

# 物性研だより

第32卷  
第5号  
1993年1月

## 目次

○ 第2回物性研究所将来計画討論会議事録	1
○ 「物性研究所将来計画」に対して寄せられた御意見について	
----- 竹内伸	19
物性研短期研究会報告	
○ 「物性研究における高エネルギー分光：新しい展開」	31
世話人 菅滋正、国府田隆夫、佐藤繁、藤森淳、	
柿崎明人	
物性研究所談話会	57
物性研ニュース	
○ 東京大学物性研究所 助手公募	59
○ 物性研究所創立35周年記念行事報告	61
○ 物性研究所創立35周年記念行事一般公開の際のアンケート調査の報告	65
○ 人事異動	72
○ テクニカル・レポート 新刊リスト	73
編集後記	

東京大学物性研究所

ISSN 0385-9843

## 第2回物性研究所将来計画討論会議事録

日 時：平成4年9月29日（火）9：30～17：00

場 所：物性研究所 Q棟講義室

出席者：伊達，長岡，小松原，川村，川路，張，国府田，佐藤（武），櫛田，菅，興地，児玉，寿栄松，吉森，秋光，藤田，斯波，天谷，遠藤，小川，巨海，目片，石黒，塚田，永井，岡部，川畑，小林（俊），高山，仁田，佐藤（繁），近，山田（鉄），木原，福山

竹内，安岡，村田，小谷，三浦，藤井，松岡，毛利，石井，柿崎，吉沢，河野，上田，甲元，石本，八木，家，安藤，黒田，小森，久保田，今田，常行，末元，石川，渡部，寺倉，神谷，田中，加藤

### ■竹内所長より挨拶および本討論会開催の経緯説明

### ■安岡将来計画委員長より将来計画中間報告の説明

### ■将来計画外部委員の意見

#### ○伊達委員：

- ・外部委員としての意見は一部「物性研だより」に（筆を抑えて）書いたので参考にして欲しい。（「物性研だより」平成4年7月号19ページ）
- ・重大な転機に来ているが、内部からの発想だけではどうしても自己弁護になりがちであり、計画は実際そのようになっている。将来計画のとりまとめが、ここまで来るとは正直言って思っていなかったが、ハッパをかければそれなりの効果があるようなので、もう一つハッパをかけようと思う。
- ・今回の物性研中間報告については、外部委員は字句の修正を加えていないし、加えるチャンスもなかった。従って中間報告の文責は物性研側にある。しかしながら、物性研の将来計画は物性グループ全体の問題であり外部からの変更機能が作用して初めて健全な計画と言える。その意味で、今後物研連等でも検討して行きたいと考えている。

以下に幾つかの問題点を指摘し、今後の議論のタイム・スケジュールを提案したい。

#### 共同利用研としての器量について：

次の3点が重要な要素であると考える。

1. 中枢性：物性研究の中核として適当であるかどうか？日本を中心たりうるか？

政策（物性研究の全体を見渡したポリシー）を持つべきである。

情報（物性情報・物質情報・装置情報）の中核であるべき。

2. 相補性：物性研究全体における物性研の位置づけとその補完の展望。

3. 再生性：組織、人の問題を含めた自己再生機能をもちうるか？

#### 今後の予定について（資料－1）

##### ◎物性研側

全体像－今後大きく変わることはないであろう。

人員配置、予算、要求順位、年次計画について具体案を創る必要有り。

##### ◎物研連側

要求順位、年次計画が出そろってから公式討議になるので、出来れば年内に出して欲しい。

「国分寺計画」に関連して大型計画の放射光・パルス中性子や物質作成（高温超伝導物質、アクチナイト化合物、人工格子等）の問題を全国レベルで考えて行く。（ただし、物性研の所員は知能指数が高すぎるので物質開発はダメであったし、今後もダメだろう。）

##### ○川村委員：

- ・私の物性研に対する立場を一言で言えば「英雄待望」に似たものを物性研に期待しているということである。
- ・移転先として物性研が関東地方にある必要はない（否定されることは百も承知）。更に、東大附置研でよいのか？本気で考える時期ではないか。
- ・大学院問題：物性研の所員は学生の教育で足を引っ張られるより、優秀なポスドクを相手に研究に専念するほうがよい。
- ・外部からの意見に対してどのように考えるのかが聞こえてこないのが不満である。
- ・いずれ計画の各項目の優先順位が問題になるだろう。センター群について、SORと理論は順位を一番下にすべきである。その理由として、SORは予算規模およびその他の問題があり、また理論家は物性研の外から物性研に協力できるし、またその性格上物性研でなくても仕事ができる。

##### ○小松原委員：

- ・共同利用研のユーザーとしての立場から、物性研は最先端の物性研究ができる共同利用研究所であり、かつ日本全体の物性研究に関する研究施設・人事配置等で指導的立場の維持をお願いしたい。
- ・研究施設に関しては30年経過して全国的に平均化され、同時に物性研の附置研的要素が強くなってきており、将来計画でそれが助長されては困る。
- ・人事の問題などに関しても、物性研究者の人員配置を全国的視野のもとで考えては如何か。

- ・移転を契機に発展の可能性として直轄研が理想であるが、現実には不可能であると思われ、従来の附置研の立場を維持しつつ発展するという方向がよい。
- ・研究体制の再編成  
日本全体として物性研究の将来に関して議論する風土がない。人事交流も含めて研究体制の再編成を考える時期ではないか。
- ・共同利用体制については、施設利用（例えばヘリウムが自由に使えればよい）、共同研究及びプロジェクト研究の推進をバランス良く行なう。
- ・若手研究者の育成に関しては、最先端の研究所として学部と同じ様な大学院生の教育はやるべきでない。しかしながら、ポスドク制度がそんなに現実的でない事も事実で、多くの場合出身研究室でポスドクになるので、再教育としての機能は全く果たしていない。物性研のような場合は、現在の任期つき助手のポストを流用して、ポスドクを採用して学部ではやっていないような高度な研究教育をする事も考える必要がある。
- ・「国分寺」構想との関連で、これが実現された場合でも「国分寺」そのものに自閉症化の懸念がある。研究は個人的興味発想から出発するもので、殻に閉じ込まる傾向があり、かつ出やすい成果にとらわれる。したがって物質探索の様な長期にわたる研究への取り組みや論文効率の悪い分野のサポートについては物性研の計画でも十分検討されるべきである。
- ・物性研は「共同研究」できる研究所であって欲しい、並の実験施設は転出利用して物性研でなければ出来ない研究施設を持った「先端研究所」であって欲しい。（尚、将来計画委員会に参加しての意見は、物性研だより平成4年9月号7ページに掲載されている。）

--質疑応答--

- 甲 元：「国分寺」の定義がよく判らないので説明して欲しい。
- 伊 達：以前の「物性研だより」に詳しく書いてあるのでそれを見て欲しい。要するに富士山型ではなく八ヶ岳型にしようという発想である。複数のピークをつくり物性研究を多角的に行なうことを意味している。
- 甲 元：具体的にどの研究機関がそうなのか？ 全国に何ヶ所くらいあるのか。
- 伊 達：まだ具体的には決まっていない。
- 甲 元：そのような曖昧なものを持ち出して物性研の将来計画と対比されて困る。
- 甲 元：川村先生に質問ですが、理論を最低ランクにもってくるのはなぜか？
- 川 村：スクラップ・アンド・ビルトのスクラップを悪い意味にとられるのは本意ではない。
- 甲 元：理論なしで物性研が成り立つと思うか？
- 川 村：客観にするか実験にくっつけてもよい。数理科学的なものはなくてもよいであろう。
- 甲 元：「自閉症」という言葉の定義は何か？

伊 達：物性研が外との融合がとれていないという意味で、物性研設立当初からその傾向は変わっていない。

国府田：第1世代は網羅主義、第2世代は重点主義および技術開発。それに対して第3世代はまた少し違った重点主義と思われる。それに続くキーワードとして能動的プロジェクト主義と言ふことか？

安 岡：総合研究所というのも他のキーワードとして考えている。

国府田：第2世代でも能動的プロジェクト的要素が必要であったと思うが、その点がこれまで欠けていたように思う。

秋 光：小松原氏に質問であるが、物質探索のような論文効率の悪い仕事を物性研でやれというとか？

小松原：あまり目先のことになるとやられない研究は物性研に限られないが、どこかでやる必要がある。

目 片：将来計画はよくまとまっていると思うが、国立大学で閉じているような感じもする。最近ではフーラレンでのN E Cの仕事とか、メソスコッピックでの企業研究所とかで、民間のレベルが非常に高い。今の計画は文部省の枠を出ていないように見受けられる。例えば、短期間の客員などを活用してもう少し大きく開かれたものにすることも考えてよいのではないか？

安 岡：現在のところは附置研という枠組みで考えているので必ずしも充分でないかも知れないが、できる範囲で取り入れて行きたい。

伊 達：最近は文部省でも民間との交流に積極的である。

石 黒：すべてのことを評価に晒すというのは、生きた研究所にするという主旨からは、ある意味で危険である。ヒット（短打）狙いになる恐れがある。ホームラン（長打）を狙うには三振もするであろうから、評価に晒す部分と懐を深くする部分と分けてもよい。

張 一：国分寺構想との関連で質問したい。附置研の立場を捨てないで計画を立てているので、国分寺構想を実現するという視点は欠けているのではないか。国分寺構想を実現するための方策は、この計画に一切含まれていないように思われる。

安 岡：国分寺構想は構想されて以来、現実にはあまり進んでいない。今回の計画は国分寺構想の先導をしようという意味合いもある。従って、国分寺構想と整合するように物性研の将来計画を位置づけてほしい。

伊 達：われわれもそのように了解している。物性研には、有力な国分寺、できれば総国分寺になってほしい。

木 原：物性研から予算も付けて外に出す形の共同利用があってもよいのではないか。その点はどう考えているか。

安 岡：能動的プロジェクトというなかにはそのような発想も当然ある。例えば、超ウラン元素の

取扱などは大洗の施設でなければできないので、それに向っての研究計画の提案が物性研からあってもよい。

八木：すべてを評価に晒すのは危険であるとの指摘があったが、評価から逃れるところがあるのはやはり危険である。評価があるためにホームランが狙えないということでは、評価の仕方が悪いということになる。

高山：評価および企画に外部のコミットメントが必要であるがそのような場を設ける必要がある。

小松原先生が指摘されたような各センターにロビーのようなものがよいのかもしれない。

安岡：各センターに研究計画委員会というものを設けてそれがある程度ロビー的な機能を果たすものと考える。

### ■村田所員より極限物性部門の研究成果について報告

(資料－2：極限物性研究計画成果報告書 平成4年9月)

#### ――質疑応答――

佐藤繁：技術開発の成果をどのようにリポートして、どのように内部・外部で評価してきたか？

村田：表面物性についていと、スタティックなものがだいたい判ってきたのでダイナミックなものに進展しつつある。特にレーザー部門との共同研究で多くの成果を上げてきてている。施設利用には馴染まないので客員やポスドクなどのポストを活用して、共同研究を進めて国際的にも高く評価されていいる。

佐藤繁：もう少し前のことでの装置開発についてはどうか？

村田：われわれが開発した装置で観測するまではどこでも見られなかった。

国府田：第2期の重点で装置開発を選んだのは正しい選択であったと思うが、ただ一つ問題があつたと思う。物性研だよりの1982年9月号（創立25周年特集）に田沼靜一先生が書いておられるが、物性物理は玄人の学問であり、精密化が進むほど専門化してまわりの人にはわかりにくくなる。今回の将来計画においても精密化が進む一方、新しい発想の研究の芽が育ちにくい環境になりはしないかと懸念される。

村田：また表面物性を例にとると、表面に専念した研究所という意味では例えばフリッツハーバー研究所などがある。物性研の中の表面物性ということで特色が出せると思う。

伊達：極限物性分野全体を通じて賞はどのくらいもらっているか？ 客観評価のひとつの目安としての質問である。

村田：私が化学会の学術賞。渡部所員が服部賞。

寿栄松：外部との共同研究という意味でどのくらい成果が挙がっているか？ 又外部の研究者が主体になった研究成果はどの位あるか。

村 田：超低温では信貴先生との共同研究による成果が大きい。

三 浦：強磁場では客員の天谷先生や本河先生のご協力を頂いた。非破壊磁場では多くの共同研究が進んでいる。

松 岡：レーザーについては色々な時期に新しく開発されたレーザーを利用した共同研究が多数ある。

村 田：表面については所内で積極的な共同研究を進めている他、例えば、レーザー誘起脱離については都立大の阿知波先生との共同研究がなされている。

寿栄松：設備の立ち上げに関して、外部との共同研究という視点を忘れずに考えて欲しい。

村 田：共同利用を行うには、地理的な環境も重要である。新しいキャンパスに移転した場合は共同利用が十分できるスペースの確保も重要と考えている。

櫛 田：X線レーザーについては強力なコンペティターである阪大のレーザー核融合研究センターがあり、あちらは大勢の研究者で強力に推進しているわけであるが、それとの比較における評価はどうか？

松 岡：X線レーザーの初期に研究を開始して、先鞭をつけたことの意味は大きいと思う。阪大には核融合という目的があり、物性研とは直接コンピートしていない。

#### 研究センターに関する意見と討論

##### ■新物質科学研究センター（秋光）

物性研が物質科学を中心とした研究所であることには大賛成であるが、物性研の将来計画に対して意見を述べる場合、次の2点を私の立場とする。

(1) 物質科学のCenter of Excellenceとしての物性研であってほしい。

これは、物質科学が物理の王道（の一つ？）であるという認識に基づいている。

(2) 共同利用研としての立場。

どこで新しい物質、物理が発見されるかわからない。従って共同利用研としてそれ等を何時でも取り上げ、物性の多様性に目をつけて新しい物理を開拓出来る体制をとって行くべきである。

##### 【計画に対する要望】

1) 新物質の探索：真の意味での物質探索は物性研では無理と思われる所以、例えば無機物質の場合は客員部門を充実して、外部の研究者との交流を良くし、情報の中心であると同時に纏め役になって欲しい。有機物質に関しては、外部研究者も少なく物性研でもおおいに進めるべきである。

2) 精密な物性の解明。

3) 物質の合成－高品質試料の合成、単結晶の作成。

2), 3)についてはすでに計画に盛り込まれており、かつ従来行なってきたことである。

#### 4) 「新物質評価施設」の設立。

非常に良い計画であり是非実現して欲しい。しかしながら、ここで出されている装置群はいかにも総花的で、どれを取っても大変な人員と資金が必要となるものが並んでいる。物性研として何を重点的に考えるかというphilosophyをもって順位を付けて欲しい。今のように思いつく装置をズラッと並べているのでは、若い女性の結婚相手の希望と同じである。

#### ■量子物性研究センター（川路）

- ・まず初めに言いたいことは、量子物性の研究は物性研でしかも共同利用を通して始まったという認識である。今回の計画の要点は次のように理解している。
- ・計画の狙い：極微細系の物性。
- ・物性研の利点：極限環境下の測定技術・実験技術、理論の強力なサポートが期待できる。
- ・装置設備計画：MBEを主体とする超薄膜成長装置、微細加工装置、大型クリーンルーム。
- ・人 員：2研究室+寄付講座。

#### 【この計画に対するコメント】

- ・今からでは手遅れではないかという声もあるが、遅れてもよいからやるべきである。ただし、物性研としてやる特色を出す必要がある。
- 物性研らしい、物性研でなければ出来ない研究センターであるならば、
- 1) 期待すること。
    - a) 共同利用研として全国の物性研究者に試料を提供すること。日本のFoxonが必要である。極端なことをいえば、物性研が試料センターとなって、自分のところでできない試料でも、研究グループ間のコミュニケーションを媒介する場となってほしい。
    - b) 企業などの最高技術を導入するセンターである。
  - 2) 物性研としてなすべきこと。

スタッフの充実はもとより、結晶科学者にサービスをするテクニシャンを育てる必要がある。

研究者のポストを削ってでもテクニシャンの充実を期待したい。イギリスのシェフィールドの施設の例でいうと、いわゆる研究者よりもテクニシャンの方が多い。

#### 3) そこで、人員は今の計画程度で充分なのか？

- ・量子物性はやるのならば人員・予算ともにもっと大規模にやる必要があるのではないか？
- ・モビリティ 100万で満足していてはダメだ。どんどん高いモビリティのものを作つて行かなくては新しい物理は生まれない。

#### ■表面・界面研究センター（塙田）

- ・物性研の今までの成果を踏まえてよくまとった計画であると思う。

- ・境界領域としての「表面・界面」と言う観点からすると今後、表面原子制御や单一電子制御が重要な研究分野になって来ると思われる。特に「表面構造－表面電子状態」、「表面電子過程・光学過程」、「表面原子過程・化学過程」の研究分野はお互いに相互作用しながら発展し、「表面制御（原子制御・電子制御）」の問題へ発展して行くものである。
- ・本研究計画は表面・界面の分野で広く網を広げたという感はあるが、取り上げられた個々の問題は表面科学の現状からみてリーズナブルである。しかし、表面研究の多様性は真に独創的な研究を芽生えさせる温床である。常に広い視野と積極的な展望を持ち、我が国の表面物理分野の有機的発展の触媒となって欲しい。

#### 【この計画に対する具体的要望】

- ・一部実験施設の共同利用。
- ・表面物理コミュニティの活性化の拠点としての役割。
- ・協力研究・共同研究の積極的推進の方策として、課題研究の公募をして、研究企画委員会等で採択を議論する。
- ・表面研究では実験と理論（計算物理）との密接な関係が必須であり、その様な場を物性研が提供する。

#### ■多重極限研究センター（天谷）

過去に、物性研において共同利用研究者として、或は、客員として滞在したことがあり、又、阪大においては極限センターを併任し、更に研究室において小規模多重極限下の物性研究をスタートさせている者としての経験をふまえて、今後の物性研の研究センター計画、とりわけ多重極限に関し、いささかコメントさせていただく。

最初に、多重極限センターの具体的内容がよく分からない。計画書によればセンターコアとして多重極限を設置し、従来の単一極限としての超低温、超強磁場、超高圧は夫々施設として多重極限をサポートし、一方で従来路線はこれを継承し、独自研究、先端開発を推進するという事になっている様だ。よく判らないというか不安なのは、センターコアが強力なコアとして機能し得るだけの「人とモノ」を集め事が出来るのだろうかという点である。それが出来なければ、単なる極限の寄せ集めに過ぎないというのは言い過ぎであろうか？しかし、せんじつめれば「人」に尽きる、と云ってしまってはコメントにならないので、「人」の問題はおくとして、さて何が云えるか考えてみる。その資料として大学の一研究室レベルの多重極限はどのあたりか、我々の場合について紹介する。

現状は、<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He希釈冷凍機を用いて、60万気圧まで達成したダイアモンドアンビルセルを60mKまで冷却し、このシステムをそのまま14.5Tの定常強磁場に入れて、電気抵抗の測定が可能である。超高圧下 S Q U I D 磁束計による磁化測定にも成功しているが、更に強磁場用交流磁化率測定につ

なぐ計画である。一方、液体He等の寒剤封じ込めによる静水圧下の実験の見通しも立ったところで、「超高压」を実験の一部に取り入れて3年にしてはマアマアのレベルと自賛している。

以上は研究室として達成できる多重極限の上限であり、物性研の研究センターとしては当然この上を達成目標としなければならないであろう。しかし、問題は、今すぐにでも、或は既に、我々の研究室レベルの多重極限の環境と測定装置は共同利用に供されていてしかるべきだと思われる点にある。

研究センター計画がスタートし、多重極限装置から最初のデータが出せる日まで、何年も待つ訳にはいかないというのが、多くの利用者の思いではないであろうか。物性研の、現極限部門の人達の密接な横の連携があれば、研究センター計画発足を待つ事なく、かなりの2重／3重極限下の物性実験が可能と思われる。そしてまさに、その協力関係から必然的にセンターコア構想が生まれるのであって、それを支援する環境はその時点で既にその基盤を確立しているというものでなければならないと考える。人を連れてくればシステムが機能すると期待するだけでは、安直なボス待望論に落ち着きかねない。

物性研内で、「多重極限領域で何をどこまでやるのか」とか、「単一極限間の協力、多重極限へのフィードバック」等については既に十分議論のことと思うし、又既に準備的（協力的）研究も始まっていて、私のコメントが杞憂であるというのであれば幸いである。唯、従来、所内の極限間の横の結びつきが必ずしも密でないという印象をもっていたのでここに苦言を呈した。センター構想は全般的にみてよく出来ていると思う。願わくば、仏を作つて（作れたらの話しですが）作りっぱなしにならないことを期待したい。

### ■量子分光研究センター（櫛田）

この計画は、（A）これまでの固体レーザーをベースとするX線レーザーの研究を発展させた軟X線領域のレーザー、分光、物性の研究、（B）これまでのエキシマーレーザーを中心とする研究を発展させた高出力超短パルスレーザーの開発とその固体との相互作用の研究、（C）これまでの量子光学やレーザー分光の研究を発展させたコヒーレント分光計測と固体のレーザー分光の研究、の三つを柱とする量子分光研究センターと、実用的なX線レーザーの建設とコヒーレントX線と物質との相互作用を研究するX線レーザー研究施設、ならびにレーザーと粒子ビームの相互作用に基づく新しい光源の開発を目指す新光源開発施設を作るという案で、大変良く出来ていると思う。しかし、物性研や共同利用といった観点から見ると、いくつかの問題点が指摘される。

まず第一に、短波長レーザー技術の開発という問題に偏り過ぎているように思われる。これに比べて（C）の計画は陳腐であり、自閉症的ではないか。光の問題では量子論の根幹とも関わる基礎物理の実験がいろいろできると思われるし、凝縮系中の単一の原子や分子の分光、真空電磁場の制御などなど多くの面白い分野がある。物性の他の分野にも目を向ければ、光ピンセットによる格子

欠陥や表面の制御といった光による物質制御、光STM、光励起による超伝導、またコヒーレント高周波フォノンの発生とその物質との相互作用、さらにはスクイージングなどによる非古典的な格子振動といった Quantum Optics に代わる Quantum Acoustics をレーザーを使って拓くなど、夢のあるテーマがいろいろ考えられるのではないか。

大型のX線レーザー開発や、その延長上にある新光源開発のプロジェクトについては、かなりの困難が予想されるように思われる。物性研として、この困難に立ち向かってそのような方向に進めよう計画を立てておられるのに、反対するつもりはないが、個人的な考えでは、このような多くの人手と資金を必要とする計画は、少数精銳でピークを出そうという物性研の行き方や共同利用研の立場とはなじまないように思う。X線レーザーや新光源の開発は、物性研究以外にも多くの応用が期待されるので、むしろ物性研から切り離して、共同利用研ではなく、国の研究所ないしは工学部と密接に関係した附置研究所などを作つて進める方が、人員配置のことなども考え、ずっと投資効率があがるように思われる。今回の物性研の将来計画全体についても、こんなにたくさんの研究センターをすべて物性研に集めることが果してよいことなのかどうか大いに疑問を感じる。東京一極集中が色々の面で日本の発展のさまたげとなっている今日、なぜ物性研究の巨大施設を一箇所に集中しなければならないのか。

共同利用という立場から言えば、量子分光・レーザー分光の分野で最も求められているのは、おそらく Coherent Photon Factory を物性研ないしは全国のいくつかの拠点に作つてのことではないであろうか。これは、いろいろのレーザーや非線形光学デバイスを組み合わせて、真空紫外から赤外にわたる波長領域のコヒーレントな光源を作り、共同利用に供しようというものである。まずは作りやすい波長領域で必要度の高い光源や分光装置を揃えるが、特殊な波長領域のコヒーレント光を必要とする実験、微細な波長走査を必要とする実験、時間幅の狭い光パルスを必要とする実験など、様々な要求があるであろう。それらは必要に応じて逐次開発するなり、揃えるなりして行く。物性研はその管理、維持、運営にあたり、自らもユーザーともなり、光源や測定装置の開発を行いもする。その点はS ORの場合などと同じである。共同利用は公募し、審査の上、マシンタイムを割り当てる。新しく開発が必要な波長領域などは、必要とするユーザーが物性研から費用を出してもらい、自ら開発して利用し、その後で共同利用研に供するというシステムにすれば、さほど物性研側の負担にはならないであろう。ごく普通のレーザーは、かなり各研究室で持つことが出来るようになったが、波長領域や性能が限られている。更に各研究室でいろいろのレーザーを持ったり、開発したりするのは維持費もかさむし、無駄な点が多い。このような Coherent Photon Factory ができれば、全国の共同利用を大いに活性化すると思われるし、光の世紀と言われる21世紀に向けて新物質の開発の面でも大きな刺激となるのではないだろうか。

- ・先達ての物性研短期研究会「物性科学の将来－物性物理とその隣接分野－」でも議論されたように、現在の境界領域としては、化学、電子工学や天体物理学・生物物理学・地球物理学等広い分野が考えられている。しかしながら、境界領域は、そこに何かを付け加えると言うのではなく、物性物理の一部であるという認識を持つ必要がある。その意味で、物性研内部と外部との間で、物性物理あるいは物性科学全般についての現状認識にミスフィットがあるのではないか？ 各センター間の予算や人員配分も、量子物性や量子分光を減らしても、境界領域を充実すべきである。物性研将来計画一般についても以下のような印象を持っている。
- ・設立当初のキャッチアップしなければという切迫感がなくなった。しかし、それに代わるべき目的意識や将来像がはっきりしない。
- ・巨大科学の方が予算が通り易いという傾向のために、物性研でさえ将来計画と言えば巨大科学、亜巨大科学を並べることになってしまふ。こういう計画の致命的な難点は創造性に欠け、想像力に乏しく、科学の根本を養う夢が見えてこないことである。（久保亮五：巨大科学と零細科学、日本物理学会誌；47（1992）657よりの引用）。
- ・研究センターのすべてが境界領域としての性格をもっている。その認識に立つと、境界領域研究センターでは何をやればよいのか？
- ・センター＝センタン（先端）ではなく、地域社会（全国の物性研究者のコミュニティ）と密接な関係を持つ町づくりのためのセンターであって欲しい。
- ・ピーク主義からの脱却をめざすべき：国際的な研究競争の場を意識した、新記録達成、金メダル獲得のための「極限物性」は、いまや時代遅れであり、健全な共同利用体制のためには、むしろ有害であるように思われる。適当な余裕を持って横断的、協力的な研究を行なって欲しい。
- ・学際的物性科学の中心に：「中心」には超高層ビル的「マンモス化センター」は不要である。「装置センター」ではなく「学際的研究者の中心（広場）」で、しかも発信能力（波及効果の大きい‘仮説’を創り出す能力）の高い研究所になって欲しい。

### ■物性理論研究センター（興地）

物性研の理論グループの方々が：

- 1) 実験家の方々と強くcoupleして仕事を進めていくこと、
- 2) 従って、物性理論研究センターに属しているだけではなく、正式メンバーとして、他の研究所内の研究センターに必ず属すること、
- 3) さらに、個人の判断で外部から人を招聘する事ができる公的資金を持つこと、を希望する。

以上が私の意見の骨子である。特に3番目は重要事項で、理論家は discussion を通じて研究を進めて行くことが非常に大切であるとの考え方から、若い理論家・実験家も含めて外部の人を招聘し、discussion の機会をもつことが容易に出来るようすべきだと提案である。額にもよるが、現在

の system のままでもある程度実現可能であると思う。しかし、この事のより良い形での実現の為には、抜本的な system の変更も考えるべきである。要するに、レベルの高い物性物理の理論家グループで物性理論研究センターを構成することが必要である、との立場からの意見。その他一般的な事柄として、

- ・物性グループがもっと具体的な提案をして、そのなかで物性研がどのような役割を果たすかという議論ができればよかったと思う。
- ・理論で研究センターを作るのも結構であるが、同時に各実験の研究センターにも参画して発言できるようにするとよい。つまり、実験の人と共著の論文が書けるような協力の体制が物性研の理論には必要である。
- ・計算物理に関して、スーパーコンピュータは遅きに失したくらいであるから、是非とも推進すべきである。

==質疑応答==

石 黒：新物質を探索するよりも、質の高い一つの物質を徹底的に究明する方針もあるのではない  
か。通常の物質評価装置については、物性研集中ではなく各地域に評価施設があることが  
望ましい。

安 岡：評価施設に関して、もの作りは個人プレーという要素が強いのでなかなか施設として組み  
込めない性格がある。その反面、評価の方は体制を整えることにより機能する面があるので、  
将来計画に載せてある。

小松原：もの作りの人にとって、評価は重要であるが常にフィードバックするものなので、評価だけ  
整備しても片手落ちになる。一極集中よりも国分寺的な体制がよい。

伊 達：技官問題は深刻であるので位置づけを議論して欲しい。

　　外国でサポートィングスタッフ（技官+事務官）の数は日本よりもはるかに少ない。

加 藤：物質開発において、物理と化学は車の両輪の如き関係にあり、互いにその考え方や立場を  
理解し尊重しなければならない。従来の物質開発に関する意見の多くは物理の立場だけに基  
づいた視野の狭いものである。もの作りをしている化学の分野では、ただ単純に既知物  
質の良質の結晶を作っているだけでは評価されないし、私自身も良質の結晶を作った事だけ  
を評価されても嬉しくない。それは化学という学問の性格によるものである。もう少し  
広い立場から、もの作りの体制を考えてもらいたい。

小松原：賛成である。アクチナイト研究を進める上で同じ問題があった。

　　試料を作った人が評価される素地を育成する必要がある。

田 中：表面・界面に関して塙田先生が指摘されていたことに賛成である。ややもするときれいな  
ことばかり狙う傾向があるが、もう少し広く考えることは重要である。

川 路：量子物性はやるのならば人員・予算ともにもっと大規模にやる必要があるのではないか？

国府田：能動的プロジェクトと言うよりも、むしろ誘導的プロジェクト、すなわち外からも中からも自由な提案ができるような風土をつくって欲しい。

遠 藤：極限の技術を少し持ち込むだけで研究の広がりができる。

毛 利：多重極限を考えたときには、第2世代では各極限での技術開発が至上命令であった。その成果をもとに計画が立てられている。即ち圧力、磁場、低温の多重極限状態には新しい研究分野があり、新しい物理が期待できる。その点に関しては天谷さんが一番知っていると思う。もう少し裾野を広げて行こうということである。

天 谷：誤解があるので補足したい。1研究室でできる多重極限の限界を述べて、それ以上のことやつていただきたいと述べたつもりである。多重極限がそれぞれの単一極限と同程度の共同利用施設を設けるのか、人員配置はどうかなど、よくわからない。

巨 海：地方大学で多重極限を追っているものとしてコメントしたい。多重極限は例えば抵抗だけでなく、磁気抵抗も一緒に測れるなど研究の効率が非常に上がる。物性研でやるからには、他にない性能のものを作りたい。物性研は人事交流および情報交換の中心として機能する側面があると思う。特に人事交流に関して、地方大学にも物性研出身者が来て根を張るように強く要望したい。

甲 元：計算物性について、計算機のダウンサイジングが進んで情勢が一変した。5年後にはスーパーコンピュータの位置づけが変わると思われる所以、先を読んで計画を立ててもらいたい。

寺 倉：おっしゃるとおりでそのように考えている。

高 山：重点領域で計算物理が走っているが、一つの大型計算機の半分くらいのCPUタイムをわれわれの重点領域が使っていることになる。ワークステーションは普及しても、特殊な先端的な計算にはスーパーコンピュータが必要であり続けると思われる所以、計算物理研究施設はぜひとも必要である。

村 田：甲元さんはスーパーコンピュータは要らないと言わたが、実験屋の立場からいふと、強力なシミュレーションの手法が開発されて欲しい。

### 大型研究計画に対する意見と討論

#### SOR分光研究センター（菅）

物性研の高輝度中型リング計画（SOR分光研究センター計画）に対して、以下のような問題点を検討する必要がある。

##### 1) 国内のneeds

我が国で現在提案されている全国共同利用の高輝度中型光源と地域共同利用の汎用中型光源計画に対しては、放射光学会“中型放射光施設建設設計画に関する中間報告”でガイドラインが示されている。

2) 国際的状況

真空紫外物理国際会議、その他国際会議から見た今後の動向。何が期待されるか？

韓国、台湾、アメリカ5、ヨーロッパ6の計画との関係。

3) 計画推進体制

外部研究者との関係：計画時、設計段階、及び建設時。建設時の教育と研究の問題。

4) 現在の物性研SOR-RINGのactivityをどうするか？

高エネルギー研PF（将来計画としてのトリスタンリングの放射光利用）、分子研UVSORあるいは科技厅SPRING-8との関係で高輝度中型リングへの全国の利用者の期待がある。

- ・現状では光電子分光のエネルギー分解能(70meV)は外国に遅れをとっている。チューナブルアンジュレータ、2次元測定など我が国が開発に成功した技術を新計画では有機的に駆使し、スピニ偏極光電子分光などの外国での進展に取り残されつつある分野での遅れを取り戻す必要がある。
- ・SPRING-8 科技厅と文部省の間の共同利用に対する考え方の違い。
- ・岡崎のUVSORは中輝度である。PFの共同利用と比較すると旅費の制約が大きい。
- ・物性研SOR-RINGの入射器である東大原子核研究所INS-ESは大故障が起きた場合にはシャットダウンされる可能性が高い。その際にはSOR-RINGのactivityは零となる。
- ・外部関係者との関係において以下のような問題点を検討しておく必要がある。考えられる物性研スタッフだけで20本以上のビームラインを建設、維持管理することは困難。そこで、設計、建設、維持協力等外部研究者集団との相互信頼有効協力が必要。

計画時：目標とする研究、導入すべき装置等、概算要求の骨子について広く外部研究者の意見を聞き計画を進める事が重要。

設計段階：共通要素については規格化し外注。

分光器については全国の利用研究者のほかISSP、PF、UVSORの専門家を含む分光器ワーキンググループ(WG)を組織しray trace等はメーカーに実行させWGで設計を詰める。

個々の実験装置についてはISSPスタッフ(他部門を含む)と外部研究者からなるサブグループ(SG)をそれぞれ作り設計を進める。

建設時あるいは調整立ち上げ時：各SGの外部研究者が中長期に渡ってISSPに滞在しスタッフと一緒にになって責任を分担し定常運転にまで持っていく事が期待される。

特にISSP以外の大学院生の実地教育とhardwareの分かる若手研究者としての養成にとってまたとない機会。

I S S Pに滞在して建設協力している院生（たぶん半年とか1年とかの期間に渡るケースもあるう）が東大or I S S Pで講義を聞き単位がとれるようなシステムにならないか？これらのためにには共同利用宿舎の充実が望まれる。

I S S P内部では建設時の内部大学院生教育と研究の問題をどう考えるか？

### ■中性子散乱研究センター（遠藤）

物性研が関わってきた、東海村の原研2号炉を利用する中性子散乱共同利用は非常に多くの問題を抱えてきた。私はそのことを4S問題、すなわち Service, Sprit, Sence and Site（中性子回折の本拠が六本木にあること）として指摘しておいた。現時点ではsite問題がほぼ解決に向かっていることで、この機会に全てのSの課題を片付けていただけるものと期待している。

現在中性子ビームを使う研究が抱える課題は、いわば物性物理全体が共通に持つ問題も多いが、その上に中性子ビームを出すところで数百億が必要な大型予算を必要とし、しかも本来中性子は多くの研究分野を網羅するのに特に日本では物性物理分野にその活動が限られているにもかかわらず物性物理における中性子研究の評価が低いと言うことである。これには物性研の中性子回折の自閉症的側面と中性子散乱が輸入物理と今でも見なされている点が大きいと思われる。

これら数々の問題を反省すると、中性子研究全体の健全な発展には、将来的には物性研と離れた別組織の「中性子研究センター」が日本の中性子研究を運営する方が良い。私自身は、日本の独自性を重視することから、まだ世界中には存在しないパルス中性子源（高工研）と定常中性子源（原研）とを区別なく使える共同利用機関を創るのが最も望ましいと主張している。将来計画として、大型ハドロン計画で策定されている大強度スパレーションパルス計画、ANS（アメリカ）計画への参加を考慮した原子炉の将来計画があるが、将来20年位先を見通して、順序をつけて段階的ステップで理想像に近づくために、現在足固めをする事が大切である。その第一歩として、物性研が中性子散乱施設を東海村に創設される運びであることは非常に喜ばしく、関係者一同感謝に耐えません。

ついでに、将来の物性研の中性子研究の関わりは、PRT(Participating Research Team)方式で参加し、物性研独自の研究が実施できる環境づくりをして頂きたい。

### ==質疑討論==

#### ○高輝度光源計画について

秋 光：S O R計画はある意味で突出した計画であるが物性研内部では合意はできているのか？

安 岡：もちろんできている。そうでなければ将来計画には載せない。

石 井：放射光の分野では大型と中型の高輝度リングが世界の各地で走り出している。中型計画は、世界的動向として先進国にひとつ設置する方向で動いているが、その中で日本は立ち遅れ

ている。

○中性子散乱将来計画について

藤 井：IMT（Instrument and Maintenance Team）－物性研所属の装置の設計・維持管理のサービスをするかわりにマシンタイムは優先的に使える。PRT（Participating Research Team）－自前の装置を設置してマシンタイムの50－60%程度を専有するが残りは一般に解放する。

秋 光：共同利用について物性研に一元化しようという動きがあるが、PRTについてもそうか？

藤 井：申請の窓口を一本化しようということである。

小 谷：中間報告の内容を書き換える必要があるか？

藤 井：中間報告は10年程度のスケールを想定して書いてあるので書き換える必要はない。今後5－10年パルスに関しては高エネ研にイニシアチブを取ってもらい、原子炉に関しては物性研が共同利用の責任を取る。

全体計画についての討論

○共同利用、共同研究について

安 岡：全国共同利用研としての「共同利用」の今後のあり方、特に、特殊装置や大型施設を利用する場合を除いて単なる施設利用的なものを縮小して行くという方針についてご意見を伺いたい。

目 片：今までの共同利用に対するアンチテーゼとして客員部門などを考えているのだろうが、本當の共同研究には半年前に決まるようなシステムの客員ではうまく機能しない。むしろ、共同研究などのかたちで柔軟に使える予算を確保しておく方がよいのではないか？

竹 内：現在の共同利用制度ではいけないのか？ 予算面が絡むといろいろと難しい問題もあるが。

目 片：運用のしかただいだと思うが、計画としてフレキシブルな共同利用も重視して欲しいと思う。

松 岡：レーザーに関して、いろいろな波長のレーザーが利用できるようにという要望があったが、その点は共通測定系の光学測定室で対応するのがよいと思う。

安 岡：そのあたりは物性評価施設で対応することを考えている。

近 い：共同利用の予算を増やすべきであるというのは本来、外部の人間が運動すべきことである。共同利用研究所というのが多くは理学系であって工学系でない、そのへんの運動の組織化が難しい。

安 岡：現在の枠内でも共同利用研としての「特定研究」の項目を利用して所外との共同研究を積極的に進めることも考えられる。

櫛 田：コーヒーレントフォトンファクトリーはただレーザーを買ってきて並べれば良いものではない。

渡 部：レーザーは研究室規模でどこにもあってしかるべきものである。

櫛 田：それはもちろん理想であるが現実にはそんなことはない。例えば、波長を細かく変えられるようなレーザーは原子分子の人や化学の人は持っていても、固体物性の研究室では持っていない。

寿栄松：ある程度大きな投資をしたところは共同利用に開放してほしい。本来、共同利用研究所が成り立つためには、関連のソサエティーが提案しそれを吸収して実現していく機能が必要である。

安 岡：施設利用という言葉が誤解されている側面がある。

寿栄松：申請について採択の審査をきちっとすればよい。

国府田：その点に関して、受動的な共同利用か能動的な共同利用かという二極対立的に単純に分離した議論が懸念される。むしろ、「（相互）誘導的研究」という考え方を提唱したい。

#### ○若手研究者の育成、大学院教育について

長 岡：大学院問題は本音と建前がかなり違ってくる意味合いがあるので難しい。ポスドク制度は制度としてはよいと思うが、他の状況がそのままで実施しても、半年程度で他のところの助手に応募して出て行ってしまうなどのことが起こり得る。博士課程からという考え方非常に結構であるが、これにしても現実にうまく機能するか考えると難しい。そうすると、修士からということになるが、修士の教育はもう物性だけでなく少し広く行った方がよいという意味もある。

三 浦：ポスドクは外国人も含めてうまく運用できればと思う。外国からのポスドク希望も増えてきているが、現状では1年以上前から申請して手続きを進めないと受け入れられない。制度的に改革をしないと機能しないかも知れない。

佐藤繁：S O R 施設に東北大の院生が長期滞在しているが、現実には住まいの問題などいろいろなネックがある。フレキシブルに配慮をして欲しい。

菅 : S O R 施設滞在中の宿舎の確保や、ある程度の教育的配慮もお願いしたい。

安 岡：共同利用の中に、数は少ないが留学研究員制度がありそれを利用するのがよいと思うが、今後大幅な増員をしなければ対応できない。

秋 光：物性研の院生を見ていると、蛸壺的印象を受ける。

八 木：本音と建前の落差の例になるが、本来は大学院教育と共同利用とは別物であるが、実際に共同利用で成果を挙げるためには、ある装置を普段使っている技官や院生を張り付けることになる。技官の中にも、研究者タイプの人がいるが、科研費の申請などの制限を見ても研究者として活動する機会がなかなかない。技官の待遇改善も物性研だけの問題としてで

はなく広く取り組む必要があると思われる。

福山：若い研究者、大学院生を、研究所の労働力として採用するということがあればおかしいと思うが、先端的な研究の現場で教育を受けるというのは非常に重要なことである。談話会の出席率を見ても、自分の分野以外に目を向ける余裕が所員にもなくなっていることが、学生に反映されているのではないか。その意味で、将来計画に関しても研究分野間（研究センター間）のつながりをよく考えてもらいたい。

近：物理の学生数はトータルとして変わっていないが、物性志望特に実験志望の学生は減っている。（物性実験は3Kの典型。）学生に物性物理を見通す機会を与えることを物性研でもやって欲しい。

#### 終会の挨拶

竹内：伊達先生から今後の物研連での検討スケジュールの提案があったが、物性研としてもできれば今年中くらいにはまとめて行きたいと考えている。又、場合によってはこのような会をもう一度開くことにしたい。

長岡：物研連の中に物性専門委員会があって、そのなかに将来計画を議論するワーキンググループがあり、SORなど大型計画については伊達委員長、そのほかの分野については私が委員長ということになっている。そこでの議論も今後、機会を捉えてみなさんにお伝えして行きたい。

以上

[資料-1, 2を御希望の方は、物性研究所将来計画委員会委員長 安岡 弘志 までお申し出  
ください。]

## 「物性研究所将来計画」に対して寄せられた御意見について

物性研究所長 竹内 伸

物性研将来計画（中間報告）について、いろいろな機会にさまざまな貴重な御意見を多数の方からお寄せ頂き、心から感謝している。平成4年9月29日に開催された第2回討論会については、その内容の詳細を議事録の形で本号に掲載することになった。また、各研究センター構想に対する主要な御意見に対する物性研将来計画委員会の見解も併せて掲載することにした。

本誌には、伊達、小松原両将来計画委員会外部委員の御意見、御感想、また菅原先生からの御意見も掲載された。物性委員会や物性専門委員会等の席でも種々の討論が行われたが、これらの中から基本的な問題をピックアップして見解を述べたい。

### (1) 将来計画の規模

今回提案されている将来計画に対して「固体物性を網羅した広い分野にまたがる（小松原）膨大な研究計画」という認識がある。しかし、物理学会の29分科の内17分科が物性関連分野であることを見ても、物性研究の分野は実に広範な拡張性を持っている。その上で、物性研将来計画の10研究センターが占める領域はほんの一部であって、固体物性を網羅した計画というよりも、やはりかなりの重点研究計画であると言うべきであろう。

移転時の計画の規模は、現在の物性研の規模を2割程度上回る計画であり、決して他大学の物性研究計画を圧迫するものではないと考えている。又、学部と研究所が持つ相補性を生かせば重なる分野があってもプラスに作用するものと考えている。殆どの研究センターは現在の大部門の改組・転換をもとに企画されている。確かに教官以外の supporting staff の要求はかなりの数に上るが、現時点でも、長年にわたる大量の定員削減の影響でその人員が大幅に不足している状況にあることを考えると、当然の要求であろう。因みに、この25年間で物性研の職員数は約50名減少しているのである。勿論、現実には大幅な定員増は困難であることが予想されるので、充分な定員増が見込めない場合も想定して、計画に flexibility を持たせておかなければならないのは言を待たない。

SOR 施設や中性子散乱実験施設のような大型設備を物性研が抱え込むことは、物性研究の主流である中・小規模の研究を圧迫し、物性科学の総合研究所としての計画遂行の障害になる可能性があるという意見もある。しかし、特に高輝度光源計画については、我が国のどこかに早急に実現する必要性があることには異存が無いであろう。全国的な放射光計画の現状を考える時、さまざまな理由によって、高輝度光源を物性研に建設するのが最適であって、放射光研究者間でもそのような合意を得ている。したがって、物性研としてはこの計画の実現に重大な責任があると考えており、高輝度光源計画は柏移転とあくまでも一体であることを強調しておきたい。

### (2) “自閉的”性格について

「物性研が眞の共同利用研としての性格を失い内部力学で支配され、人事交流も少なく“自閉的”性格が次第に強くなり、共同利用研から単なる東大附置研に移行しつつある（国府田、伊達、小松原）」という批判も大きい。このような批判の要因に物性研所員の意識の変化があるとすれば大いに反省すべきであり、謙虚にこの種の批判を受け止めるべきであろう。一方で、第一世代の物性研から極限物性を中心とした第二世代への転換に伴って、共同利用の性格に変化を生じたこともその批判の背景に有るのではなかろうか。プロジェクト研究体制においては共同利用が自ずとその性格を変え、又所員はそれを遂行する責任上転出が困難になり、人事交流を実現し難い状況が生じる。したがって、将来計画では、プロジェクト研究的色彩の濃い研究センターにはすべて時限を設定することによって、プロジェクトの変更を行う時点で人事の刷新が図れるようにしたいと考えている。また、将来計画の各研究センターには外部委員を含む「研究計画委員会」のような組織を設け、外に開かれた風通しの良い体制を確立する計画である。また、所長を外部から迎える可能性や所長候補者を外部からも推薦できる方式についても現在企画委員会で検討中である。

#### (3) 研究センター構想と研究交流

「研究センター群構想では、個々の研究センターの枠にとらわれ、研究の交流や自由度が阻害されはしないか（菅原）」という懸念は尤もであり、その対策として、将来計画の中では「研究企画委員会」という横断的な組織を設けて、各研究センター間の連携を強化し、研究センター間の調整、研究協力等を積極的に進めることになっている。何とかこの種の委員会が有効に機能するよう努力して研究センターの孤立化を防ぐ道としたい。又、広いキャンパスに移転をするので、研究グループ間での実験装置の持ち込みが容易になるようにし、ハード面からも実験グループ間の協力研究をしやすい環境を作るようしたい。更に、物性研理論グループでも従来よりもより密接に実験グループと協力関係を持ち、積極的に実験系研究センターに参画することにより研究センター間の交流に貢献することが検討されている。

#### (4) 全国的な物性研究の organizer としての組織

「眞の意味での共同利用研として、原子核研究分野のように、研究の棲み分けを手配する組織を常設するべきである（伊達）」という意見がある。国分寺構想が確立していない状態では重要な問題であろう。このような組織についての要望が全国的に強ければ、国分寺構想との関連で、物性研としてもその設置を検討すべき問題と考える。しかし、原子核研究の分野と異なり、前述のように物理学会に17も関連分科が存在する広範な物性科学分野で、全国的にその研究体制を organize することには相当の困難が予想される。現在の研究センター群構想では、各研究センター内の「研究計画委員会」やコアの「研究企画委員会」が、個々の研究分野ごとに全国的（あるいは世界的）視野から研究計画の提案、調整を行うことが期待されている。

#### (5) 物性研への関心、期待度

外部の研究者の物性研への関心度が相対的に低下した（伊達）最も大きな要因は、伊達氏も述べ

ておられるように、全国的に物性研究のレベル向上が図られ、物性研に頼らなければならぬ部分が桁違いに少なくなったからであろう。実際、全国的な物性研究の規模は、物性研創設当初の物理学会における物性関連の研究発表数を現在の数と比較しても分かるように、桁違いに大きくなっている。このような情勢の変化に対応して、物性研の役割も変化し、それが総合的研究体制の第一世代から重点研究体制の第二世代への脱皮の動機でもあった。この変革によって、物性研の研究領域も制約されることになり、それも関心度の相対的低下の原因となっているであろう。しかし、アンケートの回答などから明かであるが、物性研の共同利用、例えば新物質評価施設などへの期待が依然として大きいのも事実である。また、私立大学からは従来型の共同利用についてもそれを存続すべしとの強い要望もあり、共同利用研としてそれらに応える責任があろう。

「第二世代の極限物性に投じた予算を第一世代の体制のまま投資した方が有効であった（国府田）」等の意見がある。評価に関してはさまざまな見方があろうが、第二世代の物性研でも数多くの世界的業績が達成されたのも事実である。極限物性の研究については、まだプロジェクトが終了したわけではなく、現在は技術開発の目標を充分に達成した段階で、さらに将来の発展に大きな期待があることも強調しておきたい。

「物質開発研究は物性研では成功しなかったし、今後も期待できない」という意見も一部にある。しかし、物性研で本格的に新物質開発研究をプロジェクトとしてスタートしたのは平成元年のことであり、まだ4年を経過したばかりである。“物質開発”には大きく2つの段階がある。第一は、従来知られていなかった新しい物質を合成して興味ある物性を発見する「新物質探索」という段階であり、第二の段階はそのような物質について高度な物性研究を遂行するための「良質の試料（単結晶）を作成する」段階である。物質開発の論議の中で、この二つの段階が混同されて、議論がかみ合わない場面も見られる。物性研でスタートした物質開発は主として前者を目指すものであり、その評価には長期的視野を持つ必要がある。物性研の物質開発計画のスタートが遅きに失したという批判はあり得ても、成功しなかったという判断は甚だ遺憾である。事実、すでに有機物超伝導体の開発、純粹有機物強磁性体の発見などの、世界的成果も周知のことである。又第二段階に関連しても、所内で開発された良質のしかも特徴ある物質群に対する電子物性の研究が凝縮系の研究室を中心として蓄積され、それぞれの分野を先導する研究として世界的にも高く評価されている。「新物質科学研究センター」の中で行う物質開発は、前者と後者のバランスのもとに展開し、それらが高度な物理測定を行う研究室群と有機的に結合して物質科学の総合的な研究を推進しようとするものである。従って、良質の試料作成を請け負って全国に試料を提供することを主な任務とはしない。

## == 各研究センターに対する将来計画委員会（所内）の見解 ==

【新物質科学研究センター】

外部からの意見・批判は以下のように整理できると思う。

○物性研には、新しい物質、高品質の材料・単結晶等の出現は今後とも期待できない。

○物質探索のような長期にわたる研究や、論文効率の悪い分野を物性研でやれるのか疑問である。

○新物質評価施設の設置は、やはり物性研は物質開発というより物性評価にウェイトをおくことを示しており健全な考え方である。

○評価施設の設備は外部としても期待するものであるが、現計画は総花的でありその管理・運営について、人員的に危惧する。

以上のようなご意見・ご批判は謙虚に受けとめるものであるが、それらに対して我々は以下のように考えている。

物性研では、第2世代において極限物性を志向し、技術開発にウェイトを置いたため、物質開発・試料作成の面への人員・設備投資が後回しにされた経緯がある。新物質開発計画および新物質開発部門の設置は、その反省にたって、平成元年にスタートしたものであり、上記のようなご批判が、これらに向けられたものであるなら、もう少し長い目で見ていくべきであると考える。実際、短期間ではあるが、有機超伝導体・有機磁性体の発見や、高温超伝導体および関連物質の単結晶や高品質粉末試料の合成とそれ等を用いての物性の解明等に成果をあげてきている。

新物質開発研究は、個人個人でそのイメージするところが異なると思うが、仮に、研究者自身の自由な発想に基づく研究としてのイメージとプロジェクト研究としてのイメージがあるとすれば、「新物質科学研究センター」では、あくまで研究者個人の自由な発想に基づく研究を基本とするものである。その上で、研究者間の有機的結びつきによるプロジェクト研究にも柔軟に対応してゆくことを画すものである。この研究センター内におかれる「新物質評価施設」の専任の研究室は、そういう研究を強く志向するものであり、また、客員研究室は、いわゆる能動的共同利用を具現化するものとして計画されている。

「新物質評価施設」の基本理念については、概ね賛同を得ているものと理解している。基本的物性の評価が速やかに物質合成に還元されることが、新物質開発につながるものであり、評価施設の設置とその設備の充実は、新物質開発に不可欠と考える。その運営や設備・人員配置を危惧する意見があるが、それらについては、

- (1) 専任の研究室を複数設け、合成・構造評価・基本的物性評価等の方面をカバーする、
  - (2) 現在の研究技術室を再編成し、合成実験室・構造評価室・分析室・物性評価室（電磁気、光学測定）・情報室を担当するようにする、
  - (3) 現在の共通室の人員は9名であり、将来的には専任講座を含めてさらに6名の増員を行う、
  - (4) 各評価室は、当該実験技術に関連の深い所員（主に新物質科学研究センター所属の所員）が全般的に協力する、
- 等を構想していて、充分運営可能と考えている。しかしながら完成までには数年を要すると思わ

れ、具体的な設備や運営に関しては年次計画として今後検討を重ねていき、所内外の意見をできるだけ反映したものとすることを考えている。いずれにせよ、将来計画実現には、所外の方のご協力がなによりの推進力であり、本計画へのご理解・ご支援をお願い致したい。

#### 【量子物性研究センター】

量子物性研究センター計画について寄せられたご意見について、われわれの考え方を記す。

- (1) まず「表面・界面研究センター」との関係について補足しておく。当研究センターの試料作製関連部分には表面・界面研究センターにおける手法と共通する点が多くある。従って、大規模クリーンルームなどは可能な限り共通設備として利用する計画である。ただし、両研究センターはそれぞれ独自の研究目的・研究対象をもつものであるので、研究センターとしては独立のものとして企画する。もちろん両者の接点の部分、例えば各種表面評価装置を超高真空中でMBE装置と連結して結晶成長過程の総合的研究を行う大規模装置などは両研究センターの共通設備として計画するほか、研究情報交換というもっとも重要な点については緊密に連絡をとって研究を推進する。
- (2) MBEによる試料作製設備を整備し、例えば試料提供という形での共同利用も考えてはどうかという提言があった。試料作製設備の整備がある程度の段階に達すればそのようなことも可能になると思う。ただし当面の立ち上げにある程度の年数がかかると予想されるので、人員配置の問題も含めて体制が整うことが前提である。「量子物性研究センター」に限らず物性研の共同利用一般に当てはまることがあるが、依頼を受けた試料をサービスとして作るという形態ではうまく機能するかどうか疑問である。運営のあり方や評価の問題について研究センターの研究計画委員会などで議論を重ねることが必要であろう。
- (3) 人員・予算ともにもっと大規模にやる必要があるとの指摘はもっともあり、われわれとしても増員要求を強力に進めたい。現時点の物性研では芽の段階である分野の将来計画という事情から、中間報告書の記述は他の研究センターの計画案に比べると、比較的ショートレンジにおいてまず何をやらなければならないかという視点が強くなっている。設備・人員等についても現実的には、必ずしも移転時に全部一度にというわけには行かないことも想定して置かなければならぬので、われわれとしては当面ともかく実績を積み上げること、要求の充足率に応じた研究体制が採れるよう計画の見直しを常に行うことが重要と考えている。
- (4) 移動度100万が一応の目安と書いた本意は、移動度のチャンピオンデータを志向するような研究はやらないという主旨である。例えば、ある新しい物理を追求するためにもっと高い移動度が必須ということになれば当然その方面に努力を傾けるであろう。しかし、必ずしもその方向でなくても新しい物理の鉱脈はたくさんあると思われるし、実際われわれとしては後発であること自覚した上で研究戦略を立てることが要求される。その意味で、この分野の「物性研における」

研究という特色を出す必要があると考えている。

- (5) テクニシャンを充実すべきだという指摘もまさにその通りである。ただ、この点に関しては、少なくとも現状では「技術職員の待遇」という大きな壁があり、残念ながら物性研だけで解決できる問題ではない。

#### 【表面・界面物性研究センター】

討論会で指摘された表面・界面研究の将来に対する見解は、基本的に物性研究所将来計画（中間報告）と一致していると考えている。中間報告で述べた”電子物性の研究”とは、コメントに述べられている「表面・界面構造－表面・界面電子状態」の研究であり、”ダイナミックスの研究”とは「表面界面の電子・光学・原子・化学過程」の研究に他ならない。これらの研究の重要性は、表面・界面研究者の共通の認識であると考えている。

この先の問題として指摘されている表面・界面の原子・電子制御の研究は「量子物性研究センター」の発展課題と重なる重要な研究である。中間報告では、各研究センターのプロジェクト性を強調するために、このような境界領域の研究にはあまり触れなかった。将来計画実行時には、さらなる将来の発展を考慮し、「量子物性研究センター」と協力した体制でこの分野へ向けた研究も進めたい。ただし、コメントにも述べられているように、常に表面・界面についての広い視野と積極的な展望を持って研究を進めていく必要があり、将来の発展課題や他の研究センターとの協力体制についても柔軟に対応したいと考えている。

具体的研究の推進手順は、3段階で考えている。どのような研究にせよ、現在得られる分析・解析手段で、表面・界面の構造・電子状態を調べることがすべての研究の出発点である。そこで、表面・界面基礎物性測定システムとして、これらの基礎物性が測定できる装置を整備する（第1段階）。表面・界面の試料は多様かつその場観察・測定が基本であるので、それに十分対応できるようすることは言うまでもない。これらの整備の後、各実験課題に適した装置を整備し研究を推進する（第2段階）。また、他の研究センターの整備も終了した後には、順次それらの研究センターとの協力研究を行ないたい（第3段階）。理論・計算物理との密接な協力研究は、現在既に全国的に進められつつあり、さらに円滑に機能するようにしたい。

表面・界面研究では、多方面からの研究が重要であるので、物性研内だけの協力研究では不十分である。そこで、基礎物性測定システムを利用するばかりでなく、個々の実験課題装置を利用した研究についても、全国のあるいは海外の研究者との協力研究・共同研究を推進したい。課題研究の公募も、常設客員部門の公募と関連して行ないたい。

#### 【多重極限研究センター】

「多重極限研究センター」については、極限条件を組み合わせる”コア”で何をどこまでやるの

か不明瞭であること、又ある程度の多重極限はこれまでにも行われていてしかるべきであり、極限グループの横のつながりが密でないのではとの批判があった。物性研の超低温(T)、超高压(P)、超強磁場(H)の各極限グループは、これまでそれぞれの最先端極限条件の達成とそこでの物性研究に大きな精力を注いできた。その結果、現時点における極限状態の最前線は、それぞれ  $27\text{ }\mu\text{K}$ , 200万bar, 550T に達している。それらを組み合わせた極限状態実現に関しても各グループは決しておろそかにしてきた訳ではない。現に二重或いは多重極限下としては、0.5K-50T, 4K-200T, 0.2mK-12.5T, 3.5K-10万bar, 1.5K-15T-2万barでの物性測定は既に行われている。最近では、これらの条件を更に先へ伸ばすと共に、斬新な物性測定が可能となる多重極限下へ発展させるべくグループ間の協力が少しずつ始まっている。当面の目標を考えると、組み合わせ条件は、それぞれの最先端より少し劣らざるを得ない。そこで先ず 60-70T のロングパルス磁場(100msec位)を開発し、100万barの圧力、mK温度の組み合わせの技術を確立する事から始め、最終的には150Tの準非破壊的パルス磁場(100  $\mu$  sec位)との組み合わせも可能にしたいと考えている。これと並行して20Tクラスの定常磁場、50万bar迄の圧力、サブmK迄の温度を組み合わせた装置を整備する。この様な多重極限下の物性研究では、人為的に制御可能なエネルギーと物質の性質を反映する特性温度とが拮抗するなかで現れる新しい現象の発掘と解明を目指す。例えば低次元有機伝導体の(TPH)三次元空間における相転移の問題や電場を重畠させた場合の電荷密度波の振る舞いなど新しい物理現象の発見に夢が膨らむ。更に重い電子系などが未踏の条件下でどんな性質を示すかも興味ある所である。

現有的極限物性装置に対しては、現在でも国内外の共同利用のニーズは極めて大きいが、上記装置の整備により、さらに飛躍的にグレードアップした形でより広い共同利用の為の便宜を図ることができる。

#### 【境界領域研究センター】

この研究センターに関しては、将来計画の中で主として理念が述べられているだけでまだ具体的な形態がはっきり描かれておらず、討論会での議論も抽象的なものにとどまっている。ここではその後の議論を通して、中間報告に述べられた案よりさらに煮つめられた具体的形態の案についてのべる。

境界領域研究センターは萌芽的研究を育てる環境を提供することが目的であり、他の研究センターとは異なり、3年程度の任期がついた所員を中心として運営するのが適当ではないかと考える。この所員の選考にあたっては、それまでの業績ではなく赴任後の研究計画に重点をおいて、物性研の他の研究センターと協力しながら、その研究センターでの既存の研究分野には含まれない新しい研究の芽を育てる計画を採用する。つまりかなりレベルの高いポスドクを任期付きの所員という形で採用し、斬新なアイディアを生かした研究に専念できる環境を創ろうとするものである。これに

より、優れた若手研究者を国際的な視野から招聘することが容易になり、またその研究がうまくいけば、協力した研究センターの研究分野にも影響を与え、新しい研究分野が発展することが期待される。

人員構成としては助手、技官等は置かず、教授1、助教授2程度の枠で、国外にも積極的に公募通知を出し、平均して毎年1名程度の新しい人材を採用する。研究計画の内容に基づき、いちばん関連の深い研究センターが協力して研究を推進する。その研究センターでの既存の研究計画には含まれない分野の研究を推進するという点で、従来の客員部門で招聘された研究者とは明確に性格を異にする。このような新しい内容の研究センターを設置することにより、物性研の既存の施設や人的資源を最大限に生かしつつ、境界領域に生まれる新しい研究の芽を育て上げることが可能になると期待される。

#### 【量子分光研究センター】

前回の討論会で提案されたコヒーレント・フォトン・ファクトリー計画について、レーザーグループの見解を述べる。

赤外から紫外にわたり各種のレーザーを揃えた、共同利用のコヒーレント光源施設を作るという、いわばSORのコヒーレント版とも言うべきプランが提案された。光物理の研究には様々な種類のレーザーが必要となる。研究対象がレーザーによって制約され、研究の発展が阻害されるということは常に起こることである。また、逆に無駄な投資を強いられたりすることもある。そのため、上記のような計画は真剣に考慮するに値する。ただ、これをいろいろな角度から検討してみると、物性研のレーザーグループの将来計画の主眼とするには種々な問題があるようと思われる。

まず、SORとレーザーの間にはその規模に大きな差がある。第1に、SORは日本で数カ所の拠点に設置され共同利用に用いられているが、レーザー設備に関しては、すでに多くの研究室で自前の装置を持ち、あるいは数研究室集まって学部学科規模で所有している。例えば、エキシマレーザーは現在日本中で1,000台以上、エキシマレーザー励起色素レーザーも100台以上が稼働中である。超短パルスチタンサファイアレーザーは発売後1年ですでに50セット以上が全国で稼働中である。その他、高分解能の色素およびチタンサファイアレーザーなどもすでに極めて多くの装置が各地に普及している。

第2に、レーザーの種類・タイプが極めて多岐にわたることである。同じYAGレーザーといっても、連続波、Qスイッチ、モード同期などの方式があり、繰返しの速さ、パワー、単色性などどれをとっても融通がきかない。

第3には進歩の激しさが挙げられる。あるレーザーの性能が数年間、最新最先端で有り続けることはまれである。したがって、不斷の改良や、場合によっては全面的な方式の転換が必要になる。例えば上述のように、特定の波長域では最近、色素レーザーからチタンサファイアレーザーに全面

的に置き換えられた。このような装置を絶えず更新していくことが、予算的にも可能だろうか。

一方、装置の開発は、商品形のものがないところで行われるべきものである。商品が出回れば、開発を研究者が行う必要はない。S O Rについても同じであろう。研究者はその先の開発をそれぞれのニーズに応じて行うことになる。

しかし、この開発も、レーザーの場合には、上述のように各種タイプ間の融通がきかないために、光物性という漠然とした目的ではとても応じられないと思う。何か一つの目標が設定されることが先決である。

さらに、このような原理的に新しくはない領域での単なる開発は、研究業績としては認められ難い。その場合、開発された装置を使った研究で業績を上げて、はじめて認められるものであろう。この意味でも、やはり、目的を持った研究者が自ら開発せざるを得ないのではなかろうか。

極限レーザーグループでは、レーザーのすべてのパラメーターをカバーするのではなく、超短パルス、短波長、高出力、波長可変に目的を絞り、物性研にしかない特徴のある、総合性能に優れたレーザーの開発と、新しい分光法の開発、それらの物性研究への応用を目指してきた。開発されたレーザーや分光法の他大学への波及を含め、これまでに一定の成果が上がったと信じている。

将来計画で、反転分布を用いたX線レーザー、高次高調波等の非線型過程によるコヒーレント軟X線発生と、それに要する新しい分光法の開発を予算要求の主眼とし、これに最先端のレーザーを用いた量子光学、光物性を加えて「量子分光研究センター」を形成することを目指している。このうち、短波長レーザーの開発は、究極的には、S O Rによる高エネルギー領域の分光に対応したコヒーレント光による分光学・光物性の分野を開拓することが一つの大きな目標である。一方、このグループにおける量子光学、光物性の分野では、最先端のレーザーの特性を生かした、新しい分光法や、計測原理の研究を行うと共に、このようにして生まれた研究手法をいち早く物性研究に適用し、又、他の研究センターでの研究と連携する事によって成果を上げる事が、主たる任務となる。具体的な内容については、自由度が大きく、情勢の変化も速いので、担当する所員の自由な発想に委ねるのが適当であると考えている。

また、「コヒーレント・フォトン・ファクトリー」施設は、名前は別にしても、ユーザーグループに対応して全国数カ所に設置することを考慮してみるのは有益であろう。

### 【S O R 分光研究センター】

将来計画に於ける「S O R 分光研究センター」は、軟X線・真空紫外線領域の光を発生させる挿入型光源を主体とした新しい高輝度光源の建設と、先端的実験設備の設置を計画し、軟X線・真空紫外線領域における物性研究の画期的な発展を目指している。近年、軟X線・真空紫外線の利用は、基礎科学だけではなく、様々な応用研究分野に拡がっている。諸外国では、中型高輝度光源の建設ないし建設設計画が進行している。一方、物性研究所のS O R - R I N Gをはじめとする国内の放射

光実験施設には、先進各国で使用されているような最新鋭の実験装置が設置されておらず、先端的研究の遂行に支障をきたしている。討論会の意見にもあったように、物性研究所が中型高輝度光源を建設し、かつ、これを全国共同利用に提供してこの分野でのセンター的役割を担っていくことに關しては、我国の放射光研究者の間ですでに了解が得られている。

計画の推進に関して討論会で指摘された問題点は、

- (1) 現在の軌道放射物性研究施設を中心とした人員のみで、高輝度光源と諸実験設備の建設と維持・管理ができるかということ、

- (2) 建設後のこの分野の研究の画期的発展をはかるための具体的方策を如何に立案するのか、

ということであった。このいずれに対しても、問題の解決には、物性研究所内だけではなく、外部の研究者の密接な協力を得ることが不可欠である。特に、大型装置を建設してから目標とする性能と成果が得られるまでにはかなりの時間を要するので、建設計画自身が常に新しい情報と企画を吸収・包含できる柔軟性を備えていることが必要である。これを具体的に推進するための一つの方策として、一年程前から軌道放射物性研究施設では、全国の大学や研究所の研究者で構成される計画立案のための三つのワーキンググループを作り、いろいろな観点から計画具体化の作業と計画実現に対する技術的可能性の検討を続けている。それらは、高輝度光源計画に関する加速器検討会、ビームラインサブグループ、光源利用ワークショップで、各グループの議論の結果は、報告書の形で広く公表し、計画推進について外部の多くの研究者の意見を取り入れていくことにしている。

(光源利用ワークショップに関しては、第1回報告書が11月に出版された。)

建設時の人員不足に関しては、これを補うために、客員部門の利用、他の研究所との間の密接な協力、民間技術の導入、民間への業務委託などを検討している。特に、外部研究者が建設終了後もセンターに常駐して、各実験設備の維持・管理に参画し、また、開発的研究にも専念できるようにしていきたい。

尚、東京大学内においても、関連部局の研究者によって「放射光科学研究推進懇談会」が作られ、物性研高輝度光源計画を含めた放射光科学の推進のための議論が始まられている。

### 【中性子散乱研究センター】

- (1) 中性子散乱研究者間のコンセンサス

わが国の中性子散乱研究者間では、中性子の将来計画や大型施設計画について次のように考えられている：パルス中性子に関しては高エネルギー研の中性子グループが中心となり、定常原子炉によるものは物性研が中心となって全国共同利用を推進する。

- (2) 物性研のパルス中性子に対する対応

パルス中性子の将来計画が明らかになった時点で、その計画のイニシアティブをとることが期待されている高工研グループにPRT (Participating Research Team) として協力する。具体的

には、2台程度の装置を建設し、原子炉と相補的な利用を行なう。

(3) 中性子散乱ナショナルセンター構想

どの学問領域、研究分野においてもその重要性が社会的に認められ、ナショナルセンター設立に至ることは極めて喜ばしいことであろう。わが国の中性子散乱は歴史的に見て物性物理学への応用を中心として発展してきた。しかし、パルス中性子・原子炉の新装置の揃う90年代は、もはや中性子散乱は物性研究だけの手段ではなく、生物、高分子、化学、材料などの研究分野、および企業による工業的利用にまで広がり飛躍的な共同利用の拡大が始まっている。これからの中年間、物性研は原子炉の中性子散乱実験施設を、高工研はパルス中性子施設を整備し、充分な研究成果を挙げることにより、中性子散乱研究の意義が社会的に認められ、パルス・定常炉、省庁間の枠を越えた組織として、ナショナルセンター設立の機運ができるよう期待したい。パルス・定常炉を包含した共同利用研究センターとしてナショナルセンターが運営されるようになった時には、現在物性研究所の将来計画で検討されている物性研究所内の「中性子散乱研究センター」は一つのP R Tとして、改造3号炉やパルス中性子の実験装置を活用して物性研究のイニシアティブをとる中性子散乱グループを形成することが望ましく、それによって最も高い研究活動を期待できるであろう。

【物性理論研究センター】

前回の討論会における興地氏のコメントに対する見解を述べておく。

- (1) 実験家と強く couple して仕事を進める理論家が望ましいという点に関しては、理論家が理論のコミュニティに閉鎖的に閉じ込もるようではいけないという意味と解している。
- (2) 物性理論研究センターのメンバーが、他の研究センターと密接な協力関係にあって、共同研究などが行われる状態は望ましい。それによって、理論グループが各センターをつなぐ横糸の役割を演ずることは、研究所が全体として有機的に機能することを助けることになる。ただし、物性理論研究センターのすべてのメンバーが他のいずれかの研究センターの正式のメンバーとして所属することを義務づけることは、理論研究の機動性という特色とやや相反することと考えられる。例えば、各研究センターの運営委員会に協力することや、研究の上で特定の研究センターと強い関連のあるメンバーがその研究センターにも所属することが望ましいといった程度の、緩い条件にしておく方がよいのではないかと考えている。
- (3) 個人の判断で動かせる公的資金がある程度確保できるということは、全ての研究者にとって望ましいことである。仮に、所員一人当たり、年間一千万円程度が自由に動かせるならば、物性理論研究センターとしても、毎年ポスドクを数名招くことができ、臨機応変に海外を含めて、短期間の人的交流が可能となる。こうしたことを制度として可能とするにはどうしたらよいのか、コメントをいただければありがたいと考えている。

(4) スーパーコンピュータについては甲元、高山、村田の各氏の発言とも関連させて述べる。ワークステーションの性能向上は目ざましく、いわゆる汎用大型計算機の役割は終わりつつある。一方、ベクトル化、パラレル化を押し進めたスーパーコンピュータは、ワークステーションの性能向上の上に成り立とうとしており、現状での演算速度の $10^3$ という大きい比率は今後も縮まらないのではないかと考えられている。ワークステーションによるソフト開発とテスト計算を足場として、最先端の極限的な研究を遂行するには、やはりスーパーコンピュータに依らねばならない。これは近年の超並列コンピュータの開発とそれに基づく研究の動きからもはっきりと読み取れる。計算物理は学際的色彩を持つ重要な研究の方向であり、それを遅滞なく発展させていくためには、速やかにスーパーコンピュータの設置を実現する必要がある。なお、甲元氏の発言は、スーパーコンピュータが不必要であるというのではなく、計算機の発展の今後の趨勢をよく考慮して計画を建てるようにという主旨であったということを、念のために言い添えておく。

以上

## 物性研究所短期研究会報告

### 「物性研究における高エネルギー分光：新しい展開」

世話人 菅 滋 正（代表）

国府田 隆 夫

佐 藤 繁

藤 森 淳

柿 崎 明 人

上記研究会が11月10日（火），11日（水）の2日間にわたり，物性研究所で開催された。

放射光を利用した高エネルギー光物性研究の最近の進展はめざましく，対象とする物質も従来と比べて格段の拡がりをみせている。特に，ここ数年は，実験技術の向上により，従来の分光学的手段では不可能に近かった問題が，研究の対象として積極的に取り上げられるようになって来た。たとえば，光電子分光による超伝導体のエネルギーギャップの存在の検証等がその例である。また，スピニ偏極電子によるスピニ状態まで含めた固体内電子状態の完全実験と解析，光電子ホログラフィによる表面吸着原子の構造解析や二次元直視型電子分光実験によるフェルミ面の直接観察，高輝度円偏光光源の広汎な利用など，これから21世紀にむけて大きく発展すると思われる研究が急速に発展している。

本研究会は，このような現状をふまえて，この分野の国内外の最近の研究の動向と将来の発展すべき方向を見極めることを目的として開催された。

研究会の講演者は国内外で現在アクティブに活躍されている方々で，未発表の研究成果まで取り上げて興味深い話が続いた。特に，世界の最先端の研究を行っている3人の国外の研究者の報告は大きな刺激に満ちたものであった。彼らは本研究会の前後にも日本各地で講演し，貴重な討論の機会が得られた。

## プログラム

日 時 : 平成4年11月10日 (10:05 — 17:50)

11日 (10:00 — 17:00)

場 所 : 東京大学物性研究所Q棟講義室

### 11月10日 (火)

10:05-10:10	はじめに	菅 滋正 (阪大基礎工)
10:10-10:35	世界の真空紫外物理研究の動向	佐藤 繁 (東北大理)
10:35-10:50	基底状態および低エネルギー励起のプローブとしての 高エネルギー分光	藤森 淳 (東大理)
10:50-11:20	Spin Polarized Photoemission from Ferromagnetic Alloys and Ultrathin Films	E. Kisker (Düsseldorf大)
11:20-11:35	コメント	木下豊彦 (物性研)
11:35-12:00	半磁性半導体の光電子分光、逆光電子分光およびEXAFS	谷口雅樹 (広大理)
12:00-12:25	遷移金属酸化物の電子相関と分光研究	十倉好紀 (東大理)
12:25-13:30	昼 食	
13:30-14:00	円偏光・スピン分解高エネルギー分光と電子状態の理論	城 健男 (阪大理)
14:00-14:15	コメント I	宮原恒昱 (高エネ研)
14:15-14:30	コメント II (遷移金属及び化合物の内殻吸収磁気円偏光二色性)	小出常晴 (高エネ研)
14:30-14:55	f, d電子系のPES, BIS	菅 滋正 (阪大基礎工)
14:55-15:25	重い電子系の分光理論	倉本義夫 (東北大理)
15:25-15:45	休 憇	
15:45-16:15	銅酸化物の電子状態、分光理論	前川禎通 (名大工応物)
16:15-16:40	高温超伝導体の極低温・高エネルギー分解光電子分光	高橋 隆 (東北大理)
16:40-17:00	C <sub>60</sub> 単結晶とその化合物の光学応答	岩佐義宏 (東大工)
17:00-17:25	磁気光学材料探索における高エネルギー分光の意義	佐藤勝昭 (農工大工)
17:25-17:50	X線励起による希土類化合物のM <sub>4,5</sub> 放射スペクトル	会田 修 (阪府大工)

### 11月11日 (水)

10:00-10:25	二次元電子分光と光電子ホログラフィー	大門 寛 (阪大基礎工)
10:25-10:45	コメント (X-ray Photoelectron Diffraction how to Measure	

the Partial Density of Alloys )  
A. Stuck, T. Greber,  
J. Osterwalder and L. Schlapbach(Fribourg大)

10:45-11:10	原子オーダー制御GaAs表面の光電子分光	尾嶋正治(NTT電子応用研)
11:10-11:35	アルカリハライドのヘテロ成長薄膜	斎木幸一朗(東大理)
11:35-12:00	原子分子の軟X線分光	柳下 明(高エネ研)
12:00-12:25	オージェフリー発光: 最外内殻ホールの振舞い	窪田信三(立教大理)
12:25-13:30	昼 食	
13:30-13:55	物性研高輝度放射光計画のめざすところ	柿崎明人(物性研)
13:55-14:20	物性研高輝度リング	神谷幸秀(物性研)
14:20-14:45	アンジュレーター: 世界の現状と展望	北村英男(高エネ研)
14:45-15:15	X線散乱, X線磁気吸収の現状と今後	河田 洋(高エネ研)
15:15-15:35	休憩	
15:35-16:00	内殻分光	中井俊一(宇都宮大工)
16:00-16:15	コメント	辛 塾(物性研)
16:15-16:50	内殻分光理論	小谷章雄(物性研)
16:50-17:00	まとめ	石井武比古(物性研)

## 世界の真空紫外物理研究の動向

東北大理 佐 藤 繁

真空紫外物理学研究のここ数年の動向をVUV国際会議のプロシーディング関係を中心にサーベイする。またVUV研究を主にサポートしてきた放射光施設、装置との関連についても簡単に述べる。

1986年にルント（スウェーデン）で開かれた第8回VUV会議では、分子の高分解能内殻光電子分光や固体内の局在励起、時間分解分光や軟X線蛍光検出による半導体表面の軟X線EXAFS、スピニ偏極光電子分光による表面と薄膜磁性の研究など、その後進展して現在のトピックスにつながるいくつかの発表が行われた。

1989年、ハワイの第9回ではX線マイクロスコピーがトピックスになり、また新物質としてクラスターや高温超伝導体、重い電子系物質がとり上げられ、電子状態やメカニズムの研究が発表された。第9回で特徴的であるのは光化学、表面吸着、薄膜を高輝度あるいは高分解能で行う研究が多数登場したことであった。これはアンジュレーター等の挿入型光源の進歩に連動したドラゴン、SX-700等に代表される新型分光器の開発と相俟っている。

本年夏のパリの第10回では参加者が550名と今までの最大規模になり、特別講演7篇、招待、口頭講演合わせて100篇、ポスター発表442篇であった。第9回での参加者が382名であったことを考えると、地理的な要因があるにせよ、この3年間でVUV研究がさらに拡大したということができる。

その原因としては、新しい魅力的な研究が多数展開されたことにもよるが、主に、世界各地における最近の放射光施設の新設ブームにもあると思われる。

特別講演は、最先端のVUV研究の動向を反映しているが、固体分光では高温超伝導体、フラー、レン、クラスター、重い電子系物質（稀土類、アクチナイト化合物、一次元、二次元物質）がとり上げられ、さらに分子吸着表面と固体の高分解能光電子分光や円偏光磁気二色性が多数報告された。原子分子ではマルチコインシデンス測定による内殻光電離や多重イオン化とフラグメンテーション等の研究が主流だった。原子と分子が別々のセッションで行われたのも第10回の特徴で、原子と分子を合わせた口頭発表数は、口頭発表全体の1/3を占めた。測定技術的には、磁気円二色性やスピニ偏極、高分解能分光は盛んに用いられたが、発光の実験はそれほどではなかった。これは高輝度光源を含んだ分光系等の装置面での対応がいま一歩という現状に起因しているのかもしれない。次回での進展が、X線マイクロスコピーや超短時間分解分光とともに期待される。

なお、第11回VUV会議は1995年9月東京（立教大学）で、石井武比古氏（物性研）を組織委員長として開催される。研究者の方々の御協力と御支援により、是非成功させ、VUV研究のさらなるレベルアップをはかるとともに、分野の気運が盛り上がることにより、丁度VUV-3東京開催のときと同じように、新光源計画実現に向けてのはずみがつくようにと願っている。

## 基底状態および低エネルギー励起のプローブとしての高エネルギー分光

東大理 藤 森 淳

「高エネルギー分光」という言葉は、高いエネルギーのフォトンを使って、電子系の高エネルギー励起状態を研究することを連想させる。また、高エネルギー分光スペクトルのエネルギー分解能は、一般には高くない(0.1eV~1 eV, 温度にして1000度から10000度)。このため、「輸送現象、熱的性質、磁性などの低エネルギー物性の解釈への高エネルギー分光の適用には大きな限界がある」との誤解がかなり広く浸透してきた。たしかに、高エネルギー・フォトンの吸収や光電子の放出は基底状態を大きく乱し、高エネルギー励起状態にある電子系のエネルギー準位構造がスペクトルの構造を与える。しかし、各スペクトル構造の強度分布(したがってスペクトル全体の形状)は、明確な選択則を通じて遷移の始状態を反映している。従って、選択則を用いれば、基底状態およびmeVスケール(原理的にはもっと低温も可能)での励起状態の電子状態について、他の実験では得られないミクロな情報が得られることになる。光電子分光・逆光電子分光における選択則は、電子のエネルギーが充分高いときに成り立つ“突然近似”的もとで有効であり、むしろ(分解能についての技術的な問題を除けば)エネルギーが高いほど低エネルギー物性の研究には望ましい。内殻X線吸収は、双極子選択則を利用しておらず、とくに偏光を用いた実験では、基底状態や低エネルギー励起状態の対称性、磁気的状態までも調べることができる。

以上のような選択則を利用した方法に加えて、最近では、高分解能( $\Delta E \sim$ 数10meV)の光電子分光により、低エネルギー励起を直接観測することができるようになりつつある。高温超伝導体のBCSギャップ、希土類化合物の近藤ピーク、金属-絶縁体転移におけるギャップの開閉などが観測されている。また、Ce化合物の高分解能光電子スペクトルのように、分解能よりさらに小さなエネルギー・スケール( $\sim$ 10Kの近藤温度)もスペクトル形状に明確に反映される。

### "Spin polarized photoemission from ferromagnetic alloys and ultrathin films : recent results"

E. Kisker (Düsseldorf大)

Abstract:

1. Ferromagnetic Fe-Ni and Fe-Pt alloys have been synthesised in-situ. The electronic structure was investigated as a function of composition by spin-resolved photoemission. Data are compared with theoretical predictions.
2. Spin-resolved core-level spectroscopy (SP-ESCA) demonstrates that the Cr Monolayer couples ferromagnetically to Fe(001).

3. Very recent results on Fe 3p core level spin polarization using 50-100 eV circulary polarized light from new crossed field undulator beamline at BESSY will be reported.

### コ メ ン ト

東大物性研 木 下 豊 彦

スピン分解光電子分光は、従来の光電子分光で得られる電子状態についての情報（結合エネルギー、運動量）に加え、スピンについての情報も得ることが出来る完全実験である。この分野の研究は、ドイツで10年以上も前から精力的に進められていたが、我々のグループでも今年になって、ようやくデータが得られる状況になってきた。ここでは実験技術を中心に、P F - B L - 19A に建設したスピン分解光電子分光装置の現状を紹介し、今後の課題について述べる。

B L - 19A はリボルバー型アンジュレーターに斜入射定偏角分光器を接続したビームラインであり、20-250eV のエネルギー領域の単色光を出すことが出来る。このビームラインに100keV 加速 Mott 検出器をスピン検出器とする光電子分光装置を設置した。10月現在で、Mott 検出器の figure of merit は、約  $1.5 \times 10^{-5}$  である。この値は、現在ドイツ等で稼働している装置よりも 1 術ほど小さな値であるが、充分な光強度の得られる 50~100eV の領域ではスピン分解光電子分光実験を行うことが出来る。エネルギー及び角度分解能は、それぞれ 0.5~0.8eV,  $\pm 2^\circ$  である。この波長領域は、遷移金属の 3s, 3p 内殻準位を励起できる波長領域であり、特に強磁性体試料の研究に適している。我々は Ni(110) 単結晶試料を用いて有名な 6 eV サテライトのスピン偏極度の振る舞いを入射光エネルギーの関数として測定し、Fano の干渉効果が重要な役割をはたしていることを示した。しかしながら、 $\pm 3\%$  以内の誤差でこの偏極度測定を行うのに、約 10 日を必要とした。現在、装置の検出効率を上げるべく改良を進めている。

今後、表面状態や多重項分裂等のスピン解析等、スピン分解光電子分光の分野でも、通常の光電子分光と同様に、高分解能化が進んでいくものと思われる。その際には、

- (1) 現在の光子数 ( $10^{12} \sim 10^{13}$  photons/sec) を維持しつつ、分解能を一桁以上あげた分光器（光源）の開発。
- (2) Mott 検出器よりも検出効率 (figure of merit) の大きなスピン検出器の開発。例えば、Kisker らの V L E E D (Very Low Energy Electron Diffraction) 検出器では、figure of merit は Mott 検出器よりも 1 術大きいが、もっと安定に動作するもの。
- (3) 低温で測定を行えるシステム（サンプルホルダー、試料磁化装置）の開発。  
等を行っていく必要があろう。

## 半磁性半導体の光電子分光、逆光電子分光およびEXAFS

広大理 谷 口 雅 樹

CdTe, ZnTe のような II-VI 族半導体の cation (Cd, Zn) の一部を Mn などの 2 値の磁性イオンで置換した混晶は半磁性半導体とよばれている。これらの物質は II-IV 族半導体本来の性質のほかに、磁性イオンを不規則に含む事に起因する磁気的性質をもっており、スピングラス相への磁気相転移、異常に強い磁気光学効果等の興味ある現象を示す。これらの現象においては high spin 配置をとる Mn 3d 状態と sp 価電子状態との間の軌道混成が重要な役割を果たす。

これまで放射光を用いた価電子帯光電子スペクトルの測定より  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Y}$  ( $\text{Y}=\text{S}, \text{Se}, \text{Te}$ ) の充満準位における Mn 3d 部分状態密度と p-d 混成の様子を調べてきた。最近、Mn 3d 部分状態密度のスペクトル形状についてクラスター・モデルを用いた配置間相互作用理論による解釈(Fujimori et al.) に異論が出されたが、スペクトル形状の濃度依存性等の詳細な実験は逆に従来通りの解釈の妥当性を指示する結果となった。

充满準位とは対照的に、伝導帯の状態密度をはじめとする空準位の実験的情報については非常に乏しい状況にあった。最近、真空紫外域の逆光電子分光装置の製作を行うと共に、装置の高分解能化ならびに信号検出効率の向上をはかった。これにより空準位の電子状態を決定し、これまで得てきた充满準位の電子状態とあわせ、電子構造の全体像をつかめるようになった。これまで Mn 3d 部分状態密度における空準位と充满準位の主ピーク間のエネルギー差は  $8.3 \pm 0.4 \text{ eV}$  と報告されていたが、実際には  $7.1 \pm 0.2 \text{ eV}$  程度である事もわかった。

CdTe と ZnTe の cation-anion 原子間距離は大きく異なっている(X線回折実験)事から、当初、 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  と  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  の Mn 3d 部分状態密度のスペクトル形状はかなり異なっているであろうと予測していた。しかし、Mn 3p-3d 内殻励起領域での価電子帯共鳴光電子放出の実験から  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  と  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  の Mn 3d 部分状態密度を求めてみると、予期に反しこれらは互いに極めて類似している事がわかった。Mn 3d 部分状態密度は、 $\varepsilon_d - \varepsilon_p$  (Mn 3d 準位と anion p 準位のエネルギー差)、U (Mn 3d 電子間クーロン相関エネルギー)、p-d 重なり積分のパラメータを用いて表現できる。 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  と  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  で  $\varepsilon_d - \varepsilon_p$  は共通である事を考慮すると、この類似性は、 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  と  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  中の  $\text{Mn}^{2+}$  イオンの周りの局所構造、特に Mn-Te 原子間距離は両者ではほぼ同じ値になっている事を示唆する。この事を確かめるために EXAFS 実験を行い  $\text{Mn}^{2+}$  イオンの周りの局所構造の解析を行った。実験の結果はこの予測を裏づけるものであった。

光電子分光、逆光電子分光および EXAFS による一連の研究は、半磁性半導体において電子状態と局所原子配列の両方を把握した総合的研究の先駆けとなる事を目指し、立案・実行した。

## 遷移金属酸化物の電子相関と分光研究

東大理 十倉好紀

強い電子相関による絶縁相には、Mott型とCT型がある。いずれの場合にも、バンド・フィーリングを変化させること（キャリヤー・ドーピング）によって、絶縁体-金属転移を起こす。その良い例は、銅酸化物系高温超伝導体（CT系）である。また最近は、Ti, V酸化物についても、フィーリング制御が可能な系が、作製され、電子物性のドーピング依存性などの詳細な研究が進行中である。このうち、電子構造の変化については、（逆）光電子分光やX線吸収分光に付け加えて、光吸収分光が、特に低エネルギー域の電子構造の特徴を明らかにするうえで有効である。そのいくつかの研究例をレビューし、今後の発展の方向を議論する。

### 具体例

- ・電子型高温超伝導体の ingap 状態の分光測定（中赤外吸収と紫外バンド間吸収の同定から）。
  - ・ペロフスカイト型 Ti, V酸化物のキャリヤードーピングによる電子物性変化と光吸収変化でみた電子構造変化の関連。
- など。

## 円偏光・スピン分解高エネルギー分光と電子状態の理論

阪大理 城 健男

1970年代以降、スピン分解光電子放出は、磁性体の磁気的性質だけでなく電子状態を直接観測する方法として大きな役割を果してきた。一方、1990年代にはいり、磁性体における真空紫外線・軟X線領域の左右の円偏光による内殻吸収の差（磁気円二色性、以下では magnetic circular dichroism の略 MCD を用いる）の観測が可能となった。MCDは、また内殻・外殻光電子放出へも拡張され、さらに最近では、光吸収と光電子放出の両面を持つ共鳴光電子放出でも観測されている。ここでは、MCDから得られる情報とその有用性を述べ、具体的な磁性体について、そのMCDと電子状態の関係を理論的に明らかにする最近の研究を紹介する〔1〕。また、入射円偏光とスピン分解光電子分光を組み合わせる事により得られる知見を議論する。真空紫外線領域のMCDについては宮原氏、小出氏、X線領域のMCDについては、河田氏の本研究会報告を併せて参照されたい。

真空紫外線・軟X線領域の光による電気双極子遷移により、3d遷移元素原子の2p, 3p内殻電子は3d状態へ、4f希土類元素原子の3d, 4d内殻電子は4f状態へ励起される。左（右）円偏光により励起される内殻軌道の方位量子数をm<sub>c</sub>、電子が遷移する価電子軌道のそれをm<sub>v</sub>とすると、m<sub>v</sub>=m<sub>c</sub>+1 (m<sub>c</sub>-1) の関係がある。さらに、相対的双極子遷移確率を決める Clebsch-

Gordan係数（或いは  $3 j$  シンボル）の性質により、 $m_c$ ,  $m_v$  の絶対値のより大きい遷移がより確率が高く、MCDスペクトルを光のエネルギーで積分したものは、価電子の軌道磁気モーメントに比例する。この事は、内殻光吸收のMCDが「サイト選択的」な軌道磁気モーメントの直接的な測定法である事を意味する。最近、実際これを利用して、Co/Pd多層膜中のCoの軌道磁気モーメントがバルクのそれに比べて大きくなる事が報告されている〔2〕。

左右の円偏光により2つの独立したスペクトルが得られると言う事実は、磁性体の多体的電子状態に関する知見を得る上でも重要な意味を持つ。この事の具体例として、強磁性Niの $2p \rightarrow 3d$ 吸収におけるMCDの実験の解釈〔3〕、その解釈から予言される円偏光 $2p$ 内殻励起共鳴光電子放出〔4〕と最近の実験〔5〕を報告する。

1. 城 今田 固体物理 27(1992)177.
2. Y. Wu et al., Phys. Rev. Lett. 69(1992)2307.
3. T. Jo and G. A. Sawatzky, Phys. Rev. B43(1991)8771.
4. A. Tanaka and T. Jo, J. Phys. Soc. Jpn. 61(1992)2669.
5. L. H. Tjeng et al., preprint.

### コメント I

#### 高エネルギー研放射光 宮原恒昇

城氏が磁気円二色性（MCD）の物理について話されたので、主として実験技術上の話に限定する。MCD測定技術上の問題点は、

- ① 信号そのもののS/N比
- ② MCDのゼロ点の較正
- ③ 偏光度の測定
- ④ 異なる測定法の比較と利害得失、試料準備

などの諸点にかかわっている。まず①は決定的に重要である。特に常磁性などの非常に小さいMCDを測定するためには、入射光の安定度が $10^{-4}$ 程度より良いことが望ましい。ところが一般に放射光の安定性は光子数nから得られる $\sqrt{n}$ よりはるかに悪いことが多く、これは蓄積されたビームのRF的な不安定性による、ビーム断面形状の微少変化による。光源として、この点を改善することは、MCD測定精度をあげるために決定的に重要である。PF2.5GeVリングでもARにおいても、ビームの安定度の違いによって得られるデータの質は大きな影響を受けている。③は最近になってやっとエリプソメトリによる偏光度の評価が可能になってきた。今後、より高エネルギー光に対して測定できるようになることが望まれる。

②、④に関しては、薄膜による吸収係数の測定法と、光電子全収率測定法を比較する必要がある。

前者は本来信号強度も大きく、また原理的にスプリアスなゼロ点のシフトをひきおこさない。しかし、蒸着等の方法で薄膜をつくれない場合は、この方法は採用できない。ただし、表面のコンタミの影響が比較的小さいという利点もある。一方、収率測定は、複雑な合金系をも測定対象とすることができるという最大の利点をもつ。しかし、強磁場中では電子の運動が影響をうけ、収率をかなり変調してしまう。これは磁場がないときの収率と比較してみると一目瞭然である。しかもやっかいなことに、正逆磁場の対称性がくずれないと、収率に比例したゼロ点シフトをひきおこす。したがって収率測定では、磁場および試料形状の対称性を、最大限に保持することが望ましい。また収率測定のほうが表面のコンタミの影響を受けやすいことも当然である。

## コメントⅡ：遷移金属および多層膜の内殻吸収端磁気円二色性

高エネルギー研放射光 小出常晴

内殻吸収端を利用する磁気円二色性(MCD)は、吸収端を適当に選ぶことにより、原子を特定した局所的な磁気的状態や電子状態に関する情報を与える。本コメントでは、Ni単結晶およびFe/Pt多層膜を例にとり、内殻吸収端MCDの威力と重要性を説明する。

NiのM<sub>2,3</sub>吸収端MCDは、吸収端の低エネルギー側で負の大きなピークを、高エネルギー側で正の小さなピークを示し、正負の非対称性が著しい。吉田と城による計算との比較から、軌道磁気モーメントの寄与は0.08-0.09 μ<sub>B</sub>と見積られる。さらに注目すべきことは、正の小さなピークの高エネルギー側にサテライト(振動構造)がみられることで、これはNiの基底状態にd<sup>10</sup>, d<sup>9</sup>配置だけでなくd<sup>8</sup>配置も含める必要があることを示している。

Fe/Pt多層膜に対しては、FeM<sub>2,3</sub>吸収端およびPtN<sub>6,7</sub>, O<sub>2,3</sub>吸収端において明瞭なMCDシグナルが観測された。これは、Fe/Pt界面近傍のPt層内に磁気モーメントが誘起されたことを示している。Fe単結晶の場合と異なり、FeM<sub>2,3</sub>吸収端MCDでは、正側のMCDシグナルがほとんど見えない。これはPtO<sub>3</sub>吸収端の負のMCDがオーバーラップしていること、および多層膜ではFeの軌道磁気モーメントがエンハンスされているためと考えられる。PtN<sub>6,7</sub>吸収端MCDの符号は、FeM<sub>2,3</sub>およびPtO<sub>2,3</sub>吸収端MCDの符号と逆である。簡単な理論的考察より、Pt層内の磁気モーメントはFe層内の磁気モーメントと平行(強磁性カップリング)であることが結論される。

## f, d 電子系の P E S, B I S

大阪大学基礎工 菅 滋 正

物質の電子状態を知るには占有状態とならんで非占有状態についての知見も重要である。ここでは磁気的に興味ある物性を示す 3 d 遷移金属化合物として Cu<sub>2</sub>Sb 型合金をとりあげ、また 4 f 電子系物質として価数揺動や近藤効果的物性を示す Ce 化合物である Ce(Pd<sub>1-x</sub>Cu<sub>x</sub>)<sub>3</sub> をとりあげて光電子分光と逆光電子分光を用いた電子状態の研究を紹介する。

Cu<sub>2</sub>Sb 型合金は磁気的に等価でない 2 つの Cu サイトをもつ。それをそれぞれ I, II サイトとよぶと、I サイトの磁気モーメントは II サイトのそれに比べて遙に小さいことが知られている。さらに物性的には Mn<sub>2</sub>Sb はフェリ磁性 (T<sub>c</sub>=550K) を示すのに対し II サイトを A1 で置き換えた MnAlGe では強磁性 (T<sub>c</sub>=518K)，さらに Cr<sub>2</sub>As, Mn<sub>2</sub>As, Fe<sub>2</sub>As では反強磁性 (T<sub>N</sub>=393, 573, 353K) を示す。占有電子状態については UPS あるいは 3 p 内殻吸収励起領域の共鳴光電子分光や 2 p, 3 s 内殻励起 XPS による研究を行った。これより部分状態密度、軌道混成やスピン交換相互作用についての情報が得られた。I サイトの 3 d 電子は遍歴性が大きいと判断される。2 p XAS (X 線吸収) スペクトルもこの結果を支持する。一方非占有状態についての直接の情報は UV 逆光電子分光より得られた。両者を比較することにより、上向きスピンと下向きスピンの 3 d 電子状態のスピン交換分裂が実験的に評価された。これらの結果は望月等による最近のバンド計算の結果と良く対応している。

Ce(Pd<sub>1-x</sub>Cu<sub>x</sub>)<sub>3</sub> については x=0 の時、つまり CePd<sub>3</sub> についてはいわゆる近藤温度の高い (~250K) 典型的な価数揺動物質であるが、x の増加と共に近藤温度は下がり (x=0.13 では数 K) いわゆる近藤レジームになる。x の増加に伴うスペクトルの変化を X 線逆光電子分光 (いわゆる BIS) と XPS で測定した。BIS では x=0 に対して f<sup>1</sup> と f<sup>2</sup> ピークが明確に識別されるのに対し、x の増加とともに f<sup>1</sup> ピーク強度は減少する。また f<sup>2</sup> ピーク位置は低下しフェルミレベルの方に近づく。Ce 3 d 内殻 XPS でもこれに対応する変化がみられる。つまり f<sup>0</sup> ピークと f<sup>2</sup> 成分の強度の減少である。解析の結果これらの変化は、4 f と伝導電子との混成の減少と 4 f 準位のエネルギーの低下とを考えれば矛盾なく説明できることが分かった。しかしこの分野でさらに精度の高い研究を行うにはエネルギー分解能の向上と表面成分の定量的分離評価を可能にする実験が不可欠である。

先の Cu<sub>2</sub>Sb 型合金の研究についても磁気円偏光二色性吸収やスピン偏極光電子分光あるいは同じく逆光電子分光測定などを近い将来に行う予定にしている。このように各種共同研究による積極的かつ総合的な研究の展開が待たれる。

## 重い電子系の分光理論

東北大理 倉本義夫

重い電子系では近藤効果がその熱力学的、輸送的性質に本質的な役割を果たしていることが知られている。f電子と伝導電子の混成を考慮した、いわゆるアンダーソン模型をとると、そのf電子状態密度は精度よく計算でき、近藤共鳴と呼ばれるピークがフェルミ準位近傍に生ずる。近藤共鳴が分光学的実験（PESとBIS）で観測されるか否かについては、この10年来肯定的な見方が支配的であったが、最近高解像度の実験にもとづいて、その妥当性に疑問を投する論文が出された。本講演では、アンダーソン模型の基本的性質をレビューした後、近藤共鳴とスピン軌道分裂構造の観測可能性について、理論の立場から議論する。

## 銅酸化物の電子状態、分光理論

名大工応用物理 前川禎通

銅酸化物高温超伝導体の発見以来、その電子状態の解明に光電子分光の果たしてきた役割は非常に大きい。銅酸化物の電子状態を支配する基本的なパラメータに（i）銅イオンでの電子相関(U), (ii) 銅と酸素の間での電子エネルギー・レベル差である電荷移動エネルギー( $\triangle$ ), (iii) 銅と酸素の間の電子の飛び移りのエネルギー( $T_{pd}$ ), 及び (iv) 電子またはホールの濃度( $\delta$ )がある。 $\triangle$ はマーデルング・ポテンシャルを通して結晶構造に依存する。また、ホール濃度( $\delta$ )は外部からコントロールできるパラメータである。従って、これらパラメータの値により多彩な物性が現れる。高温超伝導はその1つである。最近、角度分解型光電子分光により、超伝導ギャップとその異方性が観測された。フェルミ面とギャップの関係が更に明らかにされれば、高温超伝導発現機構解明のための決定的な情報を与えることになると期待される。

ここでは、有限クラスターの厳密対角化法による計算結果との比較を通して、銅酸化物高温超伝導体の電子状態に対する研究の現状を報告する。

## 酸化物高温超伝導体の極低温、高エネルギー分解光電子分光

東北大理 高橋 隆

固体のフェルミ準位近傍の詳細な電子構造を研究する目的で、高エネルギー分解能で、測定試料を極低温に保持して測定できる光電子分光装置を建設している。装置は、直径30cmの半球型電子エネルギーアナライザーとHe循環型試料冷却機構を持ち、2段の直列接続したターボポンプで真空に引かれている(到達真空度 $10^{-11}$  Torr)。真空槽は2重のミューメタルで磁気遮蔽されている。励起

にはHe放電管を用い、実験室系での測定が可能である。現在のところ、エネルギー分解能25meV、到達温度15Kを達成しているが、より高いエネルギー分解能、極低温化を図るため、電源系の改良、温度遮蔽の効率向上の努力を行っている。

この装置を用いて、Bi系銅酸化物高温超伝導体の超伝導ギャップ開閉の直接観測を試みた。その結果、Tc以下でフェルミ準位上の状態密度の高結合エネルギー側への移動が観測され、超伝導ギャップが開いていることが確認された。Fermi-Dirac関数、BCS関数、およびエネルギー分解能(Gauss関数)を考慮して、シミュレーションを行った結果、超伝導ギャップの大きさ(△)として、15-20meVの値が得られた。2△/kTcの値としては、4.3-5.7となり、強結合領域にあることがわかる。

今後、C<sub>60</sub>アルカリ金属化合物超伝導体、f電子系化合物の測定も予定している。

### C<sub>60</sub>単結晶とその化合物の光学応答

東大工 岩佐義宏

炭素のみからなる新型のかご状分子C<sub>60</sub>は固体状態ではfcc構造の結晶となり、interstitial siteにアルカリ金属AをとりこむとA<sub>x</sub>C<sub>60</sub>の組成で超伝導となる。これらの物質群の多くは粉状多結晶としてえられるため光学的評価が困難であったが、試料作製技術の改良で最近光学的測定が可能になってきた。講演ではC<sub>60</sub>及び一連のアルカリ金属C<sub>60</sub>化合物の光反射スペクトルによって調べた結果をもとに、0.06-40eVのエネルギーースケールでの電子構造の概略を報告した。

fcc C<sub>60</sub>結晶は2-3eVに最低の吸収帯をもち、約7eVにπ-π\*遷移のエッジがある。それ以上のエネルギーではσ電子の関与した吸収が現れる。3eV以上のエネルギー領域では分子とほぼ同じ特徴が現れ、光学的に見ても典型的な分子結晶であるといえる。

C<sub>60</sub>の最低非占有軌道(LUMO)は3重に縮退しておりアルカリ金属化合物A<sub>x</sub>C<sub>60</sub>ではこの軌道にアルカリ金属から供給された電子が収容されて行く。x=3とx=6の試料については共昇華法を用いて作製し、xの値はラマン散乱によって評価した。x=3の相はハーフフィルドとなり、光学的には反射率のエッジが約0.7eVの金属である。x=6の相はLUMOに電子が完全に占有され、光学的には最低吸収帯が約1eVの半導体となる。

超伝導相x=3ではアルカリのイオン半径(格子定数)を大きくすると超伝導転移温度が上昇する傾向が見られるため、その電子構造の詳細にも興味がもたれる。K<sub>3</sub>C<sub>60</sub>(T<sub>c</sub>~19K)とRb<sub>3</sub>C<sub>60</sub>(T<sub>c</sub>~29K)のプラズマエネルギーはそれぞれ約1.5eV、1.2eVとなり、格子定数の小さいRb化合物の方がバンド幅が小さいことが明らかになった。すなわち、このエネルギーースケールでみると、A<sub>3</sub>C<sub>60</sub>ではバンド描像が成り立っているように見える。

## 磁気光学材料探索における高エネルギー分光の意義

農工大工 佐 藤 勝 昭

最近、光磁気ディスクが普及し始めたが、現行のものの記録容量は、3.5インチのディスクで128Mバイト、5インチで650Mバイトと、動画像を扱うにはやや不十分である。このため、高密度化をめざしてさまざまな研究が行われている。このうち、最も重要な研究目標は短波長レーザを用いた記録再生である。現行の光磁気ディスク材料であるアモルファスTbFeCo系合金は、短波長の磁気光学特性が悪いので、これに代わるものとして、Pt/Coなどの人工格子が期待されている。最近、われわれは、1～6eVの磁気光学スペクトルの測定系を完成させ、Pt/Co, Pt/Feおよび対応する合金膜においてカーリング、カーポジット率のスペクトルの測定を行った。さらに、物性研の放射光施設で反射スペクトルを測定し、K-K変換によって光学定数を定めた。

これらのデータを用いて、解析を行った結果、Pt系人工格子においては界面数原子層にわたって合金化が起きており、これによって大きな磁気光学効果が生じていることが明らかになった。それでは、Pt系合金の短波長の大きな磁気光学効果はどちら生じているのであろうか。カーリング $\theta_K$ 、カーポジット率 $\eta_K$ は、誘電率テンソルの成分 $\epsilon_{ij}$ と次式で結び付けられている。

$$\theta_K + i\eta_K = \epsilon_{xy} / (1 - \epsilon_{xx}) \sqrt{\epsilon_{xx}}$$

実験データの解析の結果、非対角成分 $\epsilon_{xy}$ は短波長であまり大きな変化をしていないことが分かった。一方、 $\epsilon_{xx}$ の実部は、Pt/Co合金、Pt/Fe合金のいずれにおいても、ドルーデ則に従うスペクトルを示し、6eV付近においてゼロとなるプラズマ共鳴を示した。そこで、 $\epsilon_{xy}$ の実部、虚部を一定として、 $\epsilon_{xx}$ の波長依存性のみを用いて、上式の評価を行った。その結果、6eV付近に大きなエンハンス効果が現れることが明らかになった。

このことをさらに検証するためには、さらに6～12eVの磁気光学スペクトルの評価を行う必要がある。今後の課題としたい。

## X線励起による希土類化合物のM<sub>4.5</sub>放射スペクトル

阪府大工 会 田 修

内殻電子励起スペクトルの研究は外殻電子状態や内殻正孔と外殻電子の相互作用について知見を得るのに有効な手段となる。ここでは、X線励起（R h対陰極：40kV, 70mA）および電子線励起による希土類化合物（LaF<sub>3</sub>, LaCl<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeF<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>）の希土類M<sub>4.5</sub>放射（5p → 3d, 4f → 3d放射）の測定結果を、萱沼ら<sup>1)</sup>および田中ら<sup>2)</sup>により定式化された不純物アンダーソンモデルに基づいた2次の光学過程による計算結果と比較した。4f → 3d放射は3d → 4f吸収とエネルギー的に重なり自己吸収の影響を受ける。従って自己吸収の影響を直接的に受け

ない  $5\ p_{3/2} \rightarrow 3\ d_{5/2}$  放射について比較した。

La化合物の  $5\ p_{3/2} \rightarrow 3\ d_{5/2}$  放射スペクトルにおいて, LaF<sub>3</sub>では2本のピークが観測されるが, LaCl<sub>3</sub>とLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>では1本のピークが観測されLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の方が幅広い。これらの結果は, 3d内殻正孔の生成により f<sup>0</sup>配置およびf<sup>1</sup>L配置(Lはligandの2p価電子帯中の正孔を表す)が強く混成したスペクトルとして理解され, 希土類3d光電子スペクトルの解析から得られた電荷移動エネルギーや価電子帯と4f状態の混成相互作用の大きさを用いた計算結果とよい一致が見られ, 光電子スペクトルと統一的に理解することができるとともに, 化合物による固体効果の違いについて知見が得られた。

CeF<sub>3</sub>の  $5\ p_{3/2} \rightarrow 3\ d_{5/2}$  放射スペクトルについてもf<sup>1</sup>配置とf<sup>2</sup>L配置の混成したスペクトルとして解釈される。基底状態でf<sup>0</sup>配置とf<sup>1</sup>L配置の混成の大きいCeO<sub>2</sub>ではスペクトル構造は複雑になるが理論計算とのよい対応が見いだされた。

電子励起放射スペクトルでは, LaF<sub>3</sub>の場合, f<sup>1</sup>配置に対応する放射構造がf<sup>1</sup>L配置に対応する構造よりも低エネルギー側に比較的強く観測された。CeO<sub>2</sub>の場合も複雑ではあるが, f<sup>1</sup>およびf<sup>2</sup>L配置に対応する放射構造が相対的に強く現れていると考えられる。

- 1) Y. Kayanuma and A. Katani. Core-level Spectroscopy in Condensed Systems, ed. by J. Kanamori and A. Kotani (Springer-Verlag. 1988) 72.
- 2) S. Tanaka, H. Ogasawara, Y. Kayanuma and A. Kotani, J. Phys. Soc. Jpn. 58(1989)1087.

## 二次元電子分光と光電子ホログラフィー

阪大基礎工 大門 寛

最近, UPSにおける角度分解光電子測定や, 光電子ホログラフィーを目的とした光電子回折の測定において, ほとんど全立体角に達するような広範囲の二次元測定が幾つかのグループによってなされるようになってきた。ここでは, 我々の球面鏡分析器による測定結果を紹介しながら, この分野の現状を概観する。

### 1) 二次元電子分光

UPS領域における二次元の角度分解測定としては, これまでEastman型の分析器を使ったHimpelらの測定例がグラファイトやSi表面について数例あったのみだったが, 最近, 試料駆動型によるCu(001)面についての測定例がOsterwalder, Stuck氏らにより発表された。

我々は, 二次元表示型の球面鏡分析器を用いて, 単結晶グラファイトのバンド構造を二次元的に測定し, Himpelらの測定と比較した。測定はPFのBL-7Åの直線偏光を用いて行った。放射光のエネルギーはHimpelらと同じく50eVとしたが, 彼らはp偏光で行ったのに対して, 我々はs偏光で行っている。

バントの等エネルギー断面の測定結果は、フェルミ面を含めて形についてはHimpselらの結果と一致したが、強度分布の $\phi$ 依存性には彼らの結果にはない大きな異方性が見いだされた。これは、Himpselらはp偏光を使用するためにp軌道からの光電子強度の $\phi$ 依存性は見られないが、我々はs偏光であったために光の電場ベクトルと垂直な方向には光電子強度が弱くなったものとして解釈できる。

従って、放射光の偏光と二次元分析器とを組み合わせた測定によって、軌道の対称性を含めたエネルギー-bandの等エネルギー面の二次元マッピングが出来ることが示された。これは、フェルミ面の測定においては、その形が決定できるほかに、フェルミ面を構成する電子の軌道を推定する有力な情報が得られることを意味している。また、少しずつ結合エネルギーをずらした二次元測定結果を重ねあわせることにより、エネルギー軸を含めた分散局面の三次元測定が可能になり、バンドの理解がより深くなることが期待できる。

球面鏡分析器による二次元測定を、試料駆動型の二次元測定と比べると(1)同じ終状態を測定しているので、強度の角度依存性から始状態の対称性の議論ができる、(2)ゴーストの見分けがつきやすい、(3)測定時間が速いなどがあげられる。また、Eastman型の分析器と比べると、歪みがないのでK<sub>11</sub>の定量的な測定に適している。

## 2) 光電子ホログラフィー

光電子の回折パターンを二次元的に測定し、それをフーリエ変換することにより、着目している原子の周りの三次元的な構造を得ようとするのが光電子ホログラフィーである。これも、2年ほど前から2、3のグループで測定結果が報告され始めた新しい分野である。測定方法は、Barton氏がEastman型の分析器を使用しているほかは、Tonner氏、Osterwalder、Stuck氏等は試料駆動型で行っている。現在のところ、フーリエ変換による再構成がうまく行く場合といかない場合があり、フーリエ変換の方法などについて色々な議論がなされている状況である。我々もSi(001)などで測定を行い、フーリエ変換を行ってみたが、うまく行っていない。測定条件や変換方法について研究を深める必要がある。

測定方法としては、二次元表示型の分析器による測定は、試料駆動型の測定と異なり、同じ終状態を測定しているので回折の測定には本質的に適していると思われる。

## How to Measure Partial Densities of States of Alloys using X-Ray Photoelectron Diffraction

A. Stuck, J. Osterwalder, T. Greber, L. Schlapbach  
(Fribourg大)

Above 1 keV the diffraction patterns of photoelectrons from delocalized valence-states

are similar to those from shallow core levels. As will be illustrated with data from  $\text{AuCu}_3(001)$  this similarity can be used to obtain the partial densities of states of an alloy from angle resolved XPS spectra measured in several directions.

## 原子オーダ制御GaAs表面の光電子分光

NTT境界領域研究所 尾嶋正治, Tom Scimeca, 前田文彦, 渡辺義夫

1. はじめに ; より高速な素子の開発をめざし, GaAs表面の原子オーダ制御技術の研究を行っている。これまでに硫黄やセレンのVI族元素を用いることによって表面第一層(or 二層)を熱力学的に安定なGaS, GaSe化合物に変えられることが放射光光電子分光により明らかになった。ここでは表面の結合状態, 構造, 金属との反応性, 酸化反応などについて報告する。

2. 実験方法 ; 実験は高エネ研放射光実験施設BL-1Aで複合表面分析装置を用いて行った。試料はn-GaS(111)A, B, (100)を用いた。硫黄処理は硫化アンモニウム溶液を行い, セレン処理はMBE室内でSeビーム照射によるGaAs表面のセレン化を行った。また各種overlayerを堆積した後に光電子スペクトルを測定し, 界面反応を解析した。

### 3. 結果と考察 :

#### 3.1 硫黄安定化GaAs表面

溶液処理GaAs表面を超高真空中480°Cで加熱すると, 表面に約1~2原子層のGa-S層が形成され, GaAsのバンドベンドが0.8eVから0.3eV程度まで減少する(表面欠陥の減少)。このGa-S層は光電子強度からGaAs(111)B面で約1.7原子層となり, (100), (111)Aの順に減少する。この硫黄の脱離を超高真空中real time光電子分光測定で観察し, 同じ順序で脱離しにくいことが判った。硫黄原子とGaとの結合エネルギーはab initio計算で(111)B面で6.1eV, (100)で5.6eV, (111)Aで4.3eVとなっており, 硫黄の存在量, 脱離しにくさと良い相関がある。

この表面にMISデバイス用CaF<sub>2</sub>をエピ成長したところ, GaAs(111)B面の硫黄は界面に残存してGaAs表面を原子オーダで保護していることが判った。

次にSchottky素子用として金属をS/GaAs表面に堆積した。Al蒸着に伴い, 金属状態のGa3dピークが徐々に成長し, AlはAl-S結合になった。これは界面に原子オーダのAl-Sが形成され, Al表面にGa原子が偏析することを示す。この反応は熱力学的にAl<sub>2</sub>S<sub>3</sub>の $\Delta H^\circ_{298}$ が-172.9kcal/molとGa<sub>2</sub>S<sub>3</sub>の-136.8kcal/molに比べて小さるために起こる。Schottky障壁高さをI-V特性から評価した結果, Al/S/GaAs(111)Bではより安定した界面層(Al-S)が形成されており, 界面準位の発生を抑制していることが判った。

しかし, 仕事関数の大きなPdを蒸着した場合には, 硫黄層の効果は全く見られなかった。S 2p光電子スペクトルから, Pd蒸着によって硫黄原子はsurface sulfur状態に変わり, 表面に偏析し

たことが判った。従って、さらに安定な表面制御技術の開発が不可欠である。

### 3.2 セレン安定化GaAs表面

ドライプロセスでGaAs表面の原子オーダ制御を行うため、セレン化の検討を行った。始めにMBEによりGaAs清浄表面(As安定化面2×4)を作製し、その表面に室温でSeを堆積した後、超高真空中で加熱してSe安定化面(2×1)を形成する。その過程でAs3dスペクトルに、表面As状態 $\Rightarrow$ As-Se結合 $\Rightarrow$ As-Se結合の残存とGa-As結合出現 $\Rightarrow$ Ga-Se結合のみが観察された。この変化はバンドベンドの緩和と対応し、最終的にわずか0.2eVとほとんどflat bandに近い表面にまで制御が可能であることを見いだした。一方Se3dスペクトルを解析し、Se原子はほぼ2~3原子層存在することが判った。そこで角度分解光電子分光を<110>方位の極角を変化させて測定し、表面構造モデルを作った。具体的には、第1層にSe、第2層の半分がGaで残りが空孔、第3層がSe、第4層のGaというdefective  $Ga_2Se_3$ モデルにより、実験結果が説明できることを示した。

そこでこの表面の酸化状態を調べたところ、硫黄安定化表面より酸化反応が抑制されており、フォトルミネッセンスの劣化が少ない表面が実現出来る可能性があることが判った。

### 4.まとめ

- (1) 硫黄安定化GaAs表面はGa-S結合が表面に1~2原子層存在し、表面欠陥生成を抑制している。特にGaAs(111)B面は最も安定で、 $CaF_2$ エピ成長後も界面を保護している。
- (2) Schottky barrier形成のためAlを堆積すると、Ga-S結合はより安定なAl-S結合に変わり、界面を原子オーダで保護するが、Pd堆積の場合にはGa-S結合は完全に破壊され、硫黄原子は全て表面に偏析し、硫黄による保護効果は全くなくなる。
- (3) Seビームによる表面安定化により、2~3層のGaSe層が形成され、ほぼflat bandが実現する。この構造はdefective  $Ga_2Se_3$ と考えられる。

【謝辞】本研究を遂行するに当たり助言頂いた筑波大学南日教授、大井川助手に感謝いたします。

## アルカリハライドのヘテロ成長薄膜

東大・理学院・化学専攻 斎木 幸一郎

### 1.序

アルカリハライドは代表的なイオン結合性物質で、その光学的性質は以前から研究してきた。一方、その薄膜成長は、雲母あるいはアルカリハライド劈開面上への成長の電子線回折による観察が、1950年代にSchulzによって試みられて以来、ほとんど進展がなかった。ところが最近になって、分子線エピタキシー(MBE)法による、アルカリハライドの多種基板の上への成長(ヘテロ成長)が、幾つかの研究グループにより独立に開始され、半導体や金属とは異なるイオン結合性特有の成

長機構などが見いだされ始めている。我々のグループは1989年から、アルカリハライド、銅ハライドなどのヘテロ成長の研究を開始し、エピタキシャル条件、成長膜の構造・結晶方位、界面の結合状態、さらにイオン結合性物質の超格子による新物性の探求を目指している。以下では、アルカリハライド基板および半導体基板上へ成長したアルカリハライド薄膜の、形態を中心とした結果について説明する。

## 2. 装置

薄膜成長は図1に示すMBE装置で行っている。アルカリハライドは分子状で昇華するので一物質につき単一の蒸発源で良い。成膜中の真空間度はおよそ $1 \times 10^{-7}$  Paである。成長中の結晶性・方位はRHEEDで、成膜後の組成、電子状態を、AES、EELS、XPSで観測する。

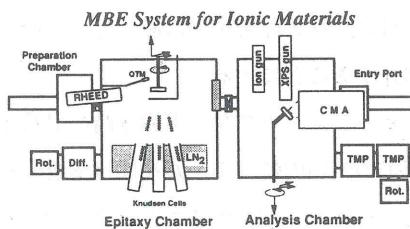


図1

## 3. アルカリハライド基板上へのヘテロ成長

種々のアルカリハライド劈開面上へ、異種のアルカリハライドをヘテロ成長させた結果を図2に示す。図中の数字は格子ミスフィット値である。

○、□は層状成長が観察された系、●は島状成長、△はその混合が観測された系である。方位は何れの場合も主軸( $\{100\}$  軸)が揃っている。図から明らかなように、ミスフィットが約20%以内の組み合わせで層状成長が観測されている。これは格子整合条件が要求される共有結合性半導体の例とは対照的で、アルカリハライド分子の劈開面上への結合力の小ささを反映していると考えられる。

## 4. 半導体基板上へのヘテロ成長

等極性半導体のSi、および極性半導体のGaAs上へのアルカリハライドのヘテロ成長を試みた結果、Si上へはミスフィット1.1%のLiBr、GaAs上へは0.4%のNaClのみが層状成長した。ミスフィット値がこれより大きい場合には、成長膜は多結晶となる。また、上記の組み合わせの場合でも、基板温度が変化して、ミスフィット値が大きくなると、層状成長から島状成長への変化が観測された。従って、表面にダングリングボンドが現れている半導体基板上にアルカリハライドが成長する場合には、そのヘテロ界面でコヒーレントな結合が存在することが予想される。現在その結合様式を明らかにすべく測定を行っている。尚、

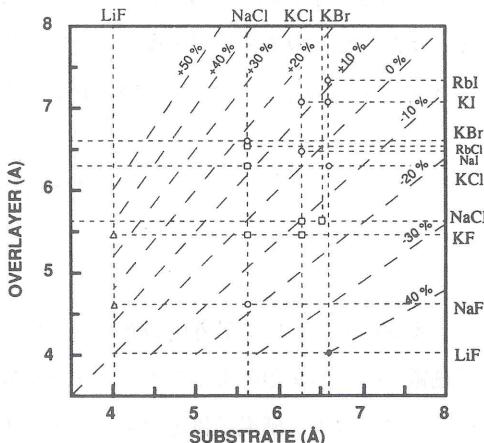


図2

3の結果を利用して、Si, GaAs上へもLiBr, NaClを中間層とすれば、任意のアルカリハライドを層状成長することができる。

### 原子分子の軟X線分光

高エネルギー研放射光 柳下 明

本日は、軟X線を用いた原子分子の研究のなかから、最も話題性に富む最近の研究成果を2つだけ紹介することにする。

#### 1) オージェ・カスケード崩壊時のPCI効果(原子)

原子の深い内殻にホールを開けると、その原子はいくつかのオージェ電子を放出して緩和(オージェ・カスケード)することはよく知られている。もしも、光のエネルギーが内殻電離しきい値に極近い場合は、この緩和過程において、内殻光電子と複数個のオージェ電子との間でのPCI効果が期待される。私たちは、ゼロ・エネルギー電子と光イオンとの同時計測法によって、オージェ・カスケード崩壊が起こる場合のPCI効果を世界で初めて明らかにした。

#### 2) 光励起・配向分子からの光イオン放出(分子)

光イオン放出の角度分解測定にはいろいろな応用が考えられる。ここでは、HC1の $\sigma^*$ および2s $\sigma$ 励起過程を例に挙げる。それらの励起状態からのプロトンの角度分布の測定によって、2p $\sigma$ と2p $\pi$ のエネルギー差が僅かなため、通常の測定手段では明らかに出来ない、2p $\sigma \rightarrow \sigma^*$  / 2p $\pi \rightarrow \sigma^*$ および2p $\sigma \rightarrow$ 4s $\sigma$  / 2p $\pi \rightarrow$ 4s $\sigma$ の分岐比が決定される。

### オージェ・フリー発光

立大理 墨田 信三

イオン結晶において最外内殻準位にホールが生成された場合を考える。ふつうは最外内殻ホールの価電子帯への緩和によってオージェ電子放出がおこる。ところがCsF, CsCl, CsBr, BaF<sub>2</sub>のように伝導帯と価電子帯との帶間エネルギーEgの大きな物質では、オージェ電子放出はエネルギー的に不可能となる。このとき最外内殻ホールは価電子帯からの電子遷移により発光を伴って脱励起する。この発光を我々はオージェ・フリー発光と命名し約5年前にはじめて上記物質で確かめた。この発光が価電子帯を構成するハロゲンイオンの電子がアルカリ金属イオンあるいはアルカリ土類イオンのホールに遷移することを強調してクロス・ルミネッセンスと呼ぶグループもある。また価電子帯-コア間発光とも呼ばれる。従来までに知られていた発光現象がすべて帶間での電子遷移にもとづく発光であるのに対してこのオージェ・フリー発光は最外内殻ホールが関与することにその特徴がある。

そこでオージェ・フリー発光の研究は最外内殻ホールの動的挙動についての知見を与えることになる。この発光の減衰時間が約1nsecと従来の帶間遷移にもとづく発光の寿命(10nsec~数10nsec)より非常に短いことからこの発光を有する物質は高エネルギー実験、あるいはポジトロンCTなどの分野での放射線検出器用のシンチレータとして最適であり応用上からもこの発光をもった物質の探求の研究が早急に望まれている。

本講演では以下のことがらについて述べる予定である。

1. 最外内殻ホールの緩和
2. 発光の励起スペクトル
3. 光電子収量と発光との相関
4. 内殻4d励起による発光
5. 最外内殻ホールの拡散過程
6. 発光の表面効果
7. 荷電粒子励起による発光

#### 物性研高輝度光源計画のめざすもの

東大物性研 柿崎明人

物性研高輝度光源計画では、軟X線・真空紫外線領域の光を発生させる挿入型光源を中心とした新しい高輝度光源の建設と、先端的実験設備の設置を計画し、軟X線・真空紫外線領域における物性研究の画期的な発展を目指している。

近年、軟X線・真空紫外線の利用は、基礎科学だけではなく、様々な応用研究分野に拡がっている。諸外国では、中型高輝度光源の建設ないし建設設計画が進行している。一方、物性研究所のSOR-RINGをはじめとする国内の放射光実験施設には、先進各国で使用されているような最新鋭の実験装置が設置されておらず、先端的研究をすることが難しい状況にある。物性研究所が高輝度光源を建設することに関しては、我国の放射光研究者の間ですでに了解が得られている。

計画の推進に関して指摘されている問題点は、(1)現在の軌道放射物性研究施設を中心とした人員のみで、高輝度光源と諸実験設備の建設と維持・管理ができるかということ、(2)建設後のこの分野の研究の画期的発展をはかるための具体的方策を如何に立案するのかということである。このいずれに対しても、問題の解決には、物性研究所内だけではなく、外部の研究者の密接な協力を得ることが不可欠である。特に、大型装置を建設してから目標とする性能と成果が得られるまでにはかなりの時間を要するので、建設設計画自身が常に新しい情報と企画を吸収・包含できる柔軟性を備えていることが必要である。これを具体的に推進するための一つの方策として、一年程前から軌道放射物性研究施設では、全国の大学や研究所の研究者で構成される計画立案のための三つのワーキング

グループを作り、いろいろな観点から計画具体化の作業と計画実現に対する技術的可能性の検討を続けている。それらは、高輝度光源計画に関する加速器検討会、ビームラインサブグループ、光源利用ワークショップで、各グループの議論の結果は、報告書の形で広く公表し、計画推進について外部の多くの研究者の意見を取り入れていくこととしている。

建設時の人員不足に関しては、客員部門の利用、他の研究所との間の密接な協力、民間技術の導入、民間への業務委託などを検討している。特に、外部研究者が建設終了後も常駐して、各実験設備の維持・管理に参画し、また、開発的研究にも専念できるようにしていきたい。

### 物性高輝度リング——光源サブグループから報告——

物性研 神谷 幸秀

高輝度VUV計画の加速器について報告する。この計画は物性研の将来計画であるが、高エネルギー研（KEK）・PFとの密接な協力のもとに、加速器に関する検討を行っている。ここでは以下のようない内容について報告する。

#### (1) 加速器検討会の紹介

約2カ月に1回程度、KEKと物性研で交互に開催している。

#### (2) 高輝度光源施設の概要

(a) 施設の全体図、光源棟の断面図

(b) リング・トンネルおよびビームライン

(c) 所要電力及び冷却水

施設の規模はPF（ただしPF入射器は除く）と同程度の規模である。

#### (3) 光源リングのマシーン・パラメータ

加速器は(50MeV)リニアック、(1.5GeV)シンクロトロン及び(1.5GeV)光源リングから構成されている。

(a) 主要パラメータ

ビームエネルギー：1.5GeV、リング周長：約240m

長直線部：12カ所（うち2カ所は入射及びRFキャビティ用）

エミッタス：約7nm・rad、ビーム電流：約400mA

(b) 挿入光源及び偏向電磁石からの光スペクトル及び輝度

輝度の最大値として、 $10^{19}$  [photons/sec $\cdot$ mm $^2$  $\cdot$ mrad $^2$  $\cdot$ 0.1%b.w.] が得られるであろう。

(c) ビーム寿命

ビーム寿命を決める要因としては、タウチェック効果が多パンチ・モードでも支配的であり、寿命はRF電圧等にも依存するが約10時間程度であろう。

(d) リングのエネルギーを下げるに、intra-beam scatteringのために、エミッタンスは小さくならない。また、ビーム不安定性も強くなる。

#### (4) 将来計画R&D

現在、将来計画のR&Dとして、次の2つのことを行っている。

##### (4-1) ビーム位置モニタの開発

- (a) RF信号のスイッチングにPINダイオードを使用し、高速かつ信頼性の高い位置モニタの開発を目指している。
- (b) SOR-Ringに実際に設置して性能試験中。今の所、(相対)精度として、(最高)2~3ミクロンが得られている。
- (c) また、SOR-Ringのマシーン・パラメータの測定にも役立っている。

##### (4-2) 高周波加速空洞(RFキャビティ)の開発

- (a) 高調波モード(HOM)のインピーダンスが出来るだけ小さいRFキャビティを開発することを目標にしている。
- (b) RFキャビティ形状の最適設計及び電磁波吸収体の採用。
- (c) 今年12月ごろからcold modelでRFキャビティの高周波特性の測定を開始し、今後1年程度でRFキャビティ開発のめどを建てる予定である。
- (d) また、このRFキャビティの設計をもとに結合型ビーム不安定性の評価を行った。2, 3のHOMについては、detuningをしても電流閾値が約200mA以上にはならないが、現在、これらを減衰させる方策(damping antenna, damping waveguide等)を検討中である。

## 内殻分光

宇都宮大工 中井俊一

### I. 内殻偏光吸収分光

CeRh<sub>3</sub>B<sub>2</sub>のCe3d→4f偏光吸収測定を行った。その結果、城らによる理論計算との対応から、この物質の一軸結晶場の大きさとして約0.2eVを見積ることができた。

### II. 内殻吸収端での共鳴光電子分光

銅酸化物超伝導体、Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>1-x</sub>Y<sub>x</sub>Cu<sub>2</sub>O<sub>8</sub>単結晶(x=0, T<sub>c</sub>=80K, x=0.6, 非超伝導体)を用いてCu2p→3d吸収端およびO1s→2p吸収端近傍で価電子帯共鳴光電子分光を測定した。その結果、価電子帯の高バインディングエネルギー側に出現するサテライト構造がCu2pの場合には3d<sup>8</sup>状態に、O1sの場合には2p<sup>4</sup>状態の2正孔束縛状態に対応することを確認することが出来た。また偏光依存性をCu2p<sub>3/2</sub>ピーク及びO1sの528eVの吸収ピークにて測定

した。その結果、測定した分解能の範囲内においては、超伝導体と、非超伝導体のスペクトルの間に本質的な違いは観測されなかった。

### III. 単色化した放射光によるエミッション分光

Si K吸収端近傍において、単色化した放射光を用いて励起し、放出される SiKα エミッションスペクトルの測定を行った。その結果、吸収端より低い光子エネルギーで励起したエミッションスペクトルは、スペクトルの高エネルギー側エッヂが励起エネルギーの変化に対応してシフトすることと、スペクトルの形状から共鳴ラマン散乱スペクトルであると同定した。また吸収端より高い光子エネルギーで励起すると、スペクトルのシフトは起こらず、共鳴蛍光スペクトルが観測された。

### IV. 今後の課題

- (1) エミッションスペクトル測定用グレーティング分光器の開発
- (2) 検出器の高効率化 → 位置敏感型MCD検出器

コメント； 軟X線領域における発光・ラマン散乱実験の可能性

東大物性研 辛 墇

現在は、光電子分光全盛の時代である。光電子分光が物質の電子状態や、表面状態の解明に果たしてきた役割は、極めて大きい。また、高分解能の光吸收実験も最近盛んになりつつある。一方、軟X線領域の発光実験は非常に古くから行われてきたが、シンクロトロン放射光を利用した本格的な実験は、実験技術の難しさ故に、高輝度光源の出現以来ここ数年来始まったばかりである。ここでは、第3番目の光物性実験として、軟X線領域における発光・ラマン散乱実験の可能性を考えてみたい。現在、精力的に発光実験を行っているグループはスウェーデンとアメリカで2カ所しかなく、論文の数もほとんどないが、発光でなければできないような画期的なデータが既に出始めている。

#### 1. 発光の利点

発光の利点として考えられるのは、選択的な内殻準位を励起するために、価電子帯からの発光スペクトルを観測する事によって価電子帯の成分がわかる事にある。光学遷移のため光電子とは異なり明確な選択則を持っている。もう1つの利点は光電子ではできない物質の実験が出来る事である。特に、絶縁体の光電子分光測定はいわゆるチャージアップしてしまうために測定する事が困難であるが、発光では容易である。また、光電子分光は、表面に敏感すぎるためにバルクの実験をする事が困難であるが、発光実験ではバルクの実験が用意である。

#### 2. 問題点

問題点としては、イベント数が少なすぎる事である。 $10^{13}$ 光子数/s で1カウント/s 位しかな

い。従って、高輝度光源なしの測定は考えられない。現在使用されているよりももっと高輝度が必要とされよう。また、専用の分光器や検知器も開発されなくてはならない。

### 3. シンクロトロン放射光を用いた発光実験でわかった事

内殻の選択励起は予想していたよりもはるかに威力を発揮しそうである。例えば、異なる内殻準位に対する価電子帯の発光スペクトルは明らかに、価電子帯の成分の違いを示している。もう一つは、内殻準位ぎりぎりの励起を行うと、サテライトフリーのスペクトルをとる事ができる事である。この事は、スペクトルの差をとればサテライトのみを観測できる事と等しい。

また、励起電子の存在が発光スペクトルに大きな影響を及ぼしている事もわかってきた。しかし、具体的なメカニズムはまだわからっていない。

一方、光の励起エネルギーをスキャンする事によって、サテライトの強度を共鳴的に増大させる事実もわかつてきた。このメカニズムはわからっていないが、ラマン散乱現象によっているのかもしれない。内殻正孔の寿命は、余りにも短いので、緩和する間もなく、ラマン散乱的になっても不思議ではない。しかし、単なる発光とラマン散乱との区別は単純にはできない。

このラマン散乱現象を積極的に利用したのがHamalainenである。共鳴ラマン散乱により、内殻ライフタイムフリーの新しい実験を行う事ができた。内殻励起のこれまでの実験では、内殻正孔の寿命がスペクトルの線幅を与えていたために、その解析に大きな制約があった。彼らの手法によれば、その制約をとることができる画期的な方法である。

### 4. これから考えられる問題

偏光や角度依存性を利用した発光実験は全くなされていない。これらの事を行えば、更に有用な情報を得る事ができよう。

一方、小谷らは、光電子と発光のコインシデンス分光実験を理論的立場から提案している。極めて難しい実験である事が予想されるが、もし実験がなされれば、幅広いスペクトルを細分化してその帰属を明らかにするだけでなく、量子力学的な観測の問題にふれる事もできよう。

また、発光実験はレーザーや強磁場等の組み合わせ実験が光電子と比べて簡単であるため、組み合わせ実験も進むものと思われる。

## 内殻分光理論

東大物性研 小 谷 章 雄

内殻電子の分光研究として、X線吸収(XAS)とX線光電子放出(XPS)が理論・実験の両面で盛んに研究されている。ところで、XASやXPSを単に一次の光学過程と見ずに、それらの終状態がオージェ効果や輻射効果によって緩和する過程までを含めて研究の対象とすれば、一次過程には見られなかった新しい展望が開ける。これは、これらの分光をコヒーレントの二次の量子過

程として把握することを意味する。XASに相当する吸収端励起とオージェ緩和の組み合わせから生じる二次量子過程が共鳴光電子放出(RXPS)であることは既によく知られている。吸収端励起と輻射緩和の組み合わせからは共鳴X線放出(RXES) [共鳴X線散乱(RXSS)ともいう]が生じる。一方、XPSに相当する高エネルギー連続帶励起とオージェ緩和からは通常のオージェ電子放出(AES)が生じるが、ここではXPS・AESの相関に着目する。同様に、連続帶励起と輻射緩和は通常のX線放出(XES)を与えるが、我々はXPS・XESの相関に興味をもっている。

我々は、以上の観点から、これまで理論研究を進めてきたが、最近の実験の進展とも合致して、まとめた成果が得られつつある。ここでは、上にあげた四種類の二次光学(電子)過程のそれについて最近の代表的な成果を紹介する。

- (1) 深い内殻準位の関与するRXPSは最近のトピックスの一つであるが、ここではその代表例として、CuOのCu2p励起に対するCu3dおよび3pXPSの共鳴について論じる。
- (2) RXESの興味ある応用例として、最近Hamalainenらによって観測されたDy化合物のDy2p-4f励起下でのDy3d-2p発光の励起スペクトルの実験データとそれに対する我々の理論解析について述べる。この実験は、2p内殻正孔の寿命よりも狭いスペクトル幅で2pXASを観測したという点において画期的な成果であると云える。
- (3) XPS・AESの相関に着目すると、通常のXPSやAESの枠内で見逃していた現象を見いだすことが出来る。ここでは、重希土類の4dXPSの終状態のオージェ緩和による寿命が多重項によってかなり異なること、したがって、4dXPSの形状を説明するには、この寿命の多重項依存性を考慮することが本質的に重要であることを示す。遷移元素の3pXPSについても同様のこととが云える。
- (4) 単色X線励起下でのXESにおいて、XPS・XES同時計測スペクトルは両者の相関について極めて重要な情報を与える。ここでは、CeF<sub>3</sub>のCe3d電子励起によって生じるCe5p-3d輻射遷移のXESを例にとって理論計算結果を示す。XPS・XES同時計測スペクトルはXESの中間状態を選択的に指定するだけでなく、二次量子過程に特有の干渉効果を強く反映することを指摘する。

最後に、これらの分光は物性研究上重要な情報を提供すること、X線の偏光や電子のスピン偏極に着目することによって更に多様な展開を見せることを記し、この方面的実験研究の進展に期待する。

## 物性研究所談話会

日 時 1992年11月9日（月） 午後4時～5時

場 所 物性研究所 A棟2階 輪講室

講 師 河野公俊氏（超低温物性）

（所属）

題 目 1次元非周期人工格子中における波動現象

—超流動ヘリウム膜の第3音波を用いて—

要 旨：

フィボナッチ格子に代表される1次元準周期系における波動現象は準結晶の物性とも関連して興味を持たれている。また、不規則系での波動現象についても、アンダーソン局在に関して著しい発展が見られた。これらは元々電子物性を出発点としているが、その背景にある物理は波動現象一般に共通していることが多い。我々は超流動ヘリウム膜を伝播する第3音波を用いて、1次元非周期格子中の波動現象を系統的に調べる実験手法を確立した。フィボナッチ格子、スモース格子、不規則格子などの1次元非周期人工格子における第3音波の透過スペクトルが実験的に求められ、これまで理論的に予言されてはいたが観測にかかっていなかったいくつかの現象が明らかになった。ここではこれらの実験を中心に、2次元人工格子における実験の可能性や、実験の過程で見つかった超流動ヘリウム膜の異常な性質などについてお話しする。

日 時 1992年11月24日（火） 午後4時～5時

場 所 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師 Dr. L. Krusin-Elbaum

（所属） (IBM Research, Yorktown Heights NY 10598-0218)

題 目 Non-Equilibrium "Phase Diagram" of High-T<sub>c</sub>  
Superconductors: Evidence for Collective Pinning and Creep

要 旨：

We review our recent results which establish by means of dc and ac magnetic techniques, a "phase diagram" of the vortex-solid regimes below the melting line for YBaCuO crystals. By testing experimentally the predictions of collective pinning theory for the system of vortices pinned by weak disorder in the presence of large thermal fluctuations, we can determine the boundaries for the transitions from the single vortex pinning (1D) to collective pinning (3D), as well as a transition from the non-local to local behavior of

vortex bundles, marked by the onset of  $1/H^3$  decay critical current density  $J_c$ . A direct association of the shape of dc magnetization  $M(H, T)$  with various regimes in H-T plane is made, which is shown to be strongly influenced by the field-dependent thermal relaxation consistent with the collective creep idea. The collective creep effects are apparent in the "mirror-image" correlation between  $M(H)$  and the thermal relaxation rate at low fields and intermediate temperatures. With the novel analysis technique, the low-field anomalies which are observed in the ac response, are confirmed and associated with the thermal softening transition.

日 時 1992年12月21日（月） 午後4時～5時

場 所 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師 T. J. Chuang

(所属) (IBM Research Division, Almaden Research Center)

題 目 CVD of Diamond Films and Chemistry on Diamond Surfaces

要 旨 :

Diamond films can be readily produced on various substrates from hydrocarbon and hydrogen mixtures excited by plasma or hot-filament methods. Little is known about the reaction mechanisms involved in the CVD process. We have used XPS, AES, TDS, LEED, SHG and SFG spectromicroscopies to investigate the chemisorption, reaction and desorption behavior of H, F and  $\text{CH}_x$  species on a diamond C(111) surface. These adsorbates exhibit distinct bonding characteristics which manifest clearly the diverse effects on the surface electronic and geometrical structures. Present results relevant to the CVD process will be discussed.

## 東京大学物性研究所の助手公募の通知

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

### 1 研究部門名等及び公募人員数

軌道放射物性部門 助手 1名

### 2 研究内容

本部間は軌道放射物性研究施設と協力して、施設が所有する光源専用の0.38GeV電子ストレージ・リング（S O R - R I N G）とそれに付設された分光実験設備を共同利用に提供している。また、高エネルギー物理学研究所における施設の分室では、フォトンファクトリー・リングにアンジュレータを光源とする2基の実験ステーションと偏向電磁石を光源とする1基の実験ステーションを有しており、それらを高エネルギー物理学研究所と共同で管理している。さらに、次世代の高輝度放射光源の建設を計画し、現在、その設計作業を進めているところである。

本公募の助手としては、S O R - R I N Gの維持・改善に従事するとともに高輝度放射光源の加速器に関する設計・開発研究を行う、意欲的な方が望ましい。

### 3 応募資格

特になし。過去の経験は問わない。ただし、博士の学位を有するか、または取得見込みであることが望ましい。

### 4 任期

5年以内を原則とする。

### 5 公募締切

平成5年2月5日（金）必着

### 6 就任時期

平成5年4月1日以降、なるべく早い時期を希望する。

### 7 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推薦書（業績の概要、健康に関する所見を含む）
- 履歴書（略歴で結構です）
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷（5編以内）
- (口) 応募の場合
  - 履歴書
  - 業績リスト（必ずタイプすること）
  - 主要論文の別刷（5編以内）
  - 業績概要（2000字以内）
  - 所属の長または指導教授等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
  - 健康診断書

8 宛先

〒106 東京都港区六本木 7 丁目22番 1号  
東京大学物性研究所 総務課人事掛  
電話 03 (3478)6811 内線 5021, 5022

9 問い合わせ先

東京大学物性研究所 軌道放射物性部門 石井 武比古  
電話 03 (3478) 6811 内線5431

10 注意事項

軌道放射物性部門助手応募書類在中、又は意見書在中の旨を朱書し、書留で郵送のこと。

11 選考方法

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

平成4年11月4日

東京大学物性研究所長

竹内伸

## 物性研究所創立35周年記念行事報告

物性研究所の創立35周年を記念する記念シンポジウムと所内一般公開が平成4年12月3日（木）－5日（土）に行われた。5年前と10年前にも創立25周年、30周年を記念する行事が行われたが、今回はこれらと多少趣を変え、記念式典や祝賀会などは一切行うことなく、学術的内容に焦点を絞って企画がなされた。（記念行事の企画の詳細については物性研だより第32巻第4号参照）

12月3日の記念シンポジウム「物性科学の将来」は下記のようなプログラムで行われた。

### 記念シンポジウム（短期研究会）「物性科学の将来」

日時 平成4年12月3日（木）午前10時－午後5時30分

場所 あといん乃木坂

はじめに	所長
有機物質－物性科学の新しい舞台－	十倉好紀（東大理）
無機材料の将来展望	柳田博明（東大工）
メゾスコピック系の物理学	川畠有郷（学習院大理）
ソフトマテリアルの相転移とパターン形成	川崎恭治（九大理）
地球起源と進化における気相－液相－固相 相変化の役割－実験的アプローチ	久城育夫（東大理）

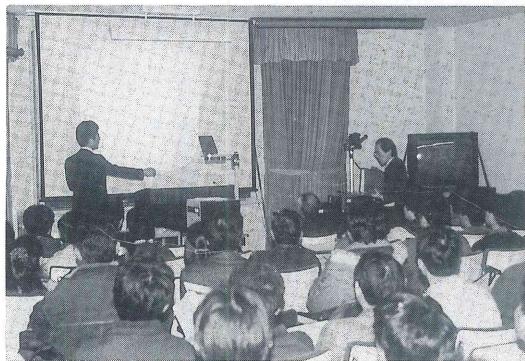
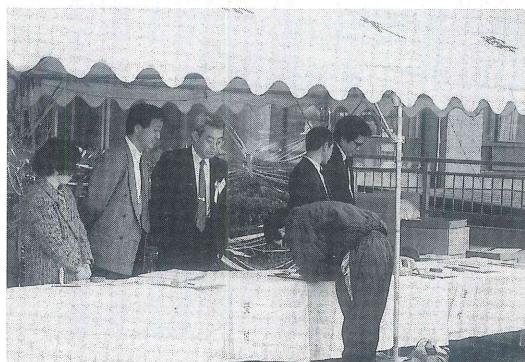
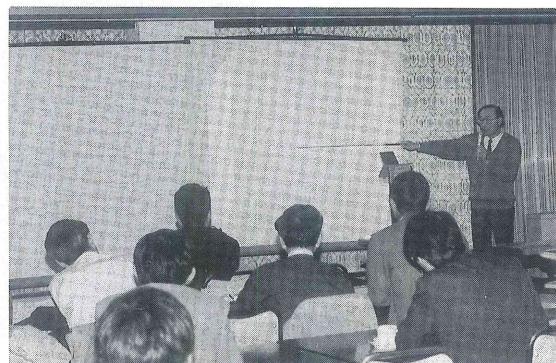
物性研の将来計画にも関連して物性科学の将来展望を探るため所外の講師の方々に物性科学の隣接分野や新しい分野に関する講演をお願いしたが、約100人の参加者が集まり、たいへん熱のこもった各講演をめぐって熱心な討論が行われた。また最後に小谷正博（学習院大理）、松井義人（岡山大地内研）、国府田隆夫（東大工）の各氏から全体的なコメントが寄せられた。

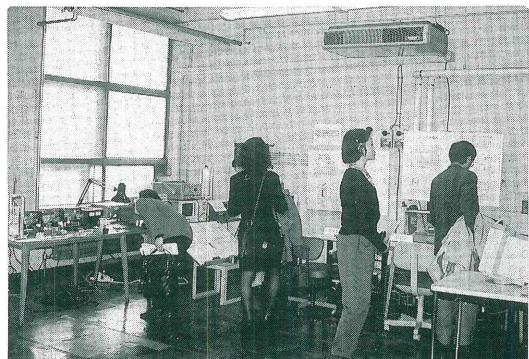
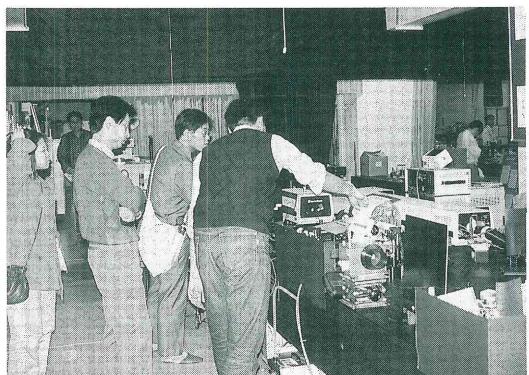
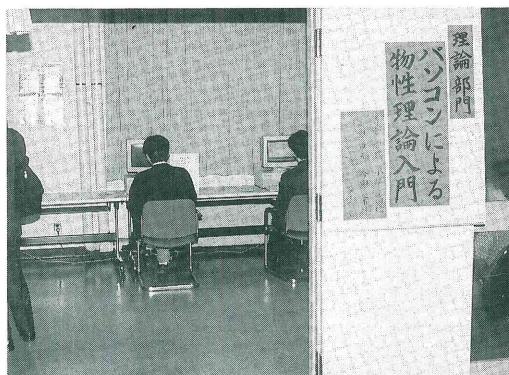
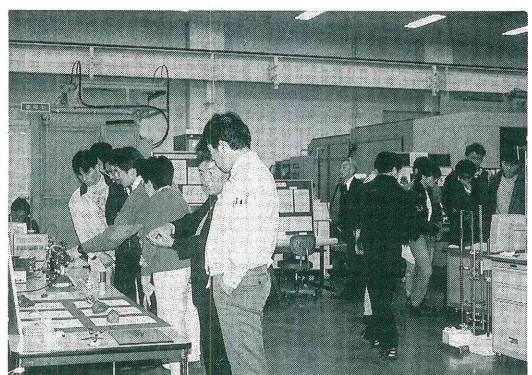
一般公開は12月4日（金）、5日（土）の両日行われた。各研究室や共通実験室の最近の研究成果や研究設備が公開された。全部で34の展示が行われたが、両日を通じて761人の見学者が訪れた。また今回は特別企画として、専門外の人々に物性研究の内容を紹介するための実験のデモンストレーションが企画された。「トンネル顕微鏡で見る原子」、「物質中を進むレーザー光」、「計算機シミュレーション」、「目で見る超流動」、「超強磁場の世界」、「体験しよう物性実験」の各企画であるが、これらの展示物の多くは今回の公開のために特に作られた実験装置である。学生や一般の人々が熱心に見学した。

また物性科学入門教室として4日には黒田寛人所員が「レーザーの原理と応用」、5日には家泰弘所員が「高温超伝導の不思議」と題する入門者向けの分かりやすい講義を行った。これについて

も100人を越える人々が聴講した。その他、物性研究所がこれまでに作成した2本の科学映画ビデオ「極限の世界」、「東京大学物性研究所」が講義室で上映され、全部で211名の人々の入場があった。

さらに35周年を記念して物性研究所が編纂する「物性科学事典」を出版する計画である。時間の関係で記念行事の時点までに出版することはできなかったが、所内外の執筆者の協力を得て、1995年の出版を目標に準備を進めている。





## 物性研究所創立35周年記念行事

### 一般公開の際のアンケート調査の報告

一般公開に訪れた方々にアンケート調査をお願いしたが、その集計結果は以下のとおりである。

一般公開（平成4年12月4・5日） 来所者 計 761名

アンケート回収数 計 248枚

(回収率 32%)

#### (A) アンケート内容

##### I. あなたについて

- (1) あなたについて 男・女 (○で囲む)  
(2) ご身分 (○で囲む)

一般 研究者 ( 大学 国公立研究機関 会社 他 )  
技術者 教員 学生 ( 大学院 大学 高校 他 )

##### II. この公開を何でお知りになりましたか (○で囲む)

ポスター チラシ 新聞 テレビ 学会誌 学内広報  
その他 ( )

##### III. 物性研究所について

- (1) 「物性」と言う言葉を御存知でしたか。 (はい・いいえ)  
(2) 物性研究所の名称をどこで、いつ頃お知りになりましたか。  
(3) 公開を見て物性研究所についてどのようなイメージをお持ちになりましたか。  
(4) 今後、物性研究所にどんなことを期待されますか。

##### IV. この公開のご感想をお聞かせてください。

- (1) 展示について、どんな感想をお持ちになりましたか。 (○で囲む)  
難しい ・ 適当 ・ 易しい ・ その他 ( )  
(2) 特に興味のあった展示を2~3挙げてください。  
(3) 今後も公開を希望されますか。 (○で囲む)  
毎年 ・ 数年毎 ・ 5年毎 ・ その他 ( )  
(4) 特別企画、映画についてどんな感想をお持ちになりましたか。  
(5) その他この催しについてのご感想があればお聞かせください。

## (B) 調査結果

表1. アンケートI-(1)の返答のまとめ [年令・身分等]

年令	一 般	研究者				技术 术 者	学生				計	%
		大学	国公立 機関	会社	他		大学院	大学	高校	他		
11~15									1	1	2	0.8 %
16~20								24	8	4	36	14.5 %
21~25	3	2	6	2		2	27	58			100	40.3 %
26~30	5		4	11		5	1				26	10.4 %
31~35	5	3	4	3	1	4	1			1	22	8.8 %
36~40	3	1	1	1		2	2				10	4.1 %
41~45	5		1	2		1	1				10	4.1 %
46~50	3	1		2		1	2				9	3.6 %
51~55	5			1		2	2				10	4.1 %
56~60	4			1		1	4				10	4.1 %
61~65	3					1					4	1.6 %
66~70	2										2	0.8 %
71才以上		1		1							2	0.8 %
不明	3						1		1		5	2.0 %
計	41	8	16	24	1	19	13	28	83	9	248	100 %

表2. アンケートI-(2)の返答のまとめ [男・女別]

	男	女	不明	計		
一般	34	6	1	41		16.5%
研究者	大学	8	0	0	8	3.2%
	国公立 機関	16	0	0	16	6.5%
	会社	23	1	0	24	9.7%
	他	1	0	0	1	0.4%
技術者	19	0	0	19		7.7%
教員	8	5	0	13		5.2%
学生	大学院	27	1	0	28	11.3%
	大学	72	11	0	83	33.5%
	高校	6	3	0	9	3.6%
	他	5	1	0	6	2.4%
計	219	28	1	248	175	100 %
	88.3%	11.3%	0.4 %			

表3. アンケートⅡの返答のまとめ [公開を何で知ったか]

一般	研究者				技術者	学生				計	%
	大学	国公立	機関	会社		大学院	大学	高校	他		
ポスター	17	4	10	10	1	7	5	9	24	6	1 94 37.8%
チラシ	1	0	0	3	0	2	2	3	14	0	2 27 11.0%
新聞	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5 2.0%
テレビ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0.0%
学会誌	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	5 2.0%
学内広報	7	2	0	1	0	0	2	5	15	0	1 33 13.3%
その他	11	2	5	9	0	8	2	10	30	3	0 80 32.3%
不明						1		1		2	4 1.6%

表4. アンケートⅢ-(1) の返答のまとめ [「物性」という言葉を知っていたか]

一般	研究者				技術者	学生				計	%
	大学	国公立	機関	会社		大学院	大学	高校	他		
Yes	36	7	13	24	1	18	12	28	70	5	2 216 87.1%
No	5	0	0	0	0	1	1	0	8	4	4 23 9.3%
無回答	0	1	3	0	0	0	0	5	0	0	9 3.6%
計	41	8	16	24	1	19	13	28	83	9	6 248 100 %

アンケートⅢ-(2-1) [物性研究所の名称をどこで知ったか]

一般	研究者				技術者	学生				計	%
	大学	国公立	機関	会社		大学院	大学	高校	他		
教養学部のゼミ	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0 3 3.7%
東大で	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4 5.0%
他大で	2	1	3	1	0	1	1	5	17	0	0 31 39.0%
知人から	3	0	0	1	0	1	1	5	5	0	1 17 21.1%
その他	5	1	2	3	0	3	0	1	6	4	0 25 31.2%
計	13	2	5	5	0	5	2	11	32	4	1 80 100 %

## アンケートⅢ-(2-2) [物性研究所の名称をいつ知ったか]

	一 般	研 究 者				技 術 者 員	学 生				計	%
		大 学	国 公 立 機 関	会 社	他		大 学 院	大 学	高 校	他		
今回	4	1	0	0	0	2	0	1	14	6	3	31 17.0%
最近(1~5年)	12	1	4	4	0	4	0	18	36	1	2	82 46.0%
もっと以前から	14	4	10	15	1	7	10	0	6	0	0	67 37.0%
計	30	6	14	19	1	13	10	19	56	7	5	180 100 %

表5. アンケートⅢ-(3) の返答のまとめ [公開を見て物性研究所のイメージは]

	一 般	研 究 者				技 術 者 員	学 生				計	%
		大 学	国 公 立 機 関	会 社	他		大 学 院	大 学	高 校	他		
最先端である、極 に挑んでいる	2	1	1	1	0	2	2	4	3	1	0	17 10.0%
整備され、設備が よい	2	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	7 4.2%
素晴らしい、すご い、よい	3	0	3	1	0	2	0	7	11	2	0	29 17.0%
利用価値ありそう 面白いテーマ	2	0	2	4	0	1	1	1	12	5	1	29 17.0%
基礎研究をよくや っている	5	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	10 6.0%
難しい、地味	7	0	0	2	0	3	2	1	3	2	1	21 12.4%
古い、暗い、狭い	1	1	0	3	0	1	0	0	2	0	1	9 7.2%
幅広い分野	0	0	1	1	0	2	0	3	7	0	0	14 8.2%
アカデミック	1	0	0	5	0	1	0	1	0	0	0	8 4.6%
その他	5	0	2	0	0	2	2	2	8	2	0	23 13.4%
計	28	3	10	19	0	15	8	20	49	12	3	167 100 %

表6. アンケートIII-(4)の返答のまとめ  
〔今後物性研究所にどんなことを期待するか〕

一 般	研 究 者				技 教 員	学 生				計	%
	大 学	国 機 公 立 関 関	会 社	他		大 学 院	大 学	高 校	他		
世界の先端をいけ	3	0	2	1	0	2	2	2	5	0	17 14.2%
基礎研究を	0	0	2	2	0	1	1	1	1	0	8 6.7%
ノーベル賞を	3	0	0	1	0	0	1	0	2	0	7 6.0%
公開回数を多く	1	1	0	2	0	0	1	1	2	0	8 6.7%
応用研究で役立って	2	1	0	0	0	2	0	0	3	0	8 6.7%
超伝導を	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2 1.7%
創造性のある研究	3	0	0	1	0	0	0	0	8	0	0 12 10.0%
がんばって下さい	2	0	1	1	0	1	1	0	4	1	1 12 10.0%
その他	8	0	4	1	0	5	3	3	15	3	2 46 38.0%
計	22	2	9	11	0	12	9	8	40	4	3 120 100 %

表7. アンケートIV-(1)の返答のまとめ〔展示についての感想〕

一 般	研 究 者				技 教 員	学 生				計	%
	大 学	国 機 公 立 関 関	会 社	他		大 学 院	大 学	高 校	他		
難しい	24	2	2	3	0	8	5	7	28	6	4 89 38.2%
適當	11	5	10	18	0	5	6	22	49	2	1 129 55.3%
易しい	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2 0.8%
その他	5	0	1	0	0	3	0	0	3	1	0 13 5.7%

表8. アンケートIV-(2) の返答のまとめ

一 般	研 究 者					技 術 者 員	学 生				計	%
	大 学	国 立 公 立 関 係 機 会 社	他				大 学 院	大 学	高 校	他		
表面物性	2	1	1	1	0	0	0	3	3	3	2	16 6.2%
超低温	5	0	2	2	0	2	0	5	10	1	0	27 10.4%
超高压	7	0	3	1	0	0	1	5	10	1	1	29 11.2%
強磁場	7	1	2	3	0	4	2	6	7	0	0	32 12.4%
レーザー	7	0	2	8	0	1	2	5	15	2	0	42 16.2%
凝縮系 有機伝導	2	1	2	3	0	2	0	4	4	1	1	20 7.7%
NMR	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	5 1.9%
アモルファス	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 0.3%
準結晶	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	5 1.9%
有機磁性	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3 1.2%
石川研	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3 1.2%
家研	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 0.8%
X線回折	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3 1.2%
MBE シュミレー ション	1	0	1	2	0	0	0	1	2	0	0	7 2.7%
電子顕微鏡	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	5 1.9%
理論	1	0	0	1	0	1	0	0	5	0	1	9 3.4%
中性子回折	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	5 1.9%
軌道放射	2	1	0	1	0	2	0	2	0	0	0	8 3.1%
共通実験室	2	0	0	2	0	1	0	1	2	3	1	12 4.6%
超伝導とのみ記入	3	0	0	1	0	1	1	1	3	4	0	14 5.4%
物質開発	0	0	0	0	0	1	0	2	7	0	1	11 4.2%
計	51	5	13	25	0	18	8	38	75	18	8	259 100%

表9. アンケートIV-(3) の返答のまとめ [今後も公開を希望するか]

一 般	研 究 者				技 術 者 員	学 生				計	%		
	大 学	国 立 公 立 関 会 社	他	大 学 院		大 学	高 校	他	他				
毎年	22	4	7	9	1	11	7	23	55	4	5	148	74.4%
数年毎	12	2	5	11	0	4	2	6	18	4	0	34	17.0%
5年毎	2	1	1	3	0	1	2	0	3	0	0	13	6.5%
その他	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2.1%	

表10. アンケートIV-(4) の返答のまとめ [特別企画, 映画についての感想]

一 般	研 究 者				技 術 者 員	学 生				計	%		
	大 学	国 立 公 立 関 会 社	他	大 学 院		大 学	高 校	他	他				
わかりやすい, 感動した	7	1	1	6	0	2	0	4	14	1	0	36	60.0%
回数を増やして	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4	6.6%
もっと易しいものを	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1.6%
面白かった	4	0	3	1	0	2	2	2	3	0	0	17	28.4%
一般企画と変わらない	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	3.4%
計	13	1	4	7	0	4	2	9	19	1	0	60	100%

アンケートIV-(5) の返答のまとめ [この催しについての感想]

次のような感想の記入があった。(多い順)

- ・説明がわかりやすかった。
  - ・説明を簡単にしてほしい。
  - ・終了時間を遅くしてほしい。
  - ・もっと宣伝をすべきだ。
  - ・案内をわかりやすくしてほしい。
  - ・研究室毎の資料を備えてほしい。
- その他には、
- ・お祭りムードがあればいい。
  - ・日曜日もやってほしい。
  - ・院生が親切だった。

## 人 事 異 動

(転出等)

所 属	職・氏名	発令日	異動内容
極限物性部門 表面物性	助手 山田太郎	4.12.31	辞職
経理課 施設掛	技官 山崎隆行	5.1.1	国立オリンピック記念青少年総合センター会計課へ

(休職)

所 属	職・氏名	発令日	異動内容
凝縮系物性部門	助手 爲ヶ井強	4.11.28	休職 (5.1.31まで)

(配置換)

所 属	職・氏名	発令日	異動内容
極限物性部門 表面物性	助手 谷口昌宏	5.1.1	技術職員より

(復職)

所 属	職・氏名	発令日	異動内容
極限物性部門 表面物性	技官 田崎哲郎	4.12.1	

## Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A

- No. 2592 Potassium-Induced Restructuring of Au(001) Surface. by Michio Okada, Hidekazu Iwai, Ruth Klauser and Yoshitade Murata.
- No. 2593 Theory of Core-Level Spectroscopy in Actinide Systems. by Akio Kotani and Haruhiko Ogasawara.
- No. 2594 Theory of Core-Level X-Ray Photoemission and Photoabsorption in Ti Compounds. by Kozo Okada and Akio Kotani.
- No. 2595 Many Body Effects in the X-Ray Absorption Edge of Rare-Earth Systems. by Akio Kotani.
- No. 2596 Synthesis of DMe-DCNQI-d<sub>7</sub> and Deuterium-Induced Metal-Insulator Transition of (DMe-DCNQI-d<sub>7</sub>)<sub>2</sub>Cu. by Shuji Aonuma, Hiroshi Sawa, Yoshinori Okano, Reizo Kato and Hayao Kabayashi.
- No. 2597 Magnetic Phase Diagrams of the Triangular Lattice Antiferromagnets CsMnI<sub>3</sub> and CsNiBr<sub>3</sub>. by Hiroko Aruga Katori, Tsuneaki Goto and Yoshitami Ajiro.
- No. 2598 Magnetic Properties and Spontaneous Magnetostriiction of a Sm<sub>2</sub>Co<sub>7</sub> Single Crystal. by M. I. Bartashevich, A. V. Andreev, E. N. Tarasov, T. Goto and M. Yamaguchi.
- No. 2599 Electrical Resistivities of Al-Pd-Mn Icosahedral Quasicrystals. by Hirofumi Akiyama, Tatsuo Hashimoto, Tadaharu Shibuya, Keiichi Edagawa and Shin Takeuchi.
- No. 2600 Electronic Structure of UC Studied by X-Ray Photoemission and Bremsstrahlung Isochromat Spectroscopies. by Takeo Ejima, Katsutoshi Murata, Shoji Suzuki, Takashi Takahashi, Shigeru Sato, Tadao Kasuya, Yoshichika Ōnuki, Hiroshi Yamagami, Akira Hasegawa and Takehiko Ishii.

- No. 2601 XPS and BIS Spectra of  $U_3T_3X_4$  ( $T=$ Ni, Cu and X=Sn, Sb). by Takeo Ejima, Yuji Kudo, Shoji Suzuki, Takashi Takahashi, Shigeru Sato, Tadao Kasuya, Toshiro Takabatake and Takehiko Ishii.
- No. 2602 High Pressure and High Temperature in Situ X-Ray Observation of  $MgSiO_3$  Perovskite under Lower Mantle Condition. by Nobumasa Funamori and Takehiko Yagi.
- No. 2603 Obsevation of the Magnetic Field-Induced Type-I—Type-II Transition in a GaAs/AlAs Short Period Superlattice. by Satoshi Sasaki, Noboru Miura and Yoshiji Horikoshi.
- No. 2604 Cu Nuclear Spin-Spin Relaxation in  $YBa_2Cu_3O_{6.98}$  and  $YBa_2Cu_4O_8$ . by Yutaka Itoh, Hiroshi Yasuoka, Yoko Fujiwara and Yutaka Ueda.
- No. 2605 Oscillatory Magnetoresistance in Two-Dimensional Electron Systems in a Periodically Modulated Magnetic Field. by Ryuta Yagi and Yasuhiro Iye.
- No. 2606 Disappearance of Ferromagnetism at Low Temperatures in  $CoNb_2O_6$ . by Takeshi Hanawa, Masayasu Ishikawa and Kazuo Miyatani.
- No. 2607 Scaling Analysis of the Spectrum of the Quasiperiodic Modulated Spring Model. by Hisashi Hiramoto and Mahito Kohmoto.
- No. 2608 Resonant Photoemission of Rare Earth Compounds. by Akito Kakizaki, Toyohiko Kinoshita, Takayuki Kashiwakura, Tetsuo Okane, Shoji Suzuki, Shigeru Sato, Yoshikazu Ishikawa, Kazuo Soda, Tamiko Mori and Takehiko Ishii.
- No. 2609 Photoemission and Bremsstrahlung from Uranium Compounds. by S. Suzuki, S. Sato, T. Ejima, K. Murata, Y. Kudo, T. Takahashi, T. Komatsubara, N. Sato, M. Kasaya, T. Suzuki, T. Kasuya, S. Suga, H. Matsubara, Y. Saito, A. Kimura, K. Soda, Y. Onuki, T. Mori, A. Kakizaki and T. Ishii.

No. 2610 Localization Problem of a Two-Dimensional Lattice in a Random Magnetic Field.  
by Yshai Avishai, Yasuhiro Hatsugai and Mahito Kohmoto.

No. 2611 Spin-Charge Crossover in Negatively Pressured Alkali Metals. by Yasutami  
Takada.

No. 2612 Relations between Oxygen Deficiency and Structures in the La-Sr-Cu-O System:  
(II) A New Oxygen-Deficient Phase  $(La, Sr)_4Cu_4O_{10}$ . by Kenji Otzschi and  
Yutaka Ueda.

No. 2613 Magnetoresistance and Upper Critical Fields of  $Ba_{1-x}K_xBiO_3$  Thin Films.  
by Kiyoshi Tatsuhara, Noboru Miura, Hisashi Sato and Shin-ichi Uchida.

No. 2614 High Resolution Electron Microscopy of Dislocations in  $CoSi_2$  with the C1  
Structure. by Kunio Suzuki and Shin Takeuchi.

No. 2615 Elementary Excitations of Anisotropic Spin-1 Cahin. by Minoru Takahashi.

No. 2616 Oxidation Effects on Photoluminescence Mechanisms of Porous Si. by Y. Suda,  
T. Ban, T. Koizumi, M. Minagawa, H. Koyama, N. Koshida, Y. Tezuka and S. Shin.

No. 2617 Production of Megagauss Fields by Electromagnetic Flux Compression for Solid  
State Physics. by Noboru Miura, Hiroyuki Nojiri, Tadashi Takamasu, Tsuneaki  
Goto, Kazuhito Uchida, Hiroko Aruga Katori, Takeshi Haruyama and Sakae Todo.

No. 2618 Application of Megagauss Fields to Magneto-Optical Study of Semiconductors.  
by Noboru Miura, Satoshi Sasaki, Jun-ichiro Kono, Kazuhito Uchida, Tadashi  
Takamasu, Oliver Portuquall, Debra J. Barnes and Robin J. Nicholas.

No. 2619 Photodesorption of NO from Pt(001) at  $\lambda=193$ , 248, and 352 nm. by Katsuyuki  
Fukutani, Andre Peremans, Kazuhiko Mase and Yoshitada Murata.

No. 2620 NMR Investigation on the Spin Polarization Oscillation in Cu Layers of

[Ni/Cu] Magnetic Superlattices. by Atsushi Goto, Hiroshi Yasuoka, Hidefumi Yamamoto and Teruya Shinjo.

No. 2621 Observation of Phonon Structures in Porous Si Luminescence. by Tohru Suemoto, Koichiro Tanaka, Anri Nakajima and Toru Itakura.

## 編 集 後 記

新年を迎え、気分も新たにお仕事に取り組んでいられることと思ひます。

さて物性研だより1月号をお届けします。本号では、巻頭に昨年9月に行われた物性研究所将来計画討論会の議事録を掲載しました。また、竹内所長からは将来計画についての原稿を頂いたので、併せてご覧頂きたいと思います。

移転とそれに伴う将来計画が、最近の物性研における大きな関心事の1つとなっています。今後の物性研究のあり方を左右しかねない問題でもあり、研究所内外・年齢を問わざご意見をお寄せいただきたいと思います。

次号の原稿の締切は、2月10日です。

福 谷 克 之  
石 本 英 彦

