

■研究プロジェクト名	
異分野協働による物質探索プロセスの開発と物質機能開発	
【研究の特色・ポイント】	
近年、物質科学の進歩により多くの重要物質が見出されており、物質の機能性開発は今日の持続可能な社会づくりを支えている。本プロジェクトは、本学において盛んに研究が行われている物質科学研究のシーズをもとに新たな物質開発手法を組み合わせることで、現代社会において喫緊の問題であるエネルギー問題、環境問題の解決に資する日本大学発の物質開発イノベーションを創出することを目的としたものである。	
【研究の背景】	
複数学部の教員による物質科学のシーズとして(1)圧力技術を用いた新規超伝導体開発 (2) 分子性導体、発光材料、燃料電池材料などの機能性物質開発や物質のナノサイズ化による新規物性開発 (3) 薄膜化によるデバイス応用、などが進められている。これらを背景として、全体が協働し物質設計を行ったり、薄膜界面や酸化物に圧力を印加するなど様々な研究手法の組み合わせにより新たな機能性を導くなど、複数のグループで研究を進めることで、新規基礎概念の創出や新規機能性材料の創生などが期待できたところにある。	
【研究成果の概要】	
研究期間	平成30年度 ～ 令和3年度
研究費総交付額	88,000,000 円
<p>本研究は、本学の物質科学に関する研究シーズをもとに、各研究開発手法を組み合わせることで、物質の基礎理学的研究や新規機能開発を行い、日本大学発物質開発イノベーションの創出を目指すものである。右の5つのサブテーマが融合しながら展開した。</p> <p><圧力印可> 様々な圧力発生装置を駆使し、超伝導物質について、どこまで高い転移温度を持つのか、従来の超伝導体と何が異なるのかなどを調べた。薄膜物質の圧力効果測定の開発をはじめ、はしご型鉄化合物超伝導やチタン酸化物薄膜超伝導などに異方的圧力を加え超伝導転移温度の上昇など、薄膜超伝導に新たな展開が見られた。</p> <p><ナノサイズ化> 溶媒としての水とアルコールの混合溶液中でコロイド粒子の移動度をブラウン運動の観測によって調べ、溶媒中でのナノ物質の基礎的な物性評価を行い、自己組織化の完全制御を目指した。また、ナノメートル空間内に物質を閉じ込めることで液晶物質の転移温度変化やガラス転移温度の制御ができることを明らかにした。圧力を印可することでさらに空間サイズを制御できる可能性が示された。有機伝導物質の中でも単一分子伝導体の研究が進展し、新たに非磁性の分子伝導体が見出されている。有機物質の場合は分子構造制御により化学圧力制御が可能であり、物理的圧力との相乗効果による物質開発が期待される。</p> <p><薄膜化> 電界印加による磁気特性制御デバイスであるマルチフェロイックデバイス応用を目指した電子型強誘電体の開発や、強磁性・反強磁性層を含む多層膜合成においてマルチフェロイックデバイスや電界制御型磁気記録メモリの新機能性材料の開発が進展した。今後も研究パラメータとして圧力効果も利用する予定である。</p> <p><酸化物作製法> 環境問題に資する物質開発として燃料電池材料・酸素透過膜材料・二酸化炭素吸収貯蔵材料などの合成が進められ、様々な酸化物で、元素置換による結晶構造制御や合成方法による粒形の制御などにより機能改善が見られた。また、層状化合物による超伝導研究も進められ、転移温度の上昇が結晶構造制御により可能であることがMoTeやBi化合物などで示され、放射光を利用した構造解析実験によりそのメカニズムについての研究がすすめられた。</p> <p><理論的解析・予測> 実験研究との連携を目的として、薄膜の電子構造やナノサイズ電極系の電気伝導特性について理論計算が行われ、とりわけ結晶表面の電子構造について詳細な結果が得られている。</p>	
<p>既存の物質や新規に合成された物質について、これらの手法の確立と併せて物質開発が進められる酸化物については、作成方法の開発も含まれる。</p>	
【研究成果の意義・効果】	
本プロジェクトにより、物質科学の中でも超伝導や磁性などの基礎研究やナノサイズでの分子化学的メカニズム解明に加え、強誘電性を併せ持つマルチフェロイック物質、環境問題に資する燃料電池材料・酸素透過膜材料・二酸化炭素吸収貯蔵材料などの開発を進めることができた。さらに異なる分野、手法を持つ研究者の交流が進み、日大発の物質科学のイノベーションに発展することが期待される。	