

**研究拠点形成事業**  
**平成 27 年度 実施報告書**  
**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
(ドイツ)拠点機関：	ミュンスター大学
(カナダ)拠点機関：	クィーンズ大学

**2. 研究交流課題名**

(和文)： 革新的触媒・機能分子創製のための元素機能攻究  
(交流分野： 有機化学 )

(英文)： Elements Function for Transformative Catalysis and Materials  
(交流分野： Organic Chemistry )

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

**3. 採用期間**

平成 26 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日  
( 2 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)：

トランスフォーマティブ生命分子研究所・教授・山口茂弘

協力機関：京都大学

事務組織：名古屋大学研究協力部研究支援課、名古屋大学理学部事務部  
名古屋大学物質科学国際研究センター事務室

**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：ドイツ

拠点機関：(英文) University of Muenster

(和文) ミュンスター大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：

（英文） Organic Chemistry Institute・Professor・Frank GLORIUS

協力機関：（英文） Berlin University of Technology

（和文） ベルリン工科大学

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） Queen's University

（和文） キーンズ大学

コーディネーター（所属部局・職・氏名）：

（英文） Department of Chemistry・Professor・Cathleen CRUDDEN

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

現代社会は、物質のもつ多様な性質の活用の上に成り立っている。真に優れた新規物質と機能の創出は、経済・産業活動、さらには我々の日常生活にも大きな影響を与え、高度化された文明社会の維持、発展という社会的要請に答えるものといえる。これに対し本事業では、持続可能な社会の実現に資する「グリーン物質変換のための革新的触媒開発」と「人々の暮らしを豊かにする機能性物質の開発」を究極目標に掲げ、元素機能の攻究という視点で切り拓く基礎研究と、それにより創出される物質群の材料科学・生命科学への応用研究に、強力な国際共同研究の推進により挑む。

分子性機能は、触媒機能であれ、光・電子機能であれ、究極的には元素固有の性質とその組み合わせに起因される。それら元素の個性を決定づける基本的性質・要素として、ルイス酸性、酸化還元、配位数、軌道相互作用などを挙げ、これらの視点から遷移金属、典型元素の特性を追究することにより、秀逸な分子系の創出、分子性機能の発現につなげる。これが本事業で掲げる元素機能の攻究である。分子科学は多様な物質を扱う学問であり、元来個別的に発展してきたが、それら従来のアプローチとは異なり、元素機能という統一的視点からの探求により、元素選択則の深い理解が可能となり、触媒、機能性物質の新たな分子設計へとつながるはずである。この切り口をもとに、(i) 高効率触媒および (ii) 光・電子機能性物質の創出を目指した基礎研究と、(iii) 有機エレクトロニクスや高機能ポリマー、(iv) 生物活性物質の探索など、材料科学・生命科学への展開を指向した応用研究を、基礎と応用の双方向性を縦糸に、国際的な連携を横糸に統括的に推進し、触媒・機能分子創製の国際先導研究拠点を形成する。

## 5-2. 平成27年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

名古屋大とミュンスター大（ドイツ）とはこれまで「日独共同大学院プログラム」、「頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラム」を共同で実施し、大きな成功を収めてきた。強固な共同研究体制がすでにできあがっており、この研究資源を最大限に活用して更なる発展を目指す。26年度をもってドイツ側のこれまでの基幹プログラムであったIRTGプログラムが終了したことから、これまでのアクティビティを維持／強化するために、意識の共有と新たな共同研究体制の構築に努めたい。昨年度2回開催した合同シンポジウムにて、京大およびクィーンズ大から新たなメンバーが加わり、直接顔を合わせて議論する機会を持てたことから、その下地は十分にできあがっていると考えている。元素機能の攻究という切り口の下、多角的な研究展開により触媒・機能分子創製の新たな地平の開拓に挑む。

### <学術的観点>

本事業では、(1)元素の特性を活かした触媒機能の攻究、(2)元素の特性を活かした光・電子機能の攻究、そして、(3)材料科学・生命科学への応用展開の3つを柱に取り組み。遷移金属錯体の配位環境、酸化還元特性や、典型元素化合物のルイス酸性といった要素を構造修飾により最適化することで、高い触媒機能を実現する。また、遷移金属や典型元素の特異な軌道相互作用を活かした分子設計により、特徴的な電子構造をもつ分子系を創出し、優れた光・電子機能を実現する。さらに、有機エレクトロニクス、高機能ポリマー、ソフトマテリアル、表面科学、ケミカルバイオロジーへの展開を図り、(1)、(2)で創出する物質群の価値を高める。本年度は、前年度に開始した研究を継続的に拡大・発展させるとともに、研究活動の新たな基盤となるシーズの探索に力を入れる。

### <若手研究者育成>

本事業では、触媒、機能性分子、材料・生命科学への応用を3本柱として共同研究を進める。このような縦割りは、化学を深く掘り下げる上では重要であるが、幅広い視野をもった人材育成という点では問題である。そこで、本事業を推進する意味の一つとして、この3項目を通した幅広い研究能力を養成するため、大学院生や博士研究員、若手研究員を対象に2~5ヶ月程度の相互派遣を項目間で行う。この研究者交流を通して、リーダー人材養成と共同研究の推進に努める。また、若手研究者間の自立的共同研究プロポーザル制度を昨年度より開始したが、この制度を確立し、若手研究者により有効活用してもらうように努める。

### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

本事業の成功の要は、グループ間での密な共同研究の実行にある。これまで名大-ミュンスター大-ベルリン工大間で培ってきた共同研究の土壌をうまく京大、クィーンズ大も含めた五大学体制へと円滑に拡張することに引き続き力を入れたい。名古屋大学で推進しているWPI事業や、文部科学省特別経費「統合物質創製化学推進事業」と連動させて多角的に研究展開を図ることで、国際化における理想的な研究環境の構築に全力を尽くす。

## 6. 平成27年度研究交流成果

(交流を通じての相手国からの貢献及び相手国への貢献を含めてください。)

### 6-1 研究協力体制の構築状況

名古屋大とミュンスター大とはこれまで実施してきた「日独共同大学院プログラム」、「頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラム」での活動を通じて、強固な共同研究体制を築き上げてきた。26年度をもってドイツ側のこれまでの基幹プログラムであった IRTG プログラムが終了したため、これまでのアクティビティをいかに維持／強化するかが課題であるが、本年度はミュンスターにおいて有意義なジョイントシンポジウムも実施することができた。このシンポジウムでは、ミュンスター側が新たにカナダ・トロント大学と開始した IRTG プログラムのシンポジウムと合同で開催し、それにより日本-ドイツ-カナダの当該分野の主要な研究者が一同に会する機会となり、極めて有用な情報交換の場となった。また、これらの機会を利用した議論をもとに、順調に共同研究を実施できた。

### 6-2 学術面の成果

本事業では、(1)元素の特性を活かした触媒機能の攻究、(2)元素の特性を活かした光・電子機能の攻究、そして、(3)材料科学・生命科学への応用展開の3つを柱に取り組んでいる。本年度は、高機能性触媒の開発や、生理活性物質の探索、機能性典型元素化合物の創製、ラジカル重合法の機構解明といったテーマに取り組んだ。これらの27年度の主な成果、実施状況は以下の通りである。

山口グループとミュンスター大 ERKER グループ、さらにクィーンズ大 WANG グループの間で、共通の関心であるホウ素化合物の機能性についての共同研究を実施した。特に、WANG グループとの共同研究では、当方の博士学生の鈴木を2ヶ月派遣し、ヒドロホウ素化反応について検討し、従来とは全く異なる立体選択性で反応が進行する系を見だし、速報 (*Org. Lett.*, **2016**, *18*, 720.) として報告した。また、WANG グループからは Mellerup 君を受け入れ、機能性ホウ素  $\pi$  電子系材料の開発研究を実施した。ERKER グループとの共同研究では、これまで訪問学生として受け入れていた Raul Adler YANEZ 君が学位を取得したので、新たに博士研究員として雇用し、発光性有機材料の開発研究に新たに着手した。また、これまで STUDER グループと進めてきた共同研究である push-pull 型リン架橋  $\pi$  電子系の研究成果を当方の鈴木君と相手側の Greulich 君との共同研究により纏め上げ、*Chem. Commun.* 誌 (*Chem. Commun.*, **2016**, *52*, 2374) に速報として報告した。この成果は国内外から高く評価され、*Synfacts* にもハイライトされた。また、先の頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラムから継続して実施してきた WURTHWEIN グループとの共同研究がまとまり、総合論文として掲載された (*Dalton Trans.*, **2015**, *44*, 9659)。Glorius 研との共同研究も新たに開始し、当方の博士学生の 大崎君を派遣し、発光性  $\pi$  電子系化合物の豪勢研究を行った。国内では、京大の若宮准教授と共同して実施してきた機能性有機ホウ素化合物の化学の成果をまとめた共著の総説が、*Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **2015**, *88*, 1357 に掲載され

た。

伊丹グループとミュンスター大 WUENSCH グループとの共同研究では、アルツハイマー病などとの関連が深い、 $\sigma 1$  受容体タンパク質に選択的に結合する分子の開発を行った。候補となる標的分子構造を迅速に合成するための C-H カップリング反応を開発し、これで構築したライブラリーから高い活性と選択性を併せもつ分子を見出した。その一部の成果を論文発表した (*Med. Chem. Commun.* **2016**, 7, 327)。

斉藤グループでは、クィーンズ大の $\pi$ 共役系色素分子合成のための触媒反応開発の専門家である CRUDDEN・JESSOP グループに博士学生の鳴門君を派遣し約3ヶ月間滞在のうえで共同研究を行った。研究内容は、High-throughput screening 法で一挙に30種類以上の触媒の性能を one batch で初期的に判断するための assay 系の構築に関するものである。触媒性能が高いほど反応系中の酸性度が小さくなるカルボン酸の水素化をモデル反応として選んだ。その結果、触媒性能を色で可視化する方法をほぼ確立した。反応系中の酸性度の大きさに応じて黄色(より酸性)→緑→青(より塩基性)に呈色する。CO<sub>2</sub>を還元し形成されるギ酸量の大小も同様に判別できる。本共同研究成果をもとに現在、JESSOP/CRUDDEN グループの学生1名が引き続き、触媒反応開発を進めている。

田中研究室とミュンスター大 RAVOO 研究室の共同研究では、ホスト-ゲスト相互作用を利用して液晶分子の会合構造制御を行う、新しいソフトマテリアルシステムを構築した。本研究成果は、Strasbourg で開催された The International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry 2015 (ISMCS2015)において、田中健太郎 (Invited lecture) と RAVOO 研究室の Till BOECKERMANN (Poster)がそれぞれ発表した。

山子グループは、クィーンズ大 CRUDDEN・CUNNINGHAM グループとリビングラジカル重合法の汎用性の拡大のために、水溶液重合系への適応について検討した。山子グループの修士学生の范君をクィーンズ大に3ヶ月派遣し、山子グループで開発した水溶性の有機テルルリビングラジカル重合制御剤を用いた、エマルジョン重合について実施し、メタクリル酸メチルの重合において優れた実験結果を得た。28年度にも引き続き綿密なディスカッションを行い、問題があることが明らかになった、スチレンなどの他のモノマーのエマルジョン重合系の開発に向けて協力に共同研究を続けることとなった。

若宮グループでは、派遣した下河氏がクィーンズ大 WANG 教授の研究室において、ホウ素を含む $\pi$ 共役系化合物の新たな光反応を開発した。本光反応は、有機エレクトロニクスデバイスの薄膜中においても進行することを見出し、塗布型の有機材料開発の手法として、その有用性を実証した (*Angew. Chem. Int. Ed.* **2015**, 54, 15074.)。

### 6-3 若手研究者育成

本事業では、触媒、機能性分子、材料・生命科学への応用を3本柱として共同研究を進めている。これらの3項目を通して幅広い研究能力を養成するため、大学院生などの若手研究者を2,3ヶ月程度の相互派遣を項目間で行うことを進めている。派遣にあたり、自立的共同研究プロポーザルを提案してもらい、それをもとに本年度は4名の学生を派遣した。例えば、有機ホウ素材料研究に携わる山口グループの鈴木(博士学生)がクィーンズ大学

の WANG グループに加わり、ホウ素化合物の反応開発に加わり、成果を得るだけでなく、研究の新たな着眼点や手法を学んできた。また、同じく山口グループからミュンスター大 Glorius グループへ大崎君（博士学生）を派遣し、これまで同君が行ってきた長寿命発光性分子の開発研究 (*Angew. Chem. Int. Ed.*, 2016, in press) を新たな骨格へと展開した。大崎君はこの派遣により、最先端の有機金属化学手法を学び化学知識の裾野を広げてきた。また、クィーンズ大学の Wang グループから山口グループへ博士学生 Mellerup 君の受け入れをおこなった。活発な双方向的交流が進められており、この活動から作り出される国際的な環境は、まわりの若手研究者にとっても大きな刺激を与えてくれている。先にハワイで開催された環太平洋国際化学会議の際には、我々の交流の様子がアメリカ化学会 C&EN 誌に大きく取り上げられた。また、斉藤グループからクィーンズ大 CRUDDEN・JESSOP グループに派遣された鳴門君（博士学生）は、3ヶ月の滞在で High-throughput screening 法に関するテクニックを修得してきた。山子グループからはクィーンズ大 CRUDDEN・CUNNINGHAM グループへ修士学生の范君を3カ月派遣した。最近展開しているエマルジョン重合についての実験を行うとともに、その成果についてディスカッションやグループミーティングで発表することで、国際的な交流を深めた。また、H26 年度にカナダの WANG 教授の研究室に3ヶ月間派遣した下河君は、WANG 教授の研究室で検討した光反応の課題を持ち帰り、真空条件下での反応を追跡し、反応の詳細を明らかにするとともに、光反応の前駆体の単結晶 X 線構造解析に成功し、これらの成果を WANG 教授との共著論文として、*Angew. Chem. Int. Ed.* 誌に発表した。本年度ミュンスター大で開催したジョイントミーティングでは、今後の共同研究について議論し、28 年度はクィーンズ大で6月に開催するジョイントシンポジウムと合わせて今後の派遣計画を検討していく予定である。引き続きこの関係をより5拠点の中で強固にし、広げていくことにより、世界に対して目が開かれた若手研究者をより多く社会に送り出したい。

#### 6-4 その他（社会貢献や独自の目的等）

本事業の成功の要は、グループ間での密な共同研究の実行にあり、これまで名大-ミュンスター大-ベルリン工科大間で培ってきた共同研究の土壌をうまく京大、クィーンズ大も含めた五大学体制へと円滑に拡張することができるかが課題であった。これまでの2年間の取り組みで、京大の山子グループや若宮グループとクィーンズ大との交流も順調にスタートし、また同じく中村グループもジョイントシンポジウムに積極的に参加し、共同研究の機会を探っている。また、名古屋大学と京都大学が参画している文部科学省特別経費「統合物質創製化学推進事業」も発展させ、新たに「統合物質創製化学推進機構」が発足した。これにより、より密な共同研究基盤が構築できたといえる。実際、山口-若宮や伊丹-若宮などの間で共同研究が進んでいる。本プロジェクトと周辺の関連するプロジェクトが有機的に連携し、順調に進んでいるものと考えている。

#### 6-5 今後の課題・問題点

これまで名古屋大学とミュンスター大学、ベルリン工科大学（ドイツ）との間で進めてき

た「日独共同大学院プログラム」、「頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラム」の活動を、クィーンズ大、京大を加えさらに発展させた形でいかに国際的にビジブルなものにできるかを課題として取り組んできた。上述の通り、この取り組みは順調に滑り出したと考えている。今後、新たに加わったメンバーとの共同研究を開始し、より多くの優れた成果を世界に発信していくのはもちろんのこと、研究ネットワークとしてのビジビリティを挙げるために工夫していきたい。その一つとして、28年度クィーンズ大で実施するジョイントシンポジウムは、同場所で実施される北アメリカホウ素化学国際会議と同時開催し、我々のネットワークで関連する研究者（山口、若宮、Erker、Osterich、Wang、Crudden）が一同に参加しその成果を強く発信することを計画している。

#### 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 8本  
うち、相手国参加研究者との共著 8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 1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 25件  
うち、相手国参加研究者との共同発表 1件
- (※ 「本事業名が明記されているもの」を計上・記入してください。)
- (※ 詳細は別紙「論文リスト」に記入してください。)

## 7. 平成27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26年度	研究終了年度	平成28年度
研究課題名	(和文) 有機ホウ素 $\pi$ 電子系の光電子機能				
	(英文) Optoelectronic Functions of Organoboron $\pi$ -Electron Materials				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 山口茂弘・名古屋大学・教授				
	(英文) Shigehiro YAMAGUCHI・Nagoya University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Suning WANG・Queen's University・Professor				
	Gerhard ERKER・University of Muenster・Professor				
参加者数	日本側参加者数	3名			
	(カナダ)側参加者数	2名			
	(ドイツ)側参加者数	3名			
27年度の研究交流活動	山口グループと ERKER グループではこれまで 1) 高いルイス酸性をもつ $B(C_6F_5)_3$ の反応性を利用した新規 $\pi$ 電子系骨格の創製反応の開発と、2) 新規なホウ素およびリン $\pi$ 電子系の機能開拓の2つについて継続的に共同して進めている。一方で WANG グループは、有機典型元素材料の有機エレクトロニクスへの展開の世界的第一人者であり、特に、フォトクロミック有機ホウ素機能分子の開拓と有機デバイスへの応用で数々の成果をあげている。本年度もこの3グループが共同して、革新的な光電子機能 $\pi$ 電子系の創出に引き続き取り組んだ。特に WANG グループから Mellerup 君を受け入れ、機能性ホウ素 $\pi$ 電子系材料の開発研究を実施した。また、山口グループから WANG グループへ博士学生の鈴木を派遣し共同研究を実施した。				
27年度の研究交流活動から得られた成果	山口グループでは、ホウ素化合物の新たな光反応様式として bora-Nazarov 反応を開発している。これをフォトクロミック分子系へと発展させるために、ERKER グループと共同して基質適用性について引き続き系統的に検討を行った。また、WANG グループとの共同研究により、新たな機能性ホウ素分子系の開拓にも取り組んだ。WANG グループでは独自のホウ素分子のフォトクロミック応用について研究を展開してきた。これと山口グループのこれまでのホウ素 $\pi$ 電子系の知見とを組み合わせることにより、新たなホウ素 $\pi$ 電子系を開発をおこなった。今後この成果を更に発展させ、論文発表へとつなげて行きたい。また、同じく山口グループと WANG グループとの間で実施したホウ素 $\pi$ 電子系の反応性の検討では、新たな様式のヒドロホウ素化反応を発見し、 <i>Org. Lett.</i> 誌に速報として報告した。				

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 26 年度	研究終了年度	平成 27 年度
研究課題名	(和文) CCR5 阻害活性を有する新分子の探索				
	(英文) Development of Molecules with CCR5 Inhibiting Activity				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 伊丹 健一郎・名古屋大学・教授				
	(英文) Kenichiro ITAMI・Nagoya University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Bernhard WUENSCH・University of Muenster・Professor				
参加者数	日本側参加者数	3 名			
	( ドイツ ) 側参加者数	3 名			
	( ) 側参加者数	名			
27 年度の研究交 流活動	<p>前年度に引き続き、HIV-1 感染の主要なコレセプターのひとつである CCR5 を標的とした CCR5 阻害活性を有する新分子の探索について検討した。既に開発している C-H カップリングを用いた類縁体を迅速に合成するとともに、生物活性試験を実施した。これにより CCR5 阻害活性分子の構造活性相関を明らかにするとともに、高い活性と選択性を併せもつ分子を開発することに取り組んだ。本年度は、受け入れ・派遣は行っていないが、e-mail にて議論を進め、これまで得られた成果の取りまとめを行った。</p>				
27 年度の研究 交流活動から得 られた成果	<p>伊丹グループとミュンスター大 WUENSCH グループとの共同研究では、アルツハイマー病などとの関連が深い、<math>\sigma 1</math> 受容体タンパク質に選択的に結合する分子の開発を行った。候補となる標的分子構造を迅速に合成するための C-H カップリング反応を開発し、これで構築したライブラリーから高い活性と選択性を併せもつ分子を見出した。その一部の成果を論文発表した (<i>Med. Chem. Commun.</i> <b>2016</b>, 7, 327-331)。</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 28 年度
研究課題名	(和文) エチレンイミンを基本骨格とする不斉分子ライブラリーの構築, およびその生理活性評価と CO <sub>2</sub> 資源化への応用				
	(英文) Directed Construction of Molecular Library of Chiral oligoamines (oligo(ethyleneimine)s) for Producing Bioactive Compounds and CO <sub>2</sub> Immobilization as Carbon Resource				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 斎藤進・名古屋大学・教授				
	(英文) Susumu SAITO・Nagoya University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Bernhard WUENSCH・University of Muenster・Professor				
	Cathleen CRUDDEN・Queen's University・Professor Philip JESSOP・Queen's University・Professor				
参加者数	日本側参加者数	3 名			
	( ドイツ ) 側参加者数	2 名			
	( カナダ ) 側参加者数	2 名			
27 度の研究交 流活動	<p>斎藤-WUENSCH らの共同研究チームでは, opioid 受容体 (<math>\mu</math>, <math>\delta</math>, <math>\kappa</math>) や <math>\sigma_1</math> および <math>\sigma_2</math> 受容体のアゴニストもしくはアンタゴニストの候補となる不斉分子群ライブラリーの迅速合成と各受容体群のバイオアッセイ系を利用したそれら不斉分子群の生理活性評価 (競合阻害試験) (ドイツ側) および CO<sub>2</sub> の資源化 (カナダ側) へとつながる研究をすすめた. 天然アミノ酸とその誘導体である光学活性 <math>\beta</math>-アミノアルコールを原料として用いて, 光学活性ジ (エチレンイミン) およびオキサゾリン含有非天然オリゴペプチドを触媒的に構築する手法を開発した (斎藤グループ). 合成した多彩な化合物群の一部を WUENSCH グループに送付し競合阻害試験を行った (WUENSCH グループ). また, 斎藤-JESSOP/CRRUDEN らの共同研究チームではまず, (CO<sub>2</sub> から誘導可能なギ酸への将来的な応用を目指して) カルボン酸の水素化に基づく実用的な選択的アルコール合成を可能とする触媒反応の開発を目的とし, D2 学生の鳴戸君を派遣し約 3 ヶ月間滞在のうえ, High-throughput screening 法で一挙に 30 種類以上の触媒の性能を one batch で判断するための分析法の開発を行った.</p>				

<p>27年度の研究 交流活動から得 られた成果</p>	<p>オキサゾリン含有非天然オリゴペプチドの多様性をもたらす有用な触媒的手法の開発（斎藤グループ）に成功した（共著学術論文作成中）．合成した多彩な光学活性ジ（エチレンイミン）分子ライブラリーを先方に送付して，そのなかから，各受容体に高選択的に結合する鎖状分子の基本骨格を発見した（WUENSCH グループとの共著2編）．その生理活性評価の結果を踏まえてより効能の高い化合物候補群の設計へとフィードバックし最初の合成をほぼ完了した（斎藤グループ）．また，Queens 大学の大学院生 1 名が共同研究を推進することで，より安価な金属でカルボン酸の水素化に有効な触媒を初期的に見いだすことに成功した（JESSOP/CRRUDEN グループ）．</p>
--------------------------------------	---

整理番号	R-4	研究開始年度	平成 26 年度	研究終了年度	平成 28 年度
研究課題名	(和文) ホスト-ゲスト相互作用を利用した超分子液晶の創製				
	(英文) Supramolecular Liquid Crystal Formation Induced by Host-Guest Chemistry				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 田中健太郎・名古屋大学・教授				
	(英文) Kentaro TANAKA・Nagoya University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Bart Jan RAVOO・University of Muenster・Professor				
参加者数	日本側参加者数	3 名			
	( ドイツ ) 側参加者数	3 名			
	( ) 側参加者数	名			
27 度の研究交流活動	田中研究室に 6 ヶ月間滞在した RAVOO 研究室の Till BÖECKERMANN (博士課程学生) および Michael KURLEMANN (博士課程学生) と、田中研究室メンバーが本研究に参画し共同研究として表記研究を行った。RAVOO 研究室で開発したシクロデキストリンを基にしたホスト-ゲスト化学を、田中研究室の液晶に関する知見と合わせて、アルキル鎖を導入した液晶性シクロデキストリンを合成した。シクロデキストリンに二方向性、三方向性のゲスト分子を包接することによる液晶性分子組織の制御に成功した。				
27 年度の研究交流活動から得られた成果	RAVOO 研究室で開発したシクロデキストリンを基にしたホスト-ゲスト化学を、田中研究室の液晶に関する知見と合わせて、アルキル鎖を導入した液晶性シクロデキストリンを合成した。シクロデキストリンに二方向性、三方向性のゲスト分子を包接することによる液晶性分子組織の制御に成功した。この研究成果を 10th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC-2015)において、田中と Böckermann がそれぞれ発表した。また、これらの研究成果を論文投稿するための準備を行っている。				

整理番号	R-5	研究開始年度	平成 26 年度	研究終了年度	平成 28 年度
研究課題名	(和文) 制御・リビングラジカル重合の機能化				
	(英文) Elucidation of Termination Mechanism of Radical Polymerization				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 山子 茂・京都大学・教授				
	(英文) Shigeru YAMAGO・Kyoto University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Armido STUDER・University of Muenster・Professor				
	Cathleen CRUDDEN・Queen's University・Professor				
	Michael CUNNINGHAM・Queen's University・Professor				
参加者数	日本側参加者数	3 名			
	( ドイツ ) 側参加者数	3 名			
	( カナダ ) 側参加者数	3 名			
27 年度の研究交 流活動	日本側代表者が研究を行っている、構造の制御された有機テルル置換ポリマーを出発原料として用いるラジカル重合の停止機構解明について、ミュンスター大側の研究者とのディスカッションを行い、実験結果について詳細に検討した。さらに、山子研の 范唯佳 (修士課程学生) をクイーンズ大学の CRUDDEN 研究室と CUNNINGHAM 研究室に 3 か月派遣し、新規有機テルル化合物を用いたエマルジョン重合の開発に関する共同研究を行った。				
27 年度の研究 交流活動から得 られた成果	ラジカル重合は産業界で最もよく利用されている汎用性の高い重合法であるにもかかわらず、その停止機構については不明な点が多くあった。重要なモノマーであるアクリレートの停止機構について、教科書の記述が正しくないことを明らかにした。また、現在産業界での利用が急速に広がってきている、制御・リビングラジカル重合において、水系での単純なエマルジョン重合が分子量、分子量分布、および生成したポリマー粒子の粒径の高度な制御を伴って進行することを初めて明らかにした。				

整理番号	R-6	研究開始年度	平成 26 年度	研究終了年度	平成 28 年度
研究課題名	(和文) 高選択的反応を用いた有機エレクトロニクス材料開発				
	(英文) Development of Organic Electronics Materials based on Highly Selective Reaction				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 若宮淳志・京都大学・准教授				
	(英文) Atsushi WAKAMIYA・Kyoto University・Associate Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Cathleen CRUDDEN・Queen's University・Professor				
	Suning WANG・Queen's University・Professor				
参加者数	日本側参加者数	2 名			
	( カナダ ) 側参加者数	2 名			
	( ) 側参加者数	名			
27 年度の研究交 流活動	有機太陽電池では、p 型および n 型有機半導体材料の電子構造制御に加えて、置換基の組み合わせによる混合膜中でのモルフォロジーの制御が、光電変換効率向上に重要となる。当研究室では、ホウ素など典型元素の特性を活かした分子設計や、準平面型構造など骨格の形による分子配向制御という視点から、有機半導体材料のための独自の基本骨格を開発している。本研究では、WANG 教授のグループらが見出した光反応を用いて、これらの材料の系統的な合成に取り組んだ。得られる一連の化合物に対して、その基礎特性を評価するとともに、これらを用いた有機太陽電池デバイスの作製とその特性評価を行った。さらに、本研究で開発する有機半導体材料を用いたペロブスカイト型太陽電池の開発にも取り組んだ。本年度は、受け入れ・派遣は行っていないが、論文作成のために e-mail にて議論を進めた。				
27 年度の研究 交流活動から得 られた成果	H26 年度にカナダの Wang 教授の研究室に 3 ヶ月間派遣した下河広幸君は、Wang 教授の研究室で検討した光反応の課題を持ち帰り、真空条件下での反応を追跡し、反応の詳細を明らかにするとともに、光反応の前駆体の単結晶 X 線構造解析に成功し、これらの成果を Wang 教授との共著論文として、Angew. Chem. Int. Ed.誌に発表した。				

整理番号	R-7	研究開始年度	平成 27 年度	研究終了年度	平成 28 年度
研究課題名	(和文) 強発光エキシマーの開発と蛍光寿命エンジニアリング				
	(英文) Development of high fluorescent excimers and fluorescence lifetime engineering				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 山口茂弘・名古屋大学・教授				
	(英文) Shigehiro YAMAGUCHI・Nagoya University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Frank GLORIUS・University of Muenster・Professor				
参加者数	日本側参加者数	3 名			
	( ドイツ ) 側参加者数	3 名			
	( ) 側参加者数	名			
27 年度の研究交流活動	<p>ミュンスター大 GLORIUS グループでは、前年度にフェニルピリジン類の C-H 活性化反応により含窒素ピレン誘導体の初めての合成法の開発に成功した。この骨格は新たな蛍光性骨格として有望である。特にピレン母骨格と同様に強いエキシマー発光を示すのであれば、多様な展開が考えられる。そこで、そのエキシマー発光発現の可能性について、山口グループと共同して実施した。山口グループから大崎（博士学生）を 3 ヶ月派遣し、帰国後も密な連絡をとり合い、共同研究を推進した。また、山口がジョイントジウムでミュンスターを訪れた際には、お互いのグループの進捗状況について密に議論する機会をもち、研究の進展に努めた。</p>				
27 年度の研究交流活動から得られた成果	<p>山口グループでは、二つの蛍光性骨格を二つのアルキレン鎖で連結して大環状骨格を形成することにより、強いエキシマー発光の実現が可能であることを確立しつつある。この成果については本年度速報として報告した (<i>Angew. Chem. Int. Ed.</i>, 2016, in press.)。この手法を GLORIUS グループで合成を達成した含窒素ピレンに応用し、強いエキシマー発光を実現できれば、この手法の一般性を示せるだけでなく、新たな発光体としての応用の可能性が広がると考え合成に着手した。長鎖アルキル置換誘導体の合成に成功した。現在、この化合物の有効な展開方法について検討しているところである。</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「革新的触媒・機能分子創製のための元素機能攻究」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Elements Functions for Transformative Catalysis and Materials”
開催期間	平成27年10月5日～平成27年10月6日(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ドイツ、ミュンスター、ミュンスター大学
	(英文) Germany, Muenster, University of Muenster
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 山口茂弘・名古屋大学・教授
	(英文) Shigehiro YAMAGUCHI・Nagoya University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	(英文) Frank Glorius・University of Muenster・Professor

参加者数

派遣先 派遣	セミナー開催国 (ドイツ)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	A.	8/ 50
	B.	0
ドイツ 〈人/人日〉	A.	7/ 14
	B.	100
カナダ 〈人/人日〉	A.	3/ 15
	B.	5
合計 〈人/人日〉	A.	18/ 79
	B.	105

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>拠点機関の名古屋大学に京都大学、ミュンスター大学、ベルリン工科大学、カナダのクィーンズ大学の面々が直接顔を合わせ、それぞれの研究の進捗状況について発表し合い、スピード感のある新たな研究の展開が期待できる。また、直接話し合える機会を大いに利用して、特に若手研究者への研究議論の場を提供する事で、本事業は強力に推進すると期待できる。</p>		
セミナーの成果	<p>名古屋大学-京都大学-ミュンスター大-ベルリン工科大-クィーンズ大の5拠点の連携で進めている本プロジェクトでは、27年度はジョイントシンポジウムをミュンスター大で開催した。このシンポジウムでは、ミュンスター側がカナダ・トロント大と新たに始めたIRTGプログラムとの拡大ジョイントシンポジウムとして開催し、ミュンスター・ベルリン工科大・クィーンズ大・トロント大・京大・名大の6拠点のメンバーが一同に会し、有機化学、典型元素化学、有機金属化学の最先端の研究成果について議論した。次年度のジョイントシンポジウムの開催の詳細や今後の共同研究の展開について打ち合せする機会をもつことができた。</p>		
セミナーの運営組織	<p>山口茂弘コーディネーターを委員長とし、ドイツからの参加者とりまとめをミュンスター大学担当、カナダからの参加者とりまとめをクィーンズ大学担当として開催した。</p>		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容	外国旅費 4,391,786 円
			円
	(ドイツ)側	内容	国内旅費 円
			会議費 円
	(カナダ)側	内容	外国旅費 円

7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

実施しなかった

7-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

該当なし

## 8. 平成27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	ドイツ	カナダ		合計
日本	1		( )	( )	( )	0/0 (0/0)
	2		2/68 ( )	3/247 ( )	( )	5/315 (0/0)
	3		8/50 ( )	( )	( )	8/50 (0/0)
	4		( )	( )	( )	0/0 (0/0)
	計		10/118 (0/0)	3/247 (0/0)	0/0 (0/0)	13/365 (0/0)
ドイツ	1	( )		( )	( )	0/0 (0/0)
	2	( )		( )	( )	0/0 (0/0)
	3	(1/28)		( )	( )	0/0 (1/28)
	4	(1/14)		( )	( )	0/0 (1/14)
	計	0/0 (2/42)		0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (2/42)
カナダ	1	(1/7)	( )		( )	0/0 (1/7)
	2	(1/63)	( )		( )	0/0 (1/63)
	3	( )	(3/15)		( )	0/0 (3/15)
	4	( )	( )		( )	0/0 (0/0)
	計	0/0 (2/70)	0/0 (3/15)		0/0 (0/0)	0/0 (5/85)
	1	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	2	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	3	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	4	( )	( )	( )		0/0 (0/0)
	計	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)		0/0 (0/0)
合計	1	0/0 (1/7)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/7)
	2	0/0 (1/63)	2/68 (0/0)	3/247 (0/0)	0/0 (0/0)	5/315 (1/63)
	3	0/0 (1/28)	8/50 (3/15)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	8/50 (4/43)
	4	0/0 (1/14)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (0/0)	0/0 (1/14)
	計	0/0 (4/112)	10/118 (3/15)	3/247 (0/0)	0/0 (0/0)	13/365 (7/127)

※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
0/0 ( )	0/0 ( )	0/0 ( )	0/0 ( )	0/0 (0/0)

## 9. 平成27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	227,330	
	外国旅費	8,138,309	
	謝金	0	
	備品・消耗品 購入費	5,178,894	
	その他の経費	304,403	
	外国旅費・謝 金等に係る消 費税	651,064	
	計	14,500,000	
業務委託手数料		1,450,000	
合 計		15,950,000	

## 10. 平成27年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成27年度使用額	
	現地通貨額[現地通貨単位]	日本円換算額
ドイツ	7,691 [ユーロ]	950,000 円相当
カナダ	11,090 [カナダドル]	650,000 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。