

Title	米国における基礎研究活動に対する評価の諸相 : 国立科学財団(NSF)を中心に
Author(s)	遠藤, 悟
Citation	年次学術大会講演要旨集, 31: 176-179
Issue Date	2016-11-05
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/13989">http://hdl.handle.net/10119/13989</a>
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

## 米国における基礎研究活動に対する評価の諸相 — 国立科学財団 (NSF) を中心に —

○遠藤 悟 (独立行政法人日本学術振興会)

### はじめに

本発表においては、基礎研究を中心とした研究開発活動を対象とした評価についての、近年の米国の動向を報告する。「評価」という日本語に対応する英語は、review、assessment、evaluation、monitoring等の語を充てることができるが、これらの語は当然に異なる意味を持つ。従ってこれらの英語はそれぞれ異なる枠組みにおいて用いられるが、本発表においては「評価」という日本語で括ることのできる研究活動の価値を測ることに関する諸相について包括的に論じる。

### 1. 基礎研究に対する評価の考え方

#### 1-1. 基礎研究支援に対する重要性の認識と評価の観点

2000年代中葉以降の米国の科学政策論議は競争力の強化をその中心に位置づけることができるが、そのための政策は産業競争力の強化に留まらず、人材の育成や基礎研究能力の維持強化など多岐にわたる。このような理念や政策を包括的に論じたものとしては2005年にナショナルアカデミーズにより初版が刊行されたオーガスティンレポート (Rising Above The Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future) がある。同報告書に示された諸提言は周知のとおり様々な面における政策形成に影響を及ぼした。

近年発表されたこのような包括的な報告書に、2014年に米国芸術科学アカデミー (American Academy of Arts and Sciences) に設置されたノーマン・オーガスティンを座長とするプロジェクトにより作成された「基盤の回復：アメリカンドリームを保持することにおける研究の欠かすことのできない役割 (Restoring the Foundation: The Vital Role of Research in Preserving the American Dream)」がある。そこには以下のような認識が示されたうえで具体的な政策提言が行われている。

- ・過去半世紀にわたるGDPの成長をもたらす主要な動因は科学的・技術的な発展である。
- ・どのような新しい技術的製品も、実際にはしばしば何の応用も念頭の置かれぬ研究面の発見まで辿ることができる。
- ・研究はハイテク経済に不可欠であり、大多数の市民の経済と福祉において重要な役割を果たす。
- ・米国は高い成功を収めているシステムを衰えさせている。
- ・米国が何に対し投資を行っているかということと、研究だけではなく、イノベーションと雇用創出において競争的であるために投資すべきことの間欠損が存在する。
- ・配分の意思決定に際し現在の消費のための支出と投資のための支出を区別することは重要である。

この報告書に関し発表者が注目する点は、科学技術は経済成長に大きく貢献するが、その多くは応用を念頭に置かない発見に起源を持つことを明言していることである。このような観点は自明のことではあるが、研究開発政策論議の中ではともすればリニアモデルに回帰するものと受け取られる可能性もあるものである。本発表においては、研究開発活動における様々な評価の中で、このような探求的な研究に対する評価がどのように位置づけられているかということに留意し検討を加える。

#### 1-2. 独創的な発想の研究への支援

国立科学財団 (National Science Foundation : NSF) は、2011年に「トランスフォーマティブで学際的な計画に対する創造的研究資金授与 (Creative Research Awards for Transformative Interdisciplinary Venture - CREATIV)」と名付けたプログラムを創設した。これは、既存の伝統的な

<sup>1</sup> 本発表は、発表者が趣味として開設している「米国の科学政策」ホームページに関連して行うものであり、所属機関との関係はありません。

<sup>2</sup> 連絡先：endostr@mb.infoweb.ne.jp

プログラムの枠組みに納まらない、並外れて創造的な提案や、高いリスクで高い見返りの学際的な提案などに対し支援を行うもので、その評価は原則として外部のレビュアーの評価によることなく、NSF 内部のメリットレビューにより行われる。このプログラムはその後「NSF 学際的研究教育促進支援統合プログラム (Integrated NSF Support Promoting Interdisciplinary Research and Education : INSPIRE)」という名称のプログラムに改編されたが、その評価手法には、DARPA などに見られるプログラムオフィサーのいわゆる目利きに基づき支援を決定する手順が取り入れられている。

INSPIRE は 2016 年 2 月に発表された大統領予算案においては縮減の方向が示されている。その理由として INSPIRE により支援されるような学際研究は NSF の各局あるいは局横断的なプログラムにより支援可能であり、特段 INSPIRE として独立のプログラムを設置する必要性は認められないとの分析結果が示されたとしている。INSPIRE 以外のプログラムの評価は基本的に外部レビュアーによる評価を活用しており、探求的な研究における独創性の評価においても伝統的なピアレビューの手順は有効であることが再確認されたという見方もできる。

## 2. 基礎研究の広範なインパクトに関する評価

### 2-1. NSF の「知的メリット」と「より幅広いインパクト」の評価基準

NSF が支援対象の研究プロポーザルの評価において用いる評価基準は、NSF の助言機関である国家科学審議会 (National Science Board : NSB) の検討結果に基づき 1997 年に定められた「知的メリット (Intellectual merit)」と「より幅広いインパクト (Broader impact)」の 2 つである。全ての事業に適用されるこれら 2 つの評価基準の運用はその後検討が加えられているが、2010 年には NSB に「メリットレビューに関するタスクフォース」が設置され、翌年成立した「2010 年アメリカ COMPETES 再授権法」の内容を反映させる形で検討が行われ、2013 年 1 月から新たな運用が行われている。そこにおいては 2 つの評価基準が一体的なものであることを示したうえで、以下のような定義が示されている。

**知的メリット**：知識を前進させる潜在性に関する評価基準

**より幅広いインパクト**：社会の利益と特定の期待された社会的アウトカム達成の潜在性に関する評価基準

ここで示された「より幅広いインパクト」の定義は抽象性が高い。これは、2010 年アメリカ COMPETES 再授権法において「より幅広いインパクト」が経済競争力、人材の育成、マイノリティーの参加、産学連携、科学技術工学数学教育、科学リテラシーの向上、国家安全保障といった多様な成果を意味するものと規定されたことに拠るものであるが、同時に探求的な基礎研究が生み出す成果は多様であるという認識が NSB において共有されていたという背景を読み取ることもできる。

なお、支援が行われた研究プロジェクトの成果報告書は [research.gov](http://research.gov) のウェブサイトで公表されているが、発表者が無作為抽出した 100 件の研究プロジェクトの成果報告書において「より幅広いインパクト」に関する記述のあるもの (53 件) の中の多数 (28 件) は人材育成面におけるインパクトに関するものであり、技術移転等の経済的インパクトは少数 (3 件) であった。このことは成果報告書が作成される研究終了時点において明らかにされた実用面におけるインパクトは限られており、基礎研究の成果を短い時間的枠組みにおいて評価を行うことの困難性が示されたということもできる。

### 2-2. 実用に触発された基礎研究の評価の困難性

何らかの実用的目標を設定する形で行われる基礎研究支援については、国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA) によるいわゆるハイリスクリサーチ支援が広く知られているが、これをモデルとしたプログラムのひとつにエネルギー省先端研究プロジェクト庁 (Advanced Research Projects Agency-Energy: : ARPA-E) がある。ARPA-E における事前のプロジェクトの採否に関する評価は DARPA と同様、プログラムオフィサーが採否の検討に大きく関与する形が取られる。

一方、ARPA-E のプログラム全体の評価については 2010 年政府業績成果近代化法 (GPRA Modernization Act of 2010) に基づく業績報告等において知ることができるが、プログラム開始から 7 年間にわたる成果は、資金配分総額 (約 13 億ドル)、支援を行ったプロジェクト数 (475 件)、民間部門によるフォローアップがあったプロジェクト (45 件、12 億 5000 万ドル)、起業に結びついたプロジェクト (36 件)、他の連邦政府機関との連携があったプロジェクト (60 件) といった指標により報告されている。そこには実用化された技術や売り上げなど商業化に関する具体的な値の報告はない。このことが即ち ARPA-E の成果に疑問があることを意味するものではないが、基礎研究から実用化・商業化に至る支援プロセスを評価可能な形で明示することが容易ではないことを示している例ということもできる。

## 2-3. 研究の学術的価値の評価から切り離された経済的・社会的価値の評価

NSF のイノベーション部隊 (Innovation Corps : I-Corps) は、2011 年に創設された大学等における研究成果を起業等の社会的・経済的成果に結びつけるための活動を支援するプログラムである。I-Corps は現在、I-Corps の基本的な活動単位である I-Corps チーム (I-Corps Teams)、地域イノベーションのための教育、基盤、研究のニーズに対応した支援を行う I-Corps ノード (I-Corps Nodes)、そして複数のチームによる市場化に向けた取り組みを支援する I-Corps サイト (I-Corps Site) により構成される。

I-Corps Teams は、過去 5 年以内に NSF からグラント等により資金配分を受け研究を実施している研究者が、その成果を起業などを通して実用化、商業化しようとする取り組みを支援するプログラムで、配分額の規模は 1 件あたり 5 万ドル、用途は起業に向けたトレーニング等の費用である。このプログラムの評価は、NSF 共通の評価基準である「知的メリット」と「より幅広いインパクト」が適用されるが、追加的な評価基準として、「市場における潜在的なインパクト (Potential impact on market)」と「インパクトへの期間の見通し (Time horizon to impact)」が示されている。

このプログラムは、既に NSF から資金を得ている者を対象に比較的少額の資金を提供するものであるが、評価の点から見ると、当初の NSF の研究グラント等の採択においては、通常「知的メリット」と「より幅広いインパクト」の 2 つの基準が適用されるのみで、起業の可能性等実用化、商業化の観点には含まれていない。すなわち、探求的な基礎研究の段階においては、社会的、経済的な価値への観点における期待や要請が示されることはなく、研究が一定の成果を上げた後、研究者が実用化・商業化の可能性があると考えることにより初めて成立する構造となっている。換言すれば、I-Corps における評価は、実用的な観点における評価を、探求的な研究に対する評価から切り離したものと位置づけることができる。探求的な性格の強い研究の初期段階においては実用的側面における評価を行わないこのような評価は、「(Stokes の言う) 実用に触発された基礎研究」とは異なる研究開発プロセスを示唆するものとも考えることもできる。I-Corps のモデルは近年の米国の起業支援プログラムの成功例とも言われており、国立保健研究所 (National Institutes of Health : NIH) における NIH I-Corps、エネルギー省の Lab-Corps 等、NSF の I-Corps を模したプログラムが近年創設されている。

## 3. 基礎研究支援に対する行政評価

### 3-1. NSF の行政評価の枠組みにおける研究評価

これまでの各章においては研究開発評価について検討を加えたが、本章においては行政評価の点から研究活動に対する評価を考える。NSF の支援の事後的な評価は、当該分野の専門家である研究者により構成される訪問委員会 (Committee of Visitors : COV) により行われる。COV は個々のプロジェクトの成果に基づき評価を行うが、その評価対象は個々のプロジェクトやそれを行った研究者ではなく、プログラムを単位としている。現在、連邦政府各機関に対する行政評価は 2010 年政府業績成果近代化法の下で実施されており、評価結果は毎年、大統領予算案提出と併せて公表される。2016 年 2 月に NSF が発表した報告書においては 10 の評価項目が記載されているが、その内容は、施設の建設・運営や研究基盤の創設・拡充が 3 項目、行政機関としての業務の実施が 4 項目、行政や研究開発活動に関する評価の改善が 3 項目であった (区分は発表者の仕分けによる)。ここで留意すべき点は、10 項目の中に研究開発活動に関する評価項目が含まれていないことである。これは、NSF が資金配分機関であり、自ら研究開発を行わない機関であることによる当然の取り扱いとも言えるが、同法が適用される以前の行政評価においては COV の評価を行政評価に反映させていたことを考えると、現在 NSF には、実用面における具体的な成果が求められる行政評価の中に、探求的な研究活動に関する評価を組み込むことが困難であるという認識が存在すると推測することもできる。

### 3-2. 各連邦政府機関の 2010 年政府業績成果近代化法の下での研究評価

2010 年政府業績成果近代化法に基づく行政評価は NSF 以外の連邦政府研究開発関連機関においても実施されているが、各機関が設定する評価項目はそれぞれの戦略計画等に基づき異なる。以下は 2016 年に発表された各機関の評価を、発表者の仕分けにより「研究開発活動に関する評価」と「行政面の評価」に区分して示したものである。

	NSF	国立保健研究所 (NIH)	エネルギー省科学室 (DOE-SC)	ARPA-E
研究開発活動に関する評価	0	4	8	1
行政面の評価	10	6	9	1
計	10	10	17	2

ここで「研究開発活動に関する評価」とは、各機関が設定した研究開発の目標（機関が実施する研究開発活動および支援を行った研究開発活動の双方の目標）に対する達成度に関する評価であり、「行政面の評価」とは、一般の行政目標に対する達成度に関する評価である（研究開発評価の業務に対する評価を含む）。NSF 以外の各機関は一定数の評価項目を研究活動に関する評価に充てているが、それらの評価項目は、研究活動の実施そのものを達成目標とするもの（例えば DOE-SC における「ニュートリノの混合モデルに関する実験の実施」）、実用的な研究開発の成果を達成目標とするもの（例えば NIH における「子供の免疫システムの疾患の分子標的治療の開発」）、そして経済的・社会的な成果を達成目標とするもの（例えば ARPA-E における「支援が行われた研究に基づく起業の数」）に区分することができる。科学的知識の向上を目的とする DOE-SC のニュートリノ研究の行政評価は目標とされる実験の測定や分析が実施されたかという点に対して行われるものであって、研究成果に対して行われるものではない。このような探求に向けた基礎研究活動に対する評価は、ARPA-E における起業の数といった実用面の達成度を目標とする評価とは本来的に性格を異にするものである。

#### 4. 研究開発活動に対する倫理的・法的・社会的側面における評価

##### 4-1. 研究支援を通して行われる技術のリスクに関する評価

科学技術研究の成果は、その実用化の過程において予期されないネガティブな帰結をもたらす可能性がある。いわゆる科学技術の倫理的・法的・社会的問題（ELSI）として検討を加え、ネガティブな影響を最小限に止めることも研究開発評価のひとつの意味である。そしてその評価において、研究者によるボトムアップ的な提案に基づき行われる研究支援も有効なメカニズムと考えられる。

例えばクリントン大統領の主導により 2000 年に開始された全米ナノテクノロジーイニシアチブ（National Nanotechnology Initiative : NNI）は、現在、20 の連邦政府機関が参加し、多様なプログラムが実施されているが、NSF においては約 4 億 1500 万ドル（2017 年度要求額）の予算の約 5.2% の約 2200 万ドルが環境、健康、安全予算として計上されている。この予算はナノ・バイオ現象の理解向上やナノテクノロジー開発に伴うリスク低減などを目的とし、大学に設置された研究センターに配分されている。このことは、リスク評価においても一般的な研究グラント、コントラクトと同様な評価基準を用いて資金配分を行う手順が有効であることを示す例とも言える。

##### 4-2. 急激に展開する技術の帰結におけるリスクに対する評価の道筋の検討

近年、ELSI の対象として関心が高まっているものに人工知能（artificial intelligence : AI）がある。大統領府では、2016 年 5 月のブログにおいて国家科学技術会議（NSTC）に新たな機械学習と AI に関する小委員会を設置し、今後各連邦政府各機関で行われている研究開発活動の調整が行われることを発表した。併せて AI の発展による予期せぬリスクを含む雇用、安全、規制、法律等 ELSI に関連する問題をテーマとした一連のワークショップを大学等と共催することを発表している。また、同年 6 月には AI の法的側面、安全面、社会経済面等に関しどのような取り組みが必要かといった点におけるパブリックコメントの募集が行われている。その中にはこの問題に関連した研究の方策や研究の主体等の質問も含まれており、AI における ELSI の側面における評価が、その最も初期の段階において一般の人々のインプットが重視されていることを見ることができる。

#### 5. 「研究開発エコシステム」上における評価の整理

以上、基礎研究を中心とした様々な評価活動について概観した。冒頭に記したとおりここで用いた「評価」は複数の異なる英語が充てられる多義的な概念である。しかし発表者は、いずれの「評価」の概念も知識の探求から実用のためのプロセスにおける多様な価値を明らかにするものであるという意味により括ることができる。と考える。

Donald E. Stokes は、パストールの 4 象限（Pasteur's Quadrant）において「純粋な基礎研究」、「実用に触発された基礎研究」、「純粋な応用研究」という区分を示した。本稿において紹介した事例はこの Stokes の概念を参照しつつ、より多様な研究開発プロセスの可能性を「評価」という切り口から探ろうとしたものである。本稿では随所に「探求」および「実用」というという言葉を用いているが、発表においてはこれらの言葉により定義される 4 つの象限を配する「研究開発エコシステム」のモデルを用い、研究活動の多様性に関する説明を行う。