略歴

小島　憲道

学歴

１９６８年３月１１日　鳥取県立鳥取西高等学校　卒業
１９６８年４月　１日　京都大学理学部　入学
１９７２年３月２４日　同　化学科　卒業
１９７２年４月　１日　京都大学大学院理学研究科化学専攻　修士課程　入学
１９７４年３月２３日　同　修了
１９７４年４月　１日　同　博士課程　進学
１９７７年３月２３日　同　博士課程　所定単位取得退学
１９７８年３月２３日　学位取得（京都大学　理学博士）

職歴

１９７７年１２月１日～１９７８年１１月３０日
ＮＨＫ放送科学基礎研究所　博士研究員
１９７９年４月１日～１９８０年３月３１日
日本学術振興会　奨励研究員
１９７９年４月１日～１９８１年３月３１日
京都大学教養部化学科　非常勤講師
１９８１年４月１日～１９８４年３月３１日
神戸常盤短期大学衛生技術科　専任講師
１９８４年４月１日　京都大学理学部化学科　助手
１９９２年３月１日　同　助教授
１９９３年４月１日～１９９３年９月３０日
独国・マールブルク大学　文部省在外研究員
１９９４年５月１日　東京大学教養学部・基礎科学科第一　教授
１９９６年４月１日～２０１５年３月３１日
東京大学大学院総合文化研究科・広域科学専攻　教授
２００５年４月１日～２００７年２月 15 日
東京大学大学院総合文化研究科・副研究科長／教養学部・副学部長
２００６年４月１日～２００９年２月１５日
東京大学評議員
２００７年２月 16 日～２００９年２月 15 日
東京大学大学院総合文化研究科長／教養学部長
２００９年４月１日～２０１１年３月３１日
東京大学　理事
２００９年４月１日～２０１２年３月３１日
東京大学　副学長
２０１１年４月１日～２０１３年３月３１日
東京大学　環境安全本部長
２０１５年３月３１日　東京大学　定年退職
２０１５年６月　東京大学　名誉教授
２０１５年４月１日　豊田理化学研究所　フェロー

研究・教育活動等

１）所属学会
日本化学会、日本物理学会、分子科学会、錯体化学会、メスバウアー分光研究会、日本中間子学会

２）評価委員，審査委員等
・神戸大学大学院理学研究科・理学部　外部評価委員 (2009, 2014)
・東京大学大学院総合文化研究科・広域科学専攻　外部評価委員 (2018)
・分子科学研究所　外部評価委員 (2009)
・理化学研究所　共同利用審査委員 (2015 - 2018)
・日本学術振興会　専門委員会委員 (2015 -)
・公益財団法人・日本科学協会　専門委員会委員 (2016 -)
・メスバウアー分光研究会　会長 (2013-2014)
・Current Inorganic Chemistry, Bentham Publisher: Regional Editor (2012 - 2018)

３）客員教授
早稲田大学・理工学部 (2005)、分子科学研究所 (2005-2006)、九州大学・先導物質化学研究所 (2015)

４）客員研究員：理化学研究所・仁科センター (2011-2013)

５）非常勤講師
京都大学、東京工業大学、東京都立大学、東京理科大学、お茶の水女子大学、信州大学、大阪市立大学、熊本大学、中央大学、神戸大学、南京大学

６）学会組織委員等
・Int. Conf. Science and Technology of Synthetic Metals (ICSM1986) (1986, Kyoto) Organizing Committee
・Int. Conf. Low Temperature Physics (LT18) (1987, Kyoto) Local Committee
・Int. Symp. Magneto Optics (1987, Kyoto) Organizing Committee
・分子構造総合討論会（2000，東京）組織委員
・錯体化学討論会（2002，東京）組織委員
・菅野シンポジウム (1997-2001)：組織委員
・第Ⅱ期菅野シンポジウム (2005-2009)：組織委員（代表幹事）
・Int. Symp. Cooperative Phenomena of Assembled Metal Complexes (2001, Osaka)

Organizing Committee

・Int. Conf. Mössbauer Effect and Its Application 2011 (ICAME 2011, Kobe): Organizing committee (Secretary General)

・Int. Symp. Jahn-Teller Effect 2012 (JT　2012, Japan): Organizing Committee

・XXIVth Int. Conf. Coordination Chemistry and Bio-inorganic Chemistry (2013, Slovakia): Advisory Board

・International Winter School of Coordination Chemistry (Poland), Int. Advisory Board

・Int. Conf. Molecular Magnetism 2016 (ICMM 2016, Japan), National Advisory Board

・Int. Conf. Atomic and Nuclear Physics 2016 (2016, USA): Organizing Committee

・Int. Conf. Coordination Chemistry2016 (ICCC2018) (2018, Sendai) National Advisory Board

・9th TOYOTA RIKEN Int. Workshop: New Developments and Prospects for the Future of Mossbauer Spectroscopy (IWMS2018) (2018, Nagoya) Organizing Committee (Chairman)

７）教育活動

・公益財団法人グルー・バンクロフト奨学金：評議員 (2011 -)

・学校法人立教女学院：監事 (2017 -)

これまでの主な研究成果

小島憲道

遷移金属錯体を中心とする分子集合体は、金属イオンの多彩な光学的性質や磁気的性質、配位子の持つ次元性の制御機能など、無機物質および有機物質の優れた特徴を併せ持っている。これまで金属錯体のこれらの特徴を最大限に活用し、下記に紹介する集積型遷移金属錯体の開発とその物性研究を行ってきた。

【遷移金属化合物における磁気光学の研究】(1976-1995)

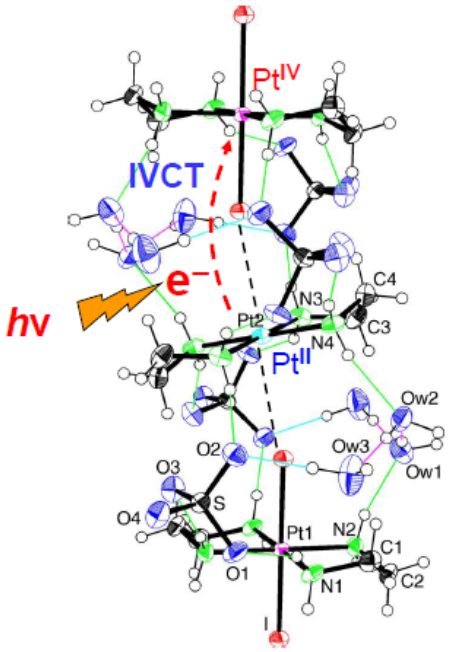
磁性イオンが規則的に配列した遷移金属化合物における d-d 遷移や f-f 遷移は、励起子として結晶の中を伝播し、またスピンの反転はスピン波（マグノン）や磁気ソリトンとして結晶中を伝播する。磁気整列状態にある遷移金属化合物において，磁気相互作用が強ければ，マグノンと *d-d* 遷移に基づく励起子が結合した励起子・マグノン同時励起が観測される。磁性の分野において，主として中性子の非弾性散乱の実験で調べられていた磁気励起の挙動を分光学的手段で調べることができるという大きな意義をもっていることから、様々な遷移金属化合物を対象に、配位子場遷移（d-d 遷移や f-f 遷移）に基づく励起子、励起子・マグノン同時励起、磁気ソリトン、スピンフラストレーション系の磁気励起など、磁性体における素励起の振舞いを分光学の視点で研究してきた。これらの重要な成果は下記の著書に紹介している。“Magneto-Optics” ed. S. Sugano and N. Kojima (Springer, 2000),『新しい磁気と光の科学』菅野暁・小島憲道・佐藤勝昭・対馬国郎／編（講談社サイエンティフィク，2001），『金属錯体の現代物性化学』山下正廣・小島憲道/編（三共出版，2008）。

【白金混合原子価錯体における光誘起原子価交替の研究】(1986-1996)

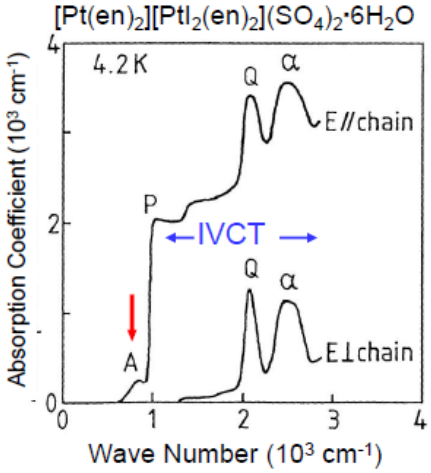
ウォルフラム赤色塩$[Pt^{II}(C_2H_5NH_2)_4][Pt^{IV}Cl_2(C_2H_5NH_2)_4]Cl_4\cdot 4H_2O$ に代表されるハ

ロゲン架橋一次元白金混合原子価錯体は Class(II)に分類される混合原子価錯体であり、Pu(II)から Pt(IV)への強い電荷移動吸収帯(IVCT)が可視領域から紫外領域にかけて現れる。この電荷移動吸収帯の吸収端には原因不明の弱い吸収スペクトルが多くの白金錯体で観測されてきた。我々は、$[Pt^{II}(en)_2][Pt^{IV}I_2(en)_2](SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ において、IVCT の吸収端に現れる原因不明の吸収スペクトルが著しい光誘起効果を示すこと、およびこの吸収スペクトルが光照射によって生成される原子価交替の不整合（ソリトン、ポーラロン）に由来していることを初めて発見し報告した。

ハロゲン架橋一次元白金錯体における光誘起ソリトンの発見



$[Pt(en)_2][PtI_2(en)_2](SO_4)_2 \cdot 6H_2O$の構造



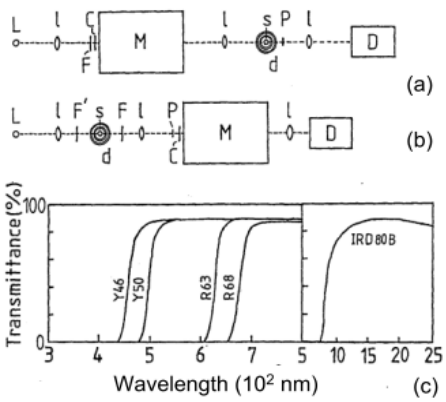
$[Pt(en)_2][PtI_2(en)_2](SO_4)_2 \cdot 6H_2O$の光吸収スペクトル

IVCT: Inter-valence charge transfer from Pt^{II} to Pt^{IV}.

N. Matsushita, N. Kojima, T. Ban, I. Tsujikawa, *J. Phys. Soc. Jpn.* **56**, 3808 (1987).

結晶の光吸収スペクトルを測定する場合、分光器で単色化した光を結晶に透過させて計測する光学配置(a)と光源の光（白色光）を結晶に透過させた後に分光器で単色化して計測する光学配置(b)がある。光学配置(b)で結晶の前に光学フィルターを取り付けると、IVCT の吸収端に現れる A 吸収帯が著しい光誘起効果を示す。

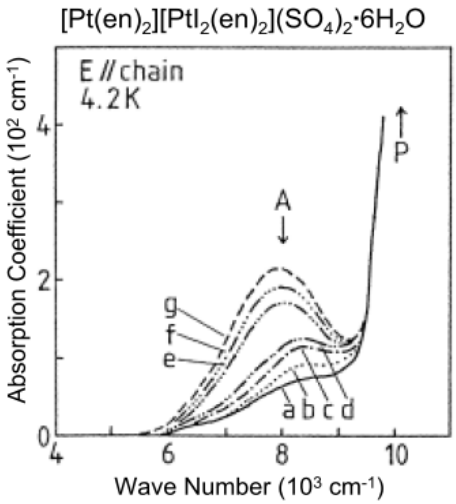
A bandの光誘起効果の発見



(a), (b): 光学配置

光学配置(b)で、結晶の前に光学フィルターを取り付けると著しい光誘起効果が現れた。

(c): 結晶の前に取り付けたフィルター



a: 光学配置(a)

b → f: 光学配置(b) & フィルターF'
(IRD80B→R68→R63→Y50→Y46)

g: 光学配置(b), フィルターF' なし

ハロゲン架橋一次元白金錯体
における光誘起ソリトンの発見

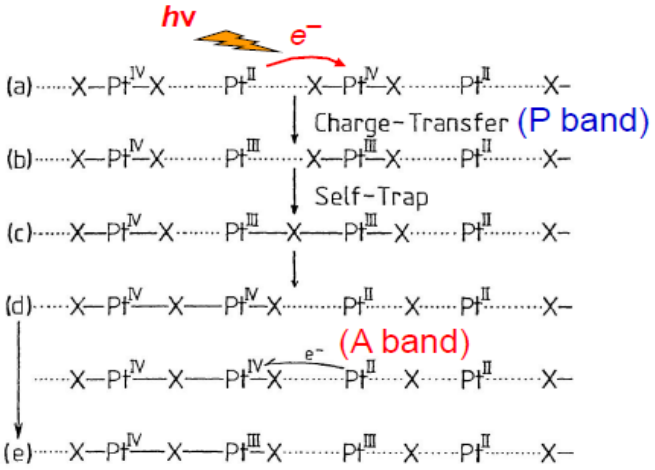


Fig. 5. A possible mechanism for the origin of the *A*-band in $[Pt(en)_2][PtI_2(en)_2](SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. (a) ground state, (b) intervalence charge-transfer exciton, (c) self-trapped exciton, (d) a mismatch of the Pt valence alternation, (e) another charge-transfer exciton.

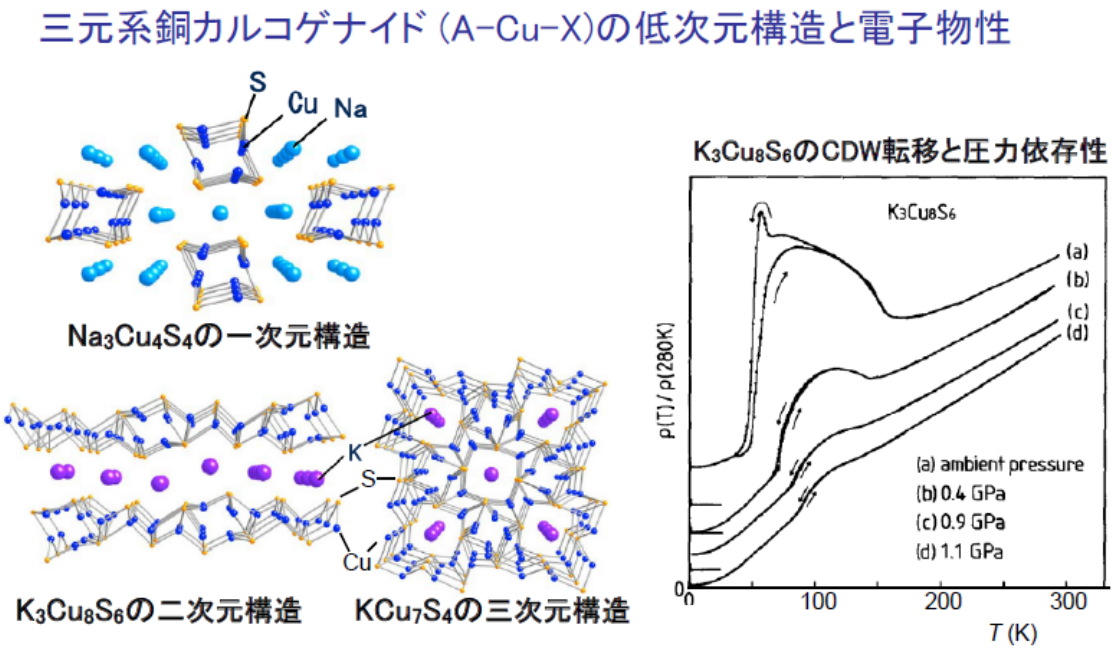
ソリトン: 原子価交替の不整合

N. Matsushita, N. Kojima, T. Ban, I. Tsujikawa, *J. Phys. Soc. Jpn.* **56**, 3808 (1987).

【混合原子価三元系銅カルコゲナイド A-Cu-X (A = Na, K, Rb, Cs; X = S, Se)の低次元構造と電子物性の研究】(1989-1994)

四角柱骨格$[Cu_4S_4]_\infty$と四面体 CuS_4 を構成要素とする三元系銅カルコゲナイド

A-Cu-X (A = Na, K, Rb, Cs; X = S, Se)は、合成条件によって三元系の組成比を制御することができ、様々な低次元骨格を形成する。図に代表的な構造を示す。$Na_3Cu_4S_4$ では、四角柱骨格$[Cu_4S_4]_\infty$が Na^+イオンによって隔てられており、特異な一次元構造を形成している。$K_3Cu_8S_6$ では、四角柱骨格$[Cu_4S_4]_\infty$と四面体 CuS_4 で構成された二次元層状構造を形成し、層間に K^+イオンがインターカレートしている。KCu_7S_4 では、四角柱骨格$[Cu_4S_4]_\infty$と四面体 CuS_4 で構成された三次元骨格と一次元ナノ空間を形成しており、 K^+イオンはナノ空間に挿入されている。これらの物質はすべて金属的振舞いを示すが、$K_3Cu_8S_6$ は電荷密度波(CDW)転移(170 K)による電気抵抗率の異常を示す。50 K 以下では、残ったフェルミ面により再び金属的振る舞いを示す。CDW 転移は、圧力の印加に伴って抑制され、1.1 GPa 以上の圧力下で殆ど消失することが明らかにした。



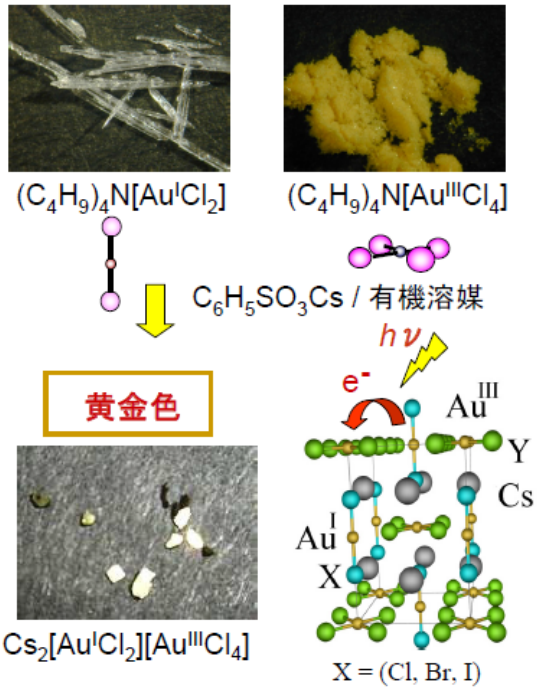
H. Sato, E. Igaki, T. Nakamura, T. Ban, N. Kojima, *Solid State Commun*. **71**, 793 (1989) , H. Sato, N. Kojima, K. Suzuki, T. Enoki, *J. Phys. Soc. Jpn.* **62**, 647 (1993), H. Sato, N. Kojima, S. Kagoshima, *J. Phys. Soc. Jpn*. **62**, 2051 (1993).

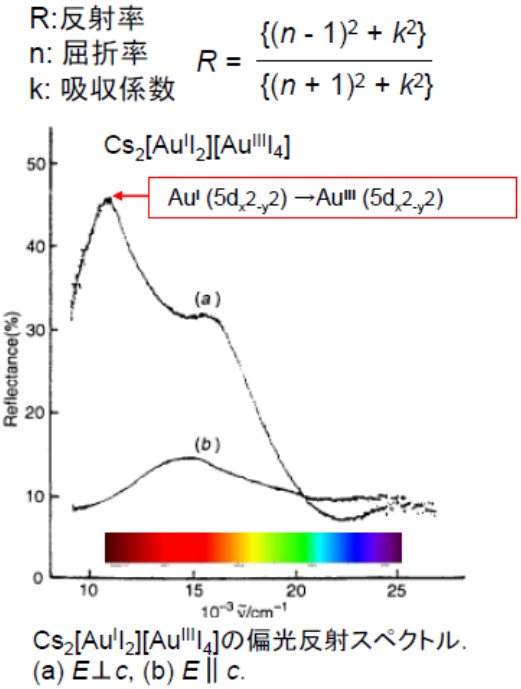
【金混合原子価錯体における圧力誘起および光誘起原子価転移の研究】(1995-2012)

ペロブスカイト型構造を有するハロゲン架橋金混合原子価錯体 $Cs_2[Au^IX_2][Au^{III}X_4]$ (X = Cl, Br, I)は、常圧では分子性結晶の性格を持つ絶縁体であるが、これまでに、① 圧力下で半導体-金属転移や金属-金属転移を起こすこと、 ② 圧力下で混合原子価状態 Au(I, III) から単一原子価状態 Au(II)へ原子価

転移を起こして 2 種類の金属相が出現すること、③ このうち単一原子価状態 Au(II)の立方晶金属相が準安定相として常温常圧下で取り出せることなどを見出してきた。単一原子価状態(Au(II)である立方晶金属相が準安定相として常温常圧下で取り出せることは、Au(I) → Au(III)電荷移動遷移に相当する光照射によって Au(I, III)混合原子価状態から Au(II)単一原子価状態に転移・凍結する可能性を示唆するものであり、光誘起絶縁体-金属転移の可能性を持っている。実際 $Cs[Au^{I}Br_2][Au^{III}Br_4]$において、Au(I)－Au(III)間電荷移動遷移に対応する光照射により混合原子価状態 Au(I, III)から単一原子価状態 Au(II)への光誘起相転移が発現していることをラマン分光法により見出した。これは、光で絶縁体を金属に変換できたことを示している。また、室温・真空中において、$Cs_2[Au^{I}Br_2][Au^{III}Br_4]$の表面領域で光誘起原子価転移が起こることを光電子分光法で見出している。

$Cs_2[Au^{I}X_2][Au^{III}X_4]$(X = Cl, Br, I)の黄金色: Au^{I}からAu^{III}への電荷移動による強い反射率

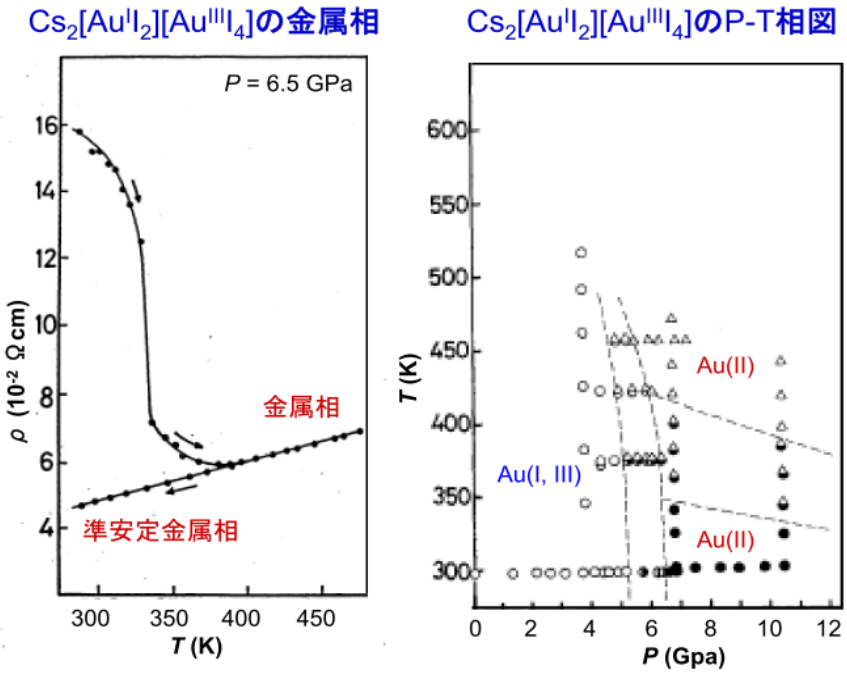




$Cs_2[Au^{I}I_2][Au^{III}I_4]$の偏光反射スペクトル.
(a) $E \perp c$, (b) $E \parallel c$.

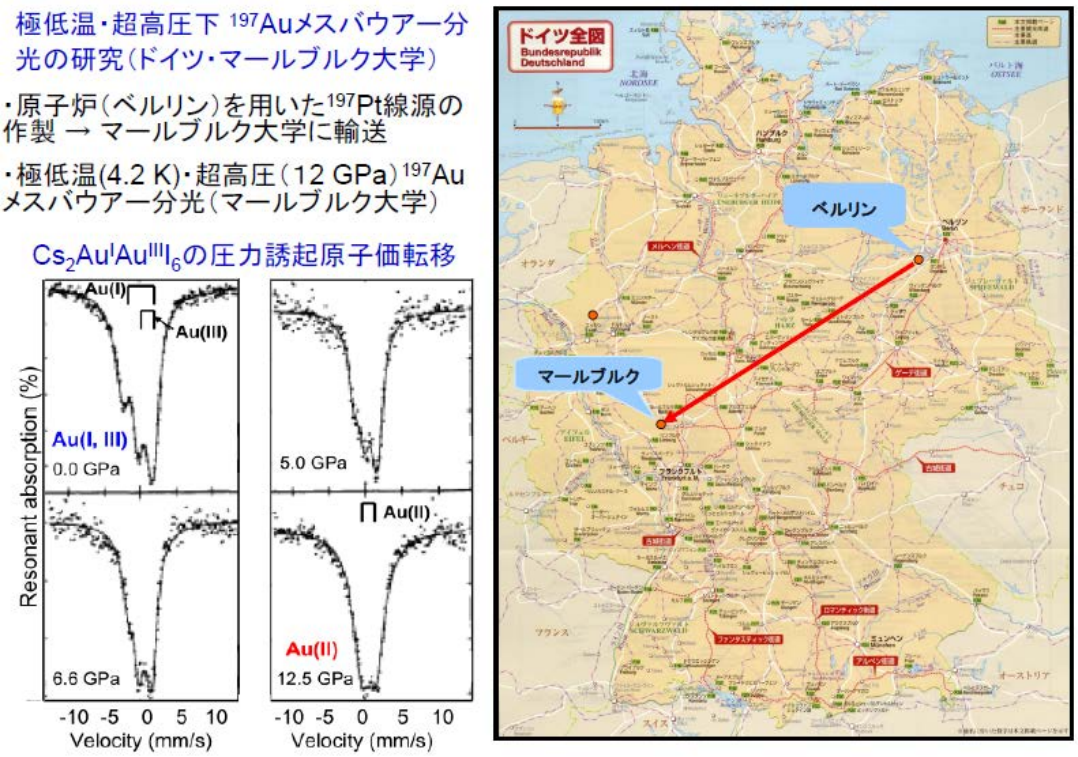
有機溶媒から合成した $Cs_2[Au^{I}Cl_2][Au^{III}Cl_4]$の単結晶および $Cs_2[Au^{I}I_2][Au^{III}I_4]$の単結晶偏光反射スペクトル。この方法を用いることにより、9 種類の金混合原子価錯体 $Cs_2[Au^{I}X_2][Au^{III}Y_4]$ (X, Y = Cl, Br, I)の合成が可能となった。

N. Kojima, H. Kitagawa, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 327 (1994), N. Kojima, K. Ikeda, Y. Kobayashi, M. Seto, *Mössbauer Effect Reference and Data Journal*, **36**, 57 (2013).

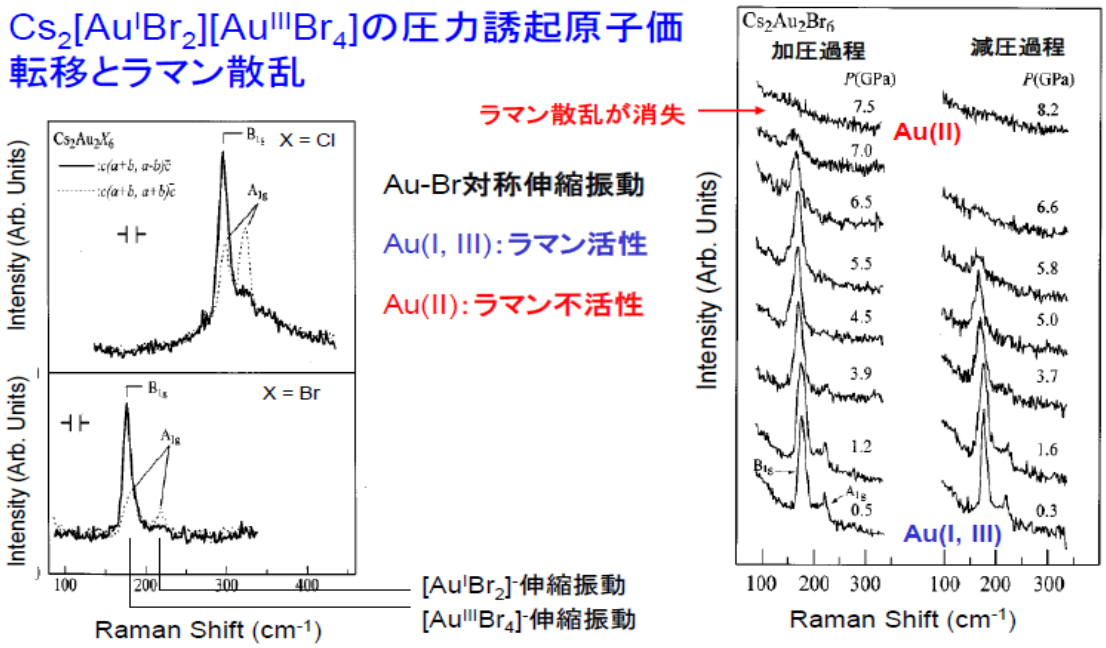


$Cs_2[Au^{I}I_2][Au^{III}I_4]$の圧力誘起金属相，準安定金属相および P-T 相図

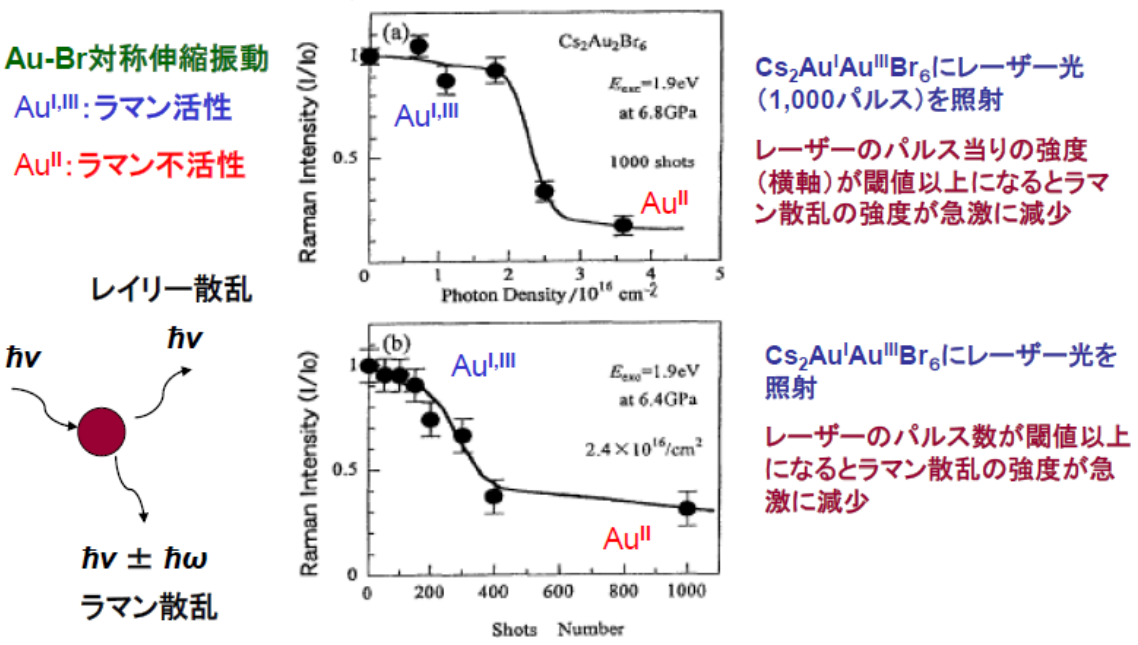
N. Kojima, H. Kitagawa, T. Ban, F. Amita, M. Nakahara, *Solid State Commun*. **73**, 743 (1990), N. Kojima, M. Hasegawa, H. Kitagawa, T. Kikegawa, O. Shimomura, *J. Am. Chem. Soc.* **116**, 11368 (1994).



S.S. Hafner, N. Kojima, J. Stanek and Li Zhang, *Phys. Lett*. A, **192**, 384 (1994).



X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, N. Kojima, *J. Chem. Phys.*, **110**, 9174 (1999).

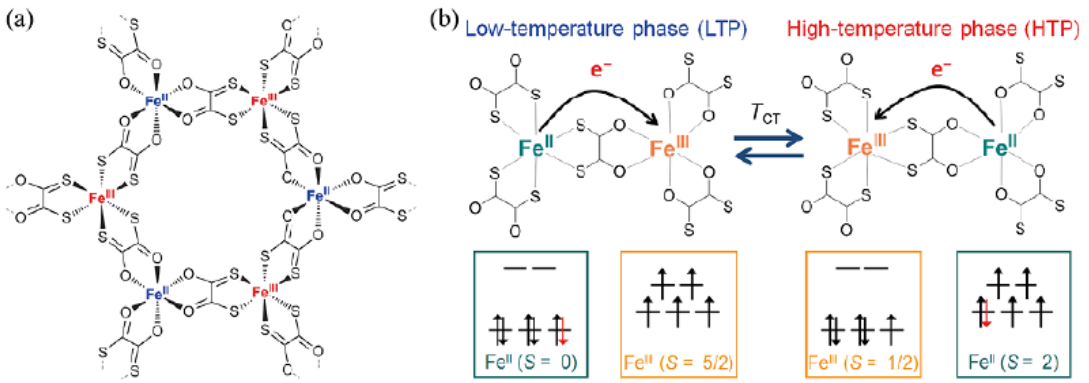


ラマン散乱による $Cs_2[Au^IBr_2][Au^{III}Br_4]$の光誘起 Au 原子価転移。$Au^I \rightarrow Au^{III}$ 電荷移動遷移に相当するレーザー光の強度またはパルス数が閾値を超えると光誘起 Au 原子価転移が起こる。

X.J. Liu, Y. Moritomo, M. Ichida, A. Nakamura, N. Kojima, *Phys. Rev. B* **61**, 20 (2000), N. Kojima, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **73**, 1445 (2000).

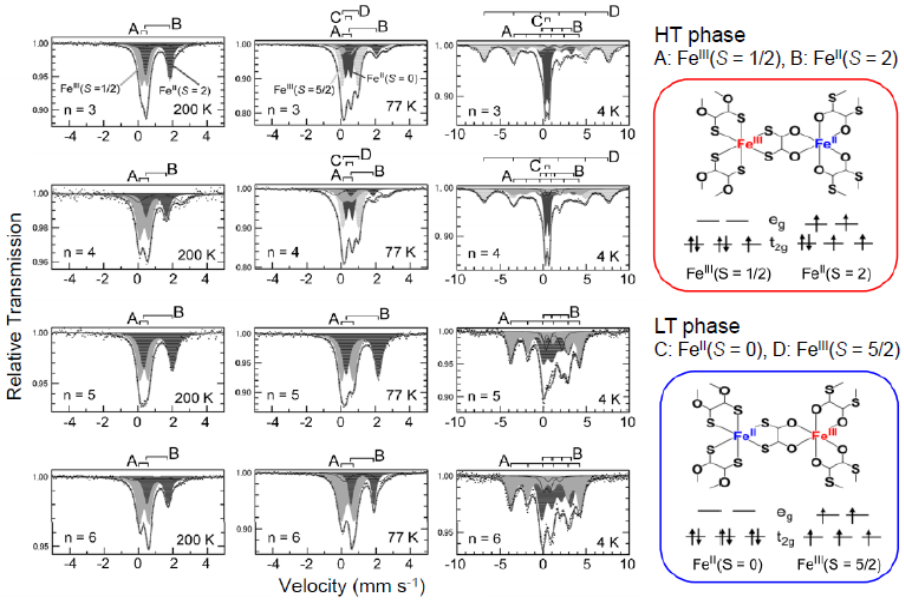
【鉄混合原子価錯体の電荷移動相転移と強磁性の研究】(2000-2018)

二次元蜂の巣構造を持つ鉄混合原子価錯体$(C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)は絶縁体であるが、温度を下げてゆくと約 120 K で電子が Fe(II)から Fe(III)に一斉に集団移動する電荷移動相転移を起こし、さらに低温で強磁性転移を起こすことを見出した。この現象は、鉄イオン周りの配位子場がスピンクロスオーバー領域にあるため、系全体の自由エネルギーを最安定化しようとするために発現する、これまでにない全く新しい型の相転移現象である。この系は、その層間に挿入する対カチオンのサイズを大きくすると、電荷移動相転移が抑制され、さらには強磁性転移温度が約 3 倍上昇することを明らかにした。このように層間に挿入する分子の大きさを変化させることで磁性が変化したことから、光照射によって体積の変わる光応答性分子を対カチオンにすることができれば、外部からの光照射に応答して電子が Fe(II)から Fe(III)に一斉に集団移動する光誘起電荷移動相転移の発現が可能となる。このような分子設計のもとで開発した $(SP)[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (SP = spiropyran cation)は、固体中でスピロピランが可逆的に光異性化を起こすことが明らかとなり、また、光照射により強磁性転移温度が 7 K から 22 K へ増幅することを見出した。これは、スピロピランの光異性化が発火点となり、金属錯体層$[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$で Fe^{II} から Fe^{III} に電子が一斉に集団移動する協奏的多重機能性が発現したことを示している。この現象は、視細胞に存在するロドプシンの構成要素であるレチナールの光異性化が発火点となり、視覚情報がロドプシンを通じて視神経に伝達される初期段階のメカニズムと極めて類似した現象である。



$(C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)における$[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]_\infty$蜂の巣構造および電荷移動相転移の模式図。

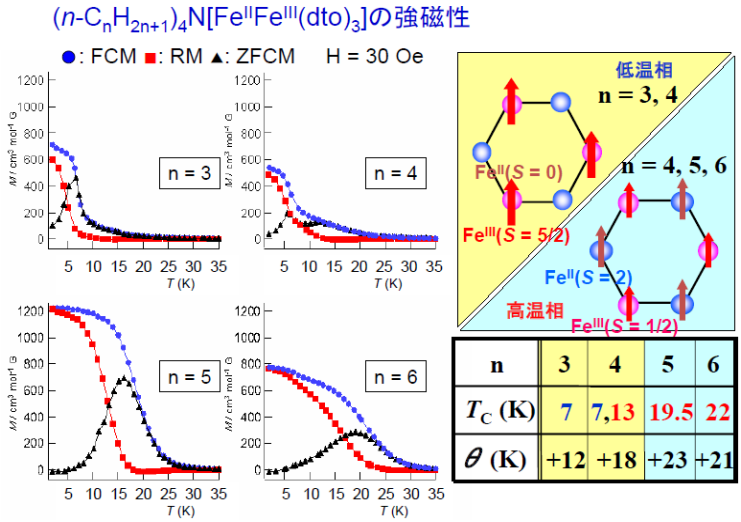
N. Kojima, W. Aoki, M. Itoi, Y. Ono, M. Seto, Y. Kobayashi and Yu. Maeda, *Solid State Commun.*, **120**, 165-170 (2001), T. Nakamoto, Y. Miyazaki, M. Itoi, Y. Ono, N. Kojima, M. Sorai, *Angew. Chem.Int. Ed.*, **40**, 4716-4719 (2001).



$(C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (n = 3-6)における ^{57}Fe メスバウアースペクトルの温度依存性。

n = 3, 4 では 200 K から 77 K の間で電荷移動相転移が起こり、^{57}Fe メスバウアースペクトルに著しい変化が現れる。7 K で低温相(LTP)由来の強磁性相が現れ、^{57}Fe メスバウアースペクトルには内部磁場による分裂が生じる。n = 5, 6 では常圧で電荷移動相転移は発現せず、約 20〜22 K で高温相(HTP) 由来の強磁性相が現れ、^{57}Fe メスバウアースペクトルには内部磁場による分裂が生じる。

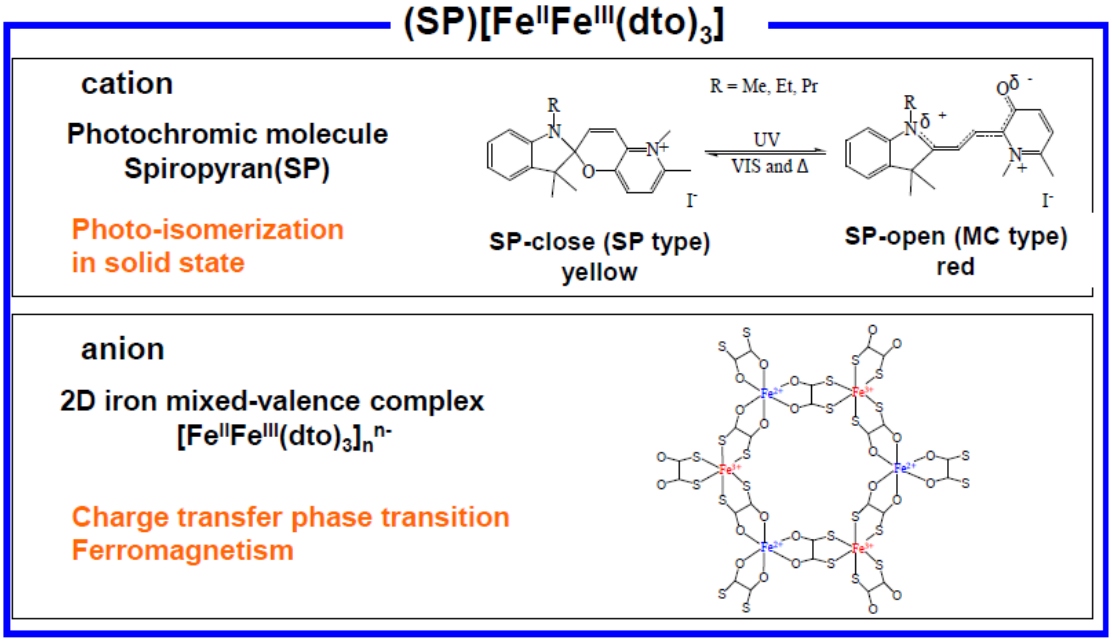
N. Kojima, N. Kida, A. Okazawa, M. Enomoto, *Mössbauer Effect Reference and Data Journal*, **35**, 154 (2012), N. Kojima, M. Itoi, Y. Miyazaki, *Current Inorg. Chem.*, **4**, 85 (2014).

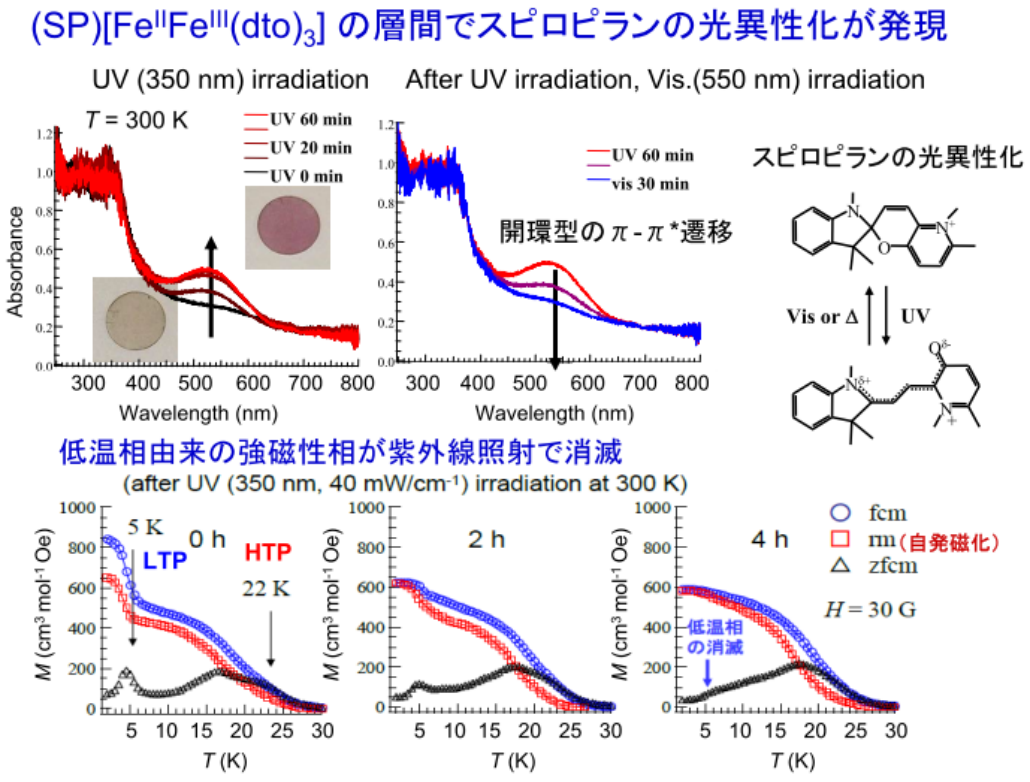


n	3	4	5	6
T_C (K)	7	7,13	19.5	22
θ (K)	+12	+18	+23	+21

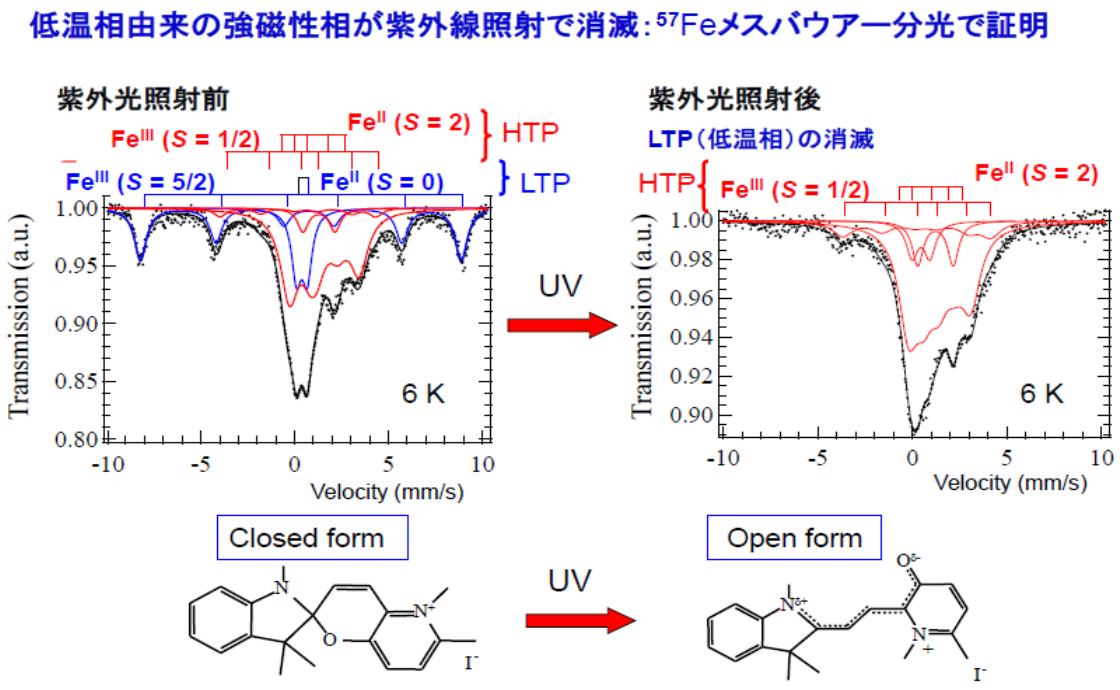
M. Itoi, Y. Ono, N. Kojima, K. Kato, K. Osaka, M. Takata, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 1198 (2006).

スピロピラン(SP)の光異性化と連鎖する電荷移動相転移の発現を目指した(SP)[$Fe^{II}Fe^{III}$(dto)$_3$]の分子設計

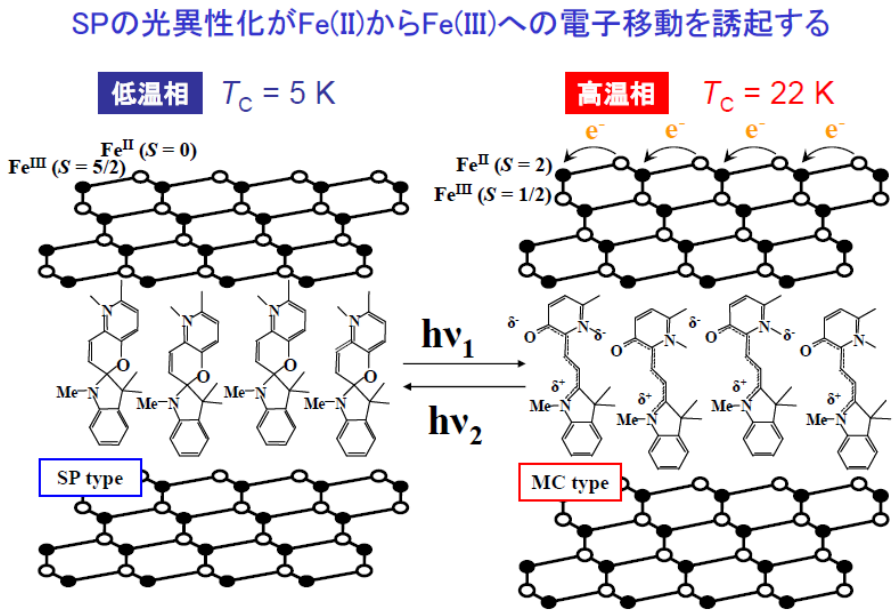




N. Kida, M. Hikita, I. Kashima, M. Okubo, M. Itoi, M. Enomoto, K. Kato, M. Takata, N. Kojima, *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 212 (2009).



N. Kida, M. Hikita, I. Kashima, M. Enomoto, M. Itoi, N. Kojima, *Polyhedron*, **28**, 1694 (2009).

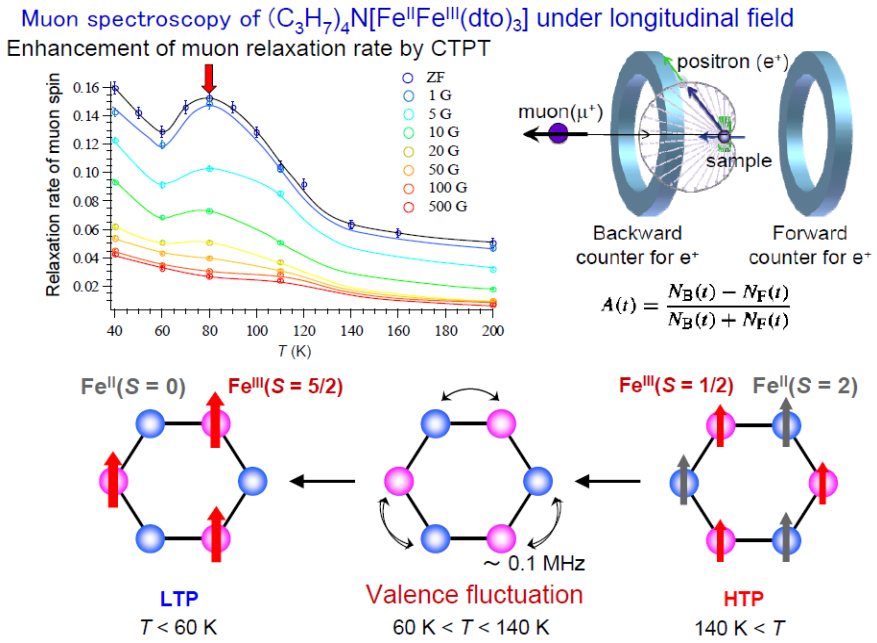


N. Kida, M. Hikita, I. Kashima, M. Okubo, M. Itoi, M. Enomoto, K. Kato, M. Takata, N. Kojima, *J. Am. Chem. Soc.*, **131,** 212-220 (2009).

【ミュオンスピン分光による電荷移動相転移の研究】(2007-2010)

^{57}Fe メスバウアー分光法では、$(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$の電荷移動相転移(CTPT)の温度領域で高温相と低温相が共存しており，Fe^{II} および Fe^{III} のシグナルは

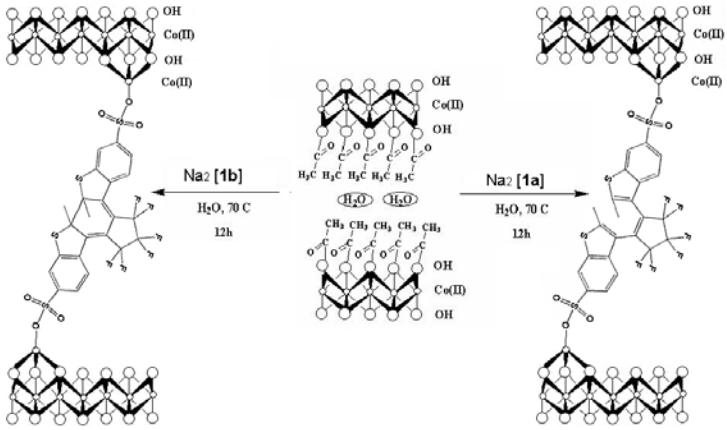
それぞれ明確に識別できる。このことは、CTPT の温度領域における原子価揺動の時間スケールは少なくとも ^{57}Fe メスバウアー分光の計測時間(～10^{-7} s)よりも遅い時間スケールであることを意味している。この結果を踏まえて、10^{-4}～10^{-11} 秒と幅広い時間窓を持つミュオンスピン分光 (μSR)により CTPT の動的挙動を調べた。ミュオンは素粒子の一種であり、生成したビームの進行方向に対して反平行に偏極したスピンを持つ。正電荷を持つミュオンを物質中にトラップさせると、ミュオンスピンは物質中のスピンによる内部磁場との相互作用により歳差運動を示しつつ半減期 2.2 μs で崩壊し、崩壊時に向いていたミュオンスピンの方向に陽電子を放出する。そのため、陽電子放出の空間分布 (asymmetry)の時間変化を調べることにより、内部磁場の分布や強度、時間的な揺らぎに関する情報を得ることができる。実験は英国の RAL (Rutherford Appleton Laboratory)に設置されている理研のミュオンビームライン(Port 2)で行った。図にミュオンスピン分光の原理と(n-C_3H_7)$_4$N[$Fe^{II}Fe^{III}$(dto)$_3$]の電荷移動相転移に起因するミュオンスピン緩和率の異常な増幅を示す。ミュオンスピン緩和率の異常な増幅は縦磁場を印加すると抑制され、やがて消滅して行くが、その振舞いから Fe 原子価揺動を解析することができる。140 K 以上では、電子が高温相のスピン配置で Fe サイトに局在しているが、140 K 以下では、あたかも Fe サイトが電子をキャッチボールするかのように Fe^{II}-Fe^{III} 間で原子価揺動が始まる。その周波数は温度を下げると高くなって行き、80 K で最大となる(0.1 MHz)。80 K 以下では、その周波数は低くなって行き、60 K では、電子は低温相のスピン配置で Fe サイトに再び局在する。



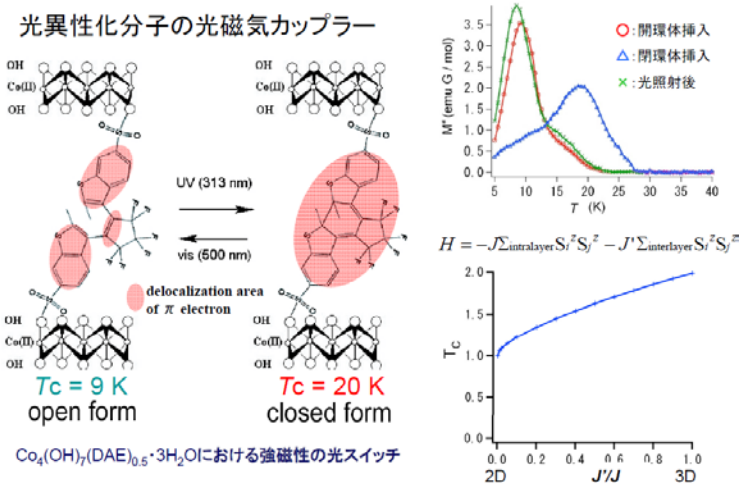
N. Kida, M. Enomoton, I. Watanabe, T. Suzuki and N. Kojima, *Phys. Rev. B* **77,** 144427 (2008),
M. Enomoto, I. Watanabe, N. Kojima, *Current Inorg. Chem.*, **6**, 49 (2016).

【コバルト水酸化物における強磁性の光制御】(2005-2016)

金属層状複水酸化物(Layered Double Hydroxide: LDH)は層間に挿入する分子の選択により多様な物性が発現する。我々はこの系の層間に光異性化分子を挿入することにより，層間分子の光異性化を媒介として磁気相転移の光制御を行ってきた。光異性化分子として、ジアリールエテン(DAE)の両端にスルホ基を付加してナトリウム塩とした後(Na$_2$[**1**])、Co$_2$(OH)$_3$(CH$_3$COO)･H$_2$O と反応させ、アニオン交換により Co$_4$(OH)$_7$(DAE)$_{0.5}$･3H$_2$O を合成することができる。このとき UV 照射せずに合成した場合には開環型光異性化分子(**1a**)が主に挿入され，UV 照射下で合成した場合には閉環型分子(**1b**)が主に挿入された塩が得られる。DAE の開環体が挿入された系では T_C = 9 K の強磁性を示すのに対し、DAE の閉環体が挿入された系では T_C = 20 K の強磁性を示す。閉環体 DAE の挿入による T_C の著しい増幅は閉環体における π 電子の非局在化によるものであり、DAE が光磁気カップラーとして働いている。実際、開環体 DAE が挿入された系に UV を照射すると、DAE が開環体から閉環体に光異性化し、T_C = 20 K の強磁性相が増幅される。



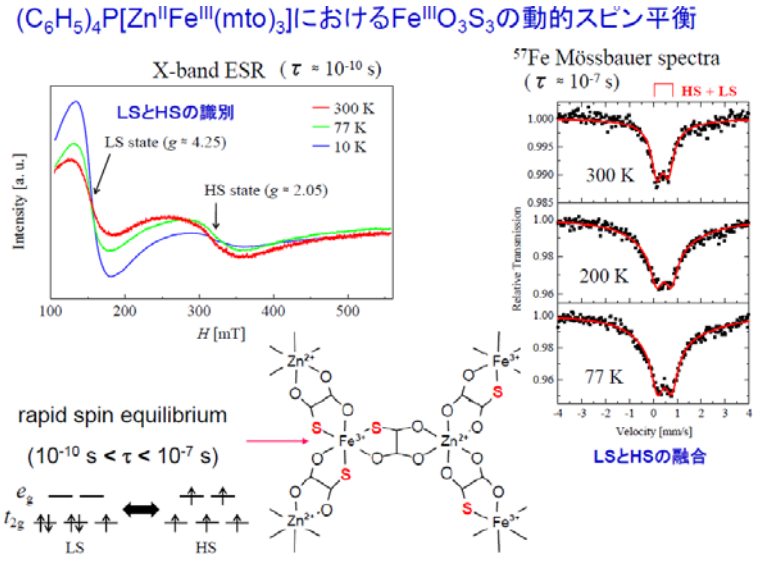
アニオン交換反応による Co$_4$(OH)$_7$(DAE)$_{0.5}$･3H$_2$O の合成



ジアリールエテン(DAE)の異性化による $Co_4(OH)_7(DAE)_{0.5}\cdot 3H_2O$ の強磁性の光制御
M. Okubo, M. Enomoto, N. Kojima, *Sold State Commun*., **134**, 777 (2005), H. Shimizu, M. Okubo, A. Nakamoto, M. Enomoto, N. Kojima, *Inorg. Chem*., **45**, 10240 (2006).

【動的スピン平衡が拓く新しい分子磁性の開拓】(2010-2018)

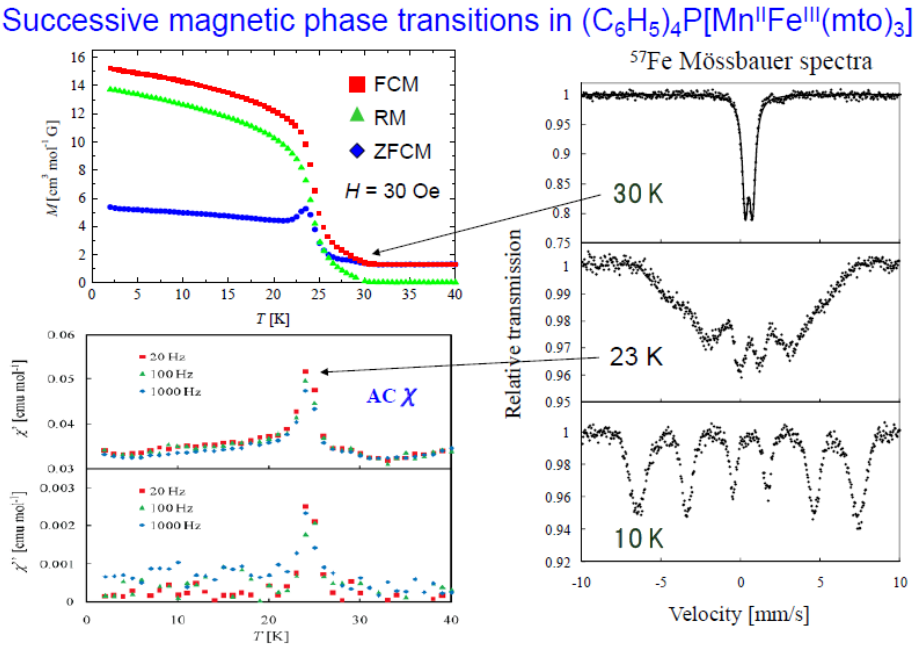
$Fe^{III}S_6$ は低スピン状態、$Fe^{II}O_6$ は高スピン状態をとることが一般的に知られているが、$Fe^{III}O_3S_3$ または $Fe^{II}O_3S_3$ が実現できれば、スピンクロスオーバー領域にある Fe 混合原子価状態とそれに伴う特異な磁気特性が期待できる。このような分子設計のもとで硫黄原子 3 個と酸素原子 3 個に囲まれたスピンクロスオーバー領域に位置する $Fe^{III}O_3S_3$ のサイトを有する$(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N$ $[M^{II}Fe^{III}(mto)_3]$ (M = Zn, Cd, Fe; mto = C_2O_3S) を開発した。この物質は、$(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$と同様に、二次元のハニカムネットワーク構造を形成しており、 Fe^{III} サイトにおける中心対称性の消失から、特異な誘電応答、非線形光学効果などの可能性が期待される。一連の研究の中で、$(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N[Zn^{II}Fe^{III}(mto)_3]$の X-band ESR 分光および ^{57}Fe メスバウアー分光測定を行い、$Fe^{III}O_3S_3$ サイトにおいて高スピン状態と低スピン状態が $10^{-10} < \tau < 10^{-7}$ 秒という速い時間スケールで入れ替わるスピン平衡（動的スピンクロスオーバー現象）が起こっていることを明らかにした。



K. Kagesawa, A. Okazawa, M. Enomoto, N. Kojima, *Chem. Lett*. **39**, 872 (2010).

3 個の硫黄原子と 3 個の酸素原子が Fe^{III} イオンに配位した $Fe^{III}O_3S_3$ サイトでは、基底状態として低スピン状態(S = 1/2)と高スピン状態(S = 5/2)が拮抗し、^{57}Fe メスバウアー分光の時間スケール(10^{-7} s)より速い時間スケールで高スピン状態と低スピン状態が入れ替わる現象（動的スピン平衡）が観測されることがある。この系では、$Fe^{III}O_3S_3$ サイト内で起こるスピン状態の動的スピン平衡と隣接する

磁性イオン間に生じる磁気相互作用の揺動（例えば強磁性相互作用と反強磁性相互作用の動的交替）が連鎖する物性現象など、未開拓の物性現象の発現が期待できる。このような動的スピン平衡は広義のスピンフラストレーションを引き起こすものであり、混合原子価錯体においては、連鎖して起こる原子価揺動と伝導性が予想される。この目的を遂行するため、配位子場がスピンクロスオーバー領域にある C_2O_3S で架橋した種々の集積型金属錯体 $A[M^{II}Fe^{III}(mto)_3]$(A = $(C_nH_{2n+1})_4N$, etc.; M = Mn, Fe, etc.; mto = C_2O_3S)を開発し、$Fe^{III}O_3S_3$ サイトの動的スピン平衡現象が金属イオン間磁気相互作用の揺動と磁気相転移に及ぼす効果について研究を行っている。



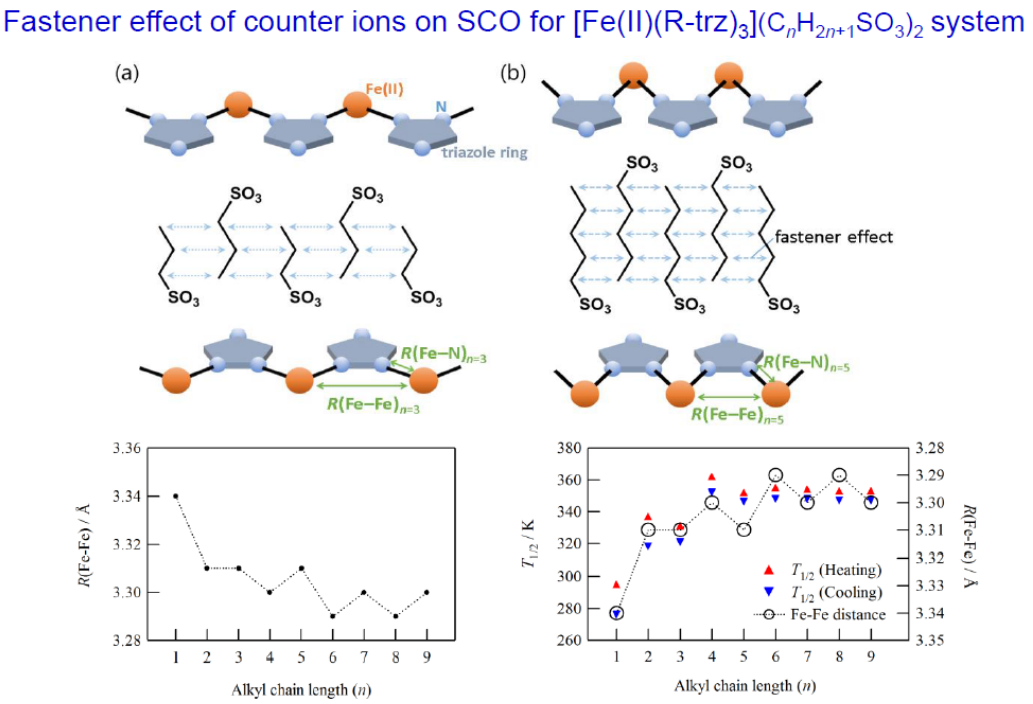
$(C_6H_5)_4P[Mn^{II}Fe^{III}(mto)_3]$における $Fe^{III}O_3S_3$ サイトの動的スピン平衡現象と連鎖する特異な逐次磁気相転移。

【機能性対イオンによるスピンクロスオーバー錯体のスピン転移制御】(2005-2018)

1) $[Fe^{II}(NH_2\text{-trz})_3](C_nH_{2n+1}SO_3)_2$ の対イオン間に働くファスナー効果とスピン転移制御

トリアゾールを架橋配位子とした配位高分子である$[Fe^{II}(R\text{-trz})_3]X_2$ (R = H, NH_2, etc.; trz = triazole; X = anion)は室温付近で幅広い双安定領域を有するスピンクロスオーバー錯体である。対イオンとしてアルキル鎖をもつ$[Fe^{II}(NH_2\text{-trz})_3](C_nH_{2n+1}SO_3)_2{\cdot}xH_2O$ では、アルキル鎖長が長くなるにつれてスピン転移温度は偶奇性を示しながら上昇し、やがて飽和する。一方、$[Fe^{II}(NH_2\text{-trz})_3]$鎖内の Fe-Fe 間距離は、アルキル鎖長が長くなるにつれて偶奇性を示しながら減少し、やがて一定の値になる。対イオンのアルキル鎖間に働く分子間力はアルキル鎖が長くなるにつれて強く

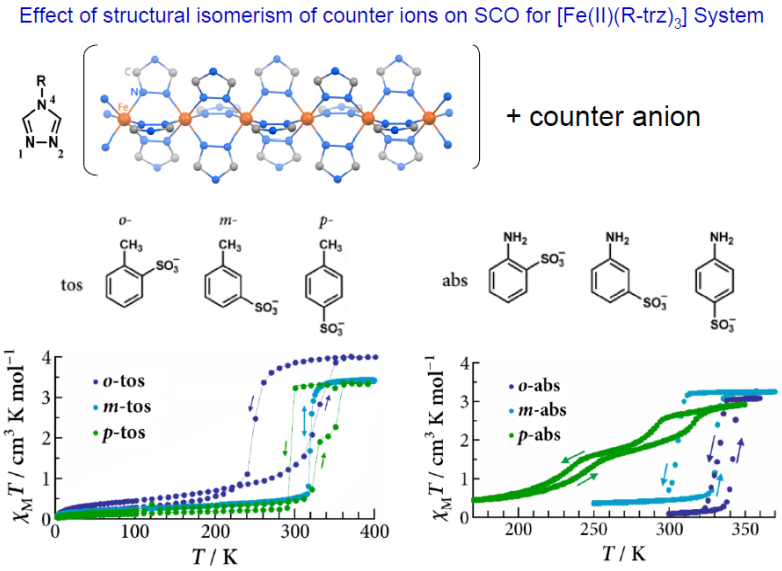
なり（ファスナー効果）、このファスナー効果がスピン転移温度の上昇および Fe-Fe 距離の減少の原因になっていることを XAFS, ^{57}Fe メスバウアー分光および磁化率の解析により明らかにした。



$[Fe^{II}(NH_2\text{-trz})_3](C_nH_{2n+1}SO_3)_2 \cdot xH_2O$ における対イオンのアルキル鎖長間に働くファスナー効果とスピン転移温度($T_{1/2}$)および Fe-Fe 距離の相関関係。

H. Kamebuchi, A. Nakamoto, T. Yokoyama, N. Kojima, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **88**, 419 (2015).

2) $[Fe^{II}(NH_2\text{-trz})_3]X_2$ における対イオンの位置異性によるスピン転移制御

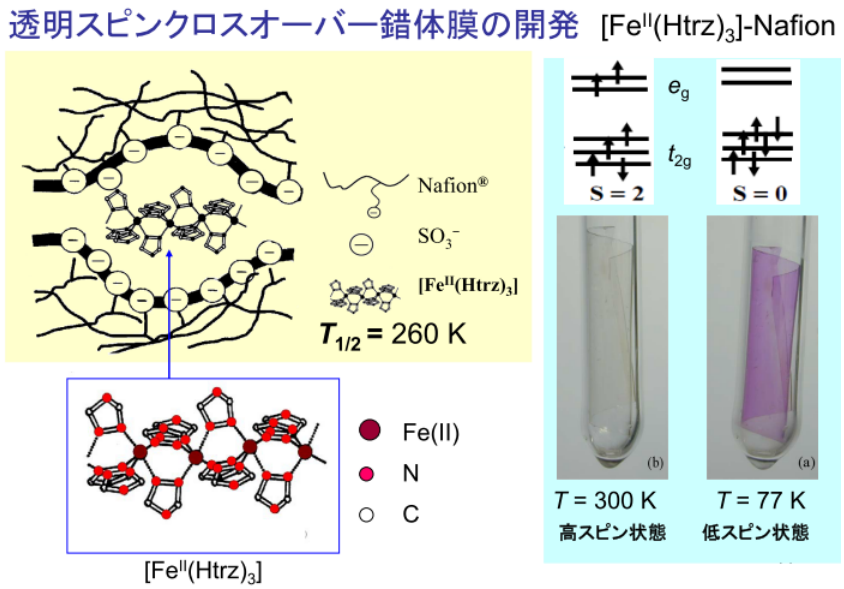


配位高分子である$[Fe^{II}(R\text{-}trz)_3]X_2$は様々な対イオンを受容することから、対イオンとして位置異性を有するトルエンスルホン酸イオン(tos)およびアミノベンゼンスルホン酸イオン(abs)を用い、対イオンの位置異性によるスピン転移温度の変化を調べた。図に示すように、スピン転移温度は対イオンの位置異性に大きく依存することが明らかになった。このことは、$[Fe^{II}(R\text{-}trz)_3]$錯体の対イオンとして光異性化分子を用いることにより、対イオンの光異性化を媒介とする室温光誘起スピンクロスオーバー転移の可能性を示唆している。

A. Sugahara, H. Kamebuchi, A. Okazawa, M. Enomoto, N. Kojima, *Inorganics*, **5**, 50 (2017).

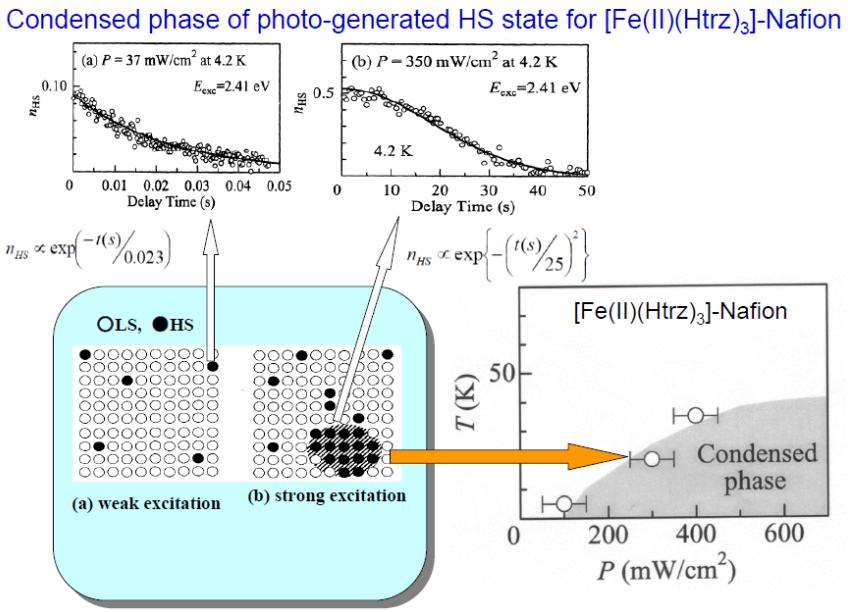
【多重機能性スピンクロスオーバー錯体膜の開発】(2003-2018)

配位高分子である$[Fe(II)(R\text{-}trz)_3]X_2$ (R = H, NH_2, etc.;trz = triazole; X = anion)は室温付近で幅広い双安定領域を有するスピンクロスオーバー錯体として注目されてきたが、単結晶の作製が極めて困難なため、光学特性の研究が殆ど行われてこなかった。そこで、陽イオン交換膜（Nafion）を対アニオンとして用いることにより、室温付近で低スピン・高スピン転移を起こす透明スピンクロスオーバー錯体膜，$[Fe(Rtrz)_3]$-Nafion，の開発に成功し、この膜が低温で光誘起スピン転移を起こすことを見出し。また、かご型の６座配位子であるかご型の６座配位子である1,8-diamino-sarcophagine(diAMsar)が配位した Fe(II)錯体，$[Fe^{II}(diAMsar)]$，は酸性側では高スピン状態をとり、塩基性側では低スピン状態をとることから、スピン転移温度が pH に依存するスピンクロスオーバー鉄錯体，$[Fe^{II}\{(NH_2)_2sarH\}]$ (sar = 1,8-diamino- 3,6,10,13,16,19- hexaazabicycle[6,6,6]icosane)，をイオン交換膜 Nafion のナノ空間反応場で合成し、pH 応答スピンクロスオーバー錯体膜の開発に成功した。



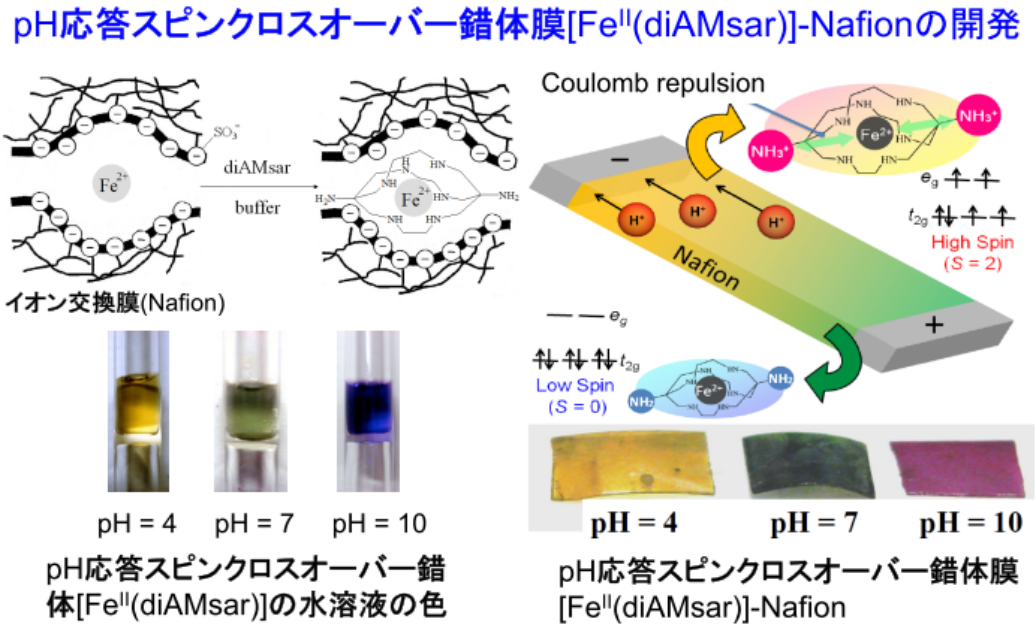
A. Nakamoto, Y. Ono, N. Kojima, D. Matsumura, T. Yokoyama, *Chem. Lett.*, **32**, 336 (2003),

A. Nakamoto, N. Kojima, X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, *Polyhedron*, **24**, 2909 (2005).



[Fe^{II}(Rtrz)$_3$]-Nafion における光誘起スピン転移(LIESST)。低スピン状態の d-d 遷移に相当するレーザー光の照射強度が閾値を超えると光誘起高スピン状態の凝縮相が発現し、寿命が約 10^3 倍長くなる。

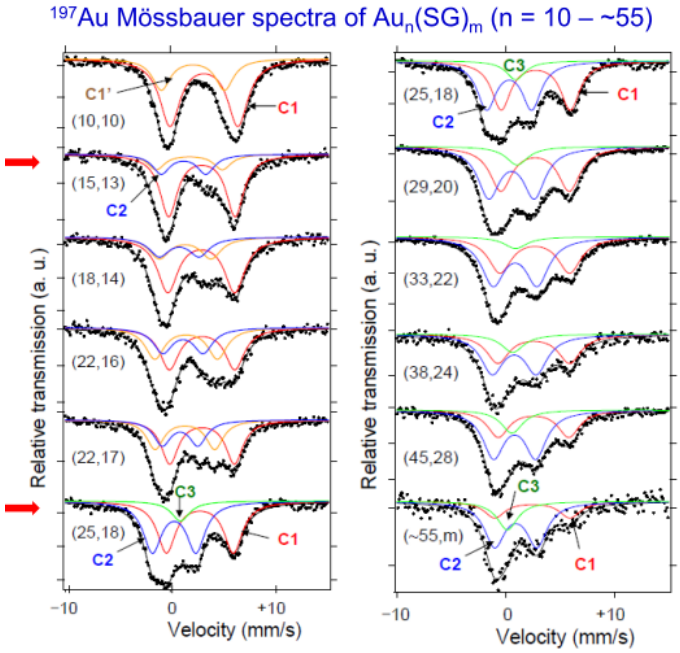
X.J. Liu, Y. Moritomo, T. Kawamoto, A. Nakamoto, N. Kojima, *Phys. Rev. B*, **67**, 012102 (2003), *J. Phys. Soc. Jpn.*, **72**, 1615 (2003).

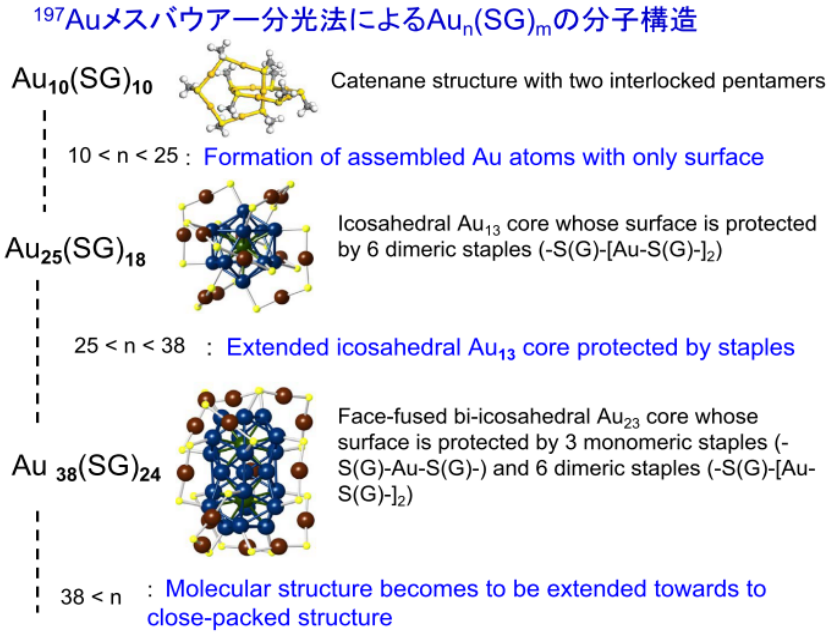


H. Kamebuchi, T. Jo, H. Shimizu, A. Okazawa, M. Enomoto, N. Kojima, *Chem. Lett.*, **40**, 888 (2011), H. Kamebuchi, M. Enomoto, N. Kojima, "Nafion: Properties, Structure and Applications," Ch. 6, (Nova Science Publishers, Inc., 2016),

【Au メスバウアー分光法による金ナノクラスターの研究】(2006-2018)

チオールで保護された金ナノクラスターは電気泳動法により金粒子の数を正確に制御することができ、近年大きな関心を集めてきているが、構造および電子状態に関しては十分解明されてこなかった。そこで、単結晶X線構造解析により構造が解明された金ナノクラスター$Au_{25}(SC_2H_4Ph)_{18}$ の構造を手がかりに、^{197}Au メスバウアー分光法により、Au 原子数が 10 から 45 の $Au_n(SG)_m$ (SG = glutathione), の構造および電子状態を系統的に解明することに成功した。



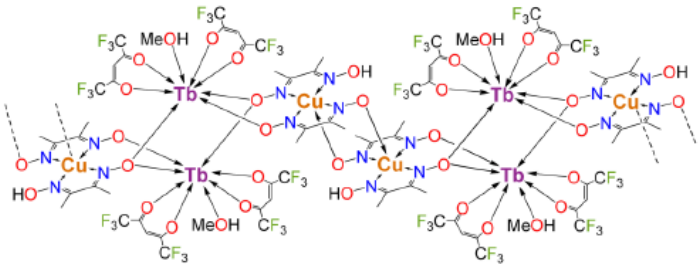


K. Ikeda, Y. Kobayashi, Y. Negishi, M. Seto, T. Iwasa, K. Nobusada, T. Tsukuda, N. Kojima, J. *Am. Chem. Soc.*, **129**, 7230 (2007), T. Tsukuda, Y. Negishi, Y. Kobayashi, N. Kojima, *Chem. Lett.*, **40**, 1292 (2011), N. Kojima, K. Ikeda, Y. Kobayashi, T. Tsukuda, Y. Negishi, G. Harada, T. Sugawara, M. Seto, *Hype. Interact.*, **207**, 127 (2012), N. Kojima, Y. Kobayashi, Y. Negishi, M. Seto, T. Tsukuda, *Hyper. Interact.*, 217, 91 (2013),

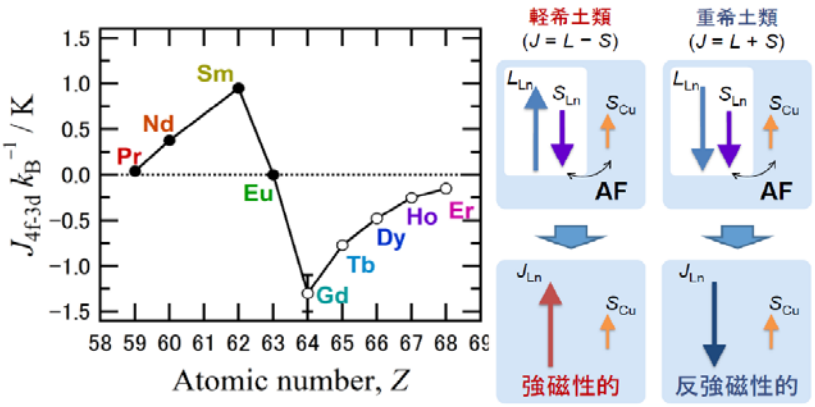
【多核金属錯体の分子磁性と単分子磁石の研究】(2005-2018)

1) $[Ln^{III}_2Cu^{II}_2]$ (Ln = lanthanide)四核錯体における Ln-Cu 磁気相互作用の研究

希土類イオン(Ln^{III})の基底多重項において、4f 電子が 7 個より少ない希土類イオンでは基底多重項におけるスピン軌道相互作用 $\lambda \boldsymbol{L}\cdot\boldsymbol{S}$ の係数 λ が正であるのに対し，4f 電子が 7 個より多い希土類イオンでは λ が負となる。$[Ln^{III}_2Cu^{II}_2]$四核錯体を骨格とする一次元鎖状錯体の系統的な研究を通して、この効果が Ln^{III}-Cu^{II} 間磁気相互作用に顕著に現れることを見出した。図は一次元鎖状錯体 $[\{Tb(hfac)_2(MeOH)\}_2\{Cu(dmg)(Hdmg)\}_2]_n$ (Hhfac = 1,1,1,5,5,5-hexafluoropentane- 2,4-dione; H2dmg = dimethylglyoxime)の結晶構造である。この錯体は$[Tb^{III}_2Cu^{II}_2]$四核錯体を骨格とし、隣接する四核錯体との間は、Cu^{II} の配位子を媒介として弱く結合している。この構造は、希土類イオンを変えても同形構造を示すため、$[Ln^{III}_2Cu^{II}_2]$四核錯体における 4f-3d 磁気相互作用を系統的に調べることができる。



一次元鎖状錯体$[\{Tb(hfac)_2(MeOH)\}_2\{Cu(dmg)(Hdmg)\}_2]_n$ (Hhfac = 1,1,1,5,5,5-hexafluoropentane- 2,4-dione; H2dmg = dimethylglyoxime)の結晶構造。



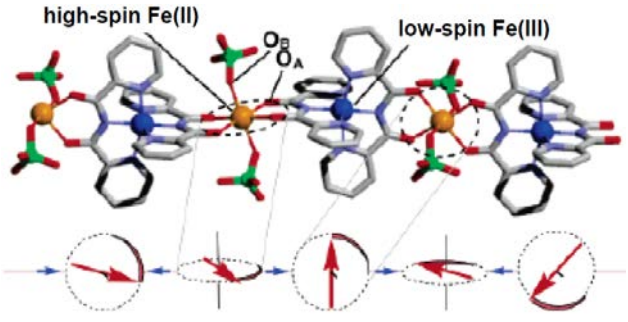
$[Ln^{III}_2Cu^{II}_2]$四核錯体における 4f-3d 磁気相互作用の値と符号

強磁場 ESR の測定により得られた 4f-3d 磁気相互作用($J_{4f\text{-}3d}$)は、Ln^{III} = Pr, Nd, Sm では強磁性的であるのに対し、Ln^{III} = Gd, Tb, Dy, Ho, Er では反強磁性的であることがわかる。解析の結果、$[Ln^{III}_2Cu^{II}_2]$四核錯体において、全ての Ln^{III} のスピン($\boldsymbol{S}_{Ln}$)と Cu^{II} のスピン($\boldsymbol{S}_{Cu}$)との間には反強磁性相互作用が働いているが、希土類イオンの基底多重項において、4f 電子が 7 個より少ない希土類イオンでは基底多重項におけるスピン軌道相互作用 $\lambda\boldsymbol{L}\cdot\boldsymbol{S}$ の係数 λ が正であるため、軌道角運動量($\boldsymbol{L}_{Ln}$)はスピン角運動量($\boldsymbol{S}_{Ln}$)と反平行であり、結果として希土類イオンの合成角運動量($\boldsymbol{J}_{Ln}$)と Cu^{II} のスピン角運動量($\boldsymbol{S}_{Cu}$)は互いに平行（強磁性的）になる。一方、4f 電子が 7 個より多い希土類イオンでは基底多重項におけるスピン軌道相互作用 $\lambda\boldsymbol{L}\cdot\boldsymbol{S}$ の係数 λ が負であるため、軌道角運動量($\boldsymbol{L}_{Ln}$)はスピン角運動量($\boldsymbol{S}_{Ln}$)と平行であり、希土類イオンの合成角運動量($\boldsymbol{J}_{Ln}$)と Cu^{II} のスピン角運動量($\boldsymbol{S}_{Cu}$)は互いに反平行（反強磁性的）になる。このように、希土類イオンを含む金属錯体では、スピン軌道結合定数の符号が分子磁性に大きな影響を与えている。

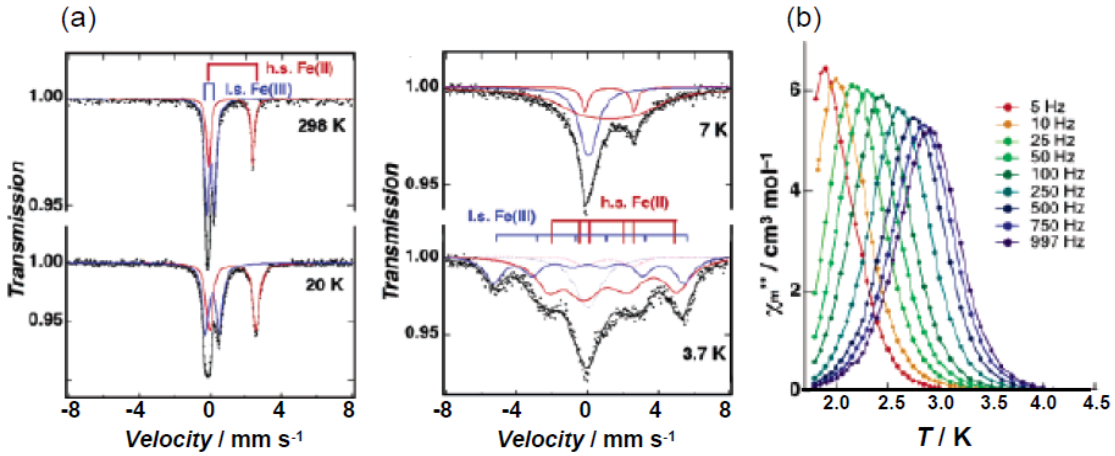
A. Okazawa, K. Fujiwara, R. Watanabe, N. Kojima, S. Yoshii, H. Nojiri, T. Ishida, *Polyhedron*, **30**, 3121 (2011).

2) 鉄混合原子価錯体における単一鎖磁石の研究

一次元鉄混合原子価錯体 $[Fe^{II}(ClO_4)_2\{Fe^{III}(bpca)_2\}]ClO_4$ (Hbpca = bis (2-pyridylcarbonyl)amine)は bpca を架橋配位子として高スピン状態の Fe^{II} ($t_{2g}^4e_g^2$; $^5T_{2g}$)と低スピン状態の Fe^{III} (t_{2g}^5; $^2T_{2g}$)が交互に結合して一次元鎖構造を形成している。Fe^{II} スピンおよび Fe^{III} スピンはイジングスピンとして振舞い、その容易軸は互いに直交している。^{57}Fe メスバウアー分光から眺めると、温度を下げて行くと 7 K 付近で Fe スピンの短距離秩序が発達し始め、3.7 K では 10^{-7} s の時間スケールではスピンが秩序している。この現象はミュオンスピン分光でも実証することができ、6 K 付近から短距離秩序の発達にともなうスピン緩和の critical slowing down が現れている。交流磁化率（虚部）の温度変化には**単一鎖磁石を反映して極大が現れるが、極大を示す温度は交流磁場の周波数の増大に伴って高温側にシフトする。**交流磁化率（虚部）の解析から、$\tau = 100$ s のスピン緩和時間から導かれるブロッキング温度 (T_B)を 1.3 K と見積もることができた。



$[Fe^{II}(ClO_4)_2\{Fe^{III}(bpca)_2\}]ClO_4$ (Hbpca = bis(2-pyridylcarbonyl)amine)の結晶構造と Fe^{II} (S = 2)−Fe^{III} (S = 1/2)スピン配置。

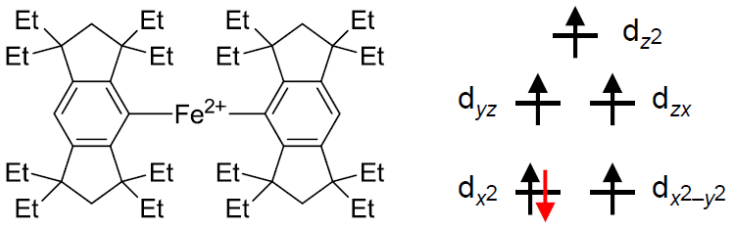


$[Fe^{II}(ClO_4)_2\{Fe^{III}(bpca)_2\}]ClO_4$ の ^{57}Fe メスバウアースペクトルの温度依存性(a)および交流磁化率（虚部）の温度変化の周波数依存性(b)。

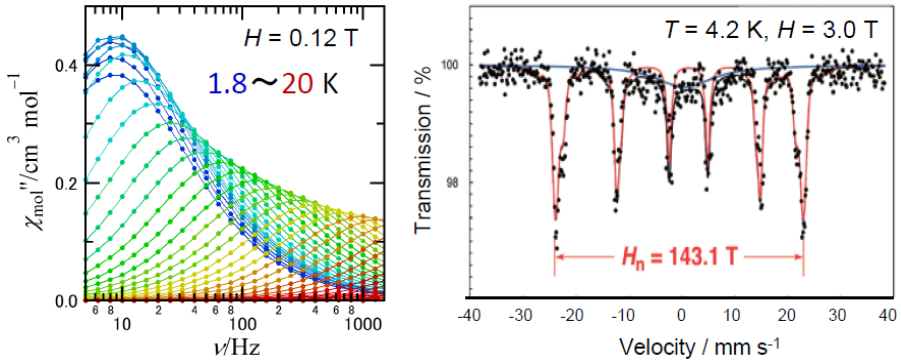
T. Kajiwara, M. Nakano, Y. Kaneko, S. Takaishi, T. Ito, M. Yamashita,、 H. Nojiri, N. Kojima, et al, *J. Am. Chem. Soc.*, **127**, 10150 (2005), T. Kajiwara, I. Watanabe, Y. Kaneko, S. Takaishi, M. Enomoto, N. Kojima, M. Yamashita, *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 12360 (2007).

3) 直線二配位鉄(II)錯体における単分子磁石の研究

かさ高い配位子(Eind)は、ベンゼン環の炭素原子が配位原子として鉄イオンに結合し、直線二配位鉄(II)錯体 $Fe(Eind)_2$ が形成される。鉄イオンの 3d 電子は、直線二配位の対称性を反映して図に示す電子配置をとるが、軌道角運動量は消失せずに残り、^{57}Fe メスバウアースペクトルには、軌道角運動量に起因する非常に大きな内部磁場による分裂が現れる。交流磁化率（虚部）の周波数依存性には外部磁場を 0.12 T 程度かけると**単分子磁石の特徴を反映した極大が現れ、極大を示す周波数は温度の上昇に伴って高周波数側にシフトする。**交流磁化率（虚部）の解析から、スピン反転の活性化エネルギーは 51 cm^{-1} と見積ることができ、3 K 以下では量子トンネリングのため、スピン緩和時間は殆ど一定の値となる。



直線二配位鉄(II)錯体$Fe(Eind)_2$の分子構造と3d電子配置。



直線二配位鉄(II)錯体 $Fe^{II}(Eind)_2$ における交流磁化率（虚部）の周波数依存性と 4.2 K における ^{57}Fe メスバウアースペクトル。

S. Goda, M. Nikai, M. Ito, D. Hashizume, K. Tamao, A. Okazawa, N. Kojima, H. Fueno, K. Tanaka, Y. Kobayashi, T. Matsuo, *Chem. Lett.*, **45**, 634–636 (2016).

List of Original Paper (1976-2018)

1) N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Magnon Sideband in the Quasi Two-Dimensional Antiferromagnet $(C_2H_5NH_3)_2MnCl_4$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **41**, 1809-1810 (1976).

2) N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Temperature Dependence of the Absorption Spectra $^6A_{1g} \rightarrow {}^4A_{1g}$ (^4G), ^4E_q(^4G) in the Quasi Two-Dimensional Antiferromagnet $(C_nH_{2n+1}NH_3)_2MnCl_4$(n=2, 3)." *J. Phys. Soc. Jpn*. **44**, 919-922 (1978).

3) N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Magnon Sideband of the $^4T_{2q}$(^4D) State in the Quasi Two-Dimensional Antiferromagnet $(C_2H_5NH_3)_2MnCl_4$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **44**, 923-929 (1978).

4) N. Kojima, T. Tsushima and I. Tsujikawa, "Optical Investigations of $YbCrO_3$. I. Optical Absorption Spectra of Yb^{3+} Ion." *J. Phys. Soc. Jpn*. **49**, 1449-1455 (1980).

5) N. Kojima, K. Tsushima, S. Kurita and I. Tsujikawa, "Optical Investigations of $YbCrO_3$. II. Metamagnetic Transition in $YbCrO_3$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **49**, 1456-1462 (1980).

6) N. Kojima, K. Aoyagi, K Tsushima, I. Tsujikawa and S. Sugano, "Optical Investigations of in $YbCrO_3$. III. Cr^{3+} Exciton – Yb^{3+} Spin Flip Simultaneous Absorption." *J. Phys. Soc. Jpn*. **49**, 1463-1468 (1980).

7) N. Kojima, I. Tsujikawa and K. Tsushima, "Field Induced Spin Reorientation in $HoCrO_3$." *Ferrites*, 769-773 (1980).

8) N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Exciton Transfer in the Two-Dimensional Antiferromagnet $(C_2H_5NH_3)_2MnCl_4$." *Int. J. Quantum Chemistry* **18**, 619-623 (1980).

9) N. Kojima, K. Tsushima, K. Aoyagi and I. Tsujikawa, "Cr^{3+} Exciton Accompanied with R^{3+} Spin Flip in Rare-Earth Orthochromite $RCrO_3$." *J. Mag. Mag. Materials* **31-34**, 560-562 (1982).

10) N. Kojima, I Tsujikawa, H. Hori, H. Nishimura and M. Date, "Optical Absorption Spectrum in $YbCrO_3$ under High Magnetic Field." *J. Phys. Soc. Jpn*. **53**, 2875-2878 (1984).

11) N. Kojima, I. Tsujikawa and K. Tsushima, "Optical Investigations of Rare-Earth Orthochromites. I. $TmCrO_3$." *J. Phys. Soc. Jpn.* **54,** 4794-4803 (1985).

12) N. Kojima, I. Tsujikawa, K. Aoyagi and K. Tsushima, "Optical Investigations of Rare-Earth Orthochromites. II. $RCrO_3$ (R=Er, Ho, Dy and Tb)." *J. Phys. Soc. Jpn*. **54,** 4804-4820 (1985).

13) N. Kojima, I. Tsujikawa and K. Tsushima, "Optical Investigations of Rare-Earth Orthochromites. III. $GdCrO_3$ and Summary of the R'Band in $RCrO_3$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **54**, 4821-4827 (1985).

14) H. Hori, N. Kojima, H. Nishimura, I. Tsujikawa and M. Date, "Optical Spectrum of R'-Band in Spin Reorientated $YbCrO_3$ under High Magnetic Field." *J. Phys. Soc. Jpn*. **55**, 1380-1383 (1986).

15) I. Mogi, T. Okamoto, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Exciton-Magnon Transition in the Linear Chain Compound $CsCoCl_3 \cdot 2H_2O$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **55**, 987-992 (1986).

16) I. Mogi, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Exciton Transition in the One-Dimensional Antiferromagnet $CsCoCl_3 \cdot 2H_2O$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **55**, 3664-3670 (1986).

17) M. Tanaka, N. Kojima, Y. Ajiro, T. Ban and I. Tsujikawa, "Synthesis and Electrical Conductivity of a New Family of Pt Mixed Valence Complexes: $Pt_6(NH_3)_{14}Cl_{10}X_4$ (X=ClO_4, BF_4 and PF_6)." *Synthetic Metals* **19**, 967-970 (1987).

18) K. Suzuki, N. Kojima, T. Ban and I Tsujikawa, "Synthesis, Transport and Superconducting Properties of Rare Earth Metal Intercalated Tantalum Disulfide Re_xTaS_2 (RE=La, Ce)." *Synthetic Metals* **19**, 893-896 (1987).

19) S. Kutsumizu, N. Kojima, T. Ban and I. Tsuikawa, "Study of One-Dimensional Metal Complexes:

K[Ni(mnt)$_2$]H$_2$O and K[Pt(mnt)$_2$]·H$_2$O." *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **60**, 2547-2552 (1987).

20) N. Matsushita, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Photo-Induced Absorption Band in One-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Platinum Complex: [Pt(en)$_2$][PtI$_2$(en)$_2$](SO$_4$)$_2$·6H$_2$O and [Au$_x$Pt$_{1-x}$I(en)$_2$]SO$_4$·3H$_2$O." *J. Phys. Soc. Jpn.* **56**, 3808-3811 (1987).

21) I. Mogi, N. Kojima, Y. Ajiro, H. Kikuchi, T. Ban and I. Tsujikawa, "Optical Investigation of Soliton in One-Dimensional Ising-Like Antiferromagnet CsCoCl$_3$." *J. Phys. Soc. Jpn.* **56**, 4592-4597 (1987).

22) K. Kojima, J. Matsuda, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Optical and ESR Spectra for High-Spin Tetrahedral Complexes of Co (III) and Co (II) in Keggin-Structure Heteropolytungstate." *Bull. Chem. Soc. Jpn*. **60**, 3213-3217 (1987).

23) I. Mogi, N. Kojima, T. Ban, I. Tsujikawa and S. Kurita, "Magnon Sideband in the One-Dimensional Antiferromagnet CsCoCl$_3$·2H$_2$O under Magnetic Field I." *Solid State Commun*. **61**, 327-330 (1987).

24) I. Mogi, N. Kojima, I. Tsujikawa, Y. Kanamori, K. Kindo, K. Hazumi and M. Date, "High Field Magnetization of the One-Dimensional Ising Antiferromagnet CsCoCl$_3$·2H$_2$O." *J. Phys. Soc. Jpn.* **56**, 2227-2228 (1987).

25) N. Kojima and I. Tsujikawa, "Cr^{3+} Exciton Motion in Rare Earth Orthochromite RCrO$_3$." *J. Mag. Soc. Jpn.* **11-S1**, 45-50 (1987).

26) M. Takeda, G. Kido, Y. Nakagawa, H. Okada, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Magneto-Absorption Spectra of CsFeCl$_3$·2H$_2$O up to 220 kOe." *J. Mag. Soc. Jpn*. **11-S1**, 65-68 (1987).

27) H. Togashi, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Field Induced Davydov Splitting in Quasi One-Dimensional Antiferromagnets CsMnCl$_3$·2H$_2$O and (CH$_3$)$_2$NH$_2$MnCl$_3$·2H$_2$O." *J. Mag. Soc. Jpn.* **11-S1**, 69-72 (1987).

28) N. Watanabe, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Classification of Optical Absorption Spectra in 2D Antiferromagnet [NH$_3$(CH$_2$)$_n$NH$_3$]MnCl$_4$ (n =2, ,5)." *J. Mag. Soc. Jpn.* **11-S1**, 73-76 (1987).

29) H. Okada, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Optical Absorption Spectra of One-Dimensional Antiferromagnet CsFeCl$_3$·2H$_2$O." *J. Mag. Soc. Jpn.* **11-S1**, 77-80 (1987).

30) H. Hori, Y. Yamamoto, N. Kojima, I. Tsujikawa, K. Tsushima and M. Date, "High Magnetic Field Effects on R- and R'-Spectra in YbCrO$_3$." *J. Mag. Soc. Jpn.* **11-S1**, 141-143 (1987).

31) I. Mogi, N. Kojima, T. Ban, I. Tsuikawa, G. Kido, M. Takeda and Y. Nakagawa, "Exciton and Magnon Sideband in the One-Dimensional Antiferromagnet CsCoCl$_3$·2H$_2$O under High Magnetic Field." *J. Mag. Soc. Jpn.* **11-S1**, 145-148 (1987).

32) K. Suzuki, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Magnetic and Transport Properties of Ce$_x$TaS$_2$ and (Ce$_2$S$_3$)$_x$TaS$_2$." *Jpn. J. Appl. Phys.* **26-S3**, 1299-1300 (1987).

33) H. Togashi, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Field-Induced Davydov Splitting of Excitons in Quasi-One-Dimensional Antiferromagnet CsMnCl$_3$·2H$_2$O." *J. Phys. Soc. Jpn.* **57**, 353-360 (1988).

34) I. Mogi, H. Togashi, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Exciton Transfer in the Random Antiferromagnet CsMn$_{1-x}$Co$_x$Cl$_3$·2H$_2$O." *J. Phys. Soc. Jpn*. **57**, 2219-2220 (1988).

35) H. Togashi, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Optical Absorption by Mn^{2+} Ions in MnM (edta)·6H$_2$O (M=Zn, Cu, Ni, and Co)." *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **61**, 1903-1909 (1988).

36) N. Watanabe, N. Kojima, T. Ban and I Tsujikawa, "Optical Absorption Spectra in the Quasi-Two-

Dimensional Antiferromagnets $[NH_3(CH_2)_nNH_3]MnCl_4$ (n=2,3,4,5):I. Experimental." *J. Phys. C: Solid State Phys*. **21**, 4795-4808 (1988).

37) N. Watanabe, N. Kojima, T. Ban and I Tsujikawa, "Optical Absorption Spectra in the Quasi-Two-Dimensional Antiferromagnets $[NH_3(CH_2)_nNH_3]MnCl_4$ (n=2,3,4, 5): II. Theoretical." *J. Phys. C: Solid State Phys.* **21**, 4809-4825 (1988).

38) N. Kojima and I. Tsujikawa, "Field Dependence of the Bound State of Cr^{3+} Exciton Accompanied with Yb^{3+} Spin Flip in $YbCrO_3$." *J. de Phys.* **49-C8**, 897-898 (1988).

39) M. Takeda, G. Kido, Y. Nakagawa, H. Okada, N. Kojima and I. Tsujikawa, "Spin Phase Transition in $CsFeCl_3 \cdot 2H_2O$ Induced by the Intense Magnetic Field." *J. de Phys.* **49-C8**, 1461-1462 (1988).

40) M. Takeda, G. Kido, I.Mogi, Y. Nakagawa, H. Okada and N. Kojima, "New Electronic Excitation at the Boundary of Ferromagnetic and Antiferromagnetic Phases in the One-Dimensional Ising Antiferromagnet $CsFeCl_3 \cdot 2H_2O$." *J. Phys. Soc. Jpn.* **58**, 3418-3423 (1988).

41) N. Matsushita, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Comparison between Optical Properties of Sulfates and Hydrogen-sulfates in Halogen-Bridged Mixed-Valence Platinum (II, IV) Complexes." *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **62,** 1785-1790 (1989).

42) S. Kutsumizu, N. Kojima and T. Ban, "XPS Study of Au Bis (mnt) Complexes." *Chem. Lett.*, 345-348 (1989).

43) N. Matsushita, N. Kojima, N. Watanabe and T. Ban, "Three Photo Induced Absorption Bands of One-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Complex, $[Pt(en)_2][PtBr_2(en)_2](SO_4)_2 \cdot 6H_2O$." *Solid State Commun.* **71**, 253-258 (1989).

44) H. Sato, E. Igaki, T. Nakamura, T. Ban and N. Kojima, "Hydrostatic Pressure Effect on the Charge-Density Wave Transition in the Low-Dimensional Metal $K_3Cu_8S_6$." *Solid State Commun.* **71**, 793-795 (1989).

45) N. Matsushita, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Study of Mixed-Valence State in Halogen-Bridged Mixed-Valence Platinum (II, IV) Complexes by Temperature Dependence of Intervalence Charge-Transfer Spectra." *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **62**, 3906-3910 (1989).

46) K. Suzuki, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Magnetic and Transport Properties of Ce-Ta-S Ternary System." *J. Phys. Soc. Jpn.* **59**, 266-272 (1990).

47) N. Kojima, H. Kitagawa, T. Ban, F. Amita and M. Nakahara, "Semiconductor-to-Metal and Metal-to-Metal Transitions in the Three-Dimensional Mixed-Valence Compound $Cs_2Au_2I_6$ under High Pressures." *Solid State Commun.* **73**, 743-745 (1990).

48) H. Okada, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Optical Absorption Spectra of $CsFeCl_3 \cdot 2H_2O$. I. Temperature Dependence." *Phys. Rev. B* **42**, 11610-11618 (1990).

49) H. Okada, N. Kojima, T. Ban and I. Tsujikawa, "Optical Absorption Spectra of $CsFeCl_3 \cdot 2H_2O$. II. Magnetic Field Dependence." *Phys. Rev. B* **42**, 11619-11626 (1990).

50) S. Kutsumizu, N. Kojima, N. Watanabe and T. Ban, "Optical and Magnetic Properties of $K[M\{S_2C_2(CN)_2\}_2] \cdot H_2O$ (Where M is Ni, Pt, or Au)." *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 2287-2292 (1990).

51) M. Takeda, I. Mogi, G. Kido, Y. Nakagawa, H. Okada and N. Kojima, "Suppression of Soliton Excitation by External Field in Quasi-One-Dimensional Ising Antiferromagnet $RbFeCl_3 \cdot 2H_2O$." *J. Mag. Mag. Materials* **90-91**, 244-246 (1990).

52) N. Kojima, H. Kitagawa, T. Ban, F. Amita and M. Nakahara, "Behavior of the Electrical Conductivity of the Three-Dimensional Mixed-Valence Compounds $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl, Br, I) under

High Pressures." *Synthetic Metals* **42**, 2347-2350 (1991).

53) H. Kitagawa, H. Sato, N. Kojima, T. Kikegawa and O. Shimomura, "Structure Analysis of High-Pressure Metallic State of the Three-Dimensional Mixed-Valence Compound $Cs_2Au^{I}Au^{III}I_6$ by X-ray Diffraction Using SR." *Synthetic Metals* **42**, 1953-1956 (1991).

54) S. Kutsumizu, N. Kojima and I. Tsujikawa, "Electrical Conduction and Electron Spin Resonance Sudies on the Mixed Crystals of $K[Pt_{1-x}Au_x(mnt)_2]\cdot H_2O$." *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 169-172 (1991).

55) H. Kitagawa, H. Sato, N. Kojima, T. Kikegawa and O. Shimomura, "Metallization and Phase Transitions of the Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Complex $Cs_2Au_2I_6$ under High Pressure." *Solid State Commun.* **78**, 989-995 (1991).

56) H. Kitagawa, N. Kojima, N. Matsushita, T. Ban and I. Tsujikawa, "Studies of the Mixed-Valence States in Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Gold Compounds, $Cs_2Au^{I}Au^{III}I_6$ (X=Cl, Br, and I). Part 1. Synthesis, X-Ray, and ESR Studies of $CrAu_{0.6}Br_{2.6}$." *J. Chem. Soc. Dalton Trans*., 3115-3119 (1991).

57) H. Kitagawa, N. Kojima and T. Nakajima, "Studies of the Mixed-Valence States in Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Gold Compounds, $Cs_2Au^{I}Au^{III}I_6$ (X=Cl, Br, and I). Part 2. X-Ray Photoelectron Spectroscopic Study of Au Compounds." *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 3121-3125 (1991).

58) H. Kitagawa, N. Kojima and H. Sakai, "Studies of the Mixed-Valence States in Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Gold Compounds, $Cs_2Au^{I}Au^{III}I_6$ (X=Cl, Br, and I). Part 3. ^{197}Au Mössbauer Spectroscopic Study." *J. Chem. Soc. Dalton Trans*., 3211-3215 (1991).

59) K. Fukui, N. Kojima, H. Ohya-Nishiguchi and N. Hirota, "Metal-Thiolate Boning Properties: Single-Crystal ESR, Susceptibility, and Polarized Absorption: Evidence for Strong Interaction in Tetrakis(thiophenolato)cobaltate (II)." *Inorg. Chem.* **31**, 1338-1344 (1992).

60) I. Mogi, N. Takeda, G. Kido, Y. Nakagawa, H. Okada and N. Kojima, "Magnetic Franck-Condon Effect in the Magneto-Absorption Spectra of $CsFeCl_3\cdot 2H_2O$." *J. Mag. Mag. Mater*. **104-107**, 1061-1062 (1992).

61) T. Terashima and N. Kojima, "Synthesis, Transport, and Magnetic Properties of Misfit Layer Compounds $(RES)_xNbS_2$ (Re = rare earth metal)." *Materials Science Forum* **91-93**, 195-200 (1992).

62) N. Kojima, "High Field Magneto-Optics in Rare Earth Orthochromite $RCrO_3$-Two Types of Bound States of Cr^{3+} Exciton." *Low Temp. Phys.*, **18**, 59-64 (1992).

63) K. Ito and N. Kojima, "Optical Investigation of Two-Dimensional Triangular Lattice Antiferromagnets VX_2 (X=Cl, Br and I)." *Low Temp. Phys.*, **18**, 141-144 (1992).

64) N. Kojima, S. Maeda, N. Tanaka an N. Matsushita, "Midgap Absorption spectra in Various Kinds of Halogen-Bridged Mixed-Valence Pt Complexes." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **216**, 163-168 (1992).

65) N. Matsushita, K. Toriumi and N. Kojima, "Design of Hydrogen Bond Network in Halogen-Bridged Mixed-Valence Platinum Complexes by Substitution of Counter Ion." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **216**, 196-201 (1992).

66) H. Sato and N. Kojima, "Electronic Properties of Low-Dimensional Ternary Copper Chalcogenides A-Cu-X (A=Na, K, Rb, Cs; X = S, Se)." *Phosphorus, Sulfur, and Silicon* **67**, 361-366 (1992).

67) T. Terashima and N. Kojima, "Magnetic Properties of $(CeS)_{1.2}NbS_2$ and $(CeS)_{0.6}NbS_2$." *J. Phys. Soc. Jpn*. **61**, 3303-3312 (1992).

68) H. Sato and N. Kojima, "Study on Carriers and Charge-Density Wave Transitions of Two-Dimensional Metals $(K_{1-x}Rb_x)_3Cu_8S_6$, $K_3Cu_8(S_{1-x}Se_x)_6$ and $Rb_3Cu_8(S_{1-x}Se_x)_6$." *Synthetic Metals* **56**, 2731-2736 (1993).

69) H. Kitagawa, N. Kojima, H. Takahashi and N. Mori, "Electrical Conductivity and its Anisotropy of the Mixed-Valence Compound $Cs_2Au_2I_6$ under High Pressure and Low Temperature." *Synthetic Metals* **56**, 1726-1729 (1993).

70) N. Kojima, A. Tanaka, H. Sato, H. Kitagawa, T. Kikegawa and O. Shimomura, "Phase Diagram of the Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Compounds $M_2Au_2X_6$(M=Rb, Cs; X=Cl, Br, I) under High Pressure." *Jpn. J. Appl. Phys.* **32-1**, 51-53 (1993).

71) N. Kojima, H. Kitagawa, H. Sakai an Yu. Maeda, "^{197}Au Mossbauer Spectroscopy of the Cubic Phase in the Halogen-Bridged Mixed-Valence Complex $Cs_2Au_2I_6$." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **76**, 321-322 (1993).

72) N. Kojima, A. Tanaka, H. Sakai and Yu. Maeda, "^{197}Au Mossbauer Spectroscopic Study on the Three Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Complexes $M_2Au_2X_6$ (M=Rb, Cs; X=Br, I)." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **76**, 366-367 (1993).

73) N. Kojima, M. Kawarazaki, I. Mogi, M. Takeda, G. Kido and Y. Nakagawa, "Bound State of an Exciton-Magnon System under High Magnetic Fields I. MnF_2." *Phys. Rev. B* **47**, 15086-15090 (1993).

74) N. Kojima, "Bound State of an Exciton-Magnon System under High Magnetic Fields II. $YbCrO_3$." *Phys. Rev. B* **47**, 15091-15096 (1993).

75) T. Terashima, N. Kojima, K. Suzuki and T. Enoki, "Magnetic Specific Heat of the Incommensurate Layer Compound $(CeS)_{1.2}NbS_2$." *Solid State Commun*. **84**, 963-966 (1993).

76) H. Sato, N. Kojima, K. Suzuki and T. Enoki, "Effects of Alkali Substitution and Pressure on the Charge-Density Wave Transitions of Two-Dimensional Metals $K_3Cu_8S_6$ and $Rb_3Cu_8S_6$." *J. Phys. Soc. Jpn.* **62**, 647-658 (1993).

77) H. Sato, N. Kojima and S. Kagoshima, "Structural Phase Transitions of the Quasi Two-Demensional Metal $(K_{1-x}Rb_x)_3Cu_8S_6$: X-ray Scattering Studies." *J. Phys. Soc. Jpn*. **62**, 2051-2061 (1993).

78) T. Terashima, N. Kojima, H. Kitagawa, H. Okamoto and T. Mitani, "Optical Reflectivity Spectra of Incommensurate Layer Compounds $(CeS)_{1.2}NbS_2$ and $(CeS)_{0.6}NbS_2$." *J. Phys. Soc. Jpn.* **62**, 2166-2173 (1993).

79) N. Kojima, K. Ito, I. Mogi, M. Takeda, G. Kido, Y. Nakagawa, M. Sakai, N. Kuroda and Y. Nishina, "Optical Investigation of the Magnetic Excitation in Two-Dimensional Triangular Lattice Antiferromagnets." *J. Phys. Soc. Jpn.* **62**, 4137-4145 (1993).

80) M. Hangyo, T. Nishio, S. Nakashima, Y. Ohno, T. Terashima and N. Kojima, "Raman and Infrared Spectra of Misfit Layer Compounds $MNbS_3$ (M=Sn, Pb, La, Ce)." *Jpn. J. Appl. Phys*. **32-3**, 581-583 (1993).

81) T. Terashima and N. Kojima, "Electrical Transport Properties of Incommensurate Layer Compounds $(RES)_xNbS_2$ (RE = Rare-Earth Metals; x = 1.2, 0.6)." *J. Phys. Soc. Jpn.* **63**, 658-673 (1994).

82) N. Kojima and H. Kitagawa, "Optical Investigation of the Intervalence Charge-Transfer Interaction in the Three-Dimensional Au Mixed-Valence Compounds $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl, Br and I)." *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 327-331 (1994).

83) N. Kojima, M. Hasegawa, H. Kitagawa, T. Kikegawa and O. Shimomura, "P-T Phase Diagram and Gold Valence State of the Perovskite-Type Mixed-Valence Compounds $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl, Br, and I)

under High Pressures." *J. Am. Chem. Soc.* **116**, 11368-11374 (1994).

84) S. S. Hafner, N. Kojima, J. Stanek and Li Zhang, "Divalent Gold in Perovskite Type $CsAuI_3$." *Phys. Lett. A* **192**, 385-388 (1994).

85) M. Hangyo. K. Kisoda, T. Nishio, S. Nakashima, T. Terashima and N. Kojima, "Staging and Interlayer Interaction in the Misfit-Layer Compounds $(RS)_nNbS_2$ (R=La, Ce; n=0.6, 1.2) Studied by Raman and Infrared Spectroscopies." *Phys. Rev. B* **50**, 12033-12043 (1994).

86) H. Ito, M. Kubota, Y. V. Sushko, N. Kojima, G. Saito and T. Ishiguro, "Temperature-Pressure Phase Diagrams of Hydrogenated and Deuterated κ-$(BEDT\text{-}TTF)_2Cu[N(CN)_2]Cl$." *Synthetic Metals* **70**, 925-926 (1995).

87) G. Saito, K. Yoshida, M. Shibata, H. Yamochi, N. Kojima, M. Kusunoki and K. Sakaguchi, "Structural and Physical Properties of Charge Transfer Complexes with $[M(dto)_2]$ Anions (M=Ni, Pt, Cu, Pd. dto: Dithiooxalate)." *Synthetic Metals* **70**, 1205-1208 (1995).

88) N. Kojima, H. Okada, M. Kawarazaki, I. Mogi, M. Takeda, G. Kido, Y. Nakagawa and K. Tsushima, "Optical Investigations of $YbCrO_3$ under High Magnetic Fields I. Yb^{3+} Absorption Spectra." *J. Phys. Soc. Jpn.* **64**, 3082-3089 (1995).

89) N. Kojima, H. Okada, M. Kawarazaki, I. Mogi, M. Takeda, G. Kido, Y. Nakagawa and K. Tsushima, "Optical Investigations of $YbCrO_3$ under High Magnetic Fields II. Cr^{3+}-Yb^{3+} Two-Exciton Absorption." *J. Phys. Soc. Jpn.* **64**, 3090-3096 (1995).

90) N. Kojima, I. Mogi and G. Kido, "High-Field Magneto-Optics of MnF_2 and $YbCrO_3$." *Physica B* **216**, 336-337 (1996).

91) K. Kisoda, M. Hangyo, S. Nakashima, T. Terashima and N. Kojima, "Charge Transfer and Phonons in Misfit Layer Compounds $(RS)_x$ NbS_2 (R = rare earth; $x \fallingdotseq 1.2$)." *Physica B* **219&220**, 565-567 (1996).

92) M. Kubota, G. Saito, H. Ito, T. Ishiguro and N. Kojima, "Magnetism of the Organic Superconductor κ-$(BEDT\text{-}TTF)_2Cu[N(CN)_2]Cl$." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **284**, 367-377 (1996).

93) N. Kojima, H. Sakai, M. Seto, S. Kitao and Yu. Maeda, "^{129}I Mossbauer Spectroscopy of Gold Mixed-Valence Compound $Cs_2Au_2I_6$." *Societa Italiana di Fisica* **50**, 47-50 (1996).

94) N. Kojima, M. Seto and Yu. Maeda, "Single Crystal ^{197}Au Mossbauer Spectroscopy of Gold Mixed-Valence Compound $Cs_2Au_2I_6$." *Societa Italiana di Fisica* **50**, 43-46 (1996).

95) N. Matsushita, A. Takano and N. Kojima, "Phase Transition and Generation Efficiency of Mismatch of Valence-Alternation in the Neutral MX Chain System. $[PtX_2(en)][PtX_4(en)]$ (X=Cl, Br, I)." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **285**, 317-322 (1996).

96) N. Kojima, "Structural Phase Transition and Au Valence State of the Perovskite-type Au Mixed-Valence Compounds $M_2Au_2X_6$ (M=Rb, Cs; X=Cl, Br, I) under High Pressure." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **285**, 295-302 (1996).

97) T. Komatsu, N. Kojima and G. Saito, "Magnetic Properties of an Organic Spin-Ladder Compound $(BEDT\text{-}TTF)Zn(SCN)_3$." *Solid State Commun*., **10,** 519-523 (1997).

98) N. Matsushita, H. Kitagawa and N. Kojima, "Three-Dimensional Iodo-Bridged Mixed-Valence Gold(I,III) Compound, $Cs_2Au^IAu^{III}I_6$." *Acta Cryst.C*, **53**, 663-666 (1997).

99) T. Komatsu, N. Kojima and G. Saito, "Ambient-Pressure Superconductivity of κ'-$(BEDT\text{-}TTF)_2$ $Cu_2(CN)_3$ Realized by a Carrier- Doping into a Mott-Insulating State." *Synthetic Metals*, **85**, 1519-1520 (1997).

100) N. Kojima, F. Fukuhara, H. Kitagawa, H. Takahashi and N. Mori, "Metallic Bipolaron Phase and

Its Pre-entrant Phenomenon in the Au Mixed-Valence Compounds $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl, I) under High Pressure." *Synthetic Metals*. **86**, 2175-2176 (1997).

101) A. Gohsh, N. Kimura, S. Ishimaru, R. Ikeda, A. Takano and N. Kojima, "Solid State 1H NMR in One Dimensional Neutral Complex: $[PtCl_2(en)][PtCl_4(en)]$." *Solid State Commun.*, **104**, 469-472 (1997).

102) A. Ishikawa, M. Kurasawa, S. Kitahara, A. Sasane, N. Kojima and R. Ikeda, "^{35}Cl NQR Study on $Cs_2[Au^ICl_2]$ $[Au^{III}Cl_4]$." *Z. Naturforsch.*, **53a**, 590-594 (1998).

103) T. Hashimoto, N. Matsushita, Y. Murakami, N. Kojima, K. Yoshida, H. Tagawa, M. Dokiya and T. Kikegawa, "Pressure-induced Structural Phase Transition of $LaCrO_3$." *Solid State Commun.*, **108**, 691-694 (1998).

104) N. Matsushita, H. Ahsbahs, S.S. Hafner and N. Kojima, "Crystal Structure of Mixed-Valence Gold Compound, $Cs_2Au^IAu^{III}Cl_6$ up to 18 GPa." *Rev. High Pressure Sci. Technol*., **17**, 329-331 (1998).

105) T. Yokoyama, Y. Murakami, M. Kiguchi, T. Komatsu and N. Kojima, "Spin-crossover Phase Transition of a Chain Fe(II) Complex Studied by X-Ray-Absorption Fine-Structure Spectroscopy." *Phys. Rev. B* **58**, 14238-14244 (1998).

106) X.J. Liu, K. Matsuda, Y. Moritomo, A. Nakamura and N. Kojima, "Electronic Structure of the Gold Complexes $Cs_2Au_2X_6$ (X=I, Br, and Cl)." *Phys. Rev. B* **59**, 7925-7930 (1999).

107) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura and N. Kojima, "Pressure Induced Phase Transition in Mixed-Valence Gold Complexes $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl and Br)." *J. Chem. Phys*., **110**, 9174-9178 (1999).

108) T. Komatsu, N. Kojima and G. Saito, "A Weakly Coupled Molecular Spin-Ladder (BEDT-TTF)$Zn(SCN)_3$." *Synth. Metals*, **103**, 1923-1924 (1999).

109) N. Kojima, Y. Murakami, T. Komatsu and T. Yokoyama, "EXAFS Study on the Spin-Crossover System, $[Fe(4\text{-}NH_2trz)_3](R\text{-}SO_3)_2$." *Synth. Metals*, **103**, 2154 (1999).

110) Y. Murakami, T. Komatsu and N. Kojima, "Control of Tc and Spin Bistability in the Spin-Crossover System,$[Fe(4\text{-}NH_2trz)_3](R\text{-}SO_3)_2$." *Synth. Metals*, **103**, 2157-2158 (1999).

111) A. Takano, T. Komatsu, N. Matsushita and N. Kojima, "Photo-Induced and Doping Effects on the Non-linear Excitation in $[PtX_2(en)][PtX_4(en)]$(X=Cl, Br, I)." *Synth. Metals*, **103**, 153 (1999).

112) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura and N. Kojima, "Broad Raman Band in the Single-Valence State of $Cs_2Au_2X_6$ (X= Cl and Br)." *J. Phys. Soc. Jpn*., **68**, 3134-3137 (1999).

113) N. Kojima, "Gold Valence Transition and Phase Diagram in the Mixed-Valence Complexes,M_2 $[Au^IX_2]$ $[Au^{III}X_4]$ (M= Rb, Cs; X= Cl, Br, and I)." *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **73**, 1445-1460 (2000).

114) N. Kojima and N. Matsushita, "P-T Phase Diagram and Au Valence State of the Perovskite-type Au Mixed-Valence Complexes, $M_2[Au^IX_2][Au^{III}X_4]$(M= K, Rb, Cs; X= Cl, Br, I)." *Coord. Chem. Rev.*, **198**, 251-263 (2000).

115) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, S. Matsuba and N. Kojima, "Pressure-Induced Phase Transition in Quasi-1D Mixed-Valence Gold Complexes." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **67**, 3158-3161 (2000).

116) N. Matsuba, N. Kojima, T. Komatsu, M. Seto, Y. Kobayashi and Yu. Maeda, "Studies of Mixed-Valence States in One-Dimensional Halogen-Bridged Gold Compounds $[Au^IX(DBS)][Au^{III}X_3(DBS)]$(X= Cl, Br, I; DBS= dibenzylsulfide)." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **343**, 169-174 (2000).

117) S. Toyazaki, Y. Murakami, T. Komatsu, N. Kojima and T. Yokoyama, "Study on the Spin-Crossover System for $[Fe(4\text{-}NH_2trz)_3](p\text{-}CH_3C_6H_4SO_3)_2$ nH_2O." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **343**, 175-180 (2000).

118) T. Komatsu and N. Kojima, "Molecular Orbital Calculation on the Neutral Mixed-Valent Platinum

Complex, $[Pt^{II}Cl_2(en)]$ $[Pt^{IV}Cl_4(en)]$." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **34,** 139-144 (2000).

119) X.J. Liu, Y. Moritomo, M. Ichida, A. Nakamura and N. Kojima, "Photoinduced Phase Transition in a Mixed-Valence Gold Complex." *Phys. Rev. B* **61**, 20-23 (2000).

120) X.J. Liu, Y. Moritomo, M. Ichida, A. Nakamura and N. Kojima, "Critical Nucleation in the Phototransferred Metastable Phase of $Cs_2Au_2Br_6$." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **69**, 1267-1270 (2000).

121) G. Saito, H. Izukashi, M. Shibata, K. Yoshida, L.A. Kushch, T. Kondo, H. Yamochi, O.O. Drozdova, K. Matsumoto, M. Kusunoki, K. Sakaguchi, N. Kojima and E.B. Yagubskii, "Formation of 2:1 Insulating Complexes of $D^+D^+A^{2-}$ Alternating Stack and a 4:1 Semimetallic Complex Using $M(dto)_2$ Dianions, (M= Ni, Pd or Pt and dto = dithiooxalate)." *J. Mater. Chem.*, **10**, 893-910 (2000).

122) X.J. Liu, Y. Moritomo, M. Ichida, A. Nakamura and N. Kojima, "Pressure- and Photo-induced Phase Transition in Gold Complex." *J. Luminescence*, **87-89**, 649-651 (2000).

123) N. Kojima, W. Aoki, M. Itoi, Y. Ono, M. Seto, Y. Kobayashi and Yu. Maeda, "Charge transfer Phase Transition and Ferromagnetism in a Mixed-Valence Iron Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N$ $Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3$](dto= $C_2O_2S_2$)." *Solid State Commun.*, **120**, 165-170 (2001).

124) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, T. Hirao, S. Toyazaki and N. Kojima, "Photoinduced Phase Transition and Relaxation Behaviour in a Spin-Crossover Fe(II) Complex nafion-$[Fe(Hrrz)_3]$ Film." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **70**, 2521-2524 (2001).

125) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura and N. Kojima, "Pressure- and Photo-induced Phase Transition in Mixed-Valence Gold Complexes." *Phase Transitions*, **74**, 51-92 (2001).

126) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura and N. Kojima, "Dynamical Process of Photo-induced Phase Transition in a Mixed-Valence Gold Complex." *J. Luminescence*, **94-95**, 541-544 (2001).

127) T. Nakamoto, Y. Miyazaki, M. Itoi, Y. Ono, N. Kojima and M. Sorai, "Heat Capacity of the Mixed-Valence Complex, $\{(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]\}_n$(dto: dithiooxalato) and Phase Transition due to Electron Transfer and Change in Spin-State of the Whole System." *Angew. Chem.Int. Ed.*, **40**, 4716-4719 (2001).

128) S. Toyazaki, M. Nakanishi, T. Komatsu, N. Kojima, D. Matsumura and T. Yokoyama, "Control of Tc by Isomerization of Counter Anion in Fe(II) Spin Crossover Complexes, $[Fe(4\text{-}NH_2trz)_3](R\text{-}SO_3)_2$." *Synthetic Metals*, **121**, 1794-1795 (2001).

129) N. Kojima, W. Aoki, M. Seto, Y. Kobayashi and Yu. Maeda, "Reversible Charge-Transfer Phase Transition in $[(n\text{-}C_3H_7)_4N][Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)." *Synthetic Metals*, **121**, 1796-1797 (2001).

130) Ishikawa, M. Kurasawa, K. Kurasawa, A. Sasane, R. Ikeda and N. Kojima, "^{35}Cl Quadrupole Relaxation Study on $Cs_2[Au(I)Cl_2][Au(III)Cl_4]$ and $Cs_2[Ag(I)Cl_2][Au(III)Cl_4]$." *Z. Naturforsch.*, **57a**, 348-352 (2002).

131) N. Kojima and K. Tsushima, "Recent Progress in magneto-Optics and Research on Its Application." *Low Temp. Phys.*, **28**, 677-690 (2002).

132) Y. Moritomo, K. Kato, A. Nakamoto, N. Kojima, E. Nishibori, M. Takata and M. Sakata, "Low-Temperature Structure of $[Fe(ptz)_6](BF_4)_2$ – Determination by Synchrotron-Radiation X-ray Powder Study –." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **71**, 1015-1018 (2002).

133) N. Kojima, S. Toyazaki, M. Itoi, Y. Ono, W. Aoki, Y. Kobayashi, M. Seto and T. Yokoyama, "Search on Multi-Functional Properties of Spin-Crossover System." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **376**, 567-574 (2002).

134) M. Ohkubo, T. Komatsu, N. Matsushita, N. Kojima and G. Saito, "Crystal Structure and Physical

Properties of BEDT-TTF (bis(ethylenedithio)tetrathiafulvalene) Salt Coupled with a Photo-Sensitive Transition Metal Complex." *Mol. Cryst. Liq. Cryst*., **376**, 147-152 (2002).

135) N. Kojima, M. Itoi, Y. Ono, M. Ohkubo, Y. Kobayashi and M. Seto, "New-type Phase Transition Coupled with Spin and Charge in Iron Mixed-Valence System." *Mol. Cryst. Liq. Cryst*., **379**, 349-356 (2002).

136) Y. Ono and N. Kojima, "Study on the Molecular Magnetism in Mixed-Valence Iron Complexes, $M[Fe^{II}Fe^{III}(mto)_3]$ ($M = (n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N$, mto = monothiooxalato (C_2O_3S))." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **379**, 349-356 (2002).

137) M. Itoi, N. Kojima, Y. Kobayashi and K. Asai, "Pressure Effect on Ferromagnetic Transition and Charge transfer Phase Transition in a Mixed-Valence Iron Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(dto= $C_2O_2S_2$)." *Mol. Cryst. Liq. Cryst*., **379**, 377-382 (2002).

138) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, S. Matsuba and N. Kojima, "Pressure Effects on Quasi-One-Dimensional Mixed-Valence Gold Complex, $[AuCl(DBS)][AuCl_3(DBS)]$ (DBS = dibenzylsulfide)." *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **379**, 291-296 (2002).

139) Y. Moritomo, K. Kato, A. Kuriki, N. Nakamoto, N. Kojima, M. Takata and M. Sakata, "Structural Analysis of $[Fe(ptz)_6](BF_4)_2$ under Photo-Excitation – Condensation of Photo-Excited High-Spin Ions -." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **71**, 2609-2612 (2002).

140) Y. Kobayashi, M. Itoi, N. Kojima and K. Asai, "Pressure Effect on Charge transfer Phase Transition in a Mixed-Valence Iron Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(dto= $C_2O_2S_2$)." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **71**, 3016-3020 (2002).

141) X.J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, S. Matsuba and N. Kojima, "Pressure-induced Phase Transition in Mixed-Valence Complexes: Comparison of Quasi-1D System with 3D System." *Phys. Stat. Sol*. (b), **223**, 183-187 (2002).

142) X.J. Liu, Y. Moritomo, T. Kawamoto, A. Nakamoto and N. Kojima, "Optical Hysteresis in a Spin-Crossover Complex." *Phys. Rev. B*, **67**, 012102-1-3 (2003).

143) X.J. Liu, Y. Moritomo, T. Kawamoto, A. Nakamoto and N. Kojima, "Dynamical Phase Transition in a Spin-Crossover Complex." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **72**, 1615-1618 (2003).

144) M. Tozawa, S. Ohkoshi, N. Kojima and K. Hashimoto, "Ion-exchange Synthesis and Magneto-optical Spectra of Colored Magnetic Thin Films Composed of Metal(II) Hexacyanochromate(III)." *Chem. Commun.*, 1204-1205 (2003).

145) Y. Ono, M. Okubo and N. Kojima, "Crystal Structure and Ferromagnetism of $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Co^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(dto = $C_2O_2S_2$)." *Solid State Commun.*, **126**, 291-296 (2003).

146) S. Miyashita and N. Kojima, "Generalized Wajnflasz Model for Charge Transfer Spin-Crossover Phenomena." *Progress Theor. Phys.*, **109**, 729-739 (2003).

147) A. Nakamoto, Y. Ono, N. Kojima, D. Matsumura, T. Yokoyama, X.J. Liu and Y. Moritomo, "Spin Transition and Its Photo-induced Effect in Spin Crossover Complex Film Based on $[Fe(II)(trz)_3]$." *Synth. Metals*, **137**, 1219-1220 (2003).

148) M. Enomoto, M. Itoi, Y. Ono, M. Okubo and N. Kojima, "Origin of Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism in of $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)." *Synth. Metals*, **137**, 1231-1232 (2003).

149) N. Kojima, M. Itoi, Y. Ono, M. Okubo and M. Enomoto, "Spin-Entropy Driven Charge-Transfer Phase Transition in Iron Mixed-Valence System." *Materials Science*, **21**, 181-189 (2003).

150) N. Kojima, K. Ikeda, Y. Ono, Y. Kobayashi, M. Seto, X.J. Liu and Y. Moritomo, "Control of

Chemical Bond and Electronic State for Gold Mixed-Valence Complexes, $Cs_2[Au^IX_2][Au^{III}Y_4]$ X, Y = Halogen)." *Progress in Coord. Bioinorg. Chem*., **6**, 115-120 (2003).

151) A. Nakamoto, Y. Ono, N. Kojima, D. Matsumura and T. Yokoyama, "Spin Crossover Complex Film, $[Fe^{II}(H\text{-}trz)_3]$-Nafion, with a Spin Transition around Room Temperature." *Chem. Lett.*, **32**, 336-337 (2003).

152) Y. Moritomo, Y. Isobe, X.J. Liu, T. Kawamoto, A. Nakamoto, N. Kojima, K. Kato and M. Tanaka, "Dynamical Phase Transition under Photo-excitation in a Spin-crossover Complex." *J. Luminescence*, **108**, 229-232 (2004).

153) M. Itoi, A. Taira, M. Enomoto, N. Matsushita, N. Kojima, Y. Kobayashi, K. Asai, K. Koyama, T. Nakano, Y. Uwatoko and J. Yamaura, "Crystal Structure and Structural Transition Caused by Charge-transfer Phase Transition for Iron Mixed-valence Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)." *Solid State Commun.*, **130**, 415-420 (2004).

154) M. Itoi, M. Enomoto and N. Kojima, "Ferromagnetism of Iron Mixed-valence Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dithiooxalato: dto = $C_2O_2S_2$)." *J. Mag. Mag. Mater.* **272-276**, 1093-1094 (2004).

155) Y. Kobayashi, M. Itoi, N. Kojima and K. Asai, "Pressure-induced Charge-transfer Phase Transition in a Mixed-valence Iron Complex." *J. Mag. Mag. Mater.* **272-276,** 1091-1092 (2004).

156) N. Kojima, Y. Ono, Y. Kobayashi and M. Seto, "Control of Charge Transfer Phase Transition in Iron Mixed-valence System, $(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(n = 3-6; dto = $C_2O_2S_2$)." *Hyperfine Interactions*, **156-157**, 175-179 (2004).

157) K. Ikeda, N. Kojima, Y. Ono, Y. Kobayashi, M. Seto, X.J. Liu and Y. Moritomo, "Study on Chemical Bond and Electronic State of New Gold Mixed-Valence Complexes, $Cs_2[Au^IX_2][Au^{III}Y_4]$(X, Y =Cl, Br, I, etc.)." *Hyperfine Interactions*, **156-157**, 311-314 (2004).

158) M. Sakata, T. Itsubo, E. Nishibori, Y. Moritomo, N. Kojima, Y. Ohishi and M. Takata, "Charge Density Study under High Pressure." *J. Phys. Chem. Solids*, **65**, 1973-1976 (2004).

159) K. Ikeda, Y. Ono, M. Enomoto, N. Kojima, Y. Kobayashi, M. Seto, K. Koyama and Y. Uwatoko, "P-T Phase Diagram and Gold Valence State of New Gold Mixed-Valence Complexes, $Cs_2[Au^IX_2][Au^{III}Y_4]$(X, Y =Cl, Br, I; $X \neq Y$)." *Ceramics-Silik*, **48**, 159-164 (2004).

160) X.J. Liu, Y. Moritomo and N. Kojima, "Electronic Phase Diagram of Mixed-Valence Gold Chloride." *Chinese Phys. Lett.*, **21**, 183-186 (2004)

161) I. Kashima, M. Okubo, Y. Ono, M. Itoi, N. Kida, M. Hikita, M. Enomoto and N. Kojima, "Ferromagnetism and Its Photo-induced Effect in 2D Iron Mixed-Valence Complex Coupled with Photochromic Spropyran." *Synth. Metals*, **153**, 473-476 (2005).

162) M. Enomoto and N. Kojima, "Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism in a Novel Iron Mixed-Valence Complex $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(tto)_3]$(tto = C_2OS_3)." *Synth. Metals*, **152**, 457-460 (2005).

163) M. Okubo, M. Enomoto and N. Kojima, "Study on Photomagnetism of 2D Magnetic Compounds Coupled with Photochromic Diarylethene Cations." *Synth. Metals*, **152**, 461-464 (2005).

164) A. Nakamoto, N. Kojima, X.J. Liu, Y. Moritomo and A. Nakamura, "Demonstration of the Thermally Induced High-Spin – Low-Spin Transition for a Transparent Spin-Crossover Complex Film, [Fe(II)(Htrz)3]-Nafion (trz = triazole)." *Polyhedron*, **24**, 2909-2912 (2005).

165) M. Okubo, M. Enomoto and N. Kojima, "Reversible Photomagnetism in a Cobalt Layered Compound Coupled with Photochromic Diarylethene." *Sold State Commun*., **134**, 777-782 (2005).

166) M. Okubo, M. Enomoto, K. Koyama, Y. Uwatoko and N. Kojima, "Hybrid Organic-Inorganic Conductor Coupled with BEDT-TTF and Photochromic Nitrosyl Ruthenium Complex." *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **78**, 1054-1060 (2005).

167) M. Tada, N. Kojima, Y. Izumi, T. Taniike and Y. Iwasawa, "Chiral Self-Dimerization of Vanadium Complexes on a SiO2 Surface for Asymmetric Catalytic Coupling of 2-Naphthol: Structure, Performance, and Mechanism." *J. Phys. Chem. B* **109**, 9905-9916 (2005).

168) N. Matsushita, F. Fukuhara and N. Kojima, "A Three-dimensional Bromo-bridged Mixed-valence Gold(I,III) Compound, $Cs_2Au^IAu^{III}Br_6$." *Acta Cryst. E* **61**, i123-i125 (2005).

169) N. Matsushita, A. Tanaka and N. Kojima, "A Three-dimensional Iodo-bridged Mixed-valence Gold(I,III) Compound, $Rb_2[Au^II_2]$ $[Au^{III}I_4]$." *Acta Cryst. E* **61**, i201-i203 (2005).

170) T. Kajiwara, M. Nakano, Y. Kaneko, S. Takaishi, T. Ito, M. Yamashita, A. Igashira-Kamiyama, H. Nojiri, Y. Ono and N. Kojima, "A Single-Chain Magnet Formed by a Twisted Arrangement of Ions with Easy-Plane Magnetic Anisotropy." *J. Am. Chem. Soc.*, **127**, 10150-10151 (2005).

171) J.Y. Son, T. Mizokawa, J.W. Quilty, K. Takubo, K. Ikeda and N. Kojima, "Photoinduced Valence Transition in Gold Complexes $Cs_2Au_2X_6$ (X = Cl and Br) Probed by X-ray Photoemission Spectroscopy." *Phys. Rev. B.* **72**, 235105-1-4 (2005).

172) Y. Moritomo, M. Kamiya, A. Nakamura, A. Nakamoto and N. Kojima, "Cooperative Formation of High-spin Species in a Photoexcited Spin-Crossover Complex," *Phys. Rev*. **B73**, 012103-1-4 (2006).

173) M. Itoi, Y. Ono, N. Kojima, K. Kato, K. Osaka and M. Takata, "Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism of Iron Mixed Valence Complexes, $(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N$ $[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (n = 3-6, dto = $C_2O_2S_2$)," *Eur. J. Inorg. Chem*., 1198-1207 (2006).

174) H. Shimizu, M. Okubo, A. Nakamoto, M. Enomoto and N. Kojima, "Enhancement of the Curie Temperature by Isomerization of Diarylethene (DAE) for an Organic-Inorganic Hybrid System, $Co_4(OH)_7(DAE)_{0.5}\cdot 3H_2O$," *Inorg. Chem*., **45**, 10240-10247 (2006).

175) M. Ferbinteanu, T. Kajiwara, K.Y. Choi, H. Nojiri, A. Nakamoto, N. Kojima, F. Cimpoes, Y. Fujiwara, S. Takaishi and M. Yamashita, "Binuclear Fe(III)-Dy(III) Single Molecular Magnet. Quantum Effects and Models," *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 9008-9009 (2006).

176) K. Ikeda, N. Kojima, Y. Kobayashi and M. Seto, "Study on Charge Transfer Interaction and Valence State of Layered Perovskite-type Mixed-Valence Complex, $[NH_3(CH_2)_nNH_3][(Au^II_2)$ $(Au^{III}I_4)(I_3)_2]$(n = 7, 8), by Means of ^{197}Au Mössbauer Spectroscopy," *Hyperfine Interactions*, **165**, 403-407 (2006).

177) M. Okubo, E. Hosono, J. Kim, M. Enomoto, N. Kojima, T. Kudo, H. Zhou and I. Honma, "Nanosize Effect on High-Rate Li-Ion Intercalation in $LiCoO_2$ Electrode." *J. Am. Chem. Soc*., **129**, 7444-7452 (2007).

178) K. Ikeda, Y. Kobayashi, Y. Negishi, M. Seto, T. Iwasa, K. Nobusada, T. Tsukuda and N. Kojima, "Thiolate-Induced Structural Reconstruction of Gold Clusters Probed by ^{197}Au Mössbauer Spectroscopy." *J. Am. Chem. Soc*., **129**, 7230-7231 (2007).

179) N. Matsushita, H. Ahsbahs, S.S. Hafner and N. Kojima, "Single Crystal X-ray Diffraction Study of a Mixed-Valence Gold Compound, $Cs_2Au^IAu^{III}Cl_6$ under High Pressures up to 18 GPa: Pressure-induced Phase Transition Coupled with Gold Valence Transition." *J. Solid State Chem*. **180**, 1353-1364 (2007).

180) M. Itoi, N. Kida, C. Lin, M. Koeda, N. Kojima, M. Hedo, Y. Uwatoko, Y. Kobayashi, K. Asai, Y. Ohishi and M. Takata, "Structural Analysis of Iron Mixed-Valence Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N$

$[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3](dto = C_2O_2S_2)$, under High Pressure." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **76**, Suppl. A 190-191 (2007).

181) T. Kajiwara, I. Watanabe, Y. Kaneko, S. Takaishi, M. Enomoto, N. Kojima and M. Yamashita, "Direct Observation of the Ground-Spin Alignment of Fe(II)-Fe(III) Single-Chain Magnet by Muon-Spin Relaxation." *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 12360-12361 (2007).

182) J.Y. Son, K. Takubo, D. Asakura, J.W. Quilty, T. Mizokawa, A. Nakamoto and N. Kojima, "Photoemission Study of Temperature Induced and Photoinduced Spin-State Transitions in Spin-Crossover Complex $[Fe(ptz)_6](BF_4)_2$." *J. Phys. Soc. Jpn.*, **76**, 084703-1-6 (2007).

183) K. Kato, M. Takada, Y. Moritomo, A. Nakamoto and N. Kojima, "On-Off Optical Switching of the Magnetic and Structural Properties in a Spin-Crossover Complex." *Appl. Phys. Lett.*, **90**, 201902-1-3 (2007).

184) N. Kojima, M. Okubo, H. Shimizu and M. Enomoto, "Control of Magnetism by Isomerization of Intercalated Molecules in Organic-Inorganic Hybrid Systems." *Coord Chem. Rev*., **251**, 2665-2673 (2007).

185) N. Kojima, M. Enomoto, N. Kida, I. Watanabe and T. Suzuki, "Ferromagnetic and Charge Transfer Phase Transitions in $[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3](dto = C_2O_2S_2)$ Complexes Examined by Muon Spectroscopy." *RIKEN Accel. Prog. Rep*., **40**, v (2007).

186) N. Kida, M. Enomoton, I. Watanabe, T. Suzuki and N. Kojima, "Spin dynamics of the charge-transfer phase transition of an iron mixed-valence complex observed using muon spin relaxation spectroscopy." *Phys. Rev. B* **77,** 144427-1-5 (2008).

187) M. Enomoto, N. Kida, I. Watanabe, T. Suzuki and N. Kojima, "Spin Dynamics of the Ferromagnetic Transition in Iron Mixed-Valence Complexes, $(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$, n = 3-5) by μSR." *Physica. B* **404**, 642-644 (2009).

188) N. Kida, M. Hikita, I. Kashima, M. Okubo, M. Itoi, M. Enomoto, K. Kato, M. Takata and N. Kojima, "Control of Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism by Photoisomerization of Spiropyran for an Organic-Inorganic Hybrid System, $(SP)[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (SP = spiropyran, dto = $C_2O_2S_2$)." *J. Am. Chem. Soc.*, **131** 212-220 (2009).

189) N. Kida, M. Hikita, I. Kashima, M. Enomoto, M. Itoi and N. Kojima, "Mössbauer Spectroscopic Study of Photo-Sensitive Organic-Inorganic Hybrid System, (SP) $[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$ SP = spiropyran)." *Polyhedron*, **28**, 1694-1697 (2009).

190) M. Enomoto and N. Kojima, "Magnetic Dilution Effect on the Charge Transfer Phase Transition and the Ferromagnetic Transition for an Iron Mixed-Valence Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N$ $[Fe^{II}_{1-x}Zn^{II}_xFe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)." *Polyhedron*, **28**, 1826-1829 (2009).

191) K. Kagesawa, Y. Ono, M. Enomoto and N. Kojima, "Study on the Valence Fluctuation and the Magnetism of an Iron Mixed-Valence Complex, $(n\text{-}C_4H_9)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(mto)_3]$ (mto = C_2O_3S)." *Polyhedron*, **28**, 1822-1825 (2009).

192) N. Kojima, M. Enomoto, N. Kida and K. Kagesawa, "Progress of Multi Functional Properties of Organic-Inorganic Hybrid System, $A[Fe^{II}Fe^{III}X_3]$ (A = $(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N$, spiropyran; X = $C_2O_2S_2$, C_2OS_3, C_2O_3S)." *Materials* **3**, 3141-3187 (2010).

193) K. Kagesawa, A. Okazawa, M. Enomoto and N. Kojima, "Study on the Rapid Spin Equilibrium in $Ph_4P[Zn^{II}Fe^{III}(mto)_3]$ (mto = monothiooxalato)." *Chem. Lett*. **39**, 872-873 (2010).

194) E. Hosono, Y. Wang, N. Kida, M. Enomoto, N. Kojima, M. Okubo, H. Matsuda, Y. Saito, T. Kudo, I. Honma and H. Zhou, "Synthesis of Triaxial LiFePO4 Nanowire with a VGCF Core Column and a Carbon Shell through the Electrospinning Method." *Appl. Mater. Interfaces*, **2**, 212-218 (2010).

195) K. Kagesawa, N. Kida, Y. Ono, M. Enomoto and N. Kojima, "Linkage-isomerization and Charge-transfer in the Formation of Iron Mixed-Valence Complexes, (n-C_3H_7)$_4$N [$Fe^{II}Fe^{III}$(dto)$_3$](dto = $C_2O_2S_2$) and (n-C_4H_9)$_4$N[$Fe^{II}Fe^{III}$(mto)$_3$] (mto = C_2O_3S)." *J. Phys.: Conf. Ser.*, **217**, 012034-012037 (2010).

196) A. Sugahara, M. Enomoto and N. Kojima, "Isomerization Effect on Counter Anion on the Spin Crossover Transition in [Fe(4-NH_2trz)$_3$]($CH_3C_6H_4SO_3$)$_2$·nH_2O." *J. Phys.: Conf. Ser.*, **217**, 012128-012131 (2010).

197) Z.Z. He, C.S. Lin, W.D. Cheng, A. Okazawa, N. Kojima, J. Yamaura and Y. Ueda, "Unusually Large Magnetic Anisotropy in a CuO-Based Semiconductor $Cu_5V_2O_{10}$." *J. Am. Chem. Soc*. **133**, 1298-1300 (2011).

198) M. Okubo, D. Asakura, Y. Mizuno, T. Kudo, H. S. Zhou, A. Okazawa, N. Kojima, K. Ikedo, T. Mizokawa and I. Honma, "Ion-Induced Transformation of Magnetism in a Bimetallic CuFe Prussian Blue Analogue." *Angew. Chem. Int. Ed.*, **50**, 6269-6273 (2011).

199) T. Shimada, A. Okazawa, N. Kojima, S. Yoshii, H. Nojiri and T. Ishida, "Ferromagnetic Exchange Couplings Showing a Chemical Trend in Cu-Ln-Cu Complexes (Ln = Gd, Tb, Dy, Ho, Er)." *Inorg. Chem*., **50**, 10555-10557 (2011).

200) T. Tsukuda, Y. Negishi, Y. Kobayashi and N. Kojima, "^{197}Au Mössbauer Spectroscopy of $Au_{25}(SG)_{18}^-$ Revisited." *Chem. Lett.*, **40**, 1292-1293 (2011).

201) H. Kamebuchi, T. Jo, H. Shimizu, A. Okazawa, M. Enomoto and N. Kojima, "Development of pH-Sensitive Spin-crossover Iron(II) Complex Films, [Fe^{II}(diAMsar)]–Nafion: Manipulation of the Spin State by Proton Concentration." *Chem. Lett.*, **40**, 888-889 (2011).

202) A. Okazawa, H. Nojiri, T. Ishida and N. Kojima, "Single-Molecule Magnet Behavior Enhanced by Magnetic Coupling between 4f-3d Spins." *Polyhedron*, **30**, 3140-3144 (2011)."

203) A. Okazawa, K. Fujiwara, R. Watanabe, N. Kojima, S. Yoshii, H. Nojiri and T. Ishida, "Exchange Couplings in One-dimentionally Arrayed 4f-3d Heterometallic [Ln_2Cu_2]$_n$ Compounds. A Chemical Trend of the Coupling Parameter." *Polyhedron*, **30**, 3121-3126 (2011).

204) A. Sugahara, K. Moriya, M. Enomoto, A. Okazawa and N. Kojima, "Study on the Spin-Crossover Transition in [Fe(cis-/trans-stpy)$_4$(X)$_2$] (stpy: styrylpyridine, X: NCS, $NCBH_3$) under High Pressure toward Ligand-Driven Light-Induced Spin Change." *Polyhedron*, **30**, 3127-3130 (2011).

205) M. Enomoto, N. Kida, N. Kojima, I. Watanabe, T. Suzuki and T., Ishii, "Study on the Pressure Induced Charge Transfer Phase Transition in (C_5H_{11})$_4$N [$Fe^{II}Fe^{III}$($C_2O_2S_2$)$_3$] by Means of μSR Spectroscopy." *Polyhedron* **30**, 3137–3139 (2011).

206) N. Kojima, K. Kagesawa, A. Okazawa and I. Watanabe, "Study on the Spin-Equilibrium and the Succeeding Magnetic Phase Transitions in the Iron(III) Complex by Means of μSR Spectroscopy." *RIKEN Accel. Prog. Rep*., **45**, 194 (2011).

207) K. Fujiwara, A. Okazawa, N. Kojima, G. Tanaka, S. Yoshii and H. Nojiri, "Oximato-Bridged Light-Lanthanide Ln_4Cu Complexes Showing Ferromagnetic Ln-Cu Exchange Coupling," *Chem. Phys. Lett*., **530**, 49-54 (2012).

208) Y. Ono, A. Okazawa, N. Kida, M. Enomoto and N. Kojima, "Study on the Ferromagnetic State in Iron Mixed-Valence Complexes, A[$Fe^{II}Fe^{III}$(dto)$_3$](A = (n-C_nH_{2n+1})$_4$N, spiropyran; dto = $C_2O_2S_2$) by Means of Mössbauer Spectroscopy." *Hperfine Interactions*, **207**, 139-143 (2012).

209) A. Nakamoto, H. Kamebuchi, M. Enomoto and N. Kojima, "Study on the Spin Crossover Transition

and Glass Transition for Fe(II) Complex Film, [Fe(II)(H-triazole)$_3$]@Nafion, by Means of Mössbauer Spectroscopy." *Hyperfine Interactions*, **205**, 41-45 (2012).

210) N. Kojima, K. Ikeda, Y. Kobayashi, T. Tsukuda, Y. Negishi, G. Harada, T. Sugawara and M. Seto, "Study on the Structure and Electronic State of Thiolate-Protected Gold Clusters by Means of ^{197}Au Mössbauer Spectroscopy." *Hyperfine Interactions*, **207**, 127-131 (2012).

211) D. Asakura, M. Okubo, Y. Mizuno, T. Kudo, H. S. Zhou, K. Ikedo, T. Mizokawa, A. Okazawa and N. Kojima, "Fabrication of Defectless Cyanide Bridged Perovskite Framework for Enhanced Electrochemical Ion Storage Ability." *J. Phys. Chem. C* **116**, 8364-8369 (2012).

212) N. Kojima, N. Kida, A. Okazawa and M. Enomoto, "Size Effect of Intercalated Cation on the Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism for Iron Mixed-Valence System, A[$Fe^{II}Fe^{III}(C_2O_2S_2)_3$] (A = $(C_nH_{2n+1})_4N$, $(C_mH_{2m+1})_3$ $(C_nH_{2n+1})N$)." *Mössbauer Effect Reference and Data Journal*, **35**, 154-165 (2012).

213) Y. Mizuno, M. Okubo, K. Kagesawa, D. Asakura, T. Kudo, H.S. Zhou, K. Oh-ishi, A. Okazawa and N. Kojima, "Precise Electrochemical Control of Ferromagnetism in a Cyanide-Bridged Bimetallic Coordination Polymer." *Inorg. Chem.*, **51**, 10311-10316 (2012).

214) H. Ida, A. Okazawa, N. Kojima, R. Shimizu, Y. Yamada and M. Enomoto, "Effect of Nonmagnetic Substitution on the Magnetic Properties and Charge-Transfer Phase Transition of an Iron Mixed-Valence Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)." *Inorg. Chem.*, **51**, 8989-8996 (2012).

215) Z. Z. He, W. L. Zhang, W. D. Cheng, A. Okazawa and N. Kojima, "$K_4Fe_4P_5O_{20}$: A New Mixed Valence Microporous Compound with Elliptical Eight-Ring Channels." *Inorg. Chem.*, **51**, 7469-7471 (2012).

216) T. Ishida, R. Watanabe, K. Fujiwara, A. Okazawa, N. Kojima, G. Tanaka, S. Yoshii and H. Nojiri, "Exchange coupling in TbCu and DyCu single-molecule magnets and related lanthanide and vanadium analogs." *Dalton Trans.*, **41**, 13609-13609, (2012).

217) N. Kano, N. Yoshinari, Y. Shibata, M.Miyachi, T.Kawashima, M. Enomoto,, A.Okazawa, N. Kojima, J.D.Guo and S. Nagase, "Anionic Iron Complexes with a Bond between an Ate-Type Pentacoordinated Germanium and an Iron Atom." *Organometallics*, **31**, 8059-8062 (2012).

218) N. Kojima, Y. Kobayashi, Y. Negishi, M. Seto and T. Tsukuda, "Structural evolution of glutathionate-protected gold clusters studied by means of ^{197}Au Mössbauer Spectroscopy." *Hyperfine Interactions*, **217**, 91-98 (2013).

219) M. Okubo, K. Kagesawa, Y. Mizuno, D. Asakura, E. Hosono, T. Kudo, H. Zhou, K. Fujii, H. Uekusa, S. Nishimura, A. Yamada, A. Okazawa and N. Kojima, "Reversible Solid State Redox of an Octacyanometallate-bridged Coordination Polymer by Electrochemical Ion Insertion/extraction." *Inorg. Chem*. **52**, 3772-3779 (2013).

220) N. Kojima, K. Ikeda, Y. Kobayashi and M. Seto, "Study on the electronic state of gold mixed-valence complexes, $Cs_2[Au(I)X_2][Au(III)Y_4]$(X, Y = Cl, Br, I) by means of ^{197}Au Mössbauer spectroscopy." *Mössbauer Effect Reference and Data Journal*, **36**, 57-72 (2013).

221) Y. Seki, A. Okazawa, M. Enomoto, J. Harada, K. Ogawa and N. Kojima, "Alternating Ferro- and Antiferromagnetic Couplings in One-dimensional Chain Hexachlorodicuprate(II), (MV)$[CuCl_3]_2$ (MV = methyl viologen)." *Current Inorg. Chem*. **3**, 94-100 (2013).

222) J. Yoshida, N. Kida, A. Okazawa and N. Kojima, "Cation Size Effect on Photomagnetism and Charge Transfer Phase Transition of Iron Mixed-valence Complexes with Spiropyrans." *Polyhedron*, **66**, 100-107 (2013).

223) Z. He, W. Zhang, W. Cheng, A. Okazawa and N. Kojima, "Long-range and Short-range Orderings in $K_4Fe_4P_5O_{20}$ with a Natrolite-like Framework." *Dalton Ttransactions*, **42**, 5860-5865 (2013).

224) A. Okazawa, T. Shimada, N. Kojima, S. Yoshii, H. Nojiri and T. Ishida, "Exchange Coupling and Its Chemical Trend Studied by High-Frequency EPR on Heterometallic [Ln_2Ni] Complexes." *Inorg. Chem.* **52**, 13351-13355 (2013).

225) Y. Mizuno, M. Okubo, E. Hosono, T. Kudo, K. Oh-ishi, A. Okazawa, N. Kojima, R. Kurono, S. Nishimura and A. Yamada, "Electrochemical Mg^{2+} Intercalation into a Bimetallic CuFe Prussian Blue Analog with Aqueous Electrolytes." *J. Materials Chemistry A* **1**, 13055-13059 (2013).

226) Y. Negishi, W. Kurashige, Y. Kobayashi, S. Yamazoe, N. Kojima, M. Seto and T. Tsukuda, "$Au_{24}Pd_1(SC_{12}H_{25})_{18}$ Probed by ^{197}Au Mössbauer and Pd K-edge EXAFS Spectroscopy." *J. Phys. Chem. Lett.* **4**, 3579-3583 (2013).

227) N. Kojima, H. Kobayashi, A. Okazawa, I. Kawasaki, I. Watanabe, "Study on the static and dynamic spin crossover phenomena in tripyrazolylmethane iron(II) complexes by means of mSR spectroscopy," *RIKEN Accel. Prog. Rep.*, **47**, 258 (2014).

228) K. Nomura, S. Taya, A. Okazawa and N. Kojima, "Sol-gel synthesis and dilute magnetism of nano MgO powder doped with Fe." *Hyperfine Interactions*, **226**, 161-169 (2014).

229) A. Okazawa, J. Yoshida, N. Kida, I. Kashima, W. Murata, M. Enomoto and N. Kojima, "Study on spin configuration in photoresponsive iron mixed-valence complexes by Mössbauer spectroscopy." *Hyperfine Interactions*, **226**, 351-357 (2014).

230) T. Fujinami, M. Koike, N. Matsumoto, Y. Sunatsuki, A. Okazawa and N.Kojima, "Abrupt Spin transition and thermal hysteresis of iron(III) complex $[Fe^{III}(Him)_2(hapen)]AsF_6$ (Him = imidazole, H_2hapen = *N,N′*-bis(2-hydroxyacetophenylidene)ethylenediamine)." *Inorg. Chem.*, **53**, 2254-2259 (2014).

231) H. Kamebuchi, M. Okubo, A. Okazawa, M. Enomoto, J. Harada, K. Ogawa, G. Maruta, S. Takeda, N. Kojima, C. Train and M. Verdaguer, "A Tricky Water Molecule Coordinated to a Verdazyl Radical-Iron(II) Complex: a Multitechnique Approach." *Phys. Chem. Chem. Phys*. **16**, 9086 - 9095 (2014).

232) N. Kojima, M. Itoi and Y. Miyazaki, "Phase Transitions due to Charge Transfer in Mixed-Valence Assembled Metal Complexes, $A[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (A = $(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N$, spiropyran; dto = $C_2O_2S_2$)," *Current Inorg. Chem.*, **4**, 85-99 (2014).

233) A. Sugahara, N. Tanaka, A. Okazawa, N. Matsushita and N. Kojima, "Photochromic Property of Anionic Spiropyran Having Sulfonate-substituted Indoline Moiety." *Chem. Lett.*, **43**, 281-283 (2014).

234) H. Kamebuchi, A. Nakamoto, T. Yokoyama and N. Kojima, "Fastener Effect on Uniaxial Chemical Pressure for One-Dimensional Spin-Crossover System, $[Fe^{II}(NH_2\text{-trz})_3]$ $(C_nH_{2n+1}SO_3)_2{\cdot}xH_2O$: Magnetostructural Correlation and Ligand Field Analysis," *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **88**, 419-430 (2015).

235) K. Nomura, P. de Souza, S. Hirai and N. Kojima, "Mössbauer Analysis of Iron Ore and Rapidly Reduced Iron Ore Treated by Micro-discharge Using Carbon Felf." *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **303**, 1259-1263 (2015).

236) A.Taufiq, Sunaryono, E.G.R. Putra, A. Okazawa, I. Watanabe, N. Kojima, S. Pratapa, Darminto, "Nanoscale Clustering and Magnetic Properties of $Mn_xFe_{3-x}O_4$ Particles Prepared from Natural Magnetite," *J. Superconductivity and Novel Magnetism*, **28**, 2855- 2863 (2015).

237) N. Tanaka, A. Okazawa, A. Sugahara, N. Kojima, "Development of a Photoresponsive Organic-

Inorganic Hybrid Magnet: Layered Cobalt Hydroides Intercalated with Spiropyran Anion," *Bull. Chem. Soc. Jpn*., **88**, 1150-1155 (2015).

238) Sunaryono, A. Taufiq, E. G. R. Putra, A. Okazawa, I. Watanabe, N. Kojima, S. Rugmai, S. Soontaranon, M. Zainuri, Triwikantoro, S. Pratapa, Darminto, "Small-Angle X-Ray Scattering Study on PVA/Fe_3O_4 Magnetic Hydrogels," *Nano, World Scientific*, **11**, 1650027-1-12 (2016).

239) M. Enomoto, I. Watanabe, N. Kojima, "Dynamical Behavior of the Charge Transfer Phase Transition in Dithiooxalato-Bridged Iron Mixed-Valence System," *Current Inorg. Chem*., **6**, 49-60 (2016).

240) S. Goda, M. Nikai, M. Ito, D. Hashizume, K. Tamao, A. Okazawa, N. Kojima, H. Fueno, K. Tanaka, Y. Kobayashi, T. Matsuo, "Synthesis and Magnetic Properties of Linear Two-coordinate Monomeric Diaryliron(II) Complexes Bearing Fused-ring Bulky "Rind" Groups," *Chem. Lett.* **45**, 634–636 (2016).

241) K. Nomura, S. Suzuki, Y. Koike, H. Li, A. Okazawa, N. Kojima, "Magnetic property and Mossbauer analysis of $SrSn_{1-x}Fe_xO_3$ prepared by a sol-gel method," *Hyperfine Interactions*, **237**, 26-1-10 (2016).

242) A. Sugahara, H. Kamebuchi, A. Okazawa, M. Enomoto, N. Kojima, "Control of Spin-Crossover Phenomena in One-Dimensional Triazole-Coordinated Iron(II) Complexes by Means of Functional Counter Ions." *Inorganics*, **5**, 50-1-23 (2017).

243) A. Taufiq, A.T. Sunaryono, N. Hidayat, A. Hidayat, E. Giri, R. Putra, A. Okazawa, I. Watanabe, N. Kojima, S. Pratapa, Darminto, "Studies on Nanostructure and Magnetic Behaviors of Mn-Doped Black Iron Oxide Magnetic Fluids Synthesized from Iron Sand" Nano, World Scientific, 12 (09), 1750110-1-11 (2017).

244) N. Shida, Y. Suzawa, M. Inaba, A. Okazawa, N. Kojima, M. Enomoto, "Magnetic Properties of V-substitution Effect an Iron Mixed-Valence Complex," *Polyhedron*, **136**, 143-148 (2017).

245) R. Tanaka, A. Okazawa, H. Konaka, A. Sasaki, N. Kojima and N. Matsushita, " Unique Hydration/Dehydration-Induced Vapochromic Behavior of a Charge-Transfer Salt Comprising Viologen and Hexacyanidoferrate(II)," *Inorg. Chem*. **57**, 2209-2217 (2018).

246) R. Tanaka, A. Okazawa, N. Kojima and N. Matsushita, "Ionic Crystal Containing Protons (H^+) as Counter Cations: Preparation and Crystal Structure of a Salt of 4,4'-Bipiperidine-1,1'-diium and Hexacyanidoferrate(II)," *Chem. Lett*., **47**, 697-699 (2018).

著書

1）小島憲道
各種磁気効果の測定－磁気光効果
実験化学講座　第９巻『電気・磁気』日本化学会/編
（丸善，1991）分担執筆：525-536.

2）小島憲道
一次元混合原子価錯体－不定比化合物
実験化学講座　第１７巻『無機錯体・キレート錯体』日本化学会/編
（丸善，1991）分担執筆：521-530.

3）小島憲道
光による構造変化－遷移金属錯体
実験化学講座　第１２巻『物質の機能性』日本化学会/編
（丸善，1993）分担執筆：216-222.

4）小島憲道
発展する無機化学－物理学における無機化学（固体物性化学）
『詳説　無機化学』福田豊・海崎純男・北川進・伊藤翼/編
（講談社サイエンティフィク，1996）分担執筆：245-250.

5）小島憲道
配位子場の科学
『新しい配位子場の科学』田辺行人/監修
（講談社サイエンティフィク，1998）分担執筆：1-28.

6）小島憲道
『応用物理用語事典』応用物理学会/編
（オーム社，1998）分担執筆

7）N. Kojima
Elementary Excitations in Magnetically Ordered Materials
“Magneto-Optics” ed. S. Sugano and N. Kojima
(Springer, 2000) 分担執筆：37-74.

8）小島憲道
光スペクトルに見る磁性イオン間相互作用，MCD の基礎理論
『新しい磁気と光の科学』菅野暁・小島憲道・佐藤勝昭・対馬国郎/編
（講談社サイエンティフィク，2001）分担執筆：1-39, 241-245.

9）小島憲道
『現代物性化学の基礎－化学結合論によるアプローチ』小島憲道・下井守/編
（講談社サイエンティフィク，2003）分担執筆：分担執筆：1-42, 128-150, 151-176.

10）小島憲道・守友浩
光・スピン・電荷の相乗効果による多重機能性金属錯体

『集積型金属錯体の科学』大川尚士・伊藤翼/編
（化学同人，2003）分担執筆：203-210.

11）小島憲道
錯体化学－集積型金属錯体における物性・機能性の現状と将来
先端化学シリーズⅤ『海洋天然物・錯体・コンビナトリアル・全合成』日本化学会/編
（丸善，2003）分担執筆：113-117.

12）小島憲道
光とスピンの演ずる物質とは
『金属元素が拓く２１世紀の新しい化学の世界』日本学術振興会・放送大学・日本化学会
（クバプロ，2004）分担執筆：69-78.

13）小島憲道
『化学の基礎７７講』東京大学教養学部化学部会/編
（東京大学出版会，2004）分担執筆：98-101, 104-109.

14）小島憲道
磁気光学効果
『化学便覧　基礎編 II』日本化学会/編
（丸善，2004）分担執筆：654-657.

15）小島憲道，渡辺直寛
種々の磁気効果
実験化学講座　第７巻『電気物性，磁気物性』日本化学会/編
（丸善，2004）分担執筆：343-357.

16）小島憲道
混合原子価錯体
実験化学講座　第２２巻『金属錯体・遷移金属クラスター』日本化学会/編
（丸善，2004）分担執筆：471-477.

17）N. Kojima, K. Ikeda
Magnetochromism of Inorganic Materials
“Inorganic Chromotropism” ed. Y. Fukuda (Kodansha/Springer, 2007)
分担執筆：355-367.

.

18）N. Kojima
Photo-induced Spin Crossover Phenomena
“Inorganic Chromotropism” ed. Y. Fukuda (Kodansha/Springer, 2007)
分担執筆：258-273.

19）小島憲道
配位子場理論と金属錯体の光学的性質，遷移金属錯体の磁気的性質，
付録：磁性における SI 単位系と CGS 単位系
『金属錯体の現代物性化学』山下正廣，小島憲道 / 編（三共出版，2008）
分担執筆：1-39, 57-72, 407-409.

20）小島憲道
光物性：一般論
『配位空間の化学－最新技術と応用－』北川進 / 監修
（シーエムシー出版，2009）分担執筆：258-266.

21）小島憲道
『新版　現代物性化学の基礎－化学結合論によるアプローチ』小川桂一郎，小島憲道 / 編
（講談社サイエンティフィク，2010）分担執筆：1-42, 124-147, 171-195, 218-245.

22）N. Kojima, A. Sugahara
Spin-Crossover and Related Phenomena Coupled with Spin, Photon and Charge
in “Mössbauer Spectroscopy: Applications in Chemistry, Biology and Nanotechnology.”, ed. V.K. Sharma, C. Klingelhöfer, T. Nishida (Wiley Inc., 2013) 分担執筆：152-176.

23）M. Okubo, N. Kojima
Photomagnetic Organic-inorganic Hybrid Materials
in “Research Advances in Magnetic Materials.”, ed. C. Toulson, D. Marwick, (Nova Science Publishers, Inc. 2013) 分担執筆：55-76.

24) 小島憲道，糸井充穂
電子移動が絡む分子強磁性
『スピン化学が拓く分子磁性の新展開』日本化学会編
（化学同人，2014）分担執筆：132-137.

25) 小島憲道
スピンクロスオーバー錯体
『鉄の事典』
（朝倉書店，2014）分担執筆：215-222.

26) H. Kamebuchi, M. Enomoto, N. Kojima
Progress of Multifunctional Spin Crossover Complex Film Based on Nafion, in “Nafion: Properties, Structure and Applications,” ed. A. Sutton, (Nova Science Publishers, Inc., 2016)
分担執筆：119-140.

27) 『ブラディ・ジェスパーセン　一般化学　上』小島憲道 監訳/ 小川桂一郎・錦織紳一・村田滋 訳（東京化学同人，2017）

28) 『ブラディ・ジェスパーセン　一般化学　下』小島憲道 監訳/ 小川桂一郎・錦織紳一・村田滋 訳（東京化学同人，2017）

総説、紀要等

１）小島憲道
希土類オーソクロマイト($RCrO_3$)における R-Cr 磁気相互作用の分光学的研究
物性研究　**35**, 51-86 (1980).

２）N. Kojima
Cr^{3+} Exciton Motion in Rare Earth Orthochromite, $RCrO_3$.
Bull. Kobe-Tokiwa College, **4**, 80-89 (1980).

３）N. Kojima
Assignment of the Optical Absorption Spectra in $(C_2H_5NH_3)_2MnCl_4$ by the Analysis of the Spectral Change in the Spin Flop Transition.
Bull. Kobe-Tokiwa College, **5**, 253-262 (1980).

４）N. Kojima, H. Kitagawa, T. Nakajima, T. Ban and I. Tsujikawa
Study of Mixed Valent State in $Cs_2Au_2X_6$ (X = Cl, Br and I).
Proc. XXV Int. Conf. Coord. Chem. (Nanjing, China, A2-197 (1987).

５）岡田博明、小島憲道
一次元イジング型反強磁性体 $CrFeCl_3・2H_2O$ の分光学的研究
京都大学極低温研究室月報　**62**, 14-19 (1990).

６）小島憲道
磁性体の強磁場分光　―　励起子の局在状態をみる　―
固体物理　**25**, 487-496 (1990).

７）N. Kojima, H. Kitagawa, H. Sato, T. Kitagawa and O. Shimomura
Crystal Structure of the Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Compound $Cs_2Au^{I}Au^{III}I_6$ under High Pressure.
Photon Factory Activity Report **8**, 352 (1990).

８）H. Sato, N. Kojima, K. Tsuji, M. Imai, K. Yaoita and T. Nakajima
X-ray Diffraction of Low-Dimensional Metal $K_3Cu_8S_6$ at High Pressure and Low Temperature.
Photon Factory Activity Report **9**, 100 (1991).

９）N. Kojima, A. Tanaka, H. Sato, T. Kikegawa and O. Shimomura
Structural Phase Transitions in the Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Compound $Rb_2Au_2I_6$ under High Pressure.
Photon Factory Activity Report **9**, 245 (1991).

10) N. Kojima, H. Kitagawa, T. Kikegawa, O. Shimomura, H. Takahashi and N. Mori
Structural Phase Transitions and Metallization in the Three-Dimensional Mixed-Valence Compounds $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl, Br, I) under High Pressure
Proceedings of Int. Conf. High Pressure Science and Technology (1991, Bangalore India, October, 7-11) 295-297.

11) N. Kojima, R. Kato, A. Tanaka and F. Amita
Pessure Induced Semiconductor-to-Metal Transition in the Three-Dimensional Halogen-Bridged Au Mixed-Valence Compound $Rb_2Au_2I_6$
Proceedings of Int. Conf. High Pressure Science and Technology (1991, Bangalore India, October, 7-11) 292-294.

12) A. Tanaka, H. Sato, N. Kojima, T. Kikegawa and O. Shimomura
Successive Phase Transitions in the Three-Dimensional Halogen-Bridged Mixed-Valence Compound $Rb_2Au_2I_6$ under High Pressure
Proceedings of Int. Conf. High Pressure Science and Technology (1991, Bangalore India, October, 7-11) 193-195.

13）北川宏、小島憲道
高圧下に金属おけるペロブスカイト型ハロゲン化物 $CsAuX_3$ (X=Cl, Br, I)の混合原子価状態の変化
京都大学極低温研究室月報 **64**, 12-17 (1991).

14）北川宏、小島憲道
ペロブスカイト型混合原子価錯体 $CsAuX_3$ の圧力誘起相転移
固体物理 **27**, 41-54 (1992).

15）佐藤博彦、小島憲道
低次元伝導体 A-Cu-X 化合物 (A=Na, K, Rb, Cs: X=S, Se)の物性
京都大学極低温研究室月報 **66**, 6-12 (1993).

16）N. Kojima, N. Hasegawa, T. Kikegawa and O. Shimomura
P-T Phase Diagram of the Halogen-Bridged Gold Mixed-Valence Compounds $Cs_2Au_2X_6$ (X=Cl, Br and I) under High Pressure
Photon Factory Activity Report 11, 300 (1993).

17）N. Kojima, M. Seto and Yu. Maeda
Single Crystal ^{197}Au Mossbauer Spectroscopy of Gold Mixed-Valence Compound $Cs_2Au^{I}Au^{III}I_6$.
KURRI Progress Report 172-173 (1993).

18）小島憲道
スピンクロスオーバー錯体の光誘起低スピン・高スピン転移と今後の展望
応用物理 63, 277-280 (1994).

19）小島憲道
超高圧下における混合原子価錯体の原子価転移と相図
高圧力の科学と技術 3, 368-374 (1994).

20）N. Kojima, N. Matsushita, T. Kikegawa and O. Shimomura
Au L_3 Near Edge Structure of Perovskite-type Au Mixed-Valence Compound $Cs_2Au_2Cl_6$ under High Pressure
Photon Factory Activity Report 12, 257 (1994).

21）N. Kojima, M. Hasegawa, H. Kitagawa, T. Kikegawa and O. Shimomura
Band Jahn-Teller Transition Induced by the Au(I,III) → Au(II) Transition in $Cs_2Au_2X_6$ (X = Cl, Br, I) under High Pressure.
Proc. 30th Int. Conf. Coord. Chemictry, (Kyoto, Japan, 1994) 89.

22）N. Kojima, H. Okada and K. Tsushima
Various Kinds of Optical Cooperative Transition Induced by the 3d-3d, 3d-4f, and 4f-4f Magnetic Interactions in $YbCrO_3$.
Proc. 30th Int. Conf. Coord. Chemictry, (Kyoto, Japan, 1994) 336.

23）N. Kojima, H. Sakai, M. Seto, S. Kitao and Yu. Maeda

^{129}I Mössbauer Spectroscopy of Gold Mixed Valence Compound $Cs_2Au_2I_6$.
KURRI Progress Report., 80 (1994).

24) 小島憲道，酒井宏，瀬戸誠，北尾真司，前田豊

^{129}I メスバウアー分光から見たペロブスカイト型混合原子価錯体 $Cs_2Au_2I_6$ の電子状態
「短寿命 RI による物性研究」(ISSN 0287-9808)，京都大学原子炉実験所，83-86 (1994).

25）N. Kojima, M. Hasegawa, T. Kikegawa and O. Shimomura
P-T Phase Diagram of the Halogen-Bridged Gold Mixed-Valence Compounds Cs_2 Au_2X_6 (X = Cl, Br and I) under High Pressure
Photon Factory Activity Report, 300 (1995).

26）小島憲道
Au 化合物の原子価状態
物性研究　64, 116-128 (1995).

27）N. Kojima
^{197}Au and ^{129}I Mössbauer Spectroscopy of the Perovskite-type Mixed-Valence Compound $Cs_2Au_2I_6$
Proceedings of XXX Zakopane School of Physics (Zakopane, Poland, 1995) 326-338.

28）N. Kojima, M. Seto and Yu. Maeda
Study on the Anisotropic Recoil-free Fraction of Au in $Cs_2[Au^IX_2][Au^{III}X_4]$(X = Cl, Br and I) by Single Crystal Au Mossbauer Spectroscopy
KURRI Progress Report, 46 (1997).

29) 小島憲道、瀬戸 誠、前田 豊
単結晶 Au メスバウアー分光:異方的無反跳分率と非等方性温度因子
「放射線および原子核をプローブとした物性研究」(ISSN 1342-0852), 京都大学原子炉実験所, 74-77 (1998).

30）N. Kojima, S. Matsuba, M. Seto, Y. Kobayashi and Yu. Maeda
^{197}Au Mössbauer Spectra of One-Dimensional Au Mixed-Valence Complex [AuCl(dbs)] [$AuCl_3$(dbs)]
KURRI Progress Report, 42 (1998).

31）N. Kojima, W. Aoki, M. Seto, Y. Kobayashi and Yu. Maeda
Reversible Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism in Mixed-Valence Complex, $(n\text{-}C_3H_7)_4N[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(dto = $C_2O_2S_2$)
KURRI Progress Report, 56 (1999).

32) 小島憲道、青木 航、小松徳太郎、瀬戸 誠、小林康浩、前田 豊

Fe 混合原子価錯体$[(n\text{-}Pr)_4N][Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(dto = $C_2O_2S_2$)における温度誘起電荷移動相転移と低スピン・高スピン転移
「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，124-126 (1999).

33) 小野祐樹、糸井充穂、小島憲道、瀬戸　誠、小林康浩

混合原子価錯体 $M[Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$ (M=$(C_nH_{2n+1})_4N$, dto=$C_2O_2S_2$)における電荷移動相転移と強磁性の研究

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉

実験所，127-129 (2000).

34）Y. Ono, M. Itoi, N. Kojima, M. Seto and Y. Kobayashi
Study on Charge Transfer Phase Transition and Ferromagnetism in a Mixed-Valence Fe Complex, $[(n\text{-}C_3H_7)_4N][Fe^{II}Fe^{III}(dto)_3]$(dto = $C_2O_2S_2$)
KURRI Progress Report, 62 (2000).

35）S. Toyazaki, D. Matsumura, T. Yokoyama and N. Kojima
Control of Tc by Isomerization of Anion in Fe(II) Spin-Crossover Complexes, $[Fe(4\text{-}NH_2trz)_3]$ $(o\text{-}, m\text{-}, p\text{-}NH_2C_6H_4SO_3)_2 \cdot 2H_2O$
Photon Factory Activity Report, 103 (2000).

36）Y. Ono, N. Kojima, M. Seto and Y. Kobayashi
Study on the Molecular Magnetism in Mixed-Valence Iron Complexes, $M[Fe^{II}Fe^{III}(mto)_3]$ (M = $(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N$, mto = monothiooxalato (C_2O_3S))
KURRI Progress Report, 16 (2001).

37) 小野祐樹、小島憲道

鉄混合原子価錯体 $M[Fe(II)Fe(III)(mto)_3]$ (M = $(n\text{-}C_3H_7)_4N$, $(n\text{-}C_4H_9)_4N$; mto = monothiooxalato (C_2O_3S))における分子磁性の研究

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，16-19 (2001).

38) 小野祐樹、榎本真哉、糸井充穂、小島憲道、瀬戸誠、小林康浩

チオオキサラト架橋型鉄混合原子価錯体における磁性

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，5-7 (2002).

39）N. Kojima
New Type of Spin Crossover System Based on Iron Mixed-Valence Complex
Proc. XIIIth Winter School on Coordination Chemistry, (Poland, 2002) 29-30.

40）K. Ikeda, N. Kojima, Y. Ono, Y. Kobayashi and M. Seto
Mössbauer Spectroscopy of New-Type Gold Mixed-Valence Complexes $Cs_2[Au(I)X_2]$ $[Au(III)Y_4]$(X, Y = Cl, Br, I, etc.) with Bridging Hetero-Halogen.
KURRI Progress Report, 59 (2002).

41）小島憲道
集積型金属錯体における物性・機能性の現状と将来
『２１世紀の化学の潮流を探る』（日本化学会）11, 27-32 (2002).

42）小島憲道
光とスピンの演ずる物質とは
『大学と科学』（文部科学省）17, 22-23 (2002).

43) 小野祐樹、糸井充穂、榎本真哉、小島憲道、小林康浩、瀬戸誠

混合原子価錯体$(C_nH_{2n+1})_4N[Fe(II)Fe(III)(dto)_3]$ (dto = $C_2O_2S_2$)の電荷移動相転移と P -T 相図

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，5-9 (2003).

44) 池田和寛、小野祐樹、小島憲道、小林康浩、瀬戸誠、劉暁峻、守友浩

架橋ハロゲンを制御した金混合原子価錯 $Cs_2[Au(I)X_2][Au(III)Y_4]$ (X,Y = CI, Br, I) の ^{197}Au メスバウアー分光研究

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，43-47 (2003).

45) 小島憲道，鹿島出， 疋田正憲，木田紀行，大久保将史，糸井充穂，小野祐樹，榎本真哉，

小林康浩，瀬戸誠，

光応答性有機・無機複合錯体(SP)[Fe(II)Fe(III)$(dto)_3$](SP=spiropyran, dto = $C_2O_2S_2$)の ^{57}Fe メスバウアー分光

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，8-11 (2004).

46) 木田紀行、榎本真哉、小島憲道、渡邊功雄、鈴木栄男

μSR による電荷移動相転移のダイナミクスの研究

「放射線と原子核をプローブとした物性研究の新展開」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，28-32 (2006).

47) 木田紀行，榎本真哉，小島憲道

^{57}Feメスバウアー分光法による(SP)[Fe(II)Fe(III)$(dto)_3$] (SP = spiropyran, dto = $C_2O_2S_2$)の光誘起電荷移動相転移の研究

「原子核プローブ生成とそれを用いた物性研究」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，41-46 (2008).

48) 影澤幸一，岡澤厚，榎本真哉，小島憲道

鉄混合原子価錯体$(n\text{-}C_nH_{2n+1})_4N[Fe^{II}Fe^{III}(mto)_3]$(n = 3, 4; mto = C_2O_3S)における速いスピン平衡と電荷揺動の協奏現象

「短寿命核および放射線を用いた物性研究(II)」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，19-22 (2009).

49) 影澤幸一、岡澤厚、榎本真哉、小島憲道

$(C_6H_5)_4P[Mn(II)Fe(III)(mto)_3]$ (mto = C_2O_3S)における速いスピン平衡と多段階磁気相転移の協奏現象

「短寿命核および放射線を用いた物性研究(III)」(ISSN 1342-0852), 京都大学原子炉実験所，53-58 (2010).

50) 小島憲道，木田紀行，榎本真哉

メスバウアー分光による光誘起電荷移動相転移の研究

表面科学，**31**, 237-243 (2010)

51) 小島憲道，木田紀行，影澤幸一，鉄混合原子価錯体における速いスピン平衡と原子価揺動の協奏現象と特異な磁気特性，「日本磁気学会　第174回研究会－スピン・クロスオーバーの物理」(ISSN 1882-2940)，25-30 (2010).

52) 亀渕萌、岡澤厚、榎本真哉、原田潤、小川桂一郎、大久保將史、丸田悟朗、武田定、小島憲道

ベルダジルラジカルが配位した新奇鉄(II)錯体$[Fe^{II}(vdco)_2(H_2O)_2]\cdot 2H_2O$の結晶構造と物性：水分子の配向挙動に起因する57Feメスバウアースペクトルの異常な振舞いの解明

「不安定原子核の理工学と物性応用研究」(ISSN 1342-0852)，京都大学原子炉実験所，51-56 (2011).

53) 小林義男、松尾司、伊藤幹直、長友傑、中村仁、森雅樹、岡澤厚、小島憲道、玉尾皓平
直線型二配位鉄錯体のメスバウアー分光研究（III）
「不安定原子核の理工学と物性応用研究」(ISSN 1342-0852), 京都大学原子炉実験所, 57-60 (2011).

54) 小林康浩、小島憲道、佃達哉、根岸雄一、瀬戸誠
^{197}Auメスバウアー分光法による金ナノクラスターの構造と電子状態の解明
「不安定原子核の理工学と物性応用研究Ⅱ」(ISSN 1342-0852), 京都大学原子炉実験所, 30-33 (2012).

55) 小林弘明、岡澤厚、川崎郁斗、渡邊功雄、小島憲道
スピン平衡を示す鉄(II)錯体のメスバウアー分光およびミュオン分光からみた動的挙動
「不安定原子核の理工学と物性応用研究Ⅲ」(ISSN 1342-0852), 京都大学原子炉実験所, 23-26 (2013).

56) 小島憲道
光・スピン・電荷の協同作用による多重機能性金属錯体のメスバウアー分光研究
RADIOISOTOPES, **62**, 493-507 (2013).

57) Y. Kobayashi, S. Kitao, M. Kurokuzu, Y. Negishi, T. Tsukuda, N. Kojima and M. Seto
^{197}Au Mössbauer Study of Au Nanoparticles
KURRI Progress Report, PR2-7 (2013)

58) N. Kojima, Y. Kobayashi and M. Seto
Determination of the Structure and Electronic State of Thiolate-Protected Hetero-Metal Cluster, $Au_{24}Pd_1(SC_{12}H_{25})_{18}$, by Means of ^{197}Au Mössbauer Spectroscopy
KURRI Progress Report, PR2-8 (2013)

59) 小島憲道
スピンクロスオーバー領域に位置する鉄混合原子価錯体の多重機能性とメスバウアー分光
「短寿命RIを用いた核分光と核物性研究」(ISSN 1342-0852), 京都大学原子炉実験所, 1-7 (2014).

60) 小島憲道, 吉田順哉, 岡澤厚, 榎本真哉, 小林義男
メスバウアー分光から見た鉄混合原子価錯体の電荷移動相転移と磁性,
「短寿命RIを用いた核分光と核物性研究III」(ISSN 2189-7107), 京都大学原子炉実験所, 7-15 (2016).