

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K05606

研究課題名(和文) 嵩高いイオン液体分子の表面修飾を利用した新規反応場の創成と高性能触媒の開発

研究課題名(英文) Development of high performance catalysts by surface modification using bulky ionic liquids

研究代表者

猪股 智彦 (Tomohiko, Inomata)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40397493

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：イオン液体修飾基板による新規反応場の創出について、修飾するイオン液体のアルキル鎖長による触媒反応等への影響を検討した。また金属ナノ微粒子およびFSMなどのナノ細孔材料への修飾、およびその触媒反応に関して検討した。その結果、修飾されるイオン液体のアルキル鎖長により、構築されるイオン液体反応場の性質を制御可能であること、金属ナノ微粒子表面やナノ最高材料内部にイオン液体反応場を構築可能であること、さらに微粒子や最高内部に構築されたイオン液体反応場に錯体分子を固定可能であることが判明した。特に最高材料内部に固定化された錯体分子による触媒反応では、高い耐久性と再利用性を示した。

研究成果の概要(英文)： Various bulky ionic liquids were modified on substrate surfaces and "ionic liquid-reaction field" with various sized spaces were constructed. The size of ionic liquid-reaction field affected on the surface structures of modified ionic liquids and redox behavior of trapped ferrocene molecules.

Furthermore, ionic liquid-modified Au nanoparticles and nano sized porous materials like FSM-16 were also constructed. Metal complexes were entrapped into the ionic liquid-reaction field constructed on the surface of Au nanoparticles and FSM-16. The catalytic ability of Cu complex entrapped in the ionic liquid-reaction field in FSM-16 were estimated from the oxidation reaction of thioanisole. The Cu complex-entrapped FSM modified by ionic liquids indicated good reusability in its catalytic reaction.

研究分野：錯体化学、電気化学、界面化学

キーワード：イオン液体 触媒反応 修飾電極 金属ナノ微粒子 ナノ細孔材料

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19(共通)

1. 研究開始当初の背景

我々はイオン液体を基板修飾することで得られる空間に着目し、この空間をイオン液体反応場と呼んでいる。すでに様々な錯体分子、有機分子を導入することで、導入分子の安定性や反応性が向上することが判明しており、酸素 4 電子還元や CO₂ 還元、水中での NO 分子の定量など、様々な成果を挙げている。しかし本研究開始当初は、実際に用いられたイオン液体反応場に関しては、Au 電極上へのイオン液体修飾に限られており、他の基板へのイオン液体を修飾した場合やサイズの異なるイオン液体を用いた場合の影響については、よく分かっていない状態であった。

2. 研究の目的

嵩高いイオン液体を基板などに修飾することで、イオン液体間の立体反発によりイオン液体は表面にまばらに修飾される。その結果、イオン液体間に外来性分子導入することが可能な空間が構築される(図 1)。我々はこの空間をイオン液体反応場と呼称しているが、この空間に様々な分子を導入可能であること、また導入された分子が安定化されること、さらに、その反応性が向上することなどを突き止めている。

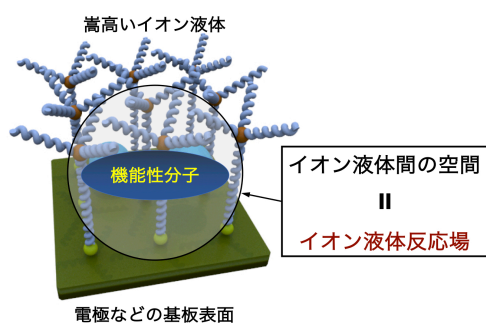


図 1 イオン液体反応場の模式図

本研究では、このイオン液体反応場の反応性に関して、様々な嵩高さのイオン液体を修飾した場合に構築されるイオン液体反応場の性質、金属ナノ微粒子上でのイオン液体反応場の構築とその反応性、およびナノ細孔材料内でのイオン液体反応場の構築と触媒反応について検討した。

3. 研究の方法

様々な材料に対して、以下に示す方法により、嵩高いイオン液体を修飾した材料を作成した。

①真空蒸着法により作製された Au 電極上へのイオン液体の修飾と錯体分子の導入

真空蒸着法により作製された Au 電極を各サイズのジスルフィドを有するイオン液体を含む EtOH 溶液に 24 時間浸漬した。表面を EtOH で洗浄し真空乾燥することで、目的のイオン液体修飾電極を得た。

②Au ナノ微粒子上へのイオン液体の修飾と錯体分子の導入

既報により化学還元法で合成された Au₁₀₁(PPh₃)₂₁Cl₅ をジスルフィドを有するイオン液体を含むクロロホルム溶液に 4 日間浸漬させるこ

とで、目的のイオン液体修飾 Au ナノ微粒子を得た。

③ナノ細孔材料(FSM)へのイオン液体の修飾と錯体分子の導入

まず、FSM-16 細孔内部の-OH 基上に、末端に-NH₂ 基を有するシラン分子をシランカップリングにより修飾した。続いて、末端に活性エステルを有するイオン液体を得られた NH₂ 基修飾 FSM と反応させることで、イオン液体が A 細孔内部に修飾された FSM 材料を合成した。

なお得られた各イオン液体修飾材料は、赤外吸収スペクトル、電気化学的測定、窒素吸着測定などを用いて同定した。

4. 研究成果

【Au 電極上に修飾されたイオン液体の嵩高さがいオン液体反応場に与える影響】

図 2 に示したように、様々な大きさのイオン液体を Au 電極上に修飾することで、構築されるイオン液体反応場の大きさを空間的に制御し、そこに固定される金属錯体の性質に及ぼす影響を検討した。

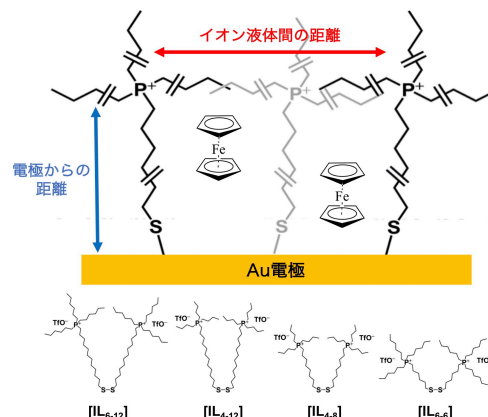


図 2 様々なアルキル鎖長を有するイオン液体を修飾した Au 電極の模式図

まず、イオン液体のアルキル鎖長を変化させることで、様々な嵩高さのイオン液体の Au 基板への修飾を行い、それらの影響について赤外吸収スペクトルにより検討した。その結果、アルキル鎖長の長いイオン液体を修飾した場合、メチレン鎖部分が *trans*-配置よりも *gauche*-配置の割合が多くなり、電極に対してイオン液体がまっすぐに配向しなくなることが示唆された。これはアルキル鎖長の長いイオン液体ほど、電極表面に密に修飾されにくくなることを示している。

表 1 各イオン液体修飾 Au 電極に導入されたフェロセンの酸化還元電位と各電極への固定化量

IL/Au	E _{1/2} [V]	E _{pa} -E _{pc} [mV]	Γ × 10 ⁻¹⁰ [mol cm ⁻²]
6-12	-0.28	190	2.2
4-12	-0.31	160	2.8
4-8	-0.30	150	4.1
6-6	-0.28	190	6.3

続いて、各アルキル鎖長のイオン液体が修飾された Au 電極にフェロセンを導入し、導入されたフェロセンの酸化還元波の電気料からフェロセンの固定化量を見積もったところ、各イオン液体修飾 Au 電極で顕著な差が見られた(表 1)。アルキル鎖長が短いイオン液体が修飾された Au 電極では、イオン液体反応場の横方向のサイズは小さくなるが、その分、フェロセンのような小さな分子はしっかりと捕捉されるためと考えられる。

【Au ナノ微粒子上へのイオン液体の修飾と微粒子上のイオン液体反応場への錯体分子の固定】

Au 基板にイオン液体を修飾し、イオン液体反応場を構築することができるが、それと同様に Au ナノ微粒子上に嵩高いイオン液体を修飾し、同様に生成したイオン液体反応場に錯体分子を担持することができるかどうか検討した(図 3)。

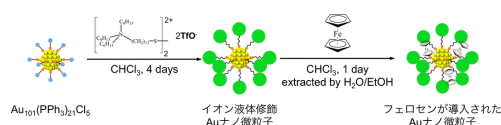


図 3 様々なアルキル鎖長を有するイオン液体を修飾した Au 電極の模式図

まず Au ナノ微粒子として、化学的還元法により合成された $\text{Au}_{101}(\text{PPh}_3)_{21}\text{Cl}_5$ を用い、Au 基板と同様の方法でイオン液体を修飾した。赤外吸収スペクトル、 ^1H NMR スペクトルの結果から、イオン液体が Au ナノ微粒子上に修飾されていることが示唆された。

続いて、フェロセンを含む溶液に得られたイオン液体修飾 Au ナノ微粒子を浸漬することで、修飾されたイオン液体間の隙間へのフェロセンの導入を試みた。赤外吸収スペクトルではフェロセンの導入が示唆されたが、紫外可視吸収スペクトルを測定したところ、526 nm 付近に Au ナノ微粒子によるものと思われるプラズモン吸収が観測された。用いた Au ナノ微粒子は 2 nm 以下の大きさであり、プラズモン吸収を持たないことから、フェロセンの導入により Au ナノ微粒子が凝集したものと考えられる(図 4)。CV 測定からはフェロセンのものであると思われる可逆な 1 電子酸化還元波が観測されたことから、図 4 に示したように、凝集したイオン液体修飾 Au ナノ微粒子間にフェロセンがトラップされていることが示唆された。

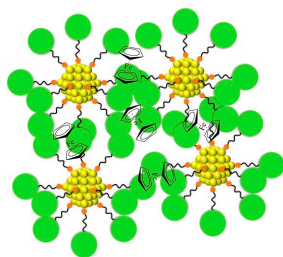


図 4 フェロセンの導入により凝集したイオン液体修飾 Au ナノ微粒子の模式図

当初の狙い通り、単独の Au ナノ微粒子上にフェロセンを固定することはできなかったが、これは用いた Au ナノ微粒子のサイズが小さすぎたためと考えられる。微粒子が小さいために微粒子表面にフェロセンをトラップする十分な空間を構築することができず、結果として凝集することで、微粒子表面に修飾されたイオン液体間にフェロセンを固定化したものと考えられる。よりサイズの大きな Au ナノ微粒子を用いることで、この問題は解決できると思われる。現在、レーザーアブレーション法、および液中プラズマ法により作製された Au ナノ微粒子を用い、イオン液体修飾 Au ナノ微粒子の合成を行っている。

【FSM 細孔内部へのイオン液体の修飾とイオン液体反応場に固定化された金属錯体の脂質および触媒能評価】

FSM-16 細孔内に修飾された嵩高いイオン液体の間に構築されたイオン液体反応場にフェロセン、NO と特異的に反応する Co 錯体、および酸化触媒として働く Cu 錯体を固定化し、それらの FSM 細孔内のイオン液体反応場における性質の変化や触媒反応について検討した(図 5)。

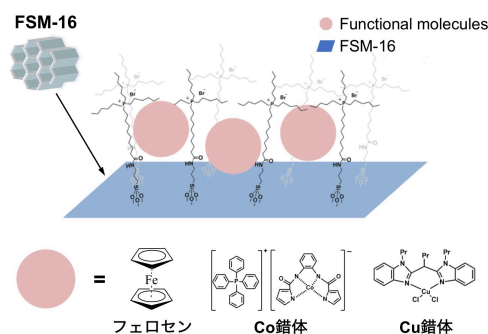


図 5 イオン液体修飾 FSM 細孔内への各種金属錯体の導入



まず FSM 細孔内のイオン液体反応場に金属錯体を固定化できるかどうかについて、フェロセン分子を用いて確認した。フェロセン導入後のイオン液体修飾 FSM の赤外吸収スペクトルおよび ESR スペクトルを測定したところ、フェロセン由来する吸収およびシグナルが観測されたため、フェロセンの導入が確認された。

続いて、NO と特異的に反応する Co 錯体を FSM 細孔内のイオン液体反応場に導入し、NO 分子との反応性について検討した。Co 錯体が導入されたイオン液体修飾 FSM(黄色)を懸濁させた溶液に NO ガスをバブリングすることで、懸濁状態の固体が緑色へと変化した。これは均一溶液中の Co 錯体と同様の挙動であり、Co 錯体への NO 分子の配位を示している。また系中から NO を完全に排除すると、緑色となっていた懸濁状態の固体が黄色に戻ることで、さらに NO ガスを吹き込むと再び緑色になることが観測された。これは可逆的な NO 分子の Co 錯体への吸脱着を示している。また、その反応性から、均一溶液中に比べて、かなり NO を脱着しやすい状態となっていることが判明した。今回用いた Co 錯体は配

位子骨格内に存在する C=O 基に溶媒等が相互作用することで、その NO との反応性が変化することが知られている。イオン液体修飾 FSM 内部には、その合成の都合上、アミノ基が多数存在していること、またイオン液体反応場という均一溶液とは異なる特殊な空間に Co 錯体が存在することから、均一溶液中に比べて、NO 分子が脱着されやすくなったものと考えられる。

さらに、酸化反応が可能な Cu 錯体をイオン液体修飾 FSM に導入し、チオアニソールの酸化反応を行った。均一系での反応に比べて TON は低下したが、FSM 細孔内に固定化された Cu 錯体がチオアニソールを酸化していることが確認された(表 2)。また再利用性を検討するために、触媒反応後に Cu 錯体を担持したイオン液体修飾 FSM を回収し、再度触媒反応に用いることを繰り返した。その結果、最低でも 3 回は再利用が可能であることが判明した。均一溶液中から反応後に Cu 錯体を回収するのは非常に困難であることから、FSM 細孔内のイオン液体反応場を用いることで、触媒分子の再利用性が向上することが判明した。なお再利用を繰り返す毎に Cu 錯体の触媒反応性が低下する傾向が見られた。反応前後の用いた Cu 錯体を固定化したイオン液体修飾 FSM の窒素吸着測定の結果は変化していないことから、Cu 錯体自体の流出ではなく、基質あるいは生成物が FSM 細孔内に残留しているために反応性が低下したのと考えられる。これは均一溶液に比べて FSM に導入された Cu 錯体の触媒反応性が低下している原因にもなっていると考えられる。

表 2 各イオン液体修飾 Au 電極に導入されたフェロセンの酸化還元電位と各電極への固定化量

entry	catalyst	TON of 	TONs of 
1	Cu 錯体	178	0
2	Cu 錯体 + イオン液体	193	14
3	イオン液体修飾 FSM	0	0
4		1 st >0	0
5	Cu 錯体を固定化したイオン液体修飾 FSM	2 nd 108	4
6		3 rd 41	>0

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 15 件)

- Efficient Catalytic Conversion of Dinitrogen to N(SiMe₃)₃ Using a Homogeneous Mononuclear Cobalt Complex, T. Suzuki, K. Fujimoto, Y. Takemoto, Y. Wasada-Tsutsui, T. Ozawa T. Inomata, M. D. Fryzuk, H. Masuda, *ACS Catal.*, **2018**, 8, 3011-3015.
- CO₂ Reduction Promoted by Imidazole Supported on a Phosphonium-Type Ionic-Liquid-Modified Au Electrode at a Low Overpotential, G. Iijima, T.

- Kitagawa, A. Katayama, T. Inomata, H. Yamaguchi, K. Suzuki, K. Hirata, Y. Hijikata, M. Ito, H. Masuda, *ACS Catal.*, **2018**, 8, 1990-2000.
- Co(III) Complexes with N2S3-Type Ligands as Structural/Functional Models for the Isocyanide Hydrolysis Reaction Catalyzed by Nitrile Hydratase, T. Yano, Y. Wasada-Tsutsui, T. Ikeda, T. Shibayama, Y. Kajita, T. Inomata, Y. Funahashi, T. Ozawa, H. Masuda, *Inorg. Chem.*, **2018**, 57, 4277-4290.
- Electrochemical Evaluation of Titanocenes in Ionic Liquids with Non-coordinating and Coordinating Anions and Application for NH₃ Synthesis, A. Katayama, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *ChemElectroChem*, **2017**, 4, 3053-3060.
- Novel Nano Boehmite prepared by Solvothermal reaction of aluminum hydroxide gel in Monoethanolamine, Y. Ohta, T. Hayakawa, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *J. Nanopart. Res.*, **2017**, 19, 232/1-14.
- Ionic liquid promotes N₂ coordination to titanocene(III) monochloride, A. Katayama, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *Darton Trans.*, **2017**, 46, 7668-7671.
- Temperature Dependency of Photoluminescence Emitted with Heat-treatment of Nano-Boehmite Intercalated with Monoethanolamine Derivatives, Y. Ohta, T. Hayakawa, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *Chem. Lett.*, **2017**, 46, 722-725.
- A Blue Photoluminescent Nano Boehmite Prepared by a Solvothermal Reaction of Aluminum Hydroxide Gel and Aluminum Hydrogel in Monoethanolamine at low Temperature, Y. Ohta, T. Hayakawa, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *Chem. Lett.*, **2017**, 46, 32-34.
- Dissolution of Water-insoluble Curcumin by Femtosecond-laser Ablation in the Presence of Cyclodextrins and Its Cytotoxic Bioactivity against Lung Cancer Cells, D. Nakane, T. Tagami, T. Inomata, Y. Ichikawa, A. Nakada, T. Ozeki, H. Masuda, *Chem. Lett.*, **2017**, 46, 1072-1074.
- Electrocatalytic Hydrogen Production by a Nickel(II) Complex with a Phosphinopyridyl Ligand, R. Tatematsu, T. Ozawa, T. Inomata, H. Masuda, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2016**, 55, 5247-5250.
- Electrochemical Conversion of Dinitrogen to Ammonia Induced by a Metal Complex-supported Ionic Liquid, A. Katayama, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *Electrochem. Commun.*, **2016**, 67, 6-10.
- Immobilization of a non-heme diiron complex encapsulated in ammonium type ionic liquid layer modified on a Au electrode: Reactivity of the electrode for O₂ reduction, T. Kitagawa, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *Chem. Commun.*, **2016**, 52, 4780-4783.
- Tricopper(I) Complexes Encapsulating a {Cu₃X₃} Core Structure (X = Cl, Br, and I) in a Polyaza Cryptand, K. Nagata, T. Hatanaka, T. Inomata, T. Ozawa, K. Tsuge, H. Masuda, Y. Funahashi, **2016**, *Chem. Lett.*, 45, 541-543.

14. Immobilization of a Cobalt(III) Complex Possessing a Selective Nitric Oxide Capturing Ability onto an Ionic Liquid-modified Au Electrode: Reactivity of the Electrode toward Nitric Oxide, T. Kitagawa, T. Yano, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, *Chem. Lett.*, **2016**, *45*, 436-438.
15. N₂ Activation by an Iron Complex with a Strong Electron Donating Iminophosphorane Ligand, T. Suzuki, Y. Wasada-Tsutsui, T. Ogawa, T. Inomata, T. Ozawa, Y. Sakai, M. D. Fryzuk, H. Masuda, *Inorg. Chem.*, **2015**, *54*, 9271-9281.

[学会発表](計 133 件)

1. Efficient CO₂ Reduction using an Ionic Liquid-modified Electrode, T. Inomata, Mini-Symposium on Multi-Energy Innovation Center, 2018/03/28, Nagoya Institute of Technology.
2. 触媒的アンモニア合成を指向した架橋ピンサー型配位子を有する二核窒素錯体の合成、前田紗哉加・李子龍・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
3. アミダト-フェノラト配位環境を有するコバルト(II) 錯体と酸素との反応性、余村駿介・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
4. 嵩高い構造を有するイオン液体を修飾した細孔材料への機能性分子の導入とその反応性の検討、伊藤芳恵・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
5. 人工シデロフォア-鉄錯体修飾電極を利用した微生物バイオリアクターの構築、遠藤卓・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
6. 二酸化炭素還元能を有するニッケル錯体へのイオン液体修飾効果の検討、和田遥暉・永井琢也・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
7. P-N型配位子を含む水素発生触媒を指向したNi錯体の合成、土橋将人・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
8. Oxidation reaction in dinuclear copper complex with asymmetric coordination environment modeling pMMO, S. Nishimura, T. Ochiai, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, 日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
9. A detailed study of catalytic silylation of N₂ using homogeneous mononuclear Co complexes, Y. Takemoto, T. Suzuki, K. Fujimoto, T. Ozawa, T. Inomata, H. Masuda, 日本化学会第98春季年会、2018/03/20-23、日本大学
10. 空間制御されたホスホニウム型イオン液体修飾電極中での金属錯体の電気化学的挙動、下畑浩隆・北川竜也・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第8回イオン液体討論会、2017/11/23-24、東京農工大
11. イオン液体修飾細孔材料を用いた機能性材料の開発とその反応性の検討、伊藤芳恵・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第8回イオン液体討論会、2017/11/23-24、東京農工大
12. イミノホスラン部位を有するCo錯体を用いた窒素の活性化及び高効率アンモニア合成効率アンモニア合成、竹本嘉透・鈴木達也・藤本佳介・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第48回中部化学関係学協会支部連合秋季大会、2017/11/11-12、岐阜大学
13. モノエタノールアミン誘導体をインターカレートしたペーライトの加熱処理によって励起される蛍光の温度依存性、太田康博・早川知克・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
14. シデロフォア-鉄錯体獲得系を利用した微生物検出法の開発、遠藤卓・居戸裕樹・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
15. DDS薬効部位としての金属錯体型NOドナーの構築とその反応性、山口英名・後藤葉・木本雄也・小澤智宏・猪股智彦・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
16. イミノホスホラン部位を有するコバルト錯体による窒素分子の活性化及び触媒的アンモニア合成、竹本嘉透・鈴木達也・藤本佳介・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
17. pMMOを模倣した非対称な環境を持つ二核銅錯体の酸化反応、西村姿吹・落合達也・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
18. 空間制御されたイオン液体修飾電極の作製とそれに固定化された金属錯体の電気化学的および分光学的挙動、下畑浩隆・北川竜也・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
19. イオン液体修飾細孔材料に担持されたCo錯体による可逆的なNOとの反応、伊藤芳恵・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第7回CSJフェスタ、2017/10/17-19、タワーホール船堀
20. Artificial Siderophore- Iron Complex-Modified Substrate: A Quick and Sensitive Microbe Sensing Tool, T. Inomata, S. Endo, H. Ido, T. Ozawa, H. Masuda, 11th Japan-China Joint Symposium on Metal Cluster Compounds, 2017/10/07-10, Nagoya University.
21. 人工の「餌」を利用した微生物検出・解析技術、猪股智彦、「ソフトでウェットな素材をやさしく観る」セミナー、2017/10/06、東京国際交流館
22. Electrochemical detection of microbes using artificial siderophore-iron complexes, S. Endo, H. Ido, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, 錯体化学会第67回討論会、2017/09/16-18、北海道大学
23. Redox property of dinuclear copper complex with asymmetric environment as a pMMO model, S. Nishimura, T. Ochiai, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, 錯体化学会第67回討論会、2017/09/16-18、北海道大学

24. Catalytic silylation of N₂ by use of T-shaped cobalt complex bearing iminophosphorane ligands, Y. Takemoto, T. Suzuki, K. Fujimoto, T. Inomata, T. Ozawa, M. D. Fryzuk, H. Masuda, 錯体化学会第67回討論会、2017/09/16-18、北海道大学
25. Redox and Spectroscopic behavior of metal complexes encapsulated in size-controlled ionic liquid-modified electrodes, H. Shimohata, T. Kitagawa, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, 錯体化学会第67回討論会、2017/09/16-18、北海道大学
26. Product Analysis Study of Graphene-like Nanocarbon Synthesis from Benzene and Pyridine using Solution Plasma Reaction, T. Inomata, The 5th International Workshop & The 4th International Mini Workshop on Solution Plasma and Molecular Technologies, 2017/06/25-29, Greifswald, Germany
27. 人工シデロフォア-Fe(III)錯体の合成・性質と微生物検出技術への展開、遠藤卓・居戸裕樹・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第27回金属の関与する生体関連反応シンポジウム、2017/06/16-17、東京理科大
28. 鉄-炭素部位を有するシクロファン型鉄錯体を用いたアンモニア生成、竹本嘉透・李子龍・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、第27回金属の関与する生体関連反応シンポジウム、2017/06/16-17、東京理科大
29. Variable Coordination Geometries with an Amine-enamidophosphinimine Ligand on Cobalt, T. Suzuki, T. Ozawa, T. Inomata, M. Fryzuk, H. Masuda, 日本化学会第97回春季年会、2017/03/16-19、慶応義塾大学
30. 植物生育促進因子を指向した人工シデロフォア-Si(IV)錯体の性質評価、鈴木成人・猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹、日本化学会第97回春季年会、2017/03/16-19、慶応義塾大学
31. pH-Dependent Conformational Changes of Hybrid-type Artificial Iron-Siderophore Complexes, S. Endo, H. Ido, T. Inomata, T. Ozawa, H. Masuda, 日本化学会第97回春季年会、2017/03/16-19、慶応義塾大学

(※頁数の都合により残り102件は割愛)

[図書](計0件)

[産業財産権]

○出願状況(計5件)

名称:蛍光体およびその製造方法
 発明者:太田康博・木戸健二・河合刀記夫・猪股智彦・小澤智弘・早川知克・増田秀樹
 権利者:名古屋工業大学、河合石灰工業株式会社
 種類:特許
 番号:特願 2017-058833
 出願年月日:2017/08/23
 国内外の別:国内

名称:イオン液体修飾チタニア電極
 発明者:猪股智彦・増田秀樹・小澤智宏・松永彩花
 権利者:名古屋工業大学
 種類:特許
 番号:特願 2017-080217
 出願年月日:2017/04/14

名称:イオン液体修飾基板
 発明者:猪股智彦・小澤智宏・北川竜也・増田秀樹
 権利者:名古屋工業大学
 種類:特許
 番号:特願 2017-084167
 出願年月日:2017/04/21

名称:二酸化炭素還元電極およびこれを用いた二酸化炭素還元装置
 発明者:飯島剛・岡本拓巳・鈴木一徳・平田和希・増田秀樹・猪股智彦・片山精・北川竜也
 権利者:名古屋工業大学、株式会社デンソー
 種類:特許
 番号:特願 2016-070181
 出願年月日:2016/03/31
 国内外の別:国内

名称:単核ニッケル錯体、それを用いた水素製造法、センサー
 発明者:猪股智彦・小澤智宏・増田秀樹・立松涼
 権利者:名古屋工業大学
 種類:特許
 番号:特願 2016-011449
 出願年月日:2016/01/25
 国内外の別:国内

○取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

名古屋工業大学研究者データベースシステム
http://researcher.nitech.ac.jp/html/139_ja.html?l=a&k=&o=title-a&p=9

6. 研究組織

(1) 研究代表者

猪股 智彦 (INOMATA TOMOHIKO)
 名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
 研究者番号:40397493

(2) 研究分担者

なし()
 研究者番号:

(3) 連携研究者

なし()
 研究者番号:

(4) 研究協力者

なし()