

## 科学・技術・イノベーション政策の経済学

青木玲子<sup>1)</sup>

科学・技術・イノベーション政策を「政策のための科学」の観点で検討する。平成23年度科学技術予算3兆6,485億円は、15省庁に帰属する約300施策からなっている。科学・技術・イノベーション政策の基本は技術革新による生産性の改善を通して、経済成長に寄与することと、市場の失敗のために市場による投資が、社会的に望ましい水準よりも過少になることを是正するの2点である。しかし、代替エネルギーの確保や医療研究など政策目標は多様化し、政策のきっかけとなる市場の失敗の要因も多様になった。本稿では、まず、科学・技術・イノベーション政策の経済学的根拠を再検討し、経済学の進展とともに、政策も変わってきたことを確認する。次に、Steinmueller(2010)の技術政策の分類を科学・技術・イノベーション施策に拡張する。施策の設計と評価の手がかりが分類の目的だが、政策全体を俯瞰することができ、全体の設計の参考にもなる。最後に、今後の経済学の科学・技術・イノベーション政策への貢献の期待に言及してむすびにかえる。

JEL Classification Codes: O38, A11

### 1. はじめに

平成23年度科学技術予算の中に「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』プログラム」がある。政策の目標設定、設計、そして評価を科学的に行おうという姿勢は世界的な動向であり、「政策のための科学」<sup>2)</sup>の導入には、階層的な幾つかの目的がある。まず、政策評価の執行状況(インプット)の点検から効果(アウトプット)の検証への移行である。そして、「科学・技術・イノベーション政策」の科学的根拠及び、それに基づく設計と評価方法の確認である。さらに、これらの目標達成の基礎となる、さらなる最上位の目標は、合理的な政策形成である。社会科学の一部である経済学では、すでに労働政策、社会保障、教育政策、競争政策など、理論、実証ともに経済学に課題を提示し、その解決が学問の発展に寄与してきた。経済学は「政策のための科学」へすでに貢献をしており、ある程度のノウハウを蓄積しているといえる。

科学・技術・イノベーション政策の目的は、科学、技術とイノベーションを通じて国の厚生を改善することで、普通、経済成長に貢献することを意味する。わが国においても、第4期科学技術基本計画は新成長戦略を受けている。また、経済成長だけでなく、他に国民が望ましいと考えること、たとえば代替エ

ネルギーの開発や科学技術とイノベーションの推進方策の研究も科学・技術・イノベーション政策に含まれる。なお、わが国では、もともと科学政策、技術政策と別々に扱われていた(新技術復興渡辺記念会(2009)武安他)ものを科学技術とよぶようになったが<sup>3)</sup>、平成24年度から開始する予定の第4期科学技術基本計画においては、さらにイノベーションも明示的に含まれることになった。以後は、科学・技術・イノベーション政策という表現を使うことにする。

一方、3兆6,485億円の科学技術予算は約300施策(表2)からなり、複数の省庁にまたがっている(表1)。科学・技術・イノベーション政策といっても複数の目的があることは、既に述べたが、それぞれの根拠も異なる。まず、科学・技術・イノベーション政策の経済的根拠をまとめ、政策を構成する施策の分類方法を検討する(Steinmueller 2010)。いうまでもなく、評価をするためには、基準となる施策の目標ははっきりしている必要がある。実際、科学・技術・イノベーション政策には多様の目標があるが、それぞれの施策の目的ははっきりしているのである。

### 2. 経済学的根拠

科学・技術・イノベーション政策には大前提とな

表1. 平成23年度政府予算案における科学技術関係経費  
(単位: 億円)

事項 省庁名	件数(件)			
	うち科学技術 振興調整費	一般会計 A	特別会計 B	総額 A+B
国会	11	12	0	12
内閣官房	0	670	0	670
内閣府	144	172	0	172
警察庁	21	22	0	22
総務省	431	535	0	535
法務省	0	64	0	64
外務省	0	116	0	116
財務省	10	13	0	13
文部科学省	8,929	23,145	1,349	24,494
厚生労働省	1,090	1,474	26	1,500
農林水産省	1,083	1,135	3	1,138
経済産業省	1,087	1,426	4,436	5,862
国土交通省	281	520	5	525
環境省	264	296	96	392
防衛省	0	968	0	968
合計	13,352	30,570	5,915	36,485

注) 1. 社会資本整備事業特別会計(治水勘定, 道路整備勘定, 港湾勘定)等を除いてとりまとめたものである。

2. 各欄積算と合計欄の数字は, 四捨五入の関係で一致しないことがある。

出所) 平成23年度科学技術関係予算の概要について。

っている二つの認識がある。技術進歩によって一国の社会厚生を向上させることができることと, そのために必要な資源分配を阻害する何らかの市場の失敗があることである。つまり, 技術進歩によって生産性が向上して(権他(2008))経済成長が起こる。しかし, 技術進歩とそのために必要な科学の蓄積, さらに経済成長を現実にするために必要な科学と技術の実施, すなわちイノベーションは, 放っておいては起こらないか, 十分におこらない。そこで, 市場の失敗のメカニズムがわかれば, 政策として, 科学・技術・イノベーションの速度や方向を誘導するような資源を分配することが可能なはずである。

社会や経済情勢の変化と経済学の発展にともない, 科学・技術・イノベーション政策の目的と内容は拡大していった。市場の失敗の原因も, 非排他性, 非競争性に基づいた占有可能性の欠如だけでなく, 情報の非対称性やネットワーク効果などが定式化され, 研究が進んできた。経済成長も技術進歩が公共財である新古典派の成長から, 内生的成長論へと考えが進化して, 技術進歩の政策誘導の必要性がより鮮明

表2. 科学技術予算 優先度判定対象施策(件数ベース)

件数(件)	新規	継続	合計
グリーン・イノベーション(AP 施策)	7	48	55
ライフ・イノベーション(AP 施策)	5	13	18
AP 合計	12	61	73
グリーン・イノベーション(AP 以外)	18	49	67
ライフ・イノベーション(AP 以外)	6	36	42
両イノベーションのうち AP 以外合計	24	85	109
最重点化課題合計	36	146	182
基礎研究	0	5	5
人財強化	7	9	16
豊かな国民生活基盤	5	6	11
産業基盤	3	7	10
国家基盤	4	14	18
共通基盤	7	17	24
イノベーション創出	3	49	52
重点的に推進すべき課題合計	29	107	136
合計	65	253	318

注) 複数の AP アクション・プラン施策パッケージに関係する施策は, それぞれの施策パッケージにおいて1つの施策としてカウントしている。

出所) 平成23年度概算要求における科学・技術関係施策の優先度判定について。

になった。以下に科学・技術・イノベーション政策の経済学的根拠をまとめてみる。

最も顕著な市場の失敗は, 知識や情報の占有可能性(appropriability)の欠如によるものだろう。Nelson(1959)は, 知識や情報は非排他的なため, 新しい知識の創出のために投資をしても, それを使って利益を上げることが困難なため, 利益追求の企業による投資は期待できないので, 政府の基礎研究投資への介入が必要である, と説いている。情報の非排他性を是正するためには知的財産があるが, 自然の法則などは特許化することができない。つまり, 技術は特許化できるが, 基礎的な研究成果は占有化ができない場合が多い。よって, 基礎研究のように, 成果が特許化できない場合には, 大学のような研究機関が公費による研究<sup>4)</sup>をする必要がある。情報の非排他性のほかに, 投資してから成果があがるまでに時間がかかることと, 技術開発の成果の不確実性も政策介入の公的支援の理由に Nelson はあげている。

Arrow(1962)は, 不確実性は金融市場を使って回避できるので, R&Dの市場の失敗の本質ではなく, 知識や情報の非競争性を政策が必要な原因にあ

げている。非競合的であるので、知識が創出されてからアクセスを制限することは社会厚生的に非効率で、情報アクセスの限界費用は、ほぼゼロであるから、価格ゼロで供給するべきである。しかし、それでは投資を回収することはできない。よって、国が投資をし、得られた知識や情報は、無料で提供するのが社会的に望ましく、政策として行うべきでという議論である。

非排他性の場合には投資した企業が全てを利益として回収できないので、公的限界便益と私的な限界便益が乖離しているのが市場の失敗の原因である。しかし、この乖離は非排他性がない場合も存在することを Arrow は指摘している。企業の技術開発への投資インセンティブは技術開発前後の利益の差でできまるのに対して、技術開発投資の社会の便益は、生産者余剰の他に消費者余剰が加算されなければならない。消費者余剰の増分を企業は考慮しないため、企業の投資インセンティブは不足していることも示している<sup>5)</sup>。これも科学・技術・イノベーション政策の必要性の根拠である。

市場による供給が期待できない公共財は研究とその成果の新しい知識だけではない、安全保障や教育も国が提供するサービス財である。よって、たとえ特許化できる技術であっても、安全保障技術や教育(人材育成)も科学・技術・イノベーション政策による誘導の裏付けがある分野である。また、代替エネルギーや環境保護などは、将来に社会の便益が実現される技術である。このような将来世代のための技術開発投資は、現世代によって十分考慮されない。よって、長期的な視野にたった判断が必要な世代間の資源分配も国の介入が必要であり、科学・技術・イノベーション政策の一部である。占有可能性の欠如は知的財産によっても対処できる場合があるので、知的財産も科学・技術・イノベーション政策の議論に含まれる。

科学・技術・イノベーション政策のもう一つの前提は技術進歩による経済成長であるが、1980年代の内生的成長論は、科学・技術・イノベーション政策の役割を拡大した。新しい知識や技術の開発の他に、人的資本の蓄積の経済成長への影響の捉え方がはっきりしたからである。科学・技術・イノベーション政策によって誘導する資源分配の範囲はさらに広がったのである。

日本では、明治時代から産業振興のための国策による技術導入や、戦後の傾斜方式などの産業政策と

科学技術の連携の歴史がある(新技術振興渡辺記念会(2009)、後藤・若杉(1984))。1980年代のアメリカでも、日本的な産業政策と技術政策が提唱されるようになり、この時代以降、特定の科学や技術の重点化だけでなく、産業重点化も科学・技術・イノベーション政策の一部として扱われるようになった。

さらに、マクロ経済学の視点では、1980年代から注目された経済地理学や集積の経済学(Fujita, Krugman, and Venables(1999)など)が、技術政策にも影響を及ぼした。企業や大学・研究機関のクラスターは主にスピルオーバーの効果があると考えられてきた。しかし、経済地理学や集積の新しい研究により、明示的なスピルオーバーが相互にない企業や大学も集積により経済効率が上がることが、データで確認をされている(森川(2011)、Okazaki, *et al.*(2009))。

ミクロ経済学に戻ると、1980年代以降は情報と経済効率の関係の理解が深まった。Arrow や Nelson の意味での情報による非効率性は占有可能性の欠如、または、占有化できた場合は、情報を実体化(embody)した財市場での市場支配力、が原因である。情報の経済学が示したのは、情報の偏在がある時は戦略的に行動することによって市場支配力を発揮することができ、それにより市場がパレート最適から乖離するか、市場が成立しなくなることである。この市場の失敗は知的財産のような占有化のための方法では解決することはできず、情報の非対称を開示などによって是正する政策が必要である。

情報経済学とともに進展したのがネットワークの経済学(Farrell and Klemperer(2007))である。ネットワークは外部性の一種であるが、通信、電気や水道産業の生産要素といっても過言ではない。これらの産業では、機器の性能と同様にネットワークが重要であり、ネットワークを機器とむすびつけるのが、標準である。世界的な自然独占的な市場の開放により、情報通信市場で複数の企業が存在するようになった。このような市場や産業における技術の価値は、機器の性能と標準化にささえられたネットワークで決まる。したがって、技術政策の一部として当然標準化が含まれる必要ができた。

新しい知識から利益を上げることが難しい理由が、占有可能性以外に受容能力(absorptive capability, Cohen and Levithal(1989))が不十分である場合がある。知識を活用するためには、技術を理解する能力のある人材(Vinding(2004))や、類似の技術を使っ

て生産をした経験などの補完的な知識が必要な場合がある。いずれかが欠如していると、いくら新しい知識や技術を導入しても生産や利益には結びつかない場合がある。特に海外から新技術を導入した場合など、受容能力の不足で失敗しかねない。その場合、政策的に受容能力を補うことが必要になる。

科学・技術・イノベーション政策の原点は、冒頭でのべた Nelson の主張する基礎研究の占有可能性欠除による過少投資であった。占有可能性の欠如による開発への過少投資を解決するために、日本でも1999年制定の産業活力再生特別措置法第30条(日本版バイ・ドール法、2003年から産業技術力強化法第19条、2004年から大学の独立法人化)が制定された。一方、オープン・イノベーション、万能技術(all purpose technology, Bresnahan and Trajtenberg(1995))の考えかたの普及により、基礎、応用といった分類の意味がなくなってきたという意見もでてきた。大学・研究機関が基礎研究、企業が応用研究のそれぞれの科学・技術・イノベーションの政策の中での役割はどのように考えればよいのだろうか？

Nelson は最近になって、大学で行われる研究を再び取り上げている(Nelson(2006))。大学の研究は占有可能性がないために利用されないが、特許化されたからといって、活用されるとは限らないと主張している。研究やイノベーションが多面的なアプローチによる努力を必要としているのであれば、研究成果が活用されることを保証するのは参入を制限するバイ・ドール法ではなく、むしろ、投資インセンティブが必要な企業の利益とアクセスを切り離す必要があると主張している。

Scotchmer(2011)は基礎研究と応用研究という分類からはなれて、大学・研究機関はアイデアを生産し、企業はアイデアを使って、イノベーションを行うというフレームワークを提唱している。このアプローチの特徴は、開発投資の内容で区別するのではなく、開発投資の担い手の目的によってとらえていることである。大学<sup>6)</sup>は補助金による支援を政府から受け、研究成果(すなわちアイデア)を予算制約のもとで最大化する。それに対して、企業は大学の研究成果を使って利益を上げ、政府からは税控除として支援を受ける。研究成果が特許化可能な場合は、独占企業が商業化して、利益の一部を大学がもらうことになる。

このフレームワークでは、まず、大学の研究成果

がバイ・ドール法によって特許化可能な場合は、大学への補助金は乗数効果がある。それは、補助金を受けると、研究成果の商業化の可能性が増加するので、自らの研究支出も増加させるからである。それに対して、企業が研究も行った場合は、クラウンディング・アウトが起こり、補助金の分だけ自前の研究費を減らすことになる。最終製品による利益が非常に高い場合は、大学の研究支出は社会的に望ましい水準に対して過剰に、逆に企業が研究も行う場合は、利益の大小に関係なく、過少になる。Nelson 同様に企業の研究は過少なので、支援(税控除)が必要になる。大学については、最終用途が異なるいくつかの研究をやっている場合、特許化が可能であると、最終用途による利益が高い研究へ資源を分配することになることを示唆している。大学が過剰に投資するのは商業価値が高い場合であるが、大学の研究の段階で必ずしも商業化の価値がわからないので、政策的含意がかぎれているのは、このアプローチだけの問題ではない。

研究成果が特許化できない場合は、商業化の段階で特許競争がおき、利益は散逸されてしまう。社会的には重複投資の弊害があり、これを避けるために控除を減らして、特許競争の利益を低下させる必要がある。また、特許競争のために、企業による開発投資が社会的に望ましい水準に対して過剰な場合も、政策的に是正する必要がある。科学・技術・イノベーション政策当局の司令塔の機能が重要になってくる。

過剰投資は特許競争おこることは、ゲーム理論を使った分析ですでに指摘されてきたことである(Reinganum(1989))。これは、社会的には企業のうちだれかが成功すれば十分であるが、特許競争をしている企業としては、他の企業よりも早く成功しなければならないからである。社会的には、重複投資の無駄ができるので、社会全体の投資を調整する政策の必要がある。

### 3. 政策設計

前節で述べたように、科学・技術・イノベーション政策といっても、根拠もまちまちであり、目的も異なる。この節では、Steimueller(2010)の技術政策の分類を目的によって、科学・技術・イノベーション政策を構成する施策への拡張を試みる。Steimueller は、12 施策分類を4つのアプローチに分けている(表3)。この分類は「水平施策」や

表 3. Steinmueller の施策の分類

(1)供給政策	水平的施策
	分野別支援
	産業保護
	シグナル発信
	融資施策
(2)補完財供給	人材確保
	技術獲得
(3)需要政策	技術促進
	情報提供
(4)組織改革	公的機関の新しい役割
	補完的機関
	準公共財供給

「公的機関」など施策対象と、「産業保護」や「技術促進」などの施策目的が混在している。そこで、新しい試みとして、対象と、目的の2次元のマトリックスによる分離を行った(表4)。目的は、Steinmueller 分類の目的に該当するものに、Nelson が政策を必要と主張した「基礎研究」や1980年代から導入された「産業推進」を加えた。

3.1 需給施策

社会が必要とする技術であれば、技術完成した時には、価格<sup>7)</sup>が妥当であるかぎり、需要があるはずである。しかし、ネットワーク外部性やスイッチング・コストなどの理由で需要を政策的に創出するか、調整する必要性が考えられる。ネットワーク外部性がある場合には、各個人は自分の消費が他の消費者にもたらす便益を考慮しないので、国が補助して費用(価格)を下げないと、社会的に望ましい消費がおきない。または、コーディネーションによって

表 4. 施策の分類

		基礎研究	技術進歩	産業育成・促進	その他
(1)需給施策	水平的施策	試験研究費の税額控除、科学研究費補助金	社会還元加速プロジェクト	地域イノベーション創出研究開発事業(経産省)	インフラ海外展開の基盤整備基盤(国際協力機構)
	分野別支援	革新的たんぱく質・細胞解析研究イニシアティブ(文科省)	次世代太陽電池の研究開発(文科省)、セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業(経産省)	気候変動に対応した循環型食料生産等の確率のための技術開発(農林水産省)	飲酒運転者の医学・心理学的な判定方法に関する研究(警視庁)、地域医療基盤開発推進事業(厚労省)
	シグナル発信		密閉型植物工場を活用した遺伝子組み換え植物ものづくり実証実験(経産省)	産学官連携功労者表彰	次世代エネルギー・社会システム実証事業(経済産業省)
	融資施策	RI ビームファクトリー計画の推進(理科学研究所)	中小企業技術革新制度(中小企業庁)	中小企業技術革新制度(中小企業庁)	
	情報提供		産学官連携功労者表彰	経済産業局の活動	スーパーサイエンスハイスクール支援事業
(2)補完財供給	人材確保	テニェアトラック普及・定着事業(文科省)			理数学生育成プログラム(文科省)
	技術獲得		国際科学技術共同研究協力推進事業(文科省)	新たな農林水産政策を推進するための滋養技術開発事業(農水省)、ゲノム創業加速化支援バイオ基盤技術開発	ゲノム情報と電子化医療情報の統合によるローコスト研究の推進(文科省)、元素戦略プロジェクト
(3)組織改革	公的機関の新しい役割	研究協力事業(新エネルギー・産業技術総合開発機構)	大学発グリーンイノベーション創出事業		宇宙航空研究開発機構「地球環境予測・統合解析にむけた衛星観測データの高度化」
	補完的機関	リサーチアドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備(文科省)	イノベーションシステム整備事業(文科省)		サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト
	準公共財供給	WPI プログラム(文科省)	地域イノベーションクラスタープログラム(文科省)		こどもの健康と環境に関する全国調査(環境省)

消費を喚起することもできる。何らかのスイッチング・コストによる惰性がある場合にも、やはり、価格を下げる必要がある<sup>8)</sup>。

Arrowの指摘したように、個人と社会の便益や、判断の期間(短期か長期)に乖離があれば、市場による新しい技術の採用よりも、スピードを速めたり、遅れさせたりして社会厚生をあげられる。例えば、Learning by doingによって費用が低減する場合や、技術が生産要素の生産に充てられる場合は、一企業の技術採用が正の外部性がある。逆に、将来より優れた関連技術の開発が期待できる場合などは、遅らせるのが望ましい。

**水平的施策** 一定の条件をみたせば産業、技術の種類などの区別なく適応される政策である。例えば、研究開発補助金や税控除である。企業の技術開発投資が社会的に過少であるので、限界費用を下げることにより、投資を増加させる。市場の失敗の是正策としてわかりやすく、納得しやすい。適用対象が多いので、幅広い支持をえられる政策である。

しかし、川下の技術に対しては効率が悪い政策である。他の産業や技術分野への外部性の大小に全く関係なく同等の支援をすることになりかねないからである。さらに、投資が科学技術政策の意図している生産性を上げる技術開発投資に使われない可能性がある。

よって、川下技術への補助金の場合、適格な評価をおこなわないと、モラル・ハザードが起きる可能性がある。

**分野別施策** 対象の分野、産業、技術や地域を限定して支援することにより、水平的施策に比べて資金を効率的に使うことができる。条件にあったプロジェクトを提案するために資源の投入が必要であるので、ある程度の自己選別が起こる。また、支援の条件として、中間評価やマイルストーンを設けることによって、モラル・ハザードをかなり回避できる。

一方、このような施策を効果的にするには、対象の技術や産業の限定と、達成目標の設定の段階で政策立案者の方の専門知識と時間が必要であり、支援対象の選抜の段階でも専門知識が必要である。より詳細なルールを書くことにより、施策の効果を保証できるが、詳細になればなるほど、革新的な結果が実現しにくくなってしまおうというトレードオフがある。

**シグナル発信** 新しい知識や技術を紹介することによって、新しい応用とか次世代の技術の開発を刺激できる。例えば、新素材の活用方法や新しい農業方法の普及などである。情報提供後、事業が成功するためには、当事者たちの行動力が必要である。産学連携の成功の原因として特定個人の熱意があげられる。逆に、技術に関する知識が不十分であったり、費用や便益の不確実性が高く、行動にでない場合は、試行自体の支援が効果的な場合がある。

新しい知識や技術の採用を促す方法として、「コンテスト」や「チャレンジ」という施策もある。コンテストに優勝したという名誉が投資インセンティブとなって、投資を喚起することが狙いである。

**融資施策** 金融市場で費用が調達できない場合に政府が融資することは、つまり、イノベーションの段階で特に重要である。市場のリスク回避度が社会のリスク回避度より高いため、成功した場合のプロジェクトの市場価値が社会的な価値から乖離している場合である。例としては、新エネルギー開発など、世代間公平に関係したものや、患者数の少ない病気の治療薬、などがある。

また、ビッグサインセンスのための、大型機器購入の政府支援は融資に類似している。その後の使用料をとることによって、収入が発生すれば、一種の配当があるので、融資と同等の効果がある。また、Intertemporal smoothingの効果が有り、早期の実施を誘導できる。

新しい産業では、新しい技術ができてから、商品化までの時間は非常に短く、融資の担保になる資産がない場合がある。原則として、条件を満たせばそれでも支援の対象になり、新しい産業で有効な施策である。その意味で水平的と分野別の中間に位置する。日本の場合はさらに、ベンチャー資金市場が未発達というのもこの種の政策介入の理由である。

### 3.2 補完財供給

**人材確保** 人的資本の生産性ともからも、また科学・技術の採用が成功するのに必要な受容能力(absorptive capability)としても知識や技術を身に付けた有能な人材は欠かせない。また、有能な人材に必要な能力は活動の場(大学対企業、川下対川上研究)によって異なることを人材育成の段階で反映させることが重要である。また、異なる知識の研究者ととの交流があることは、独創的な研究にも技術の

実用化を成功させるためにも必要である。

**情報提供** 新しい技術の安全性などの情報を消費者に伝えることが目的である。EUでは、sensibilizationという。施策に必要な費用が低い、どの程度消費に結びついたか判断が困難な場合がある。

### 3.3 組織改革

前述の需給施策は個々の研究や技術の内容に依存するので、支援の内容がある程度分かっているなければならない。まだ研究成果がでていなかったり、技術が実現していなくても、ある程度内容の予想が立てば、問題ない。しかし、予測できない発見や技術が生まれることもあり、またそのような革新的な結果こそが重要である。結果が予測不可能でも、それを担う人材を確保して、研究や開発の環境を整えることは確実にできる。物理的な環境だけでなく、人間と情報の流れと交流を備えた組織を整えることが必要である。これまでの施策を組み合わせたコーディネーション(Freeman(1987))の場合もあり、複数の大学・研究機関やと企業を組み合わせたイノベーション・システムともいわれる概念である。

システムとしての組織化の規模や内容は多様である。たとえば、一つの技術や問題解決のために全国単位で行う national innovation system(Nelson(1993))の他に、産業単位(Malerba(2004))や地域単位(Cooke(2001))などがある。

いずれも、既存の活動の組み合わせを改良する余地があるという考え方が根本にある。わが国でも、大学が主にやっている人材育成、大学・研究機関が担っている研究、企業が主に担っている商業化研究と効果的なつながりに必要なそれぞれの役割をはっきりさせる必要性が指摘されてきた。

**公的機関** 公的機関はしばしば基礎的な研究をしている場合が多い。公費で支援しているのは、社会に役に立つからで、研究成果が実用化、商業化される技術・イノベーションにつながる必要がある。そのためには、まず、実用化のインセンティブを与えることである。これは、企業と同様に補助金への応募資格を拡大したり、予算配分を実用化の実績に連動させたりすればよい。根本的に公的機関の使命の定義ということも可能である。しかし、社会全体の何年にも渡る科学・技術・イノベーション政策のなかで、最適な使命の定義を見極めるのはきわめて困

難であり、使命変更のコストと、便益を考えると再定義よりも、先にあげた方法を使ったほうが効率的であろう。

**補完的組織** それぞれの組織が意図されたとおりの成果をあげていても、情報の偏在によって機関の同士の、または市場との成果の情報伝達が実現しないことがある。解決方法として、情報伝達や、成果の受け渡しが目的の機関を設けることができる。また、中馬(2011)の研究によると、人のネットワークが情報の伝達とその後の研究の展開に、深く長く影響をしている。補完的組織がネットワークの形式をとると効果的であるが、固定的にならず、必要に応じてリンクを構築や成生したり消滅できる構造にする必要がある。

**準公共財** 情報の非排他性が確保できれば、非競争性を利用する組織をつくることができる。構成員は水平(同じ研究)でも、垂直(川上、川下)でも可能であり、構成員の目的は多様であるが、準公共財である知識や技術の生産もしくは利用という共通の目的がある組織である。

### 3.4 目的

前節の経済学的根拠に基づく目的に該当する、産業育成・促進を特筆したのは、生産性向上の一部とも考えられるからである。その他の目的には、教育や医療などの公共財の提供や、エネルギー政策や標準化政策などもふくまれる。Steinmuellerが分類項目には、途上国の発展政策になる幼稚産業保護と技術導入がある。技術導入は、国がキャッチアップの段階の場合は、海外の技術をライセンスや直接投資によって獲得する。実際日本もかつては、国がライセンスを支援していた。現在では、技術確保は国内で開発することを指す。さらに、日本が最近推進を強化した政策としての、浄水プラントなどのある技術を中心としたシステムの輸出のように、海外へ特別な技術を使った事業や産業を推進することは、国として望ましい産業や技術を育成する科学・技術・イノベーション政策としての産業育成と考えられる。国際的に特に先端的で高水準な研究の集中支援も含まれる。

この分類で重要なのは、評価基準が目的によって異なることである。基礎研究<sup>9)</sup>には学術的評価が使われるべきであり、技術進歩の評価と異なる。技術

進歩とその他のちがいは、その他は特定の技術と結び付いているのではなく、むしろ既存の知識や技術を組み合わせたイノベーションが含まれることである。

300余施策のうち、ほとんどが「基礎研究」以外の「水平的施策」か「分野別支援」に該当する。「基礎研究」は「科学のための科学」といわれるように、それぞれの分野がパラダイムを持ち、自己増殖的に研究課題が出現するので、「情報提供」や「技術獲得」施策はあり得ない。政策立案の段階で、大学院教育と企業の連携が議論されているが、たしかに、人材確保は「基礎研究」に集中している。「その他」の施策もどちらかという「基礎研究」人材確保である。今後の検討の余地があるかもしれない。

#### 4. 施策の設計と評価

施策が成功するためには、設計、実行、モニタリングそれぞれがうまくいかなければならない。設計をおこなう提案者、実行主体と軌道修正のあしがかりになる指標をSteinmueller(2010)をもとに表5にまとめている。効果的な施策設計のためには、施策の提案者(設計者)と実行主体の専門知識が不可欠であるが、施策によって、提案者に必要最低な専門知識の程度が異なる。「非常に高度」な知識のある専門家は、対象となる科学や技術に関する高度な専門知識の他に、導入される産業の、歴史や長期的な動向をふくむ知識を所有する必要がある。施策の国際的、長期的な結果と全体への影響も評価できなければならない。これに対して、それほど高度で広範囲ではないが、対象の技術または施策についての専門知識があるのが「高度」な専門家である。「普通」の専門家は、施策設計の経験や知識はあるが、特に該当する技術または産業についての知識は必要ない。

Steinmuellerも指摘しているように、日本の場合<sup>10)</sup>各省庁に必要な知識を持った人材がいるが、海外の場合はしばしば外部専門家に頼る。外部専門家は、しばしば当然自分の立場を主張することになるので、目的がはっきりした施策になってしまうことである。全体(特に政策の効果と影響の関係)を俯瞰できる「非常に高度な」専門家がまとめる必要がある。いうまでもなく、目的がはっきりしない施策は無駄になり、評価もするができない。「非常に高い」と「高度」の差はここにある。

実行主体のうち、「自己選別」とは施策の応募資

格で選別されることであるが、応募資格が施策達成に必要な専門性を適切に示していることが重要である。「制御」は、施策の進行状況の把握や評価する場合のパラメーターである。施策の達成度の判断材料にもなる。

#### 5. 結び

現在、我が国では、科学・技術・イノベーション政策を、一つの省庁が担当するのではなく、全体を俯瞰した計画のもとに多数の施策が複数の省庁によって、計画、実地されている。米国、ドイツ、フランス、英国でも、科学技術関係予算の立案プロセスは、長期的なビジョンを踏まえて省庁間の調整部局が各年度の重点事項を示し、これにもとづき各部局が予算要求を行うという点でわが国の制度に類似している(赤池(2010))。さらに、最近ではエネルギー、産業開発などの直接的な産業支援からは徹底し、学際的な経費や省庁横断的な経費や、提案・公募を中心とする競争的な資金ヘシフトしている。米国では安全保障政策など、科学・技術にとっては外的な要因が資源配分に特に大きく影響を及ぼしているが、どこの国でもある程度外的な要因の影響がみられる。よって、科学・技術・イノベーション政策全体よりも個々の政策を目的に応じて評価する必要がある。

イノベーションと組織改革については、経済学が貢献を始めたばかりだと思われる。どちらも、経済学の分野としてまだ比較的新しく、施策設計に貢献の余地があるのではないだろうか？ 本特集の五十川・大橋(2011)はイノベーションデータを使って、補助金施策の設計方法を模索している。インセンティブ、情報の伝達と情報のまとめ方など、どの組織も共通する問題をかかえている(中林・石黒(2010))。しかも、政策が研究に問題を提起している段階であり、始まったばかりの、「政策の科学」に期待は大きい。すでに、わが国においても、データの構築と分析が行われ(長岡他(2010, 2011))、ブラックボックスといわれていた創造過程の定式化のころみも始まっている(Owan and Nagaoka(2011))。施策の効果の実証分析も行われている(高鳥他(2009)、加藤・小田切(2009)、岡田・西村(2011))。最後の2つはバイオについてで、ライフ・イノベーション関係の研究が多いようである。グリーン・イノベーションにも着手する必要がある。

本稿の当初の目的は経済学の科学・技術・イノベーション政策のこれまでの関係と今後の貢献につい

表 5. 施策の設計

	提供者	実行主体	指標
水平的施策	普通	資格適合ののち、自己選別	研究コミュニティ、産業などへのインパクト
分野別支援	高度	自己選択(応募する、事務負担を負える)と選考	プロジェクトの全段階をモニター
シグナル発信	非常に高度	デモンストレーションの場合は分野別支援と同じ、シグナル受信者は自己選別	デモンストレーションについては全段階のモニター、さらに普及の検証
資金施策	高度	自己選別(応募する、事務負担を負える)と選考	日和見主義的行動の監視と産業へのインパクト
情報提供	高度	自己選別	研究コミュニティ、産業などへのインパクト
人材確保	普通	教育と訓練ができ、そこから発展できる	研究コミュニティ、産業などへのインパクト
技術獲得	非常に高度	需要と存在(availability)を発見できる	優先度づけと産業インパクト
公的機関の新しい役割	高度	柔軟性	置換とGainの評価
補完的機関	非常に高度	柔軟性があり、共同投資ができる	実用性(functionality)の評価
準公財供給	高度	自己選別—ある程度の興味が必要	研究コミュニティ、産業などへのインパクト

て考えることであった。経済学的見地から、分類も行ったが、政策全体を俯瞰することもできた。人材確保施策が基礎研究以外で特に不十分であることや、産業育成・促進の点から、公的機関の新しい役割や補完的機関の必要性があることがわかった。

(一橋大学経済研究所)

## 注

1) 経済研究所定例研究会の討論者、赤池伸一氏の詳細なご助言、Edward Steinmueller 氏の説明および、総合科学技術会議幹部他の方々の説明に、深く感謝の意を表します。いうまでもなく、論文は青木個人の見解である。

2) 米国の John Marburger(2007)前科学担当大統領顧問が科学政策への科学的なアプローチの欠如を指摘、データの集積と、モデルの開発、及びそのための研究者コミュニティ構築の必要性を主張した。その後アメリカでは、NSF の Science of Science and Innovation Policy Program など開始、EU による Innovation Survey が実地などがある。また、OECD の Oslo Manual, Frascati Manual を発行してイノベーション関係のデータ収集を促進してきたが、2006 年にはイノベーション・マイクロデータ・プロジェクトを立ち上げた。日本でもこの特集で分析されているイノベーション・サーベイ(五十川・大橋(2011))がある。詳しくは、科学技術政策研究所(2007)、科学技術振興機構(2010)などを参照されたい。

3) 国などの為政者が技術や学問一般を支援することは、近代に始まったことではない。青木(2008)に日本でも奈良時代から国の海外からの技術導入や、江戸時代には藩によって技術開発の施設が設立された。イギリスの大航海時代を支えた科学・技術政策の例(ス

コッチマー)や、16 世紀デンマークで国の GNP の 5% を費やした天文台などの例(Singh 2005)がある。

4) 公費による研究は、公的支援を受けて大学などがやる場合と、国公立の研究機関の両方をふくむ。

5) Arrow は独占企業と完全競争市場の 1 企業のプロセスイノベーション(生産費用を低下させる)による利益の増分、つまり投資インセンティブを比較して、完全競争市場の 1 企業の方がインセンティブが大きいことも示している。これは Schumpeter の提唱した技術開発のために必要な独占という必要悪と相反する考えである。その後実証的には市場構造とイノベーションの関係は逆 U 字型であることが分かってきた。市場構造とイノベーションの関係、つまり競争法とイノベーションの関係は、知的財産の効果も加わって、非常に重要であり、複雑な関係である。

6) 大学または研究機関のことである。

7) 価格は消費者の費用で、生産者の費用に関係するが、同一とはかぎらない。

8) ネットワーク外部性のある新製品の導入に成功している企業がたくさんある。ここで大切なのは、企業が市場に参入する機会があることである。競争政策や産業政策との連携は不可欠である。

9) 前述のように、「基礎」から「応用」というモデルは使われなくなってきた。ここでは、Nelson のいう占有性がきわめて低い知識や、「研究のための研究」つまり、いわゆる「科学のための科学」を指す。

10) Steinmueller は特に科学技術庁が独立していた体制を高く評価している。

## 参考文献

赤池伸一(2010)『科学技術イノベーション政策の科学』と世代間問題』一橋大学・世代間問題研究会報告 2010 年 11 月。

- 青木玲子(2008)「日本のイノベーションとインセンティブ」スザンヌ・スコッチマー著『知財創出 イノベーションとインセンティブ』第12章, 日本評論社, 2008年3月.
- 青木玲子・リー・ブランステッター(2010)「学術的研究は技術革新の生産性を上昇させるか——企業レベルのデータを使った検証」北村行伸編著『応用ミクロ計量経済学』日本評論社, 2010年2月.
- 中馬宏之(2011)「インテル流 R&D 戦略と ITRS: High-k/Metal Gate 技術の事例から」2011年2月.
- 後藤晃・若杉隆平(1984)「技術政策」小宮隆太郎・奥野正寛・鈴木興太郎編著『日本の産業政策』東京大学出版会, pp.159-180. 1984年12月.
- 五十川外大也・大橋弘(2011)「わが国におけるプロダクト・イノベーション活動の動学的推定と政策的含意についての若干の考察」2011年4月.
- 科学技術振興機構 ワークショップ報告書(2010)「エビデンスベースの科学技術・イノベーション政策の立案」: エビデンスをどう「つくり」「つだえ」「つかう」か?」2010年5月
- 科学技術政策研究所「平成18年度 科学技術参考調整費 調査研究報告書(2007)「イノベーションの測定に向けた基礎的調査」」2007年3月.
- 加藤雅俊・小田切宏之(2009)「ライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における大学教育組織の展開と産学共同研究」文部科学省科学技術政策研究所 ディスカッション・ペーパー 59, 2009年12月.
- 清川雪彦(1995)「日本の経済発展と技術普及」東洋経済新報社, 1995年3月.
- 権赫旭・深尾京司・金榮慇(2008)「研究開発と生産性上昇——企業レベルのデータによる実証分析——」『平成19年度 科学技術振興調整費 調査研究報告: イノベーション測定手法の開発に向けた調査研究報告書』第2部3.1, 文部科学省科学技術政策研究所. 2008年.
- 森川正之(2011)「都市密度・人的資本と生産性——賃金データによる分析——」経済産業研究所 RIETI ディスカッション・ペーパー 11-J-046, 2011年4月.
- 長岡貞男・伊神正貴・江藤学・伊地知寛博(2010)「科学における知識生産プロセスの研究——日本の研究者を対象とした大規模調査からの基礎的発見事実」一橋大学 IIR ワーキングペーパー WP#10-07\_1, 2010年11月.
- 長岡貞男・江藤学・内藤祐介・塚田尚稔(2011)「NEDO プロジェクトから見たイノベーション過程」2011年4月.
- 内閣府(2010)「平成23年度概算要求における科学・技術関係施策の優先度判定」2010年10月21日.
- 内閣府(2011)「平成23年度科学技術関係予算の概要について」2011年5月.
- 中林真幸・石黒慎吾(2010)「比較制度分析・入門」有斐閣, 2010年12月.
- 西村淳一・岡田羊祐(2010)「バイオ・クラスターにおける産学官連携」『研究・技術・計画』第24巻第4号, pp.383-399.
- 岡田羊祐・西村淳一(2011)「バイオクラスターにおける産学官連携——特許データに基づく政策評価——」『研究・技術・計画』, 近刊.
- 新技術振興渡辺記念会編「科学技術庁政策史——その成立と発展」科学新聞社, 2009年7月.
- スコッチマー, スザンヌ(青木玲子監訳, 安藤至大訳)(2008)「知財創出 イノベーションとインセンティブ」日本評論社, 2008年3月.
- 高鳥登志郎・中村健太・長岡貞男・本庄裕司(2009)「製薬企業とバイオベンチャーとのアライアンス——日米欧製薬企業の比較分析——」一橋大学 IIR ワーキングペーパー WP#09-07, 2009年11月.
- Aoki, Reiko and Naoyuki Tsutsui (2011) "Standards as Policy," Mimeo, Hitotsubashi University.
- Arrow, K. J. (1962) Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press: Princeton, pp.609-625.
- Bresnahan, T. F. and M. Trajtenberg (1995) "General Purpose Technologies: Engines of Growth?" *Journal of Econometrics*, Vol. 65, No. 1, pp. 83-108.
- Cohen, W. and Levinthal, D. A. (1989) "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 128-152.
- Cooke, P. (2001) "Regional Innovation Systems, Clusters and the Knowledge Economy," *Industrial and Corporate Change*, Vol. 10, No. 4, pp. 945-974.
- Freeman, C. (1987) *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. Printer, London.
- Farrell, Joseph and Paul Klemperer (2007) "Coordination and Lock-In: Competition with Switching Costs and Network Effects," in Mark Armstrong and Robert Porter eds, *Handbook of Industrial Organization Volume 3*, North-Holland Elsevier.
- Fujita, M., P. Krugman and A. J. Venables (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Jaffe, Adam B. (2008) "The 'Science of Science Policy': Reflections on the Important Questions and the Challenges They Present," *Journal of Technology Transfer*, Vol. 33, No. 2, pp. 131-139.
- Jaffe, A. B. (2002) "Building Programme Evaluation into the Design of Public Research-Support Programmes," *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 18, No. 1, pp. 22-34.
- Krugman, Paul (1991) "Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy*, Vol. 99, No. 3, pp. 483-499.
- Lerner, J. (2002) "When Bureaucrats Meet Entrepreneurs: The Design of Effective Public Venture Capital Programmes," *Economic Journal*, Vol. 112, No. 477, F73-F84.
- Lerner, J. (1999) "The Government as Venture Capitalist: The Long-run Effects of the SBIR Program," *Journal of Business*, Vol. 72, No. 3, pp. 285-318.

- Margburger, John (2007) "The Science of Science and Innovation Policy," in *Science, Technology and Innovation in a Changing World-Responding to Policy Needs*, Chapter 2, OECD, Paris.
- Nagaoka, Sadao and Naotoshi Tsukada (2010) "Standard-making R&D and Standard-using R&D: A First Look at Their Characteristics based on Inventor Survey," Mimeo, Hitotsubashi University.
- Nakamura, Kenta, Yosuke Okada, and A. Tohei (2007) "Does the Public Sector Make a Significant Contribution to Biomedical Research in Japan? A Detailed Analysis of Government and University Patenting, 1991-2002," JFTC Competitive Policy Research Center. CPRC Discussion Paper Series 25-E.
- Nelson, R. R. (1959) "The Simple Economics of Basic Science Research," *Journal of Political Economy*, Vol. 67, No. 3, pp. 297-306.
- Nelson, R. R. ed. (1993) *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Oxford.
- Nelson, R. R. (2006) "Reflections on 'The Simple Economics of Basic Scientific Research': Looking Back and Looking Forwards". <http://polis.unipmn.it/seminari/information/papers/Nelson.pdf>
- Okamuro, Hiroyuki and Junichi Nishimura (2011) "A Hidden Role of Public Subsidy in University-Industry Research Collaborations," Global COE Hi-Stat Discussion Paper Series 183. Hitotsubashi University.
- Okazaki Tetsuji, Kaori Ito and Asuka Imaizumi (2009) "Impact of Natural Disasters on Industrial Agglomeration: The Case of the 1923 Great Kanto Earthquake," CIRJE Discussion Paper, CIRJE-F-602, University of Tokyo.
- Owan, Hideo and Sadao Nagaoka (2011) "Intrinsic and Extrinsic Motivations of Inventor," Manuscript.
- Reinganum, Jennifer (1989) "The Timing and Innovation: Research, Development, and Diffusion," in Richard Schmalensee and Robert D. Willig eds., *Handbook of Industrial Organization Volume 1*, Elsevier North-Holland.
- Scotchmer, Suzanne (2011) "Ideas and Innovations: Which Should be Subsidized?" manuscript, University of California and NBER.
- Singh, Simon (2005) *Big Bang*. Harper Perennial, London.
- Steinmueller, W. E. (2010) "Economics of Technology Policy," in Bronwyn Hall and Nathan Rosenberg eds., *Handbook of the Economics of Innovation Volume 2*, North-Holland Elsevier.
- Tamura, Suguru (2010) "Correlation between Standardization and Innovation from the Viewpoint of Intellectual Property Activities: Electric Machine Industry and All Organizations in Japan," Presented at PICMENT10 Bangkok, Thailand, July 2010.
- Vinding, Anker Lund (2004) "Human Resources; Absorptive Capacity and Innovative Performance," *Research on Technological Innovation and Management Policy*, Vol. 8, pp. 155-178.