

物性研だより

第39卷
第4号

1999年11月

目 次

「物性研を離れて」	松下裕秀	1
「研究室だより」	八木健彦	4
物性研究所短期研究会報告		
○ 「極限環境物性の現状と将来展望」		8
世話人	三浦 登, 毛利信男, 後藤恒昭, 石本英彦, 長田俊人,	
物性研究所談話会		86
物性研ニュース		
○ 人事異動		90
○ 平成11年度 後期短期研究会一覧		92
○ 平成11年度 後期外来研究員一覧		93
○ 平成11年度 後期スーパーコンピュータ共同利用採択課題一覧		111
○ 平成12年度 前期共同利用の公募について		112
○ 平成11年度外部資金の受入れ状況について		140
○ テクニカル・レポート 新刊リスト		141
編集後記		

東京大学物性研究所

ISSN 0385-9843

物性研を離れて

名古屋大学工学研究科 松 下 裕 秀

私は1994年7月から本年3月まで4年9ヶ月の間、附属中性子散乱研究施設の一員として物性研究所に在籍しました。5年足らずの期間は私達の研究スパンからいえば決して長くはなく、丁度近距離を飛ぶ国内線の飛行のようなもので、定常状態にあった期間は極めて短いものでした。加えて、東海に本務をおく附属施設に勤務する方が多く、六本木のスタッフの皆様とは顔を合わせることも少なかったため、所員以外ではほんの限られた方としか接する機会がありませんでした。この点は歴代の所員の中でも特殊な部類に入るのではないかと思う。

私は高分子物性、それも複合高分子の構造解析を専門としております。「高分子科学」という専門分野はこれ自身が境界領域に分類されることもあるように、自から学際的な色彩を持っています。私は理学系研究科の化学専攻に籍を置かせて頂きましたけれども、物性研内ではこの専攻に所属している所員は常時5人前後でしたし、専門分野が近い方は研究所内にも化学専攻にも見当たらず、常にminorityの意識がどこかにあったことは否めません。物性研に着任するまではずっと工学部の化学の分野に身をおいていましたので、最初のうちは会議の進め方、人事の進め方など研究以外の事柄だけでなく、研究上の議論をするのにも随分と戸惑いを感じました。今でこそ「ソフトマター」という言葉を平気で操り、化学の研究領域にこの言葉を浸透させる役を果たしていると自負していますが、この言葉は着任直前に「物理分野の人々が使っている言語」として認識していただけで、しばらくの間は「定義」を知りませんでした。そんな訳ですから、自分の仕事の話をする際にも、例えば着任直後の談話会では専門用語に関するあまりの「言語文化の違い」に質問の意味が理解できず、カルチャーショックを受けた苦い思い出があります。それ以来、どのような表現をしたら話を聞いてもらうことができるかに少なからず時間を費やしました。色々な機会を経て次第に「異文化の擦り合わせ」が出来、離任から遡って1年余り前の昼食会では、前よりもずっと多くの人に「興味を持って話を聞いてもらえた」気がします。

一方、研究室を立ち上げて研究活動を始めるのには、正直に申し上げて相当の困難を伴いました。前述のように本拠地は東海にあり、確かに現地には研究室の割り当てがありますけれども、いわゆる「固有割り当て」は所員室に相当する居室しかなく、実験準備ができる部屋は一切ありません。この条件は、私のように試料作りに立脚した物性科学を仕事の中心に据える者にとっては大変に厳しいものでした。そこで六本木に試料作りと構造評価の実験室を構え、それらの実験は六本木、中性子を用いる測定は東海で、そして時には会議や講義等の用務で本郷へという「落ち着かない」研究・教育生活を送ることになりました。東海の共同利用のユーザーのため、一日のうちに東京と東海の両方に往かなくてはならないこともしばしばありました。この環境は私だけが味わったものではなく、中性子散乱研究施設の構成員にとっても今も続いている、更に柏移転後も、柏が東海によ

り近い分だけいくぶん緩和されるでしょうけれども、本質的に解消される訳ではありません。また、ついでに加えておくと、東海（原研）内には大学からやって来る共同利用のユーザーが使える化学の実験準備室もなく、物性研のような全国共同利用機関としては誠に情けない実情と云わざるをえません。今後の中性子の皆さん、そして全国のユーザーのことを思う時、省庁統合というかつてない大改革をきっかけにこれらの窮状が改善されることを切に望みます。このような研究環境にもかかわらず、所からの新所員に対する研究援助、藤井施設長をはじめとする中性子散乱研究施設の所員の皆様の六本木での実験室設置に関する理解、そして東海地区、六本木地区双方の研究支援スタッフの皆さんの協力的な支えのお陰で、私と研究室周辺の研究成果は、学生の数が少なかった割には順調に挙がったように思います。この場を借りて関係各方面に改めてお礼を申し上げたいと思います。

上述のような中性子グループがおかれた特殊事情があるため、私自身は過去5年間に日を追うごとに鮮明になってきた「柏キャンパス移転」への青写真の実現を心待ちにし、自分が使うべく柏の研究室の設計準備を楽しんでやっておりました。それだけに私の「移転」が完結せずに「幻の柏松下研究室」に終わってしまったことは非常に残念に思っております。と同時に完成した柏キャンパスを見させて頂くことを非常に楽しみにしております。

行事の関連では着陸時と離陸時に一つずつやりがいがあり、思い出深いことがありました。一つは着任から間もない1994年の10月に行われた中性子散乱国際会議（International Conference on Neutron Scattering, ICNS'94 仙台）の折に“Post Conference Tour”と銘打って企画された原研東海研究所（東海村）、高エネルギー物理学研究所（つくば市）の中性子施設への外国人研究者見学会のホストをしたことです。折しも東海の物性研中性子散乱研究施設（宿泊施設）がその年の10月から「開業」したばかりで、新しいのは良いのですがまだ「お客様」の扱いにも慣れず、色々な問題にぶつかりながら運用法を手探りで決めていた時でした。その状況下で25人の外国人を一気に受け入れるのですから大変な騒ぎです。夜、事務の人が帰ってから部屋を替えて欲しいと言い出す人、夕食後の散歩で道に迷う人……等々です。原研内の原子炉及び中性子散乱関連研究設備の見学日当日にもトラブルが発生しました。外国人事前登録の書類が不備で入門が許されない人が出てきました。せっかく外国から来いても、大袈裟にいえば国家レベルのルールですから私ではどうしようもなく涙を飲んでもらいました。それに私は25人のうち当時知っていたのは一人の高分子研究者だけでしたので、顔と名前を結び付けるのは相当大変でした。それでも宿泊と見学を何とか滞りなく済ませ、次の見学地であるつくばまでチャーターしたマイクロバス（川村技官運転）で送り届けました。途中で偕楽園に立ち寄り、サービス精神から“Kairaku-en on your left hand side is one of the top three gardens in Japan. It is famous for plum blossoms ……”とやったりして、私はさながらバスガイドでした。その「客人」のなかには、中性子散乱研究の大物が何人も含まれて居たのを後から知り、今では自分でもおかしくなるような対応をしたなと苦笑したり

しています。もう一つは昨年1998年11月の六本木キャンパス最後の開催となった物性研国際シンポジウム（Frontiers in Neutron Scattering Research, ISSP7）のSecretaryをしたことです。この国際会議では、直前や当日の登録が予想を上回り、用意した「登録者用グッズ」が底をついたため大慌てで周辺の身内から回収するという嬉しいハプニングが起こった以外は大きなトラブルもなく、文字どおり「中性子散乱を利用した物性研究の最前線」の研究討論の場を提供し、自分も議論に加わっているうちに夢の様に1週間が過ぎてゆきました。いずれの行事も、お国柄や文化が違う世界各国の人々と生身で接する事ができ、大変なこともありますけれども学ぶことも多く、今後の研究・国際交流の活動にこの経験を活かしたいと思っております。

4月からの異動先は、名古屋大学工学研究科物質化学専攻であります、3年前に新築された10階建ての建物の9階で研究生活を送っています。非常に面白いことにこちらは5年前の名古屋から物性研への異動前に自分で設計したものであります。つまり実質上、古巣の研究室に戻ったということになります。着任早々わずか一週間しか経過していない4月初めに、大学院に入学したばかりの学生を交通事故で亡くすという痛恨きわまりない事態が発生し、悲嘆に包まれた研究室の船出となりましたが、時の経過と同期の学生の頑張りで何とか乗り越えられました。着任から半年経って、現在の研究室は常勤のスタッフ4.5名、学生13名（学部4、院生9）という誠に恵まれた環境です。物性研時代には学生が少なかったため、暫く忘れかけていた「多人数の学生のエネルギーを受け止める」という大学の教官冥利に尽きる職務に、物性研着任時とは逆の戸惑いを感じましたけれども、現在はすっかり慣れて学生やスタッフとの議論を楽しみつつ、早くも定常飛行に移りつつあります。但し、大学というところが変に忙しい職場になってしまったことはどこにいっても変わることがないようで、大部分が雑用のように思われる○○委員会の仕事に忙殺される毎日を送っていることも事実です。

このように物性研を離れ、元の研究環境に戻ってきました。振り返れば私の物性研滞在は異文化との出会い、葛藤、融合であったように思います。お陰様でこの間に、元のままでしたら決してお知り合いになれなかつた多くの物性科学の研究者、研究支援スタッフの皆様を知ることが出来ました。知己を得たこと、異文化を学べたこと、いずれも目に見えない大きな財産として、今後の私の教育・研究活動に役立つと確信しております。物性研は長年の懸案であった柏移転の真最中です。移転の滞りない遂行、そして新天地での物性研究所の更なる御発展をお祈りしつつ、拙い短文を締めくくりたいと思います。

1999年11月

研究室だより

八木研究室 八木 健彦

はじめに

前回私が研究室だよりを書いたのは94年9月号ですから、それからほぼ5年が経ったことになります。この間に学生はもちろん、当時の助手、技官の人たちもすべて次のステップへと旅立ち、そのまま残っているのは所員の私1人だけとなりました。しかし現在も、当研究室3人目の助手の小野君をはじめ、学生まで入れると総勢10名のにぎやかな研究室です。物性研に着任以来約10年にわたり極限物性部門「超高压」に所属し、毛利研と協力しながら高压を中心とした研究を進めてきました。しかし極限物性部門が低温超高压をベースとした多重極限下での物性測定を研究の中心とする方向に向かったのに対し、私の研究室では高温高压を用いた物質合成が主体ですので、平成9年度からは新物質科学部門に移り、現在に至っています。物性研の研究室の中では唯一、地球惑星物理学専攻に属し、学生諸君は地球惑星物理、または鉱物専攻から来ています。このことについてはまた最後に述べることにして、まずここ5年間の主な研究内容についてご紹介します。

地球深部物質の研究

当研究室では平成7年に「超高压高温実験に基づいた下部マントルおよび境界層の構造と物性の研究」という研究課題で科研費の特別推進研究が採択され、5年間の予定で研究を開始しました。科研費の全分野を通して年間10件程度しか採択されない種目のため、配分される研究費も高額ですが、専念義務があるほか毎年文部省で進捗状況のレビューも行われ、まさにこの研究に集中した5年間でした。下部マントルは地球の深さ約700kmから2900kmにひろがる、体積で全地球の50%以上を占める領域で、地表では見られない高密度のケイ酸塩鉱物で構成されていると考えられています。本研究は、この領域に対応する温度圧力条件を実験室内で作り出し、試料をその高温高圧下に保持したままX線回折実験を行って、下部マントルに存在する物質の構造や密度を明らかにしようとするものです。地球が成層構造を持つことは20世紀の前半から知られていましたが、最近の地球科学の進歩は、地球内部に、地球表面からの沈み込みや、コアーマントル境界から上昇する物質のダイナミックな動きがあることを明らかにしつつあり、これらの新しい地球観にもとづいたさまざまな地球内部構造モデルが提唱されています。しかしこれらさまざまなモデルは、主として地震波によるトモグラフィーや、密度や粘性を仮定したコンピュータシミュレーションにもとづいており、大規模な物質移動の原動力となる構成物質の密度差といった、物質科学的な裏づけはほとんどなされていないのが現状です。本研究はこれらのモデルを物性科学の手法を用いて検証しようというものです。

従来、ケイ酸塩や酸化物の高压相の多くは一旦生成すると、室温で減圧してもそのままの構造が保持されると考えられ、試料を高温高圧下に保持して高压相に転移させたあと急冷、減圧して1気

圧下に取り出してから調べる“クエンチ法”と呼ばれる実験方法が広く使われてきました。しかし圧力領域が高くなると、このようなクエンチができない高圧相が多く生成し、高温高圧下のその場観察が不可欠になってきます。本研究ではまず、ダイヤモンドアンビル装置で試料に超高压を加え、次にレーザー光を照射して数千度まで加熱し、さらにシンクロトロン放射光を当ててX線回折実験を行う、超高压高温X線回折装置の開発からはじめました。筑波のフォトンファクトリーにS型課題を申請して認められたために、BL13B2のハッチを占有させていただき、新たに設計製作した装置を持ち込んで実験を開始したのが平成8年の春でした。以来多くのメンバーの大変な努力の積み上げで研究はほぼ順調に進展し、途中何度かのレビューでも幸い高い評価をいただいて最終年度を迎えてます。次にこの研究で得られたいいくつかのトピックスについて簡単にご紹介します。

マントルの上部は主としてオリビン（Mg端成分は Mg_2SiO_4 ）、パイロキシン（同 $MgSiO_3$ ）、ガーネット（同 $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$ ）と呼ばれる鉱物から構成されていると考えられています。このうち前2者の下部マントル条件下におけるふるまいに関してはかなり明らかになっていますが、ガーネットに関しては互いに矛盾する実験結果も報告されており、まだ分からぬことが多いので、その解明を集中的に行いました。また上に示した化学式は最も主要な成分のみをあらわしていますが、地球内部に存在する鉱物はさらにFe,Ca,Kなど他の成分も含んだ複雑な固溶体ですので、それら他の成分が及ぼす影響も明らかにしました。個々の研究の詳細は省略しますが、このガーネットもオリビンやパイロキシンと同様、25GPaから30GPaでペロフスカイト構造を主体としたいくつかの相に分解します。これらの分解相の中で、Alを多く含む相の正体が従来よく分からなかったのですが、今回の研究でこの新しい相の構造が明らかにされました。圧力の上昇と共に、分解当初別々の相に入っていた元素もしだいにペロフスカイト構造に固溶していきます。また、Mg,Si,O等からなるペロフスカイト構造のケイ酸塩はクエンチ可能ですが、AlやCa、3価の鉄を多く含んだものは、減圧と共に $LiNbO_3$ 構造やガラスに転移することが明らかになりました。ちなみに下部マントル条件下ではパイロキシンもペロフスカイト構造に転移し、オリビンはペロフスカイト構造の相と岩塩構造の相の混合物に分解することが知られています。つまり酸化物超伝導体でもよく知られているペロフスカイト構造は、実は地球深部で最も豊富に存在する結晶構造ということになります。

岩塩構造をもった遷移金属酸化物のふるまいに関しても、新しい知見が得られました。MnOは衝撃圧縮実験から90GPa付近で1次相転移があることが知られていましたが、本研究で約135GPaまで加圧、加熱しながらX線回折実験を行ったところ、90GPaと120GPa付近に相転移があり、120GPa以上の相はNiAs構造を持つことが明らかになりました。これらの酸化物のふるまいは、第一原理計算でも研究されており、実験結果とかなりよい一致を示しています。これらの酸化物は低圧では黒色の粉末ですが、90GPaを越す圧力になると試料室のまわりのステンレスガスケットと区別がつかない金属光沢をもつようになり、理論計算で予測されている金属化を支持する結果と

なっています。同様の研究がCoOについても行われましたが、こちらの場合は岩塩構造の相が途中別の構造を経てまた岩塩構造になるという不思議な結果が得られており、さらに相転移の実体を解明する必要がありそうです。

これらの新しい高圧相の探索と共に、さまざまな高圧相の状態方程式を求める試みもなされました。レーザー加熱のダイヤモンドアンビルではまだ残念ながら定量的な議論ができるほど温度測定の精度が上がっていなかったため、このような研究は試料室の体積が1桁大きくとれる焼結ダイヤモンドを用いたマルチアンビル装置を使って行われました。このような研究も最近はすべてシンクロトロン放射光の利用が不可欠となり、私の研究室のメンバーはマシンタイムのたびにフォトンファクトリーやSPring-8へ出かけるという生活が続いています。このような実験からガーネットや、Alが固溶したケイ酸塩ペロフスカイトの状態方程式の情報が集まりつつあり、沈み込むスラブの運動などについては一定の議論が可能になりましたが、まだ地球深部の運動全体を議論するために情報が不足で、今後さらに研究を積み上げて行く必要があります。

新物質の探索

今まで紹介したのは地球科学に直結した物質のふるまいばかりでしたが、物理的に興味深い現象もいくつか見出されました。そのひとつがLiNbO₃の高温高圧相です。今まで室温で加圧した場合、約35GPaで高圧相に転移することが知られていましたが、その構造は分かりませんでした。今回分解能の高いX線回折パターンを得る事ができ、その構造がNaIO₃構造であることが明らかになりました。この相は減圧と共にLiNbO₃構造に戻ってしまいますが、高圧下で加熱すると1気圧下にも取り出せる全く異なった構造の相に転移し、色も無色透明から金属光沢を持つ不透明なものに変化することが見出されました。光学的性質が大きく変わっていることから、電子状態にも何らかの変化が起きている可能性が高く、物性についても研究が進行しています。

これら高圧下のX線回折実験とは別に、新物質合成の実験も定常的に行われています。700トンの油圧プレスで駆動する大型のキュービックアンビル装置では、5 GPa程度までの圧力領域で、さまざまな無機化合物の合成実験がルーチンに行われています。1気圧下では合成できない組成の結晶を作ったり、電気的測定に適したバルク試料を合成したりと、さまざまな共同利用の研究者がそれぞれのアイディアを試みるために見えています。ただこのような合成実験は、一般的には面白い物質ができる確率は決して高くないので、成果を上げるにはかなり腰を据えた取り組みが必要となります。技術的にはほぼルーチンになったこのような高圧実験に対し、従来全く行われていなかつた方法での新物質合成実験技術の開発も試みられています。それはレーザー加熱ダイヤモンドアンビルを用い、高圧下の超臨界状態の物質との直接反応を利用して、通常では作成が困難な窒化物などを合成しようという試みです。ダイヤモンドアンビルの試料室に金属試料と窒素などを封入し、高圧下でレーザーを照射すると、金属試料がまず加熱され、それに接した窒素などの圧力媒体も溶

けて超臨界状態となります。このような極端条件下では、通常では困難な反応も起こることが予想され、実際にいくつか興味ある物質も作り出されています。ダイヤモンドアンビル装置は、得られる試料の量はごく微量ですが、広い温度圧力範囲をカバーし、雰囲気も多様に制御することができるので、この実験技術の今後の進展が期待されます。

物性研と地球科学

最初にも述べたように、私の研究室は物性研では唯一、地球科学に直接結びついた研究を行っています。日本国内には他に、東大の地震研究所や鳥取県三朝町にある岡山大の固体地球研究センターなどのように、地球科学の研究者ばかりが集まった共同利用研もありますが、物性物理の共同利用研である物性研に地球科学関係者のあしがかりがあるということは、大変大きな意味を持っています。今まで、地球科学のある分野が物性物理との交流により大きく発展した例は数多く見られます。ですから、物性研に地球科学の研究グループがあるということは、単に物性物理を応用した研究を行うのに便利であるということにとどまらず、異なった学問分野間の情報交換を容易にし、新しい発展をもたらす窓口としても重要な役割があると考えられます。逆に物性物理の立場から見ても、長いスケールで見た場合に物性研がその活動のダイナミクスを保持するためには、さまざまな分野とのつながりを保っていることが重要でしょう。物性研の今後のあり方を考えるうえで、短い時間スケールでの研究の効率や集中度を高めることももちろん重要ですが、このような長い視点で考えていく重要性も理解していただければと思います。

おわりに

ここ5年間の研究の流れを簡単にまとめてみましたが、来春にはいよいよ柏の新研究所に移転することになります。物性研をとりまく環境が大きく変化する中で、これからも研究室に課せられた役割を果たしていくと共に、研究の原点である未知の世界の探求に可能な限り打ち込める環境を整えるべく、これからも努力していきたいと思っています。

最後になりましたが、ここに紹介した研究は、助手の小野重明、長谷川正両氏や技官の後藤弘匡氏、ポスドクの宮島延吉氏や学生諸君、さらにここ5年の間に当研究室から巣立っていった近藤忠（現東北大理）、内田雄幸（現シカゴ大、APS）、山片正明（現JASRI、SPring-8）、船守展正（現東大理）、住田達哉（現地質調査所）の諸氏や、数多くの学生諸君の大変な努力なしには考えられないものです。また最近は何をするにも1研究室の中だけでは手に余ることも多く、たくさんの外部の方々にも助けて頂きました。いちいち記すことはできませんが、改めて感謝したいと思います。

物性研究所短期研究会報告

「極限環境物性の現状と将来展望」

日 時 1999年 9月20日（月）13:30 開始

9月22日（水）16:20 終了（3日間）

場 所 東葛テクノプラザ 1階・ホール

〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 5-4-6

電話 0471-33-0139

世話人 三浦 登（物性研究所）
毛利信男（物性研究所）
後藤恒昭（物性研究所）
石本英彦（物性研究所）
長田俊人（物性研究所）

下記のような短期研究会が柏キャンパスに隣接する東葛テクノプラザで開かれた。平成11年度に物性研究所の低層棟を使用する研究部門が先発グループとして、柏キャンパスに移転して以来、柏で開催される最初の短期研究会である。また、今年度開催される外部評価を兼ねた研究会シリーズの第1回の研究会でもある。六本木から離れた遠隔地での開催にも拘わらず、参加登録者は97名であり、関連研究室の大学院生を含めると100名をはるかに越える大型の研究会で、非常な盛会の中に活発な討論が行われた。本研究会は、極限環境物性研究部門が本年3月に移転して以来約半年が経過し、更新した装置の建設がほぼ完了した時期に全国の同分野の研究者に装置の初公開を行う機会とすることも目的の一つとして企画された。そこで2日目には、新施設見学を行い、また3日目のセッションHでは、全国の共同利用体制と物性研究所の役割について討論会を行った。

また天谷喜一（大阪大）、藤田敏三（広島大）、本河光博（東北大）の各氏に外部評価委員として、部門の研究計画、研究会に対する講評をお願いした。

プログラム及び各講演の概要、また外部評価委員の講評は以下のとおりである。

プロ グ ラ ム

9月20日（月）

13:30 開 会

13:35 所長挨拶

福 山 秀 敏 (物性研)

13:45-15:25 セッション A

*****極限環境物性の現状と将来展望（強磁場を中心として）*****

座長 三 浦 登 (物性研)

- | | |
|---|-------------------|
| (1) 13:45 f 電子系の磁性と強磁場 | 榎 原 俊 郎 (北大理) |
| (2) 14:05 強磁場・サブミリ波ESRによる物性研究 | 野 尻 浩 之 (東北大金研) |
| (3) 14:25 強磁場を用いた半導体研究の最近の話題
一量子ホール効果を中心に一 | 高 増 正 (金材技研) |
| (4) 14:45 強相関半導体の強磁場下での新現象 | 高 畠 敏 郎 (広島大先端物質) |
| (5) 15:05 強磁場・高圧における II - VI
希薄磁性半導体の磁気光学 | 横 井 裕 之 (物質工学研) |

15:25-15:40 休 憇

15:40-17:40 セッション B

*****極限環境物性の現状と将来展望（超高压を中心として）*****

座長 巨 海 玄 道 (熊本大理)

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| (6) 15:40 誘電体の圧力効果 | 遠 藤 将 一 (阪大極限科学) |
| (7) 16:00 有機伝導体における精密高圧物性 | 村 田 恵 三 (大阪市大理) |
| (8) 16:20 超高圧誘起超伝導 | 清 水 克 哉 (阪大基礎工) |
| (9) 16:40 X線散乱を用いた超高压物性 | 竹 村 謙 一 (無機材研) |
| (10) 17:00 中性子散乱による（多重）極限物性 | 片 野 進 (原研先端基礎研究セ) |
| (11) 17:20 物性研究のための超高压新物質合成 | 廣 井 善 二 (物性研究所) |

9月21日（火）

9:00-10:40 セッション C

*****極限環境物性の現状と将来展望（超低温を中心として）*****

座長 鈴 木 治 彦 (金沢大理)

- | | | |
|------------|--------------------|---------------------------|
| (12) 9:00 | 二層系量子ホール効果 一新たな展開一 | 澤田 安樹 (東北大理) |
| (13) 9:20 | 二次元電子系, 表面・界面 | P. Leiderer (Konstantz 大) |
| (14) 9:40 | 低次元ヘリウム 3 | 福山 寛 (東大理) |
| (15) 10:00 | 量子流体の表面・界面 | 奥田 雄一 (東工大理) |
| (16) 10:20 | 核スピン偏極フェルミ流体 | 佐藤 武郎 (東北大理) |

10:40-10:55 休憩

10:55-12:20 セッション D

*****物性研究所の極限環境物性研究(1) *****

-施設紹介を含めて-

座長 秋光 純(青山学院大理工)

- | | | |
|------------|--------|------------|
| (17) 10:55 | 超強磁場物性 | 三浦 登 (物性研) |
| (18) 11:25 | 超高压物性 | 毛利信男 (物性研) |
| (19) 11:50 | 超低温物性 | 石本英彦 (物性研) |

12:20-13:50 昼食

13:50-15:35 セッション E

*****物性研究所の極限環境物性研究(2) *****

座長 西田信彦 (東工大理)

- | | | |
|------------|--------------------|-------------|
| (20) 13:50 | 多重極限物性 | 後藤恒昭 (物性研) |
| (21) 14:20 | 量子渦科学の基礎研究と回転冷凍機 | 久保田 実 (物性研) |
| (22) 14:45 | 液体ヘリウム表面における2次元電子系 | 河野公俊 (物性研) |
| (23) 15:10 | 強磁場におけるプロッホ電子の量子現象 | 長田俊人 (物性研) |

15:35-15:50 休憩

15:50-17:20 セッション F

*****物性研究所極限環境棟施設見学*****

各担当所員

低温・多重極限棟, 極限環境研究棟, 先端分光研究棟, 物性研究所キャンパス全体

17:40-19:40 懇親会(於 東葛テクノプラザ2階ホール)

9月22日（水）

9:00-10:00 セッション G

*****日本における極限物性研究拠点*****

座長 佐藤 武郎（東北大理）

- (24) 9:00 東北大金研の現状と将来計画 本河 光博（東北大金研）
(25) 9:20 金材技研における強磁場物性の現状と将来計画 木戸 義勇（金材技研）
(26) 9:40 大阪大学の現状と将来計画 天谷 喜一（阪大基礎工）

10:00-10:15 休憩

10:15-12:30 セッション H

*****極限環境物性の全国的協力体制と物性研究所の役割（討論会）*****

座長 家泰 弘（物性研）

- (27) 10:15 キーノート（強磁場） 本河 光博（東北大金研）
(28) 10:25 キーノート（超高圧） 天谷 喜一（阪大基礎工）
(29) 10:35 キーノート（超低温） 藤田 敏三（広島大先端物質）

10:45-12:30 自由討論

12:30-14:00 昼食

14:00-16:20 セッション I

*****最近の興味ある物質系と極限環境*****

座長 鹿児島 誠一（東大総合文化）

- (30) 14:00 強相関電子系の極限物性 大貫 悅睦（阪大理）
(31) 14:20 極限環境における分子磁性体 阿波賀 邦夫（東大総合）
(32) 14:40 強磁場における酸化物高温超伝導体 小林 典男（東北大金研）
(33) 15:00 有機超伝導体と極限環境 石黒 武彦（京大理）
(34) 15:20 極限環境とメゾスコピック系 勝本 信吾（物性研）
(35) 15:40 層状半導体における強磁場下の励起子物性 後藤 武生（東北大理）
(36) 16:00 量子スピン系と極限環境 内野倉 国光（東大新領域）

16:20 閉会

あ い さ つ

福 山 秀 敏

来春、2000年4月、より物性研究所は東京大学第3極柏新キャンパスにおいて、物性研究の新しい研究・教育活動を展開します。この活動では是非世界のCOEを目指したいと思います。そのためには所員各自が自らの特徴を十分生かし所内外の方々との切磋琢磨を通じて先鋭的な研究を遂行しその成果を世界に発信することが必要です。同時に、物性研は全国共同利用研究所として、我が国の物性研究活動のなかでの役割を十分認識し、それに対して責任を果たすことが求められています。このような認識に基づいて、物性物理各分野における研究の現状を見極め、その中で将来物性研究所が展開すべき研究の方向を見定めるため、率直且つ徹底した討論の機会が必要であると考え、この研究会シリーズ「物性研究の展望」を計画しました。本研究会はその第1回目です。

このシリーズの各研究会は基本的には各研究部門・施設単位で計画され、そのスタイルは通常の物性研短期研究会と同様で総説的な講演やトピックスが紹介されます。この際、実験と理論の融合には特段の注意を払うこと、又討議されるテーマの選択に際して、伝統的・堅固な「物性物理」はもとより、その境界を広げ、「物質科学」を視野にいれるような努力をすることにしました。それに加えて、この研究会シリーズの特徴は、部門に所属する所員が自己の研究のハイライトとこれから展望を発表し、皆様からご意見を頂くことにしました。つまり、通常の短期研究会にpeer review的な要素を取り込みました。そのため、各研究会には数名の所外の先生方に評価委員として加わって頂き、印象・ご意見を「講評」と言う形で文書にまとめていただくことにしました。その「講評」は、内容はもとより形式・長さも全くご自由にして頂き、その都度「物性研だより」に掲載させて頂くことにしました。(将来、部門・施設についての全ての報告を1冊の冊子にまとめることを予定です)。

評価委員の先生方には御多忙のところまことに申し訳なく思っておりますが、今までのところご快諾頂いており感謝しております。

頂いた「講評」は各研究部門・施設さらには所全体で十分検討させていただき、研究所の将来の発展のために役に立たせていただきたいと思います。

どうぞ、研究会を十分お楽しみください。

また、同時に、どうぞよろしく、お願ひいたします。

f 電子系の磁性と強磁場

北海道大学大学院理学研究科 植原俊郎

f 電子系の磁性に関する最近の話題から軌道（四重極）秩序状態における磁場効果について紹介する。CeB₆やTmTeでは局在f軌道の結晶場基底状態に軌道縮退を有し、ある温度以下においてf軌道が交替的に整列する反強四重極（AFQ）転移を示す。これらの系では、AFQ転移温度TQが磁場とともに顕著に上昇することが知られている。

TQ(H)の上昇の重要なメカニズムの一つは、磁場によって秩序変数に反強磁性的な成分が混ざることによる磁気相互作用エネルギーの獲得である。AFQ秩序変数は時間反転対称性を破らないのでAFQ相は常磁性である。しかし強いスピン・軌道相互作用と軌道の交替的配列を反映して、常磁性磁化率は各部分格子で異なる大きさ・容易軸を持つ。従って外部磁場下では一般に磁化に反強磁性成分が現れる。もし系に反強磁性相互作用が存在していればこの磁場誘起反強磁性モーメントがAFQ秩序を安定化し、TQ(H)を上昇させる。この機構はかなり一般的と思われる。

この問題に関して最近注目されている点は、磁場誘起のスタガードモーメントとして通常の磁気双極子ではなく磁気八重極が登場する場合が存在することである。八重極の重要性はCeB₆において初めて指摘されたが、そこではOxy型四重極間の相互作用とΓ2型八重極間の相互作用とがほとんど等しい大きさであることが様々な解析から推論されている。このような多重極相互作用の起源は伝導電子を媒介とする RKKY的な機構によるものと考えられている。

CeB₆以外にも磁気八重極相互作用が重要である可能性のある系として、PrPb₃の実験結果を紹介する。この物質は立方晶AuCu₃型構造を持つ金属であり、Pr³⁺の結晶場基底状態はΓ3非クラマース2重項である。したがってこの系はΓ3型の四重極モーメントの自由度を基底状態に持っている。PrPb₃は約0.4 Kにおいて長距離秩序を示すことが知られているが、中性子散乱で磁気ブラックピークが見えないこと、転移に伴う結晶の歪みが観測されていないことなどからこの転移はAFQ転移と考えられている。我々はPrPb₃のAFQ転移の磁場中相図を磁化・比熱測定によって調べた。その結果、TQ(H)はH || [100], [110]いずれの方向にも増大することがわかった。このTQ(H)の増大は基本的には上に述べた機構による。ただし今の場合結晶場基底状態は非磁性のΓ32重項であるが、Van Vleck磁化率がAFQの部分格子によって異なる値を取るために一様磁場下で反強磁性モーメントが誘起されその相互作用エネルギーがAFQ秩序を安定化する。実際、反強四重極相互作用および反強磁性相互作用を取り入れたモデルで平均場近似計算を行ったところ、H || [100]に関しては実験を良く再現する結果を得た。ところがH || [110]については計算結果はTQ(H)の増大を大きく評価しそぎ、実験結果と一致しない。そこで磁場誘起モーメントを再検討した結果、Γ5型の八重極モーメントが[110]方向の磁場に対してのみ非常に大きく磁場誘起されることがわかった。この八重極相互作用を取り入れたモデルで改めて計算したところ、強磁性的な八重

極相互作用をわずかに入れただけで相図の異方性の実験結果をきわめて良く再現する結果を得た。これらの結果より我々はPrPb₃においても磁場誘起の八重極モーメントが重要な役割を果たしているものと考えている。

強磁場・サブミリ波ESRによる物性研究

東北大金研 野尻 浩之
本河 光博

ESRは磁気励起や電子状態を調べる上で有用な手段であり、磁性体はもとより半導体さらには金属に至るまで広い範囲の物質において活用されてきた。最近我々は、遠赤外レーザーなどの光源とパルス磁場を組み合わせることにより、最高7 THz(30meV), 磁場40テスラ, 温度0.4 - 400KというESR装置を開発して研究を行っている。この装置は原子炉を用いた中性子散乱に匹敵する広い周波数範囲を、順連続的な光源によって高分解能(μeV以上)でカバーする高性能なものである。また磁気励起の研究において40テスラという磁場は中性子や、NMRでは不可能な領域であり、強磁場・サブミリ波ESRはこの点でも重要な役割を担っている。

このようなESR装置を用いて行われてきた研究としては、以下のようなものが挙げられる。

- (1) 低次元磁性体の強い量子ゆらぎに起因するスピニの動的振る舞い
- (2) 反強磁性共鳴による磁気構造や、磁場誘起相転移の研究
- (3) スピニギャップの直接観測をはじめとする磁気励起の研究
- (4) 磁性半導体などにおける磁性原子の電子状態の研究
- (5) 分子磁性体のエネルギーレベルの決定、量子トンネル効果の研究
- (6) 遍歴電子強磁性体における緩和機構の研究

最近の研究例としては、九大の網代、浅野両氏と行った、Cu Benzoateにおけるブリーザーモードの観測が挙げられる。この励起はソリトンと反ソリトンの束縛状態であり、その存在が比熱や、中性子実験とそれを説明する押川らによる理論的研究により指摘されていたものである。我々は、ESR線幅が短距離相関の発達により一端急激に増加した後で、極低温では指数的な減少を示すことを広い周波数-温度範囲での研究から再発見し（低周波での異常は20年以上前に大島らによって見いだされ、磁気秩序として説明されている），さらに低温での共鳴周波数の非線形な磁場依存性がブリーザーモードの理論式と合うことを見いだした。スピニギャップの観測例としては、上田、蔭山両氏と行ったSrCu₂(BO₃)₂が好例である。この例では複数のギャップの分裂やその磁場依存性を詳細に観測して、理論的に予測されている、励起三重項状態の局在を支持する結果を見いだしている、詳細に関してはジャーナルの9月号に論文が出ているのでそちらをごらん頂きたい。

以上のように強磁場・サブミリ波ESRは磁気励起研究において他の手段と相補的に活用される事により今後ますます重要な役割を果たすと考えられる。

強磁場を用いた半導体研究の最近の話題 —量子ホール効果を中心に—

金属材料技術研究所 高 増 正

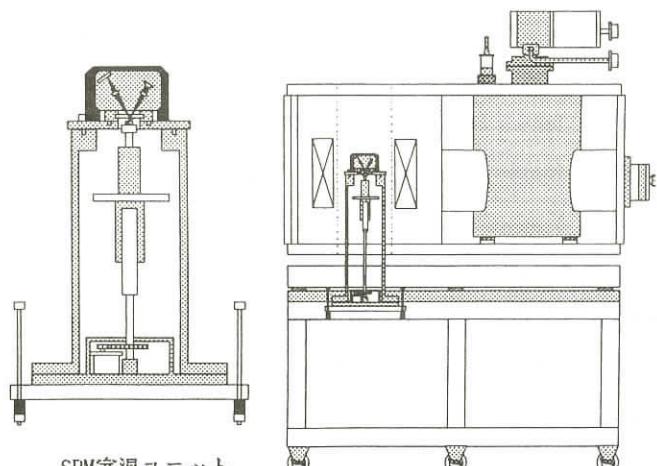
近年、強磁場における半導体研究、特に量子ホール効果を中心とする2次元電子系の研究では、様々な新しい測定技術が用いられている。ひとつはNMRと磁気発光効果や磁気抵抗測定の組み合わせによる測定である。GaAsでは、核スピンの反転に対して、伝導電子スピンが非常に敏感に反応する。また、奇数フィーリングファクターをはじめとする特定の磁場値では、伝導電子のスピン偏極は発光スペクトルや磁気抵抗に大きな影響を与えることが知られている。こうした特性を利用して、磁気発光効果や磁気抵抗の測定を通じてNMR測定を行うことが可能となっている。もうひとつ注目すべき測定技術は、走査型プローブ顕微鏡を用いたイメージングの測定である。量子ホール効果状態に特徴的な端状態を原子間力顕微鏡によって観察した例等がこれにあたる。

我々は、こうした走査型プローブ顕微鏡（SPM）の可能性を更に広げるため新しいタイプの強磁場走査型プローブ顕微鏡を作製した。市販のSPMユニットを強磁場下での操作に耐えうる非磁性型に改造したものを、低振動型冷凍機冷却超伝導マグネットに収めた構造をしている。この装置の特徴は、室温大口径（18cm）磁場空間が、光検知型のプローブユニットを可能にしているため、カンチレバーとして、STM, AFM, MFM, SNOAMといった様々なプローブを手軽に交換して使用できる点にある。実際我々は、

この装置を用いて、いくつかの磁性体の磁区構造とその磁場変化をその場観察することに成功している。

将来は、この装置を用いて、より広い温度範囲および様々なプローブによる観察を相補的に用いて行うことにより、強磁場中の微細構造やサイクロトロン運動による局所的な現象を解明することが可能になると考えている。

冷凍機冷却低振動SCM



強相関半導体の強磁場・圧力下での新現象

広島大学大学院先端物質科学研究科 高畠 敏郎

近藤半導体と呼ばれる希土類化合物CeNiSn, CeRhSb, YbB₁₂では、近藤温度よりもさらに温度を下げるとき、局在モーメントが失われるとともにキャリアー密度が急激に低下する^[1]。この原因が、4f電子と伝導電子との局所的近藤シングレットの形成によるのか、準粒子バンドのギャップ形成によるのかは未解決である。我々はこの問題を探る為に、良質な単結晶を育成し、強磁場と圧力下において電気抵抗、磁化、比熱を測定した。

斜方晶のCeNiSnとCeRhSbではギャップの一部が零磁場でも閉じている。前者はa軸方向の強い一軸的磁気異方性を示し、この方向に14Tの磁場を印加すると、ゼーマンシフトによってV字型状態密度のギャップエッジが重なり、フェルミ準位での状態密度が増加する^[2]。さらに高磁場の50T付近で磁化M//aがもう一度伸びることから、ギャップが2重構造をもつ事がわかった^[3]。ところがCeRhSbではa軸とb軸方向の磁場効果はほぼ等しく、約30T付近で負の磁気抵抗は飽和するので、ギャップの異方性は弱いと考えられる^[4]。フェルミ面全体にギャップを形成する立方晶のYbB₁₂では、磁化は50T付近で1次転移的なメタ磁性を示し、これに伴って電気抵抗は急減する^[5]。転移磁場は<100>方向で最も小さく、その値は47Tである。100mK以下の継磁気抵抗は転移磁場の半分弱の18T//<100>と26T//<111>で顕著なピークを示す^[6]。この結果はYbB₁₂のギャップ内に共鳴的内部構造があることを意味する。

擬ギャップの最も小さなCeNiSnでは強い圧力効果が期待されたので、一軸圧力下で比熱と帶磁率を測定した^[7]。c軸方向では僅か0.13GPa、b軸方向では0.25GPaにおいて反強磁性転移が誘起された。一方、Ce原子がジグザグ鎖を形成するa軸方向をかけると帶磁率と比熱はともに減少した。この結果は、擬ギャップ形成と磁気転移が競合している事を示唆する。

以上は伊賀文俊、梅尾和則、越前勇次、日浦さやか、吉野雄信、鈴木孝至、井澤公一、藤田敏三、藤井博信、川崎信太郎、高本尚起、金道浩一、小坂昌史、上床美也、各氏との共同研究の成果である。

[1] T. Takabatae and F. Iga et al., J. Magn. Magn. Mater. 1770181 (1998) 277.

[2] K. Izawa et al., J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1996) 1769.

[3] K. Kindo et al., Proc. of PPHMF - III, 1998 Florida USA /

[4] T. Yoshino et al., J. Phys. Soc. Jpn. 67 (1998) 2610.

[5] F. Iga et al., JJAP Series 11 (1999) 88.

[6] S. Kawasaki et al., SCES99, Physica B, in press.

[7] K. Umeo et al., Phys. Rev. B60 (1999) R6957.

強磁場・高压におけるII-VI系希薄磁性半導体の磁気光学

物質工学工業技術研究所 横井 裕之

今年の2月まで1年間滞在していた、アメリカ合衆国ニューメキシコ州ロスアラモスにある国立強磁場研究所(NHMFL)の施設の紹介と、そこで行った実験について報告する。

当施設では、1997年に非破壊60Tロングパルス磁石の開発に成功し、'98年の春頃から物性測定への利用が試験的に始まった。この磁石は750MJ、1.4GWのモーター発電機から電力を供給することにより、60Tを約100ms間持続させることが可能である。従来のパルス磁石では困難であった比熱測定が、この磁石により昨年の秋に可能となった。その他に、電気伝導度や時間分解分光などの測定が試みられている。

この磁石では磁場波形を三角波状に整形して、30~60Tの強磁場域でも掃引速度を0.14T/ms程度に制御することができる。NHMFLでは1MHzでデータ転送可能なスペクトル計測システム(Princeton Instruments, LN/CCD - 100EB)を組み合わせて、一回のパルスにより0.3Tという準連続的な間隔でフォトルミネッセンス測定のできるシステムを構築した。このシステムを用いて、 $\text{CdTe}/\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ($x=0.24$)単一量子井戸の界面領域にあるMnイオンと励起子との相互作用とその圧力依存性について調べた。パルス磁場中での圧力印加は、クランプ部がプラスチックでできたダイヤモンド・アンビル・セルにより行った。1.9 nm幅の量子井戸層と障壁層について観測された励起子発光ピークのゼーマンシフトを図1に示す。矢印で示したとおり、量子井戸層については、30T近傍以上で付加的なレッドシフトの立ち上がりが見られる。障壁層のバンドギャップの磁場変化を考慮して井戸内最低電子／正孔準位の磁場変化を簡単な量子力学計算により計算すると、この付加的なレッドシフトがほぼ定量的に説明できたので、この現象は、障壁層のバンドギャップの磁場による減少に伴って、井戸内の励起子波動関数が障壁層内に浸み込むことに起因すると考えられる。

井戸内励起子のゼーマンシフトには、障壁層内と界面領域それぞれにあるMnイオンと励起子との相互作用が寄与しているが、上記の計算は前者の寄

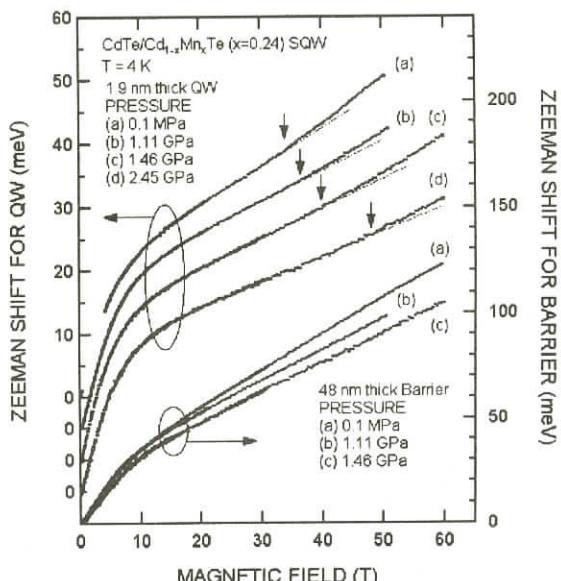


図1. $\text{CdTe}/\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ($x=0.24$) 単一量子井戸の1.9nm幅量子井戸(QW,左軸)と障壁層(右軸)に関する励起子エネルギーのゼーマンシフト。

与にはほぼ対応していると考えられるので、後者の寄与を見積もった。その結果、後者の相互作用によるゼーマンシフトはブリリュアン関数的になり、圧力の増加とともに相互作用が増強される傾向が認められた。このような解析は、定常磁場下と同等の精度の測定を60Tまで行うことにより、初めて可能になったと言える。

誘電体の圧力効果

大阪大学極限科学研究センター 遠藤 将一

これまで、Samaraによって多くの誘電体について誘電測定が3 GPaを超える圧力まで行われ、相転移温度の圧力依存性が報告されている。ここでは、Slater以来半世紀を超えて議論の続ぐ¹⁾、水素結合型強誘電体KH₂PO₄(略してKDP)とHを重水素Dで置換したKD₂PO₄(DKDP)について、最近我々が8 GPaまでの圧力で行った実験結果²⁾を紹介する。

キュービックアンビル装置のパイロフィライト製立方体中に試料とフロリナート液体媒体を詰める。円盤状の単結晶試料の上下のc面に金をスパッターして電極とし、それにリード線を銀ペーストで付け、インピーダンスアナライザーで誘電率を測定した。

DKDPについて得られた、各圧力下での誘電率 ϵ_c の温度変化をFig.1に示す。誘電率の極大に対応する強誘電相への転移温度 T_c は圧力の上昇とともに低温側にシフトして、6.4GPaではもはや T_c は確認できない。すなわち、6 GPa近傍の臨界圧力 p_c で T_c は0 Kに達し、強誘電相は消滅したことになる(Fig.2)。この p_c はKDPの約1.7GPaの3倍以上で、非常に大きな同位元素効果である。

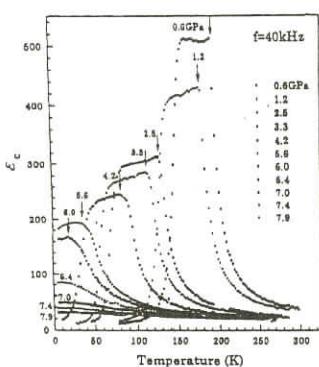


Fig. 1. Temperature dependence of the dielectric constant ϵ_c of DKDP at various pressures.

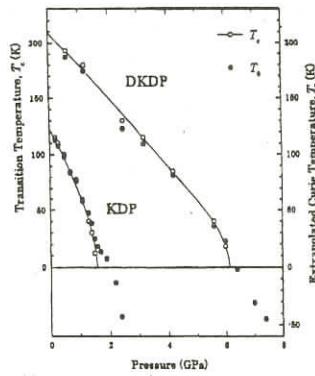


Fig. 2. Pressure dependences of the transition temperature T_c and T_g of KDP and DKDP. The real lines are visual guides for T_c .

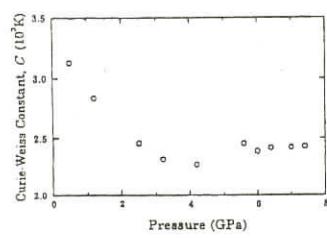


Fig. 3. Pressure dependence of the Curie constant C for DKDP.

各圧力での高温側（常誘電相）の ϵ_c の変化に Curie - Weiss 則を適用して得られた Curie の定数 C を Fig. 3 にプロットする。 C は圧力の増加とともに T_c と同じように減少するが、約 4 GPa からは、減少し続ける T_c とは違ってほぼ一定になり、 p_c 以上でも 0 にはならず有限の値を持っている。常圧では、これまで行われた誘電率、中性子回折、ラマン散乱などの実験から DKDP の相転移機構が秩序-無秩序型であることが確立している。もし高圧下でもこの型が保たれるとすれば、 p_c を超えた圧力下の絶対零度で永久双極子の無秩序状態が実現していることになり、熱力学の第三法則に反する。

一方、変移型モデルでは、例え p_c を超えた圧力下で相転移が消失しても有限の C をもつことがある。²⁾ このことは、典型的な変移型強誘電体である SbSIにおいても実験的に確かめられている。³⁾ すなわち、DKDP の相転移機構は p_c に至る途中の圧力で（多分、 C に大きな変化のみられる 4 GPa 付近で）秩序-無秩序型から変位型に移行したことになる。

なお、高圧、低温において誘電率が Curie - Weiss 則から大きく外れることが見出されたが、実験結果は量子揺らぎを取り込んだ Barrett⁴⁾ の理論式でよく表わされる。この量子揺らぎとプロトンの運動との関係が気になるところである。今後の課題である。

- 1) 野田幸男編：“水素結合における構造物性と機能”，日本結晶学会誌特別号，40(1998).
- 2) S.Endo *et al*:Solid State Commun. in press.
- 3) G.A.Samara:Ferroelectrics,9(1975)209.
- 4) J.H.Barrett:Phys.Riv.86(1952)118.

有機伝導体における精密高圧

大阪市立大学理学研究科 村 田 惠 三

目 次

0. はじめに
1. 有機伝導体と圧力のかかわり
2. 最近の研究から - 1軸性圧力 -
3. 物性研に期待すること

0. はじめに

今回、柏の新物性研のおひろめにあって、有機超伝導、高圧のキーワードでお話をします。1節では有機超伝導の研究は高圧と密接なかかわりをもってきたことを歴史を振り返りながら述べる。2節では著者が最近、興味をもってやり始めたことに関連したことを、3節では今後の物性研究の

発展を考えたとき、物性研に期待することを極めて具体的に述べる。

1. 有機伝導体と圧力のかかわり

歴史を辿れば、圧力という手段抜きでは、有機超伝導は生まれなかった。前駆的物質や $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ の電気抵抗の温度依存性の圧力変化を見ていく過程で有機超伝導が1980年に発見された。TTF - TCNQで培った伝統的手法を着実に進めてきた研究の延長上に現れた。

その後も次々に現れてきた有機伝導体においても温度 - 圧力相図を見れば、その物質群のおよその物理が語れるほど、圧力の役割は大きい。典型例として、擬1次元導体の $(\text{TMTSF})_2\text{X}$, $(\text{DCNQI})_2\text{Cu}$, 擬二次元導体 α - $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$, β - $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$, α - $(\text{BEDT-TTF})_2\text{KHg}(\text{SCN})_4$, κ - $(\text{BEDT-TTF})_2(\text{NCS})_2$ とその類縁体の温度 - 圧力相図を挙げることができる。特に $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ 塩ではより1次元的な $(\text{TMTTF})_2\text{X}$ 塩から広範囲の圧力域にわたる統一的な温度 - 圧力相図が提案されるに至っている(Jerome)。高温超伝導体が出現したとき、その温度 - ドープ量相図が $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ 塩の温度 - 圧力相図とあまりに似ていることからよく対照されたが、現在では $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ 塩の相図の横軸(圧力)はMott絶縁体のバンド幅制御に相当し、高温超伝導体ではドープ量制御に相当しているとして理解されている(今田)。それぞれの相(図)の発見以後の有機(超)伝導体の物理の発展は微小圧力、精密圧力のおかげと言っても過言ではない。こうして、発見に圧力が使われ、解明にも圧力が使われてきた。微小圧力はポンベ圧力、軽い重しを乗せる事による物理圧力の制御や修飾基を工夫する化学圧力の制御、それが更に洗練され、構成水素の重水素置換による超精密圧力相当の制御がなされ、物理の実験に適用された。

発展、解明段階でヘリウム高圧が日本で法律の規制から使えず、日本でこれに関して、技術的に空白ができ、致命的な遅れができてしまっている現実とこれの打破に向けて物性研の政治的指導力を訴えたい。3節でも触れる。

2. 最近の研究から - 1軸性圧力 -

次に、最近私が面白いと思っている圧力、1軸性圧力の面白さについて述べたい。1節で述べた相図に発展があった。 κ - $(\text{BEDT-TTF})_2(\text{NCS})_2$ に負の1軸性応力を加えて、100K付近の抵抗の山や超伝導転移温度を10%上昇させたKusuhara, Ishiguroの先駆的な仕事がある。その後、Campos, Brooksが応力を α - $(\text{BEDT-TTF})_2\text{KHg}(\text{SCN})_4$ に軸を選んで応力を加えれば、常圧でも静水圧下でも見られなかった超伝導が1Kに現れ、 $\text{KHg} \Rightarrow \text{NH}_4$ と置き換えた物質では1Kの超伝導が3Kに上昇するという結果を示した。1999年にKagoshimaらが同物質や α - $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$ に1軸性ひずみ*を適用し、新物性の開拓の手法を提示した。Brooks, Kagoshimaともに、試料をepoxyで固めて、epoxy毎試料を押す手法をとっている。このひずみ

み印加手法は、有機伝導体のtight binding近似を決めている幾つかの移動積分を独自に操作できる可能性があって大変魅力的である。

筆者はこの手法を(TMTSF)₂PF₆のSDW転移のひずみ方向依存性が現れるのではないかと考えた。予想は b 方向圧縮で、 T_{SDW} が減少し、 c 方向圧縮では不变、 a 方向圧縮では上昇すると言うものであった。理由は、1次元軸方向(a 軸)方向のひずみではよりnestingがより完全になり、 T_{SDW} が上昇し、 b 軸方向のひずみでは、nestingがより不完全になり、 T_{SDW} が下降し、 c 軸ではあまり変わらないというものである。しかし、結果はこの予想とは異なり、すべての方向で T_{SDW} は抑えられ、圧縮ひずみ方向 a がもっとも感度よく、次いで b 、 c の順であった。図参照。この結果は、1軸性ひずみ印加についてよく考えるヒントを与えることとなる。我々はSDWを破壊するのは基本的に b 方向の移動積分が増大するためと考えた。この効果が b 方向より a 方向の方がより強いということは今は説明できないが、ちょうど b 方向に有機分子が無いことや、3斜晶系を考えれば、第1近接でも、また、 b 方向の第2近接分子間の移動積分を考えれば、 a 方向への圧縮でも b 方向の移動積分を増大させうる。このことは、1軸圧縮は1軸のみを選択的に増大させる手段には必ずしもならない可能性も示している。

しかし、別の考え方もある。 a 方向圧縮がバンド幅を広げ、他の軸方向と比べて、もっとも電子相関を下げる効果があるとの考え方である。これらの考え方に対し、実験的に解決する方法を計画中である。とにかく、1軸性圧縮は、物理を考えさせる良き材料を与えてくれる。今後の重要な手段になるものと思う。

* 1軸「応力(stress)」はPoisson比のふくらみを許すのに対し、1軸「ひずみ(strain)」は許さない手法。

3. 物性研に期待すること

3-1 まず、今日の高圧発生、多重極限の実現の努力に敬意と感謝を表したい。少ない人数のスタッフで大変であろうけれど、今後もこの延長を追求し、共同利用も今のように開放的にお願いしたい。

3-2 大きなサイズの高圧

電磁石はボアサイズが大きくなれば、実験の自由度と可能性が一気に増す。これと同じように、高圧空間も少し広いと、実験の応用範囲が拡大する。個人的に興味があるのは、1.5GPa-4GPa帯の圧力を発生できる、5-6mmサイズの試料空間である。そんな、静水圧装置を開発してくれたらうれしい。多重極限の幅も広まるであろう。

3-3 次に、物性研はこの部門の「スタッフ」と「所長」は、ヘリウム高圧実験の高圧ガス規制法の適用除外に政治的に活動して欲しい。

特に、ヘリウムの高圧は有機物の物性の発展に欠かせない。しかるにヘリウムガスによる実験室の実験が鹿島のコンビナートへの対処と同じ法律で規制されているために、日本が大きく技術的に取り残されている事実を特記したい。 pV がエネルギーであって、危険の指標であるにもかかわらず、この法律は、基本的に p のみを取り上げて規制している法律である。確かに p が高いことは危険である。しかし、取り扱い方はそれほど難しくない。

ちなみに数kbarの圧力を出すカタログ製品が米国では入手できる。これに関しては、物性研に期待することは、技術開発ではない。物性研が政治的影響力を発揮して、実験室でのヘリウムガス実験を高圧ガス取締法の適用から除外することに尽力して欲しい。これは、高圧部門のスタッフにだけでなく、全所的に取り組んで欲しい。さもなくば、日本がこの分野でとり返しのつかない技術および科学後進国となるであろう。いやすでになっている。

ヘリウム高圧の大切さは、本研究会の竹村氏の発表の例でも明らかにされている。しかし、この愚かしい法律のために、彼が認可申請と大臣認可に伴う通常検査に、即ちサイエンス以外の、具体的な安全処置以外のこと、如何に多大な時間を割いてきたか、知っておくべきであり、また、如何に多くの人が、実験そのものを諦めてきたかも周知したい。

核物質の取り扱いなどとは全く違うレベルの低い危険性の話で、たとえで言うならパルス磁場や静強磁場を発生するときに払う程度の注意と同程度の危険度であり、研究者の知恵ですむことであり、「認可」事項とは相容れない。

3-4 新材料の開発・ストック役をお願いしたい。

この件は発表時にはお伝えできなかった内容である。

圧力発生が多重極限下で必要とされるとき、圧力発生容器が非磁性であって欲しかったり、小さいセルでより高圧を発生させたくなるものだ。こんなとき、企業に特別材料を依頼すると、まずは断られる。特に日本の企業には。また、諾の場合でも、1研究室ではどうしようもないほどの大量の材料を発注せねばやってくれないことがある。

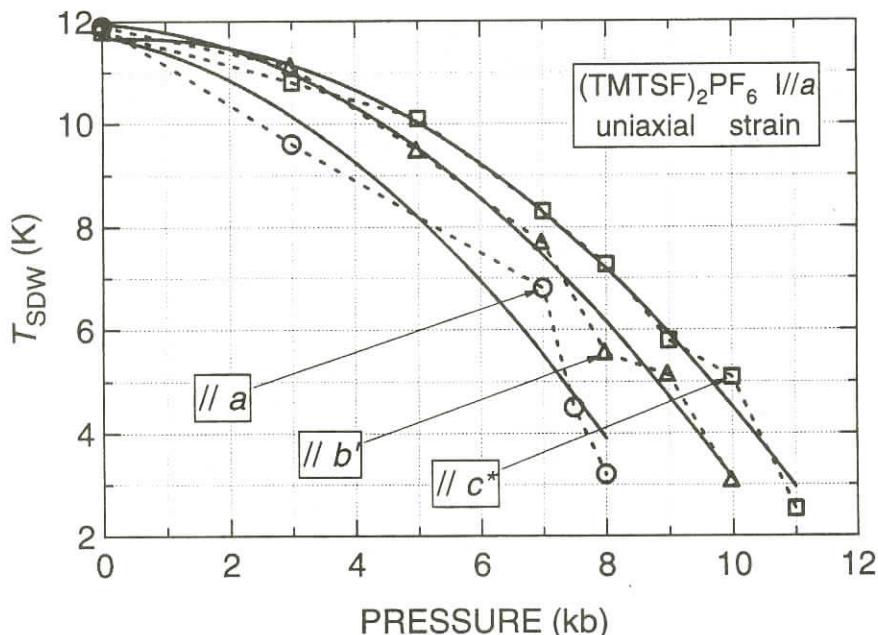
具体的な例を挙げる。高圧材料のBeCuは通常のブランド商品ではバインダーにCoが入っている。そのため、低温で磁性が気になる実験では困る。著者は10年ほど前、米国から、Coフリーの材料を発注した人のうわさを聞いて、工場にあった残りを多量に買い取ったことがある。大変良い材料であった。同じような目的でこのような入手例はCuTiなども聞いたことがある。いずれも、一過性のことで、繰り返し作成できる素地が育たないと、技術の伝承・発展にはならない。NiCrAl合金なども同様である。

それで提案である。このような素材物質開発・配給の役目を物性研が担ってくれたらどんなに

すばらしいことであろう。しかし、人数の少ないスタッフだけにお願いすることは酷なことと思う。提案する方法は以下のようなものである。

物性研の共同利用の公募のように、素材開発の公募を行う。公募には開発の暁には入手したい人のリストを参考に添えて採択の参考にするものとする。物ができたときには、開発者と物のリストを公開する。(独立法人化したら、開発者に利益が行くようにするのも一方法ではないか。各自の物の入手は、有料、無料が考えられるが、少なくともストックを考えると、無料の方が運営は行いやすいのではないか。)

このようにすることによって、少なくとも高圧力の技術的発展ははかり知れないと思う。是非、検討願いたい。また、特許収入が大学運営の多くを占めるMITのように物性研の発展に寄与する可能性もある。これは、基本的に全国から参加ができる物性研だから可能な案だと思う。



(TMTSF)₂PF₆のSDW(スピンドル密度波)転移温度の1軸性ひずみの印加方向依存性。(FZ. Guo,
K. Murata, A. Oda, H. Yoshino, preprint, 1999. Sep.)

超高压誘起超伝導

大阪大学大学院基礎工学研究科 清水 克哉

はじめに

近年における圧力発生技術の進展に伴って、特に数GPa以上100GPaに至る超高压力が以前にもまして積極的に、新物質の創製、新現象の探索及び新機構の解明を目指して物性研究に応用されるようになった。ダイヤモンドアンビルセルは冷凍機に取り付けられるほどコンパクトであり、ミリK・百万気圧域の極低温・超高压の世界が現実のものとなった。極低温・超高压という舞台の生成と分子性結晶を中心とする物質群の超伝導性に着目して開発を続けて来た。超高压誘起超伝導体の探索の例として酸素の超伝導性の検出と、今後の更なる高圧域へ実験の拡張についての展望を述べる。

現状

希釈冷凍機への装着、強磁場との組み合わせを考慮して、小型・非磁性ダイヤモンドアンビルセルを銅ベリリウムで作成し使用している。現在200GPa、30mKに至る超高压・極低温下（必要なら18Tの強磁場下）で電気抵抗測定を行うまでに至っている。使用するダイヤモンドは先端を300 μm 径（正16角形）にすりあげ、さらに8度の角度で50~100 μm 径に尖らせてある。ガスケットは金属部と絶縁部の二重構造で、金属部はレニウムを用い、アルミナ粉末によって絶縁を施してある。試料に接する電極線には白金の薄箔を用いている。

酸素を試料とする場合、圧力セル内に封じ込めるには、低温容器内で液化した酸素試料中に圧力セル全体を浸し、試料穴に液体試料を導入して加圧・封じ込めを行う。封じ込め後昇温して室温に取り出し、さらに加圧を続けた。酸素の圧力値120万気圧での電気抵抗測定の結果をFig.1に示す。約0.6Kにおいて酸素の超伝導転移が観測された。また、一連の高圧下電気抵抗の温度依存性の測定により、酸素の圧力誘起金属化（およそ95GPa）も同時に検出する事になった。挿入図は115万気圧の結果も合わせた磁場-T軸温度(H-T)相図である。マイスナー効果については詳細を省略するが、電気抵抗測定で観測された転移温度で反磁性が観測され、酸素の超伝導発見と結論した。^[1]

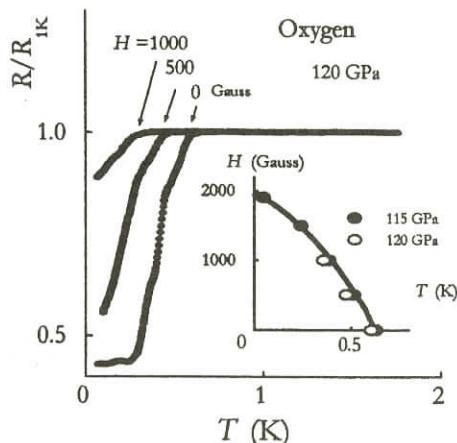


Fig. 1. Superconducting transition of oxygen at pressure of 120 GPa. The critical magnetic field is around 2000 Gauss at 115 and 120 GPa. (inset)

展望

超高压下で理論予想されている水素の金属化とその高温超伝導が、現在もっとも興味ある研究対象の一つであろう。400GPaとも予想される水素の金属化圧の発生と、そのもとでの電気抵抗測定に対し、技術的に直面している課題は山積している。ダイヤモンド自身の選定をはじめ、その先端部形状の最適化、圧力発生面上の微細電極作成が当面の課題と考えている。人工ダイヤモンドの使用や、測定電極への半導体プロセス技術等の応用を模索している段階である。

参考文献

- [1] K. Shimizu *et al.*, Nature, **393**(1998)767.

X線散乱を用いた超高压物性

無機材質研究所 竹村謙一

超高压物性研究はダイヤモンドアンビルセルを中心に発展してきた。ダイヤモンドアンビルセルは様々な測定に用いられているが、中でもX線散乱は有力な実験手段であり、結晶構造をもとにした物性研究が多く行われている。X線散乱を用いた超高压物性研究の最近の進歩を概観する。

ヘリウムを圧力媒体として静水圧実験

最近われわれは高圧ガス装置を使ってヘリウムを圧縮しダイヤモンドアンビルセルの圧力媒体として充填している。これにより従来から使われているアルコール混合液にくらべより高い圧力まで静水圧実験を行うことができるようになった。一例としてZnの軸比の圧力変化を報告する。アルコール混合液を使って以前われわれが行った実験ではZnの軸比は9.5GPa付近で異常を示し、理論的に予想されている電子トポロジー転移との関連が話題になった。しかし今回新しくヘリウムを使った実験では異常は一切見られず、軸比は少なくとも20GPaまでスムースに変化した。したがって以前報告した軸比の異常は圧力媒体の固化にともなう一軸圧力の発生によるものと考えられる。ヘリウムを圧力媒体とした静水圧実験は今後ますます重要性を増していくだろう。

高圧粉末X線回折法の進歩－特異な高圧相の結晶構造－

放射光をX線源とし、イメージングプレートを検出器として用いることにより、高圧下の試料からの微弱なX線回折パターンを精度良く測定できるようになった。さらに結晶粒の制御等の工夫を組み合わせることでこれまで解かれていた複雑な高圧相の結晶構造が相次いで決定されている。たとえば10GPa以上に存在するセシウムの高圧相Vの結晶構造は単位胞に16個の原子を含む

斜方晶であることが決定された。また12GPa以上に存在するバリウムの高圧相IVは複数の副格子が不整合に組み合わされた構造をとることが報告された。金属元素の高圧相に非常に複雑な構造が見られることは興味深い。

高圧X線分光

高圧X線分光も最近進歩の目立つ領域である。高分解能蛍光X線分光、非弾性散乱、メスバウアーフィルタ等、高圧下の電子状態研究のための新しい手段が開発されつつある。

ダイヤモンドアンビルセルは高い圧力発生能力と高精度の測定を可能とする軽快さのゆえに今後も超高压物性研究の主力となっていくことが期待される。

中性子散乱による（多重）極限物性

原研先端基礎研究センター 片野 進

原研中性子散乱研究グループでは、高圧、強磁場、超低温下での中性子散乱による物性研究を推進している。ここでは原研の研究用原子炉—JRR-3M、即ち、時間的に定常な中性子源を用いた極端条件下での中性子散乱実験について紹介する。

典型的な三軸型中性子分光器では、遮蔽体内のモノクロメータ（単色化結晶、通常パイログラフィット）で必要なエネルギー（波長）の中性子を選び、試料結晶に入射させる。中性子は試料の結晶構造や磁気秩序構造を反映してエネルギーに関して弾性的に、あるいは格子振動やスピノの運動と相互作用して非弾性的に散乱される。

これをアナライザ（エネルギー解析用結晶、これも通常パイログラフィット）によって求めるエネルギーの中性子を選び出し、検出器で散乱強度を計測する。このように角度を大きく変化させながら強度を測定するため、試料環境を設定する機器に対しても、広い角度にわたって入射及び散乱ビームの通路を確保する必要がある。また強い散乱強度を得るために、一般にある程度大きな試料空間が求められる。

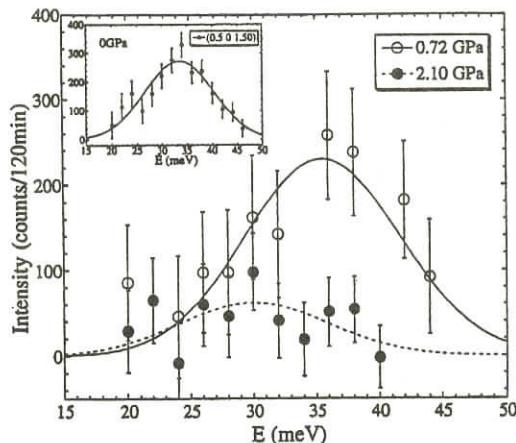


図1. スピンギャップの効果。反強磁性のゾーンセンターでのエネルギー散乱。

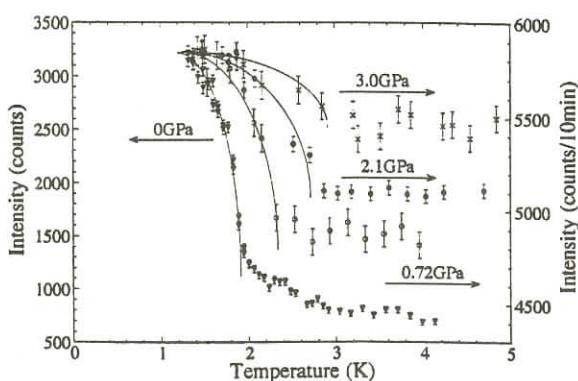


図2. 反強磁性ピークに対する圧力効果。温度に対する強度変化を示す。見やすいように強度は縦方向にずらしてある。

高圧実験では、約3GPaの圧力迄はアルミナ製シリンダーを使ったピストン・シリンダー型のMcWhanタイプ（小野寺ら）セルを使用している。中性子はこのシリンダーとジュラルミン製の外側スリーブとを通過するため、強度の減衰が起こるとともに、これら構造物からの散乱によるノイズの大幅な増大があるものの、直径6mm、高さ10mm程度の試料が使えるため、強度の弱い非弾性散乱の実験も可能である。この装置を低温にして、スピニ・ラダー（梯子）系Sr_{2.5}Ca_{11.5}Cu₂₄O₄₁のスピニギャップと反強磁性秩序の圧力効果を調べた。（青山学院大・秋光研究室と東大物性研・加倉井研究室との共同研究である。）この母物質Sr₁₄Cu₂₄O₄₁は絶縁体的であるが、SrをCaで置換していくとホールがドープされて金属的になる。Ca_{11.5}を含む試料では4.5GPaの圧力下で10K級の超伝導体となる（青山学院大・永田ら）。我々は常圧下の中性子散乱によって、この試料のスピニ重項形成に関するスピニギャップの大きさがCa濃度に依存せず、約32meVでほとんど変化しないこと、交換相互作用定数の大きさ、ホールの導入に伴って反強磁性が低温の2K以下で形成されることなどを明らかにしていた。これらに対する圧力効果を調べ、誘起される超伝導との関連を研究した。（Physica B 259 - 261(1999)1046）

図1に示すように、高圧下での非弾性散乱実験の難しさのために長時間の測定にもかかわらず統計が良くないが、スピニ重項形成に伴うスピニギャップの大きさは、圧力によって大きな変化が見られない。しかしながら散乱強度は大きく減少し、ピークが崩れてくる。圧力とともにキャリアの非局在性が強まり、スピニギャップの励起に関与する実効的な強度は減少するが、その励起エネルギー自体には大きな変化が無いと考えられる。

図2の反強磁性秩序に関しても同様に、圧力とともに強度が減少していくが、これも関与しているホールの非局在化のために、磁気モーメントが大きく減少することを示している。Neel温度はおよそ0.3K/GPaでわずかに増大するが、加圧によって磁気相関が大きくなるのであろう。

系はより高圧下において超伝導相に突入すが、かなりの知見が得られてきたもののスピニギャップ

さらに極端条件を設定する機器は中性子散乱装置の間を移動して使用するため、通常、専用のステーションを設定することが難しく、また、原子炉内での実験上生じる制約もある。これらの点から達成できる極限条件に限界があるものの、原子炉における中性子散乱用の極限装置として世界第一級のものを開発してきた。

プと超伝導との関連についての理解はまだ進んでいない。

現在、より高い圧力 6 GPaを目指して、サファイア・アンビルを使用した高圧セルを開発している（長壁ら）。試料容積が小さいため一般には非弾性散乱実験は難しいかも知れないが、強相関電子系の磁性研究に威力を発揮するものとして期待している。

強磁場では、日本発の方式である液体ヘリウムフリー型（液体ヘリウムを用いないで冷凍機で超伝導マグネットを直接冷却する）をいち早く採用し、磁場強度もスプリットペア・マグネットとして最高の 10Tを達成した。前述のように、中性子のパスを確保するためにマグネットは上下に分割したスプリットペア・マグネットとせざるを得ない。この上下のコイル間には30mmのギャップをとった。一方、このコイルの間には100トン級の大きな電磁力がかかるため、これを支持するために片側の積算厚みで20mmの 3 枚のアルミ合金のリングと42.5度にわたるアルミ合金製の板を挿入した。中性子の透過度は、約50%である。これを原子炉の中性子散乱装置に搭載して実験を行うためには、さらに散乱装置に対しても多くの改造が必要であった。強い磁場と散乱装置に通常使われている鉄材との干渉を極力減らすための非磁性化、モーター駆動の機構の変更、ゴニオメータの改造、種々のセンサーの変更、などを行った。こうして現在、この装置は安定に動作している。講演では、目下 進行中の酸化物超伝導体 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ の反強磁性に対する強磁場効果の研究の一端を紹介した。この研究はストライプ構造と高温超伝導との関連を理解する上で重要である。また重い電子系 CeRu_2Si_2 等におけるメタ磁性の研究も計画している。

強磁場装置としてはこのような経験を踏まえて、現在、スプリットペア・マグネットとしては極限的な15Tを目指して、液体ヘリウムフリー型超伝導マグネットを設計製作中である。

超低温機器としては、これら強磁場装置用にも液体ヘリウムフリー型の希釈冷凍機が製作された。（小池、目時、森井。液体ヘリウムフリー型希釈冷凍機は東大物性研・久保田研究室、鈴木商館との共同で開発された。）150mKまでの低温を達成している。

これらユニークな極端条件用機器を組み合わせ、中性子散乱実験による強相関電子系を中心とした先端的な磁性研究を進めている。

物性研究のための超高圧新物質合成

－銅酸化物における低次元格子とフラストレーション－

東大物性研 廣井 善二

数万気圧の超高圧下における物質合成は、従来地球化学的な観点から多くの研究が行われてきたが、最近では興味深い電子物性を示す物質探索の方法として期待されている^[1]。特にここ数年、銅

酸化物に代表される強相関電子系物質の探索が盛んに行われてきた。銅酸化物では、スピン1/2をもつ2価の銅イオンが周りの4つの酸素イオンと強く結合したCuO₄4角形が結晶学的構成単位となり、そのつながり方によって様々な低次元量子スピン格子が形成される。また、そこへホールや電子の伝導キャリアが導入されると絶縁体-金属転移が起こり、時には高温超伝導のような劇的な量子現象が観測される。

銅酸化物における超高压合成の意義の一つは、CuO₄4角形のつながり方をある程度コントロールし、新しい低次元ネットワークを見出すことにある。例えば、Sr_{n-1}Cu_nO_{2n-1}(n=2, 3)と表される組成をもつ高圧安定化合物においては、Cu-O鎖がn本梯子状に並んだ1次元格子が軸方向に半位相ずれて結合し2次元面を成す^[2]。梯子格子の境界では幾何学的配置からフラストレーションが生じて、系は磁気的にきわめて良い1次元性を示すことがわかっている。また、典型的な3次元格子であるスピネル構造を有するGeCu₂O₄(常圧ではCuGeO₃とCuOに分解)においてはその帶磁率がハイゼンベルグ型反強磁性鎖特有の温度変化を示すことがわかった。これはCuO₆八面体の大きなヤーンテラー歪みと幾何学的フラストレーションの効果によって、磁気相互作用に大きな異方性が生じ、辺共有型CuO₂鎖を基本とした擬一次元系と見なされることを意味していると考えられる。このように幾何学的なフラストレーションを有効に用いて、三次元格子の中に低次元格子を実現することは今後の物質探索の一つの方向と考えられる。

本研究は京都大学化学研究所高野研究室との共同研究である。

参考文献

- [1] M. Takano, Z. Hiroi, M. Azuma, S. Kawasaki, R. Nanno, and T. Takeda, in Physics and chemistry of transition-metal oxides, edited by H. Fukuyama and N. Nagaosa (Springer-Verlag, 1999), Vol. 125, p. 279.
- [2] Z. Hiroi, M. Azuma, M. Takano, and Y. Bando, J. Solid State Chem. 95(1991) 230.

2層系量子ホール効果 -新たな展開-

東北大理 澤田安樹

量子ホール効果は、超低温強磁場で半導体界面に理想的2次元電子状態が実現することによって起こる特異な現象である。電荷をもったフェルミオンである電子が磁場中で運動する時、アハラーノフ・ボーム効果に従って波動関数の位相が変化する。そこで、量子ホール状態を奇数個の磁束量子と電子を合わせた複合ボソンのボーズ凝縮状態と見なせることが理論的に指摘されている。だが、

量子ホール状態は非圧縮性と呼ばれる電子数の確定した状態であり、不確定性関係から、ボーズ凝縮状態でありながら、巨視的な位相が定まらない。

従ってボーズ凝縮特有の現象が観測できないため、量子ホール状態を複合ボソンの凝縮状態と捉えることが本当に妥当なのか不明である。

そこで、我々は2層間の強い相関によって形成される量子ホール状態では、複合ボソンモデルが正しければ巨視的位相の定まった状態が存在すると考え^[1]、実験を進めている。

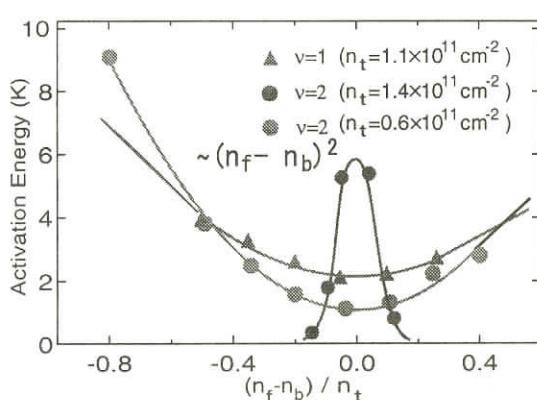


図 1

図 1 : 量子ホール状態 $\nu = 1$ および 2 の活性化エネルギーの電子密度差依存性。 $\nu = 1$ および低温度密度の $\nu = 2$ はあらゆる電子密度差 ($n_f - n_b$) で有限の活性化エネルギーを持つ。

図 2 : あらゆる電子密度差で安定な $\nu = 1$ の量子ホール状態。黒丸は電子軌道、矢印は磁束量子を表す。(a) は等電子密度、(b) は 2 : 1、(c) はフロント層に偏った場合を示す。これらは全て同じ $\nu = 1$ 状態である。

GaAs系超格子試料 ($\Delta S_{AS} \sim 6.8 \text{ K}$) を用いて、2層2次元電子系のランダウ準位充填率 $\nu = 1, 2$ 量子ホール状態が、図 1 に示すような2層の電子密度差を自由に変えても安定な量子ホール状態であることを明らかにした^[2]。この量子ホール状態は、図 2 に示すような磁束量子と電子軌道が対応した関係を持っている。従って(a)から(c)に至るあらゆる電子密度差の状態が安定であることが理解できる。

最近、これまでの実験の確認と新たな研究のために、従来より1桁移動度の大きな試料 ($2 \times 10^6 \text{ cm/Vs}$) で実験を行い、図 3 に示す結果を得た。4, 8, ..., 4n は密度差の許されない量子ホール状態であることを示し、1, 2, 3, 5, ..., 4n-3, 4n-2, 4n-1 は密度差の許される量子ホール状態であることを示す。ここで n は自然数である。高移動度の試料を用いた測定から、密度差の許される量子ホール状態は単に $\nu = 1$ や 2 だけではなく、周期的に現れる普遍的現象であることが明らかになった^[3]。これは、図 4 に示すようにランダウ準位がスピンとトンネル効果によって4準位に分裂する

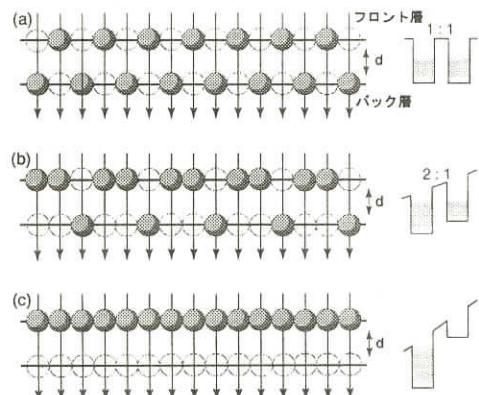


図 2

ことによって説明できる。

電子密度差の自由度が存在するこれらの量子ホール状態の場合には、ハイゼンベルグの不確定性原理から、マクロな位相差が測定量になる可能性がある。したがってこの新しい量子ホール状態には、ボーズ凝縮状態特有の現象の存在が期待できる。この研究をさらに進め、ボーズ凝縮状態の存在を実証することが我々の当面の研究課題である。

- [1] Z.F. Ezawa and A. Iwazaki, Phys. Rev. B **47**, 7295(1993).
- [2] A. Sawada, et al., Phys. Rev. Lett. **80**, 4534(1998).
- [3] 村木康二, 日本物理学会 1999年秋, 24pD - 4.
- [4] 熊田倫雄, 日本物理学会 1999年秋, 24pD - 5.

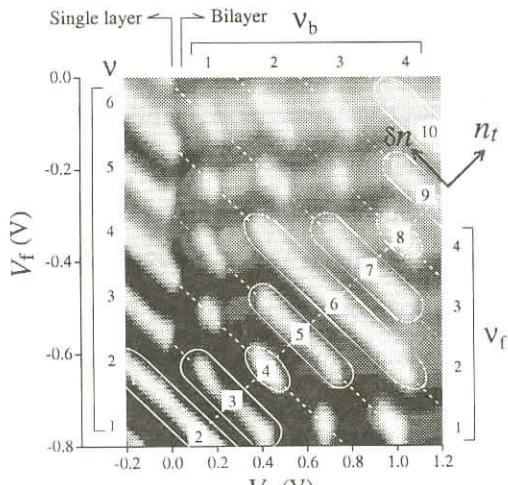


図 3

図3：磁場を一定(1.4T)にして、100mKでゲート電圧によって前後の電子密度を変えて磁気抵抗の測定を行った。横軸は後面側、縦軸は前面側のゲート電圧、白い領域は磁気抵抗が小さいことを示し、黒い部分は磁気抵抗が大きいことを示す。数字はランダウ準位占有率を示すが、2, 3, 5, …の量子ホール状態は、電子密度差の許される状態であり、4, 8, …の状態は許されないことを示してい

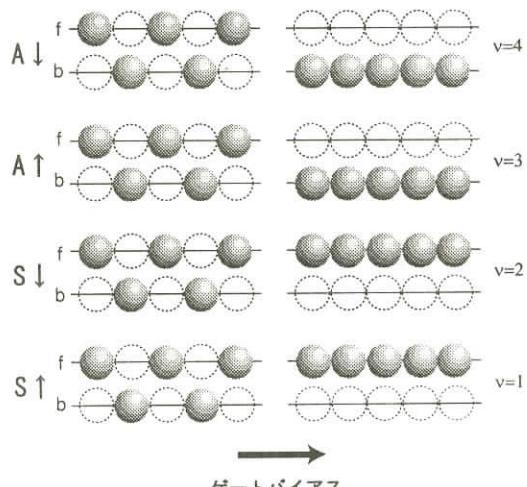


図 4

図4：ランダウ順位は、4順位に分裂し、それらがすべて充填された場合には電子密度差がある状態は存在せず、一部分満たされた量子ホール状態の場合には電子密度差が許される。また、磁束量子は電子軌道に1本づつ配布されており、これらの状態も複合ボソンと考えてよい。

Two-dimensional Coulomb Systems: Structure and Dynamics

Paul Leiderer, University of Konstanz, Germany

Two-dimensional Coulomb systems display numerous physical phenomena of current interest both in the classical and in the quantum mechanical regime. This contribution focuses on various aspects of crystallization and melting. Two experimental realizations, which can also be considered as model systems, have been investigated for this purpose: On one hand electrons on the surface of liquid helium, which cover the range from classical to quantum mechanical systems, on the other hand colloidal suspensions of mesoscopic charged particles in water, which behave purely classically.

In the first case, which bears resemblance with electron systems at semiconductor interfaces, the electrons are trapped just above the helium surface in a potential well formed by the attractive image potential and a short-range repulsive barrier due to the helium liquid. In the ground state at a binding energy of about 1meV the electrons are localized perpendicular to the surface, but are free to move parallel, thus forming a two-dimensional layer. The competition between Coulomb, Fermi and thermal energy gives rise to an intriguing phase diagram, with a solidification from a classical Coulomb liquid towards a Wigner crystal at relatively low electron density and a reentrant "quantum melting" of this crystal towards a degenerate 2D Fermi liquid at high density. Whereas the Wigner crystallization in the classical regime has been known already for two decades, first evidence for the latter process has been found only recently in microwave experiments [1]. The detailed nature is still to be investigated, as well as the influence of external magnetic fields, and the ultralow temperature range, where magnetic ordering of the Wigner crystal is to be expected.

Colloids as the second class of systems to be reported here offer the advantage that the structure and dynamics of these particle ensembles can be viewed directly by video microscopy. Our emphasis has been put on the freezing and melting behavior of such systems in restricted geometry, in particular on 2D clusters confined by hard walls [2], and on the influence of spatially periodic external potentials [3]. In both cases the liquid-to-solid transitions appear as a very rich phenomena. As a novel result, these

studies have revealed that fluctuations under certain conditions help to stabilize the ordered phase and give rise to reentrant freezing, at variance with conventional wisdom that increasing fluctuations always destroy order and thus lead to melting.

- [1] T. Gunzler, B. Bitnar, G. Mistura, S. Neser, P. Leiderer: "Evidence for Quantum Melting in the Two - Dimensional Electron System on a Thin Helium Film", Surf. Sci. **361/362** (1996) p.831
- [2] R. Bubeck, C. Bechinger, S. Neser and P. Leiderer, to appear in Phys. Rev. Lett.
- [3] Q. - H. Wei, C. Bechinger, D. Rudhardt, and P. Leiderer: "Experimental Study of Laser - Induced Melting in Two - Dimensional Colloids", Phys. Rev. Lett. **81** (1998) p.2606

量子流体の表面・界面

東工大・物性 奥田雄一

1. 液体³Heの表面張力の低温での異常

量子流体の自由表面は理想的な2次元面を形成し、理論的取り扱いのできるスペキュラ一面が実現する。超流動³Heのバルクでは実現していない新しい相の存在の可能性、超流動の表面有の集団励起の研究や、well-definedな界面でのアンドレーフ散乱等の研究の対象となり得る系である。また、完全な2次元ではなくバルクの性質も合わせ持っているのが表面の特質である。

こういう背景のもとで、フェルミ縮退の進んだ液体³Heや超流動³Heの表面張力を調べている。液体³Heの表面張力の温度依存性が100mK以下で突然無くなり、絶対零度までほとんど温度変化しなくなることが以前から不可解なこととして問題にされていた。今回、その測定を再開して、さらに精密な測定を行ったところ、100mK以下の温度で温度変化が無くなるだけでなく、100mKに小さなピークがあることが明らかになった。

表面張力の温度変化を2次元の表面エントロピーとしてのみとらえると、絶対零度から温度上昇にともない表面張力が増大することはあり得ない。極めて不思議な現象である。

一方、表面張力にはバルクの性質は反映されている可能性もあり、バルクの影響を考慮を入れる必要があるのかも知れない。たしかに表面張力の統計力学によれば、表面張力はバルクの液体の密度の2乗に比例することが導かれる。一般に、斥力相互作用をもつフェルミ液体は十分低温で温度の低下とともに膨張する事が知られている。実際、液体³Heも500mKあたりに密度の最

大値を持ち絶対零度に向けて密度が小さくなっていく。この温度変化が表面張力に反映されないとピークを持つことがあり得る。そこでその可能性を確かめるために、8テスラの磁場中の表面張力と密度を測定した。密度は8テスラの磁場によって大きくなる（液体³Heは収縮する）ことが分かった。これは³Heの帶磁率の密度依存性とマックスウェルの関係式から説明される。しかしながら、表面張力は8テスラの磁場で減少し、定性的にも密度の影響であるということが出来ない。表面張力の磁場依存性は、表面層の磁性に関わる問題で、ここでは立ち入らないが、ゼロ磁場での表面張力の異常な温度依存性は、別の説明が必要である。

2. 量子固体⁴Heの核形成と音波による融解

極低温における固体⁴Heは超流動相から圧力をかけることによって生成される。固体のエントロピーも液体のエントロピーも消失しつつある温度域であること、超流動中から質量が散逸なく高速に供給されることの結果、結晶成長係数が通常の金属などに比してとても大きく大きい。そのため、固体とは思えない驚くべき性質が見いだされている。

固体⁴Heには融解圧上でhcpとbccの二つの結晶構造が存在する。高温度から温度を下げていくと、1.78Kにおいてhcpからbccへ転移する。さらに1.4Kでもう一度hcpへ戻る。一方、液体の方は、融解圧で1.78Kよりも少し低温で超流動に転移する。量子固体といわれている固体⁴Heが超流動相の中でこの構造相転移を如何に行うかは、大変興味深い問題である。

1.4Kの低温の転移点においては、結晶は固体の中で構造を変えるのではなく、超流動⁴He中に新しい相の核が形成され、それが成長し、同時に元の相の固体は消失していき、最終的に固体が入れ替わる。

1.78Kにおける高温の転移点においては、結晶は超流動相ではなく、常流動相から生成される。そのため、結晶成長係数は低温の場合に較べて遙かに小さく、通常のマルテンサイト変態に類似の構造相転移を示す。このことは、透明であった結晶が転移を起こした瞬間に不透明になるとコンシスティントである。不透明になる理由は、結晶内部で多くの粒界が生じ、光を散乱するためである。

固体⁴Heの表面は3つの結晶面について、ラフニング転移が観測されているのみで、それ以外の面については原子レベルで揺らいだ状態になっている。このラフな状態が続く限り、結晶成長係数はT→0で発散する。こういう状態の界面に垂直に音波を入射したとき、結晶が音波によって融解することが見いだされた。結晶の形を観察しながら、音波のパワーをあげて透過の様子を調べていたところ、液体側からの音波と固体側からの音波の両方とも、ある閾値以上のパワーによって融解することが分かった。これは、音波による弾性エネルギーが通常の固体では考えられない融解という方法によって解放されているものと考えられる。また、さらに強い音波に対しては、融解面に波形のしわが生じる。これはGrinfelt Instabilityと呼ばれているものであろう。

核スピン偏極フェルミ流体

東北大大学院理学研究科 佐藤 武郎

Fermi縮退した温度域における液体³Heの極度にスピン偏極した状態は、量子流体の新しい研究領域として期待されている。興味が奈辺にあるかということについては様々であるが、根底にある興味の一つとしては、極度に偏極されてexclusion principleの効果が大きく現れてくる領域までもってることにより、相互作用が強い液体³Heをidealなフェルミ系に近づけようという視点が挙げられるであろう。つまり、どのようにidealな系に近づくかをみるとことにより、相互作用に対する情報が得られるであろうという期待である。

縮退した液体³Heは1Tの磁場下では0.3%程度しか偏極しない。従って、興味ある結果が期待される40%程度の偏極状態ですら、定常磁場を用いて、平衡状態として実現することは現時点では不可能である。

非平衡状態としてでも実現しようという試みは、Castaing - Noziers^[1] の提案以来、rapid-melting 法により数多く行われて来ていることは周知の通りである。この実験手法の弱点は、one - shot過程の非定常状態を相手にしていること、固体一液体共存系であること、meltingに際して温度が上昇すること、である。従って、測定データの解析は困難であるというのが現時点での認識と云ってよいであろう。これらの弱点を補う意味もあって、固液共存状態の直接観察が為され、興味をもたれている。これは一つの新しい行き方と考えられる。

一方、非平衡状態ではあっても、定常状態としてスピン偏極状態を実現しようという試みがVermeulen らにより1995年頃より為され始め、現在までの所7Tの磁場下で15%程度の偏極度を達成している^[2]。原理は、相分離した³He - ⁴He混合液の両相(d相, c相)間の³He原子当たりの帶確率の差を利用すること^[3]、及び⁴He - 循環式希釈冷凍機(⁴He - DR)^[4]の特徴を活用することである。

我々も同様の試みを行うべく準備してきている。Vermeulen らの上記の結果は⁴Heの循環量 $n_4 \approx 3.5 \times 10^{-4}$ mole/s で得られたものである。また、⁴Heの注入方式はtop - flow typeである。

我々の装置は過去の経験^[5]を踏まえて $n_4 \approx 10^{-2}$ mole/sを目指したものであり、⁴Heの注入方式はoverflow type である。このような大きい循環量を実現することにより、どこまで偏極度を上げ得るかは、この⁴He - DR方式の将来性をみる上で重要なポイントと考えている。使用する定常磁場は6Tである。overflow - typeでは混合室内に³He希薄相(d相)も定常的に存在する。従って、もう一つのフェルミ流体である³He - ⁴He IIの研究にも都合がよい。

この方式にとって未知な点は、d相 - c相間の³He帶確率の比の値が偏極度の増加に伴いどのように変化するかまだ明白になっていないことである。液相のみでしかも定常としてスピン偏極状態を実現できる手段の開発は、核スピン偏極液体³Heの研究を大きく進展させると期待される。第1音波 - 零音波クロスオーバーの実験などは、rapid - melting法では望むべくもなかった所である。

また、⁴He-DRが25気圧程度まで動作する特徴を活かして、スピン偏極した液体³Heの固化圧測定も視野に入ってくるであろう。非平衡状態であるため、偏極度の増加に伴い偏極の緩和によるheat-releaseは大きくなる。従って温度域によっては補助冷却も必要となるであろう。

- [1] B. Castaing and P. Nozieres, J. de Physique **40**(1979)257
- [2] A. Rodrigues and G. Vermeulen, J. Low Temp. Phys. **108**(1997)103
- [3] L. J. Campbell Phys. Lett. **25A**(1967)524
- [4] K.W. Taconis et al, Physica **56**(1971)68, **81B**(1976)101,
- [5] N. Satoh et al, J. Low temp. Phys. **67**(1987)195

超強磁場物性

物性研究所 三浦 登

超強磁場グループは平成11年3月の柏移転に伴って、超強磁場発生装置の大部分の更新を行った。本講演は、新しい超強磁場施設の概要と、それ用いてこれから展開しようとしている物性研究計画に関するものである。

1. 柏における新施設

柏における超強磁場発生装置は、電磁濃縮法用装置、横型一巻きコイル法用装置、縦型一巻きコイル法用装置、長時間パルスマグネットの4種類から成る。電磁濃縮法用の主コンデンサーバンクは、六本木におけるものとほとんど変わらないが(40kV, 5MJ)，残留インダクタンスを減少するために、バンクと集電板をつなぐケーブルの本数を240本から480本に増加した。これによって一次コイルに至るまでの残留インダクタンスが従来の28.7 nHから19.97 nHに減り、一次電流の立ち上がり時間をかなり速くすることができた。副バンクは、六本木で使用した旧バンクを移設して用いている。六本木では、最高606Tの超強磁場を発生することに成功しているが、柏ではさらに強い磁場(750T)を目指して今後開発をさらに進める計画である。300Tを越える磁場を室内で発生できる施設は世界でも唯一無二のものであり、今後もユニークな研究をさらに進展できるものと期待される。

横型一巻きコイル用コンデンサーバンクは、六本木における装置(40kV, 100kJ)に比べ、エネルギーを2倍に増強し、50kV, 200kJとした。コンピュータシミュレーションによって、さらに強い磁場が得られることを確認した上で装置を設計したが、柏における実験では、すでに予想通り、内径10mmのコイルで190T、14mmのコイルで148Tという磁場が得られている。試料が破壊されないという特徴を活かして、主として光学的測定に使用する計画である。

縦型一巻きコイル装置は、六本木では試験的に横型のものに付加したものしかなかったが、柏では本格的な装置を導入した。横型のものと同じ200kJであるが、こちらの方は、電圧は40kVとし、100kJのバンクA, Bを2台並列に接続し、A, Bをそれぞれ単独でも使用できるようにした。つまり、電気容量を大きくしたり、その半分に小さくしたりして実験の目的に応じて時定数を変えることができる。この装置でもすで

に10mmのコイルで192Tの磁場が得られている。縦型装置の最大の特徴は、上部からクライオスタットを挿入して試料を寒剤にザブ浸け状態に保ったまま、測定ができることがある。これによって液体ヘリウム3による0.5Kと200Tを組み合わせた実験も可能になる。磁性や輸送現象の測定には非常に使い易い装置である。

長時間パルスマグネット用には、900kJ(5kVと10kV切り替え可能)のコンデンサーバンクを設置し、これによって60T以上の長時間パルス(幅10-100ms)磁場を発生できる。柏の新施設の特徴は、このバンクをスイッチで切り替えることによって、5つの異なるマグネットの中の任意の一つに接続できるようになっていることである。5台のマグネットはそれぞれ異なる実験室に設置されており、実験の際は実験者は外に出てその実験室を施錠してからでないと、充放電ができるような安全装置が施されている。5つの部屋はそれぞれ磁化測定、輸送現象、赤外スペクトロスコピー、磁気光学測定、マグネットテストに使用されるようにできており、種々の実験が同時に、安全に行えるようにできている、多くの共同利用にも対応できるようになっている。

2. 超強磁場における物性研究

100-600Tの超強磁場は電子の極端な量子極限を実現するために、種々の新しい実験を可能にする。われわれは従来開発してきた物性測定技術を手段として、メガガウス領域で発現する物性を研究するが、当面は以下のようないくつかの研究を行う計画である。

(1) 励起子の超強磁場物性

最近、500Tにおよぶ超強磁場下での磁気光吸収スペクトルを連続的に測定することが可能になった。GaAs/AlAs量子井戸では、励起子の吸収スペクトルに異常が見出されている。これは超強磁場の下では励起子の波動関数が磁場に垂直な面だけではなく、磁場に平行な方向にも収縮する効果によって、3D-2Dのクロスオーバーが生じるためであると考えられる。このような状況の下では、中性子星などで存在することが予想されているn個のH原子から成る一次元鎖状のH_n分子、およびそれらが結合したH結晶に類似した状態が実現する可能性がある。このような超強磁場下での励起子分子状態を探査し、宇宙物理学との関連を探る。またこれまでに研究実績を積み重ねてきた量子細線、量子ドットの磁気光学についても、量子ポテンシャルと磁場効果の競合という見地から種々の系についての研究の進展を図る計画である。

(2) 超量子極限における電子状態

超量子極限、磁気長が極端に小さくなつた極限における半導体の電子状態をサイクロトロン共鳴を手段として研究する。GaAs/AlAsではサイクロトロン共鳴のスピン分裂および有効質量がランダウ準位の占有率が小さくなるとともに異常な変化を示すことがすでに見出されている。また希薄磁性半導体では、有効質量の温度依存性が母体結晶とは異なる異常な振る舞いを示すことが見出されている。これらは、いずれもサイクロトロン軌道半径が非常に小さくなるためであると考えられる。これらの詳細な測定から、新しい現象およびその機構を探求する。また超強磁場中では比較的移動度の低い層状物質、 Bi_2Se_3 , Bi_2Te_3 のような結晶におけるサイクロトロン共鳴の観測を可能にした。これらの層状物質では結晶の格子定数が非常に大きいので、Harper broadening, Hofstadter のバタフライなどの結晶周期ポテンシャルと磁場ポテンシャルの競合効果がサイクロトロン共鳴に観測される可能性がある。

(3) 酸化物高温超伝導体の超強磁場物性

最近、幅の短い超強磁場パルス磁場下でも、輸送現象の測定技術の開発に成功した。代表的酸化物高温超伝導体である $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ では、磁場がc軸に平行な場合には、120Tによぶ超強磁場下で臨界磁場の温度依存性が決定され、通常の超伝導体の同様なWHH的挙動を示すことが明らかにされた。より強い(数100T)の磁場の必要な磁場がc軸に垂直な場合には、これまでの予備的測定によると、温度が低くなるにつれて、臨界磁場はWHH曲線よりも大きく低磁場側にずれて、FFLO状態を示唆するような結果が得られている。このような臨界磁場の振る舞いを明らかにするとともに、磁場によって超伝導が抑制された状態での抵抗の温度依存性を明らかにする計画である。

(4) 量子スピン系などの磁気相転移と磁化飽和

スピンパーギエルス物質、Haldane gap物質のような量子スピン系またMn酸化物などの超強磁場下相転移、磁化飽和を通して、交換相互作用、磁気構造の研究を行ってきたが、超強磁場はこの分野で今後も興味ある新しい物性開拓の舞台を提供することが期待される。特に、最近開発したファラデー回転の連続スペクトル測定技術は、磁化測定にはきわめて有力な手段であり、今後、フルに活用する計画である。

以上はわれわれが現在興味を持って開始しようとしている研究テーマであるが、メガガウス超強磁場は物性のあらゆる分野で、多くの新しい領域を開拓する手段となると考えられるので、国内外の共同研究にも活用される予定である。

超高压下の物性研究

物性研極限環境物性部門 毛 利 信 男

1 はじめに

超高压グループの発足は1961年の秋本所員に引き続いて62年に箕村所員の着任でスタートしました。両所員はそれぞれ地球物理、物性の研究の手段としての超高压技術を開発し、多大な成果をあげられ、箕村所員は84年に、秋本所員は85年に停年退官されました。その後、1985年、86年に毛利、八木所員が着任し、各々物性、地球科学に関する研究を行ってきました。丁度そのころ、ヘビーフェルミオン系や有機物、さらには銅酸化物において従来のBCS理論の枠を超えた超伝導現象が発見され、物性研究は新展開をみせました。物性を研究する手段としての超高压技術もこの新展開に即応する技術開発が要求されました。つまり、常圧下の測定と同程度の精度で、室温から低温の広い温度範囲にわたって定量的な物理量を圧力を変えながら測定することが要求されたわけです。これらの新奇な挙動を示す物質はいわゆる強相関電子系物質とよばれるもので、その挙動が物質内の電子のもつ電荷、スピン、軌道の自由度までも巻き込んだ多様な相互作用の拮抗した中で現われるところに特徴があります。したがって、これらの物性研究を押し進めるには当然のことながら、低温・強磁場・超高压という、これまでの単独な超高压技術ではなく、複合多重環境のもとでの測定技術の開発が緊急な課題となっていました。

2 低温・超高压技術

低温で物性測定を常圧と同程度の精度で行うことはきわめて難しい点があります。
超高压物理の分野を開いてノーベル物理学賞を授与されたP.W.Bridgmanの最後の論文に記述された文を紹介します。

It is nevertheless, I believe, the present consensus that the most important immediate problem of technique in this field is to find methods of producing stress systems which are truly hydrostatic. The technical problems are particularly challenging in the important field of combined high pressure and low temperature, a field which has no counterpart in nature.

The importance of realizing a true hydrostatic pressure depends to a large extent on the sort of phenomenon concerned.

If we are concerned merely with producing a qualitative effect, as in diamond synthesis, it is a matter of no importance at all. But the situation is different if it becomes a matter of measuring the physical parameters which control the phenomenon. (Solids under pressure, ed. by W.Paul and D.M.Warschauer, 1963,

McGraw - Hill Co.)p3.

上記のように、低温と高圧を結び付けた技術開発はまさにchallengingであること、眞のhydrostaticな応力場を創ることがいかに重要であるかがわかります。

超高压（2万気圧以上）技術が低温での電子物性研究の手段として広く使われるようになったのはほんのこの10年であります。それまではヘリウムや水素を圧力媒体として用いた直接加圧法による精密物性研究はイギリス、アメリカを中心に行われ、発生圧力は高々1GPaでした。1957年のBCS理論の提唱に影響された金属超伝導体の臨界温度の圧力効果の実験などがよい例です。日本では圧力媒体としてガスを使用することが難しく（高压ガス保安法）、この種の精密測定は全くされませんでした。しかし、液体や固体を圧力媒体に用いたクランプセル法（小型の圧力容器で室温で圧力を封じ込める。）によって種々の物性測定が行われてきました。クランプセル法の難点は圧力容器や圧力媒体の熱膨張や収縮によって温度変化とともに試料部での圧力が変わり、それによって精密測定が損なわれることです。

われわれが10年前に開発した直接加圧法によるキューピック・アンビル圧力発生装置はこの難点を克服して低温超高压下での輸送現象の精密測定に成功しました。単結晶を壊さず10万気圧まで2K～300Kまでの広い温度範囲で常圧と同程度の測定を種々の物質で行い、新しい現象を見い出していました。

この装置によって見い出された他の追従を許さない新規現象の、新しい情報を世界に発信してきた代表例として下記の研究テーマを上げることができます。

- 1 酸化物高温超伝導体における物性の圧力効果の研究
- 2 Ceモノブニクタイドの超高压下物性の研究
- 3 ラダー系物質の超伝導探索

上記の研究に用いられた試料はすべて共同研究者が作成したものであります。

- 1 については東大工（北沢グループ、内田グループ、十倉グループ）、ISTEC（越塚グループ）、金材技研（松本ぐるーぶ）、京大化研（高野グループ）
- 2 については東北大（鈴木グループ）
- 3 については京大化研（高野グループ）、Bell研（Cava）、青山学院大（秋光グループ）、東大工（内田グループ）

また、この装置は国内の他の機関へ移出され、物性研究所の使命の一つである技術発信にも貢献しました。移出先は ISTEC、金材技研、物工研、北陸先端科技大学、理科大、大阪大、広島大です。これらの機関で次々に高圧下の研究が進んでいます。

3 多重極限下の物性研究を目指して

上記の実績に基づいて我々は次のステップである低温・超高压に定常強磁場を加えた「多重極限下の物性研究」を1994年2月の短期研究会で将来計画として提案しました（物性研だより1994年3月号）。1996年度の改組にともなって従来の超高压、超低温、超強磁場グループは極限環境物性研究部門となり、平成7年度の補正予算によってOxford社製の20T、15T超伝導マグネットの導入をはかり、多重極限下の物性研究もスタートさせることとしました。世界的に見てこの分野で先端の研究を進めているグルノーブルのFlouquet, ケンブリッジのLonzarich, ドレスデンのSteglichのグループに日本の物性研究が水をあけられないためです。

しかし、六本木の建物の構造上の問題もあって20Tマグネットがその性能を発揮するまでに約1年を要しました。この間、村山教務職員（現在、家研究室に所属している）、三田村助手、竹下助手のきわめて大きい貢献が有りました。六本木で立ち上ってまたすぐ柏への移転となり、時間のロスには痛い思いをさせられています。現在、多重極限研究グループとして下記のスタッフが参加し、下記の研究プロジェクトを選び、研究を遂行しています。また稼働中の設備の状況は下記の通りであります。

多重極限環境発生装置 ○印：使用中、×：不可 −：検討中の装置。

Magnet(T) Insert	18 / 20 Oxford	13 / 15 Oxford	10 JMT	7 Oxford	5 Oxford	5 JRC
⁴ He 冷凍機 VTI / Oxford	○	○	—	○	×	×
3He 冷凍機 Heliox II Oxford	○	○	—	○	×	×
希釈冷凍機 Kelvinox 100 Oxford	○	○	—	○	×	×
³ He 冷凍機 Jeck Torisha	○	○	—	○	×	×
30 Ton Press Koei	○	○	—	○	×	○
250 Ton Press Cubic Anvil	×	×	—	×	○	×

研究課題

- 1 TmX(X=S,Se,Te) 系の低温・超高压・強磁場下の研究
- 2 PrInAg₂の低温・超高压・強磁場下の研究

研究担当者

毛利研究室 毛利（教授），竹下（助手），森（助手），鈴木（研究員）
後藤研究室 後藤（助手），三田村（助手）
石本研究室 石本（教授），山口（助手）

4 将来展望に関して

この研究会で発表していただいた超高压関連の研究は時間の都合で高圧科学分野のほんの一部にすぎません。講演内容でおわかりの様に、今や、高圧技術は金属、半導体、誘電体はもちろんのこと有機物などあらゆる物質における物性研究手段として極めて有効なものであるとの認識がなされています。日本における高圧物性分野の研究は数十年前から東北大学、大阪大学、広島大学、北海道大学それに物性研究所で進められ、最近では他の大学、研究所でも研究の1手段として高圧技術を取り入れているところが増えてきました。しかし、はっきり言って物性研究所を除いてはほとんどが個人レベルの研究であって、いつその研究が絶えても不思議ではありません。実際、東北大学、広島大学、北海道大学では往時に比べて高圧グループは縮小しています。

しかし、高圧技術の普及は科学の発展にとって極めて重要であり、我々は10年前に日本高圧力学会を設立させました。会員は500名を越えています。日本国内での研究会や会議はもとより、アメリカやヨーロッパの高圧グループ連合との窓口となり、1997年には第16回AIRAPT国際会議を日本学術会議主催で行いました。物性研の所員は当然のことながらこのような役割も担わなければなりません。

「はじめに」で述べましたように物性研究所では発足当時から超高压グループとして地球科学分野に1名、物性研究分野に1名の所員で超高压技術の開発と研究をおこなってきています。この10年の物性研究の多様性を考えると物性研究所発足当時の人員構成ではとうてい対応ができない状況になっています。1人の所員で出来ることは限られており、あれもこれもというわけにはいきません。そのなかで、物性研究所がどの研究分野に特徴を出し、責任もって担って行くのかを常に考え、日本全体のレベルを挙げる様にリードしていく使命があります。

物性研究所の高圧グループの現状を知っていただくために予算的な点からも一言述べます。40年前、超高压グループ発足後、年間500万円の維持費がついたと聞いています。20年ほど前に大部門制に移行し、いわゆる第二世代の物性研究所がスタートしました。そのとき極限物性部門は5つの柱（超低温物性、超強磁場、極限レーザー、表面物性、超高压）ができました。しかし残念なことに、予算をともなったプロジェクトには超高压は含まれませんでした。そのプロジェク

トによって4つのグループは最新の設備を導入し、維持費に関しても現在まで毎年およそ1.5億円～5千万円配分されてきています。超高压グループがなぜこのときに予算措置されなかったのか、当時の関係者に聞いてみたいところです。

小生が1985年に着任して以来今日まで発足当時と同じく毎年約500万円の維持費が配分されました。これを八木所員と折半して250万円ずつ使用してきました。これまで開発してきた低温超高压発生装置による成果はすべて科学研究費によるものであります。その実績を基に、ようやく平成7年度の補正予算で所から多重極限装置（20T超伝導磁石を中心とした設備）約1.5億円の導入を認めいただきました。これらの装置を核として多重極限環境下の物性研究をめざして新たな技術開発を進めていることは上で述べた通りであります。大阪大学では既にこの予算を超える金額が数年前に投入され、複合極限のプロジェクトはスタートしていました。遅ればせながら物性研でも今ようやくスタートしたところです。現在開発中の多重極限環境発生装置は今後少なくとも5年は最先端の研究設備としての使命を十二分に発揮できるものと期待しています。また、幸いにも科学研究費で購入した超高压発生装置や20年前の昭和53年度に箕村所員の購入したX線回折装置なども移転にともなう設備更新費が認められ grade upしたものを柏の実験棟に設置する事ができました。

下図の共同利用者数が示していますように、高圧技術を物性研究手段として使用する希望はかなりの数に昇っています。しかしながら、小生の退官はもう約1年あまりであり、共同利用の使命と研究のactivityを維持して、さらに発展させていくには早急に若い所員の導入が必要と考え、所に要望を提出しています。

平成7年に行われた物性研究所の外部評価で超高压グループの研究成果は極めて高い位置に評価されました。また、将来計画として提案した「多重極限下の物性研究」も適切な選択であるとの評価を得ています。

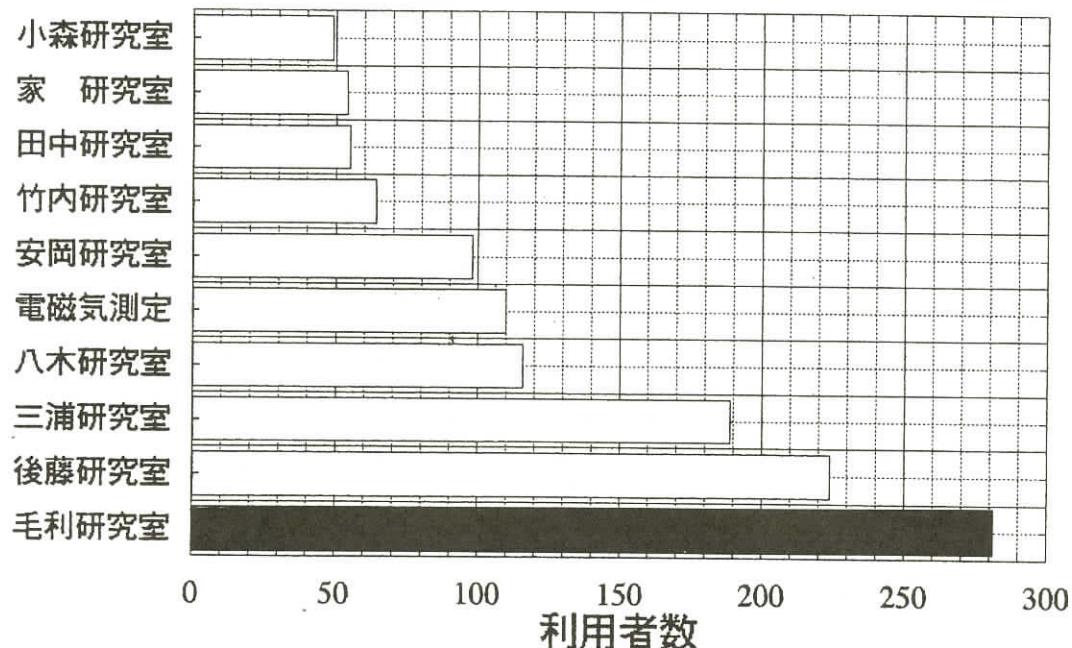
しかし、極限環境研究部門の場合は個人の研究成果もさることながら、設備の特徴を生かした共同研究の場としての役割も果たすことが重要な任務になっています。特に、open mindを持って積極的に新規物性を探索し、世界へ向けて発信することが必要ですので、自分の狭い研究に閉じ籠ることのないことが肝要と思います。これから共同研究は日本内のみならず、国際的に広げる必要があります。そのためには研究所自身がさらに開かれた国際研究所を目指して、国内はもちろんのこと海外との共同研究の拠点となるべく、機構の改革を早急に行い、客員ポストの中味を充実し、必要諸経費等の獲得に努力しなければなりません。

多重極限関連の研究は先に述べましたが世界で3ヶ所ほどで手広く取り組んでいます。それぞれ特徴のある研究設備をもっています。例えばドレスデンのSteglichの所ではpost doctoral fellowを含めて約40人のメンバーで低温比熱の測定技術を中心とした多重環境での研究を進めています。輸送現象の測定手段を中心とする我々のグループとこれらの研究所との共同研究をすす

めることで研究が格段に進展することが期待されます。小生のこれまでの経験から共同研究による成果の実りがいかに大きいものかを実感しています。将来は更にグローバルな共同研究の拠点となることを期待してやみません。

参考までに平成 5 年度から 9 年度までの国内共同利用者数を下図に示します。

共同利用者数 Best 10 !! (平成 5 年～ 9 年合計)



超低温と多重極限

東大物性研 石本英彦

超低温の出発点は希釈冷凍機温度（10–20 mK）と超伝導磁石による定常強磁場（8–9T）の組み合わせであり、最先端の温度は熱平衡温度としては10mK程度また核スピン系の温度では0.6 nKに達している。物性研および日本の技術水準は、この20年間に格段に進歩し世界のトップレベルで米国・欧州とともに3極の一つを成している。今回の柏移転に際しては、これまでの経験を生かしながら物性研究のヴァラエティを増やすために、超低温と他の極限環境すなわち20Tまでの定常強磁場、圧力、restricted geometry（表面・界面）、回転場などとの組み合わせを取り入れて計画が立てられている。このうち私のグループは主として超低温・強磁場をベースとして取り組んでいるので、今回は主として強磁場にからんだ話題について最近の成果とその発展を紹介した。

1) グラファイト上に吸着された単原子層固体ヘリウム3の磁性

原子レベルで平坦なグラフォイル基盤(Gr)に吸着された固体ヘリウム3は、非常にきれいな2次元3角格子を形成し、吸着量により反強磁性から強磁性まで相互作用を制御することができる。その反強磁性領域は幾何学的のみならず、幾つかの多体交換相互作用による反強磁性と強磁性的競合によりフラストレーションが強く、基底状態は非常に興味が持たれている。そこで2層のHDで被覆された基盤上の固体ヘリウム3についての磁化測定が0.1mKの温度域まで行われた。この系(³He/HD/HD/Gr)は低密度が可能で反強磁性相互作用(J)が他の系(³He/⁴He/Gr)などより大きく、有効温度(T/J)をこれまでになく小さくできる。その結果、T/J=0.016でも相転移はなく、磁化はキューリ則よりはるかに小さいがゆるやかに増加していることが判った。これはスピングャップが非常に小さく、0.1mKでもまだ多くの縮退した状態の存在することを示している。この系の磁場中における基底状態については飽和磁化の1/2にプラトーが存在するという理論的予測があり、今後は強磁場下での測定を計画している。

2) bcc固体ヘリウム3の磁気相図

以前我々は高圧（高密度）のbcc固体ヘリウム3についてその磁気相図を完成させたが、最近最も低圧の融解曲線上の固相について融解圧の測定を試みた。その結果、融解圧の磁場依存性からは反強磁性相と常磁性相の上部臨界磁場(Bc₂)は20T以上(21.6+0.5T)と予想される。一方14.5Tまでの磁気相図の外挿は、それよりも小さい値の可能性も示しており、20T或いはそれ以上の磁場での測定が必要になっている。

3) 強磁場中の液体ヘリウム3における正イオン

液体ヘリウム3中の正イオンは、“snow ball”と呼ばれる少数の固体ヘリウム3の球でフェ

ルミ流体中の重い磁気不純物と考えられる。その移動度はヘリウム3準粒子との散乱で決まっているが、イオン表面の核スピンと準粒子スピン間の交換相互作用から近藤効果のような振る舞いが予想されている。この効果を調べるために強磁場下での測定を始めたが、29気圧での移動度が超流動転移直前(約3mK)において、6T位で小さなピークを持つことが判った。この原因を糾明するため、さらに強磁場と高圧下での精密な測定を計画している。

4) 偏極フェルミ流体

0.1K以下の液体ヘリウム3はフェルミ縮退しており、この核スピンを完全偏極させるには数100Tの強磁場が必要であるが、定常的にこの磁場を得ることは不可能である。しかし最近液体³Heと³He-⁴He混合液の帶磁率の差を利用して核スピンを分留し定常的に液体³Heを偏極させる方法が開発されつつある。これを最も効率良く実現させるのが、⁴He循環式の希釈冷凍であり十分な低温・強磁場中では非常に高い偏極率が得られる可能性がある。これから超流動ヘリウム3の超強磁場・高圧下の相図についての知見のみならず、常流動ヘリウム3がnearly localized liquidかnearly ferromagnetic liquidかという議論についても新しい情報が得られる。

5) ナノスケール有機分子磁性体における量子トンネル効果

最近Mn核クラスターという巨大なスピンと一軸磁気異方性をもつ非常に均一な有機分子磁石が開発され、強磁場中における磁気ヒステレスのとびから異方軸方向の二つのレベル間の磁化の量子トンネリングが観測されている。我々はスピンの大きさの異なる様々なMn核クラスターについて、量子トンネル確率へのスピンの大きさの効果や分子間相互作用や核スピンの影響を圧力を変えて調べつつある。

主として量子固体について超低温・強磁場中の実験と今後について紹介した。固体ヘリウム3は最も柔らかい固体であり、多重極限条件はせいぜい数10MPaで十分であり、より強い定常磁場が必要である。一方有機物質に必要な圧力は数GPaであるが、圧力媒体としてヘリウムを用いるなど質の良い高圧が望まれる。この様に必要な多重極限条件は物質で大きく異なる。試料自身の温度、圧力の決定や測定方法まで含めた工夫が必須である。

多重極限物性

－多重極限環境を積極的に利用した磁性体の研究－

東大物性研 後藤恒昭

極限環境物性研究部門では各種の技術開発を行い、超強磁場、超高压、超低温の世界最高水準の極限環境の実現に成功し、それらの下で多くの新しい現象を見い出してきた。多重極限のプロジェクトでは、これらの技術を組み合わせて新しい多重極限環境を実現し、その下で物質が示す多彩な現象を観測して物性の本質を解明することを目指している。我々の研究室では、このプロジェクトのメンバーとして、多重極限環境を積極的に利用した遍歴電子系を中心とした磁性体の研究を行っている。

3d遍歴電子系や重い電子系、価数揺動系を包含する遍歴電子系は非常に多様な磁性を示し、実験・理論の両面から精力的な研究がなされてきた。しかし、これらの磁性に関する統一的な理解は未だ得られておらず、その解明は磁性研究の中心的な課題になっている。遍歴電子系の多様な磁性は、3d遍歴電子系では磁性に関与する電子の運動エネルギーと電子相関エネルギーとの競合に、また重い電子系では近藤効果とRKKY相互作用との競合に、スピンの揺らぎが絡んで発現すると考えられている。これらの物質に高圧を加えると結晶の格子間隔は減少し、運動エネルギーと相関エネルギー、または近藤効果とRKKY相互作用の相対的な大きさは変化する。一方、強磁場を加えると、磁性で本質的な役割を担っているスピンの揺らぎは抑制され、場合によっては、新しい磁気秩序状態が発現したり磁気相転移が誘起される。従って、遍歴電子系を強磁場・高圧・低温という多重極限環境下に置いてその磁気的な応答(磁化)を調べることによって、磁性の本質を明らかにすることができますと考えられる。

以上のように、多重極限環境下における磁化の直接測定は、遍歴電子系の磁性の研究にとって非常に有力な手段であるが、このような環境下において磁化を精密に測定することができる装置が開発された例はない。単一の高圧下においてさえほとんどの場合、磁気的な測定として交流帯磁率の測定が行なわれているのみである。

我々は最近、20Tの超電導マグネットが導入されたのを機会に、多重極限下の磁化測定装置を世界で初めて開発した。図1に示すように、このシステムは引き抜き型の磁化測定装置とTi-Cu製の非磁性の圧力セル、20Tの超電導マグネットシステムおよび³He冷凍機から成り、強磁場($\leq 20\text{T}$)・高圧($\leq 1.6\text{GPa}$)・低温($\geq 500\text{mK}$)の本格的な多重極限環境下において高感度で精密な磁化測定が可能である。このシステムの磁化の分解能は $\pm 0.002\text{emu}$ 、500mKにおける温度の安定性は $\pm 10\text{mK}$ である。圧力は最高1.6GPaに限られているが、自緊の技術を用いることによってさらに高い圧力発生が可能である。

パルス強磁場、高圧下における磁化測定に関しては、最近、阪大の金道らはBe-Cu製のミニ

チュアの圧力セルごと磁化測定する方法を採用し、パルス強磁場、高圧下における磁化測定を行った。我々は、外側がBe-Cuで内側がジルコニア製の二重構造の圧力セルの中に磁化検出コイルと試料を入れる方法を用い、45Tのパルス強磁場、1GPaの高圧下における磁化測定に成功した。この方法は、大型の長時間パルスマグネットと大きな外径の圧力セルを採用することによって、さらに高い圧力発生が可能であること、二重構造の圧力セルの採用によって500mKまでの低温が実現できるなどのメリットをもつ。現在、この装置の更なる開発が進められている。

本研究会では、定常強磁場を用いた多重極限環境下における磁化測定の実例として反強四重極秩序を示す磁性半導体TmTe、またパルス強磁場を用いた例として遍歴電子メタ磁性体 $Y(Co_{1-x}Al_x)_2$ の実験結果が紹介された。

TmTeは $T_N=0.43K$ の反強磁性半導体である。最近、松村らは磁場中比熱の測定を行い、反強四重極(AFQ)秩序のH-T相図を決定した。その後、中性子回折実験からAFQ秩序の存在が確認されている。我々はAFQ秩序の発現の機構を解明するため、多重極限環境下においてTmTeの磁化測定を行った。これまで磁化測定からTmTeのAFQ転移は検出できないと考えられていたが、一定の圧力・磁場下における磁化温度曲線にはAFQ転移に対応する小さな磁気異常が観測された。磁気異常は、圧力または磁場を増加させると急激に減少する。また、低温・高圧下における磁化曲線にも磁気異常が見られ、圧力が増すとこの異常も減少する。磁気異常点の観測から決定された各圧力下のH-T相図を図2に示す。決定された常圧の相図は松村らのデータと一致し、AFQ相の領域は完全に閉じていることが分かる。圧力を加えると、AFQ相の領域は磁場軸方向に伸びるが温度軸方向に縮み、相図の形が著しく変化することが見い出された。なお、代表的なAFQの系であるCeB₆では圧力によってAFQ相の領域は一様にわずかに膨張することが明らかにされた。

遍歴電子メタ磁性体 $Y(Co_{1-x}Al_x)_2$ はAlの濃度を増加されるとメタ磁性転移磁場が著しく減少することが知られているが、この機構は今だに明らかになっていない。我々はAl濃度の異なる試料のパルス強磁場、高圧下における磁化過程の測定を行い、この機構の解明を試みた。図3に種々の圧力下における $Y(Co_{0.925}Al_{0.075})_2$ の磁化過程を示す。測定された圧力およびAl濃度の変化に対するメタ磁性の転移磁場と格子定数の変化から、Al濃度の増加による $Y(Co_{1-x}Al_x)_2$ のメタ磁性転移磁場の減少は、結晶格子の膨張とFermi準位近傍における電子状態の変化による二つのほぼ等しい効果によって生じることを初めて明らかにした。

以上の実験例から分かるように、新たに開発された二つの多重極限下における磁化測定装置は遍歴電子系をはじめする磁性体の研究にとって非常に強力な実験手段になることが実証された。最近、新しい高圧用の材料としてNiCrAl合金が注目を集めている。今後はこれらの新しい材料を積極的に用いて多重極限環境の領域を広げるとともに、磁気抵抗や磁歪など多様な物性測定を行い、これらの手段を様々な磁性体の研究に応用していきたいと考えている。

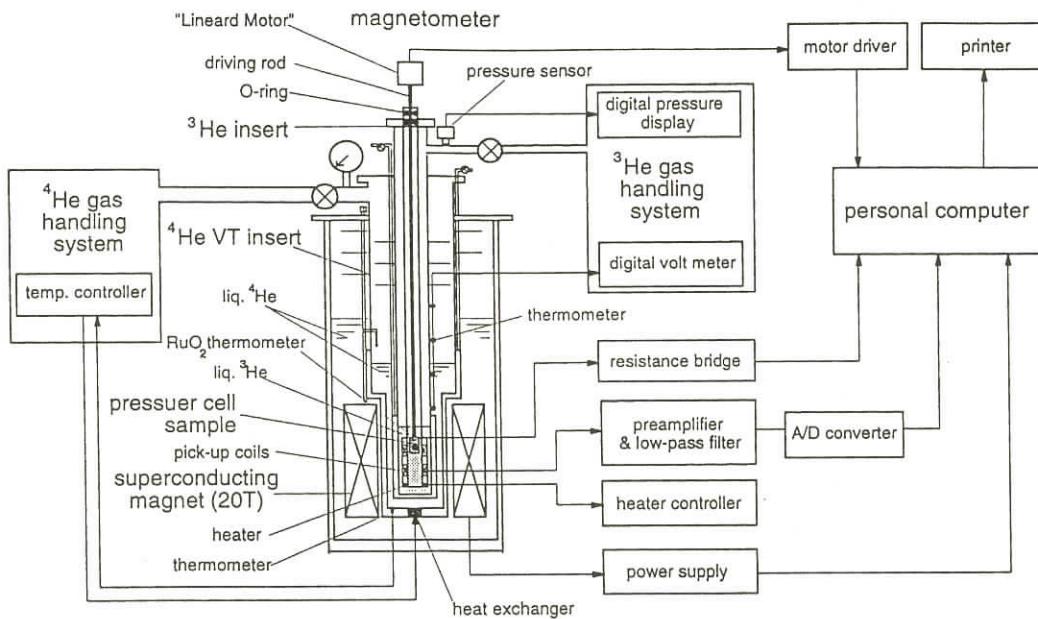


図1 新たに開発した強磁場($\leq 20\text{T}$)・高圧($\leq 1.6\text{GPa}$)・低温($\geq 500\text{mK}$)の多重極限下における磁化測定装置のブロック図

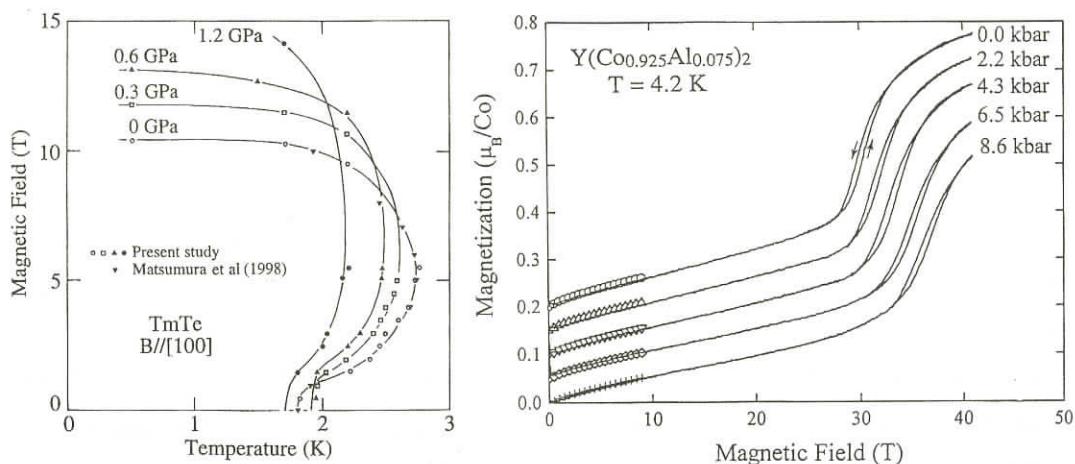


図2 TmTeの反強四重極秩序状態のH-T相図の圧力変化

図3 種々の圧力下における $\text{Y}(\text{Co}_{0.925}\text{Al}_{0.075})_2$ の磁化過程

量子渦科学基礎研究と回転クライオスタッフ

……人工超流動の量子渦実験、量子薄膜の物理と新たな量子凝縮の探索……

東大物性研 久保田 実

低温と回転場を組み合わせた極限環境条件下での我が国初の実験を紹介した。これは、超流動や、量子凝縮状態の研究の手始めである。超伝導を低温及び磁場のもとで研究するのに対応しているが、電磁場とは独立の回転場下で量子凝縮相の理想系を研究することが出来る。

超伝導現象は、その T_c が $320\text{ }\mu\text{K}$ の金属元素Rhから 150 K を越える高温超伝導体までおおよそ 10^6 の広範囲の温度領域で見出されている。一方、超流動現象は2つのHeの同位元素でのみ見出されている。単純至極な疑問は、「超流動は他にないのだろうか」というものである。この疑問に対して、はじめて超流動が見つけられた歴史、超流動 ^3He のそして高温超伝導体の様々な量子渦状態の研究の発展は、私たちに何を教えているのだろうか？

これまでの様々な「新たな超流動」探査の試みは否定的な結果が支配的であった。一方、K T転位する薄膜超流動や、高温超伝導体での多彩な量子渦状態や、低次元超伝導体での渦状態の研究の結果は別な期待も抱かせる。なぜなら、これまで超流動は、「散逸のない流れ」「永久流」或いは超流動密度の検出が、その決め手であったが、電子渦状態の研究が、その研究手段に加わってきたからである。

私たちは、「孔径を制御した多孔質ガラス基盤上に吸着させた ^4He 薄膜」の系が、膜厚及び基盤を変えることによって、様々な特性、即ち超流動転移温度 T_c 、次元性、量子渦状態などを制御できる「人工超流動」として振る舞いうことに着目し、詳細な研究を押し進めている。この系自身、上記のような観点から研究されたことはなく、私たちの研究がユニークなものとなっている。この系は孔の大きさが無視できるくらいの大きなスケールで見れば、3次元的な低密度の均一な超流動として振る舞う。一方、孔の表面を取ってみれば、単原子層がきちんと議論出来る2次元性を持っている。上記観点に立てば超流動の「モデル系」と考えられるものである。が、この系自体まだまだ解明を待たなければならない。

我々が科学研究費（1990－92年度一般A）をもとに建設した回転クライオスタッフは、稀釈冷凍機温度以下の世界1の高速（毎秒1回転）までの回転下で長時間の超低温実験を可能とする。^[1]しかしこの回転速度は、 $\sim 10^4/\text{cm}^2$ の渦糸密度の生成に対応するものであり、渦糸間平均距離 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。高温超伝導体での研究と対比すれば、低密度の極限での量子渦状態を扱うことになる。このような超低密度渦糸系は、有限の磁場侵入長のため、超伝導では研究されていない。

以下に1ミクロンの孔径をもつ多孔質ガラスの孔の表面上に吸着させた単原子層以下の超流動 ^4He 薄膜の超高感度捻り振り子実験の周期の微小変化と振幅の変化を示す。前者からは超流動密度の温度変化、後者から系のエネルギー散逸についての情報が得られる。図1. は静止状態から 6.28 rad/sec までの6種類の回転速度下で、温度をゆっくりスウェープしてこれらを超流動転移温度 T_c 付近の温度の関数としてプロットした物である。静止状態で T_c 以上に現れるエネルギー散逸

ピーク（斜線つき）はこれまでの研究から 3D 相関のない 2D 湍対のダイナミクスによるものであることが判っている。これは回転下でも不变のようである。一方、回転下では T_c 以下に回転速度に比例して高くなる新たなピークが現れる。回転によって新たに生じたピークをあらわに見るためには回転下のデータから静止下のデータを差し引いたものが図 2 に表してある。ピークより低温側では回転下であっても散逸が存在しない事が判る。これは、渦固体を作っていることを表しているように考えられる。これら二つのピークの振る舞いを捻れ振り子の振幅依存性から詳細に分析する事によって調べる事が出来る。その結果、回転ピークは 2 次元的渦対の振る舞いとは全く違う 3 次元渦のダイナミクスから来ていることが判った。また、その T_c 近傍の臨界的振る舞いから pinning のある系での渦格子融解によるものかと議論している。^[2]

この他この系については、定常超流動流れ実験を行い、次元性のクロスオーバー、層流乱流転移と考えられる現象が見出されており、定量的研究が進展している。

新しいキャンパスでは、これまでの経験を生かし、温度領域も広げ、共同研究の希望のある超流動³He での回転実験などにも対応して行きたい。ご支援ご協力を御願いいたします。

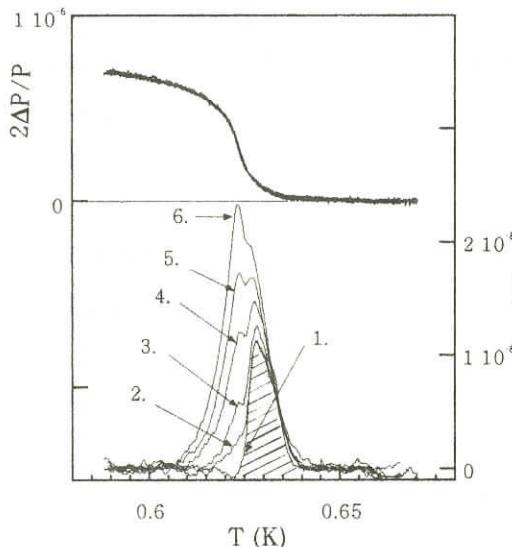


図 1. 「静止渦（斜線部）」と、回転速度に比例して大きくなる散逸ピーク。後者は超流動密度 ($2\Delta p/p$ に比例) の温度変化が最も急な位置にピークをもつ。

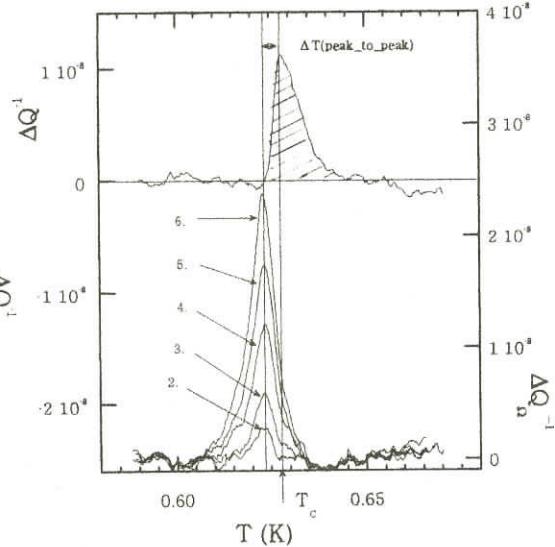


図 2. 「静止渦」（上）を全散逸ピークから差し引くことによって回転で新たに生じた散逸ピーク（下）があらわになる。このピークの位置は超流動密度の温度変化に関係しているが、これを分離することによって渦糸のダイナミクスを見ることが出来る。^[2]

- [1] M. Fukuda, M. K. Zalalutdinov, V. Kovacik, T. Igarashi, T. Obata, K. Ooyama, and M. Kubota, J. Low Temp. Phys., Vol.113, 417-222, Nov. (1998), and its references.
- [2] M. Fukuda, M. K. Zalalutdinov, V. Kovacik, T. Igarashi, T. Obata, and M. Kubota, in preparation.

液体ヘリウム表面における 2 次元電子系

物性研究所 河野公俊

ヘリウム(He)液面上の電子系は単純であると同時に純粋・清浄な 2 次元系であり、ユニークな研究対象である。電子の結晶であるウィグナー結晶への固化が明瞭に観測される強相関プラズマ系という側面も大きな特徴である。また、量子液体の表面に浮いていることに由来する液体表面との相互作用もこの系の物性を多彩なものにしている。

この研究のハイライトは超流動相を含む³He上の 2 次元電子系に関する実験である。世界に先駆けてこの実験を実現させたこととそれによって始めて明らかにされた新しい物理現象において注目されている。

電子系の結晶化によってヘリウム液面が変形し、電子結晶と整合した格子定数を持つくぼみ格子ができる。くぼみ格子とともに動くウィグナー結晶に働く抵抗力はくぼみ格子による³He準粒子の散乱によって説明することができる。³He準粒子の平均自由行程がウィグナー結晶の格子間隔よりも十分短く、液体³Heが古典粘性流体とみなせる20mK以上の温度域では、くぼみ格子すなわちウィグナー結晶の移動度は液体³Heの粘性率に反比例する。フェルミ液体の性質として³Heの粘性率は温度の 2 乗に反比例して低温で増大するのでこれを反映してウィグナー結晶の移動度は温度の 2 乗に比例して減少する。

20mK以下の温度では、準粒子間の散乱頻度が減少し、平均自由行程が長くなる。このような領域では、準粒子は自由表面によってパリスティックに散乱されるので、抵抗力は温度によらない一定値をとる。

930 μK以下で、ヘリウム-3 は超流動状態に転移し、準粒子の励起スペクトルにはギャップが現れる。移動度はこのギャップの出現を定量的に反映した温度依存性を示す。

ゼロ磁場下では超流動B相が実現していると考えられるが、磁場を印加することによってA相を作ることができる。超流動³He-A相はP波超流動の特徴を顕著に示すエネルギーギャップの異方性をもち、エネルギーギャップが零となるノードがフェルミ面上に存在する。ノードはフェルミ面の極の位置にあるので、極を結ぶ軸の方向が異方性を記述する重要な方位となる。この軸に平行なベクトルを ℓ ベクトルと呼び、その空間的な配向をテクスチャーという。 ℓ ベクトルはクーパー対の軌道角運動量の量子化軸にほかならない。この ℓ テクスチャーは自由表面に垂直に配向する性質をもつて、表面に垂直に入射する準粒子に対するエネルギーギャップは零となる。

磁場を液面と平行に加えることで、電子の軌道運動への影響を最小限におさえて、超流動³HeをA相に転移させることができ、それによって ℓ テクスチャーによる 2 次元電子系の伝導現象に与える影響を捕らえることに成功した。

今後の展開として、マイクロ波領域にある種々の量子遷移に関する実験を行う予定である。この

範疇には、面内の運動であるプラズモン共鳴および磁場中のサイクロトロン共鳴、2次元面内に更に制約を加えることで実現される1次元および0次元（ドット）における閉じ込め効果による量子準位間の遷移、電子スピン共鳴、液面と垂直な運動の自由度による、いわゆるサブバンド間遷移などがある。サブバンド間遷移の特徴は電場によるシュタルク・チューニングが可能なことで、この性質を用いて量子計算機の実現を追究することも今後の大きな研究課題である。

強磁場における低次元／プロッホ電子系の量子現象

東京大学物性研究所 極限環境物性研究部門 長田俊人

本研究室のテーマは「空間構造と磁場による電子物性の制御」であり、電子系自体の幾何学的構造と磁束のトポロジー的な関係、そこで発現する新しい電子状態に特に興味がある。現在の研究対象は半導体や超伝導体の人工超構造、および有機導体などの低次元（超）伝導体である。以下、大学院生と行った本研究室の最近の研究と柏キャンパスにおける今後の研究展開方針について要約する。

1. 多層量子ホール系における層間表面伝導

多層量子ホール系端面には、各層のエッジ状態が結合した新しいクラスの2次元電子系である「カイラル表面状態」が形成される。カイラル表面状態による層間伝導は、整数量子ホール状態では拡散的で温度依存性を示さず、分数量子ホール状態では非フェルミ流体性を反映した「べき乗」温度依存性を示すと理論的に予測されている。本研究では広い温度範囲にわたり表面伝導の温度依存性を実験的に調べることを企図した。この場合、実験上の障害となるのは、極低温では局在により無視できた層間バルク伝導の寄与が高温域で無視できなくなることである。そこで断面積は等しい（バルクコンダクタンスは等しい）が、周長の異なる（表面コンダクタンスの異なる）2つの試料間でバルク伝導の寄与を相殺し、表面伝導の寄与のみを抽出する手法を考案した。その結果、表面伝導度は磁場と温度の関数として整数量子ホール領域の内部では有限の一定値となること、領域外部ではゼロとなること、（量子ホール効果が破れる直前の）領域境界付近で異常な増大を示すことを見出した。この表面伝導の異常増大を、局在長増大に伴うバルク局在状態のカイラル表面状態への混成として説明した。より強磁場の分数量子ホール領域での表面伝導の実験は現在柏キャンパスで進行中である。

2. 擬1次元導体の磁気抵抗角度効果と磁場誘起コンファインメント

(TMTSF)₂X系有機導体などの擬1次元導体においては、単純な板状のフェルミ面構造にもかかわらず、磁気抵抗が磁場方位の関数として多彩な変化を示す（磁気抵抗角度効果）。Lebed共鳴、

Danner - Chaikin振動、第3角度効果などの角度効果の起源については、独立に種々のモデルが提案されてきた。これに対し我々は磁気抵抗角度効果が半古典的なフェルミ面形状効果として統一的に説明できることを示し、磁場中電子軌道の様態と関連付けた。これらの現象は擬1次元導体のフェルミオロジー研究に新しいツールを提供するものである。有機導体($\text{TMTSF}_2\text{ClO}_4$)の磁気抵抗が伝導面に平行な強磁場下で半古典的振舞から外れることを見出し、これを半古典的な蛇行運動電子軌道の幅が層間距離より小さくなるため実質的に電子が单一伝導層に閉じ込められるコンファインメント現象として説明した。

3. 磁場中超伝導ネットワークにおける磁束配列と磁束フローの制御

一様磁場中の超伝導細線ネットワークの超伝導基底状態はその磁束配列によって特徴づけられ、電気抵抗の超伝導転移は磁束フローの影響を受ける。本研究では外部磁場を空間的変調がネットワーク上の磁束の配列や運動に与える影響を調べた。そのために2次元正方格子Alネットワークの直上に、より高い転移温度を有するPbInAu超伝導リング／レールを設けて3次元的に磁束の配置や運動を制御するようにした立体構造試料を作製した。実験の結果、超伝導リングに磁束がトランプされるために磁束配列に応じて超伝導状態の安定性が変調されること、超伝導レールにより磁束フローの方向が制限されることなどを実証した。

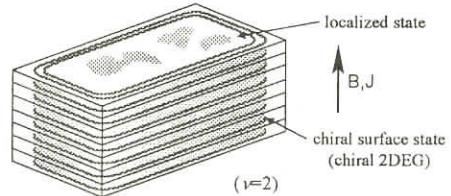
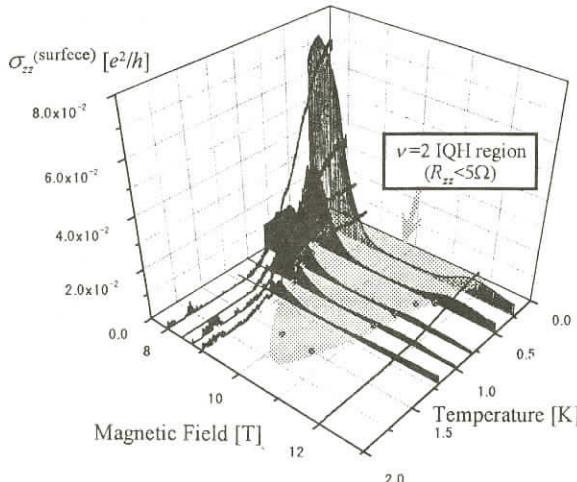
4. 柏キャンパスにおける研究展開方針

柏キャンパスで新しいパルス強磁場装置を駆使した研究が可能になった。本研究室は「低次元電子系の強磁場極限電子相の探索」を主軸として研究を展開していきたい。半導体2次元電子系・低次元超伝導体・低次元導体(有機導体など)を対象に、強磁場下電気伝導測定を主な手段として研究を行う。このため特に以下の実験系を整備する。

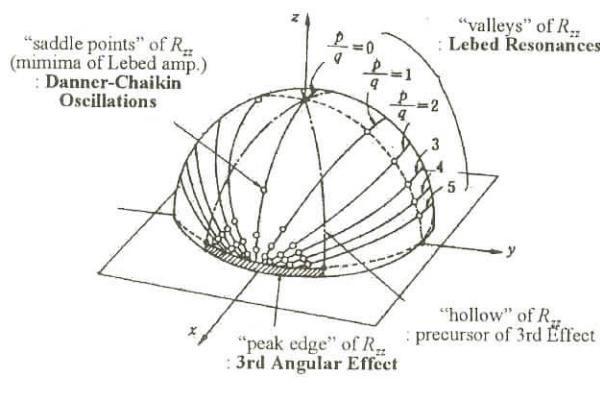
まず柏で電源容量が3倍に増強された長時間パルス強磁場については、各種の精密測定が可能となるよう磁場の長時間化を図る($T/2=100\text{ms}$ 程度)。その上で希釈冷凍機を組み合わせ、極低温(50mK)との多重化を行う予定である。またプローブや精密試料回転機構などにはマイクロマシン的な技術を導入していきたい。

電磁濃縮法および一巻コイル法による破壊的パルス超強磁場実験については、電源性能は六本木に比べて本質的な差がないので、むしろ物性計測技術、特に電気伝導測定技術の開発に重点を置く。そのために高周波測定技術(雑音対策)・導電性試料の微細加工技術(発熱対策)などを導入する必要がある。また特に破壊的実験については、試料の自給体制も考える必要がある。 500T 級超強磁場下での低次元系の電気伝導実験が技術的な目標である。

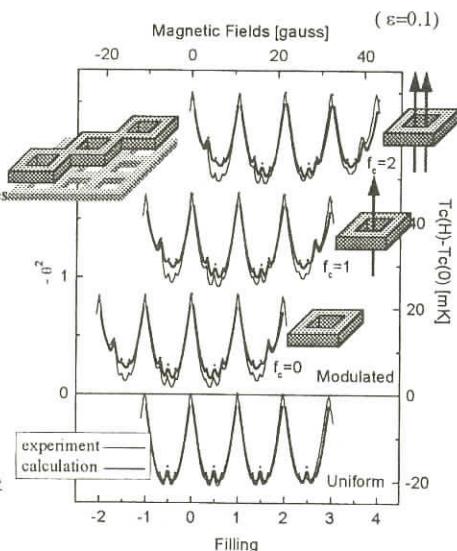
以上をパルス強磁場実験の経験が豊富な三浦研究室・後藤研究室や研究所内外の方々の御指導を仰ぎながら遂行していきたいと考えている。



多層量子ホール系（上図）の表面垂直伝導度の磁場・温度依存性（左図）



擬 1 次元導体の磁気抵抗角度効果



変調磁場中超伝導ネットワークの臨界温度の磁場依存性

東北大金研の現状と将来計画

東北大金研 本河光博

金研強磁場には2種類ある。一つは世界的にも名を知られている「強磁場超伝導材料研究センター」で、他は金研の26部門の一つである「磁気物理学研究部門」であり、筆者がセンター長と部門担当をかねている。またどちらも全国共同利用であり、12月に課題の公募を行う。

磁気物理学研究部門は教授1, 助教授1, 助手3で構成されていて、設備として100kJコンデンサーバンクによる40Tパルスマグネットと10GHz～7THzの範囲でHe3温度まで測定できるESR装置があり、磁場自体はそう高くないが、周波数範囲温度範囲とも世界一充実している点で特徴を出している。主として量子スピン系のESRが行われているが、詳細は野尻の講演の中で述べられるのでここでは割愛する。もう一つ特徴的な物として、25T繰り返しパルスマグネットが挙げられる。これはKEKにおいてパルス中性子と同期をとって強磁場まで中性子回折を行うことができる装置で、これも他に例がない装置である。強磁場中の磁気構造調べるのが目的であり、すでにいくつかの研究が報告されている。

強磁場超伝導材料研究センターには、助教授2, 助手1, 技官3が在籍し、センター長（教授）は併任である。設備としては、1986年に世界最高の31.1Tをだしたハイブリッドマグネットと20Tおよび15Tの超伝導のマグネットがあり、いずれも希釈冷凍機の温度まで使え、光の実験では15GPaの高圧と組み合わせることも可能である。また我々のセンターと住友重機で開発した液体ヘリウムフリーの超伝導マグネットがあり内径50mmでは15Tおよび11Tまで、また内径220mmでは6Tまで利用できる。これらは1200°Cの炉と組み合わせたり、スパッタ装置と組み合わせたりして、新しい材料開発研究に用いられている。各マグネットの特徴とそれらを用いてどのような実験が可能であるかを表に示す。

行っている研究は次のように大きく4つに分類される。

1. 超伝導材料研究（従来型化合物、高温超伝導）
2. 物性物理（半導体、磁性体、超伝導体等）
3. 強磁場中材料プロセス（磁場配向、磁気浮上、ローレンツ力）
4. マグネットテクノロジー及び測定装置開発

1はこのセンターの設立当時から主題となっていた物で、高強度線材（超伝導磁石が小さくなる）の開発など実績がある。2は最もユーザーも多く、興味深い研究がたくさんなされている。3は最近我々のセンターの特色を出すために力をいれている分野で、磁場配向効果を用いた結晶成長や材料育成など、あるいは磁気浮上中の結晶成長や材料プロセスなどユニークな研究を行っている。4は共同利用には適さないがセンターとして地道で大事なことである。液体ヘリウムフリー超伝導磁石の開発もこれに入る。これらの成果についてはセンターから毎年出版している「年次報告」や最

近出版した「主要研究成果の概要ベスト20」などを参照されたい（希望者は当センターまで要求されたい）。

金研強磁場は2000年に時限がくるので、改組のためにその準備を進めている。目的は

1. 定常強磁場発生技術の開発研究。上の1と4をあわせ、コンパクトで使いやすい超伝導磁石の開発。
2. 未知の現象発見と新概念の設立。上の2に該当するが、全国の英知を集めて新しい物理の展開を期する。
3. 強磁場を応用した新機能材料の研究。液体ヘリウムフリー超伝導磁石を利用した材料開発への応用は無限に考えられる。また磁気浮上により宇宙へ行くよりはるかに経済的に同じ目的の実験が可能になる。

設備としては、ハイブリッド磁石の電力は現在と同じ規模で、外側の超伝導磁石には我々の開発した液体ヘリウムフリー超伝導磁石を用い、むしろコンパクトで使いやすいマグネットをめざす。また外国人客員教授のポストを充実し、強磁場科学におけるアジアの拠点としての国際化を計画している。

強磁場超伝導材料研究センターの実験設備（1998年7月現在）

マ グ ネ ッ ト	最 大 磁 場 (T)	有 效 口 径 (mm)	磁 化		分 光		臨界電流		ホ ー ル 効 果	電 氣 抵 抗	比 熱	超 音	熱 傳 音	N M	メ ス バ ウ ア ル	結 晶 成 長	生 体 ・ 化 学	極 低 温		X 線 回 折	
			V S M	引 き 抜 き 法	交 流 法	可 視	赤 外	<005A										H e ³	希 釔 冷 凍 機		
HM1a	31	32RT	◎	◎	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
HM1b	28	52RT	◎	◎	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
HM2	23	52RT	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○
WM5	15	82RT	○			○	△	○	○		○							△	○		
20T-SM	20	52Cold			○				○	△	○	○	△	△	△	△	○			○	
15T-SM	15	52Cold			○				○	○	○	○	○	○	○	○					
11T-CSM(1)	11	52RT	◎						○		○						○				
11T-CSM(2)	11	52RT							○		○						○				
6T-CSM	6	220RT							○		○						△	○			
4T-CSM	4.7	36RT							○		○										
5T-CSSM	5	50x10RT																		○	

◎ 実験実績有り

○ 実験実績がないが容易に可能

△ 可能であるが装置の準備が必要

金材研における強磁場物性研究の現状と将来計画

金材研 木戸 義勇

金材研の強磁場研究は超伝導線の開発研究によって始まりました。臨界電流と臨界磁場の大きな線材を目指して、様々な作製法によるニオブ錫化合物線材が開発され実用化されてきました。現在はニオブ・アルミニウム合金線材が実用化の一歩手前のところまで来ています。これらの線材評価に欠かせないのが20T以上発生できる定常強磁場です。金材研の40T級ハイブリッド・マグネットが完成するまでは東北大金研強磁場超伝導材料センターのハイブリッド・マグネットを利用されてきました。現在、超伝導線材の開発には主に3つの部等（2つの研究グループと1つのステーション）が関わっていますが、それぞれ独自の発想で研究が行われています。

強磁場を用いた物性研究は我々の機能研究部で行われています。研究対象物質は強相関電子系物質、低次元磁性体、有機伝導体、量子井戸、量子ドット、希薄磁性半導体である。物性研究の要は物質開発です。当部には次の装置があります、或いは近々導入されます。稀土類化合物結晶と希薄磁性半導体合成は、高蒸気圧物質用ブリッジマン炉システム（タンクステンメッシュヒーター炉／高周波炉+密閉坩堝作製電子ビーム溶接機+グローブボックス）、テトラアーク炉、イメージ炉が用いられています。量子井戸と微細加工には分子線ビームエピタキシー、フォーカスド・イオンビーム、電子線／光学リソグラフィーが用いられます。無論、新しい計測技術開発も重用なことはいうまでもありません。これには量子計算機の開発につながる研究も含まれています。多次元核磁気共鳴、強磁場極低温高圧輸送現象、強磁場走査プローブ顕微鏡、強磁場極低温比熱測定、磁気分光、磁化標準計測、強磁場弾性率計測などの装置開発が行われています。詳細は金材研ホームページ

<http://www.nrim.go.jp>

の研究部門の機能特性研究部に詳しいので、是非ご覧下頂くと同時に「お気に入り」や「ブックマーク」に収納お願いします。また、大型マグネットは強磁場ステーションに詳しいのでそこも併せてクリックお願いします。

ご承知のように、これまでの日本のハイブリッド・マグネットは専ら超伝導線材の評価の為に設置されてきました。これは諸外国のハイブリッド・マグネットが物性研究殊に磁性研究や半導体研究更にはNMR研究が目的だったのと比較すると大きな違いがあるのが分かります。高分解能核磁気共鳴は言うに及ばず、微細物質の測定には対応出来ないのが現状です。大電力を用いて安定な磁場発生には、電源の高精度と長時間安定性、冷却水の流量と温度の安定性、更に水の配管の最適化、室内温度、湿度の安定化など多くの技術開発が必要です。私見ですが、物性研にはこれらを遂行する能力を有する多くの人材がそろっており、また場所も既に用意してあるように思えます。日本における極限物性研究拠点研究体制の遂行のためには、柏キャンパスに物性研究用30TNMR仕様ハイブリッド・マグネットの設立が不可欠と思います。

金材研強磁場物性研究の将来は、先に述べた量子計算機を目指した研究に集約できます。物質の微細化と複合化、測定感度の飛躍的上昇を追求します。

大阪大学の現状と将来

大阪大学大学院基礎工学研究科 大阪大学極限科学研究センター 天 谷 喜 一

1. 極限科学研究センターを中心に

大阪大学における極限環境は超高压（1974～）・超強磁場（1980～）・極限微細ビーム加工（1979～）がそれぞれ独立に施設として機能していた時代を第1世代とする。第2世代は1986年に各施設が統合された極限物質研究センター時代。第3世代は上記3極限に低温を加え1996年より複合極限化を計って現在に至る極限科学研究センター時代ということになる。第1世代では高压で分割球体による100万気圧、強磁場では阪大方式の非破壊パルス磁場による100万ガウス達成が目標とされた。第2世代はその目標の熟成がなされたと云える。

第1世代より第2世代にかけて、基礎工では長谷田→天谷研、朝山→北岡研等で³He/⁴He希釈冷凍機と強磁場ソレノイドを組み合わせた複合極限下で磁気的、熱的測定及びNMR実験が精力的に展開された。又、理学部においても大貫研の低温強磁場実験が開始された。これらとは又別に理学部附属ミクロ熱研究センターの祖来研では極低温下超精密比熱測定で着実な成果を挙げた。

2. 現 状

1996年より時限改組でスタートした極限科学研究センターは、同センターのスタッフを主たるメンバーに同年秋より始まった戦略基礎研究（代表：遠藤将一）においても、「複合極限」を旗印に極限開発とその下での物性測定に一層の磨きをかけることとなった。極限生成も今や極低温と強磁場は当たり前、mK極低温と自作パルス60T超強磁場、mK極低温とMbar超高压及び超高压とパルス強磁場等を組み合わせるところまで成功を収めてきた。測定装置も極低温超高压下のX線、ラマン分光、超高压下レーザー加熱装置等々が複合極限下で活躍中である。この間、単独極限のレベルにおいても80T非破壊パルス強磁場は225万気圧超高压下の電気抵抗測定と共にこの分野での世界記録といえる。極限条件下の測定に関してはVのTc=17.3K（単体金属中最高値）発見に至った高圧下高感度交流磁化測定やMbar域電気抵抗測定の開発がなされた。又、その成果としてイオウや酸素、イオン結晶CsI、有機分子結晶ヨードアニルにおける圧力誘起超伝導の発見、ハルデン物質（NDMAZ）における極低温静磁場（0.1K, 17T）およびパルス強磁場（0.1K, 40T）下での圧力誘起磁気相転移の観測等々を挙げることができる。（大阪大学極限科学研究センター報告書、1996～1998）

一方、基礎工学部では昨年度より物性物理科学科を中心に理学部の大貫研や邑瀬研も加えて「多元環境下の強相関電子相」を主題にC.O.E（代表：三宅和正）がスタートした。ここでも複合極限はその核をなすものであり18T、20T級超伝導マグネットと冷凍機の組み合わせ数台により高感度NMR、比熱・磁化測定が北岡研・天谷研で行われ、主題である重い電子系を中心とする強相関系

の磁性・超伝導の研究が極限条件をベースに精力的に進められている。高圧に関していえば、重い電子系の超伝導のメカニズムを探る目的で磁性と超伝導の圧力効果に着目して静水圧下電気・磁気、メスバウアー等の精密測定が天谷研小林、那須研において展開されている。さらに小野寺研の高圧下X線、中性子回析実験の参入もあって、実験サイドの布陣はますます強力になっている。一方ではMbar域超高压下での元素物質の絶縁体金属転移や磁性金属の圧力下非磁性転移及びこれらの低温における超伝導転移の研究が天谷研清水・小林らによって並行して行われている。最終的目標としては最も単純な分子である水素について、まさに極限的な静的超高压下における金属化の驗証を目指した実験にとりかかっており、ここでも高密度状態の物性一般に関し、鈴木研を中心とする理論グループとの密接な共同研究が欠かせないものとなっている。

3. 将 来

今から2年後に戦略研究が、そして3.5年後にC.O.Eが終了する。ポストC.O.Eにむけて、今、基礎工学部物性教官を中心に「大阪大学学際融合センター構想」が練られている。従来のセンターの枠を超えて理学・工学までをも含む共同研究的色彩の強いものであるが、関西における物性研究拠点としての位置づけからは共同利用的性格も必要であろう。しかし「アレも欲しい、コレも欲しい。」ではなく「特色ある研究は何か」を鮮明に打ち出してその為に必要なものを整備、意欲ある人材を集めて協力するという基本姿勢は保ちたい。

6.5年後のポスト極限科学研究センターについての議論はまだないが、学際融合センターの核となって発展を続けることも可能性の1つと考えられる。少なくとも「続複合極限」では次の時限改組はのりきれないと覚悟して新機軸を模索している所である。

キーノート（強磁場）

東北大金研 本河光博

以下の点を指摘した。

1. どこまで高い磁場が必要か

(顕微鏡の倍率を上げるのと同じか)

質的に新しい現象が見つかるか

(細菌の発見により病気の性質が分かった)

多くの場合低磁場の延長にすぎないが、その場合の興味の焦点はなにか

(分解能があがることは一つのポイント、しかしそこに新しい物理があるか)

2. 「新しい概念の構築」という物理学の根元に立ち返った意識を持って強磁場実験を行っているか

3. 予算と成果の関係

(物性研は「普通」ではいけない。常に世界的評価を受けて当たり前。それだけ所員の責任は重い)

4. 実験技術の優れた研究者の育成

(特にマグネットテクノロジー)

5. ユーザーフォーラムの結成の必要性

キーノート（超高压）

阪大基礎工 天谷喜一

以下の点を指摘した。

1. 高圧研究の二面性

{ Precision Fronteer
Pressure Fronteer

{ 共同利用のサービス
独自技術の開発

{ 明確な目標 何を如何に、どこまで
未知の領域

2. 物性研への要望

- Multi Mbar から Sub Mbar までをカバーする (強磁場の場合のように)
- Multiple extreme の完成
- 測定技術の開発
- 夢のあるテーマ, ないし夢のような装置
- マンパワーの確保
- Precision の確立と普及の後どうするか?

結局, ‘超’ 高圧は誰がどこでどのようにするかが問題である。

キーノート (超低温)

広島大学大学院先端物質科学研究科 藤田 敏三

わが国の超低温の位置づけ

低温は, 高(強)磁場・高圧と並んで, 物質の示す多様性とりわけ基底状態の多様性を引き出し, 物性物理学に活気と夢を与え続けてきた。その技術的最先端周辺には, とりわけ超(ultra)の冠詞が付されてはいるが, それぞれの立場で定義が異なり, 必ずしも明確ではない。わが国で「超低温」が使われ始めた頃は, 1K以下あるいはせいぜい減圧液体ヘリウム3温度以下を指していたように記憶しているが, 現在では10mK以下の低温を指すようである。

この短期研究会で超低温のカテゴリーで採り上げられた講演は, 量子液体／固体と電子系の量子状態に関するものだけで, 全てサブmK以上の領域である。低温国際会議LT22で採り上げられていた領域は, 格子／電子系で数K, Bose-Einstein凝縮(BEC)関連の原子状ガス系ではサブK, 核スピンの秩序と絡んだ原子核温度はサブnKに達している。物性研の超低温研究の基本方針は温度で世界記録を狙うのは止めて, 超低温で物性実験を行うことになってはいても, わが国全体の超低温の研究状況を展望するには, もっと視野を拡げる必要はなかろうか。第三者的視点からは, わが国では超低温の位置づけを少々狭く限定しそぎているように思われる。わが国にも, ヘリウム3以外の核磁性の研究や, 光関係ではBECを研究しているグループもある。少なくともそれらを含めたレビューが欲しかった。その上で, 世界の中で日本としてどのような超低温の研究協力体制を組み, 個々の研究をどう位置づけ, どのような役割を果たすべきかの議論ができることが重要ではなかろうか。

研究体制と方向

超低温に限らず、極限環境の実現とその下での物性実験は次第に大型化してきている。しかし、多様性にこそ特徴のある物性あるいは物質科学の研究においては、超大型のマシンが1つあればそれでよいというわけでもない。全国的には適当な数の研究拠点が必要なのは当然といえよう。(超)低温関連では、20年以上前に、当時活躍されていた低温研究の先輩方が中心になって拠点とネットワークを形成し、この研究分野のその後の活動に重要な役割を果たしてきたことは確かである。現在のわが国の超低温研究はその基盤の上で続けられている。しかし、更なる展開を期待するとすれば、現時点でもう一度大幅な基盤の見直しと新たな目標に向けたグループングが必要と考える。

電子メールによるネットワークの形成や、グループ内で活性化の努力が行われてはいる。しかし、さらに広くグループ外にもアピールし、組織の再編成をはかる時期ではなかろうか。そのためには、人材が最も大切である。必要なマンパワーと投入できる研究者の実数を的確に押さえた上で、部外者にも見える形で拠点の再構築をはかり、過去からの継続としての研究課題で成果をあげるだけではなく、さらに10~20年の将来に向けて一筋の大きな流れを作り上げていく努力は続けて欲しい。ある時は、強い指導力をもった個人の力が有効にはたらくこともある。その点では、高エネルギー物理学分野には学ぶべきところが多い。一方、自由な発想が大事にされる環境の重要である。これらの調和は困難ではあるが、なんとか工夫していかねばなるまい。その際、物性研の超低温グループには、中心的役割を演じてもらうのは当然であろう。

先にも触れたように、わが国の最近の(超)低温研究は、最先端の極限よりは準拠苦言とでも言うべき環境での物性研究に重点がおかれてはいる。この領域での研究はとくに周辺分野との協力が必須であり、そこでは、特別視するような超低温の名称をあまり強調しない方がよからう。対象とする現象に応じカバーできる温度領域が連続的につながっていることが理想的であり、広く低温物性研究全体としての研究協力体制の問題として捉えた方が実り多いと考える。柔軟性のある超低温研究が、他分野の研究にとっても大いに寄与し、その手法の有効性が再確認される筈である。また多重極限の一要素として新たなフロンティアを求める方向も重要であろう。わが国においてすでに萌芽しつつあるこれらの研究動向を、明確な問題意識をもって大事に伸ばしていくことが当面とるべき一方向であろうか。

超低温研究への期待

極限環境のフロンティアは、物理と技術が渾然一体の状況にある。したがって、その進展は、周辺の科学／技術の状況に影響されるところがとりわけ大きい。現在は不可能なことも10年先には容易に実現できることもある。このような時間に依存する研究環境にも配慮が必要である。10年後には非極限環境で実現できることが、いま極限環境下で実験することに疑問を感じるとすれば、高温超伝導体が見つかっていま、カメリリング・オンネスが当時は低温のフロンティアであったヘリウム温度で水銀の超伝導を発見したことが科学史においてどのような意味をもったかを考えれば、答えは明らかであろう、最初の発見はむしろ困難な筈の極限環境の下で行われ、それが非極限環境へ

と一見逆方向に展開していくこともしばしば起きる。少なくとも極限環境は質的に新しい現象発見の宝庫であり、超低温もその一つとしてまだまだ大きな期待を寄せ続けたい。

極限環境のフロンティア開拓は、周辺からの技術の移入ばかりではなく、新たな技術（ノウハウ）の開発を伴って推し進められる。物理の成果そのものではなくとも、バイプロダクトの実験技術のまとめれば、他から重宝がされることもある。ライデン、オックスフォード、ヘルシンキ、グルノーブルなど低温研究の拠点からは、実験技術のノウハウがベンチャー企業の商品となって世に出ており、低温の非専門家にも喜ばれている。これらの規模はごく小さいものであっても基礎科学の社会に対する還元として分かりやすい例となっている。わが国はベンチャー企業の育ちにくい土壤である。しかしいまや日本の特殊性を言い訳にし続けていられる段階でもあるまい。国立大学の独立行政法人化が現実味を帯びてきた激動期のいまこそ特殊社会環境を一掃するよい時期ではなかろうか。

最後に ... 新生物性研へひとこと ...

柏移転後の新生の物性研究所も共同利用研究の場として在り続けて欲しい。たとえ東京大学が独立行政法人化するにしても、物性研究の協力体制のそう国分寺的存在としての物性研に対するこの希望は叶えて欲しいものである。しかし、研究所設立当初と現在では、その期待内容は当然異なる。物性研究の領域すべてをカバーしている必要がもちろんない。超低温の分野についていえば、まず全国的な研究体制がどうあるべきかの議論は是非物性研のグループが音頭をとってもらいたい。その議論の中から、物性研はとくに何を担当すべきかが決まるであろう。もちろん、物性研の将来計画は物性研の所員の意志が最も尊重されねばならないが、外部の研究者の意見や要望も充分採り入れる努力を続けることが、全国物性研究者のサポートを今後とも得られる条件でもある。今回の移転はその実践の絶好の機会でもあった。設備の更新や新たな導入によって素晴らしいハードウェアを備えた物性研が、どの程度共同利用への配慮が払われているかがこれからチェックされることになろう。

超低温分野は、元来共同利用に適さないと言われてきたが、形式的な共同利用／共同研究の区別にこだわることはない。今回の移転に際しても、全国的にどのような設備を物性研に備えて欲しいか、どのような研究体制を採って欲しいかの要望を、広く外部にも聴く機会をもてたにではないかと思う。ともすれば物性研出身者や個人的なコネクションに限られているとささやかれている共同利用／共同研究から脱却して、広く外部との共同研究を受け入れる方式はなかろうか。逆にこのような共同利用／共同研究を推進する中で、よく耳にするマンパワー不足の問題も、部分的には緩和されるのではないか。外国における共同研究の成功例として、ヘルシンキの超低温グループとベルリンの中性子のグループが共同して、銀やロジウムの核磁気秩序を中性子実験でサブnKまで調べた実験を挙げておこう。まさに最先端の超低温においても、国や研究機関を越えたこのような共同研究が成立し、素晴らしい成果を上げているのは手本としたいものである。

以上、部外者の的を外れた勝手な意見かも知れないが、もし参考になる部分が在れば幸いである。

セッションH

討 論 会

「極限環境物性の全国的協力体制と物性研究所の役割」

この特別セッションでは、表記のテーマについて自由討論会が行われ、活発な意見交換が行われた。はじめに、超強磁場、超高圧、超低温のそれぞれについて、3人のキーノートスピーカーが、問題点を指摘するキーノート講演を行った。その要旨については、それぞれのスピーカーの報告を参照されたい。いずれのトークにおいても物性研究所の極限物性の研究が如何にあるべきか、また全国の研究コミュニティーの中でどのような役割を果たしていくべきかについて、かなり厳しくまた的確な指摘がなされた。これらの問題点を中心に、討論が行われたが、特に(1)極限物性の魅力的なテーマを如何に見つけ出していくか、(2)極限の技術開発を如何に進めていくか、(3)共同利用と共同研究をどのように両立させていくか、などといった問題に議論が集中した。(1)については、物性研究所の研究者は、予算などの点で非常に恵まれた環境にいるわけであるから、新しい概念の構築を目指して普通以上の成果を上げていくべきであるとの要望が述べられた。またどの程度の極限を狙うべきであるか、極限の多重化にはどのような意義があるか、について種々の意見が述べられた。研究テーマを公募すべきであるとの意見もあった。(2)については、実験技術開発に意欲をもつ優れた若手研究者を育成する必要性が述べられた一方で、極限物性の質を高めるためには、物理と技術の分業のために技官を充実する必要性があるとする意見もあった。いずれにしても優れた技術開発の将来についての危惧、マンパワーの不足が指摘された。(3)については、研究成果におけるピークを出すために共同利用の世話が足かせになっていること、施設やなすべき役割の大きさに比してマンパワーの不足が問題であること、今後は施設利用よりは共同研究に重点をおくべきであること、など多くの意見が出され、意見交換が行われた。マンパワーの問題は物性研究所だけでは解決できない困難な問題であるが、全国的要求として物性研究所の人員要求をすべきではないか、客員制度を活用できないか、予算によって人員の確保ができるないか、などの提言があった。

また全国的な協力体制に関しては、研究者間のフォーラム、ホームページなどを作るべきであるとの提言がなされたが、強磁場については、この研究会を機に具体的に組織作りが始まることになっている。

キーノート講演を含めて2時間を超える討論会であったが、討論は非常に活発で時間が足りなかつたほどである。その内容のすべてをここに紹介する紙面の余裕はないが、部門所員にとっても非常に参考になる有意義なセッションであった。

(文責 三 浦 登)

強相関電子系の極限物性

大阪大学大学院理学研究科 大貫 悼 瞳

希土類化合物の4f準位はフェルミエネルギーよりかなり下に離れて位置しているので、局在4f電子が立発点となる。しかし、GdからCeに向かうにしたがい、4f準位はフェルミエネルギーに接近し、Ce化合物では近藤効果を通して遍歴する重い電子系が出現する。一方、3d遷移金属化合物は3d準位がフェルミエネルギー付近にあるので、遍歴電子系であることが長い研究過程からよく分かっている。

ウラン化合物は上述のCe化合物に類似の性質を示すような化合物から、3d電子系と考えて良いものまで実に多彩である。例えば、Ce化合物の磁気秩序温度は約5Kだが、ウラン化合物では1～300Kまであって幅広い。

本講演では、典型的な重い電子系ウラン化合物超伝導体UPt₃、UPd₂Al₃、URu₂Si₂を例に取って磁性と超伝導について議論した。磁化率での特徴は、高温では局在5f²または5f³に近い3.0～3.5m_B/Uの有効磁気モーメントを持ってキュリー・ワイス則に従って降温とともに増大し、ある特性温度($T_{\chi \text{max}}$)で磁化率は最大値となり、 $T < T_{\chi \text{max}}$ で減少し反強磁性となる。それぞれの磁気モーメントは0.02、0.85及び0.02μ_B/Uである。強磁場磁化測定からメタ磁性は低温のある磁場 H_c ($k_B T_{\chi \text{max}} = g_{\text{eff}} \mu_B H_c$)で起き、 $T = T_{\chi \text{max}}$ まで広い温度範囲で見出される。例えばUPd₂Al₃では $H_c = 20T$ 、 $T_{\chi \text{max}} = 35K$ である。

また、ドハース・ファンアルフェン測定からUPt₃では100m_oの重い電子系が見出された。UPt₃、UPd₂Al₃は遍歴5fバンドモデルで、フェルミ面の形状は説明されることが分かった。ただし、サイクロトロン質量は、近藤効果による多体効果の影響を受けて数10倍バンド質量より重い。

重い電子系はもともとf電子間の強いクーロン反撥力を基にしているので、超伝導のクーパー対を形成したとき2個の電子が同じ位置を占めることができず、UPt₃のようなp波(またはf波)あるいはUPd₂Al₃のようなd波超伝導が出現する。特に最近の新しい発見は、UPd₂Al₃の中性子非弾性散乱の実験において、超伝導になると新たな磁気励起が0.5mev以下の低エネルギーに出現することである。この磁気励起ギャップは超伝導オーダーパラメーターの温度依存性を示す。磁性が超伝導のクーパー対に関与している直接的証拠であろう。

極限環境下における分子磁性体

東大院総合 阿波賀 邦夫

有機ラジカル結晶や金属錯体結晶は、その構成分子の π 電子軌道の異方性に由来する低次元性ゆえ、これまで低次元電子物性研究の中心的対象であった。分子性金属研究においては、1次元金属TTF・TCNQにはじまり、TMTSFやBEDT-TTF錯体、そして最近ではフラーレン化合物等にいたる、いわば高次元化の歴史のなかで、超伝導をはじめとするさまざまな物性が見いだされた経緯は記憶に新しい。一方、局在磁気モーメントから成る低次元磁性体の研究においても非常によく似た状況がいま見えてくる。低次元分子磁性体は、その理想的な低次元性ゆえ、スピナー格子相互作用やスピンの量子効果等があらわに観測される系として重要な役割を果たしてきた。関心の中心は、純1次元系から、1次元と2次元の橋渡しの問題、2次元格子中のスピナー格子相互作用へと移りつつある。このような環境のなかで我々は、分子スピンドラマー(*p*-EPYNN)・[Ni(dmit)₂]や有機カゴメ格子反強磁性体(*m*-MPYNN)・Xを合成し、両者がともにスピニギャップ状態を基底状態とすることを見いだしている。

極最近、分子性疑似スピンドラム系物質が、室温をまたぐ大きなヒステリシス・ループを伴う1次相転移を示すことを見いだした。図1は、TTTAと呼ばれる安定有機ラジカルの常磁性磁化率の温度依存性である。合成直後の試料は、室温付近で常磁性を示す(白丸)。この状態から温度を下げていくと、磁化率は緩やかに減少した後、230Kから急減少していく。180Kでほぼゼロとなり、この温度以下では、格子欠陥に由来すると思われる弱いキュリー常磁性が現れるのみとなる。低温から昇温すると(黒丸)、180Kから230K付近には異常は見当たらず、ほとんどゼロのまま推移する。室温を越えた305Kで磁化率は急増し、当初の値にもどる。つまりこの物質は、常磁性的な高温相と反磁性的な低温相の間で1次相転移を示し、しかもその相転移は室温をまたぐ大きな温度ヒステリシスをもつ。TTTAは、室温双安定性を示す、初めての有機ラジカル結晶であることが分った。試料を、窒素温度と40°Cでアニールしてそれぞれ低温相と高温相を単離し、室温において両相のX線結晶構造解析を行ったところ、高温相は鎖間に強い相互作用をもつ反強磁性1次元鎖構造を、低温相は鎖方向に強く2量化した構造をもつことが分った。TTTAの相転移は、スピンドラム転移と現象的には良く似ており、部分的には反強磁性1次元鎖の不安定性で説明できるものと思われる。

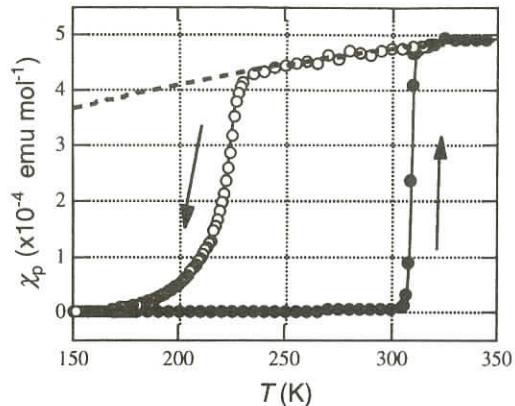


図1 TTTAの常磁性磁化率

分子磁性体は低次元磁性体の宝庫である。分子磁性体は、強い電子-格子相互作用や大きな圧縮率（柔らかい格子）に特徴付けられることから、この系を極限環境下におくことにより、その特性がより鮮明になる一方、新規物性が生まれる可能性が十分に期待できる。

強磁場における酸化物高温超伝導体

東北大学金属材料研究所 小林典男

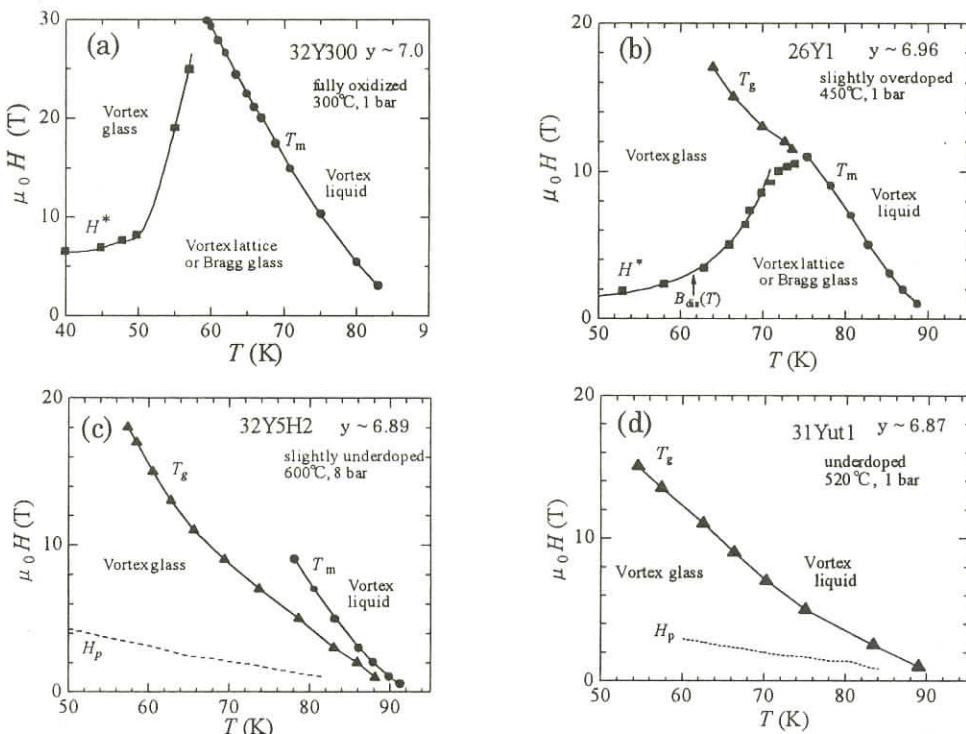
磁場中における超伝導体の渦糸相は、熱エネルギー、渦糸間の相関エネルギー、磁束のピン止めエネルギー、および高温超伝導体の様に2次元性の強いものであれば層間の結合エネルギー、の4種類のエネルギーバランスによって決定される。従来の超伝導体では、渦糸間の相関エネルギーが他に比べて大きいためにアブリコソフ格子が形成される。しかし、高温超伝導体では、これら4種類のエネルギーがほぼ同等の大きさを持つために、渦糸ガラスや渦糸液体など極めて多彩な渦糸相が形成される。最近、このような状況を理解するために、渦糸をひとつの物質（マター）と考え、相互作用をする量子凝縮系として捉える試みがなされている。もし、これが可能ならば、渦糸系は電子系やヘリウム等と同様に相転移やダイナミクスの新たな舞台を提供することになるだろう。

我々は、ここ数年の間高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の良質な単結晶を作製して、渦糸系の相転移の問題を研究してきた。高温超伝導体の渦糸状態の特徴は次のようなものである。まず平均場近似から求められる上部臨界磁場が明瞭な形で定義できない。熱ゆらぎのために渦糸相は低温の固体相と高温の液体相に分けられる。固体相は、不規則性の強い試料ではガラス相を形成し、格子欠陥などの少ない不規則性の弱い試料では格子相を形成する。渦糸格子-液体相転移(T_m)は比熱や磁化の測定から1次の相転移であることが明らかにされているが、渦糸ガラス-液体相転移(T_g)は2次であると考えられている。これらの両極限の間にある試料では、磁場の増加とともに固体-液体相転移の次数が1次から2次へと変わる。最近我々は固体相において磁化が磁場の増加とともに急激に変化することを見いだし、この変化を示す磁場が固体-液体相転移の次数が変わる臨界点に向かうことを明らかにした。このことは、固体相の対称性が磁場の強さに依存し、磁場が増加するとともに格子相からガラス相に変化することを意味している。これを磁場誘起規則-不規則転移と呼ぶ。この磁場の値(H^*)は、異方性の強さや試料中の欠陥の多さに依存する。 YBCO の場合、今まで通常行われてきた熱処理条件では、数テスラから10テスラ程度である。磁場のスケールは全く異なるが、 BSCCO の場合も同様の相図が得られている。

さらに、このような高温超伝導体の渦糸相の多彩な変化を磁場と不規則性をパラメーターとして調べるため、 YBCO 単結晶の熱処理温度を変えて酸素濃度を制御した試料を作製し、30テスラまでの強磁場中で電気抵抗と磁化測定を行った。酸素濃度は T_c がもっとも高くなる最適

濃度 $y \sim 6.93$ を中心に、 $y \sim 7.0$ から $y \sim 6.8$ の間で変えられた。上記の典型的な例は、わずかに過剰な酸素濃度に相当する $y \sim 6.96$ のものである(図b)。酸素欠陥のもっと少ない $y \sim 7.0$ の試料(図a)では、1次の渦糸格子-液体相転移が30テスラー以上の磁場まで保たれ、渦糸グラス-液体相転移に相当する変化は見られなかった。このことは、グラス相が明らかに酸素欠陥など結晶の不規則性によって引き起こされていることを意味する。一方、酸素欠陥の多い $y \sim 6.87$ の試料(図d)では、1次相転移は観測されず、弱磁場でも渦糸グラス-液体相転移に相当する変化のみが現れた。すなわち、この試料では全磁場領域で磁束グラス相が形成されていることを示す。さらに、中間の酸素濃度に相当する $y \sim 6.93$ から 6.89 の間(図c)では、奇妙な性質が現れる。一定磁場中で温度を下げながら電気抵抗を観測すると、1次相転移に相当する温度でいったん急激な抵抗の減少を示した後、低抵抗領域で2次相転移に相当する温度のべき乗に比例するプロードな変化を示す。すなわち、温度の減少とともに1次と2次の逐次相転移を示す。しかし、残念ながらこの2つの相転移に挟まれた相がどのような性質を持つものかはまだ明らかでない。

このように、高温超伝導体の渦糸相は、磁場、不規則性の制御によって多様な変化が現れ、量子凝縮系の相転移を研究するための新しいモデル物質になるのではないかと思う。また、渦糸系のダイナミクスや渦糸の構造あるいは電子状態と超伝導の対称性との関連などの大きな問題がまだ残っている。



種々の酸素濃度を持つ $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ の渦糸相図

有機超伝導体と極限環境

京大理 石黒武彦

極限環境として高圧、低温、高磁場をとりあげる。

まず、圧力に関しては分子性物質より成る有機超伝導体では超高压よりはむしろ1kbar以下より常圧につながる低圧域を精密に制御する方がより重要で、このためにはヘリウムガスによる加圧法をとることが一般的になっている。しかし、本邦では高圧ガス規制法の制約を受けてヘリウムガス加圧による実験を進めるためには大がかりな防護装置が必要とされ、このために殆ど普及せず、この方面的研究は極めて限られたものとなっている。対応可能な設備が拠点的に設置されることが強く望まれるところである。

一方、著しい異方性に対応して一軸的な歪をかけてその特徴を明らかにすることが求められるが、最近、凍結したオイル中の試料を一方向から押すことにより一軸的な歪がかけられ、方位を選択し特定の分子間結合に着目しつつ物性研究を進める方法が開発された。また、分子間距離を拡げることにより超伝導のT_cが向上することが明らかにされており、このために、伸張力をかけるなどの方法によりいわば、負の圧力をかけることにも関心が寄せられてきた。

温度に関しては高温側は物質の分解温度により決まる上限がある。一方、極低温サイドではmKまでの温度環境下で各種の物性測定を行うことが必要となるが、これをμK域まで拡大する問題意識は希薄である。

一方、強磁場については、キロテスラ域の超強磁場が実現されればと思わせる研究テーマがある。量子極限下では三重項超伝導が実現される可能性が指摘されているが、フェルミエネルギーを低くとれる有機超伝導体では数キロテスラで量子極限が実現されると考えられるためである。（量子極限に至らないまでも高磁場下の超伝導状態はこれからの課題である。）また、環状分子内に磁束量子を閉じ込めたときの物性に興味が持たれている。これもキロテスラ領域で実現される。メガガウス（100T）が当面の実現の壁と考えられるときにそれより一桁高いキロテスラでの研究に言及するのは現実離れととられようが、磁場をどこまでも上げていきたいと考える人達への目標ともなりうるものではないかと思い敢えて掲げておきたい。

ここ10年ばかりの間、現実の数10T下において有機超伝導体が格好の研究対象となって来たことも事実である。良質の結晶が得られること、また低次元性故に高い状態密度が実現されることが基礎となって、振幅が大きく見事ともいえる量子振動が比較的容易に見出され、磁気貫通効果などがみられる他、低次元系独特のフェルミ面のトポロジーにかかる幾何振動が見られ、電子状態について知る良い手がかりを与えている。

分子間の結合エネルギーが低い有機超伝導体では磁場によって相転移が誘起されることも少なくなく、これによって豊かな電子現象がもたらされている。

強磁場はまた電子のダイナミクスを支配しその自由度を一次元的に制約する。このときこの自由度の方向と低次元軸を重畳する近傍で特異的な角度依存性を示す。(超異方性強磁場効果と名付けていいのではないかと思う。) 低次元超伝導体では高伝導軸に沿って磁場をかけた下では軌道運動の効果が抑えられるほか、コンファインメント(閉じ込め)効果がみられるなどの他の系ではみられない電子状態が実現され、また、自由電子の軌道効果を避けつつ電子スピンの効果を直接的にみれるなどの枠組みが用意される。有機超伝導体は強磁場下の研究で夢を拡げられる系の一つと考えられ、また、超強磁場にとってはその魅力を顯示する良い舞台となっているといえよう。

極限環境とメゾスコピック系

東大物性研 勝 本 信 吾

本稿では、強磁場、低温、高圧、といった極限環境が、メゾスコピック系の研究に役に立つ、あるいは必要になるのはどういう場合か、ということを考えたい。

まず、そもそもメゾスコピック系において、マクロな系と異なる興味ある物理が現れる場合というのは、どういう時か、ということを考える。簡潔な答としては、「系自体の大きさを、系に特徴的な空間的な長さと同程度あるいは更に小さくできる場合」ということが考えられる。「系に特徴的な空間的な長さ」としては、フェルミ波長、位相コヒーレンス長、サイクロトロン半径、遮蔽長、磁気長などが現れる。

これらの長さが、環境によって変化し、系を極限環境にまで持っていくことで微細加工などで可能な長さとクロスするようであれば、極限環境とメゾスコピック系を組み合わせることにより新しい物理を開拓することが可能であろう。

磁場の例で考えると、サイクロトロン半径や磁気長は磁場で可変である。このため、メゾスコピック系の量子輸送の実験には外部磁場は欠かせないパラメタである。現在比較的日常的に使用できる磁場(20T以下)では、これらの長さが微細加工可能な長さをクロスできるのは、ヘテロ接合2次元電子系など極めて限られた材料系においてのみである。例えば、磁性半導体を使った2次元電子系や、メタルの系でこのようなことを行おうとすると、50T以上の強磁場中で精密な電気伝導測定が必要となる。ロングパルス磁場中の精密な電気伝導測定技術の開発に大きな期待がかかる。

一方、温度で大きく変化するものに、位相コヒーレンス長がある。かつては、コヒーレンス長は温度の低下と共に発散的に増大するものと考えられており、超低温の測定では多くの量子現象が容易に調べられるものと期待されていた。ところが、最近、何らかの本質的な自由度の零点振動によってコヒーレンス長は低温で増大しなくなるということが実験的に言われるようになってきた。この事自身は超低温メゾスコピック系の組み合わせにとってあまり良くないニュースであるが、

このトピックス自体は物理の基本的な問題を含んでおり、それこそ極低温から超低温を駆使して調べなければならない。

以上の2つのパラメタに比べると、高圧によってメゾスコピック系に何がもたらされるかは明らかではない。圧力も様々な長さを変化させるのは確かなので、容易で精密な測定が可能になれば、導入する価値も高くなる。今後開拓されるべき分野である、としかコメントできない。

層状半導体GaTeにおける強磁場下の励起子物性

東北大学院理学研究科 後藤武生

GaTe結晶は層状構造をしたIII-VI族半導体であるが、有名なGaSeの構造とは異なり、層面内に異方性をもち2回軸が面内にある。そのため積層欠陥やポリタイプができるので励起子の研究には適した物質である。気相法により、従来のものに較べて良質の結晶が作製できた。図1には厚さ約1μの薄片状単結晶の2Kにおける吸収スペクトルを示す。上図(a)ではE⊥b偏光のスペクトルにn=1励起子線が2本(α₁とγ₁)観測され、E//b偏光スペクトルにおいては1本β₁の励起子線がみられる。下図(b)のn=2励起子についても同様である。これらの3本の励起子線はエネルギー値が異なり、それぞれについてWannier系列が観測される。励起子エネルギーを水素様系列で解析すると結合エネルギーは18~19meV、バンドギャップエネルギーは1.778eVと求められる。このような励起子吸収線の偏光特性はGaSeの場合のようにLS結合では説明できない。Te原子のスピン軌道相互作用がSe原子の2.5倍であることを考慮するならば、GaTe励起子に対してはj-j結合を適用するべきであると考える。すると励起子の固有関数はS形包絡関数を除くと

$$\Psi_{\alpha} = S(P_x X_s - P_z X_2 + P_y X_1)$$

$$\Psi_{\beta} = S(-P_x X_1 - P_z X_3 + P_y X_s)$$

$$\Psi_{\gamma} = S(P_x X_2 + P_z X_s + P_y X_3)$$

$$\Psi_{\epsilon} = S(-P_x X_3 + P_z X_1 + P_y X_2)$$

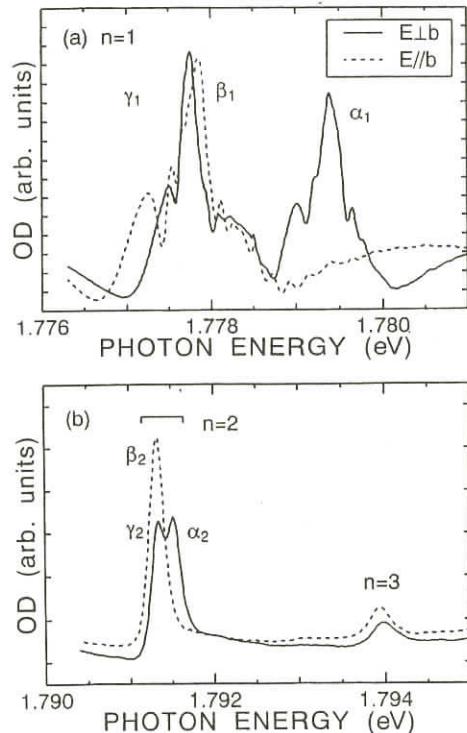


図1: 2 KにおけるGaTeの励起子吸収スペクトル。

(a) n=1, (b) n=2, 3。

の4種類が考えられる。Sは伝導電子のS関数、 P_x, P_y, P_z は価電子正孔のP関数（y軸をb軸にとってある。）、 X_1, X_2, X_3 は三重項スピン関数、 X_s は一重項スピン関数である。ここで $E \perp b$ 偏光に対して双極子遷移可能な励起子は α, γ 、 $E // b$ 偏光に対して遷移可能な励起子は β である。 $j-j$ 結合が正しいことを確かめるために41Tまでの磁場($B // b$)中の吸収スペクトルを測定した。その結果を図2に示す。上図が $n=1$ 励起子吸収線のエネルギー、下図が $n=2$ 励起子線のエネルギーである。実線はゼーマン項と反磁性項を摂動として解いた磁場中の励起子エネルギーを示している。 $n=1$ では全磁場領域で実験値(丸印)とよく一致するが、 $n=2$ では5T以下の弱磁場域でのみ実験値と一致する。高磁場領域での不一致は弱磁場近似が成り立たなくなるためである。実験値との一致から求められる反磁性係数は 2.03×10^{-6} eV/T²となり、励起子半径は31Åと求められる。

以上の研究は、山本愛士博士、東海林篤氏、東大物性研の三浦登教授、内田和人博士との共同研究[1, 2]である。

参考文献

- [1] A. Syouji, A. Yamamoto, T. Goto, K. Uchida and N. Miura, to be published in Phys. Rev. B, Dec. 15 (1999).
- [2] A. Yamamoto, A. Syouji and T. Goto, to be published in J. Lumin.

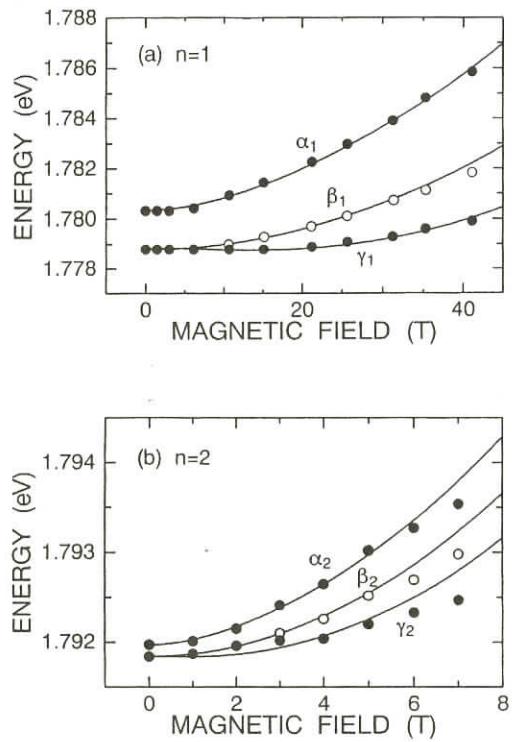


図2：励起子線エネルギーの磁場依存性。実験点(丸印)と理論曲線(実線)。

量子スピン系と極限環境

東京大学大学院新領域創成科学研究科物質系専攻 内野倉 國 光

私の研究室ではCuGeO₃のスピンパイラス転移の発見以来低次元量子スピン系を中心とするスピン系の物理を主として研究してきた。それらの物質としては以下のような物質が含まれる：

S=1/2スピン系

GuGeO₃ (スピンパイラス転移, 不純物誘起反強磁性相), Cu₃WO₆(6-spin ring), CaCuGe₂O₆ (weakly - coupled dimer system), BaCuSi₂O₆ (double - layer weakly coupled dimer system), Ba₂CuGe₂O₇ (two - dimensional antiferromagnetic spiral system, experimental evidence for Kaplan-Shekhtman-Entin-Wohlmam-Aharony(KSEA)interaction), BaCu₂Si₂O₇(1-D spin system, antiferromagnetic phase).

S=1スピン系

PbNi₂V₂O₈(Haldane系, 不純物誘起反強磁性相)

これらの物質の研究において極限環境物性とどのような関わりがあったかを特にCuGeO₃とPbNi₂V₂O₈に関して述べた。

CuGeO₃は1992年に無機物質では初めてスピンパイラス転移をすることを我々が発見した物質である。スピンパイラス物質の相図に関しては理論的にも有機のスピンパイラス物質についての実験でも、低温高場でM相あるいは不整合相といわれる磁性相が存在することが知られていた。我々はスピンパイラス転移の発見の直後に、物性研のパルス磁場を用いてこの相を調べ、 $H-T$ 相図が磁場 H と温度 T を $gH/2T_{SP}^0$ で T/T_{SP}^0 (T_{SP}^0 は零磁場でのスピンパイラス転移温度) のように規格化すればCuGeO₃と有機のスpinパイラス物質を含めて、普遍的な関係が成立することを示した。この相が不整合あるいは(転移磁場付近で) discommensurate相であることは理論的には良く研究されていたのであるが、CuGeO₃の出現でKiryukhin達によってX線回折で初めて直接に観測された。現在定常磁場技術の発展により、この相の研究が非常に盛んに研究されていることを付け加えておこう。

CuGeO₃のスピン状態を決めるもっとも大切なパラメタは勿論鎖内の交換相互作用である。これを磁化の飽和から直接求める試みが、物性研の超強磁場装置を使って行われた。直接にはFaraday回転を観測するのであるが、飽和は約250Tで観測され、これから交換相互作用の大きさは約183Kという西達による中性子非弾性散乱の結果よりやや大きな値が得られた。このような測定は事実上物性研の超強磁場装置以外では、不可能であったと考えられる。

CuGeO₃はまた不純物置換によって反強磁性相が生じるという性質をもっていることを見つけた。スピンパイラス状態のようなスピンギャップ状態に不純物誘起反強磁性相が生じるということはある意味では驚くべきことであり、今日に至るまで精力的に研究されている。

通常のSQUID磁束計による帯磁率測定から得られた $\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{GeO}_3$ の T_{N-x} (T_N は反強磁性転移温度)相図からはあたかも $x=0$ から T_N が立ち上がっていることを予想させるものであった。これが本当か否かを確かめる研究が物性研との共同研究として行われた。実験は $x=1.12 \times 10^{-3}$ の低濃度の試料まで行われ、純粋な CuGeO_3 (当然のことながら欠陥等が存在する)では反強磁性は観測されず、 $x=1.12 \times 10^{-3}$ の試料では $T_N=2.85 \times 10^{-2}$ という低温で転移が観測され、また低濃度では $T_N=2.3\exp(-5.7 \times 10^{-3}/x)[\text{K}]$ という x 依存性を持つことが示され T_N には有限の臨界濃度 x_c は存在しないことが示された。

CuGeO_3 の不純物誘起反強磁性相の最近の話題としては、反強磁性相には2つの相が存在し、 x の関数としてこの2つの相の間の転移は一次相転移であることを昨年示した。さらに詳しい研究からこの2つの相はある濃度領域で共存することを明らかにした。この現象に関して興味あるのは、この相図が磁場の印加によって制御できることである。実験は14Tまでの定常磁場中で比熱の異常を測定することにより行われ、磁場があたかも不純物濃度を変えるような効果を与えていることが明らかになりつつある。

さてこのように $S=1/2$ のスピンギャップ系である CuGeO_3 (なお西達の中性子非弾性散乱の実験から鎖間交換相互作用は鎖内交換相互作用の1/10程度であることが知られている)では不純物誘起反強磁性相が現れている。一方 $S=1$ のスピン鎖はHaldane状態といわれるスピンギャップ状態であることが知られている。この系では不純物誘起反強磁性相は見つかっていなかった。はたしてHaldane系では、 CuGeO_3 で見られるようなスピンギャップ状態に不純物を置換することによって反強磁性相が出現することが可能か否かは興味ある問題である。最近我々は $\text{PbNi}_2\text{V}_2\text{O}_8$ という新物質(Ni^{2+} イオンがスピン $S=1$ を持つ)がHaldane物質であることを見出した。その一つの実験的証拠はパルス磁場による磁化の磁場依存性($M-H$ 曲線)の実験であり、明瞭な磁化の折れ曲がりが観測された。帯磁率や $M-H$ 曲線等のデータと粉末試料の中性子非弾性散乱の実験からこの物質のスピン系としての基底状態はHaldaneギャップ状態ではあるが、鎖間相互作用が比較的強く、坂井-高橋の数値計算による鎖間相互作用-单イオン異方性の相図上で容易軸型反強磁性相との境界に極めて近いことが明らかになった。

この物質で Ni^{2+} イオンを $S=0$ の Mg^{2+} または Zn^{2+} イオンで置換することにより、反強磁性相が出現することを発見した。このことは $S=1$ あるいは $S=1/2$ のスpinギャップ系であるかに関わらず、鎖間相互作用の比較的強い擬一次元スpin系ではスpinの欠損をスpin鎖に導入することにより反強磁性相が出現するという共通の性質を持っていることを示している。

アンケートについて

研究会終了後、参加者に下記のようなアンケートをお願いしたが、多くの方から回答をいただいた。

アンケートの設問

1. 本研究会の内容についてのご感想、ご意見などをお書き下さい。
2. 極限環境物性研究部門に対するご意見をお書き下さい。
3. 極限環境物性研究部門の共同利用に関するご意見をお書き下さい。

これに対する主な意見は下記の通りであった。

1. 本研究会について

- 関連分野について考える良い機会となった。
- 専門外の広い分野を知るよい機会となった。
- この分野の人々がこれから何をしようとしているかを知ることができたが、理論家からのテーマの提案などがほしかった。
- 興味ある研究会であったが、時間が足りなかった。
- 時間が足りなかった。
- スピーカーはもっと時間内に要領よく話すべきである。
- 講演は研究成果の発表という点ではよかったです、もっと物理学全体の中での意義や、将来の夢に関する話がほしかった。、
- 理論研究者の寄与がほしかった。
- 話は興味深かったが、現状というよりは過去を振り返った講演もあった。
- 将来展望については、あまり興味ある話はなかった。
- 講演の内容は自分のデータを網羅するより、もっと「現状と展望」を中心にすべきであった。
- 超強磁場の世界における位置についてはよくわかった。
- 過去に何をやったかに重点が置かれすぎていた。新しいところで何を目指そうとしているかについてもう少し言及してほしい。
- 興味ある話が聞けたが、もっと世界のレベルの中での当該分野の位置について知りたかった。
- 外部ユーザーの経験を踏まえた要望の話もあって良かった。
- 物性研究所の共同利用のあり方についての議論にもっと時間がほしかった。
- 多重極限というからには、もっと厳しい極限と新しい発想がほしかった。

2. 極限環境物性研究部門について

- 設備はよく整備された。
- ソフト面でのリーダーシップがほしい。
- 物性研ならではの特色に欠ける。共同利用の成果ではなく、固有の成果を求めたい。
- In house science を共同利用の中でどう位置づけるかが問題である。
- 物性研究所研究者全体がもっと極限に対して、意識を高めるべきである。
- 総花的な設備よりも特徴あるものに力を注ぐべきである。
- 装置は立派だが、人的サポートが必要である。
- 新しい物質の研究に素早く対応できる環境を整備してほしい。
- マンパワーの不足は共同利用研究、外部からの強力なユーザーで補えるのではないか。
- 技官の充実が必要である。
- テーマを公募して、よい共同研究には費用を出してはどうか。
- フロンティア開発と、プレシジョンの両面に力を注いでもらいたい。
- 折角の新しい装置を活かした独創的な研究を期待する。
- 回転クライオスタッフは物性研究所にしか存在しないので関係者からの期待が大きい。核断熱
冷却温度まで視野に入れた共同研究のワーキンググループを発足させる時期に来ている。
- ノーベル賞に値するような研究を行うべきである。
- 電磁濃縮法における磁化測定に期待する。
- 情報交換フォーラムに期待したい。

3. 共同利用について

- 共同利用を正式に隨時受け付けられるようにしてほしい。
- ユーザーミーティングをつくるべきである。
- 所員に関係の深いクローズしたコミュニティだけでなく、広く利用できるようにすべきである。
そのためには、魅力ある所員人事が必要である。
- 交通の便は六本木ほど良くないが、気軽にいつでも立ち寄れる雰囲気をつくるべきである。
- マンパワー不足は、共同利用研究で補間すべきである。
- 共同利用の現状をホームページで公開するとよい。
- どのような測定ができるかについての情報をパンフレット、ホームページなどで公開する必要
がある。
- パルス磁場と希釈冷凍機との組み合わせも今後必要ではないか。
- 超低温は長期にわたる実験なのでふつうの共同利用にはなじみにくい。
- 物性研究所に来られない人々のために、装置の貸し出し制度があるとよい。

物性研究所極限環境物性研究部門の現状と近未来

－超高压を中心に－

大阪大学大学院基礎工学研究科 天谷喜一

1. 研究者の立場のちがい

当初、「物性研極限部門」の役割を論ずる資格はないとお断りしたが、「偏見に期待する」との所長の独断にのせられた感じでコメントさせて頂くことになった。この事をまずお断りしておく。もう1つ、私の所属する阪大が極限物性研究環境として高いレベルにあるという前提のもとに意見を述べたい。つまり、このレベルというのは、犬も歩けば至る所で高圧装置（大型プレスからDACまで）や冷凍機（³He/⁴He希釈冷凍機）やマグネット（定常強磁場15～20T、パルス強磁場40～80T）に当たる、それも何の基礎的技術や知識もない院生が日常的に使える環境にあるということを意味する。物性研に対する要望は、我々より困難な環境やレベルにある研究者とでは当然異なる。例えば、前者は物性研に対し、日本を代表する研究所として、世界をリードする研究を遂行してもらいたいと要求する。しかし後者は、全国共同利用の場として、相応の装置が完備され、利用の便が充たされていることを重視するであろう。私の偏見は経験不足である前に前者の環境に属すことからくる避けがたい面もあるが、研究会を通じて、又その前後で、何人かの異なる環境に属す人達の意見を参考にした事も事実で、そのためにかえって「期待」に沿わない結果ともなっている。ともあれ、物性研の使命は上記の2種類の要求にそれぞれ高度なレベルで満足のいく答えを出すということに尽きると思われる。

2. 現状

物性研究における極限環境ということで、ここでは超高压を主たるターゲットに考えてみる。まず超高压という分野に全国的な協力体制はあるのか？過去の事は知らないが何か強力なネットワークが機能していたという話は聞かない。最近、高圧力学会所属の有志による「若手の会」なるものが発足したと聞く。横の繋がりをねらってのことと推測するが、アングラの域を出ていないとみる。むしろ熟年参加の全国的なネットワーク作りを考えるべき時期かとも推察される。というのも低温、強磁場同様、高压分野でも技術の革新は目覚ましく、物性研の誇るキュービックアンビルや超高压発生用ダイヤモンドアンビルセル（DAC）が完全なセットとして市販されている現状にあっては精密測定の可能な中高压より極限的な超高压に至るまで、「高圧」の大衆化も目前で、さらにmK極低温やパルス強磁場との組み合わせも予算次第という状況がみられるからである。そこで、上記のようなネットワーク作りを物性研主導でやってはどうかというのが最初の提案である。

次いで、この様な現状で、全国共同利用施設としての物性研の対応はどうあるべきかを考える。

物性研極限部門超高压分野においては、共同利用施設としてその利用度の高さ、そのベースとなっている高圧発生装置と測定装置の完成度の高さ、更にこれらによって高圧研究を精密科学として位置づけるに至った努力をまずは評価したい。確かに「アイデアと試料はあるが、装置に恵まれない」多くの研究者にとっては、旅費、滞在費、消耗品費等の負担なしで、しかも短期間に、相当なレベルの装置を使って所期の結果を出せる共同利用システムは魅力であり、場合によっては生命線でさえあると思われる。

しかし、我々のレベルからみると評価の視点はもっと辛口側に寄る。つまり、物性研は日本を代表する立場にあるのだからそこで研究題目と装置は並の市販レベルではダメ、世界をリードする第一級の目標を旗印に、超の名に恥じない極限的装置もあってよいはず、それを支える技術開発も常になされてなければならないという事になる。その点で超低温分野に関して少し触ると、ここでは世界に誇る超低温生成用二段核断熱消磁装置が出来てもう久しい。しかしこの装置を使った最先端の研究の展望という点になると心許ない。どうもスタッフの夢が感じられない。高速核磁気冷却に続く巨大な回転クライオスタットに眼を覚ませられるのはいつか。一方で、mKレベル又はそれ以上の低温に関しては多重化（これも最初にいわれて久しい）も含めてもっと多様かつ広範囲な共同利用サービスが考えられるのではないか。実験の性格上、同列には論じられないが、例えば強磁場分野サブメガ域の利用形態等参考とすべきではないか。共同利用と先端技術の開発、この両輪を超強磁場分野では確かに旨く操っていると思われるが、高圧分野ではどうか。どうも、超のつく高圧や多重極限のベースとして高圧の影が薄いとみるのは偏見か。魅力あるターゲットに事欠かないと思われるこの「超」の世界を阪大（天谷研）等他にまかせておいてよいというものもあるまい。その答えや如何？

そこで登場するのがキーワード「マンパワー」である。

今、超高压分野のスタッフは教授1+助手1であると聞く。これは1大学1研究室（又しても阪大天谷研）のスケールにも届かない。だから利用者サービスに精を出すと開発まで手が回らない－というのは客観として滞在経験のある私でなくとも容易に推察できるところであろう。
この状況を如何に打開するか。名案はないが、役目柄2, 3の提案をする。

3. 提 案

素朴な提案を3つする。

- (1) 部門のスタッフを増やす。
- (2) 共同利用の数を減らす。
- (3) スタッフを入れ替える。

案自体は参考とした何人かの人達の意見の中にも含まれていたが、ここでは私見をまじえて補足説明をする。

(1) スタッフを増やす努力をするというのが正確な表現。まずはその事を可能にできる人間（例えば当局の役人）への働きかけ。その際、物性研の独自性、従来の成果、現状、将来への展望を、どんな素人（役人から大臣に至るまで）にでも分かるように繰り返しアピールする努力をそれもあらゆる機会をつかまえてやってはどうか。どうせ無駄な努力と諦めず、ここは東大物性研というネームバリューを最大限に生かすべきであろう。

一方では、「人」がだめならそのための「金」で手当を考える。物性研の装置を使いたい利用したいというユーザー以外に、物性研の装置開発を含めて「物性研ならでは」の研究目標に賛同して或いは自ら提案して協力研究を開拓したいという「研究一家」も世の中には多いはずである。場合によってはその「子沢山」もまとめて呼んで、まとまった仕事をさせてはどうか。それなりの待遇が保証されれば「アタマ=アイデアとマンパワーはあるが金がない」研究者も多いはずで、そういう生きのいい外人部隊で活性化を計るのも悪くないしスタッフも「モノを考えるゆとり」もできるであろう。その場合、日帰りのチョコマカした共同利用ではなく、1～2年程度の長期的展望にたったプロジェクト研究という事になるが、物性研近隣の大学の研究グループが候補として考えられないか。「物性研ならでは」の共同研究であるから物性研側の高度な要求にマッチした研究グループを選べばよい。従って、まずは「グループ」を遇する予算の獲得である

「人と金」に関連しては、別の可能性として研究者と肩をならべる上級技術者の配備が望まれる。能力に応じて教官並みの待遇を保証するというのが欧米では可能で、日本では不可能などと他人事のように言われ続けられることに我慢ならないのは私一人ではないはずだ。現行のルールでは無理なことなどと頭から諦めず、そのような特殊ポストの枠は「正に世界に誇る特別な研究機関であるからこそ」ということで所長クラス自らが然るべき相手に掛けあってはどうか。そのような努力は過去に何度もやったというのであれば、更に強力に、マスコミを動かすなり全国物性研究者の大署名運動でも展開してその必要性を強力にアピールしてはどうか。

(2) 優秀な技術者も（制度上）だめ、意欲的な研究グループを丸抱えすることも（予算的に）だめ、と来ればできることは共同利用の負担を減らすこと位か。つまり、共同利用をもっと厳選し、その余力を「開発研究」や「ならでは」の独自研究に回せないかというものである。共同利用サービスのためにつぶされかねない助手をはじめとするスタッフの立場からすれば当然の対策であろう。勿論、共同利用の推進という基本的姿勢からは一步後退の感もあるが「幅広く利用して頂いている」だけでは物性研究の夢も将来もない。共同利用における量より質へのさじ加減は難しいが、この事による負担の軽減による一般ユーザーへのサービス不足は、限られた範囲にしろ、それなりに若い研究者には夢を与え、一言ある研究者をも納得させるテーマを揚げ遂行することで補えばよい。

(3) 最後に、共同利用の負担はある程度軽減されている状況で尚、魅力あるテーマが掲げられないか、或いはその旗の下で成果が挙げられないというのであれば、代わりにもっと意欲的な研究者に席を譲ってはどうか。あるいはあらかじめ10年程度の任期付けをするなり一定年度後の評価次第で交代するというのもよい。

4. まとめ

極限は、性能を一段あげれば必ずそこから新しい物理が生まれるというoptimismに対しては歴史的に常に疑念とそれに対する反駁とがあった。低温、強磁場、高圧と上滑りながら物性3極限を経験してきた者にとって、常に考えさせられる命題でもあるが、私自身は物理は楽観主義が前進の源と信じてきた。深い物理的洞察なしに楽観的期待で極限に携わることができた背景には、一大学一研究室の中だからこそ個人的嗜好も許されるという甘え（本当は許されない）もあったし、俺がやらなきゃ誰がやるといった自負もあった。しかし、明らかに一大学一研究室の片隅の仕事は所詮、線香花火的であり、組織性、系統性、継続性、共同利用性において限界がある。新しい物理の息吹や流れはいち早く吸収し、発展させ、高度に熟成させるというのは、常に物性研が背負い続けねばならぬ使命であり、その姿勢が我々の期待する所である。

講評

極限環境物性部門：超低温を中心に

広島大学大学院先端物質科学研究所 藤田 敏三

物性研の柏移転の先頭を切って、極限環境物性部門が新キャンパスで研究活動を再開したことは誠に喜ばしい限りである。実験棟を見学させていただいて、ゆとりのあるスペース（とくに高い天井）、新しい実験装置の数々、これまでの大学の実験室に対する閉鎖的イメージを一新し、開放的な実験工場的雰囲気を感じた。基本的には、最近の文部省のお奨めタイプの仕切壁が少ない大部屋構成で、実験装置の配置次第で実験スペースに融通性をもたせているところが、共同研究の場に相応しい。超低温の実験室では、床下も有効に使って3次元的な空間の利用など随所に工夫がうかがえた。これから物性実験室の一つの在り方を示しているようである。あるいは、これも研究所で始めて可能な環境であろうか。はたまた、物性研の中でも極限環境部門の特殊な環境なのであろうか。これから、この実験棟から出される研究成果に大いに期待したいものである。物性研への期待は、短期研究会のアブストラクトにも書かせていただいたので、できるだけ重複しないで、付け加えさせていただく。

ハードウェアにも増して研究所として重要なのは、人であろう。新しい実験室の見学から次に感

じたのは、このハードウェアを使いこなすに充分なマンパワーが確保できるのかという不安である。超低温関連は、石本／久保田グループ、先端領域研究部門の河野グループの3所員を中心に、ヘリウム（液体／固体）とその表面・膜・狭い空間に閉じ込められた系、偏極ヘリウム3、ヘリウム上の電子やイオン、ナノスケール分子磁石の量子トンネル効果、量子渦糸などの研究を進めている。個々の研究は、これまでにどれもプロフェショナルなレベルの高い個性的な成果を得ているのは、さすがと思わせる。さらに、高圧・強磁場と組み合わせた多重極限環境下の物性研究にもそれぞれの立場から積極的に取り組み始めている。しかし、さらに活発な研究環境をつくるには、マンパワーが不足しているのではないか。また欲を言えば、最近の研究のおへソがどこにあるのか私にはよく分からない。過去に最低温の記録を狙っていた時期は、その是非についてはいろいろ議論はあったが、所員が一丸となって一つの主目標に向かって協力している姿が外部からも感じることができた。よきにつけあしきにつけ広く話題になっていたように思い出される。最低温記録を指向することから方針を変えて以後の研究においても、やはり超低温グループとしてそれに代わる研究の最重点が部外者にも明確にみえる方がよかったのではないかろうか。この点では、もう一段広く極限環境物性部門あるいはさらに広く物性研全体として、ノーベル賞を狙うレベルで最重点課題を皆でもり立てるような動きがあってもよいのではないかろうか。研究面上で、将来に向けての抱負と新たな決意がヒシヒシと伝わるような短期研究会であって欲しかったと思うのは、私の鈍感さのためでしょうか。

期待が大きい故に、あれもこれも求めて気がひけるのであるが、超低温は共同利用や共同研究になじまないという考え方をいつまでも固持し続けないで欲しい。組織や設備の立ち上げ時期は無理にしても、適当なプロジェクトであれば共同研究者は得られるであろうし、そのようなプロジェクトをコミュニティから吸い上げるべきである。

プロジェクトが人を引きつけ共同研究が進めば、上記のマンパワーの問題に対しても一つの解決方法になる。短期研究会の後、私がこの講評を書く大役を仰せつかったということで、わざわざ私宛に届いた意見の中にも、コミュニティの意見の吸い上げに関するものがあった。今回の移転に際して、超低温関連の強化すべき設備にもコミュニティの意見を聞くべきであったという。外部からの意見は全て聞くこともないが、共同利用研であれば、意識的に共同利用や共同研究を活性化するため充分に配慮したかどうかは重要であり、これからもそうあって欲しいと、私も考える。超低温分野のコミュニティの気楽な意見交換の場として、物性研グループがサポートしている電子メールのネットワークは確かに機能していることを評価したい。

物性実験技術が、市販装置のサポートが得られ次第にブラックボックス化する中で、超低温を始め極限環境での実験は常に装置開発を最重要な一部として含んでいる。このことは最先端の独創的な実験では不可欠のことである。低温での温度計の較正ひとつとっても、超低温実験からの寄与は極めて大きい。とくに低温実験のノウハウをもった若手実験家をどんどん育成して欲しいもの

である。そう思えばこそ、少々きつい批評家の講評を書いている。先日、非理学系の人が、こんな事をいっているのを聴いたことがある。大学付置研や文部省／科技庁／通産省の直轄研の区別なく、科学技術関連の研究所の半数以上は本来の使命は終えてしまっていて、いまや存在意味がほとんどなくなっている。設立の際は、もっともな目的や必要性を外部にまでPRするが、一旦できてしまえば、内部での手直しやわずかばかり見直しただけの更新策や延命策を労して、外部には見えないところで何時までも予算枠を確保し続けているのはけしからん。中には素晴らしい研究をしている人もいることは認めるが、それはほんの一握に過ぎない。適当な時期にこれらを一旦つぶしてしまうないと時代に即応した科学技術の進展は期待できない。まことに乱暴きわまりない発言であり、とうていそのまま聞き捨てできない内容である。知的遺産を継承し真の創造的成果を積み上げていくには、スポット的プロジェクトだけでは不可能である。一旦立ち消えると、取り返しのつかない後退をする羽目になり、しっかりと底流を維持した上にのみ、プロジェクトの成果もあり得ると考える。しかし、少ないとは思うが外部にはこのように考えている人もいることを心しておく必要がある。それぞれの研究の使命を踏まえた上で、その成果を外部に充分理解されるようなPRと働きかけをする努力も忘れてはなるまい。その意味で、全国的規模の支援をバックにする物性研のような研究所は、並みのレベルで一流の成果を出しても充分ではなく、外に見えるズバ抜けた超一流の成果が期待されるのもやむを得まい。東京大学が独立行政法人化したとしても、物性研が共同利用と物性研究者に対するの求心力の全国センターの性格を維持し続けられるか否か、関係者の一層の配慮を期待する。

講 評

物性研の新施設を見て感じたこと

東北大学金属材料研究所 本河光博

物性研が柏へ移転するに伴い、実験装置の更新が大々的に行われたことは、わが国の物性研究の今後の発展を考えると学外の研究者にとっても非常に喜ばしいことである。物性研以外のところでも、最近は優れた装置が設置され、物性研がスタートした時代とはすっかりようすが変わっているが、それでも物性研はわが国の物性研究の中核を担うCOEとして重大な責任と義務を背負っていると考えられる。この様な見地から今回開かれた研究会を機に物性研の計画について若干の感想（筆者にはとても評価・講評を行う資格はない）を述べてみたい。

研究会は所外の人の講演と所内の人との講演に分けられ、所外の講演者の選択には多少のアンバランスが感じられたが、時間的制約もあり、それは仕方のないことと思う。所内の講演者に関しては、残念ながらこの研究会が物性研のアクティヴィティを外部に発信する重要な行事であることをあま

り意識していない人もいたようである。従って中には講演時間が守られず内容が練れていない講演があったのは残念であった。例えば超低温の研究は筆者にあまりなじみが無く、頭から核心に入られても理解を超える場合があった。問題点をきちんと整理してわかりやすく話すことが今後物性研を対外的にアピールするためには必要ではないかと思う。研究のディテイルよりも、むしろ問題点とその解決法、そのために必要な新しい概念、に関する内容がこの様な研究会では聴きたかった。

(講演者はそうしたつもりかもしれないが、必ずしも筆者にはそう聞こえなかったのもあった。)こうしてみると研究者自身が話をしなくとも、物性研にスポーツマンのポジションを用意して、その役割を担う人がいてもいいような気がする。すなわちその人は自らは研究を行わず物性研全体の研究に通じていて、広報活動あるいは外からの情報を仕入れる活動を専門にする。さて話を元に戻すと、さすがに一流どころを揃えた研究所だけに興味深い報告がなされ、研究のレベルは高いと感じられた。それぞれの講演から判断して所員の努力が並の物ではないことが明らかであった。よく分からなかった超低温にしてもそれが世界一流のレベルにあるだらうことは認識できた。しかし大きな予算に裏付けられている故に、他の弱小大学の研究者から見るとうらやましいと思う反面、所員は単なる一流ではなく超一流であってほしいと願うわけである。この様な観点から見ると、研究内容が、どちらかというと所員の趣味の範疇に入り、どこを押せばノーベル賞クラスの大きな業績、すなわち新しい概念の創設につながるかという大きな野望が感じられなかつたのは、筆者の見識が至らないせいであろうか。

セッションD、Eでは物性研の新しい施設と計画の紹介が行われた。三浦教授の講演はこの研究会の趣旨に添った内容で非常にわかりやすかったが、他は、その趣旨が徹底していなかつたようで一般の研究会と同じような展開であった。しかし筆者には予備知識があつたのでその意図するところは十分理解でき問題はなかつた。そして後の施設見学で実物を目の当たりにしたとき更に大きな感銘を受けた。超強磁場、超高圧、超低温、多重極限などすばらしい装置が入つたわけであるが、単なる場所貸し屋に終わつてほしくない。共同利用研という立場から、その目的も否定できないが、自ら情報を集め積極的に新しい物理を展開することを願うわけである。「こういう便利な物ができるから皆さん使ってください」だけではすまないであろう。しかし物性研の高圧で梯子物質の超伝導が発見されたのは非常に興味深いことであったし、共同研究で大きな仕事をすることも重要である。超強磁場に関して言えば、電磁濃縮法、一巻きコイル法共に世界的にユニークであり、技術的には他の追従を許さないだけの実績がある。それらの装置がスケールアップされ更新されたことにより、今後10年以上にわたつてトップを走るだらうと思われ、わが国として誇れる物である。どこまで強磁場が必要か、これは大きな問題であるが、磁場強度は投入エネルギーあるいは投資額に対し対数的にしか利かないで大変効率が悪い。また長時間非破壊パルス磁場についてもロスアラモス国立研究所でやつているような大型のダイナモを使う方法などすぐにはできない。この様な計画に関してはもはや物性研だけの問題ではなく、加速器計画など同じように日本全体の問題として取り上げられるべきことであらう。むしろ高エネルギー研究機構のように日本の強磁場施設を集めた機構が物性研と独立にあってもいいような気がする。つまり装置は機構に属し、研究は物性研に

属するなど不可能であろうか。ハードウェアとソフトウェアを分離することである。それにしてもどんな物理をやるか、これがないとせっかくの装置が遊んでしまうことになる。

三浦教授の講演でいくつかの興味深い計画が述べられた。例えばHofstadterの蝶々の問題など強磁場実験として非常に興味深い問題で、成功すれば大きな成果となるのではないか。ノーベル賞が与えられた量子ホール効果の研究も最初から分かっていたわけではない。地道な研究の流れの中にふっとその脇にすばらしい物があるのではないか。これはたとえて言えば、浜の真砂からダイヤモンドを見つけるようなもので、まずは浜を歩かなければ始まらない。それには浜を歩く目的目標を一応立てなければならない。しかるのち鋭い洞察力でダイヤモンドを探すことになる。これはどんな分野にも通じることかもしれないが、強磁場のように投資額の大きい場合はよけい意識しなければならないことであろう。物性研強磁場はすでに目標を立て浜を歩き出したわけであるから、ダイヤモンドを見つける努力をしてもらいたい。それには常に「新しい概念の構築」という物理学の根元に立ち返った意識を持って強磁場実験を行ってもらいたい。一方で実験技術の優れた研究者の育成も重要である。特にマグネットテクノロジーに関してはわが国ではあまり人が育っていないと思われる。とはいいうものの、今の物性研の強磁場グループの態勢で何もかもやることは不可能である。まず人数的に少なすぎる。アメリカのNational High Magnetic Field Laboratory のスケールを考えると雲泥の差がある。筆者としては物性研の強磁場グループが拡大されることを望むが、これは物性研だけの問題ではなくわが国として強磁場をどうするか国家的問題もある。その意味でも物性研の枠から出た大きな計画を練ることが必要かもしれない。このためにもきちんとしたユーザーフォーラムを作つておかねばならない。

筆者自身きちんとした評価をする能力もなく、釈迦に説法のようなとりとめもないことを書いてしまいましたが、無責任な評論家の勝手なたわごととお受け取りください。最後になりましたが、物性研のますますの発展を期してやみません。

物性研究所談話会

日 時 1999年9月29日（水）午後1時30分～2時30分

場 所 物性研究所 Q棟1階講義室

講 師 Dr. E. Vincent

(所属) (SPEC, CEA Saclay, France)

題 目 Aging phenomena in spin glasses and disordered ferromagnets

要 旨

In a spin glass, the crossing of T_g is the starting point of a slow out-of-equilibrium ‘aging’ evolution. Similar phenomena are known in e.g. dielectric crystals, supercooled liquids or glassy polymers. A natural basis for the understanding of aging is the idea of a slow domain growth of a spin-glass type ‘ordered phase’. However, some important features of aging are hard to interpret within a simple domain growth scenario. Namely, aging can be reinitialized during cooling (‘rejuvenation’, or chaos-like effect), and the memory of previous aging can be retrieved when re-heating. On the other hand, a simple domain growth scenario should be directly relevant to describe aging in disordered ferromagnets. In recent experiments, we have compared aging phenomena in the spin glass and ferromagnetic phases of a reentrant system. Memory effects can also be found in the ferromagnetic phase, but they are rapidly erased by the growth of ferromagnetic domains. We interpret the spinglass like behavior observed in the ferromagnetic phase in terms of pinned domain wall reconformations, and discuss how this picture might extend to spin glasses.

日 時 1999年10月19日（火）午後4時～5時

場 所 物性研究所 Q棟1階講義室

講 師 川上則雄氏

(所属) (大阪大学工学研究科)

題 目 軌道縮退を持つ1次元量子スピン系の低エネルギー動力学

要 旨

近年、1次元電子系や量子スピン系に多くの興味が集まっている。一方で、スピンや電荷だけでなく軌道の自由度が重要な役割をする系も多く発見されている。ここでは、軌道自由度を持つ1次

元量子スピン系に関して、2重縮退ハバード模型のU無限大極限から導かれるSU(4)スピン・軌道模型をとりあげ、その動力学的性質を議論する。光電子放出スペクトル、電荷相関、スピン相関(NMR緩和率)を計算し、低エネルギー領域での臨界的な振るまいを調べる。さらに、この系に摂動が加わった時のスピンギャップや軌道ギャップ生成についても議論する。

日 時 1999年10月20日（水）午後4時～5時

場 所 物性研究所 Q棟1階講義室

講 師 Prof. Dierk Rainer

(所属) (Physikalisches Institut der Universitat Bayreuth)

題 目 The Core of a Pancake Vortex

要 旨

Superconducting order breaks down in the center of a vortex. This region of a strongly reduced order parameter is called the *normal core* of a vortex. Our understanding of the physics of the *normal core* started 1964 with the calculation of bound quasiparticle states in the core by Caroli, de Gennes and Matricon. The binding mechanism for these states is repeated Andreev reflection, which gives them very different properties from traditional states bound by a reflecting energy barrier. We discuss in this talk selected physical properties of these bound states, such as their excitation spectrum, their ability of carrying supercurrents, the effects of impurity scattering, pinning and a transport current. Finally we present recent results on the response of the vortex core to an ac. electric field which is dominated by the interplay of bound states and superconducting condensate. The calculations are done for s-wave and d-wave pairing in layered superconductors.

日 時 1999年11月1日(月)午後1時30分～2時30分
場 所 物性研究所 Q棟1階講義室
講 師 Thomas A. Jung 氏
(所属) (Paul Scherrer Institute, Switzerland)
題 目 Key Elements of Molecular Nanotechnology:
Towards the Integration of Individual Molecules

要 旨

'Molecular Nanotechnology' envisions individual molecular units as functional elements to perform technological functions like 'data storage', computer logic and opto-electronic devices. Today's organic thin film and light emitting device properties are governed by the macroscopic behaviour of the used molecular material. In contrast the properties of future nano-sized structures will be determined by the joint properties of molecule and contact at the interface.

This talk introduces current capabilities to molecular engineering at surfaces and interfaces as they are readily available at the end of the second millennium. Extrapolating from the current rate of knowledge gain, we may speculate that some of these-exploratory-systems will gain technological importance during the next few decades. In some analogy to the evolution of the first integrated circuits long after the invention of the transition, these studies will face significant technological hurdles. These will only be overcome through a truly interdisciplinary problem solving approach and the coordinated investigation of scientific and technological knowledge relevant to the nanometer scale.

This work have been done in collaboration with H.Rauscher, K.Muellen and F.J.Himpsel.

日 時 1999年11月5日(金) 午後1時30分～2時30分
場 所 物性研究所 A棟2階輪講室
講 師 Prof. V.P. Mineev
(所属) (Commissariat a l'Energie Atomique, Grenoble and
Landau Institute for Theoretical Physics, Moscow)
題 目 Phase Transition into Superconducting Mixed State and de Haas - Van Alphen Effect

要 旨

The Landau expansion for the free energy of the superconducting mixed state near the upper critical field in powers of the square modulus of the order parameter averaged over Abrikosov lattice is derived. The analytical calculations has been carried out in frame of Gor'kov formalism for 3-dimensional isotropic BCS model beyond the limits of quasiclassical approximation, another words with Landau quantization of the quasiparticles energy levels taken into consideration. The derivation is performed at low temperature and high enough but finite crystal's purity. The effect of Pauli paramagnetic terms is taken into account. The quantum oscillations of the critical temperature, the order parameter's amplitude and the magnetization (de Haas-van Alphen effect) in the mixed state are found. The limitation of validity of a mean field approach due to critical fluctuations (Ginzburg criterion) for the phasse transition under consideration is established.

人 事 異 動

1. 研究部門等

(辞 職)

所 属	職 ・ 氏 名	発令日	備 考
新物質科学研究部門	助 手 内 田 雄 幸	11. 10. 31	シカゴ大学博士研究員就任

(休 職)

所 属	職 ・ 氏 名	発令日	備 考
附属物質設計評価施設	助 手 荻 津 格	11. 9. 28	休職： イリノイ大学アーバナ・シャンペン校

(昇 任)

所 属	職 ・ 氏 名	発令日	備 考
新物質科学研究部門	助 手 野 原 実	11. 10. 1	大学院新領域創成科学研究科助教授へ

(客 員)

所 属	職 ・ 氏 名	発令日	備 考
先端領域研究部門	教 授 川 上 則 雄	11. 10. 1	本務：大阪大学大学院工学研究科教授 任期：平成12年3月31日まで
先端領域研究部門	助教授 松 井 正 典	11. 10. 1	本務：九州大学大学院理学研究科 助教授 任期：平成12年3月31日まで
極限環境物性研究部門	助教授 水 谷 五 郎	11. 10. 1	本務：北陸先端科学技術大学院大学 助教授 任期：平成12年3月31日まで

2. 事務部

(転出等)

所 属	職・氏名	発令日	備 考
総務課人事掛	事務官 菅原 武芳	11.10.1	総務部人事課(文部省併任)へ
経理課用度掛	事務官 石橋 彰	11.10.1	日本芸術院庶務係へ

(配置換・採用)

所 属	職・氏名	発令日	備 考
経理課用度掛	事務官 中嶋 弘光	11.10.1	医学部・医学系研究科用度掛から
総務課人事掛	事務官 園部 稔	11.10.1	新規採用

平成11年度 後期短期研究会一覧

研究会名	開催期間	参加予定員	提案者
低次元磁性体の磁化過程に見られる新しい量子現象	11月10日～11月12日 (3日間) 13：00～	50名	○坂井 徹（姫工大・理） 上田和夫（東大・物性研） 後藤恒昭（東大・物性研） 高橋 實（東大・物性研） 押川正毅（東工大・理） 網代芳民（九大・理） 野尻浩之（東北大・金研） 太田仁（神戸大・理） 勝又紘一（理化研）
多自由度系の運動と摩擦の物理	11月17日～11月19日 (3日間) 9：00～	80名	○松川 宏（阪大・理） 三本木 孝（北大・理） 川端和重（北大・理） 高山 一（東大・物性研） 河野公俊（東大・物性研） 鈴木敬愛（東大・生研） 塚田捷（東大・理） 宮下精二（東大・工） 前田京剛（東大・総合文化） 鈴木 勝（電通大・電気通信） 石渡信一（早大・理工） 白浜圭也（慶大・理工）

○印は提案代表者

平成11年度 後期外来研究員一覧

嘱託研究員

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
東北大 (理) 助教授	近藤 忠	12/13~12/16 1/10~1/13	レーザー加熱ダイヤモンドアンビル装置測温系の開発	八木
理化研 主任研究員	加藤 礼三	10/1 ~ 3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	新しい分子性導体の開発	田島
阪大 (基礎工) 助教授	河野 浩	10/14~10/16 12/9 ~12/11	強相関電子系の理論的研究	福山
岡山大 (理) 助教授	岡田 耕三	10/1~1/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	dおよびf電子系の高エネルギー分光理論	小谷
奈良先端科技大 教 授	相原 正樹	10/1~1/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	光励起された電子正孔系の巨視的量子現象	"
阪府大 (総合科学) 助教授	田中 智	10/1~1/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	共鳴X線発光スペクトルの理論	"
京大 (基研) 教 授	Manfred Sigrist	10/7~10/9 12/16~12/18	強相関電子系の秩序無秩序転移	上田 (和)
姫工大 (理) 助教授	長谷川 泰正	10/1~1/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	高温超伝導、有機超伝導体等の理論的解明	甲元
九大 (理) 助教授	矢山 英樹	11/22~11/24 3/21~3/22	超流動ヘリウム膜上2次元電子系の高周波伝導度測定	河野
北海道教育大 (教 育) 教 授	高柳 滋	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	多重極限関連装置の調整	毛利
島根大 (教 育) 助教授	秋重 幸邦	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	"	"
北海道東海大 (教育開発研究セ) 教 授	四方 周輔	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・1回)	"	"

嘱託研究員

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
新潟大 (工) 教 授	原田修治	10/1~10/5 11/18~11/22	超低温下の金属中水素、重水素の 量子効果	久保田
阪市大 (理) 助 教 授	坪田 誠	12/20~12/22	量子渦科学の基礎研究	"
弘前大 (理工) 教 授	勾坂康男	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	スピニ偏極逆光電子分光装置の開 発	辛
弘前大 (理工) 助 教 授	加藤博雄	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	"	"
弘前大 (理工) 助 教 授	手塚泰久	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	ビームライン制御の設計	"
東北大 (理) 教 授	佐藤繁	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源を用いた固体分光実験 設備の基本設計	"
東北大 (科 研) 助 教 授	高桑雄二	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	"	"
阪大 (基礎工) 教 授	菅滋正	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・1回)	"	"
東北大 (理) 助 教 授	高橋 隆	10/1~3/31 上記期間中 (1泊2日・2回)	高分解能光電子分光器の開発	"
東北大 (科 研) 助 教 授	柳原美廣	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・3回)	高輝度光源を用いた軟X線発光の 研究	"
高エネ機構 (物構研) 助 手	渡邊正満	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・3回)	"	"
名大 (理) 教 授	関一彦	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源を利用する有機固体分 光実験設備の基本設計	"
名大 (工) 教 授	曾田一雄	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源使用発光実験装置の開 発	"

嘱託研究員

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
京 大 (工) 助 教 授	河 合 潤	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	銅化合物の発光実験	辛
神 大 (自然科学) 助 教 授	木 村 真 一	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	強相関系物質の共鳴逆光電子分光 の研究	"
阪 府 大 (工) 助 手	魚 住 孝 幸	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	セリウム化合物の共鳴逆光電子分光 の理論解析	"
高エネ機構 (物構研) 助 教 授	伊 藤 健 二	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源を利用する原子・分子 分光実験設備の基本設計	"
原 研 (関西研) 主任研究員	小 池 雅 人	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・2回)	アンジュレータ専用分光光学系の 設計	"
阪 大 (産 研) 教 授	磯 山 悟 朗	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・1回)	アンジュレータの基本設計	神 谷
姫 工 大 (高度産業研) 教 授	安 東 愛之輔	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・2回)	高輝度光源計画のリング設計およ び軌道解析	"
高エネ機構 (物構研) 教 授	伊 澤 正 陽	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	高輝度光源計画における高周波加 速空洞の開発に関する研究	"
高エネ機構 (物構研) 教 授	春 日 俊 夫	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・1回)	高輝度光源計画における加速器モ ニタリング・システムに関する研 究	"
高エネ機構 (物構研) 助 手	小 林 幸 則	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源リングのラティス設計 及び色収差補正に関する研究	"
高エネ機構 (物構研) 助 教 授	堀 洋一郎	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源計画における真空シス テムの設計	"
高エネ機構 (物構研) 技 官	佐 藤 佳 裕	10/1~12/28 上記期間中 (1泊2日・2回)	高輝度光源計画におけるコントロ ールシステムの設計計画	"
高エネ機構 (共通研究施設) 教 授	近 藤 健次郎	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・1回)	高輝度光源計画における放射線安 全管理に関する研究	"

嘱託研究員

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
高エネ機構 (加速器研究施設) 助 教 授	設 楽 哲 夫	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	高輝度光源計画の低速陽電子利用 に関する加速器の研究	神 谷
高エネ機構 (加速器研究施設) 助 手	家 入 孝 夫	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・1回)	ビーム設計システムの開発	"
高エネ機構 (加速器研究施設) 助 手	飛 山 真 理	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・1回)	電子入射器の設計	"
東 北 大 (理) 助 教 授	鈴 木 章 二	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源高分解能斜入射分光ビ ームラインの設計	木 下
群 大 (教 育) 教 授	奥 沢 誠	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	高輝度光源を利用するコインシデ ンス分光実験装置の基本設計	"
群 大 (教 育) 教 授	菅 原 英 直	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	"	"
千 葉 大 (工) 教 授	上 野 信 雄	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源における有機薄膜光電 子分光ビームラインの設計	"
広 島 大 (放射光センター) 教 授	谷 口 雅 樹	10/1~12/28 上記期間中 (1泊2日・1回)	軟X線発光分光及び共鳴逆光電子 分光の固体物性研究への応用	"
広 島 大 (理) 助 教 授	木 村 昭 夫	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・1回)	高輝度光源計画におけるスピノ分 解光電子分光実験ステーションの 検討	"
琉 球 大 (教 育) 教 授	石 黒 英 治	10/1~12/28 上記期間中 (1泊2日・2回)	アンジュレータ専用分光光学系の 設計	"
奈良先端科技大 教 授	大 門 寛	10/1~12/28 上記期間中 (1泊2日・2回)	二次元表示型スピノ分解光電子エ ネルギー分析器の開発	"
高エネ機構 (物構研) 教 授	柿 崎 明 人	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	高輝度光源を利用する表面磁性実 験装置の開発	"
高エネ機構 (物構研) 教 授	柳 下 明	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・1回)	高輝度光源を利用する原子分光実 験設備の基本設計	"

嘱託研究員

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
分子研 教 授	小 杉 信 博	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源を利用する分子分光実験設備の基本設計	木 下
分子研 教 授	福 井 一 俊	10/1~3/31 上記期間中 (1泊2日・2回)	高輝度光源用直入射分光器の設計	"
分子研 助 教 授	見 附 孝一郎	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	高輝度光源における原子・分子分光ビームラインの検討	"

嘱託研究員研究協力者

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
新潟大 (自然科学) M. C. 1	中 田 弘 利	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2日)	超低温下の金属中水素、重水素の量子効果	久保田
阪市大 (理) M. C. 2	荒 木 恒 彦	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1日)	量子渦科学の基礎研究	"
阪市大 (理) M. C. 2	山 本 順 久	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1日)	"	"

留学研究員

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
北陸先端科技大学 D. C. 2	宮 岡 秀 治	10/1~12/28	走査トンネル顕微鏡と光第二高調波分光法によるTiO ₂ 表面の研究	小 森

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
京 大 (人間・環境) 教 授	後 藤 喬 雄	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1日)	核磁気共鳴による低次元スピ ンギャップ系の臨界磁場近傍のスピ ンダイナミクスの研究	瀧 川
京 大 (人間・環境) D. C. 3	戸 田 充	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1日)	"	"
京 大 (人間・環境) D. C. 2	島 岡 良 之	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1日)	"	"
京 大 (理学-理工学研) 助 教 授	千 葉 明 朗	12/6~12/10	低温強磁場における量子スピン効 果の核磁気共鳴による研究	"
京 大 (理学-理工学研) 助 手	上 田 靜 政	12/6~12/10	"	"
京 大 (理学-科学) M. C. 2	平 野 純一郎	12/6~12/10	"	"
徳 島 大 (工) 助 教 授	大 野 隆	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1日)	高温超伝導体 $Y_{1-x}Pr_xBa_2Cu_3O_{7-y}$ のCu-NQR	"
東京医科大 講 師	大 岩 潔	10/19~10/21 11/16~11/18	3d遷移金属合金、化合物のNMR	"
室蘭工大 (工) 教 授	城 谷 一 民	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1日)	モリブデンリン化物の高圧合成と 超伝導	八 木
室蘭工大 (工) M. C. 1	秋 田 仁 也	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1日)	"	"
金沢 大 (理) 助 教 授	奥 野 正 幸	10/18~10/20	斜長石組成ガラスの高圧力下での 構造変化に関する研究	"
筑 波 大 (地球科学) 講 師	平 井 寿 子	10/4~10/6	黒鉛層間化合物の高圧下の相変化	"
筑 波 大 (教 育) M. C. 2	池 田 敦 司	10/4~10/6	"	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
東 大 (理) 講 師	船 守 展 正	10/1~12/28 上記期間中 (月・5回)	液体構造解析用外熱式ダイアモンドアンビル装置の開発	八 木
名 大 (理工科学総合研セ) 助 手	市 田 正 夫	10/1~12/28 上記期間中 (3泊4日・1回)	フラー・レン結晶の高温高圧下における光重合反応の研究	"
愛 媛 大 (理) 教 授	入 船 徹 男	11/8~11/11	高温高圧X線回析その場観察基礎技術の開発	"
愛 媛 大 (理) 助 手	井 上 徹	11/8~11/11	"	"
愛 媛 大 (理 工) M. C. 2	松 下 忍	11/8~11/11	"	"
愛 媛 大 (理 工) M. C. 1	肥 後 祐 司	11/8~11/11	"	"
上 智 大 (理 工) 技術職員	田野倉 淑 子	10/1~12/28 上記期間中 (週・1回)	高圧下におけるラマン散乱	"
上 智 大 (理 工) M. C. 2	宇 治 彩 子	10/1~12/28 上記期間中 (週・1回)	"	"
中 央 大 (理 工) 教 授	深 井 有	10/1~12/28 上記期間中 (月・2回)	LiNbO ₃ 型化合物の高圧相転移の研究	"
日 大 (文理) 助 教 授	高 橋 博 樹	10/1~12/28 上記期間中 (週・3回)	高圧下での新物質合成	"
日 大 (総合基礎科学) M. C. 2	池 本 尚 司	10/1~12/28 上記期間中 (月・3回)	"	"
北 大 (理) 講 師	内 藤 俊 雄	12/1~12/4	ヨウ化スズと有機物とから成る層状ペロブスカイト化合物の光学物性	田 島
北 大 (理) D. C. 2	松 田 真 生	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	ラダー構造を持つ鉄(Ⅲ)フタロシアニンを用いた分子性導電体の物性	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
阪 市 大 (理) 教 授	村 田 惠 三	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	平板フェルミ面を持つ有機伝導体の磁気、伝導特性	田 島
阪 市 大 (理) 講 師	吉 野 治 一	10/20~10/23	"	"
阪 市 大 (理) M. C. 2	鴻 池 貴 子	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
阪 市 大 (理) M. C. 1	小 代 貞 之	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
学習院大 (理) 助 手	山 本 浩 史	10/1~12/28 上記期間中 (週・1回)	超分子を用いた新規分子性導体の開発	"
明治学院大 (一般教育) 教 授	菅 野 忠	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	分子結晶の磁性	"
神奈川工大 非常勤講師	鳥 塚 潔	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	有機伝導体の熱伝導の研究(II)	"
北 大 (工) 助 手	石 田 巍	10/4~10/8	超薄膜3d-遷移金属多層膜の物性に関する研究	松 田
北 大 (工) D. C. 2	西 原 重 雄	10/4~10/8	"	"
三 重 大 (工) 助 教 授	遠 藤 民 生	10/1~10/4	ジョセフソンプラズマ共鳴マイクロ波吸収の高感度検出法の開発	"
三 重 大 (工) 学振外国人特別 研究員	V.V.Srinivasu	10/1~10/4	"	"
三 重 大 (工) M. C. 2	伊 藤 健 一	10/1~10/4	"	"
三 重 大 (工) M. C. 1	橋 爪 昭 典	10/1~10/4	"	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
明石高専 助教授	堤 保 雄	10/1~10/3	ジョセフソンプラズマ共鳴マイクロ波吸収の高感度検出法の開発	松 田
北陸先端科技大 助手	土 家 琢 磨	10/1~1/31 上記期間中 (3泊4日・1回)	半導体微細構造中の励起子分子・荷電励起子の研究	安 藤
島根大 (教育) 教 授	神志那 良 雄	11/25~11/27	無機化合物蛍光体の光学的性質	小 谷
岡山大 (理) 教 授	原 田 勲	10/1~1/31 上記期間中 (2泊3日・1回)	磁性体における内殻電子励起及び発光の理論	"
岡山大 (自然科学) D. C. 3	福 井 啓 二	10/1~1/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	希土類化合物におけるX線吸収・発光の理論	"
阪府大 (工) 助 手	魚 住 孝 幸	10/1~1/31 上記期間中 (3泊4日・1回)	Ce金属間化合物における共鳴逆光電子分光の理論	"
姫工大 (理) 助 手	坂 井 徹	12/6~12/8	低次元磁性体の統計力学	高 橋 (實)
核融合研 助 手	中 村 浩 章	10/1~1/31 上記期間中 (2泊3日・1回)	スピニ鎖の構造形成の研究	"
核融合研 助 手	藤 原 進	10/1~1/31 上記期間中 (2泊3日・1回)	高分子構造形成のシミュレーション研究	"
筑波大 (物質工学) 助 手	柴 田 尚 和	10/1~1/31 上記期間中 (日帰り・2回)	密度行列繰り込み群による強相関電子系の研究	上 田 (和)
東工大 (総合理工) 助 手	神 藤 欣 一	10/1~1/31 上記期間中 (日帰り・3回)	半導体結晶中の転位の電子状態と機械的性質の解明	常 行
鳥取大 (工) 助 教 授	石 井 晃	10/1~1/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	GaAs(100)表面のMBE結晶成長シミュレーションと連携する第一原理計算	"
鳥取大 (工) D. C. 1	制 野 かおり	11/8~11/12	"	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
東京学芸大 (教 育) 助 教 授	金 沢 育 三	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	低速陽電子ビーム法による表面素 過程の研究	小 森
東京学芸大 (教 育) M. C. 1	寺 島 孝 武	10/1~12/28 上記期間中 (週・2回)	"	"
山 梨 大 (教育人間科学) 教 授	川 村 隆 明	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	結晶表面の原子配列制御	"
東 北 大 (金 研) 助 教 授	高 梨 弘 育	11/8~11/10	金属-非金属系グラニュラー薄膜 を用いたスピニン依存単一電子トン ネリングの研究	勝 本
東 北 大 (工) D. C. 3	千 葉 淳	11/8~11/12	"	"
東 北 大 (金 研) 教 授	櫻 井 利 夫	10/1~12/28 上記期間中 (1泊2日・1回)	GaN/SiC成長のSTM研究	長谷川
東 北 大 (金 研) 助 手	Qi Kun Xue	10/1~12/28 上記期間中 (3泊4日・1回)	"	"
東 北 大 (金 研) 助 手	藤 川 安 仁	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
東 北 大 (理) D. C. 2	秋 山 琴 音	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
東 北 大 (理) M. C. 2	小 野 雅 紀	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
京 大 (工) 教 授	酒 井 明	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	STMトンネル障壁の探針依存性	"
京 大 (工) 助 手	黒 川 修	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
阪 大 (工) 教 授	濱 口 智 尋	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	超強磁場下におけるⅢ-V化合物 半導体短周期超格子の赤外サイク ロトロン共鳴に関する研究	三 浦

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
阪 大 (工) 助 教 授	森 伸 也	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	超強磁場下におけるⅢ-V化合物 半導体短周期超格子の赤外サイク ロトロン共鳴に関する研究	三 浦
阪 大 (低温センター) 助 手	百瀬 英毅	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	"	"
阪 大 (工) M. C. 2	上原 茂幸	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	"	"
北 大 (工) 教 授	山谷 和彦	10/25~10/29 12/13~12/17	高圧下における磁場誘起電荷密度 波	毛 利
北 大 (工) 助 手	岡島 吉俊	10/25~10/29 12/13~12/17	"	"
北 大 (工) D. C. 2	安塚 周磨	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	"	"
北 大 (理) 助 教 授	川端 和重	12/13~12/15	有機伝導体における伝導機構の研 究	"
北 大 (理) D. C. 3	向島 美香	12/13~12/15	"	"
東北大 (理) 助 手	小林 寿夫	11/8~11/12 12/6~12/10	Feを含む硫化物における高圧力下 の物性研究	"
東北大 (理) M. C. 1	高野 亮	11/8~11/12 12/6~12/10	"	"
埼玉大 (理) 助 教 授	上床 美也	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	希土類金属間化合物の単結晶作成	"
埼玉大 (理) 助 手	小坂 昌史	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	"	"
埼玉大 (理工) M. C. 2	横山 昌樹	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	"	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
佐賀大 (理工) 助 教 授	岡 山 泰	12/6~3/20 上記期間中 (4泊5日・2回)	CuO 単結晶の超高压下における物性	毛 利
佐賀大 (理工) 助 教 授	鄭 旭 光	12/6~3/20 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
佐賀大 (工) M. C. 1	喜 多 誠 一	12/6~3/20 上記期間中 (4泊5日・2回)	"	"
佐賀大 (工) M. C. 1	森 永 卓 也	12/6~3/20 上記期間中 (4泊5日・2回)	"	"
島根大 (総合理工) 助 教 授	山 田 裕	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	Fe ₂ VAl規則合金の高圧下での物性	"
島根大 (総合理工) 助 手	西 郡 至 誠	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	"	"
北海道東海大 (教育開発研究セ) 教 授	四 方 周 輔	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	高圧下におけるLa214 過剰酸素系のホール係数	"
東京電機大 (工) 教 授	小 川 信 二	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	強相関系物質の高圧下物性	"
東京電機大 (工) M. C. 1	金 原 崇 浩	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	"	"
東京電機大 (工) 講 師	長 澤 光 晴	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	スピン密度波の並進運動に関する研究	"
日 大 (文理) 助 教 授	高 橋 博 樹	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	多重極限下での物性測定手段の開発	"
日 大 (総合基礎科学) M. C. 2	小 田 典 央	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	"	"
日 大 (文理) 助 手	中 西 剛 司	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	多重極限環境下における物性測定	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
茨 城 大 (工) 教 授	田 附 雄 一	10/18~10/22 12/13~12/17	金属間化合物の高磁場磁化	後 藤
茨 城 大 (理 工) M. C. 2	深瀬 美紀子	10/18~10/22 12/13~12/17	"	"
京 大 (理) 助 教 授	吉 村 一 良	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	低次元スピニギャップ系化合物 AB_2O_6 の(A=Cu, Ni, Co, B=Sb, Ta) の強磁場磁化過程	"
京 大 (理) D. C. 1	桜 井 裕 也	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
京 大 (理) M. C. 2	三ツ井 哲 朗	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
九 大 (理) 教 授	網 代 芳 民	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	基底一重項系の強磁場磁化過程	"
九 大 (理) 助 手	浅 野 貴 行	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	"	"
九 大 (理) D. C. 3	稻 垣 祐 次	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	"	"
九 大 (理) M. C. 2	吉 原 正 純	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	"	"
九 大 (理) M. C. 2	竹 尾 建 治	10/1~3/31 上記期間中 (3泊4日・2回)	"	"
東北学院大 (工) 教 授	鹿 又 武	11/8~11/10	鉄族規則合金 $Fe_{3-x}V_xAl$ ($0 \leq X \leq 3$) の磁気体積効果	"
東北学院大 (工) M. C. 2	佐々木 達 治	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
東京医科大 助 手	松 田 弘 子	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・4回)	ホイスラー型 $Fe_{2+x}V_{1-x}Al$ 系の磁 性と輸送現象	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
東 大 (総合文化) 助 手	池 上 弘 樹	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	核断熱消磁冷凍機の作成	石 本
新潟大 (自然科学) D. C. 2	荒 木 秀 明	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・2回)	超低温下における金属中の水素の 量子効果	久保田
分子研 助 教 授	猿 倉 信 彦	10/21~10/23 12/1~12/3	新紫外レーザー結晶Ce ³⁺ :LiCaAlF ₆ の研究	渡 部
分子研 助 手	大 竹 秀 幸	10/21~10/23 12/1~12/3	"	"
京 大 (理) 助 手	白 井 正 伸	11/30~12/3 12/7~12/10	高出力フェムト秒レーザーを用い た量子常誘電体の非線形分光	末 元
京 大 (理) D. C. 1	長谷川 智 晴	11/30~12/3 12/7~12/10	"	"
京 大 (理) M. C. 1	柳 和 宏	11/30~12/3 12/7~12/10	"	"
埼玉大 (工) 助 教 授	矢 口 裕 之	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	III-V-N混晶半導体の光学特性	秋 山
香川大 (工) 助 教 授	小 柴 俊	10/1~3/31 上記期間中 (2泊3日・2回)	リッジ量子細線構造におけるレー ザー発振	"
都立科技大 助 手	菅 原 宏 治	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	シリコン系半導体材料の光学特性 に関する研究	"
成蹊大 (工) 教 授	森 田 真	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	半導体ナノ結晶分散セラミックス の光ルミネセンス	"
東京理科大 (理) D. C. 3	樋 口 透	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	共鳴逆光電子分光装置の開発	辛
東京理科大 (理) D. C. 1	野 澤 俊 介	10/1~3/31 上記期間中 (日帰り・6回)	"	"

一般

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
お茶大 (理) 助教授	川野 はづき	10/1~12/28 上記期間中 (週・3回)	Sr ₂ RuO ₄ 系の単結晶育成とその物性評価	吉澤
九大 (理) 助手	渕崎 員弘	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	8重極相互作用を取り入れた分子性結晶SnI ₄ のモデル化	藤井
東大 (新領域) 教授	藤森 淳	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	Mn希釈磁性半導体の内殻光電子分光による電子構造の研究	木下
東大 (理) D. C. 1	岡林 潤	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
東大 (理) M. C. 1	南部 貴	10/1~3/31 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
北大 (理) 教授	三本木 孝	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	有機結晶内の双晶境界のダイナミクス	高山
北大 (理) 助教授	川端 和重	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
北大 (理) 助教授	根本 幸児	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
北大 (理) M. C. 2	佐賀 智之	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
阪大 (理) 助教授	松川 宏	10/1~12/28 上記期間中 (2泊3日・1回)	"	"
倉敷芸科大 (芸術) 助手	草野 圭弘	10/13~10/15	水熱合成によるセラミックスの合成	廣井

物質合成・評価設備 P クラス

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
千葉大 (理) 助 教 授	○ 伊藤正行	10/1~12/28 上記期間中 (月・1回)	強磁場高圧下でのNMRによる強相 関電子系の研究	瀧川
千葉大 (自然科学) 助 教 授	○ 澤 博	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	分子性結晶における高圧下での構 造相転移の研究と装置開発	上田 (寛)
千葉大 (自然科学) D. C. 1	並木義雄	10/1~12/28 上記期間中 (週・1回)	"	"
千葉大 (自然科学) M. C. 2	仁宮恵美	10/1~12/28 上記期間中 (週・1回)	"	"
山口大 (工) 助 教 授	○ 中山則昭	11/8~11/12	強相関系物質の電子顕微鏡観察に よる研究	"
京 大 (化研) 教 授	○ 高野幹夫	10/6~10/8	キャリアを注入された量子スピン 液体の物質開発とその物性	廣井
京 大 (化研) 助 手	東 正樹	10/6~10/8	"	"

○印は所外研究代表者

物質合成・評価設備 G クラス

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	使 用 実 験 室
東 大 (生 研) 教 授	七 尾 進	10/1~12/28 上記期間中 (月・3回)	準結晶および近似結晶の構造 解析と物性	物質合成室 化学分析室 X線測定室 電磁気測定室
東 大 (生 研) 助 手	渡 辺 康 裕	10/1~12/28 上記期間中 (月・3回)	"	"
東 大 (工) M. C. 2	田 村 純 平	10/1~12/28 上記期間中 (月・3回)	"	"
東京学芸大 (教 育) 助 教 授	金 沢 育 三	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・2回)	安定準結晶の基本クラスター の研究	物質合成室
東京学芸大 (教 育) M. C. 1	内 山 英 史	10/1~12/28 上記期間中 (月・2回)	"	"
南大阪大 (経 営) 助 教 授	伊 東 和 彦	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	物性測定のためのフォルステ ライト単結晶の育成	"
島 根 大 (教 育) 教 授	神志那 良 雄	10/6~10/8	無機化合物蛍光体の光学的性 質	化学分析室
富山県立大 (工) 助 教 授	横 道 治 男	10/18~10/21	強磁場中で合成されたカーボ ン系ナノチューブの構造と電 子状態に関する研究	化学分析室 電子顕微鏡室
富山県立大 (工) M. C. 1	寺 崎 宏 光	10/18~10/21	"	"
京 大 (理) D. C. 3	山 田 高 広	10/6~10/8	分析電子顕微鏡を用いた強相 関電子系新物質探索	電子顕微鏡室
山 口 大 (工) 助 教 授	中 山 則 昭	12/6~12/10	反強磁性/ 強磁性NiMn/Co 人 工格子膜の構造と磁性	"
山 口 大 (理 工) M. C. 2	林 甲 一	12/6~12/10	"	"
金 工 大 (工) 教 授	須 藤 正 俊	11/8~11/12	極低炭素鋼板の変態集合組織 に及ぼすオーステナイト域加 熱後の冷却速度の影響	"

物質合成・評価設備 G クラス

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	使 用 実 験 室
東京理科大 (基礎工) 助 手	田 村 隆 治	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・3回)	新しい準結晶合金の開発と物性に関する研究	電子顕微鏡室
東京理科大 (基礎工) M. C. 2	田 村 瞳 博	10/1~12/28 上記期間中 (日帰り・6回)	"	"
広 島 大 (先端物質) 助 教 授	伊 賀 文 俊	11/15~11/19	d, f 強相関電子系の強磁場下における金属・非金属転移	電磁気測定室
広 島 大 (先端物質) 助 手	梅 尾 和 則	11/15~11/19	"	"
広 島 大 (先端物質) M. C. 2	坪 田 雅 己	11/15~11/19	"	"
広 島 大 (先端物質) M. C. 2	日 浦 さ や か	11/15~11/19	"	"
いわき明星大 (理 工) 教 授	吉 田 喜 孝	10/22~10/24 12/17~12/19	閉殻構造複合炭素材の物性開発	"
龍 谷 大 (理 工) 教 授	西 原 弘 訓	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	バルクハウゼンノイズを利用した非破壊評価法の研究	"
龍 谷 大 (理 工) M. C. 1	荻 野 猛	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	"	"
阪 大 (基礎工) 助 手	半 沢 弘 昌	10/1~12/28 上記期間中 (4泊5日・1回)	カルコパイライト型半導体薄膜の物性についての研究	光学測定室 電子顕微鏡室

平成11年度 後期スーパーコンピュータ共同利用採択課題一覧

所 属	代 表 者	研 究 課 題 名
九大・理	渕崎員弘	非平衡状態での遅い緩和過程
京都工織大・工芸	川村光	ランダムな磁性体と超伝導体におけるボルテックス秩序
東大・理	塚田捷	第一原理電子状態によるナノ構造の物性予測
東工大・理	尾関之康	ゆらぎの非平衡緩和の解析
金沢大・理	小田竜樹	オーダーNタイトバインディング分子動力学法の液体カーボン系と液体セレンへの応用
上智大・理工	大槻東巳	スピニに依存した散乱がある場合のアンダーソン転移
奈良県立医大・医	平井国友	金属人工格子の層間磁気結合
埼玉大・理	飛田和男	空間構造を持つ低次元スピニ系の数値的研究
北大・工	寺尾貴道	クラスター凝集系における光散乱
筑波大・物理	平島大	2次元フェルミオン系のスピニゆらぎと超流動、超伝導
北海道工大・教養	梯祥郎	競合型遷移金属合金における磁気構造と磁性の分子動力学理論
東大・物性研	安藤恒也	カーボンナノチューブの特異な電気伝導
早稲田・理工	宗田孝之	III族窒化物の圧電的性質に関する第一原理的研究
慶應大・理工	米沢富美子	複雑液体のダイナミクス
大阪大・工	笠井秀明	固体表面上での動的量子過程のモデル計算
大阪市大・工	中村勝弘	非線形・非平衡系の数値的解析
理研・表面界面工学	小林伸彦	第一原理電子状態計算による表面ナノ構造の研究
慶應大・理工	椎木一夫	遷移金属表面の構造と磁性に関する第一原理計算
東大・物性研	福山秀敏	有機導体および遷移金属酸化物における電荷秩序と電子物性
東京理科大・理	鈴木彰	バリスティック系における量子輸送の理論的研究
東大・工	伊藤伸泰	非線形振動子系における熱伝導
理研	飯高敏晃	量子ダイナミクスによる非線形応答関数の計算
電子技術総合研・電子基礎部	浅井美博	量子モンテカルロ法と結合クラスター近似を用いた二次元ハーバードモデルの基底状態の研究II
東北文化学園専門学校	鈴木壮吉	高温超伝導に対するクーロン誘起フォノン-エクシトン協同模型の数値解析

東大物性研共第4号
平成11年10月29日

関係各研究機関の長 殿

東京大学物性研究所長

福 山 秀 敏

(公印省略)

平成12年度前期共同利用の公募について（通知）

このことについて、下記のとおり公募しますので、貴機関の研究者にこの旨周知くださるとともに、申請に当たっては遗漏のないようよろしくお取り計らい願います。

なお、本研究所は、平成12年4月に千葉県柏市に移転いたします。このため、平成12年度前期（4月～9月）の共同利用の受入れについては、次のとおりとなりますので、共同利用の計画（申請）に当たっては、関係の研究室と十分連絡調整を取った上で行われるよう周知願います。

共同利用に多大の影響を及ぼすこととなりますが、何卒ご了承願います。

また、平成12年度前期から、留学研究員及び短期集中型の共同利用の取り扱いを変更いたしましたので、その詳細については添付の要項をご覧ください。

〔原則として共同利用の受入れを中止する研究部門等及び期間〕

研究部門名等	受入れ中止期間
新物質科学研究部門	平成12年4月～平成12年9月
先端領域研究部門	“
物質合成・評価設備	“

[平成12年度前期に共同利用の受入れを行う研究部門等]

- ・物性理論研究部門
- ・極限環境物性研究部門
- ・先端分光研究部門
- ・中性子散乱研究施設の共同利用
- ・スーパーコンピュータの共同利用（4～5月は試用期間の予定）

記

1 公募事項（添付の要項参照）

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| (1) 共同利用（一般） | （平成12年4月1日～平成12年9月30日実施分） |
| (2) 共同利用（中性子） | （平成12年4月1日～平成13年3月31日実施分） |
| (3) 共同利用（スーパーコンピュータ） | （平成12年4月1日～平成13年3月31日実施分） |
| (4) 長期留学研究員 | （平成12年4月1日～平成13年3月31日実施分） |
| (5) 短期留学研究員 | （平成12年4月1日～平成12年9月30日実施分） |
| (6) 短期研究会 | （平成12年4月1日～平成12年9月30日実施分） |

2 申請資格

国公私立大学及び国公立研究機関の教員、研究者並びにこれに準ずる者。

3 申請方法

- (1) 共同利用については、外来研究員申請書を提出すること。
ただし、中性子散乱研究施設及びスーパーコンピュータの共同利用については、申請方法が異なるので添付の要項の119～125ページを参照の上、申請すること。
- (2) 短期研究会については、提案代表者から短期研究会申請書を提出すること。

4 申請期限

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| (1) 中性子散乱研究施設の共同利用 | <u>平成11年11月30日（火）必着</u> |
| (2) スーパーコンピュータの共同利用 | <u>平成11年12月17日（金）必着</u> |
| (3) その他の共同利用 | <u>平成11年12月17日（金）必着</u> |

5 送付先

(1) 中性子散乱研究施設の共同利用

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方106-1

東京大学物性研究所附属中性子散乱研究施設

電話 (029)287-8900

FAX (029)283-3922

(2) スーパーコンピュータの共同利用

〒106-8666 東京都港区六本木 7-22-1

東京大学物性研究所 電子計算機室

電話 (03)3478-6811 内線 5942

(3) その他の共同利用

〒106-8666 東京都港区六本木 7-22-1

東京大学物性研究所 総務課共同利用掛

電話 (03)3478-6811 内線 5032, 5031

6 審査

研究課題の採否、所要経費の査定等は共同利用施設専門委員会において行い、教授会で決定する。

7 採否の判定

平成12年3月中旬

8 研究報告

共同利用研究（共同利用及び留学研究員）については、終了後速やかに実施報告書（所定の様式によること。）を提出のこと。

また、共同利用研究によって得た成果の論文の別刷2部を、総務課共同利用掛あて提出のこと。

9 宿泊施設

(1) 東京大学柏地区共同利用研究員宿泊施設（仮称）が平成12年4月1日から利用できる予定

（長期留学研究員は利用できません。）

(2) 中性子散乱研究施設の共同利用については、東京大学物性研究所附属中性子散乱研究施設共同利用研究員宿泊施設が利用できる。

10 学生教育研究災害傷害保険の加入

大学院学生は『学生教育研究災害傷害保険』に加入されるようご配慮願いたい。

移 転 先

〒277-8581 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学物性研究所

平成12年度前期共同利用公募要項

外来研究員について

物性研究所においては、共同利用研究業務として、全国物性研究者の研究遂行に資するため、各種研究員制度が設けられています。これらの研究員の公募は、半年毎に行っております。外来研究員制度は、個々の申請を検討の上、実行されておりますが、特別な事情のある場合を除いて、あらかじめ共同利用施設専門委員会の了承を得る建前をとっておりますので、下記を参照の上、期日までに応募されるようお願いします。

その他、外来研究員制度の内容あるいは利用する設備等に関するお分かりにならないことがあれば、外来研究員等委員会委員長 八木健彦(内線5381)までご連絡ください。

「共同利用」又は「留学研究員」に申請される場合は、事前に必ず利用される研究室等の教官と打ち合わせの上、申請書を提出してください。

なお、「一般の共同利用」の場合は、1研究課題に許される修士課程の学生数は1名を原則とします（修士課程の学生とは申請時点で修士課程在籍であること。）。

申請書用紙は、別紙の様式をコピーして使用してください。

記

1 各種外来研究員

(1) 嘱託研究員

- ① 所外研究者に本研究所の研究計画及び共同研究計画の遂行上必要な研究を委嘱することを目的としています。
- ② 嘱託研究員の委嘱は、本研究所所員の申請に基づいて、研究計画等を検討の上、決定します。

(2) 共同利用

○ 一般の共同利用

- ① 所外研究者が研究の必要上、本研究所の施設を利用したい場合、その便宜を提供できるようにしております。
- ② 一般の共同利用は、「共同研究」と「施設利用」の二つの形態に分けられます。「共同研究」と「施設利用」では採択率、充足率が異なる場合があります。

また、「共同研究」と「施設利用」のそれぞれに、特に研究を集中して遂行する「短期集中型」の利用形態が設けられています。「短期集中型」の採用人数は、予算の制約から若干名となります。充足率は高くします。採択された場合には、短期集中型を次期に続けて申請することはできません。

- ③ 短期集中型で不採択となった場合には、一般の共同利用として審査されます。
- ④ 申請は、別紙（様式2）の申請書とともに、「短期集中型」で行う必要性、研究内容及び研究計画の具体的スケジュール等をA4版1枚（様式任意）に詳細に記入したものと併せて提出してください。
- 中性子散乱研究施設の共同利用（119ページ参照）
- スーパーコンピュータの共同利用（122ページ参照）

(3) 留学研究員

① 長期留学研究員

半年以上の期間、本研究所の所員に指導を受けながら研究を行う大学院学生を対象としています。

ただし、原則として、本研究所からの旅費の支給はなく東京大学柏地区共同利用研究員宿泊施設（仮称）の利用もできません。

② 短期留学研究員

数ヶ月程度の期間、本研究所に滞在して、若手研究者や大学院学生が研究することにより、新技術の修得などをを行うことを主な対象としています。期間中は東京大学柏地区共同利用研究員宿泊施設（仮称）の利用の便宜を供します。

採用人数は、予算及び宿泊の制約から、若干名となりますので、不採択に備えて他の区分への併願も認めます。採択された場合には、次期に続けて申請することはできません。

③ 申請は、別紙（様式1）の申請書を提出してください。

なお、「短期留学研究員」への申請の場合は、別紙（様式1）の申請書とともに、「短期留学研究員」として行う研究内容及び研究計画の具体的スケジュール等をA4版1枚（様式任意）に詳細に記入したものを併せて提出してください。

2 採否決定

上記各種外来研究員受入れの可否は、共同利用施設専門委員会において、申請された研究計画、研究歴及び所内諸条件を審査検討し、教授会で決定します。

採択された共同利用研究の中で、放射線施設を利用される方には、「外来研究員等の放射線管理内規」に従って、別紙（様式7）の「放射線業務従事承認書」を提出していただきます。

3 実施報告書

共同利用及び留学研究員で来所の方には、1期（半年又は1年）毎に終了後30日以内に別紙（共同研究及び短期集中型の施設利用は様式5、一般の施設利用及び留学研究員は様式6）による外来研究員実施報告書を提出していただきます。

4 別刷の提出

外来研究員として来所されて行われた研究に関する論文の別刷2部を必ず総務課共同利用掛に提出してください。

また、論文を発表される場合、謝辞の所に東京大学物性研究所の共同利用による旨の文章を入れていただくことを希望します。英文の場合の参考として、次のような例文をあげておきます。

(例1) This work was carried out under the Visiting Researcher's Program of the Institute for Solid State Physics, the University of Tokyo.

(例2) This work was carried out by the joint research in the Institute for Solid State Physics, the University of Tokyo.

(例3) This work was performed using facilities of the Institute for Solid State Physics, the University of Tokyo.

5 経 費

旅費、滞在費及び研究に要する経費は、個々の申請に基づいて共同利用施設専門委員会で査定・審査し、教授会の決定に基づき共同利用施設運営費から支出します。

ただし、長期留学研究員については、経費の援助はありません。

6 そ の 他

(1) 予算の支出、諸施設の利用、設備の管理等については、関係する所員の指示に従ってください。

(2) 申請書は、必ず別紙様式のものを使用してください。

中性子散乱研究施設の共同利用について

(1) 中性子散乱研究施設の共同利用は、通年公募方式によって行われている。

申請期限：平成11年11月30日（火）必着

(2) 申請用紙は下記あて請求し、必要事項を記入の上、同施設あて締切り期日までに8部（7部は複写でも可）提出すること。

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方106-1

東京大学物性研究所附属中性子散乱研究施設

T E L (029)287-8900

F A X (029)283-3922

(3) 申請された研究課題は、中性子散乱研究施設運営委員会の審査を経て、教授会で決定された後、結果を実験責任者あて通知する。

(4) 研究課題の申請は、原則として上記のとおり年1回であるが、特に緊急を要する課題が生じた時は、その理由を付して、上記中性子散乱研究施設運営委員会委員長あて隨時申請することができる。

(5) 実験終了後、所定の様式で成果報告書を提出することが求められる。

(6) 受付課題の種類

中性子散乱装置の共同利用研究課題として次の2種類の課題を受け付ける。

a) 一般課題

b) 装置グループ I M T* (Instrument and Maintenance Team)課題

* I M T課題については、第⑩、⑪項を参照のこと。

* I M T課題の申請者は、申請書を施設まで請求すること。

(7) 共同利用に供される中性子散乱実験設備については、申請用紙の添付資料「改造3号炉中性子散乱実験設備の概要」を参照のこと。

(8) 一般課題の採択手順

- 1) 装置グループ（IMT）による課題の技術的検討
- 2) 3人のレフリーによる課題の学問的内容の審査
- 3) 実験審査委員会**（NSPAC）による審議を経て、上部委員会に提案

**実験審査委員会（NSPAC）は中性子散乱装置の共同利用研究課題の審査実務を分担する組織で中性子散乱研究施設運営委員会の下部機構である。

(9) 課題採択スケジュール

10月中旬	公募の手引き配付
11月30日	公募の締切り
12月中旬	IMTによる技術的審査、IMT間での意見交換
12月下旬	課題申請書とIMTの技術的コメントを3人のレフリーに配付
1月中旬	レフリーの判定報告の締切
1月下旬	実験審査委員会（NSPAC）で審査
2月上旬	運営委員会の審議決定

(10) 装置グループ（IMT）について

JRR-3の中性子散乱装置群の維持・管理に責任を持つ組織として装置グループIMTが編成されている。IMTの任務と権利等は以下のとおりである。

- 1) IMTに割り当てられるマシンタイム（比率P）の内容
 - i) 分光器の調整
 - ii) 分光法開発、試料環境等附属装置の開発
 - iii) 試料のチェック
 - iv) テスト実験、緊急課題及び国際協力の遂行
 - v) 教育
- 2) IMTメンバーは、上記1)に記された項目について、所属する装置グループのマシンタイムを使用することができる。
- 3) IMTメンバーの任務
 - i) 分光器の調整、整備
 - ii) 試料のチェック
 - iii) 一般利用者の実験の援助

(1) マシンタイムの配分

(1 - P) : 一般課題に割り当てられるマシンタイムの比率。装置責任者・IMTメンバーも含めて、各研究者が各自の研究計画に基づき申請書を提出し、実験審査委員会(NSPAC)及び運営委員会の審議により決定される。

(P) : IMTに割り当てられるマシンタイム。

なお、比率(P)の値は各IMTの申請に対し、実験審査委員会(NSPAC)及び運営委員会で審査して年度毎に決定される。

スーパーコンピュータの共同利用について

物性研究所では、物性物理学の研究のための共同利用スーパーコンピュータを運用しています。他の計算機センターではできないような大規模計算による研究プロジェクトや先端的な計算手法の開発などに重点を置いて運用しており、利用課題の審査に際しても、研究プロジェクトの目的、その計画と方法、特色を重視します。

なお、スーパーコンピュータシステムは柏移転に合わせて平成12年3月に更新、同年度4、5月を新システムによる試用期間、6月より正規運用の予定です。(試用期間の利用は、正規運用に登録されたユーザーに限ります。)

また、新システムは二つの計算サーバ(ベクトル処理向き並列機とスカラー処理向き並列機)からなり二つのサーバを独立に運用する予定です。新システムの機種・性能、キュー構成、さらに、利用課金や申請書等の詳細についてはスーパーコンピュータの「共同利用案内」(下記の項目3-(3)参照)で順次お知らせします。それらを参考の上、課題申請を行ってください。

1 利用課金

利用課金は差し当たり所外利用者からは徴収しませんが、予算の関係上場合によっては、消耗品等を何らかの方法で負担していただくことがあります。

2 申請課題クラス

申請課題は、二つの計算サーバの申請利用金額の和に対して以下のクラスA, B, C, D, Sに分けて受け付けます。全く異なる課題を並列して行う場合は、同一の研究者が複数の課題を行うことになりますが、類似した課題は一つにまとめるようにしてください。利用金額に対応する二つの計算サーバのCPU時間や各クラスの申請利用金額の上限等については「共同利用案内」を参照ください。

A(小型) : 各月の末日が締め切りで翌月の10日から年度末まで利用できます。本クラスへの申請は一半期毎に1回だけとします。また、A以外のクラスすでに利用している研究代表者(グループ)の申請は受け付けません。

B(中型) : 一般の共同利用申請期限の約2週間前(注: 平成12年度前期に限り一般の共同利用と同日の12月17日、後期は6月中旬)に締め切り、それぞれ4月1日、10月1日から年度末まで利用できます。なお、一研究代表者(グループ)が本クラス課題を複数申請する場合には、その総ポイント数は指定の上限値以下とします。

C（大型）：一般の共同利用申請期限の約2週間前（注：同上）に締め切り、それぞれ4月1日、10月1日から年度末まで利用できます。なお、一研究代表者（グループ）の本クラス課題の複数申請は受け付けません。

D（緊急）：研究の進捗が著しく、緊急の計算を要すると判断される課題のためのクラスです。申請利用金額に制限はありません。随時受け付け、採択後6ヶ月利用できます。

S（特別）：計算物理による物性研究の分野において特に重要な課題で、かつ、大規模な計算を伴うものを重点的に支援するためのクラスです。申請利用金額に上限はありません（下限がある）。一般の共同利用申請期限の約2週間前（注：同上）に締め切り、それぞれ4月1日、10月1日から1年間利用できます。なお、本クラス課題については、スーパーコンピュータ共同利用委員会において研究代表者に申請課題の説明を行っていただきます。

3 課題申請の手続き

利用を希望するときは、以下の手続きによりスーパーコンピュータ共同利用課題申請を行ってください。複数の研究課題で申請する場合には、研究課題ごとに手続きを行ってください。

(1) 所定の申込書（紙にプリントアウトしたもの）に記入・捺印し、下記に送付してください。
申請方法その他についての問い合わせも受け付けます。

〒106-8666 東京都港区六本木7-22-1
東京大学物性研究所 電子計算機室
電話 (03)3478-6811 内線 5942

なお、この申込書によって課題審査を行いますので、申請期限を厳守してください。

所定の申込書を入手するには、

「Subject:stylefile」とした空のメールを

touroku@issp.u-tokyo.ac.jp

に送ると、折り返しLaTeXのスタイルファイル及びサンプルが送られてきます。

LaTeXをご利用にならない方は、ポストスクリプト・ファイルをanonymous ftpにより入手することもできます。

```
ftp site:ftp.issp.u-tokyo.ac.jp
directory:/pub/shinsei/
file:
class-A.ps, class-B.ps, class-C.ps, class-D.ps
```

各申請課題クラスの申込書です。

ISSP-application-set

LaTeXのスタイルファイルとサンプルです。このファイルは電子メールにより入手できるものと同じです。

- (2) 電子メールを使って計算機システムへの登録情報を送ってください。電子メールの送付先アドレス `touroku @issp.u-tokyo.ac.jp`
なお、この登録情報を受信してから使用が可能になりますので、必ずメールを送ってください。

登録情報の記述形式についての詳細は、

「Subject:sample」とした空のメールを
`touroku @issp.u-tokyo.ac.jp`
に送ってください。折り返しサンプルが送られてきます。

- (3) スーパーコンピュータ共同利用に関する案内は、

「Subject:info」とした空のメールを
`touroku@issp.u-tokyo.ac.jp`
に送ってください。折り返し当研究所のスーパーコンピュータシステムに関する情報と登録情報の送付方法がメールで送られてきます。
なお、同じ内容は物性研のwwwホームページ(<http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/center/>)で見ることもできます。

4 申 請 期 限

平成11年12月17日（金）必着

5 採 否 決 定

プロジェクト課題の採否、利用金額の割り当ては、スーパーコンピュータ共同利用委員会の審査を経て、教授会で決定します。

6 利 用

所外から電話公衆網又はインターネットを経由したネットワークによってスーパーコンピュータを利用するすることができます。また、利用が許可された期間中は、物性研究所電子計算機室がオープンしているかぎり、隨時来所利用されてもかまいません。(旅費は支給されません。)

7 利 用 報 告 書

次年度初めに利用報告書をスーパーコンピュータ共同利用委員会委員長あて提出していただき

ます。書式は別途連絡します。

8 研究成果の出版

スーパーコンピュータの共同利用による研究の成果が出版される場合には、必ず「物性研究所
スーパーコンピュータを利用した。」旨を論文中に明記し、また、その別刷1部を物性研究所電子計算機室あて送付してください。

(例1) The authors thank the Supercomputer Center, Institute for Solid State Physics,
University of Tokyo for the use of the facilities.

(例2) The computation in this work has been done using the facilities of the
Supercomputer Center, Institute for Solid State Physics, University of Tokyo.

短期研究会について

短期研究会は、物性研究上興味深い特定のテーマについて全国の研究者が1～3日間程度研究会を開き、集中的に討議するもので、提案代表者は内容、規模等について関係研究者と十分検討の上、申請してください。

1 申 請 方 法

提案代表者は別紙申請書（様式4）を提出してください。

なお、提案者の中に、本研究所所員が1名以上必要です。

2 提案理由の説明

提案代表者は、内容、規模等について共同利用施設専門委員会で説明していただきます。

3 採 否 決 定

共同利用施設専門委員会の審議を経て、教授会で決定します。

4 経 費

共同利用施設専門委員会で査定・審査し、教授会の決定に基づき共同利用施設運営費から支出します。（1件当たりの申請金額については、50～100万円を目安としてください。なお、100万円を超えるものを承認する場合もあります。）

5 報 告 書

提案代表者は、研究会終了後速やかに「物性研だより」に掲載する研究会報告書を提出してください。執筆に関する要領は別にお知らせします。

共同利用施設専門委員会委員

稻辺 保 北 大 (大・理)	岩澤 康 裕 東 大 (大・理)
宇田川 康 夫 東北大 (科計研)	高橋 隆 東北大 (大・理)
太田 仁 神戸大 (理)	嶽山 正二郎 千葉大 (理)
前川 穎 通 東北大 (金研)	山田 和 芳 京 大 (化研)
巨海 玄道 熊 大 (工)	山田 耕 作 京 大 (大・理)
倉本 義 夫 東北大 (大・理)	田中 耕一郎 京 大 (大・理)
前野 悅 輝 京 大 (大・理)	城 健 男 広島大 (大・先端物質)
大門 寛 奈良先端 大学院大 (物質創成科学)	川上 正 之 鹿児島大 (理)
高畠 敏 郎 広島大 (大・先端物質)	栗原 進 早 大 (理工)
安藤 正 海 高工機構 (物構研)	藤森 淳 東 大 (大・新領域)
小林 速 男 分 子 研	その他物性研究所所員

外来研究員等の放射線管理内規

(昭和57.7.21制定)

放射線障害予防規程第44条第3項に定める外来研究員等の放射線管理については以下のとおりとする。

1. 柏 地 区

- (1) 物性研究所放射線管理室（以下「管理室」という。）は、外来研究員等の共同利用申込が承認された時に、その所属する大学又は事業所に対し「物性研究所の放射線施設を利用する外来研究員等の派遣についての了解事項」及び「放射線業務従事承認書」を送付する。
- (2) 外来研究員等は、放射線取扱いに先立って「放射線業務従事承認書」を管理室に提出するものとする。
- (3) 本所の放射線施設及び放射線発生装置等を初めて利用する外来研究員等に対し、当該施設の放射線管理責任者は、放射線取扱いの開始前に放射線発生装置あるいは放射性物質等の安全取扱い、立入記録の記入等についての教育訓練を実施する。
- (4) 放射線管理責任者は、外来研究員等について、フィルムバッジ等の着用の有無を確認し、それ等を持たない場合は、個人被曝線量計を貸与し被曝線量当量を測定し記録するものとする。

2. 日本原子力研究所内（東海村）－中性子散乱研究施設

中性子散乱研究施設を利用する外来研究員等は、日本原子力研究所で定める放射線管理上の所要手続きをしなければならない。

3. 高エネルギー加速器研究機構（以下「機構」という。）内設置の軌道放射物性研究施設分室を利用する外来研究員等は、機構が定める放射線管理上の所要手続きをしなければならない。

物性研究所の放射線施設を利用する 外来研究員等の派遣についての了解事項

1. 外来研究員等及び所属機関の責任者は、物性研究所の放射線施設の利用に際して、以下の事項を承諾するものとする。

2. 外来研究員等は、本所放射線障害予防規程及び当該放射線施設の管理内規に従う。

3. 外来研究員等が利用する放射線施設等に係る管理責任（放射線発生装置、放射性物質の安全取扱い、管理区域等の線量当量の測定等の管理）は、物性研究所にあるが、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」等で定める放射線業務従事者としての認可及び個人管理は、外来研究員等の所属機関の責任において行う。

放射線業務従事者としての認可及び個人管理とは、

- (1) 教育訓練（物性研究所における放射線発生装置等の安全取扱いに係る教育訓練は除く）の受講
- (2) 血液検査などの健康管理
- (3) 個人被曝線量当量の測定
- (4) 放射線業務に従事することの可否の判定

4. 放射線業務に従事する外来研究員等は、所属機関の放射線取扱主任者及び管理責任者が認める放射線業務従事承認書を、物性研究所放射線管理室に提出する。

5. 個人被曝線量計（フィルムバッジ等）は、原則として所属機関より持参し、着装して放射線業務に従事するものとする。

但し、個人被曝線量計のない場合は、当該施設又は放射線管理室が貸与する。

外来研究員（留学研究員）申請書

No.

平成 年 月 日

東京大学物性研究所長 殿

所 属 _____

職名又は学年 _____

ふりがな
氏 名 _____

級号俸発令年月日（ 年 月 日） 級 号俸

申請者の連絡先 電話 _____ 内線 _____

FAX _____

e メールアドレス _____

下記研究計画により（長期留学研究員・短期留学研究員）として貴研究所で研究したいので申請します。
(申請する方を○で囲むこと)

研究題目

研究目的

○研究予定期間 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日

○研究の実施計画の概要

○放射線業務に従事することの有無 有 • 無 (○で囲むこと)

○長期留学研究員 希望指導教官名

○短期留学研究員 希望部門・研究室名

併願の有無 有 • 無 (○で囲む)

併願している場合の研究室等名 ()

※ 採択された共同利用研究の中で、放射線施設を利用される方には、「外来研究員等の放射線管理内規」に従って、
「放射線業務従事承認書」（様式7）を提出していただきます。

○滞在・宿泊場所について

- ・長期留学研究員（東京大学柏地区共同利用研究員宿泊施設（仮称）の利用はできません）

滞在場所（予定）所在地・名称

- ・短期留学研究員

東京大学柏地区共同利用研究員宿泊施設（仮称） その他（ ）

○この共同利用の際、貴所属機関から、鉄道賃、日当、宿泊料が支給されますか。

される されない

○略歴（大学院学生は学歴を記入すること）

上記のとおり、申請者が貴研究所において研究に従事することを承諾します。

平成 年 月 日

指導教官の所属・職・氏名

印

申請者の所属長 職・氏名

印

外来研究員（共同利用）申請書

No.

平成 年 月 日

東京大学物性研究所長 殿

所 属 _____

職名又は学年 _____

氏 名 _____

級号俸発令年月日（ 年 月 日） 級 号俸

申請者の連絡先 電話 _____ 内線 _____

FAX _____

e メールアドレス _____

下記研究計画により外来研究員として貴研究所で研究したいので申請します。

研究題目（グループで研究する場合は代表者名を記入すること）

研究目的（グループで研究する場合は代表者のみ記入すること）

○研究の実施計画（使用装置・方法等詳細に）（グループで研究する場合は代表者のみ記入すること）

○共同研究・施設利用 を希望する（申請する方一つを○で囲むこと）

○放射線業務に従事することの有無 有 • 無（○で囲むこと）

○短期集中型を希望する場合はこの欄を記入してください

- ・短期集中型で採用されなかった場合、一般の共同利用としての審査希望について 希望する • 希望しない
- ・過去5年以内に短期集中型で採用されたことの有無 無・有（最新採用年度 平成 年度 前期、後期 他 回）

○希望部門・研究室名（ 部門 研究室 ）

○物質設計評価施設 希望実験室名（ ）

他の研究室又は実験室へ共同利用を同時に申請していますか □していない □している
申請している場合の研究室又は実験室名（ ）

※ 採択された共同利用研究の中で、放射線施設を利用される方には、「外來研究員等の放射線管理内規」に従って、「放射線業務従事承認書」（様式7）を提出していただきます。

① 宿泊を必要としない申請者（日帰り）

月　　日～　　月　　日　　の期間中（週・月　　日）　合計　　日

・用務先

物性研（柏）　　 物性研（つくば）　　 物性研（東海）

② 宿泊を必要とする申請者

月　　日～　　月　　日（泊　　日）　　月　　日～　　月　　日（泊　　日）

月　　日～　　月　　日（泊　　日）　　月　　日～　　月　　日（泊　　日）

月　　日～　　月　　日（泊　　日）　　月　　日～　　月　　日（泊　　日）

・用務先

物性研（柏）　　 物性研（つくば）　　 物性研（東海）

③ この共同利用の際、貴所属機関から、鉄道賃、日当、宿泊料が支給されますか。

される　　 されない

利用頻度： ① 新規　　② 過去5年間何回位申請していますか（回）

略歴（大学院学生は学歴を記入すること）

上記のとおり、申請者が貴研究所において研究に従事することを承諾します。

平成　　年　　月　　日

申請者の所属長　職・氏名

印

様式 4-1

短 期 研 究 会 申 請 書

平成 年 月 日

東京大学物性研究所長 殿

提案代表者

所 属

職 名

氏 名

(印)

連絡先 電 話 内線

F A X

e メールアドレス

下記のとおり短期研究会の開催を提案したいので申請します。

記

1 研究会の名称

2 提案理由

理由書は、400字以上600字まで（A4版横書き）とし、提案理由及び研究会内容がよくわかるように記載してください。

特に物性研で開催することの必要性や意義を明記してください。

3 開催期間

平成 年 月 日 ～ 平成 年 月 日 (日間)

開始時間 _____ :

4 参加予定者数 約 名

5 希望事項 (○で囲む)

予稿集 : 有 • 無 その他希望事項

公開 • 非公開

6 その他（代表者以外の提案者：所属機関・職名を記入のこと）

様式 4-2

7 旅費の支給を必要とする者

	氏名	所属	職名
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

様式 4-3

8 その他主要参加者

	氏名	所属	職名
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

※ 本様式をコピーして使用する場合は、A4版としてください。

外來研究員 共 同 研 究 実 施 報 告 書
施設利用 (短期集中型)

東京大学物性研究所長 殿

所 属

職 名

氏 名

㊞

下記のとおり貴研究所の施設を利用しましたので、報告します。

記

1 研究題目

2 利用期間 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日

3 利用研究室又は
実験室名 _____

4 共同研究者氏名及び所属・職名

氏 名	職 名	所 属	備 考

5 研究実施経過（利用機器、利用手段・方法、成果、約 1,000字（A4版横書き））

※ 物質合成・評価設備の共同利用の場合は、感想・要望も併せて記入してください。

6 成果の公表の方法（投稿予定の論文のタイトル、雑誌名など。短期集中型の場合は終了時のみ）

注 意

- (1) グループ研究の場合、代表者が記入のこと。
- (2) 各期終了後30日以内に提出すること。

※ 本様式をコピーして使用する場合は、A4版としてください。

外 来 研 究 員 施 設 利 用 実 施 報 告 書
留 学 研 究 員

東京大学物性研究所長 殿

所 属

職 名

氏 名

㊞

下記のとおり貴研究所の施設を利用しましたので、報告します。

記

1 研究題目

2 利用期間 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日

3 利用研究室又は
実験室名 _____

4 共同研究者氏名及び所属・職名

氏 名	職 名	所 属	備 考

5 研究実施経過（利用機器、利用手段・方法、成果、約400字（A4版横書き））

注 意

- (1) グループ研究の場合、代表者が記入のこと。
- (2) 各期終了後30日以内に提出すること。

※ 本様式をコピーして使用する場合は、A4版としてください。

様式 7

平成 年 月 日

放射線業務従事承認書

東京大学物性研究所長 殿

機関名

所在地

放射線取扱主任者名

㊞

所属機関代表者名

㊞

当機関は、「物性研究所の放射線施設を利用する外来研究員等の派遣についての了解事項」を承諾して、下記の者が貴研究所において放射線業務に従事することを承認しましたので、よろしくお願いします。

なお、下記の者については、当機関において放射線障害防止法、あるいは人事院規則(10-5)等の法規に基づいて放射線業務従事者として管理が行われていることを証明します。

記

氏名	年令	身分	所属学科・部課等	年現在の合計被曝線量当量(mSv)	過去1年間の被曝線量当量(mSv)
放射線業務従事期間			年 月 日から 年 月 日まで		
物性研究所利用施設					

(注) この承認書の有効期間は、年度末までです。

※ 本様式をコピーして使用する場合は、A4版としてください。

平成11年度外部資金の受入れ状況について

(平成11年4月1日～平成11年9月30日)

1. 奨学寄附金

(1) 500万円を超える奨学寄附金

該当なし

(2) 500万円以下の奨学寄附金

件 数	金 領額
11 件	12,600,000 円

2. 民間等との共同研究

研 究 題 目	相 手 方 機 関 名	共 同 研 究 絏 費		研 究 担 当 職 員
		相 手 方 負 担 分	本 学 負 担 分	
高ピークパルス発生技術の研究	三菱電機(株)	420,000 円	— 円	教 授 渡 部 俊太郎
蓄積リングの鉛直及び水平方向変移に関する研究	清水建設(株)	420,000 円	— 円	教 授 神 谷 幸 秀

3. 受 託 研 究

研 究 題 目	委 託 者	受 入 金 額	研 究 担 当 職 員
次世代エレクトロニクスのための物質科学シミュレーション	日本学術振興会	67,448,000 円	教 授 今 田 正 俊
第一原理量子論的アプローチと微視的シミュレーション サブテーマ：ナノ構造と表面・界面及び構造転移	日本学術振興会	23,101,000	助教授 常 行 真 司
微細構造におけるスピinn量子物性の開拓	科学技術振興事業団	6,000,000	教 授 家 泰 弘
低次元異常金属の開発	科学技術振興事業団	1,000,000	教 授 加倉井 和 久
マイクロ波による高温超伝導体の超伝導状態および渦糸状態の研究	科学技術振興事業団	1,500,000	助教授 松 田 祐 司 助 手 井 澤 公 一 助 手 長 谷 川 正
水熱合成法による新物質探索と電子顕微鏡観察	科学技術振興事業団	300,000	助教授 廣 井 善 二

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A

- No. 3498** Observation of the Wave-packet Oscillation During the Exciton Self-trapping Process in a Quasi-one-dimensional Halogen-bridged Pt Complex, by Shinichi Tomimoto, Shingo Saito, Tohru Suemoto, Koji Sakata, Jun Takeda and Susumu Kurita.
- No. 3499** Field-Induced Gap Formation in Yb_4As_3 , by Masaki Oshikawa, Kazuo Ueda, Hidekazu Aoki, Akira Ochiai and Masahumi Kohgi.
- No. 3500** Resonant Inelastic X-Ray Scattering at the L_3 Edge of Samarium, by J.-J. Gallet, J.-M. Mariot, L. Journel, C.F. Hague, A. Rogalev, H. Ogawara, A. Kotani and M. Sacchi.
- No. 3501** $K\beta$ Resonant X-Ray Emission Spectra in MnF_2 , by M. Taguchi, J.C. Parlebas, T. Uozumi, A. Kotani and C.-C. Kao.
- No. 3502** Diffusion of Single Long Polymers in Fixed and Low Density Matrix of Obstacles Confined to Two Dimensions, by Ryuzo Azuma and Hajime Takayama.
- No. 3503** Superconducting Network in Spatially Modulated Magnetic Field – Hofstadter-Type Problem in Checkerboard Field, by Suguru Ito, Masato Ando, Shingo Katsumoto and Yasuhiro Iye.
- No. 3504** Hofstadter Butterfly in Checkerboard Field, by Masato Ando, Suguru Ito, shigo Katsumoto and Yasuhiro Iye.
- No. 3505** Numerical Study of Transport in Carbon Nanotubes with Lattice Vacancy, Masatsura Igami, Takeshi Nakanishi and Tsuneya Ando.
- No. 3506** Effective-Mass Theory of Carbon Nanotubes with Vacancy, by Tsuneya Ando, Takeshi Nakanishi and Masatsura Igami.
- No. 3507** Direct Evidence for the Localized Single-Triplet Excitations and the Dispersive Multiple-Triplets Excitations in $SrCu_2(BO_3)_2$, by Hiroshi Kageyama, Masakazu Nishi, Naofumi Aso, Kenzo Onizuka, Tomoyuki Yoshihama, Katsuyuki Nukui, Katsuaki Kodama, Kazuhisa Kakurai and Yutaka Ueda.

No. 3508 *c*-Axis Superfluid Response and Quasiparticle Damping of Underdoped Bi:2212 and Bi:2201, by M.B. Gaifullin, Yuji Matsuda, N. Chikumoto, J. Shimoyama, K. Kishio and R. Yoshizaki.

編 集 後 記

物性研だよりの11月号をお届けいたします。

今月は、今年4月に物性研の中性子散乱研究施設から名古屋大学工学研究科に移られた松下裕秀先生に物性研在任中の感想を、また新物質科学研究部門の八木先生に最近の研究活動の様子を書いていただきました。

今年も余すところ少くなり、年が明けると物性研柏移転へ向けて引越し作業が本格的に始まります。皆様もどうぞ良いお年をお迎えください。

なお、次号の原稿締切りは12月10日です。

所属又は住所変更の場合等は事務部共同利用掛までご連絡願います。

瀧川 仁

今田 正俊

