

平成22年 6月 1日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19350083

研究課題名 (和文) 物質・エネルギー変換機能を有するバイオインオーガニックデバイスの構築

研究課題名 (英文) Construction of Bio-inorganic Devices Having Chemical/Energy Conversion Functions

研究代表者

増田 秀樹 (MASUDA HIDEKI)

名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：50209441

研究成果の概要 (和文) : 生体系での金属酵素の反応は常温常圧で進行する。そのため金属酵素が関与する生体反応は低環境負荷な触媒反応といえる。このような生体機能触媒を模倣した人工酵素やセンサーを低分子量金属錯体を用いて構築し、そのような機能を有するデバイスを開発することは21世紀に科学者が目指すべき方向である。本研究では、これらの低環境負荷で持続可能な社会の実現のための物質エネルギー変換等の機能を有するバイオインオーガニックデバイス材料を開発した。

研究成果の概要 (英文) : In biological systems, metallo-enzymes play catalytic functions under ambient conditions, so the biological reaction systems composed by such enzymes are environment-friendly catalytic reaction ones. Our aim is to develop the devices having such functions. We designed and prepared some bio-inorganic devices composed of metal complexes having chemical/energy conversion functions such as dioxygen activation, dinitrogen activation, hydrogen activation, nitrile activation, and so on.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2008年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2009年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
年度			
年度			
総計	13,500,000	4,050,000	17,550,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：無機化学・生物無機化学

キーワード：酸化触媒、センサー、デバイス化、ナノ細孔、ナノ触媒、エネルギー変換、物質変換、高選択的酸化反応

1. 研究開始当初の背景

金属蛋白質や金属酵素は、その反応過程で金属イオンとそれを取り巻く配位環境および基質との相互作用が決定的かつ重要な役割を果たしている。即ち、生体反応における高選択性・高活性・高反応性等は、すべて生体物質がもたら

す多重相互作用に基づく特殊反応場とナノ技術の融合によって発現されている。申請者らは、この多重相互作用に関わる非常に弱い一連の相互作用の様式・機構の詳細な解明こそが基本であると考え、検討してきた。その結果、(1) アミノ酸・ペプチド類を認識する金属錯体の静的

および動的挙動に関する研究、(2) 金属酵素に見られる生体触媒機能とその反応制御に関する研究、(3) 配位環境を制御することによる酸素等の小分子の固定・活性化に関する研究、(4) 金属捕捉・輸送機能の制御に関する研究である。本研究ではこれら生物機能の模倣による物質・エネルギー変換機能錯体のバイオインオーガニックデバイスとして創製し応用研究への発展を目指すものである。

2. 研究の目的

本研究では生体系における金属蛋白質・酵素等の優れた多重相互作用および反応系を規範とし、物質・エネルギー変換およびその制御を可能にした、いわゆる酵素様機能を有する金属錯体分子を構築し、ナノ技術との融合によりデバイス化することである。(1) アミノ酸・ペプチド等を選択的に分子認識し、有効物質への変換およびその反応を制御することを目的とした金属錯体を構築する。(2) 金属酵素に見られる特異な生体触媒機能を有するモデル系を構築する。(3) 酸素分子等の小分子を認識・捕捉することを目的として、非共有性相互作用基を有する特殊反応場金属錯体を構築する。更に、酸素分子に対する活性化・反応性、触媒機能について検討し、工業的応用へと展開することを目的とする。(4) 生物類似機能を有する金属錯体をナノ細孔内やナノ技術で基板上に構築することによって、新機能や高機能を発現する。このような機能を利用して、バイオインオーガニックデバイスを設計・開発する。本研究では、金属酵素の生命機能の解明の生物無機化学的研究のみならず、その工業的応用を目指す。

3. 研究の方法

(1) 酸化触媒の開発を目指した平面型Ru錯体の開発：これまでの研究成果として独自に開発した配位子を用いて、その鉄や銅錯体による酸化反応を詳細に検討してきた。これらの知識を集約し、Ru錯体を用い、安定で高効率な酸化触媒への応用的展開を試みる。

(2) 配位空間を制御した遷移金属パーオキシ錯体の構築と反応制御：生体系に存在する種々の遷移金属錯体についてその酸化機能を検討するため、パーオキシ種が形成される周辺の配位空間を制御、デバイス化により選択性・高活性を発現させる。

(3) 小分子活性化金属錯体による物質変換機能の検討：高感度時間分解型分光器を用いて、合成した金属錯体と酸素・過酸・一酸化窒素等の種々の生物活性小分子との相互作用・溶液構造・反応挙動等を追跡検討する。酸素の捕捉・活性化に関しては単核・複核共にFe(II), Cu(I), Mn(II)イオン等を考えており、反応挙動が時間分解装置だけでは追跡が困難なため極低温まで遂行したい。現在、更に合成中のベンゼン環を有する新規配位子を

用いることにより、CH $\cdots\pi$ 相互作用を利用してアルキル基の捕捉が可能と考えており、金属イオンにより酸素を活性化し、そのデバイス化により近年注目を浴びているメタンモノオキシゲナーゼ等における反応性向上を図る。

(4) 酸素活性化非ヘム錯体による物質変換機能の発現：合成した金属錯体と酸素・過酸等の種々の酸素種との相互作用・構造・反応性等を分光学・構造化学・反応化学・理論化学の面から検討する。本研究の応用としては酸素の捕捉・活性化に関しては単核・複核共に鉄、銅、マンガンイオン等を考えている。また、一酸化窒素についても同種の非ヘム錯体による固定・反応性が期待されており、モデル系、天然系の両方からアプローチする。

(5) 配位環境の制御による高酸化非ヘムFe(IV)=O系の構築：合成した新規配位子について、種々の酸化状態の遷移金属イオン(銅、鉄、マンガン、亜鉛)を配位させた金属錯体を合成する。更に、高原子価Fe(IV)=O種を経由すると考えられているメタンモノオキシゲナーゼに着目し、高原子価を安定化する配位基を導入した三脚型複核系配位子の新規設計・構築をし、それらの金属錯体を合成する。また、生体反応環境場を模した配位子の設計および金属イオンの複核化により、これまで未踏であった生体系の示す特異機能の一つである酸素分子の可逆的結合や、高原子価状態の生成、基質固定部位と反応部位を同時に含む複合反応場デバイスの設計を行い、工業的応用を行う。

(6) SOD活性を有する亜鉛-過酸錯体の合成と反応制御：生体内に存在するCu-Zn SODは活性酸素種であるスーパーオキシドイオンを不均一化する酵素であり、我々は既に亜鉛(II)-ヒドロパーオキシ錯体の初めての合成とCu-Zn SOD反応機構における亜鉛の役割に新解釈を提供している。この発見により、これまでSOD活性において、Cu-Zn SODにおける亜鉛の役割については殆ど議論されてこなかったが、我々はスーパーオキシドイオンがプロトンを取込み、一時的に亜鉛に捕捉され、過酸化水素に変換されるという、新しい反応メカニズムを提出した。SODと寿命の関係については既に明らかにされており、このデバイス化により高機能の発現が期待された。

4. 研究成果

(1) 部位特異的分子認識能を有する金属錯体の構築と反応制御：アミノ酸やペプチド類の側鎖官能基を認識しうる新規配位子を合成し、その金属錯体(Co(III), Co(II), Zn(II), etc)を合成するとともに、種々のアミノ酸・ペプチドとの三元錯体を設計・創製する。生成した錯体は単離し、配位子間の相互作用様式および反応機構の詳細を種々の分光法を用い精密解析した。

(2) 酸素分子の認識能を付与した遷移金属錯体の合

成：本研究は、酸化酵素や SOD 等の機能を有する錯体発現を開発するものであり、既に合成している新規配位子は水素結合・配位結合・疎水結合基を有し、酸素分子の捕捉に成功した。酸素添加酵素の一種であるドーパミンβヒドロキシラーゼにおいてその存在が推測されているヒドロパーオキシド錯体の合成に成功した。

(3) 二核系錯体による酸素の活性化デバイス：酸素を活性化するチロシナーゼやアスコルビン酸化酵素は銅の二核および三核錯体であり、この機能に焦点をあて、二核・三核モデル錯体を新規に構築し、機能の詳細について検討した。そして、そのナノ技術の導入により高機能な触媒への可能性を探索した。また、メタンをメタノールに変換することで知られるメタンモノオキシゲナーゼが二核非ヘム鉄酵素であり、その活性種は酸素をトランスμ-1,2-型で二核鉄に結合すると考えられており、そのモデル化を行った。

(4) ヒドロゲナーゼ機能を有するニッケル錯体の構築：水素の可逆的結合・解離を示すニトロゲナーゼはその活性部位にシステインの硫黄を有し、金属イオンはニッケルと考えられており、我々はそのモデル錯体を忠実に設計・構築し、その機能発現機構を解明した。特に現在活性部位が鉄かニッケルか不明であるが、鉄を含まないヒドロゲナーゼにおいても同様の機能を発現することから、我々はニッケル錯体が活性種と考え、その水素との反応過程における ESR スペクトルにおいて、興味深い挙動を観測し、その高機能化を検討した。

(5) ヒドラターゼ機能を有するコバルト錯体の構築：ヒドロゲナーゼと類似の構造を有する金属酵素にニトリルをアミドに加水反応するヒドラターゼがある。これは活性部位にニッケルに代えてコバルトや鉄を含んでおり、このような錯体の合成に成功し、その高機能化を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 34 件)

(1) Takumi Higa, Masato Fukui, Kensuke Fukui, Yoshiki Naganuma, Yuji Kajita, Tomohiko Inomata, Tomohiro Ozawa, Yasuhiro Funahashi, and Hideki Masuda, Simplified bicyclic cage-type molecule as a C₃-symmetric host: X-ray and FTIR characterization of encapsulation of a nitrile molecule 審査有, *J. Incl. Phenom. Chem.*, **66**(1-2), 2010, pp.171-177.

(2) Daisuke Nakane, Shin-ichi Kuwasako, Michiharu Tsuge, Minoru Kubo, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Takashi Ogura, and Hideki Masuda, A Square-planar Ni(II) Complex with an N₂S₂ Donor Set Similar to the Active Centre of Nickel-containing Superoxide

Dismutase and Its Reaction with Superoxide, 審査有, *Chem. Commun.*, **46**, 2010, pp.2142-2144.

(3) Daisuke Nakane, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, A Square-planar Ni(II) Complex with an Asymmetric N₂S₂ Donor Set as a Model for the Active Site of Nickel-containing SOD: Structural Conversion Driven by Addition of a Strong Donor Ligand in the High Oxidation State, 審査有, *Chem. Lett.*, **39**, 2010, pp.344-346.

(4) Zhengzhe Jin, Hideki Masuda, Noriyo Yamanaka, Masaki Minami, Tsutomu Nakamura, and Yoshinori Nishikita, A Highly Efficient Dye-sensitized Solar Cell Based on a Triarylamine-functionalized Ruthenium Dye, 審査有, *Chem. Lett.*, **38**, 2009, pp.44-45.

(5) Kazuki Yamada, Yuki Okazaki, Tomohiko Inomata, Keita Kuroiwa, Nobuo Kimizuka, Tomohiro Ozawa, Yasuhiro Funahashi, and Hideki Masuda, Nano-film structures constructed by self-assembly of Co(III) biuretato complexes and long alkyl imidazolium cations, 審査有, *J. Nanosci. & Nanotech.*, **9**, 2009, pp.307-312.

(6) Zhengzhe Jin, Hideki Masuda, Noriyo Yamanaka, Masaki Minami, Tsutomu Nakamura, Yoshinori Nishikita, Efficient Electron Transfer Ruthenium Sensitizers for Dye-Sensitized Solar Cells 審査有, *J. Phys. Chem.*, **113**, 2009, pp.2618-2623.

(7) Takeshi Okumura, Shinichi Watanabe, Takeshi Yagyu, Hidekazu Takagi, Yasuhiro Fukushima, Hideki Masuda, and Koichiro Jitsukawa, Selectivity Control of Oxygen Transfer Reactions Catalyzed by the Ruthenium Complexes with Monodentate Oxygen or Nitrogen Ligand Bound to FSM, 審査有, *J. Mol. Catal. A, Chemical*, **307**, 2009, pp.51-57.

(8) Naoko Ichieda, Hidemiki Hakamata, Tomohiro Ozawa, Yasuhiro Funahashi, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Novel amphiphilic lantern-type Cu(II)-Pd(II) complex coordinated with four 2-pyridone derivatives having a long alkyl chain., 審査有, *Open Nanoscience J.*, **3**, 2009, pp.12-14.

(9) Daigo Shiga, Daisuke Nakane, Tomohiko Inomata, Hideki Masuda, Masayuki Oda, Masanori Noda, Susumu Uchiyama, Kiichi Fukui, Yu Takano, Haruki Nakamura, Toshihisa Mizuno, and Toshiki Tanaka, The effect of the side chain length of Asp and Glu on coordination structure of Cu²⁺ in a de novo designed protein, 審査有, *Biopolymers*, **91**(11), 2009, pp.907-916.

(10) Yuji Kajita, Takahiko Ogawa, Jun Matsumoto, and Hideki Masuda, Synthesis and Characterization of a Benzene-Dimolybdenum Complex with a New Bridging Mode, 審査有, *Inorg. Chem.*, **48**(19), 2009, pp.9069-9071.

- (11) Hiroyuki Kawai, Akihiro Kusuda, Satoshi Mizuta, Shuichi Nakamura, Yasuhiro Funahashi, Hideki Masuda and Norio Shibata, Synthesis of novel C2-symmetric chiral crown ethers and their application to enantioselective trifluoromethylation of aldehydes and ketones, 審査有, *J. Fluorine Chem.*, **130**(8), 2009, pp.762-765.
- (12) Tomohiko Inomata, Kazuma Shiozaki, Yuya Hayashi, Hidekazu Arie, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Self-assembled Mononuclear Electrode of a Diiron Complex with a Phenoxo-based Dinuclear Ligand: Observation of Molecular Oxygen Adsorption/Desorption in Aqueous Media, 審査有, *Chem. Commun.*, 2008, pp.392-394.
- (13) Takuma Yano, Yuko Wasada-Tsutsui, Yuji Kajita, Tomonori Shibayama, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Effect of an Asymmetric Arranged Equatorial Chelate Ring in an Active Site of Nitrile Hydratase, 審査有, *Chem. Lett.*, **37**, 2008, pp.66-67.
- (14) Tatsuya Fujii, Syuhei Yamaguchi, Shun Hirota, and Hideki Masuda, H-atom Abstraction Reaction for Organic Substrates via Mononuclear Copper(II)-superoxo Species as a Model for D β M and PHM., 審査有, *Dalton Trans.*, (1) 2008, pp.164-170.
- (15) Takuma Yano, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Structural and Functional Model Systems for Analysis of the Active Center of Nitrile Hydratase, 審査有, *Chem. Lett. (Highlight Review)*, **37**(7), 2008, pp.672-677.
- (16) Yuji Kajita, Jun Matsumoto, Isao Takahashi, Shun Hirota, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Synthesis, Characterization, and Reactivities of (m-h₂:h₂-Disulfido)dicopper(II) Complexes with N-Alkylated cis,cis-1,3,5-Triaminocyclohexane Derivatives, 審査有, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2008, 3977-3986.
- (17) Zhengzhe Jin, Hideki Masuda, Noriyo Yamanaka, Masaki Minami, Tsutomu Nakamura, and Yoshinori Nishikuni, Triarylamine-Functionalized Ruthenium Dyes for Efficient Dye-Sensitizer Solar Cells, 審査有, *ChemSusChem*, **1**, 2008, pp.901-904.
- (18) Naoko Ichieda, Tetsuya Kamimura, Yuko Wasada-Tsutsui, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Metal-Metal Bond Formed in Tetrakis(2-pyridonato)-Copper(II)-Palladium(II) Complexes, 審査有, *Chem. Lett.*, **37**(12), 2008, pp.1220-1221.
- (19) Yasuhiro Funahashi, Tomohide Nishikawa, Yuko Wasada-Tsutsui, Yuji Kajita, Syuhei Yamaguchi, Hidekazu Arie, Tomohiro Ozawa, Koichiro Jitsukawa, Takehiko Tosha, Shun Hirota, Teizo Kitagawa, and Hideki Masuda, Formation of a Bridged Butterfly-Type μ - η^2 - η^2 -Peroxo Dicopper Core Structure with a Carboxylate Group, 審査有, *J. Am. Chem. Soc.*, **130**(49), 2008, 16444-16445.
- (20) Koji Machitani, Makoto Nakamura, Hidefumi Sakamoto, Nayumi Ohata, Hideki Masuda, Keiich Kimura, Structural Characterization for Metal-ion Complexation and Isomerization of Crowned Bis(spirobenzopyran)s., 審査有, *J. Photochem. Photobiol. A: Chemistry*, **200**, 2008, pp.96-100.
- (21) Takeshi Okumura, Hideki Takagi, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Yoshiaki Fukushima, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Selective Epoxidation of Cyclohexene by a Square-planar Ru Complex Immobilized into Mesoporous Silicate FSM-16, 審査有, *Chem. Lett.*, **36**(1), 2007, pp.122-123.
- (22) Takeshi Okumura, Shinya Hayami, Tomohiro Ozawa, Yasuhiro Funahashi, Yonezo Maeda, and Hideki Masuda, Preparation of a carboxylate-binding mononuclear iron(II) (-)-sparteine complex with structural distortion and its reaction with oxidants, 審査有, *Chem. Lett.*, **36**(1), 2007, pp.96-97.
- (23) Takeshi Okumura, Yuji Morishima, Hiroyoshi Shiozaki, Takeyoshi Yagyu, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Characteristics of Mononuclear Ruthenium-oxo Complexes Adjusted by Axial Ligand for the Catalysis of Oxygen Transfer Reactions, 審査有, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **80**(3), 2007, pp.507-517.
- (24) Teruyuki Kondo, Fumiaki Tsunawaki, Toshi-aki Suzuki, Yasuyuki Ura, Kenji Wada, Syuhei Yamaguchi, Hideki Masuda, Kenji Yoza, Motoo Shiro, and Take-aki Mitsudo, Synthesis and Characterization of a Novel (μ_3 -oxo)tetraruthenium Cluster, 審査有, *J. Organomet. Chem.*, 692(1-3), 2007, pp.530-535.
- (25) Hidekazu Arie, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Diiron(II) Complexes Showing A Reversible Oxygenation Induced by A Proton Transfer Mediated with A Water Molecule. Biological Implication of A Water Molecule in Hemerythrin Function, 審査有, *J. Organometal. Chem.*, 692, 2007, pp.343-355.
- (26) Takashi Kato, Hideyuki Kumita, Isao Takahashi, Aki Murakami, Kunue Yoshimoto, Yasunori Ikeue, Kunishige Kataoka, Shinnichiro Suzuki, Takeshi Sakurai, Tomohiro Ozawa, Yasuhiro Funahashi, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Probing Electron Transfer Reactions between Two Azurins from *Alcaligenes xylosoxidans* GIFU 1051 with Optically Active Ru Complexes as Molecular Recognition Probes: Importance of the 43rd Residue, 審査有, *Inorg. Chim. Acta*, **360**, 2007, pp.1555-1567.
- (27) Isao Takahashi, Chika Nishijima, Tomohiko Inomata, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Structures of Various

Cytochromes c Evaluated from the Redox Behaviors Using the Optically Active Co(III) Complex-Modified Au Electrode, 審査有, *Drug. Metabolism Lett.*, 1, 2007, pp.73-75.

(28) Takashi Kato, Isao Takahashi, Hideyuki Kumita, Tomohiro Ozawa, Yasuhiro Funahashi, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Enantio-selectivity in Electron Transfer Reactions between Cytochrome c and (S)/(R)-ruthenium Complexes. Non-polar Interaction in Molecular Recognition Process, 審査有, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **80**(8), 2007, pp.1577-1579.

(29) Syuhei Yamaguchi, Teppei Takahashi, Akira Wada, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Fixation of CO₂ by Hydroxozinc(II) Complex with Pyridylamino Type Ligand, 審査有, *Chem. Lett.*, 36(7), 2007, pp.842-843.

(30) Yasutaka Honda, Hidekazu Arai, Takeshi Okumura, Akira Wada, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, Koichiro Jitsukawa, and Hideki Masuda, Complexes with Fe^{III}(μ-O)(μ-OH) Core Surrounded by Hydrogen Bonding Interaction, 審査有, *Bull. Chem. Soc. Jpn. (Accounts)*, **80**(7), 2007, pp.1288-1295.

(31) Isao Takahashi, Tomohiko Inomata, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Electron Transfer Reactions via the Associated Interaction between Cytochrome c and Self-Assembled Monolayers of the Optically Active Co^{III} Complexes: Molecular Recognition Ability Induced by the Chirality of the Co^{III} Units, 審査有, *Chem. Eur. J.*, **13**, 2007, pp.8007-8017.

(32) Yuji Kajita, Hidekazu Arai, Takahiro Saito, Yamato Saito, Shigenori Nagatomo, Teizo Kitagawa, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Syntheses, Characterization, and Dioxygen Reactivities of Cu(I) Complexes with cis,cis-1,3,5-Triaminocyclohexane Derivatives: A Cu(III)₂O₂ Intermediate Exhibiting Higher C-H activation, 審査有, *Inorg. Chem.*, **46**(8), 2007, 3322-3335.

(33) Takuma Yano, Yuko Wasada-Tsutsui, Hidekazu Arai, Syuhei Yamaguchi, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Co(III) Complexes with N₂(SO)₂-Type Equatorial Planar Ligands Similar to the Active Center of Nitrile Hydratase: Role of the Sulfonate Group in the Enzymatic Reaction, 審査有, *Inorg. Chem.*, **46**, 2007, pp.10345-10353.

(34) Tomohiko Inomata, Hiroshi Eguchi, Kenji Matsumoto, Yasuhiro Funahashi, Tomohiro Ozawa, and Hideki Masuda, Adsorption of Microorganisms onto an Artificial Siderophore-modified Au Substrate, 審査有, *Biosensors & Bioelectronics*, **23**(5), 2007, 751-755.

[学会発表] (計 10 件) (招待講演のみ記載) 他に 161 件の国内外での発表あり。

(1) H. Masuda, Binding and Activation of Oxygen Species by Bio-inspired Cu(II) Complexes, Tenth International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-10), Nagoya, 2010/Jan./26-29.

(2) Hideki Masuda, Activation of Dioxygen by Dinuclear Cu or Fe Complexes with cis-1,3,5-Triaminocyclohexane Ligands as a Metallo-enzyme Model, Symposium of Advanced Biological Inorganic Chemistry 4 (SABIC4), Mumbai (India), 2009/November/4-7.

(3) Hideki Masuda, Binding and Activation of Oxygen Species by Bio-inspired Cu(II) Complexes, Asian Conference of Coordination Chemistry 2 (ACCC2), Nanjin (China), 2009/November/1-4.

(4) Hideki Masuda, Synthesis, Characterization and Reactivity of μ-1,2-Peroxodiiron(III) Complexes as a Structural/Functional Model for sMMO's Active Center, International Conference on Biological Inorganic Chemistry (ICBIC14), Nagoya International Conference Hall, Nagoya, 2009/July/25-30.

(5) Hideki Masuda, Diiron(II) Complex Modified on a Gold Electrode and Its Reaction with Dioxygen in an Aqueous Media, 9th International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-9), Nagoya, Japan, 2009/January/20-23.

(6) Hideki Masuda, Binding and Activation of Oxygen Species by Bio-inspired Cu(II) Complexes, 7th Japan-China Joint Symposium on Metal Cluster Compounds, Hokkaido, Japan, 2008/October/21-23.

(7) Hideki Masuda, New Diiron Complexes Self-assembled on a Gold Electrode and Its Reaction with Dioxygen in Aqueous Media, The 4th Asian Biological Inorganic Chemistry Conference (AsBIC IV), Korea, 2008/November/10-13.

(8) Hideki Masuda, Construction of Artificial Siderophores and Its Application to Immobilization of Bacteria, Eighth International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-8), Nagoya, Japan, 2008/January/21-23.

(9) Hideki Masuda, New Copper(II) Complexes with a C-H Bond Activation Ability and Their Oxidation Reactions for Exogenous, Third International

Symposium on Chemistry of Coordination Space, Awaji, Japan 2007/December/9-12 .
(10)Hideki Masuda, Diiron(II) and Diiron(III) Complexes with Asymmetric Metal Centers as An Oxyhemerythrin Model, 1st Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC), Okazaki, Japan, July 29 – August 2, 2007.

[図書] (計3件)

- ① 増田秀樹, 化学工業社, 機能性金属錯体の自己組織化とナノデバイスへの応用, 2009, 434.
- ② 増田秀樹, 他, 触媒学会, 生体機能を模倣した金属錯体の修飾による機能性電極の構築, 2008, 339.
- ③ 増田秀樹, 他, シーエムシー出版, 「環境対応型セラミックスの技術と応用」(第5章) 触媒技術, 2007, 274.

[産業財産権]

○出願状況 (計6件)

- (1)名称: 低濃度ガスの検出法
発明者: 増田秀樹、猪股智彦、澤木琢
権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許
番号: 特願 2009-124040
出願年月日: 2009年5月22日
国内外の別: 国内
- (2)名称: 化学物質センシング素子、化学物質センシング装置、及び、化学物質センシング素子の製造方法
発明者: 川田倫久、山中幹宏、原圭太、工藤淳、増田秀樹、小澤智宏、矢野卓真
権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許
番号: 特願 2008-186724
出願年月日: 2008年7月18日
国内外の別: 国内
- (3)名称: イソニトリルの分解方法とその利用
発明者: 矢野卓真、増田秀樹、小澤智宏、舩橋靖博
権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許
番号: 特願-2008-012051
出願年月日: 2008年1月22日
国内外の別: 国内
- (4)名称: 金属錯体を内包するゼオライト粉末を有する組成物層を形成した水晶振動子
発明者: 小澤正邦、増田秀樹、大畑奈弓
権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許
番号: 特願 2007-237221
出願年月日: 2007年9月12日
国内外の別: 国内

(5)名称: ヒドラゾン化合物を用いた触媒、ヒドラゾン高分子化合物及びヒドラゾン高分子化合物を用いた触媒

発明者: 増田秀樹、藤井達也、中西治通、松本信一、有川英一
権利者: 名古屋工業大学、トヨタ自動車(株)

種類: 特許
番号: 特願 2007-225266
出願年月日: 2007年8月31日
国内外の別: 国内

(6)名称: 新規光増感剤および光起電力素子
発明者: 増田秀樹、舩橋靖博、南昌樹、山中紀代、錦谷禎範

権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許
番号: 特願-2007-222174
出願年月日: 2007年8月29日
国内外の別: 国内

○取得状況 (計1件)

名称: ヒドラゾン化合物を用いた触媒、ヒドラゾン高分子化合物及びヒドラゾン高分子化合物を用いた触媒

発明者: 増田秀樹、藤井達也、中西治通、松本信一、有川英一
権利者: 名古屋工業大学
種類: 特許

番号: 特許第 4464997 号
取得年月日: 2010年2月26日
国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ等
<http://www.ach.nitech.ac.jp/~inorg/masuda/Japanese/>

6. 研究組織

- (1)研究代表者
増田 秀樹(MASUDA HIDEKI)
名古屋工業大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号:50209441
- (2)研究分担者
小澤 智宏(OZAWA TOMOHIRO)
名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号:70270999
舩橋 靖博(FUNAHASHI YASUHIRO)
名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号:00321604
猪股 智彦(INOMATA TOMOHIKO)
名古屋工業大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号:40397493