

調査資料 No.219

研究開発投資の
経済的・社会的波及効果の測定についての
海外動向に関する調査

2013年3月

文部科学省 科学技術政策研究所

SciSIP室

RESEARCH MATERIAL No.219

Study of Foreign Situations
in Measurements of Economic and Social Impacts
of Research and Development Investments

SciSIP Research Unit

March 2013

SciSIP Research Unit
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定についての海外動向に関する調査

文部科学省 科学技術政策研究所 SciSIP室

要旨

文部科学省科学技術政策研究所では、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」推進事業の政策課題対応型調査研究の一環として、公的な研究開発投資の経済的・社会的な波及効果に関する調査研究を行っている。本調査は、研究開発投資の経済的・社会的な波及効果の測定に関する方法論を中心に、我が国における今後の調査研究への示唆を得るため、欧州と米国における動向について調査を行ったものである。

近年、欧米諸国では国や地域の競争力の源泉として科学技術イノベーション政策が注視される中、欧州では長い歴史を有する科学技術イノベーション政策研究に基づく新たな展開が見られ、また米国では2005年より「科学イノベーション政策の科学」が始められ、エビデンスに基づく政策形成に深い関心が寄せられている。

本調査では、欧州連合の第7次フレームワーク・プログラムの下で調査研究が進められたEUの研究技術開発投資の経済的波及効果を推計するNEMESISとよばれるマクロ経済モデルのほか、米国において進められているSciSIPプログラムによりファンドを受けた調査研究プロジェクトのうち、研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関連するプロジェクトの内容について調査を実施し、欧州と米国におけるこの領域の調査研究の動向の把握を行ったものである。

Study of Foreign Situations in Measurements of Economic and Social Impacts of Research and Development Investments

SciSIP Research Unit, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
ABSTRACT

NISTEP conducts a study on economic impacts of public research and development (R&D) investments under the “Science for RE-designing Science, Technology and Innovation Policy (SciREX) program. Focusing on methodologies in measurements of economic and social impacts of R&D investments, this study was conducted to obtain the trends of the studies which have been conducted in Europe and the United States in order to obtain some implication onto the forthcoming studies in Japan.

Since last decade Science, Technology and innovation (STI) policies are paid much attention as the source of competitiveness of nations or regions in Europe and the United States. Based on a long tradition of STI policy studies, Europe has been posing new policies. And US Government launched the Science of Science and Innovation Policy (SciSIP) program in 2005 regarding much interest in the evidence based STI policy formation.

This study primarily focused on the trends of the studies on measurements of economic and social impacts of R&D investment in Europe and the United States, such as the macro-economic model which was funded by the EU 7th Framework program and the studies which was funded by the US SciSIP program.

目次

第1章 調査のねらいと方法	1
第2章 研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定：欧州の動向	3
(1) EU Framework Programmeの概要	3
(2) FPで実施されてきた主要な研究開発領域	4
(3) 予算規模の推移	5
(4) FP7 の概要	6
(5) 経済的・社会的波及効果を測定する手法の開発等に関する取組み	8
第3章 研究開発投資の経済的波及効果の測定に関する事例調査	11
(1) 調査対象の選定	11
(2) マクロ経済モデルNEMESISの概要	11
(3) NEMESISのインプットとアウトプット	12
(4) NEMESISの利用事例	13
① FP7 の枠組みにおける研究開発投資の経済的波及効果の推計	13
② 経済危機の下での研究開発投資の効果 に関する分析	13
(5) マクロ経済モデルNEMESISの構造	15
① NEMESISの全体モジュール	15
② コア経済モデル	16
③ NEMESISにおける科学技術投資の取扱	16
④ 知識ストックと知識スピルオーバー	17
⑤ 供給サイドの決定	18
⑥ 層化CESフレームワーク	19
⑦ Putty-Semi Putty ビンテージモデル	20
⑧ 技術変化の内生化	23
(6) 海外往訪調査による結果の概要	29
【参考】 GEM-E3 モデル	38
第4章 研究開発投資の社会的波及効果に関する事例調査	53
(1) FP7 における研究開発投資の社会的波及効果の測定に関するプロジェクト	55
(2) SIAMPIプロジェクトの概要	56
(3) 社会的波及効果を測定するための前提条件：「建設的相互作用」	57
(4) 研究開発投資の社会的波及効果の分析	58
(5) ステークホルダーへのインタビュー	58

(6) 大学における学術的研究の成果についての社会的波及効果の把握	62
(7) 事例研究の概要	63
(8) 研究開発投資の社会的波及効果に関するまとめ	70
(9) 海外往訪調査の結果概要.....	72
【参考】社会関連性の評価： ERiC (Evaluating Research in Context)	76
第5章 研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定：米国の動向.....	81
(1) 概要.....	81
(2) 調査対象の選定.....	82
① STAR METRICS	82
② 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析	83
③ SciSIPプログラムの助成を受けた研究プロジェクト	83
(3) 事例調査	84
① STAR METRICS.....	84
② 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析	85
③ SciSIPプログラムの助成を受けた研究プロジェクト	88

表の目次

表 1 EU Framework Programmeの概要.....	3
表 2 FPにおける主要な研究開発領域.....	4
表 3 FP7 の活動と予算額.....	7
表 4 社会経済学における研究開発課題の変遷.....	8
表 5 FP7 における「社会経済学・人文科学」の活動.....	9
表 6 FP7 における「社会における科学」の活動.....	10
表 7 NEMESISのインプットとアウトプット変数.....	12
表 8 現地調査項目の概要.....	29
表 9 NEMESISにおける産業セクター分類.....	31
表 10 社会会計表の詳細フレーム.....	48
表 11 研究開発が影響を及ぼす可能性のある主要分野(社会).....	54
表 12 研究開発が影響を及ぼす可能性のある主要分野(環境).....	54
表 13 SIAMPIプロジェクトの実施体制.....	56
表 14 研究者に対するインタビュー項目.....	60
表 15 受益者(ステークホルダー)に対するインタビュー項目.....	61
表 16 ヒアリング概要.....	72
表 17 主な学問分野ごとの社会的関連性の評価指標例.....	78
表 18 研究開発投資を実施する米国連邦政府機関における波及効果の評価に関するガイド ライン等.....	81
表 19 STAR METRICS(第2フェーズ)における経済的・社会的効果の計測手法の開発状 況.....	84
表 20 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析.....	85
表 21 【参考1】「グローバル化」要因に関する先行研究.....	86
表 22 【参考2】「政策変更」要因に関する先行研究.....	87
表 23 調査対象プロジェクトの抽出条件.....	88
表 24 SciSIPプログラムが助成する経済的・社会的波及効果の測定等に関する研究プロジ ェクト.....	89
表 25 (1) 非公式ソーシャルネットワークとイノベーションの関係についての調査: ネットワーク の拡大の価値の定量化.....	90
表 26 (2) 科学イノベーション政策に対する反対・支持の政治経済的モデル.....	90
表 27 (3) 景気刺激策としての研究への助成: 雇用レスポンスの評価.....	91
表 28 (4) 2009 年米国の刺激策と科学政策による経済的インパクトの研究.....	91
表 29 (5) 革新的な地域における重要な社会的ダイナミクスを捉えるための測定基準: 科学技 術政策への知見.....	92

表 30 (6) イノベーションによる便益の評価指標と評価システムの検証.....	93
表 31 (7) 景気刺激策としての研究開発資金配分が雇用及び科学的アウトプットに及ぼす影響の評価.....	95
表 32 (8) 技術的進歩のエージェントとしての科学者・工学者:研究開発のリターンと科学・工学系労働力の経済的影響の測定.....	95
表 33 (9) 連邦研究投資の経済的リターンの測定:プロジェクトの概要.....	96
表 34 (10) 科学の経済的波及効果.....	98
表 35 (11) 製薬R&Dのインセンティブに対するジェネリック医薬品の参入増加の影響の検討.....	99
表 36 (12) 化学における大学の研究と資金源の影響:出版、特許、商業化.....	100
表 37 (13) 連邦政府による大学への研究助成のインパクト.....	100
表 38 (14) 生物医学研究に対する公的研究の知的・経済的波及効果.....	101
表 39 (15) 化学分野の研究に対する連邦政府の投資による経済的・科学的効果.....	102
表 40 (16) 米国経済における新製品開発の原因と影響.....	102
表 41 (17) 公共価値のマッピング:科学イノベーション政策における社会的価値の非経済モデルの構築.....	103
表 42 (18) STICK(科学技術イノベーション・コンセプト知識ベース):科学技術イノベーションの進展の監視、理解、推進.....	104
表 43 (19) 科学政策が科学的進歩の速度と方向性に及ぼす影響を評価する.....	105
表 44 (20) 研究と技術のパートナーシップ:戦略的関係の計量.....	106
表 45 (21) 州政府の科学政策:政策の起源、性質、適合性及び地方大学への影響モデリング.....	107
表 46 (22) イノベーションとテクノロジーの実装:理論と政策への含意.....	107
表 47 (23) 研究企画案のピアレビューで社会的影響を考慮に入れるためのモデルの比較評価.....	108
表 48 (24) 科学技術エージェントの革新的データベース(STAR):政府投資、科学、技術、企業、雇用のリンク.....	108
表 49 (25) 助成から商業化へ:科学助成の影響を追跡、評価、計測する統合的データベース.....	109
表 50 (26) 科学分野の出現と発展の予測的モデリング.....	109
表 51 (27) イノベーションの競争環境の予測シミュレーションモデル.....	110
表 52 (28) イノベーション政策の基本としてのシュンペーターのイノベーション理論のモデル化:実験的なアプローチ.....	110
表 53 米国における研究開発投資の経済的波及効果の測定に係る研究プロジェクトの状況.....	112

図の目次

図 1	FPの予算規模の推移.....	5
図 2	NEMESISによる推計結果の例:3つのシナリオによるGDPへの効果.....	14
図 3	NEMESISの全体モジュール.....	15
図 4	コア経済モデル.....	16
図 5	R&D支出とR&Dストックの関係.....	17
図 6	R&Dストックと知識ストックの関係.....	17
図 7	プロセスイノベーションの概念.....	18
図 8	プロダクトイノベーションの概念.....	18
図 9	NEMESISにおけるCES型生産関数.....	19
図 10	CES型生産関数の構造.....	20
図 11	事前と事後の代替可能性.....	22
図 12	GEM-E3モデルにおける消費関数の構造.....	40
図 13	GEM-E3モデルにおける生産関数の構造.....	43
図 14	GEM-E3モデルにおける貿易マトリックス.....	45
図 15	GEM-E3モデルにおける国内需要と貿易フローのネスト構造.....	45
図 16	社会会計表(SAM)の概念.....	47
図 17	需要と供給の均衡概念.....	50
図 18	GEM-E3モデルの全体構造.....	52

概要

研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定についての海外動向に 関する調査

【概要】

1 調査のねらいと方法

第3期科学技術基本計画では、国が実現すべきイノベーションを「科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出す革新」と位置づけ、イノベーションによる社会・経済的価値の創造を目標とし、そのために「基礎研究で生み出された科学的発見や技術的発明が、単に論文にとどまることなく社会的・経済的価値創造に結びついていくよう、革新的技術を生み出すことに挑戦する研究開発を今後強化する必要がある」と述べ、研究開発成果の検証として、従来の論文、特許等の生産把握に加え、社会的・経済的価値創造の把握の必要性を指摘し、「特に国民に対してもたらされる成果に着目した目標設定と評価の仕組みを確立し、投資効果を検証することにより、研究開発の質の向上を図る。」¹と記している。

また、第4期科学技術基本計画では、「我が国において、科学技術イノベーション政策を推進することが、経済的、社会的に価値あるものとなるためには、国が、その企画立案、推進に際して、取り組むべき課題や社会的ニーズについての国民の期待を的確に把握し、これを適切に政策に反映していく必要がある。」²とし、「国は客観的根拠(エビデンス)に基づく政策の企画立案、その評価及び検証結果の政策への反映を進めるとともに、政策の前提条件を評価し、それを政策の企画立案等に反映するプロセスを確立する。」³と、エビデンスに基づく科学技術イノベーション政策の立案と効果検証の重要性が指摘されている。

一方、近年欧米諸国を中心に国あるいは地域の競争力の源泉として科学技術イノベーション政策が注視される中、欧州では長い歴史を有する科学技術イノベーション政策研究に基づく新たな展開が試みられ、また米国では2005年より「科学イノベーション政策の科学(SciSIP: Science of Science and Innovation Policy)」が始められ、エビデンスに基づく政策形成に深い関心が寄せられている。

このような状況の下、文部科学省においても2011年度より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」推進事業が開始された。本調査は、科学技術政策研究所が担当する「政策課題対応型調査研究」の一環として行われたものであり、政府の研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関する方法論を中心に、欧州と米国における調査研究の動向に着目したものである。

¹ 【第3期科学技術基本計画】第1章「基本理念」4「政府研究開発投資」

² 【第4期科学技術基本計画】V. 社会とともに創り進める政策の展開 2「社会と科学技術イノベーションとの関係深化」

³ 【第4期科学技術基本計画】V. 社会とともに創り進める政策の展開 3. 実効性のある科学技術イノベーション政策の推進

2 研究開発投資の経済的波及効果の測定手法の開発:欧州の事例

研究開発投資の経済的波及効果を評価・分析するマクロ経済モデルで、海外において政策立案における活用事例が明らかなものは、欧州委員会 (EC: European Commission) で採用されている NEMESIS (New Economic Model of Evaluation by Sectoral Interdependency and Supply) とよばれるものである。

(1) NEMESIS の概要

NEMESIS は、欧州全域での研究技術開発投資に対する助成制度である「第7次研究技術開発枠組み計画(2007～2013年)(通称、FP7とよばれる)」のサブプログラム「協力 (Cooperation)」の中の「社会経済学・人文科学 (SSH: Socio-Economic Sciences and Humanities)」の領域で採択された調査研究プロジェクトの一つである DEMETER (Development of Methods and Tools for Evaluation of Research) プロジェクト(実施期間 2010～2012年)において開発が進められたマクロ経済モデルであり、EU 全域を対象とする研究開発投資の経済的波及効果の評価を目的とする唯一のマクロ経済モデルである。

(2) NEMESIS の活用事例

① FP7 における経済的波及効果の推計

モイラ・ゲーガン＝クイン研究・イノベーション・科学担当委員は 2011 年 7 月 19 日に、研究開発による欧州連合 (EU) 域内のイノベーション活性化のために、約 70 億ユーロを投入することを発表した。これによると、EU の第 7 次研究技術開発枠組み計画 (FP7) の一環として実施されるこの包括的資金供与は、欧州委員会がこれまで行ってきた同様の資金供与の中で最大規模のものとなり、これにより、短期的には約 174,000 人の雇用が創出され、15 年間の累積で約 450,000 人の雇用創出と約 800 億ユーロの域内総生産 (GDP) 拡大につながると見込まれている。出典: EU News 250/2011 (2011 年 7 月 19 日)⁴

② 経済危機下での研究開発投資政策の効果の推計

DEMETER プロジェクトによる報告書の一つ⁵では、2007 年のリーマンショックによる経済危機の状況下での研究開発投資による将来の経済効果について推計を行っている。

⁴ <http://www.deljpn.ec.europa.eu/modules/media/news/2011/110719c.html?page=print>

⁵ "R&D EFFORT DURING THE CRISIS AND BEYOND: SOME INSIGHTS PROVIDED BY THE NEMESIS MODEL SIMULATIONS"(Arnaud Fougeyrollas, Pierre Haddad, Boris Le Hir, Pierre Le Mouél Paul Zagamé)

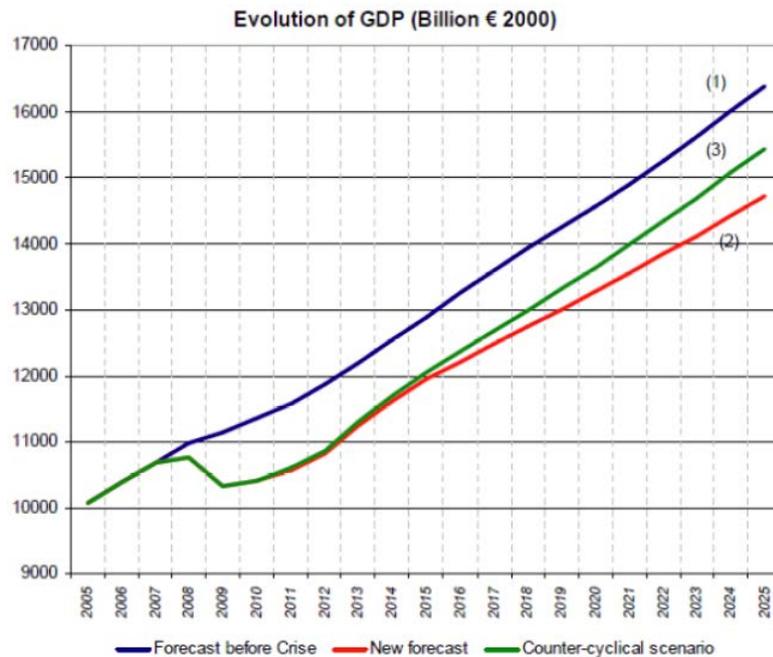


図 NEMESIS による推計結果の例:3つのシナリオによる GDP への効果
 (青:経済危機前の予測、赤:経済危機を織り込んだ予測、緑:経済危機下で、効果的な R&D インセンティブ政策を導入した場合の予測)

リスボン行動計画とバルセロナ目標において示された研究開発を強化する諸政策の意義は、今日の経済危機の後においてますます高まっている。これらの諸政策の効果は以下のようにまとめられる。

- 経常収支赤字とインフレ圧力を抑制しつつ、危機後の景気回復をもたらす。
- ベースラインシナリオの値に対し雇用はかなりの速さで経済危機前に追いつき、GDPについては雇用よりもややゆっくりであるが危機からの脱出につながる。
- 部分的に公共投資であるため、長期において経済成長を助け、増税により過去の財政赤字の埋め合わせができる。

他の構造的政策、例えば温室効果ガス削減政策などによる収入を研究開発投資に充当すれば、研究開発投資の割合をさらに高める事が可能となる。

(3) NEMESIS の構造

NEMESIS は、コア経済モデルとこれに接続する 4 つのサブモジュールで構成される。サブモジュールは、エネルギー・環境、農業、地域、土地利用となっている。コア経済モデルは、産業別の需要が産業別の供給を決定し、供給が生産投入要素の需要を決定するというロジックになっている。研究開発投資の効果は知識ストックの形成を介して経済に対し効果を与えるものとされており、コア経済モデルに内包されている。

3 研究開発投資の社会的波及効果の測定手法の開発:欧州の事例

研究開発投資の社会的波及効果の研究も欧州において先行事例が実施されている。欧州では、2003年よりFP(研究技術開発枠組み計画)を含む欧州議会の主要な政策提案の全てが事前及び事後影響評価を受けることとなり、またFPにおける研究開発プロジェクトの目的も従前の「知識の増大」だけではなく「社会的課題の解決」にも重点が置かれるようになったため、EUによる研究開発投資は経済効果のほか、社会及び環境への影響も評価されることとなり、研究開発投資の社会的波及効果にも注目が集まることとなった。

2005年には、EUにおける研究開発投資の社会や環境に対する影響についての評価レポートが公開された⁶。このレポートではFP7における事前影響評価の適用へ向けた準備として過去のFP(FP5及びFP6)において実施された研究開発プロジェクトによる社会及び環境への影響評価を分野横断的に行っている。このレポートでの結論は以下のように要約されている。

「この調査の範囲では、研究開発投資の社会と環境に対する本格的なインパクトの評価は不可能であった。その理由は、研究開発投資の社会的影響とは何かを明示することが難しく、また社会的影響を測定するための基礎データを見出すことが困難であった。」

このような背景の下、SIAMPIはFP7における「能力(Capacity)」プログラムの中のサブプログラムである「社会における科学(Science in Society)」の枠組み⁷で資金提供を受けたプロジェクトであり、2009年3月から開始され、2011年2月に終了したものである。このプロジェクトでは、研究活動における研究者と社会あるいはステークホルダーとの間の相互作用に着目し、研究開発投資の社会的インパクトの測定を試みたものである。

(1) SIAMPIプロジェクトの概要

現在、科学技術政策の影響を評価する上で、経済的なインパクトを測定する取組みは数多く実施されているが、社会的インパクトを含む非経済的なインパクトの測定に関する取組みは研究レベルの試行的なものを含めても少数である。さらに、これら数少ない取組みでも個別の政策や個別の研究プロジェクトに関する非経済的なインパクトを測定する試みが個別に開発・試行されている状況にあり、多様な科学技術分野に対して汎用的で体系的に適用可能な非経済的なインパクトの評価手法は確立されていない⁸。このような状況の下、SIAMPIプロジェクトでは社会的インパクトの発生過程に対する着目、すなわち研究者と社会(ステークホルダー)との知識交換等の相互作用に焦点を当て、「多様な科学技術分野や評価の目的に応じて適用可能となる汎用的な評価手法を提供すること」を目的としている。

(2) 社会的波及効果のとらえ方

先行研究⁹によれば、研究成果が社会的な波及効果へと至る過程での「影響経路」の特定が重要と指摘されている。このためSIAMPIでは、研究者とステークホルダーとの間の影響経

⁶ “Assessing the Social and Environmental Impacts of European Research”, EC, 2005

⁷ 詳細は「WORK PROGRAMME 2007-2012 CAPACITIES PART 5 SCIENCE IN SOCIETY (European Commission C(2011)5023 of 19 July 2011)」を参照。

⁸ “SIAMPI final report”, Jack Spaapen and Leonie van Drooge, 2010

⁹ “Assessing the Social and Environmental Impacts of European Research”, EC, 2005

路を通じて行われる多様なやりとりを「建設的相互作用」と称し、その建設的相互作用によりステークホルダー側に生じた変化を社会的波及効果の発生としている。

(3) 建設的相互作用の結果として生じる社会的波及効果の事例

公的投資による研究成果が社会に与える影響が大きいと想定される人文社会科学、健康、ナノテクノロジー、情報技術の各分野が調査対象とされた。これら4分野において、FPによる支援あるいは各国政府が支援する研究プロジェクトを推進する研究グループの中から、ECの研究開発総局担当者や当該分野の有識者等へのインタビューを通じて社会的インパクトの把握が期待できるとされた研究プロジェクトと研究グループが調査対象とされた。

(4) SIAMPI で提案された研究開発成果の社会的波及効果の測定手法

研究者とステークホルダーに対する独立したインタビュー調査により分析される。このインタビュー調査項目はマニュアル化されている。

4 研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定手法の開発:米国の動向

(1) 概要

研究開発投資を行う連邦政府機関等の多くは、研究開発による効果を評価するために、既存の手法・知見をとりまとめたガイドライン等を作成している。この背景には、1993年に制定された政府業績成果法(GPRA)に基づき、連邦政府行政管理予算局(OMB)が、連邦政府機関のプログラムの評価を開始したことがある。この評価では、プログラムの実施主体がプログラム評価評定ツール(The Program Assessment Rating Tool: PART)を用いて、プログラムの目的の明確さ、成果の達成状況、費用対効果の改善等を実施することが求められている。各省庁における取組の多くは、この動向に呼応する形で実施されたものである。

2007年には、「科学とイノベーションのための科学」を対象としたプログラム(SciSIP)が創設された。このプログラムの設立経緯は上記の流れと異なり、2005年に連邦政府科学技術政策局のマーバーガー前局長が、連邦政府による研究開発投資・科学政策の決定を支援するためのデータセット・ツール・方法論を作り出す実践家コミュニティの構築を提唱したことに端を発する。

これを受け2006年に、国家科学技術会議(NSTC)の社会・行動科学・分科会の下に、17省庁が参画する「科学政策の科学」省庁連携タスクグループ(SoSP-ITG)が設置されることとなった。2008年に、タスクグループは、「科学政策の科学のロードマップ」を作成し、連邦政府機関による「科学政策の科学」のための長期的な取組みの方向性、そして実践家コミュニティ構築の道筋を示した。

このロードマップの中で、公的機関による研究開発投資の効果測定の問題点として、機関

毎に効果測定が行われ、その方法が統一されていない点が指摘された¹⁰。また、この問題点に対する解決策として「各機関は、それぞれの使命に適用できる、知識の価値の測定手法を確認するための標準手法を試行的に開発する」ことを提言した¹¹。

SciSIP プログラムによる助成を受けた研究プロジェクトには、研究開発投資の効果測定をテーマとしてプロジェクトが複数選定されているが、これらは、ロードマップの提言を踏まえて選定されたものと推察される。なお、選定されたプロジェクトの多くは、データ・事例の収集・分析により研究開発投資の効果を測定する方法を採用している。

また、2009年には、STAR METRICS が開始された。このプロジェクトは、米国再生・再投資法 (ARRA) 等に基づく連邦政府機関による景気回復のための補正予算のうち、研究開発の助成金による経済波及効果等の立証を目標としている。

本調査では、米国連邦政府機関・研究機関・大学等及び研究助成機関の助成金により実施された調査研究プロジェクトの中から、研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関連性が大きいものを以下の通り選択した。

(2) STAR METRICS¹²

STAR METRICSは、2009年に科学技術政策局 (OSTP)、FDP¹³、NSF、NIH、全米6大学の協力により開始されたプロジェクトである。このプロジェクトは、国の研究開発投資が社会経済にもたらしている効果を立証することを目的としている。

当該プロジェクトでは、次の2つのフェーズに分け、調査研究が実施されている。

第Iフェーズでは、米国再生・再投資法 (ARRA) に基づく科学関連の歳出による雇用創出効果の測定手法の確立が行われ、これはすでに完了している。

第IIフェーズは現在も継続中で、連邦政府機関による科学関連投資による効果の測定手法の開発が行われている。なお、第2フェーズの取組では、連邦政府機関の科学関連投資による経済的・社会的効果の測定を目的とし、以下の4項目について測定手法の開発が行われることになっている。

- 経済成長（特許、創業等）
- 雇用（雇用市場における学生の動きやすさ、支援を受けた学部生・研究員数等）
- 科学的知識創出（論文の発表・引用数 等）
- 社会的効果（長期的な健康、環境 等）

¹⁰ “The Science of Science Policy : A Federal Research Roadmap”, p13-14, Question4-Finding

¹¹ “The Science of Science Policy : A Federal Research Roadmap”, p18, THEME 2 RECCOMENDATIONS

¹² “Science and Technology for America's Reinvestment: Measuring the Effect of Research on Innovation, Competitiveness and Science”の略称

¹³ Federal Demonstration Partnership の略。大学で研究開発に関わる職員（研究者、管理者等）と省庁が連携して研究開発の推進の効率化の調整を図る仕組み。

(3) 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析

全米経済研究所(NBER: National Bureau of Economic Research)では、国立科学財団の助成¹⁴を受け、2010年3月より、政策・経済環境の変化による市場規模、市場構造、企業のイノベーション行動の変化について、一般均衡モデルにより分析する手法の研究が行われる。この研究は現在実施中のもので、調査計画等のみが公表されている。手法は、企業単位のマイクロデータを用いて企業のイノベーション行動の変化を分析し、併せて、企業セクター全体での生産性の変化についても検討される。構築予定のモデルには、企業のイノベーション行動を促進させる要因として「グローバル化」と「政策変更」の2つが設定されている。特に、「政策変更」は、「R&D投資の税額控除」、「補助金」、「法人税」の3つの政策に着目し、これらの政策の変更により促進されるR&D、及びそれによる経済的厚生の上昇について一般均衡モデルが適用される予定となっている。

(4) SciSIP プログラムの助成を受けた研究プロジェクト

2006年に、国家科学技術会議(NSTC)の社会・行動・経済科学分科会の下に設置された「科学政策の科学」省庁連携タスクグループ(SoSIP-ITG)では、以下の事項について検討が行われた。

- ▶ 科学政策の科学に関連する連邦政府機関の取組のレビュー
- ▶ 分析に利用可能なデータの調査
- ▶ 多様な分野の学術研究の文献統合の実施
- ▶ 連邦政府による科学政策における実践家コミュニティとツールの構築に向けた道筋を示すロードマップの作成

これらの項目の研究プロジェクトを助成する主要なプログラムが SciSIP (the Science of Science and Innovation Policy) である。このプログラムは、「科学政策の科学」の前進に資する研究に対し助成を行うことを目的としており、科学の経済的・社会的波及効果の測定に関連する研究活動等が助成対象となっている。

¹⁴ 社会経済科学部 (SES : Division of Social and Economic Sciences) の Economics Program

本編

第1章 調査のねらいと方法

第3期科学技術基本計画では、国が実現すべきイノベーションを「科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出す革新」と位置づけ、イノベーションによる社会・経済的価値の創造を目標とし、そのために「基礎研究で生み出された科学的発見や技術的発明が、単に論文にとどまることなく社会的・経済的価値創造に結びついていくよう、革新的技術を生み出すことに挑戦する研究開発を今後強化する必要がある」と述べ、研究開発成果の検証として、従来の論文、特許等の生産把握に加え、社会的・経済的価値創造の把握の必要性を指摘し、「特に国民に対してもたらされる成果に着目した目標設定と評価の仕組みを確立し、投資効果を検証することにより、研究開発の質の向上を図る。」¹と記している。

また、第4期科学技術基本計画では、「我が国において、科学技術イノベーション政策を推進することが、経済的、社会的に価値あるものとなるためには、国が、その企画立案、推進に際して、取り組むべき課題や社会的ニーズについての国民の期待を的確に把握し、これを適切に政策に反映していく必要がある。」²とし、「国は客観的根拠(エビデンス)に基づく政策の企画立案、その評価及び検証結果の政策への反映を進めるとともに、政策の前提条件を評価し、それを政策の企画立案等に反映するプロセスを確立する。」³と、エビデンスに基づく科学技術イノベーション政策の立案と効果検証の重要性が指摘されている。

一方、近年欧米諸国を中心に国あるいは地域の競争力の源泉として科学技術イノベーション政策が注視される中、欧州では長い歴史を有する科学技術イノベーション政策研究に基づく新たな展開が試みられ、また米国では2005年より「科学イノベーション政策の科学(SciSIP: Science of Science and Innovation Policy)」が始められ、エビデンスに基づく政策形成に深い関心が寄せられている。

このような状況の下、文部科学省においても2011年度より「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」推進事業が開始された。本調査は、科学技術政策研究所が担当する「政策課題対応型調査研究」の一環として行われたものであり、政府の研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関する方法論を中心に、欧州と米国における調査研究の動向に着目したものである。

① 調査対象

米国と欧州を調査対象地域とした。政府研究開発投資の経済的波及効果の測定については、客観性と定量性を備え、国レベルでの経済波及効果を測定することのできるマクロ経済モデルを利用する方法論を主要な調査対象とした。また、政府研究開発投資の社会的波及効果の測定については、社会的波及効果を把握するための指標の作成プロセスや政

¹ 【第3期科学技術基本計画】第1章「基本理念」4「政府研究開発投資

² 【第4期科学技術基本計画】Ⅴ. 社会とともに創り進める政策の展開 2「社会と科学技術イノベーションとの関係深化」

³ 【第4期科学技術基本計画】Ⅴ. 社会とともに創り進める政策の展開 3. 実効性のある科学技術イノベーション政策の推進

策への反映の現状等を調査対象とした。これは、この領域の調査研究が先行しているといわれる米国や欧州においても方法論の確立が難しいとされているためである。

② 調査方法

学術論文データベースによる文献検索、主として行政機関を対象に公開資料や文献の検索により、米国や欧州における先行研究事例と行政機関における取組について文献調査を実施した。文献調査の結果、特に重要と判断された事例については、文献調査では把握が困難な事項等について、現地の研究者や専門家に対しインタビュー調査を実施した。

③ 調査担当（2012年3月現在）

文部科学省科学技術政策研究所

柿崎 文彦 SciSIP 室主任研究官

株式会社三菱総合研究所

尾花 尚弥 社会公共マネジメント研究本部政策評価グループ主任研究員

土谷 和之 社会システム研究本部政策科学グループ研究員

藤井 倫雅 人間・生活研究本部人材・教育グループ研究員

第2章 研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定: 欧州の動向

欧州全域での研究開発投資に対する助成制度である EU の「研究技術開発枠組計画: Framework Programme (FP)」では、多様な科学技術分野ごとの研究技術開発プロジェクトの推進のほか、EU 全体としての研究開発投資の経済的波及・社会的波及効果の調査研究にも助成が行われている。

(1) EU Framework Programme の概要

EU 域内において研究開発・技術革新を効率的かつ戦略的に行うため、欧州委員会 (EC) によって、Framework Programme が実施されている (表1)。

FP は 1984 年に開始され、開始当時は欧州内における経済統合の進展や数度にわたる加盟国の拡大がなされる中、経済成長を持続させるためには、欧州レベルでの研究開発の発展が必要不可欠であるとの認識から EU の前身である欧州共同体 (ECs: European Communities) の共同研究開発の枠組みとして FP が開始され、従来は別々に実施されていた各種の研究活動が、一つの枠組みに取り込まれた。

FP の研究対象は様々な科学技術分野に及ぶ。EU の政策を反映したテーマについて、欧州委員会により公募がなされ、応募する側には 3 カ国以上の異なる研究機関が参加することが求められる。原則として FP の研究に必要な資金の半分は EU 予算から支出される。計画期間ごとに専門家グループによって評価がなされ、その成果は、以後の計画の検討に反映される仕組みとなっている。

2010 年までに域内の研究開発投資の総額を EU 全体の GDP の 3% に引き上げる目標が 2002 年のバルセロナ会議において決定されている。さらに、知識経済の振興によって域内の雇用活性化と民間企業の競争力強化を図るために「新リスボン戦略」が 2005 年に策定されており、FP は当該戦略の主要な実行手段として位置付けられている。

表 1 EU Framework Programme の概要⁴

発足年	・1984 年
加盟国、参加者	・EU の加盟国及び、候補国を主とする
主な目的	・技術分野の枠を超えた、総合的研究開発政策の実施
特徴・傾向	・総合的・実用化研究 ・欧州委員会が計画し、プロジェクトを公募 (トップダウン形式)
欧州委員会の立場	・実施主体
活動の実施条件	・原則として 3 カ国以上からの 3 参加者
活動資金	・テーマごとに約半分を上限として、欧州委員会自らが助成
助成金の範囲	・商品化のための研究には支出されず、市場化前段階のみ
根拠規定	・欧州共同体設立条約 (Treaty on European Union and of the Treaty establishing the European Community) 第 163 条～第 173 条

⁴出典:「研究開発政策 - 新リスボン戦略と FP7 -」(国立国会図書館調査及び立法考査局『拡大 EU: 機構・政策・課題: 総合調査報告書』2007)

(2) FP で実施されてきた主要な研究開発領域

1984 年以降、FP は 4 年間で 1 つの区切りとして実施されてきており、現在では 2007 年から開始された FP7 が実施されている。なお、FP7 から実施期間が 7 年間に拡大されている。

表 2 FPにおける主要な研究開発領域⁵

	実施年	目標	主要な研究開発領域
FP1	1984-1987	ECsの統合市場を前提とした域内の研究・技術開発活動の統合・調整	—
FP2	1987-1991	高度技術分野の対日米競争力の強化、科学領域の欧州レベルでの均衡・結束強化	—
FP3	1990-1994	研究活動の産業分野別の再編成、産学連携の推進	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実現可能にする技術: 情報通信技術、産業・素材技術 ✓ 天然資源の管理: 環境、エネルギー、生命科学技術 ✓ 知的資源の管理: 人的資本と人的交流
FP4	1994-1998	第三国や国際組織との協力、成果の普及と活用、研究者の養成と流動性の向上	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 研究、技術開発プログラム ✓ 第三国や国際機関との協力活動 ✓ 研究結果の普及及び活用 ✓ 教育訓練と研究者交流の促進
FP5	1998-2002	産業競争力の強化、欧州市民の生活の質の向上 (市民視点での問題解決を図るための科学技術開発)	<p>【テーマ別プログラム】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 生活の質と、生活資源の管理 ✓ ユーザーフレンドリーな情報社会 ✓ 競争力のある持続可能な成長 ✓ エネルギー、環境、及び持続可能な開発 <p>【水平的プログラム】(テーマ別プログラムを補完する、分野横断的プログラム)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 欧州研究活動の国際的役割の確認 ✓ イノベーションの促進及び中小企業の参加の奨励 ✓ 研究人材の育成と社会経済知識基盤の向上
FP6	2002-2006	欧州研究領域(ERA)の構築 (テーマの集約化・重点化によるプロジェクトの大型化)	<p>【統合研究】</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 健康のためのゲノム、バイオテクノロジー ✓ 情報社会技術 ✓ ナノテクノロジー、インテリジェント、マテリアル及び新しい製造工程 ✓ 宇宙・航空工学 ✓ 食物の安全性と健康リスク ✓ 持続的発展及び世界的気候変動 ✓ 知識基盤社会における市民と統治形態 ✓ 政策の科学的支援

⁵出典:『研究開発政策 —新リスボン戦略とFP7—』(国立国会図書館調査及び立法考査局『拡大EU:機構・政策・課題:総合調査報告書』)及び『主要科学技術分野の研究開発に関する海外動向調査 欧州における情報通信分野の研究開発動向調査 平成12年度 内閣府』を元に作成

	実施年	目標	主要な研究開発領域
			【ERA の構築】 ✓ 研究及び革新 ✓ 人的資源 ✓ 研究インフラ ✓ 科学と社会の良好な関係の構築 【ERA 基盤の強化】 ✓ 活動間の調整支援 ✓ 革新のポリシーの発展支援
FP7	2007-2013	産学官連携、基礎研究支援、人材育成、中小企業支援 (企業ニーズに応えると共に、企業による研究開発投資比率を増やす仕組みの構築、戦略性の強化)	「(4)FP7 の概要」を参照

(3) 予算規模の推移

FP の予算規模は FP1 から増加傾向にある。FP6 では年平均の予算規模が 38 億ユーロであったが FP7 では約 80 億ユーロとなり、FP8 では更なる規模拡大が見込まれている。

(単位:10 億ユーロ)

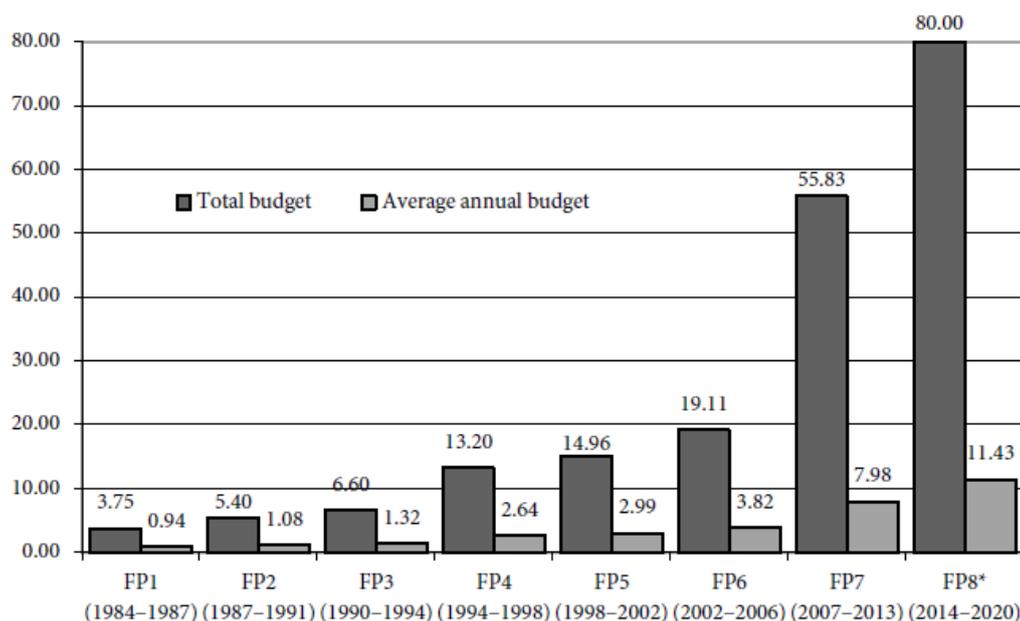


Figure 1. Evolution of the Framework Programme funding (1984–2020, in billion euro)

^a The figure refers to the 29/06/2011 Commission proposal for a budget for HORIZON 2020, the successor to the 7th Framework Programme, within the Multiannual Financial Framework 2014–2020.

Sources: CORDIS and DG Research and Innovation, European Commission.

図 1 FP の予算規模の推移⁶

⁶出典: European Integration Process in the New Regional and Global Settings(2012)

なお、このグラフでは FP7 の後継プログラムが FP8 と表記されているが、現在では FP8 の名称は Horizon2020 に変更されている。Horizon2020 では、欧州の新しい経済成長戦略「Europe2020」に整合したプログラムであるべきことが強調されている。ここでの FP8 の予算額の数字は、2011 年 6 月 29 日の HORIZON2020 に関する EC の予算要求に基づいている。

さらに、2011 年 11 月末には 2014 年～2020 年の研究・イノベーション枠組み計画「Horizon 2020」が欧州委員会から欧州議会及び欧州連合理事会に提出され、共同決定手続きのプロセスに入っている。提案された予算総額は、800 億ユーロである。この計画は、経済成長戦略「Europe 2020」のイニシアチブの一つ「イノベーション・ユニオン」を推進するための財政的仕組みであり、最大の特徴は、研究とイノベーションに関連する 3 つのプログラム、すなわち、研究枠組み計画 (FP)、競争力・イノベーション枠組み計画 (CIP) のイノベーション支援部分、並びに欧州イノベーション工科大学院 (EIT) を統合的に推進することである。提出に先立ち、統合プログラムとすることの是非について事前評価が行われ、EU として関与すべき事項の明確さ、EU の卓越性への寄与、中小企業へのインパクト、経済社会効果などを分析した結果、「Horizon 2020」が最も望ましい選択肢であり、コスト効率も良いとされた⁷。

こうした FP7 及び Horizon2020 の予算規模の拡大がもたらす経済的波及効果の推計のため、マクロ経済モデル「NEMESIS」が用いられている。

(4) FP7 の概要

現在遂行中の FP7 は 2007～2013 年を期間とするプログラムであり、大きく 4 つの領域である「協力 (Cooperation)」、「構想 (Idea)」、「人材 (People)」、「能力 (Capacity)」で構成されている。各領域のサブプログラムは、優先される対象研究分野ごとにさらに小項目から構成される。これに、共同研究センターと欧州原子力共同体の枠内で行われる研究が加わる。

協力 (Cooperation) は、持続可能な発展への貢献を目的とし、加盟国間の協力により実施される研究活動が幅広く支援される。本プログラムは優先される対象研究分野別に 10 のサブプログラムで構成されている。対象分野は、欧州の社会・経済・環境・産業に関わる課題へ対処するにあたって戦略的に研究活動を支援・強化すべき分野であり、具体的には「保健」、「食料・農業・バイオテクノロジー」、「情報通信技術」、「ナノサイエンス・ナノテクノロジー・材料・新生産技術」、「エネルギー」、「環境 (気候変動を含む)」、「運輸 (航空を含む)」、「社会経済学・人文科学」、「宇宙」、「安全」の 10 分野となっている。

構想 (Ideas) は、新しい科学技術の進歩の可能性を切り開き、新しい知識を生み出すことにより将来の実用化や需要創出をねらいとし、比較的基礎的な研究を支援する。この領域は、FP7 で新たに追加された。また、FP7 の他の領域とは独立した活動として扱われ、科学評議会 (Scientific Council) を中心として、「欧州研究評議会 (ERC)」によって実施されている。

人材 (People) は、欧州の労働市場を開放することで世界規模での研究者と研究知識の好循環

⁷ 科学技術政策研究所「科学技術動向」2012年3・4月号 P.9

を実現し、欧州における研究者・技術者の能力の向上、ひいては研究開発活動の活性化を目的としている。研究者の初期トレーニング、生涯トレーニングとキャリア開発、産学官の人的交流とパートナーシップの構築等が含まれる。

能力(Capacities)は、欧州の研究イノベーション能力向上において特に重要と思われる諸側面を支援するプログラムであり、研究インフラストラクチャーの整備、中小企業の利益につながる研究、知に強い地域の活性化、潜在的研究能力の向上、社会における科学、研究政策の一貫性ある進展の支援、国際協力活動の7つのサブプログラムで構成される。

このうち、「協力(Cooperation)」及び「能力(Capacities)」に研究開発投資の経済的・社会的波及効果を測定する手法等の開発が実施されたサブプログラムが含まれている。

表 3 FP7 の活動と予算額

プログラム	予算額 (億ユーロ)
I 協力 (Cooperation)	324.13
・保健	61.00
・食料・農業・バイオテクノロジー	19.35
・情報通信技術	90.50
・ナノサイエンス・ナノテクノロジー・ 材料・新生産技術	34.75
・エネルギー	23.50
・環境 (気候変動を含む)	18.90
・運輸 (航空を含む)	41.60
・社会経済学・人文科学	6.23
・宇宙	14.30
・安全	14.00
II 構想 (Ideas)	75.10
III 人材 (People)	47.50
IV 能力 (Capacities)	40.97
・研究インフラストラクチャー	17.15
・中小企業の利益につながる研究	13.36
・知に強い地域	1.26
・研究潜在能力	3.40
・社会における科学	3.30
・研究政策の一貫性ある進展の支援	0.70
・国際協力活動	1.80
共同研究センター (JRC) の非核部門	17.51 *
小計	505.21
核研究 (欧州原子力共同体 (Euratom) 及び共同研究センターの核部門)	27.51 *
総計	532.72

(出典) OJ L 412, 30 December 2006, *2007-2011の5か年
OJ L 400/60, 30 December 2006.

(5) 経済的・社会的波及効果を測定する手法の開発等に関する取組み

研究開発成果の経済的・社会的波及効果を測定する手法の開発等に関するプロジェクトは、1994年に開始された FP4の枠組みの下で社会経済学に関連するサブプログラムとして継続して実施されてきた。

FP4 では、「欧州における研究開発政策の評価」、「教育・訓練に関する研究」、「欧州における社会的統合と疎外に関する研究」の3つが主要な研究領域として設定され、研究領域の1つである「欧州における研究開発政策の評価」では国際的な観点から欧州における研究開発政策の社会的・経済的な効果の評価等を行い、科学技術分野における政策決定者の共通理解を深めることを目的とした研究プロジェクトが実施された。

続く FP5 では、「社会経済的知識基盤の強化」をテーマに取り上げ、FP4 における主活動を継承しつつ、対象とする研究領域が拡大された。この枠組みの中において、研究開発投資の経済的効果を評価するモデルの開発が開始された。

また、FP6では「知識基盤社会における市民」をテーマとして8つの活動分野に予算が配分されており、「知識の創出、流通、活用の強化と経済的・社会的発展に与える影響」の中で関連するプロジェクトが実施された。

表4 社会経済学における研究開発課題の変遷⁸

枠組	テーマ	研究開発課題
FP4	社会経済的研究プログラム	<ul style="list-style-type: none"> ・欧州における研究開発政策の評価 ・教育・訓練に関する研究 ・欧州における社会的統合と疎外に関する研究
FP5	社会経済的知識基盤の強化	<ul style="list-style-type: none"> ・社会動向と構造的変化 ・モデル開発 ・知識のダイナミクスと創出・活用 ・雇用と職務の変化 ・社会的結束及び移動、福祉 ・経済的発展とダイナミクス ・統治形態と民主主義、市民性 ・教育・訓練と新たな学習形態 ・EUの拡張 ・ジェンダーと社会参画、生活の質 ・インフラ
FP6	知識基盤社会における市民と統治形態	<ul style="list-style-type: none"> ・知識の創出、流通、活用の強化と経済的・社会的発展に与える影響 ・知識基盤社会の発展に向けた選択肢と決定 ・知識社会への様々な道程 ・欧州の統合と拡大に関する示唆 ・責任の範囲と新たな統治形態に関する表現 ・紛争の解決及び平和と正義の回復に関する課題 ・市民性と文化的アイデンティティーの新たな形 ・社会経済学及び人文科学分野における欧州研究領域(ERA)の促進

⁸出典:「European Integration Process in the New Regional and Global Settings」Ewa Latoszek, Irena E. Kotowska, Alojzy Z. Nowak, Andrzej Stepniak

	政策の科学的支援	・欧州市民に対する健康と安全、雇用機会の提供 ・経済成長性と EU の更なる拡大・統合に向けた基盤強化
FP7	社会経済学及び人文科学	表 5 FP7 における「社会経済学・人文科学」の活動及び 表 6 FP7 における「社会における科学」の活動を参照
	社会の中の科学	

注) 下線部は、研究開発投資の経済的波及効果の測定に関するプロジェクトが含まれる活動

FP7 の「協力 (Cooperation)」の下での「社会経済学・人文科学」では、欧州における成長や雇用と競争力、社会格差是正と持続的開発、生活の質、教育、文化、世界的な相互依存関係などの欧州が直面している複雑で相互に関連した社会経済的課題について、共通理解を生み出すことを目指している(表 5 FP7 における「社会経済学・人文科学」の活動)。

この「社会経済学・人文科学」の枠組みにおいて実施されているプロジェクト数は累積で 172 件⁹であり、具体的には以下の領域が設定されている。なお、表 5 の下線部は、研究開発投資の経済的波及効果の測定に関するプロジェクトが含まれる領域である。

表 5 FP7 における「社会経済学・人文科学」の活動¹⁰

活動	領域
1. 知識社会における成長・雇用・競争	1. 1 経済における知識の役割の変化 1. 2 欧州知識経済社会における構造変化 1. 3 欧州における政策統合と強調の強化
2. 欧州の視点における経済・社会・環境を統合する目的	2. 1 社会経済的発展の軌跡 2. 2 地域・領土・社会の統合
3. 社会の主要トレンドとその意味合い	3. 1 人口動態的变化 3. 2 社会のトレンドとライフスタイル 3. 3 欧州社会における、文化的相互作用と多文化主義
4. 世界の中の欧州	4. 1 世界の地域との相互関係と相互依存 4. 2 紛争・平和・人権 4. 3 欧州の世界における役割の変化
5. 欧州連合の市民	5. 1 欧州における参加と市民権 5. 2 欧州における多様性と共通性
6. 人文社会科学指標	6. 1 政策における指標の活用方法 6. 2 政策のためのよりよい指標の開発 6. 3 既存の公的統計への対応 <u>6. 4 研究政策とプログラムの評価のための指標と関連する手法</u>
7. 予測活動	7. 1 主要な挑戦に対する広範な社会経済的予測 7. 2 テーマ別の予測 7. 3 欧州における主要な科学技術主体のダイナミクス 7. 4 欧州の科学技術に影響を与える緊急課題に関する先端的研究 7. 5 相互学習と協力
8. 戦略的行動	8. 1 緊急の要望 8. 2 国際協力支援のための横断的政策 8. 3 研究普及支援の方策 8. 4 国際間の協力

⁹ FP7 におけるデータベース(CORDIS: <http://cordis.europa.eu>)での集計(2012年3月時点)。

¹⁰出典: EUROPEAN COMMISSION“FP7 Socio-economic Sciences and Humanities Indicative Strategic Research Roadmap 2011-2013”

また、「能力(Capacity)」の下での「社会における科学」では、効果的で民主的な欧州の知識社会の構築を目指し、そのための研究政策を推進している。この「社会における科学」プログラムの構造は表 6 の通りである。なお、下線部は、研究開発投資の社会的波及効果の測定に関するプロジェクトが含まれる領域である。

表 6 FP7 における「社会における科学」の活動¹¹

活動	領域
1. 科学と社会の関係におけるよりダイナミックな統治形態	1. 1 社会における科学技術の位置付けに関するよりよい理解 1. 2 政治的・社会的・倫理的課題の予測と明確化に関する取組 1. 3 欧州における科学システムの強化
2. 可能性の強化と展望の拡大	2. 1 ジェンダーと研究 2. 2 子どもと科学
3. 科学と社会のコミュニケーション	3. 0. 1 新聞やその他メディアへの正確かつタイムリーな科学情報の提供 3. 0. 2 メディアと科学コミュニティの架け橋となるトレーニング活動への支援 3. 0. 3 一般向け科学イベントの開催
4. 戦略的活動	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 社会の中の科学に関する国際的協力(2007-) ✓ 関連する一時的な委員会への支援(2007-) ✓ 欧州研究委員会の運営(2007-) ✓ <u>研究活動が与える社会的波及効果の評価(2008)</u>

注)

¹¹出典: WORK PROGRAMME 2007-2012 CAPACITIES PART 5 SCIENCE IN SOCIETY (European Commission C(2011)5023 of 19 July 2011)

第3章 研究開発投資の経済的波及効果の測定に関する事例調査

(1) 調査対象の選定

調査対象を選定するに当たり、EUのFP5からFP7で進められてきた研究開発投資の経済的波及効果を推計するマクロ経済モデルを研究対象としているプロジェクトの調査を行った。その中で、科学技術投資が経済へ与える影響を評価・分析しているツールの抽出を行い、科学技術投資の経済効果を分析している唯一のマクロ経済モデルであるNEMESIS¹²を調査対象とした。

このマクロ経済モデルの最新のものは、FP7の下で進められたDEMETER¹³プロジェクトで開発が行われた。またこれは、EU全域を対象として研究開発投資による経済的効果の評価を行う唯一のマクロ経済モデルである。NEMESISのマニュアルとして公表されているNEMESIS Reference Manualの記載に基づき、マクロ経済モデルNEMESISの概要と、特に研究開発投資の経済波及効果の測定の定式化は以下のとおりである。

(2) マクロ経済モデル NEMESIS の概要

このモデルは、ブルガリアとキプロスを除くEU27カ国とノルウェー、米国及び日本向が含まれる経済システムで構成され、経済成長、経済競争力、雇用、研究技術開発や環境・エネルギー規制及び財政再編等のような経済政策の長期的影響を分析対象としている。マクロ経済モデルの利用目的は、25-30年先までのビジネスメインシナリオ(BAU: Business As Usual)予測及びBAUには織り込まれていない政策の効果の推計となっている。分析に用いられるデータは欧州統計局で収集された一連の経済関連データであるEUROSTATを中心に、域外貿易データ(OECD, New Cronos)、技術関連データ(OECD及びEPO(欧州特許機関))、土地使用データ(CORINE 2000)となっている。モデルの構成は年次の逐次動学型の160万本以上の方程式によっている。

モデルは、経済構成要素である企業、家計、政府と海外経済の行動として表現される。この経済構成は計量経済学による研究成果に基づき決められた。

他のマクロ経済モデルとNEMESISとの最大の相違点は、経済予測に関する基本的な考え方である。NEMESISでは、R&Dと環境負荷を考慮した持続可能な成長という視点に基づき、時間とともに変化するセクター間の相互依存関係が中長期的なマクロ経済動向を決定するという考え方に基づいている。この相互依存関係には、財・サービスの交換という意味だけでなく、技術のスピルオーバーや環境負荷といった正負双方の外部性も含まれている。

NEMESISのもう一つの特徴は、分析の「フレームワーク」としてモデリングの形式が変更可能であることにある。NEMESISは計量モデルでありながら、「新しい経済成長理論」に基づいたネオケインジアンモデルとは異なるモデルである。また、一般均衡モデルとも異なるモデルである。なぜな

¹² New Econometric Model of Evaluation by Sectoral Interdependency and Supply

¹³ Development of Methods and Tools for Evaluation of Research

らば NEMESIS のメカニズムは、一般均衡モデルが依拠する新古典派的な極めて強い単純化を用いないためである。

(3) NEMESIS のインプットとアウトプット

NEMESIS のインプットは、予測の前提条件とする外生変数である。具体的には、経済条件の前提としては利子率、為替レート、GDP などの経済データ、卸売物価(特に石油価格)、人口動態の前提としては総人口、5年ごとに階層化した人口及び労働力人口、各国の政策の前提としては、財政政策(間接・直接税と社会保障)、政府支出(国防、医療保険、教育、インフラ、その他支出、投資)、エネルギー・環境に関する前提としては、石油税とその他エネルギー税、環境税である。

アウトプットは、重要な経済変数についてはEU25カ国の国別、NUTS¹⁴-2の分類に基づく地域別で表示可能である。具体的なアウトプットはマクロ経済変数であり、支出面としてGDP(欧州全体、国別、地域別)とその構成要素(最終消費、投資、輸出、輸入等)、生産面としては、NACE¹⁵経済セクター及びその他セクター分類別、または経済構成員別(政府、非金融業、金融業、NPIHを含む家計、その他)の総付加価値と雇用を算出する(表 7)。

また、GDP だけでなく、価格と競争度合い、雇用と利潤、主要経済構成員の貸借バランス等を表示することもできる。NEMESIS エネルギー環境モジュール(NEMESIS Energy Environment Module-NEEM)では、燃料種類別、技術別のエネルギー需給や排出による環境負荷(CO₂、SO₂、NO_x、HFC、PEC、CF₆)の詳細な値及び税制・排出権取引を考慮した炭素価格を算出できる。人口と労働力の詳細なデータを組み込むことで、雇用、失業、男女別労働市場参加率、賃金と収入に関するジニ係数、ヨーロッパの国・地域間での1人当たりGDP及び最終消費の不平等度に関する様々な指標などを算出することができる。更に、6つのセクター(農業、林業、自然保護、輸送及びエネルギーインフラ、観光)と8つの土地分類に基づいた土地使用に関する独自の指標も算出可能である。更に、国ごとの均衡土地貸借料が算出可能であり、この値は、家計の生活コスト及び企業の投資コストに大きな影響を及ぼすものである。

表 7 NEMESIS のインプットとアウトプット変数

大項目	中項目	具体的なデータ
Input	経済条件	利子率、為替レート、GDP 等経済データ、卸売物価(特に石油)
	人口動態	総人口、性別・5年階級別の人口ならびに労働力人口
	政策変数(国別)	財政(間接税・直接税)、社会保障、政府支出(国防、医療保健、教育、インフラ、その他)、政府投資
	エネルギー・環境	石油税、その他エネルギー税、環境税
Output	国レベル	・ GDP とその構成(民間最終消費支出、政府最終消費支出、固定資本形成、EU 域内・域外貿易)

¹⁴ NUTS: Nomenclature of territorial units for statistics: 地域統計分類単位

¹⁵ NACE: Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne: 欧州の経済活動の統計的分類

		<ul style="list-style-type: none"> ・ GDPデフレーターとその構成(民間消費価格、政府消費価格、投資価格、輸出価格、輸入価格) ・ 要素需要及び価格(エネルギー以外の中間消費、エネルギー投入(最終消費、中間消費)、投資、雇用、R&D 支出) ・ 労働・雇用(労働供給、雇用、失業率、失業、実質可処分所得)
	部門レベル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要素需要及び価格(エネルギー以外の中間消費、エネルギー投入(最終消費、中間消費)、投資、雇用、R&D 支出) ・ 生産需要(最終消費支出、エネルギー以外の中間消費、エネルギー投入(最終消費、中間消費)、投資、輸入) ・ 経済活動(産出額、付加価値額、輸出) ・ 価格(生産物価格、輸入価格、輸出価格、消費価格、生産要素価格、付加価値額)

(4) NEMESIS の利用事例

モデル構成と詳細な分析結果が算出されるために、NEMESIS による短中期の経済予測は民間企業、中央政府、地方政府にとって様々な用法が期待できる。つまり BAU、経済の長期的構造変化とエネルギー需給、環境、土地利用、更に一般的な持続可能な成長に関する分析を行うことで、欧州全域での国・地域ごとの構造政策についての長期的かつ重要な課題を明らかにすることや、リスボン行動計画の政策、特に人的資本及び RTD に関わる政策に関する評価、研究技術開発政策の側面を重視した指標の作成及び、知識(教育、スキル、人的資本、研究技術開発)に基づいた政策デザイン等に用いることができる。

① FP7 の枠組みにおける研究開発投資の経済的波及効果の推計

以下のようにFP7 における経済的波及効果の推計に使われている¹⁶。

モイラ・ゲーガン＝クイン研究・イノベーション・科学担当委員は本日、研究によるイノベーション活性化のために、約 70 億ユーロを投入することを発表した。欧州連合(EU) の第 7 次研究枠組み計画(FP7)の一環として実施されるこの包括的資金供与は、欧州委員会がこれまで行ってきた同様の資金供与の中で最大規模のものとなり、これにより、短期的には約 174,000 人の雇用が創出され、15 年間(累積)で約 450,000 人の雇用創出と約 800 億ユーロの国内総生産(GDP)拡大につながると見込まれている。

※この推計は EU の研究プロジェクト DEMETER の一環として、ポール・ザガメ教授(国立中央理工科学学校パリ校、マクロ経済解析研究グループ「Erasme」)が開発した NEMESIS による。

② 経済危機の下での研究開発投資の効果 に関する分析

2007 年のリーマンショックを折り込み、NEMESISに基づいて経済危機の状況下でのR&D投

¹⁶出典: EU News 250/2011 (2011 年 7 月 19 日付)
<http://www.deljpn.ec.europa.eu/modules/media/news/2011/110719c.html?page=print>

資の効果が分析されている¹⁷。

以下、3つの経済シナリオに基づいて NEMESIS を用い将来 GDP を予測した結果を示す。

経済危機前の予測シナリオ: ベースラインシナリオで、今回の経済危機前に作成が行われたもので、ヨーロッパ諸国の経済は石油価格と世界的需要に依存して潜在的成長率の周りでやや変動するというもの

経済危機シナリオ: 欧州経済金融局 (DC ECFIN) の 2009 年秋の予測に基づいているもの

経済危機後に効果的な R&D 施策を打ったシナリオ: R&D 支出割合を 2009 年の 1.8% から 2020 年までに 3% にするというバルセロナ目標を達成するにほぼ等しいケース

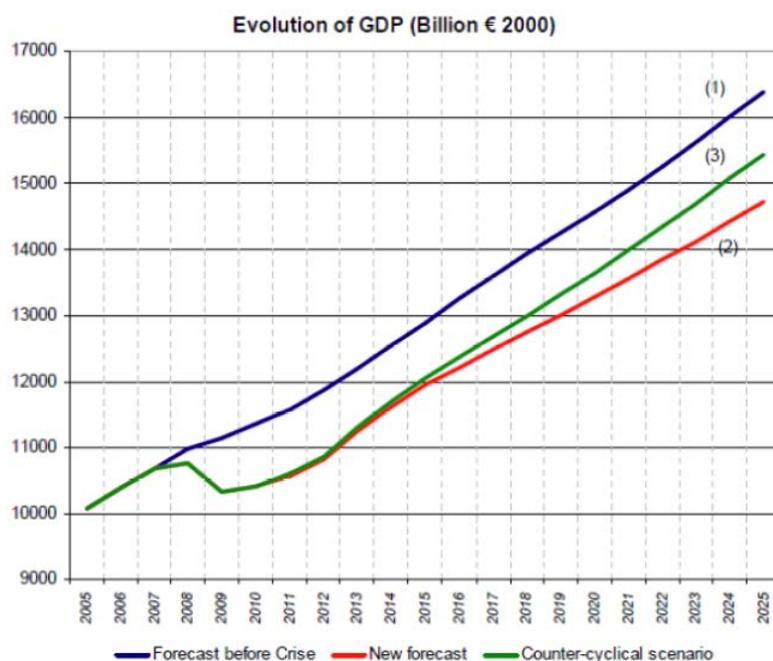


図 2 NEMESIS による推計結果の例: 3つのシナリオによる GDP への効果

(青: 経済危機前の予測、赤: 経済危機を織り込んだ予測、緑: 経済危機下で、効果的な R&D インセンティブ政策を導入した場合の予測)

NEMESIS による推計に基づき、以下のような経済的波及効果を期待している。

リスボン行動計画とバルセロナ目標において示された R&D 努力を強化する諸政策の意義は、今日の経済危機後においてますます高まっている。これらの諸政策の効果は以下の通り。

- 経常収支赤字とインフレ圧力を抑制しつつ、危機後の景気回復をもたらす。
- ベースラインシナリオの値に対し雇用はかなりの速さで追いつき、GDP はそれより

¹⁷ "R&D EFFORT DURING THE CRISIS AND BEYOND: SOME INSIGHTS PROVIDED BY THE NEMESIS MODEL SIMULATIONS"(Arnaud Fougeyrollas, Pierre Haddad, Boris Le Hir, Pierre Le Mouël Paul Zagamé)

ややゆっくりだが追いつくという危機から抜け出すよりよいシナリオ。

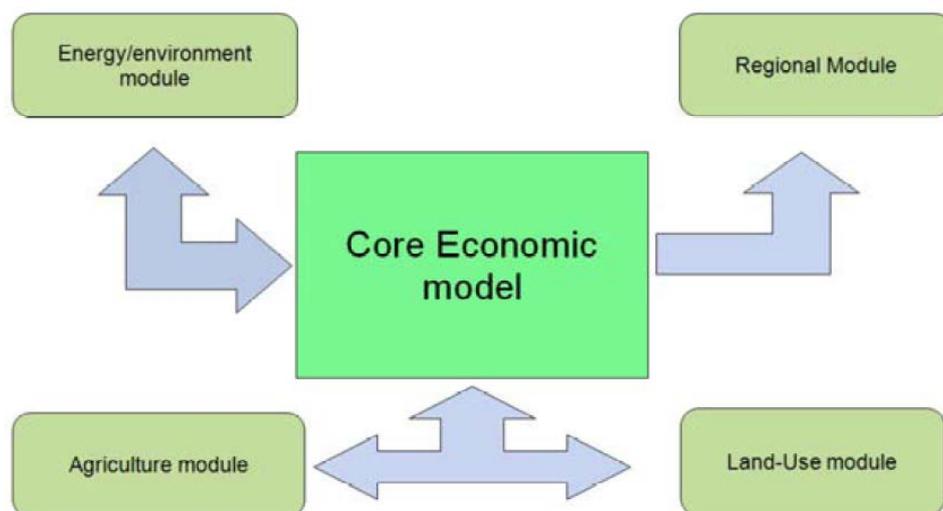
- 部分的に公共投資であるため、長期において経済成長を助け、増税により過去の財政赤字の埋め合わせができる。
- 他の構造的政策、例えば温室効果ガス削減政策などによる収入を R&D にまわせば、R&D 支出割合をさらに高める事が可能。

(5) マクロ経済モデル NEMESIS の構造

以下に、マクロ経済モデル NEMESIS の構造について記す。

① NEMESIS の全体モジュール

NEMESIS は全体として、コア経済モデルとそれに接続する 4 つのサブモジュール(エネルギー・環境、農業、地域、土地利用)から構成されている(図3)。政策のインパクトや予測シナリオに応じて、経済活動とリンクする形でエネルギー需要、エネルギー価格、各種環境影響物質の排出量、農業生産、土地利用などが計算される¹⁸。



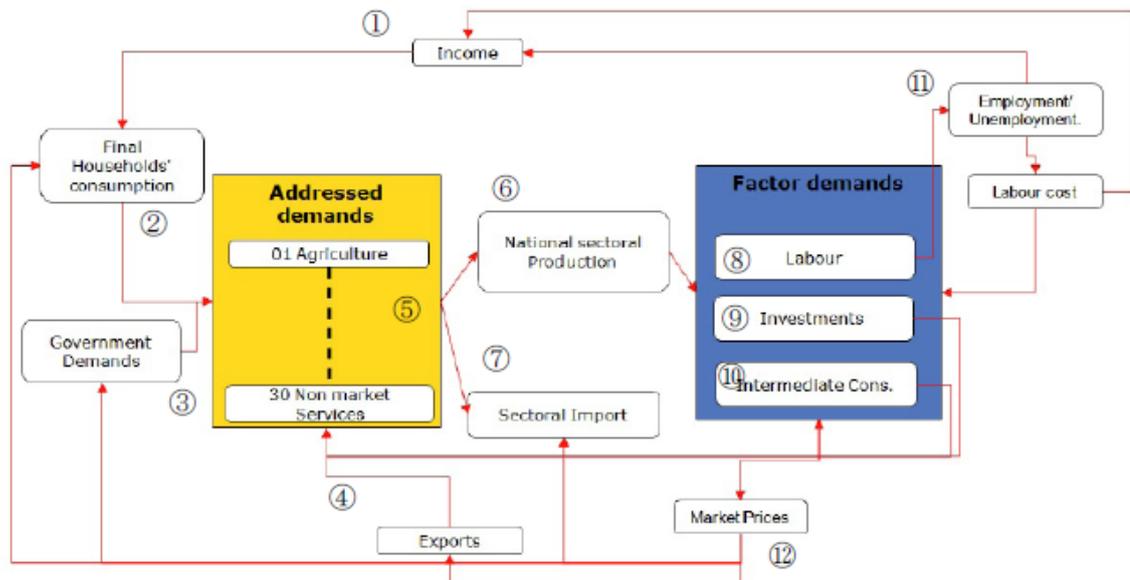
出所：“NEMESIS Reference Manual Part 1”, ERASME, 2010

図 3 NEMESIS の全体モジュール

¹⁸ NEMESIS Reference Manual Part 1, ERASME, 2010.

② コア経済モデル

NEMESIS のコア経済モデルは基本的に、産業別の需要が産業別の供給を決定し、供給(生産)が生産投入要素の需要を決定する、というロジックになっている(図 4 コア経済モデル)¹⁹。



出所: "NEMESIS Reference Manual", ERASME, 2010

図 4 コア経済モデル

③ NEMESIS における科学技術投資の取扱

NEMESIS では知識が経済に与える効果を以下のようにモデルに取りいれている。

- 内生的技術進歩 (Endogenous technical progress)
 - ◇ 学習効果 (熟練労働と非熟練労働の生産性の違いについて)
 - ◇ R&D 支出が R&D ストックを形成し、それが生産性の向上に使用される
- 知識スピルオーバー
 - ◇ 国内のほかの部門間での知識の伝搬
 - ◇ 公的研究部門の R&D ストックの伝搬
 - ◇ 国際間の R&D ストックの伝搬
- イノベーション
 - ◇ プロセスイノベーション
 - ◇ プロダクトイノベーション

また、供給サイド(生産関数)と需要サイド(要素需要関数)に知識ストック等の影響が考察されて

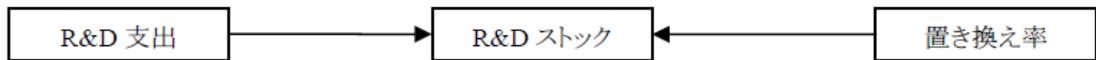
¹⁹ NEMESIS Reference Manual, ERASME, 2010.

いる。

- 供給サイド:生産関数の中の「イノベーション・インデックス」として
- 需要サイド:要素需要に対する市場スピルオーバーとして

④ 知識ストックと知識スピルオーバー

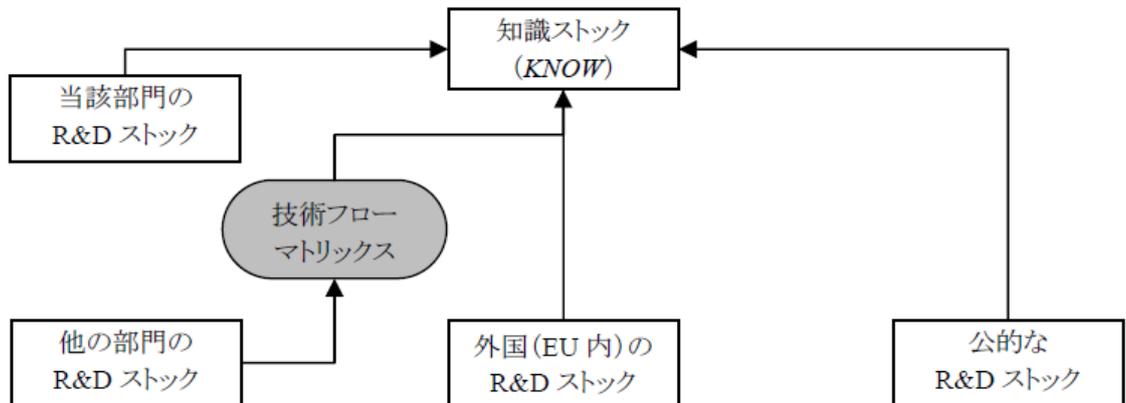
特定産業の R&D ストックは、一般的な資本ストックの推計と同様に、当該部門の R&D 支出と一定の置き換え率によって決定される(図 5 R&D 支出と R&D ストックの関係)。



出所:“NEMESIS Reference Manual”, ERASME, 2010

図 5 R&D 支出と R&D ストックの関係

R&D ストックは当該部門のストック以外に、他部門の R&D ストックや EU 内他国の R&D ストック、公的な R&D ストックから形成され、自部門以外の R&D ストックの利用は「知識スピルオーバー」と呼ばれる(図 6 R&D ストックと知識ストックの関係)。



出所:“NEMESIS Reference Manual”, ERASME, 2010

図 6 R&D ストックと知識ストックの関係

知識ストックの増加は当該産業部門にプロセスイノベーションとプロダクトイノベーションをもたらす。

- 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価格の下落を通じて需要の増加をもたらす(図 7 プロセスイノベーションの概念)。

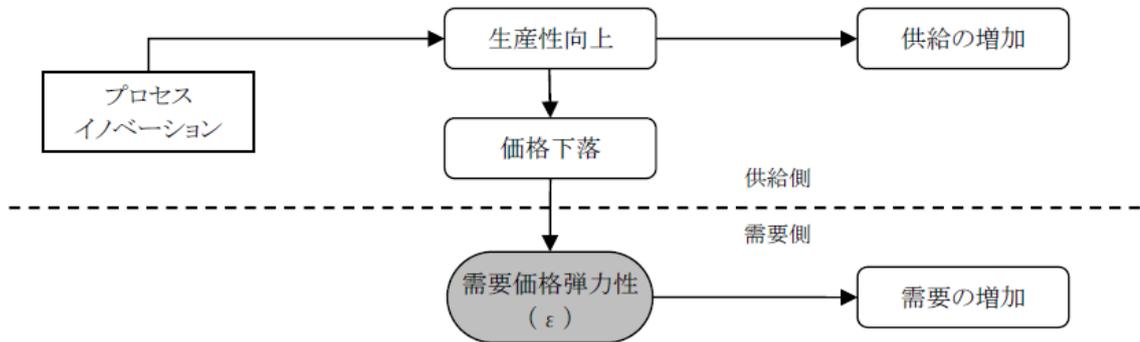
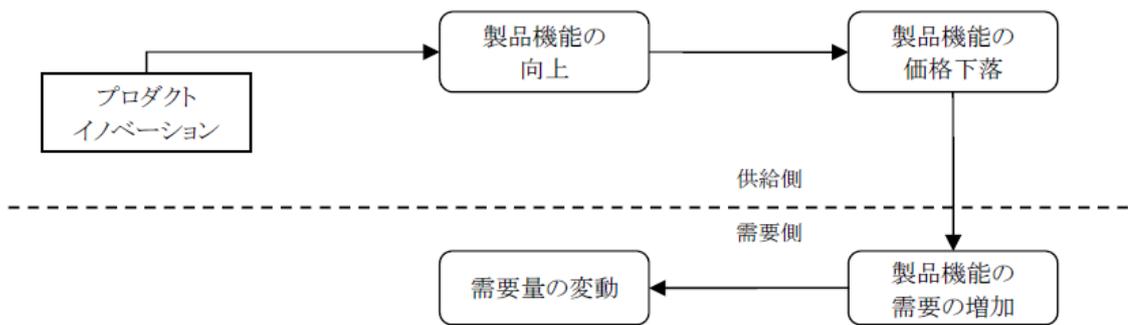


図7 プロセスイノベーションの概念

- ▶ プロダクトイノベーションは付加価値の向上をもたらし、従来の生産物に対して付加価値額での変動をもたらし、製品機能に対する需要の増加に繋がる供給の増加につながる(図8 プロダクトイノベーションの概念)。



出所:“NEMESIS Reference Manual”, ERASME, 2010

図8 プロダクトイノベーションの概念

⑤ 供給サイドの決定

図9のようなCES型生産関数を組み合わせた生産関数が組み込まれている。潜在的生産は産出(Q)とイノベーション・インデックス(I)の結合で示される点、また、産出(Q)についても、各生産要素(中間財、労働、資本、エネルギー)の中でイノベーション・インデックスが考慮されている点の特徴である。この生産関数の中で考慮されている投入要素は以下の5つである。

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| ①資本(Capital:K) | ② 非熟練労働(Unskilled labor:LLS) |
| ③熟練労働(Skilled labor:LHS) | ④中間財(Materials:M) |
| ⑤エネルギー(Energy:E) | ⑥知識ストック(Knowledge) |

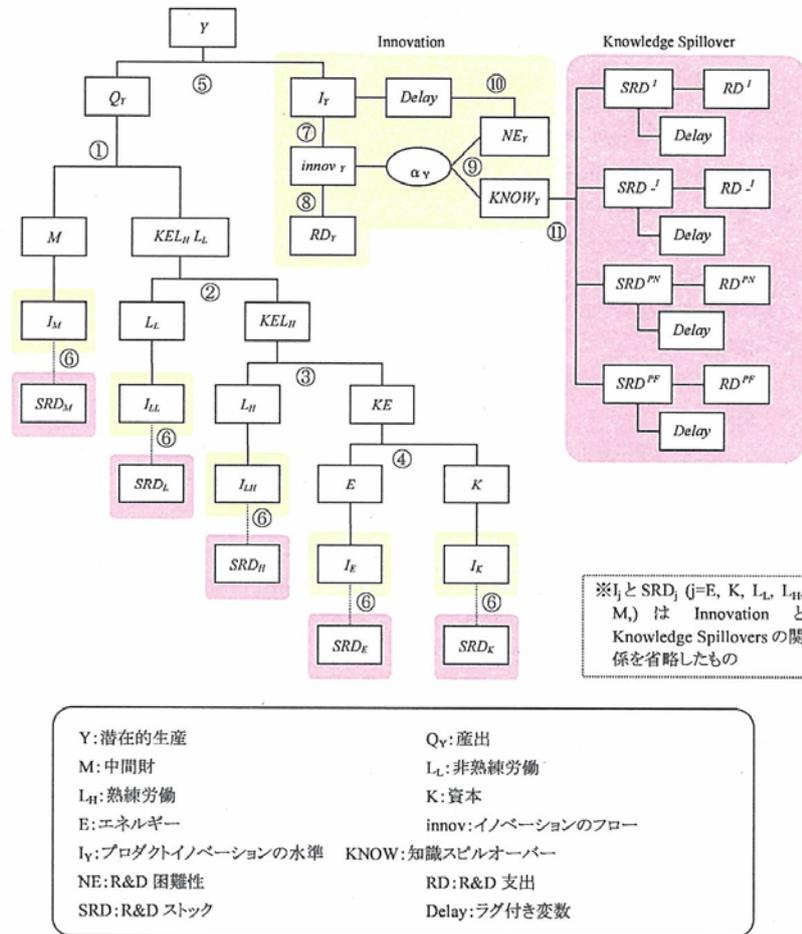


図9 NEMESISにおけるCES型生産関数

イノベーション・インデックスは1期前のインデックスに新しいイノベーション項(innov)を考慮したものとして表され、イノベーション項 innov は R&D 支出と知識ストックの関数、研究困難性インデックスで表現される。つまり、モデルではR&D支出を刺激するような政策はプロダクトイノベーションやプロセスイノベーションを通じて必ず各部門の成長のインパクトをもたらすように機能している。

知識ストックは自部門の R&D ストックに加え、産業間からのスピルオーバー、公的研究部門からのスピルオーバー、国外公的研究部門からのスピルオーバーから形成される。

⑥ 層化CESフレームワーク

多層型層化CES型生産関数はSato²⁰において提示され、近年ではマクロ経済分析において多く用いられている。内生的成長を分析する上での柔軟性と利便性が高く、経済理論や応用モデリング、実証分析において多く用いられている。特別なモデリングを用いる電力セクターを除き、

²⁰ K. Sato. A two-level constant-elasticity-of-substitution production function. The Review of Economic Studies, 34(2): pp. 201-218, 1967.

NEMESISでは29の生産セクターが4層層化CES型生産関数で表現され、セクター間での違いは代替の弾力性とパラメータのみである。

NEMESIS 生産関数は、高スキル労働者、低スキル労働者と 5 つの生産要素に拡張された(資本 K、低スキル労働者 LL、高スキル労働者 LH、エネルギーE、マテリアル M)。この分類は、計量経済学の成果によっている。まず第 1 層でマテリアルを分離する。次に低スキル労働者を分離して、補完関係にある高スキル労働者と資本、エネルギーのグループを抽出する。3 層目で高スキル労働者を資本とエネルギーのグループから分離し、4 層目に資本とエネルギーを分ける(図 10)。

Figure I.6.: CES nesting structure

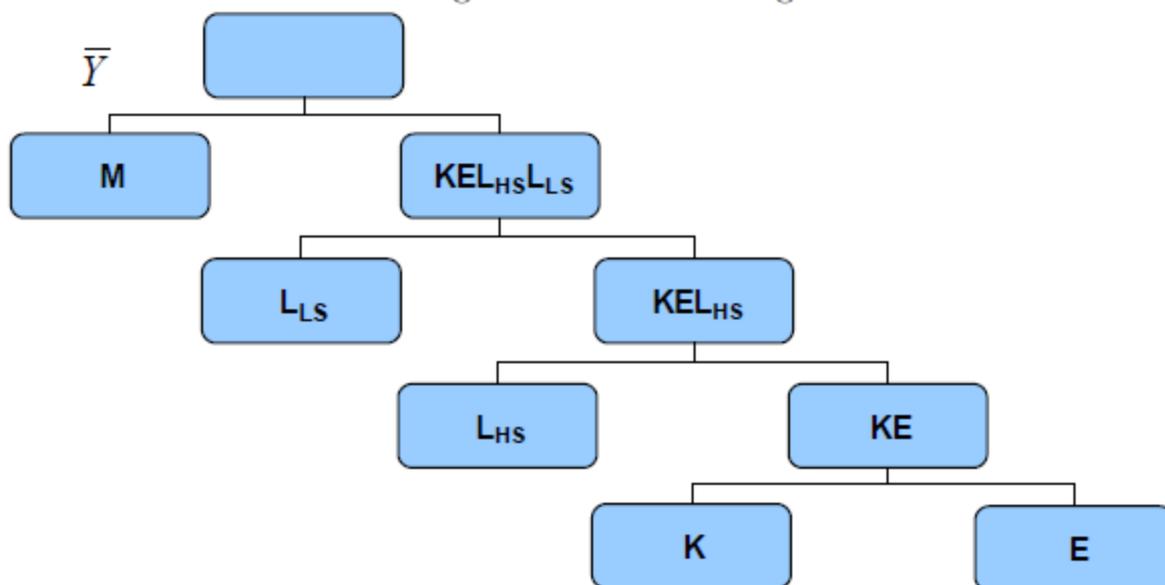


図 10 CES 型生産関数の構造

この分類は、各層のグループ間の代替の弾力性が一定であり、同じグループ内での異なる生産要素は同一と見なされることを意味する。グループごとの代替の弾力性は以下に示す通りである。

- σ_1 for substitutions between M and K, LH, LL, E
- σ_2 for substitutions between LL and K, LH, E ;
- σ_3 for substitutions between LH and KE ;
- and σ_4 for substitutions between K and E .

次項から、層化 CES 生産関数について詳述する。

⑦ Putty-Semi Putty ビンテージモデル

生産技術については、生産要素の代替可能性は事後より事前の方が遥かに高いと考えられている。つまり、投資の成果が実現して生産可能量が拡大した時点よりも投資開始時点のほうが、

代替可能性は高いということである。従って、生産関数から事前と事後を分離して記述する。

事前の生産関数

まずマテリアルと他の生産要素全てという分類の生産関数、つまり上記 1 層目を考える。アウトプットを QY とし、規模に対して収穫一定を仮定すると、生産関数は以下の式になる。

$$Q_{Y,t,t+1} = \left[\delta_{M_t}^a \cdot M_{t,t+1}^{-\rho_1^a} + \delta_{KLE_t}^a \cdot KLE_{t,t+1}^{-\rho_1^a} \right]^{-\frac{1}{\rho_1^a}} \quad (I.1)$$

Where:

- $Q_{Y,t,t+1}$ is the output in volume,
- $M_{t,t+1}$ is the amount of materials associated to vintage t at date $t + 1$;
- $KLE_{t,t+1}$ is the amount of the bundle formed by Capital, Energy and High skilled Labour associated to Low skilled labour on vintage t at date $t + 1$;
- $\delta_{M_t}^a$ and $\delta_{KLE_t}^a$ are the *ex-ante* distribution parameters;
- σ_1^a is the *ex-ante* partial elasticity of substitution between M and KLE with $\sigma_1^a = \frac{1}{(1+\rho_1^a)}$.

仮定から、 t 期の投資効果が実現するには 1 年を要するため、 $t+1$ 期に生産可能量が増加することになる。

事後の生産関数

事後の生産関数でも CES 型、規模に対する収穫一定の仮定は同一であり、定式化は以下の通りである。

$$Q_{Y,t,t+1} = \left[\delta_{M_t}^p \cdot M_{t,t+1}^{-\rho_1^p} + \delta_{KLE_{t,t+1}}^p \cdot KLE_{t,t+1}^{-\rho_1^p} \right]^{-\frac{1}{\rho_1^p}} \quad (I.2)$$

$\delta_{M_t}^p, \delta_{KLE_{t,t+1}}^p, \sigma_1^p$ は事後を示すパラメータであり、 $\sigma_1^p = \frac{1}{(1+\rho_1^p)}$ である。仮定により、事後の KLE と M の代替可能性は限定され、 $\sigma_1^p < \sigma_1^a$ を得る。

Figure I.7.: Ex-ante and ex-post isoquants

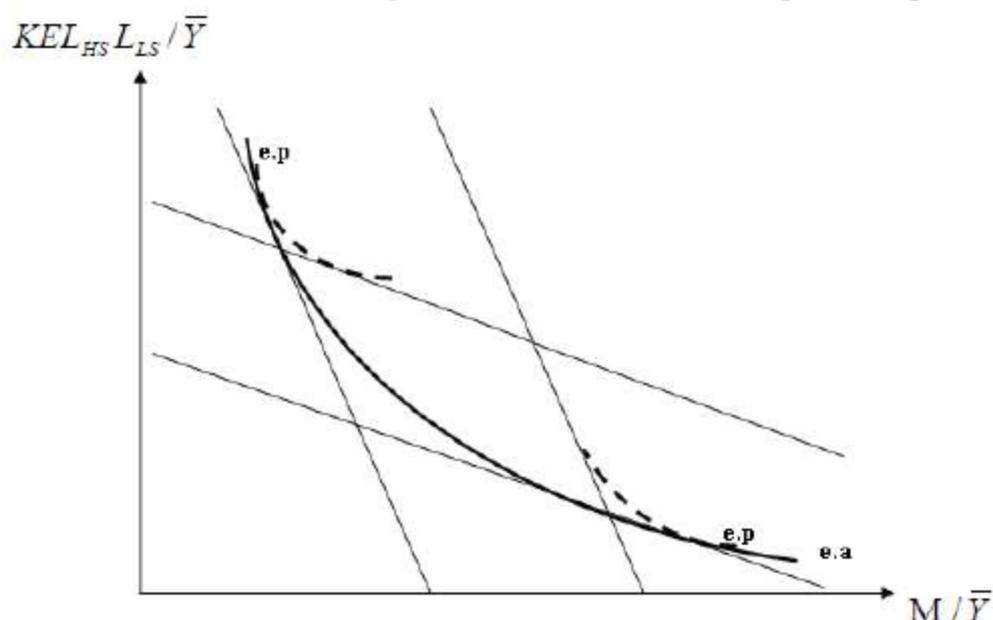


図 11 事前と事後の代替可能性

事前と事後の代替可能性における違いを明らかにするためには、事前と事後の生産関数をファクター係数に基づいて記述すればよい。具体的には以下に示す通りである。

$$1 = \left[\delta_{M_t}^a \cdot m_{t,t+1}^{-\rho_1^a} + \delta_{KLE_t}^a \cdot v_{t,t+1}^{-\rho_1^a} \right]^{-\frac{1}{\rho_1^a}} \quad (\text{I.3})$$

and

$$1 = \left[\delta_{M_t}^p \cdot m_{t,t+1}^{-\rho_1^p} + \delta_{KLE_t}^p \cdot v_{t,t+1}^{-\rho_1^p} \right]^{-\frac{1}{\rho_1^p}} \quad (\text{I.4})$$

with :

- $v = \frac{KLE}{Q_Y}$, the coefficient for the factors inside the bundle and
- $m = \frac{M}{Q_Y}$ the factor coefficient for Materials.

図 11 に事前と事後の等産出量曲線がそれぞれ(e.p)、(e.a)で示されている。事後の等産出量曲線が事前のそれよりも傾きが急になっていることに、代替可能性の減少が表現されている。

投資の満了日には事前と事後の技術水準は (\bar{m}, \bar{v}) で共通となり、図の(e.p)、(e.a)の接点で記述される。

事後のパラメータを、(I.3)、(I.4)式を用いて、事前のパラメータと接点技術水準 (\bar{m}, \bar{v}) で表現することが可能である。具体的には以下に示す通り。

$$\delta_{M_t}^p = \delta_{M_t}^a [\bar{m}_t]^{\rho^p - \rho^a} \quad (I.5)$$

and

$$\delta_{KLE_t}^p = \delta_{KLE_t}^a [\bar{v}_t]^{\rho^p - \rho^a} \quad (I.6)$$

また、事前と事後の生産技術を表現する(I.3)、(I.4)式は、接点技術水準と事前パラメータによって表現できる。具体的には以下に示す通り。

$$g_t(\bar{m}_t, \bar{v}_t) = \left[\delta_{M_t}^a \bar{m}_t^{-\rho^a} + \delta_{KLE_t}^a \bar{v}_t^{-\rho^a} \right]^{-\frac{1}{\rho^a}} = 1 \quad (I.7)$$

(I.7)式は、ファクター係数による t 期の事前の生産関数である。また、(I.8)式はファクター係数と、t 期に投資を行った t+1 期の事後の生産関数である。

$$f_{t,t+1}(m_{t,t+1}, v_{t,t+1}, \bar{m}_t, \bar{v}_t) = \left[\delta_{M_t}^a \bar{m}_t^{(\rho^p - \rho^a)} m_{t,t+1}^{-\rho^p} + \delta_{KLE_t}^a \bar{v}_t^{(\rho^p - \rho^a)} v_{t,t+1}^{-\rho^p} \right]^{-\frac{1}{\rho^a}} = 1 \quad (I.8)$$

これらの生産関数における事前と事後の関係は、他層でも成立し、同時に規模に対する収穫一定の仮定も提示される。

⑧ 技術変化の内生化

ここでは、各生産セクターがどのように製品の質及び生産の効率性を向上させているかを、R&D 投資とイノベーションについて研究することを通して明らかにする。基本的なアイデアは、企業は(投資の)事前の方が事後よりも生産要素の代替が容易いということである。企業は製品の品質や生産効率向上のため R&D 投資を行うが、その効果が実現して生産性が向上したあとに、製品や生産要素の変更を行うことは難しい。

イノベーション投資は知識のスピルオーバーという形で域内外双方に正の外部性をもたらすが、同時に、時間と共に他社の結果が蓄積するほど研究成果をあげることは難しくなるという負の外部性も存在する(fishing-out effect: Jones(1995)参照²¹)。個別の企業は規模に対して収穫一定という前提で生産活動を行なっているとしても、これらの知識の外部性により、産業セクター全体では規模に対して収穫通増、もしくは内生的成長が実現する可能性がある。本章では 6 種類の NEMESIS のフレームワークによる内生的成長モデルを紹介する。1 つはヒックス中立て製品の品質改良を行うもの、他は個々の生産要素(前章と同一)の生産性を高めるものである。これは一般的なモデル設定であり、今後更に正負両面の外部性をモデルに組み込むことも可能である。以降ではまず、製品品質と生産量がどのような関係にあるのか、同様に、生産要素に特化したイノベーションと生産要素投入量はどのような関係にあるのかを詳述する。そして、企業のイノベーション関数とスピルオーバーの定式化を行う。

²¹ C. I. Jones. Time series tests of endogeneous growth models. Quarterly Journal of Economics, 110: pp. 495-527, 1995.

イノベーションが与える製品への効果

いずれの産業セクターにおいても、品質改良のイノベーションによって新たな製品が組成される。製品の性質は、「限界的品質指標(marginal quality index)」によって測定され、事前に決定される。ここでもやはり、事前と事後の生産技術について明らかにしなければならない。

事前における製品品質と生産量のトレードオフ

NEMESIS では、生産可能領域 Y は、生産量 QY と製品イノベーション IY によって CES 型生産関数で以下のように記述される。

$$Y_{t,t+1} = \left(\delta_{Q_{Y_t}}^a Q_{Y_{t,t+1}}^{-\rho_0^a} + \delta_{I_{Y_t}}^a I_{Y_t}^{-\rho_0^a} \right)^{-\frac{1}{\rho_0^a}} \quad (\text{I.9})$$

$\delta_{Q_{Y_t}}^a$ 、 $\delta_{I_{Y_t}}^a$ は製品イノベーションと生産量の分布パラメータであり、 $\sigma_0^a = \frac{1}{(1+\rho_0^a)}$ が成立する。

簡単のため、IY は NEMESIS における基準値年(2000 年)に 1 であるとし、この時生産可能領域と生産量は等しくなる。また、製品イノベーションの効果が実現するには 1 年(1 期)を要すると仮定する。

事後の製品品質固定化と新製品における具現化

仮定より、事後には製品の品質は固定化され、新製品において事前の最適化に基づいて決定された製品イノベーションの効果が具現化する。これについては後に詳述する。

事後の限界的生産可能領域は以下の式で記述される。

$$Y_{t,t+1} = a_{Y_t}^p Q_{Y_{t,t+1}} \quad (\text{I.10})$$

a_t^p は事後の製品の限界品質指標である。

効率的な限界生産の意思決定における事前と事後の関連性

生産量と同様に、QY も(I.9)式、(I.10)式によって表現することが可能であり、具体的には以下のようなになる。

$$1 = \left[\delta_{Q_{Y_t}}^a q_{y_{t,t+1}}^{-\rho_0^a} + \delta_{I_{Y_t}}^a i_{y_t}^{-\rho_0^a} \right]^{-\frac{1}{\rho_0^a}} \quad (\text{I.11})$$

$$1 = a_{Y_t}^p \cdot q_{y_{t,t+1}} \quad (\text{I.12})$$

$q_y = \frac{Q_Y}{y}$ 、 $i_y = \frac{I_Y}{y}$ はそれぞれ、限界生産量と限界品質指標のファクター係数である。

(I.11)式と(I.12)式を用いることで、 $a_{Y_t}^p$ を接点技術水準 $(\bar{q}_{y_t}, \bar{i}_{y_t})$ と事前のパラメータで以下のように表現できる。

$$a_{Y_t}^p(\bar{q}_{y_t}, \bar{i}_{y_t}) = \left[\delta_{Q_{Y_t}}^a + \delta_{I_{Y_t}}^a \cdot \frac{\bar{q}_{y_t}^{-\rho_0^a}}{\bar{i}_{y_t}} \right]^{-\frac{1}{\rho_0^a}} \quad (\text{I.13})$$

イノベーションが生産要素に与える効果

NEMESIS では、生産要素は実際の投入量 X と効率単位 QX で表される。 $X=K,LL,LH,E,M$ である。限界生産量を QY として、4 層の CES 型生産要素関数を以下のように記述できる。

$$Q_{Y_{t,t+1}} = \left[\delta_{M_t}^i \cdot M_{t,t+1}^{-\rho_1^i} + \delta_{KLE_t}^i \cdot KLE_{t,t+1}^{-\rho_1^i} \right]^{-\frac{1}{\rho_1^i}} \quad (\text{I.14})$$

$$KLE_{t,t+1} = \left[\delta_{LL_t}^i \cdot L_{L_{t,t+1}}^{-\rho_2^i} + \delta_{KLHE_t}^i \cdot KLHE_{t,t+1}^{-\rho_2^i} \right]^{-\frac{1}{\rho_2^i}} \quad (\text{I.15})$$

$$KLHE_{t,t+1} = \left[\delta_{LHS,t}^i \cdot L_{H_{t,t+1}}^{-\rho_3^i} + \delta_{KE_t}^i \cdot KE_{t,t+1}^{-\rho_3^i} \right]^{-\frac{1}{\rho_3^i}} \quad (\text{I.16})$$

$$KE_{t,t+1} = \left[\delta_{E_t}^i \cdot E_{t,t+1}^{-\rho_4^i} + \delta_{K_t}^i \cdot K_t^{-\rho_4^i} \right]^{-\frac{1}{\rho_4^i}} \quad (\text{I.17})$$

$I=a,p$ はそれぞれ事前、事後を表す。新製品への資本 K_t は一年後に生産に寄与する固定ファクターである。

よって、事前の場合の $X=K,LL,LH,E,M$ について以下を得る。

$$X_{t,t+1} = \left[\delta_{Q_{X_t}}^a Q_{X_{t,t+1}}^{-\rho_x} + \delta_{I_{X_t}}^a I_{X_t}^{-\rho_x} \right]^{-\frac{1}{\rho_x}} \quad (\text{I.18})$$

これにより、効率単位の生産要素投入量は、生産ファクター使用量とファクター効率指標 IX を用いて、CES 型関数で記述できることが示された。なお、 IX は NEMESIS の基準年(2000 年)の値を 1 と仮定している。物的資本に関して、ファクター効率指標は効果実現まで 1 年のラグを伴い、固定ファクターのように機能する。

仮定より、事後の効率単位での生産要素は使用ファクターの線形関数として以下のように記述される。

$$X_{t,t+1} = a_{X_t}^p Q_{X_{t,t+1}} \quad (\text{I.19})$$

最後に、事後の要素生産性パラメータである $a_{X_t}^p$ も、事後の限界品質指標と同様に、事前のパラメータと接点技術水準 $(\bar{q}_{x_t}, \bar{i}_{x_t})$ によって以下のように表現できる。

$$a_{x_t}^p(\bar{q}_{x_t}, \bar{i}_{x_t}) = \left(\delta_{Q_{X_t}}^a \bar{q}_{x_t}^{-\rho_x} + \delta_{I_{X_t}}^a \bar{i}_{x_t}^{-\rho_x} \right)^{-\frac{1}{\rho_x}} \quad (\text{I.20})$$

$q_x = \frac{Q_X}{X}$ 、 $i_x = \frac{I_X}{X}$ はそれぞれ、生産要素投入量と新製品固有のイノベーションの係数である。

限界要素生産性を示す $a_{x_t}^p$ は事前の接点技術水準のみに依存するため、事後には固定された値となる。

イノベーション関数

最新の製品に関する製品と生産要素のイノベーション指標である $I_{j,t}$ は NEMESIS ではイノベーションストックとして以下のように記述される。

$$I_{j,t} = I_{j,t-1} + innov_{j,t} \quad (\text{I.21})$$

ここで、 $j = K, L_L, L_H, E, M$ であり、 $innov_{j,t}$ は t 期に起こった新たなイノベーションである。

$innov_{j,t}$ の変化は以下の、収穫一定のイノベーション関数によって記述される。

$$innov_{j,t} = \alpha_{j,t} \cdot RD_{j,t} \quad (\text{I.22})$$

$RD_{j,t}$ 、 $\alpha_{j,t}$ はそれぞれ、価格一定の元での j 種のイノベーションに対して代表的企業が行う R&D 支出額と、R&D の生産性を示す。

この定式化の特徴は、Jones(1995)のように、調査研究の生産性である $\alpha_{j,t}$ が以下に示すような 2 つの外部性に影響を受けることにある。

$$\alpha_{j,t} = \alpha_j \frac{KNOW_{j,t}}{NE_{j,t}} \quad (\text{I.23})$$

ここで、 α_j は正の定数、 $KNOW_{j,t}$ は j 種のイノベーションに対する知識の蓄積、 $NE_{j,t}$ は「調査困難度(Research Difficulty)」指標であり、過去に同セクターで実現したイノベーション全ての正の関数であり(Jones(1995)のフィッシングアウト効果)、以下のように記述される。

$$NE_{j,t} = (I_{j,t-1})^{\beta_j} \quad (\beta_j > 0)$$

$KNOW_{j,t}$ で表現される正の外部性により、イノベーションのための R&D コストは減少する。イノベーションがそのセクター固有のものであるとすると、技術的知識は全セクター、全世界で共通のものとなるであろう。

この $\alpha_{j,t}$ のモデリングはNEMESISにとって極めて重要である。なぜなら、正の外部性が負の外部性を上回る場合、調査研究の生産性は時間と共に逡増し、規模に対して収穫逡増、内生的成長が実現するためである。これにより、R&Dを促進する政策介入の理論的根拠を得ることができる。しかし一方で、負の外部性が正の外部性を上回る場合は、政策介入が経済厚生を高めることはできないことを示している。

知識スピルオーバーモデリング

NEMESIS における過去の R&D による知識の蓄積が持つ外部性は、以下の式で記述される。

$$SRD_t = (1 - \delta) \cdot SRD_{t-1} + RD_{t-\tau} \quad (I.24)$$

SRD_t は t 期のR&Dストック、 δ は知識資本の減耗率、 $\tau(>0)$ は過去のR&Dが知識ストックとして活用できるようになり、R&Dの生産性である α_t に影響を与えるようになるまでの時間を示す。

R&D は民間企業と、大学や調査機関等の公的部門双方で行われていて、2008 年の EU27 各国ではその比率は 6:4 であった。これら 2 部門による調査研究は EU の経済成長に大きな影響を与えている。研究内容の傾向としては、民間企業では発明の製品への活用方法を探る応用研究、公的部門では基礎研究が行われる傾向にある。計量的手法による実証分析では、経済成長に与える影響は基礎研究のほうが応用研究のそれに比べて遥かに大きい、同時に効果が現れるまでにかかる時間も長いことが示された。NEMESIS では、民間企業の R&D では τ は 1 年に設定されている。これは、イノベーションが製品に活用されるまでに 1 年かかるという仮定を考慮すると、知識の外部性が発生するまでには 2 年のラグがあることを意味している。なお、公的部門については、 τ は 3 年であり、外部性発生までは 4 年を要すると仮定されている。

NEMESISを用いた知識スピルオーバーの測定は、Jhonsen(2002) OECD Technology Concordance(OTC)²² において、特許適用データを、International Patent Classification(IPC)に基づき、産業ごとの特許取得数に変換することによって行われた。OTCの行列によって、あるセクターでのイノベーションとそのイノベーションが最も活用されているセクターを関連付けることができる。この手法により、産業セクターでのイノベーションは産業セクター及びサービスセクターへの知識の外部性の発生が認められるが、サービスセクターから産業セクターへの外部性の存在は証明できない、という結果を得た。しかしこれは、IPCにソフトウェアとサービスにおけるイノベーションが含まれていないことに起因していると考えられる。なお、NEMESISの計算に用いるOTC行列はEuropean Patent Office(EPO)によって国ごとに公表されている。

公的部門からの知識スピルオーバーは、各民間セクターに対して、そのセクターが民間 R&D 全体に占める割合に応じて公的知識が配分されるという、「grandfathering」アプローチによって記述される。この手法は NEMESIS においても用いられていて、その理由は、公的 R&D による成果が民間イノベーションをどの程度刺激したかについての信頼出来るデータが存在しないため

²² Jhonsen D.(2002), The OECD Technology Concordance(OTC): Patents by Industry of Manufacture and Sector of Use, OECD working paper n.2002/5

である。EUROSTAT には、公的 R&D の成果が社会経済的目的のために再配分されたケースのデータは存在しているが、これは経済セクターへのスピルオーバーを分析するには適切ではない。従って、公的 R&D による基礎研究の成果を必要としている企業は自身もまた積極的に R&D を行なっているという仮定に基づき、grandfathering アプローチを採用する。

海外からの知識の外部性を分析する場合は、NEMESIS では財・サービスの貿易データを利用する。海外からの知識のスピルオーバーは、財・サービスの輸入によって起こると仮定しているのである。i 国のセクター s における内部での知識スピルオーバーを以下のように記述する。

$$SRD_{i,s,j,t}^s = \frac{PROD_{i,s,t}}{PROD_{i,s,t} + IMP_{i,s,t}} \cdot SRD_{i,s,j,t} + \sum_{c \neq i} \frac{IMP_{i,c,s,t}}{PROD_{i,s,t} + IMP_{i,s,t}} \cdot SRD_{c,s,j,t}$$

$PROD_{i,s,t}$ は i 国における財 s の生産量、 $IMP_{i,s,t}$ は i 国における財 s の総輸入量、 $IMP_{i,s,c,t}$ は i 国における財 s の外国 c からの輸入量、 $SRD_{i,s,j,t}$ は i 国セクター s における R&D ストック、 $SRD_{c,s,j,t}$ は c 国における R&D ストックである。R&D ストックの蓄積は以下の式で記述される。

$$SRD_{s,j,t} = (1 - \delta_s) \cdot SRD_{s,j,t-1} + RD_{s,j,t-\tau_j} \quad (I.25)$$

外国 c のセクター s における R&D ストックの蓄積は、以下の式で記述される。

$$KNOW_{c,s,j,t} = \left(SRD_{c,s,j,t}^I + SRD_{c,s,j,t}^{-I} + SRD_{c,s,j,t}^{PN} + SRD_{c,s,j,t}^{PF} \right)$$

- 1 $SRD_{c,s,j,t}^I$ は国内外の企業を問わずセクター内で過去に行われた R&D の成果であり、セクター内での知識スピルオーバーを表現する。
- 2 $SRD_{c,s,j,t}^{-I}$ は他のセクターで過去に行われた R&D の成果であり、セクター間の知識のスピルオーバーを表現する。
- 3 $SRD_{c,s,j,t}^{PN}$ は公的部門の R&D が当該セクターに与えた正の外部性である。
- 4 $SRD_{c,s,j,t}^{PF}$ は海外公的部門の R&D が当該セクターに与えた正の外部性である。

(6) 海外往訪調査による結果の概要

文献調査のみでは理解が十分に得られなかった事項についてマクロ経済モデル NEMESIS 開発に係った担当者から直接に意見等を把握するために、以下の質問項目(表 8)を作成し往訪調査を実施した。

表 8 現地調査項目の概要

1. NEMESIS の位置付けや利用方法について	<ul style="list-style-type: none"> ① NEMESIS の位置付け ② NEMESIS から得られる R&D 投資の資金配分に対する示唆について ③ モデルの構造や分析結果に関する研究者間でのコンセンサス形成について ④ モデルの結果も活用した政策形成の実態について ⑤ NEMESIS の活用の範囲について
2. NEMESIS の定式化や利用データについて	<ul style="list-style-type: none"> ① R&D 投資に関する定式化について ② 無形資産に関する定式化について ③ 腐化率とタイムラグの設定について ④ 生産関数の定式化について ⑤ 各種パラメータの設定について

DEMETER プロジェクト関係者を対象に往訪のうえインタビュー調査を行った。訪問先及び質問事項の趣旨は以下の通りである。

(i) European Commission の Daniel DEYBE 氏と Henri DELANGHE 氏

対象者	<ul style="list-style-type: none"> ・ Daniel DEYBE, Policy Officer, Directorate-General for Research ・ Henri DELANGHE, Policy Analyst, Directorate-General for Research
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒアリング対象である DEYBE 氏は、EC の研究 総局 において DEMETER プロジェクトを担当された方である。 ・ NEMESIS による評価結果の政策への適用やその評価について情報を収集することを目的としてヒアリング調査を実施した。

(ii) 研究担当者 Dr. Luc Soete

対象者	<ul style="list-style-type: none"> ・ Luc Soete, Rector Rector Magnificus Professor of International Economic Relations at the School of Business and Economics, Maastricht University and director of UNU-MERI
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・ Luc Soete 教授は DEMETER プロジェクトにおける研究担当者の一人であり、イノベーション研究分野で著名な人物である。 ・ NEMESIS の学界内でのコンセンサス形成状況や EU の政策への適用に向けた方策等について情報収集することを目的にヒアリング調査を実施した。

(iii) コーディネーター機関(Centre Recherche SA Laboratoire Erasme)の Paul ZAGAME 氏と Arnaud FOUGEYROLLAS 氏

対象者	<ul style="list-style-type: none"> • Paul ZAGAME, Project coordinator, Centre Recherche SA Laboratoire Erasme • Arnaud FOUGEYROLLAS, Researcher, Centre Recherche SA Laboratoire Erasme <p style="text-align: right;">他 4 名</p>
目的	<ul style="list-style-type: none"> • 当該機関は DEMETER プロジェクトのコーディネーター機関であり、かつ NEMESIS の開発主体である。 • NEMESIS の詳細な内容や課題点等に関して情報収集を行うことを目的にヒアリング調査を実施した。

【ヒアリング調査結果】

1. NEMESIS の位置付けや利用方法について

① NEMESIS の位置付け

○ (European Commission より)

- 全ての EU の政策は、事前にその政策を実行した際の影響評価を行う必要があり、NEMESIS はこの事前影響評価手法の中の 1 つとして用いられている。
- 評価結果は、欧州議会への対応だけではなく、欧州市民とのコミュニケーションツールの 1 つとして活用される。また、EU 加盟国間での政策調整のために利用されている。
- 政策への適用という観点から NEMESIS を活用する利点は次の通り。
 - EU 加盟国の殆ど(27 カ国)モデルの中でカバーしている点。
 - 広範囲の産業セクター(30 部門)を網羅している点。
 - R&D 投資の出資元と投資先を詳細に区別して分析可能な点。具体的には公的資金(EU の資金/加盟国政府の個別資金)と民間資金が分かれている。また、基礎研究と応用研究の分別もある。
- EU では政策への適用という面から複数の経済モデルを開発しながら相互に検証を行っている。マクロ経済モデルである NEMESIS 以外の経済モデルとしては、動学的一般均衡モデルである GEM-E3、Worldscan 等が存在する。NEMESIS の分析結果を検証・補完する上で、本プロジェクトでは GEM-E3 が用いられている。
- ただし、NEMESIS は、科学技術分野に対する投資を評価するために、R&D 投資に関連する部分の定式化を非常に詳細に実施している点で、他のモデルと大きく異なっていると考えられる。

② NEMESIS から得られる R&D 投資の資金配分に対する示唆について

○ (European Commission より)

- R&D 投資の分野別の資金配分に関して、NEMESIS が適用できる範囲には限界がある。これには以下の 4 つの理由がある。
 - NEMESIS 内で定義された産業セクター(30 部門)と FP の中で資金配分を行う分野が

必ずしも一致していないため。たとえば IT 関係の R&D 投資であれば、産業セクター30部門のうちどの部門に影響するかがわかりやすいが、農業関係の R&D 投資は農業、エネルギー等の多分野にその影響が及び、かつその関係性が複雑であるため、評価が難しい。

表 9 NEMESIS における産業セクター分類

#01	Agriculture	#16	Food, Drink & Tobacco
#02	Coal and Coke	#17	Tex., Cloth & Footw.
#03	Oil & Gas Extraction	#18	Paper & Printing Products
#04	Gas Distribution	#19	Rubber & Plastic
#05	Refined Oil	#20	Other Manufactures
#06	Electricity	#21	Construction
#07	Water Supply	#22	Distribution
#08	Ferr & non Ferrous Metals	#23	Lodging & Catering
#09	Non Metallic Min Products	#24	Inland Transports
#10	Chemicals	#25	Sea & Air Transport
#11	Metal Products	#26	Other Transports
#12	Agr & Indus Machines	#27	Communication
#13	Office machines	#28	Bank, Finance & Insurance
#14	Electrical Goods	#29	Other Market Services
#15	transport Equipment	#30	Non Market Services

出典: The NEMESIS Reference Manual

- NEMESIS によって全体的な事前影響評価を行うが、FP では競争的な条件に基づきプロジェクトを選定して資金配分を行っているため、詳細な資金配分を事前に想定し、評価することは不可能。
- 資金配分は GDP や雇用など経済的な側面だけではなく、社会的な側面や環境的な側面も併せて考慮する必要がある。その意味でも NEMESIS だけで分野別の配分を決めることは難しい。
- 分野別資金配分の検討に用いると、どの分野にいくら投資をすべきか、という分野間の競争になり、包括的な議論に目が向かなくなってしまう危惧がある。

③ モデルの構造や分析結果に関する研究者間でのコンセンサス形成について

○ (European Commission より)

- こうしたモデルを活用することについて、楽観的な経済学者もいるが、そうではない学者(批判

的な学者)も存在する。そのため、こうしたモデルや推計結果について、経済学者を中心とした学術界の方々とどのようにコミュニケーションをとるかは重要なテーマである。

- しかしながら、実際にはそこまで十分なコミュニケーションはとられていない。NEMESIS が一部の関係者の中だけで共有されるのではなく、その中身についての透明性を高めていく取り組みが必要であり、そのためにより多くのコミュニケーションが必要であると考えている。
- 特に、こうした経済モデルのモデリングを行うグループと、学術界でアカデミズムを追求している経済学者のグループとの協働を図る必要があると考えている。たとえば 1 ユーロの公的資金を投入したときに、民間の R&D 投資にどれだけ影響を及ぼすかについて分析するモデルは複数あるが、その中でどのようなモデルが最適かを見極めるために、モデリングを行うグループと経済学者のグループでの交流をより活発に行い議論する必要があると考えている。

○ (Dr. Luc Soete より)

- NEMESIS の中に取り入れられている科学技術の外部性(ここで Soete 氏のいう「外部性」は、科学技術が市場を通さずに直接的に企業の生産性に影響したり、知識のスピルオーバーにより産業・地域を超えて効果が波及していくような現象等を指していると考えられる)に関しては研究者の間でも様々な議論が展開されている。
- しかしながら、科学技術の外部性を具体的にどのように定式化し、分析するかについては各研究者が独自の理論を構築しており、研究者間で「どの理論がよいか」という合意形成を図ることは難しい状況にある。
- 様々なパラメータを用いた推計は常に多くの不確実性を包含しているが故に、研究者及び行政関係者の間で、現在でもエビデンスベースのモデルのあり方について活発な議論が展開されている。
- ミクロ経済学に基づく均衡性、一貫性が無いとルーカス批判²³の対象となってしまうために DEMETER プロジェクトの中ではミクロ経済学的な動学的一般均衡理論に基づく GEM-E3 モデルもチェックとして用いている。

④ モデルの結果も活用した政策形成の実態について

○ 政策形成プロセス (European Commission より)

- EU の政策決定プロセスとしては、NEMESIS のようなモデルによる分析を含めた経済社会的影響評価を実施した上で、欧州委員会が政策案を作成する。その後、欧州議会、閣僚理事会において審議する。これらのプロセスに約 2 年を要している。この欧州議会に対して了承を得るというプロセスの中で、一般市民に対するアカウンタビリティも確保している。
- その後、政策の実施という段階に入るが、その後も政策がどのような影響を与えるかをモニタリングしていく。このモニタリング活動の重要性はバローゾ欧州委員長を含め、現担当委員が非常に強調しているものである。

²³ アメリカの経済学者でありシカゴ大学の教授であるロバート・ルーカスが1976年に発表した論文 "Econometric policy evaluation: a critique" で行った、それまでの伝統的なマクロ経済学における政策評価方法に対する批判のこと。

○ (Dr. Luc Soete より)

- ・ NEMESIS は、科学技術の研究開発に対する投資が経済にどのような効果をもたらすという立脚点に立って構築されたマクロモデルであり、R&D 投資の部分の定式化をかなり詳細に行っている点で特徴的なモデルである。
- ・ その対極にあるのが、金融経済政策の経済効果を分析するマクロモデルで、QUESTモデル²⁴はその1つである。
- ・ ECECOFIN (Economic and Financial Affairs Council²⁵)などの組織にはNEMESISに対して批判的な人もいる。

⑤ NEMESIS の活用の範囲について

○ ミクロデータのマクロモデルへの活用について (Dr. Luc Soete より)

- ・ (マクロモデルは集計的なデータを用いて構築するモデルであるが)ミクロデータ(企業や個人の活動を示す個票データ等)は、マクロモデルを検討する上で極めて有用性が高い。それぞれの国で政策に活用されているミクロデータをいかにマクロモデルの中で反映していくかという点は個人的な関心事の1つである。
- ・ また、今年の3月からFP7の中でイノベーションの経済効果も含めて扱うSIMPATICというプロジェクト²⁶がスタートする。これはDEMETERの後継プロジェクトであり、マクロモデルを利用すると同時に、ミクロレベルのデータも活用した評価分析プロジェクトとなる。

○ NEMESIS における誤差評価 (Dr. Luc Soete より)

- ・ NEMESIS では、永田モデルで実施しているようなファイナルテストやトータルテストによる誤差評価は実施されていないと記憶している。1980～1990年代にNEMESISに先行して実施されたモデリングプロジェクトにおいても、誤差率は具体的に計算していないのではないかと。
- ・ 昨今の世界経済環境の下で、またユーロ圏の崩壊が危ぶまれる中で、ますます予測しにくい(誤差の大きくなりやすい)状況であると認識している。

○ 学界と行政のコミュニケーションについて (Dr. Luc Soete より)

- ・ 様々な分野における国際的な水準にある研究者がグループを形成し、行政側へ提言をしていくことが望ましいが、その場合には行政側から具体的な要件や課題を明確に示すことが必要である。
- ・ 例えば、現在欧州は貸付金利や為替レートが低下しており、投資をしてもそれに対する金利支払いは少なく済む状況である。いわばR&D投資にとっての好条件が揃っていると言えるが、政府は緊縮財政の方向にあり、奇妙な状況である。こうした状況を好転させるために、学

²⁴EU委員会によって1991年から開発がスタートしたマクロ計量モデルであり、EU加盟国以外にも日本やアメリカなども含んでいる。EUで実施される財政・金融政策や構造改革の影響を分析することを目的に開発され、EUの通貨統合実現にも大きく貢献したと言われる。

²⁵経済・財務相理事会。EU加盟国の経済政策の調整を行う組織。

²⁶ http://cordis.europa.eu/projects/102503_en.html

術界に携わる者として長期展望に立脚した政策、そのための分析評価提言を積極的に行っていく時期にきていると考えている。

○ NEMESIS プログラムによる検証結果の活用について(Dr. Luc Soete より)

- NEMESIS は産業セクター別の分析が行えるという利点のため、その検証結果はさまざまな場面で活用されている。例えば、EU 主導のグランドチャレンジプログラム(環境・省エネ技術、バイオ燃料 等)というものがあるが、このプログラムが与える経済的効果について NEMESIS の分析結果を用いて検討されている。
- もう1つの特徴としては、NEMESIS は EU 全域をカバーしていることが挙げられる。したがって、それぞれの国の動きが、他の地域にどのような影響を及ぼすかを把握・分析することが可能である(例えば、スペインで R&D 費を大幅に削減したら、その他の地域はどうなるのか、ドイツが開発費を倍増したら、ほかはどのような影響を受けるのか、等)。また、FP のような EU 全域における政策が、各国にどのような影響を与えるのか詳細に分析を行っていくことにも関連するが、これらは今後取り組むべき課題だろう。

○ その他の観点(Dr. Luc Soete より)

- 日本でモデルを作る際には国内の状況だけではなく、当然のことながら中国を筆頭とした近隣アジア諸国の状況も正確に把握し、その派生効果も考慮しなければならない。
- 現在、欧州では技能をもった若年労働者の失業の問題が顕著である。また、日本と同じく R&D 分野でも牽引役を担ってきた戦後のベビーブーマーたちが徐々に退職しつつある状況でもある。これらの両者の問題を併せて考えることで、新たな可能性を見出すことができる。例えば欧州南部の国々の若い優秀な研究者・技術者が、高齢化の著しい北の国々に移動し、その国に貢献するということが考えられる(NEMESIS ではこうした人材の移動については取り扱っていない)。また、R&D 分野における高齢者の活用という観点も生まれつつある。

2. NEMESIS の定式化や利用データについて

コーディネーター機関(Centre Recherche SA Laboratoire Erasme)より

① R&D 投資に関する定式化について

○ R&D 投資のパラメータの与え方について

- 用途によって外生化・内生両方を行うことが出来る。さまざまなケース設定がありうるが代表的な想定として以下の2つがある。
 - ▶ 外生的に与える場合:新リスボン戦略の中で 2002 年に決定されたバルセロナ目標(3%投資目標)に基づき、R&D 投資の評価をした場合。ここでは、企業が自社の利益を最大化する努力を全くすることなく目標を達成するケースを設定。
 - ▶ 内生的に与える場合:企業が 3%の R&D を実現するよう自助努力するケースを設定。
- R&D 政策によるレバレッジ効果(政策により民間投資を呼び込む効果等)を測る上で、外生的

なパラメータ設定は非常に重要。NEMESIS によって政策のレバレッジ効果を評価することが出来る。

- ・ レバレッジ効果(民間投資の呼び込み効果)に関する先行研究についてはいくつか参照しているものがある(これが正しいという確証は無いが)。例えば、以下のようなもの。
 - ヨーロッパにおいては各国が個別に R&D 支援策を行うよりも EU 全体が行う方が、レバレッジ効果が大きい(EU は複数の国での連携による研究プロジェクトを行うため、知識のスピルオーバー効果が大きい)
- ・ R&D 投資以外の部分では無形資産の影響も非常に重要であるが、現在モデルには反映されていない。特にサービス産業についてはその影響が顕著と考えている。

○ R&D 投資が供給サイドに与える影響についての定式化

- ・ 知識ストックは、当該セクターの(企業の自助努力による)R&D ストックだけではなく、他セクターや外国の R&D ストックからのスピルオーバーや公的な R&D ストックから構成されている。知識ストックが増加することによって当該セクターにおいて、生産性の向上をもたらす。
- ・ 産業セクターや国によって知識スピルオーバーの効果はそれぞれ異なる。マーストリヒト大学との間ではどの産業セクターから出てくる知識の波及効果が大きいかについて研究を進めている。
- ・ ただし、計量経済モデルの場合には、知識の波及効果を細かく分けて表現することは難しい。例えば技術的進歩、経済の規模、資本の量、資本の減耗など様々な要素が複雑に絡み合っており、R&D 投資はそれぞれに関係するため、個別に表現することは難しい。将来的にはビンテージモデル(資本が形成された時期によって、資本の種類を分けるモデル)を使いたいと考えているが、簡単に解決する問題では無さそうである。
- ・ 過去のモデルで資本減耗を詳細に定式化しようと試みたが、信頼出来るデータが無く、時系列的に推計を積み重ねていくと不正確な所が積みあがっていくために、最終的には大きな誤差が出る。理論モデルはあるが、データが不足しているために活用できていないという状況である。

○ R&D 投資の配分先に関して

- ・ 企業における R&D 投資額のデータはあるが、その内訳(具体的な投資内容や研究内容)について詳細は把握できない。それは企業の戦略に関わる部分なので開示されていない。したがって、概略的な手法ではあるのだが、企業の R&D 投資と特許に関する研究結果を活用してモデルに導入している。
- ・ 欧州では会計上、R&D の支出の中に開発した製品の広告費を含めても良いことになっている(R&D 投資に対する控除があるので、企業側は積極的に広告費を含めて R&D 投資を大きく見せようとしている)。そのため、R&D 支出の総額が純粋な投資額ではない(広告費が含まれる)という側面もあり、精緻なデータを収集するのはきわめて難しい。

○ 利子率の設定について

- ・ 最近のモデルでは利子率は内生化されている。まず、利子率の変化は企業の投資判断や家計に影響を与える。フランスでは戦略分析センター(昔の計画庁)において関連する研究を行っており、利子率の変化による感度に関するデータがあるのでそれを活用している。
- ・ 各国における利子率については、利子率の内生化に関する研究(GDP や雇用数、輸出量などの経済のファンダメンタルズから利子率を算出する方法に関する研究)、財政赤字に関する制約が利子率に与える影響に関する研究等を参照して検討はしている。
- ・ このような研究成果を参照しているものの、実態経済を正確に予測することは非常に難しいと認識している。

② 無形資産に関する定式化について

- ・ 無形資産はモデルの中にはまだ入っておらず、研究レベルの取組みである。投資・組織・テクノロジーとの相互補完性の中で考えていくことになるだろう。無形資産の中には、コミュニケーション、ソフトウェア、企業の競争力(人材の有能性やブランド等)、R&D が含まれる。
- ・ ソフトウェアの分類についてはEUで標準化されており、R&DについてはEURO STATの項目に従っている。一番難しいのは、競争力についてどのように表現するかである。ここは明確に決まっていないが、アメリカの研究者の論文を参照している。この論文によると、会社のマネジメントにどのくらいの割合の人間が関わっているかという比率を指標としており、この比率を用いて、資本に計算し直している。EUで出来たばかりのデータベース「INNODRIVE²⁷」も活用している。

③ 陳腐化率とタイムラグの設定について

- ・ タイムラグは公共セクターで5年、民間セクターで3年と設定している。これは、マーストリヒト大学での研究成果を参照している。例えばある技術が引用される数の年次推移を見てみると、公共セクターでは特許が認められてから大体5年くらいでピークに達し、その後漸減する。
- ・ (日本のモデルで検討しているような)部門ごとのタイムラグは設定していない。そうすると方程式の数が非常に増えてしまうため、取扱いが煩雑になってしまうからである。

④ 生産関数の定式化について

- ・ 現在は CES 型関数というマクロ経済モデルや一般均衡モデルで一般的に活用されている比較的簡易な関数形を使っている。この関数では投入要素(労働、資本、エネルギーなど)が代替的であるとの仮定がある。
- ・ 過去にはトランスログ型関数などのより一般的な関数形も用いていた(トランスログでは投入要素が代替的であるか、補完的であるかを表現することができる)。
- ・ しかし、扱っているモデルが大きくなり(方程式の数が増える等)、なるべくシンプルに分析を行うために現在の CES 型関数を使うようになった。また、CES 型関数では異なる階層の代替性が違うことを表現できることも利点である。
- ・ 但し全て CES 型というわけではなく、例えば ICT 部門の無形資産についてはトランスログを使

²⁷ EU FP7 のプロジェクトとして開発されている。URL <http://innodrive.org/>

っている。

- ・ CES 型関数において、相互補完性の高いものほど下の階層に入るように定式化している。しかし、モデルの恣意性は完全には排除できない。

消費部門について

- ・ 物価指数については、ロッテルダムモデル(ロッテルダム物価指数算式)という理論モデルを適用している。(ロッテルダムモデルは消費構造を分析する代表的な理論的モデル)

⑤ 各種パラメータの設定について

○ イノベーション項及び研究困難度に関する係数 α 、 β について

- ・ 計量経済学の研究成果に基づくパラメータ(統計学的に推定されたパラメータ)と補完的なキャリブレーション²⁸によって得られるパラメータ(統計学的には推定できないが、マクロモデル全体が現実をよく表すように、他の参照可能な調査結果から引用するパラメータ)から計算されている。
- ・ ある調査ではその動機の60%は質に関するイノベーションであり、残り40%が生産性向上に関するイノベーションであった。この結果等を用いてキャリブレーションを行っている。
- ・ 計量経済的な手法で推定したパラメータにより評価できる R&D 投資の効果は限定されている。R&D 投資の効果全体を推定するためには、様々なパラメータを設定する必要があるが、それらの多くは計量経済的な手法では推定できない。そうしたパラメータを推定するために、キャリブレーション手法を利用している。

○ 輸出入関数における知識ストックの導入について

- ・ 知識ストックの蓄積により、生産性が上がることで価格が下がり、輸出入に影響を与える。しかし、それだけではなく、製品の質が上がることによって国際競争力が増すということから、知識ストックの蓄積も輸出入に直接影響を与えるという定式化としている。
- ・ なお、本研究所では、製品の品質が上がることによって輸出にどのような影響を与えるかという研究論文を出している。

○ 今後の改善の方向性について

- ・ R&D、知識スピルオーバー、無形資産、ICT 活用など、知識と経済活動の関係性について、今あるモデルを更に精緻化していくことが必要であると考えている。DEMETER プロジェクトが終わった後の後継プロジェクトも決まっている。
- ・ モデルの前提となる雇用構造がどのように変化していくか、農業や土地利用がどのように変わっていくか。これは技術的なイノベーションと密接に関係してくる。これも EU のプロジェクトで進めて行く予定。
- ・ 非常に高い目標ではあるが、あらゆる構造的な政策を評価する上で、NEMESIS を標準的な

²⁸ キャリブレーションはさまざまな意味で使われる用語であるが、ここでは「統計学的には推定できないパラメータについて、既存調査や文献などから引用して確定論的に設定すること」を指しているものと考えられる。

モデルとしていくことが1つの目標である。R&Dだけではなく教育政策、農業政策、通商政策、税政策など様々な方面への応用が考えられる。NEMESISとGEM-E3モデルでは違う性格を持っているために異なる結果が出る可能性があるが、政策決定サイドにとっては異なるシミュレーション結果を見て、総合的な判断材料とすることができる。

○ DSGEモデル(動学的確率的一般均衡モデル)への評価

- ・ DSGEモデルには良い所もあるが、難しい所もある。例えば経済危機があった場合に労働生産性が上がるなど、実体経済とは異なる結果が出てしまう恐れがある。また、各産業セクターの細かなところでは使いづらいのではないか。チェックのために複数のモデルを使うことも大切と考える。
- ・ 本研究所では、DSGEモデルよりも計量経済モデルの開発の方が、社会的な要請が大きいと考えている。

【参考】GEM-E3モデル

GEM-E3については、NEMESISの結果を補完する役割として科学技術投資の経済的効果の分析に適用されていることから、今回、参考としてその概要と定式化等について整理することとした。

1. GEM-E3モデルの概要

GEM-E3は、経済とエネルギーシステム及び環境との相互作用を対象にした動学的応用一般均衡モデルである。特に温室効果ガス排出削減政策の評価のために設計されたもので、モデルとしてはワルラス均衡の下での財・サービスの均衡価格と生産要素(労働、資本)の均衡を計算するとともにエネルギーの需要/供給及び排出/削減の最適なバランスを決定するものである。

このGEM-E3は37の地域と24のEU加盟国を表すモデルで、これらは二国間貿易を介してリンクされる。分野としては26の生産部門をカバーしている。

GEM-E3には、GEM-E3 EuropeとGEM-E3 Worldの2つのバージョンがあるが、これらは地理と分野の範囲が異なるものの、同じ仕様のモデルとなっている。(GEM-E3 EuropeはEUROSTATのデータに基づいている一方で、GEM-E3 WorldはGTAP7のデータベース(2004年基準)に基づく。)

GEM-E3は、各国政府だけでなく欧州委員会当局でも使用されてきた。GEM-E3モデリンググループは、いくつもの調査プロジェクトで使用され、GEM-E3を用いた分析結果も広く出版されている。

GEM-E3では政府行動を9種類に分類している。

1 間接税	2 環境税	3 直接税
4 付加価値税	5 生産補助金	6 社会保障負担
7 輸入関税	8 海外所得移転	9 政府系機関

GEM-E3 によって様々な環境政策の効果を比較することができる。具体的には、税、オークション、様々な汚染規制等の規制政策、等である。同時に、環境税による税収を補助金に用いる等のメカニズム(revenue recycling)の検討も可能である。最近では、政府系ファンドの限界費用や、増税の EU における周辺地域への影響等の問題についても GEM-E3 モデルが分析に使用されている。

GEM-E3 の特徴は以下の 4 点である。

- ① 基本的な一般均衡モデルに基づいていること。これによって、市場制度や規制の影響等と同じ特定化のモデルで取り扱うことができる。
- ② 生産者及び消費者需要の係数は内生的であること。
- ③ 社会会計表(Social Accounting Matrix (SAM))の統計データに基づいて基準年でキャリブレーションすること。
- ④ 資本ストックの蓄積を通して動的にモデルを記述すること。

2. GEM-E3 モデルの定式化

○消費者行動

家計は SAM に基づいて定義され、収入の構成要素は、所有する生産要素からの所得(直接・間接的に企業から受ける所得)、他の機関からの受け取り、海外からの所得移転である。反対に支出は、税、貯蓄、消費、その他機関への所得移転によって構成される。

多期間モデルで 2 段階に分けて家計の行動は記述される。第 1 段階では、家計は各年に将来に渡っての資源配分を計画する。これは、将来にわたる効用の総和の最大化を基礎に、異時点間の予算制約式の制約を受けて行われる。遺産はなく、貯蓄は最終期に使い切ると仮定する。また、効用は財と余暇の消費から得るとする。以上の設定の下で、Stone-Geary 型の第 1 段階における期間ごとに効用を独立にした一般的な効用関数は下記のようになる。

$$\max U(q(t)) = \int_{t=0}^{\infty} e^{-\delta t} \cdot u(q(t)) dt, \text{ where } u(q(t)) = \beta \cdot \log(q(t) - \gamma)$$

q(t): 2 種類の消費財(財と余暇)の消費量

δ : 主観的割引率

効用最大化は以下の予算制約式の前で行われる。w(t)は家計の将来に渡る期待資産、y(t)は時間であり労働と余暇に配分される。

$$\dot{w}(t) = r \cdot w(t) + y(t) - p' \cdot q(t)$$

このままでも問題を解くことは可能であるが、離散時間による近似を行った方が解析は容易になる。第 2 段階で家計は財消費を更に耐久財(車、電化製品等)と非耐久財(食料等)の間で配分する。そして、EU 各国に代表的個人を設定し、各年に第 1 段階で消費と貯蓄の配分を決定する。こうし

た一連の層化構造は図 12 のようにまとめられる。

Figure 2: The consumption structure of the GEM-E3 model

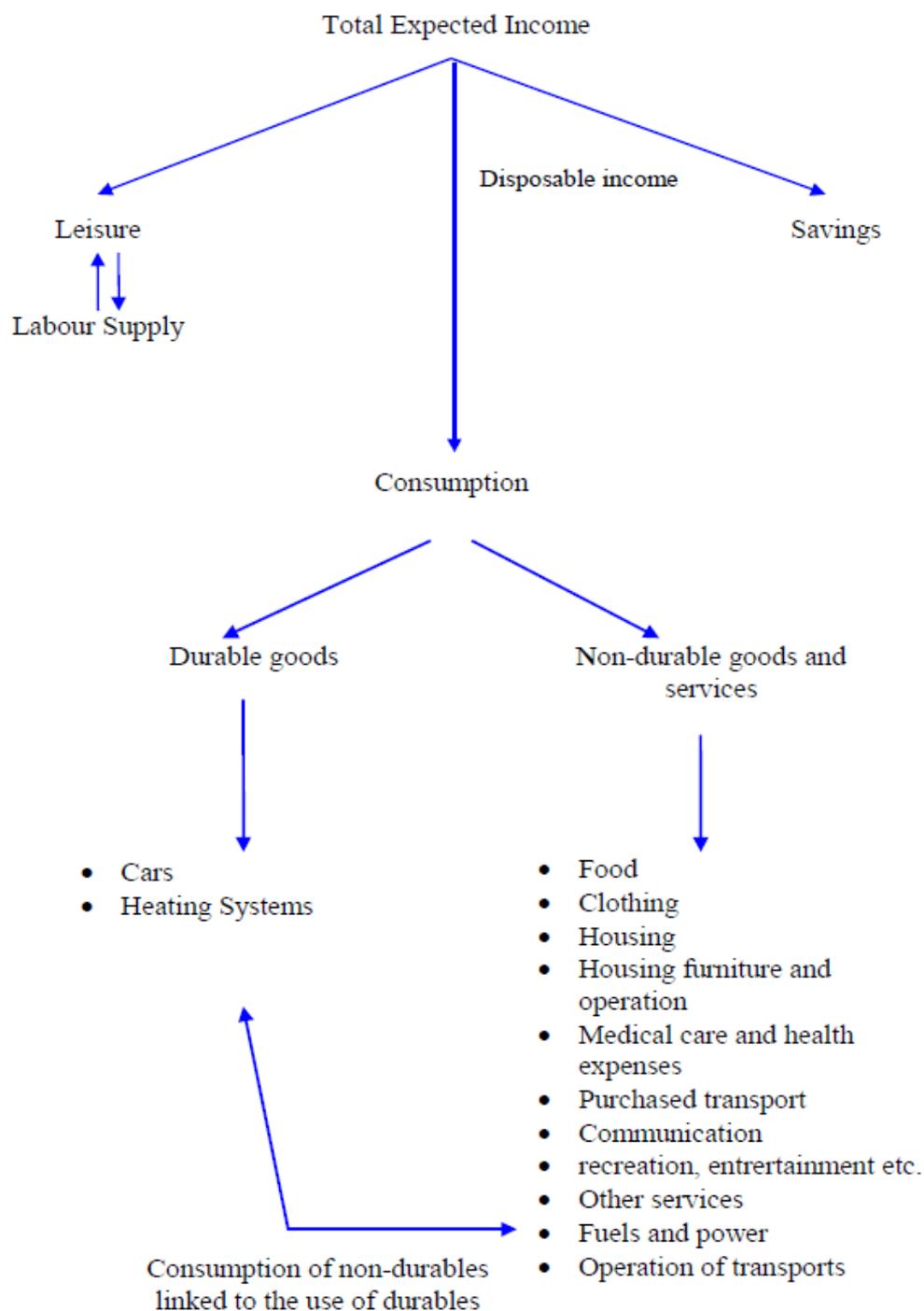


図 12 GEM-E3 モデルにおける消費関数の構造

○ 生産者行動-投資需要

収入と生産要素及び中間財によるコストの差として定義される利潤の最大化が生産者の行動原理である。利潤最大化は生産技術による制約を受ける。

国内生産はセクター(完全競争が成立する(Perfect Competition :PC)セクター)と企業(不完全競争のセクター(Imperfect Competiton :IC))によって定義される。PC セクターでは、各セクターが他とは差別化された単一の財を市場に供給していると仮定する。

GEM-E3 での生産関数は、生産要素として資本(K)、労働(L)、エネルギー(E)、マテリアル(M)を用いる、新古典派的層化型 CES 関数である。GEM-E3 における層化は厳密には、KLEM の代替弾力性のデータ及び EU の産業事情に整合的になるように行われる。

生産者の最大化行動は、一元的、または二元的に定式化される。定式化の違いによる結果への影響がないことは、いくつかの仮定の下で容易に示すことが可能であり、以下の様に記述される(CES 型関数を用いているが、他の関数形によっても定性的な結果に違いは現れない)。

一元的定式化は以下の様になる。

$$XD_i = \sum_j \left[\delta_{i,j} \frac{1}{\sigma} \cdot X_{i,j} \frac{\sigma-1}{\sigma} \cdot e^{-(1-\sigma) \cdot tp_j \cdot t} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

$$X_{i,j} = XD_i \cdot \delta_{i,j} \cdot \left(\frac{P_i \cdot e^{-(1-\sigma) \cdot tp_j \cdot t}}{PX_{i,j}} \right)^{\sigma}$$

$$P_i \cdot XD_i = \sum_j PX_{i,j} \cdot X_{i,j} \quad (\text{zero profit condition})$$

P_i は国内生産財価格であり、 $\delta_{i,j}$ は生産要素(中間消費、エネルギー、資本、労働)のスケールファクター、 $PX_{i,j}$ はファクターjの価格、 σ は代替の弾力性である。式の最後の項は、当該生産要素における技術進歩を表現している(tp_j は生産要素jの技術進歩率である)。

二元的定式化は以下の様になる。

$$P_i = \sum_j \left[\delta_{i,j} \cdot PX_{i,j}^{1-\sigma} \cdot e^{-(1-\sigma) \cdot tp_j \cdot t} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

$$X_{i,j} = XD_i \cdot \delta_{i,j} \cdot \left(\frac{P_i \cdot e^{-(1-\sigma) \cdot tp_j \cdot t}}{PX_{i,j}} \right)^{\sigma}$$

$$P_i \cdot XD_i = \sum_j PX_{i,j} \cdot X_{i,j} \quad (\text{zero profit condition})$$

規模に対する収穫一定の仮定をおくことで両定式化が等しいことを証明できる。

GEM-E3 モデルでは更に、同一期間内では利用可能な資本量は一定という制約が課せられる。これは規模に対する収穫一定の仮定に抵触し、規模に対して収穫逓減となる。いずれの定式化においても、資本の需給一致を意味する等式が追加され、j+1 本の式(j 本の導出された需要関数と利潤ゼロ条件)は余分になる。

資本需要の式が余分となり、利潤ゼロ条件式が資本収益率を決定する場合であっても、均衡において財市場の価格は決定される。

利潤ゼロ条件式が余分となる場合でも均衡においては資本利益率が決定される。

この場合においても、一元的定式化と二元的定式化いずれからも同じ解が導けることの証明は容易である。

第 1 段階では、生産要素は資本とそれ以外(労働、マテリアル、電力、燃料)に分類される。第 2 段階では、全ての生産要素が別個に分類される。

二元的定式化においては、長期の単位費用関数は、ファクター融合型技術変化を組み込んだ層化 CES 型関数となる。つまり、技術変化は価格変化で相殺される。

セクターレベルでの企業は、販売価格と生産要素価格から財・サービスの供給量を決定する。生産技術は、完全競争セクターにおいては規模に対して収穫一定となり、不完全競争セクターでは規模に対して収穫逓増となる。企業は、期中に資本ストックが変更できないことを考慮して、当該年度の利潤を最大化するために財の供給量と生産技術を選択する。資本ストックの変更は、今期に投資を行うことで来期に実現する。期中(1 年間)資本ストックは変更できないため、国内の供給曲線は右上がりになり、規模に対して収穫逓減となる。

Figure 3: Production nesting scheme in the GEM-E3 model²⁶

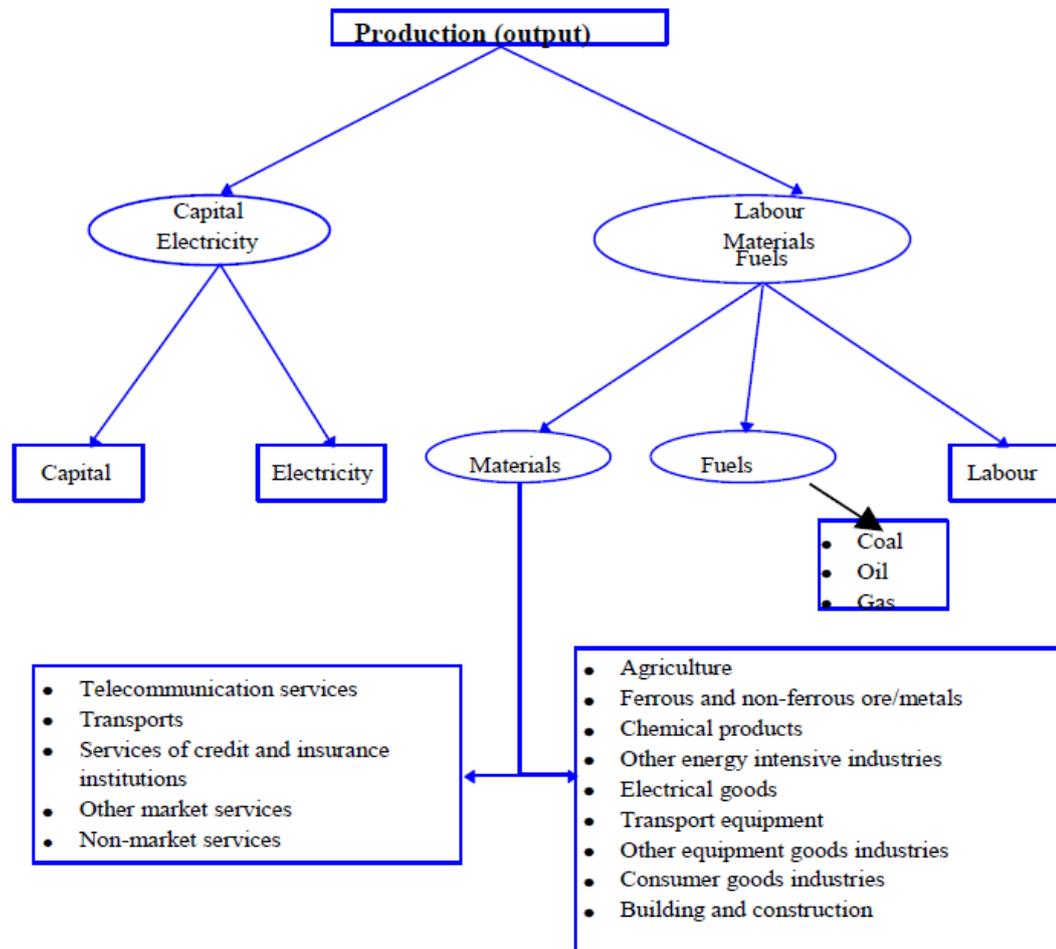


図 13 GEM-E3 モデルにおける生産関数の構造

企業行動は資本ストックへの投資と更新の必要性にも影響を受ける。

企業は上記のフレームワークに従って来期の生産要素投入量を選択し、それによって資本需要が定まることで投資需要が決定される。

望ましい資本需要 K_{fut} (生産関数の制約の元で長期の費用最小化問題を解くことで導出される)は、長期の最適資本コスト、期待生産量、生産デフレータの関数となる。長期の最適資本コストは安藤・モジリアーニの公式から、投資デフレータと、利子率と減耗率の和の積として求められる(下式参照)。

$$PK_{opt} = PINV \cdot (r + d)$$

以上から、望ましい資本需要 K_{fut} は以下のようになる。

$$\frac{K_{fut}}{Y_{exp}} = \delta_{k,PR} \cdot \left(\frac{PD_{exp}}{PK_{opt}} \right)^\sigma$$

○ 政府行動

GEM-E3では政府行動は外生的に与えられる。政府の最終財需要(GV)は、外生的に与えられる政府消費 G_C と定数 t_G の積で得られる。

$$GV = t_G \cdot G_C$$

公共投資はモデルで外生的に与えられ、非市場セクターで行われる。家計への所得配分は、一人当たり支出額と人口の積で表される。

歳入は、GEM-E3では9種類に分類されている。具体的には、間接税、環境税、直接税、付加価値税、生産補助金、社会安全保障税、輸入関税、海外所得移転、政府系企業収入である。

収入は各セクターの生産から得られる。売り上げから得られる税収(FG)には間接税、付加価値税、補助金、関税が含まれ、課税ベースと税率から算出される。

関税と補助金は以下のように表現できる。

$$F_{G,Duties} = t_{Duties} * IMPinvalue$$

$$F_{G,Subsidies} = t_{Subsidies} * XD \cdot PD$$

M,Dはそれぞれ輸入額と国内生産額を表し、 t_{Duties} は関税率、 $t_{Subsidies}$ は補助(金)率を表す。間接税と付加価値税は以下のように表現できる。

$$F_{G,Ind.Tax} = \frac{t_{Ind.Tax}}{1 + t_{Ind.Tax}} * \left[\frac{C_H + C_G + I_H + I_G}{1 + t_{VAT}} + \sum I_C + \sum F_I + S \right]$$

$$F_{G,VAT} = \frac{t_{VAT}}{1 + t_{VAT}} * (C_H + C_G + I_H + I_G)$$

経済主体からの徴税はそれぞれ、課税ベースと税率(社会保障負担、直接税)、資本収入のうち政府受け取りが占める割合(政府系企業収入)、外生的要因(海外から、及び海外への所得移転)によって計算される。

○ 国内需要と貿易フロー

国内総需要は、消費者、生産者(中間財消費及び投資)、政府需要の、3種類の需要から構成される。Armingtonの定式化により、国内総需要は国内製品と輸入製品に配分される。各セクターでは、不完全代替と考えられる国内生産財と輸入材の複合商品を使用する。輸出国が決定した価格を所与に、各国は購入、輸入を行う。購入者はコストを最小化するために複合商品を購入するの

で、限界代替率と、国内価格と輸入価格の比は等しくなる。

本モデルでは世界全体をカバーしてはいないので、域外国の行動は外生的に与えられている。具体的には、域外国からの輸入需要は EU 域内で設定された輸出価格に依存するのに対し、域外国からの EU 域内への輸出は EU 域内の需要に応じて決定される、ということである。

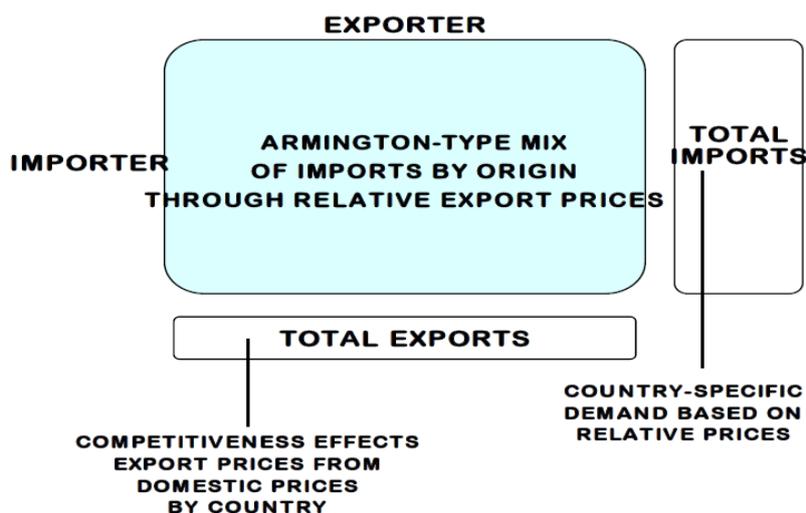


図 14 GEM-E3 モデルにおける貿易マトリックス

GEM-E3 では、第 i 番目の財に対する需要は、国内製品への需要($XXDi$)と輸入需要($IMPi$)の複合需要指標(Yi)で表現される。次に輸入財に対して輸入国で需要が配分される。

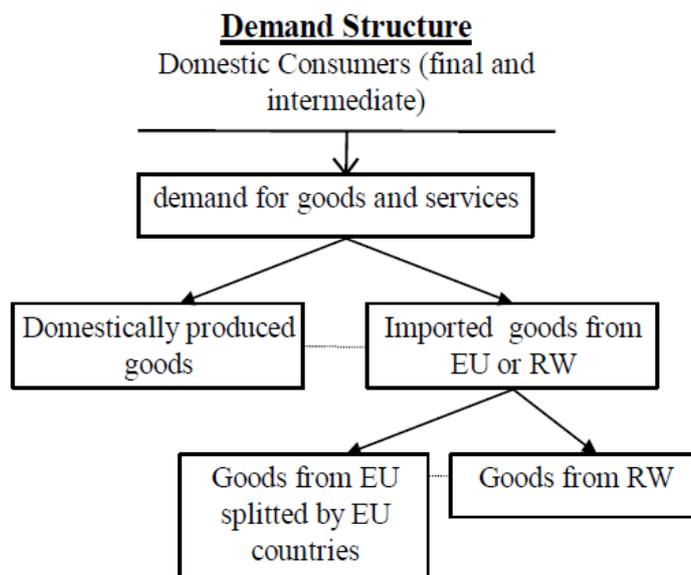


図 15 GEM-E3 モデルにおける国内需要と貿易フローのネスト構造

複合商品の最小費用が販売価格を決定する。これはCES型単位費用関数によって定式化され、財市場の均衡で決定される国内財価格と、第2段階のArmington定式化によって決定される輸入財価格を含むものである。そしてシェパードの補題から、国内製品需要と輸入製品需要が導出できる。

○ 派生価格(Derived Prices)-企業の価格決定メカニズム

派生価格は主導価格(leading prices)によって決定され、均衡から導出される。派生価格に最適な税が課されることで、消費者が認知する価格となる。主導価格の主なものとして複合商品価格がある。消費財の種類によっては、間接税や付加価値税等、様々な種類の税が課される可能性がある。

企業が生産した財の市場セグメントは、自国内、EU域内他国、EU域外他国の3種である。価格は需給の相互作用によって決定される。モデルの再帰方式がどのようなものであれ、世界全体の均衡に到達する前に、生産者は自身の製品に対する需要を認識する。この需要に生産者は価格を通して反応する。完全競争市場が成立するセクターでは、規模に対する収穫は一定であり、非常に多くの企業が市場に存在するので、価格は生産の限界費用のみによって決定される。

コアモデルにおいてはより単純な価格メカニズムが設定されていて、企業は市場セグメントごとに価格を変更せず、単一の価格を設定する。市場セグメントごとに価格変更を行う設定は、GEM-E3-IMモデルにて採用されている。

生産者は、供給を行う市場セグメントごとでの価格変更は行わず、生産の限界費用から生産補助金を差し引いた価格を共通価格として用いる。

○ 経常収支

実質利子率を固定したままで国際収支の変動を許容するモデルも存在する。また、代替的な手段としてはEUの域外国全体に対する経常収支の時系列数値を固定する方法がある。この値は、ベースラインシナリオから得られる。この場合は、固定された経常収支という制約のシャドープライスとして、実質利子率が変動して内生的にモデル内で決定される。この変動は、域内各国の実質利子率に基づいて比例的に適応される。

○ 所得収支

モデルの実物経済面はSAMのフレームワークに沿ってグループ化され、生産から経済主体への流通、消費への還元において均衡と一致性が保たれている。

消費者と生産者の収入源は、労働、配当、所得移転であり、政府の場合は税金と所得移転である。経済主体は収入を消費と投資に振り分ける。最終的に所得収支の赤字は、ネットの貯蓄と投資の差になる。

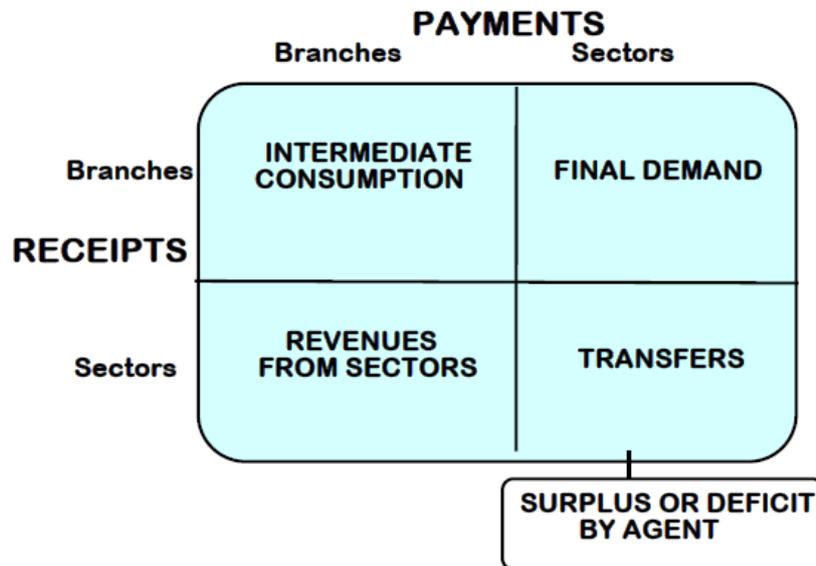


図 16 社会会計表(SAM)の概念

SAM に基づいて所得の流れを記述することで、ワルラス法則に基づいたモデルの均衡と安定性を示すことが出来る。

総需要の金額表示は、需要量にその製品が対応するデフレーターを乗ずることによって求める。このデフレーターは、複合商品価格に最適な税が課された金額として計算される。前述のように、間接税は国内全ての消費(中間財及び最終財)に対して適用されるのに対して、付加価値税は政府と家計の消費と投資にのみ課される。輸入価格は、輸出国が設定した輸入価格に輸入関税を加えたものとして計算される。

本文で使用される表記法について補足するために表 10 を示す。

表 10 社会会計表の詳細フレーム

EXPENDITURES						
	Branches	Factors	Sectors	Investment & Stocks	Total expend.	
REVENUES	Branches	intermediate consumption	0	demand for products by sector and exports	demand for products by sector	total demand
	Factors	services in value added	0	income transfers from abroad	0	total factors
	Sectors	indirect taxes, VAT, subsidies, duties and imports	factor payments to sectors	income transfers between sectors	0	total sectors
	Gross Savings	0	0	total revenues minus investment and stocks	0	
	Total Revenues	total supply	total factors	total sectors	0	
	Surplus or Deficit	0	0	lending (+ or -) capacity by sector	0	

○ 所得フロー

SAM から導かれる所得の移転とフローは以下ようになる。

セクター(sector)が部門(branch)から得る利益(FSB)に含まれるのは、労働・資本収入、政府収入(間接税、補助金、関税)、輸入額である。政府収入 FG は詳細に分類される。部門から域外国が得る利益は、部門のネットの輸入額と等しくなる。

セクターが他のセクターから得る利益(FSS)に含まれるのは、所得移転、税、社会保障給付等である。政府収入(FGS)は上記と同様に詳細に分類される。

表 10 から分かる重要な点は以下の通りである。

- 企業から家計への配当(F_{HF})は企業のネットの利益に正比例する。
- 政府から家計への社会保障給付(F_{HG})は部門の雇用者数(N)と失業者数(U)への政府からの給付に依存して決まる。
- 企業への直接税(F_{GSF})は企業のネットの利益(配当は除外)に正比例し、同様に家計への直接税(F_{GSH})は可処分所得に正比例する。
- 個人から政府への社会保障負担(F_{GS,SS})
- セクターがファクターから得る利益(F_{SF}) 例:家計の勤労所得

- セクターから得られるファクターの利益(F_{FS});主に海外からの要素所得
- 部門の利益と考えられる資金フローは、輸出、セクターの投資(I)、ストック変動(S)を含む、セクターの製品最終消費として細分化される。
- 部門からファクターへの利益は、付加価値を意味する。
- 部門から部門へのフローは、生産活動を行う企業の間接消費を示す。
- ファクターからファクターへのフローは 0 になる。
- ストック変動は各部門の生産量に正比例する。
- 海外からの所得移転と要素支払は外生変数として扱われる。
- セクターへの要素支払は外生的に値が決定され、配分される。

家計の可処分所得(Y_D)は家計のネットの収入として定義される。具体的には、部門、セクター、ファクターからの収入から、セクター及びファクターへの支払を差し引いたものである。

$$Y_D = \sum_i F_{HB_i} + \sum_n F_{HF} + \sum_m F_{HS} - \sum_n F_{FH} - \sum_m F_{SH}$$

企業の可処分所得は、部門、セクター、ファクターからの収入の総和である。

$$F_D = \sum_B F_{FB} + \sum_F F_{FF} + \sum_{FS} F_{FS}$$

企業のグロスの利益は、可処分所得から家計と域外国への支払を差し引いて求める。

$$G_P = F_D - F_{HF} - F_{WF}$$

政府の所得収支は、政府収入(GREV)と、最終政府消費及び投資を含む政府支出(GEXP)によって表される。

$$G_{REV} = \sum_i F_{GB} + \sum_i F_{GF} + \sum_i F_{GS}$$

$$G_{EXP} = \sum F_C + \sum F_{FS} + \sum F_{SS} + \sum I$$

○ グロス貯蓄とモデルの完結性

セクターのグロス貯蓄(SA)は利益(部門からの収入とセクター及びファクターからの所得の和)と支出(最終消費とセクター及びファクターへ所得移転)の差として以下のように定義される。

$$SA_m = Revenues_m - Expenditures_m$$

m:各経済主体を示す

セクターの貸し出し余力または余剰(正負いずれの値もとる)は、グロス貯蓄から投資とストック変動を差し引いて以下のように定義される。

$$SURPLUS_m = SA_m - I_m - S_m$$

モデルでは、この主体の貸借の超過分の総和はゼロになる、つまりワルラス法則が常に成立する。これは、モデルがこれ以上等式を追加することなく、経済全体の支出と分配が記述できていることを示す。

価格集合の定義から SAM の一致性は保証され、また現行の通貨では、上記の法則により、全ての経済主体の貯蓄額の総和は 0 になる。

○ 実物経済の均衡

実物経済の均衡は、財市場と労働市場において同時に達成される。均衡の概要を図 17 に示す。

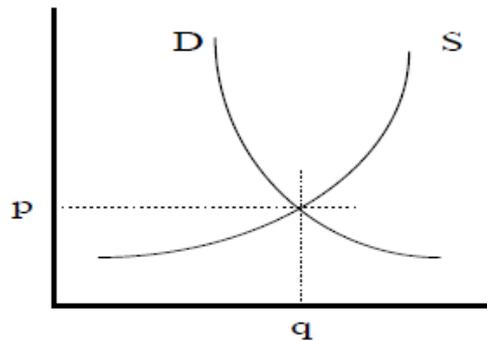


図 17 需要と供給の均衡概念

財市場では貿易財と非貿易財が区別される。貿易財については、Amington 方程式に関連した複合商品の供給と、国内の複合商品への需要が等しいことが均衡の条件となる。均衡では、各財の生産に用いられた価値とその財が使用された価値の金額表示が等しくなる。非貿易財では Amington の仮定は用いられず、財は同質である。従って均衡条件は国内生産を決定する。

○ 財市場

均衡では、財市場の各部門における需給は一致する。初期のモデルでは、この条件から生産の単位当たり費用が計算できる(この費用は、勿論販売価格に関係している)。

部門もしくは国の間で資本の移動が可能である場合、均衡条件は国内、または EU 域内の資本ストックに基づく。つまり、費用最小化行動から決まる生産者の資本需要と、期中では不変の EU 域内での資本ストックの関係に基づく。従って均衡では、資本移動が存在する場合の単位当たり資本平均収益率を一意に求めることが出来る。

○ 労働市場

労働市場では、伸縮的な賃金により完全雇用が達成されると仮定されている。需要サイドは企業

の最適化行動に基づいて労働需要量が決定され、供給サイドは、家計が所有する時間のうち、効用最大化行動に基づいて余暇と労働の選択において労働時間に振り分けられた時間によって労働供給量が決定される。均衡条件から賃金率が計算できる。応用として、賃金の硬直性をモデルに取り入れることもできる。

競争均衡の元では、労働市場は供給曲線によって変動する(家計の労働供給、消費、余暇への配分行動)。従って、モデルでは自発的失業のみが仮定されていると言える。しかしながら、経済状況が好ましいものになれば労働供給は増加するので、労働供給の賃金に対する弾力性が大きいケースとして、非自発的失業の発生もモデルでは仮定されている。

労働供給は完全に弾力的ではない。この非弾力性は既に雇用されている労働者の組合行動等を表現している。組合行動によって、労働需要の増加や、新規雇用が行われなままに賃金が上昇することが起こりうる。極端な場合、賃金水準が固定されたまま完全雇用が達成される場合もある。

モデルに組み込まれる他の市場として排出権取引市場がある。これについては環境モジュールの章で詳述する。

○ 政策評価

消費者厚生変動の評価

全ての政策シミュレーションは社会的厚生に与える影響の変化という指標によって評価することが出来る。

厚生指標は、消費者の効用関数に、政策による環境破壊の影響を反映した環境指標を加えることで示される。

国による社会的厚生の変動評価だけでなく、一般的な社会的厚生の変動は、厚生経済学の基本的な手法である社会厚生関数や等価変分(Equivalent variation)によって評価することが出来る。

$$W = \sum_{i=1}^R \frac{W_i^{(1-\varepsilon)}}{(1-\varepsilon)}$$

W_i :i国全体の社会厚生。消費、余暇、環境を含む消費者の効用関数から導出される。

ε :不平等回避度(degree of inequality aversion)

$\varepsilon=0$ の場合、各国間で効用関数の限界効用は等しくなり、厚生評価におけるウェイトも等しくなる。このケースは、社会的厚生を効率性の観点からのみ評価していることを意味する。

ε が上昇するほど、政策評価における平等度の観点が重要視されるようになる。 ε が 1 に近づくと、効用は対数で計測され、限界効用は地域厚生の数値の逆数となる。この場合、ロールズの民主的平等社会が望ましいとされる。

以上から社会厚生関数は、私的財の総消費量、環境、平等度(所得の不平等度の逆数によって

決まる)の3要素から構成されていることがわかる。

等価変分(Equivalent variation)

等価変分は、政策を実施した場合を A、従来の場合を B として以下のように表現できる。

$$EV_t(U_t^A, U_t^B) = C_t^H(U_t^A, PCI_t^B, PLJ_t^B) - C_t^H(U_t^B, PCI_t^B, PLJ_t^B)$$

以下にモデルのミクロ経済学的構成を図 18 に示す。

Figure 9: GEM-E3 Model Design

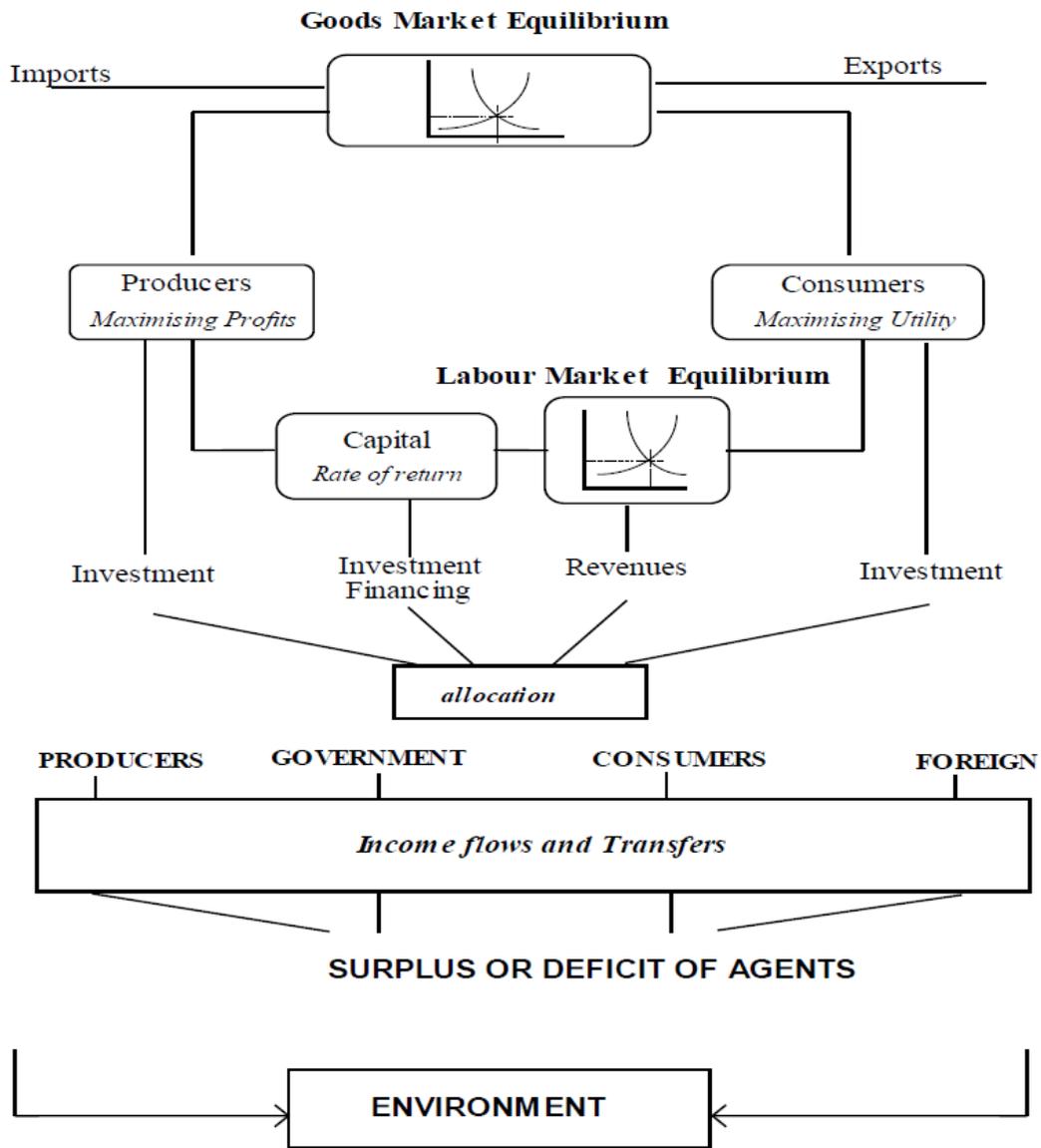


図 18 GEM-E3 モデルの全体構造

第4章 研究開発投資の社会的波及効果に関する事例調査

2003年からFPを含むEUの主要な政策提案は全て事前及び事後影響評価の対象となり、またFPにおける研究開発プロジェクトの目的が「知識の増大」だけではなく「社会的課題の解決」にも重点が置かれるようになったことを受け、経済効果と共に社会及び環境への影響も評価されることとなった。これによって、社会的波及効果の評価にも注目が集まるようになった。

2005年には、「欧州における研究の社会的及び環境的インパクトの評価」²⁹という報告書(通称、リッチ・レポートとよばれている)が公開され、EUにおける研究開発投資が、社会や環境にどのような影響を及ぼしうるかについて分野横断的な評価が試みられている。このレポートは、FP7で実施予定の研究開発プロジェクトの事前影響評価の適用に向けた準備として、FP5とFP6で実施された研究開発プロジェクトの社会や環境への影響評価が行われている。

具体的には、社会や環境に対して特に大きな効果をもたらしたと考えられる研究開発プロジェクトの成功事例について、人権、文化、安全、国際協力、環境等の評価軸12項目に沿い、各プロジェクトの計画・管理・活用に携わったECの研究総局及び政策総局の職員へのインタビューと入手可能な評価報告書を通じて行われた。その成功事例を対象に波及効果発生のメカニズムの分析を試みたものであるが、体系的なモニタリングと評価の過程が確立されていなかったこと、そして研究開発の社会的波及効果を定量的に測定するための基礎データと指標についても見出すことが非常に難しいと指摘し、次のような結論が述べられている。

「この研究では、本格的なインパクト評価は非常に困難であった。その理由は、研究開発の社会的影響を的確に示し、またその影響等を測定するために必要とされる基礎的なデータ、あるいは指標がまだ整備されておらず、また今のところそれを見つけることができていない。」

また、ECが2010年に行った雇用を含む社会的波及効果の測定に関する取組みのレビューでは、「社会的波及効果の測定と政策への適用に関する試みはいくつかの国において行われているが、予算が限られているために手法の確立には至っていない」と述べられている³⁰。このように、比較的早い段階から研究開発政策の評価に取り組んでいるFPの研究プロジェクトにおいても、研究開発投資の社会的波及効果の測定はこれからも調査研究の必要性がある状況にあると考えられる。

²⁹ “Assessing the Social and Environmental Impacts of European Research”, EC, 2005

³⁰ “Review of Methodologies Applied for the Assessment of Employment and Social Impacts”, Ecorys, 2010

表 11 研究開発が影響を及ぼす可能性のある主要分野(社会)

社会への影響(項目)	研究開発の実施により対応が可能な社会的課題
人権	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機会と権利の質の向上 (ジェンダーを含む) ・ 倫理的問題への適切かつ効果的な対処 ・ 欧州連合基本権憲章との親和性の保証
社会的団結	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会的な阻害の減少 ・ 貧困リスクの減少
経済的団結	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定の層や消費者グループ、市民、労働者による収入格差の減少
雇用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雇用機会の増加 (雇用創出、起業) ・ 雇用の質や雇用環境の向上
人的資本の形成	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教育成果の向上 ・ 職業訓練や生涯教育機会の増加 ・ 技能や学習能力の向上、柔軟性の向上
公的な保健や安全	<ul style="list-style-type: none"> ・ 健康増進 ・ 安全性リスクの減少 ・ 栄養、食料の質、安全性の向上
社会的な保護と社会サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保健サービスへのアクセシビリティの向上 ・ 保健サービスの長期的持続可能性の向上
生活しやすいコミュニティ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住宅、インフラ、サービスそして生活環境全般の質の向上
文化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 文化的多様性の保護 ・ 文化遺産の保存及び利用
消費者の利益	<ul style="list-style-type: none"> ・ 消費者の情報や選択肢の増加 ・ 消費者のリスクの低減
安全性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 犯罪の予防やテロからの保護 ・ ネットワークやインフラの保護 ・ 統合されたシステムやサービスの相互運用の増進
ガバナンス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市民の関与及び社会的資本形成の増進
国際協力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不公平性の減少、統一化の達成、社会的団結の強化を目的とした参加国の協力促進 ・ 非EU国での社会経済的状況の向上 (社会保障、生活の質など)
SME(中小企業)の役割	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中小起業の雇用創造、社会的団結、地域開発などへの潜在的な貢献 (技術的可能性の向上や研究ネットワークへの関与の増進を通じて)

表 12 研究開発が影響を及ぼす可能性のある主要分野(環境)

環境への影響(項目)	研究開発の実施により対応が可能な社会的課題
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大気の質の向上 (大気汚染物質の排出量の減少) ・ 臭いによる不愉快の減少
水質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水供給の利用可能性の増大 ・ 合理的な供給と利用の保証 ・ 水質向上 (水への汚染物質排出の減少)
土壌の保護	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土壌侵食の減少 ・ 土壌の汚染及び汚濁の減少
気候変動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温室効果ガスの排出や集中の減少 ・ オゾン層破壊の回避 ・ 気候変動に関する影響の軽減やその代替処置の実施

環境への影響(項目)	研究開発の実施により対応が可能な社会的課題
騒音	<ul style="list-style-type: none"> 騒音の減少 騒音被害の減少やその代替処置の実施
資源利用	<ul style="list-style-type: none"> 非再生資源の枯渇の回避 天然資源の合理的利用の保証
生物多様性	<ul style="list-style-type: none"> 絶滅危惧種の保護 生態的に影響を受けやすい地域の保護
土地利用	<ul style="list-style-type: none"> 土地の合理的利用の保証
自然及び文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> 自然及び文化遺産の保護、保存
廃棄物の管理	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄量の削減 廃棄物による不快感の減少やその代替処置の実施
環境リスク	<ul style="list-style-type: none"> 環境リスクの起こる確率や規模の低減
安全性と健康	<ul style="list-style-type: none"> 安全性や健康に対する環境影響の低減(上記の全ての影響が含まれる)

(1) FP7 における研究開発投資の社会的波及効果の測定に関するプロジェクト

FP7 で実施されている研究プロジェクトのうち関連性が高いものは以下のプロジェクトである。

- SIAMPI (Social Impact Assessment Methods for research and funding instruments through the study of Productive Interactions between science and society)³¹
- SISOB (an Observatorium for Science in Society based in Social Models)³²
- EST-FRAME (Integrated EST Framework)³³

SIAMPIはFP7 における「能力(Capacity)」プログラムの中の「社会における科学(Science in Society)」の枠組み³⁴で資金提供を受けたプロジェクトである。本プロジェクトは、2009年3月から開始され、2011年2月に終了している。本プロジェクトでは、研究活動において、研究者と社会の相互作用に着目し、社会的波及効果をもたらされる過程に焦点を置いた評価手法の確立を試みたプロジェクトである。

SISOBは2011年1月から開始されたプロジェクトであり、科学者やジャーナリスト、政策決定者、消費者等による多次元のコミュニティにおける相互作用をモデル化し、研究成果の社会への適用経路について分析を行っている。科学者の移動と知識の共有、利害関係者によるピアレビューの効果の検証を行っている。プロジェクトは2013年12月まで継続の予定で、中間成果はまだ公表されていない。

EST-FRAME は、社会的影響の評価及び技術評価手法を発展させることにより、社会にとって健全な研究開発に寄与することを目的としている。具体的には、ナノテクノロジーやバイオ燃料などの次世代科学技術を評価する様々な評価手法における強みと弱みを分析し、各研究分野におい

³¹ <http://www.siampi.eu>

³² <http://sisob.lcc.uma.es/index.php>

³³ <http://estframe.net/>

³⁴ 第2章表6を参照。

適切な評価手法の決定を目指している。プロジェクトは 2012 年 1 月から開始されたもので成果はまだ公表されていない。

研究開発投資の社会的波及効果に関する先行事例は現在このような状況にあることから、FP7 の枠組みで最近終了した研究プロジェクト SIAMPI を調査対象とした。

(2) SIAMPI プロジェクトの概要

SIAMPI プロジェクトの実施期間及び参加機関は表 13 SIAMPIプロジェクトの実施体制のとおりである。

現状では、科学技術政策の影響を評価する際に経済的波及効果を測定する取組みは比較的多くなされているが、社会的波及効果等の経済的ではない側面の波及効果の測定に関する取組みは研究レベルのものを含めても相対的に数が少ない。また、その数少ない取組みでも、個別の政策や研究プロジェクトに着目した事例について開発・試行されており、体系的かつ様々な科学技術分野において適用可能な評価手法は未だ確立されていない状況にある³⁵。

これらを踏まえ、SIAMPI プロジェクトでは、社会的波及効果の発生過程に着目し、研究者と社会(ステークホルダー)との間の知識交換等の相互作用に着目し「多様な科学技術分野や評価の目的に応じて適用可能となる汎用的な評価手法の提供すること」を基本としている。

SIAMPI は、FP の枠組みや各国の政策で資金提供されているナノテクノロジー、健康、情報技術、社会科学の 4 分野において、研究活動がもたらす社会的波及効果の発生過程を、研究者と社会やステークホルダーの相互作用に着目し分析することと、指標に基づくデータの収集の容易さなど評価の実現性やに留意し、適用可能な社会的波及効果の計測手法の提唱を目的としている。

また、SIAMPI で開発の目標としている評価手法は、研究開発の社会的波及効果の測定に直ちに適用できる「既製のツール(Ready-for-use-tool)」の提供が目的でなく、様々な評価対象に対応可能であるような社会的波及効果の測定の分析のための枠組みを提供するものとされている。³⁶

表 13 SIAMPIプロジェクトの実施体制

プロジェクト実施期間	2009 年 3 月～2011 年 2 月末
コーディネーター機関	オランダ王立人文・科学アカデミー(KNAW)、オランダ
参加機関	FONDATION MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME、フランス
	CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS、スペイン
	Universiteit Twente、オランダ
	University of Manchester、英国

³⁵ “SIAMPI final report”, Jack Spaapen and Leonie van Drooge, 2010

³⁶ Jack Spaapen and Leonie van Drooge, “Introducing ‘productive interactions’ in social impact assessment,” *Research Evaluation*, 20 (3), 2011, pp. 211 - 218.

(3) 社会的波及効果を測定するための前提条件:「建設的相互作用」

前出の先行研究³⁷によれば、社会的波及効果を測定する際に、研究成果が社会へ影響を与える経路の重要性が指摘されている。SIAMPIにおいてもこの点について注意が払われており、最終的な社会の変化にのみ着目することなくその変化が生ずるまでの過程に注視すること、及び研究活動における「研究者とステークホルダーとの間の相互作用」に注視することとされている。これらに基づき、SIAMPIでは、この相互作用を「建設的相互作用」と称し、建設的相互作用を介して発生したステークホルダーの新しい行動や従来との変化が認められた場合について、研究による社会的波及効果の発生としている。前出の「影響経路」についても考慮するとこの建設的相互作用は次の3つに区分されると仮定している。

- 直接的相互作用

対面、電話、電子メール、ビデオ会議による個人に対する直接の影響。これは、共同研究センター、研究プロジェクトあるいはプログラム、技術センター等のフォーマルで制度化されたつながりで成立するほか、契約や公式な合意文書に基づかない協力、会議への出席、偶然の出会い、あるいは個人的な交友関係等のインフォーマルなつながりもある。

- 間接的相互作用

何らかの中間的な媒体を介して形成される影響。媒体は、書籍、特許、報告書、ウェブページ、標準、実践の手順、診療方針等のあらゆる種類の文書、展示、計画書、デザイン、モデル、映像、音楽等の無機質な媒体である可能性がある。また、他者あるいは別のグループの個人である場合もある。いずれの場合でも、研究成果の利用者あるいは受益者は社会的ネットワークあるいは異なる組織のつながりを通じて研究者の活動や成果を知ることになる。

- 経済的相互作用

ステークホルダーが研究者との経済的な交換に関与するときに発生する相互作用。研究契約、資金的な貢献、研究プログラムによる貢献は資金関係の伝統的な形態である。このタイプの相互作用は孤立した状況では起こりえない。つまり、直接的相互作用あるいは間接的相互作用あるいはその両者を伴うものである。なお、資金的な相互作用は関係性の中に異なる動きを注入し、通常は他の形態の相互作用よりも研究者の活動に強いフィードバックを与えている。資金的な相互作用は、研究組織や研究計画に直接の影響を与える。

これらの相互作用が実際に働いている状況は次の例で示されている。

- 大学の研究者が政府機関の有給コンサルタントとして採用される【経済的相互作用】
- その研究者がある報告書を取りまとめそれを政府のスタッフに提出し読まれる【間接的相互作用】
- その政府スタッフの要請によりその研究者が政府の関連するスタッフとの会議を設定する【直接的相互作用】。

³⁷ “Assessing the Social and Environmental Impacts of European Research”, EC, 2005

(4) 研究開発投資の社会的波及効果の分析

研究開発投資を得て研究プロジェクト等を実施した研究グループあるいは研究プロジェクトに携わった研究者とそのステークホルダーとの関係性の分析は以下のプロセスにより実施された。

①研究開発投資を受けた研究グループあるいは研究プロジェクトの選定

研究成果が社会に与える影響が大きいと想定される人文社会科学、健康、ナノテクノロジー・ナノサイエンス、情報技術の各分野における研究グループあるいは研究プロジェクトが選定の対象とされた。これらの研究分野において、FP による支援あるいは各国政府が支援する研究プロジェクトを推進する研究グループの中から、EC の研究開発総局担当者や当該分野の有識者へのインタビューを通じて、社会的相互作用の把握が期待できるとされた研究グループと研究プロジェクトが選ばれた。なお、人文科学分野は、FP により支援されている資金そのものは少額ではあるが、社会的課題の解決に向けた研究を実施していることから調査の対象分野に加えられている。なお、事例研究の概要については後述する。

②社会的波及効果の評価のための手段と手法

SIAMPI では、研究を実施したことによる行動の変化を社会的波及効果としている。研究者とステークホルダーとの間の直接的な個人的関係は双方に行動の変化として具現化し建設的相互作用となることもあり、場合によっては関係性があつたにもかかわらず建設的な相互作用に至らない場合もあり得る。研究者とステークホルダーとの間の相互作用を分析し、さらにそこで生じた行動の変化についてステークホルダーに対するインタビューを通じ、多くの研究プロジェクトや研究グループに対する多様な社会的波及効果が特定された。方法論としてはプロジェクト評価や機関評価と同等のものである。ステークホルダーとの関係が比較的明確な研究プロジェクトや研究グループあるいは研究機関では、ステークホルダーに対する直接のインタビューで社会的波及効果の評価には十分である。他方、ステークホルダーとの直接的な相互作用が十分に明らかでないような場合には、多様なステークホルダーの間のネットワークの深いところまでたどる必要がある。

(5) ステークホルダーへのインタビュー

(2)に示したステークホルダーに対するインタビューの質問事項は、社会的波及効果の評価を行うために、建設的相互作用の仮定を反映し SIAMPI の中で開発されたものである。ステークホルダーへのインタビューは以下の目的のため実施される。

- 研究者や研究結果の潜在的な利用者とそれ以外の研究結果の受容者との相互作用のタイプを特定すること。
- ステークホルダーが研究結果を社会的目的に適用するために投入した労力を検証すること、すなわち建設的相互作用を特定すること。
- 可能であればそれらの努力による社会的な成果を特定し、可能であれば測定すること、

すなわち建設的相互作用の結果を特定すること。

- 研究者により用いられた学術研究の問題意識や分析的方法論の設定に際し、ステークホルダーが果たしたと考えられる役割の事例を特定すること、すなわち研究プロセスへのフィードバック。

ステークホルダーへのインタビューを始めるためには、まず研究グループ、研究機関あるいは研究プロジェクトに従事している研究者を選定し、研究者に対するインタビューを通じてステークホルダーが特定され建設的相互作用が分析される。

あるステークホルダーとの相互作用が確認できた場合は、さらに潜在的なステークホルダーを確認するために研究者に対して一段進んだインタビューが行われる。このように 2 つの異なる調査票を利用して広範な相互作用を確認するために「スノーボーリング(雪だるま)」方式の調査が実施される。

表 14 研究者に対するインタビュー項目

<p>1. 背景</p>	<p>① インタビューの内容全般</p> <p>② 回答者のプロフィール</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 当該研究プロジェクト/プログラムとの関わり ● 主要な仕事の内容 ● 研究プロジェクト/プログラム開始時から実施している活動
<p>2. 文脈</p>	<p>① あなたの研究に対する理解・利用あるいはインパクトがあった時に最も重要な主体は何でしたか？いくつかの具体的な事例を提示してついてお答えください。</p> <p>② その主体はどのような影響力を持っていましたか？研究課題に対して認識可能な影響はありましたか？その主体は専門的で有用な助言を提供しましたか？どのような方法で得ることができましたか？</p> <p>③ その主体があなたの知識やスキルを含む研究の理解・利用または社会的インパクトに影響を与えた場合、その影響の与え方に違いはありましたか？</p>
<p>3. 相互作用のメカニズム</p>	<p>① 直接的相互作用(個人)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● その研究が評価される前での実務者との定常的なコンタクト ● プロジェクト/プログラム等の計画立案でのステークホルダーの参画 ● プロジェクト/プログラムの実施中のステークホルダーとの直接的なコンタクト ● それらのコンタクトの研究への影響 ● プロジェクト/プログラム実施期間中及び終了後でのその関係の発展 <p>② 間接的相互作用(文書と成果物)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 特定のアウトプットの生産: 学術論文、一般向けの記事、内部文書、web コンテンツ、展示物、ガイドライン、基準、モデル、特許等 ● これらのアウトプットを創出した際のステークホルダーの役割 <p>③ 経済的相互作用</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 資金供与や共同プロジェクト等によるこの(今、評価を行っている)仕事におけるステークホルダーの関与 ● 正式な合意の下で実施されている仕事の種類
<p>4. アウトカム/インパクト</p>	<p>① あなたは社会における自分の研究成果の影響を何らかの方法で追跡調査していますか？</p> <p>② このプロジェクト/組織に従事したことで得られた知見やスキルを学術的ではない文脈で活用したことはありますか？</p> <p>③ どのようなステークホルダーがどのように便益を享受しましたか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ステークホルダーの問題を解決する手段 ● 発想の基盤、議論の正当化、行動の決定あるいは発展のため ● サービスのデザインや改良あるいは一般的な消費の素材のため <p>④ もし上記のような便益がない場合、その理由について分析をしましたか？</p>

表 15 受益者(ステークホルダー)に対するインタビュー項目

1. 背景	<p>① インタビューの内容全般</p> <p>② 回答者のプロフィール</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 当該の研究者/プロジェクト/組織との関連性と関与の状況 ● 組織内における主要な業務の領域と地位
2. 文脈	<p>① あなたが関心を持った研究成果の理解と波及効果を確認させたもっとも重要なほかの主体やステークホルダーは何ですか？</p> <p>② あなたはそのステークホルダーとどのような種類のコンタクトを行い、またそのステークホルダーはどのようなタイプの影響を与えましたか？</p> <p>③ 学術的研究のアウトカムの理解と波及効果に影響を与えたと考えられるそれら異なるステークホルダーたちの影響の与え方に差異はありましたか？</p>
3. 相互作用のメカニズム	<p>① 直接的相互作用(個人)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 研究が評価される以前における研究組織と研究者との定期的なコンタクト ● 研究プロジェクト/プログラム等の企画段階における関与 ● プロジェクト/プログラムの評価期間における研究者との直接的なコンタクト ● プロジェクト/プログラム実施中あるいは終了後におけるコンタクトの発展 <p>② 間接的相互作用(文書と成果物)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクトの実施中と前後での特別な成果: 学術論文、一般向けの記事、内部文書、web コンテンツ、展示物、ガイドライン、基準、モデル、特許等 ● これらのアウトプット創出への関与 <p>③ 経済的相互作用</p> <ul style="list-style-type: none"> ● たとえば、資金供与の契約や共同プロジェクト等によるこの(現在評価を行っている)仕事におけるステークホルダーの関与 ● 正式な合意の下で実施されている仕事の種類
4. アウトカム/インパクト	<p>① これまでの対話の中で議論してきたその関係はあなたの組織の活動に影響を与えましたか？もし影響があった場合にはどのように影響を与えましたか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3の②の特別な成果の知識は波及効果を与えましたか？ ● 研究者との契約に基づく新たな関係を通じて、研究成果は組織に実装されましたか？ <p>② 相互作用の影響を通じてだれが利益を上げ、またどのように利益を得ましたか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● あなたが直面していた問題を解決するための手段あるいは開発手段として研究を利用しましたか？ ● 発想の基盤、議論の正当化、行動の決定あるいは発展のために研究結果を利用しましたか？ ● に研究成果を利用しましたか？

(6) 大学における学術的研究の成果についての社会的波及効果の把握

オランダでは大学の研究評価には長い歴史があり、6年ごとに独自に開発した評価方式が用いて研究評価が行われている。しかし、大学における学術的な研究の社会的波及効果の状況を調べるためには、既存の評価手法では限界があると認識されていた。基本的には、(3)に示した研究者とステークホルダーとの建設的相互作用に着目するものであるが、研究成果の社会的波及効果について、まず学術的研究の枠組みにおいてスクリーニングを行い、さらに社会との関連性につなげることを目的としているものと考えられる。

新たに考案された手法は以下の4つのステップで構成されている。ステップ1~3は研究者の自己評価報告書として提出され、ステップ4は大学内部の評価委員会で検討される。SIAMPIでは、大学の研究者とステークホルダーの建設的相互作用と社会的波及効果の調査のために以下のような手法が用いられた。

(ステップ1) 社会的波及効果を有する研究グループの使命と目的の記述

- 特定の分野や社会セクターでの習熟した研究者や専門的職業人の訓練
- 特定の職業における手続きの改良
- 製造及び販売セクターのための知識の創出または新たな経済活動に向けた知識の転換
- 保健医療、教育あるいは文化等の公的セクターのための知識の創出
- 政策の立案、実装及び評価を支援する知識の創出

記述にあたり、使命書には研究の文脈が反映される。また、どのような種類の研究を実施するか、またそれがどのステークホルダーとのパートナーシップを取り込んでいるか、どのように研究グループの使命を達成しようとしているか、そしてどのような成果を上げようとしているかを示すべきである。

(ステップ2) 評価の過程で確認された社会的貢献の記述

- どのような具体的な成果が社会にとって重要とされる研究成果となるか？
- 【問2】 どのようにして社会のステークホルダーの間にその知識が普及したか？
- 【問3】 社会の一部のステークホルダーの関心と好意的な批評となったエビデンスは何か？
- 【問4】 研究結果はどのような影響を有していたか？

評価の対象となる期間を振り返り、研究により達成された実際の社会的な貢献を記述する。その際に、上記のような4つの質問事項はガイドラインとなる。一方、研究の波及効果は直ちに感じ得ないこともあり、観察可能な研究による効果を特定しようとするのは賢明とは言えない。特定の政策の変更、患者の苦痛を軽減する新規治療方法、特許料収入、有効なスピノオフなども記述され得る。

(ステップ 3) 社会的関連性の指標に基づくリストの作成

- 研究成果の一覧
- 社会のステークホルダーの関心と好意的な批評の度合い
- 研究成果の具体的な活用

社会との関連性における研究グループの成果は指標を用いて取りまとめられる。ステップ 2 に示したどの特徴的な結果も、自分の研究領域でふさわしいとされている指標を用いて集計する。指標は文脈に依存するものであり、それゆえに他の研究グループや異なる領域の研究者が用いる指標と異なっても差し支えない。指標は、ある領域での知識の普及を反映するものであり、ステークホルダーの関心は別の領域となり得る。

(ステップ 4) ピアー委員会による研究の社会的関連性の評価

- 社会的問題やセクターを理解するために専門家を評価委員会に招へいし同席を求める
 - 評価プロセスの一部として、ステークホルダーと評価委員とのラウンドテーブル・ディスカッション
 - ステークホルダーに追加的な調査の依頼
- ステップ 2 及び 3 で提示されたエビデンスに基づき、評価委員会で研究の社会的関連性を評価する。

(7) 事例研究の概要

以下の4つの研究領域ごとに、それぞれ研究機関、研究プログラムあるいは研究プロジェクトを複数選択し、上述の手法を用いて事例研究が実施された。建設的相互作用と社会的波及効果について考察が行われているが、評価のプロセスでインタビュー調査が主要なツールとなっていることから、一部を除き具体的な指標の提示事例は少なく定性的な分析となっている。

① 人文社会科学

【分析の対象機関】

- 英国の経済社会研究評議会 (ESRC: UK Economic Social Research Council) により資金を供与された大型研究イニシアチブとスペイン科学研究評議会 (CSIC: 追記) の人文社会科学部門の研究グループが事例研究の対象とされた。
- 英国とスペインは異なる評価方法と異なる研究資金供与の仕組みを有している。英国では、波及効果の評価と研究の波及効果へ着目することが、以前より英国の研究政策の定義と実装にあたり根幹となっており、ESRC における専門的能力が資金供与の政策とその実装に反映されている。一方、スペインではそのような定式化された波及効果の評価はなく、定型的なプロジェクトは実施されていない。

- ESRC について、研究センター (Research Centre) の社会的波及効果の分析を行うこととし、Centre for business Relationships, Accountability, Sustainability and Society (BRASS) が対象とされた。
- CSIC については、以前の研究に基づき、広範な人文社会科学の領域で、学術的研究以外の活動も明らかに実施している 15 の研究グループが分析の対象とされた。

【建設的相互作用】

- 英国とスペインの事例の両方に建設的相互作用が認められた。
- CSIC では、直接的なインフォーマル相互作用が非常に重要でありまた長期的である。20 年以上にわたりステークホルダーと相互作用のある研究者も多い。
- BRASS では多くの相互作用がセンターの設立と同時に始まっており、研究者は開始以前の状況を知らない。

【社会的波及効果】

- BRASS で開発された社会マーケティングの手法は、草地火災削減に有効で、ウェールズ地方の消防事業に貢献した。
- スペインでは 16 世紀の音楽の発見、翻訳、出版を通じて文化遺産の保護に貢献した。この波及効果は非常に多くのステークホルダーに及ぶものではないが、過去の文化を保護し、オリジナルの内容を現在に伝承したことは評価される。

【結論】

- 英国の事例は異なる専門職の仲介が認められる典型であり、一方でスペインの事例は相互作用が直接的であり、研究者とステークホルダーとの長期間の相互作用に基づく。SIAMPI の手法では、このような異なる相互作用を見出したが、なぜ違いが生ずるかについては説明することができない。

② 健康及び医療研究

【分析の対象機関】

- オランダ・ライデン大学メディカルセンター (LUMC: Leiden University Medical Centre) .: 治療、教育、研究が複合して実施されており、婦人科、解剖学、公衆衛生の 3 つの部門が事例として選ばれた。

- オランダ健康サービス研究所(NIVEL):健康管理やそのためのサービスの政策あるいは専門家を対象とした応用科学研究を目的とする非営利の研究機関である。

【建設的相互作用】

- NIVELは政策志向の研究機関であり、またネットワーク型の組織であることを使命としているため相互作用はLUMCに比べ頻繁である。一方、LUMCで幹細胞の研究を行っているグループは国際的なコミュニティの中での情報共有が使命となっている。しかし、これは基礎研究でありまた臨床研究でもあることから、一般市民や患者のグループなどのステークホルダーとの相互作用には慎重になっている。
- 研究機関の使命と関連して、ステークホルダーのネットワークとの相互作用の程度や強度は異なっている。NIVELでは、組織としての研究テーマあるいは個人の研究テーマの設定では、ファンディング機関をはじめとした多様なステークホルダーとの相互作用が見られる。LUMCの科学研究部門でも類似の傾向が見られる。一方、高齢者の健康管理が主要なテーマとなっているLUMCの公衆衛生部門では、開業医、介護機関、地域の保健当局などの限定されたステークホルダーとの相互作用が見られた。
- 相互作用への影響には3つのパターンがある。①研究テーマの設定では公的あるいは民間のファンディング機関が主要なステークホルダーとなる。②研究者自身がステークホルダーのネットワークの中で主要な位置を占めている。③相互作用の内容や影響度によっては、ステークホルダーと研究者との間の関係が台頭でなく、力関係の強弱が見られる場合がある。政策立案の機微な事項や医療ガイドラインの設定の事例に見られる。

【社会的波及効果】

- 健康分野における社会的波及効果は、ステークホルダーの行動の変化ではなく、むしろ政策や専門的な知見の一時的あるいは日々の積み重ねによる効果が決定的となっていることもしばしば観察できる。
- 社会的波及効果が、研究結果が論文として公表された後でのみ確認されることもある。従って、報告書、論文あるいはその他の研究結果に対する社会的な反響の分析に基づく社会的な波及効果の代理指標が利用できる。この目的のために、単に科学的な論文だけでなく、より広範な研究結果も蓄積しているデータベースを活用したビブリオメトリックスの手法が開発された。NIVELの事例について分析を行ったところ、多様な領域に異なる関心を有するステークホルダーの存在がわかった。

- 大きなネットワークのなかで実施された研究は、研究者とステークホルダーとの間の建設的相互作用を超えた相互作用を起こしていると思われる。ステークホルダーの間で発生する研究成果の波及効果は、インターネット上で測定することが可能である。
- 開発された手法は、文脈的応答分析(CRA: Contextual Response Analysis)とよばれる。この手法は、インターネットを利用した公表論文やプレス発表、その他のオンラインドキュメントあるいは1つ以上の検索エンジンで書かれた文書を記録し、公表論文のURL、あるいはユーザー/URL が関与したドメインやサブドメインによる出力による URL を分類するものである。この手法は、特定の文書などの利用頻度に関するレスポンスや利用者の分析を可能としている。

【結論】

- 研究成果の社会的波及効果はすぐに実現するものでなく、ステークホルダーと研究者は、むしろ波及効果が得られるようにするために建設的相互作用を求めるようである。特に健康の領域では、組織の内部あるいは外部の枠組みの中で相互作用が起きることが多い。研究プロジェクトを立ち上げる際の課題設定において、相互作用を活性化するためには組織的な枠組みが決定的である。ステークホルダーと研究者との間の力関係を維持するために、よい枠組み事例によればチェックとバランスの維持に注意を払っている。ファンディングにおける主要な立場という意味で、企業や政府は相互作用にとって主要な主体となる。一方、研究者もまた主要な立場にある。それというのも、ステークホルダーは一般に研究の経験がほとんどないからである。
- プロジェクト単位でのインパクト分析として、たとえば文脈的応答分析(CRA)は、波及効果を特定できるだけでなく、ステークホルダーや相互作用のネットワークの外側にいるステークホルダーの所在する位置を特定するために有用である。

③ ナノサイエンス・ナノテクノロジー

【分析の対象機関】

- フランスの国立科学研究所(CNRS: Centre National de Recherche)とパリ第6大学—マリーキュリーのスタッフで運営されるパリ・ナノサイエンス研究所(INSP: Institute des Nanosciences de Paris)

- パリ第 11 大学(オルセー)の分子光物理学研究所 (LPPM: Laboratoire de Photophysique Moleculaire)とフランス・ミュールーズの物理電子スペクトロスコピー研究所による「分子ナノサイエンス・グループ」
- ナノテクノロジーの国家コンソーシアム「NanoNed」に加盟しているオランダのトゥエンテ大学のグループ
- オランダのアイントホーフェン工科大学の電子工学科

【建設的相互作用】

- この領域の研究者とステークホルダーの相互作用の特徴は、非常に幅広いネットワークと一時性にある。ステークホルダーは、直接的あるいは潜在的に相互作用を行いあるいは成果を取り込む主体となっており、ステークホルダーの境目は、グループが実施している研究の内容に依存する。
- たとえば、ナノエレクトロニクスの基本的な現象について研究しているグループにとって実際に主要なステークホルダーは他の研究グループである。そして、潜在的なステークホルダーで最も近い所に位置するのは応用研究のグループであり、このグループは研究と産業化の境界領域で活動を行っている。さらに、実用化についての研究を行っているグループが実際のステークホルダーとなる。
- この領域の研究の建設的相互作用は、応用研究のグループあるいは産業での理解といったコミュニケーションを通じての理解が得られない限り社会的波及効果に至らない。つまり、社会的波及効果は、基礎研究に始まり、応用研究を介しての産業化プロセス、製品開発、市場への導入という長いプロセスを通じて達成されるからである。すなわち、基礎研究の実施者とエンドユーザーの間には直接的な建設的相互作用はあり得ない。

【社会的波及効果】

- 知識、部品や製品を介して供給者と顧客との間に存在するサプライチェーンもステークホルダーのネットワーク構成と関連性がある。

【結論】

- 特に記されていない

④ 情報通信技術

【分析の対象機関】

欧州では ICT の研究に多額の研究開発投資が行われており、ICT の公的研究プログラムは国レベルでも EU レベルでも主要な研究プログラムとなっている。

- 英国で継続的に実施されている社会への応用研究である e-science プログラムとデジタル経済プログラムを対象に、特にダンディー大学との協力関係の下ニューカッスル大学がハブとなって実施されている「デジタル経済を通じた社会関係」の研究に着目
- 英国の工学物理科学研究会議 (EPSRC: Engineering and Physical Science Research Council) の評価ユニットと ICT ユニット、医学研究会議 (MRC: Medical Research Council) の評価ユニット、並びにファンディング機関であるビジネス・イノベーション・技能省 (BIS: Department of Business, Innovation and Skills) は主要なステークホルダーであり、インタビューを実施した。また、マンチェスター大学 ICT 学部のシニア・スタッフとステークホルダーの関与と社会的波及効果の測定について意見交換を実施した。研究プロジェクトについての事例研究は、マンチェスター大学、ニューカッスル大学、ダンディー大学で実施した。
- オランダ・アムステルダム自由大学のインフォマティクス学部において実施されている研究プロジェクトのうち、コンピュータ科学と情報通信技術の研究の中でも理論的な研究プロジェクト
- コンピュータ科学のスタッフは経済学者や社会科学の研究者との学際的な連携がある。エレクトロニクスの多国籍企業の研究ディレクター、非営利 ICT プロバイダーの代表、元ベンチャー企業のプログラマー、大学メディカルセンターのスタッフがステークホルダーと認められた。
- EU レベルの研究活動についての事例は、社会的波及効果の評価が行われえた FP のプロジェクトと、IST プログラムの下で実施された ICT の研究プロジェクトのうち過去に研究のインパクトの事例研究が行われたものの中から、ステークホルダーと建設的相互作用のメタ評価を実施
- 欧州委員会 (EC) の情報社会・メディア総局 (GD InfSo: Directorate General Information Society and Media) に対し、Vision 2020 にむけた ICT 研究開発と展開ならびに実施された研究と試行に関する波及効果の評価についての調査。また、ICT の応用分野 (IST プログラム) における大規模研究プロジェクト (特に、AVANTI と IMAGINE) に関する詳細な波及効果評価の事例研究の2次データの検証を実施

【建設的相互作用】

- ICTの研究領域では、非常に多くの建設的相互作用が見られた。英国の事例では、健康管理プランナーのような職業グループと老人・認知症患者やその家族を支援する団体のような組織、大小の企業と地域の経済開発主体がステークホルダーとなっている。同様にオランダでは、多国籍企業、ICTや通信のソフトウェアとハードウェアの中小企業、政府機関、鉄道や造船の企業、被褥団体がステークホルダーとなっている。また、英国とオランダの双方で、ICT以外の学術コミュニティもステークホルダーとなっている。EUレベルでは、規模の異なる多くの企業、ICTの開発主体と応用主体、地方政府などがステークホルダーとなっている。
- ICTの応用研究は、研究プロジェクトの立ち上がり自体が建設的相互作用の発端となっている。この相互作用では、大学とECの担当者、利用者グループ、専門的助言グループの相互作用で構成されている。こうした相互作用がなければ、利用者コミュニティで実際に利用されるような研究の成果に結びつかない。
- ステークホルダーとの相互作用は、研究プロジェクトの進行中のほか、研究プロジェクトの終了後に起こることもあり、それが重要な社会的波及効果を生ずることもある。たとえば、研究プロジェクトには関与しなかった企業による商用化がある。

【社会的波及効果】

- 研究プロジェクトの波及効果は、その研究プロジェクトの内容にもよるが5年から10年程度である。
- ICTの研究による社会的波及効果は多様でありその範囲も広く、単に製品やサービスだけでなく、健康管理や環境の領域では、市民と政府との関与の在り方についても適用可能となる。社会的波及効果には、このほかに安全への波及効果や地域文化への波及効果も含まれる。このほかに、意思決定などの政策への波及効果や社会科学におけるデータベース分析等の学術的波及効果もある。

【結論】

- 社会的波及効果を達成することを強い動機とする研究者がいる一方で、研究成果を第一と位置づけ、研究の社会的あるいは経済的波及効果をあまり重視しない研究者もいる。実際に、英国の事例では社会的な波及効果を達成するために多層化したステークホルダーの関与の下に研究が企画されたものもある。オランダの研究者は、英国よりもさらに研究成

果の方を重要視している。EU のレベルでは、研究の社会的波及効果の達成を望みながらも、この分野の研究の進展が急速であることから、次の研究プロジェクトや地方政府における優先度の変化の注視を必要とする研究者が見出された。

- 社会的相互作用は不明瞭であって、そのアウトカムが見えるには中期以上の期間が必要である。研究者も研究には集中するが、社会的波及効果にはあまり関心がない。研究の社会的波及効果について理解するためには、企業、非政府機関、あるいは政策に関与する主体からの働きかけが必要であるかもしれない。そのような相互作用を機能させるためには、意思決定、政策手段、規制あるいは、研究プロジェクトを実施している機関とは直接の関与をしていないが研究成果を活用し商用化を行っている企業の役割が必要となる。
- ICT は非常に影響力の強い技術であるから、その波及効果は非常に多岐にわたることになり、エンドユーザーにとっても波及効果がよくわからないことが多く、従って波及効果を測定することが難しい。EU のレベルでは、研究の成果、新製品、スピンオフ企業、雇用の拡大の把握に大きな関心が寄せられてきていたが、たとえば市場と規制条件のような達成した波及効果の文脈における関係性についてはほとんど関心がなかった。一方、プロジェクトの選択についてみると、コンソーシアムの構成員に多大な関心が寄せられていることから、建設的相互作用を理解することは、プロジェクトの評価を行う際に潜在的な利点を有している。

(8) 研究開発投資の社会的波及効果に関するまとめ

研究開発投資の経済的波及効果に比べ、社会的な波及効果は社会の多様な局面に影響を与えることからその把握が困難とされている。また、実際に先行研究も数が限定的である。

EU の FP7 の下で実施された研究プロジェクト SIAMPI では、大学や研究機関等の政府の研究開発投資で研究を実施し、その研究が社会に与えた影響を見ることで社会的波及効果の評価を試みたものである。前述のとおり、実際に研究を実施した研究者とその研究者を取り巻く多様なステークホルダーの関係性に着目し、「建設的相互作用」の仮定し、多様な「影響経路」による相互作用を介して発生したステークホルダーの行動様式の変化をもって社会的波及効果の測定を試みたものである。

社会的波及効果の汎用的な測定を意図していることから、多様なステークホルダーの発掘を目的とするインタビュー調査であり、手法自体は従来の研究評価の手法と大差がなく、新規性は「建設的相互作用」仮説に基づくインタビュー項目と考えられる。

事例研究を見ても分かる通り、実際に施行された限られた4つの研究領域それぞれに建設的な相互作用も異なり、また必然的に社会的波及効果も異なっている。このことから、研究開発投資の社会的波及効果を一般論として論ずることは難しく、評価の対象を明確にし、限定的な評価対象についての社会的波及効果を測定する試みが必要と考えられる。

(9) 海外往訪調査の結果概要

本調査の実施概要は表 16 の通り。

表 16 ヒアリング概要

対象者	Jack B. Spaapen, policy advisor and executive secretary of the Humanities Council, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW) Leonie van Drooge, Researcher, Science System Assessment, Rathenau Institute、他 1 名 (KNAW のインターンが参加)
-----	---

ヒアリング調査結果

【オランダにおける標準的評価手順(Standard Evaluation Protocol)】³⁸

- オランダでは、公的な研究開発投資による研究開発を評価するシステムは 1 つに統一されている。大学及び学術研究機関、独立した研究所、民間研究所等の研究機関が評価の対象になる。
- 評価の基準は、研究の質、研究の生産性、社会的関連性、実現可能性(feasibility)、組織の管理方法
- 評価を受ける側は、これに沿ってデータを収集・整理して自己評価を行い、事前に評価委員会へ提出する。評価委員会は、他国の研究者・専門家も含まれる。
- 評価委員会は提出されたデータを確認した後に訪問調査を行う。
- 評価結果は 5 段階で示される。評価結果が悪かった場合も、単に悪いという結果だけを示すのではなく、なぜこのような評価に至ったのか、その経緯も開示している。

【研究の質と生産性の評価】

- 研究の質や生産性については、色々な議論を経て判断される。全ての研究は上記 4 つの評価基準に適合しなければならないが、詳細な指標は各分野別に策定する。
- 例えばバイオメディカルサイエンスと自然科学分野では、ライデン大学に研究機関を擁しており、そこで標準的な評価方法の開発を行っている(当該分野では 10 から 11 程度の指標がある)。そこでは、論文数や論文のインパクト、当該分野での(評価機関の)位置付け、などが指標として挙げられる。

【社会的波及効果の評価】

- これらの項目の中で最も評価が難しい。この評価体系を開発して行く上で 2 つプロジェクトが

³⁸ (「標準的評価手順:Standard Evaluation Protocol」の詳細については、P. 2-71「【参考】社会関連性の評価: ERiC (Evaluating Research in Context)」を参照)。

進んできた。1 つが ERiC であり、もう 1 つが Sci_Quest である。両方とも基本的な考え方は同じ。

- 社会的インパクトは 2 つの次元で考えることが出来る。1 つは伝統的なやり方で、研究者のコミュニティへの影響を測定するものである。もう 1 つは産業界や政府機関、NGO など非科学コミュニティへの影響である。研究機関は次世代の人材育成にも関係する。
- ここでの指標はそれぞれの研究機関から提出される。また、上述の評価委員会に出席される方々には、産業界や政治関係者など様々な立場からどういう社会的インパクトがあるか、フィードバックがある。
- 各分野別にプロファイルされていて、ある分野では産業界への影響が強い、あるいは政治的などところへ影響が強いということがある。
- 指標の開発にはボトムアップ的なプロセスも含まれる。我々は研究者コミュニティとの対話を通して、研究者が産業界や政府など、どういう社会との関わりに興味を持っているか、またどのような活動が行われているかということから指標の開発を行う。
- 具体的な指標は分野によって異なっており、分野間での比較は難しい。ただし、まったく異なる指標を用いている場合でも、共通の土台を見つける試みは行われている。どの分野にも共通して適用できる 3~4 の指標と、その分野に特有の指標を 1~2 つ設定することが多い。
- 社会的な効果が発生するまでにはタイムラグがあるが、その長さは分野によって大きく異なる。社会的影響について、研究機関に何が最も重要かと尋ねた結果、いくつかの指標について同意が得られた。
- 基礎研究領域の社会的インパクトの評価方法について。例えば、法学の場合、弁護士は法学の実学的な部分について継続的に学ぶ必要がある。このようなニーズに応じて行う実務家教育(post-academic education)は法学の社会的インパクトの一つと言えるだろう。
- また、哲学の場合には先述のような教育に加えて、もっと範囲の広い、例えば現代社会について哲学的な側面から見るプログラムを用意することも考えられる。
- その他宇宙工学の場合は、子ども達に対して先端の科学知識を伝える取組みが社会的インパクトとして考えられるのではないだろうか。米国の例を見ると、NSF のファンドを獲得したプロジェクトは、このような子どもたちへの科学技術の普及啓発の取組みが義務付けられている場合がしばしばある。これも社会的インパクトを狙ったものだろう。

【研究分野間での社会的インパクトの比較可能性】

- 分野によって社会的インパクトの指標は異なるため、分野横断的に比較することは非常に難しいだろう。分野別の予算配分を考える際に最も重要なのは社会におけるニーズであり、これはその研究によってもたらされる社会的インパクトと関連する。しかしながら予算配分といった政策的な判断は、社会的インパクトだけではなく他の様々な要素にも関わってくる。
- 論文数などで指標化できる研究の質であっても、分野に依るところが大きく、比較は容易ではない。

- 指標を策定するには、当該分野における研究者の中でコンセンサスを得ることが何よりも重要である。関連しそうな指標を見つけて 3~4 つの評価基準にグループ化するというプロセスを踏む。
- 指標よりも重要なのは、評価委員会による活動だろう。委員は、その分野で高く評価されている方々であり、指標となるものは何か、またそれがどういうデータに基づいているかを検討する。
- 以前、分かり易く収集しやすい指標データの体系を構築したこともある。一方で、SIAMPI プロジェクトで用いた「建設的相互作用」の指標を策定するためには、研究者コミュニティだけでなく様々なステークホルダーの期待や関係性などを見つけ、そこから妥協点を見つけていくことになる。
- 建設的相互作用には会議や打合せなどの直接的相互作用、メディアを通じた間接的相互作用、金銭面での援助など経済的な相互作用の 3 種類がある。毛円説的相互作用についての考察は、調査対象とした 4 分野すなわち、人文社会科学、健康、ナノテクノロジー・ナノサイエンス、ICT のそれぞれ分野ごとに最終的に合意が形成された。
- 建設的相互作用と社会的波及効果を明確に分けるのは非常に難しいが、建設的相互作用が社会的波及効果を引き起こすため、建設的相互作用は社会的波及効果を測定する上での代替指標と考えることもできるであろう。
- 科学的インパクトは論文数や引用数など定量的な指標の変化を通じて計測することが可能である。一方で、社会的波及効果は社会で発言する様々な変化と捉えることも出来るが、社会における変化は長く複雑なプロセスを経て起こるものであり、その変化を一つのある特定の研究の成果と結びつけることは難しい。重要なことは、社会的波及効果に至る建設的相互作用の過程を上手く図式化し、そこから指標を考えることである。

【SciSIP プログラムとの関連性】

- 建設的相互作用は外部からは予想もつかないところで現れることがあり、研究者自身の研究プロジェクトに対する責任感に焦点を当てて、どのような社会的貢献を考えているのか、どういったインタラクションをするのか、等の質問をするのが良いだろう。
- 研究者に自分の研究がいかにか社会的インパクトを生むのか認識してもらうために啓発活動を行うことも重要。
- オランダ政府の研究開発投資の方針も変わりつつあり、今までは研究分野別に強い大学へ資金配分をしていたが、現在は産学連携やセクター間、地域間での連携などが重視されている。そのため、政府の関心も経済的な側面からこれらの連携が上手く行っているかどうか、というところに移りつつある。文化的・社会的側面については議論しているところである。産学連携は分野によって様々であるが、化学の場合は 1970 年代から始まった。
- 今までの成果として 2 冊の本を出した。科学的なインパクトに加え、経済的・文化的・社会的インパクトも同じシステムの中で評価する方法について記載している。

- オーストラリアの RQF(Research Quality Framework)は 25 分野でそれぞれの研究の質を評価するシステムを構築している。
- 社会的波及効果は、従来は研究者の仕事ではなく、個々の研究者の研究成果を大学側がまとめて出版するなど大学組織など管理者の仕事であると考えられていた。
- 近年は研究者個人の努力も見られるようになってきたが、研究者によって社会的インパクトを生み出さなければならないという責任感やそれに向けた努力の程度はそれぞれ異なるということは考慮すべきである。
- 我々は、各研究機関等に対して社会的インパクトに関する指標の収集・整備を進めてくださいと伝えている。実際の問題として、SIAMPI プロジェクトや ERiC プロジェクトにおいてデータを収集することが非常に困難であった。

【インタビュー調査のまとめ】

- 社会的波及効果を測定・評価するための項目と指標を全ての科学技術分野において統一的に適用することは難しい。
- 各分野における評価指標を策定する際には当該分野の研究者のコンセンサスを得ることが重要であり、そのためには、学会や産業界の該当する分野において評判の高い人物で構成される委員会を設置し、幅広い視点から検討を行うことが有効である。
- 評価指標を策定する際には、それに関するデータの収集可能性を十分に考慮した上で行うことが重要である。
- このような活動の目的の 1 つは研究活動の質の向上にあることから、指標策定に当たっては研究者のモチベーションを十分に考慮するために、当該分野の研究者がどのような社会貢献を考えているのかという点についても情報を収集することが重要である。これに併せて策定した指標を研究者に使ってもらえるような普及啓発活動を行うことも有効である。
- 分野間での評価の品質を担保するために、インタビュー項目等の評価手順を標準化・マニュアル化することが重要である。

【参考】社会関連性の評価：ERiC (Evaluating Research in Context)

オランダでは、KNAW を中心として 1980 年代より政府等機関から研究開発の活動資金を得ている大学等の研究機関に対し研究活動の評価を行っている。現地でのインタビュー調査を通じ SIAMPI において採用された手法もその研究評価の延長線上にあることがわかった。ここでは、インタビュー調査の補完のためオランダにおける公的な研究開発の社会的波及効果の把握に向けた取り組みについて概要を記す。

1. 標準的評価手順(SEP)

オランダの大学や研究機関に対する研究評価は共通化されており、これは標準的評価手順(Standard Evaluation Protocol: SEP)とよばれている(コラム1)。

研究活動は、「質(Quality)」、「生産性(Productivity)」、「社会的関連性(Societal Relevance)」、「活力と実現可能性(Vitality and feasibility)」の4つの基準に従って評価される。

なお、社会的関連性とは、「社会の様々な活動分野(産業、教育、政策立案、ヘルスケア等)の発展や理解促進への貢献度や社会的課題(環境問題、社会的一体等)の解決への度合い」と定義される。

公的な研究の社会的波及効果に関する関心が高まる中で、SEPにおいても「社会的関連性(social relevance)」が重要視されることとなり、その評価手法を高度化するためにERiC(Evaluating Research in Context)プロジェクトが開始された。2010年には「Evaluating the Societal Relevance of Academic Research: A guide³⁹」が公表されている。

2. ERiC における社会的関連性の位置づけ

社会的関連性については、以下のように述べられており、SIAMPI における「建設的相互作用」の原型と考えられる記述がある。

- 社会的関連性は、研究の貢献度と社会的分野と応用分野の発展の認知度、達成すべきゴールと問題の解決度合いによって決定される。
- 研究が社会に対して影響力を持っているならば、研究者とステークホルダーとの間に何らかの相互作用があるはずである。
- その相互作用は、共同プロジェクトやネットワーク、共同研究グループ、研究参加者などの人的接触や、研究の進行過程において出版物や人工構造物、資金や直接参加、設備の共同利用などステークホルダーを通じた貢献度などがあるはずである。

³⁹ 上述の標準的研究評価手順による評価と大学等研究機関における自己評価の方法を示したガイドブック。URL http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_83CECZ_Eng

3. 社会的関連性の評価手法

社会的関連性の評価は次の4段階で行うことが提案されている。

- ① 研究グループの任務や目的の特徴を述べ評価する。
何を実施する予定であるか、またそのために採用されている戦略に着目し評価する。
- ② その研究によって実際にどのような社会的貢献があったのか以下の4つの視点から記述する
 - 研究成果のうち、社会にとって重要な意味を有する実質的な成果は何か？
 - ステークホルダーにその知識がどのように普及したか？
 - ステークホルダーの興味やステークホルダーの評価を示す証拠(エビデンス)となるものは何か？
 - 研究成果は、最終的に社会に対してどのような影響力をもったのか？
- ③ 社会的関連性の指標に根差したデータリストを作成する。
研究の成果の社会的関連性を様々な指標を用いて説明する。指標の例としては、「研究結果の幅・広さ」、「ステークホルダーが示す興味・関心やステークホルダーの評価」、「研究結果の具体的な活用例」などが挙げられる。
- ④ 評価委員会等がその社会的関連性に関する自己評価に対し意見を述べる。
評価委員会には社会問題及び該当する分野の専門家を招く。また、ステークホルダーとの会合を持ち、彼らからの意見を収集することも有効である。

4. 社会的関連性の評価指標

ERiC で提案された「社会的関連性」の指標の例は以下のとおりである。学問分野により指標が異なるほか指標の数も異なっている。

5. 評価手法における課題

研究と教育の関連性について、学生の研究への参加度をどのように評価するかについては考慮の余地があるとされている。また、研究の社会的影響力には倫理的な側面も当然のことながら含まれるが ERiC ではここまでの議論には至っていない。

また、研究成果が目に見て取れる社会的波及効果、すなわち社会の変化やステークホルダーの行動変容等に至るまでに学問分野によっては非常に長い時間がかかることがある。一方で、本評価手法は標準的評価順(SEP)に適用することを目的のとしており、当該手順との一貫性を保つためには定期的な評価の間隔である6年間の波及効果しか考慮できない。

表 17 主な学問分野ごとの社会的関連性の評価指標例

社会的関連性の分類	指標
【法学】	
指標は特定の分類に区分されない	評価の高い学術誌への論文投稿 法律実務や政策に関する諮問委員会のメンバー 本務以外での法律実務に関する仕事 実務家教育
【電気工学】	
知識の流通	産業界へ輩出した博士課程修了者 産業界へ輩出した修士課程修了者 概念実証 40 学術会議への出席
ステークホルダーの関心	評価の高い学術誌への論文投稿 法律実務や政策に関する諮問委員会のメンバー 本務以外での法律実務に関する仕事 実務家教育
研究成果の活用とインパクト	新製品の市場投入 産業界への技術移転 特許
【建築学】	
知識の流通	専門書籍、一般書籍、展示会への出展 等 技術や製品、技術基準等の普及 コンサルティング、助言活動 教育や国民的な議論に対する貢献 専門家の育成、卒業生の輩出 実務的な課題に対応した修士論文や卒業制作
ステークホルダーの関心	研究対象としている産業分野の実務経験を持つ研究者の数 社会的課題に関する公的資金の獲得 潜在的な利用者からの委託研究 社会一般のステークホルダー 一般企業等、非学術的な組織とのコンソーシアム
研究成果の活用とインパクト	研究成果の活用による収入 国民的議論や公的なメディアにおける存在感

40 製品のプロトタイプ開発など、理論の実用化を実証すること

【参考:標準的研究評価手順(SEP)】

オランダの高等教育・研究機関は 1990 年代より政府機関等から得た活動資金を用いて自律的な研究活動を行っているが、その代わりに研究成果が要求水準に達していることを示すことを求められてきた。このような要請の下で、研究評価の仕組みが開発されたが、時間の経過とともに外部の関係者(国民・政治家)、内部(運営委員会)に対する説明責任を果たすための手段としても開発されるようになった。

オランダでは公的な研究開発投資による研究プログラムを評価する手順は統一されており、これは「標準的評価手順」と呼ばれている。2003 年以降は、KNAW 及び VSNU、NWO が公的研究機関の標準的評価手順を採用している。また、最新の標準的研究評価手順「SEP2009-2015」では PhD の訓練を含む研究プロジェクトや研究組織の評価と管理に関して、上述のステークホルダーに対する説明責任の他に、外部のピアレビューに基づき、研究の科学的・社会的関連性や研究方針、研究のマネジメントを含む研究そのものの質を向上させることを目的に掲げている。

●評価手順

標準的評価基準は、「質」、「生産性」、「社会的関連性」、「活力と実現可能性」の 4 つの評価基準で構成されている。ERiC はこの評価基準のうち、「C.社会的関連性」の高度化を実施した。

標準的評価手順における評価基準

基準	下位基準	評価において考慮されるべき側面
質	A1. 研究の質と科学的関連性	技術的側面を含む、アイデアと研究アプローチの独自性／その分野に対する貢献の大きさ／研究プログラムの一貫性／専門的な著作物の質／その他のアウトプットの質／科学的・技術的見地からの関連性
	A2. リーダーシップ	主要な研究者のリーダーシップ／(研究組織あるいは研究責任者の)使命と目標／戦略と方針
	A3. 学術的な評判	国内(国際)的な位置付け、評判／研究者の独創性・卓抜性／その分野における研究結果の影響の大きさ
	A4. 資源	人材／資金援助の方針と収益性／研究施設との関連性
	A5. PhD の訓練	目的と組織の包理／研究プログラムの構造／管理／教育資源
生産性	B1. 生産性に関する戦略	生産性の目標／著作物の戦略／ペナルティ
	B2. 生産性	論文等著作物と博士論文／専門的な著作物／広範な聴衆者向けの成果物／第三者による研究施設の使用
関連性	C. 社会的関連性	社会への貢献(社会におけるステークホルダーと研究の関連性、社会問題に関する議論への貢献度)／社会的影響(ステークホルダーや政策過程などに与える影響)／研究成果の流

		通・技術移転
活力と 実現可 能性	D1.戦略	計画の戦略性／投資と他組織との協働／将来や全体に対する研究テーマ／予想される社会変化に対する、研究の妥当性と期待度
	D2.SWOT 分析	組織や研究プログラムにおける強み／弱みと、外部環境の変化による機会／脅威の分析
	D3.財政的な安定性と持続性	研究施設／財政資源／研究スタッフの競争／流動性と組織の魅力／組織内の専門家

●評価の実施方法

研究機関等は6年に1度外部評価を受ける必要があり、事前に上述の評価基準に沿って各指標に関するデータを収集し、自己評価書を作成する。その後、自己評価書を第三者で構成される評価委員会へ提出する。なお、評価委員は被評価機関の理事会によって選任されるが、被評価機関の意向も反映される。評価委員の選任に際しては、評価委員の能力、専門性、公平性、独立性を確保しなければならない。

評価委員会は提出された自己評価書を確認した後に、2日間の現地訪問調査を行う。評価委員会は、全ての評価基準において5段階による評価結果とその結果に至った根拠を開示する。その後、運営理事会は評価委員会による評価レポートと、それに対する運営理事会の見解を公開し、外部評価の約3年後、もしくは次の評価の3年前に中間レビューを行う。

インタビュー調査によると、上述の評価基準の枠組みに従って詳細な評価指標を策定する必要があるが、各基準の中で用いる指標は、当該分野に携わる利害関係者との対話の中で研究分野別に策定している。そのため、研究分野によって用いる指標の種類と数は異なる。指標の策定に当たって重要なのは「各研究分野内での合意形成」である。

大学協会 (Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten: 以下、「VSNU」と記載)、科学研究機構 (de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek: 以下、「NWO」と記載)がある。

第5章 研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定:米国の動向

(1) 概要

研究開発投資を行う連邦政府機関等の多くは、研究開発による効果を評価するために、既存の手法・知見をとりまとめたガイドライン等を作成している。この背景には、1993年に制定された政府業績成果法(GPRA)に基づき、連邦政府行政管理予算局(OMB)が、連邦政府機関のプログラムの評価を開始したことがある。この評価では、プログラムの実施主体がプログラム評価評定ツール(The Program Assessment Rating Tool: PART)を用いて、プログラムの目的の明確さ、成果の達成状況、費用対効果の改善等を実施することが求められている。各省庁における取組の多くは、この動向に呼応する形で実施されたものである。

表 18 研究開発投資を実施する米国連邦政府機関における波及効果の評価に関するガイドライン等

機関名	題名	発行年
1) エネルギー省	① Impact Evaluation Framework For Technology Deployment Programs – An approach for quantifying retrospective energy savings, clean energy advances, and market effects	2007
	② Overview of Evaluation Methods for R&D Programs – A Directory of Evaluation Methods Relevant to Technology Development Programs	2007
2) 農務省	③ Assessing the Benefits of Public Research Within an Economic Framework: The Case of USDA's Agricultural Research Service	2010
	④ Economic Returns to Public Agricultural Research	2007
3) 商務省	⑤ A Toolkit for Evaluating Public R&D Investment Models, Methods, and Findings from ATP's First Decade	2003
4) 保健福祉省	⑥ Framework for Planning for Program Evaluation	不明
5) 国立衛生研究所	⑦ Process Evaluation of the National Institutes of Health Director's New Innovator Award Program: FY 2007–2009	2011
	⑧ Evaluation Metrics Manual	2012
6) 米国海洋・大気局	⑨ Program Evaluation	2009
	⑩ National Sea Grant College Program Evaluation	2009
7) 環境保護庁	⑪ Evaluating Research Efficiency in the U.S. Environmental Protection Agency	2007
	⑫ Model Energy Efficiency Program Impact Evaluation Guide – A Resource Of The National Action Plan For Energy Efficiency	2008
8) 米国標準技術院	⑬ The Theory and Practice of Public-Sector R&D Economic Impact Analysis	2012

注) 同表には、R&Dに係る施策だけに限定しないガイドライン等(例:プログラム評価に係るガイドライン)も含め掲載している

2007年には、「科学とイノベーションのための科学」を対象としたプログラム(SciSIP)が創設された。このプログラムの設立経緯は上記の流れと異なり、2005年に連邦政府科学技術政策局のマ

ーバーガー前局長が、連邦政府による研究開発投資・科学政策の決定を支援するためのデータセット・ツール・方法論を作り出す実践家コミュニティの構築を提唱したことに端を発する。

これを受け 2006 年に、国家科学技術会議 (NSTC) の社会・行動科学・分科会の下に、17 省庁が参画する「科学政策の科学」省庁連携タスクグループ (SoSP-ITG) が設置されることとなった。2008 年に、タスクグループは、「科学政策の科学のロードマップ」を作成し、連邦政府機関による「科学政策の科学」のための長期的な取組みの方向性、そして実践家コミュニティ構築の道筋を示した。

このロードマップの中で、公的機関による研究開発投資の効果測定の問題点として、機関毎に効果測定が行われ、その方法が統一されていない点が指摘された⁴¹。また、この問題点に対する解決策として「各機関は、それぞれの使命に適用できる、知識の価値の測定手法を確認するための標準手法を試行的に開発する」ことを提言した⁴²。

SciSIP プログラムによる助成を受けた研究プロジェクトには、研究開発投資の効果測定をテーマとしてプロジェクトが複数選定されているが、これらは、ロードマップの提言を踏まえて選定されたものと推察される。なお、選定されたプロジェクトの多くは、データ・事例の収集・分析により研究開発投資の効果を測定する方法を採用している。

また、2009 年には、STAR METRICS が開始された。このプロジェクトは、米国再生・再投資法 (ARRA) 等に基づく連邦政府機関による景気回復のための補正予算のうち、研究開発の助成金による経済波及効果等の立証を目標としている。

(2) 調査対象の選定

連邦政府機関・研究機関・大学等及び研究助成機関の助成金により実施された調査研究プロジェクトの中から、研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関連性が大きいものを以下の通り選択した。

① STAR METRICS⁴³

STAR METRICSは、2009 年に科学技術政策局 (OSTP)、FDP⁴⁴、NSF、NIH、全米 6 大学の協力により開始されたプロジェクトである。このプロジェクトは、国の研究開発投資が社会経済にもたらしている効果を立証することを目的としている。

当該プロジェクトでは、次の 2 つのフェーズに分け、調査研究を実施している。

(第 I フェーズ) 完了

- ・米国再生・再投資法 (ARRA) に基づく科学関連の歳出による雇用創出効果の測定手法の確立

⁴¹ “The Science of Science Policy : A Federal Research Roadmap”, p13-14, Question4-Finding

⁴² “The Science of Science Policy : A Federal Research Roadmap”, p18, THEME 2 RECCOMENDATIONS

⁴³ “Science and Technology for America's Reinvestment: Measuring the Effect of Research on Innovation, Competitiveness and Science”の略称

⁴⁴ Federal Demonstration Partnership の略。大学で研究開発に関わる職員 (研究者、管理者等) と省庁が連携して研究開発の推進の効率化の調整を図る仕組み。

(第Ⅱフェーズ)継続中

- ・連邦政府機関による科学関連投資による効果の測定手法の開発
- ・第 2 フェーズの取組では、連邦政府機関の科学関連投資による経済的・社会的効果の測定を目的とし、以下の 4 項目について測定手法の開発が行われる。
 - 経済成長 (特許、創業等)
 - 雇用 (雇用市場における学生の動きやすさ、支援を受けた学部生・研究員数等)
 - 科学的知識創出 (論文の発表・引用数 等)
 - 社会的効果 (長期的な健康、環境 等)

② 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析

全米経済研究所(NBER: National Bureau of Economic Research)では、国立科学財団の助成⁴⁵を受け、2010年3月より、政策・経済環境の変化による市場規模、市場構造、企業のイノベーション行動の変化について、一般均衡モデルにより分析する手法の研究が行われる。この研究は現在実施中のもので、調査計画等のみが公表されている。手法は、企業単位のマイクロデータを用いて企業のイノベーション行動の変化を分析し、併せて、企業セクター全体での生産性の変化についても検討される。構築予定のモデルには、企業のイノベーション行動を促進させる要因として「グローバル化」と「政策変更」の2つが設定されている。特に、「政策変更」は、「R&D投資の税額控除」、「補助金」、「法人税」の3つの政策に着目し、これらの政策の変更により促進されるR&D、及びそれによる経済的厚生の上昇について一般均衡モデルが適用される予定である。

③ SciSIP プログラムの助成を受けた研究プロジェクト

2006年に、国家科学技術会議(NSTC)の社会・行動・経済科学分科会の下に設置された「科学政策の科学」省庁連携タスクグループ(SoSIP-ITG)では、以下の事項について検討が行われた。

- 科学政策の科学に関連する連邦政府機関の取組のレビュー
- 分析に利用可能なデータの調査
- 多様な分野の学術研究の文献統合の実施
- 連邦政府による科学政策における実践家コミュニティとツールの構築に向けた道筋を示すロードマップの作成

これらの項目の研究プロジェクトを助成する主要なプログラムが SciSIP (the Science of Science and Innovation Policy) である。このプログラムは、「科学政策の科学」の前進に資する研究に対し助成を行うことを目的としており、科学の経済的・社会的波及効果の測定に関連する研究活動等が助成対象となっている。

⁴⁵ 社会経済科学部 (SES: Division of Social and Economic Sciences) の Economics Program

(3) 事例調査

① STAR METRICS

表 19 STAR METRICS(第2フェーズ)における経済的・社会的効果の計測手法の開発状況⁴⁶

効果	取組状況
経済効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ハーバード大学のフレミング教授がMedline⁴⁷に収録されている論文と特許を連結したデータベースを開発。このデータベースを用い、次の効果を把握。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 補助金が科学技術の生産性に与える効果 ▶ 産学の知識交流による学生の就職斡旋及び発明家の連携 ▶ 連携・制度・組織・地域の要因が上記に与える影響 ・APLU⁴⁸のワークショップにおいて、計測可能な経済効果として以下の効果を確認。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 大学との連携を開始した企業の発展(投資増加、給与税増加、新規市場開拓) ▶ 産業へのコンサルティングを行う大学の教職員(報酬、無報酬) ▶ 卒業生のキャリアパス・昇進(地域の卒業生の雇用、企業規模、職位等) ▶ 大学の研究・技術支援が企業に与える影響 ▶ 技術移転・商用化に対する大学の投資
雇用	<ul style="list-style-type: none"> ・第1フェーズにおいて次の効果を計測。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 科学技術への資金提供による支援を受けた卒業生・学部生の数 ▶ 科学技術への資金提供による支援を受けた教職員の数(職種別)
科学的知識の創出	<ul style="list-style-type: none"> ・効果の測定に過度な負担を伴わないことを重視し、次の観点から検討。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 科学分野の業績の追跡調査に用いる既存手法の活用 ▶ 科学者のネットワーク化を進める新たな手法の開発促進(例:NIH が支援するフェイスブックを活用した科学者のネットワーク化促進) ▶ 最小の負担で実行可能な手法の開発(WEBの活用) ▶ 科学分野の業績と略歴のとりまとめを自動生成する手法として既存のデータベース(科学分野の出版物のデータベース)の活用
社会的効果	<ul style="list-style-type: none"> ・社会的効果として、健康増進・環境改善等によるQOL等を想定。 ・連邦政府関係機関は、これまで社会的効果を定性的に評価してきたが、これを補完するものとして定量評価手法の開発に着手。しかし、多くの手法が不均質の状況。 ・この状況を踏まえ、科学研究がもたらす広範な効果を捉える実践的な手法の開発を実施。

⁴⁶ Federal Demonstration Partnership の WEB サイトの公表資料より作成 URL: http://sites.nationalacademies.org/PGA/fgp/PGA_057159

⁴⁷ 米国国立医学図書館が作成する、医学・薬学等の文献データベース

⁴⁸ 米国州立大学・土地付与大学協議会 (the Association of Public and Land-grant Universities)

② 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析

表 20 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析⁴⁹

名称	General Equilibrium Perspectives on Innovation by Firms
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・イノベーションが促進される要因として、「グローバル化」と「政策変更」を仮定 【「グローバル化」要因】 ・「グローバル化」要因は、これが進むことにより貿易コストが低下し、国内企業に生産性向上のインセンティブを与える。この効果の波及過程について、先行研究⁵⁰において構築された一般均衡分析に基づく手法に企業のイノベーション行動を取り込んだ手法を新たに構築し、分析を行う。 ・具体的には、企業毎に異なる貿易財を生産していることを想定し、これらの貿易財の生産量は、各企業の「貿易コスト」と「生産性」によって決定されるとする。 ・各企業の「貿易コスト」は確率的に変動し、「生産性」は「イノベーション投資」によって時間とともに変化すると仮定する。 ・「イノベーション投資」は、「生産性パラメータの上昇」と「新たな企業を参入させる投資」を想定する。これらは、既存製品の改良と新製品の開発を表現する。 ・この設定の下で、効用・利潤最大化に基づく均衡を求めることにより、ミクロな企業行動の集積としての企業セクター全体での生産性を記述する。これにより、「貿易のコスト」の変動が「生産性」に与える影響を明らかにする。 【「政策変更」要因】 ・「政策変更」要因については、「グローバル化」要因と同様に、先行研究の成果⁵¹に基づき検討を行う。 ・モデルの基本は、上記と同じモデルを用いることとし、政府の行動として「R&D投資の税額控除」、「補助金」、「法人税」の3つの政策行動を設定する。 ・また、企業のR&Dのスピルオーバーについては、その変化を仮定し、分析結果がどの程度変化するかについて確認を行う。 ・この分析により、政策によって促進されたR&Dのスピルオーバー効果の変化による経済的厚生の高まり具合の違いを把握する。
研究期間	2010年3月15日-2013年2月28日
実施機関 (代表者)	全米経済研究所 (Andrew Atkeson, Ariel Burstein)

⁴⁹ 以下の URL にて公表されている資料より作成: <http://www.economicdynamics.org/News231.htm>;
<http://www.econ.ucla.edu/arielb/statement.pdf>; <http://www.econ.ucla.edu/arielb/innovation.pdf>;
<http://www.econ.ucla.edu/arielb/innovationpolicy.pdf>

⁵⁰ “Innovation, Firm Dynamics, and International Trade.” (Atkeson, Andrew, and Ariel Burstein. 2010)

⁵¹ “Aggregate Implications of Innovative Policy” (Atkeson, Andrew, and Ariel Burstein. 2010)

表 21 【参考1】「グローバル化」要因に関する先行研究

名称	Innovation, Firm Dynamics, and International Trade (2010 年)
目的	次の事項を明らかにするために、一般均衡モデルを構築する。 ▶ 貿易コストの減少が、企業の行動選択(退出、輸出、イノベーション)にどのように影響を与えるか ▶ 企業行動の変化によりマクロの経済厚生はどのような影響を受けるのか
概要	<p>【モデルによる分析】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モデルでは、まず「企業はその企業固有の技術ストックによって 1 種類の財を生産する」と仮定し、2 種類のイノベーション行動を想定する。 ・具体的には「製品改良イノベーション(企業固有の技術ストックへの投資)」と「製品開発イノベーション(新たな技術ストックを持つ企業を創出する投資)」である。 ・このモデルを用い、「貿易限界コストの変動がモデルによって計測される総生産性にどのような影響を与えるのか」について、上記のイノベーションを考慮しながら推計する。モデルにおいて総生産性を用いる理由は、総生産性と経済厚生の関係が深いためである。 ・この分析のために、貿易コストの変動による生産性の変動を直接効果と間接効果の 2 つの要素に分解する。 ・直接効果とは、「企業の退出・輸出・イノベーションの行動の固定の下で貿易コストの変動が生産性に与える影響」である。この効果は、企業の生産量に対する輸出の割合として現れる。 ・間接効果は、「貿易コストの変動による企業の行動変化が引き起こす総生産性の変化」として定義する。 ・なお、分析においてはデータを用いた実証分析は行わない。これは、モデルで定義される生産性と対応する生産性のデータが存在しないためである。 <p>【結論】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分析から得られた主要な結果は、「貿易コストの変動は企業のミクロ的行動に変化をもたらすものの、マクロの経済厚生には影響を与えない」ということであった。 ・特に定常状態においては、製品開発イノベーションによる効果が他の企業行動と製品改良イノベーションによる効果を相殺し、総生産性には大きな影響が現れなかった。 ・数値シミュレーションにおいても、企業の行動選択等に貿易コストの変動が大きな影響を与えたものの、マクロの経済厚生への影響は限定的であり、他のより単純なモデルによる先行研究と大きな違いはない結果となった。 ・従って、貿易コストの変動による企業の行動変化は、経済全体の厚生を考える上で有益な指標とはならないと本論では結論付けた。

表 22 【参考 2】「政策変更」要因に関する先行研究

名称	Aggregate Implications of Innovative Policy (2010 年)
目的	イノベーション政策の変化とそれに対する企業の反応及び、それらの結果として起こるマクロでの GDP や経済厚生の変動について分析するための一般均衡モデルを提示する。
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・理論的な検討の結果、「イノベーションに関する政策変更は新規参入企業の期待利潤の大きさの変動を通して経済全体に影響を与える」という結論を得た。 ・更に、「政策変更が経済全体に与える長期的な影響の大きさはその政策への財政支出額に正比例し、長期的影響を考える場合に個別企業の行動の変化は考慮する必要がない」ことが示された。 ・これらの結果をもとに、米国で実施されたイノベーションに関する政策のうち、次の 3 つの政策が経済全体に与えた長期的影響について比較を行った。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 調査研究に関する税額控除 ➢ 政府の R&D への財政支出 ➢ 法人税減税 ・結果として、法人税減税によって企業のイノベーションと資本蓄積を促進することが、他の政策に比べて効果が高いことが明らかになった。 ・また、パラメータをキャリブレートしたモデルによってこれら 3 つの政策による影響を数値的に検討した。 ・これにより、スピルオーバー効果が大きいほど、政策変更が長期的に経済全体に与える影響も大きいことが示された。ただし、15 年を上回る期間では、スピルオーバーの大きさは政策の効果に影響を与えなくなることも同時に示された。 ・この分析を通して、中期的に経済全体に与える影響を考慮するとイノベーション政策選択の重要性と政策選択におけるモデル分析の有効性が明らかになった。

③ SciSIP プログラムの助成を受けた研究プロジェクト

SciSIP プログラムが助成する研究プロジェクトのうち、科学技術イノベーション政策に関連性の高いキーワードを研究課題名に含むプロジェクトを調査対象として抽出した。具体的には、表 23 に示す「効果の発生源」、「効果」、「投資・政策」に関するキーワードを用い、科学技術政策研究に関連するプロジェクトのみを対象とした。

表 23 調査対象プロジェクトの抽出条件

項目	キーワード※		
	効果の発生源	効果	投資・政策
研究プロジェクトの名称に含まれる言語	<ul style="list-style-type: none"> • science (scientific) • technology • S&T (Science & Technology) • R&D • research • innovation • proposal 	<ul style="list-style-type: none"> • impact • model (ing) • return • benefit • spillover • consequence • effect • value • response • quantify • implication • database/ knowledge -base 	<ul style="list-style-type: none"> • investment • strategic • policy (policies) • predictive • government • federal • grant • fund (ing) • concept • incentive • evaluation • social (societal) • economy (economic)

調査対象プロジェクト

表に示した方法により抽出を行った結果、全体で 28 のプロジェクトが抽出され、このうち研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関連性が高いと考えられる17の研究プロジェクトが確認された。

各関連プロジェクトの研究成果等について、SciSIP プログラムの WEB サイトで公表されている情報等をもとに内容を整理した。研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関わるプロジェクトのうち、研究成果が論文・レポートでまとめられているプロジェクトについてはそれらの内容をもとに内容を整理し、それ以外のは SciSIP プログラムの WEB サイトで公表されている抄録等をもとに内容を整理した。また、残りの11プロジェクトについても、SciSIP プログラムの WEB サイトで公表されている抄録等をもとに内容を整理した。

表 24 SciSIP プログラムが助成する経済的・社会的波及効果の測定等に関する研究プロジェクト

番号	プロジェクト名	進捗	成果 ^{*1}
1	非公式ソーシャルネットワークとイノベーションの関係についての調査: ネットワークの拡大の価値の定量化	終了	抄録
2	科学イノベーション政策に対する反対・支持の政治経済的モデル	終了	抄録
3	景気刺激策としての研究への助成: 雇用レスポンスの評価	終了	抄録
4	2009 年米国の刺激策と科学政策による経済的インパクトの研究	終了	無し ^{*2}
5	革新的な地域における重要な社会的ダイナミクスを捉えるための測定基準: 科学技術政策への知見	実施中	抄録
6	イノベーションによる便益の評価指標と評価システムの検証	終了	抄録
7	景気刺激策としての研究開発資金配分が雇用及び科学的アウトプットに及ぼす影響の評価	終了	抄録
8	技術的進歩のエージェントとしての科学者・工学者: 研究開発の利得と科学・工学系労働力の経済的影響の測定	実施中	抄録
9	連邦研究投資の経済的利得の測定	実施中	レポート
10	科学の経済的波及効果	実施中	抄録
11	製薬 R&D のインセンティブに対するジェネリック医薬品の参入増加の影響の検討	実施中	抄録
12	化学における大学の研究と資金源の影響: 出版、特許、商業化	実施中	抄録
13	連邦政府による大学への研究助成のインパクト	実施中	抄録
14	生物医学研究に対する公的研究の知的・経済的波及効果	実施中	抄録
15	化学分野の研究に対する連邦政府の投資による経済的・科学的効果	実施中	抄録
16	米国経済における新製品開発の原因と影響	実施中	抄録
17	公共価値のマッピング: 科学・イノベーション政策における社会的価値の非経済モデルの構築	終了	論文
18	STICK (科学技術イノベーション・コンセプト知識ベース): 科学技術イノベーションの進展の監視、理解、推進	終了	論文
19	科学政策が科学的進歩の速度と方向性に及ぼす影響を評価する: 新しいツールとその応用	終了	論文
20	研究と技術のパートナーシップ: 戦略的関係の計量	終了	論文
21	州政府の科学政策: 政策の起源、性質、適合性及び地方大学への影響モデリング	終了	論文
22	イノベーションとテクノロジーの実装: 理論と政策への含意	終了	論文
23	研究企画案のピアレビューで社会的影響を考慮に入れるためのモデルの比較評価	終了	論文
24	科学技術エージェントの革新的データベース (STAR): 政府投資、科学、技術、企業、雇用のリンク	終了	論文
25	助成から商業化へ: 科学助成の影響を追跡、評価、計測しうる統合的データベース	実施中	抄録
26	科学分野の出現と発展の予測的モデリング	実施中	論文
27	イノベーションの競争環境の予測シミュレーションモデル	実施中	抄録
28	イノベーション政策の基本としてのシュンペーターのイノベーション理論のモデル化: 実験的なアプローチ	実施中	抄録

1. 研究開発投資の経済的・社会的波及効果の測定に関わるプロジェクト

表 25 (1)非公式ソーシャルネットワークとイノベーションの関係についての調査:ネットワークの拡大の価値の定量化

名称	Examining the Link between Informal Social Networks and Innovation: Using Netometrics to Quantify the Value of a Distributed Heterarchical Network
目的	非公式なソーシャルネットワークのイノベーションを促進する可能性の分析
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・科学者とイノベーションに取り組む者の非公式なソーシャルネットワーク (VHSN: virtual heterarchical social network)の中でのやりとりをアンケート、最先端のSN分析手法、本研究のために構築したネットワークモニタリングツールを用いて分析を実施 ・この分析により、非公式のSNの利用に関する社会心理的特徴や他の要因を把握。もしVHSNがイノベーションを促進するのであれば、低コストでイノベーションの効率化と経済成長を加速させることが可能 ・VHSNがイノベーションの前駆体となるアイデアの共有を行う場としての役割をどの程度果たすか試行 ・異なるイノベーションプロセスのために新しいモデルを開発するために、進化し続けているVHSNの概念と、既にイノベーションを促進すると実証されている公式SNの概念の試行
研究期間	2007年9月15日～2010年12月31日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	ハワイ大学研究公社 (Leigh Jerome, Brooks Robinson, Martha Crosby, Laurel King, Michael-Brian Ogawa)

表 26 (2)科学イノベーション政策に対する反対・支持の政治経済的モデル

名称	A Political-Economic Model of Opposition/Support for Science and Innovation Policies
目的	国内の政治的要因が科学イノベーション政策の設計、議決、実施に与える影響のモデル化
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・技術的变化が社会の中で政治経済的勝者と敗者を創出。これを踏まえ、科学イノベーション政策に関する勝者と敗者の行動をモデル化 ・異なる利益集団の間の争い、様々な政治的機関(議会、役員、官僚)、変化し続ける国家経済・安全保障の下における様々な政策の優先順位に対する科学イノ

	<p>バージョン政策の影響を調査</p> <p>・この研究のメリット</p> <p>○良い政策・制度が科学技術的発展の促進に失敗する原因を説明し、様々な分野(経済学、政治学、ビジネス、産業科学)において行われているイノベーションに関する議論に知見を提供</p> <p>○政策の議決と実施が正しく行われるための設計条件を指摘し、より効果的な科学イノベーション政策の議決を促進</p>
研究期間	2008年12月15日～2010年11月30日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	ジョージア・テック・リサーチ・コーポレーション (Mark Taylor)

表 27 (3)景気刺激策としての研究への助成:雇用レスポンスの評価

名称	Federal Stimulus Funding for Research: An Assessment of Employment Responses
目的	研究助成金が科学・工学分野の雇用創出に与えた影響の評価
内容	<p>・次の3つの事項について調査・研究を実施</p> <p>①景気刺激策(大学院生支援金)による科学・工学分野の雇用増大における外国人博士号取得者の影響の調査(大学等に関わるH1-Bビザ⁵²の交付状況の調査)</p> <p>②大学入学と景気刺激策の相互関係の評価、及びモデル化</p> <p>③(①、②をもとに)研究助成金の増加が大学の科学・工学研究部門の雇用・報酬・入学者に与える影響の予測</p>
研究期間	2009年6月～2011年5月
成果	抄録
実施機関 (代表者)	バージニア大学 (Sarah Turner)

表 28 (4)2009年米国の刺激策と科学政策による経済的インパクトの研究

名称	A Study of the Economic Impacts of the 2009 U.S. Stimulus Package and Its Science Policies
目的	価格理論とマクロ経済分析を用い、科学投資の効果を検証するための理論的・経験的フレームワークの提示
内容	・拡大生産関数構造とこれに関する理論的・経験的モデル(マーシャリアン非集計

⁵²建築設計、電気技師、数学、物理学、社会学、医学、保健学、会計学、商用経済学、法律、芸術などの専門分野で、専門技術・技能を持つ人が必要とされるアメリカの企業で働く場合に発給されるビザ

	型マクロ計量モデル)を拡張し、産官 10 セクターに加えて科学、医療、教育の各セクターを組み入れる
研究期間	2009 年 7 月 1 日～2010 年 6 月 30 日
成果	無し(研究代表者が研究途上で逝去したため)
実施機関 (代表者)	シカゴ大学 (Arnold Zellner(故人))

表 29 (5)革新的な地域における重要な社会的ダイナミクスを捉えるための測定基準: 科学技術政策への知見

名称	Metrics for Capturing Crucial Social Dynamics of Innovative Regions: Implications for S&T Policy
目的	地域の経済成長と開発における社会的ダイナミクスにおける主要な科学研究機関の役割の定量化と分析
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・地域イノベーションが社会経済的効果を生み出すための、地域の中で知識の移転と商業化を効率的に進める社会的メカニズムを研究 ・具体的には、技術の商業化のためには地域の科学技術の境界を超えた組織による強力な活動が重要であることから、新規事業の件数を測定 ・科学技術の境界を超えた組織、技術者と事業面での支援者を含む分野横断的・多機能的な 3 つの社会集団 <ul style="list-style-type: none"> ○地域的技術を支援する公的団体(貿易協会や起業家支援団体) ○国家組織と提携しているボランティア支部(IEEE, AeA, Sigma Xi, AWIS 等) ○システムバイオロジーやナノテクノロジーのような横断的な分野を扱う非公式ボランティア団体 ・地域の境界を越えた団体に関して次の事項の調査 <ul style="list-style-type: none"> ○種類 ○数 ○会議の頻度と出席率 ○会員の多様性 ○地域内での団体間の会員の重複 ・これらの独立変数と、新規事業の諸要素との相関性を分析(諸要素: R&D の支出管理、特許活動、ベンチャーキャピタル、地域の科学労働力の必要量) ・他の研究機関や地域が自己評価を行えるような機械学習技術(machine learning technique)に基づいた予測モデルの開発
研究期間	2009 年 8 月 1 日～2012 年 7 月 31 日
成果	抄録

実施機関 (代表者)	カリフォルニア大学サンディエゴ校 (Mary Walshok)
---------------	------------------------------------

表 30 (6)イノベーションによる便益の評価指標と評価システムの検証

名称	Testing a Metric and Evaluation System for Innovation Benefits
目的	NIH プログラムに基づき実施されたプロジェクトの評価資料のコーディングによる評価システムの潜在的利点の検証
内容	<p>・次の2つの指標群⁵³からなる既存の評価システムに基づくNIHプログラムで実施された研究プロジェクトの技術進歩状況のコード分類</p> <p>▶ 健康のアウトカムを評価する指標群(20種類の指標)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 予防介入の効果の増加率(罹病率の減少) ② 罹病率の重症度の減少率 ③ 診断速度の上昇率(検査回数や検査期間の削減) ④ 診断の正確性の増加率(誤陽性、誤陰性の削減) ⑤ 予後の正確性の増加率(期間(duration)、生活の質(quality of life)など) ⑥ 治療介入(treatment intervention)の速度の増加率(緊急処置室での待ち時間) ⑦ 治療時間の減少率 ⑧ 介入の副作用と(または)、その重症度の減少率 ⑨ 治療介入中の日和見感染の減少率 ⑩ 治療中の生活の質の増加率(侵略的な手順(invasive procedure), 外来患者のように扱われる機会の増加、主な介入時の痛みの減少など) ⑪ 介入の成功率の増加率 ⑫ リハビリテーション介入の速度の増加率 ⑬ リハビリテーションと長期介護の長さの減少率 ⑭ リハビリテーションとアフターケア期間中の生活の質の増加率(リハビリテーション中の痛みの減少、侵略的手順や外来患者のように扱われる機会の減少) ⑮ リハビリテーション(障害調整生存年)の成功率、あるいは機能障害をもたらした発作や障害の後の、身体的(視覚、聴覚、思考、動作、器用さ)あるいは精神的機能(認知処理、スピーチ、記憶)の増加率 ⑯ 病的状況(質調整生存年)を仮定した場合の平均寿命の増加率

⁵³ アウトカム指標群は、カナダ医療科学学会の白書(2008)に掲載されている以下の論文の中で紹介されている。"Metrics for the Treatment Sector or Meso Level of the Canadian Health Care System" http://www.caahs-acss.ca/wp-content/uploads/2011/09/ROI_Appendices.pdf

	<p>⑰介入後の生活の質の増加率(再発、流動の持続性(continuity in mobility)、生活様式の制約の除去など)</p> <p>⑱ヘルスケア問題の原因理解の変化率</p> <p>⑲ヘルスケア問題のサブカテゴリの増加率</p> <p>⑳ヘルスケア問題に関連する妥当な生物学的、心理学的な体のプロセスの理解の増加率</p> <p>➤ 経済的便益を評価する指標群(16種類の指標)</p> <p>①罹病発生率の低下(morbidity incidence)により削減された病気の日々の価値</p> <p>②軽度の(less severe)罹病発生率の治療コストの削減の価値</p> <p>③診断のための検査のコストの削減</p> <p>④誤陽性、誤陰性のコスト削減</p> <p>⑤無駄な介入のコスト削減</p> <p>⑥患者の待機コストの削減</p> <p>⑦成功した介入によりもたらされた生活の価値</p> <p>⑧治療期間の削減による治療コストの削減の価値(例えば病院での日々(hospital days))</p> <p>⑨介入の副作用と(あるいは)それらの進行度(severity)の治療コストの減少率</p> <p>⑩治療介入の際の日見感染のコストの減少率</p> <p>⑪侵襲的でない(less invasive)過程、病院から外患へのシフトによる治療コストの減少率</p> <p>⑫リハビリテーションとアフターケアによって削減された(saved)日々の価値</p> <p>⑬侵襲的でない(less invasive)過程、つまり病院でリハビリテーションから外患ケアへのシフトによる治療コストの減少率</p> <p>⑭リハビリテーション後によってもたらされたあらゆる可動性の価値</p> <p>⑮罹患を仮定した場合の平均生存期間の増加の価値</p> <p>⑯ヘルスケアのコストが再びかからないことと介入後の生活の質の増加の価値</p> <p>・コード分類により、プロジェクトの横断的評価、プログラム全体の評価の実施可能性の確認</p>
研究期間	2009年10月～2011年9月
成果	抄録
実施機関 (代表者)	メリーランド大学 (Jerald Hage)

表 31 (7)景気刺激策としての研究開発資金配分が雇用及び科学的アウトプットに及ぼす影響の評価

名称	Assessing the Impact of Federal Stimulus R&D Funding on Employment and Scientific Output
目的	連邦政府の景気対策基金の増額により生じた科学・工学労働市場のダイナミクスについて検討
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・次の3つの事項について研究の実施 <ul style="list-style-type: none"> ①2009-2010年に増額された連邦政府研究開発助成金について、次を評価 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 連邦政府の研究開発予算総額との対比 ▶ 政府機関のプログラムの反応と助成金受益者に与えるインパクト ②過去の経済ショックが研究開発費、企業・大学の科学・工学系雇用に与えた影響／過去の連邦政府研究開発助成金が研究開発人材の雇用に与えた影響 ③NIH・NSFによる助成を受けた研究報告と特許取得のタイミングの評価
研究期間	2009年10月～2011年9月
成果	抄録
実施機関 (代表者)	ハーバード大学/全米経済研究所 (Richard Freeman)

表 32 (8)技術的進歩のエージェントとしての科学者・工学者：研究開発のリターンと科学・工学系労働力の経済的影響の測定

名称	Scientists and Engineers as Agents of Technological Progress: Measuring the Returns to R&D and the Economic Impact of Science & Engineering Workers
目的	研究開発支出から得られる経済的利益、科学・工学分野の研究開発に従事する者、それ以外の従事者が経済的成果に与える影響を予測するためのデータセットの開発
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・以下の6つのデータセットの作成 <ul style="list-style-type: none"> ①製造部門及びその他部門の研究開発による民間企業等の収益の予測 ②研究開発ストックのスピルオーバーの評価指標による社会的な利得の予測 ③研究開発及びそのスピルオーバーが企業の特許取得・市場価値に与える影響、特許取得が企業の生産性に与える影響の予測 ④非研究開発部門における科学・工学系人材が企業の実産性・特許取得、及びその他のアウトカムに与える影響の予測 ⑤企業・工場間における科学・工学系労働者の移動、その経済的効果の予測 ⑥研究開発が多様な技能種目の労働力に与える影響の予測
研究期間	2009年10月～2012年9月

成果	抄録
実施機関 (代表者)	ハーバード大学/全米経済研究所 (Richard Freeman)

表 33 (9)連邦研究投資の経済的リターンの測定:プロジェクトの概要

名称	Measuring the Economic Return on Federal Research Investigation
研究期間	2010年8月～2013年4月
成果	レポート(ワークショップ・サマリー)
実施機関 (代表者)	全米科学アカデミー (Stephen Merrill)

■目的

オバマ大統領は、経済成長における科学技術の役割を重視するとともに、それらの研究成果が社会にもたらす効果・利益を質・量で把握することについても重視している。このような状況の下で、The National Academies は、ラッシュホルト下院議員より、連邦政府による研究助成の効果、公的助成を受けた研究成果が経済効果をもたらす要因など、多様で複雑であり、相互につながっている問題について詳細な検討を要請された。これが契機となり、研究成果が社会にもたらす効果・利益の質的・量的把握に関するワークショップが 2011 年 4 月に開催された。

■内容

このワークショップには、大学の研究者、民間企業の研究開発の管理職、政府機関の代表者等、連邦政府による研究助成に関わる人々が参加した。ワークショップには、様々な分野における研究成果の計測に関する成果を集め、討論の場に提供できるように努めた。また、ワークショップでは、研究成果の効果を測定する手法として最良のものを見出すことを目標とせず、様々な分野にわたる公的な助成に適用できる手法を幅広く提示することを目指した。具体的には、連邦政府の研究開発投資による効果として、次の効果の測定方法等について議論を行った。その結果は、レポートとしてまとめられ、公表されている⁵⁴。

このレポートの中で、研究開発による効果及びその測定手法に言及している章の要旨は、以下のとおりである。

① 国内経済及び QOL に対する効果

- ・ 知識のスピルオーバーにより特定の産業分野が高い生産性をあげることで、その分野が抱える問題を解決することができる。
- ・ R&D の経済便益は雇用の増加によっても測ることができる。
- ・ 大都市では給与、雇用、学術 R&D に正の相関がある。1%の R&D の増加が 120,000 人

⁵⁴ The National Academies, "Measuring the Impacts of Federal Investments in Research: A Workshop Summary" (出所: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13208)

の雇用を創出し、3 億ドルの所得が発生する。ただし、サイエンス都市等地域の特色や労働者の技術に偏りがある場合もあり、数値の解釈には注意が必要。

- ・ 給与や生産性は R&D の効果を見るための数値としては分かりやすい。
- ・ 科学や研究活動が人々の給与や産業の発展、特許申請にある程度の影響を与えていることは確かである。今後は、生産性に対するスピルオーバーも1つの影響要素として考慮していく必要がある。
- ・ PR (特許引用文献) が、大学や研究所の知識や技術の流れを読み解く主だった手段であるが、PR にも限界がある。なぜなら、全ての発明・発見が特許化されているわけではなく、むしろ重要な事項は企業内に留めておくことも大いにあり得るからである。こちらの方がトレンドになりつつある。
- ・ NPR (特許以外の引用文献) を調べると、企業の基礎・応用研究の動きや既存の技術課題に直接利用できるような新しい R&D プロジェクトの流れを把握することができる。
- ・ 研究者がより多くのポジティブスピルオーバーを派生するには、やはり物理的に近い所で研究活動を行う方が良い。

②生物医学(バイオメディカル)、健康研究に対する効果

- ・ バイオメディカルの分野は経済学的分析だけで測ることができない点もあるが、研究対象として最も大きな影響を生み出す分野である。
- ・ 2007 年バイオメディカルリサーチへの資金は 100 億ドルにのぼる。
- ・ 長期的には、バイオメディカルの技術は、ヘルスケア費用増加の大きな原因となっている。
- ・ 心臓血管の病気になった時、新しい技術の導入、新薬の投与、生活習慣を改めるのいずれかによって回復が見込めるとする。この場合、新薬の投与によって快復したものが 4 人に 1 人、生活習慣を改める場合だと 30 人に 1 人という結果が出た。これにより、研究が意味のあるものであることが分かる。
- ・ 公的機関の R&D は、次世代新薬のために非常に重要である。
- ・ 公的機関の R&D による健康増進効果、医療費についての研究は非常に少ない。
- ・ 国の R&D 政策に対する不安定さへの懸念がある。例えば NIH の予算の変更によって、補助金に影響が生じ、研究者のキャリアが脅かされている。
- ・ 科学産業として何をやっているのかについての情報が乏しい。国立科学財団 (NSF) でさえ、ビジネス研究開発・イノベーション調査⁵⁵の結果を十分に公開していない。
- ・ 新薬開発とバイオメディカル機器の開発の性質はかなり異なる。
- ・ メディカル機器の開発は、精密な製造能力にかかっており、これは R&D により推し進められる分野である。
- ・ 新薬の発売に至るまでに掛かる費用は上昇しているのに、市場で成功する新薬は一握りである。それでも、まだ見ぬ需要のために製薬会社は耐えており、本当に人々を助けることができるイノベーションがあれば資金も集まるはずであると考えられる。

⁵⁵ BRDIS (Business R&D and Innovation Survey)

- ・ 米国は、国として治験にもっとスムーズに参加できるようにインフラを整えるべきである。現実的に、がん患者の3%しか治験に参加できていない。
- ・ AIDS 基金では、NIH では補助を受けることができないような研究をする研究者に対して \$ 750,000 を用意している。普通の HIV のワクチンについては、多くの研究費があるが、母乳で育つ新生児への HIV ワクチンなどの開発は遅れている。
- ・ 基金として研究に対する高いパフォーマンスを得るには、最初の投資は小さくし、早くからリーディングサイエンティストを発掘することである。

③混合市場⁵⁶と非市場に対する効果

- ・ 国防、農業のイノベーション、環境保全、資源の安定供給など、市場には大きく反映されていないような分野でも、一国としては非常に大切な事項である。これらの効果を計測する方法はあるものの、全てを把握するほど計測できていない可能性はある。
- ・ ビルゲイツ基金は17億ドルの農業への投資が、4年間で貧困と飢餓を実際に減らしたのかを測ろうと試みた。無作為に選ばれた25000世帯を対象にアンケートを行い、所得、教育、栄養値、使用した技術、農作の方法などについて調査を行った結果、農業の効率が向上していることが分かった。

④労働市場とキャリア開発に与える効果

- ・ 学生やドクターをトレーニングすることにより、彼らの技術や経験が彼らの職場で生きることが最も重要であり、影響をもつことである。
- ・ これらを把握するために、大学院生とポストドクターへのアンケートの結果を用いている。
- ・ 具体的には、国立科学財団による博士号取得者数調査、博士号取得者に関する調査、大学卒業生に関する全国調査⁵⁷等の結果を用い、研究者になった者の発表論文・特許申請、その後のキャリア等の追跡、公的研究資金の活用状況等を分析する。

表 34 (10)科学の経済的波及効果

名称	The Economic Spillovers From Science
目的	科学の経済的便益の定量化
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 科学に対する資金援助は、科学の発展が生み出す雇用創出などの経済波及効果によって促進されるが、科学活動の便益については様々な見方が存在する。 ・ 一方で、科学研究が行われている地域のコミュニティにおいては、経済の動力源としてみなされる。 ・ カリフォルニア北部のシリコンバレー、マサチューセッツ州ボストン周辺の国道128号線回廊、ノースカロライナ州のリサーチ・トライアングル・パーク、テキサス

⁵⁶ 民間企業と公企業が混在する市場

⁵⁷ National Science Foundation's Survey of Earned Doctorates, Survey of Doctorate Recipients (SDR), National Survey of Recent College Graduates (SRCG), National Survey of College Graduates (NSCG)

	<p>州オースティンの技術系の小規模新興企業群の成功は、これらのコミュニティで生み出される科学研究が原因に依存するといわれている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトでは、科学研究に関する支出が全国の都市に及ぼす効果の把握を試行 ・賃金、不動産価格、その都市における他の重要な経済効果をそこの科学研究活動と関連付けて検討 ・特に、科学研究が性、人種、民族、年齢による少数派のグループにどのように影響を与えているのかを明らかにする。 ・このプロジェクトで開発される戦略は科学研究活動を促進するための資金の便益を推定し、どのような支出が最も便益をもたらすかを評価することに適用することも想定している。
研究期間	2011年4月15日～2014年3月31日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	クリーブランド州立大学 (Subhra Saha) オハイオ州立大学 (Bruce Weinberg)

表 35 (11)製薬 R&D のインセンティブに対するジェネリック医薬品の参入増加の影響の検討

名称	Better Access, Fewer Drugs? An Examination of the Impact of Rising Generic Entry on the Incentives to Conduct Pharmaceutical R&D
目的	米国の政策(ハッチ・ワックスマン法)による医薬品へのアクセスと R&D に対するインセンティブの間のバランスの把握
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・加速するジェネリック医薬品への参入が、消費者福祉、R&D 投資のインセンティブ、イノベーションに与える影響を調査 ・新製品の導入による福祉への影響を評価するために、最近の産業組織で用いられている方法論や計量経済学の手法を採用 ・次の調査分析を実施 <ul style="list-style-type: none"> ○米国内で販売された医薬製品の売上高データを、ハッチ・ワックスマン法で許可されたジェネリック医薬品の参入に関するデータと関連付けた分析 ○企業レベルでの医薬品の売上高データと、対象期間中にアメリカで臨床試験に新しく取り入れられた化合物が掲載されたデータの関係の調査 ・医薬品へのアクセスの向上による利益、過去またはイノベーションの遅延によって生じる損失に関する知見と、米国市場での政策により双方のバランスについて理解を検討
研究期間	2011年5月1日～2013年4月30日
成果	抄録
実施機関	全米経済研究所

(代表者)	(Matthew Higgins, Lee Branstetter)
-------	------------------------------------

表 36 (12)化学における大学の研究と資金源の影響:出版、特許、商業化

名称	The Impacts of University Research and Funding Sources in Chemical Sciences: Publishing, Patenting, Commercialization
目的	バイ・ドール法制定以降の化学分野における大学研究の役割の調査
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究では、大学研究の資金源、科学出版、発明の開示、特許とライセンス、実用と商業化に関するデータを用いてそれぞれの相互関係を分析 ・次の3点について調査を実施 <ul style="list-style-type: none"> ○研究資金源の性質と、大学の研究、知識の実用・技術移転の関係 ○政府及び企業から大学への資金提供の相互作用 ○知的財産権の保護と技術移転・大学研究と発明の実用化の関係 ・本研究のメリット <ul style="list-style-type: none"> ○研究支援、研究、発明の関係の明確化 ○研究出版や発明が、専用実施権所有者と非所有者によって、どのように研究に利用されているかを理解 ○特許と専用実施権が、ライセンス所有者による商業化、公共部門・民間企業での研究の発展を促しているかに関する理解 ○専用性の全体的な影響を理解するために、ライセンス非所有者の研究に対する専用実施権制の影響に関する新しい知見の提供 ○今後の大学研究と技術移転に関する研究のための方法論の基盤構築 ・バイ・ドール法によって大学研究の技術移転が効率的に行われてきた経路を示し、このような資金提供に関して根拠に基づいた意思決定を政府に促し、民間部門による研究支援を促進
研究期間	2011年5月1日～2014年4月30日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	カリフォルニア大学バークレー校 (Brian Wright) ペンシルベニア州立大学 (Zhen Lei)

表 37 (13)連邦政府による大学への研究助成のインパクト

名称	The Impact of Federal Life Science Funding on University R&D
目的	研究開発に対して提供される連邦政府の資金の流れを辿ることによって、特に連邦政府以外の資金提供、応用知識の創造、アイデアの商業化などを含む資金提供による影響の計測

内容	<ul style="list-style-type: none"> ・このプロジェクトのメリット <ul style="list-style-type: none"> ○経験的方法の発展させること ○連邦の R&D 資金の増加による大学における非連邦資金への影響を把握するために、米国再生・再投資法 (ARRA) に基づく資金提供を対象とする分析 ・生命科学の R&D に対する連邦資金援助の影響を計測するために、計量経済学的手法を利用 ・研究機関と企業との連携についてのデータを用いて、連携の形成、生産性、研究の商業化についての効果を把握するための予備分析 ・研究過程を詳細に検討し、連邦による科学研究に関する支出を「どのように知識や医学的製品に転換させるか」に着目
研究期間	2011 年 5 月 15 日～2012 年 4 月 30 日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	ランド研究所 (Krishna Kumar, Neeraj Sood, Margaret Blume-Kohout)

表 38 (14)生物医学研究に対する公的研究の知的・経済的波及効果

名称	Idea and Economic Spillovers From Publicly-Funded Biomedical Research
目的	新たな科学的知見が研究環境や制度等にどのように影響を与えるか、知識フローが科学の革新、健康、経済成長に与える影響の分析
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・以下の分析が行われる。 <ul style="list-style-type: none"> ○アイデアの波及 (科学者が地理的に新たな場所へ移動することは、同僚の生産性に影響を与えるか) ○経済的な波及効果 (公的資金援助を受けた基礎研究は、企業によって新たな薬、装置、治療法に徐々に転化したか) ・本研究は、数年にわたり研究チームが蓄積したデータを用いて行う (データの内訳: 1975～2006 年間の出版物、NIH 助成、医科大学や NIH の全ての名簿の特許)。 ・この研究によって、R&D を基礎とした地理的な集積を何年にも渡って維持する求心力に対する理解を深める (例: 南サンフランシスコ、Kendall Squar、La Jolla など)。 ・企業の R&D の生産性が「どの程度学問的な研究を基礎としているか」という直接的な効果を推定する。
研究期間	2011 年 6 月 1 日～ 2014 年 5 月 31 日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	全米経済研究所 (Joshua Graff Zivin, Pierre Azoulay, Bhaven Sampat)

表 39 (15)化学分野の研究に対する連邦政府の投資による経済的・科学的効果

名称	Economic and Scientific Effects of Federal Investment in Chemical Sciences
目的	化学分野における大学の研究開発に対する連邦政府の資金援助の結果として、新たな科学知見の創造やその知見が地域経済にどのような影響を与えているか、経済的、科学的利益の両面の分析
内容	<p>・「科学分野における生産性の向上」と「地方の経済成長に対する連邦資金援助の影響」を明らかにするために、2段階の研究が実施される。</p> <p>【第1段階】</p> <p>・多くの資金援助を受けている150の機関による研究成果に関する経年データが分析される。</p> <p>・具体的には、次の指標から科学的・経済的な成果が計測される。</p> <p>(科学的な成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○博士課程の学生の数 ○出版された著作物の質 ○引用数に反映されるこれらの著作の学問的影響 ○特許の数 <p>(経済的な成果)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○それぞれの研究機関を取り巻くコミュニティにおける平均賃金 <p>【第2段階】</p> <p>・連邦政府の資金を受け取る研究組織そのものの特性に関する洞察を深めるために、研究組織の化学部門の調査担当者から調査データが集められる。</p> <p>・化学部門の調査担当者からの調査データと、第1段階における資金援助の影響についての全体的な分析を組み合わせることで、化学分野に対する資金援助の影響と非化学分野への資金援助の影響が比較される。</p>
研究期間	2011年5月1日～2014年4月30日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	カンザス大学 (Joshua Rosenbloom, Joseph Heppert, Donna Ginther, Ted Juhl)

表 40 (16)米国経済における新製品開発の原因と影響

名称	The Sources and Consequences of Product Innovations in the U.S. Economy
目的	新製品が開発されるイノベーションが実際どの程度経済成長に貢献しているのかの実証
内容	・次の3点を明らかにするため、企業のマイクロデータから得られたプロダクト・ポート

	<p>フォリオ⁵⁸※を用いて実証分析を行う。</p> <p>①企業の特性とプロダクトイノベーションの関係</p> <p>○新興企業と既存企業(established firms)ではどちらがよりプロダクトイノベーションに積極的か。</p> <p>②新製品とリスクテイク行動の関係について</p> <p>○プロダクトイノベーションは企業の新たなリスクテイク行動を刺激する関係があるか、あるならばそれはどの程度か。</p> <p>③プロダクトイノベーションと経済成長の関係</p> <p>○新製品開発により経済全体の成長はどの程度促進されるか。</p>
研究期間	2011年4月1日～2012年3月31日
実施機関 (代表者)	テンプル大学 (Jose Plehn-Dujowich)

表 41 (17)公共価値のマッピング:科学イノベーション政策における社会的価値の非経済モデルの構築

名称	Public Value Mapping: Developing a Non-Economic Model of the Social Value of Science and Innovation Policy
目的	公共価値に基づき科学イノベーション政策のモデルを発展させること
内容	<ul style="list-style-type: none"> ● 先行研究⁵⁹では、公的な価値について広く認められる規範的なコンセンサスとして、以下に例示するものを提示している。 <ul style="list-style-type: none"> ① 市民が授かるべき権利・利益・特典 ② 社会、国家に対し、相互に市民の果たすべき義務 ③ 政府や政治が則るべき原則 ● PVM(Public Value Mapping)は、公共政策における公的な価値の前提を決定し、その進展を追い、政策的インパクト、社会的成果を分析する手法である。この手法の特徴は、次のとおりである。 <ul style="list-style-type: none"> ① 決定論的なモデルではなく、洞察や議論、予測を深めることに主眼 ② ヒューリスティックな手法であり、確固として確立した基準は不在 ③ ケースごとに手法を適用 <p>PVM は以下の手順で実施される。</p> <p>(1) ケースに関連する「公的な価値」の探求</p> <p>➤ 政府のミッションステートメント・戦略的計画・包括政策・法律といった、公共政策上の宣言の一部または全部を公的な価値とみなし代替</p>

⁵⁸経営資源が最も効率的な配分となるための製品・事業の組み合わせ

⁵⁹ Bozeman, Barry 2003. Public Value Mapping of Science Outcomes: Theory and Method. In D. Sarewitz, et. al. Knowledge Flows & Knowledge Collectives: Understanding the Role of Science & Technology Policies in Development. 2 (1).

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 関連する文献から、公的な価値となりうるものを探索 ➤ 世論調査や施政方針に示される公共的価値を調査 <p>(2) PVM基準⁶⁰の適用</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 各ケースで、PVM 基準モデルで提示される基準を、公的な価値の実現に向けた行動の中で「起こりうる失敗」を評価する手段として活用し、公的な価値の方向性を吟味 ➤ 評価者は、PVM 基準を適用することどまらず、新たな基準を開発し、その他のケースへの適用を試みることを推奨 ➤ PVM 基準モデルは、その基準を広範に展開し洗練されることを期待 <p>(3) 価値評価体系の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 価値分析が著しく発展途上にあることが、科学政策における「公的な価値」の分析の進展を阻む理由の一つ ➤ この状況を改善するために、価値観の関係性を明確にした上で、これらの関係性が「研究の実施」と「期待する成果」との間に与える影響を評価する方法を高度化 <p>(4) 市場の失敗・成功と公的な価値の失敗・成功の関係性を、公的な価値の失敗グリッドを用いて視覚化</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 公的な価値の失敗グリッドは先行研究 ^{61, 62} による (Bozeman 2002; Bozeman and Sarewitz 2005)。 ➤ このグリッドは、公的な価値のマッピングの結果の定性的で総体的な観点を提供し、情報のやり取りや比較に有用。
研究期間	2007年10月～2011年9月
実施機関 (代表者)	アリゾナ州立大学 (Daniel Sarewitz)

2. その他の関連プロジェクト

表 42 (18)STICK(科学技術イノベーション・コンセプト知識ベース): 科学技術イノベーションの進展の監視、理解、推進

名称	Science & Technology Innovation Concept Knowledge-base(STICK):Monitoring, Understanding, and Advancing the
----	--

⁶⁰論文では、PVM 基準について次のとおり述べている。「決定論的な基準ではない。公的な価値の議論を促し、PVM による分析と評価の道標を提供するもので、実際に、公的な価値を示すのではなく、科学政策と研究開発評価に適用可能な公的価値診断のセットである。」

⁶¹ Bozeman, Barry 2003. Public Value Mapping of Science Outcomes: Theory and Method. In D. Sarewitz, et. al. Knowledge Flows & Knowledge Collectives: Understanding the Role of Science & Technology Policies in Development. 2 (1), .

⁶² Bozeman, Barry, and Daniel Sarewitz. 2005. Public Values and Public Failure in U.S. Science Policy. Science and Public Policy 32(2), pp. 119–136.

	(R)Evolution of Science & Technology Innovations
目的	イノベーションについて全ての帰結(失敗を含む)を想定し分析するためのデータ及びツールの提供
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・メリーランド大学において構築しているSTICKデータベース⁶³の活用方法を検討するプロジェクト ・プロジェクトは、STICKデータベースを構築し、IT、バイオ、ナノの3分野のイノベーションのプロセスを理解しモニタリングするための視覚的なツール⁶⁴を開発。
研究期間	2009年9月～2012年8月
成果	論文
実施機関 (代表者)	メリーランド大学 (Ping Wang)

表 43 (19)科学政策が科学的進歩の速度と方向性に及ぼす影響を評価する

名称	Assessing the Impact of Science Policy on the Rate and Direction of Scientific Progress: Frontier Tools & Applications
目的	累積的性質を持つ科学的発見のプロセスに科学政策が及ぼす影響を定量的に分析するための新しいツールの開発と実用化
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・次の3つのツールによって、様々な科学政策介入の効果を評価 <ol style="list-style-type: none"> 1)引用分析のための DID アプローチ 2)引用行動のグループ間比較 3)政策介入による影響の「分布」を修正するアプローチの開発 ・科学政策の変更は、学術論文の発行数や引用件数にベースラインからの変化をもたらすという事実が、この分析のフレームワークのポイント ・DID アプローチは政策効果の及ぶ国内と、政策効果の及ばない国外で対比させることで、政策介入による影響の「分布」を修正 ・さらに、学術論文を内容によって複数のグループに分けることで、グループ間の比較を実施 ・学術論文に関するデータのサンプルセットは学術的進歩に関する論文中に存在する学術論文のデータセットなどを使用
研究期間	2007年11月1日～2012年10月31日
成果	Furman, Jeffrey L., “Growing STEM Cells: the Impact of US Policy on the Geography and Organization of Scientific Discovery”, Paper to be

⁶³ イノベーション、個人・組織の関係者、及びこれらの関係性が含まれたデータベース。自然言語処理などのテキストの演算解析を行うと同時に、ソーシャルタギング、またはデータベースの利用者による共同執筆等の社会的情報プロセスを解析することで、上記3つの要素を分析

⁶⁴ イノベーションのネットワークを可視化し、種類と傾向を分析するツール

	presented at the Summer Conference 2010 on “Opening Up Innovation: Strategy, Organization and Technology” at Imperial College London Business School, June 16-18, 2010.
実施機関 (代表者)	全米経済研究所 / ボストン大学 (Jeffery L.Furman)

表 44 (20)研究と技術のパートナーシップ: 戦略的関係の計量

名称	Research and Technology Partnerships: Quantifying Strategic Relationships
目的	組織間の共同契約に関する膨大な国際データベースの定義・作成・解釈
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・情報研究・技術パートナーシップ (RTPs) をイノベーション・システムの一つの要素と捉えるネットワーク分析に基づき、次を実施 <ol style="list-style-type: none"> 1) RTPs の範疇に入る組織間活動の可能な領域の分類法を規定 2) インプット、アウトプット、アウトカム指標に基づくデータ収集とデータベース構築の技法を開発 3) 米国をベースとした国内、国際間 RTPs データベースを作成(国・地域内、国・地域内間の組織と部門間の情報のフローにおける提携ネットワークの役割に関する政策関連の問題に対応するよう構成) 4) 3)のデータベースと、情報のフローにおけるネットワークの役割を位置づけることに使用できる他の利用可能なデータとリンク 5) 3)のデータベースから、政策目的に有用な RTPs に関する科学・工学指標を定義し検証 6) RTPs の情報収集に関連する可能な調査質問について NSF に助言 ・主なデータソースは、財務情報、共同特許活動だけでなく、一般的な報道情報を含んだ、ジョージ・ワシントン大学のイノベーション・ネットワーク・データバンク (INNET)。 ・特にリサーチ・パートナーシップのデータを使用。パートナーシップ関係にある二者間の関係性の分類(知財を目的にしたものか、コストダウンを目的にしたものか等)、あるいはパートナーシップを取り巻く環境について、特許件数や売上高といった数値指標から個別に確認の上データベース化と分析
研究期間	2007年9月～2011年8月
成果	Vanortas, N.S. and K. Okamura. “ <i>Research Partners</i> ”, International Journal of Technology Management, v.46 (3/4), 2009, p.280.
実施機関 (代表者)	ジョージ・ワシントン大学 (Nicholas Vonortas)

表 45 (21)州政府の科学政策:政策の起源、性質、適合性及び地方大学への影響モデリング

名称	State Science Policies: Modeling Their Origins, Nature, Fit, and Effects on Local Universities
目的	州政府や大学における科学政策に対する行動(潜在的な行動を含む)の範囲とその理由づけ、予想される影響についての理解 政策展開について情報を与え、将来のプロジェクトのための理解と基盤の構築
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・異分野横断的な理論モデル、広範な時系列データベース、計量経済学的方法とケーススタディにより、以下を実施 <ol style="list-style-type: none"> 1)各州が科学・イノベーション政策に大学を組み入れた理由・時期(起源) 2)州の科学・イノベーション政策の体系(記述)、分類、区分(性質) 3)各州の政策立案者が考える科学・イノベーション政策と、州内の大学特有の事情との適合関係(適合性) 4)科学・イノベーション政策のイニシアチブが州内の公立大学、私立大学に与えた影響(大学への影響)
研究期間	2008年10月～2011年9月
成果	報告書情報なし
実施機関 (代表者)	ノースカロライナ大学 (Maryann Feldman)

表 46 (22)イノベーションとテクノロジーの実装:理論と政策への含意

名称	Innovation and Technology Implementation: Theory and Policy Implications
目的	イノベーション活動に関する科学技術政策の役割を正確に評価するために、イノベーションの決定とその導入を一体的な枠組みで統合した理論の構築
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・モデルの構築等 <ol style="list-style-type: none"> 1)モデルを拡大し、イノベーションとその導入コストの中に現実に存在する局地的及び全国的な異質性を織り込むこと 2)研究開発費用と技術導入の広がりに関する全国的な情報を用い、モデルのパラメータを較正することにより、OECD加盟国の各々に対する科学・イノベーション政策の処方箋を作成すること ・方法論は他の分野の研究者にとって、規範的な行動に基づく具体的な予測は米国及び他のOECD加盟国のイノベーション政策において有用
研究期間	2008年6月～2012年5月
成果	報告書情報なし
実施機関 (代表者)	全米経済研究所 (Diego Comin)

表 47 (23)研究企画案のピアレビューで社会的影響を考慮に入れるためのモデルの比較評価

名称	A Comparative Assessment of Models for Integrating Societal Impacts Concerns into the Peer Review of Grant Proposals
目的	研究企画案のピアレビューに基づく資金提供の決定とその資金提供を受けた研究の社会的影響との関連性の評価
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・米国の連邦 3 機関及び米国外の 2 機関で採用している 5 つのピアレビュー・モデルについて、定性的・定量的手法(データマイニング、文献レビュー、世論調査、半構造化インタビュー)を用いて分析 ・この分析結果に基づき比較マトリクス表を作成し、有用な知見を抽出
研究期間	2008 年 10 月～2012 年 9 月
成果	Frodeman, R., J. Parker, “Intellectual Merit and Broader Impact: The National Science Foundation’s Broader Impacts Criterion and the Question of Peer Review,” <i>Social Epistemology</i> , v.23, 2009, p.337.
実施機関 (代表者)	ノーステキサス大学 (Robert Frodeman)

表 48 (24)科学技術エージェントの革新的データベース(STAR):政府投資、科学、技術、企業、雇用のリンク

名称	Science & Technology Agents of Revolution (STAR) Database: Linking Government Investment, Science, Technology, Firms and Employment
目的	新たな科学的・工学的知識の創造・伝達・使用、既存・新興企業における新たな商用技術・富の創造と雇用拡大に関する分析を目的とする STAR データベースの有用性を確認し、認証し、証明すること
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・STAR データベースは、政府助成金、学術論文、博士論文、特許、ベンチャーキャピタル、初期公募に関するデータやその他の企業データを統合化したもの。 ・国勢調査局のデータへのアクセス権を持つ研究者用のコンコーダンスにより、STAR データベースと国勢調査局の企業・労働局データベースをリンク ・STAR データベースの構築は、次のような効果をもたらす。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 新たな発見の促進、費用が嵩むことから断念されていた調査の実施 (STAR データベースの大半の部分を利用できるような限られた機関以外の学生・教員の論文の調査) ▶ 全米経済研究所での分析用データセットの構築、国勢調査局のリサーチデータセンターでの利用のために、商用認可されたデータであれば大半のデータがオンラインで利用可能
研究期間	2008 年 10 月～2012 年 9 月
成果	Robichaud, C.O., A.E. Uyar, M.R. Darby, L.G. Zucker, and M.R. Wiesner, “Estimates of Upper Bounds and Trends in Nano-TiO2 Production As a

	Basis for Exposure Assessment,” <i>Environmental Science and Technology</i> , v.43, 2009, p.4227.
実施機関 (代表者)	全米経済研究所 (Lynne Zucker)

表 49 (25)助成から商業化へ：科学助成の影響を追跡、評価、計測しうる統合的データベース

名称	Collaborative Research: DAT: From grant to commercialization: an integrated database which can trace, assess, and measure the impact of scientific funding
目的	名前の曖昧性 ^{65*} が科学政策の評価を困難にしている現状を踏まえ、名寄せやデータベースの統合により、異なるデータベース間での科学者の氏名の特定を行い、科学者間の協働的ネットワークを理解すること
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・最新の名前曖昧性解消アルゴリズムを用いて論文と特許の個人の特定を行い、Medline 論文と米国特許をつないだ大規模データベースを開発 ・データベースは、次に例示する分析のために利用されることを想定 <ul style="list-style-type: none"> 1)科学・技術の生産性における助成金の投資効果の研究 2)科学・技術間の知識交流の管理、及び2 領域間の知識交流の研究 3)協働的・制度的・組織的・地域的ファクターが 1)、2)に与える影響の解明
研究期間	2010 年 5 月～2013 年 4 月
成果	報告書情報なし
実施機関 (代表者)	ハーバード大学 (Lee Fleming)

表 50 (26)科学分野の出現と発展の予測的モデリング

名称	Predictive Modeling of the Emergence and Development of Scientific Fields
目的	変革的な研究への発展が期待される分野において適切な判断を下すために何が必要かを理解すること
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・科学の研究の成長と発展を定量的に予測する手法を開発するために、次に例示する事項に着眼 <ul style="list-style-type: none"> ➢ あるトピックに関する文献数、従事する研究者数の変化を説明する要因 ➢ 科学コミュニティの成長や変化を説明しうる研究者間の相互作用 ➢ 科学分野の出現や発展のダイナミクスに影響を与える介入(政策イニシアチブ、市場の力等) ・科学的な研究やイノベーションの過程をモデル化し予測するための指標の開発

⁶⁵同名の科学者が複数いること、同一の科学者が論文や特許に異なった様式で名前を入れる 等

	・物理科学やバイオメディカルサイエンスの事例への適用
研究期間	2010年7月～2012年6月
成果	報告書情報なし
実施機関 (代表者)	マサチューセッツ工科大学 (David Kaiser)

表 51 (27)イノベーションの競争環境の予測シミュレーションモデル

名称	A Predictive Simulation Model of Competitive Dynamics in Innovation
目的	競争がどのようにイノベーションに影響を与えるかについての調査
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究は、根拠に基づいたシミュレーションプラットフォームを開発し、技術戦略に新しい知識と科学技術政策に新しいツールを提供 ・本研究の主な成果は、次の3点 <ul style="list-style-type: none"> ○エージェントの競合により複雑な相互作用が生じる環境下におけるマルチエージェントシミュレーション理論の開発・評価 ○技術産業を対象としたインタビューによる、イノベーションと競争を定性的な観察の実施(「競争市場において企業レベルで最も効果的なイノベーション探索戦略が何か」について追求) ○研究ツール(ソフトウェア)の開発 ・本研究の成果は、学問だけでなく、ビジネスや政策アナリストによって企業や産業のイノベーションの向上に活用可能。最終的には経済的生産性の向上にも寄与
研究期間	2009年9月1日～2012年8月31日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	テキサス大学オースティン校 (Risto Miikkulainen) スタンフォード大学 (Riitta Katila)

表 52 (28)イノベーション政策の基本としてのシュンペーターのイノベーション理論のモデル化: 実験的なアプローチ

名称	Modelling Schumpeter's Theory of Innovation as a Basis for Innovation Policy: An Experimental Approach
目的	イノベーション政策科学のプラットフォームの基盤となる仮説を構築すること、仮説の検証を可能とするシミュレーション実験の開発
内容	・本研究では、シュンペーターの「創造的破壊」のモデル化と検証を発展させることを目的に実施

	<ul style="list-style-type: none"> ・イノベーション理論、創造的生産、計算社会学、社会的マルチ・エージェントシステム、状態認識、創発、データマイニングに関する概念の統合を行うラボを設立。このラボにて、イノベーション政策科学の基盤となる検証可能な仮説等を創出 ・このラボでは、創発的行動を可能にする社会的マルチ・エージェントシステムに基づいた計算社会学をモデリングツールとして使用。このモデルにおけるエージェントは製品の生成者と受取人であり、全体の組織行動が創発的なものに構造化。全体的な組織レベルでインプットとアウトプットがつけられるため、異なる種類のイノベーション政策の影響を実験的に検証することが可能 ・本研究のメリット <ul style="list-style-type: none"> ○博士課程や他の学生に統合的な研究に関わる機会を提供 ○コンピュータサイエンス、認知科学、社会科学、設計科学の相互関係を構築 ○設計やイノベーションの教育者にフィードバックを提供 ○ラボは一般公開されていて、研究結果も学会誌、ジャーナル、ウェブなどを通して入手可能
研究期間	2009年9月15日～2012年8月31日
成果	抄録
実施機関 (代表者)	ジョージ・メイソン大学 (John Gero)

3. 米国における研究開発投資の経済的・社会的波及効果に関する研究の動向:まとめ

米国における事例のうち、19 事例において研究開発投資の経済的波及効果の測定に取り組んでいる。これらのうち、10 事例が国全体への波及効果の測定に取り組み、9 事例が個別分野・地域における効果の測定となっている。

測定手法別に見ると、データ分析により測定に取り組む事例が 13 事例と最も多く、経済モデルにより定量的に効果の測定に取り組む事例は 1 事例に止まっている(表 53)。

また、米国における事例のうち、社会的波及効果を対象とする事例は、「STAR METRICS」、SciSIP の関連プロジェクト「公共価値のマッピング:科学・イノベーション政策における社会的価値の非経済モデルの構築」の 2 事例のみであり、効果の測定に取り組んでいる事例は 1 事例(STAR METRICS)となっている。

「STAR METRICS」では、社会的波及効果の測定手法として、簡素かつ実践的な手法の開発を目指しているが、社会的波及効果の波及プロセスは複雑・多様であり、測定そのものが容易でないことを表している。また、「公共価値のマッピング」は、現時点では社会的波及効果の把握のための概念的な検討に止まっているのが現状である。

表 53 米国における研究開発投資の経済的波及効果の測定に係る研究プロジェクトの状況

手法のタイプ		マイクロデータによる分析(国全体)	マイクロデータによる分析(個別分野・地域等)
モデル	定量	○ 企業のイノベーション行動に関する一般均衡分析(NBER)	—
	定性	● 科学イノベーション政策に対する反対・支持の政治経済的モデル(SciSIP)	
その他	データ分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 景気刺激策としての研究への助成：雇用レスポンスの評価(SciSIP) ● 景気刺激策としての研究開発資金配分が雇用及び科学的アウトプットに及ぼす影響の評価(SciSIP) ○ 研究開発の利得と科学・工学系労働力の経済的影響の測定(SciSIP) ○ 連邦研究投資の経済的利得の測定(SciSIP) ○ 米国経済における新製品開発の原因と影響(SciSIP) ○ STAR METRICS(雇用) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 非公式ソーシャルネットワークとイノベーションの関係についての調査：ネットワークの拡大の価値の定量化(SciSIP) ● 革新的な地域における重要な社会的ダイナミクスを捉えるための測定基準：科学技術政策への知見(SciSIP) ○ 科学の経済的波及効果(SciSIP) ○ 製薬 R&D のインセンティブに対するジェネリック医薬品の参入増加の影響の検討(SciSIP) ○ 化学における大学の研究と資金源の影響 (SciSIP) ○ 連邦政府による大学への研究助成のインパクト(SciSIP) ○ 生物医学研究に対する公的研究の知的・経済的波及効果(SciSIP)
	指標	<ul style="list-style-type: none"> ○ STAR METRICS(経済効果) ○ グローバリゼーション、イノベーション、雇用についての全国調査(SciSIP) 	<ul style="list-style-type: none"> ● イノベーションによる便益の評価指標と評価システムの検証(SciSIP) ○ 化学分野の研究に対する連邦政府の投資による経済的・科学的効果(SciSIP)

凡例：○ 現在実施中のプロジェクト ● 終了したプロジェクト

調査資料 No.219

研究開発投資の
経済的・社会的波及効果の測定についての
海外動向に関する調査

2013年3月

文部科学省 科学技術政策研究所
SciSIP室

〒100-0013

東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第7号館 東館 16階

TEL:03-6733-6539 FAX:03-3503-3996