

「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の概要

令和3年6月24日

産業技術環境局総務課国際室

事業の目的

- 2015年11月パリにおいて、国連気候変動枠組条約の「第21回締結国会議（COP21）」が開催され、この中で言及された「2℃目標」の実現にむけ、革新的エネルギー技術によるイノベーションの創出により、地球規模・長期の温暖化対策に貢献する。
- 具体的に、「エネルギー・環境イノベーション戦略」（2016年）に沿って、2050年頃を見据えた革新的技術分野の研究開発を進める。その中で、海外の研究機関等と我が国の研究機関等が連携し、お互いの強みを持ち寄って共同研究を実施することの意義にも言及された。また、2016年に開催された「G7北九州エネルギー大臣会合」の共同声明にて、研究機関間の国際共同研究の奨励が合意された。
- 本事業では、欧米など主要国と連携し、エネルギー環境分野の国際共同研究開発を推進することで、研究開発・実証・社会実装に至るスピードを早めると同時に、我が国が研究開発において主導的な立場を維持することを目的とした。
- 海外が有する先進的な研究情報の入手や、日本国内にはない技術・設備の利活用等を進めることで、技術の効率的・加速的な開発を進めると共に、海外研究機関との連携を梃子に実用化段階での国際市場展開も視野にする効果も狙った。

1. 事業の概要 ②

2

類 型	複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究開発資金制度							
実施期間	2015 年度～2020年度 （5年間 + 事故繰越しにより 1 年延長）				会計区分	一般会計 / エネルギー対策特別会計		
評価時期	事前評価：2014年、中間評価：2017年、終了時評価：2021年							
スキーム	国 → 日本に拠点を有する研究機関、大学等（委託） ↔ 海外研究機関等（共同研究）							
執行額 （百万円）	2015FY	2016FY	2017FY	2018FY	2019FY	2020FY	総執行額	総予算額
	555	401	723	550	464	35	2728	2886

H27年度採択テーマ

番号	テーマ名	実施者	米国	他国
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	RITE	NREL	フランス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に関する研究開発		NREL PNNL	—
3	過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発	産総研 JAXA	LBNL SLAC NREL NASA	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） 欧州宇宙機関（ESA） オランダユトレヒト大学
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-	産総研	BNL PNNL	ドイツライプニッツ触媒研究所 スイス連邦工科大学
5	系統協調型の分散電源大量導入技術の開発		SNL	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		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		NREL	ドイツフラウンホーファー研究機構 スイス連邦材料試験研究所（EMPA）
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		USGS、LBNL SNL	ドイツ地球科学研究センター（GFZ） 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		USGS、LBNL LLNL、SNL、 PSU	ドイツ地球科学研究センター（GFZ） 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		ANL BNL	ドイツ航空宇宙センター（DLR） フランスクリスマット研究所

H 2 8 年度採択テーマ

番号	テーマ名	実施者	米国	他国
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	産総研	PNNL ミズーリ大	フランスボルドー大学 オランダデルフト工科大学
12	革新的新構造太陽電池の国際共同研究開発	東京大学	-	フランス国立科学研究センター（CNRS） フランスボルドー大学

H 2 9 年度採択テーマ

番号	テーマ名	実施者	米国	他国
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	RITE	NREL 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	産総研	—	ドイツフ라운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		—	オランダエネルギー研究センター（ECN） ドイツ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		ANL テュレーン大学	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	九州大学	—	ドイツユーリッヒ研究センター（FZJ）

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。

交付条件

- 「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术を軸とし、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。
- 相手国機関の協力を得て、最大5年間の研究開発を実施。

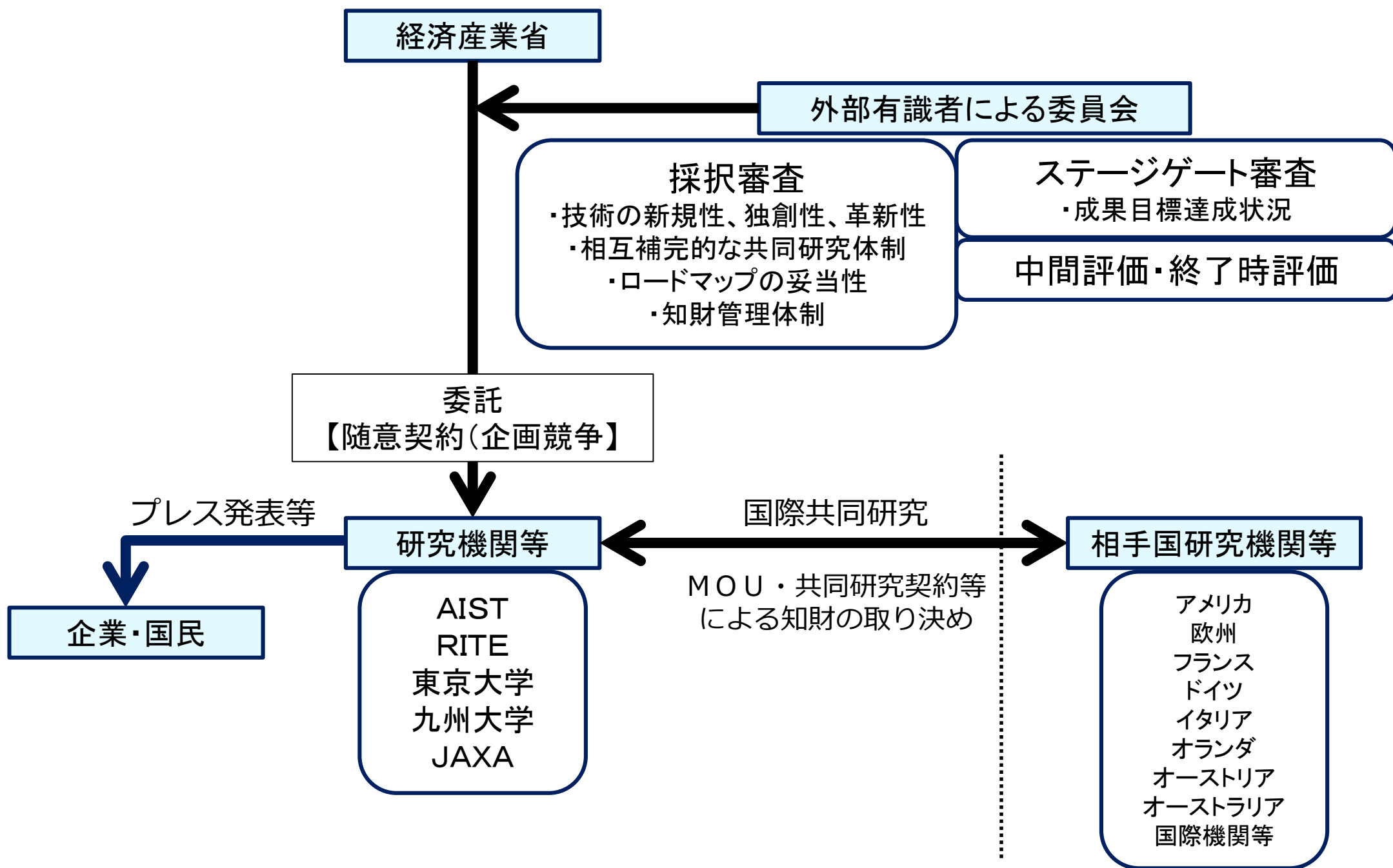
制度の対象者

- 日本に拠点を有する研究機関、大学、企業、公的団体等

3-2. 対象とした技術分野

- テーマ募集にあっては、「エネルギー・環境イノベーション戦略」における有望分野に関する技術から選定した

			テーマ
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。	⑤、⑮
	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	⑩、⑭
	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	①、②、⑥、 ⑬、⑯
	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	③ ④、⑪、⑰
	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、⑫ ⑧、⑨
	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	

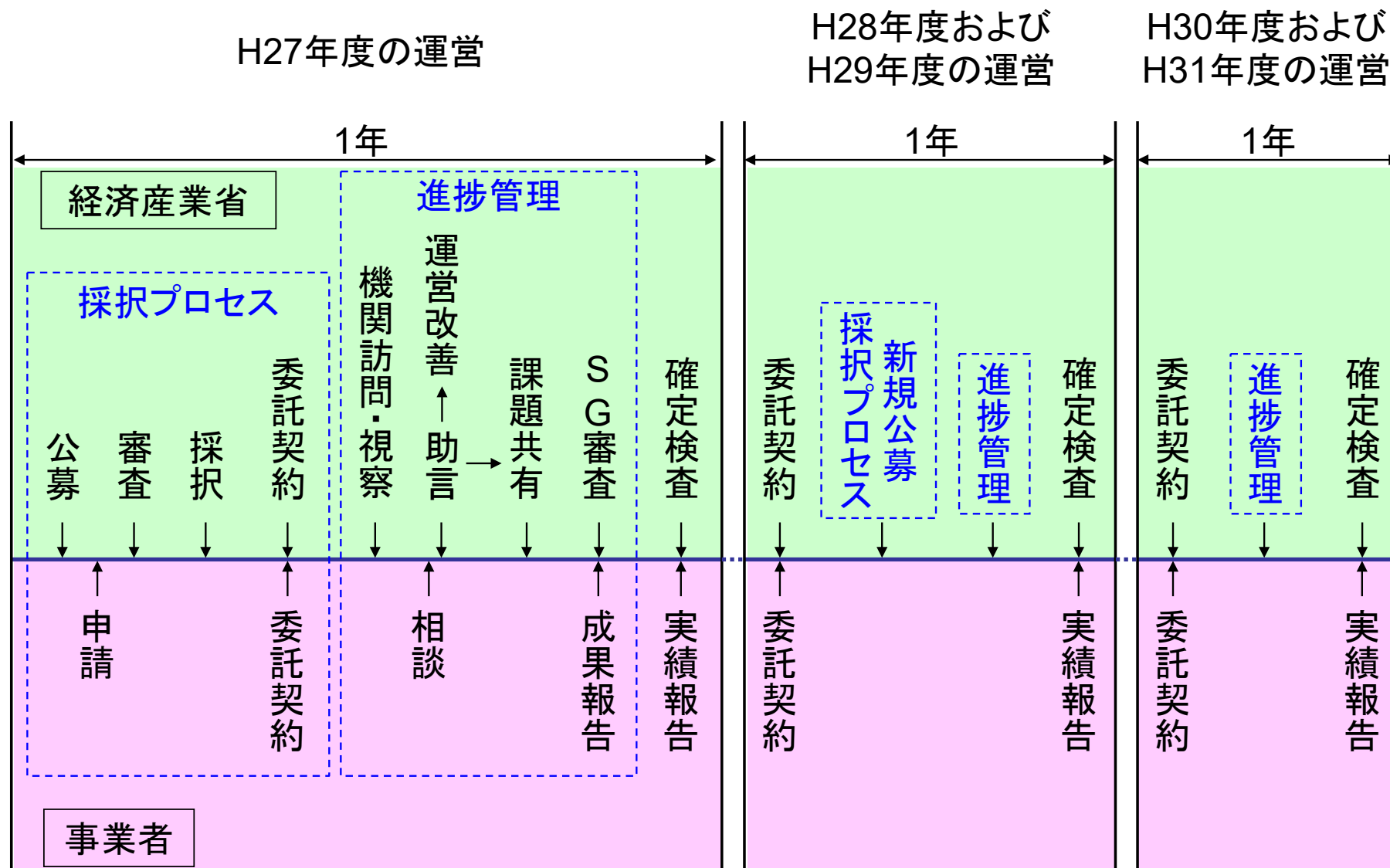


- 公募は、5年の事業期間のうち、最初の3年で実施。

	平成27年度	平成28年度	平成29年度
公募期間	平成27年8月7日～9月8日	平成28年8月19日～9月20日	平成29年5月12日～6月12日
応募件数	14件	4件	13件
採択件数	10件	2件	5件
採択日	平成27年9月25日	平成28年11月1日	平成29年7月12日
1件あたり上限	1億円	1500万円	6000万円

※平成30年度、31年度（令和元年度）は、既存事業の執行。
令和2年度は、事故繰越し案件の執行。

- 事業の進捗管理サイクルは以下のとおり



【外部有識者によるステージゲート】

- 本事業では、外部有識者3名によるステージゲート会議を毎年実施。
- ステージゲート会議では、以下について各事業者から報告を受け、「実施継続の是非」、「予算配分の変更」、「実施計画の見直しの必要性」の観点から評価した。
 - ①事業者選定委員会又は前年のステージゲートでの指摘事項に対する対応状況、
 - ②当該年度における実施内容（事業進捗・事業成果）、
 - ③翌年度の実施計画（実施内容、実施体制、実施スケジュール、支出計画書）
- 有識者による評価に基づき、経産省にて全体の予算配分額を決定した。

【テーマ毎の目標数値の設定など、進捗管理の取組】

- 事業の進捗管理の一貫として、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た。
- 実施機関を訪問し研究内容の確認や意見交換を行い、研究状況や本事業で購入された設備の管理・使用状況を確認した。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の取り組み等の事業実施に係る調整のため、各事業者の取り纏め担当者と緊密に連絡を取るとともに、相談内容に対する検討結果は、全体の運営改善に反映し、適宜事業内で共有。

4－1．前回評価の指摘事項と対処方針

評価ワーキンググループの所見【中間評価】

エネルギー・環境イノベーション戦略を踏まえ、多様な国際共同研究プロジェクトを研究資金制度プログラムとしてまとめ、どのようなマネジメントや体制で進捗管理を行い、それらの知見を次につなげていくのかを明らかにするとともに、国際共同研究により行う意義を明確にすること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価】

本事業は「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軸として、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なエネルギー技術について、G7各国等との国際共同研究で開発するもの。国際共同研究により連携先の優れた技術や研究設備を活用し、研究開発を加速できる意義を有している。マネジメントについては、毎年実施するステージゲート審査で、国際共同研究の効果を確認し、進捗を管理している。

また、事業を通じて得られた国際共同研究の実施に伴う知財に関する取決めや、共同研究契約の締結に必要な情報を集積し、今後、研究機関等が国際共同研究を行う際に活用していく。

4－2．中間時評価の振り返り

2017年の中間時評価の際、検討会及び評価WGでの主なご意見

➤ 共同研究の評価

共同研究の成果を示すものとして、共著論文数、海外との交流にも言及してはどうか。
(検討会議事録p4、p8)

➤ 各研究テーマの評価

技術開発の成果として、技術開発の進捗を何かしら表現できないか、各テーマの売り・革新性をわかりやすく整理すべきではないか、相手との関係でどのような技術を入手したのかを整理すべきではないか。(検討会議事録P14-15)

➤ 企業への橋渡し

実用化に近い技術をどのように企業へ橋渡ししていくのか。
(WG議事録 p19)

➤ 契約・知財管理のノウハウ蓄積・普及

知財管理の工夫を紹介して欲しい、特許についてどのような契約をしたのか共有して欲しい。(検討会議事録 p 10)

5－1．制度の評価に用いる指標

- 事業開始当初の指標に加え、中間時評価のコメントも踏まえ追加したもの、今回の終了時評価で新たに収集したデータから指標を作成した。

指標	
査読付き論文数＋特許数	
各テーマ毎に設定した目標	
研究開発期間の短縮年数	
査読論文の二国間共著率	中間時評価で追加した指標
交流件数	
革新的なエネルギー技術の創出件数	
事業終了後の民間企業等との共同研究への移行状況	今回追加した指標

- 事業のアウトプット指標には、複数のテーマで共通して評価できる、査読論文・特許等の積算数値を用いる事とした。
- 設定した目標値を上回る実績となった。

	目標値	実績値
中間評価時	22件	26件（2017年）
事業終了時	124件	231件（2020年度末）

※事業者アンケートより

【目標値の考え方】

中間評価時目標値：平均で1テーマ1件/年を目標とした。中間評価時までは1年目10テーマ、2年目12テーマで、合計22件とした。

終了時目標値：3年目以降は国際共同研究による研究開発の加速効果の発現により研究成果が増加すると仮定し、1テーマ2件/年を平均として、124件（22（1～2年目）+ 34 + 34 + 34）とした。

- 各テーマのマネジメントの観点から、17のテーマで個別に目標を設定し、達成状況を把握することとした。
- 約半数が、当初目的を達成、残り半数が一部達成等となった。

テーマ数合計	当初目的を達成	一部達成・計画変更
17件	8	9

※事業者アンケートより

一部達成となったものの例

テーマ	一部達成となった理由
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	当初は酵素的に毒性物質を硫酸化をさせる計画であったが酵素の活性が予想以上に低かったため反応はするものの期待した生産速度は得られなかった。
⑭第3世代パワー半導体 β -Ga ₂ O ₃ の高品質化・高性能化技術	高出力レーザ加熱結晶育成炉開発は、共同研究先の作業遅れとコロナ禍での発送の遅れにより計画変更となった。

※事業者アンケートより

- 研究機関間の連携による、研究開発スピードの加速を評価する観点から、「研究開発期間の短縮年数」を、また、研究機関間の連携強化の指標として、「査読論文の二国間共著率」も設定した。

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値)
研究開発期間の短縮年数	5 年 (終了時評価時)	5.1年
査読論文の二国間共著率	27 %以上 (終了時評価時)	28.1%

※事業者アンケートより

【期間短縮の例】

テーマ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 より

相手国機関(NREL)が独自に有する、世界で最も低コストな糖化プロセス(セルロース系バイオマス糖化液調製技術)を、日本側機関(RITE)のバイオマスプロセスへの適用し、低コスト化を実現。日本単独で再現するには、5年以上を要すると考えられた。

- 実訪問による、「打合せ等交流回数」の実績は以下のとおり。

中間評価時 **114回** → 終了時評価時 **246回**

※事業者アンケートより

8. 中長期アウトカムとロードマップ

- 本事業は、中長期アウトカムとして、2050年頃のCO2削減に貢献する革新的なエネルギー技術（TRL4-5）を16件創出することを中長期アウトカムに設定した。また、将来的に、民間企業との共同研究につなげ、2030年頃に実用化レベル（TRL6-9）に達することも念頭に置いた。

<中長期アウトカム>

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	実績値
2030年時点の革新的なエネルギー技術の創出件数	16件	33件（事業終了時点）

※事業者アンケートより

<事業終了後の民間企業等との共同研究への移行状況>

テーマ数 合計	A. 事業終了後に移行	B. 事業終了後すぐに実証フェーズに移行	C. 移行にはもう少し時間が必要
17件	4	6	7

※事業者アンケートより

A. 「事業終了後に移行」した案件の事例

テーマ	理由
⑥太陽光による有用化学品製造	本事業の成果を学会活動等で知った企業からコンタクトがあり、共同研究へと進展した。

※事業者アンケートより

8. 実用化段階での国際市場展開に向けた成果

- 本事業では、2050年頃のCO2削減に貢献する革新的なエネルギー技術であって、2030年頃に実用化レベルに到達することを目的にしたテーマを取り扱ったが、現時点において、国際市場展開に向けた足がかりを有する案件は以下の通り。

＜海外市場展開に向けて足がかりを形成している案件の事例＞

テーマ	内容
③ 過酷温度環境作動リチウムイオン二次電池の開発	欧州委員会共同研究センター（JRC）と共に、評価法や安全性評価の国際標準化を検討。
⑩ 低毒性・高効率熱電変換デバイスの開発	本プロジェクトで、国際標準化の基礎となる標準デバイスの候補を開発。
⑤ 系統協調型の分散電源大量導入技術の開発	米欧の機関と開発した機器制御手法が、国際標準の基礎になった。
⑮ 3DライダーとAIによる風況フルスキャン手法の開発	欧州の屋外試験設備で性能を実証。実環境での民間共同研究に移行。国際標準化を想定。

※事業者アンケートより

- 海外研究機関との知財の取扱いは、各事業者が共同研究契約を結び、個別に規定することを基本とした。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た。
- 共同研究契約 8件、MOU 26件、その他 10件 ※54機関中。重複あり
※事業者アンケートより

知財等取扱い例

(共同契約研究のケース)

- ・ 共同研究契約を締結し、貢献度による割合で持ち分を決定。

(MOUのケース)

- ・ 締結したMOUにおいて、貢献度による割合で知財の持ち分を決定する旨規定。

(書簡のケース)

- ・ 共同研究に関する書簡を交換し、知財はそれぞれ個別に管理することとした。
- ・ 共同研究に関する書簡を交換し、知財の発生しない範囲で共同研究を進め、知財が生じる場合は別途取り決めることとした。

(その他)

- ・ 当初より、知財の発生しない範囲で協力。

テーマ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

- 本事業の実施にあたり、連携先海外機関の一つであるオーストラリア連邦科学産業研究機構（CSRIO）との間で共同研究契約を締結。事業開始当初、知財が発生するかは不明確であったが、発生する可能性があったことから、実施者の方針として特許に関する条項を含めることで先方機関との間で合意した。
- 結果として、本事業を通じて知財が発生したことから、契約に基づき、双方のアイデアと開発技術への貢献に鑑み（実施事業者は光反応合成技術、CSRIO側は発光デバイス技術の面で貢献）、持分を決定し、その後、日本において、次世代QLED用の高耐久性発光材料とデバイスに関する特許を出願した(2件)。

- 本事業を通じた海外機関（54機関）との連携により入手した技術を類型別に整理したところ、以下の通り。

入手した技術の類型	件数	例
知見	35	・ 熱電材料の熱輸送特性の制御技術 ・ 水素吸蔵合金薄膜の創製技術
材料・試料等	4	・ セルロース系バイオマス糖化液
装置・設備	15	・ 熱力学シミュレーションによるLIBデータ分析 ・ 風力用屋外大規模実証試験設備
評価技術	15	・ 高圧条件の反応過程を観察するNMR技術 ・ 熱電変換デバイスの性能評価
ソフトウェア	2	・ 放射光スペクトル計算技術 ・ 高温地熱システムシミュレーション技術

※事業者アンケートより

- 定量的に評価が可能な「事業アウトプット」である、論文数＋特許出願数について、費用対効果の検討を試みた。
- 以下の通り、日本全体の平均を上回るアウトプットを得ることができた。

【本事業】

研究開発予算総額 28.4億円 (5.9+4.2+7.5+5.8+5.0)

事業アウトプット (査読論文数＋特許出願数) 231件

1億円あたりの成果数 $231 \div 28.4 = \underline{\underline{8.1 \text{ 件/億円}}}$

【日本全体の平均】

日本の研究開発費総額 195,260億円 (2018年)

日本の論文数 82,727件 (2018年)

日本居住者の特許出願数 (国内＋国外) 460,369件 (2018年)

成果数 (論文数＋特許出願数) 543,096件

※ 以上、『科学技術指標2020』より引用

1億円あたりの成果数 $543,096 \div 195,260 = \underline{\underline{2.8 \text{ 件/億円}}}$