

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%。

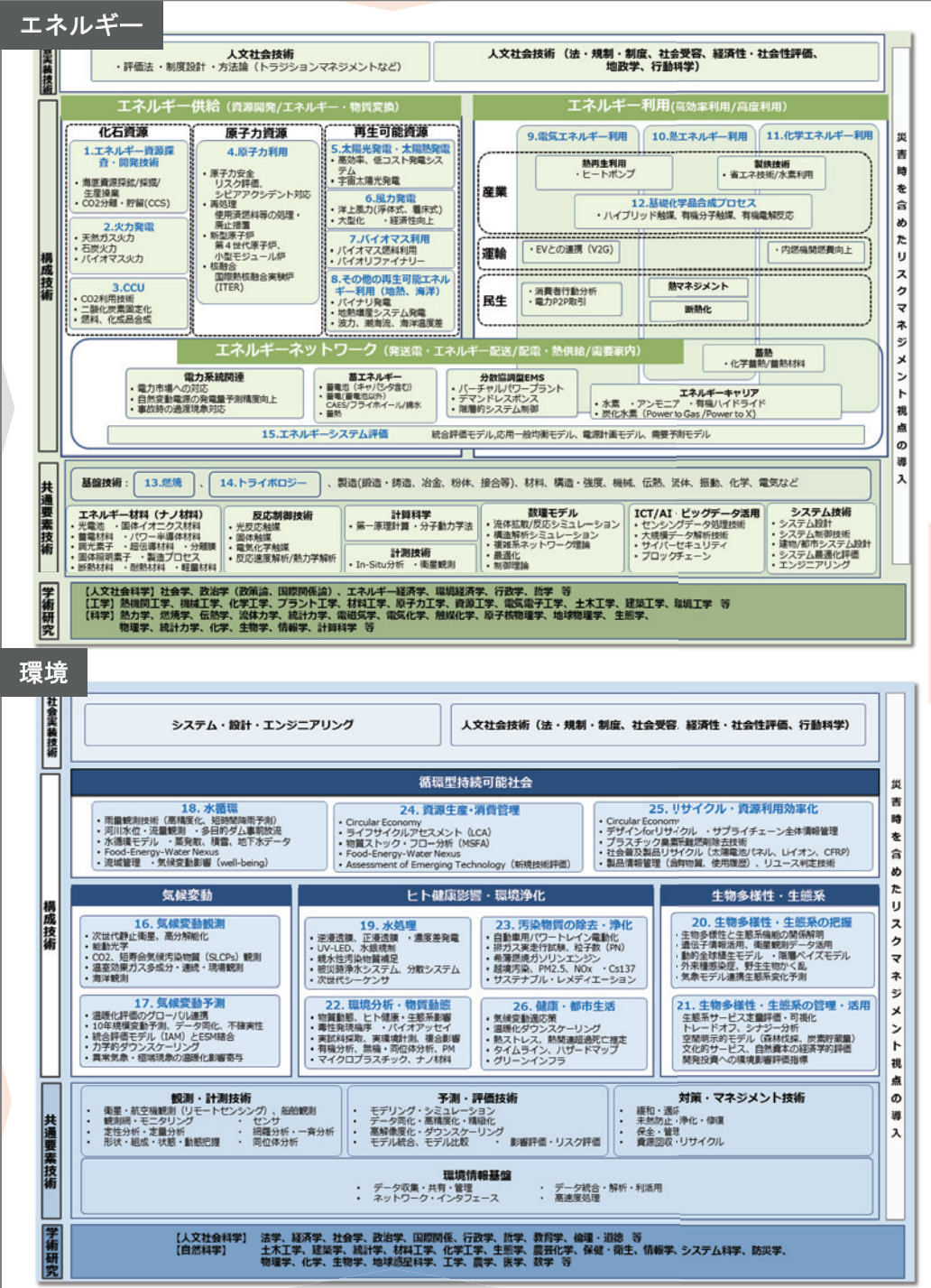
3E+S

- 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<sub>2</sub>排出量推移**
  - 現在も増加を続けており2017年の人為起源CO<sub>2</sub>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。

俯瞰図



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。

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で不足。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ますます重要に。

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礎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<sub>2</sub>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ていない。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ル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。

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

**2 ゼロエミッション**：GHG正味ゼロ排出  
課題例：回収CO<sub>2</sub>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/行動科学的な方策、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

※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。