

世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI） 令和 5（2023）年度拠点構想進捗状況報告書

ホスト機関名	広島大学	ホスト機関長名	越智 光夫
拠 点 名	持続可能性に寄与するキラルノット超物質拠点（WPI-SKCM ² ）		
拠 点 長 名	Ivan I. Smalyukh	事務部門長名	楯 真一

作成上の注意事項：

※令和6(2024)年3月31日現在の内容で作成すること。

※文中で金額を記載する際は円表記とすること。この際、外貨を円に換算する必要がある場合は、使用したレートを併記すること。

拠点構想進捗状況の概要（2 ページ以内に収めること）

研究・教育プラットフォームの改革

WPI-SKCM²では、約 150 人の才能ある科学者、大学院生、管理・事務スタッフがトップレベルの研究機関を建設する野心的な実験に積極的に取り組んでおり、本拠点のような国際的に注目を集めるセンターにおいて世界最高の研究と教育実践がどのように成功裡に融合され得るのか、その成果が広島大学や日本全体、さらに世界の教育研究機関の改革を成功へと導くための種としてどのように活用できるのかを模索している。これまでのところ、新しい大学院プログラム、共同指導に基づいた博士研究員制度、米国と英国の大学院プログラムの好事例を参考にした独自のインターンシップ制度、そして博士研究員および博士課程の学生の交流・養成制度を確立した。広報用の動画とパンフレットを作成し、紹介記事を Science 誌や Nature 誌、その他の雑誌やウェブサイトに掲載するとともに、世界中の才能ある若手研究者の注目を本拠点が提供する独創的な機会に集めるためにソーシャルメディアを積極的に活用した。これにより、日本だけでなく世界中から優秀な若者を引き付けることに成功した。本拠点は、海外の PI と co-PI の協力のもと、世界中の好事例を取り入れながら、研究と教育における改革を推し進めている。例えば、本拠点は、WPI 拠点の中で最初に能力主義制度を導入したが、のちに全学に展開する予定である。能力主義制度の運営については、PI や広島大学の事務部門、外部アドバイザーボード、サイトビジット、プログラム運営委員会との間で徹底的に議論し、制度改善のためのフィードバックは毎年度末の実施時に取り入れられる。

世界トップレベルの研究の推進

WPI-SKCM²は、原子や、さらに微細な自然の構成要素の人工的な類似物を開発することで、私たちの身の回りの世界をより深く理解し、自然界には存在しない有用で設計可能な物質を創出する世界でも唯一の研究センターである。また WPI-SKCM²は、技術革新のための学際的な基盤を構築し、地球規模の問題の解決と持続可能な未来の実現を目指している。WPI-SKCM²は、高度な基礎研究と教育を通じて持続可能性に貢献する世界トップレベルの研究センターとして短期間で頭角を現している。本拠点は、様々な研究分野と世界中の一流研究機関から、ノットとキラルティに関連した背景を有する研究者を結びつけることに特徴がある。本拠点は、「キラルノット超物質」というパラダイムを導入する。それにより、自然の構成要素の類似物を設計通りに作製し、自然現象をより根本的な視点から理解する。また、非常に有用な特性をもつ物質をデザインして、エネルギー需要の増大や気候変動という複雑に絡み合った地球規模の問題の解決に寄与する。創立から 1 年半の間に、本拠点では、世界中にいる 16 人の PI と 12 人の co-PI、そして 65 人のアフィリエイトメンバーを含む約 150 人の構成員が活発に交流した。広島大学、理化学研究所、東京工業大学、慶應義塾大学、マサチューセッツ工科大学、コロラド大学ボルダー校、ジョージア工科大学、リスボン大学、ユトレヒト大学、ケンブリッジ大学、マックスプランク研究所、ヴロツワフ大学、テルアビブ大学、台湾の中央研究院およびその他の一流研究機関に在籍している WPI-SKCM²の一流研究者の間で、パートナーシップを確立した。これらの研究者は、共同研究に取り組むとともに、博士研究員および博士課程の学生を共同指導し、本拠点における学際的な研究プロジェクトに従事した。WPI-SKCM²の研究者は、200 報以上の研究論文とレビュー論文を Science、Nature Materials、Nature Physics、Nature Energy、PNAS を含む権威ある科学雑誌に発表した。本拠点は、Nature やその他の科学雑誌で特集され、Nature Energy や Ang. Chemie、Advanced Materials などトップレベルの国際的科学雑誌の表紙も飾った。また本拠点の求人や学生募集の情報は、ヨーロッパや米国で実施した WPI-SKCM²のシンポジウムなどの機会に、広く広報された。本拠点の研究者は、持続可能な世界の実現に寄与するという非常に挑戦的な研究を推進している。そして研究成果を最も影響力のある科学雑誌に発表し、トップレベルの学術会議で基調講演や招待講演を行っており、それらの研究成果は非常に注目を集めている。WPI-

SKCM²は、能力主義制度を策定し、サイトビジットや委員会、メンバーによるフィードバックに基づいて改善し、今年度も実施した。これにより、本拠点の研究者が共同研究を行い、若手研究者を教育・指導し、挑戦的かつ野心的な研究課題に積極的に取り組むことを促す環境を整備した。

拠点の長期的な発展

生産性と異分野間の交流を強化するため、昨年度は助成金の獲得と本拠点が入居する新棟の建設に向けて労力を費やした。特に新棟は、一つ屋根の下で全員が協働するために必要な環境整備である。資金調達と計画は順調に進んでいるため、新棟建設は2025年末には完了する予定である。現在、広島大学の既存の建物を一時的な活動場所としているが、新棟建設と実験装置のために、MEXTや広島大学、民間財団等から資金調達を行った。WPI-SKCM²は、拠点の使命を達成するための規定と規則を定め、広島大学の新しい部局として公式に認定された。他のWPI拠点と世界中のトップレベルの研究機関での好事例を参考にした事務室を設置した。3名の副拠点長と事務部門長が拠点長をサポートし、円滑な拠点運営と迅速な意思決定を行う体制を整えた。また、外部アドバイザーボードとの会議、越智広島大学学長との会議、PIとco-PIが参加する会議および運営委員会を定期的に開催し、WPI拠点としての機能や今後申請する予定の外部資金の獲得方針について議論した。広島大学は、本拠点で勤務する5名の優秀な事務職員を本拠点に配置し、本拠点をMEXTによる事業期間終了後も継続する学内の重要機関として位置づけ、将来にわたる十分な支援を確約している。

融合研究

多様な分野の融合こそ本拠点の活動の核である。融合研究へ導く研究交流を促進するため、本拠点に所属する全ての学生と博士研究員に共同メンターを3名ずつ配置し（主メンター1名と副メンター2名）、2名の副メンターは異なる研究分野から選出するとともに、そのうち少なくとも1名は海外の研究機関に所属するPIを指定する制度を施行した。毎週実施するセミナーシリーズでは、特に学際的な研究領域を有することで知られる世界的に著名な研究者に講演してもらい、本拠点における学際的な国際共同研究の実施につながるよう運営している。また学際的な知見を融合した研究を行っている各分野の代表的な研究者を招き、ノットとキラリティに関する講演をしてもらう一連のシンポジウム、国際会議、スクールを企画し、学生や博士研究員、PIやco-PIによる共同研究を促している。本拠点は、純粋数学や惑星科学だけでなく、素粒子や生物系および宇宙系を含めた、自然の全階層における時空間スケールでの現象に関わっているノットトポロジーとキラリティの知見を融合する。重要な新発見をすることを目標にし、ノットトポロジーとキラリティの創発的な相乗効果の解明に取り組んでいる。そして時空間スケールの階層を考慮し、まったく新しい概念をつくり、法則化および一般化する。これらは本拠点のような学際的な国際研究ネットワークにおいてのみ可能である。これにより、分野は異なるがノットやキラリティの概念を共有する研究者を集結させ、キラルノット超物質に関する新しい学際的な研究分野をつくる。これは物理学や化学、生物学、物質科学または工学の一分野ではなく、これらの分野を真の意味で学際的に融合し、全分野にまたがる研究を大幅に進展させる試みである。本拠点は、素粒子から宇宙のスケールにわたって、キラリティとノットトポロジーがどのように重要であるかを総合的に探究する。実験室で実行可能な研究に注力し、基礎知識から技術革新につながる応用を作り出す。本拠点では、液晶やコロイド、磁性体および生体高分子のような、実験しやすい対象を主に研究しているが、そのような研究から得られた知見は、素粒子や宇宙論のような容易に実験できない対象の研究にとっても有用であると考えられる。その逆に、素粒子物理学や宇宙論の研究で得られる知見をもとに、上記のような実験しやすい対象に関連する現象をより深く理解し、実用化につなげることも可能である。本拠点での基礎研究は、持続可能でエネルギー効率が高い建築技術や地球外で居住するために必要となる材料、病気の生体検出と治療、スピントロニクスやデータ記憶装置など今後の技術的応用につながると予想される。本拠点の研究者は、多くの分野融合的な研究成果を挙げており、複数のPIによる共著も多くある。

国際的な研究環境

国際共同研究と若手研究者の交流が活発に行われるような、実効的な研究環境の構築に成功している。そのために、日英両言語を話せる事務スタッフを採用し、海外から広島大学を訪問する研究者を受け入れるための設備を整備した。海外の研究機関に所属するPIには、専用の研究室分室を広島大学に準備し、共同研究および学生と博士研究員の指導を実施してもらうとともに、広島大学で催される本拠点独自のインターンシップに学生を派遣してもらった。研究者間の密接なコミュニケーションが本拠点における最重要の課題であり、これを達成するために（1）国際研究交流、スクール、国際会議およびフォーラムの開催、（2）著名な研究者による広島大学の訪問、（3）外国における先進的な事務運営事例を取り入れるため、少なくとも事務職員の20%を海外から採用、（4）事務処理および全ての拠点活動の英語での実施、（5）子供の通学問題など、外国人研究者が日本での研究に専念するための環境整備、（6）実験試料の授受や訪問者サポートの手続きの効率化に取り組んだ。