

# 物性研だより

第3卷  
第3号  
1963年8月

目次

研究室だより			
○中性子回折共通施設の現状	星埜 穎男		1
○ソニー研究所	金井 康夫		4
○化学分析室紹介	田村 正平		8
研究会報告			12
○「高圧下の物性」	山下 次郎		
	箕村 茂		12
	広根徳太郎		
共同研究中間報告			28
○「長週期規則格子合金薄膜の電子回折像における “Satellite”の研究」	小川 四郎		28
○「金属超微粒子」	菅原 忠		30
共同研究の公募について			33
○東京大学物性研究所短期研究会の公募			33
○東京大学物性研究所外来研究員公募			34
○共同研究計画について			35
物性研ニュース			35
サロン			36
○アメリカ駆足旅行記	矢島 達夫		36
レタ-			39
○ケルノーブル便り	石川 義和		39
研究会予告			43
○短期研究会「強磁場下の物性」	神田 英蔵		43

# 東京大学物性研究所

## 研究室だより

### 中性子回折共通施設の現況

星 垣 穎 男

A： 物性研の中性子回折の現況についてお聞きしたいと思います。まず、装置ができたという話は何度も伺いましたが、その後、仕事をされたという話はあまり聞きませんが、一体どうしたのですか。

B： そうなんです。これについては、共通施設運営の担当者としても、またその施設を利用しようとしている研究者の一人としても、今迄非常に頭を痛めてきたことなのです。装置建設の模様などについては、物性研だよりも、すでに研究室紹介（第1巻2号）と研究会報告（第2巻4号）に報告したが、主装置の完成から二年、昨年の研究会から一年たったわけですが、今まで原研の原子炉が満足に動いてくれなかつたのです。そのため、われわれとしては本格的な実験に入れなかつたわけです。

A： それでも、たしか昨年すでに原子炉は最高出力に達したと新聞などで報道されたと記憶していますが。

B： そうです。われわれの装置が据えつけられている CP-5 型の第2号炉は、御存知のように、その建設に際していろいろと問題があつたものですが、昭和36年度後半に1～3 MWで試験運転を行ない、その後出力上昇試験に入り、昨年秋、最高出力の10 MW運転に成功しました。しかしその後、原研の内部事情のために、ほとんど運転されなかつたのです。

A： それではその間、利用者はたゞ待っていたのですか。

B： 昨秋原研の計画を聞きまつたら、おそらく今年度からは運転するといふので、待っていたのですが、4月になつても、なかなか動きそうになつて、ついにしびれを切らして、利用者が集まつて対策を協議し、何とか早く運転を始め、共同利用をさせて貰えるように、要望書を出したりしました。

A： それで効果があつたのですか。

B： あつたと思います。とにかく、最近になってやつと実際に運転が開始されたのです。

A： では現在は毎日運転しているのですね。

B： そうではありません。これには、いろいろの技術的理由があるのですが、この2号炉は、2週間を単位として運転計画が作られています。これを1サイクルと言っていますが、最終目標は、1サイクルのうち10日間連続に運転し、4日間休むという運転スケジュールです。しかし現在はまだ始めたばかりで、1サイクルのうち3日間だけしか運転していません。

A： それっぽかしの運転で仕事ができるのですか？ なんでも中性子回折はとても測定に時間がかかると聞いていますか。

B： もちろん運転時間は長いにこしたことはありません。しかし全然運転しないよりもよいことはあたりまえとして、毎日動くとしてもそれが昼間だけの運転であるとすると、3日間でも連続して動くことは、それに比べてずっと能率が上ります。われわれの装置には、プログラム制御の自動測定装置もついていますから、夜でも測定を続けることができますし、第一、われわれは東京に住んでいるわけですから、集中的に仕事ができる方が便利なわけです。それに、現在は最高出力の半分の5MWで運転していますが、それでも利用できる中性子のfluxはかなり高いので、単結晶の測定なら、72時間の運転時間でも、かなりのことができます。もちろん10日間運転をして貰えばもっといいですけれども、今は、0から始まったばかりですからね。

A： 物性研の回折装置ではどういうことができるのでしょうか。

B： これについては、昨年の研究会でもお話ししましたが、われわれの装置は、一応多目的装置として設計されています。たゞ利用する中性子線の波長が固定されていること、polarized beamが今のところ使えないことが不便な点です。しかし他方、複結晶分光型になっているので、試料からの散乱中性子のエネルギー分析をすることができるのが特徴です。一般的構造解析——構造中の水素位置の決定など——や、磁性体の磁気構造の研究などのほか、非弾性散乱の速度分析が可能です。

A： 試料は単結晶だけですか。

B： 粉末でもできます。単結晶のときと、粉末又は多結晶のときでは、スリット系などを変え、また測定時間を適当に変える必要がありますが、一応どちらでもできるようになっています。

A： 附属装置などはどうなっているのですか。

B： 第一に、磁性体研究用のマグネットがあります。これは磁気Iの近角さんや石川さんの

努力で、小型でしかも鉛直面内で回転できるようになっている、高性能のものが出来ました。この他に、試料高温装置と、極低温装置があります。後者は最近できて、現在He テストを行なっています。

A： 実験上の細かいことは、またいずれお聞きすることにして、次に、原研に出かけて実験をするための、いろいろな問題点について伺いたいのですが、第一にしばしば出張するでのは旅費だけでも大変と思いますが。

B： 原研と共同利用するための費用は、別途に配布されています。これは物性研だけでなく、全国の国立大学の教官が、原研の施設を利用して研究するためのもので、設備費、校費、旅費などが特別に組まれ、これを各地区の大学から出された委員で構成されている委員会で審議して運営しています。この費用を利用するには、毎年度始めに各大学に通知がありますから、その時に、研究題目や必要経費等を委員会に提出しなければなりません。昭和38年度には、約140件ほどの申請がありました。実際に原研の設備を利用しなければできない研究に対しては、まず全部が採択されています。もちろん予算は限られていますから、要求どおりに配布されるとは限りませんが。

A： 物性研の中性子回折装置は、原研の設備ではないと思いますが。

B： 物性研では始め、独自に予算要求したのですが、文部省の方で、原研共同利用は一体にした方がよいとの考え方で、組み込まれたのです。どのみち原子炉を利用するわけですからね。

A： そうすると、物性研の装置で仕事をするためには窓口がいくつもあるわけですね。

B： そうなんです。物性研は、原研を共同利用させて貰い、しかも先に述べた大学連合の枠にも入っているので、物性研に外部から共同利用で来られる方には、複雑な共同利用となるわけです。その上さらに、物性研の装置は通研のモノクロメーターを利用しているのです。しかし、それらのこととは、実際に物性研の担当者なり事務なりに、物性研の外来研究員の申し込みをされたのちに、御相談すればよいと思います。

A： その大学連合というのはどこに事務所があるのですか。

B： 現在便宜上東京大学が世話役をしています。本部は、本郷の原子力教育施設管理部の中になりますが、その外、実際に研究をされる方のお世話をし便宜をはかるために、原研中に、大学共同利用開放研究室というのがあります。そこに、専任の事務官と技官の方がおられます。また、大学の人々が利用できる部屋がいくつか原研から提供されています。われわれの場合、原子炉の向い側にある原子炉特研といふ建物の中に部屋を借りています。ここに試料の

setting などのためのX線回折装置なども入れてあります。

A： ところで中性子回折装置は、物性研の共通施設だそうですが、主としてどこの研究室で使っているのですか。

B： 今迄は、建設期でしたから、結晶部門と磁気部門で協力してやってきましたし、又物性研内に中性子小委員会というのを設けて、建設に伴う諸問題を相談し乍ら進めてきました。しかしこれから実際に研究が開始されるわけですから、今後の研究態勢などについてあらためて検討しなければならないと思っています。しばらくは担当者の身近の研究問題を進め乍ら、装置の調整などを行なっていく必要があると思いますが、これと平行して新しく運営委員会のようなものを作ることなど検討を始めようと考えています。

A： 現在装置のお守りは誰がしているのですか。

B： 昨年からこの共通施設のために、技官の定員が一人割当てられましたので、今のところ、星整研究室の二人（現在助手は欠員中）とその技官の三人でお守りしています。今迄は建設期でしたが、これから実験が始まると、なかなか手不足でつらい所ですが、他の関連研究室の方々の応援を得てやって行くつもりです。

物性研外の研究者の方々との協同研究態勢などについても、遂次考えを進めねばと思っていますが、このことは中性子回折に限らず、物性研全体の現在および将来の問題であり、広い視野で考えて行くべきことと思います。

ソニーリサーチ所

金井康夫

われわれの研究所は、創立以来まだ日が浅く、この6月で丁度満2年を迎えた所です。したがって、創立期のさまざまな雑用がようやく一段落し、研究設備や実験道具もととのってぼつぼつ、本格的な研究が行なわれ始めた、という段階にあります。それゆえ、研究成果について、ここで特に声を大にして皆様にお伝えする程のものはありません。しかしながら、この「物性研だより」の読者の大多数を占めると思われる 大学や官公立の研究機関で研究に従事しておられる方々の中には、会社の研究所で、一体どんな基礎研究が行なわれているかという事に關

心をお持ちの方も多いと思いますので、われわれの研究所の現状を紹介させて頂くことにします。

はじめに述べました様に、ソニー研究所ができたのは2年前ですが、それ以前にも、会社の中には、研究活動を行なっていた部門がもちろんあったわけです。例えば、半導体に関する研究は、半導体部研究課において行なわれていて、有名な江崎さんのエサキダイオードの研究など、すべてここで行なわれました。しかしながら、企業における研究の重要性はますます増大してきました。例えば、井深社長が「研究所開設に当って」という小文の中で述べているように、「日本は、国際市場に於て、当りまえの物を当りまえにこしらえていたのでは、段々うだつが上らないような立場に置かれている。この困難に打ち勝って世界に生きてゆくためには、技術以外何ものもないと考えなければならない。この技術はやはり、欧化の後を追つてばかりいる技術ではほんとうの力が出てくるわけがない。眞の技術の根源は研究以外にはあり得ない。」といふことが深く認識されて来ました。そこで、「ソニーといふ会社は非常に間口の狭い会社である。大体テープレコーダーとトランジスタラジオとトランジスタテレビだけで世界をあpare回ろうといふのだから、基礎研究も広い間口ではなく、ポイントをついた狭いもので、しかも浮世から振り回されるものではなく、浮世を振り回す使命を持って産まれ」たのがソニー研究所といふわけです。

研究所は、横浜から戸塚方面へ抜ける横浜バイパス（横浜新道）に沿った小高い丘の上にあります。研究所が製造現場と同居しているとどうしても研究が disturb されるし、またあまり離れすぎっていても、研究が会社の方針と遊離してしまう、というので、五反田の本社工場および厚木の工場から適当に離れている 現在の場所がきまったとの事です。建物は鉄筋コンクリート 3階建で、床面積は約 3,900 m<sup>2</sup>（約 1,200 坪）、全館冷暖房になっています。研究所は、鳩山所長以下、6つの研究室と、技術室、事務室に分かれています。研究室は研究活動を行ない、技術室は、それぞれ専門の分野で技術的な support を行ない、事務室は購入その他の事務を行ないます。研究活動は、製造関係の現場などとはちがって、きまったく時間にきちんと始め、きめられた時間内にきちんと終るというわけには行かないものなので、会社の普通の就業規則をあてはめられると、非常に困ることが多いものです。われわれの研究所においては、できる限り不必要的拘束を取り除き、研究能力を十二分に發揮して貰うために、「研究員」と呼ばれる職務を作りました。標準としては大学を卒業して4～5年以上研究に従事し、一人前の研究者として世の中に通用する人々がこれに当たります。この人々は、会社の通

常の勤務時間にしばられることなく、自由に、場合によっては自宅にて研究活動を行なうことができます。そして、単なる出勤率などではなく、その人のした仕事によって成績を評価するたてでまえになっています。現在「研究員」は十数名います。

さて、研究所の研究活動の紹介にはいりますが、話しの都合上、技術室の紹介から始めることにします。技術室は、現在5つの係に分かれています。

技術室第1係、ふつう弱電室と呼ばれ、その名の如く電気回路を作るところ。簡単な測定用回路から、特殊なパルス振発器、スピノエコー装置など、市販の標準品でないものを作ってくれます。またここには簡単な測定器類が並んでいて、回路のチェックもできるし、研究者が自分で回路を組立てるための space もあります。

第2係、ヘリウム室と呼ばれ、液体ヘリウムを供給してくれるところ。ADLのコリンズ型ヘリウム液化器があり、毎週火・金の2回液化しています。その他の日でも、貯蔵用デュワー瓶にためてあるので、殆んどいつでもヘリウムを使うことができます。研究者が比較的小人数ですので、ヘリウムは実にふんだんに使うことができ、研究者にとっては大変有難い所です。なお、研究所には空気の液化器ではなく、外から液体窒素を買っていますが、研究者が使う液体窒素の世話もここでしてくれます。

第3係 工作室とよばれ、いろいろな工作機械が並んでいて、ごく簡単なものから、立派な単結晶引上装置まで作ってくれます。研究者にとって有難いことは、きちんとした図面を引かなくても、フリー手でチョコチョコと書いてただけで作ってくれることでしょう。

第4係、結晶係と呼ばれ、結晶の作製、加工、構造解析などを担当しています。ゲルマニウムやシリコンは研究者の希望通りの単結晶を引上げてくれますし、その他簡単なブリッヂマン法で作れる化合物半導体なども作ってくれます。しかしながら、人手不足もあって、やゝ特殊な注意を要するもの、例えば Bi, CdS, KTaO<sub>3</sub> などはそれぞれの研究者が自分で作っています。この様にして作られた単結晶の結晶軸を定め、測定に便利な形に切断することもこの係で行なわれています。このため、専用のX線装置が1台と、普通のダイヤモンドの刃の切断器、超音波の打抜器、air-brasive 切断器などがあります。その他、共通に使用する蒸着装置、排気装置、高純水素発生装置などもこの係の管理です。

第5係、分析係とよばれ、結晶の化学分析、光学分析などを行ないます。普通の化学分析の道具のほか、可視および赤線の分光光度計や、発光スペクトル装置などがあります。

以上が、研究活動を support する技術室のあらましですが、次いで研究室の紹介に移り

ます。

第1研究室 電子スピン共鳴で  $Ce$  や  $Si$ ,  $CdS$  などの半導体結晶中の不純物や欠陥の様子をしらべたり、加圧下の共鳴実験からバンド構造をしらべたりしています。波長  $3cm$  の共鳴装置と  $mm$  波で使う装置と 2 台あって、2 台とも常時使用されています。ここではまた  $CdS$  の単結晶を気相法で作っていて、スピン共鳴の実験だけでなく、電気的な性質も研究しています。その他  $PbTe$  の薄膜の研究も行なっています。

第2研究室 主として酸化物系統の絶縁体の研究を行なっていますが、大別して、強誘電体と稀土類化合物とに分けられます。強誘電体としては  $SrTiO_3$  や  $KTaO_3$  の単結晶を作り、それらの誘電特性をしらべています。稀土類酸化物としては  $(Sr_xLa_{1-x})MnO_3$  の電気的、磁気的性質の測定や、他の稀土類化合物の合成など研究しています。このため、磁気天秤や熱分析、比熱測定装置などがあります。また、この研究室には、高温で試料を合成するための普通のシリコニット炉などの外、タンマン炉および簡単なイメージ炉があります。

第3研究室 X線や電子線を用いて、結晶の不完全さをしらべることを目的としています。現在、シリコン中の酸素の観察や、気相生長したシリコン中の欠陥の研究などを行なっています。このため、ラングカメラが 2 台と、電子顕微鏡 1 台があります。この他、蛍光分析用 X 線装置と、ガイガーフレックスが 1 台あり、技術部第 4 係と共に使用されています。

第4研究室 いわゆる半導体の電気的な性質をしらべています。 $Bi$  の単結晶を作り、そのバンド構造の詳細をしらべるために  $C$ ,  $Hg^3$  を用いた極低温のクライオスタットを作り、 $0.5^\circ K$  で電流磁気効果を測定している人や、 $Bi$  に超音波を入れ、さらに電界や磁界を加えて、電子や正孔と格子振動との相互作用をしらべている人などがあります。その他  $PbTe$  の性質の測定や  $Ge - Si$  合金、 $InP - InAs$  合金など、半導体合金を作りその性質をしらべることなども行なわれています。

第5研究室 固体理論の研究室 適当な指導者がいなかったため、開店休業の状態に近い。日本が世界にはこる優秀な理論物理屋の方々の中で、われこそはと思われる方は是非どうぞいらっしゃって下さい。

第6研究室 化学屋の研究室、気相法による結晶の作製などもやっています。

以上で基礎的研究に関するソニー研究所の研究活動のあらましを紹介しました。既にお気づきになられた事と思いますが、われわれの研究所の特長の第 1 は、非常に狭い分野にだけ研究テーマが集中しているということです。このことは、前に述べた井深社長の言のように、ソニ

一という会社の性格から来ているといえましょう。特長の第2は、できる限り研究しやすい環境を作つて、研究者に十分な能力を發揮して貰おうという事です。このため、例えば、徹夜実験の時、十分休息がとれる様に寝台をそなえた休息室だとか、伝票に書くだけで、自由に持出して使用できる消耗品の倉庫だとかがあります。従来、ヤレ金がない、ヤレ雑用が多い、ヤレ購入に時間がかかるなどと、研究成果のあがらない理由をいろいろと言う人が多いものですが、このような障害をできるだけ取り除いて、本当に研究1筋に打込んで貰えるような環境を作り上げようとしています。幸い、会社の幹部は研究所に大きな期待をかけ、また、鳩山所長は取締役の一員でもありますので、このような研究者側の希望は、殆んど満たされているといって差支えないと思います。

以上でソニー研究所の紹介を終りますが、「世界を振り回す」ような研究成果ができますように、全国の物性物理学研究者の方々の一層の御指導と御援助をおねがい致します。

### 化 学 分 析 室 紹 介

田 村 正 平

化学分析室は物性研究所の共通施設の一つとして、電子計算機、試料作製室その他とともに研究部門と協力し、研究所の目的達成のため銳意努力中である。物性研究においては、各試料の純度、組成などについての裏付けが基本となることは論をまたない。そこで各種の吟味して製造された諸物質を、化学分析技術によって確認しておくことが必要である。このため昭和35年度に化学分析室が発足し、現在A棟の中で各研究室の要望にこたえている。現在物性研の化学分析室で行なわれている方法は、従来のビーカー、ピュレットのみに頼る方法とは大いに異なるものであるが、近時の分析化学の進歩とくに応用物理学の一部としての機器分析法の発達による当然の変化である。すなわち現在の分析化学のあり方をそのままとり入れて、最終段の測定は、いわゆる物理測定と變るところはない。したがって設備された機器は後記するが大型分光写真機、マイクロホトメーター、ポーラログラフ、分光光度計、精密級天秤など物理

測定用のものが主になっていて所内各研究室の諸設備の機能と密接な関係にある。しかし、分析化学の技術はこれら最終段の測定器の進歩のほかに、それまでに試料がたどるべき処理手段の進歩改良を強く要求するものであって、ここに化学的センスを必要とする。試料の中から、特定の物質を分離する方法の吟味をともなうが、各種の金属のキレート作成、及びその溶媒抽出分離、イオン交換分離、沈澱生成分離などの方法を隨時、組み合わせてはいる。このことは非分離のまま分析する方法の限界を拡張する努力とともに是非ともなされなければならない努力であって、化学的技術の向上を期している。物性研究所の試料は、金属ばかりでなく、塩類、有機物など広い範囲にわたり、しかも種類と質の両面においてよりユニークな試料を目指す研究努力に關係して、従来の規格分析をそのまま実施して、結果が得られるものはまことに少ない。高純度塩類中の微量元素の定量などはその例であって、微小量の目的物質を共存する大量物質から分離する方法の探究が求められる。このとき、物性研究においては、その単なる存在量や平均組成よりも、存在状態やローカリゼーションについての知見がキーポイントになることにかんがみて、これについて 分離分析法、最終的測定方法について、開発研究を進めている。また、必然的にその標準となるべき物質の精製が前提となるので、この過程についても分析法によるチェックをしながら開発的研究を行なっている。このような開発研究は研究所において各研究室が研究上必要な物質を作製する場合に、主として化学処理の面からの相談にあづかり、その実施にも協力することに結びつくのである。要約すれば、近時の進歩した分析化学技術によって試料の分析を実施し、その性格上、開発研究を渾然一体として進め、試料作製その他についても化学的な立場から各研究室に協力しているわけである。

化学分析室がその任務を行なうにあたっては、化学分析委員会の指導によるが、所員数名と分析室主任がこれを構成している。各研究室からの委託試料は所定の委託伝票とともに、分析室にもたらされるが、必要精度、目的、試料の性質、分析室の現状などについて相談した上で、分析方法 やその実行段取を決める。分析結果 は伝票の一部をつけて依頼者に渡し、研究室校費から分析室の運営費へ振り込むのが順序である。この相談が最も大切であって、実施困難なケースの方がむしろ多い。しかし分析方法の限界拡張を期し、目的達成には出来るだけ努力を傾けることにしてはいる。現状は講師 田村正平（主任）、助手 加藤皓一、技官 中田弘子の3名であるので、試料分析の消化スピードは十分ではない。物性研究所の活動が近来ますます盛んになってきたので、分析の能率化に苦慮している。たゞ試料の依頼された分の分析についての場合だけと違って試料の大半は依頼されない分の成分をも分析する必要の

あることが目立っている。つまり化学的な立場から見て良心的に必要なチェック、探索を行なうので分析完了までの時日は短時間にはなりにくく。勿論、要望によって精度、範囲を落しての迅速化もあるが、正確さ第一は当然のことと思う。昭和37年度に処理した件数は60件、試料数95であった。本年度は7月現在迄に25件80試料が委託されている。

設備は、化学処理を主にするためのもの（溶媒抽出装置、振とう機、遠心機、オープン、迅速蒸発器、ドラフト及び化学実験台など）を312号室に、発光分光分析、原子吸光分析、吸光度（比色）分析など光分析関係は空調した分光室（313号室）に、精密天秤、精密級PH計および有機物元素自動分析機などは空調機のある天秤室（423A室）に、ポーラログラフ、電導度滴定、通常型pH計など電気化学分析用機器と要員は421号室に配置されてある。機器の機能に応じ、その性能を長く好条件に維持するためと実用運営面からの考慮によるものである。この他に、423B室は所内において機器保全上、その研究室での化学的操作が妨げとなることが多いので、特にドラフト、化学実験台、オープンなどを配置して、それらの研究室のため使用の便に供した“共通化学処理室”であって化学分析室が維持運営にあたっている。化学分析室の任務の一端として、施設掛と共に、所内の実験用水（一般実験用水、冷却用水およびイオン交換処理純水）の監理を行ない、とくにその純度維持について責任を負っている。現在各階の蛇口に供給されている純水は蛇口において $2 M\Omega$ の比抵抗（貯水タンクへ供給するときは $5 M\Omega$ 以上とする。）を維持しているはずである。

化学分析室の設備のうち主要なものを次に記す。

- (1) 精密天秤：スイスMettler社製セミクロ天秤（B6C200型）

同上 ミクロ天秤（M5型）

同上 ウルトラミクロ天秤（UM7型）

これらは試料の秤量、重量分析法などに使われているが、以上の天秤によってカバーしていられる秤量範囲は $200 \text{ g} \sim 10^{-8} \text{ g}$ である。

- (2) 有機物元素分析装置：米コールマン社製、炭素水素分析機（MD33型、ミクロブレーグル方式）

同上 窒素分析機（MD29型、ミクロジュマ方式）

合成された試料の組成を決定するのに使われる。有機物ばかりでなく、金属錯化合物の組成分析にも利用している。

- (3) ポーラログラフ装置：柳本PA102型交直両用型及びPM-1改型矩形波増感装置

金属イオンの分析に使う。たとえばアルカリ塩中の $Zn$ ,  $Pb$ ,  $In$  などの微量分析に良好な性能を有する。増感装置は通常の感度を約50倍以上まで大にすること可能にしてある。

(4) 電気化学分析機器： pHメーターは精密級(日立P型), 滴定級(日立T型), 直読型

(M3型)があって各々の特長を生かして容量分析, 溶媒物性測定, 純度検査などを行なっている。滴定結果の記録と解析が実験内容には重要であるので, 自記型(三田村, 平間改型)も駆使している。この他電導度計, 電位差滴定機及び定電位電解装置は金属化合物分析に多く用いている。

(5) 分光分析装置： 発光分析用機器として, 独R. Fuesse社製110H型大型石英分光写真機(4プリズム型, 分解能 $2.5\text{ \AA}$ , 波長範囲 $2200\text{~}8000\text{ \AA}$ )が配置してある。

長波長域における分散度はやゝ低下するが, 短波長における性能は回折型のものよりも優れている。線の明瞭度や機械工作精度は甚だ優秀で, 希土類, 高純度塩類などの分析に使っている。乾板撮影のほかに, 光電定量測定も可能にしてあり, 現在4チャンネルの同時測定をしている。乾板黒化度測定には島津PD-20型ミクロホトメーターがある。分光用電源は分析範囲と精度に及ぼす影響を考え, 独特の高性能電源を設計してある。 $20\text{ KV}$ 以下のスパーク, 交流, 直流を広い励起範囲で作動させ, シンクロスコープをもって励起状態の監視可能としてある。吸収スペクトル測定用には, 日立EPU-2A型の分光光度計があるが現在はこれに原子吸光装置と記録計を附属させ, 合金, 塩類の分析に用いている。溶液試料 $0.01\text{ ml}$ 以下の微量比色分析には米コールマン社の超微量分析機を使う。なお超微量分析法の一つとして陰極線ルミノグラム装置を今年度から組立製作を始めた。これを用いて各種半導体, 塩類など中の微量元素を分析する開発実験を行ないつつある。

以上に 化学分析室の活動状況および主要設備について概略の紹介をしたが, 研究所の活動が急テンポになつて来たことと関連して, 目下なし得るかぎりの努力を傾けている。

## 研 究 会 報 告

### 東大物性研短期研究会「高圧下の物性」

司話人	東北大金研	廣根 徳太郎
東大物性研	山下 次郎	
東大物性研	箕村 茂	

「高圧下の物性」に関する東大物性研の短期研究会が5月23日～25日の3日間にわたりて下記のプログラムで約60名の参加を得て活発な討論が行なわれた。

- (1) 高圧下の共鳴現象
- (2) 高圧下の磁性
- (3) 高圧下の相転移
- (4) 高圧下の格子欠陥
- (5) 高圧技術の問題点

(1)では高圧下のFe, Co, Ni中のCuのNMRの実験と内部磁場の起因(厚井義隆), NMRの測定よりみたアルカリハライド結晶の圧効果(伊藤順吉), 核四重極相互作用によるNa, Cuなどの金属中イオン核の弾性変形効果(深井有), およびMgO:Cr<sup>5+</sup>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Cr<sup>3+</sup>のopticalデータ( $\partial \ln Dg / \partial p$ )と, ESRデータ( $\partial \ln g - g_0 / \partial p$ )の関係や, KNiF<sub>3</sub>などd<sup>4</sup>～d<sup>7</sup>の系に高圧をかけてHund規則を破る不能性(Magnetic → Non magnetic)(菅野暁)の討論が行なわれた。

(2)ではNi, Feの飽和磁化, Niの磁気電流効果の圧力依存性および金属の圧縮率の測定法(辰本英二外, 広大理グループ)Cr-modified Mn<sub>2</sub>Sb, MnAs, FeRh, Cr<sub>3</sub>As<sub>2</sub>, FeSにおける磁気的変態に及ぼす圧力効果(上垣内孝彦), フェライトの一軸加圧後の磁性変化(可知祐次), およびMn化合物(Au<sub>4</sub>Mn, Cu<sub>2</sub>InMn, Mn<sub>2</sub>Sb,

$MnSb$ ,  $Mn_5Ge_3$ ) のキューリー点の圧力効果 (広根徳太郎) の討論が行なわれた。

(3)では Gd, Fe-Pt 合金の第二種の相転移としてのキューリー点の圧力効果 (中島哲夫), 第二種の相変化の転移温度の圧力係数と熱膨脹係数や比熱の飛びを結びつける Ehrenfest の式を Gd に適用した結果 (山本常信), Rochelle 塩,  $BaTiO_3$  など強誘電体のキューリー点の圧力による減少効果 (高木豊), 固化した不活性ガス, イオン結晶などの固相の相転移に関してバンド理論の立場からみた要請 (山下次郎), および IV, III-V, II-VI 属化合物, 遷移金属酸化物, 硫化物における圧力誘起の Insulator-to-Metal の相転移 (箕村茂) の討論が行なわれた。

(4)では衝撃波による種々の金属の塑性変形 (鈴木平), 高圧下の液体金属 (Hg, Zn, Cd 等) (遠藤裕夫), および高圧下の半導体特に PbTe の特性について (佐藤安夫) の討論が行なわれた。

(5)では設備の現状と将来計画について金研, 京大, 広大, 徳島大, 原研, 通研, 阪大, 東芝, および物性研より話題が提供された。

(1)高圧下の共鳴現象, (2)高圧下の磁性に関して予稿集もれがありましたが, これらの研究の概要と併せて, (3)高圧下の相転移, (4)高圧下の格子欠陥に関する全般的な討論の要約を下記の通り投稿いたします。

### 高圧下の稀薄強磁性合金に於ける NMR

徳島大学工学部 厚井義隆

強磁性体において, 核の見る内部磁場 (有效磁場) は, 自発磁化が種々の機構を通じて作るもので, 磁性体の電子状態を知るための新しい手がかりとなり得るものとして注目されている。しかし内部磁場の起因は, 未だ Fe の如き純金属においても充分理解されていない。むしろ現状は, 起因を明らかにするためにはもつと多くの実験データの蓄積が必要と思われる。われわれはこの観点から Fe, Co, Ni 中に少量とかしこんだ不純物原子の核の位置の内部磁場の圧力依存性を核磁気共鳴の方法で測定した。一般に内部磁場  $H_i$  は飽和磁化  $\sigma_s$  に大体比例する。即ち  $H_i = A \sigma_s$  とおくと,  $A$  は host の metal 及び不純物原

子によつては大いに異なるが、温度、圧力にはわずかしか依存しない。しかし、わずかではあつても、 $A$ の温度、圧力に対する依存性は内部磁場の起因を反映することが期待される。

Benedek and Armstrong<sup>1)</sup>はFe中の $^{57}\text{Fe}$ 核のNMRの圧力依存性を三つの温度で測定し、一定体積のもとで  $A = A_0 (1 - 0.77 \times 10^{-7} T^2)$  の関係を見出し、 $A$ がこのような温度依存性を示す原因を論じている。われわれは一定温度における $A$ の圧力依存性を問題にした。しかし残念ながら現在の理論の段階では、圧力依存性のデータから内部磁場の起因について決定的な結論を得ることは困難であつた。

実験方法の概略は次の如くである。sample は 99.9% 程度の Fe, Co, Ni に 0.5 ~ 1% の他の metal をとかした合金の粉末である。スペクトロメーターは周波数変調可能な Colpitts の発振器で、sample coil を鋼製のポンベに入れ、8000 Kg/cm<sup>2</sup> までの流体圧を加えた。共鳴周波数は圧力と共に直線的に変化する。第1表に内部磁場の値及び  $\partial \ln |H_i| / \partial p$  の値を示す。内部磁場の値につけてあるマイナスの符号は磁場の方向が host の磁場と逆向きであることを示す。符号のないものは未だ符号が決定されていない。表中は又  $\partial \ln A / \partial p$  の値が示してある。この値は、 $H_i = A \sigma_s$  より得られる  $\partial \ln A / \partial p = \partial \ln H_i / \partial p - \partial \ln \sigma_s / \partial p$  にして最近の

第1表 内部磁場とその室温における圧力依存性

核	$H_i$ koe	$\partial \ln  H_i  / \partial p$ $10^{-7} (\text{kg}/\text{cm}^2)^{-1}$	$\partial \ln A / \partial p$ $10^{-7} (\text{kg}/\text{cm}^2)^{-1}$
Cu in Fe	213 (273°K)	-3.0	0
Co in Fe	-290 (0°K)	+1.6	+ 4.6
Fe in Fe	-339 (0°K)	-1.6	+ 1.6
V in Fe	85 (273°K)	+7.8	+10.8
Cu in Co	158 (282°K)	+1.55	
Co in Co	-217 (0°K)	+6.5	
Al in Co	171 (283°K)	+6.3	
Cu in Ni	-50 (0°K)	+1.33	+ 3.7
Ni in Ni	-80 (77°K)	+9.3	+11.7
Co in Ni	-112 (295°K)	+12.6	+15.0

Tatsumoto et al.<sup>2)</sup> の測定値, Fe に対して  $-3.04 \times 10^{-7}$ , Ni に対して  $-2.4 \times 10^{-7} (\text{kg/cm}^2)^{-1}$  を代入して得たものである。Co に対する測定は未だなされていないが, Fe, Ni と同程度の負の値と推定される。この表において, (1) 内部磁場の絶対値は Cu in Fe, Fe in Fe の如く圧力と共に減少するものもあるが, A の方は増す。(2) host が何であつても  $\partial \ln A / \partial P$  は Cu の場合が最も小さい。(3) host が Fe のものは, V 以外は Co, Ni 中におけるものより一般に  $\partial \ln A / \partial P$  が小さい。(圧縮率は Fe:  $5.86 \times 10^{-7}$ , Ni:  $5.26 \times 10^{-7} (\text{kg/cm}^2)^{-1}$  である。) 等のことが認められる。

さてここで問題にしている内部磁場の主な原因是, s 電子と核との contact interaction であると考えられている。<sup>3)</sup> 核の位置における ↑ spin の電子の密度を  $\rho \uparrow(0)$ , ↓ spin のそれを  $\rho \downarrow(0)$  とすれば, 有効磁場は

$$H_i = -\frac{16\pi}{3} \mu_B [\rho \uparrow(0) - \rho \downarrow(0)]$$

で与えられる。負号は ↑ spin の電子は下向きの磁場を生ずることを意味する。任意の不純物原子の核の位置において ↑ spin と ↓ spin の電子密度の差 (spin polarization) ができる mechanism としては以下のものが可能である。<sup>4)</sup>

- (1) その原子の 3d shell が充たされていなくて atomic moment をもつていれば, これによつて inner core が polarize される。1s, 2s は 3d shell より内側にないので負の磁場を生じ, 3s は正の磁場を生ずる。
- (2) 周囲の原子の 3d electrons が inner core 特に 3s を polarize する。この時は 3s も負の磁場を生ずる。この効果は問題の atom 自身が moment をもついてもあり得る。
- (3) 4s 電子がその原子又は周囲の原子の 3d によつて polarize される。これは正の磁場を作ると普通考えられている。

ところで内部磁場の起因を考える上で最も重要なのは磁場の大きさ, 符号である。先ず Cu 核位置の磁場を取り上げる。Fe, Ni 中における磁場の符号を, Ni 中におけるものと同様負と仮定すれば, (3) はこの場合の磁場の起因であり得ない。ところが, 核の excess charge は主として 3d 電子によつて screen されるので Cu 原子は moment を持たぬか, 持つとしても非常に小さいであろう。これに対して, Co 原子は Fe, Ni 中でも moment を持つている。Cu に対する  $\partial \ln A / \partial P$  の値が Co に対するそれより小さいことが, この事

実に対応しているのであろう。次に  $V^{51}$  in Fe の場合を考えよう。磁場の大きさが Cu in Fe にくらべてはるかに小さく、又 Al in Co よりも大分小さいことは V 原子が Fe 中では Fe 原子の moment と逆向きの  $1 \mu_B$  程度の moment を持つているとすれば理解される (Al 自身が moment を持つている可能性は殆んどないであろう)。V にたいする  $\partial \ln A / \partial P$  が Fe 中の他の原子に対するものより、はるかに大きいことは、上の考えを支持しているかもしれない。Neutron diffraction の実験がこの考えに対して判定を下すであろうが、まだ行なわれていない。

最後に、理論の現状では磁場の圧力依存性から決定的な結論を得ることは困難であつても、もう一歩理論が発展した時は、圧力のデータが理論の当否を判定するきめ手になる可能性があることを強調したい。なおこの研究は徳島大学工学部辻村瑛、広大理学部(現在東北大理学部)檜原忠幹と協同で行なつたものである。

### 文 献

- 1) G. B. Benedek and J. Armstrong : J. Appl. Phys. 32 (1961) 106 S.
- 2) E. Tatsumoto, H. Fujiwara, H. Tange, and Y. Kato : Phys. Rev. 128 (1962) 2179.
- 3) 金森順次郎：物理学会誌 17 (1962) 298.
- 4) Y. Koi, A. Tsujimura, T. Hihara and T. Kushida : Proc. Int. Conf. on Magnetism and Cristallography, Kyoto, 1961, I-96.

### ニッケル・鉄の飽和磁化の圧力効果

廣島大理 辰本英二, 丹下初夫

常温で Ni, Fe の飽和磁化の圧力効果を  $6,000 \text{ kg/cm}^2$ <sup>1)</sup> から更に  $11,000 \text{ kg/cm}^2$ <sup>2)</sup> に高めた実験では、直接測定される飽和磁束  $\Phi_S$  の変化は圧力に比例して減少する。最近更に

圧力を  $15,000 \text{ kg/cm}^2$  まで高めると同時に測定温度を  $-73^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$  に拡張することができた。

(I) 主なる装置の変更：測定原理は常温の測定の時と同じであるが、材支持器を、常温の時には上から下へ下げるものを下に固定し恒温容器中に入れるようにした。

(II) 圧力効果の温度依存性：試料は常温の測定に使用した多結晶の Ni, Fe そのものである。 $\Phi_S$  は常温における測定と同じように各温度とも圧力に比例して減少する。測定から直接得られる飽和磁束の変化の圧力係数  $\Delta \Phi_S / \Phi_S \Delta p$  から  $\Delta \sigma_S / \sigma_S \Delta p$  ( $\sigma_S$ : 単位質量当たりの飽和磁化) を

$$\frac{1}{\sigma_S} \cdot \frac{\Delta \sigma_S}{\Delta p} = \frac{1}{\Phi_S} \cdot \frac{\Delta \Phi_S}{\Delta p} + \frac{1}{3V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta p}$$

の関係から求めると、Fig. 1 のようになる。但し右辺の第2項、即ち linear compressibility  $\kappa$  [Bridgeman<sup>3)</sup>] の  $30^\circ\text{C}$  と  $75^\circ\text{C}$  の時の pressure independent の項だけをとり、かつ、これらの温度附近では温度に比例するとした。

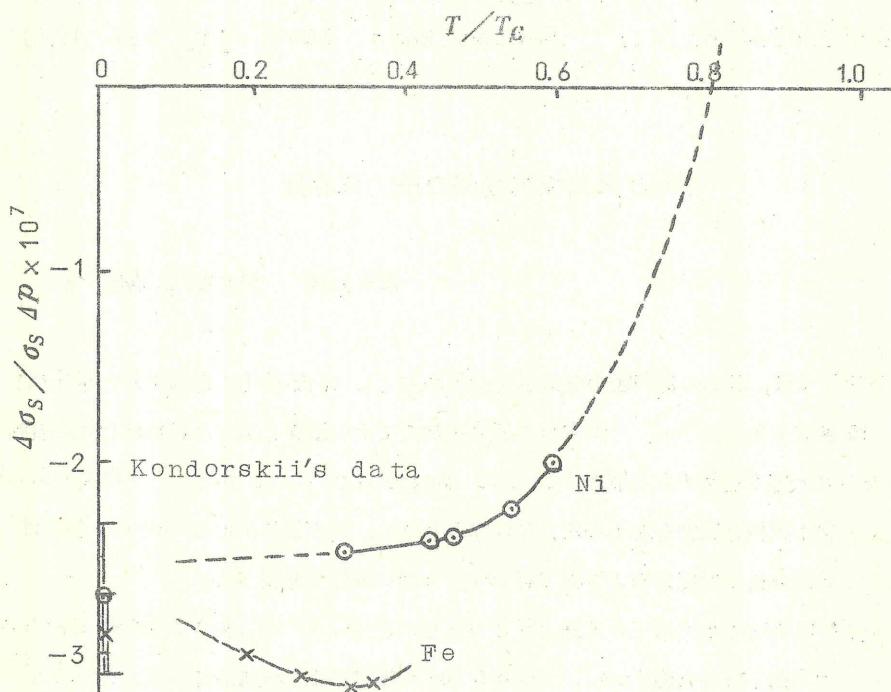


Fig. 1

この図の結果によると, Fe の方はともかく, Ni は  $500^{\circ}\text{K}$  附近で符号が negative から positive に変るよう見られる。この温度は crystalline anisotropy constant  $K_1$  及び magnetostriiction constant  $h_3$  が符号を変えることにも関連があるよう見られる。もしこれが正しいものであれば, Patrick<sup>4)</sup> の実験結果と矛盾しない。又 Ni も Fe も  $0^{\circ}\text{K}$  を extrapolate した値は Kondorskii<sup>5)</sup> の測定値の誤差範囲にある。

### 文 献

- 1) Tatsumoto et.al. : J.Phys.Soc.Japan, 17, 592 (1962).
- 2) Tatsumoto et.al. : Phys.Rev., 128, 2179 (1962).
- 3) Bridgman : "The Physics of High Pressure" (London, G.Bell and Sons, Ltd., 1958).
- 4) Patrick : Phys.Rev., 93, 384 (1954).
- 5) Kondorskii et.al. : Soviet Phys. JETP. 11, 561 (1960).

### Ni の磁気抵抗効果の圧力依存性

広島大理 辰本英二, 藤原 浩

常温, 常圧下では, Ni の飽和後の磁気抵抗効果は主として内部磁化に起因するとみられる抵抗減少の実験結果を得た<sup>1)</sup>が, 今回常温で圧力を加えてその影響を調べた(われわれは強制磁歪にちなんで上記に起因する効果を Forced Magnetoresistance と呼んでいる)。

- 1) 実験装置: 試料を圧力を加えるために外径 50 mm, 長さ 20 mm の Be-Cu 製容器に入れ, 他は通常の磁気抵抗を測る方法で行ない, 今回は縦効果を調べた。
- 2) 試料: 単結晶はこれ迄常圧の実験で行なつたものを用いた。即ち長さの方向に <110> と <100> の方位を持つ直径 2 mm, 長さ 40 mm の棒である。多結晶は同じ大きさのものを, Bridgman 法で新たに作つた。
- 3) 実験結果: まだ充分なデータを得ていないため全くの予備実験であることを最初に断わ

つておきたい。

先ず単結晶試料では、以前の常圧のときの実験では、加える磁場の方向による異方性はなかつたが、今回も最初それを再確認した。それに始めて圧力を加えていくと、異方性が現われ、圧力に対して非可逆的であつた。その異方性は、一辺最高  $90.00 \text{ kg/cm}^2$  追加えた後常圧にまでしても残つた。そこで一旦焼鈍した後圧力を加えていくと、可逆的に変化して、異方性を伴いながらも各磁場方位とも略似た単調な変化をした。

一方多結晶棒では単結晶の場合と同じく最初に圧力を加えた際には、圧力に対して非可逆的であつたが、次の加圧サイクルでは可逆的となり、磁気抵抗係数  $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta \rho}{\Delta H}$  の絶対値は圧力と共に単調に増加した。

以上のかんたんな結果からは議論をする段階ではないが、一応常温では Ni に圧力を加えると、その磁気抵抗は確かに変化すると思われる。また Ni の内部磁化が圧力により変わること、並びに飽和前の Fe の磁気抵抗異方性係数  $\rho_1$  が圧力により増加し、 $\rho_2$  がかわらない等のわれわれの研究室のデータから、何らかの形で内部磁化が、われわれの実験結果にも関係していると思われる。又、先ず解決せねばならない非可逆性のもんだいは、或いは試料の結晶の不完全性にも依るかもしれない。これらの点については今後更に詳しい実験を行なう予定である。

## 圧縮率の測定

広島大理 辰本英二、岡本哲彦

hydrostatic pressure のもとで、固体の linear compressibility の測定に strain gauge の使用を試みている。strain gauge としては、市販の paper strain gauge のような接着型のみならず、paper strain gauge の main part である gauge wire (Advance) を裸のままで真直な一本の線として使用する。strain gauge の原理は、gauge の抵抗変化 ( $\Delta R/R$ ) が、伸縮

$$(\Delta l/l) \text{ に比例することにある } \left( \frac{\Delta R}{R} = G \frac{\Delta l}{l} \right).$$

(1) 接着型: pressure が  $10,000 \text{ kg/cm}^2$  前後まで糊貼りがもつことと, gauge factor  $G$  が少なくとも  $10,000 \text{ kg/cm}^2$  まで pressure に independent である点で, paper strain gauge が最も優れている。

(2) Advance wire : Advance gauge wire 一本を伸張しておいて, 被測定物に張り, wire の両端を糊で固定する。この方法は paper strain gauge より測定値の信頼度が高い。

測定原理: 被測定物 (I) に strain gauge を貼つて, pressure ( $P$ ) を加えた時 strain gauge の抵抗の変化  $(\frac{\Delta R}{R})_I$  は,

$$(\frac{\Delta R}{R})_I = \frac{\Delta P}{P} + K_\omega P - (K_I - K_\omega) GP \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで  $K_I$  と  $K_\omega$  はそれぞれ被測定物と gauge wire の linear compressibility である。右辺の  $\frac{\Delta P}{P} + K_\omega P$  は strain gauge だけに pressure  $P$  を加えた時の抵抗の変化  $(\frac{\Delta R}{R})_{\text{free}}$  にあたるから, (1) 式は

$$(\frac{\Delta R}{R})_I = (\frac{\Delta R}{R})_{\text{free}} - (K_I - K_\omega) GP \quad \dots \dots \dots (2)$$

同様に被測定物 (II) に貼つた時は,

$$(\frac{\Delta R}{R})_{II} = (\frac{\Delta R}{R})_{\text{free}} - (K_{II} - K_\omega) GP \quad \dots \dots \dots (3)$$

(2) と (3) 式から

$$(\frac{\Delta R}{R})_I - (\frac{\Delta R}{R})_{II} = (K_I - K_{II}) GP \quad \dots \dots \dots (4)$$

以上のことから, この測定法は, いわば比較測定法である。即ち  $K_\omega$ ,  $K_I$ ,  $K_{II}$  の内どれか一つ判明しておればよい。

$K_\omega$  の絶対測定: 裸の Advance gauge wire を被測定物入れ容器の内側と外側に貼つて pressure  $P$  を加えると,

$$\left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{in} = \left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{free} + K_\omega G P + G \left( \frac{\Delta l}{l} \right)_{ex} \dots (5)$$

ここで  $\left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{in}$  と  $\left( \frac{\Delta l}{l} \right)_{ex}$  はそれぞれ内側の gauge の抵抗変化と外側の gauge で測定される伸びである（但し、内側の伸びが外側の伸びに等しいとしている）。これから  $K_\omega$  が求められる。

試験の結果： $\left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{free}$  は裸の gauge wire で測定しないと、例えば

paper strain gauge などでは、gauge 製作用の糊とか紙とかの compressibility を測定することになる。裸のままの場合  $\left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{free}$  は測定した maximum pressure  $10,000 \text{ kg/cm}^2$  ぐらいまで pressure に比例する。従つて  $K_\omega$  は pressure に independent とみてよい ( $\frac{\Delta \rho}{\rho}$  は多分 pressure に比例す

るであろう)。Cu に裸の Advance gauge wire を貼つた場合も測定した maximum pressure  $7,000 \text{ kg/cm}^2$  まで  $\left( \frac{\Delta R}{R} \right)_{Cu}$  は pressure に比例する。よつて  $K_{Cu}$  も  $G$  も pressure に independent とみられる。

$K_\omega$  の絶対測定を一回行なつた結果、 $K_\omega = 1.7 \times 10^{-7} (\text{kg/cm}^2)^{-1}$  となつた。この値を (2) 式に使つて、 $K_\omega$  を求めてみたところ  $K_{Cu} = 2.3 \times 10^{-7} (\text{kg/cm}^2)^{-1}$ 、volume compressibility  $3K_{Cu} = 6.9 \times 10^{-7} (\text{kg/cm}^2)^{-1}$  となつた。これに對して Bridgman の値は  $30^\circ\text{C}$  で  $3K_{Cu} = 7.19 \times 10^{-7} (\text{kg/cm}^2)^{-1}$  である。

以上の如く、linear compressibility の測定に strain gauge が使用できるとみえる。簡単には paper strain gauge も使用できるが、裸の gauge wire を使つた更に都合がよい測定器の具体的な設計もできている。これを使えば  $K_\omega$  より compressibility の大きいもの、小さいものも簡単に測定でき、圧力も充分大きいところまで使用できるし、測定温度もかなり広く出来る予定である。

## MnAs その他の磁気変態に及ぼす圧力効果

広島大教養 上垣内孝彦, 増本貫一

磁気変態の機構に関して示されている理論の当否を確かめる一つの手段として、われわれは室温に近い温度領域で一次の変態を行ない、磁気的な変態と同時に、電気伝導度にも異常を示す物質に対して、圧力を加えて電気伝導度に異常を生ずる温度の移行を測り、その変態点に及ぼす圧力効果を調べた。対象として取り上げる物質は、次の通りである。

1. Cr-modified Mn<sub>2</sub>Sb : exchange inversion 化合物の代表的なものと考えられている。温度上昇に伴い、反強磁性からフェリ磁性に変わり、その変態点は Cr での modification の程度を大きくするに従い、高温に移行する。
2. MnAs : 42°C以上で強磁性を急激に消失し、反強磁性または常磁性に転移する。
3. FeRh : 温度上昇に伴い、77°Cで急激に、約1%体積膨脹を行ない、反強磁性から強磁性に転移する。この変態は exchange inversion に基づくものと考えられている。
4. Cr<sub>3</sub>As<sub>2</sub> : -60°C以上で急激にフェリ磁性を消失して、常磁性に変わると考えられているが、その変態の機構は不明である。
5. FeS : 温度上昇に伴い、c 軸が約1%収縮し、異方性定数の符号が変つて、磁化容易軸は c 軸から c 面内に向く。この際、電気伝導度は 10<sup>2</sup> 倍急激に増す。この変態点は硫黄の增加で低下する。

以上挙げた物質の中、今までに、一応の結果が得られたものは、MnAs と Cr-modified Mn<sub>2</sub>Sb に関してのみである。

MnAs : この物質の結晶構造は六方晶系の NiAs 型で、室温以下では強磁性を示すが、温度上昇に伴い 42°C で  $\alpha$  軸が 1% 程度急激に収縮し、反強磁性または常磁性に変わると考えられている。この際電気伝導度にも急激な減少が見られる。この変態に関しては exchange inversion の立場<sup>1)</sup> からは反強磁性へ Bean と Robbell の説<sup>2)</sup> によれば常磁性への転移といわれている。この物質に圧力を加えて格子間隔を縮め変態点の低下することを電気伝導度の測定により調べた。その結果は Fig. 1 に示す如くなり、圧力印加の場合

$\partial T_C / \partial P = -1.75 \pm 0.05 \times 10^{-2} \text{ deg/kg cm}^2$ , 圧力降下の場合  $\partial T'_C / \partial P = -2.10 \pm 0.05 \times 10^{-2} \text{ deg/kg cm}^2$  と圧力と変態点の降下は linear な関係を示した。ここで  $T_C$ ,  $T'_C$  はそれぞれ低温相より高温相への, 高温相より低温相への変態開始温度である。

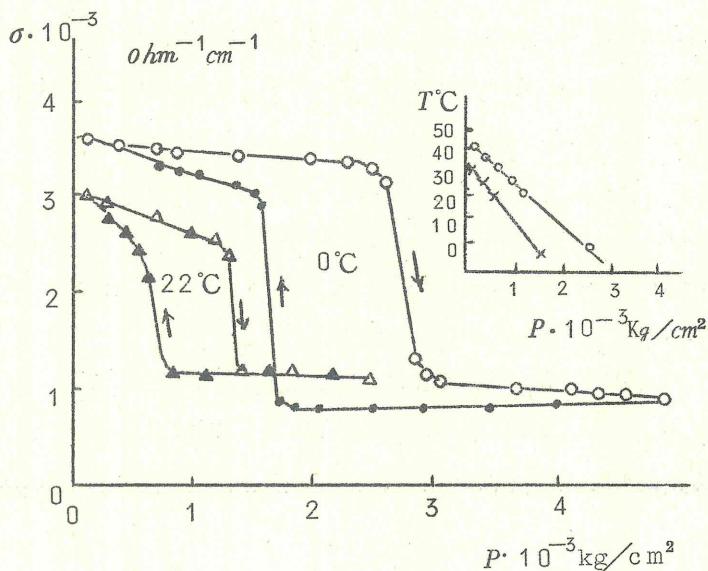


Fig. 1 MnAs の電気伝導度の圧力依存性 (a)

変態点 ( $T_C$ ,  $T'_C$ ) と圧力との関係 (b)

この変態点の圧力による移行に関しては, Bates<sup>3)</sup>, Guillard<sup>4)</sup>, Willis<sup>5)</sup> 等の潜熱, 体積変化の結果を用いると, 熱力学的な Clausius Clapeyron の関係を満足している。

一方格子間隔を拡げる目的で成分元素の一部を置換した  $\text{MnAs}_{1-x}\text{Sb}_x$  について, 変態点の移行を調べた。この場合も同様に変態点の降下が見られた。それ故, MnAs の exchange inversion は Kittel の model のように exchange integral の符号が特定の軸にのみ依存して変わるとしては説明できない。

Cr-modified  $\text{Mn}_2\text{Sb}$ : この物質は tetragonal の  $c$  軸が温度降下に伴つて, 熱収縮を行ない, exchange inversion を起す臨界値  $6.530\text{\AA}$  に到りフェリ磁性が反

強磁性に変わる。この際  $c$  軸の急激な収縮と共に電気伝導度も減少する。圧力による格子間隔の縮少は、この変態点を高温側に移行させることができると期待できる。

測定は  $Mn_{2-x}Cr_xSb$  の  $x=0.10$  で磁気的、電気的変態開始温度が、温度降下の場合  $-16^{\circ}\text{C}$ 、温度上昇の場合  $-25^{\circ}\text{C}$  である試料について行なつた。 $0^{\circ}\text{C}$  における加圧の際の変態開始圧力は、 $4.910 \text{ kg/cm}^2$ 、降圧の際のそれは  $3.150 \text{ kg/cm}^2$  である。これは  $\partial T_C / \partial P = 3.2 \times 10^{-3} \text{ deg/kg cm}^{-2}$ 、 $\partial T'_C / \partial P = 8.0 \times 10^{-3} \text{ deg/kg cm}^{-2}$  である。この結果も Clausius-Clapeyron の関係をよく満足している。

#### 文 献

- 1) C.Kittel : Phys.Rev., 120 (1960) 335.
- 2) C.P.Bean and D.S.Rodbell : Phys.Rev., 126 (1962) 104.
- 3) L.F.Bates : Phil.Mag., 8 (1929) 714.
- 4) C.Guillaud : J.Phys.Radium, 12 (1951) 223.
- 5) B.T.M.Willis and H.P.Rooksby : Proc.Phys.Soc., 67 (1954) 290.

#### 高 圧 下 の 相 転 移

##### (1) 第二種の相転位としてのキューリー点の圧力効果

高木秀夫，中島哲夫（京大理）

ランダウの二次転移に関する熱力学的理論を強磁性体に適用して、キューリー点の圧力効果  $Gd$  について計算した。 $dT_C/dP$ 、 $dC_p$  を求め、二次転移の場合のキューリー点における熱膨張係数の飛び  $d\alpha$ 、圧縮率の飛び  $AK$  が計算された。これらは実験と比較されるべき重要な量である。また Fe-Pt (Pt 55%, 57.5%, 60%) について、上の四つの量の測定を行なつた。

(2) 第二種相変化における圧効果

山本常信 (京大理)

第二種の相変化についてエーレンフェストによる熱力学的関係式がある(熱力学的ポテンシャルの2階微係数が $T_\lambda$ で飛びを持つ)。

$$\frac{d T_\lambda}{d p} = T_\lambda V - \frac{4a}{4C_p}$$

この式が成立するか否かは実測によつて確かめられるべきであるが、現在発表されているデータはこれを確証し得るほどの精度を持たない( $C_p$ のデータはかなり豊富でしかも信頼性が高いのに対し、 $a$ と $d T_\lambda/d p$ についてはデータも少なく、あつても精度が劣る)。上の関係式を確かめることは、第二種の相変化に関する理論を確立するために基本的な問題であるから、実験家の方々に、 $d T_\lambda/d p$ と $a$ の信頼できるデータを提供して下さることをお願いする。

(3) 高圧下の相転位 — 誘電体

高木 豊 (原研)

誘電体のキューリー温度は圧力によつて変化する。高圧をかけたときの影響としては、イオンの重なりの増加によるローレンツ因子の減少、格子寸法の縮小による復元力の変化、双極子モーメントの圧力による変化など、いろいろの因子が考えられる。そのどれがどれだけ作用するかによつて総合的な圧力効果は複雑である。例えば Rochell 塩では加圧によりキューリー点は上昇し、 $BaTiO_3$  では下降する。ここでは個々の物質についての、今までに行なわれた実験結果についての総合報告を行なう。

(4) 圧力誘起の Insulator-to-Metal の相転移

箕村 茂 (東大物性研)

Si, Ge, III-V 属および II-VI 属化合物に、圧力範囲 0~600 Kbars, 温度範囲 77°K~473°K の条件下で、電気抵抗の圧力、温度依存性を測定した結果についての報告、これらの物質は高圧下で  $\sim 10^{-4} \Omega \text{ cm}$  程度の比抵抗を持つた相へと転位する(ただし、CdS は例外であつて半導体にとどまつている)。シカゴ大学の Jamieson の X-線による構造解析の結果によると、Si, Ge, III-V 属化合物は、金属状態への相転移のさいに、

グレイ錫からホワイト錫への結晶型転移に相当する転移を行なつてゐる。また InAs と InP は NaCl 型で転移する。これらの相転移は第一種の相転位である。

3d遷移金属の酸化物および硫化物の抵抗の圧力効果の測定は、 $TiO$ ,  $TiO_2$ ,  $V_2O_3$ ,  $VO_2$ ,  $V_2O_5$ ,  $FeS$ ,  $FeS_2$ ,  $NiS$  などについて行なわれてゐる。これらの物質の多くは可能な圧力範囲では半導体～金属遷移を示さない。しかし  $V_2O_5$  は常温, 100 Kbars 下で第一種の転移を示す。また  $V_2O_3$  は常圧, 110°C で第二種の転位を行なうが、その転移温度は圧力効果を示す。

#### (5) 絶縁体—金属の相転移について

山下次郎 (東大物性研)

絶縁体に高圧を加えた時に生ずる絶縁体—金属の相転移は新しい型の相転移のように思われる。新しい型というのは、電子状態の著しい変化を伴うという意味である。従来研究の対象となつた相転移においては、イオン(原子)の配列が変化する時、それにともなう電子状態の変化はあまり問題とならなかつた(合金の Order-disorder の変化にさいしては電子状態の変化が大きな問題となるべきであるが)。現在の場合には電子状態の変化が本質的である。イオン結晶なり、Covalent 結晶なりにおいては、電子が特定のイオンの周囲、またはボンドの場合に局在しているのがエネルギー的に都合のよい状態である。しかし、圧力が加わつて格子が収縮し、電子雲がせまい領域につめこまれると、事情は変つてくる。パウリの排他律のため電子雲が互に反発するからである。ついにある格子常数に至ると、電子雲がせまい空間に局在して、イオン結合なり共有結合なりをしているよりも、全体にひろがつてメタル・ボンドをつくる方がエネルギー的に有利になる。その時に相転移が起る。二つの相は結合の様式がちがうから、一般的にいえば結晶形も変化するであろうし、格子常数も不連続な変化をするであろう。絶縁体—金属の相転移を調べるために、バンド理論の立場に立つて、「ある格子間隔で伝導電子帯と Valence バンドが交われば、それから以後は金属的となる。」という考えが提案されている。この点は具体的に調べる必要があるが、上に述べた考え方からすれば、二つのバンドが交わることは必要条件ではない。事実 Si, Ge においては二つのバンドがまだはなれてゐるうちに転移が起るようである。

## 高圧下の格子欠陥

通研 佐藤 安夫

静的な圧力下の物性に比べると、衝撃波の下での物性は、あまり取り上げられていない。この問題に関しては、鈴木(物性研)によつて衝撃波による金属の塑性変形と題して、興味ある解説がなされた。固体中を衝撃波が伝播する時は、通常弾性波と塑性波とが表われる。その時、動的な降伏点は、準静的降伏点に比べて2~3倍大きい。又、衝撃波による変形の場合の伸びは、準静的変形の場合に比べて大きい。この特性は、工業的には brittle な金属の塑性加工に応用されている。一方、衝撃波による変形は、大きな圧力、大きな歪速度といふ極端な状態で起つてゐるので、その降伏機構は興味がある。歪速度  $\varepsilon = b n v$  は鉄の場合  $3 \times 10^7 / \text{sec}$  にも及ぶ。転位速度が音速を越えられないとすれば、変形に際して転位密度は  $10^9 / \text{cm}^2$  以上にならなければならない。電子顕微鏡による実測では  $10^{10} / \text{cm}^2$  が得られている。衝撃変形後の構造は、準静的変形の場合より単純で、同一すべり面上にらせん転位と刃状転位との格子状配列がみられる。従つて硬化の機構も準静的変形の加工硬化とはちがうであろう。衝撃波による変形は、尚多くの問題を含んでいるように思われる。

高圧下の半導体の特性は、佐藤(通研)により解説が行なわれた。Ge, Si, Ge-Si 合金の電気的性質、赤外吸収などの圧力効果の測定は 1954 年頃からくわしく行なわれた。Ge では禁止帯巾  $E_g$  は圧力によつて増加し、Si では減少する。Ge の伝導帶の巾  $<111>$  帯と  $<000>$  帯に対する禁止帯巾は圧力により増加するが、 $<100>$  帯においては Si と同様減少する。圧力によつて帯間のエネルギー差が変われば、伝導電子の帯間散乱が変るから、この方法で Ge の伝導電子の帯間散乱が研究された。この事情は III-V 化合物でも起る。III-V 化合物の伝導帶は Ge と同じく三種あるが、その相対位置はそれぞれ異なつてゐる。圧力により相対的エネルギー差が変われば、伝導電子の再配分が起り、電気的性質に反映するから、赤外吸収のデータと併せて、III-V 化合物の帯構造に関する知見が得られている。著者らは PbTe の電気的性質に対する圧力効果を測定した。その結果、価電子帯は  $<111>$  帯の他にもう一種の帯端がある事がホール係数の圧力依存性から確かめられた。この帯のくわしい性質はわからない。伝導帶は  $<111>$  帯以外のものは見出されなかつた。禁止帯巾は圧力によつて減少し、 $dE_g/dP \sim -3 \times 10^{-5} \text{ eV/kg cm}^{-2}$  である。電子も正孔も移動度は圧力によつて著しく増加する。これは  $E_g$  が小さく、その変化率が大きいことから、有効質量の減少によるものと解釈されている。

## 共同研究中間報告

長周期規則格子合金薄膜の電子回折像における“Satellite”の研究

東北大・金研 小川 四郎

私達の研究室では数年来長周期規則格子合金の問題を研究して来たが、この種の合金の単結晶状蒸着薄膜をつくると、その電子線回折像の強い反射点、特に入射点の周りには特有の長周期構造からは期待されない位置に可成の強度の反射が現われる。これを“satellites”と呼んでいるが、Cu-Au II<sup>1</sup>を始め色々の長周規則格子合金に見られるものである。その成因について始め私達はanti-phase domainの連鎖に伴つて生じている或る種の格子欠陥が基になつていると考えていた。これはanti-phaseに伴う原子配列の変化に加えらるべきものである。ところが電子線回析の動力学的理論によると、規則格子反射の中の或るものについて同時反射が起ると、上記satellitesの位置に強度を生ずる事が容易に推論される。この考えはPashley等が提出したもので、非常に有力な考え方であるが、その後私達の研究室で規則格子反射の現われない様な条件下でも相当の強度のsatellitesが観測される事が判つた。従つて動力学的な効果によらない1次的な回折強度が存在する様に考えられる。この様な状況では実測されるsatellites強度の中どの程度が1次効果で、どの程度が2次の動力学的効果によるのかはつきりさせておく必要がある。それには電子線の加速電圧を変化させて動力学的効果による部分とそうでない部分とを見分けるのが効果的である。この目的の為には普通の100KV程度の加速電圧の電子線回折装置では不充分で、物性研にある300KVのものが最もふさわしい。又回折強度の正確な測定が必要であるが、これは三宅研究室で既に経験ずみで立派な成果を挙げておられる。こんなわけで物性研との共同研究を思い立つた。幸いに三宅教授、藤原博士の快諾を得たので、三宅研究室と金研の渡辺助教授、藤目君、私との間に共同研究が成立したのである。

昨年の7月に両研究室間に打合せが行われ、結局積分強度測定の為に試料を或る角度範囲丈露出の間振らせる装置を作ることになつた。これは大よその設計を金研で行つて物性研が製作を受け持ち、12月末に完成した。又Cowleyの方法によつて反射強度を測定する事にしたが、この為に必要な高周波交番電圧発生装置は藤原氏が50KVの装置に使用したのをその儘借用した。実験は本年の2月に2回、3月に1回、5月に1回行い、毎回1週間内至10日位

継続した。最高約300 KVまで電圧を変化し種々の条件の下で、Cu Au/C若干のZnを加えた合金膜からのsatellitesの強度を測定したのであるが、この間実験遂行に関する三宅教授の適切な指導と藤原博士の熱心な協力が極めて効果的であつたのは言うまでもない。金研側は専ら渡辺、藤目両君が実験を担当し、実際の所、私はあまり戦力にならなかつた。実験遂行上多少遺憾であつたのは湿度によつてVan de Graaf装置の高電圧がかからない事があつたことで、外界条件の如何に拘らず、いつでも同じ条件で実験し得ることが望ましいと思つた。現在(7月10日)までに実験結果を大よそまとめる事ができたが、satellitesの強度は電子線の波長が短くなるにつれ、大体動力学的理論の予測に従つて減少し、強度の相当な部分がこの様な2次的效果である事を示した。又同時反射を起さない様な条件下でのsatellitesの強度は電子線の波長には依存しない。この結果は1次効果の強度は100 KVの加速電圧では全強度のおよそ20%程度であつた。更に補足的な実験を行い、本年秋の物理学会の分科会で発表する予定である。

以上の様に私達の共同研究は大体成功したと言えると思うが、この際物性研の共同利用について日頃私が考へている事を一筆したいと思う。一体私は実は甚だ保守的な質で、新しい事には一応も二応も批判的に考える癖があり、物性研創設の際にも御多分にもれず、“一体共同利用等といつても本当にできるであろうか”、“地方の大学のものが快く装置を利用する事ができるだろうか”、“出張旅費や宿泊の問題はうまく解決されるだろうか”、“文部省が果して支持するだろうか”等々数々の疑問を持つていた。1955年の仙台における物理学会の年会の際に、物性研設立に関する公聴会が開かれ活発な討論があつたが、当時の私は内心極めて批判的であつた。然しその後実際に物性研の基礎が確立し多数の人材が集められると共に、有益な短期研究会が頻繁に開かれ、地方から出張するものにはまず充分といえる旅費が支給せられる様になつた。この様な共同利用の実際を見るに及んで私は自分の今迄の考え方を極めて近視眼的なものであつたことを次第に認めざるを得なくなつたのである。活潑な物性学者の純粋な熱意によつて次第に本来の構想が実現へと向いつつあるのである。事情は私にとつてはこの様なものであつたから、今回の三宅研究室との共同研究は色々な意味で興味深く注目に値するものと思われた。もつとも以上の様な曖昧な考えは私丈のもので、渡辺、藤目両君は終始全く別な考え方であつたのは言うまでもない。今回の共同研究に際して私達の得た便宜は、物性研にある超高压電子線回折装置を三宅研究室の熱心な協力の元に使用できたという事であり、数度にわたる仙台からの出張もますます旅費に支えられ、又渡辺、藤目両君の宿泊についても物性研内の宿泊所を使用させてもらえたという事であつた。若しこの様な共同研究態勢が物性研究

の全分野で活発に行なわれるとなると、我が国の基礎研究遂行に対して大きな戦力となる様に思える。ここに至つて私が物性研設立当時抱いた感じ——“要するに大学附置の研究所を一つ増やすことではないか（それは又それで有意義ではあるが）”，“共同利用というのは恐らく眉つばもので龍頭蛇尾の結果に終るのではあるまいか”——は甚だ底の浅いものであることが判つたのであつて、現在は心を改めて共同利用態勢を支持している事を強調したい。

備て旅費と宿舎について若干のお願いがある。教授、助教授に対しての旅費について言うことはあまりないが、若手の助手に対して特に長期の研究の場合には大分少い様を感じを受ける。今回私達は研究室内で適当にこれを調整したが、若手の研究者に対しても充分な出張旅費が支給できる様に御配慮がお願いできれば幸である。次に宿舎の件であるが、実際に利用した渡辺、藤目両君によれば5月に実験した際の宿泊は極めて快適であつた。然しこれは時候のせいであつて、2月、3月、特に2月における宿泊は甚だ困難であつた。それは寒気のせいであつて、宿泊室には1KWのヒーターが1個あるけれども、実は1KWを入れるとヒューズが飛ぶのであつて、500Wしか使えない。その為にやり切れない寒さに襲われると言うのである。真夏の経験はないからこれについては何とも言えない。然しながら風呂の設備はあるし、何しろ立派な室の寝台に極めて低廉な費用で寝られるのであるからあまり贅沢は言えないかも知れない。

以上今回、発端より約1カ年に亘つて行つた物性研と金研との共同研究のあらましを述べたが、地方から上京して研究する場合に考えられる種々の困難について抱いていた不安は全部とはいえないが、大部分は不当なものであつたと思う。将来更に状況が改善され共同研究態勢が充分に整えられる事を切望する次第である。

### 「金属超微粒子」共同研究について

東大・物性研 菅原 忠

この研究の代表者久包が在米中のため代つて報告を書きます。予めお断りしておきますがこの内容については共同研究者の皆さんにご相談する余裕が無かつたので一切の責は筆者にあります。

#### 1. 共同研究の成立

金属の微粒子や薄膜の電気伝導や熱伝導には極低温でサイズ効果があること、強磁性体の微粒子では全体が一つの磁区となる為 super paramagnetism を示すこと等は古くから知られています。之らは大きな試料を細分した結果その性質に形の影響が入つて来たものですが、逆に原子から出発して寄せ集めてゆくとき小数の原子の集合体即ち超微粒子では無限と考えられる多数の集合体即ち bulk の性質と違つてくるであろうと想像されます。殊に金属では伝導電子があるので構成粒子の数の影響が著しいと考えられます、久保<sup>1)</sup>の理論によりますと、金属の超微粒子の電子エネルギーは不連続な値をとると見てよく、その間隔は一価金属で  $4\varphi_0/3N$  となります。ここで  $\varphi_0$  はフエルミエネルギー、N は原子数です。Na を例にとると一辺  $100 \text{ \AA}$  の立方体では  $N = 2.5 \times 10^4$  個で間隔は  $1.5 \times 10^{-4} \text{ eV}$ 、温度に直すと  $1.3 \text{ }^\circ\text{K}$  に相当します。従つて極低温又は強磁場中ではこのエネルギー不連続の影響のため超微粒子は通常の金属とは著しく異なる性質を示す筈です。久保の計算によると電子比熱は bulk の値より小さくなり、磁化は電子数が奇数か偶数かで温度依存性が著しく異なり奇数のときはあたかも自由スピンが 1 個あるように温度に逆比例する強い常磁性を示しますが、偶数のときは通常のパウリ常磁性に殆んど同じ振舞いを示します。このことは又磁気共鳴にも変化をもたらし、ナイトシフトや核のスピナー格子緩和時間が変化します。伝導電子スピナーの緩和時間は長くなり従来観測されていないアルカリ金属や Be 以外の金属の電子スピナー共鳴が出る可能性があります。

このような予測を実験によつて確かめることは興味があることですが、理論に含まれている幾つかの仮定のため或は別の方向の発展があるかもしれません。そこで金属の磁気共鳴を研究して従来から微細子を扱つているものや微細子に関心をもつてゐるもののが集つて夫々の立場からこの問題を究明するグループをつくり之を 1 つの共同研究として進める事を認めて頂きました。当初の参加者は久保（東大・理・物）を代表とし伊藤（阪大・理・物）、益田（神戸・大・理・物）、藤原（東大・理・化）、菅原（東大・物研）が集まり又試料の関係で井口（東大・物研）、井村（今）の協力を得ることになり、其後名大の方が参加されました。この共同研究の考え方には特に強い推進力をつくらず、参加者が夫々の専門とする磁気、磁気共鳴、極低温等の立場からの個有の実験研究の中に超微粒子問題をとり入れて研究を進めると共に物性研を中心に行なうこと、又必要があれば物性研の設備を利用する等でやや他の共同研究と違つており分子形の共同研究とでも名付けられるべきものです。後に気がついたのですがこのようなグループ研究は必ずしも共同研究としなくとも維持して行けるようです。

## 2. 経過と今後について

このようないわば寄合世帯の共同研究をどうして進めて行くかは代表者と幹事役の筆者に与えられた難しい課題でしたが、理論と実験、実験と実験の研究連絡をよくすることと試料を融通しあうことが良いであろうと考えて先づ連絡会を37年夏に物性研で開きました。ここで導火線となつた理論の解説が久保からされ、又今後どのような実験をとりあげるかについて意見が述べられました。予定された実験は、(1)超微粒子超伝導体の核磁気共鳴（超伝導状態の特長が超微粒子ではどう変るかについては未だ充分の理論的検討がされていません。従つて超伝導状態の性質一般も問題になります。）(2)超微粒子の電子スピン共鳴、(3)超微粒子の磁性、(4)極度の低温における超微粒子の核磁気共鳴と磁性、等であります。又試料としてはLi等のアルカリ金属、Al、球形超微粒子としてのHg、遷移金属を対象としてとりあげることにしました。製作の方法として色々の考が述べられましたが藤原の分子空間反応<sup>2)</sup>の方法は非常に興味のある方法で期待が寄せられました。

こうしてスタートは良かつたのですが、37年度は準備段階に費やされ久保理論の裏付けとなるか、それを批判するに足るような収穫は得られませんでした。主な理由は試料製作の困難さにあると思います。明白な結論を得るにはサイズは金属の種類にもよりますが径100Å乃至それ以下でなければならず、しかも相当量必要です。粒度を揃えることも大切で試料製作には長時間かかります。又充分な効果を期待するには温度も1°K乃至それ以下であることが必要です。従つてこの研究は長い目で育てて行くべきものです。

この研究を今後どう続けるかについては、長期間かかることを考えて38年度よりは共同「物性研研究」の形をやめ研究組織だけを残すことが適当であろうとの判断に達しました。そこで新たに「金属超微粒子研究グループ」をつくり筆者が世話人となつて連絡や試料交換等の便宜を計ることとしました。同好の方や試料に興味を持たれる方は参加して頂けると幸です。

以上の成果報告とならない報告を終りたいと思いますが、最後に久保より最近とどいた私信から少し補足を致します。先づ超微粒子の性質はエネルギー間隔の分布の仮定の仕方で変り比熱の温度依存性は必ずしも原論文にあるようにTに比例するものとならないとの事です。又超微粒金属の光学的性質や反磁性、半導体微粒子の起エネルギーに興味ある問題があるそうです。実験ではCornell大のSilsbeeやCalifornia大のPortis達が準備中だそうで、早く日本でも面白い結果を出したいものです。

## 共同研究の公募について

### 東京大学物性研究所短期研究会の公募

昭和38年度後半（今回は38年11月下旬頃から39年3月までに開催のもの）に実施する研究会を公募いたします。

なお、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、同委員と連絡の上、開催主旨、その他下記事項につき、同委員会の席上で十分な説明ができるようご配慮願います。

#### 記

#### I 提出書類

##### 短期研究会申込書（様式（B5）適宜）

- 記載事項
1. 研究会の名称
  2. 提案理由
  3. 開催希望日
  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、氏名また数人の時は代表者に○を附すこと）

#### II 公募締切

昭和38年9月10日（火）（必着のこと）

#### III 申し込み先

東京都港区麻布新龍土町10番地 東京大学物性研究所共同利用掛  
電話（408）3922番（内線504）

#### IV 備考

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

#### 共同利用施設専門委員（一部手続中）

宮原将平（北大・理）	高村仁一（京大・工）
馬場宏明（北大・応電研）	碓井恒丸（京大・基研）
広根徳太郎（東北大・金研）	富田和久（京大・理）
神田英藏（東北大・理）	伊達宗行（阪大・理）
平原栄治（東北大・理）	伊藤順吉（阪大・理）
森田章（東北大・理）	永宮健夫（阪大・基工）
小泉正夫（東北大・理）	吹田徳雄（阪大・工）
植村泰忠（東大・理）	杉本健三（阪大・理）
浅原照三（東大・生研）	平川金四郎（九大・理）
中山正敏（東大・教養）	その他物性研究所 所員20名

東京大学物性研究所外来研究員公募

(〆切 1963年9月10日)

物性研共同利用のための外来研究員制度に関する大略はご承知のことと存じます。これらの制度は、所において個々の申請を検討の上実行されていますが、時期的に可能な限り、共同利用施設専門委員会の了承を予め得ることが望ましいとの立て前をとつております。

例年のとおり、9月にこの委員会の開催が予定されており、本年度後半期(10~3月)における外来研究員および施設利用の予定は、できるだけこの委員会の議にかけたいと思います。

つきましては、この趣旨に沿うよう、可能な限り、上記のための申請を9月10日までに所長宛お申し出下さるようお願い申し上げます。

申し込み先

東京都港区麻布新竜土町10番地

東京大学物性研究所共同利用掛

電話 (408) 3922 (内線504)

備 考

現在外来研究員としては、客員研究員、嘱託研究員および留学研究員があります。この他に施設利用の制度があり、これらによつて物性研共同利用の実の少くも一部を上げて参りました。

これらを実行するために要する旅費、宿泊費、および研究に要する経費の一部は、共同利用施設運営費から支出することができます。ただし、会社からの研究者にはこれを行ないません。

申請には、氏名、職名、簡単な研究歴の他、研究計画(スケジュールを含む)、旅費、滞在費、研究費の必要の有無、研究上の連絡者としての所内教授、または助教授名、(所内連絡者が予めなければ不要)、などを記入して下さい。

### 共同研究計画について

共同利用施設運営費によつて行なう、共同研究計画につきましては、備考欄にありますような事項を含む計画案を毎年2回開催される共同利用施設専門委員会（9月、3月の予定）の前に、御提出願うことにしておりますが、38年度後期の共同研究計画は、経費等の都合により公募いたしませんので御了承下さい。

### 備 考

研究問題、研究代表者、その研究への参加予定者名、研究計画（期間、研究打合せの為の会合の計画、研究上使用される物性研内の主要施設、研究に要する旅費、滞在費、実験経費の予定など）

### 物性研ニュース

### 人事について

#### 退職

5.27 栗山昌郎

#### 転任

7.1 島正子

(お茶大・理学部)

## サ　　ロ　　ン

### アメリカ駆足旅行記

物性研 矢島達夫

今年の4月に New York で開かれた Polytechnic Institute of Brooklyn (P. I. B.) 主催の Optical Maser Symposium に出席する事を主目的として約3週間アメリカを廻つてきました。それについて何か書けとの御註文なので、それ程珍らしい話もありませんが、この分野の動向について私の得た印象を簡単に記す事にします。

上記 Symposium は P. I. B. が年中行事として行つている国際会議の一つで、従来は電気関係のテーマ、参加者が多かつたのですが、今回はその性格上物理、化学、電気その他様々の分野の人が集りました。日本人の参加者は私を含めて4名で、物理関係で著名な人では N. Bloembergen (nonlinear optics), E. Wolf (coherence), T. H. Maiman (device), C. G. B. Garrett (gas laser), A. L. Schawlow (monochromatic solid laser), B. Lax (semiconductor laser) G. H. Dieke, D. S. McClure (rare earth ion spectra)などの諸氏が講演を行いました。参会者総数 1,500 名という盛会でしたが、一頃のように異常に excite された派手な気分ではなく、比較的落着いた雰囲気であつたようです。話の内容は laser の electrodynamics, 色々の変つた実験法、材料物性、応用の各方面に亘つて居り、飛入りで話のあつたキレート化合物の液体レーザーなども注目を引きました。平均的な性格は scientific engineering といつた所で、純物理的な話は比較的少かつたと思います。上記の人々も殆どお客様として呼ばれて、review 的な話をしただけです。Prof. Bloembergen などは第1日目がすんだら、後はもう physics ではないといつてさつさと帰つてしまつたという事です。

以上の様相はアメリカにおける現在の laser 研究の一つの縮図を表わしているともいえるようです。つまり基礎科学者による laser 自体の本質的な問題の開拓が一段落して、もう engineering へのバトンタツチの時期が来ているという事です。engineering としてはこれからも大いに盛上る分野ですが、基礎科学者としては或意味で岐路に立たざれないとも云えましょう。基礎物理屋としては、レーザー光による物理測定及び新らしい物理現象の研究、未開拓波長領域の maser の研究（遠赤外、X線、γ線など）原理的に新らしい類似の現象の

研究などが今後の主要課題と思われます。さもなくば応用科学者か別の分野に転向する事になるでしょう。仕方のない宿命ですが、応用に直結した分野では基礎科学者の対象は目まぐるしく発展し変遷していく事を認識せねばならぬと思います。抽象的な話になりましたが、会議の詳しい内容を知りたい方は、近く出る Proceeding を御覧になればよろしいでしょう。

P. I. B. Symposium の直後に Washington で開かれた American Physical Society の meeting にも laser 関係の話が沢山ありましたので行つてみました。その中で laser の精密測定への応用（分光学的測定も含む）（A. Javan），遠赤外ガス・レーザー（R. A. Mc Farlane），非線型光学（R. W. Terhune），強い光の現象の理論（L. Fried）の 4 つの招待講演があり、それぞれ最近の成果を含んだ充実した興味深い話でした。これらは基礎物理としての laser 研究の今後の代表的な方向を示すものとも云えましょう。実験で注目すべき事は gas laser で 35 ミクロンまでの遠赤外線の発振に成功した事（Mc Farlane），ベンゼンによる optical parametric amplification の話（Terhune）などです。後者はラマン効果によく似ているが、実は全く違った現象だというものです。一般講演の方では、laser 関係の報告が一分科内に留まらず、色々な分科に分散し始めている事なども目にきました。

訪問した研究機関の中ではやはり Bell Tel. Lab. が最も活気があふれ、充実していたように思います。上村洸氏の御世話を短時間の間に Giordmaine, Nelson, Garrett, Mc Farlane, Johnson, Yariv, Porto, Wood, Geschwind, Dillon など多くの諸氏に会う事が出来ました。laser 関係の殆どあらゆる研究が多数の人によつて行われている事、Material research の充実している事、理論家と実験家のタイアップのよさなど他の追随を許さないようです。しかし少々刺激が強すぎて気の弱い者には勤まらないような気もしました。

IBM 研究所もこの分野の有数な機関の一つですが、現在半導体レーザーと遠赤外領域を目指した photo-mixing (誘電体及び半導体による) の研究に特に力を入れています。同所に居られる江崎氏や蒲生氏も laser 研究に幾らかは関係されているようで色々御高説を拝聴しました。

MIT では滞米中の霜田教授の御案内で新らしく建設された C. H. Townes - A. Javan 研究室を詳細に見せて頂きました。こゝでは Gas laser による精密測定と Giant pulse solid laser による high intensity photon phenomena の研究が主流

になつています。こゝは基礎物理としての Quantum Electronics の最先端を行くものとして今後の成行が注目されます。

その他訪れた Univ. of Colorado, Stanford Univ., Univ. of Californiaなどでも laser 関係の面白い研究がありましたが詳細は略します。

Optical Maser とそれに関連した研究はアメリカ中殆ど到る所で行われて居り、会合は頻繁に開かれ、研究者の巾は非常に広いので、短期間の旅行では到底全貌を捕える事は不可能です。上に述べた事も一断面を主観的に眺めたに過ぎないかも知れません。しかし全般的にいつて次の事は強く印象づけられました。これだけ大勢の人が関与している分野であるのに、（或はそれだからこそといえるかも知れませんが）各個人或は各研究機関が自分の得意な立場をよく生かして、よその真似をせずに独創性を出す事に努力を傾けているという事です。外国でとつくにやられている事を単に reproduce したというだけで学会発表の種になり、トピックスとして宣伝され、一種の業績となる日本の現状とくらべて大いに考えさせられた次第です。

レ タ ー

グルノーブル便り

石川 義和

グルノーブルに来てすでに8ヵ月を経ました。もうこちらの様子も大部わかつたろう、このへんでフランス通信でもという御要請で、グルノーブルを中心にフランスの磁性研究、フランス人の生活について筆を採りました。

グルノーブルといえば欧洲での磁性研究のメツカとして私達の間では知らぬ人がいない位ですが、一寸小さい地図には見出すことの出来ない小さな都市です。人口約17万 フランスでは10何番目かの町ですが、人口増加率はフランス一、やがてはリオンを追越してフランス第三位になろうというのが、グルノーブルオア（グルノーブル子）の夢だそうです。何故グルノーブルが人口増加率最大だと尋ねますと新しい工場がどんどん建設されるからだそうで、あの山岳地だから電気が得やすいのですねといえば、全然的はずれだといわれてしまいます。その理由は先ずグルノーブル大学に立派な理学部や原子力研究所があつて優秀な技術者が得られたり、技術的援助が得られる事、又子弟の教育に困らない上、山に近くて夏冬を楽しめるため技術者、労働者が集まるからだそうです。そこで何故山間の小都市の大学がこれ程有名になつたかと考えますと、それはひとえに Néel 教授の存在によることがわかります。戦前、フランスの磁性研究の中心はストラスブルグでした。こゝに有名な P. Weiss (ペイスと発音する) があり、Foex, Néel, Fallot, Guillaud といった人々がすべてこゝから誕生し花やかなりし時代を築いたわけですが、第二次世界大戦とともに Néel Weil Fallot 等の教授が戦禍をのがれ疎開して来たのが、こゝグルノーブルだつたのです。それ以来磁性研究の中心はグルノーブルに移り、1958年には原子力研究所 (Néel が所長) がこゝに建設され、そのお蔭でグルノーブルの人口は著しく増したのですから一人の優秀な人間の存在は偉大なものです。

こゝの理学部の物理関係では Laboratoire de Magnétisme (Néel), Laboratoire de Basse Temperature (Weil), Laboratoire de Physique Général (Soutif) (こゝは理論と resonance), Laboratoire de Rayon X (Bertaut) が主で Prof. Bertaut は原子力研の中性子線回析グループの長でもあります。Prof. Weil ももとは磁性研究者ですから低温研究室も磁性研究が

盛んで中性子線回折でも専ら磁性体を扱つていますから、殆んどすべての人が何等かの意味で磁性関係の仕事をしています。この点変化に豊んだ物性研とは実にいゝ対称になります。大学院には *Magnétisme et Physique Solide* といつて固体物理で磁性を別格扱いにしたコースがあるのもグルノーブルの特徴でしょう。それに引換えて理論は Prof. Ayant 唯一人しかおらず、これがグルノーブルの最大の欠点になつています。今迄は Néel の理論一本鎗でやつて来たグルノーブルも新しく脱皮しなければならないという機運が大部若い人々の中にある様で、日本の理論家の仕事をやさしく話してもらいたいというのが私の講義につけられた一つの注文でした。

原子力研の設備は仲々立派で自動化された装置を多く使つていますが、我々の理学部の磁性研究室にはまだまだ手製手動の装置を使つており、丁度物性研対理学部物理教室を思わせます。しかし大学院学生はどちらでも自由に行けるらしく、相当数の人が原子力研でドクターの仕事をしています。磁性研究室について触れますと Prof. Pauthenet の研究室は強磁场専門で、20トン電磁石をつかつて色々な物質の磁性を測定しています。今最も力を入れているのは稀土類金属と遷移金属の合金で、中性子線回析グループと共同して片端からやつています。パルス磁場(40~30万Oe)は完成しており、連続強磁场はモデル実験の段階です。その他高圧下の磁性の研究も盛んで Curie 点の圧力変化、飽和磁化の変化の測定を(液体窒素温度まで)行つています。Prof. Brissonau の研究室は弱磁场専門で induced anisotropy や after effect の研究、最近は異方性常数  $K_2$  の精密測定を一生懸命やつているようです。Prof. Barbier はレイリー 領域での磁性(特に reptation)に興味をもち、Prof. Cohen は常磁性体専門で dilute alloy や反強磁性体の微粒子等を扱つています。其の他 原子力研の固体物理では放射された金属の磁性(純鐵の after effect や 50 Fe-50 Ni の異方性等)の研究で可成面白い成果を挙げています。中性子線回析は磁気構造の決定が主で Prof. Bertaut の好みか複雑な反強磁性体の研究が盛です。N. M. R. による内部磁场の研究や Mössbauer effect の測定も始つており、magnetisme なら一通りどんな事でもやつているといつた感じです。

フランスの磁性研究室で特記すべき事は Orsay の存在でしょう。これはパリ一大学の第二理学部として近年パリ一の郊外に出来たものですが、今急速にフランスの固体物理のセンターになりつつあります。こゝに Prof. Friedel や Prof. Guenier がおり、Friedel の下に de Genne, Blandin, Gautier があり、Friedel の下に de Genne,

Blandin, Gautier といつた若い理論の俊才が集つていて永富スクールを思わせます。遷移金属の電子状態という磁性の中心課題に最も早くから取組んでおり、こゝから遠からぬところにある Sacley の原子力研究所には大きい影響を与えています。Orsay の実験室はまだ貧弱ですが、予算も通つたので新しい方法による磁性研究室が出来るだらうと Prof. Friedel は語っていましたし、グルノーブルにも Friedel の影響が河成入りつゝありますので、フランスの磁性研究が再び世界で優位な立場を占める日がくるのではないかという気もします。

Sacley の中性子線回析グループでは特に Dr. Cribier, Jacrot が非弾性散乱で良い仕事をしています。私が Sacley を訪れたとき、今日始めて  $MnF_2$  で反強磁性体の critical scattering に成功したと喜んでいました。

磁性研究室といえば其他 Strasbourg と Nancy にそれぞれ小さい研究室があります。Nancy の Prof. Bizzette は研究の邪魔になるからといって遂々独身をとりましたといわれる人ですが、さすが自分の仕事には熱心で、Grenoble は横暴だ自分のところには少しも予算をくれないといつて装置の貧弱さをなげていきましたが、 $FeCl_2 + CoCl_2$  因溶体単結晶の磁性の研究等、実際に面白いテーマを捕えて奇麗に実験しているのに感心しました。

さてこゝでフランス人の生活に話題を変へてみましょう。私がフランスに来て最も驚いた事はフランス人が質素で堅実でよく働く事でした。

フランスといえばパリー、パリーといえば流行の発生地花の都、フランス人は食べたり飲んだりして少しも働かないと何か浮ついた流言が日本に伝つていますが、どうしてどうして朝8時から夜7時まで、12時から2時までの食事の時間を除いて人々と働くところ日本以上です。土曜も午前中は皆出勤しています。特にフランスの婦人は家庭的で結婚すると朝から晩まで家を磨いたり料理を作つたりする事に専念しているのみかけてびつくりしました。「グルノーブルあれは死の町だよ 働く以外にやる事がない」と口の悪いパリーの研究者が云うように何ひとつ文化施設のない田舎のせいかも知れませんが、グルノーブルオアの唯一の楽しみは日曜日の冬のスキーと春夏の山の木蔭で家族で食事をする事のようです。

フランス人の特徴の一つは他人に対する indifferent (無関心) であることです。自分の家の殻にしつかりと閉込つて他人の事は考へないし又他人の事は気にしないという気風が全体をみなぎっています。外国人だからといって別に区別もしないから、黒人の男の子とも平気で手をつないで歩くフランス人の女の子をよくみかけますが、同時に外国人だといつて手加

減したり親切にしてくれる事もありません。この点開放的で誰にでも親切なアメリカ人，ドイツとはいゝ対称で，そういうつた雰囲気になれた人はフランスに来て非常に寂しい思いを味わうようです。しかし一度親しくなると本当に心から親切にしてくれるのがフランス人だと或人はいゝます。そういうつた感情の細やかなところが日本人とよく類似しています。どんなに親しくなつてもニックネームで呼ぶなどもつての外，Bonjour，Monsieur ISHIKAWA と必ず名前までつけて呼んだり，手紙の文章の最後に長々と敬具不一等に相当する尾句をつけるあたり簡潔を尊ぶアメリカとは偉大な相違です。

私が日本を発つとき私の想像していたフランスはアメリカから帰つて来た人によつて与えられたアメリカ的イメージですりかへられていました。私はこちらで余り日本と変わらない多くのものを発見し驚いたのでした。フランスの磁性研究が台頭して來た今日，私達はもつとフランスを正しく理解するように努力しなければならないと私は心から感じました。

### 短期研究会「強磁場下の物性」

標記の研究会を下記により催します。参加希望の方は金研の世話人までお申し出下さい。

1. 日 時 昭和38年11月25日(月) 26日(火) 27日(水) の3日間

2. 場 所 東大物性研

3. 主旨と内容

この種の研究会は数年前に開かれたがこのときは我国では、まだその実験的研究は実際には進んでおらず研究の方向づけや進行中の強磁場発生装置建設の報告等がなされた。今日では持続及び瞬間強磁場下の物性の実験的研究もいろいろ進歩しつつあるので、これらの経過と結果をもちよつて討論し又具体的な研究計画をも検討したい。

大体次のような内容になろう

強磁場下の

- 1) 磁 性
- 2) 輸送現象
- 3) 光学的研究
- 4) 核磁性
- 5) 強磁場作成法及び強磁場下の測定法の技術 等

4. 参加申込〆切り

10月25日(講演申込みの方は演題をそえて)

5. 世話人

東北大金研 神田英蔵，袋井忠夫

東大物性研 菅原忠，田沼静一

菅野暁

## 編集後記

- 物性研究所は今や創設期の終りをむかえ、これから最も重大な時期に入ろうとしています。来号からは新らしい趣向で所内の研究室だよりを順次掲載いたします。
- Letters の投稿を募ります。400字詰原稿用紙2枚以内、2.3行の簡単な御意見でも結構です。横書、原稿に所属機関を明記して下さい。
- 原稿送り先、御連絡先は次のとおりです。

東京都港区麻布新竜土町十番地

東京大学物性研究所図書委員長 斎藤喜彦

○ 投稿原稿の〆切 奇数月 10日

○ 発行予定 偶数月 20日

