

教室紹介Ⅵ

——九州大学の巻——

今回は九州大学の物性関係研究室の御紹介をしたいと思います。先づ理学部物理学教室には11の講座があり、その内訳は素粒子・原子核関係4講座(理論2, 実験2), 地球物理・大気物理各1講座及び物性関係5講座(理論2, 実験3)となっています。更に物性関係の研究室は工学部, 教養部及び研究所等にも多数あります。以下では理学部物理学教室の物性関係5講座をはじめ, 呼びかけに応じて工学部や教養部, 応用力学研究所から寄せられた原稿をも収録してあります。原稿は各講座又は研究グループごとに執筆者も含めて自由に書いて載き, 記事構成上の調整のみ世話人が行ないました。

§ 理学部 物理学教室

◎ 物性理論講座

スタッフは森肇(教授), 郷信広(助教授), 吉田健(助手), 岡本寿夫(助手)で, OD, DC 13名と外国人研究者2名である。セミナーではOBの人も数名現われ, また, 山田知司(九大・工・応理)さんの協力をあおいでいる。

ここでは, 一言でいえば, 統計力学の基礎的および応用的研究とその教育とを行っている。統計力学は百有余年の歴史をもつ古いものであるが, たとえば非平衡系や相転移現象の研究は現在でも新しい有用な概念と方法を生み出しており, したがってわれわれの関心もそれらの近傍に集まっている。線型不可逆過程と臨界現象とが一段落した現在では, 熱平衡から遠い非線型非平衡系や, 液体固体転移のような配位相転移の研究にとくに関心が深い。その対象は, 非平衡統計力学の基礎から非平衡開放系の逐次転移と乱流発生の機構, 液体の結晶化から蛋白質分子の構造転移, 解析的研究から計算機実験とかなり広がっているが, そのどこかから斬新な研究が生まれることを期待している。なおここと相補的な役割を期待されている講座に最近川崎恭治さん, 小林謙二さんが着任された。協力して, 特色のある理論集団を作っていけたらと思っている。またこの生物教室には, 松田博嗣さんを始め, モダンな生物学をやっておられる方が多いので,

その方々との接触も新しい刺激を与えてくれる。

現時点でやっていることを素描すれば、

1) 非平衡系のマクロ方程式の理論(森肇, 重松秀登, 徳山道夫〔現在MIT〕, 森田照光, 増山和子, P. A. Rikvold) 諸種のマクロのレベルや特性領域にある非平衡系を表わす現象論的マクロ方程式として, 多種多様なものが知られている。それらの各論に役立つ一般論を作って非平衡系の統計力学の建設に役立てるのが目標である。現在はとくにプラズマの動方学および非平衡開放系の転移現象を表わせるマクロ方程式とその揺動に関心がある。スケーリングによる分類学から始め, 射影演算子法による変数遞減や時空粗視化のスケーリングによる漸近評価を使った研究を進めている。

2) 非平衡開放系に不安定性と異常揺動, 乱流発生(森肇, 岡本寿夫, 肱黒長憲, 藤坂博一, K. J. McNeil, 宮副和子; 山田知司) 化学反応系, 流体, 液晶などについて, 逐次転移の相図, 臨界領域, 空間的オーダリングによる集団振動の自励発振, 乱流発生の機構等を物理的に出せる理論を作ることが目標である。これらは新しいタイプの問題なので, 若手の活躍が目立つ分野でもある。 計算機実験によって乱流発生を示す簡単なモデルを作ることから, スケーリングや遞減摂動法による研究を進めている。特に, Belousov-Zhabotinsky 化学反応系については, 蔵本由紀(現在京大理)さんと, 山田知司(九大工応理)さんによる非平衡波動の美事な研究がわれわれの隣りで進んでいったので, 院生の関心も深い。山田さんは藤坂君の協力をえて化学乱流の発生機構および統計的性質を中心に現在も B-Z 反応の研究を進めている。その実験も九大工の平川研などで始まった。なお, 液晶および回転流体系の非平衡現象の実験的研究が当物理教室および平川研で行なわれている。(以上森記)

3) 蛋白質の形態形成(郷信広, 上田裕三〔現在コーネル大〕, 水野裕重)これは統計力学的立場からは, 情報を持った有限の非周期系における立体構造転移の問題である。現状では, 現象に関与している因子が多く, 問題は複雑な様相を呈している。その中から本質的な側面を把握すべく, 単純化された格子模型の計算機実験による研究などを行いつつ, 理論の概念的枠組の建設を進めている。参考文献, 物理学会誌 32, 371 (1977)。

4) 生体内における非平衡化学反応系(郷信広, 阿南洋一郎) 生体にみられる現象(代謝制御, 細胞の興奮, 細胞の分化, 等)の中には, 最近非平衡化学反応系において

見い出されている興味ある諸現象と類似性の高いものが多い。この類似性は本物かどうか、それが知りたい。さしあたり代謝制御のいろいろなパターンの可能性を理論的に調べている。

5) 融解理論 (吉田健, 工藤宏明) 液相 - 固相転移では構成要素がかたい芯を持つことが本質的な役割をしていて, 二次相転移や弱一次相転移の考え方ではとらえきれない重要な機構があると思われる。液相の不安定性と結晶化, 結晶の不安定性と融解および構造転移, 高圧下の融解等を総合的に念頭においてこの観点から研究を進めている。

6) 低次元磁性体のスピンドイナミクス (岡本寿夫, 長野勝彦, 鳥谷隆) 一, 二次元磁性体においては諸種の揺動力の 2 時間相関関数が long-time tail を持つことが明らかとなった。これを導くのに使ったスピン拡散模型の正しさを基礎づけ, long-time tail が ESR, NMR, 超音波吸収等に及ぼす効果を更に明確にしたい。低次元系における long-time tail の問題の重要性が提起されて久しいが, 実験にかかってきたのは磁性体が始めてであり, また磁性体の実験が最も明確である筈なので, この問題の解明に役立てたいと考えている。

7) 量子論的素励起ガス (マグノン etc.) のダイナミクス (森, 岡本, 長野, 鳥谷) Planar な強磁性体及び反強磁性体のスピン波領域およびマグノン領域のダイナミクスを先ず明らかにしたい。そのため量子論的コヒーレンスの長さ ξ および平均自由行程 ℓ_f を特性長として, 時空粗視化に関する森スケーリング及び繰込み群を使って考察を進めている。一次元磁性体の短距離秩序のダイナミクスやランダム系のスピン波も同様な観点から考察したいと考えている。

◎ 固体理論講座

先づ研究室の構成メンバーの紹介から始める。川崎 (教授), 小林 (助教授), 小貫 (助手), 太田 (学振), 大森 (M1), 馬場 (研究生)。その他に長井 (九州共立大助教授), 山田 (工学部応用理学教室助手) の両氏も研究室ゼミに参加している。

当研究室は 1976 年 4 月川崎が着任した時に発足し現在やっとスタッフが揃ったばかりで, 歴史が甚だ浅く, 将来の方向も多分に流動的である。したがって今余り限定的な事を書くよりも, 当面ここで興味をもたれている事を書くにとどめる。

九州大学の巻

(1) 臨界現象（川崎，小貫，太田）

しばらく前から，臨界溶液のスピンダル分解の理論にとり組んで来たが，最近，実験をよく説明する理論を作ること成功した。臨界液体の示す特異な flow property は大変興味ある問題であると思われるが未だ組織的研究はないようである。今，shear flow がある時に臨界点の振舞がどうなるかについて調べられている。又，くりこみ群を応用して二相境界面の臨界点近傍での性質が研究されている。

(2) 非線型波動（小林，大森）

多次元非線型方程式の解と相転移の問題との関連およびソリトン集団の統計物理学について研究している。

(3) エキシトニック相転移（長井，馬場，川崎）

強磁場下のエキシトニック相転移は理論的にも実験的にもわからない問題が多い。しばらく前から量子論的くりこみ群の方法をこの問題に応用する事を試みている。

当物理教室には同様な研究分野（非線型，非平衡，相転移）に関心を持つ研究室として森研があり，定期的に合同コロキウムを開いている。その中で固体理論研究室独自の特徴を持つように努力しており，現在その芽が出つつあると思っている。（文責 川崎）

◎ 物性実験Ⅰ（低温物理研究室）

構成は助教授（青木），助手（宮崎），研究員（篠崎），DC（大田，中村，林，山下）MC（藤井，浜上）のグループと，それに助手（青峰），MC（水野，山崎）のサブグループからなっている。

研究の中心は超伝導など相転移とそれに関連する電子物性の実験研究といえるが，多岐にわたっているのでテーマのいくつかを紹介する。

1) 電子顕微鏡による超伝導磁束の観察

この数年，宮崎，篠崎，片山，山下らでこつこつと技術的改良を重ねて来た。第1段階としての Type I 超伝導体での実験が一段落して，磁束周期構造の熱力学的パラメータを主にして宮崎が，また臨界状態を利用したピンニング特性の解析を主にして篠崎がそれぞれ論文をまとめている。第2段階として Nb 薄膜（名大金属磁性研他の好意による）を利用して Type II 超伝導体内の磁束観察の step を山下らが進めている。今春，

篠崎は教養部へ、片山は外部へ職を得た。

2) NbS₂系層状化合物の研究

NbS₂の単結晶(数mm径)作製に中村が努力して成功し、この擬2次元金属伝導性物質の層間相互作用の制御による物性変化に興味を置いて実験を進めている。層間制御の方法として、九大合成化学科国武研の協力による有機分子挿入反応、および同工学部竹村研の協力による等方加圧(max 10 kbar)を用いている。その結果NbS₂(pyridine)_{2/5}ではC軸方向室温電導度が圧力によって24%(5 kbar)も増大するが、格子定数変化は0.6%(5 kbar)程度に小さいことが判り、この圧力敏感な電導性について理論家のお知恵を借りたいと考えています。

現在この挿入反応物質について超格子相転移の可能性を低温電子回折で観察の準備中です。

3) SrTiO_{3-x}縮退半導体の研究

Perovskite型誘電体のSrTiO₃に $n = 10^{18-21}$ のcarrierを導入すると縮退半導体となり $T_c \lesssim 0.3K$ で超伝導となる。金属に比してnの割合には T_c が高いことに注目して、林はトンネル効果の測定で、その電子、フォノン状態を追求している。最近SrTiO_{3-x}($n = 10^{19-20}$)の領域で伝導帯の底に明瞭なimpurity levelを検出した。しかしトンネルだけでなく各方面の御協力を得てもっと多面的な追求の必要性を痛感している。大田はこの物質内の電子間相互作用を超伝導体近接効果でしらべるために、超高真空装置内での試料処理や、イオンビームエッチングによる表面清浄化などに長らく苦闘している。

4) Cu-Ni合金強磁性相転移の研究

臨界係数の合金濃度依存性に着目して、臨界点近傍での比熱、電導度などの交流測定の実験を浜上、藤井が進めている。はじめに交流比熱測定技術について物性研生嶋研の助言を得た。

5) 超伝導体内反平行磁束の発生活滅機構の研究

反平行磁束の発生活または消滅を試料内任意の点で行わせ得ることを青峰が先に報告したが、続いてそれらのdynamicな特性やedge-pinningについての追求を青峰、山崎が行なっている。

6) 磁場中超伝導薄膜の電流電圧ステップ特性の研究

step位置の電流、磁場方向によるヒステリシスの問題、この現象と巨視的磁気構造又

九州大学の巻

は phase-slip との関係などについて青峰，水野が追求している。その他高融点金属の electron-transport 精製法や，安定な Josephson 素子などについても研究している。

以上，九大低温物理研究室も，漸く人も育ち，年来の各テーマに芽が開き始めた時期といえようか。当グループの1つの特徴としては，mK 領域と液体ヘリウムの問題には敢えて予算を割いて着手することをしていない。（青木 記）

◎ 物性実験Ⅱ

大学院の物理学専攻において物性実験Ⅱの専門分野を以下の3研究室が構成している。

○ 松村研

メンバー：松村温・才田孝夫と院生に池田正二・長正徳・新森一実

主な研究テーマは平衡状態から著るしくずれている場合の熱輻射，アルカリハライド，混晶の薄膜の熱輻射スペクトル測定によるその LO モードの研究，微量 MgO 結晶の表面ポラリトンモードの測定及び電解質溶液の沈降電圧粘性などの実験研究である。

○ 岡崎研

メンバー：岡崎篤・大浜順彦・日高昌則（在英国）と院生に坂下寛文・小野道博・細木信也・鈴木芳文・井上清志

X線回折，中性子回折を主な手段として，構造相転移における結晶構造の変化を明らかにすることを目標に，ペロブスカイト系結晶を主な対象として，その結晶構造解析と格子定数の精密測定とに力を入れている。前者では，日高の開発したドメイン構造をもつペロブスカイト系の構造解析法の発展，確立もテーマの1つであり，後者では岡崎・河南（現鹿大）の開発した2結晶 X線回折法の改良，確立が平行して行われている。

○ 八木研

メンバー：八木駿郎・宮川賢治

昭和52年5月から発足したばかりの新しい研究室で現在構成メンバーは2名で，大学院生はいない。主な研究テーマは，構造相転移におけるその動的機構の解明を目的として光散乱（主としてブリルアン散乱とレーリー散乱）実験を行う。高純度結晶試料作成も重要な手段の一つとして設備が拡充されつつある。他に一軸性圧力下の ESR 実験

も構造相転移現象に対する有力な手段として計画されている。

◎ 物性実験Ⅲ（磁性体物理学講座）

(1) 研究室構成

| | |
|-------|------------|
| 教 授 | 間瀬正一 |
| 助 教 授 | 高野脩三 |
| 助 手 | 松本泰国, 坂井 武 |
| 大学院生 | 博士コース 3人 |
| | 修士コース 6人 |

なお、間瀬研究室と高野研究室は、つかず離れず、相補的に研究を進めている。

(2) 研究内容

我々の研究室の研究内容は、大学院修士課程の学生募集要項には「極限条件下での金属及び半金属内電子の物性、特に極低温・強磁場中での電子の量子現象に関する実験的研究」と記載してある。どこからが極限条件下であり、どこからが普通条件下であるのか絶対的基準があるわけではなく、条件の強弱は研究対象の性質如何によっても異なってくる。たとえば、150 kG の磁場中では、ある種の半金属内伝導電子を完全に量子極限におくことができるが、一価金属内伝導電子に対しては、その磁場強度では特別な意味を持ち得ない、上記の極限条件をそのように考えた上で、超低温・超強磁場中におかれた超純粋金属・半金属結晶内電子の集団の諸性質を主として超音波を手段として探究しようというのが我々の当面の研究課題である。ここでの弾力的な定義に従っても、多少とも超と名づく領域に近づこうとすると、どれもこれも金食い仕事ばかりである。スタッフ4人と大学院生合わせて13名からなる1講座で経常費がたったの250万円弱という有様で、1年や2年では何ほどのことができようか予想するに難くはないが、しかし、とにも角にも、目標なりとも高い所におき、一步でもそれに近づこうと努力するのも大いに意味があると考えたい。

ではそのような研究によって何を期待しようとするのか、それについては数年前にあちらこちらに書き連ねた。我々が夢みている物は出てこなかったが、しかし研究すればするほど付随的に幾つか興味ある事実が現われてきた。種々の悪条件が重なり、ここし

九州大学の巻

ばらく研究は停滞気味であったが、整備もかなり終えたので、これからまた、一層興味ある事実を見出し得るものと期待している。

(3) 研究設備

時に応じて変わり得る具体的な研究内容を詳細に述べるよりも、研究設備を紹介することにより、おおよその内容を想像して頂くことにする。主要な設備を列挙すれば次のようになる。

- i) 大型超電導マグネット : IGC社製, 最大磁場 140 kG, 内径 32 mm。大変有用ではあるが、液体ヘリウムを大量に消費するのが頭痛の種。
- ii) 中型超電導マグネット : 自作, 最大 70 kG, 内径 32 mm。
- iii) パルスマグネット : コンデンサーバンクの容量 15,000 μ F, 充電電圧 3.3 kV 約 80 kJ。これまではコイルの変形を避けるため、内径 32 mm のコイルに 180 kG までしか発生させていないが、超電導マグネットが入った以上は 300 kG 台で使用したい。金属の研究に使用する関係上、磁場の立上り時間を 10 m 秒以上を取っているのが特長。
- iv) He^3 クライオスタット
 $\text{He}^3 + \text{He}^4$ 希釈冷凍器 : 冷凍器の方は未完成。52年度末までかかる予定。ポンプの容量が小さいから、mK 単位で呼べる領域に入れば成功と考えている。
- v) 超音波減衰音速測定装置 : 300 MHz までのものが 3 台。ただし 2 台は更新の時期に来ている。
- vi) 音速測定器 : 20 MHz まで。音速変化率 10^{-6} 。
- vii) マイクロ波測定装置 : 24 GHz。アルフェン波の研究に使用。
- viii) 帯磁率測定装置 : de Haas - van Alphen 効果。
- ix) 単結晶引上装置, ゾーンレベリング装置
- x) サーボメット, スパークカッター, その他試料作製装置
- xi) 各種標準的測定器

§ 工学部

◎ 電子工学科 第四講座

超伝導現象に関して応用と基礎の中間位に位置するような配慮で研究を行なっています。大別すると三つの流れになるようで、一つにはピン留め効果がからんだ磁束線運動の問題、二つに応用の基礎と云ったところですが線材およびマグネットの特性に関するもの、他の一つが弱電応用としてのジョセフソン効果に関する研究です。その他に西ドイツ・フリッツハーバー研究所およびベルリン自由大学との共同研究を通じて冷却についての問題も多少手掛けております。

構成は、入江富士男（教授）、草柳英一郎（講師）、竹尾正勝（助手）、吉田啓二（助手）と大学院学生が、住吉（D2）、円福（M2）、田雑（M2）、浜崎（M2）、岩下（M1）、田中（M1）、舟越（M1）、矢野（M1）の8名です。第5講座の超伝導グループとは密接に関係していて予算上も共同の運営です。その他、近畿大の近葉実雄（教授）、大分大の江崎忠男（助教授）両氏もよく顔を見せておられますし、また現在ベルリン自由大学の K. Lüders 教授が滞在中です。

以下研究の概要を簡単にご紹介致しますと……………。

(1) 非均質超伝導体におけるピン留め機構（矢野、草柳）

磁束線格子が電流による力を受けて結晶欠陥等によって生じるランダムな力場内を運動するとある場合には通常の粘性摩擦の他にクーロン摩擦、いわゆる動的ピン留め力、が発生します。この発生の機構を知ることおよび欠陥の形、分布との関連に興味を持っています。

(2) 縦磁場内での磁束線運動（田雑）

円柱状試料の軸方向に電流、磁場を同時に印加しますと、第2種超伝導体の場合には normal 相と mixed state 相とが螺旋状に形成されている徴候があります。この構造を実験的に固定する事および mixed state 領域での磁束線運動を調べています。非線形を含んだ面白い問題ですが縦磁場によって臨界電流が増大するなど工学的にも重要です。

(3) 超伝導線材およびマグネットの電流印加に対する安定性（竹尾）

磁束線の運動に伴った熱の発生は温度と共に増加しますので、適当に熱を吸収して

九州大学の巻

やりませんと温度上昇を通じてフィードバックがかかり、はなはだしい場合にはnormal転移を起しかねませんし、そうでなくてもエネルギー損失が増加します。このような状態でのACロスの測定および安定化の方法について研究中です。特にエネルギー蓄積用とか核融合炉用等の大型マグネットでは電流変化に対する対する安定性が殊の外重要です。

(4) 極細多芯超伝導線 (FM線) の交流損失 (住吉, 舟越)

交流でも使用可能な超伝導マグネット用の線材として直径 10μ 程度の超伝導素線を数100本銅の母体の中に埋め込んだものが開発されています。これについての交流損失の測定と解析を行なっていますが、従前のヒステリシス損失, 粘性損失に加え銅部分での損失がある事とスキム効果, 異方性のために解析が厄介です。

(5) 大型超伝導マグネットの諸特性 (竹尾, 松下, 江崎, Lüders)

大型マグネットを実際を作って試験するのは非現実的ですので小型のマグネットによるシミュレーション実験を行なっています。電流と同時に外部磁場を印加し, マグネット内の電磁場をシミュレートし, この時の損失や不安定現象と冷却条件との関連を調べています。

(6) トンネル形ジョセフソン素子内の磁束線の運動 (吉田, 浜崎, 円福, 岩下)

磁束線の運動についての基礎的な研究とそれを応用したパラメトリック増幅器, 計算機素子, 磁気カップラー等に関する研究を行なっています。以下サブテーマを述べますと,

- i) ジョセフソン素子内の磁束線運動に関する理論的研究 (吉田)
- ii) $\text{Pb-PbO}_x\text{-Pb}$ トンネル形素子の諸特性の測定 (浜崎)
- iii) ジョセフソン素子間の磁束線を介した磁氣的結合に関する研究 (円福)
- iv) ジョセフソン素子内の磁束線の運動特性に関する計算機シミュレーション (岩下)

以上が現在我々のところで行なわれている研究の概要ですが, 近々核融合炉用マグネットに関して中性子線照射の影響 (田中) およびストレス効果 (近葉) についての研究も始める予定です。

◎ 電子工学科 第五講座

講座構成メンバーは、現在のところ、山藤馨（教授），松下照男（助手），船木和夫（助手），都甲潔（D1），末吉尊徳（M2），浦浜喜一（M2），江崎修一（M1）であり，これに研究上の協力者として川島照子（福工大助教授），野田稔（福工大講師），坂本進洋（九産大助教授），および宮原邦幸（熊大助教授）の諸氏が加わっている。

当研究室でこれまでとりあげられて来たテーマはおもにエネルギーの散逸機構に関したものであって，したがって研究対象に特に制限があるという傾向ではない。現在では，一部は第四講座のメンバーと共に超電導グループを形成し，他の一部は第六講座の一部のメンバーと共に生体グループを形成し，研究上の交流と協力態勢を敷いているようである。

当講座の超電導グループは，たとえば核融合炉用の超電導マグネット等の，超電導応用の基礎になる現象にスポットを当てて研究を行っている。応用上実験に使用されている材料で観測される諸物性を，微視論から出発して，少くとも或る程度はちゃんと説明できるようにするのが，応用の基礎を研究している者の義務であろうという立場から，微視論と応用をつなぐパイプ上の現象を組織的に研究している。現在はおもに，量子化磁束のピンニング現象に含まれている履歴損失や種々のエネルギー損失過程，縦磁界効果などに代表される電流印加時の動的散逸構造などを，材料の微視構造や巨視的形狀も考慮した具体的な立場から調べている。

当講座の生体グループは，発足後まだ日数が浅く，みるべき成果をあげていないが，核酸等の相転移の履歴現象およびそのクリープ機構の研究から始めて，おいおい研究対象を広げて行くことを目標としている。

いづれにしても，各人が必要に応じて，実験的方法や微視論から現象論に至る理論を駆使できる幅広い研究者でありたいというのが当研究室のモットーである。

◎ 電子工学科 第六講座

当講座は物性グループと医療電子工学グループに分れている。物性グループの構成は，平川一美（教授），久保英範（助手），林初男（助手），甲斐昌一（助手），原田康平

(DC2), 甲斐剛 (MC2) および山崎秀樹 (研究生) である。

主な研究テーマは次の通りである。

1) 磁性体

- イ) $K_2Mn_{1-x}Cu_xF_4$ の F^{19} , Cu^{63} NMR による dynamic Jahn-Teller 効果の研究
- ロ) 二次元磁性体 K_2MF_4 系における局在スピン波の研究
- ハ) 磁気的な特徴をもつ低次元磁性体の作製
- ニ) 低次元 XY 型磁性体における vortex の研究

これらのテーマについて主に久保が研究を行なっている。

2) 流体力学的不安定性

- イ) ネマチック液晶の流体力学的逐次転移における透過光の揺ぎの測定により転移の性質を研究
- ロ) 層流から乱流までのモードの変化の研究

これらのテーマがすべてではないが、ネマチック - コレスティック 混合液晶の流体力学的転移など甲斐 (昌) が主体となって研究を行なっている。

3) ライオトロピック液晶の相転移

- イ) パルミチン酸カリウム - 水系 - H^+ の広巾および狭巾 NMR の測定よりゲル - 液晶相転移に対する K^+ や Na^+ イオンの効果を研究
- ロ) パルミチン酸カリウム - 水系, パルミチン酸ナトリウム - 水系 - 電気伝導の測定
- ハ) リン脂質 - 水系で同様な研究を予定

これらの研究は主に林, 原田が行なっている。

4) 生物物理

- イ) 淡水藻ニテラ節間細胞の興奮性 - ノイズの測定を行なって Ca^{2+} や K^+ イオンの効果の研究
 - ロ) ニテラドロップの興奮性を ESR で研究
- これらの研究は林, 原田, 山崎が行なっている。
- ハ) リン脂質 - 水系で同様な研究を準備中

これらの研究は主に林, 原田が行なっている。

5) その他

Belousov-Zhabotinsky 系における化学乱流の研究を山崎が主として行なっている。

◎ 電気工学科 電気物性学講座

この講座は、橋本教授，森助教授，北川助手，他に助手 1 名，事務官 1 名（去年から欠員総定員法で未補充）技官 1 名で構成されている。大学院生は，工学部の常で増減が激しく，今年 DC 1 名，MC 2 名が就職し，現在 MC 1 名で来年は，MC 4 名が入って来ることになっている。

最近の研究テーマの内の一つは，シリコン中の深い不純物で，手始めに，コバルトの拡散とエネルギー準位の実験的研究を進めている（北川）。また，化合物半導体 CdSb を用いた transverse-thermo-electric-generator の開発について，文部省内地留学生や卒論生などの継続テーマにしている。CdSb の電子帯構造の計算を一昨年 DC を終えて就職した DC 生（山田）が行ったが，ドナー不純物テルルの挙動に関心を深めている（森）。

なお，非晶質半導体に関して，教養部物理学教室（藤森・森・友清）久留米医大（碓）の方々とセミナーを続けている。

§ 教養部

◎ 原子・分子の理論研究グループ

原子・分子の理論研究を行うとき，よく Schrödinger 方程式を解いてどうなるという批判を受ける。これに対して私は次のように考える。かつて，Pauling らによって Schrödinger 方程式の解を求める手段として，ベンゼン分子の電子構造を考えたときによく用いられる Valence Bond 法が提唱された。しかし，現在ではそれはほとんど用いられていない。

九州大学の巻

それはその方法による取扱いがむづかしいことと、その方法に含まれているモデルの物理的概念が不明確であることによるものであろう。自由度が数十である Schrödinger 方程式は容易にとけないので、解を得る実際的な方法が常に試みられなければならない。その結果、ある程度普遍的な方法に達すれば幸である。ある方法を採用したとすれば、後は電子計算機を駆使して、神を恐れず、自然に挑戦すればよい。しかし、現実には厳しく丁度千丈の崖を一步一步ふみしめて登るような仕事である電算機用プログラミングを忍耐強く続けなくてはならない。一つのプログラムを完成して、やっと見晴しのよい崖の上に出たかと思いきや、その先に更に高崖がそびえているといった具合で、自然はその神秘をかくすべールをなかなかぬいでくれない。我々のところを含めて世界の原子分子の理論研究グループの幾つかが相変わらずこんな努力を続けている理由は、実験では得られず計算によってのみ求められる貴重なデータが得られ、それによってわずかずつでも自然理解に近づくことができると考えるからである。

しかし、以上のような方法はふんだんに大型計算機が使える欧米の一部の研究室ならともかく、夜間運転が一般的に許されていないわが国の研究室では、とても太刀打ちできるような仕事は不可能であるから、もっと自然と妥協した方法をとるべきであるという考え方もある。近年原子・分子に関する実験技術が非常に進歩した。例えば、SOR, Electron Spectroscopy, Plasma, Ion Beam, Laser 等々の技術があげられる。これらによって新しい解釈を求められている多くのデータが得られている。我々のグループは、そのうちでも特に化学反応に興味をもっている。それも従来のように統計的に平均された熱力学的量を問題にするのではなく、微視的状态が完全に指定されている single level の原子・分子の衝突・解離過程をとりあげている。この第2の方向も第1の方法と有機的に結びついていないと価値が少ないので、現在では両方の研究が並行して行われている。組織としては教養部教官2名(竹田宏, 大旗淳)と理学部大学院学生2名(吉田准一, 赤松良造)である。(文責 大旗)

◎ 西村研究室(教授 西村久)

物性理論で同じ興味をもつグループが教養部にないので、理学部の森研究室、川崎研究室にもっぱら出向して週一度ゼミに顔を出している。最近では、興味の対象にしたが

って、応用力学研究所の矢島研究室のゼミに参加することが多い。やろうと思っていることは、不規則系における電子相関と無秩序の問題、金属強磁性、非線形非平衡系の統計力学などで、現在は非線型プラズマ、特にプラズマ乱流の問題に興味を集中している。

◎ 甲木研究室（助教授 甲木伸一）

今までは主として擬ポテンシャル法によるバンド構造の計算に興味をもっていましたが、最近第一原理から電子構造を計算する準備を始めた。固体のバンド構造だけでなく、固体表面、クラスター、大型分子などへの応用を目論んでいるが、福岡女子大学の国宗教授に時々助勢をお願いする以外は、もっぱら一人でしているので、進展がはかばかしくない。

◎ 井上研究室（助教授 井上清一郎）

当研究室では固体内の電磁波及び超音波の研究を行なっている。特に、伝導電子を通じた相互作用による電磁波や超音波の減衰、増幅及び発振に興味を持っている。

◎ プラズマ物理理論グループ

構成メンバーは、赤間教授と南部助教授の2名です。

核融合、天体と関連して近年プラズマ物理は大きな発展をとげている。当グループではそれらの基礎としてのプラズマ素過程の理論的研究がなされている。プラズマは巨視的な性質と微視的な面を備えている点に於て、通常の流体と異なる多くの現象を呈する。この特色が顕著になるのは乱流プラズマに於てである。即ち乱流プラズマの解明にはマイクロとマクロの双方のプロセスを考慮しなければうまくゆかないであろう。例えば天体プラズマではマクロな波動（主としてアルヴェーン波）とマイクロなプラズマ中の諸波動（ホイスラー波等）が共存しているのが通例である。そしてそれらの共存系として一つの定常的な乱流状態が実現されている。従って乱流エネルギー散逸の問題も種々の時空スケールからの検討なしには解明が困難であると思われる。

九州大学の巻

最近、赤間教授は MHD 乱流素過程の研究、南部助教授は Vlasov 乱流の線型応答理論の研究を行なっている。（文責 南部）

§ 応用力学研究所

◎ 高エネルギー流体力学部門

研究室は理論と実験とからなり、その構成員は、

理論：矢嶋（教授），河野（助手），小木曾（D3-九大理所属），岩倉（D1，在米）
 榎本（M2）

実験：河合（助教授，在スイス），長谷川（助手，休職中），中村（助手），
 御手洗（D2），田中（D1，在名大プラズマ研）

である。他に理論では、小林謙二氏（理），及川正行氏（応力研），赤間八郎氏（教養），西村又氏（同），南部充宏氏（同）と、実験では村岡克紀氏（応力研），平城直治氏（同）とセミナーをはじめとして協力・共同している。

1) 非線形波動伝播

これまで、逡減摂動法の多ソリトン系への拡張（及川・矢嶋），逆散乱法によって解ける発展方程式のクラスの研究（及川・矢嶋）非線形波動に対する多変数展開法と逡減摂動法との関係の解析（榎本・矢嶋）などの方法論の研究や、不均一場での孤立波の伝播・反射（矢嶋），多次元ソリトンの安定性（矢嶋）の研究など、ソリトンのもつ性質の解明に系統的なとりくみがなされてきた。

最近、多次元系に対して、逆散乱法が破綻する場合があります、そこにソリトンの崩壊という新しい機構が隠されていたことが知られるようになった。及川・矢嶋はプラズマのイオン音波（線形的には共鳴相互作用が禁止されている）を考察し、そのソリトンの崩壊型相互作用の可能なことを示した。これは、改めてソリトンの“安定さ”について問題をなげかけるばかりでなく、ソリトンの“奥ゆき”を示すものとして重要と考えられる。

ひきつづき、ソリトンの力学系から多体系へ、様々な物理系での素過程に於けるソリトンの役割の解明などに取り組んでいく予定。

2) プラズマ乱流とコヒーレント波との相互作用

プラズマに於ける波動現象は、ソリトン記述が適当なコヒーレント波と、乱れとが複雑にかみあった結合系のそれとしてとらえるのが、しばしば現実的である。イオン波乱流スペクトルに離散的な構造が出現するという河合・長谷川の実験は、乱れによる媒質の伝播特性の変化に起因した2次的不安定性によることが明らかにされた。(河野・矢嶋) このスペクトラムに於ける構造の出現が、プラズマの加熱に極めて有効であることもわかってきた。(小木曾・矢嶋)

また、非線形波動変調に対する乱れの影響が調べられ(河野・矢嶋)、3次元では不安定であることが知られているソニック・ラングミュア・ソリトンの“Collapse”が乱れとの相互作用で安定化されることが小木曾・河野・矢嶋によって調べられている。

3) プラズマ乱流の制御と加熱機構の解明に関する実験的研究

直線プラズマに、イオン波乱流を発生させ、乱れたプラズマ中の輸送過程及びイオン加熱過程に於ける異常性の研究が行なわれた。とくに“乱れ”エネルギーの増大とともに、プラズマ内に新たな不安定性が生じ(河合・長谷川)、発生した長波長の規則的大振幅波動がイオン加熱に有効であることを実験的に示した。(河合・田中)

また、ガラス・トーラスを用いた乱流加熱用トカマクを建設し、初歩的な実験を行った。(御手洗)

今後は、現在建設中のイオン衝撃分析装置の高温電離気体発生部(トカマク)を使用して、強磁場中のプラズマの挙動、乱流加熱の機構の解明を行う。(河野記)

◎ 高エネルギー材料力学及び加工学部門

1) 研究室の構成

◦ 高エネルギー材料力学部門

北島(教授), 蔵元(助教授), 安部(助手), 佃(助手), 青野(D1)

◦ 高エネルギー加工学部門

二神(助教授), 明石(助手)

2) 研究内容

金属材料の照射効果の基礎的問題を追求し、実用上の諸問題に解決の糸口を与えるこ

とが主な目標である。

2.1 低温照射（中性子線，電子線）

高純度鉄単結晶を作製し，電子線照射（77°K KUP-LINAC），中性子線照射（～5°K，20°K，JRR-3，KUR-LTL）を行なった後種々の測定を行う。（照射は全員） a) 降伏強度の測定（安部，青野） b) 電気抵抗測定（安部） c) 内部摩擦測定（安部） d) 格子定数測定（X線）（佃） e) 陽電子寿命測定（蔵元）等である。得られた結果の主なものは，a) 降伏強度の測定から照射試料は電子線，中性子線共に著しい軟化現象を示すこと，軟化量は回復のステージ I_E 直下で最大で大きい場合には未照射試料の強度の半分以下になること等が判明した。又電子線と中性子線では軟化の様子が異なる（例えば結晶方位依存性等）。又ステージ I_E （～110°K）より上の温度で焼鈍すると軟化が硬化に変わる。以上の結果から軟化の原因は照射により導入された格子間原子と運動ラセン転位の相互作用に起因すると考えられる。b) 電気抵抗，内耗の測定から照射試料ではステージⅡがよく発達しており，格子間原子のクラスターの存在が示唆された。c) 室温以上の陽電子寿命測定より空孔クラスターと思われる長寿命成分（～350 psec）が観察された。陽電子消滅を利用する測定法は空孔タイプの欠陥に非常に有効であり，今後益々用いられていくと考えられる。X線による格子定数測定と近い将来行う予定の散漫散乱測定とを合わせると，格子間原子の占める体積が求められる。

2.2 高温重照射

高温重照射における近年の最大の関心事はボイド・スウェーリングである。これは照射によって生じたボイドが材料に重大な影響を与えるため，原子炉材料，核融合炉壁材料開発上のさし迫った課題である。

2.2.1 ニオブの高温中性子照射（北島，二神，蔵元）

精製したニオブをJMTRで～ 5×10^{20} nvt（>1 MeV）程度照射し陽電子消滅角相関測定，降伏強度測定，電顕観察を行なった。その結果～300°C照射のものでは電顕でははっきりしたボイドは認められなかったが，角相関曲線の幅の減少，降伏強度の回復の異常等からマイクロボイドと云うべきものが発生していると結論された。

2.2.2 超高压電顕内照射（二神，蔵元）

超高压電顕を照射実験に利用することが近年盛んに行われるようになった。これ

は照射率が $\sim 10^{-3}$ dpa/sec と中性子の場合の 10^3 倍高いために1～2時間の照射でボイドが発生するためである。当研究室においても鉄，ニオブ等においてボイドの発生が観察された。主要な結果は発生条件（温度，転位密度）が非常に中性子やイオン照射の場合よりも制限されていることである。（例，Fe 325°C～350°C 転位密度 $5 \times 10^9/cm^2$ 付近のみ）試料が高純度になるほどこの傾向が強い。

2.3 照射以外の研究

照射実験以外に金属の低温塑性，イオン結晶中の転位，クラックの観察等を行なっている。

2.3.1 純鉄単結晶の低温塑性（青野）

従来高純度鉄の低温の塑性のデータは殆んど得られていなかったが，試料径を小さくする（ ~ 0.2 mm ϕ ）ことによりはじめて成功した。他の体心立方金属と異なる強度の方位依存性が4.2°Kで得られた。

2.3.2 ADP中の双晶フリンジの研究（明石，二神）

X線トポグラフと大型計算機による回折像の計算より双晶境界の構造決定に成功した。（蔵元記）