

第3卷
第6号

1964年2月

物性研だより

目 次

研究室だより

- 牧島研究室・塩谷研究室 牧島 象二 1
○ 山下研究室 塩谷 繁雄 7
○ 大阪大学工学部吹田研究室 山下 次郎 7
○ 調布だより — 電気通信大附属研究施設 吹田 徳雄 8
○ 調布だより — 電気通信大附属研究施設 神戸謙次郎 11

研究会報告

- 「金属合金の内部磁場」 伴野 雄三 15
○ 「これから超電導」 中嶋 貞雄 19

- Technical Report of ISSP 新刊リスト 27
物性研ニュース 28

研究室だより

光 物 性 部 門

牧島象二，塩谷繁雄

光吸收をはかることは物性研究の手段としてきわめて一般化しており、またふつうの光学定数を求めるとも、光物性の対象としてもはや取り上げるほどのことではない。数年前まではいさか行き詰つた感じがないでもなかつたが、ここ2～3年で急に再び活発化してきた。その第一の理由はレーザの発見によるものであり、第二は物性研究の考え方や手段そのものの進歩に負うものである。

私共の研究室では現在および将来の光物性研究の進め方をつきのように考えている。(そのやや具体的なことは、以下の2研究室の研究計画に説明してある。)

1. 物質、特に固体内のexcited stateの研究

物性研究は概して熱平衡や定常状態の研究の多いのは自然であるが，“excited state”的研究は知見を一層拡大するのに役立つ、これを単に光吸収、螢リン光、光電導などの既成概念でなく、物質内のexcited stateの行動として見直してゆきたいと考えている。即ちexcited state (energy trapやexcitonも当然含まれる)の構造、excited stateの創生や消滅に結びついたdynamicな過程やenergy transferなどが問題となる。半導体レーザとして最近急に注目をひき出したinterband transitionなどもこの中に含まれる。測定手段としては光、磁場、電場などのパルスや、磁気共鳴、micro wave、遠赤外などが活用されるであろう。

この範囲の仕事としては、ZnSはじめII-V族型半導体内の発光センターの構造、NaNO₂強誘電体内でのNO₂グループの行動、透明半導体としてのSnO₂のn型中心の本質などにつき研究が進められている。

2. 新しい光物性材料の探求

物性研究の開発は興味ある物性を狙う材料の開発に負うばかりが少くない。その為には目新しい材料を探すことが重要なことは云うまでもないが、既存物質の素性を明確化したり(高純度か、完全単結晶化、欠陥制御など)、それの延長拡大をはかることも必要である。前者の目的として現在新しいレーザ材料を探求しつつある。一つは希土類と増感剤を含む光学ガラスで、

他は希土類の有機キレート化合物を含むものである。後者はここ1~2年に登場したもので溶液またはプラスチックスに溶かして使用できる点に興味がある。後者の例としては、ZnSを中心とするII-VI族の高純度単結晶の製作および $ZnIn_2S_4$ を中心とするスピネル型の複硫化物の製造と光物性研究がなされている。

3. 他の物性と関連させた光物性研究

従来は磁性体は磁気的に、誘電体は電気的に、というように学問分野によつて研究手段も一定の型にはまつたようなきらいがないでもなかつた。これを異なる分野の考え方や手段で眺めることも今後は必要であろう。私共の研究室では差し当つて、 $BaTiO_3$ 、 NaN_3 の2つの系統の強誘電体を光物的に研究している。

4. 超高圧下の光物性 (ごく最近研究を始めた。後記参照)

5. 多量子遷移、非線型光学現象の研究

6. 従来をおざりにされ勝ちだつた光物性現象 (旋光性, Faraday効果, Kerr効果, electro-及びmagneto-opticalな現象)

7. 波長領域の拡大 (micro波, 遠赤外, 遠紫外, 軟X線などによる光物性現象)

以上5~7はまださし当つて手をつけていないが、今後レーザ、パルス高磁場その他の新しい研究手段を借りて興味ある現象を発見したいと考えている。

牧島研究室

以下のテーマはすべて実質的には塙谷研究室と緊密に協力しつつ進められている。

a. チタン酸バリウムの光物性的研究

高純度のチタン酸バリウムに希土類のサマリウム(Sm)を加え、Smの示す鋭い線状スペクトルを手掛りとしてこの物質の強誘電性を探求しつつある。Sm³⁺がBa位置とTi位置に分布してはいり、その比はK⁺やLa³⁺を加えてcharge compensationによつてかなり自由に変えられること、両位置によつてSm³⁺のケイ光スペクトルの配置並びに温度依存性が異なること。この結果よりBaとTi位置の内部電場を比較しうること、などは既報した。(J.Phys.Chem.Solid 23, 749~57, 1962)。目下光電導性ともにらみ合せて、強誘電分極と光物性との関係を追求している。

b. 亜硝酸ナトリウムの光物性的研究

これも新興の強誘電体の一つである。これの純粋単結晶およびTl⁺, Pb⁺⁺, Ag⁺な

どを 10^{-3} mol ほど加えた試料につき、偏光の吸収、ケイ光の偏りなどを調べた。この吸収は NO_2^- の内部で π 電子系の $n_N \rightarrow \pi^*$ の形の励起でおこり、低温ではその逆過程として青色螢光がみられる。この螢光には NO_2^- 群の変角振動による鋭い構造が明かに認められる。 NO_2^- の励起およびケイ光では振動子は NO_2^- ($\text{N} \begin{array}{c} \diagdown \\ \diagup \\ = \\ \text{O} \end{array}$ 型) の面に上である。(a 方向) しかるに少量の Tl^+ , Pb^{++} などを加えると、ケイ光は赤色となり、 NO_2^- の変角振動数が自由な NO_2^- からズレると共に、振動子の方向が $\text{N} \begin{array}{c} \diagdown \\ \diagup \\ = \\ \text{O} \end{array} \cdots \text{Tl}$ のように N と Tl または Pb を結ぶ方向 (b- 方向) に変る。このことはつきの AgNO_2 の研究と共に赤色螢光が Tl^+ , Pb^{++} 等と NO_2^- が complex をつくる即ち covalent bond の介入) によることを示す。これはまた、アルカリハライドにおける Tl^+ (KCl : Tl など) による螢光についての Seitz-Williams 機構に大きな修正を要求する材料となる (Luminescence に関する国際会議論文集 443, 1961, New York)

c. AgNO_2 の光物性的研究

NO_2^- と重金属イオンとの錯結合的性格をたしかめるべく、 AgNO_2 の単結晶をつくり、その吸収、ケイ光等の偏りを調べた。予想通り、この場合は吸収もケイ光も完全に Ag と N を結ぶ方向に偏っていた。また予備的実験により AgNO_2 は NaNO_2 と異り強誘電体でないことが分った。若しこれが正しいなら、Ag と N が強く結合することにより、 NO_2^- の自由回転が妨げられ、 NaNO_2 の強誘電性が b 軸以外の周囲の自由回転によることを裏付けるものである。(物理学会年会講演、福岡、1963)

且下亜硝酸塩の強誘電分極の本性を NO_2^- 基の偏光吸収を手掛りとして追求中である。

d. 有機レーザ物質の研究

希土類として Sm と Eu につき、アセチルアセトン ($\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$) 誘導体とのキレート化合物を作り、その各種有機溶剤中での吸収、螢光などを測定中である。条件の選択によつて pumping 効果の大きなレーザ系を期待している。

(以上 牧島 記)

塩谷研究室

研究室紹介の 2 回目が早くもまわつて来たのには驚いた。前回書いたものを引き出してみると、以来まだ 2 年 1 ヶ月しか経っていない。しかし毎日顔を合わせる研究室メンバーをみると、いつの間にか大分増え、半数は 2 年前にはいなかつた人達であるのに気がつく。また前回

書いた研究内容の紹介を読み返してみると、基本路線は変つていないが、当時と今とでは毎日やつている研究実験の内容は相当に違つているし、当時はまだモヤモヤとした暗中模索的段階であつたのに、今ではつきり結論が出て解決したことがらもいくらかあるのに気がつく。これはこの2年間の進歩と呼んでもよからうと、自分勝手ながらひそかに安心している次第である。半月の感覚的経過は年令と共に加速度的に早くなつて行くようである。2年間はまたたく間に過ぎ去つたような感じがするが、ふり返つてみると、研究室紹介に書くべきネタも結構たまつているようである。以下それを記そう。

我々の研究室では以前からZnSの光物性、特にルミネッセンスの問題を最重点テーマとして持つており、これについてできるだけ広汎、且つ組織的な研究を行なつてゐる。この2年間に最も力を入れ、それなりに成果をあげることができたのは発光中心の問題であるが、それに入る前にZnS単結晶の作製について述べよう。

我々が高圧溶融法でZnS単結晶をつくろうと計画し、準備にとりかかつたのは36年1月のことである。これにはその少し前に行なわれた短期研究会でのdiscussionが大きなdriving forceになつてゐる。36年秋にルミネッセンス国際会議で渡米の折に、GE(Cleveland)のAddamianoを訪問し、溶融法の電気炉やできた単結晶を見せてもらつた。電気炉は我々が設計し、すでに発注すみであつた炉(高圧タンマン炉)と同じようなものだつたので安心したが、単結晶の方は当時の私としては驚くべきほどきれいな結晶であつた。早く自分の所でもこういうものが作れるようにならなければならないと思ひながら、彼から結晶を少し分けてもらい日本へ持ち帰つた。後に述べるが、この結晶は我々の以後2年間の発光中心の研究に非常に重要な貢献をしてくれた。

さて我々の方の単結晶作製は、スタート以来2年近く終つて、ようやくAddamianoの結晶に比べあと一步という所までこぎつけた。昨年炉を少し改造して、100 atm, 2000°C, まで使えるようになり、ずつとよい結晶が作れるようになつた。純度の高いZnS結晶は勿論無色透明のはずで、Addamianoの結晶はほとんど無色である。しかし我々の結晶は透明ではあるが、まだかすかに着色している。着色の原因は主に不純物、特にFeであると考えている。目下この着色をなくするために最後の頑張りをやつている状態で、この紹介が活字になるまでには、Addamianoの結晶に劣らないものをつくりたいと願つてゐる。幸い炉のメーカーである新雅慶電機の西沢社長が熱心に協力して下さるので、非常に助かつてゐる。

我々がZnSの発光中心モデルの決定の問題に本格的にとりかかつてから早くも3年余になる。

この間やつたことを簡単に述べよう。いくつかの代表的発光中心について、発光スペクトルのピークと半值幅の温度変化を 4°K まで求め、その解析から、発光遷移は(1) free carrier \longleftrightarrow localized level, (2) donorlike localized level \longrightarrow acceptorlike localized level の2種類に分けられることを明らかにした。

個々の発光中心については、cured center が最初にとり上げた中心だが、これについては発光遷移が(2)型であることは明らかになつてが、中心の構造や準位の性格については、この発光を示すよい単結晶がつくれないため、推論の域を出ていない。

self-activated center (blue 発光)については Addamiano の単結晶を使って非常によい結果を得ることができた。この center については、これが photosensitive ESR を示すことが 36 年春に日立中研の笠井、大友両氏により発見され、中心のモデルの問題はこれにより格段に進歩した。我々もこの ESR を確認し、さらに発光の偏よりを求め、固有励起バンドで励起した場合には特有な偏よりが現われることを見出した。その解析結果から、中心の構造については Prener-Williams モデルが正しいこと、すなわち中心は Zn vacancy と coactivator としての halogen が最近接位置に associate して (対称性: C_{3v}) 形成されていること、また発光遷移は (halogen の donor like level) \rightarrow (Zn vacancy の acceptor like level) であることを結論することができた。さらに glow emission の偏よりや IR quenching の偏よりを測り、またできる範囲内での理論的解析を行なつて、この中心の構造や準位の性格をできるだけ詳細に解明しようと努めている。これについては菅野さん、豊沢さんにいろいろ discuss して頂いている。自己付活発光中心はこのように、ESR と発光の偏よりの測向とから、明確な疑問の余地のないモデルをつくり上げることができた。ZnS の各種の発光中心の中でこのようにはつきりしたモデルをつくることができたのはこれが最初の例で、この意味で画期的な意義をもつており、発光中心モデルということばを使う段階での研究はこれで一応完成したといえる。このことに我々が重要な貢献をすることができたのはこの 2 年間の我々の最も大きな研究成果といえる。また発光の偏よりの測定からこのようにはつきりした結果を得ることができたのは溶融法の単結晶を使うことができたからである。昇華法で作つた単結晶は表面が平滑でないため、偏よりを測定してもはつきりしたデーターが得られにくい。この意味で Addamiano からもらつた結晶が威力を發揮したわけである。

一昨年からパルス法による ZnS の発光過渡特性の測定を始めた。パルス技術については先

輩格である大阪市大の戸村さんにいろいろ教えて頂いた。励起パルス光とバイアス紫外光とを組合わせることによつてトラップの影響を除き、発光遷移の時定数を求めることができるようになり、いろいろ面白い結果を得ている。前述の発光遷移の(1)型と(2)型とで異なつた減衰持性が観測され、これからも我々が考えている中心のモデルは支持されている。

ごく最近、戸村さんと共同でルミネッセンスの圧力効果の測定を始めた。高圧装置の使い方は戸村さんにすつかり指導して頂いて最近データがとれるようになつた。高圧水銀灯が励起される可視部のルミネッセンスならば、5万気圧までの圧力効果が室温で測定できるようになつた。 ZnS の各種発光は圧力により多くは blue shift を示すことが分つた。我々は圧力効果の測定から配位座標モデルの決定を行なおうと考えている。配位座標モデルがふつうの光学測定のみから求められない場合、圧力効果はこれを求めるための有力な手段になる。目下やつている実験の結果は4月の物理学会に発表する予定である。ルミネッセンスの圧力効果は一昨年発表された $KCl : Tl$ 以外、まだほとんど研究されていない。 ZnS 以外のルミネッセンスの圧力効果も引続いて測定する予定にしている。できれば固体内の Mn^{2+} , Mn^{4+} の発光やルビーの発光の圧力効果を測定しようと考えている。

以上の如くで、ここ3年来の最重点テーマであつた ZnS の発光中心モデルの問題では、当初の目的に関する限りそろそろ峠を越して来た感じを持つている。ただ以上述べたことも、まだかなりの部分がレポートとして活字になつていないので、目下レポート書きに精を出している。

次にやるべきテーマの一つとして、 ZnS やその他のII-VI化合物の intrinsic な光物性をつづこうと考えている。その手始めとして、本年度の設備費で電磁石が手に入つたので、早速 interband Faraday effect の測定を始め、 ZnS , CdS , $ZnSe$ などについて測定を行なつてゐる。うまく行けば将来は銀ハライドやアルカリ・ハライドにも手を拡げたいと考えている。

ZnS 以外でこの2年間にやつた研究についても述べよう。その一つは $ZnIn_2S_4$, $CdIn_2S_4$ という II·III-VI 化合物である。II-VI 化合物よりも少し複雑なものもやつてみようという考え方で、これらの単結晶を chemical transport reaction 法でつくり、光吸収、ルミネッセンス、光電導などを調べた。

もう一つは固体内の希土類イオンのルミネッセンスで、レーザーがにわかに脚光を浴びるようになつた37年の始頃から研究を始めている。目下ガラス内の Tb^{3+} イオン発光を主に研

究しており、その増感現象について面白そうな結果が出つつある。希土類イオンの問題では将来は励起状態の安定性の問題やエネルギー移動の問題をつづきたいと考えている。

以上、この2～3年間に我々がやつて来たことについてあらましを述べた。いろいろ御批判を頂ければ幸いである。

(以上 塩 谷 記)

理 論 II 部 門

山下研究室

山 下 次 郎

当研究室のメンバーは、助手の湯浅君と、DC2の長谷川君、DC1の和光君、MC1の浅野、鈴木両君です。研究室の方針は計算機を用いて固体電子論の問題を処理しようという点にあります。これを約一年半程やつてきたわけですが、この計画の実行は現在の日本においてはあまり楽なことではないことが解つて来ました。とにかく、今までにやつしたこと、やつていること、やろうとしていることを記すと次のようです。

和光は目下ニッケルのフェルミ面の計算をやつています。この仕事はHanus や Ehrenreich といつたアメリカ組に先を越されてしまいましたが、彼等の仕事にはかなり不充分な点がありますので、この仕事はなお充分に意味を持つものと思います。浅野はグリーン函数の方法によるエネルギー・バンドの計算法を複合格子へ拡張することをやつています。構造因子を組立てるという仕事は殆んど完成しましたので、いよいよ金属合金のエネルギー・バンドの計算をはじめようとしています。金属合金、特に遷移金属の合金の研究はつぎの何年かの間我々の研究室の主要問題となるでしょう。

エネルギー・バンドの計算法がいくつかあるうちで、グリーン函数の方法と、A・P・Wの方法（およびその改良型）とが最も精度の高い方法であるように思います。それで、A・P・W法のプログラムもつくり上げておきたいと思い、鈴木と山下とがこの仕事にとりかかっています。

長谷川はアルカリ金属の電気伝導度（絶対値、温度効果、圧力効果）の計算をすませたところです。これはアルカリ金属の電子構造とフォノン・スペクトルを出来るだけ正確に考慮して、散乱の行列要素を求めた計算です。結果は満足なものでしたので、次の段階としてCuの電気伝導度の計算を計画しています。Niのバンド構造もやがて知れるわけですから、Niの電気伝導度の計算がその次の問題となります。

山下はTightbinding法を用いてTiOとNiOのエネルギー・バンドの計算をしまし

た。この方法は定性的にはよい結果を与えるようですが、定量的にはどれほど信用出来るものか解りません。グリーン函数の方法、あるいはAPW法を用いて酸化物の電子構造を調べたいと思つています。MgO, CaOあたりから出発して TiO_2 , SrTiO₃などの電子構造を調べるとろまで進みたいものです。山下はまたHeitler-London-Löwdinの方法を用いて、MgO, CaO, TiO, MnO, NiOの格子エネルギーと、格子常数との計算を行いました。これはTiO, NiOのエネルギー・バンドの計算と共に、遷移金属の酸化物の研究計画の一部をなすものです。この研究は長期計画としてポツポツとやつて行きたいと思つているのです。山下はその他にホット・エレクトロンの仕事を続けています。以上のように当研究室の研究の中心は金属合金の範囲に移行したように思われます。山下はなお半導体やイオン結晶の問題もやつていますが、他の諸君の研究問題はすべて金属合金となりましたから。

大阪大学工学部吹田研究室

吹田徳雄

阪大工学部吹田研究室は大阪市の北東に位置する枚方市の通称御殿山にある。我々の研究室はもともと電気工学教室の電気物性、高電圧工学の研究が専門であったが、昭和32年4月新しく大学院の講座として設置された原子核工学教室として独自の道へ第一歩をふみだしたのである。終戦後の苦しい状態に耐えて歩みつけた先輩研究者達の努力により現在では数台の加速器、プラズマ発生装置、種々の物性測定器、建設中の未臨界実験装置など多方面にわたる研究活動を続けている。以下現在の活動状況を概観してみよう。研究員は大学院学生、職員合わせて二十数名を数えるがその専門分野で分けると、およそ三つのサブグループに分れる。

一、中性子物理研究部門

現在建設中の高温指数実験装置は将来原子炉が熱効率をよくするため高温化される傾向にあるので、最大限に高温化を行うことを試みようとするものである。欧州のDRAGON計画、アメリカのHTGRと同じく黒鉛減速—ガス冷却炉の特性を追求することと、他方それを用いてMHD発電など高温ガスを用いて発電の効率上昇を目指す直接発電の方向へも発展させることを目標としている。従つて現在は中性子グループとして専ら高温ガス冷却炉の研究に専心しているが、他のグループと共に将来起り得る直接発電はじめあらゆる可能性をつねに平行に検討して行く。黒鉛炉は高温化と共に

に次第に小型化されて、従来の大きな炉に比べて中性子の洩れが問題となる。中性子温度の洩れによる低下を拡散冷却と呼んでいるが、炉の中の中性子エネルギーのスペクトルの小型化によるひずみを追求することはこれからのような炉の一つの課題であるので、指数実験に備えて必要な理論を現在発表させつつある。他方このような炉中の減速過程の温度効果には黒鉛の分子構造が無視出来ない場合があるのでその効果も含めた取扱いも試みつつある。

軽水系に於ける減速拡散過程の研究も従来から行つて来たテーマの一つで、加速器による D-T 反応の中性子源を用いて水中での減速拡散特に炉中に気泡や実験孔、冷却孔など空孔を含む場合がしばしば起り得るので、かかる空孔による拡散係数や減速距離の変化を確率論的計算結果を実験値と比較することにより検討しつつある。これはそのような軽水炉の反応度への空孔効果につながるもので水系では体系が小さくてすむので現在までよく行われて来たものであるが、現在原子炉物理が当面している実用的、学問的に最も重要な問題の一つであると思われる。なお有機減速材に関する若干の研究を行つており、これらは中性子の熱化と化学結合との関係において研究されている。

二. 核融合研究部門

将来のエネルギー源として核分裂反応と核融合反応とを同等にとり上げて研究している。当研究室では高温プラズマ発生方式としては、原子力工学における他の分野との関係もあつて高エネルギー注入方式を採用し、この装置を HX と名付けている。HX とは High Energy Experiment の略であるが、H は「阪大」又は「枚方」(実験所)と頭文字が一致するのでこのように命名した。

この装置の原理は高エネルギーの分子イオンを磁場内に定常的に注入し、残留ガス分子との衝突で作られる原子イオンを捕獲蓄積することによつて高温プラズマを得ようとするものである。この方式は他の高温プラズマ発生装置で必要な加熱の過程が省かれ且つ定常的に高温プラズマを作り得る点で核融合を目指す高温プラズマ研究のためには有力な方式の一つである。

我国ではこの方式による高温プラズマ発生装置は HX が唯一のものであるが、諸外国ではすでにこの種の装置による多くの研究が進められており、かなりの成果をあげている。しかし捕獲された高エネルギー粒子の散逸機構が当初予想されていた様な単純なものではなく擾乱に起因する散逸が生ずる。この擾乱は注入する高エネルギー粒子とそのイオン化などの相互作用の結果生ずるものと考えられるが、その機構や様子は未だ明らかでない。HX 装置による当面の研究目的の一つはこれらの解明にあるが、さらに捕獲された粒子の安定化や高エネルギー粒子の

捕獲方法などについての研究を行つている。

三. 放射線物性研究部門

このグループは主として放射線損傷の機構を解明する事を焦点として色々な実験を行つている。対象としている物質としてはイオン結晶, II-VI化合物, 有機物, アミノ酸等であり, 照射する線源としてはX線, Co-60ガンマ線, 電子線などを用いている。

まずイオン結晶では照射の結果色中心が形成されるが, この分布状態がどのようになつてゐるかを調べる事により逆に生成機構を調べようとした研究がある。すなわちKClに常温でCo-60 γ 線を大量に($10^7 \sim 10^9$ r)照射した場合のF中心間の平均間隔を低温によるBleachの実験から求める。それにはMarkhamが提案したトンネルBleachのモデルを用ひ, 常温照射したKClに液体チツ素温度でF光を照射するとF中心に捉えられている電子はFの励起準位まで上り, そこからトンネルで最も近いFに移り再びトンネルしてもとのFへ戻つてくるというサイクルを辿る。このトンネル効果の起る緩和時間は二つのF中心間の距離に依存するが, 低線量では比較的密集しているものが多く, 線量が上ると比較的はなれたものが多く現われる。従来の考え方では低線量の場合(第一段階)F中心は結晶中にもともと存在する負イオン空孔より作られ, 又高線量領域(第二段階)では転位より作られるという。けれども加工により転位密度を増加しても, 第二段階でF中心の増加はさほど促進されないことが多いから, 第二段階でもF中心は転位のみならず他の点欠陥からも作られるのではないかと考えられる。イオン結晶の転位と照射により導入された点欠陥との相互作用を調べるには臨界剪断応力又は内部摩擦を測定すればよい。NaClについてのRadiation Hardeningの実験結果によれば, 8×10^6 r程度の照射をした場合, 転位と相互作用する点欠陥の線濃度は照射前に転位を固着している欠陥あたりほぼ一ケの割合で出来ているようである。一方内部摩擦の実験からは, 照射したNaCl中の固着された転位のpinをはずしてやつても, 結晶中にある何らかの欠陥とまだ相互作用し合うらしいという事が認められている。このようにF中心の分布状態に関しては更に低温Bleachの温度依存性Grow Currentなどから, 又転位との相互作用については臨界剪断応力の温度依存性などからより詳しい研究を進めている。但し不純物がF中心形成の際の核となるという事は, まだ十分確認されてはいない。そこで我々は物性研の神前研究室で開発されたVaporization Zone Refiningの方法でNaClの純化に努め, OH⁻などの負の不純物イオンを含まない結晶を用いた実験を進めている。

CdSIC 50KeV附近の電子線を照射する事により, Knock on の threshold

Energy を求める実験を行つているが、結果は試料の前歴に非常に敏感である。

又アミノ酸として最も簡単なものの一つである L-Cystine について低温における Radiation Effect (Co-60 γ線) の様子を研究している。すなわち試料は単結晶を用い、ESRシグナルの方向依存性、温度依存性などから分子内での結合の切れた場所、切れたあとの電子状態などについて可成りの情報が得られている。

このように物性グループは色々な物質について研究を行つているが、焦点はあくまで Radiation Damage の詳しい機構を探る事に向けられている。

以上の如く吹田研究室には三つのサブグループがあるが何れも「物性」を共通の基盤として研究を進めていこうという点で歩調を合わせている。

昭38.12

調 布 だ よ り

神 戸 謙次郎

私共の電気通信大学はまだ武蔵野の面影の残つてゐる調布市にあります。ここら辺も最近では民家、工場、団地がぞくぞくと建て込んできましたので、風致が大部損れはじめましたが、それでも都心から来るとほつとするような空気の良さが感じられます。私共の構内には栗林や大きな松があり、新緑の頃の栗林などは實によいものです。最近学科が増設されるたびに木がきられるのは残念ですが、御時世にはかないません。しかしとにかく悪くない所です。新宿から京王線にのつて、特急に乗れば、17分ですから、大して時間もかかりません。どうぞ一度おいで下さい。研究の話は別として、研究で疲れた頭を回復されるには良い所です。附近には、深大寺、都立の植物公園もあります。そこらを散策し、深大寺前の手打ソバを食べるのも一案です。

皆さんは電通大のことは殆んど御存知ないと思いますので、まず大学の全貌をかいづまんでお話ししましょう。学部は一つだけで、電気通信学部といいます。そして学科が5つあります。それは電波通信、電波工学、通信経営、電子工学、通信機械の5学科です。学生数は一学年245名です。39年度から通信材料工学科が新設されることになりますので6学科になります。ただし電波通信学科は海上通信、陸上通信の二つの専攻にわけられていて、実質上二学科

になつています。以上の学科の他に学部に附属した電気通信研究施設があります。私はこの研究施設に属しています。それでこの研究施設のことをもう少し話してみましよう。

私共の大学は南北に細長いほぼ矩形状の敷地内にあります。調布駅から来ますと、一番南の一边にある正門から入ることになります。そして門を入つてから北にのびる中央道の両側に建物が並んでいますが、その一番奥の草原の中に木造のオンボロな建物があります。これが私のいる所です。この建物は戦争中には児玉機関の本部だったのだそうで、約70坪の平屋で、木造ですからガタピシしています。とても精密実験などできませんから、他学科のコンクリート造の建物内に実験室だけは借りてやつている始末です。それで私のいる建物内には図書室とデスクワークをする研究室、暗室があります。この研究施設を私共は「通信科学研究所」と呼んでいます。しかし正式には研究施設ですから、研究所というのは通称とでもいうべきでしょう。（あるいは、大学附置の研究所の方にいわせれば、僭称ということになるかもしれませんね。）さてこの通称「通信科学研究所」(Research Laboratory of Communication Sciences)は昭和29年に「情報理論を中心として通信科学に関する学理及び応用を研究する」のを目的として学部附属の研究施設として設置されました。専任の職員としては、教授（神戸）、助教授（藤村靖）が各一名、その他に技官一名、技術員一名がいるだけです。だから一部門だけです。そこで他の学科の先生方を併任の研究所員としてお願ひしています。その数は16名です。所員の専門は物理、数学、電気、通信、語学等多様です。

人の面では以上の通りですが、研究の面ではProjectを4つもつています。それは即ち、1. 音声の研究、2. オートマトンの研究、3. 非線型問題の研究、4. 情報のDecision Making の理論の四つです。物性関係のProjectをつくりたいと考えているのですが、まだうまい協同研究の課題がありませんのでProjectにはしていません。つまりProjectにとり上げるのは数名の協同研究になるものだけにしていますので、物性関係の研究は現在の所は各個人別々の研究ですのでProjectになつていないのです。現在私共の研究所で物性関係の研究をしているのは、神戸、土方克滋、佐藤洋、有山正孝の4人で、皆理論専攻ばかりです。神戸のやつている事は、分子結晶の電子構造、有機のフリー ラヂカルの磁性、一次元反強磁性の理論です。土方君は分子の電子状態の理論をやつていて、最近では分子の電子スペクトルのRydberg seriesの計算をやつています。有山君も以前から東大教養の水野さんとやつている水素分子のRydberg seriesの計算を最近まとめ上げるようです。このような分子の理論的計算ではdigital computerが必要ですが、私共の大学にはありませんので、

土方，有山両先生は他の計算センターにもぐりこんで計算をやらざるをえない始末であります。しかし39年度に小型のdigital computerの予算がみとめられることになりますので，分子の計算もなんとか不十分ながらもできるようになります。もちろん分子積分の計算が沢山入つてくる大がかりな計算は大型の電子計算機でなければ，とても追いつけないでしようから，そのときはまた何処かで貸してもらうことになるでしょう。そのときは宜しくお願い致します。神戸はまた非線型問題にも興味をもつていて，何か物理的な問題で本質的に非線型な現象をとらえてやつてみようとしていますが，まだ暗中模索の状態です。佐藤洋さんは情報理論でも大論文をかいだ専門家ですが，元来統計力学をやつていた人ですので，物性関係の仕事として，微小粒子の強磁性の理論をやつています。また非線型問題でも活潑な研究をしていまして，coupled oscillatorの理論と磁気共鳴の理論との関係，あるいは固体の格子振動の問題との関係等も考えている所です。

以上は私の属している研究施設に關係のある人達の物性関係の研究を紹介したものです。もう一つの応用研究として面白いものを紹介しましょう。それはProject 1の音声の研究を藤村靖君が主体となつてやつているのですが，藤村君は音声の情報処理的見地から，音声の人工合成器を発明しました。これは，ADP結晶の圧電光学的共振を利用したものであります。この装置は音声の分析合成ができるもので，この方面の世界的な注目をうけています。現在は殆んど組立が終り，テスト調整中でデータも出てきています。この装置及びデータの解析をするための機器を購入することは，文部省機関研究費(170万円)，朝日科学奨励金(37年度70万円)をもらつて，ようやく可能となりました。この例でもわかりますように，一寸何か実験的に新しい研究を始めようとすると，私共のような新制の弱小大学では，資金を獲得するだけでも全く大変です。研究意慾に燃えた有能な若い研究者は一寸援助してやればぐつと伸びるものでありますから，機関研究費等も旧設の大学ばかりで大巾にとつてしまわないで，よい芽を伸ばすという意味でもう少し広く見渡して配分して戴きたいものだと思います。それから助手も旧設の大学では一講座に1人以上あるし，大学院もありますから研究のスタッフがそろつているという点で不便はないでしようが，助手も極端に少く，大学院もない新制大学では，研究は全くの独力になつてしまつことがあります。これでは気ばかりあせつても成果が上らず，やがては腐つてしまつて何もしなくなつてしまつます。そんなことでは駄目だと云われそうですが，人力にはかぎりがあるということで答になると思います。いささか愚痴っぽくなつてしまつましたが，私ののべた所に同感の方もあるあるいはいるのではないかと思つて書いたわけです。

またもとにもどつて、電通大全体として物性関係の研究がどこでやられているかをかいて見ましよう。教養課程の物理、化学では物理に土方、有山両助教授がいます。また化学には片山幹郎(光メーザーをつかつて二光子遷移を分子について研究されています)。中川直哉(NMR, chemical shift)の両氏がいます。それから電子工学科の半導体研究室では竹谷謙一教授と矢沢一彦助教授が有機半導体の実験的研究をされています。また通信機械工学科の材料研究室には、化学専攻の藍原有敬教授と井早康正助教授が分子関係の研究をされています。藍原さんはマイクロ波を使って有機分子結晶の誘電率を測定し分子構造や結合の問題を研究されています。井早さんは分子の電子状態の理論、分子による磁気旋光の実験を研究されています。磁気旋光の実験は助手の鈴木沖さんが協力しています。

さて39年度から通信材料工学科が新設されることになりました。学科名に通信がついているのは大学名が電気通信大学であるからついているので、私共は一種の labelだと考えて気にしないことにしています。ですからこの新設学科は物性を主体として基礎及び応用をやる学科になる筈です。4講座新設されるので電通大での物性関係の研究はぐつと比重が増して、面目を一新できるものと期待しています。

以上全くとりとめもなく思いつくままにだらだらと書きました。また思わず筆がすべて脱線した所もあります。どうか笑つて読みとばして下さい。一番はじめにかきましたように電通大は環境だけは良い所です。私などは構内の一一番奥の学生達が出入しない草の生いしげつた一隅にいるものですから天気のよい日などは思わず机に向つてあらぬ空想にふけつてしまつたりしています。惰眠の夢を破つて一発活を入れてやろうと思う人はおいで下さい。歓迎いたします。(ただし惰眠をむさぼつているのは私だけですから念のため)。さようなら皆さん!

(1月13日記)

短期研究会 1. 金属合金の内部磁場

伴 野 雄 三

会 期 昭和38年11月28日，29日

司話人 伊藤順吉 伴野雄三

金属の内部磁場の起源は未知の問題で，これを解明するために日夜努力している研究者各位がその結果を発表し，活発に意見を交換し合つた。そのなかには容易に解明し難いような複雑な現象があり，より根元に立もどつて遷移金属の電子構造が解明される日を待たねばならぬような感を与える。しかし比較的多く討論されたことがあるが，遷移金属中の単純な不純物原子の内部磁場などは，理論と実験の両面から努力を集中すれば，少くとも定性的な理解に達することのできる問題であるかも知れない。

第一日午前 総 論

(1) 強磁性金属合金の内部磁場の起源について

金 森 順次郎

不純物原子を入れることによつて生じるhost 核のNMRのsatelliteの原因について，これまで金森と Portisによる双極子相互作用で説明する立場と，Gothierのスピ

ン密度の振動的変化によるとする立場とがあるが，目下のところ何れが正しいか決定できない。

非磁性不純物核の位置で生じる内部磁場についての Daniel et Friedelの理論を紹介した。それによると例えれば Fe 中に Snを入れたようなばあい不純物核の位置での伝導電子の分極が負であることを示している。Fe-Sn合金の磁気モーメントの組成に対する関係から，S電子だけが screening に関与すると考える。強磁性金属中の不純物原子以外の位置ではs-d相互作用のために，伝導電子のポテンシャルエネルギーがスピンによつて異つてゐるが，不純物原子のところではスピンによる差はない。このため不純物原子が作るポテンシャルの穴の深さは，up spinの伝導電子に対するものより down spinの伝導電子に対するものより深い。

る方が深い。このため不純物核の近くではdown spinの密度が大きくなる。これに反してNiにSnを入れたばあいは, d電子によつてshieldingが行われ、そのため不純物原子による伝導電子に対するボテンシャルは浅く広くなるので、不純物核の位置の伝導電子の分極は正にも負にもなり得る。

さて最後にshieldingの一般的な考察を述べたのであるが、筆者は大部分忘れてしまつてただ面白かつたという印象が残つているだけで申訳ないが、合金の磁気モーメントの濃度依存性や中性子散乱の実験から、ばあいによつてshieldingの様子が異なるのだという話がら始まつた。dバンドによつてshieldされるばあいには、不純物の価電子の一部は周囲のd holeをうめ、残りの価電子の準位は下降して丁度Fermiエネルギー程度になり、これと周囲に入つたd電子とでほぼ完全なshieldingが実現されることになるらしいが、この機構を厳密に計算するのは困難である。この他内部磁場にはs-d mixingやnonorthogonalityをも考慮しなければならない。

第一日午後 前半 強磁性合金

(2) 磁性合金のNMR, charge shieldingを中心にして

朝 山 邦 輔

Cu-Ni, Cu-Pd合金系の実験結果をCuのshieldingがd電子によつて行われるとして説明した。この他Fe, Co, Ni中のAl, Pd中のV, Al等の位置での内部磁場と上述のCuの場合と同様に考えられ、Cu, Vでも自身のd軌道にholeを生じることなく、主として伝導電子の媒介で内部磁場が作られることを述べた。

またCo中にCu, Zn, Al, Sn等の不純物を入れたとき、Hostの共鳴線よりも低周波側に弱い信号が出るが、これを最近接位置に不純物原子があるようなCoのNMRと考えた。

(3) 稀薄強磁性合金のNMR

厚 井 義 隆

最初にFe, Ni中のMnのNMRについて報告した。その共鳴周波数の温度変化はhostの磁気モーメントの温度変化より遙かに急激である。

つぎに前の報告と同様にCo中に種々の不純物を入れた実験を行つて、多少異つた結果を得

ている。前の報告で最近接位置に 1 ケの不純物原子が存在するような Co の共鳴線と考えられたものは、その強度の濃度依存性から最近接位置に 2 ケ又はそれ以上の不純物があるような Co の共鳴線と解釈される。然し確定的な解釈は今のところ得られていないらしい。

後半 遷移金属の Knight Shift と T_1

(4) 遷移金属の NMR, とくに Knight Shift と T_1 について

益田 義賀

これまでに観測された多くの遷移金属の Knight Shift と T_1 に對して、s 電子、および軌道常磁性からの寄与を論じた。軌道常磁性の T_1 に対する寄与を Wigner-Seitz 法によつて評価し、つきの小幡の結果と一致することを示した。

(5) 遷移金属の核磁気緩和

小幡 行雄

強結合の近似によつて軌道常磁性の T_1 に対する寄与を論じた。

第二日 午前 強磁性金属間化合物の内部磁場

(6) Mn 化合物の内部磁場

檜原 忠幹

強磁性化合物 Mn_2Sb では Mn^{55} , Sb^{121} , Sb^{123} の信号が観測され、それらは核四極相互作用によつて分裂している。250°C 附近でその温度以下で c 軸に垂直であつた磁気モーメントが c 軸に平行に向きをかえるが、その際の周波数変化を外挿すると、0°K で 22Mc の異方性があることになる。この内部磁場の異方性は dipolar interaction (lattice seem) だけでは説明できない。また $MnBi$ では磁壁と磁区中の Mn の信号が測定され、内部磁場の異方性は 20Mc になる。

Mn_2Sb はフェリ磁性体であり、二つの副格子に属する Mn^I と Mn^{II} からの信号と、Sb の信号とが観測されている。 Mn の内部磁場を両者の副格子の磁気モーメントの一次結合で書き自己の内核電子の分極を負と仮定して解析すると、意外なことに他の副格子の Mn からの寄与

が非常に大きく、磁気能率の比例係数で同程度になる。例えばMn^Iの内部磁場では、Mn^{II}から内部磁場の方が絶対値に於て大きく、合成したものの符号も正になる。一方 Mn^{II}の内部磁場は正である。この結論は240°Kでのスピン軸の変態での周波数変化とconsistentである。Mn₄Niも類似の現象があるらしいが、他の副格子からの寄与が何故大きいか興味ある問題である。

(7) Mn_{1+x}Snの内部磁場

佐藤信安

Snの信号が観測され、内部磁場はxと共に減少するが、Mnの信号は見つかっていない。装置について助言を求めていたので、厚井がつぎのような有益な紹介を行つた。

(7') 零磁場用marginal oscillatorについて

厚井義隆

B電源は思い切り低くする。金属試料ならプレート回路に試料を入れ、発振のパワーをなるべく上げるように調整すること。低周波増幅の初段の結合コンデンサーは10 pFの小さなものにして変調ハムを落すこと。その他実際の配線の方法について詳しい話を披露した。

第二日午後 反強磁性合金

(8) 反強磁性合金の内部磁場

志賀正幸

Fe-Mn, Fe-Rh, Fe-Pt, γ-Fe, Fe-Niなどのある組成範囲で反強磁性が現われ、その内部磁場はFe-Rhをのぞくと数10kOe程度の小さい値であることに注目し、これまでのdataと研究の計画を報告した。またR.J.Weissのγ相のFeについての見解を紹介した。

金属間化合物のKnight Shift

(9) 遷移金属窒化物のNMR

久米潔

less than halfの遷移金属窒化物はNaCl型の単純な結晶で伝導性がよく金属的性

質を持つていて超伝導になるものもある。このうち Sc N と V N の Knight Shift を測定したが、その値は非常に小さい。今後 T_1 及び N 核の NMR を測定する計画である。

(10) VH の NMR

別 役 広

bcc 相の $V_{1-x}H_x$ の V の Knight shift K_V は $V-Cr$ 合金の K_V の組成による変化と類似の x 依存性を示す。また両者の帯磁率も類似している。一方陽子共鳴の幅は狭く 0.3 gauss で shift は -0.003 ~ -0.006 % である。

(11) β 相の Ni-Al, Co-Al, Fe-Al 合金の NMR

宮 谷 和 雄

この合金は 1 対 1 の近くの組成で、結晶構造は NaCl 型である。Ni-Al の帯磁率は $10^{-6} / g$ 程度の constant para, Co-Al と Fe-Al のそれは Curie-Weiss 則に従い、それぞれ μ_{eff} が 1.20, 1.89 である。Al の Knight shift もこれに対応して Ni-Al で +0.06 % 程度, Co-Al で殆んど zero, Fe-Al で -0.4 % 程度と負の方へ移つてくる。しかしその温度変化や、低温で測つた T_1 等を consistent に説明するのは困難である。

2. これから超電導

中 島 貞 雄

1. 主旨

上記研究会が 63 年 11 月 20 ~ 22 日に物性研で開催された。冒頭世話人（菅原忠、中島貞雄）から説明された主旨は次の通りである。最近日本の介所で超電導の実験が活発化しており、理論家も成長してきた。この際関係研究者がお互いの計画、著想を紹介し討論しあうことによつて、これから研究の最も有効な方向づけをおこないたい。そのためには、学会講演式にならぬよう、卒直な討論を期待する。できれば、約一年後に成果をチェックする研究会を開きたい。なお、研究会をこの時期に開いたもうひとつの理由は、63 年夏の国際会議 (Colgate 大学) に学術会議代表として出席された恵藤敏彦氏から同会議の情報を聞き、われわれの計画

を国際的視野からチェックするためである。今回は予算、期日の関係で比較的少人数（実際の参加者約30名）になつたことをお断りしておく。

以上の主旨のうち、すくなくも卒直な討論という点は、かなりうまく実現されたとおもわれる。研究会全体の成果は、第二回が立派に開きうるかどうかで判断していただきたい。

2. プログラム

第1日

午前（座長 九大・渋谷）

- 1) 国際会議報告 阪大 恒藤

午後（座長 菅原 忠）

- 2) 超電導体における critical fluctuation の可能性 京大 松原
3) 実験家への提案 阪大 恒藤
4) 硬超電導体 物性研 中嶋
5) s-d 相互作用との関係 物性研 稲谷

第2日

午前（座長 物性研 芳田）

- 1) 軟超電導体の不純物効果 九大 青峰
2) 実験計画紹介 九大 渋谷
3) 超高圧下の B_i 物性研 篠村

午後（座長 物性研 中嶋）

- 4) これから問題点 物性研 芳田
5) 超電導体の NMR における size 効果 神戸大 益田
6) Nb-Zr の磁化 日大 小笠原
7) 実験計画紹介 日大 安河内
8) 遷移金属不純物 物性研 大塚

第3日

午前(座長 阪大 恒藤)

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 1) トンネル効果。試料作製 | 物性研 鈴木 |
| 2) 超音波吸収 | 物性研 生嶋 |
| 3) 磁性不純物と永久電流 | 東大 鈴木 |
| 4) Small size superconductorへの磁場の影響 | 京大 直木 |
| 5) 薄膜の臨界磁場の角度依存性 | 九大 川島 |

午後

理論および実験のまとめと討論

3. 概要

A) 国際会議報告

恒藤の報告のあらましは次の通り。会議の目的は、61年のIBM会議以後の成果の展望および将来の見通しをたてることであつた。出席者は約370人、産業界からの参加の多いのが目立つた。硬超電導体のG L A G (Ginzburg-Landau-Abrikosov-Gorkov)理論の成功が多く報告されたので、ソ連からの出席者はなかつた。全体的印象としては、会議の最後にPippardが要約したように、理論の発表が少なく(とくに多体問題的考察皆無)、将来は応用面からの要求を中心とした研究に移行してゆくであろうことを感じさせた。

会議で報告された研究の多くは、すでに雑誌にも発表されているが、重要なポイントは次の通りである。a) 硬超電導体。G L A G理論の正しさが全面的に確認された。つまり、硬超電導体はGinzburg-Landauパラメータが($1/\sqrt{2}$)より大きい第二種超電導体であり、ふたつの臨界磁場 H_{c1} と H_{c2} との間^{*}でnormal phaseが線状にならんだ混合状態をとる。 κ の温度依存性、mean free path依存性はGorkovの電子論的表式とよくあり。残された問題としてBerlincourtが指摘したのは、磁場および温度の函数としての臨界電流曲線を説明すること、それに薄膜の H_{c2} にたいするサイズ効果である。このうち、臨界電流については、Andersonのflux creep theoryが相当成功しているが、Autlerが発見したpeap effectとか、flux lineをpin downするメカニ

* 低い方に添字1をつけ高い方に添字2をつけることがこの会議で約束された。

ズムの詳細は不明である。 b) 遷移金属。数年前に考えられたほど革命的な問題ではなくなつた。すなわち、電子・フォノン相互作用だけでよいと断定もできないが、別の相互作用が必要だという積極的根拠もなくなつた。たとえば Os で $T_c \propto M^{-0.21}$ 程度の同位元素効果が確認されている。Hein-Gibson は Nb-Mo 系の T_c を測定し (factor 500 も変化する), BCS の相互作用パラメタ V が一定として状態密度の変化だけで説明できると結論している。他方 Bucher は Ti-Zr, Nb-Re, Cr-Re, Mo-Re 系の測定結果から, V=一定の考えに疑を投げている。結局 Cole が指摘したように, d バンドの特徴がどのように超電導にきくかを, 理論的, 実験的にもとと研究すること, それにクーロン相互作用を定量的に考えること, が必要である。c) NMR。Jaccarino は V の Knight シフトが主に orbital paramagnetism できまつており, 超電導状態になつても変わらないのは当然であると指摘した。Knight シフトも BSC 理論の枠内で説明できると考えられる。

Knight は V の核緩和時間が T_c 以下でも絶対温度に比例している事実を報告した。d) 理論: M.L.Cohen は半導体が超電導を示す可能性を検討し, intervalley scattering を考えて, $n \sim 10^{20}$ の Ge で $T_c \sim 5 \times 10^{-3} \text{ K}$, Ge-Si で $T_c = 0.7 \text{ K}$ と評価した。carrier 密度, valley の数, 有効質量が大きいほど有利。GaAs, GaP, Bi₂Te₃ が有望。M.H.Cohen は遷移金属の不純物をいれたとき, Fermi 面近くに生ずる localized impurity level の効果を議論した。d ε -d γ の間隔が 0.5 eV 以下であれば, 電子間引力が enhance される。Wada は quasiparticle の damping がギヤップや T_c における効果を論じた。これは Eliashberg の方程式を有限温度で解けばよいはずの問題である。なお Bogoliubov のギヤップ方程式よりも Eliashberg の方が, Pb の $H_c(T)$ 曲線をうまく説明できるようである。e) トンネル効果。大きな成果がふたつある。ひとつは, I-V 曲線にフォノンの分散が反映し, Van Hove anomaly が検出されたことである。第二には, Cooper pair が直接トンネルする Josephson 効果が検出されたことである。但し, junction の電位差ゼロのときの dc トンネル電流は確認されているが, 電位差があるときに期待される ac はまだである。なお, 磁性不純物によつてギヤップのない超電導体がえられるという Abrikosov-Gorkov の予言を確かめるために, Reif は In+Fe の薄膜についてトンネル効果を測定し, 理論的臨界濃度よりかなり低い濃度でギヤップが消えると報告した。Weiss によれば, 状態密度をもつと詳しく考えれば, 理論との矛盾はないといつう。f) 高周波吸収。dc 磁場のもとでのマイ

クロ波吸収が興味ぶかい(昔Pippardはpenetration depthが長くなるという結果をえているが、いつもそうとはかぎらない)が、実験はすくない。またPb, Hgのギヤップ内にsubpeakがあらわれるという事実も謎のままである。PbBiまたはTlを10%まぜても、subpeakは変わらないらしい。g) 超音波吸収。HowardがGa(1~1cm, $q_1 \gg 1$, $\omega\tau \gtrsim 1$, $\omega = 100\text{Mc}$)についてかなり大きい異方性を発見している。また縦波であるのに、 T_c のところではほとんど不連続的に吸収が減少しており、横波との結合が強いと考えられる。h) Flux Quantization。Tinkhamが薄膜に垂直磁場を加えたとき、第二種超電導体と同様の磁束量子配列がおこることを示した。i) Field and Current Effect。Nambu-Tuanの薄膜の理論は、二次相転移が $[\log T_c/T]^{\frac{1}{2}}$ でおこることを予言しているが、実験的検証はまだない。

最後に、Pippardがこれから問題としてあげたものは次の通り。i) Ginzburg-Landau理論をtime-dependentなばあいへ拡張すること。ii) Kineticsを作ること。iii) Proximity Effect.

B) 理論家の発言。松原は超電導と超流動が似た現象であるのに、たとえば後者のラムダ点以上の異常比熱に相当するものが前者にみられない事実を強調した。Ginzburg-Landauの現象論を使ってみると、 T_c 以上の温度でも秩序パラメタのゆらぎがかなりおこつてゐることになるが、実際に観測されていないのはなぜか? 碓井は松原の計算に電気的中性の条件が入っていないと疑義をのべた。恒藤は $T - T_c$ が T_c の2%になればcoherence distance (10^{-5} cm)程度のsuperの島ができるはずであると推定し、この位の直径の導線の抵抗測定を提案した。fluctuationが検出されないのは、原理的なことかあるいはもつと技術的なことか、この研究会で結論はえられなかつた。恒藤は、第二種電導体(Nb, Ta)の混合状態における超音波吸収の測定も提案した。中嶋は、硬超電導体の臨界電流が内部応力に敏感であり、 10^8 dyne 1cm^2 の応力で磁束量子をpin down できることを指摘し(鈴木平は転位のまわりの応力場が十分有効であるとコメント)、また混合状態におけるトンネル効果の測定を提案。稻谷はsd相互作用と超電導との関連について簡単にreviewし、とくにSc, Y, Lu, Laのうち、Laだけが超電導を示す事実をとりあげた。Morel-Andersonの理論のパラメタをデータの組合せによつて推定すると($\lambda \sim 0.4$, $\mu \sim 0.5$, $\epsilon_F \sim 0.1\text{ eV}$), Debye温度の低いLa以外はまず超電導を示さないだろうと結論される。Laでは4fによる状態密度のピークがFermi面近くにあつて、電子・フォノ

ン相互作用がenhanceされているかもしれない。芳田は、最近の結果として、Eliashberg理論およびこれを用いたトンネル効果によるフォノン・スペクトルの解析、Gorkov理論、Flux Quantizationの実証、Josephson効果の予言と検証をあげ、超電導の本質をつく研究はほぼ終つたと結論した。これらは即物的研究しかなく、そのうちでいくらか面白そうなものをあげると、i) 不純物効果。とくにgapless super. ii) Knightシフト。多くの物質について理論をチェックする。iii) 遠赤外吸収のsubpeak. iv) 遷移金属。但し超電導だけでなく色々な性質を総合的にしらべる。その意味でたとえばLaは“穴”ではないか？（実験家から試料について困難が訴えられた）。鈴木（増雄）は磁性不純物をふくむ薄膜に電流を流すとき、交換相互作用による電子散乱がギャップによよぼす効果を論じ、真木は、おなじくsmall sampleについて、強いdc磁場がギャップによよぼす効果を論じた。真木は、強い磁場があるとき、秩序パラメタとギャップとの単純な比例関係が破れることを注意し、磁場を加えるだけでgapless superのえられる可能性があること、および第二種超電導体の混合状態におけるトンネル効果や超音波吸収も理論的に詳しい検討が必要であることを強調した。これは、本研究会でえられたひとつの重要な示唆である。川島は薄膜の臨界磁場の角度依存性をGinzburg-Landau方程式で論じたが、計算に検討を要する点があるようである。

理論のまとめにおいて強調された点をあげると次の通り。1°. critical fluctuationは存在するか？存在するとすれば、いかにして検出されるか？ 2°. 遷移金属のdバンドをもつとrealisticに理論にとりいれる。3°. トンネル効果によつてクローン相互作用の寄与を定量的におさえる可能性がある。理論的評価の方も精密化する必要あり。4°. Laはなぜ超電導を示すか？ 5°. Al+遷移金属系の理論（大塚氏の要求）。6°. dc磁場があるときのレスポンスの計算。7°. transport currentがあるときの第二種超電導体の理論。とくにpure, homogeneous系での実験が必要。

C) 実験家の発言。渋谷は、現在In-Mg系、Sn+In系についてTcおよびpenetration depthの濃度依存性を測定中であることを報告。将来の計画は、1°. S-N, N-Sのtransition timeの測定（relayの改良）。2°. paramagnetic impurityのギャップによよぼす効果。3°. 横音波。4°. 高圧下の半金属（Te, As）。4°. dc磁場下での表面抵抗、等をあげた。箕村はHe温度で2万気圧程度の装置を計画中であり、その目的はIII, IV, V系の半金属、半導体が高圧下でmetallicとなり、Biと同

様超電導を示すであろうという予想を確かめることである。益田は、Knight shiftとの関連をしらべる目的で、Alのsmall particle(0.2ミクロン以下)についてNMRのT_cを測定し、ギャップのsize dependenceを示す結果をえたことを報告(理論家のコメントはなかつた)。LaのNMRも計画されている。小笠原はNb-Zrソレノイドの磁化曲線、とくにtransport currentのある場合の測定結果を報告した(研究会後、このデータはflux creep theoryでうまく説明できることが日大グループによつて示された)安河内は日大の装置を紹介し、将来計画として次の点をあげた。1°. 硬超電導体におけるpin downメカニズム追求、とくにpure Nbについてcold workの効果をしらべる。2°. homogeneousな第二種超電導体(Pb-Tl, In-Bi)における永久電流(tube magnetization)および臨界電流。3°. Ti-V系の磁化測定(GLAGタイプとclogstonタイプの区別)。4°. 遷移金属におけるT_c測定法の合理化。大塚は遷移金属の試料作製上の困難を紹介したのち、次の計画をのべた。1°. 遷移金属合金の電子比熱測定。Nb+(Cr, Mn, Fe, Co, Ni)。これからRu, Rh等が推測できないか。2°. Al+(Ti, ..., Ni)系のT_cの濃度依存性。localized momentはないらしいが、T_cの変化はかなり大きい。3°. d.c.磁場があるときのマイクロ波測定。磁場交調によるtransition timeの測定。鈴木(平)は物性研の試料作製装置、Nb, Taについての現況をまず紹介した。Taは抵抗比800の試料が径1mmの導線の形でえられている。Nbは抵抗比1000であつて、Swensonの1950にはまだおよばない。Nbでは酸素の効果が大きく、4at%でT_cは6°Kまで下つてしまう。計画は次の通り。1°. トンネル効果(異方性測定、フォノン・スペクトル、junctionにおける超音波吸収、第二種超電導体の混合状態)。2°. 超音波吸収。3°. Abrikosov構造の直接観察(これについて研究会では特にgood ideaは出なかつた。また、トンネル電流を流したとき、超音波吸収が検出可能など変化するかどうか、理論家の確答はなかつた)。生嶋は超音波吸収の計画として次のものをあげた。1°. Nbのよい試料ができたら、d.c.磁場下で測定する(とくに磁場の方向にたいする依存性)。理論家には、混合状態での吸収係数の計算を望む。2°. ギャップの異方性、不純物効果。3°. 状態密度Ns(E)をEの高いところまで求める。4°. hypersonic phonon(1000Mc以上gapのdirect crossing、フォノンによるT_cその他の変化)。5°. Normal phaseの電子構造をよくつかむ。

実験家の発言およびそれをめぐる討論から目立つた点を要約すれば、次のようになろう。

1°. 遷移金属。超電導にかぎらず、電子的性質を総合的にしらべる。2°. 直流磁場があるときの軟超電導体、混合状態にある硬超電導体について、マイクロ波、トンネル効果、超音波吸収等を測定。3°. NMRについて十分あきらかでない点がいくつある。4°. 種々の不純物効果。5°. Transport currentのあるときの硬超電導体。とくlichomogeneous sampleの性質およびcontrolled defectの導入による変化。6°. 高圧下での新しい超電導体。

4. あとがき

研究会のはじめに報告された Colgate 会議にくらべて、われわれの現状や計画があきらかに立ちおくれ、見劣りするのは、日本における超電導研究の歴史からみてむしろ当然であろう。それは、研究会でのべられた idea や project が二流というのではなく（テーマとしてはいずれも立派なものばかりというべきである）、もうひとつ突込んだものがないこと、いいかえると、“われわれ自身の研究”に十分なりきつていないことを意味する。しかし、超電導の技術的応用だけを考えても、この研究を育ててゆく必要があろう。研究会でしばしば強調された試料作製の困難にしても、これはある意味で日本の物性研究の水準を示しているのであって、むしろ新しい超電導の研究が動機となつて克服される、という場合もありえよう。

最後に、筆者の記憶ちがいや主観的判断によつて、研究会の発言を正しくつたえられない点が多く、また、紙面および記録の不足のため、卒直で面白かつた討論の大部分（たとえば、 “基礎的問題が本当に終つてしまつたかどうかこの研究会で断定せよ”， というごとき発言）を省略してしまつたことをおわびする。

（中嶋 貞雄 記）

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser.A

- No. 96. Hiroshi Tsubomura, Katsumi Kimura, Koji Kaya and Jiro Tanaka: Vacuum Ultraviolet Absorption Spectra of Saturated Organic Compounds with Non-bonding Electrons.
- No. 97. Ryuzo Abe Cluster Expansion Theory for a System of Random Ising Spins.
- No. 98. Hajimu Kawamura, Haruo Saji, Masakazu Fukai, Kenji Sekido and Isamu Imai: Cyclotron Resonance Line Broadening due to Carrier-Carrier Interaction in Germanium.
- No. 99. Mitsuo Watabe and Minoru Tanaka: A Note on the Electronic States in a Liquid Metal.
- No. 100. Takehiko Chiba: Deuteron Magnetic Resonance of a New Modification of Oxalic Acid Dihydrate $(COOD)_2D_2O$.
- No. 101. Ryuzo Abe: Nonlinear Theory of Current Saturation in Piezoelectric Semiconductors.

Ser.B

- No. 5. Sukeaki Hosoya and Seiya Satake: A New Table of the Parameters for Atomic Scattering Factors according to Forsyth-Wells, Approximation I.

物性研ニュース

◎ 人事について

休職

助教授 石川義和（磁気工部内）38.12.1

◎ 昭和39年 短期研究会の公募について

東京大学物性研究所「外来研究員」公募

昭和39年度外来研究員（客員研究員，嘱託研究員，留学研究員，施設利用）を下記のとおり公募いたしますから，ご希望の向きはお申し出下さい。

なお，これらの外来研究員制度は本所において個々の申請を検討の上実行されておりますが，時期的に可能な限り共同利用施設専門委員会の了承を予め得ることが望ましい立て前をとつておりますので3月下旬に開催される委員会にまにあうよう期日までに申請書をご提出下さい。

記

I 提出書類

申請書.....1件1葉（別紙用紙によること）

所属

II 公募期限

昭和39年3月7日（土）（必着のこと）

III 申込先 東京都港区麻布新龍土町10番地

東京大学物性研究所共同利用掛

電話(402) 6231番 内線(504)

◎ 昭和39年 短期研究会の公募について

東京大学物性研究所
昭和39年度(前期)短期研究会の公募

昭和39年度前期(39年12月までに開催のもの)に実施する研究会を公募いたします。
なお、3月に開催される共同利用施設専門委員会で審議されますので、同委員と連絡の上、開催趣旨、その他下記事項につき、同委員会の席上で十分な説明ができるようご配慮願います。

記

I 提出書類

短期研究会申込書(様式B5判適宜)

- 記載事項
1. 研究会の名称
 2. 提案理由
 3. 開催希望期日
 4. 参加予定者数
 5. 参加依頼者
 - ① 所属、職名、氏名、等級号俸、発今年月日を記入のこと。
 - ② 特に所属、職名、氏名は必ず明記願います。
 6. 所内関係所員
 7. その他希望事項
 8. 提案者(所属、職名、氏名、また数人の時は代表者に○を附すこと)

II 公募締切

昭和39年3月7日(土)(必着のこと)

III 申込先

東京都港区麻布新龍土町10番地 東京大学物性研究所共同利用掛
電話(402)6231番(内線504)

IV 備考

応募されたもののうち、教授会において決定された研究会については、決定次第、提案代表者にお知らせいたします。

共同利用施設専門委員

宮原 将平。(北大・理)	高村 仁一。(京大・工)
馬場 宏明。(北大・応電研)	碓井 恒丸。(京大・基研)
広根 徳太郎。(東北大・金研)	岡田 利弘。(九大・理)
神田 英蔵。(東北大・理)	伊達宗行。(阪大・理)
平原 栄治。(東北大・理)	伊藤順吉。(阪大・理)
森田 章。(東北大・理)	永宮健夫。(阪大・基工)
小泉 正夫。(東北大・理)	吹田徳雄。(阪大・工)
植村 泰忠。(東大・理)	杉本健三。(阪大・理)
浅原 照三。(東大・生研)	平川金四郎。(九大・理)
中山 正敏。(東大・教養)	その他物性研究所 所員 20名

編 集 後 記

この号で第3巻も無事完結することになりました。御多忙中にも拘らず、御執筆下さつた方々に心からお礼を申し上げます。と共に今後ともふるつて御寄稿下さいますようお願い致します。

- Letters の投稿を募ります。400字詰原稿用紙2枚以内、2,3行の簡単な御意見でも結構です。横書、所属機関を明記して下さい。
- 原稿送り先 御連絡は次の通りです。

東京都港区麻布新龍土町10

東京大学物性研究所 図書委員長 斎藤喜彦

- 投稿原稿の〆切 奇数月10日
- 発行予定 偶数月20日