

要 旨

1 作成の背景

マテリアル分野(化学・材料科学・物性物理学等)は我が国が強みを持つ科学技術分野である。デバイス(半導体や光、電池等)やその製造のための部材をはじめ、数多くのマテリアルで高い市場シェアを確保し、高い技術力と存在感を示している。半導体や量子、カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーを進めるグリーントランスフォーメーション(GX)等、幅広いイノベーションを先導するマテリアル分野の研究について、今後3～5年程度を見据えた施策を本稿では提案する。特に「元素戦略」に関わる研究に着目する。

元素戦略とは、天然資源に乏しい我が国が世界に先駆けて開始した研究施策の一つであり、有機化学研究者を中心として立ち上げられた。これまで希少元素を駆使して実現してきた有用な機能を、地球上に豊富な元素群から実現することを目指す研究アプローチである[1]。これは学術的には、持続可能な社会のための新しい物質科学を確立することを目指している。

現状、元素戦略に関わる我が国の産学官の取組は着実に進展している。2010年に文部科学省の戦略目標が策定され、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の戦略的創造事業CREST・さきがけが立ち上がった。さらに、2012年からは約10年間にわたり、磁性材料、電子材料、触媒・電池材料、構造材料の4分野を中心に、元素戦略プロジェクト[2]が推進された。材料科学・物理学・化学・計算科学・先端分析解析を統合した新領域を開拓し、産業競争力強化に資する成果を得た。これまでの取組や海外動向については、JST「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野 次世代元素戦略」(2024年)[3]に詳しく記載されている。

しかし今、国際情勢は激しく変化し、先端技術や希少資源を有する国々がそれらを囲い込む動きが加速している。したがって、先端技術の開発・確保、重要元素の安定供給等、経済安全保障の重要性が高まっている。希少資源に加え、地球上に豊富でも安定供給に不安がある元素を総称して重要元素とここでは呼ぶ。さらに、GXに向けた国際的な動きが加速している。これら背景より、マテリアル研究の方針において元素戦略が重要性を増している。

世界動向を考慮すると、元素戦略研究を大幅に強化することが強く求められる。さらに、機械学習やロボット技術の急速な発展により、これらが元素戦略研究を加速する時代になった。化学は、原子、分子、化合物から材料や生命に至るまで元素周期表の全ての元素を網羅している学術領域である。そこで、化学委員会における複数の分科会が合同で見解を発出するに至った。本見解は今後の政策および研究推進に資する方向性を示すものである。

2 現状及び問題点

マテリアル開発の国際競争は激化しており、変化に対応するための施策をいま早急に行わなければ、我が国の優位性を失いかねない。世界が直面している複合的危機に対応しながら我が国が世界から認められる存在であり続けるために、政府は2025年6月に「マテリ

アル革新力強化戦略」を改定した[4]。2023 年 9 月には日本学術会議の提言「未来の学術振興構想（2023 年版）」でグランドビジョン⑮「No.130 元素戦略 2.0：融合的元素活用と元素循環」が公表された[5]。2026 年版も「元素戦略 2.0」を盛り込んで近く公表予定である。それを継承しつつ、最新の状況を取り入れた戦略策定が急務である。それを本稿では「マテリアル融合」と呼び、次の 3～5 年（～2031 年）を見据え、機械学習やロボット技術を取り込んだ施策を提案する。

3 見解の内容

- (1) 「限りある元素資源を賢く使って、未来の産業と生活を支える」という点で、元素戦略の基本コンセプトは不変である。
 - (2) 従来の元素戦略では、希少元素への依存を減らし、クラーク数上位の元素を駆使することに重点がおかれた。マテリアル融合では、希少元素資源への依存度低減を目指しつつ、少量の希少元素を戦略的に使って最大限機能を引き出すことも重視する。さらに、重要元素の使用低減、循環を図る。そして、経済安全保障の観点を重視し、材料開発やサプライチェーンにおいて優位性を確保すべき要所(チョークポイント、不可欠性)を握ることを狙う。
 - (3) 元素を自在に組み合わせ、新物質創成(化学)、新現象・新物性開拓(物理学)、新材料開発(材料科学)、新機能探索(化学、生物学)を進める。
 - (4) 具体的には、「元素融合型物質・デバイス創成」「既存材料の極限追求」「超化合物創成」「元素循環(重要元素の循環、再利用)」に関する研究を推進する。革新的機能を持つ新物質・新材料・新デバイスを創成するための学術基盤と技術を確立する。
 - (5) 研究の進め方について変革を先導する。最新の動向(機械学習、ロボット)を導入し、研究をさらに加速する。それらデジタル技術の進展は著しく、生成 AI(人工知能)技術の普及により、これまでにないマテリアル融合研究にも適用可能である。研究の進め方、頭の使い方を変革し、質的な転換を図る。
 - (6) 生命科学、数理科学、情報科学、化学工学、量子科学など多くの知見を融合した異分野融合アプローチが重要である。
 - (7) 産学官連携の新たなモデルを模索し、日本が有する科学技術・産業上の強みを最大限活かす方策を示す。特に企業間の「協調」が重要である。
 - (8) 国際連携を重視し、「世界の頭脳循環」の輪に入る。
 - (9) 拠点形成において、実験装置・データ・ノウハウの共同利用を強く推進する。
 - (10) 理化学機器企業を強化することが、研究者や企業の研究力強化に直結する。理化学機器産業、マテリアル産業、アカデミア全体の底上げが狙いである。
- 以上は持続的発展可能な社会の構築にもつながり、社会への貢献となる。