

Title	革新的研究戦略構築とそれに対応した研究評価
Author(s)	小林, 直人; 中村, 修; 大井, 健太
Citation	年次学術大会講演要旨集, 26: 827-830
Issue Date	2011-10-15
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/10243
Rights	本著作物は研究・技術計画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 Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

革新的研究戦略構築とそれに対応した研究評価

○小林 直人（早稲田大学），中村 修，大井 健太（産総研）

1. はじめに

イノベーション創出に結びつく研究開発のための研究戦略を「革新的研究戦略（Research Strategy for Innovation）」と呼ぶとすれば、その戦略構築の意義と方法、研究評価の在り方、そしてイノベーション創出の可能性の方法論についての考察を行うことは、社会の様々な課題解決のためにイノベーションが期待されている現在、極めて重要である。イノベーション創出にあつては、技術的革新はその要素の一つであり、社会的経済的価値の創出があつて初めて成功に結びつく。その際、他の要素との緊密な結びつきや、タイミングも大きな要素を占める。本稿では、研究開発を効果的にイノベーションに結びつけるための戦略と評価について、早稲田大学および産総研の研究開発の例を示しつつ、その概略を提示する。

2. 戦略形成の方法^[1]

研究開発が種々の製品・サービスに結びついてイノベーションを創出するためには、技術的要素、経済的要素、社会的要素のすべてが整合的に完備される必要がある。そのため研究戦略を構築する際には、どこまでイノベーションを創出する環境を見据えて戦略を作ることが出来るかが極めて重要である。研究戦略の形成方法の模式図を図1に示す。

第一の方式はトップダウン方式である。現在、人類・地球が直面している大局的な課題（たとえば持続的成長、安全・安心な社会、健康長寿など）から、社会的課題（基礎研究の場合には領域的課題）を抽出し、それを研究プログラムとして作り上げて行くプロセスである。これは大局的課題からほぼ論理的に研究プログラムを導き出して行くと言う意味で、主として演繹的推論（deduction）に拠るものと言える。

一方ボトムアップ方式では、個別の研究課題から出発してそれらを複数束ねた研究プロジェクトを形成し、さらにそれらが複数集合して一つの研究プログラムを形成して行くと言うプロセスを経る。これは、個別の研究課題からいわば帰納的推論（induction）により研究戦略を導き出して行く手法である。この両方式の結合により戦略が形成され、研究プログラムがうまく形成されればよいが、必ずしも整合的に行くとは限らない。特に研究現場からボトムアップ的に上がって来た課題をそのまま束ねただけでは研究戦略にはなり得ない。そこではトップダウン方式の戦略とボトムアップ方式のすり合わせ（middle-mix）が必要である。ここでは演繹的でもなく帰納的でもない仮説形成的推論（abduction）が必要とされよう^[2]。

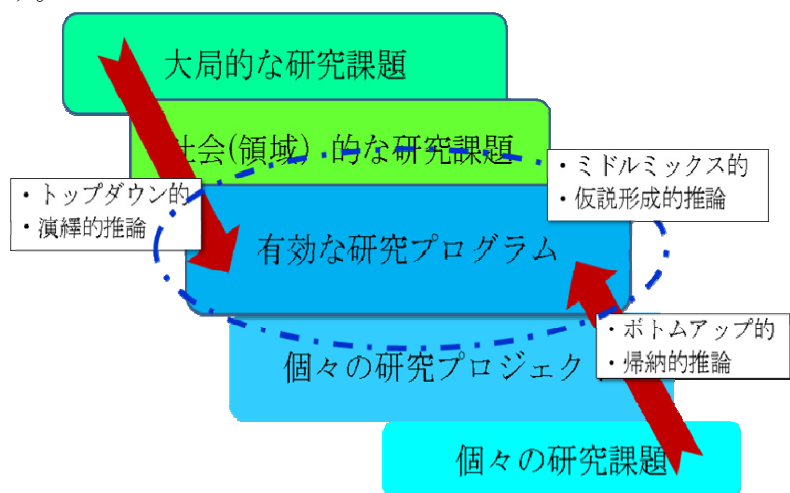


図1. 研究戦略の構築プロセス

一方ボトムアップ方式では、個別の研究課題から出発してそれらを複数束ねた研究プロジェクトを形成し、さらにそれらが複数集合して一つの研究プログラムを形成して行くと言うプロセスを経る。これは、個別の研究課題からいわば帰納的推論（induction）により研究戦略を導き出して行く手法である。この両方式の結合により戦略が形成され、研究プログラムがうまく形成されればよいが、必ずしも整合的に行くとは限らない。特に研究現場からボトムアップ的に上がって来た課題をそのまま束ねただけでは研究戦略にはなり得ない。そこではトップダウン方式の戦略とボトムアップ方式のすり合わせ（middle-mix）が必要である。ここでは演繹的でもなく帰納的でもない仮説形成的推論（abduction）が必要とされよう^[2]。

3. 革新的研究戦略形成とその評価

図2に、戦略構築・研究開発・イノベーション創出の連環とそこにおける評価の役割を示す。研究開発の戦略を構築するに際し、具体的な目標を設定し、それを実現するためのシナリオやロードマップを作成する作業が必要となる。その際、単に研究開発の目標やシナリオを議論するだけではなく、それをイノベーションに結びつける方策も視野に入れなければならない。先行事例研究、シミュレーション、社的・経済的な見通し、を含む徹底した予測と議論が必要となる^[3,4]。ここにどの程度時間と手間をかけるかが、その研究プログラムの成否を決める鍵となる。

ここでの評価は事前評価（appraisal）が中心となる。この事前評価には主として次の3点が求めら

れる。すなわち、①研究開発が達成すべき目標の妥当性、②そこに至るロードマップ・マイルストーン・研究推進体制の妥当性、③イノベーション創出の可能性、である。全ての研究開発がイノベーション創出に結びつくわけではないので、特に③に関しては、研究プログラム開始時点およびそこから見渡した時点における社会的・経済的環境の予測を含んだ上での判断が必要となる。技術的可能性に関しては、特に開始に際してFS(feasibility study)を行って問題点を抽出することも必要である。

研究開発が進行する間のプロセス評価にあっては、進行の十分な管理特にプログラム・プロジェクト参加者の間の十分な意見交換と議論やネットワークの形成が必要である。最も重要な事は、研究推進者のエンカレッジメント(意欲の刺激)である。

研究開発の後半においては、研究成果がイノベーション創出に向かうアウトカムの創出に寄与するかどうかの評価(アウトカムの視点からのアウトプット評価)が必要になる。この時点では明確なアウトカムが産まれているわけではないが、社会での試用に供して、それを研究開発にフィードバックするプロセスが極めて重要である。このフィードバックプロセスを何回も回して行くことにより、研究開発の成果をより現実社会での使用に耐えられるものに仕上げて行くことが可能となる。

研究成果が社会に出た後は、それが社会的・経済的な環境の中で実際の製品・サービスとして利用されて行くかは、後者の環境に大きく依存している。しかし結果の如何に関わらず、その結果を次の戦略構築につなげて行くことが重要である。これをアウトカム評価と呼ぶが、これには研究開発期間が終了したのち一定期間の追跡調査も必要となる。

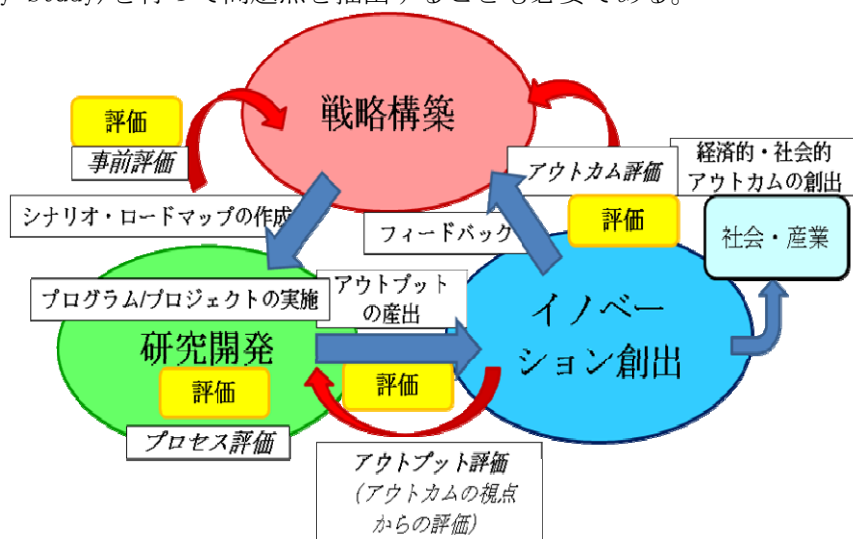


図2. 戦略構築・研究開発・イノベーション創出の連環と評価の役割

4. 大学における研究戦略形成と評価

大学における研究戦略の形成と評価は、研究機関や企業での研究開発とやや異なる。大学においても研究開発の方向性の議論と戦略形成は極めて重要であるが、それは必ずしも厳密なものではなく、参加する研究者の自由意志に拠る所が大きい。従って、図1で示されたボトムアップ型の戦略形成が主体となる。早稲田大学においては、2009年度に研究推進体制整備を行うとともに、重点領域研究制度を新設した。ここでは、研究院や全学研究会議で決定した重点領域研究テーマに全学から自由に応募し、審査を経てプロジェクトが決定される。

その際、①地球規模の課題解決に繋がる研究テーマの設定、②全学的な視点で学内組織の枠を超えた研究者の結集、③大学独自の考え方、④政府の科学技術政策との対応、という点から研究課題を整理している^[5]。

2009、2010年度で8つの重点領域を設定したが、2011年度は3月11日に発生した東日本大震災からの復旧・復興に向けて図3に示すような「大規模災害からの復興と新社会システム構築」という重点領域研究課題を掲げた。この課題は①調査・分析・把握、②復興、③構築の3つの

「大規模災害からの復興と新社会システム構築」

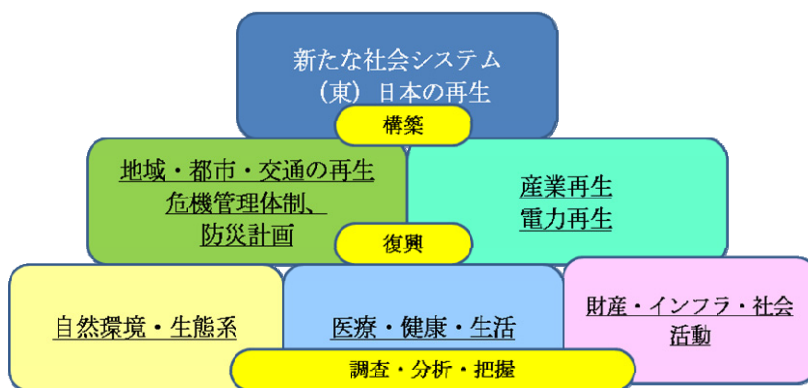


図3. 2011年度重点領域研究課題の設定

フェイズに分かれており、(1) 医療・健康系、(2) インフラ・防災系、(3) 都市計画・社会システム系、にわたる中長期的な学際的 7 研究プロジェクトが選定された。一方で、2009 年度に開始された重点領域研究課題は、今年度中間評価を行った。この評価においては、①目標に向けた研究成果、特に国際的競争力を有する研究成果を出しているか、②自立的で継続的な研究拠点形成が形成しつつあるか、を二つの大きな評価の指標としている。他方、このようなボトムアップ式の戦略形成と研究開発実施がイノベーションに繋がるかどうかの簡単な見極めは難しい。この重点領域研究はスタートアップ研究であるので、さらに外部の研究資金により大きなプログラムに発展させる中で、イノベーションに向けたフィードバックとブラッシュアップが必要とされよう。

5. 産総研における研究戦略形成と評価

産総研においては、2005 年度より研究戦略を策定し毎年改訂を行って来た^[6]。戦略策定の方法は、形式的には図 1 に示すトップダウン-ボトムアップのミドル・ミックス方式であるが、まだ必ずしも両方式のすり合わせが十分とは言えず、より徹底した議論が必要とされていると考えられる。一方、産総研においては 2001 年の独立行政法人として発足以来毎年（途中から隔年）50 以上の研究ユニットの研究評価を行ってきた。特に 2005 年度からは上述の「アウトカムの視点からの研究評価」を導入し、研究目標に向けた①ロードマップの評価、②研究アウトプットの評価、③マネジメントの評価、を行ってきた。本章では、その中ですでにイノベーション創出に寄与をしたもの、寄与する可能性のあるもの、地域イノベーションへの発展を目指すものを含めて以下の 3 項目に関して、戦略と評価およびイノベーションの連繋の可能性について考察する。

(1) スピントロニクスの研究開発

スピントロニクス技術を利用した不揮発エレクトロニクスの研究では、大容量・高速・高信頼性の不揮発性メモリを開発して、コンピュータの主要メモリを不揮発化することによるグリーン・イノベーションの実現を目指している^[7]。これまで酸化マグネシウム (MgO) を用いた極めて高性能の磁気抵抗素子開発とその量産技術の開発という二つの重要要素技術による連続したブレークスルーにより、超高密度ハードディスク (HDD) 磁気ヘッドの製品化と言うイノベーションを創出している (図 4 参照)。

これは戦略やシナリオをきちんと踏まえ要素技術の着実な積み重ねと統合を経た結果の成功であると言える。外部評価委員によるアウトプット評価においては、「研究成果は、国際一流学術誌に論文として発信するとともに、知財の獲得、外部資金の獲得および朝日賞の受賞など高い評価を得ている。特に、MgO-TMR 素子を HDD 磁気ヘッドとして製品化するとともに、M-RAM 用の記憶素子として垂直磁化 MTJ 素子を開発し、低電流スイッチングを達成したことは、産総研の本格研究の代表例として産業界から非常に高い評価を得ている。」と、すでに

イノベーションに結びついたと言う高い評価を得ている^[8]。この研究開発にあつては、産総研におけるスピントロニクス研究の着実な積み重ねの上に、研究者の洞察力やアイデアと研究者間の協力が成功裡にかみ合った例であると言える。またアウトカム創出を加速した要因として、優秀な基本技術、研究風土、産業応用への強い意識、財政支援、装置メーカーとの win-win 連携などを挙げることができる。

(2) 超高速光ゲートスイッチの研究開発

半導体量子井戸のサブバンド遷移 (ISBT) を利用した超高速光ゲートスイッチの開発では、その極めて速い遷移時間 (数 100 フェムト (10^{-15}) 秒の領域) を利用して、屈折率を変化させる位相変調により光で光の透過を制御する光ゲートスイッチのプロトタイプが実現しており、将来の全光通信システムの要素技術として高い期待が寄せられている^[9]。この素子の原理を研究者が発見したのは、2006 年頃であるが、その後の急速な研究開発により、実際に NHK のスーパーハイビジョン映像の送信実験を行って、超高速の光-光スイッチとしての可能性を実証した。ただし、高性能化に向けた研究開発が必要な事に加えて、まだ中枢通信技術や周辺技術が光ゲートの利用段階に来ておらずイノベーションを創出するに

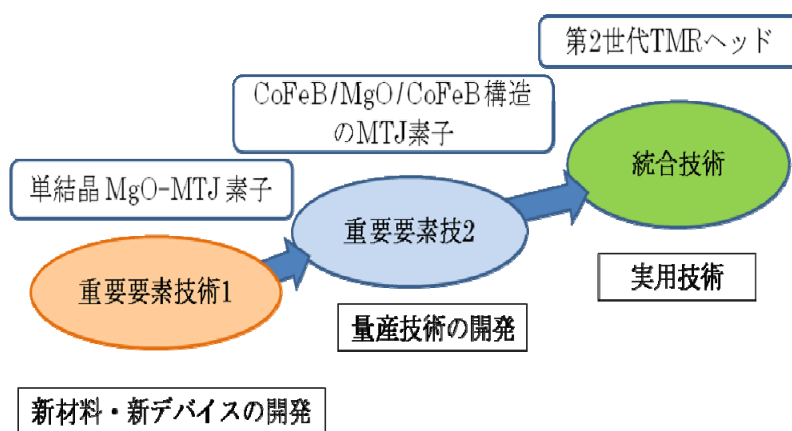


図4. 不揮発エレクトロニクスのイノベーションに向けたプロセス

は至っていない。外部評価委員によるアウトプット評価においては、次のような指摘がなされている。「ISBT 素子の高効率化、高性能化を進展させ、OTDM（光時分割多重）の 172 Gb/s 伝送実験の成功に貢献した。ISBT 素子を全体のコンセプトに整合させ、各チャネルの高速な変調、復調に貢献させている点は高く評価される。ISBT 素子はさらにスイッチング性能を向上させ、残された問題点を明らかにし、より実用に耐えるデバイスとして完成度を高めるとともに、ユニークな適用領域の開拓を期待する^[10]。」すなわち、今後は適用する環境の整備の重要性が指摘されており、応用分野の拡大が課題である。

(3) 木質系バイオマス活用技術の研究開発

今後の再生可能エネルギーの開発は、わが国のみならず世界中において喫緊の課題である。産総研中国センターでは、石油を中心とする化石燃料の代替を促進し、循環型エネルギー社会の構築に向けて、木質系バイオマス資源を活用した再生可能エネルギーの製造技術、システム評価・経済性評価技術等の研究・技術開発を進めている。特に地域の大学・研究機関・企業等との連携による「地域発イノベーション創出の拠点」と同時に、世界最高水準のバイオマス利用技術の研究開発と人材育成機関として活動を展開している。このような地域センターの研究やマネジメントについては、産総研では 2 年毎の評価を行っている。最近の外部評価においては以下のような指摘を得ている。「地域性、中国センターのポテンシャルを踏まえた、林工一体型バイオマスビジネスモデル構築に向けてのコンセプトは評価され、また製造技術の経済性評価に繋がる取り組みとして注目される。一方、課題としてバイオマスのエネルギー利用研究は世界的にホットなトピックスであり、今後益々競争が激化することが確実な分野である。このため、地産地消ビジネスモデルを超えて、地消地産により付加価値を向上させ、世界戦略としての技術開発に徹する姿勢に早期転換することが大きな課題である^[11]。」このように技術開発の内容だけではなく、地域においてビジネスを展開して行くことの重要性への的確な指摘であると言える。今後は、液体燃料等のエネルギーのみならず、化学品やマテリアルのような比較的高付加価値の製品との併産やカスケード利用等により経済性を高め、実用化に近づけていくことも視野に入れている。

6. おわりに

4 章、5 章で、早稲田大学における重点領域研究と産総研における研究開発の 3 例を紹介した。研究開発がイノベーションに繋がるためには技術の革新性が大きな要素を占めるものの、同時に社会的価値や経済的価値とどのようにリンクして発展して行くかが極めて大きな課題である。前以てイノベーションまでを見据えた研究戦略を構築する際には、どの時点で現実社会とのすり合わせを行い、それを研究開発にどのようにフィードバックするかの時機と見極めが重要である。前章の研究開発の例では、それらの課題に対して外部委員を含む評価委員会が適切で有効な助言を行っていることが伺われる。

一方で、イノベーションに向けた研究開発においては、研究推進者の意欲の向上すなわちエンカレッジメントの促進が重要である。特にイノベーション創出においては技術的課題の克服は全体の課題の一要素であり、それ以外の社会的・経済的要素をどのように価値化して示して行くかが極めて大切である。そのためには研究推進側がイノベーションを起こすと言う極めて強い意志が必要であり、また分野の異なるさまざまなグループとの連携も求められ、研究評価はその部分をきちんと引き出す必要がある。

参考文献

- [1] 小林直人、中村修、大井健太；研究戦略の形成とそれに基づいた構成的な研究評価、*Synthesiology*, 4(1) 11-25 (2011).
- [2] 米盛裕二：アブダクション、勁草書房（2007）.
- [3] 調査報告書：「戦略立案の方法論」、科学技術振興機構研究開発戦略センター、CRDS-FY2010-RR-07, (2010).
- [4] 技術瀬略マップ 2010：経済産業省、(2010)
http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/str2010.html
- [5] 早稲田大学の重点領域研究について
<http://www.waseda.jp/rps/system/ResearchCouncil/contents/research/index.html>
- [6] 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）.
- [7] 湯浅新治、久保田均、福島章雄、薬師寺啓、長浜太郎、鈴木義茂、安藤巧児；スピントロニクス技術による不揮発エレクトロニクスの創成、*Synthesiology*, 2(3) 211-222 (2009).
- [8] 産業技術総合研究所：第 2 期中期目標期間研究ユニット評価報告書（2010）.
- [9] 秋本良一、物集照夫、石川浩：サブバンド間遷移を用いた全光位相変調器、*応用物理学会誌* 79 (3) 225-229 (2010).
- [10] 産業技術総合研究所：平成 22 年度研究ユニット成果報告書（2011）.
- [11] 産業技術総合研究所：平成 22 年度研究関連等業務活動評価報告書（2011）.