

物性研だより

第1卷
第6号
1962年3月

目 次

研究室紹介

- 近角，石川研究室 近角聰信 1
石川義和

塑性部門

- 鈴木，井村研究室 鈴木平 7
井村徹

研究会報告

- 「極低温の物性」 菅原忠 10
- “固体界面に於ける吸着状態” 井口洋次 14
- 「配位結合」 島内武彦 17
- 「強誘電性と格子不整」 星埜禎男 21
- 「磁性薄膜」 権藤靖夫 28
- 「超伝導および超流動における新らしい問題」 阿部龍藏 38
- 「固体内の輸送現象」 渡部三雄 43

サ ロ ン

- 物性研の2頭の鹿 川村肇 49
- 物性研と物性研究の将来計画 金森順次郎 50
- 研究会をすませて 三宅哲 51
- 三宅哲先生へ 牧野正雄 54

研究室紹介

近角，石川研究室

近角聰信，石川義和

月日の立つのは早いもので、われわれが物性研に就任して磁気工の講座の設備を検討しはじめたのは、昭和34年であるから、もはや3年の月日がたつてしまつた。その当時は物性研はまだ旧理工研の中に間借りをしていた。われわれも佐藤孝二先生の御好意で提供していたいだいた音響準備室にデスクをおいて、将来の計画についていろいろと案を練つた。マラソンでもスタートからダッシュするものは途中であごを出すのが通例であるから、われわれも自分らのペースを守つて着実に建設をしていこうというのが、われわれの一致した意見であつた。研究テーマについてもこんなこともやりたい、あんなこともやりたいと書き並べた記録が残つているが、強磁性、反強磁性の物質を対称として30以上の項目に亘つており、殆どこのfieldでのすべてを尽しているので、これでは何もテーマを考えないのと同じである。要するに最初はあまり特定なテーマに捕われず、どんな題目でもどんな物質でも、容易に研究に取かゝれる態勢をつくろうということになつた。

そのために、先ず試料を容易に作れるようにすべきであるということになつた。あるアイデアが浮んだとき、直ちにその物質が、又は特定の単結晶が容易に得られなければならない。この容易にという言葉は2つの意味を含んでいる。一つは即座にという意味である。理想をいえば月曜日に思いついたら水曜日にはその単結晶を机の上においてしみじみと眺めているという具合である。もう一つの意味は楽にということである。徹夜をしなければ単結晶が得られないようでは、よいアイデアが浮んでも徹夜の労力とバランスにかけてみて、アイデアの方が重くなければこの仕事は実現しなくなつてしまう。アイデアというものは最初は多かれ少なかれ不完全なものであるから、大部分のアイデアはこゝでふるわれてしまうであろう。これではいけない。材料を炉に入れてボタンを押して帰れば翌日炉の中で単結晶が待つているのでなければ面白くない：

次に出来た試料を使つて測定するのも容易でなければならぬ。容易というのはこの場合も迅速且つ楽にという意味である。つまり試料をセットしてボタンをおせば、数分のうちに測定

が完了するという具合である。磁化曲線、磁気異方性を測定するためのトルク計、飽和磁化の温度変化、磁化率の測定、磁歪の測定など皆この方式で出来るはずである。

試料を磁化するのに昔はソレノイドをよく使つたが、最近のように磁気モーメントの小さいものや、飽和磁化が強くて、反磁場に打勝つて磁化するために強磁場が必要なもの、低温で磁気異方性が強くなつて飽和し難いものなどが多くなつてくると、どうしても電磁石が必要になつてくる。電磁石は一台ではいけない。というのは一台の電磁石にいろいろな装置がつくようになると、常に1人の研究者しか働けないことになる。理想をいえば電磁石は研究者の数だけ欲しい！しかし試料をつくつたり、測定準備をしたりデーターの整理をしたり考えたりすることを考えると電磁石の数は少くとも研究者数の $\frac{1}{2}$ は必要だということになる。この点、国際会議で来日した磁気関係の学者は誰も大賛成で、「自分のところでは新しく電磁石を要求すると、この間作つたばかりなのに又電磁石か！」とボスに云われる。お前のところでよい前例をつくつてくれ。」と云つていた人もいた。こう考えてみると、磁気工には少くとも電磁石は5台は要るということになつた。最初は広い研究室に同型の電磁石が5台ずらりと並んでいる夢を画いていたが、やがてこれには異論が出た。あまりに特徴がなさすぎるという異論である。

いろいろしらべてみると、液体ヘリウム温度で3万エルステッドまで出しているデーターは世界のどこにもなさそうである。5台の電磁石を4台にしても一台は超大型の電磁石にして、どこでも出来ないデーターを出してやろうということになつた。当時われわれは電磁石を作つた経験もなかつたし、電磁石というものは設計通りに作つても予定の磁場は出ないものというのが常識であつた。そこでわれわれは東北大金研や電気試験所、東大理学部などを訪問し、今まで電磁石を作つたことのある人の意見を片はしから聞いてまわつた。その後約2～3ヶ月の間大型ピツター型電磁石の設計に取かゝり、殆んど毎日大激論をはじめてかなり reasonable と思われる線に到達した。

その他の装置についてもいろいろ検討し、所期の目的に達するためには、その当時割当てられた予算の2倍半ぐらいは必要だということが分つたが、当時今後どの位予算が来るか不明であつたので、「予定だけ予算がもらえたならなあ！」とため息をついたものであつた。

その後、筆者の1人は渡米し、その間お互いに一回に10頁ぐらいの手紙を何十通と交換して建設をすゝめた。殊に大型ピツター電磁石は業者との間に予算的に折合がつわづ、大変苦労した。しかしこの問題も帰国後、所長、事務長および所員各位の御理解により解決し、またその後予算の出かたも順調で、ため息をついていた理想をほゞ実現できる見通しがついて来た。

さて長々と苦心談を聞いていたが、もう途中の経過は省略して現況を報告することにしよう。現在上述の大型ピッター電磁石は日本電子KKの手で完成し、5cm空隙で31,000oe, 1cm空隙で47,000oe の磁場を生ずる。中型のダブル（折曲り）ヨーク型電磁石は2台で5cm空隙20,000oe, 小型は5cm空隙で14,000oe である。これに本年度小型ダブルヨーク型で可変間隙型の電磁石がもう一台入る予定である。数からいふと5台で最初の目標に達しているし、研究者の数は現在10人であるから、研究者2人に1台の電磁石という原理にも合つている。設計について、少し自慢したいのは、既設の電磁石について予め計算した磁場が殆んど±3%ぐらいの精度で正確に実現できたことである。国際会議の際、訪問してきた学者にこのことを話すと、或る人は鼻の下をのばしてみせたり、或る人は人さし指と親指で丸をつくつてみせたり（「ヨカツタナア」という程度の意味。）していた。

試料の調整はそれほどまだ進んでいない。現在合金をつくる高周波誘導炉で真空溶解し又、真空鉄込みをする装置があり、又、フェライト等の焼結には半熔融アルミナ管をつかつたシリコニット炉を使用している。これらはほど満足に動いている。金属単結晶製作には温度勾配のついた真空タンクステン炉の中央にルツボを下げ、全体の温度をプログラム温度調節計で等速度で下し、下部から固めて単結晶をつくる炉がある。これで既にいくつかの単結晶が出来ているが、まだ調節が悪く、「月曜に思いついて水曜日に机の上に」というところまでは行つていない。フェライト単結晶は40Rh-Pt発熱体で雰囲気をCO₂とH₂の混合比を自動的に変えてコントロールする炉で作つているが、これも既にいくつか出来ているが、まだ完全ではない。そのほかフラックス炉でYFe₂O₃やNiCr₂O₄などが出来ている。これもまだ完全ではない。

出来た単結晶は原則として球状にすることにしている。それは、異方性の測定の際、1つの試料で(100), (110)面を測定できるし、磁気モーメントの測定にも便利だし、反磁場係数もはつきり計算できるし、又、何より大切なことは、円板よりもSurface to volumeの比が小さいため、外部からのContaminationを防ぐのに都合がよい。又、単結晶を切出す前に方向決定する必要がないのも便利である。たゞ落したときどこまでもころがつて行くのは不便であるが………。このため単結晶切断器、成型装置も整つている。

測定器の方は、磁化曲線はCioffi型磁束計がかなり満足に動いている。昔、磁化曲線をとるために30分かゝつたものだが、今では1分ですむ。磁気天秤も低温用はようやく動きはじめた。自働トルク計は不運がつづき、出来る速度よりもこわれる速度の方が速かつたため、一

度完成したにも拘らず再び逆の経路を辿っているが、やがて完成するのであろう。薄膜蒸着装置およびトルク計も動きはじめた。磁歪も測定できるようになつた。今後、高温磁化率計、高温トルク計、振動試料マグネットメーター等が出来る予定である。

というわけで現在、ほど目標の 70 %ほど達成したと云つてよいであろう。そこでウォーミングアップの意味でいろいろな測定をばちばちはじめている。以下、現在のメンバーの紹介と進行している研究の概要を紹介しよう。

先ず金属の強磁性の研究のテーマとして最初に取上げられたのは Fe - Al 合金である。現在、脇山（助手）がこの合金の Fe₃ Al 附近の組成の単結晶を使つて磁場冷却効果の研究を行つている。この研究は脇山が小林理研在職中から行つていたもので、最初はそこで作つた単結晶で測定を行つていたが、最近漸く自家製の結晶がどうやら出来る様になつたので名実共に「わが家の研究」になつたわけである。すでに誘導磁気異方性の組成に対する変化について一通りのデーターが得られているが、特に 20 % Fe Al 附近の合金に四回対称の磁気異方性が磁場冷却によつて誘導されることが見出されたので現在この点を更に追究している。この Fe - Al 合金は仲々面白い物質で、Al に囲まれた Fe の磁気モーメントは 3d 電子の一部が Al との結合に使われるためか Fe に囲まれた Fe よりも可成小さかつたり、Second nearest neighbour の Fe 間には反強磁性的結合力が働いていたりして、低温で複雑な挙動を示すので、全系列 — 特に Fe Al に近い方 — の Mössbauer 効果の測定や、低温での磁気モーメントの測定が脇山・石川等によつて準備されている。

同じ誘導磁気異方性の問題として佐藤（学習院大大学院博士課程・留学研究員）が Ni, Mn の圧延磁気異方性の研究を行つている。この物質の秩序相は強磁性であるが、無秩序状態にすると常温では常磁性となり、Ni の隣りに Ni がくるか Mn がくるかで著しく性質が變る物質として有名があるので、圧延して原子面をずらせると隣合う原子が變るので面白い結果が出てくることが予想される。先ず単結晶をつくつてみたところ、1 回で大きいのが出来てしまつたため、圧延磁気異方性以外に、無秩序相の低温領域の研究など色々とテーマが増えてしまつた。

薄膜の誘導磁気異方性の研究も大きなテーマの一つであるが、現在小林（富士通信、留学研究員）が、Ni の磁場中蒸着効果の研究を行つている。興味の中心を回転磁気異方性（常温で磁気異方性の方向が段々変化する現象）においているが、蒸着の仕方によつてこの現象が出たり出なかつたりするために、すつきりとした結論を得るのが仲々困難である。その他に、尾立

(タキロン化学、留学研究員)が強磁性微粒子の研究をやり始めている。Alnico-V を研究対称として取上げ、これも1回で単結晶の製作に成功した。

研究室の金属の磁性の研究のもう一つの大きなテーマは稀土類金属の磁性の研究といつて良いであろう。一年前までは、「流行を追うのはやめよう」。といつて、これは研究計画の中に入つていなかつたが、昨年9月から客員教授としてアメリカから来たボゾルス氏とグラアム氏が、共に我々の研究室で稀土類の研究を始めて以来、遂に流行の波に押流され、可成熱を上げるに至つた。今近角を中心に稀土類合金の磁性の研究が計画されている。ボゾルス氏は良く御承知の通り今年65才でベル研究所を停年退職してフルプライド教授として来日されたのであるが、現在勝山を相手にGdの単結晶の磁歪の測定を大型マグネットを使つておこなつている。最初ボゾルスの持つて来たストレインゲージが仲々試料に張付かないで苦労したが、日本製を使つたところ一ぺんでうまく張付いて実験が出来るようになつた。毎日ボゾルスが大型マグネットに自らよじ登つて測定をやつているのを見る度に、今だに全然衰えない研究に対する情熱とファイトに、聞しに優るものを感じたゞ驚嘆するばかりである。一方グラアム氏はG.E.研究所からグツゲンハイム基金で来日した少壯の研究者で、Gd単結晶の磁気異方性の測定を行い、すでに常温ではC軸方向が容易軸、低温ではC軸と45°方向が容易軸であることを見出している。又この物質ではCurie点以上でも可成強い一軸異方性が出るのも面白い。ボゾルスにしてもグラアムにしても仲々のせつかちで、工場の金属細工が時間がかかるとなると、ボール紙とセロテープで代用品を作つて測定を挙行するなど、われわれより遙かに「日本人的」なところを見せる。

アメリカの研究が非常に早く数多いのは良くいわれる様にたゞお金が豊富であるだけではなく、このような実験上の困難を切抜ける実行力と行動の速さに依るのだということをこの二人から学ばされた次第である。

次に酸化物の磁性の研究に話題を移そう。先ず石川は以前から続けていたイルメナイト-ヘマタイト系の磁性の研究を先ず取上げ、低温高磁場で上記のCiolfi型の磁束計をつかつてヒステレスを画かせ、 $90\text{ Fe}_3\text{TiO}_3 - 10\text{ Fe}_2\text{O}_3$ 附近的物質は 20°K 附近まで super paramagnetic であることを見出した。この現象は磁気結合が結晶全体に亘つていないために出て來たので、全く同様な現象が $90\text{ ZnFe}_2\text{O}_4 - 10\text{ NiFe}_2\text{O}_4$ にも見出された。イルメナイト系列のもう一つの話題は反転熱残留磁化の問題であるが、これも庄野(東

大地球物理大学院学生)の協力でどうやら満足出来る機構を見出しが出来た。現在は、庄野と一諸に Fe_3O_4 の磁気異方性の研究を行うために、 $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeTiO}_4$ の単結晶の製作に専念している。この系列では Fe^{2+} が系統的に変化して行くので、これは Fe^{2+} の磁気異方性の研究には最も都合の良い系列であるが、雰囲気を適度に調節してこの単結晶をつくることは余り易い仕事でないことがわかつて来た。 Fe_3O_4 の低温変態も又面白いテーマで、昨年の留学研究員であつた広田(松下電機)が近角と一諸にペーテ近似を使ってこの変態の計算を行い、面白い結論を出しているのでこの事の研究もしたいと思つている。対馬(助手)はこれも北大からの引続きでクロマイト系列の磁性の研究を行つてゐる。フラックス法で NiCr_2O_4 の単結晶が得られたので、X線による結晶歪の変化、低温の磁気モーメントの測定をすでに行い、現在、磁気異方性の測定を計画中である。梅林(東大工応用物理大学院学生)は YFeO_3 の単結晶で寄生強磁性体の磁壁移動の研究を行つてゐる。寄生強磁性体は何分にも磁気モーメントが小さいので測定は仲々困難であるが、それが幸する面もあつて、一例えれば磁壁の数が一枚だけとか、動きが緩かであるため動き始めの面白い様相が観測されるとか、面白い結果が期待出来る。将来は磁気Ⅱで共鳴吸収の装置が揃うので、緩和機構の基本的な研究をしたいと考えている。

さてこのように可成多くのテーマで研究が進行しているわけであるが、誰もがすべての装置が完全に動き出すようにするという共通の目標に進んでいるといつて良いであろう。これ等がどれも満足できる位動き出したらば、皆で一諸にする共通の研究テーマを持ちたいというのがわれわれの夢であり、又所外の人を短期間でも招いて一諸に測定をやりたいとも考えている。そしてそのような日の来るのもそう遠い将来ではないような気がしている。

尚、原研にある物性研の中性子回折の装置を使って、星埜所員(結晶Ⅱ)と共同で磁気構造決定の研究を行う予定で、既に回折装置にのる回転型磁石を設計製作をした。このマグネットは、スピンを回折面内から、面の法線方向に回転することができるので、磁気的散乱を核散乱から分離できるのみならず、磁場の強さを変えることによつて容易軸の決定などやスピン配列なども分るかもしれない。これもテストをかねて Mn-Zn , Ni-Zn フェライトなどから研究しようと思つてゐる。

そのほか所内の他の講座との協同研究として、Mossbauer効果はすでに述べたが今後もますます発展させたいし、又、超電導物質の構造敏感な性質についても、すでに二、三の所員と話し合つてゐる。

塑性部門

鈴木，井村研究室

鈴木平，井村徹

紹介文を書く段になつて塑性という講座名を大変意識するようになりました。普段着のままおしゃべりをするのも悪くはないでしょうが、折角ですからこの態勢で書くことにします。塑性という部門は固体物理の中で内容的に、また歴史的にいつて余りに独自のフィールドであつたのでfamiliarでなく、また固体物理の基礎的な面で知識を他から受けとるのみで他に供給するところの少いフィールドだつたと云えます。しかし、固体の機械的性質は電気的性質、磁気的性質、あるいは光学的性質のように基本的な性質であることに間違なく、またそのような学問の現状であるからこそ物性研に一部門として存在する意義があると申せます。

物性研がスタートして以来漸くこの頃その軌道にのつたと云えるでしょうが、物性研は巨大なデパート化して、隣りへの通路にベンベン草が生えやしないかという議論があります。20講座もあれば研究内容なり手段に少からずoverlapするものがあります。それを故意に壁を作つて独立意識をもつとも間違ですし、また各部門の目的意識に目をつぶつて機械的グレーピングするのも誤りでしょう。私は研究者の大半が比較的若く、ベンベン草を生やさないだけの活力をもつてゐることに期待しています。それにしても語り合う場をできるだけ多く作ることも必要でしょう。また、各部門の人員の少いことは残念です。多くの実験部門は自らの建設に汲々として、余り多くの余力をもたないのが現状です。必要に応じてアミーバのように接触手を出して隣とふれ合うために各研究者がもつと余裕をもつ必要があると思います。

全体として大学院学生の受け入れを認められていないのも不可思議です。物性研は研究のみを行い大学院学生の教育にはタッチすべきでないという一部の意見には大反対です。私の経験からしても物性研のような場所こそそのために恰好の場所です。ここでも話の順序がそうなつてしましましたが「人員不足」から大学院学生を要求しているのではないかとか、学生を研究労務者として使おうというのではないかという一部の若い人々の反論もあります。若い人々が既存のものに対してもつ不信と、問題を根本的に解決した上でないと手をつけないという潔癖からきているのでしょうか、より現実に根ざした建設的意見もあつて欲しいと思います。私共も新しい物性研に教育と研究のためのよりよい環境を作ろうとしています。創造的意欲に富んだ明るい活潑な空気の流通が途絶えないように研究所の将来を考えれば考える程、早い時期にこの

問題を解決したいと思います。

さて、研究室の紹介ですが、結晶の機械的性質は先づ第一に転位の静的、力学的性格に依存します。転位を全く含まず、他に類似の欠陥も含まない完全結晶の機械的性質も観測しようとすればその結晶に転位を注入することになります。私共の研究態度の一つは完全な結晶の中に唯一つの転位を入れて外からの perturbation に対する反応を見たり、それが動く時に発する物理的 Signal を捕えようとするものです。他の格子欠陥に対する場合と同じくここでも結晶の純度や完全度に大変気をつかいます。大竹君が作った Bi 結晶の純度は 10^{-8} 、完全度（転位密度） 10^4 cm^{-2} でした。これは今行いつつある研究用の試料の一例で、金属として最高のものですが、他の欠陥の影響から隔離された転位に注目しようというねらいです。転位は他の格子欠陥に敏感です。このため他の格子欠陥についての研究も平行して行われねばなりません。

金属中の伝導電子との相互作用を研究しようとする場合、僅かに存在する不純物や他の欠陥がこれらの電子に与える影響を敏感に反影します。積層欠陥のエネルギーはその好例で、現在井村助教授および橋本君が電子顕微鏡と X 線回折効果を利用して研究を進めている Cu および Cu-Si 合金の結果によりますと、僅かに 0.1 wt % Si を Cu 中に入れるだけでそのエネルギーは $1/10$ に減少します。面心立方格子中の転位にはこの積層欠陥（格子面の積み重ねの不整）がくつついているのですが、Au と Cu とではそのエネルギーに 1 衍の違いがあり、両者の機械的性質の違いの大部分はこの差に原因すると云えます。伝導電子と積層欠陥の相互作用については理論らしい理論もなく、混沌としているのですが、生島君が実験の傍ら考察を進めています。

積層欠陥のエネルギーをこのように考えてよければ、その起源は電子の散乱機構にある訳で、これを追究する目的で積層欠陥による電気抵抗の測定を始めています。これには所外から参加している比企君と大学院の矢島君が当つています。物は上と共に Cu および Cu-Si 合金単結晶で、1 本の転位による電気抵抗を測定します。予想のように転位の抵抗はまわりの格子ひずみによるものより上述の積層欠陥による寄与が圧倒的でした。この測定は Bi での測定と同じく世界でも初めてのもので、精度的にも大変な苦労を伴います。両君は相当にやせてしまつたようです。この線の仕事としてもう一つは大竹君が前に述べた Bi 結晶で行いました。この場合は積層欠陥のない転位による電気抵抗で、1 本の転位のまわりの格子ひずみに対応する異方性電気抵抗を測定することに成功しました。現在は電子のモーメンタムおよび転位による

散乱巾を直接与える galvanomagnetic 効果の実験を始めております。

一方、固体の機械的性質を決定する最も基本的因素は結晶の周期的ポテンシャルに由来する転位の抵抗力 (Peierls 力) で、金属ではこれが他の不純物その他の因子で覆われてしまいますが、同極性結晶、イオン結晶では支配的になります。重要なことはこの Peierls の力を決定する確立した方法が見付かっていないことです。生島君は超音波吸収法により NaCl 型結晶の series についてこれを試み理論と比較するという研究を行っています。イオン結晶ではかなり健全な Peierls 力の理論的評価を期待できるというのがねらいで、偶然にも黒沢達美さんがその仕事を初めておられたので大変期待しているのですが、電子計算機待ちとなっています。実験の方は LiF と PbS をすませました。

私共はもとと未開拓の分野を開拓する興味ももっています。その一つとして今手がけているのは結晶の脆さの問題です。同極性結晶のように原子間の結合力が方向づけられた結晶では Peierls 力も大きく、且つ脆いのが普通です。転位が肉眼的尺度で関与しないという意味で脆性は塑性と裏腹の関係にあります。engineering の問題としてはいろいろ重要な問題として古くから取り上げられていますが、より本質的なものを知ろうというのがねらいです。小島君が Ge 結晶の脆性と塑性の研究を行っていますが、重要な結果が出ているので楽しみです。井村研究室の Lang カメラを使って転位の核形成を確認したり、H₂O 温度でチエツクをする仕事が残っています。この研究は近く Ge 以外のダイヤモンド型、あるいは Zinc blende 型結晶や金属酸化物に発展する筈です。

今後の計画として第一には結晶 I に協力して変圧電子顕微鏡設置を推進することがあります。これを使用して格子欠陥の研究を進めること、独自の高精度 X 線測角器を用いて同じく格子欠陥の精密研究を行うこと、第二は金属の電子構造およびそれに密着する現象を私共の立場から研究して行くことを心掛けています。第二の計画は金属中の格子欠陥の研究が漸くその段階に来ており、自ら開拓する必要があるためです。

現在員としては鈴木、井村、生島、小島、橋本、阿部の他外部より大竹（理科大）、比企（機械試験所）、矢島（大学院学生）、また研究生として青木が参加しており、近く井村研に助手 1 名が加わります。

研 究 会 報 告

「極低温の物性」研究会
(1961年12月6日～8日)

菅 原 忠

この研究会は1959年に行なわれた「 1° K以下の生成」研究会において主として断熱消磁及び He^3 クライオスタットによつて 1° K以下の温度をつくる技術及び之に關聯する問題が研究されたのを承けて、主として物性の立場から問題点を検討することを意図して計画された。当初は 1° K以下の物性の問題点の発見に重点をおく予定であつたが世話人の間で討論を重ねた末広く極低温で興味のある物性を取上げると共に He^3 クライオスタットを始め新しい実験技術の実際の紹介を加えることとし、次のようなプログラムが組まれた。

I 序 説

菅 原 忠 (東大 物性研)

II He^3 クライオスタット

He^3 クライオスタット試作の経験

請 井 一 利 (東北大金研)

He^3 クライオスタット

佐々木 亘 (電試)

核磁気共鳴実験用 He^3 クライオスタット

益 田 義 賀 (神戸大理)

III 強磁場の発生と極低温、超伝導磁石の進歩

菅 原 忠 (東大物性研)

IV 1° K以下の物性の測定

磁化曲線

大 坪 秋 雄 (東北大金研)

比 熱

長谷田 泰一郎 (東北大金研)

核磁気共鳴

久 米 潔 (東大物性研)

V 極低温における物性

1. 超伝導

Magnetic Superconductors

R. Bozorth (東大物性研)

超伝導金属及び合金の核磁気緩和

益 田 義 賀 (神戸大・理)

遷移金属の超伝導

渋谷 喜夫（九大理）

2. 磁 性

Phoenix 会議より 永宮 健夫（阪大理）

反強磁性体における Overhauser 効果 小口 武彦（教育大理）

軌道角運動量の局所場への寄与 金森 順次郎（阪大理）

Non-degenerate Spin System 大塚 泰一郎（東大物性研）

固体水素の 1° K 以下の問題 神田 英藏（東北大金研）

Optical Pumping による冷却効果 辻川 郁二（東北大金研）

3. 磁気共鳴

磁気転移点近傍の T_1 及び T_2 富田 和久（京大理）

同 守谷 享（東大物性研）

1° K 以下の ESR 伊達宗行（阪大理）

4. 液体 He^3 について

阿部 龍蔵（東大物性研）

5. 伝導現象

半導体の不純物伝導 佐々木 伸直（電試）

不純物伝導の二・三の問題 豊沢 豊（東大物性研）

Spin 波の熱伝導 望月 和子（阪大理）

Electronic properties of thin films, thin wires and
fine particles of metals 久保亮五（東大理）

以上について内容の極くあらましを次に紹介しよう。

Ⅱの He^3 クライオスタットについては実際の経験者より装置の概要と操作上注意すべき点が述べられた。請井は東北大金研で製作された循環式クライオスタットについて報告し、佐々木は Kamerlingh Onnes 研究所滞在中に使用した Tacenis 式クライオスタットの特長と之を用いて不純物の多い半導体の抵抗を測定した結果を紹介した。益田は Columbia 大の IBM Watson 研究所において超伝導体の核磁気共鳴の研究に使用したガラス製クライオスタットの構造と He^3 の排気系について述べた。

Ⅲでは 1961 年 11 月に MIT で開催された国際強磁場学会での諸報告の中から、極低温と強磁場を用いた物性研究の報告の概要、極低温の磁性や断熱消磁の研究に対する強磁場の応

用に関する Kurti (Oxford 大) の review, クライオジニツクマグネットや超伝導マグネット等極低温を利用する強磁場発生装置の最近の進歩が紹介され、超伝導マグネットは電力、経済性その他の点で今后の磁場発生装置として有望であることが述べられた。

IVにおいては 1° K 以下の物性の実験的研究方法について実際の紹介と測定結果の報告があつた。大坪は從来時間と労力を要した断熱消磁の場合の断熱磁化曲線。等温磁化曲線を自己磁束計を用いて簡単に記録測定する方法を説明し、この方法を用いた鉄属珪沸化物の断熱消磁と磁性の特長について述べた。長谷田は Kamerlingh Onnes 研究所滞在中に行つた種々の銅塩の比熱測定の結果と装置について報告した。原理は断熱消磁によつて冷却された試料の温度上昇が一定の heat leak の下で比熱に関係することを利用したものである。

$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \cdot 4\text{S O} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ においては 3° K 附近に Schottky 型のピークと 0.37° K 附近に小さいピークが発見され低温側のピークは long range order の生成によるものとされた。 $\text{K}_2\text{CuCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ においては 0.8° K に強磁性転移に対応するピークが発見された。久米は断熱消磁温度において磁性体の核磁気共鳴の測定の可能性を種々の立場から検討し、実際の装置と珪沸化物の研究への応用例について報告した。以上 II, III 及び IV は主として 1° K 以下の温度領域を対象とした実験技術がテーマとなつたが、これらを活用して新らしい結果が出てくることが期待される。

V の極低温の物性の項ではプログラムにある通り種々の問題が討論されたが、極低温と云う物にありがちな対象が無制限に広くなることを避ける意味で主としてスピン(電子及び核)に関係する現象を取上げた。

超伝導については、Bozorth が Bell Telephone 研究所で研究された $\text{Th} \cdot \text{Ru}_2 - \text{GaRu}_2$ 系その他の磁性超伝導体の磁気的性質から見た特性を review し、強磁性と超伝導の共存状態の解釈について討論があつた。益田は Al 及び Cd の核スピナー格子緩和時間 T_1 , Zn や Ge を含む Al の T_1 の不純物効果やサイズ効果について多くの実験結果を報告し、超伝導の BCS 理論及び Anderson の不純物効果の理論を適用して解釈を試みた。粒子が小さくなると energy gap が減少する等説明の難しい問題もあり今后の研究が期待される。渋谷は Matthias の研究その他を引用し遷移金属や合金の超伝導の異常について review しこの方面的理諭的研究の重要性を指摘した。

磁性については、前日東京着の永宮が phoenix 会議からの hot news と共に米国での見聞を述べた。小口は portis 等の KMnF_3 の反強磁性状態での Overhauser 効果即

も弱いマイクロ波レベルで Mn の核スピン温度が下がることについて理論的説明を与えた。金森は Fe^{2+} の化合物、 FeF_2 、 FeTiO_3 等の中の Fe 核の所の局所場に対して、 Fe^{2+} の L が 0 でないため軌道磁気能率の寄与があることを指摘し、之を分離して contact interaction による局所場を計算していることを報告した。大塚は Fe^{2+} や Ni^{2+} 等において結晶場による分裂で最低状態が非磁性となる場合、交換相互作用と分裂の大きさとの相対的大小関係によつてネール点が存在したり、しなくなることに注目してこのような系に対する磁場の影響について論じ、又実験の可能性について述べた。神田は固体水素に高圧をかけた場合縮退度の変化のため冷却効果が得られると云う London の理論について review しその実験の可能性について検討した結果を報告した。辻川は三つのレベルをもつ系について光学的遷移を利用して optical pumping を行つてレベルの population を変化させてスピン温度を熱平衡値より下げる着想について述べ、 Cr^{3+} を含む Al_2O_3 (ルピー) を実例として計算して実際に温度が下がり得ることを示した。色々更に検討すべき点があるようだが面白い着想で実験結果が大いに期待される。

磁気共鳴については極低温において多くの問題があり、今后の実験的研究が楽しまれるが、富田は磁性体内の核のスピン格子緩和時間及びスピン・スピン緩和時間が磁気転移点附近で著しく変化することについて、correlation function の方法を用いて理論を展開し強磁性体と反強磁性体の場合の差を論じた。反強磁性体の場合常磁性領域では T_2 の著しい変化が T_n のごく近くでおこる。同じ問題を守谷は FeF_2 と COO における実験結果の違いに着目し電子スピンを介しての核スピン間の結合によつて説明することを試みた。このような indirect coupling のため結晶の対称性によつて事情が變つてくる。伊達は 1°K 以下の ESR の問題、H/T 効果や、スピン間相互作用との関聯について論じ、 $\text{K}_2\text{CuCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の幅の温度変化の実験について述べ、又半導体の不純物の ESR を 1°K 以下で測定する計画を説明した。之に関連して阿部(物性研)は $\text{K}_2\text{CuCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の ESR スペクトルの低温における奇妙な振舞についてコメントした。

阿部は液体 He^3 に関する最近の実験結果を review し Landau のフェルミ液体の理論が適用されることを述べ、之に関連して 0.04°K 以下で zero sound の実験をすることが大切であることを指摘した。そして超音波を用いる方法その他の実験で可能であることを紹介した。

伝導関係は極低温物性のうちで非常に大きなpartを占めるものであるがここでは稍々特殊な問題が取上げられた。佐々木は半導体の不純物伝導の特長が不純物濃度 $10^{17}/\text{cc}$ 位を境にして変り高濃度の場合は稀薄合金に似ていることを実例をあげて説明し、高濃度の場合の異常がspin間のcorrelationによるであろうと述べた。豊沢は半導体の不純物伝導の理論的考察を行ない、種々の実験事実が説明出来ることを報告した。望月は磁性体のスピン波による熱伝導度を計算しガーネットの実験結果と比較した。久保は伝導電子のエネルギーの状態密度曲線が試料の形が極度に小さい場合多くの鋭い山をもちその間隔が極低温では kT と同程度になるので比熱、帶磁率その他に異常が起りうることを指摘した。

極低温の物性を問題とする場合殆んど凡ての物性分野が含まれなければならない。その結果としては一人で凡てを理解することは難しくこの種の研究会は散漫になり勝ちである。今回の研究会を開くに当つてもその危惧が多分にあつたが、非常に面白く為になつたとの感想を持たれた参加者が多数おられたことは幸であつた。これは個々の報告が面白く且新しい実験を生むような示唆に富んだものであつたこと、討論が活潑であつたこと、又適当にテーマが分散していたこと等によるものであろう。尙この研究会の企画・実行に当つた世話人は神田（東北大金研）、伊藤（阪大理）、大塚、永野、菅原（東大物性研）の5名であつた。

"固体界面に於ける吸着状態" 研究会

井 口 洋 次

物性研究所で今迄開催した数多くの興味ある短期研究会は比較的に内容が物理的なものが多いが、やゝ毛色の變つた表題のような研究会を36年12月11日(月)、12日(火)、の2日間物性研究所旧棟三階輪講室で開催した。

○緒 言

斯 波 忠 夫 (東工大)

ごく限つたテーマで研究会を開く有意義に賛意を示されると共に、あまり小さな範囲でのみ物事を討論せず、どんどん新しい問題、技術、理論を導入することをすゝめられた。

1. 固体表面への吸着機構(I)

菅 孝 男 (東大・薬)

固体表面への吸着機構(II)

慶 伊 富 長 (東工大)

(I)に於ては、吸着 bond と反応と云う問題を掲げ(1)高温での多数の固体に注目する場合と(2)低温で特定の固体に着目する場合に分けて話を進めた。即ち、(1)では H_2 吸着の平方根則から、吸着の活性化エネルギーは金属の種類によらず水素原子-水素原子の bond エネルギー Q_{H-H} の半分(51.5 kcal/mol)になる事を導いた。この実証として Bernan (1960) の Pt, Au, W, C の表面に対する H_2 の吸着について論及した。(2)については Gundry (1961) の論文を引用してこれを説明した。これに対し、表面の不規則性、phase transition の関連等について活潑な質問があつた。

次いで(II)では主として物理吸着について述べた。

○ コメント：分子間力と吸着 赤松秀雄（東大理）

Mulliken が提案した“charge-transfer force”を固体表面に吸着した分子と表面原子(又は分子)との間に仮想し、吸着力を non-bonding force と dative force で説明できないかと云う提案があつた。それについての Brodd (1958) の実験を中心に活潑な討論があつた。

○ コメント：吸着と毛管凝縮 樋口一・泉（東北大）

微粉体表面へのガス吸着を利用して B.E.T. 法で表面積を測定する事は良く知れている。その場合、普通の吸着と毛管凝縮とを如何に区別するかと云う問題について話題を提供し活潑に議論した。

2. 固体表面へのガス吸着 高石哲男（立教大）

織田善次郎（通研）

特殊な材料を除き、表面を完全に清浄にして実験する事は極めてむづかしく、又表面構造も複雑で統一的理論を出すには未だかなり時間がかかる。その手段として吸着熱、吸着エンタロピー、吸着速度、 $\Delta H \sim \theta$ 、 $\Delta S \sim \theta$ の統計力学的解析、吸着分子の振動、電気的磁気的性質の検討がある。とにかく充分理論的展開に耐えるには余程きれいな且つ均一な表面を持つ材料を取扱う必要がある事を述べた。

○ コメント：脱着過程の検討による化学吸着の研究 窪川一裕（大阪府大）

タンクステン表面での N_2 ガスの脱着の研究

○ コメント：III-V合金へのガス吸着 川路紳治（学習院大）

3. 吸着状態の研究法

(1) 紫外・可視による

奥田典夫（御茶の水大）

化合物の持つ発色団が吸着によつて（水素結合も含む）光学的吸收曲線が変化する。それによつて吸着分子の電子状態を知り、更に吸着状態も類推できる。但し試料のつくり方はむづかしく、 CaF_2 上への昇華膜、加圧成型した試料による opal glass と同じ原理の利用、反射の応用等が考察されている。

○ コメント： Silica-alumina 表面への  NH_2 の吸着

音馬敬（阪大理）

吸着による二つの吸収スペクトルの山： $235 \text{ m}\mu$, $285 \text{ m}\mu$ の強度変化から吸着状態 ($\pi-\pi^*$ transition) の性質を類推する。

(2) Infra-red 法による

桑田敬治（阪大理）

1949年 (Yaroslavski 等) に始まつた赤外線吸収スペクトルによる吸着分子の化学結合に及ぼす影響の研究は、試料作成を中心に行進が加えられながら進展している。 Nijol法、KBr錠剤法、多孔性薄板法等はその一例である。

(3) E.S.R. と N.M.R. による

広田鋼藏（阪大理）

吸着状態の磁気的性質は N.M.R. 及び E.S.R. 法の開拓と共に著しく進歩している。然しこの方法につかまる現象が、吸着そのものか、charge-transfer complex によるものか、或は完全に radical (又は radical ion) になつてゐる為なのか判別はむづかしい。

(4) Field Emission による

戸谷富之（北大）

金属でつくつた Tip ($10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm}$) からの electron emission を螢光板の上に受けて、金属表面の状態を直接観測する方法。これで測定出来るのは work function (ϕ)、表面に吸着した気体の diffusion、ガスの脱着による吸着熱の測定がある。又この方法を利用して、金属表面に於けるガス吸着の kinetics を行う事も可能であり、例えばアンモニア合成の際の rate-determining step として $\text{N(a)} + \text{H(a)} \rightarrow \text{NH(a)}$ $\text{NH(a)} + \text{H(a)} \rightarrow \text{NH}_2(\text{a})$ を考へる事が出来る。

脱ガス方法、得られた Field emission microscope の像の解釈に対して質問が多かつた。

○コメント：Field Emission MicroscopeによるW表面へのTh，及びガスの吸着 金鉢佑（阪大工）

W表面へThを吸着するときはψには変動はないが、その上にH₂，CO，O₂を吸着する場合ψの変化が見られ、特にO₂の場合に著しい。この変化をField Emission Microscopeでとらえ、議論した。

○コメント：金属表面への化学吸着 戸谷富之（北大）

金属表面へのガス吸着による電気抵抗の変化はSuhrmannを始め古くから研究が多いが、特に最近得た実験データを元にして理論的展開を試みた。

以上

2日間同好者40名が参加し意義ある短期研究会であつた。懇を言えば今少し時間の余裕がほしく、講演時間を切りつめる必要を感じた。

「配位結合」研究会

(1961年12月12日～13日)

島内武彦

今回の研究会の主題は大体三つに大別されていた。その第一は金属錯塩の構造であるが、単に結晶構造だけでなく広い意味で配位結合の特質等も含まれ、第二は配位結合の理論、第三は赤外吸収又はラマン効果等の振動スペクトルの立場からの配位結合の研究である。

一応三主題に分類されていたが、相互に密接な関係があり配位結合の共有性の問題等、いろいろの立場から活潑に論ぜられた。プログラムは次の通りであつた。

プログラム

第1日 12月12日(火) a.m. 9.00

[I] 座長 黒谷寿雄

講演 錯塩化学の問題点 大理山崎一雄 (1)

[Ⅱ] 座長 久保昌二

総括講演 金属錯塩の構造 阪市大理 黒谷寿雄 (2)

[Ⅲ] 座長 田中信行

発表 ハロゲン核四極共鳴吸収から求めた金属一配位子

間結合の性質 名大理 中村大雄

{ 阪大産研 伊藤一夫 (4)

名大理 久保昌二

発表 金属ハロゲン錯塩の遠赤外吸収と結合の力の定数

東大理 島内武彦

..... { 東大理 中川一朗 (8)

東大理 平石次郎

発表 銅錯塩の常磁性共鳴 東大理 藤原鎮男 (13)

[Ⅳ] 座長 山崎一雄

発表 銀(I)化合物の吸収スペクトル

..... { 立教大理 近藤幸夫 (16)

立教大理 藤技修子

発表 weak complex の生成と置換反応における役割について

..... 東北大理 田中信行 (18)

第2日 12月13日(水) a.m. 9.00

[V] 座長 長倉三郎

総括講演 配位結合の理論 物性研 菅野 晓 (20)

発表 いわゆる配位結合について 東工大 小林 宏 (21)

発表 配位結合をしている金属イオンの内部状態について

..... 東大理 小谷正雄 (23)

[VI] 座長 島内武彦

総括講演 赤外吸収による配位結合の研究

..... 東大理 中川一朗 (24)

発 表 キレート錯体の振動スペクトル

..... 阪大理 藤田 純之佑 (29)
..... { 阪大理 梶田 龍太郎

[VII] 座長 伊藤一夫

発 表 2～3の金属カーボニルの振動スペクトル

..... 広大理 村田 弘 (32)
..... { 阪市立 川井 清保
工研

発 表 シアン錯塩のラマンスペクトル

..... 阪市立工研 川井 清保

発 表 $MnSiF_6 \cdot 6H_2O$ の可視線状吸収に出現する配位子の振動

..... 東北大金研 辻川郁二 (35)

第一日の講演は次の如くである。まず島内が簡単な開会の辞において物理学者、化学者が一緒になつてそれぞれの立場から共通の問題点である配位結合を論ずることの必要性をのべた。冒頭の綜合講演として山崎は最近における錯塩化学の問題点について、本年度のデトロイドにおける国際学会における話題も含めて論じた。殊に新しい幾つかの錯化合物の合成、又最近注目をひいている鼓型化合物等について論ぜられた。続いて第一の主題に対する総括講演として、黒谷は Werner complex の構造について、主として結晶構造解析法から得られた結果をのべた。六配位八面体型、平面板状型、四面体型、正方形板状型等の錯塩の例について最近の結晶解析の結果をのべ、立体化学的に興味ある事項として、シストランス配置の確定、キレート環の構造、配置の決定、絶対構造の決定、金属-配位子間の結合距離等が論ぜられた。次に中村、伊藤、久保はハロゲノ錯塩のハロゲン核四極共鳴吸収の測定結果を Townes-Dailey 方式で解釈し、配位結合の共有性の割合を算出した。引き続き平石、中川、島内は上と同じハロゲノ錯塩について遠赤外吸収を測定し、Urey-Bradley の分子内ポテンシャルにもとづいて、配位結合の伸縮の力の定数を計算した。この力の定数の値は結合の共有性と密接な関係があるが、先の伊藤等の得た共有性の割合の結果と比較されて、それぞれの立場から活潑に討論された。藤原は銅錯塩の常磁性共鳴の測定結果を整理すると、g 値によつて三つのグループに大別されることを示し、銅と窒素との配位化合物、銅と酸素との配位化合物はそれぞれ一つのグループに属し、前者の配位結合が共有結合的であり、後者の配位結合がイオン結

合的であると述べた。これに対する討論として定性的に上の結論は認められるが、定量的な議論をするには、 g がテンソルであることを考慮してより精密な考察が必要であると述べられた。近藤、藤枝は銀(I)化合物の色が結合の性質と密接な関係があり、イオン結合から共有結合に移るに従い濃くなることを述べ、 Ag_3PO_4 , Ag_3AsO_4 , Ag_2CO_3 , Ag_2O , Ag_2CrO_4 , $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 等の固体の吸収スペクトルを測定し、着色の原因について追求した。第一日の最後の発表として田中は溶液内において生成する錯化合物の中で安定度定数の小さい錯化合物“weak complex”についてその生成定数のポーラログラフ法を用いる決定法を述べ、又weak complexが関与する置換反応の反応機構を検討した。

第一日は丁度 Werner 生誕の日に当つていたので恒例の Werner 祭が行われ、研究会に出席した者はこの Werner 祭に出席した。ここで、齊藤は本年のデトロイドの国際学会において発表された錯塩の結晶構造の問題について出席者に説明した。それは、重金属を含む錯塩の解析の際軽い原子より成る配位子の構造が正確に求められないことである。この困難を出来るだけ除くために、大型電子計算機の利用が盛に行なわれ、三次元の電子密度分布の計算が実行されている。いくつかの実例および、錯体の絶対構造決定の結果について、説明が行なわれた。

第二日はまず第二の主題についての総括講演として、菅野は配位結合の理論の現況を述べた。今迄のイオン模型は正しくないこと、d電子が配位子迄広がつて居ること、即ち非局在性或は共有性が結晶場の強さを決めるのに重要な役割を果していること、 π 結合と σ 結合が同程度であること等が論ぜられた。これに対し化学者の立場から Pauling の模型との関連性等について質問された。次に小林は配位結合の特徴について論じ、分子化合物形成の charge transfer force による donor-acceptor bond と電子的機構には差がないことを述べた。又中心金属イオンの電荷による永久雙極子の配向、分極による雙極子は結合エネルギーを増大することを論じた。続いて小谷は配位結合をしている金属イオンの内部状態について、理論的な考察を行つた。

第二日午後の主題は振動スペクトルによる配位結合の研究であるが、まず総括講演として中川はその研究法として、配位による配位子内の振動数の変化を見る間接的な方法と、直接金属と配位子の結合の振動数を測定し更にその伸縮の力の定数を計算する方法について、幾つかの例について説明した。シアン錯塩については配位結合に対する σ 結合、 π 結合の寄与について力の定数の値にもとづいて論ぜられた。次に藤田、槌田は β -diketonate, α -diimine,

oxalate ion 等金属に配位して作られた安定なキレート錯体の振動スペクトルの研究より、これらの錯体における特性振動の帰属を明らかにし、又基準振動の計算から配位結合の力の定数を求めた結果、その値が通常の有機化合物の共有結合の力の定数の値と同程度であることを述べた。続いて村田、川井は二、三の金属カーボニルの振動スペクトルの解析と基準振動の計算から、金属—炭素間の伸縮の力の定数を得、この結合の二重結合性の寄与を論じ、又金属—炭素間の結合エネルギーの値とも或関係のあることを述べた。次に川井は二、三のシアン錯塩のラマンスペクトルの測定結果を述べ、この有色物質のラマンスペクトルの貴重なデータにもとづいて金属—配位子間の伸縮の力の定数を計算した。最後に辻川は配位水の一つとして $MnSiF_6 \cdot 6H_2O$ について可視線状吸収の解析から得られた金属—配位子の伸縮振動数を明らかにし、赤外吸収の測定結果との対比が論ぜられた。

「強誘電性と格子不整」研究会

星 垒 槟 男

昨年度は強誘電性と水素結合の問題をとらえて研究会が行なわれたが、今回は、広い意味の格子不整と強誘電性との関連する問題を取り上げ 3 日間にわたつて研究会が開催された。下記プログラムからもわかるように、主に、「格子振動」「相転移と構造の乱れ」「Radiation damage」「薄膜および表面現象」の 4 つの面と強誘電性との関連がとり上げられた。以下内容について簡単に紹介することにしよう。

プログラム

1月 25 日

1. 赤外・遠赤外領域における $BaTiO_3$ の反射および吸収

..... 池 上 清 治 (松下電器)

2. イオン結晶の格子振動と誘電率

..... 黒 沢 達 美 (中央大)

3. KH_2PO_4 系強誘電体の同位元素効果の理論

..... 松 原 武 生 (京 大)

4. 格子振動と強誘電性 高橋秀俊 (東大)
5. 赤外吸収と強誘電性 佐藤好毅 (原研)
6. $A_B X_3$ の高温における格子振動 三井利夫 (北大)

1月26日

7. 相転移および格子の乱れにもとづく散漫散乱の理論 松原武生 (京大)
8. 結晶内分子回転とX線散漫散乱 小田 孜 (大阪学芸大)
9. 強誘電体のX線散漫散乱 新中康弘 (山口大)
10. Radical の行動と強誘電性 沢田正三 (東工大)

1月27日

11. 強誘電体の放射線効果 豊田耕一 (京大)
12. ロツシエル塩の放射線損傷 岡田健吉 (名工大)
13. Radiation Damageについて 鈴木秀次 (原研)
14. 強誘電体蒸着膜の最近の研究 上田隆三 (早大)
15. $BaTiO_3$ の表面現象 豊田博夫 (通研)
16. $BaTiO_3$ 薄膜の電子光学的研究 ○本庄五郎 (東工大)
田中通義 (同上)
17. 強誘電体内の転位 中村輝太郎 (お茶大)

以 上

第1日

午前中に1～3迄の講演が行なわれた。まず池上は、 $BaTiO_3$ について Last が赤外領域で見出した2つの反射および吸収帯の外に、第3の反射の peak を 54μ 附近に見出した data を詳細に述べた。この peak は前二者とくらべると弱いが、かなり sharp なこと、単結晶と磁器とでは peak の形が異なること、粉をポリエチレンに分散させたものでは吸収帯が見られないことが特徴である。この第3の Peak の発見と、遠赤外の吸収から見積つた誘電率から、マイクロ波と遠赤外の間に broad な吸収があるらしいという実験事実は、 $BaTiO_3$ の格子振動を論ずるのにきわめて重要である。

黒沢は、まず一般に、イオン結晶に電場がかゝり電子的及びイオン分極を生じた場合の分極

についてのべ、この場合の低周波誘電率 $K(\omega)$ の式の意味をのべた。これらのイオンモデルについての計算値と、赤外線領域での反射、吸収の data からの値を比較すると、次の如き相違のあることが示された。

	赤外の実験から	計算値
Sr Ti O ₃	2.26 ~ 2.96	1.74
Ba Ti O ₃	1.95 ~ 2.71	1.06
Pb Ti O ₃	2.02 ~ 3.00	1.23

これらの不一致は、現象論の限界を示すもので、種々の立入った考察が必要であろう。

次に松原は、KH₂PO₄ type の水素結合と相転移を示す強誘電体の同位元素効果について最近まとめた理論についてのべた。最近 Blinc は水素結合にあずかる陽子を、二つの極小をもつたポテンシャルの中で運動する調和振動子として扱い、これに分子場近似を加えて、同位元素効果および赤外吸収の実験を説明した。この理論では、Slater のモデル等にもとづく理論との関連が明らかでないので、この両理論の接続が論ぜられた。KH₂PO₄ 系の強誘電性を強い相互作用をもつた多数の陽子の系の協力現象と見なして、量子統計力学的に扱い、この相互作用を Weiss 近似で扱えば、両理論が本質的に一致する一般論がえられる。これは陽子系のハミルトニアンを陽にあたえているので、中性子線 critical scattering、赤外吸収、陽子磁気共鳴の巾や緩和時間などの理論的計算の根拠を与える点でくれている。従来強誘電体の理論は、現象論的にしか扱われなかつたが、松原の理論は、強誘電性の問題に量子効果が取り入れられたものであり多くの注目を引いた。

午後に入つて、まず高橋により、最近発表された BaTiO₃ の常誘電相のモデル (JPSJ 16 (1961), 1685) と、Cochran Landauer などの理論の立場の異同が明らかにされ、池上の実験結果との比較が述べられた。すなわち Cochran や Landauer の、波数 $k=0$ の場合の振動数 ω_0 が 0 となる温度が強誘電的 Curie 点であるという説は、高橋の見解と一致するが、それとも現象が nonlinear であり、かつそれによるモード間の coupling があるので、harmonic な取り扱いから出発して、現象論的に non-linearity を入れて、遠赤外の吸収が温度とともに変るという考えには問題があることが指摘された。高橋のモデルでは、池上の見出した第 3 の吸収が温度によらないこと、マイクロ

波と遠赤外の間の broad な吸収が、一種の local order に対応する "micro domain" の境界移動による吸収に対応する。これは $\vec{k} \neq 0$ にあたる。

佐藤は、赤外線吸収の測定による格子振動、基の振動回転などの研究についてのべたがとくに、強誘電体ではないが NaNO_3 についての実験例について詳細に報告した。 NaNO_3 は 275°C に転移点をもつが、その転移の可能なモデルとしては、 $-\text{NO}_3$ の一次元的自由回転、 C_3 軸の周りの nutation, NO_3 の三次元的自由回転が考えられる。赤外吸収の実験結果からは、転移点の上では NO_3 基の三次元自由回転のモデルが最も妥当であると考えられる旨の説明があつた。これに対して上田(早大)より X 線的結果との比較結果をどう解釈すべきかについて質疑応答が行なわれた。

この日の最後は、三井による ABO_3 の高温の格子振動についての理論的考察の結果の話で、 BaTiO_3 系強誘電体の cubic phase における lattice dynamics が論じられ、この立場から強誘電性の理解へ導びこうとするいくつかの理論が紹介された。すなわち、Cochran の格子力学的理論、Anderson による infra-red active なるケの mode の温度依存性の理論、Cochran の理論に対する Slater の comments, 高橋モデルなどにつき明快な説明がなされ、赤外吸収、中性子の非弾性散乱、X-ray の Thermal diffuse scattering の Curie 点における異常についての理論および実験につき論ぜられた。long range order だけを考慮して相転移を論ずる Cochran 流の理論に対して、高橋モデルではイオン変位の local order を、格子力学で導びこうとしているので、波数ベクトル \vec{k} が 0 でない基準振動も考慮しなければならない。いずれにしても、普通の格子力学の方法に従つてゆくだけで BaTiO_3 の赤外吸収などの説明が可能であるかどうかは疑問であるとして議論が行なわれた。

以上のように研究会第一日目は、強誘電性と格子振動の問題が主題となり、80人以上の研究者が参加して、はなはだ活潑な討論が行なわれ、強誘電性の基礎的研究に対するこれから一つの重要な方向が暗示された。

第2日

この日の主題は、結晶構造の乱れにもとづく X 線散漫散乱、相転移にもとづく回折像の変化など、最近強誘電体の研究の一つの分野となつている問題点がとり上げられた。とくに一般の誘電体研究者にははじみがうすいと思われる X 線回折理論などについて専門家の話を聞くことが望まれ、午前中は松原によりこの種理論の歴史的概観に始まる詳しい解説が行なわれた。結

晶構造の乱れには、多くの種類のものがあるが、まず取り上げられるのは格子の熱振動の問題である。松原は、散乱の一般式より出発し、まず原子の熱振動によるX線散漫散乱強度式を導き、さらに合金などのorder-disorder、格子歪、Huang効果などについて、これらを、相関のない場合から、相関を考慮する場合に拡張して、理論的取り扱いの方法と結果を示した。また強誘電体でとくに目下問題となっている二次相転移と散漫散乱の関係につき、現象論的考察とLandau理論の応用、統計力学的考察について述べた。この話しの内容は近く日本結晶学会誌にのせられる予定であるから、こゝでは詳しいことは省略することにする。

午後はまず小田により、強誘電体と直接関係はないが、いわゆる柔粘性結晶などに見られる分子回転、または分子方位の乱れなどによるX線散漫散乱の実験例とその理論的取り扱いなどについての報告がなされた。

ついで新中は、最近の話題の一つの中心となつてゐる NaNO_2 などの強誘電体および、これらと密接な関係のある類似物質についての、数年来の実験結果と、最近得られたそれらに対する解釈について詳細な報告を行なつた。まず NaNO_2 と NH_4NO_3 （Ⅱ相）について、 NO_2 、および NO_3 基の整列、不整列型相転移の際のX線回折像から、基の配列の間の相関を導入して得られた不整構造に対するモデルが呈出され、さらに KNO_3 （Ⅰ相）と NaNO_3 （高温相）での NO_3 基の配列の乱れの解析結果が報告された。これらのうち、とくに NaNO_2 は、興味深い現象を示すので目下注目的となつてゐるが、この日は、結晶学関係の専門家も多数参加したため、この物質がCurie点の直上で示すいわゆる'micro-domain'構造、転移の機構などについて活潑な議論が行なわれ、また、谷崎（山口大）、渋谷（物性研）らにより最近の研究結果と、今後の研究計画などがのべられたが、これからはかなり精密な実験が要望されると同時に、回折結晶学の専門家とも密接にcontactして行くことが、この種問題の発展のために望まれることである。

この日の最後は、沢田により、強誘電性を考えるとき、結晶内の基（radical）の行動が重要であるという問題がとり上げられた。基といつても BaTiO_3 の如きは、原子群としてまとまつた行動をしないが、 $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ のように分子の集りと考えられる物質もあり、この両者の中間段階のものは大なり小なり基とよんでよいような集団が存在し、強誘電性はこれら基の行動と密接に関係している。これら基の熱運動および外部電場のもとでの行動にはいろいろの型が考えられ複雑な事情にあるが、なかには NaN_2 のようなorder-disorder型の転移を示すものがあらわれる。これらについていろいろな角度からの考察がなされた。

第3日

この日の午前は radiation damage の問題が主題であつたが、まず豊田は、 BaTiO₃、ロツシエル塩、硫酸グリシンなどの放射線効果について数年前研究がはじまつて以来の内外の研究状況について詳しい紹介を行なつた。そしてこの種の研究はまだきわめて初步の段階にあり、今後その機構などについて研究が進められることが要望された。

岡田は、ロツシエル塩の放射線損傷について詳しく実験し、damage によつて分域が固定されること、その様子が Curie 点以下で照射した場合と、Curie 点以上および A.C. 電場をかけながら照射した場合とでは異なること、放射線照射によつて誘電率の peak が低温へずれ、バイアスをかけた場合と反対になることなどの重要な事実を明らかにした。そして polar anisotropy center を考え、ferro 領域との適当な interaction を考えると、すべての事実が現象論的に説明されることを述べた。さらに、照射によつてスダレの様相が変化することから、anisotropy center をスダレに関係づけて論ずるモデルを呈出した。

radiation damage については、とくに強誘電体のような複雑な構造のものについては、まだ物理的な意味づけが不可能に近い状況であるが、他の分野について的一般的なことを知つておく必要があり、とくにこの方面の専門家の話を聞くことが望まれた。そのため、鈴木によつて、金属、イオン結晶、共有結合の物質における radiation damage がどのように違うかという introduction から、とくに金属について、従来なされ理論的な取り扱いが可能なような問題についての解説が行なわれた。損傷による電気抵抗の増加についての実験と理論との不一致を説明するために Vineyard の行なつた簡単化されたモデルによる計算が紹介されたが、それによると 1 ケの vacancy と interstitial を作るための threshold energy が、従来 Huntington によつて提唱されていた 20 eV ではなく 80 eV であればよいという結果になる。さらに fission fragment による damage についての最近の研究が紹介された。

午後の主題は、強誘電体の薄膜、表面現象、転位の観察などにしぼられたが、まず強誘電体の蒸着薄膜について、上田により総合的な解説が行なわれた。はじめに蒸着膜の構造について、米日独で行なわれた結果について報告され、電子顕微鏡と電子回折による観察結果が示された。種々の構造の存在が下地温度、及び蒸着回数の函数として統一的に解釈できることが示され、また、Feldman らによる電気的測定結果などが紹介された。

豊田は、単結晶表面に種々の電極物質を附け、また表面の雰囲気を変え、更に表面を還元した場合などについて、直流電気電導、分極反転速度、光学的観察などを行なつた結果についてのべた。非対称電極に対して、直流伝導はn型半導体に特有な整流性を示すが、分極反転のような過渡現象に対しては、整流方向がむしろ逆になるなどのかなり著しい効果を見出した。

強誘電体の薄膜ないしは表面の現象で現在もつとも関心のあること一つは、Kenzigらが実験的に確証したと称する表面が内部と異なるという問題である。本庄らは、このKenzigらの研究の追試をも含めて、 $BaTiO_3$ の粉体、蒸着膜などについて電子回折法で研究を行ない、そのような表面層の存在は否定的である旨の結果を得、これにつき論じた。またこの問題について、電子回折法の精度について論じ、さらに濃磷酸でエッチして薄くした薄膜について、電子顕微鏡で観察した結果が示され、 $BaTiO_3$ における微細な分域構造、分域と転位との関係などがのべられた。

以上の研究に関連して、紀本（名大）は、 $BaTiO_3$ の常温蒸着物の構造についてのコメントを行ない、 $BaCO_3$ 類似の構造が考えられること、これは従来知られなかつた新しい $BaTiO_3$ 構造を示すのではないかとの予見についてのべた。これらはなお今後に残された問題であろう。

最後に中村は、強誘電体の転位が、強誘電的分域との相互作用を通じて強誘電体の誘電的性質と関係することをのべ、これまで行なわれた強誘電体の転位の観察の実験、観察されたものが転位であることはどのようにして結論されるかを述べた。転位が分域を固着させる作用があること、分極反転の際転位がどのような役割りをするかについてのべ、さらに、強誘電体中では、分域が存在するために、転位の分布が影響を受けることについて触れた。

以上で三日間にわたる研究会の幕を閉じたが、連日数十人の参加者のとともに活潑な討議が続けられ、学会では味うことのできない時間的な自由度も手伝い、今後の強誘電性研究のいくつかの重要な方向についての示唆が与えられた点でも大きな収穫がもたらされたといえよう。物性研の短期研究会の“あり方”についていろいろ言われるが、close しない system で昨年度に統いて行なわれた誘電体関係の研究会は、違つた専門の人々との交流の場ともなり、多大の収穫をおさめて来たことは事実である。しかし今後の問題を考えるとき、従来の形が最上ものであると言い切ることはできないよう思われる。

この紹介を書くに際し、中村輝太郎、上田隆三両氏に、討論内容の整理を分担して頂いたこ

とを附記して謝意を表したい。

「磁性薄膜」研究会
(1962年1月29~30日)

権 藤 靖 夫

現在、薄膜独特の磁気異方性と、これが関連した Switching の問題に特に興味がもたれ、多くの研究がなされているが、まだ統一的な見解が得られない現状である。本研究会の目的は、これらの磁性薄膜研究の現状についての反省と、今後の方向づけを得ることを目標に、普通の学会ではあまりやられない意見の交換、討論を行なうことにあつた。薄膜の磁性が、その作り方によつて非常に左右されることは、この問題を複雑にしている原因であるが、それだけに薄膜の結晶構造との関連をぬきにして研究を進めることができないことを示すものである。従つて、磁性薄膜に関心のある結晶の研究者との協力が重要であつてこの研究会を共通の広場として両者の意見の交換を行うことが一つの目標であつた。約70名の参加者によつて2日間、現在の薄膜の諸問題点を次の5つのセッションに分けて討論を行つた。

第1日(1月29日) I 異方性に関する問題

II Preparation に関する問題

III スイッチングに関する問題

第2日(1月30日) IV 磁区構造に関する問題

V 強磁性共鳴吸収に関する問題

第1日 セッションIでは、薄膜における誘導磁気異方性の原因とその緩和機構について高橋が彼の実験を中心に総合的に考察し、imperfectional order の存在を考えればよいことを示した。また、近角がNi膜のrotatable anisotropy の存否について問題を提起し、桑原は鉄の磁場効果について否定的な予備実験について述べた。

セッションIIでは磁性に著しい影響を与える preparation に関する問題を討論したが、まず近角が真空蒸着で注意すべき諸条件について総合的に問題を提起し、次に電着膜について上原が、超高真空蒸着について水島が報告した。その結果及び森田、今野の結果からも真空蒸着膜の特性は、真密度と蒸着速度両者によつて左右されることが明らかになつたことは、今後

の実験に一つの指針となるであろう。

セッションⅢでは、桑原、後藤がスイッチングの3つのモードについて再検討し、膜内の H_k の dispersion を考えることが必要なことを提起した。小野寺も H_k の dispersion を求める方法について述べ、更に上原は電着膜、齊賀は蒸着膜についてスイッチング特性の測定の技術的な問題について述べた。

2日目、セッションⅣでは、権藤が薄膜の磁区構造の特徴は、磁区内に磁化の dispersion があること、及び、磁区图形から dispersion を求める方法を紹介し、市ノ川はこの dispersion を電子顕微鏡による観察で見事に示した。わが国ではあまり偏光を利用した磁区の観察が行われていないが、和田は、この方法を用いた経験について述べた。電子顕微鏡、Faraday 効果を用いる磁区観察法は薄膜ではもと多く利用されてよい。五味、津屋は、それぞれ蒸着膜、電着膜の Bitter 法による磁区の観察結果について述べた。

磁区内の H_k の dispersion は、異方性やスイッチングの諸現象と関連して、薄膜独特な磁性の本質であると考えられる。この点が明らかになつたことは本研究会の成果の一つであると思われるが、今後の研究の進展を期待する。

セッションⅤでは、能勢が強磁性共鳴を薄膜に応用した場合に研究され得る問題について総合的に述べ、特にスピニ波共鳴とこれによる交換積分 J の測定について述べた。宇佐美は鉄単結晶膜、栗山は Ni 結晶膜の共鳴吸収について問題点を述べた。

最後に大分時間が遅くなつてから総括に移り、辰本から今後の磁性薄膜の共同研究に関する提案がなされ、討論の結果、可能なものから行うよう原案を提案者に依頼することになつた。次いで、高橋が、アメリカの磁気会議及び研究所における磁性薄膜の研究について、ユーモアを交えながら紹介した。

予想以上に多くの問題が非常に熱心に討論されたので2日間の会期では短かすぎ、十分討論されずに残された問題があつたのは残念であるが、強磁性薄膜の今後の研究の方向づけに十分所期の効果をあげることができた。

セッションⅠ

1. 磁場中蒸着膜の異方性

東北大金研 高橋 実

磁場中蒸着した薄膜の異方性の原因に関する研究は物理的及び応用的な見地から非常に多

いが、異方性の研究にはトルク計を用いるのが最も適当である。選定されるべき材料は単純化した純Fe, Ni等の単結晶が最も望ましい。この意味で、近角氏のNi単結晶膜の研究は特筆すべきものと考えられる。しかし他方多少単純化を犠牲にしても測定値が確実な材料(Fe-Ni等の合金)を選ぶことも考えられる。次に要求されることは、系統的な物理量の変化を追求することである。このことは再現性のある膜を製作することと表裏の関係にある。以上の観点から著者等の得た結果を次に要約する。

想定した原因	測定方法	予想される結果	結果及び考察
(イ) 微視的な織維構造或いは 微結晶の異方的な集合 (例えばChain-Structure)	(1) K_u の温度 变化 Fe : 600A, Sub. Temp. (R.T.)	$(\text{イ}) K_u T^{\infty} M_s^{10} T$ $(\text{ロ}) K_u T^{\infty} M_s^2 T$	Feの場合 K_u は温度変化を示さず略々一定
(ハ) 原子対	50% Ni-Fe : 600A, Sub. Temp (R.T.) 蒸着中の磁場 $H_u =$ (2) 電子回析	$(\text{イ}) K_u T^{\infty} M_s^2 T$ (ロ)	50% Ni-Feの場合 下地温度の上昇及び焼鈍により $M_s^2 T$ の曲線に沿つて変化するようになる。 <u>Sub. Temp.</u> の場合： (R.T.) $K_u T \propto M_s^{17} T$ (300°以上)の場合： $K_u T \propto M_s^{14} T$ 電子回析並びに電子顕微鏡の結果： (イ), (ロ) 観測出来なかつた。
(イ) 下地材料と 膜との機械的 相互作用或い は (ロ) 焼鈍効果等 による表面歪	(1) K_u と膜厚 の関係 (2) 下地材料の 変化 { 硝子 石英}	$(\text{イ}), (\text{ロ}) K_u \propto 1/D$ $(\text{ロ}) K_u_{\text{glass}} \neq K_u_{\text{quartz}}$	Sub. Temp. (R.T.) : K_u と膜厚関係なし (300°) : K_u は膜厚の増加とともに減少する。 <u>$K_u_{\text{glass}} \neq K_u_{\text{quartz}}$</u>

想定した原因	測定方法	予想される結果	結果及び考察
不純物等の一 軸的配列	(1) K_u と下地 温度との関係 (2) 等温磁場中 処理	(1) 下地温度の 上昇とともに K_u が減少す る。 (2) 比較的低温 で磁場中処理 をした場合容 易に容易磁化 方向が変化す る。	Yes. Yes.

Imperfectional order が存在するとして、この ordering の原因として考
え易い磁歪と K_u との関係をしらべた。結果は組成 (40% Ni — 100% Ni) に対して
 K_u / λ 或は K_u / λ^2 が約一定になつた。

薄膜の異方性として最近報告されている rotatable anisotropy には NiO が原
因していると報告されているが、これは特殊な膜に現われるもので、本来の異方性として考
えるべきか否か疑問である。

2. ニッケル薄膜の誘導磁気異方性

物性研 近角聰信・富士通信 小林洋志

純金属でも磁場中蒸着が効くことは Williams と Sherwood によつて suggest
され、その後ニッケルについていろいろな人によつて $K_u \sim 10^{-3}$ erg/cc 程度が観測され
ている。この原因について、 Robinson は磁場中蒸着すると膜が磁歪によつて変形し、そ
のまま下地に固定されてしまう、という考え方で説明した (Bozorth's mechanism)
しかし、この考えが正しいとすると、別に観測が報告されている Ni 膜の rotatable
anisotropy は、常温でかなり大がかりな diffusion を仮定しなければ考えにくくな
る。そこで、 rotatable anisotropy が果して常に見られるか実験してみることにし、
今までの結果では、① rotate する膜としない膜がある、② する膜では K は field

dependence を生じ、磁場を強くすると K_u が減少する傾向がある、などが分つた。

セツションⅡ

3. 薄膜試料調整法

物性研 近角聰信

ここでは真空蒸着について詳しく論ずる。スイッチング用薄膜としては 17% Fe-Ni から出発して 19% Fe-Ni の膜を作るのが普通である。厚さは 1000 Å 前後、下地温度は 300°C ぐらに上げるとバラツキが少くなる。蒸着速度は真空度と関係し、森田氏の話のように、 P/R (P : 残留気体圧力, R : 蒸着速度) がよい尺度になるようである。 10^{-9} mmHg の高真空度の効用は最近は大部疑われているが $P/R > 10^{-6}$ mmS/A のような悪い条件でよい膜が得られないことは確かである。蒸着ビームが下地法線と角度をなすと、その効果で異方性が生ずるのでよくない。また、厚さを一様にするためプロペラのように回転する巾一定の板を蒸発源と下地の間に入れるところもある。加熱法はタンクステンファイラメント、誘導加熱法、電子衝撃法などの方法があるが、一長一短である。

話のあとで、下地ガラスの処理法について議論された。結論は、① 酸でよく洗うこと、② 手や綿などで mechanical にこする、または超音波洗浄をする、③ 蒸溜水の中で沸騰すること、④ 電子又はイオン衝撃をすること、⑤ 焰の中に入れるか真空中で加熱（場合によつては軟化点まで）すること、⑥ SiO₂ を予め蒸着すること、⑦ 清浄にしてからよごさぬように注意すること、などが重要であるとされた。

4. 電着パーマロイ薄膜の静的磁化特性

東北大電気通信研究所 上原康男、津屋昇

電着法により生成したパーマロイ薄膜には電着諸条件と磁性との関係および下地表面の roughness による影響、すなわち、i) 生成した膜の Ni の比率は、液の金属イオン濃度の増加、電着電流密度の減少、電着温度を高くすること、攪拌することによつて減少する。ii) 下地表面の研磨方向にそつて磁化容易軸が生ずる。iii) 下地表面を平滑にして H_c を小さくできる。

5. ニッケル蒸着膜の蒸着条件

水島宜彦

が銀ポンプによる超高真空 10^{-10} mmHg 中で、-195°C に保つた硬質ガラス下地に

純ニッケルを $10^3 \text{ A}/\text{s}$ 程度の速さで蒸着した膜は、その電気伝導特性より $10 \sim 15^\circ \text{A}$ 程度の膜厚まで一様連続なことがわかる。その後の超高真空中の熱処理による電気抵抗の恢復状態と、磁気抵抗効果とから imperfection の状態がわかる。このための歪力が抗磁力などの特性を規定している。

膜に酸素を接触させると、欠陥の多い膜では初期吸着により歪力および抗磁力が減少し、熱処理により欠陥のなくなった膜では初期吸着効果は少ない。酸化は格子欠陥が媒介して 150°C 以上でおこり、歪力と抗磁力は増加する。真空中蒸着によつても、ほぼ同様の効果がおこる。

再現性の範囲を実験的に仮定して、蒸着時真空中度と蒸着速度との関係を調べると、上記条件では、超高真空中蒸着膜と差があらわるのは $10^{-4} \sim 10^{-6} \text{ mmHg}$ (蒸発速度によつて異なる) 程度であつた。

6. Ni 蒸着膜の Curie 温度におよぼす残留ガスの影響

理研 森田信義

Ni 蒸着膜の Curie 温度に、蒸着中の真空中度および蒸着速度がいかに影響するかをしらべた。Curie 温度は蒸着膜の電気抵抗-温度曲線が折れ曲る温度から求めた。アルミナるつぼで Ni を高周波加熱して蒸発させ、 300°C に保つたガラス板上に厚さ $140\text{\AA} \sim 160\text{\AA}$ の薄膜を作つた、蒸着中の真空中度 $4 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-5} \text{ mmHg}$ 、蒸着速度 $0.6 \text{ A}/\text{s} \sim 11^\circ \text{A}/\text{s}$ に於て、真空中度の悪いほど、また蒸着速度の小さいほど Curie 温度は下る傾向が見られる。真空中度/蒸着速度が $10^{-6} \text{ mmHg} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ より大になると Curie 温度の低下がめだつてくる。真空中度/蒸着速度は蒸着中に下地をたたく残留ガス分子と下地に蒸着した Ni 原子数の比を表わす故、これが増大すると残留ガスの混入、蒸着膜の粒状化が促進されると考えられる。

7. 薄膜の磁化と試料作製条件

横浜国大 今野 宏

蒸着中真空中度 10^{-5} mmHg 、下地温度約 100°C で作つた Ni 膜の磁化は膜面内でも飽和にくい (30000°C 以下では飽和していない)。これは膜面に垂直方向に容易軸をもつ異方性が存在し、その効果によると考えた。その後、この異方性は蒸着時下地温度に依り大きく異なり、 200°C で蒸着した場合はほとんど無く、 100°C の場合は $10^5 \sim 10^6 \text{ erg/cm}^2$ 、室温蒸着ではさらに大きいという結果が得られた。これは膜内の構造が下地温度に依存する事

を示している。故に薄膜の実験では下地温度を十分に制御しなければならない。

2～3日間仮り焼きを行つた 10^{-5} mmHg の真空槽で蒸着 rate $1000\text{A}/10\text{日}$ 以上で作つた Ni 膜は磁化は bulk の値と変らず、同じ真空度でも 2～3 時間の仮り焼きで蒸着 rate $1000\text{A}/40\sim50\text{日}$ のものは、酸化の結果と思われる磁化の値の減少が明らかに見られた。

セツ シヨンⅢ

8. スイッチングの survey

広島大理 桑 原 改 造, 後 藤 道 太

薄膜のパルス磁界による磁化逆転の機構については不明な点も少くない。パルス磁界を横軸に、逆転時間の逆数を縦軸にとつた曲線の低速領域Ⅰは、パルスを加えた瞬間に起る可逆回転とそれにつづく磁壁移動と考えられる。Ⅰの曲線が上に凹であるのは、磁界に応じての磁壁数の増加と磁壁移動が起き、回転角度が増加することによると理解される。高速領域Ⅲは uniform rotation と考えられていたが、Dietrich の実験や H_K の同一膜内における dispersion から考え、スピニが平均の前後にはばらついて回転する incoherent rotation と考えるべきであろう。中間領域Ⅱは、spiral mode による nonuniform rotation と考えられていたが、 H_K のばらつきによる局所的な、しかも wall motion like な successive な rotation, Smith のいう labyrinth propagation 或はそれによく似た機構と考える方がよいと思われる。

9 強磁性薄膜の磁化回転

東北大学電気通信研究所 小野寺 大

$$E = 2K \left\{ \frac{\sin^2(\theta - \alpha)}{2} - h_s \cos \theta - h_{\perp} \sin \theta \right\}$$

の式を解析し、磁化の回転状態を 5 種に、履歴曲線の型を 7 種に大別しうる。種類決定の領域は $h_{\perp} - \alpha$ 平面上で表わしうる。この結果を利用した履歴曲線の理論的変化と、実際の薄膜の特性との対応はあまりよくない。これは薄膜の磁壁移動及び膜面の不均一、特にその周辺部の影響と考え、新たに薄の一部のみを磁化反転しうる観測装置を作つた。本装置の出力は不均一磁場による磁化回転の効果を示すが、この結果と Landau-Lifshitz の式の計算結果と

の対応はかなりよい。また本装置に横磁場として均一磁場を用いれば $h_{\perp} = \pm \frac{\sin 2\alpha}{2}$ の曲線に相当したものを得られ、理論とよく一致する。この方法で H_K を土 0.010e の精度で測定しうる。

1.0. 電着ペーマロイ薄膜のスイッチング特性

東北大学電気通信研究所 上原康男, 笠原征夫

電着法による薄膜がどの程度速い switching time を持つか、あまり明らかにされていない。そこで $6\text{ }\mu\text{s}$ ならびに $1\text{ }\mu\text{s}$ の立上りの駆動パルスを使用して、電着ペーマロイ薄膜について観測し、その結果を報告した。 i) 電着膜でも、明瞭な磁化回転による switching を観測することが可能である。 ii) 電着膜でも十分速い switching を行うことが可能である。

1.1. 磁性薄膜の Nanosecond Switching

東洋通信機 KK 齊賀正信

サンプリングオッショロと立上り $5\sim 7\text{ ns}$ のパルスジェネレーターを使用して $300\text{ A}\sim 6000\text{ A}$ の膜厚のペーマロイ ($80\sim 20$) 蒸着膜について switching time 及び出力を測定した。 0.50 e の横磁場と reset 磁場をかけ、 H_K さえ大きくなれば $7\sim 10\text{ ns}$ の switching time で、出力は大体膜厚に対し liner に増大した。

セッションIV

1.2. 薄膜の磁区構造

横浜国大 権藤靖夫

Bitter 法で単結晶膜と多結晶膜の磁区图形を比較観察した結果について述べた。蒸着膜は、単磁区構造をとる微結晶の集合体であり、そのため薄膜の磁区内では平均としては磁化がそろつているが、局部的な分散がある。この効果は薄膜が Cross tie 磁壁や変つた磁区構造を形成することに本質的な関連があるとみなければならない。結晶粒間の静磁気的相互作用の簡単なモデルをとり、磁化容易方向の分散を求めることができる。磁区图形の観察からこの分散を求める方法を紹介した。

1.3. 強磁性薄膜の磁区模様の電子顕微鏡的観察

早大理工 市ノ川竹男

Carbon または Colloision 上に磁場中蒸着した強磁性薄膜について電子顕微鏡的に観察

区構造を、またその磁場変化、温度変化を観察して次のことを結論できた。i) 一軸異方性は膜内で細かく分散していて、磁化の過程に重要な役割をなしている。これがswitchingに及ぼす影響を考察した。ii) 78% Permalloyでは400°C附近の転移、およびCurie点に於ける磁区を観測し、Curie点は300~4000Aでbulkと等しい。また写真からM_S-T曲線が求められた。さらにこの種の実験の光学系を論じ、高分解能で結晶の不完全性と磁壁の相互作用を観察できる可能性を示した。

14. Kerr効果及びFaraday効果による磁性の測定

早大理応物 和田伸彦

Kerr及びFaraday効果を利用して磁区を見る方法は、特に薄膜の研究に適している。筆者が数年試みた結果、その実験法について述べた。また、光線を試料の局所に当て、その部分の磁性の変化を光電管で測定する方法は、薄膜の反転機構の研究に有力な手段になると考え、研究中である。

15. Bitter法による磁区模様の観察

電電公社通研 五味勇二

磁性薄膜の磁区模様が金属の種類、厚さ、および蒸着条件によって差異があるかを調べた。この結果、同一金属でも薄くなるにつれて磁壁はBloch型、cross-tie, Néel型と変っていた。変る厚さの境界は、金属によつて異なるが、Coではそれぞれ1000A, 150Aであった。蒸着時下地温度が高いと、同じ厚さでも現れる磁壁の型は薄いときに見られるものに変つた。また僅かな庇によつて、その附近の磁化容易方向は局部的に乱され、下地の表面状態が極めて重要であることがわかつた。

16. 電着膜の磁区構造

東北大学電気通信研究所

津屋昇、海沼清三、上原康男

電着膜のdomain patternに関する報告が全く発表されていないので、蒸着膜のものと比較検討するためにpatternを観察した。試料は研磨した銅板を下地とし、86Ni-14Fe混合液を用い、75mA/cm²で電着したバーマロイ膜をさらに電解研磨した膜厚約2000Aのものである。研磨方向の交流磁場で消磁するとpatternがはつきりと現われる。磁壁は研磨方向と大体垂直であり、その間隔は場合により違うが5~10μである。

セツションV

17. 薄膜の強磁性共鳴

都立大理 能勢 宏

強磁性共鳴は近代物性論にとつて有用な研究法の一つであるが、薄膜に応用しても M_S の膜厚依存、磁場中蒸着効果、膜面内 stress、半値巾と逆転時間との緩和現象の関連、等の重要な諸問題が研究されている。特筆すべきはスピン波共鳴である¹⁾。交換結合係数 A 従つて交換積分 J の値が任意温度において測定可能だからである。筆者の例を上げると²⁾、合金膜の A の成分依存性について、Ni の $A = 0.75 \times 10^{-6} \text{ erg/cm}$ より 22% Cu-Ni では約 $\frac{1}{6}$ に、35% Pd-Ni では約 $\frac{3}{5}$ に単調に減少するが、J の値に直すと Ni の $J = 9.4 \times 10^{-14} \text{ erg}$ に対し成分によらずに一定となつた。また Cu-Ni 系で温度変化を調べると、Curie 点直下までスピン波共鳴の観測が可能で、J の値はやはり一定であつた。この種の研究の発展が望まれる。

- 1) 日物誌 16 (1961) 532, 2) J.Phys.Soc.Japan 16 (1961) 247, 5.

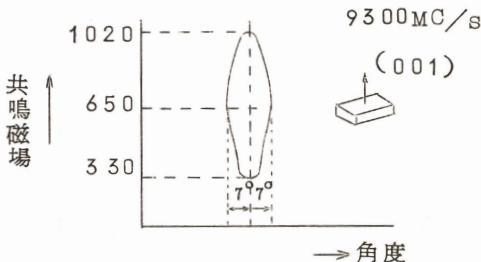
18. 薄膜の強磁性共鳴

横浜国立大 宇佐美 誠 二 大助

(1) 蒸着時の下地温度の影響
常温で蒸着した薄膜と 300°C に下地温度を保つて蒸着したものとで、強磁性共鳴を較べてみると求められる M_S の値に差が見られる。 18Fe-Ni の $300\text{A} \sim 400\text{A}$ について測定した結果、厚い側は両者共パルクと同じ値をとるが 1000A 以下では常温蒸着膜のみかけの M_S が約 20% 減少する。 $(300^\circ\text{C}$ 下地のものはほぼ一定)。この原因を歪に依ると考えるのは困難で膜の島状構造があると考え、反磁場が平板とした値からずれるとすれば説明出来そうである。

(2) 鉄単結晶薄膜の共鳴実験

400°C に保つた MgO 単結晶板に蒸着した鉄の 600A 膜に対して共鳴を調べた。この膜では普通にみられる共鳴と、それより低い磁場でもう一つの共鳴があらわれる。両者は $[110]$ を中心前後対称で 7° ほど回つたところで合致し消滅する。



19. Ni 単結晶薄膜の強磁性共鳴吸収

東大物性研 栗山昌郎

我々は J. Phys. Soc. Japan 16 701 (1961) に Ni 単結晶薄膜の平行磁場及び垂直磁場の二通りの共鳴吸収の測定から、独立に飽和磁化、異方性定数、 g -値を求めたことを報告した。異方性による吸収線の移動が 4θ の形であることも示した。薄膜の磁化は bulk の $60\sim70\%$ の強さで、殆んど厚さによる変化を認めず、異方性常数は bulk の値より相当大きい所まで変りうる。 g -値は bulk のとは変わらないという結果であつた。磁化の強さの減少を膜の内の tensile stress として説明した。しかし Phoenix 会議 (NOV. '61) で IBM の Pomerantz, Freedman 及び Suit は、磁化の減少は膜を作る粒子の反磁場のためであるとして説明している。なお彼等は 10^{-10} mmHg の高真空であつた（我々は 3.10^{-6} mmHg）。

「超伝導および超流動における新らしい問題」研究会 阿部龍藏

超伝導、超流動に関する最近の発展にはめざましいものがある。磁束量子化の実験、トンネル効果の発見等は超伝導の本質と関連した、原理的に重要なものであるし、超伝導マグネットは強磁场発生の有力な方法として注目をあびている。一方、液体 He^4 における vortex line, 中性子回折, イオン運動等は超流動性の微視的な問題として、大きな興味がもたれて

いる。さらに液体 Hg^3 に目を転ずれば、ここでは極低温における超流動の可能性、ゼロ音波の検出というような実験家の野心をそそる重要な課題がふくまれている。

このような豊富な話題を背景にしてこの研究会は2月5日～7日におこなわれた。歴史的にいえば、過去、数回にわたつてひらかれた「ダイナミカルな多体問題」「固体内の輸送現象」等の研究会を継ぐものであるが、今回はシャープな問題として超伝導、超流動の二つがえらばれた。1月16日～18日に京大基研でおなじような趣旨の研究会があつたが、物性研での研究会はこれと有機的な関連をもち、互いに相補的になるよう努めたつもりである。とくに実験の専門家にも参加を願つて、実験家、理論家相互の交流をはからう、というのも世話人のねらいであつた。今回は、今までの問題を整理しこれからの発展に期待するという点に主眼がおかれて、予稿集もたんなる研究発表だけでなく最近のデータを集めた総合報告の形式にするよう努めた。以下研究会の経過につき簡単な紹介をおこなうが、詳細は予稿集を参照していただきたい。

第1日は主として超伝導が話題にのぼつた。まず横田(京大理)は、圧力をかけると超伝導体の性質がかわる現象、すなわち圧力効果を説明した。これによつてデバイ温度と超伝導性との関係が実験的に考察されるので、P.bやHgにおけるBCS理論からのずれが検討されるであろう。しかし、そのためには少くとも 10^5 気圧以上の圧力が必要で、音速の測定(100万分の1の精度で測定可能)の方が実験しやすいだろうとの注意があつた。高圧下でB1が超伝導になることは、バンド構造の問題とも関係するという点で、理論家への挑戦ではなかろうか。恒藤(京大基研)は最近発見されたトンネル効果について明解な説明をあたえ、これに対するBarddeen理論の詳細な紹介をおこなつた。今まで赤外線吸収等を使っておこなわれたエネルギー、ギャップの測定が、この効果によつて非常に簡単にできるようになったのは一大進歩といつても過言ではなかろう。とくにこれから課題として、ギャップの温度、磁場依存性、状態密度の測定、薄膜の研究等が強調された。また準粒子の衝突時間を直接、測定せんとする、P.M. Ginsbergの試みが紹介された。菅原(物性研)は最近めざましい進歩をとげた超伝導マグネットについて簡単な報告をした後、理論家に対し次のような宿題を提出した。臨界磁場 H_c とdislocationとの間には、いかなる相関があるか?もしいう機構が明らかになれば、 H_c の大きな超伝導体が作られる可能性がある。この問題には強磁場発生という実用上、重要な課題がふくまれているので、理論家も関心をもたれんことを期待したい。また大串(東北大通研)はトンネル効果を電子工学者の立場から論じた。A1-A12C

-- Pb, Sn-SnO₂-Pb 等の 'トンネルトロン' に関する紹介があり、その実用性が指摘された。これらの特性曲線は Esaki diode に似た性質をもつてゐるので、トンネルトロンは 2 安定素子として電子計算機の小型化に利用できる、という報告があつた。渋谷(九大理)からこの効果はコロンブスの卵であつた、との述懐があり、エネルギー、ギャップの異方性、不純物がある場合のギャップの振舞い等について、実験の可能性が述べられた。近藤(物性研)は遷移金属の超伝導に関する総合報告をおこない、次のような特徴について説明した。
① 同位元素効果がない。(現在までに Ru, Os, Nb, Sn が研究されている。)
② Knight shift が T_c 以下でもかわらない。
③ T_c と電子比熱、スピニ常磁性の振舞いとの間には強い相関がある。
④ 不純物を入れた場合、T_c の振舞いはその磁気能率の有無によつて違う。
⑤ 希土類元素との合金を作ると超伝導になつたり強磁性になつたりする。これらは果して BCS 理論で理解できるかどうか、興味ある問題である。また超伝導と強磁性との関係は強磁性の本質とも関連し、多数の理論家の興味をひくことと思われる。最後に恒藤は Morel, Anderson のプレ、プリントについて報告した。BCS 理論では N(0)V という量がたんなるパラメーターとして導入されるが、この論文ではそれが体系のどんな量でかきあらわされるかが研究されている。彼らは短波長のフォノン励起が重要であることを強調し、まず Einstein 模型で計算をおこない、さらにクーロン相互作用を考慮し、また Einstein 模型でそのフォノンの分布函数を少しづやかせて計算を進めている。この理論のよい点は、BCS であらわれた N(0)V にはつきりした意味がつけられその数値も実験と割合よく合うこと、および BCS では不明瞭だつたいわゆる cut-off の問題に一応の解決がついたことである。一方、悪い点は同位元素効果が 1/2 法則からずれること、凡ての金属が超伝導になることがある。後者の点については、例えば Na, Cu 等では T_c ~ 10⁻³ K のオーダーで、したがつて僅かな残存磁场で超伝導がこわれ実験では観測できないだろう、という逃げ口上が準備されている。いずれにせよ、「スーパーはもう終つた」というような安易な満足感におちいらす、あくまで問題を追求して行く彼等のファイトには敬服の念を感じる。

第 2 日は超流動について論ぜられた。まず松田(京大理)は He フィルムについての総合報告をおこなつた。詳細は予稿集に述べられているのでここでは割愛するが、1 K 以下の実験データはまだないとのことで、実験家の奮起が望まれるところである。川崎(京大基研)は後述の森の方法から導かれる減衰係数の表式に基づき、液体 He⁴ 内における第一、第二音波の吸収について述べた。高温 ($\Omega\tau \ll 1$) のときには Khalatnikov の結果が導かれること

を示し、また低温の場合 ($\Omega\tau \gg 1$) を論じて実験結果と対比した。しかし、 $\Omega\tau \approx 1$ のときは計算が面倒とのことで、この問題に関連して絶縁体内の音波の吸収について簡単な紹介があつた。また阿部(物性研)は液体 H_e^4 内のイオン運動についてのべ、サイクロotron 共鳴の可能性を論じた。もしこれが観測されればイオンの有効質量が分りその構造に対するなんらかの手懸りがえられるであろう。ついで話題は Landau の Fermi 流体理論に移り、まず田中(東大理)は液体 H_e^3 の最近の実験データを紹介し、Landau 理論が $T \lesssim 0.04 K$ で正しいことを説明した。またこの理論から導かれるいわゆるゼロ音波についてのべ、その検出法を論じた。とくに中性子回折は、 H_e^3 原子核による捕獲あるいは(n, p)反応の断面積が非常に大きいため、使えないだろうとの注意があつた。渡部(物性研)はおなじ問題に Mossbauer 効果を利用することを論じた。 γ 線の非弾性散乱の断面積が Green 函数であらわされ、それが Landau の運動論的な方程式によつて計算された。この方法では、どんな型のダイヤグラムを加えたか、というような点をあまり神経質に考える必要がない。結果は Abrikosov 等が Rayleigh 散乱のとき求めたものと本質的におなじであるが、 T_m^{169} からの 8 kev の γ 線に対し具体的な計算結果がのべられた。ゼロ音波による散乱以外に個別励起によるもの、コンプトン散乱、光電効果等についても論ぜられ、Mossbauer 効果の有効性が強調された。問題は cryostat 等をいかに設計すべきかであるが、それは実験家にあたえられた課題であろう。日本では低温の基礎実験には全く人気がないが、アメリカではこの種の実験が進行中とのことである。最後に森(京大基研)は相関函数の方法についてのべた。Mossbauer 効果、中性子回折等に対する散乱断面積は相関函数でかきあらわれるのでこの研究は理論的に重要である。密度の Fourier 成分 n_q 、およびその時間微分 \dot{n}_q からつくられる相関函数が考察され第一音波について論ぜられた。また川崎の用いた減衰係数の表式が導かれた。さらにエネルギー密度の Fourier 成分 H_q と \dot{H}_q を含めた場合には第二音波が導かれる可能性があるとのべられた。しかし、ボルツマン、ガスでも第二音波があらわれることはこの方法の難点であり、今後に残された課題であろう。

第3日は再び超伝導にもどり、田沼(物性研)が V-Ga 系の超伝導性に関する Wernick et al. の研究を紹介した。今のところ、この合金は最大の H_c をもつており、 $V_x Ga$ で $x = 1.95, 2.46, 2.61, 2.95, 3.34$ に対する H_c-T_c 曲線の説明があつた。とくに $V_{2.95} Ga$ では linear extrapolation の結果、 $H_0 = 760 KG$ になることが示された。parabolic law を使えばこの数値は少し小さくなるが、いずれにせ

よ，この合金によつて500K位の強磁場が発生できるものと思われる。また熱処理と超伝導との関係が指摘され，ここでも再びdislocationと超伝導との相関の理論的考察が要望された。以上でプログラムの学問的な日程は終り，この後，研究会の今後の計画について議論がかわされた。出席人員を減らして，特定のテーマに集中する'molecule'型の方が能率が上のではないか，という意見も出された。しかし，一応，2回目を近い将来に開くこととなり，出席者一同の承認をえて，碓井，恒藤の両氏が次の世話人としてえらばれた。また，研究会の形式，時期等は世話人に一任することとなつた。参考までに，基研，物性研の研究会を通じて提出された宿題を列記すると，

- 超伝導体における永久電流の問題，
- 超伝導と強磁性との関係(s-d相互作用の考慮)，
- PbやHgがなぜBDSからずれるか，
- 遷移金属における超伝導(同位元素効果等，もつと実験データが欲しい)，
- dislocationと超伝導との関係，
- H_e^4 内における渦運動の量子化(液体 H_e^3 でも同じような現象があるか)，
- 超流動の流体力学的方程式を微視的に導出すること，
- 液体 H_e 内におけるプラズマ振動の問題，
- 液体 H_e の超流動，ゼヌ音波の実験的検出

等であろう。勿論，これ以外にいろいろ問題があると思うが，それは2回目の研究会で討議されるものと期待している。

この研究会は基研でのものからあまり日を経ずしておこなわれたため，やや二番煎じの気味がありプログラムもいささか散漫になつてしまつた。出席予定者の欠席のため止むなく急に講演を依頼した方々もあり，大部，御迷惑をかけたものと思う。紙面をかりておわびの意を表したい。また，予稿集の作製には何人かの方々の協力を願いした。ここにあつく感謝したいと思う。なお，予稿集には若干，残部があるので，必要の場合は物性研の阿部あて，御連絡いただきたい。最後にこの研究会の世話人は阿部，伊豆山であつたことを記して筆をおく。

「固体内の輸送現象」研究会

(東中出) 基礎部 三雄

(大瀬尾三) 研究会

上記テーマについての研究会は2月8～10日にひらかれた。最初にこの研究会成立までのいきさつについてふれておきたい。この研究会は、一応形式上は昨年度の「ダイナミックな多体問題」研究会と今年度前半に行われた「固体内の輸送現象の基礎理論と実験」研究会のあとを受けついだものであるが、実際は世話を人が我々若手に移り、会の形式、内容、進め方等若干動きが変わったものと思われる。裏話になり恐縮だが、ともとこの研究会は我々が積極的にやろうと世話を買って出たのではなく、昨年9月に前記研究会の反省とか云うことで東京在住の大先生方が集つて、輸送現象の将来の問題等について話し合うという趣旨の会が開かれた際、その席上で、僅かばかりの有益なお話を聞かされたあとで、降つてわいた災難だつたわけである。しかし、大先生方がどう思われて押しつけられたかは別として、丁度我々としても最近のこの種の研究会が良かれ悪しかれ形式もメンバーも固定しがちであり下手をするとマネリズムに落ち入るのではないかと思っていたし、又若手がのびのびと議論出来るような研究会が一つ位あつてもよかろうと思ったこともあるつて、この際いつそ城を開け渡し願おうかと積極的に引受けたことにしたのである。具体的な新しい試みとしては、メンバーを半意識的に若手中心にしたこと、reporter の話をもとにした議論の中から大小の問題を見つけ出しそれを宿題とする宿題方式をとつたこと、自由討論や宿題検討の時間を多くとつたこと、会の進行に学会的な座長をおかないでもつと積極的な議論のもり上げ役とまとめ役の義務を負わされた司会者をおいたこと、等である。今回は最初の試みでもあるので、将来の発展のための勉強会ということにして、この会での議論をもとに出来ればグループ研究の方向に持つて行こうというのが最初の目標であつた。

具体的にとりあげたテーマは次の様なものである。

(I) 固体バンド構造の決定方法

(a) 超音波吸収(報告者: 長岡洋介)

(b) サイクロotron共鳴(鈴木英雄)

(c) Kohn 効果(三宅哲)

(d) ポジトロン消滅(渡部三雄)

(II) 輸送現象に対する相関効果

(a) 総合的現状分析(伊豆山 健夫)

(b) フエルミ流体理論の基礎づけ(田中 実)

同理論の応用(三沢 節夫)

(c) プラズマ振動に関する問題(松平 升)

(III) 新しい問題提起

(a) 磁性と輸送現象(近藤 淳・三輪 浩)

(b) 非線型現象(中嶋 貞雄)

(c) 輸送現象とバンド理論の基礎(中嶋 貞雄)

各報告のくわしい内容については、報告者の方達からかなり力作のレポートをいたゞいているので、詳細はそちらにゆずり(物性論研究投稿予定)、こゝでは簡単な経過報告にとどめるところとする。

第一日は主に(I)の話題がとり上げられた。まず長岡は超音波吸収の理論をくわしく紹介し実験との比較について述べた。この方法の利点は外から変えることの出来るものが外部磁場だけでなく、音波の波数ベクトル及び偏りの方向があるので、異方性についてくわしい知識が得られる点だが、一方得られる情報があまり多すぎて、Cu や Au の様に de Haas-van Alphen 効果等の知識が既に得られているものは良いが、そうでないものでは解析がかえつて困難になることが指摘された。更に本質的な問題として、電子と音波の相互作用の強さがフエルミ面上の位置によつて違うとすると更に実験の解析は困難になるが、一方、現在説明されない Cu で磁場と音波のかたよりが平行な場合に観測されている振動はこのことで説明出来るかも知れないことが議論された。鈴木はまず金属と半導体の場合のサイクロトロン共鳴の相違について述べ、特に金属の場合について理論の現状と問題点を議論した。境界条件の問題、空間電荷の影響、低温での緩和時間の問題(量子効果)等があげられた。最後に今後の課題として薄膜の共鳴理論を作ること、及びサイクロトロン共鳴を強磁性金属に応用することがあげられた。

三宅は、金属中の格子振動数等が伝導電子の偏極の影響で、フエルミ面の直径に対応する波数で勾配が無限大になるような異常性があることを示した Kohn の論文を紹介し、中性子回折による鉛の格子振動数の測定にこのような効果が見出されていることを説明した。又、希土類金属のスピノ波の場合には、かなりこの異常が大きいことが理論的に示されているが、このことから、d-電子の場合にこの Kohn 効果の有無が s-d モデルのチェックになるであろ

うことを提案している。(研究会では議論されなかつた。) Mössbauer効果を利用する可能性についても検討する必要があろう(万成はフォノン放出を含むγ線の非弾性散乱によりKohn効果をとらえることを簡単に議論し、この異常をとらえる分解能は十分であること、この種の散乱でフォノンのすべての波長領域がカバー出来ること等を示したが(研究会後の私信),問題は光電効果,コンプトン散乱などのbackgroundに比べて,このプロセスのcross sectionがどの位になるかであろう。) 渡部はポジトロン消滅を伝導電子の運動量分布決定に利用する方法についての最近の実験及び理論を紹介した。この方法の特長は分布の表面だけでなく中の方までわかることがある。Na等についての実験結果は自由電子のフェルミ分布に非常に近い分布を与えていたが、この理論的な説明はまだ明らかでないことを指摘した。中嶋はポジトロンと消えるものは、相互作用の衣の中の裸の電子であることから実験結果が説明出来るのではないかと注意した。柳川はこの問題にグリーン函数法を用いてこれまでの理論を拡張する試みを紹介した。又、同じ方法でポジトロニウムについて議論出来るこことを述べた。(I)のテーマについては、この他第2日午前の討論時間にいくつかの提案があつた。まずtunnelingを利用することが出来ないかが阿部、三宅により提案された。又、三輪は、希土類金属の場合に、f-電子スピinnのscrew配列によりs-電子に対する周期的ポテンシャルが出来、そのためs電子バンドにギャップが出来ることを利用してFermi面についての何らかの知識が得られるのではないかという意見を述べた。

テーマ(I)の中、(c)の話題について第1日午後と第2日午前にわたつて、松平がくわしい解説をおこなつた。まず、bulkの場合に、電子ガスでの分散関係及び減衰への高次のクーロン相関の効果、フォノン・不純物等の効果、及び周期場を考えた場合の問題(バンド間遷移の影響)等を議論した。Agの場合 $w_p \approx 9 \text{ ev}$ だが実験では 3.7 ev に出ていた。その他、薄膜及び微粒子での問題、radiationとプラズマ振動との相互転換等が議論された。薄膜に高速電子をあてて、radiationが出る場合、プラズマ振動によるradiationか、いわゆるtransition radiationかは色々議論がありまだ明らかにされていない。田中は、フェルミ流体理論の基礎づけに関する最近のLuttinger等の論文を紹介した。彼等は、Landauが絶対零度の場合に行つた基礎づけの方針をそのまま温度グリーン函数に拡張し、一般にフェルミ流体理論の特性量(相關函数)fが二体グリーン函数の積分方程式に現れる散乱部分(4ヴァーテックスパート) Γ と関係していることを示し、零音波、有効質量、圧縮率等の式を基礎づけた。又、運動論的方程式についても、温度グリーン函数の解析接続の方法を

用いて、電気伝導度に対する場合の基礎づけを与えたが衝突項がきく熱伝導度、粘性率等にはふれられていない。クーロン相互作用の場合も論じられているが、この場合には長距離相関の取扱いに疑問が残されていると思われると述べた。いずれにしても、この仕事や、その他最近のいくつかの仕事により、Landau の一見神秘的とさえ云われる半現象論も、厳密に多体系の第一原理から基礎づけられることが示され、改めて Landau の偉さが認識される。この理論の応用については、三沢が、Silin によって提案された考えに沿つて複素電導率を計算し、種々の実験結果を前述の f の球函数展開の係数 A_n を用いて整理する試みを示し、現象による相関効果のきよ方の違いを示した。例えばプラズマ振動数の分散項 (A_0, A_1, A_2 を含む) と比熱 (A_1)、圧縮率 (A_0, A_1) のデータより、 A_0, A_1, A_2 までがきまること、極端異常表皮効果には全く相関効果がきかないこと、長波長 ($w_c \gg kv_0$) のときのサイクロトロン共鳴周波数からきまる質量は裸の質量であること、短波長のときは A_{2n} が全てきくやう複雑な質量になること、等を示した。しかし、この結論は周期場を全然考えない時の話で、周期場の影響がどうなるかは残された問題である。（第3日の中嶋の講演参照）。又、ボルツマン流体（古典プラズマ）への適用、de Haas-van Alphen 効果、磁気音響効果、電流磁気効果等への応用、特に衝突項できまる様な現象（熱伝導、粘性等）の議論等が残された問題としてあげられた。伊豆山はフェルミ流体力論の相関函数が back flow を記述するものであることを、Hartree-Fock 近似を例として解説し、back flow は集団運動とは必然的には結びついたものではないことなどを強調した。又、準粒子をひとつかけようとする電場が空間的に変動している場合、それが一様と見なせる空間的距離 δ が back flow の無視出来ない領域 (Correlation hole の数十倍位) にくらべ十分大きければ共鳴吸収の周波数は準粒子の描像で記述されるものではなく、むしろ core electron のものになるが、 δ が correlation hole と同程度になると、共鳴吸収は準粒子の描像で (back flow を無視して) 記述されること、従つて電子ガス模型では、サイクロトロン共鳴吸収に現れる質量と、 A_{2n} に現れるもの、超音波吸収にかかるもの等は同じであるかも知れないことを指摘した。又、強磁场を加えた場合の準粒子の質量変化を Bohm-Pines 法により計算し、相関函数の磁場による変化は $(w_c/w_p)^2$ であることを示した。

第3日午前はまず前日の問題についての自由討論からはじつた。短波長での有効質量は何かの問題がむし返されたりしたが、結論は得られなかつた。続いて(Ⅲ)の話題について、まず、

江藤は異常ホール効果の計算の場合、ナイープなボルツマン方程式の衝突項が間違つた結果に導くことも指摘した。これに対しては中嶋から、不純物散乱のような場合には量子力学演習をきちんとやればナイープなボルツマン方程式の衝突項にはならないというコメントがあつた。又、三輪は希土類金属の磁性に関連して交換積分Jの符号をNernst効果からきめる問題、残留抵抗が大きいのは何故かなど、いくつかの問題点を示した。最後に、(b)及び(c)の話題について、中嶋から現状と残された問題点、新しい見方などについての有益な種々の示唆が与えられた。非線型現象については、(1) 例えばhot electronの問題ではボルツマン方程式のdrift termを非線型のまゝ取扱えばよいこと、衝突項の適用限界には注意が必要であること、電子・電子相互作用は残された重要な問題であること、(2) ボルツマン方程式では扱えない場合、たとえば不純物伝導の場合には、 $f_{nm} = \text{Tr}(\rho(t)^* a_n^* a_m)$ (a_n^* , a_m はn-site, m-siteの生成消滅算子)に対してkinetic eq.を立てれば、ボルツマン方程式と同様に取扱えるが、non-ohmicの問題では原理的なことよりむしろ個々の場合のenergy dissipationの機構が問題になること、(3) 高温プラズマの異常拡散現象に現われる乱流によるゆらぎの影響のようなsemi-macroscopicな不可逆過程は、新しい興味ある問題であること、(4)Laserによつて生ずる高周波強電場における非線型現象の問題は全く手がつけられないこと、(5) 久保理論を非線型の場合に適用するのに展開の形を使つたのでは高次の相關函数をしらべてまとめなおすようなことが必要になるだろうが、それでは非線型の本質を押さえられるかどうかわからないこと、等が述べられた。バンド理論の基礎については、(1) 金属の伝導電子はフェルミ流体と見なせること、(2) 従つてバンド理論の基礎ということが、何故一体近似がよいかという問であれば、答は伝導電子がフェルミ流体であるからと云えばよいこと、(3) バンドの計算とはself-energy partの計算にほかならないこと、(4) (II, b)の三沢の試みを拡張して、バンドをどうきめたかなどは問題にしないので電子間相關効果の種々の現象へのきゝ方、その相互関係等を整理することが必要ではないか、などが議論された。これらの問題は残された大きな宿題であろう。

以上が研究会の経過のあらましだが、世話人が不慣れだつたこともあり、会の計画、内容、運営の仕方等に関して多くの批判があることと思われるが、会全体を通じて、終始活潑な議論がなされたし、又、多少なりとも世話人が最初意図した新しい味が出せたことは、報告を担当された方々をはじめ参加された諸兄のお蔭とこの機会に感謝しておきたい。更に、前にも述べた様に、この会での議論がもとになり新しい研究グループが出来、新しい理論が続々と生まれ

るとなれば素晴らしいのだがと希望を述べ、ちりぢりになつた方々へ追い討ちをかけておこう。

尙、来年度の方針としては、前半はもつとテーマをしづつた研究会をいくつか開き、出来れば比較的小人数のグループ研究を進め、後半に全体と一緒にしたまとめの研究会を開こうということになつた。研究グループとしては、フェルミ流体理論と固体プラズマの二つが現在名のりをあげている。特にフェルミ流体理論グループは中嶋先生を中心として、三沢、田中等が参加して既に活潑に動きはじめようとしていることをつけ加えておく。

世話人は三宅、渡部の両名であつた。

物性研ニユース

人 事

極低温部門

教 授 田 沼 静 一 氏 (東北大金研助教授)

(37. 1. 1) 宜昌市实验小学

サ　　ロ　　ン

○ 物性研の二頭の鹿

物性研 川 村 肇

物性研究所は設立のはじめから二つの大きい使命を負わされていたと云われております。その一つは云うまでもなく全国の物性物理学者に共同利用の場と便宜とを提供すること、二つには日本の物性物理学、とくにその実験的研究にピークを出すことにあります。日本の物性研究の量はたしかに圧倒的ですが、質がいかにも低いと云われております。この理由が研究施設と研究費のばかばかしい貧困さにあることは明らかであります。どうせ何を考えてもその試みを実現する見込はなく、失敗すれば取かえしがつかないとすれば、せめて外国のまねを一けたスケールを小さくしてお茶をにごすことになり、研究者の創造力は段々にしなびて行きます。こうなれば理論家のはうでも専ら外国産のデータを解釈することに興味かうつるのは当然で、その理論も研究を指導し、その行手を照らすものではなく、単なる解釈の学に堕して行きます。このような状態を打ち破るための突破口としての使命が物性研に課せられたのでありました。そしてここにモデルケースとして高められた研究の質と施設の量とは全国の大学、研究所に抜けられて行かねばなりません。

しかしこの二つの使命は一見矛盾する面が多いように見えます。研究のピークを出すことに施設とスタッフのエネルギーとが指向すれば、どうしても共同利用へのサービスがおろそかになるでしょう。しかし共同利用と云うことをサービスと云う言葉に結びついたような低い次元のものと解釈することには問題があるのではないかでしょうか。しかしこの点についてはすでに色々の議論がなされております。進んだ着想の実現の場としての利用や、個々の学部や研究所で持つには一寸大げさすぎるものを設備するとか、色々と考えられておりますが、本質的には物性研が充分高い研究のレベルを持つてはじめて本当の共同利用が行えるのではないでしょうか。しかしそれだからと云つてこの矛盾は容易に解消してしまうものではなく、色々の面に露呈して来ます。例えばこのような研究所で post graduate の学生の教育の便宜をはかると云つたような場合に某共同利用研究所の如く、共同利用の面だけを強調して、否定的態度をとると云う安易な道をとれば別ですが、真剣に考えれば矛盾は残ります。しかしこの矛盾はむしろ研究所発展のためのモメントとして前向きに利用するのが正しい態度ではないでしょうか。

○ 物性研と物性研究の将来計画

阪大理 金森 順次郎

「物性研だより」第5号に小野さんが書かれたように、大阪大学の物性研究者数人が作つた案が、現在物性小委員会で論議されている物性研究の将来計画の一つの基礎になつてゐる。此の大阪案は（要旨は物性論研究 1961年12月号に掲載されている。），一口に云へば、大院をもつ大学の物理学教室が物性研究者にとつて最も研究の行い易い状態になる為にはどのような改善をなすべきかという事を中心にしたものである。又将来計画の基本方針としては、当面各大学の学部の物性関係の設備及び人員の充実に力を注ぐべきで、第二物性研のような研究所の新設は好ましくないという立場をとつてゐる。此の案では現在の物性研については何もふれていないが、これは我々の意見としては、予算面とくに経常費の増額については、大阪案はほとんどそのまゝ物性研に適用できると考えた事もあり、又物性研の将来計画は物性研の人々によつて作られるべきだと考えたからであつた。しかし小野さんも指摘されたように、物性研を除外した物性の将来計画というものは、考えられない事である。以下で将来計画で物性研の果すべき役割について、個人的な考え方を書かせて載く。

物性研が計画されたとき、その創設の意義の一つとして、我国に物性研究のピークを作るという事が主張されたと記憶している。これはいわゆるモデル学校とかモデル工場とかを作つて、全体の水準の向上をはかるという考え方と共通した点があると思う。大阪案が実現したとして、各大学の物性研究の設備や規模がこれから5年位の間に大巾に増強されたとしても、それがただちに研究の水準が上つた事にはならない。立派な建物が出来て、そしてパーキンソンの法則に従つて沈滞して行つたのでは、税金を払う国民に申し訳ない事になる。物性研の方は丁度この各大学の建設期に研究の発展期に入つてゐるわけで、物性の各部門について、すぐれたスタッフと設備をそなえて総合研究を行えば、どれだけの成果が上るかを示す歴史的使命を物性研がになつていると考えられる。

物性研を作るときのもう一つの目的は、共同利用であつた。共同利用といえばアメリカの洗濯屋のように電気洗濯機をたくさんそなえてお客様のくるのをまつという事を考え勝ちであつた

が、それが物性研に要求される共同利用の形でない事は、「物性研だより」第5号で伊藤さんが指摘されている。将来計画で重要なのは、物性研が研究者の交流、共同研究の推進に果す役割である。大阪案が実現された場合、各大学には物性研の部門と共に講座が多く設けられるであろうし、又予算面で研究の交流に使える金が増加するが、仏作つて魂入れずという結果にならない為には、これから物性研のあり方がモデルケースとなる。流動研究員のポストが増加する事も当然の成り行きであるが、これが有意義に活用されるかどうかは物性研にまつ所大きい。物性研が、研究組織に新しいあり方を示すことが最も効果的な共同利用ではなかろうか。

以上のように考えると、大阪案が実際に物性研究の発展に役立つかどうかという問題に物性研が大きい役割をになつてはいる事になる。小野さんが指摘されたように大阪案が実現されば計画終了後形式的には現在の物性研は特色が失われる事になるかも知れないが、物性研の歴史的使命は充分果されたと見るべきだろう。物性研がピークでなくなる程に各大学の研究の内容が充実されればまさに慶賀すべきことである。実際には、当面の将来計画が終了した段階では、物性研はそれまでの研究の盛り上りの上に立つて次の発展の母胎になつてはいる筈である、その上に大阪案の最も重要な部分は経常的な研究費の増額にある。当面の将来計画では新設の面では各大学の充実に力を注ぐとしても、各大学が設備の墓場にならないためには、物性研が研究内容の実質的な盛り上りと研究組織の有機的な活動に重点をおいて、実質的な面で将来計画に大きい役割をして戴きたいと思う。

○ 研究会をすませて

東大理 三宅 哲

最近、物性研短期研究会の世話を人やつて感じたことのうち二・三の点を、忘れないうちに書きとめておきたいと思います。新米の世話人ですので、見当違いがあるかも知れませんが、共同利用研究所の運営の、もつとも卑近な面について参考になれば、と思います。

第一に感じたことは、世話人に負わされる事務的な雑用が多いことです。たとえば、案内状を作つて発送する、という事務があります。世話人としてやるべきことは、文案を作ることと、発送する先を決めることで、あとは事務の方でやれると思うのですが、実際には、案内状を早く作ろうと思えば自分で作らなければいけませんし、宛名も世話人が書きます。さらに、5

通以上まとめて出すときには、宛先の控えを取つて提出することになりますから、世話人は控えも出さなければいけません。以前には、研究会の仕事は物性研固有の事務ではないとか言うことで、世話人側が、切手を張らされたこともあるそうです。このように、事務的な雑用が研究者の側にしわよせされることは、慣れた人には当然と思われるかも知れませんが、新米の目には困つたことと写ります。また、あとで述べるように研究会の旅費には不合理な点が多いので、それを是正するために参加者の了解を得て調整をすることがあります、これは一切、世話人の仕事になつています。また、私たちは雑用を少くするために、昼食の注文と宿舎の世話をしませんでした。これは研究会参加者にとっては、大へん迷惑だつたろうと思います。あとで聞いたところでは、宿舎の世話は頼めば事務がやつてくれるのだつたそうですが、頼まれるまでは何もやらないというのでは困ります。研究会が開かれるとき、当然起るさまざまな事務を、世話人が一々考えて頼まなければならないのでは、やり切れません。

このように、研究会の事務処理が円滑でないのには、二つの原因があると思います。一つは事務の人の人事異動がはげしいので、研究会事務に慣れた人が少いこと、もう一つは研究会事務に対する事務室の姿勢が、そのような悪条件を乗り越える程積極的・能動的ではないらしいことです。第一の点については、もし普通の事務の人には人事異動が付きものであるのなら、人事異動のベルトコンベアに乗らない専任者のポストを設け、研究会の他、共同利用研究所の特殊性に関係した特別な仕事に専念してもらうことを考えてみてはどうでしょうか。今回の研究会の場合は、世話人の一人が所内の人であつたので、その世話人の属する研究室の事務の一部のようにして事務室に依頼することが出来たのですが、もし世話人が所外の人であつたら、どこへ研究会関係の事務を頼んだらいいか分らないと思います。そのような場合の窓口として、研究者の立場に立つて、積極的に協力する人が必要だと思います。第二の点については、共同利用施設専門委や所員会がこれまで努力されたこととは思います、さらに共同利用の精神を事務室へ吹込んで下さるようお願いします。ある外来研究員の図書券（図書貸出に必要なもの）が来所期間が終つて2週間後に出来上つたり、「物性研だより」第2号が出来上つてから発送までに5週間、第5号が2週間余り掛つたりしたのは「氷山の一角」ではなくて、例外的などだつたろうと思いますが、今後はそんなことがないように希望します。

次に研究会用の設備について。まだ、建設途上だから辛抱せよ、と言われそうですが、研究会に使用されている輪講室の椅子は、2時間程度の輪講には適當でも、長時間座つているには適していないと思いますし、黒板の高さは低過ぎて、うしろの人々には見にくいくらいと思います。

それから、今回は新館の輪講堂を自由討論用の部屋として利用しましたが、物性研では、新館玄関においてある、あのゾツとするほど汚れたオーバーシューズを外来の人に履いてもらおうと本気で考えておられるのでしょうか。

次に研究会旅費について。まず、明細が書いてないのはおかしいという声があります。それから、助手以上一等急行、大学院二等急行というのは誰がきめたのか知りませんが、実情に則しているとは思えません。二等急行は改善して貰いたいと思います。また、日当・宿泊費は等級別に細かく分かれ、3割天引きとなっています。これでは大学院は赤字が出ます。等級に拘らず同率天引では、下の方は最低必要額を割る場合がありますから、もつと細かく検討する必要があります。聞くところによれば、大学院には旅費を出す正式な根拠がなく、従つて又、正式な基準もないとのことですが、本当ならば、ずいぶん不合理な話だと思います。大学院制度の問題を正面から問題にすることは物性研の問題ではないかも知りませんが、少くとも共同利用に関連した大学院学生の処遇の問題（旅費・外来研究員制度）を合理的に解決することは、共同利用研究所としての義務の一つだと考えます。

最後に、研究会の形式について。開催期間、時期、場所、人数などについて、もつと flexible であつてよいのではないかと思う。たとえば、問題を比較的狭くしぶり、少人数が長期間集まつて実質的な研究を進めるような研究会があつてもいいと思います。そのような場合、開催時期、期間、人数などは、研究の進み具合とにらみ合わせて臨機に決めた方が有効だろうと思います。現在のように、共同利用施設委が、かなり先の研究会のことまで決めてしまうのは予算を建てるため止むを得ないのでしょうが、出来るだけ融通性を残す方法はないものかと思います。基礎でやつている長期研究計画のようなやり方を取り入れるのも一方法ではないでしょうか。それから、開催場所について言うと、研究会の内容・形式によつては、現在の東京麻布は研究会開催に最適とは言えないと思います。ヘリコプターの騒音はさておくとしても、通勤によつて時間を浪費し精力を消耗するより、どこか一つの宿舎に合宿して朝から夜まで一緒に生活し、時間に束縛されずに自由な討論をした方が遙かに有効な場合があるのではないかでしょうか。

以上、一見こまごました問題と思われそうなことを取り上げました。しかし、共同利用についての大所高所に立つた議論と並んで、このような具体的問題の解決も、共同利用の円滑な運営には大切なことだと思います。共同利用施設専門委の一層の努力を期待します。ところで、現在の共同利用施設委のように規模が大きく、しかも年2回位しか開かれないのでは、細かい

具体的問題を処理するには適当ではないかも知れません。もう少し人数の少い、動きやすい規模の委員会で処理する方がよいかと思われます。

三 宅 哲 先 生 へ

物理研究所事務長 牧野正雄

先生の「研究会をすませて」と題されこの御投稿のうち、私のお答えできます点について申上げたいと存じます。

私共の不馴れなこともございまして、色々御迷惑をおかけしまして申訳なく存じております。

世話人の方の事務的雑用が多いとのことです、私共と致しましては所外の方が世話人となられた時は特に色々と心をつかうように致しておりますが、担当者が病気で辞めるとかその他の事情で、実際には色々御迷惑をおかけ致しました事と存じます。丁度庶務掛の中に専属の共同利用の係をおくことになりましたので、この点今後は御迷惑をおかけしないようになりますのではないかと存じます。従いまして案内状の発送、昼食、宿舎等のことにつきましても御期待い副い得るよう努力いたしたいと存じます。

次に図書券につきましては図書掛にたづねましたところ、不明の点もありましてなおよく調べまして改善していくようにしたいと存じております。また「物性研だより」の遅くなりましたのは会計技術上の点をつきとめましたので、今後はそのようなことは起らないようになります。

又黒板、オーバーシューズは早速改善するように致しました。椅子につきましては昭和37年度に予算上可能の事でしたら、御希望に副えることと存じます。

研究会の旅費につきましては、大学院学生の方の旅質法と旅費規程に定めてありますとおりの全額をお渡ししております、3割の天引はしておりませんので御了承願います。

以上私の御答えできます範囲内について申上げました。今後共至らないところは御指摘下さいすれば改善致してみきたいと存じますし、私共も色々気をつけてそのようなことのないようにしたいと存じております。

最後に

共同利用係 手代木一夫

電話構内 504番

を担当者と致しましたので申添えます。

講　演　業　識

“研究室だより”の原稿募集

各研究室の現状と将来計画を御紹介し合うためにこの欄を設けます。奮つて御投稿下さい。

1. 枚数は自由
2. 原稿送り先

東京都港区麻布新龍士町10番地

東京大学 物性研究所

中嶋研究室



“研究会予告”欄の新設

研究会について世話人の構想、プログラム等を予告した方が有益と思われますので、
世話人の方の御協力をお願いします。

編 集 後 記

- 新館の増築工事、それに旧館各所の補修工事の勇ましいツチ音の中で物性研は春を迎えようとしています。まさに建設途上の意氣さかんというところでしよう。
- 早いもので第一巻も最終号発刊のはこびとなりました。御多忙中面倒な執筆を引受けて下さり毎号をかざつて下さつた皆さんにこの機会にあらためて御礼申上げます。
- さてここまで何とかこぎつけましたがこゝで気になることを一つ それは投稿が非常にすくない（というよりは殆んどない）ことです。どうか第二巻からはサロン、レター、その他新設予定の研究室だよりなどに活潑な御投稿をお願いいたします。
- これまで各号のサロンでは共同利用の理念等について有益な御意見が数多く見られましたが具体的な問題についてはあまり無くやゝ物足りない感じでしたが本号サロンの三宅氏の御意見には共同利用専門委への具体的な提案が含まれているようです。委員会での討論が期待されます。

物性研だより

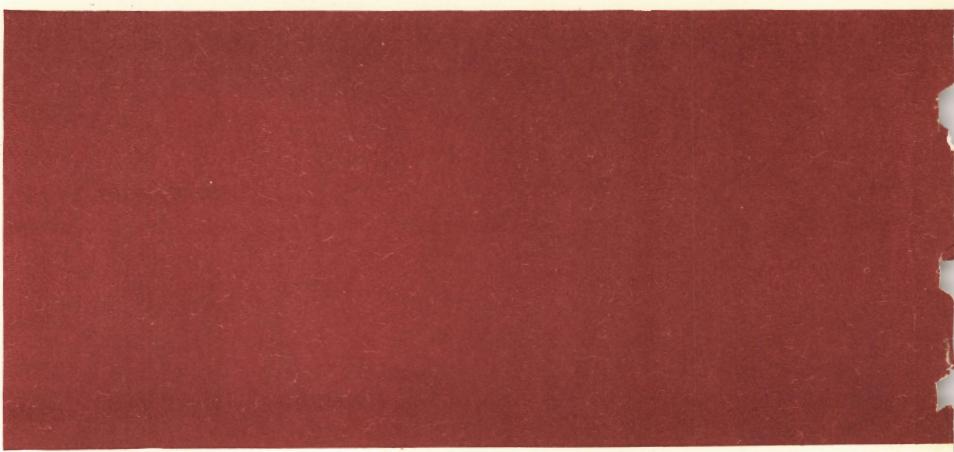
第1巻第6号

37年3月13日 発刊

東京都港区麻布新龍土町10

東京大学物性研究所

Tel(408)3922



10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000