

平成17年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

ふりがな（ローマ字）		MORITOMO YUTAKA					
①研究代表者 氏名		守友 浩		②所属研究機関・ 部局・職			
				名古屋大学・大学院工学研究科・助 教授			
③研究 課題 名	和文	放射光粉末構造解析による光励起状態の構造決定					
	英文	Structural Investigation of the Photo-Excited State by Synchrotron-Radiation X-ray Powder Diffraction					
④研究経費		平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	総合計
17年度以降は内約額 金額単位：千円		29,900	18,500	21,100	9,200	9,200	87,900
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者）							
氏名		所属研究機関・部局・職		現在の専門		役割分担（研究実施計画に対する分担事項）	
守友 浩		名古屋大学・大学院工学研 究科・助教授		光誘起現象 構造物性		試料の作成 光誘起実験 研究の統括	
加藤 健一		高輝度光科学研究センタ ー・利用研究促進部門Ⅰ・ 研究員		精密構造解析		時間分解 X 線回折 MEM/Rietveld 構造解析	
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>本研究の目的は、高輝度であるアンジュレーター・ビームラインに時間分解構造解析装置を設置し、励起状態の精密構造を決定することである。本実験装置の時間分解能は、100ps 程度（X 線パルスの時間幅）であるので、光励起状態が長寿命である物質系（三重項分子、強電子格子結合系、等）を選べば、光励起状態の構造決定が可能であると考えられる。さらに、MEM/Rietveld 法を駆使することにより、励起状態での電子分布を決定し、「励起状態の物理」という新しい分野を切り開く。</p> <p>この目的を実現するために、まず、偏向電磁石ビームライン（SPring-8、BL02B2）で予備実験を行う。守友はこのビームラインの特定利用課題の研究代表者であり、十分なマシンタイム（年間 20 日）が確保されている。この予備実験を通じて、実験技術の蓄積・光誘起現象の時間領域の決定、を行なう。平成 17 年度に、アンジュレーター・ビームラインに特定利用課題を申請し、集中的な研究を展開する。</p> <p>具体的な研究課題は、以下の 5 項目である。</p>							
<ol style="list-style-type: none"> ① 過渡吸収分光実験による過渡的な光誘起相の探索と時間分解型回折実験による相転移プロセスの解明 ② 光励起下での分子性結晶の構造決定 ③ 光励起直後のマンガン酸化物の構造決定 ④ スピン・クロスオーバー錯体の動的相転移プロセス ⑤ マンガン酸化物の電荷・軌道秩序の崩壊・形成ダイナミクス 							

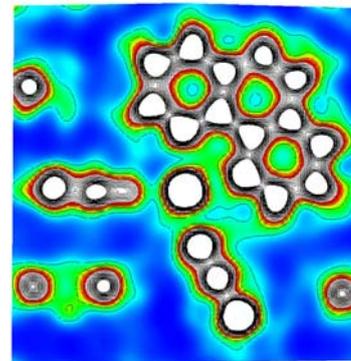
⑦これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

1. 偏向電磁石ビームライン (BL02B2) における時間積分型 X 線回折実験

特定利用課題 (研究代表者: 守友浩「光照射下放射光 X 線粉末回折による光誘起現象の研究」2002B-2005A) のビームタイムを利用して、偏向電磁石ビームライン (BL02B2) において、時間積分型の光励起下 X 線回折実験を行った。このビームラインには大型デバイセラーカメラが設置してあり、光励起下における統計精度及び高角度分解能の粉末回折データを得ることができる。こうした回折データを MEM/Rietveld 解析を行うことにより、光励起下における電子レベルでの精密構造解析を行うことが可能である。

我々は、まず、スピン・クロスオーバー錯体 $[\text{Fe}(\text{phen})_2](\text{NCS})_2$ の光励起下での構造を励起光強度の関数として調べた。その結果、励起光強度の閾値に達すると格子定数が不連続に変化することを見出した。この格子定数の変化は、光励起下でのみ観測され、光励起をやめると元に戻る。これは、光励起下で新しい構造相が形成されたことを意味している。右図は、光励起下での電子レベルでの構造解析の結果である試料温度は 92K である。また、励起光波長および励起光強度は、それぞれ、532nm 及び 202mW であった。

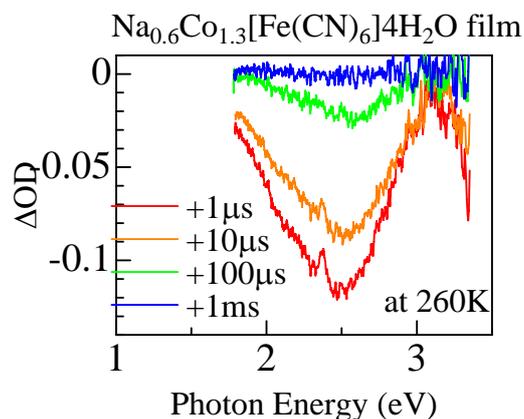
光励起による構造変化は、他のスピン・クロスオーバー錯体 $[\text{Fe}(\text{ptz})_6](\text{BF}_4)_2$ や有機錯体 $(\text{EDO-TTF})_2\text{PF}_6$ にも観測されている。現在、これらの物質における MEM/Rietveld 解析を行っているところである。



2. 過渡吸収分光法による光誘起相の探索

他方、ナノ秒時間分解吸収分光測定装置を立ち上げ、遷移金属錯体を中心に、光誘起相の探索を行った。プローブ光源は、ハログゲンランプまたはキセノンフラッシュランプである。分光器で分光した後、ゲート付き CCD で時間分解分光をおこなう。波長範囲は 400-900nm であり、ゲート幅は 12ns である。励起光源は、YAG の三倍波励起のナノ秒 OPO レーザーである。

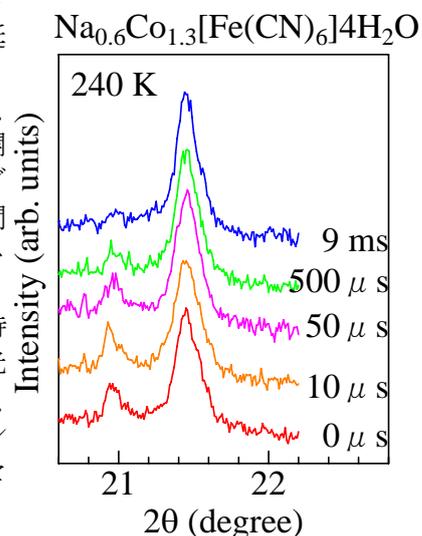
我々は、まず、光誘起磁性を示す Co-Fe シアノ錯体において、過渡吸収分光実験を行った。試料の光散乱を減らすために、電解合成法により薄膜を作成した。右図に、差分吸収スペクトルの遅延時間依存性を示す。2.5eV 付近に大きな光誘起信号が観測され、その信号は 100 μs 程度の寿命で緩和した。スペクトル形状の解析により、この信号が過渡的な光誘起構造変化に起因することが示唆された。



3. アンジュレーター・ビームライン (BL40XU) における時間分解型 X 線回折実験

特定利用課題のビームタイムの一部をアンジュレーター・ビームライン (BL40XU) に振り替えることにより、時間分解型 X 線回折装置の立ち上げを前倒して開始した。まず、BL02B2 ビームラインの大型デバイセラーカメラを参考にして、時間分解粉末回折専用カメラの設計を行った。特に、イメージング・プレート (IP) を平行移動することにより、回折パターンが遅延時間依存性を一枚の IP に記録できるよう工夫した。また、IP ホルダーを取り外し、X 線ストリークカメラを設置できるようにした。X 線の空気散乱の除去、装置のアラインメント用プログラムの開発、時間分解測定用プログラムの開発、等をおこない、精密構造解析に耐えられる高角度分解能および低バックグラウンドを実現した。本装置を用いれば、1kHz の繰り返しで、10ns の時間分解が可能である。[10ns は励起光源のパルス幅であり、励起光源をフェムト秒レーザーに置き換えれば 40ps の時間分解能が実現する。]

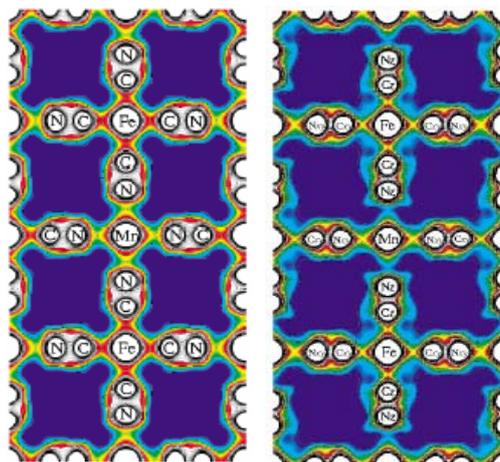
我々は、まず、顕著な過渡吸収信号を示す Co-Fe シアノ錯体において、時間分解回折実験を行った。右図に、回折パターンの遅延時間依存性を示す。光励起により、21 度付近に反射が出現し、9ms では消失している。この反射は、光誘起による過渡的に形成された相によるものと考えられる。2005A のマシンタイムでは、光誘起信号の立ち上がりを詳細に調べ、光誘起相転移のプロセスを明らかにしたい。



⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

1. MEM/Rietveld 構造解析による電荷移動の直接観察

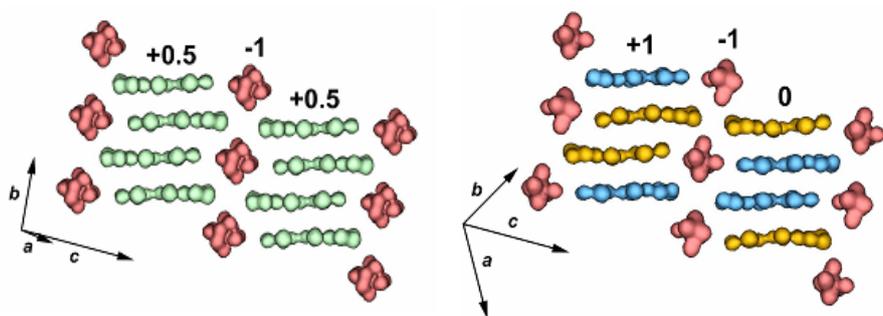
MEM/Rietveld法は、粉末構造解析手法であるRietveld法とMEM法を組み合わせた手法である。この手法は、これまで、大きな単結晶を得ることが困難である金属内包フラーレン等の構造決定で大きな威力を発揮してきた。さらに、同手法は、ペロブスカイト型マンガン酸化物の軌道状態の観察においても有効であることが分かってきた。特に、本研究において、層状ペロブスカイト型マンガン酸化物 $\text{La}_{1.96}\text{Sr}_{1.04}\text{Mn}_2\text{O}_7$ における圧力に誘起された軌道転移の直接観察に成功している。[K. Kato, Y. Ohishi, M. Takata, E. Nishibori, M. Sakata and Y. Moritomo, Phys. Rev. B71, 012404 (2005)]さらに、我々は、このMEM/Rietveld法を遷移金属錯体や有機錯体に適用し、電荷移動の直接観察に成功した。



まず、遷移金属錯体である $\text{RbMn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ は、220K付近で立方晶（高温相）から正方晶（低温相）へと構造相転移を起こす。左図は、実験で得られた立方晶（左図）と正方晶（右図）の電子分布である。Mnイオン周辺の電子数を数えると、立方晶で23.0(2)個、正方晶で22.2(2)個であった。これは、構造相転移に伴いマンガンイオンの価数が2価から3価へと変化していることを意味する。[K. Kato, Y. Moritomo, M. Takata, M. Sakata, M. Umekawa, N. Hamada, S. Ohkoshi, H. Tokoro and K. Hashimoto, Phys. Rev. Lett.91 255502 (2003)]

また、1/4-filledの有機錯体である $(\text{EDO-TTF})_2\text{PF}_6$ は、280Kで顕著な金属-絶縁体転移を起こす。

左図は、実験で得られた金属相（左図）と絶縁体相（右図）の $0.8\text{e}\text{\AA}^{-3}$ の電子密度面である。EDO-TTF分子上の余分な電子数は、金属相で0.6(1)、絶縁体相で0.8(1)と0.2(1)であった。これは、金属-絶縁体転移に伴い、電荷配置が $[1/2, 1/2, 1/2, 1/2]$ から $[+1, +1, 0, 0]$ へと変化したことを意味する。[S. Aoyagi, K. Kato, A. Ota, H. Yamochi, G. Saito, H. Suematsu, M. Sakata and M. Takata, Angewandte Chemie International Edition 43 3670-3673 (2004).]この物質に関しては、BL02B2 ビームラインにおいて連続光励起下で時間積分型回折実験を行い、顕著な回折パターンの変化を観測している。現在、MEM/Rietveld法で詳細な解析を行っているところである。



また、電荷配置に関しては、 $[0, 0]$ （中性相）と $[+1, -1]$ （イオン性相）だけでなく、中間的な相の存在が理論や光学実験から示唆されている。MEM/Rietveld法は、こうした問題の解明に威力を発揮するだけでなく、連続光励起下やパルス光励起後の電荷分布の解明に大きく貢献すると思われる。

MEM/Rietveld法は、混合積層型の電荷移動錯体においても有効であると考えられる。特に、TTF-CA、TMB-TCNQ、DMTTF-CAの3物質は温度誘起の中性-イオン性転移を起こすことが知られている。また、電荷配置に関しては、 $[0, 0]$ （中性相）と $[+1, -1]$ （イオン性相）だけでなく、中間的な相の存在が理論や光学実験から示唆されている。MEM/Rietveld法は、こうした問題の解明に威力を発揮するだけでなく、連続光励起下やパルス光励起後の電荷分布の解明に大きく貢献すると思われる。

⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

学術誌等に発表した論文

- 1) ○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)
- 2) Y. Moritomo, K. Murakami, H. Ishikawa, M. Hanawa, A. Nakamura and K. Ohoyama, "Impurity-induced ferromagnetism and impurity states in $\text{Nd}_{1/2}\text{Ca}_{1/2}(\text{Mn}_{0.95}\text{M}_{0.05})\text{O}_3$ ", Phys. Rev. B **69**, 212407 (2004) (4 pages)
- 3) Y. Moritomo, M. Hanawa, Sh. Xu, H. Ishikawa, Y. Ohishi, K. Kato, T. Honma, P. Karen, M. Karppinen and H. Yamauchi, "Physical Pressure Effects on Charge-Ordering Transition of $\text{BaYCo}_2\text{O}_{5.0}$ ", Phys. Rev. B **69**, 134118 (2004)
- 4) H. Ishikawa, Sh. Xu, Y. Moritomo, A. Nakamura, Y. Ohishi and K. Kato, "High-pressure Structural Investigation of Ferromagnetic $\text{Nd}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ ", Phys. Rev. B **70**, 104103 (2004) (4 pages)
- 5) M. Hanawa, Y. Moritomo, J. Tateishi, Y. Ohishi and K. Kato, "Pressure-induced Spin State Transition in Co-Fe Cyanide", J. Phys. Soc. Jpn. **73** 2759-2762 (2004)
- 6) T. Kawamoto, Y. Moritomo and S. Abe, "Simulations with an Ising-like Model for Dynamical Phase Transitions under Strong Excitation", J. Phys. Soc. Jpn. **73** 3471-3478 (2004)
- 7) ○M. Kamiya, M. Hanawa, Y. Moritomo, Y. Isobe, J. Tateishi, K. Kato and A. Nakamura, "Time-resolved investigation of photoinduced structural change of Co-Fe cyanides", Phys. Rev. B **69**, 052102 (2004) (4 pages)
- 8) ○S. Aoyagi, K. Kato, A. Ota, H. Yamochi, G. Saito, H. Suematsu, M. Sakata and M. Takata., "Direct Observation of Bonding and Charge Ordering in $(\text{EDO-TTF})_2\text{PF}_6$ ", Angewandte Chemie International Edition **43** 3670-3673 (2004).
- 9) K. Ishii, T. Inami, K. Ohwada, K. Kuzushita, J. Mizuki, Y. Murakami, S. Ishihara, Y. Endo, S. Maekawa, K. Hirota and Y. Moritomo, "Resonant inelastic x-ray scattering study of the hole-doped manganites $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x = 0.2, 0.4$)", Phys. Rev. B **70**, 224437 (2004) (6 pages)
- 10) S. Hayami, K. Hashiguchi, G. Juhasz, M. Ohba, H. Okawa, Y. Maeda, K. Kato, K. Osaka, M. Takata and K. Inoue, "1-D Cobalt(II) Spin Transition Compound with Strong Interchain Interaction: $[\text{Co}(\text{pyterpy})\text{Cl}_2] \cdot \text{X}$ ", Inorganic Chemistry **43** 4124-4126 (2004).
- 11) E. Dova, R. Peschar, M. Sakata, K. Kato, A. F. Stassen, H. Schenk and J. G. Haasnoot, "Structures of FeII spin-crossover complexes from synchrotron powder-diffraction data", Acta Crystallographica Section B **60** 528-538 (2004).
- 12) P. W. Kolb, D. B. Romero, H. D. Drew, Y. Moritomo, A. B. Souchkov and S. B. Ogale, "Optical imaging of multiphase coexistence in $\text{Nd}_{1/2}\text{Sr}_{1/2}\text{MnO}_3$ ", Phys. Rev. B **70**, 224415 (2004) (5 pages)
- 13) M. Umekawa, N. Hamada, A. Kodama and Y. Moritomo, "Electronic Structure of $\text{RbMn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: Ground State", J. Phys. Soc. Jpn. **73**, 430 - 433 (2004)
- 14) M. W. Kim, Y. S. Lee, T. W. Noh, Jaejun Yu, and Y. Moritomo, "Optical spectroscopic detection of the interplay between spin and orbitals in pyrochlore molybdates", Phys. Rev. Lett. **92**, 027202 (2004) (4 pages)
- 15) Y. Moritomo, Y. Ohishi, A. Kuriki, E. Nishibori, M. Takata and M. Sakata, "High-Pressure Structural Analysis of Mn_3O_4 ", J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 765 - 766 (2003)
- 16) Y. Moritomo, H. Ishikawa and A. Nakamura, "Interrelation between cluster orbital and spin ordering in bylayer manganites", Phys. Rev B **68**, 064417. (2003) (4 pages)
- 17) Y. Moritomo, M. Hanawa, Y. Ohishi, K. Kato, J. Nakamura, M. Karppinen, and H. Yamauchi, "Physical pressure effect on the charge-ordering transition of $\text{BaSmFe}_2\text{O}_{5.0}$.", Phys. Rev B **68**, 060101 (2003). (4 pages)
- 18) A. Kuriki, Y. Moritomo, S. Xu, K. Ohoyama, K. Kato and A. Nakamura, "Diffuse scattering due to Geometrical Frustration in Mn_3O_4 ", J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 458 - 459 (2003)
- 19) ○K. Kato, Y. Moritomo, M. Takata, M. Sakata, M. Umekawa, N. Hamada, S. Ohkoshi, H. Tokoro and K. Hashimoto, "Direct observation of charge-transfer in double-perovskite-like $\text{RbMn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ", Phys. Rev. Lett. **91** 255502 (2003)
- 20) K. Marumoto, K. Soda, S. Kuroda and Y. Moritomo, "ESR Studies of Layered-Perovskite Manganites $\text{R}_{0.5}\text{Sr}_{1.5}\text{MnO}_4$ ($\text{R} = \text{La}, \text{Nd}$)", J. Phys. Soc. Jpn., **72**, 582 - 587 (2003)

- 21) Y. Wakabayashi, Y. Murakami, I. Koyama, T. Kimura, Y. Tokura, Y. Moritomo, Y. Endoh and K. Hirota, "Resonant X-ray Study on the Bi-Layered Perovskite Mn Oxide $\text{LaSr}_2\text{Mn}_2\text{O}_7$ ", J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 618 - 626 (2003)
- 22) K. Tanigaki, T. Shimizu, K. M. Itoh, J. Teraoka, Y. Moritomo and S. Yamanaka, "Mechanism of superconductivity in the polyhedral-network semiconductor $\text{Ba}_8\text{Si}_{46}$ ", Nature Materials **2**, 653 - 655 (2003)
- 23) S. Mori, R. Shoji, N. Yamamoto, T. Asaka, Y. Matsui, A. Machida, Y. Moritomo and T. Katsufuji, "Microscopic phase separation and ferromagnetic microdomains in Cr-doped $\text{Nd}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$ ", Phys. Rev. **B67**, 012403 (2003) (3 pages)
- 24) M. Kubota, Y. Oohara, H. Yoshizawa, H. Fujioka, K. Hirota, Y. Moritomo and Y. Endoh, "Highly Degenerate Canted Spin Structure in Bilayer Manganite $\text{La}_{1.1}\text{Sr}_{1.9}\text{Mn}_2\text{O}_7$ ", Phys. Rev. Lett. **91**, 047201 (2003)
- 25) K. Matsuno, T. Katsufuji, S. Mori, M. Nohara, A. Machida, Y. Moritomo, K. Kato, E. Nishibori, M. Takata, M. Sakata, K. Kitazawa and H. Takagi, "Charge Ordering and Spin Frustration in $\text{AlV}_{2-x}\text{Cr}_x\text{O}_4$ ", Phys. Rev. Lett. **90**, 096404 (2003)

国際会議

- 26) Y. Moritomo, "Structural investigation on physical pressure effects in transition metal oxides", Chem-HTSC-X@Yokohama, November 21-22, 2004
- 27) Y. Moritomo, "Photo-induced structural change and dynamical phase transition", TITECH International Symposium@Tokyo, November 10-11, 2003
- 28) Y. Moritomo, "High-pressure structural study of BaRM_2O_5 (M = Fe, Co and Mn)", SCENET-2@Sant, Feliu de Guixols, November 13-15, 2003
- 29) K. Kato, Y. Moritomo, M. Takata, M. Sakata, N. Hamada, H. Tokoro, S. Ohkoshi and K. Hashimoto, "Charge Density Level Structural Change with Jahn-Teller Type Distortion in $\text{RbMn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ", 3rd European Charge Density Meeting, June 24-29, 2003
- 30) T. Yoshii, Y. Hamanaka, Y. Moritomo, A. Nakamura, "Critical behavior of a photo-disordered spin system in epitaxial CrO_2 films", DPC2003@ Christchurch, New Zealand, August 3-8, 2003
- 31) M. Takata and K. Kato, "Charge Density Study of Photo Induced Phase Transition" (Invited), 2nd US-Japan Workshop in Synchrotron Radiation and Nanoscience, Humphrey's Half Moon Inn, San Diego, California on April 4-6, 2005

学会等

- 32) 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, 「(La, Ca) MnO_3 膜の光誘起効果」、第60回物理学会年次大会@野田、2005年3月24日-27日
- 33) 山内友喜, 守友浩, 中村新男, 竇角敏也, 大越慎一, 「シアノ錯体の光誘起相転移ダイナミクスII」、第60回物理学会年次大会@野田、2005年3月24日-27日
- 34) K. Kato, Y. Moritomo, M. Takata, N. Kojima, "Photo Induced Structure in Spin Crossover Complex", APS March Meeting, March 21-25, 2005
- 35) 守友浩, 「スピנקロスオーバー錯体の動的能転移」(招待講演)、第2回菅野シンポジウム@東京、2005年3月12日
- 36) 守友浩, 「放射光X線による圧力下構造物性の研究」(招待講演)、金研研究会「中性子と放射線X線を用いた酸化物の構造物性と構造研究の新展開」、2005年1月24日-25日
- 37) 加藤健一, 「光励起下放射光粉末法による構造ダイナミクスの解明」、金研研究会「中性子と放射線X線を用いた酸化物の構造物性と構造研究の新展開」(招待講演)、2005年1月24日-25日
- 38) 守友浩, 「光で創る物質相とその精密構造解析」(招待講演)、第18回放射光学会年会@鳥栖、2005年1月7日-9日
- 39) 守友浩, 「光誘起相転移の構造研究-スピנקロスオーバー錯体を例として-」(招待講演)、第4回中性子科学会@札幌大、2004年12月16日-17日
- 40) 加藤健一, 高田昌樹, 「光励起下放射光粉末法による構造ダイナミクスの解明」(招待講演)、物構研研究会「第3回粉末回折法討論会:粉末法だからできること」、2004年12月1日-2日
- 41) 加藤健一, 高田昌樹, 守友浩, 「粉末回折による電子密度レベルでの光励起構造」(招待講演)、日本結晶学会平成16年度年会、2004年11月16日-17日
- 42) 守友浩, 「マンガン酸化物のミクロな相分離」(招待講演)、第59回物理学会年次大会@九大、2004年3月27日-30日

- 43) 加藤健一, 守友浩, 高田昌樹, 坂田誠, 浜田典昭, 所裕子, 大越慎一, 橋本和仁、「RbMn[Fe(CN)6]のヤーンテラー歪みに伴う電子密度レベルでの構造変化」、2003年物理学会秋季大会@岡山、2003年9月20日-23日
- 44) 神谷正治, 守友浩, 中村新男, 仲本亜希雄, 小島憲道、「スピנקロスオーバー錯体の光誘起による動的相転移ダイナミクス」、2004年物理学会秋季大会@青森、2004年9月12日-15日
- 45) 石川治雄, 徐勝, 守友浩, 中村新男, 大石泰生, 加藤健一、「マンガン酸化物における物理圧力効果」、2004年物理学会秋季大会@青森、2004年9月12日-15日
- 46) 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」、2004年物理学会秋季大会@青森、2004年9月12日-15日
- 47) 神谷正治, 守友浩, 中村新男, 仲本亜希雄, 小島憲道、「スピנקロスオーバー錯体の動的相転移の顕微鏡観察」、第59回物理学会年次大会@九大、2004年3月27日-30日
- 48) 花輪雅史, 守友浩, 立石純一郎, 加藤健一, 大石康生「光誘起相転移物質プルシアンブルー型錯体における圧力誘起スピン転移」、第59回物理学会年次大会@九大、2004年3月27日-30日
- 49) 石川治雄, 花輪雅史, 守友浩, 徐勝, 中村新男, 大石康生, 加藤健一、「Nd₂Mo₂O₇の高圧下構造解析」、第59回物理学会年次大会@九大、2004年3月27日-30日
- 50) 加藤健一, 守友浩, 高田昌樹, 坂田誠, 仲本亜希雄, 小島憲道、「スピנקロスオーバー錯体における光誘起による電子密度レベルでの構造変化」、第59回物理学会年次大会@九大、2004年3月27日-30日
- 51) 加藤健一、「MEMによる結合及び軌道電子の直接観察」、原研ワークショップ「放射光を利用した物性科学の発展と展望」、2004年3月18日-19日
- 52) 加藤健一, 守友浩, 高田昌樹, 坂田誠, 仲本亜希雄, 小島憲道、「放射光粉末回折法によるスピנקロスオーバー錯体の光照射下構造解析」(招待講演)、第16回日本放射光学会年会、2004年1月8日-10日
- 53) 守友浩, 花輪雅史, 大石泰生, 加藤健一, 中村 仁, M. Karppinen, 山内尚雄、「BaSmFe₂O₅の電荷整列転移に及ぼす格子効果」、2003年物理学会秋季大会@岡山、2003年9月20日-23日
- 54) 石川治雄, 守友浩, 中村新男、「層状マンガン酸化物の磁気構造とクラスター軌道」、2003年物理学会秋季大会@岡山、2003年9月20日-23日
- 55) 神谷正治, 磯部義興, 守友浩, 花輪雅史, 立石純一郎, 中村新男、「過渡吸収法によるシアノ錯体の光誘起相転移」、2003年物理学会秋季大会@岡山、2003年9月20日-23日
- 56) 守友浩, 花輪雅史, 大石泰生, 加藤健一, 中村 仁, M. Karppinen, 山内尚雄、「BaSmFe₂O₅の電荷整列転移に及ぼす格子効果」、2003年物理学会秋季大会@岡山、2003年9月20日-23日