

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業
(研究資金制度プログラム)
技術評価結果報告書 (中間評価)

(案)

平成30年3月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成24年12月6日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成26年4月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業（研究資金制度プログラム）」は、「エネルギー・環境イノベーション戦略」に掲げられた、2050年頃を見据えた革新的技術分野に対して、G7等先進国の研究機関との国際共同研究開発により海外の優れた知を取り込み、効率的に革新的エネルギー技術の開発を行うため、平成27年度より実施しているものである。

今般、省外の有識者からなる革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業（研究資金制度プログラム）中間評価検討会（座長：角南 篤 政策研究大学院大学副学長・教授）における検討の結果とりまとめられた「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業（研究資金制度プログラム）技術評価結果報告書（中間評価）」の原案について、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（座長：小林 直人 早稲田大学研究戦略センター副所長・研究院副研究院長 教授）において、審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成30年3月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ

委員名簿

座長	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター副所長・研究院副研究院長 教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所政策・経済研究センター長
	齊藤 栄子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部主任研究員
	高橋 真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科 教授
	津川 若子	東京農工大学大学院工学研究院准教授
	西尾 好司	株式会社富士通総研経済研究所上席主任研究員
	浜田 恵美子	日本ガイシ株式会社 取締役
	森 俊介	東京理科大学理工学部経営工学科教授

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業

中間評価検討会

委員名簿

座長	角南 篤	政策研究大学院大学 副学長・教授
	池谷 知彦	電力中央研究所 材料科学研究所 研究参事
	井上 剛良	東京工業大学 工学院 教授
	府川 伊三郎	旭リサーチセンター シニアリサーチャー
	本藤 祐樹	横浜国立大学 大学院環境情報研究院 教授

(敬称略、座長除き五十音順)

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業

技術評価に係る省内関係者

【中間評価時】

(平成29年度)

産業技術環境局 国際室長 伊藤 隆庸 (事業担当室長)

大臣官房参事官 (イノベーション推進担当)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 竹上 嗣郎

【事前評価時】(事業初年度予算要求時)

産業技術環境局 国際室長 武藤 寿彦 (事業担当室長)

大臣官房参事官 (イノベーション推進担当)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 福田 敦史

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業

中間評価の審議経過

【中間評価】

- ◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（平成30年3月13日）
 - ・技術評価結果報告書（中間評価）について

- ◆「革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業」評価検討会
 - 第1回評価検討会（平成29年12月8日）
 - ・事業の概要について
 - ・評価の進め方について

 - 第2回評価検討会（平成30年2月9日）
 - ・技術評価結果報告書（中間評価）について

【事前評価】

- ◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（平成26年8月19日）
 - ・技術評価書（事前評価）について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ
委員名簿

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業 中間評価検討会 委員名簿

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業 技術評価に係る省内関係者

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業 中間評価の審議経過

目次

	ページ
I. 研究資金制度プログラム概要	1
1. 事業アウトカム	5
2. 制度内容及び事業アウトプット	7
3. 当省（国）が実施することの必要性	10
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ	11
5. 制度の実施・マネジメント体制等	13
6. 費用対効果	17
II. 外部有識者（評価検討会等）の評価	
1. 事業アウトカムの妥当性	18
2. 制度内容及び事業アウトプットの妥当性	19
3. 当省（国）が実施することの必要性の妥当性	20
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	22
5. 制度の実施・マネジメント体制等の妥当性	23
6. 費用対効果の妥当性	24
7. 総合評価	25
8. 今後の研究開発の方向等に関する提言	26
III. 評点法による評点結果	28
IV. 産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等	29

革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業（研究資金制度プログラム）
技術評価結果報告書（中間評価）

研究資金制度プログラム名	革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業
行政事業レビューシート番号	平成29年 224
上位施策名	地球温暖化対策
担当課室	産業技術環境局総務課国際室

研究資金制度プログラムの目的・概要

地球温暖化対策としてのCO2排出量削減は引き続き世界的に大きな課題であり、我が国は温室効果ガスの排出量を2050年までに世界全体で半減、先進国全体で80%削減を目指すという高い目標を掲げている。この達成のためには、既存のエネルギー技術開発の延長のみでは不十分であり、革新的エネルギー技術の開発、創出によるイノベーションが不可欠である。

こうしたイノベーションを促進するためには、先端技術を有する海外の研究機関等と我が国の研究機関等が連携を強化し、お互いの強みを持ち寄って共同研究を実施することが効果的かつ効果的である。また、2016年に開催された「G7北九州エネルギー大臣会合」の共同声明において、研究機関間の国際共同研究の促進が合意されている。

本事業では、「エネルギー・環境イノベーション戦略」（2016年4月19日、総合科学技術・イノベーション会議決定）に掲げられた、2050年頃を見据えた革新的技術分野に対して、G7等の先進国の研究機関等と協力することで、我が国の革新的エネルギー技術の研究開発の加速化および海外研究機関との連携を通じた我が国の研究力の強化を図ることを目的とする。

予算額等（委託）

（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成27年度	平成31年度	平成29年度	平成32年度	AIST JAXA RITE 東京大学
H27FY 執行額	H28FY 執行額	H29FY 予算額	総執行額	総予算額
555	401	750	956	1,756 (1,006)

* 総予算額は平成27年度～平成29年度の合計、（）内は平成27年度～平成28年度の合計

I. 研究資金制度プログラム概要

以下に平成27年度～平成29年度に採択したテーマの一覧を示す。

【平成27年度採択テーマ】

- ① セルロース系バイオマスからの高効率バイオ水素生産プロセスの研究開発

【実施者】地球環境産業技術研究機構

【連携機関】(米) 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)、(仏) 国立科学研究センター (CNRS)

- ② 高炭素収率を特徴とするセルロース系バイオマスからのバイオ燃料ブタノールの製造

【実施者】地球環境産業技術研究機構

【連携機関】(米) 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)、(米) パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (PNNL)

- ③ 過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発

【実施者】産業技術総合研究所、宇宙航空研究開発機構

【連携機関】(米) ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)、(米) 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)、(米) SLAC 国立加速器研究所 (SLAC)、(米) アメリカ航空宇宙局 (NASA)、(独) ドイツ航空宇宙センター (DLR)、(欧州委員会) 共同研究センター (JRC)、(欧州) 欧州宇宙機関 (ESA)、(蘭) ユトレヒト大学

- ④ CO₂ を利用した水素製造・貯蔵技術 - 二酸化炭素の再資源化技術によるクリーン水素キャリアシステム -

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) ブルックヘブン国立研究所 (BNL)、(米) パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (PNNL)、(独) ライプニッツ触媒研究所、(スイス) スイス連邦工科大学ローザンヌ校

- ⑤ 系統協調型の分散電源大量導入技術の開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) サンディア国立研究所 (SNL)、(奥) オーストリア技術研究所 (AIT)、国際エネルギー機関 (IEA)

- ⑥ 太陽光による有用化学品製造

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) ブルックヘブン国立研究所 (BNL)

- ⑦ 単結晶化・積層化による太陽電池の高効率化技術の開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(独) Fraunhofer 研究機構、(瑞西) スイス連邦材料試験研究所 (EMPA)、(米) 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)

⑧ 超臨界地熱資源による革新的発電のための坑内機器基礎技術・素材の開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)、(米) サンディア国立研究所 (SNL)、(米) 米国地質調査所 (USGS)、(独) ドイツ地球科学研究センター (GFZ)、(伊) イタリア海洋学・実験地球物理学研究所 (OGS)

⑨ EGS 設計技術による地熱発電可能地域の飛躍的拡大

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)、(米) サンディア国立研究所 (SNL)、(米) ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL)、(米) 米国地質調査所 (USGS)、(米) ペンシルバニア州立大学 (PSU)、(独) ドイツ地球科学研究センター (GFZ)、(伊) イタリア海洋学・実験地球物理学研究所 (OGS)

⑩ 低毒性・超高効率熱電変換デバイスの開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) アルゴンヌ国立研究所 (ANL)、(米) ブルックヘブン国立研究所 (BNL)、(仏) クリスマット研究所、(独) ドイツ航空宇宙センター (DLR)

【平成28年度採択テーマ】

⑪ CO₂フリー水素社会を見据えた高効率・安価な水素貯蔵・利用技術開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) パシフィック・ノースウエスト国立研究所 (PNNL)、(米) ミズーリ大学セントルイス校、(仏) ボルドー大学、(蘭) デルフト工科大学

⑫ 革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発

【実施者】東京大学

【連携機関】(仏) フランス国立科学研究所 (CNRS)・太陽光エネルギー研究所・分子構造学研究ユニット、(仏) ボルドー大学

<参考>

【平成29年度採択テーマ】

⑬ 様々な有用化学品の低コスト・低炭素型生産を可能にする革新的高汎用性バイオプロセスの開発

【実施者】地球環境産業技術研究機構

【連携機関】(米) 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)、(米) パシフィック・ノースウェスト国立研究所 (PNNL)

⑭ 第3世代パワー半導体 β -Ga₂O₃ の高品質化・高性能化技術

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(独) フラウンホーファー研究機構

⑮ 3D ライダーと AI による風況フルスキャン手法の開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(蘭) オランダエネルギー研究センター (ECN)、(独) 風力エネルギー研究センター (ForWind)

⑯ 光反応による低消費電力型製造プロセスとグリーンデバイスの開発

【実施者】産業技術総合研究所

【連携機関】(米) アルゴンヌ国立研究所 (ANL)、(米) テューレーン大、(豪) オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO)

⑰ 高効率な水蒸気電解セルの開発と可逆動作可能な固体電解質燃料電池への展開

【実施者】九州大学

【連携機関】(独) ユーリッヒ国立研究所 (FZJ)

1. 事業アウトカム

【短期アウトカム】

本事業では G7 等の先進国と連携し、お互いの強みを活かした研究開発を実施することで、研究機関間の連携を強化し、クリーンエネルギー技術等の研究開発スピードを加速する。研究機関間の連携強化の指標・目標値として、本事業における査読論文の二国間共著率を欧米並の 27%以上とする。また、終了時に各テーマが目標を達成できれば、平均 5 年程度の開発年数の短縮が想定される。

事例（セルロース系バイオマスからの高効率バイオ水素生産プロセスの研究開発）

セルロース系バイオマスに対して世界で最も低コストで効率的な前処理・糖化プロセスとして知られる NREL の技術は、NREL の有する各種リアクターを用いて行った本プロセスに関する膨大な工業化基礎データの蓄積に裏打ちされたものであり、これを単独で再現するには 5 年以上を要すると考えられる。

その他の共同研究においても、共同研究先の技術を事業実施者が単独で再現するためには少なくとも 1~10 年（全体の平均は 5 年程度）の期間が必要であるとのアンケート結果が得られており、国際共同研究が完了すれば 5 年の研究開発期間の短縮が可能である。

事業アウトカム指標【短期】	
研究開発期間の短縮年数	
指標目標値	
終了時評価時（平成 32 年度）	計画：5 年

事業アウトカム指標【短期】	
査読論文の二国間共著率	
指標目標値	
終了時評価時（平成 32 年度）	計画：27%以上

【中長期アウトカム】

本事業は G7 等の先進国と連携することで、クリーンエネルギー技術等の研究開発スピードを加速し、開発された基礎技術によって、2050 年頃の CO2 削減に貢献する革新的なエネルギー技術を 16 件創出する。本事業では既に 17 件の個別テーマを採択しており、各テーマの技術が実用化されれば目標を達成できる見込みである。

事業アウトカム指標【中長期】	
革新的なエネルギー技術の創出件数	
指標目標値	
2030 年度	計画：16 件

2. 制度内容及び事業アウトプット

(1) 制度内容

「エネルギー・環境イノベーション戦略」の有望分野における革新技術を軸とし、G7 等の先進国の研究機関等との連携を必要とする研究開発テーマを選定し、相手国機関の協力を得て最大 5 年間の研究開発を実施する。経済産業省は我が国の研究機関等（事業者）に研究開発を委託する。事業者は委託費により研究開発を実施し、相手国の研究機関は連携に必要な資金を各々が調達する。

	エネルギーシステム 統合技術	○革新技術を個別に開発・導入するだけでなく、ICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化し、デマンドレスポンス（DR）を含めてシステム全体を最適化。 AI、ビッグデータ、IoT 等を活用。
	システムを構成する コア技術	○次世代パワエレ：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造 ○革新的センサー：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー ○多目的超電導：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減
分野別革新技術	省エネルギー 	1 革新的生産プロセス ○高温高圧プロセスの無い、革新的な素材技術 ➢ 分離膜や触媒を使い、20～50%の省エネ
		2 超軽量・耐熱構造材料 ○材料の軽量化・耐熱化によるエネルギー効率向上 ➢ 自動車重量を半減、1800℃以上に安定適用
	蓄エネルギー 	3 次世代蓄電池 ○リチウム電池の限界を超える革新的蓄電池 ➢ 電気自動車が、1回の充電で700km以上走行
		4 水素等製造・貯蔵・利用 ○水素等の効率的なエネルギーキャリアを開発 ➢ CO ₂ を出さずに水素等製造、水素で発電
	創エネルギー 	5 次世代太陽光発電 ○新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電 ➢ 発電効率2倍、基幹電源並みの価格
		6 次世代地熱発電 ○現在は利用困難な新しい地熱資源を利用 ➢ 地熱発電の導入可能性を数倍以上拡大
	7 CO₂固定化・有効利用	○排ガス等からCO ₂ を分離回収し、化学品や炭化水素燃料の原料へ転換・利用 ➢ 分離回収エネルギー半減、CO ₂ 削減量や効率の格段の向上

(出典) エネルギー・環境イノベーション戦略 (概要)

(2) 事業アウトプット

本事業は「エネルギー・環境イノベーション戦略」で特定された、CO2削減ポテンシャルのインパクトが大きい有望な革新技术を対象として、国際的な共同研究によって開発スピードの加速化を図ることを目的としている。本事業により研究開発の成果である特許や論文の数が増加すると考えられることから、事業全体のアウトプットとして特許・論文の積算数を設定する。2年目までは平均で1テーマ1件/年を目標とし、3年目以降は連携国の拡大等、国際共同研究による研究開発の加速効果の発現による研究成果の増加を見込み、平均で1テーマ2件/年を目標とする。

事業アウトプット指標		
論文と特許の積算値		
指標目標値（計画及び実績）		
事業開始時（平成27年度）	計画：10	実績：5
中間評価時（平成28年度）	計画：22	実績：26
事業終了時（平成31年度）	計画：124	実績：－

<共通指標>

【H27～H28の成果】

論文数（査読有）	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	国際標準への寄与
19	95	7	1

<その他の指標>

【H27～H28の成果】

論文（査読有）の内の二国間共著数（率）	論文・総説等（査読無）	論文・総説等（査読無）の内の二国間共著数（率）	学会等での発表（口頭）	打合せ等交流回数
1（5%）	27	1（4%）	107	114

<参考>

【H29（9月時点）の成果】

論文数（査読有）	論文（査読有）の内の二国間共著数（率）	論文・総説等（査読無）	論文・総説等（査読無）の内の二国間共著数（率）	特許等件数（出願を含む）
22	4（18%）	7	0（0%）	3

個別採択案件のアウトプット指標・目標値および達成値

個別採択案件	アウトプット指標・目標値	達成状況（実績値・達成度）
①セルロース系バイオマスからの高効率バイオ水素生産プロセスの研究開発	水素生成酵素 2 種の発現系の改良・解析（暗発酵） 水素生産関連代謝系 1 種の改良・解析（光発酵）	水素生成酵素 2 種の発現系の改良、酵素発現／水素生成の確認（暗発酵） 水素生産関連代謝系 2 種の改良、水素生産性の向上の確認（光発酵）
②高炭素収率を特徴とするセルロース系バイオマスからのバイオ燃料ブタノールの製造に関する研究開発	ブタノール収率 80%を達成	ブタノール収率 81%を達成
③過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発	室温である 25℃の Li イオン電池の容量を 10℃において 75%維持	10℃において 70 サイクルの充放電試験後、容量維持率 75%
④CO ₂ を利用した水素製造・貯蔵技術 - 二酸化炭素の再資源化技術によるクリーン水素キャリアシステム -	錯体触媒では、1000 時間の耐久性、固体触媒では金属 1 g 当たり 1 時間 1.2 Nm ³ の水素発生を目標とする。	1300 時間の耐久性を示す錯体触媒と金属 1 g あたりの 1 時間 1.2 Nm ³ の水素発生能性能を示す固体触媒の開発に成功した。
⑤系統協調型の分散電源大量導入技術の開発	蓄電池用 PCS の制御プロトコルについて米欧 3 機関と共通する試験内容を実施し、相互運用性を検証する。	国際エネルギー機関の ISGAN より、日米欧 4 機関による制御プロトコルの原案(SIRFN Draft Test Protocols for Advanced Battery Energy Storage System Interoperability Functions)を公表し、国際学会で検証結果を報告した。
⑥太陽光による有用化学品製造	有用化学品の生成反応（現状 6 種類）を旧年度よりさらに 2 種類以上増やして特許出願し、広くて強い特許群で実用化の可能性を広げる。Faraday 効率として平成 27 年度実績より 1 割以上高くなる（過酸化水素や次亜臭素酸で>77%、他の反応で>55~60%）反応を増やす。	メトキシフラン合成や芳香族アルコールをアルデヒドやケトンに変換する反応等で、高い Faraday 効率(>90%) が得られることを見いだした。これらの成果および高性能な光電極の新規製造法に関する成果を基に特許を 2 件出願した。Faraday 効率として平成 27 年度実績より 1 割以上高なることを確認した。（過酸化水素や次亜臭素酸で>77%）

<p>⑦単結晶化・積層化による太陽電池の高効率化技術の開発</p>	<p>CIGS 系単結晶セルの変換効率 20%</p>	<p>CIGS 系単結晶薄膜による太陽電池の実現、および変換効率 10.8%</p>
	<p>〈未達成原因分析〉</p> <p>作製した CIGS 単結晶薄膜に結晶欠陥やボイドが多数発生していたことが、変換効率が低くなった原因である。現在までに、高品質結晶成長に有利な手法で結晶欠陥やボイドの少ない単結晶 CIGS 薄膜の作製が可能となった。今後は界面不活性化技術として、多結晶 CIGS で既に効果が証明されているアルカリ金属 (Na) 添加技術を、欠陥のない CIGS 単結晶薄膜に応用することで、28 年度の目標達成が可能であると考えている。Na 添加装置はすでに導入済みであり、この実証を 12 月末までに行う。また、裏面障壁構造である CuAlSe 層を 12 月に導入し、さらにドーピング技術の確立により高濃度 p 型層および n 型層を導入することにより、29 年度目標である変換効率 22%を年度内に達成する。</p>	
<p>⑧超臨界地熱資源による革新的発電のための坑内機器基礎技術・素材の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温地熱井を模擬したオートクレーブ装置を設計・製作し、運用を開始する。(坑井直径 150mm, 長さ 200mm 程度, 最大温度 350°C, 最大圧力 60MPa, 酸性水 (pH3 以上)) ・ 高温用素子, 材料等の評価を行い, 最大温度 350°C, 最大圧力 60MPa で動作する圧力容器, センシングシステム等の試作を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最大温度 350°C, 最大圧力 60MPa の試験装置を実現した。 ・ 高温地熱井用の材料について情報収集および評価を行い, 最大温度 350°C, 最大圧力 60MPa で使用可能な圧力容器, センシングシステム等の設計を行った。
<p>⑨EGS 設計技術による地熱発電可能地域の飛躍的拡大</p>	<ul style="list-style-type: none"> * 亀裂せん断滑り室内実験装置 (~180°C, 40MPa) を完成させる * 亀裂せん断滑りと透水性の関連を定式化し, シミュレータへ組込む 	<ul style="list-style-type: none"> * 亀裂せん断滑り室内実験装置 (~180°C, 40MPa) を完成させた。 * 亀裂せん断滑りと透水性の関連を定式化し, シミュレータへ組込んだ。
<p>⑩低毒性・超高効率熱電変換デバイスの開発</p>	<p>熱電変換デバイスの変換効率を 12%まで向上させる。</p>	<p>高温が 712 K、低温が 301 K のときに 12.2%を達成 (目標達成)。</p>

<p>①CO2 フリー水素社会を見据えた高効率・安価な水素貯蔵・利用技術開発</p>	<p>高品質な水素吸蔵合金の創製条件の探索および触媒添加に伴う低温での反応性の違いの評価を行い、ナノ構造制御および低温活性向上のための技術確立の指針となる知見を得る。</p> <p>中温燃料電池電極材料として水素吸蔵合金を検討するに当たり材料探索のベンチマークとなるMg電極を用いた電極性能データを取得する。電極性能と水素吸蔵合金の物性との相関から、水素吸蔵合金による高性能電極開発の指針となる知見を得る。</p>	<p>11月の事業開始より、新規水素吸蔵合金としてMg-Mn系、Mg-Y-X系およびMg-Gd-X系等のMg系材料を試作し、目標としていたナノメートルサイズの特異な組織を一部の材料系で得た。また、燃料電池電極をMg水素化物として試作したが、電極特性評価の結果Pd電極に比べてMg電極の電極特性は低かった。</p>
<p>⑫革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発</p>	<p>多接合太陽電池のトップセル設計</p>	<p>3接合太陽電池を想定し、トップセル用材料の最適なバンドギャップは、1.5~1.9 eVであることを明らかにした。さらに、電流整合条件を満たし高効率を実現するための多接合セルを設計し、非集光下で46%、1000倍集光下で57%の変換効率が可能であることを示した。</p>

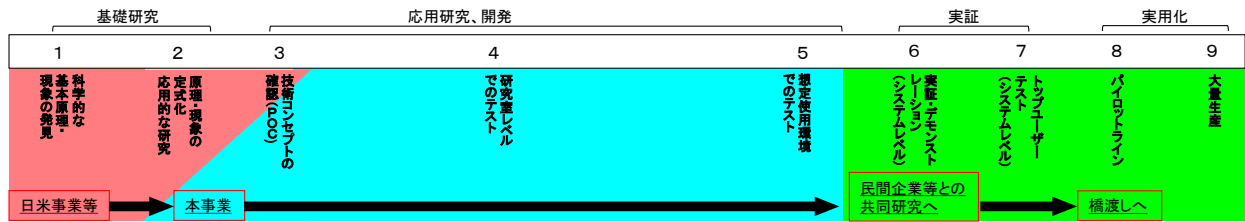
3. 当省(国)が実施することの必要性

本事業は、30年以上先の中長期的な革新的技術創出を目的としており、技術的難易度や研究開発の継続性の観点から、民間企業では取り組みが困難なものである。また、コスト面、利便性の面で化石燃料に劣るクリーンエネルギー等の基礎的な技術を対象としており、民間企業では自発的に開発が進まない分野である。

さらに、国際的な共同研究開発の推進により、海外の優れたイノベーション政策について知見を深め、よいところを積極的に取り入れ、活用することで、我が国のイノベーションシステムの向上に資することが副次的効果として期待される。具体的には、国際共同研究を通じて、長期を要する基礎研究への支援の在り方や、相手国の公的研究機関を支える仕組み、基礎研究の成果を製品開発に繋げる橋渡し機能等を学ぶことによって、我が国の公的研究機関を支える仕組みや、研究開発における官民の役割分担等の政策検討に活かす。

以上の理由から、本事業は国として行うべき予算事業である。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



テーマ	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020～2030年度	2030～2050年度
革新的なエネルギー技術の国際共同研究開発事業	<ul style="list-style-type: none"> 研究テーマ毎に検証可能な指標による目標を設定する 1年毎にステージゲートを設けて、評価結果を基に見直しを行う。 					<ul style="list-style-type: none"> 民間企業等との共同研究・開発・実証 	<ul style="list-style-type: none"> 技術の実用化、普及⇒CO2排出量削減へ
①セルロース系バイオマスからの高効率バイオ水素生産プロセスの研究開発	個別要素技術の研究開発					<ul style="list-style-type: none"> 国際標準化、安全性基準、規制緩和等の取組 	
	暗発酵水素生産における水素収率の向上 暗発酵と光発酵の統合型水素生産における水素収率の向上 実糖化液を用いた水素生成試験					<ul style="list-style-type: none"> 水素収率の向上(バイオマス由来糖類からの理論水素収率の75%) プロセスモデル/ビジネスモデルに基づいた生産性/持続性の向上(30円/Nm3) 	
	<ul style="list-style-type: none"> 水素生成酵素発現系の構築・解析(暗発酵) 水素生産関連代謝系の解析(光発酵) 	<ul style="list-style-type: none"> 水素生成酵素発現系の改良(暗発酵) 水素生産関連代謝系の改良・解析(光発酵) 	<ul style="list-style-type: none"> 水素収率向上のための代謝改変 水素収率グルコース1モルから2モル以上(暗発酵)、酢酸からの理論収率の20%(光発酵) 	<ul style="list-style-type: none"> 高機能水素生成酵素の創製(暗発酵) 水素生成酵素発現系の構築・解析(光発酵) 	<ul style="list-style-type: none"> 水素収率向上のための代謝改変 水素収率グルコース1モルから3.5モル(暗発酵)、酢酸からの理論収率の30%(光発酵) 最適な前処理・糖化条件の決定 	<ul style="list-style-type: none"> バイオ水素燃料の成分規格や製造・輸送・貯蔵における安全性への要求基準や試験方法、および燃料関連機器の構造の共通化やインフラ設備の安全基準について、関連企業と連携した実証実験等を通して国際標準化に貢献する 	
②高炭素収率を特徴とするセルロース系バイオマスからのバイオ燃料ブタノールの製造に関する研究開発	高速分子進化法によるブタノール耐性株の創製 革新的高効率ブタノール生産菌の開発 省エネルギーブタノール回収技術の開発					<ul style="list-style-type: none"> 民間企業との共同研究開発、トータルプロセス検証、ベンチプラントによる実証試験 	
	セルロース系バイオマス由来糖化液からのブタノール生産技術の開発					<ul style="list-style-type: none"> ブタノール燃料の成分規格や製造・輸送・貯蔵における安全性への要求基準や試験方法、および燃料関連機器の構造の共通化やインフラ設備の安全基準について、関連企業と連携した実証実験等を通して策定、国際標準化に貢献する。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ブタノール生産基本株の開発 ブタノール耐性株の創製 回収膜選択と特定比較 	<ul style="list-style-type: none"> ブタノール収率80%を達成する技術の開発 【中間目標】ブタノール収率81%を達成 	<ul style="list-style-type: none"> ブタノール生産速度2.0 g/L/hへ向上する技術を開発 	<ul style="list-style-type: none"> ブタノール収率85%を達成する技術を開発 	<ul style="list-style-type: none"> ブタノール収率92%および生産速度3 g/L/hを達成する技術見直しを立てる 		
③過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発	低温環境下での詳細な電気化学特性評価 先端放射光測定技術と理論解析による劣化メカニズムの検討 材料合成技術および界面制御技術を用いた電極材料開発 高性能低温動作電池の開発					<ul style="list-style-type: none"> 低温対策電池の人工衛星・深宇宙探査機での実用化 低温対策電池の航空・宇宙用から一般民生電池としての実用化 	
	<ul style="list-style-type: none"> 低温劣化メカニズムの仮説の立証手法の立案 仮説に基づいた劣化抑制革新材料合成手法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 電気化学解析と放射光解析による仮説の立証手法開発 劣化抑制革新材料合成手法の高度化 	<ul style="list-style-type: none"> 劣化メカニズムの立証 劣化抑制材料によるリチウムイオン電池の低温特性の向上(コインセル:実験室レベル) 	<ul style="list-style-type: none"> 劣化メカニズムの計算科学を用いた理論的確認 劣化抑制材料によるリチウムイオン電池の低温特性の向上(18650セル:小型民生レベル) 	<ul style="list-style-type: none"> 劣化および劣化抑制リチウムイオン電池のラウンドロビンテスト 劣化抑制材料によるリチウムイオン電池の低温特性の向上(パックスセル:中型民生レベル) 【360回充放電後の容量維持率75%@10-15°Cを達成】 	<ul style="list-style-type: none"> 標準認証、評価法の機関である欧州委員会共同研究センター等と協力しつつ、評価法や安全性評価の国際標準化に貢献する 低温劣化抑制等により安全性を向上させつつ、安全性の策定にも貢献する 	
	高性能・高耐久性固定化触媒開発 高性能・高耐久性固体触媒開発 高圧プロセス技術の構築 水素貯蔵システムの実証化に向けた技術開発					<ul style="list-style-type: none"> ギ酸からの高圧水素ガス発生の実証実験および民間企業との共同研究開発の実施 	
	<ul style="list-style-type: none"> 高性能触媒骨格の探索および、高効率固体触媒の探索(1.0 m3/hg以上の性能発現) 	<ul style="list-style-type: none"> 高耐久化触媒の開発(1000時間以上の耐久性)と高性能固体触媒活性向上(1.2 m3/hg以上の性能発現) 	<ul style="list-style-type: none"> 均一系触媒の固定化、高性能固体触媒の活性向上(1.5 m3/hg以上の性能発現)、および高圧(50MPa仕様)フローリアクターの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 固定化触媒の高性能化(1m3/hg以上の性能発現)と高性能固体触媒の活性向上(2.0 m3/hg以上の性能発現) 	<ul style="list-style-type: none"> 固体および固定化触媒の高耐久化および耐久試験の実施【2000時間以上の耐久性】 	<ul style="list-style-type: none"> 100MPa以上の高圧ガスの実施に関する、装置の性能試験や安全基準の策定 高圧ガス保安法の規制緩和に向けた取り組み 	
④CO2を利用した水素製造・貯蔵技術・二酸化炭素の再資源化技術によるクリーン水素キャリアシステム	高性能・高耐久性固定化触媒開発 高性能・高耐久性固体触媒開発 高圧プロセス技術の構築 水素貯蔵システムの実証化に向けた技術開発					<ul style="list-style-type: none"> ギ酸からの高圧水素ガス発生の実証実験および民間企業との共同研究開発の実施 	
<ul style="list-style-type: none"> 高性能触媒骨格の探索および、高効率固体触媒の探索(1.0 m3/hg以上の性能発現) 	<ul style="list-style-type: none"> 高耐久化触媒の開発(1000時間以上の耐久性)と高性能固体触媒活性向上(1.2 m3/hg以上の性能発現) 	<ul style="list-style-type: none"> 均一系触媒の固定化、高性能固体触媒の活性向上(1.5 m3/hg以上の性能発現)、および高圧(50MPa仕様)フローリアクターの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 固定化触媒の高性能化(1m3/hg以上の性能発現)と高性能固体触媒の活性向上(2.0 m3/hg以上の性能発現) 	<ul style="list-style-type: none"> 固体および固定化触媒の高耐久化および耐久試験の実施【2000時間以上の耐久性】 	<ul style="list-style-type: none"> 100MPa以上の高圧ガスの実施に関する、装置の性能試験や安全基準の策定 高圧ガス保安法の規制緩和に向けた取り組み 		

⑤ 系統協調型の分散電源大量導入技術の開発	PCS制御プロトコルの開発					<ul style="list-style-type: none"> 分散電源の大量導入に向けた実証研究や系統連系規程の国際標準化 スマートインバータの試験方法を確立し、メーカーによるスマートインバータの開発、ならびに電力事業者による導入を促進する。
	スマートインバータの評価試験法の開発					
	国内PCSメーカーへの技術移転					
	<ul style="list-style-type: none"> スマートインバータの各国における導入要件を調査し、試験方式の検討を行う 	<ul style="list-style-type: none"> スマートインバータの試験方式の原案を策定する 	<ul style="list-style-type: none"> スマートインバータの試験方式の原案から主要部分を国際的枠組みによって検証する 	<ul style="list-style-type: none"> スマートインバータの統合制御方式の検討を行う 	<ul style="list-style-type: none"> スマートインバータの試験方法を確立し、メーカーによるスマートインバータの開発、ならびに電力事業者による導入を促進する。 	
⑥ 太陽光による有用化学品製造	光アノード電極の高性能化					<ul style="list-style-type: none"> 小型実証の開始。 長期安定性の向上。 殺菌や環境浄化分野での実用化のため、企業との共同研究を拡大 H2O2やHClO等の大型製造の実用化。 水素製造への応用展開
	反応メカニズムの解明					
	カソード電極の高性能化					
	<ul style="list-style-type: none"> 有用化学品の反応種を増やす 	<ul style="list-style-type: none"> 表面処理や反応条件の最適化による電流効率向上 	<ul style="list-style-type: none"> 無機及び有機反応の種類の変更の拡大を行い特許を増やす。電流効率を100%に近い反応を複数開発 	<ul style="list-style-type: none"> 逆反応や逐次反応を抑制し、長期間安定化する手法の開発。長波長材料の開発による性能向上 	<ul style="list-style-type: none"> 光アノードとカソードを組み合わせた原理実証のプロトタイプセルを構築 広範な特許群の構築 【太陽エネルギー変換効率3%】 	
⑦ 単結晶化・積層化による太陽電池の高効率化技術の開発	化合物単結晶薄膜成膜技術の開発					<ul style="list-style-type: none"> 民間企業との共同研究および長期信頼性の検証 技術の実用化(年間2GW以上の生産)と普及 高効率太陽電池の作製および実証を行うことで、国際標準化を進める 企業と共同開発を行い、業界団体と協力して、安全基準の策定等を進める
	理論限界変換効率の実証					
	スマートスタック太陽電池の開発					
	<ul style="list-style-type: none"> 化合物単結晶薄膜成膜装置の開発および成膜技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 化合物単結晶薄膜結晶成長の解析および太陽電池の作製 	<ul style="list-style-type: none"> 化合物単結晶薄膜太陽電池の高効率化技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 化合物単結晶薄膜太陽電池の剥離技術の開発およびスマートスタック技術による多接合化 	<ul style="list-style-type: none"> スマートスタック技術による高効率多接合太陽電池の開発 【CIGS系多接合太陽電池の変換効率30%】 	
⑧ 超臨界地熱資源による革新的発電のための坑内機器基礎技術・素材の開発	超臨界坑内模擬装置の開発					<ul style="list-style-type: none"> 超臨界地熱井(500℃、60-70 MPa、高腐食性流体の存在)下で使用可能なセンシングシステム、素材の開発 超臨界地熱井(500℃、60-70MPa、高腐食性流体の存在)下で使用可能なセンシングシステム、素材の実用化
	シール材の開発					
	シール機構、ケース、可動機構、電子/光回路、センサの開発					
	<ul style="list-style-type: none"> 現状調査 試験機器試作 	<ul style="list-style-type: none"> 既存技術・素材の評価 試験機器製作 	<ul style="list-style-type: none"> プロトタイプ的设计・試作 	<ul style="list-style-type: none"> プロトタイプの評価・改良 	<ul style="list-style-type: none"> 実証試験 【最大温度350℃、最大圧力60MPaで動作する光ファイバセンシングシステム・圧力容器の開発】 	
⑨ EGS 設計技術による地熱発電可能地域の飛躍的拡大	貯留層内現象理解の深化					<ul style="list-style-type: none"> 国内EGSプロジェクトへの適用と発電量増大 超臨界地熱開発への適用
	シミュレータの開発					
	FORGEサイトのシミュレーション					
	<ul style="list-style-type: none"> 地熱システム内で起こる現象理解のための実験装置開発 	<ul style="list-style-type: none"> 地熱システム内で起こる現象理解の深化とモデル化 	<ul style="list-style-type: none"> 地熱システム内で起こる現象シミュレーション技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 米国FORGEサイトのシミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> 国内実証試験およびFORGEの結果からの課題の整理【誤差数%以下で現象を予測】 	
⑩ 低毒性・超高効率熱電変換デバイスの開発	低毒性・超高効率熱電変換材料の開発					<ul style="list-style-type: none"> 熱交換などの周辺技術との融合、評価などの標準化 熱電変換デバイスの実用化 国際標準化の推進および性能や安全基準の策定 電気事業法での設置基準の緩和
	熱電変換デバイスの開発					
	デバイスの実証実験					
	<ul style="list-style-type: none"> 毒性・希少元素代替技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 熱電変換デバイスの組み立てに必要な電極形成と接合技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 拡散防止層の開発によるデバイスの耐久性向上と長寿命化 	<ul style="list-style-type: none"> ナノ構造化による熱電変換デバイスの高効率化 	<ul style="list-style-type: none"> デバイスの動作実証 【効率14%と100時間の実証実験】 	

⑪CO2フリー水素社会を見据えた高効率・安価な水素貯蔵・利用技術開発	—	新規水素吸蔵合金の開発				・大規模化・システム化へ展開 ・国際標準化の推進および性能や安全基準の策定	・順次燃料電池自動車への搭載		
		中温燃料電池用高性能電極の開発							
⑫革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発	—	・水素吸蔵合金および燃料電池電極材料の試作開始と特性評価等		・各材料の基礎的特性向上に向け、各国連携研究機関の技術導入・試作等		・各材料の特性評価と、さらなる高性能化を目指した材料試作等		・各材料の作動温度調整、高耐久性化を目指した作製方法最適化等【5質量%、200℃以下で600回以上の耐久性を達成】	
		高性能量子構造太陽電池の開発				・多接合セルを構築し、40%以上の変換効率を目指す。 ・セル製造技術開発および実証試験（民間企業との共同研究）			
		高性能ペロブスカイト太陽電池の開発				・太陽光発電として実用化 ・更なる変換効率（50%）の向上を目指す			
		多接合太陽電池の構築				・革新型太陽電池に適した国際標準化の実施 ・使用環境を踏まえた、基準の策定			
		多接合セル評価技術開発							
		・多接合太陽電池のトップセル設計	・多接合太陽電池用のトップ、ミドル、ボトムセルの高性能化 ・シミュレーションにより最適なサブセルの組合わせを検討	・トップ、ミドル、ボトムセルの高性能化 ・多接合太陽電池の作製	・トップ、ミドル、ボトムセルの高性能化による変換効率30%の達成 ・4接合セルを構成するサブセル仕様決定				

5. 制度の実施・マネジメント体制等

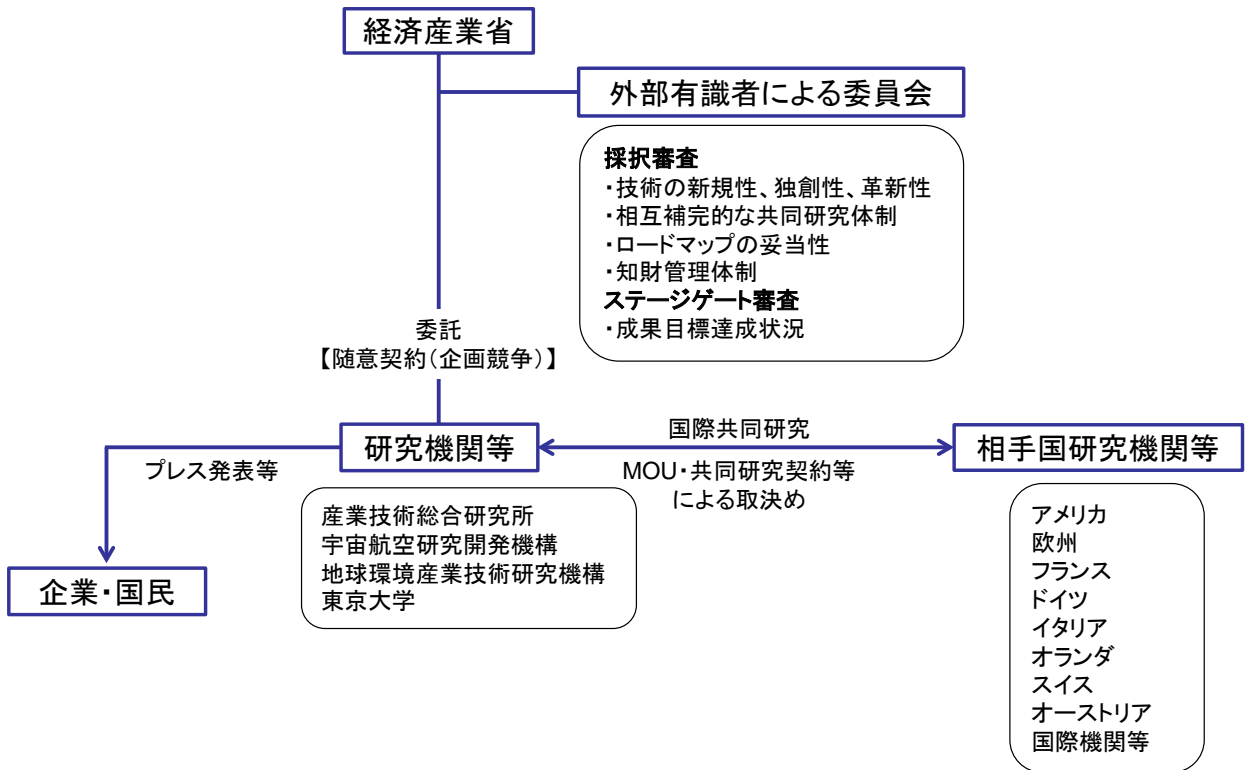


図5-1 事業体制

本事業の実施体制を図5-1に示す。本事業は経済産業省が公的研究機関等に委託して実施している。実施機関は（国研）産業技術総合研究所、（国研）宇宙航空研究開発機構、（公財）地球環境産業技術研究機構、（大）東京大学である。実施機関はG7等の先進国の公的研究機関や大学と、2050年頃に実用化が期待される革新的なエネルギー技術に関する共同研究プロジェクトを、お互いの強

みを活かして相互補完的に実施している。得られた成果は、プレス発表、ホームページでの広報、学界発表等を通じて企業や国民への広報活動を行っている。また、各機関における個別の取り組みを以下の通り行っている。

【地球環境産業技術研究機構】

- ビジネスフォーラム (BioJapan) におけるポスター展示および講演
- 革新的環境技術シンポジウムにおけるポスター展示および講演
- RITE 交友会における講演
- 研究年報 (RITE Today) における研究紹介
- 一般見学者に対する研究活動の説明 (毎年数件)

【産業技術総合研究所・宇宙航空研究開発機構】

- テクノブリッジフェア 2017 (産総研) でのブース展示
- クリーンエネルギー担当大臣合同会合 CEM7 (San Francisco, USA, 2016) でのブース展示
- 一般公開でのブース展示
- 神奈川工科大学 (2名)、電気通信大学 (20名程度) からの学生見学
- オランダ大使館主催の再生可能エネルギーに関するセミナーにおいて、両国間の再生可能エネルギーに関する具体的な連携の成功事例として、ECN 側の COO (Aart van der Pal 氏) とともに当該共同研究プロジェクトを一部の産業界に紹介
- JAXA 宇宙科学研究所 特別公開 (毎年、小中学校の夏休み期間に開催、ブース展示)

【東京大学】

- 東京大学先端科学技術研究センターオープンキャンパスにて、本事業に関わる内容を紹介
- フランスで 2016 年 12 月に実施したワークショップでは、本事業の枠組み以外の研究者も参加するなか、革新型太陽電池の国際共同研究が始まったことを紹介
- フランス側からの東京大学への訪問見学において、積極的に本事業をアピール
- ① フランスの高等教育・研究・イノベーション大臣フレデリック・ヴィダル氏の訪問時に、本事業を紹介
- ② 仏科学技術高等研究院の研究者一行が訪問時に、副学長より本事業を紹介

また、得られた成果を社会実装していくためには、実用化に向けて企業の関与を求める取り組みが必要であり、企業からの問い合わせへの対応、企業との政府助成プログラムへの共同提案の検討、技術移転ベンチャーを利用した技術移転の準備等を行っている。

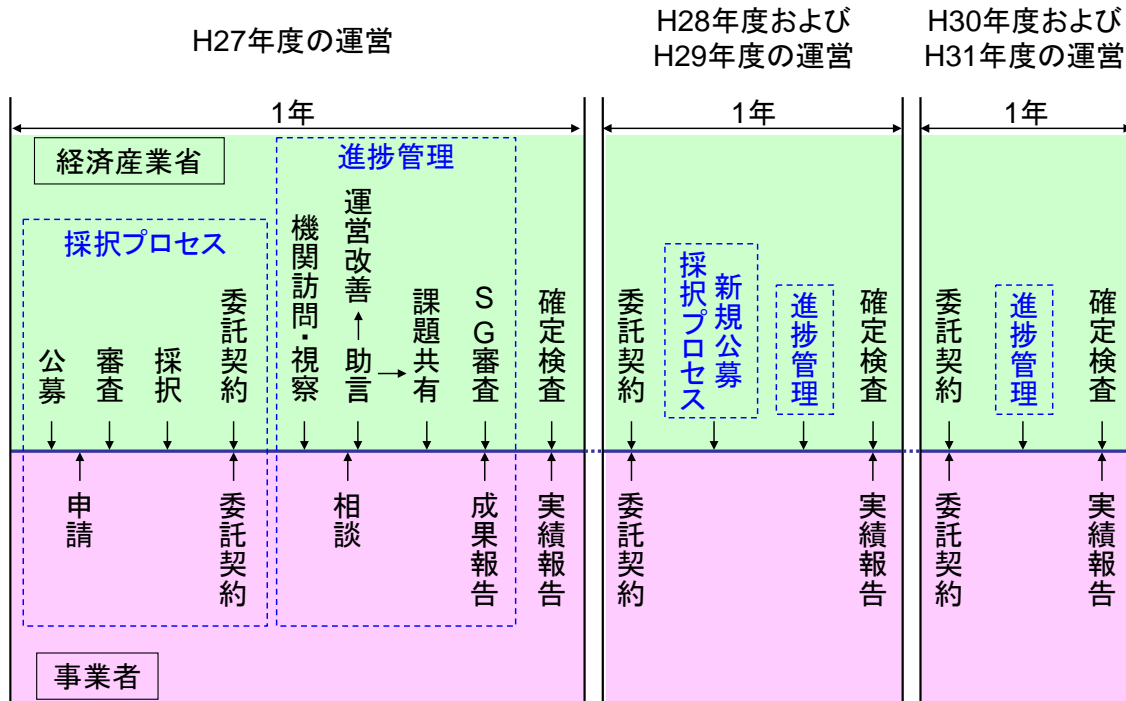


図5-2 運営実施フロー

番号	本事業テーマ名	エネルギー・環境イノベーション戦略における分野
1	セルロース系バイオマスからの高効率バイオ水素生産プロセスの研究開発	革新的生産プロセス
2	高炭素収率を特徴とするセルロース系バイオマスからのバイオ燃料ブタノールの製造に関する研究開発	革新的生産プロセス
3	過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発	次世代蓄電池
4	CO2を利用した水素製造・貯蔵技術 - 二酸化炭素の再資源化技術によるクリーン水素キャリアシステム-	水素等製造・貯蔵・利用
5	系統協調型の分散電源大量導入技術の開発	エネルギーシステム統合技術
6	太陽光による有用化学品製造	革新的生産プロセス
7	単結晶化・積層化による太陽電池の高効率化技術の開発	次世代太陽光発電
8	超臨界地熱資源による革新的発電のための坑内機器基礎技術・素材の開発	次世代地熱発電
9	EGS 設計技術による地熱発電可能地域の飛躍的拡大	次世代地熱発電
10	低毒性・超高効率熱電変換デバイスの開発	革新的センサー
11	CO2フリー水素社会を見据えた高効率・安価な水素貯蔵・利用技術開発	水素等製造・貯蔵・利用
12	革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発	次世代太陽光発電

図5-3 個別テーマと「エネルギー・環境イノベーション戦略」との関係

図5-2に運営実施フローを示す。採択プロセスは、公募により競争性を確保するとともに、外部有識者による事業者選定委員会が書類審査およびヒアリングを行い、公正にテーマを選定している。公募においては、戦略的に2050年頃までの実用化を目指した温室効果ガス削減ポテンシャルの高い革新的エネルギー技術開発を促進するため、「エネルギー・環境イノベーション戦略」の技術ターゲットを優先的に募集し、技術の新規性・独創性・革新性、相互補完的な共同研究体制、ロードマップの妥当性、知財管理体制等を審査項目としている。個別テーマと「エネルギー・環境イノベーション戦略」との関係は図5-3に示す通りである。また、毎年ステージゲートを設け、外部有識者による評価を行い、評価結果をもとに研究内容を見直し、予算配分額を決定している。

事業の進捗管理として、テーマごとに毎年達成すべき目標数値を設定し、ステージゲートでの成果報告により進捗状況を確認している。また、実施機関を訪問し研究内容の確認や意見交換を行うことで、研究状況や本事業で購入された設備の管理・使用状況を確認している。また、期中の事業計画の変更や予算使途の確認、知財の取扱いや標準化への取り組み等の事業実施に係る海外機関との調整を行うため、随時相談と助言が迅速に行われるように各機関の取り纏め担当者と緊密に連絡を取っており、相談内容の検討結果は全体の運営改善に反映し、適宜事業内での共有を行っている。

国際共同研究で効率的に進んだ点、留意すべき点

本事業において海外と連携することで効率的な部分としては以下の通りである。

- 海外独自の技術を学び、国内での実験に導入でき、国内チームで実施できない多くの実験、研究を効率的に行うことができた。
- 相手側独自の試験場で試験を実施できる見通しが立った。
- 海外機関との共同研究契約の締結など、事務的なスキームでも前進が見られた。
- 大使館の協力が得られ、連携に関する詳細な打ち合わせ・調整が効率的に実施できている。

一方で、留意すべき点としては以下の通りである。

- 研究試料の送付には、輸出許可が必要であり、若干のタイムラグがある。
- 技術流出を防ぐため、大変注意が必要である。
- 相手側の予算を相手側に確保してもらわなければならない点。
- 同じ場所で実験と議論を重ねる方が日々の実験を進める上では効率的であるが、国際共同研究ではそれができないこともある。

知財の取決め・共同研究契約について

海外研究機関との知財の取り扱いについては、各機関において共同研究契約を結び、個別に規定することを基本としている。また、共同研究契約が未締結の場合は知財の発生しない範囲で協力を行うこととしている。

米国連邦政府の研究機関と共同研究契約を結ぶ場合は、CRADA (Cooperative Research and Development Agreement) を結ぶことになるが、CRADAには、「研究成果を活用した製品が米国内で相当程度生産されなければならない」ことが規定されている。ただし、①米国で生産するライセンスを探したが見つからなかった場合、②米国で生産することに経済的合理性がない場合、のいずれ

かに該当する場合は除外される。また、CRADA には、米国の介入権は規定されているが、日本国の介入権については規定されていないため、本事業で共有特許が創成された場合に、共有特許を経済産業省（委託先）が利用できなくなる可能性がある。このため、知的財産権が発生する場合には、2015 年に締結された、日米科学技術協力協定に基づく「エネルギー関連分野の研究開発協力における実施取極（Implementing Arrangement（IA）」を活用し、IA で規定されている「実施計画書（Project Arrangement（PA）」において知的財産権の取り扱いを定めるか、事業者において相手国機関と直接交渉し、知的財産権が一方的に相手国機関に帰属することがないように取り決める。また、知財の交渉において政府レベルでの支援が必要な場合は、経済産業省が必要に応じて関係各省とも連携して対応する。

その他の共同研究契約や知財の取決めに関する課題としては以下の点が挙げられる。

- 日本側が複数機関の場合、海外機関側のルールで三者間の共同研究契約の締結が困難であった。解決策として日本側はコンソーシアムとし、二者間の契約を進めることとなった。
- 英語以外の公用語を使用している国との共同研究契約には研究者に対するサポートがかなり必要であると感じた。
- ソフトウェアの開発に関して、欧州では共同研究者間でのソースコードの完全公開が一般的であるため、我が国との状況の違いから共同研究契約に至らなかった例がある。

6. 費用対効果

○投入予定の国費総額は約 30 億円（※）である。

※30 年度、31 年度予算額は 29 年度並みとして推計

○事業アウトプットは論文・特許の積算数を設定しており、最終年度の目標値は 124 件である。2 年目までは平均で 1 テーマ 1 件/年を目標とし、3 年目以降は連携国の拡大等、国際共同研究による研究開発の加速効果の発現による研究成果の増加を見込み、平均で 1 テーマ 2 件/年を目標とする。1 億円あたりの成果数は 4.2 件/億円となる。

II. 外部有識者（評価検討会等）の評価

1. 事業アウトカムの妥当性

お互いの強みを生かして研究開発を加速するという短期アウトカムの設定は、本制度の目的に合致しており、研究者に研究開発のスピードアップを促すことにもつながるため、妥当である。また、中長期アウトカムとして2030年における技術の創出件数を指標とし、事業終了時に実用化の可能性を判断することは適切である。

一方、短期アウトカムである研究開発期間の短縮年数の算定に曖昧さがあるため、多面的なデータで補足することが望ましい。また、長期アウトカムとしてCO2削減量は重要な指標であるものの、事業終了時点での達成可能性の評価が難しいことから、修正を検討すべきである。

【肯定的所見】

・（A委員）革新的なエネルギー技術の開発は、日本はもとより世界的に喫緊の問題である。欧米の類似の研究をしている研究者と国際的協力をして、相補的に開発してスピードアップすることは有効である。国レベルで合意していることをベースにしているため、研究チームとしては共同研究を進めやすい。本事業は、日本のエネルギー問題の解決に役立つばかりでなく、日本の国際貢献になる。

事業アウトカム指標及び目標値の設定は工夫されており、大まかには妥当と言える。研究開発のスピードアップは、エネルギー問題が喫緊の課題であるだけに特に重要である。アウトカムにスピードアップを掲げることにより、本事業（研究）申請者にスピードアップが可能な共同研究の枠組み（アイテムや相手先）設定を促すことになろう。技術の創出件数の指標も妥当である。研究終了時、研究の目標達成の可否（研究の成功、不成功）だけでなく、事業終了時に実用化の可能性を判断に入れているのは妥当である。CO2削減目標も、本事業の重要な指標になりうるため妥当である。

・（B委員）G7等の先進国と連携し、お互いの強みを活かし研究開発スピードを加速するという事業アウトカムの設定は、本制度の目的に合致しており妥当である。

・（C委員）革新的な環境・エネルギー技術を開発し、将来的にも日本の技術的優位性を維持すること、その際に優れた技術を有する外国の研究機関と連携することで早期の技術開発を目指すという事業の目的は明確であり、重要であることは十分理解できる。CO2削減量等という指標でアウトカムを計測しようという評価方法も明確である。

・（D委員）国際共同研究による研究の加速化が本制度の意義であることから、短期の事業アウトカム指標は明確かつ妥当であると認められる。

・（E委員）地球温暖化対策として取り組むべき研究課題を採択して、推進している。その達成のために、早期の達成に向けて、国際的な協力体制を構築して、効率的に推進している。早期の成果の具現化により、国際的な競争力の強化が期待できる。国際的な共同研究を実施することで、国際的な競争力を獲得できる機会があると評価する。二酸化炭素排出量の削減に関しては、まだ得られている研究成果は多くなく、2030年以降での削減成果は評価できない。しかし、研究題目によっては、大幅な削減が期待できるものもあり、期待できる。

【問題あり・要改善とする所見】

・（A委員）国レベルで合意していることをベースとする国際共同研究であるが、日本側主導であり相手国の取り組みにばらつきがあるのが心配である。このような状況の中で、契約の交渉が研究者

側の負担になることや、契約の面倒を避けるために形式的な国際共同研究にならない工夫が必要であろう。指標の技術の創出件数、CO2削減量の指標については、実用化するためには競合技術よりも優れていることが必要である。競合技術も研究開発でブラッシュアップしてくるし、また研究期間中に新たな競合技術の出現もある。創出件数の選定やCO2削減量の算定の際には、競合技術との競争優位性を確認する必要がある。確認すれば、実用化比率は一般に減少する。その旨何等かの形で明示すべきであろう。

・(B委員) 研究開発期間の短縮年数を具体的な数値目標として掲げるには、想定年数の算定が多少曖昧な前提になっているので、他のより多面的なデータの活用で補足することが望ましい。中長期の事業目標についてもCO2削減目標がアウトカムの達成度の評価として使うには多少粗い。こちらも、その他のデータで補足することを検討すべきではないか。

・(C委員) 本事業の特色の一つは国際連携であるが、この国際連携をどのように評価するかという点があいまいであると思う。

・(D委員) 中長期の指標に関しては、「2030年ならびに2050年の目標値」として設定すると、プロジェクト終了時にその達成度を評価できないとみなされる可能性がある。表現を修正するなどして、終了時に達成度が評価できる指標へと改善するべきと考える。

・(E委員) アウトカムとして直接的なCO2排出削減を評価するのは難しい。期待値を評価するしかない。個別の研究課題だけの削減量の評価は難しいので、他の技術との組み合わせで評価して算出する方法もある。正直ベースで、その貢献率を記述すると良い。

2. 制度内容及び事業アウトプットの妥当性

事業アウトプットとして査読論文、特許出願等の成果を指標とするのは妥当であり、目標・実績においても妥当であると考えられる。挑戦的なテーマについては長い目でみることも必要であるため、目標に縛られすぎないようにする必要がある。

一方で、日本全体の研究開発費等を参考データとして事業アウトプットの妥当性を検討することは困難がある。より性格の近い大学や公的研究機関を対象としたデータや、同様の研究プロジェクトを参考にするのも一案である。学会発表、共著論文、海外研究機関との会議等の開催もアウトプットとして考慮するとともに、関連する課題があれば、事業内で共有し、国際共同研究で起こりうる課題としてまとめて外部発信するとよい。

【肯定的所見】

・(A委員) 事業アウトプットの指標設定は難しい。指標を査読論文、特許出願を成果にして1テーマ1件/年にしていることは、それ以外に適当な指標が見当たらないので妥当である。査読論文、特許出願の件数から見た研究成果の実績は、他のファンドに比べ高いレベルにある。

・(B委員) 事業毎に具体的な目標値を設けていることは妥当である。

・(C委員) 査読論文数、特許出願等、採択された各研究のアウトプットが明確に示されている。また、開発した技術が2050年におけるCO2削減にどのくらい寄与できるかという試算も追加資料として出される等、評価できる点である。

・(D委員) 論文と特許の積算値を事業アウトプット指標とすることは妥当であると認められる。また論文発表数や技術的な目標において、中間評価時点として妥当な成果が得られていると判断され

る。

・(E委員) 論文数は多く出している事業もあり、十分に達成できている。また、このプログラムは国際共同での実施を重視するものであり、国外の研究者との共同での著作物、学会発表もあり、高く評価できる。今後はさらに増えることを期待したい。論文等の共同執筆による研究者のレベルアップは大いに期待できる。事業に限らず、日本人研究者のレベルアップも本事業を活用したい。国際共同で執筆するときに注意すべきこと等もまとめるとよい。大学や研究機関で国際協力における研究推進に役立つのも良いと考える。研究論文の本数を目標に設定するのも、一つの評価指標となりえる。さらに、本事業の特徴を評価する意味で、国際連携の評価として、共著論文、発表、交流会なども入れるとよい。

【問題あり・改善とする所見】

・(A委員) 研究成果の革新性を評価できる指標がほしい。大きな成果を生みそうな研究テーマへの追加支援も重要である。また、挑戦的テーマ(できたら大きな成果が得られるテーマ)については、長い目で見ることにも必要なので、査読論文、特許出願が1件/年のペースで出なくても大目に見ることも必要か。妥当性については、民間を含めた日本の総研究費と成果(論文数+特許)の比率との比較は、説得性に欠ける。より本事業と性格に近い、国立研究所群における比率との比較にすることも一案である。

・(B委員) 論文数と特許数のみで、またそれを使って、費用対効果を予算規模に合わせて議論するのは困難がある。

・(C委員) 各事業と我が国の「エネルギー・環境イノベーション戦略」の関連性、この戦略のどの項目にどの程度の寄与ができそうなのか、といった全体像が分かりにくい。

・(D委員) 第一に、海外機関と共同執筆した論文数を明示するなど、国際共同研究としてのアウトプットが評価できるようにする改善をすべきと考える。第二に、日本全体の研究開発費総額と成果数から参考となる基準を求めるのはやや粗い印象である。大学と公的研究所を対象としたデータの有無について再確認することを期待する。また、他機関で行われた同様の研究プロジェクト(例えば、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業・二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出など)のアウトプットを参考にすることも一案かと考える。

・(E委員) 分野によっては論文にまとめにくいものもあるかもしれないが、研究課題によっては、論文などの成果がないものも見当たる。学会などでの口頭発表、国外研究機関との会議、交流会などが多く実施されている。その効果なども成果としてまとめると良い。国際共同の効果を示せる。国際共同研究の難しさのひとつにサンプルの持ち出しがある。事業内でも課題となった例があると考え。知財のみに限らず、アウトプットでの課題を事業内での情報共有、さらには、外部発信を成果にして欲しい。

3. 当省(国)が実施することの必要性

民間企業ではリスクが高く自発的な取組みが進まない、開発に長期を要する革新的なエネルギー技術を、海外の研究機関と共同研究で加速化することから、国が主導することが妥当である。また、技術革新の創出から社会実装までのイノベーションシステムの構築・発展には、国の

関与が不可欠であり、それに資する海外の知見の取り込みにおいて国が主導的役割を果たすことは合理的である。

一方、「エネルギー・環境イノベーション戦略」との関連性や、海外の知見を取り込んでイノベーションシステムを向上させる取組みは、明確に記述することが望ましい。知財等の扱いや標準化への取組みについても国が支援していく必要がある。

【肯定的所見】

・(A委員) 本事業は、経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準 中間評価基準 3の①～⑤の要件をすべて満たすものであり、国がやるべき研究である。

経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準 中間評価基準 3

①多額の研究開発費、長期にわたる研究開発期間、高い技術的難度等から、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されない場合。

②環境問題への先進的対応等、民間企業には市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できない場合。

③標準の策定、データベース整備等のうち社会的性格が強いもの（知的基盤）の形成に資する研究開発の場合。

④国の関与による異分野連携、産学官連携等の実現によって、研究開発活動に新たな付加価値をもたらすことが見込まれる場合。

⑤その他、科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性を有しているなど、国が主体的役割を果たすべき特段の理由がある場合。

・(B委員) 革新的な研究開発は一般的に民間企業にとって最もリスクが高く、国が主導することで開発リスクの低減が可能になる。加えて、当該分野（TRL (Technology Readiness Level) 1～3）での国際共同研究は国家間でその基盤を構成することが求められるため、本事業を国が実施することの必要性は高い。

・(C委員) 革新的なエネルギー技術の開発、長期的な研究開発、国際連携等、また我が国の「エネルギー・環境イノベーション戦略」の一環であることを考えると、国として実施することがふさわしいのではなく、実施しなければいけない事業であると思われる。

・(D委員) 本制度の目的は、将来の二酸化炭素の大幅削減という社会的な課題に資する、中長期的な革新技術の創出であり、国が実施することの意義は十分認められる。また、革新技術の創出からその社会実装までのイノベーションシステムの構築・発展においては国の関与が不可欠であり、それに資する海外の知見を取り込むことにおいて国が主導的な役割を果たすことは合理的であると判断される。

・(E委員) 国外の研究機関が保有する技術を活用して、効率的に研究開発を加速的に進めることを主眼とした本事業は、国が進めるべきである。国際的な共同研究であり、国が進めることで、信頼性も確保でき、国内外の研究機関も参加しやすい環境にあると評価する。

【問題あり・要改善とする所見】

・(A委員) 国は、エネルギー技術の開発については、ステージとしては基礎的であり、また分野と

しては広い分野や広い可能性をカバーすることが求められるので、開発の成功確率は低めにならざるを得ない。

・(B委員) 研究成果(知財等)の扱いや標準化への取り組みについては、国がしっかり支えていくことが今後も期待される。

・(C委員) 「エネルギー・環境イノベーション戦略」との関連性がもう一つ明確にできていない点は改善されるべきと思われる。

・(D委員) 我が国のイノベーションシステムの向上に資することが謳われているが、報告書においては、その内容と方法についてより具体的に記述することが望ましい。

・(E委員) 知財の取扱いで、国がより関与することを期待したい。少なくとも事業内での実施で、契約のやり方、課題などの情報を共有すると効率的に進められる。また、事業での成果として、知財管理なども取りまとめて情報発信することで、参加していない研究機関・大学が、国際共同研究を独自に実施するときの参考になり、活用でき、効率的な推進が期待できる。国の事業としての役割と考える。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

各テーマの技術的な目標や、知的財産の管理、実証の計画について明確に記述されており、妥当である。

一方、国際標準化、性能や安全性基準の策定、技術の普及に要する規制緩和の取組みについても記述することが望ましい。また、開発を進める上でクリティカルポイントになる項目をいくつかを選択し、ロードマップに明示するとともに、国際的な協力で加速した点、効率的に進んだ点や、知財管理でのメリット・デメリット等も取りまとめるとよい。

【肯定的所見】

・(A委員) ロードマップに盛り込むべき項目のうち、各テーマとも知財、実証は考えられていると思う。

・(B委員) ロードマップの作成は概ね妥当である。

・(C委員) 予測の精度に問題はあるかもしれないが、とりあえず2050年までのロードマップが示されている点は評価できる。知財管理、国際標準化についても考慮されている点はよいと思う。

・(D委員) 各時点における技術的な目標が明確に記述されており、ロードマップは妥当であると認められる。

・(E委員) 各研究課題で予め作成したロードマップに示した値を概ね達成している。論文も多くあり、評価する。

【問題点・改善とする所見】

・(A委員) ロードマップに盛り込むべき項目のうち、国際標準化、性能や安全性基準の策定、規制緩和等の取組は、各テーマのロードマップからはあまり読み取れない(各研究段階では、それらを考慮して開発を進めているとは思うが)。テーマごとにロードマップに盛り込むべき項目のすべてを記載することは理想だが、開発を進める上でクリティカルポイントになる項目をいくつかを選択しロードマップに明示するようにした方が、重点がよくわかっていいのではないかと考える。

- ・(B委員) 改善点ではないが、国際共同研究に伴うリスクを想定した対応策もシミュレーションしておく必要がある。
- ・(C委員) 外国、特に米国との間における知財管理の取り決めはまだ問題がある可能性が考えられる。国際標準化については、そのためにはどのようにすればよいのか戦略が分かりにくい。
- ・(D委員) 2050年に向けた革新的な技術開発であるという特性を考えると、事業アウトカムに向けて、2020年度以降における技術普及に係わる規制緩和等の観点からの記述があることが望ましい。
- ・(E委員) 国際的な協力で、加速した、効率的に進んだポイントなどを含めているロードマップ、また、報告があると良い。事業実施での成果として、知財管理でのメリット、デメリットなども取りまとめるとよい。

5. 制度の実施・マネジメント体制等の妥当性

ステージゲートシステムの採用や、各事業における知財管理への留意などが適切に行われており、妥当な運営体制となっている。

一方、社会実装に向けた取組みや、事業の成果の広報活動をより積極的に実施することを期待する。また、今後は、研究者の国際共同研究に関する契約締結等の業務の軽減や、研究の進捗管理体制の強化、国際共同研究に伴うリスクマネジメント、課題の抽出と事業者間での情報共有が望まれる。

【肯定的所見】

- ・(A委員) 制度の実施・マネジメント体制はよく考えられており、大きな問題はない。ステージゲートシステムの採用は適切である。知財の取り扱いと戦略は妥当であろう。
- ・(B委員) 相手機関とは必要な協議は行われており、マネジメント体制も国際共同研究を進められるよう妥当な形になってきている。
- ・(C委員) 運営体制・組織、各事業の採択プロセス、各事業の進捗管理等は適切に行われていると判断できる。
- ・(D委員) ステージゲートを設けることで各テーマの進捗管理を適切に行っていると評価できる。また知財の取り扱いについては、評価者は十分な知見を持ち合わせていないが、丁寧かつ慎重に検討されている印象である。
- ・(E委員) 本事業は、国際共同研究を通じて、推進する事業を加速化することを重視している。その中で、国がマネジメントに関することは重要であり、そのサポートが期待される。国のマネジメントでのサポートにより、効率的に進められていると評価できる。また、知的財産などのルール設定は評価できる。選択した個々の研究課題も概ね期待できる、また、進めるべき課題と評価できる。ただ、その成果は、2030年以降での効果を望むもので、マネジメントでの評価の段階にはない。研究項目ごとに、進める技術が求める期待される成果に対して、柔軟に認識を改め、方針の改善に繋がればよい段階である。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・(A委員) 研究者が契約締結業務に煩わされることが少ないよう配慮してほしい。予想以上の画期的な革新的技術が開発されたときは、通常の知財戦略を超えた戦略の策定とスピーディなアクションが必要となる。ここで、このテーマが予想以上の革新技術になりそうだと早めに見破る目利きが

必要である。

- ・(B委員) 問題点ではないが、国際共同研究に伴う特性を踏まえたりリスクマネジメントに常に注意する。
- ・(C委員) 国民への広報は各事業者に任されており、特に明確なルールは設定されていないようである。その点は改善すべき点かもしれないが、この事業は国際連携をしてまでも短期間で革新的な技術を開発することが目的であるので、評価員個人としては強く求める必要はないと考えている。
- ・(D委員) 第一に、困難であると承知しているが、事業アウトカムを踏まえて、各テーマにおいて得られた成果を如何に社会実装していくかに関する取り組みに関する記述があると望ましい。第二に、国民とのコミュニケーション活動の一環として、本事業の内容について広く国民に伝える機会を設けて戴くことを期待する。また、一部の事業者の方々からはそのような機会を設けている発言もあったので、その旨を報告書に記述することが望ましい。
- ・(E委員) 国際共同研究を通じて得られるものは、研究の成果ばかりではないと考える。人的交流、国際的事業での課題抽出、契約時の難しさ、課題なども成果と考えられる。今回の試みでは、研究実施の事業体間での相互での情報共有などの体制があっても良い。また、これらを成果として公表することで、他の研究機関、民間での活用はかなり期待できる。研究成果ばかりに眼を向けず、本事業の特徴から得られる情報、課題も成果として欲しい。

6. 費用対効果の妥当性

事業アウトプットおよび事業アウトカムともに期待でき、使用する研究費も過大となっておらず、国際的な資金とすることなく共同研究が効率的に行われており、費用対効果として妥当である。一方、今後の予算計画において、新規事業の採択を行うかどうか分かるように記載した方がよい。また、比較のため参照する日本全体での費用対効果は、人件費の取り扱い等の基準が異なるため、より適切なものを使用することが望ましい。

【肯定的所見】

- ・(A委員) 事業アウトプット及び事業アウトカムともに期待できるテーマが多い。使用する研究費の大きさも過大ではない。ただし、加速して実用化研究をするには予算が足りないであろう。
- ・(B委員) イコール・パートナーシップの原則で事業が運営されており、お互いの強みを生かした国際共同研究として費用対効果は十分に期待できる。
- ・(C委員) 本事業における経費1億円に対する論文数と日本全体の研究開発における数値が比較されている点は評価できる。
- ・(D委員) 1億円あたりの成果数(論文数+特許出願数)を費用対効果の指標とするのは妥当であると認められる。また、現時点で、各事業において目標を達成する成果が得られており、今後、投入した国費に見合う論文や特許などのアウトプットが得られることが期待される。
- ・(E委員) 妥当であるとする。国内外の研究機関のマッチングにより、国際的な資金の融通なしに、相互理解で共同研究が進められている。効率的で、有効な事業であると評価する。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・(A委員) 最初に採択されたテーマは、研究期間が十分にあるが、今後採択されるテーマがある

とすれば研究期間が短い感じがする（今後の採択計画がよくわからなかった）。

- ・（B委員）費用対効果を具体的な数値を元に評価するのは困難である。
- ・（C委員）人件費の取り扱いなど比較する基準が明確でないため、示された費用対効果の信頼性に問題がある可能性が考えられる。しかし、国立研究所、大学、民間企業など形態の異なる組織にまたがることなので、明確な費用対効果を出すのは難しいことは理解できる。
- ・（D委員）第一に、国際共同研究という点に着目して、投入費用あたりの海外機関との共著論文数などを指標とするのも一案かと考えられる。第二に、「事業アウトプット」において前述したように、日本全体の研究開発額総額と成果数から参考値を求めるのはやや粗い印象である。大学と公的研究所を対象としたデータの有無について再確認することを期待する。また、他機関で行われた同様の研究プロジェクト（例えば、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業・二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出など）のアウトプットを基準の参考にするのも一案かと考える。
- ・（E委員）国外研究機関からの発表論文なども多くあり、相互連携、研究者の交換などに、積極的に予算が出せる仕組みがあると良い。限られた資金であり、期待通りの関係が構築できない等の国際共同研究で進捗が望めない研究課題に対しては、適宜、中止も含めた判断も必要である。国際的な契約もあり、開始前の見込みとは違い、課題がある場合もあるのではと推察する。

7. 総合評価

将来の二酸化炭素排出量の削減に向け、国際的な共同研究を活用して、革新的な技術の開発を加速させる本事業は、価値あるものと評価できる。また、各研究課題において、CO2削減への寄与や高いレベルでの研究成果が期待でき、着実な進捗も確認できる。

一方で、アウトカム・アウトプット指標の改善や、国際共同研究に特徴的な成果や課題の共有が必要である。また、「エネルギー・環境イノベーション戦略」との関連性の明確化や、今後の事業実施において、2050年の我が国を担う青少年が科学の魅力を知ると共に、世界へ積極的に出て行く志を持つことを後押しするようなアウトリーチ活動が期待される。

【肯定的所見】

- ・（A委員）革新的なエネルギー技術の開発は、日本はもとより世界的に喫緊の問題である。課題を日本内で研究するだけでなく、欧米の類似の研究をしている研究者と国際的協力をして相補的に開発することは有効である。査読論文、特許出願の件数から見た研究成果（事業アウトプット）は、他のファンドに比べ高いレベルにある。本事業は、国がやるべき研究の要件をすべて満たすものである。制度のマネジメントは妥当である。研究の進展状況より、良い成果が期待される。研究者が国際的に他流試合をするに良い制度である。
- ・（B委員）重要なテーマについて、相手機関（国）とお互いに強みを生かした国際協働事業である。
- ・（C委員）国際連携をすることにより革新的エネルギー技術を短期間に開発し、2050年位におけるCO2削減に寄与することを目的とした、優れた事業であると評価できる。
- ・（D委員）将来の二酸化炭素排出量の削減に向けた革新的な技術の開発は、国による支援が必要不可欠であり、国際的な共同のもとに効果的・効率的に進めることが出来る点において、本制度は価値あるものと評価される。国内には無い装置の利用や海外研究者との研究交流の支援などを通して、研究の加速化がなされていることが具体的に認められ、国際共同研究に焦点をあてた本制度は高く

評価することが出来る。加えて、国際的な共同研究を通して、革新的な技術を創出し社会実装するまでのイノベーションマネジメントシステムの向上も目指していることも本制度の特長として評価できる。

・(E委員) 国際的な共同研究を活用して、研究を効率的に推進する本事業は、重要である。また、国が積極的にマネジメントすることは重要である。特に、知的財産の取扱いでは、国が重要な役割を担っている。推進する各研究題目は、低炭素化に向けて適切な選択であり、着実な進捗が認められる。国際的な連携では、共著論文をはじめ、人的交流が見られ、研究者のレベルアップも期待できる。

【問題あり・要改善とする所見】

・(A委員) 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、研究者が中期的研究のマイルストーンを具体的に考える良い方法と思われるが、研究開発のクリティカルポイントの認識や予想の記述として十分でなく、一部形式化している感じがする。

・(C委員) 「エネルギー・環境イノベーション戦略」との関連性が明確でなく、この戦略のどの項目にどの程度寄与しているのかが見えにくい。このため、戦略においてさらに進めるべき項目、遅れ気味の項目等が見えにくい。また、国際連携をどのように評価するのか、評価基準をどのように設定すべきかが難しい。

・(D委員) 既に述べたように、アウトプットとアウトカムの評価については改善の余地があると考えられる。第一に、国際共同研究としての価値を十分に評価できるようにすべきと考える。第二に、困難であることは承知しているが、アウトカム指標の設定に関しては改善すべきと考える。また、各事業において国際的かつ革新的な研究が進められているので、2050年の我が国を担う青少年が、科学の魅力を知ると共に世界へ積極的に出て行く志を持つことを後押しするようなアウトリーチ活動がなされることを期待する。

・(E委員) 国際共同研究を活用した研究の加速が本事業の特徴であるが、国際共同研究を活用したことによる効果が、十分に成果として取りまとめられているとは言えない。また、実施体制内での情報共有、さらには課題などの抽出を成果として取りまとめてもよい。国際共同での課題も、国としての成果であり、国内で広く活用することも重要である。

8. 今後の研究開発の方向等に関する提言

国際連携ならではの問題点などに留意し、特に知財関係での問題が起こらないよう事業を進めていく必要がある。また、事業の推進に関して国が積極的に関与し、国際共同研究に特徴的な成果、課題の取りまとめを行い、事業者間での共有、さらには国内の他事業でも活用できるようにすべきである。また、各研究テーマにおいて、研究の方向性の修正や研究内容の見直しを行うことで、事業全体の着実な進捗を期待したい。

中長期アウトカムの「2050年におけるCO2排出削減量」は事業終了時の達成可能性を示すことが困難である。

【各委員の提言】

・(B委員) 今後は研究成果が徐々に出始めるので、相手機関と知財を含め、成果の取り扱いで行き

違いのないよう、確認しながら進めてもらいたい。

・(C委員) 国際連携のより短期間で革新的エネルギー技術を開発し、我が国の将来的な技術優位性を確保しようとする事業である点は高く評価したい。一方で、その国際連携をどのように評価したらよいのか、知財管理はどのようにできるのか、など国際連携ならではの問題点も生じていると思われる。困難さにめげず、今後も進めていっていただきたい。

内閣府が示した我が国の「エネルギー・環境イノベーション戦略」に対して、本事業で採択した各研究がどの項目にどの程度寄与しているかを把握することは重要と思われる。例えば、各研究のCO2削減量を単純に足し合わせることが可能であるのか、それとも一部は排他的になるのかは、各研究担当者には見えない。これができるのは全体を統括する担当者のみと思われるが、本事業にはその担当者が設定されていない。このため、本事業が「エネルギー・環境イノベーション戦略」に対してどのような貢献ができているのかを十分に示せていないのではないかとと思われる。

・(E委員) 国際共同研究を活用した研究の加速が、本事業の特徴であるが、国際共同研究を活用したことによる効果が、十分に成果として取りまとめられているとは言えない。また、実施体制内での情報共有、さらには、課題などの抽出を成果として取りまとめもよい。国際共同での課題も、国としての成果であり、国内で広く活用することも重要である。国が国際的な共同研究を推進することが、重要であるが、もう少し積極的に関与しても良い。成果の取り扱い、特許などでは、並行して進めている各研究での課題を抽出して、情報交換の場などを持つことで、より効率的に進められると考える。一方、国際共同研究であるため、当初の見込みどおりに推進できていない研究題目もあるのではと懸念される。研究推進で支障のあるものに関しては、方向の修正、研究内容の見直し、さらには中止もあっても良い。事業全体の着実な進捗を期待したい。アウトカムに関しては、2030年以降、2050年の目標としており、現在の成果から達成見込みの評価はできない。各研究項目で、見込みを精査することも研究成果とするなどがあってもよい。それぞれの研究課題でCO2排出削減の目標としている数値を積算しても余り意味がない。また、このプログラムの成果だけでは、削減は達成できない。貢献できるとのことで、大まかに評価すると良い。

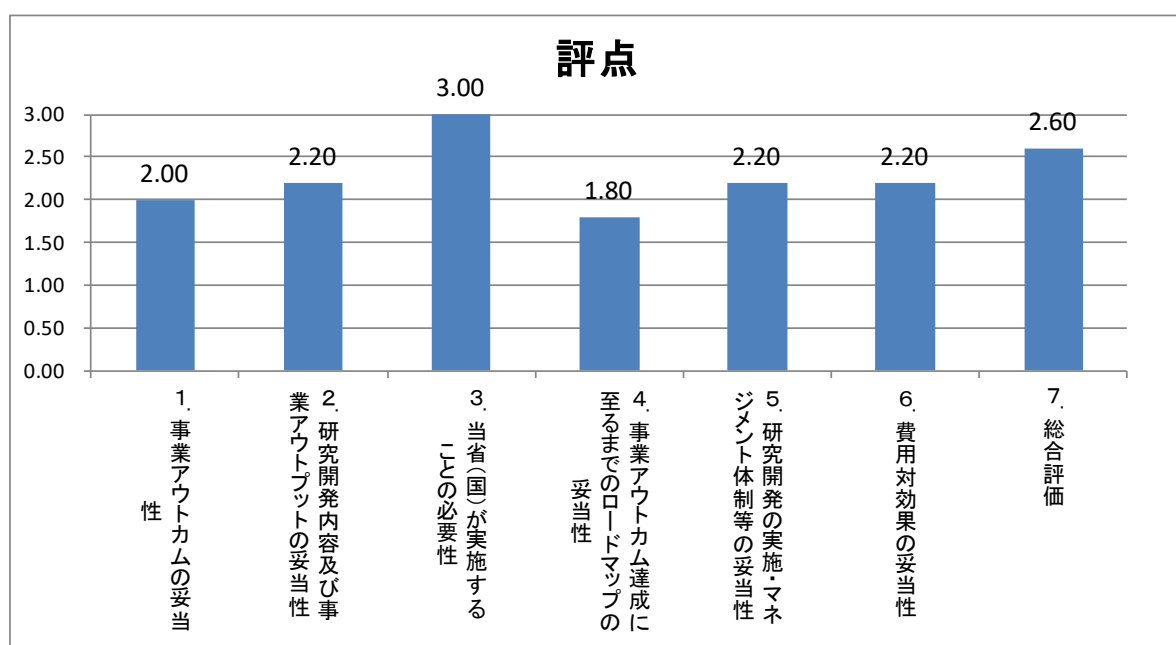
<上記提言に係る担当課室の対処方針>

共同研究の成果について、相手機関と知的財産の取決めで問題が生じることがないように、研究計画の策定にあたり十分確認するとともに、国としても注意喚起を行い、国の支援が必要な事項が生じた際はその対応につき相談に応じる。こうした国際共同研究に伴う課題は、その内容に応じて他の事業者へも情報共有を図り、事業の成果として国際共同研究に係るノウハウの蓄積につなげていく。また、相手機関の属する相手国政府との対話の機会を通じて、成果を周知し、国際共同研究への理解を深めることで、本事業が円滑に実施される環境を整備していく。

提言及び検討会での委員の指摘を受け、アウトカムの設定について見直しを行った。短期アウトカムの定量性を高めるため、「研究開発期間の短縮年数」よりも定量性の高い「二国間共著率」を指標として追加した。また、本制度の中長期アウトカムの一つとして、「2050年におけるCO2排出削減量」の追加を検討したが、事業終了時の達成可能性を示すことが困難であったため、事前評価時に設定した「CO2削減に貢献する革新的なエネルギー技術の創出件数」のみとした。

Ⅲ. 評点法による評価結果

	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.00	2	2	2	2	2
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	2.20	2	2	2	2	3
3. 当省(国)が実施することの必要性	3.00	3	3	3	3	3
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	1.80	1	2	2	2	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.20	2	2	3	2	2
6. 費用対効果の妥当性	2.20	2	2	2	2	3
7. 総合評価	2.60	3	2	3	3	2



【評価項目の判定基準】

評価項目 1. ～ 6.

- 3点：極めて妥当
- 2点：妥当
- 1点：概ね妥当
- 0点：妥当でない

評価項目 7. 総合評価

(中間評価の場合)

- 3点：制度は優れており、より積極的に推進すべきである。
- 2点：制度は良好であり、継続すべきである。
- 1点：制度は継続して良いが、大幅に見直す必要がある。
- 0点：制度を中止することが望ましい。

IV. 評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等

評価ワーキンググループの所見【中間評価】

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価】

評価ワーキンググループの所見【事前評価】

採択審査は技術的な面だけでなく、相手国との知財の取扱いについての確認項目を盛りこみ、経済産業省がチェックを行う等、本制度の趣旨に沿った事業展開が出来るように検討すること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【事前評価】

共同研究における知財の取扱いは重要であり、御指摘を踏まえ実施機関の知財管理体制等を採択審査等でチェックを行う等、技術流出防止に十分に留意しつつ事業を適切に執行してまいりたい。