

物性研だより

第30卷
第2号

1990年7月

目 次

○ 東京大学物性研究所の将来計画概要案について …守谷 亨	1
○ 物性研究所将来計画について—概要（案）—	2
○ 龍谷大学に移って	西原 弘訓 16
○ 第5回物性専門委員会（第14期）議事録	19
○ 第6回物性専門委員会（第15期）議事録	23
○ 第5回物性委員会議事録	26
物性研短期研究会報告	
○ 「低次元系の磁場効果・分数統計・量子スピン系等の諸問題」	29
世話人 甲元 真人、石川 健三、田崎 晴明、北澤 良久	
長谷川 泰正	
物性研究所談話会	61
物性研ニュース	
○ 東京大学物性研究所 教官公募	65
○ 東京大学物性研究所 助手公募	67
○ 東京大学物性研究所 助手公募	69
○ 東京大学物性研究所 助手公募	71
○ 第2回ISSP国際シンポジウム	
「酸化物超伝導体の物理と化学」について 安岡 弘志	73
○ 第2回ISSP国際シンポジウムファーストサーチュラー	75
○ テクニカル・レポート 新刊リスト	84
編集後記	

東京大学物性研究所

ISSN 0385-9843

東京大学物性研究所の将来計画概要案について

物性研究所長 守 谷 亨

物性研究所の長期将来構想については、創立30周年を契機に議論が進められて來たが、昭和63年(1988)4月、政府関係機関の地方移転促進に関する政府の施策にもとづくキャンパス移転検討の要請を受けたことによって促進されるところとなった。特に文部省からは発展的な移転を積極的に計画するようにとの強い要請があり、この要請は、21世紀に向かって飛躍的発展の期待される物質科学の基盤をなす物性研究の中核としての共同利用研究所のあり方を検討して來た当研究所の将来構想を押し進める上で大きな支援となつた。

物性科学の対象は無限の多様性をもつ物質群一複合系であり、その具体的な対象は時代と共に変遷を重ねて來た。この研究の中から、数々の新しい現象が発見され、その機構を解明する上で新しい概念が生まれ、物理学の基本原理に関する理解が深まると共に新たな応用研究への道が開かれて來た。そしてこの流れはとどまるところを知らないようである。また、近年の物性研究は素粒子・原子核などの更にミクロな領域のみならず高分子、生物などの更にマクロな領域の基礎科学との境界にも拡がりを増し、その幅と奥行きとを拡大しつつある。

物性研究の特徴は理論と実験が常に密接に連携して進む高度の実証性にあり、あらゆる測定手段と理論的手法を駆使して多角的な研究を行うことが必須の要件となっている点にある。実験研究においては大型装置から小型装置に至るまで、それぞれが主役を演ずる局面をもつてゐる。従って全国共同利用研究所としては、まず大学の学部等では維持困難な大型設備を備え、全国の研究者の共同利用に供する責務があるが、それと同時に各種の中型、小型の基礎的物性研究手段を最高水準に維持し、理論グループを擁して、物性科学の総合研究所としての健全な発展を図るべきであろう。そして、全国的、更に国際的な規模の共同研究を拡大し、我が国全体としての物性研究の発展に貢献しなければならない。

既に述べたようにその拡がりと奥行きを増しつつある物性研究の今後を考えると、共同研究の重要性は從来以上に増大するものと考えられ、全国共同利用研究所としては、全国的な視野から将来を構想しなければならない。このことはこの将来計画を立案するに当たって絶えず念頭に置かれて來たことであるが、将来計画の最終案をまとめるに当たっては、更に広く全国の研究者の意向を強く反映させて検討を進める必要がある。また、発展的将来計画の実現に当たっては、全国からの研究者の参加と支援が必要なことは自明であり、人事の交流についても新たな観点から検討する必要があろう。本将来計画案について、各方面から忌憚のない御意見をお寄せ頂ければ幸である。

物性研究所将来計画について

— 概 要 (案) —

目 次

は し が き	3
I. 物性研究と物性研究所	3
II. 将来計画の基本理念と方針	5
III. 将来計画の概要	6
1. 大型研究設備	7
放射光物性研究設備	7
中性子回折物性研究設備	7
2. 部門・施設の新設	8
量子物性部門	8
計算物理部門	8
新光源部門	9
X線レーザー研究施設	9
中性子回折物性研究施設	10
計算物理研究施設	10
3. 部門の改組	11
極限レーザー部門	11
表面物理部門	11
4. 部門の拡充	12
4 A 多重極限条件下物性研究の拡充	12
4 B 物性基礎研究の強化	13
4 C 共同利用研究の充実	13
付表 物性研究所研究組織の新旧対照表	15

はしがき

物性研究所は去る昭和62年創立30周年を迎える。それを機に過去30年間の物性物理学の発展のあとを振り返って当研究所の果して来た役割を顧みると共に、現在我々物性研究者のおかれている立場の重大さを改めて認識し、新しい時代に向かって物性研究所の将来構想の検討を開始した。

一方最近の施策として政府関係機関の地方移転の促進が唱えられており、その一環として昭和63年4月当研究所に対しても協力の要請があった。これらの状況を踏まえて、移転を前提とした物性研究所の将来構想を実現するための具体的方策についての検討を行ってきている。ここに示すのはその概要の試案であり、広く研究者の意向を反映させて今後更に検討を進め、最終案をまとめる予定である。

I. 物性研究と物性研究所

将来計画について述べる前に、物性物理学の現状と将来に対する我々の認識について要約する。物性物理学は現代の物質科学の基礎であり、その主な目標は、無限の多様性をもつ諸物質の性質を、実験と理論により物理学の基本原理に基づいて解明し、さらにそれをもとに新しい性質をもつ物質を予言し、作りだすことにある。今世紀における物性物理学の発展により、多くの物質が分類され生み出されると同時に、新しい現象が見い出されて来た。この過程ではたえず新しい測定手段が開発され、理論物理学の新しい手法が産み出され、新しい概念が作られて來た。このようにして発展して來た物性物理学の成果が現代の高度に発展した文明社会を支える先端技術の基盤となっている。それと同時に物性物理学は素粒子物理学、原子核物理学、天体物理学、化学、生物学、工学、医学などの他の学問分野にも大きな影響を与えてきた。

1920年代に量子力学の誕生と共に生まれた近代物性物理学は、第2次大戦後目ざましく発展した。1940年代末にはトランジスタが発明され、また1950年には永年の謎であった超伝導が解明され、更に、不可逆過程の基本である線型応答理論が確立された。そして、1960年代後半にはその成熟期を迎えたかのように見えた。しかし、物性物理学を基礎とする物性科学の進歩が大きく寄与して急速に発展した科学技術によって、物性物理学自体はさらに新たな発展を経験してきた。例えば、超高真空技術とそこでの実験手段の進歩により、表面物理学が誕生し、表面を観察するための走査トンネル顕微鏡のような全く新しい測定手段が発明された。スピン偏極中性子や粒子加速器を利用した新しい光源（放射光）による分光技術は我々の物質にたいする理解を深める上で大きな役割を演じ

てきた。結晶のように周期的な秩序を持たない非晶質についての研究も大いに進歩し、結晶と非晶質の中間に位置づけられる準結晶も発見された。また、普通の3次元結晶とは異なった種々の低次元系物質が見出された。化学との境界領域では各種の有機伝導体が生み出され、このような系では、超伝導はもとより電荷密度波やスピン密度波などの新しい秩序状態やソリトンが発見された。金属化合物でも重い電子系のような新しい電子状態が見出されている。半導体のL S I技術の進歩の結果誕生した2次元電子系では量子ホール効果が発見され、また、新しい結晶成長技術と微細加工技術の急速な進歩の結果、マクロな系からミクロな系へと研究対象が拡がり、アハロノフ・ボーム効果が確認され、ゆらぎ等の新しい概念も生まれている。レーザー技術の発展の結果、量子光学も大いに進歩し、量子力学の妥当性が議論できるほどになった。超低温冷却技術や超伝導磁石・パルス強磁場発生技術の進歩も忘れてはならない。理論物理学の分野でも、近藤効果やスピンのゆらぎなどの磁気的性質、不規則系のアンダーソン局在などについての理解、カオスやフラクタルという新しい概念の登場、統計力学における繰り込み理論など、その発展を数え上げればきりがない。また、最近では計算機シミュレーションは電子計算機の能力の進歩とともに急速に発展し、実験と並ぶ一分野を形成しつつある。

このように、物性物理学は新しい技術の進歩と歩調をあわせ発展し、現在ますますその研究対象をひろげ深みを増している。このような流れのなかで、酸化物高温超伝導体が発見され、最近の物性研究は、また新しい発展段階に入った。われわれの身の回りに散在するセラミックスのような平凡な物質の中に高い温度で電気抵抗がゼロになるものがあったことは大変な驚きであり、同時に新物質の探索が如何に奥の深い研究課題であるかを認識させられた。さらに、この高温超伝導現象は、理論物理学の面でも大きな問題を投げかけている。物性物理学の最重要課題の一つである強相関電子系の物理は、従来は主として磁性と金属絶縁体転移に関する問題と考えられていたが、今や高温超伝導の理解に必要欠くべからざる問題であることがわかってきた。このような高温超伝導の解明とそれに基づく新たな高温超伝導物質の発見のためには、高度に制御された試料作成技術と数多くの高精度測定技術が不可欠であり、新しい理論的着想と理論的手法が強く要望され、さらには最大能力の電子計算機による数値計算を駆使した高度の思考実験が必要とされている。

物性科学においては多面的且つ総合的な研究を行うことが肝要である。十分信頼できる試料の作成とその確実な評価、多角的な高精度の物性測定、そして理論的考察と大規模な計算がすべて緊密な協力の下に行われて、初めて物性研究の健全な発展が可能となる。物性測定だけについて言っても、中性子線や放射光といった大型実験施設を必要とするものから、中型、小型の様々な測定機器まで、幅広い測定手段が有機的に結合されなければならない。

物性研究所は、このような多角的で総合性のある研究所として昭和32年に創設された。創設後、大型実験施設から中小機器に至るまで、全国の研究者の共同利用に供し、戦後遅れていた国内の物性研究の水準を高めるのに大いに貢献してきた。物性研究所は、前述の物性研究の発展の中で、例

えば、レーザーによる高効率起下での新しい物性の研究、近藤効果やスピンのゆらぎ効果等の磁性現象の理論的研究、超高压下の新しい様々な物性などをはじめとして、大小数々の成果を挙げてきた。量子ホール効果では、当所で共同利用に供された超伝導磁石がその研究で大きな役割を演じた。また重要性を始めから見越して中性子や放射光施設を我が国で初めて導入し、全国の研究者の利用に供してきたのも忘れてはならない。最近では、我が国の物性実験研究の水準向上を計り、新しい時代に対応すべく、超低温物性、超強磁場、超高压、極限レーザー、表面物性に関する極限物性研究設備総合計画を推進し、これらの分野で世界をリードする実験研究設備を完成し、これらを用いた研究を強力に進める一方で、その設備を広く全国共同利用に供している。

世界でもほんの数えるほどしかない物性科学の総合的研究所の一つとして、物性研究所は高い国際的評価を得ている。この評価を支えているのは、それを構成する個々のグループが、それぞれの分野で世界的な研究のレベルを保持していると同時に、全国に開かれた共同研究所として推進している広義の共同研究によるものであって、決して単に大型の実験施設を共同利用に供しているためだけではない。世界の物性科学の発展をリードするような物性研究を進めるためには、このような共同研究所において、絶えず次の時代の研究の芽となる独創的な研究が行われ、変動する研究の流れに即応できる機動性と総合性を維持し、同時にそれぞれの分野で常に世界をリードする実験設備を充実することが必要である。このように充実した、しかも周囲との強い連携にある総合的研究所があつてはじめて、我が国が21世紀の国際社会の中で担っている責任を果たすために必要な科学技術の発展への寄与が期待できる。

II. 将来計画の基本理念と方針

物性研究所は「物性物理学の総合的かつ系統的研究を行い、それによってわが国の学問の水準を高め工業技術の発展に貢献することを目的」（設立趣意書より）とした全国共同利用研究所として昭和32年設立以来、物性科学の基礎における最先端の共同研究、施設利用を含む各種の研究活動を通じて、我が国の物性科学の基礎研究レベルを支えてきた。約10年前からは新しく極限物性（超低温物性、超強磁場下物性、超高压物性、極限レーザー物性、表面物性）分野の開拓に取組み、各種の極限実験技術開発に成功して、現在は世界第1級の性能を持った幾つかの実験設備を全国共同利用研究に供して、先端的物性研究を行っている。

物性研究は基礎科学の中で益々その重要性が増大するにつれて、その研究には新しい研究手段、各種の研究方法を有機的に組み合わせた手法を必要とし、さらに実験と理論の緊密な連携のもとに、総合的な研究を行うことが必須のこととして要求されるようになってきた。また従来に増して、学

際的・国際的研究協力が重要となっている。物性研究所は、このようなこれから物性基礎研究に必要とされる研究環境を共同利用研究を通じて全国の物性研究者に提供する使命を担っていると考える。従って物性研究所はこのような役割を飛躍的に発展させ、新しい時代の要請に対応できる最先端の総合研究を行う国際的研究所として物性基礎科学の発展に貢献することを目指す。

以上の理念のもとに、物性の基礎に関して総合的な研究を行うことの出来る世界的にも数少ない研究所の一つとして、今後大きく発展する物質科学の基礎としての物性研究を推進するためには、現在に比べ格段の設備・人員の充実を必要とする。この必要を満たすため、物性研究所では、現在より広い新キャンパスへの移転を考慮に入れ、新しい高性能実験装置の開発と現在まで個別に開発された装置・技術を有機的に結び付けた物性研究設備への更新・拡充を行い、研究の一層の発展を期すると共に全国共同利用研究を充実する。

さらにそのために必要な研究組織の変更を行い、現在の 6 部門、1 施設、2 客員部門を改組・拡充して、新設を加え 11 部門、4 施設、8 客員部門とする。

11 部門をその性格別に系という仮称で括って示すと次のとおりである。

光子科学系：放射光物性、極限レーザー、新光源

量子科学系：中性子回折物性、凝縮系物性、新物質開発、表面物性、量子物性

極限科学系：多重極限物性（超低温物性、超強磁場、超高压物性）

理 論 系：物性理論、計算物理

また研究活動とくに共同利用を支援するための研究施設として、現在の 1 研究施設を放射光物性研究施設、中性子回折物性研究施設、X 線レーザー研究施設、計算物理研究施設の 4 研究施設に増強する。

III. 将 来 計 画 の 概 要

（研究設備更新・拡充および研究内容、組織改組の主要点）

以下は前節の将来計画の方針とともに作られた将来計画の概要である。ただし、この計画は、移転を前提としてはいるが、長期にわたる計画であり必ずしもすべてが移転と同時に計画されているわけではなく、その一部は移転と無関係に既に予算要求中であり、また他の一部は移転後の将来を予定している。

1. 大型研究設備

放射光物性研究設備

放射光は初期の分光学的研究用紫外光源から出発して、今では遠赤外からX線に及ぶ広範囲の波長域での強力光源として物性研究にとどまらず物理、化学、生物学、工学と広い分野での科学的研究用さらには工業的応用にまで利用されるようになっている。物性研究所は放射光に関して我が国におけるパイオニアとして、最初のストーリジリングを所有し、以後この分野の発展に大きく貢献してきた。

現在に至るまで、学内外の多くの研究者が物性研究所軌道放射物性研究施設を利用して共同利用研究を続けているが、その後の進歩により技術的に実現可能と考えられる高輝度放射光を用いて、光励起に関するダイナミックス、凝縮系の新しい分光、高分解能分光、高精度光電子分光、等々の新しい実験を行う必要があると云う強い要望が全国の研究者から沸き上がっている。X線波長域と並んで利用希望の多い真空紫外（VUV）波長域専用の高輝度放射光光源はこれから物性研究にとって必要不可欠である。ここでは高輝度であることが重要である。この領域に関して長年にわたる全国共同利用研究の実績を持つ物性研究所は、この要望に応えるため、物性研究用のVUV高輝度放射光光源〔ストーリジリングのエネルギー：0.5～1.5GeV、エミッタス $5 \times 10^{-9} \pi \text{m} \cdot \text{rad}$ 以下〕を現有の旧型放射光光源に代わって新キャンパスに設置する。また、これから放射光施設には光源だけでなく種々の条件下での光実験が可能な実験環境が現場に整備されていることが重要である。新設の高輝度光源に適合した分光測定系を設置し、今まで物性研究所が極限物性整備計画等で開発した極限物性技術を結合して、他の放射光施設では出来ない極限条件下放射光物性研究を可能にする新放射光実験設備を建設する。〔主な測定装置の例：スピノン解析を含む光電子分光の完全実験装置、蛍光測定装置、時間分解分光装置、精密摂動分光装置、メガガウス超強磁場下・メガバール超高压下・ミリケルビン温度下での光分光・光電子分光装置、超高出力レーザーと放射光の二重照射装置、放射光を用いたその場観察表面物性研究装置。〕これらの研究設備の維持・管理は放射光物性研究施設（現在の軌道放射物性研究施設の拡充）が行う。

中性子回折物性研究設備

中性子回折・散乱は広範囲な利用分野を持つ物質科学の研究手段である。物性研究所では全国の研究者の要望に応えるため、昭和35年以来、日本原子力研究所東海研究所の2号原子炉および3号原子炉からの中性子束を使った中性子回折実験装置を設置し、維持・管理を行い全国の研究者の共同利用に供してきた。しかし原子炉からの中性子束の強度が中性子散乱実験に関する世界の先端的研究所に比べ弱いと云うハンデキャップを背負っていた。幸い日本原子力研究所が3号

原子炉を改造しパワーアップすることを決め昭和57年度から改造に着手していたところ平成元年度に改造が完了し、その中性子束の一部が物性研究用に提供される予定である。これを受け、物性研究所は昭和63年度から平成4年度までの5カ年計画で改造3号炉の炉室内および実験利用棟内に多数の中性子回折・散乱実験装置を設置し、広く全国の物性研究者の共同利用研究に供する計画を現在推進中である。特に改造3号炉には今までなかった冷中性子源設備を備えており、これは世界的にみてもトップクラスの設備であり、今後物性研究所の中性子回折・散乱実験装置は多方面の物性研究を飛躍的に発展させるであろう。

2. 部門・施設の新設

量子物性部門

サブミクロンあるいはそれ以下の特徴的な長さのスケールを持つ系、いわゆるメソスコピックな系の研究は、微細加工技術の進歩に伴い、近年急速な発展を遂げつつある。MBE, MOCVDなどの超薄膜技術、電子ビーム露光などのリソグラフィー技術、種々のプロセス技術など、微細加工に関する最近のハイテクノロジー技術はもともと応用上のデバイスをつくるための技術として発展してきたものであるが、これらの技術によって作られる微小な系での物性は新しい基礎物性科学の問題としても重要になっている。半導体の系におけるコヒーレントな電子波の干渉や局在の問題、金属系における超伝導や電子局在などの人工的に作られた新しい物質での顕著な量子効果は新しい物性物理の問題を提起しているにとどまらず、量子干渉の効果があらわな形で観測できることから量子力学の根本にかかわる問題をも提供している。他の人工的に制御された物質（人工超格子、超微粒子、マイクロクラスター）とともに極微細系は物性科学において一つの新しい分野に発展すると思われる。微細加工技術の研究は半導体関連企業などで盛んに行われており、わが国の技術水準は世界的にみてもきわめて高いが、基礎物性物理学的な観点からの極微細系の研究は遅れているといわざるをえない。今後ますます重要性を増すと思われるこの分野の研究を新たな観点から行うために量子物性部門を新設する。物性研究所は、従来から極微細系の物性測定に必要な超高感度測定技術、極限環境下の測定技術、走査トンネル顕微鏡技術、電子分光技術などの蓄積が豊富であり、しかもこれらの量子物性に関心を持つ強力な理論グループを有するという点できわめてユニークな位置にある。これらのグループとの協力により、この分野における研究が強力に推進されると期待される。

計算物理部門

計算機の急速な発展を背景として、大型計算機を駆使しての数値解析は単に理論研究における一つの手段としての役割を脱皮して、「計算物理」という新しい展開をもたらした。物性物理学の今後の中心課題である、強く相互作用する量子多体系、非線形系、非周期系など、複雑で多様

な現象を示す系の研究においては、計算物理からのアプローチは現象の本質に迫るための強力な思考実験を可能にするものとして、重要かつ不可欠な役割を期待されている。物性物理学での広範な問題に対して、計算手法の開発を含め、計算物理の立場からの研究を強力に推進するために計算物理部門を新設する。

新光源部門

レーザー光と物質の相互作用の一つの極限として高密度相対論的高速電子（陽子）と高出力レーザー光の相互作用がある。この過程はまた、レーザー光と電子ビームによる誘導コンプトン後方散乱によるX線やガンマ線の発生等とも密接な関連を持ち、短波長領域の波長可変インコヒーレント・コヒーレント光発生の重要な機構でもある。また大出力レーザー光の光電場による電子の位相制御コヒーレント加速は次世代の加速器としての期待も大きい。高密度電子ビームの位相制御発生として超短パルスレーザーも用いられるようになり、レーザー光による位相の関係した電子ビーム制御は新しい物理を提供するとともに応用としても新しい展開を見せてている。自由電子レーザーや光クライストロンはその一例である。このような観点から、大出力レーザーや超短パルス、現在極限レーザーグループで開発を進めつつある真空紫外や軟X線コヒーレント光と、特にその目的のため高性能化された加速器による加速電子等の相互作用は新しい光源として魅力が大きい。物性研究所が持つレーザー、理論シミュレーション、加速器等に関するポテンシャルをあわせて新しい時代の新光源系の開拓を目指すことは大いに意義がある。これらの研究のためには高性能極限レーザー、特殊線型加速器（超伝導L I N A Cや静電加速器）等が必要になる。この目的のため、新光源部門を新設し、X線レーザー研究施設、極限レーザー、放射光物性部門等と協力して新世代の研究を切り開く。

X線レーザー研究施設

レーザーの短波長化は、レーザー研究の発展の歴史における、重要な指針の一つである。このことは光メーザー、ルビーレーザーの開発研究により、マイクロ波から光領域のコヒーレント発振へと推移した歴史に明らかである。この過程で磁気共鳴や光ポンピング、精密分光学、固体材料の研究等が発展し、それらの集大成としてのレーザー物理と工学の発展が、科学および技術に新しい展開をもたらした。

X線レーザーの研究は、マイクロ波から光メーザーへの道に匹敵する、光領域から高エネルギー光子領域のレーザー開発であり、その関連する研究分野と期待される応用範囲は極めて広い。極限物性部門極限レーザーでは、これらの観点より、これまで軟X線レーザーや真空紫外域のコヒーレント光発生等の研究に取り組んできた。

そのために物性研究用として、最大級の大出力レーザーの開発や特殊分光計測系の整備等も行

い、その第2段階として、軟X線レーザーの研究の端緒が開かれつつある。そこで極限レーザーの一つの究極である将来のX線レーザーによる物性研究をめざして、新たにX線レーザーの開発や関連する高エネルギー・コヒーレント光子の開拓と物質との相互作用の研究を行うことは、大いに意義のあることである。このためには、既存の装置・設備も含めた、大型のレーザー装置、加速器、特殊計測系等の関連装置が必要となる。これらの開発と維持・管理および共同研究のため、X線レーザー研究施設を新設する。この新しい施設はコヒーレント高エネルギー光子を用いた固体や表面の物性、生物物性、高励起状態の物理の研究等に新しい局面を開くものと期待される。

中性子回折物性研究施設

物性研究所では、日本原子力研究所東海研究所の3号原子炉の改造が平成元年度に完了することをふまえて、改造3号炉に様々な利用分野に対応しうる各種中性子散乱実験設備を建設中であるが、その進展にあわせて現地に中性子回折物性研究施設を新設する予定である。原子炉実験室に関しては平成元年度で実験設備の新設を完了し、中性子導管実験利用棟に関しては平成2年度より3年計画で多数の実験設備を新設する予定である。そこでは物性研究所の特徴を活かした低温、強磁場、高圧等の極端条件下での中性子散乱による基礎物性研究を可能にする設備が計画され、全国の物性研究者の共同利用に供される。これらの中性子回折物性研究用大型設備は物性研究所の主キャンパスから離れた茨城県東海村に設置されるので、その円滑な維持・管理と全国共同利用を格段に強化発展するためには現地に中性子回折物性研究施設を新設することが不可欠である。さらに物性研究所の中性子回折物性研究施設は、将来の国際協力による高強度中性子回折物性の研究およびパルス中性子回折実験による物性研究にも大きく貢献するものと期待される。

計算物理研究施設

我が国での物性研究における計算物理の飛躍的な発展を支援するため、計算物理研究施設を新設する。本施設は全国共同利用に供するものであり、その主たる役割は次の2点である。

第一に、科学計算に適した最高性能の計算機設備を導入し、計算物理の研究をハードウェアの面から支援することである。計算機による数値解析、シミュレーションが次第に重要になるにつれ、いくつかの分野（高エネルギー物理、プラズマ物理、分子科学）ではそれぞれ専用のスーパーコンピューターを擁するようになってきているが、物性物理の分野ではまだ実現していない。しかし、近年の物性研究においては大規模な数値計算に基づく解析がしばしば本質的な役割を果たすようになってきており、現在の大学共同利用大型計算機センターの利用では処理しきれない状況となっている。例えば、酸化物高温超伝導体の出現で重要性が益々認識されるようになった相関の強い量子多体系の研究、微細加工技術により新展開を見たメソスコピック系の物理、第一

原理からの物質設計など、今後の発展が期待される研究分野における数値解析においては、計算時間と記憶容量の需要が益々増大することは確実であり、物性物理学の分野においても専用の大型計算機設備が不可欠になっている。導入された設備の維持・管理、全国共同利用の世話のために計算物理研究施設が必要である。

第二に、ライブラリープログラムの設備と管理等のソフトウェアの面からの計算物理研究の支援である。計算規模の増大は必然的にプログラムの規模を増大させるが、同時に一見異なった計算においても共通の基本プログラムの存在することが明らかになってきている。また、いくつかの大型プログラムについては、高い汎用性を持たせることができるのである。多くの問題に広く有効に利用されることが望ましい。このような観点から、物性研究における数値計算の基本的プログラムのライブラリ化を行い、その利用を全国の研究者へ供することは、研究の効率を上げるうえで大切な役割である。また、物性研究に必要なデータベースの作成と管理も重要な役割である。これらの研究支援サービスのために計算物理研究施設が必要である。

3. 部門の改組

極限レーザー部門

極限物性部門極限レーザーでは、他に先駆けて極短パルス化、広帯域化、大出力化、短波長化等レーザー特性の極限化に取組み、それを利用した物性研究を行って来た。例えば、波長可変色素レーザーによるサブピコ乃至フェムト秒の生成と超高速緩和の研究、スクイーズド状態とよばれる量子状態の発生などの量子光学、数テラワットにもおよぶ大出力ガラスレーザーやエキシマレーザーの開発および、それらによる軟X線領域のレーザー增幅と高次高調波発生の研究である。これらは新しい高性能の極限的レーザーを開発し、それによる新しい物性研究を行うという観点によって、初めて可能となった新しい分野である。

レーザーの極限化は近年、さらなる極限化の方向に進みつつあり、今後とも新しい研究分野が開かれていくと考えられる。特にX線領域等への短波長化や超高光電場下での新物理現象の探索、超微弱光における光子の量子現象、超高速極限物性等は新しい段階を迎える。これらレーザー光と物質の相互作用の研究はX線レーザー施設や新光源部門の研究の基礎的な分野を担うものである。このため現在極限物性部門の一部となっている極限レーザーを独立した部門とし、極限レーザーに不可欠な高性能特殊分光設備を整備し、全国共同利用を進めていく。

表面物性部門

表面物性の研究は表面科学の基礎研究として電子材料、デバイステクノロジー等の発展を支えてきた。一方、このような応用分野の目覚ましい発展は逆に基盤研究の研究範囲を著しく拡げてきた。このような発展に対応した研究組織がヨーロッパやアメリカでは既に数箇所整備され国

際的な共同研究を含め確実な成果を挙げて来ている。物性研究所では、表面物性の重要性と将来性を考え、昭和51年から表面物性研究を開始していたが、昭和55年にこのような観点から表面物性の正式の研究組織を極限物性部門の中に発足させた。物性研究所における表面物性研究の特色は他の多くの物性物理の分野との緊密な協力のもとに共同研究を行えるという共同利用研究所ならではの機能であり、この特色を生かした表面物性研究が発展をとげつつある。表面物性の研究は物理と化学にまたがり、超高真空下で超高感度の測定を必要とするなど、高度な実験手法の連携を必要とする分野であるため、高度な研究を達成するには相当規模の実験設備を備えた研究組織であることが必要である。しかしながら、現組織は国際的に見るとその規模は小さく設備も十分とは言えない。全国共同利用研究所としての物性研究所の役割を考えて、現在極限物性部門の一部となっている表面物性を拡充して、独立した部門とし表面物性に関する共同研究のセンター的役割を果たすことが出来るようにする。このためには物性研究所放射光設備を組み合わせた表面研究のための実験設備、機能別小型表面研究設備、その場観察で低温物性、強磁場物性、光物性、化学物性を測定できる特殊機能を備えた実験設備、表面合成のための設備等、物性研究所として特色のある実験設備を整える。

4. 部門の拡充

4 A 多重極限条件下物性研究の拡充

今まで物性研究所では、強磁場、低温、高圧に関して、世界で唯一のメガガウス超強磁場実験設備、世界最高水準の超低温実験装置、世界に類をみない低温超高压発生装置、ダイアモンドアンビル超高压実験装置等の極限物性実験技術の開発を行い、これらを用いて強磁場誘起相転移、磁気光学効果、核磁性、超流動、高圧下超伝導転移、高圧下構造相転移、等々の研究を行ってきた。これらの成果を基礎に極限物性技術をさらに発展させて、超強磁場では、今までのΩピンチ法や一巻コイル法による超強磁場発生をさらに発展させるとともに、新しくZピンチ法による超強磁場発生技術を開発してメガガウス超強磁場実験設備を強化し、さらに、共同利用に便利な使いやすい超強磁場装置の整備も行う。超低温に関しては現在より一桁低い μK 温度の低温発生装置の開発を行うとともに、磁場・角運動量を制御出来る超低温実験装置も設置し、核秩序・超流動等の超低温物性の共同研究を推進する。超高压に関しては焼結ダイアモンドアンビルを用いて広い温度領域での超高压発生技術を開発し、未踏領域での新物質合成・物性測定を可能にする超高压物質合成解析装置の設置を計画している。このように最先端の極限条件下での物性に関する共同利用研究を行なえるようにするとともに、世界に先駆けて極限条件が組み合わされた多重極限条件下での物性実験技術を開発する。例えば物性研究では多くの物理量は温度(T)と磁場(H)が組み合わされた因子H/Tに支配されていて、超低温と超強磁場を用いればスピン分極した粒子(${}^3\text{He}\downarrow$, ${}^1\text{H}\downarrow\pm$ 等)のように普通には得られない新しい物質を作ることが可能である。

また未知の物性が期待されている電子相関の強い物質群の物性は一般に電子密度に敏感で、有機超伝導体がはじめ高圧下で発見されたように、その物性研究に低温・高圧下での精密測定が大切である。あるいはまた電子状態の実空間と運動量空間における局在-非局在の研究手段として超高压と超強磁場の組み合わせは有効であろう。この例にみられるように多重極限条件下物性研究を通じて新しい研究分野の開拓が可能になると期待される。超強磁場、超低温、超高压相互間の組み合わせは勿論のこと、極限条件を中性子回折、放射光物性、表面物性等々にも組み込んで、物性研究に関して最も強力な総合的研究が行なえる世界でもユニークな研究所を目指す。また移転後の将来には現有のパルス大電流技術を生かした衝撃超高压実験等も計画する。

4 B 物性基礎研究の強化

物性の研究は物質、測定、理論解析、凡てについて多面的・総合的な取組が大切であり、実験研究の場合でも必ずしも大型の実験設備を使えばそれで済むわけではない。むしろ小型装置で新分野の発展に機動的に対応することが重要である場合も多く、また個人の自由な発想をもとにした小規模な実験から新しい芽が出ることも多い。特に最近の物性研究において新しい物質或いは新しい環境下に置かれた物質の果たす役割は極めて大きい。例えば酸化物はもとより金属化合物や有機物では新しく発見された物質が新しい現象を引き起こし我々の物質観に変革をもたらした。「重い電子系」はその一例である。あるいは、デバイス応用との関連で開発された半導体界面や超格子で実現される2次元電子系で、強い磁場下に置かれた時発見された量子ホール効果は全く予想されなかつたものである。このように物性研究に重要な新しい物質の開発に力を注ぐため物性研究所では平成元年度より新物質開発部門を発足した。同時に、新しい物質の示す物性を直ちに精度よく明らかにするために凝縮系物性部門の果たす役割は大きい。そこでは新物質開発を強力に推進しつつ、十分信頼できる実験結果を迅速に得られるように最新の実験設備を整備することが必要である。物性理論部門はこのようにして得られた新しい実験結果を新しい理論的着想の下に解析を行い、他部門も含め相互の協力のもとに物性の解明に携わるとともに、新しい概念を提案している。これらの物性基礎部門は、研究の芽を見出し、新分野の発展に機動的に対応し、必要に応じて大型実験との有機的なつながりを準備し、所内外の緊密な協力による総合的研究を可能にする極めて重要な役割を担っている。このような物性基礎研究を担う部門は、先端的・大型研究設備の拡充に応じて強化充実する必要がある。

4 C 共同利用研究の充実

物性科学の進展・高度化、学際的研究の重要化にともない、共同研究の必要性はますます増大する。特に、高度化した先端研究設備の共同利用は長期に亘ることが多くなる。今まで多かった短期の共同研究に加え、長期に亘る共同研究を強化するために客員部門を充実する必要がある。

また国際的共同研究の重要性が次第に高まり、外国人研究者から物性研究所の先端研究設備を用いた共同研究への要望も増加している。このような共同利用研究への強い要望を満たすために、現在の客員部門2部門を外国人客員部門を含む8部門に大幅に拡充し、また将来の研究者の養成、若い研究者の研究を奨励するための対策の一つとしてポストドクторアルフェロー制度の充実を目指す。国際的な学術交流、研究協力を強化する一環としてI S S P国際シンポジウムの開催を、試みとして、1989年からスタートしたが、この定着強化も図る。これらによって先端的物性研究設備を物性研究所外の研究者が充分に活用して優れた研究成果をあげ基礎科学に大きく貢献することが期待できる。共同利用研究のための研究者の宿泊設備、実験室、研究発表・討論のための会議場等もキャンパス移転の際には充実する。

以上

付表 物性研究所研究組織の新旧対照表

(旧)	(新)
現在の研究部門構成	将来計画における研究部門構成
軌道放射物性部門	放射光物性部門
(新) 新光源部門	光子科学系
中性子回折物性部門	極限レーザー部門
新物質開発部門	中性子回折物性部門
凝縮系物性部門	新物質開発部門
極限物性部門 (極限レーザー)	凝縮系物性部門
(表面物性)	(新) 量子物性部門
(超低温物性)	(超低温物性)
(超強磁場)	(超強磁場)
(超高压物性)	(超高压物性)
理論部門	物性理論部門
(新) 計算物理部門	理論系
客員部門 (2部門)	客員部門 (8部門)
現在の研究施設	将来計画における研究施設
軌道放射物性研究施設	放射光物性研究施設
(新) 中性子回折物性研究施設	
(新) 計算物理研究施設	
(新) X線レーザー研究施設	

龍谷大学に移って

龍谷大学理工学部 西原弘訓

物性研究所を出所して早いものでもう1年以上になりました。編集委員の方から何でもいいから好きなことを書いてくれと言われましたが、前の方はどんなことを書かれたのかと読み直してみたところ、なかなかおもしろく、感心ばかりしている間に締切日が何度もすぎてしまい編集委員の方にたいへん御迷惑をかけてしまいました。

龍谷大学は、文学部が京都市内の大宮に、経済、経営、法学部が深草にある仏教（浄土真宗）系の大学で、1639年（寛永16年）に本願寺が境内に開設した教育施設である学寮と呼ばれたものをルーツとしていて、日本でずっと続いたものとしては最も古い大学だそうです。去年の3月にその創立350周年記念事業として京都の隣の滋賀県の大津市瀬田に理工学部と社会学部が設立されました。場所は琵琶湖マラソンの時に出てくる琵琶湖南岸の瀬田の唐橋のちょっと東で、美術館、図書館などがあって自然にも恵まれた文化ゾーンとよばれるところにあります。理工学部は数理情報学科、電子情報学科、機械システム工学科および物質化学科の4学科からなっていて学生定員は340名です。半分は情報系で、計算機実習で一人一台さわれるLANで結ばれた126台のワークステーション群とIBMの大型計算機が目玉です。物質化学科ではセラミックスの研究グループが大きく、加速電圧400kVの電子顕微鏡があります。機械システム工学科は金属疲労、金属破壊、熱流体、情報関係と材料物性の5つのグループからなっています。私はこの理工学部の自然系一般教育担当教員として移ったわけですが教養部というような組織ではなく望めば上の4学科の中のグループに属していっしょに研究ができるようになっています。

さて物性研から龍大に移って環境ががらっとかわってしまいました。まず通勤に千葉から1時間40分ほどかかっていたのが軽自動車で15分となり非常に楽になり外国の大学に来ているような気分です。専門以外のいろんな分野の先生とおしゃべりできたり、保険屋のおばさんなど押し売りがないのもいい点です。しかし、物性研にいたころはいわば研究だけしてたらよかったのですが、こちらでは理工系の学部が初めてできたということもあって運営の仕方もはっきり決まっておらず、会議が多いこと、講義の準備をしなければいけないこと、2年生の物理実験の実験指導書を書き実験装置のたち上げをしなければいけなかったことなどで、めちゃくちゃに忙しくこの一年は物性研で書き残した論文をちょっと書いたらいで新しい実験は何もできませんでした。自分で実験をするのが好きでこの道に入ったので早くやりたいのですが、まあぼちぼちやらなしゃーないかなと考えております。予算の使い方に融通がきかない点も物性研のときとは対照的です。物を買う予算は備品費（一点10万円以上）、用品費（3000円以上10万円未満）、消耗品費（3000円未満）の3種類に分類され、それぞれの額を決め何を購入したいかを年度初めに全て書いて出せとおっしゃるのである実験をやってその結果を見てから次の実験のために購入する物を決めたいということが理

解してもらえません。せっかくの予算をなぜがんじがらめにして値打ちを何分の一にも落としてしまうのか全く不思議です。

だいぶ前の物性研の助手会でしたが物性研を出たら物性研だよりに助手の任期制など物性研の問題点をきっちり書こうと申し合わせしたのに、どなたもきついことは書かれないので裏切ったのではないかと思っていたのですが、そうではなく出てみると物性研の助手時代はけっこうよかったですと思ふようになるということだと思います。ただ以前のを読むと、所員=教授と助教授のみと言う言葉に象徴されるように、助手以下は所の構成員と見なされず人が大切にされていないのではというのがかなりみうけられます。たしかにそうだと思うが、たぶん創設のころからそういうムードがあり変革は難しいと思います。技官や秘書等任期のない方も物性研に長くいらっしゃる方は外へ出られることをお勧めします。物性研だけが世界ではないのですから。所のほうも移転などの機会に外への栄転の道を世話すべきではないでしょうか。

心ならずも13年半も物性研にいてしまいました。中尾さん流にいえば、私はNMRという砦を護りながら、近くを適当な獲物が通らないかと待ち受ける盗賊ということになりますが、なにをやったのでしょうか。最初は狭いdバンドにおける電子相関の問題を調べるということで V_3O_7 とかBaVS₃の⁵¹V等のNMRをやっていましたが、優秀な技官及び院生諸氏がその問題に集中したので私はちょっと別のことを調べようかということと以前に低次元磁性体をしらべていたということもあって、低次元金属に興味を持つようになりました。低温での電荷密度波(CDW)状態で有名な層状化合物2H-TaS₂の¹⁸¹TaのNMRを調べました。¹⁸¹TaはI=7/2ですが四重極モーメントが非常に大きく普通はNQRを調べるところですが、周波数を低いところで止めて、磁場を掃引すると縮退した四重極準位間のNMRが見えるのです。その粉末スペクトルを見ることにより電場勾配とは無関係にその非対象性パラメータの値がわかるということを議論して、2H-TaS₂の電荷密度波状態で非対象性パラメータの非常に大きなTaの位置があることを見つけました。これはTa原子と伝導電子のCDWの位相が違うためにおきると思っているのですが電場勾配のバンド計算が望まれるところです。この種の粉末スペクトルの幅は異方的ナイトシフトの場合と比べると非常に広いのですが、I=7/2で非対象性パラメータの値が0.35の場合、幅が消えてしまうことを見つけ、magic angleにちなんで、“magic asymmetry”と名付けました。極く小さいことですが新しい概念を導入できたとおもっています。物性研最後の2年間は御存知高温超伝導フィーバーでした。最初はほんまかいなと思っていたのですが、Tcが液体窒素温度を超えたということがはっきりし大変興奮しました。その母結晶と言うべきLa₂CuO₄の低温での¹³⁹LaのNQRスペクトルは早い段階で発表されたのですが、全く解釈がつかないということだったので我々も考えようということから研究を始めました。何がおきているかわからなかったので、数値計算により共鳴周波数を計算したのですが、世界の各地でほぼ同時に発表された摂動論による結果と同じでした。普通のNMRでは磁場が強く、四重極相互作用が摂動となり、普通誘電体では四重極相互作用のみで磁場

がないのですが、この物質では弱い内部磁場があり、しかもその方向が電場勾配の主軸にはほぼ垂直という非常にユニークな場合になっていたため最初解釈できなかったのだと思われます。その後そのNQRの熱処理効果を調べ、良い試料を作ろうと酸素処理をするほどNQRの幅が広がり、むしろ悪くなることをみつけました。内部磁場は熱処理によって変化せず、中性子散乱の結果は再検討すべきことを示しました。YBCOの試料中のプロトンのNMRについても調べました。熱処理の効果とプロトンについては、我々の結果よりチョンボな（と思われる）データが、先の我々の実験を引用もしないで発表され不愉快となりました。似たような話をあちこちで聞き、人間くさいいろんな研究のしかたも見ることができ勉強になりました。Tc直下で核磁気緩和率の増大があるかないかなど学会のたびに結果が変わるものも困りもので、実験を間違うことがあるのはしかたないとしても、なんとなくごまかしたりせず、次の論文でもいいから、間違った理由も含めきちんと訂正してほしいと思いました。ともかくにわか超伝導屋となって、わくわく実現できたのは大変ハッピーで、物理をやっててよかったとおもいました。その後あまり人のやらないことをという意味で高温超伝導体の粉末のフォノンエコーと呼ばれる実験を始め、現在その続きを計画しております。

最後になりましたが、事務の方、ヘリウム液化室の方、ガラスおよび金工の工場の方、化学分析の方、磁気測定室の方、図書室の方をはじめ物性研の皆様には大変お世話になりどうもありがとうございました。安岡教授をはじめ研究室の皆様には自由に研究させていただいたことに感謝しています。守谷先生はじめ守谷研究室の皆様にはいろいろ教えていただきました。テニスは下手くそにもかかわらず、相手をしてくださった方に感謝しています。苦い敗戦はほとんど忘れ、本郷での共済組合のテニス大会（二部）での優勝と、物性研での事務の菊池さんと組んでのミックス風ダブルスでの優勝のみが印象に残っています。菊池さんは一つしか出なかった優勝カップを私にくださいました。大切にしております。こちらはアスファルトの上に人工芝をひきその上に砂をまいた足にソフトなコートですので、ぜひラケットとシューズをもってお越しください。

第5回物性専門委員会（第14期）議事録

日 時： 1989年11月20日（水）13:40～17:00

出席者： 伊達 宗行 安藤 正海 飯泉 仁 石井武比古 勝木 渥
川村 清 久保 亮五 小林 俊一 佐藤 清雄 鈴木 増雄
豊沢 豊 長岡 洋介 守谷 亨 山田 銀二 山田 安定
禪 素英

1. 前回議事録を確認した。

2. 物性委員会報告（長岡）

- 物性専門委員会と共同利用研究所からの報告があった。
- 大学院生の減少が深刻な問題として提起され、全国的な実態調査をすることとなった。国公立大学を中心に物性関係の研究室のある51か所に調査票を送った。具体的なアクションについて考えるのは数字を見てからであるが、その場合の主体は物研連でやって欲しい。
- 学術会議の中でもこの問題が議論されていることについて、伊達会員より紹介があった。
- さらに、大学院入学資格を弛めるための文部省令の改正に対する、各大学の対応について情報交換を行った。

3. 物性研報告（守谷）

- 斎藤、斯波、櫻井、菅の4所員の転出があった。一般論から云うとこの様な異動はよいことだが、集中的な転出は補充が大変である。積極的に良い人を送り込んで欲しい。
- 10月25日の所員会で所長の諮問機関としての将来計画委員会が発足した。若い所員を中心に構成し集中審議をお願いしてある。移転と放射光計画について諮問した。なお放射光計画については、2月末に短期研究会を行う。

4. 基研報告（長岡）

- 来年4月以降予算の成立と共に広大理論研と合併することは間違いないところまできた。
- 物性関係部門の純増は不可能に近く、場の理論2部門のうち1部門を統計物理部門に変え、現存の物性部門、非線形物理部門（時限つき）と共に3部門体制になるだろう。
- 次の問題は敷地問題で、一応、5年をめどに解決を図ることとしている。

5. 物理関係欧文誌について。

日本で発行されている物理関係の欧文3誌（ジャーナル、Progress、JJAP）の維持発展についても物研連で関心をもって欲しい旨の発言があり、これに関連する意見交換があった。今後も必要に応じて議論することになった。

6. 天文研連からの要望書について。

天文研連（杉本大一郎委員長）より、大型光子赤外線望遠鏡をハワイに設置する計画に対する支援の要望が来ている旨伊達委員長より披露された。

7. 物性将来計画。

伊達委員長より key words は物性研－キャンパス、大型計画（SOR, 中性子）、物性グループ全体－SOR と中性子、基礎物性振興であり単純な発想の積み重ねによって議論を深めて行きたいという問題提起があり、これらについて順次意見交換を行った。

1) 物性研将来計画について。

1-1) キャンパス問題

- キャンパスについては、effective mass の大きい施設があることを考えて最も良いのは東京の近くか、東京から離れたところか、という議論をすべきだろう。
- 東京大学の一部局であることを考えると教育のためにも東京になくてはならない。
- 物性は相補的な学問であることを考えると、研究者の variety や密度の多い東京がよいということになる。
- プラ研を潰して土岐に核融合研を作った。物性研もこのぐらい思い切ったことはできないか。
- 大型研究を中心にするならそれもやりやすい。
- 移転に際して物性研 archive も作って欲しい。

1-2) 物性研と大学との関係について

- それが自分の大学で仕事をし、あるところから先は物性研を利用するというのがよいと思うが、物性研と大学の間に gap があるとこのスタイルは採れない。
- 高エネルギーでは、home ground で実験する人はいない。物性研も極限物性を掲げたときから大学に見切りをつけたようなもので、大学と物性研の関係も大学が共同利用するというスタイルから大学と共同研究するというスタイルに移行していくことになろう。
- 共同研究の場が物性研に移るということになれば、各地の大学の学生は主のない研究室に取り残され、研究の現場を見る機会がなくなるのではないか。
- 装置の調整だけでも大変なものを共同利用することは不可能である。μK とか 100T の一つ手前なら共同利用が可能だが、それを超えると共同研究しかない。
- 日本の中性子は定常中性子源にせよパルス中性子源にせよやがて限界が来る。それから先は ANS (Argonne Neutron Source) 計画に乗り移っていくことが考えられるが、そうなると物性研の役割を見直さざるを得なくなることもありうる。
- 物性研を直轄研にすることも一つの考え方としてありうるが、東大との関連等困難な問題も多い。

1-3) その他

- 物質開発のためにはもっと industrial な観点が必要ではないか。
- 材料開発とは違うから、余り問題はない。
- 物質開発のためには「愚直」かつ massiveな集団を養成しなくてはならないが、物性研はそれに適しているか。

2) 物性グループ全体に関すること。

2-1) 共同利用研の在り方

- 物性研にとらわれず新しい研究所を考えてもよい。
- 国分寺構想はそういうものとして出てきたはず。
- 金研が共同利用研として発足するに当たって、物性グループは関与しなかったが、金研と物性研が補完し合うことの可能性も考える価値がある。
- 装置によって研究形態がどう変わるか、という議論も必要で、その結果によっては新しい研究所が必要になってくるだろう。

2-2) 放射光について

- VUV について石井委員と安藤委員より次のような報告があった。

11月9日放射光学会に特別委員会（2年間の期限付き、委員長菊田惺志氏）が設置された。大型マシンの議論をまずやり、中型（東大、広大、九大、東北大、阪大）、小型（阪大極限、電総研、NTT厚木、その他民間）へ議論を移していく。なお、2月3日に放射光学会主催による中・小型マシンについての hearing、2月7-8日将来計画全般に関する物性研短期研究会、物理学会年会のイオン結晶・光物性分科における中型マシンおよび分光関係のシンポジウムが計画されている。高輝度光源については第1次案が90%まで進捗している。

- Photon Factory について石井委員と安藤委員から次のような報告があった。

beam line 計画は順調に進行中である。AR 利用と MR 利用の time schedule が出たが、前者は輝度が足りないことがわかつてきただので使わないこととし、後者の放射光は95年の秋から本格的に利用が始まる。これは科技庁計画の完成と同時期であるが、菊田氏は2本だけで行くという意向である。

- 科技庁の様子について飯泉委員から次のような報告があった。

現在2年後の建設を目指して大蔵省と攻防中である。科技庁の中に加速器小委員会と利用小委員会ができているが、測定機を何処の予算で作るかが未定なので、利用形態の議論は棚上げになっている。科技庁としての beam line は10本で残りは文部省や民間の利用に供される。運営利用のための第3機関の設営が考えられている。

3) 中性子

- 改3号炉について山田委員より次のような報告があった。

改3号炉は本体10億5千万円と炉内測定系として物性研関係3億円、東北大関係1億5千万円の計15億円が大蔵省と攻防中である。現在は実験設備だが、これを施設とし人員もつけるよう要求中である。東北大理と金研の設備を改3号炉に移し物性研が面倒を見るようにしたい。そうなると、現在物性研、金研、原研の3つある利用者の窓口は物性研1つになる。パルス中性子については、大型ハドロン計画の進捗次第だが、KEKとしては中性子アリーナとメソン・アリーナを早くスタートさせたい意向である。

8. 各種選挙

基研の研究部員、物性研共同利用施設専門委員、同人事選考協議委員の推薦依頼が来ているが、前2者については物性百人委員に投票を依頼し、その結果を直接両研究所に伝えたい、という発言が長岡物性グループ事務局長からあり、それを了承し、物性研人事選考協議委員の選挙を行った。無記名投票の結果、長岡洋介（理論）、小林俊一（実験）、鈴木増雄の三氏を選出した。

以上

第6回物性専門委員会（第15期）議事録

日 時： 1990年3月8日（木）13:30～16:25

出席者： 伊達 宗行 安藤 正海 石井武比古 糟谷 忠雄 勝木 渥
川村 清 小林 俊一 佐藤 清雄 長岡 洋介 中嶋 貞雄
中村輝太郎 丸山 瑛一 山田 銀二 山田 安定 禅 素英

- 前回議事録を確認した。なお、前々回の議事録について寺倉清之氏より修正の申し入れがあり、
それを確認した。（本頁下部参照）。

2. 学術会議報告（中嶋）

2月の第4部会について以下の報告があった。

- 南アからの研究者の日本のビザに関し、ICUSUは依然強硬だが、情勢は流動的で運用上打開の途があるのではないかと思われる。
- IGBP（地球生物科学国際共同研究）を推進するための勧告案が議論された。
- 90年度国際会議派遣者を決めた。物研連関係は以下の通り。

IUPAP総会	市川 芳彦	山口 嘉夫
第19回低温物理国際会議	恒藤 敏彦	
第20回半導体国際会議	上村 洸	
- わが国の国際対応は依然貧弱で、国際対応に関する実態調査小委を作つて、検討中である。物性関係では伊達宗行氏が入つており、データが集まりつつあるので4月部会で整理の後審議を要請することになる。西播磨の大型放射光施設の建設が始まったが、その共同利用の円滑な推進に関し、物研連久保委員長の他、結晶研連、生物研連から近藤会長に学術会議としての発言を要望した。それを受け4部報告の形で成文化する作業が進められている。
- 生物物理研連からかつて出た生物物理学研究所設置の勧告案を復活させたいとの意向が伝えられた。
- 大型国際協力の推進の方策に関連し、物研連委員長から要望書が出され、これに関し、2月の部会でworking groupを作り、4月部会で案文作成、10月部会で提案することになった。なお現在、具体的な大型国際協力の提案としては、ヒトゲノム計画、IGBPがあり、これらが純粹科学的な観点から実現されるか関心がもたれている。

*訂正 第4回物性専門委員会議事録p2の今田氏の発言中の「 $10^4 - 10^5$ 時間も使える米国と比較して」は「 $10^3 - 10^4$ 時間……」に、寺倉氏の発言中物性研のスーパーコンピューターの維持費2-300万円の予想値を2-3000万円に訂正します。

- わが国の国際対応の報告に関連して、IUPAP関係だけでも officerを毎年12名派遣すべきところ、現実には2～3人しか派遣されておらず、研究者のレベルではもっとひどいということが調査を担当している伊達氏よりコメントされた。

3. 合同WGの報告

午前中、大型施設WG、物性将来計画WGの合同会議が開かれたが、その発言内容は審議事項の中で報告する。

4. 科技庁放射光の共同利用について

省庁間の枠を越えた円滑な共同利用の推進の必要性について大所高所から発言することは学術会議の使命であるという観点から中嶋部会長を通じて4部会の審議推進を働きかけることが要望された。

5. 物性グループ関係（長岡）

- 物性研共同利用施設専門委員会委員候補として百人委員の選挙結果に基づき、下記8名を物性研に推薦した旨報告があり了承された。

三本木 孝 遠藤 康夫 小林 俊一 欽波 弘行 川村 清
山田 耕作 白鳥 紀一 巨海 玄道

- 基研研究部員候補について百人委員の選挙結果に基づき基研に推薦した。
- 大学院生実態調査報告については現在進行中で、近く物性委員会に報告する。

6. 物性将来計画

午前中の合同WGでの議論について先ず糟谷氏より次のような一般的な報告があった。

- 物性研移転を機会に共同利用のあり方と将来への展望を考えるべきであるが、問題はSORや中性子のような大型計画に関するものと極限物性に代表される中型計画に関するものに分けられる。特に大型計画について物性研がユーザーの要望に応える方策を今後検討することとなる。
- 金研、KEK等の共同利用研に対する物性グループとしての対処の仕方も今後の検討課題である。特に、物性研と金研の役割分担法について考える必要がある。
- 地方計画（国分寺計画）について、共同利用研と各大学の役割分担について今後検討する必要がある。

次に、中性子施設に関する報告として、山田安定氏より次のような報告とそれに基づく質疑が行われた。

- 物性研では定常中性子源を用いる中性子散乱計画を推進してきた。その内容は(1)東海地区常駐の体制をしく（その人員として、助教授1名、助手3名、技官2名、事務官1名）、(2)JRR-3付設分光装置群の整備、(3)共同利用運営体制の確立の3本柱である。

分光装置群については平成2年から3年計画で冷中性子源関係設備予算がまとめられた。人

員については今後の課題である。研究体制については現在は物性研（共同利用施設専門委員会の下の物性研究所中性子回折装置共同利用運営委員会），金研，原研共同利用委の3つの窓口に分かれているが、物性研の将来計画に関連して一本化を考えたい。pulseの方は、KENS施設と日英協力のすべてを中性子小委員会が当たっていて、組織的にはすっきりしており、定常中性子の方もこれにならう体制とする。

- 改3号炉の特徴は、(1)冷中性子ガイド設備を利用できるため、intensity lossが少なく、分解能も上がる、(2)NMS, spin echoなどのエネルギー分解能が大きい新装置が設置される。(3)小角散乱による新分野の利用が可能となるということである。予想される共同利用規模は、数年で現在の5倍の5000人日になることなど中性子を使った研究の拡大が予想される。また分野的には表面物性、超伝導、等を含む従来の“hard”な物性をこえて、高分子、液体、溶液、生体などの“soft”な物性に広がっていくだろう。
- 大型ハドロン計画の調査費が大蔵省で決められて順調な一步を踏み出したが、KEKの新計画とからんて pulse 中性子源 (JEMINI KENS 2) 計画がいつ具体的に動きだすか透明でない。

7. その他

- 地方大学の大学院博士課程に関連して、金沢・新潟・岡山大では理学系を含む総合大学院が出来たが、総合大学院方式は今後はとられそうにない。工学系博士課程や農学系連合大学院の構想が進行し、理学系が取り残されそうな状況である。このような状況に注目して頂きたい旨、勝木委員より発言があった。
- これに関連して地方大学の博士課程は外国人に占領されそうな状況にあること、また企業からみれば実験関係の理学博士が不足しているという問題点のあることなどが指摘された。
- 科研費の分科細目について幹事が集まって検討したがいろいろ無理が生じるので見送ることにした。

以上

第5回物性委員会議事録

日 時： 平成2年3月30日（金）18:00～20:00

場 所： 大坂大学理学部

出席者： 上村 洋， 金森順次郎， 守谷 亨， 仁科雄一郎， 長岡 洋介， 川路 紳治
福山 秀敏， 禅 素英， 白鳥 紀一， 三輪 浩， 小川 信二， 勝木 濡
山田 銹二， 伊達 宗行， 糟谷 忠雄， 豊沢 豊

報告事項

1. 物性委員会事務局報告（長岡）

大学院学生数調査のアンケートを実施したこと、および物性研共同利用委員、基研研究部員の選挙を行いその結果に基づき各委員の推薦をおこなったこと（選挙結果は1990年1月25日付け物性グループ事務局報（No.1）に掲載）の報告があった。

2. 物性連報告（伊達）

3月8、9日に行われた物研連の様子が報告された。また、西播磨に建設が決まった科技庁の大型SORに関し、省庁間の協力により大学関係者が容易に利用できるよう、学術会議近藤会長宛に要望書を提出すべく第4、第5部会で検討中であったが、そのような要望書を提出することをためらうムードが第4部会にあった。物性専門委員会では上記要望書を提出すべきであるとの意見が強く、その方針に沿って現在第4部会で再度準備中との報告がなされた。

3. 物性研報告（守谷）

従来は物性研将来計画をキャンパス移転計画が具体化した段階で公表する予定であったが、諸般の事情を考慮し、なるべく早く公表することにしたこと、および所員1名の転出が報告された。なお、最近助手流動も活発であることである。

4. 金研報告（仁科）

来年春に予算が切れる超伝導材料強磁場施設を維持するため、来年度の概算要求に向け現在文部省と折衝中であること、金属工学関係3部門のうち1部門を材料情報部門として所内処置で振替えることとし、材料データベースの開発と、その利用法の研究を担当する責任者を選考中であること、および物性研から桜井氏が着任したことの報告があった。なお、超伝導材料強磁場施設の概算要求を側面から援助願いたいとのことであった。

5. 基研報告（長岡）

広大理論研との合併は平成2年度予算が成立次第実現されること、これに伴い事務官2名のリストがくることの報告がなされた。また物性関係は2部門のままであり、今後部門増がある場合物性部門が第1位となること、平成3年度概算要求に非平衡物理学部門をのせることが了承され

ていること、次期所長に長岡が選出されたことが併せて報告された。また、広大からの移転所員の処遇は当分の間広大の時と同じにするとの合意が交わされているとのことである。

6. 高エネルギー研報告（糟谷）

☆放射光関係：トリスタン計画の実験は今後更に4, 5年かかる予定であるが、その後はメインリングを B Physics および超高輝度光源リングに転用することを考えている。これら2計画は共存可能な利用形態であるが予算上の順位等で物性グループからの強い働きかけが必要である。その他、直ちに発足可能なものとしてVUVリングがある。しかしながら、これは物性研将来計画および地方放射光計画との競合等微妙な問題が含まれており、物性グループの支持があればこの計画を推進したい。

☆中性子関係：従来のジェミニ計画が大型ハドロン計画に吸収された。大型ハドロン計画は東大核研の計画であり、高エネルギー研の将来計画には入っていない。しかし、高エネルギー研もこの計画に協力をすることになっているが、その実現には微妙な問題が含まれており、物性グループの意向があれば高エネルギー研計画としての中性子散乱計画を推進することも考えられる。

以上の報告があった。

協議事項

1. 大学院学生数実態調査アンケートの集計結果について。（資料：大学院入学者数一覧）

大学院博士課程後期へ進学する学生数が最近減少し、後継者を養成する上に重大な障害となっているようである。その実態を調査するため、理学部大学院に物理がある各大学に、過去5年間における大学院入学者数のアンケート調査を行った。DC課程をもつ大学から12、独立大学院をもつ大学から7、公立大学から2、MC課程のみをもつ大学から12、私立大学から8通の回答があった。

集計結果によれば、過去5年間にかぎりMC、DCの入学者はむしろ増加の傾向がみられた。これには、5年間のデータでは少なく10年程度のデータが無ければ実態を把握できないのではないか、優秀な学生が就職してしまうという実態が把握できないとの指摘がなされた。また、大学に残る魅力が乏しくなり企業に流れるため、大学で何を行うかはっきりさせ後継者を確保しなければならないとの発言がてあった。アンケートの集計結果は事務局から公表する予定との報告がなされた。

2. 物性将来計画について

大型ハドロン計画は東大核研に調査費がつき、前向きに進めることになっている。しかし、今後これがスムーズにいくかどうかは予断を許さない状況にある。この計画の推進を慎重に見ながら、物性グループと議論を交わしていきたい旨、物研連大型施設ワーキンググループ委員長伊達

委員から報告があった。大型施設である放射光問題に関して守谷委員から、放射光関係の研究会が物性研で開かれ、すでに報告書もだされている。なぜ高輝度光源が物性研を遂行する上に必要かを念頭に置くことが大切であり、物性研では物性研究者の立場から計画を作成しているとの報告がなされた。物研連物性将来計画ワーキンググループ委員長糟谷委員から、前期の金森委員会を引継ぎ国分寺計画の検討を行っているが、総本山として共同利用研との関わりをも議論しなければならない。また、中性子や放射光等大型施設も物性研が関わっているので、物性研将来計画との絡みが出てくる。このため今期は伊達委員会と協力し作業を進めている旨報告があった。伊達委員から、中性子関係では物性研に改3号炉の予算がついた。その性能は効率面をも考えれば Brookhaven の装置と大差が無いので積極的に利用しなければならない。しかし、Neutron Group の人口が減少しており、化学や生物も含めた広い分野から若手研究者を確保する必要があるとの指摘があった。これに関連し守谷委員から、物性研では中性子部門の所員を所内努力により増やすことになり現在公募中の報告があった。最後に物性研将来計画に関し、ワーキンググループとの懇談会や拡大物性委員会で広い範囲の意見を集める機会を持ちたいとの提案が長岡委員長から出され、秋の学会の折りに開催することとした。

物性研短期研究会

「低次元系の磁場効果、分数統計、量子スピン系等の諸問題」報告

世話人代表 東大・物性研 甲 元 真 人

上記の研究会が1990年4月18日より20日まで3日間、下記のプログラム通り物性研において行われた。

強磁場下の2次元電子系の特異な現象として、量子ホール効果、分数量子ホール効果、がある。最近の研究によると前者は、系のファイバー束としての位相幾何学的な性質と強く関係しており、後者は、2次元特有の分数統計粒子との関係があることが知られている。

一方、酸化物高温超伝導体の発見に伴って2次元系、特に2次元スピン系、2系元強相関電子系が、理論的な興味を集めている。これらの系において、フラックス相と呼ばれる状態が議論されているが、これは実効的には、磁場中の電子系の問題と考えられる。最近、酸化物高温超伝導は、自由な分数統計粒子の、基底状態の性質であるとの議論が盛んであるが、この分数統計粒子は、アハロノフ・ボーム効果により仮想的な、磁束を伴った粒子と考えることができる。

これらある意味で、磁場と関連した2次元系の問題は、独立に考察されて来たものであるが、最近になって、お互いの関係が徐々に明らかになりつつあり、これらを共に議論することは重要であろう。さらに、このような問題は、単に物性理論的な興味だけでなく、統計力学、場の理論としても興味をもたれ、多くの研究がなされている。現状では、物性理論と場の理論との交流は、海外に比べて国内では盛んとは言えないが、その交流を深める意味でも物性理論と場の理論との研究者共同の研究会を、物性研究所で行えたことは有意義であった。

なお外国人参加者もいたので18日の午前と19日午前、午後は英語によって講演討論を行なった。

「低次元の磁場効果、分数統計、量子スピン系等の諸問題」プログラム

期日：4月18日（水）－20日（金）

場所：物性研究所Q棟講義室

4月18日（水）10:00-18:20

開会挨拶 10:00-10:05 甲 元 真 人
10:05-12:00 座長 甲元 真人（東大・物性研）

(10:05-10:40) Long Range Order in Flux Phases T.M.Rice (ETH)

(10:40-11:10) Magnetic Field Effects on Electrons in Two Dimensional Lattices

長谷川 泰正（東大・物性研）

(10:10-12:00) Field Theory in a Strong Magnetic Field and the Quantum Hall Effect

石川 健三 (北大・理)

昼 食 12:00 -13:30

12:00 -13:30 座長 石川 健三 (北大・理)

(13:30-14:20) On P,T Breaking Properties of Anyons 北沢 良久 (東大・理)

(14:20-14:50) Fractional Spin Particles in (2 +1) Relativistic Theory

大貫 義郎 (名大・理)

(14:50-15:20) Anyonic Quantum Theories 松山 豊樹 (京大・基研)

休憩 15:20 -15:50

15:50 -18:20 座長 北沢 良久 (東大・理)

(15:50-16:20) A Relativistic Treatment of the Bose-Fermi Transmutation in Second Quantized Theories I 糸井 千岳 (日大・理工)

(16:20-16:50) A Relativistic Treatment of the Bose-Fermi Transmutation in Second Quantized Theories II 磐 晓 (東大・理)

(16:50-17:20) A Unified Description of Anyon Superconductivity and the Fractional Quantum Hall Effect 岩崎 愛一 (二松学舎大)

(17:20-17:50) t-t'-Jモデルにおけるホールの運動 新井正男・藤原毅夫 (東大・工)

(17:50-18:20) 競合する相互作用をもつ1次元量子 спин系の基底状態

利根川 孝 (神戸大・理)

4月19日 (木) 9:20-18:00

9:20-12:20 座長 田崎 春明 (学習院大・理)

(9:20-10:10) Fractional Statistics on a Compact Surface

Yong-Shi Wu (Univ. of Utah)

(10:10-10:40) Strong Correlations and Gauge Fields 福山 秀敏 (東大・物性研)

(10:40-11:00) Effect of Gauge Fields on Nuclear Magnetic Relaxation Rate and Spin Susceptibility 久保木 一浩・福山 秀敏 (東大・物性研)

(11:00-11:30) Normal State Properties of the Uniform Resonating Valence Bond State 永長 直人 (東大・工)

(11:30-12:00) Spin Fluctuation and Mass Reduction of a Carrier Pair as the Gauge Fields in a Nearly Antiferromagnetic Background 伊豆山 健夫 (東大・教養)

昼 食 12:00-13:30

13:30-14:50 座長 斯波 弘行 (東工大・理)

(13:30-14:20) Resonating-Valence-Bond Ground State in a Large-n t-J Model

田崎 晴明 (学習院大・理)

(14:20-14:50) A Weak Coupling Expansion for the Hubbard Model on a 4x4 Cluster

B. Friedman (Sam Houston State Univ.)

(14:50-15:20) Dispersion of Low-lying Excitations in Half-filled and Doped 1D Hubbard
Model 青木 秀夫・草部 浩一(東大・理)

休憩 15:20-15:50

15:50-18:00 座長 福山 秀敏(東大・物性研)

(15:50-16:40) Dynamics of Holes and Spins in the Hubbard t-J Model and Superconductivity
松居 哲生(ベルリン自由大)

(16:40-17:10) 2-Dimensional t-t'-J Model: Slave Fermion Method

吉岡 大二郎(九大・教養)

(17:10-18:00) A Current Algebra Approach to the Kondo Effect

Ian Affleck (Univ. of British Columbia)

4月20日(金) 9:20-17:40

9:20-12:20 座長 長谷川 泰正(東大・物性研)

(9:20-10:10) フェルミオン系のモンテカルロシュミレーション 初貝 安弘(東大・物性研)

(10:10-10:40) ハイゼンベルグモデルの対称性 斎藤 理一郎(電通大・工)

(10:40-11:10) 低次元ハイゼンベルグ模型の動力学 高橋 實(東大・物性研)

(11:10-12:00) Path Integral Approach to the Thermal Average of Local Observables

高麗 徹(学習院大・理)

昼食 12:00-13:30

13:30-15:20 座長 青木 秀夫(東大・理)

(13:30-14:20) Rigorous Bounds on the Susceptibilities of the Hubbard Model

久保 健(筑波大・物理学系)

(14:20-14:50) 二層構造量子ハイゼンベルグモデルのスピン波理論

飛田 和男(埼玉大・教養)

(14:50-15:20) 1次元 $S=1/2$ XXZ モデルにおける異方性と Bond Alternation

岡本 清美(東工大・理)

昼食 15:20-15:50

15:50-17:40 座長 高橋 實(東大・物性研)

(15:50-16:20) 擬一次元反強磁性体の基底状態 坂井 徹(東大・物性研)

(16:20-16:50) フラストレートした量子スピン系のスピン波理論

雜賀 洋平・西森 秀穂(東工大・理)

(16:50-17:20) 絶縁体からの超伝導

高田 康民 (東大・物性研)

(17:20-17:50) Spectrum and the Quantum Hall Effect on the Square Lattice with Next-
Nearest-Neighbor Hopping

甲元 真人 (東大・物性研)

Long Range Order in Flux Phases

ETH T.M.Rice

There are many possible ways to generalize the Affleck-Marston flux phase to densities away from half-filling. One way proposed by Anderson et al⁽¹⁾ is to consider a uniform flux phase where the flux per plaquette is equal to the electron density per site and spin. Such a commensurate generalization was considered by Lederer et al⁽²⁾ using a renormalized mean field theory. The exchange term in a t-J model was shown to favor this commensurate flux phase(CFP) because of the stability of flux states in two dimensional lattices found by Hasegawa et al.⁽³⁾ The density matrix is complex however which leads to a reduction of the kinetic energy. Another consequence of the complex value of the density matrix is the occurrence of orbital currents whose size and form depends on the exact commensurability. Thus the CFP are characterized by an orbital current long range order⁽⁴⁾ in addition to uniform spin chirality and to a modified form of off diagonal long range order (ODLRO) related to the Girvin-Mac Donald-Read order in quantum Hall states. Recently modifications have been proposed⁽⁵⁾ of the CFP in which the density matrix is real so that there is no orbital current pattern in these new states. Such states, in contrast to CFP, involve a separation of spin and charge. When written as variational wavefunctions, they include additional factors which explicitly depend on the hole positions. These new wave functions have a uniform spin chirality and a modified ODLRO similar to the CFP. Also the balance between kinetic and magnetic energies is similar.

- 1) P.W. Anderson, B.S. Shastry and D. Hristopoulous, Phys. Rev. B40, 8939 (1989).
- 2) P. Lederer, D. Poilblanc and T.M. Rice, Phys. Rev. Lett. 63, 1519 (1989).
- 3) Y. Hasegawa, P. Lederer, T.M. Rice and P.B. Wiegmann, Phys. Rev. Lett. 63, 907 (1989).
- 4) P. Lederer, D. Poilblanc and T.M. Rice, Phys. Rev. B (in press)
- 5) M. Ogata, B. Dougot and T.M. Rice, to be published

Magnetic Field Effects on Electrons in Two Dimensional Lattices

東大・物性研 長谷川 泰正

2次元格子上の電子に対する磁場の効果について調べた。単位面積当たり $\Phi = 2\pi p/q$ の磁束が貫いているとき、電子のエネルギー構造は、よく知られているように q 個のバンドに分かれ。その時、下から p 番目のバンドの上のギャップが最も大きく、ケミカルポテンシャルがこの中にあれば、ホール係数が 1 に量子化される。この講演では、粒子数を一定にしたとき、電子系のエネルギーを磁場の関数としてみると多くのカスプ的な極小値を持ち、最小値はケミカルポテンシャルが最大ギャップの中にあるときに実現されることを示した。このとき、磁束の大きさは、1 粒子当たり 1 磁束量子であり、高温超伝導の理論として関心を集めているフラックス相、エニオンなどと密接な関係がある。また、1 粒子当たり 1 磁束量子のときにエネルギーが最小になるということが結晶構造の詳細にはならないことも、異方性のある場合、三角格子、蜂の巣格子などを調べることによって、明らかになった。

Field Theory in a Strong Magnetic Field and the Quantum Hall Effect

北大・理 石川 健三

Field theory of two dimensional continuum electrons in a strong magnetic field is formulated based on a magnetic lattice representation that preserves translational invariance. The gauge invariance, which is described by the Ward-Takahashi identity, leads to the topologically invariant expression of the Hall conductance and to the low energy theorem. Electrons are localized around a short range impurity potential and a plateau of the Hall conductance with the integer multiple of exact e^2/h is realized in the localized state regions. In the presence of extended states at the Fermi energy, the difference of the σ_{xy} from the quantized value is given by an amount proportional to the transverse conductance σ_{xx} . For more details see our paper [1].

REFERENCE

- [1] Field theory in strong magnetic field and Quantum Hall effect:integer Hall effect, N. Imai, K. Ishikawa, T. Masuyama, and I. Tanaka, Hokkaido University preprint EPHOU89 AUG002, to be published in Phys. Rev. B, and Hokkaido University preprint.

On P, T Breaking Properties of Anyons

東大・理 北 沢 良 久

We study P, T breaking physical properties of anyons. In particular we consider anyon models of high T_c superconductivity. We believe more theoretical work is necessary in view of the current experimental investigations. We obtain low energy effective Lagrangian in a systematic expansion around the constant average statistical magnetic field. We show that anyons possess no magnetic moment and exhibit no zero magnetic field Hall effect in accord with the Galilei invariance at the zero temperature. Concerning static properties, we find no magnetic field in the anyon superconductor and very small magnetic field in the normal state. Concerning optical properties, we have derived Wen-Zee type effective Lagrangian. Therefore anyons exhibit P, T breaking optical properties without suppression. We emphasize that the P, T breaking optical properties do not conflict with the Galilei invariance. We conclude that anyon models can be experimentally tested through their P, T breaking optical properties.

Fractional Spin Particles in (2+1) Relativistic Theory

名大・理 大 貫 義 郎

(2+1) Poincaré group の unitary な既約表現をことごとく求め、相対論的に可能な粒子像を網羅する。その結果、fractional spin (スピンを s とするとき $2|s|\neq$ 整数) の粒子は massive, massless のいずれにも存在し得ることが示されるが、ここでは話を限定して、非相対論的極限を有する massive の場合を議論する。

このような粒子の従う共変的な波動方程式を求めてみると、(i) 無限成分の方程式となり、(ii) positive frequency と negative frequency の amplitude は別々の共変的な方程式に従うことことが導かれる。

つぎに、fractional spin を記述する既約表現の基底ベクトルと共変な無限成分振幅とを関係づける式を構築する。これを用い、(3+1)のときと同様にして第2量子化を行うと、causality の破綻が導かれ、fractional spin particle に対しては、consistent な相対論的場の量子論が存在しないことが結論される。

さらに光速を無限大にして表現の contraction を行い、この粒子に対する Galilei 群の表現を

*¹) massless の場合は、もっと奇妙な粒子を与える既約表現も存在する。

導く。このとき得られる非相対論的な fractional spin の粒子は、全角運動量の定義を単に
 $-i(x_1 \frac{\partial}{\partial x_2} - x_2 \frac{\partial}{\partial x_1}) + S$ としただけの trivial な自由粒子に帰着し、anyon とは無関係な結果
を与える。この事実は、anyon に対しては、漸近的な自由粒子描象が存在し得ず、また通常の意味
での場の量子論的な記述が不可能であることを示している。

Anyonic Quantum Theories

京大・基研 松山 豊樹

Anyon is expected to play an important role in understanding a mechanism of the high-Tc superconductivity. We investigate quantum theories of anyons in the framework of the canonical quantization. The analysis presented here is very general. We consider the U(1) gauge theories with the Chern-Simons term as the kinetic term of the gauge field. The matter sector is generic. We only assume that the interaction is minimal. Using the symplectic geometric method of quantization, the theory is quantized canonically. After that, the Gauss law constraint, which guarantees the gauge invariance of the theory, is solved explicitly. The vector potential is expressed by using the charge density operator of the matter and a multi-valued function. Then we introduce a new basis of the matter field operator which absorbs the vector potential by a singular gauge transformation. The new field operator satisfies a graded equaltime commutation relation. The commutation relation means that the new field operator obeys exotic statistics. Thus the theories can be "anyonized". This analysis gives us a canonical description of anyonic quantum theories.

More details and furter development have been apeared in the following references.

References

1. T.Matsuyama, Phys. Lett. **228B**(1989)99
2. T.Matsuyama, Preprint RIPP-**803**(1989)
3. T.Matsuyama, Phys. Lett. **144A**(1990)59
4. T.Matsuyama, Preprint RIPP-**823**(1989)
5. T.Matsuyama, Preprint RIPP-**831**(1989)

A Relativistic Treatment of the Bose-fermi Transmutation
in Second Quantized Theories I and II

日大・理工 系 井 千 岳

東大・理 磯 暁

東工大・理 向 田 寿 光

The purpose of these talks (I and II) is to explain the bose-fermi transmutation in a relativistic field theory. We studied a massive scalar field coupled to an abelian Chern-Simons gauge field. Our main result is an equality that the partition function of a massive scalar field coupled to the Chern-Simons field is identical with that of a free Dirac field. The equality indicates that the transmutation of the charged scalar field into the Dirac field has been proved within a frame work of a relativistic field theory. Differences from non-relativistic theories should be noted. Since fermions have half-odd-integer spin in relativistic theory, it is necessary to clarify how bosons can acquire the spin degrees of freedom. The self-energy of the charged scalar particle should be evaluated to understand this problem.

In part I, a random walk representation for charged scalar and free Dirac particles in three dimensions is explained. This method enables us to calculate the partition function of the bosons nonperturbatively and to describe the propagation of the fermions in terms of bosonic functional integral. Thus we can prove the equality of the transmutation. Although this method was first employed by Polyakov to investigate the propagators of the charged scalar and the Dirac particles, there have been a lot of unclear points in Polyakov's paper [1]. Therefore we justify and extend his method [2].

References

- [1] A.M.Polyakov. Mod. Phys. Lett. **A3** (1988) 1541
- [2] S.Iso, C.Itoi and H.Mukaida, Phys. Lett. **236**(1990) 287 and preprint UT-559,
NUP-A-90-4, TIT/HEP-156 to appear in Nucl. Phys. B.

A Unified Description of Anyon Superconductivity and the Fractional Quantum Hall Effect

二松学舎大 岩 崎 愛 一

By extracting effects of vortex excitations field-theoretically as Laughlin's quasi-particles or bound states of anyons, we derive a Landau-Ginzburg theory of the fractional

quantum Hall effect (FQHE) and anyon superconductivity. Both of these phenomena are explained by the condensations of these vortices. It is clarified that the anyon systems become incompressible (FQHE) or compressible (anyon superconductivity) depending on their statistics. The hierarchy of the FQHE is also made explicit.

$t - t' - J$ モデルにおけるホールの運動

東大・工 新井 正男・伊藤 敏洋・藤原 毅夫

反強磁性体中のホールの運動を数値的対角化の方法で調べた。 $t - J$ モデルに、第2近接トランスマスター (t') と第3近接トランスマスター (t'') の効果を取り込んだ系 ($t - t' - t'' - J$ モデル) を用いる。20サイトまでの格子を扱い、周期的境界条件のもとで状態を全運動量 (\mathbf{k}) で分類する。得られた主な結果を以下にまとめる。

($t - J$ モデル) 18, 20サイトの計算から次の結果が得られた。

- (1) $\frac{J}{t} > 0.05$ で、1ホールの基底状態はトータルスピン $S = \frac{1}{2}$, $\mathbf{k} \sim (\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ である。
 - (2) 2ホールの基底状態は $S = 0$, $\mathbf{k} = (0, 0)$ で縮退していない。
- ($t - t' - t'' - J$ モデル) 16, 18サイトの計算から次の結果が得られた。
- (1) 1ホールの基底状態は $S = \frac{1}{2}$ であり、 t' , t'' の値によって、 $\mathbf{k} \sim (\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$, $(0, \pi)$, (π, π) , $(0, 0)$ のいずれかになる。
 - (2) 2ホールの基底状態は $S = 0$ であり、ほとんどの t' , t'' の値に対して $\mathbf{k} = (0, 0)$ である。
 - (3) ホールを2個入れたときの結合エネルギーの t' , t'' 依存性を調べると、1ホールの基底状態の運動量が変化するところで急激に変化している。特に、1ホールの基底状態が $\mathbf{k} = (\pi, \pi)$, $(0, 0)$ のとき、最もホールの結合に適していない。
 - (4) ホール4個に対する結合エネルギーを計算すると、 t' , t'' の符号によっては正の値になり、ホールの相分離に対して安定化される。

競合する相互作用をもつ1次元量子スピン系の基底状態

神戸大・理 利根川 孝

互いに競合する、強磁性的な最近接相互作用と反強磁性的な第2近接相互作用をもつ1次元 $S = 1/2$ ハイゼンベルグスピン系を考え、この系の基底状態を調べる。ハミルトニアンは、周期的境界条件を仮定して

$$\begin{aligned}\mathcal{H} = & -2J_1 \sum_{\ell=1}^N \left\{ \gamma(S_\ell^x S_{\ell+1}^x + S_\ell^y S_{\ell+1}^y) + \delta S_\ell^z S_{\ell+1}^z \right\} \\ & + 2J_2 \sum_{\ell=1}^N \left\{ \gamma(S_\ell^x S_{\ell+2}^x + S_\ell^y S_{\ell+2}^y) + \delta S_\ell^z S_{\ell+2}^z \right\} \quad (J_1 > 0, J_2 \geq 0).\end{aligned}$$

スピン数Nが20個までの有限系の基底状態におけるエネルギー、1重項-3重項エネルギーギャップ、磁化、スピン相関関数などを厳密に計算し、それらの結果を外挿することにより、無限($N \rightarrow \infty$)系での基底状態の様子を調べる。なお、以下で $j = J_2/J_1$ とおく。

(1) 相互作用がXY的な異方性をもつ場合

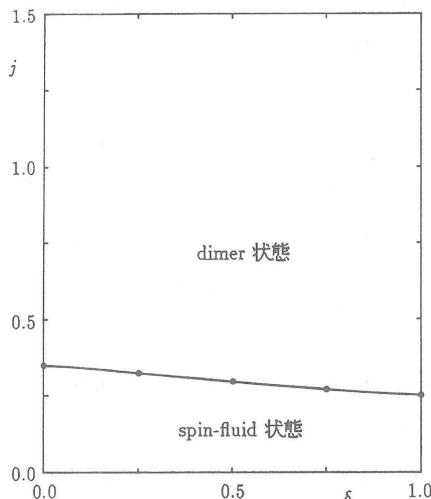
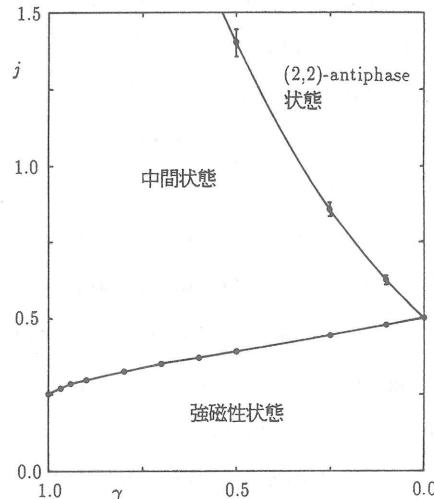
以前に、利根川・原田¹⁾は1重項-3重項エネルギーギャップの計算を行い、XY極限($\delta = 0$)では j の値が増すにつれて、 $j \sim 0.35$ でエネルギーギャップのない spin-fluid 状態から有限な大きさのエネルギーギャップをもつ dimer 状態への転移が起こることを示した。本研究では、同様な計算を $\delta = 0.25, 0.5, 0.75$ に対して行い、それぞれ $j \sim 0.32, 0.30, 0.27$ で同じ転移が起こることを明らかにした。これらの結果から、図1に示すような基底状態の相図を得ることができる。

(2) 相互作用がイジング的な異方性をもつ場合

イジング極限($\gamma = 0$)では、 $0 \leq j < 1/2$ で強磁性状態(1スピン当たりの磁化mの値は $m = 1/2$)が、また $j > 1/2$ で(2,2)-antiphase 状態($m = 0$)が基底状態になることが知られている。磁化などの計算を行った結果、 $0 < \gamma < 1$ では、両状態の間に m の値が $0 < m < 1/2$ である中間状態が基底状態として出現することが明らかになった。得られた相図を図2に示す。最近、五十嵐²⁾は、イジング極限の縮退点の近傍($0 \leq \gamma \ll 1, j \sim 1/2$)での中間状態における磁化などを、量子スピン系を有限の大きさの径をもつボーズ粒子径にマップすることによって厳密に求めているが、我々の結果は彼の結果とよく一致している。また、我々が得た強磁性状態と中間状態との間の境界線は、 $0 \leq \gamma \lesssim 0.7$ で、原田・利根川³⁾が強磁性状態における2-マグノン束縛状態の不安定から決めた結果と一致している。

参考文献

- 1) T. Tonegawa and I. Harada: J. Phys. (Paris) Suppl. **49**(1988) C8-1411.
- 2) J. Igarashi: J. Phys. Soc. Jpn. **58**(1989) 4600.
- 3) I. Harada and T. Tonegawa: to be published in Proc. Yamada Conf. XXV on Magnetic Phase Transition, Osaka, 1990.

図1. $\gamma=1, 0 \leq \delta < 1$ での基底状態の相図図2. $0 \leq \gamma < 1, \delta = 1$ での基底状態の相図

Braid Group and Anyons on a Topologically Nontrivial Surface

Univ. of Utah Yong-Shi Wu

Recently there are interests in understanding the physics of anyons obeying exotic fractional statistics when the 2-d system is put on a topologically nontrivial surface. In this talk I first briefly review the path integral formalism for anyons and fractional statistics in terms of braid group and then report the collaborative work in progress of mine with Dr. Hatzugai and Prof. Kohmoto in this subject. By now it becomes well-known that anyons on a surface S are described by representations of the braid group $B_N(S)$, where N is the total number of anyons. For a planar system, the braid group are generated by the so-called "elementary exchange" operators σ_i ($i=1, 2, \dots, N-1$) satisfying certain defining relations. It has been known that all possible statistic, for anyons described by usual (one-component) wave functions are parameterized by an angle θ ($0 < \theta < 2\pi$). However, for anyon on a sphere there is one extra relation among σ_i 's, which leads to the restriction $\exp\{i2(N-1)\theta\} = 1$. So θ/π is restricted to be fractional; when N is fixed, allowed values of θ becomes N -dependent and conversely, if θ is fixed, the total anyon number N cannot be arbitrary.

On a cylinder or annulus, the braid group becomes more complicated because even for a single anyon there is a non-contractible loop. So in addition to σ_i 's there are more generators ρ_i ($i=1, 2, \dots, N$) for the braid group, which moves the i -th particle

along a non-contractible loop. Therefore there are more relations among σ_i and ρ_j and the 1-d representations are described by two angular parameters θ and Φ , where Φ is the magnetic flux threading the cylinder or annulus. By paying attention to satisfying all braid relations for σ_i and ρ_j , we have obtained the correct rules for putting anyons on a lattice with periodic boundary conditions. These rules yield corrections for the existing computer calculations in the literature and clarify some not-well-understood points in them. In particular we have pinned down the extra symmetry condition for a cylinder in contrast to an annulus.

For anyons on a torus, there are even more generators for anyon moving around two independent non-contractible loops. The new extra braid relations require that anyons can be only bosons or fermions if they are described by usual one-component wave functions. So recently Enarrison has suggested to use more-than-one components for the many anyon wave function. In this talk we point out that the necessity of introducing multi-components can be physically understood from the ground state degeneracy on a torus for a rigid 2-d system, such as a fractional quantum Hall system or a chiral spin state, which always supports anyonic excitations. In this way we have seen that anyons have continually given us surprises and excitements.

Strong Correlations and Gauge Fields

東大・物性研 福山秀敏

電子間強相関の効果は、電子数に対する局所的な制限であるが、これは、量子力学の一般則から電子数と正準共役の関係にある波動関数の位相のゆらぎとして表現される。この位相のゆらぎが、場の理論に於るゲージ場と同様な役割を果す。一般に、ゆらぎは考えている状態の性質を反映するため、ゲージ場の伝播関数も種々の特徴的な形を持つ。とくに、時間反転対称性を破るカイラル・スピン状態のまわりのゲージ場には Chern-Simons 項と呼ばれる特異項があり、これが分数統計粒子の起源になり得ることが Wen et al.¹⁾ によって、ハイゼンベルグ・スピン模型（ドープされていない状態）に対して議論された。当講演では、これをドープされた状況に拡張することを試みた。即ち、拡張された t-J 模型について分子場近似による相図を決定し、カイラル・スピン状態の出現条件を評価した。更に、このような状態でのゲージ場の Chern-Simons 項の係数、即ち、分数統計の大きさ、がドーピングの割合に依存することを示した。

当報告は、成清修・久保木一浩両氏との共同研究に基づく。^{2, 3)}

参考文献

1. X. G. Wen, F. Wilczek and A. Zee, Phys. Rev. B39 (1989)11413.
2. H. Fukuyama, O. Narikiyo and K. Kuboki, J. Phys. Soc. Jpn. 59 (1990)807.
3. O. Narikiyo, K. Kuboki and H. Fukuyama, ISSP Tech. Rept. #2256; J. Phys. Soc. Jpn. 59 (1990) # 7.

Effect of Gauge Fields on Nuclear Magnetic Relaxation Rate and Spin Susceptibility

東大・物性研 久保木 一浩・福山 秀敏

Effect of gauge fields representing the local constraints and the phase fluctuation of the bond order parameters are investigated for the fluxless states which was recently proposed by Nagaosa and Lee as a possible model for high T_c oxides. If the system is clean, both spin susceptibility and NMR rate are found to be essentially independent of temperature, whereas in a dirty case the former increases in proportion to the inverse temperature.

Normal State Properties of the Uniform Resonating Valence Bond State

東大・工 永 長 直 人

高温超伝導体の発見以来、精力的な実験的、理論的研究により、フェルミ流体論で記述される通常の金属電子とは異なった性質が明らかにされてきた。その中でも最も注目を集めているのが Anderson の提唱した RVB 状態と spin-charge の分離及びそれにともなう物性である。本講演では、種々の RVB 状態のうち Uniform RVB を考え、そこからの搖ぎをゲージ場により扱い、各種物理量を計算することにより温度に比例する抵抗等、実験に合う結果を出すことが出来ることを示した。又、輸送係数、スピンドル磁率、中性子散乱、Photoemission spectroscopy など見る物理量により spin-charge 分離が異なった形で表われることを強調した。

Spin Fluctuation and Mass Reduction of a Carrier Pair as the Gauge Fields in a Nearly Antiferromagnetic Background

東大・教養 伊豆山 健 夫

A system of holes or excess electrons created in a two-dimensional electron lattice with alternating spin alignment is considered. In the hole system the charge carriers

are fermions with enhanced mass. In the electron system the mass enhancement for the excess electrons is even more serious. In both cases a bond pair of such fermions is always formed in the ground state. The bound pair acquires a small mass. Hence the condensed state of the composite bosons, the bound pairs, is achieved in the lower temperature phase. The mass reduction in the pair formation is described by a Gauge force. This is clearly expressed by means of the Schwinger spin bosons. The Gauge force leading to the mass reduction appears in a very local region. The asymptotic freedom leads to a partial justification for our mean field picture which neglects the quantum spin fluctuations. The Néel spin pattern in the background may not be a good approximation for $T > T_c$, but in the superconducting phase the spin pattern is almost stabilized through the mass reduction mechanism. The spin pattern violates the time reversal symmetry. As the CPT theorem predicts, there appears a parity violation: The bound pair is a mixture of a symmetric state and an odd parity state. The conventional GL phenomenological theory does not apply to this novel superconductivity.

Resonating-Valence-Bond Ground State in a Large-n t-J Model

学習院大・理 田崎晴明

To shed light on the roles of hole doping in strongly interacting electron systems, we study large- n version of the t-J model. When there are holes we prove that a novel resonating-valence-bond(RVB)state, which we call the hopping-dominated RVB (hRVB) state, is the unique ground state. We conjecture the existence of a phase transition between the standard tunneling-dominated phase and the new hopping-dominated phase. By treating the hopping term in the second order perturbation, we get an exactly solvable toy model whose ground state is the nearestneighbor hRVB state.

A Weak Coupling Expansion for the Hubbard Model on a 4×4 Cluster

Sam Houston State Univ. B.Friedman

The Hubbard model on a 4×4 cluster is studied in the weak coupling limit for half filling one and two holes. In the half filled case and for one hole the quantum numbers of the ground state agree with moderately strong coupling results. In the two hole case, to second order in U , there is more degeneracy than at intermediate coupling. The binding

energy calculated via weak coupling perturbation theory captures reasonably well the binding energy at intermediate coupling. A possible extension of the weak coupling expansion to larger clusters is discussed.

Dispersion of Low-lying Excitations in Half-filled and Doped 1D Hubbard Model

東大・理 青木 秀夫・草部 浩一

1. Introduction

Excited states as well as ground state of strongly correlated electron systems have been a subject of intense study in connection with electron mechanisms of the high T_c superconductivity. In one-dimensional(1D) systems one can provide exact results as contrasted with higher dimensional cases in which one has to make such approximations as the strong interaction limit. The exact solution for one class of excitations in 1D was first derived from the Bethe-ansatz solution by des Cloizeaux and Pearson (des Cloizeaux and Pearson 1962, see also Yamada 1969, Faddeev and Takhtajan 1986) for the Heisenberg antiferromagnet. This has been extended to the Hubbard model for the half-filled band (Ovchinnikov 1970, Takahashi 1969, 1970, Woynarovich 1982) and quarter-filled band (Coll 1974). The $U=\infty$ case (Woynarovich 1982, Ogata and Shiba 1990), where U is the Hubbard interaction, and the finite-size effect by conformal field theory (Woynarovich 1989) have also been studied.

In the present study we have numerically obtained the low-lying excitations for single-hole and two-hole states as well as for the half-filled band for various values of U ranging $0 < U < \infty$.

Here the points of interest are the followings:

- (i) How does the dispersion of low-lying excitation modes change as one goes from $U=0$ (free electron) to $U=\infty$ (Heisenberg antiferromagnet).
- (ii) Although Nagaoka's theorem (Nagaoka 1966, see also Tasaki 1990) does not hold in 1D, can high-spin states emerge, and, if so, what is the dispersion like?

What happens when there are more than one hole?

2. Method

We have obtained the wavefunctions as well as eigenenergies for the ground state and low-lying excited states for finite 1D Hubbard systems by the direct diagonalization

(Lanczos method). The dispersion is obtained by classifying the states by the total spin, \mathbf{S} , and the irreducible representation of C_{nv} of the **1D** ring. Comparison with the Bethe-ansatz solution is also made.

3. Results

We have first studied the half-filled band (five \uparrow spin and five \downarrow spin electrons on the ten-site chain) for $0.01 < U < 100$. It is shown that des Cloizeaux-Pearson(dCP) mode for $U=\infty$ continuously changes into single-particle excitations across the Fermi level for the $U \rightarrow 0$ fermion system.

If we turn to one-hole system (five \uparrow spin and four \downarrow spin electrons on the ten-site chain), the lowest dispersion comprises the dCP mode and another branch with complex roots in the Bethe-ansatz language. For large U , the dispersion comprises $2t\cos(k/N)$ branch (N :number of electrons), as is pointed out for the $U=\infty$ case (Doucot and Wen 1989).

For two holes(four \uparrow spin and four \downarrow spin electrons for the ten-site chain), the ground state has $S=1$ rather than $S=0$. When the number of sites corresponds to non-closed-shell ($4 \times$ integer), $S=1$ ground state emerges even for the half-filled band (Ogata and Shiba 1990). This can be interpreted as a realization of a generalized Hund's coupling in the k space in finite systems. This k -space Hund's coupling also applies to **2D** systems. For large U , the dispersion considerably deviates from the $2t\cos(k/N)$ behaviour when there are more than one hole.

In summary, low-lying excitations in the half-filled and doped **1D** Hubbard model exhibit interesting behaviours.

References

- Coll CF(1974), Phys. Rev. **B9**, 2150.
- des Cloizeaux J and Pearson JJ (1962), Phys. Rev. **128**, 2131.
- Doucot B and Wen XG (1989), Phys. Rev. **B40**, 2719.
- Faddeev LD and Takhtajan LA (1981), Phys. Lett. **85A**, 375.
- Nagaoka Y (1966), Phys. Rev. **147**, 392.
- Ogata M and Shiba H (1990), Phys. Rev. **B41**, 2326.
- Ovchinnikov AA (1970), Soviet Phys. JETP **30**, 1160.
- Takahashi M (1969), Progr. Theor. Phys. **42**, 1098.
-(1970), Progr. Theor. Phys. **43**, 1619.
- Tasaki H (1990), Phys. Rev. **B40**, 9192.

Woynarovich F (1982), J. Phys. C15, 85; 97.

-(1989), J. Phys. A22, 4243.

Yamada Y (1969), Progr. Theor. Phys. 41, 880.

ハバード $t - J$ 模型におけるホール及びスピンの力学と高温超伝導^(*)

ベルリン自由大学 松居 哲生

高温超伝導を記述するミクロスコピックな模型としてハバード $t - J$ 模型を捉え、その物理的性質を理解するために我々が発展させてきた形式化、枠組み、記述法、それらから得られる主な結果について要約した。

我々のアプローチの特徴は、

- ① 電子場をスレーブボソン（スピン）及びフェルミオン（ホール）により表示し、その経路積分により、量子化を行なう。
- ② 近距離ネール秩序を仮定し、奇格子点上のスピン変数について積分する。
- ③ 最近接ホール対を記述する複素リンク変数を超伝導の秩序場として導入する。

主な結果は、

- A 低温における超伝導状態を記述する低エネルギー有効場の理論として、スピン自由度を記述する非線形シグマ模型（複素射影群 CP^1 に植を取る）とホール自由度を記述する相対論的ディラック・フェルミオン模型がゲージ結合した $U(1)$ ゲージ場理論を得る。
- B 超伝導-正常状態間の相転移を記述するギンツブルグ-ランダウ理論として、上記③のリンク変数をゲージ変数とする $U(1)$ 格子ゲージ・ヒッグス模型を得る。プラケット作用項は J 結合に、ヒッグス作用項は t 結合に起因する。
超伝導はヒッグス相として実現する。
- C 相構造の同定には数値解析が必要だが、一例として、この枠組みによって計算された反強磁性-正常相転移点 (T_N) の結果 [2] と単純化された可解模型による超伝導-正常相転移点 (T_c) を下図に示す。

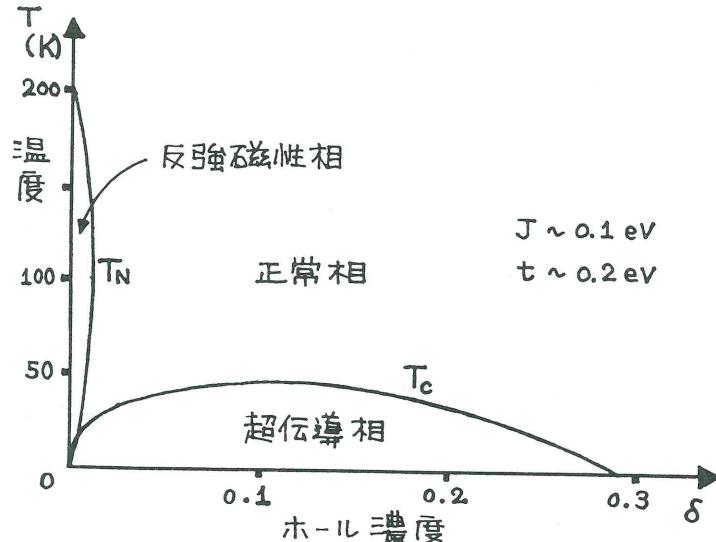
(*) 一瀬邦夫（東大教養）との共同研究 [1] に基づく。

[1] 一瀬・松居、プレプリント

UT-Komaba 90-9/FUB/HEP 90-9

[2] 山本・多々良・一瀬・松居、プレプリント

INS-Rep. -826/UT-Komaba 90-12/FUB/HEP 90-12



2-Dimensional $t-t'-J$ Model: Slave Fermion Method

九大・教養 吉岡 大二郎

高温超伝導体では、 CuO_2 面が重要であると考えられている。この面上でのスピンとキャリアーの運動を近似的に表すものとして $t-t'-J$ Model が考えられている。このモデルを Slave Fermion 法でとりあつかった結果について述べる。

$t-t'-J$ Model は Half-filled では、Heisenberg Model に帰着する。Slave Fermion 法ではこのときは Boson (Swinger Boson) のみが現れる。平均場近似を行うと、基底状態はスピン間に長距離の秩序がある状態になる。有限温度では長距離秩序はない。帯磁率、比熱などは、Monte Carlo での結果とよい一致を示す。

このように Slave Fermion 法が Half-filled で良い結果をだすことから、Half-filled から少しつぶれたところでも良い結果を与えることが期待される。 $t-J$ model に平均場近似を行うと、 $T=0$ では incommensurate な周期の反強磁性長距離秩序を持った基底状態が得られる。有限温度では、このような長距離秩序はない。 $t-t'-t''-J$ Model でスピンのゆらぎを摂動で取り入れるとホール間の有効相互作用が得られる。これは、 t, t', t'' の値により引力になる場合がある。このとき超伝導状態が実現すると考えられる。

A Current Algebra Approach to the Kondo Effect

Univ. of British Columbia Ian Affleck

The kondo effect is studied using current algebra techniques which allow a separation of charge and spin degrees of freedom. An algebraic interpretation of the low temperature fixed point is obtained. The Wilson ratio is shown to be the ratio of the specific heat for the total system to that of the spin sector which is expressed in terms of the conformal anomaly parameter of a Kac-Moody theory.

フェルミオン系のモンテカルロシュミレーション

東大・物性研 初 貝 安 弘

絶対零度でのフェルミオン系を新しい量子モンテカルロ法により調べた。具体的には Hubbard model の場合^{REF1}と比較しながら、2-band model (1, 2 次元 d-p model, 1 次元 periodic Anderson model) に対してこの方法を適用してレベル差, 占有率とモーメンタム分布, スピン相関, 超伝導相関の関係など, 調べた結果を報告した。

更に, 分数統計粒子の数値シュミレーションについても計算の一部を報告した^{REF2}。

Ref. 1:M. Imada and Y. Hatsugai, J. Phys. Soc. Jpn. 58(1989) 3752.

Ref. 2:Y. Hatsugai, M. Kohmoto and Y. S. Wu:in preparation.

ハイゼンベルグモデルの対称性

電通大・電子 斎 藤 理一郎

二次元正方格子反強磁性ハイゼンベルグモデルの有限個のスピン数Nに対する対角化では, 対称性によって考えている空間の次元を少なくする事ができる。しかし考え得る全ての対称性を取り入れたとき, 何次元迄下がるかは自明ではない。この間に答えるには対称群の知識が有効であり, 簡単な計算でその答えを得ることができる。

スピン数N=10を例にとって説明する。ハミルトニアンは, 互換 P_{ij} を用いて,

$$H = \frac{J}{2} \sum_{\langle i,j \rangle} (P_{ij} - \frac{1}{2}). \quad (1)$$

と書けることが知られている。同様にハミルトニアンと可換な T ($[H, T] = 0$) も, 置換演算子で以下のように書ける。

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & \cdots & N-1 & N \\ r_1 & r_2 & r_3 & \cdots & r_{N-1} & r_N \end{pmatrix}. \quad (2)$$

このように置換 T は系の対称性を表し、関数式 $[H, T_1 T_2] = T_1 [H, T_2] + [H, T_1] T_2 = 0$ から T は、置換の群である対称群の部分群になる（対称操作群）。このような T を見つけるのは、関数式 $P_{r_i r_j} T = T P_{ij}$ から

$$[H, T] = \left(\sum_{i,j} P_{ij} - P_{r_i r_j} \right) T = 0. \quad (3)$$

が満たされれば良い。例えば、 $N=10$ の場合にはハミルトニアンと可換な操作は $10!$ 個の置換の中に 240 個存在した。この可換な操作を探すプログラムはアルゴリズムを工夫すれば、 N が大きくなってしまってもほとんど時間をかけずに得ることができる。

一般的な方法に従って、その対称操作 T のつくる群の指標表を求めた（表 1）。これと $S_{tot} = S$ の空間の可約指標（表 2）から、 $S_{tot} = S$ の空間を規約表現に分解した（表 3）。可約指標は、 $S_{tot} = S$ の空間が対称群の規約表現であることを用い、一般のヤング図形に対応する指標の方法を用いて求めた（Appendix 参照）。全ての固有ベクトルは、いずれかの規約表現に属するので、対角化は規約表現毎にすればよい。従って対称性によって得ることのできる最小の次元は、上記の規約分解によって知ることができる。

特に基底状態を含む空間は、Marshall の対称性を持つ $S_{tot} = 0$ の Γ_2 であるので、上の答えとして 3 次元まで下がることを示している。一般に、二つの部分格子に分けられる系の基底状態は、 $N = 4m$ (m は整数) の場合は Γ_1 に、 $N = 4m+2$ の場合は Γ_2 に存在する。また実際の数値計算によって得られた全ての励起状態の縮重重度は、対応する規約表現の次元と一致した。このことは考え得る対称性がこれで十分であることを示している。この結果を $N=20$ まで調べ、中川・夏目によってパターン解析から得られた結果と同じ次元数を得た。

表 4 に今回群論で得られた、基底状態を求めるために必要な最小な次元をまとめた。表 5 は、単位胞が正方形でない場合で対称操作の群の点群の C_{Nv} (1 次元) の場合である。この場合は、対称性が表 4 の場合に比べて低いので、最小の次元が大きくなっている。実際の対角化の方法等詳しい結果の報告に関しては、論文（投稿準備中）を参照されたい。本研究は、石野隆（東大、現東芝総研）、上村洸（東大）、との共同研究である。

表 1. N=10 の対称操作群の指標

	1 C ₁	24 C ₂	15 C ₃	20 C ₄	10 C ₅	20 C ₆	30 C ₇	1 C ₈	24 C ₉	15 C ₁₀	20 C ₁₁	10 C ₁₂	20 C ₁₃	30 C ₁₄
Γ_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Γ_2	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Γ_3	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1
Γ_4	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
Γ_5	4	-1	0	1	2	-1	0	4	-1	0	1	2	-1	0
Γ_6	4	-1	0	1	2	-1	0	-4	1	0	-1	-2	1	0
Γ_7	4	-1	0	1	-2	1	0	4	-1	0	1	-2	1	0
Γ_8	4	-1	0	1	-2	1	0	-4	1	0	-1	2	-1	0
Γ_9	5	0	1	-1	1	1	-1	5	0	1	-1	1	1	-1
Γ_{10}	5	0	1	-1	1	1	-1	-5	0	-1	1	-1	-1	1
Γ_{11}	5	0	1	-1	-1	-1	1	5	0	1	-1	-1	-1	1
Γ_{12}	5	0	1	-1	-1	-1	1	-5	0	-1	1	1	1	-1
Γ_{13}	6	1	-2	0	0	0	0	6	1	-2	0	0	0	0
Γ_{14}	6	1	-2	0	0	0	0	-5	-1	2	0	0	0	0

表 2. $S_{tot}=S$ の可約指標 (Appendix 参照)

	1 C ₁	24 C ₂	15 C ₃	20 C ₄	10 C ₅	20 C ₆	30 C ₇	1 C ₈	24 C ₉	15 C ₁₀	20 C ₁₁	10 C ₁₂	20 C ₁₃	30 C ₁₄
$\Gamma_{S=0}$	42	2	2	3	6	3	2	-10	0	-10	-1	-10	-1	-2
$\Gamma_{S=1}$	90	0	2	3	14	-1	2	10	0	10	1	10	1	2
$\Gamma_{S=2}$	75	0	3	0	15	0	-1	-5	0	-5	-2	-5	-2	-1
$\Gamma_{S=3}$	35	0	3	2	11	2	-1	5	0	5	2	5	2	1
$\Gamma_{S=4}$	9	-1	1	3	5	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$\Gamma_{S=5}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 3. $S_{tot} = S$ の空間を規約表現に分解した結果

$$\begin{aligned}
 \Gamma_{S=0} &= 3\Gamma_2 + 2\Gamma_6 + \Gamma_7 + 2\Gamma_{10} + \Gamma_{12} + 2\Gamma_{13} \\
 \Gamma_{S=1} &= 3\Gamma_1 + \Gamma_6 + 4\Gamma_7 + 2\Gamma_8 + 3\Gamma_9 + \Gamma_{10} \\
 &\quad + 2\Gamma_{11} + \Gamma_{12} + \Gamma_{13} + 3\Gamma_{14} \\
 \Gamma_{S=2} &= 2\Gamma_2 + 2\Gamma_7 + 3\Gamma_8 + 2\Gamma_9 + 3\Gamma_{10} + \Gamma_{11} \\
 &\quad + \Gamma_{12} + 2\Gamma_{13} + \Gamma_{14} \\
 \Gamma_{S=3} &= 2\Gamma_1 + 2\Gamma_7 + \Gamma_8 + 2\Gamma_9 + \Gamma_{10} + \Gamma_{14} \\
 \Gamma_{S=4} &= \Gamma_2 + \Gamma_7 + \Gamma_8 \\
 \Gamma_{S=5} &= \Gamma_1
 \end{aligned}$$

表 4. 正方形の Unit cell の 1 次元表現

N	n _r	g	n ₀	Γ ₁	Γ ₂
10	14	240	42	0	3
16	20	384	1430	18	3
18	18	144	4862	20	60
20	14	80	16796	269	193

太字 : Marshall 対称性
n_r : 類の数
g : 元の数
n₀ : $S_{\text{tot}}=0$ の次元
Γ₁ : Γ₁の次元
Γ₂ : Γ₂の次元

表 5. C_{NV} の Hamiltonian の 1 次元表現

N	n _r	g	n ₀	Γ ₁	Γ ₂
10	8	20	42	0	6
12	9	24	132	12	2
14	10	28	429	7	27
16	11	32	1430	65	30
18	12	36	4862	105	175
20	13	40	16796	490	364
22	14	44	58786	1221	1473
24	15	48	208012	4588	4126
26	16	52	742900	13858	14782
28	17	56	2674440	48678	46962
30	18	60	9694845	159982	163414
32	19	64	35357670	555885	549450

太字 : Marshall 対称性
n_r : 類の数=(3+N/2)
g : 元の数=2N
n₀ : $S_{\text{tot}}=0$ の次元
Γ₁ : Γ₁の次元
Γ₂ : Γ₂の次元

Appendix S_{tot}=S の可約指標の計算方法

"M. Harmermesh: Group theory and its application to physical problems § 7-4 p. 201"

- $S_{\text{tot}} = S$ は、対称群 ($N!$ 個の置換の群) の規約表現 ($\lambda = (\frac{N}{2} - S, \frac{N}{2} + S)$)

- 対称群の規約表現の指標: $\chi_{[\ell]}^{[\lambda] \cdots \text{規約表現}}$

$$\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_M\} \quad \text{規約表現} = \text{Young図形} \rightarrow \text{分割数} \left(\sum_i^M \lambda_i = N \right)$$

$$\ell = \{\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_L\} \quad \text{類} = \ell_i - \text{巡回置換} \rightarrow \text{分割数} \left(\sum_i^L \ell_i = N \right)$$

- 例: $N=4$, $\chi_{(2,1^2)}^{(3,1) \cdots \text{規約表現}}$

図 1: (3,1) の Young 図形

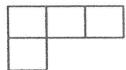


図 2-1: 1 行目から入れた場合

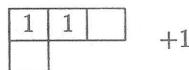


図 2-2: 2 行目から入れた場合

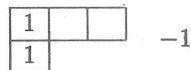
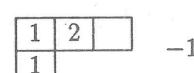
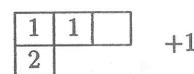
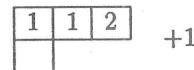


図 3: 2 を入れた場合



- 左図の様に、規約表現 (3, 1) に対応する、Young図形 (1 行目 3 個, 2 行目 1 個) をつくる。

- Young 図形に類の分割数に対応する、(2, 1, 1)個の dots(数字)を入れる。ここでは、1を2個, 2を1個及び3を1個、合計4個の数字を左のますに入れる。

- 入れる規則(regular application):

(a) 数字の小さい方から入れる。

(b) 数字は、左からつめて入れる。何行目のますから初めてもよいが、同じ列の上の行が空いている場合は上に進む。一つ上に進むと符号として -1 がかかる。

例の場合、まず 1 を入れると図2-1, 2-2の2通りが考えられる。図の符号はそれぞれ +1, -1 である。次に 2 を左からつめて入れると図：3の3通りがあり、残りのますに 3 が入る。

(c) 数字が全部入ったとき、Young 図形は左から右、上から下に数字が大きくなるように入らねばならない。

(d) 又同じ数字が離れて存在してはいけない。

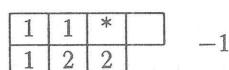
(e) 各々の図形の指標への寄与は上の符号で与えられ、+1 (even application)か -1 (odd application)である。

- 求める指標は、考えられる3つ図形の寄与を足して、

$$\chi_{(2,1^2)}^{(3,1)} = +1 - 1 + 1 = 1$$

のように得られる。

図 4: 規則 (c) に合わない例



- 注: (c) の注意は必要である。 (b)で上の行が空いているが、入れる数の個数が足りなくて、上の行にいけない場合がある(図4)。この場合は* の位置に 3 が入るので除かなければならぬ。

低次元ハイゼンベルグ模型の動力学

東大・物性研 高橋 實

Dynamical correlation function $G_r(t) \equiv \langle S_r(t) \cdot S_0(0) \rangle$ and dynamical structure factor $S_q(\omega)$ are calculated by the modified spin-wave theory for the low-dimensional quantum Heisenberg ferromagnets at low temperature. We use Dyson-Maleev transformation, ideal spin-wave states and the rotational averaging. $S_q(\omega)$ satisfies the dynamic scaling relation. The explicit form of scaling function is obtained. The classical limit of our results are compared with molecular dynamics calculation. The agreement is surprisingly good.

Path Integral Approach to the Thermal Average of Local Observables

学習院大・理 高麗 徹

経路積分の考えに従いトロッター公式などを使うと、 d 次元量子系の局所観測量の熱平均値は $d + 1$ 次元古典系の観測量の熱平均値で近似できる。このとき、密度行列を近似したことが新たな次

元（時間方向）となって現れる。また、もとの量子系の熱平均値を得るために、近似の際、導入した分割数を無限大とする極限をとらなければならない。

このことについて、次の定理を得た。¹⁾

定理 上記古典系のある実空間方向に対する相関距離が分割数に関して一様に有界ならば、その実空間方向の 1 つについての熱力学的極限（1 次元的極限）と分割数を無限大とする極限の順序を交換できる。

言いかえれば、相関数が分割数に関係なく、距離に関して指数的に減衰しているならば、上記極限が交換できる。

この定理を実際に使うためには、相関距離の評価が必要となるが、相関距離は転送行列の 2 つの固有値のみ（1 つは最大固有値）で書け、それらを計算することは比較的容易である。

実際、1 次元 スピン-1/2 XXZ ハイゼンベルグ模型および 1 次元ハバーード模型については我々が開発した有限温度のベーテ仮説の方法によって相関距離を十分良い精度で評価できる。^{2, 3)}

また、我々が新しく開発した数値計算法を使えば容易に転送行列の固有値を計算でき、相関距離の評価を得ることができる。この方法はモンテカルロ法によって転送行列の固有値を計算する方法であり、自由エネルギー（転送行列の最大固有値のみで書ける）も簡単に計算できる。今までにもモンテカルロ法によって自由エネルギーを計算しようとする試みは、1 次の相転移や界面などの研

究のために、数多くなされてきたが、十分満足な結果が得られていなかった。

さて、このようにして、相関距離の評価が得られ、上の定理にいう2つの極限の順序が交換できることになると、統計物理で重要な局所観測量の熱平均値、特に相関関数の計算が非常に簡単になる。実際、我々は上記2つの模型を含む一般的の模型に対する相関関数の上限を与える評価式を得た。¹⁾

文 献

- 1) T. Koma, reported at the annual meeting of Physical Society of Japan, March, 1990, Oosaka.
- 2) T. Koma, Prog. Theor. Phys. 78(1987), 1213; 81(1989), 783; 83(1990)
- 3) M. Yamada, J. Phys. Soc. Jpn. 59(1990), 848.

Rigorous Bounds on the Susceptibilities of the Hubbard Model

筑波大・物理 久 保 健

相互作用定数Uを持つ单バンドハバード模型は酸化物超伝導体に関連して最近盛んに研究されているが厳密な結果は一次元の場合を除きほとんど得られていない。我々はこの模型に関して次元温度によらず以下の定理が成り立つ事を報告した。

定理1：引力 ($U < 0$) 系で帶磁率 χ_q は次の不等式を満たす。

$$\chi_q \leq (4 |U|)^{-1}$$

定理2：バイパータイト格子上の half-filled, 斥力 ($U > 0$) では電荷感受率 $\beta (\delta n_q, \delta n_{-q})$ 及び on-site pairing に対する感受率 $\beta (P_{n_q}, P_{n_{-q}})$ はつきの不等式を満たす。

$$\beta(\delta n_q, \delta n_{-q}) \leq U^{-1} , \quad \beta(\delta P_q, \delta P_{-q}) \leq U^{-1}$$

ただし P_q は $P = C_{\alpha\uparrow} C_{\alpha\downarrow}$ のフーリエ変換。

$$(A, B) = \int_0^1 dx \langle e^{\beta x H_A} e^{-\beta x H_B} \rangle$$

また、Falk-Bruch 不等式を用いると各々の場合に対応する長距離秩序は存在しない事が結論である。

これらの結論は昔から予測されていたことであり、定理2の場合には $T = 0$ で感受率が0になる事が予測されているのだがそれは導けなかった。

定理2の証明は系のスピン空間に対する Reflection Positivity を用いて行われる。定理2は

定理1より electron-hole symmetry を用いて直ちに導かれる。(文献1)

この研究は岸達也氏との共同研究である。

文献1 : K. Kubo and T. Kishi, Phys. Rev. B41, 4866, 1990

二層構造量子ハイゼンベルグモデルのスピン波理論

埼玉大・教養 飛 田 和 男

2次元正方格子量子ハイゼンベルグ反強磁性体が二層に重なったモデル

$$H = J_A \sum_{\langle i, j \rangle} \$^A_i \$^A_j + J_B \sum_{\langle i, j \rangle} \$^B_i \$^B_j + J_K \sum_i \$^A_i \B_i$

を考える。ここで、 $\A_i , $\B_i は大きさ S のスピン演算子である。 J_A , J_B , J_K はすべて正(反強磁性的)とする。

まず、この系の基底状態を最低次のスピン波近似によって調べた。 J_K が小さいとき、 J_K の増大と共に反強磁性秩序は強められるが、さらに J_K を大きくすると副格子磁化は減少し始め、十分大きな J_K に対しては反強磁性秩序が失われる可能性があることを示した。これは、大きな J_K に対してはスピンが面間でシングレットを作る傾向を示し、各点での有効スピンの大きさが小さくなり、量子揺らぎが増大するためと考えられる。

さらに、このモデルを、高橋によって提唱された Modified Spin Wave 近似により取扱った。この近似によれば、十分大きな J_K に対する基底状態として Quantum Disordered State が現れることがわかった。

このように、このモデルはまったくフラストレーションがないにも関わらず、量子的に乱れた基底状態を持ちうるモデルとして興味深いと思われる。また、このモデルは高温超伝導物質のスピンホールモデルにおいて全てのホールサイトにホールが入り局在した極限に対応している。従って、このモデルの量子的に乱れた基底状態は、高温超伝導物質における反強磁性秩序の消失とも関連している。

参考文献 : T. Matsuda and K. Hida: J. Phys. Soc. Jpn. to appear.

K. Hida: J. Phys. Soc. Jpn. to appear.

1 次元 $S=1/2$ XXZ モデルにおける異方性と Bond Alternation

東工大・理 岡 本 清 美

Bond Alternation のある 1 次元 $S = 1/2$ XXZ モデル

$$H = J \sum_j [1 + (-1)^j \delta] (S_j^x S_{j+1}^x + S_j^y S_{j+1}^y + \Delta S_j^z S_{j+1}^z), \quad J > 0, \quad (1)$$

の基底状態の相図を調べた。¹⁾ δ ($0 \leq \delta \leq 1$) は bond alternation のパラメタである。また, Δ は異方性のパラメタで, 反強磁性 Ising モデル ($\Delta=\infty$), 等方的反強磁性 Heisenberg モデル ($\Delta=1$), XY モデル ($\Delta=0$), 等方的反強磁性 Heisenberg モデル ($\Delta=-1$), および強磁性 Ising モデル ($\Delta=-\infty$) を連続的にカバーする。ここでは $-1 < \Delta \leq 0$ の強磁性的な場合に焦点を絞った。 $\delta=0$ では基底状態は励起スペクトルにギャップがなくスピン相関距離 ξ が発散した状態 (spin fluid [SF] 状態と呼ぼう) になっている。また, $\Delta=0$ の XY モデルでは $\delta > 0$ である限り基底状態は強いボンドのところに一重項対が実効的に固定された状態 (Effective Singlet [ES] 状態) であることがわかっている。ES 状態では励起ギャップがあり ξ は有限である。

このハミルトニアンはボソン場を用いて

$$H = \int dx [A(\nabla \theta)^2 + CP^2 - B \cos \theta + D \cos 2\theta], \quad (2)$$

と表現できる。ただし, $[\theta(x), P(x')] = i\delta(x-x')$, 係数 A, C は Δ のなめらかな関数であり, $B \propto \delta$, $D \propto \Delta$ である。Double sine-Gordon ハミルトニアン(2)に対して繰り込み群および変分法を適用し, 係数 B がゼロに繰り込まれるかどうかで基底状態が SF 状態か ES 状態かが判定できる。

その結果, 図のような基底状態の相図を得た。ここでは相図を $-\infty < \Delta < \infty$ に対して描いた。残念ながら $\Delta < -1/\sqrt{2}$ の相境界線の傾きは $\Delta = -1/\sqrt{2}$ 付近においても求められなかったが, その理由は繰り込み群の計算で高波数部分を繰り込むときに “slicing procedure” に依存する定数が現れるためである。また, (2) が δ の小さいところしか使えないことと繰り込み群の適用限界から, ES-SF 境界線が $(\Delta, \delta) = (-1, 1)$ に達するかどうかはわからない。しかし物理的状況からは図のような状況が極めて自然であると考えられる。なお, この相図は Ashkin-Teller モデルとの関連で Kohmoto, den Nijs and Kadanoff²⁾ が求めたものと同じである。図で $\delta=0$ は常に SF 状態である。 $\Delta > -1/\sqrt{2}$ においては ES-SF 転移は 2 次相転移, $\Delta < -1/\sqrt{2}$ においては KT 転移になっている。前者の転移では $\delta \rightarrow 0$ のとき, 励起ギャップ ϵ_g と相関距離 ξ はそれぞれ $\epsilon_g \sim \delta^b$, $\xi \sim \delta^{-\nu}$ のように振舞い, 臨界指数は $\eta \equiv 2/[1 + (2/\pi) \sin^{-1} \Delta]$ を用いて $b = \nu = 2/(4 - \eta)$ と表される。

以上の解析的予想の当否を調べるため、スピン数 N が 20 までの系でハミルトニアンを数値的に厳密に対角化し、有限サイズスケーリングを用いて数値データを解析した。数値的に求めた物理量は数種類あるが、最もスケーリングに乗りやすかったのは励起ギャップ ε_g である。 Δ を固定したとき、 ε_g に対する有限サイズスケーリングの式は

$$\varepsilon_g(N, \delta) \sim N^{-1} g(N/\xi), \quad (3)$$

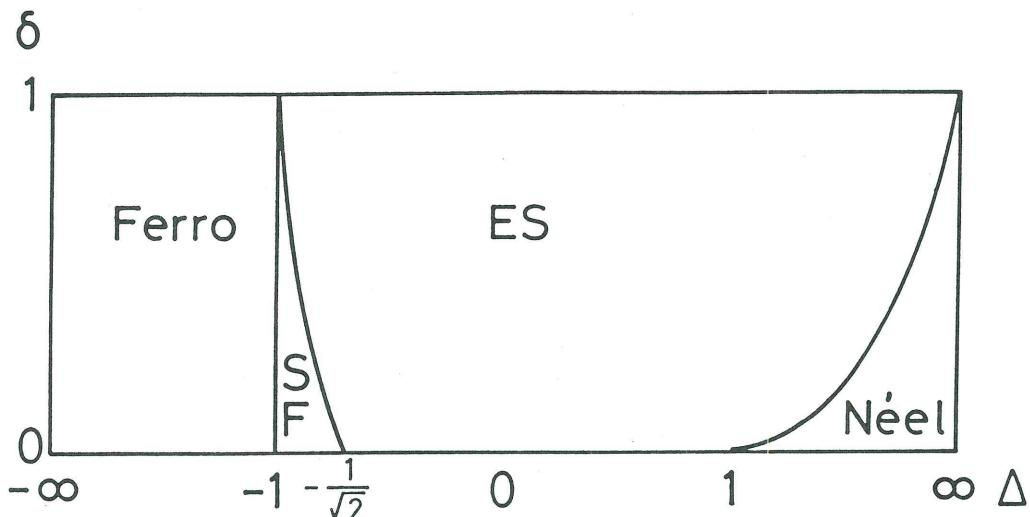
と書ける。 $\Delta > 1/\sqrt{2}$ の場合は $\xi \sim \delta^{-\nu}$ を考慮して $N\varepsilon_g(N, \delta)$ 対 $N\delta^\nu$ がユニバーサルになるように ν を決めればよい。この方法あるいはこれを少し変形した方法から求めた ν の値は解析的予想値と極めてよく一致した。

一方、 $\Delta < -1/\sqrt{2}$ では δ の臨界値 δ_c が最初からわかっているわけではないので、上の方法は使いにくい、(3)によると $N\varepsilon_g(N, \delta)$ 対 $\log N$ はユニバーサルではないが、各曲線を $\log \xi(\delta)$ だけずらせばユニバーサルになる。したがって、基準点 δ_0 に対する ξ の変化 $\log[\xi(\delta)/\xi(\delta_0)]$ が数値的に求められる。この $\log[\xi(\delta)/\xi(\delta_0)]$ は生の数値データと有限サイズスケーリング仮定(3)だけから求められたものであり、 $\xi(\delta)$ の関数形には何も仮定はしていない。こうして数値的に求められた $\xi(\delta)$ は KT 型の変化 $\xi(\delta) \sim \exp(a/\sqrt{\delta - \delta_c})$ を示し、この式にフィットさせることにより臨界値 δ_c が求められる。

数値的に決定された相図 ($-1 < \Delta < 0$) は解析的予想を強く支持している。特に ES-SF 境界が $(\Delta, \delta) = (-1/\sqrt{2}, 0)$ から立ち上がり、 $(-1, 1)$ に達することには疑問の余地がない。

参考文献

- 1) S. Yoshida and K. Okamoto: J. Phys. Soc. Jpn. **58**(1989) 4367.
- 2) M. Kohno, M. den Nijs and L. P. Kadanoff: Phys. Rev. **B24** (1981) 5229.



擬一次元反強磁性体の基底状態

東大・物性研 坂井 徹

ハイゼンベルグ反強磁性体の基底状態は、二次元（正方格子）及び三次元（立方格子）の場合は長距離秩序を持つが、一次元鎖の場合はこれを持たないことが知られている。従って、二、三次元格子上で、鎖間と鎖内の結合定数の比 $J (= J_{\perp}/J_{\parallel})$ を変化させるとき、 $0 \leq J \leq J_c$ が無秩序状態、 $J_c < J \leq 1$ が Neel 状態となるような臨界点 J_c が存在することが予想される。スピノン波の計算によると、 J_c は非常に小さく、無秩序相は存在するとしても擬一次元的領域に限られることが示される。これをもとに、鎖間の相互作用を平均場として扱う近似を使って、 $S = 1/2$ のとき $J_c = 0$ 、 $S = 1$ のとき、 $J_c \geq 0.025$ (二次元)、 $J_c \geq 0.013$ (三次元) という結果を得た。これによると、NENP と呼ばれる擬一次元反強磁性体 ($S = 1, J = 0.0004$) は、絶対零度ですら Neel order を持たないことが予想される。

フラストレートした量子スピン系のスピン波理論

東工大・理 雜賀 洋平、西森 秀穂

最近高温超伝導との関連から、2次元正方格子上の量子効果も入れたスピン系についての研究が盛んになっている。モデルは2次元正方格子上で次近接交換相互作用も考慮したハイゼンベルグモデルで最近接、次近接共に反強磁性的であるためにフラストレーションが生じている。

ここでは、このモデルの基底状態への1つのアプローチとして我々は修正スピン波理論（高橋の方法）⁽¹⁾ を用いている。なお、これまでなされた議論としては、[1] 古典まわりに量子ゆらぎを考慮するスピン波理論⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ [2] 数値計算による少数系の対角化⁽⁵⁾⁽⁶⁾ [3] 厳密な長距離秩序の存在証明⁽⁷⁾ などがある。しかし今のところどの方法もあまり成功しているようには思えない。

(1) 古典的秩序状態（スピン波の出発点）

スピン波理論では古典まわりに量子ゆらぎを考慮するものだから古典状態がどのようにになっているのかを見なければならない。 α は次近接交換相互作用の最近接交換相互作用に対する比でこれをパラメーターとすると

$$0 \leq \alpha < 0.5 : 2 \text{副格子反強磁性}$$

$$\alpha = 0.5 : \text{連続縮退状態}$$

$$0.5 < \alpha : 4 \text{副格子反強磁性} (\text{連続縮退有り})$$

が基底状態となっている。 $\alpha = 0.5$ はフラストレーションの効果が最も強く量子ゆらぎを考慮した場合どのような基底状態が実現しているのか興味深いところである。まず P. Chandra and

B. Doucot⁽²⁾ によるスピン波理論からみていきたい。

(2) P. Chandra and B. Doucot によるスピン波理論

従来の独立スピン波を用いた手法である。つまり、Holstein-Primakoff 変換でボソン表示にしてハミルトニアンでボソンについて2次で切り、Bogoliubov 変換で対角化しスピン波 0 個の状態を基底状態とする。これから相図 1 が与えられる。 α の増加に対していずれ 2 副格子反強磁性が壊れ、スピン液体状態となるというものである。但し phase boundary は部分格子自発磁化が 0 となるところにいる。しかしながら、2 点相関は $\alpha = 0.5$ で発散し矛盾が生じている。

(3) 修正スピン波理論（高橋の方法）

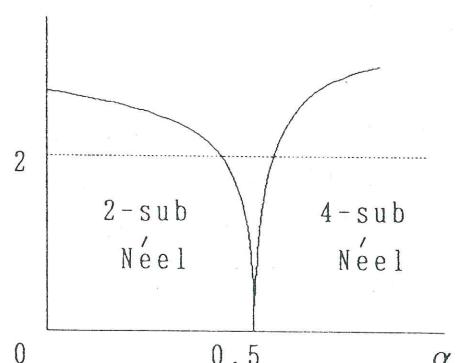
修正スピン波理論では、ボソン展開に Holstein-Primakoff 変換の代わりに、Dyson-Maleev 変換を用いている。更に部分格子自発磁化の期待値が 0 という条件のもとで、エネルギー最小となるようなスピン波 0 個の状態として基底状態を求める。結果は相図 2 である。 α の増加に対して 2 副格子反強磁性が壊れる前に 4 副格子反強磁性に一次転移するというもので、フラストレーションの効果では（量子系において）スピン液体状態が実現しないという結果が得られた。また部分格子自発磁化が 0 の条件のためにスピン波の数が制限され相関関数が発散することはない。条件のためにスpin波の数が制限され相関関数が発散することはない。

(4) 問題点

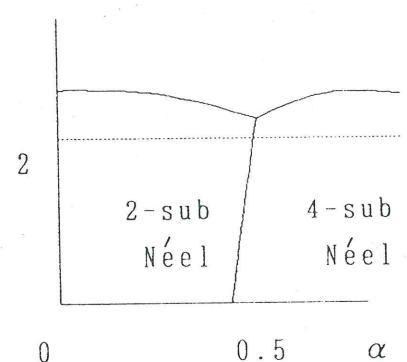
修正スピン波理論では、Dyson-Maleev 変換を用いていたためにハミルトニアンのエルミート性が失われ非物理的状態が入るための影響がどうなるのか気になるところである。ともかく、この問題に関してはまだぴったりした解決策が見つからないのが現状のようである。

- (1) M. Takahashi, Phys. Rev. **B40** 2494 (1989)
- (2) P. Chandra and B. Doucot, Phys. Rev. **B38** 9335 (1988)
- (3) J. E. Hirsch and S. Tang, Phys. Rev. **B39** 2887 (1989)
- (4) T. Oguchi and H. Kitatani, preprint
- (5) E. Dagotto and A. Moreo, Phys. Rev. Lett. **63** 2148 (1989)
- (6) K. Sano, I. Doi and K. Takano, preprint

相図 1



相図 2



(7) T. Kishi and K. Kubo, J. Phys. Soc. Jpn. 58, 2547(1989)

絶縁体からの超伝導

東大・物性研 高田康民

最近、伝導帯の電子と価電子帯の電子の間に実効的に引力が働きうるような有機物質の可能性を提案した。¹⁾ 本講演では、一般に、絶縁体の価電子が伝導電子と引力的に結びつくことによって、新しい形の電子対形成が可能であることを示したが、この新しい電子対は、従来のクーパー対とは、全く異なる性格を持っている。まず第1に、クーパー対は時間反転対称な状態間のペアであるのに対し、今はパリティの異なる状態間のペアであり、光吸収の実験には、その特異性が現われることが期待される。又、対形成は、必ずしも、2次の相転移に限られず、1次相転移にもなりうること、更に、クーパー対の時に導びかれたいろいろな universal reactions は、一切成り立たないことなどである。マイスナー効果についても、クーパー対は、逆の速度をもった電子の対のため、波動関数の外場に対する堅さは完全だが、今の場合はそうでないため、完全な堅さではなくなる。また、バンドの形や、ペアリングのポテンシャルの大きさによっては、ロンドン方程式の係数の符号が逆転し、マイスナー効果ではなく、磁場が振動的に結晶中に侵入するような超伝導状態も予言された。

以上のように、価電子と伝導電子との対形成は、超伝導研究に新しい局面を拓くことが予想され、これに関連する物質の発見、あるいは合成が強く期待される。

1) Y. Takada and M. Kohmoto, Phys. Rev. B41, 8872 (1990)

Spectrum and the Quantum Hall Effect on the Square Lattice with Next-Nearest-Neighbor Hopping

東大・物性研 甲元眞人

We study the energy spectrum and the Hall effect of electrons on the square lattice with next-nearest-neighbor(NNN) hopping as well as nearest-neighbor hopping. This lattice includes the triangular as a special case. We study the system under general rational values of magnetic flux unit per unit cell $\phi = \frac{P}{q}$. The structure of the secular equation is studied in detail and the k dependence of the energy is analytically obtained. In the absence of NNN hopping, the two bands at the center touch for q even, thus the Hall conductance is not well defined at half filling. An energy gap opens there by introducing NNN hopping. When $\phi = \frac{1}{2}$, the NNN model coincides with the mean field Hamiltonian for the

chiral spin state proposed by Wen, Wilczek and Zee [Phys. Rev. **B39**, 11413(1989)] At half filling for q even, the Hall conductance is calculated from the Diophantine equation and the $E-\phi$ diagram. We also explicitly calculate the Hall conductance for $\phi=\frac{1}{2}$ using the wave function. We find that gaps close for other fillings at certain values of NNN hopping strength. The quantized value of the Hall conductance changes once this phenomena occurs.

物性研究所談話会

日 時： 1990年5月7日（月） 午後4時～5時

場 所： 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師： 久保佳実氏

（所属） （日本電気 基礎研究所）

題 目： $Tl_2Ba_2CuO_6$ の酸素量と構造および物性

要 旨：

$Tl_2Ba_2CuO_6$ (Tl 2201) は、組成式当たり～0.1 個の酸素が出入りすることによって、キヤリア過剰の非超伝導金属から $T_c = 85K$ の高温超伝導体にまで変化する。この変化は連続的かつ可逆的であるので、高温超伝導メカニズムへの金属側からのアプローチにとって非常に好都合な系であるといえる。最近高エネ研で行われた中性子線回折の結果では、過剰の酸素が TlO 面間の格子間位置に出入りすることが明らかになった。過剰酸素のないときが T_c 最大で、過剰酸素が～0.1 個入ると非超伝導金属になる。酸素量が増えるにつれて電気抵抗は次第に減少し、その温度依存性は T -linear から T の 1.8 乗ぐらいまで変化する。ホール係数も次第に減少するが、非超伝導状態でも正の値を保っており、La 系にみられるような急激な減少や符号の反転といった不連続的な変化は観察されなかった。この結果は、金属から超伝導に向かうときに、電子構造に極端な変化が起こっていないことを示唆しており非常に興味深い。また、最近の物性研（毛利研）の測定では負の圧力効果（圧力をかけると T_c が下がる）が観察されており、この点でも La 系とは異なっている。

日 時： 1990年5月14日（月） 午後4時～5時

場 所： 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師： 加藤礼三氏

（所属） （物性研究所）

題 目： 分子性超伝導体、分子性金属の固体化学

要 旨：

有機分子あるいは金属錯体等の「分子」の集合体が金属的な電気伝導性さらには超伝導性を示すということが明らかとなってきたのは比較的最近のことである。アルカリ金属のような原子から構成されている従来の金属に比べて、このような分子性金属の大きな特徴は、構成成分である分子が原子に比べてはるかに複雑で豊富な内部構造を持ち、これが従来の視点では捉えられないような電子系を演出する可能性に結びついている点にある。いうまでもなく分子は、原子と異なり、様々な人為的修飾が可能であり、合成化学は分子の内部構造を多様に制御する手法を着実に蓄積

しつつある。分子の構造を制御することによって分子集合体の物性をコントロールしようとする試み、つまり「分子設計」あるいは“Material Design”は現代科学の大きなフロンティアであると言える。

分子性金属の構成分子が平面的で異方的な π 分子であり、一次元的な結晶構造をとる傾向が強いことから考えて、「平面的なフェルミ面を一对持つ」一次元伝導電子系特有の金属不安定性を克服することが分子性超伝導体開発の第一歩であった。当日は、これまで開発を行なってきた以下のようない系について紹介する予定である。

- (1) 非平面的なフェルミ面を持つ安定金属系
- (2) 多数の平面フェルミ面を持つ安定金属系
- (3) 有機p π 伝導電子と金属d電子とが相互作用している分子性金属

日 時： 1990年5月18日（金） 午後4時～5時

場 所： 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師： Prof. R. Broy

（所属） (Purdue University, U.S.A)

題 目： Serendipity and the Nature of Discovery

要 旨：

Some examples of experiments in semiconductor physics at Purdue based on wrong expectations or preconceptions which eventually led to the discovery of interesting new phenomena and fields of research.

- a). Minority carrier injection and transistor physics
- b). Surprising transparency of Ge
- c). Surface Conduction Effects
- d). Phonon domains and instabilities in GaSb, and GaAs.
- e). Ripple formation on crystal surfaces by bulk phonons.
- f). Anomalous observation of high concentrations of shallow acceptors semi-insulating GaAs.

日 時： 1990年6月11日（月） 午後4時～5時

場 所： 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師： 津 田 惟 雄 氏

（所属） （東京理科大学理学部）

題 目： 高温超伝導体のトンネル効果

要 旨：

トンネル効果は超伝導の機構を調べるには最も直接的な実験手段であるにも関わらず酸化物に対しては最も信頼を得ていない手段である。我々はショットキバリアと、表面が一番安定な $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ を選ぶことにより、フォノンの状態密度と良く対応する微細構造を見い出したのでこれについて議論する。まず第一にこの構造についての信頼性を得るために数多くのデータを示す。第二にそれに基き、高温超伝導が基本的にフォノンによるものであり、ギャップは面内一様で、 $2\Delta/kT_c=7$ かつ温度変化はBCS的であることを述べる。他の物性との関連、高い T_c の機構を推察する。

日 時： 1990年6月18日（月） 午後4時～5時

場 所： 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師： 壽榮松 宏 仁 氏

（所属） （東大・理学部）

題 目： 酸素单分子層結晶の磁気相転移

要 旨：

層状結晶の表面上に育成された單原子／單分子層結晶は、人工的に得られる最も理想的な2次元系である。この2次元結晶の格子安定性については、すでに希ガス結晶において多くの研究がなされてきたが、磁気構造の安定性や電子構造については、十分には研究がなされていない。ここでは最近我々が行った黒鉛表面上の酸素单分子層結晶の磁気的性質に関する研究を紹介したい。

酸素分子はスピン $S = 1$ を持ち、物理吸着系の中でも磁気秩序をもつ唯一の系である。この单分子層結晶（5相）は黒鉛に不整合の2D三角格子を形成し、 $T_N = 11.9$ K以下で僅かな格子歪を持つ反強磁性AF相（ε相）に転移すると考えられる。磁化率は、 T_N でAF転移に特徴的な明瞭な変化を示すが、その温度依存性は従来の理論からは大きく異なり、また T_N 以下に磁化率の異方性は認められない。さらに被覆率依存性の研究から、黒鉛に接する酸素第1層は上記の磁気転移に関係するが、第2層は磁気的な寄与を示さないことが明らかとなった。磁気秩序層（第1層）に隣接する第2層が磁気秩序を持たないことであり、奇妙なことといえる。研究はなお中途段階であり、議論をお願いしたい。

日 時： 1990年6月25日（月） 午後4時～5時

場 所： 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師： Prof. Bruce E. Koel

（所属） (Dept. of Chemistry. University of Southern California)

題 目： Chemisorption and Reaction on Metal Alloy Surfaces

要 旨：

Several factors can influence the chemistry of metal alloy surfaces. These are often divided into three main factors:i) electronic(ligand) effects, due to charge transfer or rehybridization of active transition metal orbitals important to chemisorption; ii) geometric (ensemble) effects, due to changes in ensemble size (number of metal atoms of one kind) of the catalytically active sites; and iii) combined effects, due to formation of mixed ensembles on which both metal components have active roles in chemisorption and/or reaction. Careful design of experiments can determine the relative importance of geometric and electronic factors that control surface chemistry and catalysis on bimetallic and alloy surfaces. We use well-characterized alloy surfaces formed by vapor deposition of metal adatoms on single crystal metal substrates. We report here on results of chemisorption studies of H₂, CO, C₂H₄ on these alloy surfaces. In particular, the discussion will focus on the ordered surface alloys of Sn and Pt that can be used for detailed probing of ensemble sizes and also reactive site requirements. Ethylene is strongly adsorbed on two Sn/Pt(111) alloy surfaces, and UPS and HREELS data indicate that molecular ethylene is di- σ -bonded to both alloy surfaces as on Pt(111). However, in stark contrast to Pt(111), no ethylene decomposition occurs upon heating the alloy surfaces. These observations are interpreted in terms of a critical ensemble effect for ethylene adsorption and decomposition on these surfaces. Electronic effects are also present, however, since there is a decrease in the ethylene heat of adsorption as the Sn concentration in the surface alloy is increased and no dissociative H₂ adsorption is observed on either alloy surface at 150 K.

物性研ニュース

東京大学物性研究所の教官公募の通知

下記により教授または助教授の公募をいたします。適任者の推薦、希望者の応募をお願いいたします。

1. 研究部門名及び公募人員数

極限物性部門 超低温物性 教授または助教授 1名

2. 研究分野

物性研究所極限物性部門超低温物性では、小川、石本、久保田の3所員を中心とするグループが、物性研究所で開発した超低温発生装置を用いたmK～μK温度領域での低温物性の研究と低温技術の開発を行っている。小川所員は平成3年3月末停年退官の予定である。

本公募の教授または助教授は超低温物性グループの一員として低温物理における新しい物性研究、低温実験技術開発を行うことが要請される。

3. 公募締切

平成2年9月14日（金）必着

4. 就任時期

決定後なるべく早い時期を希望する。

5. 提出書類

(Ⅰ) 推薦の場合

- 推薦書（健康に関する所見を含む）
- 履歴書（略歴で結構です）
- 主要業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 研究業績の概要（2000字以内）
- 研究計画書（2000字以内）

(Ⅱ) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 研究業績の概要（2000字以内）
- 研究計画書（2000字以内）

○健康診断書

○本人に関する意見書

6. 宛 先

〒106 東京都港区六本木 7 丁目22番 1号

東京大学物性研究所 総務課 人事掛

電話 03 (478) 6811 内線 5004, 5022

7. 注意事項

極限物性部門超低温物性教授または助教授応募書類在中の旨を朱書し、書留で郵送のこと。

8. 選考方法

東京大学物性研究所教授会で審査決定いたします。ただし、適任者のない場合は、決定を保留いたします。

平成2年6月1日

東京大学物性研究所長

守 谷 亨

東京大学物性研究所の助手公募の通知

下記により助手の公募をいたします。適任者の推薦、希望者の応募をお願いいたします。

1. 研究部門名等及び公募人員数

新物質開発部門（加藤研究室）助手 1名

2. 研究内容

本部門では、新規な物性を有する物質の開発研究を進めている。本公募の対象は、加藤所員と協力して固体化学の立場から、興味ある電子物性を示す分子集合体の設計・合成・物性評価の研究を行うことに意欲のある若手研究者。

3. 応募資格

修士課程修了、またはこれと同等以上の能力をもつ人。

4. 任期

5年以内を原則とする。

5. 公募締切

平成2年7月21日（土）必着

6. 就任時期

決定後なるべく早い時期を希望する。

7. 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推荐書（健康に関する所見を含む）
- 履歴書
- 業績目録（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷

(ロ) 応募の場合

- 履歴書
- 業績目録（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 所属の長又は指導教官等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
- 健康診断書

8. 宛先

〒106 東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 総務課 人事掛

電話 03 (478) 6811 内線 5004, 5022

9. 問い合わせ先

東京大学物性研究所 新物質開発部門 加藤 礼三

電話 03 (478) 6811 内線 5711

10. 注意事項

新物質開発部門（加藤研究室）助手応募書類在中、又は意見書在中の旨を朱書し、書留で郵送のこと。

11. 選考方法

東京大学物性研究所教授会で審査決定いたします。ただし、適任者のない場合は、決定を保留いたします。

平成2年5月1日

東京大学物性研究所長

守 谷 亨

東京大学物性研究所の助手公募の通知

下記により助手の公募をいたします。適任者の推薦、希望者の応募をお願いいたします。

1. 研究部門名等及び公募人員数

新物質開発部門 助手 1名

2. 研究内容

本部門では、新しい物性を示す物質の開発研究を進めている。本公募では、主としてX線による構造解析を通して、新物質開発研究を行う若手研究者を求める。

3. 応募資格

修士課程修了、またはこれと同等以上の能力をもつ人。

4. 任期

5年以内を原則とする。

5. 公募締切

平成2年8月18日（土）必着

6. 就任時期

決定後なるべく早い時期を希望する。

7. 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推薦書（健康に関する所見を含む）
- 履歴書（略歴で結構です）
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷

(ロ) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 所属の長又は指導教官等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
- 健康診断書

8. 宛先

〒106 東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 総務課 人事掛

電話 03 (478) 6811 内線 5004, 5022

9. 注意事項

新物質開発部門 助手 応募書類在中、又は意見書在中の旨を朱書し、書留で郵送のこと。

10. 選考方法

東京大学物性研究所教授会で審査決定いたします。ただし、適任者のない場合は、決定を保留いたします。

平成2年6月1日

東京大学物性研究所長

守 谷 亨

東京大学物性研究所の助手公募の通知

下記により助手の公募をいたします。適任者の推薦、希望者の応募をお願いいたします。

1. 研究部門名等及び公募人員数

理論部門 今田研究室 助手 1名

2. 研究内容

物性理論、統計物理学。

現在の研究対象・手段にかかわらず、基本的な問題や新たな問題に対して、解析的と計算物
理的とを問わず積極的に取り組む意欲のある方。

3. 応募資格

修士課程修了、またはこれと同等以上の能力をもつ人。

4. 任期

5年以内を原則とする。

5. 公募締切

平成2年9月8日（土）必着

6. 就任時期

決定後なるべく早い時期を希望する。

7. 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推薦書（健康に関する所見を含む）
- 履歴書（略歴で結構です）
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷

(ロ) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 所属の長または指導教官等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
- 健康診断書

8. 宛先

〒106 東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 総務課 人事掛

電話 03(478) 6811 内線 5004, 5022

9. 注意事項

理論部門 今田研究室 助手応募書類在中、又は意見書在中の旨を朱書し、書留で郵送のこと。

10. 選考方法

東京大学物性研究所教授会で審査決定いたします。ただし、適任者のない場合は、決定を保留いたします。

平成2年6月1日

東京大学物性研究所長

守 谷 亨

第2回 I S S P 国際シンポジウム 「酸化物超伝導体の物理と化学」について

第2回 I S S P 国際シンポジウム組織・実行委員会

委員長 安岡 弘志

最近の国際協力の重要性に鑑み、物性研究所では、その時々の重要なテーマを取り上げた国際シンポジウムを定期的に開催することを決定し、第1回目として平成元年8月に「有機超伝導体の物理と化学」というテーマでシンポジウムを開催しました。第2回目は「酸化物超伝導体の物理と化学」というテーマを設定し、平成3年1月16日～18日に日本学術会議で開催すべく、準備が順調に進んでおり、以下のようなファースト・サーチューラーが完成しました。

他にも多くの高温超伝導関連の会議がある中で、本シンポジウムは物性研究所が主催するものとしての特色を出し、密度の濃い議論のできるプログラム編成を行いたいと考えております。会議の基本的性格を次のように規定したいと考えます。

「この会議を通じて、固体電子物性の研究発展に対し、酸化物超伝導体の研究が、物質・物性・理論の各方面でいかなる役割を果たしてきたか、また将来いかなる方向に展開するであろうかが明らかになるように、プログラム編成を企画する。その際、次世代を担う若手研究者（大学院生を含む）にとって有意義な会議となるよう配慮する。」

このような基本精神に基づき、シンポジウム運営に関して次のような基本方針を立てたいと考えております。

- (1) 会議では基礎物性物理学の問題としての酸化物超伝導に焦点を絞り、応用的なものは採り上げない。
- (2) 会議の規模は200人程度に抑える。
- (3) 特に若手の研究者にとって視野を広げる助けとなるような講演のできる適任者（自身の研究内容だけでなく、講演のわかりやすさも考慮して人選する）を招待し、充分な時間をとって特別講演をお願いする。
- (4) 一般講演は、申込のあった中からプログラム委員会で検討し口頭発表・ポスター発表形式で行う。
- (5) 最新の重要な成果に関して post deadline paper を少数採択する余地を残しておく。
- (6) 会議のプロシーディングス (Springer Verlag より) を会議終了後できるだけ速やかに出版する。

高温超伝導研究が基礎科学の発展に何をもたらしたか、あるいはもたらしつつあるか、が明らかになるような会議になればと考える次第です。

また、以下のように会議の内容を物質、物性、理論に分類し、夫々の分野で、現在最も重要な研究をしている研究者による、まとまった講演を中心として、活発な討論がなされることを期待しております。

主要題目 メインテーマ：酸化物超伝導体の物理と化学

物質：酸化物高温超伝導体及びその周辺物質の合成及び構造について化学的観点に重点をおいて議論する。

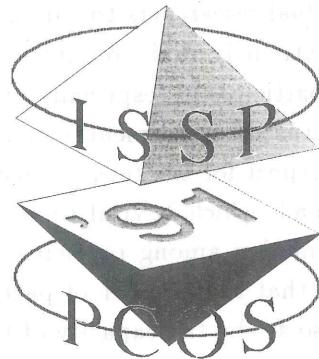
物性：上記物質群の物性的諸性質（輸送現象、磁気的性質、分光学的性質等）について、特に高温超伝導発現機構に関連させ実験的観点より討議する。

理論：高温超伝導発現機構に対する理論的モデルと上記実験結果との整合性について討議し、特に強相関電子系に対する一般的描像の確立について討議する。

First Circular and Call for Papers

**The 2nd ISSP International Symposium
on Physics and Chemistry of Oxide Superconductors
(PCOS '91)**

Tokyo, Japan, January 16-18, 1991



ISSP International Symposium Series



Scope of the ISSP International Symposium Series

The Institute for Solid State Physics (ISSP) of University of Tokyo was established in 1957 as a nation's central research institute for condensed matter science. In view of growing importance of international collaboration in basic scientific research, ISSP has decided to host a series of International Symposia on various topics in condensed matter physics and related interdisciplinary fields of science. The spirit of the ISSP Symposium Series is to promote exchange of ideas among scientists both home and abroad, and to provide young researchers opportunities to gain perspective of the field as well as present and discuss their own research results.

Scope of the PCOS '91

The ISSP International Symposium on Physics and Chemistry of Oxide Superconductors (PCOS '91), to be the 2nd of the ISSP International Symposium Series, will be held from January 16th (Wed.) to 18th (Fri.), 1991, in the Conference Hall of the Science Council of Japan, located in Roppongi, Minato-ku, Tokyo.

Since its discovery in 1986, the high temperature superconductivity in oxide systems has been and is the subject of worldwide intensive research efforts. The high T_c research is unique in its interdisciplinary nature. Virtually all aspects of solid state physics and chemistry are involved and essential for proper understanding of the problem. This makes it very difficult for individual researchers to gain a perspective of the whole field and also to keep up with the extremely rapid progress. This symposium is intended to provide an opportunity for participants (especially those in young generations) to critically assess the current status of experimental and theoretical studies on oxide superconductors and to gain prospect for the future directions. Participation of active researchers both home and abroad, which is vital to success of such a symposium, is solicited. In order to keep interaction among participants active and to promote in-depth discussions, it is planned that the number of participants should be limited to about 200. This limitation is also set by the capacity of the Conference Hall.

Scientific Program

The Symposium is envisaged as a "winter school" type workshop. Overview lectures on selected topics will be given by invited speakers. Accepted contributed papers are to be presented in poster sessions. A few invited and contributed papers are to be given in oral sessions. To accommodate the latest developments of exceptional importance, a limited number of postdeadline papers may be accepted. The Symposium language is English and no simultaneous translation service will be available.

For the elucidation of the mechanism for the high temperature superconductivity in oxide systems, it is vital to understand the basic electronic structure and properties of the strongly correlated electron system. Toward this end, the following subjects will be discussed in the Symposium:

(1) Materials

New Materials, Crystal Structure, Chemical Aspects

(2) Physical Properties

Spectroscopies, Magnetism, Transport, Thermal and Lattice Properties, Superconducting Properties

(3) Theories

Electronic Structure, Strong Correlation, Phenomenology, Novel Mechanism of Superconductivity

Invited Speakers

The following distinguished scientists have agreed to give invited lectures:

- Prof. J. Akimitsu (Aoyama-Gakuin University, Japan)
- Dr. R.J. Cava (AT&T Bell Laboratories, U.S.A.)
- Prof. Y. Endoh (Tohoku University, Japan)
- Prof. D.M. Ginsberg (University of Illinois, U.S.A.)
- Prof. O. Gunnarsson (Max Planck Institute, West Germany)
- Prof. B.I. Halperin (Harvard Univ., U.S.A.)
- Prof. S. Maekawa (Nagoya University, Japan)
- Prof. C. Olson (Iowa State Univ., U.S.A.)
- Prof. N.P. Ong (Princeton Univ., U.S.A.)
- Prof. T.M. Rice (ETH, Switzerland)
- Prof. Y. Tokura (University of Tokyo, Japan)

A few other lecturers are to be invited.

Registration

Those who intend to participate are kindly requested to complete the enclosed pre-registration form and return it by Sept. 30, 1990, to the mailing address given at the end of this Circular. As the number of participants must be limited to about 200, early registration will be appreciated.

The registration fee for those who have returned the preregistration form by Sept. 30 is 20,000 yen. (It will be 25,000 yen after the preregistration deadline.) The registration fee for students is 15,000 yen. The above registration fee includes a copy of the Proceedings. Payment of the registration fee is due by Nov. 15, 1990. The fee should be remitted to the bank account given below. *No cheques or money orders are acceptable. Nor are credit cards.*

Payee: ISSP-PCOS Hiroshi Yasuoka

Payee's Address: 7-22-1 Roppongi, Minato-ku, Tokyo 106 Japan

Bank Name : Dai-ichi Kangyo Bank, Roppongi Branch

Branch Code: 053

Bank Address: 7-15 Roppongi, Minato-ku, Tokyo 106 Japan

Bank Phone: 3-405-6611

Payee's Account Number: 1685067

* *Payment should be made in Japanese yen.*

* *Charge for remittance should be paid by sender.*

The cancellation of the preregistration should be made by writing to the Symposium Secretariat. The registration fee for those who have made cancellation by Dec. 10, 1990 will be refunded. (The bank charge for the transaction may be subtracted from the refund.)

Submission of Paper and Proceedings

Contribution of papers on the latest research work is solicited. Those who intend to contribute papers are requested to give the title(s) in the preregistration form. Abstracts should be prepared according to the format given at the end of this Circular. The deadline for the abstract is Sept. 30, 1990. A copy of abstract booklet will be handed to each Symposium participant upon registration. The name and address of the author who is presenting the paper should be given in the lower margin of the abstract form.

The Symposium Proceedings will be published from Springer-Verlag. The manuscripts are due by the first day of the Symposium, and will be refereed during the Symposium. The manuscripts for the proceedings should be submitted in a camera ready format. Detailed instruction for preparation of manuscripts will be supplied by the publisher at a later date.

Symposium Site and Accomodation

The Symposium site, The Science Council of Japan, is in Roppongi, midtown Tokyo. As the Symposium site is located right next to ISSP, laboratory tours may be arranged for those interested, during the Symposium period.

Rooms are available at The President Hotel, located within a walking distance from the Symposium site, at the following rates,

Single room: 11,639 yen /night

Twin room: 19,199 yen /night

These include breakfast, service charge and tax.

The above are special discount rates for the Symposium participants. Those who want to make reservation are requested to send the attached reservation form directly to the Hotel at the address below.

The President Hotel

2-3, 2-chome, Minami-Aoyama, Minato-ku, Tokyo 107 Japan

Phone: 3-497-0111

Fax : 3-401-4816

Telex: J25575 HTLPRE

The PCOS'91 Organizing Committee

Hiroshi Yasuoka (ISSP): **Chairman**

Yasuo Endoh (Tohoku Univ.), Atsushi Fujimori (Univ. of Tokyo),

Toshizo Fujita (Hiroshima Univ.), Masatoshi Imada (ISSP),

Masayasu Ishikawa (ISSP), Koichi Kitazawa (Univ. of Tokyo),

Akio Kotani (Tohoku Univ.), Nobuo Mōri (ISSP),

Sadamichi Maekawa (Nagoya Univ.), Masatoshi Sato (Nagoya Univ.),

Hiroyuki Shiba (Tokyo Inst. Tech.), Humihiko Takei (ISSP),

Kiyoyuki Terakura (ISSP), Yoshinori Tokura (Univ. of Tokyo),

Shinichi Uchida (Univ. of Tokyo)

Hidetoshi Fukuyama (ISSP): **Program Chairman**

Yutaka Ueda (ISSP): **Finance**

Yasuhiro Iye (ISSP): **Executive Secretary**

The ISSP Symposium-Series Steering Committee

Hidetoshi Fukuyama, Noboru Miura, Hiroshi Yasuoka and Tsuneya Ando

Deadlines

Important deadlines are:

Pre-registration → Sept. 30, 1990
Abstracts → Sept. 30, 1990
Hotel Reservation → Nov. 15, 1990
Payment of Registration Fee → Nov. 15, 1990
Manuscripts → Jan. 16, 1991

Further Information

More details about the program, registration, travel and accomodation will be mailed by November 1990 to those who have returned the attached pre-registration form. If you need further information, please call or write to the symposium chair, Prof. H. Yasuoka and Prof. Y. Iye, at the address given below.

Mailing Address

The pre-registration form and the abstract(s) should be mailed to the following address:

**Professor Yasuhiro Iye
Secretariat, PCOS'91
Institute for Solid State Physics,
University of Tokyo,
Roppongi, Minato-ku, Tokyo 106 Japan**

PHONE: 3-478-6811
FAX : 3-401-5169
TELEX: ISSP UT J32469

Abstract Format

The abstract should be prepared in the format given below and submitted in duplicate, together with the pre-registration form to the address given in this Circular.

TITLE OF THE PAPER IN ALL CAPITAL LETTERS

First Author, Second Author*, and Third Author**

Institute for Solid State Physics, Univ. of Tokyo, Roppongi, Minato-ku, Tokyo 106 Japan.

* Dept. of Physics, University of Tokyo, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113 Japan.

** Institute for Materials Research, Tohoku Univ., Katahira, Sendai, Miyagi 980 Japan.

All materials should be typed in the area 15cm × 15cm on a standard size (21cm × 29.5cm) sheet with a good quality electric typewriter or printer. The abstract should be concise and contain appropriate information on the scientific achievement of the paper. Additional sheets clarifying the content of the paper are optional. But they will not appear in the abstract booklet.

Please check the appropriate category for this paper.

Materials / Properties / Theories

Presenting Author: _____,

Address: _____

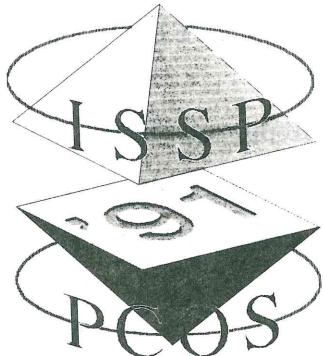
Phone: _____, Fax: _____,

Telex: _____

Signature _____ Date _____

Preregistration Form

The 2nd ISSP International Symposium
on Physics and Chemistry of Oxide Superconductors
(PCOS '91)
January 16-18, 1991



- I intend to attend the PCOS '91.
- I intend to submit a paper (papers) *entitled:*

by

Name: (Last) -----, Prof. / Dr. / Mr. / Ms.
(First and Middle) -----

Affiliation: -----

Address: -----

Telephone: -----

Fax: -----

Telex: -----

Please print or type

Signature -----, Date -----

THE PRESIDENT HOTEL

Hotel Reservation Form

The 2nd ISSP International Symposium
on Physics and Chemistry of Oxide Superconductors
(PCOS '91)

January 16-18, 1991

I would like to make reservation for

- Single Room, (11,639 yen/night including tax, service charge and breakfast)
- Twin Room. (19,199 yen/night including tax service charge and breakfast)

Arrival date: January, _____, 1991

Departure date: January, _____, 1991

Name: (Last) _____, Prof. / Dr. / Mr. / Ms.

(First and Middle) _____

Affiliation: _____

Address: _____

Telephone: _____

Fax: _____

Telex: _____

Please print or type

Signature _____ Date _____

This form should be sent to

The President Hotel

2-3, 2-chome, Minami-Aoyama, Minato-ku, Tokyo 107 Japan

Phone: 3-497-0111

Fax : 3-401-4816

Telex: J25575 HTLPRE

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A

- No. 2267 Antiferromagnetic Spin Fluctuations and Superconductivity in Two-Dimensional Metals-A Possible Model for High T_c Oxides. by Tôru Moriya, Yoshinori Takahashi and Kazuo Ueda.
- No. 2268 First-principles Study of Short Range Order and Instabilities in Au-Cu, Au-Ag and Au-Pb Alloys. by T. Mohri, K. Terakura, S. Takizawa and J. M. Sanchez.
- No. 2269 Finite-Size Scaling Study of $S = 1$ XXZ Spin Chain. by Toru Sakai and Minoru Takahashi.
- No. 2270 Photoluminescence Intensity of InGaAs/GaAs Strained Quantum Wells under High Magnetic Fields. by Hongqui Hou, Wolfgang Staguhn, Noboru Miura, Yusaburo Sagawa, Shojiro Takeyama and Yoshinobu Aoyagi.
- No. 2271 Electron Correlations in a Multivalley Electron Gas. by Yasutami Takada.
- No. 2272 Kinetic Energy Sum Rule and the Momentum Distribution of the Electron Gas at Metallic Densities. by Yasutami Takada and Hiroshi Yasuhara.
- No. 2273 Quantum Oscillation of Magnetoresistance in a New Organic Superconductor $(BEDT-TTF)_2(NH_4)Hg(SCN)_4$. by Toshihito Osada, Atsushi Kawasumi, Ryuta Yagi, Seiichi Kagoshima, Noboru Miura, Masashi Oshima, Hatsumi Mori, Toshikazu Nakamura and Gunji Saito.
- No. 2274 Pressure Effects on the Antiferromagnetic Ordering in Pr_2CuO_{4-y} . by Susumu Katano, Nobuo Môri, Hiroki Takahashi, Tamaki Kobayashi and Jun Akimitsu.
- No. 2275 Random Field Effect Due to Non-Magnetic Impurities in Spin Correlation in a Frustrated System. $CsCoCl_3$. by Mamoru Mekata, Shigeo Okamoto, Seigi Onoe, Setsuo Mitsuda and Hideki Yoshizawa.

- No. 2276 Laser Induced Irreversible Change of the Carrier Recombination Process in $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ -doped Glasses. by Makoto Tomita and Masahiro Matsuoka.
- No. 2277 Coverage Dependence of the Electronic Structure of Chlorine Adatoms in Metal Surfaces. by H. Ishida.
- No. 2278 A New Approach to Quantum Spin Chains at Finite Temperature. by Junji Suzuki, Yasuhiro Akutsu and Miki Wadati.
- No. 2279 High-Field Magneto-Optical Study of $\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ Short Period Superlattices. by Satoshi Sasaki, Noboru Miura and Yoshiji Horikoshi.
- No. 2280 New Critical Behavior of $\text{CsMnBr}_3:n=2$ Chiral Universality Class. by Yoshitami Ajiro, Toshiya Inami and Tsuneaki Goto.
- No. 2281 Susceptibility Maximum and Metamagnetism in Nearly Ferromagnetic Laves Phase Intermetallic Compounds. by Toshiro Sakakibara, Tsuneaki Goto, Kazuyoshi Yoshimura, Kazuhiro Murata and Kazuaki Fukamichi.
- No. 2282 High Field Magnetization of Haldane Gap Antiferromagnets. by Yoshitami Ajiro, Tsuneaki Goto, Hikomitsu Kikuchi, Toshiro Sakakibara and Toshiya Inami.
- No. 2283 Magnetization Process of the One-Dimensional Ising Antiferromagnet with Nonmagnetic Impurity, $\text{CsCo}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Cl}_3$. by Yoshitami Ajiro, Toshiya Inami, Naoki Mori, Hikomitsu Kikuchi and Tsuneaki Goto.
- No. 2284 Itinerant Electron Metamagnetism in YCo_2 and LuCo_2 . by Tsuneaki Goto, Toshiro Sakakibara, Kazuhiro Murata, Hiroyuki Komatsu and Kazuaki Fukamichi.
- No. 2285 New Tetracritical Behavior in CsMnBr_3 . by Tsuneaki Goto, Toshiya Inami and Yoshitami Ajiro.
- No. 2286 Magnetic Properties of $S=1/2$ Antiferromagnetic Triangular Lattice LiNiO_2 . by

Kazuma Hirota, Yasuhiro Nakazawa and Masayasu Ishikawa.

- No. 2287 Shock-Induced Changes in La_2CuO_4 , La_2NiO_4 , $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ and $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$ Single Crystals, by Hiroyuki Takeya, Humihiko Takei, Wen-Jye Jang, Yasuhiro Syono, Masaé Kikuchi and Keiji Kusaba.
- No. 2288 Spectrum and the Quantum Hall Effect on the Square Lattice with Next-Nearest-Neighbor Hopping, by Y. Hatsugai and M. Kohmoto.
- No. 2289 Ferromagnetic Short Range Correlations in a Two-dimensional Triangular Lattice Antiferromagnet with $S=1/2$ LiNiO_2 . by Hideki Yoshizawa, Hiroshi Mōri, Kazuma Hirota and Masayasu Ishikawa.
- No. 2290 Diamagnetic Shift in InGaAs/GaAs Strained Quantum Wells, by Hongqui Hou, Wolfgang Staguhn, Shojiro Takeyama, Noboru Miura, Yusaburō Segawa and Yoshinobu Aoyagi.
- No. 2291 Nonlinear Magnetization of the 1D $S=1$ Autiferromagnet. by Kiyohide Nomura and Tōru Sakai.
- No. 2292 Transverse Antiferromagnetism of Magnetized Haldane-Gap System. by Tōru Sakai and Minoru Takahashi.
- No. 2293 Photostimulated Desorption on NO on Pt(001) Studied with Multiphoton Ionization Technique. by Kazuhiko Mase, Seigi Mizuno, Yohji Achiba and Yoshitada Murata.
- No. 2294 LEED Observation of NO Adsorption-Induced Relaxation on Single-Domain Pt(001)-(5x20) Surface, by Kazuhiko Mase and Yoshitada Murata.

編 集 後 記

まだ6月というのに、連日の猛暑で、この先が思いやられる今日ごろです。今月号は大変盛りだくさんな内容になりました。一番のトピックスは、物性研の将来計画についての概要案です。これは、物性研の将来を決する重要なことで、各方面からの反響が待たれます。

今月号では、龍谷大に転出された西原弘訓氏より近況、物性研での思い出、意見等の内容で投稿いただきました。風光明美な地でのいっそうのご活躍を期待致します。それにしても、通勤時間が15分とはうらやましいかぎりです。そのほか、物性専門委員会議事録、短期研究会報告、談話会、教官公募等の内容になってています。また、来年1月開催の第2回ISSP国際シンポジウム「酸化物超伝導体の物理と化学」の案内も掲載しました。たくさんの方の参加をお待ちしています。

次号の原稿の締切は8月10日です。

上 田 寛
渡 部 俊太郎

