

研究戦略の形成とそれに基づいた構成的な研究評価

— 創造的営みとしての研究プログラム評価にむけて —

小林 直人^{1*}、中村 修²、大井 健太³

この論文では研究戦略の形成とそれに基づく構成的な研究評価について考察した。特に研究遂行にあたっては、戦略形成の一環として研究プログラムの目標とそれを達成するためのシナリオの設定が大切であることを強調し、その研究戦略に沿った研究評価を行うことの重要性を指摘した。また研究評価にあたっては、研究の進展 (progress)、深さ (depth)、位相 (phase) の3側面から評価を行うとともに、それらを研究戦略と対比しつつ演繹・帰納・仮説形成 (アブダクション)¹⁾による推論を組みあわせて構成することの重要性や、最終的に総合的な評価を形成する際にも構成的な評価法が重要なことを述べた。さらに産総研における研究ユニット評価および長崎県における公的研究機関の研究プログラム形成と評価の実情を紹介して、構成的な評価法との対比を試みた。構成的な評価法は、研究の価値を引き出し、次の進化に向けてのために必要な創造的営みの一つとして捉えることができる。

キーワード: 研究戦略形成、研究プログラム構築、構成的な研究評価、仮説形成の推論、評価の反映と連環、ロジックモデル

Formation of research strategy and synthetic research evaluation based on the strategy

– Toward research program evaluation as a creative activity –

Naoto Kobayashi^{1*}, Osamu Nakamura² and Kenta Ooi³

Formation of research strategy, and synthetic research evaluation based on the proposed strategy have been considered. The importance of a setup of targets and a scenario of the research program to achieve the targets as a part of strategy formation, and the importance of research evaluation consistent with the research strategy are emphasized. Research evaluation should be performed in three aspects – the research progress, the research depth and the research phase. In the individual evaluation aspect, comparison of the research performance with the research strategy framework is essential and synthetic evaluation appropriately composed of deductive inference, inductive inference and abductive inference is recommended. To make the final integrated evaluation, the synthetic method is very crucial. Examples of research unit evaluation at AIST, and the research strategy formation and evaluation of public research organizations in Nagasaki prefecture are compared with the synthetic evaluation method. The method is thought to be a creative activity that can contribute to extract the value of research and accelerate the future evolution of research programs.

Keywords: Research strategy formation, research program construction, synthetic research evaluation, abductive inference, reflection and chain of evaluation, logic model

1 はじめに

21世紀に入り、地球および人類社会がおかれている環境は、20世紀と比較にならないほど切迫している。将来にわたって人類が生き延びて行くためには、科学技術によって現在解決しておかなければならない課題は極めて多い。そのために人類は、科学技術の進め方に関してこれまでに比べてより戦略的な取り組みを必要としていると言える。そのような研究戦略に沿って研究開発を行うとき、研究開発の評価が極めて重要である。特に、研究戦略との比較をしつつ分析と統合を踏まえてその研究開発の意義と方向性を的確に導きだす評価が望まれる。そのような研究評価は戦略

による想定を超えたところまで拡がり、創造的行為としての評価に繋がる可能性も有している。そのため、以下で述べるような構成的な評価の方法論を提起することは有益であると言えよう。また、このような評価法が技術をイノベーションに結びつけるために有効に活用できれば、さらに大きな意義がある。

研究開発の社会的意義が高まるにつれて、各国でその戦略に関する取り組みが活発化している。米国における今後のエネルギーに関する研究開発の戦略的方向性を示した「エネルギーイノベーション・ハブ」^{注1) [1]}、欧州におけるリスボン戦略での「知識ベースの欧州経済社会の構

1 早稲田大学 研究戦略センター 〒162-0041 新宿区早稲田鶴巻町 513 (120-1号館)、2 長崎県科学技術振興局 〒850-8570 長崎市江戸町 2-13、3 産業技術総合研究所 評価部 〒305-8563 つくば市梅園 1-1-1 中央第2

1. Center for Research Strategy, Waseda University 513 Wasedatsumaki-cho, Shinjuku-ku 162-0041, Japan * E-mail: naoto.kobayashi@waseda.jp, 2. Science and Technology Promotion Bureau, Nagasaki Prefectural Government 2-13 Edo-machi, Nagasaki 850-8570, Japan, 3. Evaluation Department, AIST Tsukuba Central 2, 1-1-1 Umezono, Tsukuba 305-8563, Japan

Original manuscript received February 25, 2010, Revisions received December 24, 2010, Accepted December 24, 2010

築」^{注2)}^[2]、我が国における「新成長戦略」^{注3)}^[3]、等はその例である。しかし、研究戦略の学問的基礎を与える「研究戦略学」は、まだ確立されたものがあるわけではなく、これからの大きな課題である。

これまでの研究評価に関する研究では、この約20年間近くプログラム評価で行われてきたインプット、アウトプット、アウトカム、インパクト等の論理的連鎖を示す“ロジックモデル”^{用語2)}を適用する動きが盛んになってきており、研究活動もロジック・モデルに沿って評価を行う手法についての研究が近年進展してきた^{[4][5]}。これは米国やカナダにおける公的資金による研究プログラムの評価手法として効果を発揮してきていて、研究を取り巻く外形的な論理構造を明確に捉えるという点で優れた手法であるが、研究の内容まで踏み込んだ評価は行っていない。一方、研究そのものを評価する手法としてはピア・レビューおよび計量書誌学的手法がある。前者は研究の内容や成果を同じ分野の専門家（ピア）が評価する手法であり、後者は論文数やその被引用度、特許件数等の研究成果に関する計量可能な数値によって評価を行うものである。現在はこれらの手法を組み合わせる評価が行われている例が多い^{[6][7]}。しかし、これまで研究をどのような考え方で捉えて評価すべきなのかという基本的な観点からの研究は、必ずしも十分行われてこなかった。

この論文では、研究の特性と言う観点から考察を始めて、研究戦略形成とそれに基づく研究評価に関する要素からの論理的組み立てにより、研究評価をどのように構成していくべきかという考え方の概略を示す。特に研究評価に当たっては、基礎研究や応用研究あるいはまた分析的な研究や構成的な研究等の特性にかかわらず、「構成的な研究評価」が研究の本質を評価する上でまた研究を進化させる上で重要なことを示す。

2 研究の特性

研究には、本来有している固有特性 (Intrinsic Properties) があると考えられる。それは、①新規性 (Novelty)、②独自性 (Originality)、③論理完結性 (Logical Completeness)、④作用性 (Influence)、から構成されるということが可能であろう。①の新規性とは、特定の学術分野に限らず新たな学術的知見を付け加えることであり、②の独自性とは、研究そのものが独自の知見を提供し、新たな論旨を展開する特性である。すでに知られた現象に全く新しい解釈を与える研究は、新規性はやや低いかも知れないが独自性は高いと言えよう。③の論理完結性とは、一つの研究が明確な論理の積み重ねを経て完結した表現になっていることである。④の作用性とは、研究による作用がその学術分野(ディ

シプリン) の中で影響を及ぼすもの、ほかの学術分野へも影響を及ぼすもの(両者は少なくとも学術界の内部)、社会へ影響を及ぼすもの等に分けられるであろうが、研究の外部への影響・効果の強さを表す。後者の作用性を特に実際特性 (Practical Properties) と呼ぶこととする。

吉川の提唱した第1種基礎研究^{用語3)}は、ある学術領域で新しい知識を産み出す基礎研究であり、作用性が主としてディシプリンの中に留まっているものと考えられる。また第2種基礎研究は(さらに製品化研究も)作用性が社会への影響を与える実際特性を有する研究であるが、両者とも同じ固有特性の中で議論を行うことができよう^{[8][9]}。ただしこの2種類の基礎研究がいつも截然と分かれているのではなく、一つの研究プロジェクトの中に両方の要素が含まれている場合もある。また、固有特性の作用性が短期的には同一ディシプリンに留まっても、長期間の後には社会的な作用性をもつものがある。例えば現在GPS (Global Positioning System) 衛星からの信号を受信する装置ではさまざまな時間的空間的補正を行っているが、それらはA.アインシュタインが20世紀初頭に唱えた特殊および一般相対性理論に基づいているのは周知の事実である。

3 研究戦略と研究プログラム

3.1 研究戦略の意義とその形成

戦略とは「ある目的を設定し、その達成のために人材・資源・時間・情報等の諸要素を適切に割り当てると同時に、それらを有機的に結合・作用させて、全体として良好なシステムとして機能を発揮させる方策」と定義すれば、研究戦略とは、「研究の内容およびその作用性の目標を設定し、それを達成するために採用すべき戦略」ということができよう。

研究戦略の形成においては、その戦略の目的 (Goal) を達成するに当たっての具体的な研究プログラムを設定し、その目標 (Target) とそれに至るシナリオ (Scenario)、研究プログラムを構成する個々の研究プロジェクトの目標までを想定するのが望ましい。研究プログラムは、平澤によれば「政策と研究プロジェクトを繋ぐ、構造化・論理化された政策の実施・展開・管理の単位」と定義されるが^[6]、ここではより広く「研究戦略目的と研究プロジェクトを繋ぐ構造化・論理化された研究展開の単位」と定義しておく。したがって、実験素粒子研究のような第1種基礎研究においても研究プログラムが適用される場合があると考えられる。

どこまで厳密に研究プログラムの目標やシナリオを設定するかは、研究推進者と研究スポンサー(公的研究にあっては国・社会)との合意で決定することが不可欠で、そこであらかじめ契約を行うことが必要である。また研究戦略

は、研究プログラム進行途上の節目での見直しのプロセスを埋め込んでおくことも重要である。

さらに研究には予測不能な現象が起こることを前提に、この戦略の合意に基づく契約には相当程度の裕度を持たせなければならない。すなわちシナリオには幾つかの選択肢や時間的な柔軟性を含ませた設定しておく必要がある。例えば同一ディシプリン内の研究である第1種基礎研究にあっても研究戦略は立てられるが、結果の可能性の広がり非常に大きく、またその作用性が長期間にわたることが想定されるものとなろう。主な想定と異なった結果が得られても、その分野の科学知識体系の増加に結果的にどのように寄与したかによって、研究戦略の価値が問われることになる。

一例を挙げると、2002年に小柴昌俊博士がノーベル賞を受賞するきっかけとなったカミオカンデは、元々は陽子崩壊時に放出されるニュートリノの衝突を検出し陽子崩壊を実証することを主要な目的としていた。しかし、1987年2月小柴らは大マゼラン星雲でおきた超新星爆発で生じたニュートリノを偶然にカミオカンデにより世界で初めて検出することになった。これにより超新星爆発の理論モデルの正しさが検証され、ニュートリノ天文学の幕が開けたと言われている。宇宙からのニュートリノの観測の可能性も最初から小柴によって指摘されていたのであるが、一方でカミオカンデの後継であるスーパーカミオカンデにおいても陽子崩壊はまだ観測されていない。この例のように、科学においては必ずしも狙った結果そのものが得られるものではないことは通常起こるが、神岡鉱山の下に、3,000トンの超純水のタンクと1,000本もの光電子増倍管でニュートリノ検出装置を作るという研究戦略は物理学体系に新知識を加える戦略として非常に大きな意義があったと言えよう^[10]。

研究戦略の形成にあたっては、広い範囲において長期にわたる大局的（地球的・人類的）課題（Global Issues）、国・地域や学術領域において中期的な課題である社会的（ないし領域）課題（Social or Domain Issues）、特定の領域

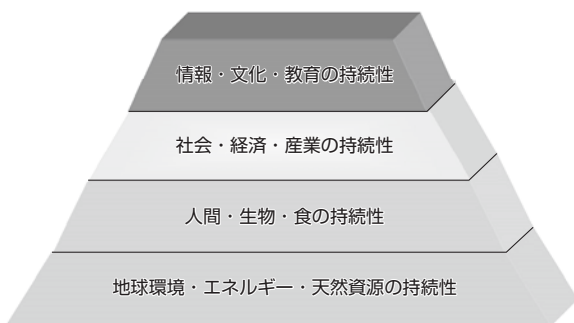


図1 持続的発展性の重層的考え方

において比較的短期に行われる研究プログラム（Research Programs）等に構造化して考える必要がある。

大局的（地球的・人類的）課題の一例として「持続的発展可能な社会の実現」という課題を取り上げる。この考え方では、さまざまな課題を含んだ重層構造として描くことが可能である。簡単のために、図1に示すように「地球環境・エネルギー・天然資源」、「人間・生物・食」、「社会・経済・産業」、「情報・文化・教育」の持続性の四つに課題を大別してみる。この層では、下層から上層に行くにしたがって、持続性の対象が自然的なものから人為的なものに変化していることを示している。また下層の方が緊急度を有するものが多いとも言えるが、国・社会や国際的な施策としては、このすべてに関して総合的な取り組みをしていかなければならない。

研究戦略の形成上重要なことは、このような大局的課題に関してそれが現実の世界に投影された個別の社会的課題を明らかにし、その課題を解決するための研究プログラム、個別研究プロジェクトへとブレイクダウンして定義し、それらの関連性を可視化することである。図2にその試みの一例を示す。大局的課題として、上述の持続性の課題を4点挙げ、それに関連した社会的課題、研究プログラム例を示してある。この方法はトップダウン的な言わば演繹的な方法である。演繹的と述べたのは、戦略の前提となる事項、例えば上述の持続的社会的形成の中の地球環境の保全（低炭素社会の実現）等に代表される事項は、ほぼ社会的合意がとれている点で採用可能であり、それに基づいて必然的に採用すべき手段を選択していく方法をとっているからである。しかしその際、完全な演繹的推論ができるわけではなく、そこには必ず仮説形成推論（アブダクション（abduction））^{[11]-[13]}が働いていることになる^{注4}。

一方で研究戦略形成には、現場の研究者の経験・知見・将来展望から見たボトムアップ的な戦略形成があり得る。

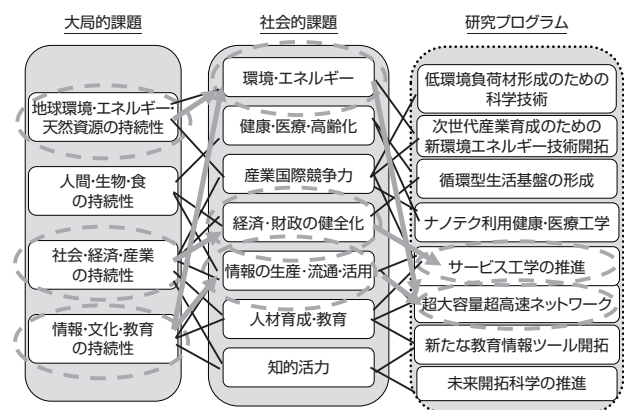


図2 戦略形成の考え方の一例

例えば、超低エネルギー消費の光スイッチ素子の開発とそれを用いた光バスを利用した通信ネットワークが構築できれば現状のインターネット通信の電力消費を3桁程度落とせるという推論ができたとして、それにより低炭素社会の実現に大きく貢献するというシナリオが描ける^[14]。これは一つの要素技術であるが、そのような要素技術群の実現をベースに研究プログラムの構成を行う方向がある。これらは個々の事実と特定の論理的推論から命題を形成する言わば帰納的な戦略形成と言えるが、ここにもやはりアブダクションによる推論が入っている。現状の技術を纏め上げて一つの具体的なシステムに創り上げるには多数の仮説が必要だからである。このように、演繹的なトップダウンの構成性と帰納的なボトムアップの構成性の結節点としての仮説形成的(アブダクティブ)な研究戦略形成が必要となろう。

3.2 研究プログラムの構成

研究プログラムの構成に当たっては、このような学術的枠組みの中でどの領域(Domain)に研究の主たる中心を設定するかを考察が必要となる。今後の地球的・人類的課題(例えば産業発展と環境問題)を解決するためには、単一のディシプリンに依存するだけでは不可能で、人文・社会科学の知識も含んだ多分野にわたる知識が必要になる。そのための領域はかなりの広がりをもつことになる。また研究プログラム設定にあたっては、研究戦略によって示された研究プログラムの目標とそれを達成するための具体的なシナリオを示す必要がある。それを時間軸上に逐次達成すべき里程碑(マイルストーン)とともに示したものがロードマップである。

そのためには、図3に示すようにこの研究プログラム α を構成する個々の研究プロジェクトの設定が必要となる。この場合は、幾つかの研究領域の課題である研究プロジェクト群(A、B、C)からプログラムが構成されていることを示している。

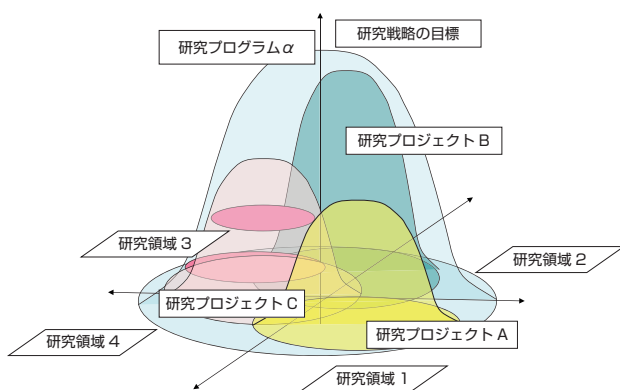


図3 研究プログラムを構成する研究プロジェクト群とその特性

4 研究評価の構成

4.1 研究評価について

研究評価を考えるに当たって、それが研究者の役に立ち研究を進化させるものとするのが望ましいが、その一方でたとえ基礎研究であっても社会の中できちんと研究の「価値」を見えるものにし、社会の理解と協力を得るための有効な手段として活用できることが重要である。そのため以下に基づく考え方で、研究評価を進めるのが相応しいと考えられる。

すなわち、(1) 研究評価の方法の基本的考え方として、①基礎研究、応用研究、開発研究^{用語4[15]}、あるいは第1種基礎研究、第2種基礎研究、製品化研究^{[8][9]}に限らず統一した考え方で研究とその評価を捉えること、②契約に基づいて研究評価を行うこと(研究の狙いを、戦略およびシナリオとして関係者(研究資金提供者、研究推進者、評価者)があらかじめ契約内容として共有しておき、それに基づいて評価を行うこと)、③評価者と被評価者が同じ地平で協力できること、等が挙げられ、また(2) 研究評価が目指すこととして、①研究の価値を引き出せること、②研究が進化すること、③研究者・研究推進者の意欲の源泉になること、④スポンサーやステークホルダーへの説明責任が果たせること、等が挙げられる。

以下では、研究評価の特質について考察を進めた上で「構成的な評価」の説明を行う。なお、「構成的な評価」とは、研究評価のいくつかの側面(これを要素評価と呼ぶ)の特性を明らかにした上で、それらの関係を構造的に明確に位置づけ、研究の総合的な評価を構成する評価法、と定義できる。なお、これまでの研究評価の方法について大谷による分かり易い論説が出されたので参照されたい^[16]。

4.2 研究プログラム・プロジェクトとその評価

研究開発の評価にあたっては、研究のそれぞれの過程での評価の特質を把握しておく必要がある。主なものとして①事前評価(Appraisal)、②プロセス評価(Process Evaluation)、③アウトプット評価(Output Evaluation)、④プログラム評価(Program Evaluation)、⑤アウトカム評価(Outcome Evaluation)等がある。図4に、戦略形成からプログラムの構築・実行、アウトプットの創出、プログラムの達成、直接的アウトカムの創出までの戦略に基づく一連の研究開発プロセスにおいて、どのような評価とそのフィードバックがなされるかを示してある。なおこれらの一連のプロセスは最近 ROAMEF^{用語5}というプログラム評価の方法論として推奨されているものにおよそ等しい^{[6][16]}。

研究評価に当たっては、初めに事前予測(Foresight)に基づく事前評価が特に重要である。事前評価では、戦略に沿った研究展開シナリオと研究プログラムの妥当性、

研究プログラムに沿った各研究プロジェクトの計画と内容、実行するための体制や研究資源、時間、場所等をきめ細かく検討する。特にその研究プログラムの狙いを明確化し、研究プログラムが含む複数の研究プロジェクトについて個々の計画・リソース・予想アウトプット、等とともにそれぞれの研究プロジェクトがどのように相互作用（プロジェクト成果の共有や活用）をするのか等のダイナミックな関連性が明らかにされることが重要である。

事前評価には蓋然性の高い推論に則って戦略を判断する帰納的かつ仮説形成的な評価の実施が必要になる。一例を挙げれば、ある有機材料を利用した新技術の開発により地球温暖化ガス低減・低コスト生産・高い輸出競争力に資するという研究戦略を作ったとして、現状の材料・デバイスの性能から判断して実現可能性が高いということが帰納的に推察されるものの、一方でその耐久性に問題があるという反論に対しては、水分や酸素との接触を極力避ける技術開発により耐久性を飛躍的に向上できるという仮説による推論のもとに戦略の事前評価を行うことが可能となる。

なお、一方で状況の変化に沿って適切に対応できるシナリオの柔軟性が重要になるであろう。ただし、戦略やシナリオ形成の厳密性と柔軟性の両立は必ずしも容易ではなく、その柔軟性をどのように埋め込んでいくかも課題の一つである。

プロセス評価では、個々のプロジェクトの進行状況を確認するとともに、問題があれば修正するというフィードバックや、他プロジェクトとの連携の推進を推奨する等ダイナミックな対応が必要である。アウトプット評価は、プログラムの達成によって具体的に出了成果が所期のプログラム目標と比べてどうであったかを確認する。ここでは第1種基礎研究にあっては後述するピアによる評価が第一に重要であるが、社会的な効果が主要になってくる場合は専門家やステークホルダーの評価が重要になってくる。

プログラム評価では、戦略で目指した研究プログラムの

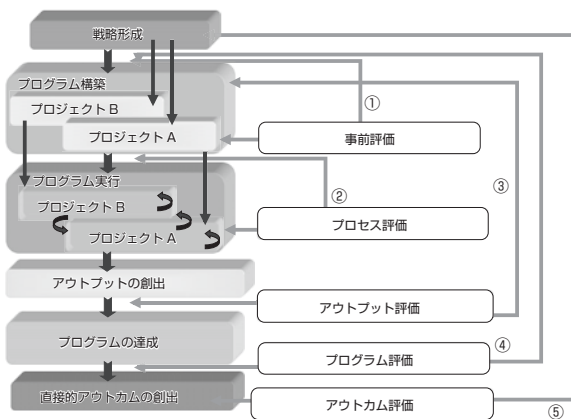


図4 戦略形成からアウトカムに至る過程での評価

目標とシナリオの実践が確実に行われたかどうかを検証する評価が行われる。また直接的アウトカム評価は、研究プログラムのアウトプットが外部に渡されて産まれる直接的アウトカムが戦略の目標と比べてどうであったかを検証する評価である。ただし、この直接的アウトカムの創出はプログラム終了後ある程度の時間がかかるのが普通である。

評価はフィードバック・ループ (Feedback Loop: FBL) が大切である。上記の過程で、FBL ①では事前評価で抽出された課題がプログラム構築に戻され反映される。FBL ②はプログラム実行の際に、プロジェクト・レベルで行われるいわゆるPDCA (Plan-Do-Check-Act) サイクル^{用語5}の一つである。ここでは個々のプロジェクトでの進行状況チェックがプロジェクトの軌道修正や投入リソースの見直し等に反映される。FBL ③④はプログラム評価およびアウトプット評価で評価された内容が次のステップのプログラム形成に反映されるループである。FBL ⑤は、直接的アウトカムの評価を研究戦略の修正や新たな戦略の形成に役立てるプロセスである。

なお、研究プロジェクトは研究プログラムに比べて単純な構造あるいは機能を有している。そこでは、研究目的、研究手法、研究成果、想定されるアウトカムが小さな範囲に留まっているが、研究プログラムとフラクタル構造を有していると言えるので上記の評価プロセスが適用可能である。ただし研究プロジェクトは、研究プログラムの一要素として位置付けられるために研究戦略の事前評価の部分は簡略化できると考えられる。

4.3 構成的な研究評価とその活用

4.3.1 俯瞰的概念図

図5に研究戦略形成に基づく研究プログラム実行に伴う研究評価の俯瞰的概念図を示す。まず研究評価を幾つかの要素評価に分けて分析的に考察する。

X軸に研究の進展 (Progress) を示す時間軸を示す。ここでは、図4のプログラム構築からアウトプット創出までの過程を単純化して計画 (Plan) ・研究実施 (Process) ・成果創出 (Results) という三つのブロックで一つのプログラムを示している。この評価軸での評価は、研究の進展 (Progress) が戦略で想定した過程に沿って研究の計画・実施・成果創出がなされているかを主として判断することになる。ここでは研究の内容もさることながら、研究の効果的な進展のためのマネジメントを主に評価することになる。ここではすでに合意された戦略という規範に則って演繹的に判断することが必要であるが、それのみではなく研究マネジメントのさまざまな試みや工夫のエンカレッジを行う評価が必要となる。ここにおける評価者は研究の進展に経験を有するピアおよびエキスパート (専門家) が相応しい

が、特に研究プログラム・リーダーの経験者がいることが望ましい。

Y軸には、研究の深さ（Depth）を示す。ここで言う研究の深さとは、研究成果にあっては第2節で述べた研究の四つの特性、①新規性、②独自性、③論理完結性、④作用性、のそれぞれについての質の高さと言える。また計画やプロセスにあっては、同様の特性として高い予測が期待される計画の緻密さや展望の大きさ、重要な研究成果に繋がる良好な研究の進捗状況ということができよう。ここで評価者は、同一ディシプリン内あるいは複数のディシプリンにまたがるピアが必要となる。次に述べるZ軸（位相）の各段階では、異なった評価者が必要になる。純粋基礎研究の位相にある場合は、同一ディシプリン内のピアがよい評価者であるが、フェイズが社会的出口に近づくにつれて産業界やジャーナリズム界等の専門家が要とされる。また、その際の作用性は社会的な効果の大きさやそれに繋がる可能性の高さということになる。

Z軸には、研究の位相（Phase）を示す。位相とは、基礎研究から社会的出口までのどの状態にその研究が位置するのかを示す指標である。例えばこれまでより研究は基礎研究、応用研究および開発研究に分けられて定義されている例や^[15]、前述の第1種基礎研究、第2種基礎研究、製品化研究という分類に対応させることが可能である。評価者はそれぞれの位相において、それぞれの位相に即した戦略の意義と研究の内容について知見を有し、アウトカムの実現可能性を考察できる評価者が望ましい。この軸の評価においては必ずしも研究成果のみで評価をするのではなく、研究成果とそこに至るプロセスや今後予想される研究成果活用の道筋が推論されて評価される。その意味で、戦略に表された目標とシナリオ、それを具体化したロードマップ等が評価の基礎となるものであり、それぞれの位相（第1種基礎研究、第2種基礎研究、製品化研究等）での研

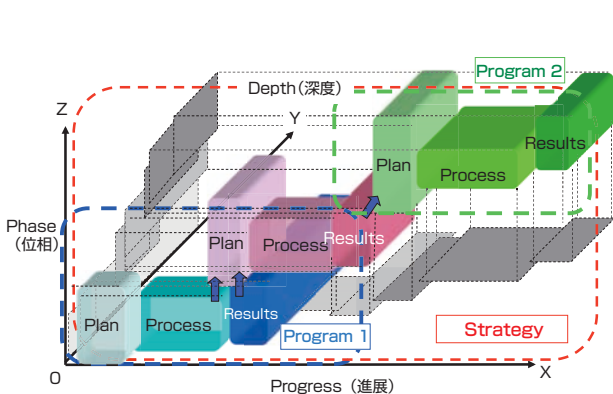


図5 戦略形成および研究プログラム実行に伴う構成的研究評価の俯瞰図

究成果の意義を評価することとなる。なお研究成果の作用性が同一ないし異種のディシプリンに留まる場合は、作用性はZ軸の最下層にあると言えよう。その場合はピアにより深さ軸の中で評価される。以上をまとめると、この概観図は、その各軸が要素評価の軸を示しており、構成的評価の各要素評価の関係を構造的に位置付けて示していることになる。

一方、これに研究開発の様相を当てはめて考えると、研究の位置付けがさらに明確になる。図6には研究開発のXYZ軸で作られた位相時空間配置を示す。各軸の評価を構成的に最終的な評価に結び付けるには、第一義的には戦略を参照する必要がある。戦略の形成段階において、研究成果が位相時空間の中でどの部分を占めることを意図していたかが明確に述べられていることが大切である。図6に透明のブロックで示された3次元構造は、戦略上構想された研究プログラムの研究成果の予測概念図を示す。この予測は前述のように演繹的・帰納的・仮説形成的推論が行われた結果として得られたものである。一方、同図で各色の実体のブロックとして示されているものは実際の研究の結果を示している。この透明ブロックと実体ブロック間の対比が最終的な評価に結び付けられることとなる。

4.3.2 構成的な研究評価の実際

個々の評価軸における評価は、その軸の戦略によって示された目標・シナリオとの比較によって行われる。X軸における進展評価においては、すでに述べたとおり研究の進展が戦略上計画し意図された時間とどの程度一致ないし乖離しているかが、評価指標となる。例えば予測された時間内での進展に計画との乖離があった場合、マネジメントの工夫によって成果の集約化や研究資源の「選択と集中」等によって加速が期待される場合には、その効果を仮説形成的に予測しなければならないという意味で仮説形成の過程が求められる。

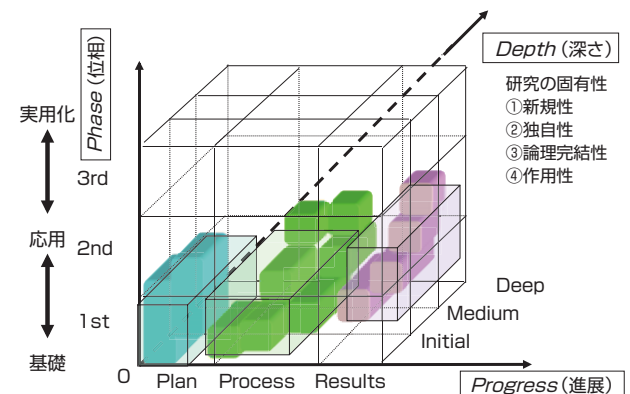


図6 研究評価構成の概念図

Y軸の研究の深さにおいては、その研究の固有特性のそれぞれが評価されるが、個々の要素に関しては、その領域の専門家のさまざまな知識や経験に基づいた帰納的判断が大きな役割を果たす。総合的にはその研究の「卓越性」を判断することになるが、ここにおいても仮説形成的な推論が必要とされる。すなわち、研究の固有特性のうち新規性、独自性や論理的完結性は専門家によってかなり客観的に評価が行われるものの、それらに加えてその研究が有する作用性になると評価者の仮説的推論すなわちイメージネーションによる部分が大きい。それは、評価者がその作用性を含めた仮説形成的な推論を行うことによって、初めて研究の固有価値についての評価が成立するからである。

なお、研究には予期せぬ成果を活かすセレンディビティが極めて重要な役割を担っていることが多い。それは戦略的計画では予測がつかなかったものであり、第2節で述べた研究の四つの特性のうち、①新規性と④作用性が極めて大きい成果と言えるであろう。この評価は研究の深さにおいて計画された範囲を大幅に越えたということで大きな評価を得ることができる。

Z軸の研究位相の評価軸に関しては、社会的効果が評価指標（第一種基礎研究の場合では学術界でのインパクトであり、それはY軸での評価と重なっている）になるが、より仮説形成的な推論や評価が必要とされる。なぜなら社会的効果は、科学や技術の研究そのものがもつ固有の価値に加えて社会が受容する価値が必要とされるからである。その判断には、研究の進展(X軸)、研究の深さ(Y軸)の評価以上に仮説推論的な要素が多いと言えよう。

全体的な構成的評価を行うには、上記の各要素評価を総合的に捉えた上で、それから総合評価を構成しなければならない。その場合、すでに述べたように論理的帰結に依拠する演繹的推論、多くの具体的事例を基に結論を導き出す帰納的推論、および仮説形成を活用し、その研究成果の価値の可能性を検証する推論の組み合わせが重要である。

4.3.3 総合的な研究評価

構成的な評価に当たっては、研究の特性を十分に踏まえ、研究推進側と評価者が、到達すべきゴールを含む戦略や成果指標に関する共通認識の下、研究の進め方や成果に関する深い議論を行い、戦略で目指された成果目標と実際の研究成果の距離を確認しつつ最終的にその研究プログラムの実施の意義と効果を仮説推論的に議論・検証することが重要である。その過程をとおして“研究評価＝仮説形成とその表現”と考えることができる。これはまさに創造的な行為である研究そのものとも密接に関係しており、研究評価は創造的な営みの一つであると考えられるべきであろう。

なお構成的な評価を実際の評価に当てはめるには、適切な工夫が必要である。これこそ研究推進(者)・研究基金提供(者)・研究評価(者)の三つのサイドの合意で設計を行うものである。この論文の提案をそのまま適用したわけではないものの、産業技術総合研究所(産総研)の第2期中期研究目標期間(2005～2009年度)に行われた「アウトカムの視点からの評価」の例では、progress(X軸)、depth(Y軸)、phase(Z軸)にそれぞれ関連していたと考えられるマネジメント評価、アウトプット評価、ロードマップ評価という要素評価を導入して、最終的に総合的な評価を行うという設計を行った^[17]。しかし、これはこの論文で提案している、戦略との対比による要素評価には必ずしもなっていなかったことや、評価委員との議論には未だ深い議論が不足していたという点等があり、構成的な研究評価としては未だ発展途上にあったと言いうことができよう。具体的には、要素評価とその適切な構成に加えて、研究推進側と評価委員側との発展的な深い議論の結果を組み込むことを含めて、総合的な評価システムを設計していくことが望ましい。

5 構成的な研究評価の例

5.1 産総研における研究評価の特徴と課題

5.1.1 アウトカムの視点からの評価

産総研の第2期中期目標期間(2005～2009年度)においては、研究評価検討委員会(委員長、平澤治)の提言(2004年)を受けて、研究開発活動をとおした産業、社会への貢献の観点を重視し、「アウトカムの視点からの評価」を進めてきた^[17]。その設計の過程で、①ロードマップ評価、②アウトプット評価、③マネジメント評価を、大きな要素評価の3本柱とした。この論文の構成的な評価の主要な部分は、これらの経験を基に考察を進めたものである。第4章にも記したが、結果的には、①ロードマップ評価はZ軸(位相)の評価に、②アウトプット評価はY軸(深さ)の評価に、③マネジメント評価はX軸(進展)に、対応していると考えられる。そして研究戦略形成に関連したロジックモデルとして、産総研における研究開発におけるインプット、アウトプット、アウトカム、インパクトの例によって示すと図7のようになる。

産総研における研究戦略はすでに述べたトップダウン的な視点とボトムアップ的な視点の両視点から形成を行っている^[18]。アウトカムはこの戦略との関連を踏まえて各研究ユニットで定義されたものである。アウトカムの視点から産総研の業務をとらえると、高度な知識や技術の創出に向けた研究開発活動がもちろん中心業務であるが、同時に成果を外部に橋渡しし、アウトカム創出に資する活動も重要

な業務と位置付けられる。産総研では後者をイノベーションハブ機能と呼び^[19]、研究戦略とともにイノベーションハブ戦略も立て活動している。

5.1.2 具体的事例

産総研では、戦略形成の結果として、達成目標を七つに大分類し、さらにそれぞれの達成目標の下にブレイクダウンした戦略目標、戦略課題、重点課題、を設定し研究開発を系統的に進める体制を整えている。戦略目標から研究ユニットの課題に至るプロセスは、社会的要請、市場性等の外部環境要因、技術ポートフォリオ、コア技術の強み等内部要因の分析に基づいてトップダウン的に設計される。一方、研究開発から期待される成果は、研究開発のアウトプットからアウトカムに至るプロセスを個々の研究課題から見てボトムアップ的に設計する中で設定される。

具体的な事例として脳神経情報研究部門の担当課題“脳神経細胞機能分子を対象とするバイオマーカーに関する研究”について紹介する。この研究は、脳神経疾患に関係する細胞情報伝達に関わるイオンチャネル、受容体、細胞内情報伝達分子の分子動態の解明とこれらの機能タンパク質を特異的に認識するバイオマーカーの探索・同定に特徴がある。この担当課題のロードマップを図8に示す。ロードマップ上には産総研で行われる研究開発（マーカーの探索と機能評価、センシング基盤技術）から、アウトカム創出に向け企業等との連携による脳疾患診断・予防システムの開発（センサー開発、脳疾患リスク診断技術）について技術要素の年次展開が示されている。

研究ユニット評価委員会は、大学、産業界、ジャーナリズム界等からの外部委員（5名程度）および内部委員（評価部首席評価役2名程度）から構成され、ロードマップやアウトプット成果、マネジメントの妥当性、適切性を審議し評価する。平成20年度（第2期中期目標期間5年間の4年目）の評価委員会では、このロードマップについて「明

解である」、「強みも明示されている」等肯定的な意見が多く適切と判断された。一方、一部の委員からは「全体ロードマップでの位置付けの明確化」、「マイルストーンの明確化」が望まれた^[20]。アウトプットについては「独自の分子進化技術による新規ペプチドの創生」、「アリ毒やクモ毒等ユニークな生理活性ペプチドに関する成果」、「伝達物質受容体リガンドセンサーの開発」等が、臨床応用や神経機能解析ツールとして活用が期待される新技術として高く評価された。

なお、本事例以外でもアウトカムの視点からの評価により、その研究ユニットの研究活動に有益な示唆や指針が得られたことを研究ユニット長が言及している研究ユニットが、界面ナノアーキテクニクス研究センター、強相関電子技術研究センター等いくつかある。詳細は、参考文献^[21]に記すが、前者の場合では、アウトカムの視点を意識することによって明確なシナリオを描くことができ、評価委員の適切な意見が戦略的研究開発計画策定に役立ったこと、後者では第1種基礎研究においてもロードマップを形成するという作業は研究進展の適切な論理的枠組みを組み立てる上で役立ち、また「新たな学理の構築」をアウトカムの一つとして設定することが適切であるという認識が得られたこと、等が述べられている。今後は構成的な研究評価により、さらに有益な結果が得られることが期待される。

5.1.3 研究開発の位相進化と構成的な研究評価の反映

上記の事例を研究開発の位相進化という観点からモデル化すると図9のようになる。実際には、“バイオマーカーの探索”、“センサーの開発”、“診断技術への応用”という位相の異なる研究開発が、異なる年次展開で並列的に進む。研究開発課題は、それぞれ“知識の蓄積”、“要素技術の蓄積”、“製品化技術の蓄積”のサイクルとしてモデル化できる。位相間の研究開発を繋ぐものがキーテクノロジーであり、この技術の質が新たな位相で展開する研究開発の

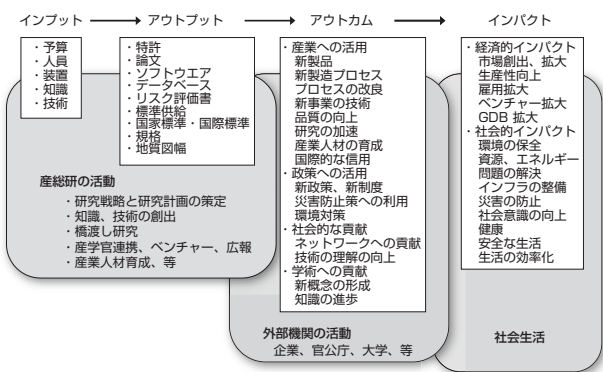


図7 産総研における研究開発と成果普及のモデル

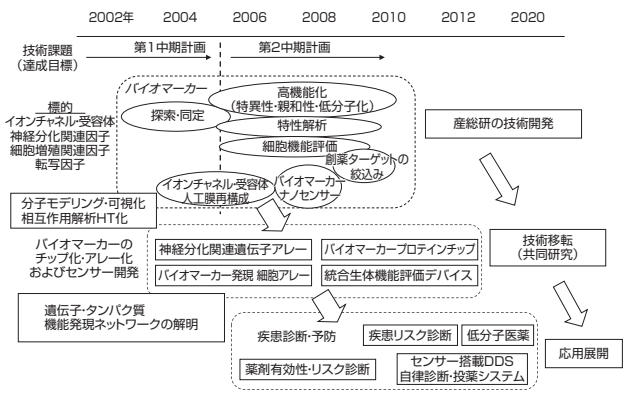


図8 脳神経細胞機能分子を対象とするバイオマーカーに関する研究のロードマップ

レベルに大きく影響する。位相間の移動においては外部との連携（外部の知識、要素技術、製品化技術の利用等）による技術の融合が、アウトカム創出にむけ重要なマネジメントとなってくる。

アウトカムの視点からの評価においては、研究開発および成果の全体像を的確に把握し、質の異なる成果を総合的に評価する必要がある。研究開発の全体構成の妥当性や有効性、異なる位相の研究開発サイクルを円滑に回すためのマネジメントの有効性、という観点からの評価も重要となる。

上述のように産総研の評価においては、結果的に構成的研究評価を取り入れていると考えられるが、その主要な特徴の一つである研究戦略に基づいた研究評価については、まだ課題が残っている。特に、産総研の研究開発を総体として今後評価するためにも、研究戦略のより緻密な形成およびそれとの対比に基づく構成的な評価が必要と考えられる。そのため、①研究戦略の最終ゴール、そこに至るシナリオの明確化とそれとの比較を基本とする評価軸（XYZ軸）の明確化、②ボトムアップ的な観点からの評価（担当課題の成果についてのアウトカムの視点からの帰納的な評価）とトップダウン的な観点からの評価（達成目標から担当課題に至る課題設定とロードマップの演繹的な評価）のマッチング、③異なる位相間の連関の明確化、④研究の性格（基礎、産業応用、政策対応、等）を考慮した位相軸（Z軸）上の評価方法の明確化、等の課題が残されていると言えよう。これらは上述した研究戦略の形成、研究プログラムの構成と実施、要素評価と構成評価等の課題と関連しているものであり、今後第3期における研究ユニット評価の中で充実していくことが望まれる^[22]。

5.2 長崎県の例—地域活性化のための科学技術振興の戦略形成と評価

5.2.1 戦略的ビジョンとロジックモデル

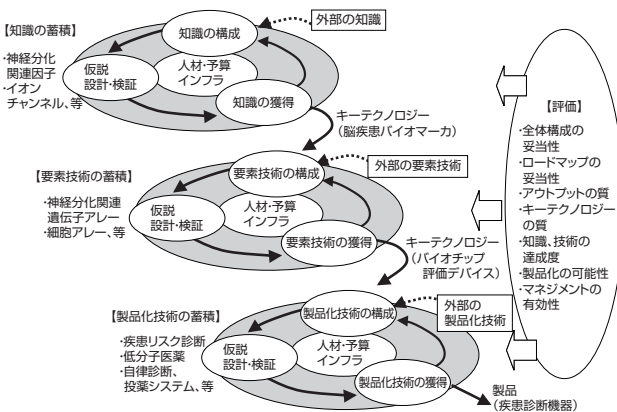


図9 研究開発の位相進化と構成的評価の反映

地方自治体における公的研究機関は地域の産業振興という重要なミッションの一翼を担っており、国や大学、企業等で行われている研究開発と多くの共通の課題と独自の課題を有している。ここでは、筆者の一人（中村）が最近赴任した長崎県の公的研究開発における研究戦略形成と評価の例を紹介する。

2008年のリーマンショックに端を発する世界的な経済危機からの回復が停滞する中で、人口減少や低県民所得等多くの課題を有する長崎県の企業や産地が厳しい競争に打ち勝ち、持続発展可能な社会を築いていくためには、ほかにない独自の地域資源を活用することが極めて有用であり、研究機関が社会ニーズを速やかにくみ取り、研究開発の課題設定に反映することが肝要である。そのためには、戦略的なビジョンを構築して、目指すべきゴールを明確に定め、それに至るシナリオを描く必要がある。ここでは、ロジックモデル^[4]を活用して戦略的研究開発の推進を促した事例について述べる^[23]。ロジックモデル活用の最大のポイントは、常に顧客を意識して、顧客に受け入れられる成果を創出するための研究開発を明確に設定することである。この一連の作業により、アウトカム創出のための戦略的研究開発のシナリオが完成されなければならない^[24]。

5.2.2 長崎県科学技術振興局^[25]のミッションと戦略形成

(1) 県の研究機関のあり方

長崎県科学技術振興局は五つの研究機関（環境保健研究センター、工業技術センター、窯業技術センター、総合水産試験場、および農林技術開発センター）を統轄する組織として編成されている^[26]。科学技術振興局のミッションは科学技術の活用により、①競争力のあるたくましい産業を育成し、②安心で快適な暮らしを実現することにより、将来に夢をもてる元気な長崎県にすることである。そのためには、長期アウトカムとして、産業構造の転換による長崎型新産業創造と集積が求められる。その要素として、新事業、新産業の創出とともに、既存産業が地域資源を活用した体力アップを成し遂げ、県内産業の生産高アップと雇用拡大を達成する施策を展開する必要がある。中期アウトカムとして、新分野進出や自社製品の開発、ブランド化、シェア拡大等による既存企業の一步前進が求められ、短期アウトカムとして、県内企業の技術力の向上、省力化・コストダウン、マーケティング・デザイン能力の向上等が必要である。県の研究機関は大学等と連携しながら、基盤技術の高度化・高精度化、システム化のための研究開発、技術支援に加え、分野融合研究による技術開発、マーケティング・デザイン支援、企業ニーズに対応した支援等を展開する必要がある。以上の内容を、ロジックモデルを駆使して

整理し（図10）、関連部局と共有した。この整理図を一般形として、窯業技術センター^[27]の戦略形成へ適用した例を次に述べる。

(2) 窯業技術センターの戦略形成

昭和5年に東彼杵郡佐佐見町に設立された長崎県窯業技術センターは、県内窯業の発展・振興をその使命として、新材料や廃棄物の再資源化等の研究開発、新技術との融合による新分野の製品開発、陶磁器産業支援のためのモノ作り基盤技術の高度化等に取り組んでいる。今後の研究開発の戦略形成のために、陶磁器分野、無機材料分野、およびデザイン分野の産業支援について整理したロジックモデルのうち、陶磁器分野の整理図を紹介する（図11）。このロジックモデルでは「陶磁器の基盤技術と新製品の開発」が一つのプログラムであり、個々のアウトプット（例えば、「新たな軽量磁器素地開発技術」）に関する研究課題が個々の研究プロジェクトに該当する。また中長期アウトカムは中長期戦略に対応していると言える。

上記の窯業技術センターのミッションのうち、陶磁器分野の目指すところは陶磁器産業の活性化であり、ブランド力の向上、新機能をもつ陶磁器製品による新たな市場の開拓、他産地との競争を勝ち抜く国内市場シェアの獲得を中・長期アウトカムとして掲げている。また、短期アウトカムとしては、生産コスト低減、高品質・高付加価値の製品開発、新分野展開、生活様式の変化に対応した製品開発、高度化支援が必要であると整理している。これらの短期アウトカムを得るためには、顧客に渡すべき研究開発のアウトプットとしてどのようなものが求められるかを詳細に整理したのが図11である。これらのアウトプットを出すためには、陶磁器の基盤技術と新製品の開発に集中した研究開発と生産現場に対応した技術支援を戦略的に進めることが求められる。

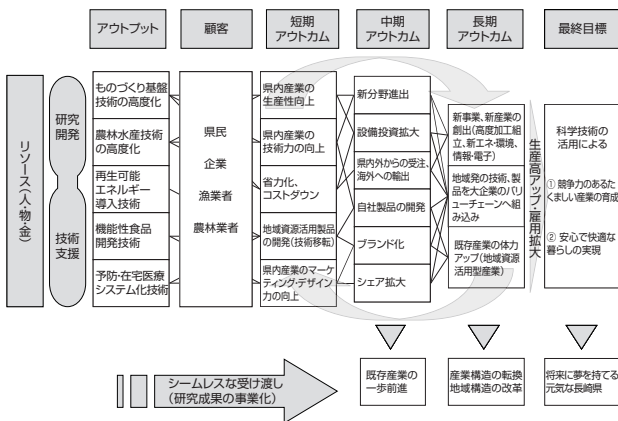


図10 研究機関のあり方構築のためのロジックモデル（長崎県科学技術振興課作成）

5.2.3 研究事業評価の反映^[28]と今後の課題

長崎県の研究事業評価には、この論文で必要性を述べた戦略形成を取り入れ始めたところであるが、構成的な研究評価で示された考え方の導入は今後の課題である。しかし現在では条例に基づき、外部委員による研究事業評価を行い、県民や産業界のニーズを反映し、市場を見据えた研究の徹底を図っている。またそれを職員の意識改革にも活用している。評価のスキームとしては、県の研究機関が行う個々の研究を対象に、それぞれ事前評価、途中評価、および事後評価を、必要性、効率性、および有効性の視点で評価している。研究機関ごとに設定される分野研究評価分科会（外部評価委員6名）で評価を行い、その報告を基に親委員会としての研究事業評価委員会（外部評価委員8名）でメタ評価（Meta-Evaluation：評価事業そのものの評価）を行っている。2009年度からは、ロジックモデルを活用して各研究機関で取り組んでいるすべてのプロジェクトの俯瞰図を作成し、各プロジェクトの各研究機関のミッションに照らした位置付けや、研究の成果が顧客に渡ってどのようなアウトカムを形成していくかのシナリオを明示して、研究機関の全体的なプログラムに照らして適切にプロジェクトが推進されているかについて説明を行い、それに対して的確な評価コメントを得るようにしている。

研究事業評価委員会の評価結果は、研究機関にフィードバックされてプロジェクトの改善に活かされるとともに、「長崎県科学技術振興ビジョン」に示された具体的施策の進捗管理、科学技術の振興に資する新たな施策の提案、戦略的振興分野の提案等の議論に活かされている。

幅広い視野から隠れたニーズを掘り起こし、市場が求める新たな技術を創出することは、長期的かつ持続的な経済効果を生み出すことに繋がり、雇用拡大も期待される。そ

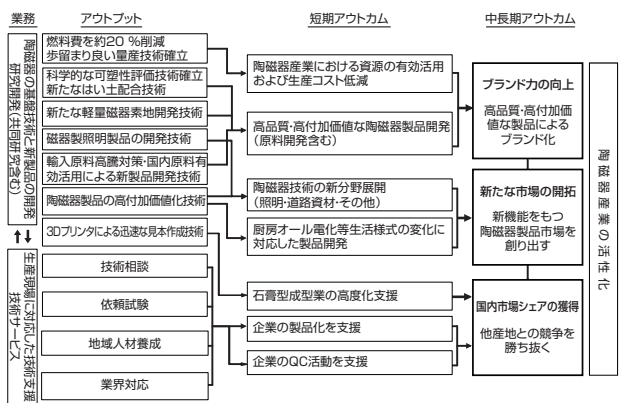


図11 窯業技術センターの戦略形成のためのロジックモデル（長崎県窯業技術センター作成）

のためには、関連部局との連携を強固に図りながら、目標に到達するためのシナリオを共に描いて戦略的な研究開発を分野横断的に進めることが強く求められる。研究機関が行う研究開発・技術支援の役割と将来像を整理するためには、各研究機関で展開されるべき研究開発の構成をプログラムとして最適化することが課題であり、長期的な戦略に基づいたプログラム構成になっているかという視点で今後構成的な研究評価を遂行することが肝要である。

6 構成的評価の反映と連環

戦略形成に基づいた構成的な研究評価の大きな責務の一つは、評価結果の反映である。産総研においては、前述のとおりこれまで隔年で研究ユニット評価を行ってきたが、その際(1)研究ユニットにおける研究のエンカレッジメント、(2)産総研経営へのフィードバック、(3)内外に対する説明責任の遂行、を目的として評価を行ってきた。これらのそれぞれのプロセスにおいて評価結果が有効に反映されることが重要である、

特に事前評価の反映にあっては、そのプロジェクト等の開始や研究ユニット創設に当って研究開発に必要なリソース、環境、条件を最適化するように評価が活かされなければならぬし、場合によっては大幅な目標の見直しも必要である。

進行途上での研究評価にあっては、そこでの評価を次のステップにどのように繋げるかが重要である。そのためPDCAモデルを基本的に回していく方法論を確立することが大切で、最終的には評価が戦略へと螺旋的にフィードバックされ、新たな戦略の形成へと引き継がれていくことが最も望ましい。さらに研究開発の推進に当っては、研究成果がどこに受け渡されて直接的アウトカムを産むかを考慮することが必要である。

また研究評価の課題として、プロジェクトレベルから政策レベルへのPDCAの連環が相互に有効に活かされ、全体として最適な戦略システムになっていることが必要である。連環が不十分なまま一部分のみのPDCAサイクルでは、戦略的な研究評価が十分意味を成しているとは言えない。公的研究機関であれば、期待されているミッションと投入リソースを含め、国として期待される機能を果たしているかという研究所レベルの評価から、国（あるいは地方自治体）としてそれを有効に活かす施策を行っているか、イノベーション政策の中で明確に位置付けているか等の政策レベルまで、評価が常に連環として繋がっていることが重要である^[28]。

7 おわりに

この論文では、研究の固有特性に立脚した研究戦略形成とそれを実現する研究開発プログラムに注目し、その研究評価を戦略形成とそれに基づく構成的評価の側面から見てきた。これまでの研究評価においても事前評価、中間評価、事後評価、追跡評価等が行われており、この論文で述べた構成的評価の要素もすでに取り入れられている。しかし、ここで改めて強調すべきことは、①研究評価にあっては、研究戦略が極めて重要であり、これとの対比による評価を基本に据えるべきであること、②また、研究の進展・深さ・位相の3側面からの評価が必要であること、③さらに、それらを全体としてまとめ仮説形成的推論を加えた構成的評価が重要であること、である。

この論文で論考を進めてきた研究の固有特性、研究戦略の形成およびそれに基づいた構成的な研究評価の関係とそれらが及ぼす研究評価のねらいを整理したものを図12に示す。研究戦略は研究開発によって達成すべき目標とそのシナリオを示すものであるが、それに基づいて構成的な研究評価を行うことにより、研究の価値の抽出、研究の進化、研究者の意欲の源泉の創出、説明責任の達成等が有効に行われると考えられる。

この論文で提示した研究戦略形成と構成的な評価をとおして、効果的に研究プログラムが進化しそれらが新たな発展に向かうことができれば、大きな意義を有すると考えられる。

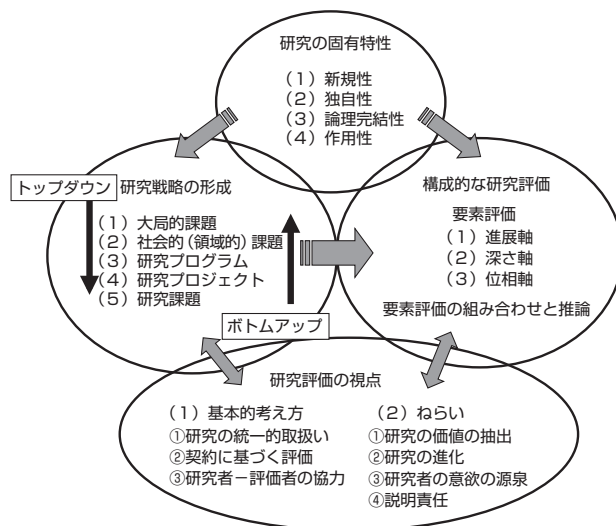


図12 研究の固有特性を念頭においた研究戦略形成と構成的な研究評価

謝辞

この研究の推進および論文作成に当たっては、独立行政法人 産業技術総合研究所評価部の皆様に色々な面で大変お世話になりました。この研究の中心的考えは、同研究所が旧工業技術院研究所を統合して新たに独立行政法人の研究所として発足して以来、評価部が中心となって行ってきた9年以上にわたる研究ユニット評価の経験と知見の上に成り立ったものです。また、吉川弘之産総研初代（前）理事長（現産総研最高顧問、（独）科学技術振興機構研究開発戦略センター長）からはアブダクションや構成的評価に関する重要な示唆とこの研究に関する変わらぬ励ましをいただきました。ここに深く感謝の意を表します。さらに、長崎県の公的研究機関のあり方に関するロジックモデル等の作成に尽力いただいた長崎県科学技術振興課並びに長崎県産業技術センターの関係各位に感謝いたします。

注1) 2009年12月エネルギー省 (DOE) のSteven Chu長官が主導したクリーンエネルギーの研究や開発、実用化にわたる一連の活動を支援するプロジェクト。

注2) 2007年開始のEU全体にわたる研究開発プログラム (FP7: Framework Program7) の策定に当たり目標とされた戦略。2000年リスボンの欧州閣僚理事会で宣言された。

注3) 2010年6月に閣議決定された我が国の戦略（基本方針）。強みを活かす成長分野としてグリーン・イノベーション、ライフ・イノベーション重視の方針を打ち出した。

注4) 演繹が、規則（りんごは美味しい）、事実（この果物はりんごである）から結果（この果物は美味しい）を導き出し、帰納が、事実（この果物はりんごである）、結果（この果物は美味しい）から規則（りんごは美味しい）を導き出すのに対して、アブダクションは規則（りんごは美味しい）、結果（この果物は美味しい）から事実（この果物はりんごである）を推論する方法である。演繹推論が内容に依存しない論理構造をもち、帰納推論が多くの具体性や経験に立脚した論理性をもつのに対し、アブダクションは論理性がより弱く、推論を進める条件に種々の制約が必要となるが、一方で演繹や帰納とは異なり、大きな推論可能性を有する方法である。歴史的には、ニュートンの万有引力の発見やケプラーの天体の楕円軌道説等はその典型と言われている^[11]。

用語説明

用語1: 演繹、帰納、アブダクション: 演繹 (deduction) あるいは演繹的推論 (deductive inference) とは、「推論の内容を考慮に入れずに推論の形式のみによって、真なる前提から必然的に真なる結論を導き出す」こと、帰納 (induction) あるいは帰納的推論 (inductive inference) とは「個々の具体的事実から一般的な命題ないし法則を導き出す」こと、である。一方、アブダクション (abduction) あるいは仮説形成的推論 (abductive inference) とは米国の哲学者C.S. パース (1839～914) が主張した第三の推論形式であり^{[11][13]}、「ある結果とそれを引き起こす可能性のある命題ないし法則から、個々の事例を導き出す」こと、である。

用語2: ロジックモデル: ロジックモデルは、研究プログラムがそ

の目的を達成するまでの論理的な繋がりを明確にする際に、戦略形成の重要な要素であるシナリオを可視化するために開発されたツールで、アメリカで各省庁がOMB (行政管理予算局) に対する予算申請の際に活用されてきた。シナリオ作成のためには、リソース、研究開発、アウトプット、顧客、短期アウトカム、中期アウトカム、長期アウトカムという要素にブレークダウンし、時代背景を把握しながら、プログラムの長期アウトカムからバックキャストして、研究開発の成果を受け取る顧客に渡って生み出されるべき直接的なアウトカムを明確にして、取り組む研究開発の成果目標を読み取る作業が必要で、それを一枚の絵に落とし込むためのツールがロジックモデルである^{[4][5][23][24]}。

用語3: 第1種基礎研究、第2種基礎研究、製品化研究: 吉川弘之の定義によれば、第1種基礎研究とは、未知現象を観察、実験、理論計算により分析して、普遍的な法則や定理を構築するための研究を言う。また第2種基礎研究とは、複数の領域の知識を統合して社会的価値を実現する研究を言い、その一般性のある方法論を導き出す研究も含む。さらに製品化研究とは、第1種基礎研究、第2種基礎研究および実際の経験から得た成果と知識を利用し、新しい技術の社会での利用を具体化するための研究を言う^{[8][9]}。

用語4: 基礎研究、応用研究、開発研究: OECDの定義によれば基礎研究とは、「特別な応用・用途を直接に考慮することなく、現象や観察可能な事実の基礎をなす新しい知識を得るために行われる実験的または理論的研究」を言う。応用研究とは、「主として第一義的には特定の実用的な目標や目的に向けられる新たな知識を獲得するための独創的な研究」、開発研究とは、「基礎研究、応用研究および実際の経験から得た知識の利用であり、新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入または既存のこれらのものの改良をねらいとする研究」を言う^[15]。

用語5: ROAMEF: R (Rationale: 設定の理由と位置づけ)、O (Objectives: 目的、目標、内容)、A (Appraisal: 事前評価)、M (Monitoring: 途上評価)、E (Evaluation: 事後評価)、F (Feedback: ROAMEFサイクルによる見直し) のこと^[16]。

用語6: PDCA (Plan-Do-Check-Act) サイクル: マネジメントサイクルの一つで、1950年代に米国のウォルター・シューハートとエドワーズ・デミングにより提唱された理論で、Plan (計画)・Do (実行)・Check (評価)・Act (改善) の頭文字を取ってPDCAサイクルと命名されたもの。このサイクルを一周したら最後のActを次のサイクルのPlanにつなげ螺旋状に事業の改善を行っていく。またPDCAサイクルは小さいグループから組織全体にわたるものまであり、それぞれのPDCAサイクルが上位のPDCAサイクルと連環としてつながって行くことが望ましい^{[24][28]}。

参考文献

- [1] 米国エネルギー省ウェブサイト: <http://www.energy.gov/hubs/index.htm>
- [2] 欧州委員会FP7ウェブサイト: http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm
- [3] <http://www.kantei.go.jp/jp/sinseichousenryaku/sinseichou01.pdf>
- [4] J. A. McLaughlin and G. B. Jordan: Logic models: A tool for telling your programs performance story, *Evaluation and Program Planning*, 22 (1), 65-72 (1999).
- [5] G. B. Jordan: A theory-based logic model for innovation policy and evaluation, *Research Evaluation*, 19 (4), 263-273 (2010).
- [6] 平澤冷: 評価研究の総括, 平成20年度第3回文科省政策評価・相互研修会資料 (2009).
- [7] 産業技術総合研究所評価部: 平成17年度研究ユニット評価報告書 (2005).
- [8] 吉川弘之: 本格研究, 東京大学出版会 (2009).
- [9] 吉川弘之: 第2種基礎研究の原著論文誌, *Synthesiology*, 1 (1), 1-6 (2008).
- [10] 小柴昌俊: ニュートリノ天体物理学入門, 講談社 (2002).
- [11] 米盛裕二: パースの記号学, 勁草書房, 173-200 (1981).
- [12] 吉川弘之: 科学者の新しい役割, 岩波書店, 13-29 (2002).
- [13] 米盛裕二: アブダクション, 勁草書房 (2007).
- [14] H. Ishikawa: Technologies for all-optical path routing toward huge capacity and low power consumption networks, *International Symposium on Ultra-high Capacity Optical Communication and Related Optical Signal Processing and Devices*, Sept. (2010).
- [15] *OECD Frascati Manual*, Sixth edition (2002).
- [16] 大谷竜: “社会のための科学”と研究開発評価, *Synthesiology*, 3 (1), 264-274 (2010).
- [17] 小林直人: 産業技術総合研究所におけるアウトカムへの視点からの戦略的研究評価と産学官連携への課題, *産学連携学*, 4 (1), 14-24 (2007).
- [18] 産業技術総合研究所: 第2期研究戦略 平成17年度版 (2005), 同18年度版 (2006), 同19年度版 (2007), 同20年度版 (2008), 同21年度版 (2009).
- [19] 産業技術総合研究所: 産総研の経営と戦略 (2005).
- [20] 産業技術総合研究所評価部: 平成20年度研究ユニット評価報告書 (2008).
- [21] O. Nakamura, S. Ito, K. Matsuzaki, H. Adachi, T. Kado and S. Oka: Using roadmaps for evaluating strategic research and development: Lessons from Japan's Institute for Advanced Industrial Science and Technology, *Research Evaluation*, 17 (4), 265-271 (2008).
- [22] 産業技術総合研究所評価部: 第2期中期目標期間研究ユニット評価報告書 (2010).
- [23] 中村修: 今こそ戦略的プランニングに基づく研究開発を! -ロジックモデルの活用-, 長崎県工業技術センターだより *Challenge*, 145, 巻頭言 (2009).
- [24] 中村修: 研究開発評価, *研究所経営* (倉田健児, 川尻耕太郎編), (株)工業調査会, 311-336 (2010).
- [25] 長崎県科学技術振興局: <http://www.pref.nagasaki.jp/kagaku/>
- [26] 中村修, 岩井定彦, 西村一宏, 稲田雅厚: 地域活性化を目指した長崎版科学技術振興の実例と考察, *研究・技術計画学会第24回年次学術大会講演要旨集*, 442-445 (2009).
- [27] 長崎県産業技術センター: <http://www.pref.nagasaki.jp/yogyo/index.php>.
- [28] O. Nakamura, O. Nakamura, M. Takagi, T. Sawada, S. Kosaka, M. Koyanagi, I. Matsunaga, K. Mizuno and N. Kobayashi: Strategic Evaluation of Research and Development in a Japan's Public Research Institute, *New Directions for Evaluation*, 118, 25-36 (2008).

執筆者略歴

小林 直人 (こばやし なおと)

1978年京都大学工学研究科博士課程修了、同年通産省工業技術院電子技術総合研究所入所。1997年より企画室長、量子放射部長を経て、2001年産業技術総合研究所光技術研究部門長、2003年より同理事、評価部長兼務、2007年より同理事、環境安全管理部長・業務推進本部長等兼務、2009年4月より早稲田大学研究戦略センター教授。専門は光デバイス工学、半導体材料工学、量子ビーム工学、研究戦略・評価論等。この論文では、基本的なコンセプトを構築し、全体的に戦略形成ならびに構成的研究評価について考察・論述を進めた。



中村 修 (なかむら おさむ)

1979年九州大学大学院農学研究科修士課程終了後、鹿児島大学歯学部口腔生化学講座助手として、研究と教育に従事。1987年歯学博士(大阪大学)。その後、ケース・ウエスタン・リザーブ大学(米オハイオ州クリーブランド)客員研究員、九州工業技術研究所主任研究官、福岡県工業技術センター生物食品研究所参事兼生物資源課長、産総研評価部シニアリサーチャー、経済産業省技術評価調査課産業技術総括調査官を経て、2007年産総研評価部次長に就任し、研究開発マネジメントの評価に携わるとともに、国内外の評価関連人脈を構築してきた。2009年4月より、長崎県科学技術振興局長。専門は、生化学、研究開発マネジメント評価等。この論文では、構成的な研究評価の体系構築に貢献するとともに、地域活性化のための科学技術振興の戦略形成と評価について執筆した。



大井 健太 (おおい けんた)

1976年名古屋大学大学院理学研究科修士課程終了後、1977年四国工業技術研究所入所。室長、企画課長を経て、2001年産業技術総合研究所海洋資源環境研究部門総括研究員。技術情報部門技術政策調査室長、四国センター産学官連携コーディネータ、同所長代理、四国経済産業局産業技術総括調査官(兼務)を経て2008年より同評価部次長。専門は無機化学、海洋資源工学、技術評価論等。この論文では、主に産業技術総合研究所における研究評価を執筆した。



査読者との議論

議論1 構成的評価vs分析的評価

質問 (赤松 幹之: 産業技術総合研究所ヒューマンライフテクノロジー研究部門)

構成的評価という言葉を使うとすると、その対義語として分析的評価という言葉が思い浮かびます。例えば図6のように要素に分解して評価をすることは分析的評価のように感じられます。構成的 vs 分析的という対比でみたときの構成的評価の特徴はどこにあるのでしょうか。

回答 (小林 直人)

ご指摘のとおり、図6のように要素に分解して評価をすることは、まさに分析的評価といえると思います。特にこの論文でいう要素評価(進展(Progress)、深さ(Depth)、位相(Phase))が分析的評価に該当します。例えば、深さの評価について、新規性、独自性、論理完結性、作用性等に沿って評価をしていくのは分析的であるといえます。一方、構成的評価の特徴は、これらの分析的評価の結果を、

①（戦略では何をとも重視していたのかという）戦略に示される方向性に沿って構成し、②評価側と被評価側の深い議論（ここでは仮説形成的推論が重要）を通して発展的な評価にまとめ上げていくこと、という対比をすることができると思います。

議論2 構成的評価におけるアブダクションについて

コメント（赤松 幹之）

研究戦略形成においてアブダクションが重要であること、そして評価においても選択と集中が求められている場合にはアブダクションが必要になると主張されていますが、アブダクションは戦略形成において最も重要になると理解しました。ただ、おそらくそのことに対して、これまでしっかりと議論がなされていないと思います。したがって、実際に仮説形成がどのように行われるものであるかが読者には分からないと推察します。具体的事例での戦略形成において、どのような仮説が導入されたのか明記できると、読者の理解が進むと思います。また、仮説形成に関して、Y軸の研究の深さの評価においても、仮説形成的推論が必要になるとしてありますが、具体的にはどのようなことでしょうか。

回答（小林 直人）

この論文のまさにポイントとなる点のご指摘を有難うございます。戦略形成に必要な仮説形成は事実的な仮説ではなく、こうあるべきという当為的な仮説であると思います。課題はそのような仮説をどのように形成していくことができるかにかかっていると思います。その仮説形成を実際にどのように行うかについて、記述を追加しました。また具体的事例での仮説形成についても記述を追加しました。なお、Y軸の研究の深さの評価においても、仮説形成的推論が必要になる点に関しては記述を追加しました。

議論3 評価者の関与のタイミング

質問（中村 和憲：産業技術総合研究所バイオメディカル研究部門）

研究戦略形成に基づく研究評価という点では、事前評価が重要になることから、評価の主体は研究戦略形成時から関わっている必要があるということになるのでしょうか。

回答（小林 直人）

基本的には戦略形成と研究評価は表裏一体の関係にあると思いますので、評価の主体は研究戦略形成時から関わっているのが望ましいと思います。ただし、研究戦略形成と評価は多少視点異なりますし、PDCAサイクルの中でPとCが全く同じ主体で行うというの望ましくないで、研究戦略形成と研究評価は一部委員が重なっているのが望ましいと思います。

議論4 評価におけるフィードバック

コメント（赤松 幹之）

4.2節にてフィードバックの重要性を論じていますが、図式的には誰からも合意される主張だと思えます。しかし、このフィードバックを書面を用いたオフライン的なフィードバックにしてしまうと、研究実施者と評価者との間での議論に基づく仮説形成の機会を失っているように思います。できれば、このフィードバックをどのように行うべきかの議論もあることを期待します。

また、プログラムは5～7年と想定されているので、フィードバックループは5年のオーダのループを指していると推察します。しかし一般的には5年前のプログラムのレビューの結果を実際に反映させることは容易ではないと推察します。なぜなら、5～7年のスケールのプログラムにおいては、最終的に目標を達成したかを判断することはプログラム終了直後には困難なことから、すぐには次のステップへのフィードバックは難しいと思います。

回答（小林 直人）

ご指摘のとおりで、評価者と研究推進者は向き合うものではなく、

「共に歩む」べきものであると思います。研究という行為そのものがまさに仮説形成とその実証の作業を繰り返すわけですから、仮説形成に関しての議論がないところでのフィードバックは意味が希薄になります。

フィードバックサイクルについては、ご指摘のとおり、プログラムは終了後3年くらいたないと評価が定まらないと思います。ただ、社会の中で研究開発や技術開発さらには制度開発等を行う場合、社会の要請から必然的に連続にならざるを得ないと思われれます。具体的には欧州のFP7という枠組みは、7年間（2007年～2013年）のプログラムであり、2010年秋に中間評価が出た所ですが、これを踏まえて2011年には次の枠組みであるFP8（2013年～2019年）の事前評価を始めるということです。このようにプログラムは実際には連続しており、フィードバックも極めて短期間で行われているのが実情です。

議論5 研究プログラムの評価と研究プロジェクトの評価

コメント（中村 和憲）

この研究評価手法を適用するためには、研究プログラムの戦略形成時にあらかじめ構成的研究評価を想定しておく必要があることから、これを想定していない一般的な研究プロジェクトへの適用が、必ずしも容易ではないと思います。

回答（小林 直人）

研究プロジェクトは、研究プログラムに比べてある意味で単純な構造をしています。そこでは、研究目的、研究手法、研究成果、想定されるアウトカムが小さな範囲に留まっていますが、研究プログラムとフラクタル構造を有しているとも言えます。例えば上記で述べた(1)進展、(2)深さ、(3)位相での3側面で評価は可能ですし、それらを構成した評価の方法も適用が可能だと考えられます。ただ、その推進は研究戦略中の研究プログラムの一要素として位置づけられるために研究戦略の事前評価の部分が簡略化できると思います。

議論6 研究評価の事例についての検証

コメント（赤松 幹之）

研究評価についての論文ですので、実際にされた研究評価に対する評価があることが望まれます。具体例について、評価委員サイド、評価部サイド、被評価者サイドそれぞれからの検討・考察があると、論文自体が仮説検証型になって良いと思います。

回答（大井 健太）

2010年5月に刊行した「第2期中期目標期間研究ユニット評価報告書」の中で、外部評価委員、研究ユニット長、コーディネータからの評価制度についての意見等を分析し、第2期の評価システムの特徴と課題をとりまとめ、改善課題を整理しました。評価制度については、「外部評価委員を中心とする評価」、「産業・社会等出口を意識したアウトカム視点の導入」等、現行の制度を高く評価する意見が多く寄せられました。一方、今後改善すべき課題として、例えば、「ボトムアップ型研究、長期間にわたる研究等、さまざまな性格の研究開発への柔軟な対応」、「評価の負荷の軽減」、「評価結果のさらなる活用」等が指摘されています。これらの改善課題を踏まえ、第3期の評価システムとしてはアウトカムの視点からの評価を継続しつつ、さらに実効性を上げる方向で検討しました。産総研では研究評価を開始してからまだ10年も経っていません。ご指摘のように、よりよい評価制度に向け仮説検証をふまえて改善を図っていくことが重要と考えます。

なお、今回の論文の産総研具体例の部分については、研究戦略に基づく構成的な評価のあり方という観点から現行の産総研の評価システムの課題を論じています。構成的な評価システムを実際に適用するためには、評価システムだけを切り出すのではなく研究戦略の策定、戦略的な研究推進と一体として制度設計する必要があり、より大きな枠組みでの産総研制度のモデル化と仮説検証の作業が必要と考えます。

議論7 ロジックモデルと構成的研究評価

コメント(中村 和憲)

長崎県の例は、戦略的研究開発を推進するためにロジックモデルを活用し、これに基づいて分野研究評価分科会、研究事業評価委員会を実施した事例について述べられています。本事例におけるロジックモデルに基づいた評価と、この論文で取り上げられた構成的研究評価の基本的な違い、特徴等を明確にする必要があるのではないのでしょうか。

回答(中村 修)

「構成的な研究評価の考えを試行的に取り込んだと考えられる研究開発評価」の事例の一つとして紹介したもので、基本的な違いはありません。

この論文で述べたように、長崎県科学技術振興局のミッションは、科学技術を活用して将来に夢の持てる元気な長崎県づくりに貢献することであり、各研究機関が地場企業・産地のニーズを速やかにくみ取り、求められる研究成果を得るための研究課題を設定しているかを評価していただくために、まず走っているすべてのプロジェクトを整理してロジックモデルに纏めてもらいました。シナリオの戦略性のロジックを問うには、ロジックモデルの適用が有効であるからです。

各評価委員会では、そのロジックモデルを基に各研究課題の立ち位置を確認してもらいながら、各研究機関のミッションに照らして戦略的な研究開発が行われているかについて評価していただき、全体のプロジェクトの構成が戦略的であるか、すなわち戦略的なプログラムになっているかを確認していただくとともに、個々のプロジェクトが長期的視点に立ち、明確な目標をたてているか、目標に向けて適切な成果が着実に出つつあるかについて評価していただきました。もっとも、この試みはまだ緒についたばかりであり、今後さらに進化させる必要があります。

議論8 総合的評価の具体的内容

コメント(赤松 幹之)

評価を「総合」することが構成的評価であることが書かれていますが、どういったことが総合的に評価することなのか、例示がないために理解がしにくいと感じます。三つの軸を足し算するので良いのか、ある軸上の位置によって、他の軸での重みを変えて評価するのか、等が想定されますが、具体例があることが望まれます。

回答(小林 直人)

まさにこれが評価の設計の眼目となります。産総研の場合は重みを付けて足したり、幾何平均をとったりして工夫をしましたが、これ

こそが評価を推進する組織の知恵の出し所だと思います。その点も含めて、「4.3.3 総合的な研究評価」に以下の記述を追加しました。

「構成的な評価にあたっては、研究の特性を十分に踏まえ、研究推進側と評価者が、到達すべきゴールを含む戦略や成果指標に関する共通認識の下、研究の進め方や成果に関する深い議論を行い、戦略で目指された成果目標と実際の研究成果の距離を確認しつつ最終的にその研究プログラムの実施の意義と効果を仮説推論的に議論・検証することが重要である。その過程を通して「研究評価＝仮説形成とその表現」と考えることができる。これはまさに創造的な行為である研究そのものとも密接に関係しており、研究評価は創造的な営みの一つであると考えられるであろう。

(中略) 具体的には、要素評価とその適切な構成に加えて、研究推進側と評価委員側との発展的な深い議論の結果を組み込むことを含めて、総合的な評価システムを設計して行くことが望ましい。」

議論9 結論

コメント(赤松 幹之)

研究評価について、(1) 第1種、第2種、製品化で統一、(2) 契約に基づく、(3) 評価者と被評価者が同じ地平、(4) 研究の価値を引き出せること、(5) 研究が進化すること、(6) 意欲の源泉になること、(7) 説明責任、を要件として掲げていますが、これらと第3章以降で論じられた研究戦略形成と構成的評価がどのようにつながるのか、結論等で記載できませんでしょうか。おそらく、戦略形成は(1)から(3)および(7)を満足させるためのものですが、(4)から(6)については構成的評価で実現できるものと期待するという位置付けだと思います。研究の固有特性の四つの視点、研究評価の7つの視点、研究戦略形成、構成的評価の四つの関係をサマライズした記述と、それを図示したものとがあると、論文内容も整理されて分かり易くなると思います。

回答(小林 直人)

とても重要な示唆を有難うございました。新たな図12を最後に追加し、下記の表現を追加しました。

「この論文で論考を進めてきた研究の固有特性、研究戦略の形成およびそれに基づいた構成的な研究評価の関係とそれらが及ぼす研究評価のねらいを整理したものを図12に示す。研究戦略は研究開発によって達成すべき目標とそのシナリオを示すものであるが、それに基づいて構成的な研究評価を行うことにより、研究の価値の抽出、研究の進化、研究者の意欲の源泉の創出、説明責任の達成等が有効に行われると考えられる。」