

物性研だより

第10卷
第6号

1971年2月

目 次

- 期待される物性研像 糟谷忠雄 ... 1
○ 物性研雑感 伊藤光男 ... 7

短期研究会報告

- 磁性半導体の物性 平原栄治 ... 9
 糟谷忠雄
 山下次郎

共通施設報告

- ガラス工作室 武田達雄 ... 26
 石沢美恵
 駒場勝雄

図書室報告

- 牧島文庫について 菅野暁 ... 33
臨時共同利用施設専門委員会議事要録 34
物性研談話会 47

サ ロ ン

- ユトレヒト大学にて 鈴木増雄 ... 49
○アルゴンヌだより 福田敦夫 ... 53

物性研ニュース

- 助 手 公 募 60
○人 事 異 動 61
○テクニカル・レポート新刊リスト 62

東京大学物性研究所

期待される物性研像

東北大・理 糟 谷 忠 雄

新らしい研究所の生命は、10年ということは誰が言い出したかは知らないが、古くからよく耳にすることですが、物性研もまさにその様な年令になってきました。（勿論、物性研という名前が発足したのは、10年以上前ですが、人が揃って、研究所としてのまとまった姿をとり出したのは、丁度10年前からです。）この意味でも、物性研は転換期にあるわけで、所内にも、長期計画委員が出来て、新らしい構想を練られ、又広く外部にも意見を求めて居られます。既にこれについては、多くの方達が意見を出され、又物性研を去った人達は殆んどのきなみいろいろな意見を出されて、既に主な意見は出し尽された感がありますが、編集委員の方のたっての御要望と且つ、小生も何か旧所員という立場からも、何か義務めいたものを感する所から、多少の蛇足を付け加えることにします。

物性研の将来像を作る上には、やはりその設立の出発点に帰って考え直すことが必要でしょう。物性研の設立に際しては、非常に多くの人達から多くの構想が出されました。その基本構想については、大半の方に異論はなかった様ですが、具体的な内容については、多くの異論が出されました。それらは、大別して当時の東大の偉いボスの先生方を中心とする執行部的意見と、野党派的、特に地方の大学及び若手の意見とに別れるでしょう。前者は、兎に角予算が通るのが大問題で、そのための technical な面を重視しておられた様に思えますが、それに対して、後者はむしろ、どの様な型のものが出来るかに大きな関心を持ち、研究所の内容について多くの注文を付け、前者からはむしろ、非現実的と見られていました。結局、物性研は、前者の立場と文部省との取引が成立して、東大宇宙航空研の設立に伴う理工研の吸収という形で成立しました。ここでは、その設立過程の善悪を論ずるつもりはありませんが、当時の全国研究者によって描かれた期待される物性研像を、もう一度思い出してみるのはやはり重要だと思います。（今は、遠慮という点から、余り卒直な意見が出難くなっているという点からも）先づ第一に、東大附置に対する強い反対がありました。その根拠は、一つには東大の官僚機構が、新らしい全国共同利用研のスムーズな運営を妨げるであろうということと、もう一つには、最も重要な人事の交流が、東大教授という肩書のために阻害されるであろうということでした。特に人事の交流は、研究所の生命を保つためばかりでなく、次の点からも強く要望されました。つまり、その様な大研究所が出

来れば、必然的に地方の優秀な人材を吸収して、一時的に地方の研究活動が弱まる（東北大金研などはその典型的な例だったと思います。）従って適当な時期に、これら人材を地方に還元する必要がある。又特定な人が何時迄も、恵まれた環境を独占するのはよろしくなく、一仕事したら新らしい若い人に座を譲り渡す可きである、等々です。これらのことばは、全国的研究レベルの向上という点で必要なだけでなく、研究所自体を常に新鮮に保つ上にも勿論必要なことです。この考えは多くの人に支持され、理論で5～7年、実験で7～10年程度の任期が考えられていますが、理工研との合併という過程のため、助手の任期という形でだけ表面化して、教授、助教授（所員）に対しては精神的という形になって居ります。多くの人によって指摘されて居る様に、この問題は、もう一度真面目に考える必要があるのではないかと思います。勿論、現在の所員に任期をつけることは出来ないと思いますが、新らしい所員に対しては、上記程度の任期は付ける方がよいのではないかと思います。但しいろいろな意味で、（研究グループの指導者として、或はマネージメント的な意味で）更に続けて居て欲しい人には、継続出来る可能性も残して置いた方がよいかもしれません（重任）。又助手から助教授への内部昇格が禁止されて居るのに対応して、助教授から教授への内部昇格も、上記の精神に基いて制約される可きでしょう。（原則として一度外に出てからにするとか、任期は通して考えるとか）勿論この様な制度に対する全国的な受入れ体制も考えられねばなりません。原則として人事は公募とし、積極的に人事の交流をはかる事が、各大学の新鮮さを保つ上にも必要です。この考えは、大学紛争の一つの落し玉として、各大学にかなり広く認識されて来た様に思います。（東北大学物理でも最近この点の認識は急速に高まって居ります。）又予算面からも、去る所員には出来るだけ固有の設備は持って移れる様にし、その埋合せとして、新任所員には、かなりの新規予算を付ける様な措置を全国的に考える必要があるでしょう。（これは科研費優先という形ででも解決出来ると思います。）（若干の方が物性研から東北大第2物理に移られた際、この様な措置が可能かどうかいろいろ努力してみましたが、現状では不可能でした。）もう一つ大学院学生の問題があります。これは、所員移動に対して障害として働くだけでなく、次の様な点からも、物性研は固有の大学院学生は採用しない方がよいと思います。学生採用の一つの理由として、若い生命を入れるという点があげられます、これは所員の任期制という形でやる方がよりよいと思います。第二に人手の不足があげられますが、これはやはり所員の年令の高令化に伴って、一つにはテーマが拡がって分散してくるのと、もう一つは、研究室なり講座なりの独立性がより強くcloseして、何でも取扱いたがる様になることから起ると思います。この後者は、共同研究とも関係して後で又述べます。第三に、やはり高令化と共に益々自身で手を下すのでなく、他人にやらせるタイプに変化することと無関

係でないと思います。この様になれば、当然大学の学部に移って、学生の指導を兼ねて、学生に仕事をさせる方に進むのが、よい自然で、この面からも人事の交流が必要となるわけです。何れにせよ、学生採用は、所員のパーマネントなポストを前提に、物性研を大学学部的なものに変えようという動きだと思います。

以上、人事の交流に関する期待像やら現状やらを見て来ましたが、もう一つの問題点として、協同研究の内容があります。これには二つの面が考えられて居ました。第一の面は、全国物性研究者の為のサービス的活動を指すものであり、より具体的には、装置の共同利用の類です。これは、人事の選考に際しては、各グループの意向を組み入れ、それぞれにバランスを失わないように配慮するという形です。もう一つの面は、研究の peak を出すという点に重点を置いたもので、しほられた共同のテーマについての、総合的ながっちりした研究の遂行であり、我々は特にこの面に重点を置いて、物性研に期待していたものです。事実、それまでの物性研究は、金のかからない理論ではかなりの水準に達していたものの、実験面では大きな遅れをとり、せっかくの理論も、国内の実験とは結びつかない状態でした。これを一挙に取り戻す為には、各分野の理論、実験の、優秀な人材を一堂に集めて、最新装置を使って、厳選された共同のテーマを集中、総合的に攻撃するのが一番よろしいわけで、この様な peak の幅を、だんだんと広げてゆこうという構想です。はじめの人選は、執行部の見解である前者の各分野のバランスをという点に重点が置かれ、具体的な研究テーマについてはあまり考慮されず、後者のような総合研究体制、及びそのテーマの選定は、必然的に所員の努力にゆだねられたわけです。その様な意味も兼ねて、数多くの研究会が開かれ、又個人レベルでも、その様な努力はいろいろな面でなされましたかが、はじめ期待された様な形の成果というのは見られなかったと思います。（勿論、局所的にはいろいろな成功例もありますが）、この様な形の協同研究は、何故日本ではうまくのびないのかは不思議な現象です。どこにその原因があるかは、これまたいろいろな立場からの批判、反省がありますが、私個人の考えでは、どうも日本の研究者、特に実験屋さんが“偉すぎる”からではないかと思います。例えば、アメリカへ行くと、むこうの実験屋さんは、理論屋さんとカップルして、 physical に有意義な結果を出すことに非常な執着を持ち、むこうからくどいくらいやって来て、自分のやっている事がいかに面白いか、又どの様に理論家と協同研究が出来るか、或は理論家が取上げるに足る様な intrinsic な結果が出て居るか、くり返し説明に来ます。こちらの批判にも卒直で、こんな実験をした方がよいというと、2~3日でもう結果を持って来る事も再々で、何時の間にか協同研究のレールに乗っかって居るという具合です。事情は実験屋さん同士の間でも同様で、お互にこんな面から調べたらこんな面白い結果が予想されるのではないかと

いう点の批判、議論は、非常に活発で、それが直ぐ実行に移されてゆきます。日本では、この点がかなり違う様に思われます。1962年、2年間の Bell Telephone Laboratory 滞在から物性研へ帰って、大いに協同研究をと思って居たのですが、事情は Bell とはすっかり違って居ました。実験屋さんは誰も向うからは来ません。それで芳田さんと御相談の上、毎週順番に実験屋さんに来て頂いて、お話を伺うことにしましたが、あまり事情は変りませんでした。そこで exchange club という速報会を毎週持って、お互いの新しい information の交換をする機会を持ちました。これはかなり活発に動きましたが、そのうち、実験家さんの方が少ししんどすぎると言い出され、丁度私も仙台へ移ることになって、これもなくなってしましました。私自身仙台へ移ることに際してはかなり迷いました。本質的には、5年程度で出るという点は以前から考えて居た事ですが、Bell に居た2年間を差引けば、未だ3年足らずで、且つ期待していた協同研究という点に関しては、未だほんの芽が出来かけたかどうかという現状であったことが一つと、もう一つは、物性論の将来に対する見通しの問題でした。物性論の本当に面白い段階はもう過ぎたのではないか、これからの大勢は、もっと応用面に密着した分野が重要となつてゆくのではないか、という考えはかなり多くの人が真剣に考えて居たことです。そして私も物性研を移る時は、この点を充分に検討して新しい観点からかなり大きな分野の変更を伴うテーマの選定を考えて居たのですが、（その様な変更は、その時を除いてはなかろうと思われました）結局、周囲に押流された形で、この点に付いて充分納得のゆかないまま移ることになってしまいました。勿論、仙台へ移れば、段々我々の主要なテーマになると思われた磁性半導体にかなりの魅力があったことも無関係ではありませんでした。今度は、実験との協同研究の見通しも、かなり明るいものがありました。しかし、仙台へ移ってもう5年になりますが、今の所、この点に関してはまたもや期待はずれの現状です。なかなか難かしい問題ですが、物性研の場合は、任期制によって、若い“偉くない”人達が多勢を占めれば、この点ももっとスムーズにゆくのではないかと思われます。偉くなりすぎると、他人への遠慮やらプライドやら、或は慣性が大きくなりすぎるなど、いろいろな障害が出て来ます。又任期があれば、城を築いて一国一城の主になろうという傾向もなくなると思います。何れにせよこの様な総合研究は大学学部より研究所の方が遙かにやり易いわけです。学生の存在はその教育面を考えれば必然的に慣性を大きくし、機動的な運営を困難にします。この面からも物性研にかけた期待は大きかったわけです。勿論、この様な人間関係以外の要素もいろいろありますが、この問題もこれでひとまず終りたいと思います。

次に研究所の運営の問題があります。これは所の内外の関与する二面性がありますが、特に最近は、所内の体制に問題がある様です。これはなにも物性研だけでなくて、全国的な傾向でもあ

ります。仙台の物理教室でも、紛争以来あらゆる階層の人が、教室の運営に平等に関与したいと言い出して居ります。（大部分の人達が或は一部の人か知りませんが）、ところが、物理倍増で、現在では旧物理と第二物理合せて 17 講座に、全部で 70 人以上の研究者（助手以上）が居ります。一応ここ迄に close しても、この全員が出席して、1 人 5 分づつ各自の意見を述べれば、それだけで 6 時間近くになります。これでは、各自が自分の意見を充分納得のいく迄話し合うことが出来ないのは、従って、何かを実質的に討論して決めるのに不適当なのは明らかです。本当に各自が実質参加したいのなら、昔の規模に戻って、数講座分の sub-group に分割して、そこに大幅に決定権を委ねるという方式よりないと思います。現実には、大部分の人があいそをつかして、教室会議に 20 人程度の人を集めるのさえ大変な状態です。一方、間接参加でよいというのであれば、委員会制の様なものも考えられますが、しかし、研究ユニットとして、研究室制或は、講座制を考えるのであれば、やはり多くの問題に対して、各ユニットから誰か代表が出て、実質討議の上決めるというのが最も自然な方法になり、その場合、残り全部の人は、各ユニット内での討論過程で平等(?)に関与するということになるわけです。これは正に、今迄の制度と形式上は同じで、要するに、ユニット段階でどれだけ助手、学生層の意見の反映されたものが出て来るかという事だと思います。この面からの現状の改善というアプローチの仕方ももっと考えられてよいのではないかと思います。何れにせよ、我々の義務は、研究、教育（これは研究所はない。）を、責任を持って遂行するということで、会議もその遂行上での必要最小限の範囲に止めるべきであり、会議のため、研究教育が出来なかつたというのは、本末転倒であることを（分り切ったことですが、）再認識することでしょう。それに、大学の先生は、一般に自分の能力を越えて、余りに多くの事に手を出し過ぎる傾向があると思います。この点からも、研究成果に対する相互批判の習慣はもっと厳しくする様に努力すべきでしょう。なお、物性研の現在の特殊事情の一つとして、助手だけ任期があるという点があります。これが更に、所員層（特に上層部）の高令化と共に、益々両者の格差を拡げて居る傾向にあり、助手層はお客様（半分外部の人）といった感覚さえある様です。この点の不満は、以前から大きかったと思います。この点も皆平等に任期が付けば、一部の人を除いては大部分が若い働き盛りの人ばかりになり、この様な疎外感もなくなるのではないかと思います。それに助手もドクターをとった人とゆうのが原則になれば所員との実質的格差もなくなり、所員は助手も含めると言う方向に変ってゆくのではないですか。研究所としてはこの方がむしろノーマルではないかと思います。（教育の義務がないのに、教授、助教授などの分類があるのも変なものです）したがってこの様な前提に立って将来の運営も、数講座分程度の大きさのグループ制でゆくか、現在程度の小さな研究室単位でゆくか検討す

べきでしょう。

最後に蛇足を付加えて終りたいと思います。別に日本に限らないと思いますが、大学（或は大学人といった方がよいのかかもしれません）というのは自由かつ進歩的な一面と同時に非常に保守的且つ典型的官僚主義が同居して居ると思います。既に存在して居るものを使改するのには非常な抵抗があります。それに権利ばかり主張して責任はとらないという大学一家的無責任体制も強固です。この様な状態に於ては現在の大学改革より、別に新しいアイディアで新しい大学や研究所を建てる方が遙かに能率よく且つ有効であることは良く知られたところです。この意味では吾々も物性研をどの様に変えてゆくかを論ずるよりも、新しい共同研をどの様に建てるかを論ずる方が遙かに現実的な場合もあります。その様なものとして既に例えば高濃度中性子炉を中心とした研究所、或は仙台の電子ライナックグループの推進して居るパルス炉とストアレジングを中心とした研究所などが候補に上って居ります。これらは巨大装置を中心とした研究所だけに今の物性研とはかなり違った面があり、欧米では既にこれらについていろんな形の共同研究機構が動いて居ります。これらは物性研とは別機構で独自の構想をもって運営され、お互に平和共存的に競争し合うのが一番望ましいのではないかと思います。

物性研雑感

東北大理学部 伊藤光男

昭和41年1月、九大より物性研に移り、昭和45年1月、東北大に転出しましたので、丁度4年間物性研にお世話になりました。在勤期間が比較的短かったこともあって物性研を充分知ることなく出たという感じがします。

物性研に来るまではずっと理学部の化学教室に居まして化学教室以外の世界は全然知りませんでした。そんな私には物性研は外国に行ったように感じられました。御存知のように化学教室というものは大体においてゴテゴテしていて、部屋に納めきれない薬品や使い古しの硝子器具等が廊下にうず高く積まれ、その間を縫って人が通るという所が多いようです。物性研が外国のように思われたのはまずこの点でした。よく掃除された廊下は端から端まで見通しあり気持がよいですが、雑然としたふんいきの中で過してきた私には一寸落着かないを感じました。また物性研では廊下から硝子窓越しに部屋の内部が見えるようになります。物見高い私には廊下を通りながら左右の部屋の動静をうかがうことが楽しみでしたが、いざ自分がその部屋に納りますと動物園のおりに入っているような、いつものぞかれているという不安で落着けませんでした。私と同じように感じられる所員の先生方が多いらしく、それぞれカーテン、本棚、黒板等で廊下からの視線を適当にロックするよう工夫をこらしているようです。

物性研に来て物理の方との接触が多くなり、多くの方から御教示いただく機会に恵まれました。物理の方との接触が多くなるにつれ、俺は化学屋だということを益々自覚しました。一つは物理化学を専門としながら物理をあまりにも知らなさすぎること、もう一つは発想法の差、それから最後に terminology の違いでした。これらは多分に受けてきた教育に帰せられるのですが、そのためにお互いによく意が通じあわない場合がしばしばありました。とくに、同じ内容のものであるにも拘らず、物理と化学で慣用的に用いられている言葉が非常にちがうことが多く、お互いの理解に大きな障壁になっていると思いました。この点は今後の物理、化学の教育で充分に配慮されねばならない点だと思います。それから化学屋の方から見ますと物理屋さんは化学屋が取扱うような複雑な物質は感覚的にお嫌いなのではないかと思われるふしがあります。物理屋さんは簡単な物質を好み、化学屋はやたらと複雑な物質を振回すという一般的な習性は、それなりに理由があるのですが、すこしこだわり過ぎる面があるように思いました。これは私だけのひが

みかも知れませんが、対象とする物質がすこし複雑になると物理屋さんの関心が得られなくて淋しい思いをすることがまゝあったように思います。

いま再び古巣の化学教室に帰って物性研の4年間を思い起しますと、色々問題があったにせよ、物性研は実によかったというのが偽らざる実感です。なんといっても研究に専念できたことが最大の収穫でした。私の場合、長倉先生はじめ周囲の方々の特別な暖かい配慮から一切の雑用から開放され、ただ研究だけを考えればよかったです。それに物性研は設備その他の点で能率よく研究が行えるようにできています。この意味で物性研の4年間は何にも換えがたい期間でしたし、感謝しきれない気持です。もう1つ強調しておきたいのは、物性研の事務がしっかりしていたことです。大概のことは事務レベルで処理して、研究者に余分の負担をかけないという精神が物性研事務ではかなり徹底していたと思います。学部と研究所では多少事情が異なりますが、事務局のために教室、研究室があると錯覚している所が多いだけに、このことは特筆に値すると思います。

以上とりとめのないことを書きました。物性研が直面している種々の難かしい問題、それに対する研究所の方々の真摯な討論は「物性研だより」を通じて承知しています。以前物性研に籍を置いたものとしてこれらの問題に無関心であるわけにはゆきませんが、こゝではあえて触れませんでした。これらは物性研独自の立場で解決すべき問題だと考えるからです。共同利用研として外部の声を気にしなければならない事情はありますが、あまりにそれに拘泥して物性研独自の研究体制をゆがめることがないようお願いしたいと考えます。

~~~~~  
短期研究会報告  
~~~~~

磁性半導体の物性

司話人 東北大・理学部 平 原 栄 治
" " 糧 谷 忠 雄
東 大・物性研 山 下 次 郎

開催日 昭和45年12月14・15・16日 3日間

磁性半導体の研究も最近 Eu-chalcogenides 及び spinel-chalcogenides の登場により国内外で研究が活発となり、新規な物理的概念、研究の問題点が次々と見出されつつある。特にこの両物質群の研究には光学的研究手段が有力な武器であることが現在までの研究報告で明らかにされ、この種の研究報告についての各研究者の解釈がある点は明確であり、ある点は不明確で夫々の根拠の上に立った立場で論議されている現状である。それ故に今回の研究会は主としてこの両物質群の光学的研究の現状を分析し、将来の研究開発の目標を明確にすることを目的として開かれたものであるが、その基礎となるバンド構造や exchange の問題、及び磁性半導体の本質的問題となる、 hopping region より metallic region への遷移や random system の伝導の如き重要な問題も二、三取上げて討論することとした。第1日は主として Eu-chalcogenide の光学的問題について討論が行われ、第2日は磁性半導体に現われる異常な magnetic exciton 及び magnetic polaron の問題と比較検討の意味で非磁性イオン結晶中の phonon polaron や exciton 効果の話しがあり、その後、磁性半導体での magnetic polaron、 hopping 伝導、 metal-insulator 遷移の問題、 random 伝導、 exchange interaction の問題が討論された。第3日は主として spinel-chalcogenides の光学的問題が討論された。

以下話題提供者の話しの概要をプログラムの順序に従って略記することにする。

第1日(12月14日(月)) 10:00 am - 6:00 pm

(1) 糧谷忠雄(東北大・理) Eu-chalcogenides の現状と問題点

[Eu-chalcogenides の物質群についての理論的取扱は KASUYA-YANASE の理論が大体支配的役割を演じていることは国際的に認められていることであるので、本研究会の

勞頭に糟谷氏がその現状と問題点を述べてもらうことにした。】

この物質群の異常な磁気光現象と伝導現象及びそれらの本性、原因についての詳細、広範なる説明がなされた。これらの現象について各研究者の考えも紹介され、この種の諸現象が magnetic exciton, magnetic impurity state, magnetic polaron 等の概念によりて説明解決されることを、各研究者の考へているモデルとの比較検討しつゝ話された。又この物質群の特に磁性不純物電子の存在するときの exchange mechanism の特徴も説明された。

(2) 檜原忠幹(東北大・理) EuSeのNMR(核磁気共鳴)

Eu-chalcogenidesの中でも最も早くより研究されている EuSe は、そのスピン構造が複雑で現在中性子回折の結果では $2.1^\circ \sim 4.6^\circ\text{K}$ の所謂 N E W S 構造と呼ばれる Pickett et al のモデルがあり、他方、 4.2°K で N N S S 構造、 1.9°K では N N S と N S N S 構造の混在する Fisher et al のモデルがある。これらのモデルは Eu の核の内部磁場に異った値を與えると考えられるので Eu^{153} 核の NMR を 1.4°K より 4.6°K の温度範囲で精密なる測定を行って、4 本の branches の共鳴線を観測して、これらの branches の共鳴線が上記の如何なるモデル構造を持つスピン配列の Eu 核より来るものであるかを明確にした。尚、EuSe の中に Gd³⁺ の不純物電子を入れ、これの Eu 核に及ぼす Knight Shift の測定は興味ある問題で、これについてはこれから研究する予定である。

(3) 糟谷忠雄(東北大・理) G·Petrich(IBM)

EuSeのMössbauer測定

EuSe の Néel 点近傍の各温度について詳細な Mössbauer 効果の測定が紹介され、pure な物質では Néel 点での相転移が一次相転移であるが、不純物物質の場合には Néel 点に局部的に異った値を示すことが示された。この現象は普通の short range order fluctuation では説明出来ず、magnetic impurity state によるものと考えられるが定量的分析をするには現段階の測定結果ではまだ不充分である。EuSe のスピン構造の遷移に伴う相転移の問題はそれなりに一つの問題点を持ち、前述の NMR の測定研究と併せて多面的実験手段の研究が必要であろう。

(4) 中井 淳, 国井 晓, 平原栄治(東北大・理) EuTeの反強磁性共鳴

EuTe を光照射によりて過剰電子を伝導帯に励起して巨大モーメントの発現による ferro-resonance の観測をしようという目的的研究の前実験として先づ EuTe の本性の反強磁性共鳴の振舞を観測確認したことについての報告であるが、一般に Eu-chalcogenides

では(111)面内にスピン配列が存在し、この面内の容易軸方向は異方性磁場の微小なるため決定出来なかったのであるが、精密高感度の測定より(111)面内の六回対称の反強磁性共鳴の signal を観測することが出来、<12>が容易軸 <10>が困難軸であることを決定した。これから光照射による ferro-resonance の観測に進む予定である。

- (5) 槙谷忠雄(東北大・理) T·Penney(IBM)

EuSe のパルス伝導

パルス・レーザーによる EuSe の transient photoconduction が詳細に測定され、それに伴う relaxation time が測定された。この結果は magnetic polaron モデルでは説明ができず、magnetic impurity state による trapping の立場ですべてが矛盾なく説明できること、特に長い relaxation time のものは中性の impurity state に trap されて magnetic impurity state の状態となっているものであることが説明された。

- (6) 真鍋泰三、梶田晃示(東大教養)

Eu-Chalcogenides のパルス光伝導

Eu-カルコゲナイトの中主として EuO のくり返しパルス光伝導を Curie 温度 T_c の近傍及び極低温で測定した。この実験は、Eu-カルコゲナイトが高抵抗物質であり伝導度測定については、(i) 接触電極の非オーム性及び不安定性、(ii) 空間電荷分極の影響、(iii) 信号雑音比が低いこと等いくつかの問題点を含むので、これ等の諸点を改善した“くり返しパルス法”により特に EuO の光伝導について詳細な検討を行ったものである。その結果、 $T_c = 77^\circ\text{K}$ の近傍で高温側から T_c に近づくと、光伝導度は温度と共にわずかに減少するが、 T_c で急激な増加が起り、 30°K 以下の低温では電子寿命の減少のため再び急激に減少する。又 T_c の近傍では T_c に極大をもつ大きな負の磁気抵抗効果が観測された。 T_c の近傍の低温側での光伝導度の温度依存性、磁場依存性を分子場近似を用いて計算すると、伝導度 λ が帯磁率 χ に反比例するという s-f 相互作用にもとづいた Haas の理論とより一致を示すので、これ等の結果は伝導電子の散乱機構が T_c 近傍では主として局在スピンの無秩序性によるものと考へてよいことを示して居る。

- (7) 平井正光、脇田昭平(東北大・理) EuSe の発光

EuSe の粉末を圧縮成形し、その発光を $\sim 5^\circ\text{K}$ から $\sim 100^\circ\text{K}$ の間の温度で測定した。

- ① 発光帯の peak は、約 20°K 以上では約 1.6 eV に位置するが、それ以下の温度では、いわゆる red shift を示し、約 5°K で 1.45 eV に移り、かつその強度も減少する。

- ② 発光帯の形は、低温では対称的であるが、高温では非対称となり、帯の高エネルギー側が鋭く起上る。
- ③ 発光帯の半値巾は、

$$\Delta W = \Delta W_0 \cdot \cot h \left[\frac{L V}{2 R T} \right]^{\frac{1}{2}}$$

で表わされ、温度と共に増加する。

- ④ この発光帯は、吸収端より高エネルギーの光ならば、おおむね、どの光でも励起され、かつ常に同じ発光が観測される。

以上の事実から、

- ① ほぼ同じ現象が、他の研究者でも観測されているので、この発光は EuSe 固有のものと考えられる。
- ② 実験結果②, ③から、この発光は、かなり局在した中心から出ている。
- ③ 実験結果④から、局在中心で励起された電子は、どの励起状態へ励起されても、必ず或る低い励起状態迄熱的に relax した後、photon を出して基底状態へ戻るということが判った。

(8) 三谷忠興, 石橋正幸, 国府田隆夫(東大・工)

EuS 薄膜での磁気円偏光二色性

エピタキシャル成長の EuS 薄膜試料を用いて、磁気円偏光二色性及び波長変調法を利用した磁気円光微分吸収スペクトルを 1 ~ 3 eV の波長領域で測定した。100K での磁気円偏光二色性スペクトルの構造は定性的に今まで報告されている反射スペクトルのデータと一致している。又、その結果を最近この波長領域について理論計算されている結果との対応についての検討が吟味された。磁気円偏光微分回収スペクトル(波長変調法)はキュリー温度付近では非常に複雑な構造を示して種々の相互作用を考慮する必要のあることを示唆していると考えられる。現在、その解析を進めていることが話された。

(9) 槙谷忠雄(東北大・理) Eu^{2+} イオンの磁気光効果

magnetic semiconductor の光磁気効果の異常を調べる前提として典型的なイオン結晶である EuF_2 の $4\ f \rightarrow 5\ d$ 遷移による磁気光効果の詳細なる計算がなされ、実験との対応、比較がされ、従来の Bloembergen-Shen 及び Preisler のモデルに対する比較批判が述べられた。結論として $4\ f - 5\ d$ 間の異方性相互作用は生の値より著しくなっているこ

ことが示された。

- (10) 酒井 治, 柳瀬 章, 糜谷忠雄(東北大・理)

Eu-chalcogenidesに於けるmagnetic excitonの磁気光効果

Eu-chalcogenidesの光吸收端のピークについて $4f^7 - 4f^6 \cdot 5d$ の narrow band の吸収とする従来の解決に対し $4f^7 - 4f^6 \cdot 5d$ の magnetic exciton の吸収であることを述べ、更に magnetic exciton モデルに基き、その波動函数の空間部分を計算し、又、この波動函数の spin angular momentum の計算をして、 paramagnetic state より ordered state に移るにつれて effective field H_{eff} が大きくなり、吸収の initial state $4f^7$ (8S) の magnetic polarization 効果により光吸收端の red shift の生ずることを誘導して 0.12 eV と評価した。この値は実験値と良い一致を示すことが話された。

第2日(12月15日(火)) 10:00 am - 6:00 pm

- (1) 豊沢 豊(東大・物性研) Exciton 及び Polaron 効果

磁性半導体で考えられている magnetic polaron と比較検討の意味で phonon polaron の特性について考察し、電子一格子相互作用が長距離型かによって polaron の特徴は著しく異なるが、 magnetic polaron は短距離型の交換相互作用であるので、 phonon polaron について短距離型について考えてみると、この場合 coupling constant がある critical value を越すと、殆んど不連続的に nearly free electron state から殆んど self-trapped state へと状態は変化し、有効質量は非常に大きくなる。 magnetic polaron にも上と類似な変化が期待される。尚、 Curie 温度附近での帯磁率の空間分散が polaron 効果に如何に影響を与えるかも興味ある問題と考えられる。

- (2) 糜谷忠雄, 武田 治(東北大・理) Paramagnetic polaron

上述の豊沢氏の phonon polaron の話の後を受けて、 magnetic polaron について特に phonon polaron の比較において論じられた。 magnetic polaron については、特に non-linear susceptibility, non-polaron state について conduction electron spin が localized spin に追従することから来る band narrowing の効果が重要であり、特に paramagnetic polaron については localized spin が diffusive であるため、 effective mass は定義す

ることができず、mobilityは本質的にmagnetic polarizationの移動度によって決る。Antiferromagnetic polaronではeffective massは定義できるが、これもmagnetic polarizationの加速、即ちantiferromagnetic domainの運動により定まる。

(3) 梅原雅雄(無機材研) Antiferromagnetic Polaron

絶対零度に於けるself-trapping stateの安定条件を中心としての研究が述べられた。状態の波動関数にスピンSの大きな極限近似を用いて記述され、バルド巾 $E_b \gg I \cdot S$ (I は $s-d$ 交換相互作用定数) の条件では $R T_n / I \cdot S$ が小さいときは典型的な Large-polaron が存在し、 $E_b \ll I \cdot S$ の条件では、面内の電子の transfer の有無によりて安定条件は変ってくる。特に f.c.c 型 Large structure の場合には $E_b / I \cdot S$ が小さくなると再び magnetic polaron は不安定になる。ことが詳細に話された。

(4) 山下次郎(東大・物性研) 酸化物半導体のホッピング伝導

ホッピング伝導として問題点をもつ NiO , CoO , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 及び MnO 等について初期の Morin の実験結果より最近に至るまでの実験と、その理論的考察について問題点を挙げて説明された Morin 以来、 $\mu \sim 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vol}\cdot\text{sec}$ 位と考えられていいたこれらの物質、特に NiO が Zhuze 等の実験により $\mu \sim 10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{volt}\cdot\text{sec}$ であることが又易動度の温度依存性もホッピングのそれと全く異なることが報告された。しかし、これらの試料には Li^{+1} 及び酸素 格子が相当含まれ、又測定も完全な熱平衡の下での実験でない、これらの酸化物は熱平衡状態での測定が実に困難で、そのためには極めて薄い試料を用いて充分の熱平衡を保つて行くことが必要で、その後このような測定結果も現われ特に低温測定のデータではホッピング伝導を支持する結果もある。これらの物質で他の問題点は NiO , CoO では $T < T_n$ の温度領域で $R > 0$ であり $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ では $R < 0$ であることは Carrier の符号及び熱電能 α の符号と一致するが NiO と $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ では $T > T_n$ で $R < 0$ となり $R > 0$ となる。このとき α は NiO では $\alpha > 0$ であるが $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ は $R < 0$ と共に $\alpha < 0$ となること。又、 NiO では $T < T_n$ での活性化 energy は $T > T_n$ より大で、spin disorder scatter の効果を考えられるが CoO ではこれと反対になっているため spin disorder 的 scatter は考えられない他の原因のようである。また現在までの実験結果によると MnO は典型的なホッピング伝導を示すという。なぜ NiO はホッピング型ではなく、 MnO はそうであるかも説明困難な問題である。

(5) 松原武生(京大・理)

Disordered Latticeに於ける波動関数の局在化
の問題(その後の発展について)

前回の研究会以後の表題の問題に関する進展状況の簡単なレビューが行われ、最近の Random 系の理論の動向を下記の如くまとめられた。

- i) 所謂 [single site 近似] の範囲で、もっともよい近似式が大体標準型ともいすべき形にまとめられた。しかも異なる立場で進められていたいくつかの研究が何れも同じ標準結果に本質的に一致する方向に収束したのは著しいことである。
- ii) 標準的近似法が確立された段階で、具体的計算が盛んに進められつつあり、その結果が期待される情勢になった。
- iii) 標準的近似では取扱えない問題として局在化の問題が今後の研究課題の一焦点となり、この方面の研究が集中的に開始されている。

上記標準型近似としての Coherent Potential Approximation の解説がなされ、他の種々の考え方から、これが導かれるなどを例を挙げて説明された。

又局在化の問題については Mott や Anderson による問題の実験的及び理論的根拠について説明され、最近の発展として M·H·Cohen 等の Random 系に於ける局在化の判定条件の理論の解説がなされた。

(6) 可知裕次、小菅皓三(京大・理)

VO 系の metal-non metal transition

$V_{n}O_{2n-1}$ 及び $Ti_{n}O_{2n-1}$ 系の magneli 一相の状態図について最近までの詳細な報告あり、前者では $n = 3 \sim 10$ 、後者では $2 \sim 30$ までの相のあることが説明された、特に Morin 以来問題となっている VO の相転移について、 stoichiometric VO には相転はなく、 non-stoichiometric か、 V_2O_3 の混在により V_2O_3 の相転移が VO の相転移の如く誤り考えられていたこと、又 V_2O_3 の stoichiometric についての最近の研究がレビューされた。

(7) 白鳥紀一(阪大・理) スピネル・カルコゲナイト中の交換相互作用

磁性半導体中の超交換相互作用は陰イオンを仲介とし、その陰イオンの電子は他方伝導電子として局在していないので、可成りな long range の交換相互作用があると考えられる、特にスピンのスクリュー構造を持つものでこれが期待されるであろう。そこでスクリュー構造をもつ $ZnCr_2Se_4$ をとりあげ、その磁気共鳴の観測をして、それについて上記の long range な交換相互作用についてのいくつかの知見を得ることができた。この物質は $20^{\circ}K$ 以

下で $<100>$ 方向に周期をもつスクリュー構造をもつが、分子場近似によりこの系の磁気的エネルギーを求め、これより共鳴条件式をつくり、他方磁性の静的常数 (Θ_p, χ, T_c 等) より異方性常数 k を求めて分子場係数 $E(R) = \frac{1}{2} \{ 2 E_x(\vec{R}) + E_z(\vec{R}) \}$ を求めることができた。他方、磁化の測定曲線の考察より、スピン波励起の状態が判り、その状態度を $\sqrt{\epsilon}$ に比例するとして、 R 一空間内での等 $E(\vec{R})$ 面を描くことが出来るが、それは S_i の伝導帯のフェルミ面に類似のものとなった。 R 一空間の $E(0)$, $E(\vec{R}_0)$, $E(\vec{2R}_0)$ 及び \vec{R}_0 の値より実空間での $E(\vec{r})$ について条件式が求められる。他方この物質内で Se を 1 個又は 2 個仲介する $Cr-Ov$ 間の交換相互作用を計算して $E(\vec{r})$ を求め、上記の条件式と併せて $E(\vec{R})(R//<100>)$ を計算してみると pitch 180° のスクリュー構造（即ち反強磁性構造）が安定になるので、上記の $Cr-Cr$ 間より更に遠い long range の超交換相互作用を考えなければならないことが結論として考えられる。

(8) 中山正敏 (九大・教養)

Kinetic Exchange と Anion Band 構造の関係

Cation 同志の直接の波動函数の重りがなく、Anion を介して overlapping のある場合の exchange を Anderson の Kinetic Exchange の mechanism を用いて、anion が band をつくっていることを考慮してモデル的に論じた。

Cation の localized orbit の準位が anion band より遠く離れている場合にはついて "Exchange path" に対する処方が得られた。この場合、exchange の及ぶ range は anion band の Fourier 変換の係数に依存することが示された。cation 準位が anion band の中に埋れている場合には $\cos(\vec{R}_0 \cdot \vec{R})/R$ 型の long-range な exchange coupling があることが示された。

(9) 糟谷忠雄 (東北大・理) 磁性半導体中の異常交換相互作用

純 EuSe の磁気的性質は通常の Heisenberg type の exchange interaction では説明出来ない多くの異常性を持つ、（複雑なスピンの orderings, 一次の相転移等）。それ故その一つのモデルとして exchange mechanism の higher order を計算し、 $(\vec{S}_0 \vec{S}_1)(\vec{S}_0 \vec{S}_2)$ type の exchange を得た。ここで $\vec{S}_1 = \vec{S}_2$ のときはよく知られている bi-quadratic exchange type となる。これは既約表現の形で書き直すと、Heisenberg type の他に $(\vec{S}_1 \times \vec{S}_2) \cdot \vec{S}_0$ の形のもの（これは対称性の悪いものだけ残るものであるが）と通常の \vec{S}_0 の 2 次 (quadrupole) と $\vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2$ の bi-linear の積つまり \vec{S}_0 の quadrupole moment の期待値に比例する様な $\vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2$ の anisotropy

pic exchange の形となる。この最後の項は上述の EuSe の異常磁気的性質を定性的に説明することが出来るが、これが唯一の mechanism であるという実験面からの保証は現在までのところない。

(10) 宮原義一(東大・理) マグネタイトの Mott-Transition

マグネタイトの 120°K に於ける所謂 Verwey 転移については、 $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ イオンの規則一不規則変態と考えられてきたが、他方 Mott-transition であるという考え方もある。最近、高圧下の変態点のズレの測定より Mott-transition の考え方方が支持されている現状である。吾々はこの遷移の本性を明確にする目的で (A) 酸化還元により Fe^{3+} イオン濃度を変化させてこれにより T_o (遷移温度) のズレを見る (Verwey 転移の有無判定) と (B) 不純物を添加して carrier 濃度を変化させる (Mott-transition の判定) の二つの問題点をとり上げて実験した。その結果、酸化度の変化による T_o のズレは殆んど観測されなかった。他方、不純物添加に対しては T_o の降下が観測され、不純物のイオン価数の大きい程そのズレ降下も大きい。これは carrier 濃度の増大による T_o の降下と考えられ、Mott-transition を支持する結果と考えられる。加圧による T_o のズレの従来の結果は不純物添加により T_o のズレの約 2 倍となる。このことより、高圧効果によるものは Fe イオン間の波動関数による重なりと carrier 濃度の増加が夫々 50 % づつの程度と考えられる。

A-site に入り易い不純物添加の際は上記のモデルよりもそれとも判明した。

第3日(12月16日水) 10.00 am - 6.00 pm

(1) 宮谷和雄(R C A 基礎研) スピネル・カルコゲナイトの現状と問題点

ここでは、主として実験的立場より、スピネル・カルコゲナイトの問題点を考察してみることとする。

室温より高いキュリー温度を持つ磁性半導体が存在するか否かは大変重要な問題である。スピネル・カルコゲナイトで Cr^{3+} 間に働く B-site 間の交換相互作用には期待される程の大きなもののがなく、それらのキュリー温度は高々 $100^{\circ}\text{K} \sim 200^{\circ}\text{K}$ 程度である。他方 $\text{Cu}_{\text{Cr}_2\text{X}_4}$ 系は高いキュリー温度を持つが大きな間接交換相互作用が存在し、金属的伝導性を示す。しかし、A-位置に磁性イオンを含む CoCr_2S_4 や、 $\text{Cu}_{\frac{1}{2}}\text{Fe}_{\frac{1}{2}}\text{Cr}_2\text{S}_4$ 等は比較的高いキュリー温度を示し、B-位置に Fe イオンを含む $\text{Fe}_{1+x}\text{Cr}_{2-x}\text{S}_4$ や Fe_3S_4 は室温より高い、キュリー温度を持つ。従って酸化物の場合と同様に、スピネル・カルコゲナイト中で

も、Fe イオン間の A—B 又は B—B 交換相互作用は非常に大きいと考えられる。Fe を含むんだ高いキュリー温度を持つスピネル・カルコゲナイトを開発して行くことが、焦眉の問題である。スピネル・カルコゲナイトの磁気的性質（単純な意味での）に関しては、余り難かしい問題は残っていないであろう。しかし、共有結合性や間接交換相互作用等に基いた long-distance の磁気相互作用については、糸口がみつかった程度であり、これから知見を深めて行かねばならない。又、一般には、よりミクロな立場に立って、磁気的性質（たとえば magnetic impurity state など）の考察を進める必要がある。

磁性体の電気的性質は本来難しい問題を多く含んでおり、スピネル・カルコゲナイトの電気的性質もそれを反映して、本質的な事柄はあまり判っていない。1968年の研究会でも指摘したように、carrier の mobility に関する未だ信頼出来る結果が得られていない n-型 Cd Cr₂ S₄ の磁気抵抗の温度依存性は、s-d 散乱により説明され、電気抵抗やゼーベック効果は mixed-band モデルで説明されている。これらのモデルが正しくその本質を衝いているかどうかは、今後の研究に待たねばならない。

間接交換相互作用にもとづいた磁気的性質と電気的性質の間の相関は、p-型 担体の場合は顕著に現われることが見出されている。この問題は金属磁性体に見られる磁気相互作用についても、より深い洞察を得るための恰好の材料となる。今後の発展がまたれる。又、これらの諸性質が間接交換相互作用よりは、Magnetic Impurity State (MIS) によって説明されるかどうか重要な問題である。3d は 4f に比し、スクリーニングが小さいので、金属の場合と同様に、局在かの問題に帰せられるであろう。Cu Cr₂ S_{4-x} Br_x 系では、Cu²⁺ の非局在 d-hole が重要な役割を果していると考えられるが、Cd Cr₂ X₄ や Hg Cr₂ Se₄ では dopant の役割（磁気イオン分布の再配列又は anion vacancy の発生）が重要な意義を持っていると考えられよう。これら impurity state についての詳細は未だ不明である。

光分光学に基いた研究にも多くの期待がよせられる。光伝導の研究は始まったばかりであり、不純物の寄与をさけて intrinsic なものを擱む必要がある。光伝導スペクトルと吸収スペクトルの対応性が明確になれば、その情報量は飛躍的に増大するであろう。光吸収スペクトルは詳細な知識を提供してくれるし、偏光二色性と関連した情報は解析を容易にしてくれる。

Dynamic range が大きく、広い range の吸収係数の情報を得ることが出来ることも長所になっている。吸収端に関する研究は多くの議論を呼んでいるが、Cd Cr₂ S₄ の場合も含めて、未だ未知の問題を残している。夫々の吸収端に関係した遷移の性質が解明され、Cd Cr₂

S_4 の単結晶薄膜等で観測されている種々の構造の assignments が更に進むことが望まれる。磁気Kerr効果、楕円率及び光反射スペクトル等は、高い吸収領域で効果的な結果を支える。一方、ファラデー効果も詳細な情報を提供し得る可能性を持っている。これらの光スペクトルには、遷移元素イオンの準位や band に関係した遷移が複雑に交錯しており、夫々の assignments は慎重になされなければならない。現在では多くの data が集積されつつあり、全体のエネルギー図を得ることも時間の問題となりつつある。

(2) 上村 洋(東大・理) スピネル・カルコゲナイトの光学的性質とバンド構造

(講演要旨) ここでは主として理論的立場より光学的性質とバンド構造との相関を考えてみる。Spinel-chalcogenides の基礎吸収端については最近 $Cd Cr_2 Ce_4$, $Cd Cr_2 S_4$ を中心にデータが集まりつつあるが、これらの物質のバンド構造や吸収端がどのような遷移に對応するかについては現在までの処よくわかつていないといえよう。

この講演ではまず $Cd In_2 S_4$ に対するバンド計算をもとに $Cd Cr_2 X_4$ ($X=Se$ または S) のバンド構造を予想し、次にこの結果と O 立方対称場中の Cr^{3+} イオンの多重項構造を基にして吸収端に対する可能な assignments を予言し、最後にそれぞれの assignments について、光学的性質の特徴を議論した。

吸収端に対する可能な assignments としては主に次の三つが考えられる。

- ① 僮電子帯 (X イオンの p-character からなる) の頂き Γ_{15}^+ から伝導帯への所謂 band to band transition
- ② Cr^{3+} イオンの多重項間の所謂 crystal field transition
- ③ X^- イオンから Cr^{3+} イオンへの charge transfer transition、または Cr^{3+} イオン t_{2g} 準位から $4s, 4p$ 準位への遷移。

上記三つの assignments のそれぞれに對して、

- ① 吸収端の現われる凡ての位置とその振動子強度。
- ② $T < T_c$ で温度が低くなると吸収端が red shift するか blue shift するか。
- ③ Faraday 回転、磁気Kerr 回転の大体の大きさと符号。

を計算し、実験事実と比較検討を行なうことによって、 $Cd Cr_2 X_4$ 型磁性半導体の吸収端の構と上記三つの assignments との関係を議論した。

(3) 対馬立郎(電子技術総合研) $Cd In_2 S_4$ の光学的性質

$Cd In_2 S_4$ は Rehwald のバンド計算等もあり、スピネル・カルコゲナイト群の磁性半導体的性質を理解する上で、その基本的資料を供給するものと考えられている。この物質の单

結晶試料は n 型半導体であり、光学的測定よりバンド間 Gap は $E_G = 2.3 \text{ eV}$ が得られている。吾々の研究室と NHK 基礎研の協同研究によって、気相法で得られた単結晶について、吸収、光伝導及びこの物質についての最初の測定と考えられ Raman 散乱の測定を行ったので、その結果を報告したい。光吸収より求められた energy gap は 2.3 eV であり、従来の結果と一致する。しかし光伝導のピークは従来の 2.3 eV のところにあるものと異なり、2.7 eV に観測された、このピークが E_G より高い値にあることは吾々の試料は少くとも従来の試料より良質の単結晶であると考えている。

$\text{Cd Cr}_2\text{X}_4$ ($X = \text{S, Se}$) の Raman 散乱は Steigmeier and Harbecke により行われ、スピノーフォノン相互作用に関する興味ある結果が得られている。吾々は $\text{Cd In}_2\text{S}_4$ に Cr イオンを dope して、その Raman 散乱より交換相互作用に及ぼす格子振動の効果の知見を得ることを目的として、先づ、純粋なフォノン系である $\text{Cd In}_2\text{S}_4$ についての測定を行った。まだ予備的測定の段階での報告であるが、Raman 散乱のスペクトルより分極率テンソル成分 α_{xx}, α_{xy} の波長分布が求められ、これより Raman 活性のフォノンモードは O_h^7 群の I_1^+, I_2^+ , 及び I_{2g}^+ であり、これらに対する散乱スペクトルの同定の詳細は現在まだ検討中である。尚、高エネルギー側に観測されるスペクトルは 2 次の Raman 線であると考えている。

(4) 藤田 秀, 岡田良夫 (RCA 基礎研) 磁性半導体の光反射 (主として $\text{Cd Cr}_2\text{X}_4$)

磁性半導体の光学的実験研究を行う場合、その問題点の把握とそれへの approach の仕方には、種々の形態があり、それはその研究者の特技と才能で左右されるものであろうが、これを〔流れ図〕を用いて体系的に示し、現在行っている吾々の仕事の位置付けを行ってみた。その仕事の内容と進行状況は、次の如くである。比較反射法の technique を用いて、 $\text{Cd Cr}_2\text{S}_4$ と $\text{Cd Cr}_2\text{Se}_4$ の反射スペクトルを測定し、吸収端とみられるところに反射の立上りがあり、更に高エネルギー領域にいくつかの屈折点が現われる。3 eV 近傍ではいづれも反射は激減した。1 ~ 2 eV 程度の狭い巾の吸収領域しか存在しないと考えられる。夫々の屈折点の帰属は現在のところ不明。

$\text{Cd In}_2\text{S}_4$ に Cr を dope した試料の反射スペクトルには 3 種の吸収レベルの存在が明瞭で、 Cr^{3+} の励起レベル 4T_2 及び 4T_2 及び 4T_1 と不明な今一つ他のレベルとの間の遷移に応すると考えられる。

他方 $\text{Cd Cr}_2\text{Se}_4$ の電場 modulation スペクトルも試みている。

(5) 大坂 漸, 宮谷和雄 (RCA 基礎研) $\text{Hg Cr}_2\text{Se}_4$ の光性質

$\text{Hg Cr}_2\text{Se}_4$ は良く知られている $\text{Cd Cr}_2\text{Se}_4$ と同様の強磁性半導体に属し、キュリー温

度は、 110°K である。undoped、In-dope 及び Ag-dope した HgCr_2Se_4 単結晶を用いて、これらの化合物の総合的な研究を進めた結果、Ag-doped HgCr_2Se_4 では free-hole による光吸収が観測された。Ag-doped HgCr_2Se_4 は明らかに p 型伝導を示し、undoped HgCr_2Se_4 に比し、より良い電気伝導性を示す。これらの化合物の磁気的性質によれば、この p 型 carrier に基く間接交換相互作用が存在し、キュリー温度が増大する原因になっていると考えられる。 CdCr_2Se_4 を含め、p 型 carrier は磁気相互作用に明確な影響を与えるが、電気輸送現象には余り顕著な性質を示さない。他方 In 等を dope した、所謂、n 型化合物の場合、それらの性質は全く逆になる。従って、これらの化合物の磁気的性質や電気的性質を正しく理解して行く上で、担体のバンドに関する知識を確立して行くことが重要である。近赤外域の光吸収の測定から、吸収端が、所謂 red-shift することが再確認され、以前報告された結果と同様の温度依存性を示す。吸収端の位置は、dopant の種類に依存し、undoped HgCr_2Se_4 に比して、In-dope ではわずかに高エネルギー側に shift し、Ag-dope では大きく低エネルギー側に Shift する。このような dopant の吸収端に及ぼす効果はキュリー温度に関連する spin-pair correlation function への影響として解釈される。又、Ag-doped HgCr_2Se_4 に特有の吸収帯が 0.62 eV に存在することが明らかになったが、これは他のセレン化物スピネルに関する結果とも考え方で、spin-orbit splitting した valence band から valence band 上端の hole band への遷移であると結論される。従って hole band の存在に基づいた電気的性質や磁気的性質の解釈が可能であることを示している。

(6) 佐藤勝昭 (NHK 基礎研) CdCr_2Se_4 の光伝導

カルコゲン・スピネルの吸収端が、バンド間遷移に対応するか、局在した遷移に対応するかについて論争があったが、最近ではバンド間遷移の低エネルギー側にある振動子強度の弱い遷移の集まりに対応するという点で見解が統一されつつある。しかし、この遷移が、結晶場遷移電荷移動遷移、不純物吸収などの何にもとづくかはまだ疑問点が多い。

P 型 CdCr_2Se_4 で測定された光伝導スペクトルは、吸収端に対応するピーク A が red-shift し、高エネルギー側にある強度の大きなピーク B が blue shift することから、吸収端はバンド間遷移より低エネルギー側にある別の吸収に対応すると考えた。この吸収 A の大きさ、形、ピークの位置は試料依存性が大きいことがわかった。

Harbeka らは最近 CdCr_2Se_4 の吸収端の吸収強度が強い試料依存性を示すことを発表したが、我々のデータは光伝導の点からこの事実を支持する。このことは、吸収端が、なんら

かの意味で不純物あるいは欠陥と関係した量であることを示唆し、Kasuya の磁気不純物状態による吸収という可能性も存在する。

(7) 川久保達之(東工大・理) Cd Cr₂ Se₄ の高周波伝導

一般に不純物や格子欠陥を含む結晶の高周波伝導度 σ_{hf} は 2 つの和、 $\sigma_{hf} = \sigma_1 + \sigma_2(\omega)$ で表わされる。ここで σ_1 は直流の電気伝導度 σ_{DC} と等しく、 $\sigma_2(\omega)$ は不純物イオンあるいは格子欠陥のまわりにクーロンカで捕獲された電子による誘電損失から生じた付加的な伝導度である。この場合、誘電損失は不純物に捕獲された電子がまわりの格子に歪みを誘起し、電界のもとで電子がこの格子歪みをひきずって新しい平衡位置に移るのに有限の時間がかかるために生ずるものと考えられる。

ところで磁性半導体においても、これと同じようなことが不純物に捕獲された電子と、それとの交換相互作用によってその周囲に誘起される polarized spin との間におこる可能性がある。それを調べるために Cd Cr₂ Se₄ (0.5%Ga:ホットプレス試料) の高周波伝導度の測定を試みた。直流伝導と高周波伝導 (24 GHz) とを比軸すると、キュリー温度 (130 K) よりかなり高温より分散現象のあることが観測され、キュリー温度よりかなり高い温度まで磁化が残っていることが推察される。これは不純物又は格子欠陥の周囲のスピンがそこに捕獲された電子との交換相互作用により分極される。このスピン分極は常磁性相においても super paramagnetism の形で生き残り、それが逆に高周波伝導度に反映されたものと考えられる。高周波伝導度も直流伝導度と同様に磁界によって増加され、特にキュリ一点直下 120 K 附近ではスピン分極の臨界攪乱に対応するピークが観測される。

(8) 望月和子(阪大・基工)

Hg Cr₂ S₄ の吸収端の温度、磁場依存性

Hg Cr₂ S₄ は 60 K にて Tn をもつ反強磁性体で、中性子回折によれば 30 K 以下では [001] 方向に波数ベクトルをもつ helix で、turn angle は 4.2° で 22° であるが、22° と 30° との間で激しく減少して、30° では 10° と測定されている。[001] 方向に磁場をかけると、helix は cone に変化する。

最近、光吸収端の温度、磁場依存性が Lehmann と Harbecke (Phys. Rev. B^I 319 ('70)) によって報告された。それによると吸収に相当する energy gap は H=0 の時は 0 K と 30 K の間では温度変化は非常にゆるやかで、25 K 近傍に僅かな minimum を示して、その後、温度上昇と共に急激に増加する。また 1 KOe ~ 8 KOe の磁場をかけると min の位置が低温側に移動し、同時に min が深くなつて、5 KOe 以上の磁場では

ferromagnetic chalcogenide spinel でみられているように gap は温度の上昇と共に単調に増加する。我々は観測された吸収を "band to band transition" であると仮定して、これらの現象を HgCr_2Se_4 のスピン構造と関連させて説明することを試みた。

conduction band の底のエネルギーの s-d 相互作用による変化を計算する。一般に localized spin が cone structure のときの s-d 相互作用を考えると、 conduction electron のエネルギーは一次の摂動で次のような変化をうける：

① cone structure の ferro component のために、上向きスピンの状態のエネルギーは、 $\triangle \equiv \frac{1}{2} \theta \langle S_z \rangle \cos \theta$ (θ は s-d 相互作用の係数、 $\langle S_z \rangle \cos \theta$ は localized spin の Cone 軸方向の成分の熱平均値) だけ下り、下向きスピン状態のエネルギーは△だけ上る。

② helix の成分 (波数ベクトル \vec{Q}) のために、($R\uparrow$) 状態と ($R+Q\downarrow$) 状態が、また ($R\downarrow$) 状態と ($R-Q, \uparrow$) 状態がまざって $R = \pm \frac{\vec{Q}}{2}$ の所に新しく gap ができる。

次に conduction band の底のエネルギーの、上記①、②の効果による下り (ΔE) の温度変化は次のようになる。①では温度が上ると $\langle S_z \rangle$ が小さくなるので ΔE は減少する。②では温度が上ると、実測のように Q が小さくなるので、 \vec{R} と $\vec{R} + \vec{Q}$ のまざりのためにできる gap が、band の底に近い所にできるので、band の底の energy の下り ΔE は増加する。全体としての温度変化は、①と②のかねあいで決る。更に s-d 相互作用の二次の摂動によるエネルギー変化を加えると、実測でえられた傾向を定性的に説明することができた。但し、 $\langle S_z \rangle$ の計算、二次摂動にててくる localized spin の correlation function の計算には、低温を問題にしているということで、スピン波近似を用いた。なお、くわしい計算は続行中である。

(9) 富永靖徳 (東大・理) ZnCr_2Se_4 の相転移

ZnCr_2Se_4 は $T > T_n$ で paramagnetic であるが、 $T < T_n (= 20^\circ\text{K})$ で helical magnetic state (proper screw) である。他方 $T > T_n$ で cubic spinel 構造であるが、 $T > T_n$ で c/a が減少して tetragonal spinel となる。このとき体積変化はなく、lattice distortion のみある一次相転移であることが知られている。磁率が低温より T_n に近付くにつれ増大し、 T_n の近傍で急増することを我々は観測したので、磁気相互作用と distortion を couple させたモデルで、上記の現象を説明するため、系のハミルトニアンとして Exchange energy と distortion energy

の二個の term をとり、 magnetization σ と distortion δ とで変分した安定条件を求め、これより計算された帯磁率は実測値を良く説明できることを示した。一般に対称性の高い磁性体が複雑な spin ordered state へ相転移するときは多かれ少なかれ必ず、この様な結晶歪を伴うもので、この際に磁化の不連続性の著しく見られない物性も現実として存在するがそれは本研究で用いた coupling parameter 7 の小さなものと考えられる。

(10) 安達健五(名大・工) MX₂ 化合物の磁性と伝導

M として 3d 族 Mn · Fe · Co · Ni (Cu · Zn), 4d 族として Nb, Mo, Rh, X としては Chalcogen (S, Se, Te) の MX₂ の化合物は最近可成系統的に研究が取上げられ、便法的バンド構造も夫々の立場で提唱されている。これらについて我国(主に安達研)及び海外の研究状況が紹介された。

(11) 戸田 実(RCA 基礎研)

応用面より見た Spinel-Chalcogenides の問題点

磁性半導体を Device に応用する場合の特質、欠点等を議論するために、主に Chalcogenides Chromium Spinel について、応用上興味ある現象と既に提案されている Device について Review を行った。その内容を次の三種に大別することができる。

- ① 単体の結晶の各部分を半導体的又は、磁性体的な別々の働きをさせること。これは、同一の IC サブストレート上に増幅器や Circulator, Isolator 等を作ることも含まれるが、半導体的に良い結晶がない現時点では困難である。
- ② 半導体的現象(電子の輸送等)により磁性的性質を制御すること。これは、光による電子状態の遷移により初透磁率を変化される実験がある。これについては Optical Memory に応用する時の問題に触れた。
- ③ スピンの Ordering により半導体的性質を制御するもの。これは、既に幾つかの例がある。FMR による輸送現象の変化による FMR の検知と、そのマイクロ波測定への応用、磁気抵抗効果の大きさ、応答速度について、通常半導体との比較、磁場による光吸収の変化を使ひ光変調、スイッチへの応用、 Junction Diode の capacitance の磁場による変化の応用等を述べた。これ等の共通の問題点は温度に非常に敏感に各量が変化するので、温度安定化が重要な課題である。

応用とは別に Junction Capacitance の測定に関して、光吸収で測れないバンド変化を測定出来ることについても述べた。

後記： 以上は各話題提供者の内容の概略を単に羅列した、まとめの乏しい報告になりました。

今少し、各々の話題、討論の内容を系統的に関連をつけて、この報告を記述する予定であったが、原稿の〆切りに追われて、その余悠のなかったことを世話人としてお詫びいたします。

物性物理学の他の実験分野では我国も一応国際的水準の先駆的業績を挙げているのに反して、磁気光効果の実験分野では、明らかにその後進性が感じられる。それは我国の光実験屋さんが従来、磁性といふものは全く無縁の別の研究分野の如く考えて來たためであろう。不純物伝導、exciton或は polaron 等の例にみられるように、これらが磁性と couple することによりて、本質的な情報の数は著しく増大する。従来の光実験屋さんがその優秀なる技術を駆使して、この分野に進出されることと、他方、従来の磁性屋さんも光学的技術を意欲的に身につけて、この分野の開発に進まれる機縁に、この研究会が役立つなれば誠に幸いです。

幸いに、今回の研究会は吾々世話人の主催した過去数回の研究会に較べて大変内容の充実した。又、今後のこの分野の研究指針となる問題点も多く提示された研究会であったという、世話人にとってはありがたい声も多くありました。そのため、この研究会の内容も詳細な報告書の形にして欲しいとの希望も多く出ましたので、話題提供者の各位には誠に御迷惑のことゝ存じますが、詳細内容の原稿をお願いいたしまして、3月中旬頃には、その報告書が出来上る予定であります。

報告書の印刷部数を決めなければなりませんので、報告書希望者は物性研、共同利用係益子氏宛て3月20日まで申出て下さい。

~~~~~  
共通施設報告  
~~~~~

ガラス工作室

武田達雄
石沢美恵
駒場勝雄

旧棟二階の一隅にガラス工作室があります。人員は現在3名、(技術者2名、事務1名)物性研究全体のガラス研究装置、及び器具類の設計、相談、製作を主に、新しいガラス材の開発や新技術の開発を担当致して居ります。設備はガラス旋盤1台、ダイヤモンド切断機1台、ダイヤモンド平面研削機1台、ウォーターウエルダー1台、スリ合せ機1台、アニーリング用電気炉1台、デュワー真空用電気炉1台、ヒズミ検査機1台、手加工用作業台4台、その他となって居りますが46年度には上記の外に大型ガラス旋盤1台の購入を希望して居ります。

仕事の内容についてふれて見ますと、年間受付件数は平均400件、但し短時間の仕事は伝票無しで受付て居りその件数も計算に入れると年間600件にもなります。内訳はクライオスタッフ類が約75%, 真空装置及び部品類が約15%, その他10%となって居ります。この件数を技術者2名で片付けて居りますが件数からみて非常に無理が有り、毎日残業、時には日曜出勤までして仕事をしても伝票は増える一方で入手不足が最高に深刻であります。

上記伝票件数を処理するには、最低でも技術者5名は必要ですが、公務員の定員の枠などが邪魔をして定員増等思うにまかせません、各研究室には大変御不便をお掛け致して居りますが当分現状のままの状態は変わらない事と思われます。

特に物性研究所は共同利用研究所という特殊性があり、短期間の研究で来所される方も多数居られ、中には来所されてから仕事依頼の伝票を出し、来所期間中に仕事を完成させてほしいとの依頼も多数ありますが、何せ前記の通りの有様で充分な仕事も出来ない上に時間的に希望期間内に完成出来ない仕事も有り、御希望にそいかねる事も多数あります。そこでこの紙上をかりてガラス工作室より特にお願い致したい事は、外来研究員の方は出来るだけ早めに関係研究室と打合せの上、その研究室から前もって伝票を出していただきたいのです。出来る事なら伝票の片側にでも来所される月日を記入して下されば工程を組んで多少なりとも御希望にそよう努力致します。

なおガラス工作室の伝票受付、仕事の相談、打合せ等は原則として毎日午前中（緊急の場合を除く）となって居ります。正午以降はガラス加工、及び研究を主体にした仕事を致して居りますので出来るだけ御来室を遠慮していただいて居ります。

次にガラス工作室の技術の点についてふれて見たいと思います。一般的に言ってガラス加工技術のランクは4段階に分れていると言って良いでしょう。先ず医学薬学系、次に化学系、その後に応用物理及び電気系、そして高度の技術を要すると言われている基礎物理系であります。

当ガラス工作室は幸か不幸か一番むずかしい仕事と取組んでいる事になります、その仕事の中でも最高の技術を要するのは何と言っても特殊クライオスタットで代表されていると言っても良いでしょう、最近では超伝導マグネット用のクライオスタットは軒並み大型化され最近では直径300%を超える注文も出されています。

又オプチカル用のクライオスタットなどは、ガラス旋盤だけをたよりの仕事内容では無く手加工はもとより新技術の研究開発をしながら仕事を進めて行かなければならぬと同時に最高の条件を作り出す必要があります。その条件とは、①集中力、②技術、③体力、でありこの仕事は1名の製作日数が15日間です。最高の条件をこの期間中保つ事は並大抵の事ではありません、特に高温作業、並に神経を最高に張りつめた仕事内容なので1台製作し終ると体重が3～4kgは確実に減ってしまい連続してこの種の仕事は出来ない状態であります。研究者側にしてみれば大部分不満の事もある事と存じますが何とぞ仕事の内容を理解して下さいます様に切にお願い致す次第で御座います。

次にガラス工作室の今までの仕事内容、又は各種の技術に対する問題点をどのように解決して来たかを紹介してみたいと思います。それを通してガラスはどこまでの加工が出来るか、又使用に耐えるかなど多少なりとも参考になれば幸甚に存じます。

物性研究所にガラス工作室が出来たのは10年前、当時我が国には理化学用のガラス旋盤は1台も無く、又ガラス旋盤はあってもプラウン管加工用、その他単純作業用のマシンであって理化学用万能形のマシンは技術共々全然未知のものであります。

現在ガラス工作室にあるマシンは国内第1号機であり、日本で始めてガラス旋盤技術を開発し得た、当室としても思い出深いマシンであります。その後2号機が東海村の原子力研究所に、3号機は名古屋大学のプラズマ研究所に入り現在では全国各地に普及し始めています。今考えてみると未知の世界で悪戦苦闘、大分廻り道をして来ましたが新技術を開発した事によって大型クライオスタットを始めオプチカル用クライオスタットまでの加工が出来る様に成った事は物性研究所ガラス工作室として最大の誇りであります。

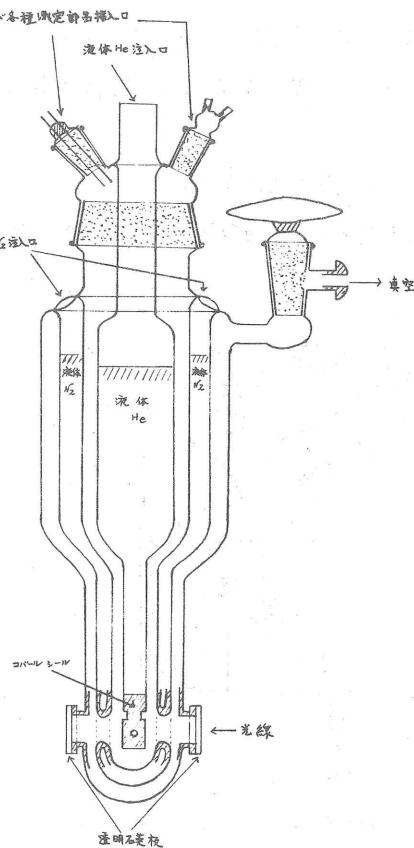
又ダイヤモンド平面研削盤を理化学ガラス加工に適する様に改良し購入した事により今まで不可能とされていたガラス管外径1.0%、肉厚0.2%の断面の研削も可能になりました、マシンを使用する以前の研削加工はカーボランダム、あるいはサンドペーパーを使用して研削致して居りましたが、上記の寸法では研削途中で破損したり長時間掛けて研削してもガラス管内部にカーボランダム等がつまりこれを取り除く事は大変な時間を要し又ガラス管の内面にキズがつきやすい欠点をもっていました、この点ダイヤモンド研削盤を使用しての加工ではガラス管内部に入る異物は殆んど無く製作後水洗いのみで精度の高い良い製品を短時間で加工出来る様になり大きく技術的に進歩をとげました。

そもそもガラス加工技術はガラス細工と言われていた時代が永く、炎を使用しての加工だけに精度の出ない仕事と考えられて参りました、たしかに炎の加減が精度を大きく左右する仕事だけに精度を出すという事は至難の技ありますが、加工するガラス材の熱膨張並に軟化しているガラスの温度（この温度は目で見た感だけがたよりであるが）によって室温との温度差を計算してその収縮を見込み直径寸法精度 $\frac{1}{1,000}$ %以内の加工が出来、又中心精度は $\frac{3}{1,000}$ %以内の加工が可能である現在、もう完全に精密加工技術と言って過言ではない時代であります。

石英薄膜の切断加工も今まで不可能とされて参りましたが、ウォターウエルダーを使用する事によってどんな形にでも切断、熔接が出来、又石英棒の直径 $\frac{1}{10}$ %の熔接等が当室ですでに完成されて居ります。

次に大型の加工技術にうつりますが手加工+ガラスレース加工の組合せにより各種複雑な加工も出来て居ります。次に二、三の例を書き出してみます、前に少し述べましたが何と言ってもオプチカルクライオスタッフが第一に上げられます、この仕事は問題点が大分あり今後研究者が製作依頼される時の参考にもなる事と思われます。すでに御承知の通り液体Heを使用する時起きるスーパーイーク（ガス拡散）の件で現在市販されているガラスでは、性質上一番適している材質はJIS2級硬質であります。2級硬質の中でも多少の質の違いがあり当室ではF社の材質が製管技術共々一番適していると判断致し購入使用致して居ります。

図1を見ますと液体Heの部分と液体N₂との部分がスリ合せで取りはずしが出来るようになって居ります、取りはずしが出来るとなるとHe部とN₂部が何も同質の材質では無く、たとえばN₂部がバイレックスでHe部のみJIS2級硬質を使用すれば良いように思われます。只スリ合せが大型になればなるほど熱膨張の違いが欠点になり大きな問題点をのこします、クライオスタッフは特に室温との温度差が出来ます。ガラスを低温や高温に致しますと当然膨張、収縮があり、熱膨張係数の違ういわゆる異質同士では一方が大きく膨張、収縮しても、もう一方はあま



り膨張、収縮をしないという現象が起きます。この現象が起きますとスリ合せ部のグリースが押し出されグリース切れやムラが出来、真空が保たれなくなる一方、スリ合せ部分の回転はもとより、取りはずしも出来なくなってしまいます。

特に窓及び N_2 部分を通り抜ける穴（光を通す部分）の加工は非常にむずかしく、熱膨張係数の少ないパイレックス等を使用する方が加工上も楽で又使用上での事故も少ないので前記の様にスリ合せが取れなくなってしまっては内部の試料のセット及び取り出しが出来なくなり異質のガラスを使用する事は絶対に許されない事になります。

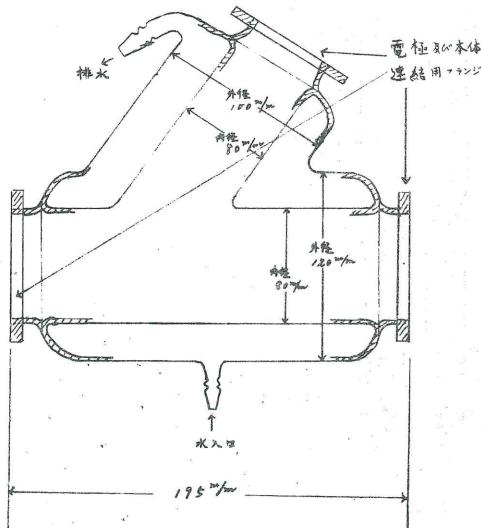
蛇足になりますが当室ではJ I S 2級硬質を使用してパイレックスと同等以上の強度を持つ製品を作り上げる事に9年前、半年掛けて成功致して居り、その後の製品は安心して研究者に御使

用願って居ります。

たゞこの部分の加工技術は筆で書き表わす事が非常にむずかしく、技術者同士でも理解出来ない点が多くありますのでここでは一番注意すべき点だけを書きそえておきます、外註なさる時は特に N_2 部の通し穴の仕上げ加工は絶対に道具を使用しない事、この点だけはかならず厳守する様充分注意して下さい。

次にレーザー管の加工について申し述べます。

図2は当室で加工致しましたレーザー管の極の部分であり、全長は約 4,000 mm、本体は 3 本



から成り両端に極をそれぞれフランジで連結して使用します、水冷式で外直径 120 mm, 内直径 80 mm, 図はその一部の極の部分ですが斜めの枝の部分は外直径 100 mm, 内直径 80 mm, 枝の部分まで水冷式になって居ります。

今まで管直径の小さいものではこれに似た製品はありましたか、図のような寸法では当室が始めて作り上げたものと思われます。その他の技術では前にも述べた通り直径 300 mm 以上の加工も可能になって居ります。只現在のマシンは何と言つても試作第 1 号機でもあり欠点もないとは言えません、46 年度に購入を希望して居ります大型のマシンが入れば現在以上の本格的な仕事が出来る事と期待致して居ります。

技術面の最後にガラスの銀メッキとスリ合せについてふれて見てみたいと思います。ガラスにメッ

キ加工をするには硝酸銀を使用する化学メッキで行ないます、銀をガラスの面に引き付けるのは銀の一イオンとガラスに含まれているトイオンを利用しますが、普通ガラス（窓ガラスと同質）以外のガラスはイオンを持っている成分が少なく、石英ガラスに至っては全然イオンを持って居りません、イオンを持ってないとメッキはガラスの近くにある所でのみ行なわれ、大多数は液の中で反応が起き非常に薄いメッキの仕上りになってしまいます。それでもメッキになれば良い方で、すぐに酸化現象が始まり茶色に変色したり、反対側が透けて見える様なメッキの仕上りになってしまいます。

当室では東北大学金属材料研究所のガラス工作室で行なわれているメッキ法をさらに改良し現在ではむしろ石英ガラスの方が一般のガラスよりも美しいメッキの仕上りになって居ります。

スリ合せは共ズリ、共通ズリ、透明ズリの3種類があり、先ずその長所、欠点を述べますと、共ズリの場合は一品料理とでも申しますか、オス型、メス型を1対1でスリ合せ加工を致します。仕上げはガラス同士をスリ合せ、したがってその物同士は最高の仕上りになります。そのかわり共通性は無く片方を破損した場合は使用不可能になります。真空度は 10^{-7} まで使用出来ます。

共通スリ合せは金型を使用して、メス型、オス型を別個にスリ合せ加工を致します。したがって研材（主としてカーボランダム）を使用しているかぎり金型も消耗し、スリ合せは当然多少の誤差を生じます。高真空中では使用出来ません、只共通スリ合せの長所は片方が破損してもすぐ別のスリ合せで間に合うと言う所だけです。

透明ズリは、たしかにグリースレスになりますが回転するとすぐキズがつき二度と使用出来なくなるのが最大の欠点です。

出来るならば良い研究をする上にも、多少の不便はあります、高真空中に耐える共ズリをお使い下さいます様おすすめ致します。

次に少し研究とも言える様な仕事内容を二、三の例を挙げて書いて見たいと思います。すでに御存知の事と思いますが我が国初の原子力船の制御装置は一部にガラスを使用致して居ります。ガラスに含まれているボロンを利用し制御しようと言う考え方です。理論上では可能だったとの事ですが寸法精度の問題（外径9.2%内径8.4%肉厚0.4%長さ200%各土 $\frac{3}{1,000}$ %以内）で世界的に不可能とされていたと聞いて居りました。しかし当室が中心になり又外部の協力もありまして加工技術の研究を重ね45年3月に試験炉で制御に成功、現在原子力船に組み込み作業をして居ります。46年8月には試運転の予定になって居ります。

現在研究に取り組んでいるものは電子増倍管に使用する鉛ガラス65%（重量%）の製造及び加工技術です。このガラスが出来上がればX線関係の機械、ロボットの、ホトマル関係、マスス

ペクトル等々現在よりも精度が出、又使いやすく、コストの安い良い研究機類が出来て来る事でしょう。電子増倍管が国産化出来ればそのおよぼす影響は私共が説明申し上げる前にすでに研究者の皆様方が良く御在知の事と思います。何とか 46 年度内に完成させたいものと W 大学と協力し合い努力中です。その内に良い結果を報告致したいものと思って居ります。

最後にガラス工作室の直面している問題点並に将来計画を述べてみたいと思います。先ず直面している問題点は、

- ① 前にも述べたスーパーリークの無い材質を作り出し、現在のクライオスタット真空引き直しによる研究時間のロスを無くし、研究者の研究能率を上げる事。
 - ② 低・高温はもとより真空も保つ様な、ガラス質の接着材による各種窓の接着（これが完成すれば窓等の有効直径が大になり、現在の熔接加工よりも精度が出る）
 - ③ 新技術、特に低温における研究機器製作のガラス加工を中心とした技術開発、及び普及。
- 等々数を上げればきりがありません。

又将来計画としましては

- ① 技術者の養成
- ② 充分な研究のための時間を作り、新しい研究機器の開発、改良。
- ③ 設備の充実、等々あります。

以上がガラス工作室の大体の内容ですが、多少なりともガラス工作室について理解していたければ幸です。

最後に、今後共ガラス工作室一同微力ながら張切って仕事に、研究に打込んで参りますのでぜひ御利用下さい。

~~~~~  
図書室報告  
~~~~~

牧島文庫について

図書委員長 普野 晓

「物性研だより」第9巻第5号(1969年)に、当時の図書委員長井口さんが、牧島文庫創設の由来とその内容について報告されています。其後牧島文庫は次第に充実し、現在その寄贈図書受入れの仕事が完了致しましたので、ここで御報告を兼ねて、牧島先生に対する感謝の気持を新たにしたいと思います。

牧島文庫は、井口さんの報告にもありますように、1968年3月物性研を定年退官されました牧島象二先生が、牧島先生記念会を通じて、物性研に対し、研究教育のために寄贈されました資金によるものです。牧島文庫創設時に決められた方針は、若い研究者を主な対象として、教科書的なものをこの文庫に収めるということでした。牧島文庫は物性研図書室で管理し、特別なラベルをはって1969年10月から閲覧を始めております。

現在寄贈図書受入れが完了した時点で、受入れ図書数は、和書621冊、洋書36冊、合計657冊になりました。紙面の都合上、ここに受入れ図書リストをのせることが出来ないのは残念ですが、このリストは牧島先生にお送りすると共に、物性研職員、大学院生及び希望者におくばりする予定です。

文庫に収める図書選定の方針の根幹は、創設当時のそれと変りませんでしたが、巾広い識見を備えられた牧島先生にあやかるように、生物学に関する啓蒙書、科学思想に関する本、科学者の伝記等も選ぶことが出来ました。牧島文庫は、若い研究者ばかりでなく、物性研職員一般に非常によく利用されております。

牧島先生の御仕事の発展と御健康をお祈りして、この報告の筆をおきます。

臨時共同利用施設専門委員会議事録

昨年秋の共同利用施設専門委員会の席上で従来の委員会が日常的な事項の処理に追われて共同利用研究所としての物性研のあり方などについてゆっくり討議する機会に乏しかったので、1日ぐらい時間をとってそれにあてはどうかという希望が多かった。

同委員会の臨時の専門委員会の形で、専門委員会および物性研究所協議会の委員のほかに物性小委員会および物性研究所の助手数名を招いて討論会を開くこととなり、去る1月30日に開催、多数の参加者により熱心に討論が行なわれた。

更に広い範囲の方々の参考として以下にその概要の記録を紹介する。

46年1月30日(土) 10:40 ~ 18:00

於： 物性研講議室

第一部 共同利用の実績と問題点 (10:40 - 12:45)

座長 柿内 賢信

柿内： 臨時の共同利用施設専門委員会のかたちで物性小委員会の委員もお招きした informal な会合なので気楽な気持でどしどし有益な助言を期待したい。

所長： 物性研究及び研究所の将来については研究所の内部で討論が行われ、それは“物性研だより”にのっている。開設以来10年余にわたり、研究のピークを目指して個性を確立して来たと思う。そこで一つの転機を画するため、①今迄の個性を尊重しつつ発展させる、②新しいエネルギーを注入させるため、将来計画として空席研究室を、その時点の重要な研究で満して行くとともに、新しい研究計画とくに比較的大型の計画について検討すべき時に来ていると思う。更に21研究部門が力を集中させるシステムを考えるべきであろう。また人事交流の推進をはからねばならない。

井口： 客観的資料の説明（別表）

松田： 外来研究員だけで Technical Report に報告を出しているものもあるか？

山下： ある

松井： ①機械だけの共同利用は過去のものとなり、② Discipline の異なる研究の交流としての共同研究が物性研を越えて全国に広まるべきであると思う。③その意味で物性研は教育的意味があったし今もある。

臨時共同利用施設専門委員会議事録の訂正について

臨時共同利用施設専門委員会議事録中、訂正箇所が若干でしたので、下記のとおり訂正させていただきます。

訂 正 表

- 35頁 4行目

原 文

益田：物性研設立趣意書には共同利用はうたってなかった。

訂正文

益田：物性研設立趣意書には第一義的には共同利用はうたってなかった。

- 35頁 30行目～36頁1行目

原 文

田中：松井さんにききたいのだが全国の共同利用研に対して学振や科研費、総合研究が十分あれば物性研の意味がなくなると考えられないか？

訂正文

田中(信)：松井さんのお考えにしたがうと、全国の流動研究員、奨励研究員の費用（学振）や科研費（総合研究）が十分あれば、共同利用研としての物性研は必要がなくなると考えられるが、それでよいであらうか？

- 36頁 3行目

田中：を田中(信)：に訂正

- 39頁 23行目

田中：を田中(信)：に訂正

- 40頁 27行目

原 文

共同利用の方法の不徹底は利用者側に問題があった。

訂正文

共同利用の方法の不徹底は利用者側にも問題があった。

- 42頁 5行目

「任期制には」を削除

- 42頁 14行目

「任期をきめた研究計画を持って公募に応じてはどうか」を挿入

- 42頁 28行目～29行目

原 文

入江：任期を自発的に規制するにしても、10年後には、大分事情が変っていると思う。

物性研内部から改革に歩んでほしい。

訂正文

入江：任期を自発的に規制するにしても、任期満了後の5、10年後には、大分事情が変っていると思う。これまでの10年間の物性研の歩みの中に問題点を求める、物性研内部からも、改革に歩んでほしい。

松田：教育的とはどういうことか？

松井：Discipline や大学のちがう者の間の交流のうま味を経験するという意味での教育が共同利用を通じて得られたということだ。

益田：物性研設立趣意書には共同利用はうたってなかった。ピークを作ることが目的でその目的にそって共同作業をするべきではないか？

松田：ほんとうに“共同利用”はうたってなかつたのか？

柿内：この問題は大切だが後で戻ることにして、まず順序として三須さんの話を伺うことにしてたい。

三須：1962～66年の間の Pulse 強磁場での分光の共同利用の Example を示す。成功の原因は①テーマの選定がよかったです。②物性研の所員の方々の全面的協力があった。

③He の供給がよかったですなど。

柿内：共同研究の Propose はどちらからあったのか？

三須：当時 Bell にいた菅原さんからの手紙を受けて帰国後に始めた。

松田：共通の fieldを持ち、又異なる面も多い基研の状況を紹介する。

特に研究者の無理な注文の緩衝地帯を作っている共同利用事務室組織助手の存在と共同利用運営費の自主的配分が有効であると思う。

勝木：中教審の案のように研究大学と教育大学の分化が進んでいる中にあって、地方大学に研究の拠点があって始めて共同利用研の機能が働く。更に地方大学の研究者の立場からいろいろ問題になることがある。

菅原：①必要な設備が地方大学に入った時にも共同利用研が必要であるか？

②更に物性研が大口研究の窓口になる必要があるか？

勝木：地方大学が拠点になって、そこで共同研究が行なえた方がよい。今でも物性研と地方の間にギャップがありすぎて問題である。

松田：全国の共同利用研は新しい試みの場とせよ。例えば理想をかゝげるとか、 Big science を試みるのも一つの方向だ。

永井：これまでの話はすでに就職している人々だけの研究体勢となっている。研究の将来は細分化とともに新しい分野の開拓が必要で、若手の育成こそ考えるべきだ。そのためにも所員の任期制から始めるべきだ。

柿内：いちおう予定した問題提起は終ったので自由討議にうつりたい。

田中：松井さんにききたいのだが全国の共同利用研に対して学振や科研費、総合研究が十分あ

れば物性研の意味がなくなると考えられないか？

松井： 物性研では機械を前にして討論出来るという利点がある。

田中： 流動研究員ではだめなのか？

松井： やはり Center となる精神がある所が必要である。

柿内： さきほどの益田さんの議論をつづけていただきたい。

益田： 共同利用を安易に考えないでピークを作ることに意義があるということをいいたいのだ。

宮原： 益田さん、田中にコメント、設立当初から決して共同利用が小さく見なされていたのではない。流動研究員制度は基研からの提案であったが、期待した様なものにならなかつた。

中山： 九大の人々の意見は松井さんの考え方と同じで、ピークを分散させるべきと考えている。共同研究は対等の立場で行なうべきであるが今はそうでない。全国で共同利用に出すべきものを明示して、それに予算をつける方向に持って行くべきである。

柿内： 松田さんの新しい試みの場として、過去の共同利用の形態と異なるものを考えてよいのか？

松田： 全国一律はよくない。物性研の facility を生かして新しい試みを考えて行くべきだ。ピーク主義に対しては、必要ならそのための新しい研究所を作るべきだ。又ピーク主義に徹底するなら任期をつけるべきだ。

松井： どこでもオープンシステムを考えているが、実行が問題だ。ボスが良ければそこに人が集ってピークを作る。しかしボスの人選は多くの場合 Accidental である。

平原： 物性研のピークには賛成であり、それを実現するために設備を新に加えるべきである。設備とともに Brain が大切であり物性研の Brain と設備で Peak を作るべきだ。

大野： 共同利用研の存在意義はもっと深い所にある。物性研は“細く長く”に馴れてきてしまったが、5～10年の任期をつけてその人々に予算を十分につけて、金の苦労をさせず、“短く太く”研究させ適当な時期に装置をもって出てゆく型が必要な時に来ている。

勝木： 地方大学にも研究の拠点が確立している所もあるが、それが問題ではなく、平原さんの様に格差を認める意識に問題がある。

第2部 (13:30 - 15:30)

座長 近 桂一郎

近： この第2部では、物性研全体としての研究計画決定について、所内外の相互作用の過去の姿、るべき姿を明らかにしたい。議論が抽象的にすぎないよう中性子、放射線物性

の 2 つの実例を用意したが、これらの案そのものをこの会で審議するわけではない。

所長： 物性研が実質的に発足して約 10 年経過し、 20 部門プラス中性子部門になっている。

一方物性物理は転換点に立っている。将来像を具体的に提示できる段階ではないが、物性研は大型プロジェクト的なものへの体制が不足しているようにおもう。無制限な拡大は避け、計画は厳選するが、同時に所内部の体制、体质の改善が必要である。なお、大学と同程度の自由度をもった国立基礎科学研究所という構想があると聞いているが、物性研の将来像としては、そのような方向も可能性のひとつに入れておくべきであろう。

星埜： 中性子部門成立までの経過を説明する。原子炉がうまく動かなかったこともあって、結局約 10 年かかった。その間国内の中性子グループの協力体制はきわめて良好であった。

39 年度迄は共同開発、 40 年以後に共同研究や共同利用が始まったといってよい。最近は装置も整備され、ある程度のレベルの研究が可能になった。物性研の中性子の特徴は、専用共同利用の装置はあるが、東海村に出張しなければならぬ点である。さしあたっての問題点は液体ヘリウムを物性研から運ばねばならぬ点と、宿舎の問題である。

物性研内には平川研（磁性体の転移点付近のダイナミックスに関し高精度実験）、伊藤研（偏極中性子完成、磁性）、星埜研（強誘電体臨界現象、格子振動）がある。

物性研自体の原子炉をもつことは考えられていないが、 big science との関係で意見を聞きたい。

徳永： 共同利用の machine time は何 % か？

星埜： 45 年度前半についていと、共同研究、施設利用、所内用各 1/3 ずつである。

杉本： 物性と核との境界には面白くて未開拓の分野があり、その一例として、サイクロotron 照射によって放射性核を作り、物性あるいは核そのものの性質を測定する研究施設を提案する。サイクロotron は可変エネルギー型で、 140 cm 程度の大きさのものが 4 億円ぐらいで出来る。付帯設備を加えて計 1.05 億ぐらい。この施設で研究できる課題は少くない（放射線検出による超微細構造研究、偏極核による核反応、放射化学、 Channeling, dynamical implantation, β 線精密測定による物性研究、極低温技術開発）、有限寿命の核物性は世界的にも未だ発足していない。

近： 大学付置では無理か？

杉本： 無理とおもう。大阪の核物理学センターに可変エネルギー型サイクロotron が 4 年計画に入る。

白鳥： 提案の施設の総計 1.05 億を物性研の概算要求額と比較してみたい。

星埜： high flux 中性子を作ろうとすれば数十億というオーダであろう。

所長： 現在の概算要求は極限物性プラス光波物性で 3 億。これは従来の路線の充実で、大型とはおもわぬ。

菅原： ファン・デ・グラフと比較してどうか？

杉本： 同程度の性能を出すためには加速器だけで 10 億かかる。

益田： 概算要求は東大を通すのか？

所長： 通す。10 億という額が特に困難をおこすとはおもわぬ、プラ研と名大は紳士協定があるようだが、現在の東大では他部局と同様の扱いを受けることになっている。

益田： 東大内で物性研も他部局と同じ扱いと考えてよいか？

所長： そう考えてよい。ただし、共同利用研所長会議としては、文部省に特別の窓口を設置するように要求している。

菅原： 従来の研究体制は研究室を最小単位とする自由なグルーピングであった。これにプロジェクト型を加える必要がないか、意見を求む。

所長： 従来は半部門を単位とし、デパート式であった。物小委でプロジェクト的なものとして中性子回折級の大型のもの、たとえば SOR 等を加えては、という意見もあった。プロジェクト的にするには、所内研究室の整理も必要だ。

宮原： 小分割で壁があることは共同利用委等でも指摘されてきた。東大物理教室のパターンを追った感じがする。物性研発足当時、物小委は部門間協力を強調した筈。

所長： その通りである。極限物性プラス光波物性には 10 研究室が関係、グループ活動を促進する方向での投資とみてよい。

白鳥： 東大物理教室にはそれなりの理由があろう。大きければよいのではない。物性研に集まっていることの利点が生きればよい。物性研は小単位の協力という形で発展すればよい。この形で不可能なことは新しい研究所でやつたらよい。

宮原： 小単位の独創性も重要だが、それだけなら物性研は不要だ。物性研でなければ出来ない面を生かす努力が不足している。良い人さえ来ればよい、というようなことを物性研でことさら強調する必要はない。

近： 小部門制の良さもあるが、大部門は自然発生を待てばよいのか？

宮原： 研究の自由を強調するあまり、他の一面を忘れている。

近角： 所内校費の配分を最小にしてプロジェクト制をとるよう提案したが実現しなかった。すべてプロジェクト化するのはよくないが、大学と同じではだめ。

豊沢：プロジェクト化に反対した一人だが、理由は個人の発想の芽をつむおそれがあるからだ。着想があればおのずと発展する。

中山：研究の相互批判、総合化は所員が努力してやることだ。大きな単位は大きな予算につながっているらしいので、この点を討議せよ。数億程度の計画でも共同利用を条件に各地に分散すべきだ。物性研は総合に重点をおく。

柿内：総合と共同利用との関係をどう考えるか？

中山：各大学では物性だけに力を集注できないからそれなりの意味がある。

柿内：人と金だけ集めても総合化はできない。

中山：その通り、プロジェクトと名づけるだけでは総合化できぬ。

宮原：物性研設立後、物小委は各大学のレベル・アップを企画し、ある程度実現した。この時点で物性研が多少大型の予算を出しても、内外でよくねられたものなら、おどろくにあたらない。

森垣：素粒子、核とちがい、プロジェクトより新しい芽を見つけることが重要。物性研はその拠点となりうるか？ ピークは誰でも出そうとすることで、物性研としては共同利用のあり方を考えるべきだ。

植村：研究室間の壁はあるとおもう。研究者側にセクトがあって代表を送り込んだことも原因のひとつ。この際グループ側も考え方直す必要がある。外からの圧力は控えるべきだが、外にたいしもっとオープンなシステムを作り、外ともっと密接にカップルできるようにしなければならない。所員だけで総合化を試みるのは無理だ。

柿内：芽を育てることはどこでもやるべきで、物性研はそれを共同の場でやる。それには Open system が必要だ。しかし現在の大学の体制の中でどこまでやれるかが問題だ。

田中：共同利用研は必要。

化学者で物性研究の将来はわからぬが、共同利用の国際化をはかってはどうか。

松田：所長がコア・システムを探ってプロジェクトを避けるのはなぜか。コア・システムにプロジェクトがあってもよいと思う。セクトがあっても、固定化しなければよい。セクトの他流試合の場が共同利用研という考え方もある。

所長：国際化は全国共同利用研所長会議よりも政府に申入れ、46年度から順次拡大するとの回答をえている。

一、二の頭脳に多数者が協力する式のプロジェクトは基礎科学では問題があると考える

が、総合、協力は重要なことでコア・システムを考えた。強磁場および光波物性計画はその実例である。

伊達：共同利用と所員固有の研究の区分をもっと明確にせよ。共同利用でも都合の悪いものはハッキリ断るべきだ。その反面共同利用できる装置はもっと確実で使い易くする共同利用のためマニュアルを整備せよ、またQ棟講義室は物性研の不親切さのシンボルのようでもっと居心地よいものにしてほしい。

松田：雑誌「物性研究」の一昨年12月号に共同利用の特集があるから読んでほしい。

所長：この講義室は生研改修計画と関係している。計画が進めば立派なものができる予定。

第3部 物性研と外部との交流（15:50—17:30）

座長 植村泰忠

植村：固有の職員、流動研究室、長期の共同利用者と短期研究会利用者といろいろの形で物性研と関係を持つ人があり、この事を考えての将来計画等について、討論願いたい。

所長：助手には任期があり、又大学院生にはいわゆる就職制限があるが、所員には任期がない。任期制は研究に区切りをつけ自己啓発の意味があるが、高令者にはマイナス面があり、又研究所の中核となるものが浮動化してはこまる。しかし、現在いる所員の停滞は問題であり、その自然流動を積極的に推進する方策を必要とする。また、今後の所員の問題として、全体の1/3～1/4の所員に比較的短かい任期（7年位）をつけ30才位の若手の登用にあてはどうかと考えている。任期制については失敗が許されないので、慎重に対処する。客員部門としては、SOR分光を次の三年がかりで考えて行く。

中山：全国の研究体制が流動的の時には、任期性が不要であるが、格差のある時こそ必要である。又共同利用研での新しい試みに対しては任期をつけても研究方針が“太く短く”から“細く長く”に移行してゆく時には、外へ出てゆくべきだ。物性研は、現在のまゝでも、人は集まるから、多くの人にそのChanceが与えられるべきだ。

宮原：設立当初、金と人材の不足下で、世界に伍して、研究を行うために、一点突波、全面展開の方式で、物性研が、その一点として選ばれた。

共同利用の方法の不徹底は利用者側に問題があった。いくつかのピークはあったが、期待した程全面展開できなかったのは、内部の研究体制に問題があった。

当時の物小委で、所員の任期支持は 2 名だけで、又自己の意志でなく、ある研究部門が吸收された事も問題があった。

又むしろ、芽をそだてるのは、北大など地方大学がよい。

入江：こゝでの議論がどれだけ実行に移すのに effective であるのか？

所長：提案→採決と云う形ではないが、採用して行くもとにしたい。

植村：流動研究員等具体的構想があり、それに対して外部の意見が受け入れられる可能性が大きい。又全ての大学で、改革を考えているので、今日の討論は、啓発的である。

長岡：共同利用研は第 0 近似ではサロンであり、サロンには、固有の住人がいない。全員、任期制を布くべきである。

森垣：人事交流を他大学に先がけて、共同利用研から始めるべきである。又変革期の、体質改善の意味で、任期制を布くべきである。

所長：今までの所、停年所員 2 名、他へ転出した人 11 名、計 13 名である。助手の採用数 97 名で、平均 5 年数ヶ月で流動している。

菅原：任期制と研究体制の内部の議論を紹介する。

I 任期制の merit と demerit をくらべる。 II 流動研究室制度

III 管理者の任務 IV 客員部門 V 交換研究員制度

がそれである。

井上：大学院に関してはどうか。

菅原：所員に任期をつけた時、

技術員の場合と同様の問題が起るが、技術員の場合より解決は容易であろう。

勝木：全国の物性研究者だけでも、同盟を作つて、全国の大学に任期制を拡張してゆくべきだ。

永井：全国の共同利用化を進めて行く時、その神様的存在として、物性研を置く。

米沢：物性研から、全国の任期制を拡げるべきだ。又菅原先生の四つの demerit はすべて疑問だ。

徳永：物性研は広場であり、外でやる仕事と異なる仕事をやるべきで、そのために、任期をつけるべきである。

松田：大大学中心から、各大学に大研究者がいて、特色のある研究があって、互に交流するのがよい。又地方と大大学は対等になるべきである。

勝木：大先生が地方大学にこないので、地方大学が拠点となって、共同研究できればよいのだ。

松田：地方が中央の下うけではこまる。物性研の人は地方へ行け。

柿内：B大学とC大学の共同研究ができる旅費が出る様な制度を考えることについてどう考えるか。

勝木：のぞましいことだが、現状では望めない。金だけもっているみえざる共同利用研があつて、それがやれることを希望する。

伴野：任期制には、自己規制と業績の評価が必要だが、それは、所長の判断と云う事になる。

所長：現状は、現在いる所員の問題が問題で、自然流動を積極的に推進すべきであると考える。

① 自然流動を強める名案を伺いたい。

② そうすれば次のstepとして、任期制も考えやすい。

宮原：長岡さんのサロン（＝無住人）は言い過ぎで、理論と実験では異なる。若い大学院と老人を争わせる形で解決すべきでない。物性研・基研の出身者は、なるべく北大の様な辺地大学に出るべきだ。

永井：単純に政治が悪いからだというのはこまる。

近：共同利用だから任期制でなくてはならないという論理は解らない。任期は、自分の仕事について自分で判断して、研究者が自分に課すべきものだとおもう。

松井：米沢さんの云う、行き先のない様な人は、飼っておくに値しないとは、すごい。友人の中にも任期制のために、あわれな最後をとげる人が多々ある。近さんの考えに賛成である。

伊達：単純な共同利用イコール任期制では反対である。新任には、新設費を出し、又更に設備更新費などをつけるなどして、きめ細い形で、任期制を考えるべきである。

長岡：所属意識を持つべきでなく、物性グループの中の個人としての意識を持つべきだ。

井上：ちっくり落ちついてやる研究を物性研でやる必要があるのか？

植村：近さんのいう自己規律は必要なことであり、研究所に対しては、流動性を期待したい。

しかし、自然科学ではサロンはDemeritが多く、かたつむり的なものであって、伊達さんのような意見で、流動性を高めることが大切だ。

一つの方針として定員一ぱいにとらないで、それを流動的に用いるべきである。

個人としては、益田さんの云う様に、ピークを作る事と、共同研究は、相反事象ではない事もある。

ピークを作るのが困難になった時でも、次のピークを作る努力を放棄すべきではない。

入江：任期を自発的に規制するにしても、10年後には、大分事情が変わっていると思う。

物性研内部から、改革に歩んでほしい。

共同利用研究の利用状況

過去5年間の共同利用の実態について資料を配布したが、その内容の要約は次の通りである。

- (1) 共同利用研究施設運営費として41～45年度に次のような配分を受けた。

41年度	校 費	4,226,000円
	旅 費	6,594,100円
42年度	校 費	4,733,600円
	旅 費	6,679,000円
43年度	校 費	4,989,000円
	旅 費	7,025,000円
44年度	校 費	5,908,500円
	旅 費	7,086,000円
45年度	校 費	6,230,400円
	旅 費	8,160,000円

- (2) この間に開催した短期研究会は次の通りである。

研究会の名称	開催年月日
41年度	
1. 生体高分子の相互作用特異性	41. 5.16～5.17
2. イオン性結晶のフォノン	41. 5.23～5.25
3. 稀土類金属および化合物の物性	41. 6.22～6.24
4. 高圧下の物性	41. 7.14～7.15
5. レーザーと非線形光学	41. 7.18～7.19
6. 中性子散乱による物性の研究	41. 9.27～9.28
7. 高速反応	41. 11.11～11.12
8. 強誘電的相転移における臨界現象	42. 1.23～1.24
9. 稀土類金属の精製	42. 2.21～2.22
10. II-V化合物の物性	42. 2.28
11. 金属物性	42. 3.1～3.2
12. JRR-3中性子散乱回折装置の検討	42. 3.13～

- | | |
|--------------|-------------------|
| 13. 低温物性 | 42. 3. 24 ~ 3. 25 |
| 14. 高圧物理学の問題 | 42. 3. 27 |

4 2 年 度

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1. 統計力学における数値実験 | 42. 5. 25 ~ 5. 27 |
| 2. 分子性結晶の格子振動 | 42. 6. 8 ~ 6. 9 |
| 3. イオン結晶の電子過程 | 42. 9. 16 |
| 4. 新しい錯体の構造と物性 | 42. 9. 25 ~ 9. 26 |
| 5. s-d 相互作用 | 42. 10. 5 ~ 10. 7 |
| 6. 塩化タリウムの物性 | 42. 11. 13 |
| 7. 半導体の不純物伝導 | 43. 1. 18 ~ 1. 20 |
| 8. X線回折強度の精密測定と電子分布 | 43. 1. 25 ~ 1. 27 |
| 9. 非化学量論的化合物の物性 | 43. 2. 5 ~ 2. 6 |

4 3 年 度

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. 半金属の quantum transport | 43. 6. 3 ~ 6. 5 |
| 2. Invar 効果 | 43. 6. 6 ~ 6. 7 |
| 3. 超交換相互作用 | 43. 6. 10 ~ 6. 12 |
| 4. 加速器を用いた物性研究 | 43. 7. 11 |
| 5. 稀薄合金における s-d 相互作用 | 43. 11. 18 ~ 11. 20 |
| 6. 高エネルギー光物性 | 43. 12. 12 ~ 12. 13 |
| 7. 金属、合金の非晶及び液体状態の物性 | 43. 12. 19 ~ 12. 20 |
| 8. 磁性体の分光学 | 44. 2. 3 ~ 2. 4 |
| 9. 強誘電体の格子振動 | 44. 2. 5 ~ 2. 7 |
| 10. パルスによる分子科学の研究 | 44. 2. 5 ~ 2. 6 |

4 4 年 度

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. 磁性化合物の伝導機構 | 44. 6. 5 ~ 6. 7 |
| 2. 特殊な構造をもつ合金などの構造解析と物性 | 44. 6. 13 ~ 6. 14 |
| 3. 加速器による物性研究 | 44. 6. 20 |
| 4. 1°K以下の生成とその温度域の物理 | 44. 6. 26 ~ 6. 27 |
| 5. 磁性薄膜に関する研究会 | 44. 7. 29 ~ 7. 30 |

- | | |
|---------------|-------------------|
| 6. Mn 合金の反強磁性 | 44. 11. 10 |
| 7. 高エネルギー光物性 | 45. 1. 29 ~ 1. 30 |
| 8. 超伝導と超流動 | 45. 3. 23 ~ 3. 25 |

4 5 年 度

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. 低次元磁性体のスピン相関 | 45. 5. 18 ~ 5. 20 |
| 2. 液体金属の構造と物性の問題点 | 45. 6. 17 ~ 6. 18 |
| 3. 磁性半導体の物性 | 45. 12. 14 ~ 12. 16 |
| 4. 固体の高エネルギー励起現象 | 46. 1. 21 ~ 1. 22 |

(3) また、この期間(42~45年度)に行った共同研究には下記のようなものがある。

4 2 年 度

1. 高エネルギー領域での固体光物性
2. Au 合金の中性子回折
3. Mn Si 1.72 の中性子回折
4. 低温における Fe Cl₂ 単結晶の遠赤外吸収

4 3 年 度

1. 高エネルギー領域での固体光物性
2. Au-Cr 合金の中性子回折
3. 中性子回折による Mn P の磁気構造の研究
4. ハロゲン化水素固相の強誘電性の研究

4 4 年 度

1. 高エネルギー領域での光物性
2. ハロゲン化水素固相の強誘電性の研究
3. X一線による光電子分光
4. 偏極中性子による常磁性局在モーメントの研究
5. 稀薄合金 Au-V 等の物性

4 5 年 度

1. 高エネルギー領域での光物性
2. 稀薄合金の物性

3. 液体ヘリウム中のフォノン間相互作用

- (4) 外来研究員については、物性研要覧にのせてあるので、それを参考にしていたゞきたい。
- (5) また、最近3ヶ年に発行した I S S P , テクニカル , リポートについて、外来研究員の関係した報文数は、

	発行全数	%
43年度	11件	4.2
44年度	18	5.6
45年度(46年1月22日現在)	12	4.4

であった。

物 性 研 談 話 会

Stochastic Models of Non-equilibrium Processes

東大理・物理 久 保 亮 五

日 時 12月7日(月) 午後4時

場 所 物性研究所講義室

非平衡の物理的过程は無限に多様である。そのすべての場合について一々ミクロの立場からやり直すことは必要でもなければ望むところでもない。あるカテゴリーの過程について、それらを統一する現象論が物理として必要なものである。一方の極端としての完全なマクロの記述(たとえば流体力学)と、第一原理的なミクロの立場との間には、さまざまな段階での現象論がある。それらは必然的に stochastic models であるが、興味あるいくつかの例をあげ、さらにそのような approach における根本的な問題に触れる。それらの stochastic models は如何にして可能か、自然はそれらにどんな条件を課しているのか、といった問はほとんど答えられていない。

高 壓 下 の 結 晶 化 学

庄 野 安 彦

日 時 昭和46年1月18日午後4時より

場 所 A棟2階輪講室

圧力をパラメーターとした結晶化学的研究は、常圧では実現できない化合物の合成に有力な手段を与えてきた。高圧下ではパッキングの良い高密度の結晶構造が安定化されるので、一般的に配位数が増加し、より平等配位の構造に転移するといえる。酸化物、沸化物のようなイオン結晶の場合、高圧下の相転移は主としてイオン半径比と静電エネルギーによって支配されるが、共有性の強い s^2 イオン (Pb^2 など), d^{10} イオン (Zn^{2+} など) では特異な結晶構造をとる場合もあり、遷移金属イオンでは結晶場効果も重要な因子である。高圧下で現われる新しい結晶構造にも言及する。

「結晶塑性論の現状」

竹内伸

日 時 2月1日 4～5時半

場 所 物性研A棟輪講室

材料の強度という実用的问题にかゝわる結晶塑性論(学)とはどのような学問体系を成しているのかを、転位論との関連において話者の考え方を述べ、この分野がなかなか strict science となり得ないいくつかの要素について考察する。

結晶塑性の問題が現在どの程度まで理解されているのかを、bcc 金属の例などをひいて述べる。

~~~~~  
サ ロ ン  
~~~~~

ユトレヒト大学にて

鈴木 増雄

前回の「コーネル大学にて」に続いて、今度はオランダのユトレヒト大学からお便りいたします。私は、昨年9月始めに、米国を去り、ジュネーヴとグスタッドで開かれた「Battelle Colloquium on Critical Phenomena」に出席するため、スイスに10日間程滞在し、その後ユトレヒトに移りました。

「Holland」というのは一地方の名前で、正式の国名はThe Netherlands(低い土地)であり、海面より低い所が多く、そのために却って、国土造りが行きとどいていて、どこへ行っでも美しく整備されており、特に市街地には公園が多く、狭い土地にもかかわらず、諸都市間を結ぶ自動車道路網が非常によく発達しています。私の住んでいるユトレヒトは、アムステルダムから車で40分位内陸に入ったところにある中世的雰囲気の残っている都市です。

オランダの市街地にある住宅は大きな特徴を持っており、ほとんど三階建てで、隣同士が壁を共通に使い、みな道路に沿って連ながっています。私の所属している Institute は、そういう建物の数軒分（その中の一つは、ある「noble lady」の二百年位古い邸宅）を間借りしていて、米国や日本の大学又は研究所とは全く対照的です。特に、私の部屋は、古い彫刻、絵画、大時計等で飾られた薄暗い廊下をずっと入った奥にあり、独特のムードです。何か、昔の寺小屋式の「学校（塾）」を連想させます。

Institute の人員も少なく、教授は素粒子関係2人（M.Veltman, J.Tjon）と物性関係2人（Van Kampen, B.R.A.Nijboer）の計4人で、助教授が3・4人と日本の助手に当る人達が15人位いて、京都の基研程度の規模でしょうか。オランダでは、いくつかの Institute（「グループ講座」とでも言うべきもの）が集まって、大学の物理部門を構成していて、学部の教育を分担している。この点、日本の研究所と少し違います。

こここの Institute では、午前と午後にそれぞれ一回ずつ、tea time があり、ほとんど全部の人が集まって、和気藹々と一時間近くも議論しています。これは、実に良い習慣だと思います。共同で研究している人々も、この時間に結果を持ちよって、仕事を進めているようです。オランダ人は、英語で話すことに慣れていて、外国人がいる時には、英語を使って議論してくれ

ることが多い。（言語そのものが英語とドイツ語とを一緒にしたような感じ。）コロキュームや研究会（日本の分科会と同じ）でも、外国人が一人でもいれば、発表も議論も始めから最後まで全部英語でやってくれます。全く親切です。

ここで、オランダの学制についてふれておきたい。実業学校、師範学校等各種あり、もっとも標準的なコースは6・6・6制で、戦前の日本の学制に類似している。大学6年のうち、前期3年と後期3年との間に一応の区切りがあり、前期だけで社会に出る人も多いようです。（この場合は公式には無資格）。後期3年を終ると、日本の修士終了と年令的にも、内容的にも同じになるようです。オランダには5つの大学があり、すべて「国立」です。（即ち、予算の99%は国費）。しかも、どの大学も、全体的には、教官の質においても学生の質においても同じレベルで、優劣がないとのこと。ある老教授は、このことをオランダの大学の大きな欠点の一つだと言って嘆いていました。彼の主張は、学生の能力に応じて、選別して教育した方が教育効果があがるということのようです。因みに、大学の入試は全く無く、「中学校」6年間の成績が、ある標準以上に達していれば、自分の好きな大学に入学できる仕組みです。最近は学生数が順に増して、それにつれて問題が出てきています。例えば、ユトレヒト大学の物理科に、今度新入生が百人来るのか、二百人来るのか、入学後でなければ、誰にもわからない。最近、医学関係の学生数が特に増加し、教育設備等の関係から、その分野の学生数については、或る程度コントロールを始めたようです。（これに対しては大変な抵抗があるときっています）。理科系に限って、話を更に進めますと、大学6年卒業後、学位をとりたい者は、特に専攻したいと思う教授に招ねかれるという形で、正式の公務員の資格をもらい、その教授の下で、学部学生の教育を手伝いながら、研究を続け、平均して、3～5年後に博士号を取得し、研究所、各種学校等に就職するか、あるいは、大学の「研究官」になり、更に、数年後に、ある者は助教授・教授の身分の方に向うか、他の者は「上級研究官」として、研究だけの身分になるか分かれるようです。聞くところによると、最近、大学教官の給料がぐんと良くなり、教授の平均給料が30～40万円位で、物価特に食料の値段が日本より安いですから、日本に比べると経済的待遇の点ではずっと恵まれています。

次に、大学間の交流、特に研究者同志の接触について述べてみたい。物理の分野では、日本の学会に相当するお祭的なものは無くて、各分野、又は、関連分野との共同の研究会を1・2ヶ月に一度の割で気軽に開き、その期間はたった一日限りで、国が狭く（九州ぐらいの大きさ）、高速道路が発達しているから、皆日帰りです。日本の研究会のように、旅費だ日当だという問題は一切考えず、世話人は話題提供者の選別をするだけ。しかも、話は一人一時間、全部で4～5人というスケジュールです。私の分野の統計力学関係では、昨年11月にデルフトで研究会が開か

れ、古典的な系でのエルゴード性とか、相関関数の長時間における漸近型の問題等が中心でした。私は飛び入りで、二次元イシング模型と一次元の異方的ハイゼンベルグ模型の基底状態とが、相互作用の間のある適当な関係の下で、完全に等価になる話をしました。（研究会の数日前、証明に気づいた。）今年になってからは、1月8日に、高エネルギー関係と共同でナイメーヘン大学において開かれ、午前中は path integral の話、午後は、二分野に分かれて、統計力学の方では、エルゴード性、ローレンツ気体での速度相関の漸近型（この場合、数個のランダムな粒子間でくり返えされる衝突の効果— cage effect — が重要で、相関関数が負の tail を持つ）等が議論された。2月28日には、アムステルダムで開かれる予定。（3月には帰国しなければならないので、それ以後は関心がない。）又、各大学でのセミナーや特別講義の題目等は前もって、オランダ（及びベルギー）の全大学に通知してあり、他大学からもよく聞きに来ます。

ところで、ここでの私の主な仕事は、週一度、研究所のスタッフ相手に、「臨界現象の統計力学」の講義をすることです。毎回、van Kampen 先生達の質問攻めに四苦八苦しています。準備に相当の時間がかかり、忙しい毎日ですが、時々、他の大学に出かけることもあります。昨年12月には、ライデン大学のローレンツ研究所（P. Mazur, P.W. Kasteleyn 等が在職）に行き、夕食後に開かれる「エーレンフェスト・コロキューム」（エーレンフェストは、夜セミナーをするのが好きで、彼以来、伝統を守って今でも続いている）で、critical slowing down の話をしました。この研究所には、東大教養の植田精三氏が滞在しておられます。ローレンツ研究所に続いて有名なカメリノンネス研究所があります。1月18日から、3日間程ベルギーのルーエペン大学に、2月4日には、アムステルダムの大学に出かける予定です。

こちらの研究の雰囲気には大変自由な面と、徒弟的な面との両面があります。この研究所で仕事をしている若い人達（研究官、日本の助手に当る）は必ずしも、一人の教授（又は助教授）にべったりではなく、その人の興味と特技に応じて、その時に従い、自由にいろいろな人と研究グループを作っている。しかし、一たん教授から声がかり、問題を与えられると、実に忠実にそれを徹底的に研究します。あたかも、問題の価値そのものには無批判であるかのように、それ程に、教授の権威が大きいのでしょうか。因みに、「Physica」に投稿されるオランダ人の論文は、教授の添え手紙があれば無審査の由。

物理の研究の仕方についてみると、他は良く知りませんが、統計力学の分野では、こちらの人は、一つのモデル、特に古典的なものに固執する傾向が非常に強いようです。しかも、出来る限り簡単化して厳密に美しく取り扱おうとします。米国では、実験家が多く、彼等との接触が深いためか、パラメータを適当にとって、実験曲線と一致する結果を出すことが第一目標で、物理的

にどうしてそうなるかは背後に押しやられている傾向がしばしば見受けられますが、その点、こちらでは、あまり流行にこだわらず、地味にコツコツとやってゆくタイプの人が多いように思います。

最後に、 Battelle の報告をして終りにしたい。この会は、 Battelle Institute の主催で、昨年は第 5 回目に当り、毎年一つのテーマにしほって行われている。 Phase Stability , Dislocation Dynamics , Molecular Processes on Solid Surfaces , Inelastic Behavior of Solids , そして今回の Critical Phenomena となっており、今までに鈴木平先生を始め、物性研から何人かの人が参加されています。今回の出席者は 50 人位でした。（川崎恭治氏も参加。）最初の日は、ジュネーヴで、イジングモデルの解について、 L. Onsager が懐古談をし、 C.N. Yang は一次元多体問題の解について、 M. Kac は相転移におけるモデルの役割について、話をされた。二日目からは、山の中腹にあるグスタッドに会場が移って、詳論に入り、 Scaling Law , Ising Systems and Field Theory , Development of Spatial Ordering , Magnets and Superconductors , Transport Properties の順に話が進められた。この会の特徴は、 discussion の時間が、報告者の所要時間と同程度にたっぷりと、とてあり、議論が相当煮詰められたことです。会の後半では、 Dynamical Scaling Law と Mode - Mode Coupling Theory が主役を演じていた。とり上げられた話題の範囲も広く、異色なものとしては、 Electric Phase Transitions や Mott Transition in $V_2 O_3$ の話等があった。詳しく知りたい方は、間もなく出版される Proceeding を参照して下さい。

(Institute for Theoretical
Physics of the University, Utrechtにて)

アルゴンヌだより

福田 敦夫

1969年8月からArgonne National Laboratory, Solid State Science Divisionで2年間滞在する機会を与えられました。研究所はシカゴの西郊外約20マイルのところにあり、きれいな空、豊かな緑など自然環境に恵まれています。研究所全体からみるとSolid State Science Divisionは小さな存在です。このDivisionには16の実験グループがあり、私はColor Center Research Groupに属しています。グループ・リーダーはアルカリ・ハライドの α 中心(負イオンvacancy)や V_k 中心(2格子点にまたがった X_2^- 分子という形のself-trapped hole)の光吸収を発見したP.H.Yusterです。research staffは、Yusterと大の仲よしで20年以上も一緒に仕事しているC.J.Delbecq, ベルギーから来ているpermanent staffのD.Schoemaker, Materials Purification and Crystal Growth Groupと兼任のS.Sussman, それに私の4人です。またstaff assistantとしてエレクトロニックス専門のE.Yasaitisと結晶作り専門のE.Hutchinsonがいます。なお理論グループにはcolor centerに興味を持っているT.GilbertとD.Y.Smithがあります。

Color Center Research Groupにある大きな装置は、Cary 14分光光度計が2台、McPherson 真空紫外分光光度計、赤外分光光度計、Varian EPR装置、手作りのEPR装置、 $Co^{60}\gamma$ 線照射装置、X線照射装置です。この他小型分光器、フォトマル、微小電流計、ロック・イン増幅器、記録計、クライオスタット、温度制御装置、排気系、結晶を作る装置、オシロスコープ、シンクロスコープなど、小道具はかなり豊富にあります。しかし、レーザー、高分解能の分光器、超電導マグネットなどが見あたらないのは寂しいです。全体として地味なものががっちり揃えてあるといった感です。3年ほど前にSolid State Science Division専門の建物に移ったため、実験室も居室も広々としています。

1940年代以来YusterとDelbecqとはいつも一緒に論文を書いています。最近ではこの2人にSchoemakerが協力しています。3人の最近の大作はKCl中の V_1 中心に関する論文です。EPRおよび光吸収をあますところなく調べあげ「KClの V_1 中心は Na^+ イオンに

捕えられたH中心(格子間にある中性塩素原子)」と結論しています。SchoemakerはさらにLi⁺イオンに捕えられたH中心を見出し、Na⁺イオンに捕えられたものとの違いを論じています。彼らはこのように不純物イオンにつかまつたH中心を組織的に研究しようとしているようです。彼らはまたV_k型中心(X₂⁻およびXY⁻分子)にも興味を持っており、EPR,光吸收,reorientation kineticsなどを詳細かつ組織的に調べてています。3人は、V₁中心やV_k型中心の問題以外にも、非常に多くの未発表データを持っており、色々と落着いて仕事をしているといった感じです。Sussmanは青酸カリの単結晶という物験なものを作り、そのcolor centerを研究した人ですが、アルカリ・ハライドにも興味を持っており、U中心の局在振動に対するH中心の影きようを赤外吸収で調べています。

さて私自身の仕事ですが、「お前の好きなことをやってよい」とのことなので、物性研・光物性でやっていた「KI:T1型螢光体の励起状態におけるヤーン・テラー効果」を継続することにしました。KI:T1型螢光体というのはアルカリ・ハライドに活性剤として最外殻電子配位が(n s)₂²で与えられる重金属イオン[Ga⁺, In⁺, Tl⁺, (Ge²⁺), Sn²⁺, Pb²⁺, (Cu⁻), (Ag⁻), Au⁻]を10⁻⁶~10⁻³ mole fraction程度添加したもので、紫外線を照射すると多くの場合可視領域に螢光を出し、きれいに光ります。この螢光体の特徴は不純物重金属イオンに局在した分子軌道間の遷移a_{1g}²→a_{1g} t_{1u}で非常によく記述できる吸収帯が母体の透明領域に観測されることです。a_{1g}, t_{1u}分子軌道の具体的な形はいずれの場合にも未だ計算されておりませんが、吸収帯をa_{1g}²→a_{1g} t_{1u}といいう一電子遷移で非常によく記述できるという事実は以下の議論を非常に簡単にしています。ヤーン・テラー効果というのは1937年に提唱された次のような定理に基く効果です。「原子の幾何学的配置が高い対称性をもっている多原子分子において、その電子状態が縮退しているならば、その配置は一般に不安定である。すなわち、もっと低い対称性の配置への変形によって電子状態の縮退がとれるが、そのときの最低準位の方がエネルギーが低く安定である。」KI:T1型螢光体の場合には、基底状態[¹A_{1g}(Γ₁⁺)]は縮退していませんが、励起状態[¹T_{1u}(Γ₄⁻)および³T_{1u}(Γ₁⁻, Γ₄⁻, Γ₅⁻)]は縮退しており、ヤーン・テラー効果が期待されます。

まずヤーン・テラー効果が励起状態でおこっていることを確認した物性研での研究をお話します。1953年にYusterとDelbecqはKI:T1のA吸収帶[Γ₁⁻(¹A_{1g})→Γ₄⁻(¹T_{1u})]に3重構造を見出し、この構造はヤーン・テラー効果によるものであろうと結論しています。私はAおよびC吸収帶[Γ₁⁻(¹A_{1g})→Γ₄⁻(³T_{1u} および¹T_{1u})]の温度変化を種々のKI:T1型螢光体について組織的に測定し、これら吸収帶の構造がヤーン・テラー効果によることを

確認しました。豊沢先生、井上さん（現在都立大）、張さんは、1次の電子・格子相互作用とフランク・コンドン原理に基き、相互作用モード [$Q_1(\alpha_{1g}) : Q_2, Q_3 (\epsilon_g) : Q_4, Q_5, Q_6$ (τ_{2g})] といの座標で与えられる。] という概念を導入し、これらの構造を見事に説明しました。さらに本間さん（東教大・光研）は2次の電子・格子相互作用も考慮して C 吸収帯 [$\Gamma_1^- ({}^1A_{1g}) \rightarrow \Gamma_4^- ({}^1T_{1u})$] の非対称も説明しました。なお上に述べた相互作用モード座標は、従来螢光体の理論に用いられてきたあまりはっきり定義されていない「配位座標」に基づくもので、はっきり定義された便利な座標です。吸収帯の構造と並んで、刺激光と発光（螢光）との間の偏り相関も励起状態でのヤーン・テラー効果を端的に示しています。1958年にKlickとComptonは「A 吸収帯 [$\Gamma_1^- ({}^1A_{1g}) \rightarrow \Gamma_4^- ({}^3T_{1u})$] を偏った光で刺激すると螢光が偏っている。」という興味ある事実を見出し、このような偏り相関はヤーン・テラー効果によるであろうと結論しました。豊沢先生は、「もしもこの偏り相関がヤーン・テラー効果によるものならば、螢光の発光帯はただ1つなのに、偏光度は1つの吸収帯のなかで刺激波長に依存するだろう。」ということを私達に話されました。私達はさっそく実験をしてこの波長依存性を組織的に測定し、偏り相関がヤーン・テラー効果によることを確認しました。

さて、これからが Argonne での仕事のお話です。Yuster や Delbecq が言うには、「偏り相関がヤーン・テラー効果によるという話はもっともらしいと思うが、多くの研究者が2価イオンの場合の偏り相関は電荷補償の vacancy によると未だに考えている事をどう思うか？」と。ここでちょっとどんな場合に偏った螢光が観測されるか考えてみましょう。結晶が等軸晶系でない場合に螢光が偏っていることは古くから知られています。この場合には、偏っていない光で刺激しても一般に螢光は偏っています。等軸晶系結晶においても、螢光を出す原因となっている点状格子欠陥（これを螢光中心という。）の対称性が低い場合には、偏った光で刺激すると一般に偏った螢光が観測されます。 S^{2+} や Pb^{2+} のような2価イオンの場合には、電荷補償の正イオン vacancy が近くにあることが充分考えられるので、偏り相関の原因を「電荷補償の vacancy により螢光中心の対称性が低くなっているため」と考えるのは、ごく自然なように思われます。ところが、吸収帯の構造はヤーン・テラー効果によって説明することができ、vacancy に起因すると思われるような構造は見出されません。それどころか、吸収帯の構造は2価イオンの場合の方が1価イオンの場合よりヤーン・テラー効果が強いことを示しています。したがって「2価イオンの場合にも偏り相関は主にヤーン・テラー効果による。」と思うのです。しかし、物性研での私達の実験ではこの点がはっきりしていなかったので、「 Sn^{2+} や Pb^{2+} の偏り相関が電荷補償のための vacancy による。」という論文が最近にもかなり発表されて

いるのだと思います。そこで偏り相関を以前よりもっとよい精度で測定しなおす計画をしました。つまり分光器を通して試料を刺激し、螢光も分光器を通して測定し、偏光度を両者の波長の関数として求めることです。これまでの実験では、分光器の代りにフィルターを通して螢光を測定していました。幸い、明るい安定な光源（キセノン・ランプ）、迷光の少いダブル水晶プリズム分光器、 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ の G1 an Air 偏光プリズム、小型で扱いやすい回折格子分光器、高感度・低雑音のフォトマルなどは手近にありました。試料には KI:Sn^{2+} を選び、測定 4.2°k で行いました。

測定結果は色々興味ある事実を明らかにしました。まず、A発光 [$\Gamma_4^-({}^3\text{T}_{1\text{u}}) \rightarrow \Gamma_1^-({}^1\text{A}_{1\text{g}})$]ばかりでなく C発光 [$\Gamma_4^-({}^1\text{T}_{1\text{u}}) \rightarrow \Gamma_1^-({}^1\text{A}_{1\text{g}})$] も 2つの発光帯からなることがはっきりしました。これらを長波長側から順に $\text{AT}\Pi$, $\text{AT}\Sigma$, $\text{CT}\Sigma$ 、および $\text{CT}\Pi$ と名付けることにします。幸なことに 2つの発光帯の分離はかなりよく、それぞれの発光帯について偏り相関（偏光度）を測定できました。（100）面内で偏光度の角度依存性を測定すると、偏光度は刺激光および螢光の波長によらず、[011] および [0̄11] 方向で 0 になります。偏光度の波長依存性に関する非常に興味ある事実は次の 2つです。 $P(h\omega:\text{AT}\Pi)$ すなわち $\text{AT}\Pi$ 発光の偏光度は A 吸収帯の長波長側でも 0.3 程度で 1 よりずっと小さいのに、 $P(h\omega:\text{CT}\Sigma)$ すなわち $\text{CT}\Sigma$ 発光の偏光度は C 吸収帯の長波長側でほとんど 1 になること、および $P(h\omega:\text{AT}\Sigma)$ すなわち $\text{AT}\Sigma$ 発光の偏光度は A 吸収帯の中で刺激波長が短くなると大きくなることです。前者は非常に顕著で、はじめは何か実験上の手違いにより、こんな大きな偏光度が得られるのではないかと思ったほどです。実際 Yuster にもはじめはこの結果を信じてもらえませんでした。

この大きな偏光度はもちろんヤーン・テラー効果だけでは説明できません。一方、 $P(h\omega:\text{AT}\Pi)$ が A 吸収帯の長波長側でも 1 よりずっと小さいことや、 $P(h\omega:\text{AT}\Sigma)$ が A 吸収帯の中で $h\omega$ と共に増加する事実は、vacancy による螢光中心の対称性の低下だけでは説明できません。色々考えたすえ、この矛盾は他の実験事実と共に、次のように仮定すると非常によく説明できることがわかりました。すなわち、「ヤーン・テラー効果は電荷補償の vacancy の影きようより大きく、vacancy は nearest neighbor position にある。」という仮定です。偏光度の角度依存性を（100）面内で測定すると [011] および [0̄11] 方向で 0 になるのに、vacancy が nearest neighbor position にあるという結論は注目に値します。つまり、ヤーン・テラー効果が非常に強い場合には、偏光度の角度依存性を測定しただけでは vacancy のある方向（位置）を決められません。Fefilov 流の解析は適用できないのです。似たような例は、1 値の不純物イオンが pair になった場合です。私達の最近

の測定結果は $(Tl^+)_2$, $(In^+)_2$, $(Ga^+)_2$ pair の場合にもヤーン・テラー効果が非常に強いことを示しているようです。

以上の実験はどちらかと言えば地味な古い実験手段によるものです。せっかくアメリカに来たのだから、もう少し最新の実験もやってみたいです。しかし Color Center Research Group では地味なものががっちり揃えてある感じで、あまり最新なものはありません。Yuster に、レーザー・ラマンをやりたい、フォトン・カウンティングして螢光の減衰時間を $3 \sim 4$ 枝にわたり正確に測定したい、発光の円偏光を超電導マグネットと Pockels cell で側りたい、螢光の減衰時間を $1^\circ k$ 以下で測りたい、高分解能分光器で Au の発光を測定したいなど、夢半分で言いたいことを言いました。これらはいずれにも励起状態でのヤーン・テラー効果を理解するのに役立つ実験だと思います。Yuster は方々に電話をかけて、可能性を検討してくれました。色々検討した結果、発光の円偏光を超電導マグネットと Pockels cell とで測ることにしました。超電導マグネットは Mössbauer Group から借りられるということです。最高磁場は 50 Kgauss で、 γ 線用のペリリウム窓を光学用の窓に取り換えることが可能だろうとのことです。Pockels cell というは電気的 $1/4$ 波長板のこと、現在では口径 2 インチ、左右円偏光に対する透過率の違いを 1 対 100 にするのに必要な angular aperture 2° という性能のものを入手できます。しかし大きなものは非常に高価なので、実際に私達が使用しているのは口径 $1\frac{1}{2}$ インチのものです。

この実験を計画したのは次のような疑問を解決するためです。前に述べた「吸収帯の構造」と「偏り相関」は、励起状態でヤーン・テラー効果が起っていることをはっきり示しています。それではヤーン・テラー効果は「発光帯の分裂（構造）」の原因となるでしょうか？ちょっと考えると、発光帯の分裂はヤーン・テラー効果によって起りそうもありません。発光は断熱ポテンシャル面の minima から起るもので、励起状態の断熱ポテンシャル面は分裂していくつかの minima を作りますが、これらは同等なので基底状態とのエネルギー差は同じであり、同じ発光帯を与えます。具体的な例についてお話をすると、前に述た $KI:Sn^{2+}$ の場合には、ヤーン・テラー効果により励起状態は tetragonal に歪んでおり、[100], [010], および [001] 方向の 3 つの同等な歪み方があります。これら 3 つの歪み方に対応して、断熱ポテンシャル面には 3 つの minima があります。vacancy の影きようを考えなければ、これら 3 つの minima は同等なので、基底状態とのエネルギー差は同じであり、ただ 1 つの発光帯が観測されるはずです。vacancy のためこれら 3 つの minima の中どれか 1 つが他の 2 つと同等でなくなると、発光帯は前述したように $AT\pi$ $AT\pi$ と 2 つに分裂するわけです。したがって、

この場合には発光の分裂は vacancy の影きようによって起っているといえます。

vacancy がない1価イオンの場合に発光帯の分裂が観測される可能性があるでしょうか？ 1957年に Opik と Price は Γ_4^- ($^1T_{1u}$) 状態のヤーン・テラー効果を1次の電子・格子相互作用で非常に一般的に取り扱い、3つの同等な tetragonal minima か4つの同等な trigonal minima か、いずれか一方しか存在しないことを明らかにしました。したがって、C発光 [Γ_4^- ($^1T_{1u}$) $\rightarrow \Gamma_1^+$ ($^1A_{1g}$)] に分裂が見出される可能性はほとんどないと思います。一方 1959 年に上村先生と菅野先生は、1次の電子・格子相互作用の範囲でも、 Γ_4^- ($^3T_{1u}$) には3つの同等な tetragonal minima および6つの同等なほとんどの tetragonal minima が存在する可能性を示されました。したがって、A発光 [Γ_4^- ($^3T_{1u}$) $\rightarrow \Gamma_1^+$ ($^1A_{1g}$)] には分裂が見出される可能性があります。私達が組織的に A発光を種々の温度で測定したところ、スピン・軌道相互作用が小さく、2次の電子・格子相互作用が大きい（励起状態の断熱ポテンシャル面の曲率が基底状態のそれより小さい）場合には、発光帯の分裂（2つの発光帯）が見出されることが解りました。長波長側の発光を A_X、短波長側の発光を A_T と名付けることにします。4.2°K では A_T 発光の方が A_X 発光より強く、A_T 発光には前に述べた偏り相関が見出されます。偏り相関の (100) 面内での角度依存性は、A_T 発光が tetragonal minima からの発光であることを端的に示しています。また、これら発光帯の諸特性（温度変化、励起スペクトル、偏り、減衰時間など）は、ヤーン・テラー効果による分裂として定性的に理解できることも明らかになりました。しかし、確かに 2種類の同等でない minima があるということは未だ理論的にはっきり示されていないと思います。したがって、観測されている発光帯の分裂（2つの発光帯）が確かにヤーン・テラー効果に起因しているという実験的証拠がもっとほしいわけです。発光の分裂がヤーン・テラー効果のためだとすれば、A_X 発光はほとんど tetragonal minima からの発光ということになります。ほとんど縮退しているという事実に注目して、この minima からの発光のゼーマン効果を観測しようというのがこの実験の狙いです。

測定する試料としては、KI:Ga, KI:In, KBr:In, KCl:In, KI:Sn を考えています。超電導マグネットをそう長く借りられないで、沢山の試料を測定するわけにはゆきません。KCl:In, KI:Sn には A_X 発光が見出されないので、大きなゼーマン効果は観測されないだろうと思います。A_X 発光が観測される KBr:In, KI:In, KI:Ga の場合には、この順序で大きくなるゼーマン効果が期待されます。また、発光の減衰時間を測定すると、磁場と共に長くなる偏光成分と短くなる偏光成分があると思います。KI:Tl については発光のゼーマ

ン効果が Fontana と Davis により測定されており、 A_X 発光は大きな円偏光を示すことが知られています。この大きなゼーマン効果は、 A_X 発光に関与している励起状態がほとんど 2 重に縮退していることを示しています。彼らは、この説明に困っていたようです。Delaware のルミネセンス国際会議で Fontana に会ったとき、原稿の下書きを見せてくれました。私の考証を説明したら、彼らは原稿をほとんど書き直してヤーン・テラー効果による説明を全面的にとり入れ、 Phys. Rev. Letters に発表しました。彼らは [100] 方向に磁場をかけ同じ方向から発光を観測していますが、 [111] 方向に磁場をかけこの方向から発光を観測して円偏光を測定した方が、以後の解析が容易だと思います。というのは、 minima は tetragonal かほとんど tetragonal なので、 [111] 方向に磁場をかけたときのみ、これら minima の同等さをくずさないからです。あれやこれや考えてみても、本当のところは実験してみるまで解りません。やっと 3 週間後に超電導マグネットを借りられることになったので、手ぐすねひいて待っているところです。さて、実験結果がほど予想通りで、発光帯の分裂 (A_X , A_T という 2 つの発光帯) がヤーン・テラー効果によることがいよいよ確実になつたら、次の段階として、定量的にも使えるような a_{1g} t_{1u} 励起状態に対する 6 次元 (Q_1, \dots, Q_6) 空間内の断熱ポテンシャル面を求めてみたいと思います。つまり、金属の性質を理解するのにフェルミ面を知ることが非常に重要なように、 KI : T1 型螢光体を理解するには、この断熱ポテンシャル面を知ることが重要だうう思います。

このあたりの冬は東京よりかなり厳しく、 -10°C 以下になることも稀ではありません。窓から見える景色は雪化粧した松林です。ときたま鹿の群が現れます。こんどのどかな風景とは裏腹に、 Argonne は非常に不景気です。研究費がとほしいのは勿論ですが、首切りがあちこちで行なわれています。先日も昼食を一諸にしていた友人 (permanent Research Staff) が首になりました。そういうえば Argonne と私との契約書には、「この契約は、 Argonne も私も、いつでも解約できる。」と書いてあります。もちろん私は temporary staff ですから、この記述を彼の場合にそのまま適用することはできないでしょう。しかし、 permanent staff の場合でもこのような首切りに対して抗議できないのだそうです。詳しい事情はよく知りませんが、 Division Director が強力な権力 (首切りの権利、給料を決める権利など) を持っていることは確かなようです。一度公務員になつたらまず首にならず、給料はほとんど年序列という日本の制度もそんらに悪くないのだなあと思つたりしています。「物性研だより」の編集委員の方から原稿を依頼されたので近況を書きました。少しでもお役に立てば幸です。

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) 研究室名および公募人員数

磁気第1部門 近角研究室(教授 近角聰信)

助 手 1名

(2) 研究分野

強磁場、電子計算機制御磁気測定装置などの手段による強磁性、反強磁性およびそれに伴う現象の実験的研究。

(3) 資 格

修士課程修了またはこれと同等以上の能力のある人。

(4) 任 期

5年以内を原則とする。

(5) 公募締切

昭和46年5月15日(日)

(6) 提出書類

(ア) 推薦の場合

- 推薦書(健康に関する所見を含む)
- 履歴書(略歴で結構ですが、学位名・単位取得のみ・論文提出中等を明示のこと)
- 主要業績リスト(必ずタイプすること)、ほかに出来れば主な論文の別刷

(イ) 応募の場合

- 履歴書(学位名・単位取得のみ・論文提出中等を明示のこと)
- 業績リスト(必ずタイプすること)および主な論文の別刷
- 所属の長または指導教授の本人についての意見書(宛先へ直送のこと)
- 健康診断書

(7) 宛 先

東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 人事掛

郵便番号 106 電話(402)6254・6255

(8) 注意事項

磁気I部門公募書類在中、または意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと

(9) 選定方法

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。

東京大学物性研究所所長

鈴木 平

人 事 異 動

分子部門 助手 吉原 経太郎 45. 12. 15 辞職 理研へ
結晶第2部門 助手 島岡 公司 45. 12. 15 辞職 立命館大・理工・助教授
極低温部門 助手 小田 祺景 46. 2. 1 昇任 阪大・基礎工より

TECHNICAL REPORT OF ISSP新刊リスト

Ser.A

No.441 Shinya Wakoh: Calculation of the Spin Wave Energy
of Iron, Cobalt and Nickel.

No.442 Kikuo Cho and Yutaka Toyozawa: Exciton-Interaction
and Optical Spectra Self-Trapping, Zero-Phonon
Line and Phonon Sidebands

No.443 Toshinobu Chiba Shigeo Takano: Electron Microscopy
of Hydride Precipitation in Vanadium.

No.444 Nozomu Inoue and Hiroshi Nagasawa: Pt195 Nuclear
Magnetic Resonance in Dilute Magnetic PtCr Alloys.

No.445 Taibun Kamejima: Luminescence of KI Containing ns^2
Configuration Ions under Excitation by Exciton
Absorption.

No.446 Tatsuo Yajima and Nobuo Takeuchi: Spectral
Properties and Tunability of Far-Infrared
Difference Frequency Radiation Produced by
Picosecond Laser Pulses.

No.447 Hiroshi Kukimoto, Shigeo Shionoya and Taibun
Kamejima: Exciton-Exciton Interaction in Cd(S,Se)
Crystals as Studied by Using Argon Ion Laser.

編 集 後 記

農薬公害を鋭く告発し、故ケネディ大統領を動かしたと言われている、今や古典となったカーソン女史の「Silent Spring」を読むと、我々が如何に多くの“ボルヂア家”の毒物に囮まれて生活しているかということに驚かされます。現在ほど科学者の倫理性が問われている時代はありません。“Is your science moral ?”と一度自問自答してみるべきではないでしょうか。

さて、今月は糟谷さん、伊藤さんに物性研への注文を書いて頂きました。また、外国出張中の鈴木さん、福田さんには印象記を書いて頂きました。「物性研だより」を全国物性研究者の共通の意見交換の場にするために、皆様方からのLetterをお待ちして居ります。

どうぞ御遠慮なさらず、下記編集委員宛お送り下さい。

東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所

小林謙二、細谷資明、田沼静一

次号の原稿の締切は3月20日です。

