

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26410075

研究課題名(和文)カプセル状分子集合体を形成する環状三核錯体を用いた新規磁性イオン液体の開発

研究課題名(英文)Development of New Magnetic Ionic Liquids Obtained by Trinuclear Macrocyclic Complexes which Form Molecular-Capsule

研究代表者

鯉川 雅之(Koikawa, Masayuki)

佐賀大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：90221952

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、三角ピラミッド構造を有する三核錯体をカプセルモジュールとして用い、これをイオン液体化することでカプセル構造を動的に制御する研究を行った。架橋性5座配位子を用いて結晶性のMn(III)2Cu(II)ヘテロ金属三核錯体を得た。モル電気伝導度測定から本錯体は1:1電解質であることが確認された。アニオン性錯イオン構造を有するイオン性化合物であることが確認されたがイオン液体化に至らなかったため、一回り小さな類似三核錯体を用いてイオン液体化に取り組んだところ、高粘度ではあるが[Mn₃(L)₃(O)(MeOH)₃](TFMSI)の組成を持つ磁性流体の調整に成功した。

研究成果の概要(英文)：New trinuclear metal complexes with unique macrocyclic structures have been obtained. These complexes form capsule conformations with a large cavity by aggregation of enantiomer-pairs in crystal packing. In this study, we performed the dynamic controls of the capsule conformation of these trinuclear complexes which prepared as magnetic ionic liquids. The complex including Mn(III)2Cu(II) hetero-metal core is obtained as an ionic complex, which show typical molar conductivity for 1:1 electrolytes. In order to isolate pure ionic liquid, we prepared smaller trinuclear complexes by using another tridentate ligand. The counter ions of this ionic compound have been exchanged by bis(trifluoromethanesulfonyl)imide anions, then viscous oily substance has been obtained. The analyzed formula for this liquid is represented as [Mn₃(L)₃(O)(MeOH)₃](TFMSI). The obtained compound is a new magnetic ionic liquid. It is suggested the obtained ionic liquid can be applied as new magnetic fluid.

研究分野：無機化学

キーワード：多核錯体 分子磁性 カプセル構造 イオン液体 磁性流体

1. 研究開始当初の背景

ナノ細孔を有する分子あるいは秩序構造の構築は科学技術基本政策であるナノテクノロジーの重要課題であり、既成概念にこだわらない多面的な研究展開が望まれている。我々は平成 23~25 年度の基盤研究(C)において、新規架橋性 5 座配位子による一辺約 1.5nm の三角ピラミッド型三核金属錯体の自己組織化によるカプセル状分子集合体の構築に成功した。本研究において、これらのカプセル構造体が優れた構造モジュールとして働き、磁性錯体を包接したヘテロ金属分子集合体においては、ゲスト錯体とカプセルユニット間での磁氣的相互作用により、カプセルユニットの磁性制御が可能であることを明らかにした。しかしながら、固相中では動的な磁性制御は困難であり、本錯体のカプセル構造を利用して内包分子による動的なスイッチング機能を実現させるためには、液相中での活用法の開発が望まれる。

2. 研究の目的

カプセル空間の化学はシクロデキストリンやカリックスアレーンなどを用いて広く行われているが、本研究でとりあげた構造モジュールは構築モジュール自体に触媒活性や分子磁性を持たせることが可能である。従って、これをイオン液体化あるいは高濃度溶液化して動的に構造制御することで、単なるフレーム構築の研究に留まらずフレーム自体を利用した新しい反応場や新素材の開発が期待できる。

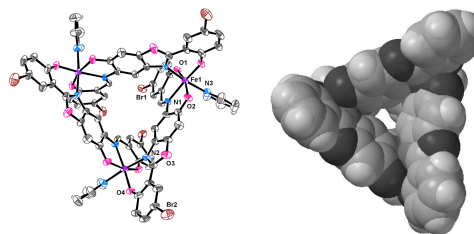
今回目的とするカプセル状化合物には以下のような特色をあげることができる。

- ベンゼン分子や水和イオンを十分に収容できる広いカプセル空間
- 三角構造をベースとするため、三回対称軸を有する分子(特に八面体構造)の選択的な分子認識
- 螺旋構造によるキラリティー
- カプセル構築モジュールが常磁性錯体
- カプセル構築モジュールは酸化還元活性
- モジュール中の金属イオン一部を置換可能

本錯体は無電荷の中性錯体であるが、酸化還元活性であることをこれまでの研究で確認しており、特にバナジウム錯体では電解還元によるイオン性固体の単離も行っている。そこで本研究では、価金属を含むヘテロメタル錯体あるいは電解還元による混合原子価錯体のような陰イオン性錯体を単離し、適切なカウンターイオンを見出すことでカプセルユニットを磁性イオン液体とし、これに八面体型単核遷移金属錯体のような種々の常磁性イオン種を内包させることで磁性制御を実現し、新規な磁性流体あるいは機能的磁性イオン液体の実現に取り組む。

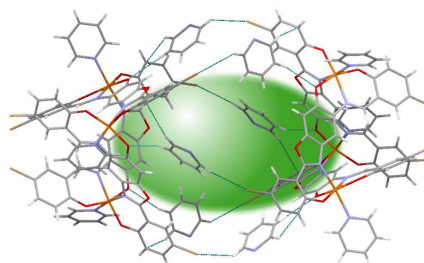
3. 研究の方法

(1) 構築素子となる三核金属錯体を、確立された手法で収率良く合成する。これまで単離同定されている錯種は Mn(III), Fe(III), V(V) であるため、価金属イオン Ni(II), Co(II) を一部導入したヘテロ金属錯体を新たに合成する。ヘテロ金属錯体は、以前の研究で Mn(III)2Fe(III)ヘテロメタル錯体の単離に成功しているため、この経験を生かして合成を進める。これと並行して、三核 Mn(III)錯体の電解還元による混合原子価錯体の単離を試みる。バナジウム錯体では還元型の混合原子価種の単離に成功しているが、マンガン錯体は還元電位がバナジウム錯体に比べてやや高電位であるため、電解単離が困難な場合はバナジウム錯体を代替品として用いて研究を進める。また分子集合体への会合を起りやすくするためにカルボキシル基や水酸基を導入した配位子や、比較として逆に立体障害のためカプセル化し難いと考えられる配位子などを新たに合成し、これらによる新規三核錯体を単離する。



三核錯体[Fe₃(L5-Br)₃(py)₃]

(2) 続いてカプセル化実験に移行する。包摂可能な分子・イオンの条件を検討し、カプセル状構造を有する集合体の単離を行う。ホスト錯体の対称性から、適合しやすいゲストは C₃ 対称性を有する分子であると予想されるため、八面体構造の種々の単核錯体を主なターゲットとし、分子サイズと電荷状態を考慮しながら系統的にスクリーニングして結晶化を行い X 線結晶構造解析により確認する。この結果から、ヘテロ金属の組み合わせや混合原子価状態の酸化数を調整し、カプセル空間の様子などを総合的に評価する。



[Fe₃(L5-Br)₃(py)₃]が形成するカプセル構造

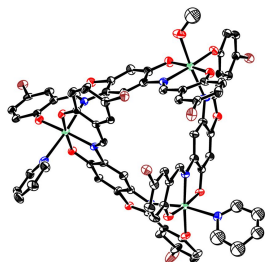
(3) 次に、得られた錯体の磁性イオン液体化とその磁性制御に取り組む。カプセルユニットとなる陰イオン性錯体の電荷やサイズに応じて種々のイミダゾリウムイオンと組み合わせ、単純に評価できる粘度や融点といっ

た基本物性から検討を始め、できるだけ常温付近で低粘度の液体となるものを見つけ出し、その分光学的性質・電気化学的性質・磁気的性質を評価する。こうして磁性イオン液体化したカプセルユニットの基本的性質を明らかにしたうえで、次にゲスト分子となる C_3 対称性を有する常磁性金属錯体をイオン液体に溶解させ、物性の変化を系統的に調べていく。基本的には溶液物性となるので、具体的には分光測定からカプセル形成状態を評価し、溶液磁化率や ESR 測定から磁性イオン液体としての有効性を評価する。

並行して、外部磁場や光刺激に応答して物性変化が可能なスイッチング機能の付加について検討を行う。外部磁場に対しては、磁性イオンの大きさと分散状態から超常磁性を示すであろうことが予測されるため、これについてゲスト分子との組み合わせを変えながら評価する。

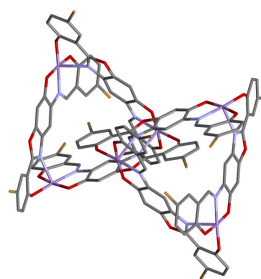
4. 研究成果

(1) 配位子骨格における芳香環上の置換基の異なる 3 種類の配位子 (H_3L5-H , H_3L5-Me , H_3L5-Br) を用い、電荷の異なる金属イオンを組み合わせたイオン性錯体の合成に取り組んだ。新たに合成に成功した Mn-Cu ヘテロ金属三核錯体は、 $NBu_4CuMn_2(L5-Br)_3(py)_4(H_2O)_9$ の組成を有する三核錯体であることが元素分析および蛍光 X 線分析により確かめられた。また、ピリジン溶液中でのモル電気伝導度測定から 1 : 1 電解質であることが確認され、上記組成と併せてアニオン性錯イオン構造を有するイオン性化合物であることが明らかとなった。X 線結晶構造解析の結果から、錯イオン部分は $[CuMn_2(L5-Br)_3(py)_2(H_2O)]^-$ であることが確認された。



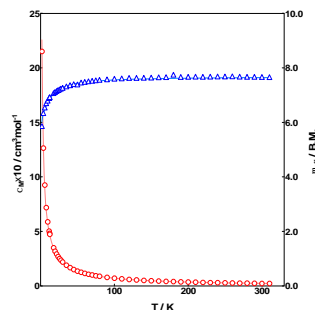
$[CuMn_2(L5-Br)_3(py)_2(H_2O)]^-$ の ORTEP

$[M_3(L5-X)_3(Solv)_3]$ 錯体は結晶中において三角ピラミッドを形成する際に、右巻きと左巻きのエナンチオマーが存在する。カプセル構造をつくる $[Fe_3(L5-Br)_3(py)_3]$ では、Fe 錯体は同一のキラリティーを持つ錯体ユニットが対を作ることから綺麗に組み合わさっているのに対し、本錯体ではエナンチオマー対が組み合わさっているためユニット同士がうまくかみ合わず、1 部がお互いの空孔に入り込んだ構造となっていた。これは錯体に 3 回対称軸が無いことが主要因と考えられる。



錯体ユニットの二量体構造

この錯体は磁化率の温度依存性を示す。300K における磁気モーメント 7.66 B.M. は、 $Cu(II)Mn(III)Mn(III)$ ユニットのスピンオーダー値に相当するが、温度の低下とともにモーメントは減少し 2K で 5.9 B.M. まで低下する。この磁気挙動を $S = 2 + 2 + 1/2$ の三角モデルに基づく理論式を用いて解析を行ったところ、 $J = -1.5 \text{ cm}^{-1}$, $J' = -0.35 \text{ cm}^{-1}$, $g = 2.100$ という値が得られたことから、金属イオン間には極めて弱い反強磁性的相互作用が働いていることが示された。



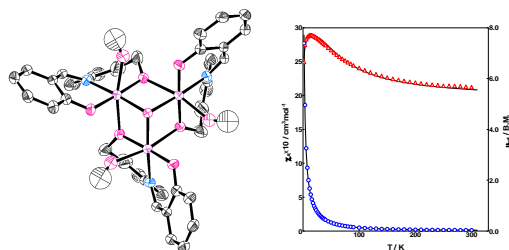
$[Mn_2Fe(L5-H)_3(DMF)_3] \cdot DMF$ が形成する会合構造

次に、本錯体のカウンターイオン交換によるイオン液体化を試みた。錯体と当モル量の 1-ブチル-3-メチルイミダゾリウムクロリドをピリジン中で反応させ濃縮することで赤褐色の微結晶を得た。得られた固体の融点は 150 度以上であったことから、ここで用いたカチオンではイオン液体化は実現できていないことが分かった。

また、Mn-Ni 系の錯体合成でも Ni:Mn の分析比が 1:2 となる化合物が得られているが、こちらの錯体は磁気モーメントが小さくまた温度依存性を示さないことから Ni(II) が平面構造をとり反磁性となっているものと考えられる。従って、目的としている三角ピラミッド構造ではなく平面型二核 Ni(II) ユニットが Mn(III) を介して連結した鎖状構造をとっているのではないかと推定された。

(2) カプセル構造にこだわらずに多核錯体をイオン液体化する試みとして、*N*-(2-ヒドロキシメチルフェニル)サリチリデンイミン類 (H_2L1-H) を配位子とする μ_3 -オキソ三核 Mn(III) 錯体 $[Mn_3(O)(L1-H)_3(solvent)_3]X$ ($X = Cl^-, NO_3^-$ 等の 1 価陰イオン) の電荷制御によるイオン液体化に取り組んだ。本錯体は、 m_3 -オキソ架橋部を中心とする 3 回対称軸を有し、

スピンフラストレーションに基づく強い強磁性的相互作用が存在する点を特徴としていることから、大きな磁価を有する磁性イオン液体の開発が期待できる。



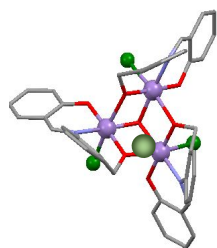
[Mn₃(O)(L1-H)₃(CH₃OH)₃]NO₃の構造と磁気挙動

[2-a] 陰イオン交換によるイオン液体化

本錯体は錯イオン部分がカチオンであるため、対イオンの陰イオン交換により直接イオン液体化を試みることができる。イオン液体化に比較よく用いられる幾つかの陰イオンを用いてイオン交換を行ったところ、ビス(トリフルオロメタンスルホニル)イミド(TFMSI)を用いた場合にのみ、高粘度の油状物質が得られることがわかった。元素分析結果も Mn₃(L1-H)₃(O)(MeOH)₃(TFMSI)の組成で表されることから、三核錯体構造を維持したイオン性化合物であることが示唆された。しかし、このままの状態では粘度の面で応用性に欠けるため、他の陰イオンへの交換により低粘度下を図る必要がある。

[2-b]陽イオン交換によるイオン液体化

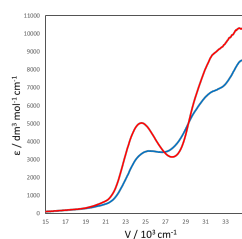
本錯体は錯体カチオン構造を有しているため、陰イオン交換によるイオン液体化が行えたが、イオン液体に適した陰イオンはバリエーションが少ないため汎用性・実用性に乏しい。そこで、錯体中の配位溶媒やオキソ架橋部分を陰イオン性配位子で置換することにより錯陰イオン化を試みた。下図に配位溶媒部分およびオキソイオンをハロゲンイオンで置換した錯体の予想構造を示す。本錯イオン構造は[Mn₃(L1-H)₃X₄]⁻で表され、1:1のイオン性化合物を形成すると考えられる。



[Mn₃(L1-H)₃X₄]⁻の推定構造

目的の三核 Mn(III)錯体を単離した後、真空乾燥により配位溶媒を除去した。これをアセトニトリル中で第4級アンモニウムイオンの塩化物と反応させ、(NBu₄)[Mn₃(L1-H)₃Cl₄]を単離した。元素分析は行っていないが、MnとClのモル比は蛍光X線分析結果から、そしてアセトニトリル中での電気伝導度測定

から1:1電解質であることがそれぞれ確認された。また、塩化物イオンの配位は置換前後の吸収スペクトルの比較から確かめられた。



ハロゲン置換前(青)と置換後(赤)の吸収スペクトル

このハロゲン置換体の陽イオン交換によるイミダゾリウムイオンへの置換を試みたが、高粘度流体化の傾向は見られるものの、現時点では混在する(NBu₄)Cl塩の除去に成功していない。原料のカチオンにK⁺を用いることで、イオン液体化後の精製が容易になると思われるので、原料合成方法の改善を行うことで純粋なイオン液体として精製が可能になると思われる。また、こちらの場合是对イオンとなるイミダゾリウムイオンの種類が多いため、これらのカチオン交換によりイオン液体の粘度や融点の調整が期待できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 15 件)

M. Yoshitake, M. Nishihashi, Y. Ogata, K. Yoneda, Y. Yamada, H. Sakiyama, A. Mishima, M. Ohba, M. Koikawa

Syntheses, structures, and magnetic properties of cubane-based cobalt and nickel complexes with *ONO*-tridentate ligands

Polyhedron, 査読有, *in press* (2017)

doi:10.1016/j.poly.2017.03.043

M. Yoshitake, K. Yoneda, Y. Yamada, and M. Koikawa

Synthesis and crystal Structure of a Tetranuclear Mn(III)-Ni(II) heterometal complex of *N*-(2-oxymethylphenyl)-salicylideneimine

X-ray Str. Anal. Online, 査読有, **32**, 1–2 (2016)

doi:10.2116/xraystruct.32.1

H. Sakiyama, M. Kato, S. Sasaki, M. Tasaki, E. Asato, M. Koikawa

Synthesis and magnetic properties of a dinuclear manganese(II) complex with two manganese(II) ions of C₂-twisted octahedral geometry

Polyhedron, 査読有, **111**, 32–37 (2016)

doi:10.1016/j.poly.2016.03.005

Y. Yamada, D. Koori, Y. Oshikawa, and M. Koikawa

Stereospecific interaction of optically active sulfur-bridged dinuclear Co(III)-Pt(II) complex with pseudo-enantiomeric

Co(III)-M(II) (M: Pd or Pt) Complex involving unequivalent π electronic system, *Inorg. Chim. Acta*, 査読有, **450**, 225–231 (2016)
doi:10.1016/j.ica.2016.06.002

T. Ishikawa, M. Yoshiki, T. Tanaka, K. Ogata, Y. Yamada, and T. Hanamoto
Regioselective synthesis of difluoromethylated oxazolidines and 2-imidazolines, *Synthesis*, 査読有, **48**, 1322–1330 (2016)
doi:10.1055/s-0035-1560414

T. Ishikawa, N. Kasai, Y. Yamada, T. Hanamoto
Difluoromethyl vinyl sulfonium salt: a one-pot access to difluoromethyl-containing cyclopropanes
Tetrahedron, 査読有, **71**, 1254–1260 (2015)
doi:10.1016/j.tet.2014.12.102

Y. Yamada, T. Nagasaki
Stereospecific π - π stacking interactions between pseudo-enantiomeric sulfur-bridged dinuclear Co(III)-Pd(II) and Co(III)-Pt(II) complexes of optically active penicillaminates
Polyhedron, 査読有, **89**, 110–115 (2015)
doi:10.1016/j.poly.2015.01.013

T. Nagasaki, K. Yoneda, M. Koikawa, Y. Yamada
Syntheses, crystal structures, and spectroscopic properties of mixed-ligand cobalt(III) complexes with optically active penicillaminates: Stereospecific interactions and spontaneous crystallizations depending on counter anions
Inorg. Chim. Acta, 査読有, **428**, 127–132 (2015)
doi:10.1016/j.ica.2014.12.030

Y. Yamada, T. Imari, D. Koori
Syntheses, crystal structures, and some spectroscopic properties of zinc(II) complexes with N_2O_2 ligands derived from *m*-phenylenediamine and *m*-aminobenzylamine
J. Coord. Chem., 査読有, **68**, 1433–1440 (2015)
doi:10.1080/00958972.2015.1018196

F. Kurosato, T. Ishikawa, Y. Yamada, T. Hanamoto
Convenient synthesis of *N*-tosyl-2-(difluoromethyl)aziridine and its application to the preparation of difluoromethyl- β -tryptamine analogues
Synlett., 査読有, **26**, 1827–1830 (2015)
doi:10.1055/s-0034-1381008

H. Ōkawa, M. Sadakiyo, K. Otsubo, K. Yoneda, T. Yamada, M. Ohba, H. Kitagawa
Proton conduction study on water confined in channel or layer networks of $La^{III}M^{III}(ox)_3 \cdot$

$10H_2O$ (M = Cr, Co, Ru, La)
Inorg. Chem., 査読有, **54**, 8529–8535 (2015)
doi:10.1021/acs.inorgchem.5b01176

T. Ikeue, N. Sawada, N. Matsumoto, A. Miyazaki, T. Sugimori, M. Koikawa, I. Hiromitsu, K. Yoshinoe, M. Mikuriya, Y. Kataoka and M. Handa
Synthesis and magnetic properties of an annulated dinuclear copper(II) phthalocyanine peripherally having 2,6-dimethylphenoxy substituents
J. Porphyrins Phthalocyanines, 査読有, **18**, 708–714 (2014)
doi:10.1142/S1088424614500485

T. Nagasaki, Y. Miyoshi, M. Koikawa, Y. Yamada
Stereospecific π - π stacking interactions between pseudo-enantiomeric sulfur-bridged dinuclear Co(III)-Pd(II) and Co(III)-Pt(II) complexes with optically active propanediamines
J. Coord. Chem., 査読有, **67**, 1639–1651 (2014)
doi:10.1080/00958972.2014.919387

M. Yoshiki, R. Ishibashi, Y. Yamada, T. Hanamoto
 TiF_4 -Mediated regioselective cycloaddition of 2-(trifluoromethyl)-*N*-tosylaziridine to nitriles
Org. Lett., 査読有, **16**, 5509–5511 (2014)
doi:10.1021/ol502331a

D. Aravena, Z. A. Castillo, M. C. Munoz, A. B. Gaspar, K. Yoneda, R. Ohtani, A. Mishima, S. Kitagawa, M. Ohba, J. A. Real and E. Ruiz
Guest modulation of spin-crossover transition temperature in a porous iron(II) metal-organic framework: Experimental and periodic DFT studies
Chem. Eur. J., 査読有, **20**, 12864–12873 (2014)
doi:10.1002/chem.201402292

[学会発表](計20件)

梅本祐介・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
長鎖アルキル連結型配位子による多核金属錯体の合成と性質
錯体化学会第66回討論会
平成28年9月10～12日, 福岡大学

緒方康真・吉武恵・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
N-(2-ヒドロキシメチルフェニル)サリチリデンイミンによる Co-Ni ヘテロ金属多核錯体の構造と磁性
錯体化学会第66回討論会
平成28年9月10～12日, 福岡大学

押川雄紀・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
配位可能部位の空間的隔たりが異なる N_2O_2 型配位子から誘導される Zn(II)錯体の構造および分光学的性質

錯体化学会第 66 回討論会
平成 28 年 9 月 10~12 日, 福岡大学
森健吾・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
1,2-Propanediamine から誘導される光学活
性な分岐状六座配位子を含む Y(III)錯体の
分光学的性質
錯体化学会第 66 回討論会
平成 28 年 9 月 10~12 日, 福岡大学
居石和己・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
ポルフィリンとアニオン性補助配位子を
用いた銅錯体の合成と性質
錯体化学会第 66 回討論会
平成 28 年 9 月 10~12 日, 福岡大学
原田滉平・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
架橋性金属ポルフィリンを基盤とした二
ツケル錯体の合成と性質
錯体化学会第 66 回討論会
平成 28 年 9 月 10~12 日, 福岡大学
M. Yoshitake, Y. Ogata, M. Nishihashi, K.
Yoneda, Y. Yamada, H. Sakiyama, and M.
Koikawa
Syntheses, structures, and magnetic properties
of tetranuclear cobalt and nickel complexes
with *ONO*-tridentate ligands
第 15 回分子磁性国際会議 (ICMM2016)
平成 28 年 9 月 5~8 日, 仙台国際センター
押川雄紀・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
ジアニンから誘導される N₂O₂ 配位子を
含む螺旋型 Zn(II)錯体の捩れ源に依存し
た構造および分光学的特性
第 53 回化学関連支部合同九州大会
平成 28 年 7 月 2 日, 北九州国際会議場
小林和矢・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
フルオレン骨格を有する N₂O₂ 型配位子を
用いた Zn(II)錯体の合成と分光学的性質
第 53 回化学関連支部合同九州大会
平成 28 年 7 月 2 日, 北九州国際会議場
木村孝弘・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
1-Phenylethylamine から誘導される光学活
性二座配位子を含む混合配位子 Ni(II)錯体
の構造特性
第 53 回化学関連支部合同九州大会
平成 28 年 7 月 2 日, 北九州国際会議場
野上雄大・米田宏・鯉川雅之・山田泰教
キレート型ジホスフィンを含む混合配位
子 Cu(I)錯体の合成と性質
第 53 回化学関連支部合同九州大会
平成 28 年 7 月 2 日, 北九州国際会議場
梅本祐介・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
2-オキサゾリルフェノレート型配位子に
よるオキソバナジウム(IV)錯体の合成と
性質
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
吉武 恵・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
N-(2-ヒドロキシメチルフェニル)サリチリ
デンイミンによるヘテロ金属多核錯体の
構造と磁気的性質

錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
森 健吾・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
光学活性な分岐状六座配位子を含む Y(III)
および Tb(III)錯体の構造および分光学的
性質
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
小林和矢・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
フルオレン骨格を有する N₄ 型配位子を用
いた螺旋型多核錯体の構築
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
木村孝弘・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
1-Phenylethylamine から誘導される光学活
性二座配位子を含む複核 Ni(II)錯体の合成
と反応性
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
押川雄紀・森田 諒・米田宏・山田泰教・
鯉川雅之
Thiodianiline から誘導される多座配位子を
含む多核 Cu(II)錯体の合成と性質
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
郡 大心・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
異種平面型ユニットで構成される擬鏡像
性硫黄架橋二核錯体間の立体特異的集積
化と CD 特性
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
北島誠人・米田宏・山田泰教・鯉川雅之
磁気的安定性を有する多孔性配位高分
子のゲスト分子の脱着制御
錯体化学会第 65 回討論会
平成 27 年 9 月 21~23 日, 奈良女子大学
西橋桃子・松永龍嗣・山下裕美・米田宏・
山田泰教・鯉川雅之
N-(2-ヒドロキシメチルフェニル)サリチリ
デンイミンによるキュバン型四核 Ni(II)錯
体の構造と磁性
錯体化学会第 64 回討論会
平成 26 年 9 月 18~20 日, 中央大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鯉川 雅之 (KOIKAWA, Masayuki)
佐賀大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号: 9 0 2 2 1 9 5 2

(2) 研究分担者

山田 泰教 (YAMADA, Yasunori)
佐賀大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号: 2 0 3 5 9 9 4 6

米田 宏 (YONEDA, Kou)
佐賀大学・大学院工学系研究科・助教
研究者番号: 5 0 6 2 2 2 3 9