

研究拠点形成事業
平成 28 年度 実施報告書
(平成 25～27 年度採択課題用)

A. 先端拠点形成型

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	名古屋大学
(英国) 拠点機関：	エジンバラ大学
(カナダ) 拠点機関：	ウィンザー大学
(ロシア) 拠点機関：	ロシア科学アカデミー・シベリア支部・ノボシビルスク

2. 研究交流課題名

(和文)： 強相関分子系の新しい有機エレクトロニクス
(交流分野： 化 学)

(英文)： Organic Electronics of Highly-Correlated Molecular Systems
(交流分野： Chemistry)

研究交流課題に係るホームページ：<http://advmat.chem.nagoya-u.ac.jp/core2core.html>

3. 採用期間

平成 25 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日
(4 年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：名古屋大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：総長・松尾 清一

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：大学院理学研究科・教授・阿波賀 邦夫

協力機関：北海道大学、千葉大学、関西学院大学、東京農工大学

事務組織：研究支援課、理学部事務部、

相手国側実施組織 (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国名：英国

拠点機関：(英文) Edinburgh University

(和文) エジンバラ大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) School of Chemistry・Professor・ROBERTSON, Neil

協力機関：(英文) University of St Andrews

(和文) セントアンドリュース大学

協力機関：(英文) Imperial College London
(和文) インペリアル・カレッジ・ロンドン

協力機関：(英文) University of Strathclyde
(和文) ストラスクライド大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(2) 国名：カナダ

拠点機関：(英文) University of Windsor
(和文) ウィンザー大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) Department of Chemistry & Biochemistry・Professor・RAWSON, Jeremy

協力機関：(英文) University of Guelph
(和文) ゲルフ大学

協力機関：(英文) McGill University
(和文) マギル大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(3) 国名：ロシア連邦

拠点機関：(英文) Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk
(和文) ロシア科学アカデミー・シベリア支部・ノボシビルスク

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：

(英文) Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk・Professor・ZIBAREV, Andrey

協力機関：(英文) N.D.Zelinsky Institute of Organic Chemistry, Russian Academy of Sciences
(和文) ロシア科学アカデミー・ゼリンスキー有機化学研究所

協力機関：(英文) Ivanovo State University of Chemical Technology,
(和文) イバノバ州立大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

5. 研究交流目標

5-1. 全期間を通じた研究交流目標

1960年代の日本と英国に端を発する有機半導体の研究は、有機金属・超伝導体、有機磁石などへと発展する一方、有機半導体が電界発光素子やトランジスターに利用される有機エレクトロニクス的一大分野が開花しつつある。しかしその現状は、無機半導体エレクトロニクスの作動機構がそのまま有機系にコピーされたようなものが多く、有機系の特長を活かした新しい発展が待望されている。

本事業では、日本－英国－カナダ－ロシアの研究者が、「物質合成」「基礎物性探索」「デ

バイス展開」研究において役割分担し、有機伝導体や磁性体研究を通じて見出された有機系に顕著な絶縁化要因、すなわち電子-格子緩和、電荷不均化や電子間反発などを起点とするデバイス特性を追求し、真に有機物的な有機エレクトロニクスを追求する。その一方、トランジスターや光電セル構造をつくり込むことによって有機伝導体・磁性体に効率的な電荷注入を行い、これによって新たな分子物性の開拓を目指す。すなわち、「有機伝導体・磁性体研究」⇔「有機エレクトロニクス研究」の双方向研究から、基礎と応用において win-win の革新的成果をもたらす。

さらに本事業では、日本側で推進されているさまざまな人材育成や国際化プログラムと連携することによって、俯瞰力・展開力・国際性が必要とされる「有機分子物性・有機エレクトロニクス」の将来を担う若手人材を育成する。

5-2. 平成28年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

H27 年度途中より、ロシア・ロシア科学アカデミー・ゼリンスキー有機化学研究所 (RAKITIN, Olga)、ロシア・Ivanova 州立大学 (STUZHIN, Pavel A.)、東京農工大 (帯刀陽子准教授) が協力機関として加わり、国内 5 大学、国外 8 大学・国外 2 研究所の合計 16 グループで H28 年度は事業を推進する。これまでに STUZHIN とはフタロシアニン類縁体であるポルフィラジン化合物に関する共著論文を報告しており、共同研究 R1「新規強相関分子系の合成と物性開拓」および R2「強相関分子の有機エレクトロニクスへの応用」において、このようなポルフィラジン化合物を用いた物性開拓と FET などの有機デバイスにおける高い特性を見出せる可能性が高い。また、帯刀は ROBERTSON (エジンバラ大) の研究室に約 1 年間の留学経験があり、TTF 部位などを含む有機高分子の合成と太陽電池などへの応用に関連して、現在も継続的な共同研究を行っていることから、本事業でも共同研究 R1 および R2 で大きな進展が見込める。このように、新たなメンバーが加わることで、共同研究が大幅に進展し、より多くの成果公表が期待される。

上記のような協力体制のもと、H28 年度は研究成果の公表に向け、より密な研究打ち合わせを要すると考え、4 月 10-12 日の日程で WOOLINS 教授のお世話のもと、セントアンドリュースにて本事業の第 4 回ワークショップを、9 月 26-30 日の日程で ZIBAREV 教授のお世話のもと、ノボシビルスクにて本事業の第 5 回ワークショップを開催する。いずれのワークショップにも、本事業参加のグループリーダー全員と若手スタッフ、大学院生など総勢 30~50 名程度が参加することで、本事業に関連する研究成果の発表を行い、今後の共同研究、成果のまとめ方などについて議論する。

このようなワークショップとともに、お互いの研究グループへの訪問や短期・長期滞在を実施する。日本側からは、上記のセントアンドリュースでのワークショップの機会を利用して、中村 (北大) と大学院生らがエジンバラ大とストラスクライド大を 1 週間程度訪問し、R1 や R2 に関する研究打ち合わせと簡単な実験を行う。また、名古屋大から大学院生や博士研究員がインペリアルカレッジロンドンやエジンバラ大に数か月滞在し、R1 や R2 に関連する有機ラジカルやフタロシアニン系物質の良質な薄膜作製を行い、高性能なデバ

イス特性を見出す。一方で、海外からは、カナダの RAWSON が、9月に名古屋で開催される分子磁性国際会議サテライトシンポジウムにて招待講演を行い、その後、名古屋大において R1 および R2 の鍵となる強相関有機系物質チアジラジカルの合成について大学院生らの指導を行う予定である。また、エジンバラ大の交換留学生 2 名が、名大ーエジンバラ大の学術交流協定を利用して 6 月まで滞在し、R1 や R2 に関連する光応答セル関連の研究を遂行する。これに応じて、エジンバラ大の ROBERTSON が 6 月に名古屋大を訪問し、エジンバラ大学生と面談を行い、その機会にセミナーと本事業の打合せを行う。なお、継続的に 10 月以降もエジンバラ大からは新たな学生を受け入れる予定である。上記に加えて、海外のグループから、大学院生や博士研究員を日本の各グループに受け入れ、本事業の出口となる有機強相関係物質の新奇物性と高性能なデバイス特性に関する成果を得る。

以上のように、これまでと同規模の交流を行う予定であるが、H28 年度は、ここ 3 年間の協力体制をベースに、有機カルコゲンー窒素化合物、ジチオレン金属錯体、新規チアジラジカル、有機高分子、 K_4 構造に結晶化する三角分子ナフタレンジイミド (NDI)、金属有機構造体 (MOF) など、これまでに開発してきた分子と見出してきた FET、光応答セル、電池特性などのデバイス特性をもとに、昨年度加わった新たな協力機関との連携により成果公表に向けた取り組みと交流を積極的に行っていく。

<学術的観点>

本事業では日本ー英国ーカナダーロシアの研究者が、「物質合成」「基礎物性探索」「デバイス展開」研究において役割分担し、有機伝導体や磁性体研究を通じて見出された有機強相関系に顕著な絶縁化要因である電子ー格子緩和、電荷不均化や電子間反発などを起点とするデバイス特性を検討し、真に有機物的な有機エレクトロニクスを追求することを目標としてきた。前年度までに、有機カルコゲンー窒素化合物、ジチオレン金属錯体、新規チアジラジカル、有機高分子、 K_4 構造に結晶化する三角分子ナフタレンジイミド (NDI)、金属有機構造体 (MOF) など、強相関や高次元性といった点で特徴的な電子構造や結晶構造をもつ様々な系を開発してきた。また、これらを用いて、特徴的な FET、光応答セル、電池特性などのデバイス特性を得ている。

H28 年度は、前年度までの成果をもとに、R1「新規強相関分子系の合成と物性開拓」、R2「強相関分子の有機エレクトロニクスへの応用」、R3「新規電極活物質の創製と二次電池への応用」の 3 つの共同研究テーマを実施する。その過程で、「物質合成」に関して、強相関や高次元性など、特徴的な電子構造や結晶構造をもつ有機ラジカル塩、有機高分子、金属有機構造体 (MOF) が新規に開発される。また、そこでは、伝導性、磁性、誘電性といった様々な新奇物性の発現が考えられる。

一方で、「デバイス特性」について、環状チアジラジカルなどの強相関有機分子を利用した FET におけるバンド伝導的な挙動だけではなく、アントラセン-TCNQ 単結晶 CT 錯体などを用いたバイポーラー-FET において、その特性が分子のダイナミクスによって変化するという新しい現象が期待される。このような FET 特性以外に、強相関有機分子の単分子膜ではバルク結晶とは異なる、極めて特異な強相関構造が得られるなど、有機薄膜を用い

ることで新しい研究の展開が可能である。例えば、ポリチオフェンや C60 薄膜を積層した光応答セルでは、誘電体層を様々に変えることで、新しい原理に基づいた高速かつ高出力な光過渡電流が観測される。このような現象は、昨年度より加わった STUZHIN が得意とするフタロシアニン類縁体を用いることで赤外領域の光でも可能になると考えられ、光通信などの領域で大きなインパクトを与えられるであろう。また、ROBERTSON や帯刀らは、このような化合物や原理を用いて高効率な太陽電池の創製にも取り組む。

上記のような有機エレクトロニクスに加え、高いレドックス活性を有する新奇 MOF、COF、有機高分子を正極材料とすることで、安定かつ高容量な二次電池特性が見出されることが期待される。さらに、これらの固体電気化学反応中の磁性などの物性を *operando* 計測することにより、電気化学によって制御される新奇な固体物性が実現される。

このように、学術的な観点から、本事業に「有機薄膜」「光過渡電流」「MOF」「固体電気化学」などの新しいキーワードが加わり、基礎から応用まで幅広く、強相関分子系の新しい有機エレクトロニクスを展開できる。また、連携グループからの試料提供や技術の授受によりさらなる発展が見込める。

<若手研究者育成>

4月および9月に開催する本事業のワークショップに若手教員（助教クラス）および博士研究員や大学院生を多数参加させ、成果の発表や英国、カナダ、ロシアから参加する数十名の学生及び研究者との交流を行い、積極的な議論を通して、各グループへの滞在や若手研究者独自の着想に基づいた新しい共同研究の芽を育む。また、このような経験を通して若手研究者の英語によるコミュニケーション能力を上昇させる。

前年度までに、日本側の若手研究者は、有機強相関物質の合成やそれを用いた良質なデバイス作製（薄膜作成）に関する共同研究において、海外のグループに滞在するなどして、合成および成膜技術の習得を行った。H28年度は、これらの活動を通して得られた成果の公表に向けた精緻な実験と議論を行う。その結果、研究だけではなく、その公表過程について若手研究者は学ぶことができる。また、海外のグループからは、エジンバラ大の学生が、継続的に名古屋大に長期滞在予定であり、本事業に関連する研究を行ってもらうことで、新しい技術や知識を習得し、エジンバラ大での学位取得へと結びつける。

なお、日本および海外の大学院生の博士論文や修士論文にも本事業の成果の一部が取り込まれるなど、交流実績が目に見える形で現れつつあり、例えば、日本側学生の学振特別研究員（JSPS DC1、DC2）の採択などへとつながっている。このように本事業は若手研究者の育成面でも機能している。今後は、各グループに在籍する日本人および外国人博士研究員、博士課程学生のアカデミックポスト獲得に向け、後述の博士課程教育リーディングプログラムとも連携しながら、より一層の努力をする。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

日本側の各グループにおいては、各大学で開催されるホームカミングデイ、オープンキャンパスといった研究公開の機会を利用し、広く一般の方にも本事業の目的と内容、本研

究成果を知ってもらう。将来的には、本研究で得られた成果の公開講演会の開催なども視野に入れながら、パンフレットの作製などを行うことで社会貢献への対応としたい。また、スーパーサイエンスハイスクールや高校への出前講義、さらには JSPS ひらめき☆ときめきサイエンスを利用した小中高生への実験デモなどでも、本事業で得られた研究成果の紹介をして、若い世代も含め広く認知してもらうことにより、科学啓蒙活動の一環とすることができればと考えている。

また、本事業において構築したエジンバラ大学との協定や信頼関係を全学レベルに引き上げることが計画している。具体的には、H28年3月に申請を行い、10月に発足することを目指して、ジョイント・ディグリー制度の制定に努力している。参加予定は、名古屋大学理学研究科－物質理学専攻（化学系）、同（物理系）、生命理学専攻、素粒子宇宙物理学専攻と、エジンバラ大学－化学科、生物学科、物理学科である。日本人学生にとって、名大とエジンバラ大の学位の同時取得は極めて魅力的であろう。これが、名古屋大学の更なる国際化に大きく寄与するものと考えている。

なお、本事業のコーディネーターである阿波賀は、「名古屋大学博士課程教育リーディングプログラム（グリーン自然科学国際教育研究プログラム（IGER）」のコーディネーターも務めており、この学位プログラムと本事業の連携をより加速させ、中長期派遣やセミナーなどによって博士課程学生の教育に有効に役立てる。また、阿波賀がセンター長を務める物質科学国際研究センターの新事業「統合物質創薬化学推進機構（H28～）」とも連携し、研究情報交換や研究員交流を促進する。

6. 平成28年度研究交流成果

6-1 研究協力体制の構築状況

前年度（H27年度）後半と同様に、国内5大学（6グループ）（名古屋大、北海道大（2グループ）、千葉大、関西学院大学、東京農工大）と国外3カ国8大学・2研究所（英国：エジンバラ大学、セントアンドリュース大学、インペリアルカレッジロンドン、ストラスクライド大学、カナダ：ウィンザー大学、ゲルフ大学、マギル大学、ロシア：ノボシビルスク有機化学研究所、ゼリンスキー有機化学研究所、Ivanova 州立大学）の計16グループにより本事業を推進した。以下、研究協力体制の構築状況について詳細を述べる。

H28年度は、北大稲辺グループの大学院生がインペリアルカレッジロンドンの HEUTZ グループに短期滞在し、中心金属を Mn とするフタロシアニン類縁体の高品質薄膜の作製やその構造解析を行い、成果公表に向けたディスカッションを行った。また、名古屋大の大学院生がエジンバラ大学の ROBERTSON グループに2ヶ月間滞在し、金を中心金属とする新規ジチオレン錯体の合成と物性評価を行った。さらに、前年度までに RAWSON グループにて滞在して習得した技術に基づき合成した強相関電子系物質の高圧化での構造解析と特異な物性発現の可能性を検討した。一方で、海外から日本への滞在として、エジンバラ大の学生が名大に継続的に長期滞在し、有機強相関分子系を用いた光応答セルなどのデバイ

ス作製などを行った。

このような研究者の滞在による共同研究だけではなく、カナダやロシアのグループによる新規チアジラジカル類、イギリスやカナダのグループによる酸化還元活性な有機分子の提供によっても研究を進め、日本の研究グループがそれらの FET 特性や二次電池特性などのデバイス特性を見出した。また、国内 5 大学間（名大―北大―千葉大―関西学院大―東京農工大）の研究交流も行っており、博士研究員や大学院生の研究機関間の行き来やサンプル提供により、有機強相関係物質のデバイス作製や物性測定に関する研究が進展している。なお、H28 年度は、稲辺グループ（北大）の大学院生が学位取得後、阿波賀グループ（名大）の博士研究員になるなど、今後の共同研究の発展に向けた人的交流もなされた。

上記の研究交流活動とともに、セミナーや研究室見学、研究打ち合わせのための相互訪問も多数実施した。H28 年度は、阿波賀によるエジンバラ大学訪問、中村によるイギリス 3 大学（エジンバラ大、ストラスクライド大、インペリアルカレッジロンドン）の訪問、稲辺グループの若手教員と大学院生のインペリアルカレッジロンドンの訪問、帯刀らによるエジンバラ大訪問がなされ、それぞれセミナーを行うとともに、日本側が有する様々な有機強相関係物質の紹介とそれらを用いたエレクトロニクスデバイス作製に関する共同研究の打合せなどを行った。また、エジンバラ大の ROBERTSON が名古屋大にてセミナーや太陽電池関連に関する共同研究の打ち合わせを行うとともに、名古屋大に滞在しているエジンバラ大学生の指導を行った。さらに、インペリアルカレッジロンドンの大学院生やセントアンドリュース大の教員が名古屋大を訪問し、セミナーや共同研究の打合せを行った。

また、年次会議として、JSPS Core-to-Core/Leverhulme Trust Joint Workshop を、Leverhulme Trust との共催により、セントアンドリュース（WOOLLINS 教授主催）およびノボシビルスク（ZIBAREV 教授主催）で開催し、コアメンバーとその研究室に所属する若手研究者や学生が参加し、研究成果報告と今後の共同研究打ち合わせを密に行った。この年次会議に加え、二年に一度の分子磁性国際会議（ICMM、仙台で開催）のプレカンファレンスが名古屋大で阿波賀の主催のもと開催され、コアメンバーである阿波賀、WOOLLINS（イギリス・セントアンドリュース大）、RAWSON（カナダ・ウィンザー大）が共同研究内容を講演し、共同研究の打合せや名大の研究室見学、大学院生指導などを行い、さらに、本事業による研究交流成果を外部の著名な研究者にアピールすることができた。なお、H29 年度の年次会議は 5 月にモントリオール、11 月に名古屋（本事業最終報告会）で開催されることが決定した。

以上のような研究交流を通して、交流（物質、人、情報のサイクル）が十分確立され、「新規強相関分子系の合成と物性開拓」、「強相関分子の有機エレクトロニクスへの応用」、「新規電極活物質の創製と二次電池への応用」の 3 つの共同研究について、基礎と応用の両方で研究が順調に進んだ結果、共著論文や共著の学会発表などの成果公表がなされ、大学院生の博士論文や修士論文にも成果の一部が取り込まれるなど、交流実績は確実に積み重ねられている。

6-2 学術面の成果

前年度までの成果をもとに、R1「新規強相関分子系の合成と物性開拓」、R2「強相関分子の有機エレクトロニクスへの応用」、R3「新規電極活物質の創製と二次電池への応用」の3つの共同研究テーマを実施し、「物質合成」「基礎物性探索」「デバイス展開」研究などについて、以下のような学術成果を得た。

「新物質合成」・「基礎物性探索」に関しては、強相関や高次元性など、特徴的な電子構造や結晶構造をもつ系を継続的に見出した。昨年度報告した K4 構造に結晶化する三角分子ナフタレンジイミドの各種ラジカルアニオン塩に加え、類似の骨格を有するトリプチセントリスキノンラジカルの作製へと研究を展開し、特異なバンド構造に由来した新しい物性発現に向けて研究を進行中である。これらの成果は本事業によるカナダ滞在での合成技術習得の成果である。さらに、名大大学院生がエジンバラ大に滞在することで、金を中心金属とする新規ジチオレン錯体の創製にも成功しつつあり、これを用いた光デバイス特性などが期待される。

「デバイス特性」に関しては、強相関係有機分子の分子薄膜を利用して比較的良い電解効果移動度、しきい電圧、オンオフ比を示す FET の作製に成功した。特に、高真空下で有機分子の蒸着量を変化させながら FET 特性を測定する *in situ* 観測法を開発することで、電解効果移動度、しきい電圧、オンオフ比などをリアルタイムで連続的に観測することが可能となり、分子層数と FET 特性の相関を見出すことができた。これらは、カナダのグループから提供された強相関係有機分子を用いることで得られた共同研究成果の一つである。また、名大-エジンバラ大の共同研究により、ジチオレン錯体薄膜の近赤外光による光電流発生の観測や名大-インペリアルカレッジロンドンの共同研究による配向性フタロシアニン類縁体薄膜の特異な磁気特性の発現にも成功した。なお、これらはともに英国の学術誌 *Phys. Chem. Chem. Phys.* に掲載され (DOI: 10.1039/c6cp0868c および 10.1039/c6cp01932c)、特に後者については、掲載号の *Showcasing research* として口絵とともにハイライトされた。このように、結晶や厚膜から分子レベルの薄膜へと展開することで、強相関分子に特有のデバイス特性を得た。

R3 の成果としては、新奇有機カルコゲン-窒素化合物、金属有機構造体 (MOF)、共有結合有機構造体 (COF)、有機高分子を正極材料とすることで、安定かつ高容量な二次電池特性が見出した。新奇有機カルコゲン-窒素化合物についてはロシアの ZIBAREV グループから提供された物質群であり、共同研究の成果といえる。また、MOF や COF には活性な有機物質群を包接させることが可能であり、電荷移動錯体や硫黄を包接させることでそれらに特有の電池特性を見出した。

このように試料の授受や滞在型の共同研究交流を行うことで、学術的な観点から、「配向性薄膜」「光過渡電流」「強誘電性」「MOF」「COF」「固体電気化学反応」といった新しいトピックスを加え、基礎から応用まで幅広く、強相関係物質群の新しいエレクトロニクス研究を展開し、国内外の会議における発表や国際誌への論文としての公表につなげることができた。

6-3 若手研究者育成

H28年度は、4月および9月に開催された本事業の年次会議において、日本側の多くの若手研究者（スタッフ、博士研究員、大学院生）が口頭発表を行い、研究内容の相互理解を深めるとともに、今後の共同研究について打ち合わせを行った。その結果、学生間や博士研究員間のレベルで研究などに関する密な情報交換ができた。また、本事業の研究内容に関連する国際会議に若手研究者や大学院生を送り出し、英語で研究発表をする貴重な経験を与えた。さらに、本事業の海外メンバーが来日した際に、セミナーと個別の議論を行ってもらうことで、若手研究者の英語によるコミュニケーション能力は格段に向上した。

一方で、研究面においては、北大稲辺グループの大学院生がインペリアルカレッジロンドンに滞在し、フタロシアンニン類縁体の高品質薄膜の作製やその構造解析を行った。また、名古屋大の大学院生がエジンバラ大学に滞在し、新規ジチオレン錯体の合成と物性評価などを行った。その他、若手教員や大学院生が海外グループを訪問して、セミナーや共同研究の打ち合わせなどを行った。このような若手の研究交流は、共著論文としての成果発表につながるものであり、本事業での共同研究が着実に若手研究者を育てている。なお、学術面の成果で述べたように、エジンバラ大の学生と名大の外国人助教間、および名大の博士研究員とインペリアルカレッジロンドンの学生間の共著論文が H28 年度は公表され、今後もさらなる論文が期待されることから、相互の若手研究者間の共同研究は順調に進んでいるといえる。

また、日本側コアメンバーグループに属する若手研究者が、本事業で得た成果を基に他大学・機関へと昇進異動するなど(H28年度は3件)、若手研究者育成への本事業の貢献が目に見える形となって現れている。今後も、各グループに在籍する日本人および外国人博士研究員、博士課程学生のアカデミックポスト獲得に向け、名古屋大学の博士課程教育リーディングプログラムとも連携しながら、より一層の努力をする。

6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

日本の研究グループは、各大学で開催されるホームカミングデイ、オープンキャンパス、出前講座といった研究公開の機会を利用し、本事業で得られた研究成果を発表するとともに、来訪した一般の人にもその内容を紹介した。

また、本事業による国際交流は、名古屋大学とエジンバラ大学間の Joint degree 制度（H28年10月に正式発足）や、名古屋大とセントアンドリュース大学間の包括的な教育研究連携協議など、大学全体の交流に発展し、名古屋大学の更なる国際化に大きく貢献した。

6-5 今後の課題・問題点

上記で述べたように、研究交流や共同研究は順調であると考えているが、中間評価で指摘のあった、研究成果の公表、研究者の滞在型交流・育成、拠点機関内での研究体制の充実については今後も改善すべき点があると考えている。

研究成果の公表については、共同研究による成果が出始めており、最終年度に向けて、主に国際誌への論文発表という形で、さらなる成果公表の努力をする。研究者の滞在型交

流・育成については、国内および海外グループの若手研究者の交換は十分とは言えない状況であり、国内グループの場合、博士課程学生を増やすなどして、より多くの若手研究者を海外グループに1カ月以上滞在させる。また、海外から日本グループへの滞在については、海外グループのマッチングファンドなどによってのみ支出可能であり、今後も海外グループにはマッチングファンドの獲得とそれを利用した日本への派遣を継続的に呼びかける。なお、H28年度に締結された名大とエジンバラ大間のジョイント・ディグリー制度や名大とセントアンドリュース大学間の包括的な教育研究連携協議はこの一助になるであろう。

最後に、拠点機関内における研究体制の充実について、名古屋大学理学研究科の田中健太郎教授のグループと連携することで対応する予定であり、H29年1月に阿波賀と田中がエジンバラ大学を訪問し、本事業の発展についてエジンバラ大のRobertsonなどと討議済みである。

6-6 本研究交流事業により発表された論文等

- | | |
|-------------------------------|------|
| (1) 平成27年度に学術雑誌等に発表した論文・著書 | 9 本 |
| うち、相手国参加研究者との共著 | 2 本 |
| (2) 平成27年度の国際会議における発表 | 33 件 |
| うち、相手国参加研究者との共同発表 | 3 件 |
| (3) 平成27年度の国内学会・シンポジウム等における発表 | 42 件 |
| うち、相手国参加研究者との共同発表 | 3 件 |

7. 平成28年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 新規強相関分子系の合成と物性開拓 (英文) Synthesis and Characterization of Highly-Correlated Molecular Systems				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 阿波賀邦夫・名古屋大学・教授 (英文) AWAGA, Kunio・Nagoya Univ.・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) RAWSON, Jeremy・University of Windsor・Professor ZIBAREV, Andrey・Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk・Professor ROBERTSON, Neil・Edinburgh Univ.・Professor				
	日本側参加者数	38名			
	(英国) 側参加者数	19名			
	(ロシア) 側参加者数	14名			
	(カナダ) 側参加者数	22名			
28年度の 研究交流活動	<p>日本、ロシア、カナダ、イギリスの各グループが協力し、本共同研究課題の縦系となる強く多次元的な分子間相互作用とラジカル安定性を有する新しい有機分子の合成と基礎物性の探索について以下のような研究交流活動を行った。</p> <p>H28年度は、名古屋大の大学院生1名が強相関電子系の更なる開拓のため、エジンバラ大学の ROBERTSON グループに2ヶ月間滞在し、金を中心金属とする新規ジチオレン錯体の合成、基礎的性質の評価を行った。さらに、強相関電子系の高圧化での構造変化と特異な物性発現の可能性を検討するため、エジンバラ大学の ROBERTSON グループを訪問し、日本で合成したラジカル結晶(一昨年度、RAWSON グループに滞在して習得した技術に基づき合成)の高圧下 X 線構造解析を行った。</p> <p>また、これまでのカナダ滞在で習得した合成技術により、強相関系新規有機ラジカルの作製に取り組むとともに、お互いのグループから様々なラジカル関連物質のやり取りについても行き、その基礎物性(磁性、伝導性)を検討した。</p> <p>なお、カナダの RAWSON が、9月に名古屋で開催された分子磁性国際会議サテライトシンポジウムにて招待講演を行い、その後、名古屋大において強相関有機系物質チアジラジカルの合成について大学院生らの指導を行った。</p>				

28年度の研究 交流活動から得 られた成果	<p>本事業によるカナダ滞在での合成技術習得の成果として、昨年度報告した K4 構造に結晶化する三角分子ナフタレンジイミドの各種ラジカルアニオン塩に加え、類似の骨格を有するトリプチセントリスキノラジカルの作製へと研究を展開し、特異なバンド構造に由来した新しい物性発現（磁性や伝導性など）に向けた研究を進めることができた。</p> <p>また、名大大学院生がエジンバラ大に滞在することで、様々な中心金属を有する新規ジチオレン錯体を創製し、それらの基礎物性などを調べることができた。今後は、これを用いた光デバイス特性などが期待される。</p> <p>このように、これまでの研究交流活動によって蓄積された有機強相関試料作製についてのノウハウを用いて、特徴的な分子構造や電子構造をもつ物質を、有機エレクトロニクス材料として数多く供給できるようになった。</p> <p>なお、RAWSON 教授の名古屋大訪問により、この分野の最新の動向に関する情報を得ることができ、本事業の核となる強相関有機系物質チアジラジカル系分子の合成についても、さまざまな助言を受けることができ、研究が進展した。</p>
-----------------------------	--

平成25～27年度採択課題

整理番号	R-2	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 強相関分子の有機エレクトロニクスへの応用 (英文) Application of Highly-Correlated Molecular Systems to Organic Electronics				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 阿波賀邦夫・名古屋大学・教授 (英文) AWAGA, Kunio・Nagoya Univ.・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) ROBERTSON, Neil・Edinburgh Univ.・Reader HEUTZ, Sandrine・Imperial College London・Senior Lecturer RAWSON, Jeremy・University of Windsor・Professor				
	日本側参加者数	44	名		
	(英国) 側参加者数	18	名		
	(ロシア) 側参加者数	4	名		
	(カナダ) 側参加者数	8	名		
28年度の 研究交流活動	<p>H28年度は、北大稲辺グループの大学院生がインペリアルカレッジロンドンの HEUTZ グループに約1ヶ月間滞在し、デバイスへの応用を目的とした中心金属を Mn とするフタロシアニン類縁体の高品質薄膜の作製やその構造解析を行い、成果公表に向けたディスカッションを行った。</p> <p>一方で、英国側からは、名大－エジンバラ大の学術交流協定を利用して、長期滞在の形で、エジンバラ大学生を前年度に引き続き名大へ受け入れ、有機分子を用いたデバイス作製と特性の検討などを行った。</p> <p>また、セミナーや研究室見学、研究打ち合わせのための相互訪問も多数実施した。海外からは、エジンバラ大の ROBERTSON やインペリアルカレッジロンドンの大学院生が、名古屋大にてセミナーや共同研究の打ち合わせを行った。日本からは阿波賀、中村、帯刀らがエジンバラ大を訪問し、セミナーを行うとともに、FET、光セル、高効率な色素増感型太陽電池の創製に関する打ち合わせを行った。</p> <p>なお、各グループ間での試料のやり取り（特にカナダから名大への強相関系有機分子の提供）とデバイス特性の測定は随時行うとともに、年次会議において共同研究に関する打ち合わせを行った。</p>				
28年度の 研究交流活動 から得られた成 果	<p>名大－エジンバラ大の共同研究により、ジチオレン錯体薄膜の近赤外光による光電流発生を観測や名大－インペリアルカレッジロンドンの共同研究による配向性フタロシアニン類縁体薄膜の特異な磁気特性の発現にも成功した。なお、これらはともに英国の学術誌 <i>Phys. Chem. Chem. Phys.</i> に掲載され (DOI: 10.1039/c6cp0868c および 10.1039/c6cp01932c)、特に後者については、掲載号の Showcasing research として口絵とともにハイライトされた。このように、結晶や厚膜から分子レベルの薄膜へと展開することで、強相関分子に特有のデバイス特性を得た。</p> <p>また、カナダのグループから名大に提供された強相関系有機分子の分子</p>				

	<p>薄膜を利用して比較的良い電解効果移動度、しきい電圧、オンオフ比を示す FET の作製に成功した。特に、高真空下で有機分子の蒸着量を変化させながら FET 特性を測定する in situ 観測法を開発することで、電解効果移動度、しきい電圧、オンオフ比などをリアルタイムで連続的に観測することが可能となり、分子層数と FET 特性の相関を見出すことができた。</p> <p>このように試料の授受や滞在型の共同研究交流を行うことで、FET 特性や光応答性などの出口に近い研究成果を得ることができ、強相関系物質群の新しいエレクトロニクス研究を打ち立てることができた。なお、上記の成果は主に大学院生や博士研究員によりなされたものであり、若手研究者育成にも貢献できた。</p>
--	---

整理番号	R-3	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 新規電極活物質の創製と二次電池への応用 (英文) Development of New Electrode Active Materials and Applications to Rechargeable Batteries				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 阿波賀邦夫・名古屋大学・教授 (英文) AWAGA, Kunio・Nagoya Univ.・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) SKABARA, Peter・Strathclyde Univ.・Professor ZIBAREV, Andrey・Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk・Professor				
	日本側参加者数	22名			
	(英国)側参加者数	5名			
	(ロシア)側参加者数	10名			
	(カナダ)側参加者数	16名			
28年度の 研究交流活動	<p>H28年度は、前年度に引き続き、SKABARAグループとメールなどで研究課題に関する打ち合わせを行うとともに、酸化還元活性なテトラチアフルバレン(TTF)部位を有する新規有機高分子サンプルの提供がSKABARAグループより名大側にあり、その電池測定などを行った。</p> <p>また、9月にノボシビルスクで開催された年次会議をきっかけに、ロシアのZIBAREVグループからSe-Se結合を含む新奇有機カルコゲン化合物の提供が日本のグループにあり、それらを正極材料とする二次電池の電池特性計測へと発展した。</p>				
28年度の 研究交流活動 から得られた成 果	<p>サンプル提供されたTTF骨格を含む新規π共役有機高分子の電気化学特性を詳細に検討するとともに、これを正極活物質とするリチウム電池を実際に作成し、その充放電特性を測定した。その結果、この物質は二次電池特性を示し、従来のTTF系分子に匹敵するぐらいの電池容量を有することを明らかにした。さらに、TTFを含む電荷移動錯体が包接された新奇金属有機構造体(MOF)のスピン物性についても見出した。</p> <p>また、ZIBAREVグループから提供されたSe-Se結合を含む多数の新奇有機カルコゲン化合物の電気化学特性を詳細に検討するとともに、これを正極活物質とするリチウム電池の充放電特性を測定した。その結果、この物質は二次電池特性を示すことが分かったが、放電においてSe-Se結合が開裂するために、サイクル特性が悪いことが分かった。現在、固体電解質などを用いることで、開裂した物質が溶けないような工夫を行っているところである。これらについては、電気化学反応中の固体物性についても興味もたれる。</p> <p>このように、サンプルのやり取りを通して、高性能な有機電極材料につ</p>				

	<p>ながる成果を得た。これらの成果により、どのような物質が次世代蓄電材料として適しているかに関する知見を得ることができ、今後、SKABARA 及び ZIBAREV グループにはそのような材料の合成に取り組んでもらうことが決定した。</p> <p>さらに、日本側グループでは、上記の知見を基に、共有結合性有機構造体 (COF) 内に硫黄を固定することで、安定かつ高容量な二次電池特性が得られることを見出した。</p>
--	--

7-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「強相関分子系の新しい有機エレクトロニクス」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “CtC/Leverhulme Joint Workshop, St. Andrews 2016“
開催期間	平成 28年 4月 10日～12日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) イギリス・セントアンドリュース・セントアンドリュース大学 (英文) UK, St.Andrews・University of St. Andrews
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 阿波賀邦夫・名古屋大学・教授 (英文) AWAGA, Kunio・Nagoya Univ.・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) WOOLLINS, John Derek・University of St. Andrews・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (英国)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	11/ 55
	B.	
英国 〈人／人日〉	A.	12/ 36
	B.	22
カナダ 〈人／人日〉	A.	2/ 10
	B.	
ロシア 〈人／人日〉	A.	5/ 75
	B.	2
合計 〈人／人日〉	A.	30/ 176
	B.	24/

A. 本事業参加者（参加研究者リストの研究者等）

B. 一般参加者（参加研究者リスト以外の研究者等）

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	<p>本事業の第四回目の年次会議であり、そこでは、本事業に参加する各国の主な研究者が顔を合わせ、研究成果を発表するとともに、綿密な議論を行い、研究進行状況の確認、今年度の共同研究計画や共同研究成果の公表に向けた打ち合わせを主な目的とする。また、それに伴う各国の若手研究者の交流と育成も重要な目的である。</p>
セミナーの成果	<p>Woollins 教授 (St. Andrews 大学副学長) が中心となって St. Andrews 大学で開催された本会議では、コアメンバーとその研究室に所属する若手研究者および学生ら約 50 名が参加し、25 件の口頭発表が二日間にわたり行われた。ロシアのグループからはチアジラジカル、ポルフィラジン、有機ラジカル金属錯体の合成と基礎物性、英国のグループからはカルコゲン化合物の合成と物性、カナダのグループからは新規チアジラジカル関連化合物の合成と有機デバイスへの応用が主に報告された。一方で、日本のグループからは、本プログラムの中心的課題である強相関有機ラジカルの物性や有機スピン/エレクトロニクスなどに関する発表がなされた。特に、カナダの Rawson 教授によるチアジラジカルおよびその金属錯体の合成と太陽電池や NLO などへの応用に関する発表と、イギリスの HEUTZ 教授による名大との共同研究である有機薄膜のスピン物性に関する発表は、本プログラムが出口に向けて進展していることを窺わせるものであった。また、本事業メンバー以外に St. Andrews 大学物理学科の先生が有機半導体デバイスについて講演されるなど、基礎から応用まで非常に幅広い内容の発表がなされ、若手研究者にとっては交流の深化なども含めて非常に意義のある会議となった。また、上記の発表を通して、共同研究成果の公表や今後の共同研究について打ち合わせをすることができた。</p> <p>なお、本会議では 18 件のポスター発表が行われ、若手研究者にポスター賞が授与されるなど、若手研究者をエンカレッジできたことも一つの成果である。</p>
セミナーの運営組織	<p>本事業の日本側責任者である阿波賀 (名大) を中心に、セントアンドリュース大学の WOOLLINS, John Derek やエジンバラ大学の ROBERTSON, Neil らの助けを借りながら、会場の設営やプログラムのアレンジなどを行うことによって、本ワークショップは実施された。</p>

平成25～27年度採択課題

開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 外国旅費 消費税	金額 3,000,000 円 240,000 円 合計 3,240,000 円
	(英 国) 側	内容 国内旅費・会議費	
	(カナダ) 側	内容 外国旅費	
	(ロシア) 側	内容 外国旅費	

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「強相関分子系の新しい有機エレクトロニクス」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “CtC Workshop, Novosibirsk 2016“
開催期間	平成 28年 9月 28日～30日 (3日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ロシア・ノボシビルスク・ロシア科学アカデミー・ノボシビルスク (英文) Russia, Novosibirsk, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 阿波賀邦夫・名古屋大学・教授 (英文) AWAGA, Kunio・Nagoya Univ.・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) ZIBAREV, Andrey・Russian Academy of Sciences, Novosibirsk・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (ロシア)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	10 / 60
	B.	
ロシア 〈人／人日〉	A.	6 / 30
	B.	6
合計 〈人／人日〉	A.	16 / 90
	B.	6 /

A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	本事業の H28 年度第二回目ワークショップであり、そこでは、本事業に参加する各国の主な研究者が集まり、今年度の研究成果状況を確認して、成果公表や最終年度に向けた共同研究計画を密に打ち合わせることを目的とする。また、それに伴う各国の若手研究者間の交流も重要な目的である。
-----------	---

<p>セミナーの成果</p>	<p>Leverhulme Trust との共催により、ロシア側のコアメンバーである Zibarev 教授、Rakitin 教授らが中心となって開催された本会議では、ロシア及び日本のコアメンバーとその研究室に所属する若手研究者や学生ら約 30 名が参加し、19 件の口頭発表が二日間にわたって行われた。</p> <p>ロシアのグループからは、チアジラジカルの合成と物性だけではなく、スピנקロスオーバー錯体や非線形光学効果、高効率な色素増感型太陽電池に向けた有機色素の開発などに関する発表が行われた。日本のグループからは、本プログラムの中心的課題である強相関有機ラジカルの物性や有機スピン/エレクトロニクスに関する発表がなされるとともに、環状有機高分子の合成、超分子化学を利用した分子ローター、金属有機構造体を用いた二次電池の開発など、非常に多様な研究内容が報告された。また、有機エレクトロニクスに関するパネルディスカッションが行われ、有機エレクトロニクスの今後の在り方について活発な議論が展開された。このように、若手研究者にとっては交流の深化なども含めて非常に意義のある会議となった。このように本会議を通して、共同研究成果の公表や最終年度に向けた共同研究について打ち合わせをすることができた。さらに、最終年度のワークショップの開催日程・場所が決定されるなど、本セミナーは重要な役割を果たした。</p>		
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>本事業の日本側責任者である阿波賀（名大）を中心に、ロシア科学アカデミー・ノボシビルスクの ZIBAREV, Andrey を中心とするロシアのコアメンバーの助けを借りながら、会場の設営やプログラムのアレンジなどを行うことによって、本ワークショップは実施された。</p>		
<p>開催経費 分担内容 と金額</p>	<p>日本側</p>	<p>内容 外国旅費 消費税</p>	<p>金額 2,000,000 円 160,000 円 合計 2,160,000 円</p>
	<p>(ロシア) 側</p>	<p>内容 国内旅費</p>	

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外でどのような交流（日本国内の交流を含む）を行ったか記入してください。

日数	派遣研究者		訪問先・内容		派遣先
	氏名・所属・職名	氏名・所属・職名	内容		
6 日間	阿波賀 邦夫・名古屋大学・大学院理学研究科・教授			ICPP-9国際会議にて強相関分子合成に関する成果発表（南京）	中国
6 日間	竹久 美佳・北海道大学・大学院総合化学院・MG2			ElecMOL2016国際会議にて有機半導体合成に関する成果発表（パリ）	フランス
4 日間	島田 拓郎・北海道大学・大学院総合化学院・MG2			ElecMOL2016国際会議にて有機半導体合成に関する成果発表（パリ）	フランス
6 日間	阿波賀 邦夫・名古屋大学・大学院理学研究科・教授			ICMM2016国際会議にて分子磁性に関する成果発表（仙台）	国内
4 日間	張 中岳・名古屋大学・物質科学国際研究センター・助教			ICMM2016国際会議にて分子磁性に関する成果発表（仙台）	国内
5 日間	江口 敬太郎・名古屋大学・大学院理学研究科・博士研究員			ICMM2016国際会議にて分子磁性に関する成果発表（仙台）	国内
6 日間	水野 麻人・名古屋大学・大学院理学研究科・DC2			ICMM2016国際会議にて分子磁性に関する成果発表（仙台）	国内
4 日間	水津 理恵・千葉大学・共用機器センター・特任研究員			ICMM2016国際会議にて分子磁性に関する成果発表（仙台）	国内

平成25～27年度採択課題

3	日間	清水 剛志・関西学院大学・大学院理工学研究科・DC1			Tokyo International Conference 2016にて電気化学エレクトロニクスに関する成果発表（幕張）	国内
3	日間	清水 剛志・関西学院大学・大学院理工学研究科・DC1			錯体化学会にて高蓄電有機無機複合材料に関する成果発表（福岡）	国内
3	日間	清水 剛志・関西学院大学・大学院理工学研究科・DC1			分子科学討論会にて電気化学エレクトロニクスに関する成果発表（神戸）	国内
3	日間	阿波賀 邦夫・名古屋大学・大学院理学研究科・教授			MolMag国際会議にて分子磁性に関する成果発表（ノボシビルスク）	ロシア
2	日間	吉川 浩史・関西学院大学・理工学部・准教授			日本化学会西日本大会にて有機エレクトロニクスに関する成果発表（香川）	国内
2	日間	清水 剛志・関西学院大学・大学院理工学研究科・DC1			日本化学会西日本大会にて有機エレクトロニクスに関する成果発表（香川）	国内
1	日間	坂本 一之・千葉大学大学院融合科学研究所・教授	東北大学理学研究科	江口豊明 准教授	表面上に吸着した分子に関する研究打ち合わせ（仙台）	国内
2	日間	吉川 浩史・関西学院大学・理工学部・准教授			感応性化学種が拓く新物質科学シンポジウムにて高性能な二次電池正極材料の開発に関する成果発表（東広島）	国内
2	日間	清水 剛志・関西学院大学・大学院理工学研究科			感応性化学種が拓く新物質科学シンポジウムにて高性能な二次電池正極材料の開発に関する成果発表（東広島）	国内
5	日間	坂本 一之・千葉大学大学院融合科学研究所・教授	ヨーク大学電気学	科 廣畑貴文 教授	分子スピントロニクスに関する研究打ち合わせ（ヨーク）	英国

平成25～27年度採択課題

6	日間	坂本 一之・千葉大学大学院融合科学研究科・教授			日本物理学会にてSCO錯体の電子状態に関する成果発表（大阪）	国内
5	日間	新田 淳・千葉大学大学院融合科学研究科・DC1			日本物理学会にてSCO錯体の電子状態に関する成果発表（大阪）	国内
3	日間	阿波賀 邦夫・名古屋大学・大学院理学研究科・教授			日本化学会春季年会にて有機エレクトロニクスに関する情報収集（横浜）	国内
3	日間	江口 敬太郎・名古屋大学・大学院理学研究科・博士研究員			日本化学会春季年会にて有機半導体薄膜に関する成果発表（横浜）	国内
4	日間	張 中岳・名古屋大学物質科学国際研究センター・助教			日本化学会春季年会にて二次電池に関する成果発表（横浜）	国内
4	日間	Wu Yang・名古屋大学物質科学国際研究センター・博士研究員			日本化学会春季年会にて二次電池に関する成果発表（横浜）	国内
3	日間	山本 祥平・名古屋大学大学院理学研究科・MC1			日本化学会春季年会にて二次電池に関する成果発表（横浜）	国内
4	日間	水津 理恵・千葉大学・共用機器センター・特任研究員			日本化学会春季年会にてラジカル結晶の構造に関する成果発表（横浜）	国内
4	日間	花本 大智・千葉大学大学院融合科学研究科・MC1			日本化学会春季年会にてラジカル結晶の構造に関する成果発表（横浜）	国内
5	日間	原田 潤・北海道大学大学院理学研究院・准教授			日本化学会春季年会にて有機エレクトロニクスに関する資料収集・情報提供（横浜）	国内

平成25～27年度採択課題

4	日間	高橋 幸裕・北海道大学大学院理学 研究院・助教			日本化学会春季年 会にて有機エレクトロニクスに関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
3	日間	大山口 英明・北海道大学大学院総合 化学院・MC2			日本化学会春季年 会にて有機エレクトロニクスに関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
3	日間	島田 拓郎・北海道大学大学院総合 化学院・MC2			日本化学会春季年 会にて有機エレクトロニクスに関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
4	日間	米山 奈帆・北海道大学大学院総合 化学院・MC1			日本化学会春季年 会にて有機エレクトロニクスに関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
4	日間	中村 貴義・北海道 大学電子科学研究所・教授			日本化学会春季年 会にてナノアセンブリ材料に関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
2	日間	久保 和也・北海道 大学電子科学研究所・助教			日本化学会春季年 会にてナノアセンブリ材料に関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
5	日間	鄭 鑫・北海道大学大学院環境科学 院・MC2			日本化学会春季年 会にてナノアセンブリ材料に関する資料収集・情報提供（横浜）	国内
4	日間	吉川 浩史・関西 学院大学・理工学部・准教授			日本化学会春季年 会にて有機無機複合材料の電池反応における反応機構解明に関する成果発表（横浜）	国内
4	日間	清水 剛志・関西 学院大学・大学院 理工学研究科・DC1			日本化学会春季年 会にて有機無機複合材料の電池反応における反応機構解明に関する成果発表（横浜）	国内

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価では、大きく分けて、若手研究者の滞在型交流と育成を主とする今後の研究拠点体制に関する事項と、共同研究の具体性及び成果公表を主とする今後の研究に関する事象の二点が指摘されていた。ここでは、上記指摘を基に H28 年度になされた対応を具体的に述べる。

まず、相手国側からの若手研究者の積極的な受け入れや中長期スパンでの研究者交流についてであるが、例えば、名古屋大グループには外国人助教と外国人博士研究員が在籍しており、今後も積極的に、本事業の海外グループで学位を取得した研究者の中長期的な受け入れを行う。H28 年度は、本事業に参加する名古屋大とエジンバラ大間のジョイント・ディグリー制度が正式に発足し、エジンバラ大および名古屋大の大学院学生がそれぞれの大学に1年程度の長期滞在をして研究成果をあげることで、両大学の学位を取得できるようになった。これにより、本事業の中核となるエジンバラ大からは継続的に日本グループへの長期滞在が可能となり、本事業に関連する研究などを行うことで、エジンバラ大の学生には名古屋大の学位を取得できるというメリットが生まれた。また、H28 年度は名大-セントアンドリュース大間の学術交流に関する話し合いも持たれ、エジンバラ大と同様の取り組みを海外の他大学とも実施できるようにした。

リーディング大学院プログラムとの連携による若手研究者の育成、拠点研究機関での研究体制の充実や拠点機能の適切な引継ぎについては次のような状況である。本事業のコーディネーターである阿波賀がコーディネーターを務める「名古屋大学博士課程教育リーディングプログラム（グリーン自然科学国際教育研究プログラム（IGER）」では、海外での中長期滞在や研究上の表彰などを達成することで、プログラム修了証書を手渡し、若手研究者育成に貢献している。H28 年度は、名大・阿波賀グループの博士課程に在籍する大学院生がエジンバラ大に二カ月程度滞在して研究成果を得つつあり、上記プログラムでの認定が確実視されている。なお、本事業終了後は、阿波賀が H28 年度までセンター長を務めた名古屋大学物質科学国際研究センターに事務機能を移して、将来にわたって機能する国際研究教育拠点の構築を目指す。

続いて、本事業共同研究の具体性および独創的な研究成果の創出について述べる。本事業 1～2 年度は、スクリーニング的な研究に終始していたため、成果公表につながらなかったが、3 年度目を終えるにあたり、研究計画を修正しながら成果が出始め、H28 年度は、名大-エジンバラ大および名大-インペリアルカレッジロンドン 2 つの共同研究成果（有機金属錯体薄膜の近赤外光電流発生と配向性フタロシアニン類縁体薄膜の特異な磁気特性）がともに英国の学術誌 *Phys. Chem. Chem. Phys.* に掲載され (DOI: 10.1039/c6cp0868c および 10.1039/c6cp01932c)、特に後者については、掲載号の Showcasing research として口絵とともにハイライトされた。これらは、強相関係有機分子の良質な薄膜作製が共同研究により進展したために得られた成果である。

なお、中間評価では、「現状では、拠点機関の研究者はほぼ 1 研究室からの参加のようであり、博士課程の学生の人数も多くはないため、拠点機関内での研究体制の充実が望まれる。」との指摘をいただいた。このコメントに対応すべく、名古屋大学理学研究科の田中

健太郎教授のグループと連携することにした。実際、昨年度1月に阿波賀と田中がエジンバラ大学を訪問し、本事業の発展についてRobertsonなどと討議した。

8. 平成28年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元	四半期	日本	イギリス	カナダ	ロシア	中国 (第三国)	フランス (第三国)	合計
日本	1		10/65 (1/11)	()	()	()	()	10/65 (1/11)
	2		3/39 ()	()	10/61 ()	1/6 ()	2/10 ()	16/116 (0/0)
	3		()	()	()	()	()	0/0 (0/0)
	4		6/89 (1/90)	()	()	()	()	6/89 (1/90)
	計		19/193 (2/101)	0/0 (0/0)	10/61 (0/0)	1/6 (0/0)	2/10 (0/0)	32/270 (2/101)
イギリス	1	(3/204)		(1/5)	()	()	()	0/0 (4/209)
	2	(4/209)		()	()	()	()	0/0 (4/209)
	3	(1/3)		(2/12)	()	()	()	0/0 (3/15)
	4	(1/3)		()	()	()	()	0/0 (1/3)
	計	0/0 (9/419)		0/0 (3/17)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (12/438)
カナダ	1	(1/1)	(2/10)		()	()	()	0/0 (3/11)
	2	(2/20)	()		()	()	()	0/0 (2/20)
	3	()	()		()	()	()	0/0 (0/0)
	4	()	()		()	()	()	0/0 (0/0)
	計	0/0 (3/21)	0/0 (2/10)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (5/31)
ロシア	1	()	(7/35)	()		()	()	0/0 (7/35)
	2	()	(1/54)	()		()	()	0/0 (1/54)
	3	()	()	()		()	()	0/0 (0/0)
	4	()	(1/59)	()		()	()	0/0 (1/59)
	計	0/0 (0/0)	0/0 (9/148)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (9/148)
合計	1	0/0 (4/205)	10/65 (10/56)	0/0 (1/5)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	10/65 (15/266)
	2	0/0 (6/229)	3/39 (1/54)	0/0 (0/0)	10/61 (0/0)	1/6 (0/0)	2/10 (0/0)	16/116 (7/283)
	3	0/0 (1/3)	0/0 (0/0)	0/0 (2/12)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (3/15)
	4	0/0 (1/3)	6/89 (2/149)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	6/89 (3/152)
	計	0/0 (12/440)	19/193 (13/259)	0/0 (3/17)	10/61 (0/0)	1/6 (0/0)	2/10 (0/0)	32/270 (28/718)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

8-2 国内での交流実績

1	2	3	4	合計
5/19 ()	12/39 (2/8)	9/22 (1/10)	27/85 (5/12)	53/165 (8/30)

9. 平成28年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	2,540,946	
	外国旅費	9,797,964	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	1,012,698	
	その他の経費	375,356	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	773,036	
	計	14,500,000	
業務委託手数料		1,450,000	
合 計		15,950,000	

10. 平成28年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成28年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
英国	15,000 [ポンド]	2,050,000 円相当
カナダ	6,000 [カナダドル]	492,000 円相当
ロシア	500,000 [ルーブル]	980,000 円相当

※交流実施期間中に、相手国が本事業のために使用したマッチングファンドの金額について、現地通貨での金額、及び日本円換算額を記入してください。