

領域番号	2701	領域略称名	トポ物質科学
研究領域名	トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア		
研究期間	平成27年度～平成31年度		
領域代表者名 (所属等)	川上 則雄(京都大学・理学研究科・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本新学術領域の目的は、物質に内在するトポロジーを基軸として、強い電子相関・結晶対称性・半導体ナノ構造に由来する新奇物性開拓を行うとともに、トポロジカル量子相特有の準粒子を探索・実証し、その背後に横たわる量子凝縮相の物理を解明することにある。新たな分野横断型の研究領域「トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア」を開拓し、その基礎学理の構築と学問体系の樹立を目指す。</p> <p>領域組織は4つの研究項目からなり、各研究項目は1つの計画研究と複数の公募研究よりなる。研究項目のうち3つは物質系に即した、「A:トポロジーと強相関」、「B:トポロジーと対称性」、「C:トポロジーとナノサイエンス」であり、互いに強い協力関係を保ちながら研究を推進する。これらの連携をさらに強固にする横系の役割を担う研究項目が、理論家から成る「D:トポロジーと新概念」であり、トポロジカル量子現象に関する普遍概念の構築を目標とする。</p> <p>本領域研究は、新学術領域研究「対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象」（代表：前野悦輝、H22-H26）における高い実績を踏まえ、当該領域の格段の発展・飛躍的な展開を目指すものである。このため新たな分野を加えて大幅に再編成することで、世界の最前線でトポロジカルな自然観の構築に貢献する。組織運営では、新学術領域の担い手となる若手研究者の育成に特に力を入れ、さらにトポロジカル物質科学に関する国際ネットワークの構築を目指す。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>各研究項目において概ね当初の計画通り研究が進んでいる。「A:トポロジーと強相関」ではキタエフ・スピン液体やトポロジカル超伝導の候補物質の発見・検証など多くの成果が得られた。「B:トポロジーと対称性」では空間反転対称性を破るワイル半金属、グライド対称性や鏡面对称性に基づく線ノード半金属、らせん対称性に起因したワイル半金属などの多彩な新型トポロジカル半金属を発見・実証した。「C:トポロジーとナノサイエンス」では量子スピホール系でのトポロジカル相の最適化や、量子ホールエッジチャネルを用いたカイラル朝永ラッティンジャー流体のスピ電荷分離の時間分解測定などを実現した。「D:トポロジーと新概念」では強相関トポロジカル絶縁体の理論やエキゾチック表面状態を持つ新しいトポロジカル量子相の予言などに成果をあげた。</p> <p>特に、計画研究間、計画研究と公募研究との連携が急速に進んでおり、この連携によって $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Se}_3$ におけるトポロジカル超伝導の検証など、多くの重要な成果が得られた。本領域独自のトポロジー連携研究会がこのような領域内での研究融合に重要な役割を果たしている。また、素粒子・原子核物理への応用や数学分野との融合研究などでも成果をあげ、関連分野への研究展開を行った。国際アライアンスワークショップ、国際会議、研究者交換プログラムなどを利用し、本領域が核となって国際活動支援班「Topo-Q ネットワーク」の構築の基盤を築くとともに、国際性豊かな若手研究者の育成にも取り組んだ。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる)</p>
	<p>本研究領域は、強い電子相関に基づく「強相関トポロジカル系」、結晶対称性に基づく「半導体トポロジカル系」、ナノサイエンスに立脚したナノ構造制御に基づく「人工トポロジカル系」を軸とした新奇物質開拓及びこれらを包括した量子凝集相にかかる物理の解明を通じてトポロジカル物質科学の基礎学理を構築し、分野横断型の新たな学問体系を樹立することを目指している。</p> <p>領域代表者のリーダーシップと総括班の卓越したマネジメントに裏打ちされた、理論と実験、計画研究と公募研究との密接な連携によって、逆ペロブスカイト構造を成す物質系における超伝導やトポロジカル絶縁体におけるネマティック超伝導の発見、対称性を有する新タイプのトポロジカル半金属の予測と発見など、注目に値する研究成果が数多く挙がっており、本研究領域全体として順調に進展しているものと認められる。一方で、本研究領域の中心的課題である強相関トポロジカル相の探索やマヨラナ準粒子の確証、挑戦的課題として標榜するナノサイエンスとの融合については、現段階で十分な成果が得られているとは言い難い。今後の展開に向けて、具体的な戦略を立てて取組むことが必要である。</p> <p>大学院生を含む若手研究者の育成については、国内留学制度である「若手励起プログラム」や海外の若手研究者とのコミュニティ形成などによって十分な対応がなされており、将来的にこの研究領域から優秀な人材の輩出が大いに期待できる。また、国際活動支援においても、海外におけるワークショップの開催や、国際研究協力の強化に向けた人材ネットワーク構築プログラムである「Topo-Q」などの取組みにより、国際展開に向けて当初計画の想定を超える成果が挙げられていることは評価に値する。</p>