

⑮ 持続可能な社会に資する革新的な物質・材料の開拓

概要：日本が高い競争力を有する物質・材料の研究・開発において、特に、(A)資源の量的・空間的偏在による利用限界、(B)利用後の廃棄による環境汚染、(C)エネルギー利用による温暖化ガス排出の三つの課題に着目して、人材を育成しつつ、革新的物質と材料生産プロセスにおける革新を目指し、持続可能な社会の構築に貢献する。

キーワード：物質創成・合成、評価法、機能物質、生産プロセス革新、エネルギー転換、環境負荷低減、資源循環

ア 背景

人間は、古来より身の回りにある物質を材料として活かして様々な道具・デバイスを生み出し、今日の豊かな暮らしを築き上げてきた。例えば、PCには軽量・堅牢な合金による金属シャーシー、磁性体を用いた高密度ハードディスク、高純度材料やその接合技術に支えられた半導体回路、通信に用いられる半導体レーザー、光ファイバー網、高周波無線チップ等が使われており、現代社会は物質・材料の革新に支えられているといえる。物質・材料の研究分野は大別して、1)新物質・材料の開発・合成、2)物質・材料の生産・加工プロセス、3)物質機能評価手法の開発・新制御手段・新機能開拓という三つに分類される。我が国では、好奇心に基づく独自の基礎的研究と人材育成が3分野で行われてきており、機能材料開拓を目指した分野間の協創も見られ、それらは加工貿易の繁栄にも大きく寄与した。また、世界を先導する多くの優れた基礎的成果が生み出され、導電性ポリマー、不斉合成、高効率カップリング反応、ワイドギャップ半導体光電デバイス等の成果がノーベル賞に輝いた。さらに、産業界の高度製品生産を支えてきたのは、高度な材料開発に加え、高効率生産・ナノスケール加工等のプロセス科学である。

イ 目的・目標

多彩な物質・材料科学とその生産技術も、今や新たな課題に直面している。特に、(A)資源の量的・空間的偏在による利用限界、(B)利用後の廃棄による環境汚染、(C)エネルギー利用による温暖化ガス排出において、一層の革新的研究成果が求められている。上記1)～3)の研究分野の知見を活かし、知的資産確保を含め、新たな革新的成果によって、上記(A)、(B)、(C)の三つの課題の解決へと導くことこそが、世界の物質関連研究とプロセス技術を先導してきた我が国に課せられた責務であり、それらは持続可能な社会の構築へ向けて人類全体に対する責務でもある。また、それらの過程は、我が国の次世代への人材育成にとっても重要な機会である。

ウ 国内外の学術研究の状況・動向

我が国の物質・材料関連分野は、複数のノーベル賞に輝くなど世界的にも高く評価されてきたが、今や物質開拓の量的・網羅的研究は新興国との競争激化に晒されている。例えば、計算科学との融合によって蓄積した膨大な知見を活かすべく、AI

を用いるビックデータサイエンス拠点の構築、量子ビームや強磁場サイエンス等大型施設との共同研究の拡張等が重要視されている。人材育成も含めた産学連携研究と実用展開を狙う取組も注目されている。

エ 中長期の学術構想

前述の三つ (A)、(B)、(C) の課題を乗り越え、1)~3) の研究分野の知見を活かし、資源循環、カーボンニュートラル、気候変動等、人類全体に迫る問題解決に向けて中心的な役割を果たしていく。例えば、低消費電力高速情報処理デバイス、そのためのトポロジカル物質、高効率固体光エネルギー変換デバイス、低炭素金属材料生産プロセス、元素戦略等が具体的な重要テーマと位置付けられる。また、量子物質（トポロジカル物質や量子スピン系）は量子科学、量子制御、量子計算等において国際的注目を集めつつあり、他の学術構想との連携を目指す提案が必要になっている。関連分野の協創的な共同研究スタイルが、人材育成も含めて、今後数十年の我が国の発展の鍵を握る。



図 16 本学術構想と提案されているプロジェクトの俯瞰図

(出典) 本提言にて、独自に作成