

### VIII-3 強相関物性グループ

教授 守友 浩 平成 17 年 6 月着任  
助手 上岡隼人 平成 17 年 12 月着任  
大学院生 0 人

#### 【1】 時間分解分光法によるシアノ錯体の光誘起相転移の研究

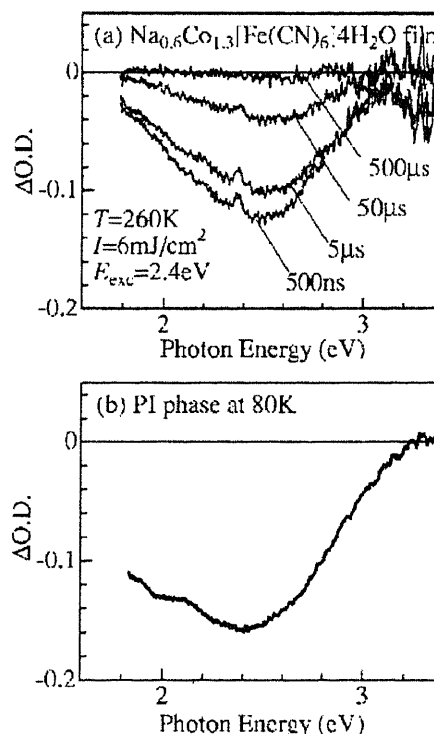
##### (1) 研究背景

シアノ錯体化合物は、遷移金属にシアノ基(CN)が6つ配位した構造を基本とする化合物です。代表的なシアノ錯体化合物である  $\text{Na-Co-[Fe(CN)}_6\text{]}\cdot\text{H}_2\text{O}$  は、温度の上昇に伴い Fe イオンの電子が Co イオンに移動し、Co イオンが低スピン状態(低温相)から高スピン状態(高温相)へと一次の構造相転移を起こすことが知られています。この物質群の最大の特徴は、光誘起磁性を示すことです。例えば、 $\text{Na-Co-[Fe(CN)}_6\text{]}\cdot\text{H}_2\text{O}$  に光照射をおこなうと強磁性が発現しますが、逆に、 $\text{RbMn[Fe(CN)}_6\text{]}$  は光照射を行うと強磁性が消失します。我々は、この磁性変化と構造との関係を明らかにするために、放射光 X 線を用いて光励起と構造との関係を系統的に調べました。その結果、光励起により高温相様の構造が実現することが明らかになりました。高温相様の構造は、試料を急冷却することによっても得ることができます。しかしながら、急冷却後の回折線の幅は、光励起後のものに比べてブロードです。これは、急冷却では、小さなドメインのものしか作ることができないことを意味しています。光励起により構造相転移が誘起されるプロセスを明らかにするために、実験を開始しました。

##### (2) 過渡的光誘起相転移の観測

右図(b)は、80K における光誘起相転移の前後での K-Co-Fe-CN 膜の差分吸収スペクトルです。相転移に伴い、2.4eV を中心とする吸収帯の強度が減少します。この温度では光誘起相は準安定であり、一時間程度ではスペクトルの変化はありませんでした。右図(a)は、260K におけるパルス光励起前後の差分吸収スペクトルです。励起光子エネルギーは 2.4eV、励起光強度は  $6\text{mJ}/\text{cm}^2$  です。二つの差分吸収スペクトルの形状はよく似ています。また、光誘起による吸収スペクトルの変化は、 $40\mu\text{s}$  の寿命で回復しました。これらの実験結果は、パルス光励起により電荷移動相が過渡的に形成されたことを示唆しています。試料の吸収係数を用いて相転移の変換効率を評価すると、1光子あたり18 サイトと大きな値が得られました。

光誘起により形成された電荷移動相の時間発展を調べるために、吸収帯の面積から体積分率  $\Phi$  を評価しました。 $\Phi$  は遅延時間 50ns で 60%に達し、その後  $1\mu\text{s}$  までほぼ一定でした。さらに時間が経過すると、 $\Phi$  はゆるやかに減少しました。 $\Phi$  の時間変化は、寿命  $40\mu\text{s}$  の指数関数で再現することができました。光誘起された電荷移動相の寿命は温度の低下にともない指数関数的に増大し、170K で 10ms になりました。さらに温度を下げて、140K になると永続的な光誘起相転移が観測されました。さらに、電荷移動相の体

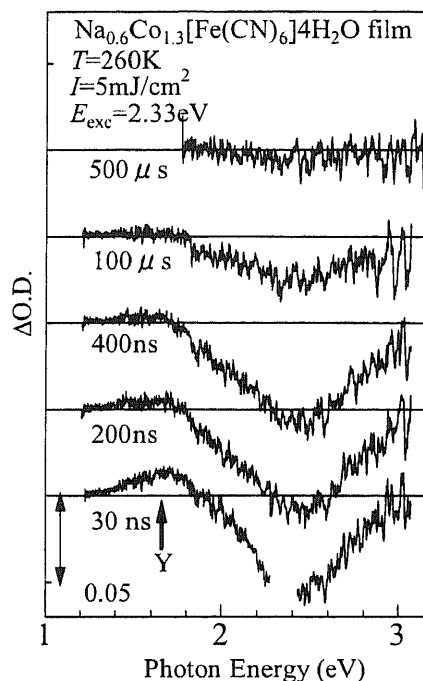


積分率中の励起光子エネルギー依存性を調べました。試料温度は 260K、励起光強度は 6mJ でした。励起スペクトルは、2.3eV 付近に極大をもつ特徴的な構造を示しました。この形状は吸収スペクトルと異なっており、光誘起効果を温度上昇だけから説明することはできません。2.3eV 付近に極大を持つのは、Fe から Co への電荷移動状態を経由することにより電荷移動相の形成が増大するためと考えられます。

### (3) 時間分解分光による相転移ダイナミクスの研究

右図は、Fe から Co への電荷移動後における、K-Co-Fe-CN 膜の差分吸収スペクトルの遅延時間依存性です。電荷移動直後には、矢印で示した Y 吸収帯が 1.7eV 付近に観測されます。遅延時間とともに、この吸収帯の強度は減少し 200ns ではほぼ消失します。他方、光誘起相に起因する 2.4eV 付近の吸収帯は 100  $\mu$ s まで観測されます。これらの吸収帯の時間発展を定量的に調べるために、差分吸収スペクトルを光誘起相に起因する吸収帯  $S_{\text{H}}$  と Y 吸収帯  $S_{\text{Y}}$  に分解しました。その結果、 $S_{\text{Y}}$  の寿命 (190ns) は  $S_{\text{H}}$  の寿命 (140  $\mu$ s) と比較して極めて短いことが分かりました。

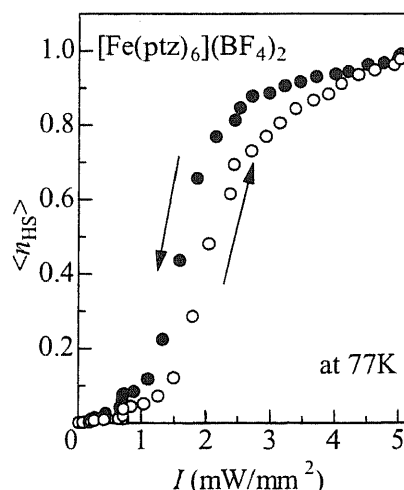
Y 吸収帯の起源は、Fe から Co への電荷移動直後に生成する低スピン  $\text{Co}^{2+}$  の原子内遷移であると考えられます。実際、d 軌道内の  $t_{2g}$  電子を  $e_g$  軌道に励起するには、1-2 eV のエネルギーが必要です。また、シアノ錯体の光誘起相では、 $\text{Co}^{2+}$  は高スピン状態を取るため、Y 吸収帯が光励起直後にしか存在しないことをうまく説明できます。この解釈に基づけば、シアノ錯体の光誘起相転移のプロセスは以下ようになります。光励起による電荷移動直後には、低スピン  $\text{Co}^{2+}$  が生成します。およそ 200ns 経過すると、項間交差が起こり低スピン  $\text{Co}^{2+}$  が高スピン  $\text{Co}^{2+}$  に変換されます。そして、生成した高スピン  $\text{Co}^{2+}$  により、マクロな光誘起相転移が誘起されると引き起こされます。より詳細な議論を行うためには、フェムト秒時間分光実験が必要です。



## 【2】 スピנקロスオーバー錯体の動的相転移の研究

### (1) 研究背景

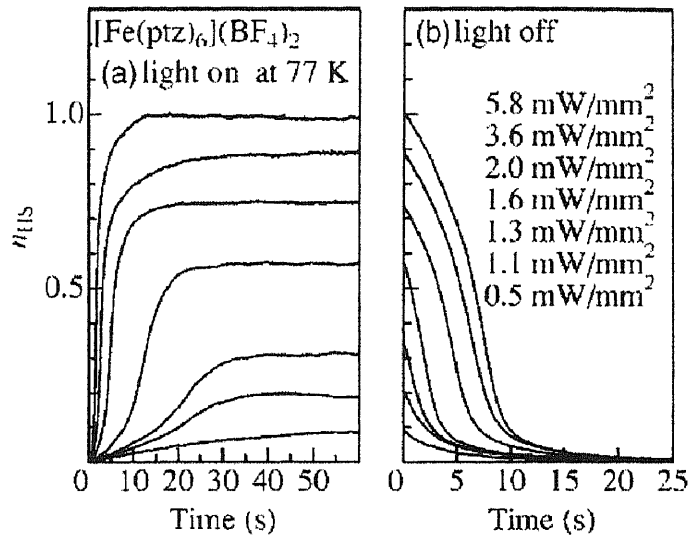
スピנקロスオーバー錯体は、六配位された鉄錯体から構成される分子性結晶です。低温では各鉄イオンは低スピン状態をとっていますが、温度の上昇とともに大部分のイオンが高スピン状態へと変化します。前者を低温相 (低スピン相)、後者を高温相 (高スピン相) と呼びます。低スピン状態の鉄イオンは、また、緑色の光を弱く吸収し、スピン交差緩和を通じて高スピン状態へと変化します。この光で作られた高スピン状態は、時間とともに低スピン状態へと熱緩和します。さて、光励起下のスピנקロスオーバー錯体では、高スピン状態への光励起と低スピン状態への熱緩和が釣合った非平衡な定常状態を実現していると考えられます。右図は、液体窒素温



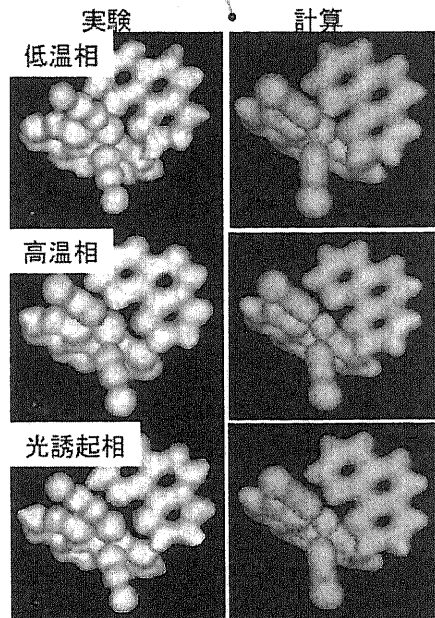
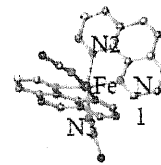
度における $[\text{Fe}(\text{ptz})_6](\text{BF}_4)_2$  のスピン濃度  $n_{\text{HS}}$  を励起光強度の関数としてプロットしたものです。励起光強度を強くする過程では、励起光強度が閾値( $=1.5\text{mW}/\text{mm}^2$ )を超えると  $n_{\text{HS}}$  が 0.8 程度まで急激に増大します。こうした閾値的な振る舞いは、光励起下のスピncrossオーバー錯体が、“ $n_{\text{HS}}$  の小さな状態”から“ $n_{\text{HS}}$  の大きな状態”へと相転移したことを示唆します。これは非平衡な状態間の相転移なので、動的な光誘起相転移を呼びます。

### (2) 相転移ダイナミクスの研究

右図は、 $[\text{Fe}(\text{ptz})_6](\text{BF}_4)_2$  を光励起し、非平衡な定常状態に至る過程を測定したものです。励起光強度が弱い場合には  $n_{\text{HS}}$  は小さいままですが、励起光強度が  $200\text{mW}/\text{cm}^2$  を超えると  $n_{\text{HS}}$  は 1 に近づきます。励起光強度が強い場合、早い時間領域では  $n_{\text{HS}}$  は時間に比例しますが、やがて、 $n_{\text{HS}}$  は急激に 1 近くまで増大します。なお、光励起下での試料の温度上昇を実測したところ、 $700\text{mW}/\text{cm}^2$  の励起下でも  $2\text{K}$  以下でした。したがって、 $n_{\text{HS}}$  の急激な増大を試料の温度上昇に帰結することはできません。



早い時間領域での  $n_{\text{HS}}$  の増加率を用いて、低スピン状態から高スピン状態への量子効率を評価すると、いずれの励起光強度においても  $0.3\text{site}/\text{photon}$  でした。この値は、スピncrossオーバー錯体としては妥当なものです。しかしながら、 $n_{\text{HS}}$  が急激な増大を示す時間領域より量子効率を評価すると  $10/\text{photon}$  程度といった受け入れがたい値になってしまいます。見かけ上の量子効率が大きいたることは、光励起以外の高スピン生成プロセスがあることを示唆しています。我々は、光励起されたイオン半径( $=0.78\text{\AA}$ )の大きな高スピン鉄によって局所的に体積の大きな高スピン相への構造相転移が誘起されていると考えています。実際、 $[\text{Fe}(\text{ptz})_6](\text{BF}_4)_2$  の低スピンの鉄サイトをイオン半径( $=0.74\text{\AA}$ )の大きな  $\text{Zn}$  に置換すると、高スピン相が安定化しスピncross転移温度が低下することが報告されています。同様に、光励起により高スピン鉄濃度が高まると、圧力効果により高スピン相への構造相転移が起こると考えられます。この効果は、広い意味での化学圧力効果と言えます。



### (3) 動的相転移相の精密構造解析

右図は、スピncrossオーバー錯体  $[\text{Fe}(\text{phen})_2(\text{NCS})_2]$  の等電子密度面 ( $0.45\text{e}\text{\AA}^{-3}$ ) を示したものです。上から順に、低温相高温相、光誘起相に対応します。左図は MEM/Rietveld 法を用いて実験的に得られた等電子密度面であり、右図は実験

で得られた電子座標に基づき LDA 分子軌道計算を行うことにより得られたものです。低温相では、実験/計算とも、Fe-N 結合の間の電子密度が高いことが分かります。これは、短い Fe-N 結合長を反映して、強く結合が形成されているためです。他方、高温相では、実験と計算との一致があまりよくありません。この不一致の原因は、原子の熱振動が等電子密度面を見かけ上広げるためです。逆に、“低温で無理やり作られた高スピン相”である光誘起相では、実験と計算とがよく一致していることが分かります。つまり、光誘起相における原子の熱振動の大きさは、低温相と同程度なのです。このように、電子レベルの構造解析により、光誘起相の特異な一面(熱振動が抑制された状態)を明らかにすることができました。

### 【3】 マンガン酸化物膜の光誘起効果の研究

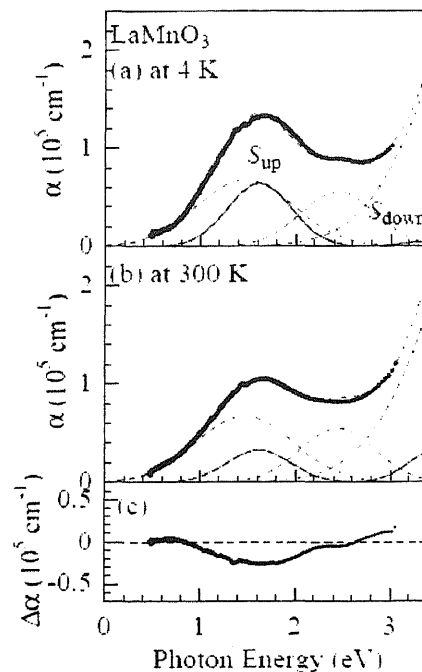
#### (1) 研究背景

固体中の電子は電荷とスピンの属性を兼ね備えています。しかしながら、従来から行われてきた物質と光との相互作用の研究は、電子の電荷としての側面のみに着目してきました。そこで、本研究では、電子がスピンを持ちスピン系と強く相互作用することに注目し、光励起により磁性を制御することを目的とします。研究対象とする物質系は、ペロブスカイト型遷移金属酸化物薄膜です。この系の磁気伝導物性は、遍歴性と局在性とを兼ね備えたd電子に担われています。したがって、光励起により新たにd電子を作り出すことにより、系の磁気伝導物性を制御することが可能であると考えられます。私たちは、これまで、強磁性金属であるマンガン酸化物薄膜を紫外光で励起することにより、(1)過渡的な強磁性スピン相関の乱れ、と(2)過渡的な電気抵抗の増大を観測しました。これらの光励起効果は室温でも発現するため、応用上にも期待が持てます。本研究では、ホールドープを行っていない LaMnO<sub>3</sub> 薄膜の光誘起効果を詳細に調べ、これまで詳細に研究を行ってきた強磁性金属マンガン酸化物(La,Ca)MnO<sub>3</sub> 薄膜との比較を行いました。磁気構造の観点からは、(La,Ca)MnO<sub>3</sub> 薄膜は三次元的な強磁性であるのに対して、LaMnO<sub>3</sub> は二次元的な層状反強磁性磁気構造を有しています。こういった磁気構造の次元性の差異が光誘起効果にどのような違いをもたらすかに興味もたれます。

#### (2) 光吸収による LaMnO<sub>3</sub> の電子構造

右図は、LaMnO<sub>3</sub> 薄膜の吸収スペクトルの温度依存性です。(a)4Kでの吸収スペクトルと(b)300Kのスペクトルを比較すると、1.5eV 付近 ( $S_{up}$ )と3.0eV 付近 ( $S_{down}$ )の吸収帯の強度が変化していることがわかります。下のパネル(c)に、4K のスペクトルと300Kのスペクトルとの差分スペクトルを示します。これらの吸収帯はマンガンサイトの d 電子が隣のサイトに遷移するものと考えることが可能です。 $S_{up}$  が平行スピンサイトへの遷移で、 $S_{down}$  が逆向きスピンサイトへの遷移です。 $T_N$  以下では LaMnO<sub>3</sub> の面内のスピンの揃うので、 $S_{up}$  のスペクトル強度が強まり、 $S_{down}$  のスペクトル強度が弱まります。

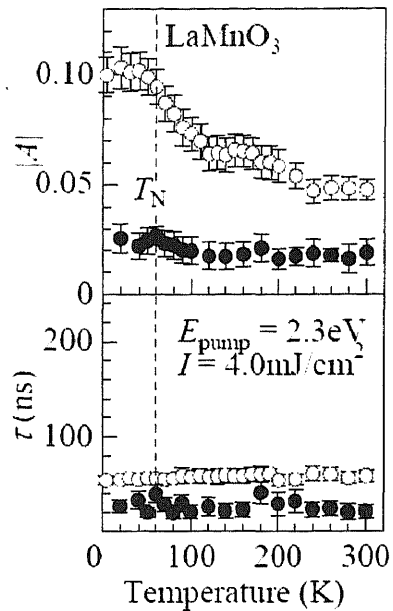
$S_{up}$  と  $S_{down}$  のスペクトル強度を評価するために、吸収スペクトルを5つのガウス関数で分解しました。温度変化をしない3つの成分は酸素サイトからマンガンサイトへの電荷移動遷移に対応すると考えられます。 $S_{up}$  と  $S_{down}$  は顕著な温度変を示します。しかも、スペクトル強度の変化は  $T_N$  よりもはるかに高い温度から始まります。これは、二次元性を反映して、 $T_N$  よ



り高い温度でもスピン揺らぎが存在することを意味しています。

### (3) LaMnO<sub>3</sub>の光誘起効果

右図は、面内強磁性スピンの乱れに対応する光誘起信号の大きさと緩和時間を温度の関数としてプロットしたものです。白丸は  $S_p$  に対応し、黒丸は  $S_{down}$  に対応します。特徴的なことは、(1)  $T_N$  に向かって信号強度が増大すること、と(2) 緩和時間が温度にほとんど依存しないこと、の二点です。(1)の振る舞いは、強磁性である(La,Ca)MnO<sub>3</sub> 薄膜でも観測されています。しかしながら、(La,Ca)MnO<sub>3</sub> 薄膜では磁気転移温度に向かって臨界緩和現象が観測されており、LaMnO<sub>3</sub> 薄膜とまったく異なる振る舞いを示します。LaMnO<sub>3</sub> 薄膜で臨界緩和現象が観測されない理由は、二次元性を反映して、 $T_N$  以上でも短距離スピン相関が発達しているためであると考えられます。



## 【4】 ピンポイント構造計測にむけて -CREST-

### (1) CRESTの目指すもの

ナノ物質・材料の研究・開発分野では、デバイスの動作状態でのその場観察を含め、様々な環境下において、光・電場・磁場等の外場に対する微小材料や薄膜材料の動的応答の構造評価技術の重要性が高まっています。本研究では、これらの評価技術を実現するため、第三世代放射光を用い、極短時間(ps)、極小空間(nm)という極限環境での構造解析装置の開発を目指します。また、この「X線ピンポイント構造計測」技術を用いて、新原理・新現象を探索し、その有用性を実証します。

詳細は、<http://pinpoint.spring8.or.jp/CREST/> を参照して下さい。

### (2) CRESTの研究体制と守友チームの役割

本プロジェクトは、高輝度光科学研究センター(Spring-8)を研究拠点として研究を推進しています。研究資金とプロジェクト研究員を一箇所に集中させることにより、研究効率を高めることを狙っています。強相関研究グループのメンバー(上岡、守友)は、高輝度光科学研究センターの職員を兼ねることによりこのプロジェクトに参加しています。このプロジェクトは、5つの研究チームより構成されています。

- ・ 高田チーム: X線ピンポイント構造計測装置の構築とその実用デバイスへの応用
- ・ 木村チーム: X線マイクロビームの発生と高精度回折系の開発
- ・ 田中チーム: フェムト秒パルスの発生と同期技術の開発
- ・ 守友チーム: 極限環境下での計測技術の開発と本装置の有用性の実証
- ・ 鳥海チーム: 微小空間での計測技術の開発と本装置の有用性の実証

守友チームの役割は、時間分解構造解析といった実験手法を光誘起相転移や巨大光応答に適用し、その有用性を実証することです。具体的には、光誘起相転移の構造ダイナミクスを明らかにし、また、巨大光応答が起こっている瞬間の構造を明らかにすることを目指します。時間分解構造解析を成功させる鍵は、光誘起信号と時間分解構造との間に一対一の関係をつけることです。この目的のために、On-line/off-line 光学系の立ち上げを開始しました。Off-line 光学系により、時間分解回折実験と同一条件(同一波長、同一周期、同一冷却条件)で光誘起実験を可能にします。また、マシンタイム以外の時間を利用して物質探索を行うことができるので、研究効率が高まります。さらに、On-line 光学系により、光誘起信号を観測しながら回折実験を行うことが可能になるので、曖昧さの小さなデータを得ることがで

きます。

### (3) On-line/off-line 光学系の立ち上げ

Spring-8にて、On-line/off-line 光学系の立ち上げを行っております。現在、Off-line 光学系の立ち上げが終了し、時間分解分光のためのプログラムの作成に取り掛かっています。また、平成18年7月のメンテナンスに向けて、off-line 光学系での予備実験を始めました。On-line 光学系に関しては、設計/部品購入が終了し、組み立てを開始しています。

## 【5】研究室の立ち上げ

### (1) E305 実験室 - 試料作成と評価 -

E305 実験室は、「試料作成と評価」をテーマに立ち上げを行っております。現在、以下の装置の立ち上げが終了しております。

- ・ 全自動 X 線回折装置(RINT2100)
- ・ 各種電気炉
- ・ 有機物結晶用炉

大型装置としては、酸化物単結晶育成に不可欠な浮遊帯域溶融炉の導入を検討しております。

また、平成18年度より、物理学実験Ⅲの新設テーマとして「粉末 X 線回折」を始めることにしました。内容は、「粉末構造解析法の一つである Rietveld 法を用いて、自分たちの作成した酸化物試料の構造を解析する」、というものです。結晶学の基礎から入って、Rietveld 法を使いこなせるようになることを目標としています。当面は、研究用の全自動 X 線回折装置を流用して、学生実験を行います。

### (2) E104 実験室 - 物性測定と相制御/創成 -

E104 実験室は、「物性測定と相制御/創成」をテーマに立ち上げを行っております。現在、以下の装置の立ち上げが終了しております。

- ・ 物性測定装置(PPMS)
- ・ 磁化測定装置(SQUID)
- ・ 汎用電気抵抗測定系
- ・ 各種圧カセル
- ・ FTIR
- ・ 近赤—可視反射光学系
- ・ ナノ秒時間分解分光系
- ・ フェムト秒レーザーシステム

なお、実験室立ち上げを開始する前に、防塵/断熱のための工事を行いました。特に、フェムト秒レーザーは簡易クリーンブース内に設置し、防塵・断熱対策を施しました。なお、フェムト秒レーザーシステムは、基盤研究 S(平成15年—19年:「放射光粉末構造解析による光励起状態の構造決定」)の推進に不可欠な物質/物性探索に使用します。

## <論文>

1. 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 (2006) (4 pages).

2. T. Yamauchi, A. Nakamura, Y. Moritomo, T. Hozumi, K. Hashimoto and S. Ohkoshi, "Spectroscopic investigation of the dynamical behavior of the photoinduced phase transition of  $\text{Nd}_{0.6}\text{Co}_{1.3}[\text{Fe}(\text{CN})_6]4\text{H}_2\text{O}$ ", *Phys. Rev. B* 72, 214425 (2005).
3. K. Kato, Y. Ohishi, M. Takata, E. Nishibori, M. Sakata and Y. Moritomo, "An Evidence of pressure-induced orbital transition in layered manganite", *Phys. Rev. B* 71, 012404 (2005) (4 pages)
4. K. Kato, M. Takata, E. Nishibori, M. Sakata, N. Hamada and Y. Moritomo, "MEM charge density analysis of orbital-ordering of  $\text{Nd}_{0.35}\text{Sr}_{0.65}\text{MnO}_3$ ", *J. Phys. Soc. Jpn.* 74, 2137 – 2140 (2005).
5. A. Agui, S.M. Butorin, T. Kaambre, C. Sathe, T. Saitoh, Y. Moritomo and J. Nordgren, "Resonant Mn L emission spectra of layered manganite  $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{1.8}\text{Mn}_2\text{O}_7$ ", *J. Phys. Soc. Jpn.* 74, 1772 – 1776 (2005).
6. S. Ishiwata, M. Azuma, M. Hanawa, Y. Moritomo, Y. Ohishi, K. Kato, M. Takata, E. Nishibori, M. Sakata, I. Terasaki and M. Takano, "Pressure/temperature/substitution-induced melting of A-site charge disproportionation in  $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{NiO}_3$  ( $0 < x < 0.5$ )", *Phys. Rev. B* 72, 045104 (2005).
7. T. Saitoh, N. Nakatake, H. Nakajima, O. Morimoto, A. Kakizaki, Sh. Xu, Y. Moritomo, N. Hamada and Y. Aiura, "Unusual electron-doping effects in  $\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{FeMoO}_6$  observed by photoemission spectroscopy", *Phys. Rev. B* 72, 045107 (2005).
8. T. Saitoh, M. Nakatake, H. Nakajima, O. Morimoto, A. Kakizaki, Sh. Xu, Y. Moritomo, N. Hamada and Y. Aiura, "Electronic structure of  $\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{FeMoO}_6$ ", *J. Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 144 – 147, 601 – 603 (2005).
9. K. Ishii, T. Inami, K. Ohwada, K. Kuzushita, J. Mizuki, Y. Murakami, S. Ishihara, Y. Endo, S. Maekawa, K. Hirota and Y. Moritomo, "Electron excitation in hole-doped  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  studied by resonant inelastic X-ray scattering", *J. Phys. Chem. Solids* 66, 2157 – 2162 (2005).
10. Y. Jo, J.-G. Park, J. Park, H. C. Kim, H.-C. Ri, Sh. Xu, Y. Moritomo, A. D. Hiller, S. H. Kilcoyne, "Low-temperature anomaly of a spin-glass type in ferromagnetic  $\text{R}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$  with  $\text{R} = \text{Sm}$  and  $\text{Nd}$ ", *J. Kor. Phys. Soc.* 47, 123 – 129 (2005).
11. A. Nakamoto, N. Kojima, X. J. Liu, Y. Moritomo, A. Nakamura, "Demonstration of the thermally induced high spin-low-spin transition for a transparent spin crossover complex film  $[\text{Fe}(\text{II})(\text{H}-\text{trz})_3]\text{-Nafion}$  ( $\text{trz} = \text{triazole}$ )", *Polyhedron* 24, 2909–2912 (2005).
12. A. Agui, T. Kambre, C. Sathe, J. Nordgren, M. Usuda and Y. Moritomo, "Resonant OK $\alpha$  emission spectroscopy of layered manganite  $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{1.8}\text{Mn}_2\text{O}_7$ ", *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, 144–147, 589–592 (2005).
13. K. Kajihara, H. Kamioka, M. Hirano, T. Miura, L. Skuja and H. Hosono, "Interstitial oxygen molecules in amorphous  $\text{SiO}_2$ . III., Measurements of dissolution kinetics, diffusion coefficient, and solubility by infrared photoluminescence", *J. Appl. Phys.* 98, 013529 (2005).
14. K. Kajihara, H. Kamioka, M. Hirano, T. Miura, L. Skuja and H. Hosono, "Interstitial oxygen molecules in amorphous  $\text{SiO}_2$ . II., The influence of common dopants ( $\text{SiOH}$ ,  $\text{SiF}$ , and  $\text{SiCl}$  groups) and fictive temperature on the decay of singlet photoluminescence", *J. Appl. Phys.*, 98, 013528 (2005).
15. T. Kamiya, K. Ueda, H. Hiramatsu, H. Kamioka, H. Ohta, M. Hirano and H. Hosono, "Two-dimensional electronic structure and multiple excitonic states in layered oxychalcogenide semiconductors,  $\text{LaCuOCh}$  ( $\text{Ch} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$ ): Relativistic ab-initio study", *Thin Solid Films*, 486, 98–103 (2005).
16. H. Kamioka, H. Hiramatsu, M. Hirano, K. Ueda, T. Kamiya and H. Hosono, "Excitonic properties related to valence band levels split by spin-orbit interaction in layered oxychalcogenide  $\text{LaCuOCh}$  ( $\text{Ch} = \text{S}, \text{Se}$ )", *J. Lumi.*, 112, 66–70 (2005).

17. H. Hiramatsu, H. Kamioka, K. Ueda, M. Hirano and H. Hosono, "Electrical and Photonic Functions Originating from Low-Dimensional Structures in Wide-Gap Semiconductors LnCuOCh (Ln=lanthanide, Ch=chalcogen): A Review", J. Ceram. Soc. Jpn., 113, 10-16 (2005).

<著書>

なし

<学位論文>

なし

<講演>

1. 守友 浩, 「Spring-8 の時間分解構造解析の現状」、PIPT 研究会@名古屋、2005 年 12 月 12 日
2. 守友 浩, 「光照射放射光 X 線粉末解析による光誘起現象の研究」、SPring-8 シンポジウム、2005 年 11 月 17 日—18 日
3. 村上和也, 今村禎允, 山内友喜, 守友 浩, 中村新男, 田中秀和, 川合知二, 「層状反強磁性体 LaMnO<sub>3</sub> の光誘起効果」、2005 年日本物理学会秋季大会@京都、2005 年 9 月 19 日—22 日
4. 山内友喜, 守友 浩, 中村新男, 寶角敏也, 大越慎一, 「シアノ錯体の光誘起相転移ダイナミクス III」、2005 年日本物理学会秋季大会@京都、2005 年 9 月 19 日—22 日
5. 加藤健一, 守友 浩, 高田昌樹, 仲本亜希雄, 小島憲道, 「動的光誘起相転移を示すスピントロースオーバー錯体の電子密度解析」、2005 年物理学会秋季大会@京都、2005 年 9 月 19~22 日
6. (招待講演) 守友 浩, 「光励起下での精密構造解析とその展開」、PF 研究会「放射光を用いた構造物性とその展開」2005 年 9 月 8~9 日
7. Y. Moritomo, M. Kamiya, K. Kato, M. Takata, A. Nakamura, N. Kojima, "Temporal behaviour of the dynamical phase transition in photo-excited spin-crossover complexes", International Conference on Dynamical Processes of Condensed Matter, Shanghai, China on August 1-5
8. (招待講演) 守友 浩, 「光励起による物質相の制御 —放射光を用いた研究—」、第一回早稲田強相関シンポジウム、2005 年 7 月 22 日
9. K. Kato, Y. Moritomo, M. Takata, A. Nakamoto and N. Kojima, "Photo-Excited Structure in Spin Crossover Complex", Second International Conference on Photo-Induced Phase Transitions., University of Rennes1, France on May 24-28, 2005
10. H. Kamioka, T. Yamaguchi, M. Hirano, T. Kamiya and H. Hosono, "Structural and photo-induced properties of Eu<sup>2+</sup>-doped Ca<sub>2</sub>ZnSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: A red phosphor for white light generation by blue ray excitation", The 14th International Conference on Luminescence (ICL'05, 2005/7/25-29, Beijing, China), (2005).
11. 上岡隼人, 山口誉滋, 平野正浩, 神谷利夫, 細野秀雄, 「白色照明用の新規赤-橙色蛍光体 Ca<sub>2</sub>ZnSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>:Eu<sup>2+</sup>」、2005 年秋季 第 66 回応用物理学会学術講演会@徳島、9 月 7 日-11 日

<受賞>

1. 梶原浩一, 三浦泰祐, 上岡隼人, 平野正浩, Linards Skuja, 細野秀雄, 「SiO<sub>2</sub> ガラスにおける酸素分子の表面溶解と拡散」(英文) "Surface Dissolution and Diffusion of Oxygen Molecules in SiO<sub>2</sub> Glass"; J. Ceram. Soc. Jpn. 優秀論文賞, (2005).