

戦略的創造研究推進事業  
研究領域「低エネルギー，低環境負荷で持続可能な  
ものづくりのための先導的な物質変換技術の創出」  
(ACT-C)

研究課題「分子触媒と固体触媒のクロスオーバー領域  
の精密化に基づく  
二酸化炭素の資源化法の開発」

## 研究終了報告書

研究期間 平成24年10月～平成30年3月

研究代表者：斎藤進  
(名古屋大学大学院理学研究科，教授)

# 目次

§ 1. 研究実施の概要	(2)
(1) 実施概要	
(2) 顕著な成果	
§ 3. 研究実施体制	(4)
(1) 研究体制について	
(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について	
§ 4. 研究実施内容	(6)
§ 6. 成果発表等	(10)
(1) 原著論文発表	
(2) その他の著作物	
(3) 国際学会発表及び主要な国内学会発表	
(4) 知財出願	
(5) 受賞・報道等	
(6) 成果展開事例	
§ 7. 研究期間中の活動	(27)
(2) 主なワークショップ, シンポジウム, アウトリーチ等の活動	

## § 1. 研究実施の概要

### (1) 実施概要

CO<sub>2</sub>からCH<sub>3</sub>OHを省エネで得るための多彩な研究を行い、CH<sub>3</sub>OHをCO<sub>2</sub>から間接的に得る方法を多数開発した。また分子触媒を用いるカルボン酸の触媒的水素化法も4種類(中心金属はRu, Ir, およびRe)開発。光触媒を用いるCO<sub>2</sub>の還元および有機骨格への固定化は開発中。

- 1 CO<sub>2</sub>とβ-アミノアルコールからの脱水的オキサゾリジノン合成を触媒するフッ素アニオン(F<sup>-</sup>)を発見(*RSC Adv.* **2014**)。触媒量の環状シロキサンがFと協同的に働き触媒活性を向上。オキサゾリジノンを触媒的水素化によってCH<sub>3</sub>OHへと変換(我々の技術を用いた他のグループからの類似の報告例:*ACS Catal.* **2015**)。
- 2 CO<sub>2</sub>とアミン、アルコールから脱水的に得られるDMFや尿素・カーバメート誘導体を水素化しCH<sub>3</sub>OHへと変換する高活性Ru触媒を開発(*Tetrahedron Lett.* **2013**; *Sci. Rep.* **2017**)。
- 3 バイオマス由来の多価カルボン酸(コハク酸, フマル酸, マレイン酸, リンゴ酸, アコニチン酸, イタコン酸, アスパラギン酸, 酒石酸, 2-オキソグルタル酸)およびレブリン酸を水素化する分子性Ir触媒を開発(論文準備中)。なかでもTCA回路由来の多価カルボン酸は植物のCO<sub>2</sub>固定化によって得られるため, CO<sub>2</sub>をアルコールとして資源化したことと同義。
- 4 カルボン酸の自己誘導型カルボン酸の水素化という新しい触媒作用原理を発見。この原理を分子性のRu触媒およびRe触媒に応用してカルボン酸一般的かつ官能基選択的な水素化法を達成(*Nat. Commun.* **2015**; *Sci. Rep.* **2017**)。Ru触媒を用いれば, N-保護されたアミノ酸の不斉炭素もほぼ保持される。

### (2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1.

CO<sub>2</sub>誘導体である尿素, カーバメート, ホルムアミド, ギ酸が分子性触媒によって水素化され, CH<sub>3</sub>OHへと誘導できた。そのために必要な触媒設計として「立体的な制限下に置かれた水素貯蔵サイト(MoCShi)」という新しい概念を提案しその妥当性を証明した。MoCShiは, 固体(不均一系)触媒にも似た「構造的頑健性」「多彩な構造と反応性」と「配位飽和金属中心」を併せもつため, 高官能基化された化合物の水素化や触媒の高活性・高持続性発現にも有効である。MoCShiはCO<sub>2</sub>の光還元にも用いることができるため, 還元一般に係る新しい分子触媒設計法として学術的な価値が高い(国内特許出願2件, *Sci. Rep.* (2017), 論文1編準備中)。

2.

カルボン酸の自己誘導型カルボン酸の水素化という新しい触媒作用原理を発見した(*Nat. Commun.* (2015))。この原理を分子性Ru触媒およびRe錯体に応用して, カルボン酸の一般的かつ実用的な水素化に向けた共同研究を進めている(特許基礎出願3件+基礎出願1件準備中)。さらに(Reなどの)高原子価金属錯体がカルボン酸の水素化とC-C結合形成に有効であることを世界で初めて証明した(*Sci. Rep.* (2017))。米国DOEが指定した糖バイオマス由来高付加価値化合物のほとんどがカルボン酸であるためカルボン酸からの原料多様化という観点でインパクトが大きい。

<科学技術イノベーション・課題解決に大きく寄与する成果>

1.

TCA回路(植物内暗反応によるCO<sub>2</sub>の固定化)で得られる多価カルボン酸類を水素化するIr錯体, およびアミドの水素化に有効なRu錯体を含む特許はJSTの支援制度を用いてPCT出願し, 移行国指定(米国とEP)支援もJSTに認可された。医薬品合成とバイオリファイナー, 両者への展開への可能性が高く評価されたとき。現在, 個別にはいくつかの企業からある条件を満たせば共同研究や実用化を考えたいとの打診もある。バイオコハク酸生産は工業化されているが, TCA回路で生産されるそれ以外の多価カルボン酸代謝物も市販のものはすべてIr錯体で水素化できるため産業的・社会的インパクトがある。

2.

Ru 錯体 (2 件) および Re 錯体 (1 件) を用いる触媒的カルボン酸の水素化 3 件はそれぞれ国内特許の基礎出願を完了。これらはカチオン性錯体として触媒反応に関わっていることが示唆された。カチオン性 Re 錯体をポリスチレン担持配位子 (act-c 澤村正也 PI との共同研究) に固定化してもカルボン酸の変換反応が同様に進行する。本固体 (固相担持) 触媒を回収・再利用できれば実用化への道が拓け産業化に向けて企業の興味を大いにひくと期待される。

### § 3. 研究実施体制

#### (1) 研究体制について

##### ① 「名古屋大学」グループ

研究代表者: 斎藤 進 (名古屋大学大学院理学研究科, 教授)

研究項目

- ・ CO<sub>2</sub> から環状ウレタン(オキサゾリジノン)の触媒的合成
- ・ 環状ウレタンの水素化による MeOH 合成
- ・ Ru, Fe, Co, Ni, Rh 殻と四座配位子をもつ配位飽和型遷移金属錯体の合成と反応の開発
- ・ 触媒活性種「分子性の触媒表面」の誘導法の確立と最適な触媒系の構築
- ・ カルボン酸およびカルバミン酸の水素化
- ・ CO<sub>2</sub> から MeOH への脱水的水素化
- ・ 分子触媒-固体光触媒ハイブリッドの開発
- ・ 分子触媒-固体光触媒ハイブリッドを用いる CO<sub>2</sub> の資源化  
固体光触媒を用いる CO<sub>2</sub> 資源化への応用

参画した研究者の数 (研究員 3 名, 研究補助員 0 名, 学生 12 名)

#### (2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

- ① 固体光触媒表面上での有機化合物の変換と反応性の変化の初期的な追跡と評価については一部、野依フォーラムを通じて企業 5 社との連携事業で行った。固体光触媒を用いる物質変換・物質製造における可能性探索は、CO<sub>2</sub> の資源化や次世代の化学産業にとって重要との見解である。
- ②
- ③ 独国 Münster 大学 Bart Ravoo 教授との共同研究では、TiO<sub>2</sub> をマイクロスタンプの凸面に塗布したマイクロコンタクトプリンティング法によって 2-アミノエタノールの連続的自己 N-アルキル化に基づくシリコン基盤上での高分子化が可能となった。分子量と長さが比較的揃った(おそらく)直鎖上ポリエチレンイミン(50-100 量体)を、シリコン基盤上で望みのかたちや場所に、また望みの「間引き率」で成長させることができる(共著論文 1 編: *Chem. Commun.* 2015)。ポリエチレンイミンは、空気中などの低濃度 CO<sub>2</sub> を濃縮する効果(G. A. Olah ら, *J. Am. Chem. Soc.* 2011, 133, 20164)と薬物リポフェクション, DNA や RNA, タンパク質との相互作用物質としての応用が知られている。
- ④ オリゴエチレンイミンは、新しい医薬リード化合物としても応用できる。エチレンイミン骨格構築とその別応用という観点から独国 Münster 大学 Bernhard Wünsch 教授との共同研究も継続して行っている。その一部は論文 5 編として結実(*Eur. J. Org. Chem.* 2014; *Chirality* 2014, *J. Heterocyclic Chem.* 2016(2 編); *Zeitschrift für Naturforschung B* 2016)した。現在なお共同研究を進めている。
- ⑤ CO<sub>2</sub> 光還元を用いる分子触媒-固体光触媒ハイブリッド触媒のより有効なものを目指し、名大グループが分子触媒部分の開発を担う共同研究を豊田中研グループ(本 act-c 森川健志 PI および佐藤俊介博士)とともに推進している。インターンシップ制度を活用して H26 年に大学院生 1 名を(3 週間程度)派遣した。H27 年度もまた別の大学院生を 1 名(3 週間程度)派遣した。今もなお継続し共同研究を進めている。
- ⑥ 固体光触媒の選択においては、工藤昭彦教授(東理大)の指導も一部仰いでいる。電子顕微鏡による固体表面の観察もお願いしている。工藤教授との共著論文もすでに 3 編(*Chem. Eur. J.* 2013; *Catal. Sci. Technol.* 2014; *Org. Lett.* 2015)が掲載済みである。
- ⑦ 固体表面の電子顕微鏡観察に関しては、英国 Cambridge 大学の Andrew E. H. Wheatley 教授にもお願いしている。共著論文 1 編(*RSC Adv.* 2015)もある。英国の二国間交換留学制度を用いて大学院生を 1 名派遣(3ヶ月間, H27 年 8-10 月)した。その後も様々な半導体光触媒の使用前および使用後の様子の電子顕微鏡観察について依頼のうえ測定サンプルを先方に郵送で提供している。
- ⑧ 分子触媒と固体触媒のハイブリッド触媒作成の専門家である米国 Georgia Tech の Martin Jones 教授(*ACS Catalysis* の Chief Editor)のもとに大学院生 1 名を 3ヶ月間派遣(H27 年 11 月-H28 年 1 月)した。
- ⑨ CO<sub>2</sub> やカルボン酸の水素化に関わるハイスループット触媒探索を行うために、カナダ Queens 大学の Philip Jessop 教授のもとに大学院生 1 名を 3ヶ月間派遣(H27 年 9 月-11 月)した。CO<sub>2</sub> 捕捉に有用なポリエチレンイミン(PEI)の、半導体光触媒を用いる N-メチル化や、卑金属錯体触媒を用いるアミドの水素化についても共同研究の可能性を模索している。

- ⑩ 現在、スコットランド Edinburch 大学化学科との Joint Degree 制度を本学大学院理学研究科レベルで構築する試みのなかで、act-c に係る共同研究の可能性を検討している。特に Edinburch 大学化学科の Michael Shaver 教授に名古屋に2ヶ月間(2017年12月—2018年1月)滞在中、当研究グループのセミナーにも参加してもらい交流を強め、Joint Degree コース候補日本人学生を特定した。スコットランド St Andrews 大学も訪問し Joint Degree 制度および共同研究の可能性を模索した。
- ⑪ マレーシア University of Malaysia の JC Juan 教授と、固体光触媒を用いるバイオマス資源変換に係り email ベースで議論を重ねている(バイオマス資源が豊富なマレーシアではグリセロール変換に関わる固体光触媒反応の工業化が可能かどうかなど)。共同研究を実施したいが、制度上や予算上の問題で学生交換などがまだ可能ではない。
- ⑫ 野依フォーラム参加化学系企業約 20 社に対して新しい産産学連携体制に基づく共同研究体制の実施を促す努力をしている。日本の化学産業の次代を担う新技術創出を目指し、様々な分野の専門家を招いて実施する「ざっくばらん会」の開催を模索している。
- ⑬ 米国 Los Alamos 国立研究所主幹研究者(教授相当)で、本国研の「エネルギー・資源」部門も兼ねた米国エネルギー省(DOE)化学的水素貯蔵先端研究センターの副センター長でもある John Gordon (Scientist 5)博士を JSPS 外国人招へい研究者(短期)として日本に招くために JSPS へ申請し採択された。2018年3月1日—2018年3月31日まで名古屋に滞在した。Gordon 博士が Chair を務める 2017 年 Gordon Research Conference (Division: Organometallic Chemistry)の講演者として斎藤 PI は招待された。Gordon 博士は、水素貯蔵錯体  $\text{BH}_3\text{-NH}_3$  から  $\text{H}_2$  放出後使用済みとなる残渣 BN 錯体の回収再生・再利用が可能であることを示した研究で著名な研究者である(*Science* 2011, 331, 1426: PEM 型燃料電池以来, DOE 水素関係プロジェクトで唯一の成功例と評判)。バイオマス資源の高付加価値化研究(*Nat. Chem.* 2013, 5, 428; 巨額資金源でもある Fortune 500 の企業との共同研究開発契約を含む二つの発展型バイオ燃料コンソーシアム)も推進している。
- ⑭ 米国 Los Alamos 国立研究所の Dub Pavel 博士(Scientist 3)の紹介によりカナダ Wilfrid Laurier 大学の Dmitri Gusev 教授(Os(II)錯体を用いる水素化および脱水素化を中心とした実験・理論・機構研究で著名)を JSPS 外国人招へい研究者(長期)として日本に招くために JSPS への申請を進め採択に至った。2018年4月1日—2018年8月31日まで名古屋に滞在する。
- ⑮ 米国 Miami 大学の Rajeev Prabhakar 教授との間で共同研究を推進している。斎藤 PI のカルボン酸の水素化の反応機構解明を計算化学の立場から支援してもらっている。

## § 4. 研究実施内容

### 研究項目 1 (名古屋大学グループ)

#### ① 研究のねらい

フッ素の CO<sub>2</sub> 親和性を利用して新しい低圧 CO<sub>2</sub> のゼロエミッション型資源化を「分子触媒表面」を創成し実現する。

#### ② 研究実施方法

様々なフッ素アニオン源を用いて CO<sub>2</sub> とアミノ酸由来の α-アミノアルコールとの脱水的カップリングによるオキサゾリジノン形成を検討した。フッ素アニオンだけでも脱水反応が進行したが TBAT [Bu<sub>4</sub>N(Ph<sub>3</sub>SiF<sub>2</sub>)] がより有効なフッ素源であることがわかった。その後、フッ素アニオンと Si 化合物との協働的触媒作用を見出し、Si 化合物の最適化を行った。

#### ③ 採択当初の研究計画 (全体研究計画書) に対する現在の研究進捗状況 (§ 2. と関連) と得られた成果

「分子触媒表面」発現を証明できていないが、触媒量のフッ素アニオンおよびシロキサン利用に基づく大気圧 CO<sub>2</sub> の炭素固定化触媒を開発し、論文発表済み (*RSC Adv.* **2014**) 。

#### ④ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況と得られた成果

齋藤 PI が、CO<sub>2</sub> から得られたオキサゾリジノンの水素化に取り組む前に、イスラエル国の D. Milstein 教授がセシウム塩を触媒とする、齋藤 PI の別法 (*Tetrahedron Lett.* **2013**) で CO<sub>2</sub> から脱水的にオキサゾリジンを合成し、得られたオキサゾリジンを単離精製後、もしくは系中でそのまま、水素化して CH<sub>3</sub>OH を得る方法へと我々の代わりに先に展開してしまった (*ACS Catal.* **2015**, *5*, 2416) 。

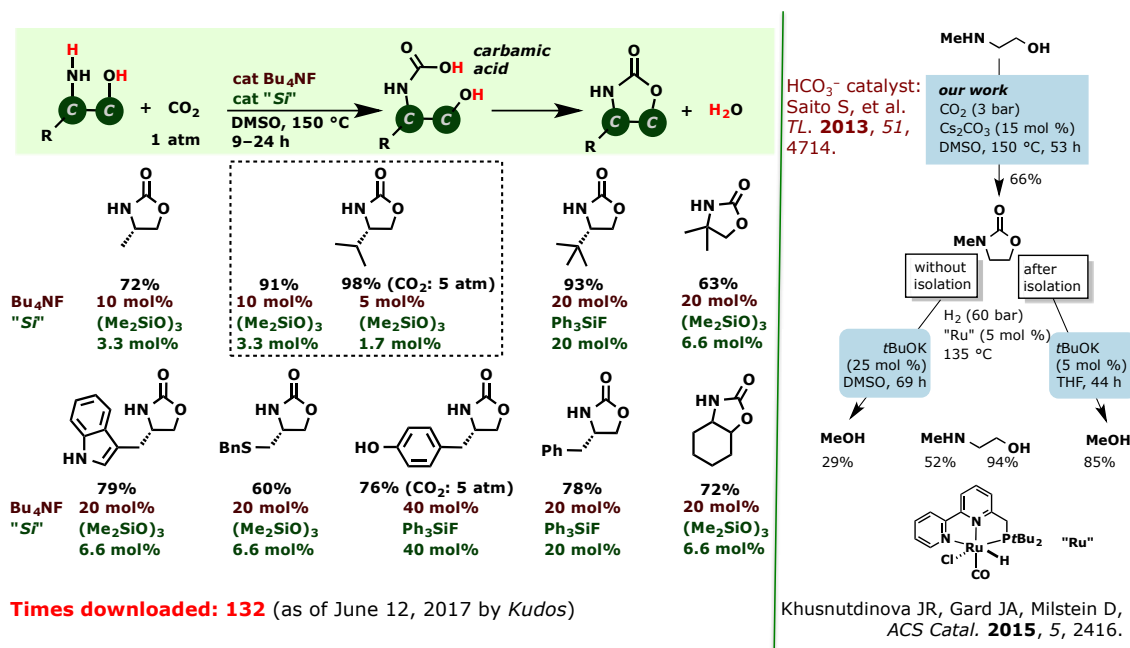


Fig. 1 F<sup>-</sup>/trisiloxane- and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-catalyzed dehydrative oxazolidinone synthesis from CO<sub>2</sub>.

研究項目 2 (名古屋大学グループ)

① 研究のねらい

様々な分子触媒表面の誘導法を確立し、CO<sub>2</sub> やその誘導体の水素化による CH<sub>3</sub>OH 形成の可能性を探索しその実現を目指す。

② 研究実施方法

様々な (PNNP) 型配位子と金属中心 (Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Ag, Pt) をもつ金属錯体を多数 (20 種類程度) 合成した。これらから水素雰囲気下で誘導される触媒活性種の休止状態を調べ、CO<sub>2</sub> 誘導体 (DMF, ウレタン類, ウレア類) に対する各々の触媒種の水素化活性を調べた (Fig. 2)。

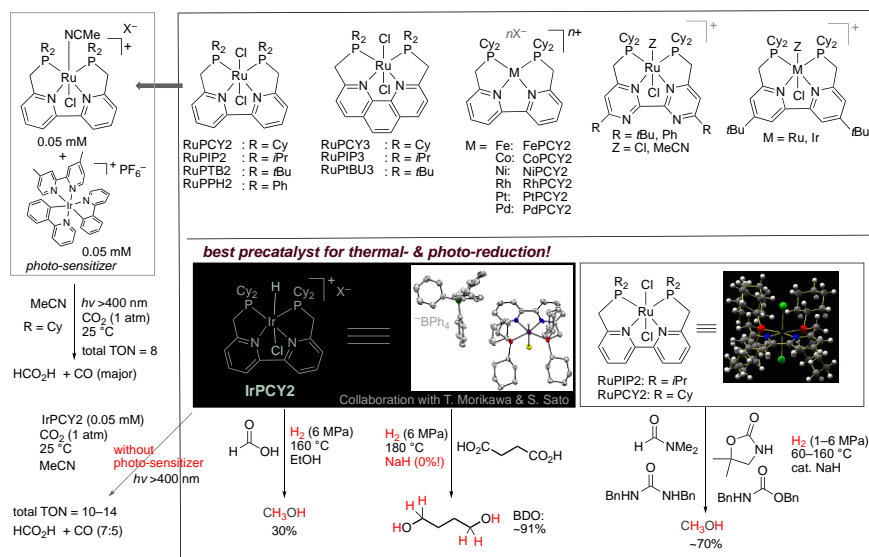


Fig. 2 Initial screening of (PNNP)M complexes for catalytic reduction of CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>-derived amides, and formic acid, giving CH<sub>3</sub>OH, and hydrogenation of C<sub>4</sub>-dicarboxylic acid, succinic acid giving 1,4-butanediol (BDO).

③ 採択当初の研究計画 (全体研究計画書) に対する現在の研究進捗状況 (§ 2. と関連) と得られた成果

まず本研究プロジェクト初期に、ある (PN)<sub>2</sub>Ru 錯体が安定アミドの水素化に有効であることを見出した (*Tetrahedron Lett.* 2013) (Fig. 3a)。この二座 P 配位子を二つ有する (PN)<sub>2</sub>Ru 錯体は高温・光水素圧下でうまく働いたが、構造的頑健さに欠けていたため、(PN)配位子を N 部位でつなげた (PNNP) 四座配位子を用いることで、構造的頑健さが保証されると想定した。そこで様々な立体的および電子的環境と中心金属を有する上記②の (PNNP)M 錯体を検討した。そのなかで、「立体的な制限下におかれた Ru-ビビリジン骨格」を有する (PNNP)Ru 系分子触媒が、安定アミドの水素化に有効であることを見出した (Fig. 3b, *Sci. Rep.* 2017; **Altmetric score 136 in one month (すべての科学分野の学術論文の上位 5%以内); 海外 SNS ニュースサイト 20 箇所, および日本経済新聞, 日刊工業新聞, 科学新聞で取り上げられた**)。温度および H<sub>2</sub> 圧に依存して多様に構造変化し様々な触媒活性種が形成されることを確認した。同一の (PNNP)Ru 錯体から誘導されたそれぞれの触媒活性種は CO<sub>2</sub> 誘導体である DMF, ウレタン類, およびウレア類の水素化も可能とし、その結果 CH<sub>3</sub>OH 合成に成功した。本 Ru 系分子触媒の C-P 結合の熱的切断が課題として残ったが、これを防ぐべくより頑健な構造をもつ新触媒を考案し合成を試みている。続いて、(PNNP)Ru 錯体を可視光照射下、犠牲試薬 (水素源, 兼電子源) と光増感剤を用いることで、CO<sub>2</sub> の光還元を行い、CO と HCO<sub>2</sub>H の形成 (TON = 「一つの金属錯体でいくつの CO<sub>2</sub> を還元できるか」 = ~10) を確認 (act-c 森川 PI との共同研究)。

既存法よりもより低エネルギー, より官能基選択的, およびより基質一般的にカルボン酸を水素化する分子

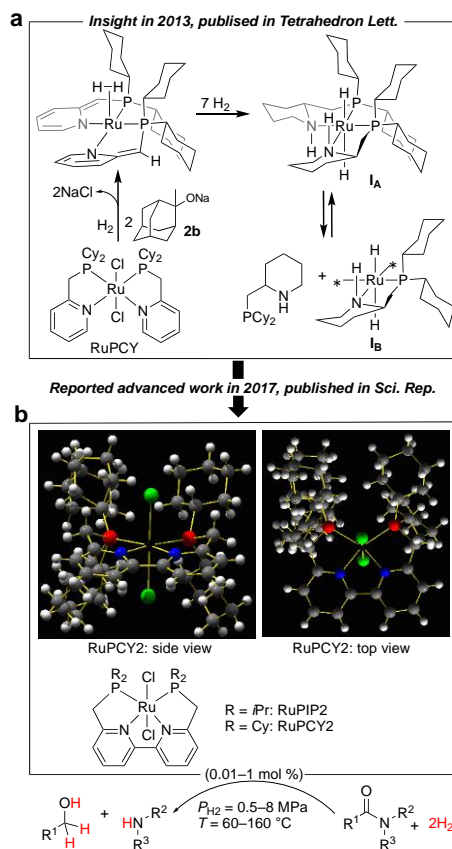


Fig. 3 a. Our earlier work in 2013 (in the upper square) illuminated possible catalysts **I<sub>A</sub>** and **I<sub>B</sub>** derived from (P,N)<sub>2</sub>Ru complex RuPCY, which is modified to **b.** new (P,N,N,P)Ru complexes RuPIP2 and RuPCY2 (in the lower square); and the X-ray single crystal structure of RuPCY2. Ru (black), Cl (green), N (blue), P (red), C (grey), H (white).



触媒を4種類開発した(Fig. 5, JP 特許出願5件, 論文二編(Nat. Commun. 2015; Sci. Rep. 2017)発表済). さらに省エネルギー(より低温・低水素圧)での水素化のために触媒設計(配位子の選択)を見直している. Ru 錯体を例にとり, カルボン酸の水素化の触媒設計指導原理を提唱した Nat. Commun. 2015 の論文は, 中日(朝刊), 日刊工業新聞, 科学新聞, JST News 1月号(2016), および Chem-Station など 40箇所程度の日本 SNS サイトで大きく取り上げられ紹介された. Re 錯体を用いるカルボン酸の水素化に関わる Sci. Rep. 2017 の論文も, 名古屋大学からプレスリリースした(6/13/2017). ここでは「高原子価(d<sub>0</sub>-d<sub>4</sub>)」金属錯体の水素化触媒としての有用性・潜在性を証明し, P. サバティエ(1912年ノーベル化学賞)のNi(0)微粉末を用いる水素化や J. ウイルキンソン(1973年ノーベル化学賞)のRh(I), Ru(II)錯体を用いる水素化の発見以来, 「低原子価(d<sub>5</sub>-d<sub>10</sub>)」金属にほとんど頼り切った水素化分野の常識を大きく塗り替えるような歴史的なマイルストーンとなった.

カルボン酸の水素化が予想外の広い展開をみせたため, 随分とマンパワーと時間・労力をここに費やした. それも手伝いカルバミン酸の水素化については初期検討のみしか未だ済んでおらず, 今後様々なアミンを試す予定だが, まだそれほど試験できていないために顕著な成果は得られていない.

CO<sub>2</sub>の直截的水素化による省エネ CH<sub>3</sub>OH 合成については Ru 系分子触媒および Ir 系分子触媒を用いる水素化で初期検討中. まだ検討に使った時間と労力は十分ではなく, それも手伝い顕著な成果には全く至っていない. 今後, これまで見出したカルボン酸の水素化に有効な触媒群を試していく. さらに触媒構造を改変して高水素化活性を示す触媒の開発も同時並行して推進し, 随時カルボン酸, および CO<sub>2</sub> の水素化にフィードバックさせていく.

- ④ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合, その内容と展開状況と得られた成果

世界最高活性を示す安定アミドの C-N 結合選択的水素化についても, 同様の分子触媒を用いて実現した. オリゴペプチド, 合成アミド系高分子の水素化にも成功. オレフィンに優先してアミドを水素化できる(PCT 特許出願済, 移行国決定). 炭酸エステルやギ酸(EtOH 中)の水素化による CH<sub>3</sub>OH 生成も確認. また安定アミドの C=O 結合選択的水素化および鎖状アミノアルコールの脱水素に基づく環状アミン(2°アミン)の合成も, 同じ(PNNP)Ru 錯体に対して, C-N 結合切断選択的水素化の時とは異なる添加物を触媒量混在させれば可能である(Sci. Rep. 2017).

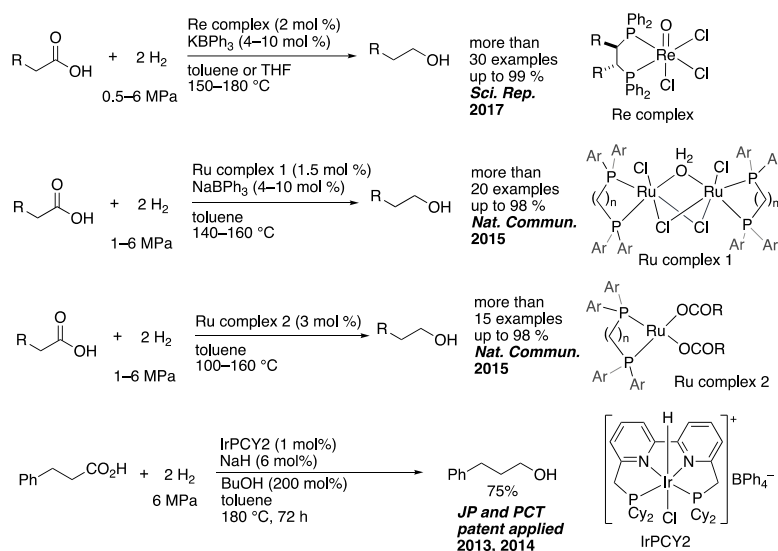


Fig. 5 Four different metal complexes promoting hydrogenation of carboxylic acids.

#### 研究項目 4 (名古屋大学グループ)

- ④ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合, その内容と展開状況と得られた成果
- 1) 可視光照射下におけるアルコールの endergonic な脱水素化に基づくアルデヒドと H<sub>2</sub> の選択的合法. 今後の光固体触媒の合成的利用範囲と価値を大幅に変えうる. これまでの分子触媒では不可能とされてきた官能基選択性, および光固体触媒では難しいとされてきた Redox 選択性を同時に解決 (Fig. 8, left, Chem. Eur. J. 2013).
  - 2) 半導体(固体)光触媒と CH<sub>3</sub>OH を用いて, バイオマス由来化合物から高選択的にかつ高収率でプロピレン合成に成功 (Fig. 8, right, Catal. Sci. Technol. 2014). マレーシア研究者の興味をひき共同研究のかたちを模索中
  - 3) 半導体(固体)光触媒とマイクロコンタクト・インプリンティング法を用いてβ-アミノアルコールの高分子化を基盤上で展開し, 分子量が比較的揃ったポリエチレンイミンによる基盤の化学修飾に成功 (Chem. Commun. 2015).

4) 半導体(固体)光触媒 Ag/TiO<sub>2</sub> 存在下, CH<sub>3</sub>OH を電子源, H<sup>-</sup>源, H<sup>+</sup>源, 炭素源, もしくは酸素源に用いて室温でのN-メチル化 (Fig. 8, bottom, *Org. Lett.* 2015) およびN-メトキシメチル化に成功. 理化学研究所中性子断層法(PET)開発グループとの共同研究に進展しつつある.

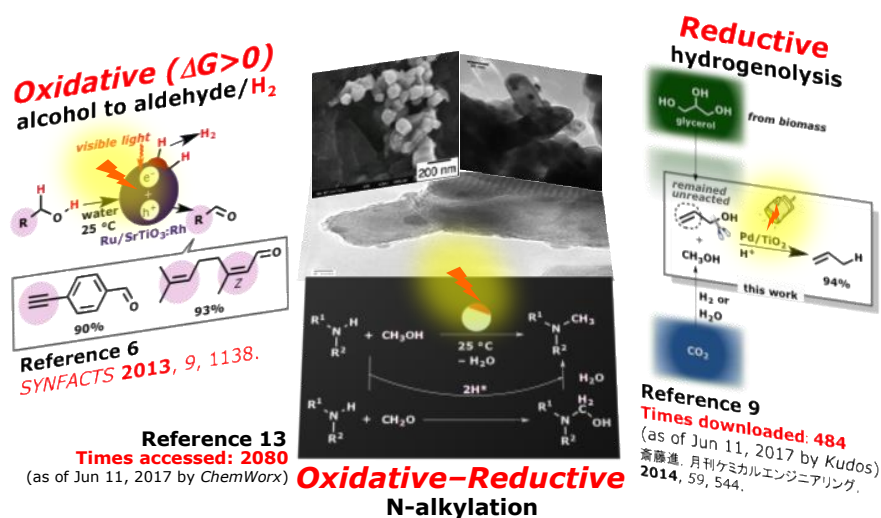
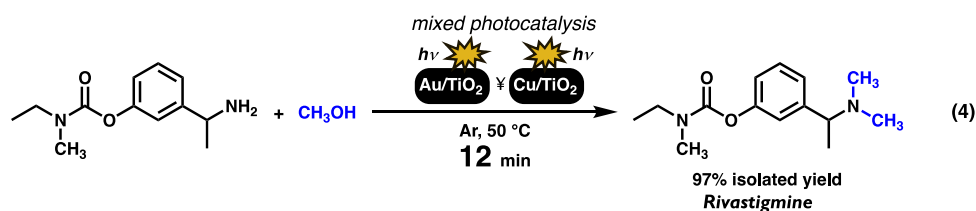


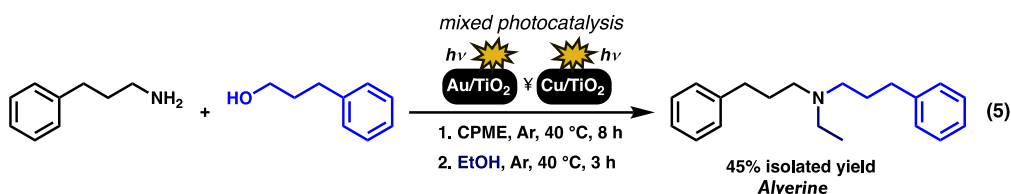
Fig. 8 Semiconductor photocatalysis enabling reactions of alcohols involving oxidative and reductive processes and coupled oxidative-reductive steps.

5) 二種類の半導体触媒 Cu/TiO<sub>2</sub> および Au/TiO<sub>2</sub> を混合し上記4)と同じく, 近紫外光照射下 (>350 nm), アルコールを用いるN-アルキル化に用いたところ, CH<sub>3</sub>OH 溶媒中での高速 (12 min) N-メチル化 (eq 4) に成功しただけでなく, 様々なアルコールを用いる N-モノアルキル化, N,N-ホモジアルキル化, N,N-ヘテロジアルキル化, (eq 5) の作り分けにも成功 (すべて one-pot 反応) し, 有用な医薬品合成が塩廃棄物を排出せずにゼロエミッション型のアルコール利用のみで可能となった. 学術的にも実用的にも, 極めてインパクトの高い成果である. CH<sub>3</sub>OH だけではなく, それ以外の様々な 1° および 2° アルコールをアミンと 1:1 もしくは 1:2 のモル比で混ぜることにより, アルコール類一般にも適用できる N-アルキル化法に発展している. 高官能基化されたアミノ糖類の N-アルキル化も実現し, 複雑な天然有機化合物の多段階合成において, 後期官能基化にも使用できる潜在性を示した (論文投稿済, *Sci. Rep.* in minor revision).

Rapid synthesis by mixed catalysts under mild conditions



Atom-, step-, and redox economical one-pot operation



## § 6. 成果発表等

(1)原著論文発表 【国内(和文)誌 1件, 国際(欧文)誌 24件】

1. Takashi Miura, Ingmar E. Held, Shunsuke Oishi, Masayuki Naruto, **Susumu Saito**  
Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides Enabled by Hydrogenation of Catalyst Precursor.  
*Tetrahedron Lett.* **55**, 2674–2678 (2013). DOI: 10.1016/j.tetlet.2013.03.047  
Highlighted by **Chem. Rev.** **2014**, **114**, 5477;  
Highlighted by *Organometallic Chemistry News*:  
[http://organometallicchemistrynews.blogspot.jp/2013\\_05\\_01\\_archive.html](http://organometallicchemistrynews.blogspot.jp/2013_05_01_archive.html)
2. Kazuki Iida, Takashi Miura, Junki Ando, **Susumu Saito**  
The Dual Role of Ruthenium and Alkali Base Catalysts in Enabling a Conceptually New Shortcut to *N*-Unsubstituted Pyrroles via Unmasked  $\alpha$ -Amino Aldehydes.  
*Org. Lett.* **15**, 1436–1439 (2013). DOI: 10.1021/ol4001262.  
**Times downloaded: 1885** (as of Jun11, 2017)  
Highlighted by *Angewandte Highlights: Angew. Chem. Int. Ed.*, **2013**, **52**, 7642;  
Highlighted by *Organic Chemistry Portal*: <http://www.organic-chemistry.org/abstracts/lit3/974.shtm>
3. Yuki Takada, Aki Matsuoka, Ya Du, Hiroshi Naka, **Susumu Saito**  
Acetals of *N,N*-Dimethylformamides: Ambiphilic Behavior in Converting Carbon Dioxide to Dialkyl Carbonates.  
*Chem. Lett.* **42**, 146–147 (2013). doi: 10.1246/cl.2013.146
4. Sina Schwendemann, Shunsuke Oishi, **Susumu Saito**, Roland Fröhlich, Gerald Kehr, Gerhard Erker  
Reaction of an „Invisible“ Frustrated N/B Lewis Pair with Dihydrogen.  
*Chem. Asian J.*, **8**, 212–217 (2013). DOI: 10.1002/asia.201200776
5. Siong Wan Foo, Yuki Takada, Yusuke Yamazaki, **Susumu Saito**  
Dehydrative Synthesis of Chiral Oxazolidinones Catalyzed by Alkali Metal Carbonates under Low Pressure of CO<sub>2</sub>.  
*Tetrahedron Lett.* **54**, 4714–4720 (2013). DOI: 10.1016/j.tetlet.2013.06.100  
Used by other researchers (D. Milstein, et al.): **ACS Catal.** **2015**, **5**, 2416.
6. Zijun Liu, Joaquim Caner, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, **Susumu Saito**  
Redox-selective Generation of Aldehydes and H<sub>2</sub> from Alcohols under Visible Light.  
*Chem. Eur. J.* **19**, 9452–9456 (2013). DOI: 10.1002/chem.201301347  
Highlighted by **SYNFACTS** **2013**, **9(10)**, 1138
7. Adrian Schulte, Xingci Situ, **Susumu Saito**, Bernhard Wünsch  
Stereoselective Synthesis of *cis,cis*-configured vicinal triamines.  
*Eur. J. Org. Chem.*, 5749–5756 (2014). DOI: 10.1002/ejoc.201402685
8. Adrian Schulte, Xingci Situ, **Susumu Saito**, Bernhard Wünsch  
Bromolactamization as key step in the stereoselective synthesis of enantiomerically pure, *cis*-configured perhydropyrroloquinoxalines.  
*Chirality*, 793–800 (2014). DOI: 10.1002/chir.22350
9. Joaquim Caner, Zijun Liu, Yuki Takada, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, **Susumu Saito**  
A Route to propylene from renewable allyl alcohol by photocatalytic transfer hydrogenolysis.  
*Catal. Sci. Technol.* **4**(11), 4093–4098 (2014). DOI: 10.1039/C4CY00329B  
**Times downloaded: 484** (as of Jun11, 2017)
10. Yuki Takada, Siong Wan Foo, Yusuke Yamazaki, **Susumu Saito**  
Catalytic fluoride triggers dehydrative oxazolidinone synthesis from CO<sub>2</sub>.  
*RSC Adv.* **4**(92), 50851–50857 (2014). DOI: 10.1039/C4RA09609F
11. Friederike Kettling, Benjamin Vonhören, Jennifer A. Krings, **Susumu Saito**, Bart Jan Ravoo  
One-step synthesis of patterned polymer brushes by photocatalytic microcontact printing with TiO<sub>2</sub> nanoparticles.  
*Chem. Commun.* **51**, 1027–1030 (2015). DOI: 10.1039/C4CC08646E

12. Aki Matsuoka, Takahiro Isogawa, Yuna Morioka, Benjamin R. Knappett, Andrew E. H. Wheatley, **Susumu Saito**, Hiroshi Naka  
Hydration of nitriles by a Chitin-supported ruthenium catalyst.  
*RSC Adv.* **5**, 12152-12160 (2015). DOI: 10.1039/C4RA15682J
13. Vasily N. Tsarev, Yuna Morioka, Joaquim Caner, Qing Wang, Richiro Ushimaru, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, **Susumu Saito**  
N-Methylation of amines with methanol at room temperature.  
*Org. Lett.* **17**, 2530–2533 (2015). DOI: 10.1021/acs.orglett.5b01063.  
**Times downloaded: 2080** (as of Jun11, 2017)  
Highlighted by *Organic Chemistry Portal*: [www.organic-chemistry.org/abstracts/lit4/954.shtm](http://www.organic-chemistry.org/abstracts/lit4/954.shtm);  
Highlighted by *Minireviews*: *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, **56**, 6384
14. Masayuki Naruto, **Susumu Saito**  
Cationic mononuclear ruthenium carboxylates as catalyst prototypes for self-induced hydrogenation of carboxylic acids.  
*Nat. Commun.* **6**:8140 (2015). doi: 10.1038/ncomms9140  
Highlighted by **three Japanese newspapers, JST news, Chem-station (SNS portal), etc.** Chinese team mentioned “Saito Catalyst”, and calculated a mechanism of hydrogenation catalysis Saito developed (*Dalton Trans.* **2018**, **47**, 2460–2469)
15. Adrian Schulte, **Susumu Saito**, Bernhard Wunsch  
Stereoselective synthesis of *cis*, *cis*-configured perhydroquinoxaline-5-carbonitrile from cyclohex-2-en-1-ol.  
*J. Heterocycl. Chem.* **53**, 533–536 (2016). DOI: 10.1002/jhet.2322
16. Adrian Schulte, Simon Janich, Ernst-Ulrich Würthwein, **Susumu Saito**, Bernhard Wunsch  
Investigation of the Corey Bromolactamization with *N*-Functionalized Allylamines.  
*J. Heterocycl. Chem.*, **53**, 1827–1837 (2016). DOI: 10.1002/jhet.2493
17. Janine Stefaowitz, Dirk Schepmann, Constantin Daniliuc, **Susumu Saito**, Bernhard Wunsch  
Synthesis of morphan derivatives with additional substituents in 8-position.  
*Zeitschrift für Naturforschung B*, **71**(10), 1057–1069 (2016). DOI: 10.1515/znb-2016-0129.
18. Yuki Takada, Megumi Iida, Kazuki Iida, Takashi Miura, **Susumu Saito**  
Versatile Ruthenium Complex “RuPCY” for Directed Catalytic Hydrogen Management in Organic Synthesis.  
*J. Syn. Org. Chem. Jpn.* (Invited English Account), **74**(11), 1078–1088 (2016).  
doi: 10.5059/yukigoseikyokaishi.74.1078
19. Masaki Shibata, Ryoko Nagata, **Susumu Saito**, Hiroshi Naka  
Dehydrogenation of Primary Aliphatic Alcohols by Au/TiO<sub>2</sub> Photocatalysts.  
*Chem. Lett.* **46**(4), 580–582 (2017). doi: 10.1246/cl.161195
20. Takashi Miura, Masayuki Naruto, Katsuaki Toda, Taiki Shimomura, **Susumu Saito**  
Multifaceted catalytic hydrogenation of amides via diverse activation of a sterically confined ruthenium–bipyridine framework.  
*Sci. Rep.* **7**, 1586 (2017). doi:10.1038/s41598-017-01645-z  
Highlighted by **three Japanese newspapers, >20 SNS news media outlets abroad, etc.**  
**Altmetric score: 145** (as of Dec 1, 2017, in the top 2% of **all research fields** outputs in a similar generation, scored by Altmetric); quoted by more than 23 international SNS news/blog outlets and as **Top news** of mail magazine of ChemEuro.com; **interview article** in *Scientific Inquirer*; articles in three Japanese newspapers; for more details of social impact/public attention, see also: <http://en.nagoya-u.ac.jp/research/activities/news/2017/05/nagoya-university-researchers-break-down-plastic-waste.html>
21. Masayuki Naruto, Santosh Agrawal, Katsuaki Toda, **Susumu Saito**  
Catalytic transformation of functionalized carboxylic Acids using multifunctional rhenium complexes.  
*Sci. Rep.* **7**, 3425 (2017). doi: 10.1038/s41598-017-03436-y  
**Altmetric score: 55** (as of Dec 1, 2017); quoted by more than 15 international SNS news/blog outlets; for more details of social impact/public attention, see

also:<http://en.nagoya-u.ac.jp/research/activities/news/2017/06/nagoya-university-chemists-turn-metal-catalysis-on-its-head-for-a-sustainable-future.html>

22. Yuki Takada, Joaquim Caner, Hiroshi Naka, **Susumu Saito**  
Photocatalytic transfer hydrogenolysis of allylic alcohols on Pd/TiO<sub>2</sub>: a shortcut to (+)-(*S*)-lavandulol.  
*Chem. Eur. J.* **23**, 18025–18032 (2017). doi: 10.1002/chem.201704099.
23. Yuki Takada, Joaquim Caner, Zijun Liu, Hiroshi Naka, **Susumu Saito**  
Photocatalytic transfer hydrogenolysis of allylic alcohols on Pd/TiO<sub>2</sub> for the synthesis of platform- and fine chemicals.  
*Pure Appl. Chem.* **90**(1), 167–174 (2018). doi: 10.1515/pac-2017-050

(2)その他の著作物(総説, 書籍など)

1. 中寛史, 齋藤進, 「アルコールとその誘導物質の電子的両性を利用した二酸化炭素の資源化法の開発」, *二酸化炭素の直接利用技術最前線*, NTS 出版, pp103–113 (2013).
2. 齋藤進, 「バイオリファイナリーに挑む分子触媒たち」, *月刊化学*, **68**, 64–65 (2013).
3. 齋藤進, 「光触媒を用いるバイオマス由来資源からの持続的プロピレン製造」, *月刊ケミカルエンジニアリング*, **59**(7), 544–549 (2014).
4. 齋藤進, 「分子触媒表面を用いる不活性カルボン酸類の触媒的水素化の新展開」, *触媒学会「触媒年鑑」触媒技術の動向と展望*, pp28–38 (2015).
5. 鳴戸真之, 齋藤進, 「カルボン酸の水素化触媒の原型「ジホスフィン配位ルテニウムカルボキシラート」の発見と応用」, *化学工業<特集>戦略的触媒開発と応用*(化学工業社), **67**(5), 317(1)–324(8) (2016).
6. 齋藤進, 「持続可能社会に貢献できる触媒と化学を探す旅」*名大トピックス「知の先端」*, **10** (281), 10–11 (2016).
7. 齋藤進, 「社会の役に立つとは」*理 philosophia(フィロソフィア)* **33**, 3 (2017).

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

- ① 招待講演 (国内会議 23 件, 国際会議 26 件)
1. 齋藤進(名大院理・高研院), 「脱石油化学に挑む: 次世代触媒化学の創成を目指して」平成 24 年度日本理化学協会東海ブロック研究会第 18 回研究発表大会, 愛知県教育会館, 栄, 名古屋, 2012 年 10 月 19 日
  2. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides*, 1<sup>st</sup> KAUST– Symposium on Functional Molecules and Materials (KSFMM): Focus Asia, December 16<sup>th</sup>–19<sup>th</sup>, 2012, KAUST, Saudi Arabia.
  3. Susumu Saito(Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides*, The 2nd Campus Asia Symposium on Frontiers of Chemistry and Materials, March 11<sup>th</sup>–13<sup>th</sup>, 2013, Nanjing, China.
  4. 齋藤進(名大院理・高研院), 「化学で挑む 21 世紀の重要課題」第 3 回名古屋大学高等研究院全学初年次教育プログラム「学問の面白さを知る」, 名古屋大学, 名古屋, 2013 年 4 月 30 日
  5. 齋藤進(名大院理・高研院), 「分子性の触媒表面を用いる不活性アミドの触媒的水素化」第 5 回分子活性化公開シンポジウム, イーグレ姫路あいめっせホール, 姫路, 兵庫, 2013 年 5 月 30–31 日
  6. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides Going Milder and Practical*, The International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC–16), Hokkaido University, Sapporo, Japan, Aug 3–7, 2013
  7. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides*, The 15<sup>th</sup> Asian Chemical Congress (ACC–15), World Resorts Sentosa, Singapore, Aug 19–23, 2013
  8. 齋藤進(名大院理・高研院), 「水素マネージメントに基づく触媒開発は次世代物質生産の基盤になりうるか? 基幹化学物質から医薬関連物質の合成まで」(株)三菱化学科学技術研究センター講演会, (株)三菱化学横浜研究所, 横浜, 神奈川, 2013 年 10 月 25 日
  9. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Hydrogen Management: Hydrogenation and Dehydrogenation for Organic Synthesis*, The 16<sup>th</sup> Joint IRTG Symposium for Nagoya–Münster University, Münster University, Germany, Nov 10–12, 2013.

10. 斎藤進(名大院理・高研院), 「新触媒で脱石油化学に挑む」名大 Cafe, Science, and Me, ジュンク堂書店 ロフト名古屋店, 栄, 名古屋, 2013 年 12 月 20 日
11. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *New Catalysis for Hydrogen Management*, SJTU-NU inter-university research seminar for Ph.D. course students -Campus Asia-, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, Mar 14, 2014
12. 斎藤進(名大院理・高研院), 「水素マネージメント」触媒を用いるバイオマス由来物質の合成的利用」第 94 日本化学会春季年会アドバンス・テクノロジー・プログラム (ATP) セッション「再生可能資源を活用するための有機合成化学」, 名古屋大学, 名古屋, 2014 年 3 月 28 日
13. 斎藤進(名大院理・高研院), 「化学で挑む 21 世紀の重要課題」第 3 回名古屋大学高等研究院全学初年次教育プログラム「学問の面白さを知る」, 名古屋大学, 名古屋, 2014 年 4 月 22 日
14. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Hydrogen Management for Sustainable Organic Synthesis: Control of Hydrogen Transfer Diversity in Catalysis Involving Alcohols*, MEXT, Japan/Canada Joint Symposium, The University of Ottawa, Canada, July 5<sup>th</sup>-6<sup>th</sup>, 2014.
15. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Selective Hydrogenation of Inert Carbonyl Compounds Using Catalytic Molecular Surface Built on Transition Metals*, 41<sup>st</sup> International Conference on Coordination Chemistry (ICCC-41): “Catalytic Organometallics” Session, Singapore, July 21<sup>st</sup>- 25<sup>th</sup>, 2014.
16. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Hydrogen Management for Chemical Transformation of CO<sub>2</sub>- and Biomass-derived Feedstock*, 18<sup>th</sup> Malaysian International Chemical Congress (18MICC), Kuala Lumpur, Malaysia, November 1<sup>st</sup>- 3<sup>th</sup>, 2014.
17. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Hydrogen Management Catalysis for Transformation of CO<sub>2</sub>- and Biomass-derived Feedstock*, Vietnam and Malaysia International Chemical Congress (VMICC), Hanoi, Vietnam, November 5<sup>th</sup>- 7<sup>th</sup>, 2014.
18. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ), *Hydrogen Management Catalysis Using Thermal and Light Energy for Organic Synthesis*, The 18<sup>th</sup> (FINAL) Joint IRTG Symposium for Nagoya-Münster University, Münster University, Germany, November 26<sup>th</sup>-29<sup>th</sup>, 2014.
19. 斎藤進(名大院理・高研院), 「分子表面の多彩な活性化に基づく不活性カルボン酸誘導体の水素化」, 第 8 回分子活性化公開シンポジウム, 大阪大学 Σ ホール(豊中キャンパス), 大阪, 2015 年 1 月 23-24 日
20. 斎藤進(名大院理), 「触媒で水素をマネージメントして持続可能物質社会に挑む」, サロン・ド・Arimoto, うなぎ有本, 名古屋, 2015 年 6 月 24 日
21. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), Catalytic molecular surface as a new interface between molecule and material for hydrogenation, The 5<sup>th</sup> Molecular Materials Meeting (M3), A\*STAR, August 3-5, 2015, Singapore.
22. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Hydrogen management: transformation of inert compounds to carbon resources for sustainable society*, 2<sup>nd</sup> IRTG meeting 2015 (Toronto/Münster/Queens/Kyoto/Nagoya University Symposium), Münster University, Germany, October 5-6, 2015.
23. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management: salt-free transformation of inert compounds to carbon feedstock*, Campus Asia Symposium, Shanghai Jiao Tong University, China, November 5-6, 2015.
24. 斎藤進(名大院理), 「水素マネージメントに基づく物質変換: 未来を拓く人材育成とともに」Inaugural SS Symposium (S<sup>3</sup>), 2015, 2015 年 11 月 7 日, 名古屋大学「花の木」, 名古屋.
25. 斎藤進(名大院理), 「水素マネージメントに基づく次世代触媒化学と有機合成戦略」2015 年秋季有機合成講習会, 2015 年 11 月 16-17 日, 日本薬学会長井記念ホール, 東京.
26. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), Catalytic hydrogen management: salt-free transformation of inert compounds to carbon feedstock, Edinburgh-Nagoya Symposium, Edinburgh University, Scotland, December 5<sup>th</sup>-6<sup>th</sup>.
27. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), Hydrogen management for transformation of CO<sub>2</sub>- and biomass-derived feedstock using molecular surface, Pacificchem 2015, session, Hawaii, USA, December 15-20, 2015.

28. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), Catalytic hydrogen management: salt-free transformation of inert compounds to carbon feedstock, WPI-I<sup>2</sup>CNER, International Workshop, Catalytic Materials Transformation Division, Recent Progress in Bio-Inspired Catalysis and Utilization of Earth-Abundant Resources, Kyushu University Ito Campus, Japan, February 4<sup>th</sup>, 2016. **【Plenary Lecture】**
29. 斎藤進(名大院理), 「持続可能社会に化学でどう挑むか」有機化学研究会:最先端の学術動向と未来技術, 湯の宿 木もれび, おごと温泉, 滋賀, 2016年3月27日.
30. 斎藤進(名大院理), 「精密水素移動場を用いる修飾アミノ酸類の触媒的高効率脱水変換」真島新学術領域研究 全体会議, 大阪大学豊中キャンパス, 大阪, 2016年5月13-14日.
31. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management using molecular- and photo-catalysis: transformation of biomass-related inert compounds*, The 20th Joint Symposium of Core-to-Core Program on Elements Function for Transformative Catalysis and Materials, Queens University, Kingston, Canada, June 29, 2016.
32. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management using molecular- and photo-catalysis: transformation of biomass-related inert compounds*, The 7<sup>th</sup> Annual Global Congress of Catalysis (GCC-2016), Seoul, Korea, June 30-Jul 2, 2016.
33. 斎藤進(名大院理), 「水素マネージメントに基づくバイオマス関連不活性物質の炭素資源化」若手研究者のための有機合成セミナー, 有機合成化学協会九州山口支部, 九州大学伊都キャンパス, 福岡, 2016年8月27日. **【特別(基調)講演】**
34. 斎藤進(名大院理), 「金属カルボキシラートを触媒構造の原型とするカルボン酸の自己誘導型カルボン酸の水素化」第63回有機金属化学討論会, 早稲田大学, 東京, 2016年9月14-16日.
35. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management using molecular- and photo-catalysis: transformation of biomass-related inert compounds*, Catalysis and Fine Chemicals (C&FC), Howard Civil Service International House, Taipei, Taiwan, November 10-13, 2016.
36. 斎藤進(名大院理), 「精密水素移動場を用いるペプチド類の脱水的な形成と変換」真島新学術領域研究第2回公開シンポジウム, 名古屋大学 ES Hall, 名古屋, 2017年1月23日.
37. 斎藤進(名大院理), 「触媒的水素マネージメント:再生可能資源に豊富な官能基の還元と脱水」三井化学(株)袖ヶ浦センター研究セミナー, 三井化学(株)袖ヶ浦センター, 袖ヶ浦, 千葉, 2017年2月10日.
38. 斎藤進(名大院理), 「化学分野の将来展望 持続可能社会への化学の貢献を目指して」ACT-C第1回社会的貢献推進会議, JST 会館, 市ヶ谷, 東京, 2017年3月10日.
39. 斎藤進(名大院理), 「触媒的水素マネージメント:水素を操る化学変換」豊田工業大学 先進触媒開発研究センター第1回シンポジウム, 豊田工業大学 8号館大講堂, 名古屋, 2017年3月10日. **【基調講演】**
40. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogenation of carboxylic acids using low- and high-valent transition metal complexes*, 2017 Organometallic Chemistry, Gordon Research Conference (GRC), Salve Regina University, Newport, RI, USA, July 9-14, 2017.
41. 斎藤進(名大院理), 「分子触媒と固体触媒のクロスオーバー領域の精密化に基づく二酸化炭素の資源化法を目指して」JACI / JST 交流セミナー JST「先導的物質変換領域」(ACT-C)研究者との集い, 新化学技術推進協会, 東京, 2017年8月4日
42. 斎藤進(名大院理), 「遷移金属触媒を用いる水素マネージメント:光と影」第50回有機金属若手の会夏の学校, 定山溪万世閣 ホテルミリオーネ, 札幌, 北海道, 平成29年8月7日-9日.
43. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management:hydrogenation under dark and dehydrogenation under light*, International Symposium on Catalysis for Sustainable Chemical Synthesis, Freiburg University, Freiburg i. Brsg., Germany, September 24-26, 2017. **【Plenary Lecture】**
44. 斎藤進(名大院理), 「遷移金属触媒を用いる再生可能資源の水素化と脱水素化」統合物質創製化学機構 第3回国内シンポジウム, 京都大学化学研究所, 京都, 2017年10月30日-31日
45. 斎藤進(名大院理), 「触媒的水素マネージメント:分子触媒を用いるカルボン酸の触媒的水素化」, 非常勤講師特別講演会, 群馬大学, 群馬, 2017年12月15日.
46. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management:hydrogenation under dark and dehydrogenation under light*, JSPS 3<sup>rd</sup> Core-to-core Seminar, University of Münster, Münster, Germany, February 2, 2018.
47. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management of renewable feedstock: hydrogenation under dark and dehydrogenation under light*, LIKAT seminar, Leibniz-Institut für Katalyse (LIKAT), Rostock University, Rostock, Germany, February 5, 2018.

48. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management:hydrogenation under dark and dehydrogenation under light*, Okinaka Institute of Science and Tchnology (OIST) Seminar, Okinawa, Japan, March 19, 2018.
49. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ), *Catalytic hydrogen management:hydrogenation under dark and dehydrogenation under light*, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) Seminar, Tukuba, Japan, March 23, 2018.

② 口頭発表 (国内会議 43 件, 国際会議 8 件)

1. 三浦隆志(名大院理), 斎藤進, アミドの触媒的水素化反応の開発, IGER Annual meeting 2012, 名古屋大学, 2013年3月10日 **【三浦隆志: IGER Annual Research Award 2012 受賞】**
2. 高田雄貴(名大院理), 松岡亜季, DU Ya, 中寛史, 野依良治, 斎藤進, *N,N*-ジメチルホルムアミド ジアルキルアセタールの両性を利用した二酸化炭素のジアルキルカーボネートへの変換, 日本化学会第93春季年会, 立命館大学, 滋賀, 2013年3月23日
3. 三浦隆志(名大院理), 鳴戸真之, HELD Ingmar E., 大石俊輔, 野依良治, 斎藤進, 触媒前駆体 Ru 錯体の水素化で開始されるカルボン酸アミドの触媒的水素化反応の開発, 日本化学会第93春季年会, 立命館大学, 滋賀, 2013年3月24日
4. 飯田和希(名大院理), 安藤潤紀, 三浦隆志, 鳴戸真之, 野依良治, 斎藤進,  $\beta$ -アミノアルコールより誘導された無保護の  $\alpha$ -アミノアルデヒドを経由するピロールの触媒的合成法の開発, 日本化学会第93春季年会, 立命館大学, 滋賀, 2013年3月24日
5. Takashi Miura (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides, 14th IRTG Joint Seminar –University of Münster and Nagoya University, Nagoya University, Nagoya, October 2, 2012.
6. Takashi Miura (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Ingmar Held, Shunsuke Oishi, Masayuki Naruto, Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides Triggered by Hydrogenation of Catalyst Precursor Ruthenium Complex, The 3rd International Symposium on Molecular Activation (Pre-OMCOS17), Steamboat Springs, Colorado, USA, July 26–28, 2013.
7. Hiroshi Naka (Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Zijun Liu, Joaquim Caner, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Redox-selective Transformation of Alcohols to Aldehydes and Molecular Hydrogen under Visible Light Irradiation, The 3rd International Symposium on Molecular Activation (Pre-OMCOS17), Steamboat Springs, Colorado, USA, July 26–28, 2013.
8. 三浦隆志(名大院理), 鳴戸真之, Ingmar Held, 大石俊輔, 斎藤進, 触媒前駆体 Ru 錯体の水素化により開始される不活性型アミドの触媒的水素化反応の開発, 企業研究者を志すための合成化学セミナー, 名古屋大学, 2013年9月20日
9. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Carboxylic Acids Using Ruthenium Complex, SJTU-NU inter-university research seminar for Ph.D. course students –Campus Asia–, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, March 14, 2014.
10. 三浦隆志(名大院理), 鳴戸真之, 野依良治, 斎藤進, 四座配位子をもつ Ru 錯体を用いるカルボン酸アミドの触媒的水素化, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日
11. 鳴戸真之(名大院理), 野依良治, 斎藤進, ルテニウム錯体を用いるカルボン酸の触媒的水素化, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日
12. 高田雄貴(名大院理), Siong Wan Foo, 野依良治, 斎藤進, アルカリ金属炭酸塩を触媒とする低圧二酸化炭素を用いた光学活性なオキサゾリジノンの脱水的合成, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日
13. 戸田勝章(名大院理), 鳴戸真之, 野依良治, 斎藤進, メタノール合成を指向したルテニウム錯体による不活性カルボニル化合物の触媒的水素化, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日
14. 松岡 亜季(名大院理), 五十川貴裕, 森岡優菜, 野依良治, 斎藤進, 中寛史, 多糖担持ルテニウム触媒によるニトリルの水和反応の開発, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日
15. 五十川貴裕(名大院理), 松岡亜季, 森岡優菜, 野依良治, 斎藤進, 中寛史, キチン担持ルテニウム触媒を用いた 芳香族ニトリルの水和反応, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日
16. Hiroshi Naka(名大物国セ), Zijun Liu, Joaquim Caner, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Dehydrogenation of primary alcohols using metal oxide photocatalysts under visible light irradiation, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学, 2014年3月27日



17. 中寛史(名大物国セ), Liu, Zijun, Caner, Joaquim, 工藤昭彦, 斎藤進, アルコールの光触媒変換に基づく有機合成反応の開発, 第 33 回光がかかわる触媒化学シンポジウム, 東京理科大学, 東京, 2014 年 7 月 18 日
18. 斎藤進(名大院理・高研院), 半導体光触媒を用いる酸化・還元の高精密有機合成への展開, 光化学討論会 2014, 北海道大学, 札幌, 2014 年 10 月 9-11 日
19. 鳴戸真之(名大院理), 斎藤進, ルテニウム-カルボキシラートを触媒とするカルボン酸の自己誘導型水素化, IGER annual meeting 2014, 名古屋大学, 名古屋, 2015 年 1 月 8 日 **【鳴戸真之: IGER Annual Research Award 2014 受賞】**
20. 松岡亜季(英国ケンブリッジ大・名大院理), 五十川貴裕, 森岡優菜, Benjamin R. Knappett, Andrew E. H. Wheatley, 野依良治, 斎藤進, 中寛史, Hydration of nitriles to amides by a chitin-supported ruthenium catalyst: scope and selectivity, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 26 日
21. 戸田勝章(名大院理), Santosh Agrawal, 鳴戸真之, 野依良治, 斎藤進, Hydrogenation of Carboxylic Acids Catalyzed by High-valent Rhenium Complexes, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 26 日
22. 鳴戸真之(名大院理), 野依良治, 斎藤進, Ruthenium-carboxylate Catalyzed Self-induced Hydrogenation of Carboxylic Acids, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 26 日
23. 三浦隆志(名大院理), 鳴戸真之, 戸田勝章, 野依良治, 斎藤進, 多様に活性化された分子性の触媒表面を用いるアミドの触媒的水素化, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 26 日
24. 森岡優菜(名大院理・名大物国セ・東理大), TSAREV, Vasily; CANER, Joaquim; WANG, Qing, 牛丸理一郎, 工藤昭彦, 野依良治, 中寛史, 斎藤進, N-Methylation of amines with methanol at room temperature, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 27 日
25. 二村聡太(名大院理), 鳴戸真之, 野依良治, 斎藤進, イリジウム錯体を用いるバイオマス由来 1,4-ジカルボン酸の水素化, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 28 日
26. 中寛史(名大物国セ・東理大・名大院理), Joaquim Caner, Zijun Liu, 高田雄貴, 工藤昭彦, 野依良治, 斎藤進, Photocatalytic Transfer Hydrogenolysis: Redox-selective Conversion of Allyl Alcohols to Alkenes, 日本化学会第 95 春季年会, 船橋, 千葉, 2015 年 3 月 28 日
27. Hiroshi Naka (Tokyo Univ. Sci., Res. Cent. Mat. Sci. & Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Joaquim Caner, Zijun Liu, Yuki Takada, Aki Matsuoka, Akihiko Kudo, Susumu Saito, Redox-selective Conversion of Alcohols Using Metal-loaded Photocatalysts, PACIFICHEM 2015, Honolulu, USA, December 15, 2015.
28. Yuna Morioka(東理大・名大院理・名大物国セ), Lyuming Wang, Vasily N. Tsarev, Joaquim Caner, Qing Wang, Richiro Ushimaru, Akihiko Kudo, Ryoji Noyori, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Photocatalytic C-N Bond Formation at Room Temperature, 日本化学会第 96 春季年会, 同志社大学, 京都, 2016 年 3 月 25 日.
29. Yuki Takada(名大院理・名大物国セ), Joaquim Caner, Hiroshi Naka, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Regioselective photocatalytic transfer hydrogenolysis of allylic alcohols, The 96th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Doshisya University, Kyotanabe, March 25, 2016.
30. Masayuki Naruto(名大院理), Ryoji Noyori, Susumu Saito, Cationic mononuclear ruthenium carboxylates as catalyst prototypes for self-induced hydrogenation of carboxylic acids, 日本化学会第 96 春季年会, 同志社大学, 京都, 2016 年 3 月 26 日 **【鳴戸真之: 学生講演賞受賞】**
31. 中寛史(名大物国セ・名大院理), 柴田将宣, 永田良子, 斎藤進, 酸化チタン光触媒を用いる一級アルコールの脱水素化反応, 第 35 回光がかかわる触媒化学シンポジウム, 東京工業大学, 2016 年 6 月 10 日
32. 森岡優菜(東理大・名大院理・名大物国セ), 王呂鳴, Vasily N. Tsarev, Joaquim Caner, 王青, 牛丸理一郎, 工藤昭彦, 中寛史, 斎藤進, 第 35 回光がかかわる触媒化学シンポジウム, 東京工業大学, 2016 年 6 月 10 日
33. Lyuming Wang (Grad. Sch. Sci. & Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Yuna Morioka, Susumu Saito, Hiroshi Naka, Photocatalytic N-Alkylation of Amines with Alcohols for Pharmaceutical Synthesis, The 20th Joint Symposium of Core-to-Core Program on Elements Function for Transformative Catalysis and Materials, Kingston, Canada, Jun 27-30, 2016.
34. Yuna Morioka(名大院理・名大物国セ), H. Naka, Susumu Saito, "Photocatalytic C-N Bond Formation with Alcohols," 野依フォーラム若手育成塾, 名古屋, 2016 年 7 月 21 日.
35. Yuna Morioka (Grad. Sch. Sci. & Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Hiroshi Naka, Susumu Saito, "Photocatalytic C-N bond formation at room temperature," International Symposium on Pure &

Applied Chemistry (ISPAC) 2016, Kuching, Malaysia, August 16, 2016. 【森岡優菜 : Student's Presentation Award 受賞】

36. Yuna Morioka (Tokyo Univ. Sci., Grad. Sch. Sci. & Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Lyuming Wang, Vasily Tsarev, Joaquim Caner, Qing Wang, Richiro Ushimaru, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, Susumu Saito, "Photocatalytic N-Methylation of Amines with Methanol at Room Temperature," EUCHEMS 2016, Sevilla, Spain, September 14, 2016.
37. Yuki Takada (名大院理・名大物国セ), Joaquim Caner, Hiroshi Naka, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Photocatalytic transfer hydrogenolysis of allylic alcohols to alkenes using palladium-loaded titanium oxide, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017.
38. Msayuki Naruto (名大院理), Santosh AGRAWAL, Katsuaki TODA, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Catalytic transformation of functionalized carboxylic acids using multifunctional rhenium complexes, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017. 【鳴戸真之 : 学生講演賞受賞】
39. Shota Yoshioka (名大院理), Msayuki Naruto, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Development of highly active Ru catalysts toward practical hydrogenation of carboxylic acids, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017.
40. 小川紗瑛子 (名大院理), Siong Wan Foo, 野依良治, 齋藤進, N-(2-ヒドロキシエチル)アミドの触媒的脱水によるオキサゾリンの効率的合成法の開発, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017.
41. Lyuming WANG (名大院理・名大物国セ), Yuna MORIOKA, Ryoji NOYORI, Susumu, SAITO, Naka, Hiroshi, N-Alkylation of Amines with Alcohols Using Mixed Photocatalytic System, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017. 【Lyuming Wang : 学生講演賞受賞】
42. Yuna MORIOKA (名大院理・名大物国セ), Ryoji NOYORI, Susumu SAITO, Hiroshi NAKA, Photocatalytic N-Methylation of Amino Acids with Methanol, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017.
43. 永田良子 (名大院理・名大物国セ), 柴田将宜, 野依良治, 齋藤進, 中寛史, 金担持酸化チタン光触媒による脂肪族一級アルコールの脱水素化反応, The 97th Chemical Society of Japan Annual Meeting, Keio University, Hiyoshi Campus, Kanagawa, March 16-19, 2017.
44. 王呂鳴 (名大院理・名大物国セ), 森岡優菜, 野依良治, 齋藤進, 中寛史, メタノールを用いた光触媒的 N-メチル化反応によるリバスチグミンの合成, 日本薬学会第 137 年会, 仙台, 2017 年 3 月 24-27 日
45. 齋藤進 (名大院理), 鳴戸真之, 二村聡太, 遷移金属錯体を用いるバイオマス関連カルボン酸の触媒的水素化, 第 100 回触媒討論会, 愛媛大学, 松山, 愛媛, 2017 年 9 月 12 日-14 日
46. Shota Yoshioka, Masayuki Naruto, Ryoji Noyori, Susumu, Saito, Development of Bidentate Diphosphine Ligands of Highly Active Ru Catalysts for Practical Hydrogenation of Carboxylic Acids, 日本化学会第 98 春季年会, 日本大学, 船橋, 2018 年 3 月 20-23 日
47. 森彰吾 (名大院理), 青木隆宏, 中寛史, 野依良治, 齋藤進, ニッケル錯体/酸化チタンのハイブリッド触媒によるホルムアミドを用いたアミノカルボニル化反応, 日本化学会第 98 春季年会, 日本大学, 船橋, 2018 年 3 月 20-23 日
48. 鎌田健司 (名大院理), 村木愛実, 鄭知恩, 関澤佳太, 佐藤俊介, 森川健志, 福住俊一, 野依良治, 齋藤進, PNNP 型四座配位子を有するイリジウム錯体を用いた二酸化炭素の光還元反応, 日本化学会第 98 春季年会, 日本大学, 船橋, 2018 年 3 月 20-23 日
49. 齋藤朱里 (名大院理), 吉岡頌太, 野依良治, 齋藤進, ルテニウム- $\alpha$ -アミノカルボキシラートを触媒原型とした  $\alpha$ -アミノ酸から光学活性な  $\beta$ -アミノアルコールへの水素化反応の開発, 日本化学会第 98 春季年会, 日本大学, 船橋, 2018 年 3 月 20-23 日
50. Lyuming Wang (名大院理), Ryoji Noyori, Susumu Saito, Hiroshi Naka, Transfer Dehydration of Primary Amides Using Electron-Deficient Nitriles, 日本化学会第 98 春季年会, 日本大学, 船橋, 2018 年 3 月 20-23 日
51. 小林健祐 (名大院理), 永田良子, 野依良治, 齋藤進, 中寛史, 固体光触媒を用いたアルコールの脱水素化反応の評価, 日本薬学会第 138 年会, 金沢, 2018 年 3 月 25-28 日

③ ポスター発表 (国内会議 20 件, 国際会議 30 件)

1. Yuki Takada (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Megumi Suzuki, Takashi Miura, Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Esters, The 14th IRTG Joint Seminar –University of Münster and Nagoya University, Nagoya University, Nagoya, Oct 2, 2012.
2. Takashi Miura (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Ingmar E. Held, Shunsuke Oishi, Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides, The 14th IRTG Joint Seminar –University of Münster and Nagoya University, Nagoya University, Nagoya, Oct 2, 2012.
3. Kazuki Iida (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Junki Ando, Takashi Miura, Susumu Saito, Development of the Efficient Synthesis of Di-, Tri-, and Tetra- Substituted Pyrroles from  $\beta$ -Amino Alcohols using Ruthenium Complex Catalyst, The 2nd International Conference on MEXT Project of Integrated Research on Chemical Synthesis “Molecular Functions in Complex Systems”, Nagoya University, Nagoya, Dec 10, 2012.
4. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takashi Miura, Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Succinic Acid and Succinic Anhydride using Ru Complex with Tetradentate Ligand, 15<sup>th</sup> IRTG Joint Symposium between Nagoya–Münster University, Nagoya University, May 20–21, 2013.
5. Yuki Takada (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Aki Matsuoka, Ya Du, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Acetals of N,N-Dimethylformamides: Ambiphilic Behavior in Converting Carbon Dioxide to Dialkyl Carbonates, 15<sup>th</sup> IRTG Joint Symposium between Nagoya–Münster University, Nagoya University, May 20–21, 2013.
6. Friederike Schröter (Dep. Chem. Univ. of Münster & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Bart Jan Ravoo, Reactions of Imines produced by catalytic Microcontact Printing with TiO<sub>2</sub> Nanoparticles on Surfaces, Thieme Nagoya Symposium 2013, Nagoya University, May 23, 2013.
7. Janine Fröhlich (Dep. Chem. Univ. of Münster & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Bernhard Wunsch, Susumu Saito, Synthesis of Conformationally Restricted Piperidines as  $\kappa$  Receptor Agonist, Thieme Nagoya Symposium 2013, Nagoya University, May 23, 2013.
8. Takashi Miura (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Ingmar Held, Sunske Oishi, Masayuki Naruto, Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides, Thieme Nagoya Symposium 2013, Nagoya University, May 23, 2013.
9. 三浦隆志 (名大院理), Ingmar Held, 大石俊輔, 鳴戸真之, 斎藤進, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Amides, 第 46 回有機金属若手の会 夏の学校, 仙台, 2013 年 7 月 8–11 日
10. 戸田勝章 (名大院理), 鳴戸真之, 斎藤進, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Carbamates and Carbamides, 第 46 回有機金属若手の会 夏の学校, 仙台, 2013 年 7 月 8–11 日
11. Yuki Takada (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Siong Wan Foo, Yusuke Yamazaki, Susumu Saito, Dehydrative Synthesis of Chiral Oxazolidinones Catalyzed by Alkali Metal Carbonates under Low Pressure of CO<sub>2</sub>, OMCOS17 (17<sup>th</sup> IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis), Steamboat Springs, Colorado, USA, Jul 28–Aug 1, 2013.
12. Zijun Liu, Joaquim Caner, 工藤昭彦, 中寛史, 斎藤進 (東理大・名大院理), 可視光と水を用いるアルコールからのレドックス選択的な水素とアルデヒドの形成反応の開拓 2013 年光化学討論会, 松山, 愛媛, 2013 年 9 月 9–12 日
13. 戸田勝章 (名大院理), 鳴戸真之, 三浦隆志, 斎藤進, Catalytic Hydrogenation of Unactivated Carbamates and Carbamides, 第 4 回統合物質シンポジウム, 札幌, 2013 年 10 月 31 日–11 月 1 日
14. 森岡優菜 (名大院理), 松岡亜季, 野依良治, 斎藤進, 中 寛史, 多糖固定化ルテニウム触媒を用いた芳香族化合物の水素化, 第 4 回統合物質シンポジウム, 札幌, 2013 年 10 月 31 日–11 月 1 日
15. 松岡亜季 (名大院理), 五十川貴裕, 森岡優菜, 野依良治, 斎藤進, 中寛史, Hydration of nitriles to amides with polysaccharide-supported catalysts, 平成 25 年度 IGER 年次報告会, 名古屋大学, 2013 年 1 月 8 日
16. Aki Matsuoka (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takahiro Isogawa, Yuna Morioka, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Hiroshi Naka, Hydration of Nitriles to Amides with Polysaccharide-supported Ruthenium Catalysts, IRTG Mini Symposium 2013, Münster, Germany, Nov 11–12, 2013.
17. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takashi Miura, Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Succinic Acid and Succinic Anhydride using Ru Complex with Tetradentate Ligand, The 3rd International

- Conference on the MEXT project of Integrated Research on Chemical Synthesis, Nagoya University, Jan 10–11, 2014.
18. Zijun Liu (Tokyo Sci. Univ. & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Joaquim Caner, Akihiko Kudo, Hiorshi Naka, and Susumu Saito, Redox-Selective Generation of Aldehydes and H<sub>2</sub> from Alcohols under Visible Light, The 3rd International Conference on the MEXT project of Integrated Research on Chemical Synthesis, Nagoya University, Jan 10–11, 2014.
  19. Aki Matsuoka (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takahiro Isogawa, Yuna Morioka, Ryoji Noyori, Susumu Saito, Hiroshi Naka, Hydration of Nitriles with Chitin-supported Ruthenium Catalysts, Core-to-Core / IRTG 17th Joint Symposium, Nagoya University, Nagoya, Jun 12–13, 2014.
  20. 三浦隆志(名大院理), 鳴戸真之, 斎藤進, 四座配位子をもつ Ru 錯体を用いるカルボン酸アミドの触媒的水素化, 第7回公開シンポジウム(新学術領域研究「有機分子触媒」との合同シンポジウム)第7回公開シンポジウム(新学術領域研究「有機分子触媒」との合同シンポジウム), 北海道大学, 札幌, 2014年6月20–21日
  21. Yuki Takada (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Siong Wan Foo, Yusuke Yamazaki, Susumu Saito, Catalytic fluoride triggers chemical immobilization of atmospheric CO<sub>2</sub>, 19th International Symposium on Homogeneous Catalysis XIX (ISHCXIX), Ottawa Convention Center, Canada, Jul 6–11, 2014.
  22. Susumu Saito (Grad. Sch. Sci. & Ins. Adv. Res. Nagoya Univ.), Masayuki Naruto, Santosh Agrawal, Takashi Miura, Hydrogenation of Carboxylic Acid Derivatives Using Catalytic Molecular Surface (CMS), International Symposium of Homogeneous Catalysis XIX (ISHCXIX), Ottawa Convention Center, Canada, Jul 6–11, 2014.
  23. Katsuaki Toda (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Masayuki Naruto, Takashi Miura, Susumu Saito, CO<sub>2</sub> Utilization-oriented Hydrogenation of Unactivated Carbonyl Compounds Catalyzed by Ruthenium Complexes, The 4th International Conference on MEXT Project of Integrated Research on Chemical Synthesis, Kyoto University, Uji, Jul 10–11, 2014.
  24. Aki Matsuoka (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takahiro Isogawa, Yuna Morioka, Susumu Saito, Ryoji Noyori, and Hiroshi Naka, Hydration of Nitriles Promoted by Chitin-supported Ruthenium Catalysts, The 4th International Conference on MEXT Project of Integrated Research on Chemical Synthesis, Kyoto University, Uji, Jul 10–11, 2014.
  25. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Catalytic Hydrogenation of Carboxylic Acids Using Ruthenium Complex, ICOMC2014, Royton Sapporo, Sapporo, Jul 14, 2014.
  26. 五十川貴裕(英国ケンブリッジ大・名大院理・名大物国セ), 松岡亜季, 森岡優菜, Benjamin R. Knappett, Andrew E. H. Wheatley, 斎藤進, 中寛史, キチン担持ルテニウム触媒を用いたニトリルの水和反応, 第5回統合物質シンポジウム「物質創製研究の新しい展望」, 名古屋大学, 名古屋, 2014年12月19–20日
  27. Siong Wan Foo (Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Phosphazene-based organocatalysis: synthesis of oxazolines via dehydrative cyclization, 2<sup>nd</sup> IRTG meeting+Münster/Toronto G 2027: New Trends in Molecular Activation and Catalysis, (Toronto/Münster/Queens/Kyoto/Nagoya University Symposium), Münster University, Germany, Oct 5–6, 2015.
  28. Aki Matsuoka (Cambridge Univ. & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takahiro Isogawa, Yuna Morioka, Benjamin R. Knappett, Andrew E. H. Wheatley, Susumu Saito, Hiroshi Naka, Chitin-supported Ruthenium as a Catalyst for Nitrile Hydration, PACIFICHEM 2015, Honolulu, USA, Dec 16, 2015.
  29. Yuna Morioka (Tokyo Univ. Sci. & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Lyuming Wang, Vasily Tsarev, Joaquim Caner, Qing Wang, Richiro Ushimaru, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Photocatalytic N-Methylation of Amines with Methanol for Medicinal Chemistry, PACIFICHEM 2015, Honolulu, USA, Dec 19, 2015.
  30. Masayuki Naruto (Queens Univ. & 名大院理), Philip G. Jessop, Susumu Saito, Hydrogenation of Carboxylic Acids Using Non-precious Metal Complexes, IGER Annual meeting 2015, Nagoya University, Nagoya, January 8, 2016.
  31. Yuna Morioka(東理大・名大院理), Lyuming Wang, Vasily N. Tsarev, Joaquim Caner, Qing Wang, Richiro Ushimaru, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Photocatalytic N-Methylation of Amines with Methanol, IGER 2015年度年次報告会, 名古屋大学, 名古屋, 2016年1月8日.
  32. Yuna Morioka (Tokyo Univ. Sci. & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Lyuming Wang, Vasily N. Tsarev, Joaquim Caner, Qing Wang, Richiro Ushimaru, Akihiko Kudo, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Photocatalytic

- N-Methylation of Amines at Room Temperature, The 5th International Conference on MEXT project of Integrated Research on Chemical Synthesis, Nagoya, Japan, Jan 29, 2016.
33. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Cationic Mononuclear Ruthenium Carboxylates as Catalyst Prototypes for Self-induced Hydrogenation of Carboxylic Acids, The 5th International Conference on MEXT Project of Integrated Research on Chemical Synthesis "Chemical Science for Future Societies" Nagoya university, Nagoya, January 29, 2016.
  34. 森岡優菜(東理大・名大院理・名大物国セ), 王呂鳴, TSAREV. Vasily N., CANER, Joaquim, 王青, 牛丸理一郎, 工藤昭彦, 中寛史, 斎藤進, "Ag/TiO<sub>2</sub> 光触媒を用いたアミンの N-メチル化反応", 第 35 回光がかわる触媒化学シンポジウム, 東京, 2016 年 6 月 10 日.
  35. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Cationic Mononuclear Ruthenium Carboxylates as Catalyst Prototypes for Self-induced Hydrogenation of Carboxylic Acids, Chemistry, Integrated Research Consortium on Chemical Sciences Kick off symposium, Nagoya, Japan, June 22, 2016.
  36. Masayuki Naruto (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Cationic Mononuclear Ruthenium Carboxylates as Catalyst Prototypes for Self-Induced Hydrogenation of Carboxylic Acids, The 20th International Symposium on Homogeneous Catalysis (ISHCXX), Kyoto, July 10–15, 2016. 【鳴戸真之: Best Poster Award 受賞】
  37. Yuki Takada (Grad. Sch. Sci. & Res. Cent. Mat. Sci. Nagoya Univ.), Joaquim Caner, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Regioselective Photocatalytic Transfer Hydrogenolysis of Allylic Alcohols without Salt Waste Generation, The 6th International IUPAC Conference on Green Chemistry, Venice, Italy, September 4–8, 2016. (Poster presentation). 【高田雄貴: Best Poster Award 受賞】
  38. Shota Yoshioka(名大院理), Masayuki Naruto, Susumu Saito, Development of Highly Active Ru Catalysts toward Practical Hydrogenation of Carboxylic Acids (P2–91). 63<sup>rd</sup> Symposium on Organometallic Chemistry, Japan, Waseda University, Tokyo, September 14–16, 2016.
  39. Yuna Morioka(名大院理・名大物国セ), Hiroshi Naka, Susumu Saito, Photocatalytic N-Methylation of Amino Acids with Methanol, IGER Annual meeting 2016, Nagoya University, Nagoya, January 13, 2017.
  40. Masayuki Naruto(名大院理), Susumu Saito, Catalytic transformation of functionalized carboxylic acids using multifunctional rhenium complexes, IGER Annual meeting 2016, Nagoya University, Nagoya, January 13, 2017.
  41. Yuki Takada(名大院理・名大物国セ), Joaquim Caner, Hiroshi Naka, Susumu Saito, Regioselective Photocatalytic Transfer Hydrogenolysis of Allylic Alcohols without Salt Waste Generation, IGER Annual meeting 2016, Nagoya University, Nagoya, January 13, 2017.
  42. Dinesh Sawant (Res. Cent. Mat. Sci. & Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Susumu Saito, Amide condensation by diboron catalysts, The 6th International Conference on MEXT Project of Integrated Research on Chemical Synthesis "Chemical Science for Future Societies", Hokkaido University, Sapporo, January 26–27, 2017.
  43. 吉岡頌太(名大院理), 鳴戸真之, 斎藤進, 「カルボン酸の実用的な水素化を指向した高活性ルテニウム触媒の開発」豊田工業大学 先進触媒開発研究センター第1回シンポジウム, 豊田工業大学 8 号館 3 階大講堂, 名古屋, 2017 年 3 月 10 日.
  44. 鎌田健司(名大院理), 斎藤進, イリジウム錯体を用いた二酸化炭素の光還元反応, 第 50 回有機金属若手の会夏の学校, 定山溪万世閣 ホテルミリオオーネ, 札幌, 北海道, 2017 年 8 月 7 日–9 日
  45. 森省吾(名大院理), 斎藤進, 酸化チタンとニッケル錯体のハイブリッド錯体を用いるアミノカルボニル化反応, 第 50 回有機金属若手の会夏の学校, 定山溪万世閣 ホテルミリオオーネ, 札幌, 北海道, 2017 年 8 月 7 日–9 日
  46. 斎藤朱理(名大院理), 斎藤進, ルテニウム錯体を用いたアミノ酸の自己誘導的水素化反応, 第 50 回有機金属若手の会夏の学校, 定山溪万世閣 ホテルミリオオーネ, 札幌, 北海道, 2017 年 8 月 7 日–9 日
  47. 吉岡頌太(名大院理), 鳴戸真之, Ke Wen, 斎藤進, Development of highly active Ru catalysts toward practical hydrogenation of carboxylic acids, グリーン自然科学国際教育研究プログラム IGER 2017 年度年次報告会, 名古屋大学豊田講堂, 名古屋, 2018 年 1 月 10 日 【吉岡頌太: IGER Annual Meeting 2017 Poster Award 受賞】
  48. Lyu-Ming Wang (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Yuna Morioka, Kellie Binder, Andrew E. H. Wheatley, Susumu Saito, Hiroshi Naka, N-Alkylation of Functionalized Amines with Alcohols using a Copper–Gold Mixed

Photocatalytic System, The 1st International Symposium of IRCCS, Kyusyu University, Fukuoka, January 24–26, 2018.

49. Shogo Mori (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Takahiro Aoki Susumu Saito, Nickel Complex/TiO<sub>2</sub> Hybrid catalysts for Photocatalytic Aminocarbonylation with Formamides, The 1st International Symposium of IRCCS, Kyusyu University, Fukuoka, January 24–26, 2018.
50. Lyu-Ming Wang (Grad. Sch. Sci. Nagoya Univ.), Yuna Morioka, Kellie Binder, Andrew E. H. Wheatley, Susumu Saito, Hiroshi Naka, N-Alkylation of Functionalized Amines with Alcohols Using a Copper–Gold Mixed Photocatalytic System, 3<sup>rd</sup> Core to Core Joint Symposium, Münster University, Münster, Germany, February 2, 2018.

(4)知財出願

① 国内出願 (7件)

1. 発明の名称:配位子, その配位子を含む金属錯体, 及びその金属錯体を用いた反応  
発明者:斎藤進, 野依良治, 三浦隆志, 鳴戸真之, 飯田和希, 高田雄貴,  
戸田勝章, 二村聡太, AGRAWAL Santosh, LEE Sunkook  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2013-42385  
出願日:平成 25 年(2013 年)3 月 4 日  
出願国:日本
2. 発明の名称:環状ウレタンの製造方法  
発明者:斎藤進, 野依良治, 中寛史, Siong Wan Foo  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2013-65083  
出願日:平成 25 年(2013 年)3 月 26 日  
出願国:日本
3. 発明の名称:有機化合物の製造方法  
発明者:斎藤進, 野依良治, 中寛史, Joaquim Caner, Zijun Liu  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2013-193470  
出願日:平成 25 年(2013 年)9 月 18 日  
出願国:日本
4. 発明の名称:3 級アミン又は 3 級アミン誘導体の製造方法  
発明者:斎藤進, 野依良治, 中寛史, Vasily Tsaraev, Joaquim Caner  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2013-213167  
出願日:平成 25 年(2013 年)10 月 10 日  
出願国:日本
5. 発明の名称:カルボン酸化合物の水素化によるアルコールの製造方法, 及び該製造方法に用いるルテニウム錯体  
発明者:斎藤進, 野依良治, 鳴戸真之  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2013-267866  
出願日:平成 25 年(2013 年)12 月 25 日  
出願国:日本
6. 発明の名称:カルボン酸化合物及びエステル化合物の水素化によるアルコールの製造方法  
発明者:斎藤進, 野依良治, Santosh Agrawal, 鳴戸真之  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2013-268047  
出願日:平成 25 年(2013 年)12 月 25 日  
出願国:日本

7. 発明の名称:カルボン酸化合物の水素化によるアルコールの製造方法,  
及び該製造方法に用いるルテニウム錯体  
発明者:斎藤進, 野依良治, 鳴戸真之  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:特願 2015-081711  
出願日:平成 27 年(2015 年)4 月 13 日  
出願国:日本
8. 海外出願 (1 件)
1. 発明の名称:配位子, その配位子を含む金属錯体, 及びその金属錯体を用いた反応  
発明者:斎藤進, 野依良治, 三浦隆志, 鳴戸真之, 飯田和希, 高田雄貴, 戸田勝章, 二村聡太, Santosh Agrawal, Sunkook Lee  
出願人:国立大学法人 名古屋大学  
出願番号:PCT/JP2014/55510(最近になり移行国決定)  
出願日:平成 26 年(2014 年)3 月 4 日  
出願国:米国および EP
9. その他の知的財産権  
(他に記載すべき知的財産権があれば記入してください。(実用新案 意匠 プログラム著作権 等))  
該当なし
- (5)受賞・報道等
- ① 受賞(大学院生や JSPS 外国人招へい研究者の招聘も含む)
1. 三浦隆志(名大院理, 大学院生), IGER annual meeting 2012, Annual Research Award 2012, 2013 年 1 月
  2. 鳴戸真之(名大院理, 大学院生), IGER annual meeting 2014, Annual Research Award 2014, 2015 年 1 月
  3. 鳴戸真之(名大院理, 大学院生)(英語発表), 第 96 回日本化学会春季年会 学生講演賞, 2016 年 4 月
  4. 鳴戸真之(名大院理, 大学院生)(英語発表), The 20th International Symposium on Homogeneous Catalysis (ISHCXX), Best Poster Award, 2016 年 6 月
  5. 森岡優菜(名大院理, 大学院生)(英語発表), 国際純正応用化学会議 2016 (ISPAC 2016) Best Presentation Award, 2016 年 8 月
  6. 高田雄貴(名大院理, 大学院生)(英語発表), The 6th International IUPAC Conference on Green Chemistry, Best Poster Award, 2016 年 9 月
  7. 鳴戸真之(名大院理, 大学院生)(英語発表), 第 97 回日本化学会春季年会 学生講演賞, 2017 年 4 月 18 日
  8. Lyuming Wang(英語発表), 第 97 回日本化学会春季年会 学生講演賞, 2017 年 4 月 18 日
  9. 吉岡頌太(名大院理, 大学院生), IGER annual meeting 2017, IGER Annual Meeting 2017 Poster Award, 2018 年 1 月
  10. Dr. John C. Gordon (Scientist 5, Los Alamos National Laboratory, USA), JSPS 外国人招へい研究者(短期), 採択:2017 年 7 月, 招聘期間:2018 年 3 月 1 日—3 月 28 日
  11. Dr. Dmitri Goussev (Professor, Wilfrid Laurier University, Canada), JSPS 外国人招へい研究者(長期), 採択:2017 年 12 月, 招聘期間:2018 年 4 月 1 日—8 月 31 日
- ②マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要も記入してください。)
1. JST および名古屋大学からの成果プレスリリース(4 件)
    - 1.1. 見出し(概要): 天然に豊富なカルボン酸を効率よくアルコールに変換する触媒を開発 ~ 再生可能な資源として炭素循環社会の実現に貢献~

JST: <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150828-2/>

名古屋大学:

[http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload\\_images/20150828\\_sci.pdf#search='齋藤進+カルボン酸+名古屋大学'](http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20150828_sci.pdf#search='齋藤進+カルボン酸+名古屋大学')

- 1.2. 見出し(概要): 安定アミドを効率よくアミンやアルコールにい変換する触媒を開発～再生可能な資源として炭素循環社会の実現に貢献～

JST: <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20170516/index.html>

名古屋大学:

[http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload\\_images/20170516\\_sci\\_1.pdf](http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20170516_sci_1.pdf)

- 1.3. NU Research(名古屋大学関係の英文記者書き下ろし記事):

**Title(概要): Nagoya University Researchers Break Down Plastic Waste**

URL: <http://en.nagoya-u.ac.jp/research/activities/news/2017/05/nagoya-university-researchers-break-down-plastic-waste.html>

- 1.4. 見出し(概要): カルボン酸をアルコール変換する革新的な水素化触媒を開発 ～レニウムを用いる計画的なアルコールの合成がもたらす炭素循環社会に期待～

(2017年6月14日)

名古屋大学:

[http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload\\_images/20170614\\_sci\\_1.pdf](http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20170614_sci_1.pdf)

- 1.5. Science Inquirer の取材に応じたインタビュー記事:

見出し:**Conversation with Saito Susumu: Saving the world from Plastics**

<https://scientificinquirer.com/2017/07/26/conversations-with-saito-susumu-saving-the-world-from-plastics/>

## 2. 新聞各社からの報道(6件)

### 2.1. 中日(朝刊)

「CO<sub>2</sub>からアルコールへ 名大が新触媒 資源化期待」

2015年08月29日

### 2.2. 日刊工業新聞

「カルボン酸からアルコールへ変換 名大が高性能触媒開発」

2015年09月16日

### 2.3. 科学新聞

「カルボン酸を効率よくアルコールに変換 名大 副生物少ない触媒開発 炭素循環社会の実現に貢献期待」

2015年9月18日

### 2.4. 日本経済新聞(online),

「名古屋大学など、安定アミドを効率よくアミンやアルコールに変換する触媒を開発」, 2017年5月17日

URL: [http://www.nikkei.com/article/DGXLRSP445188\\_X10C17A5000000/](http://www.nikkei.com/article/DGXLRSP445188_X10C17A5000000/)

### 2.5. 日刊工業新聞,

「アミド向け触媒開発 アミンやアルコールに効率変換 名大」,

2017年5月30日

URL: <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00430036>

### 2.6. 科学新聞

「安定アミドを効率よくアミンに変換する触媒 名大グループが開発」

2017年6月9日

## ③その他

- 1 JST NEWS 2016年1月号 pp10-13 (FEATURE02)

[http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/pdf/2015/2016\\_01.pdf](http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/pdf/2015/2016_01.pdf)



- 2 韓国テレビ放送局 JTBC からの報道(H27.12.7)  
[http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news\\_id=NB11114909&pDate=20151207](http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11114909&pDate=20151207)
- 3 日本最大の化学ポータルサイト Chem-Station からの報道(H27.10.1)  
<http://www.chem-station.com/blog/2015/10/ruthenium.html>
- 4 その他の二次的 SNS Web ニュースサイト(日本の研究.com 等)からの報道・紹介多数(確認できただけでも 40~50 件程度)

以下, 斎藤 PI の研究成果の海外メディアからの報道・紹介記事多数(一部抜粋)

- 5 **AlphaGalileo**  
<https://www.alphagalileo.org/ViewItem.aspx?ItemId=175757&CultureCode=en>
- 6 **Science News Line – Physics & Chemistry –**  
<http://www.sciencenewslines.com/news/2017052616460030.html>
- 7 **EurekAlert! | AAAS The Global Source for Science News**  
[https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2017-05/nu-nur052617.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2017-05/nu-nur052617.php)
- 8 **Nanowerk**  
<http://www.nanowerk.com/news2/green/newsid=46841.php>
- 9 **Phys.Org**  
<https://phys.org/news/2017-05-plastic.html>
- 10 **Health Medicine Network**  
<http://healthmedicinet.com/i/nagoya-university-researchers-break-down-plastic-waste/>
- 11 **Lab Manager**  
<http://www.labmanager.com/news/2017/05/researchers-break-down-plastic-waste#.WSITFoQRiSw>
- 12 **Asia Research News**  
[https://www.researchsea.com/html/article.php/aid/10754/cid/1/research/science/nagoya\\_university/nagoya\\_university\\_researchers\\_break\\_down\\_plastic\\_waste.html](https://www.researchsea.com/html/article.php/aid/10754/cid/1/research/science/nagoya_university/nagoya_university_researchers_break_down_plastic_waste.html)
- 13 **Crazy Engineers** (記者署名入りの書き下ろし記事あり)  
<https://www.crazyengineers.com/news/nagoya-university-researchers-succeed-in-breaking-down-plastic-waste-in-an-easier-way.96039/>
- 14 **DNA – daily news and analysis –**  
<http://www.dnaindia.com/technology/report-according-to-the-study-organometallic-ruthenium-catalysts-may-break-down-even-the-toughest-amide-bonds-effectively-under-mild-conditions-2454146>
- 15 **Financial Express**  
<http://www.financialexpress.com/lifestyle/science/researchers-break-down-under-mild-conditions/690484/>
- 16 **Business Standard**  
[http://www.business-standard.com/article/news-ani/researchers-break-down-plastic-waste-under-mild-conditions-117052900154\\_1.html](http://www.business-standard.com/article/news-ani/researchers-break-down-plastic-waste-under-mild-conditions-117052900154_1.html)
- 17 **newkeraka.com**  
<http://www.newkerala.com/news/fullnews-246218.html>
- 18 **Siasat Daily**  
<http://www.siasat.com/news/researchers-break-plastic-waste-mild-conditions-1191044/>
- 19 **C2W**(記者署名入りの書き下ろし記事あり)  
<http://www.c2w.nl/nieuws/ruthenium-in-strijd-tegen-de-nylonsoep/item19110>

- 20 **ChemEurope.com**  
[http://www.chemeuropa.com/en/news/163424/breaking-down-plastic-waste.html?WT.mc\\_id=ca0066](http://www.chemeuropa.com/en/news/163424/breaking-down-plastic-waste.html?WT.mc_id=ca0066)  
[www.q-more.com/en/news/163424/](http://www.q-more.com/en/news/163424/)
- 21 **Zeenews**  
<http://zeenews.india.com/environment/newly-developed-compound-will-be-able-to-break-down-plastic-waste-2010174.html>
- 22 **AzocleanTech**  
<http://www.azocleantech.com/news.aspx?newsID=24089>
- 23 **AsianScientists**  
<https://www.asianscientist.com/2017/05/in-the-lab/catalyst-plastic-waste-recycling/>
- 24 **NCYT – Noticias de la Ciencia y la Tecnología**  
<http://noticiasdelaciencia.com/not/24599/hacia-un-proceso-practico-para-descomponer-plastico/>

## (6)成果展開事例

### ①実用化に向けての展開

- ・ バイオコハク酸やリンゴ酸など  $C_4$ カルボン酸類を水素化する Ir 錯体, およびアミドの水素化に有効な Ru 錯体を含む特許は JST の支援制度を用いて PCT 出願するとともに, 最近では移行国指定(米国と EP) 支援も JST に認可された. 医農薬合成とバイオリファイナリー, 両者への展開への可能性が高く評価された. Ru 錯体および Re 錯体のカルボン酸の水素化法(特許 3 件分)とともに, 現在, 本学 TLO 関係の (株)テックマネッジが, 技術移転と共同研究を複数の会社と呼びかけている. 複数の会社より興味ありとの回答. これら企業に我々の特許技術を継続的に紹介している段階.
- ・ Ru 錯体のサンプルを1社に既に提供している.
- ・ 名古屋大学技術シーズ集「UNITE」で冊子および HP から act-c 成果を公開予定. これまでの斎藤 PI の研究成果は本システムを通じて継続的に公開.
- ・ カルボン酸の水素化触媒について幾つかの企業から注文をつけられている. 斎藤 PI らが開発した Ru および Re 触媒について, 開発当初の触媒活性 (TON >30 程度: *Nat. Commun.* 2015 の論文発刊時点でのデータ) が 100 倍以上程度 (TON >3000) まで向上すれば, 共同研究も考えたいとのこと. またある企業は, 水素化したい特定のカルボン酸がある, とのこと.
- ・ ある企業から自社独自に開発した二座リン配位子を提供いただき, 名古屋大学で Ru 錯体を用いるカルボン酸の水素化に適用したが, 触媒活性はほぼみられなかった.
- ・ JACII 主催の交流会に参加し斎藤 PI が開発した水素化の技術を産業界に紹介する予定(2017年8月4日).

### ② 社会還元的な展開活動

- ・ 得られた研究成果について, 2016 年度名古屋大学 open campus で同日に3回講演し, 高校生や一般市民などの観客計 400 名程度を集めた.
- ・ 得られた研究成果について, 2017 年度名古屋大学 open campus で本研究成果に関わる担当学生が高校生や一般市民に向けて発表予定(2017.8.10)
- ・ JSPS 主催の Science Dialogue で JSPS 外国人博士研究員が本研究成果に関わる内容を高校生に 2 度, 英語で伝えている.
- ・ 本研究成果を本化学科および研究室の HP 等で常時公開し, 一般に情報提供している. 例えば:  
URL: <http://www3.chem.nagoya-u.ac.jp/wordpress/?p=11084>  
URL: <http://www3.chem.nagoya-u.ac.jp/wordpress/?p=10249>  
URL: <http://www3.chem.nagoya-u.ac.jp/wordpress/?p=7899>  
URL: [http://noy.chem.nagoya-u.ac.jp/S\\_Saito-J/](http://noy.chem.nagoya-u.ac.jp/S_Saito-J/)
- ・ 本学のプレスリリース制度も利用して英文記事を発信している.  
URL:  
<http://en.nagoya-u.ac.jp/research/activities/news/2017/05/nagoya-university-researchers-break-down-plastic-waste.html>
- ・ 上記に示すように, 海外の SNS ニュース outlet で本研究成果を 20 回以上取り上げられた.
- ・ 上記に示すように国内の SNS サイト (blog やニュース) でも本研究成果を 40-50 回程度取り上げられた.
- ・ 海外科学紹介メディア Scientific Inquirer (<https://scientificinquirer.com/>) および JoVE (<https://www.jove.com/about>) より取材(メールベースおよび有料撮影ベースでの取材)要請あり. 今後そのうちの一件には対応する予定.

## § 7. 研究期間中の活動

### (2) 主なワークショップ, シンポジウム, アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
H30.3.15	John C. Gordon (Scientist 5, Los Alamos National Laboratory, USA) 講演会ホスト	名古屋大学	70名程度 見込み	斎藤 PI がホスト研究者である JSPS 外国人招へい研究者(短期)である Dr. Gordon の新しい水素化に関わる講演会。水素化における野依二官能性機構の理論計算によって検証された新機構の提案、および含硫黄ーリン配位子の設計に基づく新しい水素化分子触媒に関わる話題を中心に講演
H29.5.26	第26回野依サロン	名古屋大学	15名程度	サロン話題「未来をかえる」。斎藤 PI 支援サロン。文理を問わず、大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて、科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的。中日(朝刊)に議論模様掲載。NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信。
H28.3.3	第25回野依サロン	名古屋大学	10名程度	サロン話題「女性の社会参画」。斎藤 PI 支援サロン。文理を問わず、大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて、科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的。中日(朝刊)に議論模様掲載。NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信。
H29.2.10	第24回野依サロン	名古屋大学	10名程度	サロン話題「人類存続に貢献する日本」。斎藤 PI 支援サロン。文理を問わず、大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて、科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的。中日(朝刊)に議論模様掲載。NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信。
H28.12.9	第23回野依サロン	名古屋大学	10名程度	サロン話題「欠乏という豊かさ」。斎藤 PI 支援サロン。文理を問わず、大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて、科学の方向性や学際研究に対する若手

				の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H28.11.9	Mark Gandelmann 博士 (Technion - Israel Institute of Technology) 講演会ホスト	名古屋大学	70 名程度	若手育成を期しカルベンの窒素変異体であるニトレンウムイオンを配位子とする金属錯体の構造化学と触媒機能についての講演会を行った. またイスラエルの化学界の現状について情報交換を行った.
H28.10.26	第22回野依サロン	名古屋大学	10 名程度	サロン話題「オンリーワンとナンバーワン」. 斎藤PI 支援サロン. 文理を問わず, 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H28.8.10	小中高向け授業	名古屋大学	250名程度	オープンキャンパスにおける科学(化学)のもつ力の説明. 持続可能社会に化学が何ができるか, 1時間講演を3回に分けて開催.
H28.7.1	第21回野依サロン	名古屋大学	10 名程度	サロン話題「掛け算が質をかえる」. 斎藤PI 支援サロン. 文理を問わず, 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H28.5.11	第20回野依サロン	名古屋大学	10 名程度	サロン話題「文化を尊ぶ文明」. 斎藤PI 支援サロン. 文理を問わず, 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H28.1.29	第19回野依サロン	名古屋大学	10 名程度	サロン話題「スパコンが見る未来」. 斎藤PI 支援サロン. 文理を問わず, 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中

				日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H27.11.27	韓国テレビ放送局 JTBC による取材	名古屋大学	3名	なぜ日本はノーベル賞受賞者を多数輩出しているのか, についての斎藤 PI の意見を求められて私見を述べた(2時間). JTBCによってその模様は野依サロンや野依教授のインタビューとともにテレビ放映された(2015.12.7). 下記 URL で本ビデオ映像が閲覧可能: <a href="http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11114909&amp;Date=20151207">http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11114909&amp;Date=20151207</a>
H27.11.27	第18回野依サロン	名古屋大学	15名	サロン話題「科学技術とイノベーション」. 斎藤 PI 支援サロン. 文理を問わず, 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H27.10.23	学外メディア(JST)からの取材	名古屋大学	5名	act-c における斎藤 PI の研究成果(Nat. Commun. 2015)の内容を JST News(2016.1月号)に掲載するためのインタビュー取材と各種写真撮影(3時間).
H27.10.1	第17回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「科学者の英語力」. 斎藤 PI 支援サロン. 文理を問わず, 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H27.8.28	日刊工業新聞社からの取材	名古屋大学	2名	act-c における斎藤 PI の研究成果(Nat. Commun. 2015)の内容に関する取材(1時間)
H27.8.26	中日新聞社からの取材	名古屋大学	2名	act-c における斎藤 PI の研究成果(Nat. Commun. 2015)の内容に関する取材(1時間)
H27.7.8	第16回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「グローバル化と国際化」. 斎藤 PI 支援サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性

				や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H27.7.3	カナダ Queens 大学 Philip Jessop 教授講演会	名古屋大学	40 名	斎藤 PI ホスト. CO <sub>2</sub> による溶媒の極性転換を利用した「Switchable Solvents」が演目. 同教授はカナダ Green Chemistry のリーダーの一人. Green Centre Canada Director としてまた, Canada Research Chair of Green Chemistry としても活動. 自身が立ち上げに参画した spin off Green 企業の動向も紹介.
H27.6.24	サロン・ド Arimoto 講演会	うなぎ有本(名古屋)	30 名	サイエンスカフェ的活動. 講演題目「触媒で水素をマネージメントして持続可能物質社会に挑む」CO <sub>2</sub> 変換における水素マネージメントの重要性と人工光合成の重要性を講義しその現状と基礎研究への理解を促進. 森川 PI の成果と斎藤 PI との act-c 共同研究も紹介.
H27.5.25	第15回野依サロン	名古屋大学	10 名	サロン話題「真つ当な研究評価を」. 斎藤 PI 支援サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H27.4.28	名古屋大学高等研究院 初年次教育「学問の面白さを知る」	名古屋大学	250 名	講義題目「化学で挑む 21 世紀の重要課題」. 入学間もない1年生に, CO <sub>2</sub> 変換やバイオマス資源変換, および学際性の重要性など act-c 研究も含めて紹介.
H27.3.2	第14回野依サロン	名古屋大学	10 名	サロン話題「化学の魅力」. 斎藤 PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H27.2.9	第13回野依サロン	名古屋大学	10 名	サロン話題「我に師あり」. 斎藤 PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を

				通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.12.15	第12回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「子どもの心に灯を」. 斎藤PI主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.12.6	名古屋大学レクチャー2014(その二)	名古屋大学	1000名	斎藤PIが企画・実行委員長, パンプ編纂. 名古屋大学で最も権威ある賞「名古屋大学講師(レクチャー)」の称号を名古屋大学が最も信望する研究者に授与する式典であるとともに世界最高知を市民と共有する公開講演会. 名古屋大学講師は永井美之博士と水田洋博士. テーマ「人類生存のための科学と精神 感染症への挑戦と基本的人権のために」. 第二部は東京芸大教授によるピアノ演奏会. 新聞記事掲載多数.
H26.11.28	第11回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「センス・オブ・ワンダー」. 斎藤PI主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.10.30-	受験サプリ(リクルート社)用撮影およびInternetで高校生に向けて公開中	名古屋から日本全国へ	受験サプリ会員数20万人以上	MOOC型講義「低化石資源社会を目指した触媒と有機合成～水素を操れ!～」をインターネットで公開し, 高校生に将来挑んでもらいたいCO <sub>2</sub> 問題など地球規模の重要課題などact-c研究も含めて紹介.
H26.10.20	第10回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「創造性を育む」. 斎藤PI主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様



				掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.9.26	第9回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「科学者と芸術家」. 斎藤PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.7.30	第8回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「科学と政治」. 斎藤PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.6.27	第7回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「科学の価値の変遷」. 斎藤PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.5.26	第6回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「地震予知」. 斎藤PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.4.30	第5回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「科学は揺るがない」. 斎藤PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大

				学の代表的教育・研究活動発信のための HP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.4.22	名古屋大学高等研究院 初年次教育「学問の面白さを知る」	名古屋大学	250 名	講義題目「化学で挑む 21 世紀の重要課題」. 入学間もない1年生に, CO <sub>2</sub> 変換やバイオマス資源変換, および学際性の重要性など act-c 研究も含めて紹介.
H26.2.28	第4回野依サロン	名古屋大学	10 名	サロン話題「科学と技術」. 斎藤PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のための HP)からも世界に向けて英語で発信.
H26.2.1	名古屋大学レクチャー 2014(その一)	名古屋大学	1200 名	斎藤 PI が企画・実行委員長. 名古屋大学で最も権威ある賞「名古屋大学講師(レクチャー)」の称号を名古屋大学が最も信望する研究者に授与する式典であるとともに世界最高知を市民と共有する公開講演会. 名古屋大学講師は野依良治博士. テーマ兼演目「科学技術は何処へ行くのか 野依博士から次代を担う者たちへ」. 高校生・大学生・助教と野依博士とのパネル討論会. 第二部は東京芸大教授によるピアノ演奏会. 新聞記事掲載多数.
H26.1.20	第3回野依サロン	名古屋大学	10 名	サロン話題「科学者の使命」. 斎藤 PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のための HP)からも世界に向けて英語で発信.
H25.12.25	第2回野依サロン	名古屋大学	10 名	サロン話題「生きる意味」. 斎藤 PI 主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のための HP)からも世界に向けて英語で発信.

H25.12.20	名大 café, Science, and Me	ジュンク堂書店ロフト名古屋店(名古屋)	20名	サイエンスカフェ的活動. 講演題目「新触媒で脱石油化学に挑む！」で, CO <sub>2</sub> 変換における光触媒の役割など act-c 研究も含めて紹介.
H25.11.29	第1回野依サロン	名古屋大学	10名	サロン話題「ノーベル賞と科学立国」. 斎藤PI主催サロン. 大学生・大学院生・特任助教などと野依良治博士との談話を通じて, 科学の方向性や学際研究に対する若手の認識や姿勢の滋養を目的. 中日(朝刊)に議論模様掲載. NU Research(名古屋大学の代表的教育・研究活動発信のためのHP)からも世界に向けて英語で発信.
H25.4.30	名古屋大学高等研究院初年次教育「学問の面白さを知る」	名古屋大学	250名	講義題目「化学で挑む 21世紀の重要課題」. 入学間もない1年生に, CO <sub>2</sub> 変換やバイオマス資源変換, および学際性の重要性など act-c 研究も含めて紹介.
H24.10.19	平成 24 年度日本理化学協会東海ブロック研究会第 18 回研究発表大会	愛知県教育会館(名古屋)	100名	講演題目「脱石油化学に挑む:次世代触媒化学の創成を目指して」化学原料転換における新しい触媒化学への転換とバイオマスやCO <sub>2</sub> の炭素資源としての重要性を, 高校理科教師に向けて唱えた.
H24.10.6	名古屋大学レクチャー2012(その二)	名古屋大学	1200名	斎藤PIが企画・実行委員長, パンプ編纂. 名古屋大学で最も権威ある賞「名古屋大学講師(レクチャー)」の称号を名古屋大学が最も信望する研究者に授与する式典であるとともに世界最高知を市民と共有する公開講演会. 名古屋大学講師は赤崎勇博士. テーマ兼演目「青色LEDが拓いた光の革命 赤崎博士の足跡」. 新聞記事掲載多数.