

物性研だより

第8卷
第2号

1968年6月

目 次

- 定年退職に当って —— 再び「物性研究の盲点」について 牧島象二 1
- 物性研究の方向にことよせて 飯田修一 6
- 短期研究会報告
- 半金属の Quantum Transport 川村肇・植村泰忠 20
間瀬正一・横田伊佐秋
森田章・田沼静一
- インバー効果 近角聰信・中村陽二 31
勝木渥・石川義和
- 超交換相互作用 守谷亨・伴野雄三 37
金森順次郎・田辺行人
伊達宗行・小口武彦

サ ロ ン

- 物性研と私 田仲二朗 48
- ベイルート雑感 伊藤光男 52
- 物性研ニュース
- 昭和43年後期外来研究員公募 56
- 昭和43年後期短期研究会公募 57
- 人事移動 59
- テクニカルレポート新刊リスト 60

東京大学物性研究所

定年退職に当つて ——— 「再び物性 研究の盲点」について

牧 島 象 二

まえがき

私はこの3月に定年退職したが、やめる数年前から専心取りかかっていた“Materials Pattern Dynamics”と自称する一つの新しい基礎法則と力学体系の樹立に余生を注入するため、どこにも勤めないで引続きこの方に微力を致している次第である。昨秋丁度物性研も創立10周年を迎えた。この祝賀式に参列できたことは幸であった。またこの10年間の物性研究の発展は眞に目覚しく、工学部応用化学科出身の筆者には驚くことばかりであった。そしてこの間に直接種々御教示を仰いた物性研の皆様を始め、短期研究会や学会を通じて間接的に色々と啓発して戴いた誌友はじめ関係の皆様に、この機会に深甚の謝意を表する次第である。

この10年間に私は塩谷教授等と光物性の部門を担当してきたが、別に工学部において触媒とか、高分子合成関係の講座も預ってきた関係上、固体物性とこれらの問題との共通的視野に立つようになったのは自然の成行きである。その最初の現われが1959年の物理学会誌上の「物性研究の盲点」という小論であり、第2回が同誌1965年12月号の“Materials Pattern Dynamics”と題する予告めいた記述である。その後理論体系としてかなり進展したので近日中に物性研のISSPおよび物理学会のJournalに投稿させて戴く予定であるが、その概要是去る3月6日、退職の際記念講演会を開いて戴いたので、その折に御披露した。

以下には、この中から物性研究の盲点として今後御関係の皆様から是非御一考煩わしたい事項を取り上げ、退職に当つての感想と致したいと思う。

(1) 「量」の科学と「質」の科学

物事には量と質とがあると云われるが、この両者はどう違うのであろうか。明確な定義を私は知らないが、量は連続性に、質は不連続性に対応すると考えたらどうであろうか。元素としての銅とニッケルは確かに異質である。しかし両者は任意の組成で固溶体を造る故、銅・ニッケル合金を扱う限り、両者の比率を1つのパラメータとして「量」の問題として扱える。尤も連続・不連続の定義も位相数学などの立場をとれば中々むづかしいが、ここではごく常識的な意味で解しておいてよい。すると量と質の関係はつきのように示しても良さそうである。

| | | | |
|----------|--|---|--|
| 量 → 連續性 | 内挿、外挿など可能 近似が意味をもつ 極大、極小、最適化 など可能 | → | 連続の 数学、主として解析学 が役立つ。 |
| 質 → 不連續性 | 近似は無意味、 極大、極小、最適化 なども無意味 飛躍を伴う、新形成 新方式など出現する | → | 位相数学、 群論、整数 論など組み 合せ数学が 必要 |

このように考えてゆくと、今迄の科学も工学もほとんど「量」と連續性の学問であると云ってよい。物理数学、応用数学など連続の数学の便利さと、近頃ではさらに電算機の威力とが相まって、ますます数値計算や数値設計（量的設計）が盛に行われている。これに対し「質」の学問としては結晶の形態学、動植物の分類学、化学量論を主体とする化学反応形式論などがあるが、これらはすべて蒐集、分類、整理の段階で止まってしまった。固有值問題や群論を使う対称性の問題などは新しい「質」の科学であるが、まだ初期の段階にある。

しかし大きな飛躍を求め、新しい方式や質の設計」をするには、「質」即ち不連續の科学をもっと追求しなければならない。「質」の科学には今迄予定法則が殆どない。質の開発は天才の靈感か、試行錯誤によるしかなかった。物性の研究も量の方にばかり気をとられ、しかも益々話が細かく未梢的になって来た感さえする現状である。数値計算ばかりを事とせず、もっと「質」の開発に目を向けるべきではなかろうか。それにはまづもっと不連續の数学に目を向けなければならぬと思う。

(2) 物質現象の駆動力 (Driving Force) はエネルギーだけではない

化学変化を始め物質の関与する現象は、与えられた環境（たとえば温度、圧力一定）の下では Free Energy の減少する方向へ起る、というのが従来の鉄則と考えられてきた。しかしそく考えるとそうでないものがあることに気付く。このような例は生物系にはきわめて多い。たとえば型の合わぬ輸血でおこる凝血現象などはエネルギーの問題ではない。雌雄の性細胞は大きな親和力を持って結合するが、結合によってエネルギーを失うどころか、逆に大きな活性を獲得して分裂増殖を開始する。無生物界でも、結晶は微量の Habit Modifier によって全く別の形に生長（これも物質現象である）してゆくが、エネルギーの問題ではない。触媒はそれ自身には全くエネルギーの変化なしに自分に見合った物質を選択し、これに反応を誘発する。Spinel, Perovskite, Garnet など複格子を

造る物質は著しい磁性、誘電性、触媒活性等を示すことが多いが、この原因は成分副格子間の結合エネルギーに原因があるとは考えられない。

これらで考えると物性研究でもエネルギー以外のDriving Forceを探る必要がある。

(3) 不可測の物質界の再認識を

過冷却、過飽和状態、Activated State、全反射状態、など現象としてはたしかに何か起っているのだが、これを観測できぬ世界がある。このような物質界に対しては Induction Period, Activation Energyなどの便宜的な量を導入することで事態をざまかして、それより更に深く掘り下げるをして来なかった。しかしこれら不可測の状態でも現象は決してでたらめではなく、何か一定の法則に従って動いているに相違ない。したがってこの法則を追求することは物性研究上重要な課題である。

このことに関して筆者が気付いた面白い事実を紹介しておこう。それは不可測の物質界は「平方しないと可測とならぬ」物理量に結びついており、さらにかかる物質量は1つの量と2つの質を持つことに注意を要する。

| 平方しないと可測にならぬ物質量 | 左の現象についての量 | 質(1) | 質(2) | 不可測の物質界の例 |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| 1. 週期現象(振巾) $A \sin(\omega t + \delta)$ | 振巾 A | 周期 ω | 位相 δ | 全反射など |
| 2. 量子力学的状態(波動関数) | 確率振巾 ψ | エネルギー E/h | 位相 r | 遷移状態 |
| 3. パターン系物質(後述) | 大きさ V | 縦確率 W | 横確率 A | 過飽和 過冷却状態等 |

ふつうの事象は量と質が各1コで、それらは実数でそのまま可測となる。この表に見る3種の系では、平方して始めて可測(実数)となるので、元の量は虚数のことも時に複素数のこともあり得る。後述するパターン系物質では負の質量とか虚のエネルギーなどが考えられる。

(4) 物質系に新しい要素として「情報」の導入が必要である。

物事には、物質、エネルギー、情報の3要素のあることは承認されて良いと思う。しかるに今迄の物理学、化学、生物学はすべて物質とエネルギーだけを扱って情報を取り入れている。

ない。逆に情報産業、マスコミ、遺伝情報、情報処理など情報と云う言葉もはんらんしているが、一向 Materials Science とは結びついていない。実際の情報は必ず物質かエネルギーに担われているもので、決して宙に浮いた存在ではない。そこでこの 3 者を対等な立場で取り入れないと正しい学問体系にならないのではないかと思う。*

*京大湯川秀樹教授は中公新書 132 「人間にとて科学とは何か」の中で情報物理学を提唱しておられるが全く同じ意味と思う。

生命系は、その遺伝現象、試覚器官や頭脳など情報に密着していることは云う迄もない。否、今迄述べた(1)～(3)迄の新しい問題点は実はすべて物質系が担う情報に由来すると云い得るものである。(証明は手数がかかるので省略するが)。

情報を担った物質系を筆者は Materials Pattern と名付けた。かかる情報は熱運動及びあらゆる外乱に勝る何かの Ordering Force (力学的、電磁的、化学的、何でも良い) が作用するときに発生する。Static Pattern と Dynamic Pattern とあり、結晶は前者の、化学反応や核反応は後者の適例である。Pattern Process は連続な遂時 Process として進行するので、その進行度を確率の累積として示し得る。これを縦確率とよぶ。また一つの Pattern は幾つかの Subpattern (たとえば多くの結晶面など) より成り、これらが互にかね合って変化するので Coupling 係数の 1 組より成る Matrix が横確率として定義される。縦横 2 種の確率が Pattern の質をきめる。J 種及び K 種の Subpattern などの Coupling 係数 A_{jk} と A_{kj} は単独では観測できず、いつも積として出現するから、Pattern に関する物理量は一般に平方しないと可測にならない特長がある。

このようにして物質系に情報を持込み、これを(まだきわめて幼稚な段階だが)位相数学的に取り扱って情報力学 (Materials Pattern Dynamics) と云う新しい物質理論の体系を造りつつある。これによれば自己増殖、遺伝、進化などの生命現象を数式理論として解明できるだけでなく、結晶の Habit, 高度の相転移、過飽和などの不可測状態にもメスを入れ得る見通しを得ている。

(5) おわりに

以上に物性研究で盲点となっている諸点を少しく述べて、筆者が近年専心これと取り組んでいることを述べたわけである。おわりにこの点をもう少し押し進めて物性研究の将来のあ

り方に対する筆者の希望を述べさせて戴きたいと思う。

第1は現在の物性研究は余りにも電子物性偏重で、しかもエネルギー論と数値計算に終始し過ぎている。もう少し「質」の学問として新しい性格論と、その根底となる「情報」を考えてほしい。

第2は結晶物性を扱っても高分子や生物現象を無縁のものと考えないでほしい。高分子と結晶は対比すると実に意味深いものを感ずる。結晶も高分子も単に構造解析や外見上の物性だけでなく、情報のCarrierと考えると新しい多くの観点が生じてくる。尙生命現象もやはり物質現象の例外ではない。従って「生物または生命は別の問題だ」として疎外しないでほしい。

第3は現在の固定した力学観と物質観をもう少し flexible にしてほしい。物質をすぐ微粒子構造に分け、さらに粒子の位置と運動量を考え、それを力学変数として座標上に表わす、というやり方は今迄のすべての力学のやり方であり、物性研究も例外ではない。しかし位相数学で座標の考えを捨てて、集合と集合の中の種々の構造（位相とよぶ）を考えてゆくやり方は大きな質的飛躍であると思う。結晶や高分子をそのミクロ構造を考えずに、含まれる情報の形式（Patternとよぶ）によって扱うのが今の筆者のやり方である。これによって物質界を非Pattern系（在来の系）とPattern系（生物を含む新しい物質系、進化のあるのが特長）に分けて対照的に取扱うことができる。同じ態度は素粒子論や宇宙論にまで延長できるものと予想している。今迄の力学体系や力学観はすべて「量」と連続性の科学である。これに対して「質」を主対象とする不連続の科学が登場しても良い時期ではなかろうか。

物性研究の方向にことよせて

東大理 飯田修一

1. はじめに

先日大野さんから物性研だよりになにか 一文を寄せてほしいとご依頼を受けました。実は本日積年の埃を払って机の上や本箱を整理したところが、伴野さんよりの昨年来のご依頼の原稿用紙二組を発見し、中国の対米警告程ではないのですけれども、第何回目かの厳重な(?)ご依頼を受けた訳で、誠に申し訳なく赤面しつつ筆を取っています。

さて、まず物性研設立十周年おめでとうご座居ます。物性研設立に僅かですが努力したものとして慶賀にたえないところです。祝賀会には是非出席の予定でいたのですが、丁度風邪を引いて欠席してしまい申し訳なかったことをこの機会にお詫びさせていただきます。物性研の発足は丁度私の長女の出生と同時でしたので、私は長女の成長にシンクロナイズさせて物性研の発展を眺めさせていただいております。勿論多くの批判があるでしょうが、物性研がこの十年間に成し遂げた業績は大きく、それはわが国の物性研究発展の中で不動の金字塔の一つを立てたものであるといって差し支えないと信じます。しかしながら個人の場合と同様大木には風当たりが強いものです。幸い個人の場合は死去すると世間は今度は良いところを主に取り上げてほめてくれますが、研究所は死ぬことがありませんから、永遠に批判を受けることになるでしょう。しかし、それらの批判のよいところを取り入れて、ますます高い発展をしていただくことを切に希望しております。

さて、昨年から今年にかけては私にとっては少くとも大変な年になりました。たまたま昭和41年の暮、高橋秀俊物理学会委員長から物理学会特務委員、更に庶務委員を仰せつかってから予期しない事柄の連続で、特に多くの不馴れな事務の処理を廻って特務委員会の一員として苦労いたしました。はじめは物理学会従業員の賃上げ要求でありまして、新しい立派な機械振興会館に移ったことによる昼食費等色々な日常生活経費増の結果です。幸いこの問題は特務委員の努力により適当な妥結点が得られましたが、同時に日本物理学会は10名以上の従業員を有し、法律的に当然労働基準局に提出されていなければならない従業員の就業規則が未だに造られていないことが明らかになりました。この就業規則作成の問題は佐々木亘氏や川村氏、松浦氏等と共にかなりの努力を割くこととなり、この作業は更に引続いて今期の委員会の問題になりました。統いて起ったのが、例の“半導体国際会議と米軍資金の問題”であります。私は

高橋委員長の指示に従いながらもっとも妥当と思われる処理を進めたいと努力いたしましたが、結果は多くの人々にとって必ずしも満足なものではなかったように思います。しかし、特務委員会、あるいは委員会においてこの問題が論じられるにつけて、例えば左とみえる案（左右という言葉を使うのは恐縮ですが）は右から攻撃されて意見の一致をみないし、右とみえる案は勿論左から攻撃される。適当なところ（私は実はその考えに近いのですが）の案は右からも左からも攻撃されて一番成立し得ない案となるといった矛盾を感じ、こう言った場合に多分必要であろう政治力の欠陥を深刻に感じた訳であります。そうこうする内にボストンの磁気学国際会議が近づきまして、物理学会の臨時総会の中で途中から飛行場に抜け出すということに相成り申し訳なかったと思っています。私はこの問題については高橋委員長の考えによって行動した一庶務委員に過ぎませんが、世界の平和と人類の発展に連なることを含めた意味での物理学会自身の発展のために、政治には中立であるという立場を貫いてほしいと希望しています。勿論政治に中立という意味の具体的行動において意見の相違がでてくる可能性が大きいとは思いますが。最後に本年から東京大学の学生委員にされまして、なんとか無事に済むように祈っていた途端に医学部のストライキと処分問題が発生してしまいました。そのために連日の委員会出席で、どうもわれながらよくツイしたものだと思っている現状です。

さて、昨年度からフェライト国際会議委員会と応用磁気委員会という二つの磁気学関係の活動が初まり、色々な関係で私もメンバーの一人になりました。フェライト国際会議は、わが国におけるフェライト研究の先駆者武井武教授を委員長とする委員会で、粉体及粉末冶金協会主催、日本学術会議後援のもとに1970年7月6日～9日を目標として国立京都国際会館においてフェライトの基礎から応用まで、物理学から化学、冶金学、電気工学を含めて国際会議を開催しようというものであります。磁性関係研究者の皆様方にはすでに、あるいはそのうちに色々 Information が届くことと存じますが、ご協力をお願ひいたします。私はこの会議では物理学が相当のウエイトを占めるのではないかと予想しております。次に応用磁気委員会は委員長が国際電気研究所の大島信太郎氏で、副委員長が近角氏であります。これは米国の IEEE Magnetics Group に対応する組織として日本学術振興会の中の委員会として設けられ、差し当たり隔月に応用磁気に関する研究討論会を開催しています。また、1972年を目標として、米国のMagnetics Group の主催している International Conference on Magnetics (略して Intermag. Conference)を日本に招致する計画を進めています。

フェライト国際会議は純粹に日本で発案され、日本の研究者の initiative のもとに

日本で開かうとする会議です。一方 Intermag. Conference は、米国で主催されてきた会議で、主催者の意図によって海外開催の企画が初まり、先年は初めて西独 Stuttgart で持たれたものであります。米国のベトナム政策批判等と関係して後者の招致に関しては批判もあり得ることと思われます。この点に関しては、世界平和への大きい要素として世界の人々がお互の考え方を互に十分に理解し合うという事が必要であり、そのためにはなるべく多くの人々が互に交流してその国の事情を知るべきであって、学問を通ずる国際交流はそのためのかけがえのない大きなパイプではないかという風に私は考えております。私は昨年のボストン会議出席では、その色々な過程で会った多くの人々に少くとも多くの日本の物理学者は米国のベトナム政策に賛成してはいないということを強くお話しいたしましたが、こういったことがどれだけの効果を持ち得るかは疑問としても長い目で見た場合デモストレーション等とは異なった意味での直接的な影響を与えるに違いないと考えております。

この節の最後に、今私共の物理教室は 8 講座の増設と 30 人から一挙に 80 人への学生の大増募を進行させております。学生の教養課程への入学は昨年度既に初まり、また、3 講座の増設が今年度進行します。私はその新設建物関係の雑務を霜田教授と共に受け持たされまして、新設建物によって直接影響され被害も生ずる化学や数学の先生方から多くの難詰を浴びせられて困惑、苦慮している状況であります。講座拡張に関しては、今迄既に、またこれから何人かの全国性研究者のご協力（ご参加）をお願いすることになると思われますので、どうかよろしくお願いいたします。また、教室からの公募等にご注意下さり、あるいはご推薦いただくことをお願いいたします。物理教室は十分進歩的に今迄もまたこれからも判断すると信じています。特にあの人は動けないであろうと思われているような人の場合等、予め簡単にでもさうでないといったご意志が分かると甚だ当物理教室として有難い場合があるかと存じます。

2. ある物理学者の物理学の理解の程度について

3 年程前から熊谷先生、沢田さん等に招かれまして、朝倉書店よりの“物理測定技術”シリーズの刊行をお手伝いいたしましたが、その際電磁気学の単位系をどうするかという問題が発生いたしました。磁気学関係研究者としての私自身は、その時まで MKS A 系等は電気工学者の単位系であると考えて、昔ながらの非有理 CGS gauss 系で事を済ませて來ていたのですが、本屋から改めて開かれて多少調べて見て浦島太郎のように今更ながら驚いた訳であります。というのは私共磁気関係研究者が、太平の夢を貧っている間に世の中はドンドン MKSA 化して、何んかの偉い先生方も MKS A 万能を謳歌しておられます。また、当教室の図書室に

ある殆んどすべての電磁気学の教養レベルの単行本は MKSA で書かれているという訳であります。同時に MKSA 系での磁化という言葉の定義や、それに関連する物理的理識を廻って色々議論が闘わされているという状況を知った訳です。

あわてて色々調べてみると、この問題は一方ではある意味で古典電磁気学の限界点に位置する物理学上の諸問題に関連し、スピン磁気能率の古典的解釈を廻る物理的、理論的認識の問題や、電磁エネルギーの解釈等に影響してきますが、他方では例えば磁気学を除いて電気工学に関しては、これを使うと甚だ便利になるといったいわば分野別の利害のような政治性にも関連し、これらの色々の要素が複雑に組み合わさった大変な問題であることが分かりました。そしてこうした意味の内容を十分満足ゆく形で解釈してくれている MKSA 系の電磁気学の本は殆んどない。あるいは少し強くいうと間違ったことを述べていることが多いという事も驚いた発見がありました。そこで、取りあえず磁化の定義の問題と、MKSA 系は電気工学の計算には便利であるが、教育及び理論研究目的には甚だ誤解を招き易い不便な体系であるという結論だけを物理学会誌に載せさせていただき、1) 次に "Difficulties in Classical Electromagnetism and a Proposal for the Introduction of a New Unit System" といった形式で十分物理的な議論としてこの問題を取り上げ J.P.S.J. に投稿したのですが、Journal のカテゴリーに合わないということで掲載が保留されました。これは一つには Review of Modern Physics, American Journal of Physics 等の Review あるいは論説雑誌を外国語でもっていないという日本物理学会の欠陥にも関係するものです。勿論日本語でやるべきではないかという議論も成立ちますが、日本では今のところ original 日本語説の主張までは踏切れないでしょう。私の考えでは論文の内容は読者層からいえば Journal が最適なので、個々の内容及び全体としてのまとめにおいて多くの original idea を含んでいるという考え方で、Journal で取り上げていただきたいとなお希望しています。その後その内容のリプリントの請求が二、三の諸兄からあり、特に当時の編集委員の中からもありまして、" そういう内容とは知らなかった。単に新らしい単位系の提案としてだけ紹介されたもので、以上の処置は私の宣伝が足りなかったからではないか" 等と言われましたので甚だガッカリいたしました。元来こうした種類の論説として最近ソビエト Physics にカピツアの新単位採用の提案が掲載されておりまして、新らしい単位系の提案ということを Journal に載せること自体についても、Journal の editorial board がその単位系の採用を是認したこととは全く異なっていて、単にそういう意見が研究者の一人から提出されたということだけを意味す

ると考えてほしいと思っています。これらの考察の過程で、私自身今まで電磁気学がよく分かっていなかったことがよく分かると共に、例えば電磁エネルギー等という簡単な概念についても如何に私共、あるいはかなり多くの物理学者をもって自認する人達がよく分かってはいなかつたかということを感じました。（この問題はMKS A系の問題とは切り離せますから、勿論分かっている人がいないという意味ではありません。）私の経験からは誠に失礼ですが、この小文を読んでおられる読者の95%以上が、以上の意味では分かっていないと予想している訳であります。

物理学というものは簡単なようで実に複雑かつ、精妙なものであると思います。ついでに告白いたしますと、私は大学の学部時代分からぬものが三つありました。一つはエントロピーで、他は相対論と量子論の基本概念であります。エントロピーは固体物理学を勉強しようとするものとして飯の糧に影響いたしますので、大学院時代によく考えて分かるようにいたしましたが、相対論と量子論は当時少し考えた末あきらめることにいたしました。それは飯の量には直接影響しないことと、当時私の持っていた貧弱な知識や経験事実だけを基として思考することはどう考えても effective ではないと判断したからであります。最近多少の暇を見つけて、この問題を再考することにいたしました結果、相対論はやっと判った気になりました。量子論の方も最近どうしても解決したくなつて來たので、この数ヶ月色々考え、人にも聞き、本も読んだ結果前より遙かに分かって來たような状態になりつつあります。これらの告白は単に私が頭が悪くて生じていることであるならば幸であり、こういうところに書くのは申し訳ないことになりますが、しかし、私には必ずしもそれは思われないように思っています。相対論に関しては事情はやや異なり、これは昔でも理解されるべきものであつて多くの人が正しく理解してあられると思いますが、量子論に関しては例えば、Dirac はその著書の中に何等の断りなく、光子は自分自身としか干渉しないと書いています。ところが二つの異なる光源より出した二つのレーザー光は完全な干渉を行います。しかも、そのレーザー光をうんと薄めて数秒に一つ位しか Photon Counter に感じないようにしても尙完全な干渉を示すという実験が、1967年に発表されています。2) この場合、光子という言葉の定義を吟味すれば、上の実験事実は Dirac のご宣託と矛盾しないという解釈も成立するようですが、私は少くとも初学者が Dirac の本を読んだ時、そういう風には受け取らないことは確実だと思います。したがつて以上の実験事実が、1967年に初めて発表されていること自身に偶然ではあるが、20年前に私のした判断が成功であったことを感じて喜んでいる次第であります。そして又、当時あるいはその後の多くの量子論の教科書が、電磁気学の教科書が持つてゐるのと同じような

意味での根本的な概念に対する曖昧さ、あるいは過った推定を内蔵させているのではないかと心配しています。なおこうしたことが、決して私が不勉強または頭が悪いことからくるものだけではない証拠として、いくつかの誠に簡単な光や電子に関する思考実験を創作し、出題してみますと、私の接觸できる多くの偉い物理学者の解答が、randomに近い統計分布をしてしまうという実験事実が観測されております。勿論物理学は十分わかっていても決して容易に即答できるものではありませんけれども、上の反証には多少なると自分を慰めています。

3. 物性研究の方向について

物性物理学の研究が今後どのような方向に伸びるであろうかということはまだむずかしい問題であると思っています。物性研究所の例でも分かるように、ある大きい project はそれを計画してから約 10 年位かからないと軌道に乗りませんから、今考えることは 10 年～ 20 年の time constant の次期計画であると思われます。私はそうした時期には現在の常識的な予想を遙かに越えるような新らしい世界、未来の研究形態、あるいはもっと大きく言うと社会機構が実現されてゆく可能性があると考えております。人類は嘗々と何千年かに亘って多くの文化の蓄積を行って来た訳ですが、今世紀以降のその発展は質と量において圧倒的であることは一般的に認められるところでありましょう。人類は地球をその生活圏として自由に駆使することが可能になるのにほぼ十分な程度の科学と技術の進歩を獲得して來た、あるいは近々獲得するという風に考えてよろしいと思います。たとえば航空機の進歩は、近いうちに地球上すべての地点を数時間で結ぶでしょうし、電話機の発達と所得の増加は、瞬時に世界中との通話が個人ベースで可能になる時代がくるであります。そういった時代において、科学の研究もまたそれらの社会の外境と無関係に考えることは不可能になってくるように思います。したがって、われわれは 10 年 20 年先の未来の世界の姿を想定し、さらにその中でのわれわれの立場を設定して、それに対して最も効果的に近接するものとしての総合的な Project を今考えるべきであるというふうに考えております。そうすると第一段の作業として、未来の世界は何かという問題になります。私はこの種の問題に対し、科学者特に文科系研科学者の責任は重大であると思います。そうした意味で、学術会議等にこの種の未来像に対する総合的な研究活動があつてもよいのではないかと思っています。文科系科学者の話ついでに、文科の方々の論説等を見ますと、こういった具体的に実行されるべきものとしての blue plan というものは少なくて、むしろ自己の存在主張のような、極端にいえば、実現できないことは明らかであるが、しかし自己の主張を非常に抽象化した形で書かれているものが多いと感じており

ます。これは社会といった個人の力では何ともならない大きい対象を扱っている必要上止むをえない方法であるとも考えられますが、一方社会主義国などで、ある論文が発表されて、その論文にしたがって次の建設設計画が始まるといったことが実施されているようで、（もっともしばしば失敗しているようですが）やはり実行可能という線も考えるべきではないかと思います。ある人は全世界の共産主義化、あるいは社会主義化することがよいように考えておられると思いますが、私はこういった組織には、官僚化、非能率化が少なくとも現実としては避けられないという予想から、自由主義的な側面の merit をじゅうぶん取り入れたものであるべきであると思っております。しかし、いずれにしても一致した image がなかなかえずらいと思います。これからは多少“まゆつば”かも知れませんが、私見というか、気持ち程度のものを述べたいと思います。私は、日本という単位が、世界の中で全体として一ヶの都市としての役割を演ずるのではないかというふうに今考えております。これにはある意味で必然的な要素があります。それは一億といった一応の総合工業力を發揮し得る最低単位程度の人口を持って、かつ、その人口の規模に対しては世界最大の人口密度を持ち、内陸的な資源がないために工業にその将来を委ねざるを得ないし、また、そうした場合四面海であるという交通上の強い有利性といった事情であります。資源のないことは逆説的ですが強い理由であって、例えばある国が 10 の努力をしてわが国を凌駕する工業製品を出したとすると、わが国はどうしてもそれ以上の努力をせざるを得ない訳です。それはその国は、例えば一次産業によっても食える可能性がありますが、わが国にはそれ以外にない訳で、いわば背水の陣であって、それは決定的な強味であるという訳です。また、今一つの因子として、わが国は貿易を通して依存せざるを得ないといった以上の外因と、平和憲法その他多くの歴史の要素によって、人類の将来をその理想の姿にもたらすのに、重要な役割を果たさねばならないという考え方があります。これは外に対しても平和あるいは思想の押売りになって逆効果なので、十分慎重に分相応に行動しなければなりませんが、われわれ物理学者等、純粹さの好きな人達には強く appeal する今一つの未来の姿でありましょう。

さて、以上のような予想のもとにおいて、わが国における物性の研究はどうしても画期的に振興させざるを得ない宿命を持っていると手前勝手に結論いたします。それは工業は必ず物質、Material を使い、その Material の性質を科学的に究めて行くのが物性物理学でありますから、どうしてもやらざるを得ない。また、一方において、よい工業があれば、よい物質試料やよい測定器具が得られ、物性物理のよい研究ができるという鶴と卵の因果関係が成立するからであります。更に物性物理学は科学でありますから、商業的を利害と独立して国際的

な文化交流に寄与し、国際的な親睦に寄与して行くことができます。この点に関しては工業立国として高度の工業製品を世界に供給し、繁栄する国は、それに対する見返りの義務として、それに関連する科学を振興し、その活動を通して人類、世界の円満な発展に寄与することを考えねばならないのではないかと信じます。特に現在日本はなお世界の中では国民一人当たりの所得20位附近といった低い水準にあり、こういった低水準の中でも self — consistent に発展をはかることが、必要であるものとして物性関係の研究は強く取り上げられるべきであると考えております。現在世界の科学をリードしているのは米国あることに異存のある人は少ないであります。しかし、人類の未来の姿を考える場合に一国がすべての分野でリードするということは必ずしも理想の姿ではないよう思ってはいけませんでしょうか。現在ソビエト連邦が総合国力において米国を追っているようありますが、もし日本が（もっとも国としての区別は私は未来の姿として必ずしも適當ではなく、日本列島地域とでも言った方が適切な気がいたしますが。）これらの中で将来多少の特徴ある分野を持つとすれば、物性物理学は少なくとも一つの有力候補であり、私の希望はそれを候補ではなく実現したいということあります。特に近代的な科学の進歩がその背後にある経済力によって殆んど左右されるという現実の姿においては、他の科学の発展のための前提条件である経済的、工業的総合力を育成するための必要条件の一つとして、物性関係諸科学の画期的進歩をはかる必要があると信じます。また、その結果、例えばこれらの分野において発展途上にある国々の人達の教育等に大きい寄与を出来るならば、それは現在米国が果している役割の一部を代置するものであり、世界の理想に近接する方法の一つであると考えるものであります。

それではこういった未来の世界の中で、おまえは物性の研究を如何に進行させようとするのか。という問題が発生して来ます。これに対し私は正直なところ現在十分な解答を持っておりません。しかし、少なくとも一ついえることはこういった計画に関して、すでに真剣な検討を開始して決して遅くないはずであるということあります。多分多少お叱りを受けるかも知れませんが、現在物理の若い人々のかなりの努力が軍事研究反対、日米科学協力批判といったところに払われてあります。そのこと自身については、私自身は多少のニュアンスの違いがございますが、特に正面切って別の立場を取ることはございません。しかし、米国にも色々な意見の分布があり、また、共産主義国をも含めて、軍機関が國の正常な機関ではないと考える国は世界中で日本ぐらいしかないという現実は直視すべきであると考えております。それはさておき、以上のような運動の他に、物理学を通じての建設的努力、特に私としては物性関係物理学研究の将来計画に関するもっと多くの地味な努力と、それに伴う強い実現への圧力が發

生してもよいのではないかと思っています。こえらの点に関しては、素粒子関係物理学者のご努力は甚大であり、私は個人として大変敬服しているところあります。

さて、物性関係の将来計画の問題は色々な因子が結合している複雑な多体問題でありますから、その solution は容易には決定しないことは明らかであります。これから平生思っていることを羅列してみましょう。

まず、研究と教育の関連についての問題があります。具体的には官立研究所と大学、更に大学内でも附置研究所と学部の関係、大学院学生の立場、役割り、再教育の方法等であります。何か今全国的に問題になっている医療制度の登録医制も、見方によっては大学院に相当する研修期間を一挙に民間研究所をも含めて行うと考えたことに相当することも考えられ、（勿論そういう考え方を簡単に肯定する心算はありませんが）極端な可能性の一つを示しているような気がいたします。今後科学技術の進歩は更に急速になると思われますから、再教育をも含めた意味で教育と研究の相互依存関係を無視して研究を論ずることは多分出来なくなるだろうと私は考えております。従ってこういった system を最も円滑に動かすものはどういった system かという問題がまず提起されます。

次に入材の Reservoir という問題があります。よく言われることであります。官立、民間を問わず研究所を建設して大いに世界の第一線の研究を振興させるつもりでいても、なかなか現実はそういうふうには動かないという事実があります。私はこれはある意味で当然の真理ではないかと思っています。研究とはそれほど真剣な、激しいものであって、例えばオリンピックに優勝する人は世界の中に唯一人しかいないように、ある研究を最も効果的に推進できる人は世界中で唯一一人になる宿命を持っていると思います。従って、たまたまその一人が、その研究所にいる確率は甚だ小さいものになる訳であります。わが国においては諸種の事情から人事の移動は米国等に比較して遙かに制限されておりますから、日本の中で最も適当な人を得るということすらも、多くの場合可能ではないと思われます。物性研究所設立の際に、ある人が Dr. Bozorth によい研究所をつくる秘訣をたずねたところ、声をひそめて、“それはよい人を集めることである”と答えたという神話がありますが、人の Weight は未来においても当分変わらないものと予想しています。それで未来の姿としては、どうしても最も適当な人に最も適当な研究を大いに推進してもらう必要があると思われますが、そういうことが可能になるためには、かなり厚い研究者の層の Reservoir があって、たまたま発生していく重要問題に対して、その Reservoir の中から最も適当な人が pick up されて、その人が研究の推進力になることが出来るような制度がよいのではないかと思っています。そしてそ

の研究が終了すれば、またもとの Reservoir の立場に返る訳であります。これは素研等でも問題になっている点と思われます。私はこの Reservoir としては大学等の教育界がよいのではないかと考えています。これは甚だ難な言い方であります。能力その他の問題によって研究者の“よどみ”が出来た場合、研究所よりも教育機関であれば、例えば、その無能力性の被害が比較的少なく、また、それでも効果的に働いてもらえる可能性があるのではないかということです。しかし、次にその Reservoir から要求に応じて pick up の方法としては、場所を変えてもらう必要があるのか、あるいは同一の場所で努力していただくこととでよろしいのか等という問題も生じましょう。これは case by case の問題であって、有能な研究行政担当者が手腕を発揮されるべき問題となるように思います。幸い物性の研究は素研等とは異なり、研究の単位が小さいですから、かなりの場合研究費とか、研究設備や技術者の移動程度で上の要求が満足させられるのではなかろうかと予想しています。命令一下集まり、また、離散するなどということは理想としては可能でも現実としては無理というふうに思っております。

次に Techniques と Service の問題があります。近代科学の推進には実に多様な Techniques が必要であり、実験物理学者はある Technique を master した人のことであると思われていた時代もあると思います。それほど研究には Techniques は重要であります。しかし、私の考えは Techniques はそろそろ個々の研究者の手を離れ、科学者集団の共有財産としての立場を取り得るような制度を作らないと効果的な物性物理学の発展をはかることが不可能になりつつあると思われます。Techniques は必要であるが、必要であるが故に必要とされた時に、すでに必要とされた人にその Techniques もしくは Techniques の成果を伝授できるようにしなければならないと思います。昔風に一人の人が年期をかけて習得することだけに頼る訳にはいかないということです。この種の問題点として、測定のための諸技術や結晶作成等がありましょう。測定技術に関しては Commercial に多くの良いメーカーがあって、その技術をお金で買うことができますが、しかし、それでも一人の研究者が発見した新しい技術は適当な評価を受けた後、急速に全国研究者が使えることになる system の樹立が望されます。結晶については結晶センターのようなものが効果的に動かないとむずかしいのではないかと思っています。この結晶センターは必ずしも自分のところで結晶を作成するだけでなく、全国の必要研究室にその結晶を作成するのに必要な Techniques の Information Service をすることによっても大きい存在意義があると思います。

未来の姿の一つとして、測定その他の Automation があげられます。このことについては、独立の機関を設けて綿密な研究を開始するのはいかがでしょうか。例えば、帯磁率の温度変化や電気抵抗の温度変化等、ありきたりの測定を昔ながらに何日もかけて手製の器械を作り、それで何時間もかけて測定するのは何か未来の姿ではないように思っています。

Service の今一つの大きい因子として情報交換の組織の問題があります。³⁾これは今 の Journal のあり方、単行本のあり方等とも関連して、将来画期的なものに変貌することは疑いないと私は思っております。常数表の類のものは全部 Tape に収められた情報源から Computer が automatic に作成してしまう時代が数年以内に来ていると考えています。この問題の効果的な処置は現下の最大問題の一つであります。しかしながら、これに如何に取り組むかが重要な問題点であります。現在わが国としては暗中模索しているように思っています。小谷先生が一番 ³⁾心配してられると思いますが、良い意見があればご一報下さると幸甚です。

次にこれらの未来の姿において中央と地方、あるいは大学と研究所、大きい大学と小さい大学、その他の間で発生するアンバランスの調整方法もまた重要な問題になってくると思います。私はこういったバランスの問題に関して、全然差がないというのは理想ではあるけれども発展段階においては現実ではなく、能力によってできる差は止むを得ない。しかし、能力さえできれば現在低い水準にあっても、急速に水準を回復してその能力にふさわしい高さに成長させ得る potentiality を常に keep しているような dynamical balance の system がよいと考えております。そういう意味では現在低水準の単位に対しても、常に必要水準の維持をはかり、少しでも芽が出ればそれを伸して行くようにすることあります。

この辺で民間研究と大学研究、あるいは良い意味での産学協同の問題を論じなければならぬと思います。すでに述べたように、研究とは本当に全力疾走でありますから、少しでもプラスのことは全部利用しなければ世界の水準を抜くものにはなりません。これは大学にとっても、民間にとっても真理であって、その意味で多くの分野、特に物性物理学研究のある分野においては民間研究と大学研究、あるいは官立機関研究との色々な degree の協力関係は絶対必要なものとして登場してきます。簡単な例で最も高品質の半導体結晶は現在民間研究機関でのみ作り得るものであります。しかし、勿論産学協同によって、科学の自主性を崩すようなことが発生することは、少くとも大学に関しては絶対にさけるべきでありますから、これまた dynamical balance の問題であって、よい慣行、制度が樹立されて行くことが望まれ

ます。私共科学の研究者にとって現在の文部省の科学研究費の配分方法には根本的な不満点があります。私はそれを自動的研究抑制政策と呼んでいるのですが、それは次のような事情です。今ある人が非常に良く働いて良い研究をしたといたします。そうするとそのためには当然経費がかかるし、また、その成果の発表費も馬鹿にならない。そうすると当然研究費は足らなくなります。ところが、研究費の主体は講座研究費で、年々仕事の如何にかわらず constant という訳ですから、したがって自動的に研究はすばまざるを得ない訳です。これは judgment をしない現在の経常的研究費配分制度の持つ一つの欠陥です。勿論、設備費に関しては機関研究費等の数いが一応あって、judgment が全然ないというのは言い過ぎではありますが、これが上に述べた問題点をカバーするだけの頻度を現在持っておりません。しかしながら、また一方において学術会議等の議論では judgment に対する severe な反対があります。これも科学研究として十分もっともな理由に基づいております。私はこれもまた正しくて現在の程度の研究経費、すなわち、基本配給 2 合 3 勺を割っている状況ではどうしようもないものであると思っています。しかし、どうも工学方面では上の ような欠点が割合強く出ていないように思います。そしてその原因が工学関係では民間が judge して、色々な形で active な研究者の研究を support するために、上の 自動的研究抑制政策の効果がそれ程顕著に現われていないのではないかなどと考えている次第であります。

研究費の配分方法に問題が移りますと、すぐ大型 Project 研究との相関が問題になります。素研のような純粹な科学研究から、宇宙開発や原子力、大型計算機等の応用研究も問題になりましょう。私はすでに述べたような理由により純粹さを維持するために応用研究との相関を切るということを研究者全般に要求することは全くできない相談であり、大学研究者と言えども慎重な決意のもとにこれらの応用研究との相関やできる範囲での協力は、その自主性のもとにやる必要があるという考え方を持っております。その場合に核素粒子方向とは異なり、物性方向では特に大型研究としては応用的色彩のものが多くなることが避けられないのが現実であります。

したがってこうした project 研究に対する協力の仕方、あるいは研究費配分という意味での Project 研究への考え方等は、綿密な考慮によって実行されるべきであって、よい制度、あるいはよい慣行がつくられるべきであると考えております。

今文部省科学研究費の配分を巡って、学術会議と学術審議会との間で問題が提起されているようあります。聞くところによると、学術審議会が科学研究費の配分に関して考えた大綱には、学術会議側も賛成であるが、ただその委員の決め方を巡って今年度は特に意見の一致が見

られなかったという事情のようですが、新聞や一般のプロパガンダには必ずしもそのような detail の問題としては扱われていないように思われます。わたくしは、これらのことからは学術会議と文部省の性格からくる永遠の対立であるけれども、その結果実行案としてはもっとも妥当なものが決定されることを切に祈りたいと思います。もともと学術会議は科学に關し、政府の諮詢機関、政府への勧告機関としての役割をなっているものと了解していますが、現在の学術会議は、十分な旅費や審議のための時間等がないために、科学者の総意を慎重にとりまとめ、取捨選択して実行案にするというよりも、各箇に出している多くの異った分野の科学者からの希望を、実行案としての政府の実施可能性等を十分には考慮しないで、誰からも文句の出ないよう、提案の順序に総花的にとりまとめている色彩が強いのではないでしょうか。そうであれば科学者からは大きい非難はできませんけれども、実施できる答がない訳ですから、実施機関との間での意見の対立は避け得ない運命になる訳であります。これらの問題をどうするか、わたくしたちは勿論十分な解決等を持ち合わせる答はありませんが、いずれにしても、ごく簡単に考えて善惡の判断をだせるといった問題でないことは明らかと思っております。科学行政に關しても、わが国の科学者全般がもっと十分に教育され訓練され、 majority のもつ意見の巾が、現在よりも遙かに狭くなることが望まれるように思っています。この問題に關しても、米国式の能率主義と、日本式の公平主義、精神主義との深刻な対立が見られるでしょう。こうなってくると再びわれわれの生き方、研究の真の目的は何であるかと言った哲学の問題にも戻ることになります。いずれにしてもわれわれは大自然の歴史の中で、人類という小さい一コマを受持っているのにすぎないのでしょうが、その一コマのまた一瞬間にすぎぬ現在の問題に關して、すでに十分に複雑であり、頭を絞らねばならない小さな存在である訳です。しかしあわたくしはそれでも皆様に十分頭を絞り、何等かの未来への方針を造り、努力してほしいと希望しています。

どうも請われるままに勝手なことを書いてしまいました。多少 childish と思われるところも多いかと存じます。いろいろご意見、ご批判があればお聞かせください。なお、わたくしの研究室は今のところ研究テーマとして絶縁性化合物磁性体の研究を主体としており、イオン拡散に伴なう磁気緩和機構の研究が終了し、電子拡散に伴なうものの研究もかなり全ぼうが明確化しました。また、マイクロ波誘電損失や、スピニエコー-NMR 等の研究が進行しており、double exchange 作用へ意欲的な研究があります。磁気光学的研究は今年から多少力を入れようかと考えており、Mössbauer 等も start する心算りです。当物教室は、一年毎の各研究単位の業績内容を印刷出版することにしておりますので、ご必要の向き

は、当物理教室あてご請求ください。

最後に一言、数日前開館直後の霞ヶ関ビルの最上階に赴く機会を得、そこに展開される超近代的な都市文化をマザマザと見る機会を得ました。ひるがえって私共の周囲、あるいはその36階から展望される下界には超近代的とは程遠いいろいろな現実があります。しかしこのアンバランスが丁度十年前物性小委員会が物性研設立を決意した時、造り出すことを決意したものと全く同一のものであることを考えて、誠に感慨無量なものを感じました。今から十年後、わが国の多くの都市に多くの近代的超高層ビルが立並ぶことであらうか。しかし、今物性物理学の研究者に関して、考えるべき新らしい企画は何であらうか、若い諸兄のご尽力をお願いする次第です。

- 1) 飯田修一、日本物理学会誌 22 (1967) 128.
- 2) R.L. Pelegor and L. Mandel
Phys Rev 159 (1967) 1084
- 3) 小谷正雄 科学 38 (1968) 105.

物性研究所短期研究会

“半金属の Quantum Transport ”

1968年6月3・4・5日に上記研究会が開かれた。これは1966年2月の“半金属の物性”研究会以後の発展に対応するものである。はじめ世話を人が推定し計画した参加者と講演数とを大幅に上回って、参加者の旅費の捻出がむづかしくなってしまうほど、この分野の日本における研究が予想以上に活発であることが印象づけられた。このような活性度は現時点でいえば他の国をむしろ凌ぐものが。今回の研究会が、半金属とその両翼の物性をより深く、より広く解明する契機となることが期待され、時宜をえた有意義な会であったようだ。

会期 昭和43年6月3日(月)、4日(火)、5日(水)

プログラム

6月3日

Graphiteについての諸問題 <座長> 川村 肇

- | | | |
|--|---------------|---------|
| [1] バンド構造と光学的性質 | 東大理 植村 泰忠 | 中尾・塚田 |
| [2] 光反射の実験 | 原 研 佐藤 好毅 | 小林謙二・永井 |
| [3] 熱起電力(実験) | 日大理工 都竹 卓郎 | 菱山・斧・竹沢 |
| [4] Conduction Electron Spin Resonance の Line Shape | 松下電器 無線研 杉原 硬 | |
| [5] バイログラフアイトの異常な電流磁気効果 | 電通大 矢沢 一彦 | |
| [6] non-linear な電流・電圧関係 | 慶應大工 水島 三知 | 遠藤 忠 |

Bismuth型半金属のバンド構造 <座長> 田沼 静一

- | | | |
|--|-----------|----------|
| [7] Sb, の non-ellipsoidal, non-parabolic nature (ドハース・ファンアルフエン) | 物性研 石沢 芳夫 | |
| [8] 半金属の magneto - thermal 振動 | 名大工 西本 正 | 松尾・野口・岩間 |
| [9] Bi のフェルミ準位の quantum variation | 阪大理 高野 健三 | 川村 |
| [10] Bi の magneto - reflection | 川村 肇 | 服部 勝治 |
| [11] Bi, Sb の静水圧下のバンド構造 (ドハース・シュブニコフ) | 物性研 箕村 茂 | 藤井・田沼・西沢 |
| [12] Bi の反磁性の理論 | 東大理 福山 秀敏 | 石沢・永野 |

6月4日

Magne topo plasma, Magne to acoustics <座長> 植村 泰忠

- [13] 半金属のMagneto Quantum Electric Effects 阪大理 沢田 康次
[14] 円筒形の物質中を伝わるヘリコン波の振巾の量子振動 東大工 沼田 裕
[15] A zbel -K aner 共鳴とA lf v e n波 阪大理 中原純一郎 川村
[16] Magneto Plasma の弱い空間分散(理論) 東大理 赤羽 正志
[17] Bi の表面インピーダンスの量子振動 阪大理 高野 健三
[18] コメント 新島大理 横田伊佐秋

<座長> 森田 章

- [19] 巨大量子減衰による Bi の電子およびホールのスピン分散 九大大理 間瀬正一・坂井武・森絃
[20] Bi における巨大量子減衰の Line Shape 九大大理 藤森 康亘
[21] 磁気音響減衰による Bi の電子・格子相互作用 ディレクター 松本 泰国
[22] Sb, As の磁気音響効果 東北大研 深瀬 哲郎 袋井

6月5日

Transport

<座長> 横田伊佐秋

- [23] Esaki 効果(理論) 九大工 辻 幹男 井上清一郎
[24] コメント: Esaki 効果(理論) 日立研 村山 良昌
[25] Ettingshausen-Nernst Effect of Bismuth 物性研 B.S.Farag 田沼
[26] Bi の電流 instability 京大工研 森本 武 吉田 起國
[27] Bi . Sb 合金における高電場効果 RCA基研服部 健雄

いろいろの物質

<座長> 間瀬 正一

- [28] Insb の magneto-Plasma の非線型効果 日立研 伊藤 良一 小寺・小松原
[29] 超電導体における helicon 波 日大理工 小笠原 武
[30] 縮退半導体における磁気光効果 東北大研 仁科雄一郎
[31] Yb のドハース・ファンアルフエン効果 物性研 田沼 静一 W.R.Datavs
[32] Hg Te のドハース・シュブニコフ効果 京大工研 山本 正雄 袋井
[33] Insb の Acousto Electro Magnetic Effect 東大工 田中 昭二 湖上峯市

はじめて世話を人の川村より半金属物性の興味ある点として

- (i) 試料が純粋にし易いこと
 - (ii) Mass の小さいこと、これ等のために $W_c Z \gg I$, $\hbar W_c \gg kT$, $\hbar W_c \gg E_F$ などの Quantum の条件が容意に満されること。
 - (iii) Carrier 密度が高く、プラズマ効果に興味のあること、Fermi liquid effect が期待されること
 - (iv) hot IC したり Carrier injection を行うことはむつかしいが横磁場の下で電子、正孔が一方向に集り、熱平衡密度よりはるかに高くなつて、この状況で active device の作れる可能性のあること、
- などが指摘された。

以下プログラムの〔番号〕に従つて内容を紹介する。

[1] Graphite のバンド構造と光学的性質 (植村泰忠)

Graphite のバンド構造はフェルミ面附近ではロケット型の特異な形をしているが炭素は軽く、電子は少いから 1st principle からバンドが計算出来る可能性があるので興味深い。

赤外から紫外に至る広い波長領域にわたる光学的スペクトルからバンドの大体の形がわかっている。更に Electro reflectance や Piezo reflectance の研究が期待される。

Graphite は層間の相互作用を無視した二次元結晶の近似でもある程度の議論が出来るので、これを改良して波動函数を層間の方向 Z の函数とした係数を用いて二次元の平面波で展開して、この係数に関する Z を変数とする波動方程式をとくと云う形で問題を処理する方法が紹介された。

[2] Graphite の光反射の実験 (佐藤好毅)

Graphite の 60 mp 附近の光反射の実験より K-K 変換で n と k を求めて二つのピークを得た。このうち短波長のものはプラズマ共鳴に長波長のものは E_1 band と E_3 band の分離に対応させることが出来る。

試料は Pyrolytic Graphite を 2200°C で蒸着させたものである。

[3] Graphite の熱起電力の実験 (都竹卓郎)

熔解した鉄から折出する Kish Graphite として $6 \sim 7 \text{ mmØ}$, 0.5 mm 厚さのものが得られる。これを H.F., H_2SO_4 中で煮沸したのち 2300°C で熱処理したもの用い

る。この熱電能を温度の函数として測定した。50 °K 附近で Phonon drag effect によって負になる。

[4] Graphite の Spin 共鳴の Line shape の理論（杉原 硬）

Spin 共鳴の Line shape は χ' と χ'' を加えたような形をしている。これを Dyson の理論にしたがって解析を行って、スピン緩和時間と、Carrier が shin depth を通過する時間とが同程度のときにこのような Line shape の得られることを見出した。

[5] Pyrolytic Graphite の異常なホール効果（矢沢一彦）

ある種の Pyrolytic Graphite においてそのホール係数が逆転することを見出した。又負の磁気抵抗がときには常温ですら観測される。これをキャリヤー数が磁場と共に変化するとして解釈した。

[6] Graphite における non-linear な電流-電圧関係（水島三知）

1000 Å くらいの薄い Graphite に切込みを入れて長さ 0.08 mm 巾 0.05 mm の Current path を作って磁場の下で強いパルス電圧を加えて 77 °K で Esaki 効果を見出した。その sink Point における drift velocity は $20 \sim 30 \text{ km/sec}$ となり音速 21 km/sec にほぼ等しいことがわかった。

[7] Sb の non-ellipsoidal, non-parabolic nature (石沢芳夫)

純アンチモンおよびスズを添加したアンチモンについてドハース・ファンアルフェン効果を測定し、講演者らはさきに橢円体近似でフェルミ面のパラメータをきめ、どのフェルミ面が電子で他が正孔かをきめた。その後測定を附加し、近似をすすめると、non-ellipsoidal, non-parabolic な程度がわかつってきた。フェルミ面の磁場に垂直な断面積の極値 S と有効質量 m^* から $S/2\pi m^*$ を実験的にもとめると、ellipsoidal ならば、この量は磁場方向によらず一定でフェルミエネルギーを与えるが、現実には 50 % もの異方性をもつ。またドハース周期 P をある一定方向の磁場で純 Sb とスズ添加 Sb で測り、その変化の割合 $\Delta P/P$ を求めると、この量もやはり磁場方向によって異っている。 $k - p$ 摂動を基とする Lax のエネルギー分散式をある主軸方向（最短軸と中軸）で採り、最長軸方向は Parabolic とすると実験の傾向は説明される。

[8] 半金属の magneto-thermal 振動（西本 正）

以前に野口・田沼によって行われた magneto-thermal 振動の実験方法を改良することによって、以前のスパイク状の振動波形が消え、もっと sinusoidal に近い波形となつた。主な改良点は試料と支持棒との断熱的固定を緊密にしたことである。Sb と As の純

純単結晶試料について磁場スイープによる振動的温度変化がえられ、ドハース・ファンアルフエン振動と同じようにフェルミ面の解析に役立つことを示めした。精確にみると thermal Oscillation の波形は sinusoidal からはずれている。これは oscillation を与える表式が、周期はドハースの場合と同じでも波形は min と max で非対称になるようあらわされることから説明される。この非対称波形はスピン分離を見るのに都合がよい。

[9] Bi のフェルミ準位の quantum variation (高野脩三)

Bi について強磁場での Alfvén 波の干渉実験を行い mass density を測定すると、磁場がつよくなるにつれて量子極限を越えて carrier density が増大する一方であるような実験事実が見出された Bi の Landau 準位について Lax の non-parabolic model にスピン分離因子 γ を入れた。Smith, Baraff, Rowell の model がある。この model の限りでは $\gamma < 1$ の場合は説明されるが、それでは quantum limit 以上で mass density は増大しない。

Bazaff は同じ R 値で Lax の二帯 model を拡張して三帯 model を導入し、 $\gamma > 1$ の場合も生じうることを示した。

Bi の電子についてはこの model は現実を定量的に説明しうることを解析した。

[10] Bi の magneto-reflection (川村肇)

Bi の電子帶の magneto reflection の実験は Brown らのものがあり、そのとき最高磁場約 60KG まで Lax model によってよく説明されるということになっていた。

しかし [9] で示されたように Lax model には不充分な点があることが明かになったので、パルス磁場を用いて約 200KG まで測定磁場を拡張し、また入力光としては He-Ne レーザー光 ($h\nu = 0.36 \text{ eV}$) を用いた実験を行った。結果は Lax model からの deviation を見た。Baraff model によってこのズレは説明される。

[11] Bi, Sb の静水圧下のバンド構造 (箕村 茂)

静水圧下の半金属のドハース・シュブニコフ振動周期を測定し、1 気圧下の周期からのズレを系統的に観測することによって、フェルミ面の形と大きさの圧力依存性がもとめられる。

Be-Cu のボンベにケロシンを主体とする油を入れて圧力媒体とし、静水圧をかけた状態でボンベの蓋を固定して液体ヘリウム温度に冷却すると、試料には静水圧がかかった状態でシュブニコフドハース振動が測定できる。実験は約 4 Kilobar までなされたが、Biにおいてはこの圧力でいどではフェルミ面はほとんど相似形のまま縮少する。Sb では実験的の scatter のため確言できないがやはり相似形に近い状態で縮少する。目下装置感度向上に努力中である。

[12] Bi の反磁性の理論 (福山 秀敏)

Bi の大きな反磁性は 5 個の価電子を free electron として取扱って Landau 反磁性を見積った値の数 10 倍も大きい。磁場方向によって反磁性の異方性がいちじるしく大きい。Bi の電子については伝導帯はひじょうに小さい gap をへだてて充满帯と対している。このばかり spin-orbit 相互作用をとり入れた二帯モデルで帯間効果を考慮すれば反磁性の大きさは band gap の小さいほど大きい値を与えることが示された。

[13] 半金属の Magneto Quantum Electric Effects (阪大理 沢田)

はこの日の introductory talk として、静磁場中の carrier の運動を中心座標と相対座標の運動に分解してみる描像に立ってこれに外部的な擾動(例えば電磁波或は音響振動にもとづく内部電場)が加った場合の遷移についてきわめて直観的な解説を行った。その応用例として Esaki 効果のおきる限界電場などが吟味された。

[14] Helicon 波の振巾の量子振動 (東大工 沼田)

この報告は円筒型の試料を伝はるヘリコン波の分散関係を境界条件を入れて求めた理論であってとくにそのもっとも励起されやすい振動モードではドハース・シュブニコフ型の量子効果が著しく観測される可能性を InSb の数値例で示した。66 年国際会議で山田(ソニー)により報告された Bi のヘリマン波の大きい量子振動も定性的にはこゝで述べられたようなことに原因するのではあるまいか。

[15] Azbel-kanner 共鳴と Alfvén 波 (阪大理 中原)

Bi の Alfvén 波が cyclotron 振動数及びその高調波振動数との共鳴条件近傍で示す反射の測定が報告された。異方的な Band 構造を反映して磁場と結晶軸との方向に依り吸収曲線は共鳴点近くで吸収型、分散型、更には特別の構造をもたぬ場合等様々な変化を示す事が確認された。

これらの現象は空間分散効果の好例として実験的にも理論的にも更に研究されてよい問題と思われる。

[16] Magneto plasma の弱い空間分散 (東大理 赤羽)

前項の如き現象を説明する第一段階の試みとして伝導率テンソルを波数 k について展開した弱い空間分散条件での波の伝搬が Voigt 配置の場合に論ぜられ $\omega = \omega_c$ 伝搬の異常がなく $\omega = 2\omega_c$ で強い異常のあること等が指摘されたが例えは(3)の実験と対比するには表面の条件等を入れた更に詳しい議論が必要である。

[17] Bi の表面インピーダンスの量子振動 (阪大理 高野)

Te を添加した Bi の表面インピーダンスの磁場方向依存性を詳しく測定して質量テンソルを定めるこゝろみで特に重い質量の carrier の値に敏感なことが指摘された。この特徴は測定法として応用が広いものと思われる。

[18] コメント (新潟大 横田)

固体プラズマで通常より慣らしている Aeffven 波はその伝搬方向の如何により密度波をともなう場合とさうでない場合があり両者の機構は物理的に異なるものがあることの指摘があった。

[19] 巨大量子減衰による Bi の電子、正孔のスピン分離 (間瀬 正一)

超音波減衰の giant quantum attenuation は波形が sharp でスピン分離の観測にも好都合である。

145 KOe までのパルス磁場を用いてスピン分離因子 α の値と異方性を測定した。電子については磁場が x (binary) - y (bias) 面内で α が 1.07 から 1.10 の異方性を示した。正孔については Smith らが $\alpha \leq 2$ という異常な値を報告しているが、この実験は $\alpha \approx 1.87$ (H_{11Z}) で Smith らと略一致する。正孔についてこのような異常な α の値を基礎づける電子帯構造は今のところ理解されていない。

[20] Bi における巨大量子減衰の Line Shape (藤森 康亘)

超音波の giant quantum attenuation の一般的表現を求め Bi の講演者らの測定にあてはめて定量的比較を行った。パラメーター q_1 は 7 ていどになっている。半値幅は二つの Landau 準位が同時にフェルミレベルを通過するとき相互作用なしでは理論とあわない。振幅は $q_1 = 7$ で 1KOe 以上で三角函数から giant 型にかわることが計算上もみられる。正孔について、電子の吸収のピークが附近にあるような磁場では異常性があらわれる。たとえば電子のピークのあとにつづく正孔の吸収ピークはいちじるしく broad で小さくなることなど。これは理論からはまだ理解されない。

[21] 磁気音響減衰による Bi の電子一格子相互作用 (松本・間瀬)

横波による magneto acoustic attenu という手段を用いて、Bi の deformation potential のテンソル成分を実験からみちびく新しい方向を研究した。実験によればたとえば縦波のとき $q // bisectrix$ 軸ではあるエネルギー一面からの吸収は小さいが、同じ方向で横波のはあいは反対にそれ以外のエネルギー一面からの寄与だけがある。あるいは横波どうしでも $q // z$ で分極が x 方向と y 方向とではエネルギー一面の寄与がことなる。そのような点の組織立った解析から deformation tensor について今までよりくわしい知識がえられた。電子フェルミ面は橢円長軸の方向の歪みと長軸に対して離巾をしづるような歪みに対し

て大きな電子格子相互作用をもつことが知れた。このようなことは半導体では存在せず、金属フェルミ面の有限のひろがりに対してでてきた現象であろう。

[22] Sb, As の磁気音響効果（深瀬）

Biにおける[19][20][21]と同じく Sb, Asについても giant quantum attenuation が見出された。Sbについては Windmiller のドハース効果による研究で見出された ellipsoid からのズレが殆ど同じ形でみられた。Asについては正孔のニンジンとその二本づつの径を交互につなげたような多重結合フェルミ面の、ニンジンの径にあたる部分（細長い双曲面）のスピノ分離因子が $\gamma = 0.93$ と求められた。この値は Bi の正孔の γ 値と同じく、その物質の電子構造の現在の知識からは説明されない。

6月5日午前は主として輸送現象にあてられた（座長 横田）

[23] 辻（九大工）は Esaki 効果の半現象論的理論についてのべた。電子・正孔に対する現象論的 constitutive equation と電子・格子相互作用を入れた格子に対する古典的運動方程式から出発して、電流・電圧曲線にクニックの生ずることを示したが、まだ少からぬ問題が残されているようである。

[24] 村山（日立中研）は非平衡状態に対するグリーン函数の方法をつかって、Esaki 効果の電流・電圧曲線を計算した例を示した。

[25] Farag（東大物性研）は Bi の Ettinghausen — Nernst 効果の実験結果について報告した。比較的未開拓の分野であるだけに、今后の解析の結果が期待される。

[26] 森本（京大工研）は Bi において観測された電流振動について報告し、また斜め磁場のばあいに観測された絶対負抵抗について、MHD発電と同様な機構で説明されうるはずであるという見解を表明したが、電極のつけかた、表面での再結合速度にも関連した3次元的電場・電流分布の複雑な問題が提起されているように受けとられた。

[27] 服部（RCA）は $\text{Bi}_{88} \text{Sb}_{12}$ が、band gap の小さい半導体であり、またキャリアの質量が小さいことから、impact ionization によって電子・正孔プラズマをつくるのに好都合の物質であることに着目して行った高電場効果の実験結果について報告した。

[28] 日立中研の伊藤は “InSb の magneto-plasma の非線型効果” について報告した。液体ヘリウム温度での magneto-plasma 共鳴の磁場強度と線巾をマイクロ波の Power の関数として表わし、hot electron 効果が現われている事を確かめた。Magneto-plasma 波の伝播の実験では Power をあげると freeze out していた

電子がたたき上げられるため入射 power がある値に達したところで透過 power にて極大が現われるという結果を得た。また強い power のマイクロ波により高調波が励起される問題を論じた。

[29] 日大理工の小笠原は “超電導体における Helicon 波”について報告した。まず磁場の中におかれた Type I および Type II の超電導体中を電磁波が伝播する場合の分散則が通常の金属の場合と相異する点を述べる。特に第 2 種の超電導体では mixed state における flux の分布およびその運動が helicon 波の伝播に作用をおよぼすが、その flux に対する境界条件の取り方等により Noziere 等の理論と Bardeen 等の理論が出てくる。両者は角振動数対磁場曲線、 Hall 角対磁場曲線に對して異なった結論を得ている。 In における共鳴法によって得られた角振動数と Hall angle に対する磁場変化の実験結果は Type I 超電導体に期待される振舞いに必ずしも一致してはいない。 Type II の Nb における Hall angle は純度によって振舞いがかなり異なる事実を述べた。

[30] 東北大金研の仁科は “縮退半導体における磁気光効果”について報告した。先に cardona は Ge では Faraday 回転の角度対 photon エネルギー $\hbar\omega$ の曲線が $\hbar\omega$ とエネルギー gap が等しくなる点で符号が反転するのに対し GaAs では反転しないという実験事実を g- 因子の符号が両者で異なるという仮定で説明した。仁科は磁場中の複素誘電率のキャリア濃度依存性を検討し、符号の反転は試料純度により Population が異なる事に密接に関連していると結論した。

[31] 物性研の田沼は “Yb の de Haas-Van Alphen 効果”について報告した。 Yb 原子の電子配置 $6S^2 5d^0 4f^{14}$ で結晶は面心立方格子をとる。気相成長法で作られた試料の de Haas-Van Alphen 振動を最大 60 KGまでの超電導磁石を用い 11 KC/s の変調法で測定した。測定値を Fourier 解析した結果 3 種類の Pocket がある事が見出された。同期 $(1/H)$ の角度依存性と B.Z の対称性を検討して B.Z の W 点近傍に No 1, No 2 のホールを対応させ、 L 点に No 3 の電子を対応させる。エネルギー面を橢円面と仮定して周期から求めた No 1, No 2, No 3 ポケット内のキャリア数はそれぞれ $1.40 \times 10^{18}/cc$, $1.57 \times 10^{18}/cc$, $1.45 \times 10^{19}/cc$ となる。ポケットの数を考慮に入れるとホールの総数は $5.2 \times 10^{19}/cc$ 、電子の総数は $5.8 \times 10^{14}/cc$ となり殆ど補償されており、 Yb は Sb 程度の半金属であると結論された。実験から出されたバンド構造は Heine による Sr のバンド計算の結果と類似している点が指摘された。

[32] 京大工研の山本は “HgTe のドハースシュニコフ効果”について報告した。

Bridgeman 法で作った試料の Shubnikov-de Haas 振動を観測した結果、2種類のキャリアの存在が確かめられた。 $1/H$ における周期の角度依存性は2種類共に極めて弱く、Fermi 面は球に近い事が結論される。したがってこれらは共に Brillouin zone の中心に位置する事が推論される。キャリアの符号は他の実験から電子である事が指摘されており、一方この物質が半金属である事から、なお観測にかかっていないホールの band があるものと推測される。

[33] 東大工の田中は "InSb の Acousto Electric Magnetic Effect" について報告した。これまでの研究で、キャリア数が $1.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 程度の InSb 試料では負磁気抵抗が現われる。また波数ベクトル \vec{q} , $v = 9 \text{ Ge/S}$ のマイクロ波フォノン $\vec{q} \parallel \vec{H}$, $\vec{q} \perp \vec{E}$ の条件で試料に入射させると、磁気抵抗変化 ΔR が減少する。この事実はフォノン吸収により電子がホットになり、緩和時間 τ のエネルギー依存性のため $\tau(\epsilon)$ が長くなることにより説明された。一方縮退していない電子の τ の ϵ 依存性が強ければ acousto electric magnetic effect が One キャリアの場合にも現われる事が理論的に予想されている。実際に $\vec{q} \parallel <111>$, $T = 42^\circ\text{K}$ の条件で測定してその存在が確かめられた事が報告された。この効果は実験では温度を下げても余り変化がみられない。この事実は上記の理論とは矛盾しており、その不一致の理由が負磁気抵抗等と関連して議論された。

三日間のまとめとして次の諸点が討論された。

- (a) 超音波吸収より求められた Bi の電子に対する Deformation Potential の対称性が band の対称性に合はない（間瀬）。電子の mass は m₂₃ が残るのに対し、Deformation Potential は D₂₃ は消えて D₁₃ が大きく残る。これは Fermi 面の大きいことを考えて D₁₃ 依存性を持たせると定性的には理解出来るが、実験で得られたような大きい値が得られるかどうか分らない。又このような場合実験で得られた現象論的な D をミクロにはどのように理解すればよいのかなどが問題になった。
- (b) R.F の Marginal Oscillator を用いて Q 値の変化より試料の magneto resistance を測定し、Shubnikov - de Haas 効果を測る方法（高野）は、要するに damped Alfvén Wave の減衰を測っていることになって、この磁場変化が測られるが、これは直流の磁気抵抗と同じ量を測っていることになっているが、de Haas の振動が前者で短周期がよく見るのでに対し、後者では長周期がよく見える。この理由は分らないが、互に相補的であるので実験技術として注目された。

- (c) Bi の hole の Spin Splitting Δ が 2 に近く (間瀬)、Sb の hole のくびの部分の Δ が 1 に近い (深瀬) ことが超音波吸収の G.Q.A. より推論されたが、これは band 構造よりは理解困難である。
- (d) hole と電子がほとんど同時に Fermi 準位を切る所では G.Q.A. の signal が小さくなる (間瀬)。同様のことが高磁場における Alfvén 波にも認められる (高野)。これは電子 - 正孔間の帶間遷移がそれほど大きくなることは考えられないで考えにくい。これにて対して電子 - 正孔の結合による excitonic phase を考えてはどうかと云う提案 (沢田) があった。

川村 肇 植村 泰忠
間瀬 正一 横田 伊佐秋
森田 章 田沼 静一 記

物性研短期研究会報告

「Invar 効果」

近角聰信 勝木渥
中村陽二 石川義和

この研究会は6月6日と7日の2日に亘り開催された。Invar効果とは、f.c.c. Fe-Ni合金で組成が65%Fe-35%Ni附近に最も典型的に現われる現象で、絶対零度での自発磁化がこの組成附近でFeの増加と共に急激に消失する、熱膨脹係数が非常に小さく、また温度に依存しない等の著しい特徴を持っている。この現象は最近他のf.c.c. Fe合金にも見出されて来、且Feの反強磁性とも密接に関連していると考えられ、理論家も関心を持つようになって来たので、実験家と理論家が一堂に集って討論する研究会を企画することになったわけである。研究会が終了してその成果を反省してみると、問題が比較的限られており、非常に類似した仕事をしている人々が集ったため、最初から最後まで白熱した議論が続き、楽しい会となった。またこの効果についての基本的理解が出来、将来に残された問題点も浮ぼりにされたので、この会は成功であったと思われる。

研究会のプログラムは以下の通りである。

Invar効果についての解説

- 実験 物性研 近角聰信 (30分)
- 理論 信州大理 勝木渥 (30分)

Invar合金の磁性

- Fe-Ni, Fe-Pt合金の濃度のゆらぎとInvar効果 京大理 可知祐次 (30分)
- Fe-Ni合金についてのコメント 京大工 中村陽二 (10分)
- Fe-Ni-Mn合金の磁性 京大工 中村陽二 (30分)
- Fe-Ni-Cr合金の磁性 物性研 石川義知 (30分)
- Fe-Ni Invar効果のスピノ波共鳴 東北大金研 山内宏 (20分)

- Fe-Ni Invar効果のメスバウアースペクトルの温度変化 東北大金研 富吉昇一 (30分)

○ Fe-Co-Cr 合金及び Fe-Pd 合金のインバー効果

東北大・金研 藤森啓安 (20分)

○ f.c.c. Fe-Co 折出合金の磁性 京大工 中村陽二 (10分)

○ f.c.c. Fe-白金族合金の磁性 物性研 溝口正 (10分)

○ Fe 及び内部磁場状態の磁性

○ Fe-Mn 合金の磁性 物性研 遠藤康夫 (30分)

○ 鉄の結晶構造と磁性 京大理 目片守 (30分)

Invar 合金の体積効果

○ Invar 合金の体積効果 東北大・金研 広根徳太郎 (30分)

○ Fe-Ni-Mn 合金の体積効果 京大工 隼瀬益太郎 (30分)

Invar 効果に関係した理論

○ f.c.c. Fe-Ni 合金の自発磁化の組成変化についての説明

名大工 志水正男 (20分)

○ Stoner モデルによる f.c.c. 合金の自発磁化の計算

物性研 溝口正 (20分)

○ Two Dimensional Ising Model for Invar Alloys

京大理 山本常信 (20分)

○ f.c.c. 金属の磁性についてバンド理論からのコメント

物性研 浅野撰郎 (30分)

研究会はまず近角(物性研)、勝木(信州大理)の Invar 効果についての実験及び理論面での一般的解説でスタートした。近角は Invar 効果の歴史、特性を述べ、特に Invar 効果の最も大きな特徴である温度の上昇に伴う格子の異常収縮は絶対零度から磁気変態点までの広い温度範囲で起っていることに注目し、これは単にキューリー温度が分布しているということだけでは説明されず、low magnetic state と high magnetic state 間の遷移のようなことを考慮しなければならない事を強調した。又種々の Invar 合金の自発磁化の組成変化をしらべ、自発磁化の消失する組成は、Cr, V 等、不純物効果の大きい元素を除外した平均電子数で定まることを指摘した。一方勝木は、Invar 効果を説明する理論として Be the-Slater 曲線、Kondorsky, Weiss, Katsuki の理論を紹介し、これらを比較検討し、Kondorsky の理論があやまっていること、Weiss の理論は余りはっきりしない仮定から出発しているので

次元が低いことを示し、修正された Stoner 理論又は Katsuki の理論が有望であると結論した。

第1日午後は Invar 合金の磁性について最近行われた実験に関する各論があり、議論が活発に行われた。可知（京大理）、浅野（東北大金研）は蔥酸塩の還元によって得られた Fe-Ni 合金の微粒子によって Fe 80% - Ni 20%（原子比、以下同じ）まで変態をおさえて、f.c.c 状態で低温まで飽和磁化を測定した。濃度が充分一杯ならば Fe 71% - Ni 29% で突然飽和磁化が消失するものと仮定し、且つ磁性は 60 原子程度の大きさの集団を単位としてきまると考え、濃度のゆらぎで、実際の飽和磁化の組成依存性を説明した。この考えによると Ni 30% 附近で、強磁性、反強磁性の領域の体積比は大体半々となり、伝導電子の磁気散乱による残留抵抗がこの組成で最大になることも説明される。Fe-Pt 合金で規則格子生成によって磁性が異なることも同様な考え方で説明した。この問題については 60 原子を単位とする意味などについて多くの議論があった。ついで中村（京大工）は Fe-Ni 合金のメスバウアー効果と交換異方性の測定から反強磁性のネール点は少くとも 50°K ぐらいより高いとコメントをした。ついで同じく中村（京大工）は Fe-Ni-Mn 系で、以前に志賀の研究した $Fe_{65}(Ni_{1-x}Mn_x)_{35}$ について、 $Fe_{50}(Ni_{1-x}Mn_x)_{50}$ の系について行った実験結果を報告した。各量を平均電子濃度に対してプロットすると、キュリー点、ネール点は前の系と殆んど重なるが、飽和磁化は少し、電子濃度の大きい側にずれる。電気抵抗率の温度変化は Invar 合金では特徴的で、キュリー点以下でかえって増加する傾向があるが、これは Bailey 流に反強磁性 Fe の誘導磁化の増加によるためと考えられることを指摘した。石川（物性研）Fe-Ni-Cr 系合金で Fe の組成を 56%、62%、66%、72% と固定し、Ni-Cr の割合を変えた場合、飽和磁化は殆んど電子濃度の一義的な関数と見られることを報告した。これは Cr 6% 以上では Cr の影響は飽和してしまうためではないかと推論した。この系で Fe の成分の異なる合金で電子濃度を 8.24、8.34、8.44 とえた試料につき、低温でメスバウアー効果を測定し、その分析によりそれぞれ高内部磁場、低内部磁場の 2 領域から成り、その値は共に電子濃度の増加と共に増加することを示した。

ついで山内（東北大金研）は Fe-Ni Invar 合金のスピノ波共鳴を観測し、 $D = 210 m\text{eV}$ を得たが、これは中性子回折のデーターを矛盾しないことを報告した。富吉（東北大金研）は Fe-Ni Invar 合金で Fe^{57} を 20～30% enrich した試料をつくり、メスバウアー効果を高温まで測定し、内部磁場のスペクトルの温度変化を計算した。又、中村（京大工）は、Fe-Co 合金を Cu 中に析出させ、f.c.c 相の状態で飽和磁化を測定した。これによると

電子濃度にして約8.10附近に向って飽和磁化が消失する傾向があることを明かにした。これはFe-Ni合金の約8.5に比べると大分小さい値であり、又、Fe-Co-Cr系(Cr 13%)の8.13に近いことを指摘した。これで第1日は終了したが、いろいろと新しいデーターも報告され、議論も活発で有意義であった。

二日目の午前は、一日目に引きつづいて、Invar合金の磁性についての討論が行われた。藤森(東北大・金研)はFePd及びFeCoCr合金についての実験結果を報告した。即ち、FePd系合金の磁気モーメントとキュリー温度の組成変化はFeNiのそれとよく似ている。又 $(FeCo)_{89}Cr_{11}$ の組成をもつ合金のInvar効果も γ 相のFe rich側でおこり、高磁場における飽和接近則には $1/H^2$ の項が含まれ、局所的磁気異方性の存在の可能性を指摘した。又磁気体積効果の測定を行い、熱膨張係数の小さな領域は狭い組成範囲に見られることを見出し、キュリー温度以下でのヤング率の減少は体積磁歪と関連することを示し、圧効果の結果をも報告した。

次いで溝口(東大・物性研)は面心立方鉄合金のInvar効果を研究する場合、鉄原子の磁気的挙動を一層明瞭にするため、それ自身non magneticな白金属元素と鉄のf.c.c.合金の性質をしらべた結果を報告した。即ち $Fe_{70}Pt_{30}$ のPtをRu及びRe, Os, Irで置きかえた合金の磁気モーメントの消失と電子濃度の関係をしらべ、Irの場合の規則格子の影響についてものべた。これらの研究はInvar合金の鉄の磁気的性質の解明に有力な手がかりをあたえるものと思われる。

午前の後半はInvar効果と極めて関連の深いf.c.c.鉄、h.c.p.鉄などの示す低内部磁場状態についての話があった。

遠藤(東大・物性研)はFeNi Invar合金よりも低電子濃度をもつ反強磁性のFeMn合金について報告した。この合金でFeは30~40KOeの低い内部磁場を持ち、中性子のdiffuse scatteringの実験結果から、Feが InB のlocalized momentをもつ反強磁性体と考えられるが、高温での χ が温度に依存しないことなどが説明出来ないので、これらの事情をより明らかにするため、第三元素としてC及びCuを加えてf.c.c.相をより広い組成範囲で安定化させた $(FeMn)_{0.96}C_{0.04}$ 及び $(FeMn)_{0.95}Cu_{0.05}$ の二つの合金の磁性の結果を報告した。これらの研究はまだ開始されたばかりであるが、FeMn合金の示す低内部磁場状態の解明に有力な手がかりをあたえるものと思われる。

次いで目片(京大・理)は低内部磁場を示すf.c.c.鉄及びh.c.p.鉄についての研究結果をの

べた。FeN系は侵入型合金として知られており、Fe90%までf.c.c.相がえられ10KOe程度の低い内部磁場をもつ反強磁性体である。FeRu及び冷間強圧延したFeMn合金はh.c.p.構造をもち、いずれも10KOe程度の低内部磁場をもつ反強磁性体である。又FeN系はNの濃度を上げるとh.c.p.構造となり強磁性を示す。目次は更に各種の鉄合金のdataをまとめ、b.c.c鉄はhigh spin state, low densityでmagnetic momentはlocalizeしていること、h.c.p.鉄はlow spin stateでhigh densityであり、f.c.c鉄は両者の中間的性格を持つこと又これら三つの相の安定性は、格子エネルギーのみでなく、磁気的エネルギーをも考慮して論じられるべきであることを指摘した。

これらの問題は鉄の結晶構造と磁性に関連した本質的な問題であり、今後の発展がのぞまれる。

第2日午後の前半は、Invar合金の体積効果について2つの報告がなされた。

広根(東北大・金研)はInvar領域におけるFe-Ni合金の磁化およびそれの圧力依存性についての彼らの実験が、Kondorsky理論の一つの拡張たるSidorovの理論でよく説明できることを報告した。広根はSidorovの理論はある意味で組成のゆらぎの効果をとりいれたことになっているだろうと述べたが、それについて若干の議論があった。

隼瀬(京大・工)はFe-Ni-Mn合金について報告したが、強磁性領域において $T < T_c$ で磁化に伴う体積膨脹が見られるのみならず、反強磁性領域においても $T < T_N$ で磁気的秩序の発生に伴う体積膨脹が見られること、また0°Kでも強制体積磁歪が0にならないことが強調された。隼瀬はこの事実は既存のWeissの理論、Beth-Slater曲線に基く理論等によっては説明できぬとして、第1日の午後Fe-Ni-Mn合金の磁性に関連して中村が示唆したモデルと結びつけて論じた。

第2日午後の後半は、Invar効果に関する理論が4つ報告された。

志水(名大・工)は、Katsukiの $D \leq 0$ のとき $T_c = 0$ という推論を批判した後、ある臨界的組成における磁化の不連続的消滅というInvar効果の特性を、彼が1964年頃展開した非Stoner条件下における強磁性の出現の理論と関連させて論じた。即ちfcc Fe-Ni, Ni-Cu合金の低温の比熱と自発磁化のdataから定めた状態密度を用いて自発磁化の組成依存性について計算し、Invar効果が非Stoner条件下における強磁性の出現と関係があることを示した。またCurie温度、分子場係数、高磁場帶磁率等の組成依存性について計算し論じた。彼はまたInvar合金における状態の分布という場合、単に組成の分布のみならずlow magnetic stateとhigh magnetic stateとの間の分布をも考慮する必要がある。

あると述べた。

溝口(物性研)は志水とほぼ同じ立場に立ち、Wakohの計算した状態密度と、Ni であるよう定めた電子間相互作用の値を用いて、f c c 合金の自発磁化を計算し、Fe_{0.7}Ni_{0.3}の所で不連続的に0になること、また常磁性と強磁性状態間のエネルギー差(溝口はこれをCurie温度の上限を与えるものとみなし)の組成依存性を計算し、それがCurie温度の組成依存性と一致する傾向をもつことを示した。彼は、low magnetic state の体積がhigh magnetic state のそれよりも小さいとすればInvarの本質的特徴はこの程度の簡単なモデルで理解できることと述べた。

討論では、志水・溝口の簡単なバンド・モデルで、自発磁化の温度変化が説明できるかという疑問が出され、また常磁性・強磁性状態間のエネルギー差だけでなく、もっと一般の、波数ベクトルで指定されるような状態をも考慮に入れて相図を作つてみなければ本当に解決したことにはならないとのコメントもあった。

山本(京大・理)はInvar合金に対する2次元Isingモデルを提出した。即ちFe, Niなる2種のIsingスピンが2次元正方格子を組み、最近接Fe-Feは反強磁性的に、Fe-Ni, Ni-Niは強磁性的に結合するとする。Direct couplingでつながったNiはn個の格子点よりなる強磁性的な島をつくるが、磁場Hをかけたとき $n\mu_B H > \sqrt{n} J$ なる島のみが磁場の方向をむく。H, Jとして普通の値をとると $n \approx 50$ と評価される。そこで全結晶を $n \approx 50$ なるcellにてわけ、そのcell内には与られた組成比に等しいFeとNiを各格子点に不規則にばらまいた。こうして作った一様分布の結晶の中にできた強磁性の島のうち $n > 50$ のものを強磁性に寄与するものとしたが、最近接格子点に2つ以上NiをもつFeも強磁性に寄与し、また $4\mu_{Ni} = \mu_{Fe}$ とすれば Fe_{0.7}Ni_{0.3} 附近で磁化の急激な減少がみられることを示した。この報告についてはnとして特に50～60にとったことの意味について討論があった。

浅野(物性研)はf c c 金属の磁性についてバンド理論からのコメントを述べた。彼はγ-Mnについてのバンド計算の結果が再現するように決めたeffective Hamiltonianを用いた、interpolation schemeによるバンド計算の結果に基き、f c c バンドではFeとMnの間で反強磁性になり易いこと、状態密度の高エネルギー側にあらわれる鋭いpeak(bccバンドではなだらかな山しかあらわれない)が、Niの強磁性、Fe-Mn領域での反強磁性を安定させるように作用し、またInvar効果を起すように作用することを指摘した。また局所的に誘起されたmomentの安定性を論ずることにより、3d電子数が7/atomである辺に強磁性-反強磁性の移り目があることを示した。

短期研究会報告 超交換相互作用

超交換相互作用の研究会は6月10日より12日まで物性研究所で行われ、多数の参加者があり討論も盛んであった。以下の報告は各セッションの座長に書いて頂いたものであるが、各座長の原稿そのまま、形式に不統一があるのはそのためである。

交換相互作用の理論（10日前）

最初に超交換相互作用の理論の現状に関する立木のレビューがあった。Anderson以来多くの研究により微視的な機構は出つくしていると考えられるが、最近のHuongの計算（自由イオンに対するFreeman-Watsonの波動関数から出発するHeitler-Londonモデルによるもの）によれば cation-cation の間の電子の transfer による機構が最も重要なといふ。併し乍らこの様な第一原理から計算を行う場合には多くの困難があることが説明された。(1)どの様な波動関数の basic set から出発するのがよいか？(Configuration mixing を実際には完全に実行出来ないため、僅かの configuration でよい結果を得るにはどうすべきかという問題) (2)電子相關をどの様にとり入れるか？が問題であり両者は当然からんでいる。

ここでは特に mixing によってとり入れる configuration の励起エネルギー ΔE の評価に於ける遮蔽効果（多体的な rearrangement の効果）の影響を高次の摂動論でとり扱い、一電子 transfer の過程では ΔE が従来の値より相当小さくなることが示された。又2電子 transfer の過程についても簡単な議論がなされた。

次いで山下は第一原理から出発する計算の困難さを強調し、H.L. モデルに基づく計算は結合エネルギーの様に S^2 (S は overlap 積分) の order の量は正しく与えるが、超交換相互作用の様に S^4 の order の量に対しては破たんを来たすのではないかと推測し、この様な計算は当分あきらめて、むしろ半現象論的に例えれば分子軌道関数を使うパラメタ理論をやる方がよいのではないかという悲観的な見解を述べた。

小口は実験結果から統計理論を使って半経験的に交換相互作用常数を求める問題についてレビューし、小口とその協力者で最近数年間に行われたその方面的研究を紹介した。立方晶系から2

次元物質、1次元物質、更に Ising モデルが近似的に成立つ場合等について述べ、最後に異方的な2次元物質や、スピネルの場合の磁化過程の計算についてもふれた。

田辺は光の吸収スペクトルから励起状態の交換相互作用を求める問題、特に反磁性結晶の中の磁気イオン対の光吸収スペクトルの場合について解説し、又 MnF_2 のマグノン・サイドバンドにもふれた。特に、観測されている2本の zero-magnon 線の間隔が理論計算では（スピン一軌道相互作用常数として Mn^{2+} の観測を使うと）実験より数倍大きくなること、そしてそれが軌道励起による格子変形を考慮して説明され得ることを指摘した。

糟谷は Eu-chalcogenides の超交換相互作用の問題を議論した。種々の可能な機構を逐次検討した後、光学的格子振動の零点振動により $4f^7 \rightarrow 4f^6 5d$ の混合が起ることにより、最近接イオン間は強い交換相互作用が起ることを示し、評価された order も、負イオンの種類による変化の定性的傾向も実験と一致すると述べた。^{*}（守谷）

脚註 * 同条な機構は J. Smit (1966) によっても簡単に論じられている。

古典的問題のセッション (10日午後)

最初に座長の宮原教授から「座長を頼まれたのは、私がまだ第一線の研究者と見なされていることを意味するが、しかし世話人が古典的問題の座長に指名されたのは、私が古典的な研究者であると見て居られるためかも知れない。」と発言があり一同大いに笑ってこのセッションが始められた。

持田（北大理）は多くの酸化物磁性体について 90° の直接交換が重要である話をした。酸素を介する超交換相互作用が一種類しかないような酸化物についての例を抽出し、超交換の角度 θ が比較的大きい場合の T_N 又は漸近キュリ一点の値を $\theta = 90^\circ$ に外挿し、 90° 近くでの実験値との差は直接交換相互作用によるものと解釈した。 Cr^{3+} , Mn^{3+} のように $d \epsilon$ 軌道に空位があり、その重なりが大きい場合には特に直接交換積分が大きい負の値を持つことを強調した。また 90° での起交換についても論じた。

石川義和（物性研）もいくつかの Mn 化合物、とくに $Mn Ti O_3$ の高圧相や $Mn Si O_3$ 等を引用して、 Mn^{2+} の 90° 交換相互作用が反強磁性的で強いこと、距離の近いばあいに強くなることから考えて、直接交換が重要であると述べた。

以上のような直接交換相互作用の大きさは、持田の解釈で定性的には理解されるが、来場の理

論家からは余り明確な発言はなかった。

伴野(物性研)は KNi_3 の格子振動に対する magnetic ordering の効果に関する報告をした。この結晶には赤外活性のモードが三つある。一番短波長のは Ni-F ポンドの伸縮に対応し、 T_N で温度勾配に変化が認められ全体としても温度勾配が大きい。二番目のモードは Ni-F-Ni のポンドで F が垂直に振動するもので、 T_N 以下で正方向へのシフトが見られた。これらの変化のうち前者は体積磁歪によるものと解釈され、後者は交換相互作用の力の定数に対する寄与と考えられ、これから交換積分のイオン変位についての微分係数が求められた。

その結果は $\partial^2 J / \partial V_x^2 / J \approx -5 / \text{\AA}^2$, $\partial^2 J / \partial V_z^2 / J \approx 0.8 / \text{\AA}^2$ で、 V_x , V_z は F イオンの Ni-F-Ni ポンドに垂直および平行な変位であり、超交換の 180° 方向性を示している。

これに對して金森から第 2 モードのシフトは短距離秩序によつても T_N の上でシフトがあるはづで、 T_N の上で温度変化がないとする解釈は疑問であると発言があった。

沢岡(阪大基礎工)は同じ KNi_3 の T_N の圧力変化を体積磁歪の測定によって研究した。 T_N での体積磁歪の飛びの大きさは、伴野の報告での粗雑な測定結果と一致し、また $\partial T_N / \partial p = 0.8 \times 10^{-3} / \text{bar}$ と体積弾性率の測定結果から推定すると $(1/J) \partial J / \partial a = -1.05 \text{ A}^{\circ-1}$ となる。この結果によると伴野の報告の一部は少し修正を受けることになる。

この後宮原から force constant の定義についてコメントがあった。

平原(東北大)は MnP の T_c および T_s (強磁性とスクリューの転移点) の圧力効果を報告した。一軸性の圧力を a 軸にかけると T_c は下り T_s は上る。 b 軸と C 軸では T_c は上り T_s は下るが、 C 軸のばあいの方が効果が大きい。この結果を 7 種の交換積分をパラメーターとしたエネルギー式について解析する方針を示した。

白鳥(阪大理)はスクリュー構造のクロマイトとくに $\text{Co}_x \text{Cr}_2 \text{O}_4$ の磁気共鳴を報告した。85GC 以下の異なる周波数での共鳴磁場の温度変化は、三つの領域に分れる。 T_N から 86°K での共鳴磁場の極小を経て 25°K までの領域、—これらは中性子回折でサテライトの消える範囲に対応、 25°K での不連続変化から 10°K までの領域—これは円錐構造が安定である範囲 10°K での飛びからそれ以下の領域—これは中性子回折に現われていないが、円錐構造の micro instability が起ると考えられる領域の三つである。一番上の領域は 2 副格子のフェリの磁気共鳴で近似され 86°K は全角運動量が消失する点と解釈され、第二の円錐構造の範囲では白鳥—近の理論での一様な振動のモードと解釈される。このほか全温度領域で isotropic anisotropy (底上げされた異方性磁場に対応) の存在することは、円錐構造が方向によって多少の変調を受けることによると考えられ、まさに円錐構造の特質であると

述べた。

このほか2つの講演を残したが遅くなつたので第2回目の午後の最初に廻すことにした。

翌日午後松本(東大理)は $\text{La Mn}^{3+}\text{O}_3$ の弱強磁性の問題を見事に解明して見せた。これまでも Mn^{4+} の混在のためと考えられていたこの弱強磁性は、厳密に $\text{La}_{100}^{3+}\text{Mn}_{100}^{3+}\text{O}_{300}$ で示される化学量論的な試料でも現われることを実証した。ついで理論的解析に移り、元来この結晶の空間群 D_{2h}^{16} — $\text{Pbm}n$ から A型反強磁性に基く弱強磁性を生じうることを述べ、さらに Mn^{3+} の周囲の八面体の歪を Jahn — Teller 効果と考える立場で $5E_g$ の基底関数を作り、これによつて spin Hamiltonian のパラメーター、ジャロシンスキーソ守谷項などを求めた。その結果を使って Cu の濃度が濃い場合は $D > 0$ であり、スピンは bc 面内にあり、さらに面内のスピンは a 項と DM 相互作用によって b 軸にあり c 軸に弱強磁性が現われることを明かにした。

安達(名大工)は $\text{Co}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_2$ の相転移を論じた。この化合物の Co S_2 側は強磁性であり、 Co Se_2 側の広い x の領域は反強磁性でありその境界附近の転移は面白い。この問題を fcc の第1と第2隣接交換相互作用を取り入れて、ハイゼンゼルグ模型、高温展開法によつて論じ、磁化と高温帶磁率を計算し、実験を説明した。とくに場合によつては M-T 曲線が一次転移を示すことになる。

以上のこのセッションでの話は相互間のまとめはなかつたが個々には興味あるものが多く、新しい古典的問題のセッションであった。
(代理 伴野)

不純物および局在スピン波 6月11日(火) 10 a.m. ~ 13 p.m.

前日は、いわば、オーソドックスな超交換相互作用の議論が主題であったが、このセッションからは、イオン結晶磁性体についての最近の話題の中から、超交換相互作用に関係のあるものを選んで議論をして行くことが、プログラムを作ったときからの狙いであった。

絶体零度での磁性体は、その結晶が純粋なものであれば、完全な秩序状態にある。温度が上ると、スピンのゆらぎがはじまる、スピン系の励起状態が、スピン波であらわされるときには、その完全な秩序からのずれは結晶全体に広がる波となる。しかし、異方性エネルギーの大きい磁性体では、波としてのエネルギーの分散がほとんどない励起が存在しうる。このような励起は局所的に考えることができ、その振舞いは、不純物原子とあまり変わらない。熱励起でなくとも、光の吸収によって高いエネルギーをもつ状態に転移するときにも同様なことが考えられる。光の吸収によって生じた励起状態が結晶を伝わる波(exciton)として考えなくてもよいときも(局在 exciton) 不純物として振舞う。

不純物の概念を以上のように拡張して、実験および理論についての最近の研究をいくつかとり最初の利根川氏の話は1.異方性の大きい典型的な物質の一つである Fe Cl_2 について。

Ising Spin の励起に対応する two magnon の束縛状態 2. Mn F_2 における magnon side band にに対する励起状態にある Mn の不純物としての影響 3. 本来の不純物・たとえば Fe F_2 中の Mn 等で期待される励起スペクトルの三つの話題にわたるものであった。1.の話題は、二つの magnon の相互作用を正しくとり入れ、 $S=1$ のスピン系で $-D S_z^2$ ($D > 0$) のタイプ異方性が大きいときの Ising Spin 的な励起 ($S_z = +1$ を基底状態として $S_z = -1$ に相当するもの) を計算して、どの程度局在した励起と考えられるかということを示した。2.は光吸収によって“不純物”が作られるが、magnon side band ではそのとき、“不純物”に隣り合う Mn で 1 つの magnon が放出される。その振動数スペクトルを“不純物”的影響をとり入れて計算するが、目的は光の偏りが C 軸方向のときの peak の位置を説明することであった。“不純物”的存在は Van Hove singularity の性質を変え、peak をずらすが、実験値と一致させるには他の効果も考える必要があるという結論であった。

次に本河氏が、異方性の大きい Fe Cl_2 , $\text{Co Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 等にあまり異方性が大きくない Fe^{3+} , Mn^{2+} が存在するとき、そのスピンのエネルギー準位をマイクロ波で測定した実験をいくつか解説した。これらの実験によって、不純物原子と host の原子との間の交換相互作用、および不純物原子がもつ異方的エネルギーが測定される。実験には交換相互作用はかなり小さいことが必要で、 Mn^{2+} , Fe^{3+} 等はこの要求にこたえるものであるこの実験で Mn^{2+} が異常に大きい D ($-D S_z^2 D > 0$) をもつことが発見されたが、その起原は立木氏が次の講演で説明した。その前に、本河氏の話に関連して、伊達氏が $\text{Co Cl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の段階状磁化過程の転移磁物に対する不純物の効果の実験を説明した。

立木氏は、軌道準位によって交換相互作用の定数がことなる場合には、交換相互作用にも軌道準位間の non diagonal element があることを説明し、それが見かけの $-D S_z^2$ および g 因子に及ぼす影響の理論を与えた。たとえば、 Eu Ga Garnet 中の Fe^{3+} , Cr^{3+} 等で g 因子には異状がなく、D は異常な値になることはこの理論から説明される。次に本河氏の実験について、 Co^{2+} のようにスピン軌道相互作用の影響の大きいイオンでは、交換相互作用とチャロシンスキイ・守谷の相互作用が同じオーダーになること、後者の存在が本河氏の実験結果を説明することを示した。

最後に伊達氏は熱励起による“不純物”として特異なものである、いわゆる逆方向スピンのクラスターの周辺にあるスピンによる共鳴吸収を説明した。このようなスピンは、交換相互作用に

よる分子場をうけないので、マイクロ波と共に鳴するエネルギー準位をもつ。これはクラスター共鳴と名づけられ、Isingスピンに近い性質をもつ状態にあるスピン系の励起状態の構造をはじめてとらえた実験として今更書くまでもなく有名である。これに関連したTinkhamによる赤外吸収の実験もあわせて紹介された。

以上いずれも講演者自身の研究にもとづくもので迫力のある話ばかりであった。たゞ、利根川本河、伊達の諸氏の講演とそのDiscussionに時間をつかいすぎ、後の二つ（立木・伊達両氏）には、Discussionをあまりつけ加えることができなかつたことは、座長の不手際としてお詫びしておきたい。（金森 順次郎）

光吸収セッション（11日午後）

このセッションは講演数こそ少なかったが、いずれも興味深い問題であったため活発な議論を呼んだ。

守谷（物性研）は磁性体と光との相互作用について統一的な見地から3つの題目について論じた。それは2-マグノン吸収、光の散乱、スピン許容遷移のマグノン-サイドバンドであつて、いずれも守谷あるいは守谷・井上によって最近発展させられた分野である。統一的な見地をいつたのはこれらが、いずれもスピンハミルトンアンによる記述またはその拡張によって扱うことができるからで、たとえば反強磁性体の2-マグノン吸収はスピンに依存する電気一極子モーメント P_{ij} によって理解できる。 P_{ij} は一般には2つのスピン \vec{S}_i, \vec{S}_j の成分の双一形式である。 $\sum_{\beta} d_{ij}^{\alpha\beta} (\vec{S}_i \times \vec{S}_j)_{\beta}$ のような反対称な項は中心対称性があっても残ることに注意する必要がある。このような形の項は基底状態に軌道縮退のあるときには無視できない。

結晶の対称性から双一次結合式の形が決まれば一般的な周波数依存帶磁率 $\chi(\omega)$ の公式にしたがって吸収曲線の形を議論することができるのいうまでもない。

光の散乱は分極率 α がスピン依存するとして議論できる。 α に対しては結晶の対称性の要求の他にKinetic Coefficientとしての制約がある。 α の起源はPの場合と同様 H_{eR} （電子と電磁場） H_{so} （スピン軌道相互作用） H_c （クーロン相互作用特に交換相互作用の非対角項）等である。この場合 α は P と異り \vec{S}_i, \vec{S}_j に依存する部分だけでなく S_j の一次の項もふくむが、この項はラマン散乱でマグノン一個の放出または吸収をひきおこす。この項の効果はFaraday rotationの場合と似ていること、またこの項の存在により強磁性体（反強磁性体もある場合には）でCritical scatteringが期待される。

スピン許容遷移の場合のサイドバンドについては摂動論による取り扱いではあるが、磁気双極

子遷移の 2 マグノンサイドバンドおよび 1 マグノンサイドバンド（後者は励起子マグノン相互作用に $S_{iz} S_{jx}$ のようなマグノン 1 個を励起する項が含まれるときにはじめてあらわれる）の議論がなされた。それによればマグノンサイドバンドは主線とおなじ偏光性をもつことが期待される。また 1 マグノンサイドバンドの強度は主線の強度の $(\lambda/\Delta E)^2$ 倍程度である。Yen, Tylicki の FeF_2 での観測では 1 - マグノンサイドバンドが相当大きな強度を持つているので解釈には疑問がのこる。

菅野（物性研）は磁性体の光吸収とくにスピン禁止遷移について話したが一般的なことよりもしろ NHK 技術で調べられている $YCrO_3$ のゼロマグノン線に主眼をおいて論じた。これについて興味があるのは分子結晶でよく問題にされている Davydov 分裂の存在である。 Cr^{3+} の R 線の位置に 4 本程の線吸収が（ordered state で）見出されるが、この偏光性は Cr^{3+} の位置のいわゆる Site symmetry (Ci) でなく結晶全体の D_{2h} の対称性にしたがう。これとゼーマン効果の磁場依存性から短波長側の 2 本は反平行なスピンをもつ Cr^{3+} イオン間の相互作用によって分裂を起した 2 つの成分に対応するものと解釈できる。ところでこの分裂の大きさは 2 つのイオン間の相互作用の励起移動に対応する行列要素で与えられるが、これを理論的に出すのは単純なクーロン相互作用を考えていたのではなかなかむずかしい。それは R 線の遷移はスピン禁止遷移であるため励起の移動にはスピン軌道相互作用のたすけを 2 度かりねばならないからである。この困難は交換相互作用（ただしこれは a イオンの $^4A_2 \leftarrow ^2E$ と b イオンのスピンが実は canting のため完全に反平行ではないことを考えると解決する。実際の傾きをつかって分裂の大きさを見つめると $0.5 cm^{-1}$ 程になり観測の $2 cm^{-1}$ にはまだ及ばないが、この解釈は妥当のように思われる。この他に興味があるのはこれらの線の g 値でそれぞれ 5.09, 2.26 という値をもつが単純な理論でいうとともに 4 となる。 $\Delta g \sim \pm 1$ 程度の大きなずれを出すのも相当困難であるがこれもたとえば交換相互作用の非対角要素で 2E と 2T_1 がまじるとすれば説明可能である。これらの考えは立木（阪大理）の結論と比べて大変興味がある。

永田（物性研）は $FeCl_2$ の赤外吸収を測って得られる 5 つの吸収 $1.6 cm^{-1}, 3.3 cm^{-1}, 10.3 cm^{-1}, 13.7 cm^{-1}$ と 2 マグノン吸収について解釈の困難を指摘した。 $1.6 cm^{-1}$ は AFMR, $7.7 cm^{-1}, 13.7 cm^{-1}$ の吸収は温度を上げてものこるのに對し、 $3.3 cm^{-1}$ の吸収は消えるのでこれらを 2 マグノンの吸収に対応させたくなるが、反平行に結合した面間のイオン対は（中心対称性があるので）付隨した双極子モーメント $d_{je}^{\alpha\beta}(S_j \times S_1)_\beta$ を仮定すると Brillouin Zone の側面の A 点が強調されることになる。そうすると（推定値を使うのと不確定さはのこるが）そこでエネルギー $\omega_k = 6.6 cm^{-1}$ となってしまい $3.3 cm^{-1}$ の方の解

私に苦しむことになる。これに対しては今の場合真のスピン $S=2$ に対しては相互作用が上の形だとするのはいいが、 FeCl_2 のスピン波はいわば仮想的なスピン ($S=1$) なので、これに対しても上の形しか存在しないとしてよいかとの疑問が提出された。これは宿題である。(田辺)

特殊な磁気的相互作用 (12日 午前)

このセッションは、普通広く研究されている酸化物、孵化物などでは仲々見出されないような磁気的相互作用を示す化合物の磁性についての討論が行われた。酸化物などのようにいわば整然とした結合状態の下では表面に浮び上ってこない面白い性質が現われてくるという点で興味のある分野であるが、また目的を明確にしほらないと、その対象の多様性のためにだらだらと magnetoo-chemistry になってしまふおそれもある。

はじめに長谷田(京大)は、一次元的、二次元的に強い超交換相互作用で結ばれているような典型的な磁性体を探し、かつ調べるといいう一貫した研究方針の下に、その現状がどこまで進んでいるかについてかなり多彩な内容の報告があった。まづ二次元的磁性体の例として Mn^{2+} , Ni^{2+} の蟻酸二水化物が取上げられたが、この物質は反強磁性的に並んだ強く結合している layer 間にほとんど自由な Mn^{2+} , あるいは Ni^{2+} などの常磁性イオンが介在している物質で、高温では帶磁率 χ が

$$\chi = \frac{\frac{C}{2}}{T} + \frac{\frac{C}{2}}{T + \theta}$$

と書かれ ($\frac{C}{2}$ は全スピンの半分が各々寄与することを示す)、また低温でもあたかも反強磁性的部分が先に ordered state を示すのに対してのこり半分が低温に行っても常磁性で残っているように見える。このようなモデルが果して正しいか? また如何にして partial order が実現するのか? などについての考察と種々の実験的こころみについての報告であったが、その核心にふれる解決には至っていないようである。このような問題は一次元的なスピン系でも $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ とか Cu, Mn の塩化物にピリシン、ジオキ酸などが入った物質などで問題となっていたことであった。

次に渡辺(北大)は π 電子を有するベンゼンが存在する物質では、意外に大きな超交換作用が π 電子系を通じて働くという例として、 $\text{Ni}(\text{NH}_3)_2 \text{Ni}(\text{CN})_4 \cdot 2\text{C}_6\text{H}_6$ の磁性を論じた。 Ni^{2+} 間の距離がかなり遠いにもかかわらず、この間にベンゼン環があるということでこの物質はむしろ正常な反強磁性体としてふるまい、帶磁率、比熱、プロトン共鳴などもその結果を裏付けていることが明かにされた。なおこの物質においては反強磁性共鳴も観測されるが、その結果

には若干の異常が認められることを伊達（阪大）が附け加えた。

奥田（阪大）は、普通の化合物磁性体においては常数と見てよい超交換相互作用が非常に大きく温度に依存する場合があることを、 $K_2 Cu Cl_4 2H_2O$ で見出したことを報告した。この物質は $g-tensor$ の主軸が 90° ズレている 2 種の Cu^{2+} スピンを含んでいるが、この 2 種のスピン間の超交換相互作用が低温では $350^\circ K$ 附近の約 5 倍も大きくなっていることを、ESR 法によって exchange narrowing, および exchange splitting の解析から求めた。なおこの温度効果は $K_2 Cu Cl_4 2D_2O$ では約 10 度程高い温度で同様に見出される。また、渡辺（北大）はこの温度変化を考慮しても説明のつかない線幅の温度変化が $K_2 Cu Br_4 2H_2O$ で見出されていることを指摘した。

つぎに阿知波（京大）は $A^+ B^{2+} Cl_3$ 型化合物で 2 値の磁性イオンは一次元的な超交換相互作用を示す構造となっていることを指摘し、その磁気的性質はこれを裏付けていることを $Cs Cu Cl_3$, $Cs Ni Cl_3$, $Rb Ni Cl_3$, $Cs Co Cl_3$, $Cs Fe Cl_3$ などの物質について調べた結果を報告した。電子状態のくわしい解析はこれから問題のようであるが、一次元的な反強磁性体の興味ある一例を提供した点で評価されよう。

最後に小林（京大）は Cr, Co の 4 核錯塩の問題を取り上げ、その超交換相互作用と帯磁率の関係について論じた。有限箇のスピン系という簡単な問題のように見えるこれらの系もくわしい議論をすると不明確な点が多いようである。等方的な超交換相互作用のみを取り入れただけでは帯磁率の温度変化は説明できないが、さりとて附加すべき相互作用がどんな形でどの程度入れらるべきかについては、問題はもちこされた形となった。

以上がこのセッションで討論されたテーマであるが、元来この分野に属している主題のいくつかは他のセッションにもしみ出して論ぜられたのも今回の研究会の一つの特徴でもあったように思われる点を考えれば、元来かなり世界的にもユニークな発展を遂げていきたいわゆる低温磁性の研究は、ここ数年の間にかなり進歩した、と言えるようである。しかし未解決な問題もまたあまりにも多い、といえるだろう。（伊達）

臨界現象（12日午後）

01、2次元スピン系の問題（東北大工 桂重俊）

強磁性体のマグノンはボーズ統計に従うが、もしかりに \vec{n} の波数をもつマグノンが、N 箇まで存在することが許されるという Gentile の提案した intermediate statistics を適用すると、どうなるであろうかという問題を、Green 関数法を用いて扱った。

○磁性体における臨界現象 (九大理 森肇)

転移点近傍で現われる non-classical な異常緩和現象と memory effect による diffuse collective mode (sloppy spin wave 等) とを不可逆過程論を用いて論じた。スピン演算子のフーリエ成分 S_k^α (k は波数, $\alpha = Z, \pm$) の時間的相関関数 $E_k^\alpha(t)$ を、ラプラス変換と一般化された連分数展開法を使って、一軸性異方的ハイゼンベルグ模型に対して求めると、 $\eta = 0$ (η は相関関数の Ornstein - Zernike からのずれ) のとき、転移点の近傍では

$$E_k^\alpha(t) = F_\alpha \left(t \pi^{\theta}, k/\kappa, \kappa D/\kappa \right)$$

となる。これが Dynamic scaling law である、 $1/\kappa$ はスピンの揺ぎの相関距離、 π_D^2 は異方性エネルギーに比例する量、 θ は $5/2$ (ferro), $3/2$ (anti ferro)。これを用いて強(反強)磁性共鳴吸収の巾は、 $\kappa \gg \kappa_D$ のときは、強磁性体では $\pi^{1/2}$ に比例して減少し、反強磁性体では $\pi^{-3/2}$ に比例して増大することが示される。 $\kappa \ll \kappa_D$ では $E_{k=0}^\pm(t) = F_\pm(\kappa_D^\theta t)$ となるが、その具体的な形はまだ求まっていない。 $\kappa \sim \kappa_D$ の過渡領域では、巾は強磁性体でも $\pi^{-3/2}$ に比例して増大する。

反強磁性体による中性子の非弾性散乱の巾は、ネール点より非常に高い温度領域では κ^2 に比例し、温度が下がるがしかし $\kappa \ll \kappa$ の領域では $\kappa^{3/2}$ に比例し、更に温度が下って $\kappa \sim \pi$ の領域になると $\kappa^{-1/2}$ に比例してネール点に近づくにつれて増大していく。

この理論により、sloppy spin wave の存在領域や、々キロの場合の議論もすることができます。

○ $KCuF_3$ その1 (丸大工 平川金四郎)

$KCuF_3$ は帯磁率 χ が $243^{\circ}K$ にゆるやかな山をもち、一次元反強磁性の特徴を示す。鎖内の交換相互作用は $J/\kappa = -190^{\circ}K$ 位である。然し $4.2^{\circ}K$ での中性子回折では magnetic order を示さない。Cu⁺ の hole の軌道関数は、C 軸(鎖の方向)にそっては F^- と必ず重なるが、その垂直方向では一方向しか重ならず、しかもその重なる方向は、C 軸にそって一格子定数だけ進むごとに 90° ねぢれる。これらの事は F 核の NMR のシフトや巾の温度変化をよく説明できる。

所が $17^{\circ}K$ 位以下で χ が大きくなり始める。比熱は $17^{\circ}K$ 付近では異常がないが、 4° 以下になると大きくなり、あたかも Cu の核スピンの比熱の形をしているが、大きさは実験値の方が

大きい。これらの事から、 $KCuF_3$ は $17^{\circ}K$ 以下でどうなるか余りはっきりしない。一つの可能性は correlation length が鎖の方向で有限になり、ときれときれになつた鎖のようになる。比熱と中性子の実験から $2^{\circ}K$ 以下でネール点をもつ可能性はある。

○ $KCuF_3$ そのⅡ (阪大理 伊達宗行)

$KCuF_3$ は $20^{\circ}K$ 以下で反強磁性共鳴吸収が観測された。永宮、芳田、伊達の反強磁性共鳴吸収の理論で整理すると一応説明がつくので、 $20^{\circ}K$ 位以下では反強磁性になるようにも思われる。一つ興味のあることは、 Cu^{++} は C 軸に垂直な方向は、g-tensor が 90° ねぢれた 2 種類あるが、その効果は反強磁性共鳴吸収に現われない。これは鎖と鎖との間に弱いながらも強磁性的な交換相互作用があり、このため観測される g tensor は平均値にならされてしまうと解釈される。しかし完全に反強磁性共鳴として解釈できない部分もある。そこでこの物質は、中性子では観測されないが、反強磁性共鳴吸収を示す domain に分かれ、たとえば薄膜のスピノ波モードのような機構で観測されているのではないかと思われる。線巾などから、その大きさは数 100 格子定数ぐらいと思われる。

○ 帯磁率における critical slowing down (京大理 長谷田泰一郎)

最近 $CoCl_2(\text{diroxan})_2$, $Ni(PO_3)_2 \cdot 2H_2O$, $Mn\text{ acetate } 4H_2O$ などいくつかの塩で、weak ferro の発現に付随する帯磁率の鋭い極大に、著しい周波数依存性がみられ、これが critical slowing down を表わしているように思われる。

上記の周波数依存に共通な特徴は、測定交流振巾が大きい間は低温側に巾広くすそをひいているが、振巾を十分小さくすると守谷が示した weak ferro に特有な帯磁率を再現する。この転移点に intrinsic と考えられる帯磁率について、あらためて周波数依存性をしらべた。最低 8 Hz , 最高 50 kHz の測定結果は、強誘電体にみられる帯磁率の slowing down と非常によく対比できる特徴を示している。殊に T_N 以下で domain の影響がどう現われるかが重要であるが、多分 slowing down の現象中に取込まれているか、少くとも slowing down の現象が dominant であると考えられる。(小口)

サ ロ ン

物 性 研 と 私

名古屋大学理学部 田 仲 二 朗

物性研究所は昨年開所10年の祝典をあげられた。創設期の物性研にとって、この10年がもっとも大事な時期であったのと同じように、人の一生にとっても10という歳月は大きな重みをもっている。大学を出たばかりの5年間を当時の理工研で過し、以後の7年間を物性研で研究させていたゞいた私にとっては、個人的な回想を含めて、物性研のことを書かない訳にはいかない。それは物性研を作ることに参加した7年間が、私の学問と、人間形成にかなりの影響をおよぼしたと思うからである。

物性論という学問のあることを知ったのは私が中学生の時である。大東亜戦争未期で本もありなかった頃、図書館で借りた本の中に、Na Cl は水によく溶けるがダイアモンドは硬くて丈夫ということが書いてあった。終戦後の高等学校で、当時五高の大原先生が、御自身の研究に基いて、面白い化学の講義をされていたが、原子、分子の構造を通して物の性質を見るという学問に興味を覚えたのはその頃のことである。大学は化学科で3年生になると憧れの水島先生の研究室に入っていた。その頃化学科の3年は卒業実験で、講義はほとんどなく、一方物理教室では武藤先生が理工研からこられて、「固体電子論」の講義をしておられたので、我々は後の方でこれを聞かせていたゞいた。武藤先生の講義は明快そのもので、分子論、物性論の見事さに感動したものである。この時電子エネルギー準位について、大切なことを学んだ訳だが、その後卒業して理工研に入って、長倉先生の下で分子の電子構造の研究を始めた際に、これは大へん役立つた。

昭和30年頃の理工研は、今の麻布の物性研からみると、まだ大分牧歌調のところであった。私も若くて元気だったのかもしれないが、昼休は野球ばかりしていたし、先生方も昼休は日向ぼっこ位はされていたようだ。その内物性研の出きる話が起つてると駒場の辺も段々喧しくなり、結局理工研の一部が物性研に移ることになって、駒場の中に物性研の仮事務所や仮研究室が出き始めた。この辺の事情は10周年記念号に詳しく書かれてあるから、今更述べるまでもない。今でも忘れられないことが色々あるけれども、駒場にあった設備を Hardy Barracks の中の出きたばかりの建物に移した時の事は一生の思い出である。物性研の建設の仕事は、所員の方々は勿論たいへんであったに違いないが、助手達にとっては誠に充実した日々であった。そ

の傾液化室で初めて液体ヘリウムをもらった時の緊張感は今でも忘れていない。

さてその内段々と各研究室が出てきたが、申すまでもなく、物性研は全国共同利用研であった。それは一方で多額の創設費に裏付けられた裕福な研究室の集合体であったし、又一方で共同利用ということからくる各研究室間の開放感もあった。それが完全に精神的にも開放されていたかどうか、或いは現在はどうなっているかということは私にははっきり分らないが、創設期はどこも世帯が小さかった事もあって、誰とでも顔見知りであったし、分らぬことを訊ねるのも、道具を借りるのも、心安いものであった。私が実験科学者として、さゝやかながらいくつか発見らしい仕事が出来たことは、ひとえによい指導者に恵まれたこともあるが、立派な設備と環境の整った物性研を作っていたからに他ならない。この誌面を借りて、改めて研究上色々御援助下さった先生方、同僚の方々と、研究所創設の勞に当られた茅先生、武藤先生を初め多くの諸先生方と、蔭の力になって働いておられる工作室、低温室などの技官の方々、事務の方々に厚く感謝する次第である。

さて物性研が大体出来上った頃、私は1年余り物性研を離れて、イギリスへ行かせて貰った。イギリスは Sheffield という北中部の工業都市で、当時は昨年 Nobel 賞をもらつた George Porter が物理化学教室の教授をしており、講師陣も仲々充実していて、楽しい1年であった。イギリス人は我々日本人と違って、あまりだらだらと時間をかけて仕事をせず、いいわばあまり働かない国民である。朝は9時に皆大学にくるけれども、11時にはコーヒーを飲み、昼休は2時迄休んで、4時には又お茶を飲み、5時には一斉に家に帰るという生活を見ていると、余程能率よく仕事をやっているとしか考えられなかつた。大学の先生なら頭がよければそれでもよいかもしれないが、一般の労働者が皆そういう様子だから、これではきっとその内、国が傾くに違いないと思っていたら、現在矢張りそのようになつてゐる。しかし働くかなくてもよい国で、高い月給を貰つて生活出しければ、こういう有難いことはない訳で、自然生活にゆとりも出る。イギリス人の生活で、一番感心したところは医療国営その他を初め、人間の生活が尊重されていることであった。これはバスに乗っても、道を歩いても感じたことである。一方厭なことといえば、気候のよくないこと、階級制度の強いことであろうが、ヨーロッパの他の国と較べてみても、イギリスが一番住みよい國のようであった。

そこに1年いて日本に帰つてみると、日本の社会はあらゆる点で人間を粗末にし、何か冷い社会のように思えたことを思い出す。物性研のロビーのお茶の時間に出かけてみても、温かい人の心といったものが、稀薄に感じられたことは否めない。だからこれは、物性研がどうこうというよりも、日本の社会がまだ人と人との社交に馴れていくなくて、又人間、家族を大切にする習性が

国全体に普及していないためと考える。

イギリスから帰って2年足らずで、今度は名古屋に移り、もう3年になる。いよいよ外から見た話になる訳だが、外国における I S S P の評判は、今更私が書くまでもなく、その後何回か行く度に、益々有名である。日本で物性の研究をしているのは、I S S P が代表のようにとられているし、ちょうど日本人の私達が、外国の話を珍しそうにするのと同じく、外人同志が“物性研の沢山のマグネットを見てきたが”というような話題でやっている。物性研のためには誠に喜ばしいことだが、一方で、どうして1ヶ所に、そんなに沢山の Professor を集めて、そこだけに予算をつけるのか、と不思議がる向きもあった。個人の尊厳を重視する外国人の通念からすると、1ヶ所に多くの偉い学者が集まることも不思議だし、他の地区の人々が、貧しい状態で沈黙しているのも分らないというようだった。船頭多くして船山に登るということは、外人も考えることであるらしい。

さて名古屋の職場は理学部の化学教室であるから、学生の相手をすることが最大の義務である。学生も大学院生だけならともかくも、学部からはでは教養部にいる学生の相手をすることもあり、どうかすると10年度分位の学生の相手をすることになるから、人間的関係だけでもかなり煩雑なことである。この点研究所の仕事は研究一本に打ち込める訳だから、研究をする上では随分と楽なように思える。学部の助手の場合は、学生の実験の世話をせねばならないし、物性研の助手に較べればかなりの激務である。色々なことを考えてみても、物性研で研究が出きることは、随分恵まれたことといってよいだろう。だが問題として、先の物性研だよりも、助手の任期についていろいろな意見があることを拝見した。私自身の場合には、理工研からの配置換で、例外的に任期がつけられなかったように聞いていたが、5年という時間切れがあるとすると、心理的な圧迫感はかなり重いものと想像できる。しかし1.2年の延長は許されるように伺ったこともあるし、一方初めから7年とすると長すぎるかもしれない。また一度きめられたことで、よい伝統とできるものならば、なるべく守られた方がよいと思うこともある。

前述のイギリスの場合、大学の Professor を選ぶのに internal Promotion はほとんどしない国であることを誇っていた。Oxford の教授は Cambridge 出身者が、Cambridge の教授は Oxford のといった形での人事交流がなされていたが、最近教授の Chair が急増したことによって、いままで偉い講師か Reader であった人々が、最近行ってみるとかなり Professor になっているのを見た時には、驚きもし、変わったものだと思った。古い伝統を保守することがヨーロッパのよい伝統かと思っていたし、またイギリス人の severe critique はいつも小気味よく感じていたものだが、こうも世の中が変わってくると、東方の

日出づる国の影響が、西方の斜陽の老帝国にも及ぶようになったらしい。

名古屋に移って3年になり、そろそろこの土地のことも分ってきたので、ここで東京との比較をしてみよう。まず第一の大きな差は、東京、それに大阪でも、名古屋に比し圧倒的に人口が多いことである。東京、大阪では、何処に行くにも電車の駅の雜踏を乗り越えて行かねばならないが、この街では、大学へ通うのは、バスに乗ればよいだけなので、その点随分楽である。それに郊外の近いことも、日曜日家族連れて散策するには大きなプラスである。夏暑く、冬寒いというのが名古屋の大きな欠点とされているが、一面空気は新鮮だし、夏はプールへという手もある。大学のキャンパスは御存知の方も多いと思うが、東山の近くに整然と整備されており、春、秋の自然の美しいところである。物性研から他にも、井村さん、石橋さんが工学部へ移ってきておられる。

たゞここでこゝに苦言を呈するならば、他のものは何でもよいのだけれども、一部の理学部の学部学生の質が、今一つよくないことである。時に学生の出身地は極めて local である。女子学生がよく出ることから察すると、よく出かける男子学生が東京、京都の立派な大学へ逃げているらしい。各大学が膨脹し、新幹線が出き、経済状態がよくなる程に、この傾向は強いと聞いている。であるから逆にはっきりいえることは、名大の理学部は設備、環境が整っていて、熱心な先生が多い割に、入試がやさしいことである。もし理学部志望の受験生を、お知り合いの読者があつたら是非この大学を受験されるよう、お薦めいたゞけたら幸甚である。

さて終りに、外から見た物性研ということでもあるから、共同利用のことで一言お願ひしたいことがある。最近の物性研だよりを拝見し、共同研究者の数が著増し、その面でも随分進歩したと思うけれども、地方の研究者にとっては、研究会に出させてもらうことが大きな恩恵の一つである。物性研で研究会があると、交通の便がよいこともあり、又東京地区に研究者の多いこともあって、いつも狭い講義室は満員になり、換気も悪くなってしまって快適とはいえない。今の建物の講造からして、大巾な改造は不可能かもしれないが、何か少し改善していただけたら、喜ばれる向きも多いのではないだろうか。

以上御世話になった物性研に、お願い迄して恐縮だが、近況報告も加えて書かせてもらった。立派に出了きた物性研が、創立の精神を伸ばしつつ、今後益々発展されんことを祈って籍を描く。

ベ イ ル 一 ト 雜 感

伊 藤 光 男

旅に不安はつきものですが、不安が高ざるとまともに物が見れなくなるものです。

昨年夏、American University of Beirut (A.U.B.) から1通の手紙を貰いました。物理教室の主任教授 A.B.Zahlan からのもので、今度 A.U.B. で "Excitons and phonones of Molecular Crystals" という会議をやるから出席してはどうかという誘いでした。それまで Beirut について私の持っていた知識と言へば、時々新聞をにぎわしている金の密輸の根拠地であるということくらいでした。改めて地図を拡げて見ますと、地中海の奥深くの東端に沿って、南はイスラエル、東と北はシリアに接した南北に細長く伸びた小さな国、レバノンの首府であることを発見しました。当時、イスラエルとアラブの関係が険悪で一触即発の状態であることが日夜報道されていましたし、それに密輸の拠点であるということが臆病者の私には消されるかも知れないという不安が真先にたち、折角のお招きながら遠慮するつもりでいました。そのうちアラブとイスラエルが戦火を交えはじめ、この話もお流れになつたものと考え、安心のような悔根のような複雑な気分でした。こうしてこの話しも忘れかけ寒くなりはじた頃、会議出席者の名簿と旅費を送つて来て 1 月 15 日までに来るようとのことです。暮も押し詰まりあわてて渡航手続きや会議で話す材料を集めている最中、ある出席者の都合で会議の期日を 1 週間ずらせるのでそのつもりでいて欲しいとの通知を受けました。大急ぎで予約した flight を取消し予約を取り直しほっといた所にまたもや手紙が来、恐る恐る開くと、1 週間ずらせるのは取止め初めの予定通り 1 月 15 日から始めるとあります。会議の期日をこうも再々変更するのはけしからん、いっそ行くのを止めようかとも思いました。しかし臆病者の好奇心が先に立ち、腹を立てながらも再び flight を変更すべく新年早々の街を航空会社に急いだのです。

ペイルート行きの報告を三宅所長にした際、数年前ペイルート空港に立寄った時、暑さと砂埃で閉口したというお話を伺いました。また、昨年ペイルート会議に出席された名大の田仲二朗教授によれば食物がひどくてとても食えませんよということです。中近東について抱いている image と共に、このような断片的情報から想像するものは、砂漠の真中の飛行場に降ろされ目も開けられない砂塵の中で途方に暮れている自分の姿や、正体のさざかならぬ食物を出され衆人監視の中で無理にのみこもうとしているあわれな場面ばかりです。今から考えると馬鹿馬鹿しい

ことですが、ベイルート行きにあたっての心境は不安に満ちたもので、先年アメリカに旅立った時の気持とは大分ちがっていたようです。

この不安はベイルート到着にあたり別の形であらわれてきました。ベイルートに至るまでは好天に恵まれ、カラチー・ベイルート間の広大な砂漠のうねりも夢を誘う楽しいものでした。いよいよベイルートに近づき、これで長かった南回りの旅もやっと終ったと身の回りの整理をしながら窓外を見ると、どうも同じ場所でぐるぐる施回しているようです。不思議に思ってスチュワーデスに訪ねますと、ベイルートの気象条件が悪いので待機することです。それから2時間、ひっきりなしに施回を繰返し目のまわる感じでした。下をのぞくと時々雲の切れ間から地中海に白波が立っているのがよく見えるのですから不界は大変な嵐であることは確かです。もうしばらく様子を見て、いよいよ駄目な場合はトルコのインスタンプールに向うという機長のアナウンスがあり、これは困ったことになったと思へましたが、どうすることも出来ません。足が地についてないことをこの時ほど不安に感じたことはありませんでした。どうにでもなれという気分になつた頃、ベイルート空港の気象状況がすこしよくなつたので今から着陸する、座席からは決して離れるなど機長が宣言した後、高度をどんどん下げて行きました。我々は緊張した面持で座席にしがみついていましたが、厚い雲の下に降りるや否や、体が空中に飛上がり頭を真上の荷物棚にいやという程ぶつけました。次の瞬間、荷物もろとも通路に投げ出され、あちこちで悲鳴があがり大変な騒ぎです。私もこれまでかと観念しました。機体は今にも分解しそうにキシミ、2度3度と体がほうられるのを繰返しながら、來るのではなかつたと後悔しました。それでも機長の芸的な離れ技で何んとか無事に空港に降りたつことができました。下界に降りて、改めて嵐のひどさに驚きました。空港を取り巻く椰子の木が半分程次き倒されているのです。風が強くてタラップを降りるのが危険だということで、さらに機内で30分待機させられる仕末です。

強風の中をほうほうの体で空港ビルに辿りつきますと、今度は厳重な税関検査が待受けしていました。腰にピストルをぶらさげ、カーキ色の服を着た数人の兵隊（後で分つのですが、税關の役人です。）が持物をひっくりかえし、洋服のポケットまであらためる厳重さです。下着以外には何も持たない私には別に問題はありませんでしたが、後でホテルでカバンを調べると機内で買った煙草が数箱なくなつてゐるのに気付きました。タクシーを拾い嵐の中をホテルに向う途中、街角に配置された兵隊から2度検門を受けました。運ちゃんの話では、この所アロ行為が続いていてそのため警戒が厳重なのだとそうです。

このようなわけでベイルート倒着の日は不安が的中し現実となって目の前にあらわれた感じでした。客の少ないホテルのよどんだ空氣、外の嵐はますます不安をつのらせる一方です。周囲の

アラブ人の bell boy や waiter が常に自分を監視しているように見えるのです。彼等の濃い眉毛の下の彫りの深いまざなしで見られると身のすぐむ想いで、食事もそそくさとすませて部屋に息をひそめてとじこもる状態です。それから 2 日間、会議の初まる日まで早く逃げだすことばかりを考えていました。

荒れに荒れた嵐もやっと治まり、会議の初日と打って変った好天に恵まれました。会場である American Univ. of Beirut に向う遊歩道を歩きながら、この自然の美しさに目が洗わるほどでした。陽光の下で地中海はまぶゆいばかりに蒼く輝き、海岸に平行して走るレバノン山脈をおこう真白な雪と対照的です。この国のシンボルであるレバノン杉の並木が高くそびえ立ち、亜熱帯地方特有の濃い緑の中に赤い屋根の白い家々が並んでいます。A.U.B. は海岸に近い斜面に地中海を見下ろす位置にひろがった美しい大学でした。ここで 5 日間にわたり行われました会議の模様につきましては他にも簡単に紹介しましたので省かせて頂き、会議のさい知り合った A.U.B の物理学教室の若い大学院学生でアラブ人の A.Halabi 君のことを一寸書いてみたいと思います。彼はなにか不安げな私の表情を察してか、色々と私の気持をほぐすのに努力してくれました。初日の会議が終ったあと、わざわざ夜ホテルに訪ねて来て夜おそくまでレバノン、ベイルートについて語ってくれました。またこの国が辿って来た歴史、現在抱えている問題、将来について熱心に説明し、現実のレバノン、ベイルートを自分の目でたしかめることをすゝめました。翌日から会議の合間をみて私を連れ出し方々案内してくれましたが、もっぱら彼が案内する場所はアラブ人の体臭のむんむんする閻市のような裏街ばかりでした。またある時は、イスラエルとの国境附近まで連れ出し、アラブ難民のテント生活を見せ、彼等が如何に悲惨な生活をしながらイスラエルの地に帰る希望をもって堪えているかを説明してくれました。レバノンはアラブ諸国の中ではイスラエル問題で中立的立場をとっている国ですが、それでもこの国の人々に対する反感は相当なもので、Halabi 君も例外ではありませんでした。彼はまた尻込みする私を裏街のうすぎたない食物屋に押込み、正体の分らないアラブ料理をふるまってくれました。こうしてアラブ人の生活を実際に見ることによって、私の抱いていた色々の不安が全く根拠のないものであることが、だんだん分ってきました。一見アラブ人の表情は固く何を考えているか分らないが、人に親切で大変礼儀正しく、一般に好人物が多いことが分りました。いままで怖る怖る接していた背の高いいかめしい目付をしたホテルの bell boy にも親しみ深いものを感じたものです。向うもこちらのそらした気持が分るらしく、ベイルートを発つ前夜、日本へ送る printed Matters の包装を手伝ってくれ決して報酬をとろうとはしませんでした。会議が終り、空港に向いながら、一週間前同じ道を来る時にあった不安が、偏見に基づいたもの

であることをはっきり認識した次第です。今後、たとえペイルートからの金密輸の記事を見ても、これをいきなりペイルートまたはレバノン人と直結して考へることはないでしょう。むしろオレンジ畑で働いている彼等の素朴な姿を思い浮べることだと思います。

最後に、American University of Beirut と物理教室について簡単に紹介します。A.U.B. は 1866 年創設ということですから、日本の大学の標準で言えば随分古い大学です。アメリカ人宣教師によりつくられたもので、現在は New York 州の教育委員会の管轄の下で、アメリカの大学の学制にもとづいて運営されている Private, Non-Sectarian Co-Educational Institute とうたっています。大学は Faculty of Arts and Sciences, Faculty of Agricultural Science, Faculty of Engineering, Faculty of Medical Science の 4 つからなり、学生の総数は 3,300 人。講義はすべて英語でなされます。A.U.B. の学生の約 2/3 はレバノン及び隣接するアラブ諸国からの学生で、のこり 1/3 は世界各地から集まった学生で、国際色豊かな構成をなしています。物理教室は 1950 年につくられ、歴史も浅いのですが、一応、B.S.M.S., Ph.D を出す完全な体制をとゝのえています。現在は、Professor 12 名, Instructor 1 名、Research Associate 3 名が職員で、大学院学生は 9 名というこじんまりとした教室です。Professor の数に比して大学院学生の数が少ないので目立ちますが、これは大学院に進む学生が少ないと、たとえ大学院に進む希望の学生でも A.U.B. にのこらず、アメリカ、ヨーロッパ等の先進国の大学院に行く傾向が強いことによります。アメリカ、ヨーロッパ、アジアから大学院学生や、Research Associate で来てくれる人を探しているのだが、仲々、難かしいとぼやいていました。日本から来てくれる人は居ないだろか、出来るだけの待遇をするからと相談をうけたこともあります。Professor の約 2/3 は A.U.B. 出身のアラブ人（大部分がアメリカ、ヨーロッパの大学で Ph.D. を取っている）、のこり 1/3 がアメリカ人、ヨーロッパ人で、この種の外国系大学としては民族的色彩が濃厚です。研究設備はこの程度の規模の教室としては非常によくとゝのっているという印象を受けました。各研究室には最新の器械がかなり多く見られましたが、人手不足のせいかあまり利用されていない感じです。珍しいと思ったのは Ancient Astronomy という講座があることです。これは古代の天文器機を再現し、その使用目的や方法を研究する講座です。遺跡から発掘された資料や、のこっている文献によって器機を再現してみたが、どのように、また何の目的で使ったのか皆目分らないものが沢山あるとのことです。このような講座があるのも、到る所に古代遺跡が散在するレバノンならではと感じた次第です。

物性研ニュース

東京大学物性研究所「外来研究員」公募

昭和43年度(後期)外来研究員を下記のとおり公募いたしますから、ご希望の向きはお申し出下さい。

なお、外来研究員制度は本所において個々の申請を検討の上実行されておりますが、特別な事情のある場合を除いては共同利用施設専門委員会の了承を予め得ることが望ましいたてまえをとっていますので、昭和43年9月に開催される委員会にまであうよう期日までに申請書をご提出下さい。

記

I 提出書類

申 請 書 1件1葉(用紙は下記申込先へご請求下さい)

II 公募期限

昭和43年8月15日(木)(必着のこと)

III 申込先 東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 共同利用掛

電話 (402) 6231 内線 (503)

IV 備考

今回は後半に関する共同利用公募であります。もし、所内外研究者を含む共同研究について、特にお急ぎのご提案がありましたらお申しいで下さい。

東京大学物性研究所

昭和43年度(後期)短期研究会の公募

昭和43年度後期(10月～3月)に実施する研究会を公募いたします。

なお、9月に開催される共同利用施設専門委員会で審議されますので、提案代表者は、開催主旨、その他下記事項につき、同委員会の席上で十分な説明ができるようご配慮願います。

記

I 提出書類

短期研究会申込書(様式B 5判適宜)

- 記載事項
1. 研究会の名称
 2. 提案理由
 3. 開催希望期日
 4. 参加予定者数
 5. 参加依頼者 ①所属、職名、氏名、等級号棒、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○を付すこと。)

II 公募締切

昭和43年8月15日(木)(必着のこと)

III 申込先

東京都港区六本木7丁目22番1号 東京大学物性研究所 共同利用掛

電話 (402) 6231番(内線 503)

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知らせいたします。

共同利用施設専門委員会委員

| | |
|---------------|--------------|
| 三井利夫（北大・理） | 長谷田泰一郎（京大・理） |
| 糟谷忠雄（東北大・工） | 川村文肇（阪大・工） |
| 森田 章（工・工） | 金森順次郎（工・工） |
| 渡辺 浩（工・金研） | 伊達宗行（工・工） |
| 久保亮五（東大・理） | 永宮健夫（工・基礎工） |
| 飯田修一（工・工） | 桐山良一（工・産研） |
| 神山雅英（工・工） | 辰本英二（広大・理） |
| 鎌田仁（工・工） | 三浦政治（工・工） |
| 田中昭二（工・工） | 小村幸友（工・工） |
| 真田順平（東京教育大・理） | 渋谷喜夫（九大・工） |
| 松原武生（京大・工） | 平川金四郎（工・工） |

その他物性研所員

人 事 異 動

川 村 清 43.5.1 東大理学部へ配置換

青 木 亮 三 43.6.1 九州大学理学部助教授に昇任

塚 越 幹 郎 43.6.1 格子欠陥部門助手に採用

栗 原 康 成 43.6.1 理論第三部門助手に採用

黒 田 義 浩 43.6.1

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A

- No. 307: Minoru Tanaka: Molecular Theory of Scattering of Light from Liquids.
- No. 308: Koh Era, Shigeo Shionoya and Yasuo Washizawa: Mechanism of Broad-Band Luminescences in ZnS Phosphors, Pt. I: Spectrum Shift during Decay and with Excitation Intensity.
Koh Era, Shigeo Shionoya, Yasuo Washizawa and Hideki Ohmatsu: Mechanism of Broad-Band Luminescences in ZnS Phosphors, Pt. II: Characteristics of Pair Emission Type Luminescences.
- No. 309: Tohru Azumi and Saburo Nagakura: Zeeman Effect of Phosphorescence, III. Theory of Photoselection for Zeeman Split Phosphorescence.
- No. 310: Seizo Toyotomi and Kazuo Morigaki: Impurity Conduction in Cadmium Suffide at Low Temperatures.
- No. 311: Taira Suzuki and Takeshi Ishii: Dynamic Yielding of Metals and Alloys.
- No. 312: Masuo Suzuki: Theorems on the Ising Model with General Spin and Phase Transition.
- No. 313: Yunosuke Makita, Koichi Kobayashi, Mihoko Kanada and Takao Kawai: Galvanomagnetic Effect in TlCl.
- No. 314: Masuo Suzuki: Theorems on the Ising Model with General Spin II.
- No. 315: Bin Okai, Yoshito Onoda, Shigeru Minomura and Sueo Nakamura: Effect of Pressure on the Knight Shift in V⁵¹ and β -Mn⁵⁵.
- No. 316: Hiroshi Nagasawa: Magnetic and Transport Properties of Fe Impurities in Rh rich Rh-Pd Alloys.
- No. 317: Sadao Nakajima: On the Methods of Anomalous Green Functions in the Kondo Problem at Zero Temperature.

編 集 後 記

本号には沢山の原稿があつまって編集委員として大へん感謝いたします。
特に牧島、飯田両氏には多忙の時間をさいてそれぞれユニークな内容の議論を
展開していただきました。今后も物性研の内からと外からとを問わず、色々な
問題についての卒直な発言が積極的によせられることを大いに期待しております。

御意見、御投稿は下記の編集委員あてにおよせ下さい。

東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所

花 村 栄 一
神 前 熙

次号の原稿〆切りは

7月31日 です。

