

# 物性研だより

第10卷

第2号

1970年6月

## 目 次

○ 物性研究所における強磁場研究計画	1
近角聰信、阿部英太郎	
山崎比登志、田沼静一	
小林浩一、栗田 進	
菅原 忠	
塙谷繁雄	1 3
○ 共通装置高分解能分光器について	
短期研究会報告	
○ 超流動と超伝導	1 7
馬宮孝好、高山 一	
黒田義治、栗原康成	
共通実験室報告	
○ 中性子回折室	3 4
星埜禎男	
サ ロ ン	
○ 物性研雑感	3 9
共同利用状況について	4 1
物性小委員会報告	4 4
物性研ニュース	
○ 昭和45年度後期外来研究員公募	4 8
○ " 短期研究会公募	4 9
○ 助手公募	5 1
○ テクニカルレポート新刊サスト	5 5
編 集 後 記	5 6

東京大学物性研究所

## 物性研究所における強磁場研究計画

近角 聰信、阿部英太郎、山崎比登志

田沼 静一、小林 浩一、栗田 進

菅原 忠

### § 1. はしがき(近角)

物性研究所には現在大型、中型の電磁石又は永久磁石が合計 26 台設置されてある。そのうちの 5 台は特に大型で、5 cm 空気隙に 31 kOe 生ずるもの、永久磁石を使って、時間的、空間的に  $10^{-8} \sim 10^{-9}$  の一様性を誇るものなど、一時は外国からの訪問者を驚かせたものであった。物質の内部の立役者である電子がスピン磁気モーメントをもっており、伝導電子が磁場中でサイクロトロン運動を行ない、原子核のもつ磁気モーメントが、磁場中で共鳴を行なうからには、物質の研究に磁場は不可欠のものであり、従ってかく多くの電磁石が並ぶことになったわけである。

電磁石といふものは大体 20 ~ 30 kOe の磁場を出すのに適した装置である。原理的には限りなく強い磁場を作ることができるのは当然であるが、経済的に合理的と思われる設計では、せいぜい上述の値になってしまふのである。

これ以上強くしようと思うと、鉄心を省いて、空心コイルのみにして、これに大電流を送り、強制的に冷却する方が能率的である。米国の MIT の Francis Bitter National Magnet Laboratory は、この方式で 200 kOe 以上の持続磁場を生じ、数多くの研究が続行されている。同様のスケールの強磁場実験室はフランスのグルノーブル大学で Professor Panthenet によって完成を急ぎつつある。その他英國、オランダ、オーストラリアなどでも、同様の計画が行なわれている。

我が国でも東北大金研や日立中央研でもこの種の設備が設置されている。物性研究所でも発足間もなく強磁場計画が立てられ、当期はこの種の空心コイルを計画したが、当時、硬超伝導体を用いたコイルの出現で、果してこの線に沿って計画を進めるべきであるかどうか大議論が行なわれた。というのは空心コイルは数 MW という大電力を必要とするため、大へんな経費を要するに反して、超伝導磁石の方は事実上電力ゼロで運転できる。しかし、一方その最大磁場は物質特有

の臨界磁場で決定され、それが将来どこまで伸びるか全く不明だったからである。

この問題を討議するための強磁場委員会\*が組織されたのは、今から5年前の1965年のことである。討議の末、「持続強磁場は超伝導磁石によって生ずる。より強い超強磁場はコンデンサー・バンクに貯えた電荷を瞬間的にコイルを通じて放電し、パルス的に発生し、これを用いて種々の物性を精度よく測定する。」といふ方針を立てた。

そして1966年度に所内校費310万円、1967年度に408万円、1968年度に410万円の割当てを受け、コンデンサー・バンク  $9000 \mu F$  ( $3.3 kV$ ,  $49 kJ$ ) をととのえ、同時に超伝導コイル、シンクロスコープ等を購入して準備研究を行ない、本1970年度より、極限物性研究設備の一環として5年計画で約1億円の概算要求を行ない、本年度3,000万円が認められて、いよいよ本格的な研究に乗り出すことになった。この機会に、本研究計画の概要を紹介して、抱負の一端をお伝えしたいと思う。

## § 2. 物性研究における強磁場の意義（近角）

物性の研究の常套手段は、物質に対してある *action* を加え、それに対する *reaction* を見ることである。その *action* としてはX線や中性子の弾性散乱で、結晶中の原子や磁気モーメントを「あるがままに」見るような、非擾乱的なものもあれば、高圧を加えて格子定数を変えるような擾乱的なものもある。

後者の一つの可能性として強電場を加えることなど考えられるが、これは電荷による屏蔽又はbreak down のため困難である。その点磁場はdynamicなeddy currentによる屏蔽以外には、何らさえぎるものなしに物質中に侵入でき、又、いくら強い磁場をかけても、スピンをflipさせることに伴う本質的な変化以外に、break down を起すこともない。

先ず、個々の現象を論ずる前に、磁場が電子スピンに対してどれほどの効果を持つかを概観してみよう。表1は磁場Hの存在の下に正負のスピンのゼーマン準位間隔を色々なエネルギー表示で表わしたものである。

脚注 \* 当時の委員は近角（委員長）、田沼、菅原、石川、阿部、永野、塙谷、菅野、

現在の委員は近角（委員長）、田沼、菅原、伴野、阿部、小林、塙谷、永野、溝口、  
小黒、山崎

表 1 電子スピンに対する磁場の効果

H		$2\mu_B H$			
k Oe	MA/m	$\times 10^{-23} \text{ J}$	$\text{cm}^{-1}$	°K	eV
10	0.8	1.86	0.94	135	0.000102
100	8	18.6	9.4	13.5	0.00102
1000	80	186	94	13.5	0.0116
10000	800	1860	940	1350	0.116

この表で分かるように、1万Oe ( $= 10 \text{ kOe} = 0.8 \text{ MA/m}$ ) では僅か  $1 \text{ cm}^{-1}$  の程度、温度にして  $1.4 \text{ }^\circ\text{K}$  程度の効果しかないが、 $100 \text{ kOe}$  ( $= 80 \text{ MA/m}$ ) になると、 $94 \text{ cm}^{-1}$   $13.5 \text{ }^\circ\text{K}$  の効果があることになる。例えば鉄の強磁性を形成している自発磁化では、約  $2.2 \mu_B$  の原子磁気モーメントが交換相互作用によって平行にスピンをそろえているが、その作用は磁場の値に直すと約1千万Oeになる。このように磁場が1万Oeから1千万Oeに増加するにつれて、磁場が単に物質を磁化する非擾乱的性格から、次第に擾乱的性格をおびてくることが分かるであろう。このような磁場を擾乱的に与えて、電子のエネルギー準位を変化させることができれば、その興味は単に磁性ばかりでなく、物性全般に及んでくるであろう。 $\S 4$  以下に各分野での強磁場研究を述べるが、その前にこのような超強磁場を生ずるための技術的な問題点をのべておこう。

### § 3 超強磁場発生の技術と測定法（近角）

$\S 1$  に述べたように  $20 \sim 30 \text{ kOe}$  の電磁石で生ずることのできる磁場よりも強い磁場を作ろうと思うと、もはや鉄心は事実上用をなさなくなり、コイルに大電流を流すことになる。この際、問題になるのは、電流によるジュール熱と、電流と磁場の相互作用による電磁力である。ジュール熱は時間と共にコイルに蓄積し、温度上昇をもたらすので、能率的な冷却をするか又は電流の持続時間を短くしてパルス的にするかである。たとえ、後者の方法をとったにしても、磁場のもつエネルギーそのものは供給してやらなければならず、このエネルギーは電流を切ったあと、コイル内に渦電流を生じて、それだけで予想外の温度上昇をもたらすのである。

磁場Hのもつエネルギーは真空中で、単位体積あたり (MKS A系で)

$$E = \frac{1}{2} \mu_0 H^2 [ \text{J/m}^3 ] \quad (1)$$

で表わされる。ここに  $\mu_0$  は真空の透磁率で

$$\mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ [H/m]} \quad (2)$$

の値をもつ。表2には、(1)式で与えられる磁場のエネルギーと、それが全部金属の中で渦電流によって熱に変換された場合の温度上昇を第2、第3欄に書いてある。

表2. 磁場のエネルギーと応力

H		エネルギー	温度上昇	応 力	
k Oe	MA/m	J/m <sup>3</sup>	°C	kg/mm <sup>2</sup>	気 压
10	0.8	$4 \times 10^5$	0.12	0.04	4
100	8	$4 \times 10^7$	12	4	400
1000	80	$4 \times 10^9$	1200	400	4万
10000	800	$4 \times 10^{11}$	120000	40 t/mm <sup>2</sup>	400万

これを見ると、一口に100万Oeなどといっても、並大抵のエネルギーではないことが分かる。尤もこの表の温度上昇は磁場のエネルギーをそのまま金属に吸収させるとどうなるかという値であり、必ずしもこの値だけコイルの温度が上昇するわけではないが、他方、磁場発生の効率はそれほどよいわけないから、一般にこれ以上の熱の発生は覚悟しなければならない。

さて、実際上の磁場発生に何よりも障害になっているのは磁場による応力である。マクスウェルの応力として知られているように、磁力線は筋肉のように、その線に沿って張力、それと垂直に圧力を生じていると考えられる。その大きさは

$$T = \frac{1}{2} \mu_0 H^2 \text{ [N/mm<sup>2</sup>] } \quad (3)$$

で与えられる。表2の第3欄では、この値が示してある。例えばコイルに電流を通してその内部に磁場を作った場合、磁力線はコイルを内側から外側へおしゃぶって逃げだそうとする。(これは磁場とコイル中の電流の相互作用で考えても同じである)。表2で分かるように、この値は100万Oeですでに  $400 \text{ kg/mm}^2$  という巨大なものになってしまい。金属の破壊強度は、特殊鋼せいぜい  $200 \sim 300 \text{ kg/mm}^2$  であるから、100万Oeの磁場は、この世に存在し得るどんな物質を使ってもとじこめることはできない。超強磁場の前にはいかなる物質も豆腐のような頼りないものになってしまう。

そこで、それ以上の磁場を作るには、固体の強度に頼らない方法を考えなければならない。1つの可能性としては Cnare の考えた方法がある。これは図1に示すように銅板を円形に曲げて作った一巻きのコイル A の中に、アルミニウムの薄板で作った閉じたリング B が入れてあるという簡単なものである。大容量のコンデンサーバンクに蓄積した電荷を、コイル A を通じて放電すると、その中には強磁場が出来るが、一方、アルミ・リンクには電磁誘導の法則によりその磁場を打消すような大電流が誘導され、瞬間に A と B との間のせまい空間にだけ強磁場が発生することになる。リングはそれを流れる大電流のため、殆んどとけてしまうと同時に、外側の強磁場による応力のために、内側に圧力を受けて加速され、次第に半径を縮めて行く。その間に外側の磁場は次第にリングを通して内側にしみ込んで行き、遂には、この磁束がリングによって圧縮されることになる。静的なつり合いとしては、この方法では、内側の磁場が外側の磁場より強くなることはないはずであるが、最初にリングが加速され、運動エネルギーを得ているので、このエネルギーが磁場を濃縮するのに使われることになる。

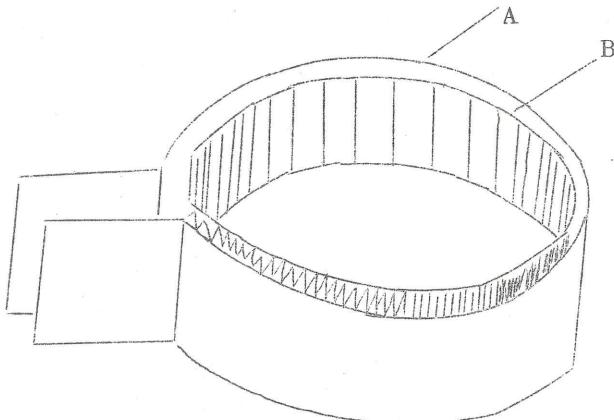


図1 Cnare コイル

面白いことには、最初にコイルの生ずる正の磁場とは逆向きの負の磁場を加えた方が、磁場エネルギーが能率よく運動エネルギーに変換されるので、より強い磁場(正の方向)に到達できるということである。この方法で数十 $\mu$ sの間に 200 ~ 300 万 Oe の磁場が得られている。

物性研究所の今回の超強磁場計画では、くりかえし磁場発生の出来る非破壊的なコイルで 70 ~ 80 万 Oe を 1 mS ぐらいの間発生する装置と、Cnare 法のような破壊的なコイルで 300 ~ 500 万 Oe を 数十 $\mu$ s 生ずる装置の 2 つを計画している。爆薬を用いて、磁束を濃縮する方法もあるが、TNT 数 kg という砲弾級の量の爆薬が必要こと、持続時間が 1  $\mu$ s と短いことなどのために、その到達磁場の記録が約 1 ~ 2 千万 Oe と高いにも拘らず、今回の計画では除いてある。

磁場および諸量の測定装置に関しては、前者の 1 mS の持続時間では、シンクロスコープを使

用してすでによい精度で測定が行なわれている。後者の数十 $\mu$ Sとなると、フェライト・コアを用いた記憶装置が今後もっと発展すればかなり使えると思うが、今のところ、測定法を開発して行かなければならない。

一般的にいっても高い磁場をねらえねらうほど、持続時間が短くなるので、そのためには測定をより高い周波数で行なう方が、より容易に、より精度高く測定できる。この意味で、強磁場と光との組み合わせは、将来有望な一つの方向を示しているとも云える。

次に各分野で既になされた実験の紹介と将来の計画をのべることにしよう。

### § 5 磁性の研究と強磁場(近角)

磁性の研究で磁場がつきものであることは云うまでもないが、磁場が弱いために充分現象が観察できなかったり、又、精度が上らない例は枚挙にいとまがない。

例えば Tb は希土類金属特有の軌道磁気モーメントをもった強磁性体であるが、その軌道によって生ずる大きな磁気異方性のために、ふつうの磁場ではその自発磁化を C 面内から数度の角度も回転することができない。そこで強磁場を使って強引に C 軸方向に 40 kOe をかけ磁化したところ、磁化は 60° ほど面内から起ち上ったが、そのため結晶は C 軸方向に 8% ほどのび、C 面内では 6% ほどちぢんで永久変形をし、磁気異方性も符号をかえて C 軸が容易軸になってしまった。大きな軌道がそれをとりまく隣接原子の配置を変えてしまったにちがいないが、その機構は未だはっきりしない。いずれにせよ、結晶を強磁場で破壊したのはこの例がはじめてである。

反強磁性体を強磁場を加えて負のスピンをフリップさせるいわゆるメタ磁性の問題は、その研究の対称になる物質の数は使える磁場が限りなく強くできれば、反強磁性体の種類だけあると云っても過言ではない。これから結晶内でイオンの感じている異方性や、交換相互作用の大きさが測定できるので有用である。個々の例については最近 G. E. の Jacobs が、メタ磁性を示す数多くの物質の表を発表したので、それを参照されたい。(cf GE Report No 69-C-112)

金属、特に 3d 金属の反強磁性的な振舞いを示すものの研究にも強磁場は有用である。Fe-Mn, Ni-Mn などのように反強磁性的なもの、Invar 合金のように反強磁性的とも見えるし、パンド磁性的に低飽和磁化をとっているとも見えるものの研究にも有用である。60 万 Oe も使ってこれらの物質を磁化してみると、2 万 Oe ぐらいの磁化曲線ははずかしくて入前に出せなくなってしまう。これらの例では多くの場合  $M^3$  則 ( $M^3 = AH + BM$  という関係) がよく合う例が多く、この限りにおいて、いくら H を強くしても新しい情報は得られないが、 $H \rightarrow \infty$  になると、

この法則では  $M \rightarrow \infty$  になり、こんなはずはないから、どこかで法則からのはずれが観察されるはずである。

強磁性金属の強磁場磁化率も面白い問題である。これも  $30 \sim 60$  万 Oe を使うと  $2$  万 Oe などで測定したのとは桁ががいに信頼できるデータが得られる。例えば Ni-Cu 合金で Cu 成分を増して行くと、濃度に対して磁化率のピークが生ずる事実などが明らかになったが、これはストーナー模型でよく説明される。

このほか結晶場中における磁性イオンの低スピン状態の問題なども面白い。第 1 表を参照されれば、どの程度の磁場で、これを高スピン状態にできるか想像できるであろう。磁気異方性や、光磁気効果などにも関連して興味ある問題である。

このように強磁場で扱える問題はいくらでもあるが、山男が数多くの山に登っても最後に夢みるのはエベレスト山であるように、マグネ屋が最後に夢みるのは b.c.c 鉄であろう。b.c.c 鉄が f.c.c 鉄合金の中で鉄原子がもつ  $2.6 \sim 2.8 \mu_B$  の磁気モーメントより  $15\%$  も低い  $2.2 \mu_B$  しかもたないことは、懸案のなぞである。これを強磁場をかけて  $2.6 \sim 2.8 \mu_B$  にすることができるのか、その前に結晶がこわれてしまうのかは、大きな謎である。

## § 6. 強磁場での ESR (阿部、山崎)

強磁場で ESR の実験をすることはどんな意義があるだろうか。ESR を極低温 ( $1^0$  K 以下) で実験する要請には ( $g \mu_B / kT$ ) を大きくするという要素のほかにマイクロ波の  $h\nu$  が  $1^0$  K 程度の  $kT$  とせめあうという面をもっている。強磁場の場合には、マイクロの波の  $h\nu$  と磁場の  $g \mu_B H$  ( $g \approx 2$  として) がせめあうという要素はたかだか  $30 \sim 40$  KG までであろうし、ただ大きな磁場があるから  $\nu$  をレーザーの方まで拡大するというのは芸のない話である。とはいえて具体的に考えると、パルス磁場の場合、磁場が発生する空間は極めてせまいので使える立体回路の大きさに制約があり、任意の周波数というわけにはいかない。現在の最大磁場の場合、有効直径は  $5\text{mm}$  であるから ESR の実験を実現できるのは波長  $3\text{mm}$  以下である。

ゼーマンエネルギー  $g \mu_B H$  がせめあう他の要素は、広い意味の initial splitting である。まず頭に浮ぶのは結晶場などに由来する D の存在である。D が  $20 \sim 30 \text{ cm}^{-1}$  あれば  $200 \sim 300 \text{ kOe}$  の磁場が必要になり、かつ  $D \approx g \mu_B H$  では共鳴磁場は D の主軸と磁場の方向との不一致に非常に敏感に依存し、よほどよい結晶を試料にしない限り共鳴が broad になつてとらえられない。この困難をさけるためには磁場の強さは  $g \mu_B H / D > 2$  程度はあった

方がよい。これが強磁場に対する要請の 1つである。

次に強い exchange で結合したスピン系の問題がある。例えば一軸性の異方性Kをもつ反強磁性体では、分子場定数を A とすれば、H を主軸方向に加えたときの共鳴は

$$\omega / \gamma = \sqrt{2AK} \pm H$$

で観測される。 $\omega / \gamma \ll \sqrt{2AK}$  の範囲では、必要な磁場は  $\sqrt{2AK}$  と共に増大する。

$\sqrt{2AK}$  は MnF<sub>2</sub> では 90 kOe であり、異方性の大きいものに対しては、これとせめあうために強磁場が強みを発揮できるといえよう。この場合もそうであるが、典型的な一軸性反強磁性体でない場合は特に周波数を変えて実験する必要がある。同じようなことがメタ磁性のように強磁場をかえるとスピン構造に変化がおこる系や、スクリュー構造磁性体の研究についていえる。

### § 7. 伝導電子の強磁場下の振舞い(田沼)

#### (1) Landau 準位の量子限界をこえた状況

有効質量  $m^*$  をもつポア・マグネット  $\frac{e\hbar}{2m^*} = \mu_B^*$  によってランダウ準位は

$(2n+1)\mu_B^*H$  とあらわされる ( $n$  は整数、H は磁場強度)。 $\frac{1}{2}$  準位間隔は

$\mu_B^*H^* = 5.8 \times 10^{-9} \frac{m}{m^*} H \text{ electron volt}$  となる。(ただし H を Oersted で測って)。

フェルミエネルギー  $E_F^*$  と  $\mu_B^*H$  が等しくなるような磁場がかかると量子限界になり、これ以上の磁場ではもっとも低いランダウ準位がもとのフェルミエネルギーより高いエネルギーに推移してゆく。ある種の半金属や縮退半導体で  $m^* \approx 0.01 m$ ,  $E_F^* \approx 1 \times 10^{-2} \text{ eV}$  というような磁場にとって好都合なケースでは、量子限界磁場  $H_Q^*$  は  $1.7 \times 10^4 \text{ Oe}$  であって、これは通常の電磁石で実現できる。しかし典型的な金属では、 $m^* \approx 0.5 m$ ,  $E_F^* \approx 5 \text{ eV}$  のオーダーの数値になる。この場合量子限界は  $H_Q^* \approx 8 \times 10^6 \text{ Oe}$  という超強磁場になる。これは人間のつくりだした強磁場の記録に近く、そこで固体の性質を測定することは一寸のぞめないかもしれない。しかし多くの多価金属ではいろいろのフェルミ面が存在し、フェルミエネルギーが  $10^{-1} \sim 1 \text{ eV}$  の範囲にあるものが少くない。そこでは  $H_Q^*$  として  $10^5 \sim 10^6 \text{ Oe}$  が必要とされる。これはわれわれが発展させようとしている強磁場の物性測定の範囲に適合するものである。またたとえば  $1 \times 10^6 \text{ Oe}$  という磁場ははじめにあげた半金属の 1 例では

$H_Q$  の 60 倍の強度であって、その金属における無磁場のときのフェルミエネルギーよりもはるかに高いエネルギーのところのバンドの形をしらべることができる。のみならずこのような量子限界をはかるかに突破するケースは縮退半導体などではかなり数多く考えられるだろうが、そのうちのある物質では、伝導帯の底よりも上に別のバンドが存在することがしばしばあるだろう。しかしそこに電子が励起しにくいため見きわめられていないもののがかなりあるにちがいない。基底ランダウ準位をエレベーター的なプローブとして超強磁場でそのような上方の他のバンドの電子構造をさぐることができるはずである。

### (2) 電子系の high order 遷移

ビスマスのような半金属や、フェルミエネルギーの小さい偶数価金属では、伝導帯と価電子帯とがわずか重なっている。その電子と正孔について(1)で述べたように基底ランダウ準位が量子限界をこえて互に離れてゆくと、重なりが消失し、ある強い磁場で電子系は金属→絶縁体遷移をおこすと期待される。ビスマスについては 200 kOeまでの実験で逆のことがたしかめられた。すなわち、more conductive になるのである。これは各々のランダウ準位がスピノ分離をおこすが、その g 因子がきわめて大きく、かつ伝導帯のすぐ下にかくされた価電子帯が存在していることの影響で電子、正孔二つの基底スピノン準位の高さが逆転交叉してしまうためと考えられている。そのような互に近い多くのバンドが関与し大きいスピノン分離をもつ結晶で、元が半導体のものでは 強磁場下で逆に半導体→金属遷移が期待される。

### (3) プラズマ波の伝

ヘリコン波は多くの金属において見出されているが、電子と正孔の compensate している偶数価金属ではアルフェン波が透過する。しかしふいだス、グラファイトなど二、三の半金属の外、アルフェン波は検証されていない。その伝播速度は磁場強度に比例し、粒子密度の平方根に逆比例している。平行板サンプルにマイクロ波をあてて、反射または透過の干渉によって観測するのであるが、アルフェン波の波長がサンプルの厚さに近いオーダーになることが必要で、ふつうの金属の粒子密度のものには  $10^6$  Oe の磁場強度があれば観測されうる。

なお固体中のプラズマに関連するかもしれないが、もし磁力線が円錐形に発散した不均一強磁場がつくられれば、荷電粒子は錐軸方向にヘリカルに加速される。このような固体内部粒子の加速は新しい知見に対して何か有用な(たとえば有用かどうか知らないが)hot electron

効果など)現象をもたらさないだろうか。

(4) 热力学的温度またはDingle 温度の高い状態でのドハース・ファンアルフェン効果などの研究

Dingle 温度の高い、つまり不純な物質(十分精製することのむずかしい希土類金属とかもっと積極的には一次固溶体合金とか)で $\omega_c \tau > 1$ ( $\omega_c$ はサイクロトロン角周波数)を達成するには超強磁場をつかり他ない。実際( $5 \sim 7 \times 10^5$  OeまではこのようなFermiology的な地味な研究にきわめて有効な場を提供するにちがいない。それ以上、つまり磁場濃縮法を用いる範囲になると、実験的困難が増すだろうが、たとえば室温で光を用いたサイクロトロン共鳴などは実現可能性があるだろう。

### § 8 強磁場による励起子とフォノンの研究 (栗田、小林)

電子格子相互作用が中程度の強さである、典型的なイオン結晶の一つに、ハロゲン化タリウムがあるが、我々は電流磁気効果やサイクロトロン共鳴の実験から、その中の光電子や光正孔の衝突時間が充分に長い事を知ったので、この物質で振動的磁気光吸収の測定が可能であると考え、この研究を行なった。

我々は、Bachrach と Brown の方法により、無歪の蒸着膜を作り、その吸収を磁場零から $230\text{ kOe}$ 迄の範囲で測定した。この際、 $0 \sim 90\text{ kOe}$ 迄の磁場は東大低温センターの超電導磁石により、又それ以上は自作のパルス磁石によりつくられるものを用いた。He 温度で得られた特徴的な結果は次の通りである。

1) 零磁場で見られる吸収スペクトルには、S励起子の鋭い $n = 1$ のゼロフォノン吸収、及びその短波長側に $n = 1$ 励起子-フォノン quasibound state による山型の吸収が見られる。後者は Elliot step によりあらわされる、励起子 quasi continuum 吸収により変形され、その長波長端は $n = 2$ 吸収の鋭いピークにより切りおちている。 $n = 2$ より測って、1、2 及び 3 LO フォノンエネルギーの位置に、吸収のキックがあり、それぞれのキックよりはじまる、励起子 quasi continuum の 1 及び 2 free phonon side-band が見られる。

2) 磁場の増大により、励起子-フォノン quasibound state 吸収の位置に、振動

型の吸収が現れる。これは励起子に基くもので、低磁場において見られる。これ等の山の  $H^2$  に比例する反磁性シフトより、励起子の有効誘電率が求められ、この値は、磁場零において求められた、励起子の結合エネルギーより推定されるものと一致した。次数の高い励起子の高磁場でのランダウ準位様吸収のシフトより励起子の還元質量が求められた。

3) 高磁場では、各励起子吸収の短波長側に子供が生ずる。両者の間隔は磁場に無関係で、この子供と、高磁場極限のランダウ準位様吸収及びエキシトン様吸収とのつながりは、現在のところ不明である。しかし、この子供の発生は、高磁場極限へうつっていく励起子の、一般的な特徴と考えられる。

4) これ等のゼロフォノン励起子吸収は、高磁場で、 $n = 2$  励起子より  $1\text{LO}$  フォノンエネルギーだけ高いエネルギー値に接近するに従い、磁場強度の増大と共に、吸収強度及びエネルギー・シフトが急激に減少し、零に近づく。即ちゼロフォノン励起子線が、 $1\text{FOON}$  励起子線にクランプされる現象が見出され、これにより、励起子-フォノン結合が直接的に実証されたと考えられる。更に特徴的なことは、 $n = 2, 3$  及び  $4$  の  $1\text{FOON}$  状態による吸収が高磁場で見出されたことで、これは電子-フォノン結合が弱い物質には見られない新しい現象である。

### § 9 $\text{He}^3$ と強磁場 (菅原)

液体  $\text{He}^3$  は一種の Fermi 流体であるが交換相互作用がかなり強く、Pauli 原理によるスピンを反平行にする力と交換相互作用による平行にしようとする力はほど等しいが後者の方がやや弱い。磁場は平行配列を助長するからある強さ以上の強磁場下ではスピンが強磁的にそろい、これに伴って比熱、輸送現象、帯磁率などに興味のある変化が期待される。この磁場は上記のバランスからは約  $2,000\text{ kOe}$  と考えられるが、このような問題に関する理論的研究が見当らないので推測の範囲を出ない。このような研究は Fermi 流体の本質、超強磁場 ( $\mu\text{H} \sim kT_F$ ) 下の Fermi 流体のふるまいの究明に貢献すると考えるし、訳の解らぬことが数多く見つかるかもしれない。上記  $2,000\text{ kOe}$  まで達しなくとも種々の効果が観測できるであろう。現に強磁場下の蒸気圧の変化については簡単な理論計算が既に発表されている(1969年)。本研究で興味のあるのは  $1,000\text{ kOe}$  以上だからパルス強磁場が必要であり、従ってスピン-格子緩和時間が問題となる。この問題の解決ならびに  $1,000\text{ kOe}$  以上で極低温での実験を可能とす

ることが当面の課題である。

### § 10 むすび（近角）

以上、物性研究所の強磁場研究計画について述べたが、執筆を急いだため、粗雑な書き方になってしまった。この設備はこれから建設にかかる途上であり、興味をお持ちの方は是非力を貸していただきたいと思っている。そして完成の暁には、できるだけ多くの研究者に利用していたゞき、又、智恵を貸していただきたいものだと思っている。

## 共通装置高分解能分光器について

塩 谷 繁 雄

表題の共通装置高分解能分光器とは、昭和41、42、43年度の機関研究（現在の一般研究A）「励起状態の高分解能光学的研究」の研究費で設置されたJarrell-Ash分光器およびSpex分光器（2台のことである。これらの分光器がどんな性能のものであり、どういったきさつで設置され、また所内外の分光学的物性研究に如何に役立っているか、について説明し、図書委員会の依頼に答えることとしよう。

まずこれら分光器の性能の要点を次にあげる。

(1) 日本ジャーレル・アッシュ製3.4m Ebert型回折格子分光器（写真測光・光電測光兼用）

逆分散:  $2.4 \text{ \AA/mm}$  ( $1200 \text{ groove/mm}$  の回折格子に対し)

分解能:  $0.04 \text{ \AA}$  ( $3000 \text{ \AA}$ において)

f 数: 33

付属回折格子: (1)  $1200 \text{ groove/mm}$ 、 $4000 \text{ \AA blaze}$ 、(2)  $600$ 、 $7500 \text{ \AA}$   
(3)  $590$ 、 $3000 \text{ \AA}$ 、(4)  $590$ 、 $1.0 \mu$

(2) 米国Spex Industries製3/4m

Czerny-Turner型回折格子分光器 model 1700（光電測光・写真測光兼用）(2台)

逆分散:  $11 \text{ \AA/mm}$  ( $1200 \text{ groove/mm}$  の回折格子に対し)

f 数: 6.8

付属回折格子:

1号器: (1)  $1200 \text{ groove/mm}$ 、 $5000 \text{ \AA blaze}$ 、(2)  $1200$ 、 $3000 \text{ \AA}$

2号器: (1)  $1200 \text{ groove/mm}$ 、 $5000 \text{ \AA blaze}$ 、(2)  $600$ 、 $1.0 \mu$

大分以前のことなので少々記憶があやしいが、物性研の創立に伴う設備費の配分が終った昭和38～39年頃、いくつかの研究室から、物性研に高分解能分光器を入れたいという強い要望があがった。回折格子を使った高分解能分光器はその頃急速に普及し、これを使っての高分解

分光学の研究が当時世界的に盛んになりつつあった。以上の要望はこのような状勢の反映といえる。

これら研究室が連名で一・二度設備充実費の要求を出したが認められなかった。そこで次は機関研究を申請しよう、ということになり、40年12月何度か会合をもって申請書をつくり上げた。柿内所員に研究代表者をお願いし、牧島（現在名誉教授）、長倉、神前、小林（浩）、井口、豊沢、菅野、矢島、塩谷の9所員と田村講師が研究分担者に加わった（後に新任の伊藤（現在東北大）、森垣所員が加わった）。

分光器としては、大型のかなりの高分散のものと、分散はある程度小さくてもよいから口径比の大きい（ $f$  数の小さい）、いわゆる明るい分光器で光電測光に適したもの2種を是非欲しいということになった。発光スペクトルの測定の場合には、測定すべき光の強度に限度があり、また時には非常に弱い光も測定する必要が生ずる。このためには分光器の分散を犠牲にしてもその明るさを重視せねばならない。またスペクトルの形を正確に求めるためには光電測光をやらねばならない。前者には Jarrell-Ash の 3.4 m Ebert 型、後者には Spex の 3/4 m Czerny-Turner 型が最適といふことになった。

当時の機関研究は3年継続で総額2,000万円、初年度は1,000万円と予算をおさえられていた。そこで初年度予算にこの2つの分光器を入れることに大いに苦心をしたが、初年度は最低必要部品のみにおさえることによってやっと予算をつくり上げた。Jarrell-Ash 分光器は輸入品にするか、国産品にするかで何回か検討を行なった。日本ジャーレル・アツシユはアメリカの Jarrell-Ash からの技術導入で分光器をつくっている会社だが、当時は未だ 3.4 m Ebert 型をつくった経験を持っていなかった。そこで国産 1 号器を入れることに大いに不安を感じたわけだが、値段が約 2 割安いため、性能のこまかい点に關し日本ジャーレル・アツシユの確約をとった上で国産品を入れることにふみ切った。しかしこの分光器は国産品とはいってもその主要部分、すなわち回折格子、その回転機構（sine-bar scanning drive）、ミラー、は輸入品である。

Spex 分光器については、こんな思い出がある。昭和39年頃から筆者は高分散で明るく光電測光のできる分光器を是非手に入れたいと考えていた。しかし Jarrell-Ash のカタログを見ても、大口径分光器として 0.75 m,  $f = 6.3$  のものが出ていたが、写真専用であり、しかも値段は大型の 3.4 m のものとあまり変わらない位高いものであった。昭和40年9月ドイツの Freiburg の Schneider の研究室を訪問した際、入ったばかりの Spex 分光器を見せてもらった。説明を聞くと、この分光器は Spex 社でその当時開発され売出さ

れたばかりのもので、まさしく筆者が求めていた性能をもつ分光器であることが分った。この後、アメリカをまわったので、あちこちでこの分光器のことを聞くと非常に評判がよいことが分った。そこで帰国後さらにくわしく調べてこの分光器をとり上げることにした次第である。

機関研究は幸にして採択され、設置された分光器は順調に活動を始めた。S p e x 分光器の2台目はこれの使用希望が非常に多いので、2年目の申請の際に計画変更を申し出て、設置を認められたものである。

以後これらの分光器、特に2台のS p e x 分光器は長倉、神前、小林、井口、塩谷の5研究室で、非常に頻度高く有効に使用され、これら研究室での分光学的物性研究に多大の貢献をし、大きな研究成果があがっている。これら研究室と所外からの共同利用による、これら分光器を使っての研究のテーマは次のようなものである。

長倉研：

- (1) 電子スペクトルの振動回転構造の解析による励起分子の構造決定。
- (2) 有機化合物りん光のゼーマン分裂
- (3) 有機化合物結晶のりん光の発光中心の研究

神前研：

- (1) ハロゲン化銀における励起子-フォノン相互作用の高分解分光
- (2) ハロゲン化銀における励起子スペクトルの一軸応力効果
- (3) アルカリハライド中の点欠陥に起因する非線型(二次高調波発生)光学現象

小林研：

磁場内におけるエクストン-フォノン系の研究

井口研：

- (1) 芳香族炭化水素気体の吸収スペクトル
- (2) コロネン結晶のけい光・りん光スペクトル

塩谷研：

- (1) II-VI化合物の励起子の研究-不純物による遮蔽効果およびシユタルク効果、高密度状態における拳動の研究
- (2) 固体内希土類イオンの光物性の研究-バイブロニック・スペクトルの研究、エネルギー移動の研究、磁気的整列状態におけるスペクトルの研究
- (3) Cr<sup>3+</sup> + 多核錯塩のルミネッセンスの研究

国府田研(東大物理工学)(共同利用)

ハロゲン化銅の励起スペクトルに対する一軸性圧力効果

次にこれらの研究による学会講演と発表された報文の数とを数えてみよう。

研究室	学会講演	報 文	
		full paper	short note
長 倉	6	5	2
神 前	1 1	5	2
小 林	4		3
井 口	1	1	1
塩 谷	1 8	4	3
国 府 田	1		

研究の成果は勿論報文の数だけで評価はできないし、またすべきではない。ここでその数をあげたのは、これら分光器が如何に有効に使われているか、を示したかったからである。これら分光器が入ってから未だ丸3年にしかならないことを考えると、上にあげた数は非常に大きいといえよう。所内の共通装置でこれだけ有効に使われているものは他にないのではないかと思われる。

上の研究テーマの中、長倉研の(1)と国府田研のを除くと、すべてSpex 分光器を使ひ研究である。このため使用時間の調整が必要で、5研究室の代表が相談して毎月の割当てスケジュールをつくって運営している。目下の所、お互いに譲合いの精神を發揮して何とか運営しているが、ヘリウム液化日の火・水・金曜日については、使いたいという希望の半分位しか満すことができないのが実状である。さらに研究室間を毎回移動させて、それにより狂いが生ずることが避けられず、また長い期間独占することができないため、分光器と組合わせて少し手の込んだ独特な装置を組立てるような実験は始めからあきらめざるを得ないのが実状である。幸にして、本年度の強磁場特別設備費でSpex 分光器が1台買えることになり、これは全所的に使わせてもらえるので事情はいく分緩和されると期待される。しかしこれでも不足なことは明らかで、我々としてはさらに少くとも2台をできるだけ早く手に入れ、割当てスケジュールなどにわざらわされることなく、独自の研究を発展させたい、と念願している。

## 短期研究会報告

### 『超流動と超伝導』

名大・理・物	馬	宮	孝	好
東大・理・物	高	山	一	
東大・物性研	黒	田	義	浩
東大・物性研	栗	原	康	成

この研究会は極低温現象を代表する二つの柱でかつ相互に関連をもつ超伝導と超流動（液体ヘリウム）の研究の現状を検討し新しい問題への手がかりを得る目的で計画された。敷延すると、まず液体ヘリウムの研究では、しばらく停滞状態がつづいていたが最近は世界的に活発となると共に幾つかの重要な実験事実がでて来つつあることが挙げられる。この研究会で第一にとりあげたが、励起スペクトルに二つのプランチが存在することが確実になったことはその一つの例である。一方超伝導においては基本的な問題に関してはあらかじめ理論と実験の検討がやられて、幾つか残された所があるにはあるが、焦点が変りつつある情勢である。BCS理論の出現前後、第二種超伝導の発展、と分けると第三の時期に入りつつあると云って良いであろう。液体ヘリウムの実験は日本では今迄一、二の例を除いて本格的に進められていない。しかしこれからはもっと積極的に取組んで良い問題である。この糸口として理論家と話合う機会を持つことは特に有意義であろうと考えられた。

この研究会が提案されたのは1969年夏で、世話人は、大塚泰一郎（東北大・理・物）、碓井恒丸（名大・理・物）、中嶋貞雄（東大・物性研）、菅原忠（）の四氏である。この研究会の具体的運営については物性研にいる世話人より広く関係研究者にアンケートを求めるなどの方法で与論の集約を行なってみたが、主なトピックスに関する総合報告にとどめようとする意見と各個の研究の討議に力点をおくとの意見にはゞ二分された。結局は世話人の協議により、主なトピックスについての簡単な序説に関連する各個の研究報告を配する方式をとることとした。こうして出来上ったのが次のプログラムである。液体ヘリウム（超流動を含め）では前に述べた事情も反映して幾つかの興味ある話題が出された。理論が主であるが、励起スペクトルに関する問題、 $\text{He}^3 - \text{He}^4$  混液での相転移、固体ヘリウムにおける超流動性、唯一の実験としてヘリウム中のイオンの本質に関する問題などがあげられる。超伝導では、最近の話題の中心（外国では既に

熱がさめているらしい)である「ゆらぎ」に関する研究が多く報告された。Tcの決め方など実験と理論の比較の点に問題がありそうである。この他に、超伝導によるフェルミオロジー、ボルテックス運動における未解決問題、磁性不純物効果、ジョセフソン効果などが主な話題となった。なお時間の関係で幾つかのコメントが実際に議論されず残ったのは残念であった。この中にも興味のある話題が少なからずあった筈である。

この研究会の参加希望者は申込みの段階で130人に達し意外に大きい規模のものとなった。参加者が多いこととゆったりした場所で討議する方が効果的であろうとの二つの理由から会場として国立教育会館を選んだ。これはほぼ期待通りの効果をあげたが、一方で会場費を世話人と参加者が負担しなければならない破目となった。大型の研究会は必ずしも好ましいものではないが、物性研にゆっくりした会場が必要であることを痛感させられた。また物性研を離れた関係で事務的な面でも仕事が多かったが、これに対しては準備を含め物性研の石塚さん、益子さんに負う所が多かった。

以下、研究会のプログラム、各研究の内容と問題点などについての分担執筆者(液体ヘリウムは黒田と栗原、超伝導は馬宮と高山)のレポートの順で研究会の報告を行なうが、予定したプログラムと実際とは若干喰い違っていることをお断りしておく。(以上 菅原忠一世話人)

#### プログラム

場 所 国立教育会館 大会議室

期 日 昭和45年3月23日～25日

3月23日

##### A 液体ヘリウムII

1. 序 説 中嶋貞雄(東大物性研)

2. 液体ヘリウム励起スペクトルの二枝構造 岩本文明(東大・教養)

3. Bose 粒子系の pair theory と液体He<sup>4</sup> の二枝励起

中嶋貞雄、黒田義浩、栗原康成(東大物性研)

4. 液体ヘリウムIIにおける励起スペクトル 砂川重信(阪大・教養)

5. Collective Motion and Ultrasonic Attenuation

in Liquid He

西山敏之、一柳正和、植山 宏(阪大・教養)

6. 漩糸の生成について

水原律子(教育大 理)

B. ヘリウム中のイオン

7. 序 説

8. 液体ヘリウム中のイオンに関する実験

伊達宗行(阪大 理)

C. He<sup>3</sup> - He<sup>4</sup> 混液

9. 序 説

10. He<sup>3</sup> - He<sup>4</sup> 混合液の phase diagram

永田恒夫、宗田敏雄(教育大 理)

11. He<sup>3</sup> - He<sup>4</sup> の  $\lambda$ -line における比熱

恒藤敏彦、川本 宏、山下芳文(京大 理)

D Fermi 流体

12. Cooper 対の特異性によるノーマルな Fermi 流体の異常

三沢節夫(日大 理工)

E 固体ヘリウム

13. 固体He<sup>4</sup> における off diagonal long-range order

松田博嗣(京大基研)、恒藤敏彦(京大 理)

3月24日

F 超伝導におけるゆらぎ

14. 序 説

都築俊夫(九大 理)

15. 超伝導オーダーパラメーターのゆらぎの電子状態密度への効果

高山 一(東大 理)

16. 反磁性帶磁率のゆらぎの効果

都築俊夫、小柳正男(九大 理)

17. Magnetic Field Dependence of Fluctuations in the Resistive Transition of Dirty Superconducting Al Films

梶村皓二、御子柴宣夫(電気試験所)

17' Josephson 電流に対する Fluctuation の効果

吉広和夫、梶村皓二(電試 田無)

18. Al 微粒子膜における超伝導遷移について

大島和成、藤田哲雄、和田伸彦(名大 理)

1.9. 超伝導薄膜の resistive transition

青木亮三、西山俊一、河村尚登、畠田研司、川口 尚(九大 理)

G 遷移金属の超伝導・第二種超伝導

2.0. 序 説

大塚泰一郎(東北大 理)

2.1. Th-Y, Th-La の超伝導

佐藤武郎、能谷健一(東北大 理)

2.2. Superconductivity in Transition Metals

日下部剛資(教育大 理)

2.3.  $H_{c2}$  and  $K_2$  -parameter of a superconductor

with cubic symmetry

長島富太郎、高中健二(東北大 工)

2.3.  $Nb_{1-x}Ta$  合金の  $H_{c2}$  の近傍におけるトルクの異方性

土井秀之(東大物性研)

H ポルテックス運動

2.4. 序 説

武藤芳雄(東北大金研)

2.5. Nb 及び Nb-Mo における Vortex Motion

武藤芳雄、能登宏七、森 克徳(東北大金研)

2.6. Vortex state の輸送現象について

海沢沢丕道(東大 理)

2.7. 磁場中での type II超伝導薄膜の遷移の異常

大串哲弥、高山哲信、渋谷喜夫(九大 理)

3月25日

I 超伝導理論

2.8. 序 説

和田 靖(東大 理)

2.9. 超伝導体の圧力効果

和田 靖、田村良雄(東大 理)

3.0. Higher Order Contribution of Random

Impurities in Superconductor

北村豊幸(教育大 理)

J 磁性不純物

3.1. 序 説

菅原 忠(東大物性研)

3.2. 核スピン緩和：比熱

益田義賀、馬宮孝好、岩橋克聰、橋本雅弘、青井俊夫（名大 理）

3.2' LaAl - Gd の ESR

朝山邦輔（阪大 基工）

K Josephson 効果

3.3. 新しい Josephson 素子

三谷正男（日立中研）

3.4. Phase Coherence in S-N-S Junction

石井 力（東大 理）

L コメント

3.5. 合金・半導体接合の Tc

津田惟雄（無機材 研）

3.6. パルス電流による超伝導破壊

古賀清毅、渋谷喜夫（九大 理）

3.7. Zr<sub>2</sub>Co - Zr<sub>2</sub>Ni 系の超伝導と帯磁率

山谷和彦（北大 理）

3.8. Ga のエネルギーギャップの異方性

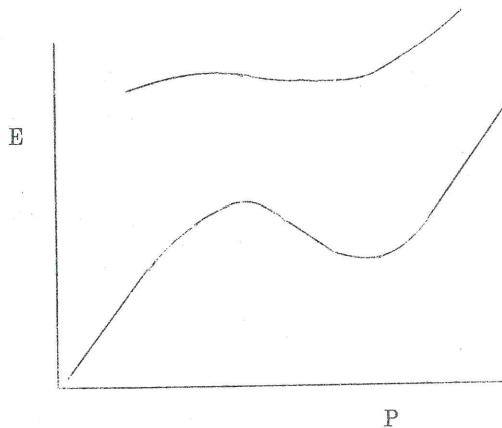
吉広和夫（電気試験所）佐々木 亘（東大理）

概要と問題点

A-1. 液体ヘリウム II に於ける励起スペクトル（序説）

中嶋 貞雄（東大物性研）

液体ヘリウム II に於ける励起現象を考えるのに、大別して、二通りのやり方がある。その 1 つは、Landau - Feynman 流で、現象を完全流体 + 励起状態として見ようとするもので、実際、He 粒子間の相互作用として適當なものを考慮すれば、良く現象を説明するが、ただ、ボーズ凝縮との関係が不明確である。他の 1 つは、London - Bogoliubov 流で、理想ボーズ気体を出発点に、より実際的な場合に拡張して行くやり方である。今回は、特に、後者の場合について、Bogoliubov 理論の拡張に際しての問題点及び最近の Chalk River グループの実験（二枝励起 - 下図）に関連した問題点等を指摘された。



#### A - 2. 液体ヘリウム励起スペクトルの二枝構造

岩 本 文 明 ( 東大教養 )

Pair theory に於ける基底状態に全運動量一定の Pair を付加した状態を、 R. P. A で考えると、 gap 中にある bound state と高エネルギー側の continuum 中に ある resonance state が生ずる。この resonance state が Chalk River グループの実験での高エネルギー側の励起に対応しうること、及び、より rigorous を取り扱いで、一粒子励起に gap が なくなったとしても、上記の考察が、定性的に成り立つ事等を示された。

#### A - 3. Bose 粒子系の Pain theory と液体 He<sup>4</sup> の二枝励起

中 島 貞 雄 ( 東大物性研 )

He<sup>4</sup> 粒子間の相互作用が引力の場合（但し、密度は given とする）を考えると、先づ  $N_0 = 0$ 、  $\langle \psi \psi \rangle \neq 0$  の状態が存在する。（  $N_0$  は凝縮粒子数、  $\psi$  は Boson の field operator ）。この場合、超伝導に於ける BCS state と同様に一粒子励起には、 gap が生じ、その中に、 phonon like な Anderson mode が存在する。次に、  $N_0 \neq 0$  の場合への拡張は、  $N_0$  が小さな極限の場合を除いて、一般には、 self-energy renormalization が重要なことを指摘された。

A-4. 液体ヘリウムIIに於ける励起スペクトル

砂川重信（阪大教養）

Prog. Theor. Phys. 41 (69) 919では、He原子間引力として、井戸型ポテンシャルを仮定して、励起スペクトルを計算されたが、今回は、より実際的な Morse potential を用いた計算結果を報告された。又、終りに、これまで見落していたもう一方の解を考慮すれば、二枝励起が説明出来るかも知れないことをコメントされた。

A-5. Collective Motion and Ultrasonic Attenuation  
in Liq. He.

西山敏之（阪大教養）

集団記述によって、液体He IIの励起現象を phonon part と individual excitation に分けて議論し、それに従って、低温に於ける超音波吸収を議論された。又、λ点近傍の臨界振動による異常については、Pitaevskii の現象論を用いた Levanyuk の議論に、適当な inertial effect を考慮すれば、説明出来ることを示された（この項、植山氏のコメント）。

A-6. 漩糸の生成についての仮説

水原律子（教育大）

$T_\lambda$  以上で円筒形容器と共に、一様に回転している液体He IIを、 $T_\lambda$  以下に下げた時に、渦糸が出来る過程が、二流体モデルを用いて、壁面及び中心に於ける  $\rho_s - \rho_n$  間の転移を考えれば、角運動量保存則に従って説明出来ることをコメントされた。

B-7, 8. 液体ヘリウム中のイオン（序説と実験）

伊達宗行（阪大）

He II中の荷電粒子の生成法、並びに電子を中心とする Bubble モデルと  $H^+$ を中心とする iceberg モデルの説明があり、次に伊達氏の実験の報告があった。(1)負の磁気抵抗が存在し、特に磁場に平行方向の抵抗が小さい。(2)階段的時間変化をする電場に対して、その電流の

時間的変化に三つの段階がある。(3)一方の端子を He 液中に他方の端子を液面より離して電圧をかけると逆電流が流れる。

C - 1 0 He<sup>3</sup> - He<sup>4</sup> 混合液の phase - diagram

永 田 恒 夫 (教育大理)

Prog. Theor. Phys., Vol. 38 No. 5 ('67) に報告された混合液中の励起の安定条件を使って、混液の安定な共存境界の phase diagram を求めた。その際、零音波の速度はフエルミ-流体理論によって求め、He<sup>4</sup> の音波は、ボゴリュボフ理論を使って求めた。He<sup>3</sup> が 30 % 位までは実験と良い一致を示している。ボゴリュボフ理論によって温度変化を求めたこと、励起の安定性と相分離との関係等に、問題は残されている。

C - 1 1. He<sup>3</sup> - He<sup>4</sup> 混液の  $\lambda$  - line IC における比熱

恒 藤 敏 彦 (京大 理)

混合系に対する現象論を展開し、C<sub>p,x</sub> - C<sub>v,x</sub> を議論した。上記の量は、 $\lambda$  - line IC 上から近づく時は、最初 log τ で増加するが、τ → 0 になると、分母分子が打消し合い、上記の量が有限に留まる事を示した。この量が発散しない理由は、混液の特殊性によるかは、まだ解明されていない。一般に C<sub>p</sub> は相転移点で発散するが、この物理的意味付けは、まだなされていない。

D - 1 1. Cooper 対の特異性によるノーマルなフエルミ流体の異常

三 沢 節 夫 (日大理工)

フエルミ流体で Cooper 対の相互作用は、超伝導で良く知られている様に、singular な項即ち、log (T/T\*) なる項を含む。ガス近似の範囲内では、充分低温になるとこの項によって He<sup>3</sup> の帶磁率及び、比熱の温度変化が支配される事を示した。(パラマグノン効果ではなくて)しかしこの様な order の characteristic な温度が出て来る事は、理解していく。

### E - 1 3 固体He<sup>4</sup>に於ける off diagonal long-range order

松 田 博 嗣 (京大基研)

固体He<sup>4</sup>に於ける超流動の可能性を知るために、boson系に対して格子模型を適用し、それをスピニハミルトニアンで表わし、diagonal long range orderとoff diagonal long range orderとの共存の条件を議論した。その結果スピンのz方向に関しても、x方向に関しても、反強磁的になる場合が存在しうる事、即ち、DLROとODLROの共存がある事を示した。

### F - 1 4、1 6 超伝導にゆらぎ(序説)、反磁性帶磁率のゆらぎ効果

都 築 俊 夫 (九大理)

(1) 薄膜のゆらぎによる余分の電導度  $\sigma'$  の実験結果を Aslamazov-Larkin 理論 ( $\sigma' = \epsilon_0 \eta^{-1}$ 、 $\eta = (T - T_c) / T_c$ ) と比較すると、ほとんどの試料で  $\eta^{-1}$  依存性は得られるが、定数  $\epsilon_0$  は試料作成の温度条件に関係したばらつきを示す。その本質的原因が何かはまだ説明されていない。

(2) AL項とは別に  $(\eta - \delta)^{-1} \ln(\eta/\delta)$  依存性を持つ真木項が  $\sigma'$  に寄与すると考えられるが、実験的には  $\ln \eta$  依存性はまだ見つかっていない。ここで  $\delta$  は pair breaking 効果を表す重要なパラメータで、その一つの原因に proximity 効果がある。より直接的には磁場効果があるが、 $\vec{H}$  ⊥ 膜面の場合に真木項も加えて解析するのが適当な実験例がある一方、 $\vec{H} \parallel$  膜面では AL項だけで充分である実験例もあり、真木項の問題は依然明らかでない。

(3)  $\sigma'$  が  $\eta^{-1}$  依存性からずれる  $\eta$  の小さな領域では、ゆらぎ間の相互作用(臨界ゆらぎの議論)と電場の非線型効果とが問題になるが、どちらが先に、あるいは主に効くかは現在の所明らかでない。

(4) 帯磁率についての磁場の非線型効果を入れると AL値より小さくなるが、実験値は更に小さい。

F-15 オーダーパラメーターのゆらぎの電子状態密度への効果

高 山 一 (東大 理)

(1) A L理論の範囲でゆらぎの伝播子を含む最も簡単な電子の自己エネルギーを計算し、電子状態へのゆらぎ効果を見る。状態密度の計算結果は Cohen らの実験と定性的にはほぼ一致する。

(2) ゆらぎの波数の cut-off  $q_c$  はゆらぎの解析の際様々な所に現われるが(状態密度の形も  $q_c$  に敏感)、これが  $O(\xi^{-1})$  か  $O(\xi(\eta)^{-1})$  かが問題になる ( $\xi$  は  $0^\circ K$  のコヒーレンスの長さ)。ゆらぎの伝播子についての簡単な考察からは  $q_c \propto \xi^{-1}$  となるが、状態密度の実験の説明には  $q_c \propto \xi(\eta)^{-1}$  の方が良さそうである。

(3) 臨界ゆらぎの議論では、電子の伝播子とゆらぎの伝播子とを分離できそうでない事が指摘された。

F-17 Magenetic Field Dependence of Fluctuations

梶 村 鮎 二 (電気試験所)

(1) 室温蒸着の Al 薄膜の  $\delta^1$  を精密に測定し、 $\epsilon_0$  の平均自由行路  $\ell$  依存性が実験式  $\epsilon_0 / \epsilon_0^{AL} = a \ln \ell + b$  で表わされることを確認した (a, b 定数)。

(2) 臨界領域での測定結果は Marčelja の理論と定性的に一致する。

(3) 磁場効果を調べると、pair breaking 効果による  $T_c$  の下がりに加えて、磁場がゆらぎを抑える効果を持つことが解った。この傾向は Fulde - 真木の理論とは逆、Abrahams らの理論と合う。

(4) Schmid, 都築の理論と定性的に一致する電場の非線型効果を確認した。

(F-17' 吉広、梶村) Josephson 電流  $I_J$  へのゆらぎ効果を Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pb 接合で実験し、Al の抵抗が残っている温度で既に  $I_J$  やエネルギーギャップが測定された。

F-18. Al 微粒子膜における超伝導遷移

大 島 和 成 (名大 理)

測定された Al 微粒子膜の超伝導遷移が本質的なゆらぎによるより、むしろサイズ効果によ

ることが次の様にして解った。Parmenter による  $T_c$  のサイズ効果と、電子顕微鏡で測定される粒度分布とを用いて  $\delta^1$  を計算すると実験値とは合う。また粒子の大きさは、 $\xi$ 、 $\ell$  のいずれよりも大きく、個々の粒子の超伝導性を検討するのが良い。

#### F-19 薄膜の Resistive Transition

青木亮三（九大理）

- (1)  $\epsilon_0$  の  $\epsilon_0^{AL}$  からのずれの原因を見るため、Gaについて膜厚一定で  $\ell$  を変え( annealing 法で)  $\epsilon_0$  の  $\ell$  依存性の解析を試みたが満足な結果は得ていない。
- (2)  $T_c$  を実験的に決めるには、先ず高温部で常電導度を決め、 $\delta^1$  が適当な大きさになる部分の  $\eta^{-1}$  依存性を外挿するのが良い。
- (3)  $T_c$  の両側で  $R(T)/(R_n - R(T))$  は  $|T - T_c|$  に對しほう対称的な振舞いを示す。これはオーダーパラメーターの平衡値からのずれだけが  $\delta^1$  ( $T > T_c$ )、 $R(T)$  ( $T < T_c$ ) に効くとすれば簡単な説明ができるとの指摘があった。

#### G-20 遷移金属の超伝導(序説)

大塚泰一郎（東北大理）

$T_c$  と  $H_{c2}$  の話に限る。 $T_c$  を First Principle から計算できないかという試みがなされている。 $T_c$  を見積るためにはフォノン結合定数  $\lambda$  が必要であるが、J.J.Hopfield は Mc Millan の出した  $\lambda$  についてさらに詳しく論じ、遷移金属の atomic な性質を考慮に入れた理論を出した。その結果は  $\lambda \sim N_p l d u / d z l^2 / M \langle \omega^2 \rangle \sim \eta / M \langle \omega^2 \rangle$  である。 $N_p$  は p-state の状態密度、 $u$  は結晶ポテンシャルであり  $\langle \omega^2 \rangle$  と  $l d u / d z l$  に atomic property が反映する。 $\eta$  の数値は周期律表の各列で一定となる。圧力効果から  $\eta \propto v^{-3.5}$  であるから ( $v$  は atomic volume) 合金 (例  $Nb_3Sn$ ) の  $\eta$ 、さらには  $T_c$  もその構成元素 ( $Nb$ ) の  $\eta$  から見積ることができる。

次に  $H_{c2}$  の異方性の測定からフェルミ面の研究 (Fermiology) ができる可能性について論じた。 $Nb$  で  $H_{c2}$  の異方性が直接測定されているが、これは Hohenberg 達の理論によれば、non-local G-L 方程式から出てくるものであり、フェルミ速度及び状態密度の異方性と密接に関係している。したがって  $H_{c2}$  の異方性を測定することによって逆にフ

エルミ面の形を決めることができる。Nb等第2種超伝導体だけでなく、Pb等第1種においても  $H_{c3}$  を測定することにより  $H_{c2}$  を導き、同様にエルミ面の研究をすることができる。

#### G-21 Th-Y, Th-La の超伝導（実験）

佐藤武郎（東北大理）

La 及び Th では f電子のために超伝導が起っていると考えられるので、La で virtual Bound Level の検出を X線吸収で行なう計画が進められている。また La 及び Th は f電子のためにデバイ温度が低くなると考えられる (Kasuya) ので、Th-Y 系で  $\Theta$  及び  $T_c$  を測定したところ、Y 3.5%まででは Y濃度と共に  $\Theta$ 、 $\gamma$  は増加し  $T_c$  は下る。 $T_c$  と  $\Theta$  は逆の傾向を示すので Th も La の 4f と同様に 5f 電子のために超伝導が出現していると結論された。また  $\eta = \lambda M \Theta^2$  は測定濃度範囲で一定であり、Hopfield 理論がたしかめられた。

#### G-22 Superconductivity in Transition Metals

日下部剛資（教育大理）

Rh-Y 系では Rh 側も Y 側も他の元素の濃度が増すにつれて  $T_c$  は上る。この説明のため Suhl 達の two band model で不純物が入った場合の  $T_c$  を second Born 近似の範囲内で計算してみた。d-band の cut-off ( $\omega_D$ ) 及び s-d 間の cut-off ( $\omega_{sd}$ ) の値により、 $T_c$  は上る場合も下る場合もありうる。

#### G-23. $H_{c2}$ and $\kappa_2$ -parameter of a superconductor with cubic symmetry (理論)

長島富太郎（東北大工）

Nb のような cubic symmetry のある場合の  $H_{c2}$  の異方性は  $H_1 = 1$ 、  
 $H_2 = \alpha^2 \beta^2 + \beta^2 \gamma^2 + \gamma^2 \alpha^2 - \frac{1}{5}$  のように表わせるが、さらに高次の  $H_3$ 、 $H_4$  等を

計算し、フェルミ速度等で表わした。また電流がある場合のフラックスのずれを論じた。

### G-23 NbTa合金の $H_{c2}$ におけるトルク異方性

土井秀之（物性研）

異方性を大きく出すためマグネットを回転させて induced Torque 法により NbTa 合金のトルク異方性を検出した。Ta 濃度が増すにつれてトルクの角度依存性の形がかわる。 $Nb_{70}Ta_{30}$  でも異方性が観測されており、大塚等の  $H_{c2}(0) / (-dH_{c2}/dt)_{t=0}$  が理論値よりも大きくなることと一致している。

### H-24, 25 ポルテックス運動（序説）、Nb、Nb-MoにおけるVortex Motion

武藤芳雄（東北大金研）

Nb (pure) や各種合金 (dirty) の  $H_{c2}(T)$  近傍で輸送係数を測定し、その大きさ T 依存性などを Caroli - 真木の理論、及びそれに続く真木の幾つかの理論と比較する。

(1) flux-flow 抵抗 dirty では CM の理論値と良く一致し、最近の Thompson, 海老沢 - 高山の理論とは合わない。pure では理論値とオーダーで合わず、T 依存性も一致しない。(2) Hall 効果 測定した Nb と  $Nb_{80}Mo_{20}$  の試料についてはそれぞれ pure, dirty の真木理論と定性的な一致が見られるが、これまでに様々な実験報告があり、それらを含めた Hall 効果についての基本的な理解はまだ出来ていない。(3) Ettingshausen 効果 理論と実験の一一致は極めて良く、残る点は磁束に伴うエントロピーが真木の理論通り  $T \rightarrow 0^\circ K$  でゼロになるか否かを確証することにある。(4) 热伝導度 pure では磁場異方性、温度依存性などは理論と合うが、定量的にはオーダーの違いがある。dirty では定量的に  $2 \sim 3$  割のずれが測定されるが、そのずれの方向から、In 合金ではフォノンの寄与を、Nb 合金では強結合効果を考慮すれば良さそうである。

### H-26 Vortex state の輸送現象

海老沢 丕道 (東大 理)

flux - flow 抵抗の Caroli - Maki の計算には非可換な演算子の順序づけに誤りがある。但し実験値は CM 値と良い一致を示しており、修正した理論値と合わない理由がまだ解らない。pair の運動エネルギーを含めることで真木が導いた Hall 効果は  $O((\epsilon_F \tau)^{-1})$  の量だが、このオーダーの量を精密に調べるには、これまで無視されていたもの（不純物効果の高次など）を含める必要がある。更に電子の自己エネルギーの実部にエネルギー依存性があると Hall 効果に寄与するものが出そりである。

### H-27 磁場中の type I 超伝導薄膜の遷移の異常

大串哲弥 (九大 理)

Pb 薄膜で中間状態から vortex 状態へ移る臨界膜厚  $d_c$  を測定すると、 $d_c$  の両側で臨界磁場の厚さ依存性は理論と合うが、 $d_c$  の値自体はオーダーで異なる。抵抗の測定では、vortex 状態で pinning を伴う flux - flow 抵抗を示し  $d_c$  に近い膜の中間状態では通常の抵抗に加えて、flux - bundle - flow 抵抗が測定される。（電流 - 電圧直線の屈曲が bundle の pin 止めのはずれに対応）。今後 grain の大きさと pinning 効果との相関、中間状態での bundle の運動を問題にしてゆく。

### I-28, 29. 超伝導理論（序説）、圧力効果

和田靖（東大 理）

強結合理論は電子 - フォノン相互作用の強さとフォノン状態密度の積  $\alpha^2 F(\omega)$  をパラメータとするギャップ方程式から出発する。

McMillan は  $\alpha^2 F$  に Nb のそれを用い、ギャップに適当な近似解を代入して  $T_c$  に対する表式を導いた。 $T_c$  の圧力効果はこの表式中のパラメータ ( $\alpha^2 F$  の平均値など) の圧力依存性の議論からも得られるが、ギャップ方程式自体の圧力依存性を直接考察する事でより厳密な結果が導ける。相互作用の形を適当に選ぶと  $T_c$  の圧力依存性は直ちに求まり、結果は Grüneisen 定数  $\gamma$  と密接な関係がある。但し  $\gamma$  が縦波、横波で異なり、かつ  $\alpha^2 F$  が両波の成分に分割できない場合には導いた結果は適用されない。翻って McMillan 則を検討

すると、 $\alpha^2 F$  が  $N b$  のそれに近い物質の大まかな性質の議論には有効だが、 $\alpha^2 F$  が著しく異なる物質や、 $\alpha^2 F$  の微細な変化が問題になる効果（圧力効果など）の議論にはそれ程有力ではない様だ。より厳密には電子-フォノン相互作用の形にまで立ち戻った議論が要求される。

### I - 3 0 Higher Order Contribution of Random Impurities

北 村 豊 幸（教育大 理）

不純物による散乱の高次の補正を米沢-松原のキニムラント法（不純物間の相関を無視）で取り入れた時の GL 方程式を調べる。電子の伝播子に対する補正と首尾一貫する補正を各種ダイアグラムについて取り込んだ結果は Anderson 則から予想される通り本質的に Gorkov の得た式と同様になる。たゞ Gorkov の式中の  $(2\tau)^{-1}$  を濃度 C の関数

$$I(C) \propto - \sum_n (C/C - 1)^n$$
 に置換すればよく、このため電磁気的性質が修正される。

### J - 3 1 磁性不純物（序説）

菅 原 忠（東大物性研）

s-d 交換相互作用から出てくるもの。1) AG理論は次の測定で検証されている。Tc の降下、Hc-T の関係、Hc2(T)、状態密度、ギャップ、遠赤外吸収、比熱の T 依存性及び jump。2) order parameter の空間変化。都築・恒藤による理論はあるが実験的検証はない。3) s-d 相互作用の高次項からくるもの。AG理論からのずれの理論がある。実験事実としては La-Ce 等で gapless 領域が広い ( $J < 0$ )。4) 不純物相互作用、スピン相互作用による AG 曲線からのずれ。5) Zn-Mn の如き simple な試料で研究する必要がある。

次に Bound state の存在の理論。Zittar の超伝導体の Nagaoka 解によれば、 $J < 0$ 、 $J > 0$  のいずれも超伝導体エネルギーギャップ中に Bound state が存在する。

### J - 3 2. La<sub>3-x</sub>Al<sub>x</sub> の核スピン緩和、比熱、磁化

益田 義賀、馬宮 孝好（名大 理）

pure La<sub>3</sub>Al の  $T_1$  は BCS 理論と低温でのスピン拡散で説明できる。Gd を含む試

料では異状な振舞が観測され、 $T_1$  の温度変化が BCS よりも急であり、低温での振舞はスピノ拡散とは逆の傾向を示す。正常状態での  $T_1$  T は磁場に對して減少し、Jovanni の理論等でも説明できない。磁化測定から Gd 0.5% 以上を含む試料では、低温で Gd の order がある。比熱測定でも超伝導の比熱の他に、Gd の order の excess の比熱が測定されている。 $Hc_2(0)$  は Gd 濃度と共に linear に減少する。その傾斜は  $T_c$  対 Gd 濃度からえられた  $\tau_s$  を使って計算した値とほぼ一致する。

### J - 32 : $La_{3-x}AlGd_x$ の ESR

朝山邦輔（阪大）

磁性不純物 Gd の近くでのオーダーパラメーターの変化を見るために Gd の ESR の巾  $\Delta H$  を測定した。 $\Delta H$  は Gd - 伝導電子緩和時間に逆比例するはずであるから Gd 濃度の高いものについては、 $\Delta H$  の residual を引くと  $T_1 T = \text{const}$  となる。Gd 濃度が低く、超伝導になるもの (0.75% 以下) では巾は測定最低温度から  $T_c$  までで 2.5 倍くらいしかかわらない。

### K - 33. 新しい Josephson 素子

三谷正男（日立中研）

Yamafuji が  $S_I - S_{II} - S_I$  sandwich で  $Hc_1(I) > Hc_2(II)$  なら  $S_{II}$  に一列にフラックスが並び Josephson 効果が起ることを示唆したが、その検証のための実験を Pb - In - Pb で行なった。

この実験結果が SIS でなく SSS であると結論したのは次の事実による。1) O 磁場での Josephson DC 電流が 1 A という大きい値。2) 30 ~ 50 mV の電圧に耐える。3) 900 ガウスで Josephson 電流が出て 1200 ガウスでは出ない。

#### K-34. Phase Coherence in S-N-S Junctions

石井 力（東大 理）

SNS接合でのJosephson電流 $I_J$ を求めるのに、N部でゼロ、S部で一定（但し両側で位相が異なる）の off-diagonal potential を仮定し、電子の伝播子を計算する。得られた S 右 → S 左 の伝播子は、電子が 2 つの S N 境界で何回か反射を繰り返した後透過するものの重ね合せと理解され、その結果の  $I_J$  は位相差  $\psi$  の関数としてノコギリ波になる。（n 回の多重散乱が  $I_J \propto \sin n\psi$  を与える）。但しこの場合、SIS接合の類推から簡単に求めた位相の結合エネルギー E は、 $I_J = 2e/\hbar (\partial E / \partial \psi)$  を満しておらず問題点として残される。

L3 5～38時間の関係で割愛された。

（以上）

## 共通実験室報告

### 中性子回折室

星 基 祯 男

物性研の中性子回折施設の状態、研究体制などについて、この物性研だよりではしばらく報告が途絶えていたようです。その間に、研究所内外の方々の御協力と御理解により、かなりの整備拡充がなされてきました。また共同利用の申し込みも、増加していますので、ここに現状報告を致します。

御存知のように、物性研では、昭和36年に、東海村のJRR-2号原子炉HT-8水平実験孔に、中性子回折装置を設置して実験を開始しましたが、始めの3~4年は、原子炉のトラブル等のために運転時間が少なく、研究の進展は思うにまかせませんでした。その後次第に定常的な高出力運転がなされるようになりましたが、それでもマシンタイムは年間通じて20%程度しかなく、共同利用を含めて相当量にのぼる実験時間の要求にはとても応えられないため、JRR-3号炉H-3実験孔を新たに原研より借用し、昭和42、3年度に認められた特別設備費で2台の回折装置を作製し設置しました。ところが、43年度は2号炉が火災等により長期間運転を中止し、これが修復し運転開始したのも束の間、今度は3号炉の方が燃料棒破損事故等のために43年度の約1年間休止するなど、なかなか定常的な運転態勢とはなり得ませんでした。しかし、今年度に入ってようやく両原子炉共に本格的な利用運転を開始し、後に説明するように、かなりのマシンタイムが得られるようになった次第です。

この間に、物性研内の研究体制の整備もとりあげられ、昨年度に、中性子回折部門が新設されました。たまたま、今まで活発に研究活動を進めておられた石川さんが東北大に転出されたことは残念ですが、今春、新部門に平川、伊藤両氏が就任され、私のところとあわせて3研究室が協力して今後の研究推進に当ることになり、部門にこだわらない研究グループ制の考え方の下に、新しい体制を組んでスタートしたところです。

以上が大ざっぱな現状の御報告ですが、次に、物性研の3台の回折装置とその付属装置の内容と、マシンタイムなどについて御説明しましょう。

○ J R R - 2 中性子回折装置 ( I S S P N D - 1 号機 )

この装置については方々に報告してきましたが ( J . phys . Soc . Japan 17 , B - II ( 1962 ) 358 , など ) 、一昨年少し手を入れて、炉壁挿入のコリメーターを改良品と交換してビーム強度を 3 ~ 4 倍とし、モノクロメーターシールドを追加し、またモノクロメータ結晶を改善し ( 現在は Ge を用い入射中性子の波長  $1.24 \text{ \AA}$  を使用 ) 、臨界散乱、非弾性散乱の測定がやっと出来るようになりました。複結晶分光型ですから、入射波長は固定ですが、結晶アライザーを用いて、散乱線のエネルギー分析ができます。但し、プログラム制御は、今の所 E - const. 法のみで今年度できれば q - const. 法もできるように追加回路を入れたいと思っています。また、他の回路系も 10 年経って故障も多くなったので、近く部分的更新をしようと準備しています。 J R R - 3 の装置ができたので、弾性散乱の仕事はなるべくそちらの方でやり、この装置はほとんど非弾性散乱測定専用に使用しています。

○ J R R - 3 中性子回折装置 ( I S S P N D - 2 号機 )

昭和 43 年度から使いはじめたこの装置は、プログラム制御は出来ませんが、1 号機と異なり入射線波長は連続可変で、さらに粉末試料の測定能率を高めるために 3 本の計数管を約  $15^\circ$  ( 少少可変 ) おきに配置している点などに特徴があります。またこのカウンター部の交換により結晶分光用の第 2 分光器 ( 手動 ) を取りつけることができます。この装置の最大の特徴は、偏極中性子線を得る装置を附属させたことで、目下、伊藤さんが中心になって、整備をすすめているので、近くこの方が完成すれば、磁性体研究には偉力を発揮するものと期待しています。

○ J R R - 3 小型中性子回折装置 ( I S S P N D - 3 号機 )

これは従来のものとは異なり、構造解剖専用に作られた 4 軸型回折装置で、予算が足りなくて Computer 制御とまではいかなかったのですが、テープによる自動測定ができます。この装置は昨年度始めに納入されたのですが、あいにく J R R - 3 が昨年度は運転しなかったため、今年度に入ってから調整テストを始めたので、秋頃からは共同利用にも供せられるようになると思います。本体、回路系、測定台とも、2 号機の上に 2 階を作って設置してあり、真下から垂直上方に放射される断面積  $1 \text{ cm}^2$  のビームを利用するものです。構造解析の方は今まで大分不便をして来ていますので、この装置が使えるようになれば、かなりの要望に応えられるのではないかと思います。ただし、目下の所、 He 温度での測定は考えていません。

o 附 屬 装 置

まず低温クライオスタットとしては、He用のもの標準型2台、N<sub>2</sub>用の標準型1台があります。これらはいずれも大型ゴニオヘッドの上にのせて結晶方位の調節ができます。将来は現地に小型の液化機を据えつけたいと考えていますが、今の所、一回の実験に10~15ℓのHeを東京から車で運んで測定を行なっています。圧縮機を設置してあるので、回収ガスはボンベにつめて持ち帰ります。このような事情なので、なかなか超電導マグネットなどの製作にはふみ切れないのでいるわけです。

電磁石は10年前に石川さんによって作られた特殊回転型(ギャップ3.5mm、約12,000Oe)のものが、第1、2号機にのせて使えます。これを用いてN<sub>2</sub>温度迄は吹付け法で測定できます。He温度用の特殊クライオスタットも作ってあります。まだ完全に温度制御をできるまでにはなっていません。以上のほか、試料高温装置、真空排気セット2台、精密温度制御装置2台、プログラムテープ穿孔機などがあります。

o マシンタイム

今年度は、JRR-2、3とも1サイクル約290時間の連続高出力(10MW)運転をそれぞれ13回行なう予定です。各サイクルは、月曜の午後スタートして、翌週の土曜の午後にシャットダウンするので、ほぼ2週間の連続運転です。御参考迄に別表に運転計画表をのせておきます。黒い太線の所が高出力運転日をあらわしています。外国の原子炉の70~90%といふ年間稼動率には及びませんが、それぞれ約43%の稼動率であり、2つの原子炉を合わせれば、86%の利用時間があるわけで、数年前に比べれば飛躍的に多くなったことになります。

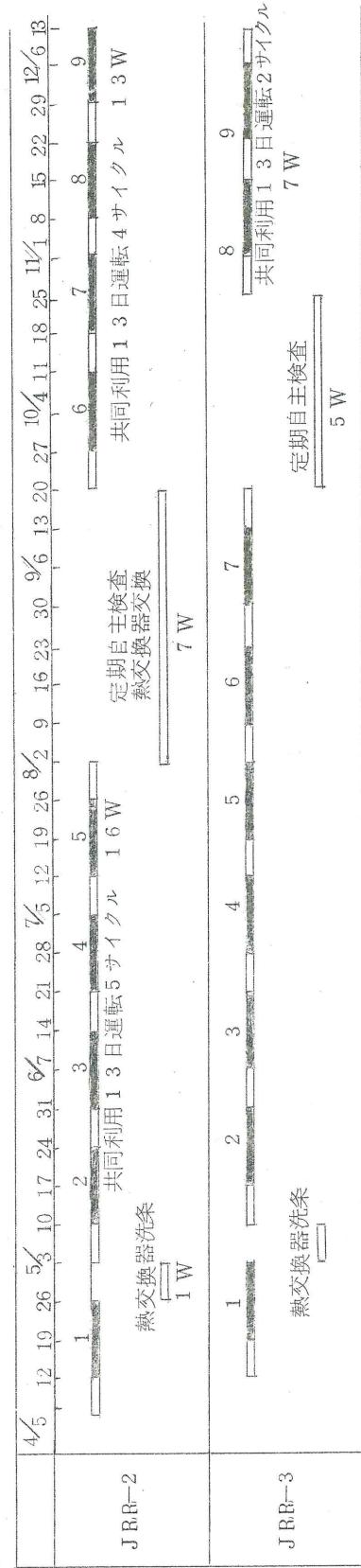
これらのマシンタイムを所内外の研究実験に割当ているわけですが、ちなみに今年度の4~8月について見ますと、JRR-2では5サイクルのうち所内研究1/3、所内外共同研究+所外研究2/3、JRR-3(2号機)では6サイクルの内所内研究1/3、所外研究1/3、偏極中性子調整研究1/3の割合となっています。(第3号機は、当分調整研究実験を行なう予定)。

以上に各論的な説明をしましたが、このようにマシンタイムも増え、研究員も増加しましたので、今年度から、現地採用の技術員を常駐させ、設備の整備、利用研究者へのサービスに当らせています。また、これも本年度からですが、所内の中性子回折委員会を改組して、6名の常任委員による協議機関を設け、マシンタイムの割付け、共同利用申し込みの処理等をすることにし

ました。今年度の常任委員は星埜(委員長)平川、伊藤、佐藤、溝口、高橋です。お問い合わせ等はこれら委員宛にお願いします。施設利用については、申し込み書を出される前に、実験内容その他の詳細について充分打合わせして頂きたいと思います。その結果により常任委員会で審議して決めることに致します。なお、物性研究利用旅費が全体として不足なため、場合によっては、マシンタイムは割当て可能であっても、お申し出の通りの旅費を支給することが出来ない場合もあると思いますので御了承頂きたいと思います。

以上

( Wは週を示す。黒線は運転時を示す )



	定期自 年 2	年 末	考											
			12/20	27/46	3/1	10/17	24/31	31/2/7	14/21	28/2/7	14/21	28/2/4	11/18	備
JRR-2	定期自 年 2	始	10	11	12	13								共同利用運転 10MW 定期自主検査 年未始
JRR-3	定期自 年 4	始	10	11	12	13								共同利用運転 10MW 定期自主検査 年未始

サ ロ ン

物 性 研 雜 感

原 田 義 也

私が助手として物性研究所に来たのは昭和36年3月で、駒場の教養学部へ転出したのが44年11月ですから、満8年8ヶ月、所て勤務したことになります。物性研における助手の任期は5年間ですから、それを越えること3年8ヶ月です。ただし任期切れ寸前の41年1月にイギリスへ高飛びし、サセツクス大学へ2年間留学しましたから、その期間を差引くと規約違反の期間は1年8ヶ月になります。

このたび「物性研だより」の編集委員の先生から、「君は大分永い間、研究所でプラプラしていたから、何か物性研についての感想を書くように」と頼まれましたので、以下思いつくままに感想などを雑然と書いてみようと思います。

私は物性研に来る前は本郷の理学部化学教室に大学院学生として4年間籍を置いていました。御存知の方も多いと思いますが、化学教室は震災前からある本郷屈指の古い建物で、物理屋さんの嫌いな各種薬品の匂いが永年の間にしみついて、一種異様な臭気が漂っています。

私が物性研に来てまず印象的だったのは、新しい無臭の建物と創設期の多額の予算でした。その頃、研究棟は正面玄関から向って左側の半分が出来上ったところで、正門には旧麻布三連隊の頑丈な二本の石柱の上に、コンクリートプロックがわたしてあり、その上にアメリカ軍接收の跡を止めて H A R D Y B A R R A C K S というベンキの文字が認められました。移ってすぐの仕事は私より四ヶ月前に、同じ化学教室から着任された井口先生の下で、今アメリカ留学中の丸山さんと一緒に、与えられた僅か一単位の部屋の中に、続々運び込まれる装置を詰込む作業でした。まもなく部屋は装置で一杯になり、見学者から「君達は潜水艦の中で生活している様なものだ」と言われたことを覚えてます。予算が多いせいか、研究室間の装置の貸借や相互利用はスムーズに行なわれており、「衣食足りて礼節を知る」の感がありました。私が今所属している教養学部化学教室は1人当たりの予算が物性研の約1/10位だと思います。予算の分配に関しては、パーキンソンの第2法則があり、予算を分配するに要する時間は予算額に逆比例するそうです。この法則を適用すると、物性研の先生方は予算分配にあたって、かなり時間を経済的に使っておら

れるものと推察されます。

物性研に来た当時、気になったのは「所員」という慣用語でした。他の附属研究所でも使われているようですが、助教授以上の「所員」と助手など職員の「非所員」とは「人」と「非人」ほどではありませんが妙な語感を与えます。会社では部長以上を社員とは言わないと思いますが)。なお、物性研では大学院学生は助手に採用されず、また助手の任期は原則的に5年間と定められていますが、「所員」の任期は「所員会」できましたのか、共同利用委員会で決ったのか知りませんが別に定められていません。助手5年制規約違反者の代表格でありながら、このようなことをいうのは恐縮ですが、私は物性研の任期制には賛成です。よどんだ水は時々かきまわしてやった方がよいと考えるからです。但し「所員」にもかなりの巾を考慮して任期を考えた方がいいのではないかと思います。

最後に自分に対する反省も含めて、物性研における助手の立場を書いてみようと思います。この「物性研だより」にもどなたかが書いていましたが、物性研の助手は任期制のせいもあって、事実上「客」(または根なし草)の立場になっている様です。発足当初は助手会や組合の活動なども割合活発に行なわれていましたが、現在は任期内に一応の成果を上げて、転出するために、日常の「些事(?)」に拘泥する事なく、ひたすら研究にいそしんでいる人が大部分の様です。一方物性研には長期間勤務する職員の人が多数いますが、両者の関係は必ずしもしつくりいっていない様な気がします。また発足当初は大学院生の数は僅かでしたが、最近は数十人になっています。正面玄関にも学生の立看が立ち並び、物性研もようやく大学らしくなってきました。「所員会」に高く評価されているらしい「新竜土会」(助手会)と、「大学院生自治会」との関係は今までいいのでしょうか。

以上妄言を書きつらぬましたが、物性研在任中お世話になった研究所の方々にこの誌上を借りて厚く御礼申上げます。

## 共同利用状況について

小林謙二

最近、いろいろな所で物性研は共同利用研究所としての機能を果していないのではないかという意見が聞かれます。しかし、意見を発表されている当事者にしても物性研の共同利用状況をどれ程正確に把握しておられるか、幾分疑問な点もございます。『議論』するためには、先ず正確なデータを前提とすることは鉄則であります。

そこで、ここに昨年度の共同利用状況の一覧表を提示する次第です。

これは、ほんの一例であります。何らかのお役に立てたらと思っております。なお、研究会の実質的な出席人数を考慮すると、これよりも可成り多くなると思われます。

なお、我々「共同利用研としての物性研」というテーマで『誌上討論会』的なものを企画してはどうかと考えております。どうぞ、所の内外を問わず、どなたでも、上記のテーマに関する忌憚ない御意見をお聞かせ下さいますよう切にお願い申し上げます。

昭和44年度共同利用研究員等利用状況

	教 授	助教授	講 師	助 手	副 手	技 官	研究員	研究生	大学院	計
北海道大学	2	1		3					2	8
室蘭工業大学			1							1
山形大学				1						1
福島大学		1								1
群馬大学		1								1
茨城大学				1						1
東北大学	2 1	1 2		1 7					2	5 2
千葉大学				1						1
埼玉大学				1						1
東京大学		6	2	6		2		1	1 1	2 8
東京工業大学		3		1					1	5
東京教育大学		1	1	3					7	1 2

	教 授	助 教 授	講 師	助 手	副 手	技 官	研究員	研究生	大学院	計
東京商船大学		1								1
東京学芸大学		1								1
お茶の水女子大学		1								1
宮城教育大学		2								2
新潟大学		1		3						4
静岡大学		1	2							3
山梨大学								1	1	
富山大学		1								1
金沢大学		1								1
名古屋大学	6	4		5		2		1	4	22
京都大学	7	7		9		1			4	28
京都教育大学		1		1						2
大阪大学	8	10	2	7			2		4	33
岡山大学		1		1						2
広島大学	1	3	1						1	6
島根大学				1						1
徳島大学	1									1
九州大学	3	5		1					7	16
都立航空短大				1						1
和歌山工業高専	1									1
大阪市立大学	3	1	1							5
大阪府立大学			1		1					2
千葉工業大学					1					1
早稲田大学		1							3	4
中央大学	1	1								2
日本大学	1				2					3
法政大学	1									1
学習院大学	2								6	8
東海大学	1		1							2

	教 授	助 教授	講 師	助 手	副 手	技 官	研究員	研 究生	大 学院	計
成蹊大学		1								1
東京理科大学		1							1	2
共立女子大学			1							1
東京電機大学					1					1
関西学院大学			1							1
日本原子力研究所							4			4
無機材質研究所						1				1
金属材料技術研究所						3				3
日本放送協会							1			1
理化学研究所							1			1
東京工業試験所						1				1
RCA基礎研究所							1			1
東京写真大学				1						1
東京都立大学		1		1					2	4
電気通信大学			1						2	3
計	5 9	7 3	1 3	6 9	1	1 0	9	2	5 8	2 9 4

## 物性小委員会報告

日 時 昭和45年4月1日 19時→22時

場 所 東北大金研会議室

出席者 渡部、長谷川、勝木、長岡、中野、伊達、金森、中山、川村、小野、森垣、豊沢、芳田、近

### 議 事

#### 1. 物性研人事選考協議会委員の選挙結果について

さきに行なった標記の選挙の同数得票者の取扱いに関する、委員長、在京幹事の方針\*について各委員の賛否を聞いたところ

賛 成 14 反 対 2 棄 権 2

で了承されたことが報告された。

なお、このように開票後に当選者が一意的にきまらないような事態が今後おこらぬよう規則を改めておくことが確認された。

#### \* 1 ) 開票結果

「実験」得票数 伊達宗行 5 川村肇 5 宮原将平 4 以下略

「理論」得票数 久保亮五 7 永宮健夫 4 米沢富美子 4

以下略

(分野によらない票を含めた) 総得票数

久保亮五 8 永宮健夫 8 松原武生 6

以下略

#### 2 ) 選挙規則

実験、理論の各分野について、それぞれの得票数の順に2名をえらび、このほかに全得票数を合計して最も得票の多い人1名を加える。

この人が実験、理論いずれかの分野で当選しているばあいには順次次点者をくりあげる。

得票者が同じ人がある場合には、委員長と幹事が合議の上、決定する。

#### 3 ) 当選者の決定

今回は委員長と在京幹事(小野、近)が合議の上、「理論」同数得票者、永宮

米沢 2 氏のうち、永宮氏を当選（この結果、総得票数による当選者は松原氏となる）  
とする方針をたて、各委員の了承を求めた。

## 2. 学術会議物研連の報告

小野委員より下記の件が報告された。

- ① 学術会議の海外渡航費の物理分野への配分は 5 - 6 人になりそうである。
- ② 結晶成長国際会議については未だ物研連で検討している。
- ③ 45 年度科研費は 72 億円で前年比 20 % 増である。

## 3. 次回の物性関係特定研究について

まず委員長より、前もって行なったアンケートの結果についての報告があり、

- ① よせられた回答（12通）をみると、アンケートでしめした考え方にはゞ賛同の答が多いが、次回テーマを今日きめることについては批判的な意見が少くない。
- ② したがって、さらに科研費のあり方、特定研究費の役割りについて一般的な議論をすすめ、その上でテーマの検討に入ることとする。
- ③ 来年度に申請を出すことは必ずしも至上目標と考えず、十分議論をつくしたい。  
という議事方針の提示があった。

なお、結晶成長グループより、特定研究のテーマに結晶成長を出したいという動きがあることが、紹介された。

以下、討論に入った。主な発言は下記の通りである。（発言順）

- 特定研究に関連して、格差是正ということが問題となっている。しかし、その視点は必ずしもハッキリしていない。たんなる貧乏追放のほかに、積極的に格差をなくすべきだという考え方もある。現在の状況では物性の中から物理の必然性にもとづいて一つのテーマをえらべるとは思えぬ。
- big science 的なものを特定研究としてとりあげるのは問題があるとおもう。
- 配分について、物がないことによる不平等とテーマによる不平等とが考えられる。前者はあってはいけない。
- 現在行なわれている「低温」特定研究では、物の有無だけで差をつけない方針でやっている。
- 従来の特定研究は流行の題目を安易に出す傾向があった。今後、このやり方でよいか

反省してみる必要がある。今までは予算によって研究の内容が官僚支配をうけるおそれがある。

○ 特定研究については、自主的に配分されるのだから、直ちに官僚支配に通ずるとはいえない。

○ 研究費をわけたあとの成果を研究者の中でよくみる必要がある。もらった人はどう使ってどういう仕事をしたのか明らかにする責任がある。

地方大学には科研費がきにくいのが実情である。このような所にある新しい研究の芽をのばす方法が必要だ。

○ むしろ特定研究を利用して、そのような芽をのばすことができる。科研費全般については別に議論すべきだ。

○ 成果を公表してもらう方がよい。

○ 研究費一般のあり方と具体的なテーマの問題をきりはなすことはできない。

○ 審査のやり方には今後再検討が必要である。

○ 特定研究は自主的に配分できるのだから、使い方そのものからユニークな方針を出すべきである。

○ 従来の審査はそれまでの業績、研究の場所などで配分されている。

○ 従来、一般研究C.Dの配分には地方、私立大学と中央大学の格差をなくすことをも考えて配分されてきた。最近ではA.Bへの地方大学等の申請がふえつつあり、中央の大学にばかり行くという状況は變ると思う。

○ 配分方針、実態についての情報が不足している。

○ 配分者の主観による差別はあります。その他には計画の内容以外で差別すべきではない。

○ 科研費全般の配分について、そういう点があれば反省しなければならぬ。

○ まず、われわれの手中にある科研費の問題から、格差解消に着手すべきだ。

○ 計画の内容によって配分すべきものを一般的にレベルアップに用いるのはよくない。

一般的なレベルアップの問題は別に議論すべきである。

○ 研究水準の最低線の確保が必要であることは意見の一致をみたと思う。

特定研究をどうあつかうかについては一致していない。

○ テーマの具体的な議論の前に、物性物理の将来の議論をするのが本すじである。

以下、具体的テーマについての討論に入り、結晶成長、中性子物理、核物性、不規則系など

のテーマについて議論された。

最後に今回までの特定研究についての討論について、広い範囲の物性研究者の意見をきくことが必要であることが指摘され、前回のアンケートの結果とあわせて100人委員に報告し、意見を求めることにした。この具体的なやり方は委員長及び幹事に一任することにした。

~~~~~  
物性研ニュース  
~~~~~

東京大学物性研究所『外来研究員』公募

昭和45年度(後期)外来研究員を下記のとおり公募いたしますから、御希望の  
向きはお申し出下さい。

なお、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、特別な事情のある場合を除いては共同利用施設専門委員会の了承を予め得るこ  
とが望ましいたてまえをとっておりますので、昭和45年9月に開催される委員会  
にまであうよう期日までに申請書をご提出下さい。

記

(1) 提出書類

申請書 1件1葉(用紙は下記申込先へご請求下さい)

(2) 公募期限

昭和45年8月15日(土)(必着のこと)

(3) 申込先

東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 共同利用掛

電話(402)6231 内線(503)

## 東京大学物性研究所 昭和45年度(後期)短期研究会の公募

昭和45年度後期(10月~3月)に実施する研究会を公募いたします。

なお、9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、提案代表者は、開催主旨、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

#### (1) 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、発令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、氏名を明記願います。また数人の時は代表者に○を付すこと)

(2) 公募締切 昭和45年8月15日(土)(必着のこと)

(3) 申込先 東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 共同利用掛

電話(402)6231 (内線503)

#### (4) 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会委員

宮 原 将 平 (北 大・理 )	入 江 捷 広 (早 大・理 工)
平 原 栄 治 (東北大・" )	勝 木 湿 (信 大・理 )
田 中 信 行 (" ・ " )	益 田 義 賀 (名 大・" )
大 塚 泰一郎 (" ・ " )	富 田 和 久 (京 大・" )
田 中 実 (" ・ 工 )	松 原 武 生 (" ・ " )
玉 井 康 勝 (" ・ 非水溶液研)	辻 川 郁 二 (" ・ " )
植 村 泰 忠 (東 大・理 )	杉 本 健 三 (阪 大・" )
佐々木 亘 (" ・ " )	白 鳥 紀 一 (" ・ " )
山 口 悟 郎 (" ・ 工 )	三 石 明 善 (" ・ 工 )
永 井 克 彦 (" ・ 教 養 )	中 山 正 敏 (九 大・教 養)
近 桂一郎 (早 大・理 工 )	その他物性研所員

## 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。

### 記

#### (1) 研究室名及び公募人員数

永野研究室 助手 1 名

教授 田沼静一、共同研究者として超高压部門 助教授 畠村 茂。

#### (2) 研究分野

極低温超高压下の金属半金属等の相変化の研究。特に固体ヘリウム圧縮技術、大型の  
 $^3\text{He}$  -  $^4\text{He}$  稀釈冷凍器の開発。

#### (3) 資格

応募資格としては修士課程修了又はこれと同等以上の能力ある人。なお、基礎的素養を持ち、上記分野の研究に意欲的な実験家であれば、特に経験の有無は問いません。

#### (4) 任期は原則として5年以内とする。

#### (5) 公募締切 昭和45年7月31日(金)

#### (6) 就任時期

なるべく早期を希望します。

#### (7) 提出書類

##### (1) 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）
- 主要業績リスト（ほかに出来れば主な論文の別刷）

(口) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト及び主な論文の別刷
- 所属の長または指導教授等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
- 健康診断書

(8) 宛 先

東京都海区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 人事掛

電話(402)6254, 6255 郵便番号106

(9) 注意事項

公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

（応募部門名も明記のこと）

(10) 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長

鈴 木 平

## 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。

### 記

#### (1) 研究室名及び公募人員数

小林研究室 助手 1 名

なお、この研究室には小林浩一、栗田進がおります。

#### (2) 研究分野

イオン性化合物の電子過程の実験的研究、特に強磁場等強い外場下での光学的、電気的性質の研究。

#### (3) 資 格

応募資格としては修士課程修了又はこれと同等以上の能力のある人

なお、基礎的素養を持ち、上記分野の研究に意欲的な実験家であれば、特に経験の有無は問いません。

#### (4) 任期は原則として 5 年以内とする。

#### (5) 公募締切 昭和 45 年 7 月 31 日（金）

#### (6) 就任時期

なるべく早期を希望します。

なお、博士課程在学中等特別な事情のある場合には、就任時期として昭和 46 年 4 月迄を考慮の対象とします。

(7) 提出書類

(イ) 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）
- 主要業績リスト（ほかに出来れば主な論文の別刷）

(ロ) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト及び主な論文の別刷
- 所属の長または指導教授等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
- 健康診断書

(8) 宛 先

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

電話(402)6254, 6255 郵便番号106

(9) 注意事項

公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

（応募部門名も明記のこと）

(10) 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長

鈴 木 平

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A

- No. 406 Motoyuki Tsuda and Hiroo Inokuchi: Catalytic Activity of Aromatic Nitrile and Alkali Metal Ion Radical Salt I & II.
- No. 407 Tomoe Fukamachi and Sukeaki Hosoya: Electron State in NaF Studied by Compton Scattering Measurement.
- No. 408 Mikihiko Shimura, Nobuo Takeuchi and Tatsuo Yajima: Free Carrier Faraday Effect in n-type InSb with a submillimeter-Wave Laser.
- No. 409 Asako Kawamori, Syoji Matsuura and Hidetaro Abe: Electron Spin Resonance Study of Zinc-doped Copper Acetate Monohydrate.
- No. 410 Hiroshi Kanzaki and Shiro Sakuragi: Optical Absorption and Luminescence of Excitons in Silver Halides Containing Isoelectronic Impurities. Part II. AgBr:Cl<sup>-</sup> and AgBr.
- No. 411 Hiroshi Kanzaki and Shiro Sakuragi: Optical Absorption and Luminescence of Excitons in Silver Halides Containing Isoelectronic Impurities. Part III. AgBr:Na<sup>+</sup> and AgBr:Li<sup>+</sup>.
- No. 412 Arisato Kawabata: Theory of Raman Scattering by Magnetic Excitations in Ferromagnetic Transition Metals.
- No. 413 Satoru Funahashi, Kiiti Siratori and Yuzo Tomono: Magnetic Resonance of CoCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.
- No. 414 Koichi Ohno, Takahashi Kajiwara and Hiroo Inokuchi: Vibrational Analysis of the Electronic Transition Bands of Coronene.
- No. 415 Yutaka Ishihara and Ichiro Nakada: The Activation Energy in the Optical Absorption Edge of Crystalline Anthracene.

## 編 集 後 記

この号では3月に行なわれた「超流動・超伝導」短期研究会の報告のほか、いよいよ本格的に始まった強磁場研究計画の概要、ならびに高分解能分光器関係の共通装置に関する記事を掲載しました。

今後は、所内で行なわれている物性研の将来問題検討懇談会の内容を前号に引続いて随時お知らせすると同時に、これから物性研究所のあり方、共同利用のあり方と云った問題に関して、所外の多くの方々の御意見も載せて行きたいと考えています。

卒直で建設的な御意見をどしどしあ寄せ下さることを期待しております。御参考までに昭和44年度の外来研究員等の共同利用状況をまとめてみました。

東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所

櫛田孝司、小林謙二、菅野暁

次号の原稿の締切は7月20日です。

