

「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

評価用資料

平成 29 年 12 月 8 日

経済産業省産業技術環境局国際室

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			
<u>研究資金制度プログラムの目的・概要</u> 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率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と海外の優れたイノベーションシステムの取り込みを目的とする。				
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

【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)

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)

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・ノースウエスト国立研究所 (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）チューレーン大、（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、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。本事業実施の結果として、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 1～10 年の短縮が想定され、平均 5 年程度の短縮が想定される。（補足資料に各テーマの想定年数を記載）

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

【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

【中長期アウトカム】

本事業は 2050 年頃の CO2 削減に資する革新的なクリーンエネルギー等の基礎技術の研究開発を目的とすることから、中長期アウトカムとして、2050 年の日本の CO2 削減量を設定する。日本は 2030 年度までに 2013 年度比で 26%削減することを目標としている。さらに 2050 年までに世界全体で半

減、先進国全体で 80%削減を目指していることから、本事業の各テーマで、それぞれの技術が普及した場合に削減可能な量を、普及率等を仮定して計算した。

事業アウトカム指標【中長期】	
2050 年の日本の CO2 削減量	
指標目標値	
目標最終年度（2050 年度予定）	計画：3.0 億 t-CO2/年削減

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。

分野別革新技術	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
	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術を対象として、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。

技術開発の加速による成果量の増加については、科学技術・学術政策研究所（NISTEP）が公表している「科学技術指標 2016」より日本の研究開発費総額と成果数（論文数＋特許出願数）を参考値とし、1 億円あたりの成果数を算出したところ、1.8 件/億円である。この値を基にすると、本事業の予算規模（総額約 30 億円※）では 5 年間で 54 件程度の成果数が推定される。本事業の最終年度目標値である 124 件は推定される件数を上回っており、十分に研究開発スピードが加速した場合には達成できるものである。

※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

< 参考 >

【H27～H28 の成果】

論文（査読有） の内の共著数	論文・総説等（査読無）	論文・総説等（査読無） の内の共著数
1	27	1

【H29（9 月時点）の成果】

論文数（査読有）	論文（査読有） の内の共著数	論文・総説等 （査読無）	論文・総説等 （査読無） の内の共著数	特許等件数 （出願を含む）
23	4	8	1	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 種の改変・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 種の改変、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。	1 3 0 0 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 ISEAN 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などが高い Faraday 効率（>90%）で起こ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 割以上高くなることを確認した。（過酸化水素や次亜臭素酸で>77%）

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	CIGS 系単結晶セルの変換効率 20%	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%
	〈未達成原因分析〉 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。	
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	・ 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℃, 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℃, 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。	・ 最大温度 350℃, 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℃, 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。
⑨EGS 設計技術による地熱発電可能地域の飛躍的拡大	* 亀裂せん断滑り室内実験装置 (～180℃, 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	* 亀裂せん断滑り室内実験装置 (～180℃, 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。
⑩低毒性・超高効率熱電変換デバイスの開発	熱電変換デバイスの変換効率を 12%まで向上させる。	高温が 712 K、低温が 301 K のときに 12.2%を達成 (目標達成)。

⑪G02 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	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。 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。	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。
⑫革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発	多接合太陽電池のトップセル設計	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。

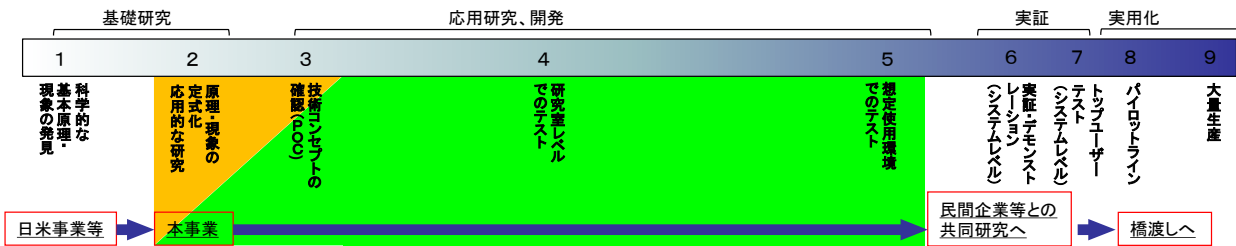
3. 当省(国)が実施することの必要性

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システムや仕組み等の知見を取り込み、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。

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年度～	2030年度～ 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	・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。 個別要素の研究開発					・民間企業等との共同研究 ・開発 ・実証	・技術の実用化、普及によりCO ₂ 排出量削減につなげる
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)	・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変・解析(光発酵)	・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)	・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)	・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	・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/Nm ³)	・実証試験(バイオマス原料、リアクターの仕様、生産規模等の検討)を経て実用化
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	ブタノール収率80%を達成する技術を開発【中間目標】ブタノール収率81%を達成	ブタノール生産速度2.0 g/L/hへ向上する技術を開発	ブタノール収率85%を達成する技術を開発	ブタノール収率92%および生産速度3 g/L/hを達成する技術見通しを立てる	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	バイオ燃料ブタノールの実用化
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	・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	・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)	・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)	・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(バックセル: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】	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
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	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 m ³ /hg以上の性能発現)	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 m ³ /hg以上の性能発現)	均一系触媒の固定化、高性能固体触媒の活性向上(1.5 m ³ /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	固定化触媒の高性能化(1m ³ /hg以上の性能発現)と高性能固体触媒の活性向上(2.0 m ³ /hg以上の性能発現)	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】	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	ギ酸からの高圧水素ガス発生技術の実用化と水素ガスステーションの普及
⑤系統協調型の分散電源大量導入技術の開発	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	スマートインバータの試験方式の原案を策定する	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	スマートインバータの統合制御方式の検討を行う	スマートインバータの試験方法を確立し、メカ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試験方法を確立し、メカ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	有用化学品の反応種を増やす。	表面処理や反応条件の最適化による電流効率向上。	無機及び有機反応の種類の変更による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。	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。	・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%】	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。	H ₂ O ₂ やHClO等の大型製造の実用化。水素製造への応用展開。

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装置の開発および成膜技術の開発	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	化合物単結晶薄膜太陽電池の高効率化技術の開発	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	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%】	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
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	現状調査、試験機器試作	既存技術・素材の評価、試験機器製作	プロトタイプ的设计・試作	プロトタイプの評価・改良	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】	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
⑨EGS設計技術による地熱発電可能地域への飛躍的拡大	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	地熱システム内で起こる現象理解の深化とモデル化	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	米国FORGEサイトのシミュレーション	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】	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
⑩低毒性・超高効率熱電変換デバイスの開発	毒性・希少元素代替技術の開発	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	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	ナノ構造化による熱電変換デバイスの高効率化	デバイスの動作実証 【効率14%と100時間の実証実験】	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
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	—	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】	大規模化・システム化へ展開	順次燃料電池自動車への搭載
⑫革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発	—	・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み合わせを検討	・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	・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)	・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。

5. 制度の実施・マネジメント体制等

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、企業との共同研究を見据えた情報交換を通じて、実用化に向けて企業の関与を求める取組みを行っている。

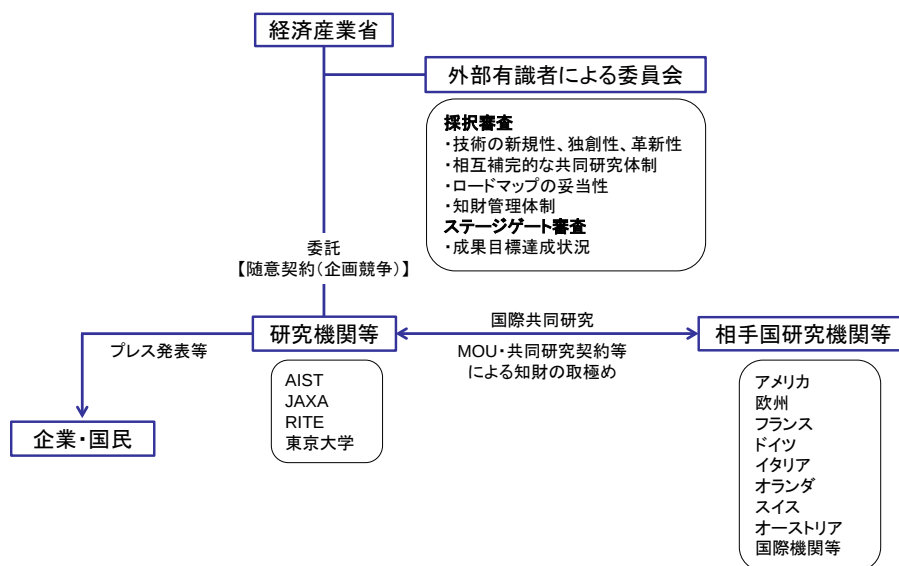


図5-1 事業体制

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。さらに、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のため、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ている。

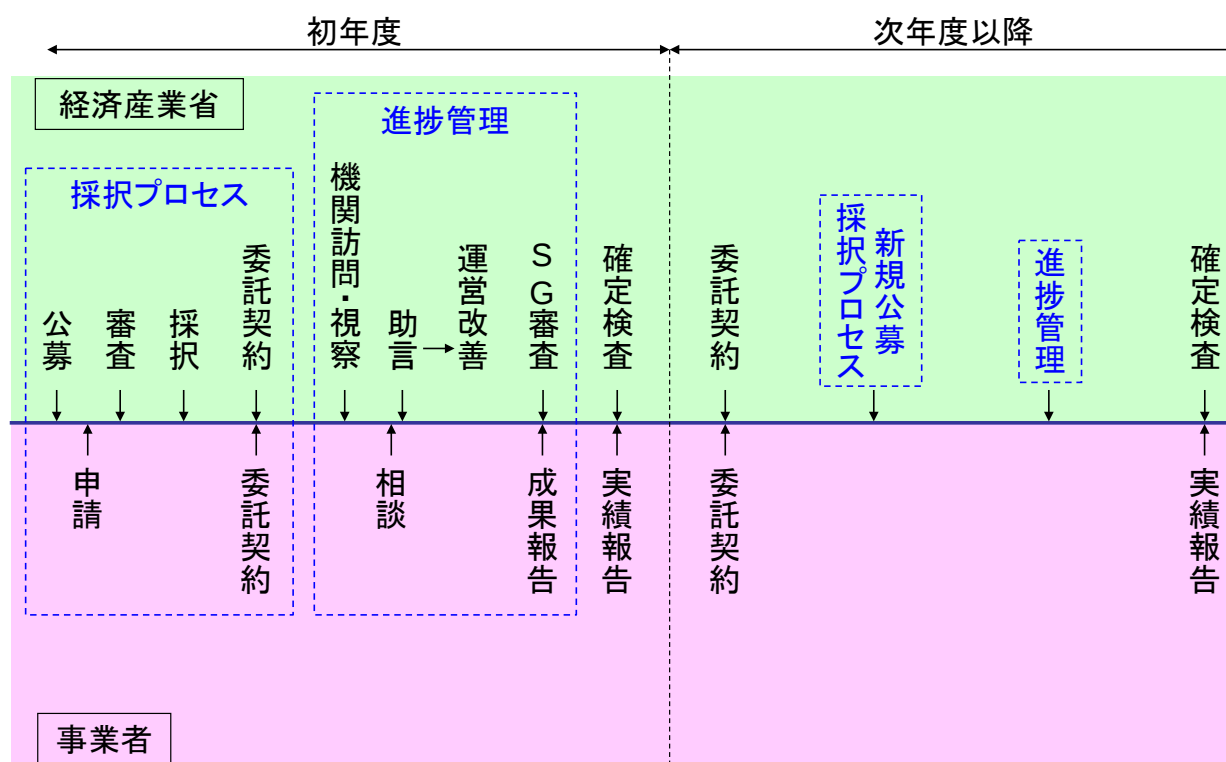


図5-2 運営実施フロー

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。）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METI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(IA)」を活用し、IAで規定されている「実施計画書(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。

6. 費用対効果

事業アウトプットは論文・特許の積算数を設定している。最終年度の目標値は124件、投入予定の国費総額は約30億円※であり、1億円あたりの成果数は4.2件/億円となる。

参考値として科学技術・学術政策研究所(NISTEP)が公表している「科学技術指標 2016」より日本の研究開発費総額と成果数(論文数+特許出願数)から、1億円あたりの成果数を算出したところ、1.8件/億円であった。

※30年度、31年度予算額は29年度並みとして推計