

先端研究基盤を巡る米欧での注目動向

【G - T e C ; Global Technology Comparison】

2011年10月14日

独立行政法人科学技術振興機構
研究開発戦略センター

【資料構成】

1) 米国動向の概要及び特徴

- ファンディング状況、先端研究基盤を活用したグリーンイノベーション など

2) 英国動向の概要及び特徴

- 大型施設投資基金、英国研究会議 など

3) 欧州動向の概要及び特徴

- 第7次研究枠組み計画、欧州研究基盤戦略フォーラム など

1 1. 米国動向の概要及び特徴

米国では、国立科学財団の「科学全般」を対象とした基盤整備に加え、国立衛生研究所の「ライフサイエンス」を重点とした基盤整備、エネルギー省の「エネルギー」を重点とした基盤整備」が展開されている。

科学全般を対象とした基盤整備については、国立科学財団が年間17億ドル規模の資金（2010年度すなわち2009年10月から2010年9月までの実績額、施設や拠点、それ以外の研究インフラなどの多様な支援対象を含む）を投入している。

「施設建設」「施設の計画、設計、開発、運転&メンテナンス、研究段階」及び「教育&人材」を対象とした支援が行われており、そのために「主要研究機器及び施設建設（MREFC; Major Research Equipment and Facility Construction）」の枠組みなどが設けられている。

ライフサイエンスを重点として基盤整備では、国立衛生研究所の国立研究資源センター（National Center for Research Resources）が中心的役割を担い、年間12億ドル規模の資金（2010年度の実績額、施設や拠点、それ以外の研究インフラなどの多様な支援対象を含む）を投入している。

「生物医療技術」「比較医学」「臨床研究」「インフラ全般（小規模な機関や予算規模が小さい州への支援など）」の4領域において、研究基盤が整備されている。

1 2 . 米国動向の概要及び特徴

エネルギーを重点とした基盤整備では、エネルギー省の基礎エネルギー科学局 (Office of Basic Energy Sciences) が中心的役割を担い、年間22億ドル規模の資金 (2010年度の実績額、施設や拠点、それ以外の研究インフラなどの多様な支援対象を含む) を投入している。

対象とする6領域の内、「基礎エネルギー科学」の予算は、9億3400万ドルとなっている。「量子ビーム; 9施設」「ナノテク; 5施設」「電子顕微鏡; 3施設」への支援が含まれる。

「計算科学」の予算は、2億3000万ドルとなっている。「先端計算科学; 3施設」への支援が含まれる。

「生物研究、環境研究」の予算は、1億8400万ドルとなっている。「共同ゲノム研究所 (Joint Genome Institute)」「環境分子科学研究所 (Environmental Molecular Sciences Laboratory)」への支援が含まれる。

さらに、「高エネルギー科学」は3億2800万ドル、「原子核物理」は3億3100万ドル、「核融合科学」は2億2300万ドルの資金が充当されている。

科学技術イノベーションとの関わりに注目すると、米国エネルギー省が主導する「先端研究基盤を活用したグリーンイノベーション」の動きが特に注目される。

2 1 . 先端研究基盤を活用した“グリーンイノベーション”

米国は「未来の安定したエネルギー保証（エネルギー面での自立、環境持続性の実現、新たな経済機会の創出）」という社会課題の解決に向け、「先端研究基盤を活用したグリーンイノベーション」に取り組んでいる。

具体的には、グリーンイノベーションの原動力となる「“制御科学（Control Science）”の新興」を目指しており、そのために「“5つの科学原理”の構築」に挑戦している。

米国エネルギー省は2001年以降の延べ10年をかけて、土台となるエネルギー研究のビジョン&戦略を取りまとめている。ビジョン&戦略の策定には、「研究サイド」と「政策サイド」の双方から、延べ1600名以上の有識者等が関与した。

「2003年2月発表の“未来の安定したエネルギー保証を実現するための基礎研究（Basic Research Needs to assure a Secure Energy Future）”から「2010年8月発表の“基礎研究と産業を結びつけるためのエネルギー科学（Science for Energy Technology : Strengthening the Link between Basic Research and Industry）”に至る“14の提言書”をまとめており、この中で「米国が掲げるエネルギー研究のビジョン」及び「“制御科学”や“5つの科学原理”の戦略的位置付け」、インフラとなる「先端研究基盤（例えば、量子ビーム施設やナノテク施設）の重要性」を明示している。

2 2 . 先端研究基盤を活用した“グリーンイノベーション”

さらに、グリーンイノベーションを実現していく仕組みとして「3つの研究イニシアチブ (エネルギーフロンティア研究センター、エネルギー高等研究計画局、エネルギーイノベーション・ハブ)」などを立ち上げ、エネルギーへの研究投資を継続して強化している。

これらの動きを「先端研究基盤の整備・運営」の視点で捉えると、以下のポイントが浮かび上がる。

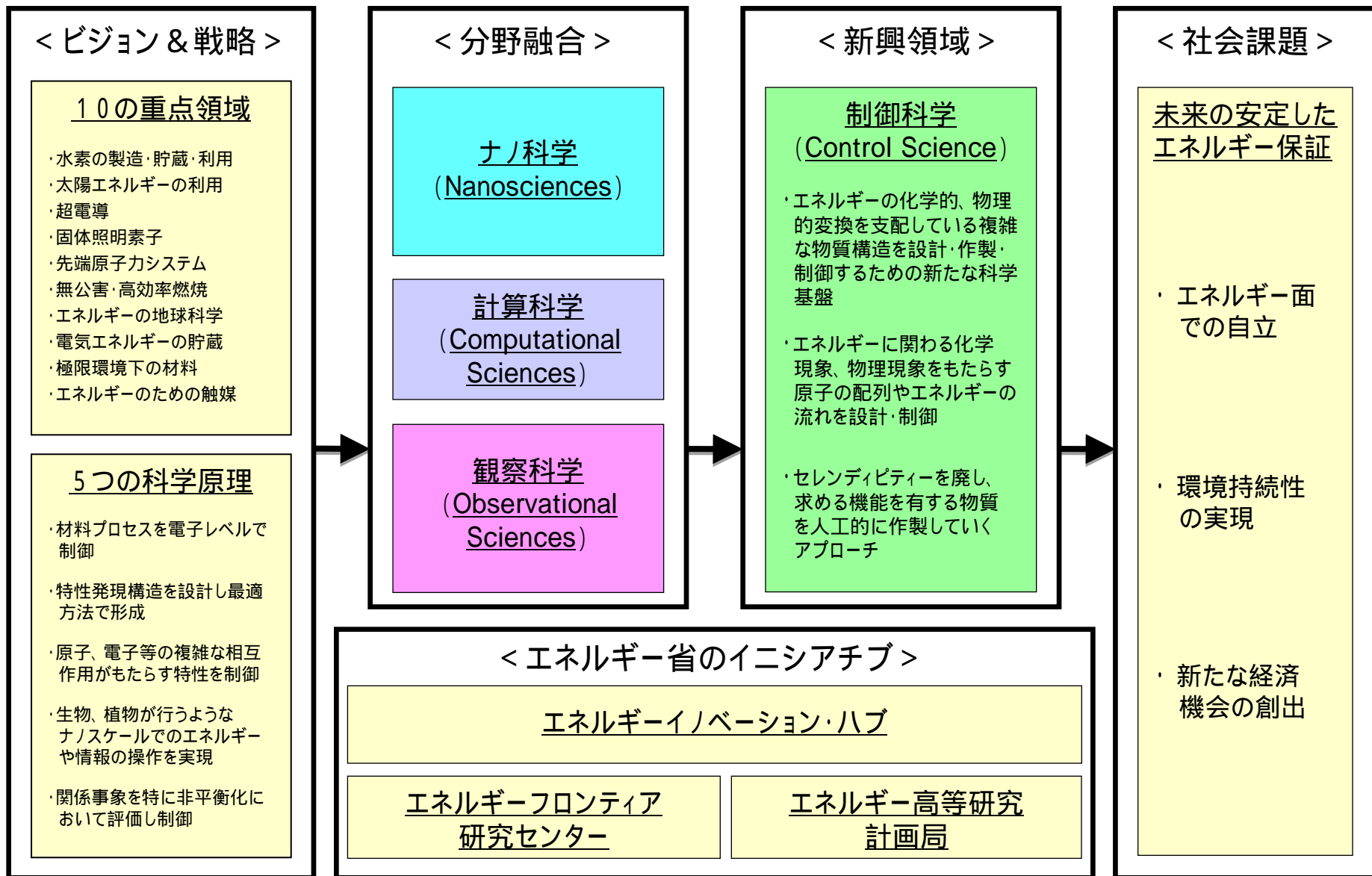
第一に、最初に「未来の安定したエネルギー保証という“社会課題”」を掲げた上で、課題解決に必要な「エネルギー研究の“ビジョン&戦略”」を導出している。

第二に、ビジョン&戦略を策定するために、「研究サイドと政策サイドの双方から延べ1600名以上の有識者等が関与した“検討の場”」を形成している。

第三に、エビデンスとして“14の提言書”をまとめ、この中で「ビジョン&戦略を推進するための“先端研究基盤の重要性”」を明示している。

関連する動きとして、エネルギー省は2003年に、施設整備のロードマップとなる「科学の未来を支えるための施設：20年展望 (Facilities for The Future of Science : A Twenty-Year Outlook)」を取りまとめた。この段階で28の重点施設について優先順位を定めた上で、2007年、2008年に随時見直しを行っている。

3. 米国が展開する“グリーンイノベーション”のシナリオ

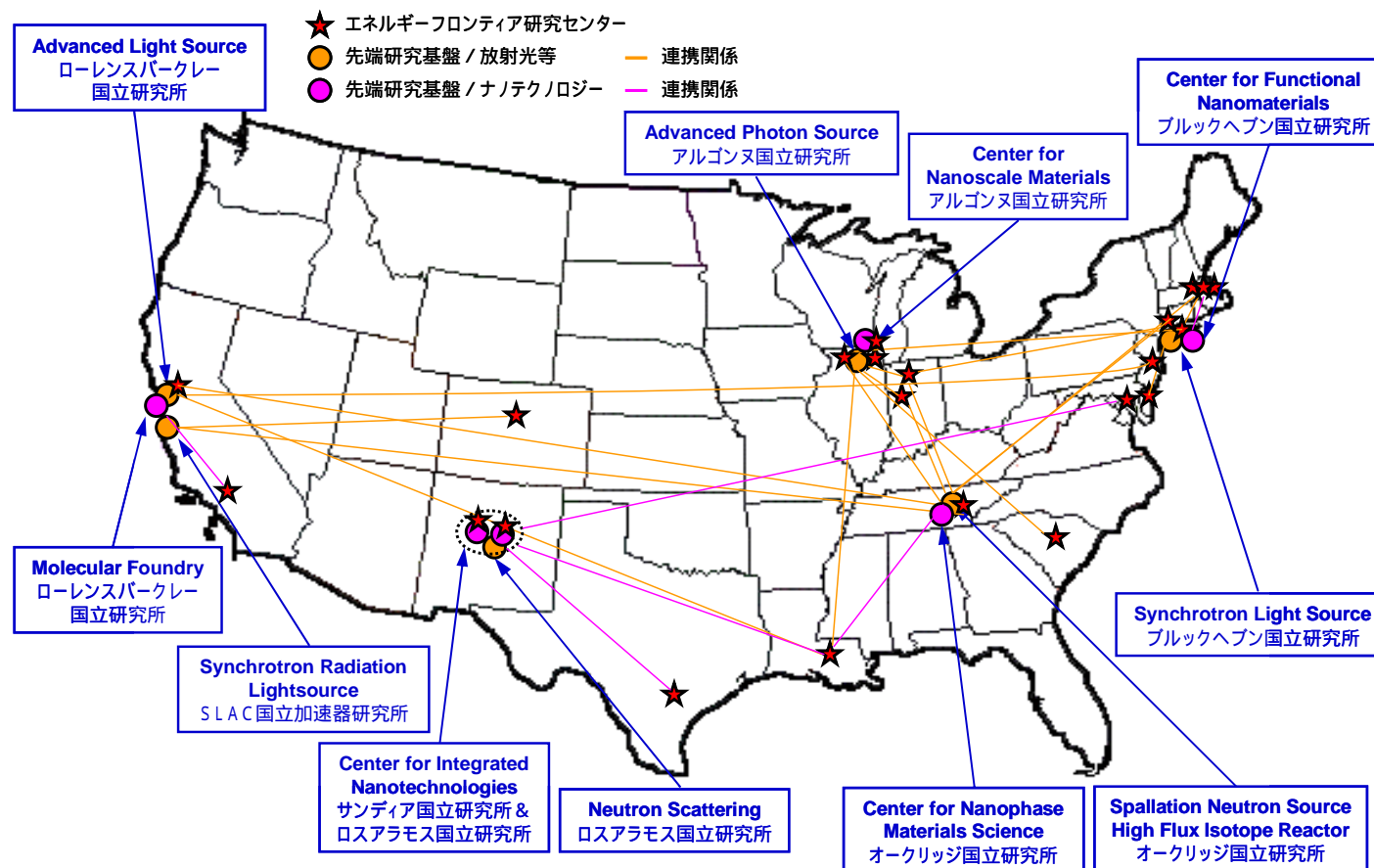


(出典) 米国エネルギー省の各種公開情報、関連機関との会合結果等に基づきJST・CRDSが作成

4 1. 先端研究基盤を活用するためのネットワーク

エネルギー省・提言書で“先端研究基盤の重要性”が示されたことを受けて、3つの研究イニシアチブの一つであるエネルギーフロンティア研究センターのケースでは、採択された46センターの半数以上が、研究計画書に「先端研究基盤の活用」を明記した。

研究本格化により「先端研究基盤のネットワーク」が広がっており、SLAC国立加速器研究所の場合、計画段階では2拠点だったセンターとの連携が9拠点まで増加している。



(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 2 . 先端研究基盤を活用するためのネットワーク

SLAC国立加速器研究所の先端基盤を活用するため、9つのエネルギーフロンティア研究センターが連携を構築している。

- ・ スタンフォード大学 「Center on Nanostructuring for Efficient Energy Conversion」; 各種エネルギー用途向けのナノスケール材料
- ・ ローレンスバークレー国立研究所 「Center for Nanoscale Control of Geologic CO₂」; 二酸化炭素の地中貯蔵のための科学基盤
- ・ カリフォルニア大学サンタバーバラ校 「Center on Materials for Energy Efficiency Applications」; 太陽エネルギーの転換、固体照明、及び熱から電気への転換のためのナノスケール制御材料
- ・ カリフォルニア大学ロサンゼルス校 「Molecularly Assembled Material Architectures for Solar Energy Production, Storage, and Carbon Capture」; 太陽エネルギーの電気への転換、電気エネルギーの貯蔵、及び温暖化ガスの分離・回収のためのナノスケール材料
- ・ 国立再生可能エネルギー研究所 「Center for Inverse Design」; 太陽エネルギー転換材料を設計するための理論計算手法
- ・ アリゾナ大学 「Center for Interface Science: Hybrid Solar Electric Materials」; 無機 - 有機ハイブリッド材料を用いた太陽エネルギーの電気への転換
- ・ カーネギー地球物理学研究所 「Center for Energy Frontier Research in Extreme Environments」; 圧力や温度変化への耐久性に優れたエネルギー関連材料
- ・ コロンビア大学 「Re-Defining photovoltaic Efficiency through Molecule Scale Control」; ナノサイズの薄膜中で太陽光を電気エネルギーに転換するための科学原理
- ・ ニューヨーク州立大学ストーニブルック校 「Northeastern Center for Chemical Energy Storage」; 蓄電池の電極反応に関わる基本原理

5 1 . 英国動向の概要及び特徴

英国では、**英国研究会議** (Research Councils UK) を主体とする基盤整備が展開されている。

予算枠として、各研究会議が所掌する研究活動費 (この中から、施設運転や国際連携などの資金を充当) に加え、「**大型施設投資基金** (LFCF ; Large Facilities Capital Fund、2002年度から導入)」が用意されている。

LFCFでは、「2500万ポンド以上の資本投資を要する研究基盤」、または「所掌する研究会議の年間予算の10%以上を占める研究基盤」が整備対象となる。

1億ポンド/年が標準的投資額として設定されており、以下の目的に使用される。

新規の研究基盤の国内及び国外における整備

既存の研究基盤の増強、改良など

英国研究会議が、LFCFの資金を提供する研究基盤の優先順位について政府への助言を行う。

原則として、「ファンディング対象となる研究基盤は、英国研究会議が提示した現行のロードマップの中に含まれる」ことが要件となっている。

5 2 . 英国動向の概要及び特徴

英国研究会議は、2001年、2005年、2008年、2010年に“英国の研究基盤ロードマップ”を提示しており、最新ロードマップである「Large Facilities Roadmap 2010」では、「稼動施設 (Current Facilities)」、「改良計画 (Renewals and Upgrades)」、「新規計画 (Emerging Facilities)」の3階層に分けて、合計で53の研究基盤を取り上げている。

英国研究会議は、研究基盤のニーズを評価するためのロードマップ2010における指標として、6つの軸を設定している。

健康、長寿、生活の質 (Lifelong Health and Wellbeing)

高度にネットワークされた経済 (Digital Economy)

エネルギー保障 (Energy)

地球規模の食糧保障 (Global Food Security)

変化する社会での安全・安心 (Global Uncertainties ; Security for All in A Changing World)

環境と調和した暮らし (Living with Environmental Change)

5 3 . 英国動向の概要及び特徴

これらの動きを「先端研究基盤の整備・運営」の視点で捉えると、以下のポイントが浮かび上がる。

第一に、ロードマップの形で重要な研究基盤を抽出することで、優先度を提示している。

第二に、ロードマップの策定において、英国研究会議が中心的役割を果たしている。

第三に、策定したロードマップに基づき、研究基盤への支援を展開していく仕組みが構築されている。

6 1 . 欧州動向の概要及び特徴

欧州では、各国による動きに加え、欧州全体としての基盤整備が展開されている。

第7次研究枠組み計画（2007年度～2013年度）として、18億5000万ユーロを超える規模の予算総額で、研究基盤を対象とした支援を行うことが設定された。

「現行の先端研究基盤を有効活用すること」及び「研究コミュニティが求める先端研究基盤を整備すること」を支援目的とする。

第一の“研究基盤の有効活用”については、「欧州各国の先端研究基盤をネットワークした一体的活用体制の構築」を主眼とした支援が展開されている。

第7次研究枠組み計画の中で、これまでに下記支援プロジェクトが採択されている。

- ・ 物理学&天文学；7プロジェクト、支援額は6200万ユーロ
- ・ 数理科学&計算科学；2プロジェクト、支援額は1600万ユーロ
- ・ 材料科学&分析設備；7プロジェクト、支援額は5600万ユーロ
- ・ 工学&エネルギー；10プロジェクト、支援額は7700万ユーロ
- ・ 環境&地球科学；12プロジェクト、11プロジェクトへの支援額は7000万ユーロ（1プロジェクトの支援額は公表されていない）
- ・ ライフサイエンス；16プロジェクト、支援額は1億2300万ユーロ

6 2 . 欧州動向の概要及び特徴

“工学・エネルギー”の分野では、下記プロジェクトなどが展開されている。

- ・ 分散型エネルギー源の研究基盤 (D E R R I ; Distributed Energy Resources Research Infrastructure) / 支援額は5 1 4万ユーロ、期間は4年、1 1ヶ国が参加
- ・ 洋上型再生可能エネルギーの研究基盤 (M a R I N E T ; Renewables Infrastructure Network for Emerging Energy Technologies) / 支援額は9 0 0万ユーロ、期間は4年、1 2ヶ国が参加 (ブラジルを含む)
- ・ 太陽電池の研究基盤 (S O P H I A ; Photovoltaic European Research Infrastructure) / 支援額は9 0 0万ユーロ、期間は4年、1 0ヶ国が参加
- ・ 集光型太陽エネルギーの研究基盤 (S F E R A ; Solar Facilities for the European Research Area) / 支援額は7 4 0万ユーロ、期間は4年、7ヶ国が参加

“ライフサイエンス”の分野では、下記プロジェクトなどが展開されている。

- ・ 構造生物学のNMR (B i o - N M R ; NMR for Structural Biology) / 支援額は8 9 0 0万ユーロ、期間は4年間、1 4ヶ国が参加
- ・ 微生物資源の研究基盤 (E M b a R C ; European Consortium of Microbial Resource Centres) / 支援額は4 1 9万ユーロ、期間は3年、7ヶ国が参加
- ・ 霊長類の研究基盤 (E U P R I M - N E T ; European Primate Network: Advancing 3Rs and International Standards in Biological and Biomedical Research) / 支援額は7 0 0万ユーロ、期間は4年、6ヶ国が参加

6 3 . 欧州動向の概要及び特徴

第二の“先端研究基盤の整備”については、「欧州研究基盤戦略フォーラムが策定したロードマップ」を反映した取り組みが展開されている。研究基盤の計画段階、準備段階、実践段階への支援が対象に含まれる。

欧州研究基盤戦略フォーラムは、欧州連合加盟国と欧州委員会が2002年に設立した組織であり、「欧州全体としての研究基盤のビジョン & 戦略、及び関連施策の策定」を支援することをミッションとする。

そのために、以下の事項に関わる種々の活動を行う。

欧州の研究環境に関するベンチマーク

各国の研究基盤に関する情報の収集

欧州全体の研究基盤ロードマップの策定

研究基盤がもたらす社会経済効果の分析

欧州全体での研究基盤の整備方策の検討

研究基盤の運営方策（人的資源も含む）の検討

研究基盤の重要度に関する啓蒙・普及

6 4 . 欧州動向の概要及び特徴

これまでに、2006年、2008年、2010年の3回に渡り、“欧州全体の研究基盤ロードマップ”を提示した。

最新ロードマップである「Strategy Report on Research Infrastructure, Roadmap 2010」では、「物理&工学」「材料&分析」「エネルギー」「環境」「生物&医療」「社会&人文」の6分野に分けて、合計48の研究基盤を取り上げている。

ロードマップで取り上げた研究基盤に対し、第7次研究枠組み計画の予算を用い、準備段階での資金援助が行われている（準備費用の一部を欧州全体で負担）。

これらの動きを「先端研究基盤の整備・運営」の視点で捉えると、以下のポイントが浮かび上がる。

第一に、「現行基盤の活用」と「新規基盤の整備」という2つのターゲットを掲げている。

第二に、現行基盤の活用では、研究基盤をネットワークした一体的活用体制の構築を推進している。

第三に、新規基盤の整備では、ロードマップの形で重要な研究基盤を抽出している。そのための主体として、欧州研究基盤戦略フォーラムを設置している。

第四に、策定したロードマップに基づき、欧州全体としての研究基盤への支援を展開している。

7. 先端研究基盤を巡る米欧での注目動向

米欧での注目動向を分析すると、先端研究基盤の整備・運営について、以下の特徴を持つ取り組みが進められていることが分かる。

米国は、最初に“社会課題”を掲げ、次に“課題解決のビジョン & 戦略”を導出した上で、“ビジョン & 戦略を推進するための先端基盤の重要性”を明示している。

そのために「研究サイドと政策サイドの双方から延べ1600名以上の有識者等が関与した“検討の場”」を形成している。

英国は、ロードマップの形で重要な研究基盤を抽出し、優先度を提示した上で、策定したロードマップに基づき、研究基盤への支援を展開している。

このロードマップを策定するために、英国研究会議が中心的役割を果たしている。

欧州は、“現行基盤の活用”と“新規基盤の整備”の2つの目標を掲げている。

現行基盤の活用では、研究基盤をネットワークした一体的活用体制の構築を推進している。

新規基盤の整備では、ロードマップの形で重要な研究基盤を抽出し、策定したロードマップに基づき、欧州全体としての研究基盤への支援を展開している。

そのための主体として、欧州研究基盤戦略フォーラムを設置している。

参考; G - T e C 調査の現地会合機関及び対象者

G - T e C 調査の一環として、米国が展開する「先端研究基盤を活用したグリーンイノベーション」について、日米有識者による討議を実施。

現地会合機関及び対象者は、以下の通り（会合毎に日本側有識者の構成は異なる）。

区分	機 関 名	役 職	氏 名
現地会合機関	Lawrence Berkeley National Laboratory, Advanced Light Source	Director	Prof. Roger Falcone
	Lawrence Berkeley National Laboratory, Molecular Foundry	Director	Dr. Jim DeYoreo
	Energy Innovation Hub; Joint Center for Artificial Photosynthesis	Member of Executive Committee	Dr. Heinz Frei
	Energy Frontier Research Center; Center for Nanoscale Control of Geologic CO2	Director	Prof. Don DePaolo
	SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford Synchrotron Radiation Lightsource	Science Director	Prof. Britt Hedman
	SLAC National Accelerator Laboratory, Center for Interface Science and Catalysis	Head	Prof. Jens Norskov
日本側有識者	高エネルギー加速器研究機構	理事	下村理 氏
	理化学研究所 播磨研究所	所長	石川哲也 氏
	物質・材料研究機構	理事	曾根純一 氏
	産業技術総合研究所 グリーン・ナノエレクトロニクスセンター	連携研究体長	横山直樹 氏