

平成21年4月12日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007～2011

課題番号：19051004

研究課題名（和文） 配列ナノ空間を利用した新物質科学：ユビキタス元素戦略

研究課題名（英文） New Materials Science with Regulated Nano Spaces: Strategy of Ubiquitous Elements

研究代表者

谷垣 勝己 (TANIGAKI KATSUMI)

東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授

研究者番号：60305612

研究分野：物性物理

科研費の分科・細目：ナノ材料・ナノバイオサイエンス

キーワード：配列ナノ空間、量子閉じ込め、空間自由度、電気伝導、磁性、フォノン、超伝導、熱電変換

1. 研究計画の概要

本特定領域研究は、配列ナノ空間を利用した新物質を開拓するための新しい技術ならびに開拓された物質から派生する新しい物性を対象とする新物質科学に関する研究である。物質のナノ構造を制御して新物質を創製し、科学技術を発展させる研究は、将来に向けた国策研究の最も重要な方向性のひとつである。このような研究において、配列ナノ空間を有する物質群の概念およびそれらの物質から観測される物性は、極めて重要な柱となり得る物質研究の基礎概念である。このような方向の研究として、配列したナノ空間を有する物質およびそのナノ空間内に閉じ込められる物質の状態を適用して新物質を開拓し、新しい物性を発現させる研究は、有力な物質開拓手法ならびに新しい物性研究手法として広く注目されている。これらの物質群では、微細加工技術だけでは容易に形成できないナノ領域の構造を、物質の自己組織化などの様々な現象を駆使して創製し、従来の物質系では得られない相互作用や量子閉じ込めに基づく新しい物性を発現させることが可能となる。また、配列ナノ空間を有する多くの物質は、地球上に広く存在する軽元素であることが多い。従って、これらの研究をユビキタス元素戦略と関係させる研究は、学術的にも独創性があり社会的意義も高い研究である。本特定領域研究においては、新物質の創製と物性発現は重要な研究目標である。研究を推進するために、配列ナノ空

間物質群の精密構造決定および種々の電子状態の測定技術ならびに基礎理論手法を大きく発展させることも目標とする。また、実際に創製された新物質を次世代デバイス応用へと発展させることも念頭において、物質基礎物理学を推進する。ナノ領域の科学を発展させる研究の方向性は、物質科学における重要な潮流である。本特定領域研究により、日本から世界へ発信できる物質科学のニューパラダイムを形成し、新しい物質科学が創出され、次世代新素材が開拓されることを期待している。

2. 研究の進捗状況（計画研究班の状況）

本特定領域研究は、配列ナノ空間を有する新物質系の開拓を戦略の主要な柱として、ユビキタス元素戦略を併用した構造研究、物性研究、理論研究、応用への可能性の探求を含めた総合的な研究を推進することが大きな特徴である。配列ナノ空間を有する新物質を開拓するための新しい方法論ならびに開拓された物質から発現する物性を詳細に研究する新しい物質科学の方向を目指すものであり、これらの基礎科学を基盤として、新物質の応用展開を考慮して、将来へ向けて発展させることを目標として、総括班としては、計画研究班ならび公募班の研究を円滑に行えるように様々な支援を行ってきた。

H19年度提出された配列ナノ空間を利用した新物質科学の申請書“配列ナノ空間を利用した新物質科学：ユビキタス元素戦略”に

即して H19-21 年度の研究計画班の研究内容を十分に議論して重点課題を決定した。また、現在の状況で進めるべき研究を審議して、H 各年度に遂行可能な研究を効率的に進めることができる協力体制を整えた。研究を推進するために3日の領域会議を、通常6月で開催した。また、8月末には、若手育成を趣旨として、年1回の割合で若手研究会を開催して25名程度の若手が研究会に参加できるようにした。また、11月には物性領域間の融合を目的として、年1回6領域物性融合研究科を開催してきた。1月には、その年度の第2回目の会議を東京地区で開催した。また、その際に総括班会議を開催して、現状を把握するとともに今後の研究計画を議論した。本特定領域研究の研究期間全体を考えて、今後の領域研究会の日時ならび場所などを決定した。さらに、評価・助言をお願いしている先生方と連絡を密にとることにより、研究計画が順調に進行するように運営した。その他、研究の内容・研究の意義・研究の進捗状況および成果などを、広く国内外に向けて発信するために、webによる領域 homepage を整備するとともに、領域研究の状況などを Newsletter「配列ナノ空間を利用した物質科学：ユビキタス元素戦略」として発行した。

3. 現在までの達成度

②当初の計画以上に進展している。

評価内容は、A評価であり、「本研究は、配列ナノ空間という、これまでに着目されていなかった空間スケールに構造の多様性を見出し、その制御による新物質・新現象の開拓を目指しており、既に多くの成果を発信している。特筆すべき研究成果もあり、また積極的に論文発表、広報活動も行っている。研究前半の取り組みとしては高く評価できるものであり、今後の進展も大いに期待できる。」との基本評価を受けている。

本特定領域研究では、日本の凝縮系物性科学を新しい観点から大きく発展させるとともに、物質を材料の観点から捉えデバイスへ応用するための物質基礎理学を進展させるために、(1)配列ナノ空間を利用した種々の物質群の創製、(2)新規物質に対する物性測定手法ならびに物性発現、(3)微細構造を対象とした特殊な物性測定手法、ならびに(4)科学計算に基づく物性理解・予測を基本とした物性研究を柱として物質科学のニューパラダイムの創出を目指している。世界のトップを目指すためには、理路整然と整備された組織的研究体制と若い研究者を取り込んだ能動的な活力のある研究体制の連動が必要である。組織的な研究体制は、総括班と計画研究班を中心にナノ配列空間物質を多様な

角度から検討して、配列ナノ空間物質系において普遍的で重要な基礎概念を各研究班で相互に共有できる基礎基盤を有する体制を構築できたと考えている。

4. 今後の研究の推進方策

「新規デバイス開発の道程は長いと認識し、基礎的な研究を充実させる必要がある。この点に関しては、例えば格子やフォノンの役割に注目した研究も有効であると思われる。研究後半では、この研究領域ならでの新機軸を打ち出すことを期待する。」とのコメントを重要視して、領域研究の後半では、従来の壁を打ち破り新しい研究領域へと躍進できる研究を推進するために、新しい研究の芽を育てながら、総括班を中心に公募班を取り込んで、研究を戦略的に推進していく計画である。

今後の研究の壁を打ち破りブレークスルーを達成する戦略目標として、(1)ボロン系配列ナノ空間物質の超電導確認 (2)新規ゼオライト系炭素系物質の構造決定と物性確認 (3)炭素系縮合物質ピセンの超電導の発展、(4)電子線によるナノ構造および微小領域の電子状態の観測法の発展、(5)元素内包物質の構造決定ならびに電子状態の測定法の発展、を考えている。

5. 代表的な研究成果

[その他]

(News Letter 誌)

News Letter：特定領域研究の広報誌

News Letter No.5 2009年5月

News Letter No.4 2009年3月

News Letter No.3 2008年10月

News Letter No.2 2008年7月

News Letter 創刊号 No.1 2008年1月

(新聞報道)

日刊工業新聞平成21年6月8日：ナノチューブの空間でできるアイスナノチューブ。

日本経済産業新聞平成21年3月12日：新構造の炭素物質ゼオライト鑄型炭素。

日本経済新聞：平成21年3月9日朝刊：ゼオライト鑄型炭素の構造と水素貯蔵。

岐阜新聞：平成21年2月28日：高压クラステート関連研究が紹介された。

日本経済産業新聞：平成19年12月19日：配列ナノ空間物質を利用した新物質科学に関する内容が掲載された。

(ホームページ)

配列ナノ空間を利用した新物質科学ーユビキタス元素戦略のホームページ

<http://www-nano.phys.sci.osaka-u.ac.jp/nanospace/>