

平成18年度 学術創成研究費 研究終了報告書（事後評価用）

平成18年4月25日

ふりがな	かや こうじ	②所属研究機関・部局・職	独立行政法人理化学研究所 中央研究所・所長					
①研究代表者氏名	茅 幸二							
③研究課題名（英訳名）	新しい研究ネットワークによる電子相関係の研究 －物理学と化学の真の融合を目指して－ (Collaboratory on Electron Correlations －Toward a New Research Network between Physics and Chemistry－)							
④研究経費 (千円未満切捨)	年度	研究経費（千円）		使用内訳（千円）				
		交付額	支出額※	設備備品費	消耗品費	旅費	謝金等	その他
	平成13年度	250,000	250,022	154,885	76,515	13,894	1,604	3,121
	平成14年度	250,000	250,004	93,468	125,909	20,175	5,726	4,722
	平成15年度	250,000	250,001	108,176	47,033	28,753	4,428	61,608
	平成16年度	150,000	150,000	19,254	66,052	19,433	36,742	8,518
	平成17年度	100,000	100,000	8,504	50,272	18,822	18,909	3,489
総計	1,000,000	1,000,027	※千円未満切捨のため、右「使用内訳」の足しあげと異なる。					
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）					
茅 幸二	理化学研究所・中央研究所・所長	クラスター化学	研究総括					
福山 秀敏	東北大学・金属材料研究所・教授	物性理論	総括班・第1班：研究総括・物性理論の構築					
小間 篤	高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・所長	固体表面物性	総括班:研究総括・放射光・中性子・中間子実験の総括					
西 信之	分子科学研究所・電子構造研究系・教授	物理化学	総括班・第1班:研究総括・ π -d 電子系クラスターの合成					
前川 禎通	東北大学・金属材料研究所・教授	物性理論	総括班：第2班：研究総括・固体物性理論の構築2班副班長ナノ物質電子相関の関係					
上田 寛	東京大学・物性研究所・教授	固体無機化学	総括班・第1班班長：遷移金属酸化物薄膜作成と物性評価					
門野 良典	高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授	磁性・超伝導	総括班・第3班班長：ミュオン・スピン共鳴物性研究					
金谷 利治	京都大学・化学研究所・教授	ソフトマターの中性子散乱	総括班・第2班班長:中性子散乱によるナノ物質の構造研究 3班:中性子コロボ連携強化及び中性子によるナノ構造物性研究					
廣井 善二	東京大学・物性研究所・教授	固体物性化学	第1班：遷移金属酸化物の作成と物性評価					
森 初果	東京大学・物性研究所・助教授	有機固体化学	第1班：分子性結晶の作成と物性評価					
寺嶋 孝仁	京都大学・低温物質科学研究センター・教授	無機固体化学	第1班：遷移金属酸化物薄膜作成					
小林 速男	分子科学研究所・分子集団研究系・教授	分子物性化学	第1班：分子性結晶の作成と物性評価					
田中 晃二	分子科学研究所・錯体化学実験施設・教授	錯体化学	第1班：遷移金属錯体の作成					
井上 克也	広島大学・理学部・教授	固体物性化学	第1班：有機磁性体の作成と物性評価					
岩佐 義宏	東北大学・金属材料研究所・教授	固体物性	第1班：遷移金属材料研究所酸化物の中性子回折実験					

⑤研究組織（研究分担者）のつづき

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）
中村 敏和	分子科学研究所・分子集団研究系・助教授	固体電子物性	第1班：分子性導体の電子状態
江崎 信芳	京都大学・化学研究所・所長	生化学	第2班：鉄硫黄クラスターの構築機構解析とその応用
小松 紘一	京都大学・化学研究所・教授	構造有機化学(パイ電子系の化学)	第2班：有機3次元共役及びσ-π共役電子系の合成
高梨 弘毅	東北大学・金属材料研究所・教授	磁性材料科学	第2班：磁性ナノ粒子を用いたスピン依存単一電子トンネル現象の研究
長谷川 幸雄	東京大学・物性研究所・助教授	表面科学ナノサイエンス	第2班：走査プローブ顕微鏡による表面ナノ構造の原子構造・電子状態に関する研究
冨田 博一	大阪大学・基礎工学部・教授	分子エレクトロニクス	第2班：有機薄膜デバイスの作成と特性測定
佃 達哉	分子科学研究所・分子スケールナノサイエンスセンター・助教授	クラスター化学・物理化学	第2班：単分子膜保護金属クラスターの調製・単離及び基礎物性の評価
吉信 淳	東京大学・物性研究所・助教授	表面科学	第2班：有機分子の固体表面接合と表面電気伝導研究
小川 琢治	分子科学研究所・分子スケールナノサイエンスセンター・教授	ナノ科学	第2班：ナノリソグラフィによる高度組織体創製と物性研究
横山 利彦	分子科学研究所・分子構造研究系・教授	表面物性	第2班：超高真空中で作成した磁性薄膜・ナノワイヤの表面科学的磁化制御
松本 吉泰	分子科学研究所・分子スケールナノサイエンスセンター・教授	表面科学・分子分光	第2班：時間分解第2高調波発生による表面振動ダイナミックスの研究
櫻井 利夫	東北大学・金属材料研究所・教授	表面科学	第2班：分子膜の構造、電子状態及び電気特性の評価
小林 典男	東北大学・金属材料研究所・教授	低温物性実験	第2班：強磁場物性及び強磁場施設の有機的運用
猿倉 信彦	分子科学研究所・分子制御レーザー開発研究センター・助教授	量子エレクトロニクス レーザー工学	第2班：テラヘルツ電磁波の高強度化と高磁場中での光源特性の機構解明
瀧川 仁	東京大学・物性研究所・教授	固体核磁気共鳴	第3班：核磁気共鳴による物性研究
村上 洋一	東北大学大学院・理学研究科・教授	固体物理	第3班：副班長、放射光による物性研究・放射光による物性研究
澤 博	高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授	構造物性	第3班：ネットワーク整備、セキュリティ対応 ネットワーク整備、セキュリティ対応、TV会議運用統括
川端 節彌	高エネルギー加速器研究機構・計算科学センター・教授	計算科学・高エネルギー物理学	第3班：中性子コロボ連携強化、及び中性子による強相関電子系研究
高山 一	東京大学・物性研究所・教授	物性基礎論	第3班：中性子コロボ連携強化、及び中性子による強相関電子系研究
廣田 和馬	東京大学・物性研究所・助教授	中性子・X線散乱	第3班：TV会議運用統括
岡崎 進	大学共同利用機関法人自然科学研究機構（岡崎共通研究施設）・計算科学研究センター・助教授	理論化学・分子シミュレーション	第3班：TV会議運用統括、ネットワーク整備、セキュリティ対応
森田 明弘	大学共同利用機関法人自然科学研究機構（岡崎共通研究施設）・計算科学研究センター・助教授	理論化学・計算化学	第3班：金研強磁場施設のコラボ利用検討、及び強磁場による物性研究
野尻 浩之	東北大学・金属材料研究所・教授	強磁場物性	第3班：超高压下の強相関電子系の物性研究、物性研高压施設のコラボ利用検討
上床 美也	東京大学・物性研究所・助教授	高压物性	第3班：TV会議運用統括
五斗 進	京都大学・化学研究所・助教授	バイオインフォマティクス	第3班：超臨界水研究、中性子コロボ連携強化、及び中性子による超臨界水研究

⑤研究組織（研究分担者）のつづき

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）
松林 伸幸	京都大学・化学研究所・助教授	物理化学	第3班：TV 会議運用統括
島川 祐一	京都大学・化学研究所・教授	固体化学	第3班：中性子コラボ連携強化、及び中性子による強相関電子系の物性研究
大山 研司	東北大学・金属材料研究所・助教授	中性子科学・磁性	第3班：遷移金属酸化物の中性子回折実験、中性子コラボ連携強化、及び中性子による強相関電子系の物性研究

⑥当初の研究目的

物質科学は、生命科学、環境科学、情報科学と共に重要な先端分野であり、かつこれら3分野の基盤分野であることから、21世紀の科学技術の発展と社会への貢献に重要な鍵を握っている。本研究では、“コラボラトリー”という、従来とは異なる新しい研究システムを構築することにより、物性物理学と物性化学が境界領域としてもつ「多様な電子相関係の物質科学研究」を行い、物質科学の基礎研究における新しいパラダイムを創ることを目指した。

本研究で取り上げた「多様な電子相関係物質」は、その物性の発現に関わる電子系が遍歴性と局在性の中間に位置した性質をもっている。電子間の相互作用が強くなると、電子の運動はお互いに強く相関するようになり（強相関電子系）、その結果、外部パラメーターのわずかな変化によって様々な相が出現する。このような電子間強相関効果は、モット絶縁体やその近傍に出現する金属相のようなバルクの系においてばかりでなく、物質の表面や界面、あるいはバルク物質を細分化したナノ構造体のような系でも本質的な役割を果たす。一方、化学の領域においても、個々の分子の個性を尊重する立場と共に、超分子などに代表される分子の個性をとどめつつも、個々の分子にはない機能を発現する系を構築するようになり、より大きな体系での「分子アーキテクチャ」を必要としている。このように、物性物理学と物性化学が「実空間であれ運動量空間であれ、各々の旧来のやり方では表現できない電子系」を未開拓領域としてもっている。精密化と専門化が進んだ2つの物性科学の個性を尊重しつつ、共通のターゲットを設定し協力・融合して、次世代の物質科学の基礎を支える新概念を構築することが本研究の目的である。

⑦研究成果の概要

本研究の目的を遂行するために、わが国の物性科学を代表する5つの研究所（東北大学金属材料研究所、東京大学物性研究所、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、分子科学研究所、京都大学化学研究所）により、分野を越えた共同体制を構築した。これらの研究所は、下図に示すように、物質創製と測定プローブにおいて得意な分野をそれぞれ持っている。この特徴を活かし、真の共同体制を実現すべく、現代通信技術の革命的発展に基づいた“コラボラトリー”の構築を行った。



⑦研究成果の概要 つづき

新しい研究協力システムである“コラボラトリー”とは、各研究室の持つ資源（ブレイン、ハードウェア、ソフトウェア）を研究ネットワーク上の研究室間で共有することにより、各研究室があたかも隣にあるかのような研究環境を提供するものである。その内容は、以下の要素から成り立つ。

- A: 特殊大型装置の遠隔操作による共有化
- B: 高速ネットワークによる分散並列計算機システムの構築
- C: 多対多のヒューマンインターフェースシステムの構築

これらは、平成13年度から15年度の3年間にわたって、当初の研究組織である第3班から第5班の活動によって実現された。その結果、平成16-17年度にこれらの機能を1つの班（コラボ、ネットワーク班）に集約し、総括班以外に3つの研究班として再構成した。以下、研究班毎にそれぞれの研究成果の概要を述べる。

第 1 班 「強相関系班」 –新奇的な物性を持つ多機能強相関電子系の創製–

第 1 班では、物質開発に関して、酸化物系や分子性物質を対象として、以下のような成果を得た。

1. Aサイト秩序型ペロフスカイトマンガン酸化物の開発
2. 新しい遷移金属酸化物超伝導体βバイロクロア酸化物A₀S₂O₆ (A=K, Rb, Cs)の発見
3. 室温透明強磁性体CoドーブTiO₂の開発
4. 電荷秩序系高温超伝導体の高エネルギー磁気励起の観測
5. 電子ドーブSrTiO₃が室温で青色、低温で紫外領域での発光を発見
6. 有機導体TMTTF塩における電荷秩序起源の解明
7. 新規圧力有機超伝導体-(*meso*-DMBEDT-TTF)₂PF₆の合成に成功
8. 金属アセチリド化合物で光・電子ビーム制御による偏析金属パターンの生成に成功
9. 単一種の分子(Ni(tmdt)₂)だけで出来た金属結晶の作成に成功
10. 最高転移温度を持つキラル磁性体の合成に成功
11. 電子状態が制御でき得るニッケルージオキソレン錯体の合成に成功

一方、測定技術については、光電子分光装置の分解能を抜本的に改善し、総合分解能0.36meVの世界最高分解能を得ることができ、超伝導ギャップや重い電子系物質の電子状態に関する知見を得た。

第 2 班 「新規機能物質系班」 –新規複合ナノ物質、表面・界面ナノ構造物質の創製–

無機・有機・生物・金属材料など多彩な分野の研究者で構成される新2班においては、各々の個性を尊重しつつ共通のターゲットを持って協力・融合して、高温超伝導、メモリー、ナノ分子クラスター、分子デバイス、生体金属触媒機能などを有する新規複合ナノ物質や微細加工技術を駆使した表面・界面ナノ構造物質の創製を進めてきた。同時に、複合ナノ物質や表面・界面ナノ構造物質が持つ機能・物性の発現機構の解明を目指し、物理学と化学の融合により初めて可能となる複合精密構造解析を推進してきた。具体的な成果を以下に挙げる。

1. 分子手術法による水素分子を内包するフラーレンの有機合成に成功
2. 超高密度高分子ブラシによる種々機能分子表面の創出に成功
3. 高分子薄膜のガラス転移を非弾性中性子散乱測定により解明
4. タンパク質中の鉄硫黄クラスター形成に関与する因子の同定と機能解明
5. ペンタセン薄膜成長条件の解明
6. スピンに依存した単一電子トンネル伝導の観測に成功
7. コバルト酸化銅の異常ホール効果を解明
8. シリコン表面の化学反応素過程の局所電子状態観察とその第一原理計算による理論解析に成功
9. 原子間力顕微鏡での静電気力検出によりポテンシャル分布を計測する技術を開発
10. 有機電界効果トランジスターの界面の構造を制御しキャリア注入特性の制御に成功
11. チオールなどの有機分子で表面保護した金クラスターの精密合成法を確立
12. 有機分子と金ナノ粒子やカーボンナノチューブの複合体合成に成功
13. 光電子顕微鏡によるナノレベル磁気イメージングに成功
14. アルカリ金属吸着種のコヒーレントな振動励起とその緩和の観測に成功
15. 深紫外領域で発光するデバイス開発とテラヘルツ分光によるナフトールの相転移現象の解明に成功

第 3 班 「コラボ、ネットワーク班」 –大型装置をベースにコラボシステムを構築、新たな共同研究の試み–

第3班は高エネルギー加速器研究機構（KEK）の大型装置利用を中心に、他の大学共同利用施設とも連携した物質評価を行う大きな枠組みである。コラボラトリーの眼目である高速ネットワークを利用したデータ及び情報の交換、遠隔操作実験などを通して、KEK 放射光、中性子、ミュオンの利用研究を推進した。また、KEK 以外の特種実験装置（金研強磁場装置、物性研超高压装置、超高分解能光電子分光装置など）の相互利用も促進した。研究面としては放射光実験手法の開発実験、充填フラーレンや新奇金属材料、遷移金属酸化物、キラル磁性体など主として機能と構造との関係を明らかにする研究がなされ、特に、物質創製を行う第1班との共同研究は、この5年間極めて積極的に推進され、遷移金属酸化物や分子性物質を対象とした数多くの成果を生むことができた。第2班との共同研究においても、超臨界水の分子相関に中性子散乱を用いるなど、従来にない研究が次々に遂行されてその成果を上げた。

⑧特記事項

下記3点の独創的研究成果は、極めて強い学問的インパクトを持っており、物理学・化学の多くの分野において世界的に広く影響を与えている。

1) 水素内包フラーレン類の有機合成と性質

球形の炭素骨格内部に小分子、原子などを含有した、いわゆる内包フラーレンは、基礎研究及びナノ炭素材料としての応用研究の両面から重要であるが、製造量がたかだか数mgという制約のために、その科学の発展は大幅に遅れていた。本研究では、従来の製造法と基本的に異なる「分子手術」とも呼ぶべき有機合成法を用いて、未だ知られていない、水素分子を内包したフラーレン、 $H_2@C_{60}$ 、 $H_2@C_{70}$ などを100mg以上のスケールで合成することに成功した。これらの内包水素とフラーレン骨格との間の相互作用は極めて小さいが、フラーレン π 電子系の電気化学的還元や結晶のカリウムドープなどにより水素の影響が現れることが明らかとなった。

2) 単一分子性金属結晶

有機伝導体の研究は半世紀以上の歴史を持っている。これまで開発されてきた分子性伝導体は全て、2成分以上の分子(化学種)から成っていたが、本研究では単一分子の自己集積によって自然に金属電子が生成し、金属結晶が形成される、ということも可能であることを証明した。

3) レーザー光電子分光

光電子分光は、固体の電子状態を直接知ることができる実験方法である。特に高温超伝導体の研究以降、その有用性が再認識され、著しく研究が進み、装置の分解能の向上は近年において特に著しい。本研究は、この光電子分光装置の分解能を抜本的に改善し、世界で初めて、1meV以下の分解能を目指した。この抜本的なブレークスルーは、光源をレーザーに変えたことであった。近年のレーザーの進歩は著しく、光電子分光も測定できるような十分な強度を持った真空紫外領域・軟X線領域の良質な光が得られるようになってきた。レーザーの持つ単色性、時間特性、コヒーレンス、大強度を利用して、既存の光源などでは全く不可能であった実験を可能にすることができる。その結果得られた分解能は、これまでの世界記録を大きく塗り替える $360\mu\text{eV}$ であった。これにより、これまで観測不可能であったフェルミ面近傍の微細構造が観測可能となった。

⑨研究成果の発表状況

- ◇ Coexistence of Solvated Electrons and Solvent Valence Anions in Negatively Charged Acetonitrile Clusters., $(\text{CH}_3\text{CN})_n^-$ ($n = 10-100$). M. Mitsui, N. Ando, S. Kokubo, A. Nakajima, and K. Kaya, Phys. Rev. Lett., **91**, 153002 (2003)
- ◇ Fabrication of Ferromagnetic Nano-cluster Rods by Magnetic Trapping, Seung H. Huh, Atsushi Nakajima, and Koji Kaya, J. Appl. Phys., **95**, 2732-2736 (2004)
- ◇ Coexistence of two different anion states in polyacene nanocluster anions. Masaaki Mitsui, Shinsuke, Kokubo, Naoto Ando, Yukino Matsumoto, Atsushi Nakajima and Koji Kaya, J. Chem. Phys., **121**, 7553-7556 (2004)
- ◇ Ferromagnetism in One-Dimensional Vanadium-Benzene Sandwich Clusters. Ken Miyajima, Atsushi Nakajima, Satoshi Yabushita, Mark B. Knickelbein, and Koji Kaya, J. Am. Chem. Soc., **126**, 13202-13203 (2004)
- ◇ Toward Systematic Understanding of Diversity of Electronic Properties in Low-Dimensional Molecular Solids. H. Seo, C. Hotta, and H. Fukuyama, Chemical Reviews, **104** No.11, 5005-5036 (2004)
- ◇ A possible Origin of Carrier Doping into DNA. H. Kino, M. Tateno, M. Boero, J. A. Torres, T. Ohno, K. Terakura, and H. Fukuyama, J. Phys. Soc. Jpn., **73**, 2089-2092 (2004)
- ◇ Theory of length-dependent conductance in one-dimensional chains, Y. Asai, and H. Fukuyama, Phys. Rev. B, **72**, 085431 (2005)
- ◇ Incommensurate Mott Insulator in One-Dimensional Electron Systems close to Quarter Filling. H. Yoshioka, H. Seo, and H. Fukuyama, J. Phys. Soc. Jpn., **74**, 1922-1925 (2005)
- ◇ Formation and magnetic characteristics of cobalt-carbon nanocluster magnets embedded in amorphous carbon matrices. N. Nishi, K. Kosugi, K. Hino, T. Yokoyama, and E. Okunishi, Chem. Phys. Lett., **369**, 198-203 (2003)
- ◇ Formation of Air Stable Carbon-skinned Iron Nanocrystals from FeC_2 . K. Kosugi, M. J. Bushiri, and N. Nishi, Appl. Lett., **84**, 1753-1755 (2004)
- ◇ Orientation of nitrous oxide on palladium (110) by STM. K. Watanabe, A. Kokaji, Y. Inokuchi, I. Rzeznicka, K. Ohshimo, N. Nishi, and T. Matsushima, Chem. Physics. Lett., **406**, 474-478 (2005)
- ◇ Water-induced ferromagnetism in cobalt acetylide CoC_2 nanoparticles. Junichi Nishijo, Kentaroh Kosugi, Hiroshi Sawa, Chie Okabe, Ken Judai, and Nobuyuki Nishi, Polyhedron, **24**, 2148-2152 (2005)
- ◇ Carbon-skinned metallic wires and magnetic nanocrystals prepared from metal acetylides. K. Judai, J. Nishijo, C. Okabe, O. Ohishi, H. Sawa, and N. Nishi, Synthetic Metals, **155**, 352-356 (2005)
- ◇ Theory of Tunnel Magnetoresistance. S. Maekawa, S. Takahashi and H. Imamura, Spin dependent transport in magnetic nanostructures Vol.3 of Advances in Condensed Matter Science, Eds. S. Maekawa, and T. Shinjo, Taylor & Francis, London and New York, 143-235 (2002)
- ◇ Mott Gap Excitations and Resonant Inelastic X-Ray Scattering in Doped Cuprates. K. Tsutsui, T. Tohyama, and S. Maekawa, Phys. Rev. Lett., **91**, 117001 (2003)
- ◇ Physics of Transition Metal Oxides. S. Maekawa, T. Tohyama, S. E. Barnes, S. Ishihara, W. Koshibae, and G. Khaliullin, Springer Series in Solid-State Sciences, ISBN:3-540-21293-0 Vol. 144 (2004)
- ◇ Effect of Antiferromagnetic Planes on the Superconducting Properties of Multilayered High-Tc Cuprates. M. Mori, and S. Maekawa, Phys. Rev. Lett., **94**, 137003 (2005)
- ◇ Magnetic Correlations in the Hubbard Model on Triangular and Kagomé Lattices. N. Bulut, W. Koshibae, and S. Maekawa, Phys. Rev. Lett., **95**, 037001 (2005)
- ◇ Flux crystal growth and thermal stabilities of LiV_2O_4 . Y. Matsushita, H. Ueda, and Y. Ueda, Nature Materials, **4**, 845-850 (2005)
- ◇ 1000% colossal magnetoresistance at room temperature in the A-site ordered perovskite manganites, $\text{Sm}_{1-x}\text{La}_x\text{Ba}_{1-y}\text{Mn}_2\text{O}_6$. T. Nakajima, and Y. Ueda, J. Appl. Phys., **98**, 046108 (2005)

⑨研究成果の発表状況

- ◇ Neutron Diffraction Study on the Antiferromagnetic Insulating Ground State of β - $\text{Na}_{0.33}\text{V}_2\text{O}_5$. S. Nagai, M. Nishi, K. Kakurai, Y. Oohara, H. Yoshizawa, H. Kimura, Y. Noda, B. Grenier, T. Yamauchi, J. Yamaura, M. Isobe, Y. Ueda, and K. Hirota, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **74**, 1297-1308 (2005)
- ◇ A-site Randomness Effect on Structural and Physical Properties of Ba-based Perovskite Manganites. T. Nakajima, H. Yoshizawa, and Y. Ueda, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **73**, 2283-2291 (2004)
- ◇ Charge-Ordering Signatures in the Optical Properties of β - $\text{Na}_{0.33}\text{V}_2\text{O}_5$. C. Presura, M. Popinciuc, P.H.M. van Loosdrecht, D. van der Marel, M. Mostovoy, T. Yamauchi, and Y. Ueda, *Phys. Rev. Lett.*, **90**, 026402 (2003)
- ◇ Field-Induced Uniform Antiferromagnetic Order Associated with Superconductivity in $\text{Pr}_{1-x}\text{LaCe}_x\text{CuO}_{4-\delta}$. R. Kadono, K. Ohishi, A. Koda, S. R. Saha, W. Higemoto, M. Fujita, and K. Yamada, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **74**, 2806-2812 (2005)
- ◇ Strong Correlation Between Field-induced Magnetism and Superconductivity in $\text{Pr}_{0.89}\text{LaCe}_{0.11}\text{CuO}_4$. R. Kadono, K. Ohishi, A. Koda, W. Higemoto, K. M. Kojima, M. Fujita, S. Kuroshima, and K. Yamada, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **73**, 2944-2947 (2004)
- ◇ Field-induced Quasiparticle Excitations in Novel Type II Superconductors. R. Kadono, *J. Phys. Condens. Matter*, **16**, S4421-S4438 (2004)
- ◇ Magnetic Ground State of $\text{Pr}_{0.89}\text{LaCe}_{0.11}\text{CuO}_{4+\alpha-\delta}$ with Varied Oxygen Depletion Probed by Muon Spin Relaxation. R. Kadono, K. Ohishi, A. Koda, W. Higemoto, K. M. Kojima, S. Kuroshima, M. Fujita, and K. Yamada, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **72**, 2955-2958 (2003)
- ◇ Quasiparticle Excitation in the Superconducting Pyrochlore $\text{Cd}_2\text{Re}_2\text{O}_7$ Probed by Muon Spin Rotation. R. Kadono, W. Higemoto, A. Koda, Y. Kawasaki, M. Hanawa, and Z. Hiroi, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **71**, 709-712 (2002)
- ◇ Inelastic neutron scattering study of low energy excitations in polymer thin films. R. Inoue, T. Kanaya, K. Nishida, I. Tsukushi, K., and Shibata, *Phys. Rev. Lett.*, **95**, 56102 (2005)
- ◇ Neutron spin-echo studies on dynamic and static fluctuations in two types of poly(vinyl alcohol) gels. T. Kanaya, N. Takahashi, K. Nishida, H. Seto, M. Nagao, and T. Takeda, *Phys. Rev. E*, **71**, 011801 (2005)
- ◇ Crystallization of polyethylene under shear flow as studied by time resolved depolarized light scattering. Effects of shear rate and shear strain. H. Fukushima, Y. Ogino, G. Matsuba, K. Nishida, and T. Kanaya, *Polymer*, **46**, 1878-1885 (2005)
- ◇ Thermal expansion behavior of ultrathin polymer thin films supported on silicon substrate, T. Miyazaki, K. Nishida, and T. Kanaya, *Phys. Rev. E*, **69**, 06183 (2004)
- ◇ Contraction and re-expansion of polymer thin films. T. Miyazaki, K. Nishida, and T. Kanaya, *Phys. Rev. E*, **69**, 022801 (2004)
- ◇ Anomalous Pressure Dependence of the Superconducting Transition Temperature of β -Pyrochlore AOs_2O_6 Oxides. T. Muramatsu, N. Takeshita, C. Terakura, H. Takagi, Y. Tokura, S. Yonezawa, Y. Muraoka, and Z. Hiroi, *Phys. Rev. Lett.*, **95**, 167004 (2005)
- ◇ Contraction and re-expansion of polymer thin films. T. Miyazaki, K. Nishida, and T. Kanaya, *Phys. Rev. E*, **69**, 022801 (2004)
- ◇ Anomalous Pressure Dependence of the Superconducting Transition Temperature of β -Pyrochlore AOs_2O_6 Oxides. T. Muramatsu, N. Takeshita, C. Terakura, H. Takagi, Y. Tokura, S. Yonezawa, Y. Muraoka, and Z. Hiroi, *Phys. Rev. Lett.*, **95**, 167004 (2005)
- ◇ Organic thyristor. F. Sawano, I. Terasaki, H. Mori, T. Mori, M. Watanabe, N. Ikeda, Y. Nogami, and Y. Noda, *Nature*, **437**, 522-524(2005)
- ◇ Angle-Resolved Mapping of the Fermi Velocity in a Quasi-Two-Dimensional Organic Conductor. A. E. Kovalev, S. Hill, K. Kawano, M. Tamura, T. Naito, and H. Kobayashi, *Phys. Rev. Lett.*, **91**, 216402 (2003)

⑨研究成果の発表状況

- ◇ Reversible hydride generation and release from the ligand of $[\text{Ru}(\text{pbn})(\text{bpy})_2](\text{PF}_6)_2$ driven by a pbn-localized Redox reaction. T. Koizumi, and K. Tanaka, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **44**, 5891-5894 (2005)
- ◇ Chiral Molecule-based Magnets. K. Inoue, S.-i. Ohkoshi and H. Imai, J. S. Miller & M. Drillon Eds, *Magnetism: Molecules to Materials V, Molecule-Based Materials*, **5**, 41-70 (2005)
- ◇ Control of carrier density by a solution method in carbon-nanotube devices. T. Takenobu, T. Kanbara, N. Akima, T. Takahashi, M. Shiraishi, K. Tsukagoshi, H. Kataura, Y. Aoyagi, and Y. Iwasa, *Adv. Mater.*, **17**, 2430-2434 (2005)
- ◇ Redistribution of electronic charges in the spin-Peierls state in $(\text{TMTTF})_2\text{AsF}_6$ observed by ^{13}C NMR. S. Fujiyama, and T. Nakamura, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **75**, 014705 (2006)
- ◇ 2-Haloacrylate Reductase: A Novel Enzyme of the Medium-chain Dehydrogenase/reductase Superfamily that Catalyzes the Reduction of a Carbon-carbon Double Bond of Unsaturated Organohalogen Compounds. A. Kurata, T. Kurihara, H. Kamachi, and N. Esaki, *J. Biol. Chem.*, **280**, 20286-20291 (2005)
- ◇ Generation and Properties of a Novel Alkylated C_{70} Cation. T. Kitagawa, Y. Lee, N. Masaoka, and K. Komatsu, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **44**, 1398-1401 (2005)
- ◇ Self-alignment of Fe nanoparticles on a tunnel barrier. F. Ernult, S. Mitani, K. Takanashi, Y. K. Takahashi, K. Hono, Y. Takahashi, and E. Matsubara, *Appl. Phys. Lett.*, **87**, 033115 (2005)
- ◇ Scanning Tunneling Microscopy and Spectroscopy of Phthalocyanine Molecules on Metal Surfaces. M. Takada, and H. Tada, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **44**, 5332-5335 (2005)
- ◇ Large-Scale Synthesis of Thiolated Au_{25} Clusters via Ligand Exchange Reactions of Phosphine-Stabilized Au_{11} Clusters. Y. Shichibu, Y. Negishi, T. Tsukuda, and T. Teranishi, *J. Am. Chem. Soc.*, **127**, 13464-13465 (2005)
- ◇ Femtosecond wavepacket dynamics of Cs adsorbates on Pt(111): coverage and temperature dependences. K. Watanabe, N. Takagi, and Y. Matsumoto, *Phys Rev B*, **71**, 085414 (2005)
- ◇ Real space imaging of the metal-insulator phase separation in the band width controlled organic Mott system $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$. T. Sasaki, N. Yoneyama, A. Suzuki, N. Kobayashi, Y. Ikemoto, and H. Kimura, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **74**, 2351-2360 (2005)
- ◇ Ferro-type orbital state in Mott transition system $\text{Ca}_{2-x}\text{Sr}_x\text{RuO}_4$ studied by resonant x-ray scattering interference technique. M. Kubota, H. Nakao, Y. Murakami, Y. Taguchi, M. Iwama, and Y. Tokura, *Phys. Rev. Lett.*, **95**, 026401 (2005)
- ◇ Novel Orbital Ordering Induced by Anisotropic Stress in a Manganite Thin Film. Y. Wakabayashi, D. Bizen, H. Nakao, Y. Murakami, M. Nakamura, Y. Ogimoto, M. Izumi, K. Miyano, and H. Sawa, *Phys Rev. Lett.*, **96**, 017202 (2006)

※ここには代表的な論文を掲載した。

詳細はホームページ (<http://www.riken.jp/lab/dri/newpro/>) 参照。