

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	拠点形成型
分科細目	複合化学
採用番号	18003

平成 19 年 4 月 12 日

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿

拠点機関代表者・氏名 東京工業大学長 相澤 益男 職印

コーディネーター職・氏名 大学院理工学研究科・教授・榎敏明

領域・分野	化学
分科細目名（分科細目コード）	複合化学（4704）
採用番号	18003
研究交流課題名（和文）	多重機能分子性物質の開拓と分子素子への発展
研究交流課題名（英文）	Multifunctional Molecular Materials and Device Applications
採用期間	2006年4月1日 ~ 2008年3月31日

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東京工業大学
実施組織代表者（職・氏名）	学長・相澤益男
コーディネーター（職・氏名）	教授・榎 敏明
協力機関数	7 機関
参加者数	26 名

相手国 1

国名	フランス
拠点機関名	レンヌ第一大学
実施組織代表者（職・氏名）	学長・Bertrand FORTIN
コーディネーター（職・氏名）	主任研究員・Lachéne OUAHAB
協力機関数	5 機関
参加者数	23 名

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

物質化学、固体物理、理論、分子素子応用の分野での、以下の研究項目について、学術的な成果をうることを目標とする。

- (a) 分子性物質の界面機能制御技術の開発による有機トランジスタ、人工生体機能電子デバイスなど電子素子の新規機能開拓
- (b) スピントロニクスや強電子 - 格子相関分子系物質とそのナノ構造等を用いた各種物性(導電性、磁性、誘電性、光反応などの)の超高感度・超高速スイッチング機能開拓
- (c) 強相関電子系、有機超伝導体、多重機能分子性導体の開拓と電子構造、電子輸送メカニズムの解明、特にピコ秒時間分解X線技術を用いた動的相関解析、分子・相スイッチ機構の解明
- (d) 磁性と電子伝導の共存する新規分子磁性伝導体の開拓と新機能発現・デバイスへの発展
- (e) 光・電界によって誘起される電荷及び有機/金属ナノ界面での電荷輸送現象の解明

持続的な協力関係の基盤構築のために、上記4分野での共同研究の核をさらに強固にして、発展的な研究へと展開するため、研究者の派遣と受入を行うとともに、若手研究者2名を中期派遣し、若手を中心とした協力関係の構築に力を入れる。また、集中的な議論のため、日仏シンポジウムを行う。

平成18年度事業計画の達成状況

(1) 物質化学の研究においては、種々の分子性導体、分子磁性伝導体、多重機能性分子等の新規物質の開拓が行われた。この中で、分子磁性体の日仏共同研究として、フェリ磁性と弱強磁性の共存する特異な電荷移動錯体の開拓とその解明が行われた。また、 $\pi-d$ 複合体における Mott 絶縁体から電荷秩序相への特異な相転移現象を日仏間の共同研究によって見出し、相転移の機構について解明した。(2) 固体物理の共同研究では、光誘起相転移初期過程を構造科学的に実証するための日仏共同研究を実施し、電荷移動錯体の光励起下における動的散漫散乱の観測に世界で初めて成功した。またレンヌ第一大学と協力して、40 fs の時間分解能を持つ分光装置の開発も行った。さらに、スピントロニクス錯体における光誘起スピントロニクスダイナミクスの研究を行い、カスケード緩和過程や初期値依存などこれまでにみられなかった新現象を発見した。複核錯体に関する議論を基礎に、レビュー論文を完成させた。(3) 理論のグループでは、1/4 フィリング有機塩の電荷秩序を安定化させているフォノンの役割について、理論と実験の比較を通して議論を深め、さらにフォノンの量子効果について予備的な結果を出すことができた。また、擬2次元1/4 フィリング有機塩(BEDT-TTF)₂Xの電荷秩序を安定化させている分子の並進モードと回転モードの役割を、結晶構造に基づく模型計算により明らかにした。(4) デバイス応用の研究では、有機機能性ポリマーの酸化還元による、分子の形状変化および対イオンの挿入による変形についての研究を行った。電解変形において、フランス側からの提案による新規な対イオンを用いることによって、新たな知見がえられるものと期待される。また、誘電分極現象を総合的に評価できる装置として、マクスウェル変位電流、プリュスター角顕微鏡、光第2次高調波を検出できる装置の開発を行った。

研究者の派遣については、共同研究のために各分担者が1週間程度フランス側研究者を訪問するとともに、2名の若手分担者が約1ヶ月フランス及びオランダに滞在し、有機単結晶デバイスに関する情報交換と共同研究を開始した。また、滞在中に幾つかの成果を挙げることが出来た。フランス側からは、共同研究、及び、シンポジウムのため、19名の分担者が東工大、京大を訪問した。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

本事業では4つの共同研究のグループを基礎として、協力連携体制を構築しているが、グループ内での積極的な交流が進められ、事業1年目であるが既に成果の見える実施体制が確立してきている。また、固体物理、理論の間での研究交流が積極的に行われ、実験・理論の連携による研究体制が大きく機能してきている。また、分子素子応用と物質開拓、固体物理間の交流も行われている。この中で、日仏の拠点である東京工業大学とレンヌ第一大学との交流は大学院学生の交流を含めて活発化し、この2つの拠点を中心として、ネットワークの構築が大きく進みつつある。

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）

旅費・謝金支給額の計算や物品等の購入契約及び支払い事務は全て財務部各担当係が行っており、国際室教員支援チーム（学務部留学生課国際企画係）は研究代表者と財務部および日本学術振興会との連絡調整を行っている。また、研究代表者の研究室での事務支援および国際室教員支援チームでの事務支援のため、事務補佐員の雇用をした。

共同研究

共同研究は4つの共同研究グループを核として行われ、各グループ間の協力もグループ共同研究実施の過程で積極的に行われた。また、若手分担者2名の中期派遣により、若手間での研究の人的な協力関係を築くことが出来た。この中で、物質化学の共同研究は、東工大、京大、レンヌ第一大学、錯体研究所（仏）との間で行われ、フェリ磁性と弱強磁性の共存する新規分子磁性体の開拓と磁性の解明、複合電子系を有する有機ドナー分子の開拓、 $\pi-d$ 複合体におけるMott絶縁体-電荷秩序相間の特異な相転移現象の発見とその機構の解明が行われた。さらに、光誘起相転移現象の詳細について、固体物性のグループとの共同研究が進展した。有機金属錯体材料の薄膜形成に関する実験についての共同研究も今年度の準備を踏まえ、実施を進めている。固体物理の共同研究においては、東工大、京大、レンヌ第一大学、錯体化学研究所（仏）との共同研究が進展し、光誘起相転移初期過程の解明が行われ、スピנקロスオーバー錯体光誘起協同的スピン転移過程における相分離過程の構造的な実証をおこない、電荷移動錯体の光励起下における動的散漫散乱の観測に世界で初めて成功した。また、複核錯体における理論解析、 ptz 錯体における光誘起カスケード緩和過程の発見、ピラジン錯体における初期敏感な緩和過程の発見など大きな成果があがった。また、40 fsの極短時間パルス幅を持つレーザーシステムを用いた時間分解反射率測定装置の共同開発により、測定系の大幅な改良に成功し、赤外域から可視域に亘る幅広い波長領域での高時間分解測定を可能とすることができた。理論グループでは、分子研、レンヌ第一大学のグループを中心とした研究により、1/4フィリング有機塩の電荷秩序を安定化させているフォノンの役割について、理論と実験の比較を通して議論を深め、さらにフォノンの量子効果について予備的な結果を出すことができた。また、名古屋大学、レンヌ第一大学、リヨン大との分子伝導体に関する理論の共同研究も進展しつつある。デバイス応用では、東北大、九州工大、東工大、レンヌ第一大、デルフト工大との共同研究が進められ、導電性高分子の電解酸化による伸縮挙動の解明が行われ、フランス側から弾性的アニオン提供を受ける準備が行われている。また、薄膜試料作成について、フランス側からの試料提供を受けるとともに、その薄膜作成法を検討している。さらに、共同研究として、金属・半導体接合を用いた新しいデバイスの試作に成功し、研究は進行中である。

セミナー

拠点形成事業の開始前から、日本、フランスで交互にほぼ年一回の研究交流セミナーを開催している。今年度はそのような実績を背景に、研究交流をより促進するべく、先端拠点事業の研究交流と情報交換の目標の達成を目的として、第4回日仏機能性分子シンポジウムを平成19年3月8日-10日に東京工業大学で開催した。この会議では、別表3に示すように、事業担当者全員が参加するとともに、事業担当者以外の関連研究者の参加も得ることができた。加えて拠点事業の次年度以降の発展の方向性を具体的に検討するべく、アメリカより2名、イギリスより1名の研究者の招聘をおこなった。研究成果については、本研究事業における共同研究の4つのグループ(物質化学、固体物理、理論、分子素子応用)の最新の研究成果の詳細が発表されるとともに、集中的な議論が行われた。その結果分子性磁性伝導体の新たな開拓、超高感度・超高速スイッチング現象、分子性伝導体の特異な電子状態についての新理論、分子性機能物質を用いた分子素子への発展等の興味ある研究成果が明らかにされた。また、会期中に、別途、日仏両国の研究担当者とアメリカ、イギリスからの招聘研究者を交えた意見交換会、および、主要分担者の会議が開かれ、今年度に研究の総括と次年度及び次年度以降の研究交流の発展についての意見交換と検討が行われた。本シンポジウムは東京工業大学化学 COE から共催の形で援助をいただいた。加えて次世代育成の面での協力関係を強固にするべく、シンポジウムの前、3月5日-7日の日程で2nd Japan-France Advanced School on Chemistry and Physics of Molecular Materials をシンポジウムと同じ会場で開催し、拠点プロジェクト担当者の所属大学の学生を中心に、他の関連研究グループの大学からの学生も含めて、約60名の大学院学生が参加した。これらの学生は同時にシンポジウムにも参加し、活発な議論を行った。

研究者交流

本年度の研究者交流は、若手研究分担者2名がフランス及びオランダに1ヶ月程度滞在することにより行われた。これらの中期滞在の目的の一つには、若手研究者が相手国研究者と直接的な人的交流を構築することにより、若手が主導する共同研究体制と研究ネットワーク作りを目的とするものであるが、本拠点形成プロジェクトの4つの共同研究の実施の一環ともなっている。本年度の若手研究者の派遣は固体物理とデバイス応用のグループの活動と連携を持ちながら行われた。固体物理グループの若手研究分担者は既にレンヌ第一大学との共同研究が積極的な推進されていることを踏まえて、これに参加するとともに、新たに若手研究者の発想を次の段階の共同研究に発展させることが行われた。この中で、レンヌ第一大学に納入されたフェムト秒レーザーシステムの立ち上げと、電荷移動錯体結晶の時間分解反射測定の実験を行い、レンヌ第一大学側と超高速時間分解測光に関する積極的な意見とノウハウの交換を行うことができた。また、デバイス応用のグループの若手分担者はフランスでの研究交流、意見交換を行うとともに、オランダ・デルフト工科大学との共同研究も進め、有機単結晶デバイス作成に関する共同研究を開始し、滞在中に幾つかの成果を挙げる事が出来た。また、これらの研究者交流と共同研究の連携活動に加え、3月に開催された日仏シンポジウムと若手研究者(博士課程学生と博士研究員)のためのアドバンスト・スクールでは、フランス側の若手研究分担者が多数参加し、積極的な研究交流が推進された。