

名古屋大学大学院理学研究科 教授

佐藤 正俊

「低次元異常金属の開発」

## 1. 研究実施の概要

銅酸化物高温超伝導体を、強い相互作用を持った（強相関の）低次元の電子系がもたらす典型的異常金属として捉え、まず、その物性および超伝導発現機構に対する理解を深めること、さらにその理解に基づいた多元の遷移金属化合物系探索を行って、新しい異常金属・異常物性を創出することの二つを目標とした。

原子内クーロン反発が強い電子系はその粒子的側面を露わにし、磁氣的に活性なまま従来のバンド理論の予測に反して移動できなくなることがある（モット絶縁体）。この状態にある低次元電子系の電子濃度を制御し、その磁気や電荷が大きくゆらぐ金属相を実現させたときに銅酸化物では高温超伝導が発現した。本研究では銅酸化物研究と並行して、その特徴の多くを共有する類似物質系やその延長線上にある系、例えば、縮退した  $d$  電子軌道間の相互作用が強い系、さらには量子スピン系等の多くの低次元系、等の探索と物性研究を行い、新たな物性現象・物質機能の発見につとめた。このような物質開発研究自身も、高温超伝導がいかにかに生じるかの具体的描像構築そのものに重要な情報を与え、かつ、“モット絶縁体から導出された金属電子系”を扱う分野にゆるぎない学問的基盤を与える力になったと考えている。

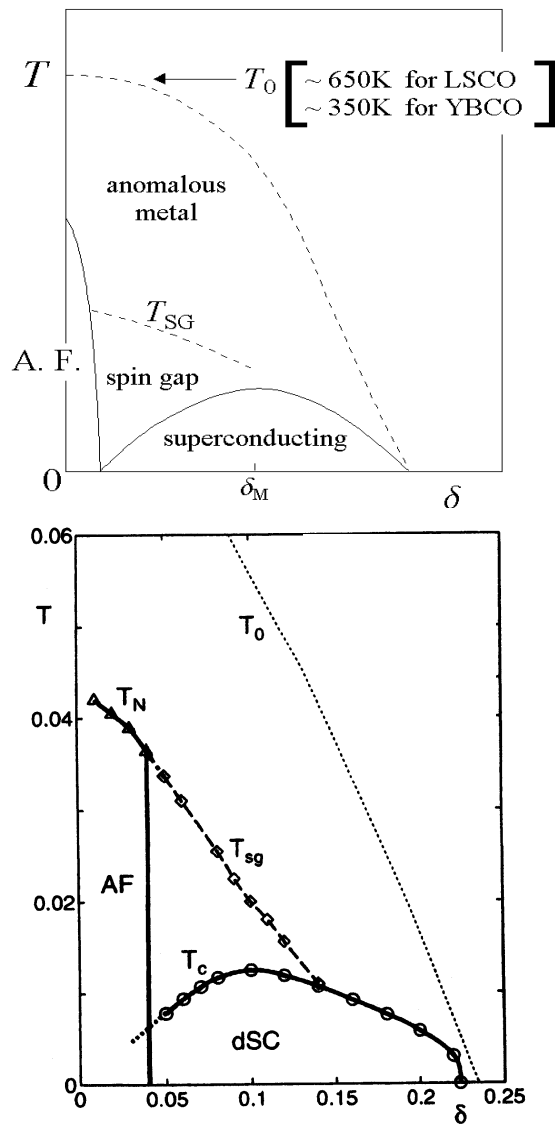
名大・東大とあわせて一つの研究グループをつくり、上記の基本目標に携わった。“低次元の異常金属”の内容設定は、銅酸化物系のもつ特徴のうち(a) 低次元性による電荷や磁気のゆらぎが大きいことと、(b) モット絶縁体から誘起されたがゆえに磁氣的に活性な金属系であることの少なくとも2つを共有する系を想定してなされた。この他に銅酸化物の特徴を最も直接的に示す擬ギャップ現象に関連して、単に磁気励起にギャップ（スピニングャップ）を持つ低次元スピン系という条件を課しただけの探索、さらには、低次元の性質は持たないが幾何学的フラストレーションという構造上の理由で大きな磁気揺らぎが生じるモットの金属・絶縁体転移系を視野にした探索をあわせて行い、物性現象の開拓と高温超伝導発現の謎に迫ることにした。こうして銅酸化物の物理研究と並行し非銅系の多くの物質を合成された。物性の研究には輸送特性、熱特性、磁気特性等の巨視的物性測定とともに中性子散乱、核磁気共鳴（NMR）、STM/STS、2-マグノンラマン散乱等の微視的手法による測定とを用いた。また理論的には主として  $d-p$  モデルを用いた計算を行い、実験的理解を支持する新たな基盤をつくり出した。以下に成果を概説する。

図1(a)は多くの実験事実に基づいて我々が提案した銅酸化物の相図である（ $\delta$ はモット絶縁相にドーピングされた正孔濃度）。ここに現れる特徴的溫度  $T_0$ 、 $T_{SG}$ 、 $T_c$  はそれぞれ帯磁率が最大となる溫度、NMR 縦緩和率に関連した量  $1/T_1T$  が最大となる溫度および超伝導転移溫度である。溫度の降下の際、反強磁性相関の強くなる  $T_0$  付近から超伝導電子対と同じ対称性をもつスピン一重項電子対が形成されはじめ、結果としてスピン擬ギャップをもった異常金属相が姿を現わし、 $T_{SG}$  付近ではその singlet 対相関が反強磁性相関を凌駕する。さらに溫度を下げるるとこの singlet 対相関が  $T=T_c$  で超伝導秩序へと成長する。この物理描像には、(1) Y123 系の磁気励起スペクトルや  $B_{2u}$  対称フォノンモードの中性子による詳しい

測定、さらには(2) 我々が発見した低次元スピンギャップ系  $\text{CaV}_4\text{O}_9$  や  $\text{CuNb}_2\text{O}_6$  の動的磁性の、NMR や中性子散乱による多くの研究によって到達した。また(3) いわゆる geometrical frustration と呼ばれる事情のために低次元性を持たなくても、銅酸化物等の低次元モット転移系と同様に、磁気的に活性な金属相が得られたパイロクロア化合物のモット転移系  $\text{R}_{2-x}\text{Bi}_x\text{Ru}_2\text{O}_7$  や  $\text{R}_{2-x}\text{Ca}_x\text{Ru}_2\text{O}_7$  ( $\text{R}=\text{Y}, \text{Sm}$  等) の異常物性研究もこの結果を得る力となった。

$T_0$  を異常物性の特徴的溫度として認識したのは、実は Hall 係数の高温からの強い溫度変化の様子を見たのちである。その Hall 係数の振舞自体未解明の謎として残っていたが、最近他のグループで進められたスピンゆらぎを考慮した理論 (バンド理論に立脚) でそれがよく説明され、バンド描像に立つ理論が  $\delta > \delta_M$  (オーバードープ域、 $\delta_M$  は  $T_c$  の最大となる  $\delta$ ) で少なからぬ信憑性をもっていることがわかった。さらに本研究グループにおいて進められた  $d-p$  モデルを用いた理論 (やはりバンド描像から出発) は図 1 (b) に示されたような相図を描くことに成功した。これは基本的に図 1 (a) の相図を擬ギャップの粗っぽい振舞を含めて再現したものである。この結果は超伝導電子対の形成 (擬ギャップ形成) が反強磁性相関に裏打ちされたスピンのゆらぎを媒介に生じること、この超伝導電子対の形成 (擬ギャップ形成) によって反強磁性ゆらぎが抑制されていくことの双方を同時に考慮することによって得られた。

上述のような研究から反強磁性相関と擬ギャップ形成とが銅酸化物の高温超伝導を含めた異常物性の出現に最も本質的であることがわかってきたが、 $\delta > \delta_M$  の領域 (アンダードープ領域ではいわゆる “ストライプ” 秩序と呼ばれる電荷秩序 (もしくはゆらぎ) の効果が顕著に現れる場合があり、高温超伝導発現に対して果すその役割についての議論も盛ん



(上) 図 1 (a) : 銅酸化物の異常相をあらわす相図。A. F. は反強磁性相を示す。Tは温度。

(下) 図 1 (b) :  $d-p$  モデルの  $1/N$  展開理論で求めた銅酸化物の相図 (実験とのよい対応を示す)。

Y123 系や Bi2212 系超伝導体に対して我々が得た  $T_c$ - $\delta$  曲線、輸送特性、さらには NMR 測定結果等は“ストライプ”秩序もしくはそのゆらぎ)の超伝導を含めた低温、低エネルギー物性への効果の存在自体に否定的である。またどの  $\delta$  の領域でも“ストライプ”形成が超伝導を出現させる積極的メカニズムとなっていると考えることにも否定的データが多く“ストライプ”はアンダードープ域で一部の系の超伝導研究を困難にするだけの“悪役”といまのところいわざるを得ない。Y123 系の磁気励起に現れる incommensurate peak や resonance peak も動的な“ストライプ”秩序の存在の実験的証拠としてよく議論され、高温超伝導を発現させるもののようにいう向きもあるが、じつは“ストライプ”とは直接関係のない描像を用いて自然な説明が可能である。このことは、中性子散乱実験で観測した磁気励起スペクトルのエネルギーや温度等に対する依存性を詳しく調べることによって得られたものである。少々専門的な話になるが、このとき、実験的に観測されている準粒子(超伝導電子対を形成していない電子)のエネルギーの拡がりをもっと正しく取り入れることが大切である。これは銅酸化物の電子系を正しく記述するうえでの重要な情報を与えている。

これまでの記述にも見られたように、本研究で開発した新物質系の物性研究結果が銅酸化物の物理研究に果たした役割は大きい。それらを含めて、手がけた代表的物質名をあげる下に列挙する。

- (1) 低次元量子スピン系、スピングャップ系等 :  $\text{CaV}_4\text{O}_9, \text{AV}_2\text{O}_5$  (A=Na, Li, Mg)、 $\text{AV}_3\text{O}_7$  (A=Sr, Ca)、 $\text{ACuCl}_3$  (A=K, Tl)、 $\text{Na}_{0.33}\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$ 、 $\text{Sr}_{14-x-y}\text{Ca}_x\text{Y}_y\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ 、 $\text{LaCuO}_{2.5}$ 、 $\text{CuNb}_2\text{O}_6$ 、 $[\text{N}(\text{CH}_3)_4]\text{V}_3\text{O}_7$ 、 $(\text{en})_2\text{ZnV}_6\text{O}_{14}$  (en=エチレンジアミン)、 $(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2)\text{V}_6\text{O}_{14}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、etc.
- (2) 低次元のモット金属・絶縁体転移系等 :  $\text{La}_{1+\alpha-x}\text{Sr}_x\text{MS}_{3+\alpha}$  (M=遷移金属元素)、 $\text{BaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{S}_2$ 、 $\text{Rb}_2\text{M}_3\text{S}_4$  (M=Ni, Pd)、 $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$ 、 $\text{La}_4\text{Co}_3\text{O}_{10+\delta}$ 、 $\text{Tl}(\text{La}_2\text{Sr}_2)\text{Ni}_2\text{O}_9$
- (3) フラストレーションによる磁気揺らぎを持つ系 :  $\text{R}_{2-x}\text{Ca}_x\text{Ru}_2\text{O}_7$  や  $\text{R}_{2-x}\text{Bi}_x\text{Ru}_2\text{O}_7$  (R=Y および稀土類元素)、 $\text{Ho}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 、 $\text{R}_2\text{GaSbO}_7$  (R=稀土類元素)、etc.
- (4) スピнкаイラル秩序による(?) 特異な異常ホール効果をもつ系 :  $\text{Nd}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Cr}_3\text{Te}_4$ 、 $\text{CuCr}_2\text{S}_4$ 、 $\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Cr}_2\text{Se}_4$ 、 $\text{SrFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_{3-\delta}$

このうち、上記文中に出てきたものを除いて、一部を説明する。

$\text{BaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{S}_2$  が濃度  $x$  の変化または外部圧力  $p$  印加のどちらの手段でも絶縁体—金属転移を誘起できる系であることを発見しこの系の温度 ( $T$ ) - $x$ - $p$  相図を詳しく決め、転移近傍での異常物性を明らかにした。とくに、抵抗の極めて巨大な圧力効果を発見し、その振舞を詳しく発表した。銅酸化物の高い  $T_c$  の直接要因は Cu-Cu 間の交換相互作用が大きいことであるが上記の  $\text{VO}_5$  1 次元鎖をもつ  $[\text{N}(\text{CH}_3)_4]\text{V}_3\text{O}_7$ 、 $(\text{en})_2\text{ZnV}_6\text{O}_{14}$ 、 $(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2)\text{V}_6\text{O}_{14}\cdot\text{H}_2\text{O}$  はそれと匹敵する大きな交換相互作用をもつことがわかった。

パイロクロア型  $\text{Nd}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$  の異常ホール効果研究は、その効果とスピнкаイラリティ  $\chi$  ( $\chi$  は3個のスピ  $S_1, S_2, S_3$  に対して、 $\chi = S_1 \cdot (S_2 \times S_3)$  と定義され、3個のスピが張る立体角に比例する) の関係を研究する発端となった。実際、この系のホール抵抗  $\rho_H$  の温度や磁場 ( $H$ ) に対する依存性は、大変驚くべきものであった (図2)。少なくとも、従来からよく使われる式、 $\rho_H = R_0 H + 4\pi R_s M$  ( $R_0, R_s$  は正常および異常ホール係数、 $M$  は自発磁化) では全く記述できない。この実験は他のグループでも時を同じくして行われ、 $\chi$  の秩序のモデルでその説明がなされた。事実、我々のグループが行った中性子回折実験では  $\chi$  の秩序がある non-coplanar な磁気構造が

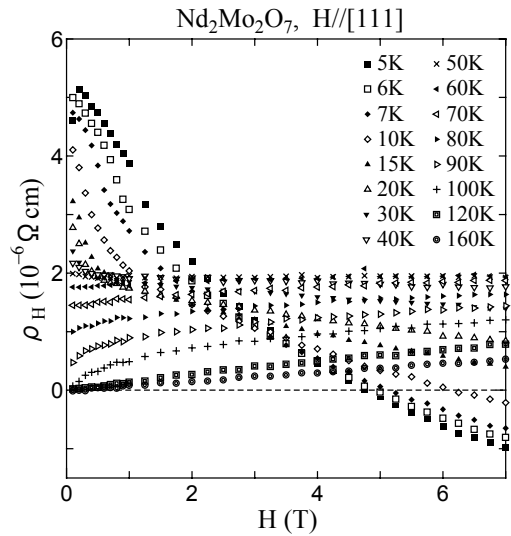


図2

実現していることがわかったが、詳しい解析の結果は、この  $\rho_H$  の振舞が第一義的には  $\chi$  の秩序によるものではなく、 $\rho_H = R_0 H + 4\pi R_s M_{\text{Mo}} + 4\pi R_s' M_{\text{Nd}}$  ( $M_{\text{Mo}}, M_{\text{Nd}}$  はそれぞれ Mo、Nd の自発磁化) の式ではほぼ表されることを示す。しかし、 $R_s$  や  $R_s'$  の温度変化等はやはり従来の考えでは説明されず、 $\chi$  の秩序が何らかの形で関与している可能性が気になる。ここでは、non-trivial な磁気構造を持つ系の探索と異常ホール効果の研究をはじめた。中性子散乱実験による磁気構造の研究や  $\rho_H$  の測定によって、これまでに、スピネル型化合物の  $\text{CuCr}_2\text{O}_4$  や  $\text{Cu}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Cr}_2\text{O}_4$ 、さらには  $\text{Cr}_3\text{Te}_4$  において non-trivial な磁気構造への移行に伴うと思われる異常が見つかっている。

この他、ラマン散乱による高温超伝導体の磁気励起や格子振動の詳しい研究がおこなわれた。また、低次元有機導体における秩序状態と揺らぎの性質に関する理論的研究、さらには格子アンダーソンモデルの理論的研究などが成果を挙げた。

中性子散乱機器の開発の面では、縦と横にベントしたアナライザーの開発により、従来のものの4.5倍の中性子強度を得ることができた。熱中性子用高次フィルター速度選別機をドイツの Dornier 社と設計、設置して性能を評価した。さらに、大型単結晶の準備を簡便化する高エネルギーX線装置を設計、設置した。

## 2. 研究構想

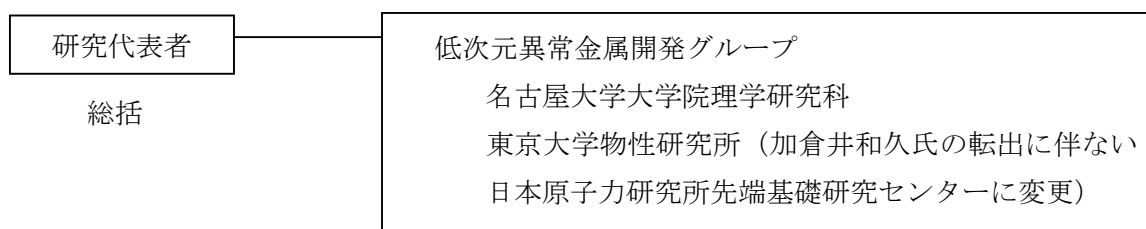
銅酸化物高温超伝導体を、強い相互作用を持った（強相関の）低次元の電子系がもたらす典型的異常金属として捉え、まず、その物性および超伝導発現機構に対する理解を深めること、さらにその理解に基づいた多元の遷移金属化合物系探索を行って、新しい異常金属・異常物性を創出することの二つを目標とした。

原子内クーロン反発が強い電子系はその粒子的側面を露わにし、磁氣的に活性なまま従来のバンド理論の予測に反して移動できなくなることがある（モット絶縁体）。この状態にある低次元電子系の電子濃度を制御し、その磁気や電荷が大きくゆらぐ金属相を実現させたときに銅酸化物では高温超伝導が発現した。本研究では銅酸化物研究と並行して、その特徴の多くを共有する類似物質系やその延長線上にある系、例えば、縮退した  $d$  電子軌道間の相互作用が強い系、さらには量子スピン系等の多くの低次元系、等の探索と物性研究を行い、新たな物性現象・物質機能の発見につとめた。このような物質開発が、高温超伝導がいかに生じるかの具体的描像構築そのものに重要な情報を与えると期待されたし、さらには、“モット絶縁体から導出された金属電子系”を扱う分野にゆるぎない学問的基盤を作り出すと思われたからである。

名大・東大とあわせて一つの研究グループをつくり、上記の基本目標に携わった。“低次元の異常金属”の内容設定は、銅酸化物系のもつ特徴のうち(a) 低次元性による電荷や磁気のゆらぎが大きいことと、(b) モット絶縁体から誘起されたがゆえに磁氣的に活性な金属系であることの少なくとも2つを共有する系を想定してなされた。この他に銅酸化物の特徴を最も直接的に示す擬ギャップ現象に関連して、単に磁気励起にギャップ（スピニングャップ）を持つ低次元スピン系という条件を課しただけの探索、さらには、低次元の性質は持たないが幾何学的フラストレーションという構造上の理由で大きな磁気揺らぎが生じるモットの金属・絶縁体転移系を視野にした探索をあわせて行い、物性現象の開拓と高温超伝導発現の謎に迫ることにした。こうして銅酸化物の物理研究と並行して非銅系の多くの物質が合成されることになった。物性の研究には輸送特性、熱特性、磁気特性等の巨視的物理量測定とともに中性子散乱、核磁気共鳴（NMR）、STM/STS、2-マグノンラマン散乱等の微視的手法が適用された。また理論側から、主として  $d-p$  モデルを用いた計算を行い、高温超伝導の発現機構等の迫った。

これらの結果、高温超伝導発現機構について確固とした描像を提出できたと考えている。また数々の興味ある物質系を世に送り出すことが出来た。現在は、non-trivial な磁気構造をもった強磁性体で見られる特異な異常ホール効果の問題にあたっている。この問題は「スピнкаイラリティ  $\chi$ （3個のスピン  $S_1, S_2, S_3$  に対して、 $\chi = S_1 \cdot (S_2 \times S_3)$  と定義される）という新しい物理量がホール抵抗という輸送特性量に寄与する」という新しい物理を含んだ興味あるものである。

### 3. 研究実施体制



物質合成・基本物性研究及び詳細な物性研究を一連の作業として一つのグループで担当する

### 4. ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成 12 年 1 月 24-26 日	CREST Int. Workshop -Pseudo Gap, Spin Gap and Anomalous Metals-	名古屋大学 シンポジオン	120	海外 6 名、国内 16 名の招待講演（他に 4 名の口頭発表）と 70 の poster 発表がなされ実に盛況であった。これは銅酸化物高温超伝導体や他の異常金属関連分野の最も先端研究部分に関する重要な成果発表会となった。

### 5. 主な研究成果

(1) 論文発表（計 177 件）

M. Ambai, Y. Kobayashi, S. Iikubo and M. Sato Transport and NQR Studies of  $\text{Nd}_{1.6-x}\text{Ce}_x\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_4$  with  $T^*$  Structure J. Phys. Soc. Jpn. 71 (2002) No.2.

M. Kanada, Y. Yasui, Y. Kondo, S. Iikubo, M. Ito, H. Harashina, M. sato, H. Okumura, K. Kakurai and H. Kadowaki, J. Phys. Soc. Jpn. 71 (2002) No.1.

Y. Yasui, M. Kanada, M. Ito, H. Harashina, M. Sato, Static Correlation and Dynamical Properties of  $\text{Tb}^{3+}$ -Moments in  $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ -Neutron Scattering Study- J. Phys. Soc. Jpn., submitted.

Y. Yoshii, K. Murata and M. Sato Specific Heat Study in Pyrochlore Molybdates  $\text{Nd}_{2-x}\text{Y}_x\text{Mo}_2\text{O}_7$  J. Phys. Soc. Jpn., submitted.

M. Ito, H. Harashina, Y. Yasui, M. Kanada, S. Iikubo, M. Sato, A. Kobayashi and K. Kakurai Detailed Structure of the Magnetic Excitation Spectra of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  and Its implication on the Physical Characteristics on the Electron System J. Phys. Soc. Jpn. 71 (2002) No.1.

K. Oda, S. Yoshii, Y. Yasui, M. Ito, T. Ido, Y. Ohno, Y. Kobayashi and M. Sato Unusual Anomalous Hall Resistivities of  $\text{CuCr}_2\text{S}_4$ ,  $\text{Cu}_{0.5}\text{Zn}_{0.5}\text{Cr}_2\text{Se}_4$  and  $\text{Cr}_3\text{Te}_4$  J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001)

2999-3005.

- T. Kageyama, S. Iikubo, S. Yoshii, Y. Kondo, M. Sato and Y. Iye Study on Anomalous Hall Resistivity of  $\text{Nd}_2\text{Mo}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_7$  J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 3006-3010.
- M. Kanada, Y. Yasui, M. Ito, H. Harashina, M. Sato, H. Okumura, K. Kakurai and H. Kadowaki Dynamical Magnetic Properties of  $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  J. Phys. Soc. Jpn. 70 (Supplement A) (2001) 200-202.
- Y. Yasui, Y. Kondo, M. Kanada, M. Ito, H. Harashina, S. Iikubo, K. Oda, T. Kageyama, K. Murata, S. Yoshii, M. Sato, H. Okumura and K. Kakurai Transport, Magnetic and Neutron Studies on  $\text{Y}_{2-x}\text{Nd}_x\text{Mo}_2\text{O}_7$  J. Phys. Soc. Jpn. 70 (Supplement A) (2001) 100-102.
- M. Sato, M. Ito, H. Harashina and M. Kanada On the Electronic and Magnetic Excitation Spectra of High- $T_c$  Cu Oxides in the Normal and Superconducting States. J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 1342-1348.
- S. Iikubo, S. Yoshii, T. Kageyama, K. Oda, Y. Kondo, K. Murata and M. Sato Magnetic and Transport Properties of Pyrochlore Molybdate J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 212-218.
- Y. Yasui, M. Kanada, M. Ito, H. Harashina, M. Sato, H. Okumura and K. Kakurai Dynamical Properties of Magnetically Frustrated Pyrochlore System  $\text{Tb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 343-346.
- S. Yoshii, K. Murata and M. Sato Anomalous Transport Behavior in Geometrically Frustrated System  $\text{R}_{2-x}\text{Bi}_x\text{Ba}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$  (R=Rare Earth, Y) J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 331-336.
- M. Ambai, Y. Yasui, J. Takeda and M. Sato, Superconducting Transition Temperatures of  $\text{R}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+y}$  (R=Y, Sm) and  $\text{Bi}_{1.7}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x(\text{Cu}_{1-y}\text{Zn}_y)_2\text{O}_{8-\delta}$  J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 187-190.
- S. Yoshii, K. Murata and M. Sato Anomalous Transport Behavior in Geometrically Frustrated System  $\text{R}_{2-x}\text{Bi}_x\text{Ba}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$  (R=Rare Earth, Y) J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 331-336.
- S. Yoshii, K. Murata and M. Sato Metal-Insulator Transition of  $\text{R}_{2-x}\text{Ca}_x\text{Ru}_2\text{O}_7$  (R=Y, Sm) J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 129-134.
- T. Fukamachi, Y. Kobayashi, T. Miyashita and M. Sato  $^{190}\text{La}$ -NMR studies of Layered Perovskite Systems  $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$  and  $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}$  J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 195-198.
- H. Harashina, M. Kanada, Y. Yasui, M. Ito, T. Fukamachi, M. Sato, H. Okumura, K. Kakurai and M. Nishi Study of Pseudo Gap Formation in  $\text{YBa}_2(\text{Cu}_{0.995}\text{Zn}_{0.005})_3\text{O}_{7-B_{2u}}$  Phonon, NMR and in-Plane Resistivity Measurements-J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 163-166.



- M. Sato, H. Harashina, J. Takeda, S. Yoshii and Y. Kobayashi Study on Pseudo Gap Formation in Cu-Oxides at high Temperatures J. Phys. Chem. Solids, 62 (2001) 7-13.
- J. Takeda, T. Inukai and M. Sato Electronic Specific Heat of  $(\text{La,Nd})_{2-x}\text{Sr}_x\text{Cu}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_4$  up to about 300 K J. Phys. Chem. Solids, 62 (2001) 181-186.
- M. Ito, Y. Yasui, M. Kanada, H. Harashina, S. Yoshii, K. Murata, M. Sato, H. Okumura and K. Kakurai Nature of Spin Freezing Transition of Geometrically Frustrated Pyrochlore System  $\text{R}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$  (R=Rare Earth Elements and Y) J. Phys. Chem. Solids, 62 (2001) 337-342.
- Y. Yasui, Y. Kondo, M. Kanada, M. Ito, H. Harashina, M. Sato and K. Kakurai Magnetic Structure of  $\text{Nd}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$  J. Phys. Soc. Jpn., 70 (2001) 284-289.
- Y. Kobayashi, T. Miyashita, T. Fukamachi and M. Sato NMR Studies of Ga in Magnetically Frustrated Pyrochlore System  $\text{R}_2\text{GaSbO}_7$  (R= Rare Earth Elements) J. Phys. Chem. Solids, 62 (2001) 347-350.
- K. Takenaka, Y. Sawaki, A. Osuka, R. Shiozaki, and S. Sugai Incoherent metallic state in a double-exchange ferromagnet: transport and optical properties of  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  J. Phys. Chem. Solids, 62 (2001) 313-315.
- S. Sugai and N. Hayamizu Separation of the charge and spin densities in  $\text{La}_{1.885}\text{Sr}_{0.115}\text{CuO}_4$  J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 177-180.
- S. Sugai and T. Hosokawa Raman study of the superconducting gap and the two-magnon excitation in  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$  J. Phys. Chem. Solids, 62 (2001) 153-156.
- S. Sugai and M. Suzuki Raman studies of spin and charge excitations in two-leg ladder  $\text{Sr}_{14-x-y}\text{Ca}_x\text{Y}_y\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$  J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 119-124.
- Y. Sawaki, K. Takenaka, and S. Sugai Al-Substitution Effect on Resistivity in Paramagnetic Phase of  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$ : Comparison with Magnetoresistive  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  J. Phys. Soc. Japan 70 (2001) 602-603.
- R. Shiozaki, K. Takenaka, Y. Sawaki, and S. Sugai Effect of oxygen annealing on the electrical properties of  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_{3+\delta}$  single crystals around the compositional metal-insulator transition Phy. Rev. B 63 (2001) 184419.
- K. Takenaka, S. Kashima, A. Osuka, S. Sugai, Y. Yasui, S. Shamoto, and M. Sato Anisotropic optical spectra of  $\text{BaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{S}_2$ : Effect of Ni substitution on the electronic structure of the  $\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x\text{S}$  plane Phys. Rev. B 63 (2001) 115113-7.

- S. Sugai and N. Hayamizu Dynamical properties of the spin and charge stripes in  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  “Physics in local lattice distortions”, edited by H. Oyanagi and A. Bianconi, American Institute of Physics, (2001) 84-91.
- K. Takenaka, Y. Sawaki, and S. Sugai Optical Reflectivity Study on Al-Substituted  $\text{La}_{0.825}\text{Sr}_{0.175}\text{MnO}_3$ : Unconventional Localization State Induced by Vacancies in the Ferromagnetic Kondo Lattice J. Phys. Soc. Japan 70 (2001) 1896-1899.
- S. Niitaka, K. Yoshimura, K. Kosuge, M. Nishi and K. Kakurai “Partially Disordered Antiferromagnetic Phase in  $\text{Ca}_3\text{CoRhO}_6$ ” Phys. Rev. Lett. submitted.
- M. Sera, H. Ichikawa, T. Yokoo, J. Akimitsu, M. Nishi, K. Kakurai and S. Kunii “Anomalous Temperature Dependence of the Magnetic Field Induced Antiferromagnetic Moment in the Antiferroquadrupolar Ordered State of  $\text{CeB}_6$ ” Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 1578-1581.
- O. Cépas, K. Kakurai, L.P. Regnault, T. Ziman, J.P. Boucher, N. Aso, M. Nishi, H. Kageyama and Y. Ueda “Dzyaloshinski-Moriya Interaction in the 2D Spin Gap System  $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$ ” Phys. Rev. Lett. 87 (2001) 167-205.
- H. Tanaka, S. Oosawa, T. Kato, H. Uekusa, Y. Ohashi, K. Kakurai and A. Hoser “Observation of Field-Induced Transverse Neel Ordering in the Spin Gap System  $\text{TlCuCl}_3$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 939-942.
- N. Aso, K. Nukui, M. Nishi, H. Kageyama, K. Onizuka, T. Yosihama, K. Kakurai and Y. Ueda “Magnetic Excitations in the Two-Dimensional Spin Gap System  $\text{SrCu}_2(\text{BO}_3)_2$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A (2001) 177-179.
- M. Nishi, J. Akimitsu, O. Fujita, K. Kakurai and Y. Fujii “Uniaxial Pressure Dependence of Spin-Peierls Transition Temperature in  $\text{CuGeO}_3$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A (2001) 172-173.
- S. Itoh, K. Kakurai, Y. Endoh and H. Tanaka “Magnetic Correlations in  $\text{CsVBr}_3$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A (2001) 169-171.
- A. Oosawa, T. Kato, H. Tanaka, K. Nakajima, M. Nishi and K. Kakurai “Neutron Inelastic Scattering from the Spin Gap System  $\text{TlCuCl}_3$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A (2001) 166-168.
- H. Tanaka, A. Oosawa, T. Kato, K. Kakurai and A. Hoser “Neutron Scattering Study of the Field-Induced Neel Ordering and Bose-Einstein Condensation of Magnons in  $\text{TlCuCl}_3$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A (2001) 163-165.

- T. Kato, A. Oosawa, H. Tanaka, K. Nakajima and K. Kakurai “Dispersion Curves of the Magnetic Excitation of  $\text{KCuCl}_3$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A (2001) 160-162.
- K. Nakajima, T. Sawada, K. Kakurai and Y. Endoh “Phase Separation in Oxygen Doped  $\text{La}_2\text{CoO}_{4+\delta}$ ” J. Phys. Soc. Jpn. 70 Suppl.A, (2001) 61-63.
- M. Nishi, K. Kakurai, Y. Fujii, S. Katano and J. Akimitsu “Lattice dynamics of  $\text{CuGeO}_3$  by inelastic neutron scattering” J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 355-356.
- H. Tanaka, S. Oosawa, T. Kato, H. Uekusa, Y. Ohashi, K. Kakurai and A. Hoser Observation of Field-Induced Transverse Neel Ordering in the Spin Gap System  $\text{TlCuCl}_3$  J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 3501-3504.
- Y. Ono and K. Sano; Mott transition and superconductivity in the two-band Hubbard model in infinite dimensions, J. Phys. and Chem. of Solids 62 (2001) 285-288.
- K. Sano and Y. Ono; Metal-insulator transition of the one-dimensional extended Hubbard model, J. Phys. Chem. Solids 62 (2001) 281-284
- Y. Ono, R. Bulla and A.C. Hewson; Phase diagram of the Mott transition in a two-band Hubbard model in infinite dimensions, Europ. Phys. J. B19 (2001) 375-384.
- Y. Ono, R. Bulla, A.C. Hewson and M. Potthoff; Critical behaviour near the metal-insulator transition of a doped Mott insulator, Europ. Phys. J. B22 (2001) 283-290.
- Y. Ohashi and Y. Ono; Critical behaviour near the Mott metal-insulator transition in a two-band Hubbard model, J. Phys. Soc. Japan 70 (2001) 2989-2998.
- A. Kobayashi, A. Tsuruta, T. Matsuura and Y. Kuroda; Pseudogap phenomena and phase diagram in the 2-band Hubbard model, J. Phys. Soc. Japan 70 (2001) 1214-1217.
- A.C. Hewson, S.C. Bradley, R. Bulla and Y. Ono; Renormalization group approaches to strongly correlated electron systems, Int. J. of Mod. Phys. B15 (2001) 2549-2567.
- Y. Tomio and Y. Suzumura “Novel Collective Mode in Quarter-Filled SDW States with Next-Nearest-Neighbor Coulomb Interaction” J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 2884-2887.
- T. Itakura and Y. Suzumura, “Commensurate-Incommensurate Transition Perpendicular to Chains in Quasi-One-Dimensional Quarter-Filled SDW States” J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 2025-2032.
- M. Tsuchiizu, H. Yoshioka and Y. Suzumura, “Crossover from Quarter-Filling to Half-Filling in a One-Dimensional Electron System with a Dimerized and Quarter-Filled Band” J. Phys.

- Soc. Jpn. 70 (2001) 1460-1463.
- H. Yoshioka, M. Tsuchiizu and Y. Suzumura, Effects of Next-Nearest-Neighbor Repulsion on One-Dimensional Quarter-Filled Electron Systems J. Phys. Soc. Jpn. 70 (2001) 762-773.
- Y. Tomio and Y. Suzumura, "Quarter-filled spin density wave states with long-range Coulomb interaction" J. Phys.Chem. Solids. 62 (2001) 431-434.
- M. Tsuchiizu and Y. Suzumura, "Electronic states in correlated three-coupled chains" J. Phys.Chem. Solids. 62 (2001) 427-430.
- T. Itakura and Y. Suzumura, "Role of interchain misfit in two coupled chains of SDW" J. Phys.Chem. Solids. 62 (2001) 423-426.
- H. Yoshioka, M. Tsuchiizu and Y. Suzumura, "Commensurability in one-dimensional electron systems at quarter-filling" J. Phys.Chem. Solids. 62 (2001) 419-422.
- Y. Suzumura and M. Tsuchiizu, "Mechanism of confinement in low-dimensional organic conductors" J. Phys.Chem. Solids. 62 (2001) 93-97.
- T. Tomio, N. Dupuis and Y. Suzumura, "Effect of nearest- and next-nearest neighbor interactions on the spin-wave velocity of one-dimensional quarter-filled spin-density-wave conductors" Phys. Rev. B. 64 (2001) 125123-1 -125123-9.
- P. Donohue, M. Tsuchiizu, T. Giamarchi and Y. Suzumura, Spinless fermions ladders at half-filling Phys. Rev. B. 63 No. 4 (2001) 045121-1-045121-8.
- E. Orignac and Y. Suzumura, "Competition of disorder and interchain hopping in a two-chain Hubbard model" Europ. Phys. J. B 23 (2001) 57-67.
- M. Tsuchiizu, P. Donohue, Y. Suzumura and T. Giamarchi Commensurate-incommensurate transition in two-coupled chains of nearly half-filled electrons Europ. Phys. J. B 19 (2001) 185-193.
- S. Yoshii, K. Murata and M. Sato Transport and Magnetic Properties of  $Y_{2-x}Bi_xRu_2O_7$  Physica B, 281&282 (2000) 619-621.
- Y. Yasui, H. Sasaki, M. Sato, M. Ohashi, Y. Sekine, C. Murayama and N. Mori Pressure Induced Metal-Insulator Transition of Quasi Two Dimensional Electron System  $BaCo_{1-x}Ni_xS_2$  Physica B, 281&282, (2000) 625-626.
- S. Yoshii, S. Iikubo, T. Kageyama, K. Oda, Y. Kondo, T. Murata and M. Sato Anomalous Hall Effect of Pyrochlore Molybdate  $Nd_2Mo_2O_7$  J. Phys. Soc. Jpn., 69 (2000) 3777-3780.

- J. Takeda, T. Inukai and M. Sato Electronic Specific Heat of  $\text{La}_{2-x-z}\text{Nd}_z\text{Cu}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_4$  up to Room Temperature J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 2917-2922,.
- Y. Kobayashi, T. Miyashita, M. Ambai, T. Fukamachi and M. Sato Absence of the “Wipeout” phenomenon in the NQR Spectra of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.61}$  J. Phys.Soc. Jpn. 69 (2000) 2435-2438.
- M. Ambai, Y. Yasui, J. Takeda, Y. Kobayashi and M. Sato On the Anomalous Oxygen-Number Dependence of the Superconducting Transition Temperature of  $\text{R}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+y}$  (R=Y and Lanthanide Elements) J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 170-177.
- S. Yoshii, K. Murata and M. Sato Effects of Strong Magnetic Fluctuations on the Transport Behavior of Pyrochlore Ruthenates near the Metal-Insulator Phase Boundary J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 17-20.
- M. Ito, Y. Yasui, M. Kanada, H. Harashina, S. Yoshii, K. Murata, M. Sato, H. Okumura and K. Kakurai Neutron Diffraction study of Pyrochlore Compound  $\text{R}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$  (R=Y, Nd) above and below the Spin Freezing Temperature J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 888-894.
- H. Harashina, K. Kodama, M. Kanada, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Study of Pseudo Gap Formation by  $B_{2g}$  Phonon Measurements of  $\text{YBa}_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x)_3\text{O}_{6+y}$  Physica B 284-288 (2000) 667-668.
- K. Takenaka, Y. Sawaki, R. Shiozaki, and S. Sugai Electronic structure of the double-exchange ferromagnet  $\text{La}_{0.825}\text{Sr}_{0.175}\text{MnO}_3$  studied by optical reflectivity Phys. Rev. B 62 (2000) 13964-13867.
- Y. Sawaki, K. Takenaka, A. Osuka, R. Shiozaki and S. Sugai “Aluminum-substitution effect on charge transport in  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ : Incoherent metallic state in double-exchange ferromagnet” Phys. Rev. B61 (2000) 11588-11593.
- S. Sugai and T. Shinoda Anisotropic Exchange Integrals in Two-Leg Spin Ladder  $\text{LaCuO}_{2.5}$  Physica B, 281&282 (2000) 627-628.
- K. Takenaka, Y. Sawaki and S. Sugai “Temperature-dependent optical reflectivity spectra measured on cleaved surfaces of  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ” Journal Luminescence 87-89 (2000) 1286-1288.
- K. Takenaka, K. Nakada, A. Osuka, S. Horii, H. Ikuta, I. Hirabayashi, S. Sugai, and U. Mizutani Anisotropic optical spectra of  $\text{PrBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ : possible Tomonaga-Luttinger liquid response of the quasi-one-dimensional metallic  $\text{CuO}$  double chains Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 5428-5431.

- S. Sugai and T. Hosokawa Relation between the superconducting gap energy and the two-magnon Raman peak energy in  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$  Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 1112-1115.
- K. Kakurai, M. Nishi, K. Nakajima, T. Yosihama, M. Isobe, Y. Ueda, T. Kato, H. Tanaka, A. Hoser and H.A. Graf Neutron Scattering Studies on Quantum Spin Systems -Spin Excitations in  $\text{KCuCl}_3$  and  $\text{NaV}_2\text{O}_5$ -J. Phys. Soc. Jpn. 69 Suppl. B (2000) 78-82.
- H. Nakamura, T. Yamasaki, S. Giri, H. Imai, M. Shiga, K. Kojima, M. Nishi, K. Kakurai and N. Metoki Incommensurate magnetic ordering and spin liquid state in a triangular lattice  $\text{BaVS}_3$ : Neutron diffraction and scattering study J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 2763-2766.
- T. Yosihama, M. Nishi, K. Nakajima, N. Aso, K. Kakurai, Y. Fujii, S. Itoh, C.D. Frost, S.M. Bennington, M. Isobe and Y. Ueda Magnetic neutron scattering in the quarter-filled spin-ladder system  $\text{NaV}_2\text{O}_5$  Physica B 281&282 (2000) 654-655.
- H. Ichikawa, J. Akimitsu, M. Nishi and K. Kakurai Direct observation of orbital ordering in  $\text{YTiO}_3$  Physica B 281&282 (2000) 482-484.
- K. Takeda, M. Mito, K. Nakajima, K. Kakurai and K. Yamagata Magnetic Correlations in the  $S=5/2$  Quadratic Lattice Heisenberg Antiferromagnet  $\text{Mn}(\text{HCOO})_{2.2}(\text{ND}_2)_2\text{CO}$  Phys. Rev. B 63 (2000) 24425-24428.
- A. Zheludev, M. Kenzelmann, S. Raymond, E. Ressouche, T. Masuda, K. Kakurai, S. Maslov, I. Tsukada, K. Uchinokura and A. Wildes Energy separation of single-particle and continuum states in a  $S=1/2$  weakly-coupled chains antiferromagnet Phys. Rev. Lett. 85 (2000) 4799-4802.
- A. Tsuruta, A. Kobayashi, T. Matsuura and Y. Kuroda Fermi liquid and non-fermi liquid in Anderson lattice J. Phys. Soc. Japan 69 (2000) 3342-3355.
- A. Kobayashi, A. Tsuruta, T. Matsuura and Y. Kuroda Pseudo-gap Induced by Superconducting Fluctuation and Anomalous Metallic Phase in the High- $T_c$  Superconducting Materials Physica B 284&288 (2000) 661-662.
- Y. Ono, A. Tsuruta, T. Matsuura and Y. Kuroda Non-Fermi Liquid and Mott Transition in the Multi-Channel Two-Band Hubbard Model in Infinite Dimensions, Physica B 281&282 (2000) 410-411.
- A. Tsuruta, A. Kobayashi, K. Deguchi, Y. Ono, T. Matsuura and Y. Kuroda Fermi liquid and non-Fermi liquid in M-channel N fold degenerate Anderson Lattice Physica B 281&282 (2000) 408-409.

- A. Tsuruta, A. Kobayashi, T. Matsuura and Y. Kuroda Quadrupolar Order, Hidden Octupolar Order and Tiny Magnetic Moment in URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>S. J. Phys. Soc. Japan 69 (2000) 663.
- A. Kobayashi, A. Tsuruta, T. Matsuura and Y. Kuroda Pseudo-gap Induced by Superconducting Fluctuation and Anomalous Metallic Phase in the High-*T<sub>c</sub>* Superconducting Materials Physica B 284 (2000) 661-664.
- T. Itakura and Y. Suzumura Transverse Incommensurability in Two-Coupled Chains of Quarter-Filled Spin-Density Waves J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 3896-3903.
- E. Orignac, Y. Suzumura and T. Giamarchi Role of interchain hopping in two disordered chains of spinless fermions J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 3642-3649.
- M. Tsuchiizu, H. Yoshioka and Y. Suzumura Correlation gap in one-dimensional quarter-filled electron system Proc. Int. Conf. 22th Low Temp. Phys., Helsinki 1999, Physica B 284-288 (2000) 1547-1548.
- M. Tsuchiizu and Y. Suzumura, Confinement by charge gap in organic conductor Bechgaard salts Proc. Int. Conf. on Strongly Correlated Electron Systems, Nagano 1999, Physica B 281-282 (2000) 684-685.
- T. Itakura and Y. Suzumura Unconventional Quarter-Filled SDW states with Alternating Potential and Dimerization J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 320-323.
- H. Yoshioka, M. Tsuchiizu and Y. Suzumura Correlation Effects in One-Dimensional Quarter-Filled Electron System with Repulsive Interactions J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 651-654.
- Y. Tomio and Y. Suzumura Role of Phase Variables in Quarter-Filled Spin Density Wave States J. Phys. Soc. Jpn. 69 (2000) 796-804.
- M. Kanada, Y. Yasui, M. Ito, H. Harashina, M. Sato, H. Okumura and K. Kakurai Neutron Inelastic Scattering Study on a Single Crystal of Magnetically Frustrated Pyrochlore System Tb<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 3802-3805.
- T. Fukamachi, Y. Kobayashi, A. Nakamura, H. Harashina and M. Sato Magnetization Measurements and <sup>87</sup>Rb-NMR on Rb<sub>2</sub>M<sub>3</sub>S<sub>4</sub> (M=Ni and Pd) with the Kagome Lattice J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 3668-3672.
- S. Yoshii and M. Sato Studies on Metal-Insulator Transition of Pyrochlore Compounds Y<sub>2-x</sub>Bi<sub>x</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 3034-3040.
- S. Taniguchi, M. Kato, K. Kodama, Y. Kobayashi and M. Sato Effects of Short Range Spin Correlation on ESR Lines of Low Dimensional Antiferromagnetic and Spin-Gapped

- Systems J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 2118-2127.
- M. Kato, S. Yoshii and M. Sato On the Magnetic State of Monoclinic-Cu<sub>1-x</sub>A<sub>x</sub>Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (A=Zn, Co and Ni) J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 2040-2045.
- J. Takeda, J. Sakurai, A. Nakamura, M. Kato, Y. Kobayashi and M. Sato Thermal Conductivity of BaCo<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>S<sub>2</sub> (A=Zn, Co and Ni) J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 1602-1606.
- Y. Yasui, H. Sasaki, M. Sato, M. Ohashi, Y. Sekine, C. Murayama and N. Mori Study of Pressure-Induced Mott Metal-Insulator Transition of BaCoS<sub>2</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 1313-1320.
- Y. Kobayashi, T. Fukamachi, M. Kanada, H. Harashina, S. Tanaka and M. Sato, V-NMR Studies on the Spin Dynamics of  $S=1/2$  Zig-zag Chais of VO<sub>5</sub> Pyramids. J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 273-276.
- K. Kodama, H. Harashina, H. Sasaki, M. Kato, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Neutron Scattering Study on the Quasi-One-Dimensional Spin-Gap System CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 237-241.
- H. Harashina, M. Kanada, H. Sasaki, K. Kodama, M. Sato, S. Shamoto, K. Kakurai and M. Nishi Neutron Scattering Study on Zn-doped YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+y</sub> System J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1087-1089.
- M. Kanada, H. Harashina, H. Sasaki, K. Kodama, M. Sato, K. Kakurai, M. M. Nishi, E. Nishibori, M. Sakata, M. Takata and T. Adachi High Pressure Neutron and X-Ray Studies on the Mott Transition of BaCoS<sub>2</sub> J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1181-1183.
- Y. Takeo, T. Yoshihama, M. Nishi, K. Nakajima, M. Isobe, Y. Ueda, K. Kodama, H. Harashina, M. Sato and K. Kakurai Magnetic Neutron Scattering Study of SrV<sub>3</sub>O<sub>7</sub> J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1153-1155.
- K. Kodama, H. Harashina, H. Sasaki, M. Kanada, M. Kato, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Magnetic Excitations of CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1129-1133.
- M. Sato, H. Harashina, Y. Kobayashi, K. Kodama, J. Takeda, E. Ueda, S. Shamoto, K. Kakurai and M. Nishi Pseudo Gap Formation and Related Phenomena in Cu-Oxides and Other Systems J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1013-1017.
- 佐藤正俊 銅酸化物の異常金属相と擬ギャップ 物性研究 72-4 (1999-7) 431-435.
- 佐藤正俊 高温超伝導 見えた真の姿 第14回「大学と科学」 酸素がつくる奇妙な物質 金属酸化物が拓く新しい科学 p25-38.



- 佐藤正俊・武田 淳 擬ギャップ vs. ストライプ 高温超伝導材料研究動向調査 平成 11 年度 (未踏科学技術境界) p30-36.
- M.Sato Experimental Studies on Singlet Formation in High- $T_c$  Oxides and Quantum Spin Systems Physics and Chemistry of Transition Metal Oxides eds. by H. Fukuyama and N. Nagaosa Springer Series in Solid State Sciences vol. 125 (1999) 192-201.
- K. Takenaka, K. Iida, Y. Sawaki, S. Sugai, Y. Morimoto and A. Nakamura Optical Reflectivity Spectra Measured on Cleaved Surfaces of  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ : Evidence Against Extremely Small Drude Weight J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 1828-1831.
- S. Sugai Raman Spectroscopy of Magnetic Compounds with Strong Electron-Correlation in *Magneto-Optics*, Springer eds. S. Sugano and N. Kojima (1999) 75-106.
- S. Sugai and M. Suzuki Magnetic Raman Scattering in Two-Leg Spin Ladder  $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Y}_3\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$  Physica Status Solidi (b) 215 (1999) 653-659.
- K. Takenaka K. Iida, Y. Sawaki S. Sugai, Y. Moritomo and A. Nakamura Optical spectra measured on cleaved surfaces of double-exchange ferromagnet  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  Phys. Stat. Solidi (b) 215 (1999) 637-641.
- K. Takenaka, Y. Sawaki and S. Sugai “Incoherent-to-coherent crossover of optical spectra in  $\text{La}_{0.825}\text{Sr}_{0.175}\text{MnO}_3$ : Temperature-dependent reflectivity spectra measured on cleaved surfaces” Phys. Rev. B60 (1999) 13011-13015.
- S. Itoh, K. Kakurai, Y. Endoh, H. Tanaka, M.J. Harris and K. Nakajima Magnetic correlations in  $\text{CsVCl}_3$  J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1149-1151.
- Y. Takeo, T. Yosihama, M. Nishi, K. Nakajima, K. Kakurai, M. Isobe and Y. Ueda Inelastic neutron scattering study of  $\text{LiV}_2\text{O}_5$  J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1145-1147.
- H. Nakamura, H. Tanahashi, H. Imai, M. Shiga, K. Kojima, K. Kakurai and M. Nishi Neutron scattering study of  $\text{BaVS}_3$ : Orbital-ordered spin-singlet system J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1137-1140.
- T. Kato, A. Oosawa, K. Takatsu, H. Tanaka, W. Shiramura, K. Nakajima and K. Kakurai Magnetic excitations in the spin gap system  $\text{KCuCl}_3$  and  $\text{TlCuCl}_3$  J. Phys. Chem. Solids 60 (1999) 1125-1128.
- T. Yoshihama, K. Nakajima, K. Kakurai, M. Nishi, Y. Fujii, M. Isobe and Y. Ueda Magnetic inelastic neutron scattering study of  $\text{NaV}_2\text{O}_5$  J. Phys. Chem. Solid 60 (1999) 1099-1100.

- A. Tsuruta, A. Kobayashi, K. Deguchi, Y. Ono, T. Matsuura and Y. Kuroda Fermi Liquid in Degenerate Anderson Lattice J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 1067-1070.
- 小林晃人、鶴田篤史、松浦民房、黒田義浩 超伝導揺らぎによる Pseudogap と異常金属相物性研究 72-4 (1999-7) 473-477.
- A. Kobayashi, A. Tsuruta, T. Matsuura and Y. Kuroda Pseudo-gap Induced by Superconducting Fluctuation in the d-p Model J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 2506-2509.
- A. Tsuruta, A. Kobayashi, Y. Ono, T. Matsuura and Y. Kuroda Non-Fermi Liquid in Multichannel Degenerate Anderson Lattice J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1999) 2491-2494.
- M. Tsuchiizu and Y. Suzumura Electronic States in Half-Filled Correlated System with Alternating Potential J. Phys. Soc. Jpn. 68 No. 12 (1999) 3966-3974.
- M.Sato, H. Harashina, Y. Kobayashi, K. Kodama, J. Takeda, K. Kakurai and M. Nishi Singlet Formation in High- $T_c$  Oxides and Quantum Spin Systems Research Report on Anomalous Metallic State near the Mott Transition ed. by H.Fukuyama and A.Fujimori 1998.
- Y. Yasui, H. Sasaki, S. Shamoto, M. Sato, M. Ohashi, Y. Sekine, C. Murayama and N. Mori Pressure Effects on the Mott Metal-Insulator Transitions in  $\text{BaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{S}_2$  Proc. Int. Conf. High Pressure Science and Technology. 7 (1998) 641-643.
- H. Harashina, H. Sasaki, K. Kodama, S. Shamoto, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Magnetic Excitation of  $\text{BaCoS}_2$  near the Mott Transitions Induced by Pressure and Carrier-Number Control Proc. Int. Conf. High Pressure Science and Technology. 7 (1998) 638-640
- M. Sato, H. Sasaki, H. Harashina, Y. Yasui, J. Takeda, K. Kodama, S. Shamoto, K. Kakurai and M. Nishi Metal-Insulator Transitions of  $\text{BaCo}_{1-x}\text{Ni}_x\text{S}_2$  Induced by Pressure and Carrier-Number Control Proc. Int. Conf. High Pressure Science and Technology. 7 (1998) 447-452.
- H. Sasaki, H. Harashina, K. Kodama, S. Shamoto, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Neutron Scattering Study on Metal-Insulator Transitions of  $\text{BaCoS}_2$  Induced by External Pressure and by Ni-Doping J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 4235-4242.
- F. Hayashi, E. Ueda, M. Sato, K. Kurahashi and Y. Yamada Anisotropy of the Superconducting Order Parameter of  $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$  Studied by STM/STS J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 3234-3239.
- H. Harashina, H. Sasaki, K. Kodama, M. Sato, S. Shamoto, K. Kakurai and M. Nishi Pseudo Gap Formation Studied by  $B_{2u}$  Phonon Measurements J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 3216-3223.

- M. Kanada, H. Harashina, S. Tanaka, T. Fukamachi, Y. Kobayashi and M. Sato On the Magnetic Properties of Systems with Low Dimensional Linkage of VO<sub>5</sub> Pyramids J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2904-2909
- T. Fukamachi, Y. Kobayashi, M. Sato et al. NMR Studies on Spin-Gap Behavior of Monoclinic CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2107-2111.
- T. Nishikawa, M. Kato, M. Sato et al. Specific Heat of  $S=1/2$  spin Gap System CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 1988-1993.
- Y. Kobayashi, T. Fukamachi, M. Kanada, H. Harashina, S. Tanaka and M. Sato <sup>51</sup>V-NMR Studies on the Spin Dynamics of  $S=1/2$  Zig-ZAg Chains of VO<sub>5</sub> Pyramids J. Phys. Soc. Jpn. 68 (1998) 273-278.
- K. Kodama, H. Harashina, H. Sasaki, T. Fukamachi, M. Kanada, Y. Kobayashi, M. Kasai, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Spin Gap Behavior of CuNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 57-60.
- S. Sugai, T. Shinoda, N. Kobayashi, Z. Hiroi and M. Takano Spin Gap at the Phase Transition between Spin Liquid and Long-Range Ordered State in La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>CuO<sub>2.5</sub> Proc. of the Intern. Conf. AIRAPT-16 and HPCJ-38 on High Pressure Science and Technology, (Kyoto, Aug. 25-29, 1997), The Japan Society of High Pressure Science and Technology, (1998) 571.
- T. Kawada and S. Sugai Pressure Effects in the Exchange Integral of Nd<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 3897-3900.
- S. Sugai, N. Kitamori, S. Hosoya and K. Yamada Separation of Spin and Charge Densities in La<sub>2</sub>NiO<sub>4+ $\delta$</sub>  J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2992-2995.
- T. Kato, K. Takatsu, H. Tanaka, W. Shiramura, M. Mori, K. Nakajima and K. Kakurai Magnetic Excitations in the Spin Gap System KCuCl<sub>3</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 752-754.
- T. Yoshihama, M. Nishi, K. Nakajima, K. Kakurai, Y. Fujii, M. Isobe, C. Kagami and Y. Ueda Spin Dynamics in NaV<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -Inelastic Neutron scattering- J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 744-747.
- K. Sano and Y. Ono Superconductivity of the One-Dimensional d-p Model with p-p transfer II J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 4151-4156.
- S. Fukagawa, A. Kobayashi, K. Miura, T. Matsuura and Y. Kuroda Superexchange Interaction in the d-p Model J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 3536-3541.
- A. Kobayashi, A. Tsuruta, T. Matsuura and Y. Kuroda Superconductivity in the d-p Model -Effects of Quasi-2D Fluctuation- J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2626-2629.

- A. Tsuruta, Y. Ono, T. Matsuura and Y. Kuroda Infrared Divergence and Non-Fermi Liquid in Multichannel Degenerate Anderson Model II J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2346-2362.
- Y. Ono Theory of Metamagnetism in the Heavy Fermion Compounds CeRu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2197-2200.
- A. Kobayashi and T. Matsuura Itinerant Antiferromagnetism in the Anderson Lattice J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 927-940.
- K. Sano and Y. Ono Superconductivity of the One-Dimensional d-p Model with p-p transfer J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 389-392.
- Y. Ono, K. Deguchi, T. Matsuura and Y. Kuroda d-Site Substitution Effects in the d-p Model J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 29-32.
- A. Kobayashi, Y. Ono, T. Matsuura and Y. Kuroda Dynamical Spin Susceptibility of the d-p Model in the Over Doping Region Physica C (1998) 287-300.
- Y. Kobayashi, M. Kasai, T. Nishikawa and M. Sato <sup>51</sup>V-NMR Study of the Misfit Layer Compounds La<sub>1.17-x</sub>Sr<sub>x</sub>VS<sub>3.17</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 4027-4030.
- H. Harashina, K. Kodama, S. Shamoto, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Dynamical Magnetic Properties of BaCo<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>S<sub>2</sub> near the Mott Transitions Induced by Pressure and Carrier-number Control J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 3975-3980.
- S. Taniguchi, Y. Kobayashi, M. Kasai, K. Kodama and M. Sato ESR Studies on CaV<sub>4</sub>O<sub>9</sub> and CaV<sub>3</sub>O<sub>7</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 3660.
- Y. Yasui, H. Sasaki, S. Shamoto and M. Sato Phase Diagram and Pressure Effects on Transport Properties of BaCo<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>S<sub>2</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 3194.
- H. Kamijo, J. Takeda, E. Ueda, K. Fujiwara, Y. Kobayashi and M. Sato Electron -and Phonon-Thermal Conductivity of High-*T<sub>c</sub>* Systems from the Underdoped Insulating to the Nonsuperconducting Metallic Phase J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 2466.
- J. Takeda, Y. Yasui, H. Sasaki, and M. Sato Thermal Expansion Coefficient of BaCo<sub>1-x</sub>Ni<sub>x</sub>S<sub>2</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 1718.
- H. Sasaki, H. Harashina, S. Taniguchi, M. Kasai, Y. Kobayashi, M. Sato, T. Kobayashi, T. Ikeda, M. Takata and M. Sakata Structural Studies on the Phase transition of La<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub>O<sub>6.92</sub> at about 550 K J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 1693.

- K. Kodama, H. Harashina, H. Sasaki, Y. Kobayashi, M. Kasai, S. Taniguchi, Y. Yasui, M. Sato, K. Kakurai and M. Nishi Study of Spin-Gap Formation in Quasi-Two-Dimensional  $S=1/2$  System  $\text{CaV}_4\text{O}_9$ ; Neutron Scattering and NMR J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 793.
- E.Z. Kurmaev, S. Stadler, D.L. Ederer, I. Hase, Yu.M. Yarmoshenko, M. Neumann, D.A. Zatsepin, A. Fujimori, M. Sato, R.C.C. Perera, M. Grush and T.A. Callcott Excitation Energy Dependence of  $\text{SL}_{2,3}$  X-ray Fluorescent Emission of  $\text{BaNiS}_2$  near S 2p Threshold Phys. Lett. A. 235 (1997) 191-194.
- A. Fujimori, A. Ino, T. Mizokawa, T. Tsujioka, T. Yoshida, M. Satake, K. Okazaki, H. Eisaki, S. Uchida, K. Kishino, Y. Taguchi, T. Katsufuji, Y. Tokura, Y. Yasui, T. Nishikawa and M. Sato Chemical Potential Shifts in Correlated Electron Systems Studied by Photoemission Spectroscopy ISSP Symposium "Frontiers in synchrotron Radiation spectroscopy". J. Electron Spectrosc. Related Phenom. Oct. 1997
- 佐藤正俊 高温超伝導 10 年 電子物性・超伝導機構 日本物理学会誌 52 (1997) 174-176.
- M. Sato Quasi-Two-Dimensional Spin-Gap System  $\text{CaV}_4\text{O}_9$  as a Reference System of High- $T_c$  Oxides Research Report on Anomalous Metallic State near the Mott Transition ed. by H.Fukuyama and A.Fujimori March (1997).
- T. Yoshihama, M. Nishi, K. Kakurai, Y. Fujii, M. Isobe and Y. Ueda Magnetic Excitation in Spin-Peierls Compound  $\text{NaV}_2\text{O}_5$  Physica B 243-246 (1997) 539-540.
- A. Tsuruta, Y. Ono, T. Matsuura and Y. Kuroda Infrared Divergence and Non-Fermi Liquid in Multichannel Degenerate Anderson Model J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 3528-3535.
- M. Azami, T. Matsuura and Y. Kuroda Pairing Interaction and Superconducting Transition Temperature in the d-p Model J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 2811-2819.
- J. Okada and Y. Kuroda Transport Coefficients for Many Electron System - Comparative Study of Mori Formula and Kubo Formula -Infrared Divergence in Pseudo-Particle Spectra J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 2790-2797.
- T. Matsuura, A. Tsuruta, Y. Ono and Y. Kuroda Infrared Divergence in Pseudo-Particle Spectra J. Phys. Soc. Jpn. 66 (1997) 1245-1248.
- M. Sato The Anomalous Metallic Phase and High- $T_c$  Superconductivity of Cu-Oxides Studies of High Temperature Superconductors Vol.19 ed. by A.V. Narlikar Nova Science Publishers 1996, p213-243.
- M.Sato, S. Shamoto, K. Kakurai, J.M. Tranquada, B.J. Sternlieb and G. Shirane Neutron Studies on  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$  Report of The Japan-U.S. Cooperative Research Program on Neutron

Scattering ISSP and BNL/ORNL ed. by Y. Fujii (1996).

M. Sato Symmetry of the High- $T_c$  Superconductivity and Anomalous Metallic Phase of Cu-Oxides and Other 2D Mott Systems Research Report on Anomalous Metallic State near the Mott Transition ed. by H. Fukuyama and A. Fujimori March 1996.

(2) 特許出願

該当なし

(3) 受賞、新聞報道等

該当なし