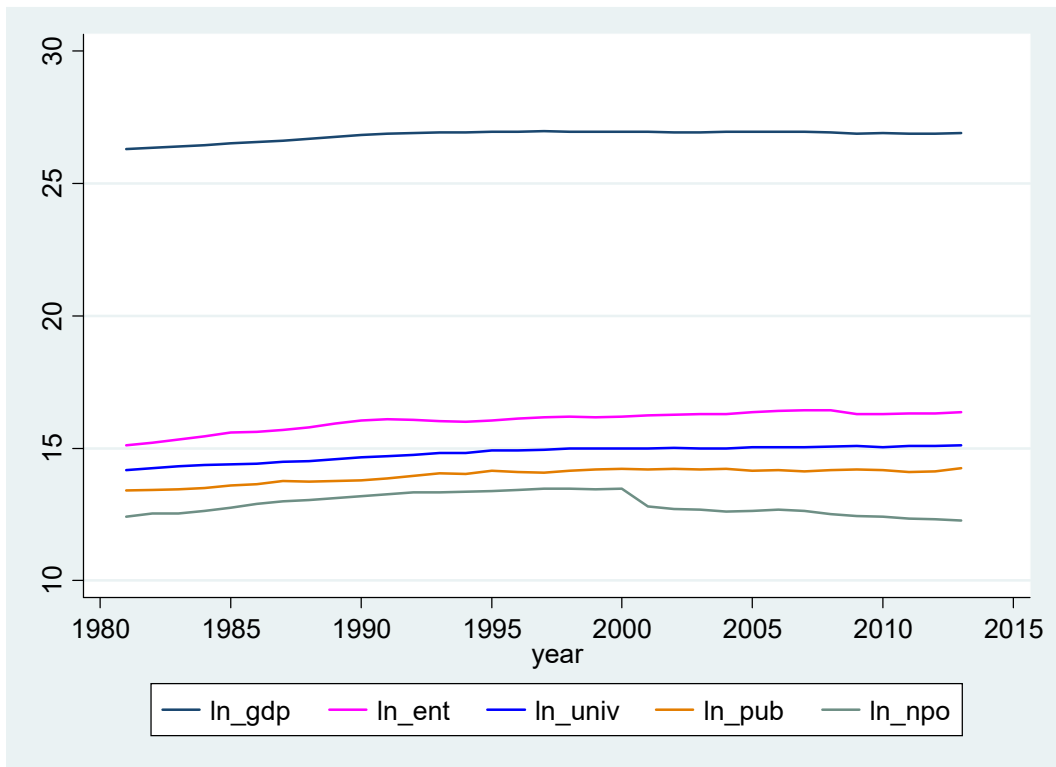


図3 対数差分値の時系列推移

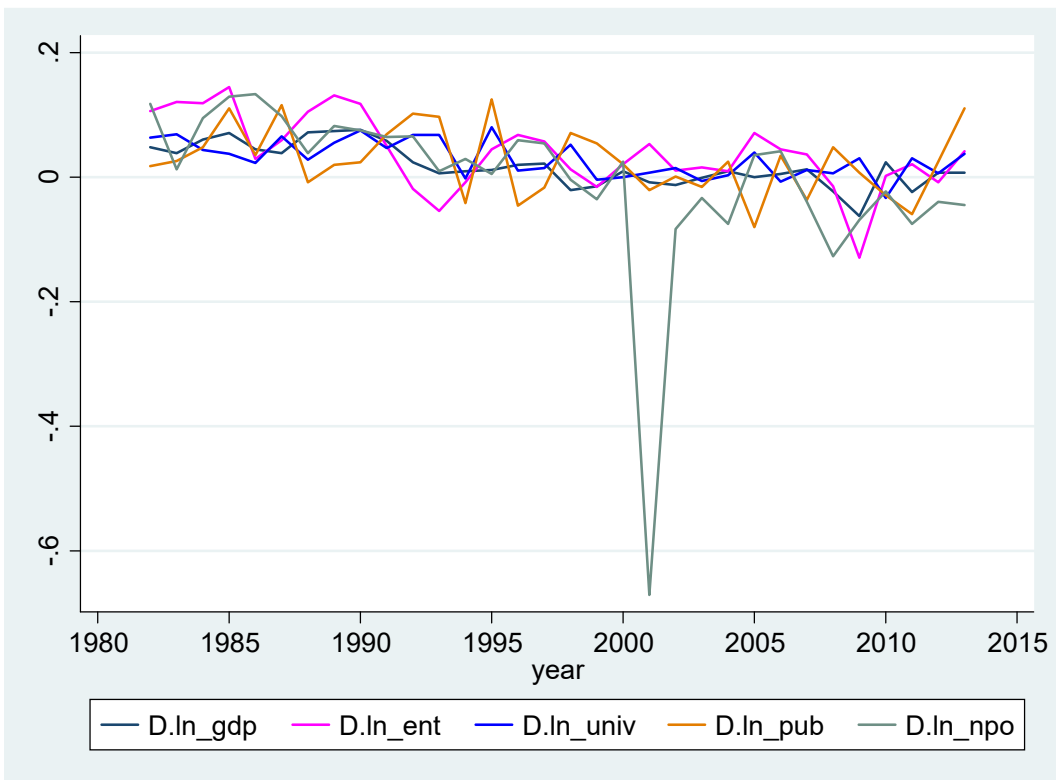


表3 因果性の分析：VAR

Panel A：対数

Dep. \ Indep.	ln_gdp	ln_ent	ln_univ	ln_pub	ln_npo
ln_gdp					
L1	1.3010 (4.69) [0.000]	1.2116 (2.71) [0.007]	0.6985 (2.99) [0.003]	- 0.3370 (- 0.63) [0.529]	- 0.3829 (- 0.24) [0.814]
L2	- 0.6300 (- 1.87) [0.061]	- 1.8571 (-3.42) [0.001]	- 0.2050 (- 0.72) [0.470]	0.7742 (1.19) [0.233]	3.3771 (1.71) [0.087]
ln_ent					
L1	- 0.0526 (- 0.43) [0.665]	0.7873 (4.02) [0.000]	- 0.1962 (- 1.91) [0.056]	- 0.0598 (- 0.26) [0.799]	0.3134 (0.44) [0.660]
L2	0.1337 (1.12) [0.263]	0.0480 (0.25) [0.803]	0.0827 (0.82) [0.412]	0.1107 (0.48) [0.631]	- 0.9237 (- 1.32) [0.187]
ln_univ					
L1	0.4377 (1.97) [0.049]	0.8767 (2.44) [0.015]	0.5026 (2.68) [0.007]	- 0.4876 (- 1.14) [0.256]	- 1.1258 (- 0.86) [0.388]
L2	- 0.5363 (- 2.85) [0.004]	- 0.7617 (- 2.51) [0.012]	0.4579 (2.89) [0.004]	0.8858 (2.44) [0.015]	0.4560 (0.41) [0.679]
ln_pub					
L1	- 0.0161 (- 0.17) [0.866]	0.0300 (0.20) [0.845]	- 0.1889 (- 2.35) [0.019]	0.1187 (0.65) [0.519]	- 0.2295 (- 0.41) [0.681]
L2	0.2136 (2.23) [0.026]	0.5667 (3.66) [0.000]	- 0.0591 (- 0.73) [0.466]	- 0.1559 (- 0.84) [0.400]	- 0.7688 (- 1.37) [0.171]
ln_npo					
L1	0.0427 (1.36) [0.173]	0.0718 (1.42) [0.156]	- 0.0567 (- 2.14) [0.032]	- 0.0070 (- 0.12) [0.907]	0.7370 (4.01) [0.000]
L2	- 0.0162 (- 0.50) [0.614]	- 0.0376 (- 0.73) [0.468]	0.0136 (0.50) [0.616]	0.0625 (1.01) [0.315]	- 0.1595 (- 0.85) [0.369]

表 3 因果性の分析：VAR

Panel A：対数 (つづき)

Indep. \ Dep.	ln_gdp	ln_ent	ln_univ	ln_pub	ln_npo
Constant	1.3368 (2.78) [0.005]	0.5482 (0.71) [0.480]	0.0507 (0.12) [0.901]	1.4555 (1.57) [0.117]	0.1959 (0.07) [0.945]
R-sq	0.9886	0.9906	0.9965	0.9791	0.9339
chi2	2,694.258	3,252.632	8,762.338	1,454.356	437.758
P>chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

表 3 因果性の分析：VAR

Panel B：対数差分

Indep. \ Dep.	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
$\Delta \ln_gdp$					
L1	0.4388 (1.51) [0.131]	1.0055 (1.86) [0.063]	0.7001 (3.62) [0.000]	0.2171 (0.36) [0.722]	- 0.5657 (- 0.35) [0.724]
L2	- 0.4234 (- 1.27) [0.206]	- 1.8643 (- 3.00) [0.003]	0.9250 (4.16) [0.000]	0.6948 (0.99) [0.323]	1.1409 (0.62) [0.536]
$\Delta \ln_ent$					
L1	0.0658 (0.46) [0.642]	0.3580 (1.36) [0.174]	- 0.2537 (- 2.70) [0.007]	- 0.4204 (- 1.41) [0.158]	0.0901 (0.12) [0.908]
L2	0.1530 (1.12) [0.262]	0.3277 (1.29) [0.196]	- 0.2238 (- 2.47) [0.013]	0.3236 (1.13) [0.259]	0.0293 (0.04) [0.969]
$\Delta \ln_univ$					
L1	0.5976 (2.59) [0.010]	1.0691 (2.49) [0.013]	- 0.4746 (- 3.09) [0.002]	- 0.1246 (- 0.26) [0.797]	1.2769 (1.00) [0.316]
L2	0.0808 (0.44) [0.659]	- 0.1631 (- 0.48) [0.631]	0.2284 (1.88) [0.060]	0.4997 (1.30) [0.193]	2.5355 (2.52) [0.012]
$\Delta \ln_pub$					
L1	- 0.0546 (- 0.57) [0.572]	- 0.1622 (- 0.90) [0.366]	- 0.0902 (- 1.41) [0.160]	- 0.4085 (- 2.01) [0.044]	- 0.3834 (- 0.72) [0.471]
L2	0.1342 (1.44) [0.150]	0.2818 (1.62) [0.104]	- 0.2130 (- 3.44) [0.001]	- 0.1827 (- 0.93) [0.351]	- 0.6300 (- 1.23) [0.220]
$\Delta \ln_npo$					
L1	0.0178 (0.55) [0.580]	0.0248 (0.41) [0.679]	- 0.0137 (- 0.64) [0.520]	0.0302 (0.45) [0.655]	- 0.0258 (- 0.15) [0.884]
L2	- 0.0061 (- 0.19) [0.853]	0.0259 (0.43) [0.669]	0.0084 (0.39) [0.697]	0.0500 (0.073) [0.466]	- 0.0338 (- 0.18) [0.851]

表3 因果性の分析：VAR

Panel B：対数差分（つづき）

Indep. \ Dep.	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
Constant	- 0.0124 (- 1.68) [0.092]	- 0.0020 (- 0.15) [0.882]	0.0285 (5.85) [0.000]	0.0144 (0.93) [0.352]	- 0.1133 (- 2.80) [0.005]
R-sq	0.6396	0.5722	0.7815	0.4365	0.3865
chi2	53.233	40.132	107.321	23.237	18.897
P>chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0416

3段の数値のうち、上段は係数、中段はz値、下段は有意確率をあらわしている。

図4 GDPのACとPAC（上段は対数，下段は対数差分）

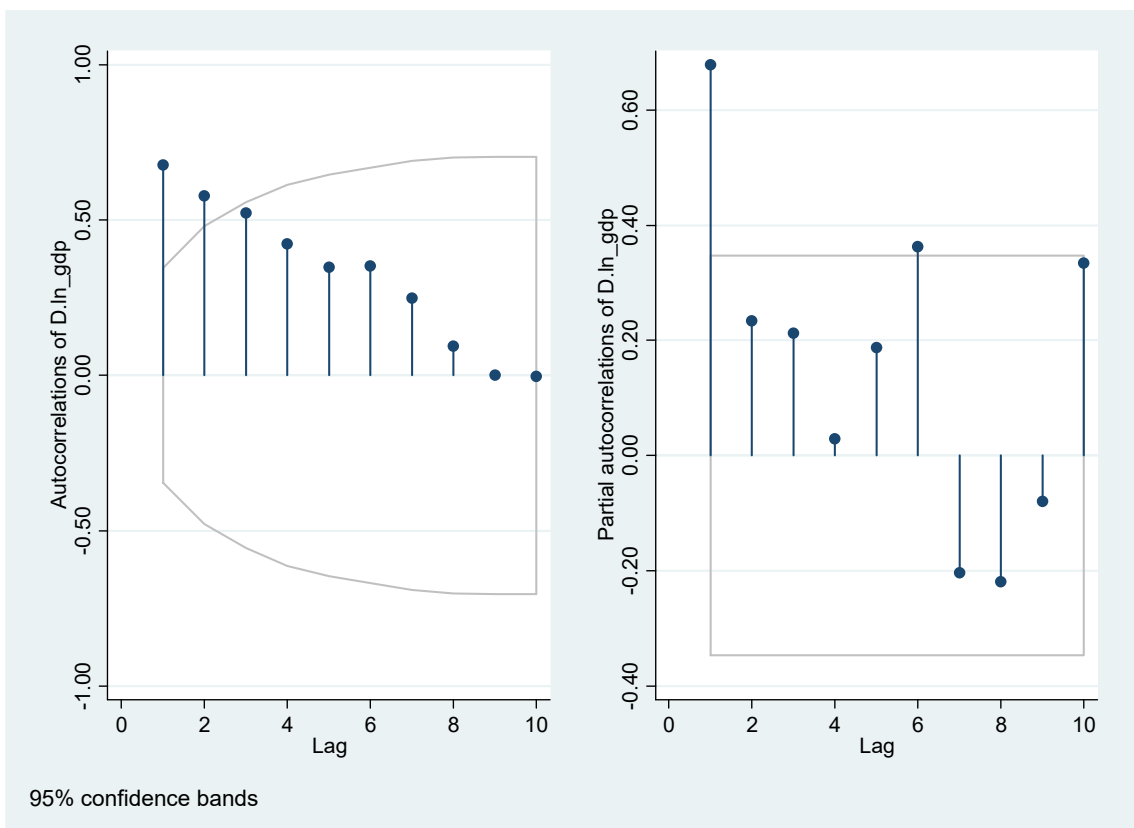
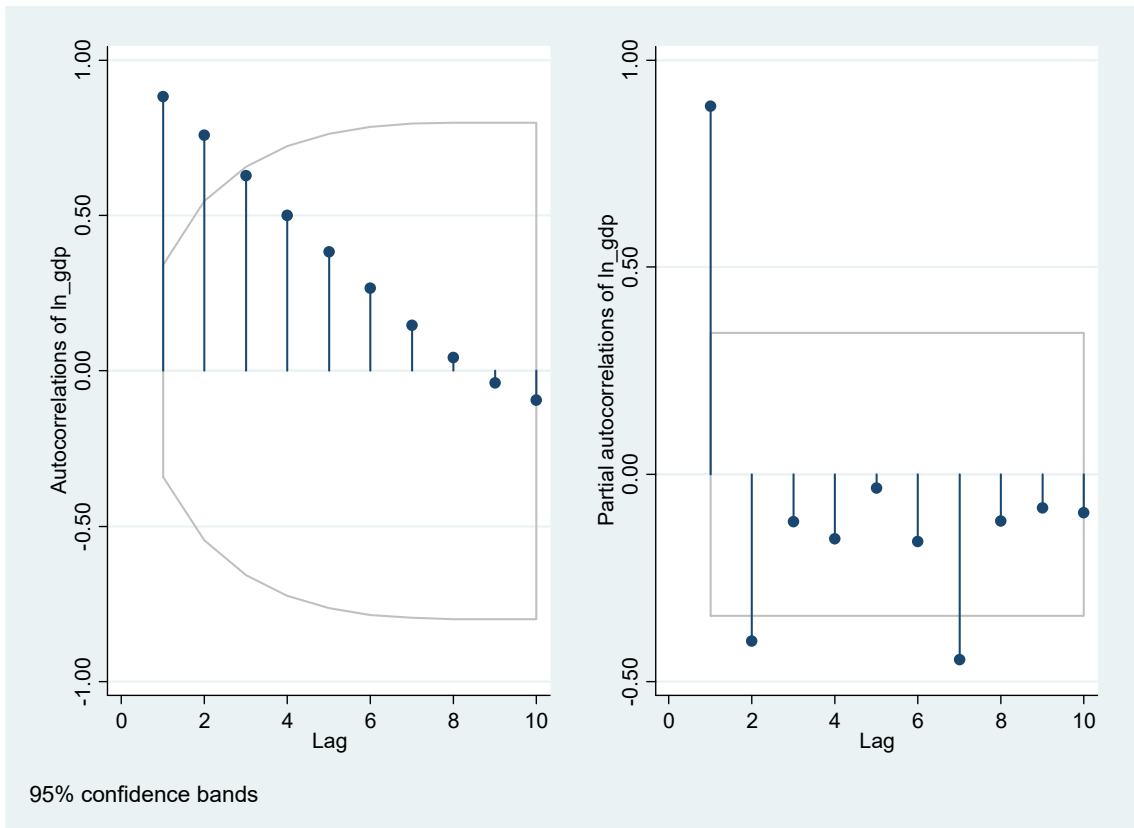


図5 企業部門のR&DのACとPAC（上段は対数，下段は対数差分）

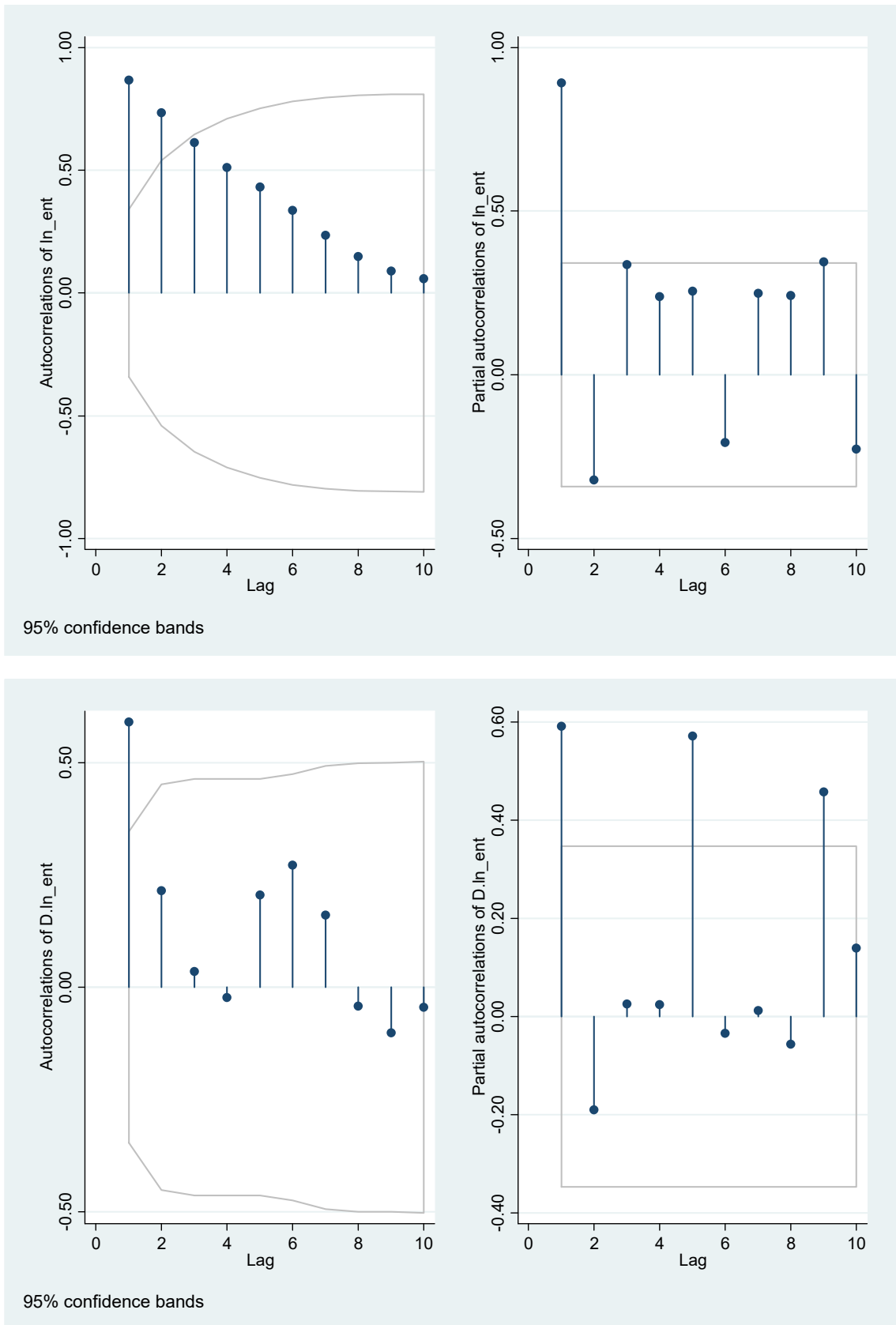


図6 大学部門のR&DのACとPAC（上段は対数，下段は対数差分）

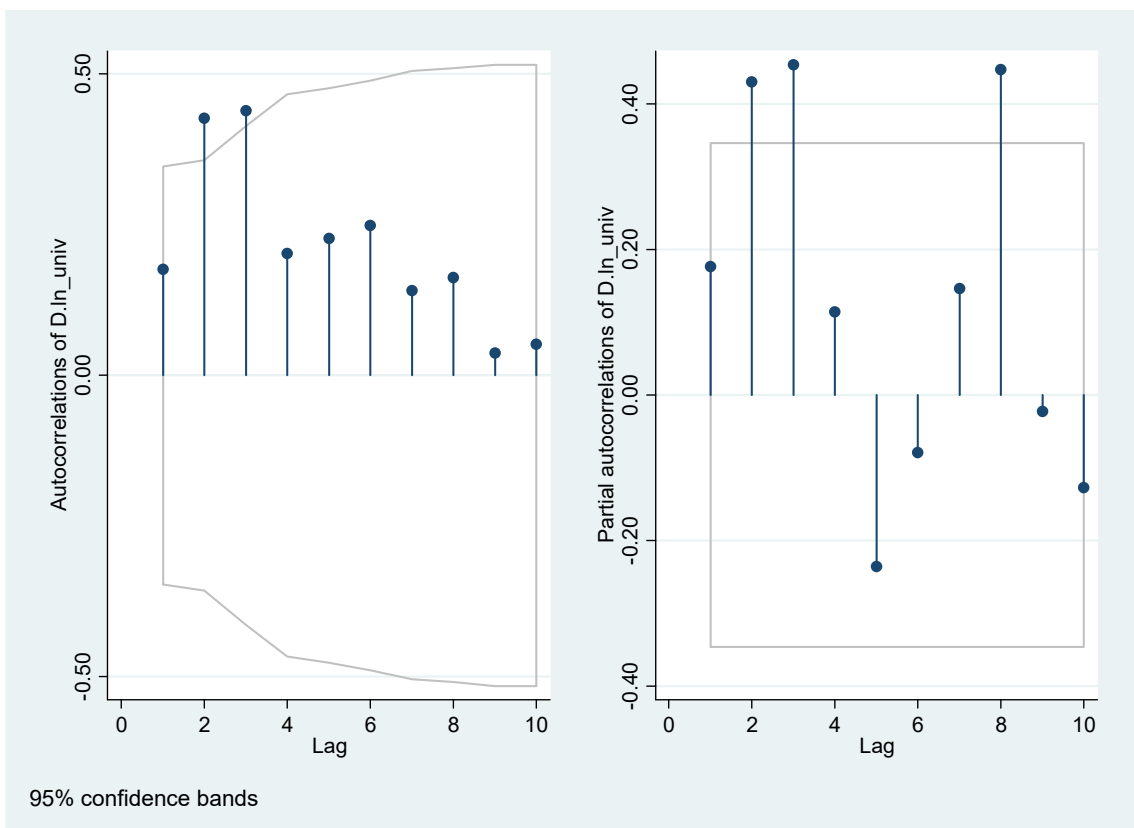
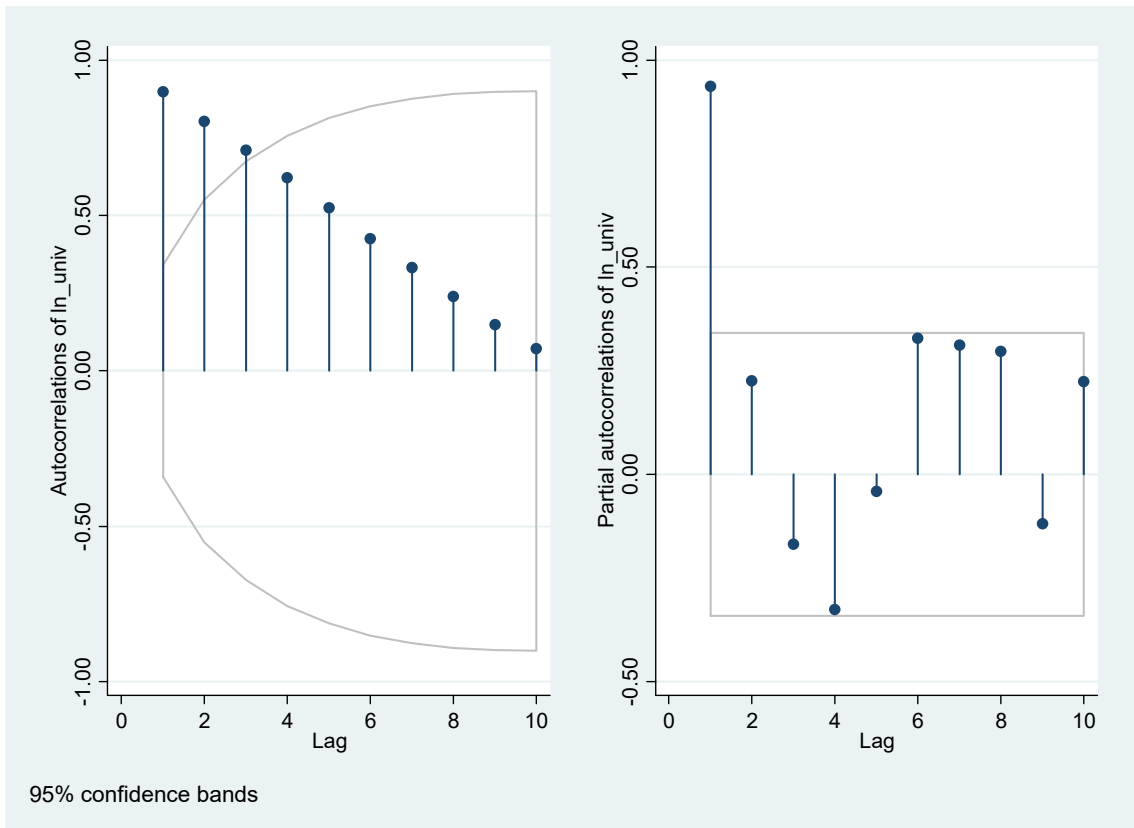


図7 公的機関部門のR&DのACとPAC（上段は対数，下段は対数差分）

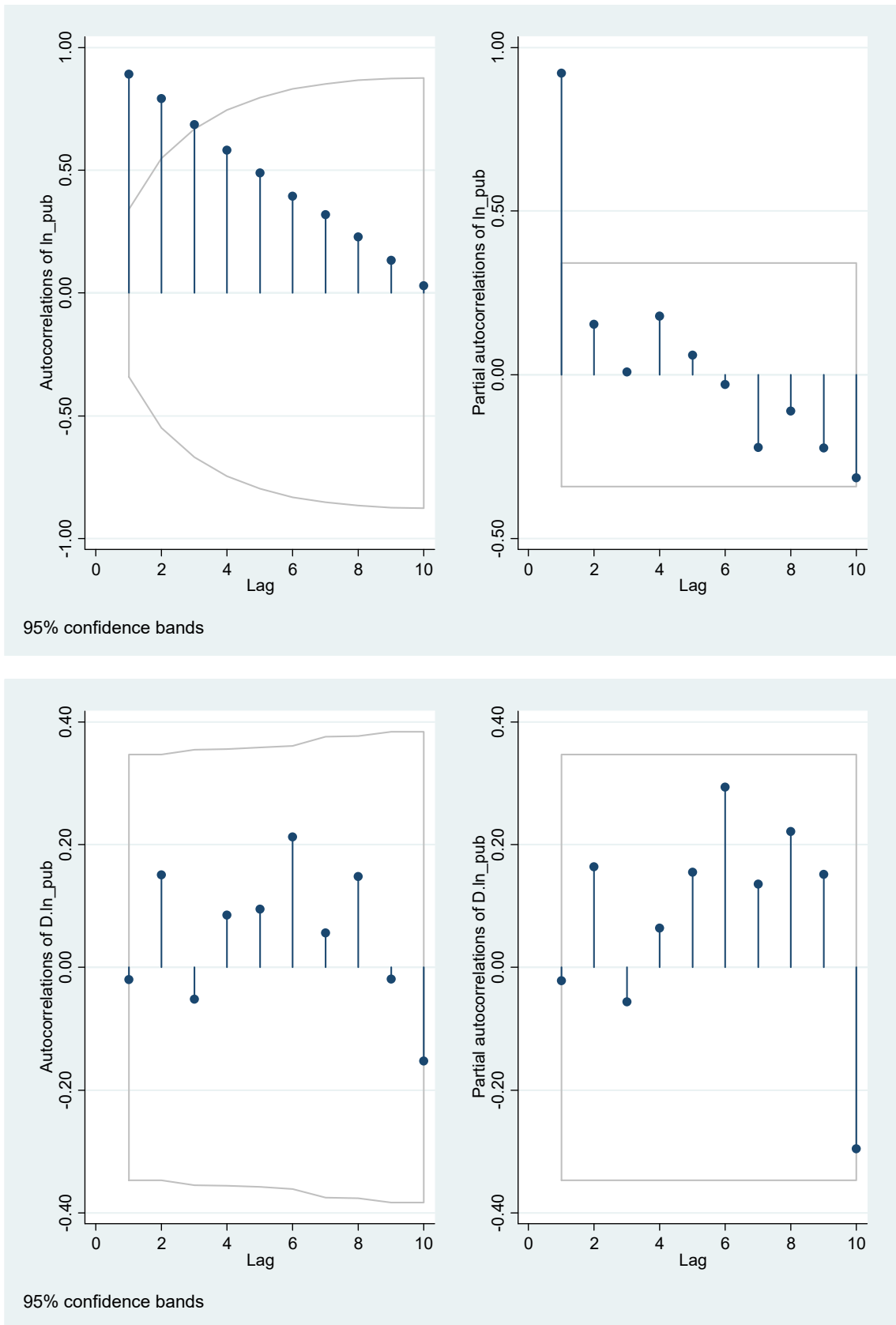


図8 NPO 部門の R&D の AC と PAC (上段は対数, 下段は対数差分)

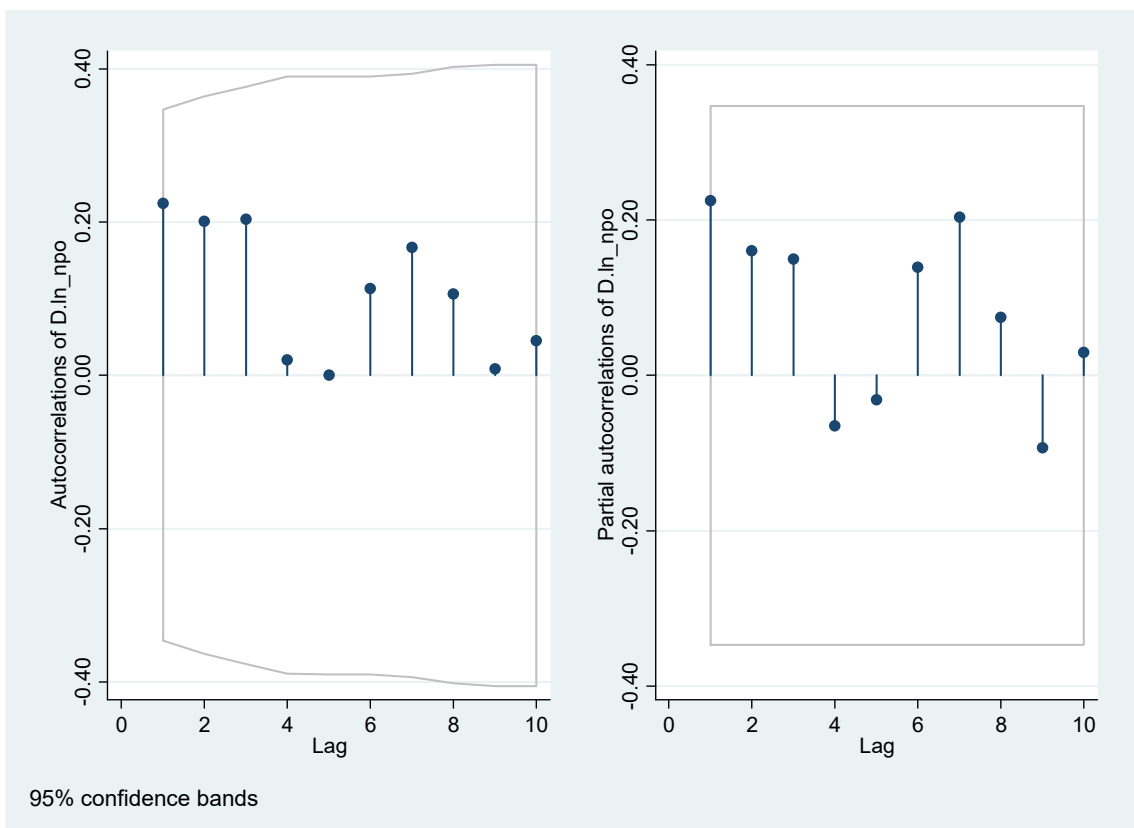
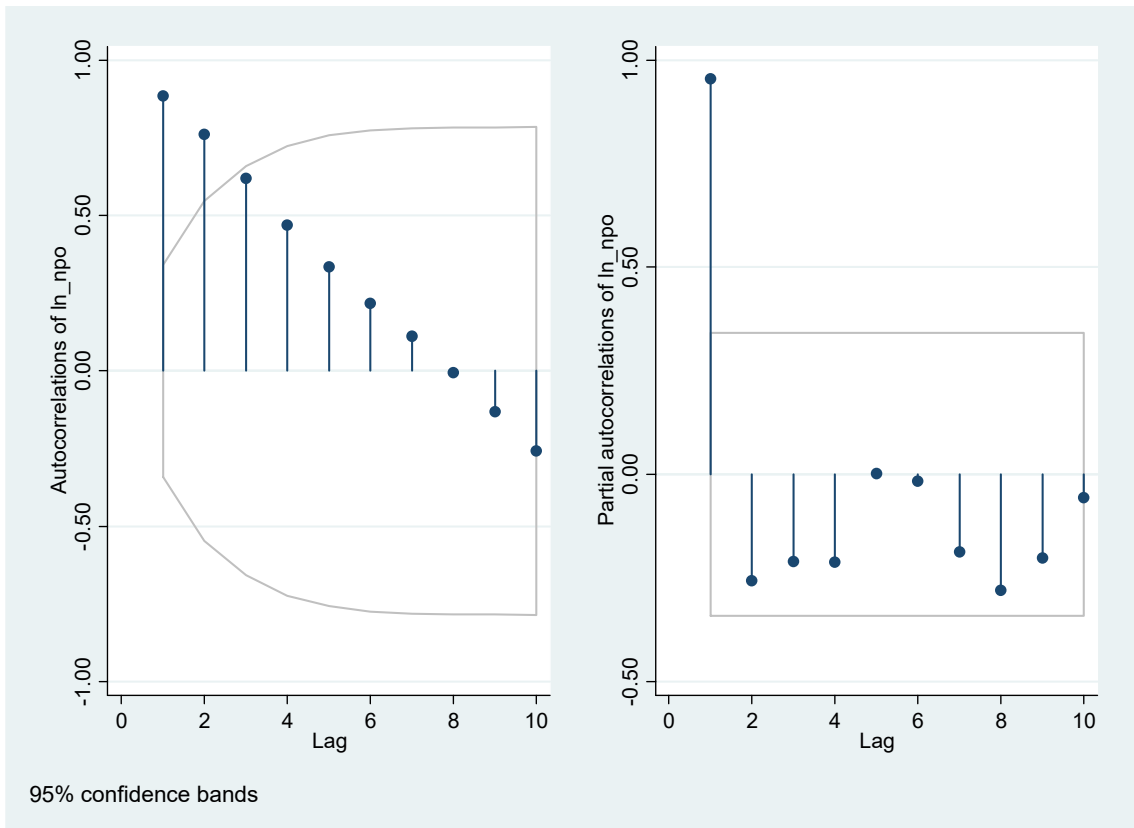


表 4 各変数の AC と PAC

Panel A: 対数

Variable	Lag	AC	PAC	Q	p -value
ln_gdp	1	0.8822	0.8876	28.091	0.0000
	2	0.7586	- 0.4015	49.530	0.0000
	3	0.6285	- 0.1131	64.736	0.0000
	4	0.5000	- 0.1552	74.692	0.0000
	5	0.3837	- 0.0333	80.764	0.0000
ln_ent	1	0.8668	0.8912	27.117	0.0000
	2	0.7347	- 0.3202	47.231	0.0000
	3	0.6135	0.3367	61.723	0.0000
	4	0.5103	0.2388	72.095	0.0000
	5	0.4319	0.2562	79.791	0.0000
ln_univ	1	0.8971	0.9368	29.050	0.0000
	2	0.8024	0.2264	53.035	0.0000
	3	0.7110	- 0.1679	72.497	0.0000
	4	0.6207	- 0.3253	87.839	0.0000
	5	0.5241	- 0.0408	99.171	0.0000
ln_pub	1	0.8907	0.9210	28.636	0.0000
	2	0.7907	0.1551	51.933	0.0000
	3	0.6863	0.0090	70.066	0.0000
	4	0.5807	0.1803	83.499	0.0000
	5	0.4880	0.0601	93.322	0.0000
ln_npo	1	0.8850	0.9549	28.272	0.0000
	2	0.7603	- 0.2565	49.810	0.0000
	3	0.6182	- 0.2101	64.524	0.0000
	4	0.4702	- 0.2120	73.328	0.0000
	5	0.3339	0.0023	77.928	0.0000

表4 各変数のACとPAC (つづき)

Panel B: 対数差分

Variable	Lag	AC	PAC	Q	p -value
$\Delta \ln_gdp$	1	0.6760	0.6786	16.037	0.0001
	2	0.5776	0.2337	28.137	0.0000
	3	0.5213	0.2120	38.334	0.0000
	4	0.4232	0.0285	45.292	0.0000
	5	0.3471	0.1880	50.148	0.0000
$\Delta \ln_ent$	1	0.5912	0.5912	12.269	0.0005
	2	0.2150	-0.1900	13.944	0.0009
	3	0.0348	0.0250	13.990	0.0029
	4	-0.0222	0.0241	14.009	0.0073
	5	0.2057	0.5705	15.714	0.0077
$\Delta \ln_univ$	1	0.1764	0.1766	1.093	0.2959
	2	0.4269	0.4299	7.703	0.0213
	3	0.4387	0.4538	14.924	0.0019
	4	0.2021	0.1143	16.511	0.0024
	5	0.2274	-0.2354	18.595	0.0023
$\Delta \ln_pub$	1	-0.0203	-0.0218	0.014	0.9043
	2	0.1505	0.1634	0.836	0.6583
	3	-0.0517	-0.0560	0.937	0.8166
	4	0.0853	0.0641	1.219	0.8749
	5	0.0948	0.1553	1.581	0.9035
$\Delta \ln_npo$	1	0.2237	0.2246	1.757	0.1850
	2	0.2006	0.1600	3.217	0.2002
	3	0.2032	0.1497	4.766	0.1898
	4	0.0201	-0.0649	4.782	0.3105
	5	0.0000	-0.0316	4.782	0.4431

検定統計量 Q は、変数の変動がホワイトノイズによるか否かの portmanteau(Q)である。

表5 ADF 検定の結果

Panel A	ln_gdp	ln_ent	ln_univ	ln_pub	ln_npo
Lag = 3	- 2.545 (0.3059)	- 2.393 (0.3834)	- 1.531 (0.8183)	- 1.468 (0.8399)	- 2.101 (0.5455)
Lag = 4	- 2.234 (0.4707)	- 1.845 (0.6826)	- 1.999 (0.6022)	- 1.211 (0.9081)	- 1.947 (0.6302)
Lag = 5	- 2.749 (0.2165)	- 2.521 (0.3174)	- 2.893 (0.1644)	- 1.337 (0.9081)	- 1.755 (0.7261)
Panel B	Δ ln_gdp	Δ ln_ent	Δ ln_univ	Δ ln_pub	Δ ln_npo
Lag = 3	- 1.981 (0.6118)	- 3.785 (0.0173)	- 1.310 (0.8854)	- 3.276 (0.0702)	- 2.672 (0.2478)
Lag = 4	- 1.693 (0.7540)	- 1.794 (0.7075)	- 1.944 (0.6318)	- 2.859 (0.1761)	- 2.612 (0.2744)
Lag = 5	- 1.266 (0.8961)	- 1.921 (0.6436)	- 2.031 (0.5847)	- 1.622 (0.7838)	- 2.075 (0.5599)

上段の数値は、検定統計量 $Z(t)$ であり、下段の数値は、それにたいする MacKinnon による有意確率である。帰無仮説は、「変数は単位根をもつ (=定常過程ではない)」である。

表6 Phillips-Perron 検定の結果

Panel A	ln_gdp	ln_ent	ln_univ	ln_pub	ln_npo
Lag = 3	- 1.828	- 4.042	- 1.818	- 2.397	- 3.167
	-1.637	- 2.368	- 1.322	- 1.228	- 1.643
	(0.7776)	(0.3966)	(0.8824)	(0.9045)	(0.7753)
Lag = 4	- 1.815	- 3.698	- 1.861	- 2.255	- 3.052
	- 1.644	- 2.507	- 1.322	- 1.203	- 1.637
	(0.7749)	(0.3246)	(0.8824)	(0.9099)	(0.7777)
Lag = 5	- 1.790	- 3.477	- 1.858	- 2.169	- 2.877
	- 1.658	- 2.669	- 1.322	- 1.188	(- 1.631)
	(0.7691)	(0.2493)	(0.8824)	(0.9130)	(0.7799)
Panel B	Δ ln_gdp	Δ ln_ent	Δ ln_univ	Δ ln_pub	Δ ln_npo
Lag = 3	- 21.681	- 16.589	- 45.197	- 32.999	- 30.008
	-3.739	- 3.199	- 6.629	- 6.197	- 5.042
	(0.0199)	(0.0846)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0002)
Lag = 4	- 21.445	- 13.281	- 46.719	- 31.044	- 29.079
	- 3.725	- 2.965	- 6.629	- 6.319	- 5.026
	(0.0208)	(0.1421)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0002)
Lag = 5	- 20.882	- 11.734	- 46.980	- 30.120	- 27.576
	- 3.692	- 2.861	- 6.630	- 6.402	- 5.009
	(0.0229)	(0.1753)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0002)

上段の数値は検定統計量 Z(rho), 中段の数値は検定統計量 Z(t)であり, 下段の数値は, それにたいする MacKinnon による有意確率である。帰無仮説は, 「変数は単位根をもつ (=定常過程ではない)」である。

表7 DF-GLS 検定の結果

	Lags				
	1	2	3	4	5
Panel A					
ln_gdp	- 0.877	- 1.263	- 1.568	- 1.714	- 1.887
ln_ent	- 1.330	- 0.960	- 1.063	- 1.132	- 1.603
ln_univ	- 0.417	- 1.064	- 2.370	- 2.921	- 2.572
ln_pub	- 0.800	- 1.098	- 1.065	- 1.132	- 1.319
ln_npo	- 0.839	- 1.029	- 1.238	- 1.131	- 1.094
Panel B					
Δ ln_gdp	- 2.570	- 2.063	- 2.090	- 1.755	- 1.372
Δ ln_ent	- 3.877	- 3.403	- 3.369	- 1.733	- 1.793
Δ ln_univ	- 3.151	- 1.615	- 1.455	- 1.929	- 2.145
Δ ln_pub	- 3.546	- 3.255	- 2.690	- 2.097	- 1.515
Δ ln_npo	- 3.338	- 2.600	- 2.693	- 2.695	- 2.215

数値は検定統計量の tau statistics であり, critical value は, 10%が^s -2.890, 5%が^s -3.190, 1%が^s -3.770 である。

表 8 日本の部門別 R&D と GDP

Panel A : 共和分の推定結果

	CE1	CE2	CE3
ln_gdp	1.0000	0.0000	0.0000
ln_ent	0.0000	1.0000	0.0000
ln_univ	0.0000	0.0000	1.0000
ln_pub	- 0.7976 (- 33.17) [0.000]	- 1.0484 (- 8.48) [0.000]	- 1.2578 (- 21.30) [0.000]
ln_npo	- 0.0552 (- 6.51) [0.000]	0.0759 (1.74) [0.081]	0.1051 (5.05) [0.000]
Constant	- 1.1183	- 2.4404	1.5056
chi2	5,195.624	172.694	1,027.456
P>chi2	0.0000	0.0000	0.0000

Panel B : 調整係数の推定結果

	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
CE1	- 1.8567 (- 7.60) [0.000]	- 2.0952 (- 5.68) [0.000]	0.5038 (1.55) [0.121]	1.0586 (1.40) [0.162]	1.1927 (0.31) [0.755]
CE2	0.1661 (2.61) [0.009]	- 0.1479 (- 1.54) [0.124]	- 0.1700 (- 2.00) [0.045]	- 0.2921 (- 1.48) [0.139]	- 1.3343 (- 1.34) [0.181]
CE3	- 0.0366 (- 0.47) [0.636]	- 0.4664 (- 4.00) [0.000]	- 0.0263 (- 0.26) [0.798]	0.9518 (3.98) [0.000]	- 0.4097 (- 0.34) [0.735]

表 8 日本の部門別 R&D と GDP

Panel C : VAR 部分の推定結果

Dep. \ Indep.	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
$\Delta \ln_gdp$					
L1	1.5265 (6.01) [0.000]	2.7279 (7.11) [0.000]	0.2441 (0.72) [0.470]	- 2.1163 (- 2.69) [0.007]	- 1.2452 (- 0.31) [0.754]
L2	1.8968 (5.29) [0.000]	1.3211 (2.44) [0.015]	0.5884 (1.23) [0.218]	0.0238 (0.02) [0.983]	4.1221 (0.73) [0.463]
L3	1.5531 (3.95) [0.000]	1.6687 (2.81) [0.005]	0.6939 (1.33) [0.185]	3.6130 (2.96) [0.003]	2.9326 (0.48) [0.634]
$\Delta \ln_ent$					
L1	- 0.2673 (- 2.05) [0.040]	- 0.4701 (- 2.39) [0.017]	- 0.0887 (- 0.51) [0.610]	0.8580 (2.12) [0.034]	0.2983 (0.15) [0.884]
L2	- 0.3992 (- 3.00) [0.003]	- 0.2316 (- 1.15) [0.249]	- 0.1867 (- 1.05) [0.292]	- 0.2292 (- 0.56) [0.578]	- 1.2430 (- 0.60) [0.551]
L3	- 0.3642 (- 3.26) [0.001]	- 0.3583 (- 2.13) [0.034]	- 0.1670 (- 1.12) [0.261]	- 0.6000 (- 1.73) [0.083]	- 0.3496 (- 0.20) [0.842]
$\Delta \ln_univ$					
L1	0.6619 (2.88) [0.004]	1.3468 (3.88) [0.000]	- 1.0810 (- 3.53) [0.000]	- 2.8766 (- 4.03) [0.000]	- 0.8375 (- 0.23) [0.816]
L2	1.3442 (4.72) [0.000]	1.7636 (4.11) [0.000]	- 0.5496 (- 1.45) [0.147]	- 2.5925 (- 2.94) [0.003]	1.2108 (0.27) [0.786]
L3	1.1763 (5.35) [0.000]	1.5803 (4.77) [0.000]	- 0.0667 (- 0.23) [0.820]	- 0.0107 (- 0.02) [0.987]	- 0.3711 (- 0.11) [0.914]

表 8 日本の部門別 R&D と GDP

Panel C : VAR 部分の推定結果 (つづき)

Dep. \ Indep.	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
$\Delta \ln_pub$					
L1	- 1.0763 (- 6.82) [0.000]	- 2.1168 (-8.89) [0.000]	0.0215 (0.10) [0.919]	0.6019 (1.23) [0.219]	- 1.3897 (- 0.56) [0.574]
L2	- 0.7439 (- 5.05) [0.000]	- 1.4267 (- 6.42) [0.000]	- 0.1570 (- 0.80) [0.423]	0.4357 (0.95) [0.340]	- 2.2562 (- 0.98) [0.328]
L3	- 0.4680 (- 4.38) [0.000]	- 0.7136 (- 4.42) [0.000]	- 0.0366 (- 0.26) [0.797]	- 0.2099 (- 0.63) [0.527]	- 1.6029 (- 0.96) [0.339]
$\Delta \ln_npo$					
L1	- 0.0395 (- 1.73) [0.084]	0.0188 (0.54) [0.586]	0.0127 (0.42) [0.678]	- 0.0601 (- 0.85) [0.397]	0.1059 (0.30) [0.767]
L2	0.0050 (0.23) [0.820]	0.1350 (4.11) [0.000]	0.0202 (0.70) [0.486]	- 0.0682 (- 1.01) [0.311]	0.1250 (0.37) [0.714]
L3	- 0.0231 (- 0.98) [0.328]	0.1134 (3.18) [0.001]	0.0312 (0.99) [0.321]	- 0.1338 (- 1.83) [0.068]	0.1188 (0.32) [0.748]
Constant	- 0.01472 (- 1.85) [0.065]	0.0202 (1.74) [0.082]	0.0454 (4.44) [0.000]	0.0058 (0.24) [0.807]	- 0.0111 (- 0.09) [0.927]
R-sq	0.9722	0.9796	0.9577	0.9099	0.5571
chi2	314.970	431.574	203.920	90.924	11.323
P>chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9125

3段の数値のうち、上段は係数、中段はz値、下段は有意確率をあらわしている。

表9 アメリカの部門別 R&D と GDP：日本の結果

Panel A：共和分の推定結果

	CE 1
ln_gdp	1.0000
ln_ent	140.7724 (6.47) [0.000]
ln_univ	- 673.5311 (- 13.79) [0.000]
ln_pub	424.8752 (13.69) [0.000]
ln_npo	341.3629 (16.06) [0.000]
Constant	- 3,395.858
chi2	271.7752
P>chi2	0.0000

Panel B：調整係数の推定結果

	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
CE1	- 0.0071	- 0.0023	0.0005	0.0027	- 0.0026
L1	(- 1.87) [0.061]	(- 1.31) [0.189]	(0.81) [0.419]	(1.80) [0.072]	(- 1.63) [0.103]

表9 アメリカの部門別 R&D と GDP

Panel C : VAR 部分の推定結果

Indep. \ Dep.	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
$\Delta \ln_gdp$					
L1	- 0.0217 (- 0.09) [0.928]	- 0.0185 (- 0.17) [0.864]	- 0.0333 (- 0.90) [0.370]	- 0.0468 (- 0.51) [0.610]	0.1209 (1.23) [0.219]
L2	0.2345 (0.86) [0.390]	0.1914 (1.53) [0.125]	- 0.0240 (- 0.56) [0.577]	- 0.0468 (- 0.44) [0.659]	- 0.0800 (- 0.70) [0.483]
L3	- 0.4340 (- 1.94) [0.053]	- 0.0423 (- 0.41) [0.679]	0.0847 (2.39) [0.017]	0.0227 (0.26) [0.794]	0.1806 (1.93) [0.054]
$\Delta \ln_ent$					
L1	0.2303 (0.47) [0.636]	0.8829 (3.97) [0.000]	0.0353 (0.46) [0.645]	- 0.1206 (- 0.64) [0.524]	0.2824 (1.39) [0.164]
L2	1.8133 (1.94) [0.052]	0.0530 (0.12) [0.901]	0.0644 (0.44) [0.662]	- 0.4216 (- 1.16) [0.246]	0.5049 (1.29) [0.196]
L3	1.2771 (1.99) [0.046]	- 0.0306 (- 0.140) [0.917]	0.0561 (0.55) [0.579]	0.1249 (0.50) [0.886]	0.2417 (0.90) [0.366]
$\Delta \ln_univ$					
L1	- 2.0693 (- 0.84) [0.402]	0.5427 (0.48) [0.630]	0.3903 (1.00) [0.317]	- 0.1163 (- 0.12) [0.904]	- 1.2647 (- 1.23) [0.220]
L2	- 0.7260 (- 0.32) [0.751]	- 0.8270 (- 0.79) [0.429]	0.2551 (0.71) [0.480]	0.3674 (0.41) [0.679]	0.7286 (0.76) [0.445]
L3	0.6902 (0.46) [0.644]	0.3803 (0.56) [0.578]	- 0.0198 (- 0.08) [0.933]	0.0830 (0.14) [0.886]	0.0764 (0.12) [0.903]

表9 アメリカの部門別 R&D と GDP

Panel C : VAR 部分の推定結果 (つづき)

Dep. \ Indep.	$\Delta \ln_gdp$	$\Delta \ln_ent$	$\Delta \ln_univ$	$\Delta \ln_pub$	$\Delta \ln_npo$
$\Delta \ln_pub$					
L1	3.5086 (1.53) [0.126]	0.7917 (0.76) [0.450]	- 0.2054 (- 0.57) [0.570]	- 1.3545 (- 1.52) [0.128]	1.3261 (1.39) [0.166]
L2	3.4866 (1.76) [0.078]	1.4242 (1.57) [0.115]	0.0268 (0.09) [0.932]	- 0.8713 (- 1.13) [0.258]	1.4027 (1.70) [0.090]
L3	3.5351 (2.07) [0.039]	0.2120 (0.27) [0.786]	- 0.1937 (- 0.72) [0.473]	- 0.8826 (- 1.33) [0.184]	0.4892 (0.69) [0.493]
$\Delta \ln_npo$					
L1	- 1.1179 (- 0.16) [0.875]	- 0.2124 (- 0.62) [0.533]	0.1843 (1.56) [0.118]	0.1379 (0.48) [0.634]	1.0644 (3.42) [0.001]
L2	1.4602 (1.81) [0.070]	0.1794 (0.49) [0.627]	- 0.1145 (- 0.90) [0.369]	- 0.2096 (- 0.67) [0.504]	- 0.0554 (- 0.16) [0.869]
L3	- 0.1765 (- 0.30) [0.766]	- 0.0387 (- 0.14) [0.886]	- 0.0314 (- 0.34) [0.738]	- 0.1246 (- 0.54) [0.589]	- 0.2620 (- 1.06) [0.290]
Constant	- 0.0025 (- 0.06) [0.949]	0.0138 (0.76) [0.448]	- 0.0018 (- 0.28) [0.778]	0.0058 (0.38) [0.707]	0.0005 (0.03) [0.978]
R-sq	0.8086	0.8186	0.9817	0.6889	0.9136
chi2	42.2590	45.1413	535.7185	22.1441	105.8024
P>chi2	0.0006	0.0002	0.0000	0.1792	0.0000

3段の数値のうち、上段は係数、中段はz値、下段は有意確率をあらわしている。

表 10 SEM による分析結果： Total Effects

Dep. Indep. \	$\Delta \ln_ent_{t-1}$		$\Delta \ln_gdp_{t-1}$		$\Delta \ln_gdp_t$	
	Coef.	<i>p</i> -value	Coef.	<i>p</i> -value	Coef.	<i>p</i> -value
ln_gdp						
L1					- 0.0748	0.300
ln_ent						
L1					- 0.0267	0.754
ln_univ						
L1					- 0.0043	0.968
$\Delta \ln_gdp$						
L1					0.1852	0.592
$\Delta \ln_ent$						
L1			0.4664	0.000	0.2458	0.046
L2	0.5637	0.004	0.1293	0.253	0.1032	0.221
$\Delta \ln_univ$						
L1	- 0.1269	0.720	0.0469	0.781	0.4006	0.023
L2	0.3195	0.321	0.5256	0.001	0.4520	0.008
L3	0.5333	0.093	0.5435	0.000	0.3624	0.060
R-sq	0.3802		0.6846		0.6750	