

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が許容可能な範囲に抑えつつ持続的な発展を実現。

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・技術革新等。

社会・経済の動向

2050年カーボンニュートラル

■欧米各国が表明。日本もグリーン成長戦略を策定。

人口、石油需給

■世界人口は77億人(2019年)から97億人(2050年)に^{※1}。
■石油需要は約0.7億バレル/日、予想価格約\$53/バレル(持続可能シナリオ、2040年)^{※2}。

CO₂排出量推移

■2019年の人為起源CO₂排出量は約390億tと増加継続^{※3}。ただし2020年はCOVID-19の影響により減少(8%、約26億t減)見込み^{※2}。

ESG投資

■国連のイニシアチブ責任投資原則(PRI)への署名機会の増大。
■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。
■2020年7月にEUタクソノミー規則の発効。

科学技術の潮流

■気候変動緩和への貢献：再エネ、省エネ、エネルギーマネジメント、CO₂回収等。

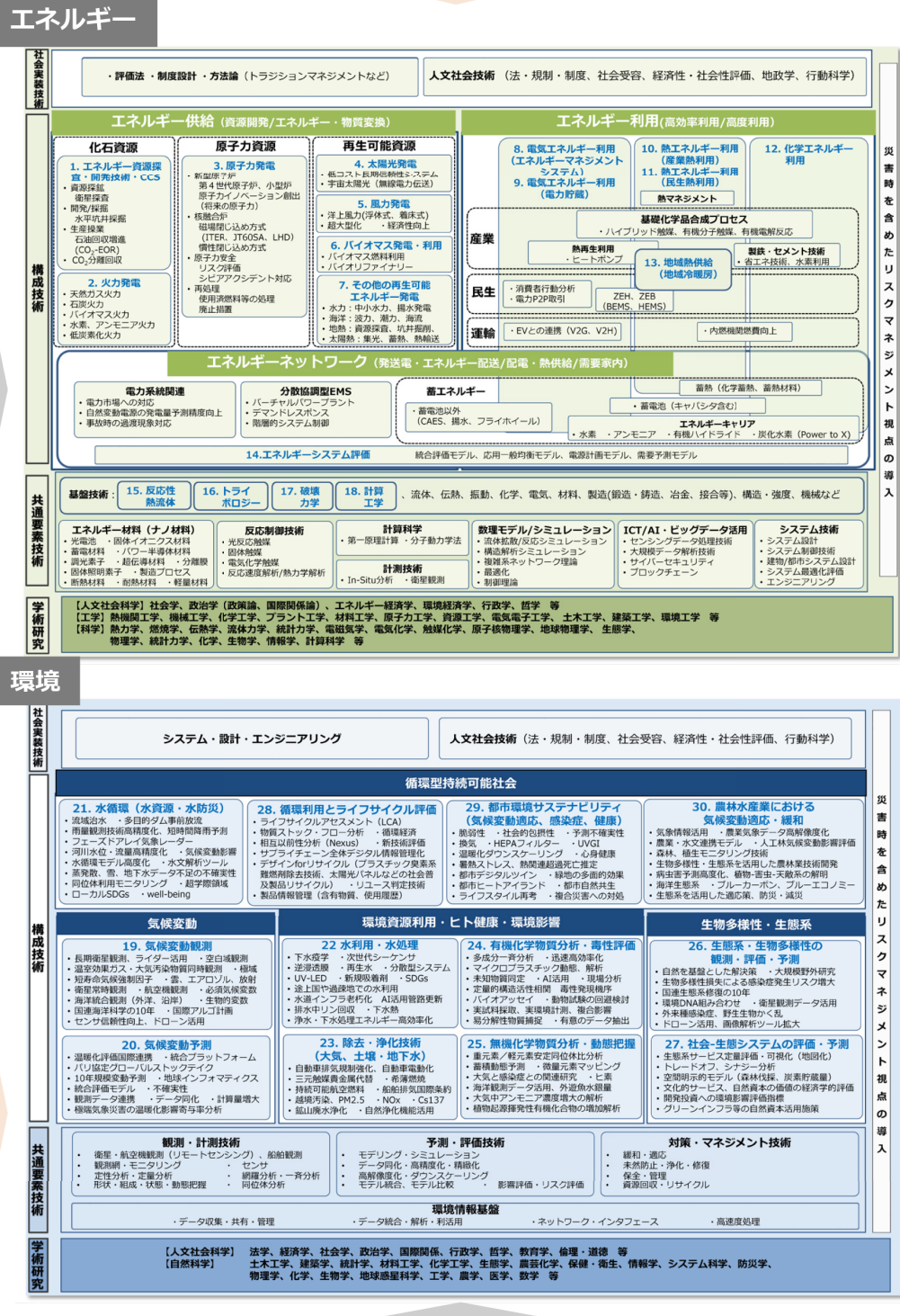
■気候変動適応への貢献：気温上昇や異常気象対応、影響の予測・評価、対策検討。

■DX化：AI/IoT普及、ビッグデータ活用、無人機等でのデータ収集、サイバーフィジカルシステムズ。

■金融：エネルギー技術の位置づけに関する議論。

※1 国連経済社会局
※2 国際エネルギー機関
※3 国連環境計画
※4 本表では領域単位で統合した結果を記載。本文中では一部の領域は項目を分割して国際比較を実施。詳細は本文を参照。

俯瞰図



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。

研究開発動向

内は日本の状況

集中型電力供給

[関連する領域：1, 2, 3]

CCUを含む低炭素排出化、脱炭素燃料化や、再生可能エネルギーと相互協調した電力系統安定化などが重要課題。

火力は高い技術水準を蓄積も、石炭は国内外で社会的・政策的に厳しい状況。原子力は安全技術などで国際的に高い研究レベルだが、小型炉研究は米国などに後れ。

再生可能エネルギー

[関連する領域：4, 5, 6, 7]

変動・分散型再生可能エネルギーの競争激化。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し、高精度の発電量予測、蓄エネルギー、最適制御等の研究開発が課題に。

太陽光は新素材など基礎に強みを持つ。一方、応用・開発ではグローバル市場での熾烈な競争が続く。太陽光セル、風力、バイオマス燃料などで国際的な地位低下が顕著。

エネルギー利用

[関連する領域：8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]

電化推進と変動電源拡大を受け、エネルギーの貯蔵/運搬/利用のための技術開発が活発化。統合的なエネルギーマネジメント、ICTを活用した需給連携がさらに重要に。

デジタル技術活用のEMS、次世代二次電池、エミッション分離・除去技術、人工光合成、水素などで、国際的に注目される基礎や、産業的に強みをもつ応用・開発が見られる。一方、地域エネルギーマネジメントに弱み。

エネルギー共通基盤

[関連する領域：15, 16, 17, 18]

オペランド計画、ビッグデータ・AI活用、マルチスケール解析やデータ同化等による高度数値解析、シミュレーション(デジタルツイン)などが活発。

実用燃焼機器の熱効率、エミッション低減、低摩擦技術、複合材料の破壊解析、データ同化技術の応用等で強み。欧米の研究拠点化・継続性に対し日本は個別の組織・分野依存傾向。

COVID-19関連

[関連する領域：19, 22, 26, 29]

公衆衛生の観点から下水疫学研究が国内外で活発。室内における感染リスクの評価、換気・空調等によるリスク抑制、都市の意義再考などで研究課題。衛星観測データを用いた大気環境変化の解析も活発。

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。政権交代後にパリ協定への復帰を表明し気候変動対応で方針を転換。

EU及び英仏独

欧州グリーンディールを始め気候変動対応に積極的。水素戦略を掲げる。脱化石燃料化を狙う研究開発を活発に推進。循環型経済も主導。一方で排出削減進捗には各国ばらつき。

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。

気候変動の観測・予測・評価

[関連する領域：19, 20, 21, 29, 30]

更なる予測・評価精度向上のための観測強化、数値計算やモデリングの高度化、対策技術開発などが重要課題。

高精度気象予報モデル、温暖化ダウンスケーリング、全球水循環モデル、高精度の雨量観測等で高い水準の研究開発を実施。莫大な広域データの活用や総合的研究等に弱み。

環境資源の持続的利用

[関連する領域：22, 23, 24, 25]

水利用では海水淡水化や再生水のための膜開発やリスク評価研究などが中心。下水処理では効率化が重要課題。大気については排出ガス規制の強化に対応するための技術開発が課題。

水利用・水処理分野では膜除去やUV-LEDなど、除去・浄化分野ではガソリン車用三元触媒や鉱山廃水浄化などで高水準の研究や技術を有する。

生態系・生物多様性の観測・評価・予測

[関連する領域：26, 27]

無人機等の小型・自律的な観測技術からのデータや長期・広域なフィールド観測等からのデータを使った統合的な解析が潮流。自然を基盤とした解決策(NbS)のための研究も活発化。人間社会と生態系の関係の評価・予測が重要課題。

国際的な研究の主導や社会・生態システムのガバナンス研究などで欧米に後れ。

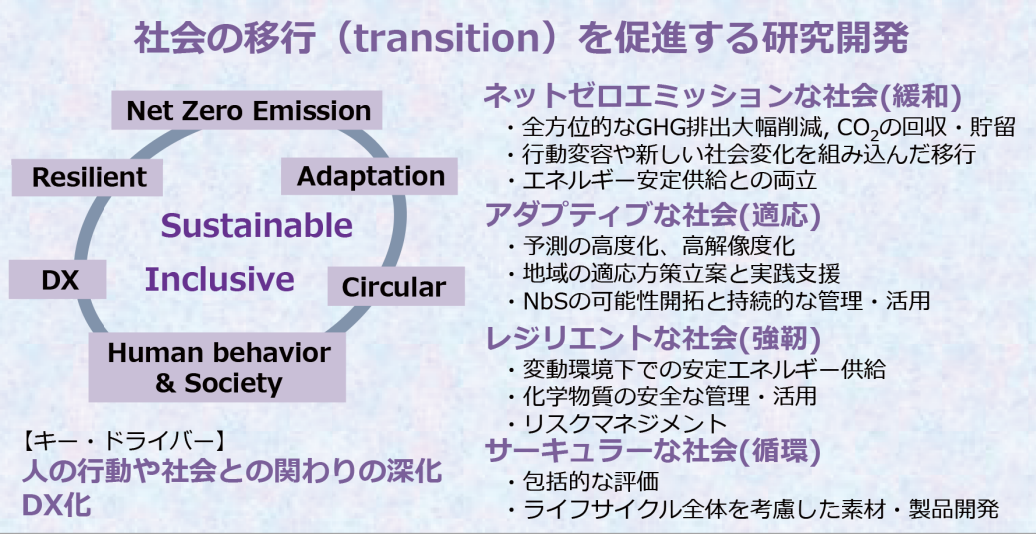
環境共通基盤

[関連する領域：24, 25, 28]

環境分析はハイスループット化や未知物質同定に注力。オンサイト分析も重要課題。バイオアッセイ・毒性評価は統合的なアプローチの検討が進む。安定同位体比分析は無機物質分析の主流。LCAニーズが多方面で増加。

PM_{2.5}に係る大気環境分析等で高い水準の研究開発を実施。LCAは総合的評価やデータベース構築戦略などで後れ。

今後の展望・方向性



ネットゼロエミッションな社会(緩和)

- ・全方位的なGHG排出大幅削減、CO₂の回収・貯留
- ・行動変容や新しい社会変化を組み込んだ移行
- ・エネルギー安定供給との両立

アダプティブな社会(適応)

- ・予測の高度化、高解像度化
- ・地域の適応方策立案と実践支援
- ・NbSの可能性開拓と持続的な管理・活用

レジリエントな社会(強靱)

- ・変動環境下での安定エネルギー供給
- ・化学物質の安全管理・活用
- ・リスクマネジメント

サーキュラーな社会(循環)

- ・包括的な評価
- ・ライフサイクル全体を考慮した素材・製品開発