

# 社会経済的課題の解決に向けた 新興・融合科学技術の推進について

2009年11月19日

科学技術振興機構

研究開発戦略センター

有本 建男



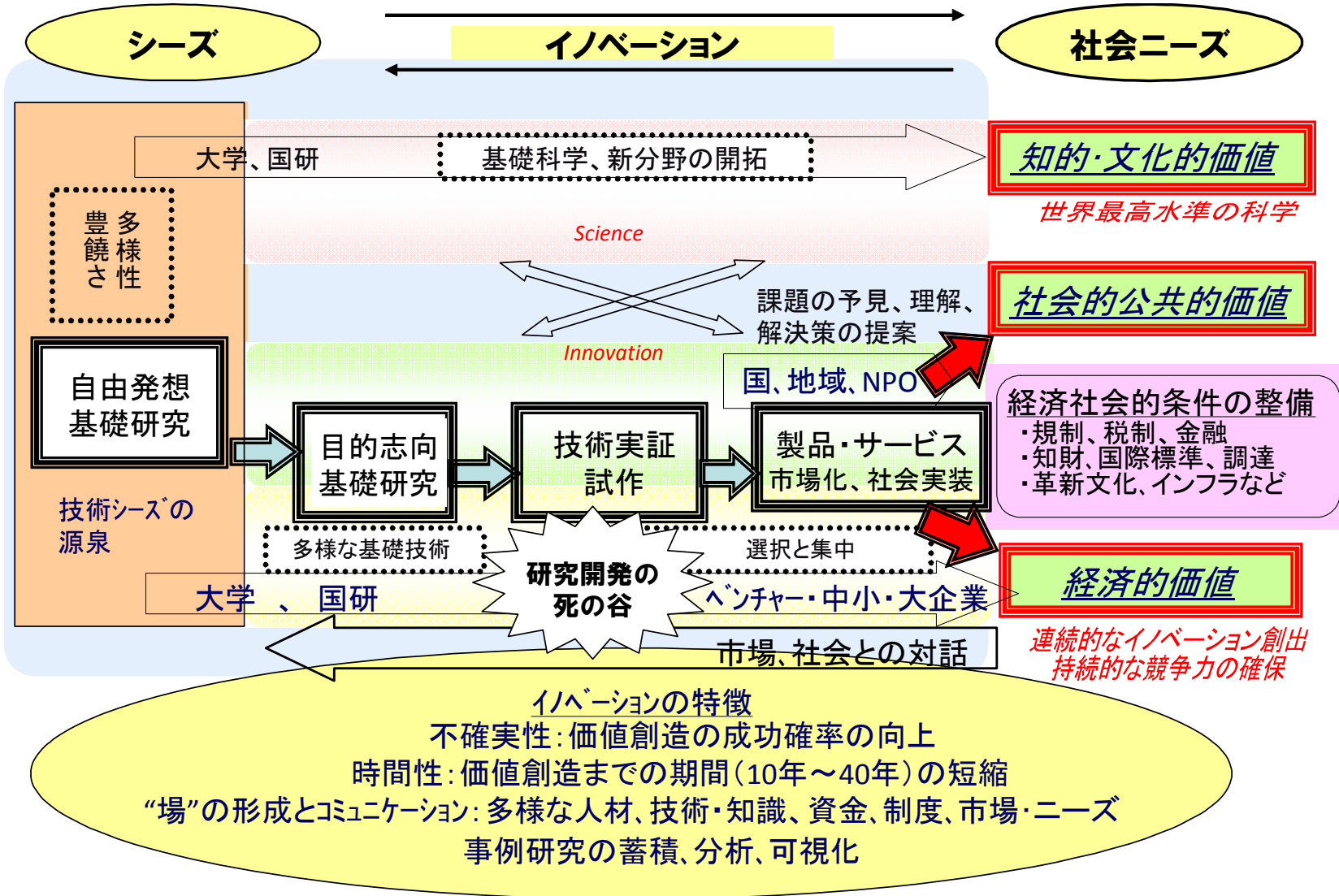
# 目次

---

1. 基本認識
2. 社会経済的価値の創造のための新興・融合科学技術
3. 新興・融合科学技術の推進に向けた提言
4. 社会経済的課題をいかに探索するか
5. 海外における重要政策課題への取組事例：  
米国・エネルギー省の“3つの研究イニシアティブ”
6. 海外の大学の取組事例：MITとスタンフォード

# 1. 基本認識

## (1) 日本独自の科学・技術に基づくイノベーションの創出



## (2) 第4期科学技術基本計画に向けた課題

### ①科学技術投資の重点化のありかた

- ・ ライフサイエンス、IT、ナノ・材料、環境の4分野への重点化  
→ ・ 「ニーズ」、特に新たな社会経済的課題への対応が不十分ではないか？
  - ・ 課題解決に向けた新興・融合科学技術は進展したか？

### ②「モノから人へ、機関における個人の重視」

- ・ 優れた研究者・研究グループを組織が支え・育てる制度・体制の整備、意識・文化の醸成が不十分ではないか？

## (3) 新たな社会経済的課題

- ・ 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
- ・ 少子・高齢化時代に向けた社会システムの整備
- ・ 知識社会への移行に伴う公共・企業サービスの変容  
→ ・ 単独の科学技術「分野」での対応が困難、分野融合的な取組の必要性

## (4) 研究開発とイノベーションの新たな形

- ・ 分野融合、技術統合、システム指向
- ・ 融合を促進する新たな方法論 (例: computer simulation, e-science)
- ・ 「社会ニーズ創出型」イノベーション
- ・ 分野・組織・国を超えて研究資源を結集する取組

## 2. 社会経済的価値の創造のための新興・融合科学技術

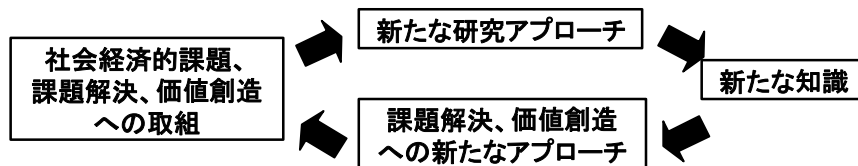
検討の目的: 課題解決、社会経済的価値の創造のための新興・融合科学技術  
とは? その推進システムは?

→ワークショップ、有識者インタビュー、内外の調査を実施

- 「課題の解決、社会経済的価値の創造」のための取組は、あわせて「科学技術のフロンティア開拓」をもたらす。
- 推進にあたっては、産・学・官・社会のネットワーク、プラットフォームの形成と研究開発の進展に合わせた支援が必要。

### 【新興・融合科学技術の発展過程】

- ①2つの方向性: 「社会経済的価値の創造、課題解決への具体的貢献」と「新しい知識の創造、科学技術のフロンティア開拓」
- ②知識の創造と社会経済的価値の創造に向けた知識創造と価値創造の連鎖



- ③5段階の発展段階
- ④15~20年の時間軸
- ⑤研究者、産・学・官・社会の参加者を拡大していく過程

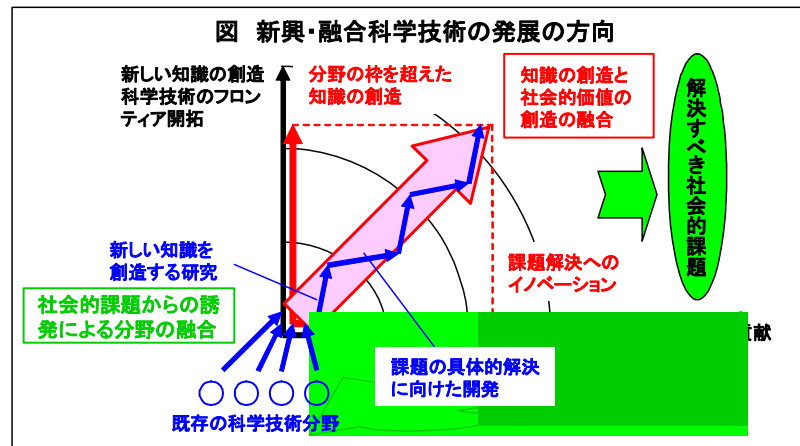
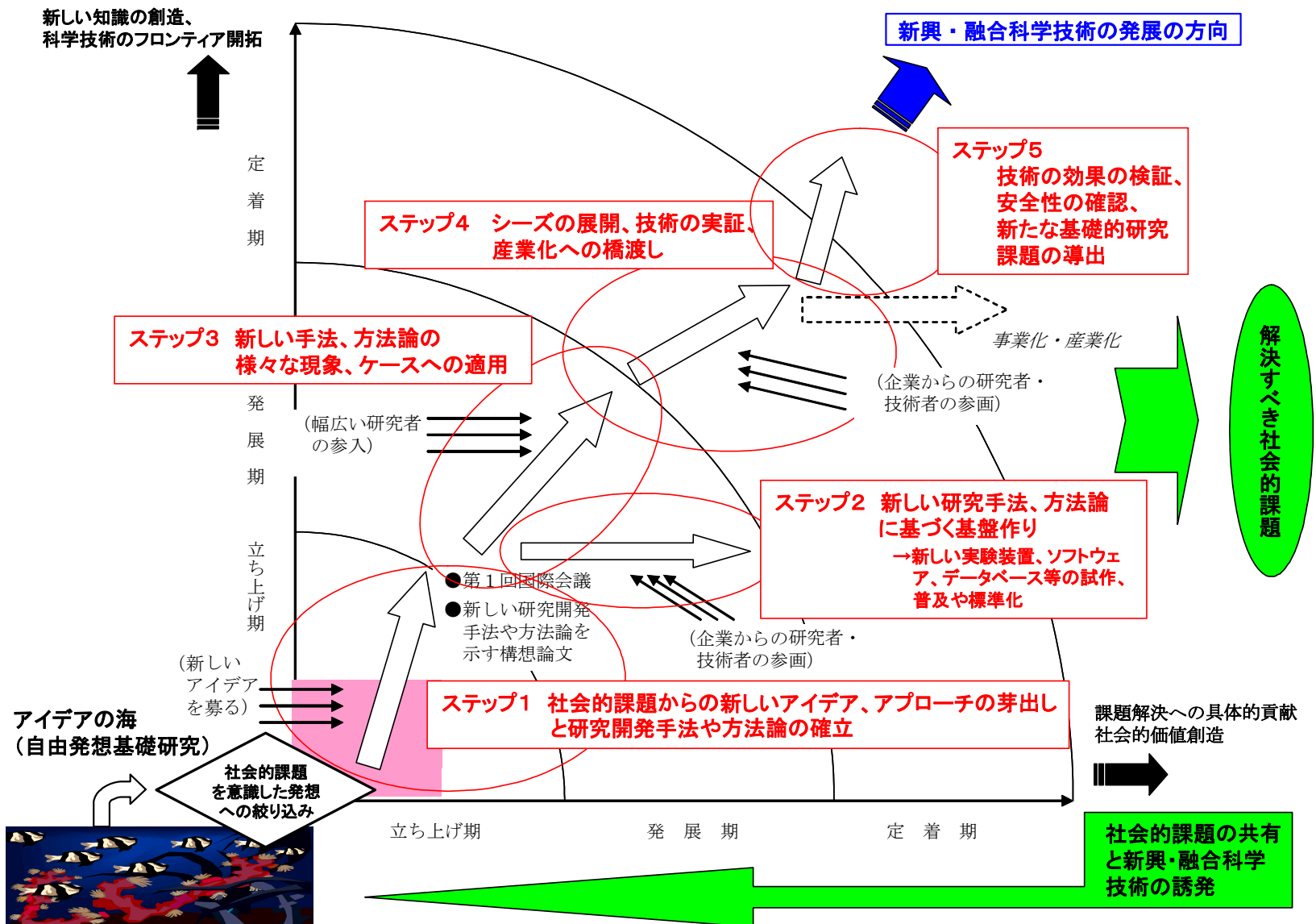


図 新興・融合科学技術の5段階モデル



### 3. 新興・融合科学技術の推進に向けた提言

#### 1. 異分野の研究者や産・学・官・社会のネットワーク、プラットフォームの形成と持続

⇒プログラムの準備段階からの一貫した対話と推進の場

##### (1-1) 産・学・官・社会のネットワークとプラットフォームの形成

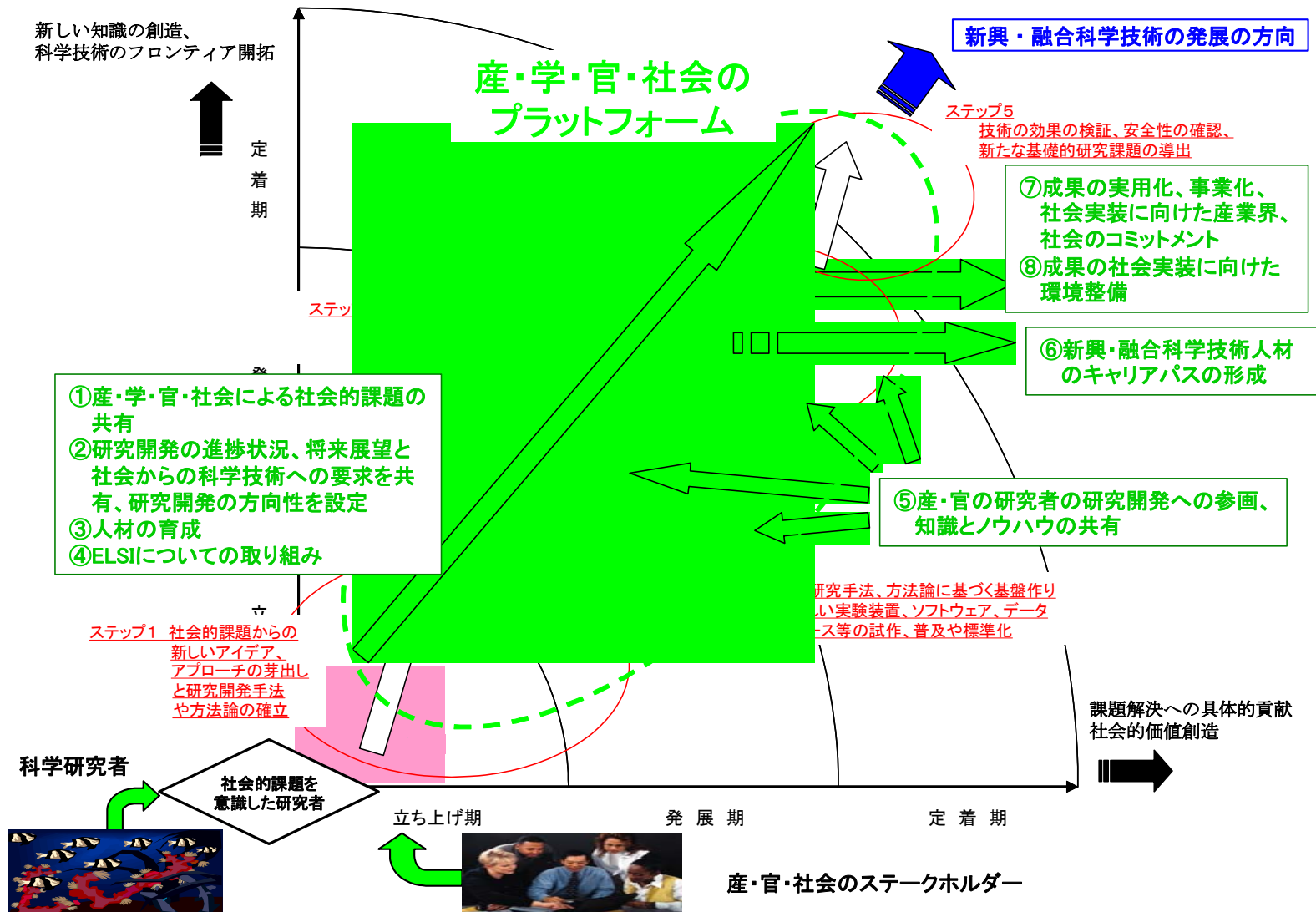
- ① 研究開発プログラムの準備段階から一貫して、課題解決に向けた意識、研究アイデア、知識、経験、研究開発の方向性を共有し、相互の対話を通じて共通の戦略を作成。各種研究開発資源を集めて実施。
- ② 所属や分野を超えた融合領域のネットワークの形成。
- ③ 人材の育成とキャリアパスの拡大。
- ④ 技術の社会実装の際に直面する規制や慣行などの打破。初期からの倫理的・法的・社会的問題(ELSI)への取組。

##### (1-2) ファンディングや拠点を核に、国内外の知恵とネットワークを形成

- ① 研究者に開かれたオープン型研究開発拠点やCOEを結んだNOEの構築。
- ② 異分野の研究者が互いにベンチマークし、触発するメカニズムの導入。



# 図 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



## 2. 研究開発の進展に合わせて支援するシームレスなプログラム

⇒課題解決に向けた戦略性・継続性の実現

(2-1) 研究開発の発展段階に応じ、必要な研究制度や支援機能を組み合わせて柔軟・継続的に支援する仕組み。融合を促進加速するシステムの整備。

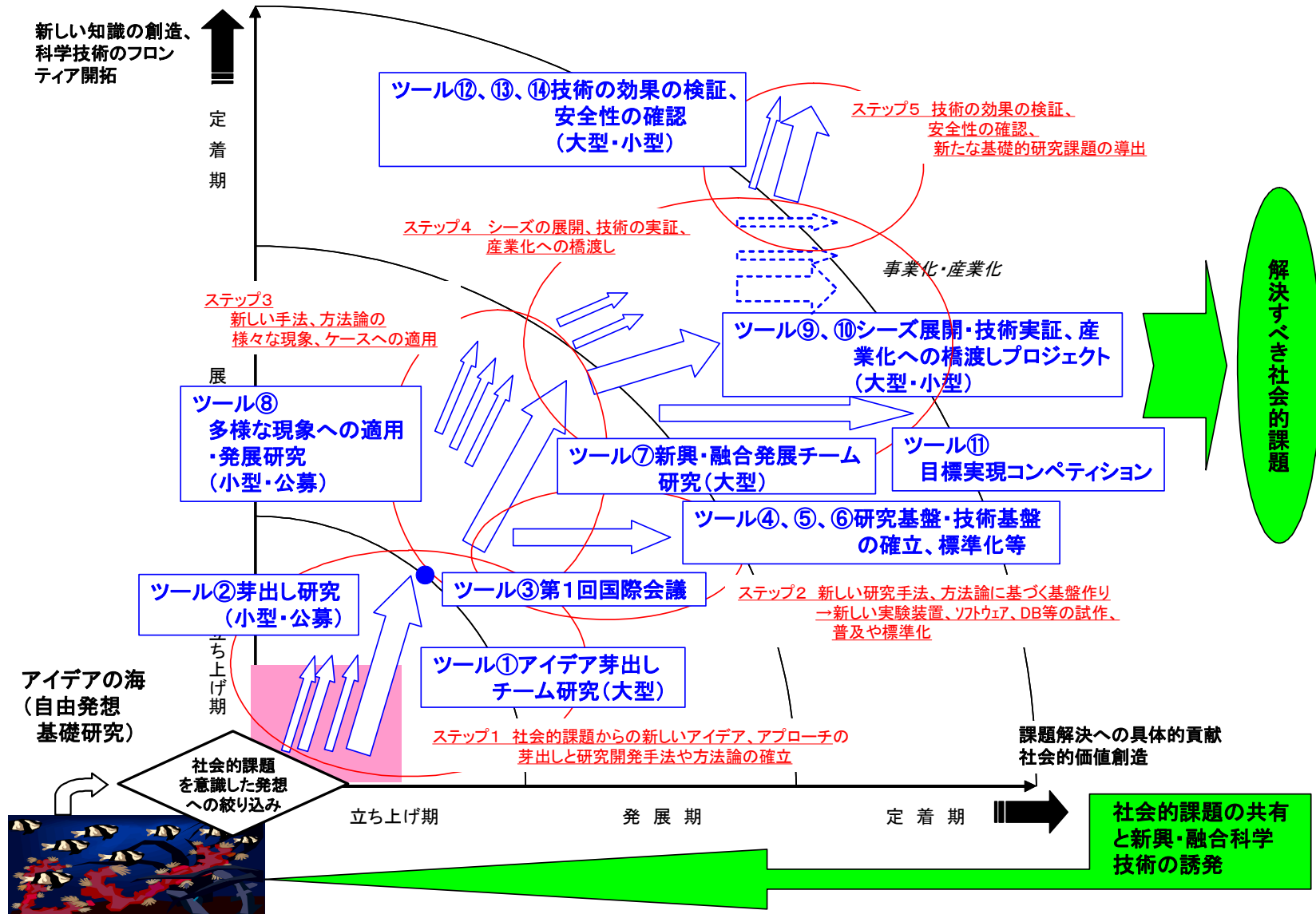
「研究が制度の下で動くのではなく、制度が研究活動に応じて動く」

(2-2) 課題毎の「戦略マネージャー」のチームによる長期・継続的運営。

「戦略マネージャー」は、

- ①プログラム設定の準備段階から産・学・官・社会の研究者、ステークホルダーのネットワークとプラットフォームの形成に参画。課題解決に向け、プラットフォーム上で知識やアイデアを結集し、対話を通じて推進戦略を作成、共有。
- ②推進戦略の下、プラットフォーム上での対話を通じ、「社会経済的課題」を「研究領域群」に翻訳し、多様な研究制度や支援機能を組み合わせて実施。
- ③「戦略マネージャー」チームは、府省やファンディング機関を超えて構成し、連携して活動。

図 「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



### 3. 研究者、特に若手研究者が新興・融合科学技術に参入しやすい組織と環境の形成

⇒「機関においていかに人材を確保し、育てるか」

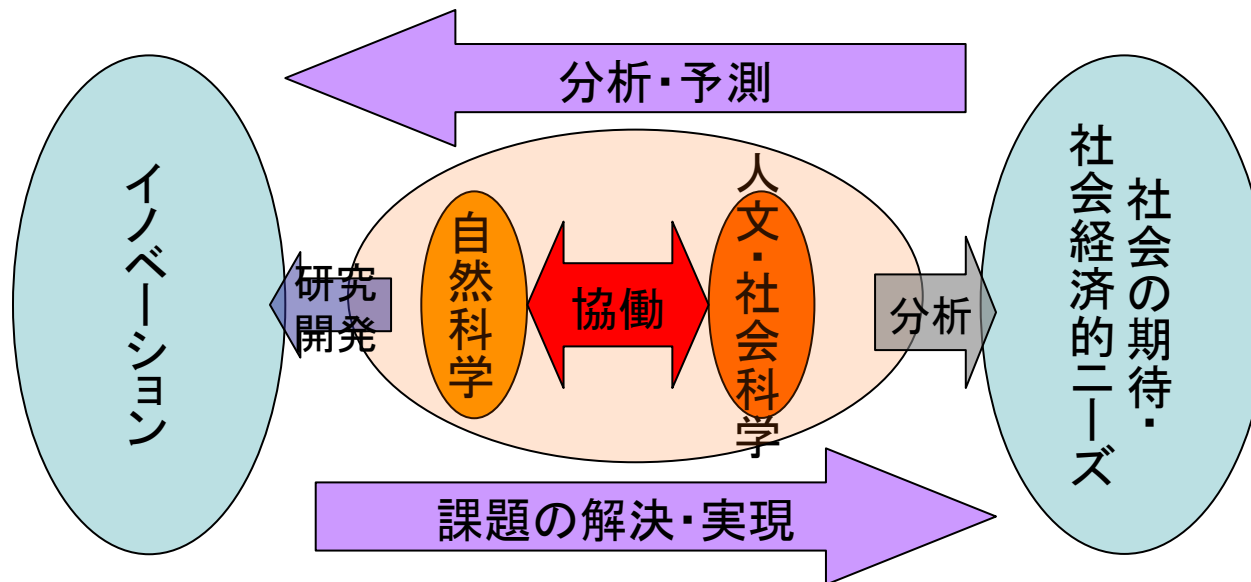
- (3-1) 社会からの期待や社会経済的課題を踏まえた組織再編、飛び抜けた研究者の登用など、変革に向けて組織的に取り組む大学や研究機関を継続的に支援。
- (3-2) 研究チーム、研究者を組織的、継続的にサポート、育成、評価することにより、挑戦を可能とする組織運営。
- (3-3) 長期的、持続的な体制作りと機関としての明確な方針。
- (3-4) 「課題解決」を軸にした新興・融合科学技術の教育プログラムの設定。
- (3-5) 若手研究者が新たな研究の流れや異なる研究分野に触れる多くの機会の創出。
- (3-6) 新興・融合科学技術を積極的に取り上げる学会の育成・支援。



## 4. 社会経済的課題をいかに探索するか

### 社会経済的課題を継続して探索するプラットフォームの形成

- ・ 社会経済的課題の探索、取り組むべき科学技術の導出に向け、社会、国民の科学技術への期待や産・学・官・社会の叡智を結集するプラットフォームの形成が必要。
- ・ 人文・社会科学による社会の分析・予測と、自然科学による科学技術の研究開発の切り出しなど、熟議・協働によるイノベーションの課題の探索・戦略の作成など。



## (参考) 科学技術と社会の新しい関係の構築

人文・社会科学の専門家は、科学技術に関心をもち、科学技術と社会の関係について研究を行い発言するとともに、社会の側にある意見や要望を科学技術の側に的確に伝えるという双方向のコミュニケーションにおいて重要な役割を担わねばならない。我が国の人文・社会科学は、これまで科学技術と社会の関係の課題に取り組む点で十分とはいえなかった。今後は、「社会のための科学技術、社会の中の科学技術」という観点に立った人文・社会科学研究を推進し、その成果を踏まえた媒介的活動が活発に行われるべきである。

こうして、社会においても、科学技術のみならず社会を巡る様々な課題について、科学的・合理的・主体的な判断を行い得る基盤の形成を促す。

(第2期科学技術基本計画、2001年3月閣議決定)

# 5. 海外における重要政策課題への取組事例： 米国・エネルギー省の“3つの研究イニシアティブ”

## 1. Chu DOE長官

「(エネルギー・環境分野の)課題解決型の研究は、新たな学問のフロンティアを切り拓き、若い優秀な研究者も挑戦してくる。」(AAAS Policy Forum, 2009)

## 2. “Basic Research Needs (BRN)” Workshops

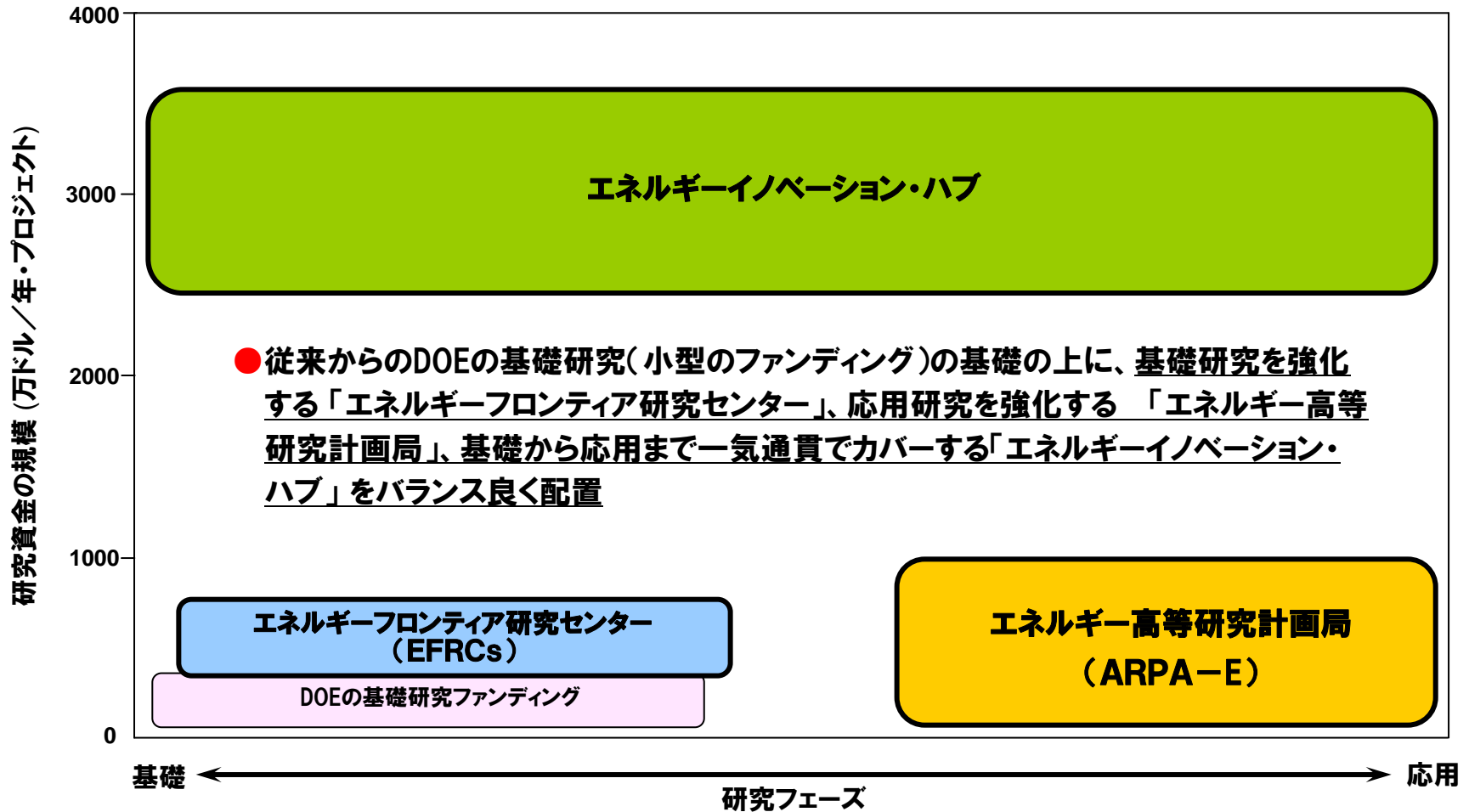
重要政策課題(エネルギー)への基礎科学研究者の参画→  
政策担当者等と研究者の間で将来の方向性・課題・信頼の共有→  
政策課題に向けた研究への研究者のコミットメント

- Office of Basic Energy Sciences (BES), Office of Science, DOEが2001年から12のワークショップを開催
- 目標: ①エネルギー関連技術の現状と研究開発課題の俯瞰、  
②技術研究開発課題に対応した研究の方向性の提案群の特定  
③エネルギー技術に変革をもたらす「大挑戦課題」の特定
- “Basic Research Needs to Assure a Secure Energy Needs” (2002年)に100人以上の参加者を集めて検討。37の研究の方向性を提案。  
「新たなエネルギー研究プログラムは、課題の解決までマンハッタン計画並に強力に進められるべきである」→主な方向性について、個別のBRN Workshopsで検討。
- これらを通じて形成された包括的戦略に基づき、DOEの基礎研究を方向付け、「エネルギーフロンティア研究センター」等のイニシアティブを実施。

※ BESでは、引き続き検討を行い“New Science for a Secure and Sustainable Energy Future” (2008)をとりまとめ。



### 3. 米国・エネルギー省の“3つの研究イニシアティブ”



- ・縦軸を「研究資金の規模」、横軸を「研究フェーズ」とし、米国エネルギー省が掲げた3つの研究イニシアチブの関係を示した。
- ・エネルギーフロンティア研究センターは全米46ヶ所に設置されており、5年間の研究投資総額として7億7700万ドルが予定されている。
- ・エネルギーイノベーション・ハブについては8ヶ所に設置することが議論されており、全て整備された場合、5年間の研究投資総額は10億8000万ドルとなる。

(出典) 米国エネルギー省の各種公開情報等に基づきJST・CRDSが作成

## 4. エネルギーフロンティア研究センター

### ①研究課題の導出方法

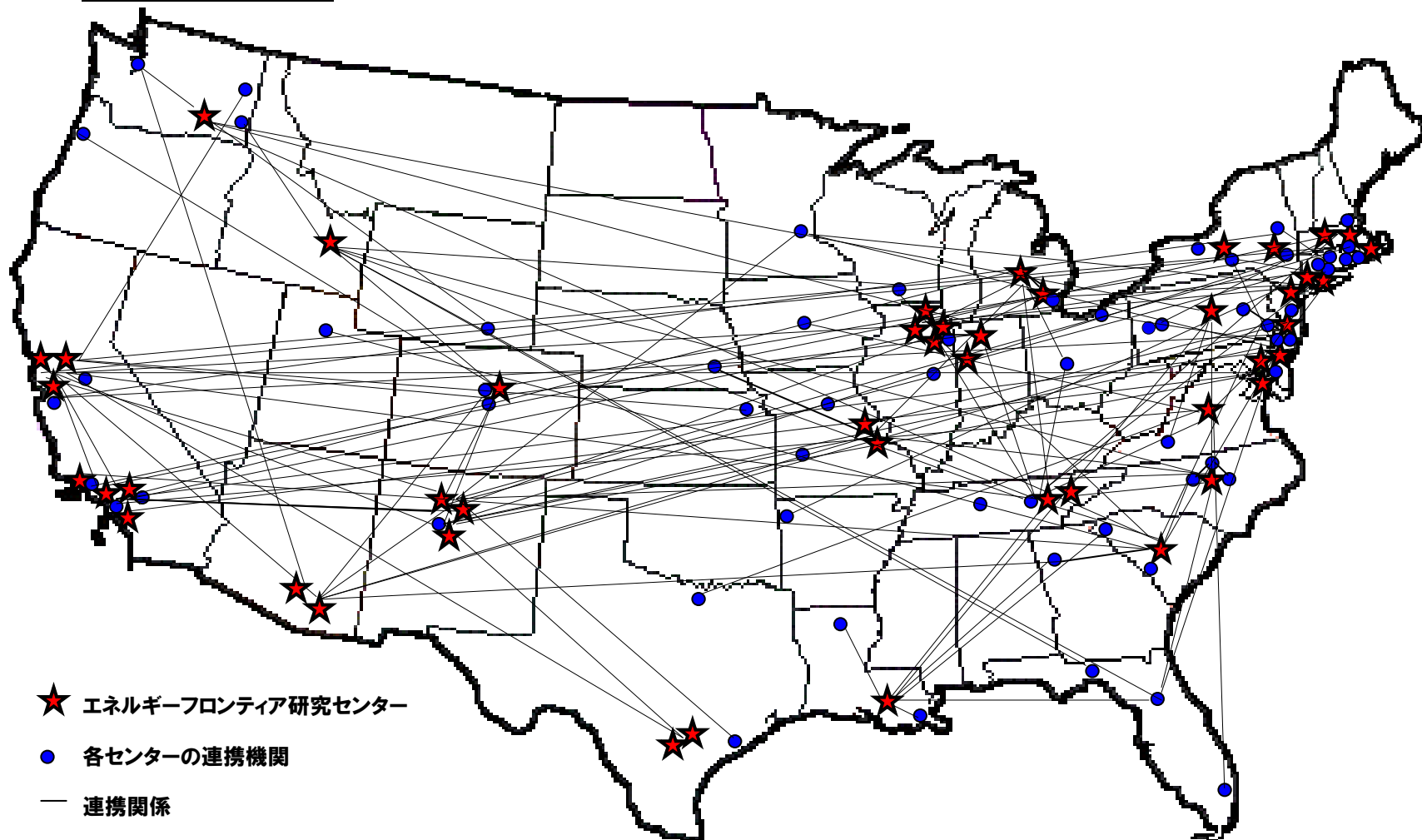
- ・最初に「**未来のエネルギーシステム**」を描き出し、その後で「**描いたシステムを実現するための基礎研究群**」を選定。
  - 1) 2回のワークショップを含む2001年～2003年の検討を経て、米国エネルギー省・基礎エネルギー科学局が「今後数十年、特に**2050年**を見据え、米国が**エネルギー供給を確保し、かつ低炭素社会を実現していく**」ために克服すべき課題として、「**目指すべき37の研究方向 (Research Directions)**」を提示。
  - 2) 2003年～2007年に10回に渡る「**基礎研究ニーズワークショップ**」を行い、37の研究方向に対応する「**10の重点研究領域**」について、**取り組むべき基礎研究群**を抽出。合わせて、「**挑戦すべき5つの科学原理**」を特定。
  - 3) 2009年4月に、設定した“**基礎研究群**”と“**科学原理**”を探求していく**新たなイニシアチブ**として、「**エネルギーフロンティア研究センター**」を創設。

### ②研究センターの全米ネットワークと研究者の結集

- ・選定した個々の基礎研究に取り組む**46のセンター**を設立。各センターの**連携研究機関**を含め**110機関以上**が参加した**一大ネットワーク**を全米に構築。
- ・本ネットワークを基盤として、今後、約700名のシニア研究者と約1100名の若手研究者(ポスドク、大学院生等)や技術支援者が一体となり、研究活動を展開。
- ・新たなイニシアチブの下で、**エネルギー問題の裾野を幅広くカバーしながら、米国のトップクラス研究者の活力を結集した基礎研究**を推進。

## 図 “エネルギーフロンティア研究センター”のネットワーク

● 一つのセンターが平均で4機関以上と連携し、全米をカバーするネットワークの中で、約700名のシニア研究者と約1100名の若手研究者や技術支援者が一体となり、エネルギー分野の基礎研究を展開していく。



(出典) 米国エネルギー省「Synopsis of The 46 The EFRC Awards」に基づき編集

## 6. 海外の大学の取組事例：MITとスタンフォード

### (1) 新興・融合科学技術への取組

- ・ MITとスタンフォード大学では、「情報、計算、認知のための科学」「ナノテクを活用した高機能衣料」「エネルギー高効率利用のための技術・システム・実装」などの様々なテーマを対象に、“自然科学系”や“人文・社会科学系”の学内部門を融合した学際研究を複数の拠点で展開。

### (2) 拠点形成のメカニズム

- ・ 社会経済的課題をターゲットに掲げた新興・融合の研究拠点は、組織としてのブランド力が高く、他にはない特徴を明示することができるので、必要な研究資源(資金、人材、施設、情報など)を獲得するための有利な場となる。
- ・ 「研究者が関心を持つテーマに取り組むための研究資源が、そこでしか得られない」ことが、拠点としての大きな求心力につながる。

### (3) 優れた研究者を惹きつけるには、社会経済的課題の翻訳が鍵

- ・ これらの研究現場には、「拠点として掲げた社会経済的課題」を「課題解決に必要な“基礎研究群”」に翻訳し、切り分ける機能が、拠点の運営体制や活動環境の中に組み込まれている。
- ・ 「社会経済的課題を“多分野に渡る基礎研究群”に翻訳する」ことが、各分野で活躍する優れた研究者を惹きつけるための重要な条件。

# (参考) 分野融合・ハイリスク研究の推進方策例

## 【日本】

- ① 科学技術振興調整費：先端融合イノベーション創出拠点
- ② 世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)

## 【米国】

### ① NSF

- ・ Potentially Transformative Research  
⇒ Early-concept Grants for Exploratory Research等

### ② NIH

- ・ NIH ロードマップ ⇒ 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プログラム等

### ③ DOD

- ・ DDARPA

### ④ DOE

- ・ ARPA-E
- ・ エネルギーフロンティア研究センター
- ・ エネルギーイノベーション・ハブ

## 【欧州】

- ① European Technology Platform ⇒ Joint Technology Initiative

# (参考) 社会経済的課題の探索に向けた内外の取組例

- (例1) 解決すべき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、その研究に必要な研究領域を特定  
→JST研究開発戦略センター 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  
→ 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・Horizon Scanning
- (例7) 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・DARPA