

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAAC T  
CTC G C C AATTAATA  
TTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAAC  
TGA C CTAAC T CTCAGACC

新興・融合科学技術の推進方策に関する戦略提言

# 社会的課題の解決と科学技術の フロンティアの開拓を目指して

0101 000111 0101 00001  
001101 0001 0000110  
0101 11  
0101 000111 0101 00001  
001101 0001 0000110  
0101 11  
00110 11111100 00010101 011



## 新興・融合科学技術の推進方策に関する戦略提言 「社会的課題の解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指して」

科学知識の多くは、長い歴史の中で人類が生き延びるための知的活動や行動を通じて生み出されてきた。生き延びるために「自然」を理解する基礎的領域が生まれ、道具を作り使うための技能が「技術」という整合的な知識に成長し科学的論理性を得て工学領域が生まれた。これらの科学技術知識は人類がこれまで直面してきた数々の課題への対処法を提供し、今日の我々の繁栄をもたらすとともに分野・領域として自立してきた。

しかし、今、人類は新たな課題に直面しつつある。例えば、人口爆発と飢餓、貧富の拡大、地球環境の悪化、巨大化した人工システムの事故、新興感染症、民族間紛争とテロリズム。残念ながら、我々はこれらに対処するための知識分野・領域と知識の使用法を持ち合わせていない。現代の課題に対応するため、これまで獲得してきた知識を融合して新たな科学技術を創出し、体系的に使用して課題を解決する科学技術とイノベーションの新たな方法論が求められているのである。

こうした認識の下、(独)科学技術振興機構研究開発戦略センター（以下、CRDSという）では、社会的課題から誘発される新興・融合科学技術の発展の過程と進め方について検討を行い、その結果を新興・融合科学技術の推進方策の共通的な枠組としてここに提言する。

本提言が次期科学技術基本計画をはじめとする科学技術・イノベーション戦略や我々が直面する具体的課題に対処するための科学技術戦略の検討に広く活用されることを期待する。

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター

センター長 吉川 弘之

吉川弘之

副センター長 政策・システムユニット 有本 建男

有本建男



## Executive Summary

### 検討の背景と経緯

我が国では第2期、第3期科学技術基本計画の下、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料等の重点・推進分野への投資の重点化が進められた。しかし、リスクは高いがインパクトが大きく、科学技術イノベーションの創出が期待される新興・融合科学技術は大きく進展したとは言い難い。

その間にも、地球環境問題、資源・エネルギー・環境制約の下での持続的発展、サービス化の進展による新しい産業の出現など、現代社会が直面し、科学技術に解決への貢献が期待される課題が急増した。これらの多くは複雑な現象であり、単独の科学技術「分野」による対応が困難で、分野を超えた科学技術の結集を必要とするものである。第4期科学技術基本計画に向けて「課題解決型の科学技術の重点的推進」が重要であるとの認識が高まっている。

これまで分野融合やイノベーション・システムの検討に取り組んできたCRDSでは、こうした認識を受けて、2008年度、文部科学省と協力して新興・融合分野研究について検討を行った。本提言はこれらを踏まえ、社会的課題から誘発される新興・融合科学技術の具体的な推進方策を明らかにするべくCRDSが行った検討の結果をまとめ、提言を行うものである。

### 新しいイノベーションの方向性

第3期科学技術基本計画では、それまでの「科学技術の成果を社会に還元する」方向性を発展させ、イノベーション重視の基本姿勢を明確に打ち出した。

世界各国・地域でもイノベーション推進を求める提言や政策が発表され、例えば、米国競争力協議会の“*Innovate America*”（パルミサーノ・レポート）で述べられているように、イノベーションの分野融合性と技術複合性が注目されている。複雑で困難な課題の解決や新たな価値の創造に向け、個々の分野からよりも科学技術を分野横断的に結集した取組や分野や産学官を超えて人材が結集・協働した取組からイノベーションが起きやすいと考えられてきている。

### 新興・融合科学技術の5段階の発展モデル：

#### 知識の創造に向けた活動と課題解決に貢献する活動の多様な組み合わせ

CRDSでは本検討のため、ワークショップ「新興・融合科学技術の推進～課題解決とフロンティアの創造に向けて」を開催した。ワークショップでは、参加者が新興・融合研究に取り組んだ事例を基に、研究ファンディングとマネジメント、研究拠点・組織、人材、国際戦略等の要素と新興・融合分野の発展の関係や今後の新興・融合科学技術の推進に向けた課題について議論を行った。

その結果等から、新興・融合科学技術の発展は、①「新しい知識の創造、科学技術のフロンティアの開拓」と「社会的価値の創造、課題解決への具体的貢献」の2つの方向性を有し、②知識の創造と社会的価値の創造に向けた多様な取組が連鎖的に融合し、③下記の5つの発展段階が認められ、④15～20年以上かけて発展するプロセスであることが示唆された。また、⑤研究者、そして産・学・官・社会の参加者を拡大していく過程であること等も示唆された。

## 新興・融合科学技術の発展の方向と5つの発展段階

図 新興・融合科学技術の発展の方向

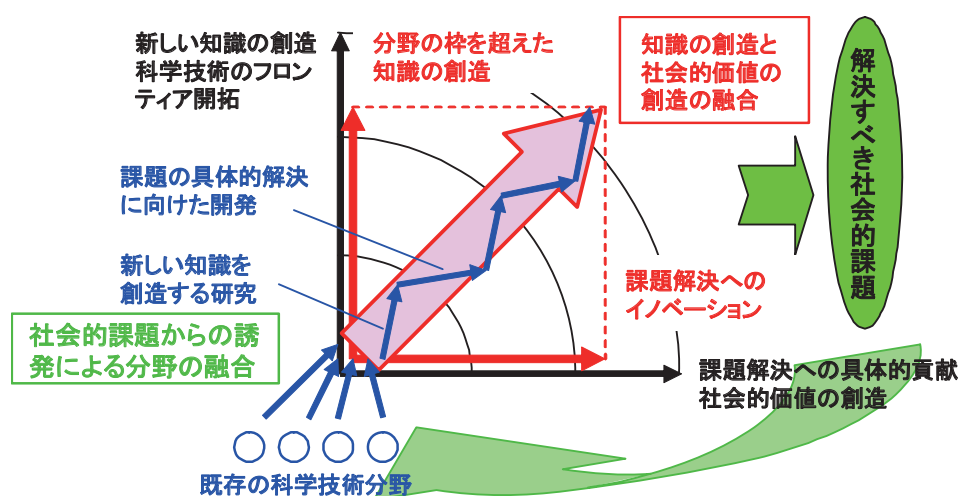
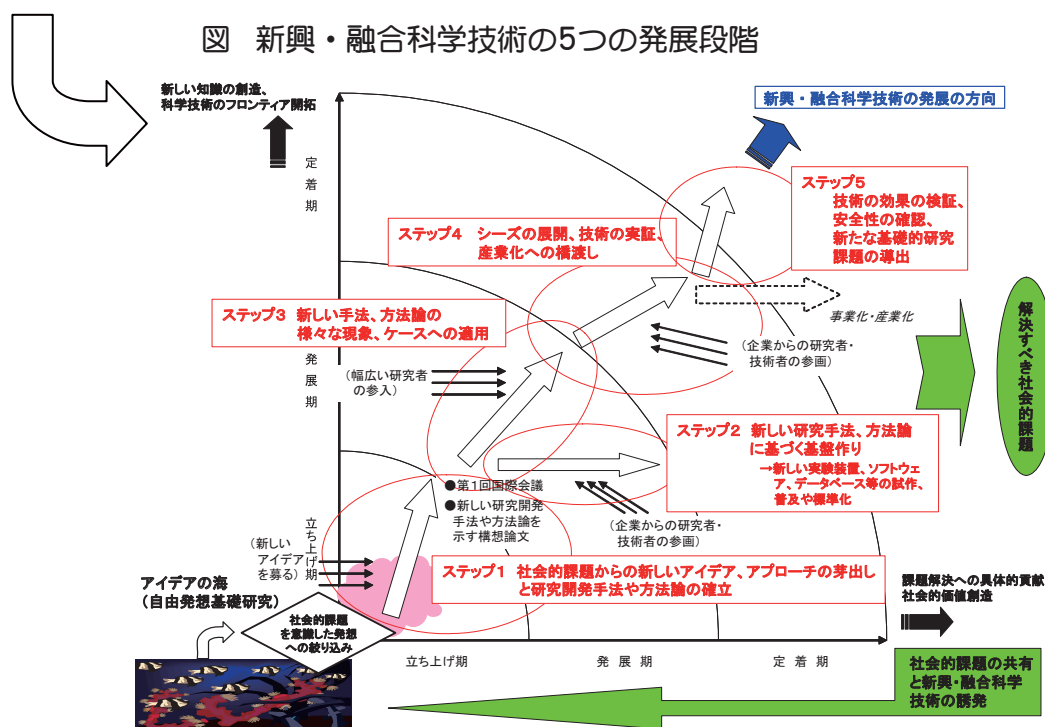


図 新興・融合科学技術の5つの発展段階



### ステップ1 社会的課題からの新しいアイデア、アプローチの芽出しと研究開発手法や方法論の確立

取り組むべき社会的課題から解決に向けた新しいビジョン、アイデア、アプローチ、理論、概念等を誘発し、研究に着手する段階。到達目標は、新しいアイデア等の具体化、研究手法や方法論、概念の確立。

### ステップ2 新しい研究手法、方法論に基づく基盤作り

ステップ1で創出された成果に基づき、新しい科学技術や科学技術を社会実装する際の基盤となる装置、試薬、ソフトウェア、データベース等を試作。また、研究手法、リサーチ・ツールの普及や将来の標準化に向けた活動への取組等を開始。企業からの研究者・技術者も参画・協力し、研究ノウハウ等を共有。

### ステップ3 新しい手法、方法論の様々な現象やケースへの適用

ステップ1で創出された方法論、研究手法、実験手法などの様々な現象や事例への適用可能性の拡大、イノベーションに向けた多様なシーズの創出が期待される。同時に、新しい方法論、研究手法などに触発された研究者の参入による研究者・技術者コミュニティの拡大が期待される。

### ステップ4 シーズの展開、技術の実証、産業化への橋渡し

ステップ3で創出された多様なシーズと産学官の研究者の相互刺激が更なる研究開発や共同研究等を誘発し、シーズの発展や産学官連携による技術の創出と実証、産業化への橋渡しが期待される。これらに伴う産学官の研究者・技術者の更なる参画、研究者・技術者コミュニティの拡大が期待される。

### ステップ5 技術の効果の検証、安全性の確認、新たな基礎的研究課題の導出

新しい技術が具体化し産業化に向かうとともに、社会的効果も視野に入れた技術の検証、技術の安全性の確認など科学技術の社会実装に不可欠な研究開発が行われる。さらに、より安全な技術を産み出す等のため、新たな融合的な取組を必要とする基礎的研究課題も導出される。

## 新興・融合科学技術の推進に向けた4つの提言

ワークショップ等で明らかになった新興・融合科学技術の発展過程に照らすと、現状の研究開発支援制度や人材育成施策は「長期的な時間軸の下でこれらの過程を踏まえて新興・融合科学技術の発展を戦略的に加速するとともに継続的に育てる」ことに適しているとはいえない。このため、

- 研究開発を制度に合わせるのではなく、研究開発の進展に合わせた支援
  - 2つの融合、すなわち、分野の融合と知識創造と社会的価値創造の融合
- を実現することが必要であり、以下の4点を提言する。

### 新興・融合科学技術の推進に向けた4つの提言

#### 提言1：社会的課題に向けたシームレスなプログラム

- ・新興・融合科学技術の状況に応じた推進戦略の下、研究制度や支援機能のメニューから必要な推進ツールを組み合わせる。新興・融合科学技術の発展を加速するとともに長期的、継続的に推進。
- ・従来のPD・POではなく、「社会的課題」ごとの数人の「戦略マネージャー」のチームが長期的、分野横断的、かつ柔軟にプログラムを運営。戦略マネージャーは政策（行政）、ファンディング機関、研究開発制度・事業の階層を踏まえて配置し、社会的課題に向け機関や階層を超えて連携。
- ・成果の社会への実装を視野に入れた初期の段階からの倫理的・法的・社会的問題(ELSI)への取組。

#### 提言2：新興・融合科学技術の推進者「戦略マネージャー」の確立

- ・社会的課題から俯瞰した研究開発の現状と5つの発展段階を踏まえた戦略を作成し、その下で研究領域と推進ツールのポートフォリオを構築し運営に当たる。
- ・研究提案や研究者の見極め。
- ・研究者の支援、新興・融合科学技術への参画者層の拡大とネットワークの形成。

#### 提言3：社会的課題と新興・融合科学技術を核とした幅広い研究者や産・学・官・社会のネットワークの形成

- ・ファンディングを核にした国内外の知恵と研究者のネットワークの形成。
- ・研究者のネットワークの核となるオープン型研究開発拠点の構築。
- ・異分野の研究者が互いに研究をベンチマークし、新たなアイデアを触発するメカニズムの導入。
- ・社会的課題、研究開発のアイデアや状況の共有、研究開発の方向性の設定、イノベーションの加速、ELSIへの取組、人材の育成・活用等のための産・学・官・社会が参画したプラットフォームの形成。

#### 提言4：研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に挑戦しやすい組織と環境の形成

- ・「異」を受容し、研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に挑戦しやすい環境。
- ・新興・融合科学技術に取り組む研究者を登用し、大学や研究機関が自ら変わろうという組織変革や人材登用。
- ・こうした取組を通じて変革を実現しようとする大学や研究機関の基盤の支援。
- ・研究者を見守り新たな挑戦への着手を可能とする組織運営や“under one roof”の研究環境作り。
- ・若手が新たな研究の流れや異なる研究分野に触れる機会の創出。
- ・「課題解決」を軸にした新興・融合科学技術の教育プログラムの設置。
- ・社会的課題、社会からの期待や、新興・融合科学技術に対応して自ら変わり、新興・融合科学技術を積極的に取り上げる学会を育成・支援し、研究の発表・評価の場を形成。

### 社会的課題の特定と研究領域の設定

これまでの技術予測や技術のロードマッピング等の関心が主に「どのような研究や技術に投資すべきか」(what)であったのに対し、「どのような社会的課題に応え、価値をもたらすためか」(for what)という取り組むべき社会的課題を明らかにするため、社会の知や科学技術への期待を結集する産・学・官・社会のプラットフォームとプロセスを確立することが急務である。

また、全体的な方向を示す「社会的課題」の継続性とその下で新興・融合科学技術の発展に応じて選択される推進ツールの「研究領域」の柔軟性を意識して両者の時間軸と内容を組み合わせることが必要である。



## 目 次

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| はじめに                                                        | 1  |
| 1. 社会的課題から誘発され、その解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指す<br>新興・融合科学技術とイノベーション | 3  |
| 2. 新興・融合科学技術の5段階の発展モデル：<br>知識の創造に向けた活動と課題解決に貢献する活動の多様な組み合わせ | 5  |
| 3. 新興・融合科学技術の推進に向けた4つの提言                                    | 10 |
| 提言1：社会的課題に向けたシームレスなプログラム                                    | 12 |
| 提言2：新興・融合科学技術の推進者「戦略マネージャー」の確立                              | 18 |
| 提言3：社会的課題と新興・融合科学技術を核とした幅広い研究者や<br>産・学・官・社会のネットワークの形成       | 20 |
| 提言4：研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に挑戦しやすい<br>組織と環境の形成                | 26 |
| 4. 本提言を活かすための社会的課題の特定と研究領域の設定                               | 31 |
| おわりに                                                        | 34 |
| 参考資料                                                        | 37 |



## はじめに

新たな研究領域を産み出すには、従来からの科学技術の分野を超えた発想が必要であり、そのためには、異なる研究領域の研究者が一堂に会し、議論し、アイデアをぶつけ合い、相互に触発を図ることが効果的である。このような考えの下、科学技術振興機構（以下、JSTという）は1993年度から2004年度にかけて「異分野研究者交流フォーラム」を開催した。この流れを受け、CRDSにおいても分野融合ワークショップや分野融合フォーラムを開催し、「次世代生物生産・利用」、「ナノとバイオ」、「次世代医療の実現」、「伝統工芸と科学技術」等の融合領域を特定した。また、米国の大学における分野融合研究への新しい取組などについても調査を行った。

我が国の科学技術政策においては、第2期科学技術基本計画以来ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料等の重点・推進分野が設定されたが、同時に、異分野間の融合や新たな科学技術領域（新興領域・融合領域）に留意し、機動的に対応し、イノベーションに適切につなげることが必要とされてきた。しかし、重点・推進分野への重点化が進んだ一方で、リスクは高いがインパクトも大きく科学技術イノベーションの創出が期待される新興領域・融合領域が大きく進展したとは言い難い。

この間にも、地球環境問題、資源・エネルギー・環境制約下での持続的発展、生命現象の解明とよりよい医療・福祉、科学技術とビジネス・モデルが結びついたサービスによる新しい産業の出現など、現代社会が直面し、科学技術に解決への貢献が期待される課題は急増した。これらの多くはこれまでの単独の科学技術「分野」による対応が困難な、複雑な、分野を超えた科学技術の結集を必要とする課題である。このため第4期科学技術基本計画に向けて「課題解決型の科学技術の重点的推進」が重要との認識が高まっている。

重点・推進分野の限界に関するこのような認識の高まりを受けて、CRDSは2008年度、文部科学省と協力して新興・融合分野研究検討グループを設け検討を行った。グループでは「現代社会が直面する難問のほとんどは複雑システムに起因する」との仮説の下、「10の難問」を設定し、難問を具体的な「サブ難問」に分解した上でそれぞれの解決に必要な学術領域を特定する等を試みた<sup>1</sup>。

他方、第3期科学技術基本計画におけるイノベーション重視を受けて、CRDSは「科学技術イノベーションの実現に向けた提言」をはじめ、累次のイノベーションに関する提言を行い、入口・「場」・出口からなるナショナル・イノベーション・エコシステムの「場」モデルと科学技術イノベーションの進展に関するStep&Loopモデルを提唱した。このモデルの下では、自由発想基礎研究のアイデアの海で産み出された科学的知識や発見は、社会的価値の創造を目指した目的基

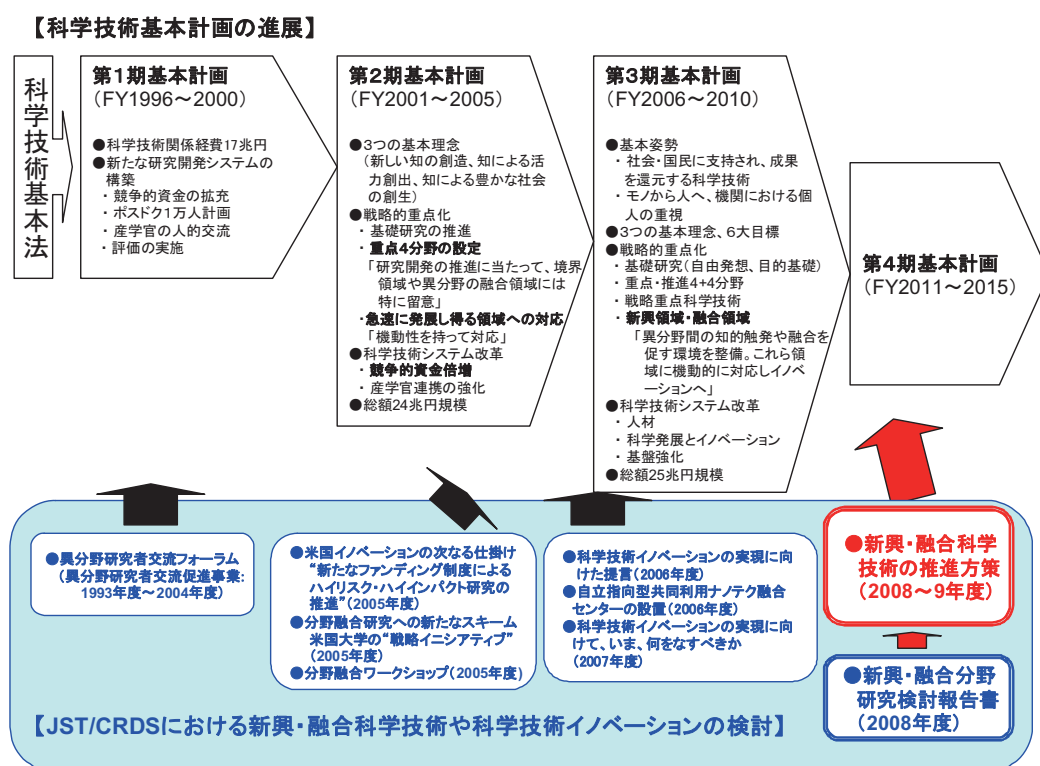
<sup>1</sup> 研究開発戦略センター、『新興・融合分野研究検討報告書』（2009年）

基礎研究を経て発明・概念の証明、技術デモ、製品開発・市場投入、成長・利益と段階を経ながらダーウィンの海（死の谷）を超えてイノベーションに進展していく。しかし、各段階は直線的に進むだけではなく、科学的知識に立ち戻るフィードバックを経ながら進展して行くのである<sup>2,3,4</sup>。

CRDSでは、これらの検討の蓄積と第4期科学技術基本計画に向けた課題解決からの科学技術の推進への要請を踏まえ、「新興・融合分野研究検討報告書」における研究システム面での問題提起を受けて、社会的課題から誘発される新興・融合科学技術の推進方策について検討を行った。（図1参照）

社会的課題は既存の研究領域を超えた新たな融合的な取組を誘発し、その成果による課題解決に向けた新たな融合的な取組の進展はSLモデル上の各段階での科学的知識への立ち戻りを通じて科学にも新たな発展をもたらす。本戦略提言は、具体的事例に基づいて、このような社会的課題から誘発される新興・融合科学技術の発展を一般的なモデルとして提示するとともに、そのモデルを踏まえた戦略的推進の共通的な枠組を提言するものである。これら「骨格」が個別の社会的課題や新興・融合科学技術に応じて肉付けされ具体的な推進戦略の策定に資することを期待する。

図1 科学技術基本計画とJST/CRDSにおける新興・融合科学技術等の検討



<sup>2</sup> 研究開発戦略センター、『戦略プロポーザル：科学技術イノベーションの実現に向けた提言』（2007年）

<sup>3</sup> 研究開発戦略センター、『戦略プロポーザル：科学技術イノベーションの実現に向けて、いま、何をなすべきか』（2007年）

<sup>4</sup> 科学技術政策における自由発想基礎研究、目的基礎研究の位置づけについては、参考資料1を参照。

# 1. 社会的課題から誘発され、その解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指す新興・融合科学技術とイノベーション

## 1.1. 第3期科学技術基本計画の下でのイノベーション重視の方向性

第3期科学技術基本計画は、第2期基本計画で打ち出された「科学技術の成果を社会へ還元する」という方向性を発展し、「絶え間なく科学の発展を図り、知的・文化的価値を創出するとともに研究開発の成果を『イノベーション』を通じて、社会・国民に還元し、経済的・社会的価値を創出する」というイノベーション重視の基本姿勢を明確に打ち出した。施策面では、科学の発展に向けた競争的研究環境の醸成や世界の科学技術をリードする大学の形成などとイノベーション創出を狙った制度や研究成果を実用化につなぐ仕組みを整えることなどによりイノベーションを生み出すシステムが強化された。また、経済社会ニーズに基づく課題解決に向けた取組から新たな融合研究領域、そして、イノベーションが創出されることが多いという認識の下、産業界の参画も得た「先端的な融合領域研究拠点の形成」が進められた。

## 1.2. 新しいイノベーションの方向性

第3期基本計画が策定される前後から、経済のグローバル化、国際競争の激化、科学技術とビジネス・モデルが結びついたサービスによる産業の変革の進展、地球規模の課題の顕在化の下、イノベーション推進を求める提言や政策イニシアティブが世界各国・地域で発表され、新しいイノベーションの方向性が模索されている。

例えば、米国競争力協議会の“*Innovate America*”（パルミサーノ・レポート）では、イノベーション自体、すなわち、イノベーションがどのように由来し価値を創造するか、が変化しつつあるとし、イノベーションが広がる速さの加速、イノベーションの分野融合性と技術複合性、科学者とエンジニアや創造者とユーザの間の協働性、イノベーションのグローバル化をその特徴として挙げている<sup>5</sup>。そして、分野ごとに積み上げた知識からよりも、分野が交差した領域で産学官のセクターを超えた人材交流と協働からイノベーションが発生しやすいとし、イノベーションの基盤となる融合的な研究の推進と人材の育成を求めている。新興・融合科学技術について、具体的には、連邦全省庁の研究開発予算の3%を新しいハイリスクで探索的な「イノベーション加速グラント」に再配分しradicalイノベーションを促進すること、大学における今後の研究ファンディングのより多くを分野融合的、分野横断的な研究や研究基盤に配分すること、「サービス・サイエンス」を新たな学術分野として位置づけて取組を進めることなどを提言している。

<sup>5</sup> Council on Competitiveness, *Innovate America*, (2005)、参考資料2を参照。

### 1.3. 我々が直面する課題と新興・融合科学技術からのイノベーションの強化の必要性

我が国でも、地球環境問題、資源・エネルギー問題、食料や健康、防災対策など我々が直面する複雑で困難な課題の解決に科学技術が貢献することへの期待はますます大きくなっている<sup>6</sup>。しかし、これらの解決は、多分野を融合した科学研究の取組と、技術面でも従来の延長線上ではない、科学に依拠したブレイク・スルーを必要としている。急速に進展する社会的課題への対応に向け、新たな融合研究領域からのイノベーション創出の一層の強化と加速が求められている。

このような認識の下、本提言はこうした社会的課題の解決に向けて新たな融合的な科学技術を誘発し、中・長期的に一貫して育てイノベーションに結びつけることにより「科学技術のフロンティア」と「課題の具体的解決に貢献するイノベーション」を連鎖的に創出するための一般的な枠組を明らかにする<sup>7</sup>。

---

<sup>6</sup> 内閣府大臣官房政府広報室『科学技術と社会に関する世論調査』、(2008年)

<sup>7</sup> 参考資料3参照

## 2. 新興・融合科学技術の5段階の発展モデル：

### 知識の創造に向けた活動と課題解決に貢献する活動の多様な組み合わせ

#### 2.1. ワークショップ「新興・融合科学技術の推進～課題解決とフロンティアの創造に向けて」や有識者インタビューの結果から

CRDSでは、前章で述べた社会的課題から誘発される新興・融合科学技術を如何に推進するかをテーマにワークショップ「新興・融合科学技術の推進～課題解決とフロンティアの創造に向けて」（概要は参考資料4、5を参照）を開催し、

- ・新興・融合科学技術の推進の要素
- ・これらの要素が新興・融合科学技術の発展の過程でどのように組み合わされてきたか
- ・新興・融合科学技術の推進の課題

について参加した研究者の実際の経験に基づき検討を行った。ワークショップの結果や有識者インタビューから、新興・融合科学技術の発展について個別のケースや分野に共通したポイントとして、概要以下の5点が明らかになった。

##### ①新興・融合科学技術の発展には2つの軸（方向性）：

「新しい知識の創造、科学技術のフロンティアの開拓」と「社会的価値の創造、課題解決への具体的貢献」の2つの方向性。（図2参照）

##### ②新興・融合科学技術の発展の過程では、分野とともに、「知識の創造」と「社会的価値の創造」も融合し、全体として新しい知識の創造と課題解決への貢献がともに実現される方向を指向：

社会的課題が新たな研究アプローチを誘発し、産み出された「新たな知識」から「課題解決、すなわち社会的価値の創造への新たなアプローチ」、そして「課題解決への取組」から「新たな研究課題・アプローチ」へと知識の創造に向けた取組と社会的価値の創造に向けた取組が多様に組み合わせりながら連鎖的に融合。

##### ③新興・融合科学技術の発展の過程はおおまかに5段階、これらが多様に組み合わせる：

ステップ1：社会的課題からの新しいアイデア、アプローチの芽出しと研究開発手法や方法論の確立

ステップ2：新しい研究手法、方法論に基づく基盤作り

ステップ3：新しい手法、方法論の様々な現象、ケースへの適用

ステップ4：シーズの展開、技術の実証、産業化への橋渡し

ステップ5：技術の効果の検証、安全性の確認、新たな基礎的研究課題の導出

## ④新興・融合科学技術の発展の時間軸は15～20年以上

## ⑤新興・融合科学技術の過程はまた、研究者、そして産・学・官・社会の参加者を拡大していく過程：

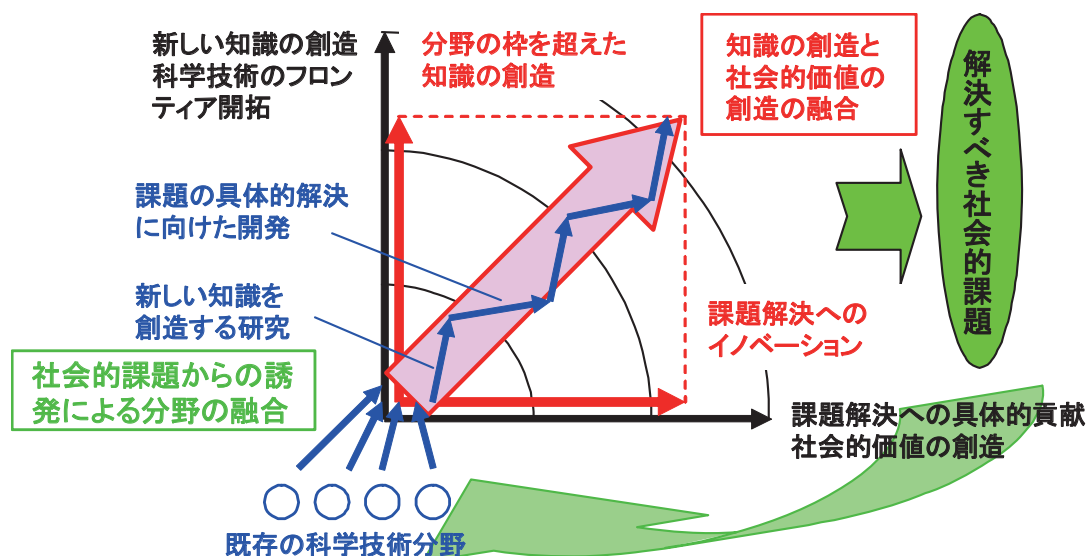
新興・融合科学技術を社会的課題の解決に向けて発展させ、解決への貢献を実現していく過程では、研究者、そして産・学・官・社会の参加者が拡大し、相互のダイアログを通じ集団的な知識の創出・蓄積・活用が進められる。

さらに、

## ⑥「異」を受容し、研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に挑戦しやすい環境の必要性

についても数多くの意見が示された。

図2 新興・融合科学技術の発展の方向



## 2.2. 新興・融合科学技術の5つの発展段階モデル

ワークショップ「新興・融合科学技術の推進～課題解決とフロンティアの創造に向けて」から明らかになった6点のうちでも、図2に示した方向性の下、新興・融合科学技術が15～20年のプロセスの中でどのような段階を経ながら発展していくかは、研究開発推進戦略を考える上で、また、研究者・参加者の拡大を考えていく上での枠組となる。そこで、本節では「5つの発展段階」について詳しく述べる。(図3参照)

## ステップ1 社会的課題からの新しいアイデア、アプローチの芽出しと研究開発手法や方法論の確立

まず、ステップ1は、取り組むべき社会的課題から、解決に向けた新しいビジョン、アイデア、アプローチ、理論、概念等を誘発し、研究に着手する段階である。それまで興味に応じて自由発想基礎研究を進め「アイデアの海」にいる研究者が「社会が直面する課題」を共有し、「自分の研究から課題の解決に向けてこんな新しい取組が出来るのではないか」と発想する段階である。

こうした研究者や新しいアイデア等を目利きして絞り込み、「目的基礎研究」が支援する<sup>8</sup>。3～5年程度のステップ1の到達目標は、新しいアイデア等を具体化し、研究手法や方法論、概念を確立することである。新しい研究開発手法や方法論の認知を幅広く得て新興・融合科学技術として確立するためには、我が国で第1回の国際会議を開催することや新しい研究開発手法、方法論を示す構想論文を発表することが重要である。

## ステップ2 新しい研究手法、方法論に基づく基盤作り

ステップ1で創出された方法論、研究手法、実験手法からは、往々にして、将来、新しい科学技術の基盤となる、さらに、科学技術を社会に実装する際の基盤となる装置、試薬、ソフトウェア、データベース等のシーズが産み出されることが多い。ステップ2では、このような新興・融合科学技術を支える基盤の試作を行うとともに、研究手法、リサーチ・ツール等の普及や将来の標準化に向けた活動への取組を開始する。その際、企業からの研究者・技術者の参画・協力を得ることによる、早期からの研究者・技術者コミュニティの拡大や新しい科学技術の研究ノウハウ等の共有も期待される。

新しい科学技術の発展基盤を形成する観点からは、研究手法、リサーチ・ツール等の普及や将来の標準化に向けた取組とともに、新興・融合科学技術に関する情報の発信・集約のハブの形成も重要である<sup>9</sup>。

## ステップ3 新しい手法、方法論の様々な現象、ケースへの適用

ステップ3は、ステップ1で創出された方法論、研究手法、実験手法などを、社会的課題に関連したものを中心に様々な現象や事例に適用する段階である。方法論、研究手法などの適用可能性が広がるとともに、イノベーションに向けた多様なシーズの創出が期待される。

同時に、新しい方法論、研究手法などに触発された研究者が参入することによ

<sup>8</sup> 自由発想基礎研究、目的基礎研究については参考資料1を参照。

<sup>9</sup> 図3にも示されるように、ステップ2はステップ3の前段階ではない。ステップ1の成果を受けた活動のうち、リサーチ・ツールの確立といったより技術の具体化に近い活動がステップ2であり、新興・融合科学技術の発展がステップ3であろう。従って、ステップ2とステップ3は相互に関連を持ちながら同時並行的に進むだろう。

り、新興・融合科学技術の確立とイノベーションに向けた研究者・技術者コミュニティの拡大が期待される。

#### ステップ4 シーズの展開、技術の実証、産業化への橋渡し

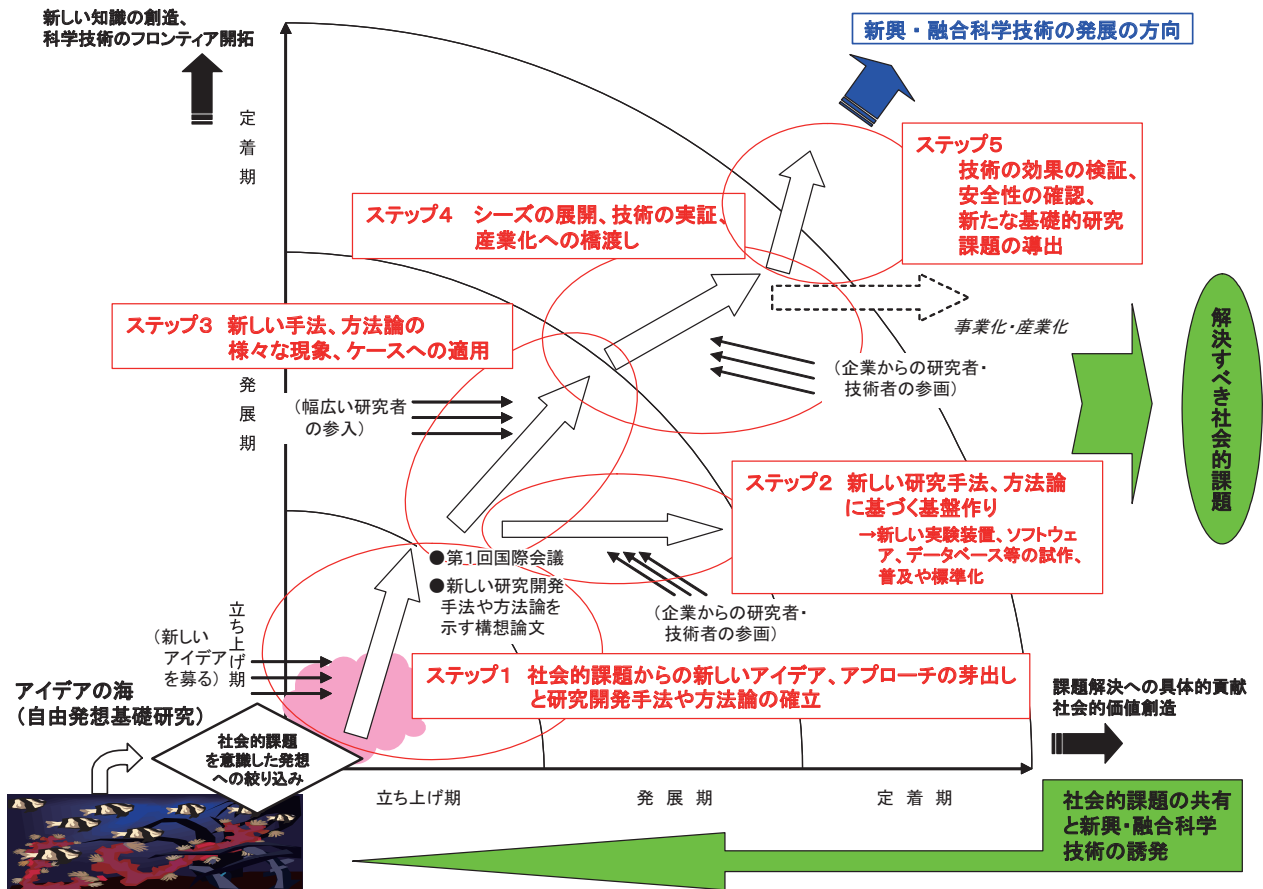
ステップ4では、ステップ3で創出された多様なシーズと産学官の研究者の知的な相互刺激が更なる研究開発や共同研究等を誘発し、シーズが発展することが期待される。研究の進展だけでなく、産学官の連携による技術の創出と実証、そして、企業を中心とした産業化への橋渡しといった展開も起きるだろう。また、これらに伴い、産学官の研究者・技術者がさらに参画し、研究者・技術者コミュニティが拡大することも期待される。

#### ステップ5 技術の効果の検証、安全性の確認、新たな基礎的研究課題の導出

新興・融合科学技術に基づく技術が具体化し、産業化に向かうとともに、社会的効果も視野に入れた技術の検証、技術の安全性の確認などが必要となる。ステップ5はこれら科学技術の社会実装に不可欠な研究開発が行われる段階である。

技術の検証や安全性の確認はまた、それまで発展してきた新興・融合科学技術に新たな側面から刺激を与える契機になる。技術の検証や安全性の確認を通じて明らかになった課題を克服するため、新たな融合的な取組を必要とする基礎的研究課題も導出されるだろう。

図3 新興・融合科学技術の5つの発展段階



[2] 新興・融合科学技術の5段階の発展モデル

### 3. 新興・融合科学技術の推進に向けた4つの提言

前章で述べたように、新興・融合科学技術は15～20年の時間軸の下、5つの段階が多様に組み合わせりながら発展する過程である。しかし、現在の主な研究支援制度は、長期的な時間軸の下でこれらの過程を踏まえて新興・融合科学技術の発展を戦略的に加速するとともに継続的に育てることに適しているとは言い難い。

自由発想基礎研究（科学研究費補助金）から研究の目的性がより高まるのに伴い、また、技術開発の支援制度ではフィージビリティ・スタディ段階から本格的開発段階に移行するのに伴い研究開発の規模は大きくなる。しかし、研究期間は3～5年程度以下のものがほとんどである。各制度は各府省・各機関によりそれぞれの目的・趣旨に応じてそれぞれのProgram Director（PD）やProgram Officer（PO）により運営されており、制度を超えた戦略性、長期性、継続性は担保されていない。（図4参照）

戦略性、長期性、継続性は、分野や研究内容だけではなく人材についても担保されていない。研究開発に参画する研究者・技術者の構成は、各研究開発制度のイノベーションの過程上の位置づけに従い変化する。例えば基礎的な研究段階では大学等の研究者が、本格的開発段階では企業の研究者・技術者が中心的役割を担う。しかし、制度が個別に運用されているため、産・学・官・社会の研究者や参加者が制度やイノベーションの過程上の位置づけを超えて集まり、ダイアログを行うことは困難である。

これまでは一部の研究者が「自らの研究をつなぐ」ために、応募しようとする研究制度に研究を合わせ、また、研究チームを集めて対応して来た。長期性、継続性はこうした研究者の努力に委ねられていた。このような現状を改善し、研究開発を効果的に加速、推進するためには、

- 研究開発を制度に合わせるのではなく、研究開発の進展に合わせた支援
  - 2つの融合、すなわち、分野の融合と知識創造と社会的価値創造の融合
- を実現することが必要である。このため、まず、

#### 提言1：社会的課題に向けたシームレスなプログラム

を提言する。

社会的課題に関連した研究開発の状況と新しい研究アイデアやアプローチの誘発、芽出しから社会的課題への具体的貢献までの各段階を俯瞰し、中・長期的に一貫した戦略の下で研究開発を推進するためには、制度毎のPD・POによる公募・採択・管理・評価にとどまらず、新興・融合科学技術を育て研究者や産学官のネットワークを拡大する視点からのマネジメントが必要である。このため、

## 提言2：新興・融合科学技術の推進者「戦略マネージャー」の確立

を提言する。

さらに、新しいアイデアやアプローチによる研究が新興・融合科学技術に発展するのに伴い、最初に着想した研究者から、幅広い研究者、そして産・学・官・社会へと参加者のネットワークを戦略的に形成・拡大し、「2つの融合」を実現するため、

## 提言3：社会的課題と新興・融合科学技術を核とした幅広い研究者や産・学・官・社会のネットワークの形成

を提言する。

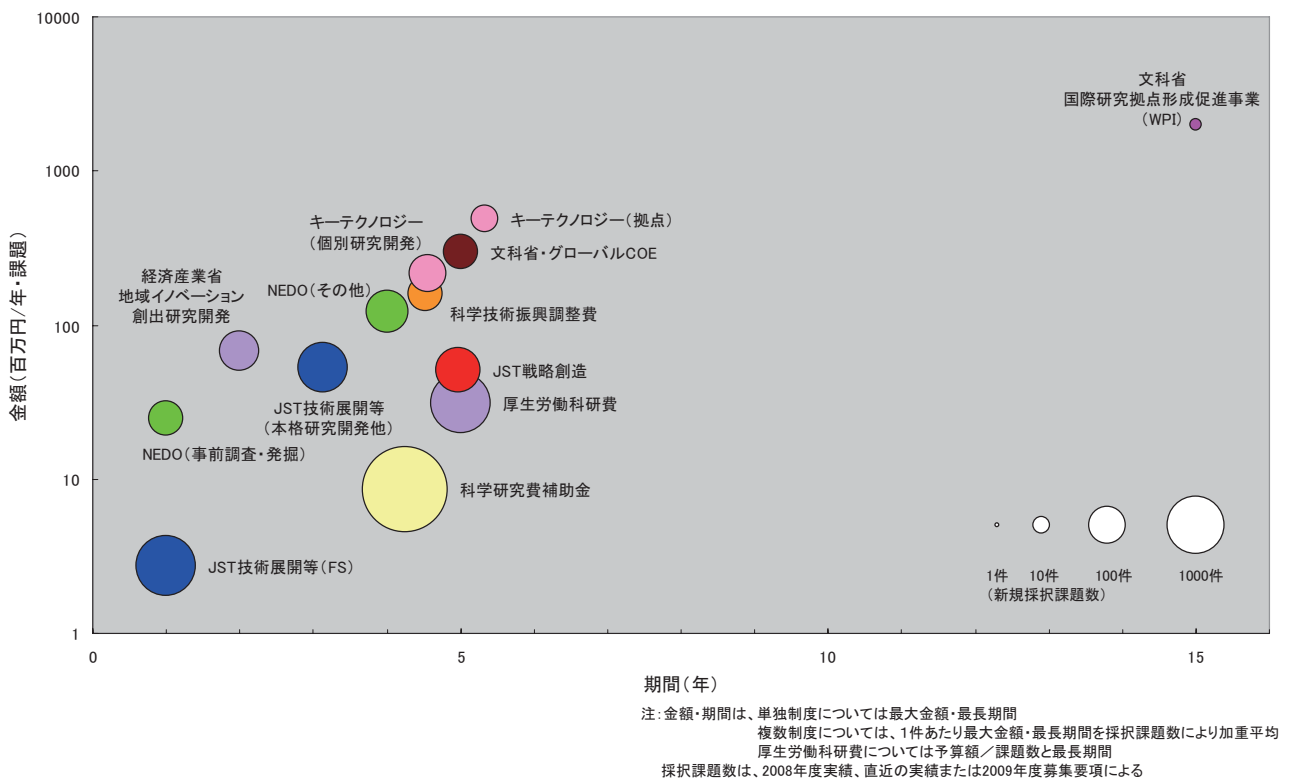
また、社会的課題からの新しいアイデア等の誘発を促進し、新興・融合科学技術を担う人材を育成するため、

## 提言4：研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に挑戦しやすい組織と環境の形成

を提言する。以下、これら4つの提言の内容について詳しく述べる。

[3] 新興・融合科学技術の推進に向けた4つの提言

図4 主な競争的資金：規模・期間・採択件数（新規採択課題分）



## 提言1：社会的課題に向けたシームレスなプログラム

### 研究開発の進展に合わせたシームレスなプログラム

社会的課題から誘発した新興・融合科学技術を「研究開発の進展に合わせて支援」し、「2つの融合」、すなわち、分野融合と知識創造と社会的課題対応や価値創造のフェーズ融合を一貫して戦略的に加速し、実現するため、「シームレスなプログラム」を設けるべきである。

プログラムでは、新興・融合科学技術の状況に応じてどのような研究開発を5つの段階のどこに位置づけて行うべきかを戦略的に判断して、研究制度や支援機能のメニューから必要な推進ツールを適時に選び組み合わせで実施する。その際、研究開発が人材面も含め途切れないよう必要に応じメニューをオーバーラップさせ同じチームの多面的な研究開発の取組を可能とすることや研究開発の準備・本格実施・とりまとめの手順を踏まえ本格実施の時間を十分確保できるよう各ツールの期間を長めに取ること等にも配慮することが重要である。これらにより、新興・融合科学技術の中・長期的な支援と育成を実現する。(図5参照)

### 社会的課題ごとに設ける「戦略マネージャー」による推進

シームレスなプログラムの運営のため、社会的課題ごとに数人の「戦略マネージャー」のチームを設けるべきである。

「戦略マネージャー」は、「社会的課題」に向けた研究開発の状況を、分野横断的に、また、知識創造と社会的課題対応や価値創造のフェーズ縦断的に俯瞰して、推進戦略を策定し、その下で新たな融合的な「研究領域」のポートフォリオを構築する。そして各研究領域の「5つの段階」における位置づけを踏まえ、推進ツールを選んで研究開発を推進する。

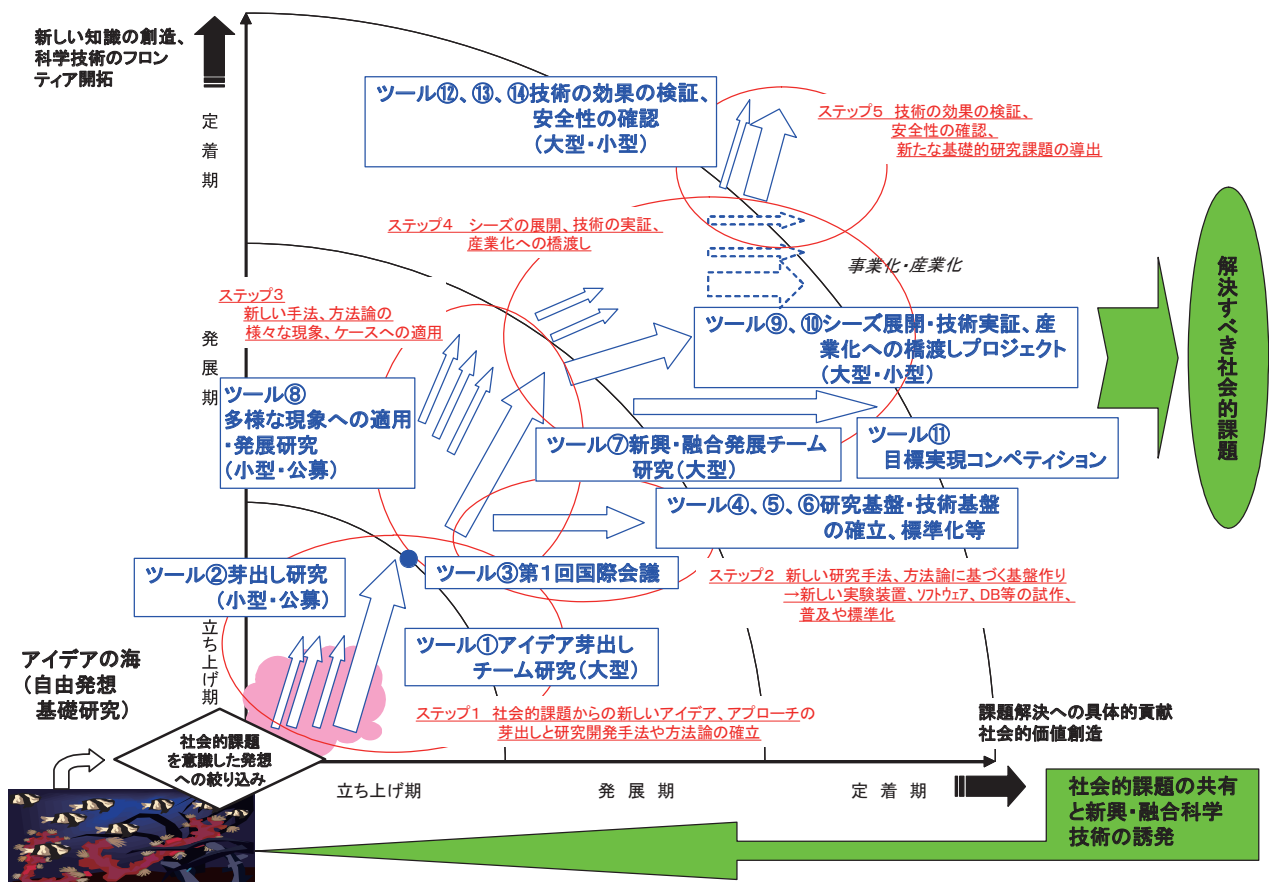
「戦略マネージャー」はまた、研究者間でのベンチマーキング、相互刺激、協調、協力の発展、産・学・官・社会のプラットフォーム形成を支援し、学の研究者、産・官の研究者・技術者と社会の間のダイアログを促進する。

「戦略マネージャー」は、「社会的課題」の下で「研究領域」と推進ツールのポートフォリオが構築され、研究開発が実施されるという階層性を踏まえて、社会的課題レベル（政策（行政）とファンディング機関（統括））と研究領域レベル（ファンディング機関）に配置する。これら戦略マネージャーは組織横断的、研究開発事業横断的にチームを構成し、連携しつつ分担して役割を果たし、国全体としての戦略的推進を実現する。

### 初期の段階からのELSIへの取組

将来、研究成果を社会に実装することを視野に、シームレスなプログラムの運営の一貫として、新しいアイデア、アプローチ等の初期の段階から産・学・官・社会のプラットフォームにおいて倫理的・法的・社会的問題(ELSI)にも取り組むべきである。

図5 「5つの発展段階」を踏まえた新興・融合科学技術の推進ツール



提言1  
社会的課題に向けた  
シームレスなプログラム

## &lt;補足説明&gt;

## 新興・融合科学技術の発展段階と推進ツール

新興・融合科学技術の各発展段階では、基本的には新しいアイデアを提唱した中心研究者を核に研究を進める大型のチーム研究とより多くのアイデアを募ったり幅広い研究者の参入を促し応用を拡げたりするための小型の公募研究を並行的に組み合わせ、研究者層の拡大を図る視点が重要である。こうした視点の下、各ステップにおける推進ツールとしては表1のような例が考えられる。

表1 各ステップにおける推進ツールの例

| 研究制度・支援機能                                                                                                                                                                                                | 規模                                                                                | 採択の視点                                                                                                                                                                                                                                      | 評価の視点                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>&lt;ステップ1&gt;社会的課題からの新しいアイデア・アプローチの芽出しと研究開発手法や方法論の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・規模：約20億円／年（社会的課題1課題あたりの規模例、課題により異なる。以下同じ。）</li> <li>・目標：新たなアイデアやアプローチに基づく研究開発手法や方法論の確立と提示</li> </ul> |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |
| <p>ツール①<br/>新興・融合アイデア芽出しチーム研究（大型）</p>                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・1～5億円×5年間</li> <li>1～2件／社会的課題</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・以下に加え、「研究をさせたい研究者」を選定。社会的課題を呼び水にした新しい研究構想で評価。</li> <li>・社会的課題の解決に向けたアプローチ、理論、概念の新しさ、ユニークさ、実現方法。</li> <li>・これらの展開のビジョン、長期発展可能性。（ピア・レビューによらない審査。応募時点での論文や引用数などの実績は問わない、prematureなアイデアの許容）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・提案されたアイデアやアプローチに基づき、新たな研究開発手法や方法論が導かれたか。</li> <li>・新しい研究開発手法や方法論を示す構想論文の内容。</li> <li>・セレンディピティも評価。</li> <li>・失敗の場合には、次の展開に向けて何を学んだか。</li> </ul> |
| <p>ツール②<br/>新興・融合アイデア芽出し研究（小型）</p>                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・～3千万円×3～5年間</li> <li>10件／社会的課題</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ステップ1における研究開発手法や方法論の確立状況に応じて。</li> </ul>                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際会議を通じた研究開発手法や方法論の内外へのインパクト。</li> </ul>                                                                                                        |
| <p>&lt;ステップ2&gt;新しい研究手法、方法論に基づく基盤作り</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・規模：約1.5億円／年</li> <li>・目標：ステップ1で確立された手法や方法論の普及、これらに基づく実験装置やリサーチ・ツール等の試作等による研究基盤作り、標準化活動の開始</li> </ul>                     |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |
| <p>ツール④<br/>研究手法や実験手法のデモンストレーション、内外の研究者との交流支援</p>                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・1～2千万円／社会的課題（旅費）</li> </ul>               | —                                                                                                                                                                                                                                          | —                                                                                                                                                                                       |
| <p>ツール⑤<br/>情報集約・発信支援（第1回国際会議を受けた研究者のネットワーク、情報のバブの維持）</p>                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・3百万円／年（ポータルサイト運営等）</li> </ul>             | —                                                                                                                                                                                                                                          | —                                                                                                                                                                                       |
| <p>ツール⑥<br/>産学官共同による実験装置、ソフトウェア、データベース等の試作、標準化支援</p>                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・3～5千万円×3年間程度</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新たな実験手法、装置、ソフトウェア、記述言語等で新興・融合科学技術の基盤として広く使われる可能性があるか。</li> <li>・その手法等の確立や標準化が、新興・融合科学技術の確立と推進に不可欠か。</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・新たな実験手法、装置、ソフトウェア、記述言語等の確立が図られたか。また、標準として確立できたか。</li> <li>・我が国オリジナルの計測機器等の開発への展開が見込まれるか。</li> </ul>                                             |

| 研究制度・支援機能                                                                                                                                                  | 規模                                                                                                                          | 採択の視点                                                                                                                                    | 評価の視点                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>&lt;ステップ3&gt;新しい手法、方法論の様々な現象、ケースへの適用</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>規模：約20億円／年</li> <li>目標：新たな研究開発手法や方法論の適用可能性の拡大と課題解決に向けたシーズの創出</li> </ul> |                                                                                                                             |                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |
| ツール⑦<br>新興・融合発展チーム研究（大型）                                                                                                                                   | ・1～5億円×5年間<br>1～2件／社会的課題                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>ステップ1で創出された新研究手法や方法論に基づく課題解決への展開の構想とその実現可能性。</li> <li>ステップ1で創出された新研究手法や方法論の適用可能性拡大の構想。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>提案された研究の進展状況、発展に向けたシーズの創出状況。</li> <li>発展可能性</li> <li>セレンディピティも評価。</li> </ul>                  |
| ツール⑧<br>新たな概念の多様な現象への適用・発展研究（小型・公募）                                                                                                                        | ・～3千万円×3～5年間<br>10件／社会的課題                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ステップ1で創出された新概念や手法の多様な現象への適用アイデアのユニークさ、その発展可能性。</li> <li>prematureな適用アイデアも許容。</li> </ul>           |                                                                                                                                      |
| <b>&lt;ステップ4&gt;シーズの展開、技術の実証、産業化への橋渡し</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>規模：約20億円／年</li> <li>目標：新たな研究開発手法や方法論に基づく技術の創出、実証と産業化への橋渡し</li> </ul>      |                                                                                                                             |                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |
| ツール⑨<br>研究者間や産学官共同研究によるシーズの展開                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>技術への発展研究～1千万円×2年<br/>10件／社会的課題</li> <li>技術実証（プロトタイプ）～3千万円×2年<br/>5件／社会的課題</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>研究や技術開発の発展の可能性、有望性。</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>提案された研究や技術開発の進捗状況。</li> <li>セレンディピティも評価。</li> </ul>                                           |
| ツール⑩<br>産学官の連携による技術の実証、産業化への橋渡し                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>橋渡し研究開発（企業化開発）～3億×5年<br/>1～2件／社会的課題</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>技術としての有望性、発展の可能性</li> <li>産・官が技術に関心を有し、プロジェクトにコミットしているか。</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>技術の実証やプロトタイプの構築がなされたか。（小型）</li> <li>企業化開発への橋渡しが出来たか。（大型・小型）</li> </ul>                        |
| ツール⑪<br>目標実現コンペティション                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>上位入賞5チーム程度に次年度のコンペティションに向けた試作補助<br/>5～10百万円</li> </ul>                               | （エントリーは自由）                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>与えられた目標にどれだけ近づいたか。</li> <li>技術のユニークさ。</li> <li>参加者間のベンチマーキング。</li> </ul>                      |
| <b>&lt;ステップ5&gt;技術の効果の検証、安全性の確認、新たな基礎的研究課題の導出</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>規模：約10億円／年</li> <li>目標：技術の効果の検証、安全性の確認、新たな基礎的研究課題の導出</li> </ul>   |                                                                                                                             |                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |
| ツール⑫<br>技術の効果の実証、安全性の確認のための調査研究                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>～5千万円×3～5年<br/>2～3件／社会的課題</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>効果の実証や安全性の確認の必要性。</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>技術の効果が実証されたか。</li> <li>安全性に関する基礎的知見が得られたか。</li> <li>新たな基礎的研究課題は見出されたか。</li> </ul>             |
| ツール⑬<br>産学官連携による社会実験                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>5千万円×3～5年<br/>2～3件／社会的課題</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会的課題の解決に向けた成果の実装に際しての、技術面にとどまらない社会実験の必要性。</li> <li>社会実験に向けた社会との連携状況。</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>技術を実社会に適用し効果が示されたか。</li> <li>社会実装に向け科学技術以外の諸問題が特定されたか。</li> <li>新たな基礎的研究課題は見出されたか。</li> </ul> |
| ツール⑭<br>調査研究結果の基準・規制への反映支援                                                                                                                                 | （→⑫、⑬の調査研究の成果のアウトリーチ活動）                                                                                                     |                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |

## 階層性を踏まえた戦略マネージャーの配置

「戦略マネージャー」は、「社会的課題」の下で「研究領域」のポートフォリオが構築され、「研究領域」に対応した推進ツールが選択され研究開発が実施されるという階層性を踏まえ、社会的課題レベルと研究領域レベルに配置するが、組織との対応関係では以下のような配置が考えられる。

### 「社会的課題レベル」の戦略マネージャー

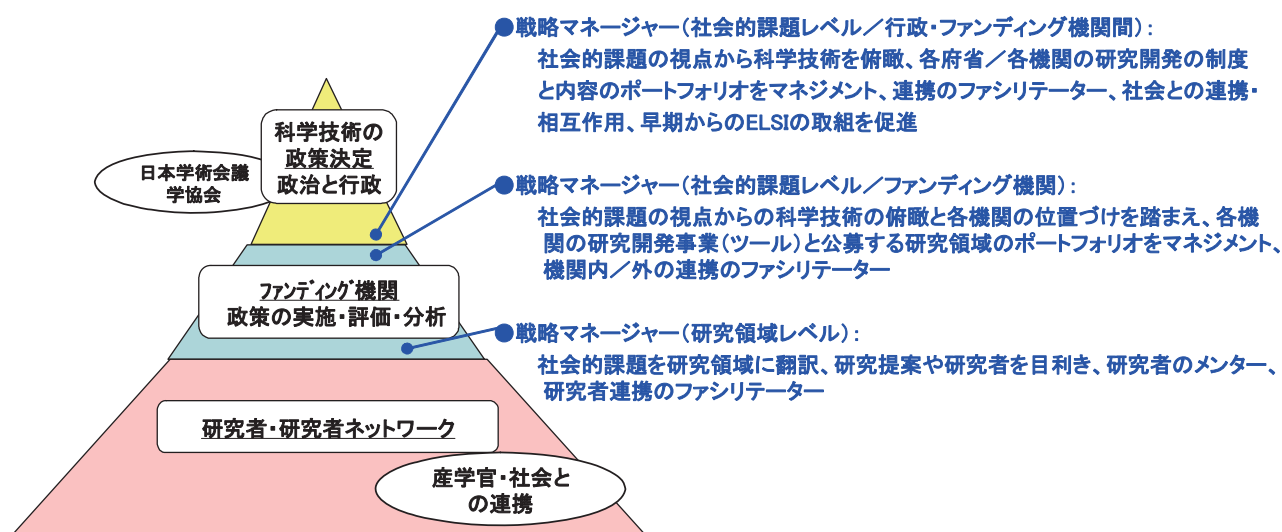
社会的課題レベルの戦略マネージャーには、社会的課題全体に関連する科学技術を俯瞰し、分野融合とフェーズ融合（知識創造と社会的課題対応や価値創造の融合）を戦略的に実現することが期待される。このため、社会的課題レベルの戦略マネージャーを、府省、ファンディング機関や研究開発事業を横断的にマネジメント出来る立場に設けることが考えられる。例えば、政策（行政）レベルに配置する、ファンディング機関が連携してある社会的課題に取り組むにあたり連携の核として機関横断的に配置するなどが考えられる。

さらに、一つの社会的課題の下、ファンディング機関が複数の研究領域を担ったり、複数の研究開発事業（推進ツール）を実施したりすることも考えられる。このため、ファンディング機関においても「社会的課題レベル」の戦略マネージャーを置き、社会的課題への取組における機関の位置づけを踏まえ、研究領域と推進ツールをマネージし、他機関等との連携を担うことが必要である。

### 「研究領域レベル」の戦略マネージャー

研究領域レベルの戦略マネージャーは、社会的課題全体の中における研究領域やファンディング機関の位置づけを踏まえ、推進ツールを実施する。このため、ファンディング機関における「社会的課題レベル」の戦略マネージャーの下に配置する。

図6 「社会的課題レベル」と「研究領域レベル」の戦略マネージャー



## 「シームレスなプログラム」をいかに実現するか：2つのオプション

シームレスなプログラムを実現する手段としては、既存制度の改良、接続と社会的課題に対応した新制度の創設が考えられる。

### 既存制度の改良、接続と社会的課題に対応した新制度の創設

各府省・ファンディング機関の既存の制度を改良、接続する場合には、現状のProgram Director/Program Officerに替わり横断的な戦略マネージャーを置き、公募・選考・評価・実施を研究開発の進展に合わせて柔軟に行い継続的支援が可能となるよう見直すこと等が必要である。

社会的課題に対応した新制度を創設する場合には、予め新制度の下での推進ツールの種類や実施件数を固定的に決めずに、戦略マネージャーが特定した「研究領域」とその5つの発展段階上の位置づけに応じて公募・選考・評価・実施方法を具体的に設計し、実施することが考えられる。

既存制度の改良、接続と新制度の創設のいずれの場合でも、シームレスなプログラムを単独のファンディング機関内で設ける場合とファンディング機関あるいは府省横断的に設ける場合が考えられる。

これらのオプションの組み合わせ方については、どのようにすれば、社会的課題から誘発した新興・融合科学技術を「研究開発の進展に合わせて支援」し、「2つの融合」、すなわち、分野融合と知識創造と社会的課題対応や価値創造のフェーズ融合を効果的に実現できるかという観点から具体化することが適当である。

### ファンディング機関のプラットフォーム

なお、共通の社会的課題の下にいくつかのファンディング機関がボトムアップで連携してシームレスなプログラムを形成することも考えられる。その際、個別の課題毎にアド・ホックに連携するだけでなく、ファンディング機関間で一般的、恒常的な連携関係を構築しておき、その上で社会的課題毎に関係機関の組み合わせによりシームレスなプログラムが形成されるような「ファンディング機関のプラットフォーム」も有効であろう。

### 継続性を担保する仕組

研究開発が人材面も含め途切れないよう継続性を担保するためには、必要に応じメニューをオーバーラップさせ、同じチームが複数の推進ツールに並行的に採択され、多面的な研究開発の取組を可能とすることが考えられる。その際には、プロジェクト間の切り分けの明確化や複数プロジェクトの総額規模の適正化などが必要であろう。

また、従来のファンディングは期間が3～5年のものがほとんどだが、研究開発の準備・本格実施・とりまとめの手順を踏まえ本格実施の時間を十分に（例えば5年間）確保できるよう各研究開発の期間を長めに取り、その際、準備ととりまとめの期間については、他のツールによる研究開発とのオーバーラップを許容するといったことも必要である。

## 提言2：新興・融合科学技術の推進者「戦略マネージャー」の確立

### 新興・融合科学技術の推進者としての「戦略マネージャー」の確立

「社会的課題に向けたシームレスなプログラム」のポイントは、「新興・融合科学技術を育てるマネジメント」である。その要となる「戦略マネージャー」には、所属機関や研究支援制度に閉じない幅広い視野の下で以下のような役割を果たすことが期待される。

- ・ 社会的課題から俯瞰した研究開発の現状と5つの発展段階を踏まえた戦略の下、研究領域と推進ツールのポートフォリオ構築とマネジメント
- ・ 研究提案や研究者の見極め
- ・ 研究者の支援、新興・融合科学技術への参画者層の拡大とネットワークの形成

このように従来のPD・POよりも視野と機能が広がった「戦略マネージャー」の導入と確立が急務である。

### 「戦略マネージャー」のチームによるマネジメント

新興・融合科学技術を育てるには、マネジメントの長期的な継続性と研究開発の進展や社会的要請の変化に対応する柔軟性が必要である。このため、「戦略マネージャー」はファンディング機関の職員と任期付きで外部から参画するマネージャーによるチームとすることが適当である。

### 「戦略マネージャー」の育成

「戦略マネージャー」として、研究制度の運営に精通するとともに、研究開発の内容と課題解決に向けた発展の方向性を洞察し、戦略を構築し、研究開発をマネジメントできる人材を育成することが必要である。

戦略マネージャー（候補）のうち、ファンディング機関の職員には機関内外での研修やOJTを通じた育成も可能であるので、特に外部から任期を限ってマネージャーを勤める者の資質を養う研修が必要である。

また、「戦略マネージャー」制度の定着に向けては、インセンティブの創出とキャリアパスの形成・職業化が重要である。インセンティブとしては、研究開発プロジェクトやネットワーキング活動を通じて研究者の認知を得ることはもちろん、経験と実績に応じてより大きなプロジェクトや権限と責任を担うことなどが考えられる。職業化に向けては「戦略マネージャー」としてのキャリアアップはもちろん、大学や研究機関の研究開発マネジメントや行政機関の政策立案への従事も含めたキャリアパスの形成が重要である。

## &lt;補足説明&gt;

## 戦略マネージャーの多彩な機能

「戦略マネージャー」の機能としては、具体的には以下のようなものが考えられる。

## (1) ポートフォリオ・マネージャー

関連研究開発がどのような状況にあるのか、課題から誘発された新しい研究アイデアやアプローチがどのように位置づけられるのかについて、「社会的課題」から俯瞰するとともに5段階の発展モデルなども踏まえて戦略を持ち、「研究領域」とその推進ツールのポートフォリオを構築し、プログラムを運営する。

## (2) 翻訳者

新興・融合科学技術の推進ツールを選択し、運営するにあたり、政策的に示された「社会的課題」を研究者のアイデアを誘発するような「研究領域」に翻訳する。

また、翻って、課題解決までの時間が長く、社会にその意義が分かりにくい新興・融合科学技術について、社会的課題からの俯瞰的視点と研究開発戦略に基づいて社会に説明を行い、認知を得るように努める。

## (3) 目利き

新しい研究開発アイデアやアプローチ、特に、融合的なものや既存の研究の概念を大きく変えるトランスフォーマティブなものは往々にしてそれまでの研究の延長線上や発想の枠内では評価が困難である。このため、「戦略マネージャー」には研究者や研究開発提案を分野の専門家によるピア・レビューに加え研究者の人物、資質、提案の新しさ、ユニークさ、将来の発展性、予想される社会へのインパクトを考慮して目利きし、場合によりピア・レビューによる評価とは異なる判断を下すことも求められる。

「戦略マネージャー」がこうした判断をできるためには、戦略マネージャーが科学技術の専門的視点から評価するピア（科学技術の分野の専門家）とは異なるマネジメントの責任と権限を有することの明確化や、戦略マネージャーの判断をファンディング機関が尊重しオーソライズする仕組が重要である。

## (4) メンター・ファシリテーター

リスクの高い新しい研究開発アイデアやアプローチを育てていくため、研究開発の進捗を把握し、研究者に手間暇かけた支援を行う。また、同じ社会的課題や研究領域の下で研究開発に取り組む研究者間での研究のベンチマーキング、相互刺激、協調・協力などを促進する、さらには産・学・官・社会のプラットフォームの形成、社会的課題や研究の方向性の共有、参加者間の協力、知識の移転、ELSIへの取組などを促進する。

## 提言3：社会的課題と新興・融合科学技術を核とした幅広い研究者や産・学・官・社会のネットワークの形成

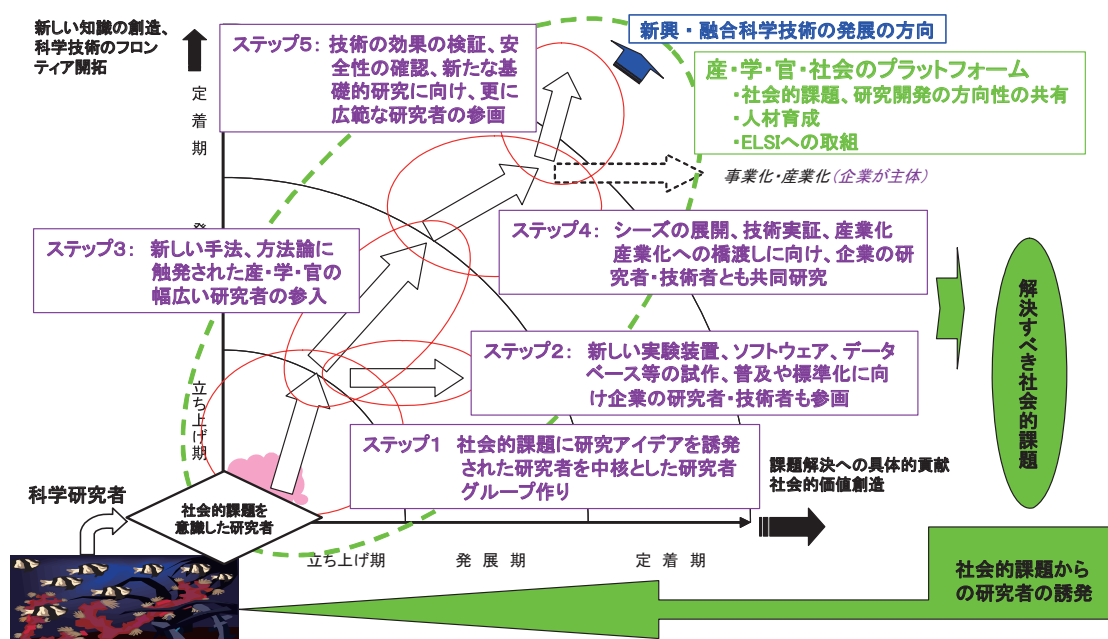
社会的課題から新興・融合科学技術を誘発し、その解決に向けて発展させていく過程では、最初に新しいアイデアやアプローチを着想した研究グループや同じ課題に関心を持つ研究者を核として、より幅広い研究者の参画を図って分野融合的な研究者層を形成すると同時に、早期の段階から科学技術のフロンティアの開拓に取り組む研究者と社会的価値の創造に取り組む研究者、技術者、社会がネットワークを形成し、一体となって社会からの要請と研究開発の方向性を共有し、ダイアログを重ねながら研究開発に取り組むことが必要である。（図7参照）

このように知識の創出・蓄積・活用を集団的に進める基盤を構築することにより、新興・融合科学技術の発展とイノベーションを加速し、我が国の強みとして定着することが可能となる。

このため、以下の取組を進める必要がある。

- ・ファンディングを核にした研究者ネットワークの形成
- ・社会的課題解決に向けた知恵と研究者の国際的ネットワークの形成（海外への直接ファンディング、HFSPの経験を活かした国際グラント等）
- ・研究者のネットワークの核となるオープン型研究開発拠点の構築
- ・産・学・官・社会の参画によるプラットフォームの形成

図7 新興・融合科学技術の発展と研究者、産・学・官・社会の参画、ネットワーク化



## &lt;補足説明&gt;

## ファンディングを核とした研究者ネットワークの形成： 必ずしも公募によらないチーム研究と小型の公募研究の組み合わせ

社会的課題から新しい着想を得た研究者を核に、同じ課題に関心を持つ研究者、さらにはより幅広い研究者の参画を図って分野融合的な研究者層を形成するためには、新しいアイデアやアプローチを持った中心研究者をリーダーとする必ずしも公募によらないチーム研究と、小型の公募研究を組み合わせることが適当である。これにより、中心研究者とともに他の研究者の異なる発想を活かし、あるいは、中心研究者のアイデアやアプローチに触発された幅広い研究者の参画を促す。

その上で、例えば定期的な合宿を通じてファンドを受けた研究者等のネットワーク化を図り、これらの研究者間での触発と切磋琢磨を促し、少額の研究費の提供等により研究者間の触発から生まれたさらなる発想や共同研究を試す機会を設けるべきである。

「社会的課題に対応したシームレスなプログラム」では、これらための経費を社会的課題／研究領域毎に、一定額（一定割合）確保し、「戦略マネージャー」の裁量に委ねるべきである。

## 社会的課題解決に向けた知恵と研究者の国際的ネットワークの形成

新しい発想を国外からもより幅広く募り、また、我が国発の新興・融合科学技術を国際的にも確立するため、既に述べた「第1回国際会議の開催」に加え、知恵と研究者の国際的なネットワークを形成するためのファンディングや人材交流等を進めるべきである。具体的には以下のような取組を検討すべきである。

- ・国際公募と研究費の海外への直接支出が可能なファンディング
- ・社会的課題を軸にした国際的な人材交流
- ・ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム（HFSP）の経験等も踏まえた社会的課題を軸にした国際的ファンディングとプラットフォームの形成

## 研究者合宿等を通じた研究者のネットワーク化

研究ファンドを受けた研究者や同じオープン型研究開発拠点（後述）で研究する研究者間での触発、研究の発展、ネットワーク形成等を図るための方策の一つとして「研究者合宿」が挙げられる。既に行われている例としては、JSTのさきがけ（個人型研究）の領域会議や東京大学ナノバイオ・インテグレーション研究拠点の研究会議が挙げられる。研究者合宿を通じた研究者のネットワーク化のポイントは以下のとおりである。

- ①ファンドを受けた研究者や研究開発拠点の利用者に定期的な「研究者合宿」への参加を義務化。
- ②「研究者合宿」は顔の見える範囲のクローズドなものとし、参加者には守秘義務を課す。
- ③参加者は研究の進捗状況、成果について発表、議論し、知識やノウハウの集積と共有、科学技術の分野を超えた相互比較による刺激等を行う。
- ④参加者間の議論を通じて、融合的な共同研究の誘発や将来の研究開発の展開の模索を行う。
- ⑤参加者へのインセンティブとして、誘発された共同研究等への着手を可能とする少額の研究費（1件500万円／年程度・10件程度）を用意し、「戦略マネージャー」や拠点の裁量により配分可能とする。

## 研究者ネットワークの核となるオープン型研究開発拠点

新興・融合科学技術の研究手法や方法論が確立し、より厚い研究者層の形成を目指すステップ2以降の段階では、研究者ネットワークの核となるオープン型研究開発拠点の形成を検討すべきである。

オープン型研究開発拠点とは、解決すべき社会的課題という共通の方向性を掲げ、充実した研究設備や社会的課題の「現場」と研究支援体制を提供し、社会的課題に関心のある産学官の研究者が入れ替わり訪れて“under one roof”で研究開発に取り組む拠点である。単なる施設・設備の供（共）用とは異なり、研究者合宿など利用者間でのミッションの共有とネットワーク形成や相互の触発を図るソフト面でのメカニズムを備えることが必須である。これら共通の方向性、ハード、ソフトを備えることにより、人的資源、知識やノウハウを集積し発展させることが可能となる。

拠点のミッション： 特定の「社会的課題」の解決に向けた研究開発、関連する人材と知識の集積

設置時期： 新興・融合科学技術の方法論や研究手法が確立し研究者層を拡大する段階（ステップ2以降）

ハード面： 充実した研究設備、大規模データベースや計算設備を整備して、あるいは、社会的課題の「現場」に拠点を設け、十分な研究支援体制を提供。いつでも誰でも研究に着手できる環境を提供することにより新興・融合科学技術への他分野からの参入を容易にする効果を期待。

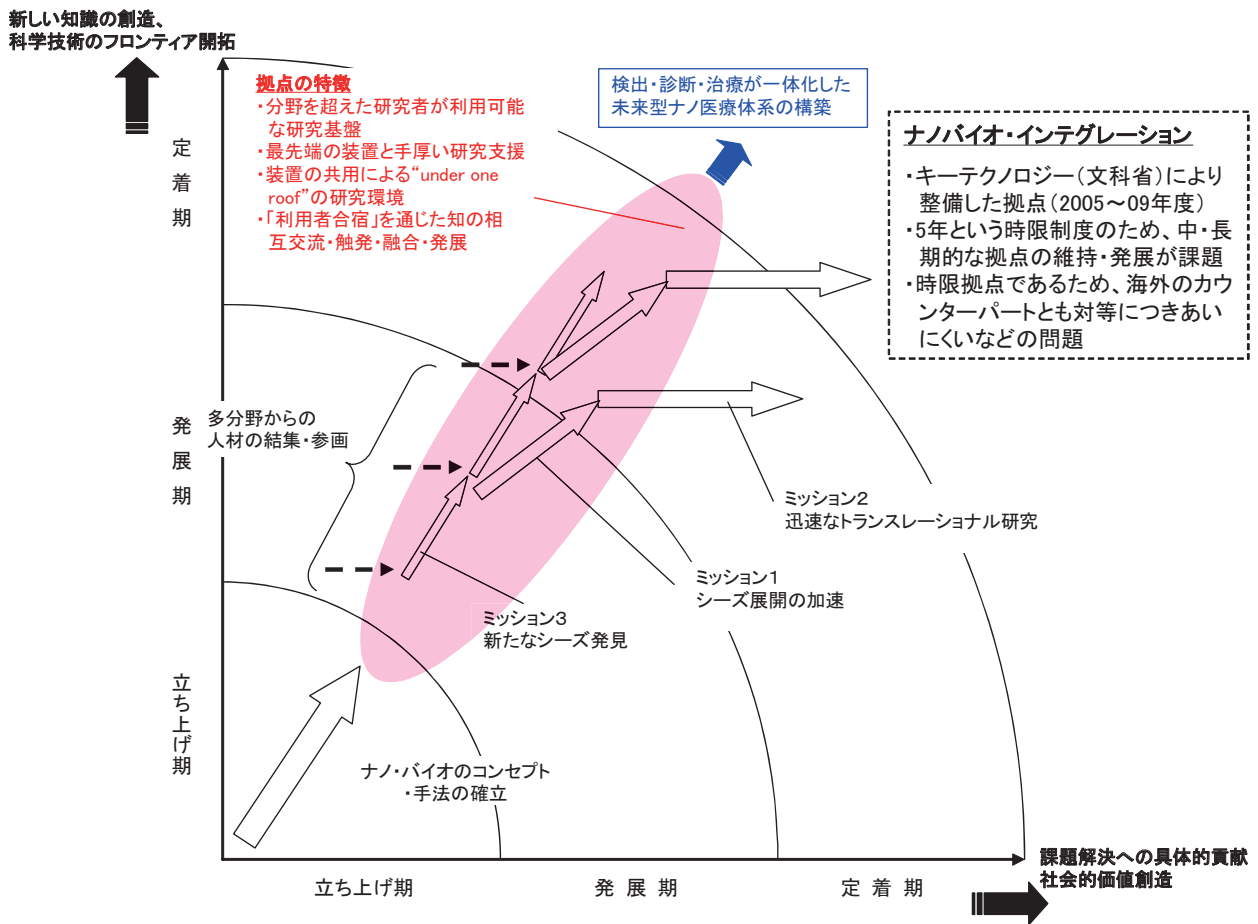
運営・ソフト面： 新興・融合科学技術の発展を促すメカニズム

- ・「社会的課題」という共通のミッションの明示、共有
- ・登録すれば産学官の研究者が誰でもすぐに使えるオープン性
- ・施設、設備の共用による“under one roof”の研究環境
- ・利用者合宿等の人材、知識やノウハウの集積、共有、相互触発、研究の発展を促す仕組
- ・利用者間での共同研究のフィージビリティ・スタディを可能とする少額の研究費
- ・大学等との連携による次世代の人材育成

拠点の設置・運営のオプション：

- ・拠点の設置・運営を国等から大学や研究機関に委託。定期的な受託者の評価と拠点運営の評価結果に基づく運営者の交代も有。（cf. 米国のFFRDC）
- ・国／ファンディング機関が直営で設置
- ・大学等が保有する機器・設備を活用した「オープン型（ミニ）拠点」
  - 大学等が機器・設備を共用化して以下の条件を満たす場合、「オープン型（ミニ）拠点」に認定し、支援。
    - － 大学等が自ら保有する機器・設備を体系的に管理、共用化
    - － 充実した研究支援の提供
    - － 研究者相互の刺激や触発を促進する仕組の整備
    - － 研究開発内容やミッションが関連する拠点との連携
- ・これらにより設置された拠点のネットワーク化が重要

図8 オープン型研究開発拠点の事例：東京大学ナノバイオ・インテグレーション研究拠点



## 新興・融合科学技術を推進するための産・学・官・社会の参画とプラットフォームの形成

社会的課題から新興・融合科学技術を誘発し発展させ、課題の具体的な解決に貢献し、イノベーションを効果的に実現するためには、産・学・官・社会の間で早い段階から社会的課題と新たなアイデアやアプローチを共有すること、社会からの要請の変化や研究開発の進捗を踏まえて研究開発の方向性を柔軟に設定し戦略を共有すること、研究開発資源を持ち寄り研究開発に取り組み、成果に基づく価値の実現を加速すること、早期からELSIに取り組むことなどが必要である。このため、社会的課題や誘発された新興・融合科学技術を核に、産・学・官・社会が連携してプラットフォームと人的・組織的ネットワークを形成し、発展段階に応じた取組を行うべきである。

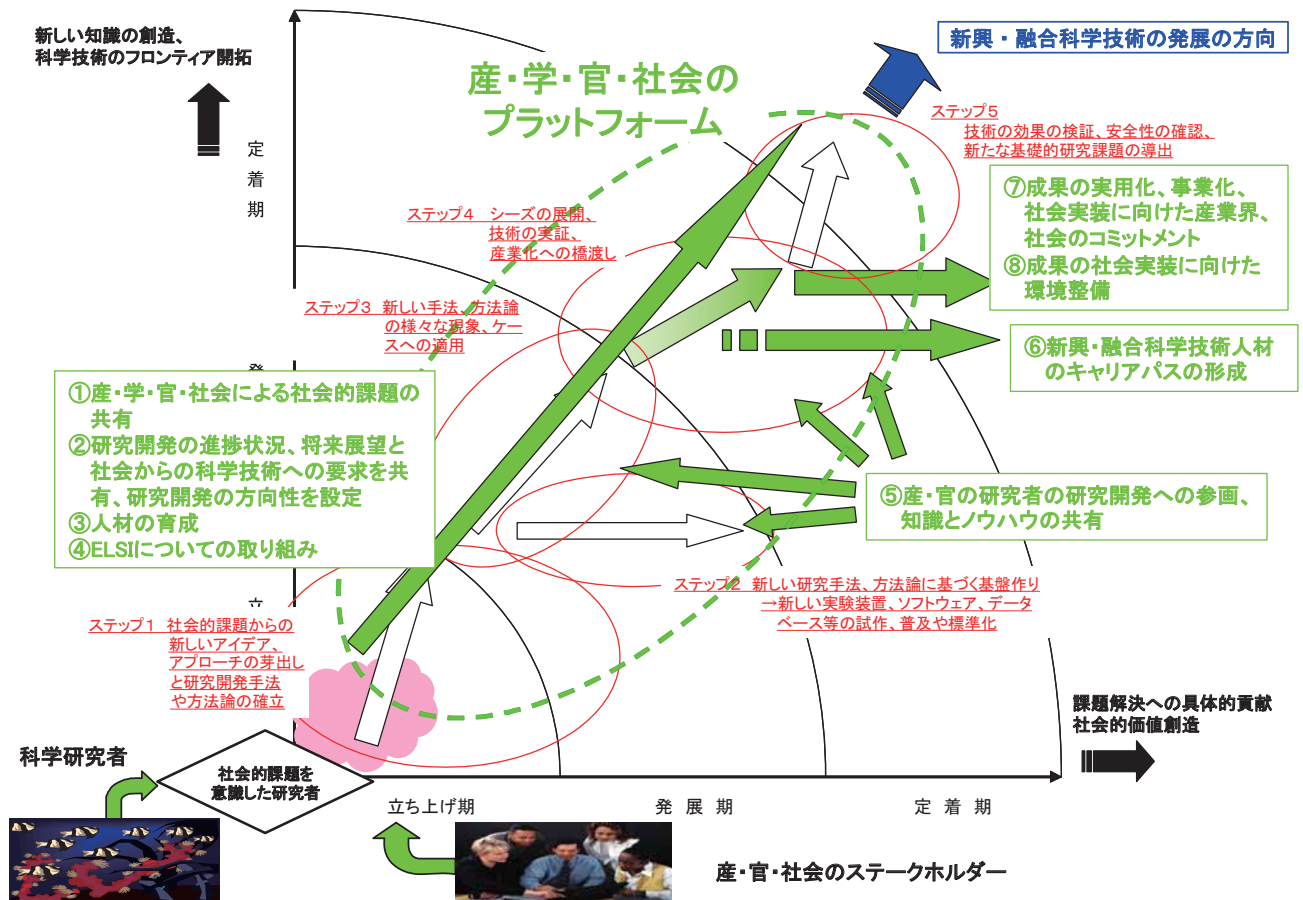
こうした産・学・官・社会のプラットフォームの形成には、提言2で述べた戦略マネージャーが促進的役割を果たすことが期待される。

また、産・学・官・社会のプラットフォームの活動を通じて大学院生やポスドク人材の視野と意識を拡げたり、これら人材がプラットフォームで展開される共同研究開発に参画することを通じて産・官・社会での活躍の機会を拡げたりすることも必要である。

産・学・官・社会のプラットフォームにおいては、具体的には、以下のような取組が考えられる。

- ①新興・融合科学技術の誘発段階から産・学・官・社会が取り組む社会的課題を共有。
- ②「研究者から提供される新興・融合科学技術の進捗状況と将来展望」と「産業界・行政・社会から提供される社会的課題の変化と科学技術への要求」を共有し、すりあわせながら研究開発の方向性を設定し、戦略を共有。研究開発とイノベーションの加速的推進を図る。
- ③産・学・官・社会の連携による新興・融合科学技術人材の育成。
- ④新興・融合科学技術がもたらすと想定される倫理的・法的・社会的問題（ELSI）についての認識の共有と対応。
- ⑤研究開発の早期の段階（例えば、ステージ2の新しい研究手法、方法論に基づく基盤作り）からの産・官の研究者の研究開発への参画と知識やノウハウの共有。
- ⑥大学院生やポスドク人材がプラットフォームで展開される共同研究開発等に携わることを通じてアカデミック・キャリア以外のキャリアへの視野を拡げ、産・官等の側もこれら人材の能力を評価する機会を得ることによる、新興・融合科学技術人材の幅広いキャリアパスの形成。
- ⑦研究開発の進展に応じた産業界や社会からのコミットメントの取り付け。
- ⑧研究成果の社会実装に向けた環境（規制、市場、…）の整備。

図9 新興・融合科学技術を推進するための産・学・官・社会の参画とプラットフォーム



## 提言4：研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に挑戦しやすい組織と環境の形成

提言1から3では新興・融合科学技術の社会的課題からの誘発、育成、課題解決への貢献の推進方策について述べたが、その前提として、研究者、特に若手研究者が新しい融合的なアイデアを発想し、挑戦しやすい環境作りが必須である。提言4ではこうした環境作りについて述べる。

### 研究者が新興・融合科学技術に取り組みやすい大学や研究機関

研究者が新興・融合科学技術に取り組みやすい環境作りの根本は、大学や研究機関、そして研究者自身が、社会からの期待や解決すべき課題の変化、科学技術の新たな流れに対応して、新しいものや「異」を尊重し、受け入れ、自ら変わろうという意識を持つことである。大学や研究機関はこうした意識に立って、

- ・新興・融合科学技術に取り組む研究者を積極的に登用し、自ら変わろうという組織変革や人材登用
- ・研究者を見守り、新たな挑戦への着手を可能とする組織運営の実現
- ・“Under one roof”の研究環境の実現

に取り組むなどにより、研究者が新興・融合科学技術を発想し挑戦しやすい環境を整えるべきである。また、こうした取組を促進するため、例えば、大学や研究機関が組織や運営の変革、新興・融合科学技術の組織的創出や拠点作りに一過性の資金で取り組んだ場合には、評価の上、取組定着のために基盤的経費を措置するといったことも検討すべきである。

### 若手研究人材のモチベートと育成

15～20年という新興・融合科学技術の発展過程を踏まえると、若手研究人材の社会的課題、新しい研究の流れや異分野への関心を高め、新たな科学技術に挑戦する人材を育成することが重要である。このため、

- ・若手人材が新たな研究の流れや異なる研究分野に触れる機会の創出
- ・「課題解決」を軸にした新興・融合科学技術の教育プログラムの設置に取り組むべきである。

### 学会での発表の機会の創出、学会の意識の変革

研究の発表・評価の場が少ないことも研究者に新興・融合科学技術への取組を躊躇させてきた。このため、社会的課題、社会からの期待や、新興・融合科学技術に対応して自ら変わり、新興・融合科学技術を積極的に取り上げる学会を育成・支援し、研究の発表・評価の場の形成に取り組むべきである。

## &lt;補足説明&gt;

**新興・融合科学技術に取り組む研究者を登用し、自ら変わろうという  
組織変革や人材登用**

大学や研究機関は、社会からの期待や解決すべき課題、科学技術の新たな流れに対応して自ら変わるために、課題解決や新興・融合科学技術を軸にした恒常的な組織の設置、恒常的に取り組む前段としての時限的なプロジェクトやプログラムの設置、また、新興・融合科学技術に取り組む人材の積極的登用による教育・研究内容の発展に取り組むべきである。これらを通じて、課題解決や新興・融合科学技術に取り組む研究者の「ホームグラウンド」を形成するとともに、課題解決への取組や新興・融合科学技術を大学・研究機関の強みとして定着するよう努めるべきである。

**「課題解決」を軸にした研究科や研究組織、教育組織の設置**

分野融合的な「課題解決」を軸に教育・研究組織を編成し、特色のある大学や研究機関の創出を目指すことが必要である。

**「課題解決」に対応した、既存の枠組を超えた研究プロジェクトや教育プログラムづくり**

新たに研究科や教育・研究組織等を設ける前に、まず時限的に既存の枠組を超えた研究プロジェクトや教育プログラムを設け、社会的課題や新興・融合科学技術に柔軟に取り組むことも考えられる。

しかし、競争的資金をはじめとする一過性の資金による多くの取組に見られる問題は、研究活動への求心力、人材、設備等の継続性である。内部資金、外部資金を問わず、「課題解決」や新興・融合科学技術に対応した研究プロジェクトや教育プログラムを設けるにあたっては、その進捗を評価しつつこれらを継続・発展させ、恒常的な教育・研究組織の変革につなげていく道筋を大学や研究機関が組織として示すべきである。

**教育・研究内容を発展させ、変わるための人材登用**

社会的課題や新興・融合科学技術は既存の科学技術分野にも変革をもたらすことから、既存の教育・研究組織においても、これらを積極的に取り入れ、自ら変革し、発展する意識が必要である。こうした意識の下、新興・融合科学技術に挑戦する若手研究者を独創性や将来の発展性に重きを置いて分野に拘らずに積極的に登用するべきである。このため、公募による人材登用を徹底し、外部の評価者の協力も得るなどして研究者の資質と将来を「目利き」して選考することが必要である。

**変革を実現しようとする大学や研究機関の基盤の支援**

新興・融合科学技術のプロジェクトや拠点、新たな教育研究プログラム、大学、研究機関の改革は、多くの場合、競争的資金をはじめとする一過性の呼び水の資金により取り組まれていることが多い。

しかし、これらの資金終了後の取組は各機関の自助努力に委ねられていることがほとんどであり、資金により雇用した人材、整備した施設・設備の維持が大きな課題となっている。新興融合科学技術への取組や改革の取組を定着させる観点からは、例えば、一過性の資金による新興・融合科学技術や改革への組織的な取組を評価の上、挑戦し努力した人材・組織や施設、設備を継続するための基盤的経費を政策的に再配分して措置するといったことも検討すべきである。

## 研究者を見守り、新たな挑戦への着手を可能とする組織運営の実現

新興・融合科学技術の発想を促進するためには、組織や人材登用の変革に取り組むとともに、組織として研究者の挑戦を尊重し、見守る風土を形成し、研究者が新興・融合科学技術に乗り出しやすくすることが必要である。このため、以下のような取組が考えられる。

### 研究者が専門外の知識に触れる機会の提供

- ・サバティカルの積極的導入、実施
- ・研究者が専門外の授業を聴講することの奨励・支援
- ・「研究者の時間」を創出するため、研究費を獲得した研究者を間接経費を利用して支援する体制の充実

### 新たな発想に基づく研究への着手の支援

- ・間接経費等も利用して研究者が新たな研究に着手するための研究費を機関として提供する。

### 研究者を目利きし、その資質やアイデアに期待して待つ評価

- ・論文数など形式的な定量指標よりも、論文の内容やインパクトに重きを置いた評価
- ・新たな研究に挑戦し始めてから数年間、成果が挙がらなくとも研究者の資質を目利きし期待して待つ評価

## “Under one roof”の研究環境の実現

新たな発想を促進するためには、分野を超えた研究者間のネットワークと相互の触発が重要である。大学や研究機関は自ら進んで新しい発想の苗床となる“under one roof”の研究環境を実現すべきであり、政策的にはこうした取組をファンディングや「オープン型ミニ拠点」を通じて支援すべきである。（提言3参照）

### 大学・研究機関の“under one roof”化

大学や研究機関は、機関内の設備・装置やデータベース、計算設備を共用とするとともに、利用者を中心としたミーティングなど研究者の交流・触発の仕組みを組み合わせることによる大学・研究機関の“under one roof”化に自ら進んで積極的に取り組むべきである。

### 「オープン型ミニ拠点」の支援

大学や研究機関が自ら“under one roof”の研究環境作りに取り組み、さらにミッションや研究開発内容が関連する「オープン型研究開発拠点」と連携してネットワークを構築し、学外・機関外の研究者にもオープンにする場合には、「オープン型ミニ拠点」として政策的に支援することもある。

### ファンディングを通じた“under one roof”の研究環境作りの支援

#### ●専用の研究実施場所における新興・融合科学技術の研究プロジェクトの実施

新興・融合科学技術の研究開発、特にチーム型研究開発の際に、専用の研究実施場所を設けて、既存の研究室の枠を超えた研究開発の融合を実現する。（cf. JSTのERATO事業）

### ●ファンディングに際して大学の既存の装置の利用を促進

研究ファンディングの際に、可能な限り既存の装置を共用する前提で、大学が所有する装置の改良、運転、減価償却に必要な費用を手当てすることとし、大学・研究機関においてこれら費用を積み立てて装置の維持・管理運転や更新に充当できるようにすることなども考えられる。

## 若手研究人材のモチベートと育成

長期的な時間軸の下で新興・融合科学技術の発展を担うことが期待される若手人材の社会的課題や新しい研究の流れ、異なる研究分野への関心を高め、また、社会的課題や新たな科学技術に取り組む次世代の人材を育成するため、以下の取組が必要である。

### 若手人材が新たな研究の流れや異なる研究分野に触れる機会の創出

#### ●社会的課題や新たな研究の流れ等に触れる機会の創出

- － 大学院生、ポスドクから研究者、技術者としてのキャリア初期といった若手人材をリングウ、ゴードン、ビュルゲンシュトック会議等の国際会議に積極的に派遣
- － 新興・融合科学技術についての国際会議を日本で開催するに際してのこれら人材の内容面での運営への積極的な参画
- － これら人材の新興・融合科学技術の「研究者合宿」や産・学・官・社会のプラットフォーム活動への参加

#### ●研究室、専門、組織移動により若手人材が多様な異なる研究分野に触れる機会の創出

- － 博士進学、PD採用時等の研究室、専門、組織移動を定着させるため、若手向けや新興・融合科学技術対象の制度を中心に、異分野、異セクターへの移動経験や経験から何を得たか等を競争的資金の審査等の際に評価する視点の導入やこれらによる加点の制度化

### 「課題解決」を軸にした新興・融合科学技術の教育プログラムの設置

若手人材をモチベートし、育成するため、大学院、あるいは学部レベルから課題解決型の融合教育プログラムを設置すべきである。このため、現在、検討が進められている「学位プログラム」なども積極的に活用すべきである。その際、大学としては、こうした教育プログラムを時限的なものととどめるのではなく、恒久的な人材育成の変革に結びつけることを強く意識すべきである。

課題解決型の融合教育プログラムにおいては、関連する分野を学ぶとともに、社会的課題から研究アイデアを自ら見出し掘り下げるとともに、その実現に必要な知識を統合する能力を養うことが必要である。

こうした教育プログラムには、翻って、カリキュラム作りや教育という「プロジェクト」を通じて研究者間の協力・融合を促す効果も期待できる。さらに、教育プログラムと産・学・官・社会のプラットフォームの連携により、人材育成のスコープを共有し、協力して多様なキャリアパスを形成することも重要である。

## 学会での発表の機会の創出、学会の意識の変革

研究者に新興・融合科学技術への取組を躊躇させてきた要因の一つは、融合的な新しい研究をしても、成果を発表し、評価される場が少ないという問題であった。しかし、新興・融合科学技術の研究者のための新たな学会を立ち上げるだけでは、学会の縦割り構造を細分化するだけである。

学会や研究者コミュニティにおいても、それぞれの分野に関連のある社会的課題や新興・融合科学技術に強い関心を持ち、社会的課題や新興・融合科学技術を仲立ちに他分野と積極的に交流しなければならない。学会等は「異」や新しいものを受容する文化を持ち、自ら変わり、学術を発展させようという意識をもたなくてはならない。

このため、社会的課題、社会からの期待や新興・融合科学技術に対応した学会の連携、学会の研究集会や新たな学会の形成を支援し、これら学会等の集会や学会誌が新興・融合科学技術を積極的に取り上げ、研究者や研究を育てる観点から論文査読や研究発表の議論を行い、研究成果の発表・評価を通じた研究者や研究の育成を恒常的に行うことを推進する。

ファンディング機関においても学会のこうした積極的な取組と連携したり、新興・融合科学技術推進の一貫として社会的課題に対応したシームレスなプログラムのうち一定割合（額）をこうした学会や学会誌の長期的な育成に充てたりする取組が必要である。

## 4. 本提言を活かすための社会的課題の特定と研究領域の設定

社会的課題からの新興・融合科学技術の誘発と推進についての本提言を活かして科学技術のフロンティアの開拓と社会的課題の解決への貢献を効果的に行い、社会全体としてそれらの成果を享受するためには、まず、社会的課題をどのように特定するか、そしてその下でどのように研究領域を設定するか、が鍵になる。

### 4.1. 社会的課題をいかに特定し、取り組むべき科学技術を導出するか

科学技術政策において、どのような科学技術を振興すべきか。この問いに答えるため、各国ではこれまで様々な取組が行われてきた。例えば文部科学省・科学技術政策研究所は前身の科学技術庁時代から、長期的視点から我が国の技術発展の方向を探り科学技術政策に活かすため、科学技術分野における技術予測調査を1971年から約5年間隔で実施してきた。技術予測はTechnology Foresightとも呼ばれ、現在では、欧州やアジアをはじめ世界で幅広く行われるようになっていく。経済産業省では2005年から国家的に重要な産業技術について、導入シナリオ、必要な技術の俯瞰、重要技術のロードマップを策定・公表し、技術動向や市場動向の把握と産業技術政策に向けた技術の絞り込み、産業技術の展開に関する理解の共有などに供してきた。

しかし、これらの関心が主に「どのような科学技術に研究開発投資を投入すべきか」(what)であったのに対し、近年、研究開発投資の拡充に伴いその社会的な意義、目的、効果を明らかにすることが一層求められてきた。「どのような社会的課題に応え、価値をもたらすのか」(for what)という目標設定がより重要になってきたのである。

このため、既に国内外で進められている社会的ニーズ・課題を把握し科学技術の将来展望と組み合わせる取組も参考にしながら、社会の知や科学技術への期待を結集して“for what”を明らかにする産・学・官・社会のプラットフォームとプロセスを確立することが急務である<sup>10</sup>。(表2参照)

[4] 本提言を活かすための社会的課題の特定と研究領域の設定

<sup>10</sup> 提言3で述べた産・学・官・社会のプラットフォームは、政策的に特定された社会的課題やそこから誘発された新興・融合科学技術を推進するための、いわば「推進プラットフォーム」である。これに対し、本章で議論しているプラットフォームは社会的課題を政策的に特定するための、いわば「政策課題設定プラットフォーム」である。前者は主に研究開発の実施段階を、後者は主に政策策定を意図したものとして本提言では区別して議論した。なお、欧州のETPは、産業界を中心に学・官が集まり、社会的課題とその解決に貢献する科学技術の研究開発のロードマップを作成するとともに、課題とロードマップについてEUの認定を得てJTIに移行した後は研究開発の推進も担うものであり、ボトムアップ的な「社会的課題設定（提案）」と「研究開発推進」の両方の機能を担っているといえる。

こうしたプラットフォームの設け方は、政策（社会的課題）の策定とその実施システムをどのように設計するかによる。

表2 国内外における社会的課題の把握と取り組むべき科学技術の導出例

- (例1) 複雑システムに起因する解決すべき10の社会的難問を設定し、難問をブレイクダウンするとともに、その研究に必要な新興・融合研究領域を特定。  
→JST/CRDS 新興融合分野研究検討報告
- (例2) 文書（各種白書・提言）やワークショップにより取り組むべき社会問題を俯瞰的に探索・抽出。  
→JST社会技術研究開発センター
- (例3) 社会の視点から、科学技術の貢献が期待される重要領域を検討するとともに、科学技術の視点から将来必要となる科学技術課題を検討。両者を関連づけ分析して注目すべき科学技術を抽出。  
→科学技術政策研究所
- (例4) 研究開発の基礎段階から実用化段階までを概観し、技術の導入シナリオ、技術マップと政策目標に至るロードマップを産学官のタスクフォースにより策定。政府研究開発投資の判断の基盤となる戦略を共有。  
→経済産業省・技術戦略マップ
- (例5) 政策誘導の下、産業界主導で産学官が集まりプラットフォームを形成。共通の課題の特定、研究開発の優先順位、時間軸、課題対応のロードマップ作成等をボトムアップ的に行う。作成されたロードマップからJTIとして推進すべき課題を選定。  
→EU・European Technology Platform
- (例6) 文書等のエビデンスやインタビューに基づいて将来の課題やトレンドを予測、科学技術に関する将来予測と組み合わせて分析。  
→英国・Horizon Scanning
- (例7) 科学技術に対する2020年頃の社会的需要を科学技術、行政、企業など多様な背景を持つ参加者により検討。  
→独国・Futur
- (例8) ファンディング機関のプログラム・マネージャーが将来解決すべき課題やニーズを調査（トップダウンの社会的課題設定）。プログラム・マネージャーはまた、課題解決のための新しいアイデアを研究者や研究者コミュニティから得て（ボトムアップの研究テーマ設定）プロジェクトを企画立案。  
→米国・DARPA

## 4.2. 取り組むべき社会的課題や研究領域の時間軸と階層性

新興・融合科学技術を誘発し、長期的に育てていくに際しては、全体的な方向を示す「社会的課題」の継続性と新興・融合科学技術の発展に応じて選択される推進ツールに対応した「研究領域」の柔軟性を意識して両者の時間軸と内容を組み合わせていく必要がある。

### 取り組むべき社会的課題

取り組むべき「社会的課題」は、15～20年を見据えたものとし、5年程度毎に社会情勢、研究開発の進展等を踏まえて見直す必要がある。内容面では、既存の研究の延長線上では対応できない、あまり細分化せずに方向性を示すものとし、その下で戦略マネージャーが、研究領域のポートフォリオを構築できる余地を残した包括的なものが望ましい。

### 研究領域

社会的課題の下に設定される「研究領域」は、社会的課題の15～20年の中で公募等と研究開発が行われる数年間を対象とするものである。「研究領域」は新興・融合科学技術の発展の段階と社会的課題の進展、社会的課題における研究領域のポートフォリオを踏まえ、「社会的課題」の翻訳者としての「戦略マネージャー」が具体的に研究開発を進めるために設定する。「研究領域」は、課題解決へのアプローチや15～20年間のビジョンも含めて研究者の発想を誘発する設定である必要がある。

[4] 本提言を活かすための社会的課題の特定と研究領域の設定

## おわりに

本検討では社会的課題の解決から誘発する新興・融合科学技術について、具体的研究開発事例に基づき発展段階をモデル化し、モデルに基づく推進方策を提言した。新興・融合科学技術の発展は15～20年にわたる2つの融合、すなわち、分野の融合と知識の創造と社会的価値の創造の融合の過程である。このような過程を踏まえ、研究開発を制度に合わせるのではなく、研究開発の進展に合わせた推進のありかたと研究環境のありかたについて一般的枠組を示したものである。

具体的な推進方策は、取り組むべき個々の社会的課題や関連する分野の構成に応じて多様なものとなるだろう。今後は、内外のより多くの事例なども踏まえた推進方策の一層の具体化が必要である。また、課題解決に向けた科学技術の推進や、CRDSにおける戦略プロポーザルの検討に適用することにより、本提言の枠組を具体的な研究開発戦略へ発展させることが期待される。こうした具体的戦略からのフィードバックを得て枠組を一層発展していくことも必要である。

より根源的には、4.「本提言を活かすための社会的課題の特定と研究領域の設定」で述べたように、優先的に取り組むべき社会的課題、すなわちsocial wishをとらえ科学技術政策に反映するメカニズムの構築が急務である。

## 謝 辞

本検討にあたり、ワークショップに御参加頂き、また、ご意見を頂いた諸先生方に深く御礼申し上げます。(肩書きはワークショップ、インタビュー当時のもの)

(ワークショップ参加者)

遠藤守信 信州大学教授、岡野光夫 東京女子医科大学先端生命医科学研究所所長・教授、長我部信行 日立製作所研究開発本部長付・中央研究所ソリューションLSI研究センター長、片岡一則 東京大学大学院教授、北野宏明 ソニーコンピュータサイエンス研究所取締役所長、永井良三 東京大学大学院教授、橋本和仁 東京大学大学院教授、柳田敏雄 大阪大学大学院教授、吉川誠一 富士通研究所常務取締役／産業競争力懇談会、田中正朗 文部科学省大臣官房審議官、岩瀬公一 文部科学省科学技術・学術政策局科学技術・学術総括官、柿田恭良 文部科学省科学技術・学術政策局計画官、岡谷重雄 文部科学省科学技術・学術政策局科学技術・学術戦略官、大竹暁 文部科学省研究振興局基礎基盤研究課長

(ご意見を頂いた先生方)

小林信一 筑波大学大学院教授・CRDS特任フェロー、菅裕明 東京大学先端科学技術研究センター教授、高安秀樹 ソニーコンピュータサイエンス研究所シニアリサーチャー、津田一郎 北海道大学電子科学研究所教授、富田勝 慶應義塾大学大学院教授・先端生命科学研究所所長、山口栄一 同志社大学大学院教授・CRDS特任フェロー

さらにワークショップに参加頂き、また、検討に際し議論を頂いた北澤宏一 理事長、小間篤 研究主監、吉川弘之 CRDSセンター長、井村裕夫 CRDS首席フェロー、田中一宣 CRDS上席フェロー、丹羽邦彦 CRDS上席フェロー、曾根純一 CRDSシニアフェロー、南谷崇 東京大学先端科学技術研究センター教授・CRDSフェロー、戦略的創造事業関係者など科学技術振興機構の方々に感謝申し上げます。



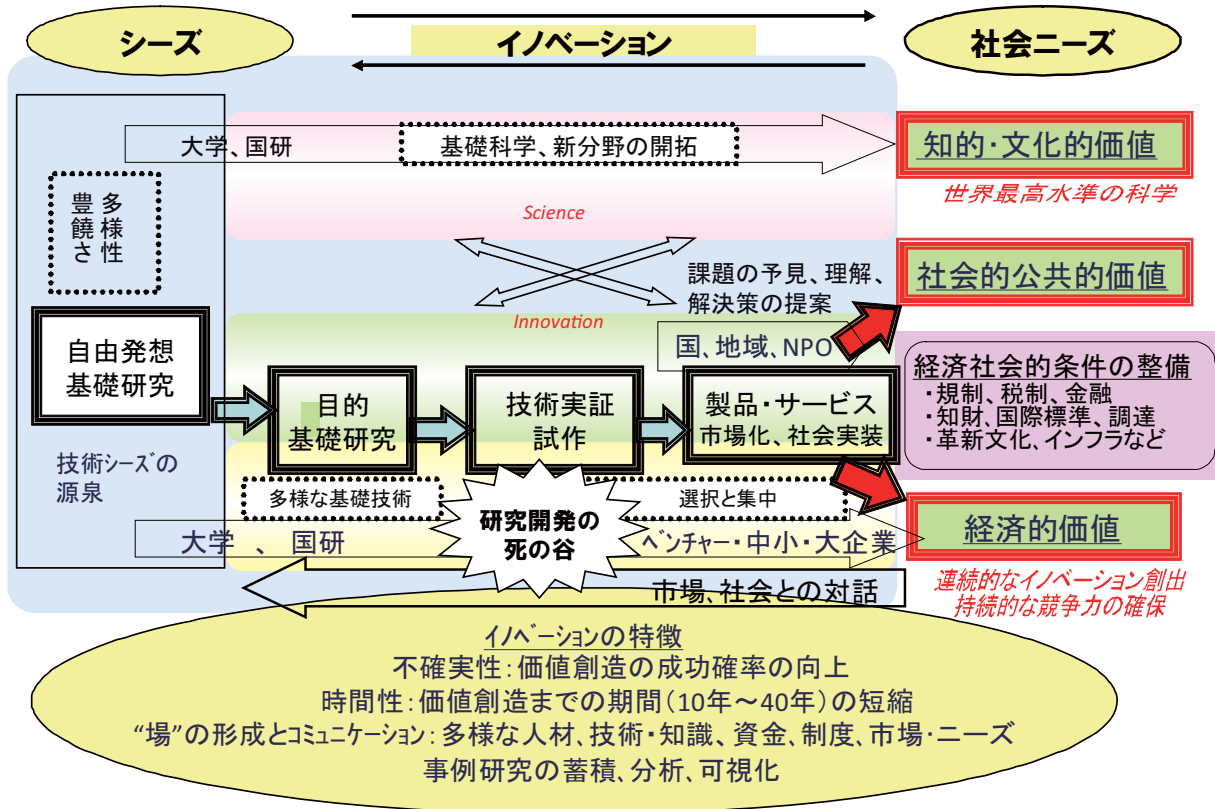
## 参考資料

|        |                                                                                                                   |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 参考資料 1 | 日本独自の科学・技術に基づくイノベーションの創出                                                                                          | 39 |
| 参考資料 2 | 新たなイノベーションの形と新興・融合科学技術：<br>“Innovate America”（パルミサーノ・レポート）より                                                      | 40 |
| 参考資料 3 | 「社会的課題から誘発され、その解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指す<br>新興・融合科学技術」とイノベーションのとらえかた                                                  | 42 |
| 参考資料 4 | ワークショップ「新興・融合科学技術の推進～課題解決とフロンティアの創造<br>に向けて」概要                                                                    | 47 |
| 参考資料 5 | 新興・融合科学技術の発展事例                                                                                                    | 55 |
| 参考資料 6 | 競争的資金のマルチファンディングと大学への資金配分                                                                                         | 57 |
| 参考資料 7 | 新興・融合分野研究検討報告：複雑系の10の難問と抽出された研究領域                                                                                 | 60 |
| 参考資料 8 | JST社会技術研究開発センターの活動                                                                                                | 62 |
| 参考資料 9 | 欧州におけるイノベーションを目指した分野融合的取組：ETPとJTI                                                                                 | 64 |
| 参考資料10 | 米国・DARPAの概要                                                                                                       | 74 |
| 参考資料11 | 米国・ARPA-Eの概要                                                                                                      | 77 |
| 参考資料12 | Converging Technologies                                                                                           | 82 |
| 参考資料13 | 米国National Science Board報告“Enhancing Support of<br>Transformative Research at the National Science Foundation” 概要 | 84 |
| 参考資料14 | 米国国立科学財団の2010会計年度予算要求とトランスフォーマティブ研究                                                                               | 87 |
| 参考資料15 | 国立衛生研究所 (NIH) におけるハイリスク研究と分野融合研究                                                                                  | 89 |



< 参考資料 1 >

図 10 日本独自の科学・技術に基づくイノベーションの創出



(平成18年版科学技術白書より作成)

## <参考資料 2>

### 新たなイノベーションの形と新興・融合科学技術： “Innovate America”（パルミサーノ・レポート）より

#### イノベーションがもたらす機会と挑戦

“Innovate America”（通称パルミサーノ・レポート）では、まず、イノベーションがもたらす機会と挑戦について論じ、米国のイノベーション・アジェンダを検討する際に考慮すべき最も重要な点として、3点を挙げている。

- ・ イノベーションの新たな形
- ・ グローバル化の下での競争の深刻さ
- ・ 他国に競争力で勝つことよりもより良い世界の構築への貢献が重要というイノベーションの機会のとらえ方

#### イノベーションの新たな形と分野融合

3点のうち、イノベーションの新たな形については、「イノベーション自体、すなわち、イノベーションがどのように由来し価値を創造するか、が変化しつつある」として5点を挙げている。

- ・ イノベーションが広がる速さは加速し続けている
- ・ イノベーションは分野融合的で技術複合的。異なる分野や活動領域の交わりから生まれる
- ・ イノベーションは協働的で、科学者とエンジニアや創造者とユーザーの間の活発な協力やコミュニケーションから生まれる
- ・ 労働者や消費者は新しいアイデア、技術、コンテンツを受け入れつつあり、創造者に一層の創造性を求めている
- ・ イノベーションはグローバル化しつつあり、世界中のCOE（卓越した研究開発拠点）と数十億の新たな消費者の需要から進歩が生まれる

そして、イノベーションの新たな形に対応してNational Innovation Initiative (NII) が提言した政策の背景にある様々な「関係の変化」、具体的には、ユーザーからと供給側からのイノベーション、知的財産における占有性と公共性、製造業とサービス業、確立された分野と融合研究プログラム、公的セクターと私的セクターのイノベーション、小企業と大企業、安全保障と開かれた科学、ナショナリズムとグローバルizmといった関係の変化を論じている。

これらのうち、確立された分野と融合研究プログラムの関係については以下のように述べている。

- ・ 歴史的には、知識の進歩は、特定の分野に長けた個人の研究者の努力によりもたらされた。しかし、今日、イノベーションは分野の交わる場所でより頻繁に起こり、時には全く新しい分野を生み出すこともある。
- ・ 問題は単一の分野か分野融合かではない。分野の交わりでイノベーションを起こす能力は、分野に非常に長けていることが必要であることを暗示している。しかし、相互の結びつきが強くなった世界では知識のサイロ（たこつぼ）はイノベーションを推進せず、むしろ阻害する。

- ・ イノベーションの特徴の変化は、数多くの分野の最前線の間でのコミュニケーション、協働の推進と産・学・官の境界を越えることを可能にする「新しい知識と学びのネットワーク」を必要とする。大学では分野横断的な取組が続けられてきたが、未だ不十分であり、国の研究機関においても分野横断的な取組は中核となり得ていない。

### NIIの政策目標、政策提言と分野融合

“Innovate America” ではさらに、イノベーション・エコシステムについて論じた上でNIIの政策目標を明らかにし、主に人材と研究開発投資について分野融合に触れた政策提言を行っている。

#### ●科学・工学人材

- ・ 人材面では、科学・工学人材を養成するフェローシップの中で、融合的分野、イノベーションを指向した分野に焦点をあて、産学官の経験を積ませるトレーニング・シップの創設等を提言。

#### ●研究開発投資 (National Innovation Investment Agenda)

- ・ 研究開発投資については、「最先端研究と分野融合研究の再活性化」を筆頭に、「起業家的経済の活性化」、「リスクを取る長期的投資の強化」を優先事項として挙げている。
- ・ 「最先端研究と分野融合研究の再活性化」については、米国における研究開発に顕在化しつつある問題として、公的研究ファンディングが最先端研究から応用開発寄りになり、大胆でtransformationalな発見からincrementalな研究に重点を移しつつあること懸念している。さらに、融合研究への投資が欠如しているとの懸念を示し、最先端研究とともに、イノベーションの源となる新たな知識統合、コミュニケーション、協働に焦点を当て、より大きな割合の研究費を融合的研究や融合的研究を支える基盤に配分すべきとしている。また、理学 (physical sciences) や工学への投資の不足についても懸念している。
- ・ 以上を踏まえ、新興・融合研究については、
  - 連邦全省庁の研究開発予算の3%を新しい、ハイリスクで探索的な「イノベーション加速グラント」に再配分し、radicalイノベーションを促進すること
  - 大学における今後の研究ファンディングのより多くを分野融合的、分野横断的な研究や研究基盤に配分すること
  - サービス・サイエンスを新たな分野と位置づけ、産学連携により人材育成を推進することなどを提言している。

## &lt; 参考資料 3 &gt;

## 「社会的課題から誘発され、その解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指す新興・融合科学技術」とイノベーションのとらえかた

本提言で検討した「社会的課題から誘発され、その解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指す新興・融合科学技術」とこれにより生み出されるイノベーションは、従来からの科学技術から生み出されるイノベーションに比してどのようにとらえられるのかについて考察する。

## 分野に基づく科学技術と課題から誘発された科学技術

両者の違いは、まず科学研究に求めることが出来る。従来からの科学研究の多くは、確立された科学分野の枠組から発展したものである。これに対し、本提言で検討した社会的課題から誘発される科学研究は、従来の分野では対処できない課題を意識した融合的な新たなものである。前者は知識生産のモード論 (Gibbons (1994)) で議論された「モード1」、後者は「モード2」にあたるものである<sup>11)</sup>。(表3参照)

表3 知識生産のモード論

| ○知識生産のモード論：2つのタイプの知識生産<br>・「モード1」：学問領域 (discipline) の枠組み    ・「モード2」：問題解決型<br>○背景 M.Gibbons (1994) “The new production of knowledge”<br>・従来の学問領域では対処できない問題・課題の登場    ・社会的・財政的説明責任 |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|
|                                                                                                                                                                                 | モード1             | モード2                      |
| 枠組み                                                                                                                                                                             | discipline       | trans-discipline          |
| イノベーション・プロセス                                                                                                                                                                    | 性格の異なるステージ       | ステージ間にフィードバック             |
| 目的                                                                                                                                                                              | 基礎知識の構築<br>知識の生産 | 問題解決<br>知識の活用             |
| 発見と製造プロセス                                                                                                                                                                       | 異なるフェーズ          | インテグレーション                 |
| 知識・人の流れ                                                                                                                                                                         | discipline内      | disciplineの枠を越えて          |
| 求心力                                                                                                                                                                             | パラダイム            | 具体的なシステム、プロセス             |
| 中核機関                                                                                                                                                                            | 大学               | 大学、企業                     |
| 運用                                                                                                                                                                              | 旧来の大学運営・評価の枠組み   | 知、人の流動性<br>アカウンダビリティー     |
| 技術と社会                                                                                                                                                                           | 科学者共同体の中での評価     | 社会と科学のコミュニケーション、<br>信頼と指示 |

(Gibbons (1994) に基づきCRDS有本が作成)

<sup>11)</sup> Gibbons, Michael, *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary societies*, Sage, (1994) (小林信一監訳『現代社会と知の創造』丸善, (1997年))

Stokes（1997）は科学技術研究を基礎的な現象の理解への指向と技術の実用化指向で分類する「Pasteurの4象限」を提唱した<sup>12</sup>。（図11参照）これに基づけば、科学技術研究は、基礎的な現象の理解だけを求める純粋基礎研究（Bohr型）、技術の実用化だけを求める純粋応用研究（Edison型）、実用に触発された基礎研究（use-inspired basic research: Pasteur型）に分類される。既存の分野に基づく科学研究には、Bohr型の純粋基礎研究に加え、実用化を意識したPasteur型研究であっても分野の枠内からの発想に基づく研究も一部含まれるだろう。しかし、社会的課題から誘発される科学研究はすべてPasteur型研究と考えられるだろう。

図11 科学研究の4象限モデル

Research is inspired by:

|                                      |     | Consideration of use?      |                                       |
|--------------------------------------|-----|----------------------------|---------------------------------------|
|                                      |     | No                         | Yes                                   |
| Quest for fundamental understanding? | Yes | Pure basic research (Bohr) | Use-inspired basic research (Pasteur) |
|                                      | No  |                            | Pure applied Research (Edison)        |

(Stokes, Donald E. *Pasteur's Quadrant: Basic science and Technological Innovation*, Brookings, (1997), p.73による)

#### 段階的イノベーションと連鎖的なイノベーション

分野を基軸とした発想から生まれた研究成果は、必ずしも社会的課題に対応したものとは限らない。このため多くの場合、「洞察力」を持ったイノベーターが研究成果を複数集めて統合し課題解決に向けたイノベーションに結びつけることが必要となる。イノベーションのプロセスは、科学研究と成果の適用という段階的なもの（Gibbons（1994））となる。Stokesのモデルでいえば、Bohr型の科学研究の成果をEdison型の純粋応用研究につなぐものといえる。科学研究とイノベーションの主体は分離しており科学研究の段階で課題対応への意識が弱いため、研究成果と解決すべき課題からのニーズのミスマッチが起きやすい。上手くマッチした場合でも単一の研究成果では課題からのニーズを満たし得ない場合が多く、イノベーションへの接続は複数分野からの知識を統合するイノベーターの努力が左右する確率の低いものとなる。

これに比べ、本提言が対象とする社会的課題から誘発された新たな融合研究では、科学研究の段階から課題対応を意識しているため、研究成果と課題からのニーズのマッチングはより起きやすいだろう。研究

<sup>12</sup> Stokes, Donald E. *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Brookings, (1997)

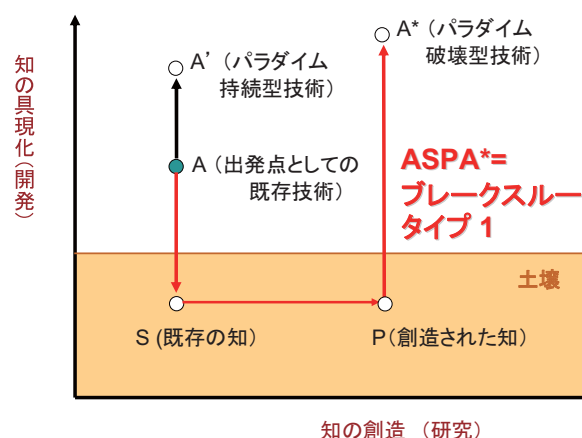
の段階からイノベーションに向けた知識の融合も進み、イノベーターと研究者が連携し課題と研究開発の方向性を共有することにより、イノベーションへの接続もより容易になる。科学研究の成果がイノベーションに結びつく「確率」もより高くなり、速さも加速されるだろう。

本提言で想定した地球環境問題への対応、資源・エネルギー・環境制約の下での持続的発展、生命現象の解明とよりよい医療・福祉などの課題は、技術面でも従来の延長線上では対応が困難な、科学に依拠したブレイク・スルーを必要とする。山口（2006）が提唱した「パラダイム破壊型イノベーション」の概念によれば、ブレイク・スルーをもたらすような技術の実現には、中・長期的な課題の解決を意識しつつ、現状の技術から一度、基礎的な科学研究の土壌に立ち戻り、新たな着想に基づく科学研究により知を創出し、新たな知のパラダイムの下で新たな技術を創出する（知を具現化する）ことが必要である<sup>13</sup>。（図12参照）

図12 パラダイム破壊型イノベーションとパラダイム持続型イノベーション

## パラダイム破壊型とパラダイム持続型

（イノベーション・ダイアグラム）



（CRDS政策・システムセミナーにおける同志社大学山口栄一教授講演資料より）

分野を基軸とした研究成果に基づく段階的イノベーションの場合には、既存の知識によるイノベーションの限界を認識したイノベーターが改めて科学研究の土壌に立ち戻り、新たな着想に基づく科学研究を探し求めることが必要となるだろう。これに対し、社会的課題から誘発された新たな融合研究、とりわけ融

<sup>13</sup> 山口は、イノベーションをクリステンセンによる「性能破壊型イノベーションと性能持続型イノベーション」軸（潜在市場で評価を得るか主流市場で評価を得るか）と「パラダイム破壊型イノベーションとパラダイム持続型イノベーション」軸（新しい科学のパラダイムに依拠した技術により性能を高めるか既存の科学パラダイムと技術の枠内にとどまるか）の2軸で分析した。その上で、パラダイム破壊型イノベーションとパラダイム持続型イノベーションを知の創造（研究）軸と知の具現化（開発）軸を設定したイノベーション・ダイアグラムにより説明した。パラダイム持続型イノベーションは、既存技術を出発点に既存の科学パラダイムの下で開発を進めることにより実現されるが、早晩行き詰まりを見せブレイク・スルーを必要とする。しかし、ブレイク・スルーをもたらすイノベーションは、一度科学の「土壌」まで降りた上で科学研究により新たな知を創造し、新たな知を技術として具現化することにより初めて実現する。山口はこのようなイノベーションをパラダイム破壊型イノベーションと呼んだ。（山口栄一『イノベーション 破壊と共鳴』（NTT出版、2006年））

合研究の段階からイノベーターとの連携が図られている場合には、融合研究（知の創造）→課題解決に向けた技術開発（知の具現化）→融合研究への立ち戻り→技術開発といった連鎖的イノベーションが起きやすいだろう。

これらを踏まえて「課題解決への具体的貢献や社会的価値の創造」軸と「新しい知識の創造や科学技術のフロンティア開拓」軸の2軸上で見ると、分野を基軸とした科学研究に基づくイノベーションは、科学研究→イノベーションという段階的過程で表され、多くの場合研究主体とイノベーターが異なり、その関心も異なるために、イノベーションにつながる確率も低く、ブレイク・スルーに向けた科学研究への立ち戻りは改めて段階的過程を必要とするといえる。（図13参照）

これに対し、我々が議論する新興・融合科学技術の過程は、フロンティア開拓に向けた研究開発と課題解決に向けた研究開発が社会的課題を意識しながら連鎖的に進む過程であるといえよう。（図13参照）なお、既にCRDSが提唱したStep & Loopモデルとの関係では、価値の創造を指向した科学技術イノベーション（図14参照）の各段階で起きる「科学技術への立ち戻り」の過程を、価値創造指向軸と知識の創造軸上という2軸上でとらえ、課題解決に向けた取組からの新たな科学研究の誘発を明示的に位置付けたものであるといえよう。

図13 「分野を基軸とした科学技術に基づく段階的イノベーション」と「社会的課題から誘発される新興・融合科学技術とイノベーション」

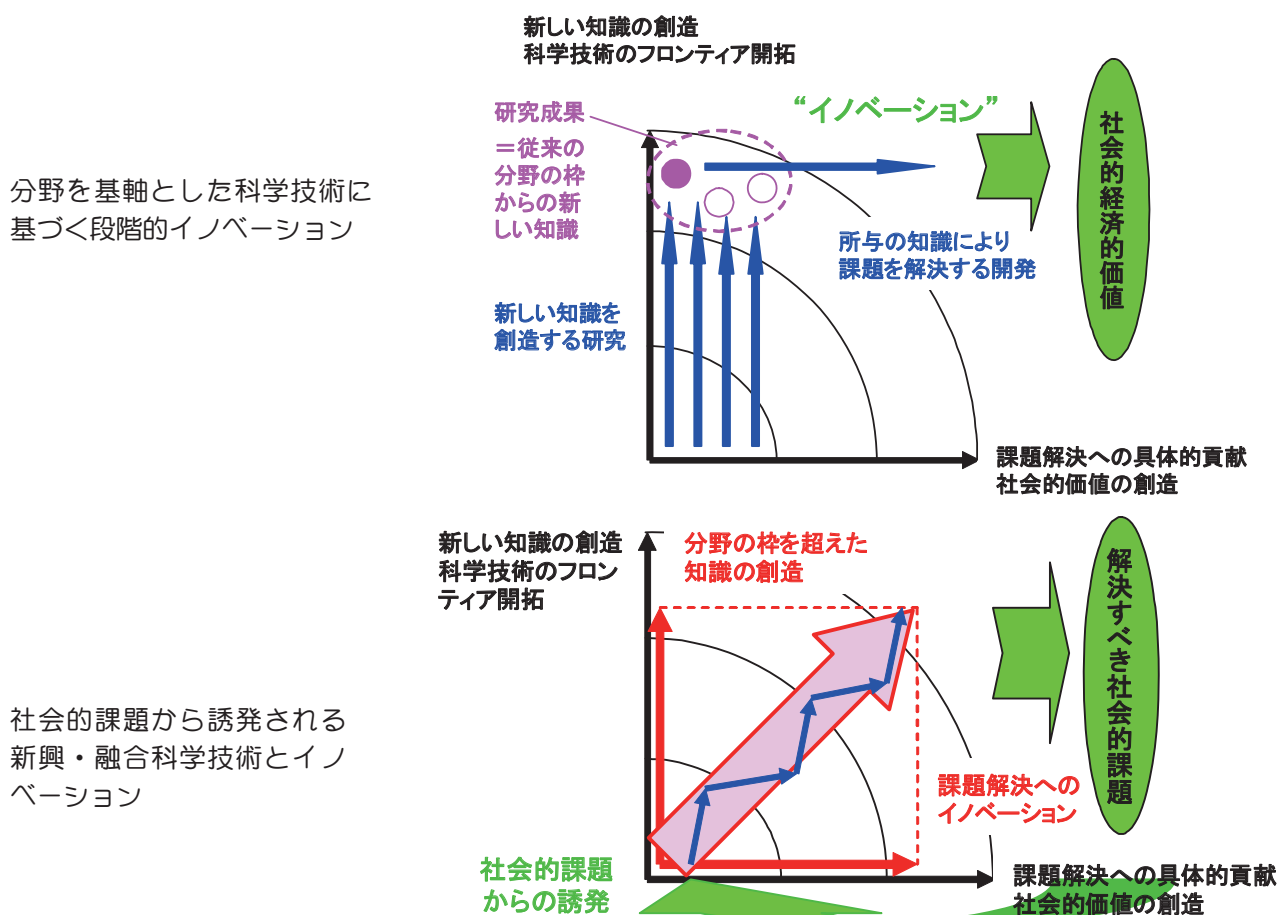
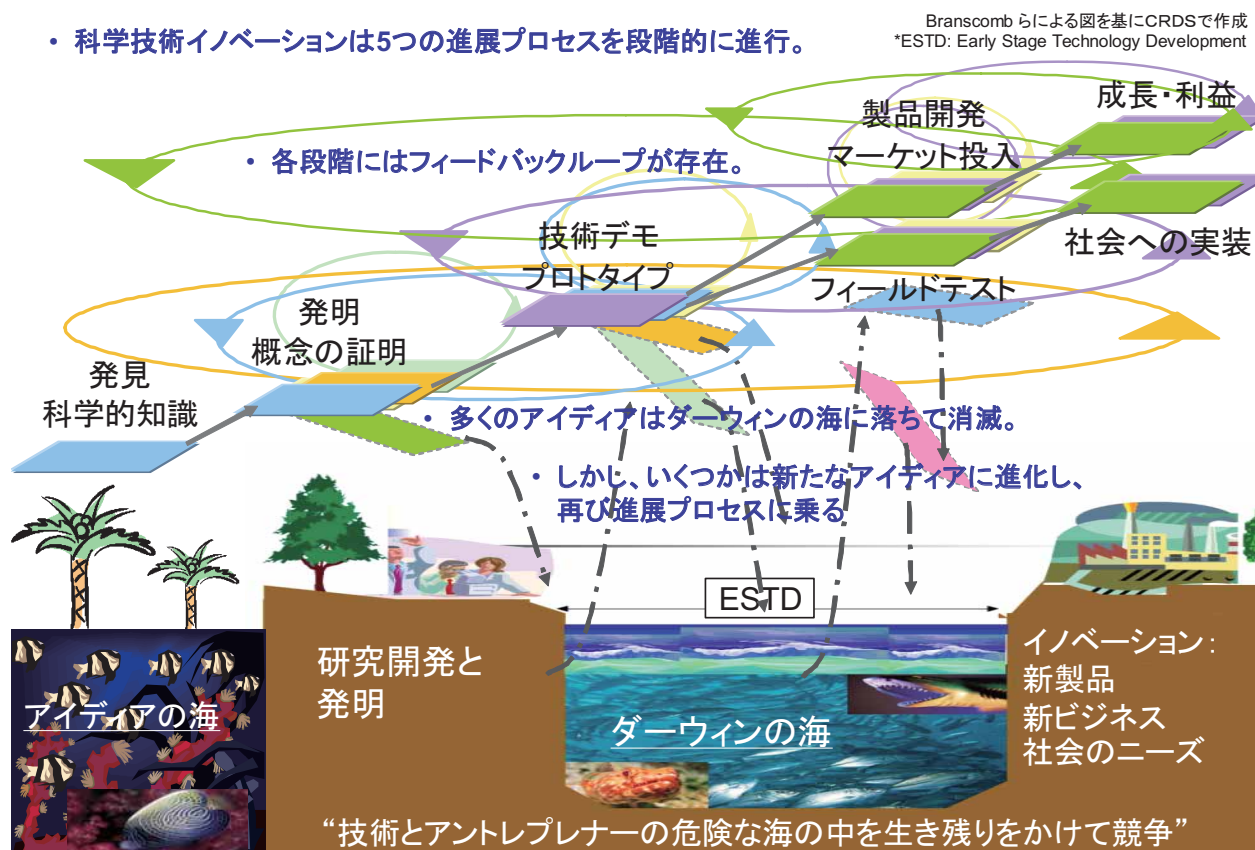


図14 科学技術イノベーションのStep & Loopモデル



(研究開発戦略センター、『戦略プロポーザル: 科学技術イノベーションの実現に向けた提言』(2007年) より)

## &lt; 参考資料 4 &gt;

## ワークショップ「新興・融合科学技術の推進 ～課題解決とフロンティアの創造に向けて」概要

目的：「経済・社会的課題の解決や価値の創造」に向けた新興・融合分野の科学技術をいかに推進するかをテーマに、我が国の研究システムの問題点と、国際的な比較事例、対応のアイデアを、参加者の経験に基づき抽出する。

検討課題：研究ファンディングとマネジメントのありかた、研究組織・拠点のありかた、新興・融合科学技術を担う人材、国際戦略などの「新興・融合科学技術の推進の要素」と「これら要素が新興・融合科学技術の発展の過程でどう組み合わせられてきたか」、「新興・融合科学技術の推進の課題」を研究者の実際の研究経験に基づき検討

日時・場所：2009年4月3日（金） 10:00～18:00、於、CRDS2階大会議室

### プログラム：

- ・ 開会挨拶
- ・ 検討趣旨、検討課題と検討のとりまとめ方針の説明
- ・ 事例に基づく研究推進上の問題点と今後に向けた取組や改善アイデア等の紹介
- ・ 紹介された意見のグルーピングと全体討議
- ・ まとめ
- ・ 閉会挨拶

### ワークショップの主な参加者：（肩書きは開催時点）

#### （有識者）

遠藤 守信 信州大学 工学部電気電子工学科 教授  
 岡野 光夫 東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 所長・教授  
 長我部信行 日立製作所 研究開発本部長付・中央研究所ソリューションLSI研究センター長  
 片岡 一則 東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 教授  
 北野 宏明 ソニーコンピュータサイエンス研究所 取締役所長  
 永井 良三 東京大学 大学院医学系研究科 教授  
 橋本 和仁 東京大学 大学院工学系研究科応用化学専攻 教授  
 柳田 敏雄 大阪大学 大学院生命機能研究科 教授  
 吉川 誠一 富士通研究所 常務取締役・産業競争力懇談会

#### （文部科学省）

田中 正朗 大臣官房審議官（研究開発局担当）  
 岩瀬 公一 科学技術・学術政策局 科学技術・学術総括官  
 柿田 恭良 科学技術・学術政策局 計画官  
 岡谷 重雄 科学技術・学術政策局 科学技術・学術戦略官  
 大竹 暁 研究振興局 基礎基盤研究課長

#### （JST）

北澤 宏一 理事長  
 有本 建男 研究開発戦略センター 副センター長  
 田中 一宣 研究開発戦略センター 上席フェロー  
 丹羽 邦彦 研究開発戦略センター 上席フェロー  
 小間 篤 科学技術振興機構 研究主監

## プレゼンテーションと議論の概要

### 1. プレゼンテーション抜粋

#### ●ソニーコンピュータサイエンス研究所 取締役所長 北野 宏明 氏

(1) 個別の科学をインテグレーションする資質：専門性、デザイン能力、クリエイティビティ

(2) ロボカップ

- ・ Vision drivenのランドマーク・プロジェクト。発想からゴールまで50年。
- ・ 競争前の技術段階、オープンソース。参加者間の技術開発競争やベンチマーキングを通じ協力が進展。グローバル性、35ヶ国から参加。
- ・ プロジェクトの過程でいろいろな技術が発生、進化し、いろいろな分野に波及。
- ・ 各国の基盤に加えて、民間資金でオーガナイズ。NPOの本部はスイスに。
- ・ プロジェクトとはピン・ポイントのビジョンに向け研究開発を進め、多くの分野に波及をもたらすもの。学術研究ではない。

(3) システム・バイオロジー

- ・ Curiosity driven
- ・ ソニーコンピュータサイエンス研究所で着想、ERATOで探索、ERATO/SORSTで展開、そして製薬企業と契約、実用化・事業化へ。
- ・ 初期におけるビジョンの提示が重要であり、最初の国際会議が鍵。また、システム・バイオロジーはNature, Scienceのoverviewから広まった。
- ・ 新たな融合領域のピア・レビューやインパクトファクターによる評価は困難。構想を示す論文の評価が重要。
- ・ 北野共生プロジェクト（JST/ERATO）の当時は生物学の論文は出していなかったが、ピア・レビューによらない評価で採択。ERATOでは「旦那遊びで」、「プロジェクト終了後5～10年後の評価で勝負が決まる」と言われた。この方が単に論文を何本書けばよいという評価よりもはるかにきつい。研究者が真の成果を出したくなる仕組が重要。
- ・ 評価者と推進者の目線の違い、時間軸のスケールの違い
- ・ 新興・融合分野の創出戦略
  - ①基盤的コンセプトの体系を提示し、その形成を図る
  - ②技術基盤の確立、活動基盤の確立
    - =学会、コンソーシアム、ネットワーキング、情報発信・集約のメカニズム作り
  - ③主要個別現象の研究
  - ④新興・融合分野の幅広い展開

#### ●信州大学 工学部電気電子工学科 教授 遠藤 守信 氏

- ・ カーボン・ナノチューブは「カーボン」という地味な素材から広がった最先端の花形素材。常に炭素を基本に時代の要請に応じて融合。材料科学自体が融合科学（化学）。
- ・ 自前の顕微鏡を備えるまでは、あちこちの顕微鏡を借りて研究。
- ・ カーボン・ナノチューブ研究の当初は競争的資金を利用せず。企業と量産化に取り組んだ。

●東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 所長・教授 岡野 光夫 氏

- ・ 医工連携とは、医と工と一緒に議論すると何が出来るかではない。現在治らない病気を治すにはどうしたらよいか、医と工が一体となって目標に向けて取り組む共通の活動の場が重要。
- ・ 研究のゴールは治療の現場で多くの患者が利用できるまで。ニーズ側からのアプローチと一体として研究できる場と「しくみ」が必要。
- ・ 日本の場合、製品化に向けて治験段階で時間がかかることが問題。
- ・ 欧州での講演をきっかけに、仏が角膜再生を革命的技術と認定。リヨン国立病院で臨床試験。

●日立製作所 研究開発本部長付・中央研究所ソリューションLSI研究センター長 長我部 信行 氏

(1) 新製品開発

- ・ 製品開発は目的が明確で、複合的な技術の集合。異分野融合は進みやすい。
- ・ 規格化、標準化によりシステムはモジュール化。別々の企業で技術が作られる。
- ・ モジュール化後は新たなインテグレーターの下で協業。パートナーシップは頻繁に交代。
- ・ 研究開発段階での分野の融合と製品化段階での分野の融合は異なる。

(2) 新コンセプト創造

- ・ 目的、必要な要素が明確になれば異分野の融合は起こりやすい。
- ・ ワークショップやタスクフォースで交流を促すとともに、関連分野をすべて理解するインテグレーターが融合の促進に必要。インテグレーターに権限と自由を与えて取りまとめる。

●東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 教授 片岡 一則 氏

(1) 東京大学ナノバイオ・インテグレーション研究拠点

- ・ 異分野の研究者が“under one roof”の環境に集まり研究に取り組む「るつぽ型」研究拠点。
- ・ 出口イメージの明確化が重要。(検出・診断・治療が一体化した未来型ナノ医療体系)
- ・ 3つのミッション：①新たなシーズ発見（技術軌道）  
②シーズ展開の加速（開発軌道）  
③迅速な実用化研究（トランスレーショナル研究・普及軌道）  
→融合シーズの創出と展開のシームレスな推進
- ・ 競争的資金に応募する前の段階の支援が重要。
- ・ 若い人材をいかに参画させるか。このため、研究費が少なくとも、いつでも、どこでも、誰でもデータが出せる設備と充実した研究支援体制を用意。また、若手に対する研究費も支出。
- ・ 人材育成もミッションの一つ。
- ・ 拠点利用者の義務：融合研究、共同研究を行う、合宿に参加して発表すること。

→所属学会の違いを乗り越えた議論、人材の連携のweb、人材間の協調・連携と競争

(2) 今後の課題

- ・ 長期的視点からの継続的支援。
- ・ 拠点が設置機関（大学、研究機関）のものになってしまったり、設置機関の体制や運営方針に左右されたりしないことが重要。

(3) 政策提言：JSTによる融合拠点の設置（JSTイノベーション研究センター）

●大阪大学 大学院生命機能研究科 教授 柳田 敏雄 氏

(1) 異分野融合教育・人材育成

- ・ 融合を強制するファクターが必要。
- ・ 大学院以上（研究室に入って以降）での研究を介した融合は困難。学部教育の段階からの異分野融合教育が必要。
- ・ 教えることは教わること。教えることにより教員も他分野について勉強しなければならなくなる。共通のカリキュラム構築を通じ教員も融合。
- ・ リスキーな研究に挑戦する研究者の育成。
- ・ 並はずれた成功を出すためには、並はずれた失敗も許容することが必要。
- ・ 人材育成における企業と大学の時間軸のミスマッチが問題。

(2) 先端融合領域イノベーション創出拠点構想

- ・ 研究領域を超えた革新的基本概念
- ・ 研究領域間の境界を取り除いた融合研究
- ・ 実用化を支える幅広い応用分野への研究
- ・ 拠点の評価にあたり、ミッションと時間軸がぶれないことが重要。（短期的な実用化を狙うのか長期的なシーズを狙うのか）

●東京大学 大学院工学系研究科応用化学専攻 教授 橋本 和仁 氏

(1) 新興・融合研究と課題

- ・ 新興・融合研究は異の受容（導火線）・異のぶつかり合い（発火点）・異の支援。
- ・ 異の受容：prematureなアイデアの受容
- ・ 異のぶつかり合い：全く異なる分野の研究者の共同作業（異分野の研究者を研究グループごとと受け入れる）
- ・ 異の支援：
  - 大学を情報のハブに
  - 多様な公的支援による応用分野の拡大（アイデアさえ出せば展開が可能、アイデアを育成）
  - 選んだリーダーを信頼して任せる、成果を待つ
- ・ 今後予算を増やすべきは目的指向基礎研究。
- ・ トップダウン型の課題設定
- ・ 「研究軸」と「マーケティング軸」
- ・ 異分野研究者の共同作業促進メカニズム
- ・ 日本の（純粋）基礎研究志向の優秀な若手研究者をどう課題解決型の重点課題に惹きつけるか。
- ・ 優秀な若手人材の囲い込みの問題＝ERATOプロジェクトにあたって研究員集めに苦労。

(2) 政策提言

- ・ 優秀な研究人材による政策誘導型プロジェクトの推進＝優秀な人材の国家重点課題研究での活用。

- ・ 内容については自由度を持たせ、研究者をプロジェクトの責任者として活用。出口まで責任を持たせ、一度、出口までのプロセスすべてを経験させることが重要。
- ・ 現役の研究者で資金配分権を持つProgram Officer/Manager
- ・ 異業種・異分野人材の共同作業の場、ファンディングの創設。(共同提案プログラムの導入、ピア・レビューは不可)
- ・ 多様性・異質性の受容と重視
  - 研究室単位での教育からの脱皮（ダブルメジャーの制度化）
  - 学位取得後の研究室移籍の義務化
  - 海外の優秀な人材を引き込むためのネットワーク創設

●東京大学 大学院医学系研究科 教授 永井 良三 氏

- ・ 医学の場合、ヒトも真理の追究の対象。いかに倫理問題をクリアするかが鍵。
- ・ Proof of concept、つまり人体で効果があるかが重要。効果、安全性、倫理問題のクリア。GMPを規範とした品質保証、GLPを規範とした安全性確認、GCPへの準拠。
- ・ 社会還元に向けた多様な役割の分担。
- ・ 「トランスレーショナル・リサーチで基礎→臨床・治験」を強調するだけでは不十分。実用化以降の効果の評価と新たな課題設定が重要。
- ・ (基礎研究⇔応用研究) × (理論の構築⇔実践的展開) の4象限による  
メカニズム解明→理論から実用化への研究  
→ 新しい医療の展開→効果の評価と新たな課題設定 →  
という研究サイクルの確立と知の構築が必要。
- ・ 今後の医学研究では、このサイクルを疾患指向で構築し、生命システムの破綻という視点からの研究を進めることが必要。
- ・ このため、病院情報システムの統合＝診療情報の連結による医学知識の集積が重要。

●科学技術振興機構 研究主監 小間 篤 氏

- ・ 新たな分野には競争になるほど研究者がいないことも多い。新興・融合科学技術を推進する際には計画研究班による研究と公募研究の組み合わせが必要。
- ・ 計画研究班：課題解決に必要な研究者をそろえ、分担課題を明確にする。
- ・ 大学の研究室を維持しつつ、学外の研究場所で新興・融合分野研究課題に挑戦するしくみ。
- ・ 長めの研究期間、学外の研究場所、ファンディング機関による直接きめ細やかな研究支援やインフラ整備、大学の研究室のアクティビティを保つための資金的配慮。
- ・ フレキシブルな間接経費の運用。
- ・ 人材育成：大学院（少なくとも前期まで）では、確立した分野の研究手法を身につけるべき。

## 2. 討議の概要

### 【新興・融合科学技術の方向性】

- ・ 「新興・融合分野の創出」と「社会的課題の特定・解決」の2つの方向性の違いを認識することが必要。新興・融合分野は「コアの概念→技術→種々の問題への適用」という過程。社会的課題の解決はtarget oriented。例えばX-prizeなど。これらをどう共存させてつなぐかが課題。

### 【研究資金制度】

- ・ 制度が研究をサポートする支援。そして、成功するとつながる、すなわち、いい仕事をした人を発展させられる仕組みが必要。
- ・ 複数のファンディングシステムの組み合わせを考えるか、1つのファンディングシステムの中でどのようにバリエーションを作るか。
- ・ 少ないファンディングで新しいこと（アイデア）を離陸させるシステムが必要。
- ・ 融合／連携のインセンティブを与えるファンディング、研究を進めるうちに共同提案を組める仕組みが必要。
- ・ 分野融合型で2～3機関共同のプロジェクト。
- ・ CREST、さきがけは個人プレーであり課題解決につながらない。例えば、CRESTに違う分野の人が共同提案する仕組みを取り入れてはどうか。
- ・ スタッフを20人そろえる必要がある大型プロジェクトだけでなく、地方でも取り組める4～5人規模の特徴的なプロジェクトも必要。
- ・ 受け入れ機関の自主努力によるマッチングファンド的な仕組みが必要。
- ・ ファンディングの発想を変え、一つの研究提案に対し、各ファンディング機関がそのミッションに照らして妥当な額の資金を提供し、全体としてプロジェクトが成立する仕組み。例えば、研究者が10億円規模の研究提案をすることで、ファンディング機関Aは科学研究の観点からその予算の範囲内で適当と判断した額a億円を、同様に機関Bは研究シーズを発展させる観点からb億円を、機関Cも産業化に向けた開発の観点からc億円を、企業もd億円を提供し、これらを合わせて研究開発できるようにする。
- ・ 研究の継続には競争的資金とともにプロジェクトの間をつなぐ大学の自前の資金、バッファ資金が必要。

### 【研究プロジェクトの運営・支援】

- ・ 研究者のタイプに応じたマネジメント。
- ・ 競争的資金管理や大学のマネジメント等で個人の教授が忙しくなった。研究費を得た研究者が忙しくないよう支援が必要。
- ・ 研究費の執行管理などを地域をはじめ外部にアウトソースする仕組み。

**【評価の課題】**

- ・ ピア・レビューでは新興・融合科学技術は評価できない。目利きなど新たな評価方法が必要。
- ・ 本当に連携・融合して研究を行うことと作文上の違いの目利きが重要。
- ・ 成果の評価の際に科学への貢献と技術移転・応用分野への貢献を区別して、それぞれを評価する視点。インパクトファクターの低い論文しか書けない応用や技術移転への貢献は別の基準で評価すべき。
- ・ 「新しい分野を作れたかどうか」による研究者の評価、論文の数より内容の評価、研究者のマネジメントの眼力の評価などが必要。
- ・ 研究成果を形にする上で論文は重要。論文を軽視しすぎてもいけない。
- ・ Scienceや商業誌であるNatureでは、編集方針によって時とともに載りやすい論文が変わる。論文誌でも研究の流行を考え、売れる誌面作りをする。論文の評価に際しては、こうした掲載誌側の事情も踏まえて論文誌を目利きして、論文掲載の意味を判断することが必要。このため、論文誌の編集方針などの情報を評価者の間で共有することも重要。

**【実用化、課題解決に向けた課題】**

- ・ 科学技術政策から科学技術・イノベーション政策への転換に伴い、「科学技術」以外の問題をいかに解決するかが課題。規制緩和、実証研究、テストベッド等。また、実用化、応用研究と安全性・倫理の問題と社会受容の重要性。
- ・ イノベーションには統合的な横断型の研究の仕組みが必要。統合・融合ではなく、「イノベーションを達成すること」が目的。
- ・ プロトタイピング、実証以降のマネジメント課題のマネジメントチームによる解決。

**【研究者が集積し交流する拠点】**

- ・ 拠点に人が集まり、融合して新しいものを生み出す「場」が重要。
- ・ 選択と集中が起こりすぎ。研究者がどこにいてもアイデアと能力があれば次のステップに進める仕組みが必要。施設の共用化、自分の研究室以外に研究できる場所を設ける。
- ・ 拠点での交流から生まれた共同研究への研究費の提供。

**【人材（リーダー、若手、評価者）】**

（研究者・研究リーダー）

- ・ 研究リーダーの資質：自分の世界を持ったリーダー、とんでもない若者を何人育てたか。
- ・ 研究で成果を上げながら人を育て、次のステップにつなぐ仕組み。
- ・ 出口まで責任を持つことが重要（PD/PO、研究者…）。
- ・ 将来の目指すところから取り組むべき分野、そしてその中でもキーとなるコンテンツについて研究者を選んで推進の責任を持たせる。多様なサポートの下、出口までのプロジェクトのマネジメントの経験を積ませて人材を養成する。こうした取組を通じて基礎的な分野で優秀な人材を課題解決に向けてどう活用するかが課題。

(ポスドク・若手)

- 学位取得後の研究室移籍制度。
- 地方大学でも研究プロジェクトに従事したことをキャリアパスにつなげる。
- ポスドクはどのグループに焦点を当てた施策かが重要。(武者修行型、訓練してから外に出す、とにかく置いておいて欲しいポスドク…)

(評価者・PD/PO)

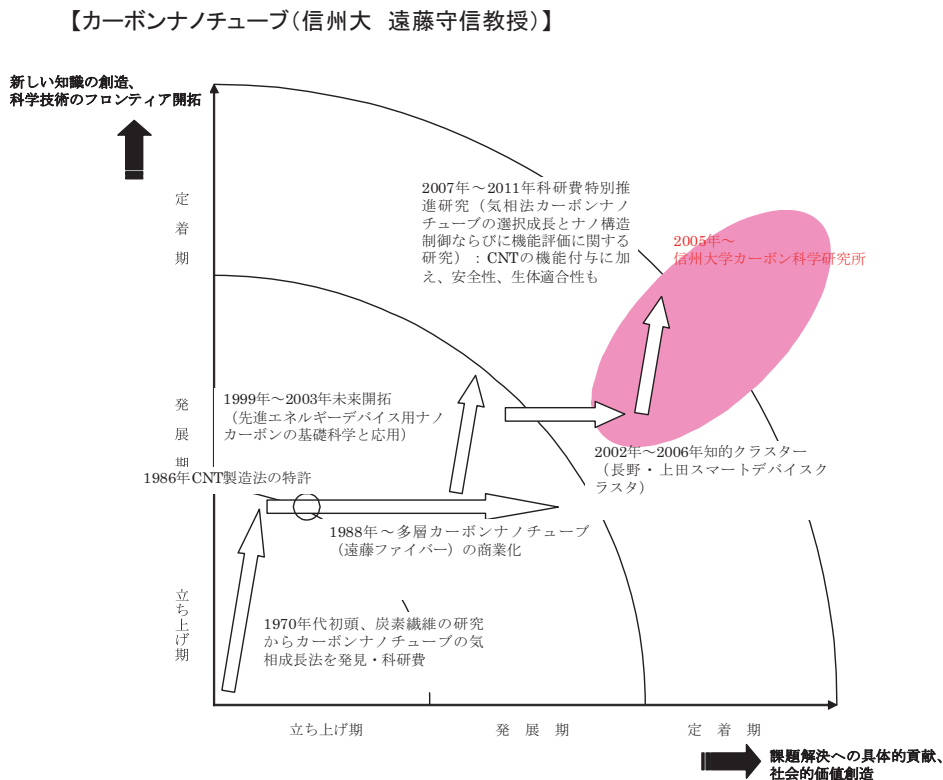
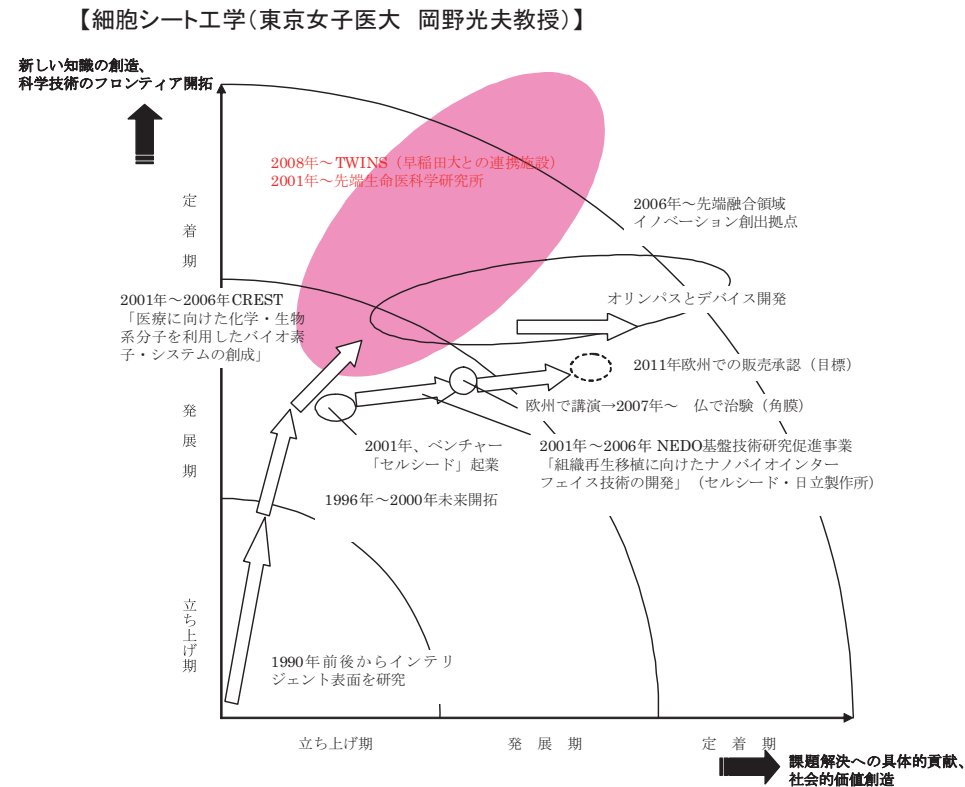
- 新興分野では、PD/POとプレイヤーを分けることは困難。広く見渡せて全体を推進できる総括が必要。
- 評価者の評価が必要。
- PD/POの責任とインセンティブ。PD/POの評価、マネージするファンドの規模の拡大、社会的にも尊敬されるといったインセンティブが必要。
- マネジメントの眼力がある人材の組織化、研究の戦略と目標作り。

【研究開発領域の設定】

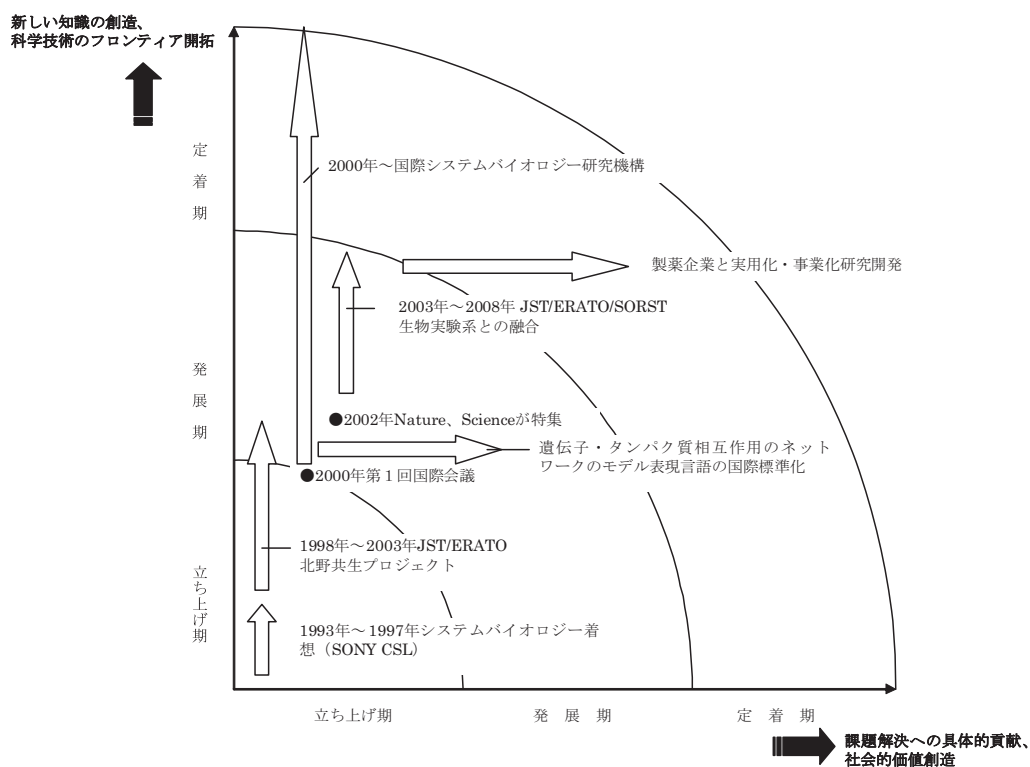
- 将来の日本は「何で食べて行くのか」=どの社会問題を解決して事業とするのが重要。
- 前提条件はあまり決めつけないで、幅広くアイデアを募れるよう枠を広くとるアプローチ。
- 社会的な課題は大きな設定で。健康、環境、エネルギー=個人の安全保障の視点。
- 科研費は、研究者が自ら考えて研究者が自律的に運用。JSTの戦略創造では、「社会から考えた研究のスペクトラムと科研費の研究のスペクトラムの差分」を研究対象とするという考え方。

< 参考資料 5 >

図 15 新興・融合科学技術の発展事例



【システムバイオロジー(SONY CSL 北野宏明所長)】



(ワークショップ「新興・融合科学技術の推進～課題解決とフロンティアの創造に向けて」参加者のプレゼンテーションに基づき、CRDSが作成)

## &lt; 参考資料 6 &gt;

## 競争的資金のマルチファンディングと大学への資金配分

本文図4では、自由発想基礎研究から研究の目的性が高まるにつれ、また、科学研究、技術開発と研究開発段階が変わるにつれ、研究開発の規模は大きく、期間は長くなる一方、件数が絞られることを概観した。本参考資料では、制度毎にミッションが異なる競争的資金の大学への配分状況について日米で比較を行い、課題対応型のファンディングの配分のありかたを考える一助とする。

## 1. 競争的資金の配分傾斜と競争的資金のミッション性

競争的資金について、最も配分額が多い大学を100としたときに、2位以下の大学への配分がどのように減少するか、すなわち、「配分傾斜」を日米で制度毎に比較したものが図16(米国)及び図17(日本)である。米国では健康、科学、農業など幅広い貢献が期待される分野での配分傾斜はゆるやかだが、国のミッション達成に向けた分野では配分傾斜は急で重点的・集中的になっており、ミッションに応じたマルチファンディングの配分の違いが明確といえる。しかし、日本の競争的資金の配分傾斜に大きな違いは見られず、ミッションに応じた配分の違いはあまり明確ではないといえる。

米連邦政府各省庁から大学への科学・工学研究開発資金の配分の特徴

- ・ 米連邦政府各省庁から大学へ配分される科学・工学研究開発資金の配分は、配分傾斜が比較的なだらかな省庁(HHS(NIH)、NSF、USDA)と傾斜が急な省庁(DOD、NASA、DOE)に大別できる。
- ・ 健康、科学、農業など貢献が幅広い分野での配分傾斜はゆるやかだが、国防(DOD)、宇宙(NASA)、エネルギー(DOE)などのミッション・オリエンテッドな分野での配分傾斜は急である。

日本における国等から国立大学法人等への競争的資金の配分の特徴

- ・ 我が国の競争的資金については、科学研究費補助金や21世紀COEの資金配分傾斜はわずかになだらかなが、米国のような配分傾斜の顕著な差異は認められない。
- ・ また、我が国の科学研究費補助金の配分傾斜は、米国のHHS(NIH)、NSF、USDA等に比べると急で、むしろ米国のミッション・オリエンテッドな省庁の配分傾斜に近い。

## 2. 競争的資金の配分先の多様性

競争的資金の配分先は制度によりどう変わるのか、米国では配分先上位50校を、日本では国立大学法人等について配分先上位30校をまとめたものが表4及び表5である。

米国の場合は、連邦政府から大学への科学・工学研究開発資金のうち、HHS(NIH)からの資金が最も多いので、連邦政府全省庁からの資金配分先上位校とHHS(NIH)からの配分先上位校は比較的似ているが、その他の省庁からの資金の配分先上位校は様々であり多様性に富んでいる。すなわち、資金制度のミッションに応じて配分先が異なっているといえる。

しかし、日本の国立大学法人等の場合、配分先上位校は、国からの資金全体、各制度ともに似通っており、各制度のミッションにかかわらず一部の上位校に資金配分が集中しているといえる。

図16 米連邦政府各省庁から大学への科学・工学研究開発資金の配分傾斜（2005年度）

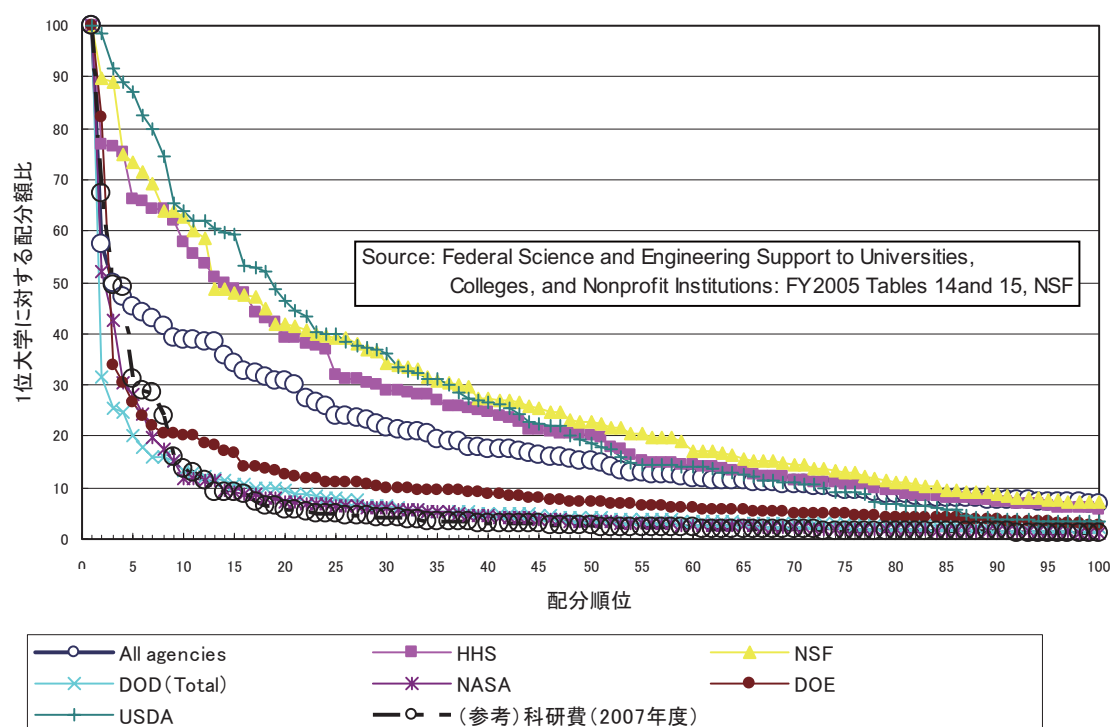


図17 日本における国等から国立大学法人等への競争的資金等の配分傾斜（2007年度）

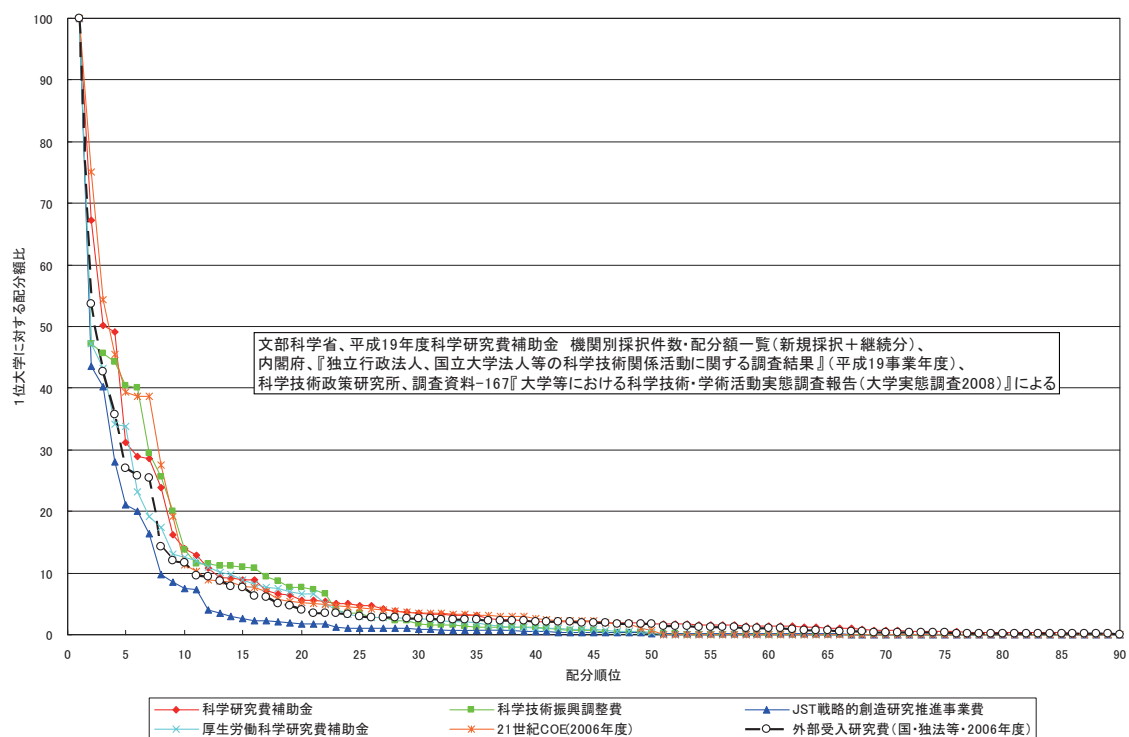


表4 米国連邦政府各省庁から大学への科学・工学研究開発資金の配分

(配分省庁毎上位50・2005年度)

| 順位    |  | 各省庁        | NIH                                    | NSF     | DOE(Total)                              | NASA   | DOE                                     | NSF     |
|-------|--|------------|----------------------------------------|---------|-----------------------------------------|--------|-----------------------------------------|---------|
| 米連邦全体 |  | 25,010,740 | 米連邦全体                                  | 19,817  | 3,151,851                               | 米連邦全体  | 2,504,201                               | 米連邦全体   |
|       |  | 1,042,442  | Johns Hopkins U., The                  | 568,871 | Cornell U. all campuses                 | 86,071 | Johns Hopkins U., The                   | 259,859 |
|       |  | 891,153    | U. CA, San Francisco                   | 454,074 | U. Corp. for Atmospheric Research       | 85,271 | PA State U. all campuses                | 93,355  |
|       |  | 519,629    | U. PA                                  | 433,491 | U. Southern CA                          | 85,465 | U. Berkeley                             | 75,519  |
|       |  | 494,033    | U. CA, Los Angeles                     | 426,765 | U. WA                                   | 77,881 | GA Institute of Technology all campuses | 73,599  |
|       |  | 472,686    | Washington U. St. Louis                | 374,171 | CA Institute of Technology              | 75,471 | George Washington U.                    | 69,344  |
|       |  | 460,854    | Stanford U.                            | 371,161 | U. CA, Berkeley                         | 69,389 | U. HI system office                     | 52,789  |
|       |  | 447,246    | U. Pittsburgh all campuses             | 364,171 | U. WI Madison                           | 65,465 | U. TX system administration             | 47,445  |
|       |  | 431,872    | Duke U.                                | 364,844 | U. CA, Los Angeles                      | 61,201 | U. WI                                   | 46,889  |
|       |  | 410,968    | Columbia U. in the City of NY          | 355,251 | U. MI all campuses                      | 61,201 | U. MI State U. all campuses             | 45,071  |
|       |  | 402,546    | Harvard U.                             | 338,171 | MA Institute of Technology              | 60,071 | Stanford U.                             | 39,889  |
|       |  | 402,307    | Yale U.                                | 314,141 | U. CA, San Diego                        | 57,411 | U. PA                                   | 38,361  |
|       |  | 402,246    | Columbia U. in the City of NY          | 303,171 | Columbia U. in the City of NY           | 56,161 | MA Institute of Technology              | 35,889  |
|       |  | 401,421    | U. CA, San Diego                       | 288,101 | PA State U. all campuses                | 54,889 | U. TX Health Science Ctr. Houston       | 34,849  |
|       |  | 374,710    | Stanford U.                            | 287,671 | Stanford U.                             | 45,071 | U. CA, Los Angeles                      | 34,571  |
|       |  | 366,341    | U. NC Chapel Hill                      | 274,071 | MI State U.                             | 43,101 | U. CA, San Diego                        | 31,559  |
|       |  | 342,738    | Case Western Reserve U.                | 271,401 | U. MN all campuses                      | 43,061 | Auburn U. all campuses                  | 31,201  |
|       |  | 336,154    | Vanderbilt U.                          | 250,101 | U. Chicago                              | 40,061 | U. TX Austin                            | 29,711  |
|       |  | 328,861    | Bayler C. of Medicine                  | 243,741 | Carnegie Mellon U.                      | 38,101 | Carnegie Mellon U.                      | 29,639  |
|       |  | 323,254    | U. WI Madison                          | 238,571 | Princeton U.                            | 40,001 | MI State U.                             | 29,491  |
|       |  | 323,032    | U. CO all campuses                     | 222,711 | U. Southern CA                          | 40,001 | U. UT State U.                          | 28,401  |
|       |  | 314,844    | U. Southern CA                         | 221,181 | U. CA, Santa Barbara                    | 38,811 | Georgetown U.                           | 26,151  |
|       |  | 297,851    | Emory U.                               | 215,471 | U. CA, Davis                            | 38,061 | U. CA, Santa Barbara                    | 25,741  |
|       |  | 279,238    | Vanderbilt U.                          | 212,301 | U. MD College Park                      | 36,101 | U. MI all campuses                      | 25,201  |
|       |  | 270,216    | PA State U. all campuses               | 208,101 | Woods Hole Oceanographic Institution    | 36,001 | U. Dayton                               | 24,211  |
|       |  | 260,871    | Bayler C. of Medicine                  | 181,101 | GA Institute of Technology all campuses | 37,101 | U. Urbana-Champaign                     | 23,141  |
|       |  | 248,538    | U. Rochester                           | 175,101 | U. Southern CA                          | 37,101 | VA Polytechnic Institute and State U.   | 22,801  |
|       |  | 246,466    | U. MD Baltimore                        | 175,101 | Purdue U. all campuses                  | 36,001 | U. System MD Office, The                | 22,261  |
|       |  | 241,166    | Scipp Research Institute, The          | 172,361 | FL State U.                             | 35,001 | U. Corp. for Atmospheric Research       | 19,711  |
|       |  | 232,804    | U. MI, Birmingham, The                 | 164,101 | OH State U. all campuses                | 35,001 | Columbia U. in the City of NY           | 19,611  |
|       |  | 227,686    | Cornell U. all campuses                | 164,101 | U. MI all campuses                      | 32,101 | U. MI all campuses                      | 18,851  |
|       |  | 223,516    | U. TX Southwestern Medical Ctr. Dallas | 162,101 | U. TX Austin                            | 32,101 | Duke U.                                 | 18,001  |
|       |  | 219,072    | MA Institute of Technology             | 159,101 | U. Southern CA                          | 32,101 | U. UT State U.                          | 17,261  |
|       |  | 217,306    | U. IA                                  | 159,101 | U. AZ                                   | 31,101 | Woods Hole Oceanographic Institution    | 16,601  |
|       |  | 216,001    | Northwestern U.                        | 158,101 | U. CA, Irvine                           | 30,101 | U. DE                                   | 16,001  |
|       |  | 201,403    | U. Rochester                           | 153,101 | Harvard U.                              | 29,101 | U. CA, Riverside                        | 15,501  |
|       |  | 200,411    | U. TX M. D. Anderson Cancer Ctr.       | 148,101 | Duke U.                                 | 29,101 | Washington U. St. Louis                 | 15,001  |
|       |  | 196,556    | U. FL                                  | 148,101 | U. FL                                   | 28,101 | U. CO all campuses                      | 14,501  |
|       |  | 188,279    | U. Urbana-Champaign                    | 144,101 | U. IN all campuses                      | 26,101 | Princeton U.                            | 15,401  |
|       |  | 185,559    | U. VA all campuses                     | 141,101 | Yale U.                                 | 26,101 | LA State U. all campuses                | 15,001  |
|       |  | 182,302    | U. TX Health & Science U.              | 140,101 | U. UT                                   | 25,101 | U. Urbana-Champaign                     | 14,501  |
|       |  | 182,228    | U. IA                                  | 139,101 | U. CA, Davis                            | 25,101 | CA Institute of Technology              | 14,801  |
|       |  | 181,554    | U. MD Baltimore                        | 132,101 | U. WI Madison                           | 25,101 | U. MI all campuses                      | 14,501  |
|       |  | 180,162    | U. MI, Small School of Medicine        | 129,101 | U. PA                                   | 24,101 | U. Central FL                           | 14,501  |
|       |  | 176,712    | U. UT                                  | 121,101 | Scipp Research Institute, The           | 24,101 | U. HI all campuses                      | 14,101  |
|       |  | 170,876    | U. TX Southwestern Medical Ctr. Dallas | 120,101 | SUNY Stony Brook all campuses           | 24,101 | OH State U. all campuses                | 13,801  |
|       |  | 166,548    | U. MI all campuses                     | 118,101 | U. HI Madison                           | 23,101 | U. HI Madison                           | 13,801  |
|       |  | 166,016    | U. CA, Irvine                          | 117,101 | U. CA, Irvine                           | 23,101 | U. HI Madison                           | 13,801  |
|       |  | 163,626    | CA Institute of Technology             | 116,101 | U. IA State U.                          | 22,101 | U. NC Chapel Hill                       | 12,411  |
|       |  | 158,342    | U. IL Chicago                          | 116,101 | OH State U. all campuses                | 21,101 | U. LA State U.                          | 12,301  |
|       |  | 157,317    | U. TX M. D. Anderson Cancer Ctr.       | 113,101 | VA Polytechnic Institute and State U.   | 21,101 | FL State U.                             | 12,001  |

(Federal Science and Engineering Support to Universities, Colleges, and Nonprofit Institutions: FY2005 Tables 14and 15, NSFによる)

表5 日本における国等から国立大学法人等への競争的資金の配分

(配分制度毎上位30・2007年度)

| 順位 |               |        |               |        |              |       | 外部受入研究費(国・独法等・2006年度) |       | 科学研究費補助金     |       | 科学技術振興調査費    |       | JST戦略的創造研究推進事業費 |  | 厚生労働科学研究費補助金 |  | (百万円) |  | [21世紀COE(2006年度)] |  |
|----|---------------|--------|---------------|--------|--------------|-------|-----------------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|-----------------|--|--------------|--|-------|--|-------------------|--|
| 1  | 東京大学          | 48,973 | 東京大学          | 21,222 | 東京大学         | 3,919 | 東京大学                  | 8,063 | 東京大学         | 2,038 | 東京大学         | 4,548 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 2  | 京都大学          | 26,308 | 京都大学          | 14,281 | 東北大学         | 1,852 | 京都大学                  | 3,512 | 京都大学         | 964   | 京都大学         | 3,418 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 3  | 大阪大学(含、大阪外語)  | 20,867 | 大阪大学(含、大阪外語)  | 10,630 | 九州大学         | 1,789 | 大阪大学(含、大阪外語)          | 3,244 | 東北大学         | 880   | 大阪大学(含、大阪外語) | 2,475 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 4  | 東北大学          | 17,452 | 東北大学          | 10,411 | 京都大学         | 1,732 | 九州大学                  | 2,267 | 九州大学         | 697   | 東北大学         | 2,068 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 5  | 九州大学          | 13,236 | 名古屋大学         | 6,633  | 大阪大学(含、大阪外語) | 1,586 | 名古屋大学                 | 1,700 | 大阪大学(含、大阪外語) | 689   | 北海道大学        | 1,788 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 6  | 北海道大学         | 12,639 | 九州大学          | 6,129  | 北海道大学        | 1,569 | 東京工業大学                | 1,615 | 東京医科歯科大学     | 471   | 東京工業大学       | 1,760 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 7  | 名古屋大学         | 12,492 | 北海道大学         | 6,054  | 東京工業大学       | 1,152 | 九州大学                  | 1,318 | 北海道大学        | 389   | 名古屋大学        | 1,756 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 8  | 東京工業大学        | 6,976  | 東京工業大学        | 5,064  | 東京医科歯科大学     | 1,006 | 自然科学研究機構              | 781   | 筑波大学         | 356   | 九州大学         | 1,248 |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 9  | 情報・システム研究機構   | 5,845  | 筑波大学          | 3,423  | 名古屋大学        | 787   | 筑波大学                  | 687   | 千葉大学         | 266   | 神戸大学         | 872   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 10 | 筑波大学          | 5,698  | 神戸大学          | 2,942  | 信州大学         | 541   | 北海道大学                 | 803   | 岡山大学         | 255   | 東京医科歯科大学     | 517   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 11 | 東京医科歯科大学      | 4,661  | 広島大学          | 2,727  | 熊本大学         | 454   | 北陸先端科学技術大学院大          | 589   | 広島大学         | 246   | 筑波大学         | 468   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 12 | 神戸大学          | 4,609  | 自然科学研究機構      | 2,302  | 電気通信大学       | 453   | 電気通信大学                | 325   | 名古屋大学        | 224   | 一橋大学         | 403   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 13 | 広島大学          | 4,253  | 東京医科歯科大学      | 1,947  | 横浜国立大学       | 435   | 長崎大学                  | 278   | 熊本大学         | 204   | 千葉大学         | 397   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 14 | 自然科学研究機構      | 3,863  | 岡山大学          | 1,944  | お茶の水女子大学     | 434   | 東京農工大学                | 237   | 熊本大学         | 198   | 筑波大学         | 386   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 15 | 岡山大学          | 3,765  | 情報・システム研究機構   | 1,899  | 筑波大学         | 433   | 情報・システム研究機構           | 217   | 大分大学         | 181   | 奈良先端科学技術大学院大 | 354   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 16 | 千葉大学          | 3,058  | 千葉大学          | 1,896  | 東京農工大学       | 426   | 横浜国立大学                | 181   | 金沢大学         | 167   | 長崎大学         | 351   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 17 | 東京農工大学        | 2,977  | 金沢大学          | 1,498  | 岡山大学         | 369   | 奈良先端科学技術大学院大          | 177   | 鹿児島大学        | 156   | 徳島大学         | 319   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 18 | 熊本大学          | 2,473  | 熊本大学          | 1,399  | 長崎大学         | 340   | 千葉大学                  | 174   | 滋賀医科大学       | 152   | 金沢大学         | 265   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 19 | 徳島大学          | 2,309  | 高エネルギー加速器研究機構 | 1,357  | 北陸先端科学技術大学院大 | 300   | 金沢大学                  | 150   | 岐阜大学         | 143   | 東京外国語大学      | 246   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 20 | 奈良先端科学技術大学院大  | 1,936  | 長崎大学          | 1,196  | 長岡技術科学大学     | 299   | 三重大学                  | 143   | 新潟大学         | 134   | 長岡技術科学大学     | 240   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 21 | 新潟大学          | 1,742  | 新潟大学          | 1,194  | 金沢大学         | 288   | 東京医科歯科大学              | 141   | 信州大学         | 134   | 横浜国立大学       | 233   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 22 | 長崎大学          | 1,708  | 徳島大学          | 1,148  | 東京海洋大学       | 260   | 熊本大学                  | 138   | 山梨大学         | 101   | 群馬大学         | 223   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 23 | 金沢大学          | 1,702  | 東京農工大学        | 1,083  | 佐賀大学         | 160   | 九州工業大学                | 104   | 浜松医科大学       | 83    | 岡山大学         | 210   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 24 | 横浜国立大学        | 1,586  | 信州大学          | 1,069  | 徳島大学         | 133   | 徳島大学                  | 88    | 山形大学         | 66    | 熊本大学         | 209   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 25 | 市立広瀬大学        | 1,424  | 奈良先端科学技術大学院大  | 994    | 電気通信大学       | 132   | 東京農工大学                | 86    | 山形大学         | 61    | 東京工業大学       | 199   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 26 | 高エネルギー加速器研究機構 | 1,379  | 群馬大学          | 881    | 群馬大学         | 108   | 高エネルギー加速器研究機構         | 85    | 神戸大学         | 85    | 群馬大学         | 193   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 27 | 名古屋工業大学       | 1,350  | 鹿児島大学         | 881    | 神戸大学         | 108   | 富山大学                  | 84    | 東京農工大学       | 58    | お茶の水女子大学     | 182   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 28 | 愛媛大学          | 1,338  | 愛媛大学          | 830    | 総合研究大学院大学    | 90    | 広島大学                  | 84    | 三重大学         | 56    | 北陸先端科学技術大学院大 | 175   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 29 | 群馬大学          | 1,289  | 山口大学          | 759    | 豊橋技術科学大学     | 89    | 岐阜大学                  | 82    | 愛媛大学         | 55    | 鳥取大学         | 168   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |
| 30 | 岐阜大学          | 1,251  | 静岡大学          | 745    | 鹿児島大学        | 66    | 豊橋技術科学大学              | 74    | 群馬大学         | 53    | 山形大学         | 162   |                 |  |              |  |       |  |                   |  |

(文部科学省、平成19年度科学研究費補助金 機関別採択件数・配分額一覧(新規採択+継続分)、内閣府、『独立行政法人、国立大学法人等の科学技術関係活動に関する調査結果』(平成19事業年度)、科学技術政策研究所、『調査資料-167大学等における科学技術・学術活動実態調査報告(大学実態調査2008)』による)

## &lt; 参考資料 7 &gt;

## 新興・融合分野研究検討報告：複雑系の10の難問と抽出された研究領域

2008年度、CRDSは文部科学省と協力して新興・融合分野研究検討グループを設け、「現代社会が直面する難問のほとんどは複雑システムに起因する」との仮説の下「10の難問」を設定し、専門家やCRDS内部での議論を通じ、難問の解決に必要な学術領域の特定を以下の図表のように試みた。

表6 「10の難問」

- ☐ 地球環境変動の予測、影響評価、予防戦略
- ☐ 自然災害の予知、被害予測と対策、復旧戦略
- ☐ 疫病の病原・伝染経路の解明、広域治療、復旧戦略
- ☐ 生命現象の解明と重大疾患の予防・治療
- ☐ 精神現象の解明と障害の予防・治療
- ☐ エネルギー・食糧・水のグローバル安全保障
- ☐ 重要インフラの持続可能性とリスク管理
- ☐ 経済の信用・危機管理と市場安定化戦略
- ☐ ネットワーク治安とサービス・情報の安全信頼保証
- ☐ 新機能材料の合成と健康・環境・情報への活用

図18 難問のブレイクダウンと学問分野との関連付け、難問の解決に必要な学術領域の特定

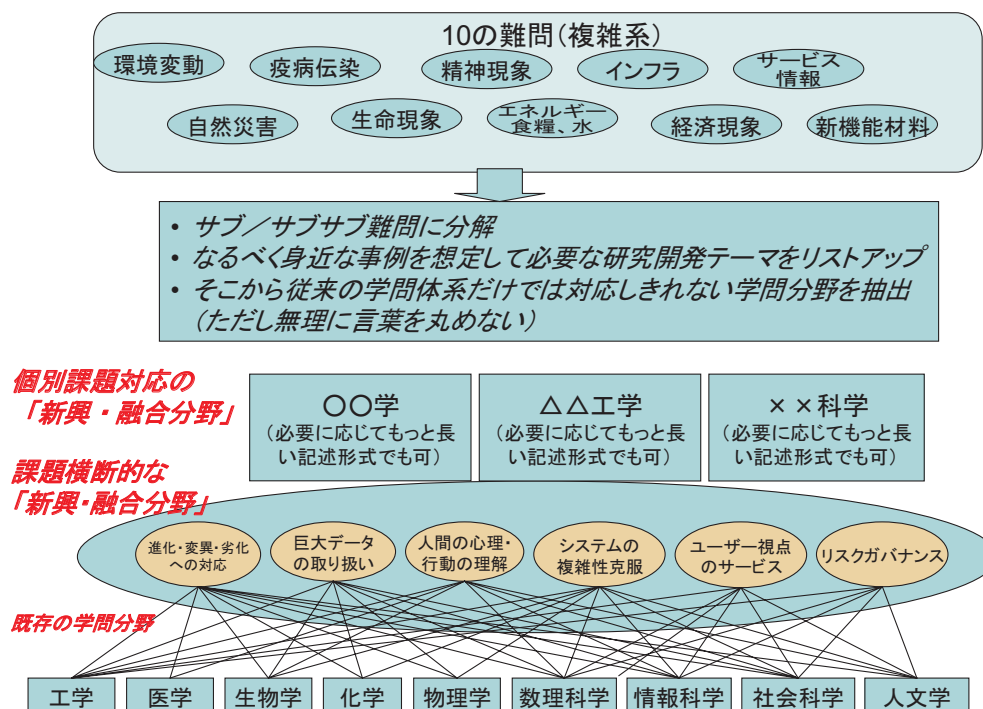


図19 難問の解決に必要な学術領域の特定例：地球環境変動の予測、影響評価、予防戦略

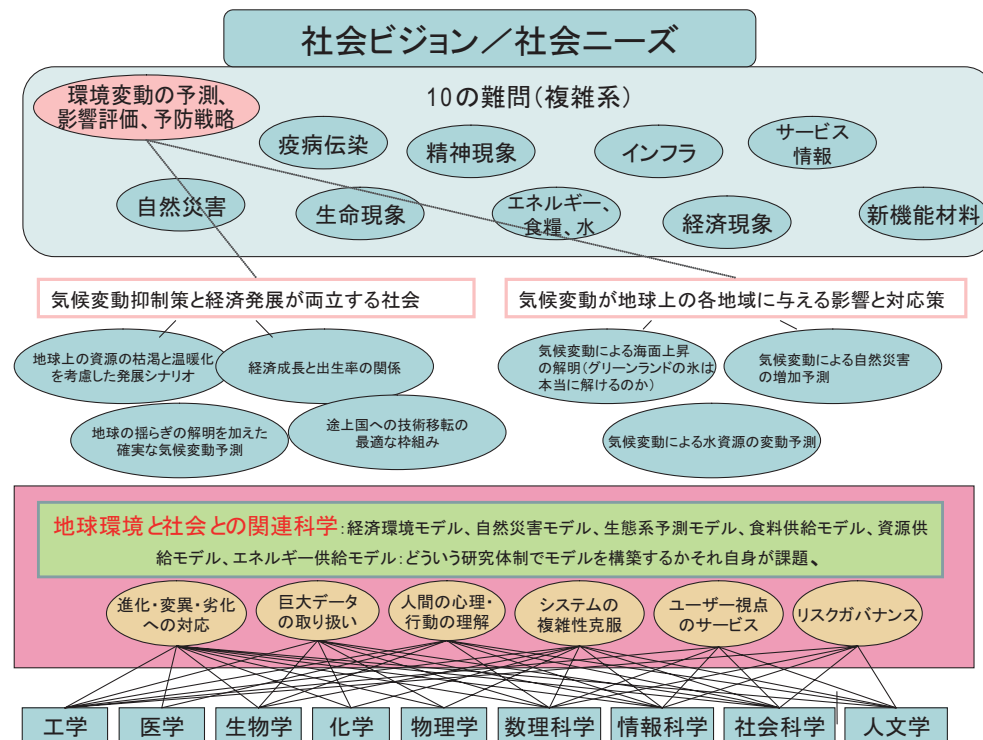


表7 「10」の難問から抽出された研究領域

### 課題横断的な研究領域

|   | 課題横断的な研究領域   | 融合される分野                                                  |
|---|--------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | 巨大データの取り扱い   | 数理科学、情報科学を中心として、対象システムに関わる物理学、化学、生物学、医学、工学、社会学、経済学、人文学など |
| 2 | 人間の心理・行動の理解  | 数理科学、情報科学、認知科学、脳科学、生物学、社会学、経済学、人文学、工学など                  |
| 3 | 進化・変異・劣化への対応 | 数理科学、情報科学、生物学、物理学、化学、医学、工学、社会学、経済学、人文学など                 |
| 4 | システムの複雑性克服   | 情報科学、数理科学、工学、社会学、経済学、人文学、生物学、物理学など                       |
| 5 | ユーザー視点のサービス  | 数理科学、情報科学、社会学、経済学、認知科学、人文学、工学、医学など                       |
| 6 | リスクガバナンス     | 数理科学、情報科学、工学、社会学、経済学、人文学など                               |

### 個別課題対応の研究領域

|   | 個別課題対応の研究領域            | 融合される分野                                                                        |
|---|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 医学の知見に基づく生体・社会などの制御・予測 | 生命科学、情報科学、数理科学、生態学、臨床医学、微生物学、免疫学、公衆衛生学、人口(動態)学、疫学、感染症学、工学、物理学、化学、社会学、経済学、倫理学など |
| 2 | 環境先端材料科学／超長寿命材料工学      | 環境科学、材料工学、材料ナノテクノロジー、化学工学、機械工学、電気工学、生物、物理、化学、数理科学、エネルギー工学、経済学、国際政経学など          |
| 3 | 形と構造の変動の科学             | 数理科学、生物学、物理学、化学、電気・電子工学、医学、情報科学、機械工学、経済学など                                     |
| 4 | 地球環境と社会との関連科学          | 気象学、生態学、農学、水を中心とした環境学(土木、水文学)、資源工学、エネルギー工学、数理科学、社会学、経済学、心理学など                  |

(図・表は研究開発戦略センター、『新興・融合分野研究検討報告書』、(2009年)による)

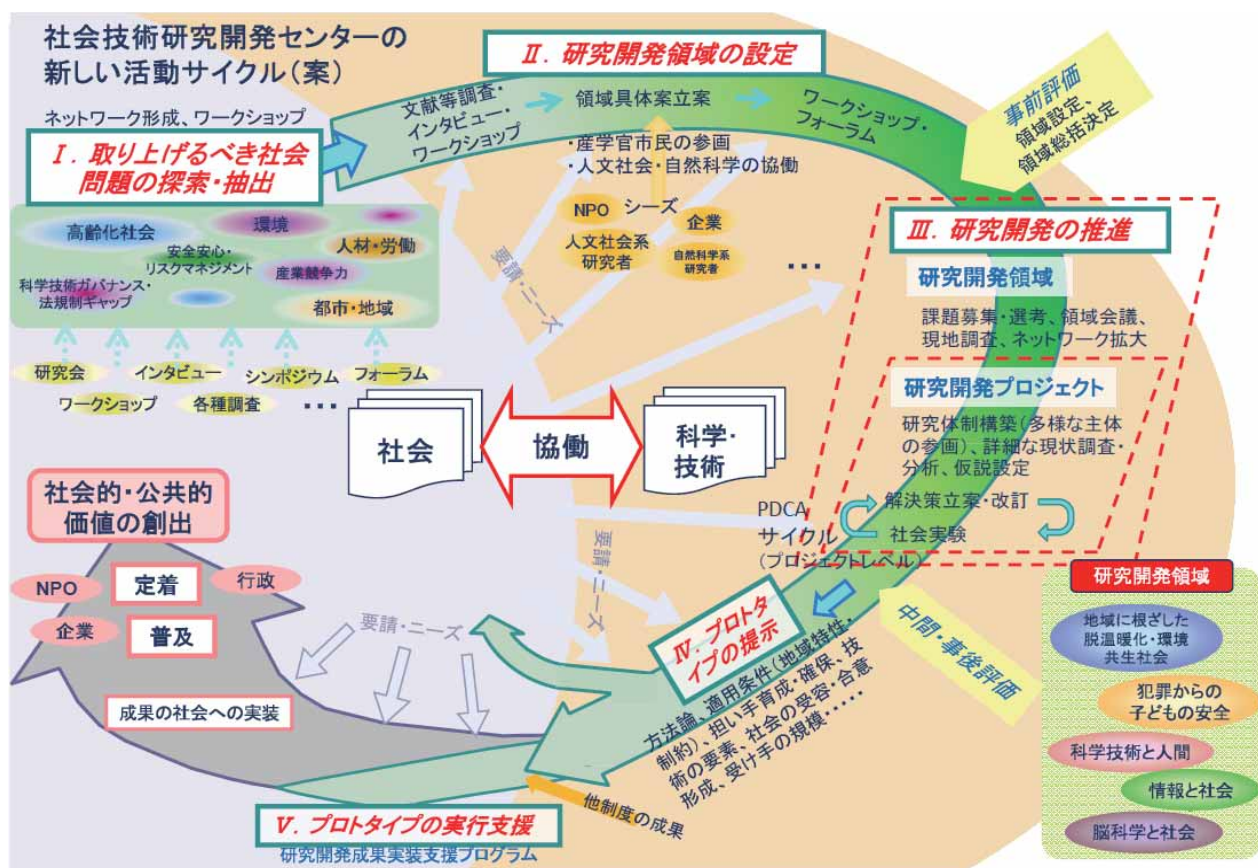
## &lt; 参考資料 8 &gt;

## JST 社会技術研究開発センターの活動

JST社会技術研究開発センターでは、社会の問題の特定と絞り込み、研究開発領域の設定に際し、以下のような取組を進めている。

- ・ 各種白書や提言といった文書の分析や研究者、NPO、企業、行政関係といった社会の様々な関与者へのインタビュー等を通じて検討の候補とする領域を抽出、取り上げるべき問題を絞り込み。
- ・ 候補領域に係わりの深い社会の関与者によるワークショップの開催と掘り下げた議論により、候補領域における解決が期待される問題、解決の見通し、考えられる取組等について検討。
- ・ 公開のフォーラムによりセンターにおける検討状況を発信し、社会の関与者の広範な意見を聴取。

図20 JST社会技術研究開発センターにおける研究開発活動のサイクル



(JST社会技術研究開発センターによる)

資料4 参考資料1  
-39-



## <参考資料 9>

# 欧州におけるイノベーションを目指した分野融合的取組：ETP と JTI<sup>14</sup>

## 1. European Technology Platform (ETP)

### (1) European Technology Platform (ETP) 設立の背景

- ・ リスボン戦略では、研究開発は競争力強化、経済成長、雇用の増加に向けた最重要事項であるとし、欧州研究圏構築を戦略の柱の一つに位置づけて2010年までにEU域内における研究開発投資をGDPの3%にするという目標を掲げた。
- ・ しかし、本目標の達成が危ぶまれており、社会的に重要な戦略的課題に関する研究開発の優先順位、タイム・フレーム、予算を明確にして研究開発投資の増加を図るため、ETPを導入。

### (2) ETPの概要

#### 目的

- ・ 共通のビジョン、社会的課題と技術開発のアプローチを軸に、産業界主導で産学官のステークホルダーを結集。ETPにおいて作成する“Strategic Research Agenda”（SRA、戦略研究アジェンダ）によりEU内に分散した研究開発を結集し、必要なクリティカルマスの研究開発とイノベーションに向けた取組を実施することを目指す。

#### ETPの形成＝ボトムアップ・アプローチ

- ・ ETPは産業界主導でボトムアップ的に形成。欧州委員会は初期の段階では会議の開催などファシリテーターとしてETPの設立を支援。

#### 参加者

- ・ 産業界
- ・ EU及び加盟国（国内に“Mirror Group”を設け、各国の政策との調整を図るETPもある）
- ・ 大学・研究機関
- ・ 金融機関（欧州投資銀行（EIB）、欧州投資ファンド（EIF）、欧州復興開発銀行（EBRD）、ベンチャーキャピタルやインキュベーターも含む）
- ・ 技術のユーザーや消費者も含む市民社会

#### 3段階のETPの活動

- ・ STEP1：産業界主導で産学官のステークホルダーが結集し、ETPの対象課題に関する10～20年にわたる技術のビジョンを作成
- ・ STEP2：中長期的な技術開発目標を掲げたSRA（戦略研究アジェンダ）を作成
- ・ STEP3：SRAに基づき、相当規模の人材と資金を動員し研究開発を実施

<sup>14</sup> 本参考資料は、CRDS海外動向ユニット『欧州科学技術・イノベーション動向報告：European Technology Platform』（2008年）及びEU関連文書に基づき作成。

### ETP形成と成功のポイント

- ETPの強力なリーダーシップ。このため、企業の戦略責任者の参画が必要。
- すべてのステークホルダーに対するオープンさ、すべてのステークホルダーの積極的な参加とETPへのコミットメント。
- EU加盟国の積極的な関与と各国における研究開発との連携。
- 研究開発の実施に向けた運営上の焦点の明確な絞り込み。
- 先端的・融合的研究と技術開発を中心としたプラットフォーム形成と事業化に向けたビジネスの枠組の整合。
- コスト／ベネフィットや潜在的市場の評価、公的資金を基に民間資金を呼び込むためのあらゆる資金・制度の特定。

### 戦略研究アジェンダ (Strategic Research Agenda : SRA)

SRAは典型的には以下のような内容が含まれる。また、SRAとともに展開戦略 (Deployment Strategy) を策定することが求められている。

- 社会ニーズ
- 中長期的な研究技術開発の優先順位
- 欧州における研究開発能力や資源のネットワークや集積 (clustering) を強化する方策
- 技術的枠組 (規制、安全性、知的財産権に関する問題を含む)
- 将来の市場への技術普及に向けた事業環境
- 研究資金
- 人材育成

### 研究開発の実施

- EUの資金としては、基本的に第7次フレームワーク・プログラム (FP7) の研究ファンド「共同研究 (Collaborative research)」やEU加盟国、地域間の発展格差の縮小のための構造資金 (Structural Fund) を活用。特に必要な場合に、後述の “Joint Technology Initiatives (JTI)” を設立。(なお、JTIが設立された場合には、完全にJTIに移行してETPが廃止される場合と、並立する場合がある。)
- さらに、EUの資金を呼び水に産業界、EU加盟国・地域、金融機関 (EIB、EIF、EBRD、ベンチャーキャピタルやインキュベーターも含む) からの資金の確保が強く期待される。

### ETPの分野と名称

ETPは2001年から順次36設立された。そのうち水素・燃料電池と革新的医薬の2つはJTIの設立に伴いETPとしての活動を中止し、JTIの運営に専念する組織となっている。また、航空工学、組み込みコンピュータシステム、ナノエレクトロニクスの3つについては、JTIはETPの目標の一つであると位置づけ、JTIの運営とETPの活動を並行して行っている。(表8参照)

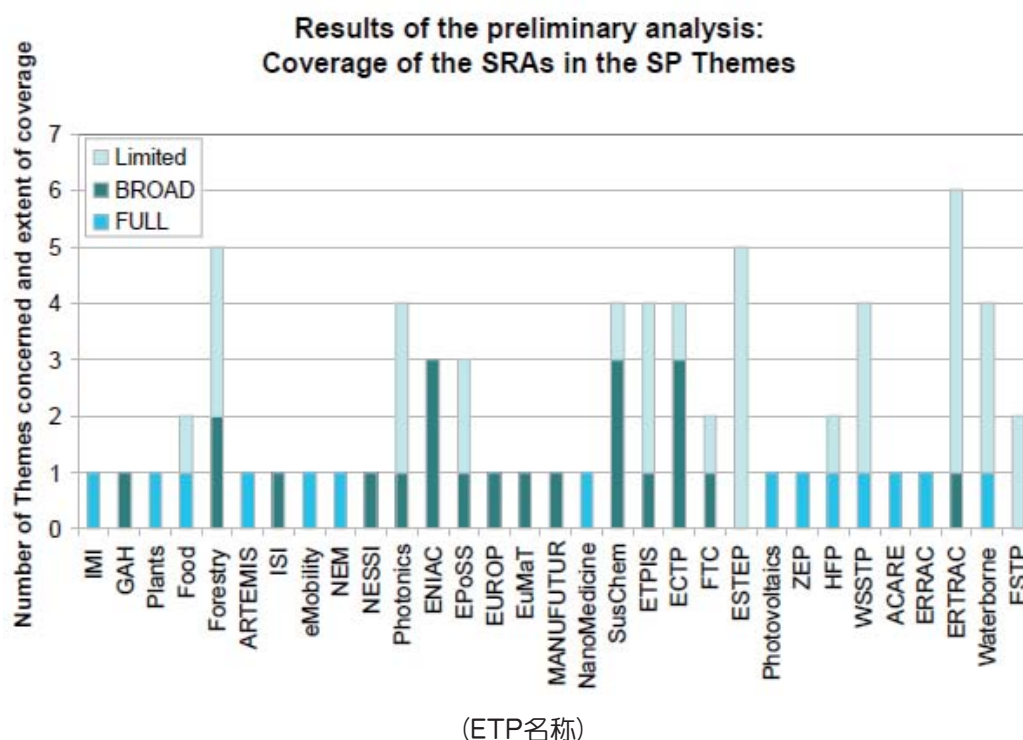
表8 ETPの分野と名称

| 分 野                                          | 名 称                                                                                     | 備考    |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 航空工学                                         | Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE)                             | JTI設立 |
| 組み込みコンピュータシステム                               | Advanced Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems (ARTEMIS)        | JTI設立 |
| バイオ燃料                                        | European Biofuels Technology Platform (EBTP)                                            |       |
| 建設技術                                         | European Construction Technology Platform (ECTP)                                        |       |
| 移動・ワイアレス通信                                   | Mobile and Wireless Communications Technology Platform (eMobility)                      |       |
| ナノエレクトロニクス                                   | European Nanoelectronics Initiative Advisory Council (ENIAC)                            | JTI設立 |
| 統合スマートシステム技術                                 | European Platform on Smart Systems Integration (EPoSS)                                  |       |
| 鉄道                                           | European Rail Research Advisory Council (ERRAC)                                         |       |
| 自動車交通                                        | European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC)                              |       |
| 金属技術                                         | European Steel Technology Platform (ESTEP)                                              |       |
| 宇宙技術                                         | European Space Technology Platform (ESTP)                                               |       |
| 産業の安全技術                                      | European Technology Platform on Industrial Safety (ETPIS)                               |       |
| 先端エンジニアリング材料・技術                              | European Technology Platform on Advanced Engineering Materials and Technologies (EuMat) |       |
| ロボティクス                                       | European Robotics Platform (EUROP)                                                      |       |
| 生活のための食糧                                     | Food for Life (Food)                                                                    |       |
| 次世代繊維・衣料品技術                                  | Future Textiles and Clothing (FTC)                                                      |       |
| 森林関連技術                                       | Forest-based Sector Technology Platform (FTP)                                           |       |
| 世界的動物の健康                                     | European Technology Platform for Global Animal Health (GAH)                             |       |
| 統合衛星通信                                       | Integral Satcom Initiative Technology Platform (ISI)                                    |       |
| 次世代製造技術                                      | Future Manufacturing Technologies (MANUFUTURE)                                          |       |
| 医療ナノ技術                                       | Nanotechnologies for Medical Applications (Nanomedicine)                                |       |
| ネットワーク化・電子化メディア                              | Networked and Electronic Media (NEM)                                                    |       |
| ネットワーク化ソフトウェア・サービス                           | Networked European Software and Services Initiative (NESSI)                             |       |
| 次世代植物                                        | Plants for the Future (PLANTS)                                                          |       |
| フォトニクス                                       | European Technology Platform for Photonics (Photonics21)                                |       |
| 太陽電池                                         | European Photovoltaic Technology Platform                                               |       |
| スマート送電                                       | European Technology Platform for Electricity Networks of the Future (Smart Grids)       |       |
| 鉱物資源                                         | European Platform on Sustainable Mineral Resources (ETP SMR)                            |       |
| 原子力エネルギー                                     | Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNE-TP)                                 |       |
| 持続的発展のための化学                                  | European Technology Platform for Sustainable Chemistry (SusChem)                        |       |
| 風力エネルギー                                      | European Wind Energy Technology Platform (TPWind)                                       |       |
| 水上輸送技術                                       | European Technology Platform Waterborne                                                 |       |
| 給水・公衆衛生技術                                    | Water Supply and Sanitation European Technology Platform (WSSTP)                        |       |
| 無公害化石燃料発電                                    | Zero Emission Fossil Fuel Power Plants (ZEP)                                            |       |
| 注：以下の2つのETPはJTI設立に伴い、ETPとしては活動を中止してJTIの運営に専念 |                                                                                         |       |
| 水素・燃料電池                                      | Hydrogen and Fuel Cell Platform (HFP)                                                   |       |
| 革新的医薬                                        | Innovative Medicines Initiative (IMI)                                                   |       |

### (3) FP7とETP

- 各ETPで作成された戦略研究アジェンダのうち、EUの研究政策の方向性に合致するものはFP7、特に、Cooperation（協力）のSpecific Program（SP）の10のテーマに反映<sup>15</sup>。（図22参照）これにより、これら10テーマにおける研究の優先順位について産業面からの重要性を担保。
- なお、FP7、特にCooperation・SPの研究分野や優先順位は概ね戦略研究アジェンダと合致しているが、EUのファンドだけでSRA全体が実現されるわけではなく、各国や民間からの研究資金も必要とされている。

図22 FP7 CooperationのSpecific Program10のテーマへのSRAの反映状況



(European Commission, *Third Status Report on European Technology Platforms, At the Launch of FP7*, (2007) より)

### (4) ETPの評価と今後の役割

2007年に行われた外部評価等では、ETPについて以下のように評価している。

#### ETPが成功した点

- 幅広いステークホルダーのネットワークを動員し、官民の研究者、技術のユーザーを結集して研究の優先順位付けを行うことに成功。一般的に参加者の満足度は非常に高い。

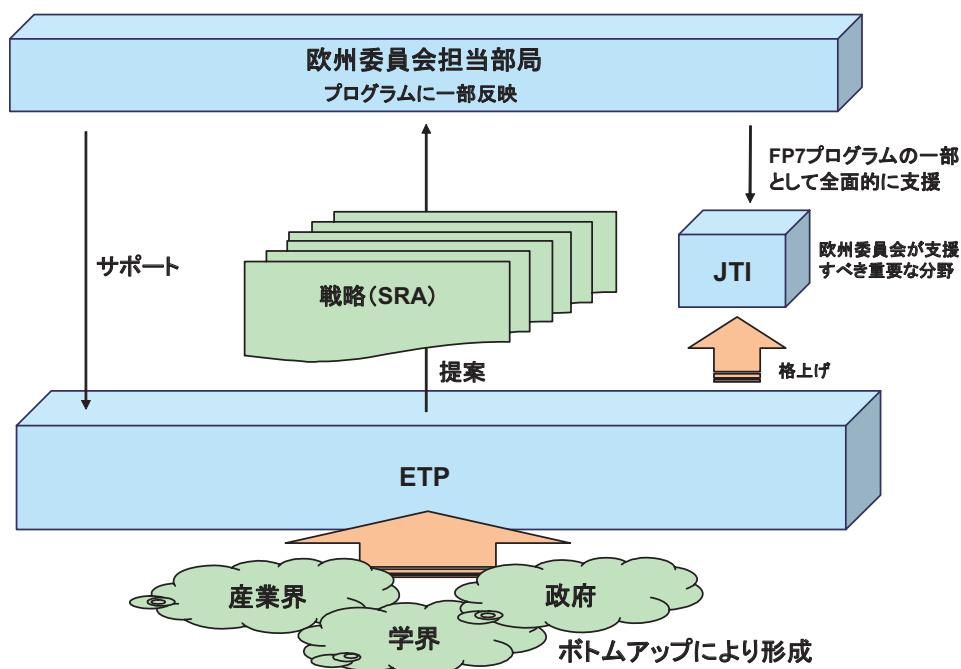
<sup>15</sup> FP7予算505億ユーロ（2007～2013年）はCooperation（323.65億ユーロ、65%）、Ideas（74.60億ユーロ、15%）、People（47.28億ユーロ、9%）、Capacities（42.17億ユーロ、8%）、JRC（17.51億ユーロ、3%）に配分される。このようにSRAが反映されるCooperationはFP7において最も大きなシェアを占めている。

## ETPの課題

- ETPの活動は、研究の優先順位付けを行う戦略策定活動において大きなインパクトをもたらしたが、研究に向けた資源の動員段階での効果は戦略策定段階に比べると小さくなかった。ETPの活動は、今後は研究の実施に焦点を定めるべき。
- 加盟各国の研究政策との連携の向上。
- ETPの活動の「研究の優先順位付けと研究の実施」から「研究とイノベーションの枠組み作り」への拡大。
- ETPによるSRAの実施状況の監視が必要。
- 各ETPの分野の研究人材問題への貢献。
- ETPの分野の重複に伴うETPの細分化の危険性。新プラットフォーム設立に際しての評価やプラットフォーム間での連携も課題。
- 国際協力の展開。
- 研究資金を動員するための資金戦略。
- ETP活動の「職業化」(professionalize) の必要性。

(ETPの多くは、EUのフレームワークプログラムの支援を受けて設立されたが、支援の終了に伴い、その後の自立的活動が課題に。ETPによっては、非営利組織としての位置づけを得て会費収入によって運営しているものもある。プロジェクトの管理、ウェブ・サイトの保守、研究データベースの運用など活動の「職業化」も模索されている。)

図23 European Technology PlatformとJoint Technology Initiative



(CRDS海外動向ユニット『欧州科学技術・イノベーション動向報告：European Technology Platform』（2008年）より)

## 2. Joint Technology Initiative (JTI)

### (1) 背景

- 研究開発投資の規模とインパクトの拡大、欧州における研究開発の調整と統合の強化、産業界の技術の向上が、新分野での比較優位を創出する能力を持った科学技術イノベーションに基づく経済として欧州の地位を向上させるために不可欠。
- このため、科学研究と産業界の連携を強化し欧州研究圏の実現に貢献するためには、従来の研究開発制度では対応が不十分な重要科学技術分野について、新たな官民パートナーシップとしてのJoint Technology Initiative (JTI) の形成が必要。

### (2) 概要

#### 目的

- 将来に向けた戦略的技術分野における欧州の研究開発の一貫した実施。
- 新しい知識の創造、イノベーション、研究に基づく戦略的技術の創出の加速による生産性と産業競争力の強化。
- 重点プロジェクトへの研究開発の集中による欧州の産業競争力目標の達成への貢献。
- 技術実証プロセスの強化による将来の市場化に向けた障害の特定と排除。
- 実用になるソリューションに向けた研究開発を導くためのユーザーニーズの集約。

#### 設立の枠組

- JTIはFP7における新たな主要事項の一つに位置づけ。
- EC条約第171条に基づく官民共同の“Joint Undertaking”として設立<sup>16</sup>。
- EC法の下設立され、EC予算の提供を受けるので、JTIはEC組織の一部として扱われる<sup>17</sup>。

#### JTI設立の基準

ETPにおける戦略研究アジェンダ（SRA）の検討を踏まえ、SRAの規模とスコープが大きく、法人格を有する官民パートナーシップを設立して官民の資金や研究資源を動員することが必要な場合に設置。具体的な設置基準は下記の通り。

- 既存の制度では、戦略研究の目的が達成されないこと
- 産業競争力と経済成長に及ぼすインパクトの大きさ
- 欧州（委員会）レベルの支援の効果が明確であること
- 研究の目的と期待される成果が明確にされているか
- 資金その他の研究開発資源についての産業界のコミットメントの強さ
- 社会への利益を含む幅広い政策目的への貢献の重要性
- EU加盟国の追加的資金や産業界からの資金を集めることが出来るか

<sup>16</sup> 条約第171条では“The Community may set up joint undertakings or any other structure necessary for the efficient execution of Community research, technological development, and demonstration programmes.”と規定している。JTIの他、条約第171条の枠組を活用した例として「ガリレオ計画」が挙げられる。

<sup>17</sup> 同様の例として、European ITER Joint Undertaking (ELE) が挙げられる。

### JTIの設立プロセス

JTIの設立に向けては、ECと産業界、加盟国が緊密に協力して準備。

- ・ 産業界：JTI成功の鍵が如何に達成されるかを示す。

(JTIの設立が産業界における研究をどれだけ呼び起こすか/当該分野の研究開発が行われないこと(市場の失敗)とその克服に向けた公的資金の必要性/JTIの運営/加盟国の役割)

- ・ EC：JTIの社会・経済的効果の分析

ECはこれらのエビデンスや評価とともにJTIの設立提案を欧州理事会に提出し、審議に付す。

### 活動内容

- ・ 研究公募と採択、研究契約行為
- ・ 公募採択、資金配分はFramework Programmeの基準（principles of excellence and competition）に準拠。研究は欧州内で行われなければならない。

### 活動期間

- ・ 10年以内

### 組織構造

- ・ JTIには、EU加盟国内やFP7関係国内の法人であれば参加可能（JTIの開放性）、特に中小企業の参画を奨励。
- ・ 典型的な運営組織としてGoverning board等の意志決定機関、Executive Director、事務局、Scientific advisory committeeを設ける。

### JTIの研究開発投資誘発効果

- ・ JTIにはFP7 “Cooperation” からプロジェクトの資金の50%までを提供。(ECからの資金は“grant”ではなく“contribution”として提供される。)
- ・ FP7からの資金はEUのStructural Fund, Risk-Sharing Finance Facilityや加盟国の研究予算からの資金と合わせて運用することが可能。
- ・ 民間からの資金拠出（通常のEUプログラムよりも負担割合が多い例も見られる）
- ・ EIB等

### JTIの分野・名称と資金規模

JTIは当初6つ構想されたが、提案内容の整ったものからこれまで5つが設立され、1つが準備中。FP7の中間評価の際に更にJTIを設立するかどうか検討される可能性がある。(表9参照)

表9 JTJの分野・名称と資金規模

| 分 野            | 名 称                                                   | 総予算額<br>(10億ユーロ)  | ECの寄付額<br>(10億ユーロ) | 設立年月     |
|----------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------|
| 水素・燃料電池        | Fuel Cells and Hydrogen (FCH)                         | 0.8～0.9           | 0.4～0.45           | 2008年 5月 |
| 航空工学           | “Clean Sky”                                           | 1.6               | 0.8                | 2007年12月 |
| 革新的医薬          | Innovative Medicines (IMI)                            | 2.0 <sup>注1</sup> | 1.0                | 2007年12月 |
| ナノエレクトロニクス     | Nanoelectronics (ENIAC)                               | 3.0               | 0.42～0.45          | 2007年12月 |
| 組み込みコンピュータシステム | Embedded Computer Systems (ARTEMIS)                   | 2.7               | 0.42               | 2007年12月 |
| 地球モニタリング       | Global Monitoring for Environment and Security (GMES) | 未定                | 未定                 | 準備中      |

注1：IMIの総予算額はECの寄付額と設立企業の拠出だけを合計したもの。その他企業からの資金は含まれていない。

図24 ETPの組織例：European Photovoltaic Technology Platformの概要

## 【ETPの構成】



Policy and instruments : 21 members

Market deployment : 27 members

Science, Technology &amp; Applications Group : 25 members

Developing countries : 17 members

## 【総会の支援体制】

PV Industry Support  
Silver Sponsor

With the institutional support of



Organised by



図25 ETPからJTIIに発展・並立している組織例：

European Nanoelectronics Initiative Advisory Council (ENIAC) の概要

- ・ 2004年 FP6の下、ETPとして発足
- ・ 2005年 Strategic Research Agenda公表 (EUのファンドによるパイロットプロジェクトを経て、2006年改定)
- ・ 2006年 ANEAS (Association of European Nanoelectronics Activities) に
- ・ 2008年 JTII (= ENIAC Joint Undertaking 設立 (EUからの資金と産業界のマッチングファンドを基にファンディング))
- ・ ENIAC予算: 30億ユーロ



## 【ETP当時の Stakeholders】

Air Liquide  
AIXTRON AG  
Alcatel Vacuum Technology  
France  
AMD Saxony LLC & Co. KG  
AMI Semiconductor Belgium  
BVBA  
Applied Materials Israel Ltd.  
ARM Ltd.  
ASM International  
ASML Netherlands B.V.  
Atmel

Axalto S.A.  
Bull  
Carl Zeiss SMT AG  
CEA-LETI  
CNRS  
CSEM S.A.  
EADS N.V.  
Ericsson AB  
FEEI  
Finmeccanica  
Fraunhofer Gesellschaft  
München  
Freescale Semiconductor

Genesis  
IBM Research GmbH  
IMEC vzw  
Indesit Company  
Infineon Technologies AG  
Intel Corporation  
MEDEA+  
NXP Semiconductors  
Qinetiq Ltd.  
Robert Bosch GmbH  
Scientific Community Council  
SEMI

Siltronic AG  
SOITEC SA  
STMicroelectronics NV  
Thales  
Thomson  
Tyndall National Institute  
Umicore AG & Co. KG  
UNAXIS Corporation  
VTT Technical Research Centre of  
Finland

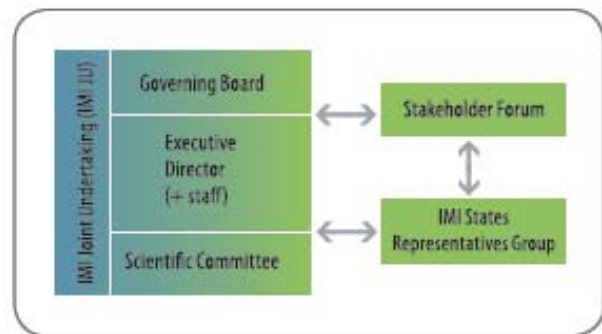
図26 ETPからJTIに発展した例：Innovative Medicines Initiativeの概要

- ・ 2004年 FP6の下、ETPとして発足
- ・ 2005年 Strategic Research Agenda公表（EUのファンドによるパイロットプロジェクトを経て、2006年改定）
- ・ 2007年 JTIにIMI Joint Undertaking 設立  
→EUからの資金と産業界のマッチングファンドを基に、JTIとしてファンディング
- ・ IMI予算：20億ユーロ

**Governing Board:** to direct the operations of IMI and oversee the implementation of the IMI Research Agenda.

**Executive Director:** to manage, with his or her staff, the operations required to support implementation of the IMI Research Agenda.

**Scientific Committee:** to fulfil an advisory role. It is composed of 15 members representing public and private stakeholders from academia, patient groups, industry and regulators. Its members combine expertise from across the medicine discovery and development process.



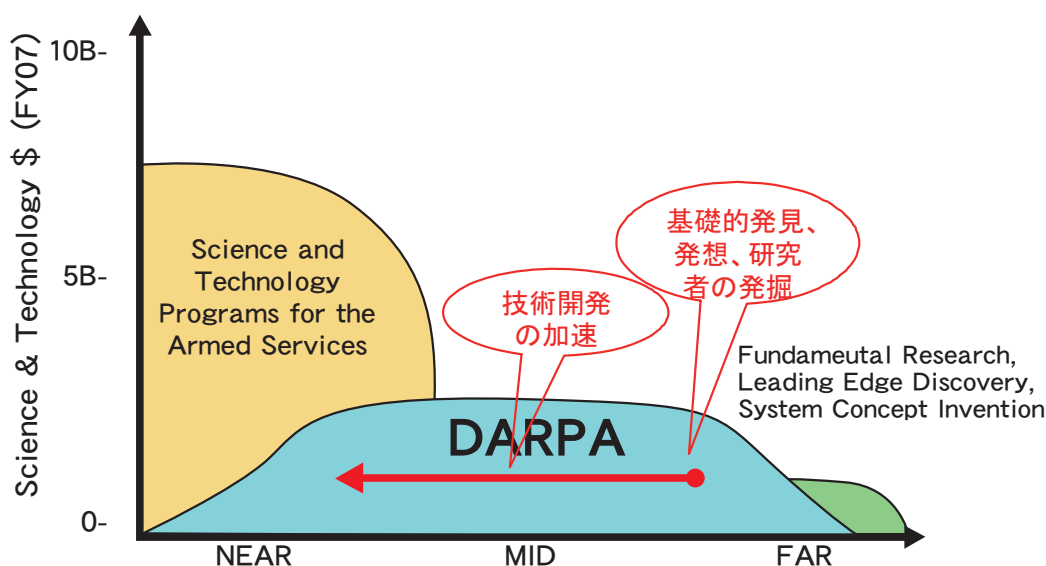
## &lt; 参考資料 10 &gt;

## 米国・DARPA の概要

## 1. DARPAの任務と役割

- ・ 米国に対する「技術的奇襲」を防ぎ、敵に対しての「技術的奇襲」を創出する。
- ・ 抜本的なイノベーションを実現するための、ハイリスク・ハイペイオフ研究開発。
- ・ 将来、軍で必要とする能力（capabilities）を想像し、その実現を加速するために基礎研究からの技術開発、実証を行う。  
(陸・海・空軍の研究開発は、既知のシステムによる既知の課題への対応のために行う)
- ・ このため、基礎研究（far side）の研究者や基礎的発見、発想を発掘し、技術開発・実証を加速、実用化近く（near side）までのリスクを低減。（図27参照）

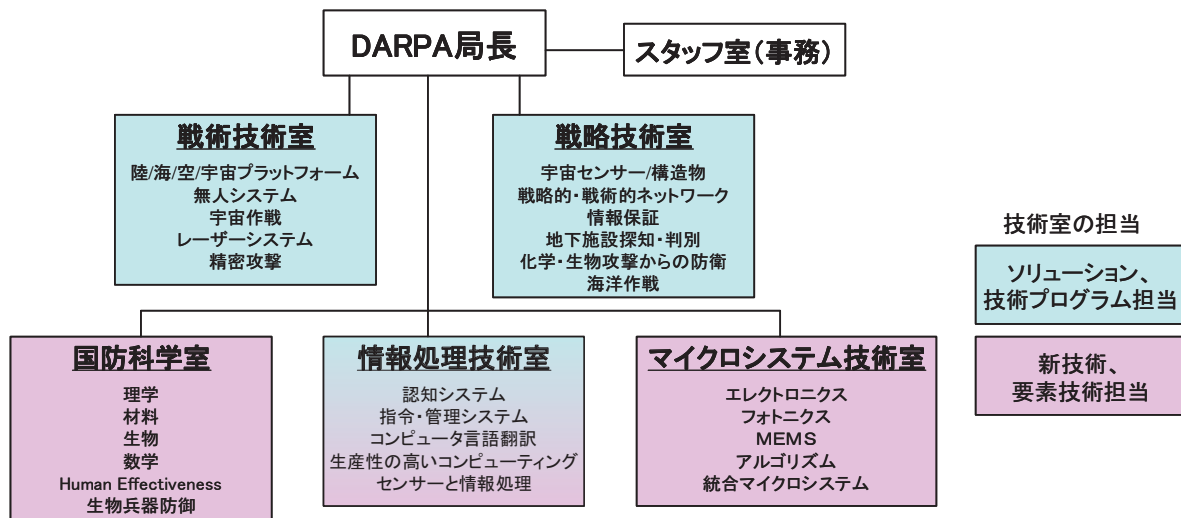
図27 科学技術におけるDARPAの役割

(Defense Advanced Research Projects Agency, *Strategic Plan*, (2009) より)

## 2. DARPAの組織とプログラム・マネージャー

- ・ DARPA局長の下フラットな組織。（図28参照）
- ・ 技術の段階、内容に応じた組織。
- ・ 専門家でありかつ起業家的なプログラム・マネージャーを外部から雇用。任期4～6年。
- ・ 「新鮮な展望 (outlook) を持った人材を導入することが新しいアイデアを育てる最善の方策」、「同様なあるいは補完的分野の専門家を物理的に同じ場所に配置することが起業家的発想の強化につながる」という考え方。

図28 DARPAの組織



(Defense Advanced Research Projects Agency, *Strategic Plan*, (2009) に基づき作成)

### 3. Strategic Thrust

- DARPAでは任務の達成に向けて取り組むべき課題として“strategic thrust”(戦略課題)を設定。
- “Strategic thrust”は安全保障上の課題の変化に対応して柔軟に変化している。現在は、下記の9つを設定。DARPAの関心を絞る意義がある。
- 予めthrustに基づいた予算配分は行われておらず、DARPAが取り組む個別のアイデアや科学技術機会ごとに配分される。

- ① Robust, Secure, Self-Forming Networks
- ② Detection, Precision ID, Tracking, and Destruction of Elusive Targets
- ③ Urban Area Operations
- ④ Advanced Manned and Unmanned Systems
- ⑤ Detection, Characterization, and Assessment of Underground Structures
- ⑥ Space
- ⑦ Increasing the Tooth to Tail Ratio
- ⑧ Bio-Revolution

以上8つは国防ニーズに基づくが、9番目のthrustであるCore Technologiesは要素技術を中心とした基礎的な新技術を対象としている。

#### ⑨ Core Technologies

(Quantum Science and Technology, Bio-Info-Micro, Materials, Power and Energy, Microsystems, Information Technology, Mathematics, Manufacturing Science and Technology, Lasers)

#### 4. DARPAにおける戦略とプログラムの形成

- DARPAにおける戦略形成の特徴は、「トップダウンの課題設定とボトムアップの研究開発アイデアの抽出」。
- 将来解決すべき課題やニーズの調査・選定：  
DARPAの幹部やプログラム・マネージャー（PM）が将来解決すべき課題やニーズを国防省幹部からの指示、軍からの技術的支援要請、軍上層部との議論、作戦の調査、その他各省庁との議論等を通じて調査・選定。（トップダウンの課題設定）
- 課題解決のための新しいアイデアの抽出：  
上記の課題解決に向け、DARPAでは、PMに新しいアイデアを求め、あるいは新しいアイデアを持ったPMを雇用。PMは、自らの属する研究／技術コミュニティ、Defense Science Boardや軍のscience board、公募（Broad Agency Announcements）、産学との会合等から新しいアイデアを得る。（ボトムアップの研究テーマ設定）
- PMが見出したアイデアをPM自身がプログラムとして企画・立案。DARPA内での承認を得て公募・実施。

#### 5. プログラムの進捗評価

- プログラムの開始時に、一連のGo（推進）/No-Go（中止）マイルストーンを設定。
- 各マイルストーンは主要な技術達成目標であり、DARPAでは、あるマイルストーンから次のマイルストーンまでの研究開発費を提供する。プログラムを次段階に進めるためにはマイルストーンの達成が必須。
- 各マイルストーンでの評価の結果、以下のような対応が取られる。
  - マイルストーンを達成してプログラムが次段階に進む。
  - マイルストーン未達でプログラムが中止となる。
  - 次段階に進む代わりに資金を追加し、まずはマイルストーンの完全達成を目指す。
  - 研究開発により明らかになったことを踏まえて目標を修正し、現実的・生産的なプログラムの推進を目指す。

## < 参考資料 11 >

# 米国 ARPA-E の概要

## 1. ARPA-Eの設置根拠・目的・ミッション・評価

(1) 設置根拠：米国競争力法（America COMPETES Act）に基づきエネルギー省（DOE）内に設置。

(2) 設置目的

- ・ 化石燃料の利用と交通における石油依存に起因する気候変動、エネルギー安全保障問題がもたらす米国の危機を克服するため、研究開発のファンディングと運営を通じて革新的(transformational) な新エネルギー技術とシステムを創造すること。
- ・ Transformationalかつtranslationalな研究開発によりDOEの他の研究開発機関を補完。

(3) ARPA-Eのミッション

エネルギー技術の開発における長期的でリスクの大きい技術障壁を克服し、いずれのARPA-Eのミッション分野も損なうことなく、以下を達成すること。

① 以下の3つをもたらすエネルギー技術の開発を通じた米国の経済・エネルギー安全保障の強化

- a. 海外からのエネルギー輸入の削減
- b. 温室効果ガスを含むエネルギー関連排出量削減
- c. すべての経済セクターにおけるエネルギー効率の向上

② 先進エネルギー技術の開発と展開における米国の技術的優位の維持

(4) ARPA-Eの評価

機関としてのARPA-Eは以下の点で評価される。

- ① ARPA-Eが投資した技術に最も有望な革新的エネルギー技術が含まれているか。
- ② 研究開発プロジェクトを構築・運営し、速やかに技術を成熟させられるか。

そして、最終的には

- ③ 支援した技術が市場化され、広く普及して、石油消費とエネルギー関連の温室効果ガス排出の削減に有意な効果をもたらすか。

## 2. ARPA-Eによる技術支援

(1) ARPA-Eが対象とする技術

- ・ 上記ミッションに大きなインパクトを持つ革新的・萌芽的なエネルギー生産・輸送・利用・貯蔵技術
- ・ 克服すべき重大な技術リスクはあるものの、将来の普及に向けたコスト達成やスケールメリットが見込まれるもの

## (2) 「2つの死の谷」を越える技術開発

ARPA-Eの技術開発は、ファンディングを通じて、革新的な新技術に市場化を妨げる「2つの死の谷」を超えさせることを目指す。

- ① 死の谷Phase-1：実験室段階の技術が現実世界の技術となりうるか、技術固有の障害により現実への適用が不適切かを見極める段階。技術開発により障害が乗り越えられる、あるいは乗り越える方策が明らかになれば、多様な資金源からの投資がなされ、新たな技術分野が開ける。
- ② 死の谷Phase-2：未成熟な革新的技術の主要なリスクが、産業界が技術の製品化に向けた最終段階の投資に踏み切るまでに低減されるかどうか。



### 2つの死の谷に対応した技術開発

#### ① 初期段階の革新的研究開発（Early Stage Transformational R&D）

- ・ 科学的発見や最先端の発明を技術イノベーションに「翻訳」
- ・ 技術の潜在的インパクトが大きく、開発段階への移行が適切となる、あるいは適切であることが認知されることを目指す。

#### ② 後期の革新的技術開発（Late Stage Transformational R&D）

- ・ 技術及び資金的リスクの大きさから産業界だけでは開発が進みそうにない分野における革新的技術の発展を「加速」
- ・ 技術（部品、システム、ハードウェア、ソフトウェア他）を産業開発（industrial development）と展開に移行出来るよう成熟させることを目指す。（目標に向けた進捗ではなく、目標の実現が重要）

## (3) ARPA-Eの戦略

- ・ 鍵となるチャレンジ課題の特定、解決策の実現の発展、ハイリスク・ハイリターンな革新的な研究開発の支援、解決策のコンセプトの実現。
- ・ 研究開発活動の種類に制限はないが、「技術開発の加速」に焦点を絞る。
- ・ 当初の公募では、革新的研究開発に焦点を細く絞るが、適用分野や技術分野は意図的に広く設定。将来、特定の分野について追加的にプログラム公募を行うことも想定。

## (4) 9つの技術発展水準

ARPA-Eでは、基礎研究からシステム技術全体の検証に至る9つの技術発展水準（Technology Readiness Levels：TRL）を設定し、対象水準としてTRL-2（技術コンセプト及び／もしくはアプリケーションの立案）～TRL-7（実環境でのシステムのプロトタイプのデモンストレーション）を想定。プロジェクトを通じ、TRLの段階が進むことを期待。（表10参照）

表10 ARPA-Eにおける技術発展水準 (Technology Readiness Levels: TRL)

|       |                                                                                                                                                                                                                                                              |                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| TRL-1 | 基本原理の観測と報告 (Basic principles observed and reported)<br>知識の増大、現象の基礎的な理解や事実の観察といった具体的なアプリケーションや製品を意識しない系統的な研究から科学研究が始まる。やがて知識や理解は応用研究や開発に「翻訳」される。例えば技術の基礎的な性質の研究など。                                                                                            |                          |
| TRL-2 | 技術コンセプトおよび／もしくはアプリケーションの立案 (Technology concept and/or application formulated)<br>発明が始まる。基本原理が観測されると実用的なアプリケーションが発明される。アプリケーションは推測の域にあり、仮定の証明や詳細な分析はなされていない。                                                                                                  | ↑<br>ARPA-Eが対象とする段階<br>↓ |
| TRL-3 | 重要な機能および／もしくは特性についての分析的、実験的概念の証明 (Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof of concept)<br>活発な研究開発が開始される。分析研究と実験による要素技術に関する分析的予測の物理的検証。例えば組み合わせ前のあるいは代表的な要素技術の研究開発など。                                                        |                          |
| TRL-4 | 実験室環境における要素技術および／もしくはブレッドボードモデルの検証 <sup>注1</sup> (Component and/or breadboard validation in laboratory environment)<br>基本的な要素技術を機能を発揮するよう組み合わせる。最終的なシステムに比較して“low fidelity”な段階 <sup>注2</sup> 。例えば実験室におけるアドホックなハードウェアの組立など。                                   |                          |
| TRL-5 | Relevantな環境等における要素技術および／もしくはブレッドボードモデルの検証 (Component and/or breadboard validation in relevant environment) <sup>注3</sup><br>ブレッドボード技術がかなり最終製品に近くなる。基本的な技術要素はかなり現実的な構造の上に組み立てられ、模擬環境で試験される。例えば実環境にかなり近い実験室における要素技術の組立など。                                      |                          |
| TRL-6 | Relevantな環境におけるシステム／サブシステムモデルあるいはプロトタイプの実証 (System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment)<br>TRL-5段階を超える代表的モデルやプロトタイプ・システムが模擬環境で試験される。技術実証の過程における主要な発展段階である。例えばかなり“high fidelity”な実験室環境や模擬運転環境におけるプロトタイプの試験など <sup>注4</sup> 。 |                          |
| TRL-7 | 実環境におけるシステムプロトタイプの実証 (System prototype demonstration in a operational environment)<br>TRL-6からの主要な発展段階。軽負荷の車両の路上試験など実運転環境における実システムのプロトタイプの実証。例えば実際のハイブリッド車でプロトタイプ電池の試験など。                                                                                     |                          |
| TRL-8 | 実システムが完成し、試験と実証により性能要件が満たされる (Actual system completed and qualified through test and demonstration)<br>完成形の技術が使用が想定される環境で機能することが証明される。ほとんどの場合TRL-8は実システム開発の目標である。例えば親システムに組み込んだ状態でのシステムの開発試験と評価による技術仕様を満たすことの検証。                                             |                          |
| TRL-9 | 実運用が成功し、実システムの機能が検証される (Actual system proven through successful mission operation)<br>完成形の技術が実環境に適用、運転される。例えば運用試験など。ほとんど実際のシステム開発における最終的な「バグ取り」に当たる。例えば、システムを様々な実際の条件下で使用する事など。                                                                              |                          |

注1 Breadboard (model)：システム全体あるいはサブシステムの機能についてのみ試作・検討するためのモデル。  
 注2 Low fidelity：要素技術あるいはシステムを代表するが最終製品に関する一次的な情報を得ることに機能が限られていること。大まかな傾向の分析に用いられる  
 注3 Relevantな環境：実環境の主要な特性を模擬した実験環境  
 注4 High fidelity：形状、部品の取り合い、機能を実現すること。High-fidelity実験環境とは、実験室内であらゆるシステム仕様を模擬・検証できる装置を備えた研究室をいう。

### 3. ARPA-Eにおける研究開発選定プロセスと評価基準

#### ●応募・採択手順の概要：コンセプト・ペーパーによる予備審査とフル提案の審査

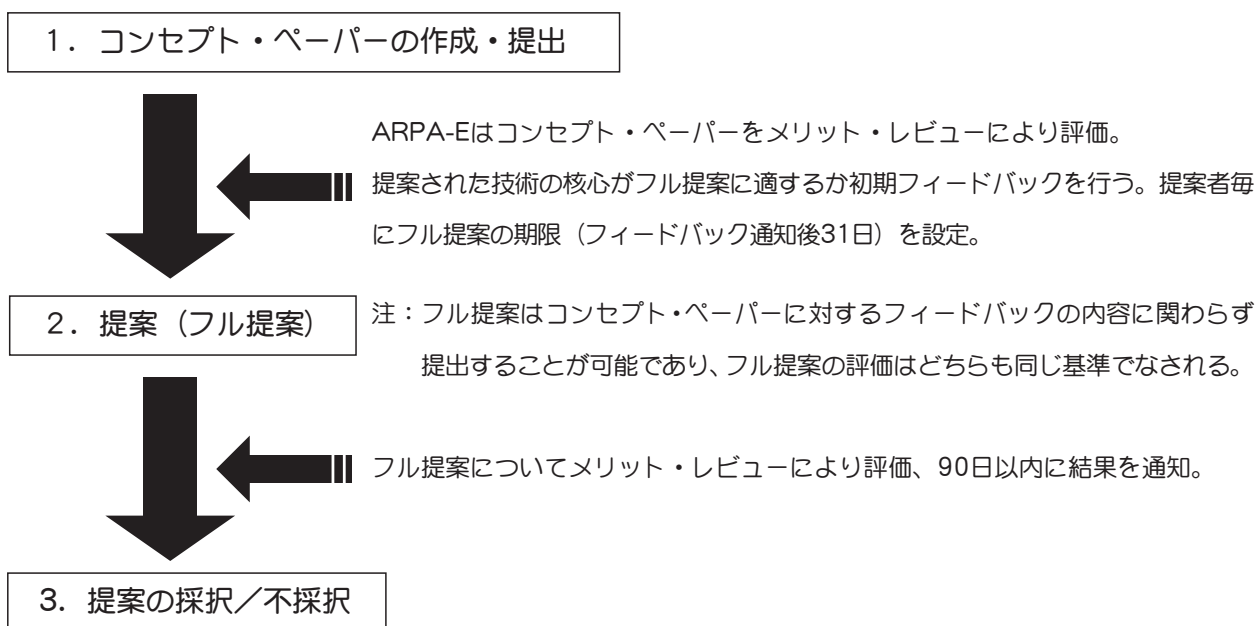


表11 ARPA-Eにおける提案の評価基準

|            | Early Stage Transformational R&D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Late Stage Transformational R&D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンセプト・ペーパー | <p>1. ARPA-Eミッション分野へのインパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術が普及した際にトランスフォーメーション的なインパクトがあるか</li> <li>新製品や新アプリケーションをもたらしエネルギー関連分野を変革するか</li> <li>知財戦略と実用化への移行戦略があるか</li> <li>米国の経済・エネルギー安全保障の強化に資するか 等</li> </ul> <p>2. 科学技術上のメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術的アプローチの妥当性</li> <li>ハイリスクだが技術的に可能か</li> <li>ユニークさと革新性</li> <li>技術的成果の持つインパクト 等</li> </ul> | <p>1. ARPA-Eミッション分野へのインパクト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術が普及した際にトランスフォーメーション的なインパクトがあるか</li> <li>研究開発により技術が十分に成熟し、産業界が技術の実用化に向けた投資を行うか</li> <li>米国のエネルギー・環境アジェンダへの定量的インパクト</li> <li>知財戦略を含む強固な実用化への移行戦略 等</li> </ul> <p>2. 科学技術上のメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>技術的アプローチの妥当性</li> <li>ハイリスクだが技術的に可能か</li> <li>ユニークさと革新性</li> <li>研究開発のタスクや技術要素が完備し、論理的に並べられており成果（プロトタイプと性能目標等）が明確に定義されているか 等</li> </ul> |
| フル提案       | <p>上記1. と2. に加え、</p> <p>3. PIの資質、経験、能力</p> <p>4. 妥当なマネジメント計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人材・研究資源のマネジメント計画</li> <li>研究開発リスクの特定と明確で実施可能な緩和策</li> <li>スケジュールと客観的、計測可能なマイルストーンの妥当性 等</li> </ul>                                                                                                                                                                          | <p>上記1. と2. に加え、</p> <p>3. PIの資質、経験、能力</p> <p>4. 妥当なマネジメント計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人材・研究資源のマネジメント計画</li> <li>研究開発リスクの特定と明確で実施可能な緩和策</li> <li>スケジュールと客観的、計測可能なマイルストーンの妥当性 等</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                              |

なお、ARPA-Eでは評価の際にこれらに加え、プログラム内の課題のバランス、ミッション間の課題の分布、ミッション達成に向けた適切な課題のポートフォリオ、アプリケーションの分野、科学分野、国としてのエネルギープライオリティとの整合性、ARPA-E研究資金活用の適切さ、予算の制約、研究期間（24ヶ月以内が望ましい）、経済効果、雇用への効果、国内生産の振興、その他プログラムとしての視点を考慮する。

#### 4. 研究開発の規模・期間等

##### (1) 研究の形態

- ・ グラントの提供
- ・ 共同研究契約 (Cooperative agreement)
- ・ 技術投資契約 (Technological Investment Agreement: TIA)

ただし、研究開発期間中の政府との意思疎通のため、共同研究契約か技術投資契約が中心。

##### (2) 研究総額

- ・ 総額約2百万ドル～5百万ドル。場合によっては50万ドルのことも、1千万ドルあるいは最大限2千万ドルも可能。
- ・ 複数採択も可能であり、その場合、合算して1億5千万ドルが上限。
- ・ 提案者の資金負担は最低でも20%、TIAの場合には最低50%の負担が求められる。一般的に研究開発のリスクが高い場合は提案者の負担割合は低く、市場化に近い、あるいは将来の市場規模が大きく利益が見込まれる場合は提案者の負担割合は高くなる。

##### (3) 研究期間

- ・ 36ヶ月以内ただし、24ヶ月以内が強く望まれる。

## &lt; 参考資料 12 &gt;

## Converging Technologies

- ・ 米国では、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、情報技術、認知科学に基づく技術（NBIC=Nanotechnology, Biotechnology, Information technology, and new technologies based on Cognitive science）の進展に触発されたconverging technologies（CTs）が人類の進歩を著しく可能にすることが認識されはじめた。
- ・ M. Roco博士等を中心に米国国立科学財団（NSF）と商務省（DOC）の資金により2001年に開催された会議でNBICの収斂が明らかにされ、引き続く会議（2003年、2004年、2005年）を通じて議論はNBICの収斂技術がいつ、どのようなインパクトをもたらすかに発展。
- ・ これらの検討を通じて76のCTsの応用、実現予測年とその有益度が示された。（76の応用のうち、代表的な20の応用を表12に示す。）

表12 20の代表的なConverging Technologiesの応用、実現予測年と有益度

| 実現予測年 | Converging Technologiesの応用                                                             | 有益度<br>0～最大10 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2015年 | 1. 世界中のどこでも必要な、しかも各人に合わせた形の情報に瞬時にアクセスすることが可能となる。                                       | 8.3           |
|       | 2. 高速かつ信頼性の高い情報コミュニケーションに基づく新たな組織構造やマネジメント原理が産学官のアドミニストレーターの効率を激増する。                   | 8.0           |
|       | 3. 快適でウェアラブルなセンサーとコンピュータが、健康状態、環境、汚染物質、地域のビジネス等個人が知りたい情報の把握を増進する。                      | 8.7           |
| 2020年 | 4. あらゆる人々が、学校でも職場でも自宅でも価値のある知識や技能をより迅速かつ確実に習得できるようになる。                                 | 8.4           |
|       | 5. 個人やチームが文化、言語、距離、専門性等の障壁を越えて有益にコミュニケーション、協力し、グループ、組織、国際協力の効果が増大する。                   | 8.8           |
|       | 6. 軽量で情報量の豊富な戦闘システム（無人戦闘車、スマート材料、強靱なデータネットワーク、高度な偵察システム、NBCR攻撃に対する有効な対策）により安全保障が格段に強化。 | 5.5           |
|       | 7. 技術者、芸術家、建築家、デザイナーの創造力が、新たなツールや創造性の源についての理解の進展により非常に拡大。                              | 8.3           |
|       | 8. 政策決定者とともに平均的国民が、生活に影響する認知的、社会的、生物学的力について非常に良く認識し、より高度な適応、創造、意志決定が可能となる。             | 8.3           |
|       | 9. 将来の工場が大量生産とカスタムデザインから利益を最大化する知的環境としての人間・機械能力の増大とCTsを核に組織化される。                       | 7.8           |
|       | 10. 動植物や製品の状態や必要とするものを常時モニターする安価でスマートなセンサーのネットワークにより農業や食品産業の生産を増大し、損傷を減少する。            | 8.7           |
|       | 11. 科学研究が他分野のバイオニクス的手法を取り入れることにより革命的に変化。（例：遺伝研究に自然言語処理が導入され、文化研究に遺伝研究の手法が導入される。）       | 8.5           |

|       |                                                                                      |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2025年 | 12. 人間の目的、認識、人格に互換的な原則により作動することによりロボットやソフトウェア・エージェントがより役に立つようになる。                    | 7.2 |
|       | 13. 人体がより丈夫、健康、活動的に、またより修復しやすくなり、様々なストレス、生命への危険、老化に対してより抵抗性を持つ。                      | 8.5 |
|       | 14. 技術と治療の組み合わせが多く、心身障害を補ったりその他の障害をなくしたりするようになる。                                     | 8.6 |
| 2030年 | 15. 脳と機械の高速・広帯域インターフェースが、工場での仕事、自動車運転、軍事的優位を変革し、新たなスポーツ、芸術形態、人間関係をもたらす。              | 6.4 |
|       | 16. 機械やあらゆる構造物（家から航空機まで）が求められるぴったりの性質（状況への適応性、高エネルギー効率、環境親和性など）を持った材料から造られる。         | 8.9 |
|       | 17. 人間、動物、農作物の遺伝子制御技術が人類に大きな利益をもたらす。その過程で倫理的、法的、道德的問題についてのコンセンサスが形成される。              | 6.2 |
|       | 18. ユビキタス・リアルタイム情報システム、超高効率自動車デザイン、最適性能に向けてナノスケールから合成された材料と機械により交通は安全、安価、高速になる。      | 8.3 |
|       | 19. 教育は、ナノスケールから宇宙スケールまでの物理的な世界の構造を理解するための包括的、階層的な知的パラダイムに基づく、統一だが多様なカリキュラムにより変革される。 | 7.5 |
| 2050年 | 20. 効率的な打ち上げ手段、ロボットによる地球外基地の建設と月や火星や地球に近い小惑星の資源探索によって広大な宇宙の可能性が最終的に現実のものとなる。         | 6.7 |

(W. S. Bainbridge and M. C. Roco (ed), *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations : Converging Technology in Society*, (2005) による)

## &lt; 参考資料 13 &gt;

## 米国 National Science Board 報告 “Enhancing Support of Transformative Research at the National Science Foundation” 概要

### 1. 背景

米国 National Science Board (NSB) では、従来の研究成果に基づいた漸進的、進化的な科学研究に対し、従来とは革新的に異なるアプローチや解釈の適用により新パラダイムや新科学分野を創成し、科学を劇的に変化させるような革新的な発展をもたらす研究を「トランスフォーマティブ研究」と呼んだ。そして、全米科学アカデミーの“Rising above the Gathering Storm”で指摘されているように革新的アイデアの奨励・支援ができなければ、グローバル経済の中での競争力だけでなく科学全体の進歩を脅かすとの観点から、トランスフォーマティブ研究の強化を求めた<sup>18</sup>。トランスフォーマティブな研究の中でも、主流となっている科学的正当性 (scientific orthodoxy) に挑戦するものに焦点を当て、そうしたものは特に提案段階を中心に独特の育成方法が必要であるとして検討を行い、2007年5月に米国国立科学財団 (NSF) に対する提言を取りまとめた。

### 2. NSFの問題点

報告では、NSFの問題点として以下の3点を挙げている。

#### ① トランスフォーマティブ研究の明確な実務的な定義が必要

- ・ “Transformative” は innovative、high risk、bold とも同義で使われ、NSFの局毎に解釈が異なる。

#### ② トランスフォーマティブ研究は、プロジェクトに焦点をあてた、イノベティブな、段階的研究や研究センターには適合せず、現状の枠組の下で多額の投資を受けた専門家で占められたメリット・レビューシステム、リスクを回避しようとする限られた予算の下では適切に評価されない

- ・ そもそもNSFの採択率の低さもあって研究者は革新的、パラダイム変革的研究の提案に消極的。
- ・ NSFでは、reviewerの評価が高くない提案でも採択することが可能。すなわち、POはreviewerの評点だけによらず、科学技術への潜在的だが重大 (significant) なインパクトを考慮するとされている。加えて萌芽的な研究提案を対象としたSGER (Small Grants for Exploratory Research) を活用して、POの判断で通常のmerit reviewシステムによらずにファンディングすることが可能。

<sup>18</sup> 全米科学アカデミーの本報告は、米国が21世紀のグローバル化したコミュニティで競争に勝ち、繁栄し、安全であるためにどのような科学技術政策をとるべきか、10の優先事項とそれらの実施戦略は何か、というアレクサンダー上院議員等からの求めに応じて取りまとめられたものである。

それらのうち、優先事項Bとして「経済、安全保障、生活の質の向上をもたらす新しいアイデアの流れを維持するトランスフォーメーションな可能性を持った長期的な基礎研究への米国の伝統的なコミットメントを維持・強化するべきである。」(Sowing the Seeds Through Science and Engineering Research) と提言している。そして、連邦のファンディング機関の予算の少なくとも8%を裁量的ファンディングに充当し、徐々にリスク回避的になりつつある環境の下で影響を受けるハイリスク・ハイリターン研究を促進するためプログラム・マネージャーに運用させるべきである (Action B-4) と述べている。  
(The National Academies, *Rising Above the Gathering Storm: Emerging and Employing America for a Brighter Economic Future*, (2005))

- ・ しかし、提案課題数やGPRA（Government Performance and Results Act）による報告義務の増加により、POがトランスフォーマティブ研究に割ける時間が減少。NSFでは590百万ドル（各局のプログラムファンドの5%）までSGERにより配分できるが、実際には0.5%（29.5百万ドル）しか活用されていない<sup>19</sup>。
- ・ 従って、研究提案内容とともに、提案者の資質と研究者が受けてきたトレーニングを評価することが重要であり、トランスフォーマティブなアイデアを持った個人やチームを特定し、提案を推薦し、彼らを育てることが鍵である。

### ③ NSFはトランスフォーマティブ研究を支援しないと外部から思われている

- ・ NSFにはSGERを始め、トランスフォーマティブ研究を支援する仕組みは各種あるが、トランスフォーマティブ研究だけを対象としたものはない。また、SGERも期間が短く（2年以内）、規模も限られる。（上限20万ドル）
- ・ NSFは先の見えた成功しそうな研究に資金を提供すると見られている。

## 3. NSFにおけるTransformative Research Initiative創設の提言

報告では上記の問題点を踏まえ、トランスフォーマティブ研究の定義を示すとともに、専用の研究制度“Transformative Research Initiative”のNSF長官のリーダーシップの下での早急な創設を求めている。

### (1) トランスフォーマティブ研究の定義

「トランスフォーマティブ研究」とは、既存の重要な科学的、あるいは技術的概念に関する我々の理解を革新的に変える、あるいは新たなパラダイムや科学技術分野の創造につながる可能性を持った研究アイデアに基づく研究である。そうした研究は現在の理解（understanding）への挑戦や新たな科学技術のフロンティアへの経路（pathway）によって特徴づけられる。

### (2) Transformative Research Initiativeの創設

新たな、独立したNSF横断的な研究プログラムを創設し、トランスフォーメーションな、パラダイム変革的研究を募集し支援することに特化させる。これによりNSFがリスクが高く挑戦的なアイデアを認めるというメッセージを明確にするとともに、分野を特定しない、プログラムとは異なる研究推進方策が開かれる。新たな研究プログラムの特徴は以下の通り。

- ・ トランスフォーマティブ研究の明確な定義
- ・ 伝統的な組織を横断する評価、資金提供制度
- ・ 十分な研究期間と資金
- ・ NSF全体の関与
- ・ 個人研究と複数研究者（multi-investigator）のオプション

<sup>19</sup> NSFのSGER（Small Grants for Exploratory Research）は、トランスフォーマティブ研究とともに、自然災害発生時等の緊急研究等にも充当されてきたが、2009年1月からトランスフォーマティブ研究のためのEarly-concept Grants for Exploratory Research（EAGER）と緊急研究のためのRapid Response Research（RAPID）の2つの制度に置き換えられた。

- ・ 長官室による承認といった権威とNSFの中心的価値への発展
- ・ パラダイムへの挑戦の議論を奨励するシンポジウム等の支援
- ・ 科学的に可能なよく練られた新しいアイデアの重視（それまでに得られた成果ではなく）
- ・ 最小限の管理構造と制度的制約
- ・ 研究提案者（PI）とPOのパートナーとしての関係の強調
- ・ 分野の制限を設けない

## < 参考資料 14 >

# 米国国立科学財団の2010会計年度予算要求と トランスフォーマティブ研究

## 1. 米国国立科学財団（NSF）の2010会計年度予算要求とトランスフォーマティブ研究

### (1) オバマ大統領のイニシアティブとNSFのトランスフォーマティブ研究

オバマ大統領の予算“A New Era of Responsibility”が環境関係をはじめとする人材、気候変動、ハイリスク研究を強調していることを受け、2010年度予算における大統領の優先事項の一つとしてトランスフォーマティブ研究を要求。主なものとして研究面のPotentially Transformative Research (PTR) や人材面のNew Faculty and Young Investigatorsが挙げられる。

また、これら以外の複数のdirectorateにまたがった分野横断的なプログラムについても、トランスフォーマティブなインパクトを持つものが多いとしている。

### (2) Potentially Transformative Research (PTR)

NSFの各divisionが担当する予算のうち最低2百万ドルずつを留保し、NSF全体では92百万ドルを充てトランスフォーマティブ研究の支援を検討するとしている。

#### < 具体的内容例 >

- トランスフォーマティブな可能性のある研究を特定する革新的プロセス
- トランスフォーマティブ研究に向けた特別な課題募集やコンペティション
- Early-concept Grants for Exploratory Research (EAGER) をはじめとする特別なファンディング制度の一層の活用
- Collaboratories（空間を超えたヴァーチャルな共同研究所）の設置
- Sandpits（新しいハイリスクな研究プロジェクトの発展とリアル・タイム・ピア・レビューの組み合わせ）の活用
- 新たな課題解決プロセスの探索

### (3) New Faculty and Young Investigators

人材面でも若手研究者向けのNSF横断的なFaculty Early Career Development (CAREER) プログラム（5年間）を\$203.8（11.6%増）に増額し、新たなアプローチの探索やトランスフォーマティブな可能性のある研究を強調するとしている。

## 2. Early-concept Grants for Exploratory Research (EAGER)

### (1) Small Grants for Exploratory Research (SGER)

NSFでは、1990会計年度からSmall Grants for Exploratory Research (SGER) オプションを設け、POが外部レビュー無しで小規模の研究グラントを提供することを認めていた。具体的には、新規の

まだ取り組まれていない研究アイデア、トランスフォーマティブな研究、既に確立した研究テーマであっても新たな手法やアプローチを適用する場合、災害時などの緊急研究に対して、1件あたり20万ドル、2年間までの研究を採択することが可能で、総額では各プログラム予算の5%まで認められていた。しかし、実際のSGERの採択実績は、NSF全体では0.4~0.7%にとどまり活用が進んでいなかった。

## (2) Early-concept Grants for Exploratory Research (EAGER)

トランスフォーマティブな、分野融合的な研究を推進するため、NSFではDirectorとDeputy Directorがワーキング・グループを設けて検討を行ってきた。

その結果を受けて、2009年1月には、トランスフォーマティブ研究と緊急研究をそれぞれ重視するため、SGERはトランスフォーマティブ研究のためのEarly-concept Grants for Exploratory Research (EAGER) と緊急研究のためのRapid Response Research (RAPID) の2つの制度に置き換えられた。

### EAGERの概要

- ・対象：まだ試されていないがトランスフォーマティブな可能性のある研究アイデアやアプローチに関する初期的な探索的なハイリスク・ハイリターン研究。
- ・応募と選定：
  - 提案者 (PI) は予め最も関連しそうなPOと接触。EAGERによる選考が適切かどうかを検討。
  - 研究提案は簡潔（5~8ページ）で、何故提案がEAGERにふさわしいか、何故通常の公募には適さないかを述べる。提案の表紙では“EAGER”をチェックする。
  - 選定は、NSFのPOによる内部メリット・レビューのみ。希に外部レビューを行う場合もあるが、その場合には標準的な評価基準を適用。
  - プロジェクト規模は30万ドル、2年間で上限。
  - EAGERの更新の際には、通常の外部レビューを行う。その場合には、提案は“EAGER renewals”と指定する。

## &lt; 参考資料 15 &gt;

## 国立衛生研究所（NIH）におけるハイリスク研究と分野融合研究

## 1. NIHロードマップの概要

- ・ 2002年に就任したエイリアス・ザホーニ長官により、NIHの個々の研究所では取組が出来ないが、NIH全体として取り組むべきであり、医学研究の進歩に最大のインパクトを与えるような研究の機会と空白を特定するため、21世紀の医学研究のロードマップを描く会議が開催された。
- ・ 産・学・官・一般国民のリーダー300名以上を集めた検討により、NIHがその研究ポートフォリオを最適化するために横断的に取り組むべき優先課題の枠組を設定。
- ・ ロードマップの下でのイニシアティブにより、NIHが最先端研究により人類の健康な生活の質を改善することを目指して、以下の3つの柱を設定。傘下の個々の研究機関の範囲を超える、あるいは非常にリスクが高い研究であるとして、長官室の下で、2004年から2005年にかけて、5～10年の比較的短期のプログラムの立ち上げが順次進められた。

## ① 新たな発見に向けた道筋（New Pathways to Discovery）

- ・ 構成要素・経路・ネットワーク（蛋白質相互作用、メタボロミクス、プロテオミクス・メタボロミクスの標準）
- ・ 分子ライブラリとイメージング（分子ライブラリスクリーニングセンター、Cheminformatics、高感度センサー、イメージング等）
- ・ 構造生物学
- ・ バイオインフォマティクス、構造生物学
- ・ ナノ医薬

## ② 将来の研究チーム（Research Team of Future）

- ・ ハイリスク研究（ディレクターズ・パイオニア・アワード、ディレクターズ・新イノベーター・アワード、トランスフォーマティブR01プログラム）
- ・ 分野融合研究（Interdisciplinary Research）
- ・ 産・官連携

## ③ 臨床研究の再構築（Re-engineering the Clinical Research Enterprise）

## 2. NIHロードマップ：将来の研究チーム（Research Team of Future）

## (1) 概要

- ・ 研究者が各人の分野を超え、チーム・サイエンスのための新たな組織モデルを探求することが必要。
- ・ 研究者のスキル、Physical Science、生命科学、社会科学を組み合わせる新たな手法を刺激したい。

- ・ 研究を推進する多様なモデルを指向することを奨励。

→ハイリスク研究、分野融合研究、産・官連携の3分野の取組。以下では、ハイリスク研究、分野融合研究について詳述。

## (2) ハイリスク研究

ハイリスク研究の下では、現在、ディレクターズ・パイオニア・アワード、ディレクターズ・新イノベーター・アワード、トランスフォーマティブR01プログラムの3つのプログラムを実施中。

### ① ディレクターズ・パイオニア・アワード（2003年に創設）

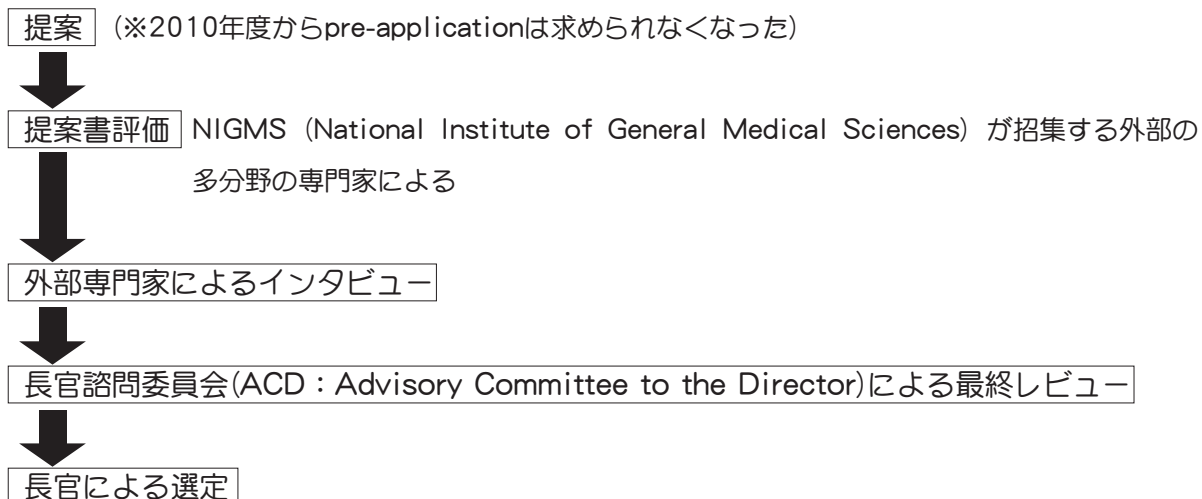
- 目的：従来からの研究プログラムを補完し、バイオメディカル・行動科学分野でパイオニア的で変革的な研究アプローチを提案する非常に創造的な個人研究者を支援。
- 支援対象：パイオニア性＝生命科学・医学・行動科学分野に非常に高いインパクトを与える可能性のある非常に革新的な研究アプローチ。研究アプローチは、提案者の研究室を含めどこでも取り組まれたことがないもの。新たな研究の方向を追求しようという研究者が対象。

幅広い対象分野＝生命、行動、臨床、物理、化学、計算科学、工学、数理

（なお、支援を受ける研究者は、過半の-effortをディレクターズ・パイオニア・アワードに充てることが求められる。また、1課題あたり1PI。（multiple PIは適用されない。））

- プログラム規模：総額7百万ドル/年×5年間、7課題以上採択（2010年度公募による）、1課題あたり、直接経費50万ドル以内×5年間

- 提案・評価プロセス：



●評価基準：

<評価の視点>

- ・ ピア・レビューに基づく科学的メリット

- 提案が取り組もうとする科学的課題：

バイオメディカル／行動科学における課題の重要性、課題に対してプロジェクトの持つ効果、プロジェクトの革新性

- 研究者：

研究者が主張する研究提案の革新性・独創性の裏付け、エフォートの過半を充当できるか

- ディレクターズ・パイオニア・アワードにふさわしいハイリスク／ハイペイオフ提案か

- ・ 予算制約

- ・ プログラムの優先順位における重要性

<核となる評価項目>

- ・ 提案の重要性：取り組もうとする課題の重要性、プロジェクトがもたらす科学知識、技術力、治療の向上。プロジェクトが科学的概念、手法、技術、治療法等を変革する可能性。
- ・ 研究者の適格性
- ・ 革新性：現行の研究手法や治療法に挑戦しパラダイムを変革しようとしているか。
- ・ アプローチ：プロジェクトの目的達成に向けた全体戦略、手法、合理的分析はあるか。
- ・ 研究環境：研究環境は整っているか、所属機関の支援は十分か。

等

② ディレクターズ・新イノベーター・アワード（2007年創設）

- 目的：従来からの研究プログラムを補完し、バイオメディカル・行動科学分野における幅広い重要な問題に大きなインパクトをもたらす可能性のある大胆で非常に革新的な研究アプローチを提案する、特に独創的な少数の若手研究者（Early Stage Investigators: ESI）を支援。

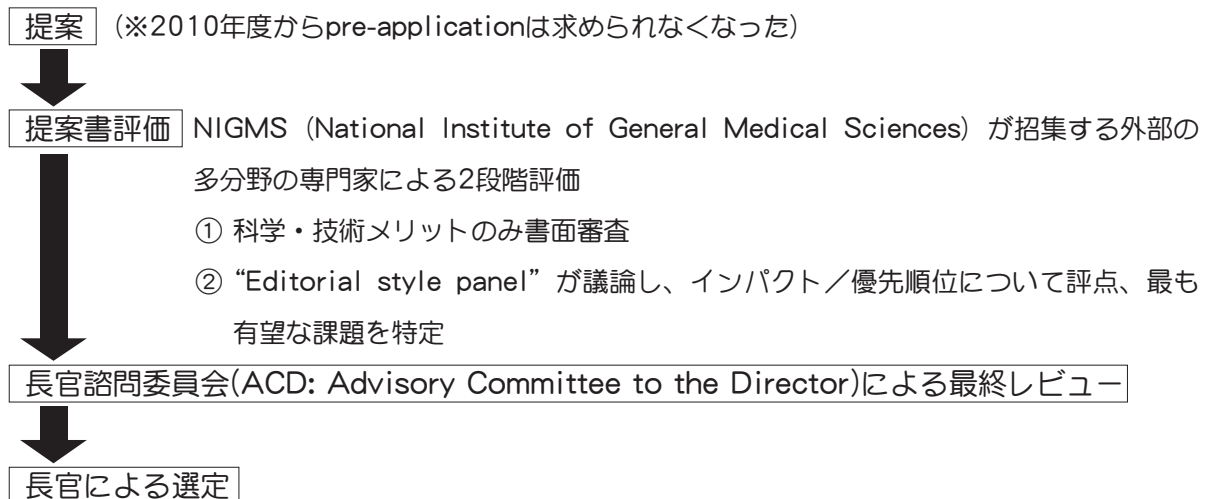
- 支援対象：若手研究者（ESI）＝それまでNIHの主要なファンドを獲得したことがない、米国内の研究機関で独立した地位を持つ研究者であって、原則、学位取得後10年以内あるいは臨床インターン終了後10年以内。特別の場合にESI期間の10年延長が認められる。

（なお、支援を受ける研究者は、1/4以上のエフォートを充てることが求められる。また、1課題あたり1PI。(multiple PIは適用されない。))

幅広い対象分野＝生命、行動、臨床、物理、化学、計算科学、工学、数理。ただし、革新性と潜在的インパクトに焦点。

- プログラム規模：総額8千万ドル/年×5年間、33課題以上採択（2010年度公募による）、1課題あたり、直接経費30万ドル以内×5年間

## ●提案・評価プロセス：



## ●評価基準：

## &lt;評価の視点&gt;

- ・ ピア・レビューに基づく科学的メリット
- ・ 予算制約
- ・ プログラムの優先順位における重要性

## &lt;核となる評価項目&gt;

- ・ 提案の重要性：取り組もうとする課題の重要性、プロジェクトがもたらす科学知識、技術力、治療の向上。プロジェクトが科学的概念、手法、技術、治療法等を変革する可能性。
- ・ 研究者の適格性
- ・ 革新性：現行の研究手法や治療法に挑戦しパラダイムを変革しようとしているか。
- ・ アプローチ：プロジェクトの目的達成に向けた全体戦略、手法、合理的分析はあるか。
- ・ 研究環境：研究環境は整っているか、所属機関の支援は十分か。

等

## ③ トランスフォーマティブR01プログラム（2009年創設）

- 概要 要：非常に革新的（innovative）、ハイリスク、独創的（original）かつ／あるいは斬新（unconventional）で、基礎的なパラダイムを創出し、あるいは変革する可能性を持った研究プロジェクトの支援。ディレクターズ・パイオニア・アワードやディレクターズ・新イノベーター・アワードが独創的な「研究者」に着目し、新たな研究の開拓を支援するのに対し、トランスフォーマティブR01プログラムは研究者よりも「独創的なアイデア」を発掘・支援することに重点を置く。なお、このため、トランスフォーマティブR01プログラムについて新たなピア・レビューとプログラム運営方法を模索中。

- プログラム規模：1課題あたり、直接経費50万ドル以内×5年間

### (3) 分野融合研究 (Interdisciplinary Research)

背景：生命科学、行動科学の進歩に伴い、人間の生物学と行動科学が非常にダイナミックである一方、伝統的な研究分野が科学的発見を阻害することが明らかになった。

NIH分野融合研究 (Interdisciplinary Research) の目標：

NIH外部の研究コミュニティ及びNIHが支援する外部研究におけるアカデミックな研究文化を変革し、分野融合的な取組を促進すること。そして、分野融合的アプローチとチームによる研究が常態化し、分野融合的なアプローチをとる研究者が認知され報われること。

主な支援対象：

#### ① 分野融合研究コンソーシアム (The Interdisciplinary Research Consortia)

- コンソーシアムの活動：コンソーシアム内で融合研究プロジェクト、コア・サービスの提供、トレーニング・プログラムを展開。
- 新たな運営機構：共通の目的の下、コンソーシアム構成員が流動的に協力する運営機構を整備。コンソーシアムが所在する研究機関もコンソーシアムを支援し、既存の学部・学科等の干渉を防ぐ。
- NIHにおけるチームによる運営：
 

コンソーシアムにおける個々の活動はNIHの各部局から支援。このため、NIHのプログラム・スタッフはNIH横断的にチームとなってプロジェクトを支援。
- 既設立コンソーシアム例：
  - Consortium for Neuropsychiatric Phenomics-Coordinating Center (UCLA (CA))
  - Interdisciplinary Research Consortium in Geroscience (Buck Institute for Age Research (CA))
  - Neuro Therapeutics Research Institute (UC Davis (CA))
  - Taskforce for Obesity Research at Southwestern (TORS) (U. Texas SW Med Ctr/Dallas (TX))
  - SysCODE: Systems-based Consortium for Organ Design and Engineering (Brigham and Women's Hospital (MA))
  - Northwest Genome Engineering Consortium (Seattle Children's Hospital (WA))
  - Genomics Based Drug Discovery (MIT (MA))
  - Interdisciplinary Research on Stress, Self-Control & Addiction (Yale U. (CT))
  - The Oncofertility Consortium : Fertility Preservation for Woman (Northwestern U.(IL))

#### ② 分野融合研究トレーニングイニシアティブ

一つの分野での訓練を受けた研究者に、新たな分野を学び新たな分野融合的アプローチを構築する機会を与える

- Interdisciplinary Health Research Program :
 

多様な分野のポストドクに対する新しい融合分野のコースワークと研究トレーニング

- Training for a New Interdisciplinary Workforce :

学部学生、大学院生、ポストク対象のプログラム

### ③ 分野融合的技術・手法イノベーション

新たな、あるいは革新的手法や技術の開発によって社会科学や行動科学と他分野の融合を促進し、健康についての理解を進めることを目的とする。

このため、分野融合的研究ツール、手法、技術の開発を支援。対象には分析手法や技術とともに対策、研究デザインが含まれる。

### ④ Multiple Principal Investigator (MULTI-PI)

分野融合研究プログラムに誘発されて、NIHでは2007年のファンディングから複数PI (Multiple Principal Investigator) を導入。チーム・リーダーシップの認知を促進。

## 3. NIHコモンファンドとNIH戦略調整室 (Office of Strategic Coordination)

- NIHロードマップのプロジェクトは、当初、NIH傘下の研究機関の予算1%ずつを集めて進められたが、2006年から、NIH改革法 (the 2006 NIH Reform Act) に基づき、傘下の2つ以上の研究機関やセンターが関係する分野・NIH横断的なプログラムや戦略的計画・調整に基づく事業に充当するため、「NIHコモンファンド」が設けられた。
- NIHコモンファンドは、NIHロードマップのプログラムを中心とする短期的、非常にハイインパクトな、NIH横断的プログラムに充当されてきており、2009会計年度は541百万ドル、2010会計年度は549百万ドルが要求されている。
- NIHコモンファンドは、長官室に属するDivision of Program Coordination, Planning and Strategic Initiatives (DPCSI) の5つの室の一つである戦略調整室 (Office of Strategic Coordination: OSC) が運営を担当。

新興・融合科学技術の推進方策に関する戦略提言  
「社会的課題の解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指して」  
■戦略プロポーザル作成メンバー■

|        |        |                    |
|--------|--------|--------------------|
| 有本 建男  | 副センター長 | (政策・システムユニット リーダー) |
| ○渡邊 康正 | フェロー   | (政策・システムユニット)      |
| 前田 知子  | フェロー   | (政策・システムユニット)      |
| 赤池 伸一  | フェロー   | (政策・システムユニット)      |
| 治部 眞里  | フェロー   | (政策・システムユニット)      |
| 福田佳也乃  | フェロー   | (政策・システムユニット)      |

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

戦略提言

新興・融合科学技術の推進方策に関する戦略提言  
「社会的課題の解決と科学技術のフロンティアの開拓を目指して」

CRDS-FY2009-SP-03

独立行政法人科学技術振興機構  
研究開発戦略センター  
平成21年11月  
政策・システムユニット

---

〒102-0084 東京都千代田区二番町3番地  
電話 03-5124-7481  
ファックス 03-5124-7385  
<http://crds.jst.go.jp/>  
©2009 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
CT CTCGCC AATTAATA  
TAA TAATC  
TTGCAATTGGA CCCC  
AATTCC AAAA GGCCTTAA CCTAC  
ATAAGA CTCTAACT CTCGCC  
AA TAATC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT CTAAT A TCTAT  
CTCGCC AATTAATA  
ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT  
CTCGCC AATTAATA  
TTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT  
ATTAATC A AAGA C CT  
GA C CTAAC T CTCAGACC  
0011 1110 000  
00 11 001010 1  
0011 1110 000  
0100 11100 11100 101010000111  
001100 110010  
0001 0011 11110 000101

