

## 研究拠点形成事業 平成 29 年度 実施計画書

### 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  
( 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)：

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) クィーンズ大学

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. 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。

## 6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

名古屋大学-京都大学-ミュンスター大-ベルリン工科大-クイーンズ大の5拠点の連携で進めている本プロジェクトでは、初年度は、これまでのフレームワークに新たに京大-クイーンズ大の2拠点が加わったことから、その連携の強化・拡大を強力に推進することを目的に、2回の合同シンポジウムを名古屋、ドイツで開催し、円滑なスタートを切った。27年度も、これまでの「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」で推進してきた共同研究を引き続き遂行するとともに、新たなメンバーを加え、いくつかの新規共同プロジェクトをスタートさせた。特に、27年にミュンスターで開催したジョイントシンポジウムでは、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を開催し、ミュンスター・ベルリン工科大・クイーンズ大・トロント大・京大・名大の6拠点のメンバーが一同に会し、極めて有意義な共同研究の打ち合せの機会をもつことができた。3年目となる28年度は、カナダ・クイーンズ大で初めてジョイントシンポジウムをクイーンズ大の化学科教員・学生にも広く参加してもらい、本活動を宣伝することができた。28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、クイーンズ大 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継続的に共同研究を実施した。特に、クイーンズ大で開催したジョイントシンポジウムの際には密に議論し、ホウ素化合物の光反応性に関する有益な示唆をいただいた。その成果を現在論文に纏め上げているところである。また、ERKER グループから研究に参画した YANEZ 君の耐光性発光性有機材料の開発研究の成果は *Inorg. Chem.* 誌への掲載が受理された。また、これまで STUDER グループと進めてきた共同研究であるリン架橋ビオロゲンの合成研究の成果も、*Chem. Eur. J.* 誌に掲載された。さらに昨年度 GLORIUS グループに大崎（博士学生）を派遣しして開始した研究は、同君の帰国後も密に連絡を取り合いながら進め、蛍光性脂肪酸プローブの開発へと展開し、有用な蛍光プローブとして花開こうとしている。次年度も引き続き共同研究を展開する予定である。さらには、本年度のジョイントシンポジウムの際の議論をもとに開始された OESTREICH グループとの共同研究では、小笠原（博士学生）を派遣し着手した。超耐光性蛍光プローブの開発に引き続き取り組む予定である。

齋藤グループでは、 $\pi$ 共役系色素分子合成のための触媒反応開発を進める CRUDDEN・JESSOP グループから CO<sub>2</sub> の固定化に有用なポリ（エチレンイミン）の提供を受け、これらポリマー鎖に含まれる複数の二級アミンのポリ N-メチル化を、独自に開発した金属担持半導体光触媒を用いて検討した。現在そのポリメチル化体の構造の同定を進めている。一方で、H27年度に齋藤グループから派遣した鳴戸（博士学生）が見出した、30種類以上の触媒の性能を one batch で初期的に判断する High-throughput screening 法を用いて、卑金属源を用いるカルボン酸の水素化を CRUDDEN・JESSOP 研究室で引き続き進めてきた。また齋藤-WUENSCH らの共同研究チームから H28年度にはジエチレンイミン骨格の立体選択的合成に関わる三編の共著論文を国際学術雑誌で H28年度中に発表した。齋藤グループでオキサゾリン骨格の多様化に向けた触媒反応の開発を進め、opioid 受容体のアゴニスト

もしくはアンタゴニスト候補分子の化合物ライブラリー構築を推進した。

田中グループは引き続きミュンスター大 RAVOO グループと 1) ホスト-ゲスト化学をもとにした液晶性分子組織構築と、2) 金属錯体超分子構造の構築の2つについて継続的に共同して進めている。

山子グループは、クイーンズ大 CRUDDEN・CUNNINGHAM グループと有機テルル化合物を用いたリビングラジカル重合の水溶液重合系への適応の拡大について検討を行った。その結果、メタクリル酸エステル系モノマーのエマルジョン重合のみならず、重合速度が極めて早いアクリル酸エステル系モノマー、および水との親和性の低いスチレンモノマーのエマルジョン重合の制御に成功した。さらに、水溶性モノマーを水中均一系で重合を制御して行うことが可能である予備的な検討結果を得た。重合速度の予想外の促進など、基礎化学的にも応用的にも興味深い結果を含んでいる。

若宮グループでは、6月にクイーンズ大で開催されたシンポジウムに、若宮と H26 年度に Wang グループに3ヶ月間派遣した下河（博士学生）が参加し、その後の共同研究の進捗報告と打ち合わせを行った。

この他に、唯グループがミュンスター大の GLORIUS グループと共同研究を開始し、GLORIUS グループが開発した N-ヘテロサイクリックカルベンを利用した不均一系固体触媒の反応性チューニングの研究を行った。学生・スタッフの相互派遣によって共同研究を進め、これまでに塩基性表面に担持した Ru 触媒の活性と選択性を N-ヘテロサイクリックカルベンの修飾によってチューニングできることを見出した。成果は *J. Am. Chem. Soc.* 誌に速報として掲載され、*SYNFACT of the month* にも選ばれ国際的に高い評価を受けた。引き続き共同研究を強力に推進して行く予定である。また、中村グループもジョイントシンポジウムの際に CRUDDEN・JESSOP グループと議論を進め、バイオマスの変換反応の開発について共同研究を開始することとなった。名大の斎藤グループとの国内連携も含めて推進する予定でいる。

## 7. 平成29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がすでにできあがっている。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ったが、27年度に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し、順調に活発な共同研究を実施できた。28年度も、カナダクイーンズ大にて、ミュンスター・ベルリン工科大・クイーンズ大・京大・名大のメンバーが集うジョイントシンポジウムを開催し、地元クイーンズ大より JESSOP 教授や EVANS 教授にも参加してもらい、その際の議論をもとにさらに研究を拡大・加速することができた。29年度には再度ジョイントシンポジウムの場所をドイツに移し、ベルリン工科大学にて実施するこ

とを計画している。この機会の議論を起爆剤として、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。また、この際には、これまで築き上げてきた強固な国際共同研究基盤の継続の形を集中的に議論し、今後の展開を模索する予定でいる。

#### <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、バイオマスの活用などのキーワードをもと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項目を通じ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。この成功例として、山口グループから派遣した大崎（当時博士2年）が、Glorius研で最先端のC-H活性化反応を学び作り上げた蛍光分子を持ち帰り、これをもとにバイオイメージングの蛍光プローブとして造り込むことを達成してみせた。触媒分野と材料・生命分野との専門性の違う分野間で成し得た国際共同研究の成果であり、大崎はこの成果を柱に博士号を取得した。このような事例をさらに増やし、リーダー人材養成と共同研究の推進に努めたい。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行っているが、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拡張することに力を入れ、円滑に移行できたと考えている。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引き続き全力で取り組みたい。そして、今後申請予定である卓越大学院プログラム等の国際化事業の基盤としたい。

## 8. 平成29年度研究交流計画状況

### 8-1 共同研究

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) 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 Münster・Professor				
29年度の 研究交流活動 計画	<p>田中グループはこれまでに RAVOO グループとともに、1) ホスト-ゲスト化学をもとにした液晶性分子組織構築と、2) 金属錯体超分子構造の構築の2つについて継続的に共同して進めている。RAVOO 研究室で開発したシクロデキストリンを用いた分子認識システムと、田中研究室でホスト-ゲスト化学や金属錯体をもとにした機能性液晶性分子組織システムを用い、磁性金属錯体型ゲスト分子などの組織化による高次分子機能の発現についての研究を展開する。本年度も引き続き、革新的な分子協働組織システムの創出に挑む。本プログラムのジョイントシンポジウムにおいて、RAVOO 研究室メンバーとの議論の場を作り、また、その他にも、インターネットを介した定常的な情報共有（インターネット会議を含む）の場を有効に生かして、今後の展開について協議していく。</p>				
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>田中グループでは、イミン結合を介した共役型大環状化合物の合成手法の開発、およびその液晶性材料への展開を行っている。RAVOO 研究室で開発した基質認識が可能な分子認識性化合物と複合化することにより、それぞれの液晶分子が、それぞれでカラム構造を作りながら組織化することで、ナノレベルでの秩序性と相分離性を持ち合わせた新しい機能性ソフトマテリアルが構築できると考えられる。これらは将来的に、太陽電池へ応用するためのナノインクなどへの展開が期待できる。</p>				

整理番号	R-4	研究開始年度	平成 27 年度	研究終了年度	平成 29 年度
研究課題名	(和文) 有機テルル化合物を用いた水系でのリビングラジカル重合 (英文) Organotellurium-mediated living radical polymerization in aqueous media				
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) Cathleen CRUDDEN・Queen's University・Professor Michael CUNNINGHAM・Queen's University・Professor				
29年度の 研究交流活動 計画	山子グループと CRUDDEN・CUNNINGHAM グループとで 27～28 年度に、水溶性の有機テルル重合制御剤を用いることで、単純なエマルジョン重合 (ab initio emulsion polymerization) が代表的な共役モノマーであるスチレン、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステルで可能であり、分子量、分子量分布のみならず、ポリマー粒子径も制御できることを明らかにした。この成果の発展のために、アクリロニトリルをモノマーとしたエマルジョン重合の開発を目指す。従来の条件では、分子量分布の狭い高分子量ポリアクリロニトリルの合成は困難であったが、エマルジョン系で行うことで、その解決を図る。ポリアクリロニトリルは炭素繊維の前駆体であり、分子量のそろった高分子量体のポリアクリロニトリルを用いることで、炭素繊維の物性の向上が期待されており、そのサンプル供給を図る。 さらに、均一系水中での重合が、大きな重合速度の促進が観測される一方、重合の制御は極めて高いことが、予備的検討で明らかになってきた。この原因と一般性との解明を図る。さらに、それを高分子量体の構造の制御されたポリアクリルアミド等への展開を図り、水の精製膜等への利用を見据えた検討を行う。適宜テレビ会議を開き、進捗状況を共有し、研究の展開の方針を議論する。				

29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	エマルジョン重合は産業界で汎用的に用いられている高分子合成法であるが、それとリビングラジカル重合系を組み合わせることはこれまで困難であり、特殊なマクロ開始剤をあらかじめ合成することや、超音波照射を行うマイクロエマルジョン系などでしか成功例はなかった。それに対し、27～28年度に得られた結果は、単純な構造を持つ重合制御剤を用いて、高度にポリマーの一次構造と粒径とを同時に制御できることを明らかにした点で画期的である。この研究を種々の材料開発を念頭に入れて発展させることで、従来材料を凌駕する新しいポリマー材料を実用的に合成する方法の開発が期待される。
---	---

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 29 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) Suning WANG・Queen's University・Professor Cathleen CRUDDEN・Queen's University・Professor				
29年度の 研究交流活動 計画	有機薄膜太陽電池及びペロブスカイト太陽電池の高効率化には、優れた特性を示す有機半導体材料の開発が求められている。その開発研究には、1) それぞれの発電原理に基づいて、求められる電子構造をもつように精密に電子構造を制御可能な骨格を設計し、2) 効率的合成法を用いて、一連の候補材料を迅速に合成するとともに、3) これらを用いたデバイスの作製と評価を行う必要がある。これまでに若宮グループは、WANG 教授のグループとの共同研究として、ホウ素を鍵元素に用いた光機能性材料の開発を行ってきた。これまでに分子内 B-N 配位結合を形成させるという分子設計により、著しく高い電子受容性骨格が構築できることを見出している。WANG 教授らのグループとのテレビ会議にて、本分子設計・開発を進め、近赤外光を光電変換可能な有機半導体材料の開発に取り組む。また、学生、研究員各 1 名を名古屋大学に 10 日間派遣し、CRUDDEN グループの他、国内の山口グループおよび中村グループとも連携を進め、有機系太陽電池の半導体材料としての候補材料の迅速な合成とその評価に取り組む。				



29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	有機薄膜太陽電池の分野では、窓材としても利用可能な透明型太陽電池が注目を集めている。そのためには、近赤外光領域の波長の光も効率的に光電変換可能な材料が強く求められている。上述の独自の電子受容性骨格を用いた半導体材料開発を進めることで、近赤外光で発電する透明型太陽電池の開発が可能になるものと期待できる。また、ペロブスカイト太陽電池に関しては、これまでに若宮グループでは、有機薄膜太陽電池だけでなく、ペロブスカイト太陽電池の作製法と評価技術を確立している。特にペロブスカイト太陽電池に関しては、独自の材料の塗布法を開発し、標準的な有機半導体材料を用いても20%を超える光電変換効率を示すデバイスの作製にも成功している。本プロジェクトで研究者と強力に連携しながら一連の新規有機半導体材料の開発を進め、これらをデバイスの電荷輸送層に展開することで、開放電圧および曲線因子の向上により、さらなる高効率化が実現できるものと期待できる。
---	--

整理番号	R-7	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成30年度
研究課題名	<p>(和文) 天然アミノ酸誘導体合成に基づく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</p> <p>(英文) Directed Construction of Molecular Library of Chiral Oligoamines and Non-standard Oligopeptides derived from Natural Amino Acids for Producing Bioactive Compounds and CO<sub>2</sub> Immobilization as Carbon Resource</p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	<p>(和文) 斎藤進・名古屋大学・教授</p> <p>(英文) Susumu SAITO・Nagoya University・Professor</p>				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	<p>(英文) Bernhard WUENSCH・University of Muenster・Professor Cathleen CRUDDEN・Queen's University・Professor Philip JESSOP・Queen's University・Professor</p>				
29年度の 研究交流活動 計画	<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)への応用をすすめる。29年度も引き続き, 斎藤グループが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, 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, 合成した多彩な化合物群をWUENSCHグループに引き続き送付する。また, 斎藤-JESSOP/CRUDDENらの共同研究チームでは, CO<sub>2</sub>資源化の一環として, 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引き続き行う。担</p>				

	当学生を WUENSCH グループもしくは JESSOP/CRUDDEN に派遣することも考えたい。Skype 会議を年に 3 回程度行い派遣の有無等を決定する。
29 年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	29 年度中に光学活性ジ (エチレンイミン) と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を完成 (斎藤グループ) させることで、合成した多彩なライブラリー分子のなかから、各受容体に高選択的に結合する分子を発見できる (WUENSCH グループ)。29 年度中にこれら光学活性化合物群を先方に送付する予定で、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群の設計合成へとフィードバックできる (斎藤グループ)。また同年度中に、Queens 大学の大学院生 1 名が共同研究を推進することで、実用的なカルボン酸の水素化に有効な卑金属系触媒を初期的に見いだし (JESSOP/CRUDDEN グループ)、CO <sub>2</sub> の水素化に基づく資源化の第一歩を踏み出したい (斎藤グループ)。

整理番号	R-8	研究開始年度	平成 29 年度	研究終了年度	平成 30 年度
研究課題名	(和文) 負の溶媒効果を示す蛍光団をもちいた生体プローブの開発 (英文) Fluorescent probes with negative solvatochromic fluorophores				
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			

29年度の 研究交流活動 計画	<p>これまでにミュンスター大 GLORIUS グループと山口グループとの間で「強発光エキシマーの開発と蛍光寿命エンジニアリング」と題した共同研究を実施してきた。博士学生を派遣し、共同研究を実質的かつ蜜に進めた。その過程で、GLORIUS グループによりフェニルピリジン類の C-H 活性化反応により合成が達成された含窒素ピレン誘導体が負の溶媒効果を示し、かつ溶媒の極性に関係なく強い蛍光を示すことができる特異な蛍光団であることがわかった。そこで、この骨格に長鎖脂肪酸を導入することに着想し、脂質の生成過程を追跡する蛍光プローブの開発に成功した。現在、この研究の生物学的実験の検証を進め、纏め上げている途中であるが、本共同研究では、この骨格をさらに造り込み、より有用なプローブへと発展させる。テレビ会議や e-mail を基に議論を進め、シンポジウムの際に具体的に成果のまとめ方や今後の展開について議論する。</p>
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>これまでに開発に成功している脂質プローブは、拡散により油滴を染色する脂肪滴染色プローブとは異なり、それ自体の脂肪酸部位が変換を受け、その過程での媒体の極性の変化を敏感に励起波長の変化で識別できる画期的なプローブであり、ケミカルバイオロジー分野のみならず、生物学研究分野、創薬、医療分野において広く使われる可能性をもつ。しかし、まだその性能は完全ではなく、励起波長、発光波長、耐久性、耐光性等の観点で造り込むことにより、この国際共同研究の成果の価値をさらに高めることができる。</p>

整理番号	R-9	研究開始年度	平成 28 年度	研究終了年度	平成 30 年度
研究課題名	<p>(和文) 超耐光性蛍光団の開発と生体イメージングへの応用 (英文) Development of super photostable fluorophores and applications to bioimaging</p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	<p>(和文) 山口茂弘・名古屋大学・教授 (英文) Shigehiro YAMAGUCHI・Nagoya University・Professor</p>				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	<p>(英文) Martin OESTREICH・University of Muenster・Professor</p>				
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			

29年度の 研究交流活動 計画	28年度のジョイントシンポジウムの際の議論をもとに、山口グループと OESTREICH グループとの間で共同研究を開始した。小笠原（博士学生）を派遣し、耐光性蛍光団の開発に、OESTREICH グループ独自の触媒系を用いた C-H 活性化変換反応を応用することにより取り組み、その端緒となる結果を得ることができた。この結果をもとに、OESTREICH グループでさらに検討を進め、得られた化合物の光物性や電気化学的特性などの基本物性はもとより、脂肪滴染色プローブとしての応用について山口グループで検討を進める。テレビ会議や e-mail をもとに進捗状況の報告・議論を進め、シンポジウムの際に具体的に今後の展開について議論する。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	脂肪滴はあらゆる細胞に存在するオルガネラの一つであり、様々な生命現象に重要な役割を担っている。また、肥満や糖尿病などの生活習慣病の発生や予防の観点から、細胞内における脂肪滴形成や分解過程の時空間的解析は非常に重要な研究課題となっている。脂肪滴の代謝過程を長時間リアルタイムで観察し続けるためには、高い光安定性を有する脂肪滴染色蛍光プローブが必要である。山口グループでは、耐光性に優れた蛍光プローブの開発に精力的に取り組んでいるが、励起波長、発光波長、耐光性の点でバリエーションに富んだ蛍光団の開発が依然必要である。その一つとして本研究で生み出される基本骨格は高い潜在性をもっており、生物学研究にインパクトを与える化合物群へと発展する可能性を秘めている。

整理番号	R-10	研究開始年度	平成 28 年度	研究終了年度	平成 30 年度
研究課題名	(和文) N-ヘテロサイクリックカルベンを用いた固体触媒表面の反応性チューニング				
	(英文) Tuning of Catalysis on Heterogeneous Catalyst Surface by N-Heterocyclic Carbenes				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 唯美津木・名古屋大学・教授				
	(英文) Mizuki TADA・Nagoya University・Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) Frank GLORIUS・University of Münster・Professor				
参加者数	日本側参加者数	4 名			
	ドイツ側参加者数	2 名			
	( ) 側参加者数	名			

29年度の 研究交流活動 計画	これまでにミュンスター大GLORIUSグループと名古屋大学唯グループとの間で、GLORIUSグループが開発したN-ヘテロサイクリックカルベンを利用した不均一系固体触媒の反応性チューニングの研究を行ってきた。学生・スタッフの相互派遣（日本側から2名を9日間ミュンスターに派遣、ミュンスターから日本側に1名を2日間派遣）して、実験、解析を実施することで、共同研究を進めてきており、これまでに塩基性表面に担持したRu触媒の活性と選択性をN-ヘテロサイクリックカルベンの修飾によってチューニングできることを見出した。この研究をさらに発展させるべく、現在、N-ヘテロサイクリックカルベンの配位で、触媒的に不活性な固体表面を電子的に活性化させ、有用反応へと展開する研究を推進している。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	有機化学と不均一系触媒化学の融合によって、不活性な固体触媒表面の反応性を、有機分子の配位によって自在にチューニングし、新たな活性を付与できる触媒表面を生み出すことで、工業的にも重要な高難度触媒反応の実現が期待される。また、カルベンの配位による電子的な効果をキャラクタライズし、触媒活性チューニングの要因を解明することで、固体表面の新たな活性チューニング法の提示につながる。

整理番号	R-11	研究開始年度	平成29年度	研究終了年度	平成30年度
研究課題名	(和文) 木質分解分子触媒の開発				
	(英文) Development of Molecular Catalysts Resolving Xylem into Chemicals				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 中村正治・京都大学・教授				
	(英文) Masaharu NAKAMURA・Kyoto University・Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	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			
	カナダ側参加者数	3名			
	( )側参加者数	名			

29年度の 研究交流活動 計画	中村の研究グループでは、木質の常温常圧中性条件下での選択的分解を可能とする分子触媒の開発を進めている。同触媒は遷移金属錯体部とペプチド部からなる分子量 3000 程度の人工酵素様分子である。これまでの検討から、過酸化水素を酸化剤とした単離リグニンおよび木粉の分解の可能であることが見出だされている。一方、上記反応においては、芳香族分子や糖類、その誘導体の混合物として得られてくるため、効率的な分析および生成手法の確立が必須である。本国際交流活動において、中村グループが開発した木質分解反応と CRUDDEN・JESSOP グループが開発した分離精製技術を組み合わせることで、木質分解による有用有機化合物の生産に対する実証研究を進めたい。担当学生を CRUDDEN・JESSOP グループに派遣することを現在調整中であり、実際に2ヶ月間程度派遣し、研究を進めたい。また、触媒機能の向上については、名古屋大学斎藤グループによって開発された非天然オリゴペプチドの導入の検討を開始することを計画している。さらには固相担持遷移金属触媒と H <sub>2</sub> を用いる C-O σ結合の加水素分解反応の開発（斎藤グループ）とリグニン C-O 結合切断に基づくリグニンの小分子化（中村グループ）も視野にしている。
29年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	29年度中にオキサゾリン含有非天然オリゴペプチド（斎藤グループ）を導入した、木質分解分子触媒の合成と機能評価を開始する。さらに、同触媒を用いた木質分解反応によって得られる生成物の分離、生成手法の確立を JESSOP グループの協力を得て確立したい。これらの新規触媒の開発と分離・精製手法の確立によって、再生可能炭素資源である木質バイオマスの化学資源化の鍵技術フローを提示し、脱化石燃料・資源への第一歩を踏み出したい。

## 8-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	<p>(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」</p> <p>(英文) JSPS Core-to-Core Program “Elements Functions for Transformative Catalysis and Materials“</p>
開催期間	平成29年11月頃（2日間）
開催地（国名、都市名、会場名）	<p>(和文) ドイツ、ベルリン、ベルリン工科大学</p> <p>(英文) Germany, Berlin, Berlin University of Technology</p>
日本側開催責任者	(和文) 山口茂弘・名古屋大学・教授

氏名・所属・職	(英文) Shigehiro YAMAGUCHI・Nagoya University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Martine OESTREICH・Berlin University of Technology・ Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (ドイツ)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	15 / 75
	B.	
ドイツ 〈人／人日〉	A.	40 / 80
	B.	
カナダ 〈人／人日〉	A.	5 / 25
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	60 / 180
	B.	0

- 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	名古屋大学と京都大学、そしてドイツのミュンスター大学とベルリン工科大学、カナダのクィーンズ大学から参加研究者が一同に会し、本事業を強力に推し進めていくべく直接的な研究ディスカッションをおこなう。それにより、新たな研究テーマの誕生や若手の自発的な研究シーズの提案を期待し、本プログラム後半に差し掛かってきた共同研究のスピードアップや拡大化をはかる。今回のシンポジウムは、初めてドイツのベルリン工科大学で行う。ベルリンを中心として、広くドイツ国内へシンポジウム開催をアナウンスし、外部からの参加希望者を受入れることによって活発な意見交換や新しい研究テーマのヒントなどを開拓していく。
-----------	---

期待される成果	主要メンバーが直接的にディスカッションを行い研究内容についての顔を合わせて意見交換を行うことで、研究進捗の加速化などにつながると期待する。	
セミナーの運営組織	ドイツ・ベルリン工科大学の Martine Oestreich 教授を委員長とし、日本からの参加者とりまとめを名古屋大学が担当、ドイツからの参加者とりまとめをベルリン工科大学が担当として開催する。ベルリン工科大学と名古屋大学が中心となり、参加者やプログラムの調整などを進めていく。	
開催経費 分担内容	日本側	内容 外国旅費 外国旅費に係る消費税
	(ドイツ)側	内容 国内旅費
	(カナダ)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「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29年11月頃(1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、名古屋、名古屋大学 (英文) Japan, Nagoya, Nagoya University
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 (※日本以外での開催の場合)	(英文)
--	------

参加者数

派遣先□ 派遣元□		セミナー開催国 (□日□)
日本 〈人／人日〉	A.	50/ 100
	B.	
ドイツ 〈人／人日〉	A.	5/ 10
	B.	
カナダ 〈人／人日〉	A.	5/ 10
	B.	
合計 〈人／人日〉	A.	60/ 120
	B.	0

- 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	名古屋大学と京都大学、そしてドイツのミュンスター大学とベルリン工科大学、カナダのクィーンズ大学から参加研究者が一同に会し、また広く国内外の同じ研究領域の研究者に参加を呼びかけて、「共同シンポジウム」の開催を計画する。本事業を強力に推し進めていくべく研究ディスカッションに多角的な意見を取り入れ、それにより、新たな研究テーマの誕生や若手の自発的な研究シーズの提案等も期待し、本プログラム後半に差し掛かってきた共同研究のスピードアップや拡大化を狙う。
-----------	---

期待される成果	<p>本プログラムの中心となる名古屋大学に、研究や実験を実際におこなう大学院生や若手研究者を集め、更には国内外から同じ研究領域の研究者に広く開催を告知し、集中的に共同研究の可能性を議論することにより、目に見える研究進捗のスピードアップや新たな共同研究の誕生が期待できる。</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が担当、カナダからの参加者とりまとめをクィーンズ大学が担当して開催する。名古屋大学が中心となり、プログラムやシンポジウム全体の進行について調整していく。</p>	
開催経費 分担内容	日本側	<p>内容 看板、及び告知ポスター作成費 国内旅費 会議費</p>
	(ドイツ)側	<p>内容 外国旅費</p>
	(カナダ)側	<p>内容 外国旅費</p>

### 8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

共同研究、セミナー以外の交流（日本国内の交流を含む）計画を記入してください。  
平成29年度は実施しない。

### 8-4 中間評価の指摘事項等を踏まえた対応

中間評価では、想定以上の進展があると高く評価いただいた。これまでのドイツとの連携とともにカナダや京大との連携も加わり、共同研究が円滑に進み、当該分野の学術の進歩に貢献していることが高く評価された。一方で、個人間の交流ではなく、より多くの研究者間の国際共同研究の推進の必要性も指摘された。この点に関しては、国内で名大と京大が参画して実施している統合物質創製化学研究機構の活動と連動させながら、共同研究の推進の可能性を模索しており、実際、名大の斎藤グループと京大の中村グループとの連携の可能性も検討されつつある。また、名大の山口グループと京大の若宮グループとの間の有機電子材料のデバイス応用への展開に関する研究についても引き続き検討されている。より本事業の国内での認知度を上げ、日本側の拠点教員間で目標と成果の共有を行うためにも国内シンポジウムを開催する予定でいる。若手研究者の養成についても、学生の単なる海外セミナーへの派遣だけでは不十分であるので、中長期の派遣を行い、自身が研究を主体的に駆動させる経験を積めるように活動を継続したい。これらの取り組みにより、国際拠点としてふさわしい活動をより強化したい。

## 9. 平成29年度研究交流計画総人数・人日数

### 9-1 相手国との交流計画

派遣先 派遣元	日本 〈人/人日〉	ドイツ 〈人/人日〉	カナダ 〈人/人日〉	合計 〈人/人日〉
日本 〈人/人日〉		20/ 200 ( )	2/ 70 ( )	20/ 270 ( 0/ 0 )
ドイツ 〈人/人日〉	( 5/ 25 )		( 1/ 10 )	0/ 0 ( 6/ 35 )
カナダ 〈人/人日〉	( 5/ 25 )	( 5/ 25 )		0/ 0 ( 10/ 50 )
合計 〈人/人日〉	0/ 0 ( 10/ 50 )	20/ 200 ( 5/ 25 )	2/ 70 ( 1/ 10 )	20/ 270 ( 20/ 85 )

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・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。

### 9-2 国内での交流計画

5 / 5 〈人/人日〉
--------------

## 10. 平成29年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	450,000	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	10,000,000	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	4,950,000	
	その他の経費	800,000	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	800,000	
	計	17,000,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,700,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合計		18,700,000	