



Hitotsubashi University
Institute of Innovation Research



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

科学技術イノベーション政策のマクロ経済政策体系への導入に関する調査研究

2013年10月

赤池伸一* 萱園理† 藤田健一‡ 外木暁幸§ 花田真一**

【要旨】

科学技術イノベーション政策の経済的・社会的影響を測定するには、政策の変化、科学技術イノベーションシステムの変化、経済パフォーマンスの変化及び国民生活への影響を体系的に接続することが必要である。一方、従来の我が国あるいは海外における既存の代表的な政府マクロ経済モデルでは、技術進歩率が外生的に与えられるなど科学技術イノベーションを明示的に扱っているものは少ないのが実情である。第1に、科学技術イノベーション政策を代表的な経済モデルに接続するため、政策の構造化を図り、測定可能な指標群を構成した「科学技術イノベーション・モジュール」の開発を行うことによって、標準的な政策とマクロ経済モデルの接続を試行した。このためマクロ計量モデル(MaeSTIP; Macroeconomic Model for Science, Technology and Innovation Policy)を開発し、シミュレーションを試行した。第2に、科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係に関するエビデンスを充実することの必要性が複数の有識者から指摘されている。科学技術イノベーション政策の研究開発への影響、無形資産の一つとしての研究開発の生産性への効果は、不確実性があり、その因果関係も明らかではない。既存の調査研究を整理するとともに、現在までに収集可能なデータを用いて現実的に論証可能な範囲を明らかにする必要がある。このため、国際パネルデータ及び企業パネルデータを用いて検証を行った。国際パネルデータによる分析は先進13カ国の1981年から2010年についてR&DやMFP(Multi-Factor Productivity)のデータを収集し、実証分析を行った。企業R&Dに最も強く影響を与えているのはGDPであり、政府資金も促進要因となっている可能性が示唆された。MFPには国内企業の知識ストックが影響しているほか、海外の知識ストックのスピルオーバーも観測された。企業パネルデータによる分析は科学技術研究調査及び企業活動基本調査の企業単位の個票データを用いた。実証分析の結果、企業のTFP(Total Factor Productivity)と研究開発集約度(研究開発支出の対価加価値比)の間には有意に正の関係があり、製造業ではよりその傾向が強まるが非製造業では両者の関係は希薄になることが明らかとなった。また、TFPと研究開発集約度との関係にはタイムラグがあることも明らかになった。併せて、知識ストックの概念、測定方法等に関する課題を整理した。本調査研究の結果は、マクロ経済政策においては、SNA(国民経済計算)におけるR&D資本化の具体化や、大規模経済モデルへのR&Dや科学技術イノベーション政策の導入のための課題の抽出に資することが期待される。また、科学技術イノベーション政策においては、現科学技術基本計画のフォローアップや次期基本計画の検討のための基礎的な情報として、他の調査研究と相まって科学技術イノベーション政策の経済効果の測定に関する俯瞰的な知見を与えることが期待される。

JEL Classification: E17, O11, O32

キーワード: イノベーション、R&D、TFP、マクロ計量モデル、パネルデータ分析

* 一橋大学イノベーション研究センター教授、科学技術・学術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官、経済社会総合研究所客員研究官

† 株式会社リバルタス・コンサルティング シニアコンサルタント

‡ 科学技術政策研究所第3調査研究グループ総括上席研究官(2011年度まで)

§ 一橋大学イノベーション研究センター特任助手、科学技術・学術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官、経済社会総合研究所客員研究員

** 金沢星稜大学専任講師、科学技術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官(2012年度まで)

A Study on the Incorporation of Science and Technology Innovation Policy into the Macroeconomic Policy System

October, 2013

Shinichi AKIKE^{*}, Osamu KAYASONO[†], Kenichi FUJITA[‡], Akiyuki TONOGI[§], and Shinichi HANADA^{**}

ABSTRACT

This study advances the researches from two points of view for the purpose related to incorporation of science and technology innovation policy into the macroeconomic policy system. The first point is related to developing the "science and technology innovation module" by formulating the science and technology policy, for example the 4th Science and Technology Basic Plan, and verifying the policy effect on economic growth when the module is connected to the standard macro-econometric model. The simulation in the case of the expansion of government R&D investment in the MaeSTIP (Macroeconomic Model for Science, Technology and Innovation Policy) is implemented. The results demonstrate that the government R&D contributes to productivity improvement of our country, to increase the potential growth rate, and to stimulate the national demand through price decline and dip in costs in the medium to long term. The second point is related to examining empirically the relationship between science and technology innovation policy, productivity and R&D by using a corporate panel data and international panel data, after summarizing measurement methods of knowledge stock. In international panel data, MFP (Multi-Factor Productivity), R&D and related macroeconomic time series for 13 industrialized countries are collected for the period from 1981 to 2010. The results show that the business R&D is affected most strongly by GDP, and government funding is also an encouraging factor. In addition to knowledge stock of domestic companies have a consequence on the MFP, and the spillover of knowledge stock overseas is also mentioned. In the empirical analysis of companies' panel data, the individual data are collected from the Economic Census for Business Activity and Survey of Research and Development. In the result of the analysis, there is a positive relationship significantly between TFP (Total Factor Productivity) and the intensity of R&D in each individual company, and the correlation is stronger in the manufacturing sector than non-manufacturing sector. It shows also that there are lags on the relationship between R&D intensity and TFP revealed.

JEL Classification: E17, O11, O32

Keyword: Innovation, R&D, TFP, Macro Econometric Model, Panel Data Analysis

^{*} Hitotsubashi University, National Institute of Science and Technology Policy, and Economic and Social Research Institute.

[†] Libertas Consulting Co., Ltd.

[‡] National Institute of Science and Technology Policy (up to FY2011).

[§] Hitotsubashi University, National Institute of Science and Technology Policy, and Economic and Social Research Institute.

^{**} Kanazawa Seiryō University and National Institute of Science and Technology Policy (up to FY2012).

概要

科学技術イノベーション政策の経済的・社会的影響を測定するには、政策の変化、科学技術イノベーションシステムの変化、経済パフォーマンスの変化及び国民生活への影響を体系的に接続することが必要である。一方、従来の我が国あるいは海外における既存の代表的な政府マクロ経済モデルでは、技術進歩率が外生的に与えられるなど科学技術イノベーションを明示的に扱っているものは少ないのが実情である。

本調査は、二つのテーマから成り立っている。1つ目のテーマは科学技術イノベーション政策を代表的な経済モデルに接続するために政策の構造化を図り、測定可能な指標群を構成した「科学技術イノベーション・モジュール」の開発を行うことによって、標準的な政策とマクロ経済モデルをつなぐことを試行することである。先ず、政府や国際機関の保有する先行モデル等についてレビューを行い、それら先行研究を踏まえて可能な限り国際比較可能な集計指標や標準的な手法を用いて、科学技術イノベーション政策のマクロ経済政策体系への導入に関する調査を行った。

一方、科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係に関するエビデンスを充実することの必要性が複数の有識者から指摘されている。科学技術イノベーション政策の研究開発への影響、無形資産の一つとしての研究開発の生産性への効果は、不確実性があり、その因果関係も明らかではない。これまでに数多くの定量的、定性的な調査研究が行われており、これらの成果を整理するとともに、現在までに収集可能なデータを用いて現実的に論証可能な範囲を明らかにする必要がある。

これらの点を踏まえた2つ目のテーマは、科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係に関する既存文献のレビュー、関係データの収集・整理、変数間の関係性の推定等の調査研究を行い、エビデンスの整理・充実を図るというものである。本調査では、国際パネルデータ、企業パネルデータの二つのデータセットを用いて科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係に関する実証研究を行った。調査研究にあたっては、科学技術イノベーション政策が経済的・社会的な効果を生むには長期間を要することを考慮し、可能な限り長期にわたる時系列データを整備して分析を行った。併せて、知識ストックの概念、測定方法等に関する課題を整理した。

本調査研究の結果は、マクロ経済政策においては、SNA（国民経済計算）におけるR&D資本化の具体化や、大規模経済モデルへのR&Dや科学技術イノベーション政策の導入のための課題の抽出に資することが期待される。また、科学技術イノベーション政策においては、現科学技術基本計画のフォローアップや次期基本計画の検討のための基礎的な情報として、他の調査研究と相まって科学技術イノベーション政策の経済効果の測定に関する俯瞰的な知見を与えることが期待される。

第1部 科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルの接続に関する調査研究

1. 既存のマクロ経済モデル等に関する先行研究

- 国内外の主要な官庁や中央銀行、国際機関等が保有している代表的なマクロ経済モデルでは、生産要素として資本ストックと労働投入を用いたコブ・ダグラス型の生産関数が採用されることが多く、モデル上、技術進歩は一定のパラメータ、ないし TFP（全要素生産性）という変数はあるが数値はモデルの外から与える外生変数であるものがほとんどである。技術進歩を内生化し、マクロモデルに応用した事例としては IMF の MULTIMOD 拡張版モデル、ERASME プロジェクトの NEMESIS モデルがある。
- マクロエコノメトリックス研究会のエコノメイトモデルは TFP を外から与える標準的なマクロ計量モデルである。本研究ではエコノメイトモデルをベースとしては科学技術イノベーション政策を組み込んだマクロ計量モデルを構築する。
- R&D 資本ストックの推計においては、R&D 支出を恒久棚卸法で積み上げる手法が標準的だが、R&D の懐妊期間（研究開発がなされてから成果が結実するまでのタイムラグ）、R&D 資本ストックの陳腐化率について研究の必要性が認識されている。米国商務省経済分析局（BEA）の R&D サテライト勘定 では推計方法の一つとして、陳腐化率 15%、懐妊期間 0 年でストックを推計している。

2. 科学技術イノベーション政策の構造化

- 平成 7 年に制定された科学技術基本法では、「我が国における科学技術の水準の向上を図り、もって我が国の経済社会の発展と国民の福祉の向上に寄与するとともに世界の科学技術の進歩と人類社会の持続的な発展に貢献することを目的とする」という理念を掲げており、この理念の下に政府はこれまで累次の科学技術基本計画（以下、基本計画）を策定し、長期的視野に立って体系的かつ一貫した科学技術政策を実行してきた。現在は、平成 23～27 年度の 5 年間の計画期間とする第 4 期科学技術基本計画（平成 23 年 8 月閣議決定）が実行されているところである。
- 科学技術イノベーション政策を定量化して把握するため、第 4 期科学技術基本計画における研究開発目標に基づき、政府研究開発投資の指標化を試みた。ここでの研究開発目標をのちのマクロ計量モデルによるシミュレーションで用いる。

3. 科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルの接続に向けた試行

- 研究開発投資によって技術革新がなされ、生産プロセスへと反映されることで生産性、すなわち TFP が向上すると考えられる。具体的にはコブ・ダグラス型のマクロ生産関数を用いて TFP を推計したのち、TFP 上昇率には企業、大学、政府の R&D 資本ストック、及び海外からの技術導入ストックの増加率が影響を与えるものと想定して TFP 関数を推計し、「科学技術イノベーション・モジュール」を構成した。

- 科学技術政策研究所「研究開発関連政策が及ぼす経済効果の定量的評価手法に関する調査(中間報告)」を踏まえ、企業、大学・政府、海外からの技術導入について、それぞれの陳腐化率、懐妊期間を用いて R&D 資本ストックを推計した。R&D 支出を実質化するデフレーターについては組織別の研究支出デフレーターを用いた。
- 組織別の R&D 支出は負担源別研究費から配分率が一定と仮定して組み替え計算する。政府負担研究費と政府の一般会計や特別会計等の予算に計上される「科学技術関係経費」に定数をかけて推計する。民間、外国負担の研究費及び技術輸入額は名目 GDP の一定率で支出されるものと想定する。
- こうして推計した「科学技術イノベーションブロック」とエコノミートベースのマクロ経済モデルを接続することにより、研究開発が社会経済に影響を与え、そうした社会経済の動向がまた研究開発に影響を及ぼすというダイナミズムを盛り込んだ新たなマクロ計量モデル、MaeSTIP (Macroeconomic Model for Science, Technology and Innovation Policy) モデルを構築した。

第 2 部 科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係性に関する調査研究

1. 知識ストックに関する議論の背景

- 我が国経済に生産性の向上やイノベーションといった様々な進歩をもたらすものは、企業や大学等、あるいは政府によって行われる研究開発活動の短期的な水準や変動（フロー）だけではなく、それらを積み上げた科学技術知識の総体、いわば科学技術の水準ないしはポテンシャルであると考えられる。したがって、研究開発と生産性との関係性を分析するためには、研究開発のフローを知識のストックとして計測し、評価していく必要がある。
- 知識ストックは直接観測することはできないため、どのように定義し、計測していくかが課題となる。これまでに国内外で行われてきた様々な取り組みでは、大きく分けると特許ベース、あるいは研究開発費ベースでの計測が試みられてきた。特許ベースの計測手法では特許の出願や登録を知識のフローとし、特許収入期間の逆数を陳腐化率としてストックを推計する。一方、研究開発費ベースの計測手法ではフローの研究開発費に技術の陳腐化率、懐妊期間を考慮し、恒久棚卸法で積み上げてストックを推計する。
- 経済成長の源泉としての R&D への関心が高まってきたことを背景として、国民経済計算体系においても、従来の 93SNA では中間消費に位置付けられていた R&D を、次期 2008SNA では付随的な活動として扱わず、その産出を「知的財産生産物」として資産計上する（「R&D の資本化」）ことが勧告されている。日本での 2008SNA 導入における知識ストックの概念、推計の考え方等について、研究会において検討を行った。

2. 国際パネルデータを利用した変数間の関係性の推定

- OECD 諸国のパネルデータを利用し、研究開発と生産性の関係性に関する分析を試行した。データは Main Science and Technology Indicators をはじめとする OECD データベースを主に利用し、原則として 1981 年から 2010 年までを分析期間とした。分析対象国は先進国を中心に 13 カ国とした。生産性の指標としては OECD が推計した MFP（多要素生産性）を用いた。研究開発ストックは懐妊期間 0 年、陳腐化率 15% として推計した。人的資本ストックは高等教育を受けたものの割合と生産年齢人口から計算した。
- パネルデータ分析の結果、各国の企業 R&D に最も強く影響を与えているのは GDP であり、政府資金も促進要因となっている可能性が示唆された。MFP には国内企業の知識ストックが影響しているほか、海外の知識ストックのスピルオーバーも観測された。一方、大学や政府の研究開発によって企業 R&D が抑制されるクラウディングアウト、あるいは逆の補完効果、大学や政府の知識ストックからのスピルオーバー効果については観測されなかった。
- 民間資金による企業 R&D の実質 GDP に対する弾力性は短期で 0.9 前後、長期で 1.3 前後となり、長期的な弾力性は 1 を上回った。同様に、政府資金による企業 R&D に対する弾力性は短期で 0.04、長期で 0.05 程度となった。

註）多要素生産性(Multi Factor Productivity; MFP)は一般的に全要素生産性(Total Factor Productivity; TFP)と呼ばれている指標と概念的には同じものであり、OECD では自身が推計、公表しているデータをこう呼称している。

3. 企業レベルのマイクロデータを利用した変数間の関係性の推定

- 企業パネルデータによる分析は科学技術研究調査及び企業活動基本調査の企業単位の個票データを用いた。被説明変数となる全要素生産性 (TFP) や説明変数となる総研究開発集約度、性格別研究開発集約度 (基礎、応用、開発)、性質別研究開発集約度 (民間、公的)、その他の研究開発指標を企業単位で計算した。
- 実証分析の結果、企業の TFP (Total Factor Productivity) と総研究開発集約度の間には有意に正の関係があり、製造業ではよりその傾向が強まるが非製造業では両者の関係は希薄になることが明らかとなった。また、TFP と総研究開発集約度との関係には一定のタイムラグがあること等が明らかになった。
- 性格別研究集約度の全体的な傾向としては、基礎および開発研究は TFP に対して有意に正の影響を及ぼしているが、応用研究についての符号は正であるものの、有意性が低い結果となっている。また、有意性はタイムラグが 4 期のときに最も大きくなる (5 期よりも 4 期の方が大きい) 傾向が共通しており、性格によってタイムラグが異なる傾向は明確には観測されなかった。

- 性格別研究開発集約度、その他の研究開発指標については、おおむねいずれの変数についても TFP との間に有意な関係はみられなかった。

- 目次 -

序.....	1
はじめに.....	1
本調査の実施体制.....	2
第1部の構成.....	3
第2部の構成.....	4
第1部 科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルの接続に関する調査研究.....	6
第1章 既存のマクロ経済モデル等に関する先行研究.....	7
第1.1節 マクロモデルにおける生産関数、技術進歩と研究開発の取り扱い.....	7
1.1.1 国内外の官公庁、中央銀行、国際機関等の代表的モデル.....	7
1.1.2 その他のモデル.....	8
1.1.3 内生的技術進歩のマクロモデルへの応用事例.....	10
第1.2節 研究開発活動の生産性への影響分析の手法.....	14
1.2.1 産出の技術知識ストック弾力性を推定するアプローチ.....	14
1.2.2 研究開発の限界収益率を推定するアプローチ.....	15
第1.3節 研究開発ストックの推計.....	17
1.3.1 研究開発ストックの推計に関する先行研究事例.....	17
第2章 科学技術イノベーション政策の構造化.....	21
第2.1節 第4期科学技術基本計画の構造.....	21
2.1.1 全体構成.....	21
2.1.2 第4期基本計画で提示された課題.....	23
2.1.3 第4期基本計画で提示された課題達成に向けた条件づくり、政策展開.....	26
2.1.4 科学技術イノベーション政策の動向をあらわす代替指標の選定.....	28

第 2.2 節 第 4 期科学技術基本計画における研究開発目標の指標化	30
第 3 章 科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルの接続に向けた試行	32
第 3.1 節 科学技術イノベーション・モジュールの基本的な枠組み	32
3.1.1 モジュールの基本構造	32
3.1.2 科学技術イノベーション政策と経済モデルの接続点	33
第 3.2 節 モジュールを構成する主要変数	35
3.2.1 負担源別研究費	36
3.2.2 負担源別研究費から組織別研究費への接続	41
3.2.3 研究開発ストック	44
3.2.4 全要素生産性(TFP)	47
3.2.5 その他の関数及び定義式	53
第 3.3 節 MaeSTIP の全体構造	57
3.3.1 労働・生産、支出、賃金・物価ブロック	57
3.3.2 分配ブロック	58
3.3.3 科学技術イノベーションブロック	59
第 3.4 節 科学技術イノベーション政策による経済効果シミュレーションの試行	61
3.4.1 シミュレーションの前提	61
3.4.2 シミュレーション試行結果	64
第 4 章 調査結果と今後の課題	70
第 4.1 節 シミュレーション結果の概要	70
第 4.2 節 シミュレーション結果をみる際の留意点	71
第 4.3 節 今後の調査の方向性	72
参考資料	76
参考資料 A: 本調査で推計した TFP について	76
A.1 他の機関で推計された TFP との比較	76
A.2 成長会計からの検証	79

A.3	TFP と研究集約度	80
A.4	TFP 関数の推定	86
A.5	科学技術イノベーション政策の内部構造の変化による経済効果の分析.....	94
参考資料 B:	海外主要国における研究開発活動と生産性の関係性	96
B.1	MFP 成長率と研究集約度の推移.....	96
B.2	研究開発による MFP 関数の推定.....	107
参考資料 C:	MaeSTIP 関連資料.....	109
C.1	方程式体系.....	109
C.2	変数リスト.....	117
参考資料 D:	データ一覧.....	122
参考文献	128
第 2 部	科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係性に関する調査研究.....	131
第 1 章	知識ストックの概念、推計方法	132
第 1.1 節	知識ストックに関する議論の背景	132
第 1.2 節	知識ストックの計測方法	132
1.2.1	特許ベースと研究開発費ベース	132
1.2.2	先行研究における懐妊期間と陳腐化率.....	133
1.2.3	2008SNA における R&D の資本化.....	135
第 2 章	国際パネルデータを利用した変数間の関係性の推定	136
第 2.1 節	研究開発及び生産性の関係性等に関する先行研究	136
2.1.1	コブ・ダグラス型生産関数をベースとした TFP と R&D の関係性分析	136
2.1.2	国際パネルデータを利用した先行研究事例	137
2.1.3	TFP に含まれる諸要因.....	139
第 2.2 節	分析対象と利用データ	143
2.2.1	分析対象.....	143
2.2.2	分析に用いたデータ	143

2.2.3 各国の研究開発等の動向	145
第 2.3 節 国際パネルデータに基づく企業の研究開発の要因分析	151
2.3.1 分析の枠組み	151
2.3.2 分析結果	152
2.3.3 今後の課題	154
第 2.4 節 国際パネルデータに基づく研究開発と生産性の関係性分析	155
2.4.1 分析の枠組み	155
2.4.2 研究開発の生産性上昇効果についての分析結果	156
2.4.3 今後の課題	159
第 3 章 企業レベルのマイクロデータを利用した変数間の関係性の推定	161
第 3.1 節 分析用データの概要	161
3.1.1 被説明変数:TFP	161
3.1.2 説明変数:科学技術関連指標(以下の変数リスト)	162
第 3.2 節 科学技術関係指標と TFP 成長率の関係分析	164
3.2.1 TFP 成長率と総研究開発集約度の関係性	164
3.2.2 TFP 成長率と性格別研究開発集約度の関係性	168
3.2.3 TFP 成長率と性格別研究開発集約度、他の研究関連指標の関係性	174
3.2.4 今後の課題	178
参考資料	179
参考資料 A:R&D のストック化に関する先行調査研究(公的機関)	179
参考資料 B:知識ストックと生産性の関係性等の分析に関する先行調査研究(公的機関)	182
B.1 サーベイした先行研究事例の一覧	182
B.2 先行研究で採られていた分析方法、利用データ等の概要	184
B.3 収集した各先行研究の概要	188
参考資料 C:研究開発の経済分析に関する先行調査研究(学術文献)	202
C.1 R&D(知識)ストックの扱いについて	202

C.2 R&D の効果の指標について	202
C.3 生産関数について.....	202
C.4 スpillオーバーについて	203
C.5 その他.....	203
C.6 参考文献.....	203
参考資料 D:OECD 等の国際パネルデータからみた各国の研究開発等の動向	205
参考資料 E:生産性と知識ストックのタイムラグ構造.....	210
参考資料 F:国際パネルデータ一覧	216
参考資料 G:企業レベル TFP 測定のためのデータ加工方法について.....	230
参考資料 H:生産性と性格別研究開発集約度のタイムラグ構造	232
まとめ:今後の研究の方向性	239
科学技術イノベーション政策、研究開発及び知識ストックを取り巻く要因	239
SNA での知識ストックの計測について	242
知識のライフサイクル、知識の生産・利用プロセス等に関する調査研究の充実	243
謝辞.....	245

序

はじめに

科学技術イノベーション政策の経済的・社会的影響を測定するには、政策の変化、科学技術イノベーションシステムの変化、経済パフォーマンスの変化及び国民生活への影響を体系的に接続することが必要である。一方、従来の我が国あるいは海外における既存の代表的な政府マクロ経済モデルでは、技術進歩率が外生的に与えられるなど科学技術イノベーションを明示的に扱っているものは少ないのが実情である。

本調査は、二つのテーマから成り立っている。1つ目のテーマは科学技術イノベーション政策を代表的な経済モデルに接続するために政策の構造化を図り、測定可能な指標群を構成した「科学技術イノベーション・モジュール」の開発を行うことによって、標準的な政策とマクロ経済モデルをつなぐことを試行することである。先ず、政府や国際機関の保有する先行モデル等についてレビューを行い、それら先行研究を踏まえて可能な限り国際比較可能な集計指標や標準的な手法を用いて、科学技術イノベーション政策のマクロ経済政策体系への導入に関する調査を行った。

一方、科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性に関するエビデンスを充実することの必要性が複数の有識者から指摘されている。科学技術イノベーション政策の研究開発への影響、無形資産の一つとしての研究開発の生産性への効果は、不確実性があり、その因果関係も明らかではない。これまでに数多くの定量的、定性的な調査研究が行われており、これらの成果を整理するとともに、現在までに収集可能なデータを用いて現実的に論証可能な範囲を明らかにする必要がある。

これらの点を踏まえた2つ目のテーマは、科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性に関する既存文献のレビュー、関係データの収集・整理、変数間の関係性の推定等の調査研究を行い、エビデンスの整理・充実を図るというものである。本調査では、国際パネルデータ、企業パネルデータの二つのデータセットを用いて科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性に関する実証研究を行った。調査研究にあたっては、科学技術イノベーション政策が経済的・社会的な効果を生むには長期間を要することを考慮し、可能な限り長期にわたる時系列データを整備して分析を行った。

本調査研究の結果は、マクロ経済政策においては、SNA（国民経済計算）におけるR&D資本化の具体化や、大規模経済モデルへのR&Dや科学技術イノベーション政策の導入のための課題の抽出に資することが期待される。また、科学技術イノベーション政策においては、現科学技術基本計画のフォローアップや次期基本計画の検討のための基礎的な情報として、他の調査研究と相ま

って科学技術イノベーション政策の経済効果の測定に関する俯瞰的な知見を与えることが期待される。

本調査の実施体制

本調査研究は科学技術・学術政策研究所と一橋大学イノベーション研究センターの協力により実施した。また、科学技術・学術政策研究所は調査研究を株式会社リベルタス・コンサルティングに委託して実施した。

また、調査研究にあたっては、以下のタスクフォース及び科学技術イノベーション政策及び研究開発の経済効果測定に関する研究会より、調査の方向性や分析結果の考察等に関する助言を得て実施した。

【タスクフォース】

赤池伸一 科学技術・学術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官、一橋大学イノベーション研究センター教授（主査）

池内健太 科学技術・学術政策研究所第1研究グループ研究員（2012年度より）

岡村麻子 科学技術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官（2012年度まで）

坂下鈴鹿 科学技術・学術政策研究所第3調査研究グループ総括上席研究官（2012年度より）

外木暁幸 科学技術・学術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官（2013年度より）、一橋大学イノベーション研究センター特任助手

富澤宏之 科学技術・学術政策研究所科学技術・学術基盤調査研究室長

中野諭 科学技術・学術政策研究所科学技術動向センター客員研究官（2012年度より）、独立行政法人労働政策研究・研修機構研究員

花田真一 科学技術政策研究所第3調査研究グループ客員研究官（2012年度まで）、金沢星稜大学・専任講師

藤田健一 科学技術政策研究所第3調査研究グループ総括上席研究官（2011年度まで）

【株式会社リベルタス・コンサルティング 調査担当メンバー】

有泉久史 株式会社リベルタス・コンサルティング シニアコンサルタント

岩渕仁志 株式会社リベルタス・コンサルティング シニアコンサルタント

萱園理 株式会社リベルタス・コンサルティング シニアコンサルタント（主担当）

【科学技術イノベーション政策及び研究開発の経済効果測定に関する研究会（2012年度より）】

伊地知寛博 成城大学社会イノベーション学部教授

黒田昌裕 慶應義塾大学名誉教授、科学技術振興機構研究開発戦略センター 上席フェロー(主査)

中村洋一 法政大学経営システム工学科教授

永田晃也 九州大学経済学研究院教授

野村浩二 慶應義塾大学産業研究所准教授

深尾京司 一橋大学経済研究所教授、科学技術・学術政策研究所第1研究グループ客員総括主任
研究官

堀雅博 一橋大学経済研究所世代間問題研究機構教授

鷺津明由 早稲田大学社会科学総合研究院教授

【関係機関、オブザーバー】

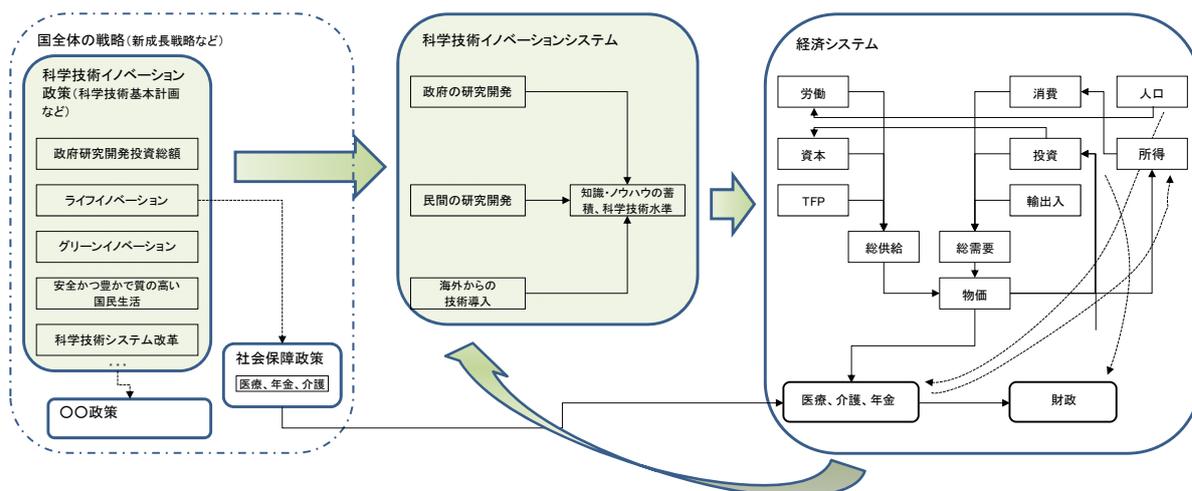
内閣府経済社会総合研究所

文部科学省科学技術・学術政策局政策科学推進室

第1部の構成

第1部は、科学技術イノベーション政策を構造化し、科学技術イノベーションシステムに関する測定可能な指標群を構成して、標準的なマクロ経済モデル（内閣府「経済財政モデル」等）に繋ぐことを目指したものである。

調査を実施するにあたっては、政府の研究開発投資などの科学技術イノベーション政策が政府や民間の研究開発活動に影響を及ぼし、研究開発活動の成果が我が国の生産性や成長力、さらには企業や家計、政府の経済活動をはじめとする様々な社会経済変数に効果をもたらし、その変化がまた政策や研究開発活動に影響するという構造を想定している。すなわち、本調査の主なターゲットは下図の網掛け部分のイメージとなる。



本調査では、まず第1章で、内外のマクロ経済モデルにおける研究開発や技術進歩の取り扱い、研究開発活動の生産性への影響を分析する手法、毎年毎年の研究活動の蓄積となる研究開発ストックの推計について、それぞれ先行研究のレビューを行い、本調査で検討を行うための基礎資料としてとりまとめた。

つづく第2章では、第4期科学技術基本計画を例にとって政策の構造化について検討し、定量化の可能性とマクロ経済モデルとの接続について検討を行う等、我が国の科学技術イノベーション政策の構造化と定量化を試みた。

第3章では、本調査で研究開発活動と生産性の影響をモデル化して開発した「科学技術イノベーション・モジュール」の構造について解説を行うとともに、既存のマクロ経済モデルとの接続可能性の検証のため、マクロエコノメトリクス研究会「エコノメイト年次マクロ経済モデル 2010年版（緊急改訂版 2011.04ver）」をベースに一部改修を加えたマクロ経済モデルと接続し、MaeSTIP（Macroeconomic Model for Science, Technology and Innovation Policy）を構築した。さらに、このMaeSTIPを利用して、第4期科学技術基本計画を踏まえた政府研究開発投資の拡充による経済効果シミュレーションを試行した。

第4章では、本調査の結果をとりまとめるとともに、分析結果をみる際の留意点、今後求められるさらなる詳細化や拡充の方向性について整理した。

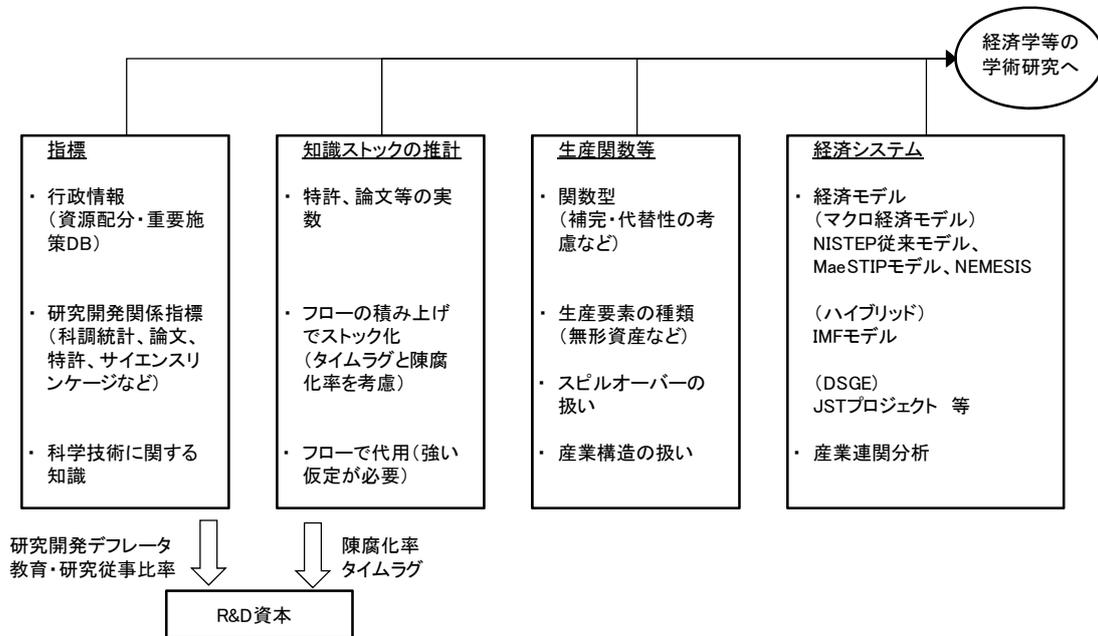
第2部の構成

第2部は科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係について、知識ストックの計測手法についてまとめた上で、国際パネルデータ及び企業パネルデータを用いて検証している。

第1章では、研究開発によって蓄積される知識ストックに関する議論の背景とその計測方法について、これまでの先行研究を整理するとともに、次期国民経済計算体系である2008SNAでのR&D資本化の動向、本調査で設置した研究会での議論等を取りまとめた。

第2章では、科学技術イノベーション政策と研究開発、生産性の関係性について国際パネルデータに基づいて包括的な実証分析を行った先行研究のサーベイを行い、分析方法や結果の概要について整理するとともに、現時点で利用可能な国際パネルのデータセットを整備し、政策と研究開発、生産性の関係性についての分析を試行し、結果を整理した。

第3章では、企業活動基本調査と科学技術研究調査の個票データを接続したデータセットを利用し、科学技術イノベーション政策と研究開発、生産性の関係性について個々の企業レベルのデータに基づくマイクロ分析を試行し、結果を整理した。



第 1 部

科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルの接続に関する調査研究

第1章 既存のマクロ経済モデル等に関する先行研究

第1.1節 マクロモデルにおける生産関数、技術進歩と研究開発の取り扱い

マクロモデルとは、国の経済の仕組みをマクロ経済学と計量経済学を基礎とし、所得や投資、輸出入などの変数相互の依存関係を方程式体系であらわしたものであり、結果を定量的に示すことができることから政策効果の検討や経済予測等に広く用いられている。

経済の需要と供給をそれぞれ推計し、それらのギャップが価格によって調整されていく、外的ショックが様々な変数に波及していくといった過程を考える上で、モデルの骨格を成すのが生産関数であり、そこから潜在GDPを求める際等に用いる全要素生産性（TFP）である。

ここでは、内外のマクロ経済モデルの事例について調査し、生産関数の構造、全要素生産性や技術進歩、研究開発の取り扱い等についてとりまとめる。

1.1.1 国内外の官公庁、中央銀行、国際機関等の代表的モデル

国内外の主要な官庁や中央銀行、国際機関等が保有している代表的なマクロ経済モデルでは、生産要素として資本ストックと労働投入を用いたコブ・ダグラス型の生産関数が採用されることが多く、モデル上、技術進歩は一定のパラメータ、ないしTFPという変数はあるが数値はモデルの外から与える外生変数であるものがほとんどである。例外はIMFのMULTIMODで、通常版は他モデルと同様に外生であるが、TFPを内生化した拡張版モデルが存在している（詳細は第1.1.3小節を参照）。

なお、近年のマクロ経済モデルにおいては、経済理論と統合的な長期均衡を考慮しつつデータへのフィットも重視した、いわゆる「ハイブリッド型モデル」が主流となっている。ハイブリッド型モデルと従来型モデルとの違いについて明確な定義はないが、ハイブリッド型モデルでは、短期的には均衡からの乖離を許容しつつも長期的には経済理論に基づく均衡関係に収束していく関係を直接記述したエラーコレクション型の関数を採用している、経済主体が現在や過去のみならず将来の状況までも考慮に入れて最適な行動をとる合理的な期待形成が考慮されているといった特徴がみられる。下表では、参考として、各モデルがハイブリッド型モデルと公称しているか、エラーコレクション型関数や合理的期待を採用しているかどうかについて備考欄に記述した。なお、備考欄に記載がない場合、公表されているモデル文書に該当する記述がみつけれなかったことを意味しているが、実際に当該モデルがハイブリッドモデル的な特徴を備えていないと断定したものではない。

図表 1-1 国内外の官公庁、中央銀行、国際機関等の代表的なマクロモデル

開発主体	生産関数	技術進歩、研究開発	備考
内閣府 「経済財政モデル」	民間資本ストック、労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	TFP 上昇率という外生変数があり、潜在 GDP の算出に用いられている。	
内閣府 「都道府県別経済財政モデル」	民間資本ストック、社会資本ストック、労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	生産関数を用いて導出した TFP 上昇率という外生変数があり、潜在 GDP の算出に用いられている (TFP は HP フィルターを適用して平滑化している)。	
内閣府経済社会総合研究所 「短期日本経済マクロ計量モデル」	民間資本ストック、労働投入を生産要素とし、ハロッド中立的な労働節約的な技術進歩を仮定した CES 型 ¹	潜在 GDP 等は生産関数で推定した技術進歩や効率、資本分配率などのパラメータ (定数) で定義。	エラーコレクション型関数を採用、合理的期待形成を考慮
日本銀行 「Q-JEM」	民間資本ストック、労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	技術進歩はモデル上明示的に扱われていない。生産関数を用いて導出した TFP を HP フィルターで平滑化した上で潜在 GDP を求め、その成長率が外生変数となっている。	「ハイブリッド型モデル」と公称、エラーコレクション型関数を採用、将来の期待形成を考慮
FRB (米国連邦準備銀行) 「FRB/GLOBAL」	労働投入、民間企業資本ストック、住宅ストック、石油需要を生産要素としたコブ・ダグラス型	技術進歩はモデル上明示的に扱われていない。潜在 GDP は資本と労働等の生産要素、生産関数の推定パラメータ (定数) に基づいて定義。	エラーコレクション型関数を採用、適応的期待と合理的期待を選択可能
IMF (国際通貨基金) 「MULTIMOD mark III」	資本ストックと労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	生産関数を用いて導出した TFP 上昇率という変数があり、潜在 GDP の算出に用いられる。TFP は外生だが、 <u>TFP を内生化した拡張版</u> がある (拡張版では研究開発は GDP 比で求められ、TFP に影響を与える)。	エラーコレクション型関数を採用、合理的期待形成を考慮
OECD (経済協力開発機構) 「NEW GLOBAL MODEL」	民間資本ストック、労働投入を生産要素とし、ハロッド中立的な労働節約的な技術進歩を仮定したコブ・ダグラス型	具体的なモデル定式化は掲載されていないが、技術進歩は外生と記述されている。	エラーコレクション型関数を採用

1.1.2 その他のモデル

その他、官公庁や中央銀行、国際機関の公式なモデルではないが代表的なマクロモデルをいくつか紹介する。なお、財務省財務総合政策研究所や経済産業研究所のモデルについては、財務省や経済産業省が政策の検討等に公式に活用し、継続的にメンテナンスされていくモデルであるのかどうか位置づけが现阶段では不明であるため、こちらに分類した。

日本経済研究センターの JCER 環境経済モデルは一般的な構造のマクロ経済モデルに CO₂ 排

¹ CES (Constant elasticity of substitution) 型関数は投入要素間の代替弾力性は一定であるが、コブ・ダグラス型関数と異なり、代替弾力性を先験的に 1 と仮定しない関数。

出量等を推計する仕組みを盛り込んだものであるが、生産関数や技術進歩については他の多くのモデルと同様の構造となっている。

エコノメイトモデルはデータからモデル体系、シミュレーション環境までをパッケージ化したものであり、GDP 等主要系列を独自に遡及推計して内閣府の公式統計よりも長期にわたる系列を確保していること、モデルのカスタマイズが可能であること等から、本分析での作業のベースとして利用した。

NEMESIS モデルは、R&D 支出や他産業や政府、海外からのスピルオーバーまで含んだ知識ストックという変数があり、資本から非熟練・熟練労働、エネルギーや中間投入といった様々な生産要素で構成された生産関数の各項で知識ストックによるイノベーションが考慮される等、今回とりあげたモデルの中では最も進んだ取り組みがなされている（詳細は第 1.1.3 小節を参照）。

図表 1-2 その他のマクロモデル

開発主体	生産関数	技術進歩、研究開発	備考
財務省財務総合政策研究所、京都大学経済研究所 「財政経済モデル」	民間資本ストック、労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	TFP は外生変数であり、潜在 GDP の算出に用いられている。	
財務省財務総合政策研究所、京都大学経済研究所 「フォワード型マクロ経済モデル」	民間資本ストック、労働投入を生産要素とし、ハロッド中立的な労働節約的な技術進歩を仮定したコブ・ダグラス型	TFP 上昇率は外生であり、潜在 GDP の算出に用いられている。	合理的期待形成を考慮
経済産業研究所 「MEAD-RIETI モデル」	民間資本ストック、労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	技術進歩は外生（ソロー残差をスムージングして算出した TFP を利用）。	「ハイブリッド型モデル」と公称、エラーコレクション型関数を採用、一部に合理的期待を考慮
日本経済研究センター 「JCER 環境経済マクロモデル」	労働投入、資本、エネルギーを生産要素としたコブ・ダグラス型	技術進歩は外生。	
マクロエコノメトリックス研究会 「Economate Macro」	民間資本ストック、労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型	TFP はモデル変数として存在せず、潜在 GDP は資本と労働のほか、生産関数で推定したパラメータ（定数項、タイムトレンド）に基づいて定義。	
ERASME プロジェクト 「NEMESIS MODEL」	30 の産業部門毎に、資本、非熟練労働、熟練労働、中間財、エネルギーの5つの投入要素で構成され、2つの要素ごとに推定する入れ子構造の CES 型関数。各生産要素には知識ストックと R&D 支出で説明されるイノベーション項が加味される。	<u>自産業の R&D ストックのほか、他産業や公的部門、海外からのスピルオーバーを考慮した知識ストックをモデル変数に持ち、生産関数のほか輸出入関数の説明変数にも入り、直接影響を及ぼす</u> 形で定式化。	

1.1.3 内生的技術進歩のマクロモデルへの応用事例

技術進歩を内生化し、マクロモデルに応用した事例である IMF の MULTIMOD 拡張版、ERASME プロジェクトの NEMESIS モデルについて、その取り組みは以下のようなものであった。

(1) MULTIMOD

MULTIMOD では生産関数は、資本ストックと労働投入を生産要素としたコブ・ダグラス型生産関数である。標準版モデルでは全要素生産性(TFP)は外生であるが、R&D 支出はイノベーションや技術進歩、経済成長に影響を与える重要な要素であるとして内生化して分析可能な拡張版が存在している。

拡張版 MULTIMOD では、R&D 支出を対 GDP 比で求める形で内生化し、フローである R&D 支出を積み上げてストックを推計している。

この R&D ストックを説明変数とした TFP 関数は以下のとおりである。これは先に紹介した、知識ストックの弾力性を推定する形の定式化である。ストックや輸入比率にかかるパラメータは各国共通であり、定数項のみが国や地域によって異なっている。

MULTIMOD は多国モデルであることから、自国の知識ストックに海外からのスピルオーバーをも考慮している。なお、海外の知識ストックはその国の輸入をウェイトとして合算したものである。また、ある国が製造のための中間財を輸入するとき、海外で改良された製品でも、それを輸入して使用することで恩恵が得られる。つまり、そうしたスピルオーバーの効果は輸入比率が高い国ほど大きくなるとして定式化されている。

G7 各国：

$$\log(F) = \phi_1 + 0.24\log(SD) + 0.26m \cdot \log(SF) - 3.18m$$

その他の工業化の進展度の低い国・地域：

$$\log(F) = \phi_2 + 0.08\log(SD) + 0.26 m \cdot \log(SF) - 3.18m$$

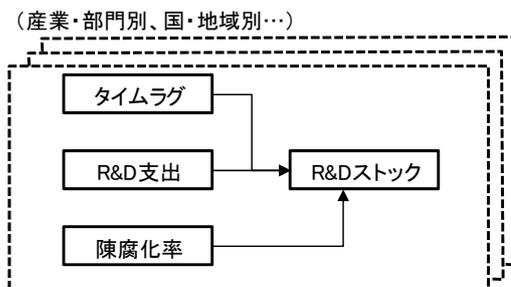
F : TFP、SD : 国内 R&D ストック、SF : 海外 R&D ストック、m : 輸入比率

政府支出や減税が GDP に与える影響についてシミュレーションを行った結果、TFP を内生化することにより財政政策の効果がより大きく、期間も長期にわたるものとなったと結論付けている。

(2) NEMESIS

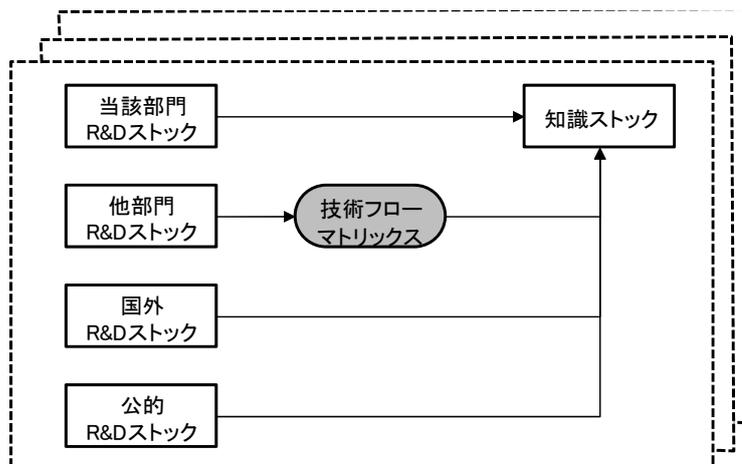
NEMESIS モデルの生産関数は 30 の産業部門毎に、資本、非熟練労働、熟練労働、中間財、エネルギーの 5 つの投入要素で構成され、2 つの要素ごとに推定する入れ子構造の CES 型生産関数である。研究開発がこの生産関数に接続されている経路は以下のとおりである。

まず、R&D 支出は陳腐化を考慮して積み上げることで R&D ストックとする。R&D 支出の懐妊期間（研究開発がなされてから成果が結実するまでのタイムラグ）は民間企業で 1 年、公的機関等で 3 年と設定されている。



注：ERASME, “NEMESIS Reference Manual”, 2010 より作成（以下、同様）

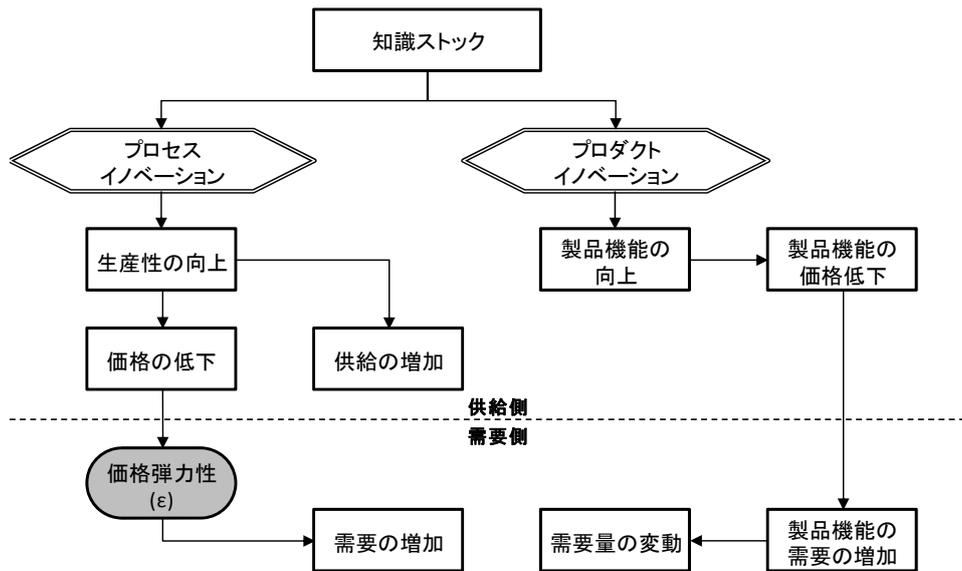
さらに自部門のストックに他部門や公的部門、海外からのスピルオーバーを考慮し、知識ストックを求める。



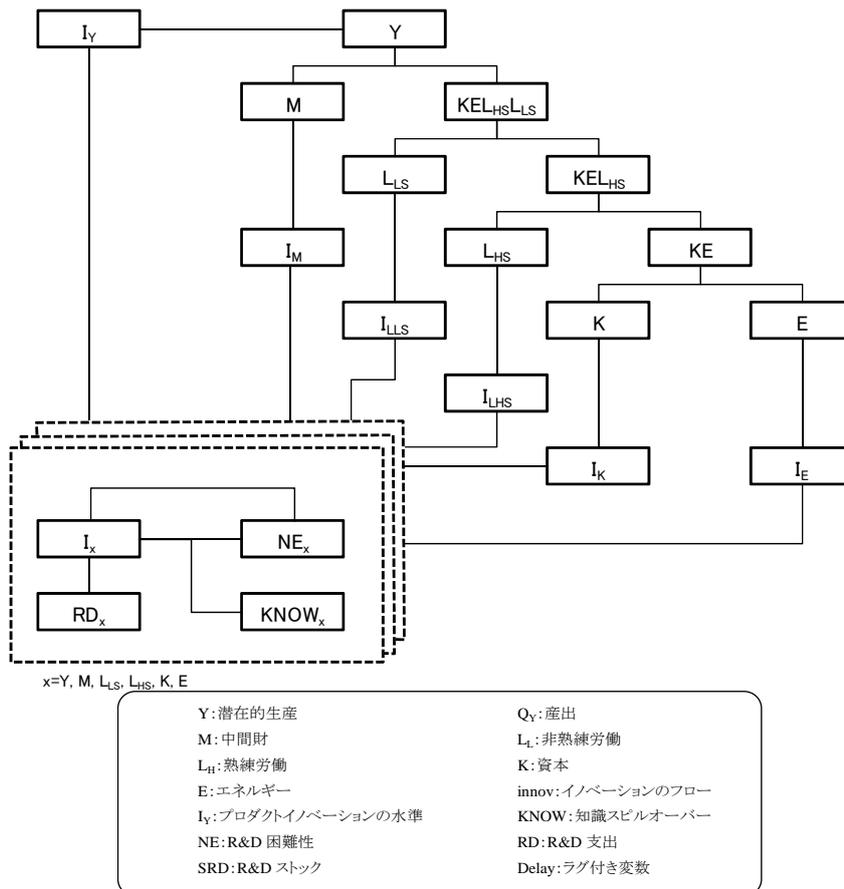
知識ストックは 2 つのイノベーション²を通して経済パフォーマンスに直接影響を与える。

- プロセス・イノベーションは生産関数の投入要素の生産性向上を通じて供給の増加をもたらす。また、当該産業の生産物の（品質一定の下での）価格の下落を通じて、需要の増加をもたらす。
- プロダクト・イノベーションは製品の機能・品質に関わるイノベーションである。従来の生産物に対して付加価値の向上をもたらす。機能や品質が向上することで、従来の生産物に対して付加価値額での変動をもたらすが、供給の増加とは区別される点が異なっている。

² NEMESIS では生産プロセスが変わることによって価格が低下するイノベーションを「プロセス・イノベーション」、価格は不変で生産されるプロダクトの品質・性能が向上する（ことによって品質あたりの価格が下がる）イノベーションを「プロダクト・イノベーション」と定義している。



R&D 支出や知識ストックから求めたイノベーション・インデックスが、生産関数の各生産要素に影響を与える構造となっている。



研究開発や知識ストックが社会経済に与える影響として、生産関数を通じた供給力の増加、価格の低下という経路に加え、輸出入関数でも知識ストックの影響が考慮されている。

NEMESIS モデルの輸出入関数では一般的なマクロモデルの所得要因、相対価格要因に加えて、自国の知識ストックが EU 全体に占める割合が説明変数となっている。いわば、知識ストックは生産性を通じて間接的に影響を与えるだけでなく、需要を直接変動させる要因として定式化されている。

(輸出関数)

輸出関数は、所得効果、相対価格効果、価格以外の効果の3つの要素で定式化されている。所得弾力性 ($\alpha 1_s$) の符号は正、価格弾力性 ($\alpha 2_s$) は負、価格以外の要素の弾力性 ($\alpha 3_s$) は正となっている。

輸出関数が所得 (輸出対象となる他国・地域の需要)、価格 (当該国・製品の価格の競合に対する優位性) で説明される構造は一般的なマクロモデルと同様であるが、知識ストックの効果が加味されている点が特徴的である。その効果が正ということは、知識ストックのシェアが大きい国は輸出について他の国・製品よりも優位となることを意味している。

$$\ln EXP_{c,s} = \alpha 0_{c,s} + \alpha 1_s \ln INDACT_{c,s} + \alpha 2_s \ln \frac{PEXP_{c,s}}{PINDICEXP_{c,s}} + \alpha 3_s \ln \frac{KNOW_{c,s}}{KNOW_{total,s}}$$

$EXP_{c,s}$: 国 c、部門 s の輸出、 $INDACT_{c,s}$: 他国・地域需要指数、 $PEXP_{c,s}$: 輸出価格、 $PINDICEXP_{c,s}$: 競合製品価格指数、 $KNOW_{c,s}$: 知識ストック、 $KNOW_{total,s}$: 各国の知識ストック合計 (EU 域内の輸出関数では EU 計、EU 域外への輸出関数では域外計)

(輸入関数)

輸入関数は、所得効果、相対価格効果、価格以外の効果で定式化されており、所得弾力性 ($\beta 1_s$) の符号は正、価格弾力性 ($\beta 2_s$) は負、価格以外の要素の弾力性 ($\beta 3_s$) は負となっている。

一般的なマクロモデルと異なり、所得と価格に加えて、知識ストックの効果が加味されており、知識ストックのシェアが大きくなると輸入が抑制される構造となっている。

$$\ln IMP_{c,s} = \beta 0_{c,s} + \beta 1_s \ln ADDEM Q_{c,s} + \beta 2_s \ln \frac{PIMP_{c,s}}{PPROD_{c,s}} + \beta 3_s \ln \frac{KNOW_{c,s}}{KNOW_{total,s}}$$

$IMP_{c,s}$: 国 c、部門 s の輸入、 $ADDEM Q_{c,s}$: c 国内の s 製品需要、 $PIMP_{c,s}$: 輸入価格、 $PPROD_{c,s}$: 製品価格、 $KNOW_{c,s}$: 知識ストック、 $KNOW_{total,s}$: 各国の知識ストック合計 (EU 域内の輸入関数では EU 計、EU 域外からの輸入関数では域外計)

(3) その他

TFP を内生化しているモデルはそれほど多くないが、新古典派的な経済理論では潜在成長率は長期の成長率を規定する、マクロモデルにおけるきわめて重要な要素である。

たとえば、日本銀行の Q-JEM モデルでは、潜在成長率は家計や企業による期待成長率の代理変数として、金利に影響を与え、ひいては個人消費や設備投資などの多くの需要に影響を与える構造となっている。

第 1.2 節 研究開発活動の生産性への影響分析の手法

研究開発活動の生産性上昇への貢献（研究開発の収益率）を推計する方法には、マイクロデータに基づく分析とマクロデータに基づく分析がある。たとえば特定のイノベーションについてのケーススタディに基づいて推計する方法もあるが、詳細なデータの把握・分析が可能な反面、一般性を欠くという問題がある。

より一般的に収益率を推計する方法として、以下の式(1)のように拡張されたコブ・ダグラス型生産関数をベースとし、研究開発と生産性上昇の関係を分析する方法がしばしば用いられる。

$$Q = AL^\alpha K^{1-\alpha} R^\gamma \quad (1)$$

Q：産出、L：労働投入、K：資本投入、R：研究開発ストック投入

全要素生産性を T とおき、両辺を $L^\alpha K^{1-\alpha}$ でわると、式(2)となる。

$$T = \frac{Q}{L^\alpha K^{1-\alpha}} = AR^\gamma \quad (2)$$

ここで、研究開発の収益率を ρ とおき、これを研究開発の限界生産性という形で定義すると、以下の式(3)となる。

$$\rho = \frac{\partial Q}{\partial R} = \frac{\partial Q}{\partial R} \cdot \frac{R}{Q} \cdot \frac{Q}{R} = \gamma \frac{Q}{R} \quad (3)$$

この後、弾力性 γ を推定する（ γ に Q/R を乗じることで限界収益率を求める）か、限界収益率 ρ を一定として直接推定するかで2つのアプローチがある。

1.2.1 産出の技術知識ストック弾力性を推定するアプローチ

式(2)から両辺に対数を取り、全要素生産性 T と研究開発ストック R のデータを元に回帰分析を行うことで、弾力性 γ をパラメータとして求める。

$$\ln T = \ln A + \gamma \ln R \quad (4)$$

ただし、ストック変数には強い上昇トレンドがあり、非定常な時系列である（平均や分散が一定でない）ことが多い。このようなデータを回帰分析すると、本来関係がないのに有意な結果が得られてしまう、いわゆる「みせかけの相関」の問題が生じるおそれがあるため、非定常性を除去するために階差をとって推計を行うことがしばしば行われる。

なお、両辺を対数の形で想定した式(5)を、 $t-1$ 期について記述すると式(6)となる。式(5)から式

(6)を引くと、両辺が階差 log の式(7)となることから、どちらも同じく弾力性を推定する式であると解釈できる。

$$\ln T_t = \ln A_t + \gamma \ln R_t \quad (5)$$

$$\ln T_{t-1} = \ln A_{t-1} + \gamma \ln R_{t-1} \quad (6)$$

$$\Delta \ln T_t = \Delta \ln A_t + \gamma \Delta \ln R_t \quad (7)$$

1.2.2 研究開発の限界収益率を推定するアプローチ

式(2)を時間について微分する。

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta A}{A} + \gamma \frac{\Delta R}{R}$$

式(3)より $\gamma = \partial Q / \partial R \cdot R / Q$ であるから、式(8)となる。

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\partial Q}{\partial R} \frac{\Delta R}{Q} \quad (8)$$

一国全体の生産関数をベースにすると産出 Q は GDP となり、全要素生産性 T と研究開発ストック R の増分のデータを元に回帰分析を行うことで、限界収益率 ($\partial Q / \partial R$) を求めることができる。さらに、知識ストックの陳腐化がないものと仮定すれば研究開発ストックの増分はフローである研究開発支出に等しくなるので、ストックの推計を行わずに簡便に分析することが可能となる。

いずれにしても、ベースとなる考え方は①と同じであるが、 ρ を一定として回帰分析により直接求めている点が異なっている。本分析では、この2つのアプローチに基づいた分析をそれぞれ行い、検討するものとする。

【参考】全要素生産性について

生産活動が効率的であるか否かは生産性によって計測することができる。たとえば労働生産性は、生産額（あるいは付加価値額）÷労働投入量で指標化されるが、これは生産要素を1つとみなして求めた単一要素の生産性である。しかし、生産活動には労働だけでなく資本をはじめとした様々な要素があり、生産活動の効率性はこれらの要素を加味した総合的な生産性を検討する必要がある。

全要素生産性（Total Factor Productivity; TFP）は、成長会計から派生してきた概念であり、こうした総合的な生産性をあらわす指標である。産出ないし付加価値の成長を資本投入と労働投入の寄与分、およびそれ以外＝TFPに要因を分解する分析手法である。

TFPはシンプルかつ有効な分析手法として、マクロ経済モデルの中で技術進歩として扱われるほか、産業や企業レベルのミクロ分析等の分野においても現在も広く用いられている（中野（2008）、深尾・権（2011）³ほか）。

TFPは様々な要素を含む広範な概念の指標であり、研究開発努力による技術革新のほか、他者の行った技術のスピルオーバーをはじめ、労働の質の向上、資本の熟度、経営の改善、政策効果等、自律的、他律的、間接的な要素が含まれる。

いずれにせよ、TFPは概念としての指標であり、数値は統計等によって直接観測できるものではないことから、TFPの推定に用いる指標（産出、付加価値等）や推定のレベル（国全体、産業、企業）、推計の期間、変動成分の除去方法等の条件が異なれば推計結果も異なったものとなる。

³ 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」、内閣府経済社会総合研究所『平成19年度イノベーション政策及び政策分析手法に関する国際共同研究』No.2、第3章、平成20年3月。
深尾京司・権赫旭、「日本経済成長の源泉はどこにあるのか：マイクロデータによる実証分析」、経済産業研究所『RIETI Discussion Paper』11-J-045、2011年4月

第 1.3 節 研究開発ストックの推計

ここまでみてきた研究費や技術輸入額はあくまでも毎年毎年のフローの金額であり、その時点の研究活動や技術輸入の活発度をあらわす指標であると考えられる。一方で、我が国経済の生産性の向上やイノベーションといったものは、年々のフローというより、それらを積み上げた科学技術知識の総体、科学技術の水準ないしはポテンシャルによって影響を受けると考えられる。

研究開発の成果をあらわす指標としては、たとえば特許や学術論文のようにある程度数量的に認識できるものもあるが、製品の製造工程の改善やノウハウといった定量的な把握が困難なものも多い。

ここでは、研究開発投資は一定の期間を経過した後に、投資と見合った有形無形の成果を産出すると仮定するとともに、それらの成果は新しい技術や知識の出現、適用場面の喪失等によって一定の期間で陳腐化していくものと仮定した研究開発ストックの推計を試みる。

1.3.1 研究開発ストックの推計に関する先行研究事例

研究開発支出のフローを積み上げた知識ストックの推計において、技術知識の陳腐化率と研究開発投資の懐妊期間が必要であろうということは、多くの事例に共通するところであるが、その数字がどの程度かということにはっきりとしたコンセンサスが得られておらず、理論的に確立されている訳ではない。

$$SRD_t = RD_{t-m} + (1 - \delta) \cdot SRD_{t-1}$$

SRD_t : t 期の R&D ストック、 RD_{t-m} : t-m 期の実質研究費（フロー）、m : 懐妊期間、 δ : 陳腐化率

陳腐化率の推計には以下のような方法が採られることが多い。

- 科学技術庁（1985）⁴を根拠に技術の平均寿命（特許収入期間）の逆数で算出
- 特許の残存件数のデータを用いて推計
- その他アンケートや先行研究の値を利用
- 10%ないし 15%等と仮定（明確な根拠はなし）
- ゼロと仮定（ストックの推計を回避）

なお、特許収入期間の逆数をもって陳腐化率とする例もあるが、これは定額法に基づいた値であり、定率法で計算すると陳腐化率が大きく変わるという指摘もある。蜂谷（2005）では同じ科学技術庁（1985）の値から定額法では 9.8%、スクラップバリューを 10%とした定率法では 20.2%となると指摘している。

⁴ 科学技術庁「民間企業の研究活動に関する調査（昭和 60 年度）」

一方、研究開発投資の懐妊期間についても、アンケート等を根拠に値を与えることが多い。

- 科学技術庁（1985）の自主技術の平均研究期間や経済企画庁（1982）⁵の平均開発期間を利用
- その他アンケートや先行研究の値を利用
- 一律1年等と仮定
- ゼロと仮定（BEA等）

懐妊期間は、平均タイムラグで推計するものが多いが、アンケートの回答分布等を元にタイムラグ分布を想定するものもある。

懐妊期間の長さについては期間をとおして一定のものが多いが、経団連（1998）⁶の調査等、複数時点の結果が得られるデータを利用し、中間年を補完して利用している例もある。

研究開発支出のストック化については、経済全体を国際比較可能な形で推計する国民経済計算（SNA）体系においても検討が進められている。米国商務省経済分析局（BEA）のR&Dサテライト勘定⁷では推計方法の一つとして、陳腐化率15%、懐妊期間0年でストックを推計している（ただし、その際、当年度の支出も半分は陳腐化する）。

同様に、我が国でも川崎（2006）等で検討されたSNAと整合的なR&D資本の推計は、内閣府経済社会総合研究所で継続して検討されており、ESRI（2011）で検討の経緯や概要、パターン別の推計結果が掲載されている。

主な先行研究において、R&D支出をストック化する際に設定されていた懐妊期間、陳腐化率は以下のようなものであった。

総じていえば、アンケート等に基づいたものであっても設定された値には幅がある。また、たとえば特許件数等といった客観的と考えられるデータの利用についてすら、「特許としてあらわれるものは技術や知識の一部に過ぎず、特許の取得や維持には企業としての戦略等、技術以外の要因も関連している」といった批判もなされている。

米国BEAや内閣府の推計においても、複数の前提条件を設定し、それぞれ推計を行っていることから、国全体の科学技術の水準とは明確な定義や定量的な観測が困難な事象であり、ある程度妥当と考えられる前提に立ち、その前提に沿った推計を示すという形をとらざるを得ないことを示している。

⁵ 経済企画庁「企業行動に関するアンケート調査」、1982年1月

⁶ 経済団体連合会「産業技術力強化のための実態調査報告書」、1998年

⁷ 「サテライト勘定」とはSNAのコアの体系には取り込まれていないが、特定分野についてSNAと整合的な推計を行う枠組みのことで、環境や無償労働等についてもサテライト勘定がある。

図表 1-3 先行研究における懐妊期間と陳腐化率

	懐妊期間	陳腐化率
経済財政白書 (2002)	開銀(1987) ⁸ をベンチマーク、経団連 (1998)の経年変化で推計	経団連(1998)を元に定率法で推計し、線 形補完
富田(2005)	1年(前期末ストックが説明変数となる ので実質2年)	科学技術庁(1985) (24.6~7.9%)
蜂谷(2005)	経団連(1998)を元に線形補完 (全産業平均1988年4.3、93年3.6、98 年3.0(年))	特許の残存件数から陳腐化率を経年で推計 (1982年13%から88年22%)
中野(2008)	①0年(BEA)、または ②科学技術庁(1985)	①15%(BEA)、または ②科学技術庁(1985)
川崎(2006)	0年(SNAの専門家会合AEGでの議論 を踏まえて設定)	①定率15%、または ②期間に応じたパターン変更(1959年16% ~2002年23%)
BEA(2007)	①0年(当期R&Dにも陳腐化率の1/2 が適用されるので実質半年)	①定率15%(ただし、企業の運輸18%、電 子機器16.5%、化学11%)、 または ②期間に応じたパターン変更
ESRI(2011)	①0年(BEA)、または ②NISTEP(1998)より設定	①15%(BEA)、または ②11%(BEA)、 ③NISTEP(1999) ⁹ より設定

⁸ 日本開発銀行(現日本政策投資銀行)設備投資研究所「民間企業の研究開発に関するアンケート調査」、1987年

⁹ 科学技術政策研究所「研究開発関連政策が及ぼす経済効果の定量的評価手法に関する調査(中間報告)」、1999年6月

【参考】経済団体連合会調査による事業分野別の開発リードタイム、製品のライフサイクル

経済団体連合会「産業技術力強化のための実態調査報告書」（1998年）で調査されていた事業分野別の開発リードタイム、製品のライフサイクルは以下のとおりである。3時点の数値を把握できる数少ない調査だったことからいくつかの先行研究でもR&Dストックの推計に利用されている。

ただし、サンプルが経団連会員企業の一部（123社）と限られていることもあり、変化率は事業分野別の数値を使わずに全体平均と同じとする、リードタイムは利用するがライフサイクルは別のデータを参照する等といった加工や工夫もなされていた。

図表 1-4 開発リードタイム及び製品ライフサイクルの短縮化の状況(事業分野別)

(単位：年)

	開発リードタイム			製品ライフサイクル		
	10年前	5年前	現在	10年前	5年前	現在
食料品	2.2	2	1.7	6.4	4.4	2.8
パルプ・紙	5	5	3	15	12.5	10
石油精製・製品	2.6	2	1.8	8.5	6.7	5.9
鉄鋼	4.3	3	2.6	13.1	11.1	9.4
非鉄	3.5	2.3	1.6	7.5	5.7	3.8
繊維	4.2	3.5	2.4	5.8	4.8	4.1
化成品	5	3.9	3	14.1	8.5	5.7
洗剤・化粧品・油脂	7	4.7	2.8	7.7	6.7	5.7
医薬品	9.9	10.8	13.2	15.8	12	9
ゴム製品	2	1.3	0.6	5.5	4	2.5
窯業・土石製品	4.5	3.2	2.4	13	10.6	9.6
金属製品	5.8	5.8	3.1	20	10	10
重電機器	6.6	6	5.4	24.4	23.6	23.1
家電機器	1.6	1.5	1.1	1.6	1.3	0.9
半導体・デバイス	4.2	3.2	1.9	5.4	3.8	2.9
情報・通信機器	3.8	2.5	1.6	4.8	3.4	2
自動車	4.7	3.4	2.3	7.3	5.3	4.6
船舶	2.2	2.2	1.8	14.2	14.2	14.2
産業機械	3.1	2.4	1.5	14.7	10.9	9.1
精密機器	3.1	2.4	1.8	6.3	5.2	4.1
電力・ガス・原子力	6.6	7.4	9.2	18.4	19.2	26.8
情報・通信サービス	3.8	3.1	1.8	8.8	4.9	3.6
建築	3.3	2.5	2	7.7	6.5	5.7
エンジニアリング	4	3.5	3.3	21.3	19.3	18.8
全事業分野平均	4.3	3.6	3	11.1	8.9	8.1

第2章 科学技術イノベーション政策の構造化

本章では、科学技術イノベーション政策をマクロモデルと接続するために、政策を構造化して整理し、適切な代理指標の選定、マクロモデルとの接続点について検討を行った。以下では、第4期科学技術基本計画を例にとって構造化を試みたものである。

第2.1節 第4期科学技術基本計画の構造

2.1.1 全体構成

平成7年に制定された科学技術基本法では、「我が国における科学技術の水準の向上を図り、もって我が国の経済社会の発展と国民の福祉の向上に寄与するとともに世界の科学技術の進歩と人類社会の持続的な発展に貢献することを目的とする」という理念を掲げており、この理念の下に政府はこれまで累次の科学技術基本計画（以下、基本計画）を策定し、長期的視野に立って体系的かつ一貫した科学技術政策を実行してきた。

現在は、平成23～27年度の5年間を計画期間とする第4期科学技術基本計画（平成23年8月閣議決定）が実行されているところである。

第4期基本計画は大きく5つのパートに分けてまとめられている。ここでは、基本計画のⅠで掲げた5つの「目指すべき国の姿」が将来に向けた目標であり、Ⅱ及びⅢは目標達成のために解決すべき重要課題かつより具体的な目標、Ⅳ及びⅤはその課題を達成するための条件づくりや環境整備として捉え、計画の全体像と各パートで掲げられた課題や方策の相互関係を俯瞰し、整理した。

第3期基本計画では推進すべき分野を大きく掲げていたが、第4期基本計画では課題解決型へ転換しているのが大きな違いである。また、「震災からの復興と再生」という課題は「①震災から復興、再生を遂げ、将来にわたる持続的な成長と社会の発展を実現する国」という目標にも「②安全、かつ豊かで質の高い国民生活を実現する国」にも関連している等、目標や課題はそれぞれ独立したものではなく、相互に関連したり、重なったりしている部分もあるといった構造になっている。

図表 2-1 第 4 期科学技術基本計画の全体像と構成要素

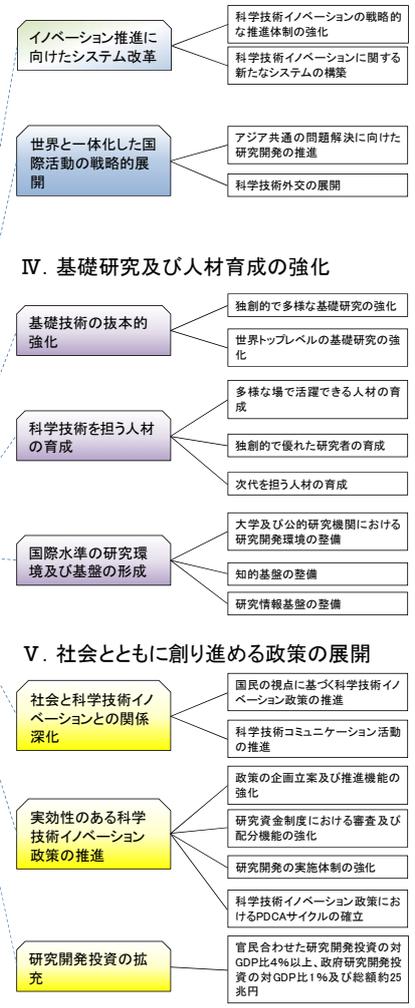
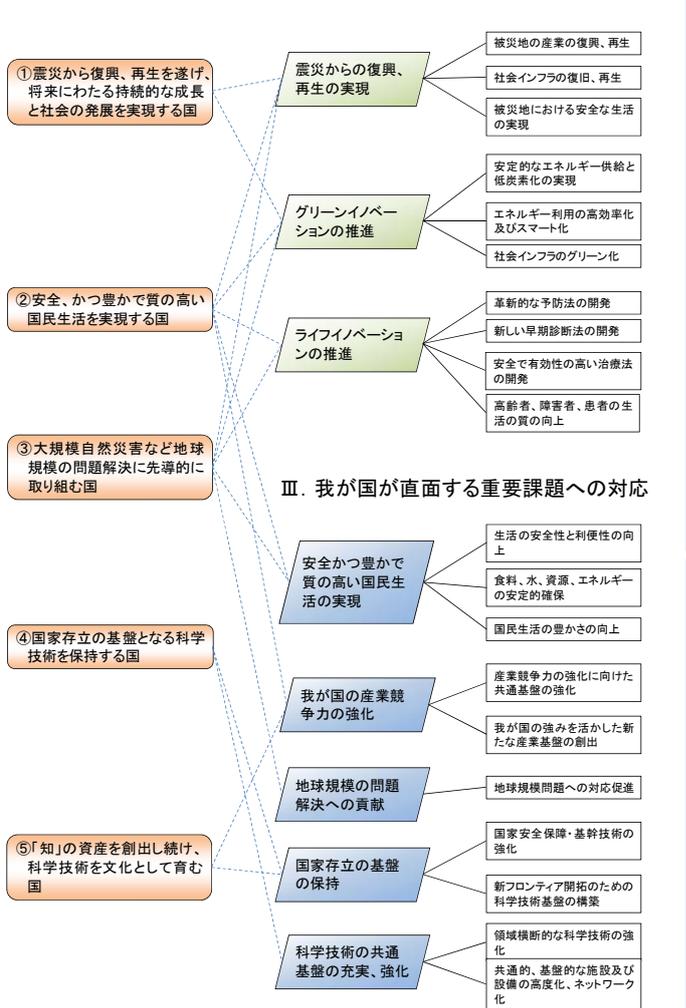
【目指すべき国の姿】

【重要課題】

【課題達成の条件づくり、政策展開】

I. 基本認識

II. 将来にわたる持続的な成長と社会の実現



2.1.2 第4期基本計画で提示された課題

第4期基本計画の「Ⅱ. 将来にわたる持続的な成長と社会の発展の実現」では、重要な課題として、「震災からの復興、再生の実現」、「グリーンイノベーションの推進」、「ライフイノベーションの推進」を掲げ、それぞれどういった研究開発を充実、強化していくかというターゲットを具体的に紹介している。また、「Ⅲ. 我が国が直面する重要課題への対応」においてもそれ以外の課題として、「安全かつ豊かで質の高い国民生活の実現」、「我が国の産業競争力の強化」、「地球規模の問題解決への貢献」、「国家存立の基盤の保持」、「科学技術の共通基盤の充実、強化」が挙げられている。

これらの要素のうち、たとえば安心や安全といった項目は社会経済への影響を定量的に示すことは難しい。しかし、震災からの復興、再生については我が国の社会資本、民間資本ストックの震災による滅失、今後の復興過程においては設備投資等の動向に大きな影響を与えられられる。また、グリーンイノベーションに係るエネルギー利用の効率化といった研究開発は我が国経済全体のエネルギー効率の向上にも資するものであり、ライフイノベーションにかかわる新しい治療法の開発も長期的な視点からみれば我が国の平均寿命、ひいては人口や年齢構成等に影響を及ぼしていく可能性がある。

震災からの復興、再生については社会資本、民間資本の統計が整備されておらず、経済モデルの中での検討は現時点では困難であること、資本ストックや設備投資そのものはイノベーションに係るものではなく、本調査の主題から外れること等から直接には取り扱わないものとした。

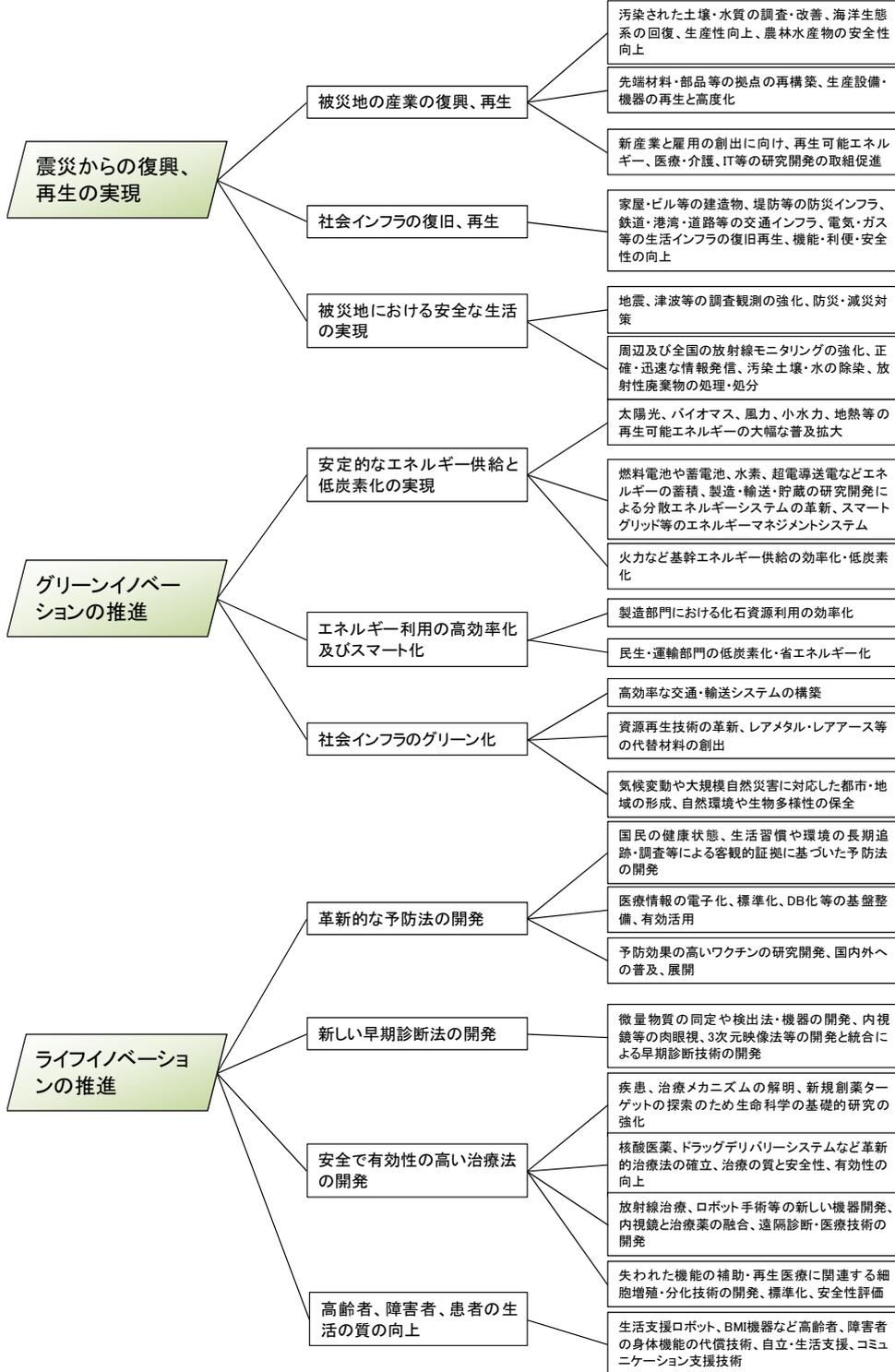
また、グリーンイノベーションやライフイノベーションについては、研究開発が成果につながり、社会に影響を及ぼしていくまでには多くの時間を要する上、現時点では当該分野の研究開発について統計調査が行われていないことから、定量的な分析は困難である。

今後、総務省『科学技術研究調査』等の統計調査で数値が把握され、各研究分野や産業、企業といったミクロなレベルでの分析等が行われるようになれば、その知見を経済モデルにも活かしていくことが考えられる。

図表 2-2 「Ⅱ. 将来にわたる持続的な成長と社会の発展の実現」で提示された課題

【重要課題】

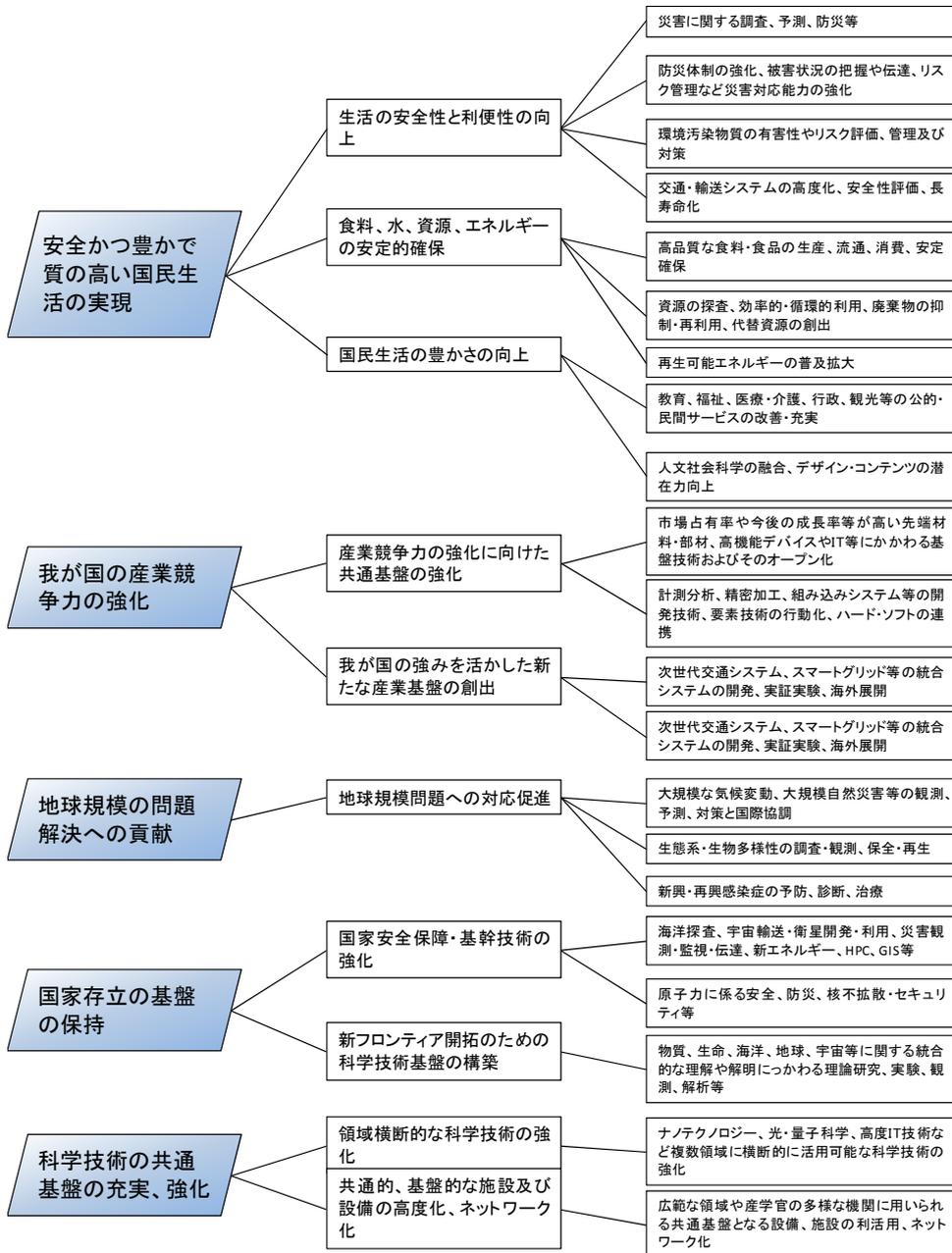
【研究開発のターゲット】



図表 2-3 「Ⅲ. 我が国が直面する重要課題への対応」で提示された課題

【重要課題】

【研究開発のターゲット】



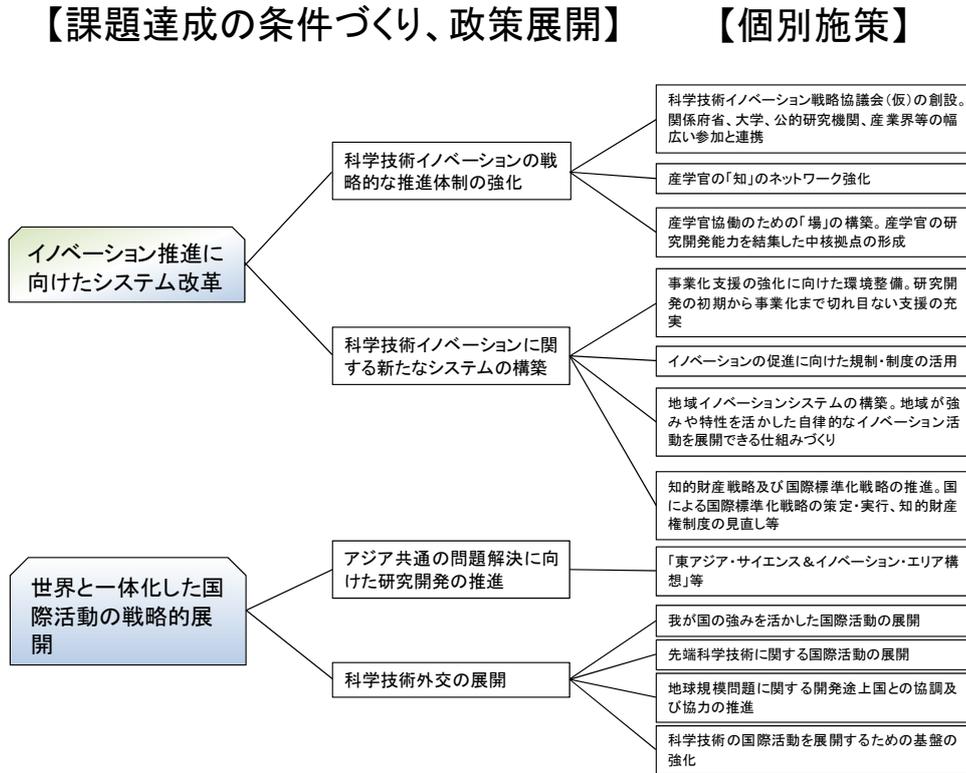
2.1.3 第4期基本計画で提示された課題達成に向けた条件づくり、政策展開

第4期基本計画の「Ⅱ. 将来にわたる持続的な成長と社会の発展の実現」、「Ⅲ. 我が国が直面する重要課題への対応」では先にとりあげた課題のほか、課題達成のための条件づくりや政策展開として「イノベーション推進に向けたシステム改革」、「世界と一体化した国際活動の戦略的展開」が挙げられている。

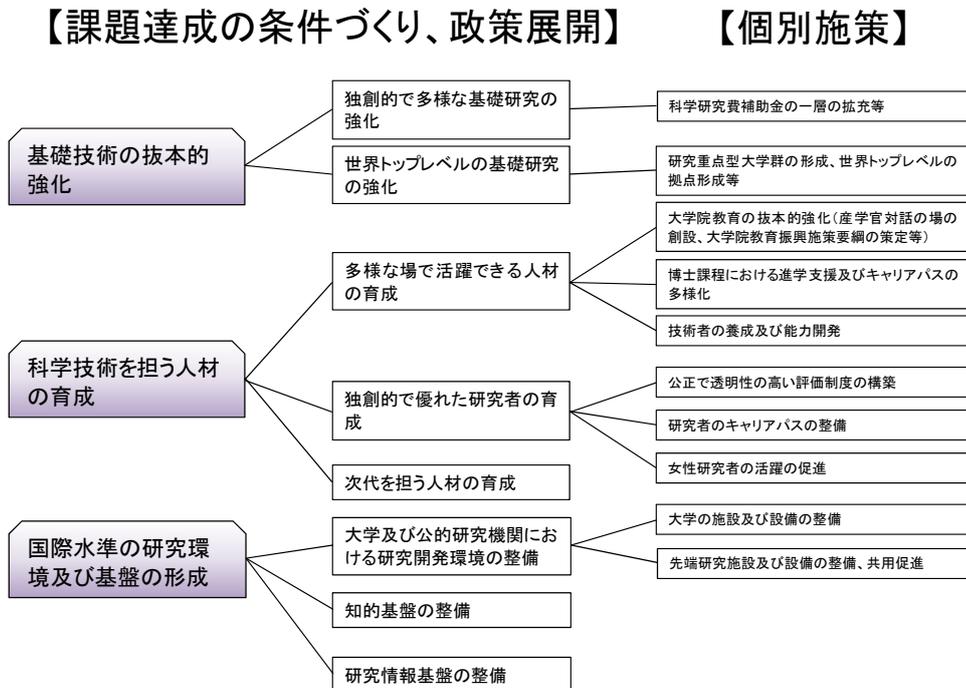
これらの政策について実施以前と以後を明確に分け、その効果を分離するなど定量的な把握や分析は困難である上、イノベーションの効果が発揮されやすくするための環境整備であって、イノベーションそのものではないと考えられる。

また、「Ⅳ. 基礎研究及び人材育成の強化」では、「基礎研究の抜本的強化」、「科学技術を担う人材の育成」、「国際水準の研究環境及び基盤の形成」といった項目が挙げられているが、特に人材の育成については、経済モデルの中では生産関数における労働の質の向上という形で影響を及ぼすことが考えられる。ただし、一般的にマクロ経済モデルは一国一財型のモデルが多く、生産関数も一本で構成されているものが多いことから、長期にわたって労働の質を代替する適切な指標を選定し、かつモデル内で内生的に取り扱うことは容易ではない。本調査研究はイノベーションが社会経済に与える影響を既存のマクロモデルで取り扱うための第一段階の試行であり、モデル自体の大幅な改変が必要となるこうした問題については、現段階では取り扱わないこととした。

図表 2-4 II 及び III で提示された課題達成のための条件づくり、政策展開



図表 2-5 「IV. 基礎研究及び人材育成の強化」で提示された課題達成のための条件づくり、政策展開

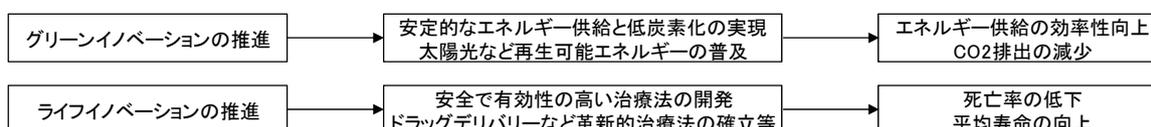


第4期基本計画の「V. 社会とともに創り進める政策の展開」でとりあげられた、「社会と科学技術イノベーションとの関係深化」、「実効性のある科学技術イノベーション政策の推進」についても同様に、現段階では定量的な把握、分析は難しい。

2.1.4 科学技術イノベーション政策の動向をあらわす代替指標の選定

科学技術基本計画に掲げられた課題解決のための様々な研究開発は、関連分野における政府研究開発を拡充させ、技術革新や民間の研究開発の促進につながり、様々な形で社会経済に影響を及ぼすと考えられる。

図表 2-6 科学技術イノベーション政策がもたらす社会経済変数への影響(イメージ)

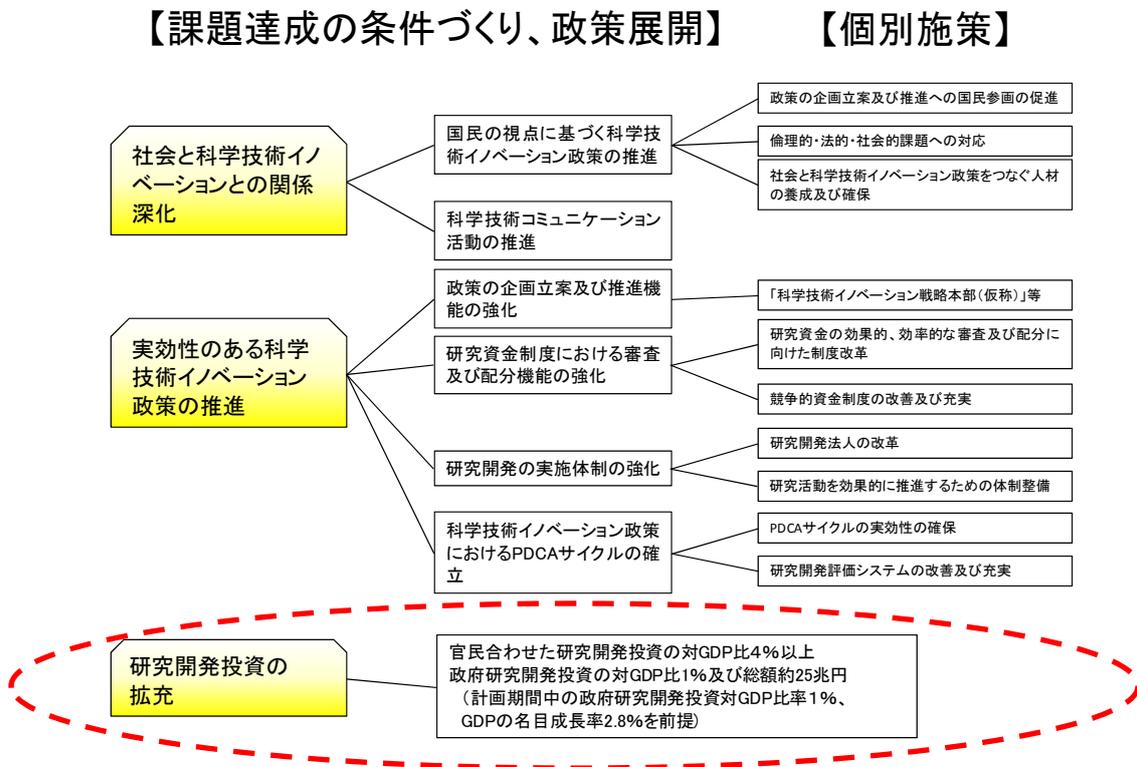


一方で、研究開発が行われる分野によって生産性やその他の社会経済変数に与える影響は異なってくると考えられる。また、政府研究開発に占める競争的資金の割合を変えるとといった政策的なポートフォリオの変更についても、研究開発における成果のあらわれ方等に影響を及ぼす可能性がある。

しかしながら、これらの現象を定量化した指標とし、生産や消費、投資等を国全体の集計レベルで扱うマクロ経済モデルの枠組みの中に直接盛り込んで影響を評価することは現時点では困難である。将来、関連調査でのデータの把握と蓄積（総務省『科学技術研究調査』での該当技術分野における研究開発の把握等）がなされ、それらデータに基づいたミクロ分析や政策ケーススタディによる定性的な掘り下げ等の分析が行われれば、その知見をマクロモデルに応用できる可能性があるが、それは本調査の範疇を超える。

結論として、本調査で両者を接続するための代理指標として主に検討を行ったのは、「政府開発投資の拡充」に掲げられた研究開発投資の充実、強化である。本調査研究は、科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルとを接続する試みの端緒であり、まずは研究開発の総額レベルから検討を開始することとしたが、政策の構造化と適切な代替指標の選定については今後も検討を継続すべきであろう。

図表 2-7 「V. 社会とともに創り進める政策の展開」で提示された課題達成のための条件づくり、政策展開



第 2.2 節 第 4 期科学技術基本計画における研究開発目標の指標化

以下では、科学技術イノベーション政策を定量化して把握するため、第 4 期科学技術基本計画における研究開発目標に基づき、政府研究開発投資の指標化を試みた。

基本計画の抜粋は以下のとおりであるが、モデルシミュレーションにおいては名目 GDP、研究開発支出ともにモデル内で決定する指標であり、また計画策定当時と足元の実績も変わってきているため、すべての数値について基本計画と整合をとることは困難である。

図表 2-8 第 4 期科学技術基本計画における研究開発目標

〔『科学技術基本計画（平成 23 年 8 月 19 日閣議決定）』「4. 研究開発投資の拡充」より抜粋〕

政府においては、2020 年度までの官民合わせた研究開発投資の拡充目標（「新成長戦略」において、「2020 年度までに官民合わせた研究開発投資を GDP 比の 4%以上にする。」とされている）を設定したところであるが、一方で我が国の政府負担研究費割合が諸外国に比して低水準であること、民間企業の研究開発投資が厳しい状況にある中、政府の研究開発投資が呼び水となり、民間投資が促進される相乗効果が期待されること、さらに諸外国が研究開発投資目標を掲げて拡充を図っていること等を総合的に勘案し、第 4 期基本計画においては政府研究開発投資に関する具体的な目標を設定して、投資を拡充していくことが求められる。

このため、官民合わせた研究開発投資を対 GDP 比の 4%以上にするとの目標に加え、政府研究開発投資を対 GDP 比の 1%にすることを目指すこととする。

その場合、第 4 期基本計画期間中の政府研究開発投資の総額の規模を約 25 兆円とすることが必要である（同期間中に政府研究開発投資の対 GDP 比率 1%、GDP の名目成長率 2.8%を前提に試算）。

そこで、まず科学技術基本計画で「政府研究開発投資」としているものを国と地方の科学技術関連経費の総額と定義し、2010 年度を足元の実績とおいた上で、基本計画の下線部の記述と整合した想定を試みる。

図表 2-9 科学技術関係経費の推移

(単位: 億円)

	科学技術関係経費						地方公共団体における科学技術関係経費(参考) ②	科学技術関係経費(国・地方) 計) ③(=①+②)
	①	当初予算	補正予算等					
			1次補正	2次補正	3次補正	予備費等		
平成13	2001	40,766	34,685	701	5,380		5,076	45,842
平成14	2002	38,682	35,444	3,238			4,899	43,581
平成15	2003	36,015	35,974	41			4,475	40,490
平成16	2004	36,389	36,084	305			4,453	40,841
平成17	2005	36,155	35,779	375			4,250	40,404
平成18	2006	37,194	35,743	1,451			4,206	41,401
平成19	2007	36,288	35,113	1,175			4,160	40,447
平成20	2008	38,108	35,708	1,659	741		4,297	42,405
平成21	2009	46,609	35,639	13,465	1,521	-4,016	3,853	50,463
平成22	2010	37,868	35,890	1,836		142	4,028	41,897
平成23	2011	36,653	36,653					

出典：科学技術関係経費の当初予算額、地方公共団体における科学技術関係経費は文部科学省「科学技術要覧」、補正予算等の額（2010 年度まで）は文部科学省「科学技術指標」より。

注：地方公共団体分は参考値として掲載されており、平成 21 年度までは最終決算額、22 年度のみ当初予算額

ここで、補正予算や地方の経費が把握できない 2011 年度を除き、2010 年度を起点とし、政府研究開発投資が定率で成長するものと想定すると、年率 6%成長を見込むと第 4 期計画期間中の総額が約 25 兆円となる。

なお、確認のため、名目 GDP を最終実績値である 2009 年度から基本計画に記述された年率 2.8%で延長させた場合、先の政府研究開発投資との比をとると第 4 期計画最終年度に 1%となることがわかる。

図表 2-10 名目 GDP、政府研究開発投資の前提

		名目 GDP	政府研究開発投資	名目 GDP 比	
		④			
↑ 第 2 期 ↓	平成 13	2001	4,936,447	45,842	0.93%
	平成 14	2002	4,898,752	43,581	0.89%
	平成 15	2003	4,937,475	40,490	0.82%
	平成 16	2004	4,984,906	40,841	0.82%
	平成 17	2005	5,031,867	40,404	0.80%
↑ 第 3 期 ↓	平成 18	2006	5,109,376	41,401	0.81%
	平成 19	2007	5,156,438	40,447	0.78%
	平成 20	2008	4,941,823	42,405	0.86%
	平成 21	2009	4,763,630	50,463	1.06%
	平成 22	2010	4,897,012	41,897	0.86%
↑ 第 4 期 ↓	平成 23	2011	5,034,128	44,410	0.88%
	平成 24	2012	5,175,084	47,075	0.91%
	平成 25	2013	5,319,986	49,899	0.94%
	平成 26	2014	5,468,945	52,893	0.97%
	平成 27	2015	5,622,076	56,067	1.00%
平均伸び率		2.8%	6.0%		
計画期間累計額		26,620,219	250,345		

第 3 章 科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルの接続に向けた試行

第 3.1 節 科学技術イノベーション・モジュールの基本的な枠組み

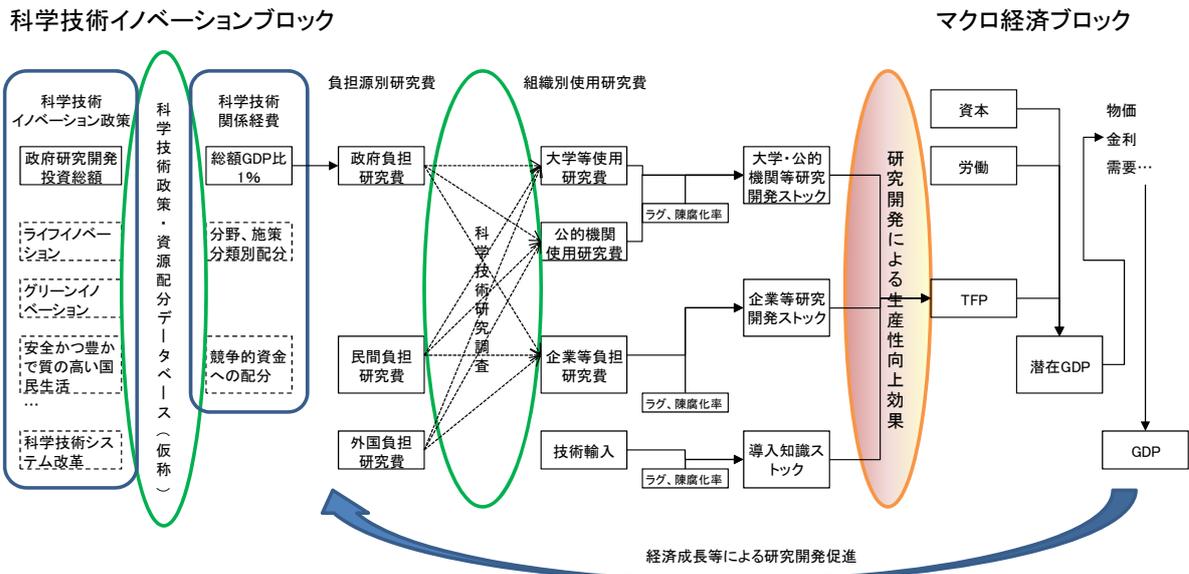
3.1.1 モジュールの基本構造

先行研究および科学技術イノベーション政策の構造化についての検討を踏まえ、本調査で開発する「科学技術イノベーション・モジュール」の基本的な枠組みを以下のように設定した。

1. 国の戦略、科学技術イノベーション政策に基づいて政府の研究開発投資目標が決定され、政府負担研究費に影響を与える
2. 経済的要因（名目 GDP 等）から民間負担、外国負担の研究費が求まる
3. 政府や民間、外国負担の研究費は企業や大学、公的機関での研究開発活動に用いられる
4. 研究開発活動は一定の期間を経て成果として結実し、ストックとして蓄積される。ストックは一定の割合で陳腐化する
 - ・ 企業、大学・政府機関等、組織によって研究開発の目的や性格が異なることを考慮し、使用研究費及びストックは①大学・公的機関等、②企業等、③技術輸入に分割
5. 研究開発ストックは技術革新につながり、生産プロセスへと反映されることで全要素生産性（TFP）を向上させる
6. TFP の向上は生産能力を増加させるほか、生産コストの低下が価格を引き下げ、需要を喚起するなど様々な社会経済変数に影響を与えると同時に、経済成長につながる
7. 経済成長がさらなる研究開発投資を促す

こうして経済成長がさらなる研究開発投資を促す等、1 や 2 のステップに影響を与えて研究資金を増加させることで正の循環、ダイナミズムが生じる構造となっている。

図表 3-1 科学技術イノベーションブロックの概念図



3.1.2 科学技術イノベーション政策と経済モデルの接続点

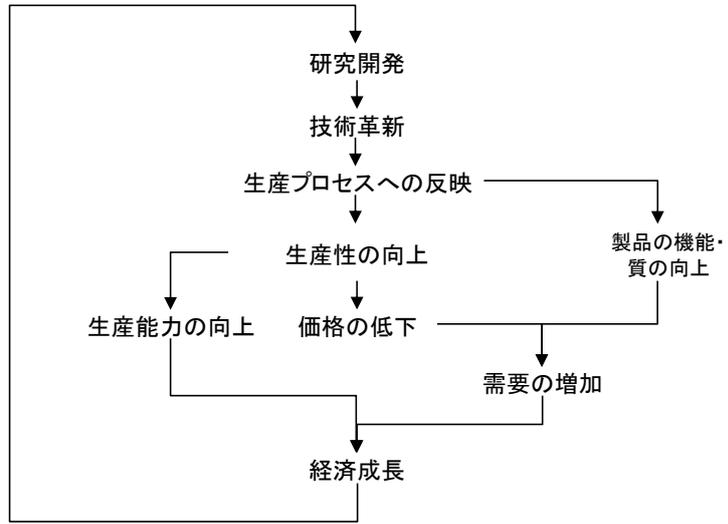
国内外の主要な官庁や中央銀行、国際機関等が保有している代表的なマクロ経済モデルでは、生産要素として資本ストックと労働投入を用いたコブ・ダグラス型の生産関数が採用され、技術進歩は全要素生産性（TFP）としてモデルの外から与える外生変数として扱われるものがほとんどである。

本調査では、科学技術イノベーション・モジュールとマクロ経済モデルの主要な接続点として、この TFP を採用することとした。

研究開発投資によって技術革新がなされ、生産プロセスへと反映されることで生産性、すなわち TFP が向上すると考えられる。そこで、マクロモデルの中で研究開発と TFP を接続して研究開発による TFP の上昇効果を盛り込むことによって、TFP の向上が生産能力を増加させるほか、生産コストの低下が価格を引き下げ、需要を喚起し、経済成長につながる。経済成長がさらなる研究開発投資につながるという正の循環、ダイナミズムが生じると考えられる。

一般的なマクロモデルでは生産性や潜在的な生産能力の指標である TFP や潜在 GDP のほか、物価や様々な需要の変数等は既にモデル化されている。本調査研究ではマクロ経済モデルの中で科学技術イノベーション政策を取り扱うための端緒として、外生変数である TFP を研究開発投資等によって説明する関数を追加して内生化し、研究開発を経済成長とリンクさせることによって、モデル構造の大幅な改変を伴わずに、研究開発のダイナミズムを考慮したモデルとする形で検討を行った。

図表 3-2 研究開発、生産性向上、経済成長のダイナミズム



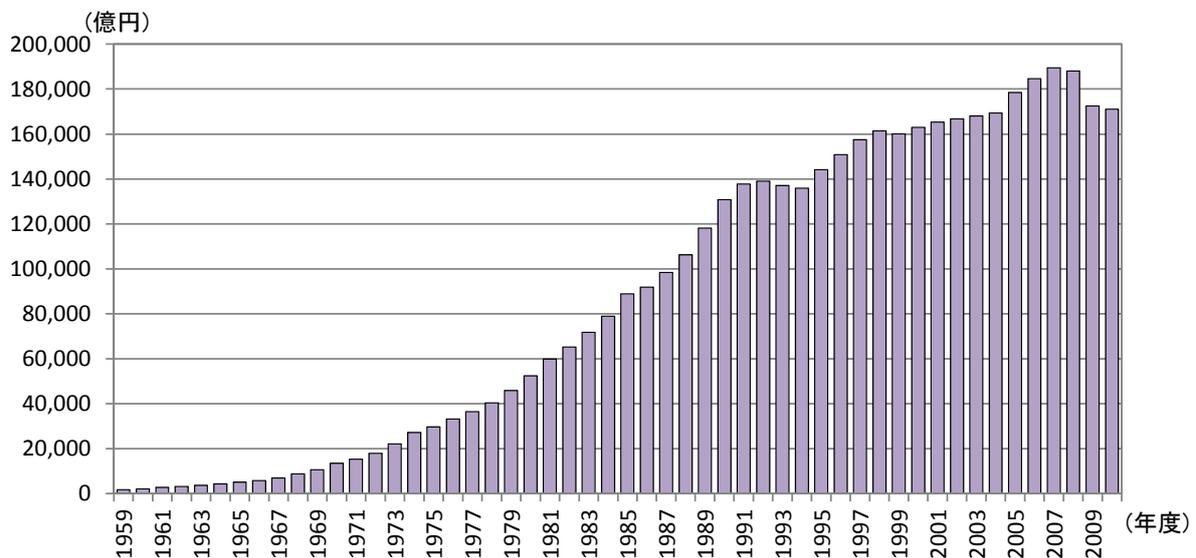
第 3.2 節 モジュールを構成する主要変数

科学技術イノベーション・モジュールの中で我が国の研究開発活動を描写するための基礎データとしては、総務省「科学技術研究調査」の研究費を利用している。同調査は昭和 35（1960）年に調査が開始¹⁰された、統計法に基づく基幹統計調査である。

科学技術研究調査によると、我が国の研究費総額は 1959 年度の調査開始以来、1993 年度まで一貫して増加を続け、その後も伸びは鈍化したものの、おおむね増加傾向にある。バブル崩壊後の 90 年代初頭、リーマンショック後の 2008 年度以降など、大きく景気が低迷した時期に研究費の減少がみられている。

なお、研究費総額は 2007 年度にピークとなる 18.9 兆円に達し、2010 年度は 17.1 兆円であった。

図表 3-3 我が国の研究費の推移



出所：総務省「科学技術研究調査」各年版

注 1：1996 年度からソフトウェア業、2001 年度から卸売業等が調査対象に追加されている。

注 2：科学技術研究調査に掲載されている値は百万円単位であるため、四捨五入による誤差により内訳の合算が合計と一致しない場合がある。本分析の負担源別あるいは組織別等の研究費の内訳額は、モデル上の計算を簡略化するため、誤差項を設けずに両者を一致させるよう調整した値を用いている（以下、同様）。

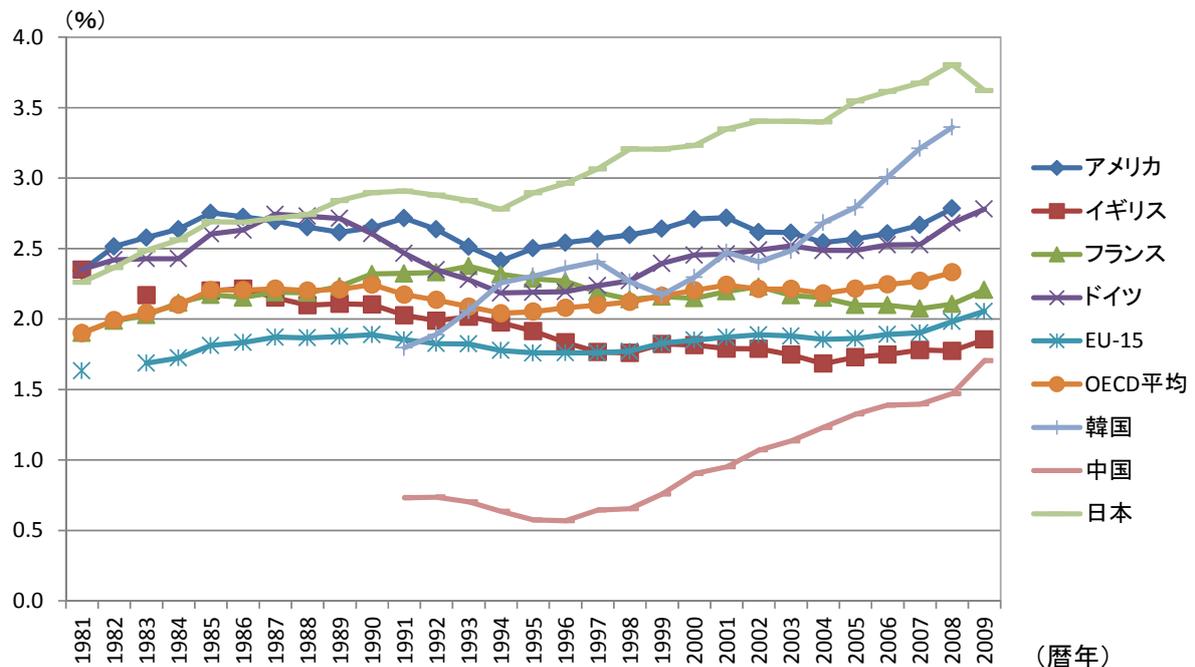
$$R_i^* = R_{total} \cdot \frac{R_i}{\sum_{i=1,2,3} R_i} \quad R_i : i \text{ 部門研究費、} R_{total} : \text{研究費総額、} R_i^* : \text{調整後 } i \text{ 部門研究費}$$

¹⁰ 調査時点の前年度について捕捉する調査なので、データは 1959 年度以降となっている。なお、前身となる「研究機関基本統計調査」は昭和 28（1953）年に開始されているが、調査対象が研究機関であったため、特に民間企業等の部分で調査の範囲が異なり、数値の連続性がない。

研究費を GDP で除した研究開発の集約度から我が国と海外主要国の研究活動の活発さを比較すると、日本の研究開発集約度は 90 年代前半、2009 年度を除いておおむね上昇傾向にあり、90 年代以降は世界で最も高い水準を維持している。

近年はアメリカ、ドイツをはじめとした欧米諸国も上昇傾向にあるが、韓国、中国の伸びは著しく、特に韓国は 2008 年時点で約 3.4% と日本に迫る水準に達している

図表 3-4 海外主要国における研究費対 GDP 比の推移

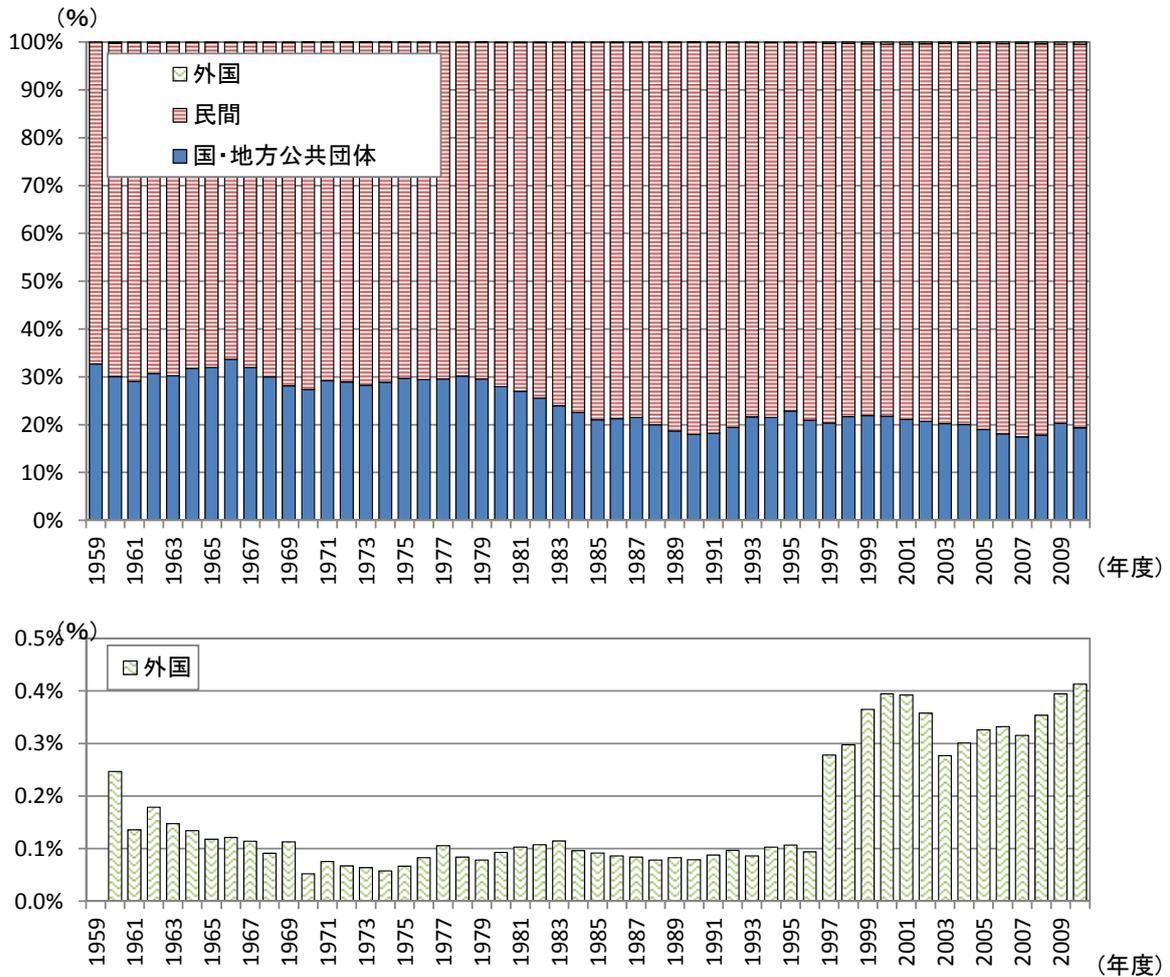


3.2.1 負担源別研究費

研究活動は民間企業や国営・公営の研究機関、大学などの組織で行われるが、その資金はこれら組織の自己資金のほか、国や地方公共団体、他の企業や大学、あるいは海外などの外部から受け入れた資金で賄われている。

研究費を負担した負担源別に構成比をみると、大半を民間資金が占めており、1970 年代までは 7 割前後、1980 年代半ば以降は 8 割前後を占めている。

図表 3-5 研究費の負担源別構成比



(1) 科学技術関係経費から政府負担研究費への接続

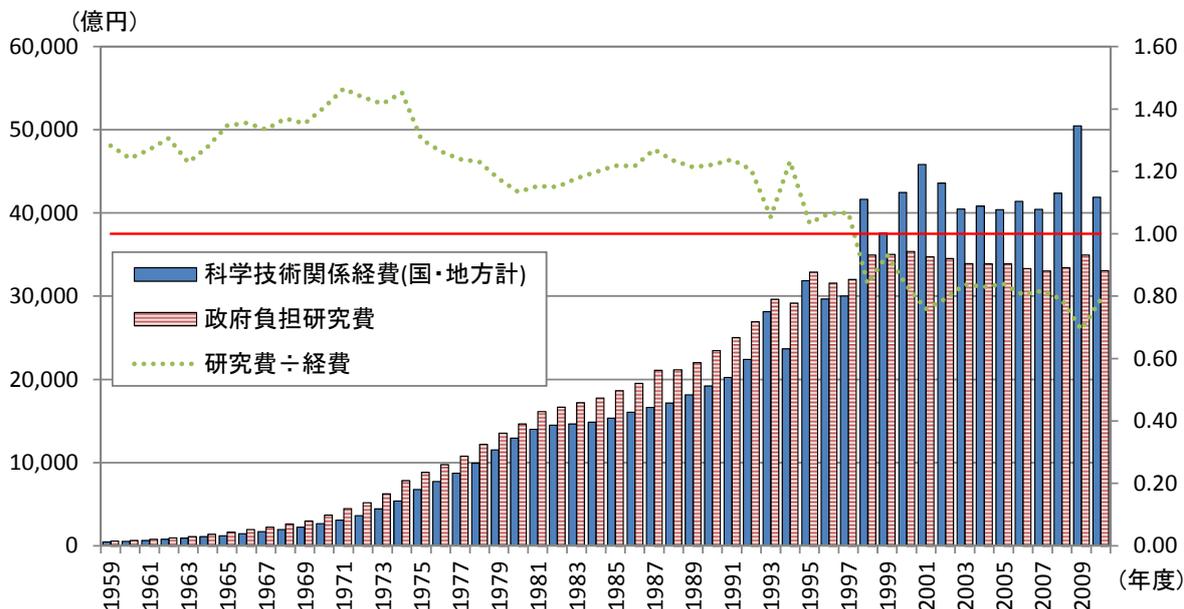
科学技術研究調査で把握されている「政府負担研究費」と政府の一般会計や特別会計等の予算に計上される「科学技術関係経費」は概念的には近いが、異なったものである。少なくとも、政策的に政府が直接操作できるのは後者と考えられるが、科学技術関係経費の定義や算出の方法はしばしば改訂されており、データが完全には連続していない点には留意する必要がある。

いずれにしても、科学技術イノベーション・モジュールでは負担源別研究費のうち政府負担研究費については、まず科学技術関係経費を決定し、その経費にコンバータ（研究費÷経費の比率）を乗じて政府負担研究費を求める形をとっている。

これまでの科学技術関係経費と政府負担研究費の推移をみると、研究費÷経費の比は1990年代中頃まではおよそ1.4から1.2程度と研究費が経費を上回っていた。しかし、政府負担研究費が1998年度以降横ばいないし減少に転じたのに対し、科学技術関係経費は2002年度頃まで増加を続けた結果、研究費÷経費の比（グラフ右軸）は0.7から0.8程度まで低下し、政府負担研究

費が科学技術経費を下回り続けている。

図表 3-6 科学技術関係経費と政府負担研究費の推移



出所：科学技術関係経費は文部科学省調べ（文部科学省「科学技術指標」、「科学技術要覧」および「科学技術白書」各年版より）

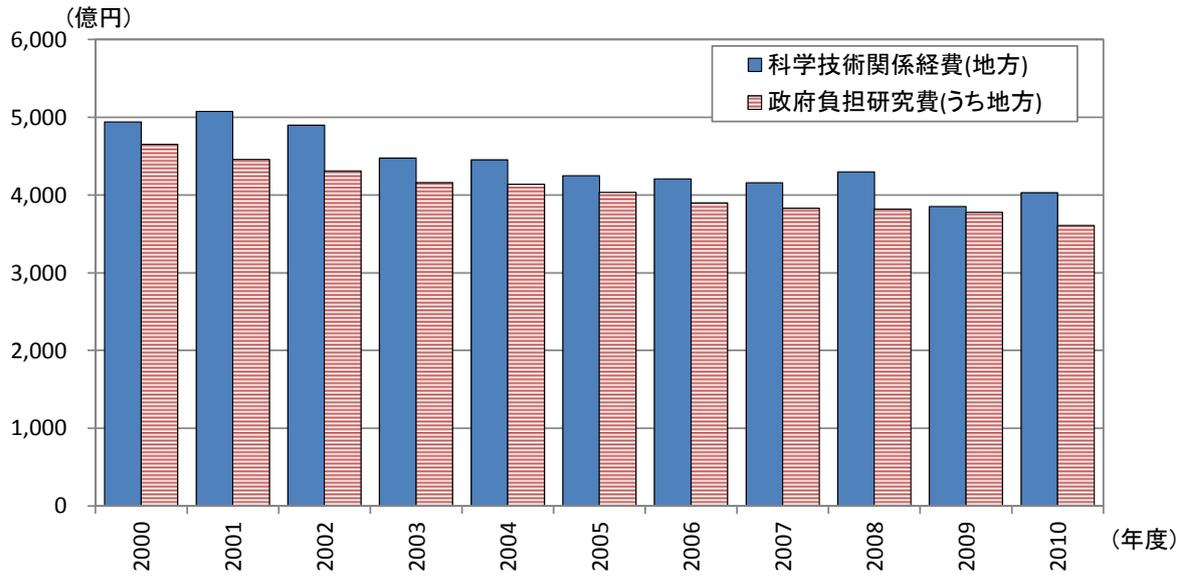
注1：1991年度までは国の科学技術関係経費（当初予算額）であるが、92年度以降は補正予算、予備費等を含み、2000年度以降は地方の科学技術関係経費を含む（2009年度まで最終予算、2010年度のみ当初予算額）。

注2：科学技術関係経費（当初予算ベース）の昭和57年度以前は科学技術白書掲載の「科学技術関係予算」額。

この乖離の背景を検討するため、2000年度以降捕捉されている地方の科学技術関係経費と科学技術研究調査の政府負担研究費から抽出した地方負担分の研究費¹¹を比較してみると、両者の数字に大きな差はみられない。したがって、研究費と経費の乖離は国の予算に計上される経費のうち、研究費として支出される割合が近年になって低下したことによる可能性がある。

¹¹ 科学技術庁「民間企業の研究活動に関する調査」及び、経済企画庁「企業行動に関するアンケート調査」を参照。

図表 3-7 地方の科学技術関係経費と政府負担研究費の地方分の推移



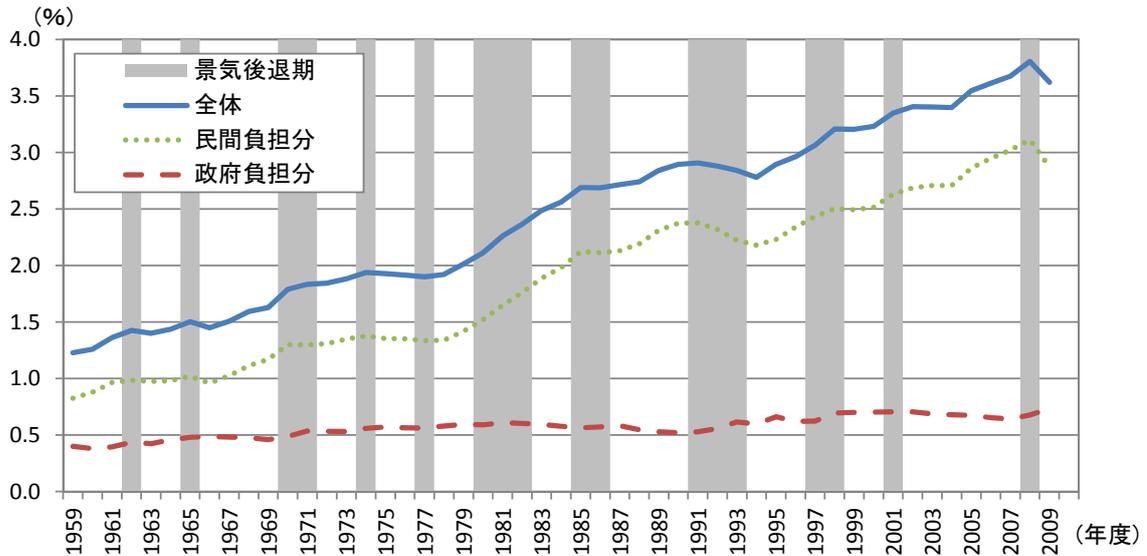
(2) 民間負担研究費など他の負担源別研究費

民間負担研究費の対名目 GDP 比は、おおむね上昇傾向が続いており、現在は 3% 前後となっている。政府負担研究費も緩やかに上昇を続け、現在はおよそ 0.7% 程度となっている。

民間負担研究費の GDP 比は、バブル景気崩壊やリーマンショック後等の景気低迷時に一時的に低下する傾向がみられるが、1970 年代初頭や 80 年代初頭等、不況時でも GDP 比の上昇が一部の時期にみられる。

科学技術イノベーション・モジュールでは、民間負担研究費、外国負担研究費については経済規模に比例するものとし、対名目 GDP 比で求める形をとっている。

図表 3-8 民間・政府負担研究費の対名目 GDP 比



注1：1965年度以降のGDPはエコノメイトによる推計値、65年度以前は内閣府「国民経済計算確報」の平成2年基準値における同期間のGDP変化率を適用して遡及推計した値を用いた。

注2：景気後退期は、内閣府「景気基準日付」を元に後退期の月数が6か月超の年度を後退期として網掛けで表示した。

(3) 海外からの技術導入

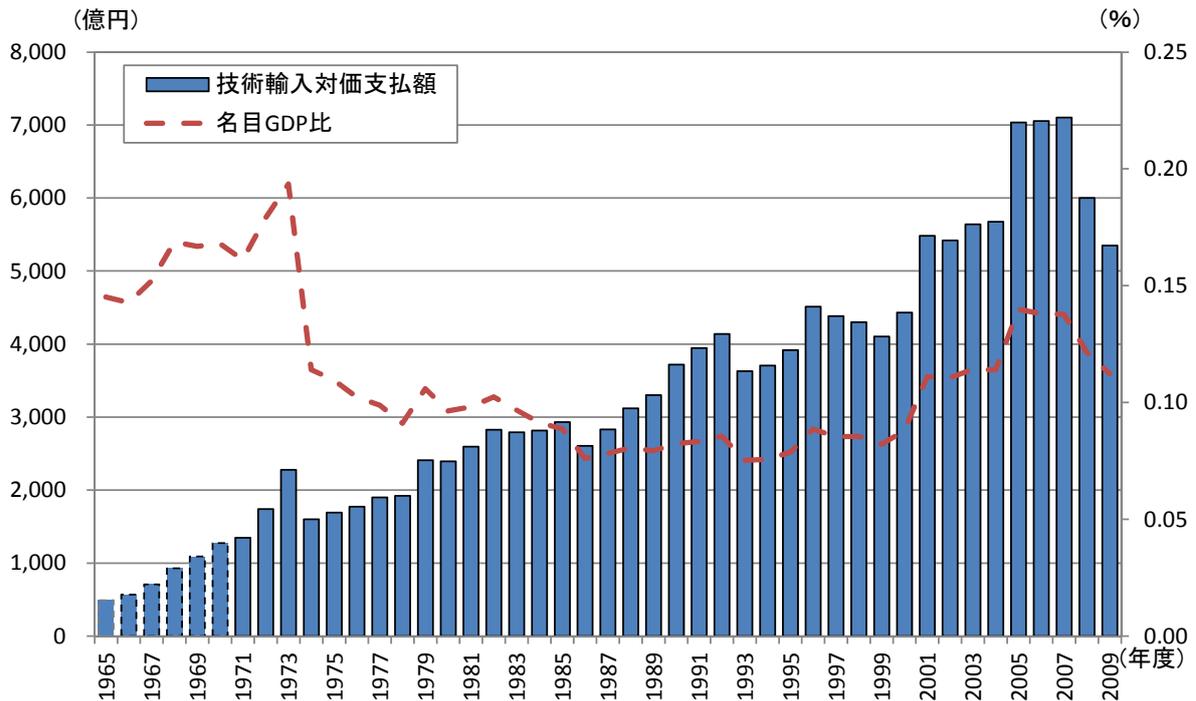
ここまでは我が国の企業、公的研究機関、大学等で行われている研究費についてみてきたが、次に海外からの技術導入の状況をみるため、科学技術研究調査の「技術輸入対価支払額」とその対名目GDP比の推移をみることにした。

技術輸入額は第一次石油ショック後の1974年度、バブル崩壊後の1993年度、リーマンショック後の2008年度以降などに落ち込んでいるが、全体としては増加基調にある。

ただし、これを名目GDPに対する比率で見ると（グラフ右軸）、第一次石油ショックを境に大きく低下し、以降も緩やかに低下が続いたが、2000年代に入ると再びGDP比が上昇している。

科学技術イノベーション・モジュールでは、この技術輸入額についても対名目GDP比で求める形とした。

図表 3-9 技術輸入額および対名目 GDP 比



出所：総務省「科学技術研究調査」各年版

注：科学技術研究調査の技術貿易額は1971年度以降しか掲載されていない。70年度以前については、日本銀行「国際収支統計」の特許等使用料支払額（ドルベース）を円単位の技術輸入対価支払額にその変化率を適用して遡及推計

3.2.2 負担源別研究費から組織別研究費への接続

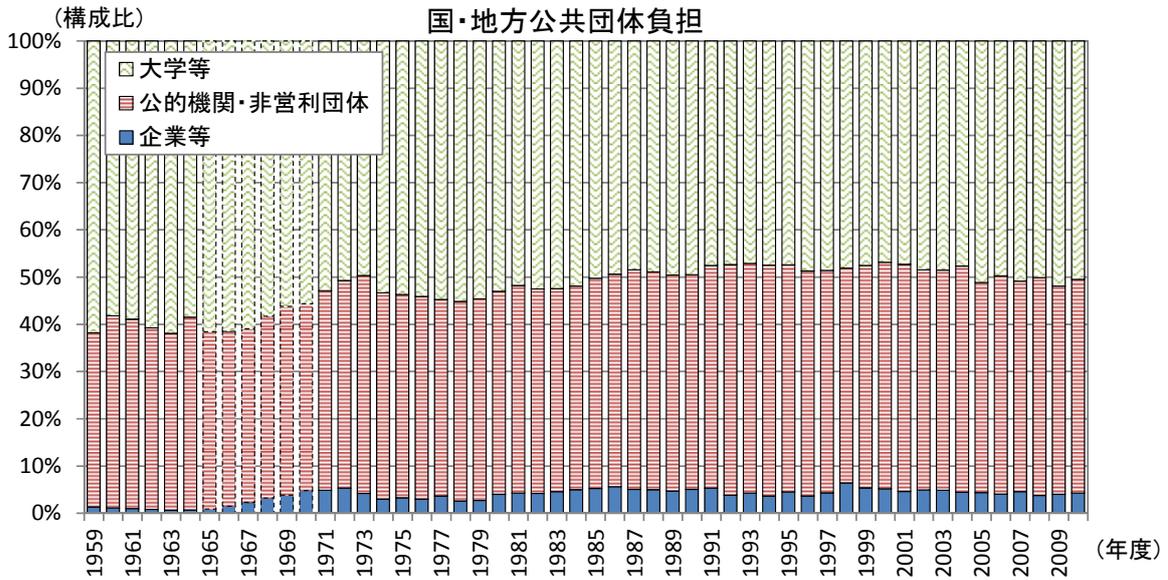
以上のように、科学技術研究調査の研究費は資金の出し手（負担源別）のほか、研究活動の担い手（組織別）からもみることができる。どの負担源の資金がどの組織に拠出されるかは、負担源によって大きく異なっていると考えられることから、科学技術イノベーション・モジュールでは研究費を負担源ごとに企業、大学等の組織に配分していく形をとることとした。

以下、各負担源における組織別構成比をみていくが、基本的に各負担源での組織別構成比には大きな変化がみられなかったため、科学技術イノベーション・モジュールでは負担源別組織別構成比は外生変数として扱うこととした。

(1) 政府負担研究費における組織別構成比

研究費のうち政府（国・地方公共団体）が負担した研究費がどの組織の研究活動に支出されたかをみると、大学等が50%前後と最も多く、公的機関・非営利団体もおおむね40%以上を占めており、企業等の割合は10%に満たない。

図表 3-10 政府負担研究費における使用組織別構成比

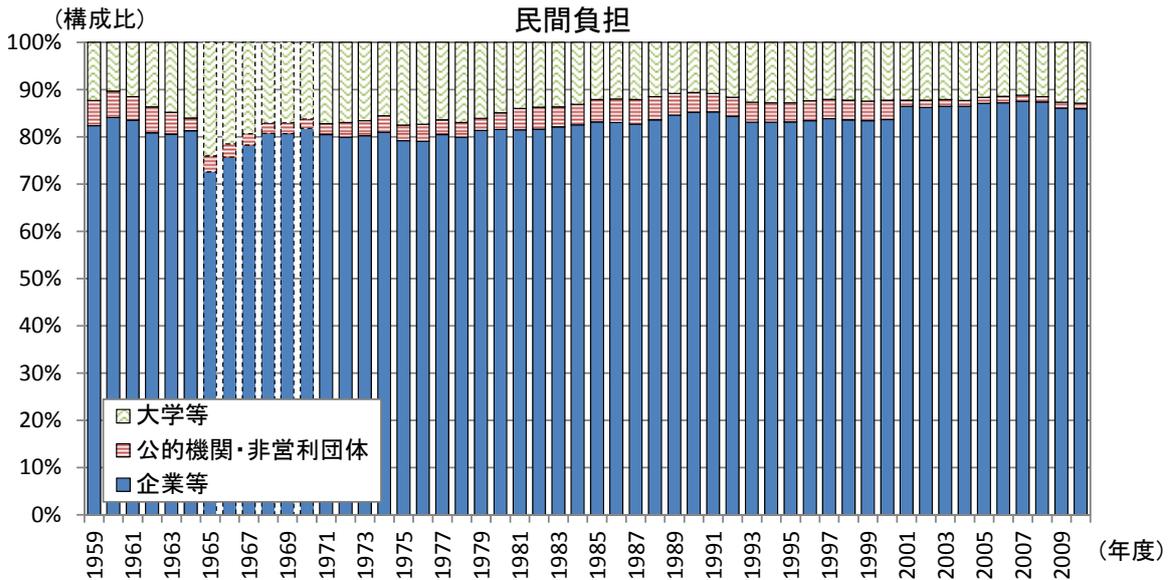


注：1965～70年度の科学技術研究調査には負担源別・組織別の集計表が掲載されていない。ここでは、組織毎の研究費計と報告書概要に掲載されていた概算の負担源別計をそれぞれコントロールトータルとし、RAS法で推計した内訳の金額を用いて構成比を算出している(以下、同様)。

(2) 民間負担研究費における組織別構成比

民間が資金を負担した研究費は、おおむね8割以上が企業等で使用されており、大きな変化はみられていない。

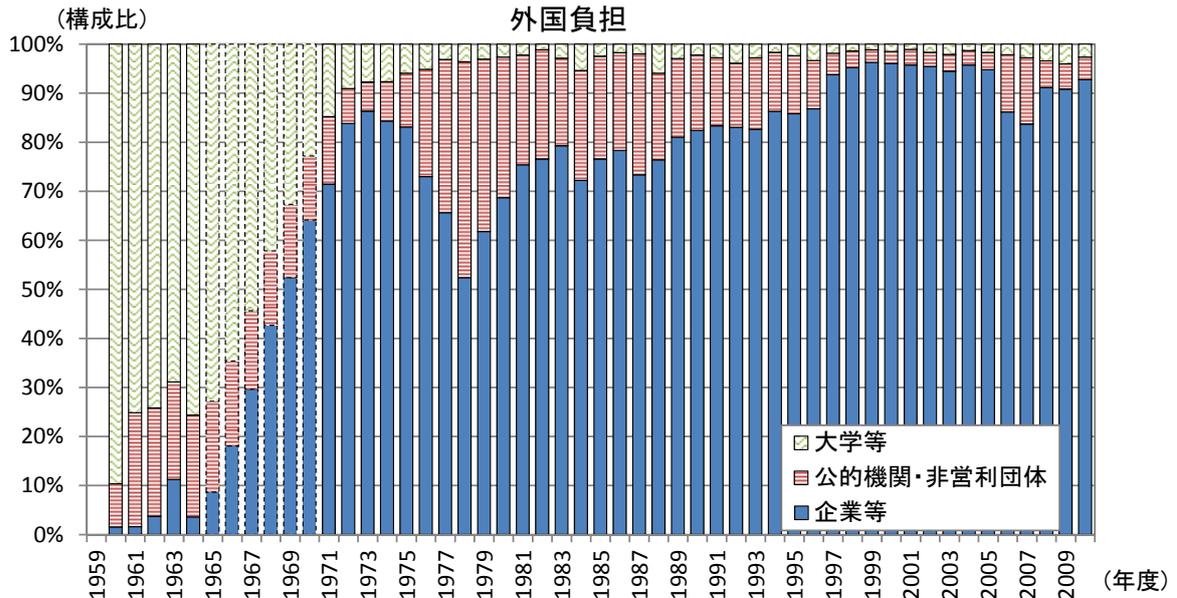
図表 3-11 民間負担研究費における使用組織別構成比



(3) 外国負担研究費における組織別構成比

外国を支出源とする研究費は政府負担や民間負担に比べて研究費の金額が小さいこともあり、年による構成比の変化が大きい。近年では9割前後を企業等が占める状況が続いている。

図表 3-12 外国負担研究費における使用組織別構成比



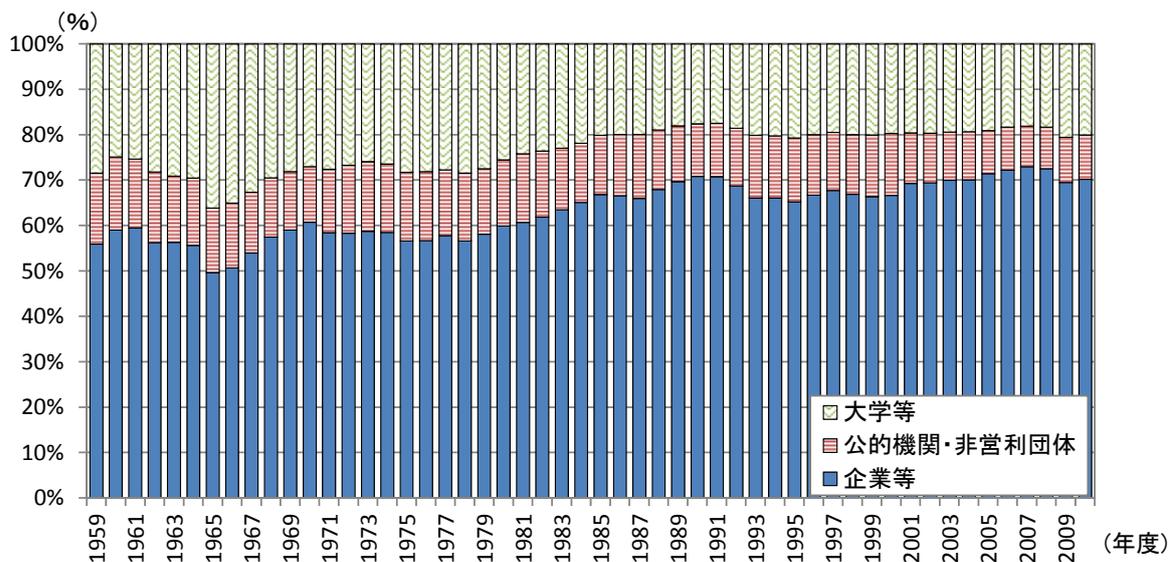
(4) 組織別研究費

研究を実施した組織別に研究費の構成比をみると、最大のシェアを占めるのは企業等であり、1970年代までは6割前後であったシェアが次第に高まり、現在は7割前後となっている。

公的機関・非営利団体は15%前後から10%弱、大学等はおおよそ30%から20%へとシェアが低下している。ただし、大学等のシェアは1980年代中盤以降安定しており、2割前後の横ばいで推移している。

科学技術イノベーション・モジュールでは、まず負担源別研究費を求め、次に負担源ごとに各組織に研究費が配分される構造となっており、その研究費の組織ごとの合計額を組織別研究費として定義している。

図表 3-13 研究費の組織別構成比



注：2001 年度以前は分類が「会社等」、「研究機関」、「大学等」となっている。それぞれ「会社等」を「企業等」、「研究機関」を「公的機関・非営利団体」、「大学等」を「大学等」としてデータを接続した。

3.2.3 研究開発ストック

科学技術イノベーション・モジュールでは、先行研究を踏まえ、研究開発ストックを以下のとおり推計し、分析に用いた。

(1) ストックの推計式

ストックは前年度のストックから陳腐化した分を除き、当年度のフローを加算して積み上げる。

$$SRD_t = RD_{t-m} + (1 - \delta) \cdot SRD_{t-1} \dots\dots\dots(1)$$

SRD_t : t 期の R&D ストック、RD_{t-m} : t-m 期の実質研究費 (フロー)、
m : 懐妊期間、δ : 陳腐化率

なお、初期のストック SRD₀ は式(1)を以下のように変形して求める。

$$SRD_0 = \frac{RD_{1-m}}{(g + \delta)} \dots\dots\dots(2)$$

g : R&D ストックの初期時点の平均伸び率

g の値は事前には分からないため、ストックの伸び率とフローの伸び率が等しいと仮定し、初期時点から 3 年間の平均伸び率で算出した (g が負になる場合は 0 として算出)。

本モジュールでは、この推計式を用いて企業等、大学等、公的機関等の組織別および海外からの技術輸入の4分類ごとに研究開発ストックを推計している。

(2) 懐妊期間と陳腐化率

科学技術政策研究所「研究開発関連政策が及ぼす経済効果の定量的評価手法に関する調査(中間報告)」、1999年6月ではアンケートを実施し、企業630、大学・研究機関932票の有効回答を得て集計・分析を行っている。同調査では、研究開発投資の懐妊期間を「研究開発終了後市場に導入されるまでの期間(民間部門)」又は「開発の成果が民間企業等において実用化されるまでの期間(公的部門)」に研究開発期間の1/2を加えたもの、技術知識の陳腐化率は「その技術を用いて利益が得られた期間(民間部門)」又は「その研究開発の成果として得られた技術や知識の寿命(公的部門)」の逆数として定義している。

この調査結果を踏まえ、本分析では、研究活動を企業等、大学・公的機関等と海外からの技術輸入の3者に大別し、それぞれ懐妊期間、陳腐化率を以下のように設定した。

本分析での区分	懐妊期間	陳腐化率	科学技術政策研究所(1999)の参照先
企業等研究費	5年	10.56%	民間部門研究開発(民間企業計)
大学・公的機関等研究費	9年	7.47%	公的部門研究開発(公的部門計)
技術輸入額	2年	21.04%	導入知識(民間企業計)

なお、研究費を実質化する研究支出デフレーターについては、科学技術研究調査の組織別(企業等、公的機関・非営利団体、大学等)に算出するものとした。また、ストックの推計をできるだけ長期にわたって行うため、連続したデータが確保できない期間は代替指標の変化率を用いて遡及推計を行っている。代替指標は、1965～80年度は昭和63年版科学技術研究調査報告書掲載の昭和60年基準の研究支出デフレーター、1955～64年度は平成2年基準国民経済計算におけるGDPデフレーターを用いている。

また、研究費に関するデータは、基本的には総務省「科学技術研究調査」で捕捉可能な1959年度以降としているが、特に企業以外ではR&D投資の懐妊期間が長く、ストックの推計期間が短くなってしまうことから、「科学技術研究調査」の前身である「研究機関基本統計調査」を用いて1955年度まで遡っている。同様に「科学技術研究調査」の技術輸入額は1971年度以降しか把握できないため、70年度以前については、日本銀行「国際収支統計」の特許等使用料支払額(ドルベース)を円単位に換算し、その変化率を適用することで遡及推計している。

(3) 研究支出デフレーター

研究費は人件費、設備購入費等の形で支出されるため、研究支出を実質化するための研究支出デフレーターはマクロモデルで内生的に導出される価格によって影響を受けるものと考えられる。企業等においては賃金(W)と民間設備デフレーター(PI)、企業以外では政府最終消費デフレーター

ター（PCG）と公的固定資本形成デフレーターによって決定されるものとして定式化している。

（企業等研究支出デフレーター）

被説明変数： $\log(\text{PBRD})$

説明変数	定数項	+ $\log(W)$	+ $\log(\text{PI})$
	-5.673974 (-38.155)	0.568375 (25.478)	0.179122528 (2.762)
推定期間:	1965~2008		データ数: 44
自由度修正済決定係数:	0.9911		D.W.比: 0.2677

W：一人当たり雇用者報酬、PI：民間企業設備デフレーター

（公的機関・非営利団体研究支出デフレーター）

被説明変数： $\log(\text{PRRD})$

説明変数	定数項	+ $\log(\text{PCG})$	+ $\log(\text{PIG})$
	-4.984033 (-55.386)	0.192482 (4.049)	0.88368179 (13.553)
推定期間:	1965~2008		データ数: 44
自由度修正済決定係数:	0.9972		D.W.比: 0.2433

PCG：政府最終消費デフレーター、PIG：公的固定資本形成デフレーター

（大学等研究支出デフレーター）

被説明変数： $\log(\text{PERD})$

説明変数	定数項	+ $\log(\text{PCG})$	+ $\log(\text{PIG})$
	-5.852024 (-30.343)	0.4825133 (4.736)	0.775778734 (5.551)
推定期間:	1965~2008		データ数: 44
自由度修正済決定係数:	0.9917		D.W.比: 0.1412

3.2.4 全要素生産性 (TFP)

科学技術イノベーション・モジュールに導入する TFP 関数を推定する前に、まず TFP そのもののデータを推計する必要がある。ここでは、一般的なマクロ経済モデルで用いられる方法に従い、生産関数を推定し、そのパラメータを使ってソロー残差から TFP を推計するものとする。

(1) 生産関数の推定

①コブ・ダグラス型生産関数

エコノメイトモデルでは民間資本 K と労働投入 L を要素としたコブ・ダグラス型の生産関数を採用し、式(2)のように対数変換してタイムトレンド T を入れた形で推定を行っている。本分析では、以下の点についてエコノメイトモデルから変更を加えた上で生産関数を推定した。なお、推定された労働分配率は $0.59 (=1-0.41)$ となっている。

- エコノメイトの稼働率指数の直近の動きが経済産業省の統計値と若干違うといった部分があったため、以下の系列については公式統計の値に入れ替えを行った。
 - 製造工業稼働率指数 (経済産業省「鉱工業指数」)
 - 就業者数 (厚生労働省「労働力調査」)
 - 総実労働時間 (厚生労働省「毎月勤労統計」)
- 民間企業資本ストックはエコノメイトによる推計値を利用しているが、一般的なマクロモデルと同様、1期ラグをとることとした (資本ストックは期末値であり、当期の設備投資が直ちに生産可能な設備になるのではなく、翌期の生産設備になる)
- リーマンショックに伴う短期的かつ急激な変動が、本来中長期的な関係である生産関数を推定する際に与える影響を考慮し、2009年度ダミーを追加。

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \dots\dots\dots(1)$$

$$\ln Y = \gamma + \lambda T + \alpha \ln K + (1 - \alpha) \ln L + \varepsilon D09 \dots\dots\dots(2)$$

Y : 実質 GDP、T : タイムトレンド、K : 民間企業資本ストック×製造工業稼働率指数
L : 就業者数×総実労働時間、D09 : 2009年度ダミー (2009年度のみ 1、他の年度は 0)

図表 3-14 コブ・ダグラス型生産関数の推定結果

	γ	λ	α	2009 年ダミー
パラメータ	-2.6259	0.0082	0.4144	0.0481
t 値	(-45.071)	(7.084)	(16.793)	(2.074)

推定期間: 1970~2009

自由度修正済決定係数: 0.9961 D.W.比: 0.8488

②CES 型生産関数

コブ・ダグラス型関数はマクロモデルでは非常にポピュラーな関数形であり、一般的に十分な説明力を持つとされるが、確認のため、コブ・ダグラス型をより一般化し、投入要素間の代替弾力性について 1 以外の値をとることが可能な CES (Constant elasticity of substitution) 型生産関数による推定を試みた。

$$Y = A \{ \alpha K^\rho + (1-\alpha)L^\rho \}^{\frac{1}{\rho}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\ln Y = \gamma + \lambda T + \frac{1}{\rho} \ln \{ \alpha K^\rho + (1-\alpha)L^\rho \} + \varepsilon D09 \dots\dots\dots(4)$$

図表 3-15 CES 型生産関数の推定結果

	γ	λ	α	ρ	2009 年ダミー
パラメータ	-2.7393	0.0092	0.4933	-0.1211	0.0403
t 値	(-15.568)	(5.054)	(4.173)	(-0.690)	(1.560)

推定期間: 1970~2009

自由度修正済決定係数: 0.9966 D.W.比: 0.8125

推定された代替パラメータ ρ の有意性は低い、すなわち 0 に近いため、コブ・ダグラス型の推定結果に近い結果となっている。代替弾力性 (生産要素の相対価格が変動したとき、生産要素投入量の組み合わせがどれほど変化するか) = $1 / (1 - \rho) \cong 0.89$ 、労働分配率は 0.51 (=1-0.49) となっている。

本分析では、コブ・ダグラス型でも十分な説明力が得られるものとして TFP の推計や分析に用いるものとした。

(2) 全要素生産性 (TFP) の推計

標準のエコノメイトモデルでは TFP という変数は存在せず、対数変換して推定したコブ・ダグラス型生産関数に稼働率の最大値を代入した K^* 、労働力人口等を代入した L^* によって潜在 GDP を定義している。

【エコノメイトモデル】

$$\ln Y^* = \mu + \gamma T + \alpha \ln K^* + (1-\alpha) \ln L^* \quad (\text{潜在 GDP のモデル定義式})$$

本分析では、全要素生産性 TFP を内生化することで、技術進歩による社会経済への影響をモデル化するため、新たな変数 TFP を以下のとおり作成し、TFP を利用して潜在 GDP を定義する形にモデルを変更するものとした。

【本分析で扱うモデル】

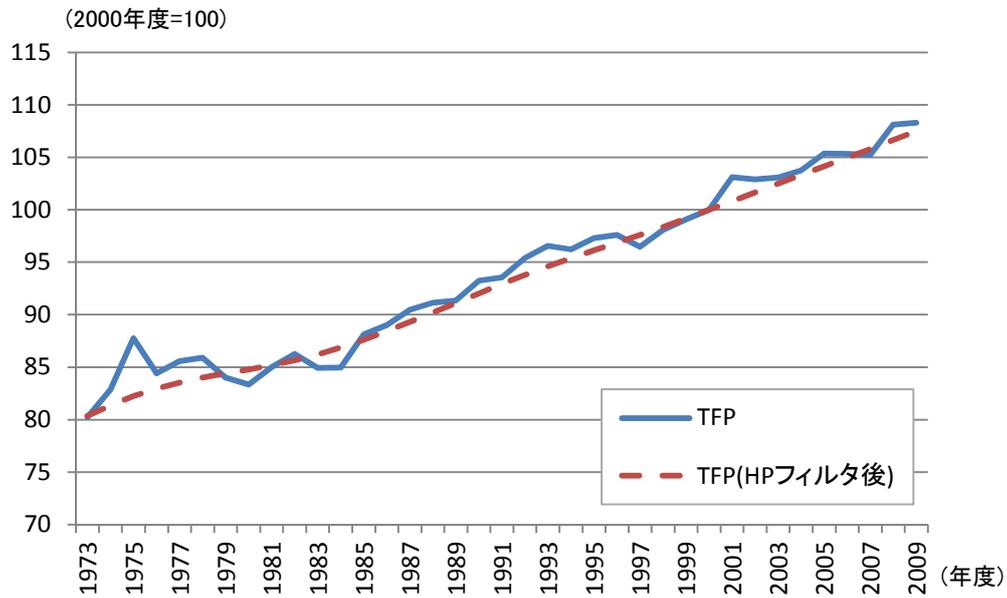
$$TFP = \frac{\ln Y}{\alpha \ln K + (1-\alpha) \ln L + \varepsilon D09} \quad (\text{TFP の算出式})$$

$$Y^* = TFP \cdot K^{*\alpha} \cdot L^{*(1-\alpha)} \quad (\text{潜在 GDP のモデル定義式})$$

ただし、ソロー残差には GDP の毎期の振れまで含まれているため、その不規則な変動成分を除去したうえで TFP を推計する必要がある。データの平滑化には移動平均法等が用いられるが、移動平均によって平滑化をはかると平均をとる期間の分だけデータの初期が欠落する、元の系列の変動に遅れて追従した変動パターンを示すといった欠点もあるため、ここでは HP フィルター¹² により抽出した TFP のトレンド成分を用いることとした。

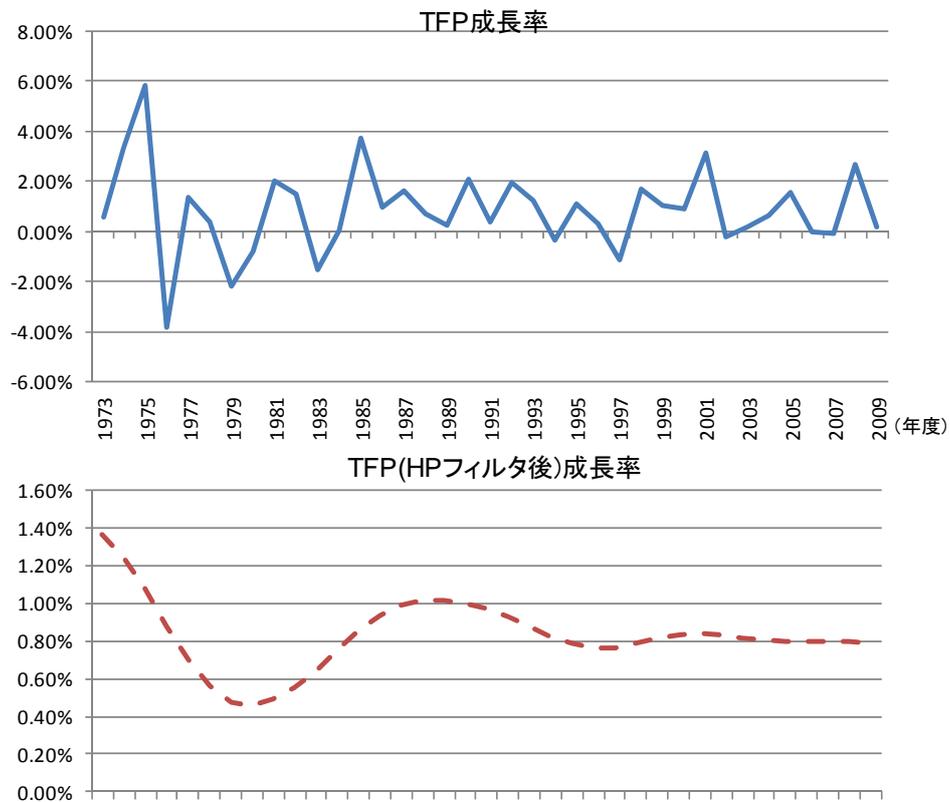
¹² Hodrick-Prescott (HP) フィルターは系列をトレンド要因と循環要因とに分解する手法のことである。マクロモデルに HP フィルターを適用して平滑化した TFP を用いる方法は日本銀行の Q-JEM モデル、内閣府の都道府県別経済財政モデル等でも採用されている。

図表 3-16 TFP の推移



この TFP について前期比をとり、成長率の推移をみたものは以下のとおり。

図表 3-17 TFP 成長率の推移



(3) 全要素生産性（TFP）関数

本分析では、図表 3-17 に示した HP フィルター後の TFP を採用し、このデータに基づいて分析を行った。なお、科学技術イノベーション・モジュールでは、「第 1.2 節 研究開発活動の生産性への影響分析の手法」に示した考え方に則り、全要素生産性の変動要因として研究開発に着目した関数を推定した。

TFP 関数の推定方法には大きく分けて収益性推定アプローチ、弾力性推定アプローチがあるが、様々な角度から関数の定式化を試行した結果¹³、以下の TFP 関数を採用した。

被説明変数: $\Delta \log(\text{TFPF})$

説明変数	$\Delta \log(\text{SRDB})$	+ $\Delta \log(\text{SRDR}+\text{SRDE})$	
	0.0336108	0.0500195	
	(2.728)	(3.276)	
		+ D85C* $\Delta \log(\text{SRDR}+\text{SRDE})$	+ $\Delta \log(\text{STI})$
		0.0723758	0.0466752
		(8.126)	(8.060)

推定期間:	1971~2009	データ数:	39
自由度修正済決定係数:	0.5536	D.W.比:	1.2218

TFPF : HP フィルター済 TFP、SRDB : 企業等研究開発ストック、SRDE : 大学等研究開発ストック、SRDR : 公的機関等研究開発ストック、STI : 導入知識ストック、D85C : 1985 年度以降ダミー

この TFP 関数では、企業、大学・公的機関、技術輸入を分離して取り扱うことで、それぞれが生産性に与える影響の違いを反映できる構造となっており、たとえば企業の研究開発ストックが 1%増加すると TFP が 0.03%上昇するといった関係が推定されている。

図表 3-18 TFP 関数における研究開発ストックの弾力性パラメータ

弾力性パラメータ	
企業等研究開発ストック	0.03
大学・公的機関等研究開発ストック	0.05 (1985 年度以降は 0.12)
導入知識ストック	0.05

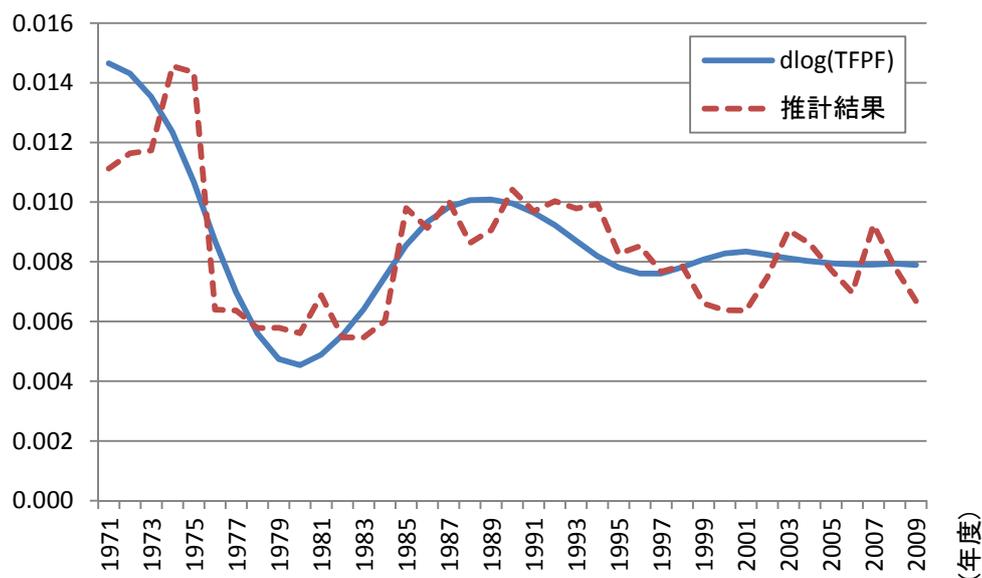
¹³ 詳細は「参考資料 A.4 TFP 関数の推定」を参照。

ただし、このパラメータはあくまでもこの TFP 関数によって推定されたものであり、TFP や研究開発ストックの推計方法、関数の推定期間等が異なれば当然変わりうるものであるほか、TFP の変動要因として研究開発のみをとりあげている点には留意されたい。

なお、関数形や変数の構成はやや異なるが IMF の MULTIMOD 3 拡張版における TFP 関数では、研究開発ストックの弾力性パラメータは 0.24（第 1.1.3 小節を参照）であり、本分析で採用した TFP 関数のパラメータと大きく異なっていない。

そのほか、TFP 関数の実績値と推計値の推移から判断すると、70 年代後半の TFP 成長率の急速な低下と導入知識ストックの減少が、同時期に発生しているために導入知識ストックのパラメータが大きく推定されている可能性についても留意すべきと考えられる。現実には、同じ技術輸入であっても、高度成長期における海外技術のキャッチアップを目的としたものと、近年のグローバル化が進む中での海外子会社からの技術移転等では性格が異なっていること等が考えられるが、定量的な評価が困難なため本調査では上式に基づいて分析を行った。

図表 3-19 TFP 関数の実績値と推計値の比較



3.2.5 その他の関数及び定義式

以上が科学技術イノベーション・モジュールを構成する主要な変数である。本分析では、このモジュールに、マクロエコノメトリクス研究会「エコノメイト年次マクロ経済モデル 2011 年版緊急改訂版 2011.04ver」をベースとして開発したマクロ経済モデルを接続した分析を試行した。したがって、科学技術イノベーション・モジュール以外のモデル構造の多くはエコノメイトモデルに依拠しているが、本調査で研究開発投資の経済に与える影響を分析するにあたり、一部改修している。

モデルの関数、定義式について、主に改修を行った点は以下のとおりである。なお、第 4.2.4 小節に示した生産関数および TFP の変更に伴って潜在 GDP のデータが変わったことにより、潜在 GDP を説明変数とする関数で推定パラメータが変わったもの等、本質的でない変更については以下に含めていない。

(1) 民間企業設備投資

エコノメイトモデルでは、設備投資関数は「資本係数の可変性も考慮に入れた利潤原理を採用」して定式化されている。本分析では変数 TFP を追加し、潜在 GDP の系列も入れ替えているため、エコノメイトモデルに採用されている関数とは若干パラメータが異なっているが、推定結果は以下のとおりである。

被説明変数: IP				
説明変数	定数項	+ (YCB-TC+DPN)/PI+(YCB(-1)-TC(-1)+DPN(-1))/PI(-1)		
	62509.121	8.7643165		
	(5.579)	(1.787)		
	+ INTN-@PCH(PI)*100	+ LOG(GDPP/KP(-1))	+ D88	+ D89
	-722.3033	-77125.7	13764.74373	20491.751
	(-1.078)	(-5.108)	(2.956)	(7.005)
推定期間:	1977~2008		データ数:	32
自由度修正済決定係数:	0.9401		D.W.比:	1.1290

IP : 民間企業設備投資、YCB : 民間法人企業所得 (配当受払前)、TC : 法人税、
 DPN : 民間企業設備資本減耗、PI : 民間企業設備投資デフレーター、INTN : 貸出約定平均金利、
 GDPP : 潜在 GDP、KP : 民間企業資本ストック

log() : 自然対数関数、dlog() : 自然対数関数の階差、@pch() : 前期比関数、A(-x) : 変数 A の x 期ラグ、
 各変数の下の数値は上段が推定されたパラメータ、下段の括弧内は t 値。

この関数を採用したモデルでは TFP が上昇し、生産性が向上することで潜在成長力が高まると、第 4 項 (GDPP/KP) が大きくなり、設備投資を抑制する方向に作用すると考えられる。

本分析では、各国の主要な官公庁、中央銀行等のマクロモデルで主流となっているハイブリッド型モデル (経済理論と整合的な長期の均衡関係と短期の変動に対する追跡力をともに表現した

モデル) で採用されているエラーコレクション型¹⁴の設備投資関数を採用することとし、MEAD-RIETI モデル (経済産業研究所) にならって以下のような定式化を試みた。

- 長期的に生産資本と潜在生産力 (GDPP) の関係に一定の共和分関係を想定し、資本の限界生産力が実質資本価格に等しくなるという長期均衡式を考え、短期的には企業所得や自己ラグによって影響を受けるとする形で定式化している。
- なお、MEAD-RIETI モデルでは GDP との共和分関係を想定していたが、本分析では潜在 GDP は企業の期待成長力の代理指標であり、長期的には GDP と GDPP は価格等によって調整され、収束していくものとみなして潜在 GDP との共和分を想定している。
- 新古典派投資理論は、企業の利潤最大化行動から得られる最適な資本ストック量と既存の資本ストック量の差分を埋める形で設備投資量が決定されると考える。ただし、資本ストックは瞬時に変更可能な生産要素ではないので、最適な資本ストック量と既存の資本ストック量の差分の一部が設備投資として実現する。

¹⁴ エラーコレクションモデルとは「誤差修正」の字義のとおり、長期的な均衡関係から生じる誤差を短期的な関係で調整してゆくモデルを指す。

(長期の関係式)

被説明変数: IP/KP(-1)

説明変数	定数項	+ LOG(KP(-1)/GDP)+RCC/100
	0.1461793	-0.077066
	(35.587)	(-2.913)

推定期間:	1977~2008	データ数:	32
自由度修正済決定係数:	0.1945	D.W.比:	0.2577

(設備投資関数)

被説明変数: DLOG(IP)

説明変数	定数項	+ DLOG(IP(-1))	+ DLOG((YCB-TG+DPN)/PI)	
	-0.01315	0.1063486	0.190676249	
	(-0.753)	(0.446)	(1.486)	
	+ DLOG(GDP(-1))	+ ERR_IP(-1)	+ D92	+ D93
	1.6170467	-0.667323	-0.0638326	-0.121067
	(2.149)	(-1.097)	(-1.110)	(-2.165)

推定期間:	1978~2008	データ数:	31
自由度修正済決定係数:	0.5173	D.W.比:	2.0291

RCC : 実質資本コスト、ERR_IP : 長期均衡式の推計誤差

なお、資本コストの定義には様々なものがあるが、今回は MEAD-RIETI モデルを踏まえ、以下のように定義して作成した。

$$RCC = \left(\frac{1 - PVDP_t}{1 - CPTAX} \right) \left(INTN - \frac{\Delta PI_t}{PI_{t-1}} * 100 + \frac{DP_t}{KP_{t-1}} * 100 \right)$$

PVDP : 減価償却の割引現在価値、CPTAX : 法人税率、DP : 民間企業固定資本減耗

(2) 完全失業率

エコノメイトモデルにおける失業者、雇用者など労働関係の変数について、関数や定義式を以下のように改変することで、労働市場の需給や人口関連変数との整合性が確保されるよう改修した。

- 労働参加率 (NL/15 歳以上人口) を新規作成し、モデル上は 15 歳以上人口に対する比率で労働力人口を求める。
- 失業率関数を新設し、内生化する (以下では、財市場の需給の影響を受けて変動し、徐々に調整される構造で、GDP からみた労働分配率が高まると失業率の上昇要因となりうる形)。
- 労働力人口と失業率で就業者数を求める。

- 雇用者比率 (LW/L) を新規作成し、モデル上は就業者に対する比率で雇用者数を求める。

(完全失業率)

被説明変数: URATE/100

説明変数	定数項	+ GDPGAP	+ YW(-1)/GDPN(-1)
	0.0025752 (0.378)	-0.102839 (-6.686)	-0.007253729 (-0.520)
	+ URATE(-1)/100 0.811917 (23.037)		

推定期間:	1970～2009	データ数:	40
自由度修正済決定係数:	0.9737	D.W.比:	1.9914

URATE : 失業率、GDPGAP : GDP ギャップ¹⁵、YW : 雇用者所得、GDPN : 名目 GDP

(その他の定義)

$$NL=(POPT-POP14)*RLP/10$$

$$U=NL*URATE/100$$

$$L=NL-U$$

$$LW=L*RLW/100$$

$$LU=L-LW$$

NL : 労働力人口、POPT : 総人口、POP14 : 14 歳以下人口、

RLP : '労働参加率(15 歳以上人口に占める労働力人口の割合)、U ; 完全失業者数、L : 就業者数、

LW : 雇用者数、RLW : 雇用者比率 (就業者数に占める雇用者の割合)、LU : 個人業主数

¹⁵ エコノメイトモデルの GDPGAP は GDPP/GDP で定義、算出されているが、内閣府等で用いられている一般的な定義にならない、(GDP-GDPP)/GDPP で定義しなおしている。

第 3.3 節 MaeSTIP の全体構造

前節で紹介した研究開発のフロー、ストックの推計と生産性への影響を取り扱う「科学技術イノベーションブロック」とエコノメイトベースのマクロ経済モデルを接続することにより、研究開発が社会経済に影響を与え、そうした社会経済の動向がまた研究開発に影響を及ぼすというダイナミズムを盛り込んだシミュレーションを試行することが可能となる。

この両者を接続したモデル、MaeSTIP (Macroeconomic Model for Science, Technology and Innovation Policy) について、以下、モデルの基本的な構造を概説する。

3.3.1 労働・生産、支出、賃金・物価ブロック

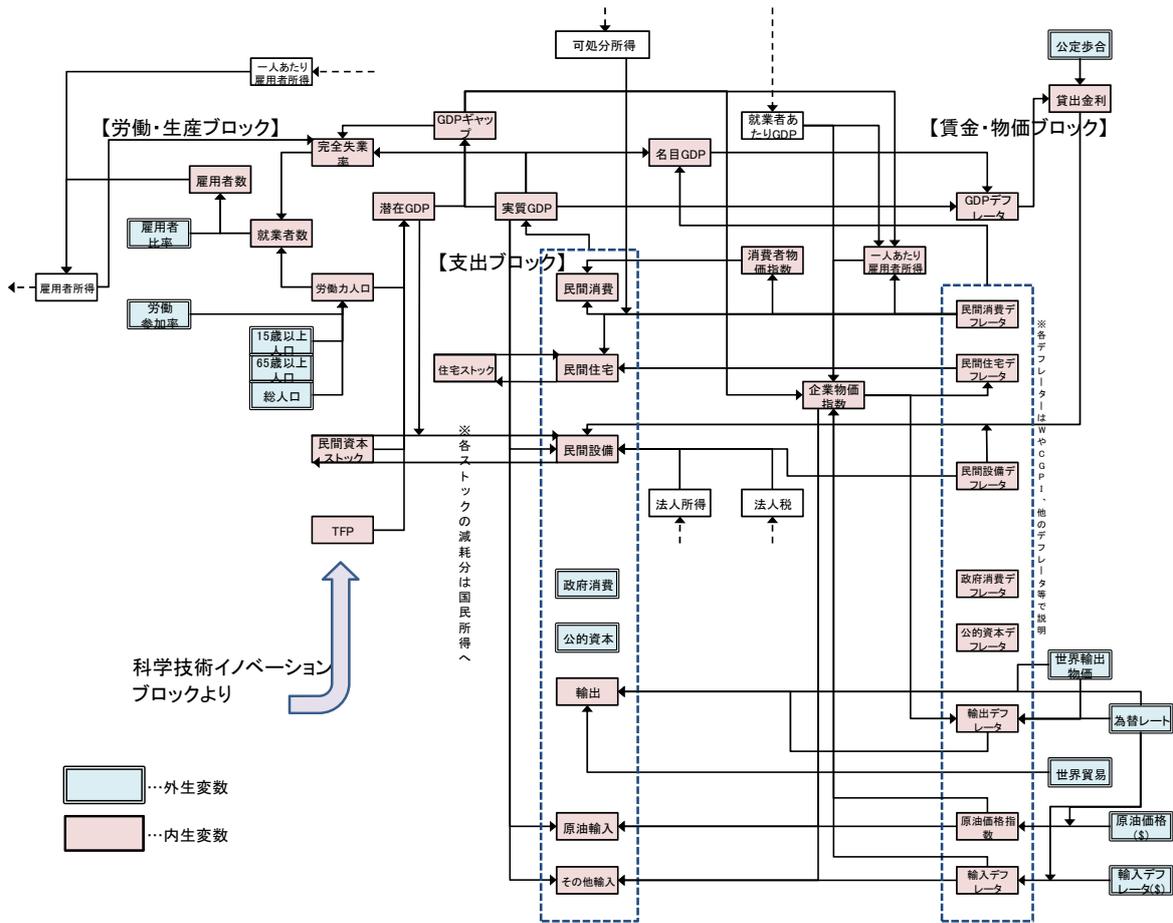
総需要は、実質所得や習慣要因、物価上昇が加味された民間消費、実質法人所得の増加、実質金利および潜在 GDP/民間資本ストックの減少関数である民間設備等の民間需要、外生である政府消費や公的固定資本形成、内外の価格差や所得効果によって変化する輸出入によって構成される。

一方、総供給はコブ・ダグラス型生産関数に基づいて、内生化した民間資本ストック、労働供給、全要素生産性上昇率によって潜在 GDP が定まる。一般的なマクロモデルでは外生変数として扱われることが多い全要素生産性 (TFP) を、研究開発活動によって変動しうる構造としている点が本モデルの最大の特徴である。

以上の需給から定まるギャップが物価を変動させる。物価のキーとなっているのは国内企業物価指数 (CGPI) であり、このキーデフレーターの変動が消費や設備投資など各需要項目のデフレーターへと波及していく。物価の上昇は金利の上昇につながり、物価や金利は民間消費をはじめとする国内需要のほか、海外との相対価格を変化させ、輸出入に影響を与える。こうして、需給ギャップは中長期的に調整され、縮小していくこととなる。

このように供給サイドからの長期成長経路、短期的な消費や設備投資等の需要の変動、両者のギャップの均衡調整プロセスをモデル化することで、研究開発活動やその他の政策効果、外的要因の影響を需要と供給両面から検討できる構造としている。

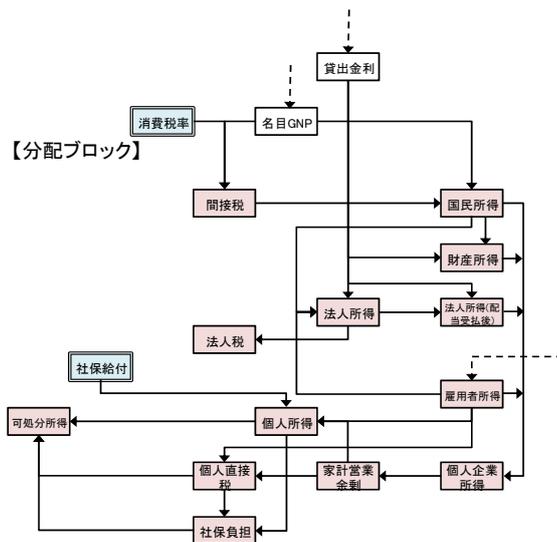
図表 3-20 MaeSTIP の労働・生産、支出、賃金・物価ブロックにおける主要変数の相互関係図



3.3.2 分配ブロック

所得の分配は、まず名目 GNP から消費税率を乗じて求めた間接税や固定資本減耗等を差し引き、国民所得が決定される。法人企業所得や財産所得は名目 GNP と金利等によって決定され、雇用者所得は賃金に雇用者数を乗じることで求まる。法人所得からは法人税、個人所得からは個人直接税や社会保障負担が決定され、定義によって家計可処分所得が求まる。こうして決まった所得が民間消費や民間設備投資といった需要に影響を与える。

図表 3-21 MaeSTIP の分配ブロックにおける主要変数の相互関係図



3.3.3 科学技術イノベーションブロック

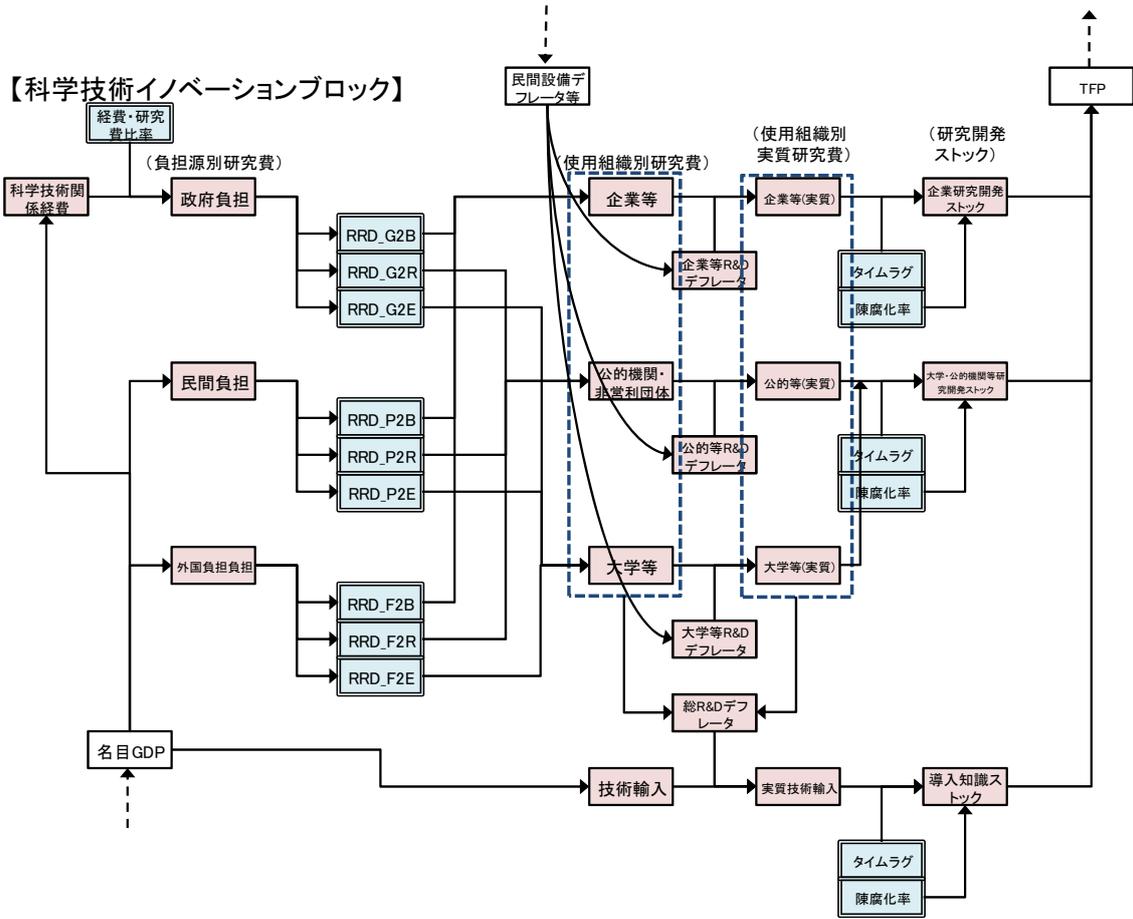
まず、研究活動の資金（政府負担および民間負担）、および海外からの技術輸入額は名目 GDP に対する比率（外生）によって求められる。ただし、政府負担研究費については、まず国と地方を合計した科学技術関係経費総額が対名目 GDP 比で求められ、その額に科学技術関係経費と政府負担研究費のコンバータを乗じることで求める。

政府／民間／外国により負担された研究資金は、その資金を受けた企業等／公的機関・非営利団体／大学等における研究活動につながる。負担された資金がどの組織で使われるかは、研究活動の負担源別・組織別のマトリクスから算出されたコンバータを介して決定される。

企業等／公的機関・非営利団体／大学等の使用研究費は、それぞれの研究支出デフレーターで除して実質研究費が求められる。研究支出デフレーターはマクロモデルの民間企業設備投資や政府消費支出等デフレーターによって求められる。

技術輸入については、企業等／公的機関・非営利団体／大学等の研究費を名目、実質でそれぞれ合算した後に除してインプリシットに算出した総研究支出デフレーターを用いて実質化される。

図表 3-22 MaeSTIP の科学技術イノベーションブロックにおける主要変数の相互関係図



これらの研究開発活動は、知識ストックとして蓄積され、モデルの TFP に影響を与えることで、生産性の上昇によるコストの削減、物価の下落等といった形で社会経済の様々な場面に影響を及ぼす。さらに、経済成長が名目 GDP をとおしてふたたび研究開発に影響を及ぼすことで、研究開発と経済成長の中長期的なダイナミズムを考慮した構造となっている。

第 3.4 節 科学技術イノベーション政策による経済効果シミュレーションの試行

本調査で構築した MaeSTIP の挙動、動学的特性を確認するとともに、研究開発投資の経済効果について検討する際の参考として、以下のとおりシミュレーションを試行した。

3.4.1 シミュレーションの前提

本分析では一定の懐妊期間を想定していること、社会経済の動きの中で供給サイドの効果が需要にあらわれるまでには時間がかかることを考慮し、参考としてシミュレーション期間は 2050 年度までで実施することとした。

シミュレーションは、基準ケース（ベースラインケース）とインパクトケースの 2 ケースについて実施した。

「基準ケース」は政府見通し等から妥当と思われる想定を与え、そのままシミュレーションを行ったケースである。一方、「インパクトケース」は研究開発について基準ケースとは異なった想定を与え、その他の条件は全て基準ケースと同じとしてシミュレーションを行ったものである。

具体的なシミュレーションの前提条件は以下のとおりとした。

(1) 研究開発関連の想定

MaeSTIP では、研究活動の資金源となる、科学技術関係経費、民間負担・外国負担研究費、技術輸入額は名目 GDP 比に対する比率で内生化している。

この比率の将来値は、基準ケースでは最終実績値（2010 年度値）と同率のまま推移するものとし、インパクトケースでは第 4 期科学技術基本計画を踏まえ、計画期間中（2011～15 年度）の科学技術関係経費の総額 25 兆円、2010 年度の経費額から毎年 6% 率成長という想定に整合するよう名目 GDP 比を設定し、計画期間終了後は最終年次の対名目 GDP 比率で固定して延長している。同様に、民間負担研究費についても 2011 年度以降対名目 GDP 比を 3% に固定した。

図表 3-23 2011 年度以降についての名目 GDP 比の将来想定

	基準 ケース	インパクトケース
	2010 年度値で固定	第 4 期基本計画を踏まえた総額目標
科学技術関係経費	0.89%	経費が 6% 成長となるよう段階的に上昇 2015 年度以降 GDP 比 1%
民間負担研究費	2.91%	2011 年度以降 3%
外国負担研究費	0.01%	(同左)
技術輸入額	0.11%	(同左)

なお、科学技術関係経費の金額については第 2.2 節に示したとおり、第 4 期基本計画期間につ

いて毎年6%成長、総額25兆円という設定をベースとし、この経費額とモデルの基準ケースで推計された名目GDPであらためて比を算出すると、2010年度は0.89%となり、インパクトケースではそこから段階的に上昇して、2015年度には1.08%となる。インパクトケースにおけるGDP比はこの値とし、16年度以降は15年度と同率のまま推移すると想定した。

また、科学技術研究調査の負担源別研究費のうち政府負担研究費は、民間など他の負担研究費と異なり、科学技術関係経費（国・地方計）にコンバータをかけることで求める形としている。コンバータの値は、実績期間中は政府負担研究費÷科学技術関係経費（国・地方計）、将来期間は最終実績と同値としている。

そのほか、政府、民間、外国の負担研究費が企業等、公的機関・非営利団体、大学等でそれぞれ使用される割合についても最終実績値と同率のまま推移すると想定している。

(2) マクロ経済の前提

政府支出や人口成長率、為替、原油価格など外生変数の将来想定については、内閣府「経済財政の中長期的試算」（平成24年1月24日）など政府の見通しやエコノメイトモデル等、以下に挙げた諸機関の将来見通しを元に設定した。ただし、将来人口を除いて、それぞれ2030年程度までの見通しであり、本分析ではその伸びに合わせて機械的に2050年度まで伸ばしている点に留意されたい。

- 内閣府「経済財政の中長期試算（平成24年1月24日）」
- 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）」中位推計
- 厚生労働省「平成21年財政検証」の年金給付額、「医療費等の将来見通し及び財政影響試算（平成22年10月25日）」の医療給付費の将来見通し
- エコノメイトモデル（2011年4月版）の将来予測シミュレーション時の想定

エコノメイトモデルの将来予測の前提

シミュレーション期間：2020年度まで

変数	想定
名目公的固定資本形成	2010年は▲3%、11年以降は▲1%
政府最終消費	全期間0.5%
社会保障給付	2009、10年は2.5%、11年以降は2%
公定歩合	全期間0.3%で固定
世界工業製品輸出物価指数	2010年は2%、11年以降は3%
世界貿易	2010年は3%、11年以降は4%
外国為替相場	2010年は87円、11年は82円、以降は2020年の110円まで段階的に円安進行
原油価格	2010年は80ドル/バレル、11年90、12年100、以降は20年の120まで段階的に上昇
その他の財貨・サービスの輸入デフレータ(\$)	全期間3%
実質海外への要素所得	2010年は1%、11年以降は5%
実質海外からの要素所得	2010年は1%、11年以降は5%
消費税率	2012年に7%、13年に8%、14年に10%に引き上げ
総人口	2009、10年は▲0.1%、11年以降は▲0.4%
65歳以上人口	2009、10年は2.1%、11年以降は2%
労働力人口	2010年は▲0.6%、11年以降は▲0.8%
所定内労働時間	2010年は▲0.4%、11年以降は▲0.2%
公的企業所得	全期間1.5%
補助金	2009～15年まで▲2%、16年以降は固定
統計上の不突合	2009年以降▲2%
TFP上昇率	モデル上存在せず(タイムトレンドで永続的に定率で成長)

内閣府「経済財政モデル」
「経済財政の中長期試算」(H24.1.24)の前提

2023年度まで

想定
足元は政府予算案、2013～14年度は中期財政フレーム、以降は社会保障関係は高齢化要因で増加、それ以外の支出は実質横ばい(物価上昇率並み増加)
IMF世界経済見通しを踏まえ、年率0.6～1.4%
IMF世界経済見通しを踏まえ、年率4.3～5.3%(慎重シナリオ)、3.2から4.2%(成長シナリオ) (内生。短期的には内外金利差の影響、長期的には物価上昇率格差を相殺するように変動)
IEA世界エネルギー見通しの上昇率
2014年4月に8%、2015年10月に10%に引き上げ
労働参加率は足元の水準で横ばい(慎重シナリオ)、女性・高齢者を中心に上昇(成長シナリオ。30～34歳女性で67%から2023年度75%)
足元は0.2%、以降20年代初頭に1.1%まで上昇(慎重シナリオ)、20年代初頭に1.9%まで上昇(成長シナリオ)

MaeSTIPで試行したシミュレーションの前提

参考として2050年度まで

想定
「平成24年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度」より名目伸び率を想定。2013、14年度は名目で横ばい、以降は実質で横ばい
厚生労働省「平成21年財政検証」、「医療費等の将来見通し及び財政影響試算(平成22年10月25日)」の給付額推計結果を元に将来の伸びを想定。 (エコノメイトの想定に合わせ延長)
2010は2.6%、2011は7%、12は1.1%、2013以降は0.3%(IMF WEO2011Sep。WEOでは16年まで)
本モデルでは為替が外生で調整されないため、伸びをやや緩めた(2020年まで3%、以降1%) (エコノメイトの想定に合わせ延長)
(エコノメイトの想定に合わせ延長)
(世界輸物価と同率で延長)
GDPとGNPの乖離が大きくなる(国民所得にまわるのはGNP)ため、全期間1%と想定
モデルが年度単位データのため、2014年度8%、2015年度9%、2016年度以降10%
日本の将来推計人口(平成24年1月推計)中位推計値に入れ替え
人口の想定と整合を取るため、労働参加率に変更し、足元の水準で固定
(エコノメイトの想定に合わせ延長)
(エコノメイトの想定に合わせ延長)
(エコノメイトの想定に合わせ延長)
(エコノメイトの想定に合わせ延長)
(研究開発投資による内生変数)

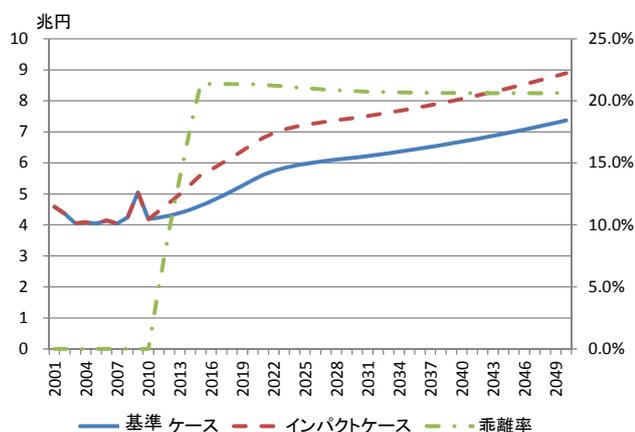
3.4.2 シミュレーション試行結果

科学技術イノベーション政策の総額目標の効果について MaeSTIP で推計したシミュレーション結果のうち、主要な変数について以下にとりまとめた。基本的には基準ケースとインパクトケースの差が政策目標の効果であり、両ケースの差分を中心にとりあげているが、参考としてシミュレーションによる推計値の水準も掲載した。

(1) 科学技術イノベーション政策の総額目標による研究開発の拡充

インパクトケースでは、第4期基本計画中の科学技術関係経費（国・地方計）を総額 25 兆円まで増加させ、計画期間終了時点の経費の対名目 GDP 比を維持する。結果として、科学技術関係経費は 2010 年度に 4.2 兆円であったが、2015 年度には基準ケースで 4.6 兆円、インパクトケースで 5.6 兆円と 1 兆円の差が生じている。第4期基本計画期間中（2011～2015 年度）の差額は累計すると 3.0 兆円となる。GDP 比を計画終了時点から一定としているため、以降も差額が累積し、2020 年度までで 8.5 兆円、2030 年度までで 21.0 兆円、2050 年度までで 48.8 兆円に達する。

図表 3-24 科学技術関係経費(国・地方計)のシミュレーション結果



科学技術関係経費(国・地方計)

(単位:兆円)

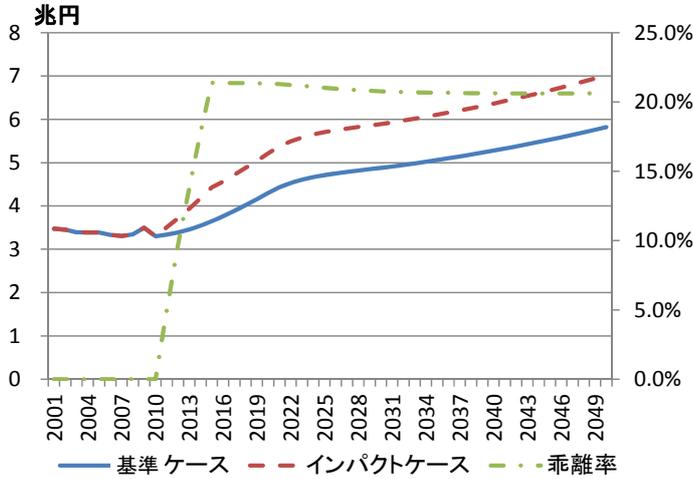
	基準 ケース	インパクト ケース	乖離幅	乖離率 (%)	差分 累計
2010	4.2	4.2	0.0	0.0%	0.0
2015	4.6	5.6	1.0	21.4%	3.0
2020	5.4	6.6	1.2	21.3%	8.5
2030	6.2	7.5	1.3	20.8%	21.0
2040	6.7	8.1	1.4	20.6%	34.3
2050	7.4	8.9	1.5	20.6%	48.8

第4期計画期間(2011～2015年度)総額
(億円)

基準	インパクト	差分
220,199.0	250,345	30,146

科学技術関係経費に計上される予算の全てが政府負担研究費となるわけではない。本モデルでは研究費÷経費の比を 2010 年度実績の 0.8 で将来期間も固定しているため、たとえば 2015 年度の政府負担研究費は基準ケースで 3.6 兆円、インパクトケースで 4.4 兆円と 0.8 兆円の差となっている。その他の時点についても研究費÷経費の比は一定のため、科学技術関係経費の結果に約 0.8 を乗じた結果となっている。

図表 3-25 政府負担研究費のシミュレーション結果



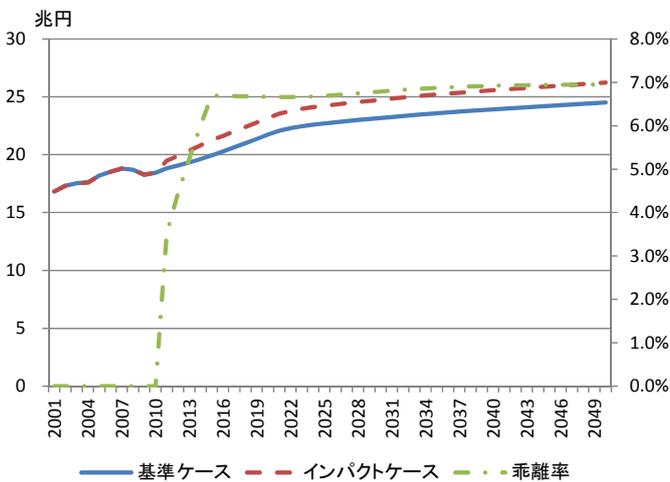
政府負担研究費

(単位:兆円)

	基準 ケース	インパクト ケース	乖離幅	乖離率 (%)	差分 累計
2010	3.3	3.3	0.0	0.0%	0.0
2015	3.6	4.4	0.8	21.4%	2.4
2020	4.3	5.2	0.9	21.3%	6.7
2030	4.9	5.9	1.0	20.8%	16.6
2040	5.3	6.4	1.1	20.6%	27.1
2050	5.8	7.0	1.2	20.6%	38.5

科学技術関係経費（国・地方計）のうち一定の割合が政府負担研究費となり、民間や外国が負担した研究費はそれぞれ企業や公的機関、大学等に供給され、研究活動に支出される。デフレーターで実質化した研究費総額は、2015年度までの基準ケースとインパクトケースの差額を累計すると5.0兆円となる。以降、20年度までで12.0兆円、30年度までに27.3兆円、50年度までに60.3兆円となる。

図表 3-26 実質研究費総額のシミュレーション結果



実質国内研究費総額

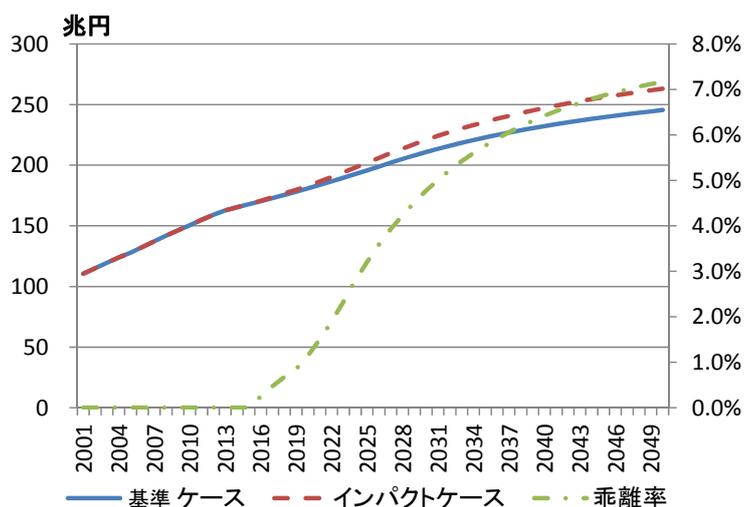
(単位:兆円)

	基準 ケース	インパクト ケース	乖離幅	乖離率 (%)	差分 累計
2010	18.4	18.4	0.0	0.0%	0.0
2015	19.9	21.3	1.3	6.7%	5.0
2020	21.7	23.2	1.4	6.7%	12.0
2030	23.2	24.7	1.6	6.8%	27.3
2040	23.9	25.6	1.7	6.9%	43.5
2050	24.5	26.2	1.7	6.9%	60.3

R&Dの懐妊期間を企業で5年、大学・公的研究機関等で9年としているため、フローの研究開発費の増加は研究開発ストックにただちには反映されない。総研究開発ストックにおける基準ケースとインパクトケースの差額は2015年度の時点では0であり、2020年度

でも 2.1 兆円 (1.1%) にとどまっている。ただし、インパクトケースでは常に研究開発額が基準ケースを上回っているため、次第にストックの乖離も大きくなり、2030 年度には 10.1 兆円、2050 年度には 17.6 兆円となる。

図表 3-27 総研究開発ストックのシミュレーション結果



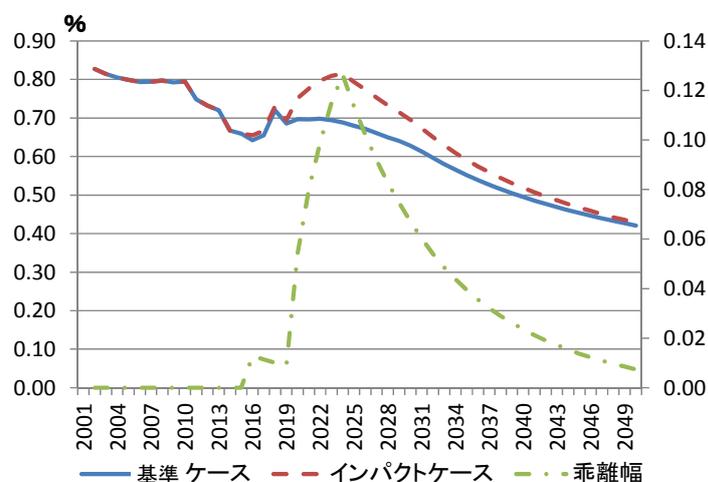
総研究開発ストック (単位:兆円)

	基準ケース	インパクトケース	乖離幅	乖離率 (%)
2010	150.5	150.5	0.0	0.0%
2015	167.8	167.8	0.0	0.0%
2020	181.0	183.0	2.1	1.1%
2030	210.9	220.9	10.1	4.8%
2040	232.3	247.2	14.9	6.4%
2050	245.5	263.1	17.6	7.2%

(2) 科学技術イノベーション政策の総額目標の経済効果

このような研究開発ストックの増加によって、TFP 成長率は 2020 年度に 0.05%ポイント、2030 年度に 0.07%ポイント押し上げられる。以降は逡減し、2050 年度には両ケースの乖離幅は 0.01%ポイントまで縮小する。

図 3-28 TFP 成長率のシミュレーション結果

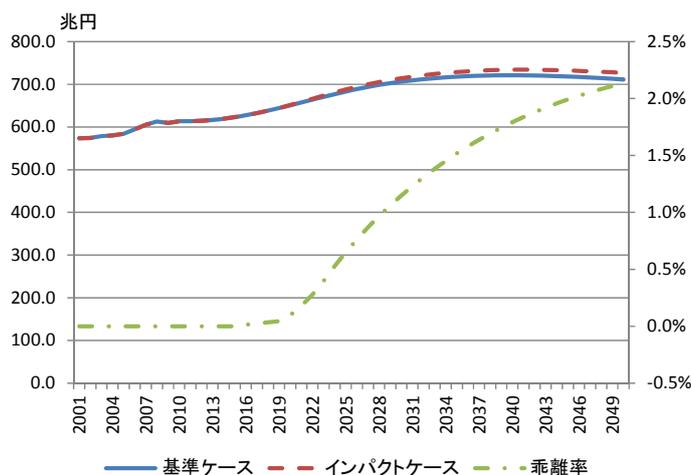


TFP成長率 (単位:%)

	基準ケース	インパクトケース	乖離幅
2010	0.79	0.79	0.00
2015	0.66	0.66	0.00
2020	0.70	0.75	0.05
2030	0.63	0.70	0.07
2040	0.50	0.52	0.02
2050	0.42	0.43	0.01

こうした TFP の変化を反映し、我が国経済の供給能力を示す潜在 GDP も増加する。基準ケースとインパクトケースの乖離率は 2020 年度に 0.1%、2030 年度に 1.1%、50 年度に 2.1%となる。

図表 3-29 潜在 GDP のシミュレーション結果



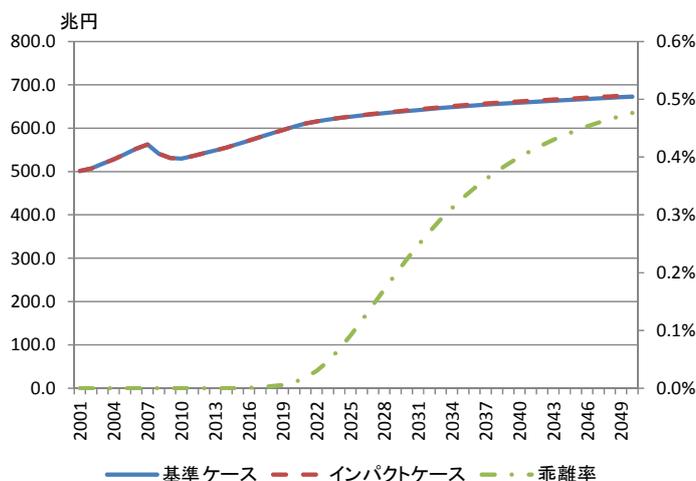
潜在GDP

(単位:兆円)

	基準 ケース	インパクト ケース	乖離幅	乖離率 (%)	差分 累計
2010	613.2	613.2	0.0	0.0%	0.0
2015	623.0	623.0	-0.0	0.0%	-0.0
2020	650.6	651.3	0.6	0.1%	1.4
2030	706.2	714.3	8.1	1.1%	48.7
2040	721.1	734.0	12.9	1.8%	158.8
2050	711.4	726.6	15.2	2.1%	302.1

TFP 成長率の上昇による潜在成長率の上昇、物価の下落に反応し、民間設備投資が誘発される。また、生産性の上昇による生産コストの低下により、海外に対する価格優位が働き、輸出も増加する。結果として、実質 GDP でみると 2020 年度の乖離率はほぼ 0%であるが、2030 年度に 0.2%、2050 年度に 0.5%となる。

図表 3-30 実質国内総生産のシミュレーション結果

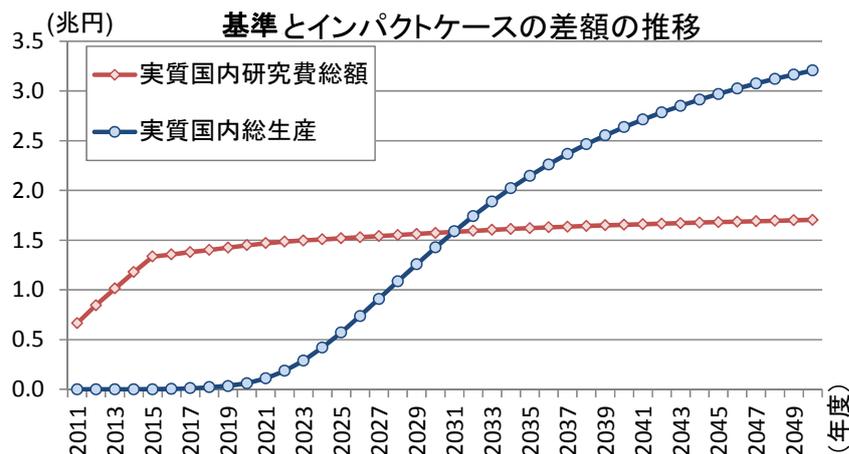


実質国内総生産

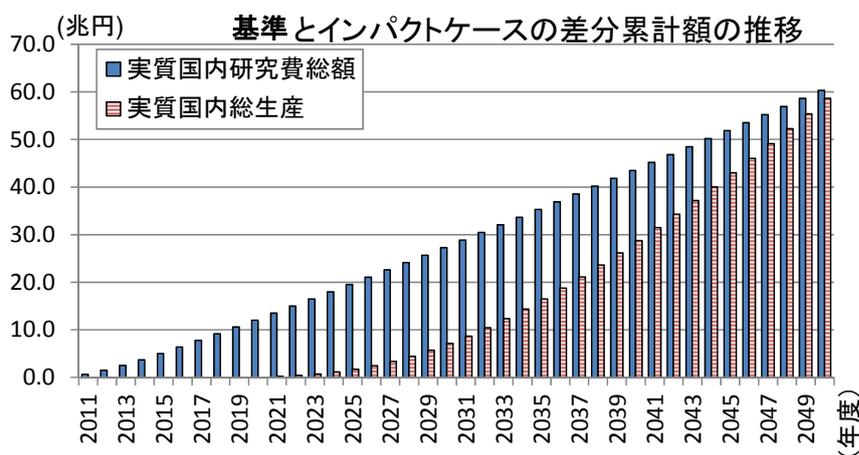
(単位:兆円)

	基準 ケース	インパクト ケース	乖離幅	乖離率 (%)	差分 累計
2010	529.4	529.4	0.0	0.0%	0.0
2015	563.3	563.3	0.0	0.0%	0.0
2020	603.9	603.9	0.1	0.0%	0.1
2030	639.6	641.0	1.4	0.2%	7.1
2040	659.1	661.7	2.6	0.4%	28.8
2050	672.9	676.1	3.2	0.5%	58.6

基準ケースとインパクトケースの差額を投入側である実質研究費（図表 3-26）、その効果である実質 GDP（図表 3-30）とで比較すると、実質国内研究費のフローの差額は 2011 年度に 0.7 兆円で、2015 年度には 1.3 兆円、以降は微増で推移する。一方、実質 GDP では 2020 年度まではほぼ 0 であるが、2031 年度には研究費のインパクトを上回る。以降も拡大傾向が続き、2050 年度には実質 GDP の差分は研究費の差分の約 1.9 倍となっている。



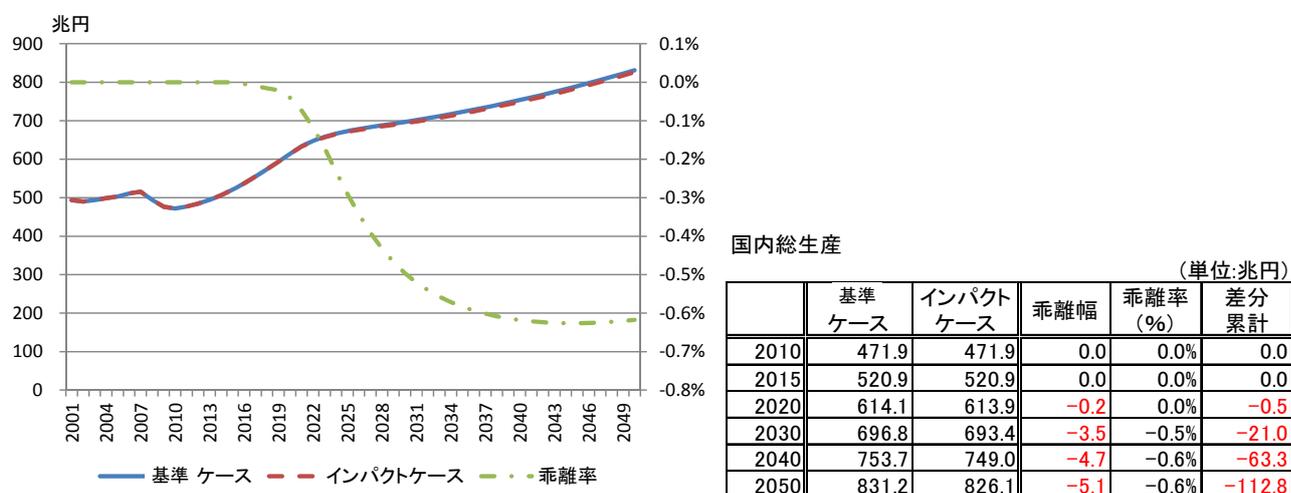
この差額を各年度までの累積でみると、実質 GDP の累積差額は 2020 年度までで 0.1 兆円、2030 年度までで 6.7 兆円、2050 年度までで 58.6 兆円となり、実質研究費総額の累計差額にほぼ相当する規模となっている。



なお、これらの金額は実質ベースであり、生産性の上昇により物価が下落しているため、名目 GDP からみると一貫してインパクトケースが基準ケースを下回っている。総供給である潜在 GDP（図表 3-29）と比較して総需要である実質 GDP（図表 3-30）の伸びが小さいということは、インパクトケースの方が GDP ギャップが大きくなっていることを示している。

国内総生産への影響を名目価格ベースで見ると実質需要の増加を価格の低下が上回ることから 2020 年度の乖離率は 0%、2030 年度には▲0.5%、2050 年度には▲0.6%となり、一貫してインパクトケースが基準ケースをやや下回る結果を示している。

図表 3-31 名目国内総生産のシミュレーション結果



第 4 章 調査結果と今後の課題

第 4.1 節 シミュレーション結果の概要

本調査研究は、科学技術イノベーション政策の経済的・社会的影響を測定するため、経済理論から導かれた経済構造の体系であるマクロ経済モデルの枠組みに科学技術イノベーション政策や研究開発活動を拡張し、一体として推計・分析を行うことを目指し、その端緒となる試みを行ったものである。

まず、我が国の科学技術イノベーション政策、研究開発活動を描写し、生産性への影響を推定する「科学技術イノベーション・モジュール」については、国・地方公共団体の科学技術関係経費、民間および外国負担研究費等を名目 GDP から求める構造とし、これらの資金が企業、大学、公的研究機関に供給されて研究開発活動が行われる形としている。我が国の科学技術水準の代替指標となる研究開発ストックは、企業の研究開発、大学および公的機関等の研究開発、海外からの技術輸入の 3 者別に、一定の懐妊期間と陳腐化率に基づいて求められる。モデルの全要素生産性 (TFP) はこれら研究開発ストックの増加によって上昇する形で定式化しており、企業、大学・公的機関、技術輸入を分離して取り扱うことで、それぞれが生産性に与える影響の違いを反映できる構造としている。本調査研究で採用した TFP 関数のパラメータは以下のとおりであり、たとえば企業の研究開発ストックが 1%増加すると TFP が 0.03%上昇するといった関係にあると推定されている。

図表 4-1 TFP 関数における研究開発ストックの弾力性パラメータ

	弾力性パラメータ
企業等研究開発ストック	0.03
大学・公的機関等研究開発ストック	0.05 (1985 年度以降は 0.12)
導入知識ストック	0.05

さらに、本調査で開発した MacSTIP²⁶を用いて、現在の研究開発水準が今後も維持されるとしたケースと、第 4 期科学技術基本計画を踏まえて研究開発を充実させたケースについ

²⁶ Macroeconomic Model for Science, Technology and Innovation Policy の略。本調査で開発した「科学技術イノベーション・モジュール」と、マクロメトリクス研究会「エコノメイト年次モデル」をベースに改修を施したモデルを接続したモデル全体を指す。

て将来シミュレーションを試行することで、研究開発が我が国の生産性向上に寄与し、潜在的な成長力を高めるとともに、中長期的にはコストや価格の下落を通して需要を喚起する効果があることを示した。

第 4.2 節 シミュレーション結果をみる際の留意点

ただし、本調査研究は、科学技術イノベーション政策のマクロ経済モデルへの導入に向けた試行の端緒であり、本調査で試行したシミュレーション結果をみる際には以下のような点に留意すべきである。

(1) TFP は推計方法や分析期間等によって変わりうる

本分析で国全体の生産性を代替する指標として扱った全要素生産性 (TFP) はマクロ経済モデルで利用するための TFP であり、付加価値として実質 GDP を利用するなど国全体のレベルで推計した指標である。

TFP はマクロモデルでだけ用いられる手法ではなく、様々な機関や有識者が企業単位のパネルデータや産業別等の分析にも利用されているが、こうしたマイクロ分析での TFP とは必ずしも一致しない。

(2) TFP が変わると生産性の上昇効果の大きさも変わりうる

一般的なマクロ経済モデルには既に TFP 変数が存在していることが多い。本調査で開発した科学技術イノベーション・モジュールを既存のモデルに接続する場合、相手先のモデルによって TFP、ひいては TFP 関数における研究開発ストック変数のパラメータ推定結果＝生産性上昇効果の大きさも変わりうる。

(3) TFP の変動要因として研究開発要因のみを対象としている

TFP の変動要因には研究開発努力による技術革新以外にも様々なものが考えられるが、本分析では先行研究を踏まえ、技術革新による影響の部分を分析の対象としており、それ以外の要因による影響は一定とみなしている。

TFP に含まれる様々な概念をそれぞれ定量化し、より詳細に分解して分析を深化させていくことは今後の課題である。

(4) 供給サイドのインパクトによる需要への影響の大きさはマクロモデルの構造に依存する

本調査では、科学技術イノベーション政策とマクロ経済モデルを接続する主要な「コンセント」として TFP を想定しており、研究開発による技術革新は潜在成長力の向上、生産コストの逓減をもたらすなど、供給サイドから社会経済に影響を及ぼす形となっている。一方、こうした供給サイドの変数がどの程度実需に影響を及ぼすかはマクロモデルの設計や構造に依存している。

本調査では、マクロ経済モデルに科学技術イノベーション政策を導入するテストとして、エコノメイトモデルをベースとしたマクロ経済モデルと接続したが、エコノメイトモデルは需要主導的な性格が強く、価格等の調整メカニズムがあまり強く働かないため、潜在 GDP など供給サイドの変数の影響が小さく出ている可能性がある。

他の経済モデル、たとえば内閣府の経済財政モデルは、長期的な均衡水準に向けてモデル変数が収束する性格が強いモデルとされており、同モデルと接続した場合には、需要に及ぼす効果がより大きく計測される可能性がある。

このように、「科学技術イノベーション・モジュール」を既存のマクロモデルに接続した際のモデルの挙動は接続相手のモデルによって変わる性格があり、本調査で試行した MaeSTIP のシミュレーション結果はその一例に過ぎないという点には留意されたい。

第 4.3 節 今後の調査の方向性

以上、本調査の検討結果のほか、以下の有識者の方々から頂いたご意見を踏まえ、今後さらなる精緻化、詳細化について検討が求められる分野や必要な取り組みについてとりまとめた。

黒田 昌裕 東北公益文科大学長、科学技術振興機構研究開発戦略センター 上席フェロー、独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター 上席フェロー

永田 晃也 九州大学経済学研究院教授

深尾 京司 一橋大学経済研究所教授、科学技術・学術政策研究所 第1研究グループ 客員総括主任研究官

堀 雅博 一橋大学経済研究所教授

(五十音順)

【代表的な政府モデルにおける TFP に基づいた分析・検討】

今回調査では、本調査研究で推計した TFP に基づいて研究開発と生産性の関係分析を実施しているが、接続先のモデルにおける TFP のデータが変われば研究開発の弾力性パラメータ等の結果も変わりうるものである。

我が国の代表的な政府モデルであり、マクロ経済政策の公的な検討基盤といえる経済財政モデルについて内閣府より TFP のデータをご提供いただくとともに、当該データに基づいた分析を実施して、その分析結果を内閣府にフィードバックする等、科学技術・学術政策研究所と内閣府との間で科学技術イノベーション政策とマクロ経済政策の一体的な議論、検討を継続的に行っていくことが求められる。

【TFP へ影響を及ぼす諸要因の掘り下げ】

本調査では、TFP の変動要因として研究開発に起因するものを分析対象とした。これは Griliches をはじめとするイノベーション経済学分野で広く用いられている手法であるが、一方で、TFP には研究開発だけでなく労働の質の向上、経営の改善、あるいは研究開発以外の無形資産の影響等といった様々な要因が含まれていることから、こうした諸要因の影響を分解し、それぞれの影響の大きさを分析すること等により、TFP 関数をさらに精緻化していくことが望まれる。

【研究開発支出・ストックのデータ推計方法の標準化に対する関与・貢献】

研究開発支出は費目としては人件費、原材料費、有形固定資産購入費、リース料等といった形で支出される。したがって、従来のマクロ経済モデルでいう雇用者報酬には研究者の人件費が含まれ、民間企業設備投資には研究開発由来の設備購入費、あるいは製品を海外から購入するなら財貨・サービスの輸入に含まれていると考えられる。このように重複、あるいは計上できない部分が存在することにより、研究開発と生産性との関係を過大に（あるいは過小に）見積もってしまう可能性があり、可能な限り分離して推計することが望ましいと考えられる。

また、研究開発支出のフローを積み上げた知識ストックの推計において、技術知識の

陳腐化率と研究開発投資の懐妊期間が必要であろうということは、これまで研究されてきた多くの先行研究に共通するところである。しかしながら、その定義や水準は確立されておらず、数字がどの程度かということについて明確な根拠やコンセンサスが得られている訳ではないのが実情である。

こうした研究開発支出やストックの推計について OECD 等で行われている関連研究、国連統計委員会や内閣府経済社会総合研究所等で検討されている SNA の R&D サテライト勘定といった国際的な標準化の動向や議論について、科学技術・学術政策研究所が積極的かつ継続的に関与し、貢献していくことが必要と考えられる。

【科学技術イノベーション政策の政府及び民間の研究開発への影響、政府・民間の研究開発の相互関係等についての検討】

現在の科学技術イノベーションブロックでは、その入り口となる研究活動に対する資金供給は、政府、民間、外国に分離されてはいるものの、基本的にそれぞれ並行して名目 GDP 比で求める構造となっている。

科学技術イノベーション政策の構造化とデータベース化、適切な代理指標の抽出を行うとともに、民間や政府、大学間の研究開発の代替性や補完性（クラウドイング・インあるいはアウト等）、産学連携の促進等の政策要因の影響等について、定量的な検証やモデルへの反映を引き続き検討すべきと考えられる。

【科学技術イノベーションブロックにおける研究開発の効果が及ぼす影響の経路】

現在の MaeSTIP のモデル化では、研究開発による生産性の上昇、生産コストの低下や物価の下落、需要の喚起という「プロセス・イノベーション」は盛り込まれているが、価格にあらわれない品質改善や機能の向上といった「プロダクト・イノベーション」を明示的に取りこむことまではできていない。

たとえば多国間モデルである NEMESIS モデルでは、研究開発と TFP を接続するのではなく、知識ストックから算出されるインデックスを生産関数の投入要素にそれぞれ掛け合わせる形となっているほか、輸出入関数に知識ストックのシェア変数を入れることでイノベーションでの優位が国際競争に働く効果を考慮するといった試みが行われている。

このような先行研究を踏まえ、現在の MaeSTIP で構造化されていない「プロダクト・イノベーション」の効果、社会経済に及ぼしていく影響の経路について引き続き検討していくことも必要と考えられる。

【科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係についての更なるエビデンスの収集・分析】

本調査研究では、拡張したコブ・ダグラス型生産関数の概念を踏まえ、研究開発が全

要素生産性（TFP）に影響を与える形で定式化している。この考え方自体はイノベーション経済学の分野では一般的なものであり、また一般的なマクロ経済モデルの構造を大幅に変えることなく接続が試行できるという意味で、既存の政府マクロ経済モデルへの接続を目指すという本調査の目的に合致したものと考えられる。

しかし、そもそも TFP は経済成長と労働・資本の投入による寄与の差分から推計されるものであり、労働と資本の投入量で説明できないすべての要因、研究開発努力による技術革新をはじめ労働の質の向上、資本の熟度、経営の改善、政策効果等、様々な要素を含んだものであるため、国全体の集計レベルでこれらの要素を含んだ変数を統計的に頑健な形で推定することは難しい。

科学技術イノベーション政策にかかわるデータや指標の整備を行うとともに、企業レベル等のマイクロデータに基づく分析、政策研究や研究開発マネジメント等のケーススタディ、海外各国のパネルデータに基づいた長期的な国際比較など複数の観点から調査や分析を行うことにより、研究開発の生産性向上効果の蓋然性を高めていくことが必要と考えられる。

具体的には、産業別や海外のパネルデータに基づいて TFP 関数をそれぞれ推定し、研究開発の弾力性パラメータの水準や安定性を検証する、あるいはこうしたマイクロ分析で推定した弾力性パラメータを、「科学技術イノベーション・モジュール」の TFP 関数のパラメータに適用する等といった方法が考えられる。

【MaeSTIP の構造方程式等にかかわる技術的な課題の改善】

本調査では、「科学技術イノベーションブロック」をマクロモデルと接続するテストとして、エコノメトリックモデルをベースに若干の改修を施したモデルを選択し、両者を接続した MaeSTIP を用いて検討を行った。しかし、研究開発の効果を分析するためには長期にわたる将来シミュレーションを実施する必要があるため、現在の MaeSTIP では外生扱いとなっている為替レートや金利変数等の内生変数についても改善の余地があると考えられる。

ただし、MaeSTIP は試行のための暫定モデルであって、「科学技術イノベーションブロック」の既存の政府モデルへの接続を目指すのであれば他の課題より優先度は低い。

【関係諸機関、有識者との連携】

以上の取り組みを有効かつ円滑に進め、科学技術イノベーション政策とマクロ経済政策を一体的に検討していくためには、科学技術・学術政策研究所が内閣府や経済社会総合研究所をはじめとする関係諸機関、経済学者等と積極的に連携し、継続的に検討していくことが強く望まれる。

参考資料

参考資料 A： 本調査で推計した TFP について

第 3.2.4 小節に記載したとおり、本調査では全要素生産性（TFP）をコブ・ダグラス型生産関数のソロー残差を HP フィルターで平滑化することで推計している。

しかし、そもそも生産性は分子や分母に何をとりのか（粗産出ベースか付加価値ベースか等）といった定義、あるいはマクロかマイクロベースかといった計測の方法、推定期間等によって異なった値をとりうるものである。

以下では、検証のために、①本調査の TFP と OECD や EU KLEMS の推計結果の比較、②成長会計の考え方に基づいた視覚的な確認を行ったほか、本調査で推計した TFP に基づいた③TFP と研究集約度の関係性、④科学技術イノベーション・モジュールで利用するための TFP 関数の推定、の結果をそれぞれ掲載した。

A.1 他の機関で推計された TFP との比較

まず、本分析で推計した TFP と OECD の多要素生産性（MFP）、EU KLEMS²⁷の TFP（付加価値ベース全産業の値）について比較を試みた（グラフの単位は 2000 年=100 の指数に統一）。

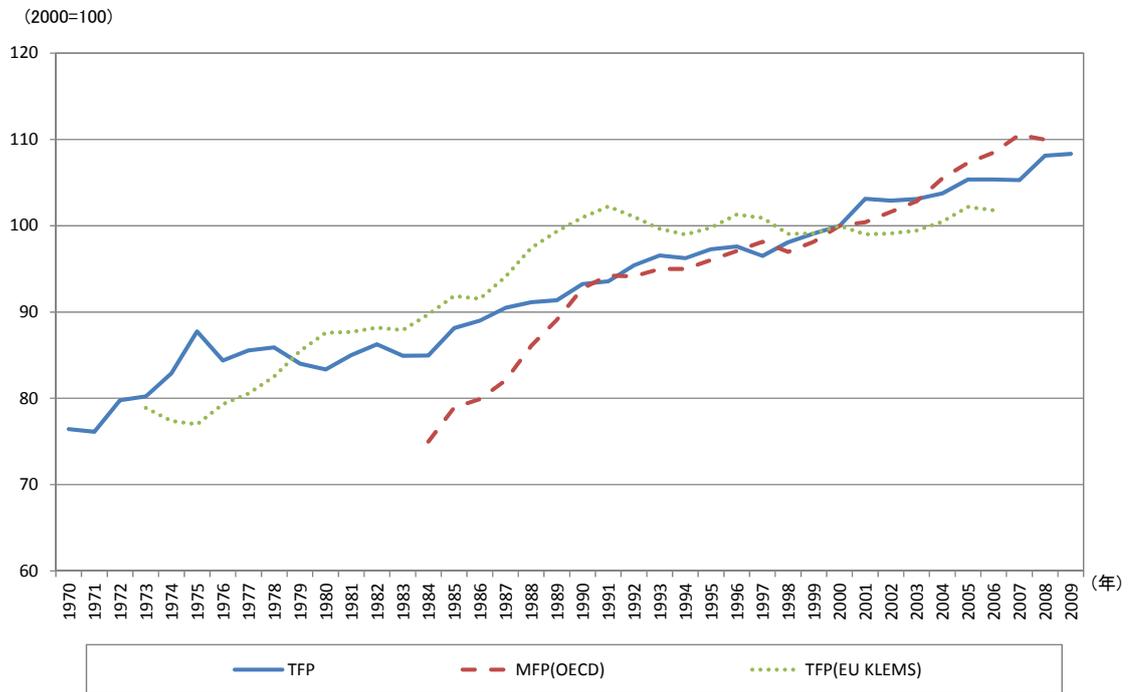
推計された TFP には 1986 年に上昇、87 年に低下、88 年にふたたび上昇するなど似通った傾向もみられるが、いくつかの点で異なった傾向もみられている。

たとえば OECD と EU KLEMS では推定の期間が異なり、全体の傾きも異なるが、1980 年代後半に生産性が高くなる点は共通しており、特に OECD では 1988 年から 90 年にかけて 3～5%程度の高い伸びを示している。本分析で推計した TFP は、同じ期間で大きくても 2%程度とやや異なった傾向を示している。

また、EU KLEMS の推計によると 1990 年代以降、我が国の生産性の伸びはほぼ止まり、年による変動はあるものの、おおむね横ばいとなっている。

²⁷ EU が主導して米国や日本も参画し、経済成長、生産性、雇用創出、技術変化に関する産業レベルデータを各国共通の枠組みで試算するプロジェクト。日本からは経済産業研究所が参加し、作成したデータを提供している。

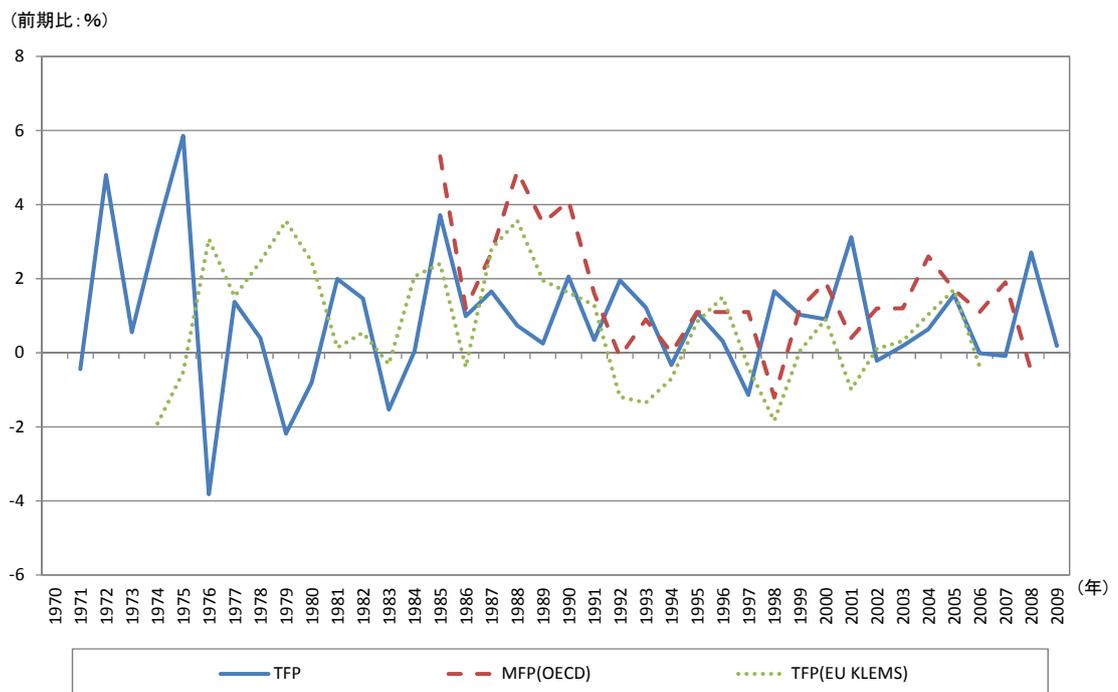
参考図表 A-1 TFP の推移



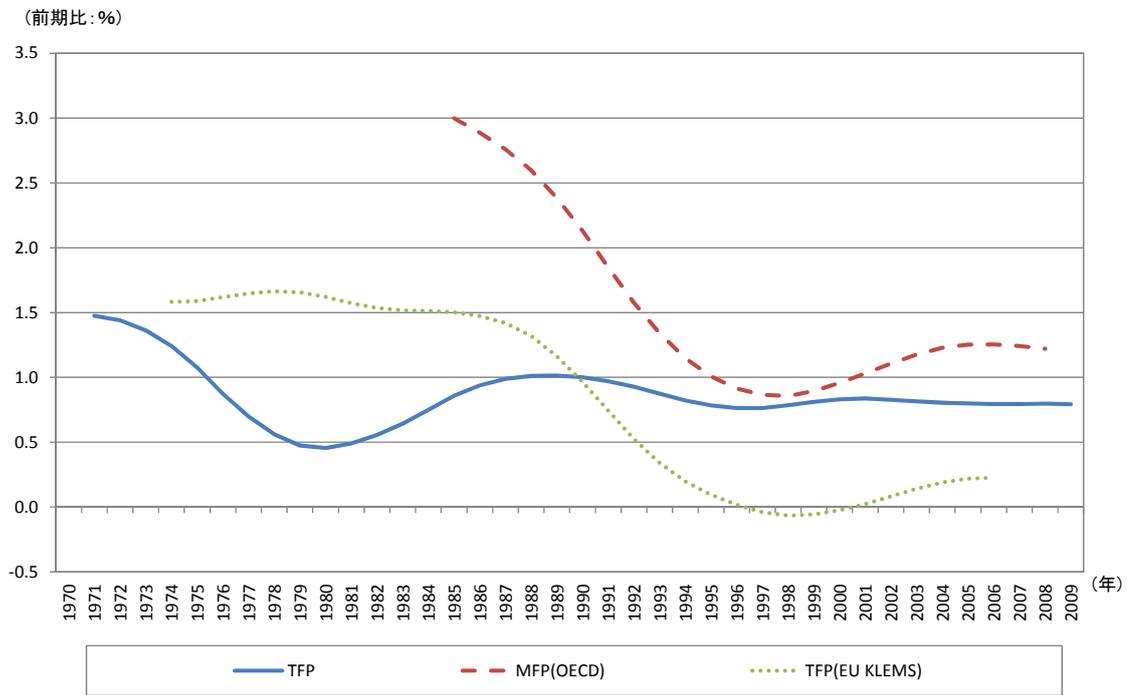
注：OECD, “OECD Productivity Statistics”

EU KLEMS, “Growth and Productivity Accounts: November 2009 Release, updated March 2011”
 の値を 2000 年の値=100 となるよう指数化

参考図表 A-2 TFP 成長率の推移



参考図表 A-3 TFP 成長率の推移(HP フィルタ適用後)



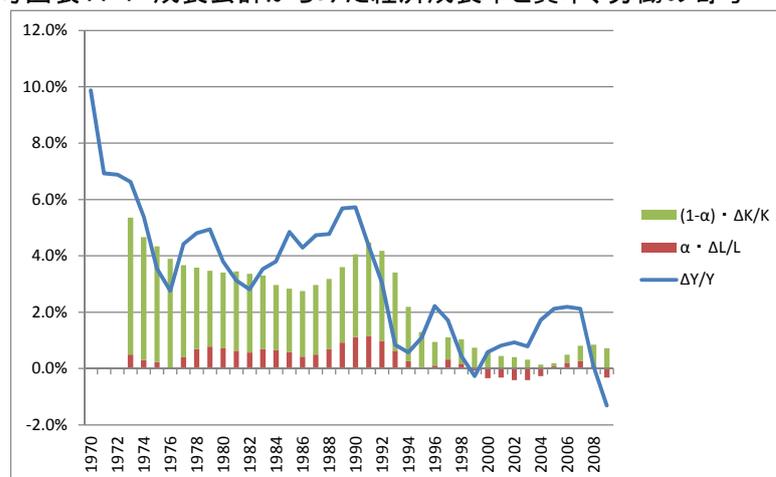
A.2 成長会計からの検証

全要素生産性の推移を視覚的に確認するため、GDP 成長率を労働と資本に分解し、成長会計からみえてみることにした。労働分配率 (α) は 0.6 と仮定し、GDP (Y) の変化率 (3 年平均)、 K (資本)、 L (労働) それぞれの寄与度をみた (折れ線グラフと棒グラフの合計との差がソロー残差であり、概念としては先の TFP 成長率に相当する)。

おおむね経済の成長は労働、資本の投入量の変化によって説明できており、特に資本投入を稼働率、労働投入を労働時間で調整した下段のグラフでは、バブル景気の興隆と低迷等に対して良好なフィットを示している。すなわち、全要素生産性の変動は大きくないという結果となっており、先に示した本分析の TFP 成長率が近年安定的であることと整合的である。

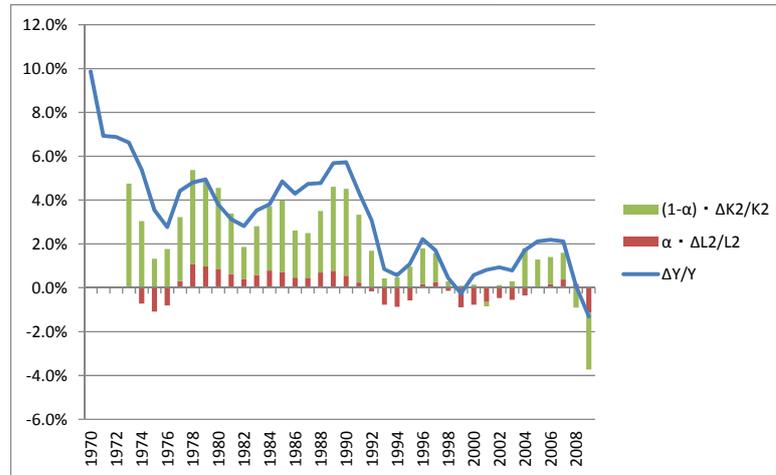
本分析で推計した TFP は、マクロベースの GDP および労働、資本を投入要素とした生産関数と親和性が高いものであり、マクロモデルとの接合を目的としている本分析の目的に沿うものと考えられる。

参考図表 A-4 成長会計からみた経済成長率と資本、労働の寄与



Y : GDP、K : 民間資本ストック、L : 就業者数

参考図表 A-5 成長会計からみた経済成長率と資本(稼働率調整済)、労働(マンアワーベース)の寄与



Y : GDP、K2 : 民間資本ストック×製造工業稼働率指数、L : 就業者数×総実労働時間

A.3 TFP と研究集約度

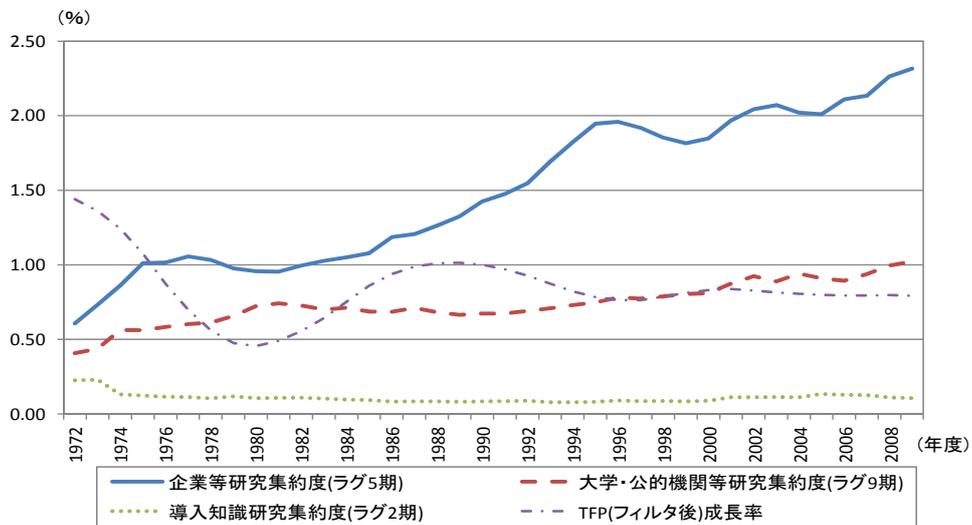
(1) TFP 成長率と研究集約度の推移

まず、研究開発と生産性の関係性について状況を概観するため、TFP 成長率（以下、すべて HP フィルタ適用後の TFP）と研究集約度の推移をみる。なお、研究集約度は、一定の懐妊期間を考慮し、「タイムラグあり研究開発費」÷実質 GDP、または陳腐化を含む「Δ研究開発ストック÷実質 GDP」で算出している。

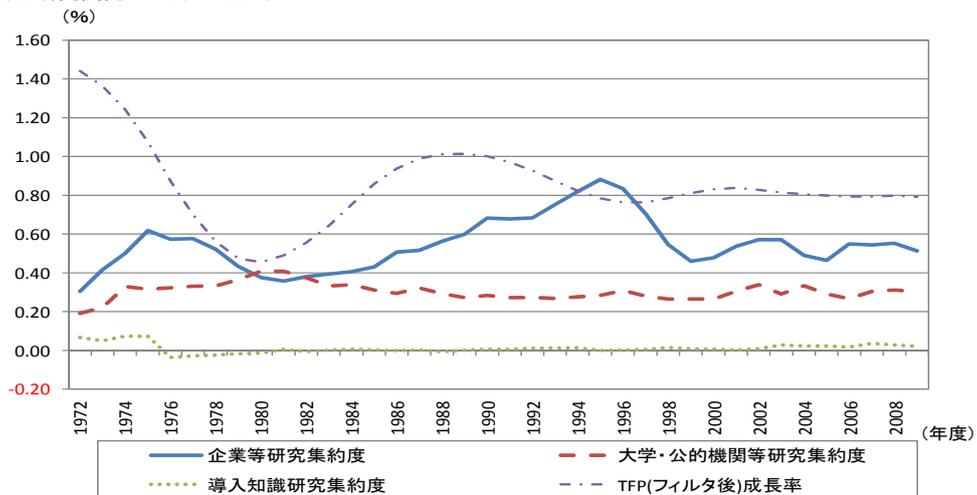
1970 年代後半、90 年代後半など不況時に低下する傾向もみられるが、フローの研究開発費からみた集約度はトレンドとしては上昇傾向にある。一方、研究開発知識の陳腐化を考慮し、ストックの増分から算出した研究集約度では上昇トレンドがみられなくなる。

参考図表 A-6 TFP 成長率と研究集約度の推移

(研究支出/GDP)



(Δ 研究開発ストック/GDP)



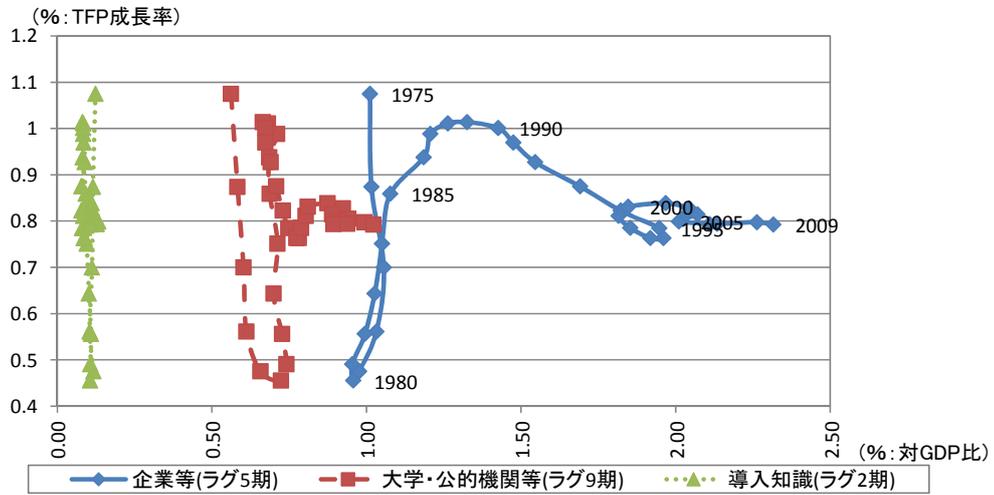
(2) TFP 成長率と研究集約度の分布

横軸に研究集約度、縦軸に TFP 成長率をとってプロットする。正の相関関係（片方が増えるともう片方も増える）があれば右上がりの直線上、負の相関があれば右下がりの直線が描かれる形になると考えられる。

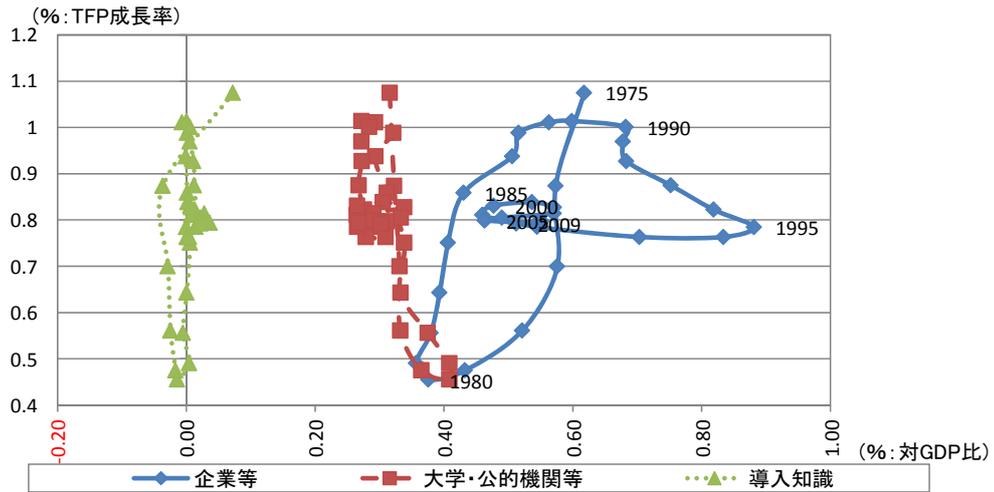
企業等では、1990 年頃までは右上がりの直線上を動いているが、以降は研究集約度がおおむね上がる傾向、TFP 成長率は下がる傾向にあり、右下がりとなっている。2000 年度以降は TFP 成長率にあまり変化がみられず、グラフからも目立った傾向を読み取ることができなくなっている。ストックの増分からみると、2000 年頃までは時計回りに周回した分布となっている。

参考図表 A-7 TFP 成長率と研究集約度の分布

(研究支出/GDP)

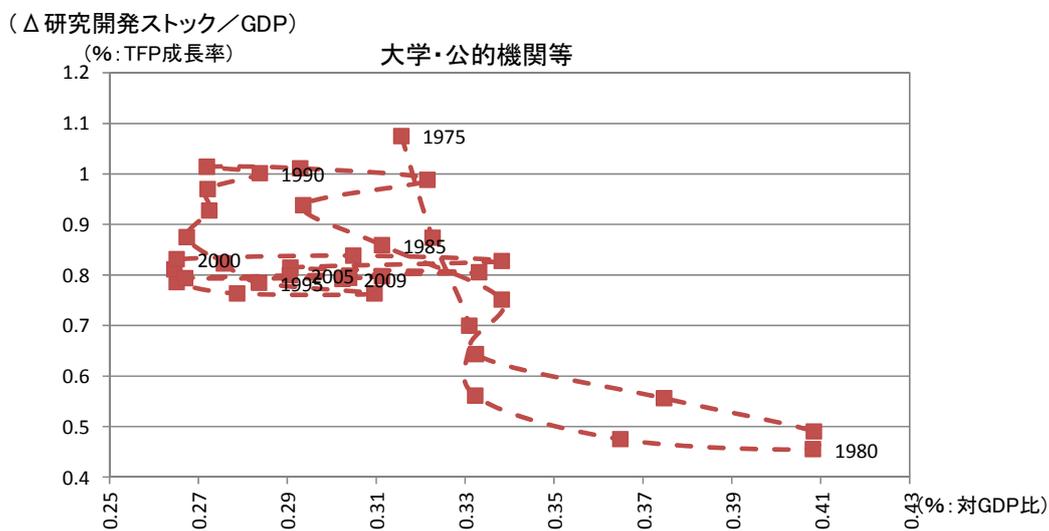
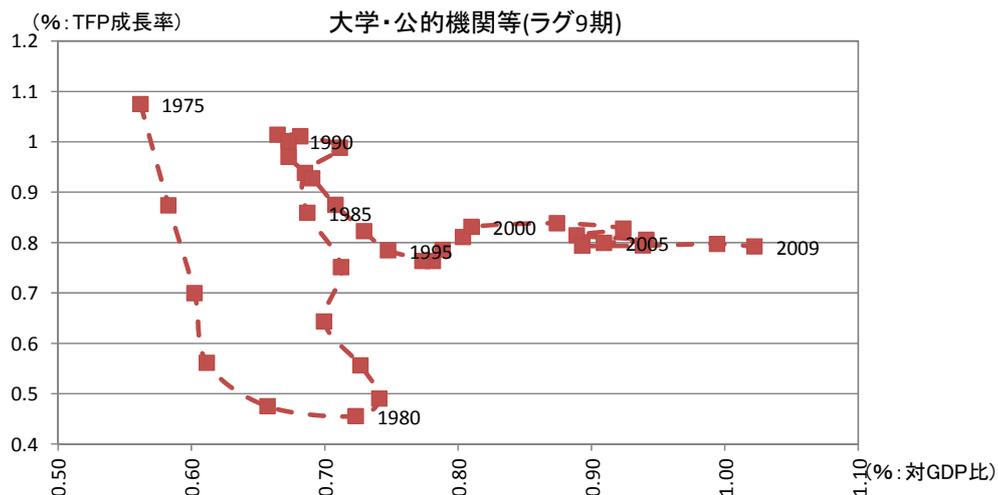


(Δ研究開発ストック/GDP)



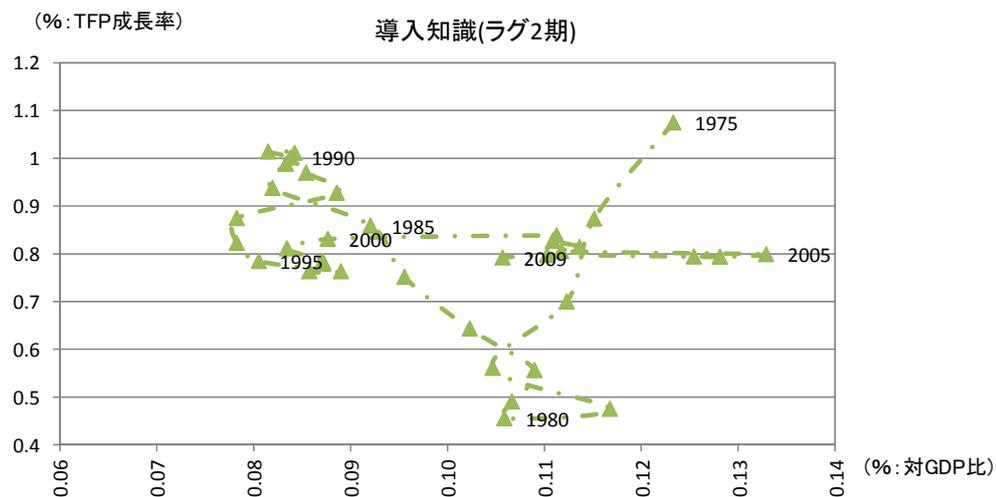
大学・公的機関等では、おおむね 2000 年頃までは右下がりの線上で変動している。総じて、研究集約度と TFP 成長率がともに継続的に上昇ないし下降するような時期はみられていない。

参考図表 A-8 TFP 成長率と研究集約度の分布(大学・公的機関等)
(研究支出/GDP)

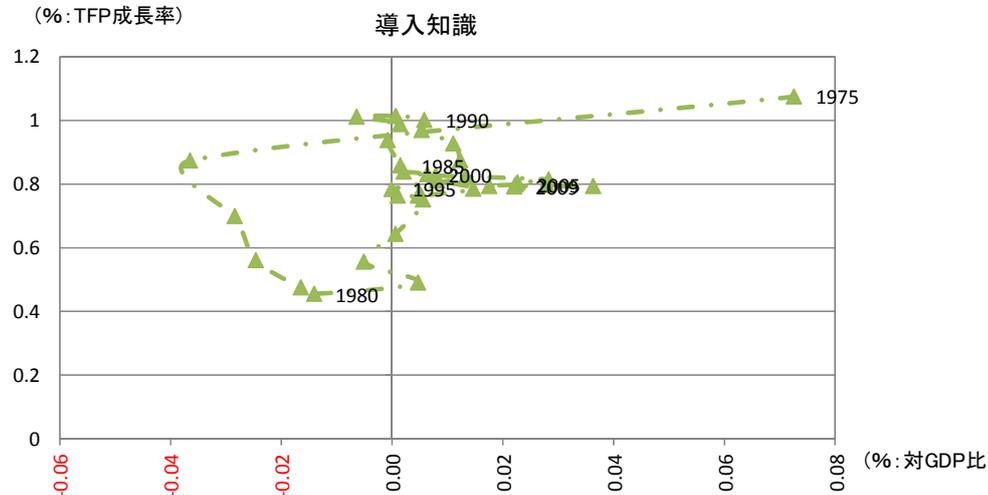


海外からの導入知識は、1970年代後半を除くとおおむね右下がりの線上にある。ただし、ストックの増分からみると1980～90年頃にも研究開発と生産性の上昇がともにみられている。

参考図表 A-9 TFP 成長率と研究集約度の分布(導入知識)
(研究支出/GDP)



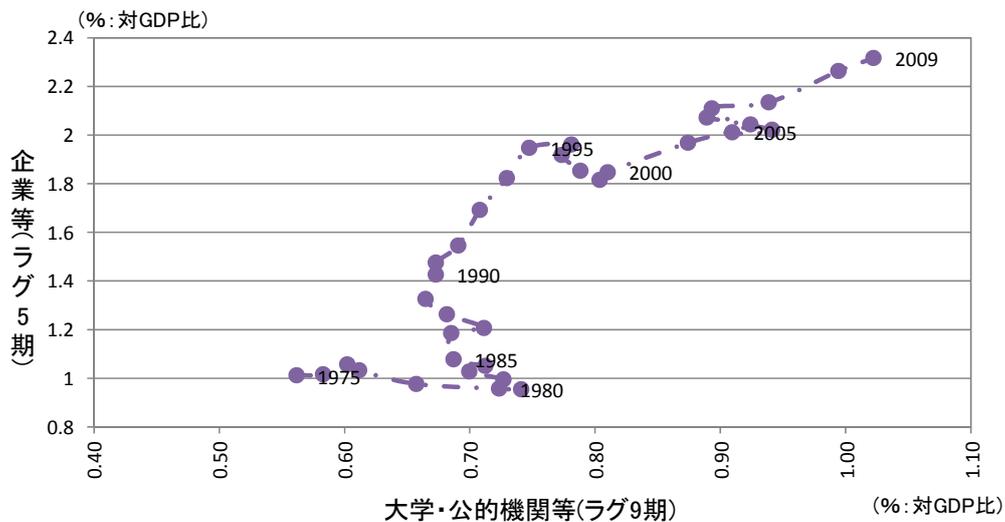
(Δ研究開発ストック/GDP)
(%:TFP成長率)



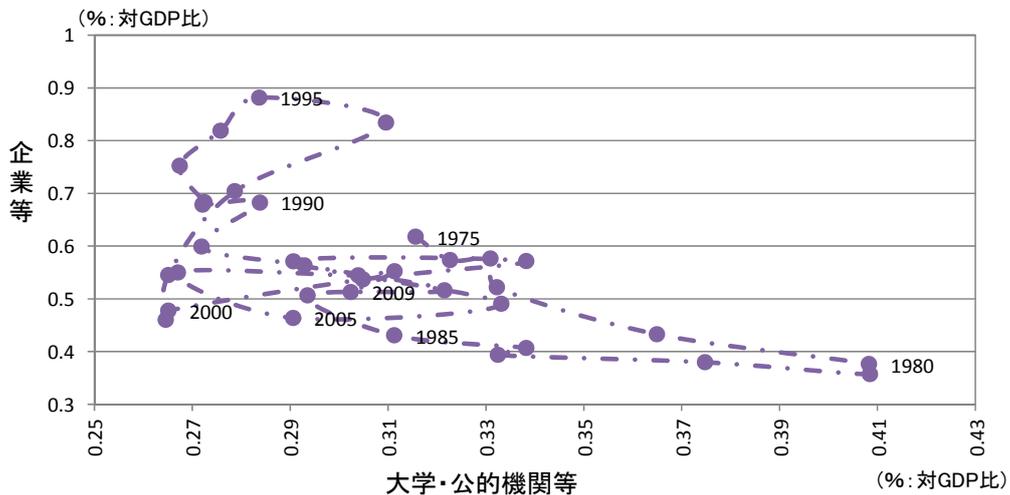
(3) 企業等と大学・公的機関等の研究集約度の分布

縦軸に企業、横軸に大学・公的機関等の集約度をとってみると、特に1990年代以降、右上がりの線上にある。公的研究機関や大学等の研究活動が企業の研究活動の呼び水になっている可能性がある。ただし、ストックの増分からみると両者の間に一貫した傾向はみられていない。

参考図表 A-10 企業等と大学・公的機関等の研究集約度の分布
(研究支出/GDP)



(Δ研究開発ストック/GDP)



「参考資料 B.1 MFP 成長率と研究集約度の推移」にも示したとおり、研究集約度と TFP 成長率の間に明確な正の相関関係はみられていないのは、他の海外主要国にも共通した現象である。

A.4 TFP 関数の推定

以下では、「第 1.2 節 研究開発活動の生産性への影響分析の手法」で提示した収益性推定アプローチ、弾力性推定アプローチに基づいた TFP 関数の推定を試行し、モデルに採用する関数について検討を行った。

(1) 収益性アプローチに基づく推定結果

まず、TFP 上昇率を研究開発ストックの増分÷GDP で説明し、技術の限界生産性を推定する。推定は生産関数に基づいて推計した TFP の全期間のほか、先にみた TFP 成長率と研究集約度のプロットを踏まえ、1990 年頃を境に大きく構造が変化している可能性を考慮し、1970～80 年代、90 年代以降と期間を分ける形で回帰分析を行っている。

陳腐化がないと仮定することでストック変数を除去し、TFP 上昇率を研究費÷GDP で説明したモデルでは、企業または技術輸入が全期間、大学・公的機関等は 90 年代以降のみで限界生産性が正となった。ただし、企業は 90 年代以降に限ると負となり、大学・公的機関等は全期間、70～80 年代のどちらでも負となっている。

参考図表 A-11 収益性アプローチ(陳腐化率=0と仮定)に基づいた推定結果

推定期間		全期間 1971～2009年度	70～80年代 1971～1989年度	1990年代以降 1990～2009年度
被説明変数	$\Delta TFP/TFP$			
説明変数	定数項	0.0130 (6.537)	0.0183 (2.810)	0.0126 (22.257)
	企業研究支出(5期ラグ) /GDP	0.4321 (4.136)	0.7178 (1.899)	-0.4584 (-6.586)
	大学・公的機関等研究支出(9期ラグ) /GDP	-1.8664 (-5.093)	-2.9431 (-3.808)	0.4225 (2.242)
	技術輸入額(2期ラグ) /GDP	2.6738 (3.736)	1.5284 (0.908)	0.9951 (1.529)
統計量	自由度修正済決定係数	0.5767	0.6514	0.8053
	D.W.比	0.3152	0.4107	0.9901

TFP 上昇率を研究開発ストックの増分÷GDP で説明すると、企業の全期間(正)、90 年代以降(負)が有意でなくなる、導入知識の 70～80 年代(正)が有意でなくなる等、若干傾向が異なる。90 年代以降はどの説明変数も有意ではなくなっている。

参考図表 A-12 収益性アプローチに基づいた推定結果

推定期間		全期間 1971～2009年度	70～80年代 1971～1989年度	1990年代以降 1990～2009年度
被説明変数	Δ TFP/TFP			
説明変数	定数項	0.0173 (8.806)	0.0172 (9.606)	0.0100 (4.402)
	Δ企業研究ストック /GDP	-0.1086 (-0.730)	<u>0.5162</u> (2.342)	0.0092 (0.067)
	Δ大学・公的機関等研究ストック /GDP	<u>-2.8383</u> (-5.614)	<u>-3.5499</u> (-7.967)	-0.5597 (-0.784)
	Δ導入知識ストック /GDP	<u>3.6646</u> (3.924)	<u>4.0362</u> (5.123)	-1.2631 (-0.712)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	0.7173 0.6684	0.9165 2.2722	-0.0680 0.2339

(2) 弾力性アプローチに基づく推定結果

対数に変換したうえで、TFP を研究開発ストックで説明し、生産性の技術に対する弾力性を推定してみると、全期間では企業と導入知識が有意に正、90年代以降は大学・公的研究機関、導入知識が有意に正となる。ただし、90年代以降は企業が有意に負となっており、70～80年代はいずれの変数とも符号は正だがやや有意性が低くなっている。

参考図表 A-13 弾力性アプローチに基づいた推定結果

推定期間		全期間 1970～2009年度	70～80年代 1970～1989年度	1990年代以降 1990～2009年度
被説明変数	logTFP			
説明変数	定数項	-4.1204 (-39.401)	-3.6416 (-21.357)	-4.5431 (-279.848)
	log企業研究ストック	<u>0.0845</u> (3.342)	0.0416 (1.195)	<u>-0.0303</u> (-5.497)
	log大学・公的機関等研究ストック	0.0108 (0.343)	0.0489 (1.243)	<u>0.2280</u> (23.684)
	log導入知識ストック	<u>0.0972</u> (7.728)	0.0388 (1.957)	<u>0.0193</u> (4.807)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	0.9896 0.1387	0.9840 0.2385	0.9998 1.0372

被説明変数、説明変数ともに階差をとってΔlogとして推定を行うと、全期間だけでなく70から80年代についても企業、導入知識が有意に正となった。90年代以降は大学・

公的研究機関、導入知識は有意に正だが、企業が有意に負となっている点是对数モデルと同様である。

参考図表 A-14 弾力性アプローチに基づいた推定結果(Δlog)

推定期間		全期間 1971～2009年度	70～80年代 1971～1989年度	1990年代以降 1990～2009年度
被説明変数	ΔlogTFP			
説明変数	Δlog企業研究ストック	0.0553 (2.743)	0.0728 (2.599)	-0.0286 (-2.532)
	Δlog大学・公的機関等研究ストック	0.0461 (1.805)	0.0155 (0.455)	0.2289 (11.875)
	Δlog導入知識ストック	0.0514 (5.321)	0.0362 (2.799)	0.0172 (2.449)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	-0.2527 0.4889	0.2728 0.4834	-0.0462 1.6282

(3) CUSUM Square テストによる構造変化の検証

研究開発と TFP の関係を収益性からあるいは弾力性から推定することを試みてきたが、TFP 成長率を研究集約度（研究支出÷実質 GDP ないし Δ研究開発ストック÷実質 GDP）から推定すると安定した結果が得られなかった。TFP と研究開発ストックの弾力性を回帰すると安定した結果が得られるが、ストック変数の非正常性から階差をとって推定する方が望ましいと考えられる。

同時に、推定期間を変えると変数の有意性や符号が変化することから、研究開発と TFP の関係性のパラメータは長期に安定したものではなく、ある時点を境に構造変化が起きている可能性が否定できない結果となった。そこで、CUSUM Square テストによって構造変化が起きているかどうか、どの時点で起きているのかを検定した。

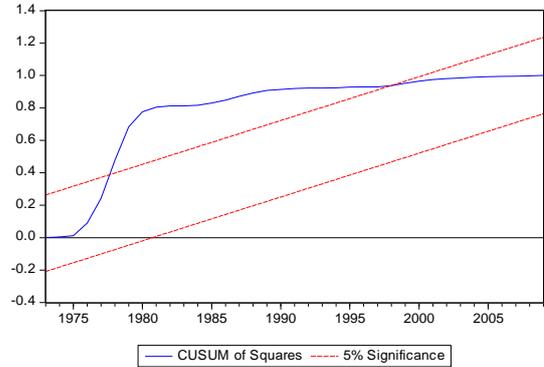
CUSUM Square テストは $Y=aX + b$ といった数式を回帰分析するとき、 a, b といったパラメータは推定期間内で誤差を最小にする定数として求まるが、この関係に構造変化が起きているかどうかを検証する検定法の一つである。CUSUM Square テストは、逐次残差の累積 2 乗和を用いた構造変化の検定法であり、推定期間を変えながら、 $t-1$ 期までの推定期間でパラメータ a, b を求め、そのパラメータで被説明変数を予測し、その誤差（逐次残差）をとることを繰り返し、その逐次残差を累積した値をみることでパラメータの安定性をみることができる。

【企業等研究開発ストックと TFP の関係】

以下では、1978 年頃を境に 5% の信頼区間から逸脱し、1980 年頃に累積和の方向が折れ曲がっていることから、その近辺で構造変化が起きていると考えられる。

(全期間)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$			
説明変数	定数項	+ $\Delta \log(\text{SRDB})$		
	0.006473	0.028911		
	(7.648)	(2.683)		
推定期間:	1971~2009		データ数:	39
自由度修正済決定係数:	0.1402		D.W.比:	0.1247

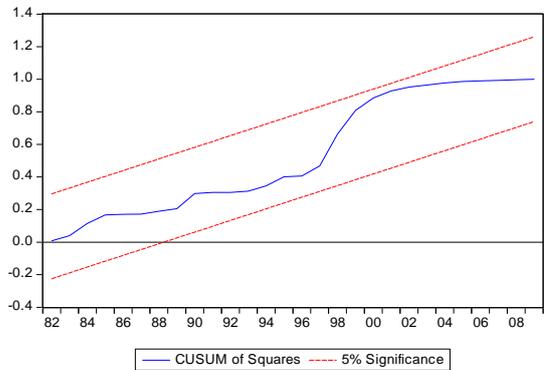


TFPF : HP フィルター後全要素生産性、SRDB : 企業等研究開発ストック、 $\Delta \log$: 自然対数の階差

推定期間を 1980 年度以降に変更して回帰し、再び CUSUM Square テストを行うと、今度はパラメータが安定的であることがわかる (ただし、研究開発ストックの項の有意性はやや低い)。

(1980 年度以降)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$			
説明変数	定数項	+ $\Delta \log(\text{SRDB})$		
	0.006937	0.019068		
	(9.387)	(1.617)		
推定期間:	1980~2009		データ数:	30
自由度修正済決定係数:	0.0527		D.W.比:	0.1160

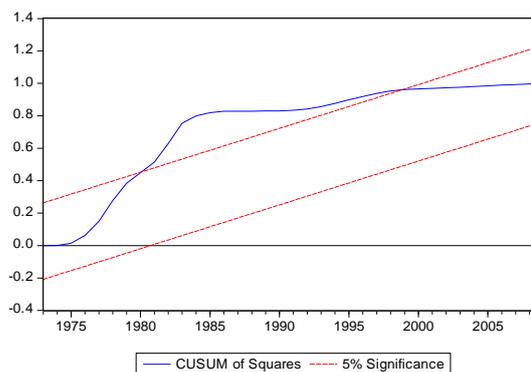


【大学・公的機関等研究開発ストックと TFP の関係】

公的機関・非営利団体、大学等の研究開発ストックについて、同様に回帰分析を行い、CUSUM Square テストを行うと、80 年代前半に構造変化が起きていることが伺われる結果となった。

(全期間)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$			
説明変数	定数項	+ $\Delta \log(\text{SRDE}+\text{SRDR})$		
	0.008801	-0.004395		
	(8.014)	(-0.241)		
推定期間:	1971~2009		データ数:	39
自由度修正済決定係数:	-0.0254		D.W.比:	0.0991

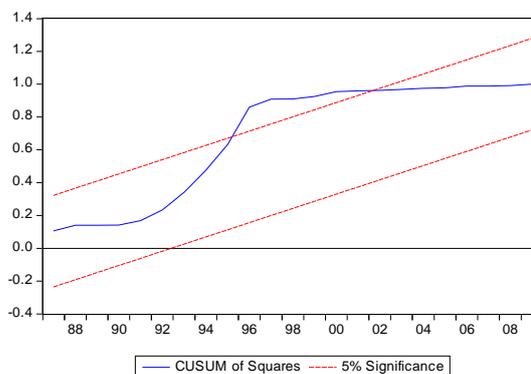


SRDE : 大学等研究開発ストック、SRDR : 公的機関等研究開発ストック

推定期間を 1985 年以降に変更し、再度回帰分析、検定を行うと、95 年付近でも若干信頼区間を外れている。

(1985 年以降)

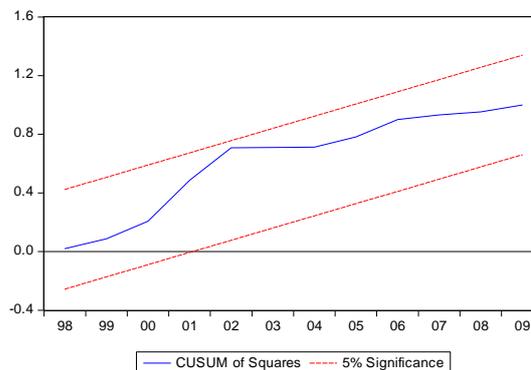
被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$			
説明変数	定数項	+ $\Delta \log(\text{SRDE}+\text{SRDR})$		
	0.005496	0.069899		
	(9.193)	(5.164)		
推定期間:	1985~2009		データ数:	25
自由度修正済決定係数:	0.5168		D.W.比:	0.5246



さらに推定期間を 1996 年以降に変更すると、以降は CUSUM Square テストの信頼区間には収まっているものの、研究開発ストックの項の有意性が低く、符号も負になっている。また、式全体の F 検定の結果等からも関数自体が説明力を持っていないことが明らかである。

(1996 年以降)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$			
説明変数	定数項	$+$	$\Delta \log(\text{SRDE} + \text{SRDR})$	
	0.008358		-0.010202	
	(16.257)		(-0.743)	
推定期間:	1996~2009		データ数:	14
自由度修正済決定係数:	-0.0357		D.W.比:	0.3570

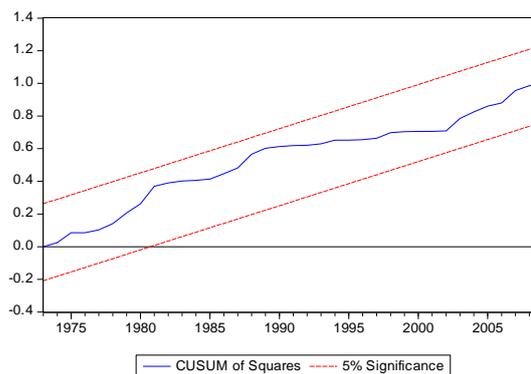


【導入知識ストックと TFP の関係】

海外からの技術輸入による導入知識ストックについて、回帰分析を行い、CUSUM Square テストを行うと、全期間について信頼区間の範囲内に収まっていた。

(全期間)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$			
説明変数	定数項	$+$	$\Delta \log(\text{STI})$	
	0.007638		0.03638	
	(23.649)		(5.491)	
推定期間:	1971~2009		データ数:	39
自由度修正済決定係数:	0.4342		D.W.比:	0.4300



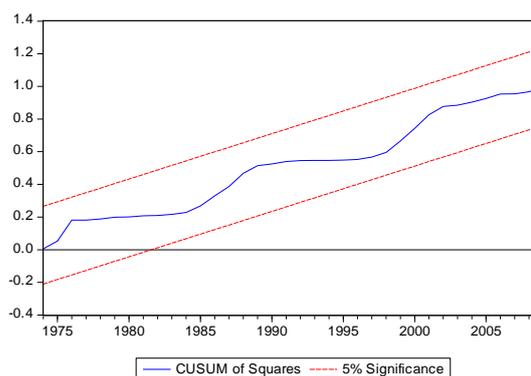
STI : 導入技術ストック

【各研究開発ストックと TFP の関係】

ここで、企業等研究開発ストック、非企業研究開発ストック、導入知識ストックをすべて説明変数として回帰分析を行い、CUSUM Square テストを行うと、全期間について信頼区間の範囲内に収まっていた。

(全期間)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFPF})$		
説明変数	+ $\Delta \log(\text{SRDB})$	+ $\Delta \log(\text{SRDR}+\text{SRDE})$	+ $\Delta \log(\text{STI})$
	0.0552821 (2.743)	0.0461474 (1.805)	0.051364352 (5.321)
推定期間:	1971~2009		データ数: 39
自由度修正済決定係数:	-0.2527		D.W.比: 0.4889



ただし、個別の変数ごとに推定した際には大学・公的機関等研究開発ストック等で構造変化が起こっている可能性があったので、大学・公的機関等研究開発ストックについて 85年度以降ダミー (D85C) を追加した結果は以下のとおりである。すなわち、TFP の大学・公的研究機関研究開発ストックに対する弾力性は 1984 年度までは 0.05、85 年度以降は 0.12 (0.05+0.07) となっていることを示している。同様に、企業についてもスイッチングダミーの導入を試みたが、有意な結果が得られなかった。

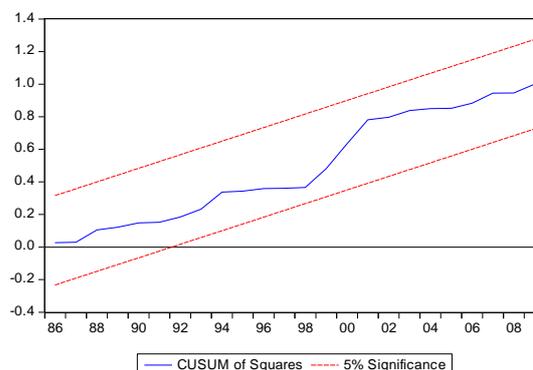
なお、この値は本分析に類似した TFP 関数を採用している MULTIMOD の弾力性パラメータ 0.24²⁸ よりも小さく、少なくとも本分析で推定した弾力性が著しく高いということはないと考えられる。

これらの検討を踏まえ、以下の関数を科学技術イノベーションブロックの TFP 関数として採用することとした。

²⁸ 第 2.1.3 小節を参照。

(全期間、ただし大学・公的機関等について 85 年以降スイッチングダミーを追加)

被説明変数:	$\Delta \log(\text{TFFP})$		
説明変数	$\Delta \log(\text{SRDB})$	$+ \Delta \log(\text{SRDR}+\text{SRDE})$	$+ \text{D85C} * \Delta \log(\text{SRDR}+\text{SRDE})$
	0.0336107 (2.728)	0.0500195 (3.276)	0.072375759 (8.126)
	$+ \Delta \log(\text{STI})$		
	0.0466752 (8.060)		
推定期間:	1971~2009	データ数:	39
自由度修正済決定係数:	0.5536	D.W.比:	1.2218



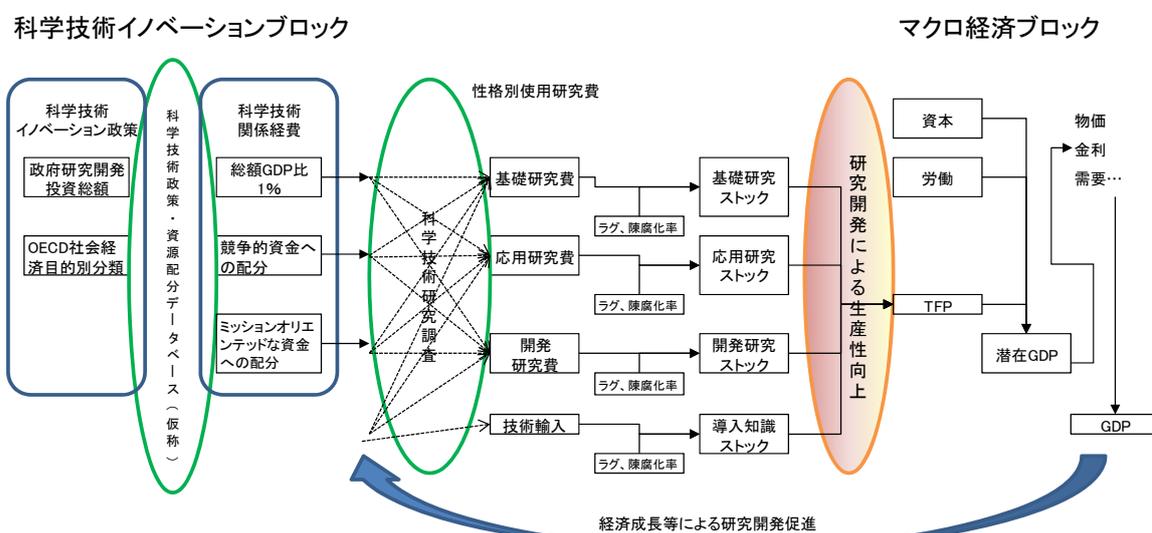
D85C : 85 年度以降ダミー (1984 年度まで 0、85 年度以降 1)

「参考資料 B.2 研究開発による MFP 関数の推定」に示した、OECD のデータに基づいた海外主要国での推定によると、階差 \log 形式で有意に推定されたフランスでは民間企業 0.07、大学・公的機関等 0.09、導入知識 0.01 であった。推定期間や生産性の定義等は異なるが、推定されたパラメータを比較すると民間企業の研究開発ストックの弾力性は日本の方が低く、大学・公的機関等および導入知識については日本の方が大きい。また、3 区分のストック弾力性を合計するとフランスは約 0.17 となり、1984 年度までは日本がやや小さく (約 0.13)、85 年度以降はやや日本が大きくなっている (約 0.20)。

A.5 科学技術イノベーション政策の内部構造の変化による経済効果の分析

本調査では、科学技術関係経費の総額、企業、大学・公的機関等の使用者別の研究開発という観点から科学技術イノベーションブロックを構成し、シミュレーションを試行した。一方、総額ではなく科学技術イノベーションの内部構造の変化、たとえば競争的資金への配分などポートフォリオの変更が研究開発システムに影響を及ぼし、生産性、ひいては社会経済へ効果をもたらすという方向での分析の深化も必要と考えられる。

そこで、科学技術経費の3分類（ミッションオリエンテッド、競争的資金、一般大学経費）と科学技術研究調査の性格別研究費（基礎、応用、開発）のデータを用いて、調査本編とは異なった角度から科学技術イノベーション・モジュールを構成することを試みた。



具体的には、AとBの関係性を分析することで科学技術イノベーション政策における資金配分の変更が科学技術システム（国内の様々な機関での研究開発活動）にもたらす影響を明らかにし、さらにBのデータとTFPの関係性を分析することで研究開発の生産性向上効果をモデル化する形を想定した。

- A) 別途委託調査で整備されつつある「科学技術政策・資源配分データベース」のOECD社会経済目的別分類の科学技術関係経費のデータを利用
- B) 科学技術システムは、科学技術研究調査の性格別研究費（基礎、応用、開発）で把握し、それぞれ研究ストックを推計

AおよびBの時系列データを整備し、回帰分析によるモデル方程式の推定を暫定的に試みたところ、科学技術関係経費の競争的資金、ミッションオリエンテッドな資金と性格別

研究費の接続 (A→B) については、総額ベースでは両者の間に相関がみられるものの、安定した推定結果は得られなかった。一方、基礎研究、応用・開発ストック、導入知識ストックと TFP の関係性 (B→TFP) についてはある程度妥当な推定結果が得られた。

なお、科学技術研究調査では、性格別研究費は自然科学系の研究についてのみ把握されているが、非自然科学分野においても同じ構成となっているものとみなして案分することで、研究費総額と性格別研究費の合計を一致させている。また、性格別研究費を実質化するデフレーターはすべて総研究支出デフレーターを利用した。

分析にあたっては、研究開発の懐妊期間や陳腐化率、変数の構成や関数形について複数のパターンで回帰分析を試みたが、タイムラグを基礎研究 12 年、応用研究 8 年、開発研究 4 年、陳腐化率を 10% とし、推定した TFP 関数の例を以下に示す。

$$\log(\text{TFPF}) = -4.5956091 + 0.03459054 \cdot \log(\text{SRD_BAS}) + 0.145779 \cdot \log(\text{SRD_APP} + \text{SRD_DEV}) + 0.036542 \cdot \log(\text{STI})$$

OLS Sample: 1986 - 2009 Adj.R2= 0.997868718 D.W.= 0.38586268

TFPF : HP フィルター済 TFP (本編調査と同データ)、SRD_BAS : 基礎研究ストック、
SRD_APP : 応用研究ストック、SRD_DEV : 開発研究ストック、STI : 導入知識ストック

科学技術イノベーション政策の内部構造の変化による経済効果を分析していくためには、以下のようなさらなる検討が必要と考えられる。

1. 別途調査で整備している「科学技術イノベーション政策・資源配分データベース」のデータや施策の定性データを掘り下げ、マイクロ分析やケーススタディの知見を活用
2. それらデータ・事例を分析、科学技術イノベーションにかかわる政策から施策、プログラム・制度、具体的なプロジェクトや研究開発の取り組みを構造化、代理指標による定量化
3. 定量化された科学技術イノベーション政策の様々な指標に加え、公的資金と政府資金の代替性・補完性等を踏まえた科学技術システムの描写を試行
4. 研究開発活動と生産性、マクロ経済モデルと接続

参考資料 B：海外主要国における研究開発活動と生産性の関係性

B.1 MFP 成長率と研究集約度の推移

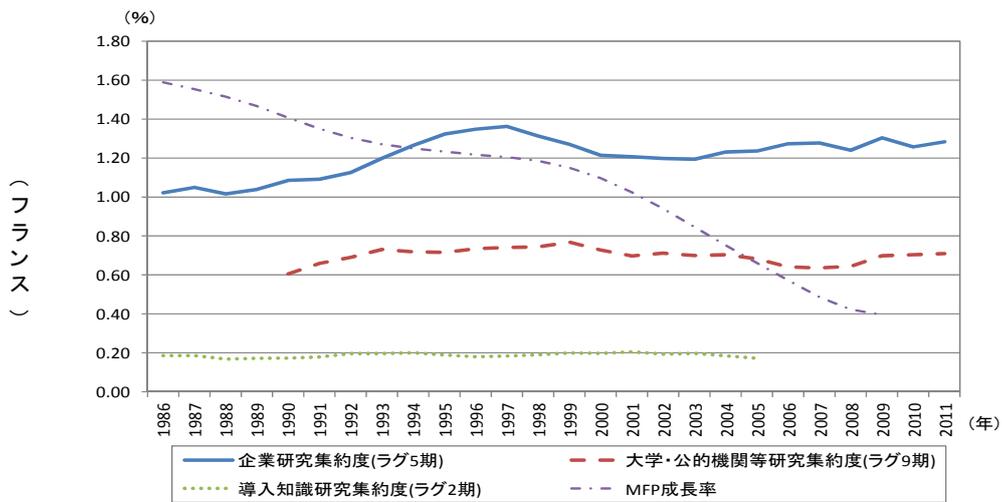
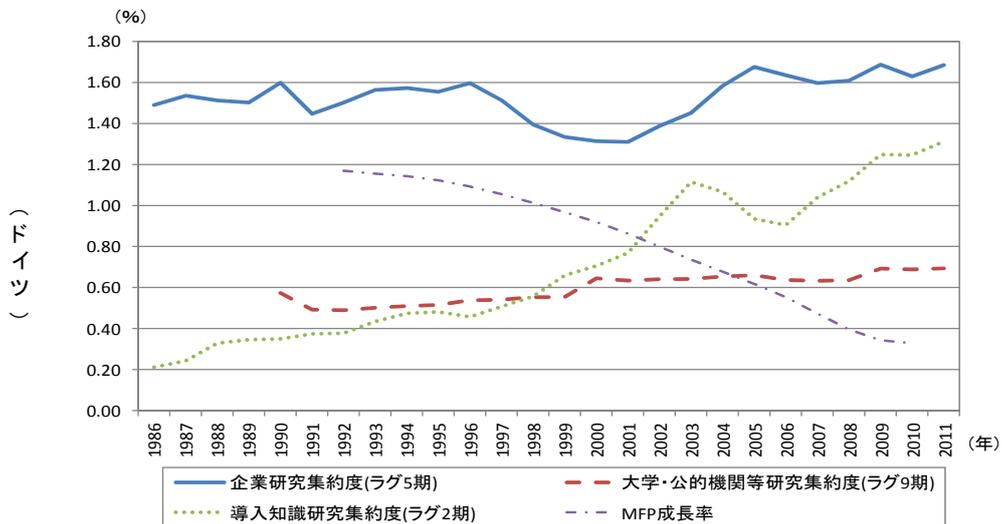
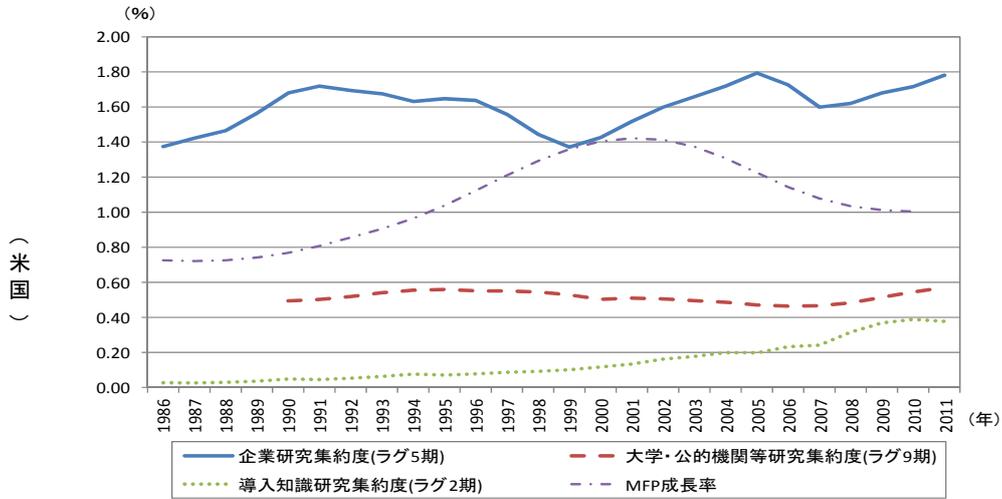
「参考資料 A.3 TFP と研究集約度」では、我が国の研究集約度と TFP 成長率の分布をプロットし、我が国では両者の間に安定した正の相関関係がみられないことを示した。ここで、参考として海外の状況を確認し、我が国の状況と比較するため、OECD で推計された多要素生産性（MFP）と、OECD “Main Science and Technology Indicators” に収録されている研究開発費を利用し、日本と同じ枠組みでストックの推計、分析を試みることにした。

なお、「企業等研究開発投資」は Business Enterprise Expenditure on R&D (BERD)、「大学・公的機関等研究開発投資」は Higher Education Expenditure on R&D (HERD) と Government Intramural Expenditure on R&D (GOVERD) の合計、「導入知識」は Technology balance of payments: Payments を用い、各国通貨ベースの数値を GDP デフレーターでそれぞれ実質化している。

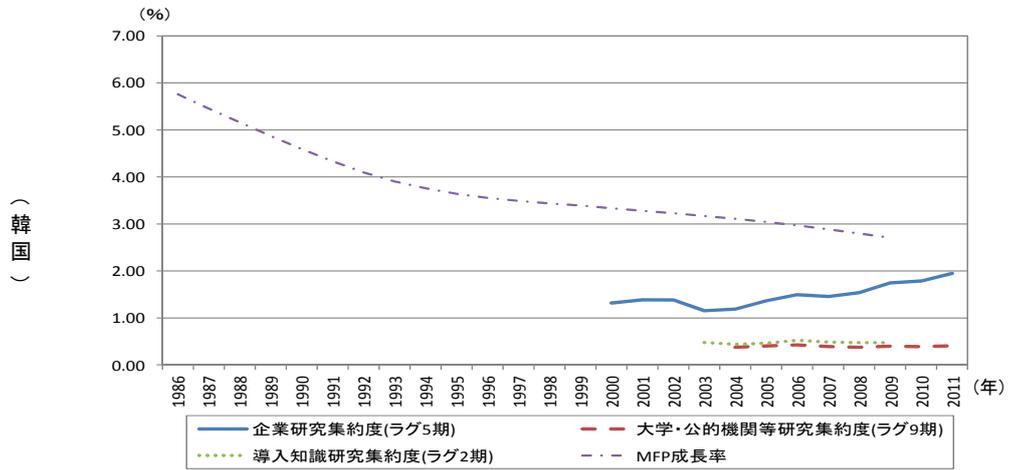
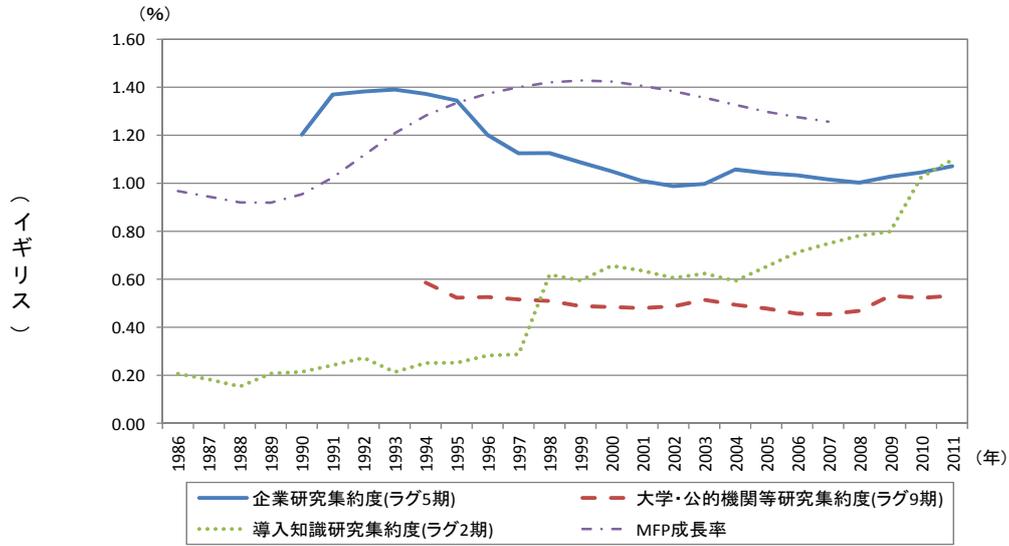
また、ストック化の前提となる懐妊期間、陳腐化率は日本モデルと共通とした。MFP についても HP フィルターで抽出したトレンド成分を利用した。

結果の図表は次ページ以降に示したが、やはり海外においても、研究集約度と MFP 成長率がともに上昇する関係ははっきりした傾向としては観測されない。一部、アメリカの大学・公的研究機関等（1990～95 年頃）、アメリカの導入知識（1990～2000 年頃）、イギリスの導入知識（1990～95 年頃）では右上がりの直線上に分布した時期もみられるが、一貫し、安定した傾向とまではいえない。

参考資料 B-1 TFP 成長率と研究集約度の推移 (OECD ベース)

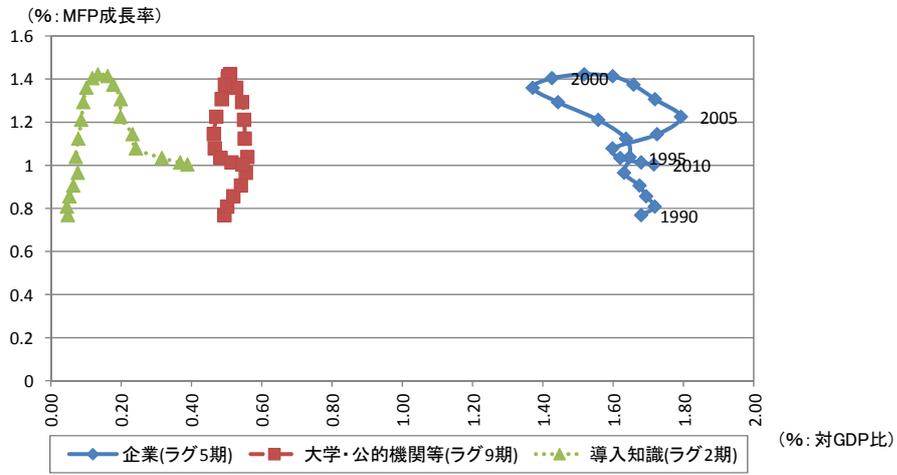


参考資料 B-2 TFP 成長率と研究集約度の推移 (OECD ベース)

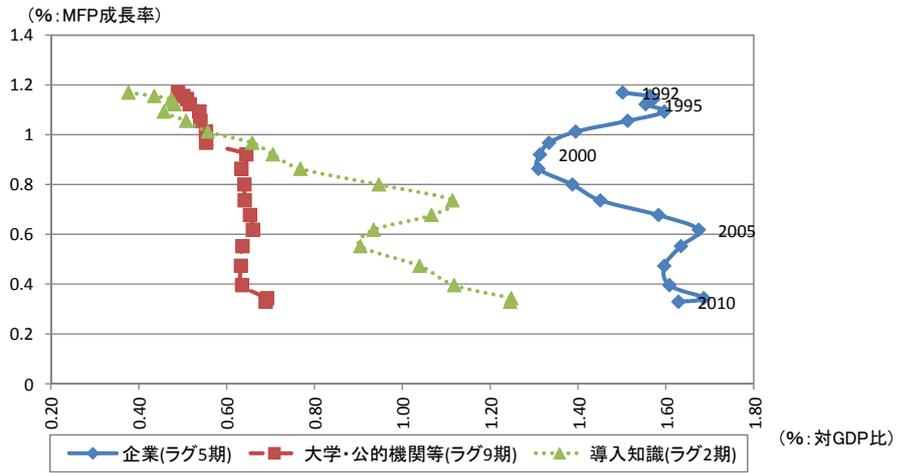


参考資料 B-3 TFP 成長率と研究集約度の分布 (OECD ベース)

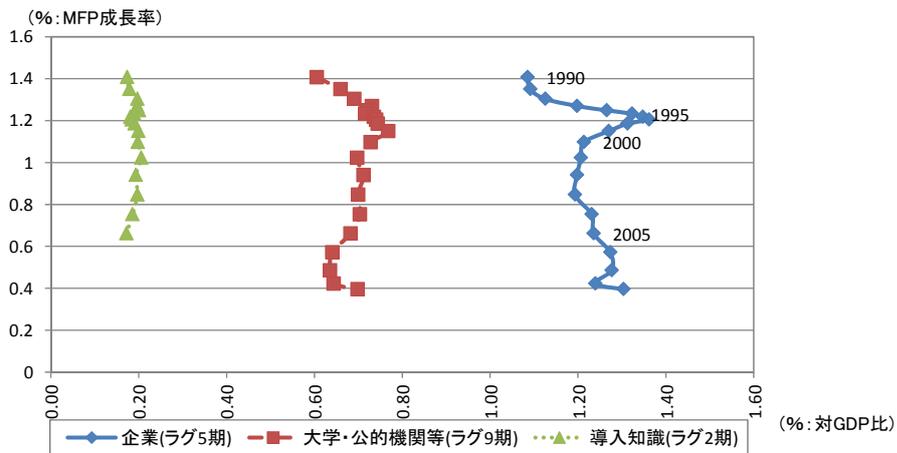
(米 国)



(イ ン ザ イ ラ)

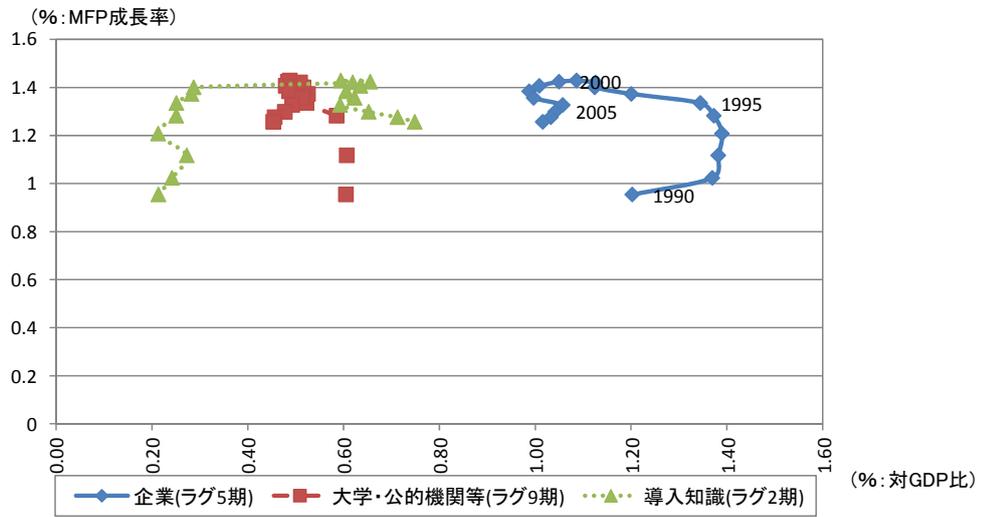


(フ ラ ン ス)

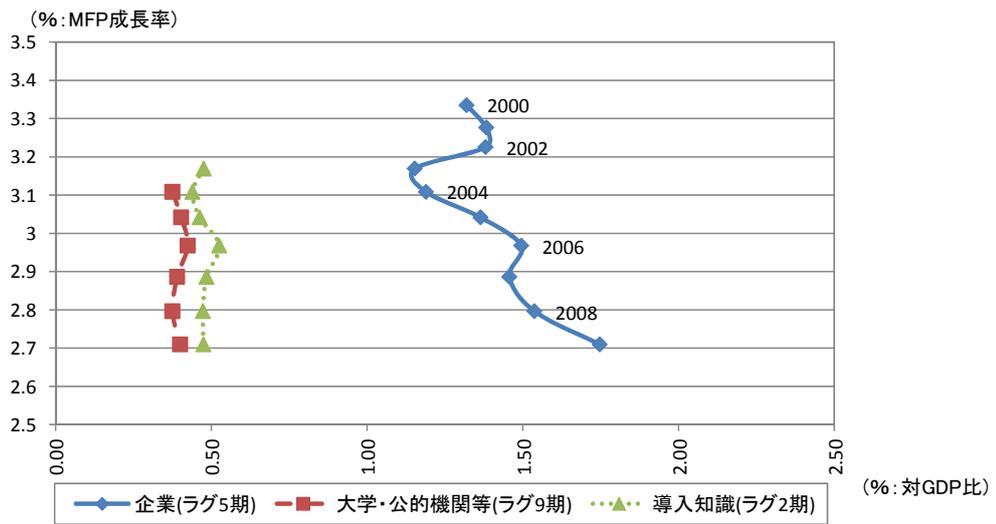


参考資料 B-4 TFP 成長率と研究集約度の分布 (OECD ベース)

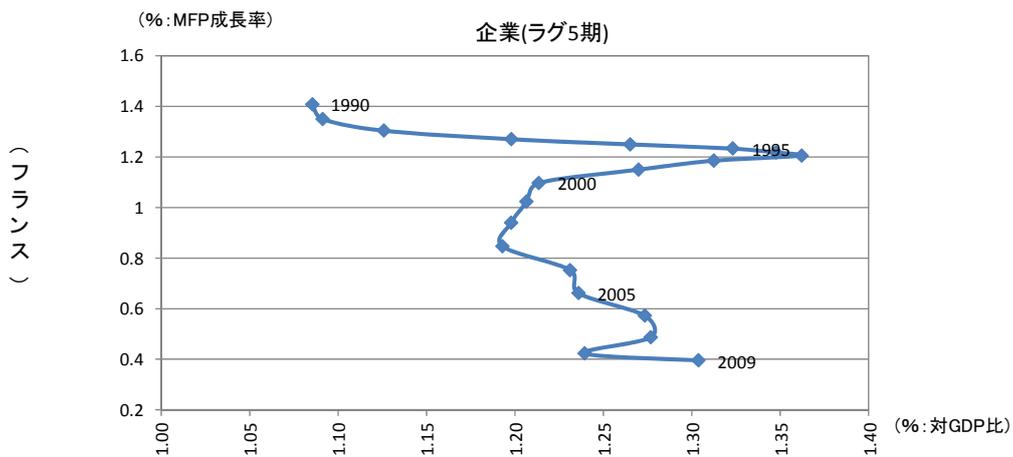
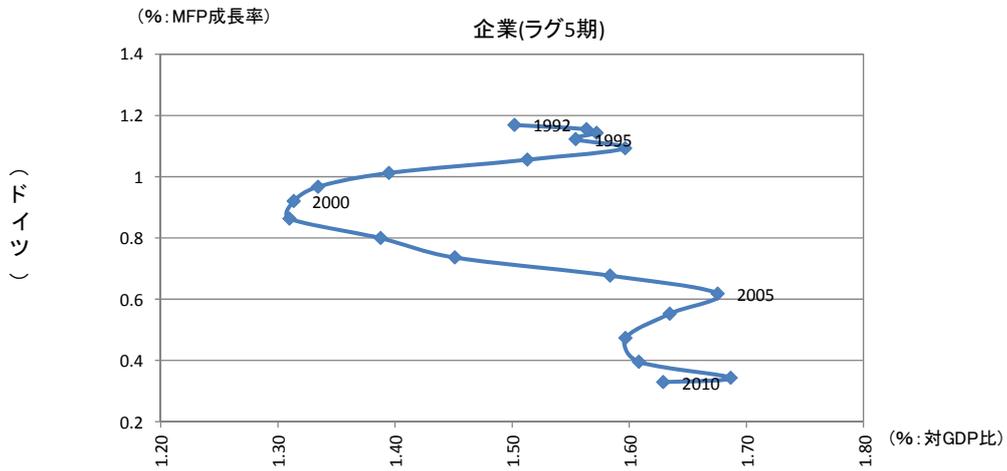
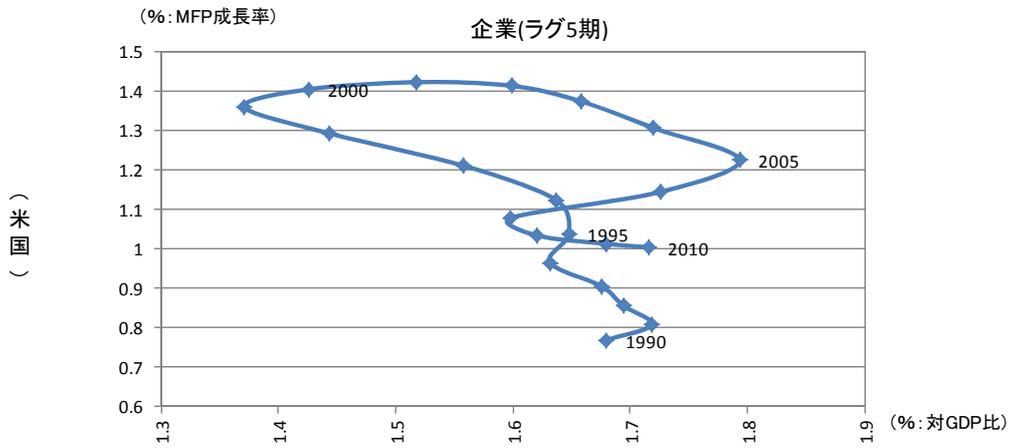
(イギリス)



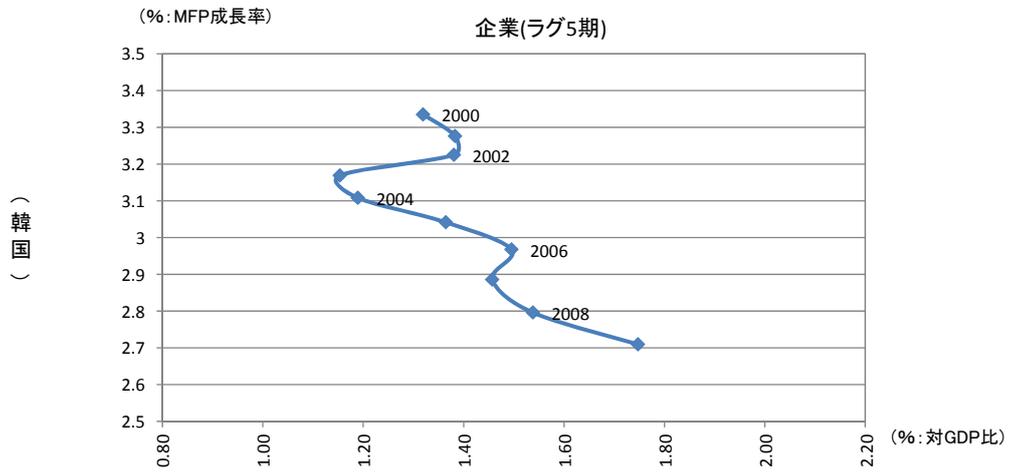
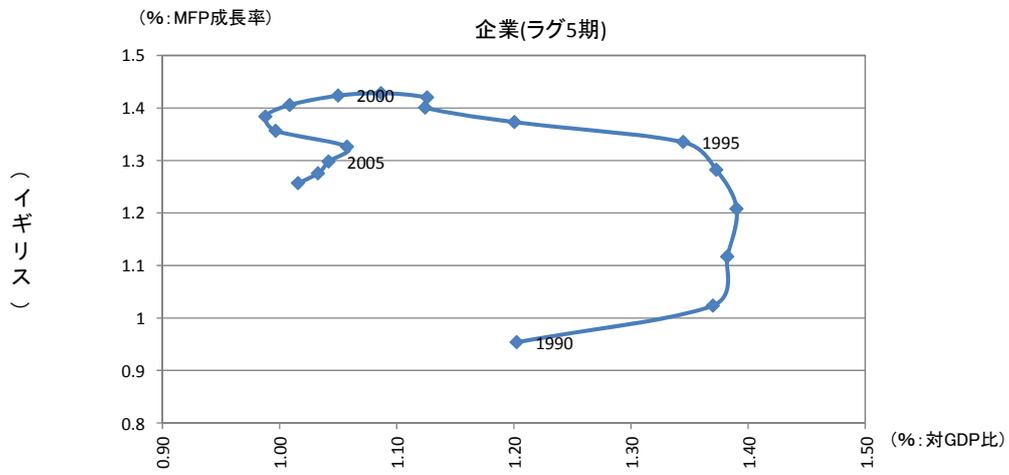
(韓国)



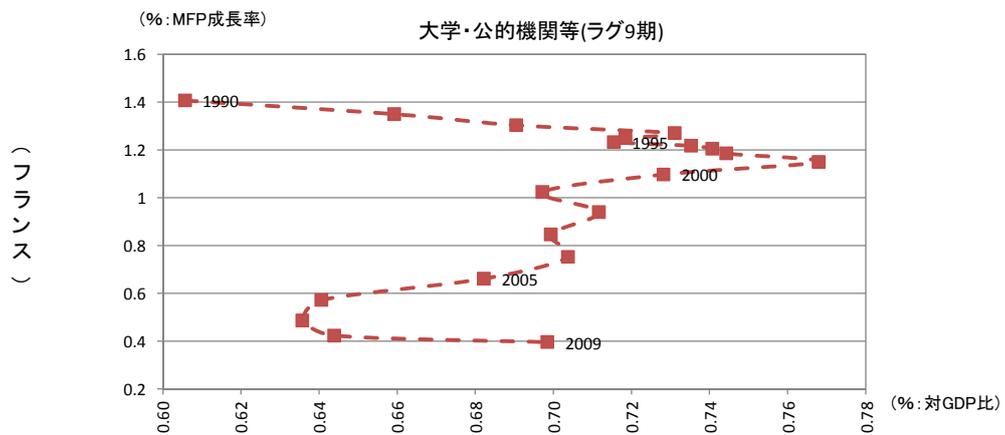
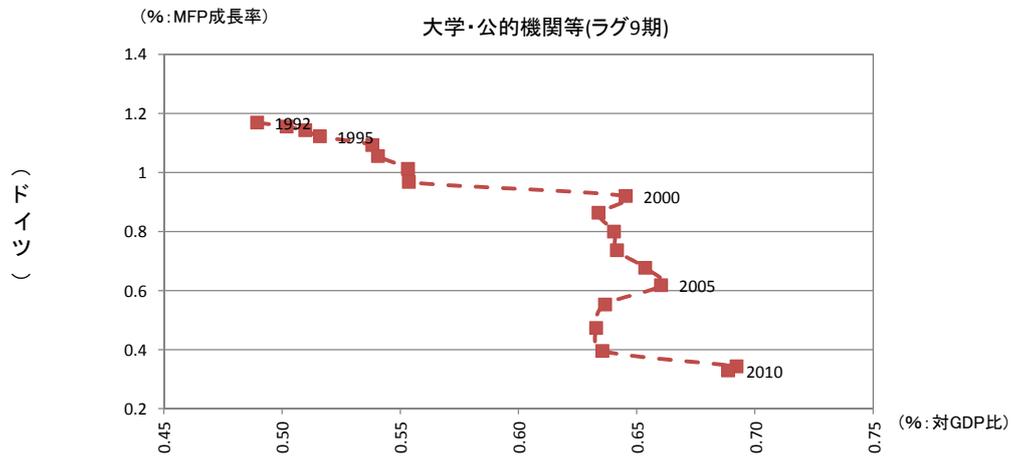
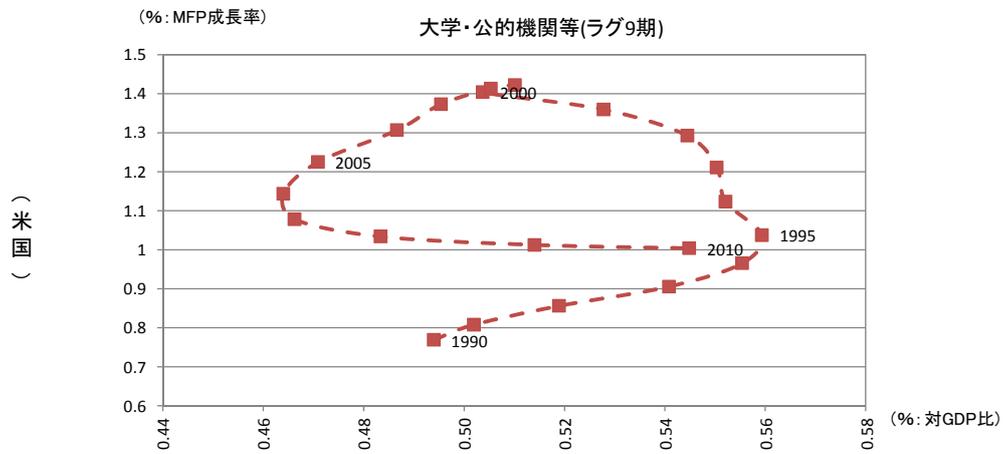
参考資料 B-5 TFP 成長率と研究集約度の分布 (OECD ベース) (企業等)



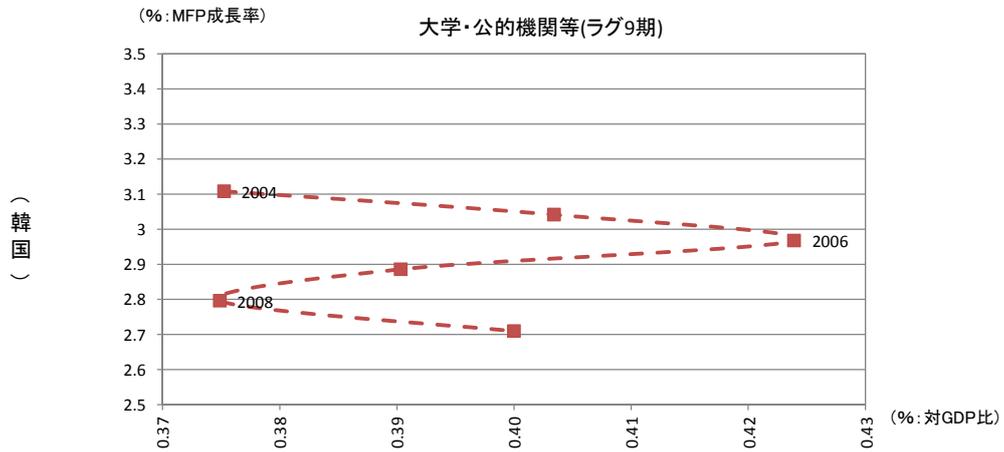
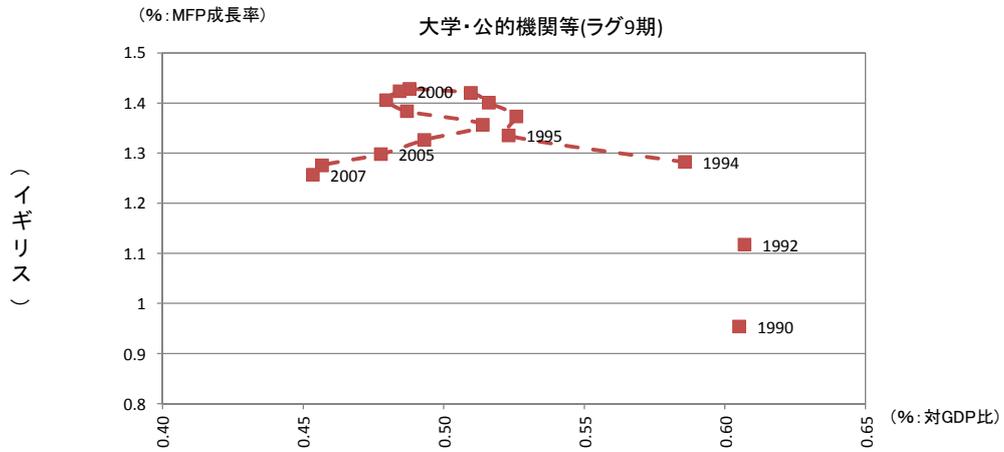
参考資料 B-6 TFP 成長率と研究集約度の分布 (OECD ベース) (企業等)



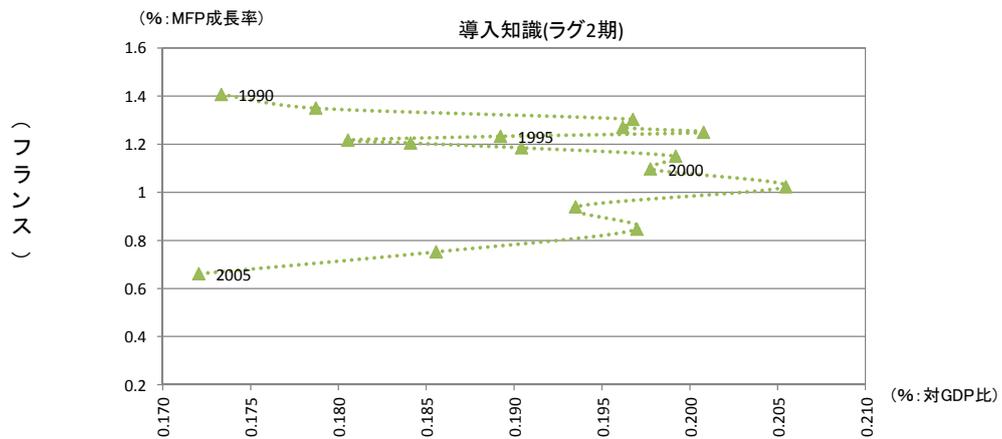
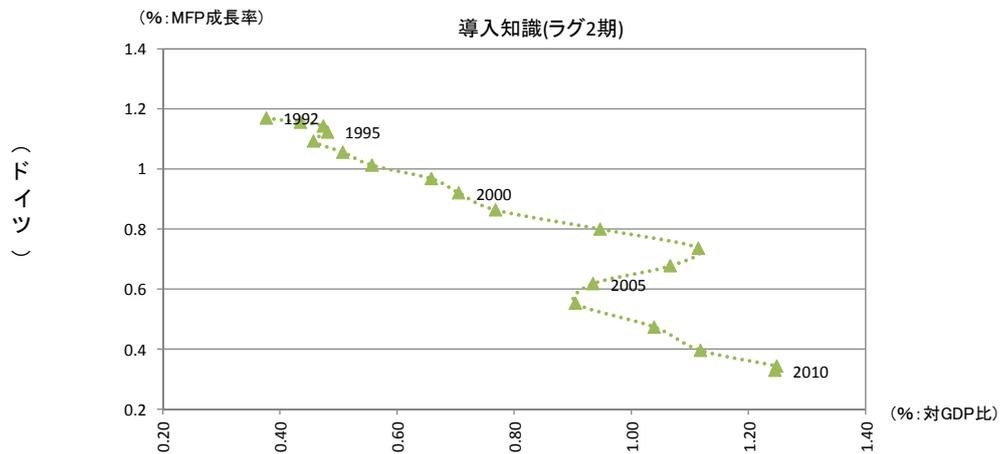
参考資料 B-7 TFP 成長率と研究集約度の分布 (OECD ベース) (大学・公的機関等)



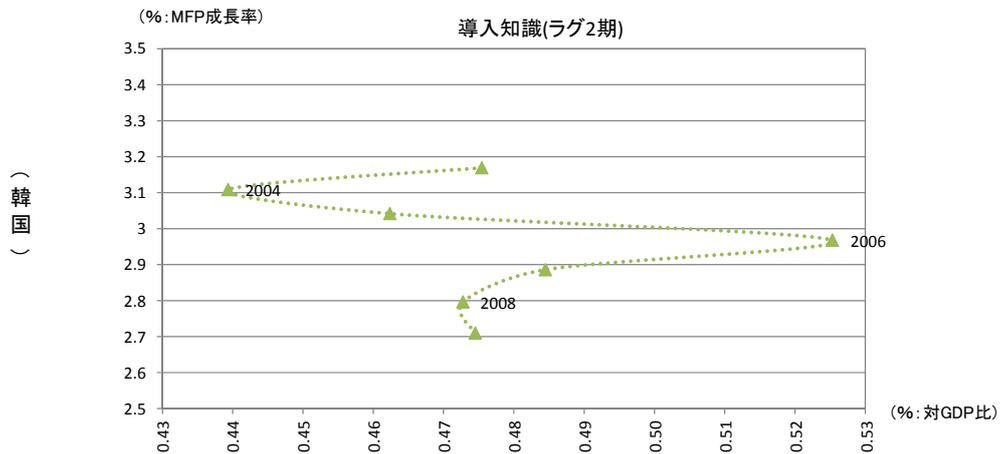
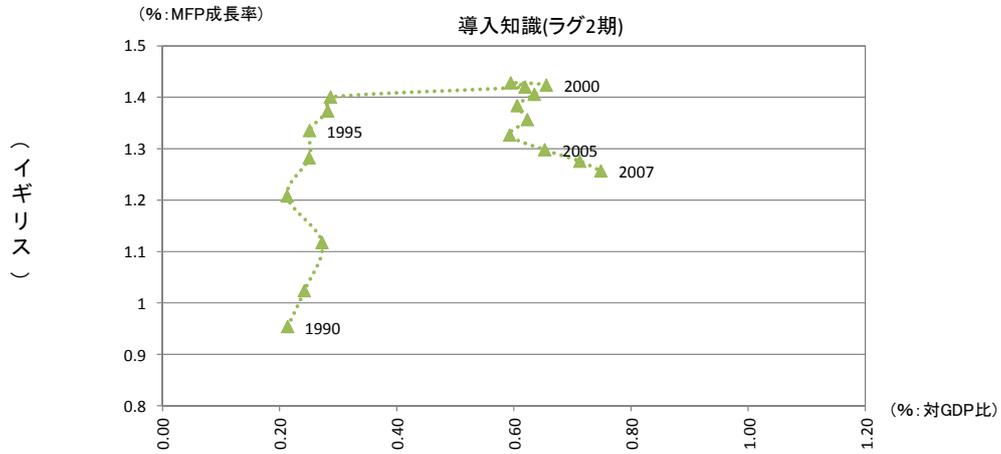
参考資料 B-8 TFP 成長率と研究集約度の分布 (OECD ベース) (大学・公的機関等)



参考資料 B-9 TFP 成長率と研究集約度の分布(OECD ベース) (導入知識)



参考資料 B-10 TFP 成長率と研究集約度の分布(OECD ベース)(導入知識)



B.2 研究開発による MFP 関数の推定

参考として、OECD Main Science and Technology Indicators (MSTI) の海外主要国のデータを利用し、研究開発による生産性関数を本編分析と同じ以下の4通りの手法で回帰分析による推定を試みた。

① 研究開発の限界収益率を推定するアプローチ

$$\frac{\Delta T}{T} = \alpha_0 + \beta_0 \cdot \frac{\Delta SRD}{GDP}$$

(T : 全要素生産性、SRD : R&D ストック、GDP : 国内総生産)

①' 研究開発の限界収益率を推定するアプローチ (陳腐化率を 0 と仮定)

$$\frac{\Delta T}{T} = \alpha_1 + \beta_1 \cdot \frac{RD}{GDP}$$

(RD : R&D 支出)

② 産出の技術知識ストック弾力性を推定するアプローチ

$$\ln T = \alpha_2 + \beta_2 \cdot \ln SRD$$

②' 産出の技術知識ストック弾力性を推定するアプローチ (階差 log で推定)

$$\Delta \ln T = \beta_2 \cdot \Delta \ln SRD$$

分析結果は次ページのとおりであるが、日本での試行と同様、研究開発の限界収益率を推定する①のアプローチからは安定した結果が得られておらず、おおむね研究集約度の各項目は有意でないか符号が負となっているものが多くなっている。

企業、大学・公的機関、導入知識のすべてが有意に正となっているのはイギリス (②)、フランス (②') であった。なお、韓国については MSTI のデータ収録期間が他の国よりも短く、十分な自由度が確保できていないが参考値として結果を掲載した。

参考資料 B-11 MFP 関数の推定結果

① 研究開発の限界収益率を推定するアプローチ

推定期間		アメリカ 1991～2010年	ドイツ 1992～2010年	フランス 1991～2009年	イギリス 1995～2007年	韓国 2005～2009年
被説明変数	ΔMFP/MFP					
説明変数	定数項	0.0246 (7.167)	0.0189 (6.437)	0.0003 (0.277)	0.0141 (9.227)	0.0279 (38.621)
	Δ企業研究ストック /GDP	-1.0408 (-3.361)	-1.1827 (-2.215)	0.4558 (0.995)	-0.1491 (-0.481)	-0.7790 (-14.534)
	Δ大学・公的機関等研究ストック /GDP	-3.5050 (-2.850)	-4.9715 (-4.032)	3.3576 (4.117)	-0.7430 (-0.563)	2.8276 (4.919)
	Δ導入知識ストック /GDP	-3.5994 (-2.869)	-0.3786 (-0.634)	0.8912 (1.320)	0.1684 (0.834)	-0.1439 (-0.418)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	0.4170 0.5232	0.5405 0.6028	0.9301 1.2831	-0.0743 0.2128	0.9914 3.0588

①' 研究開発の限界収益率を推定するアプローチ (陳腐化率を0と仮定)

推定期間		アメリカ 1990～2010年	ドイツ 1992～2010年	フランス 1990～2005年	イギリス 1990～2007年	韓国 2004～2009年
被説明変数	ΔMFP/MFP					
説明変数	定数項	0.0397 (3.783)	0.0265 (5.232)	0.0144 (0.998)	0.0262 (3.563)	0.0306 (22.790)
	企業研究支出(5期ラグ) /GDP	-1.2652 (-3.327)	-0.4823 (-2.719)	-0.2623 (-0.188)	0.1608 (0.408)	-0.8187 (-21.187)
	大学・公的機関等研究支出(9期ラグ) /GDP	-1.6407 (-1.177)	-0.9830 (-1.174)	-0.3056 (-0.086)	-2.7132 (-2.452)	3.6815 (6.879)
	技術輸入額(2期ラグ) /GDP	0.3637 (0.897)	-0.6717 (-3.474)	1.1642 (0.134)	-0.1901 (-0.633)	-0.8199 (-2.176)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	0.3008 0.3317	0.9234 0.7770	-0.2242 0.0726	0.3296 0.4179	0.9911 3.1713

② 産出の技術知識ストック弾力性を推定するアプローチ

推定期間		アメリカ 1990～2010年	ドイツ 1991～2010年	フランス 1990～2009年	イギリス 1994～2007年	韓国 2004～2009年
被説明変数	logMFP					
説明変数	定数項	4.9866 (10.430)	4.4083 (10.271)	1.8992 (8.711)	-3.4226 (-11.118)	-5.4880 (-13.235)
	log企業研究ストック	-0.1165 (-2.136)	0.0927 (3.064)	0.0316 (0.348)	0.1983 (4.794)	0.0980 (0.959)
	log大学・公的機関等研究ストック	0.0105 (0.297)	-0.1724 (-4.759)	0.2255 (2.892)	0.5200 (10.732)	0.6633 (2.753)
	log導入知識ストック	0.1191 (9.237)	0.1079 (9.321)	-0.0029 (-0.644)	0.0288 (7.589)	-0.1319 (-0.986)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	0.9966 0.5383	0.9938 0.6102	0.9974 0.2406	0.9990 1.6158	0.9988 2.6335

②' 産出の技術知識ストック弾力性を推定するアプローチ (階差 log で推定)

推定期間		アメリカ 1991～2010年	ドイツ 1992～2010年	フランス 1991～2009年	イギリス 1995～2007年	韓国 2005～2009年
被説明変数	ΔlogMFP					
説明変数	定数項	0.0144 (4.347)	0.0094 (2.117)	0.0040 (5.753)	0.0143 (13.275)	0.0280 (42.451)
	Δlog企業研究ストック	-0.0564 (-1.582)	-0.0143 (-0.189)	0.0729 (2.550)	-0.0266 (-1.226)	-0.0783 (-15.707)
	Δlog大学・公的機関等研究ストック	-0.0331 (-0.726)	-0.2231 (-2.311)	0.0893 (3.502)	-0.0517 (-0.978)	0.0732 (4.333)
	Δlog導入知識ストック	0.0040 (0.196)	0.0397 (2.391)	0.0121 (5.265)	0.0033 (1.642)	0.0024 (0.434)
統計量	自由度修正済決定係数 D.W.比	0.0893 0.1317	0.4771 0.6378	0.9539 1.2251	0.2814 0.4403	0.9945 2.9668

参考資料 C : MaeSTIP 関連資料

C.1 方程式体系

【凡例】

$\log()$: 自然対数関数、 $d\log()$: 自然対数関数の階差、 $\exp()$: 指数関数

$A(-x)$: 変数 A の x 期ラグ、 $@pch()$: 前期比関数 ($@pch(A) = (A-A(-1)) / A(-1)$)

$@recode(\text{条件式}, A, B)$: 条件式が成立しているとき A、していないとき B を返す関数

各変数の下の数値は上段が推定されたパラメータ、下段の括弧内は t 値。

(生産関数)

$$\begin{aligned} \log(\text{GDP}/(\text{L}*\text{LHRTLFL})) = & -2.625925 + 0.008242902*\text{TIME} + 0.4144497 \\ & *(\log(\text{KP}(-1)*\text{ROMA}/(\text{L}*\text{LHRTLFL})) \\ & (-45.071) \quad (7.0837) \quad (16.793) \\ & + 0.04806254*\text{D09} \\ & (2.0742) \end{aligned}$$

OLS Sample: 1970 2009 Adj. R2= 0.996140 D. W. = 0.848777

(1) 生産・労働ブロック

$$\begin{aligned} \text{URATE2}/100 = & +0.002575202 - 0.1028391 * \text{GDPGAP} - 0.007253729 * (\text{YW}(-1)/\text{GDPN}(-1)) \\ & (0.37782) \quad (-6.6863) \quad (-0.52041) \\ & + 0.811917 * (\text{URATE2}(-1)/100) \\ & (23.037) \end{aligned}$$

OLS Sample: 1970 2009 Adj. R2= 0.973652 D. W. = 1.991448

$$\begin{aligned} \log(\text{INTN2}) = & +0.3353209 + 0.08301802 * \log(\text{INTORA}) + 4.613692 * \log(\text{PDG}/\text{PDG}(-1)) \\ & (2.9226) \quad (2.1017) \quad (3.0086) \\ & + 0.6819994 * \log(\text{INTN2}(-1)) \\ & (7.4743) \end{aligned}$$

OLS Sample: 1980 2009 Adj. R2= 0.972253 D. W. = 1.401739

$$\text{PVDP} = (-1 / 18) * \log(0.1) * ((1 - 0.1 * \exp(-1 * (\text{INTN} / 100) * 18)) / (\text{INTN} / 100 - \log(0.1) / 18))$$

$$\text{RCC} = ((1 - \text{PVDP}) / (1 - \text{CPTAX})) * (\text{INTN} - @pch(\text{PI}) * 100 + \text{DP} / \text{KP}(-1) * 100)$$

$$\text{NL} = (\text{POPT} - \text{POP14}) * \text{RLP} / 10$$

$$\text{GDPP} = \exp(\log(\text{TFFP}) + 0.4144497 * \log(\text{KP}(-1) * 115.64) + (1 - 0.4144497) * \log(\text{NL} * 0.9883 * \text{LHRRGF} * 1.0999))$$

$$\text{GDPGAP} = (\text{GDP} - \text{GDPP}) / \text{GDPP}$$

$$\text{LW} = \text{L} * \text{RLW} / 100$$

$$\text{URATE} = @recode(\text{URATE2} > 0, @recode(\text{URATE2} < 100, \text{URATE2}, 100), 0)$$

	(1. 3221)	(2. 2039)		(-3. 4022)		
	+0. 7483373*log(MOIL(-1))					
	(9. 9627)					
OLS	Sample:	1980 2009	Adj. R2=	0. 850302	D. W. =	1. 906109
log(MCOT)	=-2. 113727	+0. 3933791*log(GDP)		-0. 3550875*log(PMCOT(-1)/CGPI(-1))		
	(-1. 4388)	(2. 4943)		(-2. 904)		
	+0. 7175507*log(MCOT(-1))					
	(10. 686)					
	-0. 1311914 *D92					
	(-2. 1539)					
OLS	Sample:	1975 2009	Adj. R2=	0. 988693	D. W. =	1. 848420
DH =	-4079. 844	+0. 05507719 *KH(-1)		+1109. 18*D70C89		-767. 5536*D89
	(-4. 8931)	(23. 696)		(3. 1151)		(-1. 886)
OLS	Sample:	1980 2008	Adj. R2=	0. 989066	D. W. =	0. 332857
DP =	-396. 6815	+0. 1270351 *KP(-1)		-6369. 621 *D80C02		
	(-0. 2673)	(54. 733)		(-8. 3968)		
OLS	Sample:	1980 2008	Adj. R2=	0. 994375	D. W. =	0. 777303
JPN =	+872. 6076	+0. 003738331*(D(PJP*KJP)-AP)		+2652. 277*D97		-2241. 093*D99
	(5. 8605)	(6. 6562)		(3. 6687)		(-2. 978)
OLS	Sample:	1981 2008	Adj. R2=	0. 743933	D. W. =	2. 508417
JGN =	+168. 2532	+0. 1243506 *(D(PJG*KJG)/100-AG)				
	(3. 2609)	(2. 197)				
OLS	Sample:	1981 2006	Adj. R2=	0. 132748	D. W. =	1. 250273

$$ERR_IP = IP / KP(-1) - (0. 1461793 - 0. 07706603 * (\log(KP(-1)) / GDPP) + RCC / 100)$$

$$MC = MOIL + MCOT$$

$$GDP = CP + CG + IH + IP + IG + JP + JG + EXC - MC + RES20$$

$$GNP = GDP + EXO - MO + KORTK20$$

$$DX = DP + DH + DG$$

$$KP = KP(-1) + IP - DP$$

$$KH = KH(-1) + IH - DH$$

$$KJP = KJP(-1) + JP$$

$$KJG = KJG(-1) + JG$$

$$CPN = CP * PC / 100$$

$$IHN = IH * PH / 100$$

$IPN = IP * PI / 100$
 $EXCN = EXC * PEXC / 100$
 $EXON = EXO * PEXO / 100$
 $EXN = EXCN + EXON$
 $MOILN = PMOIL * MOIL / 100$
 $MCOTN = PMCOT * MCOT / 100$
 $MON = MO * PMO / 100$
 $MCN = MOILN + MCOTN$
 $MN = MCN + MON$
 $GDPN = CPN + CGN + IHN + IPN + IGN + JPN + JGN + EXCN - MCN$
 $GNPN = GDPN + (EXON - MON)$
 $DPN = DP * PI / 100$
 $DHN = DH * PH / 100$
 $DGN = DG * PIG / 100$
 $DN = DPN + DHN + DGN$
 $IG_EX = IG(-1) * (1 + PCH_IG / 100)$
 $IG_EN = IGN / PIG * 100$
 $CG_EX = CG(-1) * (1 + PCH_CG / 100)$
 $CG_EN = CGN / PCG * 100$
 $IGN_EX = IGN(-1) * (1 + PCH_IGN / 100)$
 $IGN_EN = IG * PIG / 100$
 $CGN_EX = CGN(-1) * (1 + PCH_CGN / 100)$
 $CGN_EN = CG * PCG / 100$
 $IG = @recode(DUM_GM = 0 , IG_EN , IG_EX)$
 $IGN = @recode(DUM_GM = 0 , IGN_EX , IGN_EN)$
 $CG = @recode(DUM_GM = 0 , CG_EN , CG_EX)$
 $CGN = @recode(DUM_GM = 0 , CGN_EX , CGN_EN)$

(3) 物価・賃金ブロック

CGPI =	+50.3244	+0.1529539 *PMC	+0.6532338 *W/(GDP/L)	+47.87489 *GDPGAP
	(7.589)	(8.7259)	(7.2875)	(3.2242)

OLS	Sample:	1983 2008	Adj. R2=	0.867101	D. W. =	0.846384
W =	-1236.825 (-8.0407)	+51.85623 (15.371)	*PC(-1)	+15.08111 (4.4793)	*GDP/L	+1268.81 (1.4395)
OLS	Sample:	1975 2008	Adj. R2=	0.977885	D. W. =	0.240456
PC =	+9.526469 (3.3184)	+0.01293518*W (53.769)		+0.2366609*CGPI (8.8784)		
OLS	Sample:	1975 2008	Adj. R2=	0.989701	D. W. =	0.501527
PCG =	+22.44996 (6.751)	+0.2818772 *PC (2.9686)				
OLS	Sample:	1975 2008	Adj. R2=	0.989897	D. W. =	0.624090
PH =	+12.81514 (1.7572)	+0.133373*CGPI (1.9669)		+0.01487565*W (24.495)		-2.758603*D87C90 (-1.7688)
OLS	Sample:	1975 2008	Adj. R2=	0.949905	D. W. =	0.441891
PI =	+70.58364 (18.415)	+0.4282819 *CGPI (12.624)		+0.01355196*W (19.032)		-0.9615258 *GDP/L (-21.151)
		+64.80018 *GDPGAP (7.6224)				
OLS	Sample:	1975 2008	Adj. R2=	0.978369	D. W. =	0.684442
PIG =	+18.59515 (2.6445)	+0.2780276 *PI (4.4315)		+0.011104*W (18.4741)		
OLS	Sample:	1975 2008	Adj. R2=	0.915761	D. W. =	0.255074
PJP =	-24.56107 (-1.6753)	+0.5104646 *CGPI (2.0102)		+0.7179474 *PJP(-1) (5.6532)		
OLS	Sample:	1980 2008	Adj. R2=	0.953770	D. W. =	1.585068
log(PEXC)	=-3.550742 (-4.3287)	+0.3775692 *log(PEW*EXR2) (6.7183)			+0.5107742 *log(CGPI) (2.0579)	
		-0.09298577*D07C09 (-4.7719)		+0.4980345 *log(PEXC(-1)) (5.4712)		
OLS	Sample:	1980 2009	Adj. R2=	0.981677	D. W. =	1.307038
PEX0 =	+20.0278 (5.7314)	+0.6873149 *PDG(-1) (16.751)		+0.124183 *CGPI (3.7514)		-0.02207224*EXR2 (-3.2308)
OLS	Sample:	1975 2009	Adj. R2=	0.986557	D. W. =	1.030525
PMO =	+11.57818	+0.009177226*PMC		+0.8715736 *PMO(-1)		

	(4. 6081)	(1. 2555)		(40. 749)		
OLS	Sample:	1975 2009	Adj. R2=	0. 982905	D. W. =	0. 843232
CPI =	+6. 10359	+0. 2076172 *PC		+0. 7379824 *CPI (-1)		
	(3. 7685)	(3. 8698)		(18. 336)		
OLS	Sample:	1975 2009	Adj. R2=	0. 996028	D. W. =	1. 184777

PMOIL = POILJ * EXR2 / 30. 648

PMCOT = PMCOTD * EXR2 / 107. 78

PMC = MCN / MC * 100

PDG = GDPN / GDP * 100

P = GNPN / GNP * 100

PD = DN / DX * 100

(4) 分配ブロック

YR =	-563552. 1	+44931. 51	*log(Y)	+4123. 641	*INTN	+0. 3936862 *YR(-1)
	(-5. 4875)	(5. 2914)		(7. 8177)		(4. 4021)
	-282. 936	*TIME				
	(-1. 5371)					
OLS	Sample:	1981 2008	Adj. R2=	0. 967559	D. W. =	0. 832554
HZSK =	-982. 8019	+0. 8237871 *YR		+1381. 952	*D70C89	
	(-2. 8489)	(67. 481)		(4. 5564)		
OLS	Sample:	1981 2008	Adj. R2=	0. 994170	D. W. =	0. 601903
AP =	+166. 3627	+0. 6804353 *(D(PJP)/100*(0. 5*JP+KJP(-1)))		-3355. 04	*D85C86	
	(0. 52028)	(3. 7164)		(-2. 6672)		
OLS	Sample:	1981 2008	Adj. R2=	0. 549754	D. W. =	1. 702570
AC =	-0. 4372198	+0. 9867096 *AP				
	(-0. 16116)	(855. 51)				
OLS	Sample:	1981 2008	Adj. R2=	0. 999963	D. W. =	1. 258962
TI =	-4253. 5	+0. 03991893*((1+CONTAX)*GDPN)		+0. 604414*TI(-1)		+1892. 545*D70C89
	(-2. 0375)	(4. 9406)		(8. 1455)		(2. 5188)
OLS	Sample:	1981 2008	Adj. R2=	0. 993553	D. W. =	1. 597688
YCB =	+5154. 639	+0. 4557456 *Y-YW		-1701. 438	*(INTN+INTN(-1))	+10974. 25 *D70C89
	(0. 6635)	(6. 0987)		(-7. 1017)	(4. 0412)	

C.2 変数リスト

(1) 内生変数

略号	変数名	単位
A	在庫品評価調整額合計	10 億円
AC	法人企業在庫品評価調整額	10 億円
AP	民間在庫品評価調整額	10 億円
AU	個人企業在庫品評価調整額	10 億円
BERD	実質企業等使用研究費	2000 年 10 億円
BERDN	企業等使用研究費	10 億円
BLCURNF	経常収支	億円
CG	実質政府最終消費支出	10 億円
CG_EN	実質政府最終消費支出(実質内生時用)	10 億円
CG_EX	実質政府最終消費支出(実質外生時用)	10 億円
CGN	名目政府最終消費支出	10 億円
CGN_EN	名目政府最終消費支出(名目内生時用)	10 億円
CGN_EX	名目政府最終消費支出(名目外生時用)	10 億円
CGPI	企業物価指数	2005 年=100
CP	民間最終消費支出	10 億円
CPI	消費者物価指数(全国)総平均	2005 年=100
CPN	民間最終消費支出	10 億円
DGN	公的資本減耗	10 億円
DH	実質民間住宅資本減耗	2000 年 10 億円
DHN	民間住宅資本減耗	10 億円
DN	民間・公的資本減耗合計	10 億円
DP	実質民間企業設備資本減耗	2000 年 10 億円
DPN	民間企業設備資本減耗	10 億円
DX	DP+DH+DG	10 億円
ER	月間有効求人倍率	倍
ERR_IP	民間設備投資長期間形式の誤差項	率
EXC	財貨・サービスの輸出	10 億円
EXCN	財貨・サービスの輸出	10 億円
EXN	輸出と海外からの所得	10 億円
EXON	海外からの要素所得	10 億円
FFRDN	外国負担研究費	10 億円
GDP	実質国内総生産	10 億円
GDPGAP	GDP ギャップ	比率
GDPN	国内総生産	10 億円
GDPP	潜在 GDP	10 億円
GERD	実質国内研究費総額	2000 年 10 億円
GERDN	国内研究費総額	10 億円
GFRDN	政府負担研究費	10 億円
GNP	実質国民総所得	2000 年連鎖 10 億円
GNPN	国民総所得	10 億円
HERD	実質大学等使用研究費	2000 年 10 億円

略号	変数名	単位
HERDN	大学等使用研究費	10 億円
HZSK	HZSKKK-HZSKK	10 億円
IG	実質公的固定資本形成	10 億円
IG_EN	実質公的固定資本形成(実質内生時用)	10 億円
IG_EX	実質公的固定資本形成(実質外生時用)	10 億円
IGN	名目公的固定資本形成	10 億円
IGN_EN	名目公的固定資本形成(名目内生時用)	10 億円
IGN_EX	名目公的固定資本形成(名目外生時用)	10 億円
IH	実質民間住宅投資	2000 年連鎖 10 億円
IHN	民間住宅投資	10 億円
IIP	鉱工業生産指数:鉱工業	2005=100
INTN	全銀 貸出約定平均金利(含む当座貸越)	%
INTN2	全銀 貸出約定平均金利(含む当座貸越)(範囲調整前)	%
IP	民間企業設備投資	10 億円
IPN	民間企業設備投資	10 億円
JP	実質民間企業在庫投資	2000 年連鎖 10 億円
JPN	民間企業在庫投資	10 億円
KH	民間住宅資本ストック	2000 年 10 億円
KJG	公的企業資本ストック	2000 年 10 億円
KJP	民間企業在庫ストック	2000 年 10 億円
KP	民間設備資本ストック	2000 年 10 億円
L	就業者数 合計	万人
LU	個人業主数	万人
LW	雇用者数 合計	万人
M2CD	マネーサプライ M2+CD(末残)	億円
MC	財貨・サービスの輸入	2000 年連鎖 10 億円
MCN	財貨・サービスの輸入	10 億円
MCOT	その他の財貨・サービスの輸入	2000 年連鎖 10 億円
MCOTN	その他の財貨・サービスの輸入	10 億円
MN	輸入と海外への所得	10 億円
MOIL	実質原油輸入額	2000 年 10 億円
MOILN	名目原油輸入額	10 億円
MON	海外への要素所得	10 億円
NL	労働力人口 合計	万人
P	国民総所得デフレーター	2000 年=100
PBRD	企業等研究支出デフレーター	2000 年=100
PC	民間最終消費支出デフレーター	2000 年=100
PCG	政府最終消費支出デフレーター	2000 年=100
PD	DN/DX*100	2000 年=100
PDG	国内総生産デフレーター	2000 年=100
PERD	大学等研究支出デフレーター	2000 年=100
PEXC	財貨・サービスの輸出デフレーター	2000 年=100
PEXO	海外からの要素所得デフレーター	2000 年=100
PFRDN	民間負担研究費	10 億円
PGRD	総研究支出デフレーター	2000 年=100

略号	変数名	単位
PH	民間住宅投資デフレーター	2000年=100
PI	民間企業設備投資デフレーター	2000年=100
PIG	公的固定資本形成デフレーター	2000年=100
PJP	民間企業在庫デフレーター	2000年=100
PLANDLF	地価公示	1975年=100
PMC	財貨・サービスの輸入デフレーター	2000年=100
PMCOT	その他の財貨・サービスの輸入デフレーター	2000年=100
PMO	海外への要素所得デフレーター	2000年=100
PMOIL	原油輸入デフレーター	2000年=100
PRRD	公的機関等研究支出デフレーター	2000年=100
PVDP	減価償却の割引現在価値	
RCC	実質資本コスト	
RERD	実質公的機関・非営利団体使用研究費	2000年 10 億円
RERDN	公的機関・非営利団体使用研究費	10 億円
SI	社会保障負担	10 億円
SRD	総研究開発ストック	2000年 10 億円
SRDB	企業等研究開発ストック	2000年 10 億円
SRDE	大学等研究開発ストック	2000年 10 億円
SRDR	公的機関・非営利団体研究開発ストック	2000年 10 億円
STI	導入知識ストック	2000年 10 億円
TC	法人税	10 億円
TFPF	全要素生産性(HP フィルタ適用後)	
TGBAORD	科学技術関係経費(国・地方計)	10 億円
TI	間接税	10 億円
TIM	実質技術輸入額	2000年 10 億円
TIMN	技術輸入額	10 億円
TP	個人直接税	10 億円
U	完全失業者数 合計	万人
URATE	完全失業率 合計	%
URATE2	完全失業率 合計(範囲調整前)	%
W	1人当たり雇用者所得	1000円/人
Y	国民所得	10 億円
YC	民間法人企業所得(配当受払後)	10 億円
YCB	民間法人企業所得(配当受払前)	10 億円
YDP	家計(支払)個人可処分所得	10 億円
YP	個人所得	10 億円
YR	財産所得	10 億円
YU	個人企業所得(配当受払後)	10 億円
YUH	家計(受取)営業余剰・混合所得	10 億円
YW	雇用者報酬	10 億円

(2) 外生変数

略号	変数名	単位
AG	公的企業在庫品評価調整額	10 億円
CDUM	民間最終消費限界消費性向ダミー	

略号	変数名	単位
CNV_KR	経費・研究費比率	率
CONTAX	消費税率	率
CPTAX	法人税率	率
DG	実質公的資本減耗	2000年10億円
DUM_GM	政府支出内生・外生制御用ダミー	
EXO	実質海外からの要素所得	2000年連鎖10億円
EXR2	外国為替相場	円/\$
INTORA	基準割引率(公定歩合)	%
JG	実質公的在庫投資	2000年連鎖10億円
JGN	公的在庫投資	10億円
KORTK20	交易利得	2000年連鎖10億円
LHRRGF	所定内労働時間・全産業	時間
MO	実質海外への要素所得	2000年連鎖10億円
PCH_CG	実質政府消費支出対前年度比(実質外生時用)	%
PCH_CGN	名目政府消費支出対前年度比(名目外生時用)	%
PCH_IG	実質公的固定資本形成対前年度比(実質外生時用)	%
PCH_IGN	名目公的固定資本形成対前年度比(名目外生時用)	%
PEW	世界工業製品輸出物価指数	1990年=100
PMCOTD	その他の財貨・サービスの輸入デフレーター(\$)	2000年=100
POILJ	原油価格(通関ベース)	ドル/バレル
POP14	14歳以下人口	千人
POP65	65歳以上人口	千人
POPT	総人口	千人
RES20	開差	2000年連鎖10億円
RFFRD	外国負担研究費対名目GDP比	率
RGBA	科学技術関係経費対名目GDP比	率
RLP	労働参加率	率
RLW	就業者に占める雇用者比率	率
RPFRD	民間負担研究費対名目GDP比	率
RRD_F2B	外国負担研究費に占める企業等の比率	率
RRD_F2E	外国負担研究費に占める大学等の比率	率
RRD_F2R	外国負担研究費に占める公的機関等の比率	率
RRD_G2B	政府負担研究費に占める企業等の比率	率
RRD_G2E	政府負担研究費に占める大学等の比率	率
RRD_G2R	政府負担研究費に占める公的機関等の比率	率
RRD_P2B	民間負担研究費に占める企業等の比率	率
RRD_P2E	民間負担研究費に占める大学等の比率	率
RRD_P2R	民間負担研究費に占める公的機関等の比率	率
RTIM	技術輸入額対名目GDP比	率
SB	補助金	10億円
SDEF	統計上の不突合	10億円
TIME	タイムトレンド	1965年=1
TPDUM	特別減税ダミー	1または0
TRH	社会保障給付	10億円
TRPY	家計その他支払	10億円

略号	変数名	単位
TRRV	家計その他受取	10 億円
TWM	世界貿易(実質)	90 年 10 億ドル
YGA	公的企業所得(配当受払後)	10 億円

参考資料 D : データ一覧

本調査では、総務省『科学技術研究調査』等の統計調査から収集し、整備した時系列データを参考資料として掲載する。

負担源別・組織別研究費割合等

負担者 使用者		研究費総額															
		国・地方公共団体				民間				外国							
単位	%	企業等	公的機関・ 非営利団体	大学等	企業等	公的機関・ 非営利団体	大学等	企業等	公的機関・ 非営利団体	大学等	企業等	公的機関・ 非営利団体	大学等	企業等	公的機関・ 非営利団体	大学等	
昭和34	1959	100.0	55.9	15.7	28.5	100.0	1.3	36.9	61.8	100.0	82.4	5.4	12.3				
昭和35	1960	100.0	59.0	16.1	24.9	100.0	1.1	40.7	58.2	100.0	84.1	5.6	10.3	100.0	1.5	8.8	89.6
昭和36	1961	100.0	59.5	15.2	25.3	100.0	1.0	40.1	58.9	100.0	83.5	5.0	11.5	100.0	1.6	23.3	75.1
昭和37	1962	100.0	56.2	15.6	28.2	100.0	0.8	38.5	60.7	100.0	80.9	5.5	13.7	100.0	3.7	22.1	74.2
昭和38	1963	100.0	56.3	14.6	29.1	100.0	0.7	37.4	61.9	100.0	80.5	4.7	14.8	100.0	11.2	19.9	68.9
昭和39	1964	100.0	55.7	14.8	29.6	100.0	0.7	40.8	58.5	100.0	81.3	2.7	16.0	100.0	3.6	20.8	75.6
昭和40	1965	100.0	49.6	14.3	36.1	100.0	0.8	37.6	61.6	100.0	72.6	3.3	24.1	100.0	8.7	18.5	72.8
昭和41	1966	100.0	50.7	14.3	35.0	100.0	1.5	37.0	61.5	100.0	75.7	2.8	21.5	100.0	18.1	17.3	64.6
昭和42	1967	100.0	53.9	13.4	32.7	100.0	2.3	36.8	60.9	100.0	78.3	2.4	19.3	100.0	29.6	16.0	54.4
昭和43	1968	100.0	57.5	13.1	29.5	100.0	3.2	38.5	58.3	100.0	80.7	2.2	17.1	100.0	42.7	15.2	42.1
昭和44	1969	100.0	59.0	12.9	28.1	100.0	3.8	40.0	56.2	100.0	80.7	2.2	17.1	100.0	52.4	14.9	32.7
昭和45	1970	100.0	60.7	12.3	27.0	100.0	4.8	39.5	55.7	100.0	81.8	2.0	16.2	100.0	64.1	13.1	22.8
昭和46	1971	100.0	58.4	14.0	27.6	100.0	4.9	42.2	52.9	100.0	80.5	2.3	17.2	100.0	71.4	13.8	14.8
昭和47	1972	100.0	58.3	15.0	26.7	100.0	5.3	44.0	50.7	100.0	79.9	3.1	16.9	100.0	83.8	7.2	9.0
昭和48	1973	100.0	58.8	15.3	25.9	100.0	4.2	46.1	49.7	100.0	80.2	3.2	16.6	100.0	86.3	6.0	7.7
昭和49	1974	100.0	58.5	15.1	26.4	100.0	3.0	43.7	53.3	100.0	81.0	3.5	15.5	100.0	84.3	8.0	7.6
昭和50	1975	100.0	56.6	15.1	28.2	100.0	3.3	43.1	53.7	100.0	79.2	3.3	17.5	100.0	83.1	10.9	6.0
昭和51	1976	100.0	56.7	15.2	28.1	100.0	3.0	42.9	54.1	100.0	79.1	3.6	17.3	100.0	73.0	21.8	5.2
昭和52	1977	100.0	57.8	14.5	27.7	100.0	3.6	41.6	54.7	100.0	80.5	3.1	16.4	100.0	65.6	31.3	3.1
昭和53	1978	100.0	56.6	14.9	28.5	100.0	2.6	42.2	52.2	100.0	80.0	3.1	16.9	100.0	52.4	44.0	3.6
昭和54	1979	100.0	58.1	14.4	27.5	100.0	2.7	42.7	54.6	100.0	81.4	2.5	16.1	100.0	61.8	35.2	3.0
昭和55	1980	100.0	59.9	14.6	25.5	100.0	4.0	43.0	53.0	100.0	81.6	3.5	14.9	100.0	68.7	28.7	2.6
昭和56	1981	100.0	60.7	15.2	24.2	100.0	4.3	43.9	51.8	100.0	81.5	4.5	14.0	100.0	75.4	22.4	2.2
昭和57	1982	100.0	61.9	14.5	23.6	100.0	4.2	43.3	52.5	100.0	81.6	4.7	13.7	100.0	76.6	22.2	1.2
昭和58	1983	100.0	63.5	13.5	23.0	100.0	4.6	43.0	52.5	100.0	82.1	4.2	13.7	100.0	79.3	17.9	2.9
昭和59	1984	100.0	65.1	13.1	21.8	100.0	5.0	43.1	51.9	100.0	82.5	4.3	13.1	100.0	72.2	22.4	5.4
昭和60	1985	100.0	66.8	13.1	20.1	100.0	5.2	44.5	50.2	100.0	83.2	4.7	12.1	100.0	76.6	21.0	2.4
昭和61	1986	100.0	66.6	13.5	19.9	100.0	5.6	45.0	49.4	100.0	83.0	5.0	12.0	100.0	78.3	19.9	1.7
昭和62	1987	100.0	66.0	14.1	19.9	100.0	5.1	46.5	48.4	100.0	82.7	5.2	12.1	100.0	73.4	24.6	2.0
昭和63	1988	100.0	67.9	13.1	19.0	100.0	5.0	46.1	48.9	100.0	83.6	4.9	11.5	100.0	76.4	17.6	5.9
平成元	1989	100.0	69.7	12.3	18.0	100.0	4.7	45.7	49.6	100.0	84.6	4.6	10.8	100.0	81.0	16.1	2.9
平成2	1990	100.0	70.9	11.6	17.6	100.0	5.1	45.5	49.5	100.0	85.2	4.2	10.6	100.0	82.4	15.4	2.2
平成3	1991	100.0	70.7	11.8	17.5	100.0	5.3	47.1	47.6	100.0	85.3	3.9	10.8	100.0	83.4	13.9	2.8
平成4	1992	100.0	68.7	12.7	18.5	100.0	3.8	48.8	47.3	100.0	84.3	4.1	11.6	100.0	83.1	13.1	3.9
平成5	1993	100.0	66.0	13.8	20.1	100.0	4.3	48.6	47.1	100.0	83.1	4.2	12.7	100.0	82.6	14.6	2.8
平成6	1994	100.0	66.1	13.7	20.2	100.0	3.7	48.9	47.5	100.0	83.1	4.1	12.8	100.0	86.3	12.0	1.7
平成7	1995	100.0	65.2	14.1	20.7	100.0	4.5	48.0	47.4	100.0	83.2	4.0	12.8	100.0	85.8	11.9	2.3
平成8	1996	100.0	66.7	13.3	20.0	100.0	3.6	47.6	48.7	100.0	83.4	4.2	12.4	100.0	86.8	9.8	3.3
平成9	1997	100.0	67.7	12.9	19.4	100.0	4.4	47.1	48.6	100.0	83.9	4.1	12.0	100.0	93.8	4.4	1.8
平成10	1998	100.0	66.9	13.1	20.0	100.0	6.4	45.5	48.1	100.0	83.6	4.2	12.2	100.0	95.2	3.4	1.4
平成11	1999	100.0	66.4	13.6	20.0	100.0	5.4	47.1	47.5	100.0	83.4	4.2	12.4	100.0	96.3	2.6	1.1
平成12	2000	100.0	66.7	13.6	19.7	100.0	5.2	47.9	46.8	100.0	83.7	4.1	12.2	100.0	96.1	2.5	1.5
平成13	2001	100.0	69.3	11.2	19.6	100.0	4.6	48.1	47.3	100.0	86.5	1.3	12.2	100.0	95.8	3.1	1.1
平成14	2002	100.0	69.4	10.9	19.7	100.0	4.9	46.6	48.5	100.0	86.2	1.6	12.2	100.0	95.5	2.9	1.7
平成15	2003	100.0	70.0	10.6	19.4	100.0	4.9	46.6	48.5	100.0	86.4	1.5	12.1	100.0	94.5	3.5	2.1
平成16	2004	100.0	70.1	10.6	19.3	100.0	4.4	47.9	47.7	100.0	86.5	1.3	12.3	100.0	95.7	3.0	1.3
平成17	2005	100.0	71.4	9.5	19.1	100.0	4.4	44.5	51.2	100.0	87.1	1.3	11.6	100.0	94.8	3.5	1.7
平成18	2006	100.0	72.2	9.5	18.3	100.0	4.1	46.2	49.8	100.0	87.2	1.4	11.4	100.0	86.2	11.7	2.2
平成19	2007	100.0	73.0	8.9	18.1	100.0	4.5	44.6	50.8	100.0	87.5	1.3	11.2	100.0	83.7	13.6	2.7
平成20	2008	100.0	72.5	9.2	18.3	100.0	3.8	46.1	50.1	100.0	87.4	1.1	11.5	100.0	91.2	5.4	3.4
平成21	2009	100.0	69.5	9.9	20.6	100.0	4.0	44.1	51.9	100.0	86.1	1.2	12.7	100.0	90.8	5.2	4.0
平成22	2010	100.0	70.2	9.7	20.1	100.0	4.3	45.2	50.5	100.0	86.0	1.2	12.8	100.0	92.8	4.6	2.7

注6: 組織別研究支出デフレーターは科学技術研究調査(ただし、1981~2007年度は科学技術要覧掲載データ)の値を平成12年度=100となるよう換算した値。1965~80年度は昭和63年版科学技術研究調査報告書掲載の昭和60年基準の研究支出デフレーター、1959~64年度は平成2年基準国民経済計算におけるGDPデフレーター、のそれぞれ同期間の変化率を適用して遡及推計

研究支出デフレーター、実質研究費、研究開発ストック等

年	単位	研究支出デフレーター			
		実質研究費(平成12年度基準)			
		企業等	公的機関・非営利団体	大学等	
昭和34	1959	17.0	19.3	19.3	13.0
昭和35	1960	18.5	20.7	20.7	14.0
昭和36	1961	20.0	22.4	22.4	15.1
昭和37	1962	20.3	23.1	23.0	15.6
昭和38	1963	21.5	24.6	24.5	16.6
昭和39	1964	22.7	26.0	25.9	17.5
昭和40	1965	23.2	27.2	27.1	18.3
昭和41	1966	24.4	28.3	28.3	19.5
昭和42	1967	25.8	29.3	29.4	20.7
昭和43	1968	27.4	30.5	30.6	22.0
昭和44	1969	29.5	32.4	32.5	24.0
昭和45	1970	31.9	34.4	34.6	26.5
昭和46	1971	33.5	35.9	36.2	28.5
昭和47	1972	36.4	38.5	38.8	31.4
昭和48	1973	43.9	46.3	46.8	38.0
昭和49	1974	54.3	57.4	57.4	47.3
昭和50	1975	58.0	61.3	60.7	51.2
昭和51	1976	62.8	66.1	65.4	56.0
昭和52	1977	65.8	68.8	68.2	59.4
昭和53	1978	67.4	70.0	69.8	61.7
昭和54	1979	72.8	75.9	75.3	66.0
昭和55	1980	78.7	82.1	81.3	70.5
昭和56	1981	81.5	84.6	83.7	73.4
昭和57	1982	84.2	87.2	86.0	76.2
昭和58	1983	85.6	88.4	87.2	78.0
昭和59	1984	88.1	90.7	89.5	80.6
昭和60	1985	89.7	91.8	90.7	82.6
昭和61	1986	87.9	89.4	89.1	82.6
昭和62	1987	88.5	89.9	89.7	83.8
昭和63	1988	90.7	91.7	91.8	86.7
平成元	1989	94.8	95.7	95.9	90.8
平成2	1990	97.8	98.5	99.3	94.2
平成3	1991	99.5	100.0	100.9	96.7
平成4	1992	99.9	100.3	101.3	97.8
平成5	1993	99.7	99.8	100.9	98.4
平成6	1994	100.3	100.3	101.3	99.6
平成7	1995	100.7	100.6	101.6	100.4
平成8	1996	102.0	101.9	102.5	102.0
平成9	1997	102.9	102.9	103.3	102.8
平成10	1998	100.8	100.7	101.5	101.0
平成11	1999	99.7	99.6	100.2	99.8
平成12	2000	100.0	100.0	100.0	100.0
平成13	2001	98.3	98.2	98.0	98.5
平成14	2002	96.4	96.5	96.2	96.1
平成15	2003	95.8	96.0	95.4	95.6
平成16	2004	96.2	96.5	95.9	95.5
平成17	2005	98.1	98.5	97.6	96.6
平成18	2006	99.7	100.3	98.9	97.6
平成19	2007	100.7	101.5	99.9	98.2
平成20	2008	100.5	101.5	100.0	97.1
平成21	2009	95.3	96.2	94.9	92.7
平成22	2010	96.6	97.4	96.3	94.0

年	単位	実質研究費(平成12年度基準)			
		研究開発ストック			
		企業等	公的機関・非営利団体	大学等	
1006.887	494.413	138.939	373.535		
1,140.250	600.097	164.487	375.666		
1,379.135	730.443	187.472	461.220		
1,571.630	777.062	216.270	578.298		
1,710.266	843.759	219.638	646.870		
1,926.113	937.623	249.461	739.028		
2,196.679	927.700	267.511	1,001.468		
2,362.760	1,033.544	291.811	1,037.405		
2,721.441	1,291.816	319.618	1,110.007		
3,201.856	1,654.500	374.949	1,172.858		
3,607.542	1,941.831	421.380	1,244.330		
4,255.832	2,392.977	480.128	1,382.728		
4,571.029	2,492.075	591.693	1,487.261		
4,928.124	2,714.614	691.318	1,522.192		
5,050.052	2,810.985	726.585	1,512.483		
4,998.065	2,767.041	713.646	1,517.378		
5,130.875	2,750.749	740.922	1,639.203		
5,289.419	2,849.664	771.192	1,668.562		
5,545.000	3,065.833	775.985	1,703.182		
6,005.247	3,274.617	864.657	1,865.973		
6,295.114	3,510.225	876.896	1,907.993		
6,684.696	3,825.423	939.389	1,899.883		
7,341.167	4,288.987	1,083.439	1,968.740		
7,756.191	4,632.319	1,103.166	2,020.705		
8,389.020	5,160.009	1,113.294	2,115.717		
8,955.408	5,660.895	1,154.784	2,139.729		
9,914.635	6,468.934	1,279.124	2,166.576		
10,459.626	6,848.914	1,392.332	2,218.380		
11,109.169	7,227.722	1,544.136	2,337.311		
11,713.250	7,870.686	1,518.634	2,323.931		
12,465.844	8,606.928	1,514.341	2,344.574		
13,369.088	9,406.173	1,524.570	2,438.345		
13,839.206	9,743.048	1,606.444	2,489.715		
13,917.671	9,532.509	1,750.329	2,634.833		
13,756.573	9,071.482	1,880.310	2,804.781		
13,556.910	8,953.788	1,839.892	2,763.230		
14,310.336	9,340.680	1,998.950	2,970.706		
14,784.900	9,873.584	1,958.116	2,953.200		
15,297.073	10,362.292	1,958.963	2,975.819		
16,004.578	10,726.091	2,086.449	3,192.038		
16,054.631	10,672.220	2,167.112	3,215.299		
16,289.336	10,860.216	2,220.702	3,208.418		
16,822.195	11,657.750	1,880.283	3,284.162		
17,304.537	12,002.546	1,887.700	3,414.291		
17,536.557	12,253.925	1,867.750	3,414.882		
17,606.467	12,303.662	1,873.093	3,429.711		
18,197.970	12,937.027	1,734.274	3,526.669		
18,526.570	13,288.117	1,772.338	3,466.115		
18,808.028	13,629.019	1,691.306	3,487.703		
18,704.338	13,435.918	1,720.393	3,547.828		
18,098.010	12,462.707	1,804.206	3,831.097		
17,708.639	12,325.768	1,730.078	3,652.794		

年	単位	特許等使用料支払(国際収支)			技術輸入対価支払額			実質技術輸入対価支払額		
		研究開発ストック			導入知識ストック					
		企業等	公的機関・非営利団体	大学等	企業等	公的機関・非営利団体	大学等	企業等	公的機関・非営利団体	大学等
223	18,334	107,882								
342	28,108	151,994								
407	33,469	167,521								469,884
410	33,766	166,224								523,015
490	40,282	187,080								580,494
562	46,206	203,128								624,582
598	49,167	212,360								680,250
691	56,868	233,019								740,253
860	70,789	274,239								796,863
1,130	93,003	339,360								862,223
1,325	108,998	369,335								955,051
1,548	127,324	399,754								1,093,468
1,635	134,543	401,339								1,232,737
1,699	173,916	478,315								1,373,123
1,958	227,792	519,155								1,485,556
2,102	159,832	294,124								1,651,311
2,129	169,131	291,736								1,823,030
2,473	177,302	282,419								1,733,588
2,635	190,066	288,640								1,660,577
2,499	192,058	285,070								1,593,611
2,894	240,984	330,965								1,546,955
3,126	239,529	304,291								1,506,546
3,907	259,632	318,604								1,520,534
4,484	282,613	335,748								1,504,905
4,915	279,280	326,272								1,506,877
5,652	281,447	319,292								1,525,578
6,015	293,173	326,952								1,530,868
5,687	260,577	296,482								1,528,066
6,040	283,245	319,887								1,533,513
6,507	312,195	344,088								1,507,344
7,528	329,925	348,085								1,510,086
8,694	371,907	380,176								1,536,452
8,619	394,661	396,601								1,561,267
8,899	413,908	414,151								1,612,952
7,906	362,974	364,230								1,670,188
8,561	370,693	369,626								1,732,932
9,445	391,715	389,053								1,732,553
10,967	451,169	442,360								1,737,650
11,557	438,400	426,023								1,761,102
11,862	430,054	426,448								1,832,926
11,019	410,296	411,425								1,873,301
12,180	443,287	443,287								1,905,606
13,703	548,379	558,140								1,916,091
13,705	541,713	562,163								1,956,233
12,893	563,764	588,335								2,102,781
15,248	567,643	590,060								2,222,519
16,689	703,707	717,617								2,343,236
17,914	705,388	707,813								2,440,279
19,640	710,510	705,419								2,644,462
18,486	600,044	5								

参考文献

(マクロモデル関連)

- 佐久間隆、増島稔他、「短期日本経済マクロ計量モデル（2011年版）の構造と乗数分析」、
内閣府経済社会総合研究所『ESRI ディスカッションペーパー』No. 259、2011年
1月
- 内閣府 計量分析室、「経済財政モデル（2010年度版）資料集」、平成22年8月
- 内閣府政策統括官（経済財政分析担当）付参事官（企画担当）付、「都道府県別経済財政モ
デル（平成22年度版）」、平成23年5月
- 一上響、北村富行他、「ハイブリッド型日本経済モデル： Quarterly-Japanese Economic
Model (Q-JEM)」、日本銀行『ワーキングペーパーシリーズ』 No.09-J-6、2009
年7月
- 北浦修敏、上田淳二他、「財政経済モデルの全体像と構造について」、財務省財務総合政策
研究所『フィナンシャル・レビュー』第100号、p77～157、2010年3月
- 石川大輔、北浦修敏他、「フォワード型マクロ経済モデルの構造とシミュレーション結果」、
財務省財務総合政策研究所『フィナンシャル・レビュー』第100号、p210～254、
2010年3月
- マクロエコノメトリクス研究会、「年次マクロ経済モデル 2010年版 緊急改訂版
2011.04ver」、2011年4月
- 猿山純夫、蓮見亮他、「JCER 環境経済マクロモデルによる炭素税課税効果の分析」、日本経
済研究センター、『JCER DISCUSSION PAPER』No.127、2010年4月
- 福山光博、及川景太他、「国内外におけるマクロ計量モデルと MEAD-RIETI モデルの試み」、
独立行政法人経済産業研究所『ディスカッションペーパー』 10-J-045、2010年7
月
- K. Hervé, N. Pain, et al., “The OECD’S New Global Model”, *OECD Economics Department
Working Papers* No. 768, May 2010.
- D. Laxton, P. Isard, et al., “MULTIMOD Mark III The Core Dynamic and Steady-State Models”,
International Monetary Fund, *Occasional Paper* 164, May 1998
- T. Bayoumi, D. Coe, D. Laxton, “Liberating Supply: Fiscal Policy and Technological Innovation in a
Multicountry Model”, *IMF Working Paper*, June 1998

D. Coe, E. Helpman, “International R&D Spillovers”, *European Economic Review*, Vol. 39, May 1995, pp.859-87

A. Levin, J. Rogers, and R. Tryon, “A Guide to FRB/GLOBAL”, Federal Research Board, August 1997

財団法人未来工学研究所、「科学技術イノベーション政策における政策のための科学に関する調査・分析」、2011年3月

Eraseme Team, “The NEMESIS Reference Manual”, 2010

(研究開発のパフォーマンス、生産性への影響分析)

OECD, “Science, Technology and Industry Outlook 2008”

EU KLEMS, “Growth and Productivity Accounts: November 2009 Release, updated March 2011”

権赫旭、深尾京司、金榮慤、「研究開発と生産性上昇 —企業レベルのデータによる実証分析—」、文部科学省科学技術政策研究所『イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究 報告書』、NISTEP REPORT No.111、第Ⅱ部第3章、2009年3月

乾友彦、権赫旭、「展望：日本の TFP 上昇率は 1990 年代においてどれだけ低下したか」、内閣府経済社会総合研究所、『ESRI Discussion Paper』No.115、2004年8月

P. David, B. Hall, A. Toole, “Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence”, *Research Policy* 29 (2000), 497-529

Congressional Budget Office, “R&D and Productivity Growth”, Congress of the United States Background Paper, June 2005

後藤晃、「日本の技術革新と産業組織」、東京大学出版会、1993年6月

渡辺千俣、「技術経済システム」、創成社、2007年12月

(R&D ストックの推計関連)

内閣府、「平成 14 年度年次経済財政報告」、2002年11月

富田秀昭 (2005)、「R&D のスピルオーバー効果分析 —日本のハイテク産業における実証—」、日本政策投資銀行設備投資研究所『経済経営研究』、Vol. 26(2)、2005年6月

中野論 (2008)、「企業レベルの R&D ストックと全要素生産性の計測」、内閣府経済社会総

合研究所『平成 19 年度 イノベーション政策及び政策分析手法に関する国際共同研究』No.2、第 3 章、平成 20 年 3 月

蜂谷義明 (2005)、「研究開発の循環性、収益性の検討—設備投資との比較を中心に—」、日本政策投資銀行『調査』No.81、2005 年 3 月

川崎泰史 (2006)、「R&D の資本化について」、内閣府経済社会総合研究所『New ESRI Discussion Paper』No.1、2006 年 12 月

Brian K. Sliker(2007), “2007 R&D Satellite Account Methodologies: R&D Capital Stocks and Net Rates of Return”, Bureau of Economic Analysis/National Science Foundation, *R&D Satellite Account Background Paper*, December 2007

Charles Ian Mead(2007), “R&D Depreciation Rates in the 2007 R&D Satellite Account”, Bureau of Economic Analysis/National Science Foundation, *R&D Satellite Account Background Paper*, December 2007

科学技術庁科学技術政策研究所(NISTEP)、「研究開発関連政策が及ぼす経済効果の定量的手法に関する調査 (中間報告)」、NISTEP REPORT No.64、1999 年 6 月

内閣府経済社会総合研究所 (ESRI) (2011)、「R&D サテライト勘定の調査研究報告書」、『季刊国民経済計算』No.144、2011 年 2 月

第 2 部

科学技術イノベーション政策、研究開発及び生産性の関係
性に関する調査研究

第1章 知識ストックの概念、推計方法

第1.1節 知識ストックに関する議論の背景

我が国経済に生産性の向上やイノベーションといった様々な進歩をもたらすものは、企業や大学等、あるいは政府によって行われる研究開発活動の短期的な水準や変動（フロー）だけではなく、それらを積み上げた科学技術知識の総体、いわば科学技術の水準ないしはポテンシャルであると考えられる。したがって、研究開発と生産性との関係性を分析するためには、研究開発のフローを知識のストックとして計測し、評価していく必要がある。

本調査では、この「研究開発活動によって生み出された知識の蓄積」を「知識ストック」と定義し、検討を行っていくものとする。

第1.2節 知識ストックの計測方法

1.2.1 特許ベースと研究開発費ベース

知識ストックは直接観測することはできないため、どのように定義し、計測していくかが課題となる。これまでに国内外で行われてきた様々な取り組みでは、大きく分けると特許ベース、あるいは研究開発費ベースでの計測が試みられてきた。

(1) 特許ベース（特許、論文等の実数を利用）

- 特許の出願や登録を知識のフローとし、特許収入期間の逆数を陳腐化率としてストックを推計
- 知識の平均寿命については、論文の発表件数と被引用件数の経年分布から計測される場合もある
- 産業分野別に計測するには、学術分野別等に把握される特許や論文の指標を、別途コンコードانس情報等を利用して組み替える

$$PS_t = \sum_{i=0}^m P_{t,t+i} + (1-\delta) \cdot PS_{t-1}$$

PS_t : t 期の特許ストック、 $P_{t,t+i}$: t 年に出願され、 $t+i$ 年に登録となった特許数、
 m : 出願から登録までに要する最長期間、 δ : 陳腐化率

(2) 研究開発費ベース（R&D フローの積み上げによるストック化）

- フローの研究開発費に技術の陳腐化率、懐妊期間を考慮し、恒久棚卸法で積み上げてストックを推計
- 懐妊期間については設定しない（0年とする）事例も多い

$$SRD_t = RD_{t-m} + (1 - \delta) \cdot SRD_{t-1}$$

SRD_t : t期のR&Dストック、 RD_{t-m} : t-m期の実質研究費（フロー）、
 m : 懐妊期間、 δ : 陳腐化率

両者を比較すると、特許ベースで捉える方法は推定の条件に仮定はあるものの観測可能であるという点はメリットである。一方で、制度や特許のカウント方法の変更等により、必ずしも長期の連続した時系列データが得られない場合があるほか、そもそも「特許としてあらわれるものが知識のすべてではない」といったデメリットも指摘される。

研究開発費ベースで捉える方法は、特許という枠にとらわれずに研究開発活動による蓄積のポテンシャルを捉えることができるが、直接観測することは困難であり、懐妊期間や陳腐化等の想定如何で推計結果が変わりうる性格を持っている。

なお、国家の経済の全体像を国際比較可能な形で体系的に記録する国際基準である国民経済計算体系（System of National Accounts; SNA）において、経済成長の源泉としての関心の高まりを背景として、従来の93SNAでは中間消費に位置付けられていたR&Dを2008SNAでは付随的な活動として扱わず、その産出を「知的財産生産物」として資産計上する（「R&Dの資本化」）ことが勧告されている。

こうした動向もあわせ、本調査では知識ストックを研究開発費ベースで捉える方向で検討していくこととした。

1.2.2 先行研究における懐妊期間と陳腐化率

研究開発費を積みあげて知識ストックを計測するには、フローの研究開発費のほか、知識の陳腐化の程度、研究開発投資の懐妊期間といった情報は重要なパラメータとなる。

先行研究でどのように陳腐化率等が設定されていたかを整理したものが図表 1-1 である。大別すると、①懐妊期間は0ないし1年、陳腐化率は15%等と設定して推計、②独自アンケートや先行研究等で把握された数値を参照して利用、の2つの方法が多く採用されてい

る。そのほか、陳腐化に関しては、残存件数等の特許関連データを利用する等²⁹の方法も採られる。

図表 1-1 先行研究における懐妊期間と陳腐化率

	懐妊期間	陳腐化率
Guellec and Pottelsberghe (2001)	0年	15%
経済財政白書 (2002)	開銀 (1987) をベンチマーク、経団連 (1998) の経年変化で推計	経団連 (1998) を元に定率法で推計し、線形補完
Ulku (2004)	0年	20%
富田 (2005)	1年 (前期末ストックが説明変数となるので実質2年)	科学技術庁 (1985) (24.6~7.9%)
蜂谷 (2005)	経団連 (1998) を元に線形補完 (全産業平均 1988年 4.3、93年 3.6、98年 3.0(年))	特許の残存件数から陳腐化率を経年で推計 (1982年 13%から 88年 22%)
Abdih and Joutz (2005)	0年	15% (0、5、10%でも推計し、結果は頑健とした)
川崎 (2006)	0年 (SNA の専門家会合 AEG での議論を踏まえて設定)	①定率 15%、または ②期間に応じたパターン変更 (1959年 16%~2002年 23%)
Khan and Luintel (2006)	0年	15%
BEA(2007)	0年 (当期 R&D にも陳腐化率の 1/2 が適用されるので実質半年)	定率 15% (ただし、企業の運輸 18%、電子機器 16.5%、化学 11%)、 または 期間に応じたパターン変更
中野 (2008)	①0年 (BEA)、または ②科学技術庁 (1985)	①15% (BEA)、または ②科学技術庁 (1985) の特許収入期間の逆数 (7~24年)
Coe and Helpman et al. (2008)	1年	5%
ESRI(2011)	①0年 (BEA)、または ②NISTEP (1999) より研究主体ごとに設定 (5~12年)	①15% (BEA)、または ②11% (BEA)、 ③NISTEP (1999) より研究主体ごとに設定 (6.67~10.1%)

備考：先行研究のリストについては参考資料1を参照。

²⁹ 知識ストックは陳腐化しないと仮定することでストックの推計自体を回避し、フローの研究開発集約度を利用して分析する方法もあり、特に長期のデータを整備することが難しいマイクロベースの分析でしばしば採用されている。

1.2.3 2008SNA における R&D の資本化

経済成長の源泉としての R&D への関心が高まってきたことを背景として、国民経済計算体系においても、従来の 93SNA では中間消費に位置付けられていた R&D を、次期 2008SNA では付随的な活動として扱わず、その産出を「知的財産生産物」として資産計上する（「R&D の資本化」）ことが勧告されている。

先行研究に示したとおり、知識ストックの推計はこれまで様々な形で試みられてきたが、国民経済計算の枠組みの中で知識ストックが推計されるようになれば、そのデータが標準として今後各方面で研究や分析に利用されていくことになると考えられる。

2008SNA における知識ストックのコンセプト、推計の考え方等について、本調査で設置した研究会では次のような議論がなされた。

- 知識ストックのコンセプトとしては、ポテンシャルの評価であるべき。研究開発が実行され、まだ完成していない段階でもいわば在庫仕掛品として資本サービスを提供しており、完成された段階では生産などの別の段階に資本サービスを提供する。そこまではポテンシャルのサービスで、それが本当に売れるようになったかとか失敗したかというのは別の話になる。3つの段階があり、3つ目のアクチュアルの段階では懐妊期間があるかもしれないが、ポテンシャルとしては懐妊期間を入れるべきではない。
- 失敗も含む（研究開発が失敗したとしても、それは他の研究開発の参考になる等とみなし、知識として蓄積される）が、明らかに経済的便益を見いだせないものは除外（中間消費として取り扱う）すべき。
- 研究開発を捉える区分として、研究開発の資金拠出をする主体による区分、研究開発を実施する主体による区分がある。外部支出研究費の中には必ずしも中間投入ではない補助・助成も含まれていること等から、最終的な実施主体ベースで捉えることが適当。
- フローの研究開発費を技術の陳腐化を考慮しつつ、恒久棚卸法で積み上げて知識ストックとして推計。
- 陳腐化率については、例えば 15%と先験的に固定した値を設定するほか、産業による技術の陳腐化速度の違いや経年的な変化を踏まえてシナリオとして想定するといったことが行われている（ESRI、BEA 等）。これらの設定の根拠となる基礎的な調査やデータが現状では不足している。

$$SRD_t = RD_t + (1 - \delta) \cdot SRD_{t-1}$$

SRD_t : t 期の R&D ストック、 RD_{t-m} : t 期の実質研究費（フロー）、
 δ : 陳腐化率

第2章 国際パネルデータを利用した変数間の関係性の推定

研究開発活動の生産性上昇への貢献を定量的に分析する方法には、マクロデータに基づく分析とマイクロデータに基づく分析がある（特定のイノベーションについてのケーススタディから分析する方法もあるが、一般性を欠くという問題がある）。

一方、こうした研究開発による経済効果など知識と経済の関係性を分析するには、単にデータ同士の相関をみるだけでは十分ではなく、研究開発と知識ストック、イノベーション、経済への影響の相互関係を理論的に整理した上であることが本来は望ましい。本調査の中でも一定の検討や議論を行ってきたが、現時点ではまだ途上であり、今後も経済学的な、あるいは政策的な観点等からさらなる検討が必要な状況である。

本調査では、今後の検討に資するため、現時点でこうした分析を行う際にどこまでデータが入手可能であるのか、それらデータからどのような関係性をみることができののかを確認するための定量分析を試行するものとする。本章では、OECD等の国際パネルデータに基づいた分析を行い、つづく第3章では、科学技術研究調査及び企業活動基本調査の企業単位の個票データに基づいたマイクロ分析を試行した。

第2.1節 研究開発及び生産性との関係性等に関する先行研究

2.1.1 コブ・ダグラス型生産関数をベースとしたTFPとR&Dの関係性分析

研究開発と生産性との関係分析では、以下のようなコブ・ダグラス型生産関数をベースとした分析方法がしばしば用いられる。

$$Q = AL^\alpha K^{1-\alpha} R^\gamma \dots\dots\dots(1)$$

Q：産出（ないし付加価値）、L：労働投入、K：資本投入、R：研究開発ストック投入

全要素生産性をTとおき、両辺を $L^\alpha K^{1-\alpha}$ でわると、式(2)となる。

$$T = \frac{Q}{L^\alpha K^{1-\alpha}} = AR^\gamma \dots\dots\dots(2)$$

研究開発と生産性との関係を分析する際、(1)式のように生産関数に直接組み込む方法と、(2)式のように全要素生産性との関数を推定する方法が考えられる。

さらに、(2)式を時間について微分し、(3)式の形で限界収益率 $(\partial Q / \partial R)$ を推定する分析方法もある。知識ストックの陳腐化がないものと仮定すれば知識ストックの増分 (ΔR) はフローのR&Dに等しくなるのでストックを計測せずに生産性への影響を分析するこ

とが可能になる。この式を回帰分析で推定する場合、限界収益率を一定と仮定していることになり、陳腐化を想定しないことも含め、厳密には式(1)や式(2)と同じ式ではないものの、長期のデータを積み上げてストックを計測することが困難な企業レベルの個票データに基づいた分析等で利用されている。

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\partial Q}{\partial R} \frac{\Delta R}{Q} \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

これらのどの式を用いるにせよ、あるいはマクロ、ミクロどちらのデータを用いるにせよ、研究開発と生産性の関係を分析するにあたっては、経済成長を労働と資本といった従来の生産要素に加え、研究開発等の要素を加味して分析を行う方法が一般的である。

2.1.2 国際パネルデータを利用した先行研究事例

本調査で国・地域ごとのマクロなデータを組み合わせた国際パネルのデータを利用した分析を実施するにあたり、まず OECD や IMF 等の国際機関で実施された国際パネルデータに基づいた研究開発と経済の関係性についての先行研究をみてみたところ、民間企業の研究開発活動に対する公的資金の影響などの要因分析を行った事例には以下のようなものがあつた。

図表 2-1 民間研究開発の要因分析に関する先行研究事例の概要

<p>文献 3: Guellec and Pottelsberghe (1997) Δ 民間資金 R&D=f(Δ 付加価値, Δ 政府資金 R&D, Δ 優遇措置)</p> <ul style="list-style-type: none"> 短期的には財政的インセンティブ、補助金の両方が民間の R&D を喚起するが、長期的には補助金の方がより効果的。また、インセンティブと補助金の効果は代替的。 補助金は 15%程度が適切で、多すぎても少なすぎても良い効果をもたらさない。
<p>文献 4: Guellec and Ioannidis (1997) Δ 民間資金 R&D=f(Δ GDP, Δ 政府資金による民間の R&D、構造変化要因、実質長期金利)</p> <ul style="list-style-type: none"> 90 年代に民間 R&D が停滞した理由は、不景気、政府投資の減少、高い利子率、サービス業への移行といった要因で説明できるが理由は国によって異なる。 政府の資金拠出は民間 R&D に長期的に影響を与える。
<p>文献 5: Guellec and Pottelsberghe (2000) Δ 民間資金 R&D=f(Δ 付加価値, Δ 政府資金 R&D, Δ 優遇措置, Δ 政府 R&D, Δ 大学等 R&D)</p> <ul style="list-style-type: none"> 政府の資金拠出、税制上の優遇措置は民間 R&D に正の効果をもたらすが、両者には代替関係がみられる。 政府の資金援助は民間 R&D の 13%程度が適切で、多すぎても小さすぎても効果が小さくなる。

- 政府 R&D は国防分野では民間をクラウドアウトするが、文民分野では中立的である。

また、研究開発活動の生産性上昇への貢献を扱った事例には以下のようなものがあった。

図表 2-2 研究開発活動と生産性の関係分析に関する先行研究事例の概要

文献 8: Guellec and Pottelsberghe (2001)

TFP = f (企業 R&D ストック、海外 R&D ストック、公的 R&D ストック、 Δ 雇用、国別短期効果)

- 企業 R&D ストックの TFP 弾力性は 0.13、海外 R&D は 0.44、公的 R&D は 0.17。
- R&D が集約的である国でより効果が高い。

文献 14: Khan and Luintel (2006)

TFP = f (TFP (1 期ラグ)、民間知識ストック、公的知識ストック、海外知識ストック、人的資本、公的インフラ、対外・対内直接投資、ハイテク輸出・輸入、景気循環)

- 企業 R&D ストックの弾力性は短期 0.03 (長期 0.17)、政府 R&D は 0.03 (0.21)、海外 R&D は 0.01 (0.06)

文献 16: Ulku (2004)

TFP = f (特許ストック、中等学校就学率、カントリーリスク、市場のオープン性、製造業輸入率等)

- イノベーション (特許ストック) と経済成長の間には正の関係がみられたが、R&D ストックとイノベーションの間には大きな市場を持つ OECD 諸国以外では有意な結果が得られなかった。

文献 18: Coe and Helpman et al. (2008)

TFP = f (国内 R&D ストック、輸入比率 \times 海外 R&D ストック、人的資本、特許保護、法的起源等)

- 95 年の先行研究で示された R&D ストック、海外 R&D ストックと TFP の関係は、近年のパネル共分散分析の手法を用いてもおおむね支持された。
- 人的資本を考慮すると、G7 諸国の R&D ストックの推定パラメータがより大きくなった。また、制度要因も大きな影響を与えていることが明らかになった。
- 公的部門の R&D を分離することを試みたが有意かつ頑健な結果は得られなかった。

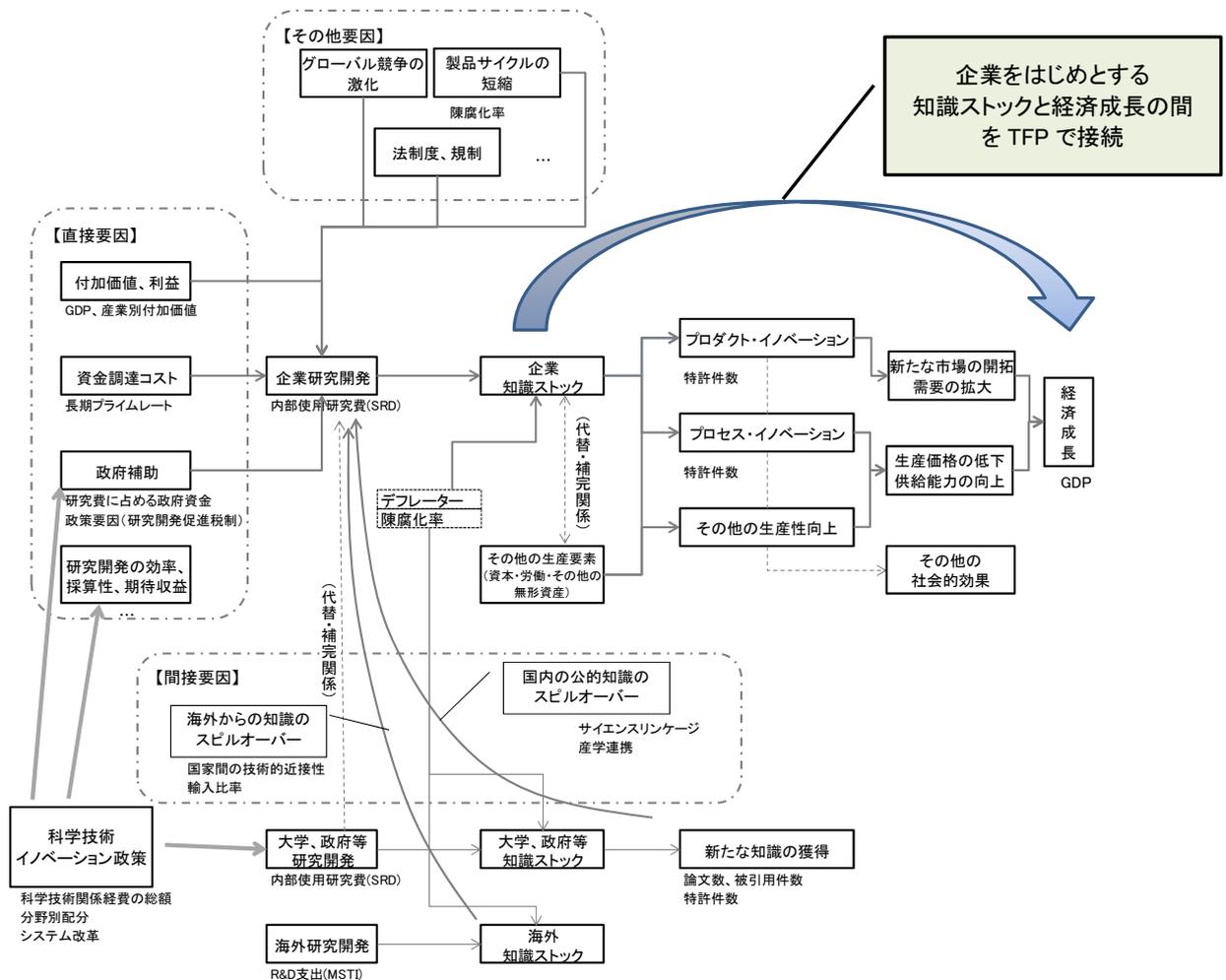
なお、本調査研究で収集した上記を含む先行研究のリスト、各調査研究で用いられていたデータや分析方法等の一覧、調査結果の概要等については報告書末尾の「参考資料 B :」を参照されたい。

2.1.3 TFP に含まれる諸要因

(1) TFP の定義

以上のように、先行研究では研究開発と経済の関係性を分析する際、全要素生産性 (Total Factor Productivity; TFP) を利用して両者を接続する形で分析している事例が多い。これは、知識ストックが経済に与える様々な影響とその多様な経路を個別に明らかにしていくことを一旦置いておき、一次近似として知識ストックと経済成長をマクロ的に捉えようとしたものと考えられる。

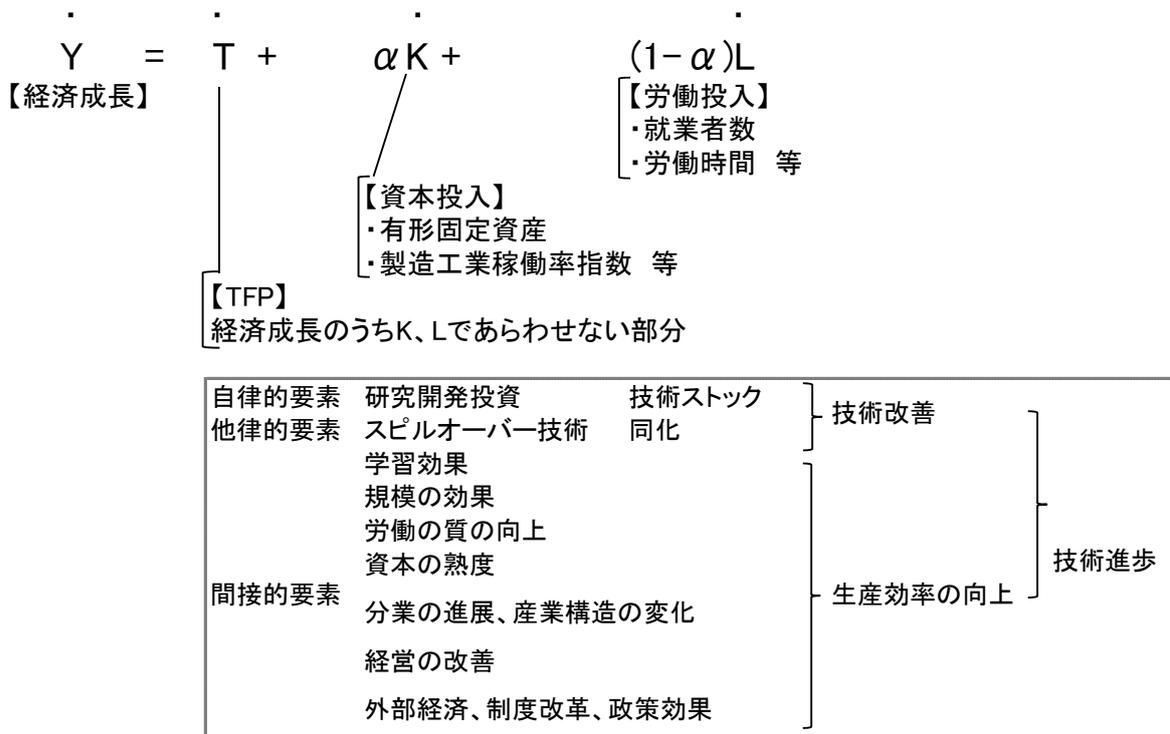
図表 2-3 科学技術イノベーション政策、研究開発及び知識ストックを取り巻く要因と構造(イメージ)



そこで、あらためて TFP について確認すると、TFP とはソローの成長会計から推計される「経済成長のうち資本及び労働の投入によらない残りのすべて」として定義されるものである。

したがって、研究開発も TFP に影響する要因であると考えられるが、他にも様々な要素が含まれていると考えられる。したがって、TFP の要因分析を行うにあたっては、他の要因も定量化し、コントロールしなければ研究開発による効果を正確に捉えることは難しい。

図表 2-4 TFP の定義と含まれる諸要因



注：TFP に含まれる要因の例は、渡辺千仞「技術経済システム」、創成社、2007年12月より

(2) TFP の変動要因

TFP の変動要因を定量的に分析した先行研究では、以下のような要因、指標を用いて分析が行われてきた。ただし、以下はいくつかの研究を総括した一般論であり、推計の際に資本投入、労働投入をどのように定義したかなど TFP の定義に依存し、その如何によってどの要素が TFP に含まれるかは変わりうるものである。したがって、TFP の分析を行っていく際には、利用する TFP がどのようにして推計されたものであるかを念頭に置いて説明変数の選定を行う必要がある。

図表 2-5 TFP に含まれる要因と利用可能な指標

要因	概要
	関連指標
企業 R&D ストック	民間企業による研究開発の蓄積 製品やサービスの開発、生産工程の改善等を通して経済の生産性向上に寄与する
	企業等研究開発支出 (SRD、OECD/MSTI) (うち有形固定資産は除くべきか。SRD で日本については把握可能) <ul style="list-style-type: none"> 陳腐化率 デフレーター(SRD ではコスト型デフレーター、OECD/MSTI では GDP デフレーター)
大学・政府 R&D ストック	大学、政府による研究開発の蓄積 基礎研究中心で、それ自体が直ちに実用化、製品化に結び付くものではない 産学官連携、あるいは論文やパテント等を通じて企業での応用、開発研究に活用されるなど、スピルオーバー効果をもたらす (外部から財に体化されない形で得られる公共財的な技術知識が経済の生産性向上に寄与する)
	<ul style="list-style-type: none"> 大学等、政府等研究開発支出 (SRD、OECD/MSTI) (うち有形固定資産は除くべきか。SRD で日本については把握可能) 陳腐化率 デフレーター(SRD ではコスト型デフレーター、OECD/MSTI では GDP デフレーター) サイエンスリンケージ (TFP の要因分析の中で扱われた事例はないが、公的知識ストックからのスピルオーバーに関連すると考えられる)
海外 R&D ストック	海外の民間企業による研究開発の蓄積 海外の R&D により品質や性能の向上した財を中間財、投資財として購入することによって自国にもメリットが生じる R&D で得られた技術知識、アイデアは既存の patents から着想した改良、技術者の移動、リバーエンジニアリング等、様々な形で財によらない形で波及していく (知的財産保護が強化されたとしても自由に伝播していく)
	他国の企業等研究開発支出 (OECD/MSTI) <ul style="list-style-type: none"> 他国の R&D ストックを合算する際のウェイト (技術的近接性等) 陳腐化率 デフレーター(OECD/MSTI では GDP デフレーター)

要因	概要
	指標
他国の R&D ストックを合算する際のウェイト	海外の知識からのスピルオーバー効果を捉える際、国家間の技術的近接性等によって効果の大きさが変わる可能性がある
	<p>国別共同特許出願数のウェイトを国家間の技術的近接性の指標とする（共同特許の多い国とはより技術的に近い＝スピルオーバー効果も大きい）</p> <ul style="list-style-type: none"> • 二国間貿易額を海外の R&D ストックを合算する際のウェイトとする（財の輸入が多い国からは中間財、投資財の購入によるスピルオーバー効果も大きい）
人的資本要因	労働者の質の向上は経済の生産性向上に寄与する
	<p>平均教育年数×生産年齢人口（いくつか事例はあるが継続的にメンテされた公開データは少ない）</p> <ul style="list-style-type: none"> • 大卒以上比率×生産年齢人口（OECD で過去に何度か調査されたデータ有）
資本の質	資本の質の向上は経済の生産性向上に寄与する （ただし、先行研究では R&D 等と同時に入れている事例はみられない。R&D による質の向上分が含まれており、分離することが困難なためと考えられる）
	<p>資本の熟度、学習効果</p> <ul style="list-style-type: none"> • 資本年齢 • 資本の質指数（JIP データベースでは TFP 推計の際の資本投入で考慮されている）
経済構造	国による、あるいは産業による構造の違いは生産性、スピルオーバー効果の違いともなりうる
	<p>輸入依存度（輸入比率（輸入÷GDP）は、海外からのスピルオーバー効果の大きさに影響するとした研究もある）</p> <ul style="list-style-type: none"> • ICT 部門シェア、ICT 投資比率 • ハイテク製品輸出入 • 対外・対内直接投資
制度要因	法律や規制等の制度は国ごとの生産性の違い等の理由となりうる
	<p>市場のオープン性指数</p> <ul style="list-style-type: none"> • 法的起源（イギリス、ドイツ、フランス、スカンジナビア等のダミー） • 特許保護指数 • 政府による研究開発優遇措置指数 <p>※独自のスポット調査、あるいは非公開データを使っていることが多く、応用が困難</p>
景気循環要因	TFP には景気変動による影響も含まれるが、経済構造や人的資本等によるトレンド的な変動を除いた短期の循環要因はコントロールして分析すべき
	<p>稼働率</p> <ul style="list-style-type: none"> • 失業率（一般に稼働率は製造業のみを対象としていることが多く、経済全体の循環要因としては失業率の方がよいとする事例あり）

注) SRD: 総務省「科学技術研究調査」、OECD/MSTI: OECD “Main Science and Technology Indicators、JIP データベース: 経済産業研究所「日本産業生産性データベース」

第 2.2 節 分析対象と利用データ

2.2.1 分析対象

先行研究を踏まえ、本調査では OECD 諸国のパネルデータを利用し、研究開発と生産性の関係性に関する分析を試行した。データは Main Science and Technology Indicators をはじめとする OECD データベースを主に利用し、原則として 1981 年から 2010 年までを分析期間とした。

分析対象国は、研究開発費や多要素生産性 (MFP) 等のデータの整備状況等を踏まえて、以下の 13 カ国とした (ただし、韓国については企業 R&D 等のデータが 1995 年以降しか存在しないため、一部の分析では対象から除外している)。

- カナダ
- デンマーク
- フィンランド
- フランス
- ドイツ
- アイルランド
- イタリア
- 日本
- 韓国
- オランダ
- スペイン
- イギリス
- アメリカ

2.2.2 分析に用いたデータ

研究開発費等のデータは購買力平価ベース、2005 年基準の実質価格 (米ドル) に統一して利用している。企業、政府等 (政府及び大学等) の R&D ストックは前年度のストックから陳腐化した分を除き、当年度のフローを加算して積み上げる恒久棚卸法で推計することとし、懐妊期間は 0 年、陳腐化率は 15% に設定した。

$$SRD_t = RD_{t-m} + (1 - \delta) \cdot SRD_{t-1}$$

SRD_t : t 期の R&D ストック、 RD_{t-m} : t-m 期の実質研究費 (フロー)、
m : 懐妊期間、 δ : 陳腐化率

なお、初期のストック SRD_0 はストックの推計式を以下のように変形して求めた。

$$SRD_0 = \frac{RD_{-m}}{(g + \delta)}$$

g : R&D ストックの初期時点の伸び率

g の値は事前には分からないため、ストックの伸び率とフローの伸び率が等しいと仮定し、初期時点の伸び率で算出した (g が負になる場合は 0 として算出)。

海外の R&D ストックについては、自国を除く他の分析対象国の R&D ストックを①単純に合算、②自国と相手国の技術的近似性を考慮したウェイトで合算、の 2 とおりで分析を

実施した。技術的な近似性は EPO への国別共同特許出願件数のマトリクスを用いて算出することとし、年毎の変動を考慮して 3 か年の移動平均を利用した。2010 年はデータがないため、2009 年と同値とした。

人的資本については、「25～64 歳人口に占める高等教育を受けた者の割合」×25～64 歳人口で算出した値を用いた。なお、高等教育を受けた者の割合は 1998、1999、2009 年の 3 時点しかデータが存在しないため、1997 年以前は 98 年、2010 年以降は 2009 年と同水準とし、2000 年から 2008 年は直線補完して指標を算出した。

また、多要素生産性 (Multi Factor Productivity; MFP) は一般的に全要素生産性 (Total Factor Productivity; TFP) と呼ばれている指標と概念的には同じものであり、OECD では自身が推計、公表しているデータをこう呼称している³⁰。データは国によって多少の違いはあるものの、原則として 1985 年～2010 年の MFP 成長率として公開されている。本分析では、成長率を 1995 年=100 の指数に換算した上で分析に利用した。

³⁰ OECD では、MFP について「Multi-factor productivity (MFP) relates a change in output to several types of inputs. MFP is often measured residually, as that change in output that cannot be accounted for by the change in combined inputs.」、TFP について「Total factor productivity is a synonym for Multi-factor productivity (MFP). The OECD productivity manual uses the MFP acronym to signal a certain modesty with respect to the capacity of capturing all factors' contribution to output growth. 」と定義している (OECD Glossary of Statistical Terms より)。

2.2.3 各国の研究開発等の動向

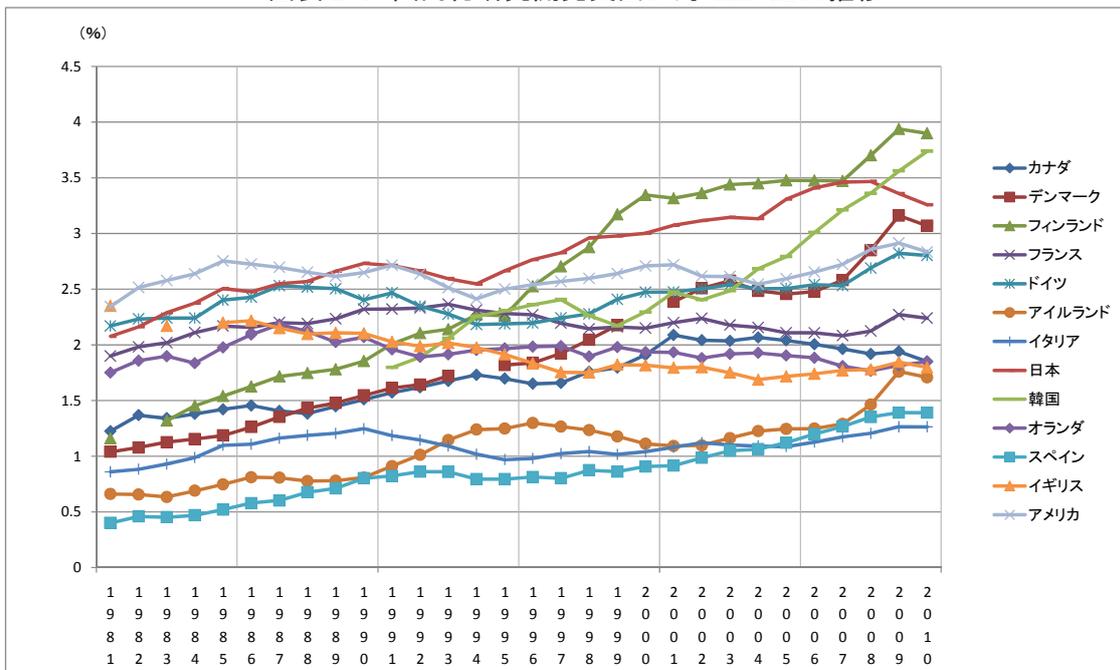
以下、本分析で整備した国際パネルデータから、各国の研究開発等の動向をみていく。

(1) 研究開発の動向

各国の研究開発の活発さを研究開発集約度（研究開発支出÷GDP）から比較する。

国内総研究開発支出の集約度は、イギリス、フランス、アメリカ等は横ばいであるものの、全体的には上昇傾向にある国が多くなっている。日本の集約度は上昇傾向にあり、水準も対象国の中でも上位にあるが、2009年以降は2年連続で低下している。フィンランド、韓国の集約度の伸びが特に近年になって著しい。

図表 2-6 国内総研究開発支出の対 GDP 比の推移



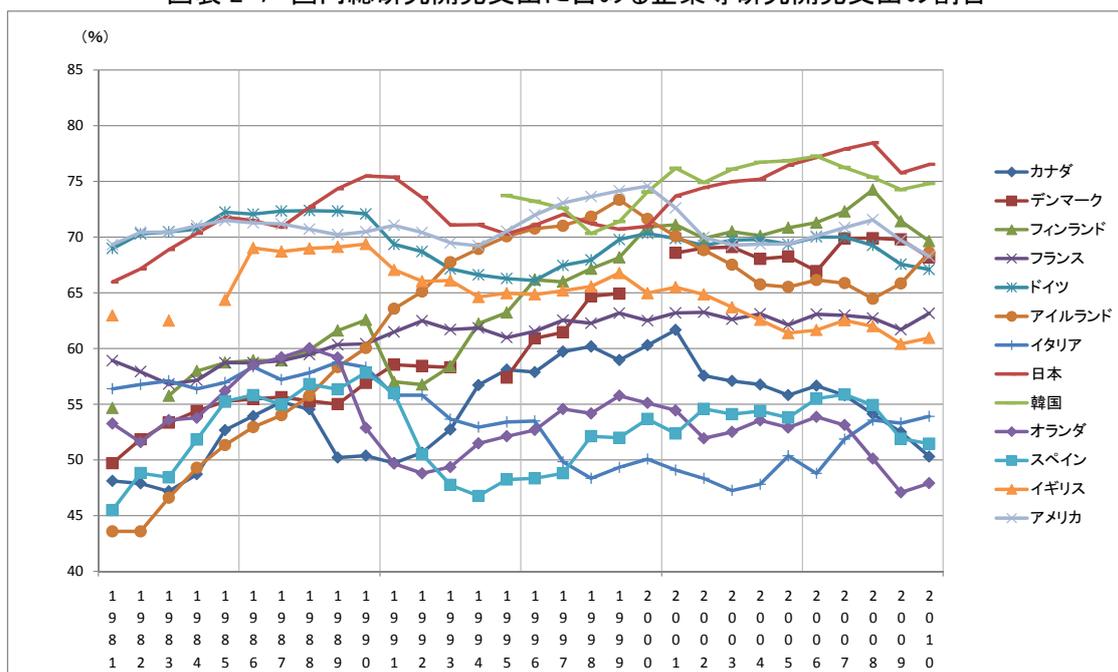
(期間別平均)

	全期間	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000	2001-05	2006-10
カナダ	1.7	1.3	1.4	1.7	1.8	2.1	1.9
デンマーク	2.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.5	2.8
フィンランド	2.6	1.4	1.7	2.2	2.9	3.4	3.7
フランス	2.2	2.0	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2
ドイツ	2.4	2.3	2.5	2.3	2.3	2.5	2.7
アイルランド	1.1	0.7	0.8	1.1	1.2	1.2	1.5
イタリア	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2
日本	2.8	2.3	2.6	2.6	2.9	3.2	3.4
韓国	2.6			2.1	2.3	2.6	3.4
オランダ	1.9	1.9	2.1	1.9	2.0	1.9	1.8
スペイン	0.9	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.3
イギリス	1.9	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.8
アメリカ	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.8

各国で実施された研究開発を実施主体からみると、全体のうち企業等で実施された割合は日本、ドイツ、アメリカ、韓国等では7割前後を企業が占める一方、イタリアやオランダ、スペインなどでは5割前後にとどまっている。

アイルランド、フィンランド等は当初は企業の割合は中程度ないし下位であったが80年代から90年代にかけて上昇し、近年は7割前後を占めている。

図表 2-7 国内総研究開発支出に占める企業等研究開発支出の割合

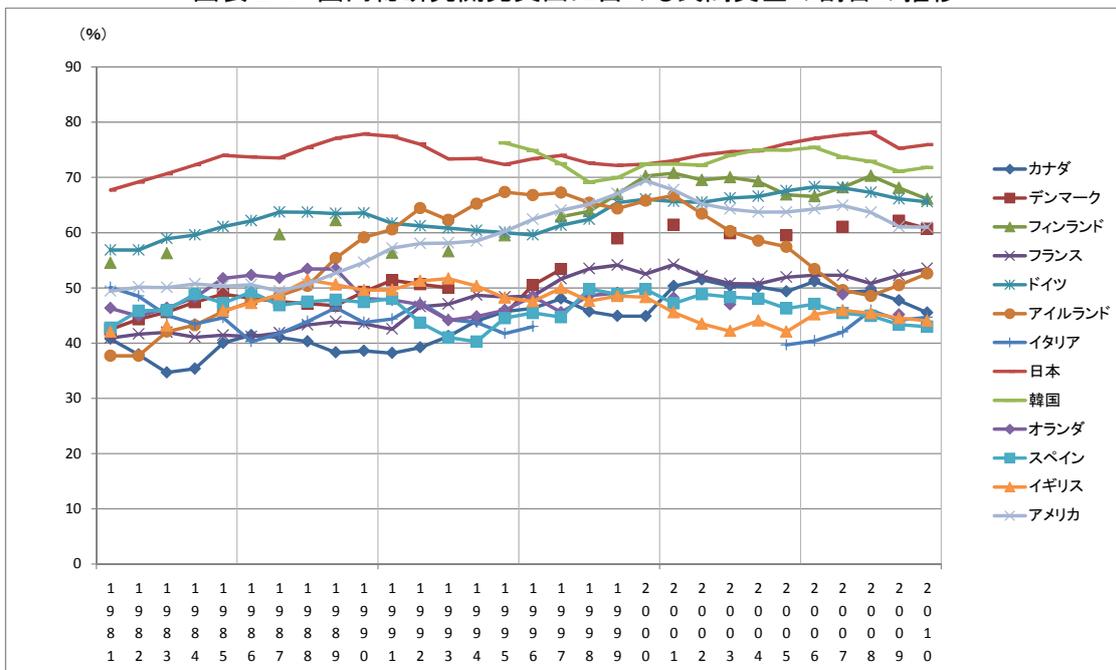


(期間別平均)

	全期間	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000	2001-05	2006-10
カナダ	44.1	37.7	39.9	41.7	46.0	50.3	48.6
デンマーク	52.2	45.7	47.8	49.3	54.3	60.3	61.3
フィンランド	64.6	55.4	60.9	57.5	66.0	69.3	67.8
フランス	47.8	41.4	42.7	46.6	52.0	52.0	52.2
ドイツ	63.2	58.7	63.3	60.8	63.0	66.3	67.1
アイルランド	55.7	41.3	52.2	64.0	65.9	61.3	50.9
イタリア	44.0	46.3	43.2	44.3	43.0	39.7	43.4
日本	74.2	70.8	75.5	74.5	72.9	74.5	76.8
韓国	73.0			76.3	71.8	73.7	73.0
オランダ	48.1	47.5	51.8	45.9	47.9	47.2	47.0
スペイン	46.3	46.1	47.8	43.5	47.7	47.7	44.8
イギリス	46.9	43.7	49.5	50.2	48.4	43.5	45.0
アメリカ	59.0	50.1	51.6	58.4	65.6	64.9	63.0

次に、各国で実施された研究開発を資金の拠出主体からみると、全体のうち民間資金の割合はおおむね4～5割前後の国々が多い。日本、韓国、フィンランドなどは7割前後で他の諸国よりも民間資金が多くなっている。

図表 2-8 国内総研究開発支出に占める民間資金の割合の推移



(期間別平均)

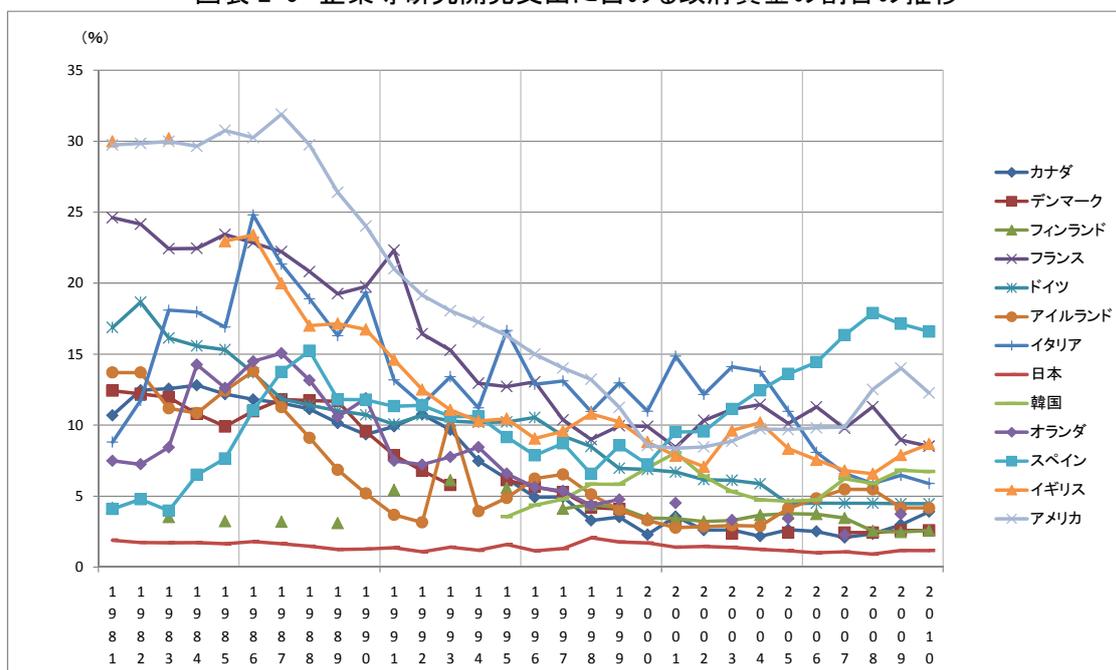
	全期間	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000	2001-05	2006-10
カナダ	44.1	37.7	39.9	41.7	46.0	50.3	48.6
デンマーク	52.2	45.7	47.8	49.3	54.3	60.3	61.3
フィンランド	64.6	55.4	60.9	57.5	66.0	69.3	67.8
フランス	47.8	41.4	42.7	46.6	52.0	52.0	52.2
ドイツ	63.2	58.7	63.3	60.8	63.0	66.3	67.1
アイルランド	55.7	41.3	52.2	64.0	65.9	61.3	50.9
イタリア	44.0	46.3	43.2	44.3	43.0	39.7	43.4
日本	74.2	70.8	75.5	74.5	72.9	74.5	76.8
韓国	73.0	73.0	73.0	76.3	71.8	73.7	73.0
オランダ	48.1	47.5	51.8	45.9	47.9	47.2	47.0
スペイン	46.3	46.1	47.8	43.5	47.7	47.7	44.8
イギリス	46.9	43.7	49.5	50.2	48.4	43.5	45.0
アメリカ	59.0	50.1	51.6	58.4	65.6	64.9	63.0

図表 2-8 で示したとおり、各国の研究開発の 5 割から 7 割前後は企業で実施されている。企業の研究開発支出の資金の多くは民間資金で賄われているが、政府資金の割合からみると国による違いがみられる。

1980 年代には政府資金の割合が 3 割を占める国もあったが、90 年代以降は高くても 20% に満たない。近年ではスペインで政府資金の割合が上昇しているのは例外的である。

全体的には 5% 前後の国が多いが、日本は期間を通じて 1% 前後と非常に低い水準にとどまっている。

図表 2-9 企業等研究開発支出に占める政府資金の割合の推移



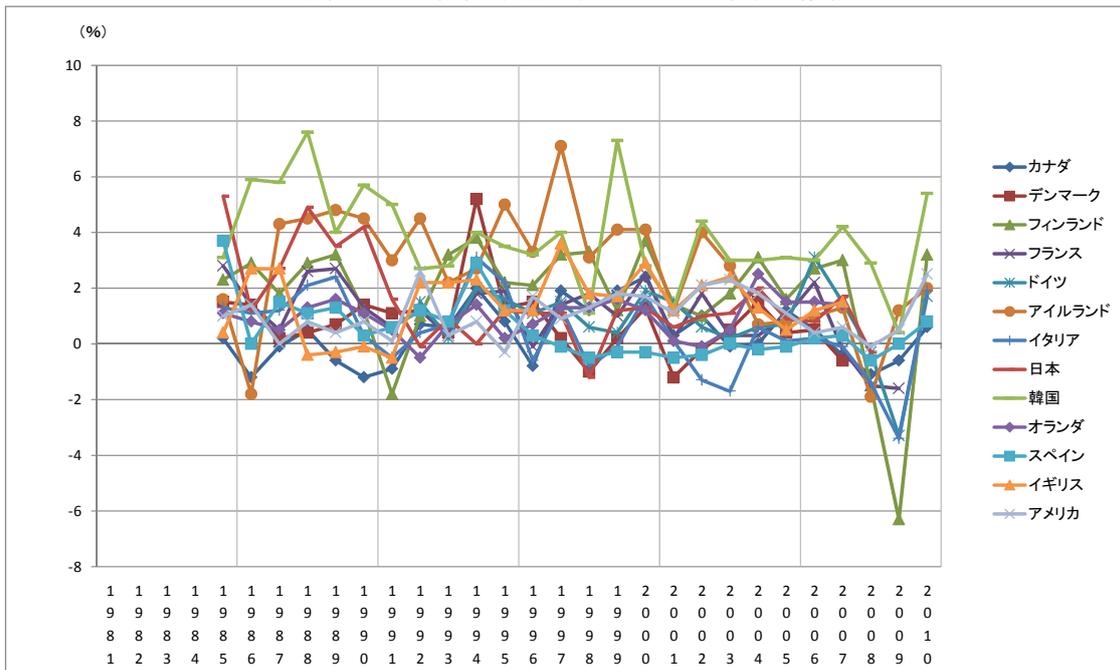
(期間別平均)

	全期間	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000	2001-05	2006-10
カナダ	6.7	12.1	10.8	8.8	3.8	2.7	2.8
デンマーク	6.9	11.5	11.2	6.6	4.8	2.6	2.5
フィンランド	3.7	3.6	3.1	5.7	4.0	3.5	3.0
フランス	15.2	23.4	21.0	15.9	10.5	10.3	10.0
ドイツ	9.4	16.5	11.7	10.3	8.4	5.9	4.5
アイルランド	6.6	12.4	9.2	5.3	5.0	3.1	4.8
イタリア	13.3	14.7	20.1	13.2	12.2	13.2	6.6
日本	1.4	1.7	1.5	1.3	1.6	1.3	1.1
韓国	5.7			3.6	5.6	5.8	6.1
オランダ	7.9	10.0	13.0	7.5	5.0	3.8	3.0
スペイン	10.7	5.4	12.7	10.6	7.8	11.3	16.5
イギリス	12.9	27.7	18.9	11.8	9.7	8.6	7.5
アメリカ	18.2	30.0	28.5	18.4	12.4	9.0	11.7

(2) MFPの動向

次に、OECDが推計し、公表している多要素生産性（MFP）上昇率の推移をみると、国や時点による変動が大きく、全体的な傾向がみづらくなっているが、韓国やアイルランド等で生産性の伸びが大きく、スペインやイタリア等では伸びが小さい傾向が続いている。

図表 2-10 多要素生産性(MFP)上昇率の推移

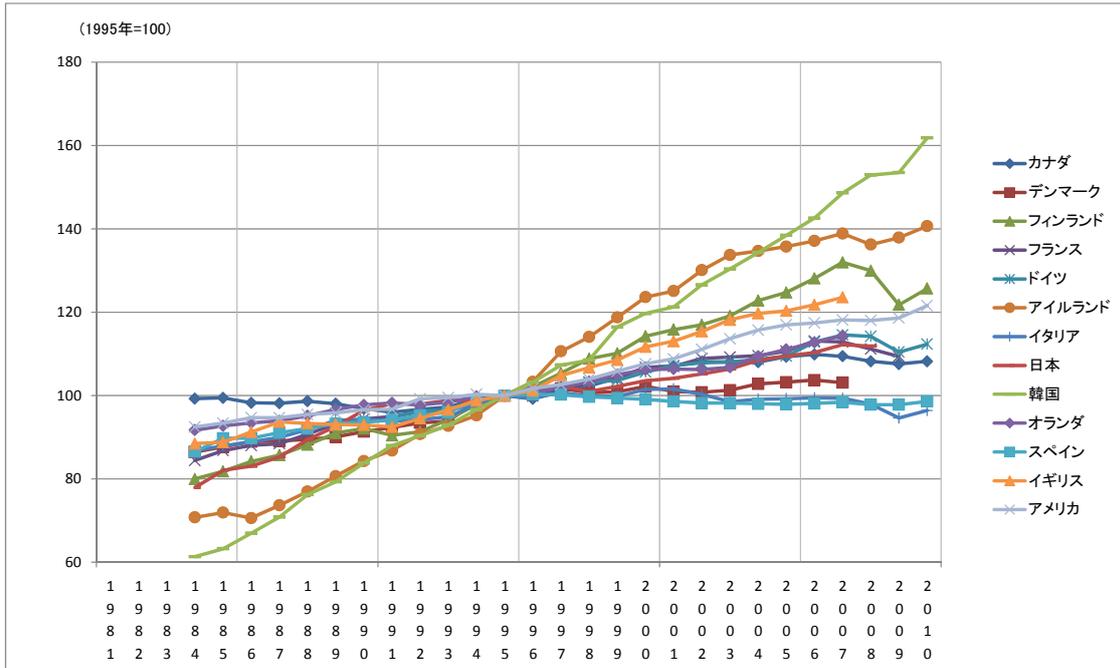


(期間別平均)

	全期間	1986-90	1991-95	1996-2000	2001-05	2006-10
カナダ	0.3 (1985~2010)	-0.5	0.6	1.3	0.5	-0.2
デンマーク	0.8 (1985~2007)	0.8	1.8	0.4	0.2	
フィンランド	1.8 (1985~2010)	2.4	1.7	2.7	1.8	0.2
フランス	1.0 (1985~2009)	1.7	1.2	1.3	0.7	
ドイツ	0.9 (1992~2010)			1.1	0.7	0.5
アイルランド	2.7 (1985~2010)	3.2	3.5	4.3	1.9	0.7
イタリア	0.4 (1985~2010)	1.4	1.2	0.3	-0.4	-0.6
日本	1.5 (1985~2008)	3.3	0.7	0.7	1.1	
韓国	3.8 (1985~2010)	5.8	3.6	3.7	3.0	3.2
オランダ	1.0 (1985~2007)	1.1	0.5	1.2	0.9	
スペイン	0.5 (1985~2010)	0.8	1.3	-0.2	-0.2	0.1
イギリス	1.5 (1985~2007)	0.9	1.5	2.2	1.5	
アメリカ	1.1 (1985~2010)	0.7	0.7	1.5	1.7	0.8

MFPを1995年の水準を100とした指数に換算してみると、韓国やアイルランド、フィンランドでは生産性の伸びが高く、イタリアやスペイン、デンマークなどは生産性の伸びが低いことがよみとれる。リーマンショックや欧州危機等により、フィンランドをはじめ近年になって大きく低下している、あるいは伸びが停滞している国が多い。

図表 2-11 多要素生産性(MFP)の推移



第 2.3 節 国際パネルデータに基づく企業の研究開発の要因分析

2.3.1 分析の枠組み

民間企業の研究開発活動に影響を与える要因としては、付加価値や資金調達コスト、政府補助などの直接要因のほか、国内の公的知識および海外の知識ストックからのスピルオーバー効果等、様々なものが考えられる。

本分析では、第 2.1 節に示した考え方、先行研究で採用された指標の利用可能性等を踏まえ、以下の変数群によって民間企業の研究開発活動に与える要因の分析を試みた。

図表 2-12 分析に利用した変数の出所、定義

指標	略号	出所、定義
民間資金による企業等研究開発支出（被説明変数）	BF_BERD	OECD/MSTI
実質国内総生産	GDP	OECD/National Accounts
実質長期金利	RLR	OECD/MSTI 原則として 10 年物国債利回り－消費者物価上昇率
完全失業率	UR	OECD/Country Profiles
政府資金による企業等研究開発支出	GF_BERD	OECD/MSTI
大学等研究開発支出	HERD	OECD/MSTI
政府研究開発支出	GOVERD	OECD/MSTI
大学等・政府知識ストック	SPRD	OECD/MSTI の大学等および政府の研究開発支出から恒久棚卸法で推計

なお、民間資金による企業等研究開発支出の要因分析を行う前に、まず民間資金による企業 R&D (BF_BERD) と、GDP や政府資金による企業 R&D 等との関係、タイムラグ構造を簡便にみてみることにした。

図表 2-13 は左辺を BF_BERD、右辺を当該変数の当期から 4 期ラグまでの説明変数とし、それぞれ自然対数の階差（実質長期金利、失業率は階差）をとった式を最小二乗法で回帰したものである。この結果からは、いずれの変数でもタイムラグは主に当期ないし 1 期であること、政府研究開発支出や実質長期金利のパラメータは有意性が低いこと等がよみとれる。

図表 2-13 民間資金による企業 R&D と各要因のタイムラグ構造

	$\Delta \ln \text{GDP}$	$\Delta \ln \text{GF_BERD}$	$\Delta \ln \text{GOVERD}$	$\Delta \ln \text{HERD}$	$\Delta \ln \text{SPRD}$	ΔRLR	ΔUR
T	0.849 *** (5.868)	0.007 (0.366)	0.068 (1.104)	0.229 *** (3.373)	1.551 *** (3.454)	0.241 (0.782)	-1.289 *** (-3.154)
T-1	0.328 ** (2.034)	0.050 *** (2.640)	0.001 (0.018)	0.116 * (1.675)	-0.703 (-1.074)	0.236 (0.717)	-0.754 (-1.579)
T-2	0.280 (1.592)	0.037 * (1.964)	0.046 (0.873)	-0.025 (-0.352)	-0.685 (-1.003)	-0.458 (-1.409)	-0.217 (-0.431)
T-3	-0.404 * (-1.964)	0.035 * (1.927)	-0.027 (-0.506)	-0.006 (-0.078)	-0.324 (-0.476)	-0.050 (-0.144)	0.484 (0.855)
T-4	-0.027 (-0.151)	0.023 (1.245)	-0.010 (-0.184)	0.128 * (1.913)	0.613 (1.383)	0.142 (0.418)	0.015 (0.032)

注 1) 上段が推定パラメータ、下段の()内の数値は t 値、「***」は当該変数のパラメータの有意水準が 1% 以上で有意、「**」は 5%、「*」は 10%。

注 2) 推定には定数項を含むが上表では記載を省略。以下同様。

ln : 自然対数、 Δ ; 階差 (前期差)、T-x : x 期ラグ

BF_BERD : 民間資金による企業 R&D、GDP : 実質 GDP、GF_BERD : 政府資金による企業 R&D、GOVERD : 政府 R&D、HERD : 大学等 R&D、SPRD : 公的知識ストック (大学等および政府)、RLR : 実質長期金利、UR : 完全失業率

2.3.2 分析結果

民間資金による企業 R&D を、実質 GDP、政府資金による企業 R&D、実質長期金利、失業率のほか、公的知識ストック、または大学、政府の研究開発支出で説明する関数の推定を試みた。なお、公的知識ストックと大学、政府の研究開発支出は元来同じデータのフローとストックであるため、ここでは公的知識ストックを採用した関数、大学および政府の研究開発支出を採用した関数をそれぞれ推定してみることにした。

分析結果をみると、実質 GDP の項は強く有意に正であり、政府資金による企業 R&D も有意に正な結果が得られた。一方で、公的知識ストック、あるいは大学及び政府の研究開発支出はいずれも有意に推定されなかった。その他のコントロール変数としては、実質長期金利はパラメータの符号が正になってしまうほか、失業率は符号は想定どおり負であるものの、有意な結果は得られなかった。

なお、この関数では自己ラグを含んだダイナミックパネルモデルとなっているため、短期の弾力性はそれぞれ推定されたパラメータ、長期の弾力性は短期弾力性 \div (1 - 自己ラグ項のパラメータ) として解釈できる。

- 民間資金による企業 R&D には、GDP (企業の本業の稼ぎの代替指標) が強く影響しており、公的な研究資金の拠出も企業の研究開発を促進している可能性がある。
- 外部からの資金調達コスト、公的 R&D が企業 R&D を補完あるいは代替する効果、公的知識ストックからのスピルオーバー効果等の影響は有意に観測されなかった。

- 民間資金による企業 R&D の実質 GDP に対する弾力性は短期で 0.9 前後、長期で 1.3 前後となり、長期的な弾力性は 1 を上回った。同様に、政府資金による企業 R&D に対する弾力性は短期で 0.04、長期で 0.05 程度となった。

図表 2-14 民間資金による企業 R&D 関数の推定結果(公的知識ストック)

被説明変数: $\Delta \ln BF_BERD$

推定期間	1983-2011	1983-2011	1983-2011
データ数	314	276	302
自由度修正済決定係数	0.273	0.279	0.281
D.W.	2.097	2.048	2.042

		係数	係数	係数
$\Delta \ln BF_BERD(-1)$	(+)	0.301 *** (6.152)	0.299 *** (5.588)	0.281 *** (5.459)
$\Delta \ln GDP$	(+)	0.927 *** (7.477)	0.805 *** (5.671)	0.902 *** (7.007)
$\Delta \ln GF_BERD(-1)$	(+)	0.038 ** (2.291)	0.039 ** (2.251)	0.038 ** (2.263)
$\Delta \ln SPRD$	(+)	-0.037 (-0.251)	-0.013 (-0.084)	0.011 (0.071)
ΔRLR	(-)		0.579 ** (2.276)	
$\Delta UR(-1)$	(-)		-0.584 * (-1.866)	-0.419 (-1.394)

注) 網掛けは想定される符号条件に反し、有意に推定されたことを示す。以下同様。

図表 2-15 民間資金による企業 R&D 関数の推定結果(政府、大学等研究開発支出)

被説明変数: $\Delta \ln BF_BERD$

推定期間	1983-2011	1983-2011	1983-2011
データ数	314	276	302
自由度修正済決定係数	0.271	0.278	0.279
D.W.	2.101	2.030	2.045

		係数	係数	係数
$\Delta \ln BF_BERD(-1)$	(+)	0.303 *** (6.093)	0.290 *** (5.381)	0.281 *** (5.411)
$\Delta \ln GDP$	(+)	0.925 *** (7.501)	0.801 *** (5.709)	0.903 *** (7.074)
$\Delta \ln GF_BERD(-1)$	(+)	0.038 ** (2.343)	0.038 ** (2.236)	0.038 ** (2.326)
$\Delta \ln GOVERD(-1)$		-0.020 (-0.394)	-0.015 (-0.289)	-0.011 (-0.209)
$\Delta \ln HERD(-1)$		-0.014 (-0.243)	0.039 (0.667)	0.002 (0.041)
ΔRLR	(-)		0.583 ** (2.292)	
$\Delta UR(-1)$	(-)		-0.604 * (-1.930)	-0.422 (-1.405)

2.3.3 今後の課題

今回の試行では、企業の研究開発に最も強く影響を与えているのは GDP であり、政府資金も促進要因となっている可能性が示唆された。一方、大学や政府の研究開発によって企業 R&D が抑制されるクラウドイングアウト、あるいは逆の補完効果、大学や政府の知識ストックからのスピルオーバー効果については観測されなかった。

しかし、現時点ではこうした分析に利用できるデータは不足しているのが実情であり、今回の分析はあくまでも現在利用可能なデータを使って試行した暫定的なものである。今後知識の生産や利用等の関連データの充実を図るとともに、それらデータを活用して研究を深化させていくことにより、今回の分析では捉えきれなかった実態を明らかにしていくことも可能になると考えられる。

- 企業、政府、大学等の主体、対象とする国や地域、時点等が異なれば、知識の生産や利用の状況は異なっている可能性があり、知識ストック推計の際の陳腐化率等に実態を反映していくことが望ましい。
- 知識と産業の結びつきの強さによって、公的な知識ストック等からのスピルオーバー効果も変わってくる可能性がある。サイエンスリンケージ（特許中の学术论文の引用件数）等の共通の尺度によって国や時点間の実態を把握し、分析に利用していくことが望ましい。
- 今後、第 2.3 節でとりあげたような研究開発や知識ストック等を取り巻く要因と相互関係についての検討を進めるとともに、その構造を明らかにするために必要なデータを充実させていくことにより、実態の把握や分析に役立てていくことが求められる。

第 2.4 節 国際パネルデータに基づく研究開発と生産性の関係性分析

2.4.1 分析の枠組み

第 2.1.1 小節に示したようなコブ・ダグラス型の生産関数の考え方をベースとし、自然対数をとった全要素生産性（TFP）を被説明変数、自然対数をとった知識ストック等を説明変数として弾力性を推定することで、TFP の変動要因を分析し、研究開発の生産性に対する影響を分析することを試みた。

$$\ln T = \ln A + \gamma \ln R$$

T：全要素生産性、R：研究開発ストック、A：その他の要因

なお、TFP は経済成長のうち労働投入と資本投入の寄与分を除いたものであり、研究開発以外にも様々な要因が含まれていると考えられる。そこで、本分析では企業等の研究開発ストックに加え、スピルオーバーを考慮して政府や大学等の公的研究開発ストック、海外の企業等研究開発ストックを説明変数とした。また、研究開発以外の要因をコントロールするため、人的資本も加味して分析を行った。

なお、分析に用いた各指標の相関係数は以下のとおりである。

図表 2-16 各指標間の相関係数

	lnMFP	lnSBRD (-1)	lnSPRD (-1)	lnSFRD (-1)	lnSFRD2 (-1)	lnHC(-1)
lnMFP	/					
lnSBRD(-1)	0.254	/				
lnSPRD(-1)	0.154	0.981	/			
lnSFRD(-1)	0.628	-0.094	-0.126	/		
lnSFRD2(-1)	0.449	-0.047	-0.077	0.823	/	
lnHC(-1)	0.130	0.945	0.956	-0.205	-0.125	/

	Δ lnMFP	Δ lnSBRD (-1)	Δ lnSPRD (-1)	Δ lnSFRD (-1)	Δ lnSFRD2 (-1)	Δ lnHC (-1)
Δ lnMFP	/					
Δ lnSBRD(-1)	0.243	/				
Δ lnSPRD(-1)	0.116	0.574	/			
Δ lnSFRD(-1)	-0.001	0.252	-0.011	/		
Δ lnSFRD2(-1)	0.230	0.132	0.062	0.291	/	
Δ lnHC(-1)	-0.063	-0.013	0.254	-0.279	-0.123	/

ln：自然対数、Δ；階差（前期差）、(-1)：1期ラグ

MFP：多要素生産性、SBRD：企業等研究開発ストック、SPRD：公的研究開発ストック、
SFRD：海外企業等研究開発ストック（単純合算）、
SFRD2：海外企業等研究開発ストック（技術近接性ウェイト）、
HC：人的資本（高等教育を受けた割合×25～64歳人口で代替）

結果をみると、おおむね MFP の水準は全ての変数と正の相関ないし弱い正の相関を示しており、特に海外の企業等研究開発ストックとの相関が比較的大きかった。また、企業等と公的研究開発ストックの相関係数は 0.981 となっており、どちらもストック変数であることもあって非常に強い正の相関を示している。ストック変数の定常性を除去するため、階差をとっても（図表 2-16 下段）相関係数は 0.574 と比較的大きく、企業等と公的研究開発ストックは非常に似通った動向を示す指標となっている。

海外の企業等研究開発ストックについては、他国のストックを単純に合算した場合と技術的近接性をウェイトとして合算した場合を比較しても、他の変数との相関係数の傾向は似通っており、両者の相関も 0.823 と強い正の相関を示している。

2.4.2 研究開発の生産性上昇効果についての分析結果

生産性の要因分析を行い、研究開発の生産性上昇効果をみるため、全要素生産性（OECD 推計の MFP）を被説明変数とし、企業知識ストック、公的知識ストック、海外知識ストック、人的資本で説明する関数の推定を試みた。なお、両辺は自然対数を取り、最小二乗法によって弾力性を推定した。

- 国内企業の知識ストックは生産性と有意に正の関係がみられる。
- 海外の知識ストックも同様に生産性と正の関係にあり、海外からの知識のスピルオーバー効果が観測されている。日本を含む研究開発集約度の大きな国々では、海外からのスピルオーバーが小さくなっている可能性がある。
- 公的知識ストックと生産性は全体で見ると有意に負のパラメータが推定された。ただし、日本を含む研究開発の集約度が大きい国々では負になっていないほか、たとえば GBAORD に占める競争的資金の割合を加味するとその項は正となる等、公的知識と生産性の関係が負であると解釈すべきではないと考えられる。

図表 2-17 全要素生産性の弾力性推定結果

データ数:	305	305	305	305	300
自由度修正済決定係数:	0.7366	0.7553	0.8099	0.8123	0.8805
D.W.比:	0.0705	0.0838	0.1483	0.0936	0.4846
lnHC(-1)	(+) 0.0416 (1.3598)	0.1488 *** (4.0315)	0.1224 *** (3.7452)	0.0589 * (1.7472)	0.0294 (1.0771)
lnSBRD(-1)	(+) 0.1942 *** (15.4678)	0.2993 *** (12.0005)	0.2935 *** (13.3455)	0.2414 *** (10.6173)	0.2427 *** (13.3358)
lnSPRD(-1)	(+)	-0.2066 *** (-4.8206)	-0.3239 *** (-8.1209)	-0.2291 *** (-6.0422)	-0.2485 *** (-7.6358)
COMPRATE* lnSPRD(-1)	(+)				0.0742 *** (12.6884)
lnSFRD2(-1)	(+)		0.1736 *** (9.1786)		0.1707 *** (11.2749)
IMSHR*lnSFRD2(-1)	(+)			0.2468 *** (4.0195)	
IMSHR	(-)			-2.7858 *** (-3.2070)	

注1) 上段が推定パラメータ、下段の0内の数値はt値、「***」は当該変数のパラメータの有意水準が1%以上で有意、「**」は5%、「*」は10%。

注2) 推定には定数項、国別固定効果を含むが上表では記載を省略。以下同様。

注3) 網掛けは想定される符号条件に反し、有意に推定されたことを示す。

ln：自然対数、 $\Delta \ln$ ：自然対数の階差、(-1)：1期ラグ

SBRD：企業等研究開発ストック、SPRD：政府等研究開発ストック、SFRD2：海外企業等研究開発ストック（技術近接性ウェイト）、HC：人的資本（高等教育を受けた割合×25～64歳人口）、COMPRATE：GBAORD³¹に競争的資金が占める割合、IMSHR：輸入比率

被説明変数はすべてlnMFP（自然対数をとった全要素生産性）

図表 2-18 全要素生産性の弾力性推定結果（研究開発集約度の大きい国々）

データ数:		125	125	125	125	125
自由度修正済決定係数:		0.9530	0.9559	0.9593	0.9652	0.9592
D.W.比:		0.4082	0.4243	0.4678	0.4172	0.4659
lnHC(-1)	(+)	0.1395 (5.2103) ***	0.1048 (3.6852) ***	0.0970 (3.5404) ***	0.0884 (3.1091) ***	0.0965 (3.5146) ***
lnSBRD(-1)	(+)	0.2270 (26.5668) ***	0.1405 (4.6418) ***	0.1692 (5.5736) ***	0.1706 (6.1023) ***	0.1670 (5.4721) ***
lnSPRD(-1)	(+)		0.1421 (2.9687) ***	0.0576 (1.0940)	0.0361 (0.7461)	0.0688 (1.2629)
COMPRATE* lnSPRD(-1)	(+)					-0.0069 (-0.8165)
lnSFRD2(-1)	(+)			0.0563 (3.2914) ***		0.0543 (3.1350) ***
IMSHR*lnSFRD2(-1)	(+)				0.0427 (0.6871)	
IMSHR	(-)				-0.1847 (-0.2169)	

注) 「集約度の大きい国々」は、研究開発集約度が調査対象国の平均を上回るフィンランド、フランス、ドイツ、日本、アメリカの5カ国。

図表 2-19 全要素生産性の弾力性推定結果（研究開発集約度の小さい国々）

データ数:		180	180	180	180	175
自由度修正済決定係数:		0.6436	0.6973	0.7837	0.8372	0.8816
D.W.比:		0.0501	0.0705	0.1535	0.1481	0.5653
lnHC(-1)	(+)	0.0609 (1.4357)	0.2513 (4.8493) ***	0.2177 (4.9507) ***	0.0995 (2.4457) **	0.0447 (1.2236)
lnSBRD(-1)	(+)	0.1609 (8.5040) ***	0.3002 (9.8764) ***	0.2814 (10.9113) ***	0.1847 (7.5997) ***	0.2236 (11.0662) ***
lnSPRD(-1)	(+)		-0.3052 (-5.5943) ***	-0.4206 (-8.7325) ***	-0.2974 (-7.2218) ***	-0.2805 (-7.3379) ***
COMPRATE* lnSPRD(-1)	(+)					0.0796 *** (11.4917)
lnSFRD2(-1)	(+)			0.2006 (8.3051) ***		0.1946 (10.7130) ***
IMSHR*lnSFRD2(-1)	(+)				0.4112 (5.7333) ***	
IMSHR	(-)				-4.8293 *** (-4.7427)	

注) 「集約度の小さい国々」は、研究開発集約度が調査対象国の平均を下回るカナダ、デンマーク、アイランド、イタリア、オランダ、スペイン、イギリスの7カ国。

³¹ GBAORD：Government Budget Appropriations or Outlays for RDの略。我が国では「科学技術関係経費」に相当する。

以上、図表 2-17 から図表 2-19 では両辺とも自然対数の水準で推定を行っているが、ストック変数は上昇トレンドを持ち、データが非定常な傾向を持つことから、推定結果がみせかけの相関を示すなど最小二乗法でそのまま推定することが問題となる場合がある。

そこで、被説明変数、説明変数とも階差をとってトレンドを除去した分析を試みた。ただし、人的資本はそもそも短期に変動する指標ではなく、差分を利用して推定するには適さないと考えられる。実際、本分析で利用している OECD のデータも高等教育を受けた者の割合は 1998、1999、2009 年の 3 時点しかデータが存在しないため、直線補完する等の加工を施したデータであり、人的資本の項を採用してみても符号が負となって推定されるケースが多かったことから、ここでは企業、公的、海外の知識ストック変数のみを説明変数とした。

なお、階差をとることはデータの定常性の観点からは好ましいが、推定されるパラメータは短期的な効果しかあらわすことができなくなってしまうと考えられる。以下、階差の間隔を変えていくとどのような結果が得られるかを図表 2-20 から図表 2-22 にそれぞれ示した。全体的には、階差の間隔が短いほど個々のパラメータが小さくなり、式の決定係数が小さく、ダービンワトソン比が 2 に近づく傾向がみられる。また、企業の知識ストックおよび海外の知識項は生産性にプラスの効果をもたらしているが、国内の公的知識ストックについては前期差では有意でないもの、階差の期間を伸ばすにしたがって有意にマイナスとなっている。

ただし、先述のとおり企業の知識ストックと公的知識ストックにはかなり似通った傾向がみられるため、公的知識がマイナスになった分、企業が過大に推定されている可能性がある。現状では、データの制約から企業、公的、海外の知識ストックの陳腐化率は全て一律 15%としており、産業や大学等での知識の生産・利用のプロセス等についてのデータを充実させ、より分析を深化させていくことが必要と考えられる。

図表 2-20 全要素生産性の弾力性推定結果(1期の階差)

データ数:		293	293	293	293	288
自由度修正済決定係数:		0.1845	0.1826	0.2201	0.2395	0.2484
D.W.比:		1.5850	1.5903	1.5898	1.6162	1.6475
$\Delta \ln SBRD(-1)$	(+)	0.1191 (3.4642) ***	0.1238 (3.5003) ***	0.1032 (2.9512) ***	0.0841 (2.2961) **	0.0638 (1.7654) *
$\Delta \ln SPRD(-1)$	(+)		-0.0305 (-0.5798)	-0.0430 (-0.8343)	-0.0248 (-0.4841)	0.1892 (2.4083) **
COMPRATE* $\Delta \ln SPRD(-1)$	(+)					-1.1054 *** (-3.7820)
$\Delta \ln SFRD2(-1)$	(+)			0.0386 (3.7989) ***		0.0363 (3.6441) ***
IMSHR* $\Delta \ln SFRD2(-1)$	(+)				0.1241 (3.9488) ***	
IMSHR	(-)				-0.0286 ** (-2.5389)	

図表 2-21 全要素生産性の弾力性推定結果(3期の階差)

データ数:		269	269	269	269	264
自由度修正済決定係数:		0.4059	0.4122	0.4403	0.4358	0.4228
D.W.比:		0.4991	0.5082	0.5122	0.5116	0.5078
$\Delta \ln \text{SBRD}(-1)$	(+)	0.1402 *** (5.5733)	0.1521 *** (5.9055)	0.1382 *** (5.4375)	0.1092 *** (3.8881)	0.1323 *** (5.1218)
$\Delta \ln \text{SPRD}(-1)$	(+)		-0.0756 * (-1.9430)	-0.0849 ** (-2.2303)	-0.0790 ** (-1.9747)	-0.0806 * (-1.8000)
COMPRATE* $\Delta \ln \text{SPRD}(-1)$	(+)					-0.0005 (-0.1110)
$\Delta \ln \text{SFRD2}(-1)$	(+)			0.0463 *** (3.7125)		0.0471 *** (3.7581)
IMSHR* $\Delta \ln \text{SFRD2}(-1)$	(+)				0.0194 * (1.6883)	
IMSHR	(-)				-0.2856 ** (-2.2497)	

図表 2-22 全要素生産性の弾力性推定結果(5期の階差)

データ数:		245	245	245	245	240
自由度修正済決定係数:		0.5813	0.5941	0.6065	0.6065	0.5916
D.W.比:		0.3156	0.3287	0.3149	0.3302	0.3158
$\Delta \ln \text{SBRD}(-1)$	(+)	0.1619 *** (7.3824)	0.1774 *** (7.9720)	0.1684 *** (7.6059)	0.1496 *** (6.2572)	0.1664 *** (7.3282)
$\Delta \ln \text{SPRD}(-1)$	(+)		-0.0956 *** (-2.8846)	-0.1046 *** (-3.1905)	-0.0956 *** (-2.7731)	-0.1194 *** (-2.9378)
COMPRATE* $\Delta \ln \text{SPRD}(-1)$	(+)					0.0042 (0.6658)
$\Delta \ln \text{SFRD2}(-1)$	(+)			0.0429 *** (2.8694)		0.0425 *** (2.8091)
IMSHR* $\Delta \ln \text{SFRD2}(-1)$	(+)				0.0163 (1.0645)	
IMSHR	(-)				-0.2675 (-1.6045)	

そのほか、国内企業の知識ストック、国内の公的知識ストックや海外の知識ストックからのスピルオーバー効果が生産性にあらわれるまでの期間が異なっている可能性を考慮し、タイムラグを1年から5年に変更しつつ、それぞれ最小二乗法で推定することも試みた。

すべての推定結果は「参考資料 E: 生産性と知識ストックのタイムラグ構造」に掲載しているが、企業知識のタイムラグを1年、公的知識を3年、海外を3年としたケースでは3変数ともパラメータの符号が有意に推定されており、企業で積み上げた知識の効果が早く、国内公的部門や海外からの間接的な効果はそれよりも遅れてあらわれている可能性がある。

2.4.3 今後の課題

今回の試行では、全要素生産性と国内企業の知識ストックの間には有意に正の関係がみられるほか、海外の知識ストックからのスピルオーバー効果も観測される一方、政府や大学等の公的な知識ストックからのスピルオーバー効果は観測されず、むしろ推定結果では有意に負となるケースもみられた。

しかし、現時点ではこうした分析に利用できるデータは不足しているのが実情であり、今回の分析はあくまでも現在利用可能なデータを使って試行した暫定的なものであることから、結果は慎重に解釈すべきである。今後、知識の生産や利用等の関連データの充実を図るとともに、それらデータを活用して研究を深化させていくことが必要であり、そうすることで今回の分析では捉えきれなかった実態を明らかにしていくことも可能になると考えられる。

- 企業、政府、大学等の主体、対象とする国や地域、時点等が異なれば、知識の生産や利用の状況は異なっている可能性があり、知識ストック推計の際の陳腐化率等に実態を反映していくことが望ましい
- 今回の分析では、企業と公的な知識のストックの性質がかなり似通っているために、多重共線性等の問題から公的な知識ストックの項が負に推定されていると考えられるが、陳腐化率の設定等に実態を反映させることで、異なった結果が得られる可能性がある。
- 知識と産業の結びつきの強さによって、公的な知識ストック等からのスピルオーバー効果も変わってくる可能性がある。サイエンスリンケージ（特許中の学术论文の引用件数）等の共通の尺度によって国や時点間の実態を把握し、分析に利用していくことが望ましい。
- 第 3.1.3 小節でとりあげたように TFP に含まれる要因は様々である。研究開発以外についても TFP に影響を与えうる要因については、指標化して説明変数に加え、その影響をコントロールして分析することが望ましい。
- 今後、科学技術イノベーション政策、研究開発及び知識ストックを取り巻く要因と相互関係についての検討を進めるとともに、その構造を明らかにするために必要なデータを充実させていくことにより、実態の把握や分析に役立てていくことが求められる。

第3章 企業レベルのマイクロデータを利用した変数間の関係性の

推定

第2章の冒頭に記したとおり、研究開発活動の生産性上昇への貢献を定量的に分析する方法には、マクロデータに基づく分析とマイクロデータに基づく分析がある。第2章では国別のマクロデータ（国際パネルデータ）に基づいた分析を行ったが、本章では、科学技術研究調査及び企業活動基本調査の企業単位の個票データに基づいたマイクロ分析を実施し、現時点で利用可能なデータから研究開発と経済成長との関係性についての定量分析を試行するものとする。

第3.1節 分析用データの概要

3.1.1 被説明変数：TFP

分析に利用する被説明変数となる企業単位の全要素生産性（TFP）を経済産業省「企業活動基本調査」の個票データから算出した。先行研究にならい、TFPとして企業fのt時点（ $t > 0$ ）におけるTFPを初期時点（ $t = 0$ ）における当該産業代表的企業のTFPとの比較の形で、以下の式のように計算した。

$$\begin{aligned} \ln TFP_{f,t} = & \left(\ln Y_{f,t} - \overline{\ln Y_t} \right) - \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \left(S_{i,f,t} - \overline{S_{i,t}} \right) \left(\ln X_{i,f,t} - \overline{\ln X_{i,t}} \right) \\ & + \sum_{s=1}^t \frac{1}{2} \left(\overline{\ln Y_s} - \overline{\ln Y_{s-1}} \right) - \sum_{s=1}^t \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \left(\overline{S_{i,s}} - \overline{S_{i,s-1}} \right) \left(\overline{\ln X_{i,s}} - \overline{\ln X_{i,s-1}} \right) \end{aligned}$$

$Y_{f,t}$: t期における企業fの産出量、 $X_{i,f,t}$: 企業fの生産要素iの投入量、
 $S_{i,f,t}$: 企業fの生産要素iのコストシェア
注) 各記号上のバーは各変数の産業平均を示す。

さらに計算された2001年から2006年のTFPから算出したTFP成長率 $\Delta \ln TFP$ を被説明変数とし、研究開発集約度等の科学技術関連指標を説明変数とした要因分析を行った³²。なお、TFPの具体的な算出やデータの加工方法に関しては、「参考資料G：企業レベルTFP測定のためのデータ加工方法について」を参照されたい。

³² TFPの計測方法、分析の枠組み等については、科学技術政策研究所「イノベーションの経済分析 第1部アウトカム指標としてのTFPデータの分析」NISTEP REPORT No.119（2009年3月）等の先行研究を踏まえて設定した。

3.1.2 説明変数：科学技術関連指標（以下の変数リスト）

被説明変数 $Y = \ln TFP_t - \ln TFP_{t-1}$ に対して、各説明変数として、1 期ラグ（t-1 期）、2 期ラグ（t-2 期）、3 期ラグ（t-3 期）、4 期ラグ（t-4 期）の 4 期分のデータを用いる。

利用するデータは、開示された 1984 年～2010 年の「科学技術研究調査」の各企業のデータ（うち 1999 年～2006 年にかけて 1 年でも研究開発活動を実施したことのある企業、8,221 社）と、「企業活動基本調査」のデータに基づき TFP を推計した企業 35,452 社を突合し、一致した 4,159 社（のべ 38,263 件）のデータである。

本分析の対象とした 4,159 社および総務省「平成 18 年事業所・企業統計調査」における業種別企業数の分布を以下に示す。

事業所・企業統計調査は、我が国すべての事業所を対象として行われる国の最も基本的な統計調査の一つであり、事業所及び企業を対象とした各種統計調査実施のための母集団情報としての事業所及び企業の名簿を作成することを目的としたものである。一方、科学技術研究調査の対象企業は、事業所・企業統計調査で研究活動を実施していた回答企業から資本金と産業によって抽出された企業であることから、研究活動の活発な化学や電気機械等の製造業の比重が大きくなる傾向がある。科学技術研究調査と企業活動基本調査を突合した本分析のデータにも同様の傾向がみられている。

図表 3-1 本分析の対象データ及び事業所・企業統計における業種別企業数

	サンプル数	事業所・企業統計 企業数
全製造業	3,442	258,648
食料品	285	23,488
繊維	71	21,519
パルプ・紙	84	6,685
化学	590	4,364
石油・石炭製品	32	407
窯業・土石製品	121	10,364
一次金属	110	6,666
金属製品	272	34,121
一般機械	488	28,878
電気機械	647	21,234
輸送用機械	281	12,141
精密機械	151	(一般機械に含む)
その他の製造業	310	88,781
全非製造業	717	1,257,187
農林水産業	3	10,616
鉱業	3	1,743
建設業	58	280,023
電気・ガス・水道業	1	567
卸売・小売業	381	438,119
金融・保険業	1	17,978
不動産業	2	4,727
運輸・通信業	4	111,109
サービス業	264	70,619
その他		321,686
全産業	4,159	1,515,835

本分析で利用する企業レベルのパネルデータにおける各説明変数の定義、サンプル数、平均値は以下のとおりである。なお、企業によって一部欠損する期間を含む unbalanced panel である。

図表 3-2 本分析の対象データ及び事業所・企業統計における業種別企業数

変数	代理変数	利用可能データ	サンプル数	平均値	
研究開発集約度	研究開発集約度	社内使用研究費－うち有形固定資産購入費＋社外支出研究費	38,250	0.0300	
性格別研究開発支出の集約度	性格別研究開発集約度 (基礎研究、応用研究、 開発研究支出額)	性格別研究費	基礎	38,250	0.0015
			応用	38,250	0.0050
			開発	38,250	0.0239
社外へ支出した研究集約度	社外へ支出した研究集約度(公的機関、民間企業等)	社外へ支出した研究費	38,250	0.0018	
性質別研究開発支出の集約度	民間部門から投入された研究開発集約度	社外から受け入れた研究費(民間部門) ＋社内使用研究費－社外から受け入れた研究費うち社内使用	38,250	0.0308	
	公的部門から投入された研究開発集約度	社外から受け入れた研究費(公的部門)	38,250	0.0003	
研究者一人当たり研究費	研究者一人当たり研究費(万円)	(社内使用研究費－うち有形固定資産購入費)÷研究者数	35,640	1,684	
研究開発人材の割合	研究者数の対従業員数比	研究者数÷従業者総数	38,263	0.0691	
	ドクター保有者数の対研究者数比	研究者うち博士号取得者数÷研究者数	17,619	0.0356	
研究者の流動性	転入研究者数の対研究者数比	(採用・転入研究者合計－新規採用者)÷研究者数	17,619	0.0292	

なお、研究開発集約度の平均値を産業別にみると、製造業の中では精密機械、化学、電気機械等の業種で集約度が高くなっている。非製造業の中ではサービス業で集約度が高いこともあり、非製造業平均が製造業平均を上回っている。サービス業には様々な業態が含まれていることから一概にはいえないが、標準偏差の値も大きいことから、一部の企業がサービス業の平均を押し上げている可能性がある。

図表 3-3 産業別研究開発集約度

	サンプル数	平均値	標準偏差
製造業計	32,952	0.0283	0.0489
食料品	3,006	0.0118	0.0255
繊維	871	0.0170	0.0139
パルプ・紙	896	0.0110	0.0111
化学	6,188	0.0449	0.0558
石油・石炭製品	377	0.0171	0.0216
窯業・土石製品	1,290	0.0158	0.0143
一次金属	1,274	0.0106	0.0151
金属製品	2,655	0.0173	0.0228
一般機械	4,329	0.0255	0.0258
電気機械	5,419	0.0408	0.0459
輸送用機械	2,756	0.0236	0.1090
精密機械	1,178	0.0451	0.0379
その他の製造業	2,713	0.0208	0.0222
非製造業計	5,298	0.0411	0.1346
建設業	537	0.0113	0.0118
卸売・小売業	3,025	0.0196	0.0587
サービス業	1,595	0.0939	0.2226
その他の非製造業	141	0.0190	0.0167
全産業	38,250	0.0300	0.0677

第 3.2 節 科学技術関係指標と TFP 成長率の関係分析

3.2.1 TFP 成長率と総研究開発集約度の関係性

TFP 成長率を研究開発集約度（研究開発費を売上高で除したもの）のほか、コントロール要因としての TFP レベル、売上高、定数項および業種ダミーで回帰式を設定し、分析を実施した。なお、研究開発の懐妊期間を考慮し、研究開発集約度は 1 期ラグから 4 期ラグまでそれぞれ設定して推定を行っている。

$$\Delta \ln TFP_t = \alpha + \beta \ln TFP_{t-1} + \chi \ln SALESTT_{t-1} + \lambda RDINTENS_{t-x} + \phi_j^t + \phi_k^i$$

ln：自然対数、 Δ ：階差（前期差）

TFP：全要素生産性、SALESTT：売上高、RDINTENS：研究開発集約度

t：時点、x：集約度のタイムラグ（1 期から 4 期）、 ϕ_j^t ：時点別固定効果、 ϕ_k^i ：産業別ダミー

各関数の推定結果は図表 3-4 に示したが、おおむね研究開発の限界収益率（研究開発集約度の項のパラメータ）はタイムラグが長くなると大きくなる傾向があり、4 期ラグのとき 0.12 で最大となった。

分析の対象を製造業に限定すると収益率はさらに高くなる。一方、非製造業では研究開発が生産性に与える影響は有意でない結果となっている。

サンプル数が少なくなるので参考になるが、代表的な業種をいくつか抽出して業種別に推定してみると、タイムラグは 3 期ないし 4 期のときに収益率が最大となる業種が多い。ただし、医薬品では研究開発の項は有意でない等、研究開発期間がこれ以上に長いこと等

から推定できなかった可能性がある。長期間継続して回答データの得られる企業は限られており、データ面の制約から本分析ではこれ以上の掘り下げは断念した。

図表 3-4 総研究開発集約度による TFP 成長率推定結果

(全産業)

データ数:		8069	6554	5852	5318
自由度修正済決定係数:		0.0766	0.0791	0.0744	0.0860
D.W.比:		2.1000	2.0800	2.0957	2.0477
lnTFP(-1)	(-)	-0.1596 (-21.8974) ***	-0.1618 (-20.0757) ***	-0.1541 (-18.1433) ***	-0.1789 (-19.5806) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0044 (5.4874) ***	0.0046 (5.2727) ***	0.0053 (5.8819) ***	0.0056 (5.7985) ***
研究開発集約度(-1)	(+)	0.0334 (2.1575) **			
研究開発集約度(-2)	(+)		0.0288 (1.3467)		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.0682 (2.5115) **	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.1225 (3.7622) ***

注1) 上段が推定パラメータ、下段の()内の数値はt値、「***」は当該変数のパラメータの有意水準が1%以上で有意、「**」は5%、「*」は10%。

注2) 推定には定数項、時点別固定効果、業種ダミーを含むが上表では記載を省略。

注3) 網掛けは想定される符号条件に反し、有意に推定されたことを示す。以下同様。

ln: 自然対数、 Δ ; 階差(前期差)、(-x): x期ラグ

(全製造業)

データ数:		6926	5698	5143	4725
自由度修正済決定係数:		0.0670	0.0724	0.0724	0.0889
D.W.比:		2.1451	2.1240	2.1590	2.0625
lnTFP(-1)	(-)	-0.1471 (-18.8267) ***	-0.1538 (-17.8128) ***	-0.1514 (-16.7064) ***	-0.1830 (-18.8120) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0039 (4.5960) ***	0.0044 (4.8689) ***	0.0054 (5.6205) ***	0.0060 (5.8521) ***
研究開発集約度(-1)	(+)	0.1666 (4.6712) ***			
研究開発集約度(-2)	(+)		0.1264 (3.0484) ***		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.1697 (4.0749) ***	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.2004 (4.2808) ***

(全非製造業)

データ数:		1143	856	709	593
自由度修正済決定係数:		0.1387	0.1265	0.0945	0.0708
D.W.比:		1.9822	1.9456	1.9123	1.9668
lnTFP(-1)	(-)	-0.2328 (-11.6237) ***	-0.2190 (-9.6712) ***	-0.1836 (-7.5099) ***	-0.1644 (-6.1010) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0053 (2.1551) **	0.0033 (1.2076)	0.0028 (0.9854)	0.0014 (0.4568)
研究開発集約度(-1)	(+)	0.0070 (0.3428)			
研究開発集約度(-2)	(+)		-0.0024 (-0.0853)		
研究開発集約度(-3)	(+)			-0.0044 (-0.1109)	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.0401 (0.8164)

(化学)

データ数:		1200	994	910	845
自由度修正済決定係数:		0.0441	0.0365	0.0397	0.0485
D.W.比:		2.2825	2.1832	2.2164	2.2829
lnTFP(-1)	(-)	-0.1180 (-6.8316) ***	-0.1130 (-5.9169) ***	-0.1161 (-5.7145) ***	-0.1339 (-6.2961) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0022 (1.2746)	0.0041 (2.1578) **	0.0038 (1.8949) *	0.0051 (2.4700) **
研究開発集約度(-1)	(+)	0.1370 (2.6367) ***			
研究開発集約度(-2)	(+)		0.1125 (1.9849) **		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.1785 (2.8704) ***	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.1610 (2.5022) **

(一般機械)

データ数:		956	781	697	630
自由度修正済決定係数:		0.1340	0.1190	0.1327	0.1248
D.W.比:		1.9708	2.0336	2.0477	2.0506
lnTFP(-1)	(-)	-0.2047 (-9.5044) ***	-0.1822 (-7.6596) ***	-0.2001 (-7.9663) ***	-0.2082 (-7.6561) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0063 (2.8689) ***	0.0059 (2.3711) **	0.0060 (2.2217) **	0.0073 (2.5425) **
研究開発集約度(-1)	(+)	0.3376 (3.7103) ***			
研究開発集約度(-2)	(+)		0.0096 (0.0977)		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.2601 (2.5489) **	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.2738 (2.0586) **

(電気機械)

データ数:		1169	939	841	768
自由度修正済決定係数:		0.0427	0.0513	0.0351	0.0690
D.W.比:		2.1458	2.0997	2.0650	1.8969
lnTFP(-1)	(-)	-0.1383 (-6.8498) ***	-0.1568 (-6.9370) ***	-0.1372 (-5.7857) ***	-0.1878 (-7.2542) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0078 (2.4530) **	0.0080 (2.2928) **	0.0111 (2.9704) ***	0.0108 (2.6363) ***
研究開発集約度(-1)	(+)	0.1542 (1.5364)			
研究開発集約度(-2)	(+)		0.2001 (1.4789)		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.1667 (1.2021)	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.3687 (2.1736) **

(卸売・小売)

データ数:		622	478	405	347
自由度修正済決定係数:		0.1081	0.1160	0.0796	0.0563
D.W.比:		2.0358	2.0501	1.8064	1.8383
lnTFP(-1)	(-)	-0.2011 (-8.0311) ***	-0.1975 (-7.0363) ***	-0.1634 (-5.2994) ***	-0.1461 (-4.3443) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0073 (2.0921) **	0.0051 (1.3415)	0.0061 (1.4975)	0.0001 (0.0202)
研究開発集約度(-1)	(+)	0.0035 (0.0894)			
研究開発集約度(-2)	(+)		0.4752 (2.3402) **		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.5690 (2.4594) **	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.5599 (1.9864) **

(医薬)

データ数:		325	274	254	242
自由度修正済決定係数:		0.0999	0.0858	0.1071	0.0937
D.W.比:		2.5893	2.5650	2.5377	2.5840
lnTFP(-1)	(-)	-0.2235 (-6.1669) ***	-0.2147 (-5.3515) ***	-0.2295 (-5.5910) ***	-0.2203 (-5.1435) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0107 (2.6234) ***	0.0117 (2.5682) **	0.0097 (2.0060) **	0.0109 (2.1706) **
研究開発集約度(-1)	(+)	0.0460 (0.4649)			
研究開発集約度(-2)	(+)		-0.0174 (-0.1533)		
研究開発集約度(-3)	(+)			0.1779 (1.2596)	
研究開発集約度(-4)	(+)				0.1276 (0.8519)

3.2.2 TFP 成長率と性格別研究開発集約度の関係性

前項では TFP 成長率と研究開発費の総額の集約度との関係性を分析したが、さらに科学技術研究調査で把握できる性格別研究費を利用して説明変数の詳細化を試みた。

科学技術研究調査では、研究費のうち自然科学（理学，工学，農学及び保健）に使用した研究費を「基礎」，「応用」及び「開発」に区分している。この性格によって生産性への占めており、影響のあらわれ方が異なる可能性があると考えられる。なお、平成 24 年の調査結果によれば、企業では性格別研究費のうち基礎研究が 7%、応用研究が 19%、開発研究が 74%を占めており、企業で行われる研究開発の多くは開発研究である。

図表 3-5 科学技術研究調査における性格別研究の定義

性格別研究	定義
基礎研究	特別な応用，用途を直接に考慮することなく，仮説や理論を形成するため，又は現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究
応用研究	基礎研究によって発見された知識を利用して，特定の目標を定めて実用化の可能性を確かめる研究や，既に実用化されている方法に関して，新たな応用方法を探索する研究
開発研究	基礎研究，応用研究及び実際の経験から得た知識の利用であり，新しい材料，装置，製品，システム，工程等の導入又は既存のこれらのものの改良をねらいとする研究

研究開発集約度を研究開発の性格別（基礎、応用、開発）で分離し、それぞれ推定を試みたのが図表 3-6 である。基礎研究の項はパラメータの大きさは大きいタイムラグが 1 期、2 期の際には推定結果は有意ではない。また、パラメータは 4 期ラグのときに最大となった。応用研究は 1 期ラグの際に 10%水準で有意となるが、2 期ラグ以上では有意な結果が得られなかった。開発研究はタイムラグの長さにかかわらず有意であり、4 期ラグのときに最大となった。分析の対象を製造業に限定すると収益率はさらに高くなる一方、非製造業では研究開発が生産性に与える影響は有意に観測されなかった。業種をさらに限定した分析も試みたが、サンプル数が減ることもあって、安定した推定結果が得られなかった。

図表 3-6 性格別研究開発集約度による TFP 成長率推定結果

(全産業)

データ数:		8069	6554	5852	5318
自由度修正決定係数:		0.0771	0.0798	0.0751	0.0860
D.W.比:		2.0981	2.0823	2.0958	2.0487
lnTFP(-1)	(-)	-0.1607 (-22.0193) ***	-0.1622 (-20.1107) ***	-0.1552 (-18.2582) ***	-0.1789 (-19.5828) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0044 (5.4106) ***	0.0045 (5.2237) ***	0.0052 (5.7392) ***	0.0055 (5.6215) ***
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	0.3398 (1.6162)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		0.3602 (1.5947)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			0.6006 (2.1999) **	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				0.7022 (2.2465) **
応用研究開発集約度(-1)	(+)	0.0887 (1.8246) *			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.0925 (-1.6211)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			0.1199 (1.1046)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				0.1117 (0.9070)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.0417 (2.1004) **			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.0495 (1.9670) **		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.0670 (2.2126) **	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.1008 (2.8337) ***

注1) 上段が推定パラメータ、下段の()内の数値はt値、「***」は当該変数のパラメータの有意水準が1%以上で有意、「**」は5%、「*」は10%。

注2) 推定には定数項、時点別固定効果、業種ダミーを含むが上表では記載を省略。

注3) 網掛けは想定される符号条件に反し、有意に推定されたことを示す。以下同様。

ln : 自然対数、Δ ; 階差 (前期差)、(-x) : x 期ラグ

(全製造業)

データ数:		6926	5698	5143	4725
自由度修正済決定係数:		0.0675	0.0729	0.0727	0.0883
D.W.比:		2.1455	2.1236	2.1592	2.0615
lnTFP(-1)	(-)	-0.1477 (-18.9001) ***	-0.1545 (-17.8719) ***	-0.1519 (-16.7634) ***	-0.1830 (-18.7943) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0039 (4.6406) ***	0.0044 (4.8234) ***	0.0054 (5.6256) ***	0.0060 (5.8197) ***
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	0.4788 (1.8443) *			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		0.7119 (2.5489) **		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			0.5205 (1.7255) *	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				0.4887 (1.4720)
応用研究開発集約度(-1)	(+)	0.0601 (0.6059)			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.0505 (-0.4661)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			0.0548 (0.4831)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				0.1368 (1.0475)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.1964 (4.6951) ***			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.1356 (2.7101) ***		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.1966 (4.0093) ***	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.1928 (3.5174) ***

(全非製造業)

データ数:		1143	856	709	593
自由度修正済決定係数:		0.1389	0.1279	0.0976	0.0740
D.W.比:		1.9740	1.9539	1.9102	1.9735
lnTFP(-1)	(-)	-0.2348 (-11.6976) ***	-0.2175 (-9.6103) ***	-0.1874 (-7.6533) ***	-0.1679 (-6.2086) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0055 (2.2171) **	0.0034 (1.2481)	0.0031 (1.0827)	0.0004 (0.1328)
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	0.0415 (0.1016)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		-0.3317 (-0.7768)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			0.7953 (1.2037)	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				1.9722 (2.0892) **
応用研究開発集約度(-1)	(+)	0.0981 (1.5130)			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.1107 (-1.4680)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			0.5524 (1.4950)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				-0.0657 (-0.1725)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.0014 (0.0531)			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.0212 (0.6350)		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			-0.0052 (-0.1222)	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.0220 (0.4351)

(化学)

データ数:		1200	994	910	845
自由度修正済決定係数:		0.0463	0.0379	0.0412	0.0459
D.W.比:		2.2777	2.1759	2.2056	2.2778
lnTFP(-1)	(-)	-0.1231 *** (-7.0624)	-0.1191 *** (-6.1403)	-0.1224 *** (-5.9490)	-0.1357 *** (-6.3110)
ln売上高(-1)	(+)	0.0020 (1.1605)	0.0037 * (1.9322)	0.0036 * (1.7786)	0.0050 ** (2.3970)
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	0.5466 ** (2.2128)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		0.5661 ** (2.0695)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			0.5621 * (1.8516)	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				0.6097 * (1.8566)
応用研究開発集約度(-1)	(+)	-0.0102 (-0.0900)			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		0.0884 (0.6537)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			0.1651 (1.0975)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				-0.0062 (-0.0377)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.1883 ** (2.4074)			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.1033 (1.2162)		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.2185 ** (2.3524)	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.1354 (1.4111)

(一般機械)

データ数:		956	781	697	630
自由度修正済決定係数:		0.1339	0.1197	0.1335	0.1243
D.W.比:		1.9750	2.0281	2.0532	2.0552
lnTFP(-1)	(-)	-0.2057 *** (-9.5338)	-0.1855 *** (-7.7770)	-0.2024 *** (-8.0380)	-0.2105 *** (-7.7058)
ln売上高(-1)	(+)	0.0063 *** (2.8603)	0.0060 ** (2.4124)	0.0058 ** (2.1556)	0.0072 ** (2.5043)
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	1.6060 (1.1415)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		2.8897 (1.6347)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			2.0790 (1.1627)	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				2.3882 (1.3757)
応用研究開発集約度(-1)	(+)	0.5229 (1.5101)			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.1616 (-0.4696)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			-0.0550 (-0.1506)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				0.0083 (0.0233)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.2830 *** (2.9042)			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		-0.0151 (-0.1472)		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.2887 *** (2.7160)	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.2597 * (1.8724)

(電気機械)

データ数:		1169	939	841	768
自由度修正済決定係数:		0.0428	0.0509	0.0343	0.0667
D.W.比:		2.1461	2.1013	2.0634	1.8945
lnTFP(-1)	(-)	-0.1403 (-6.9338) ***	-0.1583 (-6.9779) ***	-0.1386 (-5.8364) ***	-0.1870 (-7.2033) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0086 (2.6609) ***	0.0087 (2.4515) **	0.0117 (3.1059) ***	0.0107 (2.5550) **
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	-2.1764 (-0.9894)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		-0.9133 (-0.3912)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			-1.6079 (-0.6935)	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				-1.9741 (-0.7495)
応用研究開発集約度(-1)	(+)	-0.0276 (-0.0776)			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.3303 (-0.8801)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			-0.1161 (-0.2992)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				0.6963 (1.1493)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.1975 (1.8439) *			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.2451 (1.6317)		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.2258 (1.4559)	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.3538 (1.9606) *

(卸売・小売)

データ数:		622	478	405	347
自由度修正済決定係数:		0.1124	0.1261	0.0823	0.0613
D.W.比:		2.0255	2.0647	1.8146	1.8612
lnTFP(-1)	(-)	-0.2027 (-8.0860) ***	-0.2029 (-7.2531) ***	-0.1668 (-5.3998) ***	-0.1410 (-4.2233) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0070 (1.9897) **	0.0068 (1.7346) *	0.0063 (1.4708)	-0.0026 (-0.5627)
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	0.9235 (1.1541)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		-0.3443 (-0.3729)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			0.8254 (0.8249)	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				2.5862 (2.3637) **
応用研究開発集約度(-1)	(+)	-1.5042 (-2.0382) **			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.3999 (-0.4849)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			-0.5192 (-0.6114)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				-1.0707 (-1.1829)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.0500 (0.6695)			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.8397 (3.5563) ***		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.7586 (2.7625) ***	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.4359 (1.2097)

(医薬)

データ数:		325	274	254	242
自由度修正済決定係数:		0.0969	0.0825	0.1031	0.0897
D.W.比:		2.5895	2.5607	2.5425	2.5956
lnTFP(-1)	(-)	-0.2257 (-6.1810) ***	-0.2199 (-5.4290) ***	-0.2332 (-5.6413) ***	-0.2225 (-5.1520) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0103 (2.5164) **	0.0108 (2.3424) **	0.0094 (1.9358) *	0.0105 (2.0854) **
基礎研究開発集約度(-1)	(+)	0.3392 (0.9056)			
基礎研究開発集約度(-2)	(+)		0.3970 (0.9381)		
基礎研究開発集約度(-3)	(+)			0.5910 (1.2014)	
基礎研究開発集約度(-4)	(+)				0.6806 (1.2337)
応用研究開発集約度(-1)	(+)	-0.1151 (-0.6610)			
応用研究開発集約度(-2)	(+)		-0.1387 (-0.5801)		
応用研究開発集約度(-3)	(+)			0.0959 (0.3223)	
応用研究開発集約度(-4)	(+)				-0.0043 (-0.0127)
開発研究開発集約度(-1)	(+)	0.0498 (0.3132)			
開発研究開発集約度(-2)	(+)		0.0023 (0.0132)		
開発研究開発集約度(-3)	(+)			0.1976 (0.9480)	
開発研究開発集約度(-4)	(+)				0.0798 (0.3907)

ここまでは、性格別の研究開発集約度のタイムラグを変更しつつ回帰分析を行ったが、同じ式においてはいずれの性格であっても同じタイムラグ期間を設定して分析を行っていた。しかし、基礎研究と応用研究、開発研究などの性格によって研究開発の成果が生産性に影響を及ぼすまでのタイムラグが異なっている可能性がある。そこで基礎、応用、開発のそれぞれについてタイムラグを1期から5期に設定し、すべての組み合わせ（ $5 \times 5 \times 5 = 125$ 通り）について回帰分析を試みた（参考資料 H：生産性と性格別研究開発集約度のタイムラグ構造）。

全体的な傾向としては、基礎および開発研究は TFP に対して有意に正の影響を及ぼしているが、応用研究についての符号は正であるものの、有意性が低い結果となっている。また、有意性は4期ラグのときに最も大きくなる（5期よりも4期の方が大きい）傾向が共通しており、性格によってタイムラグが異なる傾向は明確には観測されなかった。

3.2.3 TFP 成長率と性格別研究開発集約度、他の研究関連指標の関係性

第1章、第2章でとりあげてきたとおり、TFPを構成する要素は研究開発だけではない。ここでは、科学技術研究調査から入手できるいくつかの研究関連指標についてTFPとの関係性分析に追加することを試みた。

ここでは、第3.2.2小節の分析で用いたTFP成長率を性格別研究開発集約度(4期ラグ)で説明した関数に、その他の研究関連指標として社外支出研究開発集約度、公的部門から投入された研究開発集約度、研究者一人当たり研究費、従業員に占める研究者の割合、研究者中のドクター保有者の割合、研究者中の転入研究者の割合を加味した関数をそれぞれ推定した。

各関数の推定結果は図表3-7に示したが、おおむねいずれの変数についてもTFPとの間に有意な関係はみられなかった。ただし、「従業員に占める研究者の割合」は3期ラグとしたときに10%水準で有意となっており、タイムラグを異なった期間に設定したケースでも符号は正となっている(3期ラグ以外では有意性が不足)。

図表 3-7 性格別研究開発集約度と他の研究関連指標による TFP 成長率推定結果
(社外支出研究費)

データ数:		5318	5093	5118	5318
自由度修正済決定係数:		0.0858	0.0856	0.0728	0.0861
D.W.比:		2.0487	2.0364	2.1417	2.0491
lnTFP(-1)	(-)	-0.1789 (-19.5813) ***	-0.1774 (-19.0934) ***	-0.1575 (-17.2935) ***	-0.1790 (-19.5917) ***
ln売上高(-1)	(+)	0.0055 (5.6211) ***	0.0052 (5.3787) ***	0.0056 (5.8347) ***	0.0054 (5.5520) ***
基礎研究開発集約度(-4)	(+)	0.7046 (2.2509) **	0.6502 (2.0667) **	0.6861 (2.2140) **	0.6730 (2.1458) **
応用研究開発集約度(-4)	(+)	0.1123 (0.9112)	0.1756 (1.4023)	0.1159 (0.9160)	0.1089 (0.8843)
開発研究開発集約度(-4)	(+)	0.1016 (2.8180) ***	0.1196 (3.3059) ***	0.1040 (2.9451) ***	0.0951 (2.6502) ***
社外支出研究開発集約度(-1)	(+)	-0.0179 (-0.1471)			
社外支出研究開発集約度(-2)	(+)		0.0228 (0.1841)		
社外支出研究開発集約度(-3)	(+)			-0.1034 (-0.8164)	
社外支出研究開発集約度(-4)	(+)				0.1561 (1.1396)

(公的部門から投入された研究開発集約度)

データ数:		5318	5093	5118	5318
自由度修正済決定係数:		0.0860	0.0857	0.0727	0.0861
D.W.比:		2.0489	2.0358	2.1420	2.0484
lnTFP(-1)	(-)	-0.1793 *** (-19.6102)	-0.1777 *** (-19.1079)	-0.1576 *** (-17.2961)	-0.1791 *** (-19.5980)
ln売上高(-1)	(+)	0.0054 *** (5.6017)	0.0052 *** (5.3858)	0.0055 *** (5.7954)	0.0054 *** (5.5786)
基礎研究開発集約度(-4)	(+)	0.7083 ** (2.2656)	0.6586 ** (2.0963)	0.6698 ** (2.1659)	0.7030 ** (2.2489)
応用研究開発集約度(-4)	(+)	0.1177 (0.9548)	0.1783 (1.4234)	0.1136 (0.8971)	0.1245 (1.0069)
開発研究開発集約度(-4)	(+)	0.1039 *** (2.9132)	0.1240 *** (3.4346)	0.1006 *** (2.8643)	0.1041 *** (2.9189)
公的部門から投入された研究 開発集約度(-1)	(+)	-1.1265 (-1.0974)			
公的部門から投入された研究 開発集約度(-2)	(+)		-0.7832 (-0.7381)		
公的部門から投入された研究 開発集約度(-3)	(+)			-0.1707 (-0.1585)	
公的部門から投入された研究 開発集約度(-4)	(+)				-0.8864 (-1.1651)

(研究者一人当たり研究費)

データ数:		5066	4875	4887	5043
自由度修正済決定係数:		0.0891	0.0861	0.0709	0.0811
D.W.比:		2.0392	2.0504	2.1520	2.0696
lnTFP(-1)	(-)	-0.1810 *** (-19.4385)	-0.1778 *** (-18.8117)	-0.1559 *** (-16.6326)	-0.1723 *** (-18.2469)
ln売上高(-1)	(+)	0.0053 *** (5.2475)	0.0052 *** (5.1757)	0.0057 *** (5.7253)	0.0055 *** (5.5121)
基礎研究開発集約度(-4)	(+)	0.6962 ** (2.2245)	0.6534 ** (2.0813)	0.6876 ** (2.2033)	0.7085 ** (2.2486)
応用研究開発集約度(-4)	(+)	0.1166 (0.9436)	0.2008 (1.6004)	0.0990 (0.7724)	0.1211 (0.9734)
開発研究開発集約度(-4)	(+)	0.1057 *** (2.9473)	0.1249 *** (3.4689)	0.1032 *** (2.8852)	0.1028 *** (2.8180)
研究者一人当たり研究費(-1)	(+)	0.0000 (1.2102)			
研究者一人当たり研究費(-2)	(+)		0.0000 (1.0945)		
研究者一人当たり研究費(-3)	(+)			0.0000 (-0.1146)	
研究者一人当たり研究費(-4)	(+)				0.0000 (-0.5973)

(従業員に占める研究者の割合)

データ数:		5318	5093	5118	5318
自由度修正済決定係数:		0.0863	0.0857	0.0732	0.0861
D.W.比:		2.0473	2.0360	2.1401	2.0476
lnTFP(-1)	(-)	-0.1806 *** (-19.6460)	-0.1783 *** (-19.0487)	-0.1594 *** (-17.3905)	-0.1801 *** (-19.6121)
ln売上高(-1)	(+)	0.0053 *** (5.4298)	0.0052 *** (5.3066)	0.0054 *** (5.6119)	0.0053 *** (5.4410)
基礎研究開発集約度(-4)	(+)	0.6878 ** (2.1998)	0.6457 ** (2.0549)	0.6511 ** (2.1053)	0.6953 ** (2.2241)
応用研究開発集約度(-4)	(+)	0.0711 (0.5657)	0.1550 (1.2093)	0.0530 (0.4044)	0.0671 (0.5238)
開発研究開発集約度(-4)	(+)	0.0652 (1.5633)	0.1030 ** (2.4364)	0.0540 (1.2312)	0.0614 (1.2937)
従業員に占める研究者の割合(-1)	(+)	0.0338 (1.6312)			
従業員に占める研究者の割合(-2)	(+)		0.0170 (0.7777)		
従業員に占める研究者の割合(-3)	(+)			0.0424 * (1.7412)	
従業員に占める研究者の割合(-4)	(+)				0.0334 (1.2517)

(研究者中のドクター保有者の割合)

データ数:		3955	2805	1902	975
自由度修正済決定係数:		0.0933	0.0995	0.0762	0.1203
D.W.比:		2.0786	2.0539	2.0751	0.0000
lnTFP(-1)	(-)	-0.1883 *** (-17.6382)	-0.1966 *** (-15.7653)	-0.1538 *** (-10.3888)	-0.2218 *** (-10.8011)
ln売上高(-1)	(+)	0.0045 *** (3.7887)	0.0052 *** (3.7040)	0.0051 *** (2.9224)	0.0029 (1.1253)
基礎研究開発集約度(-4)	(+)	0.8337 ** (2.2263)	1.2807 *** (2.8921)	1.7802 *** (2.7587)	2.0314 ** (2.1161)
応用研究開発集約度(-4)	(+)	0.1602 (1.0804)	0.1011 (0.5559)	-0.1801 (-0.7715)	-0.2626 (-0.8378)
開発研究開発集約度(-4)	(+)	0.1033 ** (2.5115)	0.0962 ** (1.9646)	0.0320 (0.5522)	-0.0684 (-0.9002)
研究者中のドクター保有者の割合(-1)	(+)	0.0185 (0.9841)			
研究者中のドクター保有者の割合(-2)	(+)		0.0181 (0.7947)		
研究者中のドクター保有者の割合(-3)	(+)			0.0294 (1.0197)	
研究者中のドクター保有者の割合(-4)	(+)				0.0399 (0.9852)

(研究者中の転入研究者の割合)

データ数:		3955	2805	1902	975
自由度修正済決定係数:		0.0933	0.0995	0.0762	0.1203
D.W.比:		2.0786	2.0539	2.0751	0.0000
lnTFP(-1)	(-)	-0.1883 *** (-17.6382)	-0.1966 *** (-15.7653)	-0.1538 *** (-10.3888)	-0.2218 *** (-10.8011)
ln売上高(-1)	(+)	0.0045 *** (3.7887)	0.0052 *** (3.7040)	0.0051 *** (2.9224)	0.0029 (1.1253)
基礎研究開発集約度(-4)	(+)	0.8337 ** (2.2263)	1.2807 *** (2.8921)	1.7802 *** (2.7587)	2.0314 ** (2.1161)
応用研究開発集約度(-4)	(+)	0.1602 (1.0804)	0.1011 (0.5559)	-0.1801 (-0.7715)	-0.2626 (-0.8378)
開発研究開発集約度(-4)	(+)	0.1033 ** (2.5115)	0.0962 ** (1.9646)	0.0320 (0.5522)	-0.0684 (-0.9002)
研究者中の転入研究者の割合(-1)	(+)	0.0185 (0.9841)			
研究者中の転入研究者の割合(-2)	(+)		0.0181 (0.7947)		
研究者中の転入研究者の割合(-3)	(+)			0.0294 (1.0197)	
研究者中の転入研究者の割合(-4)	(+)				0.0399 (0.9852)

3.2.4 今後の課題

今回の試行では、総務省「科学技術研究調査」と経済産業省「企業活動基本調査」の企業レベルの個票データを接続することにより、企業のTFPと研究開発集約度の間には有意に正の関係があり、製造業ではよりその傾向が強まるが、非製造業では両者の関係は希薄になること、TFPと研究開発集約度との関係にはタイムラグがあること等が明らかになった。

一方で、基礎や応用、開発等の性格による違い、企業における研究者の割合や流動性といった変数による生産性への影響を観測することはできなかった。

しかし、第2章でとりあげた国レベルのマクロデータによる分析の場合と同様、今回の分析はあくまでも現在利用可能なデータを使って試行した暫定的なものである。今後、知識の生産や利用等の関連データの充実を図るとともに、それらデータを活用して研究を深化させていくことが必要であり、そうすることで今回の分析では捉えきれなかった実態を明らかにしていくことも可能になると考えられる。

- 知識と産業の結びつきの強さによって、公的な知識ストック等からのスピルオーバー効果も変わってくる可能性がある。サイエンスリンケージ（特許中の学术论文の引用件数）等の共通の尺度によって産業、時点間の実態を把握し、分析に利用していくことが望ましい。
- 第2.1.3小節でとりあげたようにTFPに含まれる要因は様々である。研究開発以外についてもTFPに影響を与えうる要因については、指標化して説明変数に加え、その影響をコントロールして分析することが望ましい。
- 企業レベルのTFPの推計には、参考資料Gに示したように、産業別有形固定資産の時価・簿価比率、各生産要素（資本・労働・中間投入）のコスト等のデータを用いる。たとえば時価・簿価比率を算出するために必要な長期間の産業別有形固定資産額等、必要な関連データは様々である。企業の生産性分析を行うたびにデータを一から整備するのは非効率的であり、必要なデータセットを継続的にメンテナンスする、企業活動基本調査等の統計調査の個票データからTFPを推計するプロセスをNISTEP内部で標準化するといったことが望ましい。
- 今後、科学技術イノベーション政策、研究開発及び知識ストックを取り巻く要因と相互関係についての検討を進めるとともに、その構造を明らかにするために必要なデータを充実させていくことにより、実態の把握や分析に役立てていくことが求められる。

参考資料

参考資料 A : R&D のストック化に関する先行調査研究（公的機関）

経済企画庁（1982）「企業行動に関するアンケート調査」、1982年1月

日本開発銀行（1987）、（現日本政策投資銀行）設備投資研究所「民間企業の研究開発に関するアンケート調査」、1987年

経済団体連合会（1998）、「産業技術力強化のための実態調査報告書」、1998年

【経団連会員企業アンケート（有効回答数 123 社）】

	開発リードタイム			製品ライフサイクル		
	10年前	5年前	現在	10年前	5年前	現在
食料品	2.2	2	1.7	6.4	4.4	2.8
パルプ・紙	5	5	3	15	12.5	10
石油精製・製品	2.6	2	1.8	8.5	6.7	5.9
鉄鋼	4.3	3	2.6	13.1	11.1	9.4
非鉄	3.5	2.3	1.6	7.5	5.7	3.8
繊維	4.2	3.5	2.4	5.8	4.8	4.1
化成品	5	3.9	3	14.1	8.5	5.7
洗剤・化粧品・油脂	7	4.7	2.8	7.7	6.7	5.7
医薬品	9.9	10.8	13.2	15.8	12	9
ゴム製品	2	1.3	0.6	5.5	4	2.5
窯業・土石製品	4.5	3.2	2.4	13	10.6	9.6
金属製品	5.8	5.8	3.1	20	10	10
重電機器	6.6	6	5.4	24.4	23.6	23.1
家電機器	1.6	1.5	1.1	1.6	1.3	0.9
半導体・デバイス	4.2	3.2	1.9	5.4	3.8	2.9
情報・通信機器	3.8	2.5	1.6	4.8	3.4	2
自動車	4.7	3.4	2.3	7.3	5.3	4.6
船舶	2.2	2.2	1.8	14.2	14.2	14.2
産業機械	3.1	2.4	1.5	14.7	10.9	9.1
精密機器	3.1	2.4	1.8	6.3	5.2	4.1
電力・ガス・原子力	6.6	7.4	9.2	18.4	19.2	26.8
情報・通信サービス	3.8	3.1	1.8	8.8	4.9	3.6
建築	3.3	2.5	2	7.7	6.5	5.7
エンジニアリング	4	3.5	3.3	21.3	19.3	18.8
全事業分野平均	4.3	3.6	3	11.1	8.9	8.1

科学技術庁（1985）、「民間企業の研究活動に関する調査（昭和 60 年度）」

	自主技術 研究期間	特許収入 期間		自主技術 研究期間	特許収入 期間
繊維工業	3	8.7	非鉄金属工業	4	13.3
化学工業	5	12.6	金属製品工業	3	9.8
医薬品工業	8	10.0	機械工業	3	13.8
石油・石炭製品工業	5	13.0	電気機械工業	3	7.4
窯業	4	14.0	輸送用機器工業	3	9.5
鉄鋼業	3	12.2	精密機械工業	2	4.1

科学技術政策研究所(1999)、「研究開発関連政策が及ぼす経済効果の定量的評価手法に関する調査(中間報告)」、1999年6月

【企業、大学・研究機関アンケート（有効回答数 630 社、456 大学、476 機関）】

	懐妊期間 (年)	陳腐化率 (%)		懐妊期間 (年)	陳腐化率 (%)
民間企業計	5	10.56	国立大学	12	6.95
建設業	4	19.57	公立大学	7	9.02
製造業	5	10.05	大学共同利用機関	9	4.73
運輸・通信・公益	4	26.06	特殊法人	8	8.67
私立大学	9	8.61	国立試験研究機関	9	7.45
			公立試験研究機関	6	7.72

科学技術政策研究所(2010)、「平成 21 年度民間企業の研究活動に関する調査報告」、『NISTEP REPORT』No.143、2010年8月

科学技術政策研究所(2012)、「分野別知識ストックに係るデータの収集・分析」、『NISTEP NOTE (政策のための科学)』No.1、2012年7月

【NISTEP（2010）で実施した企業アンケート（有効回答数 1414 社）から特許出願数データを用いて分野別に推計】

	公的部門		民間部門	
	懐妊期間 (年)	陳腐化率 (%)	懐妊期間 (年)	陳腐化率 (%)
ライフサイエンス	7.0	12.5	4.06	32.7
情報通信	7.5	16.7	4.03	26.9
環境	8.0	20.0	3.84	30.1
物質材料	7.0	11.1	3.84	32.5
ナノテクノロジー	8.6	20.0	3.96	31.2
エネルギー	6.3	11.1	3.90	26.9
宇宙開発	12.0	6.7	3.81	26.3
海洋開発	10.5	6.7	3.90	28.0
その他	4.5	20.0	3.90	28.6
全体	7.0	14.3	3.91	28.8

- 蜂谷義明 (2005)、「研究開発の循環性、収益性の検討ー設備投資との比較を中心にー」、日本政策投資銀行『調査』No.81、2005年3月
- 富田秀昭 (2005)、「R&D のスピルオーバー効果分析ー日本のハイテク産業における実証ー」、日本政策投資銀行設備投資研究所『経済経営研究』、Vol. 26(2)、2005年6月
- 中野諭 (2008)、「企業レベルの R&D ストックと全要素生産性の計測」、内閣府経済社会総合研究所『平成 19 年度 イノベーション政策及び政策分析手法に関する国際共同研究』No.2、第 3 章、平成 20 年 3 月
- 川崎泰史 (2006)、「R&D の資本化について」、内閣府経済社会総合研究所『New ESRI Discussion Paper』No.1、2006年12月
- 内閣府経済社会総合研究所 (2011)、「R&D サテライト勘定の調査研究 報告書」、『季刊国民経済計算』No.144、2011年2月
- 内閣府経済社会総合研究所 (2012)、「我が国の国民経済計算における R&D 資本化の導入に向けて」、『季刊国民経済計算』No.149、2012年9月
- Guellec, D. and B. van Pottelsberghe (2001), “R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries”, *OECD Economic Studies*, 2001/2.
- Ulku, H. (2004), “R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis”, IMF Working Paper, WP/04/185
- Abdih, Y. and F. Joutz (2005), “Relating the Knowledge Production Function to Total Factor Productivity: An Endogenous Growth Puzzle”, IMF Working Paper, WP/05/74
- Khan, M. and K. B. Luintel (2006), “Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?” OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2006/06,
- Brian K. Sliker(2007), “2007 R&D Satellite Account Methodologies: R&D Capital Stocks and Net Rates of Return”, Bureau of Economic Analysis/National Science Foundation, *R&D Satellite Account Background Paper*, December 2007
- Charles Ian Mead(2007), “R&D Depreciation Rates in the 2007 R&D Satellite Account”, Bureau of Economic Analysis/National Science Foundation, *R&D Satellite Account Background Paper*, December 2007
- Coe , D., E. Helpman, and A. Hoffmaister (2008), “International R&D Spillovers and Institutions”, IMF Working Paper, WP/08/104
- OECD (2002), “Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development”, 6th edition, OECD
- OECD (2010), “Handbook on Deriving Capital Measures of Intellectual Property Products”, OECD

参考資料 B : 知識ストックと生産性の関係性等の分析に関する先行調査研究（公的機関）

B.1 サーベイした先行研究事例の一覧

1. Giorno, C., P. Richardson and W. Suyker (1995), “Technical progress, factor productivity and macroeconomic performance in the medium term”, *OECD Economic Studies No.25*, 1995/II
2. Sakurai, N., E. Ioannidis and G. Papaconstantinou (1996), “The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 1996/02
3. Guellec, D. and B. van Pottelsberghe (1997), “Does government support stimulate private R&D?”, *OECD Economic Studies No. 29*, 1997/II, p95-p122.
4. Guellec, D. and E. Ioannidis (1997), “Causes of fluctuations in R&D expenditures – a quantitative analysis”, *OECD Economic Studies No. 29*, 1997/II, p123-p138.
5. Guellec, D. and B. van Pottelsberghe (2000), “The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2000/04
6. Bassanini, A. and S. Scarpetta (2001), “The Driving Forces of Economic Growth: Panel Data Evidence for the OECD Countries”, *OECD Economic Studies*, 2001/2.
7. Verspagen, B. (2001), “Economic Growth and Technological Change: An Evolutionary Interpretation”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2001/01,
8. Guellec, D. and B. van Pottelsberghe (2001), “R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries”, *OECD Economic Studies*, 2001/2.
9. Pilat, D. and F. C. Lee (2001), “Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2001/04,
10. Colecchia, A. and P. Schreyer (2003), “The contribution of information and communication technologies to economic growth in nine OECD countries”, *OECD Economic Studies*, 2002/1.
11. Pilat, D., F. Lee and B. van Ark (2003), “Production and Use of ICT: A Sectoral Perspective on Productivity Growth in the OECD Area”, *OECD Economic Studies*, 2002/2.
12. Bourlès, R. and G. Cette (2005), “A comparison of structural productivity levels in the major industrialised countries”, *OECD Economic Studies*, 2005/2.
13. Luintel, K. B. and M. Khan (2005), “An Empirical Contribution to Knowledge Production and Economic Growth”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2005/10
14. Khan, M. and K. B. Luintel (2006), “Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2006/06,
15. Wölfl, A. and D. Hajkova (2007), “Measuring Multifactor Productivity Growth”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2007/05

16. Ulku, H. (2004), "R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis", *IMF Working Paper*, WP/04/185
17. Abdih, Y. and F. Joutz (2005), "Relating the Knowledge Production Function to Total Factor Productivity: An Endogenous Growth Puzzle", *IMF Working Paper*, WP/05/74
18. Coe, D., E. Helpman, and A. Hoffmaister (2008), "International R&D Spillovers and Institutions", *IMF Working Paper*, WP/08/104
19. Cova, P., M. Pisani, N. Batini, and A. Rebucci (2009), "Global Imbalances: The Role of Non-Tradable Total Factor Productivity in Advanced Economies", *IMF Working Paper*, WP/09/63
20. Afonso, A. and J. Gonzalez (2008), "Economic Growth and Budgetary Components: A Panel Assessment for the EU", *ECB Working Paper* No. 848

B.2 先行研究で採られていた分析方法、利用データ等の概要

	分析手法	対象国・地域	データ期間	備考(分析の組合せ)	備考(データ)
1	△民間部門の付加価値(△労働効率性, △雇用数, △平均労働時間, △民間資本蓄積)の関数を組み込んだ OECD 保有のマクロモデル、INTERLINK モデルでシミュレーション	G7 諸国		推定結果等は記載なし、シミュレーション結果のみ	
2	TFP 上昇率=f(研究開発集約度)の関数を国際パネルデータにより推定	OECD 主要 10 か国	1970 年代～90 年	業種別に推定	
3	△民間資金 R&D=f(△付加価値, △政府資金 R&D, △優遇措置)の関数を国際パネルデータにより推定 関数はエラーコレクション型関数で推定 分析手法は SURE を利用	OECD 17 カ国	1981～96 年	関数形等を変えつつ、全対象をプールして推定	・国別の補助率やランク変数についてはソースや作成方法が明記されていない。 ・資金拠出主体別は MSTI である程度把握可能
4	△民間資金 R&D=f(△GDP, △政府資金による民間の R&D、構造変化要因、実質長期金利)の関数を、国際パネルデータにより推定 関数はエラーコレクション型関数で推定	OECD 12 カ国	1972～95 年	G6、G12 別に推定	・構造変化要因はハイテク部門の R&D シェアを GDP シェアで加重平均したもの
5	△民間資金 R&D=f(△付加価値, △政府資金 R&D, △優遇措置, △政府 R&D, △大学等 R&D)の関数を国際パネルデータにより推定 分析手法は 3SLS を利用	OECD 17 カ国	1984～96 年	タイムラグや変数を変えつつ、全対象をプールして推定	・国別の補助率やランク変数についてはソースや作成方法が明記されていない。
6	△GDP=f(△物的資本蓄積, △人的資本蓄積, △人口, △物価, △政府の大きさ, △R&D, △金融市場の発達度, △貿易等)の関数を国際パネルデータにより推定	OECD 21 カ国	1971～98 年	変数を変えつつ、全対象をプールして推定	・人的資本=学校教育平均年数×生産年齢人口

	分析手法	対象国・地域	データ期間	備考(分析の組合せ)	備考(データ)
7	$\Delta \text{GDP} = f(\Delta \text{特許}, \Delta \text{投資}, \Delta \text{キャッチアップポテンシャル}, \Delta \text{輸出}, \Delta \text{R\&D})$ の関数を国際パネルデータに基づいて推定	OECD 諸国等 29 カ国	1966～95 年	関数形等を変えつつ、全対象をプールして推定	・キャッチアップポテンシャル＝一人当たり GDP
8	$\text{MFP} = f(\text{企業 R\&D ストック}, \text{海外 R\&D ストック}, \text{公的 R\&D ストック}, \Delta \text{雇用}, \text{国別短期効果})$ 等の MFP 関数を国際パネルデータに基づいて推定 分析手法は OLS のほか 3SLS や SURE を利用	OECD 16 カ国	1980～98 年	全対象をプールして推定	・海外 R&D は他国の R&D ストックを二国間の技術近接性をウェイトとして合算 ・R&D の懐妊期間は 0 年、陳腐化率は 15%
9	生産性を国・年代ごとに全体および産業(製造業、うち電子機器、サービス業、ICT 生産業)別に計測し、寄与度分解	11 カ国	1970～99 年	国、年代、業種別に要因分解	
10	経済成長への ICT 寄与度を国別、年代別に推計	OECD 主要 9 カ国	1980～2000 年	経済成長への ICT 寄与度を国別、年代別に推計(関数の推定結果は記載なし)	
11	経済成長への ICT など産業別寄与度を国別、年代別に推計し、比較	OECD 19 カ国	1990～2000 年	経済成長への ICT など産業別寄与度を国別、年代別に推計	
12	$\Delta \text{時間当たり労働生産性} = f(\Delta \text{雇用量}, \Delta \text{労働年齢人口}, \Delta \text{雇用率}, \Delta \text{自営業率}, \Delta \text{全体に占める公的雇用比率}, \Delta \text{年間平均労働時間}, \Delta \text{パートタイム労働率}, \Delta \text{投資比率(対 GDP)}, \Delta \text{ICT 生産比率(対 GDP)}, \Delta \text{ICT 投資比率(対 GDP)}, \Delta \text{R\&D 投資比率(対 GDP)}, \Delta \text{インターネットユーザー数}, \Delta \text{GDP}, \Delta \text{消費者物価指数})$ の関数を国際パネルデータにより推定	OECD 25 カ国	1992～2002 年	変数、対象国のグループを変えつつ推定	
13	当期の国内への知識の流入(フロー) $= f(1 \text{ 期前の国内への知識の流入(フロー)}, \text{研究者への利益}, \text{国内の知識量(ストック)}, \text{その他の国の知識量(ストック)})$ の関数を国際パネルデータにより推定	OECD 19 カ国	1981～2000 年	関数形、推計方法を変えつつ、全対象をプールして推定	

	分析手法	対象国・地域	データ期間	備考(分析の組合せ)	備考(データ)
14	MFP=f(MFP(1期ラグ)、民間知識ストック、公的知識ストック、海外知識ストック、人的資本、公的インフラ、対外・対内直接投資、ハイテク輸出・輸入、景気循環)の関数を国際パネルデータにより推定 OLS や IV 法による通常のパネル分析では企業 R&D 以外安定した結果が得られず、Dynamic Heterogeneous パネルモデルで推定。	OECD 16 力国	1980～ 2002 年	分析手法、推計方法を变えつつ、全対象をプールして推定	・人的資本＝学校教育平均年数×生産年齢人口 ・R&D ストックの陳腐化率は 15% ・海外 R&D は#8 等と同様の方法
15	成長会計による MFP の推計および労働、資本の寄与度分解	OECD 14 力国	1990～ 2003 年	国、年別に要因分解	
16	TFP、就業者当たり特許取得件数、GDP=f(特許ストック、中等学校就学率、カントリーリスク、市場のオープン性、製造業輸入率等)の関数を国際パネルデータに基づいて推定 分析手法は固定効果モデルおよび GMM 法	OECD 諸国等 30 力国	1981～ 1997 年	被説明変数、説明変数、対象国・地域のグループを変えつつ推定	・特許ストックの陳腐化率は 20% ・リスク指標は世界銀行が出所とのこと。オープン性については詳細不明
17	特許出願数=f(特許ストック、科学者・エンジニア数)および TFP=g(特許ストック)の関数が長期的に成立することを共変分析によって検証	米国	1948～ 97 年	アメリカのマクロのみ	特許ストックは $S = \text{出願} + (1 - \text{陳腐化率}) \times S(-1)$ 。ストックの陳腐化率は 15%を基本に 0、5、10%でも推定(いずれでも結果は頑健)

	分析手法	対象国・地域	データ期間	備考(分析の組合せ)	備考(データ)
18	TFP=f(国内 R&D ストック、輸入比率×海外 R&D ストック、人的資本、特許保護、法的起源等)の関数を国際パネルデータに基づいて推定	24 力国	1971～ 2004 年	変数を変えつつ、全対象をプールして推定 分析手法としては通常の OLS のほか、Dynamic OLS を利用	・特許保護は先行研究で作成された指標、法的起源はイギリス、ドイツ、フランス、スカンジナビア ・海外 R&D は二国間輸入をウェイトとして他国の R&D を合算 ・R&D ストックの陳腐化率は 5%
19	DSGE モデルを用いて TFP が経済に与えた影響をシミュレーション分析	5 地域 (米国、ユーロ圏、日本、アジア新興国、その他)× 2 部門 (貿易財、非貿易財)	1994 年 第 4 四半期を 定常状態とし、 500 四半期		
20	GDP 成長率や生産性上昇率を公的債務や民間投資、人口成長率等を操作変数とし、政府の各種支出、収入で説明する関数を推定 分析手法は、Arellano-Bond 動学パネル推定	EU-15 諸国	1971～ 2006 年	被説明変数、説明変数、年代を変えつつ推定	

B.3 収集した各先行研究の概要

(1)タイトル	Technical progress, factor productivity and macroeconomic performance in the medium term
著者	Claude Giorno, Pete Richardson and Wim Suyker
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies 1995(11)</i>
分析方法	Δ民間部門の付加価値=(Δ労働効率性, Δ雇用数, Δ平均労働時間, Δ民間資本蓄積)の関数を組み込んだ OECD 保有のマクロモデル、INTERLINK モデルでシミュレーション
分析対象国・地域	G7 (米国、日本、ドイツ、フランス、イタリア、英国、カナダ)
分析対象期間	記載なし (1995 年以前)

(概要)

INTERLINK モデル (OECD が開発したマクロ経済モデル) を用いて、新技術が導入されることによりマクロ経済にどのような影響がでるかをシミュレーション。

- 全要素生産性の上昇は生産性と実質所得の増加をもたらすが、どの程度調整されるかは、技術の変化がどの程度経済の長期的均衡に影響を与えるかに依存する。
- 仮に労働効率性の成長の方が全要素生産性よりも永続的に大きいとすると、実質賃金がゆっくり調整される場合においては、失業率は下がっていく。
- 潜在的な生産性向上により、国内の需要をインフレ圧力なく引き上げる効果をもたらす。また海外の需要が高まるか、他の OECD 諸国で同時に生産性が高まれば、競争によって潜在的な生産性と実際の需要のギャップを埋める効果がある。
- 金融市場における条件と、金融市場の反応が、経済の調整過程を強化する上で特に重要な要素になる。たとえば、名目利子率が硬直的である場合、調整過程がうまく働かず、均衡への到達は遅くなる。
- 労働市場の不完全性によって、NAIWU (インフレを加速させない賃金水準) が上昇し続ける極端なケースでは、技術進歩の便益は部分的に失われてしまう。
- 市場硬直性を小さくしていくことが、技術進歩が進む中では重要となる。

(2)タイトル	The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s
著者	Norihisa Sakurai, Evangelos Ioannidis, George Papaconstantinou
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 1996/02</i>
分析方法	TFP 上昇率=f (研究開発集約度) の関数を国際パネルデータにより推定
分析対象国・地域	OECD の主要 10 か国 (G7 各国、オーストラリア、デンマーク、オランダ)
分析対象期間	1970 年代~90 年

(概要)

技術の変化は長期的な経済成長の背後にある主要な原動力であり、両者の関係が経済学者や政策立案者の間で注目されている。研究開発活動は技術の進歩、イノベーションの成果による生産性への貢献につながり、生活水準の向上や雇用の創出など経済全体にも影響を及ぼしうるものである。本稿はこうした認識の下で、R&D と生産性や国際的なスピルオーバーの関係は 1970 年代と 80 年代で変わってきたのかについて分析したものである。

まず成長会計の考え方に基づいて、対象 10 カ国のマクロおよび産業別の TFP を推計している。結果を概観すると 1970 年代から 80 年代にかけての各国の経済成長のうち 42%が TFP、37%が資本、21%が労働投入によって説明できるものとした。

次に一般的なコブ・ダグラス型生産関数に基づき、R&D 変数と TFP の関係性について回帰分析を実施している。なお、R&D ストックの計測が困難なことからフローである R&D の集約度を説明変数として用いており、国内の R&D、海外からの技術導入等、複数のパターンで分析を行っている。分析結果によると、研究開発の限界収益率は製造業では全データをプールして分析すると約 15%で年代による有意な違いもみられなかったが、国・年代別に分析を行うと 1970 年代には日本が約 40%と最大であったが、80 年代にはイタリアが約 50%と最も高くなったとしている。一方、サービス業では平均して 1970 年代に 130%、80 年代に 190%と製造業よりも顕著に高い結果を示したとしている。

(3)タイトル	Does government support stimulate private R&D?
著者	Dominique Guellec, Bruno van Pottelsberghe de la Potterie
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies No. 29, 1997/II</i> P95~122
分析方法	Δ 民間資金 R&D=f(Δ 付加価値, Δ 政府資金 R&D, Δ 優遇措置) の関数を国際パネルデータにより推定
分析対象国・地域	OECD17 カ国
分析対象期間	1981~96 年

(概要)

財政刺激や直接的補助金が、企業の事業資金による研究開発に影響を与えたかどうかを調査したもの。分析では、以下のようなエラーコレクションモデルの数式を国際パネルデータに基づいて SURE 法で推定しているほか、補助率を組み込んだ関数についても分析を行っている。

$$\begin{aligned} \Delta \ln RP_{it} = & \lambda \Delta \ln RP_{it-1} + \beta \Delta \ln VA_{it} + \beta_1 \Delta \ln VA_{it-1} + \gamma \Delta \ln RG_{it} + \gamma_1 \ln RG_{it-1} + \alpha \Delta \ln B_{it} + \alpha_1 \ln B_{it-1} \\ & + \lambda_2 \ln RP_{it-2} + \beta_2 \ln VA_{it-2} + \gamma_2 \ln RG_{it-2} + \alpha_2 \ln B_{it-2} \\ & + \zeta_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

RP：民間資金により民間で実施された R&D、VA：ビジネス部門付加価値、RG：政府資金により民間で実施された R&D

B：研究開発税制指数、i：国、t：時点

- 少なくとも短期間では、財政的インセンティブ、直接的補助金の両方が民間の研究開発投資を喚起した。
- 長期的にみると、財政的インセンティブよりも直接的補助金の方がより効果的な投資喚起手段であった。これは、インセンティブが主に現在進展しているプロジェクトを促進させる一方、直接的補助金は新しいプロジェクト立ち上げに寄与するためと考えられる。
- 民間研究開発への政府のサポートは、長期的計画に組み込まれるのであれば、どのような形態であれ、短期的なものよりも効果的になる。これは投資家が直面する不確実性を緩和するためと考えられる。
- 補助金交付水準が過度に高い、もしくは過度に低い国は、中間的な補助金交付水準の国と比

べて、民間の研究開発によい影響をもたらさない。短期的には、補助金の交付率が15%位で政府の投資による研究開発からの利益が最大になり、30%を超えるとほぼ補助金の効果がなくなる。

- より安定的な財政政策、補助金政策をとる国は、不安定な国と比べ、財政刺激や補助金が民間の研究開発へ及ぼす効果が高い
- 直接的補助金と財政的インセンティブは代替的效果をもたらすため、一方を拡充すると他方の効果が弱まってしまう。このため、これらの政策を同時に発動する場合、実施機関の協調が必要になる。
- 国防関連の研究開発への補助金は、資源価格引き上げなどの影響を通じて、民間の研究開発を減少させる。

(4)タイトル	Causes of fluctuations in R&D expenditures – a quantitative analysis
著者	Dominique Guellec and Evangelos Ioannidis
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies No. 29, 1997/II</i> P123~138
分析方法	Δ 民間の R&D=f(Δ GDP, Δ 政府資金による民間の R&D、構造変化要因、実質長期金利) の関数を、国際パネルデータにより推定
分析対象国・地域	OECD 加盟の G12 諸国 (米国、カナダ、日本、フランス、ドイツ、英国、イタリア、オランダ、デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン)
分析対象期間	1972~95 年
(概要)	
1990 年代初めから半ばにかけての景気の下落と、政府の研究開発資金の減少との間にどのような関係があるのかを、国別データのグラフ化及びパネルデータ分析を用いて分析。	
<ul style="list-style-type: none"> ● 1990 年代における民間の研究開発への支出が横ばいになった理由は、この期間の不景気、政府投資の減少、高い利子率、ハイテク産業からサービス産業への移行によって説明できる。 ● ただしその原因の中で主たる要素は国ごとに異なる。例えば日本やドイツでは、バブル崩壊によるマクロ経済ショックによって民間の研究開発水準が伸び悩んだのに対し、米国、英国、フランスでは、政府投資の減少とサービス業への移行が、研究開発投資水準が横ばいになった原因である。 ● 政府の資金拠出は、長期的に民間の研究開発水準に影響を与える。このため、政府資金による民間の研究開発は、長期計画にのっとったものである必要がある。 ● 不景気時には、企業は期待収益が小さいプロジェクトから停止していくため、応用研究よりも基礎研究から停止されていく可能性が高い。このため、より基礎研究的要素を持ったものに対する政府投資が有効であるといえる。 ● 過去 10 年間にわたって政府拠出が減少していることから、将来的には主として長期計画の基礎的研究開発に影響を及ぼすことになるかもしれない。 	

(5)タイトル	The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D
著者	Dominique Guellec, Bruno van Pottelsberghe de la Potterie
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2000/04</i>
分析方法	Δ 民間資金 R&D=f(Δ 付加価値, Δ 政府資金 R&D, Δ 優遇措置, Δ 政府 R&D, Δ 大学等 R&D) の関数を国際パネルデータにより推定
分析対象国・地域	OECD17 カ国
分析対象期間	1984～96 年
<p>(概要)</p> <p>助成や調達、税制上の優遇措置等により直接、あるいは公的研究機関や大学での研究活動などにより間接的に民間の研究開発活動を支援・促進することは主要な政策ツールである。本分析は、こうした政策による民間 R&D への効果を計測したもので、結果の概要は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 政府による研究開発への直接的な資金援助は民間資金による研究開発に正の効果を与えており、1ドルの政府資金は1.7ドルの研究開発につながる。 ● 税制上の優遇措置は民間資金による研究開発に正の効果をもたらす。 ● 企業は政府支援が継続して行われることが不確実であると追加的な研究開発を実施しない。2つの政策ツールが継続して実施されるとより効果的である。 ● 直接的資金援助と税制優遇措置は代替的であり、一方を拡充すると他方の効果が減少する。 ● 政府の研究開発プログラムは企業よりも長期的な視野に立ったものであることを反映し、直接的資金援助は税制優遇措置よりも効果が長く継続する。 ● 政府の資金援助は多すぎても少なすぎても効果が小さくなる。この分析では17カ国の平均で民間の研究開発の約13%がその閾値であった。 ● 公的機関や大学における国防分野の研究開発は、研究者や他の資源の需要や価格を引き上げること等から、民間の研究開発をクラウドアウトする。文民分野での公的研究開発は中立的である。大学での基礎的研究等の成果のスピルオーバーがあらわれるには長い時間がかかるとみられ、本分析のデータでは確認できなかった。 	

(6)タイトル	The Driving Forces of Economic Growth
著者	Andrea Bassanini, Stefano Scarpetta
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies No. 33, 2001/II P10～53</i>
分析方法	Δ GDP=f(Δ 物的資本蓄積, Δ 人的資本蓄積, Δ 人口, Δ 物価, Δ 政府の大きさ, Δ R&D, Δ 金融市場の発達度, Δ 貿易等) の関数を国際パネルデータにより推定 Δ R&Dは、国全体のR&Dと民間のR&Dから構成されており、引き算によって政府によるR&Dを計算
分析対象国・地域	OECD21 カ国
分析対象期間	1971～98 年
<p>(概要)</p> <p>財政刺激や直接的補助金が、企業の事業資金による研究開発に影響を与えたかどうかを調査。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国ごとの結果を見ると、投資収益率、人的資本、研究開発、貿易、金融構造、マクロ経済政策の違いが、GDPの差に大きな影響をもたらしているといえる。 ● GDPに対する物的資本の弾力性は、国民経済計算の結果と整合的であるといえるが、一方 	

で人的資本の弾力性は整合的ではない。これは、教育への投資には正の外部性が働くからであると考えられる。特に教育水準が相対的に低い場合は、少なくとも過去数十年間において、教育への投資から得られる社会的便益は私的便益を上回っていたと考えられる。

- 民間部門の物的資本蓄積は、インフレ率と負の関係があったといえる。つまり、高いインフレに見舞われた国は物的資本の築盛が進まず、GDPにマイナスの影響を与えていたといえる。またインフレ率が変動しやすい場合には、より低リスク低リターンプロジェクトへの投資が増えることを通じて、GDPに影響を及ぼしていたと考えられる。
- 税率がある一定の水準にある場合、直接税を上げるとGDPにマイナスの効果をもたらすが、一方で政府消費、政府投資はGDPに少なくともマイナスの影響をもたらさない。つまり、政府投資は民間部門の枠組みの改善を通じて、GDP成長に影響を及ぼしている可能性がある。
- 民間部門の研究開発は高い社会的便益をもたらすように見えるが、民間主導でない研究開発とGDPとの間の明確な関連は見いだせなかった。しかしながら、回帰分析では特定できない国際的なスピルオーバーがある可能性があり、長期的には技術の外部への波及効果をもたらす基礎的知識の創出に影響を与えている可能性はある。

(7)タイトル	Economic Growth and Technological Change
著者	Bart Verspagen
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2001/01</i>
分析方法	$\Delta \text{GDP} = f(\Delta \text{特許}, \Delta \text{投資}, \Delta \text{キャッチアップポテンシャル}, \Delta \text{輸出}, \Delta \text{R\&D})$ の関数を国際パネルデータに基づいて推定
分析対象国・地域	29カ国 (OECD 諸国および香港、マレーシア、フィリピン、シンガポール、韓国、台湾、タイ、トルコ)
分析対象期間	1966～95年
<p>(概要)</p> <p>本稿は進化経済理論 (evolutionary economic theory) の観点から技術変化の役割に重きを置いて、近年の経済成長を説明しようとしたものである。</p> <p>まず、一人当たり GDP と輸出に占める特許の割合との関係を年代を変えつつ推定し、次に一人当たり GDP と R&D 集約度の関係性についても同様に推定した。</p> <p>さらに GDP 成長率をイノベーション (特許、R&D)、キャッチアップポテンシャル (一人当たり GDP) およびその他の要因 (投資、輸出) によって説明する Fagerberg 成長モデルに基づいた分析を行った。これら分析の結果から以下のように結論をまとめている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 米国は他の OECD 諸国の平均から離散的である。 ● 外国技術の同化が活発になってきており、もはや研究開発よりも世界の技術的フロンティアにキャッチアップしていくために重要となってきた。 ● 国家間の特許など技術的競争力の違いが成長力を説明する重要な要素となってきた。 ● こうした傾向は世界経済が収束ではなく離散的になっていく確率を高める。経済成長への進化論的アプローチは経済成長には急進的なイノベーションが重要であることを示唆する。 	

(8)タイトル	R&D and Productivity Growth
著者	Dominique Guellec, Bruno van Pottelsberghe de la Potterie
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2001/03</i>
分析方法	MFP = f (企業 R&D ストック、海外 R&D ストック、公的 R&D ストック、 Δ雇用、国別短期効果) 等の MFP 関数を国際パネルデータに基づいて OLS や 3SLS、SURE 等で推定
分析対象国・地域	OECD16 カ国
分析対象期間	1980～98 年

(概要)

本稿はスピルオーバー効果等、R&D による様々なタイプの全要素生産性成長率への長期的な効果について分析したものである。

なお、R&D のストック化にあたっては懐妊期間を 0 年、陳腐化率を 15% に設定して恒久棚卸法で算出しており、海外の R&D は二国間の技術近接性をウェイトとして他国の R&D を合算したものである。

分析は MFP 上昇率を企業、公的および海外の R&D 等で説明するエラーコレクションモデルの形で定式化し、以下のような関数を就業率やドイツ統一ダミーを操作変数とした 3 段階最小二乗法、見かけ上無関係な回帰 (seemingly unrelated regressions; SUR) 法によって推定している。

$$\begin{aligned} \Delta \ln MFP_{it} = & \lambda \ln MFP_{it-1} + \alpha_{brd} \Delta \ln BRD_{it-1} + \alpha_{frd} \Delta \ln FRD_{it-1} + \alpha_{prd} \Delta \ln PRD_{it-2} + \eta \ln MFP_{it-2} \\ & + \beta_{brd} \ln BRD_{it-2} + \beta_{frd} \ln FRD_{it-2} + \beta_{prd} \ln PRD_{it-3} \\ & + \sigma_U U_{it} + \sigma_G G + \phi_i + \phi_t + \mu_i \end{aligned}$$

MFP : 全要素生産性、BRD : 企業 R&D ストック、FRD : 海外 R&D ストック、
PRD : 政府及び大学等 R&D ストック、U : 就業率 (1 - 失業率) 変化、G : ドイツ統一ダミー

分析結果から企業の R&D の 1% の増加は、生産性の伸び率を 0.13% 引き上げるとし、R&D が集約的である国、防衛関連の政府資金のシェアが低い国でより高いとした。

また、海外の R&D の 1% の増加は生産性の伸びを 0.44% 引き上げるとし、R&D が集約的である国でより効果が高いとしている。

そのほか、公的 R&D の 1% の増加は生産性の伸びを 0.17% 引き上げるとし、大学のシェアが高い、防衛のシェアが低い、企業 R&D が集約的である国で効果が高いとしている。

(9)タイトル	Productivity Growth in ICT producing and ICT-using Industries
著者	Dirk Pilat, Frank C. Lee
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2001/04</i>
分析方法	生産性を国・年代ごとに全体および産業（製造業、うち電子機器、サービス業、ICT生産業）別に計測し、寄与度分解
分析対象国・地域	11カ国
分析対象期間	1970～99年
<p>(概要)</p> <p>本稿はOECD加盟国の生産性の上昇に果たしたICT部門の役割について分析したものである。ICT部門はいくつかのOECD加盟国、特に90年代後半の米国の生産性の伸びに多大な貢献をしている。ICT部門の比重が高いフィンランドやアイルランド等では90年代後半の伸びは平均を上回っている一方、オーストラリアのようなICT部門の比重の低い国々でも高い生産性の伸びがみられており、ICT部門の比重が大きいことが必須条件ではないことが示唆されており、ICT投資が部門を超えたスピルオーバー効果を持っていることも影響していると考えられる。</p> <p>分析では、就業者当たり付加価値、マンアワーベースの付加価値および多要素生産性を国・年代ごとに全体および産業別に推計し、全体の生産性の伸びに対する各部門の寄与度分解を行っている。</p>	

(10)タイトル	The contribution of information and communication technologies to economic growth in nine OECD countries
著者	Alessandra Colecchia, Paul Schreyer
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies No. 34, 2002/II P154～171</i>
分析方法	経済成長へのICT寄与度を国別、年代別に推計
分析対象国・地域	OECD9カ国（米国、日本、カナダ、英国、フランス、ドイツ、イタリア、オーストラリア、フィンランド）
分析対象期間	1980～2000年
<p>(概要)</p> <p>ICT（情報通信技術）の発達が、経済成長にどの程度影響を与えたかを推計。本論文では、ソフトウェアをICT資本とみなし、国民経済計算上の無形投資財として扱った上で、ICT関連の投資データをなるべく公式ソースから収集し、分析している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 9カ国すべてにおいて、ICT資本財への投資率は劇的に上昇している。とりわけIT設備やソフトウェアなどのIT投資は、ICT投資の中で最も増加している要素であり、9カ国中ほとんどの国で2ケタの伸びを達成している。 ● ただし国別にみると、ICT投資額には違いがある。2000年時点で、ICT投資財全体の約3分の1が米国に集中しており、フィンランド、カナダ、オーストラリアは全体に比べてやや低水準である。 ● IT投資への需要の伸びとともに、IT投資の価格は下落している。このため、他の生産要素からIT資本財への代替が進んでいる。 ● ソフトウェア価格は、IT設備価格と比較してそれほど落ち込んでいないが、この価格低下の鈍さがソフトウェア資本の急速な蓄積の阻害要因にはなっていない。 ● 1990年代前半には、ICTは隔年0.2～0.5%程度の経済成長に貢献している。また1990年台 	

後半は、0.3～0.9%に伸びている。

- ICT 資本財投資の効果は、国際的な波及効果を生み出している。この効果は米国が一番高いが、それに次ぐのは投資額の低いフィンランド、カナダ、オーストラリアであり、この3カ国よりも投資額の多いドイツ、イタリア、フランス、日本においては、ICT の経済成長への寄与度は低かった。

(11)タイトル	Production and Use of ICT: A Sectoral Perspective on Productivity Growth in the OECD Area
著者	Dirk Pilat, Franck Lee, Bart van Ark
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies No. 35, 2002/2</i> P47～78
分析方法	経済成長への ICT など産業別寄与度を国別、年代別に推計し、比較
分析対象国・地域	OECD19 カ国
分析対象期間	1990～2000 年
<p>(概要)</p> <p>ICT (情報通信技術) 投資が果たす役割を、(1)投資全体の増加による GDP への影響と(2)全要素生産性上昇への影響に分割。このうち、(2)の効果について検証した論文。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ICT が全要素生産性に与えた影響を通じた経済成長への寄与度を見ると、対象国中ではフィンランドが一番高く、1996 年から 2000 年には 3%を超えている。 ● 経済成長影響を与えた全要素生産性の寄与度を、情報通信技術利用サービス業、情報通信サービス業、ハードウェア製造業、その他の業種に分けてみると、下記のことがわかる <ul style="list-style-type: none"> ・フィンランド: 情報通信サービス業、ハードウェア製造業が大きな役割を果たしている。 ・ドイツ: ハードウェア製造業の寄与度が高い。 ・フランス: 1990 年代前半は、情報通信サービス業の寄与度はほとんどなかったが、90 年代後半に寄与度が大きくなった。 ・イタリア、日本: 情報通信技術利用サービスの全要素生産性への寄与度は、むしろマイナスに作用していた。 ● 米国の ICT 発達による経済成長への寄与度は大きいことが、その寄与度の多くは、ICT の適切な活用による、小売業の効率化によると考えられる。 ● 米国およびオーストラリアでは、ICT の発展が労働生産性の上昇と全要素生産性の上昇両方に影響を与えており、これらが 1990 年代を通じた経済成長の原動力となったことがうかがえる。 	

(12)タイトル	A comparison of structural productivity levels in the major industrialised countries
著者	Renaud Bourlès, Gilbert Cette
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Economic Studies No. 41, 2005/II</i> P75～108
分析方法	Δ 時間当たり労働生産性= $f(\Delta$ 雇用量, Δ 労働年齢人口、 Δ 雇用率、 Δ 自営業率、 Δ 全体に占める公的雇用比率、 Δ 年間平均労働時間、 Δ パートタイム労働率、 Δ 投資比率(対 GDP)、 Δ ICT 生産比率(対 GDP)、 Δ ICT 投資比率(対 GDP)、 Δ R&D 投資比率(対 GDP)、 Δ インターネットユーザー数、 Δ GDP、 Δ 消費者物価指数)の関数を国際パネルデータにより推定
分析対象国・地域	OECD25 カ国

分析対象期間	1992～2002年
<p>(概要)</p> <p>年代別の労働生産性や ICT 普及の影響が、全体の労働生産性にどの程度影響を及ぼしているかを推定し、国ごとの GDP の差がどの要素に起因するかを主に労働の側面から概観した論文。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 全体をみると、労働時間と雇用率は、GDP に対して収穫逓減であることを示唆している。また特に若年世代（15～24 歳）と、老齢世代（55～64 歳）のグループでは、この収穫逓減の効果が大きい。 ● 欧州各国と米国を比較すると、労働生産性に差がみられる理由として、これら若年世代と老齢世代の労働参加によるものと推定される。つまり米国は、25～54 歳の労働人口が相対的に大きく、収穫逓減を抑えられていることにより、労働生産性が高くなっているといえる。 ● また上記の労働参加にだけでなく、米国では、ICT の普及により、時間当たり労働生産性の水準が欧州各国よりも構造的に高くなっていることが浮き彫りになる。 ● 欧州各国と米国の GDP の差は、主に上記の①労働人口の特徴と②ICT の普及によりもたらされており、余暇時間への嗜好の違いによってのみもたらされているわけではない。 ● 米国の生産性にキャッチアップするためには、①ICT の普及による労働生産性の向上を目指した政策、および②年代による労働生産性の違いをより均一化することを目指した労働に対するインセンティブ設計政策、を推し進めることが適切と思われる。 ● この分析では、教育水準別の雇用率等の詳細データは含んでいないため、教育による労働生産性向上の効果を含めた研究が必要と思われる。 	

(13)タイトル	An Empirical Contribution to Knowledge Production and Economic Growth
著者	Kul B. Luintel, Mosahid Khan
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2005/10</i>
分析方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 当期の国内への知識の流入（フロー）=f(1 期前の国内への知識の流入（フロー）、研究者への利益、国内の知識量（ストック）、その他の国の知識量（ストック）) を動学的パネルデータにより推定（静学的パネル推計も実施） ● 当期の全要素生産性= f(1 期前の全要素生産性、国内の知識量（ストック）、その他の国の知識量（ストック）) により全要素生産性を推計
分析対象国・地域	OECD19 カ国
分析対象期間	1981 年～2000 年
<p>(概要)</p> <p>知識生産関数の推計を実施することにより、国内の知識の蓄積がどの要素によって影響を受けるかを、国ごとに知識関数に違いがあるかを厳密に調べたうえで推計。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 静学モデルと動学モデルを実施しているが、定量的な結果については、それほど差は見られない。 ● 国内の知識ストック、海外の知識ストックともに、新しいアイデアの生産にはネットでプラスの影響を与える。 ● また国内、海外の知識ストックは、全要素生産性にプラスの影響を与えるが、知識生産関数 	

の性質（形状）は国ごとに大きな違いがあるため、知識ストックが全要素生産性に与える影響も同様に、国ごとに大きく異なる。

- 知識生産部門に従事している科学者、技術者が多い国ほど、新しいアイデアの海外からの流入量は多くなるものの、そのスピルオーバーから得られる利益は低い。つまり、国内の知識基盤が乏しい国(例：アイルランド、ニュージーランド) は、知識の蓄積によって劇的に全要素生産性が改善する一方で、すでに大きな知識基盤を有している国（ドイツ、日本、スイス、英国、米国など）への知識の蓄積の影響は限られている。
- 多くの国で、研究開発を複製している（つまり、すでに存在する知識を基に研究開発を行う）状況が見受けられたが、それが内生的成長につながることを指示する証拠は得られなかった。
- OECD 諸国間で知識生産関数の性質が異なっていることから、研究開発政策は、それぞれの国の具体的な性質や固有の要素に合わせて構築する必要がある。つまり、各国の特徴を踏まえない画一的な政策は効果が小さいといえる。

(14)タイトル	Sources of Knowledge and Productivity
著者	Mosahid Khan, Kul B. Luintel
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2006/06</i>
分析方法	MFP = f (MFP (1期ラグ)、民間知識ストック、公的知識ストック、海外知識ストック、人的資本、公的インフラ、対外・対内直接投資、ハイテク輸出・輸入、景気循環) の関数を国際パネルデータにより推定
分析対象国・地域	OECD16 カ国
分析対象期間	1980～2002年
<p>(概要)</p> <p>本稿は OECD 加盟国の生産性を標準的な方法で計測し、複数の理論に基づいて 10 の主要な生産性の決定要因を示した。その結果、知識水準と生産性の関係は頑健であるが、他の決定要因も重要であるとした。</p> <p>なお、R&D のストック化にあたっては懐妊期間を 0 年、陳腐化率を 15% として恒久棚卸法で算出しており、海外の R&D は二国間の技術近接性をウェイトとして他国の R&D を合算したものである。</p> <p>分析は、MFP 成長率を以下の変数で説明する関数を OLS、操作変数法、GMM 等の手法で推定している。標準的な固定効果モデルを OLS や操作変数法で分析しても民間 R&D ストックを除いて有意な結果は得られなかったが、Dynamic Heterogeneous パネルモデルを OLS、GMM 等で推定したケースでは有意かつ頑健な結果が得られたとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sb : 民間 R&D ストック ● Sp : 公的 R&D ストック ● Sf : 海外の R&D ストック ● Zi : 公的インフラ ● Hi : 人的資本 (平均教育年数×25～64 歳人口で代替) ● Xh : ハイテク産業輸出 	

- Mh : ハイテク産業輸入
- Fo : 海外への直接投資
- Fi : 海外からの直接投資
- U : ビジネスサイクル (操作変数)

(15)タイトル	Measuring Multifactor Productivity Growth
著者	Anita Wölfl, Dana Hajkova
発表媒体・時期	OECD, <i>OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2007/05</i>
分析方法	成長会計による MFP の推計および労働、資本の寄与度分解
分析対象国・地域	OECD14 カ国
分析対象期間	1990～2003 年
<p>(概要)</p> <p>本稿は多要素生産性 (MFP) を推計し、GDP の成長への寄与を資本と労働、MFP に分解して捉える、OECD14 カ国についての成長会計の包括的な分析であり、MFP の推計方法の解説と実際の推計、およびその結果についての考察を行ったものである。</p> <p>ここ 10 年、多くの OECD 諸国では GDP の成長は資本と MFP によって牽引されており、その背景には 95 年から 2003 年の期間における ICT の役割の増大がみられている。</p> <p>また、MFP の計測方法について解説するとともに、以下のような仮定や手法が計測結果に大きな影響を与えることも留意すべきであるとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 労働投入は総労働時間か就業者数か ● 資本ストックや労働力の構成 (教育水準、資本の年齢など質の考慮) ● ICT 製品の価格 ● 完全競争や一次同次の仮定 ● ホドリック・プレスコットフィルターによるトレンド成分の抽出 	

(16)タイトル	R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis
著者	Hulya Ulku
発表媒体・時期	International Monetary Fund, <i>IMF Working Paper WP/04/185</i> , 2004
分析方法	TFP、就業者当たり特許取得件数、 $GDP = f$ (特許ストック、中等学校就学率、カントリーリスク、市場のオープン性、製造業輸入率等) の関数を国際パネルデータに基づいて推定
分析対象国・地域	OECD20 カ国および非 OECD 加盟国 10 カ国
分析対象期間	1981～97 年
<p>(概要)</p> <p>本稿は 30 カ国の特許と R&D に関するパネルデータを用い、イノベーションは R&D によってもたらされ、持続可能な経済成長が可能となっているのかどうかについて分析したものである。</p> <p>分析した結果、固定効果モデルでは、特許ストックと一人当たり GDP にはすべての期間で正の関係がみられ、特許ストックが 1% 増加すると一人当たり GDP は非 OECD 諸国で 0.11、OECD 全体では 0.07%、OECD で市場の小さい国では 0.06% 高まるという結果が得られた。GMM 法でもおおむね類似した結果が得られた。</p> <p>TFP との関係では特許ストックが有意に正で推定されたのは非 OECD 諸国のみであった (OECD</p>	

諸国では符号は正だが有意性が不足)。

この結果は内生的成長モデルを支持するものであるが R&D に関してイノベーションが収穫一定であること、イノベーションが恒久的な経済成長につながることの証左とはならない。しかしながら、特許や R&D データによってイノベーションや研究開発活動のすべてを把握できる訳ではないことから、R&D ベースの成長モデルが棄却された訳ではないといえる。

分析では、労働者当たり GDP、特許出願件数、または全要素生産性を被説明変数とし、投資、特許ストック、教育水準、市場のオープン性、カントリーリスク等の変数で説明する関数を GMM 法等により推定している。また、全ての国、OECD 諸国、非加盟国、G7、非 G7、市場の大小、所得の高低等によりサンプルを分類してそれぞれ推定し、傾向を分析している。なお、特許のストック化は陳腐化率を 20%に設定して算出している。

(17)タイトル	Relating the Knowledge Production Function to Total Factor Productivity: An Endogenous Growth Puzzle
著者	Yasser Abdih and Frederick Joutz
発表媒体・時期	International Monetary Fund, <i>IMF Working Paper WP/05/74</i> , 2005
分析方法	共和分分析によって知識生産関数が長期的に成立することを分析
分析対象国・地域	米国
分析対象期間	1948～97年
<p>(概要)</p> <p>本稿は、R&D ベースの成長モデルの中心となる知識生産関数を共和分分析の手法を用いて分析し、スピルオーバー効果を推計するものである。分析から知識生産関数、TFP と知識ストックの間に正の関係が長期的に成立していることが明らかになった。一方で、知識の異時点間のスピルオーバー効果が強いこと、知識ストックの TFP に対する長期的な影響は小さいことも示した。</p> <p>分析では特許出願件数、特許ストック、科学者数、R&D に従事するエンジニア数、民間部門 TFP のデータを利用して以下の 2 つの関係を想定し、共和分分析によって長期的関係があることを明らかにした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 特許出願数 = f (特許ストック、科学者・エンジニア数) ● TFP = g (特許ストック) 	

(18)タイトル	International R&D Spillovers and Institutions
著者	David T. Coe, Elhanan Helpman, and Alexander W. Hoffmaister
発表媒体・時期	International Monetary Fund, <i>IMF Working Paper WP/08/104</i> , 2008
分析方法	TFP = f (国内 R&D ストック、輸入比率×海外 R&D ストック、人的資本、特許保護、法的起源等) の関数を国際パネルデータに基づいて推定
分析対象国・地域	24 カ国
分析対象期間	1971～2004年
<p>(概要)</p> <p>本稿は国内外の R&D ストックの TFP への影響について、国際パネルデータを用いて分析を行うものである。先行研究をベースとし、人的資本の影響をコントロールすること、国による法律や特許保護の観点からの制度要因の違いを考慮するといった拡張を施した分析を行った。</p> <p>その結果、人的資本の影響をコントロールした後でも国内および海外の R&D ストックは TFP</p>	

に有意な効果をもたらしており、制度の違いは全要素生産性と、R&D のスピルオーバー効果に対して大きな影響を及ぼしていることを示した。

分析では、TFP を被説明変数とし、国内の R&D ストック、海外の資本ストック、人的資本、特許保護指数、法的起源（イギリス、ドイツ、フランス、スカンジナビア）等を説明変数とする関数を推定している。

なお、R&D のストック化にあたっては懐妊期間を 1 年、陳腐化率を 5% に設定して恒久棚卸法で算出しており、海外の R&D は二国間輸入をウェイトとして他国の R&D を合算したものである。また、公的部門の R&D を分離することを試みたが有意かつ頑健な結果は得られなかったとしている。

(19)タイトル	Global Imbalances: The Role of Non-Tradable Total Factor Productivity in Advanced Economies
著者	Pietro Cova, Massimiliano Pisani, Nicoletta Batini, and Alessandro Rebucci
発表媒体・時期	International Monetary Fund, <i>IMF Working Paper WP/09/63</i> , 2009
分析方法	動学的一般均衡モデルを用いたシミュレーション分析
分析対象国・地域	米国、ユーロ圏、日本、アジア新興国、その他
分析対象期間	1994 年第 4 四半期を定常状態とし、2006 年までシミュレーションを実施
<p>(概要)</p> <p>本稿は、米国、ユーロ圏、日本の貿易、非貿易部門を対象に全要素生産性が果たした役割について分析したものである。</p> <p>分析では、IMF の GEM モデルをベースとした 5 カ国、2 部門の動学的一般均衡モデルを利用している。5 カ国は米国、ユーロ圏、日本、アジア新興国および残余の世界全体、2 部門は貿易部門（製造業）、非貿易部門（卸売・小売業、電気ガス水道供給、運輸・通信業）で構成され、TFP データは EU KLEMS データベースを参照して作成している。</p> <p>シミュレーション結果では、米国の非貿易財部門の生産性が 1% 上昇すると、貿易収支が GDP の 0.16% 分低下するなど、1999 年以降の米国の貿易収支の悪化、ユーロ圏と日本の黒字にかなりの影響を及ぼしたことを示すとともに、部門間の TFP の違いが同時期の米ドルの実質実効レートの変動の一部も説明することができるとした。</p>	

(20)タイトル	Economic Growth and Budgetary Components: A Panel Assessment for the EU
著者	António Afonso and Juan González Alegre
発表媒体・時期	European Central Bank, <i>Working Paper Series No.848</i> , 2008
分析方法	GDP 成長率や生産性上昇率を公的債務や民間投資、人口成長率等を操作変数とし、政府の各種支出、収入で説明する関数を推定
分析対象国・地域	EU-15 諸国
分析対象期間	1971～2006 年
<p>(概要)</p> <p>本稿は政府の予算項目の再配分は欧州諸国の長期的な経済成長率を高めることができるのかどうかについて検証したものである。</p>	

分析によれば、政府の支出によって民間部門の配分が誘導されることが識別され、公的投資は経済成長に正の効果、政府消費や社会保険料は負の影響を及ぼすとした。特に公的投資については TFP に対して負の影響を及ぼすが、それを上回る強いクラウド・インの効果があり、民間投資を誘発することで経済成長を高めることを明らかにした。

分析では、経済成長率、労働生産性上昇率、TFP を被説明変数とし、機能別等の政府支出を説明変数、公的債務や民間投資、交易条件、人口成長率等を操作変数とし、GMM 法によって推定を行っている。

参考資料 C : 研究開発の経済分析に関する先行調査研究 (学術文献)

C.1 R&D(知識)ストックの扱いについて

R&D(知識)ストックに関しては、多くの研究が「R&D 支出の合計に一定の減耗率をかけたもの」として、計算している。減耗率に関しては、5%とするもの(Franco et al. (2011))、10%とするもの(Acs et al. (2009))、20%とするもの(Li (2011))もあるが、主流は15%とするもののようである(Akdieri and Cincera (2009)、Baghana and Monhen (2009)、Lokshin and Monhen (2012)、O'Mahony and Vecchi (2009)、Thomson (2010)、Willson (2010))。ただし、頑健性確認のために複数の減耗率を試したものもあるが、どの減耗率を用いても結果はあまり変わらないようである。

また、企業の利潤最大化問題を解き、R&D 支出額は現在の R&D ストックに対して最適に決まるはずであるという点を利用して逆算して割引率を求めたもの(Huang and Diewert (2012))や、産業の技術(ローテク、ミドルテク、ハイテク)に応じて異なる割引率を設定したもの(ハイテクほど減耗率が高い、Ortega-Argiles et al. (2010))などもある。

また、R&D 支出の類型ではなく特許数の累計を用いたもの(Grimpe and Kaiser (2010)、Wu and Shanley (2009))も存在し、Wu and Shanley (2009) は減耗率ではなく、5年間で集計から落とす形で扱っている。

C.2 R&D の効果の指標について

R&D の効果を生産関数の形で直接捉える研究に関しては3節に譲り、本節では R&D の効果を他の指標で測定した研究について概観する。

R&D の効果の指標としてよく用いられるものとしては、売上高に占める新製品・革新的製品の売上高がある(Berchicci (2013)、Escribano et al. (2009)、Grimpe and Kaiser (2010))。これは、R&D の効果を売上の上昇という利益に直結する形で測定したものである。

もう一つの指標としては、特許数が挙げられる(Acs et al. (2009)、Wu and Shanley (2009))。伝統的には良く用いられてきた指標であるが、利益に直結しない特許が含まれることや、特許戦略自体が企業の戦略的選択であることなどから、売上高を利用した指標も良く用いられるようだ。

企業財務的な研究では、一株当たりの利益率の増加を利用したものも見られた(Li (2011))。また、自営業者の割合に着目し、技術革新によって企業が行動がどのように変化したかを捉えようとした研究(Acs et al. (2009))も見られた。

C.3 生産関数について

生産関数は、大別するとコブ・ダグラス型(Aldieri and Cincera (2009)、Braunerhjelm et al. (2010)、O'Mahoney and Vecchi (2009)、Ortega-Argiles et al. (2010))と CES 型(Baghana and Mohnen (2009)、Lokshin and Mohnen (2012)、Thomson (2010))に分けられる。

生産関数の要素としては、労働と固定資本に加えて、R&D ストックやスピルオーバーの項を加えて推定するものが多いが、中には第一段階で TFP を推定し、その TFP を R&D 関連の指標で回帰するもの(Franco et al. (2011))も見られた。

C.4 スピルオーバーについて

スピルオーバーに関しては、直接外国の R&D ストックなどを生産関数に投入するものも見られた(Franco et al.(2011))が、ウェイト付けをして何らかの「距離」を含めるものも多い。距離については企業の属性や空間距離を距離として利用するものと、経済的な関係の深さを利用するものに分けられる。

例えば、Aldieri and Cincera (2009) は技術的な近さ(各技術要素のベクトルを作り、その距離で計算)と本社間の地理的な距離でウェイト付けして他企業の R&D ストックの影響を取り入れている(少し古い Iwasa and Odagiri (2004)も地理的な近さを利用したウェイトを利用している)。

経済的な距離については、例えば Franco et al. (2011)は GDP に占めるその国との貿易額の割合をウェイトとして外国の R&D ストックの影響を集計している(少し古い Frantzen (2003)は国内産業間の波及効果は産業のシェアで、国際間の波及効果は貿易額の割合で、それぞれウェイト付けしている)。

C.5 その他

R&D の効果をストックとして見るのではなく、フローとして単年度の計算を行ったり、あるいは差分を取って成長率に対する増加率で分析した研究も見られる。そのような場合は研究部門の労働者数(Braunerhjelm et al.(2011))が用いられることもある。

また、R&D 支出の決定自体を論じた論文も多く、そのような場合は前期の R&D 支出や資産制約(Brown et al. (2009)、Brown and Petersen (2011)、Thomson(2010))、R&D 補助金の額(Hu et al. (2011))などを含めて推定するようである。

C.6 参考文献

1. Acs, Z.J., P. Braunerhjelm, D.B. Audretsch and B. Carlsson (2009) “The Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship”, *Small Business of Economics*, 32(1), pp.15-30
2. Aldieri, L., and M. Cincera (2009) “Geographic and Technological R&D Spillovers within the Triad: Micro Evidence from US Patents”, *Journal of Technology Transfer*, 34(2), pp.196-211
3. Baghana, R., and P. Mohnen (2009) “Effectiveness of R&D Tax Incentives in Small and Large Enterprises in Quebec”, *Small Business of Economics*, 23(1), pp.91-107
4. Berchicci, L., (2013) “Towards an open R&D System: Internal R&D Investment, External Knowledge Acquisition and Innovative Performance”, *Research Policy*, 42(1), pp.117-127
5. Braunerhjelm, P., Z.J. Acs, D.B. Audretsh and B. Carlsson (2010) “The Missing Link: Knowledge

- Diffusion and Entrepreneurship in Endogenous Growth”, *Small Business of Economics*, 34(2), pp.105-125
6. Brown, J.R., S.M. Fazzari and B.C. Petersen (2009) “Financing Innovation and Growth: Cash Flow, External Equity, and the 1990s R&D Boom”, *Journal of Finance*, 64(1), pp.151-185
 7. Brown, J.R., and B.C. Petersen (2011) “Cash Holdings and R&D Smoothing”, *Journal of Corporate Finance*, 17(3), pp.694-709
 8. Escrubano, A., A. Fosfuri and J.A. Tribo (2009) “Managing External Knowledge Flows: The Moderating Role of Absorptive Capacity”, *Research Policy*, 38(1), 96-105
 9. Franco, C., S. Montresor and G.V. Marzetti (2011) “On Indirect Trade-Related R&D Spillovers: The “Average Propagation Length” of Foreign R&D”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 22(3), pp.227-237
 10. Frantzen, D., (2003) “Intersectoral and International R&D Knowledge Spillovers and Total Factor Productivity”, *Scottish Journal of Political Economy*, 49(3), pp.280-303
 11. Grimpe, C., and U. Kaiser (2010) “Balancing Internal and External Knowledge Acquisition: The Gains and Pains from R&D Outsourcing”, *Journal of Management Studies*, 47(8), pp.1483-1509
 12. Hu, R., Q. Liang, C. Pray, J. Huang and Y. Jin (2011) “Privatization, Public R&D Policy, and Private R&D Investment in China’s Agriculture”, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 36(2), pp.416-432
 13. Huang, N., and E. Diewert (2011) “Estimation of R&D Depreciation Rates: A Suggested Methodology and Preliminary Application”, *Canadian Journal of Economics*, 44(2), pp.387-412
 14. Iwasa, T., and H. Odagiri (2004) “Overseas R&D, Knowledge Sourcing, and Patenting: An Empirical Study of Japanese R&D Investment in the US”, *Research Policy*, 33(5), pp.807-828
 15. Li, D., (2011) “Financial Constraints, R&D Investment, and Stock Returns”, *Review of Financial Studies*, 24(9), pp.2974-3007
 16. Lokshin, B., and P. Mohnen (2012) “How Effective are Level-Based R&D Tax Credits? Evidence from the Netherlands”, *Applied Economics*, 44(12), pp.1527-1538
 17. O’Mahony, M., and M. Vecchi (2009) “R&D, Knowledge Spillovers and Company Productivity Performance”, *Research Policy*, 38(1), pp.35-44
 18. Ortega-Argiles, R., M. Piva, L. Potters and M. Vivarelli (2010) “Is Corporate R&D Investment in High-Tech Sectors More Effective?”, *Contemporary Economic Policy*, 28(3), pp.353-365
 19. Thomson, R., (2010) “Tax Policy and R&D Investment by Australian Firms”, *Economic Record*, 86(273), pp.260-280
 20. Wilson, D.J., (2009) “Beggar Thy Neighbor? The In-State, Out-of-State, and Aggregate Effects of R&D Tax Credits”, *Review of Economics and Statistics*, 91(2), pp.431-436
 21. Wu, J., and M.T. Shanley (2009) “Knowledge Stock, Exploration, and Innovation: Research on the United States Electromedical Device Industry”, *Journal of Business Research*, 62(4), pp.474-483

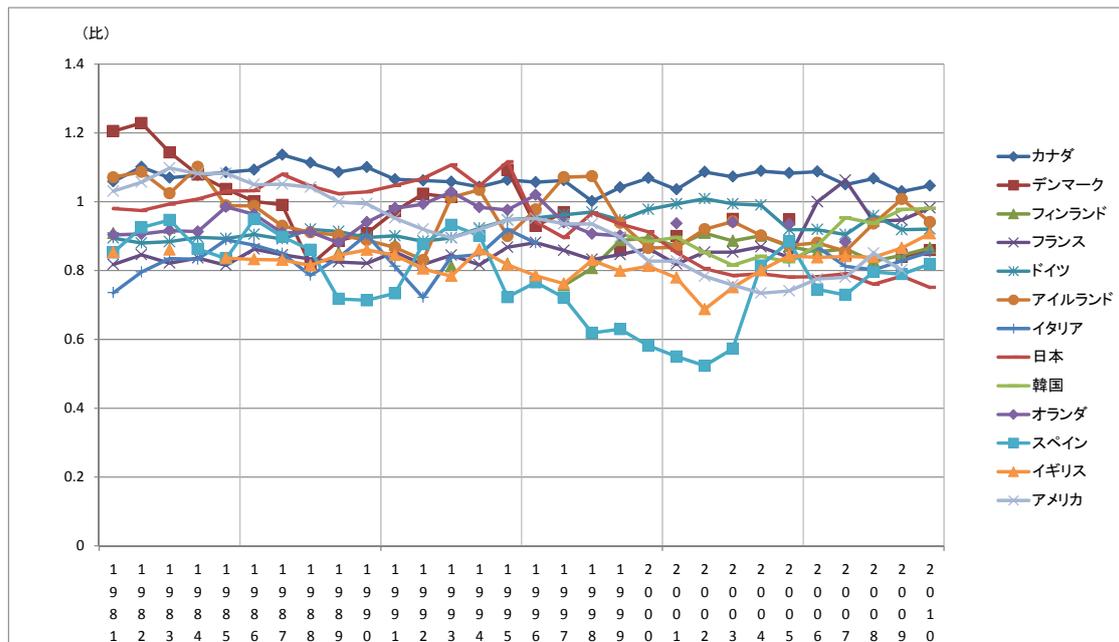
参考資料 D : OECD 等の国際パネルデータからみた各国の研究開発等の動向

第 3.2.3 小節に国際パネルデータからみた各国の研究開発等の動向についてとりまとめているが、紙面の都合等から本編に掲載しなかった一部図表を以下に紹介する。

政府が資金を負担した研究開発費と GBAORD (Government budget appropriations or outlays for RD; 政府の科学技術関連支出)を比較すると、両者の相関は非常に高く、多くの国で 0.99 前後となっているが、日本は 0.93 で他の諸国に比べて相関がやや低い。

政府負担 R&D と GBAORD の比をとると、カナダでは前者がやや大きく、イギリスでは後者がやや大きい等、国によって水準に多少の違いはあるものの、比率はおおむね 1 前後となっている。スペインは比率の変動が大きく、2000 年頃には 0.6 を割り込んだ。日本は 2000 年頃から比率が低下しており、近年は 0.8 を割り込んでいる。

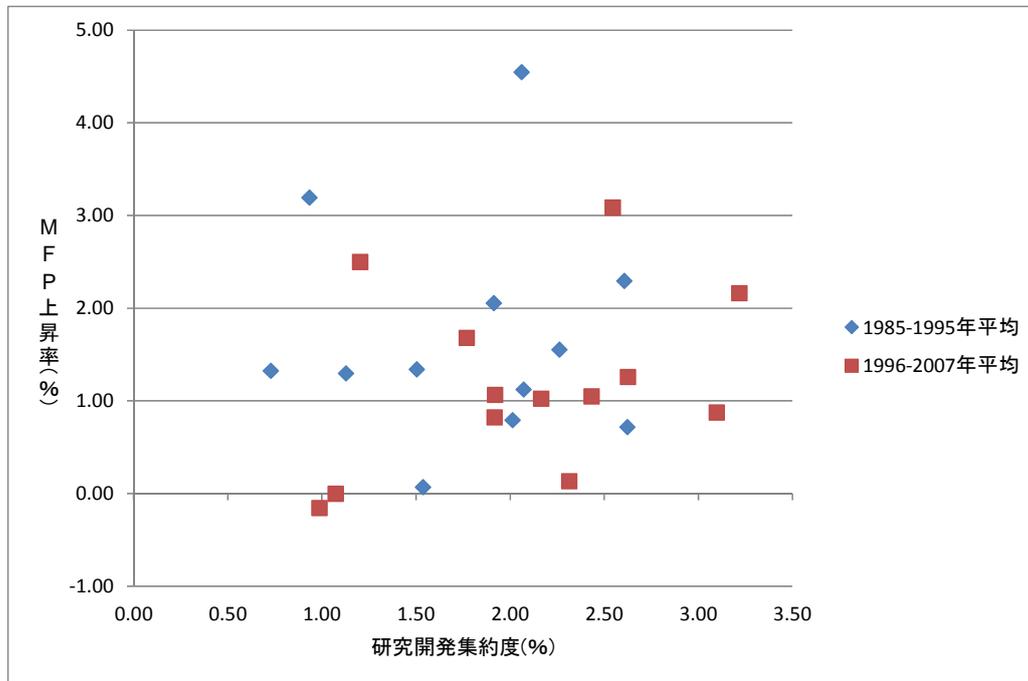
参考図表 D-1 政府資金 R&D の対 GBAORD 比



	平均値	標準偏差	最大値	最小値	政府資金と GBAORDの 相関
カナダ	1.070	0.026	1.136	1.002	0.999
デンマーク	0.978	0.112	1.229	0.817	0.994
フィンランド	0.864	0.040	0.924	0.757	0.995
フランス	0.866	0.060	1.063	0.815	0.958
ドイツ	0.929	0.037	1.009	0.880	0.989
アイルランド	0.953	0.077	1.101	0.831	0.994
イタリア	0.834	0.047	0.920	0.722	0.995
日本	0.937	0.117	1.116	0.751	0.931
韓国	0.895	0.055	0.981	0.816	0.994
オランダ	0.938	0.044	1.028	0.859	0.988
スペイン	0.776	0.122	0.950	0.524	0.977
イギリス	0.821	0.042	0.908	0.687	0.974
アメリカ	0.921	0.113	1.098	0.734	0.972

生産性と研究開発の関係性をみるため、まずMFP上昇率を縦軸、研究開発集約度を横軸にとって分布をみたが、全体的には両者の間に相関関係はほとんどみられなかった。

参考図表 D-2 MFP 上昇率と研究開発集約度(その1)



相関係数

全期間	0.05
1985-1995	-0.01
1996-2007	0.34

1985-1995年平均

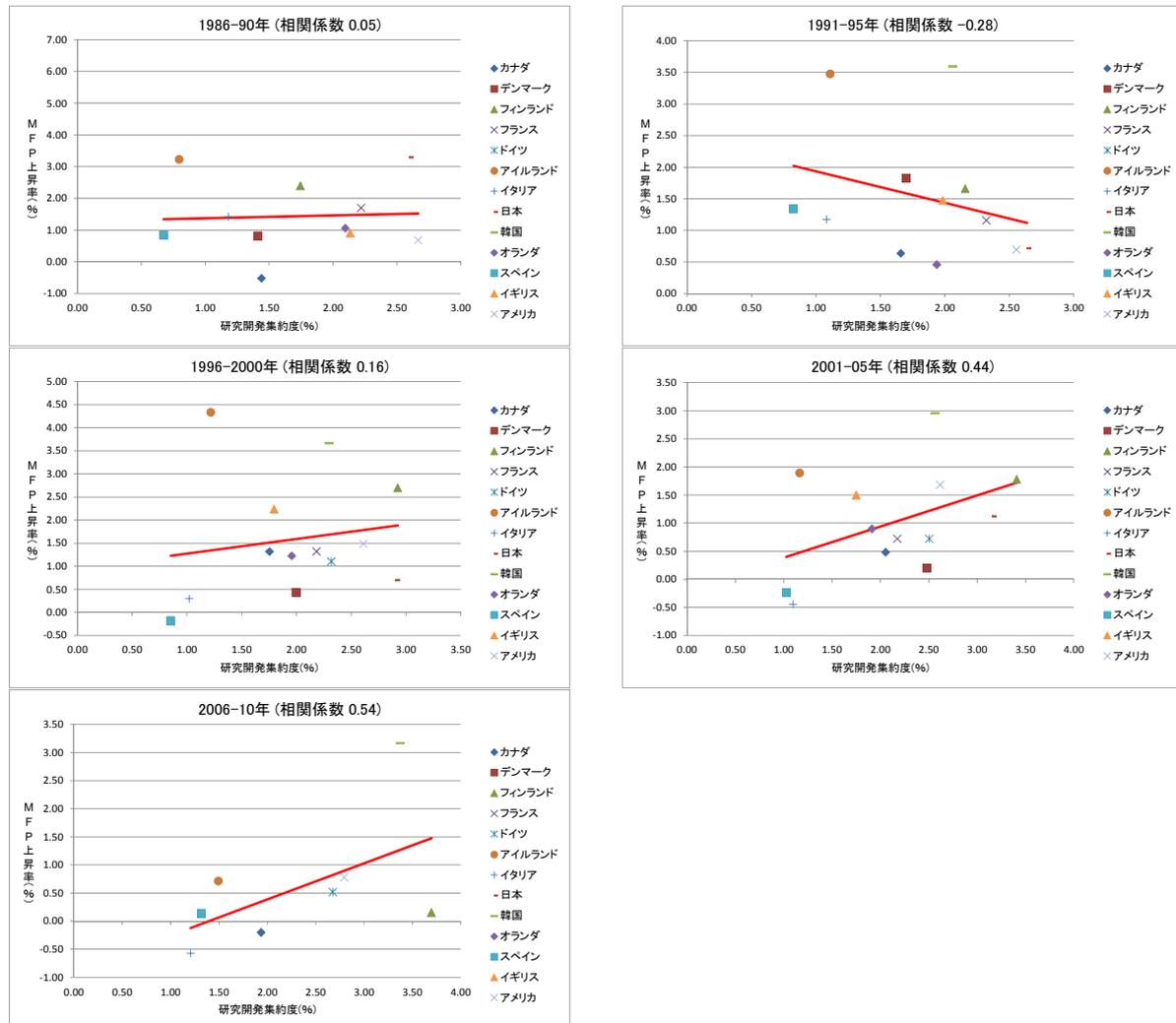
	MFP 上昇率	研究開発 集約度
カナダ	0.07	1.54
デンマーク	1.34	1.51
フィンランド	2.05	1.91
フランス	1.55	2.26
ドイツ		
アイルランド	3.19	0.93
イタリア	1.29	1.13
日本	2.29	2.61
韓国	4.54	2.06
オランダ	0.79	2.01
スペイン	1.32	0.73
イギリス	1.12	2.07
アメリカ	0.72	2.62

1996-2007年平均

	MFP 上昇率	研究開発 集約度
カナダ	0.82	1.92
デンマーク	0.13	2.31
フィンランド	2.16	3.22
フランス	1.02	2.17
ドイツ	1.05	2.43
アイルランド	2.50	1.20
イタリア	0.00	1.07
日本	0.87	3.10
韓国	3.08	2.55
オランダ	1.06	1.92
スペイン	-0.16	0.99
イギリス	1.68	1.77
アメリカ	1.26	2.63

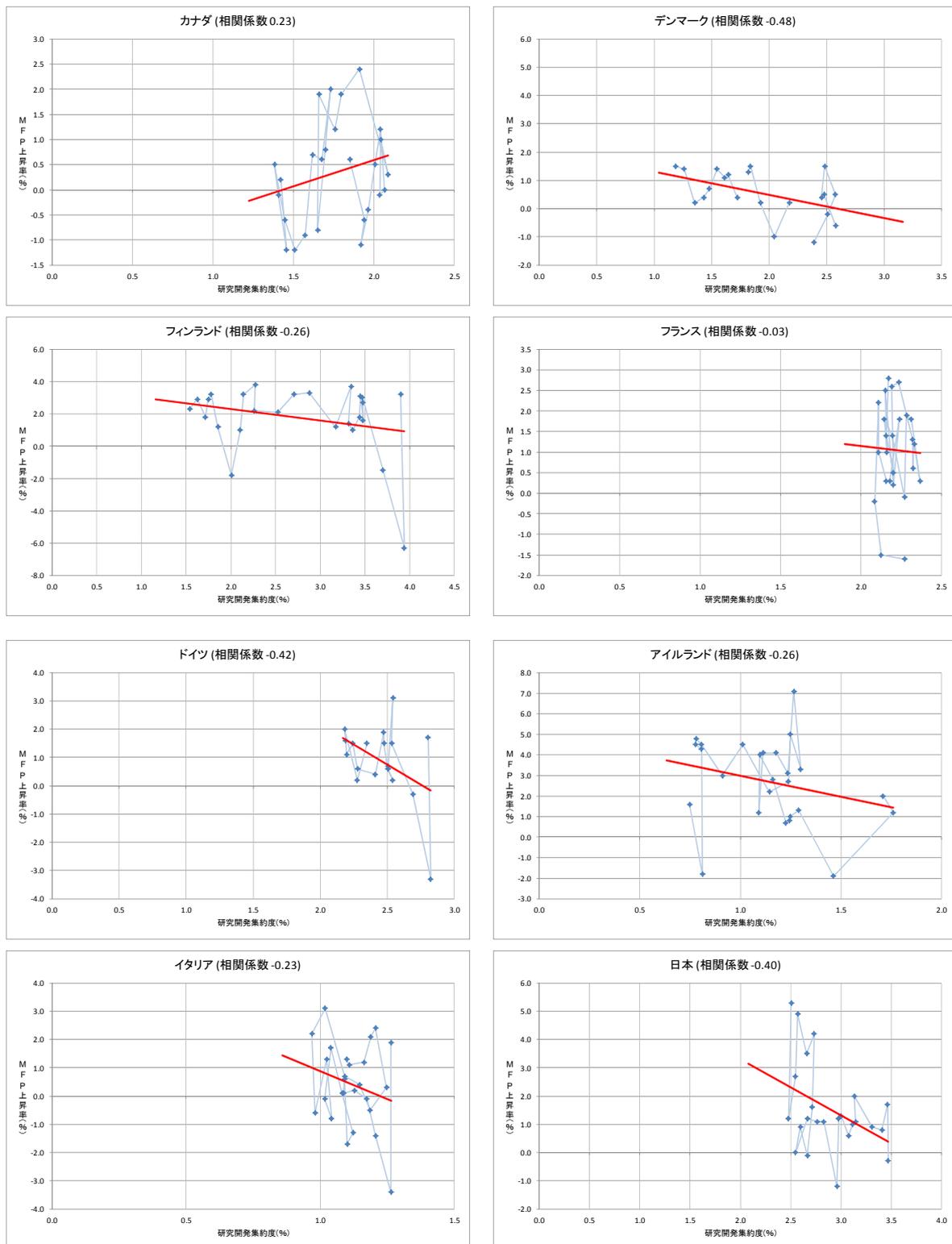
期間を5年毎に分割し、それぞれみていくと2001年～05年、2006～10年にはやや正の相関がみられるが、90年代以前ではほぼ無相関である。

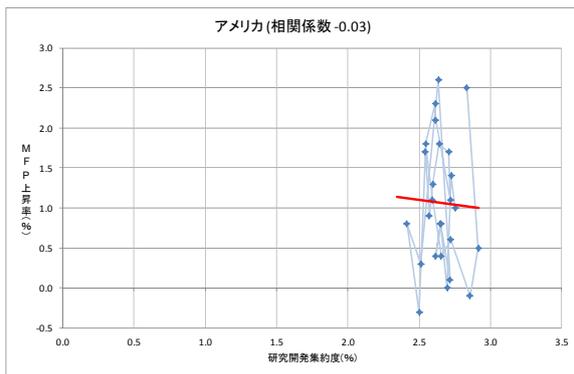
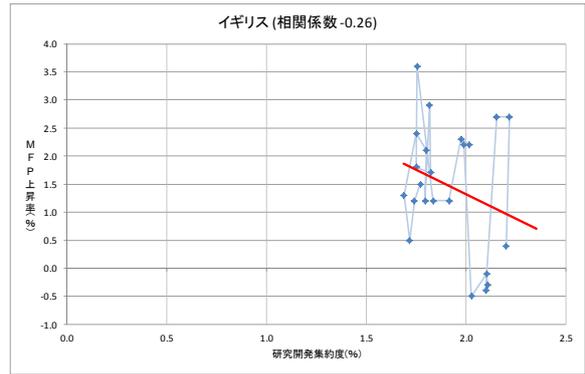
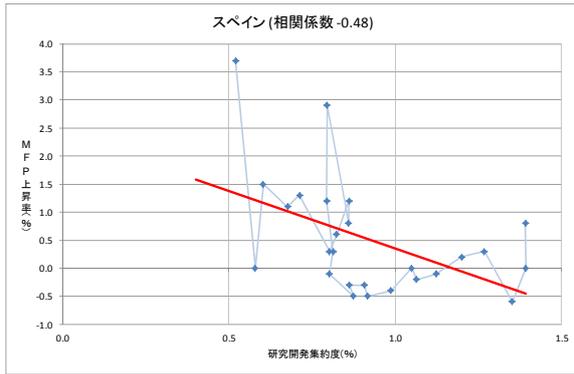
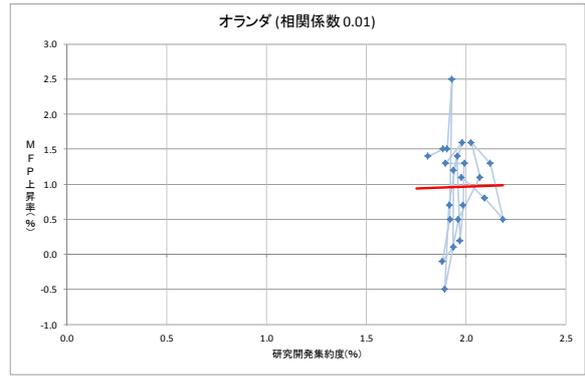
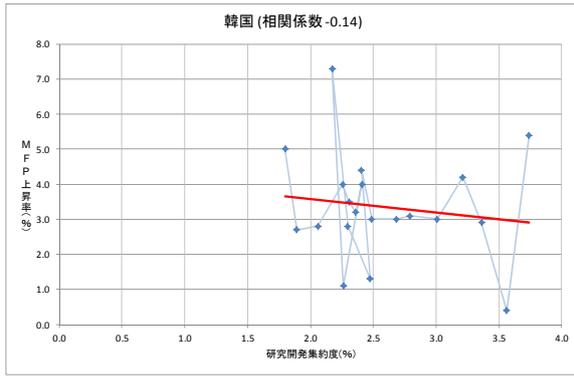
参考図表 D-3 MFP 上昇率と研究開発集約度(その2:期間別)



国ごとに両者の関係をみていくと、ほぼ相関はみられず、むしろやや右下がりの直線で負の相関を示している国が多い。

参考図表 D-4 MFP 上昇率と研究開発集約度(その3: 国別)





参考資料 E : 生産性と知識ストックのタイムラグ構造

第 3 章で構築した国際パネルデータに基づき、多要素生産性 MFP を国内企業の知識ストック SBRD、国内の公的知識ストック、海外の知識ストック SFRD2 によって説明する関数を推定した。各ストック変数の影響が生産性にあらわれるまでの期間が異なっている可能性を考慮し、タイムラグを 1 年から 5 年に変更しつつ、それぞれ最小二乗法で推定したもの。

$$\Delta \ln MFP_t = \alpha + \beta \Delta \ln SBRD_{t-i} + \chi \Delta \ln SPRD_{t-j} + \delta \Delta \ln SFRD2_{t-k} + \phi_m$$

ln : 自然対数、 Δ ; 階差 (前期差)

MFP : 多要素生産性、SBRD : 企業等研究開発ストック、SPRD : 公的研究開発ストック、

SFRD2 : 海外企業等研究開発ストック (技術近接性ウェイト)

t : 時点、i : SBRD のタイムラグ、j : SPRD のタイムラグ、k : SFRD2 のタイムラグ、 Φ : 国別固定効果

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	SBRD		SPRD		SFRD2	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
1	0.220	1.590	1	0.103 (2.951)	1	-0.043 (-0.834)	1	0.039 (3.799)
2	0.180	1.590	1	0.124 (3.460)	1	-0.030 (-0.578)	2	0.000 (-0.003)
3	0.180	1.590	1	0.123 (3.461)	1	-0.031 (-0.583)	3	0.001 (0.149)
4	0.178	1.535	1	0.100 (2.715)	1	-0.032 (-0.590)	4	-0.003 (-0.307)
5	0.209	1.533	1	0.097 (2.517)	1	-0.077 (-1.370)	5	0.018 (1.921)
6	0.218	1.583	1	0.098 (2.845)	2	-0.013 (-0.258)	1	0.038 (3.752)
7	0.179	1.583	1	0.118 (3.362)	2	0.010 (0.204)	2	0.000 (-0.044)
8	0.179	1.583	1	0.118 (3.357)	2	0.010 (0.201)	3	0.001 (0.130)
9	0.176	1.529	1	0.095 (2.630)	2	0.001 (0.022)	4	-0.003 (-0.338)
10	0.205	1.522	1	0.089 (2.335)	2	-0.036 (-0.655)	5	0.018 (1.862)
11	0.218	1.581	1	0.097 (2.836)	3	-0.005 (-0.108)	1	0.038 (3.728)
12	0.179	1.581	1	0.119 (3.404)	3	0.020 (0.402)	2	-0.001 (-0.077)
13	0.179	1.583	1	0.118 (3.398)	3	0.019 (0.391)	3	0.001 (0.116)
14	0.176	1.529	1	0.095 (2.646)	3	0.005 (0.102)	4	-0.003 (-0.339)
15	0.204	1.518	1	0.086 (2.273)	3	-0.029 (-0.543)	5	0.018 (1.853)
16	0.222	1.532	1	0.074	4	-0.040	1	0.043

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	SBRD		SPRD		SFRD2	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
				(2.109)		(-0.818)		(3.908)
17	0.177	1.532	1	0.093 (2.576)	4	-0.029 (-0.576)	2	0.000 (-0.010)
18	0.177	1.533	1	0.092 (2.557)	4	-0.030 (-0.599)	3	0.002 (0.154)
19	0.177	1.530	1	0.094 (2.617)	4	-0.029 (-0.569)	4	-0.003 (-0.310)
20	0.205	1.519	1	0.084 (2.198)	4	-0.043 (-0.813)	5	0.018 (1.846)
21	0.223	1.544	1	0.087 (2.310)	5	-0.051 (-1.010)	1	0.037 (2.952)
22	0.199	1.506	1	0.094 (2.455)	5	-0.054 (-1.055)	2	-0.009 (-0.815)
23	0.197	1.523	1	0.091 (2.369)	5	-0.057 (-1.099)	3	0.000 (0.003)
24	0.198	1.529	1	0.088 (2.305)	5	-0.061 (-1.179)	4	0.006 (0.592)
25	0.208	1.520	1	0.080 (2.104)	5	-0.062 (-1.208)	5	0.018 (1.893)
26	0.232	1.600	2	0.128 (3.639)	1	-0.071 (-1.346)	1	0.038 (3.760)
27	0.193	1.598	2	0.148 (4.109)	1	-0.061 (-1.135)	2	-0.002 (-0.160)
28	0.193	1.601	2	0.147 (4.106)	1	-0.061 (-1.141)	3	0.001 (0.130)
29	0.189	1.549	2	0.125 (3.372)	1	-0.062 (-1.097)	4	-0.003 (-0.343)
30	0.219	1.546	2	0.118 (3.104)	1	-0.105 (-1.829)	5	0.019 (2.024)
31	0.229	1.590	2	0.118 (3.451)	2	-0.036 (-0.708)	1	0.038 (3.745)
32	0.190	1.586	2	0.137 (3.905)	2	-0.015 (-0.292)	2	-0.002 (-0.169)
33	0.190	1.590	2	0.136 (3.895)	2	-0.015 (-0.301)	3	0.001 (0.101)
34	0.186	1.539	2	0.116 (3.192)	2	-0.022 (-0.405)	4	-0.004 (-0.374)
35	0.212	1.531	2	0.104 (2.812)	2	-0.058 (-1.038)	5	0.018 (1.945)
36	0.228	1.586	2	0.114 (3.406)	3	-0.022 (-0.450)	1	0.038 (3.716)
37	0.190	1.583	2	0.135 (3.913)	3	0.001 (0.021)	2	-0.002 (-0.186)
38	0.189	1.588	2	0.133 (3.904)	3	0.000 (-0.002)	3	0.001 (0.103)
39	0.186	1.537	2	0.113	3	-0.012	4	-0.004

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	SBRD		SPRD		SFRD2	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
				(3.187)		(-0.238)		(-0.387)
40	0.211	1.525	2	0.099 (2.719)	3	-0.046 (-0.850)	5	0.018 (1.928)
41	0.230	1.540	2	0.094 (2.723)	4	-0.048 (-0.994)	1	0.042 (3.859)
42	0.187	1.537	2	0.112 (3.167)	4	-0.039 (-0.766)	2	-0.002 (-0.153)
43	0.187	1.542	2	0.111 (3.144)	4	-0.040 (-0.799)	3	0.001 (0.056)
44	0.188	1.538	2	0.113 (3.202)	4	-0.039 (-0.782)	4	-0.003 (-0.357)
45	0.212	1.526	2	0.096 (2.652)	4	-0.054 (-1.031)	5	0.018 (1.909)
46	0.229	1.547	2	0.096 (2.690)	5	-0.057 (-1.145)	1	0.037 (2.958)
47	0.205	1.509	2	0.104 (2.841)	5	-0.061 (-1.193)	2	-0.010 (-0.917)
48	0.202	1.527	2	0.100 (2.735)	5	-0.063 (-1.229)	3	-0.001 (-0.065)
49	0.203	1.533	2	0.098 (2.663)	5	-0.067 (-1.308)	4	0.005 (0.522)
50	0.214	1.525	2	0.093 (2.555)	5	-0.067 (-1.331)	5	0.018 (1.956)
51	0.265	1.610	3	0.169 (5.128)	1	-0.110 (-2.096)	1	0.036 (3.601)
52	0.231	1.605	3	0.190 (5.612)	1	-0.103 (-1.921)	2	-0.004 (-0.396)
53	0.231	1.615	3	0.188 (5.598)	1	-0.103 (-1.924)	3	-0.002 (-0.166)
54	0.222	1.574	3	0.175 (4.791)	1	-0.110 (-1.932)	4	-0.004 (-0.441)
55	0.248	1.570	3	0.168 (4.454)	1	-0.154 (-2.628)	5	0.018 (1.985)
56	0.260	1.600	3	0.159 (4.902)	2	-0.076 (-1.501)	1	0.036 (3.636)
57	0.225	1.594	3	0.178 (5.336)	2	-0.059 (-1.137)	2	-0.004 (-0.374)
58	0.225	1.604	3	0.177 (5.321)	2	-0.060 (-1.156)	3	-0.002 (-0.207)
59	0.215	1.561	3	0.161 (4.519)	2	-0.066 (-1.209)	4	-0.004 (-0.479)
60	0.237	1.552	3	0.150 (4.073)	2	-0.102 (-1.795)	5	0.017 (1.880)
61	0.257	1.595	3	0.152 (4.810)	3	-0.058 (-1.194)	1	0.036 (3.612)
62	0.223	1.590	3	0.171	3	-0.039	2	-0.003

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	SBRD		SPRD		SFRD2	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
				(5.281)		(-0.781)		(-0.347)
63	0.223	1.599	3	0.170 (5.266)	3	-0.040 (-0.812)	3	-0.002 (-0.167)
64	0.214	1.554	3	0.155 (4.462)	3	-0.050 (-0.951)	4	-0.005 (-0.513)
65	0.234	1.541	3	0.140 (3.918)	3	-0.081 (-1.479)	5	0.017 (1.850)
66	0.254	1.554	3	0.134 (4.035)	4	-0.071 (-1.469)	1	0.040 (3.734)
67	0.216	1.550	3	0.153 (4.475)	4	-0.064 (-1.271)	2	-0.003 (-0.311)
68	0.215	1.558	3	0.152 (4.455)	4	-0.065 (-1.298)	3	-0.002 (-0.216)
69	0.216	1.554	3	0.153 (4.503)	4	-0.065 (-1.310)	4	-0.004 (-0.468)
70	0.234	1.540	3	0.134 (3.830)	4	-0.078 (-1.497)	5	0.017 (1.815)
71	0.250	1.556	3	0.132 (3.848)	5	-0.071 (-1.431)	1	0.036 (2.958)
72	0.228	1.517	3	0.140 (4.002)	5	-0.074 (-1.488)	2	-0.012 (-1.080)
73	0.225	1.539	3	0.137 (3.896)	5	-0.075 (-1.483)	3	-0.003 (-0.333)
74	0.225	1.541	3	0.134 (3.808)	5	-0.079 (-1.573)	4	0.003 (0.341)
75	0.235	1.537	3	0.129 (3.709)	5	-0.080 (-1.604)	5	0.017 (1.874)
76	0.260	1.567	4	0.149 (4.410)	1	-0.115 (-2.046)	1	0.039 (3.591)
77	0.225	1.560	4	0.170 (4.919)	1	-0.118 (-2.052)	2	-0.005 (-0.491)
78	0.225	1.573	4	0.170 (4.891)	1	-0.118 (-2.055)	3	-0.003 (-0.317)
79	0.226	1.567	4	0.170 (4.938)	1	-0.117 (-2.048)	4	-0.006 (-0.604)
80	0.262	1.565	4	0.185 (5.032)	1	-0.181 (-3.052)	5	0.018 (1.990)
81	0.256	1.558	4	0.142 (4.248)	2	-0.091 (-1.676)	1	0.039 (3.659)
82	0.220	1.551	4	0.161 (4.698)	2	-0.085 (-1.521)	2	-0.005 (-0.445)
83	0.219	1.563	4	0.161 (4.677)	2	-0.086 (-1.546)	3	-0.003 (-0.349)
84	0.220	1.557	4	0.161 (4.726)	2	-0.086 (-1.543)	4	-0.006 (-0.637)
85	0.252	1.549	4	0.172	2	-0.138	5	0.017

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	SBRD		SPRD		SFRD2	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
				(4.694)		(-2.371)		(1.868)
86	0.256	1.555	4	0.139 (4.235)	3	-0.087 (-1.665)	1	0.040 (3.690)
87	0.219	1.548	4	0.157 (4.669)	3	-0.076 (-1.412)	2	-0.004 (-0.367)
88	0.219	1.558	4	0.157 (4.653)	3	-0.078 (-1.454)	3	-0.003 (-0.317)
89	0.220	1.552	4	0.158 (4.712)	3	-0.080 (-1.480)	4	-0.006 (-0.685)
90	0.249	1.539	4	0.162 (4.555)	3	-0.119 (-2.136)	5	0.017 (1.825)
91	0.260	1.555	4	0.137 (4.293)	4	-0.099 (-2.010)	1	0.039 (3.642)
92	0.223	1.550	4	0.156 (4.786)	4	-0.096 (-1.886)	2	-0.003 (-0.309)
93	0.223	1.559	4	0.155 (4.766)	4	-0.097 (-1.913)	3	-0.002 (-0.206)
94	0.224	1.553	4	0.157 (4.831)	4	-0.097 (-1.928)	4	-0.006 (-0.627)
95	0.249	1.537	4	0.154 (4.470)	4	-0.112 (-2.131)	5	0.016 (1.769)
96	0.263	1.556	4	0.146 (4.402)	5	-0.096 (-1.936)	1	0.035 (2.905)
97	0.242	1.511	4	0.156 (4.597)	5	-0.101 (-2.014)	2	-0.013 (-1.162)
98	0.239	1.536	4	0.152 (4.484)	5	-0.101 (-1.996)	3	-0.004 (-0.367)
99	0.239	1.536	4	0.150 (4.393)	5	-0.104 (-2.063)	4	0.002 (0.175)
100	0.249	1.532	4	0.145 (4.307)	5	-0.104 (-2.098)	5	0.017 (1.852)
101	0.246	1.582	5	0.132 (3.831)	1	-0.135 (-2.271)	1	0.036 (2.966)
102	0.225	1.536	5	0.143 (4.042)	1	-0.143 (-2.372)	2	-0.013 (-1.204)
103	0.221	1.561	5	0.139 (3.926)	1	-0.141 (-2.334)	3	-0.005 (-0.439)
104	0.220	1.560	5	0.136 (3.833)	1	-0.142 (-2.339)	4	0.002 (0.214)
105	0.231	1.557	5	0.130 (3.718)	1	-0.146 (-2.421)	5	0.018 (1.896)
106	0.242	1.574	5	0.126 (3.659)	2	-0.112 (-1.914)	1	0.037 (3.058)
107	0.218	1.525	5	0.134 (3.797)	2	-0.110 (-1.851)	2	-0.013 (-1.134)
108	0.215	1.549	5	0.131	2	-0.110	3	-0.005

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	SBRD		SPRD		SFRD2	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
				(3.698)		(-1.846)		(-0.438)
109	0.214	1.548	5	0.128 (3.606)	2	-0.111 (-1.852)	4	0.002 (0.199)
110	0.224	1.546	5	0.121 (3.462)	2	-0.111 (-1.868)	5	0.017 (1.807)
111	0.243	1.572	5	0.125 (3.681)	3	-0.115 (-1.996)	1	0.037 (3.051)
112	0.219	1.524	5	0.132 (3.804)	3	-0.111 (-1.897)	2	-0.012 (-1.048)
113	0.216	1.546	5	0.130 (3.720)	3	-0.113 (-1.929)	3	-0.004 (-0.377)
114	0.215	1.545	5	0.127 (3.633)	3	-0.114 (-1.944)	4	0.002 (0.170)
115	0.225	1.542	5	0.120 (3.474)	3	-0.112 (-1.927)	5	0.017 (1.767)
116	0.246	1.572	5	0.123 (3.724)	4	-0.121 (-2.224)	1	0.036 (2.986)
117	0.222	1.528	5	0.131 (3.879)	4	-0.122 (-2.203)	2	-0.011 (-1.004)
118	0.219	1.549	5	0.128 (3.783)	4	-0.124 (-2.231)	3	-0.002 (-0.228)
119	0.219	1.550	5	0.126 (3.708)	4	-0.125 (-2.269)	4	0.002 (0.219)
120	0.228	1.546	5	0.119 (3.534)	4	-0.121 (-2.197)	5	0.016 (1.701)
121	0.245	1.568	5	0.116 (3.614)	5	-0.113 (-2.218)	1	0.036 (2.917)
122	0.224	1.522	5	0.125 (3.814)	5	-0.121 (-2.328)	2	-0.012 (-1.095)
123	0.221	1.544	5	0.121 (3.688)	5	-0.121 (-2.311)	3	-0.002 (-0.208)
124	0.221	1.547	5	0.119 (3.606)	5	-0.123 (-2.366)	4	0.004 (0.349)
125	0.230	1.542	5	0.113 (3.459)	5	-0.121 (-2.353)	5	0.017 (1.796)

注) パラメータ欄の上段は推定されたパラメータ、下段の()内の数値はt値。

参考資料 F：国際パネルデータ一覧

第3章で実施した分析で利用するために、各国の研究開発や経済状況について収集し、整備した国際パネルデータセットを参考資料として掲載した。

データは Main Science and Technology Indicators をはじめとする OECD データベースを主に参照して以下の 13 カ国についてとりまとめており、収録期間は原則として 1981 年以降である。ただし、生産性 (Productivity) の Total Industry TFP のみ EU KLEMS が推計したデータであり、出典は OECD ではない。

- カナダ
- デンマーク
- フィンランド
- フランス
- ドイツ
- アイルランド
- イタリア
- 日本
- 韓国
- オランダ
- スペイン
- イギリス
- アメリカ

なお、表中の各数値の単位については以下のとおり略記している。

単位略号	定義
mil. 2005 PPP	million 2005 dollars – constant prices and PPP
mil. current PPP	million dollars – current prices and PPP
mil. NC	million national currency – for euro area, pre-EMU euro or EUR
NC/\$	National currency per US\$

(1) カナダ

品名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	7193	7806	7855	8556	9230	9685	9761	10070	10815	11298	11519	11969	12680	13727	13838	13680	14319	15807	17032	19063	21215	21352	21687	22708	23090	23336	23356	22971	22591	22232	21425	
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	3460	3738	3706	4168	4862	5243	5389	5492	5430	5692	5728	6092	6865	7785	8040	7918	8550	9513	10041	11495	13093	12288	12378	12892	12886	13221	13032	12431	11858	11124	10986	
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1917	2062	2068	2120	2195	2278	2295	2498	2322	3340	3521	3715	3909	3781	3714	3660	3795	4294	4908	5372	5991	6783	7152	7711	7842	7725	7922	8182	8240	8455	8185	
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1756	1948	2023	2200	2099	2108	1999	1984	2052	2154	2153	2121	2108	2072	1993	2014	1892	1928	2020	2142	2182	2243	2074	2021	2229	2269	2274	2241	2397	2490	2170	
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	2110	2464	2721	2990	3060	3203	3128	3340	4085	4279	4618	4811	4872	4875	4638	4402	4406	4874	5286	5634	6519	6843	7237	7603	8225	8316	9145	9793	10120	10356		
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	499	535	584	640	751	788	785	861	931	988	1063	1032	1125	1251	1383	1397	1610	1739	2012	1901	1648	1759	1592	1528	1463	1390	1641	1112	955	566		
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	188	307	459	546	545	587	767	893	885	987	1064	1109	1276	1627	1761	1904	1934	2795	2962	4668	4255	3441	3582	3650	3214	2834	3372	2939	2626	3081		
	Percentage of GERD financed by industry	%	40.8	37.9	34.7	35.4	40.0	41.4	41.0	40.3	38.3	38.6	38.2	39.2	41.2	44.0	45.7	46.3	48.0	45.7	44.9	44.9	50.3	51.5	50.3	50.2	49.3	51.2	49.2	49.5	47.7	45.5	46.5	
	Percentage of GERD financed by government	%	50.6	52.2	52.8	51.9	48.1	46.9	45.2	43.8	46.6	45.9	45.7	45.1	42.3	38.1	35.9	33.7	32.0	30.3	31.2	29.3	29.2	31.6	31.4	31.0	31.8	31.1	32.0	34.0	35.1	36.1		
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	4.6	4.5	4.5	4.1	4.2	4.1	4.3	5.7	6.2	6.3	6.7	6.5	6.9	6.6	6.9	7.6	7.7	8.1	8.6	8.4	7.9	8.7	9.5	9.8	10.1	10.0	9.6	9.0	10.0	11.8		
	Percentage of GERD financed by abroad	%	3.8	5.3	8.1	8.6	7.7	7.5	9.5	10.2	8.9	9.2	9.4	9.3	9.6	11.2	11.6	12.4	12.3	15.9	15.3	17.4	12.6	8.2	8.7	9.0	8.8	7.7	9.3	7.2	7.1	6.6	6.4	
	Percentage of BERD financed by industry	%	81.9	76.9	70.9	70.1	73.6	74.8	71.6	70.8	72.7	72.8	71.6	71.3	72.7	73.1	74.3	74.3	75.0	70.9	71.1	69.3	76.8	83.9	82.7	82.8	82.5	84.7	82.0	85.2	84.2	83.9	84.5	
	Percentage of BERD financed by government	%	10.7	12.9	12.6	12.8	12.2	11.8	11.6	11.1	10.1	9.3	9.9	10.8	9.7	7.5	6.2	4.9	4.9	3.3	3.5	2.3	3.6	2.6	2.6	2.2	2.6	2.5	2.1	2.3	3.0	3.9	3.9	
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	Percentage of BERD financed by abroad	%	7.4	10.7	16.6	17.1	14.3	13.6	16.8	18.0	17.1	17.9	18.5	17.7	17.7	19.4	19.5	20.8	20.0	25.8	25.4	28.4	19.8	13.5	14.7	15.1	14.9	12.8	15.9	12.5	12.8	12.2	11.6	
Percentage of HERD financed by industry	%	4.1	3.3	3.9	3.9	4.3	4.1	5.0	5.1	4.9	5.0	7.0	8.3	8.6	8.1	8.0	9.1	9.8	9.4	9.1	9.5	9.4	8.6	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.2	8.3	7.3	7.5		
Percentage of GOVERD financed by industry	%	1.0	0.8	0.7	0.8	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	1.6	1.7	1.7	1.4	1.4	1.8	5.5	4.2	3.6	2.9	3.1	3.9	3.8	3.5	3.6	3.8	3.5	5.0	4.4	4.3	4.4	3.0		
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	65	95	100	125	127	151	135	144	144	142	64	66	74	74	204	229	203	208	285	253	194	200	160	153	188	156	174	151				
	Environment	mil. NC	26	34	41	59	58	63	51	54	58	73	82	100	111	115	173	211	164	181	210	255	290	315	349	336	401	363	401	422				
	Exploration and exploitation of space	mil. NC																																
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	99	123	123	128	109	94	162	171	169	192	187	186	213	218	230	296	177	198	181	168	217	218	207	219	244	217	234	241				
	Energy	mil. NC	128	132	152	132	165	171	207	196	222	227	333	332	337	342	268	337	266	235	239	251	365	289	455	380	332	428	494	584				
	Industrial Production and technology	mil. NC	211	216	248	331	333	364	379	408	414	411	470	498	512	533	453	430	543	529	535	683	905	846	967	906	1082	1027	1078	1048				
	Health	mil. NC	128	139	171	186	186	194	235	250	300	354	342	356	363	389	388	382	357	405	493	635	861	1052	1156	1191	1316	1377	1622	1649				
	Agriculture	mil. NC	362	407	474	497	510	501	436	459	494	528	569	550	576	573	532	513	478	502	577	578	584	563	554	538	629	658	657	637				
	Education	mil. NC																																
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	465	563	544	541	600	657	655	649	1190	1209	1276	1369	1333	1327	1291	1209	1207	1412	1521	1607	1632	2031	1883	2259	2298	2350	2653	3258				
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	392	487	571	632	584	597	445	477	516	591	579	600	590	598	274	251	287	283	406	338	546	415	582	636	715	754	848	754				
	Defence	mil. NC	115	142	158	190	209	221	245	277	274	273	234	253	234	234	218	212	251	256	288	269	276	252	273	285	338	333	296	314				
	Total	mil. NC	2110	2464	2721	2990	3060	3203	3128	3340	4085	4279	4618	4811	4872	4875	4638	4402	4406	4874	5286	5634	6519	6843	7237	7603	8225	8316	9145	9793				
Multi-factor Productivity	growth rate in %						0.2	-1.2	-0.1	0.5	-0.6	-1.2	-0.9	0.7	0.6	2.0	0.8	-0.8	1.9	1.2	1.9	2.4	0.3	1.1	-0.1	0.1	0.5	-0.4	-1.1	-0.6	0.6			
Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995 = 100						99.3	99.5	98.3	98.2	98.6	98.1	96.9	96.0	96.7	97.3	99.2	100.0	99.2	101.1	102.3	104.2	106.7	107.1	108.1	108.0	109.3	109.9	109.4	108.2	107.6	108.2		
National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	587246	570457	585960	620031	649669	665396	693697	728204	747279	748722	733057	739473	756766	793122	815396	828596	863612	898998	948729	998378	1016187	1045906	1065580	1098828	1122000	1163957	1189564	1197757	1164582	1200022	1230838	
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	307103	318499	337960	371041	400650	419525	450192	488918	520725	541904	543731	567340	593393	634867	666239	689893	731875	770478	825019	874086	909848	937829	989275	1048821	1132000	1200850	1262849	1289586	1279406	1332926	1396180	
	GDPデフレーター	2005=100	52.3	55.5	57.7	59.8	61.7	63.0	64.9	67.1	69.7	72.4	74.9	76.7	78.4	80.0	81.7	83.3	84.7	85.7	87.0	87.6	89.5	89.7	92.8	95.4	100.2	106.2	108.4	109.6	110.9	113.4		
	名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	360471	379859	411386	449582	485714	512541	558949	613094	657728	679921	685367	700480	727184	770873	810426	836864	882733	914973	982441	107657	110948	1152905	1213175	1290906	1373945	1490405	1529588	1603418	1528985	1624608	1720748	
	Exchange Rates	NC/\$	1.20	1.23	1.23	1.30	1.37	1.39	1.33	1.23	1.18	1.17	1.15																					

(2) デンマーク

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1097	1190	1266	1351	1444	1612	1734	1833	1903	2022	2137	2220	2324		2670	2775	2997	3255	3554		4063	4289	4421	4363	4419	4608	4875	5342	5589	5513	5617	
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	545	612	675	735	798	894	964	1013	1047	1151	1251	1297	1355		1532	1680	1842	2106	2307		2787	2860	3055	2969	3016	3084	3406	3734	3900	3759	3785	
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	293	301	317	333	352	388	414	447	472	471	482	504	531		655	690	665	653	691		753	768	939	1026	1065	1098	1194	1288	1432	1549	1613	1671
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	249	257	264	272	282	314	336	352	363	371	378	394	414		454	452	462	466	516		475	478	316	290	285	302	158	139	116	117	121	
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	1982	2219	2643	3039	3409	4036	4586	6092	6101	6056	5754	5627	5841	6024	6720	7545	8080	8560	9593	9846	9989	10017	10289	10460	11042	11819	13417	14843	16380	17027	18320	18424
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	507	1112	1247	1471	1706																											
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	760	1293	1219	1330	1945																											
	Percentage of GERD financed by industry	%	42.5	44.3	45.6	47.4	48.9	48.1	47.5	47.1	46.8	49.3	51.4	50.7	50.0		45.2	50.5	53.4		59.0		61.4		59.9		59.5		61.0		62.1	60.7	60.2	
	Percentage of GERD financed by government	%	53.5	51.5	49.6	47.5	46.0	45.9	45.8	45.6	45.5	42.3	39.7	38.6	37.7		39.6	35.7	36.1		31.2		28.2		27.1		27.6		25.9		26.1	27.1	27.6	
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	2.0	2.1	2.7	3.0	3.1	3.6	4.0	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6		4.2	4.6	4.1		3.3		2.6		2.7		2.8		3.5		3.1	3.5	3.5	
	Percentage of GERD financed by abroad	%	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.4	2.7	2.9	3.1	3.8	4.4	5.9	7.3		11.0	9.2	6.4		5.4		7.8		10.3		10.1		9.5		8.6	8.7	8.7	
	Percentage of BERD financed by industry	%	84.4	84.3	84.3	86.0	87.2	85.4	84.0	83.6	83.3	84.8	86.0	85.0	84.1		76.9	81.5	85.1	90.0	89.5		87.4		85.6		86.0		86.3	86.3	87.5	87.5	87.5	
	Percentage of BERD financed by government	%	12.4	12.2	12.0	10.8	9.9	11.0	11.8	11.7	11.7	9.6	7.9	6.8	5.8		6.1	5.7	5.3	4.2	4.1		3.1		2.4		2.4		2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.5	0.9	1.1	0.9	0.7	1.4	1.9	2.0	2.1	1.9	1.7	1.9	2.0		1.5	1.3	1.1	0.6	0.6		0.3		0.0		0.0		0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	
	Percentage of BERD financed by abroad	%	2.8	2.7	2.6	2.4	2.2	2.3	2.3	2.6	2.8	3.7	4.4	6.4	8.2		15.5	11.6	8.5	5.2	3.8		9.2		12.0		11.4		10.9	10.9	9.4	8.4	9.4	
Percentage of BERD financed by industry	%	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8		1.8	1.9	3.4	2.1	2.0	3.0	4.2	2.7	3.0	2.4	2.5	2.1	3.0	2.1	3.6	3.2	3.2			
Percentage of GOVERD financed by industry	%	1.6	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.8	3.1	3.4	3.6	3.5	3.3		3.5	2.8	2.1		5.5	6.7	7.4	5.5	1.5	1.8	2.1	1.0	0.6	0.4	0.9	0.9			
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	58	64	45	51	44	65	69	104	100	106	106	112	109	110	114	102	110	106	113	114	116	105	81	73	63	80	98	66	77	78	74	
	Environment	mil. NC	36	37	31	47	51	41	58	146	185	230	186	255	209	254	294	330	231	313	302	261	236	233	193	201	191	199	258	370	434	356	380	
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	64	75	89	100	110	111	118	139	142	154	170	180	193	203	176	139	234	220	230	247	240	213	206	207	219	227	228	248	316	334	236	
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	63	68	76	70	81	91	111	105	90	94	115	138	143	134	126	123	121	167	163	190	138	125	138	94	83	107	116	121	109	157		
	Energy	mil. NC	198	248	267	186	220	200	209	196	207	205	133	233	243	133	152	176	213	173	182	176	197	125	139	180	190	249	404	581	512	900	854	
	Industrial Production and technology	mil. NC	321	384	423	503	718	650	779	1084	948	824	781	680	507	703	778	824	842	859	1019	685	838	607	721	633	690	755	857	1490	1533	1847	1787	
	Health	mil. NC	189	211	118	108	111	243	222	102	108	99	118	85	95	98	110	125	131	157	453	653	695	709	712	750	791	1002	1118	1124	1287	1426	1435	
	Agriculture	mil. NC	188	200	205	255	254	312	402	491	472	466	479	387	471	409	460	526	626	721	788	1101	883	864	668	367	276	370	334	370	457	467	444	
	Education	mil. NC																																
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC				919	1090	1056	1353	1452	2109	2160	2137	2037	2042	2250	2155	2323	2681	3125	3296	3426	3496	3739	3904	4388	4640	4998	5245	5669	6347	7271	7224	7882
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	709	772	394	494	603	774	970	1217	1361	1386	1398	1295	1310	1352	1555	1711	1684	1738	1970	1800	1799	2163	2026	2275	2511	2918	2763	3035	3040	3227		
	Defence	mil. NC	5	6	6	22	18	18	24	25	25	36	34	36	39	42	43	46	48	50	49	53	119	134	82	84	77	86	82	76	58			
	Total	mil. NC	1982	2219	2643	3039	3409	4036	4586	6092	6101	6056	5754	5627	5841	6024	6720	7545	8080	8560	9593	9846	9989	10017	10289	10460	11042	11819	13417	14843	16380	17027	18320	18424
Multi-factor Productivity	growth rate in %					1.5	1.4	0.2	0.4	0.7	1.4	1.1	1.2	0.4	5.2	1.3	1.5	0.2	-1	0.2	1.3	-1.2	-0.2	0.5	1.5	0.4	0.5	-0.6						
1995=100						86.4	87.7	88.9	89.1	89.5	90.1	91.4	92.4	93.5	93.8	98.7	100.0	101.5	101.7	100.7	100.9	102.2	101.0	100.8	101.3	102.8	103.2	103.7	103.1					
Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100	90.8	92.2	92.7	93.9	94.3	93.1	93.1	94.0	95.2	96.2	96.3	96.3	96.1	99.3	100.0	100.6	99.5	97.3	97.0	98.7	96.9	96.0	96.1	96.9	97.4	97.6	96.7						
growth rate in %			1.5	0.6	1.2	0.4	-1.2	-0.1	1.0	1.3	1.0	0.2	0.2	-0.5	3.4	0.7	0.6	-1.0	-2.2	-0.4	1.8	-1.8	-1.0	0.1	0.9	0.5	0.2	-1.0						
National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	105563	109483	112386	117068	121779	127806	128727	127994	128727	130797	132498	135115	134994	142453	146819	150981	155810	159176	163252	169012	170204	170997	171653	175595	179888	185995	188940	187459	176837	179626	181610	
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	53398	60946	65036	70290	75352	80849	83461	86222	90000	94983	99628	104009	106187	114409	120362	126882	133599	138674	143272	153900	157668	165346	164016	174461	178888	185995	205866	218809	211232	223715	229086	
	GDPデフレーター	2005=100	52.5	55.7	57.9	60.0	61.9	63.3	65.1	67.4	69.9	72.6	75.2	77.0	78.7	80.3	82.0	83.9	85.7	87.1	87.6	91.1	92.6	96.7	95.6	99.4	100.0	105.4	109.0	116.7	119.4	124.5	126.1	
Economic Statistics	名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	430068	491088	541428	597727	648540	698783	734418	762213	804549	840648	874363	906595	911809	978945	1019545	1069488	112641	1163615	1213473	1259963</												

(3) フィンランド

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1004	1211	1375	1506	1631	1782	1909	2045	2139	2177	2204	2222	2445	2530	2927	3330	3718	4260	4733	4798	4955	5170	5401	5601	5846	6151	6576	6401	6547	6527			
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	549	675	787	884	961	1050	1143	1263	1338	1241	1251	1287	1322	1600	1937	2197	2497	2903	3356	3412	3463	3644	3787	3987	4158	4447	4583	4572	4559	4589			
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	223	271	295	315	338	368	390	395	400	481	484	455	461	495	529	664	728	840	845	867	950	993	1089	1086	1095	1147	1130	1210	1338	1304			
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	226	250	273	300	325	358	368	379	401	440	454	455	462	421	461	453	468	485	501	490	513	501	511	535	546	520	528	582	605	577			
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	208	248	280	319	382	430	481	545	621	713	800	840	881	887	930	939	1184	1250	1275	1296	1352	1389	1453	1535	1614	1694	1740	1814	1928	2069	2072	2010	
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	63	66	80	95	111	120	143	159	194	203	212	203	314	283	286	359	439	371	1665	1850	2100	2573	2715	2870	3716	3947	4144	6394	6523	5866	5759		
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	3	2	5	3	5	6	18	25	33	32	37	47	86	67	43	51	82	97	2078	1688	1464	1562	1490	1767	2890	2541	2834	7289	6840	7152	7733		
	Percentage of GERD financed by industry	%	54.5	56.3	58.6	59.6	59.6	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2
	Percentage of GERD financed by government	%	43.4	41.6	41.6	41.6	41.6	38.1	35.3	40.9	39.8	35.1	30.9	30.0	29.2	26.2	25.5	26.1	25.7	26.3	25.7	25.1	24.1	21.8	24.0	25.7	25.1	24.1	21.8	24.0	25.7	25.1	24.1	21.8	24.0
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Percentage of GERD financed by abroad	%	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.3	1.8	4.5	5.3	5.1	3.0	2.7	2.5	3.1	3.1	3.2	6.3	7.1	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
	Percentage of BERD financed by industry	%	94.9	95.5	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	Percentage of BERD financed by government	%	4.2	3.5	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Percentage of BERD financed by abroad	%	0.9	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Percentage of HERD financed by industry	%	2.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
Percentage of GOVERD financed by industry	%	9.5	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	15	18	20	22	23	29	31	32	33	32	19	19	20	18	11	11	14	16	21	20	17	14	15	16	17	21	21	23	21	23	21	25	
	Environment	mil. NC	2	2	3	3	6	7	8	11	11	10	21	26	26	21	24	24	27	28	29	30	31	28	30	27	28	30	27	28	29	31	31	33	
	Exploration and exploitation of space	mil. NC																																	
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	5	5	10	7	9	10	12	13	15	16	28	30	29	32	35	36	31	28	29	33	29	28	28	28	28	33	29	41	42	39	35		
	Energy	mil. NC	12	14	15	16	20	22	24	25	27	30	29	33	34	31	33	41	48	80	79	70	58	58	66	76	78	74	136	160	191	166	225		
	Industrial Production and technology	mil. NC	45	55	62	75	105	119	135	154	175	200	195	218	267	292	293	267	324	335	357	370	393	388	390	397	421	460	414	460	443	491	475	405	
	Health	mil. NC	2	3	4	5	8	8	10	12	13	14	30	31	27	28	33	32	94	95	89	88	87	104	97	102	95	105	116	112	107	119			
	Agriculture	mil. NC	25	29	29	32	35	40	44	47	53	59	71	73	70	64	66	67	75	78	73	70	79	78	89	92	95	101	98	101	100	116			
	Education	mil. NC																																	
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																	
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																	
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	63	72	82	89	100	111	126	144	169	196	226	213	213	215	245	259	313	324	323	346	350	378	393	408	422	433	449	452	490	513	556		
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	21	25	30	33	38	42	47	51	58	65	84	86	91	96	93	100	143	149	159	159	192	189	198	234	245	274	290	308	327	403	367		
	Defence	mil. NC	4	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	13	19	19	19	19	18	17	21	22	42	35	53	47	41	51	35	56	53				
	Total	mil. NC	208	248	280	319	382	430	481	545	621	713	800	840	881	887	930	939	1184	1250	1275	1296	1352	1389	1453	1535	1614	1694	1740	1814	1928	2065	2065		
Multi-factor Productivity	growth rate in %																																		
1995=100																																			
Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	growth rate in %																																		
1995=100																																			
National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	86450	89086	91780	94632	97757	100339	103841	109263	114811	115391	108468	104688	103839	107633	111898	115892	123084	129276	134329	141480	144711	147366	150331	156532	161097	169202	177178	177696	162523	167926	172529		
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	47534	51968	55657	59542	63387	66516	70856	77132	84118	87812	85469	84449	85693	90587	96131	98786	107754	116338	121974	132895	137641	143180	143962	158129	161097	174526	191278	202337	190360	194729	202795		
	GDPデフレーター	2005=100	55.0	58.3	60.6	62.9	64.8	66.3	68.2	70.6	73.3	76.1	78.8	80.7	82.4	84.2	85.9	85.2	87.5	90.0	90.8	93.9	95.1	97.2	95.8	97.1	100.0	103.8	108.0	113.9	117.1	116.0	117.5		
	名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	37590	42300	47107	52681	57311	61660	66571	75403	84291	89316	85217	83003	83914	88404	96064	99131	107380	116631	122321	132195	139288	143646	145531	152266	157429	165765	179830	185670	172318	178796	189388		
	Exchange Rates	NC/\$																																	

(4) フランス

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	21440	22911	23826	25064	26179	26607	27799	28973	30792	32807	33166	33792	34063	34041	34302	34466	34058	34393	35799	36946	38479	39521	38794	39395	39236	40191	40623	41394	42869	42970	43901	
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	12632	13272	13421	14329	15373	15822	16372	17229	18591	19822	20391	21114	21015	20919	21213	21298	21414	22617	23094	24516	24987	24292	24800	24372	25333	25584	26586	26447	27140	27849		
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	3520	3652	3743	3847	3938	4022	4167	4274	4378	4781	5003	5162	5392	5508	5730	5804	5931	6056	6144	6293	6274	7454	7511	7341	7387	7718	7920	8294	8918	9281	9312	
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	5059	5771	6243	6646	6615	6737	7014	7219	7364	7934	7513	7067	7195	7022	7200	6986	6357	6411	6495	6399	6356	6534	6471	6889	6972	6631	6643	6617	6991	6003	6197	
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	6220	7285	8455	9418	10478	10513	11306	11925	12765	14084	14198	13725	13634	13640	13193	13105	12557	12703	12892	13842	14839	15498	15804	15906	16698	14602	14108	16951	17513	16360	16814	
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	821	997	1055	1347	1457	1446	1587	1689	1817	2081	2109	2253	2202	2153	2274	2473	2699	2810	2975	2870	3012	2977	2865									
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	750	855	952	1207	1224	1203	1235	1343	1507	1574	1498	1624	1568	1577	1651	1867	1930	2330	2586	2976	3572	3846	4597									
	Percentage of GERD financed by industry	%	40.9	41.6	42.0	41.1	41.4	41.2	41.8	43.3	43.9	43.5	42.5	46.6	47.0	48.7	48.3	48.5	51.6	53.5	54.1	52.5	54.2	52.1	50.8	50.7	51.9	52.3	52.3	50.8	52.3	53.5		
	Percentage of GERD financed by government	%	53.4	54.0	53.8	53.7	52.9	52.5	51.7	49.9	48.1	48.3	48.8	43.3	43.5	41.6	41.9	41.5	38.8	37.3	36.9	38.7	36.9	38.3	39.0	38.7	38.6	38.5	38.1	38.9	38.7	37.0		
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	1.3	1.4	1.7	1.6	1.6	1.8	1.9	1.6	1.7	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	2.2	2.1	2.3	2.0	1.8	
	Percentage of GERD financed by abroad	%	5.0	3.7	3.6	4.6	4.8	5.6	5.9	6.2	7.4	7.5	8.0	8.7	8.1	8.3	8.0	8.3	7.9	7.4	7.0	7.2	7.2	8.0	8.4	8.8	7.5	7.0	7.5	8.0	7.0	7.6		
	Percentage of BERD financed by industry	%	68.2	71.0	73.0	71.0	69.6	69.1	69.0	69.9	69.8	69.1	66.2	71.3	73.4	75.8	76.1	75.6	79.0	81.6	81.2	81.0	82.9	79.4	78.4	77.8	80.7	80.0	80.5	78.4	81.9	82.0		
	Percentage of BERD financed by government	%	24.6	24.2	22.4	22.5	23.4	22.8	22.2	20.8	19.3	19.8	22.3	18.4	15.3	13.0	12.7	13.1	10.4	9.0	10.0	9.9	8.4	10.3	11.1	11.4	10.1	11.3	9.8	11.3	9.0	8.5		
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1		
	Percentage of BERD financed by abroad	%	7.0	4.8	4.6	6.5	6.9	8.0	8.7	9.2	10.9	11.1	11.4	12.0	11.3	11.2	11.1	10.6	9.4	8.8	9.0	8.7	10.2	10.4	10.7	9.2	8.6	9.8	10.2	9.1	9.4			
Percentage of HERD financed by industry	%	1.3	1.3	1.3	1.5	1.9	2.0	3.5	4.0	4.6	4.9	4.2	3.7	3.3	3.2	3.3	3.2	3.0	3.4	3.4	2.7	3.1	2.9	2.7	1.8	1.6	1.7	1.6	2.2	1.8	2.0			
Percentage of GOVERD financed by industry	%	1.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	2.1	3.9	3.8	3.8	4.8	5.7	4.7	5.3	5.4	6.2	7.6	9.4	10.8	6.7	6.3	6.7	5.7	6.4	7.4	8.1	6.5	6.7	7.2	8.1			
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	173	213	148	140	151	202	200	216	208	219	236	147	154	107	105	93	97	113	93	76	112	105	155	166	149	130	125	130	146	179	134	
	Environment	mil. NC	34	41	29	36	49	111	95	94	91	92	98	150	173	187	255	260	261	278	203	241	421	451	494	483	437	406	260	389	367	420	253	
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	226	312	408	533	580	739	766	828	984	1096	1222	1336	1387	1455	1381	1434	1461	1404	1417	1437	1427	1396	1368	1433	1439	1287	1268	1288	2040	1776	2173	
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	226	255	274	293	320	119	116	107	135	136	81	83	82	83	86	84	81	83	89	87	82	87	82	87	82	87	120	86	1218	1301	1243	1013
	Energy	mil. NC	450	530	670	736	805	485	477	469	445	405	449	533	533	559	583	610	605	654	630	666	572	577	672	746	719	663	760	855	928	1095	1029	
	Industrial Production and technology	mil. NC	536	803	1002	1055	1249	1467	1486	1521	1692	1682	1800	1012	963	885	794	629	593	726	789	842	916	923	882	903	994	1081	1120	300	291	291	284	
	Health	mil. NC	302	370	349	364	409	314	369	377	422	471	492	620	621	608	656	670	700	708	708	737	843	898	862	881	979	870	937	962	1105	1159	1142	
	Agriculture	mil. NC	239	292	305	354	364	455	486	492	517	547	590	534	538	532	452	469	477	490	383	323	308	331	333	341	363	321	237	269	289	312	368	
	Education	mil. NC																																
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																
	General advancement of knowledge : R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC				915	1154	1226	1316	1335	1394	1481	1600	1765	1802	1892	1955	2047	2097	2175	2286	2346	3098	3445	3582	3906	3952	3887	3997	4008	3629	3674	3764	3825
	General advancement of knowledge : R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	1499	1680	1356	1364	1481	1671	1758	1865	1975	2078	2165	2315	2446	2432	2531	2452	2510	2553	2808	2978	2864	3208	2967	2967	3736	3331	3081	3672	2920	2737	2799	
	Defence	mil. NC	2389	2637	2768	3086	3410	3461	4058	4444	4726	5641	5122	4902	4541	4510	3955	3897	3163	2970	2931	2963	3385	3559	3619	3531	3480	4078	4065	3610	3820	2405	1143	
	Total	mil. NC	6220	7285	8455	9418	10478	10513	11306	11925	12765	14084	14198	13725	13634	13640	13193	13105	12557	12703	12892	13842	14839	15498	15804	15906	16698	14602	14108	16951	17513	16360	16814	
Productivity	Multi-factor Productivity	growth rate in %					2.8	1.4	0.5	2.6	2.7	1.3	0.6	1.2	0.3	1.8	1.9	-0.1	1.4	1.8	1.1	2.5	0.2	1.8	0.3	0.3	1.1	2.2	-0.2	-1.5	-1.6			
	Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100				84.4	86.8	88.0	88.4	90.7	93.2	94.4	95.0	96.1	96.4	98.1	100.0	99.9	101.3	103.1	104.2	106.8	107.0	108.9	109.2	109.6	110.6	113.1	112.9	111.2	109.4			
		1995=100	85.8	89.1	89.4	90.6	92.5	93.7	94.3	95.9	98.2	98.0	97.9	98.4	97.7	98.6	100.0	99.3	100.2	101.8	102.1	104.2	103.7	104.9	105.6	105.3	106.2	107.8	107.6					
		growth rate in %		3.8	0.4	1.3	2.2	1.3	0.6	1.7	2.4	-0.2	-0.1	0.5	-0.7	0.9	1.4	-0.7	0.9	1.6	0.3	2.0	-0.5	0.6	0.0	0.6	1.5	-0.2						
	National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	112836	116125	117087	118780	120987	123421	126395	132880	137801	141430	142878	144996	144030	147289	150280	151884	152054	160487	165730	171829	174938	176092	178193	182324	188700	190601	195071	194898	198724	191860	195233
		名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	57841	628063	682001	697130	729899	763148	804286	870181	941754	100378	106108	109109	110751	115695	120423	124148	129499	136639	142415	153245	162705	170494	169254	176129	189070	199207	211975	219123	217126	222942	228944

(5) ドイツ

国名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	35620	36515	37206	38265	41979	43385	45867	47339	48894	49425	52392	51685	49622	48763	48717	50267	52193	54055	58231	61579	62557	63289	63981	63800	64299	67595	69569	74705	74375	76915	80383		
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	24568	25665	26220	27064	30326	31282	33179	34292	35364	36356	35508	33317	32478	32652	33225	35206	36725	40627	43308	44708	43963	44613	44528	44587	47319	48694	51733	50247	51604	53822			
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	5071	5919	5872	5987	6116	6342	6609	6811	6961	7215	8553	8830	8757	8849	9066	9343	9404	9590	9910	10254	10769	10795	10350	10637	10896	11211	12477	13105	13927	14671			
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	4786	4717	4941	5012	5354	5484	5851	5929	6341	6364	7684	7348	7547	7476	7899	7699	7638	7928	8013	8361	8596	8697	8573	8722	9075	9379	9664	10495	11022	11385	11890		
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	9071	9871	9763	9926	10753	10932	11324	11380	12085	12843	15057	15903	16045	15815	16177	16461	16009	16017	16322	16253	16460	16737	17101	16943	17221	17608	18701	19692	21711	23016	23484	24120	
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	1979	1778	2010	2081	2484	3584	3972	4297	5382	5735	6771	7954	8538	8380	9650	10862	13132	14594	16153	19771	23501	23085	20625	20834	24264	25319	28211	30223	35543	35357	38183		
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	1079	1262	1487	1603	1763	3191	3541	3633	4220	5234	5331	5810	6098	6768	7791	8308	10944	12078	12156	14743	16289	17588	20600	23135	25541	27881	30392	35783	41374	42846	43960		
	Percentage of GERD financed by industry	%	56.8	56.9	58.9	59.6	61.1	62.1	63.7	63.7	63.5	63.5	61.7	61.2	60.8	60.4	60.0	59.6	61.3	62.4	65.4	66.0	65.7	65.6	66.3	66.6	67.6	68.3	68.1	67.3	66.1	65.6			
	Percentage of GERD financed by government	%	41.8	41.7	39.6	38.9	37.5	36.3	34.6	34.2	33.9	33.8	35.8	36.4	37.2	37.5	37.9	38.1	35.9	34.8	32.1	31.4	31.4	31.6	31.2	30.5	28.4	27.5	28.4	29.8	30.3				
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2				
	Percentage of GERD financed by abroad	%	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.7	2.1	2.1	1.9	2.0	1.7	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	2.1	2.1	2.5	2.4	2.3	2.5	3.7	3.8	4.0	4.0	3.8	3.9			
	Percentage of BERD financed by industry	%	81.7	79.8	82.2	82.7	83.1	84.7	86.5	86.3	86.0	86.3	87.0	86.3	87.0	86.3	87.6	87.6	87.1	87.9	88.7	90.7	90.8	90.7	91.5	91.8	92.1	92.0	91.6	91.6	92.0	92.0	92.0		
	Percentage of BERD financed by government	%	16.9	18.7	16.1	15.6	15.3	13.7	11.9	11.4	11.0	10.7	10.1	10.7	10.3	10.2	10.2	10.5	9.2	8.5	7.0	6.9	6.7	6.2	6.1	5.9	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5			
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1			
	Percentage of BERD financed by abroad	%	1.2	1.3	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	2.1	2.7	2.7	2.6	2.5	1.9	2.0	2.2	2.3	2.8	2.7	2.1	2.1	2.4	2.4	2.3	2.3	3.3	3.7	3.7	3.4	3.4	3.4			
	Percentage of HERD financed by industry	%	1.8	3.5	5.2	5.3	5.4	5.8	6.4	6.8	7.1	7.9	7.0	7.6	8.4	8.3	8.2	9.2	9.7	10.5	11.3	11.6	12.2	11.8	12.6	13.2	14.1	15.1	15.5	15.1	14.2	13.9			
	Percentage of GOVERD financed by industry	%	0.8	0.9	0.9	1.2	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.8	4.2	2.1	2.2	2.3	2.5	2.4	2.5	2.9	10.4	10.8	9.3	9.8	9.0			
	GBOARD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	257	232	182	198	227	224	215	250	263	301	374	433	440	451	370	356	325	294	293	280	270	288	292	306	303	323	320	378	385	385	416	
Environment		mil. NC	163	171	274	296	338	353	360	387	411	453	513	596	604	582	580	515	563	552	563	542	512	515	567	586	593	549	590	638	636	637			
Exploration and exploitation of space		mil. NC	375	412	393	390	419	493	593	628	683	752	811	940	935	869	833	809	763	760	736	768	814	853	857	866	844	863	903	966	1061	1086	1128		
Transport, telecommunication and other infrastructures		mil. NC	339	339	218	222	206	205	238	239	239	248	304	271	268	267	246	242	273	275	280	270	288	306	302	318	314	311	342	329	368	363	318		
Energy		mil. NC	1381	1814	1482	1509	1359	1132	911	800	777	769	778	747	672	674	604	556	578	563	589	594	556	513	503	514	474	491	515	662	727	871	883	1023	
Industrial Production and technology		mil. NC	987	1154	1185	1199	1521	1592	1713	1591	1547	1608	1862	2209	1998	1975	2157	2225	2040	1998	2092	2002	1949	2095	2122	2145	2172	2223	2262	2330	2647	3327	3734		
Health		mil. NC	371	404	311	320	326	335	369	356	417	445	485	527	515	503	520	557	530	518	543	582	676	689	727	733	745	792	882	857	1003	997	1044		
Agriculture		mil. NC	180	196	236	204	213	221	230	233	250	249	478	400	417	419	421	425	432	433	417	410	341	334	334	332	314	334	334	687	615	190	186	239	231
Education		mil. NC																																	
Culture, recreation religion and mass media		mil. NC																																	
Political and social systems, structures and processes		mil. NC																																	
General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)		mil. NC				3215	3236	3380	3451	3372	3535	3961	4182	4994	5599	5949	5992	6104	6009	6161	6209	6253	6350	6318	6650	6659	6843	6989	6905	7448	7680	7790	8874	8894	
General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF		mil. NC	3841	3928	1083	1135	1225	1335	1593	1642	1680	1684	2284	2138	2457	2289	2431	2569	2427	2531	2606	2621	2827	2842	2789	2925	3088	3074	3440	3487	3688	3724	3856		
Defence		mil. NC	804	842	938	990	1283	1324	1435	1411	1546	1730	1654	1596	1367	1354	1465	1638	1533	1403	1359	1267	1214	913	1116	990	991	1141	1131	1187	1181	1154	937		
Total		mil. NC	9071	9871	9763	9926	10753	10932	11324	11380	12085	12843	15057	15903	16045	15815	16177	16461	16009	16017	16322	16253	16460	16737	17101	16943	17221	17608	18701	19692	20833	23016	23437		
Productivity		Multi-factor Productivity	growth rate in %													1.5	0.2	2	1.6	1	1.5	0.6	0.4	1.9	1.5	0.6	0.2	0.6	0.7	3.1	1.5	-0.3	-3.3	1.7	
		Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100													94.9	96.3	96.5	98.4	100.0	101.1	102.6	103.2	103.6	105.6	107.2	107.8	108.1	108.7	109.5	112.9	114.6	114.2	110.4	112.3
National Accounts		実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	1641796	1635313	1661027	1707917	1747676	1787659	1812717	1879919	1953171	2055610	2160826	2203139	2180071	2239957	2271421	2289383	2329156	2373212	2416913	2490814	2528534	2528790	2519296	2548548	2565997	2606039	2747927	2776892	2748847	2827988		
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	850530	898778	949031	1014771	1067861	1118501	1165304	1230341	1348258	1473381	1604186	1673683	1693381	1771431	1835610	1888857	1933203	1984259	2051700	2117827	2196097	2263396	2330475	2448987	2565997	2763511	2925161	3047863	2951728	3084141	3231777		
	GDPデフレーター	2005=100	51.8	55.0	57.1	59.3	61.1	62.5	64.3	66.5	69.0	71.																							

(6) アイルランド

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	296	300	289	329	367	397	413	418	444	499	574	659	765	876	967	1100	1196	1269	1345	1405	1453	1542	1698	1868	2009	2122	2313	2568	2921	2813	2881		
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	129	131	135	162	188	210	223	233	258	300	365	429	519	604	677	778	849	919	986	1066	1018	1062	1146	1228	1314	1404	1524	1656	1923	1930	1980		
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	47	48	50	57	73	86	92	89	100	117	133	147	161	180	198	220	247	266	278	285	317	346	419	498	544	575	627	736	853	748	792		
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	116	118	101	106	101	95	93	90	78	74	66	75	86	87	92	91	91	80	114	118	135	132	140	148	144	163	177	145	137	139			
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	56	64	66	70	87	97	105	104	101	102	113	126	139	130	168	190	196	209	249	319	378	430	518	636	744	803	915	948	909	838	802	796	
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC																								16939	18822	19925	22155	22748	29045	30337	33657	35025	
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC																								13316	15987	17304	19972	23572	25792	26697	30865		
	Percentage of GERD financed by industry	%	37.7	37.7	42.1	43.3	45.7	47.5	48.6	50.3	55.4	59.1	60.6	64.4	62.3	65.3	67.4	66.8	67.3	65.4	64.4	65.8	66.7	63.4	60.3	58.6	57.4	53.4	49.6	48.6	50.5	52.6	48.1		
	Percentage of GERD financed by government	%	56.5	56.5	51.2	48.5	46.1	44.3	42.3	39.5	34.0	30.1	27.8	25.2	27.9	22.7	22.5	24.2	24.3	23.1	21.9	23.4	25.6	27.5	29.8	31.1	32.0	31.9	32.2	33.9	32.3	29.5	31.2		
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	1.1	1.1	1.2	1.6	1.5	1.5	1.9	2.3	2.2	2.1	2.2	2.0	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.8	1.9	1.7	1.9	1.6	1.7	1.9	1.6	1.7	1.9	1.8	2.0	1.8	1.4	1.5	
	Percentage of GERD financed by abroad	%	4.8	4.8	5.4	6.7	6.6	6.5	7.2	7.9	8.4	8.6	9.4	8.4	7.9	10.1	8.5	7.5	6.7	9.8	12.0	8.9	6.0	7.1	8.3	8.6	8.6	8.6	12.9	15.9	15.5	15.4	16.5	19.2	
	Percentage of BERD financed by industry	%	80.5	80.5	81.4	79.6	81.5	82.3	84.1	85.5	88.7	91.1	89.6	92.0	86.4	89.7	91.0	90.3	90.9	87.3	84.9	89.1	92.7	90.1	88.1	87.6	86.1	79.4	73.9	73.9	75.0	75.0	69.1		
	Percentage of BERD financed by government	%	13.7	13.7	11.2	10.8	12.4	13.8	11.3	9.1	6.9	5.2	3.7	3.1	10.6	3.9	4.9	6.2	6.5	5.1	4.0	3.3	2.8	2.9	2.9	2.9	4.1	4.8	5.5	4.2	4.2	5.9			
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
	Percentage of BERD financed by abroad	%	5.7	5.7	7.1	9.1	5.9	3.7	4.6	5.3	4.3	3.5	6.6	4.6	3.0	5.9	3.8	3.5	2.6	7.3	11.1	7.6	4.8	7.1	8.9	9.5	9.8	15.7	20.6	20.6	20.8	20.8	24.9		
Percentage of HERD financed by industry	%	7.1	7.1	7.2	7.2	6.9	6.8	7.0	7.8	9.2	10.2	8.6	7.3	7.1	7.0	6.9	6.4	6.5	6.6	5.9	5.3	4.4	3.7	3.0	2.6	2.7	1.8	2.3	3.0	3.4	3.9	4.4			
Percentage of GOVERD financed by industry	%	3.6	3.6	3.2	3.4	3.0	3.0	3.4	4.4	6.6	13.1	13.4	23.9	20.0	18.1	21.8	17.3	16.5	16.3	14.8	10.7	10.3	6.6	6.2	3.6	4.1	5.5	4.7	1.1	2.1	1.5	1.7			
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Environment	mil. NC	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	4	5	6	11	10	7	12	7	11	10	6	13	16	14	
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	3	5	4	4	3	3	3	1	2	4	4	4	4	4	4	4	5	6	6	3	10	25	0	9	9	5	15	14	11	7	8		
	Energy	mil. NC	2	2	2	1	1	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	14	21	28	27	29
	Industrial Production and technology	mil. NC	10	12	14	13	23	24	30	32	30	30	38	43	58	22	48	52	59	63	76	70	58	100	132	83	68	84	114	123	143	181	189		
	Health	mil. NC	2	2	2	4	4	5	5	5	4	4	5	2	3	4	5	5	7	7	13	15	25	26	30	26	48	49	52	48	43	44			
	Agriculture	mil. NC	17	22	17	17	19	17	18	14	18	13	12	14	17	29	36	47	57	44	51	47	88	80	57	58	84	84	115	127	103	93	95		
	Education	mil. NC																																	
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																	
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																	
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	12	10	16	19	25	31	30	34	28	31	34	37	43	54	54	58	44	51	60	63	69	112	226	184	271	248	240	226	227	169	158		
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	3	4	3	3	3	3	4	4	4	5	6	6	5	5	6	8	10	23	32	104	104	50	52	221	221	244	306	254	307	241	252		
	Defence	mil. NC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total	mil. NC	56	64	66	70	87	97	105	104	101	102	113	126	139	130	168	190	196	209	249	319	378	430	518	636	744	803	947	959	941	827	823		
Productivity	Multi-factor Productivity	growth rate in %	1.6	-1.8	4.3	4.5	4.8	4.5	3	4.5	2.2	2.7	5	3.3	7.1	3.1	4.1	4.1	1.2	4	2.8	0.7	0.8	1	1.3	-1.9	1.2	2							
	Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995 = 100																																	
National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	44737	45759	45647	47635	49104	48984	51174	53844	56974	61798	62991	65097	66849	70697	75508	84734	94475	102781	114140	126397	133092	140595	146057	152429	161386	170107	179370	175588	166007	164735	167092		
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	24149	28205	27176	29424	31258	31820	34280	37315	40980	46189	48727	51552	54103	58414	65370	71899	79924	89250	97523	109893	118429	130369	138815	149296	161386	180613	197010	187993	178376	181743	189449		
	GDPデフレーター	2005=100	54.0	57.3	59.5	61.8	63.7	65.1	67.0	69.3	71.9	74.7	77.4	79.2	80.9	82.6	84.3	84.0	84.6	86.8	85.4	87.0	89.0	92.7	95.0	97.9	100.0	106.2	109.8	107.1	107.5	110.3			
Economic Statistics	名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	16017	18870	20840	23135	25086	26614	28467	30925	34530	37180	38580	40991	44274	47616	53787	58894	68154	78885	90683	105775	117643	130877	140827	150194	163037	177729	188729	178882	161275	156487	158993		
	Exchange Rates	NC/\$	0.79	0.89	1.02	1.17	1.20	0.94	0.85	0.83	0.90	0.77	0.79	0.75	0.86	0.85	0.79	0.79	0.84	0.89	0.94	1.09	1.12	1.06	0.89	0.81	0.80	0.73	0.66	0.72	0.76	0.72			
	Purchasing Power Parities for GDP	NC/\$	0.66	0.72	0.77	0.79	0.80	0.84	0.83	0.83	0.84	0.81	0.79	0.80	0.82	0.82	0.83	0.85	0.88	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	0.98	0.96	0.95	0.90	0.86	0.84		
Population	GDP	mil. 2005 PPP	44737	45759	45647	47635	49104	48984	51174	53844	56974	61798	62991	65097	66849	70697	75508	84734	94475	102781	114140	126397	133092												

(7) イタリア

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	9205	9492	10112	11092	12671	13152	14241	15163	15912	16782	16201	15787	14905	14212	13914	14237	15139	15642	15474	16411	17376	18110	17766	17920	17999	19095	20204	20527	20337	20598	20575		
	Business Enterprises Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	51189	53888	5728	6253	7216	7675	8146	8788	9351	9786	9041	8810	7987	7524	7431	7616	7544	7562	7632	8217	8528	8753	8395	8588	9315	10478	10985	10839	11158	11143	11171		
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1649	1763	1945	2080	2429	2587	2876	3082	3143	3480	3475	3508	3721	3677	3543	3771	4657	4914	4971	5091	5056	5944	6015	5890	5437	5779	6090	6254	6153	5958	5876		
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	2367	2341	2390	2759	3026	2890	3219	3313	3417	3515	3685	3469	3186	3021	2940	2844	2938	3165	2971	3103	3192	3182	3106	3198	3117	3287	2930	2612	2673	2835	2825		
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	1344	1548	1953	2403	2744	3328	3833	4520	4516	5000	5565	6233	5559	5321	5315	5710	6221	6137	6079	7657	8448				9577	9099	9939	9942	9778	9548	8891	8470	
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	335	418	471	511	538	546	527	792	736	759	1516	2673	2850	2872	2891	3080	3208	3243	3979	3805	3844	3180	3362	3278	3661	3181	3375	12449	11120	11914	13311		
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	116	112	116	150	142	169	201	429	365	437	904	2083	2168	2119	2567	2536	3000	2719	3163	3046	2999	3164	2754	3110	3430	3960	4192	8214	7229	7901	9911		
	Percentage of GERD financed by industry	%	50.1	48.5	45.1	43.5	44.6	40.3	41.7	43.9	46.4	43.7	44.4	47.3	44.3	43.7	41.7	43.0										39.7	40.4	42.0	45.9	44.2	44.7		
	Percentage of GERD financed by government	%	47.2	48.5	52.4	52.9	51.7	55.3	54.0	51.8	49.5	51.5	49.6	48.5	51.3	50.2	53.0	50.8										50.7	47.0	44.3	42.0	42.1	41.6		
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																					1.7	4.3	4.2	4.1	4.3	4.0		
	Percentage of GERD financed by abroad	%	2.7	3.0	2.5	3.6	3.6	4.4	4.3	4.2	4.1	4.8	6.1	4.2	4.4	6.1	5.3	6.2										8.0	8.3	9.5	7.9	9.4	9.8		
	Percentage of BERD financed by industry	%	86.9	83.6	77.6	75.9	77.0	67.9	71.7	74.5	77.2	73.4	77.2	82.3	79.7	79.3	75.2	77.6	77.5	80.8	78.7	80.5	78.2	77.4	76.1	75.0	76.8	80.2	78.6	83.4	80.6	80.7			
	Percentage of BERD financed by government	%	8.8	11.7	18.1	18.0	16.9	24.8	21.3	18.9	16.3	19.3	13.2	11.5	13.4	11.2	16.7	12.9	13.1	11.0	13.0	11.0	14.9	12.2	14.1	13.8	11.0	8.1	6.6	5.9	6.5	5.9			
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0															0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2			
	Percentage of BERD financed by abroad	%	4.3	4.7	4.3	6.2	6.1	7.3	6.9	6.6	6.5	7.3	9.6	6.3	6.8	9.5	8.1	9.6	9.0	8.1	8.1	8.2	6.6	10.3	9.6	11.1	12.1	11.6	14.6	10.5	12.6	13.2			
	Percentage of HERD financed by industry	%	2.7	2.3	0.5	0.7	1.5	1.1	1.0	1.7	2.6	2.4	4.0	4.7	4.8	5.2	4.7	3.8																	
	Percentage of GOVERD financed by industry	%	2.3	2.6	2.7	2.3	2.0	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	1.9	1.7	1.4	1.8	1.8	2.4	1.4	1.1	1.1	1.7	3.5	3.4	1.2	2.9	2.4	4.1	4.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3	
	GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	25	26	33	35	34	44	54	59	50	71	70	74	49	49	75	74	85	98	111	107	158				275	212	218	276	271	433	413	
		Environment	mil. NC	24	44	40	20	29	31	59	97	96	112	157	137	128	128	136	152	211	167	172	193					260	234	345	407	311	285	319	
		Exploration and exploitation of space	mil. NC	79	63	85	154	194	217	338	409	394	437	390	450	437	484	460	577	544	511	539	587	616					769	867	700	662	720	668	566
Transport, telecommunication and other infrastructures		mil. NC	11	24	20	37	30	33	22	28	22	24	20	22	24	20	25	24	20	28	39	22	19	35				97	94	166	190	235	165	160	
Energy		mil. NC	330	360	430	547	539	507	387	393	278	293	282	226	188	183	166	204	253	306	278	303	307					382	359	317	589	404	592	577	
Industrial Production and technology		mil. NC	250	300	434	538	566	710	860	686	801	837	750	1012	672	550	468	479	559	498	457	1059	862					1240	1063	1098	1131	1320	1126	1148	
Health		mil. NC	38	42	79	199	126	167	222	219	209	291	335	401	391	322	468	431	437	344	430	510	592					947	935	1360	1226	1010	989	964	
Agriculture		mil. NC	40	65	101	120	105	131	107	102	120	147	158	156	143	127	143	120	138	113	136	169	157					326	365	167	286	315	356	413	
Education		mil. NC																																	
Culture, recreation religion and mass media		mil. NC																																	
Political and social systems, structures and processes		mil. NC																																	
General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)		mil. NC	331	417	452	485	595	903	1160	1434	1483	1492	1743	2235	2146	2156	2381	2426	2822	2951	2875	3660	3693					3863	3802	6311	3056	3095	2860	3039	
General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF		mil. NC	105	105	113	136	207	220	238	383	479	545	590	543	497	427	807	676	621	769	1126							559	563	631	561	711	201	224	
Defence		mil. NC	87	74	112	200	273	283	270	468	307	307	440	440	474	473	251	175	274	163	76	59	340					348	124	451	124	67	63	67	
Total		mil. NC	1344	1548	1953	2403	2744	3328	3833	4520	4516	5000	5565	6233	5559	5321	5315	5710	6221	6137	6079	7657	8448					9577	9099	9939	9942	9778	9548	8161	
Productivity		Multi-factor Productivity	growth rate in %					1.3	1.1	1.2	2.1	2.4	0.3	-0.5	0.4	0.7	3.1	2.2	-0.6	1.3	-0.8	-0.1	1.7	0.1	-1.3	-1.7	0.6	0.1	0.2	-0.1	-1.4	-3.4	1.9		
		Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100					86.8	87.9	88.9	90.0	91.9	94.1	94.3	93.9	94.2	94.9	97.8	100.0	99.4	100.7	99.9	99.8	101.5	101.6	100.3	98.6	99.2	99.3	99.4	99.3	98.0	94.6	96.4	
National Accounts		Real GDP (PPPベース)	growth rate in %	88.0	86.6	86.9	88.0	88.9	89.7	90.7	92.4	94.4	94.5	94.4	94.7	95.4	98.1	100.0	99.9	99.6	98.4	98.0	99.4	99.3	98.0	96.5	96.7	96.2	96.4	96.6					
		名目GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	1070736	1075164	1087333	1122934	1179241	1187252	1225149	1276536	1319790	1345996	1366706	1378108	1366355	1395746	1436039	1452338	1479434	1500859	1522938	1578269	1607666	1614923	1641711	1642107	1657400	1693845	1722353	1702439	1608900	1638043	1645183	
Economic Statistics		名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	243632	287552	334833	382331	429649	475031	519651	577455	634021	704251	769298	809601	833889	882001	952158	1009158	1054336	1098081	1198292	1259738	1301973	1341850	1397728	1486379	1493031	1554199	1575448	1519695	1559083	1579659		
	Exchange Rates	NC/\$	0.59	0.70	0.78	0.91	0.99	0.77	0.67	0.71	0.62	0.64	0.64	0.81	0.83	0.84	0.80	0.88	0.90	0.94	1.09	1.12	1.06	0.89	0.81	0.80	0.80	0.73	0.68	0.72	0.76	0.72			
Population	Purchasing Power Parities for GDP	NC/\$	0.42	0.47	0.52	0.56	0.59	0.62	0.64	0.66	0.67	0.70	0.73	0.74	0.76	0.77	0.79																		

(8) 日本

品名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012			
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	45061	48489	52904	57347	64336	65414	70067	75702	82580	89515	91835	90938	88703	87336	93678	99741	103627	106313	106715	110017	113066	114930	117927	120301	126895	134844	139918	138684	126872	128581					
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	28123	32587	36436	40339	46183	46754	49685	55027	61392	67567	69232	66878	64392	62469	65388	70875	74558	75692	74650	83315	85556	88418	90458	99384	104400	108981	108814	96121	96393						
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	7911	8218	8710	8895	9129	9185	9815	10049	10359	10909	11087	11667	12441	12406	13815	14719	14792	15184	15829	15984	16357	15954	15109	16153	17250	17118	17820	16138	17014	16351					
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	5416	5427	5524	5699	6304	6419	7213	7129	7111	7122	7440	8115	8905	8351	9741	9381	9155	9832	10519	10881	10783	10961	10979	11415	10689	11167	10869	11561	11691	11604					
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	1398242	1448012	1461859	1483399	1528869	1606386	1662396	1715746	1815199	1920671	2022631	2134678	2266285	2388474	2499549	2810452	3002610	3032178	3156728	3294320	3468512	3544427	3597366	3606361	3577945	3574334	3511258	3570796	3569393	3589009	3648393	3669266			
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	259632	282613	279280	281447	293173	260577	283245	312195	329925	371907	3944661	413908	362974	370693	391715	442038	438400	430054	410296	443287	548379	541173	563764	567643	703707	705388	710510	600044	534901	530070	414760				
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	175106	184921	240887	277512	234220	224078	215575	246255	329348	339352	370552	376791	400362	462128	562077	703033	831563	916098	968000	1057853	1246814	1386769	1512189	1769428	2028286	2378176	2482267	2225470	2015329	2486368	2385208				
	Percentage of GERD financed by industry	%	67.7	69.2	70.7	72.3	74.0	73.7	73.5	75.4	77.1	77.9	77.4	76.0	73.4	73.4	72.3	73.4	74.0	72.6	72.2	72.4	73.1	74.1	74.6	74.8	76.7	75.8	77.7	77.7	78.2	75.3	75.9				
	Percentage of GERD financed by government	%	24.9	23.5	21.9	20.5	19.1	19.4	19.6	18.1	16.8	16.1	16.4	17.5	19.7	19.5	20.9	18.7	18.2	19.3	19.6	19.6	19.0	18.4	18.0	18.1	16.8	16.2	15.6	15.6	17.7	17.2					
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	7.3	7.3	7.3	7.1	6.8	6.8	6.4	6.1	5.9	6.1	6.3	6.8	6.9	6.7	7.8	7.5	7.8	7.6	7.5	7.2	7.0	6.8	6.8	6.4	6.3	6.5	6.8	6.4	6.3	6.6	6.4				
	Percentage of GERD financed by abroad	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4				
	Percentage of BERD financed by industry	%	97.9	98.1	98.1	98.0	98.0	97.9	98.0	98.3	98.6	98.5	98.4	98.7	98.3	98.6	98.2	98.6	98.2	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.2	98.3	98.5	98.3	98.5	98.3	98.5	98.2	98.2				
	Percentage of BERD financed by government	%	1.9	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.5	1.2	1.3	1.4	1.1	1.4	1.2	1.6	1.1	1.3	2.1	1.8	1.7	1.4	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.1	0.9	1.2	1.2					
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				
	Percentage of BERD financed by abroad	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5				
Percentage of HERD financed by industry	%	1.5	1.6	1.8	2.3	2.4	2.6	2.8	3.3	3.3	3.6	3.7	3.9	3.8	3.6	3.6	3.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.5	2.3	2.8	2.9	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	2.5	2.6					
Percentage of GOVERD financed by industry	%	1.3	2.0	1.7	2.1	5.3	5.8	6.9	7.7	7.4	5.5	2.2	1.6	2.5	0.5	0.7	1.7	0.9	1.5	1.8	1.0	0.8	2.8	1.8	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	10491	11770	12797	13917	15335	15569	16372	17395	18791	20728	20586	22785	24554	27586	31646	37875	40486	40827	46750	55289	66373	62546	62248	66028	64805	65100	64400	65836	67377	52011	51126	56039			
	Environment	mil. NC	5832	6542	7113	7736	8524	8320	7914	7522	7831	9099	10745	11362	12117	12816	13972	16196	17078	18526	22429	26247	29433	30606	31236	31236	29196	28943	31447	33076	35010	38018	39259	74259			
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	68802	76356	82240	88708	97043	97778	100805	104447	115737	125770	138176	151863	165939	177548	184386	186387	188126	190876	198419	182650	233278	212402	239356	242403	238912	241298	244121	251258	256714	243578	238593	235012			
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	21620	21960	21402	20944	20300	26905	28924	29416	30687	32628	38166	39970	43250	42534	47526	66261	80729	84342	111996	123035	152774	147145	148686	152318	157260	150723	149001	146759	145056	129030	103391	106074			
	Energy	mil. NC	282994	308483	326992	347703	375509	393121	390748	383349	402452	433339	441993	455660	480770	484523	510077	653634	605329	643674	608322	593306	603271	621632	618911	617737	544162	515527	490858	492936	438620	421533					
	Industrial Production and technology	mil. NC	75894	76664	75447	74091	75021	77839	79320	82670	83111	82558	85556	82663	85239	86542	93820	94721	197427	208023	205485	221917	260742	259149	259908	254111	261672	266295	231171	262059	298530	251355	243106	238552			
	Health	mil. NC	29455	30850	31495	32324	33759	36121	39761	44059	48370	51242	56144	61338	64343	69891	70813	99387	102766	110471	117102	127527	135026	138648	144330	139623	139421	141202	141700	146071	143959	163642	15938	171884			
	Agriculture	mil. NC	90895	85137	76871	68811	61564	66687	66908	66642	68037	70108	73557	76177	81030	82660	85418	94944	100994	104501	109176	113754	122517	122442	118777	119042	119102	120988	129027	131585	139014	125077	113774	105362			
	Education	mil. NC	3059	3276	3598	3124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC	2507	1947	1310	665	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC	16375	16337	15866	15468	15322	16089	16896																												
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	664067	671438	660852	653823	657901	687846	720415	749197	785883	819688	859747	907209	950926	992748	1036663	1095843	1122780	1139051	1156116	1164067	1205738	1233347	1238811	1210338	1213902	1221331	1218950	1232079	1218295	1226560	1327877	1349263			
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	78236	87543	94964	103074	113384	113983	120139	130194	142094	151966	161478	176724	197348	214693	241570	270851	324263	362857	405774	459690	479667	544585	547524	563675	581449	596403	604780	614292	629208	717803	764672	781884			
	Defence	mil. NC	47696	50902	52912	55254	58677	66133	74135	82700	93068	104268	115045	126889	137175	140788	154499	165279	175340	144176	146529	136081	148988	143478	160812	185522	144581	183576	157290	184088	131745	171353	96817	107632			
	Total	mil. NC	1398242	1448012	1461859	1483399	1528869	1606386	1662396	1715746	1815199	1920671	2022631	2134678	2266285	2388474	2499549	2810452	3002610	3032178	3156728	3294320	3468512	3544427	3597366	3606361	3577945	3574334	3511258	3570796	3569393	3589009	3648393	3669266			
Multi-factor Productivity	growth rate in %																																				

(9) 韓国

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012				
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP											9220	10257	11885	14160	15757	17295	18556	16537	17574	20213	22641	23586	25067	28305	30818	34712	38923	41885	44311	49448						
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP											11617	12652	13542	11628	12546	14968	17249	17684	19074	21715	23531	26818	29676	31417	32906	36987										
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP											1287	1620	1947	1845	2110	2330	2356	2471	2541	2948	3040	3455	4146	4646	4912	5351										
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP											2672	2805	2943	2887	2540	2691	2798	3182	3156	3414	3632	4013	4537	5026	5769	6267										
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC																					3274013	3749497	4485316	5158300	6095900	6736800	7228300	8139600	9346100	10630000	11957621	13045581				
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC																					3411655	3404841	3856646	4750215	4834245	4618897	4742463	6248513	10774863							
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC																					7992269	7983554	972798	1697250	1664093	1810857	2042021	2787746	4573836							
	Percentage of GERD financed by industry	%																					76.3	74.9	72.5	69.1	70.0	72.4	72.5	72.2	74.0	75.0	75.4	73.7	72.9	71.1	71.8	
	Percentage of GERD financed by government	%																					19.0	20.3	22.9	25.9	24.9	23.9	25.0	25.4	23.9	23.1	23.0	23.1	24.8	25.4	27.4	26.7
	Percentage of GERD financed by other national sources	%																					4.7	4.8	4.5	4.9	5.1	3.6	2.1	2.0	1.7	1.4	1.3	1.4	1.3	1.2		
	Percentage of GERD financed by abroad	%																					0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	0.3	0.2	0.2		
	Percentage of BERD financed by industry	%																					96.3	94.7	94.8	94.0	93.9	92.8	91.2	93.0	94.1	94.7	94.4	94.8	93.4	93.8	92.9	93.1
	Percentage of BERD financed by government	%																					3.6	4.4	4.8	5.9	5.8	7.0	8.1	6.4	5.3	4.7	4.6	4.7	5.2	5.9	6.8	6.7
	Percentage of BERD financed by other national sources	%																					0.2	0.8	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	Percentage of BERD financed by abroad	%																					0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.9	0.3	0.2	0.2	0.2	
Percentage of HERD financed by industry	%																					22.4	19.5	14.9	13.1	10.8	15.9	14.3	13.9	13.6	16.1	15.2	13.7	14.2	12.0	11.3	11.3	
Percentage of GOVERD financed by industry	%																					16.5	17.6	9.9	6.7	6.9	9.5	8.1	4.6	5.5	3.4	4.5	4.2	3.5	3.1	3.5		
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC																																				
	Environment	mil. NC																																				
	Exploration and exploitation of space	mil. NC																																				
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC																																				
	Energy	mil. NC																																				
	Industrial Production and technology	mil. NC																																				
	Health	mil. NC																																				
	Agriculture	mil. NC																																				
	Education	mil. NC																																				
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																				
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																				
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC																																				
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC																																				
	Defence	mil. NC																																				
	Total	mil. NC																																				
Productivity	Multi-factor Productivity	growth rate in %																																				
	Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995 = 100																																				
National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	198633	215103	241307	265097	284903	319774	358997	400858	427924	467710	513138	542722	577073	627693	683750	732883	775147	730856	809281	890480	915465	980921	1008414	1054993	1096741	1153537	1212438	1240301	1244264	1229295	1270980					
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	107346	123329	143825	163940	181568	208348	240762	278127	308150	348923	397404	430297	467575	512229	577335	630648	678847	647294	727282	808404	859581	938642	965795	1038812	1096741	1172852	1269474	1306387	1324488	1422887	1509004					
	GDPデフレ率	2005=100	54.0	57.3	59.6	61.8	63.7	65.2	67.1	69.4	72.0	74.8	77.4	79.3	81.0	82.7	84.4	86.1	87.6	88.6	89.9	91.8	93.9	95.4	95.8	98.5	100.0	101.7	104.6	105.3	106.4	107.6	109.8					
Economic Statistics	名目GDP(現貨通貨ベース)	mil. NC	49305700	56878900	66685100	75523500	85899100	100294000	117932000	140524000	158620000	191382000	231428200	263992000	298761000	348972000	409653000	480952000	508138000	501027000	540050000	603260000	651413000	720539000	767113700	828997000	882409000	908143000	959030000	1049518000	1083080000	1173490000	1291230000					
	Exchange Rates	NC/\$	681.03	731.08	775.75	805.98	870.02	881.45	822.57	731.47	671.46	707.76	733.35	780.65	802.67	803.45	771.27	804.45	951.29	1401.44	1188.82	1130.96	1290.99	1251.09	1191.61	1145.32	1024.12	954.79	929.26	1102.05	1276.93	1156.06	1108.29					
	Purchasing Power Parities for GDP	NC/\$	459.32	459.56	463.65	466.78	471.99	489.85	505.25	514.75	547.08	582.35	613.51	638.96	674.02	709.56	730.92	745.84	774.03	754.89	746.21	757.83	769.77	794.28	796.00	788.92	774.82	768.65	785.72	804.11	824.57	821.46						
GDP	GDP	mil. 2005 PPP	198633	215103	241307	265097	284903	319774	358997	400858	427924	467710	513138	542722	577073	627693	683750	732883	775147	730856	809281	890480	915465	980921	1008414	1054993	1096741	1153537	1212438	1240301	1244264	1229295	1270980					
	Export	mil. 2005 PPP	27343	28990	33309	38144	38995	48559	59209	66116	63744	66880	74075	84364	91018	105954	132133	147465	176605	199378	228059	269271	260045	291505	333723	399608	430661	479611	540068	575786	568896	652412	714506					
	Import	mil. 2005 PPP	36792	38261	42138	45895	45927	54525	65034	73810	85590	97004	114943	121171	127056	156031	191118	219246	228419	178058	275850	262432	300295	333560	372736	401026	446291	498412	520417	478877	561497	597931						
	輸出比率	%	13.8%	13.5%	13.8%	14.4%	13.7%	15.2%	16.5%	16.5%	14.9%	14.3%	14.4%	15.5%	15.8%	16.9%	19.3%	20.1%	22.8%	27.3%	28.2%	30.6%	28.4%	29.7%	33.1%	37.9%	39.3%	41.6%	44.5%	46.4%	45.7%	49.3%	52.1%					
	輸入比率	%	18.5%	17.8%	17.5%	17.3%	16.1%	17.1%	18.1%	18.4%	20.0%	20.7%	22.4%	22.3%	22.0%	24.9%	28.0%	29.9%	29.5%	24.4%	27.8%	31.3%	28.7%	30.6%	33.1%	35.3%	36.6%	38.7%	41.1%	42.0%	38.5%	42.4%	43.6%					
	Share of ICT value added in business sector value added	%																																				
	Shares of ICT investment in non-residential gross fixed capital formation	%																																				
	Unemployment rates	%																																				
	名目長増金利	%																																				
	Population	OPL上昇率	%																																			
総人口		万人	3872	3933	3991	4041	4081	4121	4162	4203	4245	4287	4330	4375	4419	4464	4509	4552	4595	4629	4662	4701	4736	4762	4786													

(10) オランダ

国名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	5475	5738	5982	5983	6586	7162	7623	7654	7634	8127	7887	7744	7936	8336	8659	9028	9439	9345	10220	10385	10572	10290	10533	10823	10904	11157	11134	11071	10961	11351	12652			
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	2415	2360	3204	3206	3700	4192	4512	4595	4517	4287	3917	3778	3917	4291	4513	4756	5150	5061	5698	5723	5755	5345	5531	5796	5788	6009	5918	5548	5160	5438	6874			
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1269	1527	1512	1466	1530	1573	1629	1585	1836	2276	2344	2341	2384	2405	2494	2584	2581	2537	3001	3116	3378	3576	3599	3595	3779	3786	3863	4196	4403	4403	4530	4876		
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1197	1109	1122	1156	1206	1234	1319	1316	1323	1387	1442	1424	1436	1554	1567	1601	1617	1655	1521	1250	1440	1301	1400	1432	1378	1382	1355	1327	1398	1333	1362			
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	1576	1768	1799	1825	1781	1978	2217	2159	2216	2590	2496	2502	2491	2525	2594	2581	2833	2870	3127	3385	3575	3817	3928	4032	4059	4338	4455	4685	4954	5112	4740	4654		
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	672	1816	1750	2013	2266	1924	1980	2381	3143	3353	5034	4899																						
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	438	1483	1559	1736	1802	1853	2050	2367	2894	3478	4137	4954																						
	Percentage of GERD financed by industry	%	46.3	44.9	46.4	48.3	51.7	52.3	51.8	53.4	53.4	48.1	47.8	47.0	44.1	44.8	46.0	48.5	45.6	48.6	49.1															
	Percentage of GERD financed by government	%	47.2	48.5	47.2	46.8	44.2	44.0	44.3	42.7	41.8	48.3	48.6	48.9	48.5	43.8	42.2	41.5	39.1	37.9	36.9															
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	1.3	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	2.0	1.6	1.7	1.6	1.7	2.1	2.6	2.6	2.4	2.6	2.6	3.0	3.0															
	Percentage of GERD financed by abroad	%	5.2	5.2	5.0	3.4	2.6	2.2	2.0	2.3	3.0	2.0	1.9	2.3	5.3	8.8	9.3	7.6	12.8	10.5	11.0															
	Percentage of BERD financed by industry	%	84.2	83.8	83.0	81.0	83.7	82.7	82.1	83.7	85.1	85.2	89.6	89.1	82.6	81.1	80.0	84.5	75.7	81.1	79.5															
	Percentage of BERD financed by government	%	7.5	7.2	8.4	14.3	12.6	14.5	15.1	13.2	10.6	11.9	7.5	7.2	7.8	8.4	6.6	5.6	5.4	4.4	4.8															
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	0.6	1.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5															
	Percentage of BERD financed by abroad	%	8.2	8.5	7.8	4.7	3.4	2.5	2.3	2.6	3.9	2.6	2.4	3.1	7.9	12.2	13.2	9.8	18.8	14.5	15.2															
Percentage of BERD financed by industry	%	0.3	0.5	0.6	0.9	1.0	1.2	1.1	1.2	1.1	0.9	1.2	1.2	1.5	1.0	4.0	4.0	3.8	4.3	5.0																
Percentage of GOVERD financed by industry	%	5.7	5.8	6.1	22.4	23.2	19.9	16.0	15.7	14.8	15.0	14.8	15.1	13.9	15.3	16.7	15.8	17.7	18.4	21.9																
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	15	16	20	11	11	10	12	9	12	15	16	12	7	7	7	11	23	25	31	18	11	14	13	24	11	10	8	11	31	59	28			
	Environment	mil. NC				58	57	58	71	65	89	84	80	75	102	99	95	88	109	125	119	118	109	103	99	67	43	79	28	19	14	2	30			
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	122	91	87	34	34	44	58	44	51	59	66	83	90	96	107	99	99	90	101	100	86	110	144	145	89	102	98	133	193	140	143			
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	106	104	113	111	116	126	119	121	94	102	108	110	106	95	96	105	106	107	118	168	176	222	207	190	129	139	175	177	138	149	155			
	Energy	mil. NC	69	94	102	101	93	105	89	64	85	71	74	82	71	78	85	83	76	73	87	116	135	94	111	110	79	96	102	113	123	142	111			
	Industrial Production and technology	mil. NC	111	118	146	206	162	294	444	452	427	525	409	391	297	290	279	258	356	368	418	414	412	351	371	374	409	406	400	402	452	450	399			
	Health	mil. NC	78	77	73	47	43	51	44	51	54	72	73	71	81	47	47	50	77	108	91	77	77	112	119	136	136	175	188	187	198	250	257			
	Agriculture	mil. NC	137	127	116	90	88	82	95	89	93	103	111	108	111	108	115	108	109	80	91	95	121	132	146	149	209	216	208	202	165	176	154			
	Education	mil. NC																																		
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																		
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																		
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	628	794	793	815	849	872	893	875	913	1103	1073	1049	1123	1168	1228	1212	1336	1298	1457															
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	162	185	191	175	171	189	199	205	218	246	264	280	260	263	279	294	297	313	326	355	363	371	396	390	491	581	628	650	252	924	800			
	Defence	mil. NC	49	56	49	53	54	55	55	63	64	72	75	81	75	80	78	92	86	71	74	59	63	63	67	48	79	85	78	77	84	76	80			
	Total	mil. NC	1576	1768	1799	1825	1781	1978	2217	2159	2216	2590	2496	2502	2491	2525	2594	2581	2833	2870	3127	3385	3575	3817	3928	4032	4059	4338	4455	4685	4954	5112	4740	4654		
Multi-factor Productivity	growth rate in %					1.1	0.8	0.5	1.3	1.6	1.1	0.5	-0.5	0.7	1.4	0.2	0.7	1.3	1.3	1.6	1.2	0.1	-0.1	0.5	2.5	1.5	1.5	1.4								
Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100	93.2	92.6	94.9	95.7	96.5	96.7	97.3	97.6	99.0	99.9	100.2	98.3	98.7	99.8	100.0	100.0	100.4	100.8	100.7	102.3	102.1	101.4	101.1	103.2	104.7	106.3	107.2								
National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	312668	320788	315180	324830	333211	342497	349112	361126	377088	392862	402444	409310	414458	426730	440027	455017	474484	493101	516199	536543	546876	547293	549130	561412	572901	592346	615570	626675	603691	613526	619616			
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	151671	158916	168822	180311	190612	200305	210160	224905	243740	263755	279764	291294	301432	316850	333502	351873	376350	400260	425782	468338	493846	515792	514347	540312	572901	622389	667169	705759	681590	701343	714987			
	GDPデフレーター	2005=100	48.5	51.5	53.5	55.5	57.2	58.5	60.2	62.3	64.6	67.1	69.5	71.2	72.7	73.8	75.8	77.3	79.3	81.2	82.5	87.3	90.3	94.2	93.7	96.2	100.0	105.1	108.4	112.6	112.9	114.3	115.4			
	名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	172153	177878	184082	194095	200827	206861	208647	217596	230277	243652	257375	268299	276013	290048	305261	319755	342237	362464	386193	417960	447731	465214	476945	491184	513407	540216	571773	594481	573235	588740	601973			
	Exchange Rates	NC/\$	1.13	1.21	1.30	1.46	1.51	1.11	0.92	0.90	0.96	0.83	0.85	0.80	0.84	0.83	0.73	0.77	0.89	0.90	0.94	1.09	1.12	1.06	0.89	0.81	0.80	0.73	0.88	0.72	0.76	0.72				
	Purchasing Power Parities for GDP	NC/\$	1.14	1.12	1.09	1.08	1.05	1.03	0.99	0.97	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.89	0.91	0.90												

(11) スペイン

DB名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	2301	2671	2676	2831	3209	3683	4054	4776	5269	6161	6486	6846	8761	6401	6573	6895	7060	8042	8302	9193	9607	10635	11657	12203	13331	14332	16220	17457	17298	17237	16601	
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	1047	1304	1297	1467	1772	2056	2228	2712	2988	3563	3632	3458	3229	2993	3170	3383	3445	4191	4316	4938	5031	5895	6306	6636	7111	8232	9061	8587	8877	8899	8656	
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	528	599	618	629	661	685	768	919	1076	1255	1441	1378	2115	2921	2105	2224	2311	2454	2501	2723	2970	3167	3527	3604	3870	4100	4277	4689	4814	4372	4684	
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	726	769	765	735	776	917	1023	1107	1198	1310	1379	1370	1352	1325	1224	1282	1226	1309	1401	1454	1526	1638	1791	1947	2272	2474	2855	3173	3472	3463	3233	
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	287	329	361	442	534	603	780	981	1329	1618	1795	1859	1852	1914	2139	2209	2442	2949	3237	3799	4513	5371	5742	4503	4956	6737	7987	8414	8700	8308	7252	
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	315	475	531	509	564	624	680	966	1145	1333	1422	1951					2197	2704	2932	3705	3978	4386	4377	4931	5571	5093	5665	6747	6336	7216	6516	6491
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	100	94	110	125	141	150	123	128	206	245	400	487					1128	1385	1839	2005	2592	2683	2801	2685	3032	3566	4567	4841	6099	7279	6890	7101
	Percentage of BERD financed by industry	%	42.8	45.8	46.0	48.9	47.2	49.3	46.8	47.5	47.8	47.4	48.1	43.7	41.0	40.3	44.5	45.5	44.7	48.9	49.7	47.2	48.9	48.4	48.0	46.3	47.1	45.5	45.0	43.4	43.0			
	Percentage of GERD financed by government	%	56.0	52.8	52.8	50.3	47.7	48.2	50.6	48.8	46.8	45.1	45.7	50.2	51.6	52.4	43.6	43.9	43.6	38.7	40.8	38.6	39.9	39.1	40.1	41.0	43.0	42.5	43.7	45.6	47.1	46.6		
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.9	1.1	0.7	0.6	0.6	0.6	1.0	1.0	5.2	5.0	4.9	4.8	4.7	6.8	5.3	5.2	5.8	4.8	4.1	4.6	5.0	4.5	3.9	3.8	4.1	4.6	
	Percentage of GERD financed by abroad	%	1.1	1.3	1.1	0.7	4.8	1.7	1.5	2.5	4.7	6.8	5.6	5.4	6.4	6.7	6.7	6.7	5.6	4.9	7.7	6.8	5.7	6.2	5.7	5.9	7.0	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7		
	Percentage of BERD financed by industry	%	93.6	93.0	94.0	92.1	83.4	86.0	83.6	80.7	80.3	77.5	80.4	80.3	80.1	80.1	84.4	86.7	84.9	89.1	86.7	86.7	82.3	84.0	83.5	82.1	79.9	79.0	75.1	75.5	76.3	76.3		
	Percentage of BERD financed by government	%	4.1	4.8	4.0	6.5	7.7	11.0	13.8	15.2	11.8	11.8	11.3	11.4	10.6	10.6	9.2	7.9	8.7	6.6	8.6	7.2	9.5	9.5	11.1	12.5	13.6	14.4	16.3	17.9	17.1	16.6		
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	0.1	0.2	0.2	0.0	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	0.2	0.2	0.3			
Percentage of BERD financed by abroad	%	2.2	2.1	1.9	1.4	8.6	2.7	2.4	3.9	7.6	10.5	8.1	7.9	9.1	9.1	6.4	9.2	6.3	4.2	4.5	3.7	7.7	9.9	5.2	5.1	9.8	6.3	8.4	8.3	6.3	6.8			
Percentage of BERD financed by industry	%	0.0			1.2	1.1	1.5	2.7	8.1	9.2	8.9	10.0	7.3	5.9	5.9	8.3	7.5	6.5	7.0	7.7	6.9	8.7	7.6	6.4	7.5	6.9	7.9	9.0	8.8	8.0	7.9			
Percentage of GOVERD financed by industry	%	0.7	1.6	1.5	3.8	3.9	1.5	0.6	3.0	3.7	3.8	4.1	4.2	5.3	5.4	5.2	5.9	7.3	6.1	7.1	4.1	7.7	7.3	7.3	6.0	6.2	5.9	7.4	7.2					
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	7	11	14	36	34	32	59	62	95	81	80	78	55	47	52	55	53	56	61	72	99	63	63	77	100	98	113	138	119	80		
	Environment	mil. NC	2	3	3	4	2	2	15	16	27	69	64	36	42	46	56	59	53	75	83	152	166	93	108	184	228	288	420	445	480	352		
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	10	11	11	12	47	29	46	69	87	90	125	151	131	149	169	161	159	156	155	196	109	181	173	209	194	233	309	222	188	302		
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	11	12	12	16	25	21	2	3	7	11	17	15	9	13	14	10	18	34	30	77	196	203	270	223	341	548	757	785	734			
	Energy	mil. NC	37	35	41	38	37	74	19	25	40	42	37	38	36	57	57	106	103	123	118	50	72	96	134	111	155	242	321	289	288			
	Industrial Production and technology	mil. NC	46	42	45	53	77	103	189	203	235	269	335	348	385	385	430	451	423	447	594	762	757	1091	1227	480	549	786	1192	1218	972	711		
	Health	mil. NC	10	20	21	23	15	24	77	83	91	121	102	105	100	113	123	130	121	136	163	214	97	361	432	570	584	958	1114	994	974	1121		
	Agriculture	mil. NC	27	30	33	41	42	30	52	60	73	84	106	89	94	97	91	89	98	119	113	160	139	215	217	355	454	586	712	718	664	596		
	Education	mil. NC																																
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	58	67	79	88	99	109	154	182	228	292	359	441	461	613	688	688	701	726	833	923	1162	1384	1431	1366	1359	1800	1787	1912	2064	2244		
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	60	71	72	93	102	124	66	114	121	165	195	193	236	161	179	205	190	207	171	124	95	250	344	361	624	613	955	1010	1642	1511		
	Defence	mil. NC	14	21	23	29	38	35	69	124	254	298	302	272	232	203	223	238	478	854	847	994	1684	1430	1372	206	193	182	213	256	198	118		
Total	mil. NC	287	329	361	442	534	603	780	981	1329	1618	1795	1859	1852	1914	2139	2209	2442	2949	3237	3799	4513	5371	5742	4503	4956	6737	7987	8414	8700	8308			
Productivity	Multi-factor Productivity	growth rate in %																																
	1995=100																																	
	Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100	92.7	92.7	93.8	97.8	100.4	97.8	99.4	101.4	100.0	99.4	99.8	99.7	99.9	99.6	100.0	99.1	97.6	96.8	96.7	96.2	95.8	94.8	94.1	93.4	92.4	91.9	92.1	92.1	92.1	92.1	92.1	92.1
	growth rate in %		-0.1	1.3	4.2	2.7	-2.5	1.6	2.0	-1.4	-0.6	0.4	0.0	-0.8	0.7	0.4	-1.9	-0.5	-1.0	0.0	-0.5	-0.6	-0.7	-1.1	-0.6	0.3	0.1	-0.1	-0.6	0.3	0.3	0.3		
	National Accounts	実質GDP(PPPベース)	mil. 2005 PPP	574615	581778	592076	602642	616632	636693	672012	706246	740337	768332	787893	795215	787012	805768	827987	848000	880806	920162	963832	1012504	1049657	1078105	1111412	1147637	1186764	1237220	1280266	1291682	1243311	1293335	1244514
		名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	279899	300751	318181	336023	354324	374031	406355	441813	480679	518145	550169	588468	574954	600270	630355	660115	700977	750689	791533	852029	919405	994354	109817	1106129	1187764	1339634	1444432	1510455	1479485	1464660	1485106
		GDPデフレーター	2005=100	48.7	51.7	53.7	55.8	57.5	58.7	60.5	62.6	64.9	67.4	69.8	71.5	73.1	74.6	76.1	77.8	79.6	81.6	82.1	83.6	87.6	92.2	93.6	96.6	100.0	108.3	113.0	116.9	118.8	118.3	119.3
		名目GDP(現地通貨ベース)	mil. NC	109268	125656	143078	161454	179402	205390	229670	255698	286525	319145	349967	376923	389960	414744	447205	473855	503921	539493	579942	629907	680397	729258	783082								

(12) イギリス

国名	指標名	単位	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MSTI	Gross Domestic Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	23710	23143	24975	26183	28557	27194	27948	28105	26710	26239	27203	27785	27748	27354	27027	27927	29972	31162	31643	32527	32855	32590	34081	35444	37358	37192	37027	36725	36522				
	Business Enterprise Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	14928	14463	16073	18058	18245	18788	19316	18486	17910	17927	17979	17953	18023	17740	17621	18310	20043	20243	20728	21094	20931	20390	20921	21853	23360	23037	22868	22338	22449				
	Higher Education Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	3214	3302	3671	3908	4205	4268	4265	4300	4447	4518	4769	5326	5331	5328	5335	5493	5895	6416	7180	7813	7900	8055	8771	9259	9743	9855	10348	9932	9812				
	Government Intramural Expenditure on R&D	mil. 2005 PPP	4893	4714	4527	3677	3640	3685	3873	3670	3868	3918	3977	4164	4041	3949	3720	3756	3668	3936	3174	2989	3414	3492	3598	3542	3422	3404	3393	3499	3389				
	Total Government Budget Appropriations or Outlays for R&D	mil. NC	3395	3519	3795	4054	4139	4255	4381	4496	4772	4955	5027	5079	5402	5200	5642	5759	5905	5707	6192	6588	6774	8079	8413	8327	8415	8823	9191	9373	9726	9375	9014		
	Technology balance of payments: Payments	mil. NC	397	415	482	731	719	853	951	1054	1264	1536	1305	1663	1767	2075	2237	5182	5333	6212	6332	6057	6878	6861	8013	9054	9932	10662	10643	14239	15553	16389	16991		
	Technology balance of payments: Receipts	mil. NC	480	502	615	766	809	719	861	966	1152	1162	1323	1799	1972	2437	2673	8828	9707	11823	13302	13443	15442	16257	18082	20575	21347	22771	23772	24638	27486	29015	30692		
	Percentage of GERD financed by industry	%	42.0	43.1	45.9	47.2	48.8	51.5	50.6	49.6	49.6	51.3	51.7	50.3	48.2	47.6	49.9	47.6	48.5	48.3	45.5	43.5	42.2	44.1	45.2	46.0	45.4	44.5	44.0	44.6					
	Percentage of GERD financed by government	%	48.1	49.0	43.5	41.1	39.5	36.5	36.4	35.5	35.0	33.1	32.1	32.7	32.8	31.5	30.7	30.6	29.2	30.2	28.9	28.9	31.7	32.9	32.7	31.9	30.9	30.7	32.6	32.3	32.2				
	Percentage of GERD financed by other national sources	%	3.0	2.6	2.6	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.5	4.4	4.6	4.5	4.6	4.8	4.8	4.9	5.0	5.5	5.9	6.1	5.8	5.9	5.8	5.9	5.8	6.2	6.3	6.0	6.2				
	Percentage of GERD financed by abroad	%	6.9	5.3	8.0	9.2	9.0	9.2	10.1	11.8	11.9	11.4	11.8	12.3	14.5	16.3	14.6	16.9	17.3	16.0	19.7	21.5	20.3	17.1	19.3	17.0	17.3	17.7	16.6	17.6	17.0				
	Percentage of BERD financed by industry	%	61.3	63.0	65.9	64.4	68.0	71.0	69.5	67.8	69.4	72.6	73.2	73.5	70.3	69.2	71.6	67.1	67.0	69.7	65.2	63.2	62.3	66.4	64.5	69.4	69.9	69.7	70.4	68.9	69.0				
	Percentage of BERD financed by government	%	30.0	30.2	23.0	23.4	20.0	17.0	17.2	16.7	14.6	12.5	11.1	10.3	10.5	9.1	9.6	10.8	10.2	8.8	7.8	7.1	9.6	10.2	8.3	7.6	6.8	6.6	7.9	8.7	8.6				
	Percentage of BERD financed by other national sources	%	8.7	6.8	11.1	12.2	12.0	13.4	15.5	16.0	14.9	15.4	15.9	19.1	21.7	18.8	22.1	22.7	21.5	26.9	29.7	28.1	23.4	27.1	23.0	23.2	23.5	21.6	22.4	22.4					
	Percentage of BERD financed by abroad	%	2.8	3.1	5.2	5.7	5.7	7.3	7.7	7.6	7.8	7.7	7.6	6.0	6.3	6.7	7.1	7.3	7.3	7.1	6.0	5.6	5.2	4.9	4.6	4.8	4.5	4.6	3.9	4.1	4.6				
Percentage of GOVERD financed by industry	%	11.0	12.5	14.6	13.5	8.4	9.6	9.8	10.5	12.0	11.2	11.1	9.6	6.9	7.9	11.9	14.3	17.2	10.4	12.5	10.3	8.7	9.0	8.9	9.2	9.0	8.0	7.4	7.9						
GBAORD	Exploration and exploitation of the Earth	mil. NC	64	67	69	74	77	80	85	100	124	145	144	121	99	107	105	95	81	79	79	85	106	138	177	193	239	241	228	254	262	284			
	Environment	mil. NC	42	49	44	52	53	49	56	58	53	70	72	70	109	117	132	129	136	143	147	151	129	126	150	149	158	158	179	260	260	232			
	Exploration and exploitation of space	mil. NC	69	73	74	81	128	125	131	148	146	155	134	149	187	162	153	164	164	143	143	146	140	155	169	169	193	153	177	205	182	159			
	Transport, telecommunication and other infrastructures	mil. NC	60	61	57	64	66	67	72	74	64	86	97	98	94	99	99	104	104	102	100	101	119	88	70	89	117	125	128	163					
	Energy	mil. NC	227	224	221	208	205	188	170	177	158	142	133	120	97	56	52	43	41	28	29	32	37	40	28	35	21	43	56	69	101	63			
	Industrial Production and technology	mil. NC	224	218	258	288	435	446	415	399	459	479	399	394	459	184	166	145	117	62	56	109	237	423	427	139	94	88	9	60	237	121			
	Health	mil. NC	133	142	152	158	163	190	204	222	264	292	298	342	383	397	763	835	846	853	929	953	1017	1059	1164	1227	1257	1394	1471	1627	1765	1915			
	Agriculture	mil. NC	191	202	207	206	204	200	198	209	198	199	210	261	285	263	282	257	269	256	261	267	265	268	276	278	273	284	249	252	274	293			
	Education	mil. NC																																	
	Culture, recreation religion and mass media	mil. NC																																	
	Political and social systems, structures and processes	mil. NC																																	
	General advancement of knowledge: R&D financed from General University Funds (GUF)	mil. NC	540	600	616	630	669	720	760	800	799	835	919	963	968	1018	1019	1028	1033	1085	1157	1276	1474	1626	1665	1805	1933	2092	2234	2227	2395	2303			
	General advancement of knowledge: R&D financed from other sources than GUF	mil. NC	194	211	268	281	184	195	209	249	257	288	288	337	267	612	654	681	671	677	700	789	918	1072	1291	1332	1669	1794	1926	1852	1896	1744			
	Defence	mil. NC	1571	1588	1786	1962	1898	1920	2002	1957	2133	2155	2209	2071	2269	2022	2062	2144	2312	2100	2347	2384	2063	2740	2682	2583	2011	2132	2150	2003	1776	1573			
	Total	mil. NC	3395	3519	3795	4054	4139	4255	4381	4496	4772	4955	5027	5079	5402	5200	5642	5759	5905	5707	6192	6588	6774	8079	8413	8327	8415	8823	9191	9373	9726	9281			
Multi-factor Productivity	growth rate in %					0.4	2.7	2.7	-0.4	-0.3	-0.1	-0.5	2.2	2.2	2.3	1.2	1.2	3.6	1.8	1.7	2.9	1.2	2.1	2.4	1.3	0.5	1.2	1.5							
Total Industry TFP (value added based) by EU KLEMS Nov. 2009, updated Mar. 2011	1995=100					88.5	88.8	91.2	93.7	93.3	93.0	92.9	92.5	94.5	96.6	98.8	100.0	101.2	104.8	106.7	108.5	111.7	113.0	115.4	118.2	119.7	120.3	121.8	123.6						
National Accounts	Real GDP (PPPベース)	mil. 2005 PPP	85.9	88.4	91.0	90.7	91.0	93.1	95.2	95.1	93.8	93.6	94.9	96.3	98.9	99.9	100.0	101.1	101.2	101.2	101.5	101.3	101.1	102.3	103.2	104.3	105.1								
	名目GDP(PPPベース)	mil. current PPP	108795	108910	107239	105743	1135183	1180730	1234597	1296722	1323006	1326941	1318029	1319662	1349295	1407047	1449860	1491005	1540935	1595004	1645006	1715305	1764798	1807734	1876697	1931274	1984833	2036467	2110446	2200019	2086652	2043064	2085658		
	GDPデフレーター	2005=100	50.4	53.6	55.7	57.8	59.6	60.9	62.7	64.9	67.3	70.0	72.4	74.2	75.8	77.4	79.0	81.7	85.5	85.8	86.5	89.4	92.2	94.2	94.5	98.2	100.0	104.5	103.7	105.9	106.8	109.0	106.6		
	名目GDP(現貨通貨ベース)	mil. NC	256279	281024	307207	329913	361758	389149	428665	478510	525274	570283	598664	622080	654196	692987	733266	781726	835635	882718	929469	975294	1019838	1068999	1136596	1199881	1262110	1331577	1412119	1440931	1401863	1466569	1516153		
	Exchange Rates	NC/\$	0.50	0.57	0.66	0.75	0.78	0.68	0.61	0.56	0.61	0.56	0.61	0.56	0.57	0.67	0.65	0.63	0																

参考資料 G : 企業レベル TFP 測定のためのデータ加工方法について

(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 JIP2009 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。

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

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 JIP2009 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_{it}/KNB_{it}) 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_{it}) 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 JIP2009 の投資デフレーター(注)によって 2000 年価格に変換し、実質純資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。

$$K_t^i = (1 - \delta_t^i) K_{t-1}^i + I_t^i$$

t 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_{it} は、

JIP2009 から求めた、産業 i の t 期の資本減耗率である。KNB $_{it}$ 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 JIP2009 から取った。

(5) 各生産要素のコスト

①資本コスト

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

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

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。

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

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

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。

②労働コスト

労働コストとして、従業者に対する賃金総額を使った。

③中間投入コスト

中間投入コストとして、名目中間投入額を使った。

(6) 二重計算問題について

本稿では各生産要素の投入額、投入コストから研究開発のための生産要素の投入額、投入コストを引くことによる二重計算問題の処理は行っていない。なお、科学技術政策研究所「イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究」(2008 年 3 月)によれば、二重計算問題の処理は推計結果に重大な影響は及ぼさなかった。

参考資料 H：生産性と性格別研究開発集約度のタイムラグ構造

第4章では、科学技術研究調査および企業活動基本調査の企業レベルのデータを接続したデータセットに基づき、全要素生産性 TFP を基礎、応用、開発の性格別研究開発の集約度（対売上高比）で説明する関数を推定した。

そこでは性格別の研究開発集約度のタイムラグを変更しつつ回帰分析を行ったが、同じ式においてはいずれの性格であっても同じタイムラグ期間を設定して分析を行っていた。しかし、基礎研究と応用研究、開発研究などの性格によって研究開発の成果が生産性に影響を及ぼすまでのタイムラグが異なっている可能性がある。

そこで基礎、応用、開発のそれぞれについてタイムラグを1期から5期に設定し、すべての組み合わせ（ $5 \times 5 \times 5 = 125$ 通り）について回帰分析を行った。以下は、推定結果のうち性格別研究開発集約度の項のパラメータのみを抽出した一覧である。

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
1	0.077	2.098	1	0.340 (1.616)	1	0.089 (1.825)	1	0.042 (2.100)
2	0.080	2.079	1	0.421 (1.962)	1	0.077 (1.090)	2	0.051 (2.027)
3	0.075	2.094	1	0.467 (2.082)	1	0.103 (0.932)	3	0.065 (2.159)
4	0.086	2.047	1	0.455 (1.975)	1	0.148 (1.252)	4	0.099 (2.798)
5	0.085	2.086	1	0.448 (1.917)	1	0.158 (1.311)	5	0.066 (1.568)
6	0.080	2.080	1	0.498 (2.331)	2	-0.109 (-1.898)	1	0.043 (1.826)
7	0.080	2.081	1	0.492 (2.303)	2	-0.096 (-1.681)	2	0.049 (1.949)
8	0.075	2.164	1	0.503 (2.254)	2	0.011 (0.098)	3	0.073 (2.403)
9	0.085	2.036	1	0.511 (2.245)	2	0.050 (0.424)	4	0.119 (3.318)
10	0.085	2.071	1	0.501 (2.176)	2	0.041 (0.341)	5	0.089 (2.101)
11	0.075	2.094	1	0.460 (2.053)	3	0.129 (1.198)	1	0.064 (2.351)
12	0.075	2.165	1	0.471 (2.109)	3	0.117 (1.038)	2	0.050 (1.684)
13	0.075	2.094	1	0.455 (2.028)	3	0.135 (1.261)	3	0.066 (2.180)
14	0.073	2.140	1	0.451 (1.996)	3	0.127 (1.082)	4	0.100 (2.851)

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
15	0.073	2.060	1	0.439 (1.903)	3	0.109 (0.906)	5	0.065 (1.539)
16	0.086	2.049	1	0.474 (2.064)	4	0.122 (1.011)	1	0.096 (2.782)
17	0.084	2.039	1	0.472 (2.060)	4	0.184 (1.502)	2	0.072 (2.041)
18	0.072	2.142	1	0.458 (2.015)	4	0.122 (0.976)	3	0.072 (2.030)
19	0.086	2.047	1	0.461 (2.005)	4	0.140 (1.157)	4	0.102 (2.862)
20	0.090	2.018	1	0.477 (2.040)	4	0.141 (1.091)	5	0.081 (1.913)
21	0.085	2.086	1	0.491 (2.099)	5	0.079 (0.600)	1	0.063 (1.926)
22	0.085	2.073	1	0.482 (2.076)	5	0.112 (0.855)	2	0.082 (2.082)
23	0.073	2.059	1	0.452 (1.946)	5	0.072 (0.552)	3	0.079 (2.050)
24	0.091	2.016	1	0.484 (2.060)	5	0.110 (0.781)	4	0.112 (2.775)
25	0.084	2.087	1	0.473 (2.020)	5	0.100 (0.760)	5	0.070 (1.664)
26	0.079	2.079	2	0.270 (1.191)	1	0.086 (1.222)	1	0.039 (1.674)
27	0.080	2.080	2	0.282 (1.246)	1	0.085 (1.204)	2	0.051 (2.045)
28	0.074	2.164	2	0.240 (1.053)	1	0.144 (1.294)	3	0.074 (2.451)
29	0.085	2.035	2	0.306 (1.295)	1	0.188 (1.603)	4	0.118 (3.308)
30	0.085	2.070	2	0.319 (1.333)	1	0.177 (1.470)	5	0.088 (2.084)
31	0.080	2.081	2	0.353 (1.560)	2	-0.105 (-1.828)	1	0.041 (1.778)
32	0.080	2.082	2	0.360 (1.595)	2	-0.093 (-1.621)	2	0.050 (1.967)
33	0.074	2.165	2	0.285 (1.249)	2	0.032 (0.288)	3	0.074 (2.445)
34	0.085	2.037	2	0.353 (1.495)	2	0.065 (0.554)	4	0.119 (3.332)
35	0.084	2.072	2	0.366 (1.533)	2	0.053 (0.443)	5	0.091 (2.143)
36	0.075	2.165	2	0.223 (0.974)	3	0.140 (1.248)	1	0.069 (2.545)

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
37	0.074	2.166	2	0.249 (1.093)	3	0.141 (1.254)	2	0.051 (1.700)
38	0.075	2.164	2	0.240 (1.051)	3	0.146 (1.301)	3	0.075 (2.470)
39	0.074	2.191	2	0.264 (1.141)	3	0.186 (1.535)	4	0.115 (3.257)
40	0.074	2.123	2	0.269 (1.142)	3	0.149 (1.209)	5	0.080 (1.894)
41	0.085	2.039	2	0.263 (1.108)	4	0.202 (1.644)	1	0.126 (3.488)
42	0.084	2.040	2	0.314 (1.321)	4	0.203 (1.655)	2	0.073 (2.053)
43	0.073	2.193	2	0.271 (1.162)	4	0.190 (1.511)	3	0.082 (2.334)
44	0.085	2.036	2	0.290 (1.222)	4	0.220 (1.789)	4	0.122 (3.399)
45	0.091	2.005	2	0.339 (1.413)	4	0.183 (1.418)	5	0.104 (2.452)
46	0.085	2.071	2	0.314 (1.299)	5	0.121 (0.928)	1	0.085 (2.531)
47	0.085	2.074	2	0.343 (1.424)	5	0.128 (0.980)	2	0.084 (2.113)
48	0.074	2.122	2	0.286 (1.204)	5	0.112 (0.857)	3	0.094 (2.431)
49	0.092	2.002	2	0.340 (1.409)	5	0.172 (1.227)	4	0.143 (3.515)
50	0.085	2.072	2	0.324 (1.342)	5	0.145 (1.108)	5	0.093 (2.205)
51	0.075	2.096	3	0.602 (2.208)	1	0.097 (0.871)	1	0.063 (2.345)
52	0.075	2.167	3	0.610 (2.211)	1	0.108 (0.965)	2	0.049 (1.650)
53	0.075	2.096	3	0.622 (2.283)	1	0.090 (0.806)	3	0.066 (2.194)
54	0.073	2.142	3	0.525 (1.892)	1	0.139 (1.195)	4	0.095 (2.703)
55	0.073	2.062	3	0.591 (1.996)	1	0.134 (1.114)	5	0.062 (1.473)
56	0.075	2.166	3	0.659 (2.394)	2	-0.002 (-0.014)	1	0.068 (2.519)
57	0.074	2.168	3	0.672 (2.443)	2	0.001 (0.011)	2	0.049 (1.643)
58	0.075	2.166	3	0.678 (2.467)	2	-0.003 (-0.022)	3	0.074 (2.442)

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
59	0.075	2.192	3	0.602 (2.139)	2	0.001 (0.012)	4	0.109 (3.096)
60	0.074	2.125	3	0.668 (2.231)	2	-0.019 (-0.160)	5	0.078 (1.851)
61	0.075	2.096	3	0.589 (2.155)	3	0.115 (1.057)	1	0.063 (2.318)
62	0.075	2.167	3	0.613 (2.224)	3	0.107 (0.944)	2	0.049 (1.648)
63	0.075	2.096	3	0.601 (2.200)	3	0.120 (1.105)	3	0.067 (2.213)
64	0.073	2.142	3	0.536 (1.925)	3	0.117 (0.986)	4	0.096 (2.722)
65	0.073	2.062	3	0.617 (2.082)	3	0.088 (0.726)	5	0.064 (1.516)
66	0.073	2.144	3	0.573 (2.072)	4	0.107 (0.853)	1	0.093 (2.642)
67	0.073	2.196	3	0.580 (2.062)	4	0.157 (1.247)	2	0.056 (1.579)
68	0.072	2.144	3	0.599 (2.169)	4	0.114 (0.910)	3	0.072 (2.040)
69	0.073	2.142	3	0.537 (1.935)	4	0.129 (1.025)	4	0.097 (2.749)
70	0.077	2.087	3	0.632 (2.144)	4	0.108 (0.834)	5	0.077 (1.812)
71	0.073	2.062	3	0.645 (2.177)	5	0.049 (0.369)	1	0.061 (1.832)
72	0.074	2.126	3	0.624 (2.068)	5	0.076 (0.577)	2	0.068 (1.683)
73	0.073	2.061	3	0.647 (2.184)	5	0.056 (0.426)	3	0.079 (2.053)
74	0.078	2.084	3	0.647 (2.182)	5	0.073 (0.526)	4	0.114 (2.849)
75	0.073	2.063	3	0.633 (2.134)	5	0.067 (0.509)	5	0.065 (1.542)
76	0.086	2.051	4	0.668 (2.154)	1	0.149 (1.252)	1	0.095 (2.749)
77	0.085	2.040	4	0.679 (2.178)	1	0.162 (1.360)	2	0.071 (2.021)
78	0.072	2.143	4	0.655 (2.126)	1	0.135 (1.159)	3	0.070 (1.990)
79	0.086	2.048	4	0.697 (2.252)	1	0.130 (1.091)	4	0.099 (2.780)
80	0.090	2.020	4	0.743 (2.355)	1	0.154 (1.252)	5	0.078 (1.833)

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
81	0.086	2.040	4	0.728 (2.338)	2	0.030 (0.257)	1	0.125 (3.470)
82	0.084	2.041	4	0.763 (2.451)	2	0.035 (0.298)	2	0.071 (2.006)
83	0.074	2.194	4	0.764 (2.462)	2	-0.011 (-0.095)	3	0.080 (2.271)
84	0.085	2.037	4	0.763 (2.456)	2	0.025 (0.211)	4	0.119 (3.315)
85	0.091	2.006	4	0.812 (2.577)	2	0.024 (0.198)	5	0.102 (2.391)
86	0.073	2.144	4	0.650 (2.116)	3	0.109 (0.922)	1	0.093 (2.625)
87	0.074	2.195	4	0.667 (2.152)	3	0.149 (1.218)	2	0.056 (1.581)
88	0.072	2.144	4	0.673 (2.191)	3	0.118 (0.992)	3	0.071 (2.006)
89	0.073	2.142	4	0.674 (2.196)	3	0.112 (0.946)	4	0.099 (2.837)
90	0.077	2.087	4	0.723 (2.308)	3	0.127 (1.043)	5	0.076 (1.799)
91	0.086	2.051	4	0.698 (2.232)	4	0.096 (0.782)	1	0.093 (2.697)
92	0.084	2.041	4	0.672 (2.138)	4	0.160 (1.281)	2	0.071 (1.997)
93	0.072	2.144	4	0.678 (2.191)	4	0.104 (0.818)	3	0.070 (1.989)
94	0.086	2.049	4	0.702 (2.246)	4	0.112 (0.907)	4	0.101 (2.834)
95	0.090	2.021	4	0.768 (2.406)	4	0.105 (0.797)	5	0.081 (1.897)
96	0.091	2.020	4	0.777 (2.445)	5	0.066 (0.465)	1	0.094 (2.517)
97	0.091	2.008	4	0.753 (2.368)	5	0.119 (0.840)	2	0.093 (2.310)
98	0.077	2.086	4	0.766 (2.416)	5	0.058 (0.412)	3	0.079 (2.010)
99	0.091	2.018	4	0.788 (2.479)	5	0.080 (0.560)	4	0.112 (2.765)
100	0.090	2.021	4	0.786 (2.471)	5	0.089 (0.623)	5	0.082 (1.919)
101	0.085	2.087	5	0.655 (2.111)	1	0.158 (1.297)	1	0.062 (1.898)
102	0.085	2.073	5	0.621 (2.002)	1	0.161 (1.320)	2	0.081 (2.057)

No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
103	0.074	2.060	5	0.607 (1.991)	1	0.143 (1.185)	3	0.079 (2.053)
104	0.091	2.017	5	0.751 (2.377)	1	0.154 (1.257)	4	0.110 (2.730)
105	0.085	2.088	5	0.686 (2.214)	1	0.140 (1.146)	5	0.068 (1.608)
106	0.085	2.071	5	0.692 (2.241)	2	0.034 (0.277)	1	0.085 (2.530)
107	0.085	2.074	5	0.702 (2.273)	2	0.040 (0.333)	2	0.081 (2.041)
108	0.075	2.123	5	0.672 (2.209)	2	-0.009 (-0.075)	3	0.092 (2.387)
109	0.093	2.003	5	0.812 (2.590)	2	0.037 (0.302)	4	0.141 (3.464)
110	0.085	2.072	5	0.727 (2.360)	2	0.020 (0.167)	5	0.091 (2.148)
111	0.073	2.061	5	0.631 (2.075)	3	0.093 (0.765)	1	0.060 (1.803)
112	0.074	2.125	5	0.590 (1.929)	3	0.123 (0.984)	2	0.067 (1.673)
113	0.073	2.060	5	0.638 (2.099)	3	0.101 (0.835)	3	0.080 (2.067)
114	0.078	2.084	5	0.713 (2.312)	3	0.128 (1.057)	4	0.114 (2.848)
115	0.073	2.062	5	0.650 (2.140)	3	0.091 (0.749)	5	0.066 (1.563)
116	0.091	2.019	5	0.758 (2.399)	4	0.113 (0.870)	1	0.094 (2.505)
117	0.092	2.007	5	0.743 (2.359)	4	0.148 (1.137)	2	0.093 (2.300)
118	0.077	2.085	5	0.736 (2.376)	4	0.102 (0.788)	3	0.079 (2.023)
119	0.091	2.017	5	0.774 (2.452)	4	0.127 (0.980)	4	0.113 (2.793)
120	0.090	2.020	5	0.795 (2.518)	4	0.117 (0.896)	5	0.083 (1.948)
121	0.085	2.088	5	0.723 (2.305)	5	0.050 (0.377)	1	0.060 (1.839)
122	0.085	2.074	5	0.665 (2.122)	5	0.089 (0.671)	2	0.080 (2.025)
123	0.073	2.061	5	0.668 (2.167)	5	0.046 (0.343)	3	0.079 (2.040)
124	0.091	2.018	5	0.801 (2.518)	5	0.079 (0.556)	4	0.112 (2.770)

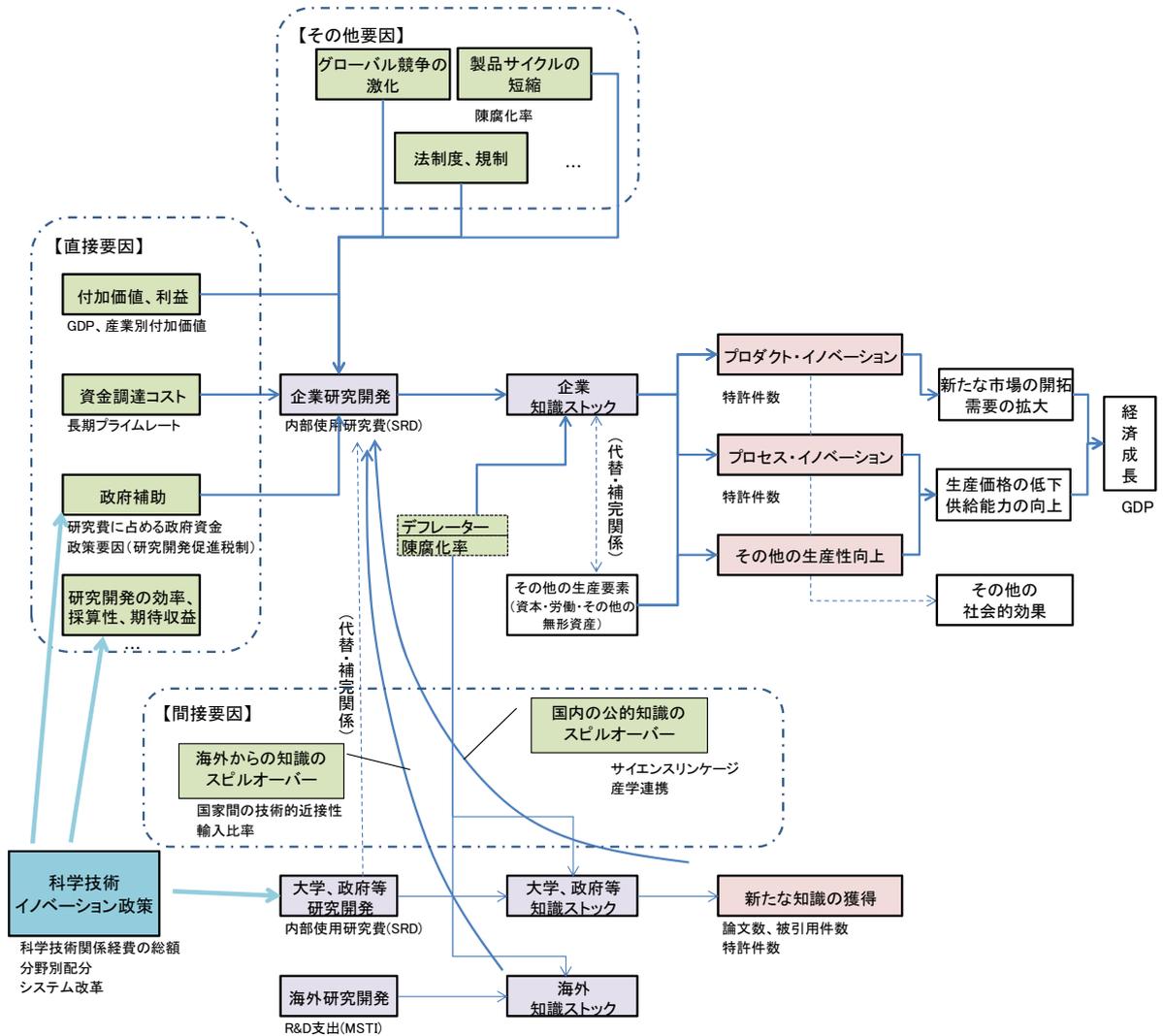
No.	自由度修正済 決定係数	D.W.	基礎		応用		開発	
			ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ	ラグ	パラメータ
125	0.085	2.089	5	0.728 (2.323)	5	0.068 (0.510)	5	0.071 (1.689)

まとめ：今後の研究の方向性

科学技術イノベーション政策、研究開発及び知識ストックを取り巻く要因

研究会での議論を踏まえ、科学技術イノベーション政策と研究開発の関係、研究開発や知識ストックと様々な経済変数の相互関係について検討するため、模式図として整理することを試みた。

科学技術イノベーション政策、研究開発及び知識ストックを取り巻く要因と構造(イメージ)



(1) 研究開発活動に影響を与える要因

①民間企業

研究開発には資金が必要であるから、本業で稼ぐ、あるいは金融機関や市場から調達する、政府補助の活用といった要因等が研究開発の資金源として直接影響を与えると考えられる。また、統計データ等から指標としてダイレクトに把握することは難しいが、研究開発の効率、採算性とリスク、期待される収益等の要因も企業が研究開発を進めるかどうかの判断に直接的な影響を及ぼすと考えられる。

また、政府や大学で行われた基礎的な研究をヒントとして応用や製品化を図る、あるいは海外から導入した新技術や製品をベースに改良する等、間接的な要因として知識のスピルオーバー効果が働くと考えられる。

そのほか、グローバル化の進展など市場における競争の激化、技術の陳腐化速度の高まりのほか、法制度や規制緩和の動向等の外部環境の変化も研究開発に影響を与えると考えられる。

②大学、政府等

政府、大学等の研究開発には政府の科学技術関係経費や配分など科学技術政策等の要因が影響する。また、大学や政府等の研究開発は企業の研究開発に比べて基礎研究よりの性格を持つと考えられる。

(2) 研究開発によって生み出されるもの

研究開発（フロー）は知識のストックとして（ある意味自動的に）蓄積される。

このポテンシャルとしての知識ストックから生み出される成果としては、まず特許や論文等が考えられる。これらが成果の全てではないにせよ、成果の一面をあらわす代理指標として利用できる可能性がある。

- 特許件数（フローとしての出願、取得、ストックとしての現存件数等）
- 論文数（発表数、被引用件数等）

民間企業では、そもそも研究開発をする目的からすれば、生産効率の向上といったプロセス・イノベーション、あるいは新製品・サービスの開発といったプロダクト・イノベーションが研究開発の成果と考えられる。こうしたイノベーションの状況を把握するには、たとえば特許の出願件数といった指標を利用することが考えられる。

一方、大学や政府等では、研究開発それ自体が経済的便益を生み出すことを目的としたものではないと考えられる。企業よりも基礎研究的な性格が強い、大学や政府の知識ストックの成果に接近するデータとしては論文関連の指標は有望と考えられる。

(3) 研究開発、知識ストックと経済の関係性

イノベーションの指標としては特許の出願件数等が考えられるが、それが全てではない。また、イノベーションが経済にもたらす影響は、より安価な、あるいは新しい製品・サービスの提供、さらには需要の拡大・創出による経済成長まで多岐にわたる。先行研究で研究開発の経済効果を分析するにあたって TFP からアプローチしている事例が多いことは、それぞれを分離し、直接かつ漏れなく計測することが困難であることから、マクロデータから一次近似的な分析を行うためと考えられる。

- プロセス、プロダクト・イノベーションによる生産の効率化、新製品・サービスは需要の拡大、創出をもたらし、資本及び労働の投入によらない経済成長=TFP の上昇につながる。
- 知識ストックから経済成長までの間を TFP で接続するのは、ある意味その間をブラックボックスとして扱っていることになるが、両者の関係性をマクロレベルで捉えることには意義があると考えられる。

一方で、知識ストックがもたらすイノベーション、さらに経済へと波及していく過程については、マクロではなく個別の事例を掘り下げたケーススタディ、あるいは企業単位のデータ等に基づくマイクロ分析等によって因果関係等を明らかにしていく努力が引き続き必要と考えられる。

(4) 研究会での議論

こうした研究開発を取り巻く様々な要因について研究会に提示したところ、以下のようなご指摘をいただいた。

- オスロマニュアルではイノベーションをプロダクト、プロセス、組織、マーケティングの4つに分類（組織、マーケティングは広義にはプロセス・イノベーションに含まれる）しており、海外では計測に向けた取り組みがなされている。

- 研究開発以外に起因するイノベーションも多いので、そこも考慮すべき。また、研究開発が製品化され、イノベーションをもたらす部分には経営など他の要因も影響する（cf. 近年のシャープ）。研究開発からだけでは実態に接近することは困難。
- 海外との知識の流れについては、海外からの流入だけではなく、海外へ出ていく部分もある。また、研究開発促進税制は過年度の研究開発や法人税で決まるので必ずしも外生ではないと考えられる。
- 研究開発をとりまく様々な要因と相互関係は多種多様と考えられることから、それぞれを図式化してみて、その理論的背景や実態を把握するデータの有無、今後必要となるデータとその把握方法等を引き続き検討していくことが必要。

SNA での知識ストックの計測について

2008SNA において、R&D の産出を「知的財産生産物」として資産計上することが勧告され、内閣府経済社会総合研究所において日本の国民経済計算でも R&D の資本化が検討されている。その中では、実際に推計するにあたり、研究開発の所有権やソフトウェアの二重計上、名目額を実質化するデフレーター、知識の陳腐化率等について課題が提示されている。

本調査で設置した研究会では、こうした知識ストックの推計上の課題について、次のような議論がなされた。

- R&D の資本化の方法についてはフラスカチマニュアル、IPP ハンドブック等で定められている定義、推計方法等を精査し、現行の科学技術研究調査（SRD）と比較・検討して、今後の調査項目の改訂につなげていくことが適当。
- R&D の支出や生産、投資、ストックなどの段階について、全体像および各ステップの整理と定義、それぞれでの課題の検討を行っていくことが必要。
- 知識ストックを推計する際、研究開発のうち有形固定資産は除く必要がある（2008SNA ではフラスカチマニュアルに従い、除いて推計する形となっている）。自社開発ソフトウェアの扱いについてもさらなる検討が必要。
- 陳腐化率について、産業間の格差や時系列の変化を捉えられる調査が現状では不足している。NISTEP でのこれまでの調査や今後の検討を活かしていくほか、企業における有形固定資産の除却等についてのデータも踏まえ、さらなる検討が必要。

知識のライフサイクル、知識の生産・利用プロセス等に関する調査研究の充実

(1) 関連研究の成果、データの活用

研究開発費を積みあげて知識ストックを計測するには、フローの研究開発費のほか、知識の陳腐化の程度、研究開発投資の懐妊期間といった情報が重要なパラメータとなる。

こうした状況を把握するのに利用できるデータは現時点では多くはないが、経済のグローバル化や企業間の競争が激化する中、技術の寿命が短くなっている（＝陳腐化率が上昇している）ことがアンケート調査や特許データの分析等から指摘されている。また、IPPハンドブック（OECD(2010)）では、R&D サービスの寿命が10～20年と長期に及び、産業ごとの分散が大きいことからライフサイクル把握のための調査を行うことが推奨されている。

このような知識のライフサイクルやプロセスの実態を把握するには、研究開発期間や技術の寿命について企業や研究機関に直接アンケートを実施するほか、例えば以下のようなデータを活用することが考えられる。

- 特許（出願件数、取得件数、平均特許収入期間等）
- 論文（発表数、被引用件数等）
- 技術分野と産業のコンコードانس（特許や論文関連の指標を産業別に組み替える対応表）
- サイエンスリンケージ（特許が引用する論文数等）

たとえば、知識の陳腐化については、①特許収入期間の逆数、②論文の発表年以降の被引用件数の分布、から分野別に陳腐化の状況をみることができると考えられる。その際、企業の産業別の状況を把握するには、特許や論文の技術分野を産業に組み替えるコンコードانس情報が利用できる。また、サイエンスリンケージによって特許技術と学術論文の結びつきをみることで、イノベーションに科学が与えている影響をみることもできると考えられる。

本調査で設置した研究会では、特許関連のデータをベースに知識の陳腐化の状況等を測る方法については、以下のような議論があった。

- 懐妊期間や陳腐化の根拠データとして特許の情報を代理指標として活用する方法については、特許にあらわれるものが知識の全てではなく、むしろ特許以外の部分が

重要であること、特許が切れても公共財として誰でも使える形で生産に寄与すること等を考慮すると、知識ストックのコンセプトに合わない部分がある。

こうした議論を踏まえると、特許の平均収入期間を陳腐化率の水準としてそのまま利用するのではなく、陳腐化率の産業別の分散や経年的な変化を補完する際の参考とする等、利用の方法については別途検討していくことが必要と考えられる。

(2) 今後の課題

知識のライフサイクルや生産、利用のプロセス等については、科学技術・学術政策研究所においてこれまでの様々な調査研究や取り組みがなされてきた。科学技術・学術政策研究所に蓄積された情報とノウハウを活かし、国民経済計算を所管する内閣府経済社会総合研究所、科学技術研究調査を所管する総務省をはじめとする関係機関と連携しつつ、今後とも検討を続けていくことが必要と考えられる。

研究会では、今後必要となる取り組みについて、以下のようなご指摘をいただいた。

- 科学技術イノベーション政策の基盤を強化するため、知識のライフサイクル、知識の生産や利用プロセス等の測定について、科学技術・学術政策研究所として引き続き調査研究を行うとともに、関係機関との連携を強化する。
- アンケートによって知識の生産や利用のプロセスの実態を把握するにあたっては、技術の陳腐化や研究開発の懐妊期間についての考え方や定義について検討を行い、そのためにどのようなデータが必要か、アンケートとしてどのような設問が適切かなどをそれぞれ検討していくことが必要。また、どのようなデータが把握できるかについては、回答側の企業とともに試行錯誤を積み重ね、経験を積むことも必要。
- R&D 生産のための中間投入のトランザクションは複雑なので、いくつか図式化してしっかりと整理することが必要。調査票の設計も含め、科学技術・学術政策研究所が関係機関と連携しつつ、取り組んでいくことが望まれる。

謝辞

「科学技術イノベーション政策のマクロ経済政策体系への導入に関する調査研究」の実施に当たって、タスクフォース及び研究会のメンバーの先生方、並びにご協力いただいた研究者の方々に深く感謝申し上げます。

特に、本調査研究の実施にあたり、適時、丁寧な助言をいただきました黒田昌裕先生（慶應義塾大学名誉教授、科学技術振興機構研究開発戦略センター 上席フェロー）及び深尾京司先生（一橋大学経済研究所教授、科学技術・学術政策研究所第1研究グループ客員総括主任研究官）に重ねてお礼を申し上げます。

本調査は科学技術・学術政策研究所及び一橋大学イノベーション研究センターの共同研究として、以下の研究助成金等により実施しています。

- ・ 「科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業」政策課題対応型調査研究（科学技術・学術政策研究所）
- ・ 文部科学省特別教育研究経費(連携融合事業)「イノベーション・プロセスに関する産学官連携研究」（一橋大学イノベーション研究センター）
- ・ 科学研究費補助金(基盤研究(S))（「イノベーション・プロセスに関する産学官連携研究」（研究代表者：中馬宏之 一橋大学イノベーション研究センター教授、課題番号：20223002）
- ・ 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム「科学技術イノベーション政策の経済成長分析・評価」（研究代表者：楡井誠 一橋大学イノベーション研究センター准教授）

