

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 4 月 31 日現在

機関番号：13901
 研究種目：基盤研究 B
 研究期間：2009-2011
 課題番号：21350052
 研究課題名（和文）プロトン性配位子／金属アルコキシド系触媒を用いるアルコール化学変換の新展開
 研究課題名（英文）New Aspects of Catalytic Transformation of Alcohols Using Metal Alkoxides Having Protic Ligands
 研究代表者
 齋藤 進 (SAITO, Susumu)
 名古屋大学・大学院理学研究科・准教授
 研究者番号：90273268

研究成果の概要（和文）：アルコール類を実質的にも形式的にも「求電子剤 (R^+-OH)」および「求核剤 (RO^-+H)」として用いるための、新触媒反応設計戦略の妥当性を数々の新規反応で証明した。この研究を通じて「分子表面触媒」という新概念が生まれその合成的な有用性が花開いた。

研究成果の概要（英文）：The research project was focused on how we could control and alter the reactivity of alcohols as electrophile (R^+-OH) or nucleophile (RO^-+H) using new molecular catalyses in organic synthesis. Importance of a new concept “molecular surface” in those catalyses was newly introduced and validated during the project. Overall, we demonstrated that molecular surface consisting of a special element and bond alignment as represented by $RO(\delta-)-M(\delta+)-X(\delta-)-H(\delta+)$ is important to achieve otherwise difficult catalysis under near neutral pH conditions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2010年度	5,800,000	1,740,000	7,540,000
2011年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：有機化学、有機合成化学、分子触媒化学、有機金属化学、有機触媒化学

科研費の分科・細目：複合化学・合成化学

キーワード：アルコール・求電子剤・分子表面触媒・環境負荷低減・遷移金属・主要元素

1. 研究開始当初の背景

触媒化学の技術は有用物質を経済的かつ環境保全、省資源・エネルギー的に生産する唯一の論理的方法であり、新触媒の開拓は恒久的に重要である。実際現在触媒の世界市場は 1.2 兆円程度であり、それによる化学製品の生産は 120~600 兆円と推定されている。わが国の経済成長を維持・発展させるために化学界にとって必要なことは、基礎、応用を問わず常に不均一系、均一系、生体系触媒の開拓にさらに真摯に取組むことだと考えられる。しかしながら 20 年ほど前と全く異なる社会的状況に現在直面している。石油化学に基づく物質生

産に頼りきってきたが故に生じつつある種々の懸案事項である。

2. 研究の目的

約 40 年後の枯渇に瀕した石油資源から徐々に他の炭素資源への転換が求められている。申請者は微力ながら、専門とする分子触媒化学の立場から本研究提案を通じて、これら諸問題の解決を目指した実践的精密化学合成に新たな境地を開拓しようとするものである。すなわち、地球にほぼ無限に存在し再生可能な糖類、あるいは糖質や脂質およびタンパク質の加水分解や還元によって得

られるアルコール類を、斬新な酸-塩複合型分子触媒を用いて化学変換する方法に一石を投じ、これを支える学術と応用する化学技術に新展開をもたらすことを目的とする。アルコールの反応性を自在に制御し直接求電子剤もしくは求核剤として用途に応じて使い分けることができれば、前者の場合、廃棄物は原理的に水だけ、後者の場合はアルコール付加反応であり廃棄物はゼロとなるため、化学合成における廃棄物の処理量が低減され、次世代の合成プロセスの要請にあったクリーンな分子変換法へとつながっていく。

3. 研究の方法

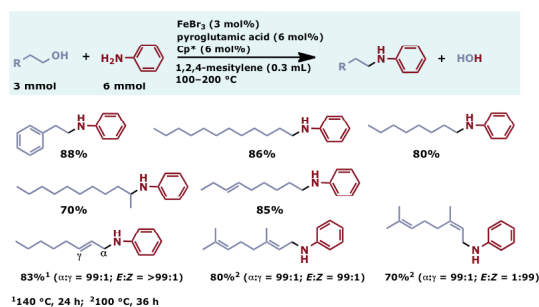
【プロトン点をもつ新しいMOR系触媒の設計とアルコール活性化における検証】本研究では、以下の二つの方法によって初期の目的・目標の達成を目指す。方法1:「プロトン性配位子/MOR」によって構成される金属錯体の触媒的性質を明らかにし、それがアルコール類の活性化に有効な触媒になることを実証し、分子触媒化学の分野に新風を吹き込む。方法2:したがって「プロトン性配位子/MOR系触媒」は、協奏反応のために考案した微細な分子細工のひとつである。この触媒を用いてアルコールを可能な限り中性pHの条件下で活性化できれば、アルコール類を求電子剤として十分活用できることを証明する。

4. 研究成果(主だったもの)

(1)アルコールを用いるアミンの脱水的N-アルキル化:これまでない S_N 型反応機構の証明

(*Angew. Chem. Int. Ed.* 2011; *Chem. Eur. J.* 2011)

アルコールを用いるアミンのN-アルキル化はこれまで多くの場合で遷移金属を用い、3つの独立した反応機構の連続過程で説明されてきた。それら3つの反応段階は順番に、①脱水素の水素移動に基づくアルコールの酸化、②その結果得られたカルボニル化合物とアミンの脱水縮合に基づくイミンの形成、および③段階①で得られた水素原子2つのイミン2重結合への付加、を経て進行するとされている。この反応機構は、“Borrowing Hydrogen”と一般的に呼ばれている。このたび遷移金属源および“Borrowing Hydrogen”を含まない斬新な反応過程を考案し実証した。すなわちアルコールのCOH基炭素への直接的な求核置換反応である。



Scheme 1. N-alkylation of amines using Fe/amino acid catalyst

安価な金属源である Fe^{III} と触媒量のピログルタミン酸が触媒作用にとって有効であることを見出した。アニリン誘導体以外では、ベンジルアミン誘導体も基質として有効である。ベンジルアルコール誘導体のみならず、単純な直鎖型飽和アルコールや飽和2級アルコールを用いることもできる (Scheme 1)。アリルアルコールを用いた場合、反応は立体特異的である。すなわち N-モノアルキル化体の E, Z 幾何異性は、反応の前後で保持される。続いて N-アルキル化で用いる触媒前駆体として非金属材料である 1,3,5-triazo-2,4,6-triphosphorine-2,2,4,4,6,6-hexachloride (TAPC) を採用した。TAPC はユニークな単位ユニット $-[Cl_2P=N]-$ をもつ環状フォスファゼンである。TAPC を用いることで、様々な1級、2級アミン、脂肪族および芳香族アミン **1**、1級、2級および3級アルコール **2** を用いる N-アルキル化が可能となった (Figure 1)。原理的に廃棄物は水のみである。官能基選択性も従来の“Borrowing Hydrogen”型触媒反応よりも明らかに高く、炭素-炭素2重結合やその Z 体が反応基質分子内に存在していても、反応は円滑に進行し、これらの官能基や立体化学は保持される。塩基性の異なる2種の異なるアミンが共存していても、一方のみを選択的に N-アルキル化できる。

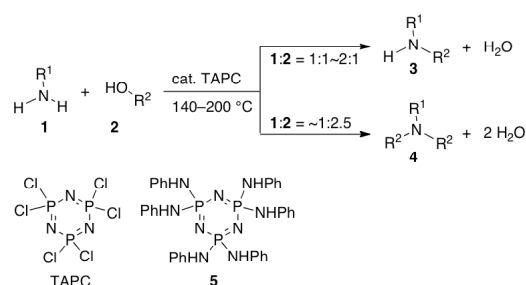


Figure 1. Selective N-mono- and dialkylation of amines using TAPC and its variant

(2) 2種の異なるアルコール間の炭素-炭素結合形成反応: 遷移金属を含まない新反応機構の提唱 (*Org. Biomol. Chem.* 2010; *Chem. Eur. J.* 2011)

今回、極めて安価な金属源の組み合わせで $CuBr/H_2/NaOH$ 系触媒によって、2種の異なるアルコール間の炭素-炭素結合形成反応が促進されることを見出した (Figure 1)。 $CuBr$ (0.2 mol%), $NaOH$ (4 mol%) 程度の触媒量を用い、 $135^\circ C$ 程度の反応温度でカップリング反応は円滑に進行し、様々な脂肪族および芳香族の長鎖アルコールを得ることができる。実質的に廃棄物は水のみである。この際、 $CuBr$ は触媒サイクルそのものの回転を担っているのではなく、触媒誘導段階でのみに作用していることを突き止めた。実際の触媒サイクルは従って“Borrowing Hydrogen”機構に従っておらず、MPVO (Meerwein/Ponndorf/Verley/ Oppenauer) 型機構で進行する基質自己触媒反応 (Figure 2) である点本研究で新たに得られた重要な知見である。水素ガス (H_2) が共存した方が反応速度は速い点も興味深い。

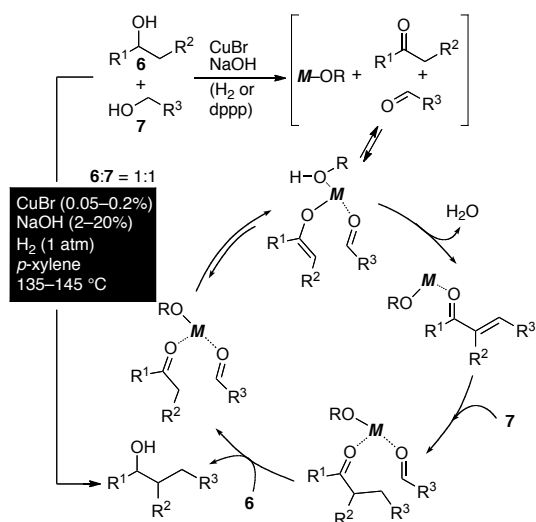
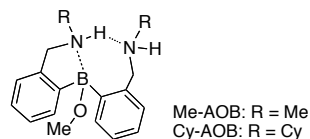


Figure 2. Proposed new mechanism in alcohol-alcohol coupling reaction

(3) アミノ有機ボラン化合物を用いるアルコールとβ-ジカルボニル化合物の2段階分子認識：不活性アミドの加溶媒分解反応への応用 (*J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**)

今回、アミノ有機ボラン化合物 (AOB 錯体) を利用することで、より小さいサイズのアルコールを認識し (第一の分子認識) 続いてβ-ジカルボニル化合物を識別する (第二の分子認識) 触媒システムの開発に成功した。²⁾ この結果から不活性アミドの加アルコール分解へと展開できる。



非対称活性アミドを用いれば、より立体的にすいたカルボニル基にアルコールは選択的に付加する。この場合 AOB 錯体の R 基と AOB に挿入する R¹OH の R¹ 基がともに適度にかさ高ければ、イオン対の活性中心もよりかさ高くなり立体の違いを識別しやすい。実際に Cy-AOB と EtOH を用いれば、最も高い位置選択性が得られる。酸素や硫黄で多彩に高官能基化された有用な合成中間体にも適用できる。僅かに改変した AOB を用いれば、C-N 結合のみならず、C-C 結合および C-O 結合の切断にも応用できる。C-O 切断と C-N 切断を one-pot で組み合わせれば、より中性 pH に近い条件下では困難とされる不活性アミドの加アルコール分解も単独の人工触媒で実現できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件, すべて査読あり)

1. Importance of Open Structure of Non-metal Based Catalyst in Hydrogen Bond-promoted Methanolysis of Activated Amide: Structure Dynamics between Monomer and Dimer Enabling Recombination of Covalent, Dative, and Hydrogen Bonds. Shunsuke Oishi, Junichi

Yoshimoto, **Susumu Saito**, *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 8748–8749 (2009). Highlighted in *Org. Chem. Highlights* **2009**, October 26 (URL: <http://www.organic-chemistry.org/Highlights/2009/26October.shtm>).

2. Synthesis of a Silanol-substituted Proline Analog as Organocatalyst. Daniel Kracht, **Susumu Saito**, Roland Fröhlich, and Bernhard Wunsch, *Zeitschrift für Naturforschung B*, **64b**, 1169–1175 (2009).
3. Synthesis of 1,4-Diazabicyclo[3.3.1]nonan-6-ones. Daniel Kracht, **Susumu Saito**, Bernhard Wunsch, *Aust. J. Chem.*, **62**, 1684–1689 (2009).
4. Cross-Coupling Reaction of Alcohols for Carbon-carbon Bond Formation using Pincer-type-NHC/Palladium Catalyst. Osamu Kose, **Susumu Saito**, *Org. Biomol. Chem.*, **8**, 896–900 (2010). (Selected as an Advanced Article); (Chemistry Nobel 2010 Web Collection: Cross-coupling reactions in organic chemistry)
5. Synthesis of Carbonates Directly from 1 atm CO₂ and Alcohols using CH₂Cl₂. Yusuke Yamazaki, Kasumi Kakuma, Ya Du, **Susumu Saito**, *Tetrahedron*, **66**, 9675–9680 (2010).
6. Fe/Amino Acid-Catalyzed Direct N-Alkylation of Amines with Alcohols. Yingsheng Zhao, Siong Wan Foo, **Susumu Saito**, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **50**, 3006–3009 (2011). Highlighted in *Org. Chem. Highlights* **2011**, October 31 (<http://www.organic-chemistry.org/Highlights/2011/31October.shtm>).
7. One-Pot Nitrile Aldolization/Hydration Operation Giving β-Hydroxy Carboxamides. Akihiro Goto, Hiroshi Naka, Ryoji Noyori, **Susumu Saito**, *Chem. Asian J.*, **6**, 1740–1743 (2011).
8. Cu^I/H₂/NaOH-Catalyzed Cross Coupling of Two Different Alcohols for Carbon-Carbon Bond Formation: “Borrowing Hydrogen”?. Takashi Miura, Osamu Kose, Feng Li, Sun Kai, **Susumu Saito**, *Chem. Eur. J.*, **17**, 11146–11151 (2011).
9. N-Alkylation of Amines with Alcohols by Using Non-Metal-Based Acid-base Cooperative Catalysis. Ya Du, Shunsuke Oishi, **Susumu Saito**, *Chem. Eur. J.*, **17**, 12262–12267 (2011).
10. Double Molecular Recognition with Aminoorganoboron Complexes: Selective Alcoholysis of β-Dicarbonyl Derivatives. Shunsuke Oishi, **Susumu Saito**, *Angew. Chem. Int. Ed.* **51**, 5395–5399 (2012).

[学会発表] (計 33 件)

1. **Susumu Saito**, *New Acid-base Cooperative Catalysis Using Aminoorganoboron Complexes*, 7th Joint IRTG Symposium for Nagoya–Münster University, May 1–2nd, 2009, Münster University, Germany.
2. 斎藤 進, 「アミノ有機/MOR 系触媒を用いる水素移動の制御と有機合成」丸岡特定

- 領域研究「炭素資源の高度分子変換」特定
取り纏めシンポジウム, 2009年6月1-2日,
京都テルサ, 京都
3. 大石俊輔, 野依良治, 齋藤 進, 「アミノ有機ボラン錯体を用いる新しい酸-塩基複合型触媒反応の開発 (New Acid-base Cooperative Catalysis Using AminoOrganoBoron (AOB) Complexes) 第56回有機金属化学討論会, 2009年9月9-11日, 同志社大学, 京都 (peer reviewed and selected for oral presentation)
 4. **Susumu Saito**, *New Platform for Controlling Hydrogen Transfer Process in Molecular Catalysis for Organic Synthesis*, The 5th Sino-Japanese Symposium on Organic Chemistry for Young Scientists, October 8th-12th, 2009, Chengdu, China.
 5. **Susumu Saito**, *AminoOrganoBoron (AOB) Complexes for Molecular Catalysis: Control of Hydrogen Transfer Process in Organic Synthesis*, The 4th ACP-ICCEOCA (International Conference Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia), November 29th-December 3rd, 2009, Bangkok, Thailand.
 6. **Susumu Saito**, *Selective Activation and Reaction of Alcohol for Organic Synthesis: Pursuing Hydrogen Bonds and Hydrogen Transfer Process in Molecular Catalysis through Its Beyond*, THE 5th YOSHIMASA HIRATA MEMORIAL LECTURE, January 12th, 2010, Nagoya University, Nagoya.
 7. 齋藤 進, 「アルコールの選択的活性化に基づく触媒的変換の新展開」, 九州大学先導物質化学研究所 特別講演会, 2010年3月8日, 九州大学先導物質化学研究所 (箱崎キャンパス), 博多
 8. 齋藤 進, 「水素移動多様性の制御に基づく新分子触媒反応の開発」, 九州大学先導物質化学研究所 有機化学講演会, 2010年3月9日, 九州大学先導物質化学研究所 (筑紫キャンパス), 博多
 9. **Susumu Saito**, *Design of Chiral AminoOrganoBoron (AOB) Complexes for Molecular Recognition and Catalysis*, The 1st Annual World Congress of Catalytic Asymmetric Synthesis-2010 (WCCAS-2010), May 19th-21st, 2010, Beijing, China.
 10. **Susumu Saito**, *Selective Activation and Catalysis of Alcohols for C-C and C-N Bond Formations*, The Inaugural (1st) International Conference on Molecular and Functional Catalysis (ICMFC-1), July 11-15th, 2010, Singapore.
 11. 齋藤 進, 「化学資源の有用利用法を目指して-鍵を握るか: 水素と二酸化炭素」, 野依フォーラム第30回例会, 2010年9月3-4日, 品川, 東京
 12. **Susumu Saito**, *Activation of Alcohol as Electrophile for Organic Synthesis*, 9th Joint IRTG Symposium for Nagoya-Münster University, November 30th-December 2nd, 2010, Münster University, Germany.
 13. **Susumu Saito**, *Direct and Directed Activation of Alcohol for Organic Synthesis: Pursuing Hydrogen Bonds and Hydrogen Transfer in Molecular Catalysis through Its Beyond*, Asian Core Program lectureship Award Lecturer, December 8th, 2010, National Tsing Hua University, Taiwan.
 14. **Susumu Saito**, *Direct and Directed Activation of Alcohol for Organic Synthesis: Pursuing Hydrogen Bonds and Hydrogen Transfer in Molecular Catalysis through Its Beyond*, Asian Core Program lectureship Award Lecturer, December 9th, 2010, Academia Sinica, Taiwan.
 15. **Susumu Saito**, *Direct and Directed Activation of Alcohol for Organic Synthesis: Pursuing Hydrogen Bonds and Hydrogen Transfer in Molecular Catalysis through Its Beyond*, 9th Asian Core Program lectureship Award Lecturer, December 10th, 2010, National Taiwan University, Taiwan.
 16. **Susumu Saito**, *New Aspects in the Synthesis of Dialkyl Carbonate from CO₂ Based on Alcohol Activation*, Inaugural Campus Asia Symposium, March 10th-12th, 2011, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China
 17. **Susumu Saito**, *Directed Activation of Alcohols for Organic Synthesis: Controlling Diversity in Hydrogen Atom Transfer in Molecular Catalysis through its Beyond*, Asian Core Program Lectureship Award Lecturer, March 14th, 2011, Shanghai Institute of Organic Chemistry, Chinese Academy of Sciences (SIOC), Shanghai, China.
 18. **Susumu Saito**, *Directed Activation of Alcohols for Organic Synthesis: Controlling Diversity in Hydrogen Atom Transfer in Molecular Catalysis through its Beyond*, Asian Core Program Lectureship Award Lecturer, March 15th, 2011, Shanghai Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Sciences (SIMM), Shanghai, China.
 19. **Susumu Saito**, *Directed Activation of Alcohols for Organic Synthesis: Controlling Diversity in Hydrogen Atom Transfer in Molecular Catalysis through its Beyond*, Asian Core Program Lectureship Award Lecturer, March 17th, 2011, Beijing University, Beijing, China.
 20. **Susumu Saito**, *Directed Activation of Alcohols for Organic Synthesis: Controlling Diversity in Hydrogen Atom Transfer in Molecular Catalysis through its Beyond*, Asian Core Program Lectureship Award Lecturer, March 18th, 2011, Institute of Chemistry, The Chinese Academy of Science (IOCCAS), Beijing, China.
 21. 齋藤 進, 「Acid-base cooperative catalysis for activation of alcohol as electrophile」第91日本化学会春季年会「アジア国際シンポジウム」, 2011年3月28日, 神奈川大学横浜キャンパス, 横浜
 22. 齋藤 進, 「新触媒活性種創製に基づくアミドの触媒的水素化」, 茶谷新学術領域研究第1回全体会議, 2011年5月27-28日, 大阪大学中之島センター, 大阪

23. **齋藤 進**, 「分子の左と右: 野依教授の足跡と化学で挑む 21 世紀の重要課題」, 名古屋大学高等研究院第 1 回アカデミーサロン「野依良治教授とのランチョンフォーラム」, 2011 年 8 月 1-3 日, 名古屋大学, 名古屋
24. **Susumu Saito**, Megumi Suzuki, Kazuki Iida, Takashi Miura, *Control of diversity in hydrogen transfer for drug synthesis: atom economical and rapid approach to Aricept® and Lipitor®*, The 2nd International Symposium on Process Chemistry (ISPC2011), August 10th-12th, 2011, Kyoto International Conference Center, Kyoto (peer reviewed and selected as oral presentation).
25. **Susumu Saito**, *Control of Diversity in Hydrogen Atom Transfer for Organic Synthesis: New Aspects in Metal Alkoxide Catalysts*, Cambodia Satellite Meeting in The 14th Asian Chemical Congress (ACC), 2011 September 3rd-4th, 2011, Siem Reap, Cambodia.
26. **Susumu Saito**, *Control of Diversity in Hydrogen Atom Transfer in Molecular Catalysis: "Borrowing Hydrogen" or Not?*, The 5th Asian Network of Metal Chemistry in The 14th Asian Chemical Congress (ACC), 2011 September 5th-8th, 2011, Bangkok, Thailand. 主催; 財団法人 総合工学振興会 (JIST). 共催; アジア化学会連合会 (FACS) サブプロジェクト (ANMC)
27. **齋藤 進**, 「ハイドロジェニクスに基づく炭素資源利用 - アルコールの形成と反応の新展開」第 2 回統合物質科学シンポジウム, 2011 年 11 月 7 日, 名古屋大学, 名古屋
28. **齋藤 進**, 「低反応性官能基の水素化と脱水素化を可能とする多機能性ルテニウム錯体触媒」, 科学技術振興機構(JST)主催『大学連携新技術説明会』, 2011 年 11 月 11 日, JST ホール, 東京
29. **Susumu Saito**, *Hydrogenics: Principle and Applications*, The 11th Tateshina Conference on Organic Chemistry, November 11th-13th, 2011, Tateshina Forum, Chino, Nagano, Japan.
30. **齋藤 進**, 「均一系触媒と不均一系触媒のインターフェース構築を目指して: アミドの触媒の水素化」, 新学術領域研究「分子活性化」第 2 回公開シンポジウム, 2012 年 1 月 19-20 日, 京都大学桂キャンパス船井講堂, 京都
31. **Susumu Saito**, Takashi Miura, Shunsuke Oishi, *Toward the Construction of an Interface between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis*, The CRC International Symposium on Green & Sustainable Catalysis: from Theoretical and Fundamental Aspects to Catalyst Design, January 26th-27th, 2012, Hokkaido University, Sapporo, Japan.
32. **Susumu Saito**, *Catalytic Alcoholysis of Amides*, The First Nagoya Symposium on Green Synthesis & Catalysis (NSGSC-1), March 13th, 2012, ES Hall, Nagoya University, Japan.
33. **齋藤 進**, 「Hydrogenics に基づく炭素資源利用 - 不活性分子の活性化から医薬品の合

成まで-」, CPhI Japan 2012 (国際医薬品原料・中間体展, 主催: 化学工業日報社, UBM ジャパン, UBM Live BV), 2012 年 3 月 21-23 日, 東京ビッグサイト 東 5・6 ホール, 東京

〔図書〕(計 4 件)

1. **齋藤 進**, ニトリルの直截的アルドール型反応, 「使える! 有機合成反応 241 実践ガイド」, 化学同人, p38-39 (2010).
2. **齋藤 進**, ニトリルの水和反応, 「使える! 有機合成反応 241 実践ガイド」, 化学同人, p380-381 (2010).
3. Hiroshi Naka and **Susumu Saito** in 'Science of Synthesis, Houben-Weyl Methods of Molecular Transformation; Aluminum Hydride - Knowledge Update', D. Bellus, S. V. Ley, R. Noyori, M. Regitz, R. J. Reider, E. Schaumann, I. Shinkai, E. J. Thomas, B. M. Trost, Eds.: Thieme; Stuttgart, 2011, Vol. 7, pp69-77.
4. Hiroshi Naka and **Susumu Saito** in 'Science of Synthesis, Houben-Weyl Methods of Molecular Transformation; Aluminum Halide - Knowledge Update', D. Bellus, S. V. Ley, R. Noyori, M. Regitz, R. J. Reider, E. Schaumann, I. Shinkai, E. J. Thomas, B. M. Trost, Eds.: Thieme; Stuttgart, 2011, Vol. 7, pp79-92.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 10 件)

1. 名称: アルコール類の製造方法
発明者: 野依良治, **齋藤 進**, 中 寛史, 小瀬修, 三浦隆志
権利者: 国立大学法人 名古屋大学
種類: 特許
番号: 特願 2009-299231
出願年月日: 2009 年 12 月 28 日
国内外の別: 国内
2. 名称: モノアミンの製造方法
発明者: 野依良治, **齋藤 進**, 中 寛史, Yingsheng Zhao
権利者: 国立大学法人 名古屋大学
種類: 特許
番号: 特願 2010-1557
出願年月日: 2010 年 1 月 6 日
国内外の別: 国内
3. 名称: 二量体の製造方法
発明者: 野依良治, **齋藤 進**, 中 寛史, 小瀬修, 安藤潤紀
権利者: 国立大学法人 名古屋大学
種類: 特許
番号: 特願 2010-49735
出願年月日: 2010 年 3 月 5 日
国内外の別: 国内
4. 名称: ピロールの製造方法
発明者: 野依良治, **齋藤 進**, 中 寛史, 小瀬修, 安藤潤紀
権利者: 国立大学法人 名古屋大学
種類: 特許
番号: 特願 2010-49823
出願年月日: 2010 年 3 月 5 日

国内外の別：国内

5. 名称：炭酸エステルの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，山崎祐輔，Ya Du

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特願 2010-203712

出願年月日：2010年9月10日

国内外の別：国内

6. 名称：高級アミンの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，Ya Du

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特願 2010-208526

出願年月日：2010年9月16日

国内外の別：国内

7. 名称：ルテニウム錯体，水素移動反応用触媒及び水素移動反応物の製造方法

発明者：齋藤 進，野依良治，三浦隆志，Ingmar Held，鈴木めぐみ，飯田和希

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特願 2011-12316

出願年月日：2011年1月24日

国内外の別：国内

8. 名称：ルテニウム錯体，水素移動反応用触媒及び水素移動反応物の製造方法

発明者：齋藤 進，野依良治，三浦隆志，Ingmar Held，鈴木めぐみ，飯田和希，高田雄貴

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：PCT/JP2012/51373

出願年月日：2012年1月23日

国内外の別：国際

9. 名称：環状ウレタンの製造方法

発明者：齋藤 進，野依良治，中寛史，山崎祐輔，Siong Wan Foo

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特願 2012-28845

出願年月日：2012年2月13日

国内外の別：国内

10. 名称：環状ウレタンの製造方法

発明者：齋藤 進，野依良治，中寛史，山崎祐輔，高田雄貴

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特願 2012-70113

出願年月日：2012年3月26日

国内外の別：国内

○取得状況（計7件）

1. 名称：炭酸エステルの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，角間香澄，山崎祐輔，Ya Du

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2011-098949号

取得年月日：2011年5月19日

国内外の別：国内

2. 名称：アルコール類の製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，小瀬修，三浦隆志

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2011-136970号

取得年月日：2011年7月14日

国内外の別：国内

3. 名称：モノアミンの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，Yingsheng Zhao

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2011-140456号

取得年月日：2011年7月21日

国内外の別：国内

4. 名称：二量体の製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，小瀬修，安藤潤紀

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2011-184336号

取得年月日：2011年9月22日

国内外の別：国内

5. 名称：ピロールの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，小瀬修，安藤潤紀

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2011-184338号

取得年月日：2011年9月22日

国内外の別：国内

6. 名称：炭酸エステルの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，山崎祐輔，Ya Du

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2012-056910号

取得年月日：2012年3月22日

国内外の別：国内

7. 名称：高級アミンの製造方法

発明者：野依良治，齋藤 進，中 寛史，Ya Du

権利者：国立大学法人 名古屋大学

種類：特許

番号：特許 2012-062281号

取得年月日：2012年3月29日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等

http://noy.chem.nagoya-u.ac.jp/noy_j/Top/Top.html

6. 研究組織

(1)研究代表者

齋藤 進 (Susumu SAITO)

名古屋大学・大学院理学研究科および高等研究院・准教授

研究者番号：90273268

(2)研究分担者

該当なし

(3)連携研究者

該当なし