

分野融合および基礎研究～社会実装を一貫して実施する 横断的プログラムの推進方策

～米国・欧州における横断的プログラムの概要調査報告～

平成 2 7 年 3 月 1 6 日
エネルギー戦略協議会事務局

分野融合および基礎研究～社会実装を一貫して実施する 横断的プログラムの推進方策について

●調査目的と焦点

- － 分野融合や基礎研究～社会実装を一貫して実施する研究開発には、強固な連携体制の構築が必要不可欠である。
- － そこで、米国・欧州における分野横断的もしくは基礎研究から実用化まで一貫した体制で取り組まれている施策について調査を実施し、横断的プログラムの推進方策の特徴について整理を行うこととした。
- － 特徴の整理にあたっては、第7回エネルギー戦略協議会での議論をふまえており、今後、横断的プログラムを推進するにあたって参考となる点を考察としてとりまとめた。

●今回の議題の位置付け

- － 本調査報告についてご確認いただき、重要課題専門調査会への報告事項としたい。

プログラム概要 [米国エネルギーイノベーションハブ]

● 概要：

- ー エネルギー分野における基礎研究から実用化までを対象に、産学官が連携した「ハブ」構築を通じて、優秀な科学者・技術者を集め、重要領域への研究開発に集中させることを目的にして開始された研究開発プログラム。

● 研究体制：

- ー 大学や国立研究所を中心とした体制。テーマによっては民間企業も参画。

● 予算：

- ー 1テーマ当たり年間約2,500万ドル。研究を実施するのに十分で、かつ、テーマが分裂するのを防ぐ規模感として設定。

● 政策体系での位置付け：

- ー エネルギー分野におけるトランスフォーマティブ研究（単なる基礎研究ではなく、新たなパラダイム創出に繋がる可能性のあるハイリスク・ハイリターンな研究）を推進するプログラム。
- ー 関連取組としては、ARPA-E（応用研究）とEFRC(基礎研究)がある。

● 特徴：

- ー アンダーワンルーフ型（学際的で、多拠点で行われる連携を奨励）での研究開発
- ー 基礎研究から目的志向での研究目標を設定
- ー 求心力が高く、強力なリーダーシップに基づく研究体制
- ー 必要性に応じて、研究方針が変更可能な柔軟な管理体制

対象テーマ [米国エネルギーイノベーションハブ]

●2015年1月までに設立されたハブは以下の通り。

－ スマートグリッドに関しては、設立検討中。

ハブテーマ	ハブ主体及び関係機関	DOE 担当	設立時期	研究概要
人工光合成 	【主体】カリフォルニア工科大学 【関係機関】大学、DOE 研究機関等	科学局	2010年 7月	地球上に豊富に存在する物質（太陽光、水、二酸化炭素）を使ったシステムにより、自然の光合成と比較して10倍の効率での燃料生産を目指す。さらには、その技術を商業利用できる規模に発展させることを目標とする。
原子炉のモデリングお 	【主体】オークリッジ国立研究所 【関係機関】国立研究機関、大学、民間企業等	原子力エネルギー局	2010年 5月	原子力発電プラントのパフォーマンス向上について、“バーチャルリアクター（仮想原子炉）”を用いたシミュレーションを行いながら、課題達成のためのモデルを構築する。加圧水型商用原子力発電への応用を目指す。
エネルギー効率の良 	【主体】ペンシルベニア州立大学 【関係機関】公的機関・大学・企業からなる21	エネルギー効率・再生可能エネルギー局	2010年 8月 ～2013 年	住居や建築物における省エネ・エネルギー利用効率向上のため、設計・実用化技術を開発し、地域の経済成長や雇用促進に繋がるモデルを開拓する。2020年までにモデル地域であるフィラデルフィア都市圏の建物において、エネルギー効率20%向上を目指す。
バッテリーおよびエネルギーの貯蔵 	【主体】アルゴンヌ国立研究所 【関係機関】国立研究所、大学、民間企業等	科学局	2012年 11月	充電式蓄電池を使用する機器に利用可能な高効率・低コスト・長寿命のエネルギー貯蔵技術の開発を目指す。5年以内に、既存リチウムイオンバッテリーと比較して、「5倍のエネルギーを1/5のコストで貯蔵できるバッテリー」を実現することを目標とする。
重要原料 	【主体】エイムズ研究所 【関係機関】国立研究所、大学、企業	エネルギー効率・再生可能エネルギー局	2013年	重要原料が、将来にわたって不足することがないよう、重要技術課題について総合的解決策を見出すことを目標とする。とりわけ、生産性向上、廃棄物削減、代替新規物質の開発の課題に対して、5年以内を目途に、応用可能技術を少なくとも一つ開発することを目標とする。

プログラム概要 [欧州共同技術イニシアティブ (JTI)]

●概要：

- － ETP（産業界の特定技術分野によるプラットフォーム）が策定した戦略計画について、戦略性が高く、長期的な支援が必要とされる重要なテーマを選定し、効果的に研究開発を実行していくためのボトムアップ型の研究開発ファンディングスキーム。

●研究体制：

- － 産官学で共同で実施。民間は中小企業が多い。

●予算：

- － 欧州における研究開発フレームワーク（FP7やHorizon2020）の対象期間で予算確定
- － 1つのJU（Joint Undertaking）について、Horizon2020の期間（10年間）で7～18億ユーロ

●政策体系での位置付け：

- － Horizon2020における「社会的挑戦」「産業リーダーシップ」に位置付け。（その他の研究開発ファンディングスキームは「社会的課題への取組み」等へ位置付け）

●特徴：

- － 戦略性が高く、長期に及ぶ重要なテーマを対象としたファンディングシステム
- － 産官学連携の促進と重要な技術開発の推進
- － 産業界から研究資金を拠出させる機能

対象テーマ〔欧州共同技術イニシアティブ（JTI）〕

●2015年1月現在、採択されたテーマは以下の通り。

－ FP7からHorizon2020の枠組移行により、一部テーマの変更・統合を実施。

JUテーマ	JU主体及び関係機関	期間	研究概要
革新的医薬品 (IMI2) 	欧州製薬団体 連合会 (EFPIA) や 大学	[FP7] 2008年～2013年 [Horizon2020] 2014年～2024年	医薬品開発の加速化と効率化に貢献することを目的としている。特に、社会的ニーズが強いにもかかわらず薬や治療法が開発されていない病気・疾患に焦点が当てられており、その医薬品の開発が進められている。
航空及び輸送2 (Clean Sky2) 	16か国から86 の組織が参加、 欧州の主要航 空企業は全社 参加	[FP7] 2008～2017年	約30%のCO2削減を目指し、環境改善に関連する分野に焦点をあて、環境に優しい航空機を製造するための様々な先進技術について研究開発を実施。
電子部品とシステム (ECSEL) 	民間企業、大 学、公的研究 機関（CEA 等）	[Horizon2020] 2014年～2020年	次世代のデジタル技術の基盤を構築し、電子部品とシステム効率の向上、デザイン・製造における欧州のリーダーシップのサポート、電子製品の低価格化・高精度化、エレクトロニクスおよび関連サービスの成長、雇用の創出を目的としている。
水素・燃料電池2 (FCH2) 	64の民間企業、 54の大学と研 究機関	[FP7] 2008年～2013年 [Horizon2020] 2014年～2024年	低炭素社会の実現にむけ、実用的な水素エネルギーおよび燃料電池について技術開発を推進する。2020年までに、クリーンエネルギーとして水素を利用し、エネルギー変換材料としてフッ素を利用するための技術開発や並びに水素利用の燃料電池開発を推進し、実用化、市場導入を図る。
バイオ産業（BBI） 	企業等70社、 40の大学。	[Horizon2020] 2014年～2024年	高効率で持続可能性に優れた低炭素社会の実現に向け、化石燃料を代替する新たなバイオ製品やバイオプラントを開発し、競争力のあるバイオベースの再生可能資源を用いたバリューチェーンを構築するとともに、地域での経済成長や雇用促進を図ることを目標としている。

推進方策の特徴①：横断的プログラムのテーマ設定

●米国：「トップダウン型とボトムアップ型の双方向によるテーマ設定」

- － 2001年から8年間に渡り、エネルギー省内部／関連諮問委員会（トップダウン）、エネルギー省が主催するワークショップ（ボトムアップ）により、社会課題を基礎研究に結び付けるための検討を実施している。
- － 本検討結果をベースに、各研究イニシアティブでのファンディングテーマが決定される。
 - ・2009年：上院公聴会にて、スティーブン・チュー長官が3つの研究イニシアティブを提示。
イノベーションハブ8分野を2010年度予算要求。
 - ・2010年：予算確定した3分野のイノベーションハブの開始

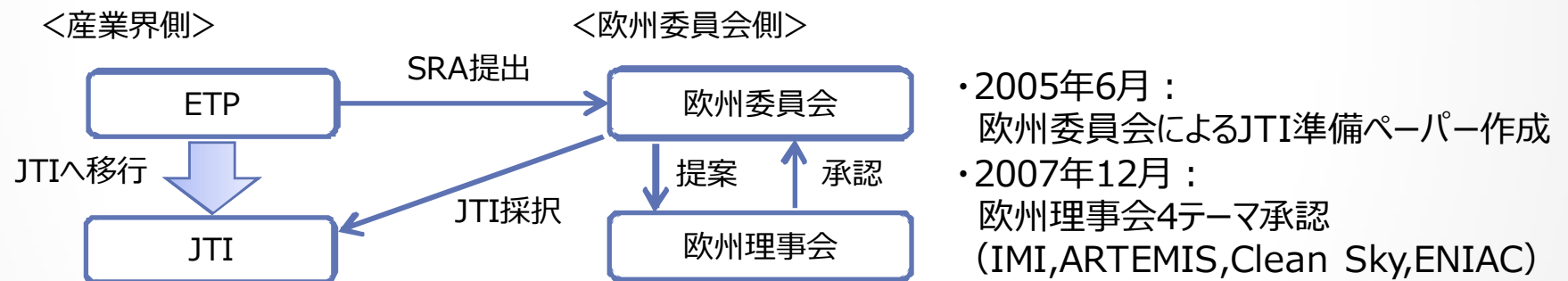
ステップ	分類	検討参加者	成果
I：社会課題のシステム化 (2001年～2003年)	トップダウン	・ エネルギー省 ・ 関連諮問委員会等のトップクラス研究者	・ エネルギーシステムの基盤となる「9つの構成要素」の特定
II：研究方向や研究対象の明確化 (2002年～2003年)	ボトムアップ	・ 研究コミュニティを代表する多様な研究者（100人以上）	・ 課題解決に向けた「37の研究方向」の特定 ・ 研究方向に対応した「10の研究対象」の特定
III：重点領域の指定 (2003年)	トップダウン	・ エネルギー省 ・ 関連諮問委員会等のトップクラス研究者	・ 10の研究対象を元に「10の重点領域」の特定
IV：課題解決に求められる研究や科学原理の探索 (2003年～2007年末)	ボトムアップ	・ 研究コミュニティを代表する多様な研究者（1500名以上）	・ 「78の基礎研究群」と「5つの科学原理」の特定

（出所）JST CRDS「課題解決型研究と新興・融合領域への展開」よりMRI作成

推進方策の特徴①：横断的プログラムのテーマ設定

● 欧州：「産業界独自でのボトムアップによるテーマ提案」

- 各ETPで研究開発のビジョンを作成・共有化。その後、SRA（戦略的研究計画）を作成し、それに基づく展開戦略となる技術ロードマップやアクション・プランも策定している。
- 策定されたSRAについて、欧州委員会が3つの視点（①科学、技術的な視点、②広範な経済的利益、③欧州における付加価値）で評価を行う。その中で有望なSRAを策定したETPについて、欧州理事会へ提案・承認を受けることで、JTIへ移行される。



＜特徴＞

米国・欧州ともに社会的課題・ニーズを踏まえたうえでテーマを設定。
ワークショップの開催（米国）やETPの活用（欧州）など、社会的課題・ニーズを吸い上げるスキームが確立されている。

推進方策の特徴②：テーマの目標設定

●米国：「ストレッチゴールの設定」「GoalとTarget」

- － 目標は達成すべき目標（Goal）と単年度ごとの目標（Target）を区別する。
“Goal”については、ハブのサイズとスケジュールを勘案したストレッチゴール（意図的に高く設定された目標）を設定する。
- － 目標には、「製品のプロトタイプ化」のみではなく、「システムの実現可能性や市場適合性の検証」も含まれる。

ハブ名称	達成すべき目標（Goal）	単年度目標（Target）
人工光合成（JCAP：Joint Center for Artificial Photosynthesis）	地球上に豊富に存在する物質（太陽光、水、二酸化炭素）を用いたシステムにより、自然の光合成と比較して10倍高効率の燃料生産を実現する	・2013年度：標準条件下において、触媒と光吸収体の同質性/異質性を比較可能なベンチマークを測定するための体制を確立。 ・2014年度：触媒や光ハーベスタ、膜、インターフェースといった試験的部品を組み合わせることで、統合化システムとしてのプロトタイプ装置を設計。
バッテリーおよびエネルギーの貯蔵（JCESR：Joint Center for Energy Storage Research）	2011年時点の商業ベースでの標準的なリチウムイオンバッテリーの5倍のエネルギーを貯蔵でき、1/5のコストで実現可能なバッテリーの2つのプロトタイプを、5年以内に提供する	・2015年度：分子構造モチーフから計算された、1万以上の第一原理から抽出された化学構造を用いて設計された新たな電解質のフレームワークにより、電解質ゲノムを実証。

＜特徴＞

基礎研究及び社会実装に係る取組の双方のインセンティブとなる目標を設定。野心的に設定された“Goal”と、投資規模・時間的フレームに見合った実現可能性の乖離が課題となりうる。そのため、適切なマイルストーンやレビューポイントを設定する観点から、具体的かつ合理的な“Target”の設定が重要となる。

推進方策の特徴③：テーマの期間設定

●米国：「ハブの成長に合わせた予算供与」

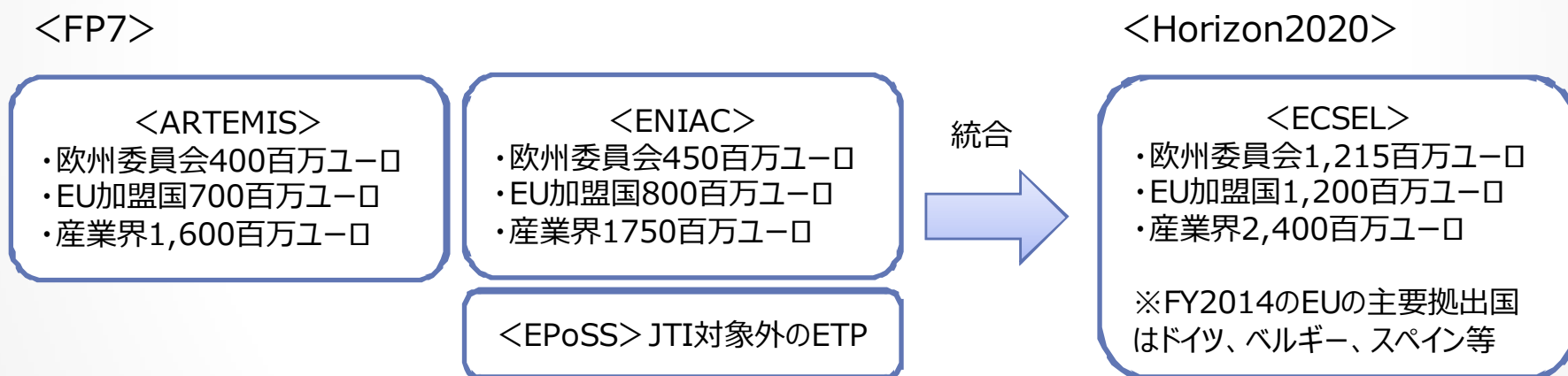
- DOEからの支援期間は原則5年間。（ただしハブ提案の際には15年間のプロジェクト計画を求める）
- 一方で、毎年度予算査定が行われるため、5年間の支援は確約されていない。
- ハブの設立と成長には、長いリードタイムを費やす必要があるため、ハブの研究対象分野内での再競争は望ましい選択肢とはしていない。
- テーマ更新時のオプションは、①5年間の全体更新、②短期減額の部分的更新、③DOE内部の別プログラムへ移行、を想定している。

ハブ名称	当初予定期間	状況（2015年2月時点）
人工光合成 （JCAP：Joint Center for Artificial Photosynthesis）	2010-2015年	当初予定の予算年（5年）を終了し、来年度以降の予算計画を検討中。
バッテリーおよびエネルギーの貯蔵 （JCESR：Joint Center for Energy Storage Research）	2012-2017年	積極的なランプアップのフェーズにあり、2015年は当初の予定通り分野横断的な研究を継続としている。
エネルギー効率の良い建築システム設計 （変更前：Energy Efficient Buildings Hub：EEB）、変更後：Consortium for Building Energy Innovation：CBEI）	2010-2015年	2014年度より、DOEの標準エネルギープログラムに移管された。予算額も年間1,000万ドルへ減額され、ハブ体制・名称も変更して再出発。

推進方策の特徴③：テーマの期間設定

● 欧州：「長期での見通しを立てることが可能な資金供与」

- － 上位施策のFP7やHorizon2020の期間（7年又は10年）と連動して、欧州委員会からの予算が確定している。
- － 加えて、国策との親和性が高いテーマではEU加盟国からの直接拠出も行われており、欧州委員会の公募提案プロセスに則って毎年度実施される。
- － 上位施策が次期の枠組みへ移行した場合、①テーマが引き継がれて継続、②同一テーマでの組織改編、③テーマの追加（新規でのJTI認定）が実施される。



<特徴>

15年間のプロジェクト計画を踏まえた5年間の支援（米国）や、7年又は10年の期間設定（欧州）など、長期的視座でテーマを推進。
特に欧州ではプロジェクト期間内での予算額が確定しており、より長期的な取組を実施しやすくしている。

推進方策の特徴④：産業界への成果の受渡しの促進

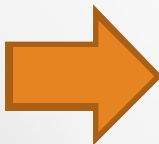
● 欧州：「官から資金供与は研究開発資金全体の50%未満」

- － 欧州委員会からの予算は「研究開発費・事務局経費」のみに充てられる。産業界は、人材、施設、機材等の現物に加えて、研究開発予算全体の50%以上を担わなければならない。
- － なお、EU加盟国以外の企業であっても、EU加盟国に法人を有する企業であれば、JUへの参画が認められている。（実際の参画は少ない）

＜民間企業のJTI参加へのメリット＞

- 大学や研究機関が保持している基礎開発分野における研究能力を活用することが可能となる。
- 産官学で共通の目標を掲げて研究開発や実証研究が可能となる。
- JTIが認定されることで、長期でのまとまった予算を確保することができるため、長期にわたる投資計画の立案とキャッシュフロー管理が可能となる。
- 産業界のプラットフォームとして、JUを機能させることで、単独では研究開発規模が小さい中小企業の参画を促し、中小企業が保持する技術を活用することが可能となる。

＜特徴＞



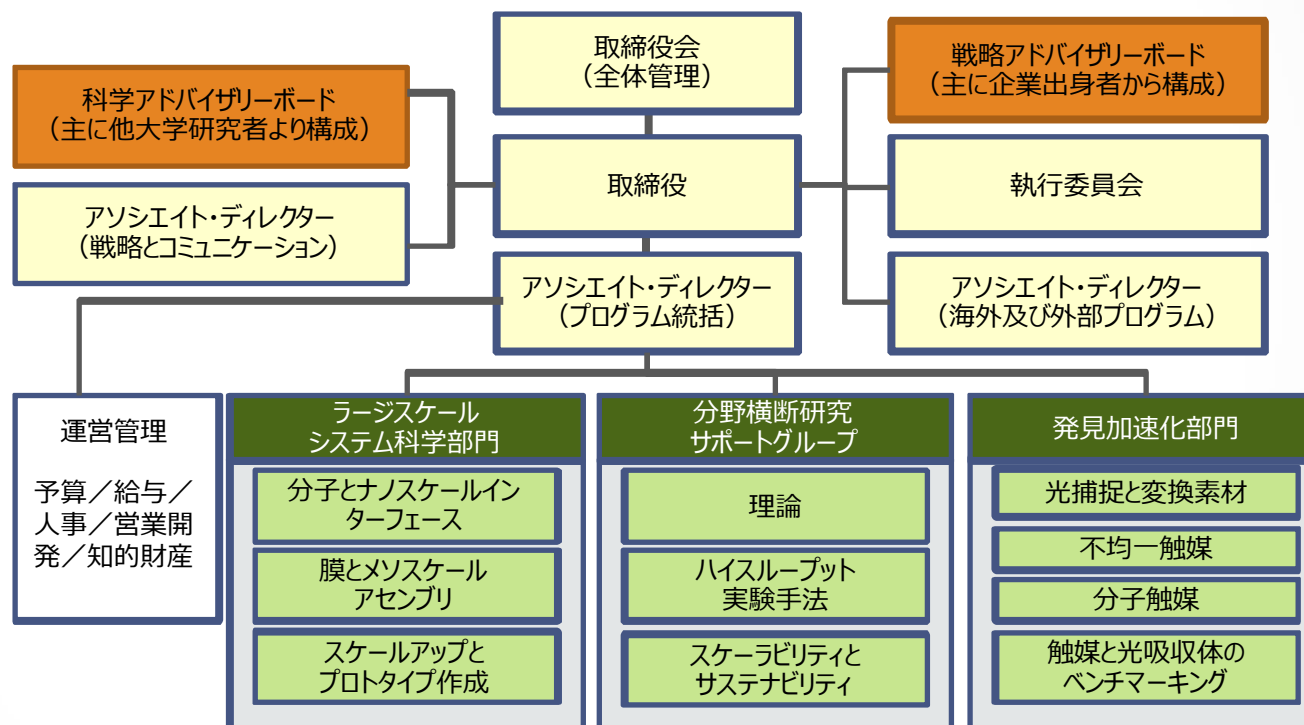
産業界からの投資を必須とすることで、研究テーマに対するより強いニーズの取り込みや成果活用への意欲の向上が見込まれる。

推進方策の特徴⑤：テーマの実施体制

●米国：「取締役役の研究者が意志決定可能な体制を構築」

- － 企業のような研究管理体制を構築しており、研究開発上の意志決定は取締役役に一任される。また、研究者の採用や評価もハブ内部で実施される。
- － 制度として企業出身者も参加するアドバイザリーボードを設置することを義務付け。

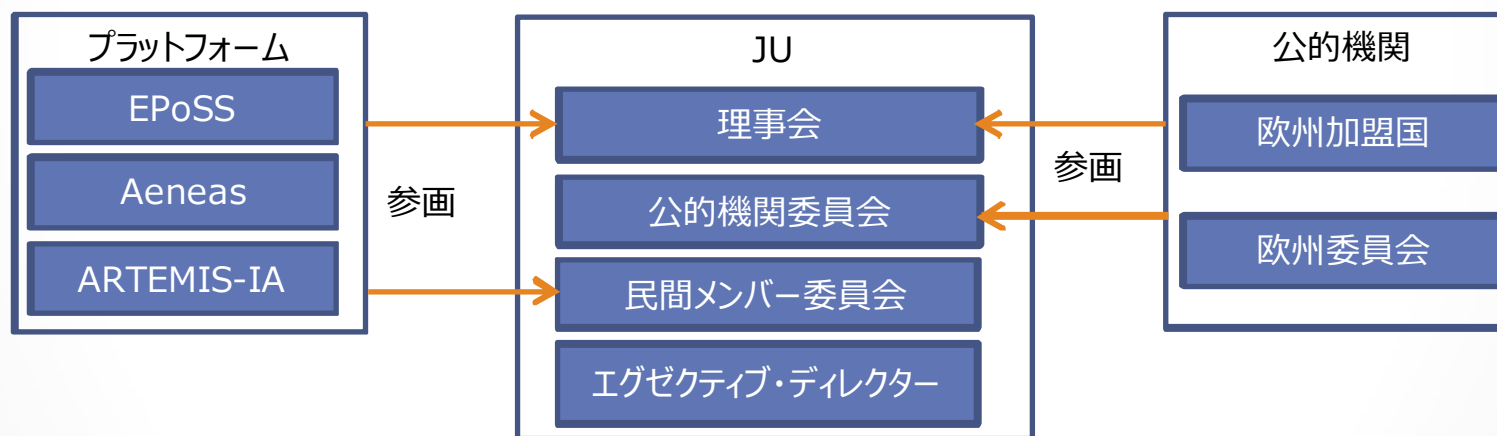
＜JCAPの
組織体制図＞



推進方策の特徴⑤：テーマの実施体制

● 欧州：「官民共同での法人格を有する組織を設立」

- － 大企業、中小企業、大学等が参加するプラットフォーム（ETP）および、欧州委員会、政府等の公的機関による、法人組織（JU）を設立して運営する。
- － JUにおけるワークプランや公募内容、日程、評価、採択、予算配分は、すべてJUに一任されており、実務ルールはJU毎に個別に規定される。
- － JU理事会は、官民のメンバーで構成されており、欧州委員会の意見も、JU運営に反映される仕組みになっている。



＜特徴＞

プロジェクトリーダーの任命や、企業的な体制を組織することにより、管理体制を強固にし、より大きな権限を参画者に委譲しやすくしている。
また産業界からの参画者を取り込むことを必須とすることにより、社会的課題・ニーズを解決する視点を取り込んでいる。

推進方策の特徴⑥：外部からの管理体制

●米国：「DOE及び外部からの厳格な管理体制の構築」

- DOEのシニアレベルのテクニカル・プログラマネージャーから構成されるワーキンググループ “Hubs Leadership Council” を月に1回開催し、課題点を確認。
- DOEと外部有識者（ハブ採択にも関与）により、ハブの研究内容に加えて、管理体制・方針・実務・会計等に関してピアレビューを年に1回実施。

＜Hubs Leadership Councilの役割＞

- 基本的なマネジメントミスを防止
- ベストプラクティスの伝達
- ハブを成功に導くための支援（ハイレベルなエネルギー目標の設定、コミュニティからのインプットを含む一貫した研究計画の管理、測定可能なマイルストーン／アウトプットによる明確な目標設定、計画に対する進捗管理、強いリーダーシップ等）

（出所）DOE内部のエネルギーアドバイザリーボード（SEAB）からのプログラム審査結果の一部

＜特徴＞

ハブの規模が大きく経営的視点も求められることから、外部からの強固な管理体制は必須。

一方、投資効果の評価については、創出された成果を学術的に評価するだけでなく、成果に係る新興企業の設立や市場への展開等、社会的インパクトを測る新たな仕組みを確立することも課題として挙げられている。

日本における横断的プログラム例：SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）

●SIPの特徴

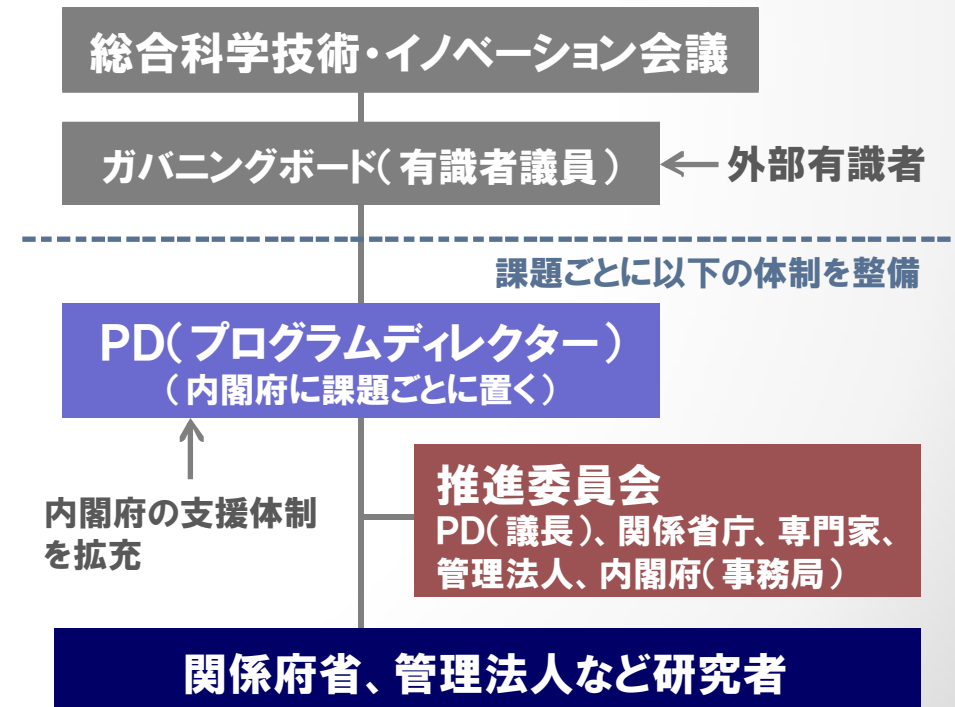
- － 社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題を総合科学技術・イノベーション会議が選定。
- － 府省・分野横断的な取組み。
- － 基礎研究から実用化・事業化までを見据えて一気通貫で研究開発を推進。規制・制度、特区、政府調達なども活用。国際標準化も意識。
- － 企業が研究成果を戦略的に活用しやすい知財システム。

●予算

- － 内閣府計上の「科学技術イノベーション創造推進費」を10テーマに配分。

●実施体制

- － 課題ごとにPDを選定。
- － PDは関係府省の縦割りを打破し、府省を横断する視点からプログラムを推進。
- － ガバニングボード（構成員：総合科学技術・イノベーション会議有識者議員）が評価・助言を行う。



横断的プログラムの推進方策まとめ

● 米国・欧州の事例とSIPとの比較

項目	米国・欧州の事例に見られた特徴	SIPの取組
①テーマ設定	米国・欧州ともに社会的課題・ニーズを吸い上げるスキームを確立。	社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題をCSTIが選定。
②目標設定	米国エネルギーイノベーションハブでは、新たなパラダイム創出に繋がる野心的な達成目標であるGoalと単年度ごとのTargetを設定。	経済再生を実現する道筋を念頭に置きつつ研究開発を推進するための、明確な成果の出口と目標の設定。
③期間設定	米国エネルギーイノベーションハブでは15年間の計画のもと原則5年間を期間として設定。 欧州JTIでは7～10年間の期間内の予算額を確定。	各研究課題は5年間を基本として計画策定。 課題予算は単年度ごとに配分。
④成果の受渡し の促進	欧州JTIでは産業界からの投資が必須。	研究開発予算は国から100%補助。 企業が活用しやすい知財システムを志向。
⑤実施体制	米国・欧州ともにプロジェクトリーダーの任命や強固な管理体制を構築し、参画者に大きな権限を付与。産業界からの視点を取り込むことも必須。	課題ごとにPDを選定。 サブPDや産業動向等に精通する戦略コーディネーターの配置等によりPDを補佐。
⑥外部からの 管理体制	米国エネルギーイノベーションハブでは、ハブを成功に導くための支援を目的とした管理体制を構築。社会的インパクトの評価方法に課題。	ガバニングボードが評価・助言を実施。



米国・欧州の事例とSIPとの比較から、SIPをより強力に推進するための方策に係る提案を次頁に整理

SIPをより強力に推進するための方策に係る考察

● 社会的課題・ニーズを吸い上げるスキームの確立

- － 新規の研究課題を設定するにあたり、社会的課題・ニーズをより着実に吸い上げるため、重要課題専門調査会および各戦略協議会・WGを、新たなSIPテーマ検討の場として活用するスキームを確立することが有効と考えられる。

● 産業界への成果の受渡しを加速する体制構築

- － 研究開発を社会的課題・ニーズに対応させより効果的に推進させるとともに、創出された成果を産業界へ迅速に受渡すために、研究課題に対して民間企業からの資金供与を促しプログラムへの参画意欲を高めることが有効であると考えられる。

● 社会的インパクトを評価する仕組みの確立

- － 今般調査対象とした施策は、社会の変革を生み出すことをねらいとしていることから、創出された成果の社会的インパクトを測ることの困難さが課題として挙げられている。このことから、SIPに関しても、成果を利用した新興企業の設立や雇用の創出ならびに市場への展開等、社会的インパクトを評価する仕組みを確立することが、重要になると考えられる。