研究開発の俯瞰報告書　概要

環境・エネルギー分野（2019年）

JST研究開発戦略センター
環境・エネルギーユニット

社会の要請・ビジョン

持続可能な豊かな社会
■ 人間活動による影響を自然のメカニズムが許容可能なレベルに抑えつつ持続的な社会の発展を実現.

循環型経済
■ 循環型社会形成に向けた新たなイニシアチブ

SDGs
■ 水, 生産と消費, エネルギーアクセス, 気候変動, 海洋, 陸上生態系, まちづくり, 産業・技術革新, 持続可能な経済成長

パリ協定
■ 世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力を追求.
■ 日本の約束草案：2030年度までに2013年度比▲26.0%.

3E＋S
■ 安全性（Safety）を前提としたエネルギーの「安定供給性（Energy Security）」,「経済効率性（Economic Efficiency）」,「環境への負荷低減（Environmental Load）」同時達成の追求.

社会・経済の動向

人口, 石油需給
■ 世界人口は76億人（2017年）から90億人超（2050年）に
■ 石油需要予想は約0.7～1.2億バレル/日, 予想価格約64～137ドル/バレル（2040年）※1

CO_2排出量推移
■ 現在も増加を続けており2017年の人為起源CO_2排出量は約326億t ※1

ESG投資
■ 国連のイニシアチブ責任投資原則（PRI）への署名機関の増大.
■ ネガティブ・排除型スクリーニングによる投資引き揚げが化石資源利用関連技術に影響.

海洋プラスチックごみ問題
■ EU循環型経済政策, 中国プラスチックごみ輸入規制.

科学技術の潮流

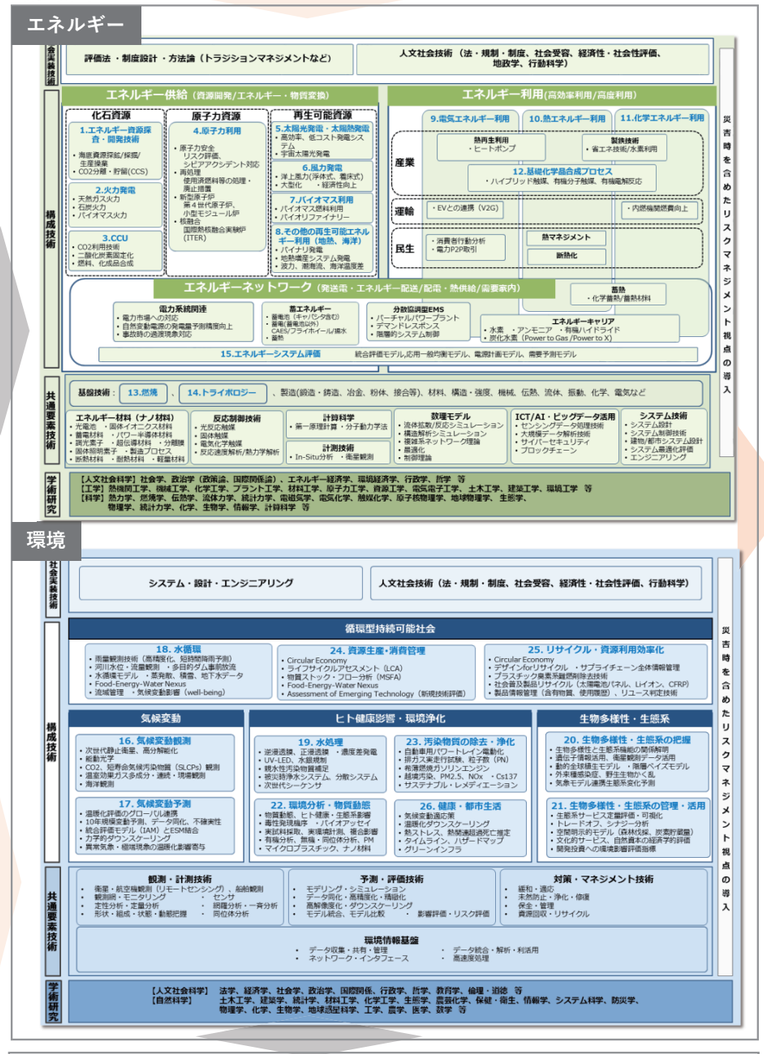
■ 気候変動への対応: 緩和策と適応策.

■ 循環型社会形成: End of Pipe型に加え低環境負荷型の生産システムの構築を目指すCleaner Production型.

■デジタルエコノミー: IoT/AIの隆盛を背景にしたビッグデータ活用, スマート化の流れ.

■規制開発: 大気汚染物質の排出規制などに対応するための技術開発の進展.

俯瞰図



研究開発動向

エネルギーシステム, エネルギー利用
[研究開発領域：1, 9, 10, 15]

電化推進と変動電源拡大を受け, エネルギー製造・貯蔵/運搬・利用に関する検討が活発だが, エネルギーシステム全体を統合的に考える視点が不足. エネルギーフローの双方向化によりICTを活用した需給連携がいっそう重要に.

日本の現状➡ エネルギーマネジメント分野で電力系統の安定化や新技術を活用したサービス開発のための研究等が盛り上がりを見せている.

集中電源, 大規模発電
[研究開発領域：2, 4, 13, 14]

北海道におけるブラックアウトを受け, 電力系統のレジリエンス性向上が新たな重要課題として認識されつつある.

日本の現状➡ 火力, 原子力など日本が基礎及び応用・開発とも優位性を持つ分野の基盤技術の弱体化が懸念される. 今後どのように研究開発を進めていくか岐路に立たされている.

化学的エネルギーの活用
[研究開発領域：3, 7, 10, 11, 12]

再生可能エネルギーの貯蔵/運搬・利用のための技術開発（蓄電, 蓄熱, Power to X：炭化水素合成, CCU）が活発.

日本の現状➡ 化学分野は活発化しており, 脱化石燃料化やCO_2排出削減の観点から基礎研究並びに応用・開発が産学官で活発に取り組まれている.

分散電源, 再生可能エネルギー
[研究開発領域：5, 6, 8]

世界各国の変動・分散型再生可能エネルギーの競争力が向上. 一方で導入拡大によるエネルギーネットワークへの影響が顕在化（例：太陽光の出力制御）. 予測技術の活用, 蓄エネルギー, 最適制御等に係る研究開発が課題に.

日本の現状➡ それぞれに研究の蓄積はあるものの, 基礎研究の成果が応用・開発, 社会実装へと繋がっていく力強い流れは見えにくい. 但しこうした状況には政策, 法規制, 地理的条件等, 社会的要因や環境面の制約も大きい.

環境観測
[研究開発領域：16, 18, 20]

観測技術・データ解析技術ともに研究開発が継続的に進展. IoT/AIの隆盛を受け環境ビッグデータの高度活用のための研究開発が活発化.

日本の現状➡ 雨量観測の高精度化, 中小河川の流量予測, 全球レベルの水循環や気候変動適応策の研究等, 水分野で高水準の研究開発が進行. 海洋観測でも国際的に重要な貢献を果たす. 課題は広域のデータ統合・解析や解析に基づく大規模実証研究等の不足. 気候変動観測衛星の戦略立案も停滞気味.

気候変動適応
[研究開発領域：17, 21, 26]

気候変動の影響評価のダウンスケーリングが建物レベルにまで進展（例：ヒートアイランドとの一体評価）. 極端現象への温暖化の寄与を明らかにする研究（イベントアトリビューション）も活発化.

日本の現状➡ 地球システムモデル（ESM）の開発とその成果の活用が政策的支援の下で異分野連携によって進みつつある. 一方で社会-生態系の一体的評価や, そのガバナンスに関する研究では他国に比べ遅れている.

環境分析・汚染除去/浄化・リサイクル
[研究開発領域：19, 22, 23, 24, 25]

海洋プラスチックごみ問題対応が世界的に活発化. ヒトや自然環境への影響の評価のニーズが高まる. 代替材料開発の議論も再燃.

日本の現状➡ 水処理や汚染物質の除去・浄化分野では個々に研究が進んでいる. 水インフラの老朽化及び地方自治体の体力低下は社会的に深刻な問題. 自動車排気後処理技術は世界トップ水準の研究が展開されている.

日本の現状・トレンド※2

研究開発領域	基礎	応用・開発
1.エネルギー資源探査・開発技術	○→	○↗
2.火力発電	○→	◎→
3.CCU	◎↗	◎↗
4.原子力利用	○→	○→
5.太陽光発電・太陽熱発電	○→	○→
6.風力発電	△↗	△→
7.バイオマス利用	○↗	△→
8.その他の再生可能エネルギー	○↗	○↗
9.電気エネルギー利用	○→	◎↗
10.熱エネルギー利用	◎↗	○→
11.化学エネルギー利用	○↗	◎↗
12.基礎化学品合成プロセス	◎↗	△→
13.燃焼	◎→	○→
14.トライボロジー	◎↗	◎↗
15.エネルギーシステム評価	○↗	○→
16.気候変動観測	○→	○→
17.気候変動予測	◎→	○↗
18.水循環	◎→	○↗
19.水処理	○→	○→
20.生物多様性・生態系の把握	○→	○→
21.生物多様性・生態系の管理・活用	○→	○→
22.環境分析・物質動態	○→	○→
23.除去・浄化技術	◎→	◎→
24.資源・生産・消費管理	○→	○→
25.リサイクルと循環利用	△→	○↗
26.健康・都市生活	○↗	○↗

主要国の動向

米国
国家安全保障及び国内産業の保護・強化を第一優先としエネルギー分野は全方位的に研究開発を推進. 気候変動対応は政策的には消極的だがアカデミア及び民間で気運を継続.

EU及び英仏独
気候変動対応でイニシアチブをとるが各国の進捗は必ずしも順調ではない状況. 脱化石燃料化を狙う研究開発は活発に推進. 循環型経済も主導.

中国
豊富な資金と人的資源を背景に全方位的に研究開発を推進. 政策的な後押しで市場創出も急速に進む.

今後の展望・方向性

Z ゼロエミッション：GHG正味ゼロ排出
課題例: 回収CO_2を用いた合成炭化水素研究

A アダプテーション：気候変動影響への対応（適応）
課題例: 異常気象への温暖化の影響解明,
異常気象による災害への対応策

C サーキュラー：循環型社会形成
課題例: マイクロプラスチックの動態解明・リスク評価・
社会科学的/行動科学的方策, 水循環・水利用

S スマート：デジタル化、データ活用
課題例: エネルギーネットワーク・需要科学,
再生可能エネルギー最適制御, データ基盤構築

S セーフティ：自然災害や事故への備え
課題例: 地震, エネルギー安全保障, 原子力発電と安全・安心

国内の研究開発コミュニティの状況

■ 研究活動は米国, 中国の勢いに押され, 論文数では軒並み順位を落とす.
■ 少子高齢化により国内の関連学協会会員数は概ね減少傾向, コミュニティが縮小化している. 理工系の大学院入学者数は年々減少しており. 母数の大きい工学系は減少幅も大きい.
■ 工学系の基礎基盤研究や環境観測等の観測インフラへの公的支援が不安定で研究基盤の弱体化が懸念されている.

※1 国際エネルギー機関
※2 一部の研究開発領域について、本文中では複数の中項目を設け、その単位ごとに評価している. 本表ではCRDSの判断に基づき領域単位に統合した結果のみ記載した. 評価にあたり参考とした根拠等の詳細については本文を参照.

2.3 環境・エネルギー分野

世界が憂慮するグローバルリスクは幾つかあるが、その中で昨今は、異常気象、自然災害、気候変動緩和や適応への失敗といった環境・エネルギーに関わる項目が上位を占めている。化石資源由来の CO_2 をはじめとする温室効果ガス（GHG）の排出により引き起こされる地球温暖化は、既に各地で影響を顕在化させつつある。また温暖化のみならず人間活動に伴ってもたらされる様々な環境負荷や資源消費の増大への懸念も依然増している。

世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2℃より低く保つためには、将来的に GHG の累積排出量に許容可能な上限が出てくるとの考え方がある。仮にそうなった場合、上限を超える化石資源は開発しても使えない資産になりうる。原油価格の中長期的な推移の予測には地政学的なリスクもあり不確実性が極めて大きいが、将来的に化石資源利用関連技術が座礁資産化するリスクを踏まえると、今後、社会は脱化石資源依存の方向性を強め、新たなエネルギーシステムへの移行を一層進める可能性は十分にある。

こうした流れの中にあって、各国・地域は国際的な協調の形を模索しながら国連の持続可能な開発目標（SDGs）やパリ協定に協力して取り組み、同時に自国の発展のための安全、安定、かつ経済的なエネルギーシステムの構築や、環境の保全及び持続可能な管理・活用に取り組んでいる。またそうした国・地域は社会的な課題を解決しうる技術への投資を活発化させ、各種規制やルールの改正とも組み合わせつつ、研究開発とその成果の社会実装を促進し、産業競争力強化につなげるための技術開発を強化している。

このような社会の潮流は研究開発にも影響を及ぼしている。再生可能エネルギーの導入拡大、電力ネットワークの最適制御、再生可能エネルギー由来の電力や熱の貯蔵・輸送・利用、地球環境のあらゆるスケールでの観測・予測、温暖化影響の予測・評価、有用資源・汚染物質等の動態解明や持続的な利用等、多岐にわたる各種技術やシステムの研究開発及びその社会実装に向けた取組みが、社会の要請に応える形で進められている。

他方、技術の側からも研究開発に影響を及ぼす潮流がある。それはデジタル化、スマート化の流れがより一層強くなっている点である。IoT や各種センサー等の技術がより高度に使えるようになってきたことにより、得られるデータが膨大になり、それらを AI や統計的解析を通じて新たな知識や情報へと変換できる機会が格段に増えてきている。そのためこれらを新たな知の発見や従来の技術やシステムの効率性や信頼性の向上等へとつなげるべく取り入れる試みが活発化している。

このような潮流を踏まえて実施した環境・エネルギー分野の研究開発動向の俯瞰概要を次頁以降に示す。

研究開発領域群*	研究開発動向からのハイライト
エネルギーシステム，エネルギー利用	● 電化推進と変動電源拡大の流れの中でエネルギー製造・貯蔵/運搬・利用に関する検討が活発化．一方でエネルギーシステム全体を統合的に考える視点の必要性が指摘されている．その他，エネルギーフローの双方向化により ICT を活用した消費側との連携の重要性も増大．
集中電源，大規模発電	● 北海道におけるブラックアウトを受け，電力系統のレジリエンス性向上が新たな重要課題に．
化学的エネルギーの活用	● 再エネの貯蔵・輸送・利用のための技術開発（蓄電，蓄熱，Power to X，CCU）が活発．
分散電源，再生可能エネルギー	● 世界的に変動・分散型再生可能エネルギーの競争力が向上．一方で導入拡大によるエネルギーネットワークへの影響が顕在化（例：九州における太陽光の出力制御）．主力電源化を実現するための予測技術の活用，蓄エネルギー，最適制御等に係る研究開発が課題に．
環境観測	● 観測ニーズは高く，観測技術並びにデータ解析技術ともに研究開発が継続的に進展．IoT/AI の隆盛もあり環境ビッグデータの高度活用のための研究開発が活発化．
気候変動適応	● 気候変動の影響評価のダウンスケーリングが建物レベルにまで進展（例：ヒートアイランドとの一体評価） ● 極端現象への温暖化の寄与を明らかにする研究（イベントアトリビューション）が活発化．
環境分析・汚染除去/浄化・リサイクル	● 海洋プラスチックごみ問題対応が世界的に活発化．ヒトや自然環境への影響の評価のニーズ高まる．代替物の議論も活発化． ● 国内での水インフラの老朽化及び地方自治体の体力低下は深刻に．

*複数の研究開発領域をまとめたもの。その構成については研究開発の俯瞰報告書　環境・エネルギー分野（2019 年）の本文 1.2.4 を参照。

昨今の環境・エネルギー分野の研究開発動向は上表の通りである。その中における我が国の状況を次に示す。

＜エネルギー分野＞

- 火力、原子力といった従来から日本に強みのある分野では基礎及び応用・開発において世界的にアドバンテージがある。しかし、昨今の国内外での社会的状況変化を受けて今後どのように研究開発を進めていくのか岐路に立たされている。また、それらを支える基盤技術の弱体化が始まっている。
- 再生可能エネルギー分野ではそれぞれに研究の蓄積はあるものの、基礎研究の成果が応用・開発へと進み、更に社会実装へとつながっていくといった力強い流れは見えにくい。但しこうした状況には政策、法規制、地理的条件等、社会的要因や環境面の制約も大きい。
- エネルギーマネジメント分野では、電力系統の安定化や新しい技術を活用したサービス開発のための研究等が盛り上がりを見せている。

- 化学分野は活発化しており、脱化石燃料化や CO_2 排出削減の観点から、基礎研究並びに応用・開発が産学官で活発に取り組まれている。

＜環境分野＞

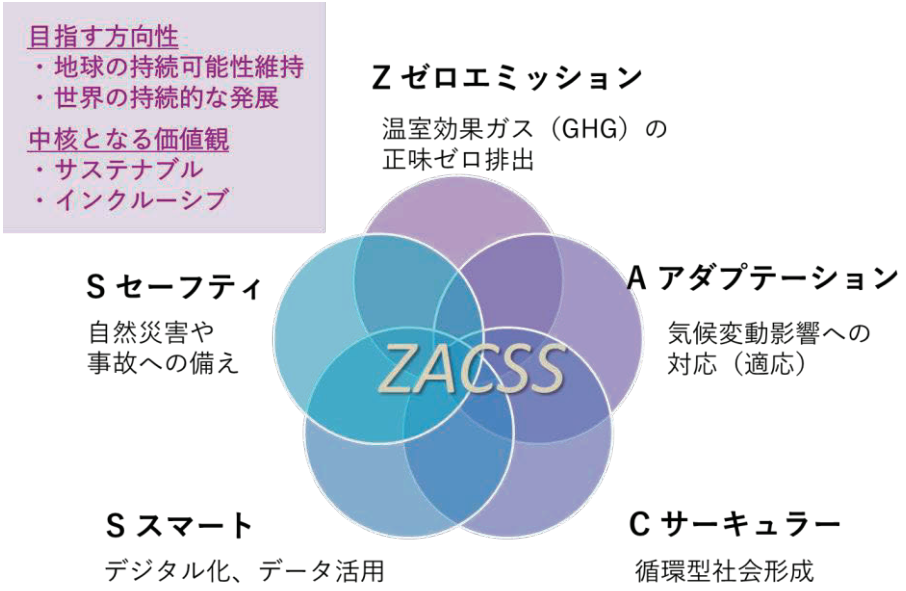
- 観測系の分野では雨量観測の高精度化や中小河川の流出予測、あるいは全球レベルの水循環や気候変動適応策の研究等、水の分野で欧米に匹敵する研究開発が進められている。また海洋観測でも国際的に重要な貢献をしている。しかし広域なデータ統合・解析、あるいは解析に基づく大規模実証研究等では遅れが見られる。気候変動観測衛星の戦略立案も停滞気味。
- 気候変動適応に関連する分野では地球システムモデル（ESM）の開発とその成果の活用が政策的支援の下で異分野連携によって進みつつある。一方で、社会と生態系を一体的に評価したり、そのガバナンスについて研究する取組みは他国に比して遅れている。
- 水処理や汚染物質の除去・浄化分野では個々に研究が進んでいる。自動車排気後処理技術は世界トップ水準の研究が展開されている。
- 環境分析や LCA、資源利用関連の分野において、企業ニーズに対応した研究は一部で活発に行われている反面、環境影響の総合評価、データベース構築、システム開発等では欧米と比べて遅れが見られる。

以上述べたように、我が国の環境・エネルギー分野の研究開発は着実に進められてきており、一部では世界的にトップ水準の取組みもある。しかしながら研究開発体制・システムに目を向けると、中国や欧米に匹敵することの厳しさが複数の領域で指摘されている。環境・エネルギー関連機器の開発・設計・製作・運用等に係る基礎基盤的な研究開発では、軍事と一体的に進める国とはナショナルレベルの研究開発体制が違い、また人員や資金の量的規模も異なるためである。加えて昨今は、これまで当該分野の研究開発を幅広く牽引してきた国内企業において、バブル崩壊後の経済低迷以降、基礎基盤的な研究を抱えきれなくなっている状況が続いていると言われる。そこで大学や公的研究機関への期待が高まるが、最先端科学研究や短期間での成果創出を求める技術開発の推進が重視される流れの中、とりわけ工学系の基礎基盤的な研究を戦略的に推進する機関や枠組みはほぼ見られない状況にある。更に日本社会全体の人口減少を背景にして、大学院進学者数の減少が続いており、大部分を占める工学系ではその減少幅も大きい。こうした状況から、我が国の産業を支える環境・エネルギー分野の研究力低下への危機感は年々強まっている。

環境・エネルギー分野において今後も引き続き社会からの要請に応える研究開発を進めていくためには、中長期的観点から大きな方向性を示し、それに向かう研究開発を全体バランスを考慮しながら推進していくことが必要である。またこれを実現するためには、科学技術の社会との関わりの在り方への配慮や俯瞰的な視野を持った政策的リーダーシップの重要性がこれまで以上に増すと予想される。

今後の我が国における環境・エネルギー分野の研究開発の方向性として重要なキーワード

は５つある。それは、「ゼロエミッション」、「アダプテーション」、「サーキュラー」、「スマート」、「セーフティ」である。持続可能な社会の構築と発展に向け、持続可能性（サステナブル）と包摂性（インクルーシブ）を中心的な価値観として捉えた上で、これら 5 つを大きな方向性として掲げつつ研究開発を統合的に推進していくことが必要である。なおこれらの方向性は国際社会が目指す方向性とも概ね一致しており、自国における取組みと同時に国際的な協調も意識した対応が求められている。



以下にはキーワードごとの概説と研究開発との関連性を示す。

- 「ゼロエミッション」‥‥最も中心的な目標の一つである。ここでいうゼロエミッションとは、人間活動に伴う大気中への CO_2 の放出を正味ゼロにするということを指す。CO_2 排出の大幅削減が最も重要な課題になるが、より能動的に大気中の CO_2 を回収・貯留または利用しようとするアプローチも一部具体化しつつある。ネガティブエミッションとも呼ばれるが、こうした可能性も視野に入れた研究開発が必要になる。
- 「アダプテーション」‥‥昨今その重要性がより一層増している。気候変動の影響が顕在化する中にあっては、それらへの適応策を講じなければ社会は甚大な被害を受ける可能性がある。その一方で、社会そのものに変化を促すこととなるため、単に科学的知見を提示したり、何らかの技術やシステムを導入したりするということだけでは済まない面もある。社会と科学が一体的に検討を進めていくことが重要になる。
- 「サーキュラー」‥‥ここでは循環型社会の形成を指す。昨今では海洋プラスチックごみの問題が国際社会の中でも極めて大きく取り上げられつつある。こうした社会からの要請に対して科学技術が応えるべき部分は大きい。例えばプラスチックの環境中での動態の解明や各種リスクの評価の他、持続的利用を実現する社会の構築に向けた技術・システムの研究開発が必要になる。

- 「スマート」‥‥目標でありかつ手段でもある。IoT/AI の隆盛の中で、情報を如何に有効に活用するかという点は大きな課題となっている。また Society 5.0 に象徴されるように、人間社会をより創造的で効率的なものに発展させていくために、あらゆるデータを意味ある情報として活用できるような仕組みを構築していくことが求められている。
- 「セーフティ」‥‥様々な意味での安全性を指す。日本社会は、その地理的特性上、常に自然災害による脅威の中で日々を過ごしている。加えて気候変動影響に伴う変化も今後は一層の考慮が必要になる。こうした各種の災害に対する対応力の強化は今後更に重要になってくる。また我が国は資源制約も大きいため、エネルギー資源の大半を海外からの輸入に頼らざるを得ない中、エネルギー安全保障は国の生存基盤に関わる重要な課題である。

最後にこうした今後の方向性の下、当面取り組むべき重要課題の例をキーワードごとに以下に示す。

キーワード	展望および今後の重要課題例
ゼロエミッション	● 2°C目標達成のためのGHG排出の大幅削減に向け，その手段として脱化石燃料，及び再生可能エネルギー主流化が進展． ⇒回収CO_2を用いた合成炭化水素研究 ● 従来の一方向的・大規模集中型のエネルギーシステムの中に双方向的・分散型の要素が広がる． ⇒日本の社会システムとしてのエネルギーの研究（エネルギー構成，都市と地方）
アダプテーション	● 気候変動影響への適応がより重要に．影響予測の精度を高め，対策に繋げる． ⇒温暖化に伴う異常気象による災害への対応（洪水・土砂災害） ⇒異常気象と温暖化影響の関連性解明（イベントアトリビューション）
サーキュラー	● 海洋プラスチックごみ問題への取組みが国際的に本格化． ⇒環境中での物質動態、環境影響評価 ⇒行動変容（ナッジ） ● 世界的な淡水資源の枯渇、日本では水インフラの老朽化と人口減少・過疎化． ⇒グローバル・ローカルな水循環，水利用
スマート	● データ駆動型社会が一層現実化． ⇒エネルギー問題への適用（エネルギーネットワーク、需要科学、気象予測に基づく再エネ最適制御） ⇒データインフラの整備（共通データ基盤の構築、環境観測インフラ）
セーフティ	● レジリエントな社会構築への要請高まる． ⇒地震による社会への影響予測と対応検討（エネルギーや水のインフラ停止） ⇒日本のエネルギー源の確保（グローバルなエネルギーサプライチェーン） ⇒原子力と安全・安心

国際比較表

＜エネルギー区分＞

研究開発領域		国・地域	日本		米国		欧州		中国		韓国	
		フェーズ	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発
1　エネルギー資源探査・開発技術*	*CCS含む	現状	○	○	◎	◎	◎	○	△	○	－	△
		トレンド	→	↗	→	→	↗	↗	↗	↗	－	→
2　火力発電		現状	○	◎	◎	O	O	△	◎	◎	O	O
		トレンド	→	→	↗	→	→	↘	↗	↗	→	→
3　CCU（Carbon Capture and Utilization）		現状	◎	◎	◎	◎	○	○	△	×	△	×
		トレンド	↗	↗	→	→	↗	↗	↗	→	↗	→
4　原子力利用	新型炉	現状	△	△	△	O	△	O	O	◎	△	△
		トレンド	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→	↘
	核融合	現状	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	○
		トレンド	→	→	↘	→	→	↗	↗	↗	→	→
	原子力安全	現状	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	◎
		トレンド	↗	↗	→	↗	→	→	↗	↗	→	↗
	再処理	現状	O	O	O	△	O	△	O	O	O	△
		トレンド	→	↘	→	→	→	→	↗	↗	→	→
5　太陽光発電・太陽熱発電	太陽光	現状	O	O	◎	O	◎	O	O	◎	△	△
		トレンド	→	→	↗	→	↗	↗	→	↗	→	→
	宇宙太陽光発電	現状	O	O	△	O	×	△	◎	◎	○	O
		トレンド	→	→	→	↗	↘	↗	↗	↗	→	↗
	太陽熱発電	現状	O	△	◎	◎	◎	◎	O	◎	O	×
		トレンド	↗	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	→
6　風力発電		現状	△	△	△	×	◎	◎	△	△	×	△
		トレンド	↗	→	↘	↘	→	→	→	→	↘	→
7　バイオマス利用		現状	O	△	O	O	O	◎	△	△	△	O
		トレンド	↗	→	→	→	↗	↗	→	→	→	↗
8　その他の再生可能エネルギー（地熱、海洋）	地熱	現状	◎	◎	O	O	◎	O	O	O	△	△
		トレンド	↗	↗	→	→	↗	↗	→	→	→	→
	海洋	現状	O	O	◎	◎	◎	◎	O	◎	O	◎
		トレンド	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
9　電気エネルギー利用		現状	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		トレンド	→	↗	↗	↗	→	→	↗	↗	↗	↗
10　熱エネルギー利用	蓄熱技術	現状	◎	△	O	O	◎	◎	◎	◎	O	△
		トレンド	↗	→	↗	↗	↗	→	↗	↗	→	→
	熱再生利用技術	現状	O	O	◎	O	O	O	△	O	△	O
		トレンド	→	→	↗	→	→	↗	↗	↗	→	→
	居住空間の熱マネジメント	現状	◎	O	△	O	◎	O	△	△	－	－
		トレンド	↗	→	→	↗	→	→	↗	↗	－	－
11　化学エネルギー利用		現状	○	◎	O	O	○	◎	△	O	O	O
		トレンド	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗	→	→
12　基礎化学品合成プロセス		現状	◎	△	◎	O	O	△	◎	O	O	×
		トレンド	↗	→	↗	↗	→	↘	↗	→	↘	↘
13　燃焼		現状	◎	O	◎	◎	◎	◎	◎	O	△	△
		トレンド	→	→	→	↗	→	↗	↗	↗	→	→
14　トライボロジー		現状	◎	◎	◎	◎	◎	◎	O	O	×	△
		トレンド	↗	↗	→	→	↗	→	↗	↗	↘	→
15　エネルギーシステム評価		現状	○	○	△	△	○	○	○	O	－	O
		トレンド	↗	→	→	→	→	→	↗	↗	－	↗

＜環境区分＞

研究開発領域		国・地域	日本		米国		欧州		中国		韓国	
		フェーズ	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発	基礎	応用・開発
16　気候変動観測	衛星による観測	現状	○	○	◎	○	◎	◎	△	○	△	△
		トレンド	↘	↘	→	→	→	→	↗	↗	→	→
	大気の観測	現状	○	○	◎	◎	◎	◎	○	△	○	△
		トレンド	→	→	↗	→	→	↗	↗	→	↗	→
	海洋の観測	現状	◎	△	◎	◎	◎	△	○	△	○	△
		トレンド	→	→	→	→	→	→	↗	→	→	→
17　気候変動予測		現状	◎	○	◎	◎	◎	◎	△	○	△	○
		トレンド	→	↗	↘	↘	→	↗	↗	↗	↗	→
18　水循環		現状	◎	○	◎	◎	○	◎	○	○	△	△
		トレンド	→	↗	→	↗	→	→	→	→	→	→
19　水処理		現状	○	○	○	○	◎	◎	○	○	○	○
		トレンド	→	→	→	↗	→	→	↗	↗	↘	→
20　生物多様性・生態系の把握		現状	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	△	△
		トレンド	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	→
21　生物多様性・生態系の管理・活用		現状	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	△	△
		トレンド	→	→	↗	→	↗	↗	↗	↗	↗	→
22　環境分析・物質動態		現状	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	△	△
		トレンド	→	→	→	→	↗	↗	↗	↗	→	→
23　除去・浄化技術	大気汚染	現状	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	△	○
		トレンド	→	→	→	→	→	→	↗	↗	→	→
	土壌・地下水汚染	現状	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	△
		トレンド	→	→	→	→	→	↗	↗	↗	→	→
24　資源･生産･消費管理		現状	○	○	○	◎	◎	◎	×	◎	△	△
		トレンド	→	→	→	↗	↗	↗	↘	↗	↘	↘
25　リサイクルと循環利用		現状	△	○	△	△	○	◎	△	○	△	△
		トレンド	→	↗	→	↗	↗	↗	↗	↗	→	→
26　健康・都市生活		現状	○	○	-	○	◎	◎	-	△	-	△
		トレンド	↗	↗	-	↗	↗	↗	-	↗	-	↗