

2 | 俯瞰区分と研究開発領域

2.1 環境・エネルギー応用

地球環境の有限性を考慮し、真に持続可能な社会を構築するため、温室効果ガスの実質排出量ゼロをめざすカーボンニュートラル社会の実現や低環境負荷の資源循環型社会（サーキュラーエコノミー）への移行が求められている。

この目標の達成には、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーの最大限の導入を図り化石燃料のエネルギー利用を最大限抑えること、エネルギー変換や利用に伴うエネルギー損失を小さくすることが不可欠となる。

環境・エネルギーへのナノテクノロジー・材料分野の貢献としては、太陽電池などの再生可能エネルギーの高効率利用、蓄電池などの効率的なエネルギー貯蔵・変換など、CO₂排出量の削減を可能にする材料技術、デバイス技術、プロセス技術を提供することがあげられる。本節では重要な研究開発領域として、蓄電デバイス、分離技術、次世代太陽電池材料、再生可能エネルギーを利用した燃料・化成品変換技術、を取りあげる。

蓄電デバイスは、社会の電化を支えるうえで欠かせないデバイス・システムとなっている。近年、サプライチェーン上のリスクが強く認識され、経済安全保障の観点から世界中で研究開発が活発化している。リチウムイオン電池の高エネルギー密度、高出力、長寿命、高安全性といった性能向上へ向けた取り組みだけでなく、リサイクル技術の開発にも力が注がれている。また、資源制約の観点からナトリウムイオン電池などの非リチウム系にも注目が集まっている。

分離技術は、化学プロセスの効率化、原料・製品の高純度精製、環境負荷物質の回収など、低炭素社会・資源循環社会を支える基盤技術である。分離過程を分子レベルで理解し、高効率分離を可能にする材料系の開発や混合物質の相状態を理解した高効率プロセス設計が進められている。さらに資源循環への要求の高まりから、リサイクルシステム全体としての効率性を高めるための研究開発も進められている。鉱物資源の少ない日本においては、回収された電子デバイスや蓄電デバイス機器（都市鉱山）からレアメタルなどの希少元素を効率的に分離する技術の開発も重要になっている。

次世代太陽電池材料は、高効率、低コスト、高耐久性への要求が高まっており、新たな半導体材料、素子構造、モジュール化技術の探索および実装での研究競争が進展している。ペロブスカイト材料を中心として、利用領域や用途の拡大に向けた機能（安全性、軽量性、フレキシブル性、易交換性）の追求が進んでいる。

再生可能エネルギーを利用した燃料・化成品変換技術は、再生可能エネルギーの時間的・空間的偏在性を解決する手段として期待が集まっている。特に再生可能エネルギー由来の電力を利用した水電解や光触媒による人工光合成によるグリーン水素製造技術の確立のための研究が世界的に進展している。また、同様に光・電気化学プロセスを用いて、CO₂からの有用物質生産、アンモニア製造を実現しようとする研究開発も世界的に活発化している。

2.1

俯瞰区分と研究開発領域 環境・エネルギー応用