

経済産業省御中

令和5年度気候変動対策に係る国際会議の開催等によるエネ
ルギー・環境技術イノベーション創出のための
国際連携推進事業
(ミッション・イノベーションを通じた
クリーンエネルギー分野の革新技术開発に係る
国際連携事業)

調査報告書

令和6年3月



一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

目次

1. 事業概要.....	3
1.1. 事業目的.....	3
1.2. 事業概要.....	3
2. MI の関連会合への対応.....	5
2.1. 第 8 回ミッション・イノベーション (MI-8) 閣僚会合.....	5
2.2. 第 28 回気候変動枠組条約締約国会議 (COP28)	6
2.3. プラットフォーム関連会合	7
3. MI 主要参加国の国際共同支援施策に関する調査分析.....	8
3.1. 調査分析枠組とミッション・イノベーション(MI)の概要	8
3.1.1. 調査分析枠組.....	8
3.1.2. ミッション・イノベーションの概要.....	8
3.2. 研究開発費の動向	18
3.3. 各国のイノベーション政策・科学技術の動向	20
3.3.1. 日本.....	20
3.3.2. アメリカ	32
3.3.3. 欧州連合 EU	46
3.3.4. ドイツ	59
3.3.5. フランス	65
3.3.6. イギリス	71
3.3.7. イタリア	78
3.3.8. カナダ.....	83
3.3.9. オーストラリア	93
3.3.10. 中国.....	100
3.3.11. インド	106
3.4. 研究開発・技術開発動向	118
3.4.1. グリーン電力分野.....	118
3.4.2. クリーン水素分野.....	128
3.4.3. 二酸化炭素除去(CDR)分野.....	139
4. MI 運営委員会事務局主催の会議及び MI 関係アンケート等対応の補助	148
4.1. MI 運営委員会資料.....	148
4.2. MI 事務局等主催の会議.....	149
4.3. MI 関連アンケート	150

1. 事業概要

1.1. 事業目的

CO₂削減の国際的な取り決めを行う気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)において、有志国によるクリーンエネルギー分野の研究開発についての官民投資拡大及び国際連携を促すイニシアティブ「ミッション・イノベーション（以下、「MI」とする）」が提案され、2016年に正式に立ち上げが行われた。その後、2021年5月までを活動の第一期とし、参加国は、クリーンエネルギー分野の政府研究開発支出を5年間で2倍にすることを目指すほか、クリーンエネルギー分野の技術開発推進に向けた国際連携に取り組んできた。

2021年6月に開始された第二期において、MIでは、より野心的な目標をかかげ、成果重視型の取り組みへとシフトすることで、さらなるクリーンエネルギー分野のイノベーションの促進を加速させることを目指すこととしている。参加国には脱炭素化に向けた国家的なイノベーションの方針（National Innovation Pathway）を提出することが求められ、専門家で構成される技術アドバイザリーグループ（日本の研究者が副議長として参加するほか、日本が事務局の一部を担っている）がこれを分析評価し、連携の可能性を検討することとしている。さらに、活動の体制として「ミッション」（参加国のうち関心のある国による、複数の個別分野における革新的な研究開発・技術開発の連携の場）と「プラットフォーム」（すべての参加国を対象とする国際連携やネットワーク形成等の推進及びデータ分析を実施する機能）が設置されている。

本事業は、MIの下で実施される諸活動の動向を把握するとともに、主要参加国とネットワークを強化し、各国の脱炭素化に向けた政策動向、クリーンエネルギーに関する研究開発・技術開発動向を把握・分析することを通じて、主要参加国との連携促進の可能性を模索することを目的とする。

1.2. 事業概要

本事業では、（１）MIの関連会合への対応、（２）MI主要参加国の国際共同支援施策に関する調査分析、（３）MI運営委員会等事務局主催の会議及びMI関連アンケート等対応の補助について実施した。

（１）MIの関連会合への対応

MIに関連して開催される、下記ア．～ウ．の国際会議等において議論された内容について結果概要を作成した。詳細は2章に記す。

ア．第8回ミッション・イノベーション（MI-8）閣僚会合（2023年7月19～22日の4日間、於：インド、ゴア）

イ．第28回気候変動枠組条約締約国会議（2023年11月30日～12月11日）のサイドイベント（2週間の会合期間のうち2023年12月3日～6日の4日間、於：UAE、ドバイ）

ウ．MIが実施する「プラットフォーム」等の関連会合（年3回）

（２）MI 主要参加国の国際共同支援施策に関する調査分析

MI主要参加国（11の国や地域）について、カーボンニュートラル実現に資する革新的な技術開発の支援施策（国際連携に関する施策、予算措置、金融、税制等（スタートアップ企業に対するものを含む））、当該分野の研究開発・技術開発動向、当該分野の主要企業（スタートアップを含む）・研究機関について分析し、日本国内の施策との比較分析調査を行う。右には、参加国がMIに提出する報告（（National Innovation Pathway）及び（Member Insights））並びにMIプラットフォームでの活動に関する情報分析を含む。

詳細は3章に記す。

（３）MI 運営委員会等事務局主催の会議及び MI 関連アンケート等対応の補助

1）日本政府がメンバーとして参加するMI運営委員会（オンライン、年6回開催）について、MI事務局から事前送付される英文資料の内容分析、論点の抽出を行い、経済産業省に報告した。（詳細は 4.1 MI運営委員会 に記載する）

2）MI事務局及び関連団体等が主催するメンバー全員を対象とする会合（オンライン、年2回開催）に参加し、議論された内容について結果概要を作成した。（詳細は 4.2 MI事務局等主催の会議 に記載する）

3）MI事務局が実施した“MI members insights 2023”に対するアンケートへの回答について、回答資料を作成した。（詳細は 4.3 MI関連アンケート に記載する）

詳細は4章に記す。

2. MI の関連会合への対応

2.1. 第 8 回 ミッション・イノベーション (MI-8) 閣僚会合

第8回MI閣僚会合（2023年7月19～22日の4日間、於：インド、ゴア）に参加し概要を取りまとめた。参加したセッションは以下の通りである。

● 閣僚会合

タイトル
Welcome and Opening Remark by Ministers from the Host Country and Member Countries
Key Global Highlights on Clean Energy from MI and CEM
閣僚－CEO ハイレベル対話
■ アワードイベント

● サイドイベント

	タイトル
クリーン燃料	将来の燃料および化成品のための持続可能なバイオマス原料
	産業バリューチェーンの脱炭素化のためのクリーン水素を通じたネットゼロ野心の加速
	クリーン水素の生産・利用加速を可能とする要素
	港湾と海運におけるクリーン水素の世界ポテンシャル
	水素貿易国際フォーラム
クロスカッティング	COP28 への道 : Breakthrough Agenda 優先行動と 2023 年 Breakthrough Agenda 報告書
産業脱炭素化	世界炭素管理チャレンジ
	CDR の測定・報告・検証 (MRV)
電力セクター	ISGAN と GPFM の協力
	GPFM : 5 大陸 5 実証
イノベーション	ミッション・イノベーション・シンクタンク
モビリティ	CEM 海運ハブイニシアティブ

● テクノロジーショーケース

2.2. 第28回気候変動枠組条約締約国会議（COP28）

第28回気候変動枠組条約締約国会議（2023年11月30日～12月11日）のサイドイベント（2週間の会合期間のうち2023年12月3日～6日の4日間、於：UAE、ドバイ）に参加し、概要を取りまとめた。参加したセッションは下記の通りである。

	タイトル
MI 全体に関するもの	MI メンバーインサイトレポート ローンチイベント
	クリーン&グリーントランジション MI グローバルパネル
CCUS&CDR	二酸化炭素除去：気候変動ツール
	CCUS アクション：気候変動ソリューションとしての CCUS の役割
水素	クリーン水素による気候変動チャレンジ対策の加速
	グリーン水素 – エネルギーの未来はここにある
電力	ミッションイ・ノベーション GPFM ネットゼロ電力システムのためのパイロットプロジェクト
	GSE-Res4Africa イベント：アフリカの電力アクセスと民間移行投資加速のための規制と政策
	新しい挑戦のための新しいグリッド：1.5°C目標に向けたエネルギー部門変革
	グリッドのグリーン化に関する COP 議長国イベント：未来のエネルギーシステムの基礎を築く官民ラウンドテーブル
	3DEN イベント：3DEN イニシアティブ：将来のスマート電力システムの実装
都市のトランジション	GPFM-UTM イベント：イノベーションカタリスト：ネットゼロに向けた都市の電化
ブレイクスルーアジェンダ	鉄鋼ブレイクスルーラウンドテーブル
	セメントブレイクスルーラウンドテーブル
	電力ブレイクスルーラウンドテーブル
	水素ブレイクスルーラウンドテーブル
	ブレイクスルーアジェンダ：閣僚級ラウンドテーブル
海運脱炭素	海洋グリーントランジション 燃料と政策 – ネットゼロフォーラム
建築物脱炭素化	持続可能な都市のための建物と建設:脱炭素化、適応、レジリエンスのための新たな主要パートナーシップ
電力貯蔵	なぜ貯蔵技術が世界のエネルギー転換に重要なのか？

2.3. プラットフォーム関連会合

以下の MI が実施する「プラットフォーム」等の関連会合（年 3 回）に参加し、その概要を取りまとめた。

開催日	タイトル
2023 年 11 月 21 日	MI 公的資金提供者ダイアログ第 5 回会議（MI Public Funders Dialogue #5）
2024 年 1 月 31 日	MI シンクタンクウェビナー「CCE：循環炭素経済」
2024 年 3 月 19 日	MI 公的資金提供者ダイアログ第 6 回会議（MI Public Funders Dialogue #6）

3. MI 主要参加国の国際共同支援施策に関する調査分析

3.1. 調査分析枠組とミッション・イノベーション(MI)の概要

3.1.1. 調査分析枠組

調査分析においては、MI 主要参加国・地域（11 の国や地域）について、カーボンニュートラル実現に資する革新的な技術開発の支援施策（国際連携に関する施策、予算措置、金融、税制等（スタートアップ企業に対するものを含む）、当該分野の研究開発・技術開発動向、当該分野の主要企業（スタートアップを含む）・研究機関について分析し、日本国内の施策との比較分析調査を実施した。調査にあたっては、各国動向に関する各種資料に加え、参加国が MI に提出する報告（（National Innovation Pathway）及び（Member Insights））並びに MI プラットフォームでの活動に関する情報も参考とした。

3.1 節に調査分析およびMI の概要、3.2 節に各国のイノベーション政策動向についてまとめた。3.3 節では、各国のカーボンニュートラル実現に資する革新的な技術開発の支援施策のとりまとめとして、以下の11の主要参加国・地域に対し、科学技術・イノベーション政策、カーボンニュートラル実現に向けたエネルギー政策およびスタートアップの現状を以下の6つのとりまとめ項目のように整理した。3.4 項に、MI に関連したグリーン電力、クリーン水素、CDR の研究開発・技術開発動向をまとめ、3.4 項にそれぞれの技術に対する日本の技術開発への提言をまとめた。

主要参加国・地域

- 日本
- アメリカ
- 欧州連合 EU
- ドイツ
- フランス
- イギリス
- イタリア
- カナダ
- オーストラリア
- 中国
- インド

とりまとめ項目

- (1) 科学技術・イノベーション政策の基本方針
- (2) 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関
- (3) ファイナンス
- (4) 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）
- (5) スタートアップ関連情報（エネルギー関係）
- (6) 国際協力

3.1.2. ミッション・イノベーションの概要

MI はパリ協定の目標とネットゼロへの道筋に向けたクリーンエネルギーのイノベーションを加速す

るために立ち上げられた、研究・開発・実証への行動と投資を促進する世界的な取り組みである。2015年に国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）にて立ち上がった国際イニシアティブであり2021年より2期目（MI2.0）となっている（図3.1-1）。その特徴を以下に記す。

- ◆ アクション指向のフォーラム：政府主導により、国内のイノベーション活動と国際協力を通じてクリーンエネルギーソリューションを開発する
- ◆ 世界的な行動の促進：野心的なイノベーション目標を設定した官民連携によるミッションを通じて、コスト・効率・規模の転換点（tipping points）をもたらす
- ◆ クリーンエネルギーソリューションの構築：イノベーションプラットフォームを通じて、イノベーションの進捗を分析し、知識の共有やコラボレーションを促進し、すべての国・地域のクリーンエネルギーへの移行の計画を支援する
- ◆ クリーンエネルギー導入までのシナリオの開発：民間部門と金融部門の連携により新しいソリューションの需要を高め、官民投資の機会を支援する

参加国・地域には脱炭素化に向けた国家的なイノベーションの方針（National Innovation Pathway）を提出することが求められ、MIに戦略ガイダンスを提供する運営員会に参加することができる。専門家で構成される技術アドバイザリーグループ（Technical Advisory Group: TAG）がMIの活動を分析評価し、連携の可能性を検討している。TAGには、日本の研究者が副議長として参加するほか、日本が事務局の一部を担っている。活動の体制として、「ミッション」（参加国のうち関心のある国・地域による、複数の個別分野における革新的な研究開発・技術開発・実証の連携の場）と「プラットフォーム」（すべての参加国を対象とする国際連携やネットワーク形成等の推進及びデータ分析を実施する機能）がある。

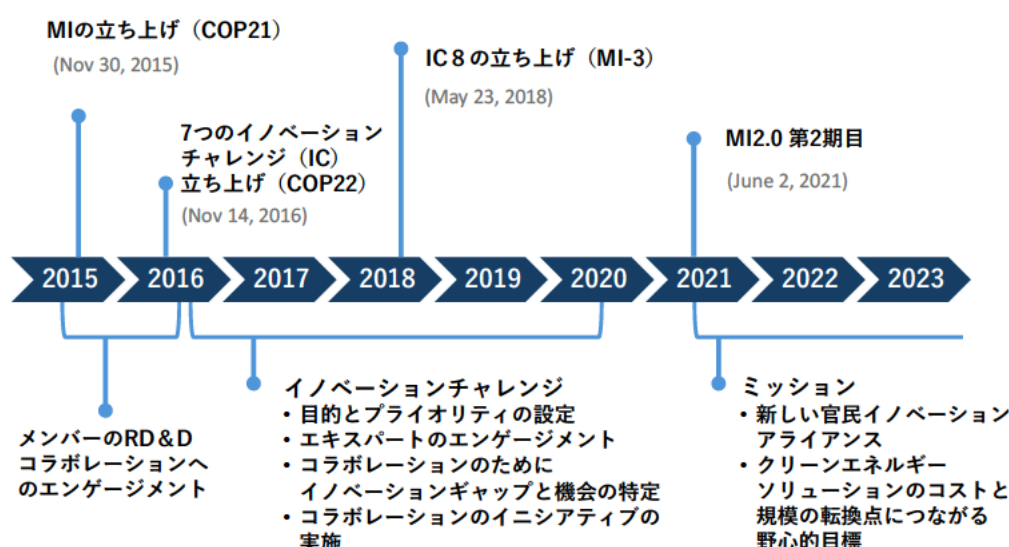


図 3.1-1 ミッション・イノベーションの推移

3.1.2.1. ミッション

ミッションは、国、企業、投資家、研究機関それぞれに対し、実現性に重点を置いた野心的な目標を設定し、より多くのイノベーションを迅速に実現するための推進力となることを目指している。表3.1-1にMI2.0のミッションを示し、表3.1-2にMI2.0のミッションに対する参加メンバーとのかかわり

について示す。各ミッションでは、2030 年に向けた具体的な目標と、3 つの注目する項目、具体的にスプリント（全体工程の中の一定期間の実施項目）を設定し、フラグシッププロジェクトなどを実施している。日本はグリーン電力（Green Powered Future Mission：GPFM）、クリーン水素（Clean Hydrogen Mission：CHM）、二酸化炭素除去（Carbon Dioxide Removal Mission）のミッションに参加している。以下に、これらのミッションについて説明する。

表 3.1-1 MI2.0 のミッション

Wave 1 ミッション	目標（2030 年）
グリーン電力： Green Powered Future Mission	2030 年までに多様な地域で電力システムが、最大 100%まで変動性再エネを効果的に統合しつつ、高コスト効率で安全でフレキシブルな電力システムを実証する
ゼロエミ海運： Zero-Emission Shipping Mission	2030 年までに、ゼロエミッション燃料で航行する船舶が国際海運の 5% 以上を占めるように、各国間連携を進める
クリーン水素： Clean Hydrogen Mission	2030 年までに利用段階の水素コストを 2 ドル/kg に低減し、クリーン水素のコスト競争力を確保する
Wave 2 ミッション	目標（2030 年）
二酸化炭素除去： Carbon Dioxide Removal Mission	2030 年までに世界で正味 1 億トン/年の CO2 を削減する
都市移行： Urban Transitions Mission	2030 年までに世界の都市部で 50 以上の大規模・統合型実証を実施し、世界の都市がネットゼロ方策をデフォルトで採用できる道筋を提供する
ネットゼロ産業： Net Zero Industries Mission	2030 年までに、世界中のエネルギー集約型産業の効率的な脱炭素化のため、コスト競争力のあるソリューションの開発・実証を促進する。
バイオリファイナリー： Integrated Biorefineries Mission	2030 年までに化石燃料、化学物質、材料の 10%をバイオベースの代替品で置き換えるため、統合バイオリファイナリーの商業化の加速のための革新的ソリューションを開発・実証する。

表 3.1-2 MI2.0 のミッションと参加メンバーの関わり

メンバー国・パートナー組織	グリーン電力	ゼロエミ海運	クリーン水素	CDR	都市移行	ネットゼロ産業	バイオリファイナリー
アメリカ		◎	◎	◎		◇	
カナダ	◇	◇	●	◎		●	●
オーストラリア	●	●	◎	●		◎	
EC /EU	◇	◇	◎	◇	◎	●	◇
スウェーデン					●		
ノルウェー		◎	●	●			
フィンランド			●			●	
デンマーク		◎	◎				
イギリス	◎	●	◎	◇		●	◇
オーストリア	◇		●		●	◎	
オランダ	◇		●				◎
フランス		◇					
ドイツ	◇	◇	●			●	
イタリア	◎		●				
スペイン	●		●		●		
モロッコ		●	●				
サウジアラビア	●		●	◎	●		
UAE			●				
ブラジル	◇						●
チリ			◎				
インド	●	●	●	◇	●		◎
中国	◎		●			●	
韓国	◇	◇	●			●	
日本	◇		●	●			
パートナー組織							
WorldBank	●		●				
GCoM					◎		
Breakthrough Energy							
WEF			●		◇	◇	
IRENA	●				◇	◇	
IEA	◇				◇	◇	
MPP						◇	

表示：◎Co-leads、●Core Mission Members、◇Mission Support Group, Partners

○ グリーン電力ミッション：GPFM

GPFM¹は、2030 年までに様々な地域や気候の電力システムが、費用効率が高く安全でレジリエンスのあるシステムを維持しながら、2030 年までに発電構成の最大 100%の変動性再生可能エネルギー（Variable Renewable Energy: VRE）を効果的に統合できることを実証することを目指している。リーダー国はイギリス、イタリア、中国であり、日本を含む 14 か国、EC、3つの国際機関（世界銀行、IRENA、IEA）、リーダー国の民間企業・関連機関など 11 企業・団体がメンバーとして参画している。

¹ <https://explore.mission-innovation.net/mission/green-powered-future/>

このミッションは、電力システムのイノベーションのニーズ全体をカバーするために、研究開発とイノベーション（Research & Innovation : R&I）の3つの柱を中心に構成されている。

- 第1の柱:低価格で信頼性の高いVRE-コストを削減し、さまざまな気候やシステム構成におけるVRE技術の効率、レジリエンス、信頼性を向上させる
- 第2の柱:システムの柔軟性と市場設計-蓄電、柔軟な電力インフラの効率向上、AIを用いた高度な制御など、さまざまな費用対効果の高いソリューションを提供する
- 第3の柱:システム統合のためのデータとデジタル化-分野を超えた柔軟性を可能にし、コスト効率の高い完全に統合された電力システムを実現するためのインターフェース、デジタルツール、データシステムおよびテクノロジーを開発する

具体的な成果として、ミッションの目標とするクリーンイノベーションを実現するための「共同ロードマップ」²を作成し、イノベーションソリューションを提供する「GPFM ツールボックス」を提供している。また、スプリントで実施されるフラグシッププロジェクト（Flagship Project : FP）として、FP1「5大陸で5つの実証」と、FP2「多国間研究プログラム」を実施している。

共同ロードマップは COP26 において発表され、エネルギーシステムの近代化と脱炭素化を加速するために、緊急に取り組むべきイノベーションの100の優先事項を示した。

GPFM ツールボックスは、インターネットベースの知識共有プラットフォームであり、2023年12月にデモ版をリリースした³。各国が自国の地理・システム・国家戦略に適したイノベーションソリューションを選択してカスタマイズできるためのツールであり、プロジェクトの成果、ベストプラクティス、活用可能な事例などを組み込み、継続的に成長するプラットフォームとして設計されている。

「5大陸で5つの実証」については、共同ロードマップで特定された100の事項のうち緊急を要する50の優先事項（図3.1-2）に取り組むことを目的とした、数百万ユーロ規模の国のパイロットで構成され、TRL（技術成熟レベル）6～7の達成を目指し、ミッションの優先事項50のうち一つ以上に取り組み、最大80%の変動性再生可能エネルギー（Variable Renewable Energy : VRE）比率の実現に向けて推進している。2023年には国家実証レポートが発表され、80の国家実証プロジェクトが紹介された⁴。5つの大陸のタスクフォースが設立され、個々のナショナルプロジェクトが取りくむ具体的なイノベーションの優先順位を計画し、その知見を共有している。

「多国間研究プログラム」については、特定された20のイノベーション優先課題に対して複数のMIメンバーの支援による多国間研究プログラムを実施する。各国のR&I情報源を連携させ、国境を越えた関連性のある成果を共有し、利用可能なR&I資金を確保する。

² 「JOINT ROADMAP OF GLOBAL INNOVATION PRIORITIES」

<https://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/11/Power-Mission-Joint-Roadmap-of-Global-Innovation-Priorities.pdf>

³ <https://mission-innovation.net/missions/power/>

⁴ MI GPFM FP1 National Pilots report

<https://explore.mission-innovation.net/wp-content/uploads/2023/07/MI-GPFM-%E2%80%93-National-Pilots-Report-2023.pdf>

ミッションの行動計画は、モニタリングプロセスを定めており、重要業績評価指標（Key Performance Indicators: KPIs）を定めて評価している。KPIs には、資金、プロジェクト・イノベーションの優先度、組織のパフォーマンス指標が含まれている。



図 3.1-2 Innovation Priority List

○ クリーン水素ミッション：CHM

CHM は、目標は、エンドツーエンドのコストを 2030 年までに 2 USD/kg の転換点まで削減することで、クリーン水素のコスト競争力を高めることを目標に掲げている。現在、クリーンな水素を製造するには、化石燃料から直接水素を製造するよりも 3 倍のコストがかかる。クリーンな水素は、世界の排出量の 3 分の 2 を占める産業や熱など、削減が難しい部門を脱炭素化する可能性を秘めている。

リーダー国はオーストラリア、チリ、EU、イギリス、アメリカであり、日本を含む 19 か国、5 つの国際機関がメンバーとして参画している。

クリーンな水素のコスト削減は、生産、取り扱い、輸送、保管を含むバリューチェーン全体で行い、重工業や長距離貨物を含むさまざまな最終用途で実証される必要がある。このミッションでは、目標を達成するために表 3.1-3 の 3 つの柱と、それぞれのイノベーションの優先事項を設定している。また、スプリントとして、「100 の水素バレー」と水素知識交換ネットワーク (Hydrogen exchange) に取り組んでいる。

水素バレーとは、水素の地産地消プロジェクトのプラットフォームであり、世界中の地域で数百万ドル規模のプロジェクトが実施される。革新的な水素バリューチェーンを実証し、さまざまな最終用途分野の規模を構築し、クリーンな水素のコストを削減に寄与する。Hydrogen exchange においては、政策立案者が水素経済の開発を開始し加速するための洞察に迅速にアクセスできるようにする新しいピアラーニングネットワークをつくる。

表 3.1-3 CHM の取り組む 3 つの柱とイノベーション優先事項

柱	内容	イノベーション優先事項
<u>研究、開発、イノベーションの促進</u>	生産、流通、保管、最終用途アプリケーションの分野全体でコスト削減を推進する最大の可能性を秘めた研究開発の最優先事項に取り組む	● 水素製造コストを削減することで、あらゆる水素用途のコスト競争力を高める。 ● 大規模貯蔵と圧縮の技術革新により、エンドツーエンドのコスト削減に大きく貢献。 ● 特に脱炭素化が困難な分野において、全体的な排出量削減につながり、商業的に実行可能で競争力のある最終用途アプリケーションの R&I
<u>水素バレーにおける生産、貯蔵、流通、最終用途アプリケーションの統合</u>	2030 年までに世界中に 100 か所のクリーンな水素バレーを実現	● 定義された地理的エリアでの生産、貯蔵、流通、最終使用の実証を成功させる ● 資金、規制条項、認証基準などの障壁に対処する
<u>水素経済の拡大に向けた基盤整備</u>	明確で一貫した実現環境を提供するパートナー連合を構築することにより、水素経済のスケールアップのための土壌を準備	● 初期段階から国際市場に成長するために、水素経済は化石燃料ベースの経済と同様の規定、認証、規制、基準。 ● この実現可能な環境の開発をサポートするための、水素バリューチェーン全体にわたる、環境・ソーシャルライセンスと安全・政策と規制・モデリング（技術経済を含む）などの分野における横断的な研究。 ● クリーンな水素の導入を促進させ、環境整備を進めるための、政府、民間部門、その他のイニシアティブとの協力と調整。

○ 二酸化炭素除去ミッション：CDR ミッション

CDR ミッション は、二酸化炭素除去 (CDR) 技術により、2030 年までに世界中で年間 正味 1 億トンの CO₂ の削減することを目標に掲げている。リーダー国はアメリカ、サウジアラビア、カナダであり、日本・EC を含む 9 の国・地域がメンバーとして参画している。CDR 技術は初期段階にあるため、実行可能性と適用可能性を実証するには、さらなる研究開発が必要である。現在の CDR 技術はコストが高く、土地と資源の制約、ライフサイクルベースでのモニタリングなどの課題があり、官民アプローチが不可欠である。このミッションでは、目標を達成するために次の 3 つの技術分野に焦点を当てている。

直接空気回収 (Direct Air Capture : DAC) とは、CO₂ 回収媒体を使用して、周囲の空気から CO₂ を直接回収するプロセスまたは技術であり、回収された CO₂ は、地質学的または長寿命製品 (永久保存を意図した方法で閉じ込められる) に安全に保管される。

バイオマス炭素除去・貯留 (Biomass with Carbon Removal and Storage : BiCRS) は、成長中に大気から自然に CO₂ を取り込むバイオマスを、炭素回収・貯留 (bioCCS) と組み合わせた燃焼またはその他の変換プロセスで使用するか、CO₂ を永久に隔離する目的でバイオベースの製品を作成するために使用する。

鉱物化促進 (Enhanced Mineralization : EM) は、鉱物化作用の強化により、大気中の CO₂ とアルカリ性鉱物との反応を促進し、安定した炭酸塩 (つまり、岩石) が形成され、CO₂ が永久に保存されるようになる。現在、植林、森林管理の改善、湿地の回復などの自然ベースの CDR 技術には焦点を当てていない。

CDR ミッションでは、2022 年～26 年のアクションプラン⁵を作成し、CDR 技術の理解・研究開発促進、ライフサイクルアセスメント (LCA)、技術経済分析 (TEA)、およびモニタリング・報告・検証 (MRV) がいずれの技術にも最優先事項として挙げられている。LCA と TEA については、日本とカナダが共同主導し、2023 年～28 年のアクションプランを策定し、分析のケーススタディも開始している。さらに個別に特定したイノベーションの優先事項については、表 3.1-4 に示す。

BiCRS、LCA および TEA、EM についてもそれぞれテクニカルトラック (分科会) のための行動計画が策定されている。

⁵ CDR Mission Action Plan <https://explore.mission-innovation.net/wp-content/uploads/2022/09/Carbon-Dioxide-Removal-Mission-Action-Plan-Sept-2022.pdf>

表 3.1-4 CDR ミッションの取り組む 3 つの技術分野とイノベーション優先事項

技術分野	イノベーション優先事項
DAC と貯留	● 消費エネルギーを削減し、低コスト、低炭素のエネルギー源を統合 ● 材料の性能を向上させ、より大きな容量でより長い寿命で CO₂ を回収 ● CO₂ の捕捉と脱着の反応速度を改善 ● 潜在的な環境への影響を軽減
BiCRS 炭素除去と貯留を備えたバイオマス	● バイオマス原料から除去される CO₂ 量の増加 ● ネットネガティブシステムのロジスティクス ● より高価値で長寿命の製品を開発し、ライフサイクル排出量を測定することで利用率を高める ● 潜在的な環境への影響を軽減
EM：鉱物化促進	● 岩石中の炭酸化の反応速度を加速 ● 必要なエネルギーと土地の使用量を削減 ● 潜在的な環境への影響と利点を理解

3.1.2.2. イノベーションプラットフォーム

イノベーションプラットフォーム⁶は、すべての参加国を対象とする国際連携やネットワーク形成等の推進及びデータ分析を実施する機能を持ち、INSIGHTS、COLLABORATE、ACCELERATE の 3 つのモジュールで構成されている。世界的なクリーンエネルギーイノベーションエコシステムの強化に焦点を当て、投資の効果を最大化するのに役立つ。

○ INSIGHTS

MI 事務局は IEA、IRENA などと協力し、効果的な意思決定に情報を提供するために、「イノベーションの進捗」に関する根拠となるクリーンエネルギーの技術・市場動向調査、官民セクターの投資、実証事例へのアクセスするためのツールの開発や場の提供を強化している。このモジュールでは、加盟国・地域が MI ミッション、プラットフォームイニシアチブの進捗状況を追跡し、国家イノベーション経路 (Pathway) に関する洞察 (Insight) を共有できるように支援し、報告書も発行している。

2023 年 7 月には、クリーンエネルギーの研究開発トピックに関する知識の共有と普及を強化する MI シンクタンクを立ち上げた。MI シンクタンクは、メンバー主導のワークショップやイベントを通じて、クリーンエネルギーイノベーションの政策、プログラム、コラボレーションの設計と実施の成功に関連する横断的な問題について、メンバーとパートナー間のコラボレーションとベストプラクティスの交換を加速するよう支援している。

⁶ <https://mission-innovation.net/platform/>

○ COLLABORATE

より強力な国際イノベーションネットワークを通じてコラボレーションを促進する。コラボレートイニシアティブでは、政策立案者、資金提供者、イノベーター、国際機関が共通の関心のあるテーマについて結集し、知識の共有、世界的な RD&D の優先事項の共通理解をサポートし、コラボレーションの機会を特定する。現在、表 3.1-5 に示す 4 つのイニシアティブを MI メンバーが主導している。また、MI 共同資金対話（MI Public Funders Dialogue）と MI 公募シリーズ（MI Call Series）により、MI メンバーおよび地域の R&I の資金提供機関との対話と活動を支援する。国境を越えた R&I 資金協力のニーズと機会についての理解を深めることにも取り組んでおり、多国間資金調達の公募も促進している。

表 3.1-5 COLLABORATE のイニシアティブと活動

イニシアティブ	リード国	目的と活動内容
国際的な持続可能な航空燃料のためのイノベーション	インド、アメリカ	イノベーションコミュニティの招集、イノベーションアジェンダと専用のワーキンググループを設置。R&I のコラボレーションを促進、民間投資の加速。情報リポジトリの開発による情報共有。
エネルギー材料 (Materials for Energy : M4E)	カナダ、ドイツ	共同プロジェクトやインフラ整備を通じた Materials Acceleration Platforms : MAPs のネットワークの確立と展開。次世代の高度人材育成。商業化のために革新的な技術を業界パートナーに移転。材料の発見と開発の速度を 10 倍に加速。MI2.0 研究開発ニーズを支援。
建物のアフォーダブル冷暖房イノベーションコミュニティ	EU、インド、イギリス	イノベーションコミュニティを招集し、イノベーションアジェンダを共有して作業グループを結成。研究協力を促進し、民間投資を加速。情報リポジトリに提供。広報。
Sunlight to X イノベーションコミュニティ	EU、中国	太陽エネルギーを化学物質や製品に変換するための新しい統合パラダイムを作成。世界的な研究開発の取り組みの調整、強化。分析、標準化、主要業績評価指標の開発。イノベーション、基礎および応用研究開発課題の体系化。エンジニアリングおよび技術開発アプローチの組み込み。関係者ベースを拡大した、業界や起業家への働きかけの強化。

○ ACCELERATE

イノベーター、投資家、エンドユーザーと協力して、市場に向けて新たなソリューションを拡大する。MI クリーンテックエクスチェンジ（CleanTech Exchange）では、インドとクリーンエネルギー国際イノベーションセンターが主導し、各国固有のニーズ評価を共有し、スタートアップ向けの支援プログラム・イノベーション交換プログラムを実施し、国際市場に向けた新しいイノベーションを支援する。

3.2. 研究開発費の動向

官民合わせた研究開発費を図 3.2-1 に示す。アメリカ、中国で特に近年増加傾向である。また、GDP に対する研究開発費の割合を図 3.2-2 に示す。EU は 3%以上を目標としているが、2%にとどまっている。インドは図中に記載されていないが、0.6%程度⁷である。

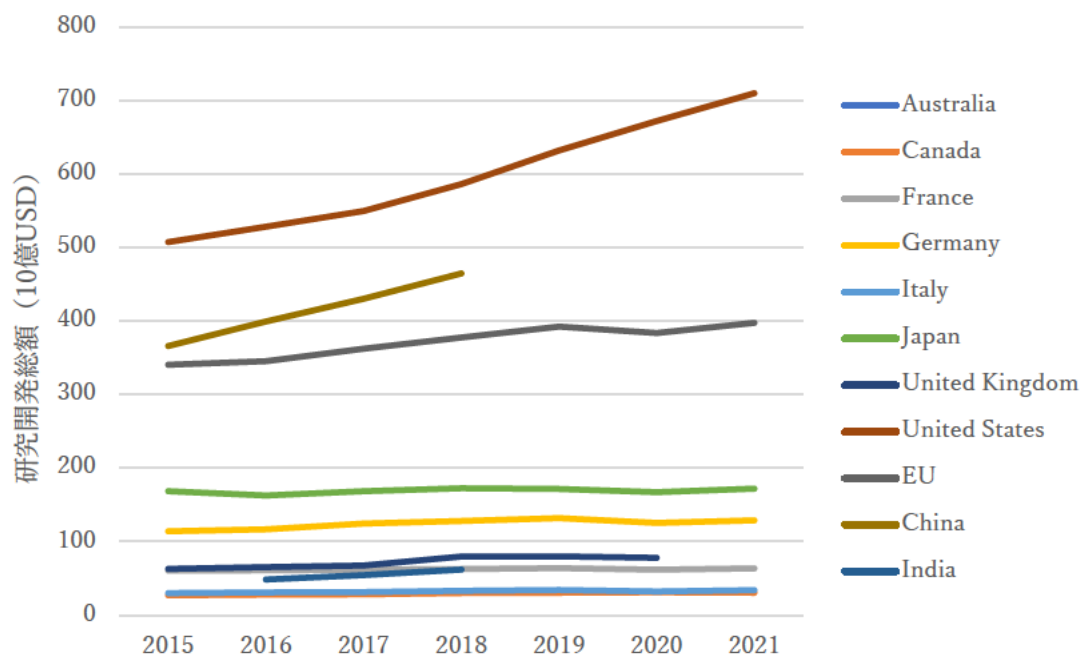


図 3.2-1 対象国の総研究開発費の推移

出典：OECD, Main Science and Technology Indicators（インドは DST）のデータを元に作成

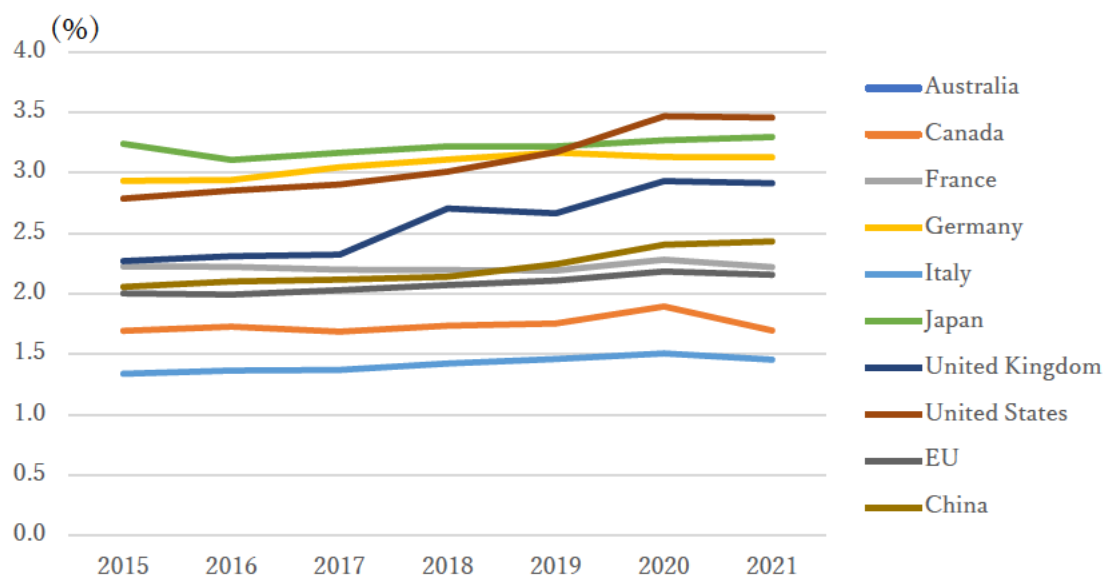


図 3.2-2 総研究開発費の対 GDP 比推移

出典：OECD, Main Science and Technology Indicators のデータを元に作成

⁷ データ元 World Bank

図 3.2-3 に OECD 諸国のエネルギー技術における公的資金の研究開発費について目的別の内訳を示す。フランス、オーストラリア、ドイツは水素・燃料電池の割合が大きく、アメリカ、ヨーロッパ全体では先端技術の割合が大きい。日本では原子力、エネルギー効率の研究の割合が大きい。

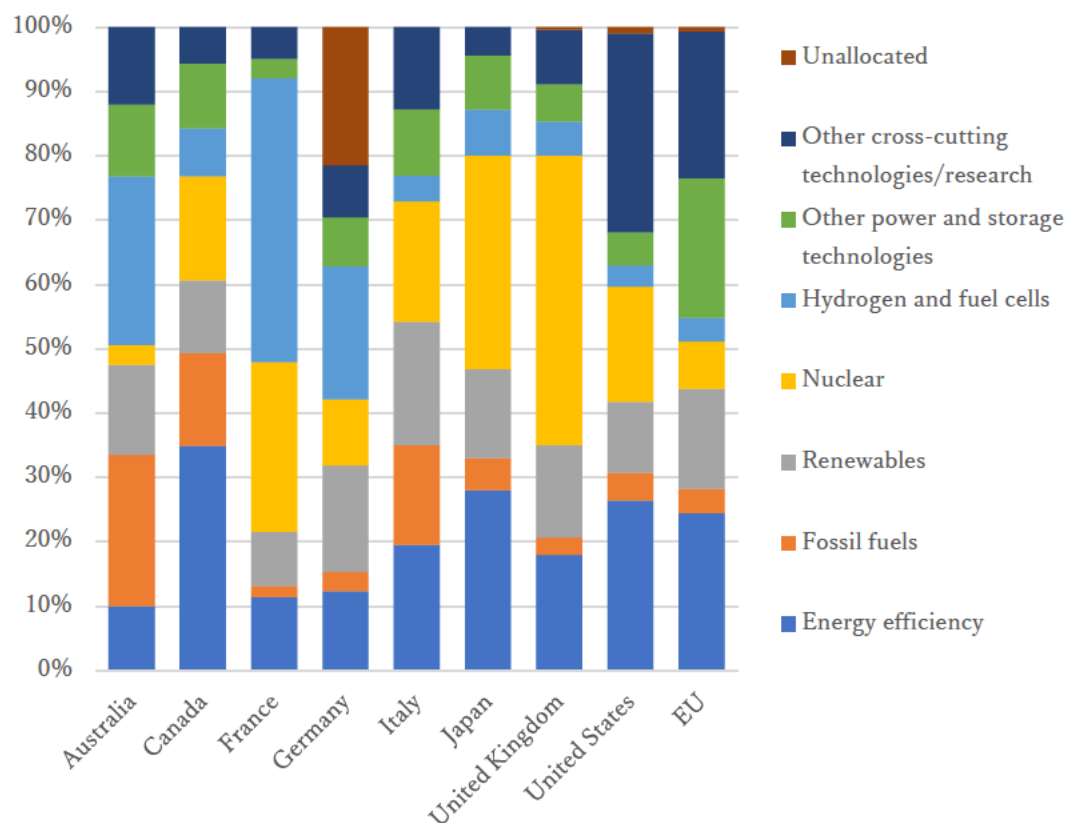


図 3.2-3 エネルギー技術目的別研究開発費の比率（2022 年、イタリア 2020 年、EU2021 年）

出典：IEA, Energy Technology RD&D Budgets (2023 edition) のデータを基に作成

3.3. 各国のイノベーション政策・科学技術の動向

3.3.1. 日本

3.3.1.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針⁸

○ 科学技術・イノベーション基本計画

日本の科学技術・イノベーション政策の基本方針は、科学技術・イノベーション基本法と、それに基づいて総合科学技術・イノベーション会議の議を経て作成される科学技術・イノベーション基本計画を中心に実施されている。2021 年に科学技術基本法（1995 年制定）から科学技術・イノベーション基本法に改正された。本改正では科学技術の水準の向上とイノベーションの創出の促進を目的として掲げ、総合的な科学技術の振興に加え、人文科学のみに関わる科学技術、イノベーションの創出、が対象として追加された。また、「イノベーションの創出」について、科学的な発見又は発明、新商品又は新役務の開発その他の創造的活動を通じて新たな価値を生み出し、これを普及することにより、経済社会の大きな変化を創出することとの定義規定が新設された。

2021 年に定められた第 6 期科学技術・イノベーション基本計画では、新型コロナウイルス感染症拡大による国際社会の大きな変化や、国家間の覇権争いの激化、気候危機などのグローバルアジェンダの脅威の現実化、IT プラットフォーマーによる情報独占と巨大な富の偏在化などを背景としてグローバル課題への対応と国内の社会構造の改革の両立を問題意識とし、Society5.0 の実現をより具体化し、世界に示していくことを目指した。自然科学と人文・社会科学を融合した、総合知と社会変革と知・人への投資の好循環という方向性の下、政府の研究開発投資は 5 年間で総額 30 兆円、官民合わせた研究開発投資の総額は 120 兆円と掲げられている。

○ 科学技術イノベーションに関する戦略

■ 総合イノベーション戦略

科学技術・イノベーション基本計画の下、「統合イノベーション戦略」では、Society5.0 を実現するための 1 年間で取り組む科学技術・イノベーション政策を具体化している。イノベーションに関連が深い司令塔会議である総合科学技術・イノベーション会議、高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部、知的財産戦略本部、健康・医療戦略推進本部、宇宙開発戦略本部及び総合海洋政策本部並びに地理空間情報活用推進会議について、横断的かつ実質的な調整を図るとともに、同戦略を推進するため、内閣に統合イノベーション戦略推進会議を設置している。

総合イノベーション戦略 2023（2023 年 6 月 9 日閣議決定）では、第 6 期科学技術・イノベーション基本計画の 3 年目の年次戦略として、先端科学技術の戦略的な推進、知の基盤と人材育成の強化、イノ

⁸ 科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023 年）（2023）を一部参照

科学技術振興機構研究開発戦略センター 研究開発の俯瞰報告書 CRDS-FY2022-FR-02, <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-02.pdf>

ベーション・エコシステムの形成の3つの基軸に沿って推進している。

■スタートアップ育成5か年計画

新しい資本主義実現会議（2021）において、持続可能な経済社会を実現するスタートアップの重要性が取り上げられ、スタートアップ政策が議論されてきた。その成果として、起業数、ユニコーン数を増やしていくための中期的な具体政策を整理したスタートアップ育成5か年計画（2022年11月）が決定された。計画は、以下の大きな3本柱の取組を一体として推進される。

- スタートアップ創出に向けた人材・ネットワークの構築
- スタートアップのための資金供給の強化と出口戦略の多様化
- オープンイノベーションの推進

2022年度の第二次補正予算では、スタートアップ支援の施策が過去最高規模の約一兆円規模であり、スタートアップ・エコシステムの抜本強化に向けて7つの税制⁹が改正された。スタートアップへの投資額を5年で10倍とすることを目標とし、図3.1-1に示すようなステージごとの支援策を講じている。

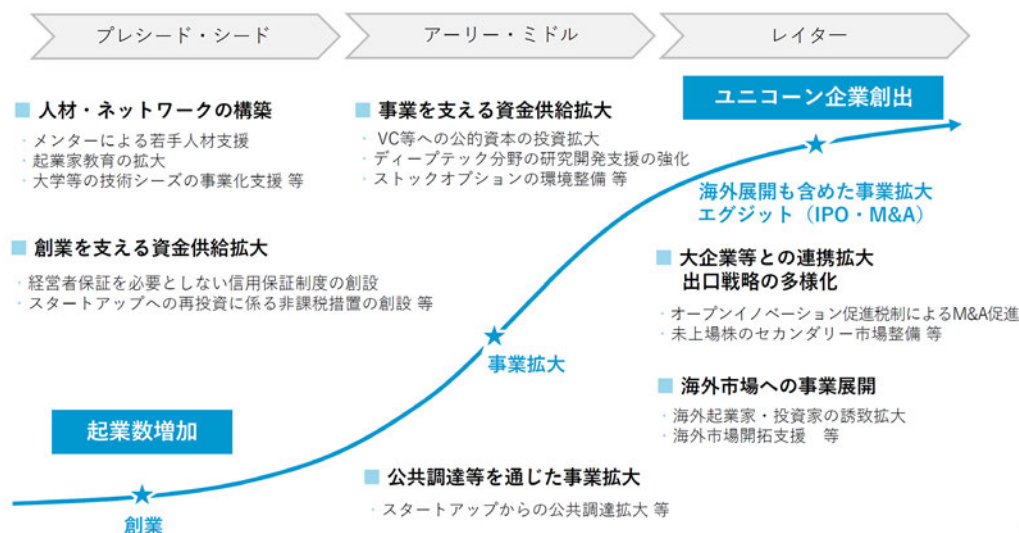


図 3.1-1 スタートアップのステージごとの支援のイメージ図（経産省資料）

3.3.1.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

○ 総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）

内閣府の「総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）」（旧 総合科学技術会議）では、科学技術に関する総合戦略を立案している。内閣府が主体となる「統合イノベーション戦略推進会議」が設置され、

⁹ スタートアップへの再投資に対する非課税措置の創設（エンジェル税制の拡充等）、オープンイノベーション促進税制の拡充、研究開発税制の延長・拡充、パースナルスピンオフ税制の創設、ストックオプション税制の拡充、国外転出時課税制度の見直し、暗号資産の期末時価評価課税の見直し

CSTI もその中に加わる形となり、毎年「統合イノベーション戦略」がとりまとめられる。CSTI は「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」（第 3 期 2023 年～）について、社会的課題の解決や日本経済・産業競争力にとって重要な課題を設定し、そのプログラムディレクター（PD）・予算配分をトップダウンで決定する。「ムーンショット型研究開発制度」（2019 年～）では、困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題を対象として、日本発の破壊的イノベーションの創出を目指している。

○ 内閣、各省庁の組織

内閣府では、科学技術に関係するさまざまな本部が設置されている。それぞれの分野の関係行政機関、独立行政法人等から必要な情報を収集し、戦略立案の司令塔の役割を担っている。文部科学省には「科学技術・学術審議会」が置かれ、研究開発計画の策定・評価について調査・審議を行う「研究計画・評価分科会」や、学術の振興に関して調査審議を行う「学術分科会」など 6 つの分科会やその他の部会、委員会が置かれている。文部科学省の下での科学技術に関する研究開発等の実施は、日本学術振興会（JSPS）、科学技術振興機構（JST）などの独立行政法人や国立研究開発法人が担っている。経済産業省は、科学技術イノベーションに関しては産業技術政策を中心に担っている。産業政策について調査・審議する審議会として「産業構造審議会」が設置され、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、産業技術総合研究所（AIST）、経済産業研究所（RIETI）などの実施機関がある。政府全体の科学技術関係予算（2021 年度当初）の内、文部科学省が約 5 割、経済産業省と合わせると 6 割以上を占めている。

3.3.1.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ 第 6 次エネルギー基本計画

第 6 次エネルギー基本計画（2021 年）では、2050 年カーボンニュートラルの実現に向けてエネルギー政策の道筋を示し、日本の脱炭素技術とイノベーションにより国際的な競争力を高めることを重要テーマとして示している。

○ グリーン成長戦略と GX 基本方針

「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2021 年）は、経済産業省が中心として策定され、2 兆円の「グリーンイノベーション基金」が NEDO に創設された。この戦略では、産業政策・エネルギー政策の両面から成長が期待される 14 の重点分野と企業の前向きな挑戦を後押しする政策ツールを示している。また、今後の GX（グリーントランスフォーメーション）実現に向けた政策課題や方向性を整理するものとして、「GX 実現に向けた基本方針」（2023 年 2 月閣議決定）をとりまとめた。ここでは、再生可能エネルギーの主力電源化、原子力発電の活用、水素・アンモニアの導入促進、カーボンプライシング構想などを示した。カーボンプライシングや脱炭素社会に必要な技術開発のための投資支援については、「脱炭素成長型経済構造への円滑な移行の推進に関する法律（通称 GX 推進法）」、及び地域と共生した再エネ導入に向けて電気事業法と再エネ特措法を改正した「脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律（通称 GX 脱炭素電源法）」が成立した（2023 年 5 月）。また、企業支援の場として、GX への挑戦を行い、現在および未来社会における持続的な成長実現を目指す企業が、同様の取り組みを行う企業群と連携し、官・学と共に協働する場、

「GX リーグ」が2022年に創設され、2023年4月から参画企業による本格的な活動が開始されている。

○ 水素基本戦略

2023年6月に、2017年に策定した水素基本戦略（アンモニア、合成メタン、合成燃料等を含む）を改訂した。水素産業戦略（水素の産業競争力強化に向けた方針）、水素保安戦略（水素の安全な利活用に向けた方針）を重要な柱として盛り込んでいる。

■水素基本戦略の全体方針

水素の導入目標を2030年に最大300万トン、2040年には1200万トン、2050年には2000万トンと設定し、規制・支援一体型の制度の構築に取り組む。大規模かつ強靱なサプライチェーン構築に向けた制度整備のため、2030年頃までに水素・アンモニアの供給を開始する予定の事業者に対する支援スキームを検討し、官民両セクターの投資スキームであるブレンデッド・ファイナンスの機会増を図る。また、需要創出に資する効率的な供給インフラの整備に向けた制度整備、拠点整備支援の際のサプライチェーン構築支援の優遇、カーボンニュートラルポートといった港湾の取り組み、脱炭素化に向けた製造業の燃料転換等の支援策との連携した切れ目ない支援の実現を目指している。

○ 水素産業戦略

水素産業競争力に向けて、市場の立ち上がりが相対的に早く、市場規模も大きいと考えられる分野、日本企業が技術的優位性を持っていると考えられる分野という二つの観点から、以下の5類型、9分野を中核となる戦略分野として重点的に取り組む。

- （1）水素供給（水素製造、水素サプライチェーンの構築）
- （2）脱炭素型発電
- （3）燃料電池
- （4）水素の直接利用（脱炭素型鉄鋼、脱炭素型化学製品、水素燃料船）
- （5）水素化合物の活用（燃料アンモニア、カーボンリサイクル製品）

○ 水素保安戦略

2023年3月に水素保安戦略（中間まとめ）が公表され、7月に水素保安戦略アクションプランが作成された。同戦略は、大規模な水素利用に向けた合理的な保安規制体系を世界に先駆けて構築することを目的に、3つの行動方針（1. 技術開発等を通じた科学的データ・根拠に基づく取組、2. 水素社会の段階的な実装に向けたルールの合理化・適正化、3. 水素利用環境の整備）と以下の9つの具体的な手段で取り組み、その進捗状況は経済産業省の「水素保安ポータルサイト¹⁰」等を通じて随時紹介されている。

- ①事業者等による科学的データ等の戦略的獲得と共有領域に関するデータ等の共有
- ②円滑な実験・実証環境の実現
- ③サプライチェーンにおいて優先的に取り組む分野の考え方
- ④今後の道筋の明確化

¹⁰ 水素保安ポータルサイト

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/h2_safety/index.html

- ⑤第三者認証機関・検査機関の整備・育成
- ⑥地方自治体との連携
- ⑦リスクコミュニケーション
- ⑧人材育成
- ⑨各国動向の把握、規制の調和・国際規格の策定に向けた取組

3.3.1.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

日本の国公立大学や公的研究機関の研究活動には、競争的研究費や、民間企業や財団法人からの助成金や共同研究費等が当てられる。

独立行政法人日本学術振興会（JSPS）は、学術振興を担う中核機関であり、科学研究費補助金（科研費）等学術研究の助成、研究者の養成のための資金支給、学術に関する国際交流の促進等の事業を実施している。科研費は年間 2,000 億円以上であり、国際共同研究加速基金も造成されている。

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）は、科学技術・イノベーション基本計画の中核的な実施機関として科学技術・イノベーションの創出に貢献する事業を実施している。

国が定める戦略目標の達成に向けて、課題達成型の基礎研究を推進する戦略的創造研究推進事業を中核とし、未来社会創造事業、戦略的創造研究推進事業や科学研究費助成事業等を通じて実用化に向けた研究開発を実施している。また、大学改革を図るべく 10 兆円規模の大学ファンドが設けられた。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は経済産業行政の一翼を担う日本最大級の公的研究開発マネジメント機関であり、「エネルギー・環境問題の解決」および「産業技術力の強化」の 2 つのミッションに取り組んでいる。2050 年カーボンニュートラル目標に向けて、「グリーンイノベーション基金」を造成している。

また、省庁を越えてイノベーションを目指す大型の研究開発のために、内閣府において SIP、ムーンショットなどのプログラムが提供されている。

○ カーボンプライシング

日本の炭素税については、地球温暖化対策のための税（温対税、2012 年～）¹¹が実施されているが税率は低い。エネルギーに対する諸課税や再エネ賦課金に加わり、実質的な負担となっている。排出権取引は東京都（2010 年～）と埼玉県（2011 年～）が自治体レベルで導入しているが、全国規模では検討段階である。クレジット取引は企業・需要家が任意で対応している状況となっていたが、前述した GX リーグにおいて、参画企業による自主的な排出取引（GX-ETS）の場が提供されている。クレジットは経産省・環境省・森林管理の観点から農林水産省との 3 省共同で J-クレジットとして運用されてきている。また、二国間クレジットの活用拡大も検討されている。

¹¹ 環境省 地球温暖化対策のための税の導入 <https://www.env.go.jp/policy/tax/about.html>

○ 金融に関する取り組み

金融庁において、2020 年に「サステナブルファイナンス有識者会議」が設置されサステナブルファイナンスの推進に向けた諸施策が検討された。2022 年には「金融機関における気候変動への対応についての基本的な考え方」（ガイダンス）が公表され、金融機関による顧客企業の気候変動対応の支援や気候関連リスクの管理の進め方等が示された。顧客の脱炭素化対応における情報支援として、経済産業省の「中小企業支援機関によるカーボンニュートラルアクションプラン」、環境省の「ESG 地域金融実践ガイド」、「温室効果ガス排出削減等指針に沿った取り組みのすすめ」が公表されている。また、金融安定理事会（FSB）の設置した「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD; Task Force on Climate-related Financial Disclosures）」をうけて、経済産業省が「気候関連財務情報開示に関するガイダンス（TCFD ガイダンス）」を公表している。また、TCFD コンソーシアム¹²が設立され、情報提供等を行っている。

3.3.1.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ スタートアップ支援

信用保証協会は、信用保証協会法を基に中小企業・小規模事業者の保証人として融資を受けやすくなるようにサポートする公的機関であり、各都道府県に 1 ヾ所程度設置されている。無担保保証の 8,000 万円が基本的な限度額であり、創業融資の場合は上限が低く、東京都であれば創業融資の限度額は 3,500 万円、区ではそれよりも低く 1,500 万円ほどである。

日本政策金融公庫の融資制度としては、新規開業資金、女性・若者・シニア起業家支援資金、新創業融資制度、中小企業経営力強化資金がある。

スタートアップ育成 5 か年計画では、エンジェル税制（個人投資家に対する取得税優遇措置）、オープンイノベーション促進税制（国内事業会社または国内 CVC に対するスタートアップ企業出資時の税制優遇措置）などの税制改正をはじめとして、政府は資金供給・人材確保・出口戦略の強化に向けた環境整備等を推進し、スタートアップ支援を拡充している。

○ グリーンイノベーション基金

グリーンイノベーション基金は NEDO に 2 兆円を造成し、最長 10 年間、研究開発・実証から社会実装までの継続的な支援を実施する（2022 年度第 2 次補正予算 3000 億円、2023 年度予算額 4564 億円を新規に計上）。従来の研究開発プロジェクトの平均規模（200 億円程度）以上が対象だが、ベンチャー企業等の活躍が見込まれる場合は、小規模プロジェクトも実施可能である。これまでに 20 のプロジェクトが計画され、2.2 兆円が配分された（2024 年 3 月時点）。実施主体としてスタートアップの参画も期待している。

○ 戦略的イノベーション創造プログラム

第 3 期 SIP の 14 課題（2023 年予算 280 億円）のうち、スマートインフラマネジメントシステム、ス

¹² <https://tcfd-consortium.jp/>

マートモビリティプラットフォーム、サーキュラーエコノミーシステム（資源循環）、が関連するトピックとして実施されている。

○ 革新的 GX 技術創出事業（GteX）

文部科学省は、蓄電池・水素・バイオものづくりを領域として設定して、大学等の研究者がチーム型で行う革新的 GX 技術創出事業のための基金を造成し（2022 年度 2 次補正 496 億円）、基盤研究や人勢育成に対する支援を行う。また、個々の研究者の自由な発想に基づき、科学技術パラダイムを大きく転換するゲームチェンジングテクノロジー創出を目指し、ALCA-NEXT（先端的脱炭素化技術開発）（2023 年度 10 億円）を開始した（2023 年）。

○ ムーンショット型研究開発制度

「ムーンショット型研究開発制度」は、2020 年に研究開発が開始されている。その制度では、地球温暖化問題の解決（Cool Earth）と環境汚染問題の解決（Clean Earth）を目的としており、10 の目標を設定している。その中のムーンショット目標 4「2050 年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」を NEDO が実施している（2023 年度予算額：256.8 億円）¹³。

○ バイオものづくり革命推進事業

経済産業省が定める「バイオものづくり革命推進事業研究開発計画」に基づき NEDO が実施する（2023 年から 10 年間の予算額 3000 億円）。バイオものづくりは、従来の化石資源を原料とした様々な製造プロセスを置き換える「持続可能なものづくり」として、次世代の産業基盤となり、我が国の競争力の核となり得ることが期待される。この事業では、未利用資源の収集・原料化、微生物等の改変技術、生産・分離・精製・加工技術、社会実装に必要な制度や標準化等のバイオものづくりのバリューチェーン構築に必要となる技術開発及び実証を一貫して支援する。

○ 「J-Startup」プログラム

革新的な技術やビジネスモデルで世界に新しい価値を提供するスタートアップを創出するため「J-Startup」プログラムが 2018 年 6 月に立ち上がった。「J-Startup」プログラムは、経済産業省、日本貿易振興機構（JETRO）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が事務局となり、プログラムの運営を行っている。2023 年には 50 社を選定した。エネルギー関連では、自然電力、アスエネなどの事業者が含まれる。

3.3.1.6. 国際協力

○ 国際協力枠組みへの貢献

エネルギー白書¹⁴では、日本の国際連携の貢献が示されており、ここでは 2023 年動向を追加して説明

¹³ NEDO「ムーンショット型研究開発制度」https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100161.html

¹⁴ <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2023/html/3-9-1.html>

する。IEA には活動・運営費用を各国分担率に基づき拠出（2022 年度当初：3.5 億円）しており、また、水素・アンモニア、鉄鋼等の新たなルール検討の基盤整備、ヒートポンプ・バイオ燃料、重要鉱物、再エネの季節・年次変動を受けた電力安定供給等に係る各種調査・分析の実施を依頼するため、IEA メンバー国として拠出（2022 年度当初：5.3 億円、2022 年度補正：2.2 億円）を行った。また、国際エネルギー・フォーラム（IEF）、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）、エネルギー憲章条約（ECT）の運営活動等にも拠出している。国際省エネルギー協力パートナーシップ（IPEEC）の後継機関であり 2019 年に設立された省エネハブ（Energy Efficiency Hub）では、タスクグループのエネルギー管理行動ネットワーク（Energy Management Action network, EMAK）¹⁵を主導している。

G7 においては、2023 年 4 月に G7 札幌気候・エネルギー・環境大臣会合を開催¹⁶し、共同声明を表明し、ネットゼロ、循環経済、ネイチャーポジティブ経済の統合的な実現に向けたグリーントランスフォーメーションの重要性が表明された。7 月には、インドのゴアにて開催された G20 エネルギー移行大臣会合および第 14 回クリーンエネルギー大臣会合（CEM14）/第 8 回ミッション・イノベーション（MI-8）閣僚会合において、世界の脱炭素化に貢献していく姿勢を発信した。9 月に開催された G20 ニューデリー・サミットにおいては、日本としてあらゆる技術やエネルギー源を活用してイノベーションを推進し、各国の取組を後押ししていくとの考えを表明した¹⁷。

アジア地域におけるエネルギー需要の急増を踏まえ、アジア規模でのエネルギーの安全保障と持続可能性を確保するため、ASEAN+3 エネルギー大臣会合、東アジアサミット（East Asia Summit, EAS）エネルギー大臣会合に参加している。日本は、東アジア・ASEAN 経済研究センター（Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, ERIA）と主導して、地域の CCUS 活用に向けた環境整備や知見を共有するプラットフォームである「アジア CCUS ネットワーク」の活動をしている。カーボンニュートラル実現シナリオ構築等に向けた国際連携事業（2022 年度当初：3.1 億円）では、アジア各国を始めとする新興国に対する脱炭素化支援を強化するために、国際会議の開催や、各国との協力可能性のある分野についての調査を行うとともに、各国の脱炭素化に向けた取組を促進するためのロードマップの精緻化に対する支援、アジア CCUS ネットワークの運営費を拠出を行った。EAS 中期エネルギー政策調査研究ロードマップに基づき、東南アジア地域における電気自動車の導入等の最新の動向調査を始め、エネルギーレジリエンスの海外展開に向けた定量評価指標の整備、また、世界で開発が進む小型モジュール炉（SMR）等の革新炉について、技術的観点、経済的観点、規制のあり方を検討するための調査研究等を実施するために、東アジア経済統合研究協力拠出金（2022 年度当初：6.3 億円）を拠出した。

アジア各国が、脱炭素化を進めるとの理念を共有し、エネルギー・トランジションを進めるために協力することを目的として、「アジア・ゼロエミッション共同体」（AZEC）構想を発表しており、2023 年 12 月に AZEC 首脳会合を東京で開催した。

アジア太平洋経済協力（APEC）においては、アジア太平洋地域における低炭素技術の普及に向けたプロジェクト（APEC 低炭素モデルタウンプロジェクト）や、APEC 域内のエネルギー強靱性の向上、エネルギー効率の向上、エネルギー源の多様化に資するプロジェクト等に支援のため拠出した（2022 年

¹⁵ <https://www.asiaeec-col.eccj.or.jp/emak/>

¹⁶ <https://www.meti.go.jp/press/2023/04/20230417004/20230417004.html>

¹⁷ https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/ec/page1_001835.html

度当初：1.0 億円)。また、省エネ政策ワークショップの開催、国際会議の開催、アジア太平洋地域のエネルギー統計整備のための研修生受入・専門家派遣、レポート作成等のために、アジア太平洋エネルギー研究センターに拠出した（2022 年度当初：6.7 億円）。

日米豪印戦略対話（QUAD）では、2022 年から日米豪印 気候変動適応・緩和パッケージ（Q-CHAMP）が立ち上げられ、①天然ガス・LNG からのメタン削減、②クリーンエネルギー・サプライチェーン、③クリーン水素・燃料アンモニア、④CCUS/カーボンリサイクルという協力分野について、議論されている。2023 年 5 月に広島で開催された日米豪印首脳会合において、インド太平洋におけるクリーンエネルギー・サプライチェーンに関する原則声明を発表した¹⁸。

○ 二国間協力の推進

日本は平和目的のための科学技術分野の協力関係を促進されるために締結される協定として二国間科学技術協定を各国と締結している¹⁹。この協定の下で、研究開発の情報交換、研究者交流、共同研究等の様々な協力活動が実施されている。

米国とは、「日米競争力・強靱性（コア）パートナーシップ」及び「日米気候パートナーシップ」の下、2022 年に「日米クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ（CEESI）」を設立した。2023 年の第 2 回日米エネルギー安全保障対話では、世界のクリーンエネルギーのサプライチェーンづくりに貢献していくとの認識を共有した²⁰。

欧州とは、2021 年に日 EU グリーン・アライアンス²¹に関する文書を発出した。2022 年 12 月には、水素に関する協力覚書に署名し、水素政策や規制、インセンティブ等に関する情報交換や水素社会の発展に向けて協力することに合意した。

フランスとは、日仏エネルギー政策対話の枠組みにおいて、エネルギー安全保障とカーボンニュートラルの実現に向けてについて意見交換しており、2023 年 5 月には原子力分野の日仏協力に関する共同声明に署名した²²。

ドイツとは、「日本国経済産業省とドイツ連邦共和国経済エネルギー省とのエネルギー転換における協力宣言」（2019 年締結）により、日独エネルギーパートナーシップ²³が確立された。また、この協力宣言および「エネルギー協力の具体化に向けたロードマップ」（2020 年署名）に基づき、水素とエネルギー転換（再エネとエネルギー効率の二本柱で構成）に関するワーキンググループを設置した。

イギリスとはエネルギー協力の深化・発展を目的とした日英エネルギー政策対話を開催している。2023 年 5 月にエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）との再生可能エネルギーパートナーシップに関する共同声明を発出した²⁴。9 月の日英戦略経済貿易政策対話の共同声明²⁵では、水素、太陽光、

¹⁸ https://www.mofa.go.jp/mofaj/fp/nsp/page1_001702.html

¹⁹ <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/technology/nikoku/framework.html>

²⁰ <https://www.meti.go.jp/press/2023/10/20231030004/20231030004.html>

²¹ https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page23_004382.html

²² <https://www.meti.go.jp/press/2023/05/20230503001/20230503001.html>

²³ <https://www.energypartnership.jp/>

²⁴ <https://www.meti.go.jp/press/2023/05/20230518003/20230518003.html>

²⁵ <https://www.meti.go.jp/press/2023/09/20230907001/20230907001.html>

洋上風力、原子力、CCUS を含むクリーンエネルギー技術の導入と、日英両国及び第三国におけるクリーンエネルギーに関する日英企業の協力について確認した。高温ガス炉技術に係る協力覚書に調印し、12月の第12回日英原子力年次対話²⁶においても協力を確認した。

カナダは世界有数のエネルギー資源国であり、LNG カナダプロジェクト等、LNG を中心として様々な分野でのエネルギー協力が進展している。2023年に日加エネルギー政策対話を開催し、2023年から2025年までの3年間の協力に向けたアクションプランの策定について議論した。

オーストラリアは、石炭、LNG、水素等の資源・エネルギーの分野において重要なパートナーであり、日豪エネルギー資源対話（JAERD）において幅広く意見交換をしている。2022年10月には重要鉱物に関するパートナーシップ（Partnership concerning Critical Minerals）」を締結した。

中国とは、2020年より脱炭素化実現に向けた日中政策対話を実施してきている。また、2023年2月には、日中の官民による省エネ・環境協力を推進するためのプラットフォームとして「第16回日中省エネルギー・環境総合フォーラム」を開催した。

インドとは、日印エネルギー対話を実施している。2018年に日本支援でインド版省エネガイドラインを成立し、2019年から水素分野においてワークショップを開催している。2022年に日印クリーン・エネルギー・パートナーシップ（CEP）を発表²⁷し、エネルギー協力を推進している。

○ 研究開発に関連する国際協力

経済産業省は、化石燃料依存型経済からの脱却を意味するGX（グリーントランスフォーメーション）の実現に向けて、各国大臣や世界の有識者、各分野のリーダーを招いて「東京GXウィーク」を開催した。産業革命以来普及してきた社会構造や産業構造を、主にクリーンエネルギーに基づいたものに転換し、排出量の削減と経済の成長と発展につなげたいとする意向を反映した活動である。

2023年には、東京GXウィーク（2023/9/25～10/5）として、8つの国際会議、具体的には第3回アジアグリーン成長パートナーシップ閣僚会合、第6回水素閣僚会議、第3回アジアCCUSネットワークフォーラム、第5回カーボンリサイクル産学官国際会議、第3回燃料アンモニア国際会議、GGX×TCFDサミット、第10回ICEF（Innovation for Cool Earth Forum）、第5回RD20（リーダーズ・セッション）が開催されている。

NEDOが実施するクリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業では、G20を中心とした国際共同研究開発を支援しており、相互の研究機関等の強みを持ち寄って共同研究を実施することで、革新的な技術を創出し、クリーンエネルギー分野におけるイノベーションを促進している²⁸。

²⁶ https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/inec/pagew_000001_00087.html

²⁷ https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/cep/20220319_01.html

²⁸ https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100173.html

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

■二酸化炭素除去 (CDR) ミッション

2022 年 9 月、日本はミッション活動により積極的に貢献するために、CDR メンバーステータスのレベルをサポートからコアに引き上げた。COP26 におけるミッション開始以来、日本は LCA/TEA テクニカルトラック（分科会）を共同主導し、活動を進めるための専門的な技術専門知識を提供してきた。日本は、2023 年 5 月に公表された行動計画に基づき、CDR 技術に関する LCA 手法および LCA/TEA インベントリデータに関する文献レビューを外部委託業者と実施している。日本も、さまざまな気候や地質条件を考慮した DAC の LCA/TEA ケーススタディを実施している。2023 年 5 月、カナダと日本は、既存のプロジェクトやベストプラクティスを用いたさまざまな CDR アプローチに対する LCA の理解を深めるためのワークショップを共催した。

日本は、BiCRS テクニカルトラックに対して重要な指導的役割を果たし、BiCRS の業務範囲に対応した活動を推進し、メンバー間の調整を行ってきた。CDR Launchpad スプリントに参加し、2022 年 11 月の開始に向けた COP27 のサイドイベントにパネリストとして参加した。2023 年 1 月、日本はメンバー国と BiCRS の戦略と政策を紹介する国際ウェビナーを開催した。2023 年 7 月、日本は対話の強化とフォローアップのため、ゴアの CEM14/MI-8 での CDR 関連のサイドイベントに専門家を派遣した。また、2023 年 11 月に CDR と関連してバイオマス CDR・貯留 (BiCRS) に関するオンラインワークショップを開催した。CDR ミッションに参加している各国から現状の関連活動の紹介があり、議論がなされた。2024 年 3 月 11 日に、CDR 技術の LCA/TEA に関するオンラインの国際ワークショップを開催し、2023 年の進捗と 2024 年の行動計画、技術とビジネスの展望に関して議論された。

■クリーン水素ミッション

2023 年 1 月、日本は、さまざまな分野の参加者を集めて、港湾利用のための水素政策と技術に焦点を当てた「港湾での荷役用水素」に関するオンライン国際ワークショップを開催した。2023 年 3 月、日本は東京で「安全のための水素検出技術」に関するハイブリッド国際ワークショップを開催した。主にヘビーデューティ用途に焦点を当て、対面形式により政府と業界双方の間のネットワーク構築が強化された。2023 年 7 月に「水素の安全のための水素検出技術：応用と技術」に関する報告書を作成し、MI/CHM ウェブサイトで公開した。水素バレープラットフォームと輸送貯蔵ケーススタディの両方にインプットを提供した。2024 年 3 月 4～5 日に、ハイブリッド形式（神戸会場およびオンライン）で水素キャリアに関する政策と技術をテーマに国際ワークショップを開催し、各国・地域の政策、国際機関の取り組み、技術動向などが議論された²⁹。

²⁹ <https://www.japanh2association.jp/posts/51815609?categoryIds=5817730>

■グリーン電力のミッション

2022 年 12 月、日本は世界の再生可能エネルギー利用の高い割合を促進することを目的とした中国主催の国際オンラインワークショップに参加した。日本における再生可能エネルギーを送電網に統合する経験と課題が紹介された。2023 年 2 月、次世代太陽光発電に関する 2 日間のオンラインワークショップを開催し、MI GPFM 加盟国・地域の政策、シナリオ、技術・実証の動向について議論し、加盟国・地域の代表と国際機関との間で見識やベストプラクティスの意見交換がなされた。2023 年 7 月、日本は対話の強化とフォローアップのため、ゴアの CEM14/MI-8 での GPFM 関連のサイドイベントに専門家を派遣した。2024 年 3 月 12～13 日に、グリッドの柔軟性と安定性のための政策と技術をテーマに、オンラインの国際ワークショップを開催し、世界動向および各国の政策、電力貯蔵、柔軟性確保、系統安定性に関する先端技術動向などが議論された。

3.3.2. アメリカ

3.3.2.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

アメリカのネットゼロイノベーション戦略は国家長期気候戦略に基づいており、2050年までにネットゼロ排出を達成するための道筋が示されている。

政府は2021年に気候イノベーションワーキンググループ³⁰を設立し、洋上風力発電、CO₂回収と貯留、原子力発電、送電網技術などの課題に取り組んでいる。

2021年に成立した超党派インフラ法(Bipartisan Infrastructure Law : BIL)は、クリーン水素、エネルギー貯蔵、炭素回収、先進原子力、直接空気回収、その他の技術におけるクリーンエネルギー実証プロジェクトに215億ドル(約28兆円)³¹を提供した。2022年のインフレ削減法(Inflation Reduction Act : IRA)は、炭素の回収と貯蔵、CO₂除去、水素導入に数十億ドルを投入している。規制や財政的インセンティブを利用して、太陽光、風力、電池、電気自動車、高効率の家電製品や機器など、利用可能な技術の導入を加速するとともに、再生可能エネルギーと電化をサポートする送電ネットワークを拡大する。クリーンエネルギーの規模拡大は、重要な材料や部品のサプライチェーン確保のための取り組みにより支えられている。BILは、関連するクリーンエネルギーインフラストラクチャ(電気自動車充電ネットワークなど)にも投資している。IRAは、商用および新興のクリーンエネルギー技術展開のため3,700億ドル(約49兆円)を提供している。DOE融資プログラム局は革新的なクリーンエネルギー、先進交通、部族エネルギープロジェクトの展開と拡大を支援するための1,000億ドル(約13兆円)以上の融資権限を有しており、低炭素経済のためのエネルギーインフラの改修または再利用のための新たな融資権限は2,500億ドル(約33兆円)となっている。

3.3.2.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

研究開発に関与している関係省庁として、DOE(DOE国立研究所、エネルギー高等研究計画局ARPA-E等を含む)、運輸省(DOT)、農務省(USDA)、運輸省(DOT)、国防総省(DOD)、米国海洋大気庁(NOAA)、米国航空宇宙局、および米国科学財団は、基礎科学から気候緩和の実証プロジェクトに至るまで、イノベーションに投資する継続的なプログラムを実施している。研究開発予算を分配する省・独立機関は、上記機関のほかに、保健福祉省(HHS)とその傘下の国立衛生研究所(NIH)、航空宇宙局(NASA)、国立科学財団(NSF)、商務省(DOC)とその傘下の国立標準技術研究所(NIST)および海洋大気局(NOAA)、などが挙げられる。表3.3-1に米国連邦政府の主なクリーンイノベーション関連の機関を示す。

³⁰ <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/02/11/biden-harris-administration-launches-american-innovation-effort-to-create-jobs-and-tackle-the-climate-crisis/>

³¹ 132円/ドル換算(OECD Exchange rates 2022年)

主な機構の位置づけは以下の通り。

- ◆ エネルギー省の基礎科学、応用科学およびエネルギープログラム、ARPA-E プログラム、融資プログラムオフィス、技術移行局、クリーンエネルギーデモンストレーション局：革新的なクリーンエネルギーの発見、設計、実証、導入、スケールアップを支援。
- ◆ 農務省、運輸省、内務省、国防省、商務省、環境保護庁等の連邦政府機関：連邦政府機関によるネット・ゼロへの取り組みにより、ネット・ゼロ排出量の達成に必要なクリーン・エネルギーのイノベーションが前進する。
- ◆ 民間のテクノロジー、金融、エンジニアリング、インフラストラクチャー：これらの企業は、新しいクリーンエネルギー技術を拡大し、普及させるためのこのエコシステムの基盤となる機関である。
- ◆ 慈善団体や非政府機関：重要な資金提供と権利擁護の役割を果たす。
- ◆ 大学：新しい知識を生み出し、クリーンエネルギーへの移行に必要な次世代の労働力を訓練する。

表 3.3-1 クリーンエネルギーイノベーションに関連する機関

機関名	役割の説明	貢献するイノベーションの優先順位	資金調達方法の説明
米国エネルギー省 (DOE)	DOEは、一連の基礎および応用研究プログラム、融資プログラム オフィス、および ARPA-Eを通じて、研究を初期段階から商業化までサポートする。	電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDV(heavy duty vehicle 重負荷車)、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	DOEは、国立研究所のシステムを通じて連邦研究開発を実施し、大学、研究機関、企業、州政府、地方政府、部族政府に対して、開発サイクル全体にわたる助成金、契約、融資を提供している。
DOE 国立研究所	DOEは、低炭素技術を開発するための研究を実施し、最先端の研究ユーザー施設へのアクセスを提供するために、国立研究所をサポートする。DOE国立研究所は、外部関係者との共同研究にも従事し、他の連邦機関、州、および限定的な範囲で民間部門のために研究を実施する。	電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDV、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	国立研究所は、連邦および州の機関から、また限られた範囲で民間部門から助成金や契約を受けている。
エネルギー高等研究計画局(ARPA-E Advanced Research Projects Agency -Energy)	民間部門の投資には時期尚早である可能性が高く、影響力の大きいエネルギー技術を、資金提供、技術支援、市場準備を通じて推進する機関。	電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDV、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	ARPA-Eは、1,300 以上の革新的なエネルギー技術プロジェクトに30億\$を超える研究開発資金を提供してきた。190のチームが合わせて民間部門の後続資金で100億ドル以上を調達し、2022年4月の時点でARPA-Eは25の撤退を経験し、報告総額は216億\$となっている。
米国農務省 (USDA U.S.Department of Agriculture)	USDAは、農業研究サービス、国立食糧農業研究所、森林局を通じ、農業慣行、保全、バイオベース製品およびエネルギーに関する研究開発を行っている。USDAは、再生可能エネルギー、バイオベース製品、気候変動に配慮した農産物に関する技術経済的研究も行っている。	炭素除去、メタン削減、持続可能な航空燃料。	USDA は連邦研究所のシステムを通じて連邦研究開発を実施し、また開発サイクル全体にわたる研究に対する助成金や契約を全国の大学、研究機関、企業に提供している。
米国運輸省 (DOT)	DOTは、高度な輸送安全アプローチと技術、接続対応の高度道路交通システム、革新的なインフラストラクチャ材料、建設および保守プロセスに関する研究開発を行っている。	電池、建物および産業 (低炭素材料)、CCUS (炭素輸送)、HDV、海運、持続可能な航空燃料。	DOTは、研究開発と機能テストをサポートするために、大学、国立研究所、企業に助成金、契約、協力協定を提供している。さらに、DOTには研究と試験を行う連邦研究所もいくつかある。
米国環境保護庁 (EPA Environmental Protection Agency)	EPAは、運輸、石油および天然ガス、電力部の GHG に対処する規則策定を進めている。これには、たとえば、HFCsに依存しない次世代技術への移行の促進や、ゼロエミッションの未来に向けた小型車両の移行の加速などが含まれる。EPA研究センターおよびプログラムは、クリーン エネルギーへの移行が環境、人間の健康、司法に及ぼす影響に関する研究も行っており、海岸近くの海洋環境における炭素除去とメタン排出の測定および緩和方法に関する研究開発を行っている。	メタン削減、炭素除去、バッテリー、CCUS、HDV、建物(HFC 段階廃止)、持続可能な航空燃料。	EPAは、RDD&Dを支援するために大学、国立研究所、企業に助成金や契約を提供している。さらに、EPAには研究を行う研究センターやプログラムも多数ある。

機関名	役割の説明	貢献するイノベーションの優先順位	資金調達方法の説明
米国国防総省 (DoD Department of Defense)	国防総省は米国で最大のエネルギー消費者であり、石油ベースの燃料が支配的である。 国防総省は、化石燃料への依存度の低減、スマートで安全なエネルギー管理、建物の効率向上、分散型発電、兵器システムと車両の製造、保守、維持管理の持続可能性の向上などの重点分野を含む次世代エネルギー技術の開発に貢献している。	原子力、建物、HDVS、持続可能な航空燃料、バッテリー。	DoD は連邦政府の RD&D を実施し、全国の大学、研究機関、企業に開発サイクル全体にわたる助成金や契約を提供している。 DOD には、同様に研究を行う地域の連邦研究所が多数ある。
米国商務省	商務省には国立標準技術研究所 (NIST National Institute of Standards and Technology) があり、特に高度な製造、高度な輸送、先端材料、サイバー物理インフラストラクチャに関する研究を行っている。 海洋、大気、沿岸資源の測定、監視、モデリングに関する研究開発を行う米国海洋大気局 (NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration) も設置。	NIST: 電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDV、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。 NOAA: 太陽光発電、洋上風力発電、二酸化炭素除去、CCUS、海運、メタン削減。	商務省は連邦研究所のシステムを通じて連邦研究開発を実施し、また開発サイクル全体にわたる研究のための助成金や契約を全国の大学、研究機関、企業に提供している。
国立科学財団 (NSF)	NSF(National Science Foundation)は、すべての気候およびエネルギー技術に必要な開発の多くを支える基礎科学研究をサポートしている。	バッテリー、太陽光、CCUS、炭素除去、船舶、地熱、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDVS、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	NSFは、科学および工学の研究プロジェクト、施設、STEM教育をサポートする。 NSFはすべての州と米国準州で研究に資金を提供しており、2,000の学術機関やその他の民間および公的機関に資金を提供する。NSFは、中小企業によるイノベーション、学界、産業界、国立研究所間のパートナーシップ、非営利の非学術団体での研究もサポートする。
先行者連合	高度に脱炭素化された材料に対する先進的な市場コミットメントを生み出すことで、イノベーションの開発と展開を促進する官民主導権を有する。	炭素除去、輸送、産業用脱炭素化、HDVS、持続可能な航空燃料。	民間企業は、米国政府の支援を受けて、2030年までに共通の脱炭素化基準を満たす特定量の材料を購入することを約束する。約束は分野別(鉄鋼、アルミニウム、セメント、化学、海運、トラック輸送、航空、二酸化炭素除去)なので、クリーンである。
大学および専門学校	基礎科学から応用研究まで、先イノベーションに関連する幅広いテーマについて研究を行っている。	電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDVS、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	大学は、研究や労働力訓練を実施するために贈り物、助成金、契約を受け取る。
非営利団体と財団	多くの民間企業、投資家、コンソーシアム、パートナーシップが次世代クリーン エネルギー技術に投資している。	電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDV、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	様々
民間団体	多くの民間企業、投資家、コンソーシアム、パートナーシップが次世代クリーン エネルギー技術に投資している。	電池、原子力、太陽光発電、CCUS、炭素除去、海運、地熱、核融合、水素、産業用脱炭素化、長期エネルギー貯蔵、HDV、メタン削減、建物、洋上風力発電、持続可能な航空燃料。	0

出典：ホワイトハウス資料 をもとに IAE で作成

3.3.2.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ クリーンエネルギーイノベーションとネットゼロ技術行動計画

アメリカの NDC(Nationally Determined Contributions、国が決定する貢献)は、2030 年までに温室効果ガス(Green House Gas GHG)排出量を 2005 年のレベルから 50～52%削減することを目標としている。

長期気候戦略では、これらの約束を果たすための複数の道筋が概説されている。この戦略の重要な要素には、2035 年までに炭素汚染のない電力網を構築し、2030 年までにゼロエミッション車の販売を 50%にするという目標のほか、経済のあらゆる部門にわたるエネルギー効率の向上、実用的な場合には最終用途部門(運輸、建築、産業)の電化、エネルギー密度の高い燃料を必要とする産業および輸送手段のゼロエミッションまたはカーボンニュートラル燃料への移行、プロセス関連排出量の多い産業への炭素回収と貯留の適用、メタンやその他の CO₂ 以外の排出量の削減、より持続可能な農業、林業、土地利用慣行への移行、といった目標が列挙されている。

NDC の達成と長期戦略の実施を支援するために、2021 年 2 月 11 日に、以下のネットゼロ技術行動計画を発表した。

- 1) 革新的なイノベーションのポートフォリオの研究開発に投資し、2050 年までにネットゼロ排出を確実にするため、低価格で公平となる適切な一連の技術を確保する。
- 2) 新興技術の早期導入を実証し、サポートする。
- 3) 規制と金銭的インセンティブを利用し、利用可能な技術の導入を加速する。

■気候変動抑制目標対応、アメリカの家庭のエネルギーコストを削減。

DOE の気候変動とクリーンエネルギーの研究、開発、実証、展開に 119 億ドル（約 1.57 兆円）が含まれており、2023 年の水準を 20%上回る。2030 年に経済全体の正味温室効果ガス排出を 2005 年レベルから 50～52 パーセント削減する。同時に家庭の光熱費も削減する。

■CHIPS、科学法を通じ、最先端研究、気候変動イノベーションに投資。

研究と科学的発見におけるリーダーシップを再確立するために、科学局に 88 億ドル（約 1.16 兆円）投資し、CHIPS および科学法の完全認可レベルに向けて前進する。この予算は、DOE クリーンエネルギーの研究、開発、実証において、クリーンエネルギー経済への移行を加速する革新的技術の開発における成果を支援する。一部は CHIPS および科学法の資金として回収される。

■国内外のクリーンエネルギーのサプライチェーンを強化。

クリーンエネルギーおよび先端技術自動車製造プロジェクトへの融資プログラム事務局の管理費支援提供により、インフレ抑制法の提供資金を補完する。クリーンテクノロジー市場を拡大する経済的機会を創出しながら、気候危機への対応が可能になる。国内のウラン生産と濃縮能力の再構築を支援し、原子力の安全供給を確立する。

■エネルギーコミュニティをサポート。

エネルギーコミュニティの技術進歩のため、化石エネルギー・炭素管理局に9億500万ドル（約1200億円）を提供。連邦政府のリソース提供が拡大し、雇用創出への投資が促進される。

■環境上の正義と公平性を推進。

環境管理局と国家核安全保障局(NNSA)が同省の敷地周辺にある持続的貧困地域であるコミュニティ能力構築イニシアティブに7,000万ドル（約92億円）を支出するなど、十分なサービスを受けられていないコミュニティに対し支援する。研究への資金提供や科学局における新しいエネルギー科学人材の育成を支援する。さらに、新設された州省および地域エネルギープログラムのための5,000万ドル（約66億円）が含まれる。温室効果ガス排出量を削減しながら、低所得世帯のエネルギーコスト削減のため、エネルギー負担削減したパイロットを開始する。

3.3.2.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディング・システムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディング・システム

米国における総研究開発費は2012年以降増加傾向であり、NSFの報告によると2019年の官民合わせた総研究開発費の総額は約6,669億ドル（約88兆円）に達した。タイプ別では基礎研究に15%、応用研究に20%、試験開発に65%となっている。研究開発の実施部門については、産業部門が75%、大学が12%、連邦政府が9%を使用しており、大学は基礎研究向け研究費のうち48%を使用している。産業部門での研究開発投資が年々増えている。連邦政府は基礎研究の41%、応用研究の32%に研究資金を提供しており、大学等にとって主要な研究資金源であり続けている。

米国政府では、研究開発の目的に応じたマルチファンディング・システムが採られている。各省庁や独立機関がそれぞれの分野ごとのファンディング組織として、産業界や大学、連邦出資研究開発センター等における研究開発を支援・推進している。

省・独立機関レベルでの研究開発費は、その多くをDOD、またNIHを擁するHHSの2組織が支出しており、DOE、NASA、NSFを合わせた5組織による研究開発予算が総額の大半を占めている。

研究開発予算のフローに関しては、まずNSFが、資金配分に特化した機関として研究予算のほぼ全てを大学など外部組織の研究者へ配分している。一方NSF以外の各組織は、内部研究機能と外部への資金配分機能の双方を合わせ持っている。

米国のファンディング・システムの特徴の一つとして、ハイリスク・ハイリワード研究支援を専門とする機関の存在が挙げられる。特に、国防ニーズに対応する研究支援からインターネットやステルス技術を生み出したDODの国防高等研究計画局(DARPA)はその代表とされる。DARPAでは、プログラムマネージャーが企画立案や遂行に裁量を持ち、目標に向けて複数の研究プロジェクトを並行して実施することで達成率を高めるなどの取り組みがなされてきた。

2022年5月に医療高等研究計画局(ARPA-H)がNIH内に置かれたほか、インフラ高等研究計画局(Advanced Research Projects Agency - Infrastructure: ARPA-I)の設置も承認されるなど、さまざまな分野でDARPA型機関の設置提案が進んでいる。

また、米国では多年度会計・支出負担確定主義会計が採用されており、会計上の制度的特徴がファンデ

ィング・システムの効果的な運用を支えている。複数年にわたる研究資金によるプロジェクトでは年度をまたぐ予算執行が可能であり、またファンディング組織ではプロジェクト側に予算使用権限を与えれば予算執行完了となり国家会計年度の繰越が発生しないため、いつ資金を使うかはプロジェクト実施主体に任される。

米国科学技術政策局(OSTP)はパブリックアクセスを拡大するため、2022 年 8 月に新たな覚書を発表した。2013 年の覚書では政府から助成を受けた研究の学術出版物へのパブリックアクセスについて 12 ヶ月の公開猶予を認めていたが、これを廃止して即時公開を要求しているほか、研究データ公開の強化などを連邦機関に指示している。各機関はパブリックアクセス・ポリシーを改定し、2025 年末までに改定ポリシーを施行するよう求めている。

次に、エネルギーの観点でのファンディングについて、USGCRP、アースショットプログラム、ARPA-E に関して述べる。

■ 1) 米国地球変動研究プログラム (USGCRP) のファンディング

米国地球変動研究プログラム (USGCRP) は、人間と自然の両方の地球環境を形成する力とその社会への影響を理解するための連邦研究と投資を調整するために、1990 年に議会によって設立された。変化する地球システムの理解を進めるために、15 の連邦加盟機関にわたる連携と協力を促進する。USGCRP が支援する研究は、変化する環境の課題に対処し、より回復力のある未来に向けた機会を特定することを目的としており、国家に情報を提供する。USGCRP とその加盟機関は協力して、信頼できる科学、ツール、リソースへのゲートウェイを提供し、全国の人々や組織がリスクを管理し、変化する環境条件に対応できるように支援する。USGCRP の研究活動を支援する支出として USGCRP 機関が横断的な予算を示す。さらに、USGCRP は、その使命を達成するために、横断的な予算に表されていない他の政府機関の活動を活用する。たとえば、USGCRP 研究の基礎となる衛星システムや地表ベースの観測ネットワークの多くは、もともとスポンサー機関によって運用目的で導入されたものであるため、通常は研究範囲には含まれていない。

■ 2) エネルギー・アースショット・イニシアチブのファンディング

DOE は 2023 年 9 月、クリーンエネルギー技術の 10 年以内の普及を目指す、「エネルギー・アースショット・イニシアチブ (Energy Earthshots Initiative)」における科学的課題のソリューションを開発する 29 のプロジェクトに対して、2 億 6,400 万ドル (約 348 億円) の資金提供を行うことを発表した。この資金は、DOE の国立研究所が率いる 11 の新たな「エネルギー・アースショット研究センター」と、産業界の脱炭素化、炭素貯蔵、洋上風力などの 6 分野に焦点を当てた「エネルギー・アースショット」に取り組む 18 の大学研究チームの支援となる。

「エネルギー・アースショット」は、DOE の基礎科学とエネルギー技術の部署を連携させ、より潤沢で、安価かつ信頼性の高いクリーンエネルギー供給のためのソリューション開発に向けたイノベーションを加速するものである。29 のプロジェクトは、DOE の 2 つの公募の下、競争的ピアレビューにより選定された。両公募とも、「カーボン・ネガティブ・ショット」、「強化地熱ショット」、「浮上式洋上

風力ショット」、「水素ショット」、「産業熱ショット」、「長期貯蔵ショット」という 6 つの「エネルギー・アースショット」を対象とし、その後、「クリーンな燃料と製品・ショット」「Affordable Home Energy Shot」が追加された。

■ 3) ARPA-E のファンディング

ARPA-E は、特定のエネルギー分野に関する特定の技術的障壁を克服することに重点を置いた資金調達機会発表 (FOA) を定期的に発行している。また、エネルギー関連技術全般に取り組む可能性の高いプロジェクトを特定するための OPEN FOA を定期的に発行し、米国の中小企業の革新者を支援することを目的とした資金募集も行っている。ARPA-E は、エネルギーの生成、分配、使用における重要な問題に対する現実世界の解決策を生み出すことを目的とした、テクノロジーに焦点を当てた応用研究開発に資金を提供している。

○ カーボンプライシング

米国は、連邦政府レベルでのカーボンプライシング制度は現時点では存在しないが、西海岸や東部の幾つかの州では、州政府レベルあるいはそれら地域連合で排出量取引制度 (ETS) および炭素税を実施あるいは計画中的である。一方、インセンティブ付加として、連邦政府レベルではエネルギー安全保障・気候変動分野における支援対象の一部として CCS、水素、再エネ、エネ貯蔵、原子力、代替燃料、DAC などの税控除や補助金の制度がある³²。例えば、CCUS に関する税控除 45Q があり、州政府レベルでは、カリフォルニア州における Low Carbon Fuel Standard (LCFS) のもとでの CCS プロトコルによるクレジット制度がある。

○ 金融に関する取り組み

ESG に関連した投資は、世界的なエネルギー高や高インフレなどに起因した化石燃料への回帰の動きにより低迷しており、共和党知事の州を中心に ESG 投資排除の動きもあった³³。ESG 投資規則を 2023 年 1 月に施行し、企業年金の投資先の選択にあたり投資収益のみを考慮するよう規定するトランプ前大統領の規則を修正し、ESG も考慮できることとなった。2022 年 11 月には GHG 排出量と気候関連財務リスクに関するデータの開示と、科学的根拠に基づく排出量削減目標の設定を連邦政府の主要な請負業者に義務付ける規則案が公表されており³⁴、2024 年 3 月には、米証券取引委員会は、米上場企業の気候関連開示の強化と標準化を目的とした開示規則の採択を公表した³⁵。米財務省は、2023 年にネットゼロ融資と投資の原則を発表し、技術的な実現可能性や価格競争力から脱炭素が特に難しい多排出産業の脱炭素を支援する手法としてのトランジションファイナンスの実施の重要性と、顧客が長期的な削減目標

³² https://afdc.energy.gov/laws/fed_summary

³³ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/11/f9185a11ee410b3f.html>

³⁴ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/11/607f15c83f4d21ea.html>

³⁵ <https://www.sec.gov/news/press-release/2024-31>

を明確に示す必要性を指摘している³⁶。具体的には、ネットゼロにコミットする金融機関に対して、1.5 度目標と整合的なコミットメントであること（原則 1）、コミットメントの実現方法を決めるにあたりトランジションファイナンス、マネージド・フェーズアウト及び気候ソリューションの実践を考慮すること（原則 2）、コミットメントと整合的なエンゲージメントを行うこと（原則 5）、金融機関は自らのネットゼロ移行計画に関連する活動に関して、環境正義と環境インパクトを考慮すること（原則 8）等の 9 原則を提示した。

3.3.2.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ エネルギーアースショットイニシアティブ

Energy Earthshots は、2050 年までに、豊富で手頃な価格で信頼性の高いクリーンエネルギーソリューションのブレークスルーを加速する。これらは、気候危機を解決し、2050 年のネットゼロカーボン目標を達成し、新しい雇用を創出するためのイノベーションのブレークスルーを推進する。Energy Earthshots は、DOE および応用エネルギーオフィスと ARPA-E 全体で統合されたプログラム開発を推進し、「全 R&D コミュニティ」アプローチを採用して、困難な技術的課題とコストのハードルに対処し、気候と経済競争力の目標を達成するのに役立つソリューションを迅速に進めるため、科学技術イノベーションを主導するように設計されている。

Energy Earthshots を達成することは、アメリカが気候危機に対処するための最も困難な残りの障壁に取り組むのに役立ち、雇用を創出し、経済を成長させながら、2050 年までに炭素排出量を正味ゼロにするという政権の目標を迅速に達成するのに貢献する。エネルギーアースショットイニシアティブ³⁷は、10 年以内に、豊富で手頃な価格で信頼性の高いクリーンエネルギーソリューションのブレークスルーの加速を目指している。

現在のエネルギーアースショット

■Hydrogen Shot

2021 年 6 月 7 日に開始された最初のエネルギーアースショットである Hydrogen Shot は、クリーンな水素コストを 10 年間で 1kg あたり 1 ドルまで削減を目指し、実証プロジェクト支援を含む、雇用計画におけるクリーン水素展開基盤を確立する。産業界は排出量削減のためクリーン水素を導入し始めているが、大規模な展開にはハードルが残る。現在、再生可能エネルギーからの水素は 1kg あたり 5 ドルかかる。コスト 80%削減達成により、鉄鋼製造、クリーンアンモニア、エネルギー貯蔵、大型トラックなど、水素の新しい市場を開拓することができ、雇用が創出され、温室効果ガス排出量が削減される。

³⁶ Principles for Net-Zero Financing & Investment を発表
<https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy1744>

³⁷ <https://www.energy.gov/policy/energy-earthshots-initiative>

■ Long Duration Storage Shot

2021 年 7 月に発表された長期貯蔵エネルギー アースショットは、10 時間以上の持続時間を提供するシステムについて、グリッド規模のエネルギー貯蔵コストを 10 年以内に 90% 削減するという目標を設定している。

より安価でより効率的なエネルギーの貯蔵により、たとえば、太陽光発電など日中に生成される再生可能エネルギーを夜間に使用できるようになる。需要が低いときに生成されたエネルギーは、需要が増加したときに使用できる。

■ Carbon Negative Shot

CO₂ の除去には、既に存在する CO₂ を回収するアプローチが含まれる。図 3.3-2 に CO₂ 除去経路を示す。CO₂ は、地層、生物ベース、海洋貯留層や付加価値製品に貯蔵できる。たとえば、炭素は低炭素コンクリートや森林、土壌、湿地、海洋などの吸収源に貯蔵され、マイナス排出（大気や海洋から除去される炭素よりも多くの炭素が除去される状況）を生み出すことができる。国連気候変動に関する政府間パネルが作成したものを含む気候モデルによれば、産業、電力、運輸部門から大気中に流入する CO₂ を削減するだけでは気候変動と戦うのに十分ではない。将来の脱炭素と産業システムを構築するためにクリーンエネルギー技術を導入し続けた場合においても、農業や海運など削減が難しい部門からの排出を相殺するために CO₂ 除去が必要となる。2050 年まで、大気や海洋からギガトンオーダーでの CO₂ 除去が必要となる。このため、DOE は Carbon Negative Shot を立ち上げた。



図 3.3-2 CO₂ 除去経路

■ Enhanced Geothermal Shot

2022 年 8 月に発表された Energy Geothermal Shot は、豊富で手頃な価格で信頼性の高いクリーンエネルギーソリューションの画期的な進歩を加速することを目的としている。

現在、米国の地熱発電は 3.7 ギガワットの電力を供給しており、これは 270 万人以上に電力を供給するのに十分であるものの、まだ、かなりの量の地熱エネルギーにアクセスできていない。強化型地熱システム(Enhanced Geothermal System EGS)の掘削と工学を推進するための研究とイノベーションにより、これらの資源を解放し、新しいクリーンで配電可能な電力を送電網に導入することができる。Enhanced Geothermal Shot は、EGS のコストを 90%削減し、2035 年までにメガワット時(MWh)あたり 45 ドルまで削減する部門全体の取り組みである。

■ Floating Offshore Wind Shot

クリーンエネルギー導入と 2035 年までに電力網を脱炭素化するという政権の目標達成には、クリー

ンエネルギー資源の多様な組み合わせが必要となる。海上の風力発電は、送電のためのスペースが限られている人口密集地の沿岸地域にクリーンエネルギーを供給するのに特に適している。洋上風力発電拡大は、クリーン水素と水素由来燃料の生産に役立ち、産業、海運、その他の大型輸送、農業部門の脱炭素化に貢献する。浮体式洋上風力発電におけるリーダーシップを支援する政府全体の取り組みとして、内務省海洋エネルギー管理局も、2035 年までに 15 ギガワットの浮体式洋上風力発電設備を導入する目標を発表した。500 万以上の家庭に電力を供給するものとなる。

■Industrial Heat Shot

産業用暖房のエネルギー集約プロセスからの排出量を大幅に削減する取り組みとして、DOE は、2035 年までに温室効果ガス排出量を少なくとも 85%削減するコスト競争力のある産業用加熱脱炭素技術を開発する省全体の取り組みである Industrial Heat Shot を立ち上げた。これにより、産業部門は2050 年までに炭素換算排出量を 5 億 7,500 万トン削減する目標であり、これは 2020 年に乗用車が発生する排出量にほぼ等しい。2020 年、工業部門は国内の一次エネルギー使用量の 33%、エネルギー関連の二酸化炭素排出量の 30%を占めた。工業部門は、膨大な工業プロセスおよびオペレーションを動かす様々なエネルギー源を用いているため、脱炭素化が困難である。Industrial Heat Shot 導入が成功すれば、低炭素製品開発の世界のリーダーの地位を確立し、CO₂ 排出量を大幅に削減し、エネルギー効率向上により、企業にコスト削減をもたらし、エネルギー安全保障の確保が可能となる。

■Clean Fuels & Products Shot

炭素燃料および製品から排出される GHG の悪影響を大幅に削減するため、DOE は Clean Fuels & Products Shot を開始した。これは、2035 年までに GHG 排出量を 85%削減する技術を推進するため代替炭素源による燃料および化学産業脱炭素化に焦点を当てている。このショットは、持続可能な航空燃料(Sustainable Aviation Fuel SAF)グランド・チャレンジと、燃料と炭素ベースの製品を生産するために必要な持続可能な原料と変換技術の開発を通じて、2050 年までに排出量を実質ゼロにするという政権目標を支援し、脱炭素化につなげる。Clean Fuels & Products Shot は、CO₂換算で年間 6 億 5,000 万トン以上を削減し、2050 年の実質ゼロ排出に向けて GHG 排出削減をする。

■Affordable Home Energy Shot

米国の住宅を脱炭素化し、全米のエネルギーの手頃な価格を改善するために、米国エネルギー省(DOE)は、米国の住宅建築物を脱炭素化するためのコストを削減することを目的としている。このエネルギー アースショットを通じて、DOE は住宅のアップグレードにかかる初期費用を少なくとも 50% 削減し、10 年以内に光熱費を 20% 削減することを目指している。この大胆な目標を達成するには、あらゆるタイプの建物をアップグレードできる、手頃な価格でスケーラブルなソリューションを提供することが不可欠である。

○ ARPA-E の Start up プログラム

未開発の可能性を秘めた最先端のエネルギー技術の重要な進歩の種を蒔く Seeding Critical Advances for Leading Energy Technologies with Untapped Potential (以下 SCALEUP)プログラムは、ARPA-E の

主な研究開発焦点に基づいて、エネルギーアプリケーションの全領域にわたる高リスクで潜在的に破壊的な新技術の拡張をサポートしている。

ARPA-E が資金提供する技術が、過去および現在において、概念実証のプロトタイプから商業的に拡張可能で展開可能なバージョンの技術に移行し、民間部門からの投資に有利な立場になれるよう支援することが目的となる(図 3.3-3 参照)。

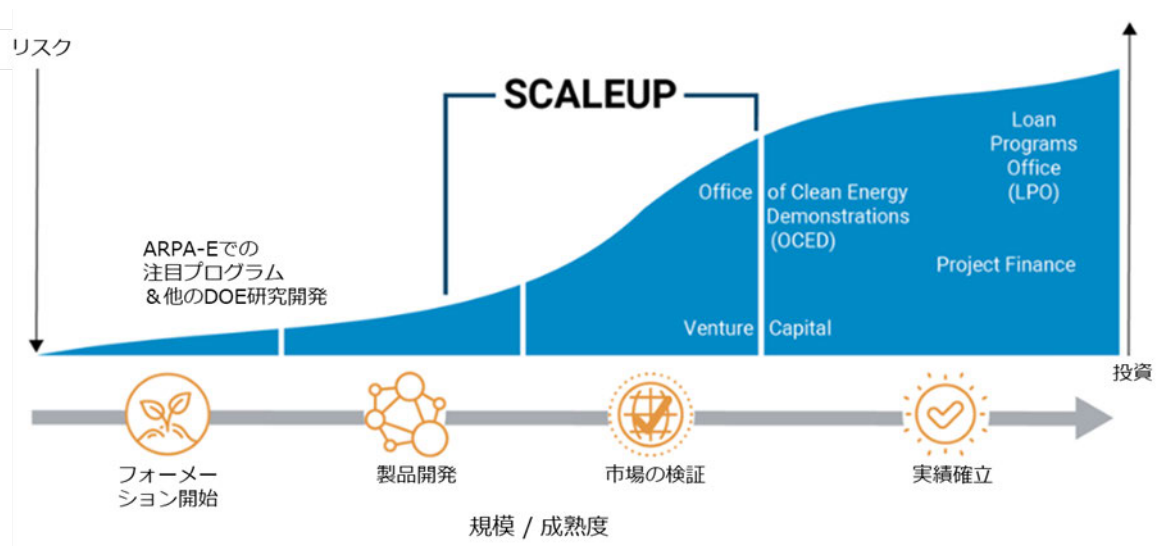


図 3.3-3 研究開発の中での SCALEUP プログラムの位置づけ

出典：ARPA-E 資料³⁸の図をもとに IAE で作成

2019 年から 2021 年にかけて、ARPA-E は 17 件のプロジェクトに 1 億 6,700 万ドル（約 220 億円）以上の連邦資金を提供した。SCALEUP チームは、エネルギー貯蔵から航空、パワーエレクトロニクス、グリッド統合など、さまざまな業界にわたるテクノロジーを開発している。さらに、ARPA-E は、SCALEUP の米国製造要件を通じて、米国の税金によって資金提供された貴重な知的財産が外国の競合他社による採用に対して脆弱になることを防ぎ、最終的には強力な国内サプライチェーンをサポートしてきた。

2023 年 6 月 8 日に新たな公募が公表された。DOE は、クリーンエネルギー導入による排出量削減、重要鉱物の輸入依存の削減、国家としての地位の確保という大統領の目標を支援する 8 つのクリーンエネルギー技術プロジェクトに資金として 1 億ドル（約 138 億円）の助成金を発表した。7 つの異なる州の民間企業が後援する選ばれたプロジェクトは、航空機の電動化、電気自動車の急速充電、先進的な浮体式洋上風力タービン技術など、既存のクリーンエネルギーインフラを強化する新しい技術を開発していく。革新的なエネルギー技術開発と導入は、2050 年までに実質排出量ゼロを達成するという政権目標を達成するための鍵となる。

³⁸ “ARPA-E Continues Work to Scale High-Risk, High-Potential Transformational Energy Technologies by Unveiling Third SCALEUP Program”

<https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/blog-posts/arpa-e-continues-work-scale-high-risk-high-potential-transformational>

3.3.2.6. 国際協力

○ 二国間の取組み

1) 豪米ネットゼロ技術加速パートナーシップ

オーストラリアと、ゼロエミッション技術の開発と展開を加速し、経済成長を促進しながら温室効果ガスの排出を削減するために重要な鉱物のサプライチェーンで協力するパートナーシップ。

2) 米ブラジルエネルギーフォーラム

ブラジルとの、両国間のクリーンエネルギー協力の強化を目的とした政府間の二国間パートナーシップ。

3) CEID

CEID は、米国とブラジルにおけるクリーン エネルギー技術の導入を促進することを目的とした官民の二国間エネルギー協力である。 CEID は貿易と投資を促進し、米国とブラジル間の協力アジェンダを政府間で情報提供する。

4) LPO-KSURE 覚書

2023 年 9 月 14 日、LPO(融資プログラム局)と KSURE(韓国貿易保険公社)は、協調融資の機会、ベストプラクティスのより良い共有、米国と韓国の民間部門が米国のクリーンエネルギーと製造プロジェクトに大規模に投資する機会の増加を模索する覚書に署名した。

5) インドとのクリーンエネルギーパートナーシップ(Strategic Clean Energy Partnership)

両国は以下を通じてクリーン エネルギーの研究開発を推進している。

① クリーン エネルギー研究推進パートナーシップ

② 再生可能エネルギー技術アクション プラットフォーム

6) イスラエル-米国 二国間産業研究開発財団 (BIRD : Binational Industrial Research and Development)

米国とイスラエルの大学と民間部門の協力を促進し、クリーン エネルギー技術の研究開発を実施する。

○ 多国間の取組み

1) グローバル・クリーンエネルギー・アクション・フォーラム(GCEAF)

2022 年 9 月 21 日から 23 日にかけて開催された GCEAF は、クリーン エネルギーへの移行を加速するために、ビジネス フォーラム、閣僚会議、200 を超えるサイド イベント、9 つの円卓会議を開催し、世界のイノベーションと導入コミュニティを結集した。

2) ネットゼロの世界

DOE の 10 の国立研究所を利用して、需要に応じた技術支援を提供する政府全体のプログラム。 このプログラムは、新興国(アルゼンチン、チリ、エジプト、インドネシア、ナイジェリア、シンガポール、タイ、ウクライナ)がクリーン エネルギー目標を達成するために、ネット ゼロ経路の開発、エネルギー計画活動の実施、政策の実施、プロジェクト投資の誘致を支援する。

3) 米国 EU 貿易技術評議会(TTC)

政府資金による選択的車両充電インフラの導入に関する大西洋横断技術共同勧告の発行。 車両とグリッドの統合の公開デモンストレーションのための大西洋横断技術共同勧告の発行。 2 つの関連する関係者ワークショップ。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

MI 運営委員会の議長と委員を運営委員会に参加させている。ゼロエミ海運ミッションでは、グリーン輸送の事前フィージビリティスタディを実施した。CDR ミッションではイノベーションロードマップの作成を主導し、国立エネルギー研究所 (NETL) の EDX プラットフォームを活用し、メンバーのためのデータ共有プラットフォームを立ち上げた。CDR Launchpad を立ち上げ、大規模実証・試験プロジェクトに関する情報共有を促進した。また BiCRS、マッピング、LCA に関する専門情報をウェビナーを通じて提供した。クリーン水素ミッションでは、コスト削減のための研究・開発・イノベーションを促進した。水素バレー、水素経済のスケールアップに向けた基盤を整え、地域水素ハブのため、米国は 80 億ドル (約 1 兆円) を供出すると発表している。MI ファイナンス・ダイアログでは、クリーンエネルギー実証プロジェクト立ち上げの際の新技术のリスク軽減とスケールアップのための資金調達が重要であり、DOE は「MI ファイナンスマスタークラス」という MI シンクタンク初のイベントを開催した。

3.3.3. 欧州連合 EU

3.3.3.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針³⁹

○ Horizon Europe

「Horizon Europe」は、欧州連合（European Union：EU）の枠組みプログラム（Framework Program：FP）として 2021 年からはじまった。第一の柱「卓越した科学」、第二の柱「グローバルチャレンジ・欧州の産業競争力」、第三の柱「イノベティブ・ヨーロッパ」および、「参加拡大と欧州研究圏（ERA）強化」、補完プログラムである Euratom と防衛研究・開発への資金提供を目的とした「欧州防衛基金（EDF）」から構成されている。

Horizon Europe ではインパクト志向の取り組みが新たに三つ導入された。一つ目は EU 全体の基本政策と同じ方向を向かうよう策定された「戦略計画」であり、主に第二の柱に焦点を当ててインパクト主導の設計にしている。二つ目は「ミッション」の導入であり、社会の関心が高い複数の地球規模課題に横串を刺すようなインパクト重視のミッションが策定された。三つ目は「欧州イノベーション会議（European Innovation Council：EIC）」の新設である。EIC は、破壊的技術や革新的なイノベーションへの助成・投資によって、革新的な技術やイノベーションの特定・発展・拡大を目的としており、Horizon2020 で実施されていた複数の個別プログラムを EIC の傘下で再編した。国際協力に関しては、以前の FP では準加盟が認められていなかった非欧州圏の国々も、Horizon Europe では一定の条件を満たせば、準加盟国として全体プログラムへの参加が可能となった。EU を離脱した英国も、Horizon Europe への準加盟国としての参加について欧州委員会と 2023 年 9 月に合意し⁴⁰、英国の研究者および参加機関は 2024 年 1 月よりイギリス政府より助成を受けることが可能になった。

Horizon Europe の全体プログラム評価では、科学、社会、技術の 3 つ側面から、「重要なインパクトの道筋（Key Impact Pathway）」を設定し、インパクト志向の評価指標でその成果を測ることになっている。Horizon Europe について分析した JST-CRDS 報告書⁴¹では、Horizon Europe の制度設計に見られる EU の特徴（強み）について、以下の 5 点があるとまとめている。

- (1) 数年をかけての綿密な全体制度設計
- (2) 個別プログラム単位での設計・評価・改善
- (3) 全体・個別プログラムにおける予算の柔軟な運用
- (4) 政策の一貫性
- (5) 他の政策・プログラムとのシナジー、総局（Direct-General, DG: 日本の省庁に相当）間の連携

○ 欧州イノベーションアジェンダ（EIA）

欧州委員会は、2022 年 7 月に欧州イノベーションアジェンダ（European Innovation Agenda：EIA）を採択した。EIA では、ディープテックイノベーションに焦点を当て、グリーン移行、デジタル移行を強化するため、スタートアップ企業の資金調達環境改善、公共調達の充実や規制緩和、人材育成・誘致等を進める。5 つのフラグシップと 25 のアクションを設定しており、表 3.3-2 にその例を示す。

³⁹ <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-02.pdf>

⁴⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4374

⁴¹ <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/OR/CRDS-FY2021-OR-02.pdf>

表 3.3-2 EIA のフラグシップとアクション例

フラグシップ		アクション例
1	ディープテックスケールアップへのファンディング	・上場法の提案 ・リスク資本のための欧州スケールアップアクションメカニズムの拡充
2	実験空間や公共調達を通じたディープテックイノベーションの実現	・AIイノベーションのためのテスト実験施設の立ち上げ ・イノベーション調達に関する専門家助言サービスの開始
3	EU 全域のイノベーションエコシステム強化とイノベーション格差への対応	・地域のディープテックイノベーションバレーの確立・接続 ・Scaleup100（欧州の有望なスタートアップ100社を選定）の実施
4	ディープテック人材の育成・誘致・保持	・ディープテック人材を3年間で100万人育成 ・ストックオプションに関する最良事例の交換
5	政策決定ツールの改善	・スタートアップ、スケールアップ、ディープテックイノベーションの定義に関する報告書の発行 ・各加盟国の利害関係者が集まるフォーラムの役割強化

出典：JST CRDS 資料 CRDS-FY2021-OR-2

3.3.3.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

EU の執行および政策決定機関としての機能を担う欧州委員会（European Commission）は 27 名の欧州委員（閣僚に相当）で構成される合議体であり、各委員が担当している総局(DG)は各省庁に相当し、総局・局で 3 万人余りの職員が働いている。欧州議会選挙により 2019 年 12 月より新体制となり 5 年の任期である。EU の科学技術・イノベーション政策は、研究・イノベーション総局（Directorates-General Research and Innovation: DG RTD）が所管しており、Horizon Europe の策定・実施に際しても中心的な役割を担っている。2019 年に再編され、それまで研究分野ベースの組織体制であったが社会課題に対応する「ヘルシープラネット」や「クリーンプラネット」といった分野横断の局を有する組織へと変化した。各局が多様なトピックに取り組み、重複する分野が多い他の総局とも効率的な連携の促進を目指している。ほかに、コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局（DG Communications Networks, Content and Technology: DG CNECT）、エネルギー総局（DG Energy）、域内市場・産業・起業・小規模企業総局（DG Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs : DG GROW）、気候変動総局（DG Climate Action: DG-CLIMA）、防衛産業・宇宙総局（DG Defence Industry and Space: DG DEFIS）等も、それぞれの担当分野における科学技術・イノベーション政策に関連した政策の形成を行っている。

欧州委員会に対する科学的助言の仕組みとして、科学的助言メカニズム（Scientific Advice Mechanism: SAM）が存在し、主席科学アドバイザーグループ（Group of Chief Scientific Advisors: GCSA）と欧州アカデミーによる政策のための科学的助言コンソーシアム（Science Advice for Policy by European Academies: SAPEA）という 2 つの独立した助言機能をもつ。欧州委員会傘下の総局の一つである共同研究センター（Joint Research Centre : JRC）はシンクタンクとして科学的研究と助言を行っている。また、欧州研究圏・イノベーション委員会（European Research Area and Innovation Committee : ERAC）は、EU 加盟各国に戦略的な助言を行う。

3.3.3.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ EU の政策ガイドライン

「A Union that strives for more: My agenda for Europe」と呼ばれる政策ガイドライン（2019）では、現欧州委員長のフォン・デア・ライエン氏の任期である2019年12月～2024年11月の5年間で取り組む6つの優先課題：1）欧州グリーンディール、2）欧州市民のための経済、3）デジタル時代に適合した欧州、4）欧州の生活様式の保護、5）世界におけるより強い欧州、6）欧州の民主主義のさらなる推進、が示されている。欧州委員会は6つの優先課題の中でも、グリーン化とデジタル移行を特に重視していたが、2020年の新型コロナウイルス危機で域内サプライチェーンの混乱が生じたことや、2022年のロシアのウクライナ侵攻でエネルギー危機が生じたこと等を受け、現在は開かれた戦略的自律性（Open Strategic Autonomy）の確保も重要課題に位置付けられるようになった。これは、できるときは多国間で協力をするが、必要な場合はEU域外への依存を減らしEU単独でも自前でやっていける能力を構築する、という考え方である。2020年以降毎年行われているフォン・デア・ライエン氏の一般教書演説では、これらの優先事項についての成果と、今後取り組んでいく事項が述べられている。また、欧州委員会が毎年策定しているワークプログラム（年次計画）でも、各優先事項で実施すべき計画や戦略が示されている。

○ Fit for 55 proposals

Fit for 55⁴²は、EUの政策が理事会と欧州議会が合意した気候変動目標と確実に一致することを目的として、EUの法律を改正・更新し、新たな取り組みを導入するための一連の提案である。Fit for 55は、2030年までに温室効果ガスの純排出量を少なくとも55%削減するというEUの目標を示しており、気候変動対策で世界をリードしている。以下の一連の提案は、EUの気候目標を達成するための一貫したバランスの取れた枠組みを提供することを目的としている。

- 公正かつ社会的に公平な移行を保証
- 第三国の経済運営者との平等な競争条件を確保しながら、EU産業のイノベーションと競争力を維持・強化
- 気候変動と世界的な闘いを主導するというEUの立場を裏付ける

2023年COP28において提出した国が決定する貢献（Nationally Determined Contribution：NDC）もFit for 55に即した内容が作成された。また、FIT for 55の実現を前提として、2024年2月には欧州委員会はEUの2040年の気候目標を1990年と比較してGHG純排出量90%削減とすることを提案している。

○ 欧州グリーンディール

2019年12月に欧州委員会は「欧州グリーンディールに関する政策文書」⁴³を発表した。欧州グリーンディールでは、2050年にEUを温室効果ガス排出実質ゼロとなる世界初の気候中立大陸とすることを具体的な目標に掲げ、炭素集約的活動に依存した地域を支援する「公正な移行」を実現、2030年までに

⁴² Fit for 55: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

⁴³ European Commission, “The European Green Deal”, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF

温室効果ガスを 1990 年比で 55%削減することを目指している。

欧州グリーンディールでは、必要な投資を得るための計画や地域向けの支援枠組みから、生物多様性や化学物質、森林、洋上再生可能エネルギーといった個別テーマに焦点を当てた戦略など、環境・エネルギー分野の主要戦略・計画が発表されている。全セクターを網羅しているが、特に輸送、エネルギー、農業、建設のほか、鉄鋼、セメント、ICT、繊維、化学等の産業を対象としている。また、金融面で欧州グリーンディールを支える仕組みとして、タクソノミー規則も導入されている。

○ REPowerEU 計画

エネルギー安全保障確保のため 2030 年までにロシア産化石燃料から脱却することを目指し、欧州委員会は「RePower EU 計画」⁴⁴を 2022 年 5 月に発表した。この計画では、2030 年までの省エネ効率化目標の 2020 年比 9%から 13%への引き上げ、2030 年の再生可能エネルギー比率目標の 40%から 45%への引き上げ等を掲げている。具体的には、例えば、屋根置き太陽光発電の一部導入義務化等を定めた「EU Solar Strategy」や、クリーン水素の製造と輸入を抜本強化する「水素加速化計画」などを策定している。目標達成に復興基金の「復興・強靱化ファシリティ (RRF)」を活用し、2027 年までに 2,100 万ユーロ（約 290 億円⁴⁵）の追加投資が必要としている。

○ Environment Action Programme (EAP)

「環境行動計画 (Environment Action Programme : EAP)」(1973 年～) は、EU の環境政策を主導する計画であり、2030 年までの欧州環境政策の指針として、2022 年に第 8 次 EAP が発効された⁴⁶。第 8 次 EAP では、欧州グリーンディールに基づき、人類の幸福と繁栄が健全な生態系に依存していることを認識し、気候変動に中立で資源効率の高い経済への移行を加速することを目的としている。

○ グリーンディール産業計画⁴⁷

2023 年 2 月にはネットゼロ技術・製品の製造能力拡大の環境支援を目的としてグリーンディール産業計画 (Green Deal Industrial Plan : GDIP) を発表した。これはグリーンディールと REPowerEU の取り組みを補完するものであり、(1) 投資環境を改善するための規制緩和、(2) 投資誘致のための財政支援、(3) 人材育成、(4) ネットゼロ技術や原材料の確保のための貿易推進を 4 つの柱としている。

規制緩和に関しては、欧州委員会は 2023 年 3 月にネットゼロ産業法案と重要原材料法発表を発表した。

ネットゼロ産業法は、グリーン産業政策を強力に推進するものであり、ネットゼロ技術製造にかかわる許認可プロセスと規制環境の改善、CCS の拡大、市場へのアクセス、スキル向上、イノベーションの推進などを掲げている。2023 年 10 月には EU 蓄電池戦略を発表しており、自動車の電動化の推進と、EU 域内生産を産業政策、及び経済安全保障政策として促進する。

重要原材料法は、銅や希少金属など 35 品目を重要原材料 (Critical Raw Materials : CRMs) または戦略

⁴⁴ European Commission, “RePower EU Plan”, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

⁴⁵ 138 円/ユーロ換算 (OECD Exchange rates 2022 年から計算)

⁴⁶ 第 8 次 EAP の発効 https://environment.ec.europa.eu/strategy/environment-action-programme-2030_en

⁴⁷ <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2023/1101/692bdf5a7cb9b22e.html>

原材料(Strategic Raw Materials: SRMs)に指定し、EU 域外依存を低下させることを目的とした経済安全保障政策である。

○ Horizon Europe におけるカーボンニュートラルへの取り組み

Horizon Europe (FP9 2021-2027) の予算総額は 955 億ユーロ (約 132 兆円) /7 年であり、欧州グリーン・ディールの一環として、全体予算の 35%以上を気候変動対策に充てる。図 3.3-4 に Horizon Europe の構成とそれぞれの予算内訳を示す。

第二の柱のクラスタごとの個別研究課題とともに、クラスタ横断型の新規取り組みとして、社会課題の解決を目指す「気候変動への適応」「がん」「海洋・水」「気候中立・スマートシティ」「食糧・土壌」の 5 つのミッションエリアが設定され、その実現に向けた取り組みが進められている。気候変動に関連するトピックとしては、第二の柱では、「気候・エネルギー・モビリティ」クラスタ (153 億ユーロ：約 21 兆円)、「食料・バイオエコノミー・資源・農業・環境」クラスタ (90 億ユーロ：約 12 兆円) が対応する。ミッションは横断型であるためクラスタと部分的に重複するが、5 つのミッションのうちカーボンニュートラルに関連するものとしては、気候変動への適応 (3 億 6836 万ユーロ：約 0.5 兆円)、気候中立・スマートシティ (3 億 5929 万ユーロ：約 0.5 兆円) がある。また、Horizon Europe の補完プログラムとして Euratom (欧州原子力共同体) に 2021~2027 年で 17 億 5,700 億ユーロ (約 2.4 兆円) が配分される予定である。

EU の産学官共同の研究イノベーション活動として、欧州共同事業 (パートナーシップ) が実施されている。1) 制度型、2) 共同出資型、3) 共同プログラム型に類型されており、第 2・第 3 の柱において 49 の共同事業が運営されている。表 3.3-3 に、Horizon Europe のエネルギー関連の主なパートナーシップを示す。

第一の柱 (最先端研究) 「卓越した科学」	250億	第二の柱 (社会課題解決) 「グローバルチャレンジ・欧州の産業競争力」	535億	第三の柱 (市場創出支援) 「イノベティブ・ヨーロッパ」	136億
欧州研究会議 (ERC)	160億	6つの社会的課題群 (クラスター) ・健康 ・文化、創造性、包摂的な社会 ・社会のための市民安全 ・デジタル、産業、宇宙 ・気候、エネルギー、モビリティ ・食料、バイオエコノミー、資源、農業、環境	515億 (82億) (23億) (16億) (153億) (151億) (90億)	欧州イノベーション会議 (EIC)	101億
マリー・スクワッドフスカ・キュリー・アクション (MSCA)	66億			欧州イノベーション・エコシステム	5億
研究インフラ	24億	共同研究センター (JRC)	20億	欧州イノベーション・技術機構 (EIT)	30億
参加拡大と欧州研究圏 (ERA) 強化					34億
参加拡大とエクセレンス普及		30億	欧州研究・イノベーション (R&I) システムの改革・強化		4億
合計					955億

図 3.3-4 Horizon Europe の構成と予算内訳

出典：JST CRDS 資料 CRDS-FY2021-OR-2

表 3.3-3 Horizon Europe のエネルギー関連の主なパートナーシップ

型	パ ー ト ナ ー シ ッ プ	推定予算額		EU のコミッ ション		内容
		億€	億円*	億€	億円*	
制度化	クリーン水素	20	2800	12	1700	クリーン水素の製造・流通、削減困難な地域の低炭素水素の流通、貯蔵および最終用途への応用の水素サプライチェーンに関して活動
	クリーン航空	41	5700	17	2300	航空機技術を統合し実証する。GHG 排出量を 2030 年までに 2020 年の最先端技術と比較して 30%以上削減し、2050 年までに気候中立な航空の実現のための基を築く
	欧州鉄道システムの転換	12	1700	6	830	欧州の単一鉄道の達成に貢献し、持続可能な欧州鉄道システムの実現と世界的に競争力のある発展を目指す
	EIT エネルギー	-		-		エネルギー分野において産業・研究・高等教育の間で持続可能で長期にわたる運営フレームワークを構築、管理することをその使命としている。
共同プログラム	バ ッ テ リ ー (BATT4EU)	18.5	2600	9.25	1300	2030 年までに欧州のイノベーションエコシステムを確立し、競争力があり持続可能で循環的な蓄電池バリューチェーンを強化する
	ゼロエミ水上輸送 (ZEWT)	38	5200	5.3	730	全ての主要な船舶タイプとサービスに対するゼロエミッションソリューションの提供と実証
	ゼロエミ道路輸送 (2Zero)	12.3	1700	6.15	850	システムアプローチによる欧州における排ガス排出量ゼロの道路輸送の開発を加速するための野心的な研究プログラムを設定。共通のビジョンを策定し、気候変動に中立でクリーンな道路輸送システムに向けた複数の利害関係者のロードマップを提供。
	人間中心の持続可能な建築環境 (Built4People)	7.8	1100	3.8	520	バリューチェーン全体の統合。建築分野における人を中心としたイノベーションの加速。
	ク リ ー ン 鉄 鋼 (CSP)	17	2300	7	970	CO2 分離回収技術を開発し 2030 年までに大規模にテストする。鉄鋼生産からの CO2 を 90 年比 80~95% 削減する技術を開発し、最終的に気候中立につなげる。
	プロセス・フォー・プラネット (Processes4Planet)	26	3600	13	1800	欧州のプロセス産業の変革を目的とした分野横断的な R&I を実施。
共同出資	クリーンエネルギー移行(CET)	7.9	1100	2.1	290	EU と加盟国および関連国間の資金提供プログラム。革新的な研究開発とイノベーションにより、クリーンエネルギーへの移行をあらゆる次元で加速する
	持続可能な未来のための都市移行加速 (DUT)	4.35	600	1.3	180	SDG11（持続可能な都市とコミュニティ）とその目標に貢献。すべての SDGs の年の側面に取り組む

出典) MI Insight を元にエネ総研作成

※138 円/ユーロ換算

3.3.3.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

EU のファンディングシステムには、EU 加盟国を対象とした複数年にわたる研究開発助成プログラムである枠組みプログラム（Framework Programme：FP）があり、第 9 期 FP 2021～2027 年が実施されている。研究助成については、欧州研究会議（European Research Council：ERC）⁴⁸は EU の研究資金配分機関であり、学際・新興分野の研究、ハイリスク・ハイリワード研究、若手研究者への助成を行っている。マリー・スクウォドフスカ・キュリー・アクション（Marie Skłodowska-Curie Actions：MSCA）⁴⁹では、研究者の長期的なキャリアに投資をしている。

後述する EU 排出量取引システム（EU-ETS）の収益はイノベーション基金に利用されており 2022 年の公募予算は 30 億ユーロ（約 4.1 兆円）と前年比約 2 倍となった。この基金は、クリーンエネルギー実証基金の優先事項と密接な関係を持つ。イノベーション基金を通じて、世界初の水素鉄鋼プラントに資金を提供し、電解槽、CCUS、再生可能エネルギー、エネルギー貯蔵、エネルギー多消費産業におけるプロセスへの投資拡大も期待されている。

○ カーボンプライシング

EU 排出量取引システム（EU-ETS）は 2005 年より実施されており、現在は第 4 フェーズに入っている。エネルギー多消費企業、航空会社に加え、海運・道路輸送・建築物が対象事業に追加されている。EU-ETS は EU 排出量の 40%をカバーしており、無償枠である割当総量は年次 2.2%逡減している。

カーボンニュートラルに向けた ETS の問題点として、排出削減費用に伴う国際競争力の低下を招く炭素リーケージ（国内市場が炭素効率の低い輸入品に脅かされ国内生産が減少すること）のリスクのある業種があることが指摘されており、ベンチマーク方式で無償割り当てが設定されている。また、国際競争力確保のために、環境規制の緩い国からの輸入品に対する事実上の関税として、国境炭素調整措置（Carbon Border Adjustment Mechanism：CBAM）が導入されている。2023 年 10 月から移行期間として関係業者に CO2 排出量報告義務を課しており、2026 年より CBAM 証書を EU-ETS 市場価格に基づき販売、実質的な輸入課金開始の見通しとなっている。鉄鋼、セメント、アルミニウム、肥料、電力、水素等が対象であり、今後は分野拡大が検討されている。EU 加盟国および欧州自由貿易連合 EFTA 諸国からの域内輸入は対象外となる。現時点では、米国からの輸入が多い有機化学製品は対象外となっており、WTO ルール違反の懸念から、輸出に対する国境調整（還付）はしないこととなっている。また、カーボンニュートラル実現に向けて EU-ETS の無償割り当てを置き換えてその排出量を削減させていくことが考えられている。

○ 金融に関する取り組み

EU はサステナブル・ファイナンスの規制枠組みの構造を定めてきており、2020 年には企業や投資家に対してその経済活動が環境・気候面で持続可能かどうかを特定するための指標となる分類システムと

⁴⁸ <https://erc.europa.eu/>

⁴⁹ <https://marie-sklodowska-curie-actions.ec.europa.eu/about-msca>

してタクソノミー規則を施行した。EU の企業サステナビリティ報告指令（Corporate Sustainability Reporting Directive：CSRD）の対象となる企業は、欧州サステナビリティ報告基準（European Sustainability Reporting Standards：ESRS）と EU タクソノミーに基づく報告が義務付けられている。タクソノミーの 6 つの目標 1）気候変動の緩和、2）気候変動への適応、3）水と海洋資源の保護、4）循環経済への移行、5）汚染の防止、6）生物多様性と生態系の保護は気候委任法および環境委任法にて定義されており、2023 年 6 月にサステナブル・ファイナンス政策パッケージが公表された⁵⁰。

3.3.3.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ 欧州イノベーション会議（EIC）

EIC は、破壊的技術や革新的なイノベーションへの助成・投資によって、革新的な技術やイノベーションの特定・発展・拡大を目的とした機関である。予算は 7 年間で 101 億ユーロ（約 14 兆円）であり、そのうちの 7 割は中小企業・スタートアップ向けに確保されている。

表 3.3-4 に、EIC の研究段階の特徴を示す。2021 年からの EIC では、「Pathfinder」、「Transition」、「Accelerator」という研究段階に応じた 3 制度（scheme）で公募を実施し、採択プロジェクトへの助成や株式投資、融資を進める。それぞれで分野を定めないボトムアップ的な公募（オープン）と、特定分野を定めてトップダウン的に実施する公募（チャレンジ）の 2 種類がある。スタートアップに特化しているのは Accelerator であり、助成金に加えて投資や融資を受けることができる。両者を受ける Blended、助成金みの Grant only、助成金後の投融資を判断する Grant first の 3 タイプがある。これらの 2023 年の予算総額は約 16 億ユーロ（約 2.2 兆円）であり、Pathfinder が 3.43 億ユーロ、Transition が 1.283 億ユーロ、Accelerator が 11.3 億ユーロとなっている⁵¹。

表 3.3-4 EIC の研究段階の特徴

タイプ	Pathfinder		Transition		Accelerator	
	オープン	チャレンジ	オープン	チャレンジ	オープン	チャレンジ
目的	概念実証・革新的技術の科学的基礎検証		実環境での技術検証・実証、市場準備		中小企業・スタートアップのイノベーション拡大	
TRL	1～4		4～6		5～8	
申請要件	異なる EU 加盟・準加盟国 3 ヶ国・3 機関以上のコンソーシアム		Pathfinder、FET、ERC 概念実証で採択経験のある単独機関もしくは 2～5 機関の小コンソーシアム		EU 加盟・準加盟国の中小企業・スタートアップ、または企業を立ち上げる意思のある個人	
助成金額（ユーロ）	最大 300 万	最大 400 万	最大 250 万		グラント：最大 250 万/2 年 投融資：50 万～1,500 万	
助成期間	定め無し		定め無し		通常 7～10 年、最長 15 年	

出典：JST CRDS 資料 CRDS-FY2021-OR-2

⁵⁰ https://finance.ec.europa.eu/publications/sustainable-finance-package-2023_en

⁵¹ <https://crds.jst.go.jp/dw/20230113/2023011334126/>

○ 欧州イノベーションエコシステム

欧州イノベーションエコシステムでは、EIC や EIT（後述）、さらには Horizon Europe 全体の革新的な活動と補完する形で、欧州全体のイノベーションエコシステムの改善を目的とする。7 年間で 5 億 2,700 万ユーロ（約 0.7 兆円）が措置されている。2021～2022 年のワークプログラムでは、国、地域、地方のエコシステムの既存の強みを利用した CONNECT、欧州企業の拡大のためにエコシステム内・エコシステム間のネットワークを強化した SCALEUP、革新的な中小企業パートナーシップである INNOVSMES の 3 つの目標が設けられている。このうち、INNOVSMES の支援に、予算の半分以上が措置される見込みである。また、EU のイノベーションエコシステムの発展に資する調整や議論を行う場となる「EIC フォーラム」の立ち上げにかかる費用も拠出される。

○ 欧州イノベーション・技術機構（EIT）

EIT は、起業家人材の育成支援をし、「イノベーターや起業家が社会的課題に対する世界クラスのソリューションを開発し、経済成長と雇用の創出を可能とする先導的な欧州のイニシアティブになること」というビジョンを掲げている。また、ミッションとして、「主要な企業・教育・研究機関間の協力を促進・強化することで、欧州の競争力、持続可能な経済成長、雇用創出を向上すること」と「創造的で革新的な思考が繁栄するための環境を創出することで、欧州のイノベーションと起業家精神を強化すること」の 2 つを掲げている。分野別の産学官コンソーシアムである知識・イノベーションコミュニティ（KICs：Knowledge and Innovation Communities）は EIT から資源配分され欧州の複数の大学に拠点を設け、教育・研究に取り組む。

○ EIC データハブ

EIC によるプロジェクトデータベース⁵²があり、2013-2023 年のプロジェクトをカバーしている。トータルで 57 COUNTRIES, 6906 PROJECTS, 7661 PARTNERS, 6930 COORDINATORS, 7159M€ ALLOCATED をカバーしており、Accelerator, Pathfinder Open, Pathfinder Proactive, Fast Track to Innovation (FTI), SME Instrument Phase 1 (2014-2019)のデータを総括している。環境・エネルギー以外にも、医療、情報などのイノベーションプロジェクトの概要を掲載（予算額、支援額、参加機関、コーディネート機関）しており、マップ機能（図 3.3-5）もある。

⁵² <https://eic.easme-web.eu/#>

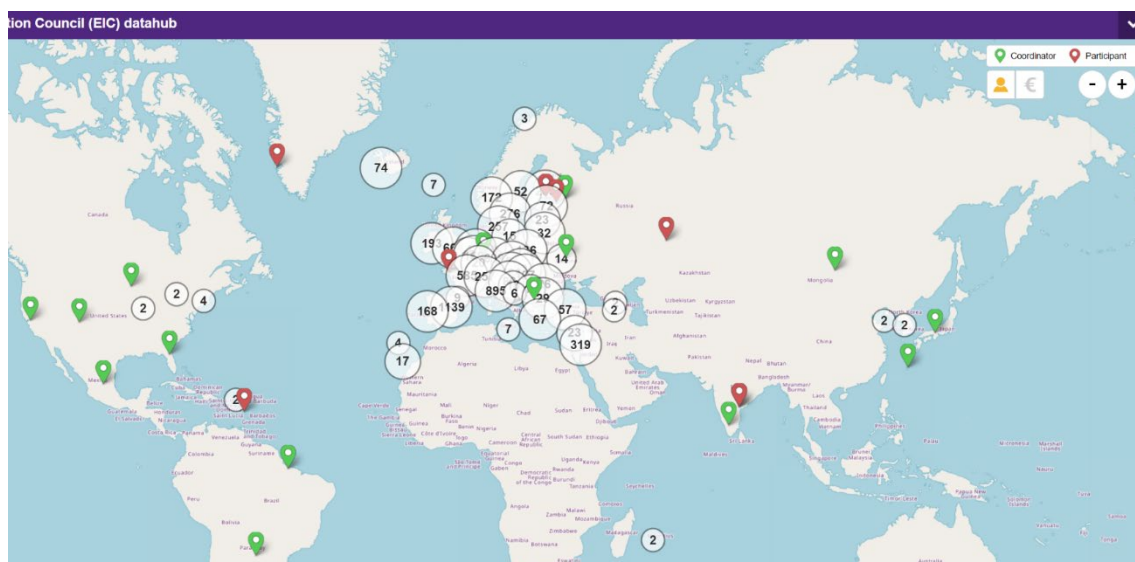


図 3.3-5 EIC プロジェクトデータベースのマップ機能

■EIC datahub 国別マクロ指標

EIC のマクロ指標として、EIC の割当資金額、参加企業、プロジェクト数の国別順位を図 3.3-6 に示す。上位の国は以下となっている。

割当資金額：フランス、ドイツ、スペイン、オランダ、イタリア

参加企業数：スペイン、イタリア、ドイツ、イギリス、フランス

プロジェクト数：スペイン、イタリア、イギリス、ドイツ、フランス

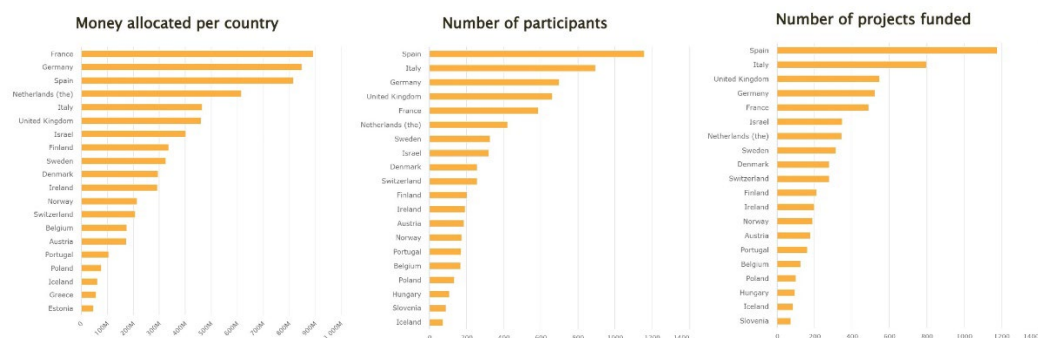


図 3.3-6 EIC の割当資金額、参加企業、プロジェクト数の国別順位

○ Scaleup100（欧州の有望なスタートアップ 100 社を選定）

European Innovation Council Scale Up 100 の下で、EIC はヨーロッパの高成長ディープテックのチャンピオンと将来のユニコーン 100 人による独占的なコミュニティである EIC スケーリングクラブを設立している。同クラブは、企業を欧州全域の規模に拡大できる業者のネットワークに参加させ、同業者の経験を共有し、国際的な事業拡大も支援する。選ばれた企業には、カスタマイズされたコーチングと、企業や投資家などの質の高いビジネスパートナーへのアクセスが提供される。

参加企業は、EIC 受賞者およびその他の国内および欧州のイノベーションプログラム、またはその他

のイノベーションプログラムのポートフォリオから選ばれる。地理的多様性と男女バランスを加味して、革新的なソリューションと技術、および成長実績に基づいて選出される。

3.3.3.6. 国際協力

○ 研究・イノベーションへのグローバルアプローチ

「研究・イノベーションへのグローバルアプローチ」(The Global Approach to Research and Innovation)⁵³は2021年5月に欧州委員会が発表した研究・イノベーション分野における新たな国際戦略であり、他国との協力では、基本的価値観に裏打ちされた、公平な競争条件(level playing field)と相互利益(reciprocity)を前提とすることを明確にしている。この戦略には、研究・イノベーションにおける開放性と基本的価値、公平な競争条件と相互利益の追求、地球規模課題に対するグローバルな取り組み、第三国との協力調整の4項目について今後EUが取るべき重要な行動が明記されている。この中の第三国との協力調整で、主な個別国・地域との研究・イノベーション分野での協力量針を表3.3-5に示す。

表 3.3-5 EUの研究・イノベーション分野における主要各国・地域との協力量針

分類	国・地域	協力量針
非EU先進国・新興国	米国	まず気候、デジタル、エネルギー、環境、ヘルス分野から協力の度合いを高める
	カナダ、日本、韓国、シンガポール、豪州、ニュージーランド	Horizon Europeの準参加のような、より緊密な協力の可能性を探求し協力を強化する
	中国	将来の協力の前提条件となる公平な競争条件と相互利益を確保するために、「将来のEU-中国 科学技術・イノベーション協力に関する共同ロードマップ」の合意に努める
	インド	「EU-インド戦略パートナーシップ」に沿って協力
	ロシア	EUの政策優先課題等を考慮しつつ、R&I分野で協力し、人的交流を維持する(ウクライナ侵攻を受け交流は中断状態にある)
欧州近隣諸国・英国	全般	Horizon Europeへの準参加を含め、特別の優先を与える
	英国	Horizon Europeに準参加することで、R&IにおいてEUとの強力なつながりを維持
アフリカ・中南米・その他	アフリカ	Horizon Europeで「アフリカ・イニシアチブ」を立ち上げ、公衆衛生、グリーン移行、雇用創出のための技術・イノベーション、科学・高等教育のための能力構築での協力を支援
	中南米	Horizon Europeの下、EU-CELAC(ラテンアメリカ・カリブ諸国共同体)戦略ロードマップの実施を支援
	東南アジア	ASEAN-EU 科学技術対話を支援

出典：JST CRDS 資料 CRDS-FY2021-OR-2

⁵³ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/europe-world/international-cooperation/global-approach-research-and-innovation_en

○ Horizon Europe の国際連携の取り組み

Horizon Europe では、欧州近隣国だけでなく、価値を共有する科学技術先進国の準参加(association)を推進しており、準参加国 (associated country) ⁵⁴の国の研究者も助成を受けることができる。また、所得の低い第三国も資金提供の対象となる。その他の非 EU 諸国

も資金提供は受けられないが、参加することができる。参加可能な国は EU 加盟国 1 機関 + EU 加盟国/アソシエイト加盟国 (AC) 2 機関であり、日本法人は第三国の立場から参加が可能であり、助成金の配分は EU/AC に設立された日系企業も含まれるが、所得の高い第三国は対象外となるため、予算を国内で独自に確保するか、例外的助成を申請する必要がある (2024 年 2 月時点)。

アフリカ諸国との国際協力にも力をいれており、例えば、バイオマスガス化による農業や食品産業からのバイオマス廃棄物価値化のための、実証機の建設を実施する REFLECT AFRICA や、グリーン移行とエネルギーアクセスを加速するための持続的なエネルギーソリューションを開発・試験する SESA などのプロジェクトが実施されている。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

欧州委員会は 7 つの MI ミッションすべてに参加しており、特にクリーン水素ミッションと都市移行ミッションに重点を置いており、欧州委員会は引き続き共同主導的な役割を果たしている。

都市移行ミッションの共同リーダーとして、欧州委員会は 2023 年 7 月に EU の資金 200 万ユーロ (約 28 億円) を受けて、都市と気候に関するグローバル知識交換センターを立ち上げた。さらに、都市移行促進に関する欧州パートナーシップ (DUT)、ジョイント・パートナーシップ・イニシアチブ (JPI) 都市ヨーロッパの枠組みの中で、欧州委員会は都市 R&I の国際呼びかけで MICall22 に 3,700 万ユーロ (約 510 億円) 以上の資金を提供して貢献した。2023 年の公募においても 3,700 万ユーロ (約 510 億円) の資金が提供される。

クリーン水素ミッションの共同リーダーとして、同委員会はクリーンエネルギー移行パートナーシップを通じて水素に関する共同 MICall2023 に貢献している。欧州委員会の科学および知識サービスである共同研究センター (JRC) は、MI イノベーションプラットフォームのインサイトモジュールを主導している。

アフォーダブル建物冷暖房に関する国際持続可能な航空燃料に関するイノベーションコミュニティのメンバーとして、MI イノベーションプラットフォームの連携モジュールにも参加している。

MI 運営委員会の副委員長、MI 事務局に人的資源を提供して貢献している。

⁵⁴ 2023 年 2 月現在、次の 18 の国・地域が準参加協定を締結している。アルバニア、アルメニア、ボスニアヘルツェゴビナ、フェロー諸島、ジョージア、アイスランド、イスラエル、コソボ、モルドバ、モンテネグロ、北マケドニア、ニュージーランド、ノルウェー、セルビア、チュニジア、トルコ、ウクライナ、イギリス

https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/common/guidance/list-3rd-country-participation_horizon-euratom_en.pdf

また、グリーン電力（GPFM）の活動にも積極的にサポートしている。スペインとイタリアが中国と共にリードして GPFM の国家パイロットプロジェクト報告書を作成しており、そこでは Horizon により資金提供した 13 のプロジェクトが含まれている。

3.3.4. ドイツ

3.3.4.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

ドイツは連邦政府と16の州政府から構成されており、多くの権限が各州に属している。科学研究は連邦と州双方が立法権限を持ち、教育については州の権限になっている。また産業政策も各州が独自に実施している。科学技術イノベーション政策指針としては、連邦教育研究省（Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)）のリーダーシップの下、各省庁を横断するイノベーション戦略として、2023年7月に「研究とイノベーションの未来戦略（Zukunftsstrategie Forschung und Innovation）」をまとめた。これは連邦政府と州政府の協力に基づき研究を助成するため、2006年から進められてきたハイテク戦略（High-tech Strategy）の3期目となった「ハイテク戦略2025」（2018-2021）に替わるものである。

このイノベーション戦略では、技術のリーダー的地位、研究成果の移転促進、オープン性の強化を3つの包括的な目標として設定し、6つの中心的なミッション（1）資源に配慮した経済とモビリティ、2）気候保護と生物多様性の保全、3）健康、4）デジタルと技術主権、5）宇宙と海洋研究、6）社会的レジリエンス）を定義した。この戦略により、研究とイノベーションの枠組み条件を改善するための適切なガイドラインを策定し、基礎研究から実践的な応用研究も推進する。グローバルな課題解決のため、EUに限らず、他の国際的・地域的な協力を行い、またその方針については直接的な市民の参加と協同の機会を設けるとしている。

3.3.4.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

ドイツのSTI政策は連邦教育研究省（BMBF）⁵⁵が主に所管している。BMBFは連邦政府の研究開発関連予算の約60%を管理し、組織内にも研究開発戦略を調整・調査・立案などをする部署を設けている。各分野のSTI政策については、連邦経済気候保護省（BMWK）⁵⁶、連邦食料・農業省（BMEL）⁵⁷、連邦交通・デジタル交通省（BMDV）⁵⁸、連邦環境・自然保護・原子力安全・消費者保護省（BMUV）⁵⁹などが関わっており、特にBMWKは連邦政府の支出する研究開発予算の約20%を管理している。

大学の研究力強化はドイツの最優先事項の一つである。研究資金助成機関としては、BMBFを所管省として、ドイツ研究振興協会（DFG）が主に大学における基礎研究への助成を管理している。研究開発実施機関としては、大学の他に公的助成を受ける研究協会、連邦政府や州政府直属の研究所、科学アカデミーなどがあり、また民間企業などによる研究開発も活発である。クリーンエネルギーに関わる研究機関としては、フラウンホーファー研究機構、ユーリッヒ研究センター、カールスルーエ工科大学、アーヘン工科大学などの組織がある。

⁵⁵ Bundesministerium für Bildung und Forschung <https://www.bmbf.de/>

⁵⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz <https://www.bmwk.de/>

⁵⁷ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft <https://www.bmel.de/>

⁵⁸ Bundesministerium für Digitales und Verkehr <https://bmdv.bund.de/>

⁵⁹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz <https://www.bmuv.de/>

3.3.4.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ 国家持続可能性戦略

国家持続可能性戦略を 2021 年に更新した⁶⁰。この戦略は SDGs に基づき重要項目を含む分野での変革を促している。「気候保護プログラム 2030」（2019 年）をうけて、「気候保護法」を定め、毎年の CO₂ 排出量削減目標を示し、法的拘束力が付与された。また、建築分野の省エネの余地が大きいと推定し、政府補助金 60 億ユーロ（約 8300 億円）⁶¹を拠出した（2021 年）。

2021年には改正気候保護法を成立させ、2030年の排出削減目標を1990年比55%減から65%減に引き上げ、気候中立目標を2045年に前倒し、また、緊急プログラム2022を発出し2022～25年において総額80億ユーロ（約1.1兆円）以上の追加投資を決めた⁶²。

また、国家安全保障戦略（2023年）でも、安全保障の柱として、強固な防衛、レジリエンス、持続可能性の3つを掲げ、エネルギー供給の安全性や気候変動を含めた予防に取り組むことを示している⁶³。

○ 第7次エネルギー研究計画「エネルギー転換のためのイノベーション」

第7次エネルギー研究プログラムでは、重点分野としてエネルギー効率化と再生可能エネルギーが指定されており、政府は2018年から2022年までに合計で64億ユーロ（約8800億円）を投じる。BMWKに加え、BMBF、BMELがこのプログラムに関与している。従来の重点テーマに加え、エネルギーシステム統合ならびにエネルギー貯蔵に関する研究開発を推進する方針を打ち出している。BMBFのエネルギー分野での研究助成は、エネルギー研究と他分野（材料科学、ナノ技術、レーザー、マイクロシステム、気候研究等）とのネットワーク化・融合研究に重点を置いている。

その進捗報告である「エネルギー研究に関する第7次連邦報告書 2023」⁶⁴によると、2022年に連邦政府は、約 15 億ユーロ（約 2100 億円）でエネルギー転換の研究を支援した。うち、クリーンエネルギープロジェクト事例として、OffsH2ore：洋上風力発電による海上での直接水素生産、Low Ex Bestand：気候に左右されない費用対効果の高い集合住宅暖房、Akzept（受容）：エネルギープロジェクトへの市民参加、および次世代太陽電池の量産化加速などがある⁶⁵。

第8次エネルギー研究計画⁶⁶が2023年10月に発表された。ここでは、2045年に気候中立となるエネルギーシステムを目指し、1）エネルギーシステム、2）熱需要の効率向上、3）再エネによる安定し

⁶⁰ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/03/ac97232e1a2d2ea7.html>

⁶¹ 138 円／ユーロ換算

⁶² <https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/a147a21fe8138847.html>

⁶³ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/06/898920c6b92a8908.html>

⁶⁴ <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Downloads/F/federal-government-report-on-energy-research-2023>

⁶⁵ <https://crds.jst.go.jp/dw/20230718/2023071836045/>

⁶⁶ 第8次エネルギー研究計画（ドイツ語）

<https://www.energieforschung.de/energieforschungsprogramm/energieforschungsprogramm-des-bmwk>

た電力網、4) 水素戦略、5) エネルギー移行の5つのミッションについてとりまとめている。
イノベーションを加速するため、政府は9つのエネルギー研究ネットワークを設立した⁶⁷。

○ 国家水素戦略 National Hydrogen Strategy

2023年7月、ドイツ政府は国家水素戦略の最新版を発表した。この水素戦略は BMWK のイニシアティブとして運用している。水素技術はドイツが炭素排出量を大幅に削減するために利用し、2045年までに気候中立の達成を目指している。2030年の商業化を目指しインフラ整備を含みながらも90億ユーロ（約1.2兆円）規模の大規模投資を予定している。ドイツの水素需要は2030年までに95～130TWh、国内の電気分解の設備容量10GWと、当初の目標の2倍に引き上げた。水素の約50～70%は、主にノルウェーとデンマークからパイプラインを通じて輸入する。研究開発の重点領域は Power-to-X テクノロジー、電化が困難な輸送代替燃料（航空機、船舶、長距離・重量輸送）、暖房用ガスの製造となっている。

生産側へ直接補助金はグリーン水素への投資に限定されるが、CCSを備えた化石燃料から生成される低炭素水素等を使用する用途も、立ち上げ中にサポートができる。また、2024年2月には、炭素管理戦略の骨子を発表し、産業部門のCCSおよびCCUの活用必要性を認め、政府により資金提供することも示している⁶⁸。

○ 「再生可能エネルギー法」の改正案（EEG2023）

再生可能エネルギー法（EEG）を2023年に改正し、2030年までに電力消費量の80%以上を再エネとし、2035年以降は国内で発電・消費される電力部門はほぼ気候中立とすると目標を厳格化した。洋上風力エネルギー法、エネルギー産業法などの関連法と共に改正し、このほか、バイオマス発電や水素の利用を拡大するため、再エネ発電所と水素によるエネルギー貯蔵・再電化を組み合わせた施設への助成なども盛り込んだ。

3.3.4.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

ドイツのファンディングシステムは、連邦政府と16ある州政府との間で分担されている。2021年の研究開発資金の負担率は政府が30%、産業界が63%、海外（主にEU）が7%となっている。連邦政府における2023年の研究開発予算は264.28億ユーロ（約3.6兆円）であり、BMBFが133.6億ユーロ（約1.8兆円）、BMWKが20.23億ユーロ（約0.28兆円）、防衛省BMVgが64.66億ユーロ（約0.89兆円）の内訳となっている⁶⁹。BMBFや各州政府は、マックス・プランク協会などの研究協会、公的研究

⁶⁷ <https://www.forschungsnetzwerke-energie.de/home>

⁶⁸ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/03/d44de180ef68ba90.html>

⁶⁹ <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/K1.html>

機関への機関助成金を負担し、大学の運営費は州政府が大部分を負担している⁷⁰。競争的研究資金については、連邦政府の研究開発資金のうち、トップダウン型で特定の課題に関する研究を行うプロジェクト・ファンディング全体の規模は 2021 年、126.6 億ユーロ（約 1.75 兆円）である。一方、基礎的研究に対する競争的資金のうち、大学に向けた支援については、ドイツ研究振興協会（DFG）が実施しており、DFG の 2021 年度の予算は約 33.8 億ユーロ（約 0.54 兆円）である。

○ カーボンプライシング

ドイツでは、EU の排出量取引制度に加え、国家排出量取引制度（nEHS：Das nationale Emissionshandelssystem）があり、2019 年の気候保護プログラム 2030 により定められた。運輸（航空は除く）や熱部門として建物の暖房部門や EU-ETS 対象外のエネルギー・工業発電所を対象とする。2021-25 年を導入段階とし、固定価格で取引（25 ユーロ/t-CO₂から段階的に 55 ユーロ/t-CO₂に引き上げる）し、2026 年からは価格が変動する入札制度に移行する。ドイツ連邦環境庁（U B A）が管轄しており、2023 年の収益は 180 億ユーロ（約 2.5 兆円）を超えた。収益は気候変動基金（K T F）に用いられる。一方で、炭素差額契約（Carbon Contracts for Difference；CCfD）の仕組みを利用した気候保護契約（Climate Protection Contracts）により、製造工程をグリーン化に切り替えるための追加コストを企業に補償するという位置づけの補助金制度を実施する。重工業が 15 年間にわたって移行するのに支援するため最大 40 億ユーロ（約 0.55 兆円）相当のプログラムを 2024 年に開始する⁷¹。

○ 金融に関する取り組み

ドイツ連邦金融監督当局はサステナブルファイナンス戦略⁷²の中で、リスク指向で実質的な規制の重要性を強調しているが、金融環境リスクに関する信頼できるデータ、金融環境リスクの適切な管理、グリーンウォッシングの予防と対策、オープンな対話での知識の生成と共有の必要性も強調している。ドイツ銀行はサステナブルファイナンスフレームワーク（2020 年）において、2000 億ユーロ（約 28 兆円）のサステナブル投資目標を発表しており、2023 年には前倒しで達成したと発表している⁷³。

また、サプライチェーン・デューデリジェンス法(Lieferkettensorgfaltspflicht engesetz, LkSG)が 2023 年 1 月から施行され、EU に先駆けて、サプライチェーンにおける人権・環境を尊重するための企業の取り組みが義務化されており、2024 年 1 月からは対象企業も拡大する⁷⁴。

⁷⁰ 科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023 年）(2023) JST, CRDS-FY2022-FR-02, <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-02.pdf>

⁷¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_845

⁷² <https://www.bundesregierung.de/breg-en/service/information-material-issued-by-the-federal-government/german-sustainable-finance-strategy-1951290>

⁷³ <https://fintech.global/2024/02/27/deutsche-bank-sets-new-sustainability-benchmark-with-updated-finance-framework/>

⁷⁴ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/12/015b5a23d6d676ee.html>

3.3.4.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ 持続的発展のための研究フレームワークプログラム（FONA）

FONA の究極的な目標は、持続可能性向上にむけた社会改革である。これを実現するために FONA は、学際的（interdisciplinary）、超域的（transdisciplinary）、および体系的（systemic）なアプローチに特別の重点を置いている。エネルギー、気候、生物多様性、資源効率化、ソーシャルエコロジー、海洋研究等のテーマにフォーカスしている。2020 年 11 月に発表された FONA 第 4 期では、今後 5 年間に 40 億ユーロ（約 5500 億円）を拠出する。新プログラムでは、グリーン水素、循環経済、環境保護、バイオエコノミーの 4 エリアを重点分野として位置づけ、過去 15 年の実績を活かしながら、エネルギー転換、省資源、地球温暖化対策に貢献していくとしている。

3.3.4.6. 国際協力

ドイツのエネルギーに関する国際戦略として、BMWK は 3 つの目標に取り組んでいる⁷⁵。1 つはエネルギー輸入の長期的な信頼性確保、サプライヤーと輸送ルートが多様化の設計である。例えば北アフリカの砂漠の太陽光発電、北海の洋上風力発電、海外の大規模な再エネ利用がある。2 つ目は大量のエネルギー消費・供給を行う国との協力である。クリーンエネルギー、エネルギー効率、再エネ技術の開発において、ブラジル、中国、インドなどのエネルギー消費国、ロシアなどのエネルギー生産国と協力する。3 つ目は多国間組織・フォーラム・イニシアチブにおける活動である。IEA、国際エネルギーフォーラム（International Energy Forum）、IRENA、IAEA、エネルギー憲章条約（the Energy Charter Treaty）、グローバルバイオエネルギーパートナーシップ（the Global Bioenergy Partnership）、CEM（the Clean Energy Ministerial）、the REN 21 network、Sustainable Energy For All および G7・G20 などの国際機関との連携を強める。

EU との連携においては、クリーンエネルギー移行（CET Partnership）、クリーン水素、都市移行のパートナーシップを実施している。また、IPCEI Hydrogen では、バリューチェーン全体に沿った統合的な水素プロジェクトにおいて、最大 100 億ユーロ（約 1.38 兆円）を支援する⁷⁶。欧州開発アプローチの「次世代 EU」の一環として、ドイツは総額 280 億ユーロ（約 3.9 兆円）の資金を用意している。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション（MI）のミッションへの貢献

BMWK と専門家グループにより定期的に会合を開き、各イノベーション課題（IC）と国家機関のミッションへの参加の評価と優先順位を行っている。クリーン水素ミッションでは、NOW 社を通じて代表を務め、欧州委員会とともに、世界の数多くの水素プロジェクトから得られた経験を取り入れるために、「実証（Demonstration）」という柱の作業部会を調整している。さらに、「水素市場（Hydrogen

⁷⁵ <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Textsammlungen/Energy/international-energy-policy.html>

⁷⁶ https://commission.europa.eu/projects/hydrogen-projects-within-framework-ipceis_en

Exchange)」プログラムを主導し、非 MI 諸国が独自の水素バレーを立ち上げられるようにすることを目指している。また、GPFM の活動を支援し、Net-Zero Industries Mission に参加し、最近では Zero-Emission Shipping Mission にも参加している。

2022 年には、ERA-Networks の活動を継続するために設立された、クリーンエネルギー移行パートナーシップ (CETPartnership) では、欧州のほかに、アメリカ、イスラエルなどの国地域も参加している。BMW K は、2022 年と 2023 年のプロジェクト提案の共同募集にそれぞれ 1,800 万ユーロ（約 25 億円）を拠出している。今後数年間にさらに 5 つの共同募集が行われる予定である。2022 年の共同公募の結果、2023 年末までに 32 の国と地域のパートナーとの約 50 のプロジェクトが開始される予定である。2023 年の共同公募では、CM2023-02「エネルギー システムの柔軟性: 再生可能発電、貯蔵、およびシステムの統合」の下に GPFM が統合されており、エネルギーデータの管理とセキュリティだけでなく、柔軟な運用と信頼性、エネルギー貯蔵、システム統合とデジタル化の側面が含まれる。この目的のために 50 万ユーロ（約 6900 万円）の予算が割り当てられている。

3.3.5. フランス

3.3.5.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

フランスの科学技術イノベーション政策では、国が強力なリーダーシップを発揮している。フランスでは伝統的に研究のインフラや人材が公的機関に集中する一方で、相対的に産官間のパートナー研究を行う機会が少なく、技術移転がされにくい。政策の中期計画は、研究面の「複数年研究計画」、防衛 R&D を含む軍事面の「複数年軍事計画」、重点的投融資の計画である「フランス 2030」の 3 種類によって全体がカバーされている。

○ 5 か年投融資計画「フランス 2030」

「フランス 2030」は 2022-26 年の 5 年間で総額約 540 億ユーロ（約 7.5 兆円）⁷⁷の投資を予定し、「10 の目標、5 の必要条件、3 大原則」を推進している。「AI、5G、サイバーセキュリティなどの領域で情報科学技術を強化し、精密機器やロボティクスに応用することで、国全体の生産力を高める」ことを基本とし、「脱炭素、農業・食料、医薬品、航空宇宙・深海探査といった大型目標を実現」や「グリーン水素」「電気自動車（EV）やハイブリッド車生産」などの目標を掲げている。その前身となる「未来投資プログラム」（PIA）にもとづく事業に分類され、拠点・基盤整備、産官学連携・地域振興を担う。

フランス 2030 の一環として加速戦略に資する基礎研究（技術成熟度レベルが 1～4）に資金提供する「優先研究プログラム」（PEPR）では、「通常タイプ」と「探索的 PEPR」の二つに分けて公募している。「通常タイプ」の PEPR（約 22 億ユーロ（約 3040 億円）投資予定）の対象は、エネルギー（水素、バッテリー）、環境（水資源、太陽光、脱炭素）、医療、新技術（量子、クラウド、5G）、サイバーセキュリティ、食料、などがある。また「探索的 PEPR」（10 億ユーロ（約 1380 億円）投資予定）は、まだ技術自体が開発途上にある分野・領域のエコシステムを形成させるために特定のプロジェクトを支援する。1 回目の公募では DIADEM（産業応用を目指す高性能計算機）、FairCarbon（カーボンニュートラル向上目的の生物・地質・化学のサイクル構築）、MoleculArXiv（デジタル移行）、OneWater（水資源開発）の 4 件が採択された。

3.3.5.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

科学技術・イノベーション政策を所管するのは、高等教育・研究省（MESR：Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche）であり、5 か年投融資計画「フランス 2030」にもとづく関係投資は、首相府投資総務庁（SGPI：Secrétariat Général Pour l'Investissement）が統括している。独立評価機関「研究高等教育の評価に関する高等審議会」（HCÉRES）、上下両院の議員で構成する議会の評価機関「議会科学技術選択評価局」（OPECST）、「会計検査院」などが、政府の各種計画、戦略、プログラム、組織形態などをフォローアップし、批判的内容を含む評価や提言などを随時公表している。これらは政府の数年後の政策に影響を与えることも多い⁷⁸。

⁷⁷ 138 円/ユーロとして換算（OECD Exchange rates 2022 年から計算）

⁷⁸ 科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023 年）（2023）、JST、CRDS-FY2022-FR-02、<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-02.pdf>

エネルギーに関連する研究機関には、国立科学研究センター（CNRS）、原子力・代替エネルギー庁（CEA）などがある。また、官民研究パートナーシップとして、エネルギー移行研究所（the Instituts pour la Transition Énergétique : ITE）⁷⁹はカーボンフリーエネルギー分野における学際的なプラットフォームにより、特定分野（太陽光発電技術・持続可能なモビリティ・建設・海洋エネルギーなど）の戦略的投資を促している。

3.3.5.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ 「フランス 2030」のエネルギー政策

「フランス 2030」の総額約 540 億ユーロ（約 7.5 兆円）の投資予定の 10 の目標うち 5 つがエネルギーに関係しており、投資予定総額は 103 億ユーロ（約 1.42 兆円）である。再生可能エネルギーに 10 億ユーロ（約 1380 億円）であり、浮体式風車、太陽電池、エネルギーネットワークが対象となる。原子力に 10 億ユーロ（約 1380 億円）で、小型モジュール原子炉、廃棄物の管理が対象である。ゼロカーボン水素に 37 億ユーロ（約 5100 億円）で、産業用脱炭素水素の開発、大型モビリティを実施しており、サプライチェーン全体を対象とする。産業部門の脱炭素化に 50 億ユーロ（約 6900 億円）で、CCS、エネルギー効率向上、化石燃料の代替としてのバイオマス資源、循環経済なども含まれる。また、EV/ハイブリッド車に 26 億ユーロ（約 3600 億円）、低炭素航空機に 12 億ユーロ（約 1700 億円）となっている。

○ 気候レジリエンス法

2021 年に気候レジリエンス法が発効した。消費、生産・労働、移動、移住、食といった日常生活に関する広範な分野における環境負荷軽減にむけた措置がとられる。2030 年以降の新車の排出量規制（95g-CO₂/km）、大中規模都市への低排出ゾーンの導入、クリーン車購入補助金、建物の環境負荷、都市開発の環境負荷対策、消費週間の変革などが盛り込まれている。

○ 「製造業の脱炭素計画」（2022 年～）

「フランス 2030」の目標の一つである「製造業の脱炭素化」の達成のため、具体的な投資内容や、製造業のセクターごとの CO₂ 排出削減目標を定めた計画として、「製造業の脱炭素計画」が定められた。投資内容は、製鉄、重化学、セメント、アルミニウムなどの製造拠点のプロジェクト（40 億ユーロ（約 5500 億円））、炭素含有が少なくエネルギー効率の良い熱など、成熟したプロジェクトの応用（10 億ユーロ（約 138 億円））などがある。セクター別削減目標は、鉱山・金属業界は 31%、化学業界は 26%、セメント業界は 24% などとなっている。

⁷⁹ <https://www.french-institutes-technology.fr/les-irt-ite/ite/#:~:text=Les%20instituts%20pour%20la%20transition,entre%20tous%20les%20acteurs%2C%20qui>

○ 国家水素戦略（2020 年）

2020 年、フランス政府は国家水素戦略を発表し、70 億ユーロ（約 9700 億円）の予算が充てられた。この戦略は、(1) 水素製造セクターの創出と製造業の脱炭素化、(2) 脱炭素水素を利用したモビリティの開発・普及、特にトラック、バス、航空機、列車、船舶などの大型輸送機器の開発、(3) 水素エネルギー分野の研究・イノベーション・人材育成支援、の 3 つの柱からなる。2030 年までに国内に 6.5 ギガワット（GW）の水電解装置を設置し、脱炭素水素の年間生産量を 60 万トンとする目標を定めた。

「フランス 2030」の枠組みで 23 億ユーロ（約 3200 億円）の投資を行う予定だが、これに加え、欧州他国との共同の枠組み「Hy2Tech」によっても 21 億ユーロ（約 2900 億円）の資金を得るなどして、国内で水素製造を推進している。2022 年にはプロジェクト 10 件が採択され、製造や研究開発の拠点が国内 20 か所で建設されることになった。

3.3.5.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

2023 年は科学技術イノベーション政策に関わる研究・高等教育費（研教費）が 308 億ユーロ（約 4.3 兆円）、防衛費 531 億ユーロ（約 7.3 兆円）（うち R&D 関係約 80 億ユーロ（約 1.1 兆円））、2030 年のフランスのための投資費（2030 投資費）が 61 億ユーロ（約 0.84 兆円）である。

主なファンディング機関としては、大学や研究機関を除くと大半を国立研究機構（ANR）が実施している。2030 投資費については、ANR のほかに、公共投資銀行、環境・エネルギー管理庁（ADEME）などが実施している。

ADEME Investissement⁸⁰は完全国営企業であり、生態学的移行における革新的なソリューション提供のため 2019 年に設立された。民間投資家とともに、エネルギー・環境移行に貢献する革新的なインフラ・プロジェクトを対象に活動している。フランス国内外におけるフランスのイノベーションを、その建設・運営段階において支援する。投資対象は、エネルギー（再生可能エネルギーの生産、開発、貯蔵、再生可能熱、風力、太陽光、海洋エネルギー、地熱、コージェネレーション、産業用水素、エネルギー効率、スマート電力ネットワークなど）、持続可能なモビリティ（道路、鉄道、電力網など、海上輸送、エレクトロモビリティ、水素モビリティ、ガスモビリティ、ロジスティクス）、循環経済と再生可能ガス（廃棄物の処理と回収、メタン化と再生可能ガス、パイロガス化、Power-to-gas）、CCUS、環境と生物多様性（グリーンケミストリー、建築、産業、農業における環境効率、産業エコロジー、アグロエコロジー、生物多様性保護）となっており、投資総額は 4 億ユーロ（約 550 億円）である。

○ カーボンプライシング

フランスでは EU-ETS のほかに、2014 年に炭素税を導入し、化石燃料の消費に課税している。EU-ETS 対象企業は非課税であり、バイオ燃料に軽減措置、ジェット燃料・ブタン・プロパンは免税となっている。段階的に税率を引き上げており、2024 年の段階で 44.55 ユーロ/t-CO₂（約 6150 円/t-CO₂）と

⁸⁰ <https://www.ademe-investissement.fr/en/>

なっている。税収は、競争力強化・雇用促進の法人税控除、交通インフラ資金、再エネ電力普及支援等のエネルギー移行に資するプロジェクトに充てられる。

○ 金融に関する取り組み

ESG やサステナビリティ投資の仕組みづくりは欧州が先行しており、中でもフランスは EU に先立ち、運用会社に対する ESG 要因や気候変動リスクの開示の義務化や ESG 投資の認証ラベル制度の導入など幅広い施策に取り組んできた。2017 年に発効された企業注意義務法では、自社およびサプライヤー等における人権・環境リスクの特定とリスクに対する注意義務計画を公表し、措置の実施を監視してその効果性を評価する義務があるとしている。Finance ClimAct プロジェクトは、UC からの 1000 万ユーロ（約 13.8 億円）を含む総額 1800 万ユーロ（約 25 億円）で 2024 年まで実施され、フランスと欧州の持続可能な気候配慮するための投資選択に組み込むツールや新しい知識と手法を開発する。

3.3.5.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ フレンチテック 2030

フレンチテックは、2013 年からフランス政府主導でスタートアップのエコシステムの創造を目的とした国家プロジェクトである。2023 年には「フレンチテック 2030」が立ち上がり、「フランス 2030」のテーマに沿う起業家を支援する。新興アクター125 社の受賞リストが発表され、その内訳は、農業（14%）、エコロジカルトランジション（38%）、デジタル（19%）、新領域：海・宇宙・量子（8%）、教育（2%）、健康（20%）となっている。最終選考においては、採択企業のうち GHG 削減とエコロジー転換への取り組み企業が 50%、女性が設立/運営する企業が 25%を満たすという基準を設けている。

3.3.5.6. 国際協力

○ 2022 年、2023 年の国際協力の取り組み

フランスでは、欧州のプロジェクトを中心に、様々な国際連携の取り組みを実施している⁸¹。国際プロジェクトとして、IEA のほぼ全ての TCP(Technology collaboration program)⁸²に貢献している。

Horizon Europe のパートナーシップに取り組んでおり、クリーンエネルギー移行（partnership on Clean Energy Transition : CETP）では、クリーンエネルギー技術の研究開発を通じて、気候ニュートラル経済という課題に取り組み、クリーンエネルギー転換を加速させることを目的とし、2022 年から 2027 年に共同公募が実施される⁸³。CETP は、より広範な国、欧州、世界的な政策状況や実施手段に組み込まれ、それらの包括的な目標に貢献している。

⁸¹ MI Member Insight report 2023 <https://mission-innovation.net/events/2023-member-insights-report-launch/>

⁸² <https://www.iea.org/programmes/technology-collaboration-programme>

⁸³ <https://www.horizon-europe.gouv.fr/le-partenariat-clean-energy-transition-30809>

クリーン水素パートナーシップ⁸⁴は、クリーン水素技術の欧州バリューチェーンの開発と展開を加速し、持続可能で脱炭素かつ完全に統合されたエネルギーシステムに貢献する。水素アライアンスとともに、気候中立な欧州のための EU 水素戦略で打ち出された EU の目標達成に貢献する。また、クリーンな水素の製造、供給、貯蔵のための技術研究開発、およびエネルギー集約型産業や大型輸送などの削減が困難なセクターのためのソリューションに焦点を当てる。2022 年に 3 億ユーロ（約 410 億円）である。

また、欧州クリーン水素アライアンス（European Clean Hydrogen Alliance）⁸⁵は、IPCEI プログラム⁸⁶として、最大 32 億ユーロ（約 4400 億円）の 2022 年から実施されたプログラムである。欧州の水素産業の創出と、欧州のグリーン転換のためのクリーン水素の普及を支援しており、域内の電気分解による水素生産能力を 2025 年までに 10 倍となる 17.5GW 相当に引き上げる目標を掲げている。

そのほか、Horizon Europe のクラスター5、気候・エネルギー・モビリティ⁸⁷において、気候科学、エネルギー供給、モビリティなどの幅広いテーマに貢献している。

ERANet Geothermica⁸⁸は、EU、アメリカ、トルコ、スイス、ノルウェーなど、14 の国と地域が参加する、地熱エネルギー導入を加速するための実証・技術開発プロジェクトであり、2021 年から実施されている。EU を中心とした電池開発にも取り組んでいる。

M ERA. Net は、電池と材料科学の研究開発であり、2022 年は 2500 万ユーロ（約 35 億円）の公募を実施した⁸⁹。

Eramin 3 は、電池原材料の供給から設計リサイクルまでの横断的テーマであり、2023 年の公募は 1950 万ユーロ（約 27 億円）であった⁹⁰。BATT4EU⁹¹は、Horizon Europe の共同プログラム・パートナーシップである。

ACT（Accelerating CCS Technologies）⁹²は、CCUS の研究開発とイノベーションを促進する国際的なイニシアティブであり、2015 年から 1 億ユーロ（約 138 億円）、39 の国際研究が実施されている。

Solar Eranet⁹³はエネルギー転換に向けた太陽エネルギー・ソリューションの開発を目指し、この分野における研究開発イニシアティブを促進することを目的としており、2021 年から 2025 年の官民の研究開発プログラムを実施している。

⁸⁴ <https://hydrogeneurope.eu/clean-h2-partnership/>

⁸⁵ https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/hydrogen/ipceis-hydrogen_en

⁸⁶ https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei_en

⁸⁷ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/cluster-5-climate-energy-and-mobility_en

⁸⁸ <http://www.geothermica.eu/>

⁸⁹ <https://m-era.net/joint-calls/joint-call-2022>

⁹⁰ <https://www.era-min.eu/joint-call/era-min-joint-call-2021>

⁹¹ <https://www.horizon-europe.gouv.fr/le-partenariat-sur-les-batteries-batt4eu-30827>

⁹² <https://www.act-ccs.eu/>

⁹³ <https://www.solar-era.net/>

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

フランス 2030 年投資計画の枠組みの中で構築している水素と産業の脱炭素化戦略に基づき、クリーン水素ミッションに取り組んでいる。フランスを電気分解によるクリーン水素の世界リーダーの 1 つにすることを目的として、競争力のある再生可能低炭素水素産業の創設を支援するクリーン水素加速戦略を定義している。産業およびモビリティ部門の脱炭素化と電力網の柔軟性のために水素が提供する新しいソリューションは、クリーンな水素ミッションの行動計画の実施に貢献している。フランスのエネルギー分野の主要な研究機関 (CEA と CNRS) が主導する脱炭素水素優先研究プログラム (Program & Priority Research Equipment – Decarbonized Hydrogen (PEPR-H2)) を進めている。

ゼロエミ海運ミッションにおいては、海事セクターのエコ・エネルギー移行研究所 (institute for the eco-energy transition of the maritime sector) が設立され、海洋省とともに、フランスを代表して「ゼロエミミッション海運」ミッションの行動計画の実施に貢献している。フランスは海事部門の脱炭素化に向けたロードマップを掲げ、バイオ燃料、電子燃料、船上での CO₂ 回収、船舶やドックのハイブリッド化と電化、風力推進といった新たなソリューションの開発に必要なリソースを備えている。

原子力代替エネルギー委員会 (CEA) を通じて、太陽光に関するイノベーションコミュニティにも積極的に参加している。太陽エネルギーを化学物質や製品に変換するための新しい統合パラダイムを構築するために、研究開発の取り組みを強化している。また、将来的に積極的に関与する可能性がある「都市移行」、「ネットゼロ産業」、「グリーン電力」の各ミッションにも関心を持って取り組んでいる。

3.3.6. イギリス

3.3.6.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針⁹⁴

2019年6月に英国下院は2008年気候変動法の改正案を可決し、2050年の正味 GHG 排出ゼロとする目標を定め、法制化した。その後も、2021年までに「研究開発ロードマップ」⁹⁵、「グリーン産業革命：10のポイント」⁹⁶、科学技術を通じた戦略的優位性持続を含む「2025年に向けた戦略枠組」⁹⁷、エネルギー・環境技術を明記した「国家イノベーション戦略：未来先導に向けて」⁹⁸、「ネットゼロ戦略：グリーン復興」⁹⁹などの政策イニシアティブ文書を多数公開してきた。

2022年にはクリーンエネルギーの供給量・普及率を増やし、2030年までに英国における発電の95%を二酸化炭素低排出型とし、2035年には供給の安全保障に関わる発電の脱炭素化を果たすとする「エネルギー安全保障戦略」¹⁰⁰を発表した。

3.3.6.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

2023年1月まで、英国における科学技術・イノベーション(STI)の主要所管省はビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)であった。同省は、2016年にそれまで STI と高等教育を担ってきたビジネス・イノベーション・技能省(BIS)とエネルギー・気候変動省(DECC)を統合して設立された。2023年2月の再編によって、これまでBEISの有していた機能は、科学・イノベーション・技術省(The Department for Science, Innovation and Technology, DSIT)、エネルギー安全保障・ネットゼロ省(The Department for Energy Security and Net Zero, DESNZ)、ビジネス・通商省(The Department for Business and Trade, DBT)に分割された。なお、DSITは、BEISとデジタル・文化・メディア・スポ

⁹⁴ 科学技術・イノベーション政策の国際動向(2023年)(2023)

科学技術振興機構研究開発戦略センター 研究開発の俯瞰報告書 CRDS-FY2022-FR-02, <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-02.pdf>

⁹⁵ 研究開発ロードマップ(2020)

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-research-and-development-roadmap>

⁹⁶ グリーン産業革命：10のポイント(2020)

<https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>

⁹⁷ 競合時代における世界の中での英国：安全保障・防衛・開発・外交政策の統合レビュー(2021)(2025年に向けた戦略枠組みを含む)

<https://www.gov.uk/government/publications/global-britain-in-a-competitive-age-the-integrated-review-of-security-defence-development-and-foreign-policy>

⁹⁸ 国家イノベーション戦略：未来先導に向けて(2021)

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-innovation-strategy-leading-the-future-by-creating-it>

⁹⁹ ネットゼロ戦略：グリーン復興(2021)

<https://www.gov.uk/government/publications/net-zero-strategy>

¹⁰⁰ エネルギー安全保障戦略(2022)

<https://www.gov.uk/government/publications/british-energy-security-strategy>

ーツ省(DCMS)の科学技術・イノベーション関連部門を統合したものである。また、BEIS 傘下であった英国研究・イノベーション機構 (UKRI)、高等研究発明局 (ARIA) などは DSIT 所管となった。

首相を議長とする国家科学技術会議 (National Science and Technology Council、NSTC) は、2023 年 2 月の省庁再編後も存続している。

○ 高等研究発明局 (Advanced Research & Invention Agency、ARIA) ¹⁰¹

米国 ARPA-E を模範としたにしたイノベーション研究促進機関として計画され、2023 年 1 月に正式に設立された。その基本原則は、省庁の指示を受けない独立裁量をもつ「戦略的自立性」、独自の人材採用や手続きに基づく「運営の自立性」、およびアジャイルかつ効率的な組織・方法・手順を実験する権限を付与され、何段階にもわたる承認・レビューの対象とならない「官僚主義の最少化」にある。2025/26 年度までに 8 億ポンド (約 1300 億円) の予算を計上しており、新しい領域情報が公開されている。例えば、気候または気象の直接的な変化の効果や影響に対するシミュレーションや工学的手段の可能性を含めた検討、光学を活用した気候観測システム、植物遺伝子工学なども想定されている。

○ 英国研究・イノベーション機構 (UKRI) ¹⁰²

UKRI は、主に産業界や企業におけるイノベーション活動を支援する Innovate UK、および大学研究評価・基金配分・産学連携推進を担当する Research England などを単一の法人組織としてまとめ、2018 年 4 月に BEIS を所管省として発足したが、2023 年 2 月の省庁再編以降は、DSTI の傘下にある。Innovate UK は、後述のカタパルト・プログラムや Innovation Loan などの政策も所管している。

3.3.6.3. 最近の政策動向 (エネルギー・カーボンニュートラル関係)

○ カタパルト・プログラム (Catapult Programme) ¹⁰³

Innovate UK が所管し、特定の技術分野において英国が世界をリードする技術・イノベーションの拠点構築を目指すプログラムであり、イノベーション創出および研究成果の実用化を実現し、経済成長を推進することを意図している。

9 分野のセンターを含めてネットワークを形成し、産業界の参画を得た研究開発促進を目指している。Innovate UK を通じて投入される公的資金は、研究プロジェクト実施のためではなく、センター運営資金の一部として使用される。

対象とする技術成熟度レベル (Technology Readiness Levels: TRL) は、TRL3 から TRL8 までであり、基礎研究と実用化の中間段階の支援を意図している。2023 年度政府予算計画では、5 年間にわたって計 16 億ポンド (約 2600 億円) 措置するという記述がある。

分野とセンター所在地については表 3.3-6 参照。

¹⁰¹ ARIA WEB サイト <https://www.aria.org.uk/>

¹⁰² UKRI WEB サイト <https://www.ukri.org/>

¹⁰³ カタパルト・プログラム <https://catapult.org.uk/>

表 3.3-6 カタパルト・センター

分野	設置・改組年	拠点・40センターの所在地
細胞遺伝子治療	2012	London, Stevenage, Braintree, Edinburgh
化合物半導体アプリケーション	2016	Newport
都市連携	2019	London, Milton Keynes, Leeds, Glasgow
デジタル	2013	London, Brighton, Belfast, Sunderland
エネルギーシステム	2015	Birmingham, Derby
高価値製造業	2011	AFRC, AMRC, CPI, MTC, NCC, NAMRC, WMG
創薬	2015	Cheshire, Manchester
洋上再生エネルギー	2013	Glasgow, Blyth, Leven, Pembrokeshire, West Cornwall, Hull, Suffolk, Aberdeenshire, Shandong Province
衛星アプリケーション	2013	Didcot, Glasgow, County Durham, Leicester, Portsmouth, West Cornwall

出典：JST CRDS 資料 CRDS-FY2021-OR-2

○ UK Net Zero Research and Innovation Delivery Plan 2022-2025¹⁰⁴

Net Zero Research and Innovation Delivery Plan は、2021 年に発行された Net Zero Innovation Framework に、予算裏付けなどを含めアクションを具体化し 2023 年に公開されたものである。政府と市場の役割については、研究とイノベーション促進のため、特に研究開発の初期段階で政府関与が必要としている（図 3.3-7）。関連省庁は UKRI、DESNZ、DfT（運輸省）、DBT、Defra（環境・食糧・農村地域省）、Ofgem（電力・市場局）としている。

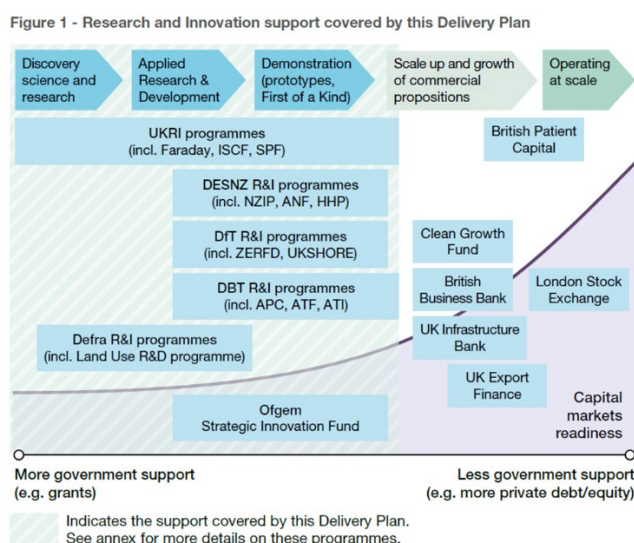


図 3.3-7 イノベーション研究開発における政府と民間の役割分担

出典：UK Net Zero Research and Innovation Delivery Plan 2022-2025(2023)

¹⁰⁴ UK Net Zero Research and Innovation Delivery Plan 2022-2025(2023)

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-net-zero-research-and-innovation-framework-delivery-plan-2022-to-2025>

なお、付属文書の Government action on net zero research and innovation challenges to 2025 では、重要分野のアクションを総括し、フェーズを、2020-25、2025-30、2030+の3期に分け、分野別の政策展開と予算措置についてまとめている。分野は、システム統合、再エネ、原子力、バイオエネ、産業と水素、CCUS & GGR、熱と建築物、運輸、天然資源、廃棄物、フッ化ガス、およびシステムアプローチ（行動、ビジネスモデルとファイナンス、デジタルソリューション、統合エネシステム）となっている。

3.3.6.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムと経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

英国における官民合わせた 2021 年度の総研究開発支出¹⁰⁵は 662 億ポンド（約 10.7 兆円）であった。セクター別では産業界が 469 億ポンド（約 7.6 兆円¹⁰⁶、71%）、高等教育機関が 149 億ポンド（約 2.4 兆円、23%）、英国研究イノベーションを含む政府部門は 34 億ポンド（約 5500 億円、5%）、民間非営利団体は 10 億ポンド（約 1600 億円、1%）となっている。

2021 年度の政府による研究開発投資¹⁰⁷の総額は 147 億ポンド（約 2.4 兆円）で、このうち、研究会議¹⁰⁸および Innovate UK が 57 億ポンド（約 920 億円、39%）、高等教育機関が 32 億ポンド（約 5200 億円、22%）、国防省（MoD）が 18 億ポンド（約 290 億円、12%）、その他の研究開発担当省から 35 億（約 550 億円、24%）を管轄の研究機関に配分し、EU へ 4 億ポンド（約 650 億円、3%）を拠出している。

UKRI は基礎研究から産業主導のイノベーションに至るまでの R&I への資金を管理し、UKRI 戦略 2022-2027 で定めたビジョンの達成を支援する¹⁰⁹。2022 年度の予算は 80 億ポンド（約 1.3 兆円）を超え、研究開発の公的支出総額の約半分を占めた。高等教育機関への研究資金制度は、Research England 及び各地方の高等教育資金会議（Higher Education Funding Councils, HEFCs）を通じて配分されるブロック・グラントと、研究会議から提供される競争的研究資金の 2 つの流れがあり、二元支援制度「デュ

¹⁰⁵

<https://www.ons.gov.uk/economy/governmentpublicsectorandtaxes/researchanddevelopmentexpenditure/bulletins/ukgrossdomesticexpenditureonresearchanddevelopment/2021>

¹⁰⁶ 162 円/ポンドとする（OECD Exchange rates 2022 年から計算）

¹⁰⁷

<https://www.ons.gov.uk/economy/governmentpublicsectorandtaxes/researchanddevelopmentexpenditure/bulletins/ukgovernmentexpenditureonscienceengineeringandtechnology/2021>

¹⁰⁸ 研究会議（Research Councils）には、Engineering and Physical Sciences (EPSRC), Medical (MRC), Science and Technology Facilities (STFC), Natural Environment (NERC), Biotechnology and Biological Sciences (BBSRC), Economic and Social (ESRC), Arts and Humanities (AHRC), Pensions が含まれる

¹⁰⁹ <https://www.ukri.org/publications/how-ukri-is-funded-and-allocates-funds-in-the-most-effective-way/explainer-how-were-funded-and-how-we-allocate-our-funding/>

アル・サポート・システム」と呼ばれる。

○ カーボンプライシング

英国排出量取引制度（UK-ETS）は、ブレグジットの移行期間終了に伴い EU-ETS から離脱し、2021 年から導入された。そのスキームの多くは EU-ETS に倣っているが GHG 排出量削減目標や経済効率性の観点で EU-ETS より踏み込んだ内容となっている¹¹⁰。2023 年 1 月に発表されたネットゼロ政策に関するレビュー報告書「ミッションゼロ」では、UK-ETS 制度の高度化が政府に対して提言された¹¹¹。この制度は少なくとも 2050 年まで実施されることも発表された¹¹²。コスト抑制メカニズム（CCM）と最低入札水準とオークションリザーブ価格（22 ポンド、約 356 円）の維持、炭素漏洩リスクの高い産業への無償割り当ても設定している。また、新たな炭素国境調整メカニズム（CBAM）を 2027 年までに導入すると発表している¹¹³。

○ 金融に関する取り組み

イギリスグリーンファイナンス戦略は、同国が世界初のネット・ゼロの金融センターになるための道筋を示し、目標を達成するために必要な情報とツールを市場に提供する。2019 年の初版が公開され、2023 年に更新版が公開されている¹¹⁴。

3.3.6.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ 中小企業研究イニシアティブ（SBRI）¹¹⁵

中小企業研究イニシアティブ（Small Business Research Initiative: SBRI）は、公共調達を利用して、先端技術に基づく中小企業によるイノベーション促進を図る研究開発助成プログラムとして 2001 年に開始され、現在 Innovate UK が運営している。

プロジェクトの過程で生まれた知的財産は当該企業の所有となり、Innovate UK では扱わない。SBRI 参加企業全体の多くがスタートアップや中小企業である。成功事例は、カタパルト・センターで実用化へと発展させる場合もある。

¹¹⁰ <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2021/0401/9fc1319bd6b8dcae.html>

¹¹¹ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/07/f005913d8564cf15.html>

¹¹² <https://www.gov.uk/government/news/industry-invited-to-share-views-on-changes-to-emissions-trading-scheme>

¹¹³ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/12/ddea3448ee88c86c.html>

¹¹⁴ Mobilizing green investment : 2023 green finance strategy, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/643583fb877741001368d815/mobilising-green-investment-2023-green-finance-strategy.pdf>

¹¹⁵ 中小企業研究イニシアティブ（SBRI）

<https://www.ukri.org/what-we-do/our-main-funds-and-areas-of-support/browse-our-areas-of-investment-and-support/small-business-research-initiative-sbri/>

○ 公的研究機関によるスタートアップ支援 Innovation loans future economy 将来経済のためのイノベーションローン¹¹⁶

Innovate UK による新たな公募事業であり、中小企業を対象としている。数次の公募があり、2024 年 3 月現在も公募中（第 13 次、2024 年 11 月 1 日公募開始、同年 6 月 3 日締切）である。総額は 2500 万ポンド（約 40 億円）で、資金終了時点で公募終了予定である。応募要件の概要は以下の通りである。

- ・プロジェクト 1 件あたり 10 万ポンド～200 万ポンド（約 0.16～3.2 兆円）
- ・プロジェクト期間最大 5 年
- ・R&D および商用化までのフェーズが対象
- ・想定プロジェクト開始時点は 2023 年末
- ・貸付期間は 3 年が基本であるが、延長も可能
- ・イギリスに法人登録している中小企業に応募資格
- ・プロジェクトは国内実施、結果も国内展開
- ・個人、大企業、公益機関、学術機関は対象外
- ・外注も可能だがイギリス国内原則（国外は理由書が必要）
- ・対象分野はネットゼロ（エネルギー、産業プロセス、農業等）、健康、次世代デジタル(AI 利用含む) など

3.3.6.6. 国際協力

イギリスは 2020 年 2 月に EU を離脱している。EU との関係については、Horizon プログラムとの関係を維持しようとしている。2023 年 9 月には、イギリスの研究者は Horizon プロジェクトに応募できるが、資金はイギリスから提供される決定がなされている¹¹⁷。

イギリスは多数の二国間パートナーとのクリーン・エネルギー・イノベーション協力を積極的に関与している¹¹⁸。例えば、サウジアラビアとの間では、Space Solar Ltd.は、CASSIOPeiA アーキテクチャに基づくコンセプト・デザインの最初のイテレーションを開発するため、イギリスの宇宙太陽光発電イノベーション・プログラム（Satellite Applications Catapult 経由）から助成金を授与された。現在サウジアラビアで建設中の新しいスマートシティ NEOM が、この助成金に必要なマッチング資金を提供している。

また、オーストラリアとの間では、現在のクリーン・テクノロジー・パートナーシップ（CTP）を実施しており、クリーン・エネルギー・イノベーションに関する英国とオーストラリアの二国間関係の中心として、気候変動に取り組む英国最大の二国間協定のひとつである。CTP は、世界的な排出削減を急

¹¹⁶ 将来経済のためのイノベーションローン(2023)

<https://iuk.ktn-uk.org/programme/innovation-loans-future-economy/>

¹¹⁷ Horizon Europe: help for UK applicants

<https://www.ukri.org/apply-for-funding/horizon-europe/>

¹¹⁸ Mission Innovation, Member Insights 2022-2023,December 2023 (2023),

https://explore.mission-innovation.net/wp-content/uploads/2023/11/Member-Insights-2023_Final.pdf

速に加速し、クリーンな成長を可能にし、ネット・ゼロ・エミッションを達成するために、低排出技術をスケラブルで商業的に実行可能なものにするという両国共通の目標に焦点を当てている。2022 年 2 月にオーストラリアを訪問した産業脱炭素化グローバル専門家ミッションでは、水素と炭素回収利用・貯蔵産業が重要な協力分野であることが確認された。

なお、日本との間では、高温ガス炉の設計と被覆粒子燃料技術の開発において、2023 年から 2025 年にかけて活動を行うことで、日本原子力研究開発機構（JAEA）と国立原子力研究所（NNL）は、新たな協力協定に調印した。予算は 3100 万ポンド（約 50 億円）である。

多国間協力枠組み^[23]では、COP28 で発足した Global Cooling Pledge 策定ワーキンググループに参加している。同枠組は 2023 年から 2030 年まで活動を計画しており、必要なリソースは参加国自身で準備する。なお、イギリス以外の参加国・組織は、UNEP, UAE, アメリカ, オランダ, フランス, パナマ, 日本, デンマークである。

イギリスと太平洋共同体（SPC）のクリーン・エネルギー・パートナーシップは、イギリス、パプアニューギニア、ソロモン諸島、バヌアツ、フィジー、その他の SPC 島嶼国メンバーが参加している。再生可能エネルギーとエネルギー効率のための太平洋センター（PCREEE）を通して活動を実施している。外務・英連邦・開発省（FCDO）のトランスフォーミング・エネルギー・アクセス（TEA）プラットフォームを経由してデータを収集し、パプアニューギニア、ソロモン諸島、バヌアツを含むエネルギー不足の島々や、フィジーを含むディーゼル発電機からの転換に大きなチャンスがある地域に初期の焦点を当てている。2023 年に発足して FCDO「エネルギー・アクセスの変革（TEA）」プラットフォームより 100 万ポンド（約 1.6 億円）の資金を得ている。

3.3.6.7. まとめ

イギリスは、基礎研究・高等教育の歴史と実績に対する自負がある一方で、応用研究や実用化において劣るという認識から、研究開発バリューチェーン全体を強化する政策を展開してきた。2023 年の省庁再編においては、イノベーション促進の行政体制として、ARIA や DSIT などの新組織が発足している。ARIA については、イギリスの特徴を生かした具体的なプログラムやプロジェクトを立ち上げることができるかが注目される。

EU のホライゾン・ヨーロッパへの関与については、プロジェクトに参画する研究者に対して独自支援を行う決定を行った。

また、国際枠組づくりでは、COP26 で提案した Breakthrough Agenda の枠組でイニシアティブをとる意向であったが、イギリス一国で広範な活動をすべてカバーするのが困難なため、ミッション・イノベーションをはじめとする既存国際協力枠組との接近を図っている。

3.3.7. イタリア

3.3.7.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

○ 国家研究プログラム

イタリアにおける科学技術戦略や研究システムにおける重点分野・事項を示すものとして、教育大学研究省（MIUR）により、国家研究プログラム（PNR: National Research Programme / Programma Nazionale della Ricerca 2021-2027¹¹⁹）が策定された（2020 年 12 月）。イタリアにおける研究の重要な問題と強みの分析に基づいて、2021～2027 年の PNR は、イノベーションの方向性、国民の参加、献身的な行動を活用した基礎および応用研究と政策を活用することにより、前向きな変化を促進することを目指し、地域・企業・行政の利益となる知識と技術の移転を目的としている。

PNR は、国内、EU、国際的な研究のマルチレベルの調整を確実にするために、EU の枠組みである Horizon Europe の 6 つのクラスターを反映している。PNR の研究インフラに関する国家計画では、国及び欧州レベルでの研究インフラの複合体の強化と統合に特化しており、オープンサイエンスに関する国家計画では、研究とイノベーションのデータと結果への幅広いアクセスと互換性のあるプロセスの普及に取り組む。PNR 2021-27 では、国の融資手続きを欧州の融資手続きと調和させ、資金調達手続きの簡素化への取り組みや、官僚主義を減らし、資金提供の内容と結果により注意を払う現代的な評価プロセスの採用が挙げられる。PNR 2021-27 の実施段階では、特定された優先事項を追求するための有用なツールとリソースを導入し、国家研究システムの一貫性、効率性、有効性の向上に貢献することが掲げられている。

○ 国家持続可能な開発戦略（NSDS）

NSDS（National Sustainable Development Strategy / Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile）は、経済計画省庁間委員会（CIPE : Inter-ministerial Committee for Economic Programming）によって承認された¹²⁰。2030 年までに、戦略は 3 年ごとに更新される。最近では 2022 年に改訂版が示された¹²¹。

3.3.7.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

2020 年代前半に大きな制度改革があった¹²²。経済計画と持続可能な開発のための省庁間委員会（the Interministerial Committee for Economic Planning and Sustainable Development (CIPESS)）¹²³（2019

¹¹⁹ <https://www.unipi.it/index.php/miur/item/20472-programma-nazionale-per-la-ricerca-2021-2027>

¹²⁰ https://www.esdn.eu/country-profiles/basic-information/detail?tx_countryprofile_countrycategory%5Baction%5D=showcat&tx_countryprofile_countrycategory%5Bcontroller%5D=Country&tx_countryprofile_countrycategory%5Bcountry%5D=15&cHash=86dae38903e04f788f4fc1ddb326226c

¹²¹ <https://hlpf.un.org/sites/default/files/vnrs/2022/VNR%202022%20Italy%20Report.pdf>

¹²² https://iea.blob.core.windows.net/assets/71b328b3-3e5b-4c04-8a22-3ead575b3a9a/Italy_2023_EnergyPolicyReview.pdf

¹²³ Italian Government Presidency of the Council of Minister <https://www.governo.it/en/>

年に CIPE から名称変更)は、閣僚会議 (Council of Ministers) の議長をトップとし、経済財政問題で政治的意思決定を行う委員会である。SDGs のアジェンダ 2030 の文脈で国家持続可能な開発戦略の目標が促進される¹²⁴。

エネルギー政策は経済開発省から 2021 年に新設された環境移行省に移行し、2022 年 10 月に環境エネルギー安全保障省 (MISE)¹²⁵となった。MISE は環境、持続可能なモビリティ、都市再生、環境教育を推進し、教育大学研究省 (MIUR)¹²⁶は、教育と研究を担当している。

他に、関連する省庁としてインフラ交通省¹²⁷、農林食料政策省¹²⁸などがある。

新技術・エネルギー・持続可能な経済発展のための国家機関 (ENEA)¹²⁹は、エネルギー部門、環境、持続可能な経済発展における研究、技術革新、高度なサービスの提供を目的とする公的機関である。エネルギーシステム研究 (RSE)¹³⁰は電力分野の公的エネルギー研究機関である。

3.3.7.3. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

CIPESS は、研究およびイノベーション全般に関するハイレベルの政治的ガバナンスを提供し、国家研究プログラムを承認し、公的研究機関に全体的な財源を配分する。エネルギーに関する研究開発では、MISE および MIUR が主に資金を提供している。MISE は国際レベルでは EU 資金管理において中心的な役割を担う。MIUR の研究担当部局はボトムアップ型のファンディングを実施している

基礎研究投資ファンド (FIRB) は、MIUR の傘下であり、国家戦略における中期から長期にわたるイノベーションの土台を支えるような重要な技術領域における知識を拡大するような研究活動を支援している。

¹²⁴ https://www.esdn.eu/country-profiles/basic-information/detail?tx_countryprofile_countrycategory%5Baction%5D=showcat&tx_countryprofile_countrycategory%5Bcontroller%5D=Country&tx_countryprofile_countrycategory%5Bcountry%5D=15&cHash=86dae38903e04f788f4fc1ddb326226c

¹²⁵ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica <https://www.mase.gov.it/>

¹²⁶ Ministero dell'Istruzione e del Merito <https://www.miur.gov.it/>

¹²⁷ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

¹²⁸ Ministero dell'Agricoltura, Sovranità alimentare e Foreste www.politicheagricole.gov.it

¹²⁹ Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development / Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile <https://www.enea.it/en>

¹³⁰ Ricerca sul Sistema Energetico <http://www.rse-web.it/>

○ カーボンプライシング

イタリアでは、欧州の EU-ETS、国境炭素調整措置（CBAM）が実施されているが、EU-ETS の収入の半分を気候関連対策に支出するという EU の要件を常には満たしておらず、一貫性がないことが指摘されている¹³¹。国内の炭素税、排出量取引制度はないが、エネルギー製品に対する課税が比較的高いため、炭素税ではないエネルギー課税も含めると、欧州ではイギリスにつき二番目に高い課税となっている。エネルギー課税は、様々な燃料や用途に課される実効的な炭素税としての役割とは異なることが課題である。

○ 金融に関する取り組み

欧州のサステナブルファイナンスの動きをうけ、イタリアでも EU が 2014 年に発表した非財務情報開示指令を 2016 年に国内法制化した。SDGs の評価は欧州の中では低いだが、2022 年に NSDS を改訂し、取り組みを進めている。2021 年にイタリア初のグリーンソブリン債（政府の発行または保証している債券）、BTP Green を発行し、欧州グリーンディールの目標に対する国のコミットメントを拡大した¹³²。また、2021 年に国家金融市場監督委員会（Commissione Nazionale per le Società e la Borsa – CONSOB）は、TCFD 勧告の支持と遵守を宣言するプレスリリースを発行し、イタリア銀行は、臨時文書 No 744/2022「ESG 開示：イタリアの銀行に対する規制の枠組みと課題」の中で、TCFD 勧告について多く言及している¹³³。

3.3.7.4. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

イタリアは 2020 年 1 月に「エネルギーと気候に関する国家統合計画（PNIEC）」を策定し、国家エネルギー戦略（SEN2017）の流れを引き継ぎ、さらに再生可能エネルギーの活用拡大とエネルギー効率向上等についての野心的な数値目標を掲げ、気候変動対応の推進を目指している。

○ 再興・回復のための国家計画（PNRR）

再興・回復のための国家計画（PNRR：National Recovery and Resilience Plan / Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza）¹³⁴は、EU の Covid-19 後の回復における EU の加盟国の支援策、次世代 EU（NGEU）の復興・強靱化ファシリティ（RRF：Recovery and Resilience Facility）の資金に対する要求文書の位置づけにあたる。2021 年に設立された補完基金を通じて、資金総額は 2221 億ユーロ（約 31 兆円）である。イタリアでは、1）デジタル移行とイノベーション、2）エコロジカルトランジション、3）社会・地域のリバランスという 3 つの戦略を軸に、6 つのミッション、16 のコンポーネント、151 の投資

¹³¹ IEA Energy Policy Review 2023

¹³² <https://www.mef.gov.it/en/focus/Btp-Green-the-new-sovereign-bond-to-finance-Italys-ecological-transition-00001/>

¹³³ <https://practiceguides.chambers.com/practice-guides/climate-change-regulation-2023/italy>

¹³⁴ Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza （英語表記で NRRP と略されることもある）
<https://www.mef.gov.it/en/focus/The-National-Recovery-and-Resilience-Plan-NRRP/>

が策定されている。このうち、グリーン革命と生態学的移行のミッションに 555.2 億ユーロ（約 7.7 兆円）が割り当てられている。イタリア独自の財源「補足ファンド」を含めて約 700 億ユーロ（約 9.7 兆円）を投資する。2025 年までの石炭火力発電の廃止、再生可能エネルギーへのシフトを掲げているが、これまで廃炉の方針であった原発再開の是非の議論も起こっている。2022 年に環境・エネルギー政策の統合的枠組みを示す「エコロジー転換計画（PTE: Plan for the Ecological Transition）」を公開し、2030 年までに電源構成の再生可能エネルギーの比率を 72%とする目標を発表している。

3.3.7.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

イタリアのエコシステムの開発は他の欧州諸国、特に人口の近いフランス・ドイツ・スペインと比較して遅れており、ベンチャーキャピタルの投資額の規模も極めて小さい。

2012 年に「イノベティブ・スタートアップ企業」（Startup Innovative）を定義し、そのライフサイクル全体を取り巻くステークホルダーのニーズにも対応する、包括的な支援策を示した¹³⁵。革新的な技術の発展を核に、起業家文化の普及、若者の雇用拡大、社会的流動性向上などを促し、国外の人材や資本にも魅力あるエコシステムの構築を目指している。2015 年には「イノベティブ中小企業（PMI Innovative）」の区分を新設し、スタートアップ企業の条件を満たすことができない中小企業、設立後 5 年以上経過したスタートアップ企業の継続的かつ段階的成長をサポートしている¹³⁶。また、2022 年には、EU 諸国以外の起業家を対象に国内に誘致する戦略的ツールとしてのスタートアップビザ、スタートアップ企業を継続させるためのイタリアの滞在とスタートアップ設立の手続きを簡素化させるスタートアップハブプログラムも始まった¹³⁷。2021 年に投資総額は 10 億ユーロ（約 1380 億円）を超え、経済の影響によりその後の投資総額は停滞しているが、Startup Act 2.0 や CdP Venture Capital などのエコシステム活性化の取り組みを継続して実施している¹³⁸。

3.3.7.6. 国際協力

持続可能な開発のための国際協力に取り組み、2030 アジェンダを、開発協力を規制する政策ガイダンス文書に定義している¹³⁹。2021 年には G20 のローマサミットを開催し、2024 年には G7 議長国としてその取り組みを進めている。

¹³⁵ <https://www.mimit.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/start-up-innovative>

¹³⁶ JETRO イタリアのスタートアップ環境

https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/96b12867082a89e5/20210075.pdf

¹³⁷ <https://www.mimit.gov.it/en/media-tools/news/the-italia-startup-visa-and-italia-startup-hub-programs-are-now-open-applications-can-be-submitted-from-january-27th-to-march-17th-2022>

¹³⁸ <https://b-plannow.com/en/startup-italy-2023-funding-analysis-and-trends/>

¹³⁹ https://www.esteri.it/en/politica-estera-e-cooperazione-allo-sviluppo/cooperaz_sviluppo/

エネルギーの国際連携については、ENEA が専門分野で活動する国際機関（IEA や IAEA など）の委員会や作業グループのメンバーとして、関係省庁（MISE、外務省（MAECI）、MIUR 等）と連携して、進めている。

2023 年にアフリカのエネルギー転換のための国際ネットワーク INAET（International Network for African Energy Transition）を発足し¹⁴⁰、また、2024 年にイタリア・アフリカサミットを開催¹⁴¹するなど、エネルギーにおいてもアフリカの開発を重要項目の一つとしている。

国際的な科学技術協力は、相互に関心のあるテーマに関する共同研究イニシアチブを実施するために、外国の同種研究機関間で締結される二国間協定を通じて実現される¹⁴²。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション（MI）のミッションへの貢献

イタリアは 2021 年に MI のメンバーに加わった。英国、中国と共にグリーン電力（GPFM）を共同主導している。この枠組みにおいて、MI の他のメンバーとプロジェクトを立ち上げ、開発途上国との研究成果を共有するため、他国および国際機関（IEA、IRENA、世界銀行など）との連携強化をしている。イタリアは ENEA、CNR を関与させ、ミッション活動への関心のある国との会合ももち、GPFM の第二の柱、電力の柔軟性について取り組んでいる。また、クリーン水素ミッションのメンバーにも参加している。

¹⁴⁰ <https://decode39.com/8277/how-italy-intends-to-prioritise-africa-transition/>

¹⁴¹ <https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/02/40243e7c5fc4972c.html>

¹⁴² <https://www.enea.it/en/international-activities/international-relations/scientific-and-technological-cooperation.html>

3.3.8. カナダ

3.3.8.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

エネルギーイノベーションは、カナダのエネルギーの将来において重要な役割を果たすと期待されている。2016年の「クリーンな成長と気候変動に関するカナダ全体の枠組み」(Pan-Canadian Framework on Clean Growth and Climate Change: PCF)には、クリーンテクノロジーとイノベーションが4つの重要な柱の1つとして含まれている。図 3.3-8 に、2023 年予算におけるクリーン経済に向けた計画の中での戦略とツールの概念図を示す。既存技術は短期的には大きな二酸化炭素排出削減ポテンシャルを持つが、カナダが 2050 年までにネット・ゼロ・エミッションを達成するためには、新たな技術に頼る必要がある。

カナダ政府の 2020 年におけるエネルギーRD&D 予算は 13.71 億カナダドル（約 1390 億円）¹⁴³であり、これは GDP の 0.062% となり、世界の中央値の 0.034% より高い値である。また、2013 年以降 2016 年まで RD&D 予算が減少していたが、2020 年では 2013 年レベルまで回復し、Mission Innovation 公約を達成した。2013 年のピークとその後の落ち込みは、いくつかの大規模な二酸化炭素回収・利用・貯留 (CCUS) プロジェクトの実施に伴う支出に関連していたが、2020 年までの過去 5 年間の予算の伸びは、より多くのプロジェクトや技術分野に波及している。特に、エネルギー効率に関する政府のエネルギー研究開発費は、2010 年から 2020 年の間にほぼ 3 倍に増加した。一方、原子力への支出は同じ 10 年間で 61% 減少した ¹⁴⁴。

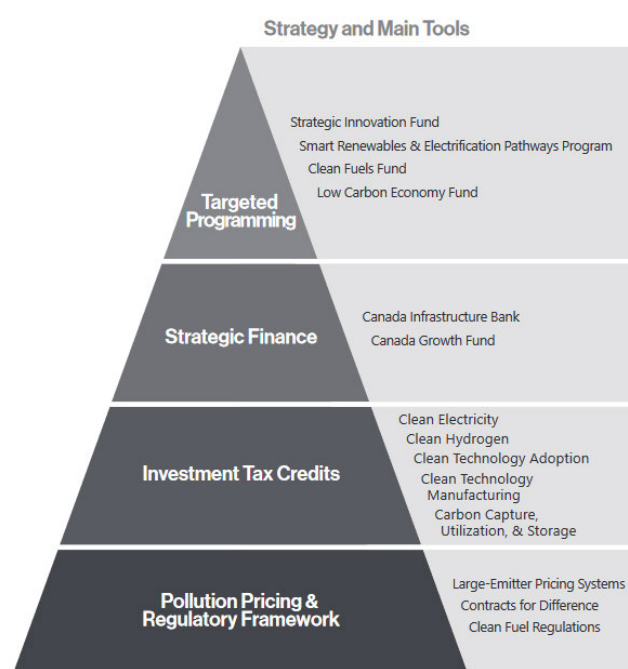


図 3.3-8 2023 年予算におけるクリーン経済に向けた計画の中での戦略とツール (His Majesty the King in Right of Canada, 2023)¹⁴⁵

¹⁴³ 101 円/カナダドル換算 (OECD Exchange rates 2022 年から計算)

¹⁴⁴ IEA (2022) Canada 2022 Energy Policy Review

¹⁴⁵ His Majesty the King in Right of Canada (2023) Budget 2023 A Made-in-Canada Plan

3.3.8.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

カナダは、連邦政府の研究開発プログラムと、エネルギー・気候政策との間に強力な連携を確保できている¹⁴⁶。例えば、カナダ天然資源省（Natural Resources Canada：NRCan）の技術専門家は、連邦政府の研究所と共に政策議論に密接に関与しており、クリーンエネルギーイノベーションプログラミングに取り組む他の政府部門（カナダ革新・科学・経済開発省 ISED など）に科学的・技術的支援を提供している。こうした取り組みは、カナダ環境・気候変動省の気候政策アジェンダとも連携している。

イノベーションに関連する組織を以下に記す。また、NRCan でのイノベーション関連組織とその対象を表 3.3-7 に示す。

- Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED)
- Sustainable Development Technology Canada's (SDTC) Sustainable Development Tech Fund: 2001 年にカナダ政府により設立。
- Innovative Solutions Canada (ISC)
- Industrial Research Assistance Program (IRAP)
- Strategic Innovation Fund (SIF) – Net Zero Accelerator

表 3.3-7 Natural Resources Canada (NRCan) でのイノベーション関連組織とその対象

イノベーション関連組織	対象
カナダエネルギー研究開発局 (OERD)	エネルギー効率の改善、電化の加速、低排出な熱と電力、よりクリーンな燃料開発、安全で回復力のあるエネルギーシステムの維持
CanmetENERGY-Devon	重工業、水素、バイオエネルギー、CCUS
CanmetMATERIALS	クリーン電力、重工業、水素、バイオエネルギー、トランジション、CCUS
TerraCanada Hamilton/Mississauga Centre of Expertise	水素、CCUS、運輸
CanmetENERGY-Varenes	産業、建物、スマートグリッド
CanmetENERGY-Ottawa	建物、クリーン電力、重工業、水素、バイオエネルギー、運輸、CCUS

3.3.8.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

カナダ政府は 2022 年 3 月、「2030 年排出削減計画 (Emissions Reduction Plan: ERP)」を発表し、2030 年までに排出量を 2005 年比で 40-45%削減するという目標を掲げた。2030 年 ERP には、汚染削減と経

¹⁴⁶ IEA (2022) Canada 2022 Energy Policy Review <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7ec2467c-78b4-4c0c-a966-a42b8861ec5a/Canada2022.pdf>

済成長のための 91 億カナダドル（約 9200 億円）の新規投資が含まれており、そのうちの多くが革新的なクリーンエネルギーに関連している。ERP において、まず、二酸化炭素回収・利用・貯留（CCUS）を含む、クリーン技術と燃料に対するインセンティブがある。次に、規制によるクリーン電力基準とクリーンエネルギープロジェクトへの約 8.5 億カナダドル（約 860 億円）の投資、また、カナダの住宅に関する連邦政府の調整を強化する戦略として、国家ネットゼロ建築計画の推進と約 10 億カナダドル（約 1010 億円）の投資を行う。

ERP 以外では、クリーンエネルギーイノベーションとして、それぞれ 2020 年 12 月に制定された、強化された気候計画(Canada's strengthened climate plan: SCP)としての健全な環境と健全な経済(A Healthy Environment and a Healthy Economy)、グリーン政府戦略(Greening Government Strategy)、水素戦略 (Hydrogen strategy for Canada)、小型モジュール型原子炉 (SMR) 行動計画 (Canada's SMR Action Plan)が方針として定められている。

3.3.8.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

カナダでは、連邦と州のいずれもファンディングを行っている。連邦によるファンディングは、主に、Tri-Council¹⁴⁷と呼ばれる 3 つのファンディング機関（CIHR¹⁴⁸、NSERC¹⁴⁹、SSHRC¹⁵⁰）および研究機関であるカナダ研究機構 NRC (National Research Council) ¹⁵¹で行っており、全体の 4 割ほどを占める。これらは競争的資金として配分される。一方、州によるファンディングには、機関助成（大学における研究者の給与等）と競争的資金（優先事項に基づき配分される競争的資金）とがある。

○ カーボンプライシング

カナダでは、2016 年に全国的なカーボンプライシングが提案され、2018 年の「炭素価格付け法 (Greenhouse Gas Pollution Pricing Act: GGPPA)」により、すべての州・準州にカーボンプライシングの導入が求められた ¹⁵²。GHG 排出量の大きい設備を対象とした「連邦 OBPS (Output-Based Pricing System) 制度」と、一般国民を含む化石燃料ユーザーを対象とした「連邦炭素税制度」という、対象者の異なる 2 種類の制度が定められている ¹⁵³。炭素税を導入しているのは、ブリティッシュ・コロンビア州、北西準州、ニューファンドランド・アンド・ラブラドル州 等であり、また、排出量取引を導入しているのは、ケベック州、ノバスコシア州、ニューファンドランド・アンド・ラブラドル州等であり、そ

¹⁴⁷ <https://guides.hsict.library.utoronto.ca/c.php?g=723921&p=5181404>

¹⁴⁸ the Canadian Institutes of Health Research

¹⁴⁹ the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada

¹⁵⁰ the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada

¹⁵¹ <https://nrc.canada.ca/en>

¹⁵² https://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/stage2/contents/column0307.html

¹⁵³ <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2023/0903/9634cce9abbad96c.html>

れぞれが州独自の手法をとっている。

○ 金融に関する取り組み

カナダ政府は、2021 年にサステナブル ファイナンス アクション評議会 (SFAC) を立ち上げ、金融セクターを主導する¹⁵⁴。また、SFAC は 2022 年にタクソノミーロードマップレポートを作成し、政府に対して重点分野に対する優先順位と推奨事項を示した¹⁵⁵。

3.3.8.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

SCP を支援するため、ネットゼロアクセラレータ (Net Zero Accelerator: NZA) イニシアティブが作られ、カナダ全土の主要産業部門への大規模投資を支援するため、最大 80 億ドル（約 810 億円）の資金 (Net Zero Accelerator Fund) を拠出している。

2023 年予算 (A made-in-Canada plan) では以下の投資税控除があり、10 年間で 600 億ドル（約 6.1 兆円）の投資税控除となっている。

- クリーン水素: 15-40% 還付税控除
- CCUS: 37.5-60% 還付税控除
- クリーン発電: 15% 還付税控除
- クリーンテック製造: 30% 還付税控除
- クリーンテック: 30% 還付税控除
- 脱炭素技術メーカー対象の減税

そのほか、以下のような動きがある。

- Market pull として炭素価格: 2022 年 50 カナダドル/tCO₂（約 5100 円）から毎年 15 ドル（約 1500 円）上がり、2030 年に 170 ドル（約 17200 円）と設定
- ISED での Strategic Innovation Fund's (SIF) Net Zero Accelerator。2023 年度、10 年間で 500 万カナダドル（約 5 億円）のクリーンテックへの予算
- 2030 Emissions Reduction Plan(ERP)をサポートするために、ISED, NRCan, Environment and Climate Change Canada (ECCC) による独立チームを 2022 年夏に設立し、2023 年に計画を発表
- Clean Technology Data Strategy (CTDS) クリーンテクノロジーに関するマクロ経済統計、産業、経営データの分析
- Department of Finance Canada のもとに Canada Innovation Corporation (CIC) 設立。National Research Council の Industrial Research Assistance Program (IRAP) が CIC に統合

また、カナダでは、民間セクターとのパートナーシップを近年強化しており支援対象の企業を以下に

¹⁵⁴ <https://www.canada.ca/en/department-finance/programs/financial-sector-policy/sustainable-finance/sustainable-finance-action-council.html>

¹⁵⁵ <https://www.canada.ca/en/department-finance/programs/financial-sector-policy/sustainable-finance/sustainable-finance-action-council/taxonomy-roadmap-report.html>

記載する。

○ Sustainable Development Technology Canada (STDC)

カナダのクリーンテクノロジー企業 11 社に 4,430 万カナダドル（約 45 億円）を投資（2021 年 5 月時点）。以下 2021 年 5 月時点投資中の案件 ¹⁵⁶は以下となっている。

- Terramera Inc.: 790 万カナダドル（約 8 億円）。土壌炭素の検証ツール開発
- Pyrogenesis Canada Inc.: 70 万カナダドル（約 0.71 億円）。フュームドシリカ製造のための新規プラズマプロセス
- Molded Precision Components of Oro-Medonte: 930 万カナダドル（約 9.4 億円）。ペレットからバレットへのグリーン高度プラスチック製造のイニシアティブ
- Flyscan System Inc.: 150 万カナダドル（約 1.5 億円）。液体パイプライン漏洩の空中検知器
- Axine Water Technologies Inc.: 620 万カナダドル（約 6.3 億円）。デジタル化された第 2 世代の廃水処理システムの開発と実証

SDTC を通じて、国内のクリーンテック企業 17 社へ 6820 万カナダドルの助成を行うと発表（2023 年 2 月）された ¹⁵⁷。クリーンテック企業を表 3.3-8 に示す。

¹⁵⁶ <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2021/05/government-of-canada-supports-cleantech-innovation-and-jobs-growth-across-the-country.html>

¹⁵⁷ <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2023/02/government-of-canada-invests-in-17-canadian-companies-creating-economic-growth-and-good-jobs.html>

表 3.3-8 SDTC を通じて助成される企業

エネルギー探索	■Arolytics (\$0.4 million (約 0.4 億円)): 女性主導のクリーンテックスタートアップ。石油・ガス会社がコスト効率の高い排出管理の課題に対する解決策を見出すためのソフトウェアを開発 ■Carbonova (\$2 million (約 2 億円)): 女性主導の企業で、回収した CO₂ とメタンによりカーボンナノファイバーを製造するプロセスを開発し、コンクリートやその他の材料の機械的強度を向上
エネルギー利用	■3E Nano (\$5 million (約 5 億円)): 天窓や温室、プレキシガラスの窓に使用することで、冷暖房費を大幅に削減できるナノ薄型ソーラー・コーティングを開発している成長中のエネルギー利用企業 ■BrainBox AI (\$6.5 million (約 6.6 億円)): 人工知能を使って暖房・換気・空調システムを最適化し、建物のエネルギー効率を高めるデジタル制御ソリューションを開発する先駆的企業
発電	■Aurora Hydrogen (\$3.9 million (約 3.9 億円)): CO₂ の直接排出や水消費は無しで、マイクロ波を使ってターコイズ水素を製造する革新的なプロセスを開拓しているクリーンテックスタートアップ ■Next Hydrogen (\$5 million (約 5.1 億円)): 革新的な水電解技術を開発し、水素製造コストを大幅に削減すると同時に、温室効果ガスの排出を削減するクリーンテック・エネルギースタートアップ
運輸	■Nano One (\$10 million (約 10 億円)): 電気自動車用バッテリー製造のサプライチェーンを簡素化することで、CO₂ 排出量と産業廃棄物を削減する取り組みを推進する画期的なクリーンテック企業 ■Visual Defence (\$4 million (約 4 億円)): スケールアップ・クリーン・テクノロジー企業で、都市がリアルタイムで道路状況を監視し、コストを削減しながら業務効率と持続可能性を高めるための AI 対応ソリューションを推進
農業と農作物	■Future Fields (\$5 million (約 5.1 億円)): 女性主導のバイオテクノロジー企業で、より費用対効果が高く、炭素集約度の低い肉の培養に必要なタンパク質を生産する画期的なプロセスのスケールアップ ■Hortau (\$6.8 million (約 6.9 億円)): ワイヤレス・センサー・ネットワークと人工知能を利用して作物のストレスを予測し、植物の成長を最適化する作物管理プラットフォームを開発する農業テクノロジー企業 ■New School Foods (\$5 million (約 5.1 億円)): 魚の切り身に代わる植物性食品を開発するクリーンテックスタートアップ ■Synergraze (\$1.3 million (約 1.3 億円)): 女性主導の農業会社で、牛の消化によるメタン排出を最大 90%削減し、牛の飼育による環境への影響を軽減する海藻由来の飼料添加物を開発
廃棄物処理	■Cyclic Materials (\$3.6 million (約 3.6 億円)): 廃棄物管理のスタートアップで、磁性廃棄物から希土類元素を回収する独自の技術を進め、埋め立てを減ら

	し、カナダの重要材料の供給を強化 ■ Enim (Seneca experts-conseils) (\$3 million (約 3 億円)): 電子廃棄物の削減とリサイクルのため、古いプリント基板から金属を湿式冶金で抽出するパイロット施設を建設・運営する、先見性のあるクリーンテック企業 ■ Provision Analytics (\$2.6 million (約 2.6 億円)): 食の安全性と品質データを監視し、食品サプライチェーン全体の無駄を最小限に抑える方法を発見するため、分析と機械学習を駆使したデジタル・プラットフォームを推進する最先端ソフトウェア企業 ■ Symbient Environmental (\$1.5 million (約 1.5 億円)): 廃水処理スタートアップで、塩素の代わりに過ギ酸を使用して廃水を消毒する低コスト・システムを開拓し、水生環境への影響を軽減 ■ ZS2 Technologies (\$2.6 million (約 2.6 億円)): 廃棄物を組み合わせて環境負荷を抑えつつ低炭素マグネシウムセメントを製造するプロセスを開発する建設技術のパイオニア
--	---

○ Breakthrough Energy Solutions Canada

2019 年 CEM10/MI-4 を受け、NRCan によって開始。2020 年 1 月に 22 社のファイナリストが選定され、2022 年 1 月に 10 社基金を授与。¹⁵⁸

- Biome Renewables: 再エネ、風力タービン
- CarbonCure Technologies Inc.: CO₂ 利用コンクリート
- CERT Systems Inc.: CO₂ 電解、化成品・燃料。NRG COSIA Carbon XPrize Finalists
- Ekona Power Inc.: パルス燃焼と高速ガスダイナミクスを利用して天然ガスを水素と固体炭素に変換するメタン熱分解プラットフォーム。クリーン水素。2023 Global Cleantech 100。
- Evercloak Inc.: Nanofilms, Graphene
- e-Zn Inc.: (e-Zinc): エネルギー貯蔵。winner of the Charging the Future Challenge (\$1M prize (約 1 億円))。 2022 Global Cleantech 100。
- Gbatteries: 電気自動車用の急速充電リチウムイオン電池を製造
- eLeapPower (previously Havelaar Canada): 統合型インバーター、ワイヤレス充電器、フリート・ソリューション
- Intelligent City Inc.: 建築。持続可能な都市型住宅。SDTC による投資も (2022 年 2 月)
- Smarter Alloys Inc.: Extract Energy Heat Engine。低品位の廃熱による発電

○ MaRS Discovery District and Écotech Québec などのインキュベーターによるクリーンテックスタートア

¹⁵⁸ <https://natural-resources.canada.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/funding-grants-incentives/energy-innovation-program/breakthrough-energy-solutions-canada-finalists/breakthrough-energy-solutions-canada>

76 社クリーンテックスタートアップとして掲載されている。

3.3.8.6. 国際協力

以下のエネルギーに関する国際連携に取り組んでいる。

■ Natural Resources Canada – US Department of Energy Memorandum of Understanding and MOU Action Plan¹⁶⁰ (NZ 技術) 米国

米国とカナダのパートナーシップの再構築に向けたロードマップのコミットメントを達成する重要なマイルストーンとなる。クリーン電力、クリーン燃料、エネルギー効率、重要鉱物、原子力エネルギー、CCUS を含む、持続可能で公平なエネルギー移行、クリーンエネルギーのイノベーション、接続性および低炭素輸送に関する二国間協力を強化する。

■ Canada- Germany Energy Partnership¹⁶¹ (エネルギー変革) ドイツ

カナダとドイツは、政策、ベストプラクティス、技術に関する交流や、エネルギー政策・計画・規制、高水準の自然エネルギーを統合できる強靱な電力システム、エネルギー効率、セクター間の結合と低炭素燃料、技術革新と応用研究に焦点を当てた協力活動やプロジェクトを通じて、エネルギー転換を促進する。2021 年に開始されたこのパートナーシップの実施は、2023-24 年のパートナーシップ・アクション・プランの承認とともに継続された。

■ German Canadian Materials Acceleration Centre (材料) ドイツ

GCMAC¹⁶²は、ワークショップ、ウェビナー、イベント、研究者と知識の交換、共同研究開発プロジェクトを通じて、カナダとドイツの研究コミュニティを結集し、アプローチの調整、共通の方法論と標準の設定を促進し、データ科学による加速された材料探索(Accelerated Materials Discovery: AMD)技術の未来の研究者を育成することに重点を置いている。

¹⁵⁹ <https://www.marsdd.com/our-sectors/cleantech/>

¹⁶⁰ <https://www.nrcan.gc.ca/energy/resources/international-energy-cooperation/memorandum-understanding/23749>

¹⁶¹ <https://www.nrcan.gc.ca/energy/resources/international-energy-cooperation/memorandum-understanding-between-the-department-natural-resources-canada-and-the-fede/23423>

¹⁶² <https://gcmac.de/>

■Canada-Japan Energy Policy Dialogue (CCUS、水素、原子力、重要鉱物、石油・ガス) 日本

カナダと日本の協力関係は、石油・ガス、CCUS/カーボン・リサイクル、水素、原子力、重要鉱物の主要分野に重点を置いている。両国の協力関係は、技術協力を推進し、知識交換を深め、持続可能な産業を発展させるために、既存のパートナーシップを基礎とすることを目的としている。

■Canada-EU High Level Energy Dialogue (水素など) EU

2007年に設立されたこのダイアログは定期的に更新され、共通の優先課題（水素など）に関する最新の協力機会を反映している。

■International Energy Agency (IEA) Committee on Energy Research and Technology (CERT) Working Parties, and Technology Collaboration Programmes (TCPs)

カナダは現在、CERT 委員会の議長を務め、4つの作業部会と、国際スマートグリッド・アクション・ネットワーク (ISGAN) や温室効果ガス研究開発プログラム (IEAGHG) など、IEA の 38 の技術協力プログラム (TCP) のうち 22 に参加している。

CERT は、エネルギー分野の課題に対応する技術の開発、実証、展開を調整し、促進する。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

2021年に発足した二酸化炭素除去ミッションをアメリカ、サウジアラビアと共同主導している。また、ライフサイクル評価と技術経済性分析 (LCA/TEA) を日本と共同主導し、CDR マッピングイニシアチブの調整を主導している。事例研究や知識の共有を通じて、バイオマス炭素の除去と貯留に関する強化された鉱化作用のテクニカルトラック活動に参加している。

クリーン水素ミッションでは、積極的なメンバーとして活動し、ミッションの戦略と成果物の開発に技術的専門知識とアドバイスを提供してきた。2024年までに水素バレーの目標を引き続き支援している。

バイオリファイナリーミッションに参加し、2023年にミッション内のワークショップの開発を主導し、2023年6月の国際関係者ウェビナーの計画に携わり、さらに2つの国際関係者ワークショップの共同主導組織となっている。

ネットゼロ産業ミッションに2022年9月の参加以来、積極的な役割を果たし、また、Zero Industries Awards を受賞し、世界的な知識共有イニシアチブの開発を主導している。

グリーン電力ミッション (GPFM) を支援し、「5大陸で5つのデモ」プロジェクトに貢献し、新しいスマートグリッドパイロットプロジェクトを開始するための専用のサポートの開発に取り組んでいる。また、ゼロエミ海運ミッションも支援している。

ドイツと共同でマテリアルズ・フォー・エネルギー・イニシアチブ (M4E) を共同主導し、マテリアルズ・アクセラレーション・プラットフォーム (MAP) を通じてクリーンエネルギー技術向けの先端材料の開発と展開を加速する。このために、以下の3つのイベントを主催した。

○知識の共有と情報交換を促進する対面式の国際 M4E シンポジウム

○ドイツとカナダの産業を結びつけ、バリューチェーン全体に沿ったコラボレーションへの意識を高め

るための 2 日間の Industry Days ウェビナー

○学生と研究者を教育するための 1 週間のサマースクール

3.3.9. オーストラリア

3.3.9.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

オーストラリアでは、国家イノベーション・科学アジェンダ（National Innovation and Science Agenda : NISA）¹⁶³等により、国としての STI 政策を示し、関係機関・省庁は当該方向性を踏まえ、それぞれが管轄領域の戦略・施策を構築する¹⁶⁴。NISA では教育、研究連携、政府の関与などについて示されている。国家共同研究基盤戦略（National Collaborative Research Infrastructure Strategy : NCRIS）では、年間 1.5 億豪ドル（約 137 億円¹⁶⁵）が割り当てられ、重要な研究インフラに資金が提供されている。国家科学研究優先分野（NSRP: National Science Research Priorities）は STI 研究の焦点を明確にするために 2015 年に発表されたが、2022 年の労働党新政権によりその見直しが発表され¹⁶⁶、2023 年 9 月にその改訂版ドラフトが発表された¹⁶⁷。そのドラフトでは、現在の 9 つの優先分野を 4 つに絞り、1）ネットゼロの未来および生物多様性保護、2）健康で繁栄するコミュニティの支援、3）生産性が高く革新的な経済の促進、4）より強くレジリエントな国の構築、が示されており、第一項と第三項にネットゼロへの取り組みが記載されている。国家科学声明（NSS: National Science Statement）は STI に関する中長期的な目標および原則が定められており、2017 年に発表されたが、NSRP と共に見直しが検討されている。

3.3.9.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

科学技術・イノベーション政策は首相・政権の方針に基づき各政策決定機関が実施する。エネルギーに関連しては、気候変動・エネルギー・環境・水資源省（Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water : DCCEEW）、産業科学資源省（Department of Industry Science and Resources: DISR）がある。DCCEEW の傘下に、規制当局・政策を実施する、クリーンエネルギー規制当局（Clean Energy Regulator : CER）、気候変動対策庁（Climate Change Authority）、助成期間として、再生可能エネルギー庁（Australian Renewable Energy Agency : ARENA）、クリーンエネルギー金融公社（Clean Energy Finance Corporation : CEFC）がある。研究機関としては、DISR の傘下に、豪州連邦科学産業研究機構（The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization : CSIRO）、豪州原子力科学技術機構（ANSTO）、官民研究の支援をするプログラム、共同研究センター（Cooperative Research Centres : CRCs）¹⁶⁸がある。

¹⁶³ <https://www.education.gov.au/national-innovation-and-science-agenda>

¹⁶⁴ https://spap.jst.go.jp/investigation/downloads/2022_rr_08.pdf

¹⁶⁵ 91 円/豪ドルとして換算（OECD Exchange rates 2022 年から計算）

¹⁶⁶ <https://www.arc.gov.au/funding-research/apply-funding/grant-application/science-and-research-priorities>

¹⁶⁷ <https://consult.industry.gov.au/sciencepriorities2>

¹⁶⁸ <https://business.gov.au/grants-and-programs/cooperative-research-centres-crc-grants/current-cooperative-research-centres-crcs>

3.3.9.3. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ 気候変動法 (Climate Change Act 2022)

エネルギー技術開発への投資は、オーストラリアの気候戦略の中核をなすものである。2022 年 9 月、オーストラリアは 2022 年気候変動法 (Climate Change Act 2022) に基づき、2050 年までにネット・ゼロ・エミッションを達成し、2030 年までに GHG 排出量を 43%削減するという目標を NDC として法制化した。関連し、2022 年気候変動法は、政府機関（再生可能エネルギー庁 ARENA、クリーンエネルギー金融公社 CEFC、クリーンエネルギー統制機関 CER、オーストラリア連邦科学産業研究機構 CSIRO）を気候変動法で設定された目標達成に集中させるため、14 の資金提供機関に関わる法律を変更し、オーストラリアのエネルギー技術投資の枠組みはさらに強化された。

○ 「パワーリング・オーストラリア」計画 (Powering Australia)

豪州政府の「パワーリング・オーストラリア」計画 (Powering Australia) は、雇用創出、電力料金削減、排出量削減のための重要な戦略である。2022 年気候変動法に基づき 2030 年までにオーストラリアの全国電力市場における再生可能エネルギーの比率を 82%まで高めることが求められており、Offshore Renewable Growth Strategy の加速に予算措置がなされる予定である。Powering Australia の一部として、既存産業によるイノベーションと、地方における新産業の創出を支援するため、19 億 豪ドル（約 1730 億円）の Powering the Regions Fund (PRF) を設立し、エネルギー効率の改善、燃料転換（水素など）、グリーン水素やバイオエネルギーなどの新クリーンエネルギー産業、既存労働者の新技術へのスキルアップ、オーストラリア炭素クレジット単位 (ACCU) の継続的購入などを支援する。

また、Powering Australia の中心として、Rewiring the Nation plan がタスマニア州およびビクトリア州、西オーストラリア州、ニューサウスウェールズ州などに対するインフラへの 200 億 豪ドル（約 1.82 兆円）の投資として設置され、再生可能エネルギーとエネルギー貯蔵による電力グリッド近代化を目指している。この内 190 億 豪ドル（約 1.73 兆円）が CEFC の管理下となっている。

Powering Australia では、1 億 豪ドル（約 91 億円）の投資により、ルーフトップ太陽光発電を設置することができない世帯向けの 85 の地域ソーラーバンクを提供予定である。

○ National Reconstruction Fund (NRF)

産業および経済の持続可能な転換に向けた政策としては、オーストラリア連邦政府は、2022 年に National Reconstruction Fund (NRF) を設立し、150 億 豪ドル（約 1.37 兆円）の基金を用意した。この中で 30 億 豪ドル（約 270 億円）により、新しいクリーン産業や活性化したクリーン産業における技術革新を支援し、再生可能エネルギーと低排出技術に投資を行う。商業化の対象としては、風力発電コンポーネント、バッテリーやソーラーパネルの生産、鉄鋼やアルミニウムの近代化、水電解などがある。

○ 重要技術リスト

産業科学資源省 (DISR) は 2023 年 5 月に重要技術リスト (List of critical technologies in the national interest) を更新した。項目としては、先進製造技術、運輸、クリーンエネルギー、ヘルスケア、防衛、国家安全保障が挙げられている。クリーンエネルギーに関しては、グリーンメタル、グリーン水素など

代替燃料、革新的な廃棄物削減およびリサイクルなどとしている¹⁶⁹。

○ 重要鉱物戦略 2023-2030

DISR は 2023 年 6 月に、重要鉱物戦略 2023-2030 を発表した。パブリックコンサルテーションおよびオーストラリアの産業とコミュニティが直面する障壁と機会を考慮して作成されている。6 つの重点領域として、1. 重要プロジェクトの戦略的な開発、2. 投資の呼び込みと国際パートナーシップの構築、3. 先住民族の関与と利益分配、4. 世界の ESG パフォーマンスリーダーとして推進、5. インフラとサービス実現への投資、6. 熟練した労働力の育成を挙げている。また、重要鉱物リストに関しても世界の技術要請、特に排出削減と先進製造技術および防衛に基づいて作成されている。

研究と商用化に向けては、CRC を通した基金で行うとしている。この中に、Future Battery Industries CRC も含まれる。政府として、5050 万豪ドル（約 46 億円）の Australian Critical Minerals Research and Development Hub の投資を行い、Geoscience Australia、CSIRO、原子力科学技術機構 (ANSTO) で国際 R&D の支援を行う。また、5000 万豪ドル（約 46 億円）の Resources Technology for Critical Minerals Trailblazer により、研究基盤を構築し、商用化と産業界の関与に投資を行う。さらに、Northern Australia Infrastructure Facility (NAIF) による重要鉱物セクターの成長に重点が置かれている。

170

○ 国家水素戦略

オーストラリアは 2019 年に国家水素戦略を策定したが、2023 年に 7 月にそのレビュー文書を発行し現在パブリックコンサルテーションを行っている。これは他国の水素に関する動向の変化(米国の IRA の影響など)を踏まえたものとなっている。

また、2023-24 年連邦予算において、Hydrogen Headstart initiative¹⁷¹の予算として、20 億豪ドル（約 1820 億円）が計上されている。DCCEEW と ARENA の共同で、2030 年までに、1GW の水電解容量の達成を目的としている。¹⁷²

3.3.9.4. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

オーストラリアでは、各省庁の傘下にある助成機関・ファンディング機関が、研究開発に対する支援を実施している。クリーンエネルギーに対するインフラ投資は進んできたが、研究開発プログラムは少なく、過去 10 年間でその範囲も縮小している。エネルギー関連の研究開発・実証 (RD&D) に対する

¹⁶⁹ <https://www.industry.gov.au/publications/list-critical-technologies-national-interest>
<https://www.industry.gov.au/publications/critical-technologies-statement>

¹⁷⁰ <https://www.industry.gov.au/publications/critical-minerals-strategy-2023-2030>
<https://www.industry.gov.au/publications/australias-critical-minerals-list>

¹⁷¹ <https://arena.gov.au/funding/hydrogen-headstart/>

¹⁷² <https://consult.dcceew.gov.au/review-of-the-national-hydrogen-strategy>
<https://research.csiro.au/hyresource/policy/australia/australia/>

公的資金は、IEA 平均の 0.03%を下回り、2021 年の GDP に占める割合は 0.019%にとどまっている。IEA のデータによると、2021 年のエネルギー研究開発に対する公的支出は 3 億 900 万 米ドル（約 510 億円）であった¹⁷³。

ARENA、CEFC、共同研究センター（CRC）プログラムを通してイノベーション投資対象として注目されている技術は、低コストの太陽光、風力、エネルギー貯蔵、電化、エネルギー効率、水素などであり、商業化、実証、普及に重点が置かれている。

■クリーンエネルギー金融公社（Clean Energy Finance Corporation : CEFC）

オーストラリアのグリーンバンクである CEFC は、過去 10 年間、CEFC は、再生可能エネルギーとエネルギー・インフラに 111.4 億豪ドル（約 1 兆円）を投資してきた。CEFC の資金は、10 年間で合計 386.5 億豪ドル（約 3.5 兆円）のクリーンエネルギー投資を促進した¹⁷⁴。CEFC は、2022 年から 2023 年にかけて、再生可能エネルギーと送電網関連での記録的な 12 億豪ドル（約 1090 億円）を含む、19 億豪ドル（約 1730 億円）の新規投資を約束した。さらに、政府は、企業による排出量削減のための革新的なプロジェクトと技術の推進を支援するため、Powering Australia Technology Fund として CEFC に 5 億ドル（約 460 億円）を提供した。この基金は民間部門からさらに 5 億ドル（約 460 億円）を呼び込むことを目指している。

■オーストラリア再生可能エネルギー庁(ARENA)

オーストラリア再生可能エネルギー庁(ARENA) は、2022 年から 2023 年にかけて、新しいクリーンエネルギープロジェクトに 5 億 4,400 万ドル（約 500 億円）を支出し、さらに 3 億 5,800 万ドル（約 330 億円）を新しいプロジェクトに投入した。ARENA はまた、排出量を削減するためのグリーン水素プロジェクトと技術に資金を提供する 20 億ドル（約 1820 億円）の水素ヘッドスタートイニシアチブを提供する任務も負っている。ARENA は、投資 1 ドルにつき民間部門からの共同資金 3.32 ドルを活用する。

○ カーボンプライシング

オーストラリアでは、温暖化対策推進のため 2011 年に全国 ETS 制度が発足したが 2014 年に廃止されている。また全国規模での炭素税に関する政策は過去から現在かけて導入されていない。一方で、クレジット制度が整備され運用されているのが特徴である。

クリーンエネルギー規制機関(Clean Energy Regulator)は、エネルギー生産・消費や GHG 排出量に関する報告と管理、再生可能エネルギー導入、オーストラリア炭素クレジット単位スキーム（Australian Carbon Crediting Scheme）¹⁷⁵を通じたカーボンプライシング関連政策、再生可能発電エネルギー証書

¹⁷³ IEA, Australia 2023 Energy Policy Review

¹⁷⁴ CEFC (Clean Energy Finance Corporation), Annual Report 2021-2022,
<http://www.cefc.com.au/media/fq2prayo/cefc-annual-report-2021-22.pdf>

¹⁷⁵ <https://www.cleanenergyregulator.gov.au/ERF>

(Large-scale Generation Certificate、LGC)などの諸制度に関与している。¹⁷⁶

Australian Carbon Crediting Scheme は排出削減基金(Emission Reduction Fund : ERF)から移行された制度である。Australian Carbon Credit Unit (ACCU)は、ERF プロジェクトを通じて削減または除去された CO₂ 等価 GHG (CO₂e) 1 トンを表す単位である。また、その中で、Australian Carbon Credit Units (ACCUs)のインテグリティーに関してレビューを実施した¹⁷⁷。2023 年 6 月に政府は 16 項目の勧告に合意し、実施プランを発表した¹⁷⁸。Large-scale Generation Certificate (LGC)および Small-scale Generation Certificate (STC)は、オーストラリア国内の太陽光、風力、水力、バイオマスなどの再エネ発電証書であり、電力小売業者などの再エネ目標達成向けに MWh 単位で市場取引されている。また、Safeguard Mechanism credit units (SMCs)や Guarantee of Origin (GO)証明書などのように、将来の新しいユニットや証明書も提供される予定である。ACCU の取引促進のため、Australian Carbon Exchange という取引市場が 2023 年に発足した¹⁷⁹。

○ 金融に関する取り組み

オーストラリアの財務省は 2023 年 11 月にサステナブルファイナンス戦略¹⁸⁰を発表し、「気候と持続可能性に関する透明性の向上」「金融システムの機能」「オーストラリア政府のリーダーシップと関与」の観点から、ネットゼロに向けた金融戦略を述べている。

IFRS 財団の国際サステナビリティ基準審議会 (ISSB) の基準 (IFRS S2) に焦点をあて、国際枠組みに合わせたオーストラリアの開示基準の策定や、サステナブルファイナンス・タクソノミーの設定に言及している。また、トランジションファイナンスやグローバルな枠組みに対する高度なアプローチの推進を掲げ、政府のリーダーシップと関与においては、例えばグリーンボンド国債の発行やクリーンエネルギー金融公社 (CFFC) による資金供給などが挙げられている。なお、オーストラリア大手の企業と金融機関は 2024/25 年の報告期間から気候変動に関する情報開示を行うこととなっており、段階的に拡大していく¹⁸¹。

3.3.9.5. スタートアップ関連情報 (エネルギー関係)

○ Innovation Bay

Innovation Bay は、ARENA とパートナーシップをもつスタートアップ投資コミュニティ。ARENA から以下のような再生可能エネルギー関連の投資がなされている。

¹⁷⁶ Clean Energy Regulator – CER – what we do

<https://www.cleanenergyregulator.gov.au/About/What-we-do>

¹⁷⁷ <https://www.dcceew.gov.au/climate-change/emissions-reduction/independent-review-accus>

¹⁷⁸ <https://www.dcceew.gov.au/climate-change/publications/accus-implementation-plan>

¹⁷⁹ <https://www.cleanenergyregulator.gov.au/Infocenter/Markets/australian-carbon-exchange>

¹⁸⁰ <https://treasury.gov.au/consultation/c2023-456756>

¹⁸¹ <https://treasury.gov.au/sites/default/files/2024-01/c2024-466491-policy-state.pdf>

- Advancing Renewables Program (ARP)¹⁸²: 再エネ電力の最適化、クリーン水素の商用化、低排出金属の支援への投資。例として、RayGen による、太陽光発電と蓄熱を組み合わせた発電所への支援 (3274 万豪ドル (約 30 億円) プロジェクトへの 1000 万豪ドル (約 9.1 億円) の資金提供)。¹⁸³

- Commercialisation of R&D Funding Initiative Pilot¹⁸⁴: ARENA により最大 100 万豪ドル (約 9100 万円) のキックスタート基金を提供。

これら政府投資と、CleanTech100 に記載されている豪州スタートアップ企業との対応について今後対応予定。(SEE Labs, Whirl, WoodifySunovate)

○ オーストラリアの技術コンテスト (ATC)

オーストラリア政府は、オーストラリア技術コンテスト(Australian Technologies Competition: ATC)の一環としてクリーン技術省を支援した。ATC は、世界的な成長の可能性を秘めたオーストラリアの革新的な技術を対象としたコンテストで、クリーンエネルギー技術を含む 15 のカテゴリーがある。2023 年の受賞者は、風力発電などの産業用 IoT センサーに電力供給する技術の ONVOL (クリーンエネルギー賞)、配送ルート計画プラットフォームを提供する Adiona Tech (持続可能な都市・コミュニティ・交通賞)、太陽光発電と蓄熱装置を組み合わせた取り組みの Raygen(クリーンテック賞)であった。

3.3.9.6. 国際協力

○ 国際協力枠組みへの貢献

気候クラブ (Climate Club) の hard-to abate である産業セクターの脱炭素化に取り組んでいる。IEA の水素、太陽光発電、太陽熱と冷却、SolarPACES などの Technology Collaboration Programs(TCP)、米国を中心とする Carbon Management Challenge 2023 (CCUS)、欧州が中心となる Driving Urban Transitions Partnership、Clean Energy Transition Partnership、IRENA が実施する Global Offshore Wind Alliance にも参画している。

QUAD、AUKUS の下で多国間連携を進めており、2022 年には、日米豪印 気候変動適応・緩和パッケージ (Q-CHAMP) を立ち上げ、クリーンエネルギーの推進やサプライチェーン強化、適応対策などを実施している。

○ 二国間協力の推進

二国間の取り組みとしては、水素に関連して、ドイツと German-Australia Hydrogen Innovation and Technology Incubator (HyGATE)、オランダと Australia- Netherlands MoU on green hydrogen、シンガポールと Australia- Singapore Initiative on Low Emissions Technologies for Maritime and Port Operations

¹⁸² <https://arena.gov.au/funding/advancing-renewables-program/>

¹⁸³ <https://arena.gov.au/projects/solar-power-plant-two-phase-1/>

¹⁸⁴ <https://arena.gov.au/funding/commercialisation-of-rd-funding-initiative-pilot/>

(ASLET)、インドと India-Australia Green Hydrogen によりパートナーシップを組み国際協力を進めている。インドとは、India-Australia Solar Taskforce によって太陽光技術推進も進めている。インドネシアとは、Australia-Indonesia Energy Dialogue において、特に CCUS と水素について取り組んでいる。日本とは、Australia – Japan Partnership on Decarbonisation through Technology によって、脱炭素技術について幅広い協力体制をもっている。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

MI 運営委員会に副議長を含む 2 人の代表が参加し、MI の戦略的方向性や作業プログラムなど、ハイレベルな戦略的ガイダンスを MI に提供している。

ネットゼロ産業ミッション(NZIM)の共同リーダーとして、グローバルミッションコーディネーターを派遣している。クリーン水素ミッション(CHM)の共同リーダーであり、気候変動・エネルギー・環境・水資源省と技術主導者としての CSIRO との間でこの役割を分担している。このミッション活動の一環として、世界的な水素貯蔵と流通のインタラクティブなケーススタディマップを開発し、2023 年 7 月にゴアの MI-8 で発表した。また、水素の貯蔵と流通に関する一連のワークショップを主催した。

CSIRO は、GPFM における国家パイロット報告書と、CDR ミッションにおける鉱物化技術トラックに取組み、産業科学資源省はゼロエミ海運ミッションに取組んだ。CSIRO はアフォーダブル冷暖房イノベーションコミュニティ(IC-AHC)に参加し、2023 年開始の MI グリッド統合建物冷却イニシアチブの開発を主導してきた。

国際クリーンイノベーション研究者ネットワーク (ICIRN)の助成プログラムを通じて 5 つの主要プロジェクトを支援するためにオーストラリア政府は 1,240 万ドル (約 11.3 億円) を提供した¹⁸⁵。これらには太陽光、風力、貯蔵、グリーンメタル、およびそれらのサプライチェーンが含まれる。資金提供されたプロジェクトには次のものがある。

- 電力網への再生可能エネルギーの統合に関する研究のために CSIRO に 259 万ドル (約 2.4 億円) を提供し、オーストラリアの GPFM への関与を支援。
- 建物内でエネルギーをより効率的かつ効果的に使用するためのエネルギー効率の高い「スマートビルディング」に関する国際的なリーダーシップを推進し、CSIRO に 197 万ドル (約 1.8 億円) を提供し、MI アフォーダブル冷暖房イノベーションコミュニティへのオーストラリアの関与を支援。

¹⁸⁵ <https://www.dcceew.gov.au/about/news/innovation-researcher-network-grants>

3.3.10. 中国

3.3.10.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

中国の科学技術政策は、中長期計画と五か年計画からなる。中長期計画では、2016年に「国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016-2030）」を策定した。この綱要は、2006年の国家中長期科学技術発展計画綱要（2006年～2020年）を基礎とし、2012年の中国共産党全国代表大会での「創新駆動発展戦略の提唱」を踏まえて作成された。また、2015年に製造強国を目指した「中国製造 2025」を策定し、省エネと新エネルギー自動車、電力機器、新材料などの10分野の産業を優先分野として列記している。

2021年に「中国国民経済・社会発展第14次五カ年計画と2035年までの長期目標綱要」（2021-2025）（以下、第14次五カ年計画）が策定され、産業チェーンやサプライチェーンの海外依存の脱却が重要視され、内需拡大戦略を実施し、国内大循環を主軸とした国内・国外の双循環による発展の枠組みを打ち出している。

また、国家発展改革委員会は2023年12月に第15次五か年計画（2026-2030）の先行研究を開始し、イノベーションの発想と措置を模索し、重大項目を研究し発表することとしている¹⁸⁶。

3.3.10.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

中国の政策は、中国共産党のトップダウンで決定される。国務院（他国の内閣に近い組織）傘下の科学技術部（Ministry of Science and Technology : MOST）¹⁸⁷が科学技術・イノベーション活動を管理している¹⁸⁸。MOST傘下の国家自然科学基金委員会（National Natural Science Foundation of China : NSFC）は基礎研究から産業寄りの研究までを支援するファンディングエージェンシーである。

シンクタンク機能の中国科学技術発展戦略研究院（Chinese Academy of Science and Technology for Development : CASTED）、中国科学技術情報研究所（Institute of Scientific and Technological Information of China : ISTIC）が配置されている。中国科学院（CAS）は、国務院直属のSTI研究機関であり、傘下に研究所、大学、シンクタンク、出版社、出資企業等を有している。

環境・エネルギー分野に係る行政機関はMOSTのほか、国家エネルギー局を擁する国家発展改革委員会、中国国家原子エネルギー機構を擁する工業情報化部、中国環境科学研究院を擁する生態環境部等、多岐にわたる。

¹⁸⁶ http://japanese.china.org.cn/business/txt/2023-12/19/content_116889491.htm

¹⁸⁷ <https://en.most.gov.cn/>

¹⁸⁸ JST CRDS-FY2022-FR-02

3.3.10.3. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

○ ファンディングシステム

2022 年の中国全体の研究開発費¹⁸⁹は、3.78 兆元（約 74 兆円）と前年比約 10%増加し、基礎研究費が 2,014 億元（6.6%、約 3.9 兆円）、応用研究費が 3,483 億元（11.3%、約 6.8 兆円）、開発研究費が 2.53 兆元（82.1%、約 49 兆円）であった。公的研究開発費（国家財政科学技術支出）は総額で 1.13 兆元（約 22 兆円）であった。

中央政府による研究開発に対するファンディングは、国家自然科学基金（国家自然科学基金委员会）、国家科学技術重大プロジェクト（国家科技重大专项）、国家重点研究開発計画（国家重点研发计划）、技術創新引導計画（基金）（技术创新引导专项（基金））等の枠組みが実施されている。

○ カーボンプライシング

中国は、排出量取引制度（ETS）の整備を積極的に進めているが、炭素税に関する政策は現在のところ導入されていない。

中国は、2011 年に 2 省 5 市のパイロット炭素市場、2013 年に域内限定の炭素排出権取引市場を実験的に開設（対象は電力、鉄鋼、セメントなどの業種）して経験を重ねてきた。2021 年 7 月には、CO2 排出量の約 4 割を占める電力産業を対象にした全国炭素排出権取引を開始しており、その GHG でみた市場規模は現在のところ、世界最大となっている。

○ 金融に関する取り組み

グリーンボンドの発行額は 2022 年にアメリカを超えて世界一位となった。調達資金は主にグリーン交通・建築をはじめとするインフラとクリーンエネルギー産業に利用されている¹⁹⁰。2021 年に持続可能な金融国際プラットフォーム（IPSF）において、欧州と共通タクソノミーカタログを共同発表している¹⁹¹。また 2022 年に「中国グリーンボンド原則」を公表し¹⁹²、グリーンボンド、投資プロジェクト、情報開示等についての基準を明確にした。

¹⁸⁹ 国家統計局 https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202309/t20230918_1942920.html

¹⁹⁰ 野村総研 中国金融市場 https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/knowledge/publication/kinyu_itf/2022/11/itf_202211_07.pdf?la=ja-JP&hash=66DF8F45DD77F10745688C80123B58CA63398BA3

¹⁹¹ 日本総研 中国グリーン金融月報 <https://www.jri.co.jp/page.jsp?id=101675>

¹⁹² 日本総研 中国グリーン金融月報 <https://www.jri.co.jp/page.jsp?id=103314>

3.3.10.4. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

○ 中国国民経済・社会発展第 14 次五カ年計画と 2035 年までの長期目標綱要

第 14 次五カ年計画は 2021-2025 年の計画と 2035 年中長期脱炭素発展目標が統合化された形で発表された。気候変動政策については、GDP 比 CO₂ 排出量原単位の目標強化、化石燃料・特に石炭消費量の規制、再生可能エネルギー利用促進、2025 年までの地方・都市の排出ピーク達成の推奨、全国炭素排出量取引制度・水使用権取引制度・エネルギー使用権取引制度の実施、鉄スクラップ利用・非鉄金属の再生、サーキュラーエコノミーによる生産、2030 年ピーク目標に対する行動計画、などがある。

○ カーボンピークアウトとカーボンニュートラルの達成

2021 年に発表された「2030 年までのカーボンピークアウト達成行動計画」において、2030 年までのカーボンピークアウトと 2060 年までのカーボンニュートラル達成の目標を示した。行動計画をうけて、2022 年 8 月に発表された「カーボンピークアウトとカーボンニュートラルを支える科学技術実施計画（2022-2030）」では、2025 年までに主要産業・分野で低炭素の基幹コア技術で重要なブレークスルーを達成する目標を示した。また、「工業分野カーボンピークアウト実施計画」「都市農村建設分野カーボンピークアウト実施計画」

「汚染減少炭素排出削減協同効果増加実施計画」「非鉄金属業界カーボンピークアウト実施計画」「建築材料業界カーボンピークアウト実施計画」などの重点業界の政策も示された。

「国家重点研究開発計画」においては、カーボンニュートラルに向けた研究開発プロジェクトの設置、カーボンニュートラルに関する国家重点実験室、国家科学技術・イノベーションセンターの施設の活用、産官学が連携して新エネルギーやエネルギー貯蔵等の技術に関する人材の育成の実施などが示されている。

○ 「現代エネルギーシステム第 14 次五カ年計画（2021-2025）」

2022 年、国家発展改革委員会の国家エネルギー局は「第 14 次五カ年現代エネルギーシステム計画（2021-2025）」を発表した。エネルギーサプライチェーンの安全性強化、グリーン低炭素排出への変革促進、イノベーションに基づくスマート化・高効率化の推進を掲げ、2025 年の数値目標を定めた。例えば、非化石エネルギーのエネルギー比率 20%・発電比率 39%前後の達成、エネルギー研究開発費の年間 7%以上増加、50 前後の分野で基幹技術のブレークスルー達成等である。

○ 水素エネルギー産業発展中長期計画（2021-2035）

2022 年に「水素エネルギー産業発展中長期計画」が発表され、水素エネルギー産業発展の段階ごとの目標を設けている。2025 年までに水素供給体制を整え、燃料電池車 5 万台、クリーン水素製造を年間 10～20 万トンとする数値目標も設定している。また、2035 年には交通・エネルギー・貯蔵・工業などの分野をカバーする水素利用圏を構築することを掲げている。水素エネルギーのプロジェクトとして、水素エネルギーのグリーン生産および大規模貯蔵システム、水素エネルギーの安全な貯蔵および迅速な送配電システム、水素エネルギーの改質生成および高効率電解システム、およびエンドユースにおける水素エネルギー利用の総合実証が実施される。2022 年の予算は 4 億元（約 78 億円）、2023 年の予算は 3.4 億元（約 66 億円）である。

○ 再生可能エネルギー発展第 14 次五カ年計画 (2021-2025)

2022 年、「再生可能エネルギー発展第 14 次五カ年計画 (2021-2025)」が発表された。非化石エネルギー消費の割合をエネルギー比率約 20%とし、再エネ導入の 2025 年の数値目標が定められている。再生可能エネルギー技術のプロジェクトとして、太陽光発電、風力エネルギー、バイオマス燃料について、2022/2023 年に 7.36 億元 (約 144 億円) の予算となっている。

また、クリーンで高効率な石炭利用技術のプロジェクトでは、高効率でクリーンな石炭発電、フレキシブルでインテリジェントな石炭発電、石炭改質、CCUS について実施され、2022/2023 年に 5.24 億元 (約 102 億円) の予算となっている。エネルギー貯蔵とスマートグリッド技術のプロジェクトでは、中長期規模のエネルギー貯蔵技術、短時間・高頻度のエネルギー貯蔵技術、超長期規模のエネルギー貯蔵技術、再生可能エネルギーの高比率活用支援技術、超大型 AC-DC ハイブリッドの安全・高効率運転技術電力網、マルチユーザーの需要と供給の相互作用消費とエネルギー効率改善技術、エネルギー貯蔵とスマートグリッドインフラストラクチャサポート技術に対して、2022/2023 年に 6.87 億元 (約 134 億円) の予算となっている。

○ 産業、交通部門の動向

上記のほかに、「循環経済発展計画第 14 次五カ年計画」や「スマート製造発展第 14 次五カ年計画」や「工業グリーン発展第 14 次五カ年計画」などが策定されている。

新しいエネルギー交通のプロジェクトでは、2022 年には、エネルギーパワー、電気駆動システム、インテリジェント運転、車両とネットワークの統合、サポート技術、車両プラットフォームに対して、5.08 億元 (約 99 億円)、2023 年にはエネルギーパワー、電気駆動システム、インテリジェント運転、車両プラットフォームに対して 3.46 億元 (約 67 億円) の予算となっている。

3.3.10.5. スタートアップ関連情報 (エネルギー関係)

中国では、2014 年に「大衆創業・万衆創新(双创)」¹⁹³、つまり、多くの人が創業しイノベーションに携わることが提唱され、イノベーションとスタートアップを強力に推進している。第 14 次五カ年計画においては、「産学研用」(企業・大学・研究機関・ユーザー)の融合した技術イノベーションシステムの形成、金融支援制度の改善、「双创」モデル拠点の最適化や失敗に寛容なメカニズムを整備することが示されており、第 13 次五カ年計画期間 (16-20 年) は、年平均 675 万社、21 年には 904 万社が起業したとされる¹⁹³。米調査会社 CB インサイツの 2022 年のデータでは、世界全体のユニコーン企業数 1205 社のうち、中国のユニコーン企業は 172 社 (14.3%) と、アメリカに次ぎ 2 位となっている。

非公有企業では、電気自動車に関連して、車載電池の寧徳時代新能源科技 (CATL)、電気自動車 (EV) の比亞迪 (BYD)、理想汽車、太陽光発電設備メーカーの隆基緑能科技 (ロンジー・グリーン・エナジー・テクノロジー)、電力設備メーカーの陽光電源 (サングロー・パワー・サプライ)、農業と新エネルギー産業を手がける通威股份、太陽光発電設備メーカーの晶科能源控股 (ジンコソーラー・ホールディング)、半導体の TCL 中環新能源科技などの大手企業が存在している。

2013 年に上海で自由貿易試験区が建設され、貿易と投資が促進されてきており、2022 年末までに自

¹⁹³ <https://www.jst.go.jp/crds/column/choryu/189.html>

由貿易試験区は計 21 か所に拡大している¹⁹⁴。

3.3.10.6. 国際協力

2023 年に第 1 回「一帯一路」科学技術交流大会において、「国際科学技術協力イニシアティブ」を提案し¹⁹⁵、グローバルな科学技術共同体を構築し、世界的な科学技術ガバナンス、イノベーション強化、開かれた自由な国際科学協力のエコシステムの構築などを示した。

○ 2022-2023 年の国際連携プロジェクト¹⁹⁶

以下に 2022-2023 年に実施した国際連携プロジェクトを挙げる。

■中国-EU 研究・イノベーションフラッグシップ協力プロジェクト

地球規模の気候ガバナンスとカーボンニュートラルに関するデータ・モデル開発とパスウェイシミュレーション¹⁹⁷

3000 万元（約 5.9 億円）

■中国・欧州国立共同研究所協力プロジェクト

実施テーマ：環境・エネルギー

イギリス、ギリシャ、イタリア、スペイン、ポルトガル

■中国・ドイツ政府間科学技術協力プロジェクト

実施テーマ：水素・燃料電池自動車

2000 万元（約 3.9 億円）

■中国・イタリア政府間科学技術協力プロジェクト

実施テーマ：グリーンエネルギー

■中国・ロシア政府間科学技術協力プロジェクト

実施テーマ：低炭素技術

■中韓政府間エネルギー技術共同研究プロジェクト

実施テーマ：クリーン熱電技術と再生可能エネルギー

1500 万元（約 2.9 億円）

¹⁹⁴ 中国外商投資ガイド 2022 https://fdi.mofcom.gov.cn/resource/pdf/wx/2022_CN.pdf

¹⁹⁵ <https://crds.jst.go.jp/dw/20231211/2023121137114/>

¹⁹⁶ MI member insights 2023

¹⁹⁷ <https://www.horizon-europe.gouv.fr/eu-china-international-cooperation-data-and-model-development-pathways-carbon-neutrality-focusing>

■中国・スペイン政府間科学技術協力プロジェクト

実施テーマ：クリーン技術

■中国・ベルギー政府間科学技術協力プロジェクト

実施テーマ：環境とグリーン技術

■中国・ポーランド政府間科学技術イノベーション協力プロジェクト

実施テーマ：エネルギー科学技術

■中国-フィンランド政府間科学技術協力プロジェクト

実施テーマ：インテリジェント・グリーンエネルギー

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

中国が共同主導国として GPFM の実施を支援するため、「再生可能エネルギーの柱 1」の技術報告書を作成すること、超大型風力タービン、新型太陽電池、DC 発電システム、海洋気候における太陽光発電システムの生態環境影響モニタリングシステムの試験プラットフォーム、GPFM インターネットプラットフォームを実施している。2023 年 4 月には、国家重点研究開発計画政府間国際科学技術イノベーション協力特別プロジェクト「グリーン電力未来ミッション (GPFM)」が発足した。プロジェクトの総予算は 5000 万元（約 9.8 億円）で、中央政府の特別資金 2500 万元（約 4.9 億円）と各ユニットの自主調達資金 2500 万元を含む。このプロジェクトは中国科学院電工工学研究所が主導し、地元パートナーには金風科技有限公司、隆基綠色能源科技有限公司、国際パートナーには Ricerca sul Sistema Energetico、シンガポール国立大学、フランスの BIA、デンマークのオールボー大学などが含まれる。

MI-8 閣僚会合において、中国と欧州連合 (EU) が共同で主導する「Sunlight to X」イノベーション・プラットフォームが正式に発足し、太陽燃料の新たな統合パラダイムを構築し、関連科学技術を推進し、必要なイノベーション成果をまとめ、効率的で低コストの太陽燃料技術を開発することを目指す。さらに、同プラットフォームは、太陽燃料科学技術の国際的な研究開発をリードするための技術ロードマップを描きたいとしている。

3.3.11. インド

3.3.11.1. 科学技術・イノベーション政策の基本方針

インドの科学技術・イノベーション政策の基本方針は、科学政策決議（1958 年）、技術政策提言（1983 年）、科学技術政策（2003 年）、科学技術・イノベーション政策（2013 年）と数回の変遷を経ており、科学技術政策(2003)では、研究開発とイノベーションに必要な投資を増加、科学技術・イノベーション政策(2013)では、国内の科学技術主導のイノベーションエコシステムを促進し、民間部門の研究開発への参画を促す方針が示された。

最新の基本方針は科学技術・イノベーション政策（2020 年版、以下 STIP2020）である。国連の持続可能な開発目標（SDGs）に沿い、長期的なミッション指向のプロジェクトとのバランスを取りながら、研究開発への公的資金と民間投資の増加、既存研究施設強化、重要インフラの整備、ガバナンスの改善、国内外の協力関係の強化、健康、農業、エネルギー、環境などの主要分野における国産技術開発も重視している。

STIP2020 では、イノベーションについて、イノベーション環境戦略による国家・サブナショナル・部門レベルでの連携強化、起業家精神の育成、政策と規制の整備（イノベーション促進のための、政策、規制、貿易協定に焦点を当てた統括組織の創設または強化）、資金支援とリスク軽減、研究・イノベーションエコシステムへの草の根レベルでの参画改善（地域の自治体、社会、非政府組織、学術機関などの参画）、イノベーションクラスターとテクノロジーパークの形成、テーマベースの分散型仮想インキュベーターおよびアクセラレーター制度の設立、ミッション指向の取り組み、分散型ファンドとリスクキャピタル活用、地域連携とパートナーシップの構築、および地方教育・人材育成強化などのポイントが記述されている。

また、技術の国内内製化が明示されているのも特徴的である。農業・畜産、水、教育、バイオテクノロジー、製薬、健康、生物多様性、気候変動・環境、製造業、小規模起業などが重点分野である。また、学術部門における技術開発の強化では、インドの大学は通常、技術成熟度 1（TRL-1）を超えた研究開発には取り組んでいないことに触れ、学術や研究機関で開発された技術を試験使用するための資金提供メカニズム構築、さまざまなレベル（大学、産業界、草の根など）の間での TRL 理解のギャップや、コミュニケーションとコラボレーションのギャップを埋めること、機関連携研究の方法を再創造する方針である。さらに、イノベーションのすべての段階をサポートするための段階別スキームとして、科学者や研究者はプロジェクトの「成熟度レベル」に基づいて支援を受けることができるとしている。政策優先順位に従い、技術成熟度(TRL)とビジネス成熟度(BRL)にまたがる取り組みと投資を誘発するバランスの取れたアプローチをとる。重要部門強化と学術部門の技術開発強化を並行して進め、技術の国内内製化を促進する方針である。

さらに、国際的な科学技術・イノベーション連携についても 1 章が設けられ、変化する世界的なシナリオに対応するため、ダイナミックかつエビデンスにもとづいた積極的な国際科学技術への参画戦略と、それに関連する推進メカニズム策定の一環としての積極的な STI 外交戦略の重点として、①応用指向研究重視②技術内製化③国の技術基盤を開発・強化するための技術分野に焦点をあてた「対等なパートナーシップ」と「価値のあるポジティブな対話」④長期的視点による学術研究を推進しつつ、短期的応用⑤国の開発ニーズに関連する成果を重視している。

3.3.11.2. 研究開発に関与している関係省庁と公的研究機関

インド科学技術庁（DST）は、全国研究開発調査結果をまとめた最新の「研究開発機関総覧 2021」（Directory of R&D Institutions、2021）を 2021 年 3 月に発刊した。

総覧では産官学の 7,888 研究機関情報について、機関名、コンタクト情報などがまとめられている。研究機関のシェアは、民間企業（民間研究機関を含む）66.3%を筆頭に、州政府 13.3%、中央政府 7.8%、高等教育機関 10.6%、その他の公的機関 1.8%となっている。

中央政府の省庁・機関のうち、主要科学機関に分類されている機関は以下の通りである。（軍事、原子力、宇宙などを除外し、研究所については MI 関係のものを抜粋）

- ・防衛研究開発機構(DRDO)
- ・原子力エネルギー庁（DAE: Department of Atomic Energy）
- ・宇宙開発庁(Department of Space: DOS)
- ・インド農業研究評議会(ICAR)
- ・インド医学研究評議会(ICMR)
- ・電子情報技術省(MEITY)
- ・地球科学省 (MoES)
- ・環境・森林・気候変動省 (MoEFCC)
- ・新・再生可能エネルギー省（MoNRE）

傘下に国立太陽エネルギー研究所（National Institute of Solar Energy）、国立風力研究所（National Institute of Wind Energy）がある。

- ・科学技術省（Ministry of Science and Technology : MoST）

傘下に科学産業研究評議会（Council of Scientific and Industrial Research: CSIR）、バイオテクノロジー省（DBT）、科学技術庁（DST）がある。

その他にも、州、大学等に所属する研究機関や、民間研究機関がある。

3.3.11.3. カーボンニュートラル実現に資するファンディングシステムおよび経済的インセンティブ

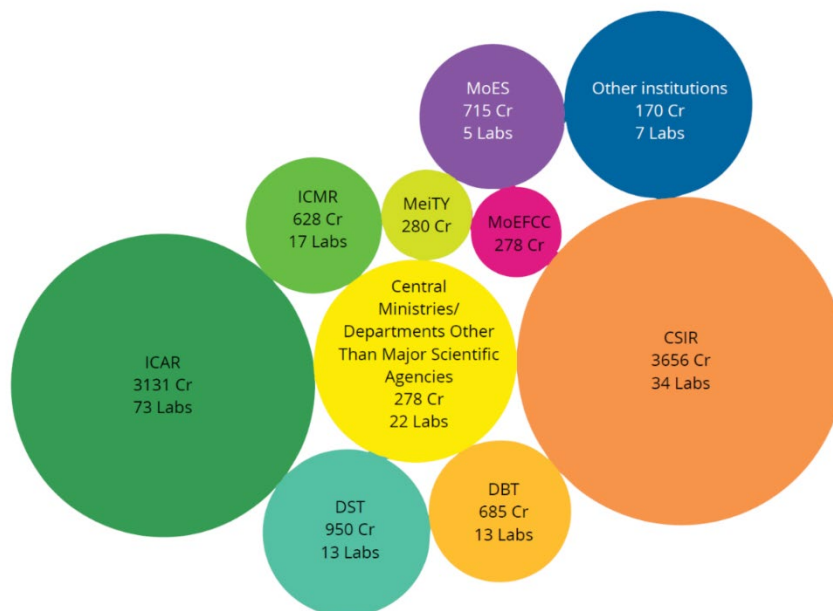
○ ファンディングシステム

Office of Principal Scientific Adviser to the Government of India（インド政府首席科学顧問事務局）により 2022 年に刊行された EVALUATION OF INNOVATION EXCELLENCE INDICATORS - Report on Public Funded R&D Organisations - volume 1&2 では、2020 年に実施された研究機関に対する包括的なアンケート結果を報告している。研究開発機関総覧 2018 年版に掲載された 606 機関を対象にしたアンケートに回答した 193 の組織は、年間平均 1,291 億インドルピー（約 2160 億円）¹⁹⁸の研究開発予算を報告した。総予算のうち最も多いのは CSIR で、次いでインド農業研究評議会（ICAR）である。しか

¹⁹⁸ 1.67 円/インドルピー換算（OECD Exchange rates 2022 年から計算）

し、各省庁から参加している研究所の数に基づく、研究所あたりの平均予算は 103.4 億インドルピー（約 173 億円）と、MoES が最も高い。CSIR の研究所の平均予算は 10.8 億インドルピー（約 18 億円）、ICAR のそれは 4.3 億インドルピー（約 7.2 億円）であった。（図 3.3-9）

Figure 2.4 Distribution of the total budget across the various Ministries/Departments



Note: Other institutions include Cooperative Research Associations and Educational Institutions

*The six labs from Ministry of Ayush cover 49 peripheral institutions

図 3.3-9 省庁別の研究機関向け研究開発予算（2020 年）

○ 金融に関する取り組み

インド再生可能エネルギー開発庁（IREDA）：インド再生可能エネルギー開発庁（IREDA）：インド連邦銀行（UBI）およびバローダ銀行（BoB）と提携し、Tier2、Tier3 都市、農村部における共同融資および融資シンジケーションを行っている。

3.3.11.4. 最近の政策動向（エネルギー・カーボンニュートラル関係）

分野横断的な包括的動向では、2023-2024 年度連邦予算において、政府は 3500 億インドルピー（約 5800 億円）をエネルギー転換、ネットゼロ目標、エネルギー安全保障のための優先設備投資に割り当てた。さらに、4,000MWh のバッテリー蓄電システムに対する実行可能性ギャップ資金と、2070 億インドルピー（約 3500 億円）を投資する揚水蓄電プロジェクトの詳細な枠組みを策定する予定である。830 億インドルピー（約 1390 億円）の中央支援により、州間送電を強化し、ラダック地域から 1,300 万 kW の再生可能エネルギーを統合する。

インド議会は 2023 年 8 月、「2023 年アヌサンダン国立研究財団（NRF）法案」を承認した。この画期的な法案は、インドの大学、カレッジ、研究機関、研究開発機関において研究開発（R&D）を促進し、研究とイノベーションの文化を育成するための重要な機関である NRF を設立するためのものである。さ

らに、2020年の国家教育政策（NEP）に示された勧告に従って、科学研究のためのハイレベルな戦略的枠組みを提供することも目的としている。この変革的な構想には、2023年から2028年までの5年間で5,000億インドルピー（約8400億円）という多額の予算が割り当てられている。科学技術省（DST）がNRFを監督する行政当局の役割を果たす。この重要な組織は、多様な専門分野の優れた研究者や専門家で構成される優れた運営委員会によって管理される。さらに、NRFは再生可能エネルギー源とエネルギー効率の高い技術の進歩を促進する可能性を秘めている。この多額の投資は、クリーンなエネルギーソリューションの導入を促進し、インドの持続可能性と環境目標にシームレスに合致させることができる。

国家量子ミッション（National Quantum Mission, NQM）は2023年4月に連邦内閣によって承認され、投資額は600億インドルピー（約1000億円）で、2023-24年から2030-31年にかけてインドにおける量子技術（QT）の研究開発を促進することを目的としている。このミッションは、QTにおける革新的なエコシステムを構築し、最終的にインドを量子技術における主導的な地位に押し上げることを目指している。量子技術は、効率的なエネルギー貯蔵、送電網の最適化、材料発見、気候モデリング、量子センサーなど、クリーンエネルギー分野で重要な応用がある。NQMは、量子の進歩の可能性を活用することで、インドのクリーンで持続可能なエネルギーソリューションへの移行を加速することが期待されている。インドの再生可能エネルギー容量は、2023年3月現在で172GWと大幅に増加している。中央電力庁によれば、2022-23年の再生可能エネルギーによる発電量は3656億kWhである。約129GWが実施中または入札中であり、2030年までの目標は500GWとなっている。

以下には、分野別の政策とプロジェクト事例について述べる。

○ 再エネ電力分野

電気法（2003年）および電気料金政策（2006年）に基づき、再生可能電力買い取り義務（2022年）が再生可能エネルギー導入促進策として打ち出されている。太陽光エネルギーとそれ以外の再生可能エネルギーの一定比率以上の導入を義務づけている¹⁹⁹。州間送電料金減免制度（ISTS charges waiver）も導入されるとともに、対象範囲を拡大しており、太陽光および風力に加えて、水力や洋上風力、グリーンアンモニア製造やグリーン水素製造も対象として追加された²⁰⁰。再エネ電力市場取引所を通じた再生可能エネルギー電力の販売を促進するためのGTAM（Green Term Ahead Market）の立ち上げもなされている。

NLC インディア・リミテッド（NLCIL）は、再生可能エネルギー設備容量1421MWという大きなマイルストーンを達成し、2030年までに6031MWまで拡大するという野心的な計画を持っている。この拡大は、政府の主導により2030年までに2,340億インドルピー（約3900億円）の多額の推定投資によって支えられている。代替燃料とクリーン・コール・テクノロジーへの重点的な取り組みを通じて炭素排出量を削減する。また、同社は、Rajasthan Rajya Vidyut Utpadan Nigam (RVUNL、ラジャスタン州の発電会社)と共同で、ラジャスタン州において810MWの容量入札を取得した。

¹⁹⁹ <https://rpo.gov.in/Home/Objective>

²⁰⁰ https://powermin.gov.in/sites/default/files/Renewable_Purchase_Obligation_and_Energy_Storage_Obligation_Trajectory_till_2029_30.pdf

○ 水素分野

2023 年に、新・再生可能エネルギー省（MNRE）は、1974 億インドルピー（約 3300 億円）を初期投資とする「国家グリーン水素ミッション（National Green Hydrogen Mission）」を開始した。内訳は、グリーン水素移行戦略（SIGHT）に 174.9 億インドルピー（約 290 億円）、パイロット・プロジェクトに 14.66 億インドルピー（約 24 億円）、研究開発（R&D）に 4 億インドルピー（約 6.7 億円）、ミッション構成要素に 3.88 億インドルピー（約 6.5 億円）である。2030 年までに大きな成果を生み出すと期待されるこのミッションの目標は、少なくとも年間 500 万トンのグリーン水素生産能力開発、8 兆インドルピー（約 13.4 兆円）を超える投資の誘致、600,000 人以上の雇用創出、化石燃料の輸入を累計で 1 兆インドルピー（約 1.67 兆円）以上削減、年間約 50 百万トンの温室効果ガス排出削減、グリーン水素製造の支援、および付随して、再生可能エネルギー電力の利用対策としての、25 年間の州間送電料金免除、オープンアクセスによる再生可能エネルギー供給、グリーン水素製造のための再生可能エネルギーへのコスト効率の良いアクセスを確保するためのグリーンエネルギー回廊スキームの実施などが含まれる。

インドのグリーン水素基準として、新・再生可能エネルギー省（MNRE）は、水素が「グリーン」と認定されるための排出基準値を設定し、ウェル・トゥ・ゲートの排出量は、水素製造 1kg あたり CO₂ 換算で 2kg を超えてはならないとした。電力省傘下のエネルギー効率局（BEE）が、認定統括機関（Nodal Authority）となる予定である。

政府港湾・海運・水路省（MoPSW）は、パラディップ港、ディーンダヤル港、V.O.チダンバラナール港を、2030 年までにグリーン水素の取り扱い、貯蔵、生産が可能な水素ハブとして開発するために特定し、指名している。

グリーン・タグ・トランジション・プログラム（GTTP）は、タグボートのグリーン化を目指している。当初はグリーン・ハイブリッド推進システムを動力源とし、その後メタノール、アンモニア、水素などの非化石燃料を採用する計画である。初期のグリーンタグボートは、2025 年までにすべての主要港で就航する予定であり、少なくとも、2030 年までに全タグボートの 50% がグリーンタグに転換される見込みである。

オイル・インディア社は、アッサム州でパイロット・プラントを開始し、1 日当たり 10kg のグリーン水素を生産する。インド石油公社（IOCL）は、インドにおける水素燃料電池技術の開発について、タタ・モーターズと正式に合意した。また、2024 年中にデリーで 15 台の燃料電池バスを導入する計画を明らかにし、他の都市にも拡大する可能性がある。NTPC は、インド初のグリーン水素ベースの PNG 混合プロジェクトを開拓している。NTPC の野心的な目標は、2032 年までに 60GW の再生可能エネルギー容量を達成することであり、グリーン水素技術とエネルギー貯蔵における NTPC の役割を確固たるものとし、インドの再生可能エネルギー導入促進目標に大きく貢献することである。

○ 太陽光分野

Solar Rooftop Phase II (RTS) Phase-II は、40GW の屋上太陽光発電容量を目標とし、Pradhan Mantri Kisan Urja Suraksha evam Utthan Mahabhiyaan (PM-KUSUM) は、農民の収入を増やし、農業部門に灌漑と脱ディーゼルのための資源を提供することを目的として、2019 年 3 月にインド政府によって開始された。系統連系太陽光発電所を通じて 10,000MW の容量を達成し、35,000,000 台（350 万台）の農業用ポンプをソーラー化する。

国内の太陽電池モジュール製造を促進する取り組みとして、（1）Modified Special Incentive Package

Scheme (M-SIPS)は、太陽電池セルやモジュールなどのコンポーネントを対象とした設備投資に対する補助金を提供する。(2) 生産連動型奨励金 (PLI) スキームにより、873 万 7,000kW の太陽電池モジュールの一貫生産が可能となった。インドルピー2400 億インドルピー (約 4000 億円) の予算と 6,500 万 kW の生産能力を目標とするこの制度は、太陽電池モジュールメーカーに高効率太陽電池モジュールの製造を奨励するものである。12 州で合計容量 37,990MW の 50 のソーラーパークが認可され、容量 8,521MW の 11 パークが稼働中で、容量 3,985MW の 7 パークが部分的に完成している。

インド政府は、高効率太陽光発電モジュールの PLI スキームの下、1400 億インドルピー (約 2300 億円) の投資を伴う 39,600MW の国内太陽光発電モジュール製造能力を 11 社に割り当てた。製造能力は、2024 年 10 月までに 7,400MW、2025 年 4 月までに 16,800MW、2026 年 4 月までに残りの 15,400MW が段階的に導入される。この構想には 9304 億インドルピー (約 1.55 兆円) の投資が見込まれている。

石炭公社 (PSUs) は、採掘による環境への影響の軽減、炭素排出量ネットゼロの達成に向けて、再生可能エネルギー・インフラに積極的に投資している。2022 年 3 月 31 日現在、これらの PSU は合計 1649MW の再生可能エネルギー容量を導入しており、太陽光発電によるものが 1598MW、さらに風車によるものが 51MW となっている。この投資は、持続可能性への献身を強調するものであり、よりクリーンなエネルギー源への移行を目指す世界的な取り組みと一致するもので、二酸化炭素排出量の削減に向けた重要な一歩となる。

政府系企業であるコール・インディア・リミテッド (CIL) は、持続可能なエネルギーを積極的に推進しており、11.5 メガワットの太陽光発電プロジェクトを設置し、2022-23 会計年度には太陽光発電に 8.53 億インドルピー (約 14 億円) の予算を計上している。さらに、CIL はラジャスタン州に 1190MW の大規模な太陽光発電プロジェクトを設立する予定で、よりクリーンで持続可能なエネルギー源へのコミットメントを強調している。

テランガナ州NTPC-Ramagundamにおける100MWの浮体式太陽光発電プロジェクトの本格稼働は、クリーンエネルギー導入における重要な成果であり、南部地域における浮体式太陽光発電の総発電容量を 217MW に引き上げるものである。この先進的なプロジェクトは、年間 165,000 トンの石炭消費を節約し、210,000 トンの CO₂ 排出を削減し、持続可能性とよりクリーンなエネルギーの未来に大きく貢献すると期待されている。

NTPC Renewable Energy Limited (NTPC REL) は、マディヤ・プラデーシュ州の Omkareshwar 貯水池で 80MW の浮体式太陽光発電プロジェクトを確保し、再生可能エネルギー・ポートフォリオを強化した。

○ バイオエネルギー分野

MNRE によって開始された中小規模のバイオガス工場設立のための国家バイオエネルギー計画の総予算は 171.5 億インドルピー (約 290 億円) で、2 段階に分けて計画されている。フェーズ I は 2021-22 年度から 2025-26 年度に設定され、85.8 億インドルピー (約 143 億円) の予算で、様々な分野でのバイオエネルギー・イニシアチブの促進に重点を置く。

予算 60 億インドルピー (約 100 億円) の廃棄物エネルギー化プログラム (WTE) は、都市廃棄物、産業廃棄物、農業廃棄物からのバイオ天然ガス (BioCNG) の生成を支援することを目的としている。MoPNG は、SATAT イニシアチブを通じて、2023-24 年までに 15 百万トンの BioCNG 生産を目標に、5000 の BioCNG プラントを設立することを目指している。

Jal Shakti 省（水省）傘下の飲料水衛生局（Department of Drinking Water and Sanitation）が監督する GOBARDHAN スキームは、コミュニティ・バイオガスプラントの設立に対して、1 地区あたり最大 500 万インドルピー（約 840 万円）を支援する。バイオガスプラントの基準の最終化 BioCNG は優先セクター融資の対象に含まれ、8 つのバイオガス開発・訓練センターが設立された。

エタノール混合ガソリン（EBP）プログラムの下、インドはガソリンへのエタノール混合率を 1.53%（2013-14 年）から 10.17%（2022 年）に引き上げ、2022 年 11 月の目標を上回った。これにより、4,150 億インドルピー（約 6900 億円）以上の節約を達成し、27,000 トンの温室効果ガス排出量を削減し、農家に 4060 億インドルピー（約 6800 億円）以上の支払いをした。

政府は、鉄道とパイプラインによるエタノールとエタノール混合ガソリンの輸送の促進を目的とし、リグノ・セルロース系バイオマスやその他の再生可能原料を使用する第二世代（2G）エタノールプロジェクトを国内で立ち上げるため、「プラダンマントリ JI-VAN（Jaiv Indhan- Vatavaran Anukool fasal awashesh Nivaran）ヨジャナ」を通じて統合バイオエタノールプロジェクトに資金援助を提供している。このスキームの総融資額は、2018-19 年から 2023-24 年の期間で 196.95 億インドルピー（約 330 億円）である。

パンジャブ州サングルにアジア最大の圧縮バイオガス（CBG）工場が完成し、390 人の直接雇用と 585 人の間接雇用が創出される。このプラントにより、4 万から 4 万 5 千エーカーの畑の野焼きが大幅に削減され、年間 15 万トンの CO₂ 排出量が削減される。

道路交通・高速道路省は、廃棄物から製造されたバイオ CNG の自動車への使用を認めるよう規則を改正した。

インドの住宅都市省（MoHUA）は、Engineers India Limited（EIL）と協力し、1000 億インドルピー（約 1670 億円）を投資して、グリーン成長イニシアチブの下で廃棄物発電とバイオメタン化プロジェクトを推進する。この協力は、GOBARDhan 計画の一環として、200 の圧縮バイオガスプラントを含む 500 の新しい廃棄物発電所を設立し、バイオメタン化で 15,000 トン/日、廃棄物エネルギー化で 10,000 トン/日の処理能力を拡大することを目的としている。

○ CCUS 分野

NITI Aayog によって 4 つの省庁間委員会が設置され、安全性と技術基準の開発、炭素回収プロジェクト、炭素利用プロジェクト、炭素輸送・貯蔵の分野における課題を研究し、最終的な提言をまとめる。炭素回収・利用における 2 つの国家卓越センター（NCoE-CCU と NCCCU）が設立され、インドの DST の支援を受けている。これらのセンターは、炭素回収・利用（CCU）の研究と協力を促進することを目的としており、炭素回収方法の開発、CO₂ の化学品への変換、発電からの効率的な CO₂ 回収、バイオガスプラントの排出に焦点を当てている。

インド政府は、2070 年までにネットゼロの目標を掲げている。短期的（2030 年度）には、エネルギー・資源効率と再生可能エネルギーに重点を置き、鉄鋼業における炭素排出削減に焦点を当てる。中期（2030-2047 年度）では、グリーン水素の活用と炭素の回収・利用・貯留（CCUS）が重点分野となる。長期的（2047-2070 年）には、革新的技術がネット・ゼロ・エミッションへの移行に重要な役割を果たす。

なお、2023 年にベンガルールで開催された G20 インド議長国主催の第 1 回エネルギー移行作業部会（ETWG）会合で、「炭素回収・利用・貯蔵（CCUS）技術のギャップと国際協力」に関する報告書が

発表された。

グリーン・スチールを促進するため、CCUS に関する 2 つのパイロット・プロジェクトが実施された。そのひとつはタタ・スチールによるジャムシェドプル工場における日産 5 トンの炭素回収プラント稼働、Jindal Steel Works (JSW) による Dolvi 直接還元鉄 (DRI) 工場への 100TPD の炭素回収設備設置、および回収 CO₂ の食品・飲料産業利用計画である。

さらに、Saarloha 社 (Kalyani Group) は、KALYANI FeRRESTA と KALYANI FeRRESTA PLUS という 2 つのグリーン・スチール・ブランドを発表した。

○ 風力分野

風力エネルギーを促進するため、2030 年までの風力再生可能エネルギー購入義務 (Wind Renewable Purchase Obligation) が設定された。風力発電機用の特定部品は関税が免除される。インド再生可能エネルギー開発庁 (IREDA) が融資するプロジェクトに対し、0.25% の金利リベートを提供する金融優遇措置がある。

チェンナイにある国立風力エネルギー研究所は、技術支援、風力資源評価、用地特定を行っている。

中央送電会社は 10GW の洋上送電容量を計画している。洋上風力発電は現在、炭素クレジットの取引対象となっている。

○ 運輸分野

環境に優しい輸送-電気自動車の普及を促進するため、インドでは「(ハイブリッド&) 電気自動車の迅速な導入と製造 (FAME インド) スキーム」のフェーズ II の一環として、総額約 32 億インドルピー (約 53 億円) の需要奨励金を通じて、2022 年 12 月 7 日時点で 74 万 5713 台の電気自動車を支援している。これは、電気自動車の購入者にインセンティブを提供し、その結果、前払い価格を引き下げ、最終的に電気自動車とハイブリッド車の全国的な普及を促進するものである。

電気自動車の普及を加速させ、関連する課題に対処するため、政府は一連の積極的措置を講じている。これには、需要インセンティブを強化すること、FAME インド・スキームを 2024 年 3 月まで延長すること、PLI スキームを承認することなどが含まれる。インドでは現在、1673 万 1115 台のハイブリッド車と電気自動車稼働しており、6,586 カ所の公共 EV 充電ステーションが稼働している。

トヨタ・キルロスカル・モーターが開発した BS6 ステージ II 「電動フレックス燃料車」が発売された。電化フレックス燃料車は、フレキシフューエルエンジンと電気パワートレインを組み合わせたもので、エタノールの使用量を増やし、ストロングハイブリッド電気自動車 (SHEV) のように燃費を大幅に改善する。SHEV は、40~60% の時間エンジンを停止して EV モードで運転することにより、30~50% 高い燃費効率を達成する。

○ エネルギー貯蔵分野

インド政府は、太陽光発電プロジェクトと組み合わせたエネルギー貯蔵技術に多額の投資を行ってきた。これらの取り組みには以下が含まれる：

- ラクシャドウィープ州カヴァラッティ島における 1.4MWh 蓄電池付き 1.4MW 太陽光発電プロジェクト。
- ラダック州レー県フィヤンにおける 20MW/50MWh 蓄電池付き 50MW SPV プロジェクトは、

PMDP 2015 の下、インド政府補助金による支援を受けている。

o チャッティースガル州ラジナンドガオンにおける 40MW/120MWh 蓄電池付き 100MW SPV プロジェクトは、より持続可能で強靱なエネルギーグリッドを実現するため、効率的な蓄電ソリューションを取り入れながら太陽光発電技術を進歩させるという国のコミットメントを示している。

インドは、1810 億インドルピー（約 3000 億円）の PLI スキームを通じて、輸入の先進化学電池（ACC）への依存を減らし、ACC の国内生産を促進することに取り組んでいる。このイニシアティブは、エネルギー貯蔵分野におけるインドの地位を強化するだけでなく、電気自動車製造の成長も支援する。

SECI 社による関税ベースの国際競争入札では、500MW/1000MWh の独立型蓄電池システム（BESS）パイロット・プロジェクトの最低入札価格が 108.35 万インドルピー（約 182 万円）/MW/月であった。蓄電の平準化コストを削減するため、4000MWh の BESS に対する実行可能性ギャップ資金スキームが導入された。

3.3.11.5. スタートアップ関連情報（エネルギー関係）

○ 公的研究機関によるスタートアップ支援

インドの公的研究機関を対象としたアンケート調査が実施され、CSIR、ICAR、DST、DBT、ICMR、MoEFCC、MoES、MEITY 等の傘下 193 機関が回答しており、予算、機関別の個票などが「イノベーションエクセレンス指標－公的研究機関報告書」公開されている。その中で、スタートアップについては、35 機関がスタートアップ支援を行っていると回答しており、報告書の勧告中でも、産業とスタートアップとの連携強化に触れている。

○ Startup India

Startup India は、2016 年発足のインドのスタートアップ支援制度であり、商工業省 産業国内取引促進局（Department for Promotion of Industry and Internal Trade : DPIIT）が主導し、資金獲得支援や、規制調整、税制優遇などを支援している。

これまでの成果として(2022 年 11 月末現在)、スタートアップ企業の大幅増、100 以上のユニコーン、雇用・ジェンダー問題への貢献に言及するほか、57 産業の 227 部門をカバーしたことが報告されている（図 3.3-10）。²⁰¹

Startup India は毎年表彰を実施しており、2022 年の申請総数は 2,666 であった（農業、建設、教育・職業訓練、エネルギー、環境、フィンテック、健康、産業 4.0、メディア・娯楽、セキュリティ、宇宙、運輸等）。Mission Innovation に関連する分野をみると、2022 年の Award はエネルギー 3、環境 3、産業 5、運輸 2 であった。

エネルギー分野の 2022 年応募件数内訳は、合計 113（クリーンエネ 76、省エネ 39、エネ貯蔵 18）であり、受賞者は、①Log 9 Materials（バンガロール）によるナノ材料を活用した急速充電・パワエレ②

²⁰¹ <https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/about-startup-india-initiative.html>
<https://www.startupindia.gov.in/nsa2022results/assets/File/NSA%202022%20Report%20Final.pdf>

Renkub (バンガロール) による太陽光パネル追尾とリモートメンテ、Indigenous Energy Storage technology (ルールキー) によるバイオ廃棄物を利用した低コストのナトリウムイオン電池 (エネルギー密度は鉛蓄電池の 3~4 倍) であった。

運輸分野の 2022 年応募件数内訳は、合計 103(貨物・物流 35、サービス・インフラ 68)であり、受賞者は①COGOS Technologies (バンガロール) によるセンサー、IoT、AI/機械学習を活用した都市内配送最適化システム②Revamp Moto (ナーシク)による電動二輪小規模配送システムであった。

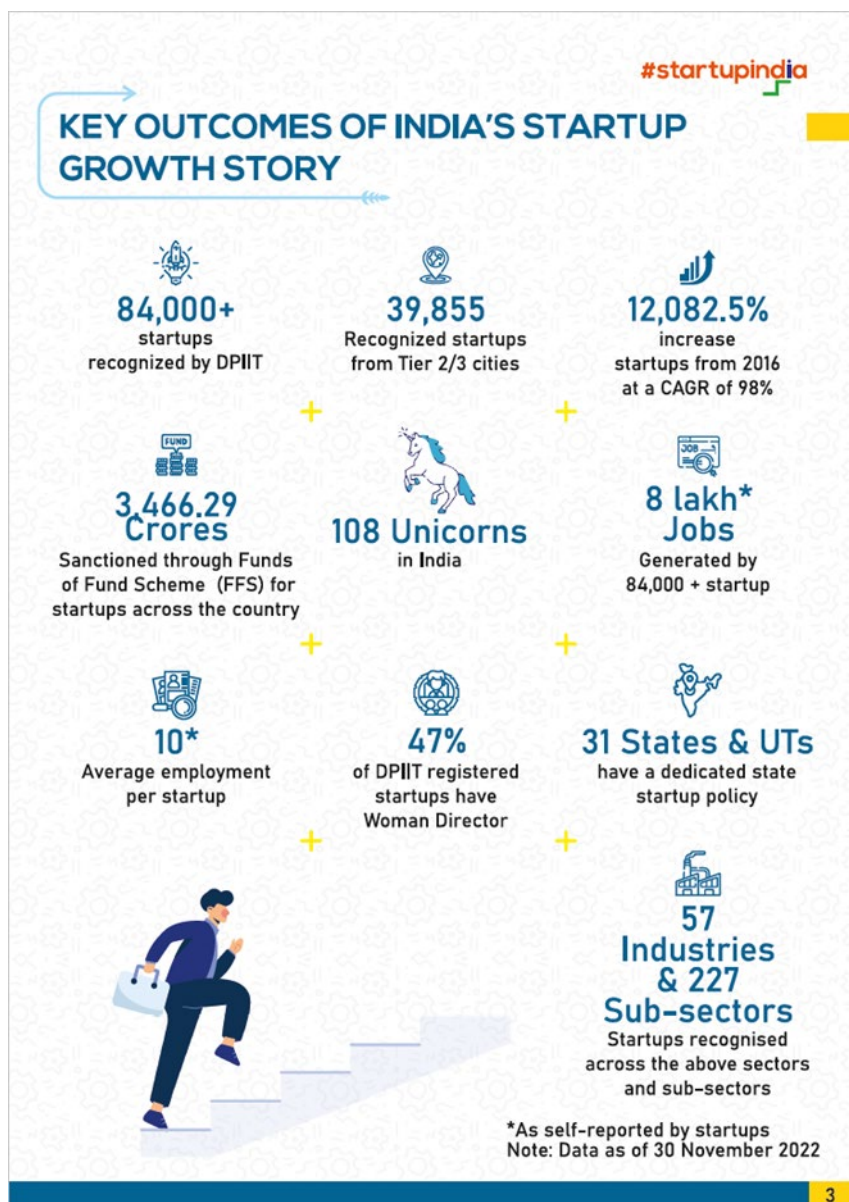


図 3.3-10 Startup India の主な成果

3.3.11.6. 国際協力

○ 国際協力枠組みへの貢献

多国間枠組では、2021 年から 2024 年までの計画で、2.48 億インドルピー (約 4.1 億円) の予算のも

とで、デンマーク、オランダ、ポーランド、ギリシャ、英国、スペインが参加する、「統合型地域エネルギーシステムに関するインド・EU 共同プログラム」を共同実施中である。地域エネルギーシステムに大量の再生可能エネルギーをスマートに統合することを目指している。2022 年 12 月には、オーストラリア、インド、日本、米国が参加するクリーン水素規制に関するクワッドワークショップが開催されている。

インターナショナル・ソーラー・アライアンス (ISA) は、2023 年 2 月から 3 月にかけて、西アフリカ 13 カ国の代表団をインドで受け入れた。このプログラムは、太陽エネルギー導入の促進と能力開発に重点を置いたものであった。参加者は教室でのセッションに参加し、ソーラーパークを訪問し、この分野の専門家と交流した。このイニシアチブは、太陽光発電の生態系を強化し、政策変更を誘発し、再生可能エネルギーの能力を構築することを目的としていた。

○ 二国間協力の推進

二国間の協力枠組では、2022 年 2 月から 2023 年 1 月にかけて、再生可能エネルギーとグリーン水素技術に焦点を当てた重要な協定が結ばれている。具体的には、オーストラリアとの意向書、フィンランドとの覚書、ドイツとの共同意向表明、アラブ首長国連邦とのグリーン水素の開発と投資における協力促進覚書に調印している。2023 年 2 月には、科学技術省 (DST) とフラウンホファー太陽エネルギーシステム研究所 (Fraunhofer ISE) との間で、水素技術に焦点を当てた長期的協力に関する意向書が調印された。また、2023 年 9 月には、サウジアラビア王国との間で、再生可能エネルギー、水素、持続可能な技術への投資を促進し、気候変動に強い循環型経済を発展させ、持続可能なエネルギーのためにデジタルトランスフォーメーション、人工知能、サイバーセキュリティを活用するための覚書が締結されている。

二国間の具体的事例では、2023 年から 2026 年まで、デンマークとの間で「グリーン水素分野におけるインド・デンマーク協力プログラム」に関する二国間協力を実施している。具体的には、下水汚泥からの水素製造 (1070 万インドルピー (約 1790 万円))、グリーン燃料製造のための本格的パイロットプラント開発 (955 万インドルピー (約 1600 万円))、パイロット・スケールのリアクター実証 (1119 万インドルピー (約 1870 万円))、電解槽スタック用パワーエレクトロニクス変換器開発 (1662 万インドルピー (約 2800 万円))などのプロジェクトが展開されている。

○ 2022/23 年のミッション・イノベーション (MI) のミッションへの貢献

MI-8/CEM-14 閣僚会議をゴアで開催され、電力省科学技術局とエネルギー効率局がこの 4 日間のイベントを主催した。また、GPFM における 5 大陸 5 つの実証、建物の持続可能な冷暖房に関するサイドイベントを実施した。また、ペロブスカイト半導体のエネルギー研究と産学双方の交流を促す国際会議、水素経済に関する国際産学プラットフォームの会議を開催した。

3.3.11.7. まとめ

インドの国家レベルでの行政体制をみると、省庁の数が非常に多く (約 50)、権限が細分化されている。エネルギーをみても、石炭省、電力省、石油・天然ガス省、科学技術・地球科学省 (原子力)、

新・再生可能エネルギー省があり、ミッション・イノベーションに関係しそうな省をみても、化学・肥料省、民間航空省、商工省、重工業・公営企業省、鉄鋼省、陸運・国道省、繊維省、鉄道省、海運省がある。

また、研究開発に関して、総額は大きくないが農業・土地利用にも熱心であり、宇宙、原子力に関するポテンシャルも高い。

近年では、アグレッシブな再エネや水素関連政策が着目されるが、電力などの分野における国際協力にも積極的である。

インドは世界最大の人口を有するに至った。今後のエネルギー需要や経済成長のポテンシャルは大きい。なお、研究開発人材やスタートアップに関しては、人口構成が若年層中心で研究者の平均年齢が若く、起業も盛んである。

3.4. 研究開発・技術開発動向

本章では、対象分野であるグリーン電力、クリーン水素、Carbon Dioxide Removal (CDR)において、MI の各ミッションが注目するテーマの優先的技術開発動向（主要企業・スタートアップを含む）を整理し、日本の技術開発動向と比較して国際連携の展開を検討する。

グリーン電力分野は、TRL 6～7 の成熟した技術であり、低コスト化と大規模普及に伴い、変動性再生可能エネルギー（VRE）が電力に占める割合が増え始めた段階にある。出力変動に対応した柔軟な電力システムの構築が重要課題であり、電力に占める VRE の割合が最大 100%でも安定した電力供給を実現するため、実証試験が世界各地で実施されている状況にある。

クリーン水素分野は、水素の大規模普及にむけてクリーン水素のコスト競争力（2USD/kg）を高めるための低コスト化の技術とサプライチェーンの確立が必要とされている。革新的な水素バリューチェーンを実証するため、水素の地産地消プロジェクトのプラットフォームである水素バレーの実証が進んでいる。また、水素経済拡大に向けた基盤整備を進めている。

CDR 分野では、技術は初期段階であるため、実行可能性と適用可能性を実証し、さらなる研究開発を進めている段階である。このため、技術の理解・研究開発促進、ライフサイクルアセスメント（LCA）、技術経済分析（TEA）、測定・報告・検証（MRV）が進められている。CDR ミッション では、対象技術は直接空気回収（DAC）、バイオマス炭素除去・貯留（BiCRS）、鉱物化促進（EM）について焦点をあてている。

なお、費用については、OECD (2024)の 2022 年平均 Exchange rates から計算し²⁰²132 JPY/USD, 101 JPY /CAD,138 JPY/EUR, 91JPY/AUD として換算した日本円を参考としてカッコ内に示している。

3.4.1. グリーン電力分野

3.4.1.1. MI のグリーン電力ミッション(GPFM)における技術の位置づけ

IEA の 2021 年版からアップデートされた 2023 年版のネットゼロ（NZE）シナリオ²⁰³によると、気候変動目標の達成を支援するには、世界全体で 2030 年までに再生可能エネルギー発電の設備容量を 3 倍の 11,000GW に増やし、電力部門からの排出量を 2040 年までに正味ゼロまで下げる必要がある。再生可能エネルギー源は 2050 年までに電力需要の 85～90%を満たし、その 3 分の 2 は風力や太陽光などの VRE となる。信頼性の高い供給を確保するために、バッテリー、デマンドレスポンス、水素ベースの燃料などの電力システムの柔軟性を大幅に高める必要がある。NZE シナリオでは、送配電網を毎年約 200 万 km 拡張する必要があり、グリッド構築に 10 年以上かかる場合もあるため特に時間がかかるボトルネックとなり得る。

MI の GPFM では、2030 年までにいずれの地域でも最大 100%の VRE を効果的に組み込むことが目標であり、R&I における 3 つの柱（後述）に対してそれぞれの緊急性の優先順位と相互関係をまとめている。ここでは、それぞれの R&I のテーマに即して、技術開発動向とプロジェクト動向を整理する。

²⁰² OECD (2024), Exchange rates (indicator). doi: 10.1787/037ed317-en

²⁰³ IEA, “Net zero roadmap”, 2023 update

<https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach#downloads>

第一の柱は、低価格で信頼性の高い VRE がテーマであり、特に太陽光、風力発電のコスト削減と、さまざまな気候やシステム構成における VRE 技術の効率、レジリエンス、信頼性の向上を目的としている。VRE および蓄電技術はいずれもすでに商業的に普及可能な技術に成熟しており、主力電源となるための環境整備が必要となっている。一方でさらなる技術開発による次世代技術として、次世代太陽光発電、洋上風力発電、エネルギー貯蔵技術が注目されている。

VRE 大規模導入に伴い、供給側も変動する VRE が電力需要の主力となるため、既存の系統システムとは異なる、次世代の系統技術が必要となる。このため、GPFM においても、50 の重要項目のうち 29 が第二の柱である柔軟な電力システムと市場設計に対するものであり、第一の柱の一部と第三の柱のデジタル化も含めると、イノベーションの重点項目（Innovation Priority List）の大半が系統技術に関連する項目となっている。

3.4.1.2. 次世代太陽光発電

太陽光発電システムの種類については、現在では結晶系シリコン太陽電池が主流となっており、低コストで安定性、信頼性も高い水準となっている。発電素子となるシリコンウェハ製造技術も成熟しており、モジュール変換効率 20%、耐用年数 20～25 年となる太陽電池モジュールも安定して製造できるようになっている。IEA の試算²⁰⁴では、2022 年 960GW の設備容量は、2030 年には 4000～4700GW に拡大するため、市場はさらに拡大することが見込まれている。太陽電池のコスト削減により、システム全体に占める太陽電池モジュールのコスト割合は 30%以下となっている²⁰⁵。このため、太陽電池モジュール自体のコスト低減よりシステム全体の周辺コスト（BOS: Balance of systems）を下げる必要がある。変換効率が向上すると、同じ面積でも出力が増加し、単位出力あたりの周辺コスト（円/W）が下がることにつながる。太陽光発電は、発電素子が太陽光を受けて発電するが、材料によって吸収できる波長領域が定まっている。図 3.4-1 に太陽電池の変換効率の推移を示す。単層ではセル変換効率の理論値が 29%程度であるが、既に主流である単結晶シリコン太陽電池は 26%を超えている。化合物系の CIGS、CdTe も 23%程度であるが、大規模生産に成功している企業は少なく、原材料や製造方法の課題もある。近年有機系の太陽電池としてペロブスカイト型太陽電池も出現してきており、トップデータの変換効率は実験室レベルでセル変換効率 26%を記録している。耐久性や安定性の問題もあるが、モジュール変換効率 15%以上、耐用年数 10 年以上の製品の大規模生産も始まっており、今後の普及が期待されている。耐久性が低いとコスト増となるためシリコン太陽電池と同等の耐久性向上が重要である²⁰⁶。GPFM では、変換効率 29%以上の信頼性の高い次世代太陽光発電への移行が重要項目の一つとなっている。これを実現するには、発電素子を複数の材料を積層させるタンデム型とする必要がある。化合物系の太陽電池では、変換効率 30%以上が記録されているが材料と製造手法の問題から低コスト化が難しい。一方で、シリコン太陽電池にペロブスカイトを積層するタンデム型も変換効率 33.9%（中国、LONGi）を記録しており、実現性が高まっている。英国では、オックスフォード大学発スタートアップのオックスフォード PV が、

²⁰⁴ IEA Net zero roadmap, 2023

²⁰⁵ NREL、Research and Development Priorities to Advance Solar Photovoltaic Lifecycle Costs and Performance, 2021 <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/80505.pdf>

²⁰⁶ <https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-16.pdf>

タンデム型太陽電池技術の商品化・量産化・製造プロセスの開発を行っている。また、ポーランドのスタートアップ企業であるサウレ・テクノロジーズは、屋内向けの電子商品タグ等のペロブスカイト太陽電池を発表した。中国では、2015 年頃からスタートアップ企業が複数設立されている。例えば、Renshine Solar（中国）は、2024 年 1 月に 150MW の生産ラインの稼働を開始したと発表した。モジュールサイズ 1.2×0.6m 変換効率 20%の大量生産を目標としている。日本でも、グリーンイノベーション基金（NEDO）に積水化学工業、東芝が採択されており、積水化学工業は、建物壁面に用いられるフィルム型ペロブスカイト太陽電池（0.3m 幅、変換効率 20%）の 2025 年からの事業化を目指している。

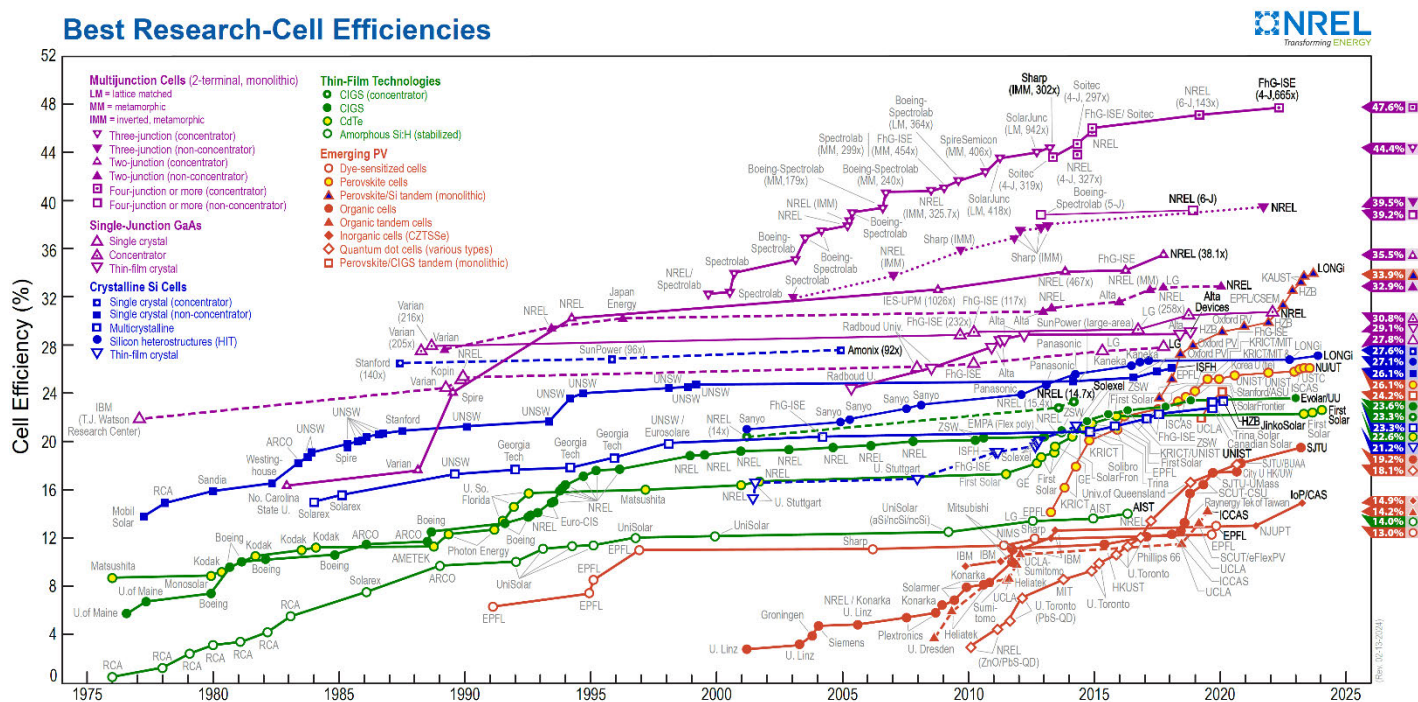


図 3.4-1 太陽電池の変換効率の推移

出典：NREL,2023

3.4.1.3. 洋上風力発電

IEA の試算²⁰⁷では、2022 年時点で 802GW である風力発電全体の世界設備容量は、2030 年には 1800～2200GW に拡大する。風車は大型化と軽量化等によりコスト低減が進んできた。陸上では 1 基あたり 2～7MW となっているが、騒音、景観、陸上輸送等の問題から、さらなる大型化は容易ではない。一方、洋上風力発電市場は 2030 年に欧州で 60GW、米国で 30GW の目標が掲げられている。洋上風力発電では 15MW を超える風車が登場している。Vestas 社（デンマーク）は 2022 年末に 15MW の風車を発表したが、2023 年には Mingyang 社（中国）が 16MW、Dongfang 社（中国）が 18MW の風車を開発し、さらなる大型化が進んでいる。洋上風力発電の市場は水深 10m～30m が主流であるが、特に日本には遠

²⁰⁷ IEA Net zero roadmap, 2023

浅の海域が少ないことから、水深 50m 以上の浮体式の技術開発にも期待が高まっている。浮体式風車は欧州では 1GW 規模の事業が開発されており、2022 年の英国 ScotWind のプロジェクトでは 25GW のうち、15GW が浮体式であった。日本でも、NEDO 事業として、洋上風力発電等技術研究開発²⁰⁸、洋上風力発電の低コスト化／浮体式洋上風力実証事業が実施されてきており、小規模実証試験を経て、2023 年から五島沖で 16.8MW の商業規模のプロジェクトが開始された。

米国では NOWRDC²⁰⁹や ATLANTIS²¹⁰などの政府系研究支援団体によるプログラムによって、浮体式洋上風力の技術開発に向けて多くの企業や研究機関への補助を実施されている。いずれのプログラムも様々な技術要素を対象としており、各種の浮体式洋上風力関連メーカー、大学、研究機関等が補助を受けている。

洋上風力発電では、浮体基礎、係留・アンカーなどに加え、洋上における運転保守のコスト割合が増加するため、デジタル技術や補修技術の向上が必要となっている。

3.4.1.4. GPFM 実証プロジェクト

GPFM のフラグシッププロジェクト FP1「5 大陸で 5 つの実証」において、国家実証レポート²¹¹が発表された。そこで紹介されている 80 の国家実証プロジェクトから主要国に関連するものを以下に整理する。なお、62 が実施中、18 が計画段階であり、また 56 が系統関連となっている。

○ 日本

■NEDO グリッドフォーミング（GFM）インバータ実用化事業

予算 15.4 億円(2022 年度)

グリッドフォーミング（GFM）と呼ばれる次世代インバータは、慣性力を模擬する新機能などにより火力発電等の役割を代替し、再エネの更なる普及拡大を実現するための技術として期待されている。既に英国や米ハワイ州などの島嶼部では、この課題を解決するために新機能を備えた次世代インバータの研究と実用化が活発化している。本事業では、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた次々世代電力ネットワーク安定化技術開発」（STREAM プロジェクト）の一環として、系統の慣性力低下対策として次世代インバータの実用化開発を行う。

https://www.renewable.pr.aist.go.jp/ent/project/nedo_gfm

²⁰⁸ <https://www.nedo.go.jp/floating/project.html>

²⁰⁹ National Offshore Wind Research & Development Consortium <https://nationaloffshorewind.org/>

²¹⁰ Aerodynamic Turbines Lighter and Afloat with Nautical Technologies and Integrated Servo-control <https://arpa-e.energy.gov/technologies/programs/atlantis>

²¹¹ MI GPFM, National Pilots Report, 2023. <https://explore.mission-innovation.net/wp-content/uploads/2023/07/MI-GPFM-%E2%80%93-National-Pilots-Report-2023.pdf>

○ 中国

■The “Green-Powered Future” Mission Cooperation Project

予算 6.8M ユーロ (約 9.4 億円)

GPFM の一環として、中国のパイロットプログラムを実施している。けんきゅうかいは研究開発項目を以下に示す。

- 1) 大規模洋上風力発電の設計、シミュレーション、最適化、および試験プラットフォーム。
- 2) 新しい太陽光発電技術の設計、シミュレーション、最適化、および実地試験プラットフォーム。
- 3) 新しい直流電力システムの設計、制御、安定性 オフショア再生可能エネルギー用新型直流電源システムの設計と試験プラットフォーム。
- 4) 発電性能モニタリングと 環境・生態系への影響モニタリング 大規模洋上風力・太陽光発電システムの発電性能モニタリングと環境・生態系への影響モニタリング。
- 5) GPFM インターネットベースプラットフォーム。

○ インド

■SUSTENANCE プロジェクト

Sustainable Energy System for Achieving Novel Carbon Neutral Energy Communities

予算 1.68M ユーロ (約 2.3 億円)

先進的なカーボンニュートラル・エネルギー・コミュニティのための持続可能なエネルギーシステムを開発している。インド 3 カ所と欧州 3 カ所において、地域エネルギーシステムのグリーン移行のための技術開発と実証に焦点をあてており、プロジェクトの主な目標は以下の通りである。

- ・最適化による地域エネルギーシステムの脱炭素化。
- ・地域社会のためのエネルギーシステムの統合。
- ・地域社会のための技術的なエネルギーシステムの統合。
- ・各国ごとに異なる課題やアクターについての技術的ベンチマークと実行可能なビジネスモデル。
- ・インド・欧州・世界で再現可能な実証サイトからのソリューションを評価。

<https://h2020sustenance.eu>

■RE-EMPOWERED プロジェクト

Renewable Energy Empowering European & Indian Communities

予算 1.08M ユーロ (約 1.5 億円)

プロジェクトの目的は、1) エネルギー効率、再生可能エネルギー利用、信頼性の向上、2) 持続可能で経済的な地域開発の促進、3) EU とインドにおける交流、再現性、拡張性である。効率的で脱炭素かつ再生可能エネルギー集約型のマルチエネルギー地域エネルギーシステムのためのハード・ソフトソリューション (eco ツールセットと呼ばれる)、すなわち ecoEMS、ecoMicrogrid、ecoPlanning、ecoDR、ecoPlatform、ecoConverter、ecoMonitor、ecoCommunity、ecoVehicle、ecoResilience を開発する。主

な成果物は以下の通り：

- ・マイクログリッドの性能向上のための高い TRL (7-9) を持つ 10 種類のエコツールセットの開発。
- ・4つのデモサイトでの上記エコツールセットの展開と実証。
- ・開発されたマイクログリッドのより良い持続可能性と再現性のためのビジネスモデル。

<https://reempowered-h2020.com>

○ イギリス

■Flexibility Innovation Programme

予算 75M ユーロ (約 104 億円)

この実証プログラムは、電力システムの柔軟性を広く実現するための革新的なソリューションの支援を目的としている。このプログラムでは、システムの統合と柔軟性 柔軟性のためのシステムの統合、データとデジタル化、柔軟性のための市場というテーマで、さまざまなスマート・エネルギー・アプリケーションのイノベーションに資金を提供している。これらのテーマには、相互運用可能なデマンドレスポンス、EV 活用 (Vehicle-to-everything)、データレポジトリ、および国内需要側対応のための代替エネルギー市場を含み、需要サイドと EV の柔軟性、市場、ビジネスモデル、規制の枠組み、相互運用性のための標準などに対する行動を実証する。2022 年時点で 40 以上のプロジェクトと 100 以上の組織を支援している。

<https://www.gov.uk/government/publications/flexibility-innovation>

■LODES - 長期エネルギー貯蔵

予算 80M ユーロ (約 110 億円)

この国家試験プログラムは、革新的な長期エネルギー貯蔵プロジェクトの商業化を加速するために、エネルギー貯蔵技術における革新的なソリューションをサポートすることを目的としている。TRL6~9 に向けてプロジェクトを進めることに重点を置き、電気、熱、および電力の貯蔵タイプ全体にわたるイノベーションに資金を提供している。これには、運用環境でのプロトタイプと運用環境でのデモンストレーションの両方の観点から、これらのエネルギー貯蔵技術のパイロットが含まれる。2022 年時点で 30 以上のプロジェクトと 75 以上の機関を支援している。

<https://www.gov.uk/government/publications/longer-durationenergy-storage-demonstration>

○ ドイツ

■AI-flex

予算 1.2M ユーロ (約 1.66 億円)

AI ベースの制御によって、市場参加者に対する一貫した情報分散化して自己管理されたエネルギーシステムの情報のデジタルツインによって統合した実証プロジェクト。電気、ガス、地域暖房グリッド、送電網を階層的に分散化し、自己管理されたエネルギーセルとして管理するセルラーアプローチを用いている。セクター間の結合や、バッテリーや Power-to-X システムなどのエネルギー貯蔵ソリューション

ンによって、高い効率性と柔軟性を実現する。従来のグリッド運用と比較すると、各セルは、再生可能エネルギー発電、エネルギー消費、貯蔵エネルギーをより細かい粒度で最適化し、市場参加者の数が多いため、最適化の複雑さもより高いレベルになる。エネルギーセルの観点から多数のエネルギー貯蔵デバイスの効率的なエネルギーと柔軟性の管理のために、自律的な AI ベースのセル最適化装置が開発される。

<https://www.linkedin.com/showcase/ai-flex-fh-ites-agnes>

■ DIEGO

予算 2.8M ユーロ（約 3.9 億円）

持続可能なエネルギーシステムのためのデジタルツールを国際コンソーシアムで開発する。主な目的は、信頼性が高く、クロスグリッドで持続可能な工業製品を提供するために、プロセスとインフラのデジタル統合システムおよびコンポーネントのネットワーク化のための一貫した手法とアプリケーションを開発し、テストすることである。エネルギーシステムと市場におけるエンドユーザーの期待を分析し、プロジェクトのソリューションに組み込み、新しい市場モデルを検証する。5 つの地域において、デモンストレーター上で開発・検証される。

<https://www.linkedin.com/company/diego-digital-solutions/>

■ DigIPlat

予算 2M ユーロ（約 2.8 億円）

エネルギー転換は、より大きな分散化、セクター間の結合、デジタル化をもたらし、スケーラブルなデジタル・フレキシビリティ・プラットフォームが重要な役割を果たしている。このようなプラットフォームの国内および国際レベルでの一定の相互運用性と標準化は、安定供給と経済的に効率的かつ協調的な柔軟なシステムシステムの構築に極めて重要である。DigIPlat の目的は、さまざまな ICT、経済的、手続き的措置に基づき、柔軟性プラットフォームの相互運用性のための新しいデジタル・ソリューションを開発することである。これらのソリューションを導き出すために、再出発、バランスング、日中市場のための柔軟性の国境を越えたプラットフォーム間調整というユニークなユースケースが分析され、テストされる。デジタル・ソリューションは、技術評価のためのフィールドテストに適用される。プラットフォームの相互運用性と標準化によってもたらされる可能性のある福祉的利益は、市場とネットワークのシミュレーションを使って測定される

<https://www.digiplat.eu>

■ AISOP

予算 2.8M ユーロ（約 3.9 億円）

AI ベースの意思決定支援システムを通じて配電系統運用機関（DSO）の課題を支援するプロジェクト。この意思決定支援システムは、DSO の業務計画に役立つ高度なデジタル技術のデータを安全にかつ非公開で収集、処理、解釈、利用する。主な使用例は、配電網の状況認識をサポートすることで、ネットワークの状態分析、故障予測、異常の特定、予期せぬ消費パターンに重点を置いている。リスク分析と組み合わせることで、機械学習（ML）ベースのダイナミックな料金設定とセキュリティ制約のあるグリ

ッド管理を通じて、配電事業者の業務計画をサポートする。

<https://aisopproject.com/>

○ オーストラリア

■South Australia's Clean Energy Transformation

予算 640M ユーロ（約 880 億円）

南オーストラリア州のクリーンエネルギー転換プロジェクトは、100%再生可能エネルギー運用に移行し、南オーストラリア州が再生可能エネルギー輸出国になるための技術的、社会的、規制的課題と教訓のケーススタディを提供する。この大規模実証は、オーストラリアの主要送電網（全国電力市場、NEM）に接続された南オーストラリア州電力地域の運用実績に焦点を当てる。これらの実績は、他の実証や研究の結果と組み合わせられ、高水準の分散型再生可能エネルギーのサポート、分散型資源が電力系統サービスに貢献する能力、これらの変化をサポートするシステムアーキテクチャなど、オーストラリアの主要な研究課題を進展させる。

○ 国際機関

■IEA：3DEN イニシアティブ

予算 6.5 M ユーロ（約 9 億円）

IEA 3DEN Initiative 実施フェーズの一環として、イタリア政府は国連環境計画（UNEP）とともにスマートグリッドパイロットプログラムを開始した。実施されるパイロット・プロジェクトは以下の通り：

ブラジル：柔軟なエネルギーサービスのためのデジタル地区。住民がエネルギー需要の最適化に積極的な役割を果たし、電力システムにサービスを提供。

コロンビア：送電網の混雑とそれに伴う停電を緩和するための需要応答メカニズム。

インド：配電網の信頼性と費用対効果を改善するソリューションを開発。

モロッコ：食品・飲料加工企業におけるグローバルエネルギーシステムの変革。

<https://www.iea.org/programmes/digital-demand-driven-electricity-networks-initiative>

■IRENA：スマート電化

Innovation landscape for smart electrification, Decarbonising end-use sectors with renewable power

IRENA のイノベーションランドスケープは、スマート電化のための革新的展望、再生可能電力による最終用途部門の脱炭素化を目的としている。再生可能エネルギーによる直接的・間接的な電化により、依然として化石燃料に大きく依存している運輸と暖房のセクターなどの、最終消費部門を脱炭素化するために各国が国家戦略で利用できる100のイノベーションを含むイノベーションツールボックスを

提供している。<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/Innovationlandscape-for-smart-electrification>

3.4.1.5. 日本の技術開発への提言

本節では、以上の技術動向を踏まえて、日本の技術開発に対する提言をまとめる。GPFM では、2030 年の VRE 比率最大 100%を実現することを目的に、数年内に必要な優先重要事項を実践している。技術開発と実証実験の成果を市場戦略に接続する総合的な検討がなされてきた。日本の技術開発においても、新たな技術開発とスケールアップ、市場戦略までを総合して見通していく必要がある。

■戦略的市場動向を見据えたペロブスカイト等の先進太陽電池のシステム設計

ペロブスカイト太陽電池は、材料選定、成膜技術、モジュール設計など、多様な研究を進めていく必要があり、欧米や中国において、大規模な研究プロジェクトが進んでいる。高効率化、耐久性向上に加え、鉛フリーなども含めた多様な材料開発が必要となる。日本でも NEDO 事業（太陽光発電主力電源化推進技術開発、クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業など）、グリーンイノベーション基金事業により次世代太陽電池の開発が進められており、要素技術開発は先端的である。今後数年間で商業化と大規模導入に向けた評価手法、標準化なども進んでおり、最先端の国々との連携も加えて、インドやアフリカを含め、大規模普及のための市場を見据えた連携も重要と考えられる。

■浮体式洋上風車と洋上ハブシステム

浮体式洋上風車は、欧州では大規模な商業化の水準に達しており、日本においても、商業規模の実証試験が始まっている。また、デンマークとオランダでは、2GW 以上の洋上風力発電を接続する人工島が建設中であり、洋上のエネルギーハブのシステム設計も進んでいる²¹²。サプライチェーンも含め、さらなる国際連携も必要と考えられる。また、今後、日本と気候条件の近いアジア市場の拡大も見据えて、技術開発と市場規模拡大の連携先として、アジアにおける洋上風力発電市場拡大についての評価も重要であろう。

■長期間電力貯蔵システム

VRE の大規模導入に伴い、短周期や日変動のみならず、数日間、さらには季節変動に対するエネルギー貯蔵についても実際に考慮していく必要がある。イギリスの LODES プロジェクトでは、バナジウム、圧縮空気、海水と圧縮空気、無隔膜電解槽、地下シャフトマルチウェイトなどの大規模貯蔵システムのためのプロジェクトも実施されている。岩石層の空洞や斜面の利用などの既存の地形を生かした低コスト化も必要となる。揚水以外の数十 GWh から数 TWh の大規模長期貯蔵については、地理的特性を生かし、低価格な再エネとの組み合わせを含めて、エネルギーキャリアでの輸送までも考慮して検討してい

²¹² <https://www.iea.org/policies/11562-energy-island-project-in-the-north-sea>

く必要がある。

■VRE 比率の高いグリッドにおける制御技術

VRE の大規模導入に伴い、非同期発電機が主流化することによる慣性力対応が懸念されており、NEDO グリッドフォーミングでも、実証実験が実施された。ここでは、イギリス、アメリカのハワイなどが VRE 比率の高い地域として想定されているが、GPFM では、多様な地域での実証試験が推奨されており、国際連携先としても汎用性が高いプロジェクトであると考えられる。

3.4.2. クリーン水素分野

3.4.2.1. クリーン水素の全体像

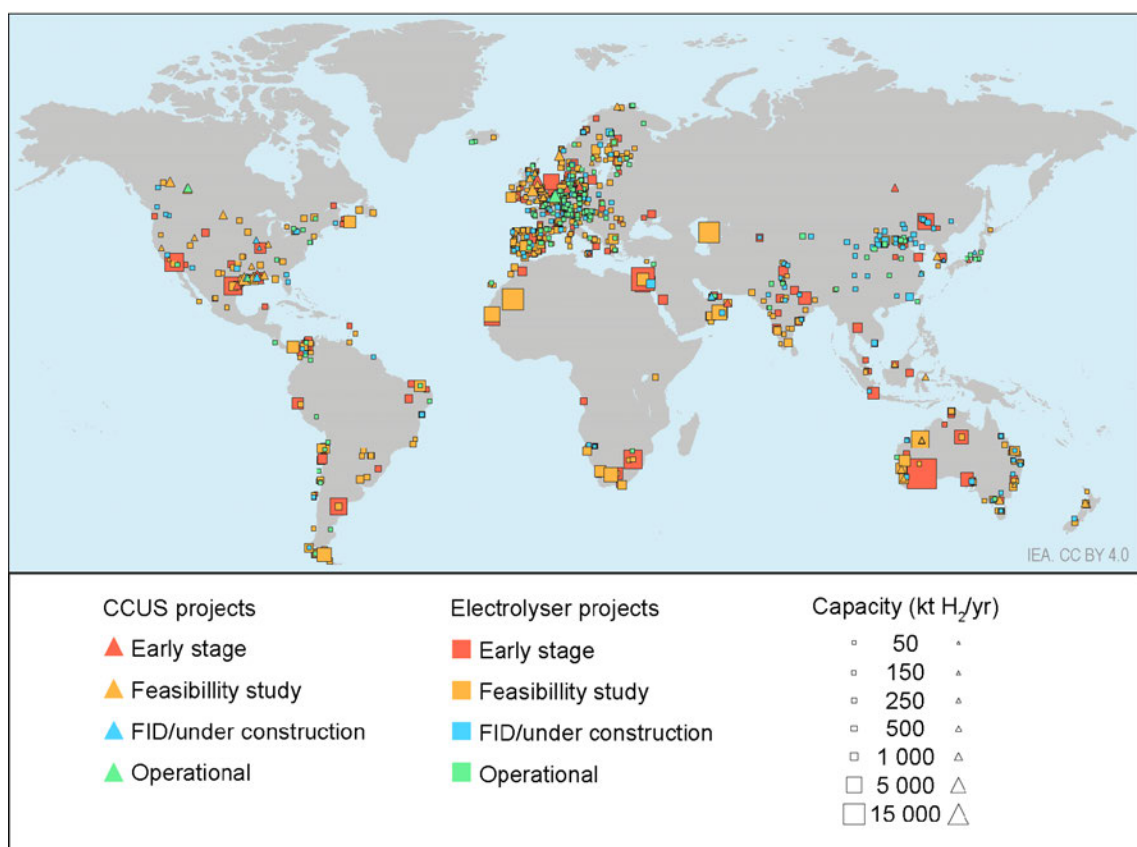
現在の世界の GHG 排出量の約 3 分の 2 は、工業原料や輸送など削減が難しい部門から生じている。クリーンな水素は、これらの分野の脱炭素化に対する有望な解決策であり、再生可能エネルギー源の活用を幅を広げる。IEA は、2050 年のネットゼロシナリオの中で、世界の水素使用量が 2022 年の 9,500 万トンから 2050 年には 4.3 億トンに拡大する必要がある、その 74%が電気分解から、26%が CCUS による化石燃料から生成されると計算している²¹³。IRENA の試算によると、クリーン水素を電気分解から製造する場合は 3~6 ドル/kg、炭素回収技術を使用して化石燃料から製造する場合は約 1.5~2.5 ドル/kg であり、これに流通コストが追加され 4~6 ドル/kg となる。電気分解設備の技術開発とスケールアップにより、2030 年までに 2 ドル/kg 以下にするマイルストーンが示されている²¹⁴。日本政府が 2023 年 6 月に改訂した水素基本戦略においては、水素ステーションの販売価格を現在の 100 円/Nm³ から、2030 年に 30 円/Nm³、2050 年に 20 円/Nm³に引き下げる目標を掲げている。また、米国エネルギー省の Hydrogen Shot では、クリーン水素のコストを、2025 年に 2 ドル/kg、2030 年に 1 ドル/kg まで引き下げることを目指している。

コスト削減は、製造、ハンドリング、輸送、貯蔵、供給・利用を含むバリューチェーン全体で行う必要がある、クリーン水素は、重工業や長距離貨物輸送を含むさまざまな最終用途で実証される必要がある。コスト削減、技術革新の促進のため、研究開発、実証、スケールアップへの投資が不可欠である。

図 3.4-2 に 2023 年までに発表された低排水素製造プロジェクトのマップを示す。IEA によると、生産される水素の半分は、現在実現可能性調査が行われているプロジェクトによるもので、次に大きな割合を占めるのは、ごく初期段階にあるプロジェクト（45%程度）であり、現在建設中または最終投資決定（FID）を行っているプロジェクトは、わずか4%である。発表された水素製造プロジェクトの中で電解プロジェクトが大半を占めており、2030 年の低排水素製造の 70%以上が電気分解によるものになる可能性がある。ただし、発表された電解槽プロジェクトの 55%は開発の初期段階にある。開発には時間がかかることを考えると、これらのプロジェクトを 2030 年までに確実に稼働させるためには、今後数年間の取り組みが重要となる。

²¹³ IEA, NetZero Roadmap, 2023, <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>

²¹⁴ IRENA, Green Hydrogen policies and technology costs, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_Hydrogen_breakthrough_2021.pdf



IEA. CC BY 4.0.

Note: Map includes also announced projects starting after 2030. Source: IEA Hydrogen Projects database.

図 3.4-2 2023 年までに発表された低排水素製造プロジェクトの地図

出典：IEA, Global Hydrogen Review 2023²¹⁵

3.4.2.2. MI のクリーン水素ミッション (CHM) における技術の位置づけ

CHM の目標は、エンドツーエンドのクリーン水素のコストを 2030 年までに 2 ドル/kg の転換点まで削減することで、クリーン水素のコスト競争力を高めることを目標に掲げている。CHM では、技術の優先順位と重点分野の概要を検討し、ディスカッションペーパーを 2022 年に策定した²¹⁶。また、その優先順位はミッション内で議論され、アクションプラン 2022-2024²¹⁷に組み込まれた。以下に、ディスカッションペーパーおよびアクションプランに記載されている技術の位置づけについて、整理してまとめる。

²¹⁵ <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

²¹⁶ https://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/11/Mission-Innovation-Discussion-Paper_final.pdf

²¹⁷ <https://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2022/09/Clean-Hydrogen-Mission-Action-Plan-Sept-22.pdf>

○ コスト削減と技術開発目標

水素協議会（Hydrogen Council）の報告書²¹⁸では、将来のエネルギーミックスにおいて水素が重要な役割を果たす可能性があることを示している。同報告書は、水素利用が低炭素代替品と競合可能な損益分岐点となる水素コスト（図 3.4-3）を示し、水素製造コストが 2.5 ドル/kg であれば、水素は 2030 年までに世界のエネルギー需要の約 8%を賄うコスト競争力のある脱炭素化オプションとなり、製造コストが 1.8 ドル/kg であれば世界需要の約 15%に増加すると推定している。

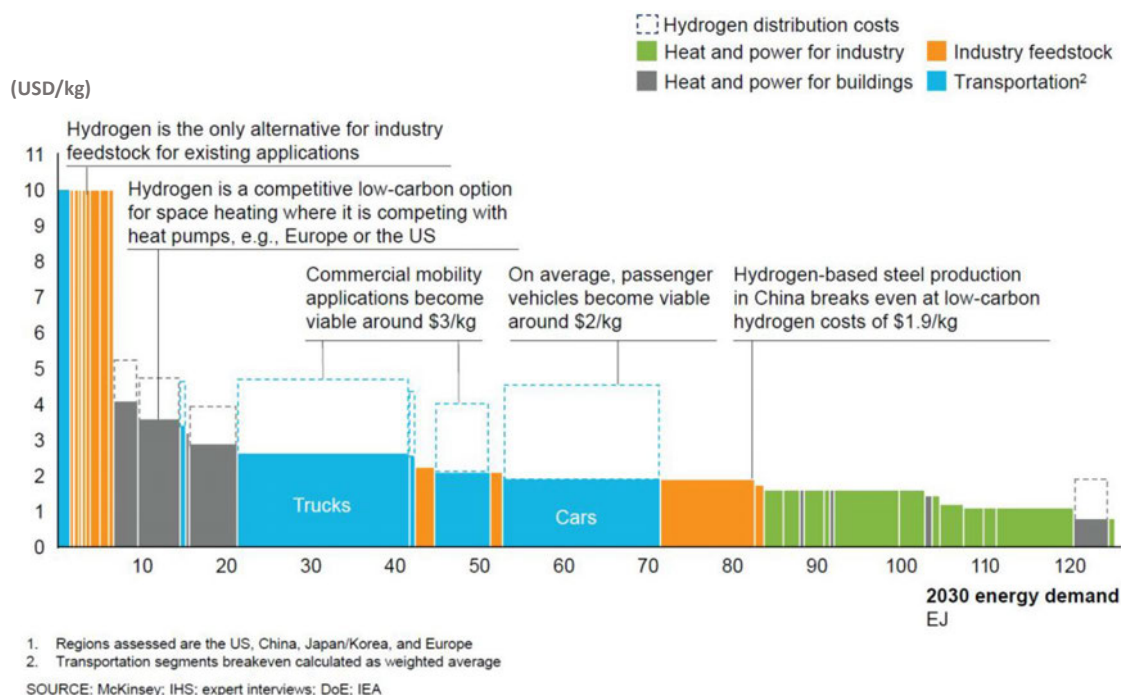


図 3.4-3 水素利用が低炭素代替品と競合可能な損益分岐点となる水素コスト

出典: Hydrogen Council (2020)²¹⁹

○ 技術開発の優先事項

英国政府の委託により実施されたカーボン・トラストの報告書²²⁰では、技術革新がクリーン水素のコスト削減においてどの程度インパクトがあるか、技術革新を進展させるためにどの程度の国際協力が必要か、ミッションの2030年コスト目標をサポートするために技術革新を緊急に展開する必要があるか、すでに起きている活動のレベルはどの程度かが検討された。分析では、貯蔵と輸送がエンド・ツー・エンドのコストに寄与する一方で、製造コストが高いコスト要素であり、製造イノベーションのニーズに、特に、1) 天然ガス改質+炭素回収・貯留（NGR+CCS）と2) 低炭素電解という、最も利用されてい

²¹⁸ Hydrogen Council, 2020. Path to hydrogen competitiveness: A cost perspective

xviii <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf>

²¹⁹ https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness_Full-Study-1.pdf

²²⁰ <http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/11/Clean-Hydrogen-Mission-Discussion-Paper-APPENDIX-3.pdf>

る 2 つのクリーン水素製造ルートにおける技術革新ニーズを特定することに焦点が当てられた。ここで特定された技術開発の優先事項を表 3.4-1 に示す。カーボン・トラストの報告書において示された、製造、流通・貯蔵、供給・利用、エンドユースについての優先課題について、以下に説明する。

表 3.4-1 CHM の設定している技術開発の優先事項

項目	技術開発の優先事項
1. クリーンな水素製造コストを削減するためのイノベーション	a. 炭素回収・貯蔵能力 b. 低炭素電解をスケールアップするための電気化学コンポーネント c. 電気分解装置の効率向上と、使用される材料のリサイクル。
2. 大規模で低コストの水素貯蔵・供給システムの R&I	a. 水素の貯蔵、流通、供給に要するコストを削減するための、水素キャリアへの効率的な変換と再変換、圧縮・液化技術の改善 b. 潜在的な水素の脆化や漏れを回避する材料やプロセスの発見によって、既存のガスネットワークを修復し、純粋な水素に適合するネットワークを開発する（ポリマー材料を使用するなど）。 c. 水素貯蔵、流通、供給インフラの最適化と効率化。
3. 脱炭素化が困難なセクターにおけるエンドユースアプリケーション	対象：鉄鋼・アンモニア・セメント製造の脱炭素化、鉱山車両・農業機械・建設機械などの大型オフロード機器における水素および燃料電池技術の利用など a. 低コストで安全かつ効率的なエンドユース機器の開発 b. オフロード用途の燃料電池技術のコスト削減と耐久性・効率の向上

出典：MI Discussion Paper を元にエネ総研が作成

■製造：天然ガス改質＋炭素回収・貯留（NGR＋CCS）

炭素貯留能力に関する技術革新が最優先課題である。これは、この分野での国際協力の余地が大きいこと、また、各国が産業界の脱炭素化やよりクリーンな経路への移行を法制化するにつれて、炭素貯蔵に対する需要の急速な増加が予想されるためである。次に優先度が高い課題として特定されたのは、改質ユニットと炭素回収ユニットを構成するプロセス材料のコスト削減や使用量削減のための技術革新と、炭素回収プロセスの改善のための技術革新であった。一方、新しいプロセス技術や統合に関する技術革新については、すでに多くの活動が実施されている成熟した技術であり、は優先順位が低く、容易に再現可能であるため、国際協力の余地は少ないとされた。

■製造：低炭素電解

水素製造のスケールアップが予測され、電解に必要な材料、すなわち貴金属や重要な材料の入手性が低い場合、大量製造の迅速なスケールアップに制約が生じる可能性がある。代替となる豊富な材料を見つけるか、制約のある材料の効率的な利用および再利用するためのイノベーションが必要である。さらに、電解槽製造の自動化と新たな製造技術の導入により、装置の大規模生産が促進され、大幅なコスト

削減が可能になる。電気化学工学の技術革新と電解プロセスそのものを対象とした技術革新は、MI コスト目標に与える影響の大きさ、国際協力の可能性の低さ、2030 年コスト目標の達成に向けた緊急性の低さを考慮すると、優先順位が低いことが示された。

■流通・貯蔵

大規模貯蔵と圧縮の技術革新は、エンドツーエンドのコスト削減に大きく貢献する。流通・貯蔵における主な技術革新の優先課題は以下のようにまとめられている。

流通における主な技術革新の優先課題：

- 既存のガス・ネットワークの改修（水素脆化を回避する材料やプロセスの発見）
- 純水素に適合する配給ネットワークの開発（ポリマー材料の使用など）
- 水素パイプ・インフラのスケールアップと利用率の向上
- 液体有機水素キャリア（LOHC）として水素を流通させるための水素キャリア（水素化物や液体有機水素キャリアなど）のさらなる開発
- 水素の変換／圧縮効率を改善し、水素利用に適合する代替コンプレッサー（イオン液体、電気化学など）を開発する。現在、水素をアンモニアに変換して流通させ、使用前に水素に戻すと、72～73%のエネルギー損失が発生する。圧縮では0.5～11%のロスが発生する
- 最適な圧縮レベルを使用し、コンポーネントのサイズを正しく設定することで、水素製造・供給インフラ全体の圧力レベルを最適化する
- チューブ・トレーラーの公称チューブ圧力を高め、輸送用途の水素供給コストを削減する
- 液体水素タンカーの効率を高め、長距離水素輸送コストを削減する。これは、容器の断熱性を高め、圧力を高くすることで達成できる

貯蔵における主な技術革新の優先課題：

- 水素流通の媒体としてだけでなく、エネルギー貯蔵オプションとしても使用できる LOHC とアンモニアの開発
- 金属水素化物や多孔性吸着剤など、高い体積エネルギー密度を特徴とする材料ベースの貯蔵技術の開発。また、液化効率にも取り組む必要がある

■供給・利用

水素供給（パイプライン、液体水素、液体有機水素キャリア（LOHC）などのキャリア、アンモニアを含む）と水素貯蔵（気体、液体、地中貯蔵、金属水素化物、吸着剤、その他のキャリアなどの材料ベースの貯蔵を含む）の低コストで安全なアプローチが必要である。

■エンドユース

クリーンな水素の製造、流通、貯蔵のための研究開発に加えて、商業的に実行可能で競争力のあるエンドユースのための研究開発も必要である。CHM では、取り組みを絞り込むため、他のパートナーシップでカバーされていない活動に焦点を当てている。採掘車、農業機械、建設機械などの大型オフロー

ド機器は電動化が難しく、水素と燃料電池技術が必要になる可能性がある。もうひとつの優先順位の高い分野は、鉄鋼、アンモニア、セメント製造の脱炭素化であり、世界的に注目されている。特に脱炭素化が困難な分野において、クリーンな水素の活用により、全体的な排出量削減につながる。

3.4.2.3. 実証プロジェクトの動向

○ 水素バレー

水素バレーとは、水素の地産地消プロジェクトのプラットフォームであり、世界中の地域で数百万ドル規模のプロジェクトが実施されている。この CHM では、2030 年までに世界中で 100 の大規模な統合水素バレーを実現することを目標としている。国によっては、「ハブ」や「クラスター」と呼ばれることもある。世界の 25 以上の国家水素戦略が発表されており、水素導入が推進されている。欧州では、RePowerEU 計画により、2025 年までに水素バレーの数を倍増するために Horizon Europe への追加投資により、2030 年までに国内の再生可能水素生産量 1,000 万トン、クリーン水素輸入量 1,000 万トンを達成することを目標としている。

クリーン水素バレーは、水素の生産者、供給者、エンドユーザーを共同配置することで、インフラを共有し、集中的な需要センターを形成することで、規模の経済を達成するのに役立つ。クリーン水素バレーは、セクター間の結合、国際的なつながりの構築、貿易の活性化のためのユニークな機会を提供することで、イノベーションをさらに刺激し、グローバルなクリーン水素経済の確立に必要なスキル開発を支援する可能性を秘めている。MI の Hydrogen Valley Platform のような調整と情報共有の仕組みは、進捗状況をモニタリングするための効果的なツールとなりうる。既存の資源を活用し、重複を避けるために、他の国際的なパートナーシップと統合されたこのプラットフォーム（Mission Innovation Hydrogen Valley Platform）²²¹は、水素バレープロジェクトの世界的な進展に関する最新情報を提示し、プロジェクトのインキュベーターとして、成熟した水素バレー間のコラボレーションを試みている。2024 年 3 月現在、34 か国 91 のプロジェクトが登録されており、総投資額は 1526.41 億ユーロ（約 21 兆円）となっている。以下、プラットフォームに記載されているいくつかの事例を示す（カッコ内はベストプラクティス項目である）。

■米国、ユタ州中央部（商業リスクの回避）

米国、ユタ州中央部で岩塩ドームによるクリーンエネルギー貯蔵プロジェクトを開始。世界最大規模となる 100%のグリーン水素貯蔵施設。前段階の技術的・経済的信頼獲得のためのプロジェクト開発コンセプト、広範囲な事前調査などにより利害関係者との信頼関係を確立²²²。

設備容量：1,000 MW/100,000 MWh （日量最大 100 トン）

リード開発者：三菱パワー、マグナムデベロップメント

²²¹ Mission Innovation Hydrogen Valley Platform <https://h2v.eu/>

²²² <https://h2v.eu/analysis/best-practices/commercial-de-risking>

■ベルギー、ゲント港湾地区（技術リスクの回避）

H2BE は、ベルギーのゲント港湾地区で ATR と CCS 技術をベースとした大規模 (GW) 低炭素水素プロジェクト。ノルウェーの天然ガスから水素を生産し、95%を超える脱炭素化率を実現することを目指す。現場で回収された CO₂ は、ベルギー沿岸地域から液体の状態で輸送され、ノルウェー北海の海底下に永久に安全に貯蔵される予定。2030 年より前に操業を開始することを目指す。技術的リスクの特定と、サプライヤーから信頼性の高いメンテナンスサービスの確保を通じて、関係者への納得を得る²²³。

リード開発者：Engie、Equinor

■ドイツ、eFarm（利害関係者マネジメント）

eFarm プロジェクトは、ドイツで最大のグリーン水素モビリティプロジェクト。電解装置によるグリーン水素集中製造から水素ステーションへの供給ネットワーク・水素ステーション整備、モビリティ導入までのサプライチェーンを導入する。政策決定者・地元住民を含む利害関係者にプロジェクトニーズと目的の理解を求め、機能的な水素バレーを作成。地域の付加価値の可視性を高めている²²⁴。

H₂生産量：26 トン/年、投資額：17.6M ユーロ（約 24 億円）

リード開発者：GP JOULE

■米国、中央カリフォルニア（産業政策の影響）

太陽光発電水素製造プラントから構成された SoHyCal プロジェクト。15 MW の PV 容量と 9MW の電解装置をベースとし、1日あたり約 3.8 トンのグリーン水素を生産する。米国 IRA（インフレ抑制法）の展開により、水素生産のオフテイクコミット面と安全性が担保され民間資金へもアクセスができた事例²²⁵。

H₂生産量：1000 トン/年

リード開発者：H2B2 Electrolysis Technologies

■イタリア 南チロル（公的資金運用）

南チロルの水素バレーは、モビリティ用途の小規模な地域実証から開始し、欧州資金をうけて段階的に拡大させた。資金提供に併せて柔軟にプロジェクトを調整させた。ブレンナー回廊に沿ったイタリアとヨーロッパの主要経済圏との連携を目指している。

H₂生産量：90 トン/年、投資額：55M ユーロ（約 7.6 億円）

リード開発者：Institut für Innovative Technologien Bozen

²²³ <https://h2v.eu/analysis/best-practices/technological-de-risking>

²²⁴ <https://h2v.eu/analysis/best-practices/stakeholder-managementpublic-support>

²²⁵ <https://h2v.eu/analysis/best-practices/industrial-policy-impact>

■日本、福島 FH2R

福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）を活用した福島水素社会モデルとして、20MW の太陽光発電から得られるエネルギーなどの再生可能エネルギーを利用して 10MW の水素製造装置により、1 時間あたり最大 1,200Nm³ の水素を製造。出力変動が大きい再生可能エネルギーを最大限活用するため、電力系統の需給調整を行い、低コストでグリーンな水素製造技術確立する。

H₂生産量：200 トン/年

リード開発者：NEDO

○ 各国の水素サプライチェーンプロジェクト

■日本、NEDO

水素社会構築技術開発事業²²⁶として、世界に先駆け本格的な水素サプライチェーンを構築することに加え、エネルギー供給システムの柔軟性を確立し、エネルギーセキュリティの確保に貢献することを目的に、技術開発を実施。事業期間 2014 年度～2025 年度で、2023 年度予算は 74 億円。水素エネルギーシステム技術開発、大規模水素エネルギー利用技術開発、地域水素利活用技術開発、総合調査研究が実施される。

また、競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業²²⁷として、水素サプライチェーン構築に際して、安定的で安価な水素の供給基盤を確保するため、水素を製造・貯蔵・輸送・利用するための設備や機器、システム等（貯蔵タンク、充填ホース、計量システム等）の更なる高度化・低コスト化・多様化につながる技術開発等を行うとともに、規制改革実施計画等に基づき、規制の整備や合理化、国際標準化のために必要な研究開発等を行う。事業期間 2023 年度～2027 年度で、2023 年度予算は 66 億円。大規模水素サプライチェーンの構築、需要地水素サプライチェーンの構築、水素ステーションの低コスト化・高度化、共通基盤整備に係る技術開発および総合調査研究を実施する。

■欧州、Clean Hydrogen Partnership

水素バリューチェーン全体にわたる R&I 活動をカバーするプロジェクトに、Horizon Europe を通じて総額 1 億 1,350 万ユーロ（約 157 億円）が提供される。RePowerEU 計画予算から追加される 6,000 万ユーロ（約 83 億円）は水素バレー施設の設置・運営に使用される²²⁸。

²²⁶ https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100096.html

²²⁷ https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100259.html

²²⁸ https://www.clean-hydrogen.europa.eu/media/news/clean-hydrogen-partnership-launches-eu-1135-million-call-projects-across-whole-hydrogen-value-chain-2024-01-17_en

■米国、Regional Clean Hydrogen Hub プログラム

米国では、Regional Clean Hydrogen Hub プログラムを開始し、クリーン水素のサプライチェーン構築を実証するため、2022～26 年度に 70 億ドル（約 9200 億円）の予算がついており、2023 年 10 月に 7 カ所を選定したと発表した²²⁹。

■オーストラリア、Hydrogen Headstart プログラム

クリーン水素の製造、輸送、貯蔵、そして利用に至るまでのコストと市場価格間の商業的ギャップを埋めるため、大規模な戦略的水素プロジェクトの開発を支援する。

2026 年から 10 年間で 20 億 豪ドル（約 1820 億円）²³⁰。

3.4.2.4. 日本の技術開発への提言

2030 年までに大規模な市場を想定したバリューチェーン構築にむけた世界の動きが強まるなかで、多様な技術と地域性に対応した技術開発および実証が望まれている。このため、技術の特徴、地域性を活かした国際協力の余地が大きいと考えられる。IEA の Global Hydrogen Review 2023 の、公開されている低排出水素製造プロジェクトに基づく 2030 年の主な水素貿易ルートの推計を図 3.4-4 に示す。主なルートは、オーストラリアとヨーロッパおよびアジア市場（特に日本と韓国）を結ぶもの、中南米諸国とヨーロッパ、北米諸国とアジア市場を結ぶものがある。水素キャリアを特定していないプロジェクトも多いが、水素キャリアを特定したプロジェクトの大半がアンモニアであり、2030 年までの主要なキャリアになると予想される。水素キャリアは表 3.4-2 に示すようにそれぞれ特性が異なるため、技術開発動向と市場動向を見据えて評価していく必要がある。2030 年までに普及することを考えると、大規模製造の実現と、コスト削減のためのサプライチェーンの構築と共に、電気分解およびアンモニアのクリーンな水素キャリア製造技術も重要となる。また、オーストラリア、アメリカ、カナダ等との連携のほか、新たな市場の可能性をも模索していくことも考えられる。

²²⁹ <https://crds.jst.go.jp/dw/20231117/2023111737003/>

²³⁰ <https://www.dcceew.gov.au/energy/hydrogen/hydrogen-headstart-program>

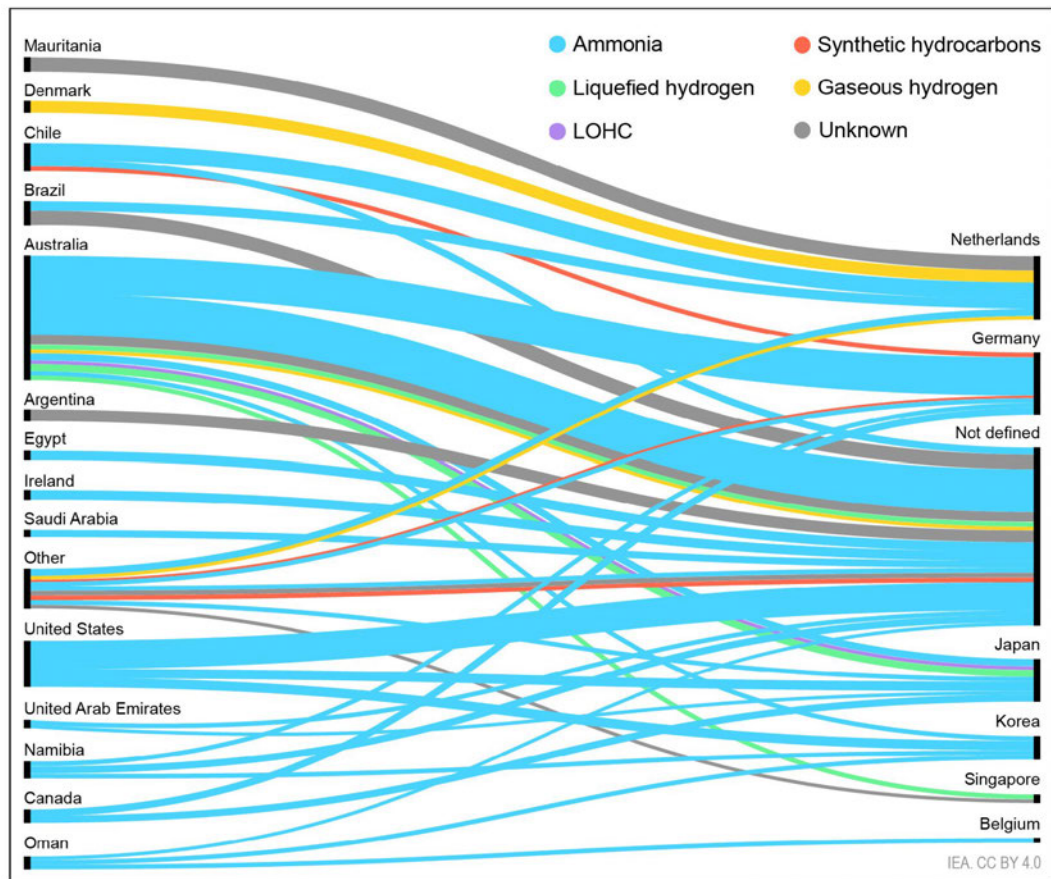


図 3.4-4 発表された低排出水素製造プロジェクトに基づく
2030 年の主な水素貿易ルートの推計

IEA, Global Hydrogen Review 2023

注: LOHC = liquid organic hydrogen carrier

表 3.4-2 水素キャリアの特徴

	体積水素密度 ²³¹ (kg/m ³)	長所	短所
気体水素 (参考)	0.0899		
圧縮水素	40 (70MPa) 23 (35MPa)	広く普及	高压ガス
液化水素	70.8	高密度 高純度水素が得られる	-253℃まで冷却するエネルギー消費が大きい ボイルオフがあるため長期貯蔵に向かない
有機ハイドライド (炭化水素の一種)	47.0 (MCH-トルエン)	室温で長期貯蔵が可能 石油製品用インフラが活用可能	水素取り出しに熱 (300℃前後) が必要
アンモニア (液体)	120.0	高密度 原料が空気中の窒素 圧縮により液化する 直接利用できる	毒性、腐食性 燃焼時の燃料由来窒素酸化物
合成メタン (液体)	108.1	高密度 LNG、都市ガス用インフラが活用可能 直接利用できる	製造時に CO ₂ が必要 利用時に CO ₂ を排出
水素吸蔵合金	高いもので 100 前後	穏やかに吸脱できる 高密度 高純度水素が得られる	重量が重く、移動体に不向き

出典：IAE エネルギー中長期ビジョン²³²

²³¹ 1m³の水素エネルギーキャリアに何 kg の水素が含まれるかを示し、車両や船舶など、一定容積の容器に入れて輸送する際の輸送効率に相当する。温度圧力などの条件はキャリアにより異なる。

²³² エネルギー総合工学研究所, IAE エネルギー中長期ビジョン～カーボンニュートラルに向けたシナリオと技術展望～, 2024 https://www.iae.or.jp/2024/01/11/vision_full_202312/

3.4.3. 二酸化炭素除去(CDR)分野

3.4.3.1. CDR の全体像

CDR 技術のうち陸域生態系を利用する土地ベース技術および CCS に関連する BECCS および DACCS 以外は開発の初期段階にあるため、実行可能性と適用可能性を考慮するには、さらなる研究開発が必要である。また、中程度以上の TRL である技術においても、一般にコストが高く、土地・水・エネルギー・資源の制約、ライフサイクルベースでのモニタリングなどの課題があり、MI が掲げる正味の炭素除去達成目標である、2030 年までに 0.1GtCO₂/yr (年間 1 億トン)、2050 年に数 GtCO₂/yr 規模の実施の実現に向けては、官民アプローチによる RD&D (Research, Development and Demonstration) が不可欠である。図 3.4-5 に CDR の技術的要素を示す。

現状分析 (①TRL、②除去コスト、③除去ポテンシャル、④研究開発力の国際比較)

分類	TRL ¹⁾	除去コスト ¹⁾ \$/tCO ₂ ⁴⁾		除去ポテンシャル ¹⁾ GtCO ₂ /年 ⁵⁾		研究開発力の国際比較 ³⁾
	共通	世界		世界		共通
海洋アルカリ化	1-2	150	40~260	50.0	1~100	独が先行。豪、英、伊、米が続く。日本はなし。
海洋肥沃化	1-2	225	50~500	1.5	1~3	独、米が先行。英、豪が続く。日本は10位。
ブルーカーボン管理	2-3 (8-9) ²⁾	12680	240~30000 ⁶⁾	< 1	0.02~0.08	米が先行。豪、中、印が続く。日本は9位。
大型海藻養殖	-	-	-	-	-	中、米、豪が先行。日本は10位
植物残渣 海洋隔離	-	-	-	-	-	-
風化促進	3-4	125	50~200	3.0	2~4	英がリード、米国が続く。日本は18位。
DACCS	6	200	100~300	22.5	5~40	英、独、米が先行。日本は10位。
BECCS	5-6	208	15~400	5.8	0.5~11	英、米が先行。日本は10位。
植林・再生林	8-9	120	0~240	5.3	0.5~10	英、米、独が先行。日本は14位。
土壌炭素貯留	8-9	28	-45~100	5.0	0.6~9.3	米、独が先行。日本は12位。
バイオ炭	6-7	178	10~345	3.5	0.3~6.6	米、英、独が先行。日本は21位。

1) IPCC Sixth Assessment Report "Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change" Table 12.6 and p1271, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
2) ICEF "Blue Carbon Roadmap-Carbon Captured by the World's Coastal and Ocean Ecosystem" 2023

※文献 (分類における詳細技術等) によってTRLは異なりうる

3) Web of Scienceでの検索結果 (論文数) (2000年~2022年)

4) 2050年想定CO₂除去コストの中央値 5) 2050年の除去ポテンシャルの中央値、陸上バイオ系は重複あり

6) マングローブ: 240USD、塩性湿地: 30,000USD、海草: 7,800USD

図 3.4-5 CDR の技術的要素

出典：ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会とりまとめ案 (参考資料) ²³³

²³³ https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/negative_emission/006.html

3.4.3.2. MI の CDR ミッション (CDR ミッション) における技術の位置づけ

CDR ミッションでは、2022 年～26 年のアクションプラン²³⁴を作成し、2030 年までの年間正味 1 億トン CO₂ 規模の炭素除去達成のために、地域および全世界での CDR ポテンシャルの理解（アウトカム 1）、CDR 技術の研究開発促進（アウトカム 2）、世界での実証およびパイロットスケールでのテスト（アウトカム 3）を短期間での目標としている。

アウトカム 1 の中で、ライフサイクルアセスメント（LCA）と技術経済性分析（TEA）のケーススタディーを行い、政策決定に向けた透明性を持つ共通ツールとして方法論の整理が掲げられている。これに加え、CDR の測定・報告・検証（MRV）の正確性の確保がいずれの技術にも最優先事項として挙げられている。

アウトカム 2 に関し、DAC の R&D の鍵は、価格が低くスケールアップ可能な素材の開発であり、それらは CO₂ 回収能力が高く、寿命の長い、低エネルギー利用なものである必要がある。BiCRS の R&D に関しては、多様なフィードストックを扱うことが可能な変換プロセス、炭素除去の最大化、上流（土地利用変化や栽培管理など）の排出の把握、そしてサプライチェーンのロジスティックスが鍵となる。EM の R&D に関しては、資源マッピング、岩石での炭酸塩化の反応速度論、エネルギーと土地利用、CO₂ 取り込みのモニタリングと妥当性検証、炭酸塩の市場利用可能な製品、そして in-situ（地下）あるいは ex-situ（地表）における鉱物化経路でのシステムのロジスティックスが鍵となる。

アウトカム 3 である世界での実証とパイロットスケールでのテストについては、現在 TRL が 5-7 の技術の実証により、短期でのコスト低下とパフォーマンスの上昇、社会実装に向けた動きを加速化する機会を与えることとなる。

CDR ミッションでのイノベーション優先度（Innovation Priorities）として、技術としては DAC、BiCRS、EM の各技術の優先度が高く、それに加え、クロスカッティングな課題として LCA と TEA および MRV も高く設定されている。

CDR ミッションでの初期のプロジェクトとして、2 つの “sprints” と LCA ケーススタディーが始まっている。CDR Launchpad が 1 つ目の “sprint” であり、コスト低下、スケールアップ、環境とコミュニティの配慮を目指した実証とパイロットスケールでのテスト（アウトカム 3）の顕著な進展をもたらす計画である。2 つ目の “sprint” は CDR 資源と実施機会の間の空間マッピングであり、アウトカム 1 を推進し地域および世界での CDR ポテンシャルの把握と空間データの統合を進めていく。LCA/TEA ケーススタディーもアウトカム 1 を推進し、科学に基づくハーモナイズされた政策決定ツールとしての開発を進めていくこととなっており、カナダおよび日本が共同リードとなっている。

²³⁴ CDR Mission Action Plan <https://explore.mission-innovation.net/wp-content/uploads/2022/09/Carbon-Dioxide-Removal-Mission-Action-Plan-Sept-2022.pdf>

3.4.3.3. LCA/TEA および MRV の動向

LCA/TEA 技術トラックはカナダと日本が Co-lead として参加しており、そのアクションプラン²³⁵において、LCA/TEA トラックの中心的な目標を次のように掲げている。つまり、スケールアップした CDR とそのバリューチェーンが、他の重要な社会的および持続可能性の目標に重大な損害を与えることなく、世界的なネットゼロ目標を確実に達成できるようにする取り組みに貢献することが LCA/TEA トラックの目標である。また、LCA/TEA によるエビデンスは、社会と市場の CDR に対する信頼を高めること、たとえば炭素除去のためのクレジットの市場を可能にするために重要となる。

LCA/TEA 技術トラックは、以下の 4 点を目標として動いている。

1. 世界的に共有されるベストプラクティスの推進
 - 協力して開発したガイドラインとベストプラクティスを通じて、透明性を高め、LCA と TEA のアプローチと方法論を調和させる。
2. データギャップとデータアクセスの評価と対処
 - 二酸化炭素除去に対する DAC、BiCRS、EM の各アプローチにわたる LCA をサポートするためにデータの品質を向上させる。
3. グローバルデータ共有ハブの特定と立ち上げ
 - CDR 技術のための LCA/TEA 用のオープンソースツールとモデルの開発、および公的に利用可能なデータセットの作成を通じて、厳格な LCA を実施するための世界的な能力を向上させる。
4. CDR スケールアップの評価
 - 原料、土地、水などの資源をめぐる競争激化の影響を考慮し、CDR スケールアップによる環境および経済影響を検討するために LCA/TEA のバウンダリーを拡大する。

BiCRS の LCA ケーススタディーに関してはノルウェーがリード、EM の LCA ケーススタディーに関してはサウジアラビアとオーストラリアが支援、DAC の LCA ケーススタディーに関しては日本がリードとなっている。MRV に関しては、2024 年の 4 月に “a global monitoring, reporting, and verification (MRV) student prize competition” を立ち上げることがアナウンスされている²³⁶。

EM 技術における技術トラックワークプラン Phase 1 (2023 年 6 月から 2024 年 9 月) では、LCA/TEA および MRV²³⁷として、CDR ポテンシャル計算のための必要な TEA データに関する理解（気候変動影

²³⁵ Carbon Dioxide Removal Mission, Life Cycle Analysis and Techno-Economic Analysis Technical Track Action Plan 2023-2028, <https://explore.mission-innovation.net/wp-content/uploads/2023/05/CDR-Mission-LCA-TEA-Technical-Track-Action-Plan-May-2023.pdf>

²³⁶ Carbon Dioxide Removal Mission, News and updates [February 13, 2024] <https://www.mission-innovation.net/missions/carbon-dioxide-removal/>

²³⁷ Technical Track on Enhanced Mineralization, Work Plan, December 2023 においては、MRV の M は Measurement ではなく Monitoring となっている。

響を含む)、さまざまな EM 経路に対応できる LCA の考慮方法の必要性に対する理解、そして MRV の制約や難しさに対する理解を深めることが求められている。2024 年 1 月から 2025 年 12 月までの Phase 2 においては、MRV のための定量化方法、リモートセンシング技術、モデリング、データの特徴づけを行う方法の開発が求められている。2025 年 1 月から 2026 年 12 月までの Phase 3 では、商用化に向けた意思決定に用いることのできる最適化や改良のためのデータ収集、さまざまなサイトや EM 経路に適用可能な共通の LCA/TEA メトリックスと方法論の開発、MRV に関する国家および国際標準の開発、炭素市場に向けた第三者認証の初期的な動きを求めている。

BiCRS 技術における技術トラックのスコープでは、2023 年春からの Phase 1 での WP2 として、LCA/TEA 方法論のハーモナイゼーションが掲げられている。LCA の課題としては、LCA 実施例の収集、共通のアプローチと方法論、国の間の比較可能なケーススタディーの必要性、バイオマスの動的な CO₂ 吸収と放出の計上、100 年以上となる貯留の永続性が認識されている。

3.4.3.4. 実証プロジェクトの動向

CDR Launchpad において、参加国は 2025 年までに年間 1000 トン以上の CO₂ を除去するプロジェクトを最低一箇所とりあげ、データのシェアを行うこととしている。2024 年 2 月時点で CDR Launchpad に記載されているプロジェクト²³⁸を以下に整理する。

○ カナダ

■ CABONITY

BiCRS プロジェクト。森林残渣をバイオ炭として製品化。2024 年での年間 1 万トンのバイオ炭製造から開始し、2026 年では年間 3 万トンのバイオ炭製造により年間 7 万 5 千トンの CO₂ 除去を目指す。政府からの支援額は、NRCan から \$7.5M CAD (約 7.6 億円)、DEC から \$3M CAD (約 3 億円)、ケベック州から \$16.2M CAD (約 16.4 億円) となっている。

■ Rocky Mountain Carbon

BiCRS (BECCS) プロジェクト。Hinton Pulp Mill サイトにおける BECCS プロジェクトで 2026 年建設開始予定。年間 150 万トン CO₂ 除去ポテンシャルを持つ。液体吸収液を利用し、オンショアへ貯留。政府からの支援額は、NRCan から \$5.3M CAD (約 5.4 億円)、Emissions Reduction Alberta から \$2.5M CAD (約 2.5 億円) となっている。

■ Hydrogen Naturally

BiCRS (BECCS) プロジェクト。森林残渣を原料とし、ガス化による水素製造プロセスでの CO₂ 回収により CDR を行う。アミン溶液を利用し回収し、オンショアでの帯水層へ貯留。2025 年建設予定であり、

²³⁸ Carbon Dioxide Removal (CDR) Launchpad Projects, February 2024, <https://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2024/01/CDR-Launchpad-Projects-Jan-2024-update.pdf>

4つのユニットからなり、1ユニット年間100万トンCO₂規模、計年間400万トンCO₂の除去を行う。Canadian Clean Fuel Standard と British Columbia Low Carbon Fuel Standard にもとづく LCA を実施済み。

■Deep Sky

DAC および Direct Ocean Capture プロジェクト。Deep Sky Alpha として、年間50トンから1000トンCO₂の回収ユニットからなり、計年間3000トンCO₂の回収により技術のテストおよび検証を行う。貯留としては、ex-situ 鉱物化およびオフショアへの貯留を利用。2024年より実証開始。さまざまな環境条件（気温、湿度、降水）でのDAC技術を検証。政府からの支援は、Investissement Québec および Business Development Bank of Canada (BDC)'s Climate Tech Fund による。

○ European Commission

■BECCS Stockholm (KVV8 plant)

BiCRS (BECCS) プロジェクト。Stockholm Exergi による既存のバイオマス熱電供給プラントでのCO₂回収貯留プロジェクトで2024年建設開始、2027年稼働予定。年間80万トンCO₂を回収貯留。最初の10年間においてネットで780万トンCO₂の除去および削減を予定（90%を除去、10%を再エネ利用による削減）。Stockholm Exergi での実施による経験を利用し、2030年以降に追加のバイオマス熱電供給プラントとゴミ焼却プラントを予定し、2045年までの年間で170万トンCO₂の除去を計画。政府支援として、EU's Innovation Fund から180 M EUR（約248億円）となっている。

■Net Zero Energy Carbon Capture at ARC

BiCRS (BECCS) プロジェクト。デンマークコペンハーゲン ARC でのゴミ焼却プラントでの廃熱利用によるCO₂回収エネルギーを利用する炭素回収貯蔵プロジェクト。2021年より小規模パイロットを実施。2023年より一日あたり4トンCO₂の回収能力を持つ実証を試験中。実証の結果を年間50万トンCO₂規模の大規模投資の決定に利用。

■Ørsted Kalundborg Hub

BiCRS (BECCS) プロジェクト。デンマークコペンハーゲンでの木材チップを燃料とした Asnæs 発電所、および農業残渣を燃料とした Avedøre 発電所による BECCS。Asnæs 発電所では年間28万トンCO₂、Avedøre 発電所では年間15万トンCO₂を回収予定であり、北海での Northern Lights プロジェクトでのCO₂貯留を利用。CO₂回収には Aker Carbon Capture 社の技術を利用。

○ アイスランド

■Orca

DAC プロジェクト。Climeworks によるアミンを利用した固体吸収剤によるCO₂回収DACプロジェクト。1ユニットあたり年間500トンCO₂の回収能力を持ち、8ユニットにより年間計4000トンCO₂の

回収。玄武岩へ水と共に圧入し炭酸塩化により貯留。2021 年より稼働。

■ Mammoth

DAC プロジェクト。Climeworks によるアミンを利用した固体吸収剤による CO₂ 回収 DAC プロジェクト。72 ユニットを利用し、年間計 3 万 6000 トン CO₂ の回収。玄武岩へ水と共に圧入し炭酸塩化により貯留。2024 年あるいは 2025 年より稼働予定。

○ 日本

■ NEDO “Green Japan, Green Innovation” プロジェクト

BiCRS（バイオ炭）プロジェクト。バイオ炭を利用した農業生産増とともに CO₂ 除去を行うプロジェクト。年間ヘクタールあたり 3 トン CO₂ を除去可能。2030 年にトータルで年間 50 万トン CO₂ の除去を目指す。2023 年より稼働。バイオ炭コストの低下、高機能バイオ炭、土壌 GHG 排出の低下、ICT 利用による農家のインセンティブを目指す。

○ ノルウェー

■ Hafslund Oslo Celsio’s waste-to-energy プラント (CCS Oslo)

BiCRS (BECCS) プロジェクト。ゴミ処理プラントでの CO₂ 回収プロジェクト。ゴミ処理での回収炭素のうち 50% がバイオマス起源。Aker Carbon Capture 社の技術を利用。回収能力は年間 35 万トンであり、そのうち 17.5 万トンが CO₂ 除去となる。2024 年建設開始で 2028 年稼働予定。

○ イギリス

■ Sizewell C: DAC powered by Nuclear Power Plant

DAC プロジェクト。Sizewell C 原子力発電所の熱を利用した DAC 実証プラント。年間 1000 トン CO₂ の実証を 2024 年から開始。

■ Swindon GGR プラント

BiCRS (BECCS) プロジェクト。木材残渣などを酸素蒸気ガス化によりバイオメタンあるいは水素に転換。プロセスにおいてアルカリ溶液である水酸化カリウム水溶液を利用し CO₂ を回収。ネットで年間 5,500 トン CO₂ 除去。2023 年に建設開始し、2024 年より稼働。

○ アメリカ

■ Project Stratos

DAC プロジェクト。Occidental の子会社である 1PointFive によるテキサス州 Ector 郡での DAC プロジェクト。回収した CO₂ は EPA Class VI 認可を申請中の井戸を用い地下貯留を行う。液体吸収液を用い、

年間 50 万トンの CO₂ を回収。2023 年に建設開始、2025 年稼働予定。Amazon、Airbus、ANA、TD Bank Group、Houston Astros、Houston Texans との間で炭素除去クレジットの販売契約を締結。

■Heirloom – Tracy プラント

DAC プロジェクト。Heirloom によるカリフォルニア州 Tracy における CaCO₃ のループシステムにおいて再生可能電力を利用した DAC プロジェクト。回収した CO₂ は CarbonCure 技術を利用したコンクリート製造に利用。年間 1000 トン CO₂ の除去能力。2023 年より稼働。除去クレジット契約を Microsoft と Stirpe との間で締結。

■South Texas DAC Hub

DAC プロジェクト。1PointFive によるテキサス州 Kleberg 郡における South Texas DAC Hub プロジェクト。Carbon Engineering による DAC と塩水層への貯留により年間 100 万トンの CO₂ を除去予定。2025 年建設開始、2027 年稼働予定。Justice40 イニシアチブの支援により周辺コミュニティへのベネフィットを考慮。Carbon Direct 社により、Community Benefit Plan 支援と LCA を実施。Lawrence Livermore 国立研究所が Workforce アナリシスと Justice40 トラッキングを提供。

■Project Cypress

DAC プロジェクト。ルイジアナ州 Calcasieu 郡における DAC Hub。Climeworks および Heirloom の技術を利用した DAC と Gulf Coast Sequestration 社による塩水層への Class VI 井戸を用いた地下貯留の組み合わせにより年間 100 万トン CO₂ 以上の除去を目指す。

■Project Bison

DAC プロジェクト。ワイオミング州 Sweetwater 郡における DAC プロジェクト。CarbonCapture 社の結晶性ゼオライト技術を利用した DAC と Frontier Carbon Solutions 社による塩水層への Class VI 井戸を用いた地下貯留の組み合わせにより 2030 年までに年間 500 万トンの CO₂ 除去を目指す。Frontier、BCG によるオフテイクの合意、Microsoft からの購入合意がなされている。2024 年に建設開始し、2025 年に稼働予定。Frontier とのオフテイク合意は 4 万 5 千トン CO₂ で \$20M (\$444.4/tCO₂) (約 26 億円、約 5.9 万円/tCO₂)。

■Global Thermostat – Colorado

DAC プロジェクト。コロラド州 Adams 郡での Global Thermostats の実証ユニットを利用したプロジェクト。2022 年より年間 1000 トン CO₂ の規模で稼働。回収実証のため CO₂ 貯留は含まない。

■Charm Industrial

BiCRS プロジェクト。 トウモロコシ残渣など農業残渣を熱分解し、合成ガス、バイオ炭、バイオオイルを生成する。合成ガスは熱分解装置の燃料に利用し、バイオ炭は農業土壌改良に利用可能。バイオオイルは EPA の規制下の井戸を通し地下に圧入し貯留するか岩塩ドームに貯留する。2021 年より稼働。Frontier は 11 万 2 千トン CO₂ の除去を\$53M（約 70 億円）で購入。JPMorgan Chase は 5 年間で 2 万 9 千トンの CO₂ 除去への支払いに合意。

■Lithos Carbon Enhanced Rock Weathering

EM（岩石風化促進プロジェクト）。 砕石所の残渣から細かく粉砕した玄武岩のダストを利用し、アルカリ土壌改良材の代わりに農地へ散布し、風化促進により CO₂ を除去するプロジェクト。2022 年より実施され、2023 年に 1 万トンの CO₂ 除去を目標。Lithos による推定では、現在のパートナーシップにより年間 210 万トン CO₂ の除去が可能。Frontier は、2024 年から 2028 年の 5 年間で 15 万 4240 トンの CO₂ 除去を\$52.1M（約 69 億円）で購入予定。

■Eion Enhanced Rock Weathering

EM（岩石風化促進プロジェクト）。 アルカリ土壌改良材の代わりにカンラン石を利用した風化促進プロジェクト。イリノイ州およびミシシッピ州での実施。1 トンの粉砕したカンラン石の適用により 1 トンの CO₂ を除去。2022 年に 500 トン、2023 年に 1 万 5500 トンのカンラン石を適用。2030 年から年間 1000 万トンの CO₂ 除去を目標。

■Filer City Generation Station

BiCRS (BECCS) プロジェクト。 ミシガン州 Filer 市での 30 MW の発電所による BECCS プロジェクト。石炭発電所のボイラーを 100%木質バイオマス用にレトロフィット。液体吸収液によるポストコンバッション回収システムを用い、年間 50 万トンの CO₂ を回収する。既存のパイプライン輸送を利用し、Niagaran Reef trend へ地質貯留する。2025 年より建設開始予定。

■Graphyte Loblolly facility

BiCRS プロジェクト。 林業および農業残渣を収集、乾燥、圧縮したブロック化したバイオマスを、不浸透性の物質でラッピングし埋め立てることによる CO₂ 除去プロジェクト。乾燥により微生物を除去し、不浸透性バリアにより分解プロセスを防いでいる。2023 年より建設開始、2024 年に 1 万 5 千トン CO₂、2025 年に 5 万トン CO₂ を除去予定。埋立地はセンサーとトレーサーを用いモニタリングする。Breakthrough Energy Ventures による clean technology 投資を受けている。\$100/tCO₂（約 1.3 万円/tCO₂）で除去を販売。

3.4.3.5. 日本の技術開発と国際連携への提言

CDR ミッションの 2022 年～26 年のアクションプランに対応するように、日本での CDR 技術開発および実施のスケールアップとして、アウトカム 1 から 3 に沿った検討が課題となる。

アウトカム 1 に関しては、日本における正確なポテンシャル推計と社会実装に向けた LCA/TEA の実施に必要となる、世界全体との比較が可能となる国内データの整備が重要である。BiCRS のうち BECCS や DAC に関しては、アウトカム 2 とも関連する、異なった CO₂ 分離回収方法の LCA/TEA 詳細分析による最適な素材開発、実装に向けては、ハーモナイズされた意思決定ツールの開発が必要である。EM に関しては、日本に存在する利用可能な岩石ごとに、粉碎サイズによる CO₂ 反応速度のデータ整備が必要である。これら CO₂ 分離回収に関する基本データと、日本における空間的な資源マッピングや地域ごとの基礎 LCA/TEA データを反映し、CDR 技術ポートフォリオの最適配置およびそれによる日本のポテンシャル分析を、透明性を持った形で示すことも重要となる。MRV に関しては、世界各国で共通に利用できる標準方法の確立（例えば DAC や BECCS における貯留サイトモニタリング技術の開発実装と標準化）に向けた動きを進めるとともに、時空間スケールが相対的に大きくなる EM に関しては、風化促進や鉱物化でのアプローチごとの違いに注意が必要となる。

アウトカム 2 に関しては、世界全体で年間 10 億トンレベルの CO₂ 除去達成に向け、アウトカム 3 によるスケールアップの観点からの技術開発実装投資（例えば既存 BECCS 回収技術の年間 100 万トン CO₂ 以上へのスケールアップと世界での実証と実装）とともに、幅広い CDR 技術の可能性の模索のための基礎研究の両面から、引き続き政府支援による CDR 技術の研究開発投資が必要となる。

4. MI 運営委員会事務局主催の会議及び MI 関係アンケート等対応の補助

4.1. MI 運営委員会資料

2023 年度に 6 回実施された以下の MI 運営委員会(MISC)の資料を確認し、論点を抽出して報告を行った。

	開催日
MISC [1]	2023 年 5 月 10 日
MISC [2]	2023 年 6 月 7 日
MISC [3]	2023 年 9 月 20 日
MISC [4]	2023 年 11 月 27 日
MISC [5]	2024 年 1 月 17 日
MISC [6]	2024 年 3 月 19 日

4.2. MI 事務局等主催の会議

以下の MI 関連会合（年 2 回）に参加し、その概要をとりまとめた。

開催日	タイトル
2024 年 12 月 2 日	COP28 EU パビリオン：EIB-MI のクリーンエネルギーイノベーション促進のための協力
2024 年 12 月 7 日	WCS(World Climate Summit) 2023 Closing Plenary Session 成功までの 6 年: 2030 年の目標達成に向けた政策、イノベーション、投資の推進

4.3. MI 関連アンケート

Member Survey に対して、この 1 年間（2022 年 7 月から 2023 年 9 月までに開始されたプログラムや取り組み）における取組みを記載した回答案を作成した。その結果は MI member insights 2022-2023 に反映された。

MISSION INNOVATION MEMBER INSIGHTS REPORT LAUNCH:

ADVANCING CLEAN ENERGY AND CLIMATE GOALS THROUGH COLLABORATION

5 December, 2023 | Saudi Arabia Pavilion, COP28

<https://www.mission-innovation.net/events/2023-member-insights-report-launch/>

令和５年度気候変動対策に係る国際会議の開催等による
エネルギー・環境技術イノベーション創出のための国際連携推進事業
(ミッション・イノベーションを通じたクリーンエネルギー分野の
革新技术開発に係る国際連携事業)

調査報告書

令和６年３月

発行 一般財団法人 エネルギー総合工学研究所
東京都西新橋 1-14-2 新橋ＳＹビル
TEL 03-3508-8891

二次利用未承諾リスト

報告書の題名

令和 5 年度気候変動対策に係る国際会議の開催等によるエネルギー・環境技術イノベーション創出のための国際連携推進事業（ミッション・イノベーションを通じたクリーンエネルギー分野の革新技术開発に係る国際連携事業） 調査報告書

委託事業名

令和 5 年度気候変動対策に係る国際会議の開催等によるエネルギー・環境技術イノベーション創出のための国際連携推進事業（ミッション・イノベーションを通じたクリーンエネルギー分野の革新技术開発に係る国際連携事業）

受注事業者名

一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

頁	図表番号	タイトル
13	図 3.1-2	Innovation Priority List
41	図 3.3-2	CO ₂ 除去経路
43	図 3.3-3	研究開発の中でのSCALEUPプログラムの位置づけ
50	図 3.3-4	Horizon Europeの構成と予算内訳
55	図 3.3-5	EICプロジェクトデータベースのマップ機能
55	図 3.3-6	EICの割当資金額、参加企業、プロジェクト数の国別順位
73	図 3.3-7	イノベーション研究開発における政府と民間の役割分担
83	図 3.3-8	2023年予算におけるクリーン経済に向けた計画の中での戦略とツール
108	図 3.3-9	省庁別の研究機関向け研究開発予算（2020年）
115	図 3.3-10	Startup Indiaの主な成果
120	図 3.4-1	太陽電池の変換効率の推移
129	図 3.4-2	2023年までに発表された低排水素製造プロジェクトの地図
130	図 3.4-3	水素利用が低炭素代替品と競合可能な損益分岐点となる水素コスト
137	図 3.4-4	発表された低排水素製造プロジェクトに基づく 2030年の主な水素貿易ルート
139	図 3.4-5	CDRの技術的要素
47	表 3.3-2	EIAのフラグシップとアクション例
53	表 3.3-4	EICの研究段階の特徴
56	表 3.3-5	EUの研究・イノベーション分野における主要各国・地域との協力方針
73	表 3.3-6	カタパルト・センター