

環境エネルギー分野の俯瞰のご紹介

平成29年10月16日（月）
於 第9期 環境エネルギー科学技術委員会（第2回）

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）
環境・エネルギーユニット



◆趣旨

- JST-CRDSが行なう俯瞰活動および俯瞰報告書（2017年版）のご紹介
- 環境エネルギー分野の科学技術、研究開発の最近の動向のご紹介

◆目次

- ① JST-CRDSについて
- ② 俯瞰報告書（2017年版）について
- ③ 環境エネルギー分野の最近の動向について
- ④ 今後に向けて

① CRDSについて

CRDS (Center for Research and Development Strategy) とは
国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場に立って行う組織として、2003年7月に科学技術振興機構 (JST) に設置

■ CRDSのあるべき姿

CRDSは我が国および人類社会の持続的発展のため、科学技術振興とイノベーション創出の先導役となるシンクタンクを目指します。

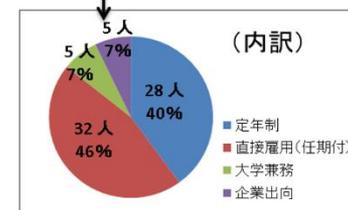
■ CRDSの任務

1. CRDSは国内外の社会や科学技術イノベーションの動向及びそれらに関する政策動向を把握し、俯瞰し、分析します。
2. これに基づき、CRDSは課題を抽出し、科学技術イノベーション政策や研究開発戦略を提言し、その実現に向けた取組を行います。

■ 任務の実行にあたって

CRDSは我が国産学官の関係者、社会のステークホルダー、更には外国関係機関と積極的に連携、情報・意見交換を行います。そして、得られた成果については、外部に積極的に発信します。

人員70名(常勤、非常勤)
(2016年4月1日時点)

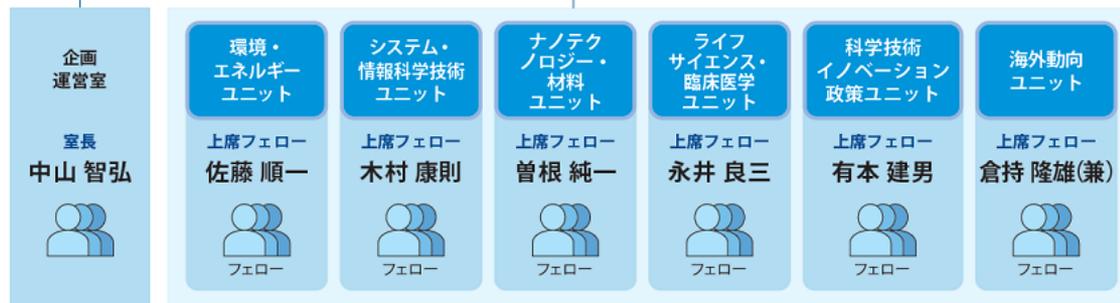


センター長
野依 良治

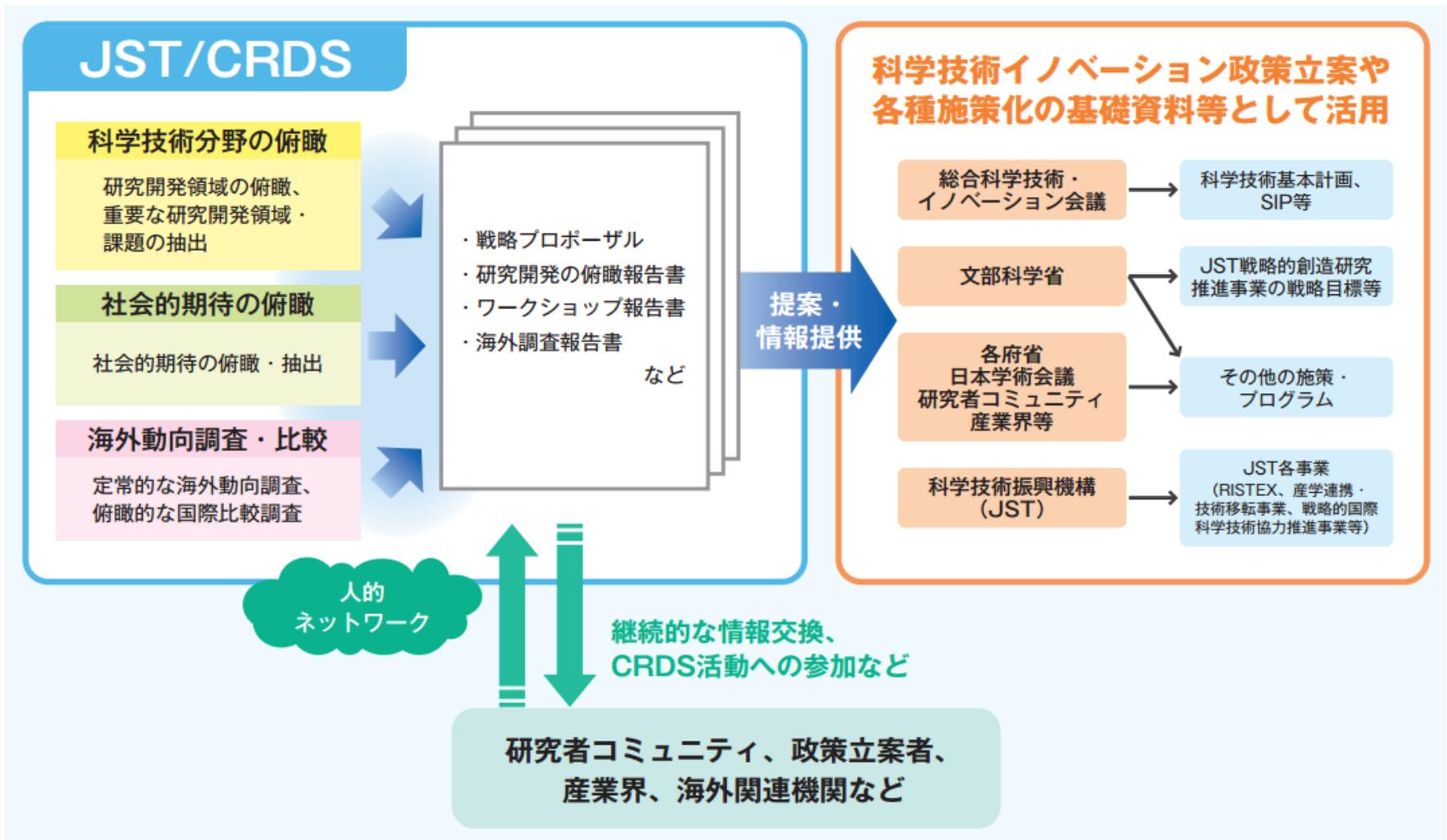
センター長代理
倉持 隆雄

副センター長

上席フェロー
黒田 昌裕
上席フェロー
林 幸秀
上席フェロー
豊田 欣吾
上席フェロー
藤山 知彦



CRDSの主な活動



■ 研究開発の俯瞰報告書

研究開発戦略立案の基礎資料として、各科学技術分野における研究開発の現状の全体像、国際的な潮流を把握し、分野ごとに今後のあるべき方向性を展望するもの。

※最新版を2017年4月17日に公開 <http://www.jst.go.jp/crds/report/report02/index.html>

■ 戦略プロポーザル

今後国として重点的に取り組むべき研究開発の戦略や、科学技術イノベーション政策上の重要課題についての提案をまとめたもの。

エネルギー分野の俯瞰図

定義

「安定供給」、「経済効率性の向上」による低コストでのエネルギー供給および需給バランス調整を実現し、同時に「環境への適合」を図る、いわゆる「3E+S」を同時に克服するための研究開発

エネルギー供給 (資源開発/エネルギー・物質変換)

化石

高効率火力発電

- ・全負荷帯高効率化
- ・高温材料

燃料電池発電

- ・SOFC耐久性/効率向上
- ・IGFC発電

低品位炭改質

- ・乾燥/脱水 ・改質

CCUS

- ・CO2分離・貯留
- ・CO2利用技術

原子力

安全技術

原子炉技術

- ・新型原子炉

燃料管理・処分技術

- ・バックエンド

資源開発

- ・海底資源探鉱/採掘
- ・メタンハイドレイド

再生可能

太陽光

- ・光電池材料 ・集光型
- ・人工光合成

風力

- ・洋上発電
- ・調整力向上技術

地熱

- ・バイナリ発電 ・EGS発電

水力

海洋エネルギー

バイオマス

- ・藻類バイオマス燃料
- ・バイオリファイナリー

エネルギー利用 (高効率利用/高度利用)

産業

新規プロセス技術

- ・中低温作動電解質反応
- ・高付加価値化

天然ガスの高効率利用

- ・トリジェネレーション
- ・LNG冷熱利用

石油の高度利用

- ・重油の化学品利用
- ・バイオ混合利用

製鉄技術

- ・水素利用
- ・省エネ技術

運輸

次世代自動車

- ・パワートレイン
- ・軽量化
- ・蓄電池
- ・燃料電池

次世代輸送機器 (自動車以外)

- ・軽量化
- ・排気対応 (航空機/船舶)

次世代交通運輸システム

- ・自動運転(自動車)
- ・高度地図情報 ・ITS

民生

熱利用機器

- ・コージェネ: 燃料電池
- ・ヒートポンプ ・空調
- ・太陽熱/地中熱利用
- ・蓄熱技術

断熱・遮熱・調光技術

- ・断熱技術
- ・調光窓 ・固体照明

建物・地域の統合的高効率化

- ・HEMS/BEMS/CEMS
- ・ZEH/ZEB
- ・センシング

電気

エネルギーネットワーク (発電電・エネルギー配送/配電・熱供給/需要家内)

出力調整技術

- ・在来型電源の出力調整
- ・変動電源の出力調整

電力系統運用技術

- ・最適運用モデル
- ・PV/風力発電予測技術

送配電

- ・高圧直流送電
- ・超伝導ケーブル
- ・潮流安定化技術 (FACTS)

広域監視・制御技術

配電/家屋内

- ・直流化
- ・デジタル化、パケット化

パワエレ・応用機器

- ・PCS ・FACTS

蓄エネルギー

- ・蓄電池 (キャパシタ含む)
- ・蓄電(蓄電池以外)
- ・CAES/フライホイール/揚水
- ・蓄熱

熱・燃料キャリア

エネルギーキャリア

- ・水素 ・アンモニア
- ・有機ヒドライド

分散協調型EMS

- ・デマンドレスポンス
- ・EVとの連携
- ・階層的システム制御

エネルギーシステム予測・評価

- ・最適化モデル
- ・需要予測モデル

社会技術

・評価法 (コベネフィットなど)、制度設計、方法論 (トラジションマネジメントなど)、行動科学など

基盤技術: 製造(鍛造・鋳造、冶金、粉体、接合、精密加工等)、材料、構造・強度、機械、燃焼、伝熱、流体、振動、化学、電気など

反応制御技術

- ・光反応触媒
- ・固体触媒
- ・電気化学触媒
- ・反応速度解析/熱力学解析

製造プロセス技術

- ・ナノ材料製造技術
- ・デバイス製造技術

数理モデル

- ・流体拡散/反応シミュレーション
- ・構造解析シミュレーション
- ・複雑系ネットワーク理論
- ・最適化
- ・制御理論

システム技術

- ・システム設計
- ・システム制御技術
- ・建物/都市システム設計
- ・システム最適化評価
- ・エンジニアリング

計算科学

- ・第一原理計算
- ・分子動力学法

計測技術

- ・In-Situ分析
- ・衛星観測

ICT/ビッグデータ活用

- ・センシングデータ処理技術
- ・大規模データ解析技術
- ・サイバーセキュリティ

エネルギー材料 (ナノ材料)

- ・光電池 ・ 固体イオニクス材料
- ・蓄電材料 ・ パワー半導体材料
- ・調光素子 ・ 超伝導材料
- ・固体照明素子
- ・断熱材料 ・ 軽量材料
- ・耐熱材料 ・ 分離膜

構成技術

共通要素技術

学術研究

【社会科学】社会学、政治学 (政策論、国際関係論)、エネルギー経済学、環境経済学 等

【応用科学】熱機関工学、機械工学、化学工学、プラント工学、材料工学、原子力工学、資源工学、電気電子工学、土木工学、建築工学、環境学 等

【基礎科学】熱力学、燃焼学、伝熱学、流体力学、電磁気学、電気化学、触媒化学、原子核物理学、地球物理学、生態学 等

【基礎】物理学、統計学、化学、生物学、情報学、計算科学 等

環境分野の俯瞰図

定義

人が関わる空間および生態系を一つのシステムとして理解し、顕在化した事象への対処のみならず起こりうる事象を予測し対処することで、人と自然の営みを維持・発展させるための研究開発分野

社会実装技術

システム・設計・エンジニアリング

人文社会技術（法・規制・制度、社会受容、経済性・社会性評価）

循環型社会

水循環

- ・水供給・汚水処理・再生水
- ・水システム
- ・水文モデル（全球・地域）

農林水産業の環境研究

- ・気候変動の影響把握、緩和・適応
- ・資源管理
- ・生物多様性

リサイクル・廃棄物処理

- ・都市鉱山
- ・プラスチックリサイクル
- ・焼却残渣資源化

資源・生産・消費管理

- ・ライフサイクルアセスメント (LCA)
- ・物質フロー分析 (MFA)
- ・物質ストック・フロー分析 (MSFA)

環境都市

- ・環境都市評価

構成技術

気候変動

適応策

- ・水循環・自然災害
- ・自然生態系
- ・農林水産業
- ・健康・都市生活 等

緩和策

- ・再エネ導入
- ・省エネ
- ・CCUS
- ・森林吸収 等

気候変動影響予測・評価

- ・水循環
- ・自然生態系
- ・健康・都市生活
- ・自然災害
- ・農林業
- ・極地

気候変動予測

- ・観測（リモートセンシング・実測）
- ・モデルリング・シミュレーション

環境汚染・健康

化学物質リスク管理

- ・環境分析
- ・理論毒性学
- ・大規模モデル開発、大規模疫学

健康・環境影響

- ・有害物質
- ・社会的要因
- ・地球環境・地域環境要因
- ・毒性学・疫学

大気汚染

- ・観測・計測
- ・予測・評価
- ・排出源対策

水質汚染

- ・観測・計測
- ・予測・評価
- ・浄化・修復

物質循環・環境動態

- ・観測・計測
- ・予測・評価
- ・炭素、窒素、汚染物質

土壌・地下水汚染

- ・観測・計測
- ・予測・評価
- ・浄化・修復

生物多様性・生態系

生態系サービスの評価・管理

- ・サービスのプロセス説明・定量評価
- ・経済評価
- ・管理技術
- ・社会システム構築

生物多様性・生態系の把握・予測

- ・観測・計測（リモートセンシング、トラッキング・ロギング、ゲノム情報等）
- ・データベース構築、データ解析
- ・予測・評価

共通要素技術

観測・計測技術

- ・衛星・航空機観測（リモートセンシング）、船舶観測
- ・観測網・モニタリング
- ・定性分析・定量分析
- ・形状・組成・状態・動態把握
- ・センサ
- ・網羅分析・一斉分析
- ・同位体分析

予測・評価技術

- ・モデリング・シミュレーション
- ・データ同化・高精度化・精緻化
- ・高解像度化・ダウンスケール
- ・モデル統合、モデル比較
- ・影響評価・リスク評価

対策技術

- ・緩和・適応
- ・未然防止・浄化・修復
- ・保全・管理
- ・資源回収・リサイクル

環境情報基盤

- ・データ収集・共有・管理
- ・ネットワーク・インタフェース
- ・データ統合・解析・利活用
- ・高速度処理

学術研究

【人文社会科学】
【自然科学】

法学、経済学、社会学、政治学、国際関係、行政学、哲学、教育学、倫理・道徳 等
土木工学、建築学、統計学、材料工学、化学工学、生態学、農芸化学、保健・衛生、情報学、システム科学、防災学、物理学、化学、生物学、地球惑星科学、工学、農学、医学、数学 等

災害時の視点の導入

（1）学会、インタビュー、文献等からの情報収集、調査分析

（2）ワークショップ・セミナー等の企画・開催

- 17回（延べ180名）※2015～2016年度にかけて
- 学会との対話（29学会）

（3）海外現地調査

- 仏・独・英のエネルギーまたは環境に関わる行政機関、研究機関、教育機関等を訪問（2016年10月）

（4）原稿執筆

- 延べ147名（俯瞰報告書第3章の作成協力者）
- エネルギー分野の第3章：3区分31領域、558ページ
- 環境分野第3章：4区分15領域、325ページ



<報告書の目次>

1章 俯瞰報告書の目的

2章 分野の全体像

2.1 俯瞰の範囲と構造

（基本的枠組み・視座）

2.2 研究開発の歴史・変遷

2.3 研究開発を取り巻く現状

2.4 総括及び今後の方向性

3章 研究開発領域の動向

環境・エネルギー分野を取り巻く状況

国/地域	特徴
日本	<ul style="list-style-type: none">エネルギー自給率は先進国の中でも極めて低い7%（2015年度）。「エネルギー基本計画」（2014年）は「2030年に向けて火力、原子力、再生可能Eのバランスを重視」「地球温暖化対策計画」（2016年）で「2030年度に2013年度比26%、2050年に80%」のGHG排出削減目標。関連分野の研究開発は「第5期科学技術基本計画」（2016年）、「エネルギー・環境イノベーション戦略」（2016年）、「環境研究・環境技術開発の推進戦略について」（2015年）などに基づき推進。
米国	<ul style="list-style-type: none">シェール革命によりエネルギー自立が可能な状況。CO2排出量は中国に次いで世界第2位。GHG排出削減目標は「2025年までに2005年比26~28%減」。前政権下でパリ協定を批准したが新政権への移行後は大きな政策転換の可能性。エネルギー関連の研究開発は基礎研究を含めてDOEに一本化、基礎研究の重要性を明示。
欧州	<p><EU></p> <ul style="list-style-type: none">2020年に向けたEU目標はいわゆる「トリプル20」（GHG排出量の20%削減、再生可能エネルギーシェア20%達成、エネルギー消費効率20%改善）。2030年に向けては「40-27-27」（GHG排出削減目標は「2030気候およびエネルギー政策枠組み」（2014年）で1990年比40%に設定）。リサイクルや再利用などを通じてあらゆる原材料、製品、廃棄物の最大活用を目指す「循環型経済」の実現をEUの主要な経済成長戦略の一つに位置づけ。2030年に向けた行動計画「循環型経済パッケージ」（2015年）などに基づき推進。 <p><ドイツ></p> <ul style="list-style-type: none">2022年までに原子力発電から完全撤退し、さらに一極集中型の化石・原子力発電から分散型の再生可能エネルギーへの転換を目指す（エネルギーシフト）。現在のエネルギー自給率は39.1%（2014年）。エネルギーシフトの実現に向けて関係省が研究開発を推進。連邦教育研究省は「コペルニクスプロジェクト」を立ち上げ（2016年）。余剰な再生可能エネルギー由来電力の、化学的原料やガス燃料などの形での貯蔵を目指す「Power-to-X」プロジェクトなどがある。2050年に向けたGHG排出削減目標は1990年比80%削減。気候変動対策では資源効率性の向上、森林管理、草原・湿原保全なども含めて一体的な対策を実施経済成長と環境保護をリンクさせた技術や手法を提供、法規制で誘導。

環境・エネルギー分野を取り巻く状況（続き）

国/地域	特徴
欧州	<p>＜英国＞</p> <ul style="list-style-type: none">EUにおける主要なエネルギー産出国のひとつ。エネルギー自給率は約60%（2013年）。地理的・気候的特徴を生かした海洋エネルギー（波力、潮位差等）および洋上風力関連技術を重点的に開発。地球温暖化の緩和に向けた低炭素社会の構築を国家としての主要な取り組みとして推進。2050年のGHG排出削減目標は1990年比80%以上削減。
	<p>＜フランス＞</p> <ul style="list-style-type: none">2025年までに原子力依存度を2010年時点の75%から50%に低減。仏の環境政策はEUの環境政策の形成と共に発展。現研究戦略もEUのHorizon2020との整合性を重視。気候変動に関しては「緑の成長のためのエネルギー移行法」でGHG排出削減目標を2030年までに1990年比40%削減と設定。同時にEUが推進する循環型経済への移行も推進。3大水メジャーのうちの2つ（スエズ、ヴェオリア）を創出し世界水フォーラムを間接的に主催するなど各国の水政策に影響力を保持。
中国	<ul style="list-style-type: none">一次エネルギー消費に占める非化石エネルギーの割合は2020年に15%、2030年に20%を目指す。GHG排出削減目標としては2030年までに単位GDPあたりのCO2排出量の2005年比60～65%削減（COP21に先立つ約束草案）。エネルギー資源の開発と利用が環境汚染と気候変動の主要な要因と認識。そのため環境と経済の両立が重視されつつあり政策にもその理念が取り込まれるようになってきている。環境を重点領域と位置づけた巨額のプロジェクトも存在。石炭を中心にエネルギーのクリーンな利用に注意を払いつつ、環境保護に焦点をあて、生態系破壊と環境汚染の防止に取り組む意向。2014年に環境保護法の改正案が可決。環境汚染防止に強い意思。エネルギー分野の研究開発は網羅的だが資源開発やエネルギー供給技術に注力。
韓国	<ul style="list-style-type: none">原発依存度目標を「2030年までに41%」から「2035年までに29%」へ下方修正。太陽光と風力を主要エネルギー源として育成。GHG排出量目標は2030年までに現在の予測値よりも37%削減。OECD加盟国で最も人口過密であり、単位面積あたり汚染物質の排出量も他のOECD加盟国に比べ2～10倍。そのため国家予算に占める環境部の予算割合は日本より多い。特に汚染事故などの影響で国民の水質問題への関心が高く、水質保全財源の比率が大きい。

基本姿勢は可能性のある全ての資源の活用。

その上で世界的に共通して見られる大きな方向性は以下の4点。

- ① **再生可能エネルギーの大量導入時（負荷変動、分散、直流など）への対応**
- ② **エネルギー資源変遷への対応**
（石炭、石油 → 天然ガス、バイオマス資源、再生可能E由来電力）
- ④ **エネルギー高効率化・省エネ化への対応**
- ⑤ **原子力の安全性や廃炉などへの対応**

(事例) ドイツのエネルギーシフト、エネルギーアジェンダ

- 連邦政府は、2022年までに原子力発電から完全撤退し、さらに一極集中型の化石・原子力発電から分散型の再生可能エネルギーへの転換を目指す「**エネルギーシフト**」を国の方針に掲げる。※
- 連邦経済エネルギー省（BMWi）は、エネルギーシフト実現のための「**10のエネルギーアジェンダ**」を産学官民での議論・検討を経て策定・発表（2014年、下表）。
 - エネルギー分野の科学・イノベーション政策はBMWiが主管し、連邦政府の研究開発関連予算の約20%を管理。科学技術政策一般は連邦教育研究省（BMBF）が主管し、連邦政府の研究開発関連予算の約60%を管理。
 - エネルギーアジェンダのうち「エネルギー研究」はBMWi、BMBF、及び連邦環境・自然保護・建設・原子炉安全省（BMBU）の三省が連携し推進。
- 連邦政府は10のエネルギーアジェンダを国の科学技術イノベーション基本政策にあたる「新ハイテク戦略」（2014年）の一つに位置付けて推進（「インダストリー4.0」も同戦略の一つ）。

「10のエネルギーアジェンダ」

- **エネルギー研究**
 - エネルギーストレージ
 - 発電電ネットワーク
 - 高効率エネルギーを利用したスマートシティ
- **グリーンエコノミー**
- **バイオエコノミー**
- **持続可能な農業生産**
- **資源の確保**
- **都市のエネルギー消費効率化**
- **エネルギー高効率な建築**
- **持続可能な消費**

※CRDSの現地調査では、既存産業（石炭など）における雇用の問題など、エネルギーシフトの実現に向けた様々な問題への対応が未解決であるため、その推進は必ずしも容易ではない状況との情報も得られた。

(事例) ドイツのコペルニクスプロジェクト

- 独・連邦教育研究省（BMBF）は、エネルギーシフトを受けて「**コペルニクス・プロジェクト**」を開始（2016年）。産学民が共同でエネルギーシステムの転換に必要な技術的、経済的解決策の創出を目指す。
 - 期間は最大10年間。2016～2018年の第1フェーズでは最高1億2,000万ユーロ、2025年までの残りの第2・第3フェーズで更に2億8,000万ユーロが投入される予定。

プロジェクト	内容	プレーヤ
新ネットワーク構造	集中発電及び分散発電による電力のコンビネーションにより、電力変換にかかるコストを削減する。	21機関（アーヘン工科大学、カールスルーエ技術研究所、シーメンス社等）
余剰電力の貯蔵 “Power-to-X”	将来における余剰な再生可能エネルギーの90%以上を化学的原料、ガス燃料、または燃料の形で貯蔵するための産業上の条件を整備する課題と取り組む。	62機関（アーヘン工科大学、ユーリッヒ研究センター、ドイツ化学技術バイオテクノロジー協会DECHEMA 等）
産業プロセス	ドイツで初めて産業分野横断的に、エネルギー集約的な生産プロセスを不安定なエネルギー供給に対応させることができるのかを実証する。これら措置により2020年までに産業のエネルギー供給コストを推定で100億ユーロ以上削減する。	83機関（ダルムシュタット工科大学 SynErgieプロジェクト、シュトゥットガルト大学等）
システム・インテグレーション	将来において可能な限り受け入れられるようにエネルギー転換を前進させるために貢献する。様々な知見が見込まれ、これによって様々な技術の市場ポテンシャルが期待される。	持続可能性高等研究所（IASS）の下、システム・インテグレーションのための「ENaviプロジェクト」と64機関

エネルギー分野の国別強み・特徴

国・地域	強み・特徴
日本	<ul style="list-style-type: none"> 基礎研究、応用開発を総合的に考えた際に、世界をリードしている研究領域としては、火力発電、蓄電池、燃料電池、磁石、耐熱材料。 世界トップクラスにあるものとしては、CCUS、太陽光発電、地熱発電、分散協調型EMS、パワエレ、蓄熱、ヒートポンプ、触媒、燃焼などが該当。 逆に欧米に比して、日本が弱い領域として、新型原子炉、エネルギーシステム評価（モデル）、スマートビル・ハウス（ZEB/ZEH）などが該当。
米国	<ul style="list-style-type: none"> 高いレベルにある領域は、シェール開発に代表される採掘技術、CCUSにおける燃焼前CO2回収技術、それに関連する分離技術、地熱発電、原子力安全、燃焼やトライボロジーなど。またICT活用という点で分散協調型EMS、スマートビル・ハウスなどにも優位性。 デバイス等の要素技術については、必ずしも多くないが、遮熱、調光、有機ELに強み。またパワエレのように多数の大学に研究センターが設立され、研究開発に企業も巻き込んで活発に展開。
中国	<ul style="list-style-type: none"> 火力発電領域では、A-USC、IGCC、国産ガス化炉の技術開発に積極的。核融合炉領域では、核融合工学試験炉の建設を中国政府に提案中。 キャパシタ技術に関して、車載用蓄電池の研究に強み。 真空断熱材の長寿命・低コスト化、高性能低放射ガラス等の安定生産と大規模化、希少金属の分離技術の選鉱プロセス開発などに積極的。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> ペロブスカイト太陽電池の研究開発では世界のトップレベル。また、核融合原型炉K-DEMOの設計が開始されている点が特徴。 リチウムイオン電池についてサムソン、LGを中心に応用開発に関する実力は非常に高い。政府として電池材料の国産化にも注力。また超電導においても2016年に入りY系線材の価格が、Bi系と同等かそれ以下を実現したとの報道もある。より長いケーブルプロジェクトの検討も進む。 有機EL材料や有機ELディスプレイ、量子ドットディスプレイについてもサムソンやLGが国内外の大学に資金を出し、精力的に研究開発に取り組んでおり、世界でトップ。

エネルギー分野の国別強み・特徴

国・地域	強み・特徴
欧州	<ul style="list-style-type: none"> 世界トップクラスにある技術として、資源開発、核融合、原子力安全と使用済燃料処理、結晶Si系の太陽光発電、洋上風力、地熱、バイオマスの燃焼とガス化、エネルギーシステム評価技術、分散協調型EMS、直流送配電等、パワエレ、蓄電、蓄熱、エネキャリ、ZEB、断熱・遮熱、高温ヒートポンプ、触媒、随伴水・汚染水、希少金属の分離、エンジン燃焼、燃焼技術、トライボロジー、耐熱材料、CFRP、セルローズファイバーなどの高強度軽量材料。 これらの技術優位性に貢献する国は、主に英仏独であるが、それ以外では、アイスランド、イタリアなどでの地熱発電、オランダ、ベルギー、ノルウェイが太陽光発電、ヒートポンプ技術では、デンマークが貢献。高強度軽量材料のセルローズナノファイバーでは森林国のフィンランド、スウェーデンが積極的に研究を進める。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 高い研究開発レベルを維持している領域は、太陽光発電、風力発電、直流・超電導送配電、パワエレ、蓄電デバイス、蓄熱、照明・ディスプレイ、熱再生利用、触媒、エンジン燃焼など幅広い。 太陽光発電では、フラウンホーファー研究所を中核に、結晶Si系の要素技術やCIS太陽電池、ペロブスカイト太陽電池等の基礎研究や集光型太陽電池モジュール開発など、非常に高い研究水準を維持。 風力発電では、将来的な風車設計技術確立に向けた風車後流や乱流に関する研究などフレームワーク計画の多様な研究開発プロジェクトを分担実施しつつ、積極的に洋上風力の研究開発も進め、シーメンスなどの有力なプレーヤが実用化につなぐ。
英国	<ul style="list-style-type: none"> 風力発電では、風車・タービン設計や風洞試験などの基礎研究、ケーブル敷設、発電量予測評価、浮体式洋上風力発電の実証プロジェクトなど、各成熟段階において先駆的な位置づけにある。 ケンブリッジ大学やリーズ大学など複数の大学がリードするトライボロジー研究開発。
フランス	<ul style="list-style-type: none"> 原子力全般（新型原子炉、核融合炉、原子力安全）において世界の研究開発をリード。特に新型原子炉では、ナトリウム冷却高速炉ASTRIDプロジェクトや欧州を中心に進められているガス冷却高速炉ALLEGROの研究開発を推進。 結晶Si太陽電池、スーパーキャパシタ、PtCo合金およびカーボンアロイ触媒など燃料電池、磁石などの材料・デバイス開発に強み。

持続可能性の維持・向上の観点から資源管理と気候変動問題への対応に各国・地域とも注力。その上で世界的に共通して見られる大きな方向性は以下の5点。

- ① **複数要素の統合化**（複数要因による汚染や健康影響問題への対応、地球システムモデル開発における多数要素の結合、Food-Energy-Water Nexusに基づく研究等）
- ② **研究の大規模化**（衛星観測技術の発展による情報の量・質・種類の飛躍的向上、人間活動を含むビッグデータや地球観測・衛星観測データの健康研究への活用、有害物質の動態の地球レベルでの把握・評価等）
- ③ **衛星や地上局等の観測ネットワークの構築、データ共有化**
- ④ **対策検討への活用や経済活動への反映に向けた分析・評価結果の可視化**（将来予測等の時空間的なダウンスケーリング、生態系サービスや自然資本の価値の定量化、社会的側面を含めた資源利用のインパクト評価等）
- ⑤ **機器・技術の高度化**（化学物質の分析、リサイクル向け選別技術等）

(事例) 複数要素を統合化した研究の推進

- 水、エネルギー、食料の間で見られる資源をめぐるトレードオフ関係や利害関係者間でのコンフリクト等、複数要素間での相互連関に関する地球環境問題に取り組む兆しが欧米で見られる。

- 背景① IPCC 第5次報告書 第2作業部会では、21世紀全体の気候変動は、エネルギー・農業間などの分野間の水資源をめぐる競争を激化させると予測
- 背景② 世界経済フォーラムの2016年版グローバルリスク報告書では、「注目すべきリスク」として「気候変動に関連する食糧安全保障のリスク」を指摘。気候変動による水危機の深刻化が食糧安全保障や農業生産への脅威となり、さらにはエネルギー供給の安定性や経済成長にも密接に結びついていく可能性を指摘

米国

府省横断でのFood-Energy-Water Nexus

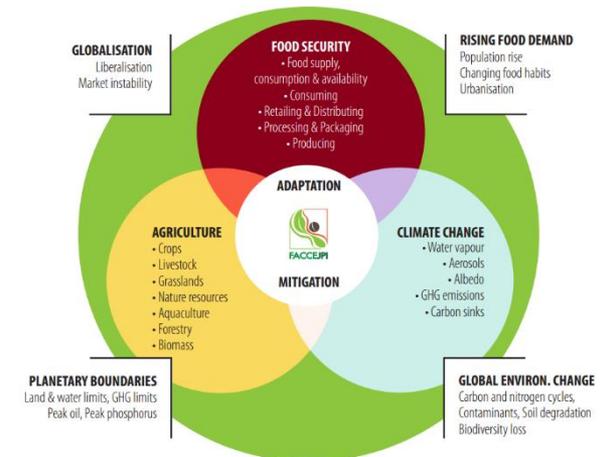
- DOE: Energy-Water Nexus Crosscut Team を組織
- NSF: The Food, Energy, and Water Systemの理解、設計、モデル化に6,200万ドル (2017年度予算申請)
- 人間活動を含む全球水文モデルの精力的な開発

EU

共同プログラミングイニシアチブ (JPI) 下の 農業・食糧安全保障分野プログラム

- 仏・英がコーディネータ国となり21のメンバーからなる
- コアテーマは以下のとおり

- ① 気候変動下における持続的なフードセキュリティ
- ② 環境の観点で持続可能な農業システムの強化
- ③ シナジー効果の構築及びトレードオフの縮小：
食料供給、生物多様性、生態系サービス
- ④ 気候変動への適応
- ⑤ 気候変動の緩和



出典：FACCE JPI in Brief

<https://www.faccejpi.com/Document-library/FACCE-JPI-In-brief>

環境分野の国別強み・特徴

国・地域	強み・特徴
日本	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に研究開発レベルは高いが少数精鋭。生物多様性・生態系区分では欧米豪加が優位。 • 気候変動区分では、温室効果ガス（GHG）観測衛星、農林業や健康・都市生活、極地への気候変動による影響研究において強み。 • 環境汚染・健康区分では、土壌汚染に関するコンソーシアムが設立。大気中GHG濃度や同位体比測定、ノンターゲット分析、薬物の体内動態予測、出生コホート調査、大規模モデル開発など基礎研究が高水準。 • 循環型社会区分では、農業で多面的機能評価や水循環モデル、水管理等が世界を先導。LCA、MFA（物質フロー分析）、MSFA（物質ストック・フロー分析）ともに基礎研究が進展し応用の基盤が強化。様々な評価手法が都市研究に展開、レジリエンス等を含む包括的な定量化理論開発なども拡大。
米国	<ul style="list-style-type: none"> • 全ての領域において高い研究開発レベルを維持。 • 気候変動区分は、気候変動予測で基礎・応用ともに世界を先導。気候変動影響では基礎研究が強い。 • 環境汚染・健康区分では、大気汚染や土壌・地下水汚染に強み。物質循環・環境動態では特に衛星観測で世界を先導、モデル研究でも長い歴史。環境・健康影響や化学物質リスク管理も強い。 • 生物多様性・生態系区分では、モニタリングとデータ整備の国際的な発信源であり、衛星観測も世界を先導。InVESTなど生態系サービス評価ツールの開発、Eco-DRRなど気候変動関連の基礎研究が進展。 • 循環型社会区分では、Food-Energy-Water Nexusの概念のもとパシフィック・ノースウェスト国立研究所（PNNL）などで全球水文モデルを開発。農林水産業の環境研究は基礎・応用ともに強い。LCAやMFA、MSFAなど資源・生産・消費管理では議論の中心であり、戦略物質の優先順位評価と意思決定への活用などの応用研究・開発が進展。
中国	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に他の国・地域と比較して顕著な成果はみられないものの、精力的に研究開発を推進。 • 気候変動区分では観測衛星打ち上げや地球システムモデル（ESM）開発など国家的にテコ入れ。北極では砕氷船整備や小型衛星開発を進め応用研究が進展。 • 環境汚染・健康区分では、中国科学院傘下の研究所や大学で「国家重点実験室」研究が進行中。 • 生物多様性・生態系区分では、近年急速に研究者人口が増加しデータベース整備も組織的に実施。生態系サービスの評価研究も上昇傾向。 • 循環型社会区分では、膜分離活性汚泥法（MBR）などの実証規模研究を実施。政府が関心を持つ希少資源についてはMFA研究が活発化。LCAなどの手法を用いた都市の評価研究が急速に進展。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> • 環境都市領域において基盤整備や評価研究、気候変動影響の展開が顕著とされている。それ以外に、世界を先導する研究開発や成果、大きな特徴はみられない。

環境分野の国別強み・特徴

国・地域	強み・特徴
欧州	<ul style="list-style-type: none"> 全区分で研究開発レベルが高く活発。技術開発だけでなく規格化や政策決定に資する情報構築を進め、ビジネス展開までを視野に入れた戦略を持つ。 気候変動区分では様々なEUプロジェクトにて活発な研究開発を推進、基礎・応用ともに強い。 環境汚染・健康区分では、越境汚染に敏感で北欧、オランダ、英国を中心に大気汚染モデル研究を推進。水質汚染など問題発掘に積極的に関与。エクスポソームに着目した出生コホート調査を実施中。 生物多様性・生態系区分では、基礎から応用まで研究者層が厚い。世界規模のデータベースを維持。生態系サービス評価に関する様々な指標を提案。 循環型社会区分では、人間活動を含む複数の全球水文モデルを開発。ウォーターフットプリントなど新概念の提唱と普及には圧倒的な伝統と力がある。リサイクル・廃棄物処理ではプロジェクトが多数発足。特に個別選別技術が世界トップ水準で技術のシステム化にも優れる。資源・生産・消費管理では評価指標を継続的に開発し応用も拡大。気候変動対応のための都市研究や事業化にも動向。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 何れの区分も研究開発レベルが高く、注目すべき活動を多数展開。 気候変動区分として、気候変動予測、気候変動影響予測・評価の領域で高い研究開発レベルを維持。マックスプランク研究所などが中核となり、気候変動モデル開発のEUプロジェクトCRESCENDOに参画。 環境汚染・健康区分では、水質汚染、土壌・地下水汚染などで強み。 循環型社会区分では、水循環、農林水産業の環境技術、リサイクル・廃棄物処理、資源・生産・消費管理などの領域で優位。全球水文モデル開発では世界を先導。リサイクル・廃棄物処理では、世界トップの都市鉱山向け粉碎・選別技術を有し、国としてのポテンシャルは極めて高い。
英国	<ul style="list-style-type: none"> 環境分野の研究開発に歴史と蓄積があり、特に気候変動や生物多様性・生態系などの区分で強み。 気候変動区分ではハドレーセンター等が早くから地球システムモデル（ESM）開発を手がけ国際的牽引役。 環境汚染・健康区分では、大気モデル開発のレベルが高い。土壌・地下水汚染ではサステイナブルレメディエーションの研究開発が加速、ISO規格提案が進行中。国際窒素管理システム（INMS）を主導。 生物多様性・生態系区分では、長期モニタリングと解析から温暖化による生態系変化を明らかにしている。市民によるデータ蓄積、観光統計による生態系サービス情報収集、生態系サービスの貨幣換算評価も推進。
フランス	<ul style="list-style-type: none"> 特に水循環や農業の領域で存在感を示す。 循環型社会区分の水循環では、水メジャーが中東、アジア、アフリカへの展開を意識した応用研究を推進。農業における環境研究では各種予測技術に強み。農業水資源の解析技術では国立科学研究センター（CNRS）や国立環境・農業科学技術研究所（IRSTEA）の活動が代表的。

③ 最近の動向について

1. 国内研究基盤の現状について
2. 米国2018年度予算審議状況について

エネルギー分野の主な学協会の会員の動向

- エネルギー分野ではない研究者も含まれていること、および学会間で相当数の重複があることに留意。
- 個人会員数を単純に加算すると約**10.4万人**となる。年会参加者をアクティブな研究者と捉え、単純に加算すると約1.5万人となる。
- 近年の電池研究や水素関連研究への関心の高さからか電気化学会、触媒学会は微増。反対に化学工学会、金属学会、冷凍空調学会、石油学会、エネルギー・資源学会は15%以上の会員数減。
- 企業会員数は、規模、分野に依らず全体的に減少。

学協会名	個人会員数			法人会員数			年会参加者数※		
	2004	2014	増減(%)	2004	2014	増減	2004	2014	参加率
日本機械学会	37837	34696	▼8	798	711	▼11	2511	2570	7.4
電気学会	24328	21814	▼10	481	401	▼27	2949	2912	13
化学工学会	9291	7699	▼17	514	425	▼17	1500	1447	19
日本原子力学会	7457	7393	▼1	269	231	▼14	1520	1460	20
日本金属学会	7647	5340	▼30	306	280 (2009)	▼8	1913	1496	28
日本冷凍空調学会	5150	4045	▼21	307	228	▼26	479	458	11
電気化学会	2945	3193	8	224	223	▼1	1956	1800	35
石油学会	3830	3069	▼20	329	279	▼15	450	495	16
触媒学会	2539	2623	3	122	112	▼18	—	861	33
日本伝熱学会	1379	1285	▼7	49	39	▼20	—	818	64
エネルギー・資源学会	1769	1219	▼31	155	103	▼34	298 (2009)	228	18

※最も代表的なもの。春秋二回の場合は、どちらか一回分。

エネルギー分野の主な学協会の会員の動向

- 自動車技術会は唯一会員数を大きく伸ばしている学会。
- この他、WS等では工学分野の学協会の弱体化を指摘する声も大きい。

学協会名	個人会員数			法人会員数			年会参加者数※		
	2004	2014	増減(%)	2004	2014	増減	2004	2014	参加率
自動車技術会	37872	47000	24	511	563	10	4247	5278	11
日本鉄鋼協会	8721	8927	2	179	161	▼10	1333	1415	16
日本セラミックス協会	4985	4516	▼9	297	216	▼27	920	1210	27
有機合成化学協会	4798	4260	▼11	243	207	▼15	-	-	-
日本化学会	33340	28394	▼15	1174	883	▼25	8403 (2009)	8779	31
応用物理学会	23132	21603	▼7	549	410	▼25	9462	6841	32
高分子学会	11555	10248	▼11	374	302	▼19	3396	3112	30

環境分野の主な学協会の会員の動向

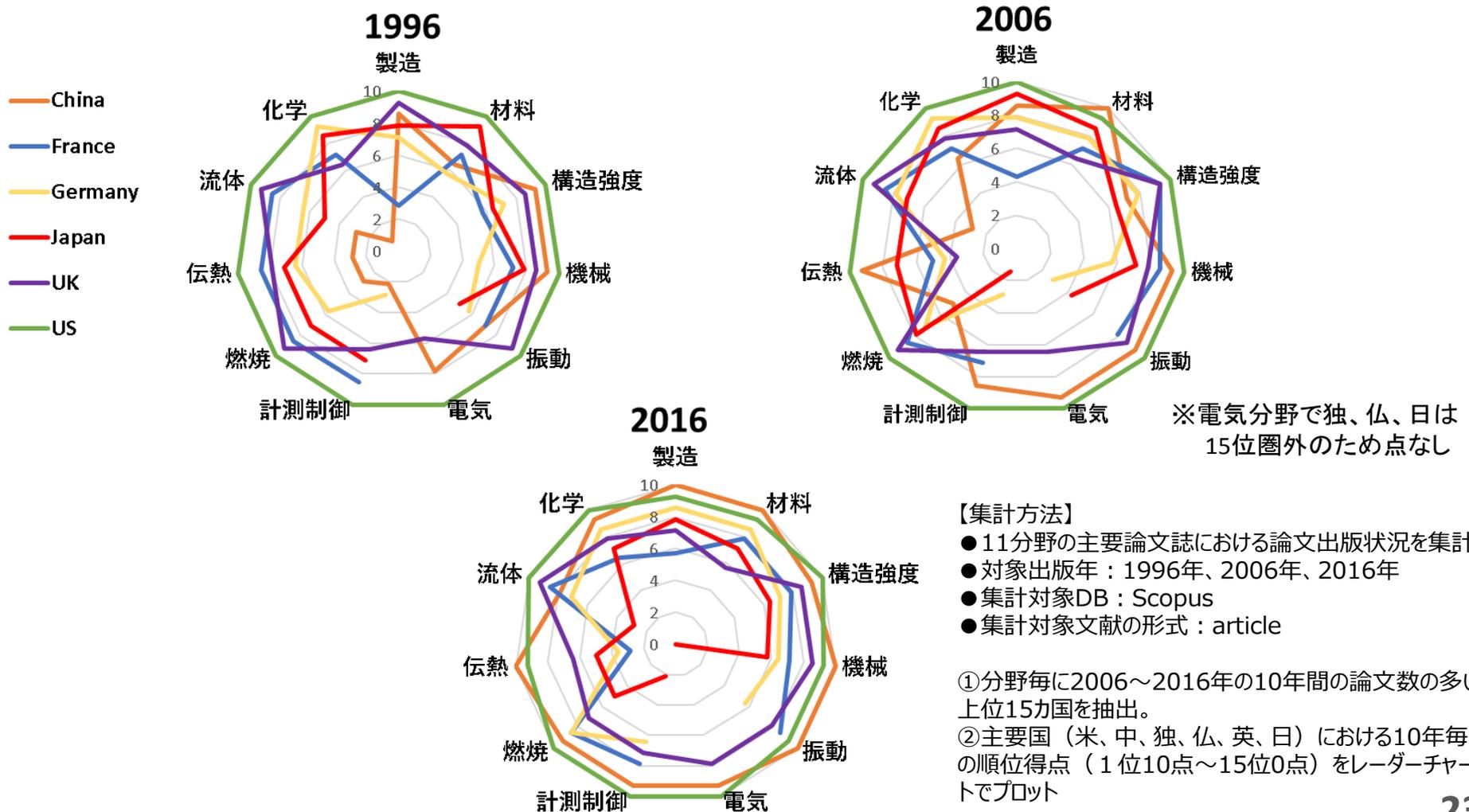
- 単純に加算すると約2.1万人。年会参加者をアクティブな研究者と捉え、単純に加算すると約0.9万人。
- 生態学会、水文・水資源学会は現状維持。その他は減少。会員数が30%以上減の学会多数。
- 企業会員数は全体的に大きく減少。50%以上減らしている学会が4つもあることが特徴的。
- 会員数が少ないコンパクトな学会が多い分、生態学会、森林学会、水環境学会、環境化学会など年会参加率が60%を超える学会が多いことが特徴。

学協会名	個人会員数			法人会員数			年会参加者数		
	2004	2014	増減(%)	2004	2014	増減(%)	2004	2014	参加率
日本生態学会	3711	3891	1	165	100	▼39	1352	2464	63
日本気象学会	3812	3311	▼13	415	201	▼52	秋季729	秋季880	27
廃棄物資源循環学会	3656 (2005年)	2580 (2015年)	▼29	280 (2005年)	113 (2015年)	▼60	1179 (2005年)	813 (2015年)	32
日本森林学会	2542 (2005年)	2444	▼4	255 (2005年)	124	▼51	-	1690	69
日本水環境学会	2614	1982	▼24	186	131	▼30	1497	1381	70
水文・水資源学会	1272	1279	0	62 (賛助会員) 23 (購読会員)	26 (賛助会員) 44 (購読会員)	▼18	-	293	23
日本環境化学会	1489	885	▼41	91 (賛助会員) 48 (公益会員)	99	-	890	558	63
大気環境学会	1582 (含、法人会員)	1043	▼34	85 (賛助会員)	221	-	812	473	45
日本陸水学会	1200	725 (2015年度)	▼40	64	44 (2015年度)	▼31	380	264	36
日本水・土壌学会	-	1063	-	-	61	-	-	春季250	24
環境科学会	1510	1020	▼32	30	11	▼63	164	288	28
環境経済・政策学会	-	1185	-	-	14	-	-	-	-
土木学会	36406	37284	2	1393	957	▼31	5700	5374	15
日本分析化学会	6884	5346	▼22	1471	1202	▼18	1381	1182	22

※会員数1,000人以上の学会を対象

(参考) 基盤技術分野における主要論文誌論文数の各国比較

- 日本は全分野で弱体化。その中で化学、材料、製造、構造強度は比較的上位を維持。
- 米国はすべての分野でトップレベルを維持。
- 中国は製造、材料、構造強度、機械、電気の分野で20年前から上位。その他分野は'96~'06年の10年間で飛躍。その後トップレベルを維持。流体分野に弱み。



(参考) 米国の2018年度予算審議経過

表. 環境エネルギー分野に関連する機関・部門等の2018年度予算審議状況 [単位: 百万ドル] *1

機関・部門等		FY2017 成立予算	FY2018 大統領 予算案	前年度比 (%)	FY2018下院 歳出委員会 承認予算案	前年度比 (%)	FY2018上院 歳出委員会 承認予算案	前年度比 (%)
エネルギー省 (DOE)	科学局	5,392	4,473	-17.1	5,393	0.0	5,550	2.9
	その他の主要なエネルギー関連プログラム							
	エネルギー効率化・再生可能エネルギー	2,090	636	-69.6	1,086	-48.1	1,937	-7.3
	配電・エネルギー信頼性	230	120	-47.8	229	-0.7	213	-7.3
	原子力エネルギー	1,017	703	-30.8	969	-4.7	917	-9.8
	化石エネルギー研究開発	668	335	-49.8	668	0.0	573	-14.3
	エネルギー高等研究計画 (ARPA-E)	306	20	-93.5	0	-100.0	330	7.8
国立科学財団 (NSF)	工学 (ENG)	916	833	-9.0	-	-	-	*2
	地球科学 (GEO)	1,320	1,192	-9.7	-	-	-	*2
環境保護庁 (EPA)	関連項目*3	714	397	-44.4	624	-12.6	-	-
海洋大気庁 (NOAA)	関連項目*4	514	350	-31.9	475	-7.7	519	0.9

*1- 2017年度成立予算および2018年度大統領予算案の数字は「GUIDE TO THE PRESIDENT'S BUDGET Research & Development FY2018」から抜粋。その他の数字は「AAAS FY2018 R&D Appropriations Dashboard」から抜粋。詳細は抜粋元を参照のこと。なおDOEは7/28時点、NSF、EPA、NOAAはそれぞれ9/14時点の情報。EPAの上院は9/14時点で未開催とのこと。

*2- NSFの部門別の予算審議状況については今のところ情報なし。AAASのDashboardには次のような注釈あり: "Congress does not typically appropriate funding by directorate, but provides a lump-sum appropriation for Research & Related Activities."

*3- EPA予算額はAAASのDashboard で取り上げていた「Science and Technology」の数字を抜粋。

*4- NOAA予算額はAAASのDashboard で取り上げていた「Oceanic and Atmos Res」の数字を抜粋。

④ 今後に向けて（活動予定）

1. **戦略プロポーザル・報告書等の作成、関連府省等への提言・情報提供等**
 - ・「未来エネルギーネットワークの基盤技術とエネルギー需要科学」
 - ・「デジタルツイン～先進設計・製造基盤技術～」
 - ・「高度炭素・水素循環に資する革新的反応・分離のためのC_xH_yO_z制御科学」
 - ・「フューチャーグリーン～植物資源環境技術～」（仮）
 - ・「水循環環境」（仮）
2. **俯瞰報告書（2019年版）の作成**
 - ・国内外の環境分野、エネルギー分野の動向調査
 - ・第3章で取り上げる研究開発領域の見直し

(参考資料)

主要国のエネルギー政策（研究開発含む）

国・地域	エネルギー政策	科学技術・イノベーション政策	エネルギー研究開発・科学技術計画	注目ファンディング
日本	第4次エネルギー基本計画（2014）	・第5期科学技術基本計画(2016-2020年度) ・科学技術イノベーション総合戦略	・環境エネルギー技術革新計画（平成25年） ・エネルギー・環境イノベーション戦略（平成28年）	・SIP, ImPACT ・文科省・経産省合同検討会対象施策
米国	未来の安定したエネルギーを確保するための構想（Blueprint for a Secure Energy Future）（2011）	総合的な計画は無し（大統領府が方向性と優先付を行い、各省庁等が個別に策定）	DOE Strategic Plan 2014-2018	・エネルギーフロンティア研究センター（EFRC） ・エネルギーイノベーション・ハブ ・ARPA-E ・各プログラム部局が幅広い分野(車両技術、再生可能、電力グリッド近代化、ビル効率化など)に研究開発支援
EU	・エネルギー・気候変動政策パッケージ（2007） ・Energy 2020（2010） ・2030年の気候変動・エネルギー政策目標（2014）	Horizon 2020（2014-）	欧州戦略的エネルギー技術計画（SET-PLAN、2007年） （新SET-PLAN、2015年）	・Horizon 2020：エネルギー分野は、「社会的課題への取り組み」 ・Euratom：原子力の研究開発プログラム。 ・JTI（Joint Technology Initiative）：産業界が研究プロジェクトの資金の50%以上を拠出。Fuel Cells and Hydrogen
ドイツ	10のエネルギーアジェンダ（2014-）	新ハイテック戦略（2014-）	第6次連邦政府エネルギー研究プログラム（2011-2014）	・エネルギー転換に関するコペルニクス・プロジェクト（2016年4月、連邦教育研究省）
英国	・2050年までの展望（2050 Pathways Analysis）（2010） ・「低炭素移行計画（LCTP）」（2009-） ・「UK再生可能エネルギー戦略」	成長計画：科学とイノベーション（Our plan for growth: science and innovation）（2014-）	エネルギーに特化した技術計画は無し	・カタパルト エネルギー関連では、海上再生可能エネルギー、エネルギーシステム、未来都市、輸送システムの4つ。
フランス	2050年のエネルギー構想（Energies 2050）（2012）	・France Europe 2020（2015-） ・イノベーションのための原則と7の大志（2013-）	2016年12月に策定・公開予定	・「未来への投資」（PIA） 第一期と第二期でクリーンエネルギー、第三期でエネルギー転換。
中国	エネルギー発展『第13次5か年』計画（2016）	・中長期科学技術発展計画（2006-2020） ・第13次5か年科学技術イノベーション発展計画	「エネルギー技術『第13次5か年』計画」 「エネルギー技術革命イノベーション行動計画」（2016-2030年）	・国家重点基礎研究発展計画 ・国家ハイテック研究開発発展計画 ・国家科学技術支援計画
韓国	第二次国家エネルギー基本計画（2013～2035年）	第3次科学技術基本計画（2013-2017）	第3次エネルギー技術開発計画（2014-2023）	韓国エネルギー技術評価・企画院(KETEP)がエネルギー分野のファンディングの中心

主要国のエネルギー分野の科学技術（研究開発）政策

国・地域	注力分野
日本	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術・イノベーション戦略で「エネルギーバリューチェーンの最適化」において、エネルギープラットフォームの構築、およびクリーンなエネルギー供給の安定化と低コスト化、水素社会の実現に向けた新規技術や蓄電池の活用等によるエネルギー利用の安定化、新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減、革新的な材料・デバイス等の幅広い分野への適用、が挙げられている。 「エネルギー・環境イノベーション戦略」において、エネルギーシステム統合技術、パワエレ、センサー、超電導、革新的生産プロセス、超軽量・耐熱構造材料、蓄電池、水素等製造・貯蔵・利用、太陽光発電、地熱発電、CO2固定化・有効利用を革新技術として指定。
米国	<ul style="list-style-type: none"> 基礎における重点分野は、水素、太陽エネルギー利用、超伝導体、固体発光素子、核エネルギー、輸送燃料のクリーン高効率燃焼、ジオサイエンス、蓄電、材料、炭素回収などである。研究アプローチの方法としては計算材料科学などシミュレーションを基盤とする技術やナノ・マイクロからマクロをつなぐメソスケール科学の視点が重視。 応用分野では車両技術、バイオエネルギー技術、水素・燃料電池技術、太陽光・風力・水力・地熱による発電技術、家庭・ビル・産業での効率向上として先進製造、ビルディング技術、CCS技術、電力グリッド近代化、燃料サイクルなど幅広い分野にまたがる。 最近の注目動向としてもものづくり回帰の傾向があり、先進製造技術（パワエレや構造材料など）に対してDOEがファンディング。
中国	<ul style="list-style-type: none"> 2016年12月に制定の「エネルギー発展『第13次5か年』計画」では、2020年までに「総エネルギー消費量」、「エネルギー安全保障」、「エネルギー供給能力」、「エネルギー消費構造」、「エネルギー効率」、「低炭素目標」、「エネルギーサービス」の関する7つのミッションを重点的に推進。 「エネルギー技術革命イノベーション行動計画（2016-2030年）」及び「エネルギー技術革命重点イノベーション行動ロードマップ」を発表し、水素エネルギー及び燃料電池技術イノベーション、先端エネルギー貯蔵技術イノベーションなど15の重点イノベーション任務を提示している。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> 「第3次エネルギー技術開発計画（'14～'23年）」のエネルギー革新技術プログラムの推進の方向性として、分散化、クリーン化、効率化、安全、知能化。17の技術プログラムを指定：1.次世代戦略資源開発、2.高効率クリーン火力発電、3.国民安心原子力発電、4.再生可能エネルギーのハイブリッドシステム、5.次世代クリーン燃料、6.次世代送配電、7.スマートホーム・ビル、8.スマートFEMS、9.スマートマイクログリッド、10.エネルギーネガワットシステム、11.需要対応型ESS（エネルギー貯蔵システム）、12.CCUS（CO2捕集/活用/保存）、13.未来のエネルギー発電、14.ワイヤレス電力送受信、15.未来高効率エネルギー変換/保存、16.3Dプリンティングベース最新の製造プロセス技術、17.エネルギーIoT+ビッグデータプラットフォーム。

主要国のエネルギー分野の科学技術（研究開発）政策

国・地域	注力分野
欧州	<ul style="list-style-type: none"> 2015年新SETプラン（Integrated Strategic Energy Technology [SET] plan）を採択。この焦点分野は、再生可能エネルギー、消費者向けスマートエネルギーシステム、エネルギー効率向上、持続可能な輸送技術、そして特にCCSと原子力の安全強化。 Horizon 2020：3本柱（卓越した科学、産業界のリーダーシップ確保、社会的課題への取り組み）で構成。エネルギー分野は、「社会的課題への取り組み」に属し、ゼロ・エミッションに近い建物、低価格かつ低環境影響の電力供給、分散された再生可能エネルギー源をつなぐ欧州レベルでの送電網といったテーマが挙げられている。予算額は59億€（7年間分）。 Euratom：原子力の研究開発プログラム。年間0.6億€程度。 JTI（Joint Technology Initiative）：産業界が研究プロジェクトの資金の50%以上を拠出。総額は30億€超。6テーマの内、エネルギー関連は、燃料電池と水素。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> 2014年発表「10のエネルギーアジェンダ」のエネルギー研究（2011年「第6次エネルギー研究プログラム」の継続）にて、①エネルギー貯蔵、②未来の送電ネットワーク、③高効率エネルギーを利用したスマートシティの重点分野の研究開発を推進。 その他のエネルギーアジェンダは以下の通り。グリーンエコノミー、バイオエコノミー、持続可能な農業生産、資源の確保、都市のエネルギー消費効率化、エネルギー高効率な建築、持続可能な消費。 2016年4月に、連邦教育研究省が、4つの「エネルギー転換に関するコペルニクス・プロジェクト」を発表。プロジェクトは、マックスプランク研究所により発案され、新ネットワーク構造、余剰電力の貯蔵“Power-to-X”、社会的受容も含めた産業化プロセス、エネルギーシステム・インテグレーションの4つの領域。今後10年間、アーヘン工科大などのアカデミア、シーメンス社などの産業界、市民社会が連携してエネルギーシステムの転換に必要な技術的、経済的解決策を生み出していく。研究参加者の1割は社会学者。
英国	<ul style="list-style-type: none"> 成長計画で今後投資すべき八大技術（Eight Great Technologies）の一つとして、エネルギー貯蔵。 地理的・気候的特徴を生かした海洋エネルギーを重要な位置付け、特に洋上風力の開発推進後押し。 産学協同の研究開発拠点であるカタパルトセンターが、主要企業や大学等と分野横断的な産業クラスターを形成し、研究成果とイノベーションの架け橋として機能。エネルギー関連では、海上再生可能エネルギー、エネルギーシステム、未来都市、輸送システムの4つ。
フランス	<ul style="list-style-type: none"> 「国家研究戦略」（France Europe 2020 SNR）の10の社会的課題のうち、①持続可能な資源開発と気候変動への適応、②安全・クリーン・効率的なエネルギー、③交通と持続可能な都市システムがエネルギー関連。 「イノベーションのための原則と7の大志」の7つの戦略分野：エネルギーの貯蔵。 公的研究機関と民間企業の連携を進め、基礎研究成果の産業活用を目的とした「カルノー機関」であるÉnergies du Futurが、再生エネルギー供給、水素システム、送配電、蓄電、CO2貯蔵、材料開発等のエネルギー新技術開発に取り組む。

主要国の環境政策（研究開発含む）

国・地域	環境政策	科学技術・イノベーション政策	環境研究開発・科学技術計画	注目ファンディング
日本	<ul style="list-style-type: none"> 第四次環境基本計画（2012） 地球温暖化対策計画（2016） 気候変動への影響への適応計画（2015） 生物多様性国家戦略2012-2020（2012） 第三次循環型社会形成推進基本計画（2013） 水循環基本計画（2015） 等 	<ul style="list-style-type: none"> 第5期科学技術基本計画（2016） 科学技術イノベーション総合戦略（2013～） 	<ul style="list-style-type: none"> 環境研究・環境技術開発の推進戦略について 	<ul style="list-style-type: none"> 環境研究総合推進費 データ統合・解析システム（DIAS） 気候変動リスク情報創生プログラム
米国	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動行動計画（2013） Sustainable Materials Management Program Strategic Plan for Fiscal Years 2017 – 2022（2015） 	<ul style="list-style-type: none"> 総合的な計画は無い（大統領府が方向性と優先付を行い各省庁等が個別に策定） 9つの優先分野のうちの4つが関連：気候変動、グリーンエネルギー、地球観測、海洋・北極問題 	<ul style="list-style-type: none"> 戦略計画2014-2018（2014） Strategic Research Action Plans 2016-2019（2015） 	<ul style="list-style-type: none"> 米国地球変動研究プログラム（USGCRP） 戦略計画2014-2018によるプログラム：ACE(Air, Climate and Energy), SSWR(Safe and Sustainable Water Resources), SHC(Sustainable and Healthy Communities), CSS(Chemical Safety and Sustainability), HHRA(Human Health Risk Assessment), HS(Homeland Security)
中国	<ul style="list-style-type: none"> 国家環境保護『第13次5カ年』科技発展計画（2016） 	<ul style="list-style-type: none"> 国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016-2030） 科学技術イノベーション『第13次5カ年』計画 	<ul style="list-style-type: none"> 国家環境保護『第13次5カ年』科技発展計画（2016） 	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術イノベーション2030 国家重点研究発展計画：グローバル気候変動と対策 大気汚染原因及び制御技術
韓国	<ul style="list-style-type: none"> 国家気候変動適応計画（2011-2015） 水環境管理のためのマスタープラン（2006年～2015年） 第3次国家生物多様性戦略（2014年） 	<ul style="list-style-type: none"> 第3次科学技術基本計画（2013-2017） 	<ul style="list-style-type: none"> 第3次環境技術と環境産業育成計画（2013-2017） 	<ul style="list-style-type: none"> グローバルトップ環境技術開発事業 世界一流のレベルの環境技術の開発を通じた環境産業の新成長動力化と輸出産業化を目的

主要国の環境政策（研究開発含む）

国・地域	環境政策	科学技術・イノベーション政策	環境研究開発・科学技術計画	注目ファンディング
EU	<ul style="list-style-type: none"> 第7次環境行動プログラム（2013） 2030 気候およびエネルギー政策枠組み（2014） 気候変動適応戦略（2013） 生物多様性戦略（2011） 循環型経済パッケージ（2015） 	<ul style="list-style-type: none"> Horizon 2020（2014-） 	<ul style="list-style-type: none"> Horizon 2020（2014-） 	<ul style="list-style-type: none"> Horizon2020によるプロジェクト 共同プログラミングイニシアチブJPI：農業、食糧保障、気候変動が対象 生物多様性活動プログラム(2014-17)：環境保護と気候変動に特化
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> National Sustainability Strategy（2002） 気候行動プログラム2020（2014） 気候行動計画2050（2016） ドイツ適応戦略行動計画（2011） ドイツ生物多様性国家戦略（2007） ドイツ資源効率化プログラム（ProgRes II）（2016） ドイツ持続可能な消費プログラム（2016） 	<ul style="list-style-type: none"> 新ハイテク戦略（2014-） 	第6次連邦政府エネルギー研究プログラム（2011-2014）	<ul style="list-style-type: none"> ドイツ研究振興協会（DFG）：環境科学と地球科学の分野で研究拠点型、研究ユニット型、優先プログラム型などの枠組みでファンディング ドイツ連邦環境・自然保護・原子力安全省（BMUB）：International Climate Initiative (IKI)、Environmental Innovation Programme for Projects Abroad
英国	<ul style="list-style-type: none"> Securing the future – The UK Government Sustainable Development Strategy（2005） 英国の低炭素経済への移行計画（2009） 国家適応プログラム（NAP）（2013） Biodiversity 2020（2011） 廃棄物管理戦略2013（2013年） 	<ul style="list-style-type: none"> 成長計画：科学とイノベーション（Our plan for growth: science and innovation）（2014-） 	<ul style="list-style-type: none"> 環境に特化した技術計画は見当たらない 	<ul style="list-style-type: none"> 自然環境研究会議（NERC）やInnovate UKによるファンディング
フランス	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能な開発に関する国家戦略（2015-2020）（2016） 国家気候変動適応計画（2011-2015）（2011） 気候のための国家低炭素戦略（SNBC）（2015） 生物多様性国家戦略（2011-2020）（2011） 廃棄物削減・リサイクル計画（2014-2020）（2014） 国家健康環境計画（2015-2019）（2014年） 	<ul style="list-style-type: none"> France Europe 2020（SNR France Europe 2020）（2015） 	<ul style="list-style-type: none"> 環境に特化した技術計画は見当たらない 	<ul style="list-style-type: none"> 「将来への投資」（PIA） 環境に関連するカルノー機関の1つが、水、環境技術、土地利用を主な研究領域とする国立研究所IRSTEA

主要国の環境分野の科学技術（研究開発）政策

国・地域	注力分野
日本	<ul style="list-style-type: none"> 第5期科学技術基本計画では、エネルギーの安定的確保とエネルギー利用の効率化、資源の安定的な確保と循環的な利用、持続可能な都市及び地域のための社会基盤の実現、食品安全・生活環境・労働衛生等の確保、地球規模の気候変動への対応、生物多様性への対応を提示。地球環境情報プラットフォームの構築を推進。 第四次環境基本計画では、震災復興、放射性物質による環境汚染対策も提示。
米国	<ul style="list-style-type: none"> 2017年度における科学技術関連予算の編成方針を示す覚書には、9つの優先分野のうち、気候変動、グリーンエネルギー、地球観測、海洋・北極問題が記載。各省庁で本覚書に基づいた研究開発への予算配分が考慮。 環境保護庁（EPA）では、複合的・複雑化している環境の研究や対策技術について、システムアプローチによる研究開発を推進。エネルギー省（DOE）や国立科学財団（NSF）でも食糧・エネルギー・水の複合問題について分野融合の研究を推進。
中国	<ul style="list-style-type: none"> 「国家イノベーション駆動発展戦略綱要」（2016～2030年）では戦略的ミッションを設定。「知的・グリーンな製造技術の推進」「グリーン・安全・高効率な現代農業技術の推進」「グリーン・安全・高効率なエネルギー技術の推進」「資源の高効率利用技術と生態保護技術の推進」などが記載。 グリーン・低炭素という循環型発展モデルの推進が求められているとの認識において、エネルギー開発一辺倒ではなく環境配慮を重視。
韓国	<ul style="list-style-type: none"> 第3次科学技術基本計画（2013-2017年）における環境関連項目では、①クリーンで便利な生活環境の構築として、気候変動対応力の強化（CCS）、環境保全・復元システムの高度化（汚染物質制御および処理技術）、生活空間の便利さの向上（高効率エネルギー建築物技術、未来先端都市建設技術）、②安全安心な社会の構築として、自然災害予防と被害の最小化（自然災害モニタリング・予測・対応技術）、社会的災害対応システムの確保（原子力安全確保技術、社会的複合災害予測・対応技術）を提示。

主要国の環境分野の科学技術（研究開発）政策

国・地域	注力分野
EU	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon2020の3本柱の1つ「社会的課題への取り組み」で「気候への対処、資源効率および原材料」を設定（7年間で31億ユーロ）。優先テーマとして、気候変動への挑戦と適応、自然資源・水・生物多様性・生態系の持続可能なマネジメント、非エネルギー系・非農業系の原材料の持続可能な供給、エコ・イノベーションを通じた環境配慮型経済社会への移行、包括的かつ持続的な地球環境観測および情報システムを設定。 • 第7次環境行動計画（2013年）のもと、循環型経済、グリーン経済、競争力のある低炭素経済への転換を推進。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> • 第6次連邦政府エネルギー研究プログラム（2011年）で掲げたビジョン「環境適合性及び信頼性を備えたエネルギー供給構想」に基づき課題や優先事項を設定。低炭素化、エネルギー高効率化、再エネ導入、省エネ、高効率都市、気候保全（炭素管理へのスマートアプローチ）等が該当。その他、放射線防護、気候・気候保護・地球変動、沿岸・海洋・極地・地球科学、環境・持続性の研究、エコロジー・自然保護・持続的利用の分野の研究を推進。 • 気候変動対策の中に、資源効率性の向上、森林管理、草原・湿原保全なども位置付け、気候変動と他の課題を一体的に捉えた対策を実施。
英国	<ul style="list-style-type: none"> • 地球温暖化の緩和に向けた低炭素社会の構築を国家としての主要な取り組みとして推進。 • 自然環境研究会議（NERC）の主要テーマとして、気候システム、生物多様性、天然資源の持続可能な使用、地球システム科学、自然災害、環境・公害・健康、（環境関連）技術が該当。 • 都市大気汚染と人体影響との関係、レジリエンス、環境破壊に伴い発生する貧困問題、温暖化に伴う諸影響の評価などについて、先進的かつ時勢を得たテーマ抽出とファンディングを実行。
フランス	<ul style="list-style-type: none"> • EUのHorizon2020との整合性を重視したSNR France Europe 2020では、社会的課題として、資源管理および気候変動への対応、持続可能な輸送と都市システム、横断的テーマとして、地球系：観測、予測、適応などが記載。 • GHG削減努力とともにEUも推し進める循環型経済（Circular Economy）への移行も推進。 • 3大水メジャーのうちの2つ（スエズ、ヴェオリア）を創出し世界水フォーラムを間接的に主催するなど各国の水政策に影響力を保持。