

先端研究拠点事業  
平成18年度 事業実績報告書

採用年度	平成18年度
種別	国際戦略型
分科細目	物理学
採用番号	15002

平成19年4月13日

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿

国立大学法人筑波大学

拠点機関代表者・氏名 学長 岩崎 洋一

コーディネーター職・氏名 教授 門脇 和男

領域・分野	数物系科学
分科細目名(分科細目コード)	4306
採用番号	15002
研究交流課題名(和文)	超伝導ナノサイエンスと応用
研究交流課題名(英文)	Nano-Science and Engineering in Superconductivity
採用期間	平成18年4月1日～平成21年3月31日

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	筑波大学
実施組織代表者(職・氏名)	学長 岩崎 洋一
コーディネーター(職・氏名)	教授 門脇 和男
協力機関数	9
参加者数	32

相手国 1

国名	E U
拠点機関名	Katholieke Universiteit Leuven
実施組織代表者（職・氏名）	Dean of Department Natuurkunde en Sternkunde Prof. Michel Rots
コーディネーター（職・氏名）	Professor Victor Moshchalkov
協力機関数	16
参加者数	18
マッチングファンド （出資機関・プログラム名）	ESF Research Networking Programme: Nanoscience and Engineering in Superconductivity (NES), ESF

相手国 2

国名	U S A
拠点機関名	Argonne National Laboratory
実施組織代表者（職・氏名）	Director of Materials Science Division Dr. George Crabtree
コーディネーター（職・氏名）	Dr. Wai K. Kwok
協力機関数	8
参加者数	20
マッチングファンド （出資機関・プログラム名）	Institute for Theoretical Sciences: Argonne National Laboratory and University of Notre Dame

## 交流目標の達成（見込）状況

### 平成18年度事業計画における達成目標

ナノテクノロジーを活用した超伝導分野の新しい科学・工学の発展がめざましい。超伝導は電気抵抗がゼロになる現象であり、磁場は量子化される。このような近代物理学における最も特徴的な現象である量子効果が最も顕著に表れる舞台が超伝導現象である。このような量子効果による顕著な性質を、最近、急速に進展しているナノテクノロジーによる材料加工技術によって、従来踏み込むことの出来なかったサブミクロン領域の超伝導体まで自在にダウンサイジングし、その性質を明らかにし、量子力学を基礎とした21世紀の新しい科学と応用の基礎を確立することを目標とする。平成18年度は特に、このような流れを、世界の研究拠点と連携を取りながら自然な形で我が国の主導的立場が形成できるよう、この分野の世界的研究拠点と共同研究体制を維持しつつ、我が国の主導的な位置づけを確立することを目指す。そのため、国際共同研究、国際会議やセミナー、研究者交流等を通して国際交流を行う。特に、平成18年度は3件の国際会議を共同開催し、また、新たに「若手研究者対象プログラム」を実施し、我が国のこの分野の若手研究者の育成をおこなった。

### 平成18年度事業計画の達成状況

平成18年度は国際戦略型へ移行したことに伴い、国際共同研究による大きな成果をあげることを達成目標として設定した。その実現のため、この分野に於ける国際的な主導力が発揮できる形態に移行することを試みてきた。これは慣習の違う諸外国が関係する場合、一朝一夕には難しい。しかしながら、過去2年間、継続してきた先端研究拠点事業「拠点形成促進型」で培ってきた努力がようやく結実してきたように見える。すなわち、国際戦略型に移行すると同時にEU側では、向こう少なくとも5年間（さらに数年間の延長可能）の、日本側と同等またはそれ以上の資金援助を行うことが決定され平成18年度末には実施に入った。また、アメリカ側に於いても、アルゴンヌ国立研究所およびノートルダム大学の共同出資によるInstitute for Theoretical Scienceが平成18年6月に設立され、日本側とほぼ同額の運転資金を確保し、CTCとほぼ同様のコンセプトによる国際共同研究体制を確立した。このように、平成18年度、国際戦略型への移行が極めてスムーズに、かつ、先端研究拠点事業の基本的な精神を両国際拠点が十分理解し、積極的に始動開始したことは極めて重大な意義を持つと考えられる。今後、この体制をさらに強化し、充実させることによって、新たな国際共同研究による大きな成果を生み出す突破口になるものと期待している。

平成19年3月4日、本国際共同研究の重要研究項目の1つである超伝導固有ジョセフソン接合を用いたTHz発振の研究に関して大きな進展があった。これは、既に平成17年7月25日、筑波大学において記者会見で公表した内容をさらに進展させたものであり、THz波の発生をより明確化したものである。この結果はアメリカのアルゴンヌ国立研究所と筑波大学の密接な共同研究として可能になったものであり、この結果は部分的に平成19年3月16日の仙台で行われた関連する研究会で報告した。この結果は極めて重大であるため、今後、これを強力に推進するつもりである。また、今後の応用研究への波及効果は極めて著しいと考えられる。

## 実施状況

### 研究交流計画実施にあたる実施体制

本事業は日本、EU、アメリカ合衆国の各参加機関のオリジナルな研究内容を尊重し、その精神に則り、各研究機関が独自のアイデアで研究を推進することが基本にあり、その中で実験設備や施設、アイデア、人材などを、先端研究拠点事業を通して共有するものである。研究に対する基本的な発想のオリジナリティが重要視されねばならない。これを実施するために、毎年、国際会議やセミナーを開催すること、若手を中心とした人材交流を行うこと、試料の作成、実験などのため、研究拠点固有の特徴ある施設を共有し、有効活用すること、などを中心として組織作りを行ってきた。これらに関しては国内外共通であるが、国内ではそれに加え、国内の研究者だけで開催する研究会を毎年1～2回実施し、国内における、より緊密な共同研究体制の構築を行ってきた。特に、理論と実験の融合、国内の共同研究や大学院生や若手研究者の交流を重視している。

### 日本側拠点機関における研究交流課題への取り組み（事務支援体制等の観点より）

我が国の拠点機関は9協力機関、32名が参加しており、頻繁に情報や意見交換などが行われている。セミナーなどの参加も必要に応じて、参加メンバー以外の研究者も含めて実施している。平成18年度は筑波大学門脇グループと東京大学為ヶ井グループの間でナノスケールの超伝導試料へのデコレーション実験のための人的交流、意見交換を頻繁に行った。現在、アルゴン国立研究所と東北大西寄グループの共同研究が開始されようとしている。尚、CTC 先端研究拠点事業に関しては専用のホームページが開設されており、様々な情報は簡単に入手できる様に配慮されている。国内の人的交流に関しては若手研究者の数が問題であるがそのほかに大きな問題は少ない。

一般に、国際的な共同研究に対する事務的な支援はきわめて貧弱である。その理由は、言語の問題、国際的な事務ルールの違いなど、双方に経験が浅い点にある。しかしながら、欧米諸国で日本語を英語と対等に扱うことは皆無であり、我が国の方で英語の対応が必要不可欠である。現状では書類等の翻訳が必要であり、大きな事務負担となっている。専門の事務員の雇用や人事配置を速やかに実施できる体制が必要不可欠である。現状ではこの点についてはコーディネーターが行っており、大きな負担となっている。このような状況を改善する人材(ホームページの製作などを含めて)および予算的な施策が先端研究拠点事業として必要不可欠と考えられる。

## 共同研究

国際的な共同研究として最重要課題は、アメリカ合衆国側(アルゴンヌ国立研究所の Kwok が中心)と我が国(筑波大学の門脇、NIMS の羽多野が中心)の THz 波の発振に関する共同開発研究である。門脇グループは直接的な発振の兆候を、既に独自に、ミクロンサイズに加工した単結晶試料を用いて初めて観測に成功した。羽多野グループは、特殊な方法で育成したひげ結晶を用いて、同様の実験を行っている。また、アルゴンヌ国立研究所は、門脇グループの単結晶を用い、バルク体の表面からの回折を利用して取り出す方法を採用している。この点に付き、3月初旬、日本側とアメリカ側の共同研究として新たな THz 発振の実験結果を得たことを報告した。理論は日本側(立木、松本、町田が中心)が大いに先行しており、アメリカ側(Koshelev が中心)、EU 諸国も独自に行っている。

一方、メソスコピック超伝導体で現れる試料の幾何学的形状に依存する磁束状態の研究は、EU 側のルーベン大学(Moshchalkov が中心)、アントワープ大学(Peeters が中心)、バス大学(Bending が中心)、アメリカ合衆国側のイリノイ大学(Metlushko が中心)、我が国では筑波大学(神田、門脇が中心)、東北大学(西寄が実験の中心、小山が理論の中心)でそれぞれ異なった独自のアイデアで試料の作成技術や理論計算など、密接な共同研究が行われている。

国内においては、上記の課題以外に、メソスケールの超伝導体の磁束線の直接観察の実験として筑波大学(門脇グループが中心)と東京大学(為ヶ井、徳永が中心)が中心となり、理化学研究所(Nori, Savel ev が理論の中心)、東北大学(小山が中心)が理論的な研究を共同で実施している。また、微視的な磁束の観察では東北大学(西寄が中心)、理化学研究所(外村が中心)、理論では NIMS(胡、野々村が中心)、原研(町田が中心)が積極的に情報交換しながら活躍している。

## セミナー

平成 18 年度は 3 件のセミナーを実施した。「第 5 回高温超伝導体の固有ジョセフソン効果に関する国際シンポジウム」(ロンドンで開催)は日本で発祥した国際シンポジウムであり、超伝導エレクトロニクスが中心の会議であるが、CTC プログラムの中心的課題と関連するので、共同開催とした。「メソスコピック超伝導と磁性に関する国際ワークショップ」(シカゴ)は CTC プログラム固有の国際会議であり、日本、アメリカ、EU 側との共同開催である。第 3 回目である。最初、日本で開催し、前回はギリシャで行われた。「第 4 回 FIMS 国際会議」(つくば)はナノサイエンスと化学・材料科学分野の筑波大学 21 世紀 COE プログラムとの共同開催とした。セミナーは共同研究や研究者交流とことなり、研究成果の発表と討論の場であり、新しい知識やアイデアを交換する場である。分野の全体の流れと各研究者、研究拠点の研究内容、研究レベルの紹介や公開の場でもあるので、このような国際共同研究に於いては最も重要な活動と位置づけられる。

## 研究者交流

研究者の交流は共同研究、セミナー等のための招聘、及び国内の研究者の相手国側の研究機関の訪問、国際会議の出席などに主に利用した。主に、個人的な研究の詳細を検討するため利用している。元来、人事交流を深め、研究に関する情報交換を緊密に行うために行われなければならない。特に、若手研究者にとっては大変重要であると考えている。特に、若手研究者の交流を増やし、国際感覚を身につける重要なチャンスとして大いに活用すべきである。

平成18年度においては、31名であり、より積極的な参画が必要である。

## 若手研究者対象プログラム

今回、初めての試みとして若手研究者育成プログラムを、静岡県熱川ハイツにおいて、6日間、集中セミナーを実施した。国内外から超伝導ナノサイエンス関係の一流の研究者を講師として迎え、一日原則1時間、全体で2時間から3時間の集中講義を行い、十分な討論と、質疑応答を英語で行った。また、海外から優れた若手研究者3名が参加し、国内の若手研究者とともに積極的に討論を行った。これは若手研究者にとっては大変刺激的であり、有効であったと思われる。若手研究者には6日間、毎日、ポスターセッションを課し、若手研究者に十分な発表時間を与える配慮をおこなった。このことによって、若手研究者同士の自然な討論が生まれ、研究意識が高まったと確信する。人数も35名程度であり、適当であった。