

1. はじめに

北海道大学工学研究科化学系3専攻(当時)、理学研究院化学部門および触媒化学研究センターを中心に活動した文部科学省グローバルCOEプログラム「触媒が先導する物質科学イノベーション」(平成19年度～平成23年度)は、本学の化学教育・研究システムを世界基準で再編する重要な転機となった。主要大学として初めての、大学院化学教育組織を統合した大学院総合化学院の設立(平成22年度)や、東アジアの拠点大学と連携した物質科学アジア国際連携大学院(平成24年度から国際先端物質科学大学院に名称変更)の設置(平成20年度)は、その典型的な成果である。また、工学部教授を務められた鈴木章名誉教授が、R. Heck教授(米国、デラウェア大学)、根岸英一教授(米国、パデュー大学)らとともに2010年にノーベル化学賞を受賞されたことは、慶事であることに加え、本学の化学研究が世界的に認められたことを意味する。

このように、本学の化学系組織は我が国を代表する物質科学教育・研究拠点として成長したが、その活動を発展的に継続するため、文部科学省特別経費「次世代型クロスカップリング反応が拓く分子構築イノベーション」(平成24年度～平成27年度)を新規教育研究支援事業としてご承認いただいた。この事業(MMC事業)を実施する拠点組織として、工学研究院に「フロンティア化学教育研究センター(FCC)」を平成24年6月1日付けで設置し、活動を開始した。

本報告書は、FCCを拠点とするMMC事業に係わる初年度(平成24年度)の活動記録である。試行錯誤の船出となったが、工学研究院と化学系関連部局の方々の温かいご支援を賜り、予定した以上の成果を挙げる事ができた。この場を借りてお礼を申し上げます。次年度以降も、本学化学教育・研究の発展に資するべく、一同邁進する所存である。ご指導、ご鞭撻賜るようお願いする次第である。

平成25年12月

フロンティア化学教育研究センター

センター長 大熊 毅

2. フロンティア化学教育研究センター (FCC)

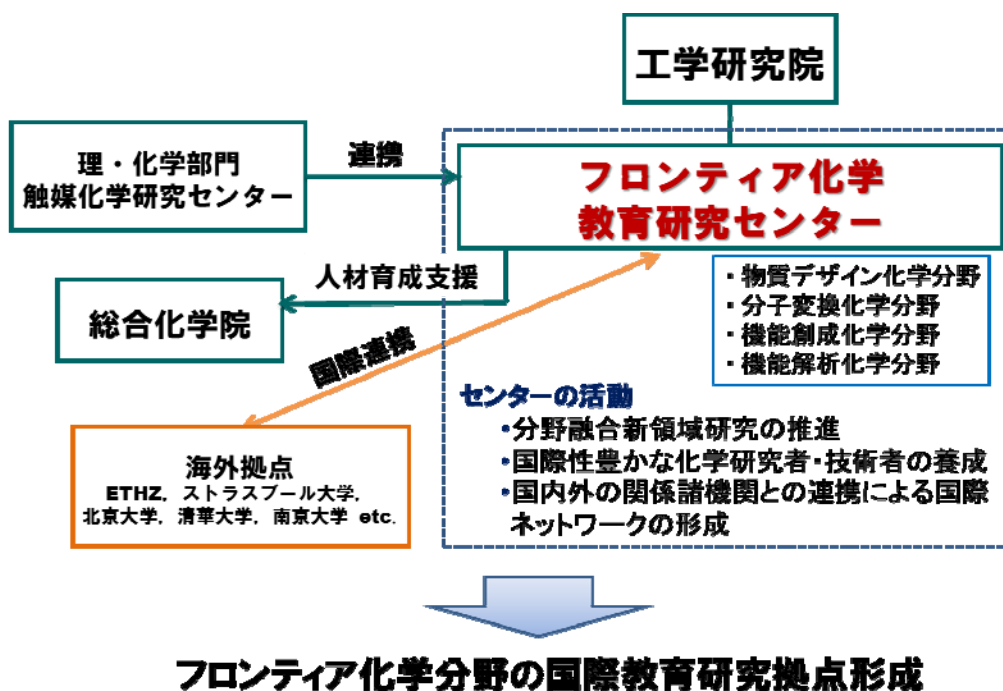
および特別経費事業 (MMC 事業) の目的と概要

「化学」は有機・無機化合物を含む広範な物質を対象とし、原子・分子のレベルで現象を解明する基礎研究から、医薬、プラスチック、セラミックス、発光材料等、人々の暮らしに欠かせない機能をもつ物質を創製する展開研究まで網羅する。北海道大学においては、学術的・技術的に優れた化学研究をとおして我が国の革新的なイノベーションの創出と活気ある持続可能な社会の構築に貢献するとともに、多様化した社会のリーダーとなる人材を継続的に輩出してきた。本学工学研究科化学系3専攻(当時)、理学研究院化学部門および触媒化学研究センターを中心組織として発足した文部科学省グローバル COE プログラム「触媒が先導する物質科学イノベーション」(平成19年度～平成23年度)では、本学が世界に誇る触媒研究を物質科学の中心的課題である物質変換と物質創製の基盤研究として捉え、主要大学として初めての大学院化学教育組織を統合した大学院総合化学院(CSE)の設立(平成22年度)、東アジアの拠点大学と連携した物質科学アジア国際連携大学院(AGS:平成24年度から国際先端物質科学大学院に名称変更)の設置(平成20年度)を行うとともに、様々な人材育成事業・国際交流事業を推進した。この事業を通し、本学の化学系組織は我が国を代表する物質科学教育拠点として成長した。

この間、本学名誉教授であり、工学部教授を務められた鈴木章先生が、R. Heck 教授(米国、デラウェア大学)、根岸英一教授(米国、パデュー大学)とともに2010年にノーベル化学賞を受賞されたことは、本拠点にとっても大変喜ばしい出来事であった。受賞理由は「パラジウム触媒を用いるクロスカップリング反応の開発」であり、鈴木先生が工学研究院特別教授である宮浦憲夫先生とともに開発された「鈴木—宮浦カップリング反応」の化学における優れた貢献度が評価されたことによる。

このように本学が築き上げてきた世界最高水準の化学研究、国際的に通用する次世代リーダーの養成事業、国際連携事業は、本拠点の中心的教育研究活動として発展的に継続されるべきである。この主旨にご賛同頂き、文部科学省特別経費「次世代型クロスカップリング反応が拓く分子構築イノベーション」(平成24年度～平成27年度)が採択され、新規教育研究支援事業を開始した。本事業(MMC事業)を実施する拠点組織として工学研究院に「フロンティア化学教育研究センター」を平成24年6月1日付けで設置した。同センター(FCC)は工学研究院有機プロセス工学部門、同生物機能高分子部門、同物質化学部門と理学研究院化学

部門、触媒化学研究センターが連携して活動を行うものである（センター概要図を参照）。これにより、世界をリードするフロンティア化学の研究を推進し、産学連携等を通じて社会が求めるグリーンイノベーション、ライフイノベーションの実現を目指す。また、大学院学生の教育においては、欧米・アジアおよび国内の教育研究拠点との学术交流ネットワークを強化し、次世代のグローバルリーダーを養成するための人材育成支援事業を展開する。



3. フロンティア化学教育研究センター（FCC）の組織

平成24年度フロンティア化学教育研究センター(FCC)の組織構成を以下に示す。

【教育研究組織】

工学研究院、理学研究院、触媒化学研究センターに所属する16名の教員を4分野に編成し、これを核として物質変換および物質創製におけるフロンティア化学を推進する。

センター長：宮浦憲夫（FCC専任）

副センター長：大熊毅（MMC事業責任者）

1) 物質デザイン化学分野

増田隆夫、覚知豊次、下川部雅英、鈴木孝紀、石森浩一郎

2) 分子変換化学分野

宮浦憲夫（FCC専任）、大熊毅、山本靖典（FCC専任）、福岡淳

3) 機能創製化学分野

吉川信一、稲辺保、関朋宏（FCC専任）、柳瀬隆（FCC専任）

4) 機能解析化学分野

幅崎浩樹、村越敬、武次徹也

顧問：鈴木章 名誉教授

【運営組織】○：委員長を示す

1) 運営委員会

○宮浦憲夫、大熊毅、吉川信一、増田隆夫、覚知豊次、幅崎浩樹、村越敬、石森浩一郎、武次徹也、福岡淳、下川部雅英
(工学研究院事務部長)

[業務内容]

- ① 組織運営および教育研究方針の決定
- ② 人材育成支援事業に関する方針決定
- ③ 予算および決算の確定
- ④ その他センターに関する需要事項の決定

2) 人材育成事業委員会

○増田隆夫、大利 徹、武田 定、佐田和己

〔事業〕

- ① 海外インターンシップ（海外研究機関への学生派遣）
- ② 国内インターンシップ（国内企業等への学生派遣）

3) 国際先端物質科学大学院（AGS）運営委員会

○武次徹也、大熊 毅、石森浩一郎、向井 紳

〔事業〕

- ① 博士後期課程学生 RA 支援事業（AGS 学生に限定）
- ② 外国人教員による実践的英語講義支援事業（AGS 集中講義）
- ③ 海外現地入学面接試験に係る教員派遣支援事業

4) 国際交流委員会

○吉川信一、大熊 毅、村越 敬、稲辺 保

〔事業〕

- ① 海外拠点大学との連携支援事業
 - ・国際シンポジウム開催、連携機関とのジョイントシンポジウム開催、スタンプラリー講義運営

5) イノベーション研究企画委員会

○幅崎浩樹、石森浩一郎、福岡 淳

〔事業〕

- ① 分野融合新領域研究・産学連携研究企画支援事業
 - ・国内講演やシンポジウム開催の企画・参加支援
 - ・産業実学講義・技術者倫理講義の企画

6) 事務局

○下川部雅英、河辺亮子、遠藤良美、山中みれい

4. FCC および MMC 事業の実施計画

FCC と MMC 事業の目的達成を目指した取組の全体計画（平成 24 年度～平成 27 年度）と平成 24 年度の実施計画を以下に示す。

1) 全体計画

- ① 関連分野の著名な外国人研究者の招聘・学術交流の実施、産・官への長期インターンシップや海外への長期インターンシップを実施する。
- ② 企業研究者による産業実学講義・科学技術政策講義の開講、大学院海外現地入試の実施、修士・博士一貫教育実施に向けた検討の開始。
- ③ 新しく使い易いカップリング原料として次世代有機ボロン酸化合物を開発する。
- ④ これを用いて可能となる高選択的不斉合成や高効率炭素—炭素結合形成法により、多彩な構造を持つ有機分子を合成する次世代型クロスカップリングを開発する。
- ⑤ 次世代型クロスカップリングにより、各種医療において有用な医薬品を中心に、最先端産業分野で重要な機能材料の簡便かつ高効率な合成に展開する。

2) 平成 24 年度実施計画

- ① 長期インターンシップ（企業等）の受入機関と受入条件等を調整し派遣を開始する。
- ② 関連分野の著名な外国人研究者の招聘・学術交流を実施する。
- ③ 新しい有機ボロン酸化合物を開発することに注力するとともに、これを用いた炭素—炭素結合のみならず炭素—窒素結合形成法および炭素—水素結合や水素—水素結合を活性化して新たな結合を作るカップリング法に関する検討を始める。

5. 平成 24 年度の FCC および MMC 事業の実施内容

本年度に計画したプログラムの全てを実施した。工学研究院に FCC を組織したことで、大学院総合化学院（CSE）や国際先端物質科学大学院（AGS）と組織的に連携することが可能となり、当初の予定以上の「質」と「量」で事業を推進することができた。具体的な実施内容を以下に説明する。

1) インターンシップ

① 国内インターンシップ

CSE と協力し、企業および国立研究機関へのインターンシップを開始した。大学院生 13 名を企業に、2 名を国立研究機関にそれぞれ派遣した。このうち、8 名が単位認定された。派遣者、派遣先等の詳細は資料 7-1 に示したとおりである。

② 海外インターンシップ

平成 25 年度から開始する予定であった海外インターンシップ派遣事業を本年度から実施することができた。CSE と協力し、大学院生 19 名をヨーロッパ（9 名）、北米（5 名）、アジア（5 名）の研究機関に派遣した。このうち、15 名が単位認定された。派遣者、派遣先等の詳細は資料 7-2 に示したとおりである。

③ 日本学術振興会 平成 21 年度 組織的な若手研究者等海外派遣プログラム「物質科学イノベーションを担う若手研究者海外ネットワーク形成プログラム」

（平成 21 年度～平成 24 年度：代表担当研究者 増田隆夫）

若手研究者を対象に、海外研究機関との共同研究と人的ネットワーク形成を目的とした事業である。プログラムの最終年度にあたる平成 24 年度は、FCC および MMC 事業の人材育成事業と連携して実施した。派遣の形式は短期（概ね 1 週間）と中期（概ね 2 ヶ月以上）である。若手助教、博士研究員および博士課程大学院生 13 名をヨーロッパ（7 名）、北米（4 名）、オーストラリア（1 名）、サウジアラビア（1 名）の研究機関に派遣した。派遣者、派遣先の詳細は資料 7-3 に示したとおりである。

- ④ 日本学術振興会 平成 24 年度 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「物質変換と機能創出に関わる化学を担う若手研究者海外派遣プログラム」(平成 24 年度～平成 26 年度：主担当研究者 大熊 毅)

FCC および MMC 事業は、「物質変換と機能創出に関わる化学研究分野」で次世代リーダー(若手研究者)を恒常的に輩出する人材育成システムの構築を目的とする。本海外派遣プログラムが掲げる「学術研究の国際水準と多様性を理解する若手研究者」の育成は、FCC および MMC 事業の目的と将に合致し、将来の頭脳循環につながる国際的なネットワークの構築を念頭に置いた海外派遣を計画した。以下に概要を示す。

- ・世界最先端の自然科学研究を推進しているドイツのマックス・プランク石炭研究所(化学領域論文数 世界 3 位、被引用件数 世界 2 位(トムソン・ロイター))に所属する Klusmann 博士の研究室に黒野暢仁助教を 1 年間派遣する。Klusmann 博士は環境調和型の酸素酸化反応の世界的権威であり、申請研究組織は「カップリング」に代表される炭素—炭素結合形成反応において国際的に認知されている。両者の卓越した科学技術の融合により、アミノ酸等の光学活性含窒素有機化合物の効率的合成を目指す。平成 24 年度は 81 日間の派遣研究を行った。なお、黒野暢仁助教は、本申請の基礎となる研究成果が認められ、平成 24 年度 北海道大学研究総長賞を授与された(平成 24 年 3 月 6 日)。

- ・ドイツの工学系研究で高い評価を得ている大学の一つであるカールスルーエ工科大学(学術的な貢献度(scholarly impact) ドイツ国内 2 位、ヨーロッパ内 6 位)に所属する Barner-Kowollik 教授の研究室に瀧瀬啓太博士研究員を約 2 年半派遣する。Barner-Kowollik 教授は高分子、コロイド、生体分子等、ソフトマター材料研究の世界的権威である。とくに、ソフトマター材料の機能評価法に卓越している。申請研究組織では、高分子化合物の精密合成法の開拓において数々の成果を挙げてきた。両者の科学技術協力により、刺激応答性ポリロタキサンの合成とソフトマター材料への展開を図る。平成 24 年度は 105 日間の派遣研究を行った。

それぞれの派遣研究者について主担当研究者を主査とする「育成評価委員会」を組織し、研究成果の年度評価を行った。

- ・黒野助教の育成評価委員会委員
大熊 毅、原 正治、伊藤 肇
- ・瀧瀬博士研究員の育成評価委員会委員
大熊 毅、覚知豊次、田口精一

日本学術振興会 平成24年度 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
「物質変換と機能創出に関わる化学を担う若手研究者
海外派遣プログラム」
予定事業期間：平成24年10月～平成27年3月
予定交付金額：59,840千円
派遣者：助教1名、博士研究員1名



【派遣先】

平成24年度研究総長賞受賞！

マックス・プランク石炭研究所（ドイツ）

- ・ マックス・プランク研究所のうち、最先端の化学研究を行っている石炭研究所(ミュールハイム)のKlussmann博士の研究室へ助教を1年間派遣し、共同研究を行う。
- ・ マックス・プランク研究所は、化学領域の論文数：世界3位、被引用件数：世界2位(トムソン・ロイター)である。
- ・ 代表的研究者としてKarl Ziegler(1963年にノーベル化学賞受賞)が知られている。

カールスルーエ工科大学（KIT）（ドイツ）

- ・ Barner-Kowollic教授の研究室へ博士研究員を2年半派遣し、共同研究を行う。
- ・ KITは、化学領域の論文数：世界57位、被引用件数：世界64位である。
- ・ 代表的研究者としてFritz Haber(1918年にノーベル化学賞受賞)が知られている。

2) 学術交流・大学院カリキュラム推進支援

当初の平成 24 年度事業計画では、外国人研究者の招聘を柱とする国際学術交流に限って取り組む予定であったが、大学院総合化学院（CSE）や国際先端物質科学大学院（AGS）との組織的な連携が早期に実現したため、平成 25 年度以降の計画であった外国人大学院受験生の現地入試を含むカリキュラム推進支援も前倒して実施することができた。以下、項目別に報告する。

① AGS 外国人受験生の現地入試支援

AGS は CSE の外国人学生プログラムであり、すべて英語による講義で必要単位を取得することができる。海外の優れた人材を集めるため、本学の教員を現地に派遣して面接試験を行った。学生の募集、書面審査、現地入試のアレンジ、合格者の決定等は、本センター（FCC）の AGS 運営委員会が主導して行った。面接試験は、現地に派遣された教員と本学滞在の教員複数名を交えたテレビ会議システムを用いて実施した。本年度は、北京（中国）4 件、ソウル（韓国）1 件、ダッカ（バングラデシュ）2 件、バンガロール（インド）1 件であった。

② 実践的化学・物質科学英語講義の開講支援

本拠点が展開する物質科学イノベーションにおける基礎と最先端研究の教育を、留学生も含めてグローバルに推進するため、AGS に所属する外国人学生のカリキュラムは、英語講義だけで必要単位をすべて取得できる。FCC の AGS 運営委員会が主導して、国内外から招聘した講師による英語集中講義と、外国人研究者による講演会から選定した英語スタンラリー講義、更に本学若手教員による英語オムニバス講義を実施した。これらの講義は、CSE 所属の日本人博士課程（一部修士課程）学生にも単位が認められており、FCC と MMC 事業が支援する海外インターンシッププログラムを推進するための英語力の増強に貢献している。また、単位認定に関わらず多くの修士課程学生も出席し、国際的視野を身につける好機となった。

・英語集中講義

国内外から 6 名の講師を招聘し、それぞれ 1 単位の英語集中講義を行った。内訳は、米国 2 名、カナダ 1 名、フランス 1 名、ドイツ 1 名、日本 1 名である。講義題目、開催時期等の詳細は資料 7-4-1 に示したとおりである。

・英語オムニバス講義

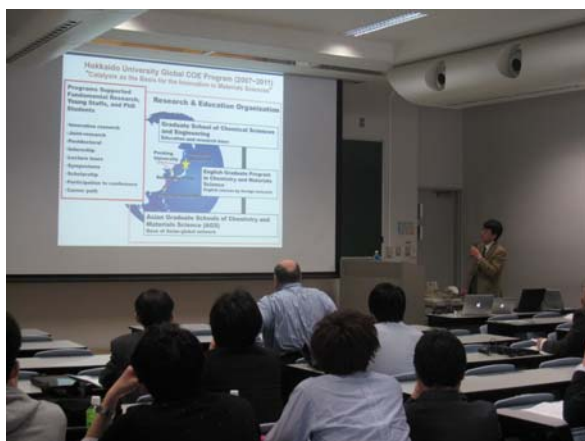
本学若手教員を講師として選定し、英語により輪講形式で実施した。講師名、講義題目等の詳細は資料 7-4-2 に示したとおりである。

・英語スタンプラリー講義

12名の外国人講師による講演会および2名の日本人講師による英語での講演会、更に FCC 主催・共催のシンポジウムにおける講演を英語スタンプラリー講義として選定し、実施した（主催 16 件、共催 4 件）。講演者名、講演題目等の詳細は資料 7-4-3 に示したとおりである。

③ 国際シンポジウムおよび教育・研究連携機関とのジョイントシンポジウムの開催
・第1回フロンティア化学教育研究センター国際シンポジウム

クロスカップリング反応をはじめ、触媒的有機合成化学反応の分野で世界的に活躍する7名の研究者を講演者として招待した。内訳は、米国1名、スウェーデン1名、中国1名、国内（学外）2名、学内2名である。工学研究院、理学研究院、触媒化学研究センター等の部局から多くの出席者があり、活発な議論が行われた。また、AGS 学生や CSE 学生の英語スタンプラリー講義の対象としても指定し、教育振興に貢献した。本シンポジウムの詳細は、資料 7-5-1 に示したとおりである。



教育・研究において、本学工学研究院および理学研究院と連携している海外機関とのジョイントシンポジウムを開催した。本年度は以下の3件である。AGS 学生と CSE 学生の英語スタンプラリー講義の対象としても指定された。

a) 北京大学

物質変換研究を主題とし、北京大学から7名、本学から7名の研究者を講演者とし、本学で開催した。詳細は資料7-5-2に示したとおりである。

b) ソウル国立大学校・南京大学

物質科学研究を主題とし、ソウル国立大学校から4名、南京大学から9名、本学から10名の研究者を招聘し、本学で開催した。詳細は資料7-5-3に示したとおりである。

c) スイス連邦工科大学チューリッヒ校

フローシステムと物質変換研究を主題とし、スイス連邦工科大学チューリッヒ校から4名、本学から1名の研究者を講演者とし、本学で開催した。詳細を資料7-5-4に示した。

④ 教育・研究連携機関とのジョイントシンポジウムへの派遣

教育・研究において、本学工学研究院および理学研究院と連携している国内外機関とのジョイントシンポジウムに教員と学生を派遣した。文部科学省平成24年度研究拠点形成費等補助金「卓越した大学院拠点形成支援補助金」およびCSE教育経費との連携を図ることにより実現した。

・名古屋大学・清華大学・トヨタ自動車（株）

教員6名と学生1名を派遣した。詳細は資料7-6-1に示したとおりである。

・ポーランド AGH 科学技術大学

教員6名と学生1名を派遣した。詳細は資料7-6-2に示したとおりである。

⑤ 最先端物質科学講義の開講支援

本拠点が展開する物質科学イノベーションにおける基礎と最先端研究の教育を推進するため、CSE教育プログラムと連動して、世界的に活躍している国内大学教員6名と企業研究者1名を非常勤講師に任用し、最先端物質科学研究に関する集中講義（それぞれ1単位）を行った。講師名、講義題目等の詳細は資料7-7に示

したとおりである。

⑥ 国内シンポジウム、講演会、セミナーの開催

本拠点の教育・研究推進を図るため、国内の著名な研究者を招聘したシンポジウム等の主催（14件）・共催（13件）を行った。詳細は資料 7-8 に示したとおりである。

⑦ 産学連携プログラム推進支援

本事業が育成を目指すグローバルリーダー像には、広く産業界で活躍できる人材も含まれている。化学を学術的見地からだけでなく、社会のニーズや技術的将来性をも含めた視点から捉える能力が望まれる。このような人材の育成には産業界との連携が不可欠と考え、CSE 教育プログラムと連動して講義および講演会の開催支援を行った。

・産業実学講義等

4名の企業研究者あるいは企業研究経験者を非常勤講師に任用し、科学倫理安全特論」および「応用化学研究先端講義（産業実学講義）」（それぞれ1単位）を開講した。講師名等の詳細は資料 7-9 に示したとおりである。

・企業研究者セミナー

本学 CSE あるいは工学研究院を修了した6名の企業研究者を招いて、企業研究についての講演会を実施した。詳細は資料 7-10 に示した。

⑧ 大学院学生のリサーチ・アシスタント雇用

海外からの優秀な大学院学生を確保するため、AGS の外国人学生 9 名をリサーチ・アシスタント（RA）として雇用し、就学支援を行った。

6. 平成 24 年度の研究成果概要

本拠点は平成 24 年度の研究開発目標として、新しい有機ボロン酸化合物を開発することに注力するとともに、これを用いた炭素-炭素結合のみならず炭素-窒素結合形成法および炭素-水素結合や水素-水素結合を活性化して新たな結合を作るカップリング法に関する検討を始めることを掲げた。以下に研究成果例の概要を示す。

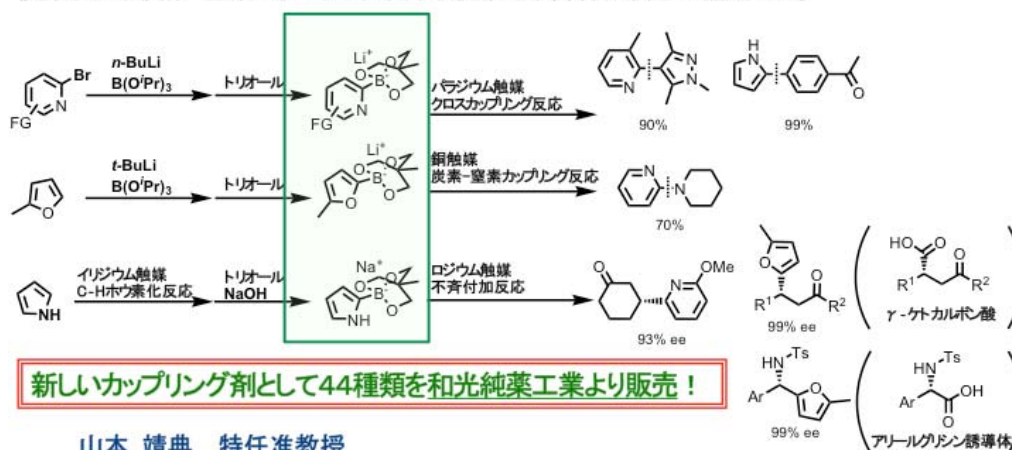
- ① 新しい有機ボロン酸化合物の開発において、従来の有機ボロン酸よりも空気や水に対して安定である環状トリオールボレート塩およびそれを用いたカップリング反応の開発を行った。その優れた性能のため、44 種類のトリオールボレート塩を和光純薬工業株式会社から試薬販売を開始した。

事業成果：新しい有機ボロン酸化合物の開発

法人名：北海道大学

有機ボロン酸より安定かつ触媒反応に高い活性を示す「環状トリオールボレート塩」を開発！

従来、反応中不安定であるため使用が限られていた 2-ヘテロ芳香族ホウ素化合物の利用を可能にした。医薬品のビルディングブロックとして有用なヘテロ芳香族導入法として、炭素-炭素および炭素-窒素カップリング反応、触媒的不斉付加反応に適用した。



新しいカップリング剤として44種類を和光純薬工業より販売！

山本 靖典 特任准教授
工学研究院 フロンティア化学教育研究センター

② 同触媒を用いるホウ素化反応を開発し、単純ハロゲン化アルキル化合物やアルケニル基を分子内に持つハロゲン化アルキル化合物から、従来法では合成困難な環状アルキルホウ素化合物の合成に成功し、光学活性化合物の合成にも適用させた。

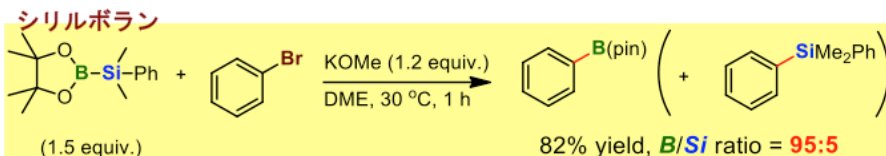
③ ホウ素とケイ素を含む「シリルボラン」化合物を安価な塩基性化合物で活性化し、有機ホウ素化合物を効率的に合成する方法を発見した。この方法は重金属を合成に用いる必要がないため、従来の 20 分の 1 にコスト削減が可能となる見通しである。

事業成果：有機ホウ素化合物の効率的合成法の開発

法人名：北海道大学

- ◆ 鈴木-宮浦カップリングで用いられる有機ホウ素化合物の簡便・安全・安価な新しい合成方法「シリルボラン法」を開発。
- ◆ 触媒・活性化剤のコストが従来法と比べ1/20となる。
- ◆ 安全である上、環境にも優しい。
- ◆ 医薬品や液晶、有機EL材料などの大幅なコストダウンが期待できる。

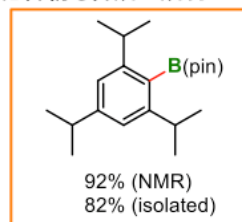
伊藤 肇 教授
工学研究院
有機プロセス工学部門
フロンティア化学教育
研究センター



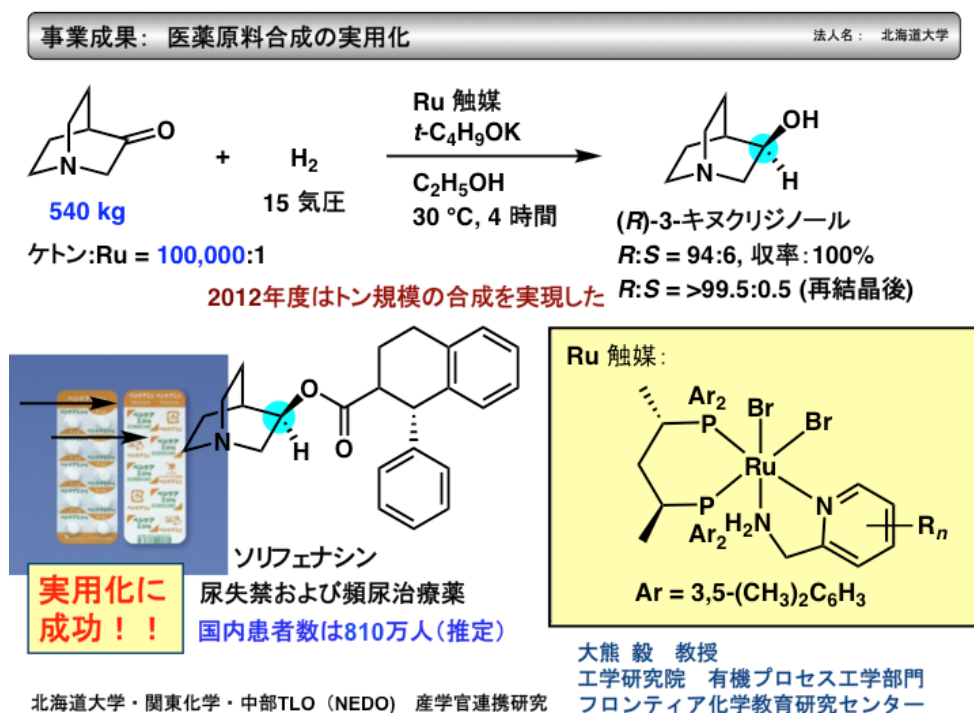
この成果の応用についての概念図



既知方法では合成困難な化合物も合成に成功！！



- ④ 触媒的に水素-水素結合を活性化し、ケトン類を不斉還元して光学活性アルコール類を得る反応（不斉水素化反応）の実用化に成功した。尿失禁・頻尿等治療薬ソリフェナシンの原料である（*R*）-3-キヌクリジノールの工業生産を行った。平成 24 年度はトン規模の合成を実現した。関東化学株式会社および中部 TLO との産学官連携研究の成果である。平成 25 年度に予定していた医薬原料合成に成功した。



- ⑤ 平成 25 年度に予定していたバイオマス資源利用検討を行い、植物バイオマスの主成分であるリグニンから有用合成原料であるフェノール類を 12%の回収率で得ることに成功した。リグニンは難分解性であるため、これまで主として焼却処分されていた。巨大分子であるリグニンを固体酸触媒による加水分解で小分子化し、それをさらに酸化鉄触媒で処理する二段階プロセスを用いて達成した。出光興産との産学共同・地域連携研究である。

- ⑥ 従来法では分解が困難であったサトウキビの搾りかす（バガス）を、活性炭触媒を用いて高い効率で糖（グルコース、キシロース）に分解する方法を開発した。これらの糖は、バイオエタノールや生分解性プラスチック、虫歯予防に有効なキシリトール等の原料となる。昭和電工株式会社との産学連携研究成果である。

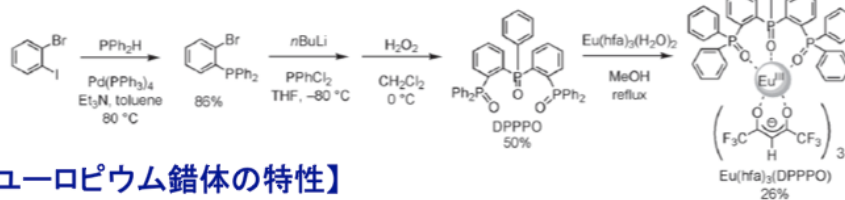
- ⑦ 平成 25 年度に計画していた光機能材料研究を行い、「鈴木-宮浦カップリング」等で合成した有機物とユーロピウムを結合させた金属錯体が紫外線により赤色発光することを発見し、世界最高の発光効率を達成した。この成果は、さらに他の原色光と組み合わせて多彩な発光色を作り出すことも可能にした。

事業成果：光機能材料(強発光材料)研究

法人名：北海道大学

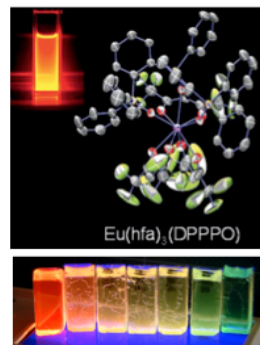
強発光ユーロピウム錯体：
有機合成反応を用いた有機分子の合成が鍵！

長谷川 靖哉 教授
工学研究院 物質化学部門



【ユーロピウム錯体の特性】
紫外線により赤色強発光することを発見！

- 発光量子効率：**95%以上**を達成！（世界最高値）
- 学術的な知見：**世界初の非対称構造**
(ドデカヘドロン構)が強発光を誘起！
- 材料的な特性：**300°C**でも分解しない
(通常の色素は150°Cで分解)
- 産業面の応用：他の原色と組み合わせて
様々な発光色を実現可能
新型ディスプレイ、太陽電池へ応用



- ⑧ 太陽光を効率良くレーザー光に変換する材料を開発した。金属酸化物を主成分とする化合物から独自の手法で合成し、太陽光に含まれる特定の波長の光を既存材料の 70 倍の効率で吸収することに成功した。

- ⑨ 医療分野への展開研究を行った。iPS 細胞の自己培養システムを開発し、さらに目的の細胞に分化した iPS 細胞と分化できなかったものを識別・分離する機能の搭載も検討した。この研究成果が注目され、以下のテレビ番組で紹介された。

◎ TBS 系地上波全国放送番組 『夢の扉+プラス』

平成 25 年 2 月 3 日（日）18:30～19:00

世界初！ iPS 細胞の実用化を加速させる「自動培養装置」

～人間の動作を完全再現し、医療分野の飛躍的発展に貢献する！～

世界初の開発！！
全自動細胞培養システム



再生医療分野への
展開研究

高木 睦 教授
工学研究院
生物機能高分子部門



目的細胞へ分化したiPS細胞 (安全)

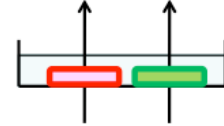
と

分化できなかったiPS細胞 (危険)

との

非侵襲的識別・分離 → 移植

位相差値



透過レーザー光

- ⑩ 化学物質が作用して遺伝子に変化すると発光するようにした大腸菌を取り付けた小型チップを開発した。これにより化学物質の毒性を検査する時間が従来の3分の1程度に短縮できることとなり、医薬品の安定性試験等へ活用が見込まれる。

7. 平成 24 年度の事業実施度

上記のとおり、平成 24 年度に計画した事業の全てを実施することができた。総合化学院（CSE）や国際先端物質科学大学院（AGS）と組織的に連携することで、当初の予定以上の「質」および「量」で事業の推進が可能となった。

平成 25 年度から開始する予定であった海外インターンシップ派遣事業を本年度から実施したが、CSE において単位認定を可能にしたため、幅広く組織的に行うことができた。

若手研究者の海外派遣事業を充実するため、日本学術振興会 平成 24 年度 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に応募し、研究課題「物質変換と機能創出に関わる化学を担う若手研究者海外派遣プログラム」が採択された。これにより平成 24 年度 10 月から派遣・共同研究を開始し、海外派遣事業を当初の計画以上のスケールで実施することができた。

研究においても、有機ボロン酸化合物の新しい形体である環状トリオールボレート塩を開発し、その優秀さのため、民間試薬会社からの販売を実現する等、当初の計画以上の成果を挙げることができた。また、有機ホウ素化合物の合成コストを大幅に削減できる方法を開発したことにより、カップリング反応の需要拡大が期待される。

医薬合成中間体の工業生産に成功したことは、特筆すべき成果であり、産学官連携研究の規範を示すことができた。このことは、大学の化学研究の成果が社会にできる証左ともなった。

平成 25 年度から実施予定であったバイオマス資源利用検討を行い、従来は利用困難であった植物バイオマスからプラスチック原料等に有用な化学物質を効率的に回収するプロセスを開発した。

また、同じく平成 25 年度から実施予定であった光機能材料研究を行い、「鈴木-宮浦カップリング」等で合成した有機物とユーロピウムを結合させた金属錯体で、赤色紫外発光の世界最高の効率を達成した。

医療分野への展開を行い、分化した iPS 細胞と未分化のものを識別・分離するシステムの開発に目処をつけた。再生医療への貢献が期待され、全国番組でテレビ放映される等注目されている。

以上のように、当初の予定以上の成果を挙げることができた。

平成 24 年度の研究実績一覧は、以下のとおりである。

なお、詳細は巻末の資料を参照されたい。

投稿論文数（査読付）	459 件
解説・総説数	66 件
著書数	30 件
国際学会発表（口頭発表）	154 件
国際学会発表（ポスター発表）	201 件
国際学会基調講演・招待講演	239 件
受賞	86 件