

# 物性研だより

第17卷  
第1号  
1977年5月

## 目 次

○内と外から見た物性研	名大・工 松井正顕	1
短期研究会報告		
○生体機能と液晶		4
世話人	岩柳 茂夫(群大・工)	
	岡野 光治(東大・工)	
	木村 初男(名大・工)	
	中田 一郎(物性研)	
	亀井 裕孟(電総研)	
○不純物伝導と金属・非金属転移		17
世話人	佐々木 亘(東大・理)	
	豊沢 豊(物性研)	
	上村 洋(東大・理)	
昭和51年度共同研究報告		
○SOR-RINGの性能向上と測定系整備	代表・佐々木泰三	27
○アモルファスSi-Au系における金属・非金属転移	代表・森垣 和夫	36
○(SN) <sub>x</sub> の結晶成長機構の研究	代表・中田 一郎	39
○ヘリウム薄膜の超流動転移	代表・渡辺 昂	44
物性研談話会		48
物性小委員会報告		50
物性研ニュース		
○昭和52年度後期共同利用公募について		53
○人事異動		61
○テクニカルレポート新刊リスト		62
○助手公募		64
編集後記		

東京大学物性研究所

## 内と外から見た物性研

名大・工 松井正顕

私は昨年4月迄磁気I部門助手として、4年8ヶ月間物性研に勤務しておりました。この5年弱の期間が実に早く過ぎ去ったものだと思います。実験研究に何となく立ち回っている間に任期となり、外部の者となってしましました。最初、5年任期と聞かされた時は、非常に長い期間のように感じましたが、過ぎ去って見ると、それ程でもなかつたと思います。誰しも過去を振り返って見れば、年月の早い経過に驚きますが、長い1日1日を過ごして行く内に、後になって、悪いことは殆ど忘れ、良いことばかり思い出す訳です。研究でも、中々進まなく、問題点を突っつき、突っつきしている内に、時々以前と比較して見ると、少し進んでいることに気づくこと似ています。しかし研究には終了といいきじめなど初めから無いので、自分で決着を付けることになります。私もそうしたつもりですが、計画通りの進行が無かったという意味で5年の期間は少し短かかったとも思います。逆に、自分の浅い研究歴の約半分を物性研で過ごしたなどと考えれば、非常に長い期間の感じがしないでもありません。しかし、やはり5年は研究する上で、中途半端ではなかろうかというのが私の感想です。任期が3年ならば、早めに研究を仕上げ、成果を上げるのに専念し、それなりに、まとまった期間のような気がします。7年ならば、最初から少し大きな問題にじっくり取り組む計画を立てるでしょう。5年とは、その中間であり、どうしても3年プラスアルファの期間となり勝ちです。私の場合は、その間に、あまり大したことことができなかつた悔いばかりが残ります。兎に角ここでは、在任中に私なりに感じたことを述べたいと思います。

物性研は優れた指導者に恵まれており、若い研究者にとって、自分で動きさえすれば、研究が進むという体制になっていると思います。又、共同利用研として、相応の設備、実験装置が数多く整い、研究環境は非常に良いと言うべきでしょう。物性研の部門数と職員数は、一般の学部の4学科弱に相当しますが、擁する装置はかなり上回っています。そこで助手と技官が実質的に装置を動かし、直接、共同利用で来所する人と接するのは当然の義務としても、小人数で多くの装置を、何時でも稼働できるようにすることは不可能に近く、勢い自己の研究に関係ある装置のみを世話をすることになります。使用されていない設備の多い原因は一口で言えば職員数が少ないことでしょう。全体として整備の行き届かない有閑装置が多くなっていると思います。殆ど使用されない装置を整理し、例えば他大学へ移管することも一つの案ですが、物性研としては、使用可能な装置はできるだけ、管理されていることが理想的です。これは狭くなつて来たスペースの

問題とも絡んだことですが、共同利用研として解放されている以上、解決されねばならない問題と思います。一つの方法として、職員数の増員が最良ですが、現段階では無理です。他方、研究が多ければ、それだけ多くの装置も動くという観点から言えば、大学院生を大幅に増加させることが考えられます。一般的の学部等では大学院生の数が多いので、問題があっても表面化していない面もあると思います。物性研の場合、大学院生の増加は、実験装置の点からばかりでなく、全体の雰囲気の若返りにもなると思います。要するに慢性的となりつつある人手不足を解消する為の何らかの処置が早急に行われてしかるべきと思われます。物性研究の中心となる物性研が、新しい研究ピークを作り出し、学問水準を高めることと同時に、もう一つの柱としての共同利用を任務として担い、二つの役割を遂行するとされる設立の意義が、現状のままでは、人手の問題で危うくなりはしないかということです。どちらか一方のみが強調された形へ物性研が変身して行くような懸念を禁じ得ません。

次に助手の任期ですが、物性研の助手のみが日本で唯一のテンポラリイポストということになっております。この制度がスムーズに運んだ昔のことは兎も角として、現在のように、益々就職問題が表面化して来ると、規定自身の意義まで問われるようになると思われます。助手の間では、制度に対する多少の疑問点があるにしても、概ね、制度の維持に関しては一致していたと思います。寧ろ全国的に広げて行く努力をすべき問題でもあります。しかし現実にはそれが無理なことは自明で、せいぜい新しく設立される大学又は研究所に規定を設ける程度でしょう。任期の問題は人に依って意見が異なると思いますが、私の考えでは、現在の所、任期の期間の問題に帰着するような気がします。実際には助手は5年目位から、任期という精神的圧迫感が大きく、研究の将来計画は立てにくく、研究が停滞し、就職問題に翻ろうされてしまうことになっていると思います。5年間は長いやうで短く、実質的に研究できるのは3年間程度で、後は研究以外のことと共同利用に費やされ、助手に取って、物性研の二つの役割のどちらもが中途半端な形で終ってしまうのが現状です。もし仮に7年であれば、研究活動にして見ても、じっくり腰を落ち着けて取り組み、任期という雑念からある程度解放されるような気がします。それは人事交流の観点から見れば一歩後退のような印象を与えるかもしれません。しかし現在でも、当然のことながら任期延長が行われている訳です。ただ5年規定下で7年迄延長されている場合は、任期が終ったという圧力感が異常に大きく、実質的な研究計画が立てられず、毎回の延長願いで、非常に苦しい立場に置かれてしまい、それは物性研に取っても大きなマイナス効果となっています。初めから7年規定であれば、息の長い研究も可能だし、学問的ピーク作りの為の研究計画にも長期に亘り参加可能です。研究を実りあるものにし、現在のような、研究の業績主義的傾向の弊害を少しでも無くす意味からも有用ではないでしょうか。勿論7年という規定下でも、実際には5年位で

決着を付けて、物性研を出ることも可能なのですから。

さて物性研を外部から見た場合ですが、物性研の研究中心の体制は実に楽しいものだったと言う印象です。学部では、研究より寧ろ教育の問題が第一義的に考慮されており、学部の将来計画が教育に関する案であることが多い。研究中心の計画もありますが、やはり学部は教育の場というのが大勢であり、物性研の場合とその点が大違います。手前勝手かも知れませんが、物性研が共同利用研として、立派な設備とその管理がなされていることは、外から見れば実に有難いことです。

物性研究の方向性を問われている現在、益々新しい学問的な流れが必要とされ、研究内容も分化し、複雑化の一途をたどっております。その中で物性研の責任も大きく、上述のような問題点も今後更に表面化するかもしれません。既に物性研の将来計画等にも考慮されている点もあると思いますが、兎に角設立趣旨である二つの役割を今後も継続して遂行し、一方に片寄らない形での発展を願っております。

## 短期研究会報告

### 「生体機能と液晶」

開催期日 昭和 52 年 2 月 3 日, 4 日

開催場所 物性研旧棟 1 階 講議室

司会 岩 柳 茂 夫 (群大・工)

岡 野 光 治 (東大・工)

木 村 初 男 (名大・工)

中 田 一 郎 (物性研)

亀 井 裕 孟 (電総研)

この数年、わが国においても液晶の物性研究は活発に行われており、とくに最近では、物性研究者の間で生体系における液晶に対する関心が高まっている。そこで、生体系の液晶の研究を進めている生体、生物関係の研究者と液晶の物性研究者とが一堂に集って、生体機能に対する液晶の役割について議論し、両者間の交流を盛んにすることを目的としてこの研究会は開かれた。多くの分野から多数の参加者を得ることができ、生体膜を中心広範な話題について活発な議論が行われ、この分野の現状分析と問題の整理を行うことができ、所期の目的を達成することができた。話題が広範にわたったため、十分掘り下げた議論をするには、やゝ時間の不足を感じられた。今後は問題をさらにしづらって、適当な時期に再度開催したいとの希望が強かつた。

以下は研究会で行われた各講演の講演者自身によるまとめである。

#### 生体膜の機能—細菌細胞膜のエネルギー転換機能

安 樂 泰 宏 (東大・理)

生体膜の諸機能に関する蛋白の重要性を概括し、現今の生体膜モデルを成立せしめている実験事実を照合吟味した。

膜蛋白の生化学的研究法の概略を講義し、当研究室で行なわれている膜小胞調製法、呼吸系膜蛋白・酵素の可溶化精製法、能動透過反応研究法の実情を紹介し、あわせて、当該研究分野の現状と将来を展望した。

## 生体膜における水溶性複合脂質の役割

林 浩平（群馬大・医・生化）

生体膜を構成する脂質の中には単純に親水部分を円で、疎水部分を棒で表すのは不適当と思われる程例外的な性質をもつものもある。これらの中膜透過機能に直接関係していると思われる triphosphoinositide (TPI) とガングリオシドについて述べる。これらの脂質はクロロホルム－メタノール 2 : 1 に 0.2 容の水を加えてできる 2 相系で、水とメタノールの上層にすべてとける。Ca 塩になると TPI はすべてクロロホルム層に移るが、ガングリオシドはそのまま上層に残る。ともに神経組織ついで腎臓に多いが少量は全組織に存在し、膜 ATPase の分布とほぼ一致している。TPI 水溶液は粘度が高く X 線でラメラである。血清アルブミン (BSA) を加えると結合して粘度が下り、NMR で脂肪酸シグナルが現れる。これに  $\text{Ca}^{2+}$  を加えると、TPI-BSA-Ca 複合体を形成して沈殿する。この複合体に  $\text{K}^+$ 、アセチルコリン等を加えると、再び溶解し、 $\text{Ca}^{2+}$  は加えた 1 価カチオンと置換する。TPI-BSA 複合体のモル比は 55 : 1 で Ca 塩のときこのリポプロテインは膜では周囲の脂質 2 重層と疎水結合で結ばれていると考えられる。TPI-Ca が 1 価カチオンに置換ると親水性（水溶性になる）になり周囲の脂質との疎水結合は切れて水が流れこむことが考えられる。このような脂質一脂質 (TPI) 間チャンネルの形で神經興奮その他膜の透過性に関係しているのであろう。蛍光プローブ、その他によって得られた結果も神經興奮に水溶性複合脂質が関係している可能性を示している。

ガングリオシド-BSA 複合体も TPI の場合と同様であるが、塩基性蛋白質との複合体は蛋白量および  $\text{Ca}^{2+}$  によってその性質を著しく変えることから、ガングリオシド-塩基性蛋白質複合体の膜における役割が注目される。

## 生体膜の相転移

三井利夫、古家喜四夫

中山治人、山田秀実（阪大・基礎工）

生体膜の脂質部分のアナログとして、ジパルミトイル・レシチン (DPL) とジオレオイル・レシチン (DOL) の混合脂質の二重層膜をつくり、その相転移・相図と対比しながら生体膜の相転移を論じた。

純 DPL の室温相は  $\text{P}_{\beta'}$  相、つまり  $\text{L}_{\beta'}$  相が長波長 ( $142 \text{\AA}$ ) の構造変調をうけた相であるこ

とが示された。DPL-DOL の相図が決定され、規則一不規則相転移の他に、不規則相中にもう 1 つの相転移の存在が示された。大腸菌の細胞膜の規則一不規則相転移の温度は培養温度に依存し、培養温度より 7 ℃位低いところに現れる。ウサギの筋小胞体膜は体温より 40 ℃位低いところで同様の相転移を示す。筋小胞体膜からの抽出脂質の膜や、筋小胞体膜からとり出した ATPase とそれに結合した脂質とからなる膜で、上記の DPL-DOL 二重層膜の不規則相中で観測されたものと似た様相の相転移が観測された。

研究会講演と同内容の論述は応用物理 46 (1977) No. 3 (三井、古家) に見られる。

### 鎖状分子の配向秩序と相転移の理論的モデル

木 村 初 男 (名大・工)

脂質二重層膜での相転移は、通常の液晶での配向相転移と類似しているが、その主役である炭化水素鎖は flexible であって極めて多様な形態をとり得る。このような鎖状分子の配向相転移に際しては、分子形態の変化も同時に起る。このような様相を記述するために簡単な理論的モデルを提案した。

そのあらましは、分子のとり得る形態を、「伸びた形」と「縮んだ形」との 2 種に分類し、各分子は伸びた形をとったときにのみ、配向秩序に寄与するとするにある。分子方位と、分子形態の両方に依存する相互作用ポテンシャルを仮定し、分子場近似の範囲内で鎖状分子集団の秩序と相転移を統計力学的に取扱った。

このモデルによれば、転移温度、配向秩序度、分子の平均伸長度などの温度変化を、鎖長の関数として推測しうる。長鎖炭化水素の結晶融解や、脂質膜での秩序一無秩序転移で、鎖長と共に転移温度が緩やかに上昇すること、転移エントロピーが矢張り上昇することなどは、このモデルで良く理解できる。

### 高分子液晶の構造・物性の実験的研究 — deoxyHb S, NaDNA, PGA-NaClについて—

飯 塚 英 策 (信州大・繊維)

生体系を含む高分子のリオトロピック液晶研究の一環として、還元型鎌型貧血症ヘモグロビン (deoxyHb S), デオキシリボ核酸ナトリウム塩 (Na DNA) およびポリグルタミン酸ナトリウム

塩 (PGA-Na) について、偏光顕微鏡による観察、レーザー光小角散乱、X線回折、可視・紫外二色性と複屈折、円偏光二色性、粘度などの手段により、液晶形成の有無とその構造・物性の研究を行ない、何れの試料についても棒状の分子クラスターに分子が会合し、液晶を形成するものと判断された。

- (1) deoxy Hb S 高濃度溶液 (濃度 20 % (W/V) 以上, pH 7, 還元剤として  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  を約 0.02 モル含む) は温度上昇 ( $0 \rightarrow 37^\circ\text{C}$ ) に伴って、等方性から複屈折性に可逆的に変化する。このときポリマー分子は fiber 状に会合し、さらに分子のクラスターに集合する。液晶形成は石英セル (光路長 1 mm) に挿入された石英スペーサーの摩擦による縁や面の異常 (roughness, 表面電荷など) により促進され、分子クラスターは面の摩擦方向に配向する傾向を示すが、縁を起点とする液晶形成が優先するため摩擦方向によらず、つねに縁に直角に配向する。fiber はクラスター軸の方向に並ぶが、配向度は低い。
- (2) Watson-Crick の二重らせんを作る DNA 分子 (サケ精子、高重合度) は、ポリマー濃度約 1 % (pH 7, 0.1 モル NaCl 含有) において束状に集合して同じく分子クラスターを形成する。
- (3) PGA-Na (平均重合度 250 ~ 1200) は、濃縮に伴う溶媒  $\text{H}_2\text{O}$  の熱力学的活性低下のためポリマー濃度約 44 % (W/V) (pH 8, 24 °C) で coil → helix 転移を起し、ポリマー分子の剛直性と高濃度による回転の阻害のため直ちに分子クラスター状液晶を形成する。これらの液晶は、合成ポリペプチドの有機溶媒系液晶と顕著な類似点をもつが、液晶形成に伴うゲル化、粘度の増加という点において著しい対照をなしている。

## 燐脂質の結晶構造

岩 柳 茂 夫 (群大・工)

生体膜の構成脂質として最も普遍的な L-phosphatidylcholine の代表として卵黄レシチンの X 線回折による構造解析を試みた。二様に配向した無水レシチンの総数約 80 の反射の回折強度を満足するような分子のコンフォーメーションを探査した結果、(1)空間群は P 2, 2, 2 (orthorhombic) で、結晶内でも分子は二分子膜状に配列しており、(2)-N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> と -PO<sub>2</sub>- のところの遊離電荷のつくる双極子ベクトルは正確に膜面に平行で、分子全体はいわゆる "walking stick" の形をしている。(3)ただ二本の炭化水素鎖は膜面の法線と約 30° 傾き、さらに不飽和脂肪酸オレイン酸のシス-コンフォーメーションのよう中央で約 60° おれ曲っている。など

が知られた。

## 大腸菌温度感受性株の りん脂質二重層膜で認められる相転移

阿久津秀雄, 京極好正(阪大・蛋白研)

## 単分散ラテックスの音波物性

美宅成樹, 大月俊也, 岸本晃彦  
江成克己, 岡野光治 (東大・工)

生体中の規則構造のモデルと考えられる単分散ポリスチレンラテックスについてずり弾性率の測定をねじれ水晶振動子法により 70 kHz で行った。ラテックスは粒径が  $1400\text{ \AA}$ , 粒子あたりの負電荷の数が 4900 のものを用い, 媒質中の KC1 濃度をかえて測定した。ラテックスは媒質のイオン強度を増加すると秩序構造がこわれ, 無秩序な状態に転移するが, 転移に伴ないずり弾性率は  $1.5 \times 10^3 \text{ dyne/cm}^2$  から  $0.5 \times 10^3 \text{ dyne/cm}^2$  へ減少し, 粘性率は 0.6 cp から 1.0 cp へと増加した。また, これらの変化の起る KC1 濃度領域は既に報告されている値と非常によく一致している。ラテックスの秩序構造によるずり弾性率を Screened Coulomb Potential を用いて理論的に計算した結果ほぼ実験値を説明できる値が得られた。

## 超音波測定によるリポゾーム懸濁液の液晶相転移

坂西明郎<sup>\*</sup>, 美宅成樹<sup>\*</sup>(東大・理, 東大・工<sup>\*</sup>)

生体膜におけるリピッド成分の存在状態と相転移について知見を得るために, 差分反射式シンクアラウンド音速計 (3 MHz) を開発し, 磷脂質とコレステロールからなるリポゾーム希薄懸濁液の超音波音速を高精度で測定した。磷脂質はスフィンゴミエリン (SM) およびジミリスト

イル (DMP C) とジパルミトイル (DPPC) のフォスファチジルコリンを用いた。温度を変えて懸濁液と媒質の音速の差△Vを測定した結果、リピッドの液晶相とゲル相間の相転移と思われる音速の異常を見出した。DMP C と DPPC の場合相転移温度 (23°C と 41°C) で音速の極小が生じ、SM では転移領域 (34–43°C) で温度変化に折れ曲りが見られる。DPPC にコレステロールを (モル分率 15, 33, 50%) 加えていくと、相転移点はあまり変化せず深い極小値が消滅していく。転移の低音側で△V はより減少し高温側で増大するが、特に高温側での増大が著しく、生体膜でコレステロールは膜の弾性を高めていると思われる。

## 界面活性剤溶液の表面張力見積りの統計力学モデル

末 崎 幸 生 (九州産大・教養)

界面活性剤溶液の界面における吸着物性は従来熱力学的考察と van der Waals 型の状態方程式により論ぜられてきた。界面物性を支配する要因の多様さから定量的かつ精密な解析の必然性が少なかつたためであろう。然し溶液の界面における吸着平衡の統計力学を定式化してみると種々の吸着現象が、粒子数が溶媒に対して開いた系としての二次元膜系の物性を求めるという形で統一的に理解できる。吸着分子一個当たりの相互作用として

$$u = -\varepsilon_0 + \frac{\varepsilon}{n+1} x^n - \frac{\varepsilon'}{m+1} x^m \quad (x = Na/A)$$

の形を仮定し<sup>(1)</sup>、排除面積を液体理論におけるセルモデルを用いて臨界ミセル濃度におけるパッキング ( $x$ ) を 1 とおくことにより定める。系の自由エネルギーを吸着分子数  $N$  について最小にするように変分を行い、この最小の自由エネルギーの界面積  $A$  での微係数で表面張力  $\sigma$  を定義する。純粹溶媒の表面張力  $\sigma_0$  からの張力低下を  $\pi$  とするとこの  $\pi$  の表式と van der Waals の状態方程式との論理的関連が明確となる。実験データとの定量的比較と解析は現在進行中である。人口二重層黒膜の安定性は我々のモデルの拡張によりその張力の起源が明確に理解できる。即ち黒膜中の 1 分子の受ける相互作用は吸着单分子膜におけるそれに、相手の膜からの寄与を加えたものであるはずで、この黒膜でも溶媒との吸着平衡を仮定すれば  $\pi < 0$  の見かけ上過飽和の部分が実現しているとして理解できる。Tien の黒膜の表面張力の濃度変化<sup>(2)</sup> 及び温度変化<sup>(3)</sup> の測定例はこの我々の scheme により無理なく統一的に理解できる。

(文献) (1) 末崎幸生, (1977) 物性研研究会生体機能と液晶予稿集 p 21.

(2) H. T. Tien, (1971) The Chemistry of Biosurfaces 1 Marcel Dekker.

(3) H. T. Tien, (1968) J. Phys. Chem. 72, 2723.

## 感覚受容膜における転移現象

小畠 陽之助(北大・薬)

粘菌やテトラヒメナ等運動性のある原生生物における化学受容や光受容の初期過程の観測から、刺激受容も興奮現象と同じく膜分子の集合状態の変化、すなわち一種の転移現象が関与していると考えて良さそうである。これは次の様な実験事実から導かれる。

1. 糖やアルコール等非電解質を受容しても膜の表面荷電密度が変化し、また疎水度が著しく変わる。
2. 粘菌の1:1型塩の受容閾値は、陽イオンを共通にすると陰イオンの lyotropic 数Nと直線関係が成立する。Nは親水性コロイドの沈殿価より定められ、水構造破壊の強さをあらわす物理量である。
3. 受容閾値  $C_{th}$  の温度変化に対し Arrhenius の関係が成立し、見掛けの enthalpy は誘引、忌避物質、電解質、非電解質に関係なく  $-12 \text{ kcal/mol}$  である。
4. 多価陽イオンの受容閾値に対し Schulze-Hardy 則が成立する。多価陽イオンを受容すると膜の物理的性質やイオン選択性が不連続に変化する。
5. 1:1型塩に対する受容閾値は、糖をあらかじめ受容することにより複雑に変化する。変化的仕方は膜近傍の水構造と密接な関連があるようである。
6. n-アルコールやアルデヒドの( $-\text{CH}_2-$ )の数を変化させると  $C_{th}$  は系統的に変化し、その変化的仕方から膜の疎水度が決定できる。
7. 疎水物質に対する受容感度は、膜を興奮し易い状態にすると著しく高くなる。

その他、電位応答や走化性の温度依存性、2つの刺激物質の交叉効果、走光性等、刺激受容は膜構造の転移を考えるのが最も妥当のようである。ただし、刺激受容による転移は膜全体に起るのではなく、比較的小さな domain ごとに起こり、その転移の trigger となる受容部位は特定の受容蛋白であっても、脂質部であってもよい。興奮現象との相違は domain 間の電流による cooperativity の有無にある。

## 膜系と光受容体との相互作用

鈴木英雄（早大・理工）

動植物の光信号受容反応（光感覚）や植物の光エネルギー受容反応（光合成）の初期過程を、光受容体と膜系との相互作用に焦点を合わせて研究してゆくことは、光生物学のルネッサンスであると言われている。本講演では、まずこの光生物学の現代的意義について一般的に述べ、次に話題を光信号受容反応にしぼって、その種類およびその初期過程に関する諸問題を概観してみた。さらに、光信号受容体と膜系との相互作用に関する研究の例として、視細胞外節層板体中の視物質の運動状態およびフィトクロムと膜系との相互作用について、最近の研究を紹介してみた。

## 脂質二層膜の相分離

大西俊一（京大・理）

熱的性質の異なる2種類（以上）のリン脂質よりなる二層膜は、ある温度はんいで、結晶相と液晶相に相分離する。これは *thermatropic* な相分離といわれる。これに対して、われわれはイオンによって引き起こされる相分離、*ionotropic* な相分離を見出した。これは、頭部極性基が異なる2種類（以上）の混合リン脂質二層膜で起こるもので、その一成分としてホスファチジルセリン（PS）あるいはホスファチジン酸（PA）をふくむ場合である。この現象はスピニラベル法で明らかにされた。たとえば、PSとスピニラベルしたホスファチジルコリン（PC<sup>\*</sup>）の混合二層膜に  $\text{Ca}^{2+}$  を加えると、ESRスペクトルはスピニ交換相互作用による広幅化を起こし、膜内でのPC<sup>\*</sup>のクラスタリングが明らかにされる。あるいは、PS-PS<sup>\*</sup>-PC膜に  $\text{Ca}^{2+}$  を加えると、側鎖の運動が著しく束縛されたスペクトル成分が現われ、 $\text{Ca}^{2+}$  によるPS（の一部）の結晶化が示される。したがって、この相分離は、 $\text{Ca}^{2+}$  によるPSの結晶相を主としてPCよりなる液晶相への分離であることが結論された。相図、相分離速度、イオン濃度依存性、イオン特異性（ $\text{Mg}^{2+}$  は効果なし。 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Sr}^{2+}$  は相分離を起こすが、その程度は  $\text{Ca}^{2+}$  よりも少ない）、局所マスイ剤との拮抗などが明らかにされた。また、相分離とともに一時的な膜透過性の増大も示された。PA-PCの場合も同様な相分離がみられるが、2価イオンに対する特異性が著しく異なる。

## 生体膜の構造と円偏光二色性

簗 野 昌 弘（東北大・非水研）

生体膜の基本構造はリン脂質の2分子層で、この膜構造内に不齊を有する分子またはイオンが挿入されている。この膜構造の中に存在する多くの酵素の反応が、周辺の不齊構造の影響をうけているものと考えられているが、まだほとんど明らかにされていない。生体膜に関連する光学活性について最近の研究をまとめた。

### (1) 赤血球膜の糖タンパク質のコンホメーション

膜に関連する糖タンパク質は細胞表面の性質に重要な役割りを果している。virus binding, cell surface antigenicity, 細胞識別などがその役割りである。赤血球膜から分離した糖タンパク質は2-クロルエタノール中で高いヘリックス含量をもち、6Mグアニジン中ではほとんどヘリックスを形成していない。リン脂質中では糖タンパク質はおそらく高いヘリックス含量を保持しているものと考えられる。

### (2) 赤血球膜のコンホメーション変化の円偏光二色性による解析

赤血球膜の220nmの楕円率はプロスタグラジンの添加によりいちじるしく増大する。プロスタグラジンの添加により膜構造が変化し、膜中の糖タンパク質のコンホメーションが変化したものと考えられる。

### (3) 生体膜の円偏光二色性に対する脂質の効果

脂質中にはコレステロール、ホスホリピド等光学活性の物質系がある。これらの膜構成物質は明らかな温度依存性をもつ円偏光二色性を示す。しかし、これらをn-ヘキサンに溶解した系では、このような温度依存性を示さない。低密度のリポプロテインでも同様な現象が観測されている。

### (4) 脂質に挿入された色素の円偏光二色性

生体膜中に挿入された色素に異常な誘起円偏光二色性が観測されている。この現象も生体膜構造解析に有力な手がかりを与えるものと思われる。

以上、最近の文献を紹介したが、不齊場振動をテンソルとして取扱う理論の実験との対応が必要である。この方面的研究に多くの研究者が関心をもち、研究されることを希望している。

## 膜電位とけい光

葛西道生(阪大・基礎工)

けい光現象は溶媒などの環境に著しく敏感であるため、けい光色素を用いて、生体膜の興奮に伴う分子のコンホメーション変化を検出しようとして多くの研究が行われている。多くのけい光色素は膜電位と平行してけい光強度が変化する。その変化の大きさは通常のけい光分子では非常に小さく、何千回もシグナルを加算してノイズを除かなければ検出できない。しかし、cyanine, merocyanine などのけい光色素では変化量は大きく、全けい光強度に対して千分の1程度の変化を示し、1回の興奮で検出できる。このような現象の原因はまだ完全には解明されていない。

これとは別に cyanine 系の色素は赤血球などの膜で、塩環境を変えたり、valinomycin を加えてイオンに対する選択透過性を変えたりすると、数十%におよぶけい光強度の変化がおこる。この変化は膜電位変化を反映していることがわかった。その原因は以下のように考えられる。

cyanine 色素は疎水的なイオンであり、膜を自由に透過し、常にネルンストの式に従って内外に分布する。そのとき膜の内側では色素の凝集体が形成され、けい光がクエンチされる。そのため膜の内側が負になるとけい光は減少することになる。このような方法は、細胞のように小さくて、微小電極の挿入できないものの膜電位を推定するのに有効である。

## 興奮現象と膜の物性

池上明(東大・理)

神経膜の興奮現象を膜の構造や物性の面からレビューし、1つの分子的モデルを提案した。まづ Hodgkin - Huxley の現象論を紹介し、その中に含まれているパラメータの電場変化は3種類の蛋白質が膜電位により二状態間の転移をすると考えることができると指摘した。そして膜の構造やその興奮に伴う変化についての最近の知見から、この3種の蛋白質の構造変化がイオンチャネルを開閉する役割をしていると推論した。

さらに膜の主要成分である脂質の二重層膜の外部環境による変化、脂質と蛋白質の運動の温度変化の比較などの結果を整理し、興奮に於ける脂質の役割を論じた。そして興奮の現象は膜の電場変化がまづ脂質の状態を変え、その中に入っている蛋白質構造転移をひき起すというモデルを提出した。そしてモデル計算と実験結果との定量的な一致も示した。

## スピニラベル法によるモデル膜の物性

下山雄平(北大・工)

G. Eriksson\*, A. Ehrenberg\*

配向した磷脂質のモデル膜の物性研究は生体膜の分子の集合状態と運動に関する基礎的な知見を与える。今回我々は dipalmitoyl lecithin (DPL) と, dimyristoyl lecithin (DML) 及び egg yolk lecithin (EYL) 各々の配向膜を作製し, その膜中でのスピニラベルしたコレステロール (CSL) の挙動を EPR 法により検出した。同時に束縛された分子運動の理論を用いて, この EPR スペクトルの simulation を行い脂質分子の秩序度とその運動の相関時間を決定した。

DPL 及び DML のスペクトルの温度変化より 40 °C と 26 °C 付近に急激な hyperfine splitting の変化を観測した。これらは, ゲル相から液晶相への相転移と一致している。DPL で 30 mol % のコレステロールを加えた系では液晶相の活性化エネルギーがゲル相のそれよりも大きく, CSL の分子運動がゲル相よりも液晶相において脂質分子と強く相互作用していることがわかる。一方 EYL 膜中にコレステロールを加えると, 秩序度は高まるが活性化エネルギーにはほとんど変化が見出されなかった。

DPL 及び DML 膜において, 見かけの hyperfine splitting の温度変化は非常に良く相転移現象を反映する。その相転移域はコレステロールを加えるに従って広がる傾向が観測され, コレステロールは相転移における膜分子の協力性を低下させる。

Q-band の EPR スペクトルは FYL 中の分子が磁場によって配向することを示す。この磁場配向はもとより個々の独立な分子によるものではなく, 分子が相互作用し集団となってはじめて可能な現象である。簡単な理論的考察により, 分子集団の大きさは  $10^7$  個と見つもることができた。

---

\* Institute of Biophysics, Arrhenius Laboratory, Univ. of Stockholm

## リオトロピック液晶における スピニラベルの配向と運動

瀬高守夫(東大・薬)

Aerosol OT 一水およびデカノールーカプリン酸塩一水のリオトロピック液晶のラメラ構造をも

つ相を 2 枚の石英板に保持すると炭素鎖が石英板に垂直に向き、水の層と炭素鎖の 2 重層が交互に並んだ均一の試料が得られる。種々のスピニラベルをこれに加え、その示す 3 本の ESR 線の線間隔及び線巾を磁場と液晶の director との角度の関数として測定し、解析することによりスピニラベル分子の配向 ( $\bar{P}_2$ ) と運動について調べた。

スピニラベル分子のわずかな物理化学的性質の違いで配向状態は大きく変わり、例えは 5 員環平面をその分子構造とするピロリン誘導体は側鎖の基がカルボアマイドでは液晶の炭素鎖に対し分子面を垂直にして、水との界面にとけているが、側鎖の基がニトリルやカルボン酸になると配向は全く起こらない。またドキミルステアリン酸が Aerosol OT 系液晶にとけた場合はカルボキシル基を水面に向けその炭素鎖の先端部分は 2 つの炭素鎖層の間に折れ曲がって存在することがわかった。

ESR の線巾の解析はデカノール系液晶に 5 および 12 - ドキシルステアリン酸、あるいはコレスタン 誘導体のスピニラベルを加えた系について行なった。分子の運動の異方性を考慮して分子軸及びそれに垂直な軸のまわりの回転運動と関係した 2 つの相関時間、 $\tau_0, \tau_2$  を導入しその値を求めた。さらに分子の配向を示すもう 1 つのパラメーター  $\bar{P}_4$  が同時に求まつた。線間隔から得られた  $\bar{P}_2$  とこの  $\bar{P}_4$  から分子の配向の分布関数に関して新しい情報が得られる。

## 脂質 2 分子膜中での amphiphilic dye の存在状態と光酸化還元反応

豊島喜則、鋤柄光則（東大・生研）

葉緑体の光合成系には chlorophyll を中心とする両親媒性色素の 2 次元 lattice 構造が存在し、何らかの形で  $H_2O$  から NAD への電子移動と関係していると思われる。また光化学系 I, II の反応中心である chlorophyll はその役割に応じて膜内で種々の形の会合体を作っている。会合体の形成は chlorophyll 分子間あるいは膜を構成している脂質ないし蛋白質と chlorophyll の特異的な相互作用によってなされている。これらの知見を考慮して筆者らは脂質 2 分子膜中に構成要素として chlorophyll などの両親媒性色素を組込み、膜中の色素の会合状態やそれが励起色素を経由する酸化還元反応へ及ぼす影響などを研究している。ここでは可視吸収スペクトルの温度変化から  $N-N'$  distearyl quinocarbocyanine iodide が脂質の acyl chain の向理的状態の変化によって单量体と二量体の間の平衡が変化することを示す。gel 相（低温相）では二量体が安定、liquid crystalline 相では单量体が安定であり、dimerization constant はそれぞれ

$1.3 \times 10^3$  と  $3.22$  ( $1/\text{mole}$ ) であった。次に天然の両親性色素の代表例である chlorophyll を phosphatidylcholine 2 分子膜に組込んだ場合 chromophore である porphyrin 環を両膜面に並べた構造をとる。この膜界面で起る励起 chlorophyll を経由する光酸化還元反応について述べる。この 2 分子膜で酸化還元電位を異にする 2 つの水溶液層を隔て、片側で光酸化反応、反対側で光還元反応を起すと、この両者が膜を通じて電子移動によって共役することを見出した。またこの電子の流れにカップルしてプロトンの輸送が観測された。これは光合成初期過程の 1 つのモデルを与えていたと思われる。

## 「不純物伝導と金属・非金属転移」

開催期日 昭和 52 年 2 月 28 日, 3 月 1 日

開催場所 物性研旧棟 1 階講義室

世話人 佐々木 亘 (東大・理)

豊 沢 豊 (東大・物性研)

上 村 洋 (東大・理)

不純物半導体における金属・非金属転移の現象については、近年我が国の実験グループを中心に、伝導現象、光学的性質、磁気的性質等種々の面から精力的に研究が行われ、多くの興味ある実験結果が報告されてきた。この現象は、不純物原子の配列の不規則性と電子相関が複雑にからみ合うために、多様性を示して極めて興味深く、今まで転移を起す機構について多くのモデルが提出してきたが、まだ決着がついていない。

今回の研究会では、不純物半導体における金属・非金属転移の問題とこの問題との関連でも最近注目を集めている磁性半導体における金属・非金属転移の問題にトピックをしづり、これらの問題について研究に携ってきた実験家・理論家が一堂に会して時間に制限なく十分討論を重ねることに主眼をおいて、非公開の形式で研究会を開催した。討論時間に充分ゆとりがあつたため、極めて活発な討議が行なわれ、実り多い研究会であったようだ。

なおこの研究会は、当初英國ケンブリッヂ大学 Mott 教授が来日される機会に、Mott 教授も参加して開催する予定であったが、Mott 教授が健康がすぐれず来日を取り止められたため、Mott 教授の考えが伺えなかつたのは残念であった。

以下は、研究会で行われた各講演の講演者自身によるまとめである。

## プ ロ グ ラ ム

### 「不純物半導体における金属・非金属転移」

話題提供者

上 村 洸 : Anderson 転移か Mott 転移か

佐々木 亘 : 金属のクラスターのパーコレーション

森 垣 和 夫 : 転移濃度域でのハバード・バンドと局在性

吉広和夫, 山内睦子, 木下擴止 : 中間濃度域不純物伝導と遠赤外吸収

黒沢 達美 : Hopping 伝導と電子相関

成田信一郎, 谷口雅樹 : Ge 及び Si 中の D<sup>-</sup> 状態

糟谷忠雄, 佐宗哲郎 : Metallic 領域の不純物散乱

吉野 さやか : アンダーソン局在の計算機実験

### 「磁性半導体における金属・非金属転移」

糟谷忠雄 : 稀土類磁性半導体における不純物状態

小川信二 : パイライト化合物の金属・非金属転移

## Anderson 転移か Mott 転移か

上 村 洸 (東大・理)

研究会をはじめるにあたって、まず不純物半導体における金属・非金属転移について、現在争点になっている問題点を整理して紹介した。

その主なものは、第一に、不純物帯を形成する際に不純物の乱雑分布を如何に取扱うかのモデルに関するものであり、第二は転移をひき起す機構に関するものである。モデルについては、大きく分けて 2 つの対立するモデルがある。一つは Mott によって提唱されている“均質モデル”であり<sup>1)</sup>、他の一つは御子柴<sup>2)</sup>、Cohen-Jortner<sup>3)</sup> によって提唱されている“不均質モデル”である。

“均質モデル”では、不純物の濃度によって、(I) 伝導領域、(II) Anderson 局在状態の領域(フェルミ準位での状態密度は有限)、(III) 半導体領域の 3 つの領域に分けられ、金属・非金属転移は、濃度が増加して(II)から(I)の領域に移る処で、Anderson 転移或は Mott 転移の機構によって起る。他方“不均質モデル”では、(I) 伝導領域、(II) 不均質領域、(III) 半導体領域の 3 つの領域に分かれ、

転移は不均質領域でパーコレーションによって起る。

次に講演では、Mott との共同研究<sup>4)</sup>で基礎にとった均質モデルの考え方について、n型 Si の不純物伝導についてその特徴を紹介した。低濃度領域における谷口、成田の長波長光伝導（後出）及び名取、上村による理論的解析より、D<sup>-</sup>バンドが存在すると考え、D<sub>+</sub>、D<sup>-</sup>バンドを記述する理論的モデルとして Hubbard 模型をとる。中間濃度領域では 2つのハバード・バンド間に Anderson 局在状態が存在し、この領域での伝導は、移動端に励起された電子による伝導と局在状態間の variable range hopping で特徴づけられる。すなわち伝導率  $\sigma$  の温度変化は、

$$\sigma = \sigma_{min} \exp(-\epsilon_2/kT) + \sigma_{hop} \exp(-B/T^{1/4})$$

で与えられる。 $\epsilon_2 \rightarrow 0$  の濃度以上で金属領域となり、ここでは電子間の相互作用が重要になる。その影響は、スピンドルモーメント、ナイト・シフトの増大効果として常磁性に顕著に現われる。

今後明らかにすべき主要な問題点として、転移を引き起す機構に Anderson 機構と Mott 機構のいずれが主要な役を演じているのか、また観測されたスピンドルモーメントが均質モデルで単に電子相関による増大効果だけとして説明されるのかの二つを挙げておこう。

## 文 献

- 1) N.F.Mott, Metal-Insulator Transitions (Taylor & Francis 1974)
- 2) N. Mikoshiba, Rev. Mod. Phys. 40 (1968) 883
- 3) M.H. Cohen and J. Jortner, Phys. Rev. Letters 30 (1973) 699
- 4) H. Kamimura and N.F.Mott, J. Phys. Soc. Japan 40 (1976) 1351

## 金属的クラスターのパーコレーション

佐々木 宜（東大・理）

この話では Si : P の系についての実験結果にもとづいて、ドープした半導体でみられる金属転移が、局所的に金属化したドナークラスターのパーコレーションとして理解できることを強調した。

電気伝導について云えば、 $\epsilon_2$  活性化エネルギー（10Kで評価）の消失は  $N_D = 3.2 \times 10^{18}$  cm<sup>-3</sup> でおこるが、他の諸性質がこの  $N_D$  で截然と変化する訳ではない。

静磁化率は、この  $N_D$  近辺では、Landau-Peierls-Pauli タイプの成分（合計して反磁性）と Curie-Weiss タイプの成分の重畳と見られる。CW成分は  $N_D$  の増とともに徐々に減少し

$6.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  で非常に小さな値になるが、 $3.2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  で特に著しい変化はない。

$^{29}\text{Si}$  と  $^{31}\text{P}$  の NMR 線は共に低磁場 (Knight) シフトを示す。シフト量の大きさは、 $3.2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  の近くで、それぞれ急激な増および減を示し、 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  に達するとそれらの変化はずっと緩かになる。

比熱は  $N_D = 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以上で、 $\gamma T + BT^3$  という金属的な温度依存を示し、 $\gamma$  の値は縮退半導体の描像から期待されるものに比して若干の強めがある。この強めは同様モデルによる静磁化率の Pauli 成分に見られる強めと、定性的にはお互に矛盾しない。

以上の実験から、金属転移の前後にかけて、試料内では、ドナー濃度が平均値より高い領域を中心にして局所的な Mott 転移がおこり、その結果できた金属的クラスターが  $N_D = 3.2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  でパーコレーションをおこして  $\epsilon_2$  ( $10\text{K}$ ) が消失するという描像を引き出すことができる。

この描像に対して Mott が出している強い異論 —— クラスターの独立性はトンネル効果で消失している —— に対しては、トンネルによる電子移動は、クラスターの帶電による静電エネルギーの上昇を考慮すれば、独立事象としては禁じられていることを指摘しておく。

#### Reference

W. SASAKI : THE METAL-NON METAL TRANSITION IN DOPED SEMI-CONDUCTORS, J. DE PHYSIQUE, SUPPLEMENT AU NO 10, 37 (1976) C4-307

## 転移濃度域でのハバード・バンドと局在性

森 垣 和 夫 (東大・物性研)

不純物半導体において電子相関と不規則性が、その金属・非金属転移近傍で見られる電子的性質に種々の影響を与えていていることは、よく知られている。ここでは、Pをドープした Si に例をとり、ESRによる抵抗変化及びマイクロ波による非共鳴的な抵抗変化の実験結果<sup>1)</sup>に基づいて、その効果を考察してみたい。<sup>2)</sup> 中間濃度域を、(I)ハバード・バンド間の状態密度ギャップが存在する場合と、(II)移動度ギャップだけが残っている場合、また高濃度域を、(I)フェルミ準位が不純物帶固有の位置にある場合、(II)伝導帶の裾が拡がり、フェルミ準位がその中に入った場合、に分けることが出来る。ESRによる抵抗変化が観測されるのは、上記の中間濃度域(I),

(II)及び高濃度域(I)である。中間濃度域で観測されるE S Rによる抵抗減少は、中間濃度域(I)においてはE S Rに寄与するスピン系(Fのハバード・バンド)と電気伝導に寄与する電子系(上のハバード・バンド)を考えて、それらの間でのスピン・エネルギー移動に基づいて説明される。中間濃度域(II)では広範囲ホッピング伝導による電気伝導が観測されており<sup>3,4)</sup>またE S Rによる抵抗減少も、この伝導機構に基づいて理解しうる。<sup>3,5)</sup> このようにE S Rによる抵抗減少効果は、他の実験結果からも支持される上記の描像(ハバード・バンド・モデル)から説明される。

高濃度域(I)で観測されるE S Rによる抵抗減少及びマイクロ波による抵抗増大の結果は金属域においても局在的な性格をもつ電子系の存在を示唆している。転移のすぐ高濃度側でみられるマイクロ波による抵抗増大効果は状態密度スペクトルに局在的領域の存在を仮定することにより説明されうる。このような局在領域としてポテンシャル揺動によって生じた、ある深いポテンシャルにとらわれた電子を考えることが出来る。しかしこの局在電子はある時間後に他の状態に飛び移ることが可能で、みかけの局在状態と考えるのが妥当であろう。

- 1) K. Morigaki and M. Onda: J. Phys Soc, Japan 36 (1974) 1049;  
N. Kishimoto and K. Morigaki: J. Phys. Soc. Japan 42 (1977) 137.
- 2) K. Morigaki and F. Yonezawa: Progr. Theor. Phys., Suppl. No. 57  
(1975) 146; 米沢富美子, 森垣和夫: 団体物理9 (1974) 527.
- 3) K. Morigaki, K. Sugihara and M. Kishimoto: Tech. Rep. ISSP, Ser.  
A, No. 735 (1975).
- 4) R. H. Wallis: 私信.
- 5) H. Kamimura and N. F. Mott: J. Phys. Soc. Japan 40 (1976) 1351.

## 中間濃度域不純物伝導と遠赤外吸収

吉広和夫 山内睦子 木下攘止(電総研)

ゲルマニウム或はシリコンの結晶中で浅い不純物単位を作るような原子は、その濃度が十分うすい時には独立した水素原子様状態にあると考えられており、その赤外ないし遠赤外域における光学的性質は殆んど研究しつくされている。不純物濃度が増加すると、不純物電子間に相互作用

が現れ始めさらに約一桁の濃度増加により金属・非金属遷移が起ることは、低温での電流磁気効果の実験から知られている。このような不純物電子間相互作用を光学的手段で捉えるためには波長  $100 \sim 2,000 \mu\text{m}$  程度の電磁波を使うのが適当であるが、この波長域での物性研究は比較的新しく、技術的にも未解決の問題もある。さらに、不純物伝導領域での光吸收、光電効果等は、不純物の濃度、種類、補償度、歪、磁界などに強く影響されるので、少數の試料についての測定結果から何か結論を得ようとすると、かなり危険である。この様なわけで、なるべく虚心に系統的に実験を行い、その結果を既存のモデルにあまりとらわれずに眺めてみたい。

紹介する主な結果は、 $2 \times 10^{16} \sim 6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  の Ga を含む Ge 単結晶のサブミリ波吸収と光電効果で、光源には HCN レーザーによる 337, 311  $\mu\text{m}$  と Carcinotron による 987  $\mu\text{m}$  の輻射を用いた。少數不純物補償度が約 5 % 以下とみられる試料を選び、不純物濃度の異なる多数の試料について、4.2 ~ 1.5 K の温度で光学測定を行った。直流電気抵抗の温度変化から中間濃度域不純物伝導の活性化エネルギー  $\epsilon_2$  を各試料について求め、吸収係数、光電効果と  $\epsilon_2$  との関係をみると、 $\epsilon_2$  がそれぞれの輻射の photon energy よりも小さい領域で吸収係数、光電効果とも大きく、 $\epsilon_2$  をはさんで 2 ~ 3 衡変化する。このことから、 $\epsilon_2$  は実在するエネルギー・ギャップであり、吸収はアクセプタの基底状態から  $A^+$  バンドへの遷移によって起っているものとみられる。従来発表されているこの種の実験（例えば V.S. Vavilov et al. 1976, A. I. Demeshina et al. 1970 等）がすべて基底状態間のホッピング的遷移ばかりを観測していたのに対して、この実験は補償度の小さい試料の特徴を捉えたものといえる。

## Hopping 伝導と電子相関

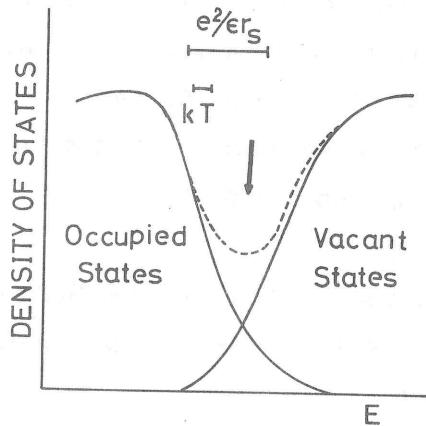
黒沢達美（中大・理工）

Hopping 伝導の場合のように電子状態が局在している時には、拡った状態の場合とは違った種類の電子相関効果が現われる。

その効果の一つは、電子（一般にはキャリヤー）のとぶ時のエネルギー差が、一般的傾向として、飛距離とともに大きくなることである。これは自分の作り出す静電ポテンシャルが自分には働かないという自明の理から出でて来ることであるが、具体的にはランダムに配列させたドナー・モンテ・カルロ法を用いて電子の熱平衡分布を作り出すことによって或る程度定量的に確かめられる。このことの結果として、伝導度の  $T^{1/4}$  法則からの外れが生じ、温度変化はもっと強くなる。

る。この様なタイプの実験データはしばしば報告されている。

もう一つの効果は、エネルギー状態密度に（ある意味での）gap もしくは dip を生ずることである。すなわち図の実線は占められた状態および空いている状態のエネルギー分布を示す。そしてその和は点線の様に dip (0 K では 0 逸落ちる) を持つ。フェルミ準位は矢印の所にあって、これが体系にゆっくり電子を出し入れする時の仕事になる。しかし瞬間に出し入れするにはもっと大きなエネルギーが必要であり、これが dip を生ずる原因である。そのエネルギー差は周りの電荷分布の緩和に対応する。この種の dip は光吸収とかトンネル効果の様な速い物理的過程に伴なって見出される可能性がある。



## Ge 及び Si 中の D<sup>-</sup> 状態

谷口雅樹 成田信一郎 (阪大・基礎工)

Ge, Si 中の D<sup>-</sup> 状態が、フーリエ変換型干渉分光器を用いて、長波長光伝導を測定することにより調べられた。

### i) Ge 中の D<sup>-</sup> 状態

Sb をドープした、及び As をドープした Ge 中の孤立した D<sup>-</sup> 状態が、新しく開発された検知機構により、はじめて観測された。孤立した D<sup>-</sup> 状態の電子親和力が実験により決定され異なる不純物の間の D<sup>-</sup> 状態に対して、chemical shift が存在する事が明らかとなつた。

D<sup>-</sup> 状態のエネルギーに対する、伝導帯の多谷構造、及び、core potential の効果を調べるために、[111] 方向の一軸性応力のもとで測定が行なわれた。その結果、D<sup>-</sup> 状態のエネルギーは、伝導帯の構造の、単一谷構造から四谷構造への変換に応じて、安定化される

事がスペクトル変化から確認された。

このような、所謂、many valley effectを説明するために、core potentialの強さに応じて二つの機構が提出された。ひとつは、D<sup>-</sup>状態にある2電子の間のクーロン反発によるもの、他のひとつは、two electron valley orbit splittingによるものである。

スペクトルの濃度変化が調べられ、Sb不純物に対して、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ から $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の間では更に強く束縛されたD<sup>-</sup>状態が観測され、 $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上の濃度では、D<sup>-</sup>帯の形成の可能性が強く支持された。

## ii) Si 中のD<sup>-</sup>状態

PがドープされたSi中の孤立したD<sup>-</sup>状態が観測され、電子親和力が決定された。

[100]方向の一軸性応力の実験により、D<sup>-</sup>状態のエネルギーに対するmany valley effectが示された。

スペクトルの濃度変化から、濃度の増加と共に、更に強く束縛されたD<sup>-</sup>状態が形成される事が確認され、また $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の試料に対して、孤立したD<sup>-</sup>状態と、更に強く束縛されたD<sup>-</sup>状態が、結晶中に共存している事が、スペクトルの温度変化より明らかにされた。

## Metallic 領域の不純物散乱

糟谷忠雄 佐宗哲郎(東北大・理)

n-型Ge, Siはmetal-insulator transition直後のmetallic regionで異常な抵抗の温度変化を示す。これについては黒沢、佐々木の定性的な解釈があるがそれをきちんと取り扱い、どこまで普通のdegenerated semiconductor modelで扱えるかを調べる。先づ一体散乱をone valley modelできちんと解き screeningをself-consistentに求める。(温度効果も含めて)，多中心散乱については2体不純物に関してはきちんと求まるが3体以上は労力が大変で近似的に求める。多中心散乱では黒沢、佐々木の予言のような温度変化は得られなかつた。

更にmany valley効果及びcentral core correction効果を入れた取り扱いを行つている。

## アンダーソン局在の計算機実験

吉野さやか（東大・工）

一般に不規則系ではある程度以上の不規則性があるとアンダーソン局在状態が生じるようになります。不純物伝導ではこのアンダーソン局在が重要な役割を果たしているのではないかと言われています。このアンダーソン局在がどんな風に起こっているかを、不規則性を簡単な形で導入したモデル（アンダーソン・モデル）で計算機実験により調べた結果を報告した。 $100 \times 100$  のサイトを持つ 2 次元正方格子をサンプルとして扱い、不規則性の強さあるいはバンド中のエネルギーに依って固有状態の波動関数が変化する様子を調べ、拡がった状態から局在状態への転移が認められた。また局在状態では波動関数は指数関数的に減衰していることがわかり、その減衰定数の不規則性あるいはエネルギー依存性も調べられた。この依存性については理論的な評価となり食い違う結果が得られている。

## 稀土類磁性半導体における不純物状態

糟谷忠雄（東北大・理）

通常の半導体中の不純物状態に比して更に多種多彩な効果が観測され、又期待される。現実にはよく制御された試料作成の点に弱点がある。これも近年急速に改善されており又、日本でも東北大を始め世界的なレベルの試料が生まれつつある。以下若干の典型的物質について簡単に問題点を記す。

### 1. Eu-chalcogenides

3 値稀土類  $R^{+++}$ , ハライド  $C1^-$  etc., を入れると一価の不純物状態ができる。但しマグネティックポーラロン (MP) 効果が大きく transfer, effective activation energy 等に複雑な影響を与える。spin ordering, 温度により種々の impurity state 間の転移がみられる。カルコゲン vacancy はアルカリ土金属カルコゲナイトの F-center (カルコゲン vacancy) magnetic polaron 効果を加えたもので、種々の効果が期待されるがまだ充分調べられていない。

### 2. $SmB_6$ , $EuB_6$ etc.

これらは4fレベルが丁度フェルミ面にあるもので impurity band と類似の性質がある。 $\text{Eu}_{3-x}\text{X}_4$  では  $\text{Eu}^{++}$  と  $\text{Eu}^{+++}$  が共存し conduction band と共存しない 4f band が存在する。

## パイライト化合物の金属・非金属転移

小川信二(電総研)

電子相関による金属・非金属(M-NM)転移の例として、パイライト型結晶構造を持つ  $\text{NiS}_2$  およびその固溶体の実験結果を金属状態に重点を置いて紹介した。

今迄3つのパラメータ変化による M-NM 転移が観測されている。(1) Ni を Co, Cu で置換する。これは原子当りの平均電子数を変える。(2) S を Se で置換する。これはハーバード模型で  $U/t$  を増大することに対応する。(3) 高圧を加える。いずれの場合も上記パラメータと温度に関する状態図は定性的に同じパターンを示す。特に(2)と(3)は  $1 \text{ at. \% Se} = 1 \text{ k bar}$  の換算で一つの状態図に重ねることができる。M-NM 転移境界が臨界点を持つこと、帶磁率、電気抵抗が金属側から境界に近づくと増大すること、体積変化等の実験結果を示した。

# 昭和51年度 物性研共同研究報告 「SOR-RINGの性能向上と測定系整備」

代表者 佐々木 泰三（東大・教養）

## § 1 はじめに

SOR-RINGは49年度に建設を終了し、試運転に成功した後、50年度は予算の関係で1年間の休止を余儀なくされたが、51年度には維持費の増額が実現し、運転を再開した。その結果リングの性能は大巾に向上し、ほぼ設計目標を達成したのみならず、最大蓄積電流については予想を大巾に超え、諸外国の同種装置の水準をはるかに上まわる値が達成された。諸性能はなお向上の過程にあるもようで、今回報告する数値（51年12月末現在）はいずれ書きかえられることになるであろう。

このような結果がえたられたのは

1. 新しい高周波加速系が完成し、順調に動作するようになったこと。
2. 入射・蓄積に適する動作点の系統的な調査が進んだこと。
3. 運転者が運転に習熟してきたこと。
4. 2・3に必要な各種計測技術の開発・整備が進んだこと。
5. 連続運転によって真空系が枯れてきたこと。

等による。

以下、§2で51年度に本共同研究によって実施された主な改良作業について、§3ではこれに関連しておこなわれた加速器の動作測定について述べ、§4に得られた結果をまとめておく。

また本年度はリングの運転がほど定常的に行われるようになり、50年度に発足したSOR施設にも定員の充足（助教授1、助手1、技官1）があったので、従来リングの運転と性能向上に主力を注いできた作業グループは、リング各部のうち、基本的に完成した部分の管理業務を逐次施設にひきついでおり、それに伴って生じた余力を測定系（ビームライン、分光器および付帯設備）の整備にふり向けることができた。この作業には現客員を中心とする本共同研究のメンバーのほか、旧客員をふくむ嘱託研究員のグループが参加している。リングには4本のビームラインがあるが、その中2本の整備が進み、差動排気系と分光器が設置されて分光測定の予備実験がはじまっている。これについては§5で述べる。

## § 2. リング各部の改良

### a) 新高周波加速系 (RF)

これは49年度科研費（一般A）で製作した超高真空の空洞と大出力の発振器から成り、50年度に試験を終了した。これに伴い、本年度の運転は旧RFではなく、新RFでおこなわれている。運転はおおむね順調におこなわれており、リングの性能向上の1つの大きな要因がRFの更新にあることは明らかであるが、試運転（年度第1四半期）の結果、以下の問題点があきらかになり、51年8月に補修をした。

1. 空洞に第3高調波の共振が生じ、これがマルチ・パクタリング（高周波放電）防止用のバイアスリングに吸収され、過熱とガス放出の原因となる。
2. パワーを上げると空洞の胴の部分（ステンレス）の温度が上昇し、これも圧力上昇の原因になる。
3. 負荷の増大にともない、ビーム誘導電界による不安定性が生ずる。

これに対する対策は

1. 問題になる高調波のモードを抑えるように電極の改造をおこない、同時に電極の冷却方法も改善した。
2. 胴部分の冷却配管を強化した。
3. バイアス・リングを撤去した。
4. ビームの蓄積に伴って、空洞の共振周波数をたえず安定領域に移動させる自動追尾装置を作製した。

この作業のうち、1～3の大部分は8月に実施され、良好な結果を得た。またバイアス・リングを撤去してもマルチ・パクタリングは生じないこともわかった。4は近く完成の見込みで、現在は手動で追尾している。

### b) ビームのとり出し

シンクロトロン（ES）からの電子ビームのとり出し自体は当初から支障なくおこなわれているが、とり出しのためのキッカー・マグネット（K<sub>1</sub>）がESの入射のじやまになる場合があり、従来手動で出し入れしていた。これを高い精度で平行移動のできる架台に固定し、遠隔操作で出入するよう改造し（8月），以後トラブルはなくなつた。

### c) 制御系

とり出し、打ち込み等の制御および計測・表示機器全般の整備が進んだ。

### d) 偏向電磁石

偏向磁石の磁場値の偏差（8個の個体間のバラツキ）は±0.1%以内であるが、更に微調

整を可能にするため、個別のシャント抵抗を付設した。これは蓄積技術の改善にきわめて有効であった。

e) 蓄積電流モニター

リングに蓄積された電流を測定するのに、従来は可視部で SOR を受光するフォトマル・モニターの公称感度からの推定値と、バンチの通過による充放電電流を測る静電誘導型モニターとを用いていたが、絶対値の信頼度に疑問があるので、新たに次のようなモニターを採用した。

1. 定常的な電流測定業務用モニターとしては SOR による光電流を直接測定する Photo-cathode Monitor (PC)
2. PC の絶対値を較正するため、別に電子 1 個の SOR に相当する信号を検出する高感度のフォトマル・モニター (PM)

PC は単なるステンレス板で、現在第 3 ビームライン (BL-3) の出口フランジに装着し、200 ボルトをかけて、約 33 mrad の角開口で SOR 白色光を斜に (入射角 70°) 照射して得られる光電流を測定している。この方法は感度も十分高く、ダイナミック・レンジが他のいかなる方法よりも広い上、経年変化のおそれもすくない。このモニターの絶対感度はステンレスの光電子放出の分光効率 ( $\eta(\omega)$ ) がわかれれば独立にも求められるが、 $\eta$  の知識は現在のところ不十分で、別の標準が必要である。

PM による較正はあらかじめ軌道上の電子数を 10 個程度にへらした上で、電子を 1 個ずつおとしてその光電流信号を測っておき、次の電子数を  $10^3 \sim 10^4$  個までふやして、PM の線型性が保証される範囲で PC の電流と比較する。この方法できめられる蓄積電流の測定精度は現在 ±5 % 程度であるが、更に改善の余地がある。

### § 3. リングの動作研究

4 9 年度の数度の試運転で蓄積に適する動作点 (偏向磁場・4 重極磁場・RF の周波数と出力・入射磁石系 ( $K_2, P B_2$ ) のパラメタ等の組合せ) がいくつか見つかっていたが、未だ入射効率としてはきわめて低いもので、諸パラメタの最適化のためには動作点の系統的研究が必要であった。そのためにはベータトロン数  $\nu_x, \nu_z$  の測定が必要で、建設当初からその測定端子が直線部  $S_7$  に設置してある。ベータトロン振動をしらべるには  $x, z$  それぞれの方向に高周波電界をかけてビームを観測しつつ共振点をみつければよい (RF ノックアウト法)。この実験に必要な高周波電源は本年度はじめにようやく準備が整い、 $\nu_x, \nu_z$  の測定ができるようになつた。また別に名大プラズマ研 (大塚・佐藤両氏) のストリーク・カメラによる入射時の軌道観測がおこなわれ、入射技術の研究に大いに役立つた。

当初設計の際おこなわれた計算機シミュレーションによると、入射最適条件は  $\nu_x \approx \nu_z \approx 1.20$  付近と考えられていたが、その後の動作研究の結果、入射・蓄積に適する動作点はきわめて広い範囲に分布していることがわかり、今年度の運転再開時には先ず 4 極磁石のパラメタを系統的にかえて、動作点を ( $\nu_x, \nu_z$ ) 平面上にマッピングする試みがおこなわれた。その結果、当初予想とはやゝ離れた  $\nu_x \approx \nu_z \approx 1.25$ 、あるいは 1.75 付近に入射効率のきわめてよい動作点が見つかり、この点を中心にサーベイがつづけられている。

#### § 4. 性能向上の経過と現状

§ 2・3 で述べた一連の作業の結果、SOR-RING の性能は今年度に入って大巾に向上した。Fig. 1 は性能向上の経過を示すグラフで、横軸に時間、縦軸に最大蓄積電流と、種々の電流値に対する寿命 ( $1/e$  まで減衰する時間として定義) をとつてある。76年末までの記録は最大蓄積電流 275 mA, 100 mA での寿命は 40 分、20 mA で 129 分である。蓄積率は主として E S の電流・入射効率・リング内の気圧で左右されており、最近は E S の運転が好調なので、入射初期には 1 発で 1 mA 程度がたまることもある。最大蓄積電流は現在のところ放出ガスによる散乱でおさえられており、真空系が枯れるに従つて上昇してきている。無負荷時の真空は R F 空洞で  $3 \times 10^{-9}$  Torr、他は平均  $3 \times 10^{-10}$  Torr 程度であるが、大電流をためると平均気圧が  $10^{-7}$  Torr 程度まで上昇したところで入射と損失とがつりあうようである。100 ~ 150 mA をためるのはもはやきわめて容易で、いつでも再現でき、所要時間は数分である。運転する毎に寿命は伸びているので、おそらく近い将来、系が更に枯れてくれれば 100 mA・1 時間という設計限界 (Touschek 限界) に到達するであろう。但し、この値はあくまで理論的な予測であって、どの程度正しいかはまだ先の結果を見ないとわからないが、Fig. 1 を見る限り、すでに此の限界に到達しているとは考えられない。Fig. 2 は同様のデータを Touschek 限界への接近という形で見なおしたものである。系の枯れ方が不十分であることはビーム損失の支配的要因が未だに真空である、ということで明らかだが、最大蓄積電流に関してはすでに諸外国の小型リング (ACO, Orsay, 550 Mev, 150 mA; Tantatus I, Wisconsin, 240 MeV, 150 mA; SURF-II, NBS, 240 MeV, 8 mA) の水準をはるかに超えている。

また 10 mA 蓄積時におこなったエネルギー上昇試験の結果、360 MeV までビーム損失なしに上げられることが確認された。このエネルギーでは Touschek 限界は 2 倍以上にふえ、有効スペクトル限界は 750 eV あたりまで拡大する。

Fig. 1

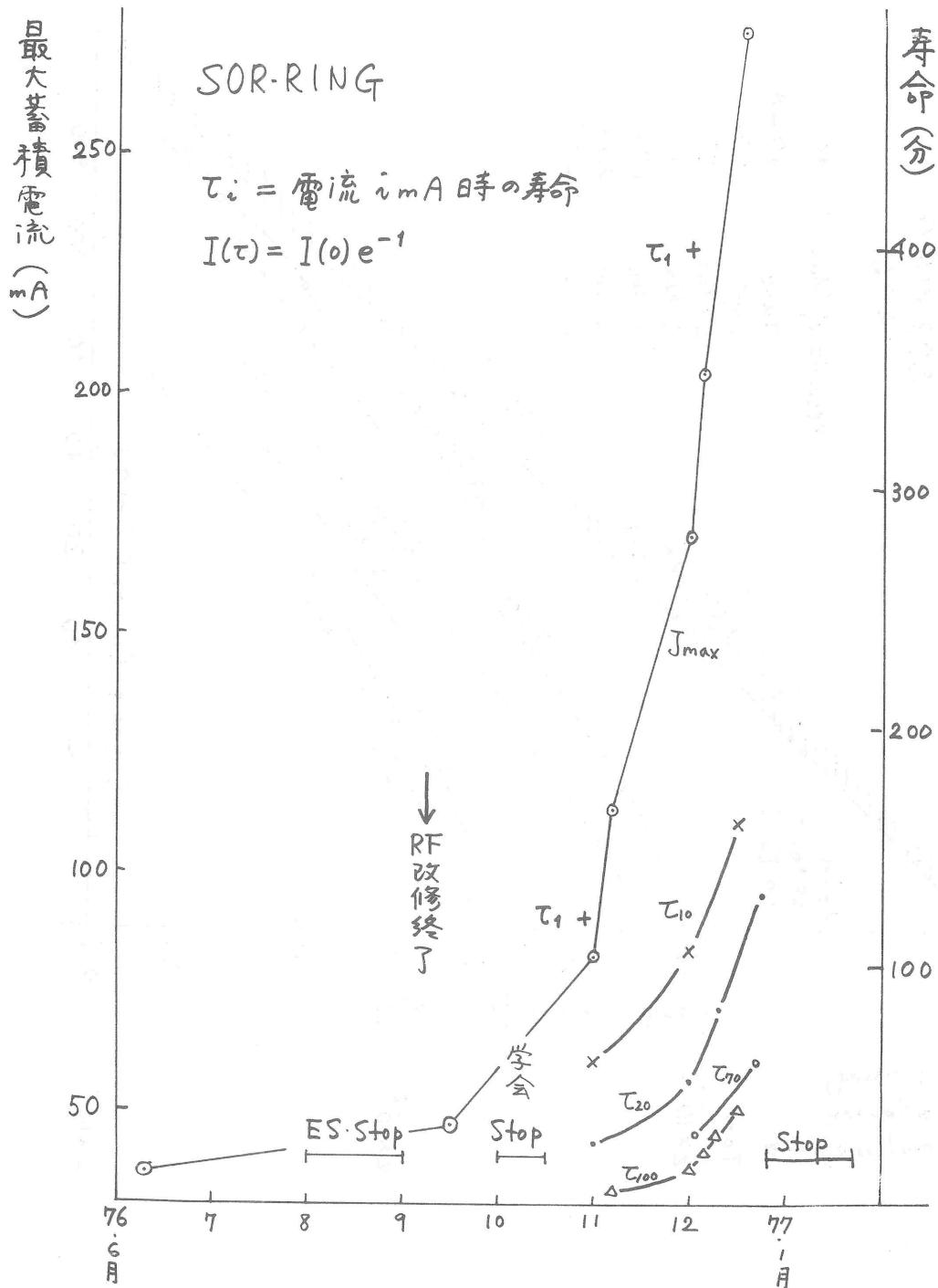
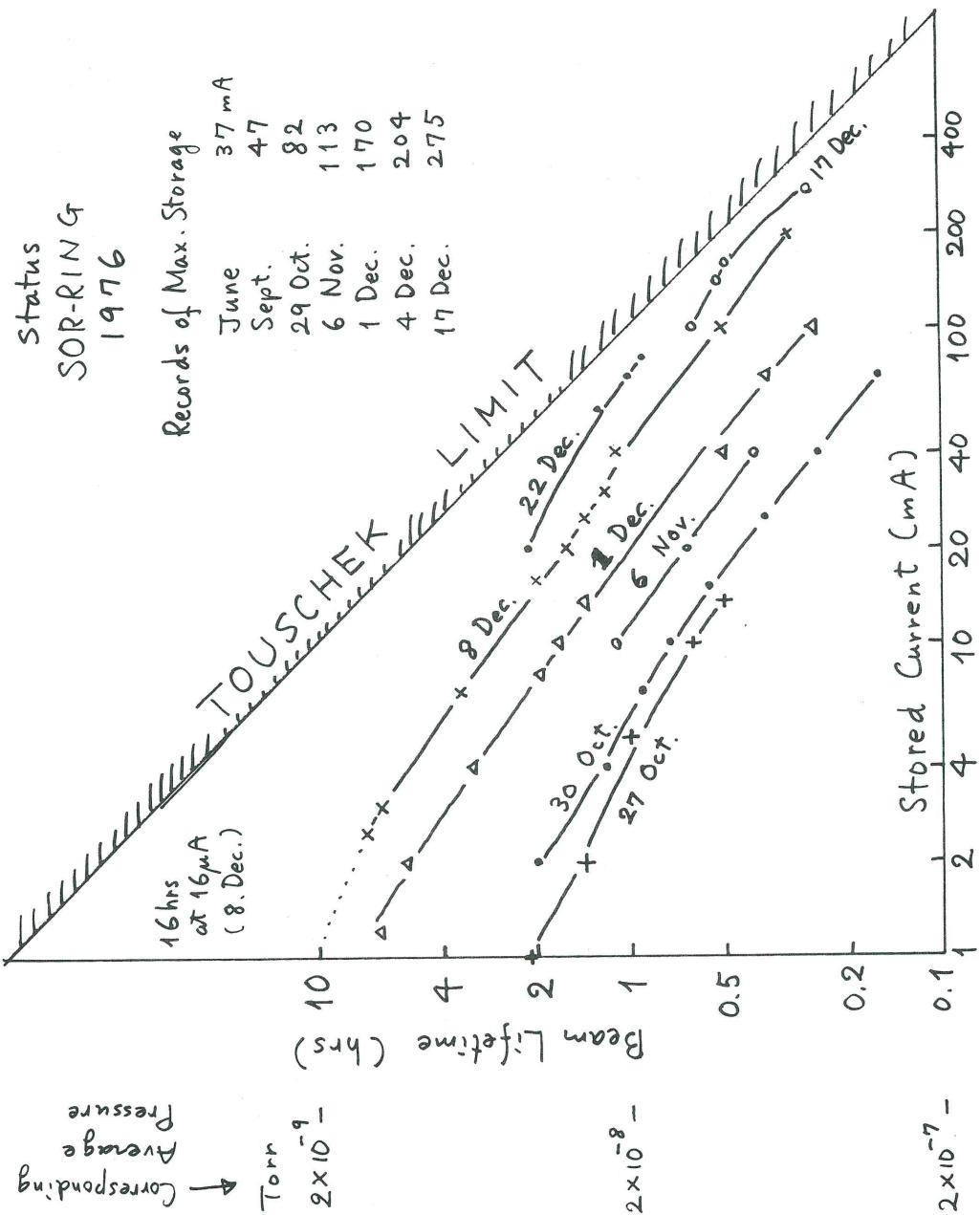


Fig. 2



### § 5. 測定系の整備

§ 1 で述べたように施設人員の増強とリング性能向上の実現した51年秋以後、現客員を中心とする作業グループを再編成し、ビームライン（BL）の本格的整備を開始した。すでに BL-1, BL-2 には差動排気系と分光器（1m縦分散 Seya-Namioka, 縦分散 2m変型 Rowland）がとり付けられ、予備実験を開始した。これらの測定系については前客員の編集した「SOR 測定レポート」に詳細なデータがある。テスト結果の1例をあげると、BL-1 の Seya ではリング電流 20mA のとき、 $\lambda = 600\text{Å}^{\circ}$ 、スリット巾  $100\mu\text{m}$  で HTV-R 595 を  $1.3\text{ kV}$  で用いて信号出力  $6 \times 10^{-9}\text{ Amp}$ 、BL-2 の変型 Rowland では  $\lambda = 110\text{Å}^{\circ}$ 、スリット巾  $200\mu\text{m}/60\mu\text{m}$  で同じ受光器を  $2.6\text{ kV}$  で用いて  $3 \times 10^{-8}\text{ Amp}$  が得られており、何れも実用上十分である。安定性もきわめてよいので、せまい波長領域を走査するには強度モニターによる規格化の必要もない位である。但し、Seya はリング棟の2階にあり、鏡で光をはね上げて光源から約 7m はなれた所に入射スリットを置いているので、調整がビームの位置にかなり敏感である。従ってリングの運転に当っては寿命だけでなく、軌道の位置、すなわち動作点の安定性にも配慮する必要がある。

測定系は差動排気系・分光器・光電子分光器・ミニコン等単体としては出来上っているが、ビームラインとしての総合的整備は始まったばかりで、未整備の BL-3, BL-4 のほか分光器のアライメント・性能評価・フィルター、偏光子等の整備と開発・気体測定用付属装置・ミニコンによる波長送りとデータ処理のためのインターフェイスの製作等まだなすべき仕事は多いので、これらの作業は来年度にもち越されることになろう。

### § 6. おわりに

SOR-RING の建設と性能向上のための作業グループは長期間にわたり本共同研究によって物性研より旅費の支援を受け、おかげさまで本年度ほぼ目標を達成することができた。リング建設の作業グループは年度末をもって解散し、今後の作業を物性研 SOR 施設に引きつぐこととなつた。長い間の御支援に対し、関係各位に心からの厚い感謝を捧げる次第である。なお測定系整備に関しては、あと 1 年をめどに、客員・施設をふくめた作業グループによる共同研究の継続を申請中である。

### 参考文献

1. T.Miyahara et al., Particle Accelerator 7 (1976) 163.

2. H. Kitamura, T. Miyahara, M. Watanabe, T. Katayama and T. Sasaki,  
J. J. A. P., 15 (1976) 1349
3. T. Miyahara, Thesis (SOR-RING Report No. 6) 1976.
4. H. Kitamura, Thesis (SOR-RING Report No. 7) 1976.
5. SOR測定系レポート, 佐川敬編, 昭和50年3月
6. 北村英男, 宇宙放射線シンポジウム, 中村・等松・宮本・松岡編, 昭和51年11月 p. 84.

( 1 9 7 7 - 1 - 1 7 )

#### 付 記

この報告は昭和52年2月17日の物性研共同利用施設専門委員会に提出したものである。この原稿をまとめた1月17日以後もリングの運転は順調につづけられ、3月19～21日にはリング作業グループの手で最終的な性能測定のための各種実験をおこなった結果、本文に記した状況からまた一段の進歩があったので、こゝではそれを中心に本文で書き落したことなどをふくめ、若干の補足をする。

100mA, 1時間という設計目標は1月28日に達成された。このときの寿命は64分であったが、これはその後容易に再現できるようになった。100mA蓄積時の系の真空度も次第によくなつて、 $3.5 \times 10^{-9}$  Torr ぐらいまで来ており、どうやらTouschekの限界に近づいて来たことを示している。縦横のベータトロン振動を結合させてビーム断面を丸くするとこの値は更に20%位ふえる。ただし200mA以上のビームをためると100mAになつても未だ残留気体圧力が高く、寿命は45分程度になる。このように寿命の測定値は運転の履歴に大いに依存する。

最大蓄積電流に関しては2月25日に310mA、翌26日には316mAを達成し、このときの寿命は18分、入射部での気圧は $2 \times 10^{-8}$  Torr であった。最大運転エネルギーは380MeVとなり、このときの実用スペクトル範囲は1KeVまで拡大される。360MeVでは100mAで寿命75分、30mAで約3時間となり、軟X線領域の強度が著しく増強されるので、今後はこのエネルギーで定常運転する場合が多くなるであろう。

3月下旬の実験ではRFノックアウト法によるベータトロン振動数の測定を改良した測定法でやり直し、ひろい範囲の動作点でビーム断面の形状・位置、安定性、寿命、入射効率につき系統的なデータをとった。動作点によって形状のみでなく位置も変わるので、分光器の光軸の調整後に動作点を変えることは避けた方がよい。この実験では真空に関しても蓄積電流と寿命・残留気体圧力との関係、各電流値でのガス分析、分布排気系の効果等をしらべた。分布排気系を作動さ

せると、これがない場合にくらべて50%寿命がのび、質量分析計のスペクトルからH<sub>2</sub>OとCO<sub>2</sub>がほど消えてしまうことから、分布排気系がきわめて有効に機能していることが確認された。これらの結果は近くStatus Reportとして公表される。

以上の結果でSOR-RINGは所期の目標をすべて達成し、むしろ期待をはるかに超える性能をもつて定常運転にのぞむことになったが、この性能は現存する世界の低エネルギーの光源専用リングの中では群を抜くもので、こんどはこの有利な条件をユーザーがフルに利用する番である。どうしてこのような成果がえられたか、ということを本文で一寸ふれておいたが、その記述は大事な点が一つ二つぬけている。そこで追加すると、次の2点があげられる。

6. リングへの電子の入射を運転エネルギーでやっており、そのため各種振動の減衰がはやく、Touschek効果による損失も小さい。また入射後に磁場を変化させるとときに生ずる不安定性をも免れている。
7. 核研のシンクロトロンの性能が向上し、大強度で定常運転をしているので、1回当たりの入射量が大きい。

リングの真空は未だ完全に枯れてはおらず、また入射効率も改善の余地があるので、性能としては未だこれが最終値であるとは断言できない。

(6)の点は設計上の問題であって、別にこのごろになってわかったことではないが、忘れてはならない点で、国外の加速器専門家もこの点に注目している。<sup>7)</sup>しかしこのような高エネルギー加速器を専用入射器として最初からつくろうとすると、費用は光源用リングと同額か2倍（線型加速器）もかかり、光源は長時間稼動するのに、入射器は1日30分も働けば十分ということで、建設のコストデメリットはきわめて大きい。SOR-RINGの場合、核研電子シンクロトロンのような既存の加速器を利用できたことはまことに幸運で、入射系に投入した費用は1千万円以下にすぎず、入射器としての利用はシンクロトロン本来の業務である高エネルギー実験には実質的に何ら支障になっていない。リングの長期的展望という観点からも、このことは特筆すべきことなので、関係当局に特に御留意をお願いしたい。

## 文 献

7) H. Winick ; Synchrotron Radiation Research, SLAC Beam Line ,

Febr. 1977. S-14.

## 「アモルファス Si-Au 系における 金属・非金属転移」

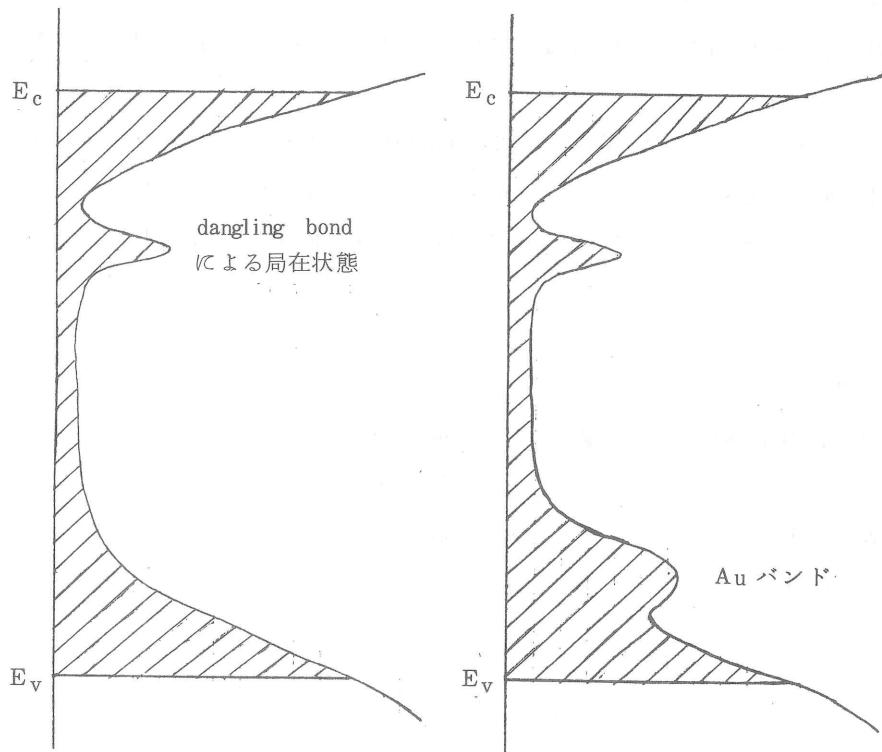
代表者 森 垣 和 夫（東大・物性研）

昨年度の共同研究において、アモルファス  $\text{Si}_{1-x} \cdot \text{Au}_x$  薄膜が低温にて  $x \geq 5\%$  の Au 濃度で金属・非金属転移を示し、その転移は Anderson 転移であることを結論した。

今年度は、このアモルファス試料について電気伝導、ESR 以外に熱電能、光吸収、光伝導、ESR による電気抵抗変化、誘導率等の測定を行い、このアモルファス系における金属・非金属転移及び電子状態について更に詳しい情報を得ることが出来た。こゝでは、それらの結果をまとめて述べたい。

純粋のアモルファス Si では、バンド・ギャップ内の局在状態として、dangling bond (voids または divacancy その他の欠陥に含まれている。ESR に寄与している局を中心。) によるものがある。（図 1(a)）。Au を加えたアモルファス Si-Au 系では、Au による準位またはバンドがギャップ内に形成されると考えられる。熱電能の測定から、 $x > 0.5\%$  では常温から低温までキャリアは主に正孔であることが判ったため、Au はアクセプターとしてギャップ内に準位またはバンドを作ると結論される。（図 1(b)）。金属・非金属転移濃度より低濃度側でみられる広範囲ホッピング伝導（variable range hopping）はフェルミ準位近傍の局在状態を通しておこるが Au 濃度の増加と共に、その状態での性格が局在から非局在に移り変わり（Anderson 転移），伝導もバンド伝導を示すようになる。

$E_F$  のバンド・ギャップ内の位置は、高温側での電気抵抗の温度依存性にみられる活性化エネルギーから評価出来る。純粋のアモルファス Si は n 型で伝導帯移動度端  $E_c$  の下、約 0.4 eV の所に dangling bond による局在状態が存在するとされているが（図 1(a)），Au は価電子帯移動度端  $E_v$  の上、約 0.26 eV の所にアクセプター準位を形成する。このようなギャップ内の Au バンドは光伝導スペクトルの測定からも知られる。この Au バンドの状態密度はそのピーク位置での大きさ、幅共に Au 濃度と共に増し、バンド・ギャップをうずめて行くが、そのような様子はバンド間遷移に伴う光吸収スペクトルの測定から分かる。光吸収スペクトルの高エネルギー部分は  $\alpha(\omega) \propto (\hbar\omega - E_{\text{opt},g})^2 / \hbar\omega$  でよく表わされ（吸収係数  $\alpha(\omega)$ 、フォトンエネルギー  $\hbar\omega$ ），その部分の低エネルギー側への外挿から光学的ギャップ  $E_{\text{opt},g}$  を決めることが出来る。純粋のアモルファス Si では、 $E_{\text{opt},g} = 1.5 \text{ eV}$  であるが、Au 濃度と共にその値は減少し  $x \geq 20\%$  位でギャップはなくなる。



(a) 純粋のアモルファス Si

(b) アモルファス  $\text{Si}_{1-x} - \text{Au}_x$   
( $x < 5\%$ )

$E_c$ ,  $E_v$  は夫々伝導帯及び価電子帯の移動度端を表わす。斜線の部分は局在領域を示す。

図 1 バンド模型図

アモルファス Si-Au 系で観測される ESR は純粋のアモルファス Si の  $g$  値と同じであることから、同じ局在中心即ち voids または divacancy 等の dangling bond の電子がそれに寄与しているとされたが、スピン数が Au 濃度と共に急激に減少する点が未解決になっていた。上に述べたモデルでは、Au 導入と共に dangling bond の電子はアクセプターの Au 準位によって補償され、dangling bond の準位は空になる。そのためにスピン数が減少するとして説明される。

ESR に伴う電気抵抗減少が純粋のアモルファス Si 及び  $\text{Si}_{1-x} - \text{Au}_x$  ( $x \lesssim 0.5\%$ ) で観測されたが、その実験結果から dangling bond のスピンと伝導電子（または正孔）との相互作用についての情報が得られた。

上記の試料 ( $x \lesssim 2\%$ ) について誘電率の測定がなされているが（阪大工グループによる）、誘

電率が Au 濃度と共に純粋のアモルファス Si での値 ( $\kappa = 9$ ) から増加する結果が得られている。これは金属・非金属転移による誘電異常の前ぶれと考えられ、現在詳しい結果の解析が行われている。

以上、アモルファス Si-Au 系の金属・非金属転移及び電子状態についての種々の方法による測定結果を簡単に述べて来たが、それらの結果は上記のようなモデル（不純物バンドモデル）で説明されることが分った。今後このようなアモルファス系を他の物質に拡張することを計画している。

共同研究者

東大物性研	森 垣 和 夫
//	岸 本 直 樹
阪大工	平 木 昭 夫
//	首 藤 和 夫

## 〔(SN)<sub>x</sub>の結晶成長機構の研究〕

無機ポリマー (SN)<sub>x</sub> は準一次元金属として 0.3°K において超電導を示すことはよく知られているところであり、結晶作成に関しては Mac Diarmid ら<sup>1)</sup>、金藤ら<sup>2)</sup>による詳しい報告が行われている。

(SN)<sub>x</sub> は S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> を出発物質として、これを 10<sup>-5</sup> Torr の真空中で約 100 °C に加熱し、昇華する気体を約 300 °C に保った銀ウール触媒を通過させて S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> に分解し、それをいったん液体窒素で冷したコールドフィンガーと名づけられるトラップに集める。フィンガーは室温に暖めると捕えられていた S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> は昇華するので、これを氷で冷した別の容器に除々に集めて S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> の単結晶を育成する。S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 単結晶は室温に放置すると、ゆるやかに高分子化して単結晶状の (SN)<sub>x</sub> が生成する。

すでに報告されている方法に従って追試したところ (SN)<sub>x</sub> の生成のプロセスは、ほぼ報文に説明されているとおりであり、S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> は真空昇華のあと、たやすく S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 単結晶となる。これは室温に放置すると (SN)<sub>x</sub> となる。これまでに 1 × 1 × 1 mm<sup>3</sup> から 4 × 4 × 3 mm<sup>3</sup> 程度までの単結晶が得られている。S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 単結晶は無色透明と記されているが、表面から高分子化が進行して黒色を帯びるので、一晩たって翌日になって眺めると、結晶はすべて黒色で美しい光沢があるが、電気抵抗は、かなり大きい。これを真空に保ったまま約 20 °C の室温に 1 ~ 2 週間放置すると黄銅色になるが、肉眼でも繊維構造が認められ、金属的電導性を示すようになる。

次に実験の経過について、やや詳しく述べる。

出発物質である S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> には市販品がなかったので、時間を節約するつもりもあって外注した。しかし、この作成は予想に反して難行した。文献<sup>3)</sup>によれば S<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> をエーテルに溶解し、これに NH<sub>3</sub> ガスを通すと、つぎの反応



によって S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> が沈殿として得られると記されている。しかし、実際にこの反応を行わせてみると確かに S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> は生成するが、そのままでは不安定であって、NH<sub>3</sub> の流入を止めると、どんどんと分解してしまう。したがって S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> の抽出は速かに進めなくてはならない。このことを念頭において抽出を行ったが、S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> の収率は低く、実際に必要とする数グラムを用意するために数ヶ月を要することになった。

生成した S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> は鮮かなオレンジ色で 1 mm 程度の針状結晶である。X線粉末回折法によって調べたところ純粋な S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> であって Garcia - Fernandez<sup>4)</sup>, Hamada ら<sup>5)</sup> の結果と一致している。

真空昇華の際の残渣も殆どなく、99.9%程度の純度に達していると推定される。

結晶作成装置はFig. 1, Fig. 2 に示す。Fig. 1 の装置のガラス器具の部分は Mac Diarmid<sup>1)</sup> の報文と同一の寸法のものとした。Fig. 2 では Fig. 1 の装置による結晶育成の経験にもとづいて改良が施されている。結晶作成装置には約 1.0 g の S<sub>4</sub>H<sub>4</sub> を入れ、その後上部に 1~1.5 g の銀ウールを挿入する。銀ウールはメルク製のものを使用した。繊維の太さは 20 ミクロン程度である。容器は  $1 \times 10^{-4}$  Torr に排気したあと、銀ウールを 250~300 °C に加熱し、S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> を 80~100 °C に加熱し、上部のコールドフィンガーに液体窒素を満たす。最初



の反応によって銀繊維の表面は Ag<sub>2</sub>S で蔽われて、触媒作用がはじまる。その際遊離される N<sub>2</sub> はトラップされることなく排気されるが、系の真空度は 1~2 時間にわたって  $2 \times 10^{-3}$  Torr まで劣化する。しかし、その後真空度は回復し  $5 \times 10^{-5}$  Torr に達し、銀繊維の表面が完全に Ag<sub>2</sub>S で蔽われたことがわかる。その後 S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> の S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> への分解はスムーズに進行する。フィンガーの下部には最初は灰色、つぎに茶色、最後は黒褐色の S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> が堆積する。S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> は 100 °C に保つと約 5 時間で 1 g が昇華しつくす。

適当な段階で加熱を止め、フィンガーの液体窒素を除く。その段階で数分間、真空度が劣化するので、これを排気し、真空度が回復したところでコック A を閉じる。その後 S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 収集容器を氷で冷却して 2~3 日おく。S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> の蒸気圧はかなり高いので、コック A で装置を封じておくことによって、S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> は能率よく冷却部分に集まる。20 °C においては約 3 日にわたって S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> 結晶は成長を続ける。S<sub>4</sub>N<sub>4</sub> より S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> への収率は 50~60% である。

真空のまま、約 20 °C では約 2 週間放置すると黄銅色の (SN)<sub>x</sub> が得られる。抵抗率は b-軸方向に約  $1 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$  である。このものは X 線粉末回折法で調べるために乳鉢で磨りつぶすと、あたかも金箔のように薄片に広がるが、粉末とはならない。顕微鏡下で観察すると繊維組織がすだれのようにつながっている。

コールドフィンガーから氷点の容器に移ったばかりの段階では、結晶は黒色であるが、これは乳鉢によって微粒子に粉碎することができる。磨りつぶしたものは灰色である。これを直ちに X 線で調べると S<sub>2</sub>N<sub>2</sub> のパターン<sup>6)</sup> が得られる。しかし粉末は速かに (SN)<sub>x</sub> に重合し、20 °C では 2~3 時間で重合は殆ど完了する。その際の回折パターンは (SN)<sub>x</sub> の値<sup>1,6)</sup> に一致する。重合の進行とともに粉末の色は黄銅色に変る。

現在、(SN)<sub>x</sub> の結晶が作成できるようになった段階にすぎないが、今後、組成や不純物の測定、X 線による構造解析、電気抵抗の測定、光学測定などを行い、結晶の characterization を進める予定である。

これまで一般に  $(SN)_X$ ,  $S_4N_4$ ,  $S_2N_2$  は爆発性があるとして恐れられているのであるが、室温においては乳鉢で磨りつぶすというような衝撃に対しては全く安定である。いかなる条件において爆発性になるかを調べているが、現在のところ未だその条件は見つかっていない。

本研究を進めるにあたり、工作室の武田達雄、平栗信義、依元道男の各氏には装置の製作について助言、協力をいただき能率よく研究を進めることができました。また試料の生成に関して化学分析室の田村正平氏には、いろいろと相談にのっていただいた。あわせて感謝の意を表したい。

なお本研究は引き続き昭和 52 年度前半の共同研究として新しいメンバーを加えて継続し、結晶成長機構の研究および characterization を進める予定であるが、現在  $1\text{ mm}^3$  程度の結晶は数十個得られているので、本結晶の研究に関心のある方々には結晶を提供したいと考えています。御希望の方は御連絡下さい。

#### 参考文献

- (1) C. M. Mikulski, et al. : J. Amer. Chem. Soc. 97 (1975) 6358.
- (2) 金藤敬一, 他 : 応用物理 46 (1977) 299.
- (3) Gmelin (8 版) S (B-第3分冊) p. 1531 (1963).
- (4) H. Garcia-Fernandez : Compt. Rend. 250 (1960) 3181.
- (5) S. Hamada, et al. : Bull. Chem. Soc. Japan 44 (1971) 1433.
- (6) M. Goehring and D. Voigt : Zeits. anorg. allgem. Chemie 285 (1956) 181。

共同研究者 東大物性研 中田一郎  
日大文理学部 宇野良清  
〃 石原信一  
〃 井村泰三

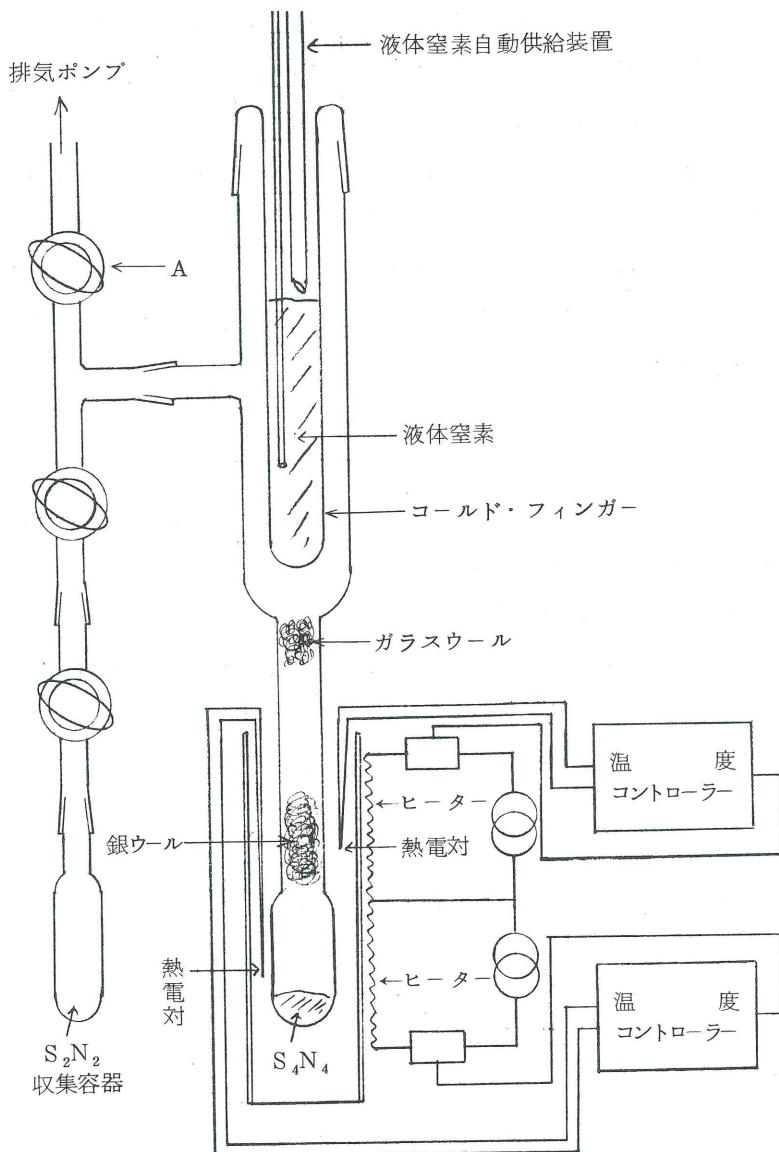


Fig. 1

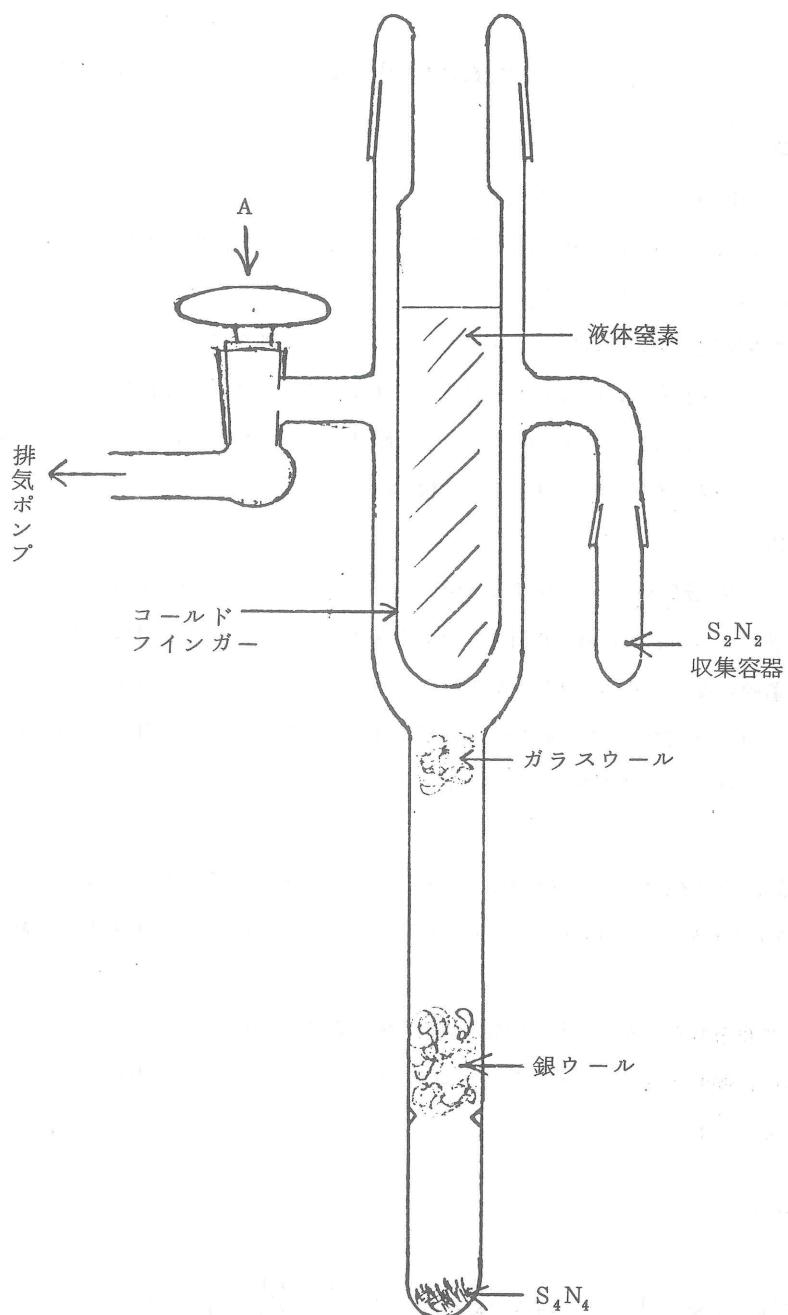


Fig. 2

## 「ヘリウム薄膜の超流動転移」

代表者 渡辺 昂(北大・理)

### 研究課題

グラフォイル上  $^4\text{He}$  多層吸着膜の超流動転移

本研究は一昨年より北大において熱容量の測定をもってはじめられ、昨年4月の学会において若干の preliminary report を行った。

その後、東大物性研究所生嶋助教授との共同研究によって、比熱だけではなく第3音波の研究も併せて進めるべく計画を立て、取敢えず10月よりの半年間をもって、第3音波の測定を主としてパルス法で行うこと、および熱容量の測定を従来の断熱法に加えて物性研の交流法によっても行うべく、協力して準備を進め、ほぼ満足すべき状態に達している。

### 研究目的

筆者は以前より低次元磁気格子系に関する実験的研究を進めており、低次元格子系への研究を他の分野に一步拡げるべく二次元超流動研究の可能性を検討してきた。この過程でグラフォイル上  $^4\text{He}$  多層吸着膜に関する Bretz 等の研究結果を検討して、その追試から出発することにした。即ちグラフォイル上に吸着された  $^4\text{He}$  多層膜を用いて、擬二次元超流動系の相転移について明らかにしようとするのが本研究の目的である。

### 研究経過

Fig. 1 に断熱法による熱容量測定用クライオスタットを示す。こゝに吊されている熱容量測定用容器並びにグラフォイルを  $10^{-6}$  Torr 以上の高真空中において 800°C にて 10 時間程加熱して脱ガスを行う。

このようにして得られた容器を  $^4\text{He}$  多層吸着膜の熱容量測定に用いる。

熱容量測定時には同時にダイアフラム形圧力計を用いて、測定容器内の圧力測定をおこない等温吸着線を求める。これより

$$\left(\frac{\partial P}{\partial N_f}\right)_T \text{を求める,}$$

$$\left[\frac{T}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{N_f} + N_g - 1\right] \left[1 + \frac{V}{kT} \left(\frac{\partial P}{\partial N_f}\right)_T\right] = \left[\frac{T}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{N_f} - 1\right]$$

より  $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{N_f}$  を導き、脱着熱の熱容量への寄与を補正する。

(  $N_f$  : グラフオイル上の吸着  $^4\text{He}$  の分子数  
 $N_g$  : 気相  $^4\text{He}$  の分子数 )

熱容量 測定の温度範囲は 1.2 ~ 3 K である。

### 測 定 結 果

Fig. 2, 3 に示す。

現在脱着熱補正後の最終データが得られていない為に、生データにて示す。報告の時に補正されたデータを持参する予定である。

### 結 論

私達はBretz 等の結果と異なる結果を得ており、Fig. 2, 3 に示されたピークが超流動転移温度に相当しないかと考え、更に比熱容量測定を改良し、且つ層の厚い部分に迄進めつつある。一方では、熱容量ピークと相転移温度の関係を明らかにすべく第3音波測定のための準備を進めつつある。

### 共同研究者

北大・理	渡辺 昂
東大・物性研	生嶋 明
北大・理・院生	湯山純平

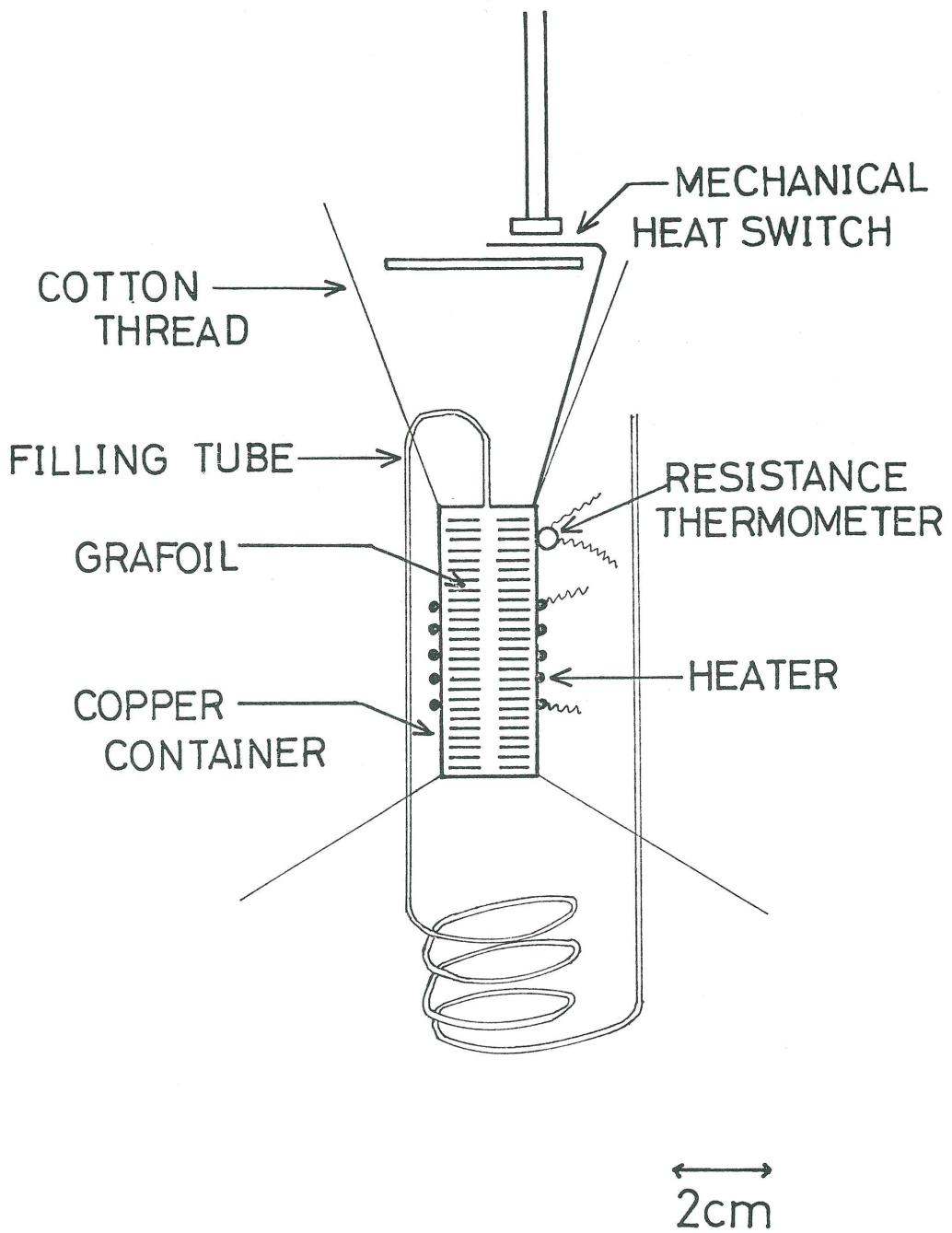


Fig. 1

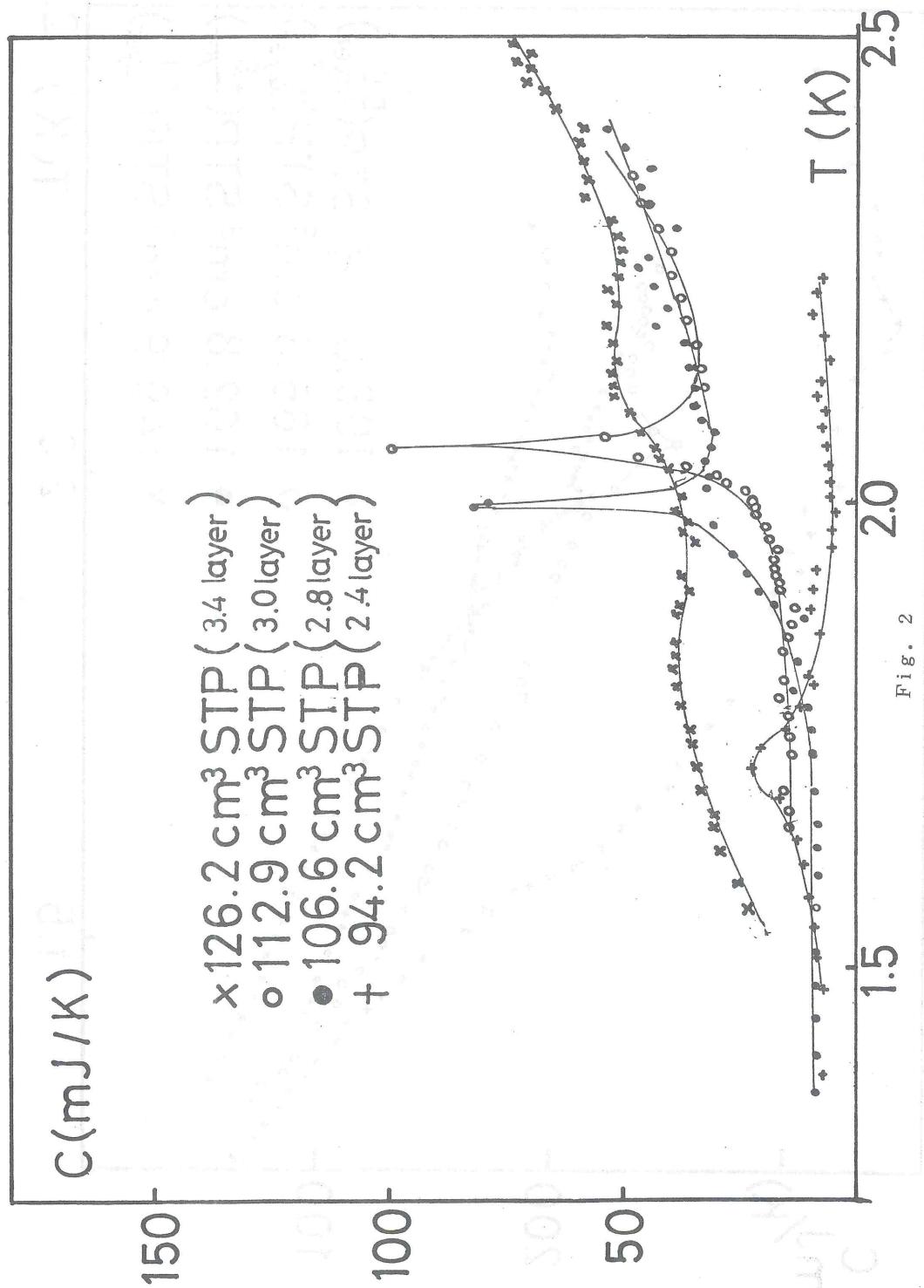


Fig. 2

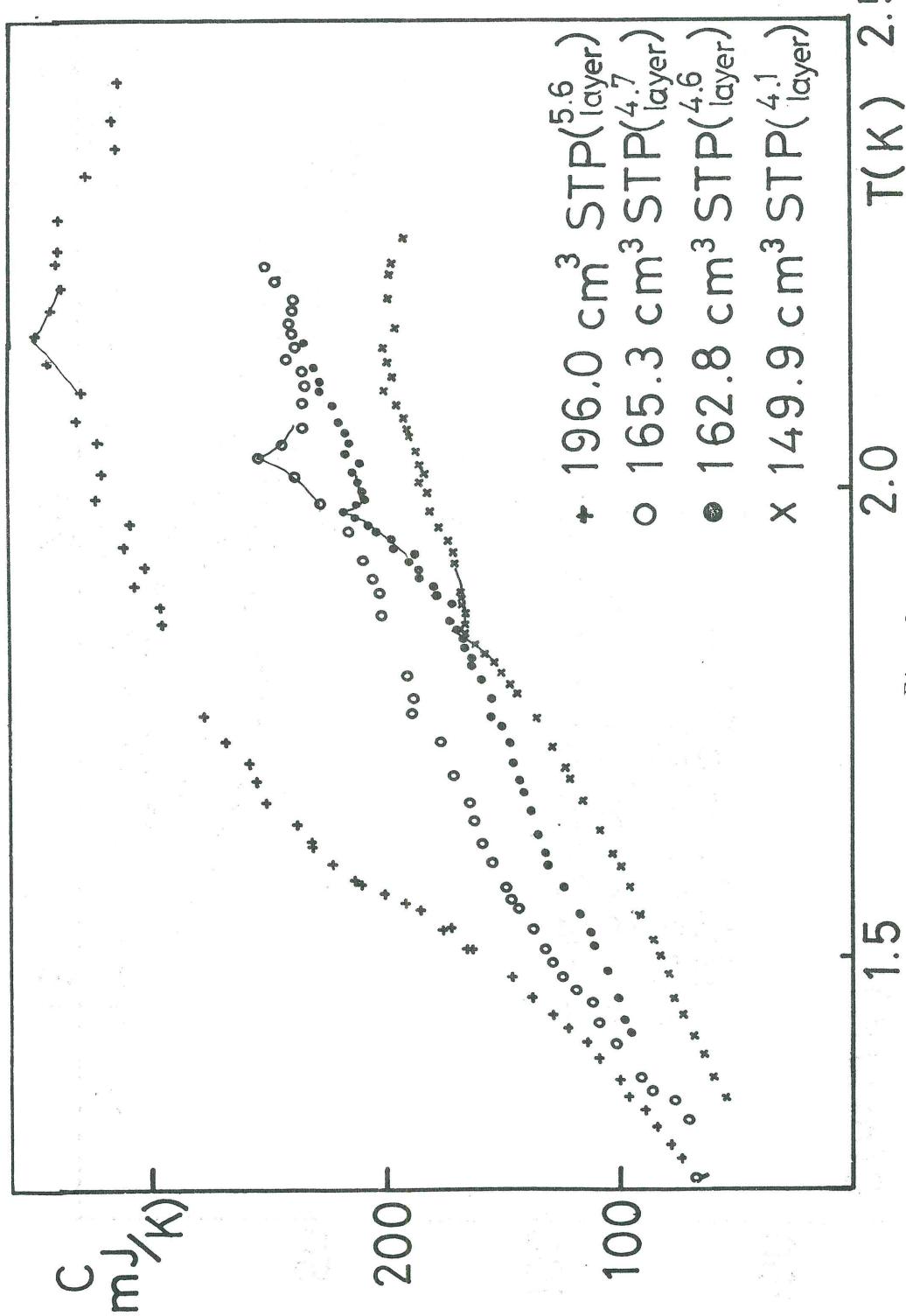


Fig. 3

## 物性研究所談話会

日 時 昭和 52 年 4 月 18 日 ( 月 ) 午後 4 時～ 5 時半  
場 所 物性研旧棟講義室 ( 1 階 )  
講 師 Prof. J. P. Wolfe ( Univ. of Illinois )  
題 目 Images of Electron-Hole Drops in Germanium

Wolfe 教授は Ge において不均一なストレス下で形成される大きい電子・正孔液滴の像を撮影することに成功されたが、ここではその詳しい話が行われた。

日 時 4 月 25 日 ( 月 ) 16:00 —  
場 所 旧棟 1 階講義室  
講 師 Dr. J. des Cloizeaux  
( Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay )  
題 目 Renormalization Theory of Polymer Solutions  
要 旨

高分子溶液における体積排除効果は古くからある問題であるが、これに最近の相転移理論の方法を応用する話であって、Wilson 理論や de Gennes の先駆的研究までさかのぼって紹介された。

## 昭和 52 年度 5 月談話会予定表

月 日	講 師	題 目
5 月 9 日 ( 月 )	福 山 秀 敏	強磁場中の二次元電子系
5 月 16 日 ( 月 )	P. Platzman ( ベル研究所 )	Inelastic x-Ray Scattering from Electrons in Solids
5 月 23 日 ( 月 )	齊 藤 喜 彦	

○ 談話会は 51 年度同様

時 間 4 時～5 時 30 分

場 所 旧棟 1 階講義室

(都合により A 棟 2 階輪講室を使うこともあります。)

なお談話会のある日(旧棟でおこなわれる場合)は 3 時 30 分～4 時まで旧棟講義準備室にお茶が用意されています。

## 物性小委員会報告 1)

日 時 1977年2月16日午後1時～7時

場 所 物性研究所ロビー

出席者 横田（委員長），豊沢，金森，真隅，長岡（以上幹事），佐々木，伊達，山田，  
増山，小林，重松，勝木，芳田，上羽，田巻，斎藤，目片

### 報告事項

#### 1) 77年国際会議代表派遣（横田委員長）

1月22日物研連でこの件の審議が行われることになったため、1月8日幹事会を開いて相談し、物小委からは(1)統計物理学、(2)固体表面（3位以下略）をこの順位で推すこととした。

#### 2) 選挙関係（横田委員長）

物性研人事選考協議会委員、同共同利用施設専門委員、基研研究部員の選挙が行われた。その結果に基づき、つきの各氏を推選した。

物性研人事委員：久保亮五，森 肇，伊達宗行，間瀬正一，長岡洋介

物性研共同利用委員：佐藤清雄，間瀬正一，益田義賀，真隅泰三，伊達宗行，近桂一郎，  
渡辺 昂，横田伊佐秋

基研研究部員：森 肇，横田伊佐秋，石川正勝，木村 出，糟谷忠雄，（次点、三宅和正，  
守谷 享，植村泰忠）

#### 3) 物研連（金森委員）

(a) 国際会議代表派遣は統計物理学を2位で推した。

(b) 日本における国際会議の開催方法が変わったことについて報告があった。

(c) O D問題小委から教育研究奨励員制度（仮称）について審議状況の報告を受けた。

#### 4) 日米協力科学研究（斎藤委員）

77年度から2年計画で

Theoretical Study of Nonlinear Waves in Lattice and  
Continuum Systemsが行われることになった。日本側参加者は、戸田盛和（横浜国大），広田良吾（立命館大），和達三樹（東教大），斎藤信彦（早大）の各氏。

### 審議事項

#### 1) 77年国際会議代表派遣について

統計物理学（8月24～30日、イスラエル）への派遣代表者の人選を、久保、豊沢両委員に委任した。

## 2) 物小委の財政・組織について

財政担当の真隅幹事から、「物小委は現在年間約30万円の予算でやっているが、これでは年2回の委員会開催も困難になった。物小委の費用は物性グループ会員の会費でまかなうべきだとの意見もあり、今後どうするかを基本から考える必要が出ている。」との報告があった。また、田巻委員（物性グループ事務局長）から、「物性グループは現在230グループが各1,000円の会費を支払って運営している。これでは不十分な上、未納会費も多く運営に支障をきたしている。」との報告があった。討議の結果、物小委の財政・組織問題については検討を続けることとし、物性グループの会費については、77年度から会員5名ごとに1,000円と変更することを了承した。

## 3) 特定研究について

横田委員長から「前回物小委の決定に基づき、特定研究の提案を求めたところ、つぎの3件の提案があった。」との報告があった。（カッコ内は提案者）

1. 超微粒子物理学（名大教養 紀本和男）
2. 核物理学的手段による物性の研究（東大教養 藤原邦男）
3. 高速（重）粒子線と物質系の相互作用（筑波大 升田公三；東大核研 上坪宏道）

討議の結果、これらの提案については詳しい資料を得て再検討することとし、また、第2期の〆切をもうけてさらに提案をつのり<sup>2)</sup>、それらについて次回物小委で検討することとした。

## 4) 物性研将来計画

芳田委員（物性研所長）から、物性研将来計画<sup>3)</sup>について説明があり、討議を行った。基本線には賛成の意見が多く出された。次回物小委でひき続き討議を行うこととした。各委員から出された主なコメントはつぎの通り。

- 大計画なので大学学部への影響も大きい。慎重にすすめてほしい。
- 実現すればつぎには保持が重要な問題になる。つきの世代を拘束する計画なのだから、慎重にすすめてほしい。
- 重点部門以外の個別部門のスタッフには任期をつける必要があるのではないか。
- 設備が大型になるほど共同利用はしくくなる傾向がある。そうならないような配慮が必要である。
- 客員部門を広げる必要がある。

## 5) 物性研究施設群について

“佐々木提案”の具体化が小委員会で検討されていたが、そこでまとめられた“物性研究施設群（試案）”<sup>4)</sup>が佐々木委員から報告され、それについて討議した。

- 物性研究者には支持されると思うが、外部の人に理解してもらうには努力が必要である。
- 施設が実績のある大学のみに置かれると、格差をますます広げることになる。どこに置くかを決めるときは、従来の実績主義にはとらわれない新しい観点でやってほしい。
- 格差解消のためには経常経費の大巾増額がもっとも必要である。しかし、この案も、現在例として提案されている学習院大案（界面物性）、大阪市大案（超低温）のような方向に進むのであれば格差解消にも役立つと思うので賛成である。
- 年限の20年は長すぎる場合もある。少くとも5年ごとの見直しは必要である。

案の大綱については了承された。今後、物性グループ会員の意見をきくとともに、物研連委員とも討議して、案の具体化の検討を続けることとした。

(文責、長岡)

註

- 1) 詳しい議事録は物性グループ事務局報1977No.2に掲載される。
- 2) 事務局報1977No.1, 14頁参照
- 3) 「物性研究所将来計画」1977年3月東大物性研発行
- 4) 事務局報1977No.1, 15頁参照

~~~~~  
物性研ニユース  
~~~~~

東大物性研共第 259 号

昭和 52 年 5 月 4 日

関係各研究機関の長 殿

東京大学物性研究所長

芳 田 奎

昭和 52 年度後期共同利用の公募について（依頼）

のことについて、下記により公募しますので、貴機関の各研究者にこの旨周知くださるようお願いします。

記

1. 公募事項（別添要項参照）
  - A. 外来研究員（52年10月～53年3月実施分）
  - B. 短期研究会（ “ ” ）
2. 申込資格：国、公、私立大学ならびに国、公立研究機関の教官、研究者およびこれに準ずる者。
3. 申込方法：申請書 1 通提出（様式は別添のとおりですが、必要部数を下記申込先までご請求ください。なお、SOR 施設の共同利用は申し込み方法が異なりますので、60 ページをご覧ください。）
4. 申込期限：昭和 52 年 7 月 20 日（水）厳守。  
( SOR 施設の利用は申し込み期限が異なりますので、60 ページをご覧ください。)
5. 申込先：〒106 東京都港区六本木 7 丁目 22 番 1 号  
東京大学物性研究所 共同利用掛  
電話（03）402-6231 内線 503
6. 審査：研究課題の採否、所要経費の査定等は共同利用施設専門委員会において行い、教授会で決定します。
7. 採否の決定：昭和 52 年 9 月下旬
8. 宿泊施設：東京大学物性研究所共同利用研究員宿泊施設が利用できます。なお、宿泊を希望される方は、申請書の当該欄に明記ください。

備 考：物性研究所の研究設備については、各大学の学部、研究所あて送付してあります  
物性研年次要覧をご参照願います。なお、この年次要覧をご覧になれない方は、  
申請書と同様上記申込先までご請求ください。

## 外 来 研 究 員 に つ い て

物性研究所においては、共同利用研究事業として、全国物性研究者の研究遂行に資するため、下記の各種研究員制度が設けられています。これら研究員の公募は、原則として半年ごとに行っております。

なお、外来研究員制度は個々の申請を検討のうえ実行されておりますが、特別な事情のある場合を除いて、あらかじめ共同利用施設専門委員会の了承を得る建前をとっておりますので、下記ご参照のうえ期日までに応募されるようお願いします。

### 記

#### 1. 客員研究員

- (1) 所外研究員がやや長期にわたって、本所の施設を利用して研究を行う便宜を提供することを目的としています。
- (2) 資格としては、教授、助教授級の研究歴に相当する研究者を対象とします。
- (3) 申請については、本所所員の申請に基づいて、研究計画等を検討のうえ決定します。
- (4) 研究期間は最低1カ月とし、6カ月を限度としていますが、延長が必要なときは、その都度申請して更新することができます。
- (5) 研究期間中は常時本所に滞在することを原則とします。
- (6) 居室の供用方については、本所はできるだけ努力します。

#### 2. 嘱託研究員

- (1) 所外研究者に本所の研究計画ならびに共同研究計画の遂行上必要な研究を委嘱することを目的としています。
- (2) 嘱託研究員の委嘱は、本所所員の申請に基づいて、研究計画等を検討のうえ決定します。
- (3) 研究期間は6カ月を限度とし、延長が必要なときはその都度申請して更新することができます。

### 3. 留学研究員

- (1) 大学、官庁、その他の公的研究機関に在職する若い研究者に、留学の便宜を提供することを目的とした制度です。
- (2) 資格としては、助手ないし大学院博士課程程度の研究歴に相当する層を対象としています。
- (3) 研究期間は 6 カ月を原則とし、研究は所員の指導のもとで行います。
- (4) 東京および東京通勤圏外の機関に所属する者には、本所規定に従って、旅費および滞在費等が支給されます。この研究員の枠として、年間 5 ~ 6 名を予定しております。  
なお、申請書のほかに詳細な研究計画書を提出していただく場合もあります。

### 4. 施設利用

- (1) 所外研究者が研究の必要上、本所の施設を短期間利用したい場合、その便宜を提供できるようにしております。

(2) 受け入れについては、申請された研究計画等を検討のうえ決定します。

5. 上記留学研究員、施設利用は本所指定の申請書（別紙様式、必要な方は直接物性研までご請求ください。）を提出してください。

なお、申請されるにあたって、お問い合わせがあればご相談に応じますので、共同利用掛へご照会ください。

6. 各種研究員の受け入れの可否は、共同利用施設専門委員会において、申請された研究歴、研究計画ならびに所内諸条件を審査検討し、教授会で決定します。

7. 旅費、滞在費ならびに研究に要する経費は、個々の申請に基づいて、共同利用施設専門委員会で査定のうえ、共同利用研究施設運営費から支出します。

8. 予算の支出、諸施設の利用、設備の管理等については、関係する所員の指示に従ってください。

## 共同利用施設専門委員会委員

馬 場 宏 明 ( 北大・応電研 )	井 村 徹 ( 名 大・工 )
大 塚 泰一郎 ( 東北大・理 )	渡 辺 昂 ( 北 大・理 )
伊 藤 光 男 ( " " )	横 田 伊佐秋 ( 新潟大・理 )
渡 部 三 雄 ( 広 大・総合 )	佐 藤 清 雄 ( 富山大・養 )
渡 辺 浩 ( 東北大・金研 )	伊 達 宗 行 ( 阪 大・理 )
真 隅 泰 三 ( 東 大・養 )	三 輪 浩 ( " " )
塩 川 二 郎 ( 阪 大・工 )	白 鳥 紀 一 ( " " )
村 田 洋次郎 ( 東大・核研 )	間 瀬 正 一 ( 九 大・" )
川 路 紳 治 ( 学習院大・理 )	近 桂一郎 ( 早大・理工 )
禪 素 英 ( 横浜国大・工 )	勝 木 澤 ( 信 大・理 )
益 田 義 賀 ( 名 大・理 )	松 原 武 生 ( 京 大・" )

その他物性研所員

# 外 来 研 究 員 申 請 書

No.

昭 和 年 月 日

東京大学物性研究所長 殿

所属・職名  
(申請者) 氏名 印

等級号俸

等級号俸発令年月日( 年 月 日)

下記研究計画により外来研究員として貴所で研究したいので申し込みます。

研究題目

研究目的

研究の実施計画（使用装置方法等詳細に）

希望部門及び研究室名

部 門

研究室

研究予定期間										
昭和 年 月 日 ~ 昭和 年 月 日										
物 性 研 究 所 出 張 予 定 日	都外の場合									
	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)
	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)
	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)
都内の場合										
月 日 ~	月 日	1週	日	曜日						
月 日 ~	月 日	1週	日	曜日						
月 日 ~	月 日	1週	日	曜日						
所内へ宿泊を希望される場合はその日数を記入して下さい										
月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	
月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	
月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	
月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	月 日 ~	月 日(泊)	
この出張の際、物性研究所以外から鉄道賃・日当・宿泊料が支給されますか										
される	<input type="checkbox"/>	されない	<input type="checkbox"/>							
略歴										
上記職員を派遣したいのでよろしくお願いします。										
申請者の所属長										
印										

## 軌道放射物性研究施設の共同利用について

東京大学原子核研究所の 1.3 GeV 電子シンクロトロン ( E S ) 及び物性研究所の 0.3 GeV 電子ストーリジリング ( SOR-RING ) からの S O R を用いる共同利用実験の申し込みについてはマシンタイムの調整を行う必要上、物性研共同利用の正式申し込みの以前に下記の要領で物性研 S O R 物性研究施設にて申し込んでください。

### 記

1. 対象となる実験： E S 及び S O R - R I N G からの S O R を利用する実験
  2. 実験期間：昭和 52 年 10 月上旬から昭和 53 年 3 月末日までの期間で、利用できるマシンタイムは総計約 3 カ月間。ただし、 E S の運転状況により多少変動することがあります。
  3. 利用できる設備(1) E S - S O R ダクト  
0.5 M 濱谷一波岡型直入斜分光器、 2 M 斜入射分光器、高真空試料槽。  
(2) S O R - R I N G 第 3 ダクト  
本ダクトは分光器、差圧排気系等は設備されていません。今回はリングの真空系に影響を与えない種類の実験に限定します。なお詳細については申し込みの前に S O R 施設にご相談下さい。
  4. 申し込み要領：
- (1) 申請研究課題。
  - (2) 申請代表者及び実験参加者、所属・職・氏名。
  - (3) 実験期間及び実施希望時期。
  - (4) 実験の目的・意義及び背景 ( 1,000 字程度で審査資料となり得るもの ) 。
  - (5) 関連分野における申請者の、これまでの業績。
  - (6) 実験の方法 ( 800 字以内 ) 。
  - (7) 使用装置 ( 持込み機器も含めて ) 。
  - (8) 物性研共同利用料費よりの負担を希望する消耗品の種類と費用の概算。

上記項目につき記入した申込書のコピー 15 部 ( A4 サイズ用紙 ) を下記申込み先あて送付すること。

5. 申込先: 〒188 東京都田無市緑町3-2-1

東京大学原子核研究所 SX

物性研 SOR 施設 電話 (0424) 61-4131 内線 328, 535

(「共同利用申込み」と表記のこと)

6. 申込期限: 昭和52年6月27日(月)必着のこと。

7. 審査: 上記申し込みについて、物性研 SOR 施設運営委員会において審査し、採用された研究課題については実験計画に従い改めて物性研外来研究員申請書及び放射線作業従事承認書を52年7月20日(水)までに直接〒106 東京都港区六本木7-22-1 東京大学物性研究所共同利用掛に提出していただきます。

### 短期研究会について

昭和52年度後期(52年10月~53年3月)に実施する研究会を公募します。

斬新な企画のご提案を期待しております。

ご希望の方は下記によりお申込みください。

#### 記

##### 1. 提出書類

(1) 短期研究会申請書(様式は適宜)

(2) 記載事項

A. 研究会の名称

B. 提案理由

C. 開催希望期日

D. 参加予定者数

E. 参加依頼者(旅費支給者)

○ 所属、職名、氏名は必ず明記願います。

○ 参加依頼者未定の場合には旅費概算総額をお知らせください。

F. その他希望事項(予稿集、報告集の発行、公開、非公開の別等)

G 提案者(所属、職名、氏名を明記し、代表者には○を付すこと)

2. 提案代表者は共同利用施設専門委員会において、開催主旨及び所要経費について十分説明していただきます。
3. 研究会の採否は共同利用施設専門委員会で審議され、教授会で決定します。
4. 所要経費は共同利用施設専門委員会で査定のうえ、共同利用研究施設運営費から支出します。
5. 提案代表者は研究会が終了したとき、報告書をできるだけ早く提出していただきます。

### 人 事 異 動

超低温物性部門	助 手	坂井 信彦	52. 3. 31	辞 職	理研研究員へ
理論第Ⅱ部門	助 教 授	福山 秀敏	52. 4. 1	配 置 換	東北大・理・助教授から
分子部門	助 手	鈴木 薫	52. 4. 1	採 用	
光 物 性 部 門	助 手	外本 泰章	52. 4. 1	採 用	
中性子回折部門	助 手	元屋清一郎	52. 4. 1	採 用	
半導体部門	助 手	豊富 誠三	52. 4. 1	昇 任	富山医科薬科大・医・助教授へ
理論第Ⅱ部門	助 手	井上 雅博	52. 4. 1	昇 任	筑波大・物理工学系・助教授へ
半導体部門	助 手	小谷 章雄	52. 4. 1	昇 任	東北大・金研・助教授へ
理論第Ⅰ部門	助 手	櫻井 明夫	52. 4. 1	休職期間 更 新	
事 務 部	經理課長	上田 四郎	52. 4. 1	配 置 換	宇航研・經理課長へ
事 務 部	經理課長	渡森 幸三	52. 4. 1	昇 任	經理部主計課課長補佐から
無機物性部門	助 手	源生 禮亮	52. 4. 14	死 亡	

Technical Report of ISSP 新刊リスト

- No.799 Study of Anharmonicity of Lattice Vibrations and its Relation to the Melting of NaF by Neutron Scattering.  
by Hideki Yoshizawa and Kinshiro Hirakawa
- No.800 Pyroxene-Garnet Solid Solution Equilibria in the Systems  $Mg_4Si_4O_{12}$ - $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$  and  $Fe_4Si_4O_{12}$ - $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$  at High Pressures and Temperatures. by Masaki Akaogi and Syun-iti Akimoto
- No.801 Thermally Activated Slip Deformation between 0.7 and 40 K in High Purity Tantalum Single Crystals with RRR  $\gtrsim 10^4$ . by Shin Takeuchi and Koji Maeda
- No.802 Theory of the Electrical Resistivity of Amorphous Metals. by Fusayoshi J. Ohkawa and Kei Yoshida
- No.803 New Method for the Observation of Magneto-Quantum Oscillation in Metals. by Masatsugu Suzuki and Seiichi Tanuma
- No.804 Distribution and Anharmonic Thermal Vibration of Cations in  $\alpha$ -AgI. by Sadao Hoshino, Takashi Sakuma and Yasuhiko Fujii
- No.805 LEED Investigation on Temperature Dependence of Sublattice Magnetization of NiO (001) Surface Layers. by Kazumichi Namikawa
- No.806 Reflectivity Spectra of TlCl-TlBr Mixed Crystals. by Kenichiro Takahei, Koichi Kobayashi and Jun'ichiro Nakahara
- No.807 Spin-Dependent Momentum Distribution in Iron. by Shinya Wakoh and Yasunori Kubo

## 東京大学物性研究所の助手公募の通知

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

### (1) 研究室名及び公募人員数

超高压部門 秋本研究室 助手 1名

(同部門には他に箕村研究室がある)

### (2) 内 容

超高压高温下の物性研究、とくに超高压高温下のX線回折実験、新物質の開発、超高压実験の固体地球科学への応用等。

### (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を持つ人。

### (4) 任 期

5年以内を原則とする。

### (5) 公募締切

昭和52年8月31日(水)

### (6) 就任時期

なるべく早い時期を希望する。

### (7) 提出書類

#### (イ) 推薦の場合

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

#### (ロ) 応募の場合

- 履歴書(学位名・単位取得のみ・論文提出中等を明示のこと)
- 業績リスト(必ずタイプすること)及び主な論文の別刷
- 所属の長又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 総務課人事掛

〒106 電話 (402) 6231・6254

(9) 注意事項

秋本研助手公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

(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

芳 田 奎

## 編 集 後 記

新年度を迎え、皆様心を新たにしてご精励のことと存じます。前号と一緒に「物性研究所将来計画」の別冊をお届けいたしましたが、ご覧頂きましたでしょうか。最近、物性研をめぐる内外の情勢にいろいろな変貌のきざしがあり、何となくあわただしさを感じております。将来計画も含めて、物性研のあり方に関する忌憚のないご意見をお待ちしております。

次号の締切日は6月10日です。

〒106 東京都港区六本木7丁目22番地1号

東京大学物性研究所

矢 島 達 夫

安 岡 弘 志

