

物性研だより

第2卷
第4号

1962年10月

目 次

研究室紹介

- 理 論 III 中嶋 貞雄 1
- 磁 気 II 伴 野 雄 三 4
- 共通液化室 永 野 弘 9

研究室だより

- 大阪大学極低温実験室 伊藤 順吉 12

研究会報告

- 内部磁場 伴 野 雄 三 15
- わが国における中性子回折研究の
現状並びに将来の問題の検討 星 垒 祐 男 20
- 物性研ニュース 28

サロン

- 雑記帳から 久保 亮五 29



研究室紹介

物理論 III

中嶋 貞雄

実験家に役立つというよりは、他の理論部門をバックアップするような基礎理論部門を作りたい。この希望が物性研の理論グループから提案され、所外の理論グループの支持をうけたのが2年あまり前のことである。これが理論III部門の生れる契機となつたのでした。36年度から正式の講座として認められ、(当初の予想を上まわつて)「完全講座」の形をとることになりました。物性研のこうしためぐまれた環境にいますと、ついそれに慣れて思いあがつたり、末梢的不満をならべたりする恐れがありますので、この部門創設の由来を、研究室自戒の意味で、はじめに想起しておく次第です。

現在、中嶋貞雄、阿部龍蔵、渡部三雄、田中実の四名によつて講座定員をフルにみたした形になつています。なお、この部門は本誌物性研だよりの編集を担当しておりますが、最初の困難な一年間その発展に努力してくれた都甲純江が最近東大理学部に去り、和田弘子が引ついたことを記しておきたいとおもいます。

さて、理論IIIがはたして設立の趣旨にそつて動いているか、というわけですが、これについては私たちの方針と現状を紹介して所内外の批判をもとめるよりほかありません。当初その方針を考えたとき、ちらりと頭をかすめたイメージは、モスクワの物理問題研究所ですが、考えてみればLandauのような超一流の指導者があるわけでなし、若手もGorkovやAbrikosovなどの俊秀でない、とあつては、分相応の計画をたてるよりほかありません。その方針を一口でいえば、「物理的多体問題」です。物理的と妙な形容詞をつけるのは、グラフだけ書いておしましになる数式いじりではだめだぞ、と自分たちに言いきかせるためです。多体問題としていま中心的に考えているのは、メタル内の電子系です。最近メタルに関する実験およびバンド計算が非常に進歩したおかげで、バンド計算と実験との喧嘩を問題にすることが意味をもつてきました。この違いは10~20%の程度で、従来はむしろ違いがなぜかくも小さいか(自由電子的!)を理解することに多電子理論の目標があつたわけですが、最近

はこの喰違いそのものを説明しようという方向に少しづつ変つてきているようです。喰違いの原因としてまず考えられるのは電子間のクーロン相関であり、そして電子・フォノン相互作用です。

私たちがまずとりあげたのは異常表皮効果でした。理由は、高周波領域のダイナミカルな現象は原理上単純であるとの、この種の現象の一般論について日本の理論グループが先駆的仕事をした直後でもあつたからです。その結果、電子間のクーロン相関は異常表皮効果に影響しないことがわかりました（最近 Heine や Stern も同じ結論をえた）。多電子理論は Bohm-Pines にはじまり、Brueckner-Gell Mann-Sawada の理論でひとつの頂点に達したわけですが、よく知られたように、この理論は高密度極限でのみ数学的妥当性が保証されており、現実のメタルに適用しようとすると、何らかの物理的考察にもとづいて解析接続しなければなりません。幸にも、クーロン相関が異常表皮効果にきかないという結論は、電子密度に無関係に（ただし摂動展開に訴える理論が意味をもつかぎり）成立します。しかし、電子比熱や Pauli 常磁性については、そうはゆきません。

そこで私たちは、Landau の Fermi 流体の思想を適当に利用して、かなりよい近似とおもわれる解析接続法をみつけ、電子比熱、プラズマ振動の分散式、Pauli 常磁性、核磁気共鳴の Korringa 関係式にたいするクーロン相関の効果をしらべました。重要な点は、相関効果のきき方が現象によつてちがうことです。電子比熱については、クーロン相関の効果は 1 % のオーダにすぎないといえます。プラズマ振動の分散については、最近の新しいデータと定性的傾向が一致するといえます。Pauli 常磁性については理論が一番怪しいのですが、実際アルカリについての実験値と理論値が 20 % 程度喰違いました。しかし、Korringa 関係式は、Knight shift に実験値を代入するというズルいことをやりますと、緩和時間がうまく説明されます。

電子比熱について、クーロン相関の効果が小さいことはまずたしかですが、バンド計算の結果と実験値との間に、たとえば Na の場合、約 30 % の喰違があります。この差は、すでに Quinn が指摘しているように、電子・フォノン相互作用による電子の自己エネルギーとして説明できそうです。私たちは、だいぶ昔、Bardeen が高温電気抵抗の計算につかつた近似をそのまま採用して、Na について自己エネルギーを計算し、一応上記の差を説明することができました。しかし理論はだいぶ怪しい点があり、目下、たとえば Al の電気抵抗、自己エネルギー、超伝導、Kohn 异常などを計算できるような電子・フォノン相互作用を確立しよ

うと努力していますが、まだうまくゆきません。もうひとつの困難は、電子・フォノン相互作用が異常表皮効果にどうも 10% のオーダでできくらいのですが、これでは Al についての実験結果と矛盾しますので、これも目下検討中です。

ところで、このようにバンド理論と実験との差を問題にするとなりますと、実験にかかる Fermi 面とはそもそも何か、またバンド理論はこれにたいしてどういう近似になつてゐるか、という基本的な問題がおこつてきます。前者については、Green 函数の一般論にもとづいて Luttinger が明快な答を与えています（「Fermi Surface」参照）が、しかしこれはフォーマルであり、これとバンド理論との間の関係はあいまいのまま残されています。ただアルカリや Al の場合、pseudopotential の考え方をつかつて逃げているわけです（多体問題のベースとして平面波をとる）。私たちは、バンド理論の基礎という難問題とも取組まざるをえなくなつたわけです。具体的にいえば、OPW 法、Wigner-Seitz 法（ただし境界条件については Green 函数で変分法をとる）で採用するボテンシャルが、多体系の一電子 Green 函数の極として定義された（実測される）バンドにどう関係するか、を明らかにすることです。これについても色々やつてゐるのですが、問題が基本的すぎて、目的からははるか此方のところをうろついています。

以上のはかに、超伝導、液体ヘリウム、高温プラズマの問題もとりあげています。前二者については、前号に碓井、恒藤両氏が書いておられ、それをつけ加えることもあまりないので省略します。高温プラズマについては、線型非可逆現象は我々の手持ちの道具がすぐ使え、しかもメタルの電子系より扱い易いという有難いものですが、ソ連の精力家が重要な所はほとんど片付けてしまいました。これから問題は、不安定性と関連した非線型現象で、これは半導体や半金属にも共通したものが多く、おくれをとりたくないものとおもつています。ついでに、メタルとプラズマの中間として液体メタルが、地球核の問題と関連して興味があります。電気抵抗についてはメタルやプラズマとおなじ扱いですが、粘性となると、新しい問題です。

以上、とりあげている現象だけ見るとずいぶん気が多いようにみえるかもしれません、方法と物理的メカニズムという点では一貫しているつもりです。もつともこれは、私たちの手持ちの武器と idea が、甚だ限られたものであることの反映ではあります。とにかくこの紹介を読まれて、卒直な批判をおよせいただけたら幸いであり、ひとつ一緒にやつてみようか、というグループがあらわれたら、それこそ望外の幸せというものです。

磁 気 II

伴 野 雄 三

中嶋さんから研究室紹介の原稿を依頼されたとき、私は少しためらいました。何故ならこれまでに紹介された研究室は発足して何年にもなるものばかりで、多彩な研究が進行中であり、従つて書かれることに具体的な内容がもり上つていました。それに反して私達の磁気IIは発足したばかりで、つい先日最初の装置であるJバンドのESR分光計が入ったばかりです。こんな状態で何もしつかりしたことが書けそうもないと思ったからです。しかし私が物性研に来て一年たちますが、その間新参者として考えたことを書くことも多少の意味はあるだろうと思い、結局は執筆をお受けしました。

§ 1. 原則

私達の部門の基本的課題は、この部門のメンバーを公募するとき書かれていた文章に明示されています。それは「NMR, ESR, Mössbauer効果、その他遠赤外吸収などの比較的微視的な測定手段による磁性の研究」であつたと思います。この課題はしかもしも厳密に解釈されたとすると研究者にとってかなり厳しい制限であると思います。

磁性の本質を研究するための手段を制限することなど本来は無意味であり、必要に応じてあらゆる研究手段を採用できることこそ最も理想的な研究態度でありましょうから。しかし種々の事情のため、我国の磁性研究で微視的手段を用いる例が少ないので、特にこのような要望がなされているのであります。しかし私達は後に述べるように主として微視的な実験手段を用意していますが、必要に応じて如何なる手段をも用いることを原則としたいと思います。またESR, NMR, ことに遠赤外分光は今後物性の多くの問題に対して有力な手段となつてゆくだろうと思いますが、磁性の分野に重要な未解決の問題が残っているかぎり、私達は磁性の問題に専念してゆく方針です。もちろんそれは他の分野の研究者の共同利用に私達の装置を供さないという意味ではありません。ことに遠赤外分光度計などは種々の分野の方の共同利用に供するつもりでいます。

私は昨年9月就任後間もなく、磁気I, 固体核物理, 放射線物性, 理論などの部門の人達と意見を交換し、当面の建設方針をつぎのようにきめました。

(1) 研究設備としてはやはり共鳴手段を重点的に作る。しかしながら多種類にし、できれば遠赤外装置も作る。

(2) これらの測定にはかなりの技術的困難を伴う。しかしできるだけ共同利用に供するよう、殊に我々を含めて普通の磁性研究者が容易に使用し得るように製作する。そのためには装置の大部分を会社に製作させる。

(3) その他の小型装置はあまり金をかけないで作る。試料作製のある過程では共通試料室を利用する。しかし新しい物質を作ることが磁性研究の重要問題になることが多いから、試料作製装置も追々充実してゆく。

(4) 研究テーマはつぎの二通りに分類して考える。

(a) 比較的未開拓な磁性の問題。

(b) 従来の磁性研究で得られた結論の直接的実証。

私達は常に(a)を忘れないでアタックしていくなくてはならない。

(5) 所内の他研究室のテーマとの形式的な重複を恐れない。ただし他研究室が何に興味をもつっているか常に知つていなくてはならない。

(6) 積極的に所内他研究室、および所外の研究者と共同研究を行う。しかし共同研究が立派に育ちうるような風土を早く用意することが先決である。

§ 2. 具体的な話

§ 2.1 磁気IIのメンバーと行事

実験関係 伴野雄三、白鳥紀一、下村一郎、中西義典、山本義之、大庭義人、

大学院 長沢 博、阿部高明

理論関係 守谷 亨

その他 空員

雇員 竹下寿美子、村田和章

実験と理論の両グループは何でも話合つてゆく方針です。

行事 (外来の人の飛入歓迎)

合同コロキウム 毎週木曜日 9:30~12:30

三階ロビーにて

会食 木曜のひる。

お茶 原則として月曜土曜以外毎日、午後4時より。実際には忘れることも多いですから

外の方が来て思い出させて下さることを歓迎します。

§ 2.2 実験設備

(a) 磁気共鳴用電磁石

重量 5 トン, 4 cm ギヤップで 2 0,0 0 0 エルステッド, 6 cm ギヤップで 1 7,0 0 0 エルステッド。真空管制御電源, 高インピーダンス型。

(b) J バンド (8 mm) ESR 分光計

室温用キャビティは感度良く 1 0 0 KC 変調なしで 10^{11} スピン/ Oe を検出できます。
低温用のは準備中です。

(c) NMR プロードライン分光計 (発注済未納)

1 MC - 40 MC ロビンソン型

40 MC - 80 MC } シュルマン型零磁場用
80 MC - 300 MC

の三種で、それぞれ独立に記録可能です。

(d) 速赤外分光光度計 (発注済未納)

波長範囲 $1.5 \mu - 1000 \mu$

回折格子使用、分解能約 1cm^{-1}

低温および磁場中の測定も計画中です。

(e) 中型電磁石 (未納)

重量 3 トン ギヤップ 5 mm で 1 7,0 0 0 エルステッド。トランジスター制御電源、低インピーダンス型。ヨーク下縁水平、回転台中央穴あき。

速赤外と磁気天秤用に使用する予定です。

(f) その他

温度調節装置、精密用、普通用それぞれ 1。小型電気炉。シンクロスコープ。X-Y 記録計。
磁気天秤 (計画中)。

(g) スピンエコー装置 (来年度の計画)

周波数範囲 1 MC ~ 4 0 0 M C。三連パルス。パルス変調の高さ 10 V。

これは enhancement のあるばかりにしか使えませんが、enhancement の弱いばあいには別に amp. を作ることになります。周波数範囲がこんなに広くてはそれもやむを得ません。

§ 2.3 実験関係の研究計画

本年 4 月に現在のメンバーが顔を合せてから、コロキュームやその他の会合で話題になつた研究テーマは無数にあつて、そのどれをやつても面白そうで、その選択に困っています。以下にいくつかのテーマを列記しますが、これらを一度にやるつもりは毛頭ありません。実験装置やスタッフの人数などから考えても、一度に集中してやれるテーマは精々三つ位だと思つています。

- (a) 低 3 d , 4 d , 5 d 遷移金属の電子構造、特にその常磁性、反強磁性及び鉄族不純物によつて生じる強磁性の研究。特に Cr および Pd を中心とした研究。
- (b) $ZrZn_2$, 遷移金属水素化物のような未知の磁性体の研究。
- (c) 磁性イオンと非磁性イオンとより成る化合物中での非磁性イオン核の NMR
- (d) スクリュー構造、三角構造の ESR
- (e) 遠赤外分光計による各種の exchange resonance の測定。たとえば反強磁性共鳴、フェリ磁性体の higher mode 共鳴、常磁性物質での exchange resonance など。
- (f) ESR の pair spectrum による exchange energy の測定。ばいによつては遠赤測定と併用。とくに EuO の強磁性と関連して、rare earth oxide の exchange の測定。
- (g) マグネタイト、その他の化合物中の内部磁場の異方性を直接測定し、電子状態を研究する。

§ 2.4 理論関係の研究計画 (守谷記)

(a) 磁性体における核磁気緩和

この問題は以前から我々が興味を持つてゐる問題です。絶縁体化合物について、最近提出した「キューリー点附近の理論」で残されていた温度領域が埋まり、少くとも定性的には全温度領域についての理解が得られたと思つています。勿論局所秩序の取り入れ方やスピンの時間的なゆらぎの計算に refine する余地はありますようが、むしろ我々が現在興味を持つてゐるのは遷移金属の核磁気緩和の問題です。この方面的研究からバンド構造や、交換相互作用についての知識を得たいものと期待しています。

(b) 強(反強)磁性金属の研究

磁性に興味をもつ理論家の御多分に洩れず、この問題が我々の最大関心事の一つです。理論

Iの興味と共に通じて居りますので discussion に出かけたりしています。

(c) 超交換相互作用の定量的計算

Tinkham の $Zn F_2$ に入れた Mn , Fe 等の ESR, Shulman と Jaccarino の $Mn F_2$ の NMR 以来多くの実験により、これら磁性体化合物の共有結合の度合いがわかつて来ました。この知識を使って自由イオンのハートリー・フォック解から結晶内の局在電子波動函数を決め、Anderson (1959) の理論の立場に立つて特に $KNiF_3$ について計算しています。Sugano-Shulman の結晶場の計算に現れる積分が役に立ちますのでそれを借用しています。超交換部分は既に合理的な値が得られていますが、直接交換部分に現われる 3 中心積分を必要な精度で（なるべく労力をかけずに）評価するところが厄介です。この研究には菅野さんの助力を得ています。

§ 2.5 共同研究

(a) 現在松下電器東京研究所の浅沼さんが嘱託研究員として来られ、Pd合金の NMR, ESRなどを計画中です。

(b) 低 3d, 4d, 5d 遷移金属について所内の大塚、田沼、鈴木研究室と共同で試料を購入することになっているが、所内の理論の方々も関心を持っているし、また所外の数ヶ所で研究計画が進行しています。将来これらの研究者がまとまって共同利用研究を組織することが可能になるのではないかと思います。

(c) Arizona 大学の富塙さんと高圧下の磁性について共同研究を立案中です。うまく行けば箕村さん秋本さん達も加わって下さると思いますし、又前記の浅沼さんも関心を持って居られます。

§ 4. 終りに

物性研に就任以来多くの人に磁気 II の運営方針や研究方針についての意見を求めたのですが、所外の方からの御意見をあまり頂いていません。たしかに質問を受けて即座に答えられる問題ではないでしょうが、研究設備は別にしてその他のことはあまり固定化していませんから、遠慮なく御批判頂ければ幸甚です。

大学院問題も論じたいと思ったのですが、この稿で論じるのはあまり適当でなく、まだ所内の意見も近いうちにまとまることになりそうですから、今回は見送ることにします。しかし現在の小生は東大の教務系教官の資格を以前のまま持つていて、暫定的な方針として、研究室に大学院学生がいますし、また新しく研究室に来る事を希望する人があれば受入れることにし

ていることを書きそえておきます。

共通液化室

永野 弘

共通実験室は共同研究所中の更に共同的な部門であつて、化学分析室、計算機室等と共に物性研の一特徴ともいわれている。しかしこれらの部門を運営維持することはなかなか困難が多い。液化室は現在いくつかの問題に当面して、或る種の悪循環を行つてゐると思われる。

大体、液化室の仕事は極めて泥くさい仕事である。派手なところは一つもない。

まず施設から説明すると、液体空気製造装置、空気分離用精溜塔、水素液化機、ヘリウム液化機、ヘリウム回収設備等である。

現在、これら装置の使用状況は月又は火曜に液体窒素を研究室に供給する。火木（時には火水木）と液体ヘリウムを供給、金曜に液体水素を供給する。順を追つてこれら装置、日程、運営上の難点等を述べてみよう。

温度の高い装置からの順にすると、まず液体空気製造装置（フイリップス型）は今年三月に納入となつた。これは装置自体水圧で自動制御されており、この水圧は冷却水水圧を直接用いている。指定圧力は 2 kg/cm^2 以上であるが、物性研の給水状況ではB棟で 0.6 kg/cm^2 以下となることが多く、こうなるとシリンダーが焼き付くので自動的にストップする。一旦停止すると、水分が往々にして液体空気取り出入口の辺りに condense して、水圧が回復しても動かせないので再び全部乾燥して水分を除去しなければならない。冷却水は細いメッシュのフィルターで済過し、これはアスピレーター型のノズルから噴出させこの圧力を各所に取り出して未液化ガスのガス抜き、運転停止等のコントロールをするのできたない冷却水では困る。日中は物性研全体の給水現状から使用困難なので夜間10時頃から朝までなるべく動かすことにしておいたが、これも晩スイッチを入れて朝来てみたら止つていて液体空気容器は空っぽだつたことが多く、いまのところどうしようもない。—— 管理委員と打合せ、工業用水に早急に切り換え、装置の手前に一つ更にフィルターを入れることで、冷却水の問題は多分間もなく解決するであろうことを希望している。

いま空気液化の部分が大体上記のようなので精査して液体窒素をつくることはまだ先の段階である。このため液体窒素を購入するのであるが、B棟のある裏門から大型の液体窒素トロリーがうまく入れない。いまのところ、やつとの思いで入つてくるが、梅雨時はスリップ転倒するので絶対に中まで入らず、6月頃はA棟の玄関で液体窒素の供給を行つたところ、物性研の玄関には魔法瓶やホイストを置いてはならんという。玄関を使用することについて色々と可否の意見が言われたが、これは暫定的なものだと説明しても玄関で供給OKとなるには時日と手間が要するものである。

水素の液化は以前製作したカスケード型液化機の水素サーキットだけ用いている。現在のところこれに就ては大した問題が起らないが、といつて安心しているわけでは決してない。液化がスムーズにゆくというのはガス中に不純物がないということである。このため水素のガス分析、ガスの精製等暇があれば検査をしなければならない。150気圧で水素圧縮機を動かすといいのは自分自身の実験ならいざしらず、そうでないと余り感じのよいものではない。このため安心して動かすには時には耐圧試験をしたり、圧縮機の弁のスリ合せ、締め直しなど労力の多いものが多くある。

ヘリウムはコリンズ型液化機を用いている。これは300Kから4.2°Kの広い温度範囲にわたる機械なので、機械としては、色々の繊細な部分を含んでいる。例えばよくこわれて液体ヘリウムが汲めなくなる原因の一つとしてトランسفアーチューブがある。これは変な力をかけると真空洩れを生じるので、赤子の手を扱うように丁寧に、大事に扱わなければならない。装置の場所々々に応じて、力を出して締めるべき部分、圧力のかかる部分、真空になる所と、それぞれ力をコントロールせねばならないので、このオペレーションには相当の熟練と技術が必要となつてくる。コリンズの冷却水の問題は昨年夏、苦い経験のため、コリンズだけで循環サイクルを用いているので、この夏は水では困らなかつたが、B棟全体を見ると、液化室への要求と、建設状況とに大きなずれがあり、更に入員、及びその人の経験等からB棟に対する要求を無条件に消化するには未だ時間を要すると思われる。

一昨年暮頃からぼつぼつと動き出した液化室も、人間の面から見ると皆新しい人達ばかりであるので、——これは常に人間の交替が行われている故であり、又、物性研で昨年以来、人を募集することが極めて困難なため、——色々の無理を行つている。

公務員試験の合格者で低温をしたいという人間がいても、あくまで研究者側の立場を希望して、B棟の供給者側の立場では、何も危険な高圧をいじらなくても就職は他にいくらでもある

といふのが現在の社会情勢なのだろう。人の待遇、仕事の危険度等の面をもつと物性研として考慮する必要があるように思われる。危険度といふものは事故がない限り認識されない。しかし事故が生じてからでは遅いわけである。例えば液体水素の魔法瓶がわざると、誰でも気味悪いし、意氣消沈するものである。自分の実験でなく、単に汲むだけで何もこんな思いをする必要はないと思ふ故、もつと完全なる安全とその保障をも考えるべきである。

こんど低温委員会が主となり、利用者、供給者の間で懇談会を開き双方の意見をきいて流通をよくしようということが考えられているが、低温液化室としてはなるべく、利用者の要求を満すべく努力しているので、こんご長期のスケジュールを各期毎に発表し、その日程で運営できるようにしたいと思っている。

研究室だより

大阪大学極低温実験室

昭和30年頃になつて、東北大以外にヘリウム液化器を設備することの重要性が方々で議論され、学術会議より文部省にその必要性が申し入れられた。この線にそつて、大阪大学では共同利用の目的で予算の請求を行つてきたが、33年度の輸入機械購入費によつて、ようやくその設置をみるに至つた。しかし、それ以後に設置が認められた物性研、九大、名大とは異つて、科研費以外の校費からは何等の予算がつかなかつたので、（建物の費用の一部を別にして）、いろいろの点でかなりの不便をなめさせられた。当初は、コリンズ型液化機のみであつたが、主として大阪近郊の財界の援助により、フイリップス窒素液化器の購入が可能となり、又、実験室の建物の設備、特殊配管其の他についても、かなりの拡充がなされた。

本年になつて、小型のカスケード型の水素液化器、高圧型のヘリウム純化装置などが購入できることになり、大体本年度内に完備される見込みである。

前記のように、少くとも当初においては、かなり共同利用的色彩が濃いような構想をもつていたので、実験室の面積をもつと広くとることを目標にしたのであるが、結局は液化室をもふくめて、80坪しか建てられなかつた。従つて、学外の共同利用に広く供することは困難である。しかし、学内の共同利用は勿論、学外に対しても、許す限りの利用をはかりたいという意図はもつており、実際ごく僅かではあるが、実現している。

全学共用の実を上げるために、本実験室は、全学にわたる委員よりなる運営委員会を組織して、それによつて重要な事項を審議して運営している。又、実際の実験室の管理のために、運営委員会は室長を定め、それが管理の責任をもつ。更に、大阪は土地がらからか、オペレーターにどうしても適当な人が得られないで、液化の技術的の問題をも含めて、使用頻度の多いもので使用者会議を作り、当番制を引いて液化の責任を担当している。現在、運営委員長には永宮、室長には伊藤が選任されている。コリンズ型液化器の常として、いろいろの問題がおこつて、予定の狂うことが多いが、原則として、ヘリウム週二回液化（各10立前後）、水素一ヶ月又は二ヶ月に一回液化（50立以上）で運営している。

一方、実験の方は、低温の実験を常時行つている研究員として、理学部では関（化学）、伊

藤(物理), 大塚(物理), 千原(化学), 伊達(物理), 菅(化学)があり, 産研では石黒, 工学部では浜川(電気)などがある。また, 目下装置準備中のものとして, 渡辺(理・物理)がある。その他, 時々利用されたり, 以上の研究員と共同で研究を行つてゐる者として, 工学部の吹田研究室の研究者, 関西学院大学の富家, 神戸大学の益田, 大府大の内田などがある。また, 大阪近郊の会社の研究所員が時々実験に参加している。

当低温実験室はヘリウム, 水素の液化と供給, および, 実験のためのスペースを提供することが目的であるから, 低温実験室としての研究のプロジェクトの選定というような問題にはふれないと, 物性関係の機関研究費, 特別設備費などの申請の前には, 充分議論し合い, 無用の競争をさけるように心がけている。それと, 同じ場所で研究し, また, 液化関係について話し合う機会が多いので, これまでよりも意志の流通はよく, 研究の上でも利するところが多い。また, 不定期ではあるが, 永宮を中心として, 低温に関係のある問題についてのコロキウム(主として自分のやつた仕事のディスカッション, 及び, 新しいトピックス)を時々行つている。

上記の顔ぶれからもわかると思うが, 研究の分野を列記すると大体下のようになる。

(1) 熱物性(関, 千原, 菅)

低温における固体比熱の測定が主目標であつて, 化学的に興味のある問題が中心となつてゐる。その他, 相転移の解析を目的とした熱解析装置も作られている。また, 温度の標準測定もできるようになつてゐる。この方面についての装置としては, 測定器その他の, 世界のオーラー品が完備しつつある。

(2) 半導体のサイクロotron共鳴(大塚)

研究上の指導者として物性研の川村教授に依頼して, この方面的研究がごく最近に開始された。目下のところでは, マグネットが入り測定装置が次第に完成しつつある段階であるが, ごく近い将来に実験が開始できるものと思われる。

(3) 電子スピン共鳴(伊達)

本低温実験室ができたときに, ヘリウムの実験の経験のあるのは伊達のみであつた。従つて, この方面的研究が現在までのところでは最も活発に行われている。低温で転移を行う反強磁性体の共鳴吸収, 低温で始めて正確な測定のできるいろいろの常磁性共鳴吸収, その他多彩の研究が行われている。最近は, 静的な方法での帯磁率の測定などもぼつぼつできるようになつた。

(4) 核磁気共鳴と二重共鳴（伊藤）

スピニエコー法を用いると、低温では大へん巾の広い核磁気共鳴も容易に測定できるので、遷移金属の不整合金の共鳴を行つてゐる。また、神大益田の協力によつて、Mnなどの遷移金属の測定も行つてゐる。更に、オーバーハウザー効果等の二重共鳴の研究も進みつつある。

(5) 光物性（石黒）

アルカリハライド、銀ハライド等の色中心の光吸収の研究が、低温において活発に行われてゐる。自記記録分光計に、ヘリウムデュワーを取りつけて、簡便に吸収スペクトルがとれるようになつており、いろいろの物質での研究が行われてゐる。

(6) X線結晶構造解析（渡辺、富家）

水素、ヘリウムの温度で結晶構造を決定するための装置が完成に近づきつつある。この方面的研究は、結晶構造、熱振動状態などの問題として、それ自身でも重要であるが、それ以外にも、磁気的転移に関連しても色々問題があると考えられ、共同利用的色彩をもつてゐる。その他に、より高温では気体のものを、低温で単結晶にして、その物性を多方面から研究することも計画され（例えば固体窒素、メタンなどの単結晶），そのためのクライオスタットの製作も進んでゐる。

(7) 電気伝導（浜川、其の他）

半導体の電気伝導度、ホール効果などの測定の装置が完成し、研究が開始されたところである。

以上略述したように、本学における極低温実験室は、一大学のそれとしては、まず十分に活用されているものと思う。また、理論の永宮グループの存在は、実験的研究の進展に大いに貢献している。もつとも、液化器自身の技術者がいないので、その運転、補修に関しては甚だ不手際が多く、そのため研究が阻害されることが多い。年々、ヘリウム利用の研究が増加しているので、この技術的問題の解決は急務であつて、一同苦慮しているが、中々好転しないので困惑している状態にある。とくに、近く基礎工学部に物性関係、量子エレクトロニクス関係が整備される状態があるので、ヘリウム利用は急速に増加するものと思われる。従つて、最も能率のいい液化を行うことが不可欠である。しかし、現状から考えて、研究者の数が今の3倍以上にもふえれば、一台の液化器ではまかないきれぬような状況になるものと思われ、基礎工学部の整備の暁には、もう一台設置することが必要となるのではないかと考えている。

研究会報告

「内部磁場」

東大物性研 伴 野 雄 三

最近国内でNMRやメスパワー効果の実験が盛んに行われるようになり、種々の磁性体の内部磁場、そのゆらぎ、 $e^2 Q q$ などの微視的な知識がえられている。しかし磁性体中のこれらの量の物理的意味が充分理解されているとはいひ難い。この研究会はその理解を深める目的で行われたもので、以下のプログラムで明かなように、この種の実験を行つてゐる実験家と、この問題に関心をもつ理論家に報告をして頂いた。

プログラム

7月2日

I 一般論

磁性体の原子核が見る内部磁場の一般論 阪大理 金森順次郎

強磁性体のNMRのenhancement 物性研 伴野 雄三

II イオン結晶

酸化物強磁性体内の ^{57}Fe のNMR 京大理 平井 章他

二三の化合物中の Fe^{3+} のNMR 小川 静子, 森本 せつ

Fe_3O_4 のMössbauer効果 物性研 伊藤 厚子

III 金属間化合物

化合物の磁性とMössbauer効果 東北大金研 安達 健五

$\text{FeS}_{1.00}$, $\text{FeS}_{1.05}$, $\text{FeS}_{1.07}$ のMössbauer効果 物性研 大野 和郎

強磁性Mn 化合物のNMR 広島大 榎原 忠幹他

IV 金属合金

強磁性金属の内部磁場 物性研 石川 義和

Fe-Si 系の内部磁場 京大理 新庄 輝也, 中村 陽二

Invar 合金の内部磁場	京大理	志賀 正幸	中村 陽二
Zr _{1-x} U _x Fe ₂ の内部磁場	原 研	好村 濟洋	
強磁性稀薄合金の NMR の Satellite Lines	阪大理	金森順次郎	
稀薄合金における NMR	徳島大	厚井 義隆他	
Cu-Ni 合金の核磁気共鳴	阪大理	朝山 邦輔	
Dilute Co-Pd 合金中の Co の NMR	東大理	江原 裕	
伝導電子の内部磁場に対する寄与	物性研	芳田 奎	
V 希土類			
希土類金属の内部磁場	物性研	近藤 淳	
VI 核磁気緩和			
核磁気緩和と内部磁場	物性研	守谷 亨	

金森さんの話は内部磁場の一般理論で、絶縁体では Fermi 項を通しての内殻電子の exchange polarization と軌道角運動量の作る磁場が主な部分で、実測値は少くとも定性的には説明される。しかし金属では伝導電子の寄与を評価することが困難で、普通の計算では数百 Koe の値になり、これを ion core の値に加えると実験値と合わなくなる。その他 s-d 混合を考えねばならないが、これから正の寄与と負の寄与が空間的に平均されて大体打消し合っているが、局所的には打消し合わずやはり内部磁場に寄与することなどを報告した。そのつぎの小生の報告は、後に出てくる NMR の話の前座で、enhancement の機構、それが NMR 信号に与える影響について述べた。

午後から各論にうつり、まず平井さんと小川さん森本さんがフェライト中の Fe³⁺ の NMR の話をした。平井さん達は α-ヘマタイト、その他のフェライトについて、スピニ・エコ-法によつて T_1 , T_2 , enhancement factor を測定した。特に grain の大きい α-ヘマタイトでは 10^4 程度の普通の強磁性体と同程度の enhancement factor が測定されていて、これについて二三の討論が行われた。森本さんの報告によると、α-ヘマタイトからの信号はやはり grain が大きいほど強いし、また Cu, Mg などを固溶させて磁化を大きくしたものからの信号も強くなる。小川さんの報告では規則状態の Li-フェライトの A, B site に対応した 2 本の強い信号の他に弱い 2 本の共鳴線が発見された。Boyd はマグнетタイトで同様な現象を発見し、これを单一磁区粒子からの信号と考えて内部磁場の異

方性によつて解決しているが、小川さんのはあいは磁場を加えるとこの弱い共鳴線が消失するので同様な解釈を適用できない。また Boyd が解析して得たマグネタイトの *B site* の内部磁場異方性は意外に小さく、これもより直接的な測定で確かめる必要がある。

つぎに伊藤さんはマグネタイトの Mössbauer の話をした。この研究はすでに昨年の国際磁気学会、物理学会年会で報告され、低温変態で Vervey order が生じることが確かめられた。しかしそのスペクトルの解釈に多少の疑問が残るので、低温変態附近の様子を詳細にしらべた。その結果以前の結論を確認することになったが、低温側で orthorhombic の結晶場によるかなり大きな $e^2 Qq$ が認められ、温度を上げて変態点を通過する際に、まず結晶が cubic になつて $e^2 Qq$ が減少し、つぎに電子の交換が始まることが認められた。

化合物の部の最初のスピーカーは安達さんで、酸化物以外の化合物全般について NMR Mössbauer の測定例と今後の可能性を述べ、特に FeS_{1+x} について詳しく論じた。 FeS についての帯磁率、格子歪、磁気異方性の測定結果から、最低のレベルは三つの orbital level で、そのうちの 2 本は互に近い位置にあり、 T_α 変態点以上ではこの 2 本が上であるが、 T_α 以下では逆転すると考えられている。この考えが正しければ T_α に於て q の符号の逆転が起り、また低温で内部磁場の軌道電流による部分に著しい温度変化が期待される。しかしその次に行われた大野さんの Mössbauer 測定の報告では、 T_α 附近でスピン軸が 90° だけ向きを変えるが、 $e^2 Qq$ には変化がなく、また全体的にその値も小さい。また内部磁場の著しい温度変化も認められない。このことから安達さんは q の主要原因は共有結合や p 函数の混合ではないかと述べた。つぎに檜原さんは厚井さん達との協同研究である Mn 化合物の NMR について報告した。物は MnSb 、 MnAs 、 MnBi 、 MnP 、 Mn_2Sb 、 Mn_4N 、 Mn_5Ge_3 で Mn だけでなく、Sb、As の NMR も観測され、その信号は非常に強く、また核四重極相互作用によつて分離した多重項から成つている。個々の line shape は非対称である。中心線の周波数から求めた内部磁場のうち Mn のそれは、イオン結晶中の Mn^{2+} の約 -650 Koe の内部磁場にくらべると、磁気能率の割合以下に小さく、共有結合の影響が強いことを示している。しかしこれら一連の化合物中の Mn の内部磁場は、Mn の磁気能率に比例している。一方 As、Sb 等の内部磁場はかなり大きく、その理由は現在説明されていない。 $e^2 Qq$ による多重項の間隔から $e^2 Qq$ の値と (数十 Mc)、 q の主軸とスピン軸との角度 θ とが求められ、その θ の値は観測されている信号が磁

壁内からのものであることを示している。しかし数Koe の外部磁場によつて共鳴周波数が +100kc 程度 shift するのは今のところ説明がつかない。圧力効果も測定され MnSb, MnAs では圧力によつて周波数が減少する。

オ二日目は金属合金の話から始つた。石川さんは金属合金の内部磁場の発生機構が複雑で理解困難であるので、それに代る現象論的な解析の可能性を検討した。こころみに内部磁場を $H_i = aM_A + bM_B$ で表現できると仮定し、 M_A は H_i を測定する原子が担う磁気能率、 M_B は周囲の平均の 1 原子当りの磁気能率とする。まず Fe₃Al などの鉄と非磁性原子から成る秩序合金についてためしてみると、 a , b を一定の常数として内部磁場の実測値を表わすことができる。このばあいオ二項はオ一項の 20% 程度である。さらに Fe-Co, Fe-Cr 等の体心立方合金に対して同じ a , b を用いて内部磁場が表現される。しかし面心立方合金に対しては b の値を組成に応じて変化させねばならなくなるが、Fe, Co, Ni でのオ二項は Sn のそれらの中での内部磁場とそれぞれ一致する。また Co 合金中の Co の内部磁場について、周囲からの寄与の部分はやはり Sn の内部磁場で表わされると考えて、 a をある一点で決定し、これを用いて合金中の Co の磁気能率を求めるとき、Fe-Co 合金中の Co の磁気能率は組成によらず一定となり、中性子回折の結果と一致する。新庄・中村両氏の Fe-Si 系の Mössbauer の報告では、規則格子 Fe₃Si について Fe₃Al と類似の 2 種の内部磁場が測られた。志賀・中村両氏は Invar 合金 (30~34%Ni) の Mössbauer を測定した。普通この合金は常温では α 相になるのであるが、微粒子では $\gamma \rightarrow \alpha$ のマルテンサイト変態が阻止されることに着目し、径 0.1 μ の γ 相の微粒子を得て、これについて測定を行つた。試料の組成に応じて程度の差はあるが、室温と窒素温度で測つたスペクトルは常磁性的なものと強磁性的ものの重畳であつて、窒素温度の方が強磁性的なスペクトルの割合がより増加する。X 線測定では α 相の析出は認められず、微視的な意味での二相共存と解釈される。好村さんは ZrFe₂ - UF₂ 系の固溶体の Mössbauer 測定の話をされた。磁気能率などの測定は現在進行中であるが、Mössbauer は UF₂ での巾広い 1 本のスペクトルが ZrFe₂ 側に行くに従つて 6 本に分れてゆき、途中では両者が重なつている。

つきの金森さんの話は Portis さんとの共同の有名な仕事であるが、Co に数 % の Fe, Ni 等を加えたばあい、Co の NMR に satellites が生じる現象の説明を明快に紹介された。これは最近接位置に不純物原子があるばあいの双極子および擬双極子相互作用によるものであるが、それぞれの satellite の巾も極四重極相互作用によつて説明される。厚井

さんはこの問題をより広範囲の合金について調べた結果を報告した。試料は Co+数% Cr, V, Al, Cu の合金である。Cr, V 合金のばあいは低周波側に 3 本の satellites が観測され、前の金森さんの理論で説明されそりである。Al, Cu では低周波側に一つの satellite があるだけで、その解釈について討論が行われた。

朝山さんの報告は Cu-Ni 合金中の Ni の内部磁場をパルス法で測つた結果で、Ni の内部磁場は Cu の濃度と共に減少してゆくが、その分布範囲は Cu の濃度と共に広くなり、30 % 合金では 31 MC から 14 MC に及ぶ。Ni-Cu 合金のように band 模型の代表例のように思われていた合金でも磁気能率の空間的な fluctuation が著しいことを示している。次の江原さんは、Bozorth らが研究を行つた強磁性 Pd-Co 合金のうち、Co の希薄な側で Co の NMR を測定した。共鳴周波数が面心立方の金属コバルトの 217 MC と大差のない 215 MC であるから、giant moment $10\mu_B$ のうちで Co に局在する部分は $1.7\mu_B$ からあまり違つてはいないだろうが、周りの磁気能率をもつた Pd からの寄与をどう考へるかについて討論が行われた。また共鳴周波数の温度依存性が異常で、 $20^\circ K$ 以下では強磁性モーメントの温度変化と全く一致しない。このことも志賀さん中村さんの場合のように磁気的に多相であることによるのかもしれない。

つぎに芳田さんが伝導電子の内部磁場に対する寄与について話した。この数値を見積るのに困難を伴うが + 数百 Koe の程度になり、これをイオン・コアからの内部磁場に加えると、全く実験と合わなくなる。しかし例え GdAl₃ 中の Al での内部磁場の計算では、局在スピノンから離れた位置であるから、比較的信頼できる結果が得られる。この例ではスピノン分極の振動効果によつて Jaccarino の負の測定値を説明できる。

つぎに近藤さんは稀土類の内部磁場の話をしたが、このばあい軌道電流からの寄与が大きく + 数千 Koe になる。その他のものの寄与は数百 Koe の程度である。しかしイオン結晶と金属の実測値は非常によく一致している。例え Tb 金属で $0^\circ K$ で $3190 \pm 15 Mc$ 、イオン結晶中で $3180 Mc$ である。従つて伝導電子の寄与がどうなるのか不明である。

最後に守谷さんは核磁気緩和の広範囲な話題をうまくまとめて報告した。絶縁体の緩和現象は、守谷さんおよびその他の研究者の努力によつて低温域、高温域、転移点附近ともよく理解されるようになつたが、遷移金属では未だ説明されない現象が残つている。

以上どの報告も非常に充実したもの、または非常に興味のあるものばかりで、一々書かなか

つたが討論も活発に行われ、有意義な研究会であつたと思う。世話人を代表して報告をして下さつた皆様に感謝の意を表明します。

「わが国における中性子回折研究の 現状並びに将来の問題の検討」

物性研 星 塙 祐 男

昨年秋に京都で開催された国際磁気学結晶学会議で、中性子回折関係の問題がとり上げられ、この分野の先端を行く研究者が多数来日し、われわれに大きな刺戟と寄与をもたらしたことは記憶に新らしい。わが国における中性子回折の研究は、実験上の制約のために立ちおくれていたが、昨年度には、原研、通研、物性研の回折装置があいついで完成し、東海村の才2号炉に据えつけられた。そして原子炉の試運転に伴なつて、実験的研究がその緒についたところである。本格的な実験は今秋以後に予定されている原子炉の定常運転開始後に始まるわけであるが、この機会に、関連分野の研究者が集まつて、現状に対する認識を深め、さらに現在将来にわたって考えられる諸問題について討議することは大きな意義があると考え、三宅・星塙が世話人となつて表題のような短期研究会を計画したのである。以上のような次才だから、この研究会では、現在すでにかなりの研究が進行していて、その学問的な問題を深く研究しようという一般の研究会とはやや趣きを異にする。そこで、とくに予稿の準備もせず、時間的な制約もあまりつけずに、free な気持でしゃべり、質疑討論を行なうように計画を立てた。

さてこの研究会は、7月5~6日の2日間磁気、結晶の関係者（ある程度地区代表的な意味合いも含めて出席者を決めたが、これは会の性格上止むを得ないと思つた）40人余りが参加して、次の3つのテーマの下に討論が進められた。

1. 現状報告
2. 今後の研究問題
3. 研究態勢の問題

以下順を追つて、その内容をふりかえてみることにしよう。

I 現状報告

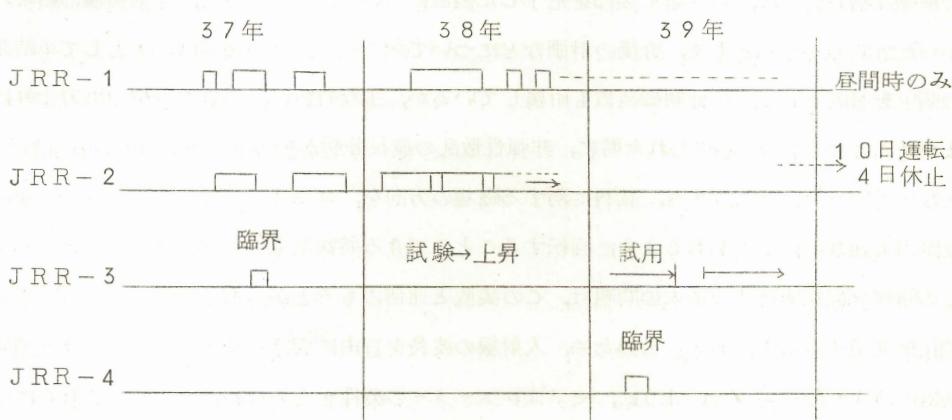
このテーマでは、現在実際に装置をもち、あるいはもとうとしている4つのグループの報告に、原研原子炉の現状と計画についての説明を加え、大体の現状把握をすることを目的とした。

先ず三宅（物性研）は、Introductory talkとして、日本で中性子回折の装置を建設し、実験的研究を開始するに到つたいきさつについて説明した。中性子回折装置の建設には、物性関係としてはかなり多額の経費を要する上に、原子炉の建設の状況を考え合わせねばならない。そこで数年以上前から、その時の物小委、結晶研連などで討議され、原研の2号炉の実験孔を借りて装置を建設することが計画され、原研固体物理、通研、物性研の三者がそれぞれ特色のある装置の製作を進めてきたが、それらの事情について報告された。

ついで高木（原研）により、原研の原子炉の現状と計画についての説明がなされた。すでに完成して運転を始めている1、2号炉のほか、建設中のものも含め5つの原子炉が東海村に設置される。その形式、性能などを次表にまとめて示しておこう。

名 称	出力 (M W)	f l u x	燃 料	減速材	反 射 材	そ の 他
J R R - 1	0.05	1.2×10^{12}	20%濃縮ウラン 水 溶 液	H ₂ O	黒鉛	湯沸し型
J R R - 2	10	1.2×10^{14}	U-A1合金	D ₂ O	D ₂ O	C P - 5 型
J R R - 3	10	2×10^{13}	天然ウラン	D ₂ O	黒鉛	アイソトープ 生産が主目的
J R R - 4	1(冬期3)	1×10^{13}	20%濃縮ウラン	H ₂ O	H ₂ O	Swimming pool型
J P D R	4.67	3.8×10^{13}	2.6%濃縮UO ₂	H ₂ O	H ₂ O	動力用

またこれら原子炉の運転計画は次のようである。



これらの説明に対して質疑が行なわれたが、原子炉の運転作動は計画どおりに行かないもので（というのが常識だそうで），このことは原研の場合も例外ではないようである。その上、中性子回折などは原子力とは直接関係のない基礎学問であり、原研としては決して重視していない（？）ことは明らかである。そこでわれわれとしては、目的を進めるためにいろいろな問題に直面しよう。しかしこれらは才三のテーマの際の討議にゆづつた。

次に現在具体的に進行中のグループから、それぞれ現況報告があつた。国富（原研）は、原研固体物理研究室で設計製作した回折装置の概要を説明した。この装置は主として粉末試料用に設計されたが、単結晶の測定も可能であり、また、polarized beam も得られるようになっている。今まで、装置の分解能と強度の関係などを実験的に詳細に調べるとともに、 UFe_2 の磁気構造の研究を行ない（京都会議で発表），また $Fe-Al$ 系合金の磁気構造、水素化物 ZrH ， TiH などの断面積の測定、 NH_4Cl の critical scattering の測定（いまの所測定にかかつていない）などの研究も進めていることが明らかにされた。

鈴木（通研茨城支所）は、単結晶粉末両用の、自動制御装置付の回折装置の概要を紹介したが、とくに最近製作した He クライオスマウントの内容と、予備実験の結果を詳しく説明した。現在のところ、 He の loss が 1 c.c./min. 以下で、予想以上によい性能のものである。通研グループは、磁性材料の研究を主なテーマとして、 $Cu-Mn-Al$ 合金の κ -phase, $Fe_{1.67}Ge$ などについて研究を進めている。また polarized neutron を得るための装置の整備、spin flipper や polarization converter などについての準備を進めている旨説明があつた。

星塙（物性研）は、物性研で製作を完了した装置について、その概略と、予備実験の結果わかつた諸問題を中心として、今後の計画などについて説明した。この装置は、主として単結晶の測定を目的として、自動制御装置も附属しているが、主な特色は、将来原子炉の出力上昇によつて大きな flux が得られた時に、非弾性散乱の波長分析ができるように複結晶分光器型となつてゐる点にある。また、試料に対する磁場の方向を、ゴニオメーター・テープルに垂直な面内で連続的に変えられるように回転することのできる特殊型電磁石を製作した。ところで、この回折装置を使う上の最大の問題は、この装置と通研のものとが、原子炉壁の 1 つの水平実験孔を共用することにある。このため、入射線の波長を自由に変えることができず、また通研装置への入射線を弱めないように、モノクロメーターの条件をえらばねばならぬ。これらについて実験的に検討した結果が述べられたが、これから取り扱われる研究問題はそう生易しいも

のでないことを考え、このような検討には十分時間をかける予定である。今後の研究問題としては、磁気、非磁気を通じ種々計画されているが、磁性関係では、前述の電磁石の特徴を生かした実験が近角（物性研）により計画されている。磁気散乱強度の精密測定、不規則合金の form factor や moment を決める問題、外磁場の強さや方向を変えたときの magnetization process の問題などのほか、将来は磁気的非弾性散乱の測定も行ないたい。磁性以外では、結晶の熱振動、lattice dynamics の問題が、先々もつとも重要なテーマとなろうが、差し当つては、弾性散乱の範囲内で、その準備的な研究を進め、また、構造解析でも、合金の order-disorder の問題を始め、水素結合の研究などを取り上げて行く計画である旨説明が行なわれた。

このテーマの最後は、山田（阪理）により、いわゆる関西原子炉の建設計画と、ここに据えつけられる阪大理学部の回折装置の計画などについて説明がなされた。関西地域の原子力実験所は土地問題もおさまり、大阪府下熊取町の 85000 坪の敷地に、原子炉、Hot Lab., 研究棟、宿舎など建坪延べ 20000 坪以上の規模で建設を開始している。原子炉は原研の JRR-4 とほとんど同じ型で ($1 \sim 5 \text{ MW}$, flux $7 \times 10^{12} \sim 3.5 \times 10^{13}$), 39 年春～夏ごろ運転開始の予定である。ここに阪大理学部の回折装置がおかれるが、当初は polarized beam 使用可能の単結晶用装置の製作を行なうため、現在その設計が進められている。関西原子炉は京都大学附置の実験所に建設されるもので、大学附属の大型研究用原子炉としては初めてのものであり、中性子回折など基礎的な研究への寄与について大きな期待がもてるものといえよう。

II 今後の研究問題

中性子回折の実験的研究は、欧米ではすでに十数年前から始められ、多くの重要な問題がどんどん研究されてきた。それらを展望してみると、一寸考えてやれそうな問題は出つくして了つたような錯覚に襲われることすらある。しかし勿論、結晶学、磁気学その他の物性の諸分野の研究に対する中性子回折法の応用は、これからも大いに発展して行くであろう。この際、これからのおける研究問題について、多少大風呂敷をひろげても、また speculation であつても、とにかく自由にアイデアを披瀝し、議論しようというのが、このオ 2 のテーマの目的であつた。

まず永宮（阪理）は、磁性体の研究を主として、現在迄の研究の発展状況をふりかえりつつ今後の問題点について述べた。中性子回折による磁性体の研究は、歴史的にみると、Shull らによつてなされた磁気構造の決定という画期的な仕事によつて開始されたが、これからも磁

気構造の決定にはまだ多くの問題がある。特に合金中の磁気モーメントを決めるることは、実験的にはなかなか難しいが面白い。平均モーメントからのずれが、 diffuse scattering として出てくるが、これらの精密な解析も行われよう。稀土類金属を中心とした、いわゆる screw 構造については、Koehler らが精力的にほとんどやつて了つたともいえようが、たとえば Gd などはまだわかつていない。また polarized beam を用いれば、解析がやり易くなるし、form factor を求めるような研究には大いに寄与する。たとえば Shull の Fe についての仕事は、現在理論家を悩ませているが、これらは、magnetism を理解する上に重要な問題を提起しよう。非弾性散乱の解析で、スピン波の frequency spectrum を調べること、phonon とのcoupling、critical scattering など、技術的にも理論的にも難しい問題を含んでいるが、今後多くの物質について研究されることが望まれる。永宮はこれらのことと概観したのち、 MnF_2 の反強磁性構造を polarized beam で調べるときの問題点、異なる sence をもつ screw の domain が混在している場合の回折強度式などについて説明し、また $CuCl_2 - 2H_2O$ の反強磁性構造、Cr の screw 構造、 $Cr_2O_3 + Fe_2O_3$ など、これから研究すべき具体的な問題につき述べ、種々討論がなされた。

石川(物性研)は、中性子回折による磁性体の研究を、その易難の順に次のように分類しそれぞれについての問題点につき見解を述べた。(0)原子位置の決定 (1)スピン構造の決定 (2)スピン磁気モーメントの決定 (3)スピンの方向の決定 (4)スピンの密度分布。ここで(0)は磁気散乱には関係ないが、中性子線によつて X 線によるより正確に原子位置が決定できて、それが例えれば磁気異方性の研究に重要な意味をもつ場合もある。 $Fe_3O_4 - MnFe_2O_4$ 系で Fe^{2+} の異方性への寄与の仕方が負から正へ変化するのか、スピネルの原子分布と関連しているという問題、また誘導磁気異方性の原因となる directional order が実際観測できるということなどこのカテゴリーに属する。(1)は最も容易にわかることがあるが、酸化物でも $GaFeO_3$ 、 $FeTi_2O_4$ などまだスピン構造の未知のものもある。金属間化合物については、まだ多くの問題がある。 $Fe-Ge$ 、 $Fe-Sn$ 、 $Mn-Ge$ 、 $Mn-Sn$ 系などは構造の相違によつて、常磁性、強磁性、フェリ磁性、反強磁性などが出現するので是非研究せねばならない。(2)は実測される散乱強度である $\sigma = A^2 S^2 g^2 f^2 F_{hkl}^2 q^2$ で、f や q が正確に求められていないため誤差が大きくなる。又非磁気散乱との分離も難しい。そこで回転電磁石を用いて、q を 0 ~ 1 まで変化させることにより、σ の曖昧さを減じ、特に無秩序合金の磁気モーメントを正確に

求めたい。(3)は易しいようにみえて、実際にスピンが結晶軸の方向を向いていないときは難しい。この場合も回転電磁石で q を連続的に変化させるとスピンの方向を決めることができる。(4)はもっとも難しい研究だが、金属強磁性の研究には不可欠である。すなわち、磁気モーメントを荷っている d 電子が e_g 的か t_{2g} 的かなどがこの研究からわかり、それから磁気モーメントの発生原因がわかる。これについては Fe-CO 秩序合金について計画中である。このような見解と計画に対し種々討論があり、また芳田(物性研)により $ZrZn_2$ についての問題点が提出され、以上でオ 1 日目の討議をおわった。

オ 2 日に入つて、前日に引つづいて「今後の問題」のテーマを続行した。渡辺(浩)(金研)は、最近迄滞在していた Chalk River の Brockhouse らの非弾性散乱測定のための諸装置と、それによる仕事について説明し、 Fe_3Si , Cr_2AS , $MnHg$ などの研究にもふれた。磁性体あるいは熱振動の研究を問わず、非弾性散乱の研究は、これからの中性子回折研究の一つの重要な面といえるか、実験的にどういう寸法がもつとも適しているかの方法論的な問題も、これから大いに考えて行く必要がある。

これらにつき浜口(原研)は、原研固体物理で計画している中性子分光器について、まず考え方られる諸方法をあげて、それらの利点、欠点などを論じ、結局 chopper-time of flight 法を採用するに至つた理由と、その場合の分解能や測定強度などについての計算などをあげて見解を述べた。

これまでには、大体において、磁性研究者が話しました討論を行なつてきたが、最後に富家(関西学院大)は、化学者の立場から、中性子回折の他の応用面、すなわち構造解析などへの応用についての見解を述べた。構造解析への応用でオ一に考えられるのは、水素位置の決定の問題であり、金属水素化物、水素結合を含む化合物など、まだ問題をのこしているものが多い。また X 線回折との比較で、中性子回折測定がどの程度の精度迄可能であるかなどについて、討論の材料を提供した。これと関連して、弾性散乱の測定だけからも、X 線で Cruickshank などがやつているような熱振動の解析が或程度できるであろう。その他、 O_2 の最低温 α -phase や、 O_3 の約 $20^{\circ}K$ 以下の構造、共鳴吸収による異常散乱を利用して Friedel 則の破れるような場合についての問題を研究するなど、結晶学の立場から興味ある問題もまだ多く残されているといえよう。これらに関連して、三宅(物性研)は、回折基礎理論の観点から、まだ中性子回折で残されている諸問題がある点を、柿木(阪市大)は、液体の研究の問題点などを指摘した。

III 研究態勢の問題

わが国における中性子回折研究の前途には、これまで討論されてきた学問的のこととは別に、研究態勢——施設共同利用、共同研究など——の上で、多くの問題が横たわっている。これらについての意見をかわし、将来の進む方向を考え合うことは、とくにこの分野の研究では非常に重要なことである。オ3のテーマは、この観点に立つて、まず、宮原（北大理）によつて皮切りがなされ、種々意見の交換を行なつた。宮原は、原研の設立の歴史的な面をふりかえり、原子力発電を大きく取り上げていることの無意味さ、基礎研究を目的とする研究用原子炉の建設の必要性をのべ、また、共同研究というものの難しさを考え、中性子回折のように、実験施設の絶対数が少ない分野では、研究者達がよく考え、協力し合つてやらねばならないことを指摘した。これに関連し、星塁は原研共同利用の現状について説明した。原研では、特殊施設の共同利用について、開放研究室と呼ばれる外部への部屋の割当てを行なつており、その他サービス業務がだんだん軌道に乗つてきている。これとは別に、全国の国立大学の研究者が、原研共同利用を行なうための予算が昨年度からつくようになつた。これらの運営は、現在まだ始められてから日が浅いので、種々不備な点も多いが、これからは利用者の側でも、協力してよい態勢を作つて行くような努力を払つて行くべきであろう。

永宮は、日本の物性研究が世界に冠たること、したがつてわれわれ物性研究者は大きな自信をもつて、どしどし積極的に研究の推進を行なうべきである旨発言した。物性研究の将来計画などについて、目下物小委などで討議されているが、中性子回折の分野でも、研究者が、共通の場で話し合う機会をもつことが大切であろう。原研の原子炉の実験孔を、どの程度中性子回折に利用できるかにつき、高木から説明があつたが、要するに今の所、この点では、現在以上に利用することには悲観的な要素が強い。これに関連して、Brookhaven で現在建設中のような回折実験を主目的とする原子炉を、大学で独自に建設すべきかどうかも、今後真剣に考えるべきであろう。

これら新原子炉の建設の問題なども含め、今後も一年に一回位は、このような会合をひらいで、研究態勢について研究者が自由な討議をすることが必要であるとの結論を得た。この研究会の討論での一つの収穫は、従来、案外この分野の現状の認識がうすかつた磁気、結晶両方面的研究者達が、現状を把握し、そして将来の問題をも考えて行こうという気分を盛り上げることができたことにあると言えよう。

以上この研究会の内容をふりかえつてみたが、始めにも述べたように、この会はかなり自由な討論を目的としていたために、予稿も作らず、したがつて自分のノートと記憶をもとにまとめたために、重要なことを書き落したり、筆者の興味を引いた点を強調しそぎたり、なかには思わぬ間違いを書いて了つたりしているかも知れないが、その点は御了承を願つておく。

なお、以上2日間の研究会の翌日、希望者が原研を訪れ、中性子回折装置を主として、見学会を行なつた。参加者は十数名であつたが、原研固体物理の方々の御好意によつていろいろの便宜を提供して頂いたことに対し、この紙面をかりて感謝の意を表したいと思う。

物性研ニュース

人 事

採用・配置換

非晶休部門

助教授 中田一郎(小林理研) (37.7.1)

誘電体部門

助教授 中村輝太郎(お茶の水大理学部) (37.8.1)

矢島達夫(東大理学部) (37.8.1)

固体核物性部門

助手 青木亮三(日立中研) (37.8.6)

休 職

結晶I部門

助手 栗山昌郎 (37.5.28)

格子欠陥部門

助手 二宮敏行 (37.9.2)

辞 職

放射線物性部門

助手 黒田啓一 (37.6.30)

電波分光部門

助手 桜井敏雄 (37.8.9)

サ

ロ
ン

雑記帳から

久保亮五

有名な相反定理の論文を L. Onsager が Phys. Rev. に出したのは 30 年前、彼が Brown University にあつたときのことである。これは国際会議をひらく good excuse である。これと別に相転移の統計力学という計画があつた。二つの動きはちょうどうまく、Lars Onsager に帰一することができた。いうまでもなく、Ising spin の統計力学の故である。かくして International Conference on Irreversible Thermodynamics and Statistical Mechanics of Phase Transition なる会が去る 6 月 11 日—16 日、Providence, R.I. の Brown Univ. でひらかれる運びになつた。

海のこちら側から出かけたのは結局、森肇氏と私の 2 人であつたが、ベルギーから藤田重次氏、それに在米の菊池良一、石原明、田中友安、桂重俊、小幡行雄、伊豆山健夫らの諸氏を加え、日本人出席者はアメリカを別としてオランダとほぼ同数の勢力であつた。ソ連の参加がなかつた理由はきかなかつたが、大へん残念なことである。

物理学会の年会などの帰朝談などはもうやめたらどうだろう、どうも田舎ものじみて、といひねくれた考え方をもつてゐるのでこういうものを書くのは気が進まないが、会議の報告というものは同学の士に対する義務であるかもしれない。しかし正直のところ、あんまり報告することもないのである。といつてつまらなかつたわけではなく、オ—いろんな人々と話をし、何か刺戯みたいなものも受けた。だがそういうホルモン効果はちよつと文章では伝えがたいのである。

会議に発表されるものには新しいものもあるにはあるがそり多くはない。近頃は伝播速度が早くなつたおかげで会議にほんとうにホヤホヤのものが出てる確率が少なくなつた。同時にまたあんまり papers が多くて、こちらの不勉強のせいでのこれは初耳だという確率もふえてくる。こうなるとなおさら、報告などを書くのが気おくれする。ただ、話をきき、そうか、そう

いう話もあるのか、それじや勉強しなくちやいけない、と思うのである（その発心もあまり長くない緩和時間しかもつていないようである）。

そういう話の二三をあげよう。一次元の統計力学に Gaussian process を応用する話はこれまであまり注意していなかつたが、その一つの発展として Uhlenbeck, Kac らの一次元 van der Waals 気体の話があつた。積分方程式を厳密に扱い、固有値を正確に求めることができるが、force range $\rightarrow \infty$ の極限をとつて van der Waals eq. がチャンと出ることを証明する。オモチャといえばオモチャであろうが、たいへん面白い Onsager にちなんだ相転移の主題の一つは Ising モデルであつた。Fisher は前から 3 次元の近似計算をやつているが、今ではキュリー点や、singularity の性質がほとんど正確に推定されている。Kasteleyn の Dimer Statistics, つまり畳をしく方法の数の厳密解も近来面白い収穫である。よくわからなかつたが、Ising モデルには新しい数学的方法の発展があつたらしい。話の順序は逆になつたが会議の始めの半分は不可逆過程であつた。van Hove 理論を古典力学にあてはめ、また量子力学については筆者のバッテン operator, つまり一般には Liouville operator についての damping theory を graph の方法で取扱から Prigogine school の仕事は一段落ついた様子で、Prigogine じしんは近頃本をかき、これで終つたと考えているらしい。これは藤田氏の話である。近頃、不可逆過程の統計力学の本が Prigogine, Balescu, de Groot-Mazur とぞくぞく出る様子である。不可逆過程論もここらでちよつと一段落かという氣分であるらしい。（こちらは、似たようなラインをこちら流に考え直してみようかと思つてゐるところで、少々時期おくれかもしれない。しかしともかく私は私なりにもう少しわかりたいと思うだけである）。そのような氣分を反映してか、不可逆過程論の部は、de Groot の review をはじめとして一応おさらいのような形であつた。

van Kampen は non linear の問題を一つの模型について Master eq. の立場から論じた。要点は、linear の場合の Einstein relation のようなもの拡張であるが、われわれや Callen のような行き方ではお気に召さぬらしい。これももつと考えてみたい問題である。

森氏の Collective Motion の仕事は、海外での発表としては新しいものであつたが、気分的にはあまりピッタリしなかつたようである。この仕事が具体的な応用を目標とするだけに、原理的な意味でさらに吟味すべきものをもつている点は、グリーン函数の方法と同じ

である。筆者の話は Stochastic Liouville Eq. の一般的な話で、新しい点はそうもないが、一つの出発点にするつもりであった。しかしほんとうに役立つかどうかはまだわからぬ。

多体問題による一日たらずがささげられたのは当然であるが、不可逆過程論との関連はあまり掘り下げられなかつた。

といった次第で大して報告することもないのは申訳ない。講演は出したいものは Math. Phys. に出せ、ということだったから全部ではないが、すくなくも新しい内容を含むものは近くここに出ると思う。以上で仮に気になることがおありの読者はそれらを見ていただくようにお願いしておこう。

日本人がたくさん集つた機会に、大いに故国の物理を論じようではないか、とあるひと晩、ドーミトリリーのサロンで夜おそくまでおしゃべりしたこともあつた。記録をまとめることは新進気鋭の伊豆山氏に押しつけてしまつたが、新家庭の建設にいそがしい彼には気の毒なことをした。これはもう時効であろう。

アメリカの統計力学は、Gibbs の伝統を受け、Onsager にしても Kirkwood にしても化学にぞくしていて、今でもその傾向が強い。方々で活躍している若手には Kirkwood の血筋が多い。彼等が数学に強いことは日本の化学者にしたら驚異に値するかもしれないが、それにしてもこれは、アメリカの統計力学に即物的な面が強いことの理由であろう。これに対して、オランダを中心とする大陸の伝統にはやはり原理的な面がより強くあらわれている。

私たちはこの数年間実際の物理的な問題と対決しながら、それを通して原理的な問題を考えゆこうということを方針としてきた。決して十分な成果をあげたとはいえないが、この方針は誤つてはいなかつたと思う。しかし、それが原理的な困難な問題に直面することを避ける excuse になつてはならない。ここらへんはむづかしいところである。特に若い人々に対してあまりに問題を抽象化することは考え方であるし、あまりに困難な問題に賭けをいどませることはなおさらである。しかし同時に、物理があまりに easy going になることはいましめなければならないであろう。何ごともほどほどに、といえば年よりくさい。また一人一人の個人にそんなに調和を求める必要もないであろう。

少々どころかたいへん脱線してしまつた。会議中、半分ウトウトしながらまた久しぶりに会つた友だちの風発する談論に聞き入るながら思つたことは、まさに基礎的な物理として統計力学の原理的な問題にもう少し努力を集中してゆきたいということであつた。

東京大学物性研究所短期研究会の公募について

昭和38年1月から3月までに実施する研究会を下記のとおり公募いたします。

なお、11月5日 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、できるだけ同委員会委員と連絡の上、開催主旨その他下記事項につき、同委員会の席上にて十分な説明ができるようご配慮願います。

記

1. 研究会の名称
2. 提案理由
3. 開催希望期日および日数
4. 参加者予定人員
5. 上記のうち、旅費を支給する者の所属・官職・氏名・等級号俸とその発令年月日
6. 提案者
7. 公募〆切 昭和37年10月31日(水)
8. 提出先 東京都港区麻布新竜土町10

東京大学物性研究所庶務掛

(上記5の氏名、等級号俸等は、予算をきめる際に必要ですので必ず記入下さるようお願いいたします。)

共同利用施設専門委員

東北大學	平 原 栄 治	學習院大學	大 川 章 哉
"	神 田 英 藏	京都大學	高 村 仁 一
"	森 田 章	"	碓 井 恒 丸
東京大學	植 村 泰 忠	"	松 原 武 生
"	浅 原 照 三	大阪大學	伊 達 宗 行
"	向 坊 隆	"	廣 田 鋼 藏
"	小 野 周	"	金 森 順 次 郎
"	飯 田 修 一	広 島 大 学	辰 本 英 二
"	坂 井 光 夫	九 州 大 学	岡 崎 篤
"	槌 田 敦		

その他、物性研究所所員20名

編 集 後 記

- 雑誌「物性」の批評でおほめの言葉をいただいたり会誌で宣伝したのがきいたのかこのところ新規購読希望の註文が殺到。
- しかし喜んだのもつかの間原稿の集まりは最低。
- だが薄い雑誌も内容次第と元気をとりもどす。御覧のように本号も力作ぞろい。
- 物性研の厚生施設も次第に完備。食堂はできそうでなかなかできないが、仮売店(正式には東大生協駒場支部麻布支所となる予定)がこのたびめでたく開店。研究会などで御来所の節は是非御利用下さいのこと。なお売店の場所は物性研旧館地階。
- 共同利用宿舎の物性研ホテルも九月からようやく開業。早速外来研究員が御利用。しかし開業早々のためか不備な点多く不満続出の由。ホテルのはずが木質宿に化けぬよう注意が肝要。
- “物性研だより”の締切、発行予定日は

締 切：奇数月 10日

発行予定：偶数月 20日

物性研だより オ2巻オ4号 1962年10月20日発行

東京都港区麻布新龍士町10

物性研究所 Tel (408) 3922

