

機関番号：15201

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20550066

研究課題名 (和文) ランタン型二核錯体の連結・集積による新規機能性化合物の合成

研究課題名 (英文) Synthesis of new functional materials by assembly of
lantern-type dinuclear complexes

研究代表者

半田 真 (HANDA MAKOTO)

島根大学・総合理工学部・教授

研究者番号：70208700

研究成果の概要 (和文)：2 個の金属イオンと 4 個のカルボン酸イオンなどの二座配位子からなるランタン型二核錯体の集積型化合物を合成した。塩化物イオンあるいはシアノ酸イオンで連結されたルテニウム (II, III) 二核錯体では長鎖アルキル基のカルボン酸イオンへの導入により、二核間に磁氣的相互作用が存在する新規液晶化合物を得た。また、ホルムアミジナートイオンと四座カルボン酸イオンの組合せで新たな集積型化合物の合成法を確立した。

研究成果の概要 (英文)：Assembled complexes of lantern-type dinuclear complexes composed of two metal ions and four bidentate ligands such as carboxylate ions were synthesized and characterized. Chlorido and cyanato-bridged polymers of ruthenium(II, III) carboxylate dimers with long alkyl chains have shown intra-dimer antiferromagnetisms and liquid crystalline properties. New types of assembled complexes of the lantern-type dimers were also obtained by using formamidinato and carboxylato ligands for supporting the dinuclear skeletons.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：化学

科研費の分科・細目：基礎化学・無機化学

キーワード：二核錯体、集積化、磁性、液晶、置換反応

1. 研究開始当初の背景

2 個の金属イオンと 4 個のカルボン酸イオンなどの二座配位子からなるランタン型二核錯体は、二核内の金属-金属相互作用により生じた軌道に価電子が存在し、この電子構造に基づき様々な興味ある性質がこれまで報告されている。例えば、カルボン酸イオンを分子内の架橋配位子に用いたルテニウム (II, III) 二核錯体は、 π^* および δ^* 軌道が

偶然に縮重しており、二核内に 3 個の不对電子を有しているユニークな存在である。この二核錯体の不对電子をスピン源ユニットとして、集積化することで、磁性体の合成が試みられるなど、機能性物質開発の分子ユニットとしての期待が集まっている。近年、新規機能性物質の開発において、いくつかの特異な性質を一つの物質の中で融合することが重要とされている。どのような機能・特性を

組み合わせるかを考慮し、集積化の基本ユニットとして用いるかが、ランタン型二核錯体の機能性物質開発の分子ユニットとして潜在能力を引き出すキーポイントの一つでもある。さらに、集積化のユニットとして、ランタン型二核錯体は架橋配位子（特に二座配位子）との組合せで一次元ポリマー構造の形成には適しているが、その他の多次元化合物の形成には不向きであることから、連結されるユニットとして、ランタン型二核が2~4量化した多核ユニットを用いることは有効と考えられるが、その多核ユニットの合成法は十分に確立されておらず、その確立のための合成的研究が必要とされる。

2. 研究の目的

ランタン型二核錯体は、分子内の金属-金属相互作用に基づく特異な電子状態を有している。また、軸位への架橋配位子の配位により比較的容易に一次元ポリマー錯体が形成される。カルボン酸ルテニウム(II, III)二核錯体は、二核内に3個の不対電子を有している。この不対電子をスピン源として種々の架橋配位子で連結することにより、磁性体の合成が試みられている。今回、我々は、カルボン酸イオンに長鎖アルキル基を導入し、塩化物イオン、シアニドイオン、チオシアニドイオンの一価陰イオンを、ルテニウム(II, III)二核ユニットを連結する架橋配位子として用いることにより、液晶特性、磁気特性さらには誘電特性を併せ持つルテニウム(II, III)一次元ポリマー錯体の合成を目的とした。また、ホルムアミジナート陰イオンとカルボン酸イオンからなるランタン型ロジウム二核錯体は、ホルムアミジナートの配位力がカルボン酸イオン比べ強いことを利用し、二座のカルボン酸イオンを四座のテレフタル酸イオン等の配位子で置換することにより、ランタン型二核錯体が連結された新規多核ユニットの合成を最終ゴールとし、まずは置換反応の確立を目的として研究を行った。ロジウム二核錯体は、反磁性でありNMRでの同定がより容易で置換反応を詳細に追跡できることから今回の置換反応の研究対象とした。さらに、ルテニウムおよびロジウム(第2遷移金属)以外に第1遷移金属の銅(II)イオンのランタン型ルテニウム錯体のピラジンあるいは4,4'-ビピリジン等の架橋二座配位子で連結した一次元ポリマー錯体の合成も行うことで、より系統的な研究・検討を目指した。

3. 研究の方法

(1) 塩化ルテニウム(RuCl_3)と対応するカルボン酸イオン(RCOO^-)の反応により、図1に示す液晶性発現のためのルテニウム

(II, III)二核錯体を合成する。

(2) (1)で得られたルテニウム(II, III)二核に、架橋配位子として Cl^- , OCN^- , SCN^- , SeCN^- を用いることで、液晶性ポリマー錯体を合成する。

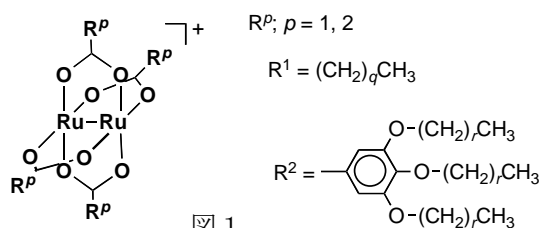


図 1

(3) (2)で合成された化合物の同定は元素分析、IR スペクトルあるいは粉末反射(UV-VIS)スペクトル等で行なう。磁化率、誘電率および液晶性を調べるため DSC や偏光顕微鏡等による測定を行う。

(4) 塩化ロジウムに、シクロタジエン、ホルムアミジナートイオンのカリウム塩、さらにはトリフルオロ酢酸銀を反応させることで、トリフルオロ酢酸イオンとホルムアミジナートイオンを二核分子内架橋配位子として含むランタン型二核錯体を合成する。

(5) (4)で得られた二核錯体のカルボン酸イオンの他のカルボン酸イオンへの置換反応を行う。

(6) (5)で得られた二核錯体の同定を、元素分析、NMR スペクトルおよび X 線単結晶解析をより行い、置換の反応の進行を確認する。

(7) (6)で置換反応の合成法が確立できたことを確認できたなら、テレフタル酸イオンと同様の反応を行う。得られた多量体の同定を(6)と同様の方法で行う。

(8) カルボン酸銅(II)二核錯体にピラジンおよび4,4'-ビピリジンを反応させることにより、ポリマー錯体を合成し、磁氣的性質および吸着特性を調べる。

4. 研究成果

ランタン型二核錯体の連結・集積による新規機能性化合物の合成について研究を行い以下の成果を得ることができた。

(1) カルボン酸架橋ルテニウム(II, III)二核カチオン(図1(研究の方法))の連結ポリマー錯体 $[\text{Ru}_2^{\text{II,III}}(\text{O}_2\text{CR}^1)_4\text{X}]_\infty$ ($\text{R}^1 = \text{CH}_3(\text{CH}_2)_m$, $\text{R}^2 = \text{C}_6\text{H}_2(\text{O}(\text{CH}_2)_r\text{CH}_3)_3$; $\text{X} = \text{Cl}^-$, OCN^- , SCN^-)を合成した。 $\text{R}^1 = \text{CH}_3(\text{CH}_2)_m$ において、 m が大きくなるほど二核間の反強磁性相互作用が基本的には大きくなる傾向はあるが、その限りではないことが示された。また、 OCN^- 架橋が Cl^- および SCN^- 架橋より二核間により大きな反強磁性的相互作用をもたらすことが分かった。また、 $\text{R}^2 = \text{C}_6\text{H}_2(\text{O}(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3)_3$ の場合、今回用いた架橋イオン X の種類に拘わらず室温で液晶性を示す

ことが確認された。またこれらポリマー錯体は、ジクロロメタンなどの無極性溶媒に可溶であり、アルキル鎖を重水素化するなどして、¹H NMR スペクトルを詳細に解析することで、溶液中では架橋されたポリマーおよびオリゴマーが形成され、平衡状態にあることが示唆された。

(2) 図2に示す *N,N'*-ジアルキルフェニルホルムアミジネートイオン (L^{eq}) とトリフルオロ酢酸イオン ($CF_3CO_2^-$) を分子内架橋配位子とするロジウム(II)二核錯体

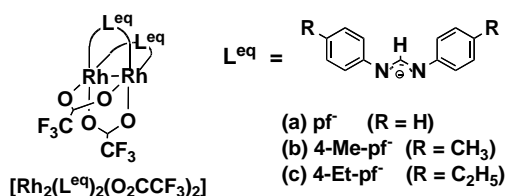


図2

$[Rh_2(L^{eq})_2(O_2CCF_3)_2]$ を合成し、トリフルオロ酢酸イオンを対応する種々のカルボン酸のナトリウム塩と置換反応させることにより、 $[Rh_2(4-R-pf)_2(O_2CR')_2]$ ($R' = CH_3, C(CH_3)_3, C_6H_5, C_6F_5$) を新たに合成した。同定は、元素分析、TOF-マスマスペクトルおよびNMRスペクトルで行った。さらに、単結晶が得られたものにつき、X線構造解析を行い、二核内のRh-Rh結合距離は2.408(1)–2.446(1) Åであり、これまで報告されているランタン型ロジウム(II)二核錯体のRh-Rh結合距離の範囲内にあることを確認した。架橋配位子は、 $[Rh_2(L^{eq})_2(O_2CCF_3)_2]$ と同じく *cis*-2:2 配置を採っていることを確認した。この置換反応は、四座配位子であるテレフタル酸イオンにも応用できることを確認し、元素分析およびNMRスペクトル等の結果から、目的のロジウム二核錯体の二量体および四量体であることが分かった。また、ルテニウム(II, III)二核錯体でも同様の置換反応が可能であることも確認した。さらに、 $[Rh_2(L^{eq})_2(O_2CCF_3)_2]$ にピラジン (pyz) および 4,4'-ビピリジン (4,4'-bpy) (図3) を反応させると、一次元ポリマー錯体 $[Rh_2(L^{eq})_2(O_2CCF_3)_2(L^{ax})]_n$ が生成することを確認した。

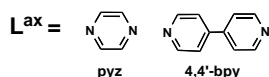


図3

(3) $[Cu_2(O_2CC_6F_5)_4]$ と pyz および 4,4'-bpy をメタノールで混合攪拌させることで得られた化合物は、 $[Cu(O_2CPhF_5)_2(L)]_n$ ($L = pyz, 4,4'-bpy$) で表されるポリマー錯体であることが $L = pyz$ の場合に得られた単結晶のX線構造解析の結果から分かった。即ち、

架橋配位子との反応において銅(II)二核構造が壊れ単核錯体となりこれが架橋された構造であることを確認した。

以上、ランタン型二核錯体を基本ユニットして用いた集積型化合物の合成的研究を広範囲に行うことができた。いずれも新規と見なされる化合物で、その点では一定の成果を得たと考えられる。前例のない物質の系統的な合成的研究は容易でないことも改めて示された面もあったが、確立された合成手段は、今後磁性体や誘電体あるいはスピンプラステーションを示す新規物質群の創成にとって貴重な研究指針となった。

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11件)

- (1) Makoto Handa, Motoi Yasuda, Daisuke Yoshioka, Takahisa Ikeue, and Masahiro Mikuriya, Crystal Structure of Rhodium(II) Formamidinate Dimer with an Axial Acetonitrile Molecule, *X-ray Structure Analysis Online*, **2011**, 27, 15-16. 査読あり
- (2) Masahiro Mikuriya, Jinya Yamamoto, Hideaki Ishida, Daisuke Yoshioka, and Makoto Handa, Preparation and crystal structure of tetrakis(m-pivalato-*O,O'*)bis [(pivalic acid-*O*)rhodium(II)], *X-ray Structure Analysis Online*, **2011**, 27, 7-8 (2011). 査読あり
- (3) Ichiro Hiromitsu, Ayana Kawami, Senku Tanaka, Shigekazu Morito, Ryo Sasai, Takahisa Ikeue, Yasuhisa Fujita, and Makoto Handa, Luminescence of tetraphenylporphyrin by an energy transfer from photexcited ZnO nanoparticle *Chem. Phys. Lett.*, **2011**, 501, 385-389. 査読あり
- (4) Hideaki Ishida, Makoto Handa, Takahisa Ikeue, Jun Taguchi, Masahiro Mikuriya, Synthesis, crystal structure, and ¹H NMR spectra of a chloride-bridged chain complex of dinuclear ruthenium(II,III) 3,4,5-tri(ethoxy-*d*₅)benzoate, *Chem. Papers*, **2010**, 64, 767-775. 査読あり
- (5) Takahisa Ikeue, Makoto Sonoda, Satoshi Kurahashi, Haruaki Tachibana, Daichi Teraoka, Tamotsu Sugimori, Kuninobu Kasuga, Makoto Handa, Annulated dinuclear palladium(II) phthalocyanine complex as an effective photo-oxidation catalyst for near-infrared region light, *Inorg. Chem. Commun.*, **2010**, 13, 1170-1172. 査読あり
- (6) Makoto Handa, Yoshiyuki Ishitobi, Taku Yakuwa, Daisuke Yoshioka, Hideaki Ishida,

- Masahiro Mikuriya, Ichiro Hiromitsu, Hidekazu Tanaka, and Takahisa Ikeue, A Polymer Complex $[\text{Cu}(\text{O}_2\text{CC}_6\text{F}_5)_2(\text{pyz})]_n$ Formed from Copper(II) Pentafluorobenzoate and Pyrazine, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **2009**, *82*, 1277-1279. 査読あり
- (7) Hideaki Ishida, Makoto Handa, Ichiro Hiromitsu, and Masahiro Mikuriya, Synthesis, Magnetic and Spectral Properties, and Crystal Structure of Mixed-Valence Ruthenium(II,III) 3,4,5-Tributanoxo benzoate, in "Insights into Coordination, Bioinorganic and Applied Inorganic Chemistry," ed by M. Melnik, J. Sigla, and M. Tatarko, Slovak Technical University Press, Bratislava, **2009**, pp.197-203. 査読あり
- (8) Hideaki Ishida, Makoto Handa, Ichiro Hiromitsu, and Masahiro Mikuriya, Synthesis, Crystal Structure, and Spectral and Magnetic Properties of Chloro-Bridged Chain Complex of Dinuclear Ruthenium(II,III) 3,4,5-Triethoxybenzoate, *Chem. J. Mordova*, **2009**, *4*, 90-96. 査読あり
- (9) Ichiro Hiromitsu, Takahisa Ikeue, Kazuhiro Karino, Takatsugu Ohno, Senku Tanaka, Hideo Shiratori, Shigekazu Morito, Yasuhisa Fujita, and Makoto Handa, Photoinduced energy transfer in ZnO-tetraphenylporphyrin systems, *Chem. Phys. Lett.*, **2009**, *474*, 315-319. 査読あり
- (10) Takahisa Ikeue, Satoshi Kurahashi, Makoto Handa, Tamotsu Sugimori, and Mikio Nakamura, Electronic Structure of five- and six-coordinate iron(III) tetraazaporphyrin complex: pyrrole-C α chemical shift as a useful probe, *J. Porphyrins Phthalocyanines*, **2008**, *12*, 1041-1049. 査読あり
- (11) Makoto Handa, Hideaki Ishida, Kayoko Ito, Toshihiro Adachi, Takahisa Ikeue, Ichiro Hiromitsu, Masahiro Mikuriya, and Kuninobu Kasuga, Synthesis and magnetic properties of polymeric complexes containing ruthenium(II)-ruthenium(III) tetracarboxylato units linked by cyanato, thiocyanato, and selenocyanato ligands, *Chem. Pap.*, **2008**, *62*, 410-416. 査読あり
- [学会発表] (計 59 件)
- (1) Masahiro Mikuriya, Junya Yamamoto, Kazuya Ouchi, Yasutaka Nakanishi, Daisuke Yoshioka, Hidekazu Tanaka, and Makoto Handa, Synthesis, One-dimensional Polymer Complexes of Rhodium(II) Carboxylates and *N,N'*-Bidentate Ligands, Second International Conference on Multifunctional, Hybrid & Nanomaterials, Strasbourg, France, March 7, 2011.
- (2) Makoto Handa, Takahisa Ikeue, Daisuke Yoshioka, Masahiro Mikuriya, Lantern-type Dirhodium(II) Complexes with Formamidinato and Carboxylato Bridges, XVIIth International Winter School on Coordination Chemistry, Karpacz, Poland, December 8, 2010.
- (3) Makoto Handa, Paddlewheel-type dirhodium(II) complexes with formamidinato and carboxylato bridges, The Polish-Japan Symposium "Chemistry of Modern Materials, Torun, Poland, December 3, 2010.
- (4) 半田 真, 池上崇久, 井上麻美, 竹原正大, 井上涼子, 杉森 保, 吉岡大輔, 御厨正博, ホルムアミジナートイオンとカルボン酸イオンを分子内架橋配位子とするランタン型ロジウム(II)二核錯体の合成と性質, 2010年日本化学会西日本大会(熊本), 2010年11月6日.
- (5) 半田 真, 池上崇久, 吉岡大輔, 御厨正博, ホルムアミジナートイオンとカルボン酸イオンを架橋配位子とするランタン型ロジウム(II)錯体, 2010年錯体分子素子研究センターシンポジウム(三田), 2010年10月2日.
- (6) 石田英晃, 半田 真, 広光一郎, 御厨正博, 3,4,5-トリ(エトキシ-d₅)安息香酸ルテニウム(II,III)二核のクロリド架橋鎖状錯体の結晶構造および磁気的性質, 2010年錯体分子素子研究センターシンポジウム(三田), 2010年10月2日.
- (7) 御厨正博, 山本淳也, 大内和也, 中西康貴, 吉岡大輔, 田中秀和, 半田 真, 酢酸ロジウム(II)及び安息香酸ロジウム(II)二核の鎖状錯体の結晶構造と窒素吸着性質, 2010年錯体分子素子研究センターシンポジウム(三田), 2010年10月2日.
- (8) Makoto Handa, Takahisa Ikeue, Asami Inoue, Masahiro Takehara, Ryoko Inoue, Tamotsu Sugimori, Daisuke Yoshioka, Masahiro Mikuriya, Rhodium(II) Dinuclear Complexes with Formamidinato and Carboxylato Bridges, 60th Anniversary Conference on Coordination Chemistry in OSAKA, Japan, Osaka, Japan, September 28, 2010.
- (9) Masahiro Mikuriya, Junya Yamamoto, Kazuya Ouchi, Yasutaka Nakanishi, Daisuke Yoshioka, Hidekazu Tanaka, and Makoto Handa, Synthesis, Crystal Structures, and Adsorption Properties of Chain Complexes of Rhodium(II) Acerate

- and Rhodium(II) Benzoate with N,N'-Bidentate Ligands, IVth International Conference on Molecular Materials MOLMAT 2010, Montpellier, France, July 6, 2010.
- (10) 石田英晃, 半田 真, 御厨正博, 3,4,5-トリアルコキシ安息香酸混合原子価ルテニウム二核のクロロ架橋鎖状錯体の結晶構造, 日本結晶学会2009年度年会, 関西学院大学(西宮市), 2009年12月6日.
- (11) 池上崇久, 狩野和弘, 木村祐子, 杉森 保, 吉岡大輔, 御厨正博, 半田 真, ホルムアミジンとフェロセンカルボン酸を分子内架橋配位に用いたルテニウム(II,III)二核錯体の合成と性質, 2009年日本化学会西日本大会, 愛媛大学(松山市), 2009年11月7日.
- (12) 石田英晃, 田口 潤, 半田 真, 池上崇久, 御厨正博, クロロ架橋 3,4,5-トリアルコキシ安息香酸ルテニウム錯体の溶液挙動, 2009年日本化学会西日本大会, 愛媛大学(松山市), 2009年11月7日.
- (13) 御厨正博, 山本淳也, 大内和也, 中西康貴, 吉岡大輔, 田中秀和, 半田 真, 安息香酸ロジウム(II)と二座架橋配位子からなる鎖状錯体の結晶構造と吸着特性, 2009年日本化学会西日本大会, 愛媛大学(松山市), 2009年11月7日.
- (14) 御厨正博, 松原静香, 中村知端, 横田和幸, 福崎雅文, 吉岡大輔, 半田 真, 3-カルボキシ-PROXYLを用いた二核銅(II)錯体の合成と磁気的性質, 2009年日本化学会西日本大会, 愛媛大学(松山市), 2009年11月7日.
- (15) Masahiro Mikuriya, Daisuke Yoshioka, Ana Borta, Dominique Luneau, Dariusz Matoga, Janusz Szklarzewicz, and Makoto Handa, New Magnetic Materials Based on Dinuclear Ruthenium Carboxylates, European Conference on Molecular Magnetism ECMM 2009, Wroclaw, Poland, October, 7, 2009.
- (16) 木村祐子, 池上崇久, 吉岡大輔, 石田英晃, 杉森 保, 御厨正博, 半田 真, ジフェニルホルムアミジナートイオンを架橋配位子とするランタン型ルテニウム(II,III)二核錯体の合成と性質, 第59回錯体化学討論会, 長崎大学(長崎市), 2009年9月25日.
- (17) H. Ishida, M. Handa, I. Hiromitsu, and M. Mikuriya, Syntheses, Magnetic and Spectral Properties, and Crystal Structure of Mixed-valence, XXII. International Conference on Coordination and Bioinorganic Chemistry, Smolenice, Slovakia, June 9, 2009.
- (18) H. Ishida, M. Handa, I. Hiromitsu, and M. Mikuriya, One-dimensional Chloro-bridged Chain Complexes of Dinuclear Ruthenium(II,III) 3,4,5-Trialkoxybenzoates, The International Conference dedicated to the 50th anniversary from the foundation of the Institute of Chemistry of the Moldavian Academy of Sciences, Chisinau, Moldova, May 26, 2009.
- (19) 木村祐子, 池上崇久, 石田英晃, 杉森 保, 御厨正博, 半田 真, カルボン酸とジフェニルホルムアミジンからなるランタン型ルテニウム(II,III)二核錯体の合成と性質, 第89回日本化学会春季年会, 日本大学(船橋市), 2009年3月28日.
- (20) M. Handa, Y. Ishitobi, D. Yoshioka, M. Mikuriya, I. Hiromitsu, H. Tanaka, and T. Ikeue, Polymer Complexes Formed from Copper(II) and Rhodium(II) Benzoates and Bidentate Bridging Ligands with Nitrogen Donors, XVIIth Winter School on Coordination Chemistry, Karpacz, Poland, December 9, 2008.
- (21) 御厨正博, 松原静香, 中村知端, 橋戸里江子, 横田和幸, 渡辺武士, 吉岡大輔, 半田 真, 4-カルボキシ-TEMPO 二核銅(II)の鎖状錯体の合成と磁気的性質, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長崎市), 2008年11月16日.
- (22) 井上麻美, 吉岡大輔, 池上崇久, 杉森保, 御厨正博, 半田 真, ホルムアミジナートイオンを分子内架橋配位に用いたランタン型ロジウム(II)二核錯体およびその四量体の合成と性質, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長崎市), 2008年11月15日.
- (23) 池上崇久, 山本健一, 中村幹夫, 杉森 保, 半田 真, 環周辺にニトロ基を有するポルフィリン鉄(III)錯体の合成と性質, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長崎市), 2008年11月15日.
- (24) 御厨正博, 山本淳也, 大内和也, 吉岡大輔, 田中秀和, 半田 真, 酢酸ロジウムと二座架橋配位子からなる鎖状錯体の結晶構造と吸着特性, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長崎市), 2008年11月15日.
- (25) 新田展大, 東浦大二郎, 末次裕太, 池上崇久, 石田英晃, 御厨正博, 半田 真, チオオキザミド金属錯体の合成と性質, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長崎市), 2008年11月15日.
- (26) 石田英晃, 半田 真, 池上崇久, 広光一郎, 氏家誠司, 御厨正博, トリス長鎖アルキルオキシ安息香酸ルテニウム二核錯体の磁気的性質及び液晶的性質, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長

- 崎市), 2008年11月15日.
- (27) 真野貴行, 池上崇久, 石田英晃, 御厨正博, 半田 真, カルボン酸架橋ランタン型ルテニウム(II,III)錯体の溶液中に於ける磁氣的挙動, 2008年日本化学会西日本大会, 長崎大学(長崎市), 2008年11月15日.
- (28) 池上崇久, 狩野和弘, 木村祐子, 今岡 剛, 杉森 保, 半田 真, 種々の置換基を導入したホルムアミジナートイオンを架橋配位子とするルテニウム(II,III)二核錯体の合成と性質, 第58回錯体化学討論会, 金沢大学(金沢市), 2008年9月21日.
- (29) 木村祐子, 池上崇久, 石田英晃, 杉森 保, 御厨正博, 半田 真, ジフェニルホルムアミジナートイオンを分子内架橋配位子に含むルテニウム(II,III)二核錯体の合成と性質, 第58回錯体化学討論会, 金沢大学(金沢市), 2008年9月20日.
- (30) 石田英晃, 半田 真, 池上崇久, 広光一郎, 氏家誠司, 御厨正博, 3,4,5-トリアルコキシ安息香酸ルテニウム(II,III)二核錯体の合成, 磁氣的性質及び液晶性, 第58回錯体化学討論会, 金沢大学(金沢市), 2008年9月20日.
- (31) H. Ishida, M. Handa, I. Hiromitsu, S. Ujiie, and M. Mikuriya, Magnetic and Mesomorphic Properties of Chain Complexes of Dinuclear Ruthenium(II,III) 3,4,5-Trialkoxybenzoates, 3rd International Symposium on Molecular Materials MOLMAT 2008, Toulouse, France, July 8, 2008.
- (32) H. Ishida, M. Handa, I. Hiromitsu, and M. Mikuriya, Syntheses and Properties of Chain Complexes of Dinuclear Ruthenium(II,III) 3,4,5-Triethoxybenzoate with Chloro and Cyanato Bridging Ligands, 3rd International Symposium on Molecular Materials MOLMAT 2008, Toulouse, France, July 8, 2008.
- (33) 石田英晃, 半田 真, 広光一郎, 氏家誠司, 御厨正博, 3,4,5-トリオクタデカノキシ安息香酸ルテニウム(II,III)二核カチオンと種々のアニオンを組み合わせた錯体の合成と性質, 錯体分子素子研究センターシンポジウム, 関西学院大学(三田市), 2008年4月19日.
- (34) 山本淳也, 吉岡大輔, 御厨正博, 半田 真, 田中秀和, 安息香酸ロジウム(II)およびピバル酸ロジウム(II)とピリミジンからなる新規錯体の合成と結晶構造及び吸着特性, 錯体分子素子研究センターシンポジウム(三田市), 2008年4月19日.
- (35) 半田 真, 佐仲綾, 井上麻美, 田中秀和, 池上崇久, 吉岡大輔, 御厨正博, ホルムアミジナートロジウム(II)二核を架橋二

座配位子で連結したポリマー錯体の構造と性質, 錯体分子素子研究センターシンポジウム, 関西学院大学(三田市), 2008年4月19日.

[図書] (計0件)
[産業財産権]
○出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

半田 真 (HANDA MAKOTO)
島根大学・総合理工学部・教授
研究者番号: 70208700

(2) 研究分担者

池上 崇久 (IKEUE TAKAHISA)
島根大学・総合理工学部・准教授
研究者番号: 00379033

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

