

物性研だより

第20卷
第6号
1981年3月

目 次

| | | |
|--|------------|----|
| ○物性物理と化学 | 東大工 国府田 隆夫 | 1 |
| 研究室だより | | |
| ○細谷研究室 | 細 谷 資 明 | 3 |
| ○長倉研究室 | 長 倉 三 郎 | 9 |
| ○本田研究室 | 本 田 雅 健 | 12 |
| 物性研短期研究会報告 | | |
| ○結晶表面での化学反応素過程 | | |
| 世話人 田丸謙二, 吉森昭夫, 村田好正, 菅野 瞳 | 19 | |
| ○物性論におけるソリトン | | |
| 世話人 高山 一, 和田 靖, 和達三樹, 期波弘行 | 34 | |
| ○X線構造解析と高分解能電顕像の接点 | | |
| 世話人 小村幸友, 下村義治, 斎藤喜彦, 細谷資明, 竹内 伸, 橋本初次郎 | 49 | |
| 第11期第5回物性小委員会議事録 | | |
| 物性研ニュース | | |
| ○東京大学物性研究所の助手公募の通知 | 61 | |
| ○物性研短期研究会 | 64 | |
| ○前期外来研究員一覧 | 65 | |
| ○テクニカルレポート新刊リスト | 86 | |
| 編集後記 | | |

東 京 大 学 物 性 研 究 所

物 性 物 理 と 化 学

東大工 国府田 隆夫

今は昔、約 20 年前の物理学会講演会の席上で牧島先生と神前先生の間で論争があった。論点はハロゲン化銀の物性研究の方法に関するもので、高純度試料の必要を説く神前先生に対し牧島先生は化学者の立場から、人間の本性は市中巷間でこそ顕われるという譬えをひいて、神前先生の所論に反駁された。その後の経過を考えると物性研の歴史に残る数々の成果を挙げられた神前先生の側に軍配が挙ったと思われる。しかし 20 年経った今、この論点は物理学者的発想と化学学者的発想、純粹性志向と多様性志向など物性研将来の方向に関わる問題として再び魅りつつあるように思われる。

J. C. Phillips はその風貌からも窺える異才の人でありその Bond 理論は有名だが、舌鋒もなかなかで、" Dirac で純正基礎物理の時代が終ったことに気付かない凡庸の徒が多い。これからは化学との融合に努めるべき時代だ" という意味の毒舌をその論文¹⁾に述べている。その提灯持ちをする気持はないが、問題提起としては鋭いと思う。

約 10 年ほど前に、「化学と工業」という雑誌に菅野（暁）先生と牧島先生による興味ある一文が載った。²⁾ 物質に即した化学者の仕事（具体的には植田龍太郎先生の著書）から大きな啓示を得た、化学者は現存の物理理論に気をとられず、しかし物理学者にも理解のできる言葉で豊かな素材を提供してほしいという菅野先生の要望に対して、化学者と物理学者には本質的な体質の違いがある。夫々の物質を大切にしながら協力してゆきたいという牧島先生の所論が述べられていた。お二方の間での余裕のある、しかし真摯な対話に少なからぬ感銘を覚えたものである。

昨秋の半導体物理国際会議の Closing Address で、植村先生が半導体物理の当面する状況を " 転換への予兆の時代 " と規定されている。³⁾ 川村先生のかねての所論⁴⁾ (Band → Bond, 精密物性物理→物理 + 化学、純正科学→基礎 + 応用、等)とも思い合わせて印象が深かった。

昨日（1月 29 日）の物性研短期研究会「物性研 S O R 将来計画」の席上、分子研での S O R 計画を紹介された木村先生が、環境安全対策についてかなり詳しい言及をされた。S O R と廃棄物処理とがどういう関係にあるのかと訝しく聞いていたが、後になって、もしかしたら分子研では S O R 分光の対象として廃棄物処理対策を考えておかなければならぬ程の膨大な、おそらく無尽蔵に

近い有機無機物質群を想定しているのではないかと思い当り、もしそうなら物理学者には考えも及ばない発想だと感じ入った。若き日（失礼）の菅野先生と同じように、将来の若い物性物理研究者がこの無尽蔵な素材の宝庫から次の時代の物性科学の新しい芽を見出し育てることに情熱を傾ける時代が来るかも知れない。この可能性は物性研 S O R 将来計画が、或いは S O R 計画のみならず物性研将来計画全体が真剣に考えておかねばならないことではなかろうか。他では実現不可能な巨大研究設備の建設に意義と責任を痛感し所内一致団結してこれに當る意気込みは壯とするけれども、その努力を無にしないためには、化学者の信念と本領に引けを取らないだけの独自の哲学（フィロソフィ）と見通しを持つことが必要だろう。現在の計画では将来の物性研は物性実験大型装置研を志向しているように思われる。それはそれで良いとしても、物理実験の装置や技術はそれが何のためのものかということの確認とこれを支える充分な背景がないと、これに献身する人々の努力に人間的な血が通わぬことになり勝ちである。その意味でも上に述べた物性物理と化学との関係を明確にしておくことが、将来の物性研の活力を保つために大切なことではあるまいか。

1月の“物性研だより”に書いた意見⁵⁾を補うつもりが相変わらずの駄文になった。お名前を挙げた方々の所論の引用にもし筆者の誤解や思いちがいがあったら御寛恕を願いたい。

（56. 1. 30 記）

文 献

- 1) J. C. Phillips : Rev. Mod. Phys. 42 (1970) 317.
- 2) 菅野暁, 牧島象二 : 化学と工業 25(1972)58.
- 3) Y. Uemura : J. Phys. Soc. Japan 49(1980), Suppl. A, 1309.
- 4) 川村肇 : 日本物理学会誌 33(1978)891.
- 5) 国府田隆夫 : 物性研だより 20(1981)12.

研究室だより

細 谷 研 究 室

細 谷 資 明

しばらく“物性研だより”に書かなかったと思い、調べてみると、物性研創立十周年位までは色々な欄に7回も書いていたのに、その後途絶えていた。我ながら驚いた次第である。かといって長い間のことを詳しく書いても大部分の方には興味がないと思われる所以、研究の発展の経過の大筋をご紹介したい。

今までX線結晶学という分野の中、或はその周辺で興味のおもむくままに、或は新しく発展した測定器の性能を活かした測定法を考案しながら、いくつかのテーマを取り上げてきた。

助手として安藤君(’68～’74)にきてもらったのは、その前にフィルター法によるX線トポグラフィなどを試みた発展として、中性子トポグラフィで意味のある研究をやりたかったからである。そのための最適のサンプルとしてクロムに狙いをつけたのはさらに大分前のことであった。初めは結晶性のよいサンプルが入手できないために成功しなかったが、良いサンプルが入手できたら、皮肉にも格子定数の差を利用したX線の反射トポグラフで先に、ドメインの大きさが判ってしまった(’71)。この時は virgin sampleだけの結果で、一度は拒否されたが反論して Phys. Rev. Lett. に載った(’72)。それで成功間違いなしというわけで、星埜研の中性子実験の時間を24時間と36時間の2度もらって、低温側の縦波領域と高温側の横波領域で、virgin sampleを磁場中冷却した後で中性子トポグラフを写して、ドメインの完全な characterizationを行なった。安藤君はこの仕事でDr審査をすませた後1～2日して英國文化振興会留学生としてプリストルへ出発した。本論文は彼の帰国後結局細谷が主になって書き上げ J. Appl. Phys. (’78)に出した。それまではCrのドメインの大きさが 10^{-15} cm 程度だと推測する論文が主に米国で十数篇出ていたが、我々の本論文が出てからはピタリと出なくなつたようである。

もう一つ安藤君を誘ってX線干渉計で花崗岩の薄片の位相差写真を写した。これは大阪であったX線光学の国際会議(’72)に大急ぎで間に合わせたものであったが、安藤君の留学先のHartは王立学会で行なった“X線干渉計の10年”という特別講演にこの写真を大きく出して紹介した。

他方深町(旧姓山岸)君が技官として着任したのは’64年春であった。その前からかなりの期間三宅先生の希望にそって金属やその酸化物などの粉末のX線回折強度の精密測定、特にその絶対測定を長く続けた。初期は初代の助手であった栗山君(’59～’62)とMnOの絶対強度測定に努力し、彼の渡米後にこちらでまとめた。その後深町君と粉末試料の強度測定を続け、昔ワイズとデマルコが金属で出した強度減少は本物ではなく、あるとしてもずっと僅かだという結論を得た。

そのうち英國のクーパーらがコンプトン・プロファイル(CP)の方が電子状態を敏感に反映するこ

とを'65年に出して以来、我々もこの方法を用いて研究を始めた。

他方'66～'69年頃は構造解析の方法論に興味をもっていたので、助手の床次君('63～'66)が複雑な1次元長周期をもつSiCの構造を数学的に面白い巧妙な新しい方法を創案してきれいに解いたとき、これに関連して共同の仕事('67)もした。

さてまたコンプトンに戻ろう。'65年以来数年間は各国の研究者は何れもX線管を線源とし、コンプトン散乱を結晶で分光していたから、時間もかかる上精度もよくなかった。そのうち深町君のアイディアで、エネルギーの高い適当な γ 線源を用い、散乱角を大きくした予備実験を他の所でやった結果は有望で、検討してみると計算上も分解能がよい条件にできると判明した。この結果をもとにして幸い東レ助成金を'71年度に受けることができ、仕事は急激に進展した。後で気がついたが γ 線とSSDを使う方法はイスラエルの人が先きに短報を出していた('70年)。

それ以後'75年頃まで多数の物質についてコンプトン・プロファイルをSSD法で測定して、波動関数から計算した結果を実測と比べ、どの波動関数が良いかを判定した。一つの特長は単結晶で測定し、方位による差を求めて、和光らの計算と比べることであった。しかし幾つかの例で比べている中に、陽電子消滅による実験データの方がずっと精度がよく、特にNbの単結晶について主要な3方位から出した異方性のデータなどで陽電子消滅の異方性が細部までバンド計算の結果と良い対応を示すことが判明した。

他方コンプトン散乱では、出てくる反跳電子とのコインシデンスをとりながら測定するとK殻電子のみによるプロファイルが分離できることに気づいた。それ以前にCPの積分値だけをコインシデンスをかけて測定した例が少なくとも3報あったからである。こういう実験は当時回路が充分でなかったが、ともかく深町君が実行した。これは外国でも評判がよく、その中もっと本格的にやり直したいと思っている。ただし残念ながら内殻電子のプロファイルは平坦に近いので余り情報は得られない憾みがある。この方向に沿って色々複雑なコインシデンスをとれば面白い測定が原理的にはできるはずである。

もう一つはPlatzman-Tzorの論文に触発されて考えたのが磁性電子だけによるCPを測定する可能性であった。また参考となる実験法が出ている文献も色々見つけた。それを上智大の岩井さんに話した所、早速教育大(当時茗荷谷)の実験室の見学に連れて行って貰えた。そこで見学したのは大野研出身の鹿取さんらの実験室であった。まるで砲身のような鉄の筒の内側でコンプトン散乱を起こさせる。その時 γ 線源から逆方向に出る β^- とのコインシデンスをとるという教科書通りのものであった。この“砲身”的磁化方向を交互に平行と反平行に変えながら約2週間、データを昼夜ためると両者のカウントの差が出るという話であった。しかし我々のほしいのはコンプトンピークの積分値ではなくプロファイルそのものなので到底これでは無理だと判断した。その後物性研でこの話を大野さんとした所、即座に今丁度必要な低温ができる ^{57}Co から円偏光 γ 線を出せるよう

になった所だという話があった。その結果坂井君が主になって実験準備をし、現在黒い低温棟のある辺りにあったサイクロ室の2階の金網の床のような所に装置がセットされ、テストデータを取る最初の夜には何時間か出力データと一緒に眺めていた。その後低温値その他を改良の上、よいデータが蓄積された。この実測曲線は和光、久保、山下の計算と少なくとも半定量的には一致している。

さてまた結晶学への利用に戻るが、SSDはコンプトン散乱の研究に役立っただけではない。これがいわゆる従来の角度分散型の回折実験に使ってS-Nが良いだけではなく、単結晶の回折実験を特性線でない白色部分でも十分実行できることに筆者も深町も気がついた。もちろん各反射に寄与するエネルギー幅 ΔE は幾何学的条件できまるので、 ΔE を自由に独立にきめられない制約はある。しかし直ぐ思いつく有意義な応用は異常分散ないし異常散乱の研究とその応用である。というわけで'74年頃からこの方面の仕事を次々と行ない、理論面は川村(早大理工)の応援も得て今日まで続いている。この方法ではX線管球からの白色部分を用いるので、X線強度にも限界がある。しかしこの装置で最初に示したフリーデル則の外れの顕著な測定例は米国のPhys. Todayにも紹介された所をみると'74年頃には多少とも意表をついたものであったらしい。

上記のような限界はあるけれども古くからある位相問題にどの位有効かを試したいと考えた。
'76年春に構造解析を専門とする坂牧助手の着任と、科研費一般A('76~'77年度)を得、また
'76年4月に埼玉工大に移った深町君の協力も得て白色4軸自動回折計を建設した。このため坂牧君が多量のプログラムをすべて書き上げ、それを用いて構造既知ではあるが、手頃な原子Znを含む異極鉱の反射の位相決定を実行した。

前後するが、それまでにすでに2軸白色X線回折計で異常散乱の実部 $f'(\omega)$ と虚部 $f''(\omega)$ の曲線をエネルギー ω の関数として決定する仕事をかなりやっていた。この $f''(\omega)$ は吸収曲線そのもので、いわゆるEXAFS曲線に他ならない。丁度1971年にこの曲線のフーリエ変換によって、吸収原子の周囲の局所的RDFが出せるというSayersたちの論文が出た。これは面白いというので早速この解析法を試みることも始めた。特に当時箕村研の大学院生だった大柳君は我々の装置に試料冷却部を加え s/n をよくして、Ge-Ni系アモルファスのEXAFS測定を行なった上、解析法にも工夫を加えながら博士論文をまとめた。その頃から東工大からはGeガラス、慶大医学部からはヘム蛋白、所内からも竹内研究室の試料などがもちこまれ、相当多くの共同利用に役立った。

なおEXAFSについては外来研究員の岩田さんが面白い測定を考えついた。丁度うまいエネルギー値に吸収端附近がくるような元素を含む物質を選ぶと、ブラック角で 45° 付近にEXAFSが出る。すると近似的には偏光X線でEXAFSを測定したことになる。この場合異方性をもつ物質の薄板状サンプルをそれ自身の面内で方位を 90° 変えてやると異なるEXAFSがとれた。少し後で同じ趣旨の実験が米国で、放射光の偏光性を利用してもっと楽に行なわれ、論文が発表された。

またSSD回折計の他の応用として、特殊条件下の回折測定がある。それは白色を使うとビ

ームの入口と出口が固定でも、多くの回折データがとれるからである。大分以前に中島（金研）、寺崎（東北大理）両君から提案された例がある。すなわち質量の異なる同位元素は He 温度では格子定数が少し異なる値をもつだろうという予想を検べることに協力した（'76年）。また超高压下の実験にも後述のように役立つ。

もう一つ阪大産研の大塚・床次両君からの提案で NiTi 的な合金で張力下だけで特殊な相をもつものの構造を背面ラウエ班点をいくつも SSD で測定し、強度を集めた。これにも深町君が大変努力した。しかし色々の事情で未だ完全には解析されていない。

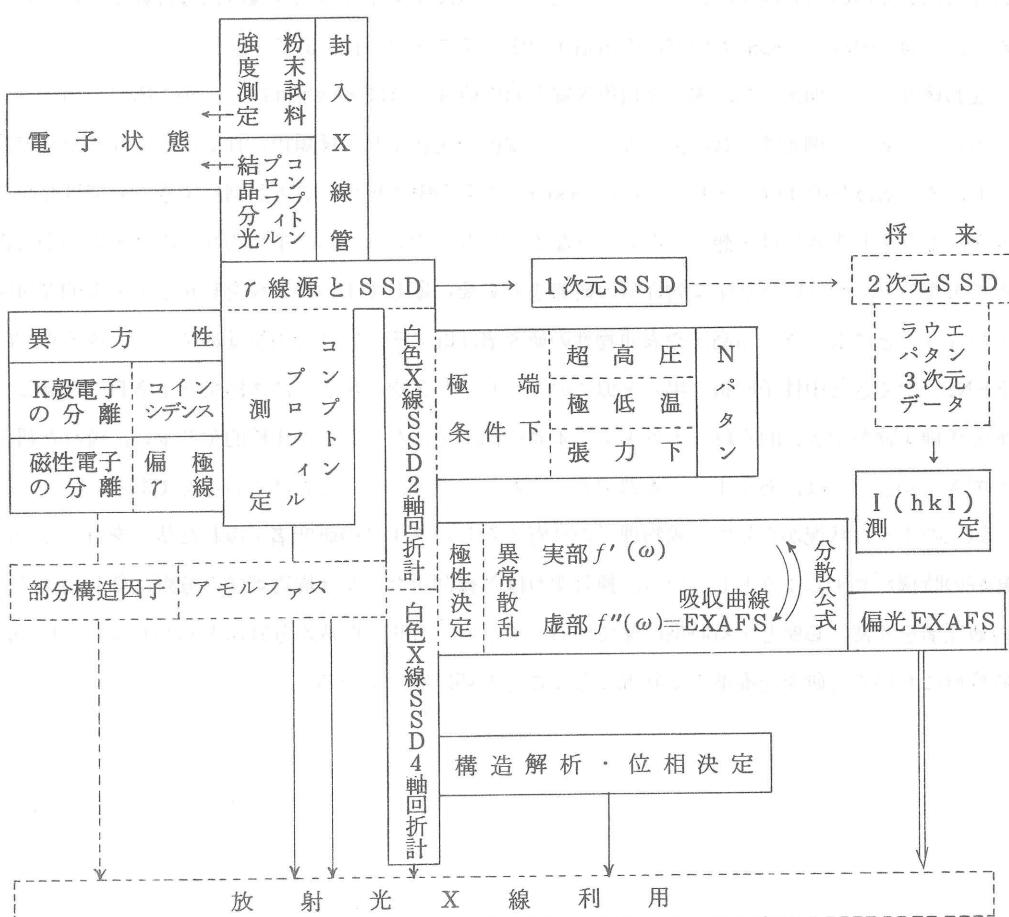
以上のように何年間か SSD 回折計で“白色X線”的利用を続けてくると、その延長は自然と放射光X線を利用したいという気持になる。そこで深町・下村・川村の諸君の希望もあり、学振の日米科学協力事業に応募した所、採用になり本格的には'76年秋から満2年間、つまり足掛け3年間程スタンフォード大学の SSRL(放射光実験所) に交代で出かけた。まだその頃はいわゆる dedicated time がなく、実験は甚だ非能率的であった。しかし所長の Bienenstock 教授らはアモルファス物質の部分構造因子を求めたいという強い希望をもっており、そのためにエネルギーの広い範囲にわたり $f'(\omega)$, $f''(\omega)$ の値を精度よく測定する必要を感じていた。我々は実験室の SSD 回折計でまさにそういう測定を色々な方法で'74年頃から行なっていたわけである。他方、日本でも、いわゆるフォトン・ファクトリー (PF) の建設設計画が進んでおり、見学者程度よりもさらに進んだ使用経験者をふやすことが急務であった。それで上述のように能率は悪かったが、深町・下村・川村らはその制約下で、半導体化合物を用いて高圧下の $f''(\omega)$, $f'(\omega)$ 曲線の測定や、構造解析を試みた。なおその頃深町は全反射曲線を測定してそれから $f''(\omega)$, $f'(\omega)$ 曲線を求める方法を考案し、実験室でも SSRL でも測定した。

また'78年には学振の日仏交換でモーロンという人がディジョンの強誘電体の研究室から半年ばかりやってきて極性結晶 Cu I の裏と表の反射強度を Cu の吸収端附近で波長の関数として測定し、この曲線に合うように温度因子をきめた。これには深町の全面的協力を得て、既に論文を2編出した。

他方筑波の高エネルギー物理学研究所（通称 KEK）では数年前から計画が進行しており、400 m の入射電子線型加速器が建設され、現在電子ストレージ・リングとその建物が建設中で、'82年の春頃にはこのいわゆるフォトン・ファクトリー (PF) から超強力白色X線が得られる予定である。この光源を有効に利用するためには各種測定装置、高性能 X 線検出器、高速データ処理装置等を早急に開発する必要がある。このため当局の配慮のもとに特定研究「物質のミクロ構造の動的解析」が昭和 54 年度から 3 年間実施中である。筆者は非力ながらその総括責任者として努力しているが、事務的雑用に追われているのが現状である。しかし高良・富家両教授以下 PF の建設に直接当っておられる少数の方々（前記安藤君を含む）の忙しさは大変なものである。数十台という数の、しか

も従来と段違いの高性能で特殊仕様の測定装置を短期間に作るため PE の内と外の専門家が、多数の装置別の製作打合わせ会を開いて仕様決定から発注、性能テストなどを協力して進めている。これらの装置開発の推進に上記特定研究が非常に役立っていることはいうまでもない。このようにして建設される多様な高性能の測定機器は決して X 線の専門家だけに役立つものではない。今まで多くの大学研究所等で見られるように、自動 4 軸回折計システムを始め、回転対陰型 X 線発生装置、ラングカメラ、X 線テレビ等々と同様に、種々の物性物理学から分子生物学の専門家に至るまで広い分野の研究者の役に立つに違いない。

少し話が発散しかけたので、あとは読者諸兄のご賢察によって将来を見通して頂くことにしたい。最後に筆者らの辿ってきた後をふりかえって見ると、何か或る新しい装置を導入したことによって研究の新しい進展が見られ、それがまた契機となって新しい方法を思いつき実行できるといった、いわばドミノ作戦的な展開が結果的にいくつかあったように感じている。その辺の事情を図に書いて見たが余りうまくは表現できなかった。適当にご判断頂きたい。



第 1 図 各種 X 線実験と測定機器の進展

それから三宅研究室の教務員として長らく超高真空で LEED 関係の仕事をしてきた並河君は最近 NiO 表面に関する博士論文を提出した。NiO のように化学的な結晶格子とスピン規則格子の周期が異なる場合にはふつうのブレッガ反射と交換相互作用によるブレッガ反射とで消滅則が違うので分離して観察できる。また低速電子は結晶への侵入距離が限られるので入射低速電子のエネルギーを減少させながら観察すると、その外挿により表面 2 次元格子の性質が判明する。この方法で反強磁性 NiO 表面の部分格子磁化の T_N における実効臨界指数として、0.89 を得、バルクの値 0.33 と差があることを見つけた。またこの表面層の厚さは温度上昇とともに増し、 $0.9 T_N$ において 6 \AA 位であることも結論された。最近同じ装置に SSD など必要なものを加え、並河君を中心となり、特定研究「ミクロ構造」の一環として多重陽極チャネルプレートを用いた表面構造解析装置を開発している。これは EXAFS が X 線の吸収を測定して間接に干渉効果を調べるのに対して、X 線励起光電子を測定し、終状態干渉効果（光電子回折）を直接調べることによって表面構造解析を行なうものである。EXAFS では狙った原子を中心とした動径分布しか判らないが、光電子回折を利用すれば方位分布の情報も同時に得られる。またこの方法は光電子と螢光 X 線の同時計数を用いているので、“同一組成” の結晶表面だけの構造を決定することが可能である。

なお終りにつけ加えるが、強力な白色 X 線が物性研究に及ぼす効果は深く、かつ広いであろうということである。例えば何れは強力なメスバー線源が現在より多種類得られるようになりそうであるし、また短波長の free electron laser もその中実現することが期待できるのではなかろうか。もう少し先きには予想できないようなものもあり得よう。真に革新的なものはその中から出ることだろう。そういう意味で物性研の研究者も必要に応じて PF の X 線を利用して先端的な研究を行なうことになろう。超高圧や表面物性の研究者は既にそういう計画を進めている。或る点では KENS ができた中性子回折の場合と似ている。しかし X 線の場合には本拠である各自の実験室で充分予備実験ができる、的を絞って効率よく本番の測定を行なうことが比較的やり易い。優れた研究ができるかどうかは、あくまでも本拠で蓄えられたレベルによることはもちろんである。

以上のような状況から見て X 線物理学の分野で新しいタイプの研究者が優れた研究を行なうのに絶好の時機が到来しようとしている。換言すれば X 線回折ないし X 線物理学の分野は新しいタイプの研究者を非常に必要とする時期に来ている。そういう意味で既成の分野にとらわれない人材が、物性研においても研究を推進する状況になることを切に願っている。

研究室だより

長 倉 研 究 室

長 倉 三 郎

研究室の店舗舞いを目前に控えて研究室だよりを書くことは、あまり気乗りしないことであるがここ数年の研究室活動について大筋を記して責任を果したいと思う。

これまで理化学研究所の理論有機化学研究室と一体となって、装置の面でも人の面でも有無相補って研究を進めてきたので、物性研における活動と理研における活動とを截然と区別することが難しい。したがってここでとりあげる研究も二つの研究室で協力しあって進められた点が多いことをあらかじめお断りし、お許しをいただきたいと思う。

最近数年間、われわれの研究室では、分子の光励起または光イオン化過程とそれによって生成した励起分子またはイオンの電子構造とそれらの動的過程について主として研究している。この研究課題は、電子供与体と受容体の間の電荷移動相互作用や水素結合の分光学的研究、分子性結晶の電子構造の研究、化学反応機構の研究などと共に、当研究室の発足当時からの主要な研究課題であったが、最近は励起分子の研究の比重が大きくなり、分子間相互作用の研究も不安定な励起状態における現象として捉えることが多くなった。

励起分子はエネルギーを消失して他の励起状態や基底状態へ移り、またイオン化、プロトン移動、結合開裂その他の化学変化をおこして他の分子種に変化する宿命をもっているから、その観測には時間の要素を入れる必要がある。分子分光学的研究方法を例にとれば、シグナル強度の観測に時間の要素をとり入れた時間分解分光法が重要な役割を果すことになる。また対象とする分子種は生成しては消えてゆき、したがって定常濃度は小さいから、検出系に対してはぎりぎりの高感度が要求される。逆に言えば時間分解能や検出感度を高めることが新しい研究対象の展開や重要な分子現象の発見につながる研究領域ともいえる。この意味で“極限に挑む”研究領域の一つといってよいであろう。

幸いレーザー技術の発展によって1960年代の終りから巾の狭いしかも強力なレーザーパルスが励起光源としてえられるようになり、この10年間にナノ秒からピコ秒領域の時間分解分光法が目覚しい進歩をとげた。われわれの研究室でもN₂レーザーおよびN₂レーザー励起色素レーザーや、Nd:YAGレーザーなどをナノ秒パルス励起光源としては使用し、またピコ秒パルス励起光源としてはモード同期ルビーレーザーを使用して、ナノ秒～ピコ秒時間分解発光ならびに吸収スペクトルおよび発光および吸収強度の時間変化の測定を行なっている。その他、気体分子の光イオン化の研究のためにHe共吸線を励起光源とする光電子スペクトル測定装置および光電子の角度分布測定装置を作成し使用している。

研究対象として、この数年特に力を注いでいるのは励起分子の寿命および化学反応に対する外部

磁場効果の研究である。1974年二硫炭素気体分子の励起一重項状態('A₂)からのけい光が顕著な外部磁場の影響を受けることがわれわれの研究室で見出され、常磁性をもたない励起一重項状態が磁場により顕著な影響を受けることが明らかになった。それ以来理論および実験の両面からこの現象の解明が、われわれの研究室をはじめ、ソ連、フランス、西独その他の諸研究室で進められた。その結果CS₂の他に、SO₂、グリオキザール、メチルグリオキザール、フォルムアルデヒドなどの気体分子についても類似な現象が見出され、いわゆる“小さい分子”や“中間分子”にかなり広く見出される現象であるという期待が高まりつつある。

これまでの研究では、この現象について明確な機構を結論づけるまでに到っていないが、少くとも分子間の衝突によるエネルギー移動が磁場によって促進されるケースと、分子内のエネルギー移動が磁場によって促進されるケースに分けられることは明らかになっている。グリオキザール、フォルムアルデヒドは前者に属し、CS₂は後者に属する。前者の場合とくにグリオキザールについては励起電子状態の個々の振動回転準位の動的挙動に対する磁場効果の研究からその機構が明らかになりつつある。後者については今後の研究に俟つ所が大きいが、注目している励起一重項状態と基底状態の高い振動回転準位とのゼーマン項を通してのミクシングや異なるスピン多重度をもつ他の励起準位たとえば三重項状態とのミクシングが磁場によって変化する機構を考えられる。いずれにしても磁場効果の研究を通して、分子の励起状態の電子構造、電子状態間のミクシングや状態密度、振電相互作用などについて新しい情報がえられ、それを通して励起分子の実体について新しい側面からスポットがあてられることを期待している。

外部磁場の影響についてのもう一つの問題は、光励起された分子の化学反応性に関する問題である。1976年過酸化ジベンゾイルの光分解反応について外部磁場の効果を見出して以来、われわれの研究室の主要な研究課題の一つとして光化学反応に対する外部磁場効果のメカニズムの解明とその体系的理解に力を注いできた。

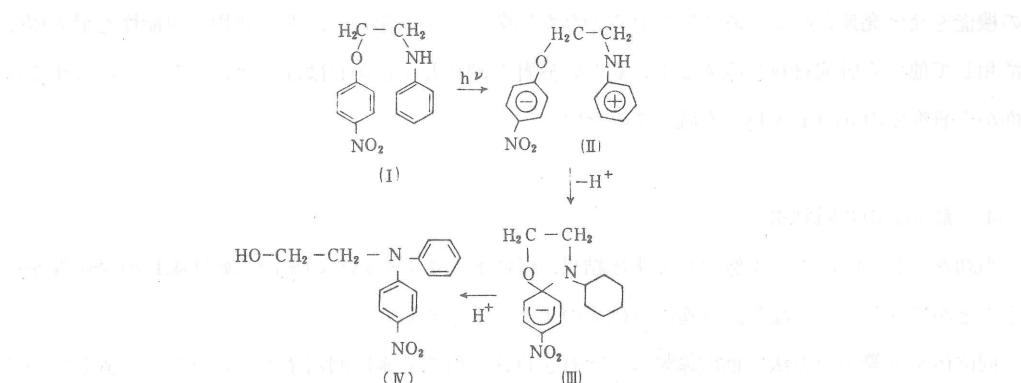
これまでに過酸化ジベンゾイルの各種光分解生成物に対する外部磁場効果のほか、ベンゾフェノンおよびその重水素ならびに¹²C同位体化合物の光励起に基づくケチルラジカルの生成消滅反応1,3-ジフェニル-2-プロパンの光分解反応などについて外部磁場効果の研究を行なった。その結果は多種多様な磁場依存性を示し、一見きわめて複雑に見えるが、光励起により初期段階で生成するラジカル対 A····B の一重項-三重項ミクシングに対する磁場の効果として統一的に説明できることが明らかになった。すなわち二つのラジカル A· と B· の間の交換相互作用が十分小さく、それらの間のエネルギー差が無視できる場合には、ラジカル対の一重項と三重項のミクシングは、ゼーマン項を通して外部磁場により促進され、また核のモーメントによる超微細結合の項を通して外部磁場により減少する。これら二つの要素を考慮することにより、光化学反応に対する外部磁場の影響は三つのタイプに分類されるが、これまでわれわれの研究室で観測された結果はこれな三つのタ

イブにしたがって体系化される。また超微細結合が光化学反応の外部磁場効果に関与することは、同位体効果の実験を通して確認された。

これまでの研究を通して溶液内の光化学反応に対する外部磁場効果のメカニズムを解明し、現象を体系的に理解するという初期の目的はほぼ達成されたものと考えるが、次の段階において研究すべき課題は多く残されている。その一つは光化学反応の制御に外部磁場効果を利用するための最適条件の設定である。これまでのところ 10 KG の磁場の存在下で生成量が 60% 増加する反応が現出されているが、ミセルその他によるとじこめ現象や吸着現象の利用などにより外部磁場の効果をさらに増進する必要があろう。その他、同位体効果の顕著な分子系の探索と外部磁場効果を利用した同位体分離の可能性の検討、さらに複雑な反応たとえば生体反応や燃焼反応に対する外部磁場の効果、数 10 万～数 100 万ガウスの超強磁場下の化学反応の研究、気相光化学反応に対する磁場効果の研究、触媒反応における磁場効果の研究など多くの問題があり、その中には、応用的な面から今後の発展が期待される課題も含まれている。

これまで述べた励起一重項状態や光化学反応に対する外部磁場効果の研究は、いまや新しい研究分野に発展しつつあり、国際的な競争も激しくなりつつある。物性研における研究はこの 3 月で終りになるが、これまでのポテンシャルをふまえて他の場所で研究が継続され発展することを期待している。

時間分解分光法を用いた最近の研究としては、他にピコ秒時間分解法による分子内エネルギー移動過程としての項間交差の研究とくにエネルギーを与える準位と受ける準位の電子構造とエネルギー移動速度との関係、分子間プロトン移動過程の研究、視覚の初期過程の研究、ナノ秒時間分解法によるシクロファン類—二つの芳香族環を 2 本の CH₂ 基の鎖で結んだ化合物—における二つの芳香族環の π 電子間の相互作用の研究とくに電荷移動相互作用によって生ずる電荷移動三重項状態の研究、反応中間体の捕捉とそれによる光化学反応機構の研究などがある。これらについてはとくにここで説明しないが、最後にあげた光化学反応機構についての研究の最も新しい研究の例として光スマイルス反応の機構について要点だけを記しておきたい。



この反応は光により分子内で原子の配列を変える光転位反応であるが、時間分解スペクトルの測定による反応機構の研究から次のようなメカニズムで反応が進行することが明らかになった。まず第1段階として光による分子内電荷分離が起り、陽イオンラジカルと陰イオンラジカルが生成する。次いでラジカル間に付加的な結合ができる(Ⅲ)を生成した後、最終生成物(N)に変化する。いまから20年以上前われわれは有機化学反応の電荷移動理論を提唱し、電荷分離と付加的結合の形成を通して有機化学反応が進行することを指摘したが、この理論の光化学反応に対する最も代表的な適用例であるという点で私自身はこの反応にとくに興味をもっている。また、この反応は照射光の強度をあげると進行せず他の反応にスイッチする。すなわち、励起光密度をあげるとベンゼン環についたNO₂基のN—O結合の開裂が起り、ニトロソ基(NO)をもった化合物に変化する。このような反応のスイッチングがきれいに起る例としても興味深い。

未解決の研究課題が多く残されていて、3月末まで頑張っても研究に関してはきれいな店じまいはできそうもない。いわば店に商品を並べたまま店をとじることになるが、その中のいくつかについては、暇をみていろいろな角度からゆっくり再検討し、新しい立場から改めてとりあげる機会をもちたいと考えている。

研究室だより

本 田 研 究 室

本 田 雅 健

この研究室は1962年に開設以来、殆んど変わらない体制でやって来たといってよい。端的に言えば安定な同位元素と不安定な放射性同位元素との中間的存在を手がけている。一つの側面として所謂 wet chemicalな方法で微量の物質の抽出分離精製を行う機能と、他の側面として isotopicな測定手段に訴えて測定を実施する機能とを持っている。後者には大別して2種の方法があり、一つは質量分析法、他は放射能測定法にたるものである。このような研究設備は現在では別に何も特別なものではなく、地方の各大学でも別にとり立ててあげることもない位充実している。これらの機能を充分発揮させるためにはこれらのなかに閉じることを避け、共同利用の可能性を最大限に活用して他から研究材料を導入して、新しい分野を開拓して行かねばならない。ここではまずこの面から研究室の activity を眺めてみたい。

(1) 最大限の共同利用

当初からこの面について努力して来た結果、既にあちこちの内外の施設に研究試料の調製等を行うことができるようになり、今迄の所は表のようにまとめられる。

同位体を何等かの方法で抽出調製し、それを自分の所で適確に測定するということに徹しているので、材料になるものはどうなものでもよい。人工的に加速器等で調製できるものは大体その装置

(表1-1)

表1. 核反応等の共同利用例

| 共 同 利 用 | 施 設 | 研 究 内 容 一 成 果 等 |
|----------------|----------------------------|--|
| 〔原子炉中性子利用〕 | | |
| 東海村 3 号炉 | 熱中性子照射 | ^{53}Mn 検出・定量, ^{53}Mn (n, γ) ^{54}Mn 利用 |
| シカゴ C P 5 | " (現在閉鎖) | |
| サク レー E L 3 | " (現在改造中) | (最も良質の熱中性子が利用可) |
| 京大 K U R | " | (線束不足気味) |
| J M T R | 速中性子照射 | ^{92}Mo (n, p) ^{92}Nb , ^{10}B (n, p) ^{10}Be 調製 |
| 立大原研 | (短寿命用) | { 一般中性子放射化分析; ^{235}U (n, f) |
| 東海村 2 号炉 | (長寿命用) | { 核分裂片による荷電粒子検出器 |
| 〔加速器利用〕 | | |
| 核研 F M サイクロトロン | | ^{27}Al (p, x) ^{26}Mg 等; ^{56}Fe (p, x) ^{58}Mn 等励起関数 ^{203}Tl ($p, 2n$) 等 ^{202}Pb 調製 |
| 理研サイクロトロン | | ^{59}Co (p, n) ^{59}Ni ; ^{50}Cr (α, n) ^{58}Mn 調製 |
| 高エ研 | π | 荷電粒子検出器 |
| コスモトロン | 核破碎; 厚い標的 | |
| パークレーサイクロトロン | 核破碎 | |
| 〔質量分離器の利用〕 | | |
| 核研 | | ^{10}Be / ^9Be 分離 |
| 〔高エネルギー質量分析〕 | | |
| 東大原子力センター | タンデム加速器を 質量分析器として 利用 | ^{10}Be 等の検出 |

のぎりぎりの容量の照射等を依頼し、原子数をためることを心掛ける。一方試薬や操作の汚染を避けて無担体分離を行う。天然の物質は一般に人工的に制御できないのでよい研究材料ではない。しかし極めて長年月の歴史を反映しているので、地上では到底再現できないような産物を含んでいることがある。恰好な天然物の試料は、上記のような共同利用施設とは別の地学系の共同施設にたよらなければならない。端的に言って月面の試料は、米国の Houston にたのまなければならない。隕石の試料は博物館等に依頼することになる。いずれにしても貴重な試料であり、あまりかけがえのない天然同位体の研究試料である。

少し広い意味で共同利用と言えば、巨大施設ばかりでなく世界的な視野で方々の研究室と協調することが有益である。国内で融通がつく場合はよいけれども、それでも歯の立たないことが多い。特定問題については予め前々から手をうっておくことが必要である。ともすれば切れやすい糸を補強しながら連絡を保って行くのは楽なことではない。手間も暇もかかることである。例えばサクレの炉は1回の照射料として50万円の支払って使わせてもらったけれども現在は利用できない。

(2) 加速器による同位体の測定

最近では今迄と違って試料の測定を自前でできないものが出て来てしまっている。もしこれが常態化して来ると、研究室には昔ながらの化学実験台しか残らなくなってしまうかもしれない。それは前表の最後にあげた「高エネルギー質量分析法」の発展次第でもある。

質量分析法は原子数を直接判定するものであり、放射能測定は原子数と平均寿命の比を観測するものである。後者は間接的方法であり、寿命の長い同位体の測定には向かない。一方 ^{14}C (5700年) は天然には $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 10^{-12}$ しか含まれていない。原子数を測定する方は全く寿命に左右されることなく、質量分析器でイオンビームの形への収率が問題である。アルカリ金属や希ガスでは、 $10^7 \sim 10^5$ 原子も存在すれば一応の測定が可能であるとされている。ただし問題は別な所にあって、種々な方法で加速したイオンが他の妨害なしに測定されるという保証がなければならない。現実にはこの問題が致命的であって、 10^{-6} 以下にもなると通常の10KV位の加速では手が出ない。最近これを1Mev/マス以上に加速して、同一の M/e であっても、E検出器と共に dE/dx 検出器を組合せて、目的の同位体のZ, Aをおさえて他と判別して測ろうというものがある。この目的ためには、サイクロトロン又はタンデムファンデグラーフ加速器が利用されており、我々のグループでは東大タンデム(原子力センター内設置)が最も手ごろな共同利用装置と考え、既に準備実験を開始している。加速器を質量分析器に利用するためには多少の改造を必要とする。つまり測定すべき同位体のビーム強度は常に主要な同位体ビームと比較しなければならぬのでモニタリングが必要である。これらのため少しく経費と時間がかかるけれども、近い内に本式に動き出せば超高感度の測定実験が可能になるものと期待されている。

この高エネルギー質量分析法については、特定研究に申請して組込んでもらい、3年計画でスタートしたばかりのものである。事実上は、核研一原子力センターと3研究グループの共同研究の形をとっている。元来技術の大型化、測定機器の巨大化については反省すべき面が多々あるので成否のほどは未知である。しかし一方ほど同時に名古屋大学に入った「タンデトロン」を見ると、はるかに小型化されていて、少し大きめの実験室なら充分収容できる程度のものになっており、将来の姿を示唆するものといってよいであろう。実は関連研究グループとしては、古文化財の特定研究による¹⁴Cの高感度測定の開発が同時に進行している。当分の間は協同動作をとって一緒にやってゆくことになっているが、此方としては¹⁰Beを手はじめに³⁶Cl, ²⁶Al, ⁵⁹Ni等から¹²⁹Iあたりまでものばしてゆく希望を持っている。

(3) 現有の設備の活用

固体試料用の同位体存在度測定用質量分析計が現有の設備である。1964年に設置した英國AEI社製MS 5型、偏向角90°、ビーム半径30cm、加速電圧6KV、磁場掃引型のものであり、現在迄17年を経過しているが本質的にはイオン流の計測部を除いて大きな改修を経ず実用中であり、今でも初期の規格通りの作動条件を保っている。以下項目別に現状を要約する。

1. 真空系は水銀拡散ポンプ4台という重装備をイオンポンプにおきかえた。試料交換時以前はイオンポンプのみで充分であり 10^{-7} torrよりよい条件が日常的である。
2. 質量分析操作で最も重要な因子である、加速電圧と磁場の安定度は共に 10^{-4} （短時間）におさえられており、電源よりの不規則ノイズ、室温の上下動（エアコンによる）を別にすれば満足できる。
3. イオン流の計測及びイオンビームの選定条件は全く新しい方式にきりかえた。イオンビームの絶対値は浜松テレビの17段の二次電子増倍管（特註品）によって増巾した。交流増巾法としてvibrating reed electrometer（タケダ理研およびVarian(CARY 401M)）を置き、出力は7桁DVM(J. Fluke)でよみとる。各同位体に対応するM/eの位置を選択し（最高4 channel），既設のプログラムにしたがって、順次ピーク高（ネット）を測定し、各データを記憶させると共に総計処理を表示する。操作は作動条件を監視しながら行えるものとし、条件が不充分な場合は微調整（ $\pm 10^{-3}$ 以内）される。これらの結果スムースな流れに乗っている場合は無人測定実験が可能となっており、通常測定の実際は電源の安定度の高い深夜を利用することが可能である。これらのために、MicrocomputerとしてPanafacom 16Aのモリーズに依っており、IC RAM88 KByte, TW: Citizen7650, Floppy Disk: ~1 Megabyteが現在の装備である。このあとは自動電磁（フィラメント）調節と自動focusingが可能となればほぼ充分といえるであろう。

さて現在の所最も精度の高い同位体の存在度比は $\pm 10^{-4}$ 以下あたりが可能とされている。勿論これらはイオン化が容易であって、しかも存在度比が 1 : 1 からあまりはなれていない場合の話であり、1 : 100 を割るような条件では $\pm 10^{-3}$ がよい所である), このような目的には器械としては最も原始的な使い方をする必要があり、標準の試料と交互に繰返し測定を行う等特別の配慮が必要となっている。我々の研究室のものでは、イオンビームコレクターの構造上の問題があると見えて、今の所は $10^{-4} \sim 10^{-3}$ の中間迄は堅いという所までである。きそって精度をあげることに集中するよりも、万遍なく常に相当の感度と相当の精度を、できるだけ少い労力でかせげる体制が得策であり、あとは化学処理でカバーする行方が最も実用的である。

元素購入当時は 2500 万円の価格であったが、現在全自动のものを買えば 1 億円ぐらいはかかる。しかしいずれにせよ投資し甲斐はあるもので、少くとも本体はまず末代ものといつてもよい。現在も世界的に一流のデータを稼いでいる研究室の器械は徹底的に使いこまれたものであることを強調しておきたい。

我々の器械でこれまで手がけた同位体は次のようになる。Li, ^{10}Be , B, Mg, ^{26}Al , ^{40}K , Ca, Ti, ^{50}V , ^{54}Cr , ^{53}Mn , Fe, Ni, Rb, Sr, Zr, ^{92}Nb , Ru, ^{135}Cs , La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Er, Yb, Lu, Hf, ^{202}Pb , U, この内希土類元素は元素として扱ったが、他は大抵特定同位体の微量検出に使用しており、非揮発性の元素に対しては一般的に使えるものと見てよい。

さてこの領域における測定方法の進歩によって隔世の感のある技術革新は特筆してよいものがある。一つは電算技術がもたらしたものであり、この面を忘れる事はできない。しかし実はもう一つの全く別反面の進歩がある。一見職人仕事に生かされているように見えるのが心外であるが、この進歩がなければとても今日のような、高度の測定ができなかつた筈のものである。これは固体の試料 (10^{-6} g 以下 10^{-9} g に及ぶ) から測定すべき元素のイオン化 (一価陽イオン) を高能率に行うものである。実はこの目的で古くから「表面電離法」が賞用されている。この電離法に対し一応の機構の説明があるが、実の所、全くのブラックボックスである。上記のような微量の試料を金属フィラメントに塗布して通電によって加熱する。これだけでフィラメント中央から陽イオンを生成させるものでまさに簡単な仕掛けである。この際一寸した添加物の具合で 100 倍のひらきが生ずる。たとえば純粋なシリカゲル又は磷酸を添加すると表面状態が全くちがって、見ちがえるように再現性のよい、高能率のイオン化が実現できる。その結果試料の全原子数の 10^{-4} 以下しかイオン化率のなかったものが % に迄引げられたり、イオン化電圧の高い元素でもイオン化できたり、安定度が格段によくなることなどがわかつて来た。このような改良のもとは全たく偶然の暗中模索の結果発見されたものであり、口伝的に普及して来たものである。これでも science か? と思われるような秘伝的な特長をもつものである。今だにこの機構の研究は進んでいない。

いづれは解明されるべき問題であろうが、近代科学としての体裁が悪いことは否定すべくもない。前記のように電算技術の進歩だけが貢献していると解され勝ちであり、之それの方が弁解も容易なので間違いやすいのである。老婆心ながら、あえて問題点を指摘して置くにすぎない。

(4) 半減期決定のたのしみ

さて放射能測定と質量分析を組合せた研究実験例として、とりあげてよいのは半減期の決定である。特に長半減期の核種に対しては本法が最も精度の高いものであるが、他の方法で測定がやりにくい場合どんな悲喜劇がおこっているかしらべてみるのは興味深いことである。研究室でこれ迄とりあげられて来た研究例を表示する。

表2 長半減期核種の半減期測定例

[表2-1]

| 研究対象 | 半減期 | | 備考 |
|-------------------|--|---|--|
| | 以前のデータ | 求められたデータ | |
| ^{10}Be | $2.6 \cdot 10^6$ 年 | $1.6 \cdot 10^6$ 年 | 事前に Orsay(仏) のデータ ($1.5 \cdot 10^6$ 年) 発表あり。 |
| ^{26}Al | $7.2 \cdot 10^5$ 年 | 実験中 | 実測例 1 例のみしかない |
| ^{32}Si | ~ 300 年 | 108 ± 18 年 | 高エネルギー質量分析法によって 2 研究室より同時に同一結果発表、当研究室では Rochester グループに加わり試料の調製及び放射能測定担当 |
| ^{53}Mn | $\sim 2 \cdot 10^6$ 年 (核スピンより) $1.0 \cdot 10^6$ 年 (測定値) | $2.9 \pm 1.3 \cdot 10^6$ 年 2 $3.7 \pm 0.4 \cdot 10^6$ 年 | (核破碎反応収率より) (実測)；その後別法により $3.9 \pm 0.6 \cdot 10^6$ 年報告された。 |
| ^{59}Ni | $7.5 \cdot 10^5$ 年 ± 1.3 (推定値) | $7.6 \cdot 10^5$ 年 ± 0.4 | 推定値と全く同一結果を得た珍しい例 |
| ^{92}Nb | $2 \cdot 10^8$ 年 | $3.3 \pm 0.5 - 10^7$ 年 | その後同一データ発表あり (中性吸収断面積測定より) |
| ^{91}Nb | " Long " | 630 ± 100 年 | ^{92}Nb の副産物 |
| ^{202}Pb | $3 \cdot 10^5$ 年 | $5.3 \pm 0.2 - 10^4$ 年 | 大きな差が出たが原因不明 |

元来この種のデータは 1950 年代に一応求められていたものばかりである。それらは原子核の安定度等に関連して興味が持たれて來た。半減期の長い場合、測りにくいので、核反応の統計等を使って推定したものが多いため。所が不思議なもので、一旦活字になって同位元素表に書きこまれると、その由来やら信頼度など皆消えてしまってデータが独り歩きをはじめる。測定誤差なるものがついている物 量なのであるが、そんなものは全くあてにもならないし誰も気にしないものだ。こんなことが 10 年以上にもなると、まるで原子量のように確固不動の感を与えているからおそろしいものである。それぞれに逸話がひめられているけれども、その内最も傑作と思われる例を紹介しておく。それは ^{10}Be の話である。米国の Mc Millan 先生は 1947 年に $^{10}\text{Be} / {}^9\text{Be} \sim 1 / 2.10^4$ の試料を調製し、まともに質量分析を行い、比放射能の値から $2.5 \cdot 10^6$ 年を phys Rev. に速報を出した。殆んど同時に、不思議なことに半減期にまつわる問題のときはいつでもそうであるが、核反応断面積の測定値を使って $2.7 \cdot 10^6$ 年が発表された。これで一件落着となったのは当然であろう。1960 年代が終る迄は無事平穏であった。所が我々が年代測定に利用として、核反応断面積を実測をはじめてみると変なことが出て來た。我々は放射能を測り、フランスの連中が質量分析によって原子数を求めてみると喰いちがってしまうわけである。1973 年になってフランスから半減期の再検討が行われて改訂値、現行値 $1.5 - 10^6$ 年が出されるに至った。兎に角東京でも追試すべく用意をはじめた時、驚いた報告が入って來た。例の当の Mc Millan は 25 年も前の論文のなかで使っている計算式に “ $\ln 2$ ” がおちているから訂正したいというのである。たしかに $2.5 \times \ln 2$ ならば正しい値になる。いかにも物理屋さんらしい所で、“平均寿命” が半減期と間違って算出されているのである。裸の王様が人の目をかすめて、本人が指摘するまで公衆の面前を歩いていたわけである。Mc Millan は最後迄彼の名誉を守ることが出来た、といえるのであろうか？ 私はこの世の中が盲目千人であるために命拾いをしたにすぎないのであるが、それにしても、自分たちの目の前であっさりだまされた感じで今でも口惜しい限りである。

物性研短期研究会報告

「結晶表面での化学反応素過程」

この研究会は、比較的よく規定された表面での反応素過程に興味をもつ化学者と、結晶表面の原子配列や電子構造に興味をもつ物理学者が一堂に集って、表題の問題を話し合うために企画された。化学反応における不均一触媒の活性度、選択性等の本質を表面構造およびその電子状態と結びつけて解明することは、表面物性の研究が今後進むべき大きな道の一つと考えられたからである。このような認識は大多数の科学者がもっているものであるが、化学者と物理学者のこのような交流は世界的に見ても行われた例は極めて少い。この意味で、この研究会は大変ユニークなものになった。企画の段階では、お互に考え方のかなり異った化学者と理論物理学者の間でどの程度の知識交流が出来るのか、一抹の不安が残っていたが、この問題に対する共通の強い興味に支えられて熱気に満ちた研究会になった。この辺りの事情は吉森の concluding remarks と田丸のコメントに述べられている。成功のもう一つの理由は、化学者と物理学者が互に理解し得る話題と言葉を選ぶよう努力したことであろう。

研究会が終ってからも、会で話題になった問題の討論が出席者の間で行われている。このような会を時々開くことの重要性が多くの出席者によって強調されている。

世 話 人 田 丸 謙 二 吉 森 昭 夫

村 田 好 正 菅 野 晓

ブ ロ グ ラ ム

期 日 1980年11月10日(月)～12(水)

場 所 東京大学物性研究所 旧棟1階講義室

11月10日(月)

午後 1：00 固体表面における原子分子の組みかえ 田丸謙二(東大 理)

2：30 結晶表面の電子状態と化学反応素過程 塚田 捷(分子研)

4：00 高分解能電子線エネルギー損失スペクトルと固体表面における反応

恩地 勝(京大 理)

4：45 變調赤外・ラマン分光法による金属表面化学種の in situ 測定

未高 治(東北大 工)

6：00～9：00 懇親会 (NHK青山荘)

11月11日(火)

午前 9:30 錯体触媒の理論

小林 宏(東工大 理)

11:00 固体触媒の表面活性点構造の設計を基礎とした反応素過程

岩沢康裕(横浜国大工)

12:00~13:00 昼 食

午後 1:00 MoS₂ の触媒作用

田中虔一(北大 工)

2:00 固体表面における site と反応性

田部浩三(北大 理)

3:30~6:00 コメント

座長 菅野 晓(物性研)

(1) コメント

田丸謙二(東大 理)

(2) 触媒表面組成と反応の活性・選択性

今中利信(阪大基礎工)

(3) アンモニア合成用鉄触媒中の助触媒 Al₂O₃ と K₂O の効果について

豊嶋 勇(北大触媒研)

(4) アルカリ金属添加担持パラジウム触媒上での CO の水素化によるメタノール

の合成 内藤周式(東大 理)

11月12日(水)

午前 9:30 結晶表面の不整構造と触媒作用

安盛岩雄(東工大 理)

11:00 ReO₃の触媒作用

津田惟雄(無機材研)

12:00~13:00 昼 食

午後 1:00 MgO の触媒作用

村田好正(物性研)

宮原孝四郎(北大触媒研)

2:00~3:00 Concluding Remarks

吉森昭夫(阪大基礎工)

固体表面における原子分子の組みかえ

東大理 田丸謙二

固体表面における原子分子の組みかえを通して「触媒作用」が起こる機構を調べる方法として次のように大別される。1)反応物と固体(触媒)表面との相互作用(化学吸着)を調べる 2)反応の速度論的取扱い(kinetics) 3)反応物に特徴づいたものを用いる(たとえば同位元素で印しをつけるとか立体化学的に特徴のあるものを用いる) 4)特徴ある触媒表面を使う(たとえば特徴的電子構造をもつ表面, またはステップとかシンクを持ったものを使う) 5)以上のように反応の初めと終りから中間を推測するのではなく, 反応の進行中に触媒表面に何がどれだけ, どんな構造で吸着していく, それら一つ一つの反応性がどのようなものであるかを, 全反応速度と共に追跡する「動的手法」である。

今回は特に理論を専攻される参加者との「会話の材料」として、主に 1) から 4) までの手法について概要を説明し、更に一つの最もよく調べられた反応例として一酸化炭素と酸素がパラジウム単結晶表面上で反応して二酸化炭素になる過程について述べた。この場合、CO も O₂ も Pd 表面に化学吸着をしてから、それら同志が反応して CO₂ になると解釈されるが、詳細に調べると吸着層の構造もいろいろ複雑である内容について説明された。この反応では各結晶面において異った吸着層、吸着熱を示すが、反応速度としては結晶面が異っても、多結晶体でも、担体に付着させた微結晶でもすべて同じである事実についても議論した。

結晶表面の電子状態と化学反応過程

分子研 塚田 捷

1. 電子状態理論の現状と展望

結晶表面の電子状態の計算では、経験的パラメーター理論が信頼できないため、第一原理からの数値計算がきわめて重要である。この様な数値計算は必然的に大規模にならざるを得ないが、理論的手法の進歩と電子計算機の発達に支えられ、この五、六年の間に著しい進展がみられた。本講演では、まずこれらの様々な表面電子状態理論の現状を分類・整理し、それらの特長、解決されるべき問題点について議論した。特に、Cu や Nb を例にとり金属表面の電子構造の一般的な性質について述べた。又、薄膜バンド法とクラスター法の相補的な関係について議論し、格子欠陥、吸着、表面での反応などと関係する局所的な電子状態を調べるには、クラスター法の方がより見通しがよく実際的である事を強調した。

2. 酸化物表面の電子構造と原子構造

ここ数年来、分子研グループで行われている酸化物表面の理論研究をもとに、酸化物表面の原子構造と電子構造のかかわりあいについて考察した。理想中性表面の電子構造は一般に、①マーデルング・ポテンシヤルの減少、②配位の欠けたイオン位置における強い電場の印加と、それによる軌道の分極、③表面イオン間の共有結合性の増大の三つの効果が複雑に影響しあって決定される。この様子を MgO, SrTiO₃, TiO₂などの例によって、詳しく解説した。表面空格子点、エッジ・コーナーなどの格子欠陥がどの様な局所的な電子状態を形成するか、又それが表面の反応活性中心として、どんな機能を果し得るかについて、検討を加えた。例えば TiO₂(110)面の最外層酸素の空格子点は、伝導帯のわずか下に被占局在軌道を伴い、そこに収容される電子は外部の分子とやりとりされ易いので、酸化・還元反応を考える上で重要である。

3. 二原子分子の解離吸着機構

第一原理からの数値計算で、解離吸着の断熱ポテンシャル面を決定する事は、現在不可能ではないが、かなりの経費と労力を投入する必要がある。そこで第一段階としては、簡単なモデルを使って解離吸着のメカニズムの定性的な特徴を明らかにする事が重要である。本講演では二原子分子の垂直型吸着、on-top位置、又はhollow位置への平行型吸着について、簡単なクラスター模型を用い、分子の解離活性エネルギーが何で決定されるかを考察した。on-top位置への平行型解離吸着では、軌道対称性から由来するポテンシャル障壁があるけれど、hollow位置への吸着ではその障壁は存在せず、一般に活性エネルギーは小さい事を明らかにした。この事は吸置により下地格子の結合エネルギーに起る変化と関連して考えると容易に理解できる。

高分解能電子エネルギー損失スペクトルと

固体表面における反応

京大理 恩 地 勝

高分解能電子エネルギー損失分光（HRELS：入射電子エネルギー1～5 eV、絶対分解能4.5～10 meV）によって得られる表面情報について演者の京大における研究例も含めて解説した。取上げた課題は吸着原子・分子の振動スペクトルから得られる吸着状態についての直接的情報、即ち解離・非解離、吸着サイトを含む局在的構造、吸着粒子間相互作用、表面原子の再配列・非再配列および表面フォノンについてである。時間の関係で遷移金属単結晶表面に限った。まずHRELSの原理、装置、方法について赤外反射吸収分光（IRAS）と対比させて述べた。次に Propst による最初の業績（1967年、分解能40 meV）に触れた後、Ibachを中心とする1972年以降の新しい結果について総合的に報告した。

- 取上げた吸着系は
1) Ni(111), (100), (110)-CO系
2) Pt(111)($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)R30°-CO, c(4×2)-CO構造 この系についてはLEED構造モデルとHRELS, IRASとの結果が完全に一致する。
3) Ni(100)p(2×2)-O, c(2×2)-O 構造の振動スペクトルとLEEDモデルとの対応
4) W(100)-CO, O₂, H₂ 解離吸着状態の振動スペクトルとLEED構造モデルとの対応
5) W(100)c(2×2)-H 構造の振動スペクトルの角度分布測定。Hはブリッジサイトに位置しW原子の再配列を促進し3種の振動モードをもつ。
6) Ni(111) 表面フォノンの観測。吸着O原子の存在によってELS活性となったフォノンの世界最初の観測（Ibach 1980年）。p(2×2)-O構造および($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)R30°構造におけるフォノンモードの相違など。

変調赤外・ラマン分光法による金属表面化学 種の *in situ* 測定

東北大工 末 高 治

赤外分光法は情報分解能が大きく、吸着化学種と金属間および吸着化学種同志の間の相互作用による微妙な変化を測定できる点ですぐれている。弱点である感度は変調法(波長変調、偏光変調)を用いることにより向上し、金属単結晶の特定結晶面における吸着化学種と被覆率1%程度まで測定することが可能になる。とくに、偏光変調法は金属表面近傍以外に存在する化学種による吸収を消去できるので触媒反応などの研究に有力な手段となる。これまでのところでは、Ru(001)面上のCOは被覆率0.3%まで測定されており、また55Torr程度までCOガスがセル中に存在する場合でも、金属表面に吸着したCOによる吸収が妨害なく測定できることが示されている。

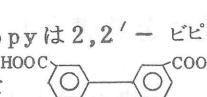
試料の温度が上昇すると、金属表面化学種の場合偏光変調による赤外発光スペクトルの測定が便利な手段となる。この場合も共存ガスからの発光は消去され、また吸着種の測定に必要な感度が得られるので、金属表面および金属上の酸化物薄膜表面に存在する反応中間体の*in situ* 測定などが可能である。

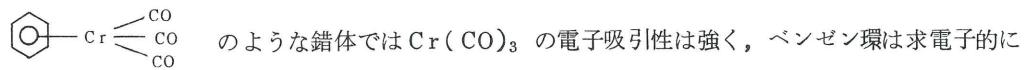
水溶液中にある金属および半導体電極表面化学種の*in situ* 測定のために電位変調ラマン分光法を開発した。この方法によれば、電極反応による生成化学種や中間体が直接測定され、また電位による吸着化学種の状態の変化の情報も得られる。

錯体触媒の理論

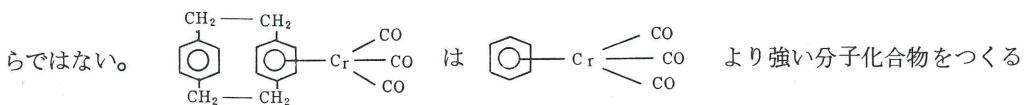
東工大理 小林 宏

触媒と基質の相互作用は、Lewis酸とLewis塩基の相互作用による基質の分極によって記述されることが多い。アミノ酸エステルはN末端で金属イオンに配位しても加水分解を受けないが、O末端が金属イオンに配位するとカルボニルグループの分極によって加水分解が加速されるようになる。このような反応はたしかに酸塩基の考え方で説明が可能である。

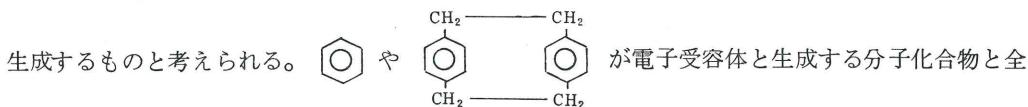
$[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$ (bpy は $2,2'-\text{ビピリシン}$)は光励起によってRuからbpyへ電荷移動がおこる。一つのbpyをで置換すると、カルボキシル基のプロトンは錯体の基底状態では解離しているか、励起状態では塩基性が増し、より高いpHでもプロトンの付加がおこる。錯体内の電荷移動が配位分子のpKaを変化することがわかる。一つのbpyを二つのCN⁻で置換えたものでは、基底状態ではCN⁻にプロトンが付加しているが、光励起状態では、電荷移動がRuからbpyにおこるため、CN⁻に結合したプロトンは解離してしまう。これらは錯体内の電子分布の変化によって配位分子の酸塩基としての特性を変化することを示している。



なっている。しかしふラフェニレンジアミンのような電子供与体より、テトラシアノエチレン、トリニトロベンゼンのような電子受容体と分子化合物をつくる。電荷移動励起のエネルギー、光電子スペクトルからみられるように低エネルギーのイオン化は d 軌道からのイオン化で、ベンゼン環からではない。



から、分子化合物は三つの $\text{Cr}-\text{CO}$ の間に出了 d 軌道の電子が電子受容体に移動することによって



中性子回折と X 線回折による錯体の電子分布、*a b - i n i t i o* MO 計算による電子分布は三つの $\text{Cr}-\text{CO}$ の間に高い電子密度を予言している。触媒の基質の結合とその後の反応に関連して、 d 軌道のまわりの配位基質の錯体内動力学は、重要な問題である。

WOODWARD-HOFFMANN 則を安易に適用することは危険である。 $[\text{CO}(\text{en})_3]^{3+}$ (en はエチレンジアミン) は分子内機構で光学異性体がラセミ化をおこす。ADIABATIC な反応であれば光吸収で観測される励起状態ほどの活性化エンタルピーを必要とすることになる。形式的には WOODWARD-HOFFMANN 的な単純な分子軌道理論では許容であっても、多くの物理的測定が再現できる二電子項も考慮した理論では、単分子的なラセミ化は不可能と考えられる。スピン多重度の高い経路を通過することは不可能ではないか、 Co^{III} は Co^{II} へ還元をおこしてしまうか、少くとも錯体はばらばらになってしまはずである。しかし ONE-BOND RUPTURE MECHANISM によるラセミ化は可能である。酸塩基という、電子が LEFT-RIGHT に SHIFT する現象と錯体触媒の触媒作用を結合するのは興味あることであるが、その他に特に遷移金属の d 電子が関与した反応では、ANGULAR な分極、波動関数の PARITY とその変化が重要で、これについてまで酸塩基のわくで説明しようとするところに矛盾があったわけだが、だからといって一電子項だけ考えた STEREOSELECTION RULES が正しいわけではない。

固体触媒の表面活性点構造の設計を基礎とした反応素過程

横浜国大工 岩沢 康裕

単結晶表面上の分子の挙動や触媒作用に関しては表面を“見る”機器分析技術の進歩と共に急速に理解が深まって来た。逆に言えばこれら分析手法は単結晶表面の“素性の良さ”に支えられて来た。しかし現実の固体触媒をターゲットとして見た場合、その表面を調べ触媒作用の仕組や反応素過程を明らかにするには余りにも複雑な表面環境と不均一な性質を持っており、高感度分析技術を

有効に使う事は困難である。實験上、今までの「堅調な研究」とは異なり、我々は

我々は固体触媒の表面研究にひとつの優れたアプローチがあることを実証して来た。素性の分った金属錯体を用い合成化学的手法でシリカやアルミナなどの無機酸化物担体の表面に活性構造を設計し、触媒作用を調べると共にその表面状態を各種分光法で決定し、反応の種類と表面構造との対応を求める触媒作用の基本的活性因子を明らかにする方法である。本研究会では、 $\text{Mo}(\eta^3-\text{C}_3\text{H}_5)_4$ $\text{Mo}_2(\eta^3-\text{C}_3\text{H}_5)_4$ を利用した表面構造の設計方法とその表面での反応のいくつかを提供話題とした。

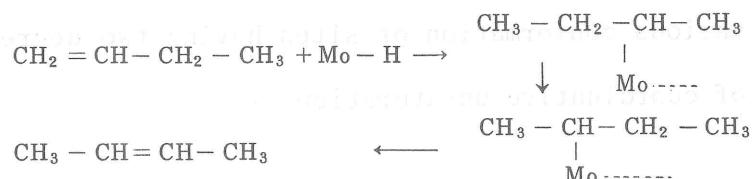
複雑な担持触媒においても表面構造の設計を基礎に本当の意味の触媒作用についての理解が始まっている。

MoS₂ の触媒作用

北大工 田中慶一

固体表面で起きる化学反応は固体表面の情報をこまかにまで伝えてくれる暗号文である。表面の情報を選んでくる化学反応を通して表面の特異性を読み取るためにには化学反応の特性を十分つかんで分子レベルでの暗号解読ができないなければならない。その意味で適当な化学反応に対する活性や選択性を測るだけでは不十分である。

MoS₂は図のような層状化合物であるので、側面で反応が起きるとすると反応の場は高々1次元である。反応の場が3次元空間から表面のような2次元空間に移り、さらに1次元空間になると自由度の制限に基づく反応の特異性が見えてくる。化学反応、R → P、はいくつかの素過程から成り立っている。すなわち、R → X₁ → X₂ → … → X_n → Pと表わせる。この素過程中には分子の運動も当然含まれてくる。従って必要な運動が妨げられれば化学反応は完結しないことになる。これまでにも良く知られているように脱離過程が遅いと反応が起きない。2次元面に特異的なことではあるが常識的なことでもある。しかし回転運動が触媒反応に不可欠であると云う例はこれまで知られていなかった。MoS₂ 単結晶上で始めてこのような例が見つかった。すなわち 1-butene と水素を MoS₂ 上に導入すると MoS₂ の Edge 面上に n-butyl も sec-butyl が生成する。しかし、sec-butyl を通じて進む異性化反応は起きない。その理由は Edge 面での水素の授受が一定方向の軌道を使って行なうため分子の回転を必要とすることによる。



このような回転は表面構造と密接に関連しているため、表面構造が徐々に変化すると回転するようになり反応が起きるようになる。

今後固体表面での化学反応の素過程を考えるとき表面の局所構造とその上での分子の運動の重要性が認識されるようになるものと期待している。

最後に、固体表面における化学反応を考えるとき表面の持つ機能と素過程の制御を整理して考える必要のあることを付記する。

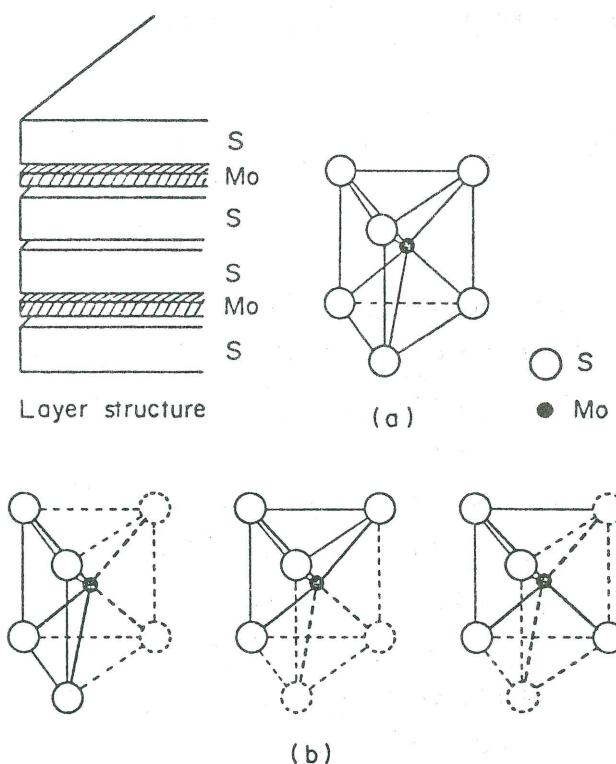


Figure 1. Layer structure model of MoS_2 crystal.

- (a) a molybdenum ion surrounded by six sulfurs.
- (b) various conformation of sites having two degrees of coordinative unsaturation.

固体表面における site と反応性

北大理 田部 浩三

固体表面の site として、酸点、塩基点、酸化点（一電子供与点）および還元点（一電子収受点）があることを一般に述べ、代表例としてアルカリ土類金属酸化物の表面の酸点、塩基点および還元点の排気温度による変化を示し、種々の吸着分子の IR および ESR スペクトルの研究から、ルイス酸点は金属イオン、強塩基点は酸素イオン、弱塩基点は表面の孤立水酸イオン、そして還元点は点欠陥または転位によると結論した。一般に金属酸化物の酸・塩基点の強度は金属イオンの電気陰性度によってきまるが、金属酸化物の調製法や前処理により顕著に変わることを指摘した。複合酸化物においては、それぞれの金属イオンの電荷と酸素原子との配位数から簡単なモデル構造を組み電子の過不足を計算することにより酸塩基性の発現を予測しうる仮説について論じた。

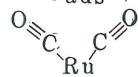
以上の表面サイトとその触媒活性・選択性との関係について、オレフィンの異性化、水和、水素化、アルキル化、ステレン重合などの反応をとりあげて相関関係等を示し、それぞれの反応に活性な site が何であるかを明らかにするとともに反応機構について述べた。

固体表面のサイトのみならずその反応性も固体の調製法により著しく変化することを示し、調製法の系統的研究が今後の重要な課題であることを強調した。

東大理 田丸 謙二

理論と実験の分野が相半ばする参加者のもとにこのような研究会を持つ意義は非常に大きい。またがいにプラスになるようにこれから協力が強く望まれる。たとえば本研究会で塚田氏により理論的に計算された MgO の表面にしても、田部氏の報告にあるように水素添加のよい触媒であるし、非常に純粋な MgO でも作り方によると液体窒素の温度でも H₂ - D₂ の交換反応をする。H⁺ と H⁻ をそれぞれ O⁼, Mg⁺⁺ の上に載せる計算など非常に興味あるし、ZnO 上の H₂ では Zn-H, O-H の IR スペクトルもよく知られている。MgO の Mg⁺⁺ の点を遷移金属イオンに一部置換した系も実験的に調べられている。

最近は金の単結晶面に Pt 原子を単原子膜かぶせたり、Pt 上に K をのせたり design された well-defined surface が取扱われており、それらの特徴的表面の理論的取扱いのみならず、理論面から、「このような面が作れると興味ある」という先見的な suggestion がなされることも強く望まれる。CO と H₂ の反応はアルコール、炭化水素、その他、触媒の種類によりそれぞれ選択性的に作られる

ことはよく知られて居り、Ni, Fe, Ruの触媒上で炭化水素が出来る反応では $\text{CO} \rightarrow \text{C}_{\text{ads}} + \text{O}_{\text{ads}}$ が最初に起こり C_{ads} が水素化されて反応生成物が出来る。この場合 C_{ads} は  (twin CO) の site を優先的に占め、且つ水素添加されて炭化水素になって行くことが実験的に示される。COがどのようなsiteにおいてどのように化学吸着をし、どんな反応をするかということは極めて重要であり興味あることである。

触媒表面組成と反応の活性・選択性

阪大基礎工 今 中 利 信

各種Ni触媒(Ni-B, Ni-P, Raney Ni, D-Ni)の表面組成が調製に使用した塩や溶媒の種類により異なり、それにともなってオレフィンやアセトフェノンの水素化活性が変化することをXPS法により明らかにした。

Ni-BではBからNiへ電子が移動し、Ni-Pでは逆となり前者ではBの表面濃度の増加で水素化活性が直線的に増大する。一方Ni-Pでは丁度逆の挙動を示した。さらにBやPなどの添加物とNiとの電子移動度のパラメーターをXPSの結合エネルギーと添加物の表面濃度から算出し、このパラメーターが水素化反応における反応物の吸着の強さに関係し、また、速度定数とは逆の関係にあることを見出した。

各種二元系酸化物触媒($\text{ZrO}_2-\text{SnO}_2$, $\text{SnO}_2-\text{MoO}_3$, MoO_3-CoO)の表面組成がバルクのそれと異なり、それにともなって触媒活性・選択性が異なることを見出した。上記触媒の空気中処理では酸化物の生成熱の大きい酸化物が表面に濃縮され、真空排気処理では融点の低い酸化物が表面濃縮されることを示した。また、 $\text{CoO}-\text{MoO}_3$ 触媒では H_2S と H_2 混合気体による処理で急激に CoO が表面に濃縮され、 MoO_3 の硫化は起りにくく、 Co の硫化は起りやすいことが表面濃縮に関係することを示した。また、 $\text{ZrO}_2-\text{SnO}_2$ 触媒上での $\text{C}_3\text{H}_6-\text{NO}$ 反応において、触媒の最表層の組成をXPS強度と表面からの深さとの関係式より推定し、 ZrO_2 と SnO_2 との等しい表面濃度において、アクリロニトリルの生成選択性が最大になることを明らかにした。

アンモニア合成用鉄触媒中の助触媒 Al_2O_3 と K_2O の効果について

北大触媒研 豊 嶋 勇

アンモニア合成用鉄触媒はマグネタイト構造をもち、少量の Al_2O_3 および K_2O が助触媒としてその中に含まれている。使用時は還元状態で α -鉄の形態となり、助触媒は鉄微粒子間に分散されていて、 Al_2O_3 は鉄微粒子の焼結を抑制する。^{1~3)}一方少量の K_2O の添加は、活性を増

大させるが、その果す役割は未解決のままである。これを明らかにするために K_2O の量がほぼ一定で、 Al_2O_3 の量を異にする触媒(I)とその逆の場合の触媒(II)とを熔融法により調整し、それら触媒の酸化状態における Fe^{2+}/Fe^{3+} と助触媒との関係および活性を調べた。

図1と図2は、それぞれ(I)および(II)の $Fe^{2+}/Fe^{3+} \sim K_2O$ または Al_2O_3 の量との関係を、図中には他の研究者の結果も

図示してあり、^{4,5)}また数字は K_2O または Al_2O_3 の量(重量%)で、括弧内の数字は触媒調製番号である。(I)では、 Fe^{2+}/Fe^{3+} は K_2O の量に比例して減少している。この事は $2Fe^{3+} + K^+$ の反応が起り、 K^+ がマグнетサイトの構造に入るとして理解されるが、確証は得られていない。

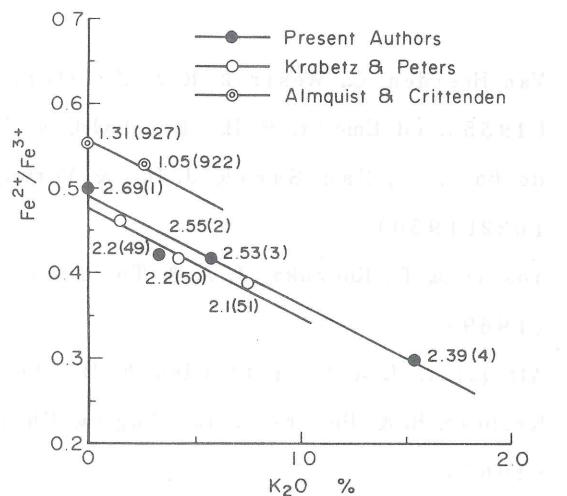


図1. Al_2O_3 の量がほぼ一定の場合の Fe^{2+}/Fe^{3+} と K_2O との関係

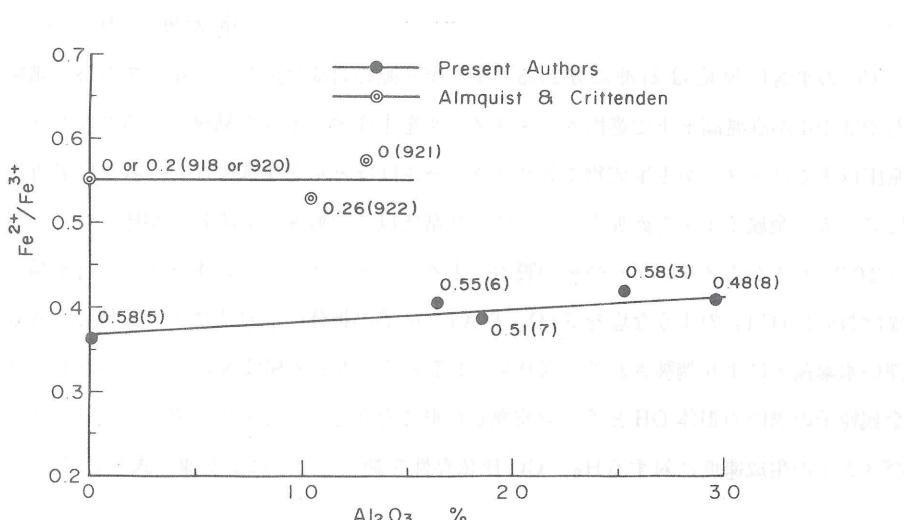


図2. K_2O の量がほぼ一定の場合の Fe^{2+}/Fe^{3+} と Al_2O_3 との関係

また(II)では、 K_2O の量がほぼ一定量の場合、 Fe^{2+}/Fe^{3+} は Al_2O_3 の量と共に多少増加する傾向にあるが、ほぼ一定とみて差支えないであろう。この事は Al^{3+} は Fe^{3+} と単に置換して固溶体を形成する従来の考えと一致する。¹⁾活性は窒素の化学吸着および合成分解反応から調べ、(2)の触媒で最大であった。このように少量の K_2O の添加が触媒の活性を増大させるのは恐らく鉄との相互作用に起因すると考えられるが、その具体的な内容についてはまだ分ってはいない。

文献

- 1) Van Heerden, C., Westrik, R. & Zwietering, P., Catalysis, Vol. 3, p265 (1955), ed. Emett, P. H., Reinhold, N. Y.
- 2) de Boer, F., San Sarik, J. H., & Verway, E. J. W., J. Chem. Phys., 18, 1032 (1950)
- 3) Yoshioka, T., Koezuka, J. A. & Toyoshima, I., J. Catal., 14, 281 (1969)
- 4) Almquist, J. A. & Crittenden, E. D., Ind. Eng. Chem. 18, 1307 (1926)
- 5) Krabetz, R. & Peters, C. L., Angew. Chem. Internat., Ed., 4, 34 (1965)

アルカリ金属添加担持パラジウム触媒上で のCO水素化によるメタノールの合成

東大理 内 藤 周 式

COの水素化反応は石油にかわるエネルギー源の合成反応として重要である。VII族貴金属のうちではPdが高温高圧下で選択的にメタノールを生成する有効な触媒であることが知られているが、常圧以下ではメタンが主生成物でありメタノールはほとんど生成しない。我々は最近担持Pd触媒にアルカリ金属イオンを添加することにより常圧以下でも90%以上の選択率でCO-H₂反応(180~200°C)からメタノールやその脱水によるジメチルエーテルの生成することを見い出した。触媒はNa₂PdCl₄のような塩をSiO₂やAl₂O₃等の担体に含浸法により担持し、低温からの注意深い水素還元により調製される。XPSによるとアルカリ金属はNa⁺として存在し、数十ÅのPd金属粒子の周囲の担体OHとイオン交換した形で存在しているものと考えられる。メタノールおよびメタンの生成速度に対するH₂、CO圧依存性を調べることにより速度式として

$$V_{CH_3OH} = k \cdot P_{H_2}^1 \cdot P_{CO}^0, V_{CH_4} = k' \cdot P_{H_2}^{0.3} \cdot P_{CO}^{-0.4}$$

が得られ、メタンとメタノールは異なった表面site上で生成することが示唆された。メタノールはPd金属とNa⁺の存在する担体の界面で進行する可能性が考えられNaイオンの役割としては界

面近傍の Pd 金属に電子を与えることにより低温低圧でも CO を活性化することと、 CO の水素化により生成するホルミル中間体 (HCO⁻) を安定化することが考えられる。 I. R. 分光法により、 反応中の吸着種のスペクトルを検討すると Na⁺ が存在する触媒上ではしないものにくらべ、 吸着 CO は著しく低波数側に shift すること、 および反応の進行にともない 1600 cm^{-1} 付近にホルミル中間体に帰属されると思われる新たな吸収が出現し、 以上の考察を強く支持した。

結晶表面の不整構造と触媒作用

東工大理 安 盛 岩 雄

固体表面上の点欠陥、 転位末端、 ステップ、 キンクなどの部分はその幾何学的構造および電子状態あるいはエネルギー状態が滑らかな低指数格子面に比べて異なるので、 特異な触媒作用を示すことが予想される。 加速した希ガスイオンで衝撃した 800°C 焼鈍 Pd 面の不飽和炭化水素の水素化触媒作用の増大と $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$ の再焼鈍によるその低下は触媒作用が衝撃で生じた点欠陥に関連していることを示している。 また特定の粒径範囲にある Ni 微粒子表面に露出しやすい (311)、 (110) 面は N₂ の分子状吸着に有効であることが見出されている。 Pd (111) 面周辺に生じる、 (311)、 (210) 面などはステップ、 キンクに類似する微視的構造をもち、 アセチレンの 3 量化によるベンゼンの生成がみとめられるが、 この場合表面の大部分が炭化水素の分解から生じた炭素質層でおおわれているのが特徴で、 これが活性点を安定化し、 またエチレンを解離することなしに水素化することが電場放射電子顕微鏡によって観測された。

同様な炭素質の触媒作用に及ぼす効果はステップをもつ Pt (111) 面にもみられ、 その清浄面は H₂ - D₂ 平衡化反応とともにシクロヘキサンからベンゼンへの脱水素化反応に有効であるが、 炭素質層の存在は、 この反応をシクロヘキセンの段階で停止させる。 また W (100) 表面につくられた (5 × 1) 超格子構造の炭素はメタノール分解の生成物を大きく変えるなど、 不整構造の触媒作用は表面強吸着種に著しく影響されることがわかった。

ReO₃ の触媒作用

無機材研 津 田 惟 雄

ReO₃ 粉末 ($7\text{ m}^2/\text{g}$, (100) で囲まれた直方体の集合) で C₃H₆ のメタセシスの反応を行なわせた。 反応の結果 C₂H₄ と C₄H₈ が 1 : 1 で出来るが、 その活性は ReO_{2.99} 程度に若干還元した時最高になりその前後で小さくなる。 これは (100) 面の Re で挟まれた酸素が抜けその両側の Re と C₃H₆ との結合によりこのようになると解される。 これがカルベン説の初期過程になるのか、

カルベン説にかわるべきものは今のところはどちらでもよいが、元来(100)上で近接したRe対を無視して、1個のReのみで反応を考えるのは無理であろう。又、反応の結果 $-2-C_4H_8$ が $trans-2-C_4H_8$ より2倍以上出来るという立体異性があらわれる。普通金属-炭素4員環で考える際は、相対する炭素の側鎖間の反撲で説明しようとするが C_3H_6 の場合困難である。元来、吸着する場所があってそこで2個の分子がぶつかって反応する場合、吸着ポテンシャルで得をした分が運動エネルギーにまわって、それが緩和する前に分子団の移動つまり反応に使われることは考え得る。これは熱エネルギーより充分大きい。反応を考える際、短距離力が主であることを考えると、その間に働く力でもって物事を考えるのが適した方法であると思われる。今の場合は側鎖間の衝突である。これが前述の大きなエネルギーで起る場合、それが立体異性を支配することも可能であろう。 $cis > trans$ はかような立場からは自然な結果である。

MgO の触媒能

物性研 村田好正 北大触媒研 宮原孝四郎

$Mg(OH)_2$ 粉末を熱処理したMgOを触媒とする1,3-butadieneの水素添加反応による2-buteneの生成は田部らにより研究されてきた。熱処理温度が $600^{\circ}C$ 以上で活性を示し、 $800 \sim 1000^{\circ}C$ で最高となる。このときの生成物は $cis-2-butene$ の方が $trans-2-butene$ に比べて多くなる。この系について結晶表面との関係を明らかにすることを試みた。

- (1) MgO単結晶粉末 — (100)面が表面 — は上記の反応に全く触媒活性を示さない。
- (2) $Mg(OH)_2$ 粉末を電子顕微鏡内で $850^{\circ}C$ まで加熱した結果は六方晶が保たれ、[111]を軸とするMgO単結晶が生成する。(3) O_2 が触媒毒になる。(4) $Mg(OH)_2$ の脱水反応は $300^{\circ}C$ 程度で起きる。

一方、修酸マグネシウムを熱分解したMgOを用いると $trans-2-butene$ が多くなる。電顕観察の結果は $600^{\circ}C$ までは回折像がハロー・パターンでその後非常に微細なMgO結晶になる。

これらのことを考えると、シス型が多く出来る反応はMgOの(111)面のマグネシウムが出ている表面が触媒の活性点と考えられる。この考えを支持するものとして、MgをAr約50Torr中で蒸発させ、 $Mg(0001)$ の出た六方晶の単結晶微粒子を作り、 H_2O で表面を酸化させ、MgO(111)の酸化膜を作り、 $500^{\circ}C$ に熱処理すると、 $Mg(OH)_2$ の熱分解に比べ活性度が約2桁高い、同じ選択性を持つ触媒を作ることが出来た。

金属表面での非断熱過程について

(Concluding Remarks)

阪大基礎工 吉森昭夫

固体表面における反応過程については一般に断熱近似が成立すると考えられている。したがってまづ断熱ポテンシャルを計算し、反応経路を求めるというように理論は始ることになる。このような場合には非断熱効果はその反応経路に沿っての Reactant の摩擦係数という形で現れる。固体が金属である場合には、金属電子系のゆらぎがこの摩擦係数に寄与する可能性がある。一般に金属電子系はフェルミ面の存在にもとづく特徴的な低エネルギー励起状態を持つが、このことが金属表面での非断熱過程を興味あるものにしている。最近金属表面での非断熱過程の少し違った形での取扱いが始まっていている。その例を紹介する。1つは電子対励起による sticking probability の計算で¹⁾、もう1つは chemiluminescence と呼ばれる現象に対するモデルでの、飛来分子の空電子状態への金属電子の非断熱な流入の問題²⁾である。共に所謂 Newns - Anderson モデルを用いて、モデルのハミルトニアンのパラメーターが分子の運動の軌道に沿って時間変化をして、問題を取り扱っている。問題は最近理解が進んだ、局在した擾乱に対する金属電子系の応答の問題の応用といった側面を持つが、なお金属表面の問題としてこのような非断熱過程の理論は未だ始ったばかりである。

かなり隔たった分野の研究者間の研究会としては、自賛ではあるが、収穫があったと思われる。はっきり提示された課題、例えば典型的な金属表面における CO 分子の安定な吸着状態についての理論からの情報の要請、それに各自がひそかに持帰られた課題などの答がそんなに待たずに形になって現れることを期待したい。

1) R. Brako and D. M. Newns, Solid State Comm. 33(1980)713.

2) J. K. Norskov, D. M. Newns and B. I. Lundqvist, Surf. Science 80(1979)179.

「物性論におけるソリトン」

期 日 昭和55年12月4, 5日

場 所 科学技術庁研究交流センター(筑波)

世 話 人 高 山 一 (北 大 理)

和 田 靖 (東 大 理)

和 達 三 樹 (東 大 教 養)

斯 波 弘 行 (物 性 研)

最近、従来の摂動論的概念とは異なる、非線形波動、とりわけソリトン概念の物性物理学への適用が盛んになり、特に、低次元系の物性研究の著しい発展と相俟って、擬一次元磁性体やポリマーなどでこの新しい概念の実験的検証が活発な議論を呼んでいる。一方、純数理物理学的研究としてのソリトンの量子論と、統計力学における多体系の厳密解へのアプローチとの密接な関連も注目されている。国内においても、ソリトンを意識した物性研究は急速な進展をみせているが、対象となるソリトンは純数理学的なものから domain wall のようなトポロジカルなものまで様々であり、またソリトン特性としても様々な側面から興味が持たれている。そこで、この分野での初めての研究会として、(1)ソリトンの(量子論的)数理学、(2)物質中のソリトン系について的一般論としてその統計力学と運動学、(3)個々の現象とソリトン、について充分討議する目的でこの研究会が開かれた。

短かい日数で集中的な議論をするため、開催地を筑波に選んだが、宿舎での夜の時間を含めて2日間をフルに利用できたなど、所期の効果があったと思う。また、プログラムも学会形式でなく、限定した話題について充分な時間をかけた講演とそれに関連したコメントという形式にした。非線形波動論の最近の成果から、個々の物質に関する最新の実験結果まで、話題が広範すぎるくらいもあったが、参加者それぞれの興味からの活発な討議が展開された。これぞソリトンが観測されたと全員が納得する決定的な物性実験はまだ出されなかったが(擬一次元磁性体の実験の一部はかなりそれに近いと考えられる)、今後の研究に期待が持たれた。

(文責 高山)

プ ロ グ ラ ム

12月4日(木)

13:00 ~ 15:00

座長 武野正三

○非線形波動論の最近の進歩 — 2次形式化法の立場から — (45分)

広田 良吾(広大工)

○ Holonomic Quantum Fields の紹介(45分)

三輪 哲二(京大数理研)

15:10~18:30

座長 高橋 実

○ソリトンの量子論(45分)

和達 三樹(東大教養)

○周期的戸田格子の量子逆散乱法(10分)

十河 清(東大理)

○量子 sine-Gordon 系と Fermi-Bose 関係(10分)

高田 慧, 三沢 進(筑波大物理)

○高次元非線形分散波動方程式のソリトン解に関する最近の研究の現状(40分)

小林 謙二(九大理)

○多成分のオーダーパラメーターをもつ系のソリトン — 超流動 ^3He を中心として — (30分)

海老沢丕道(東北大工)

20:00~22:00

座長 和達三樹

○低次元磁性体のソリトン — 中性子散乱実験を中心として(45分)

平川金四郎(物性研)

○ソリトンによるトポロジカルな乱れと相関関数(10分)

真木 和美(USC)

○古典的スピン系におけるソリトン(10分)

武野 正三(京都工織大)

○スクリュースpin系のソリトン(10分)

佐々木一夫, 都築 俊夫(東大理)

(懇親会)

12月5日(金)

9:00~10:50

座長 高田 慧

○ソリトンの量子統計(40分)

高山 一(北大理)

○ソリトン系の相関関数(40分)

真木 和美(USC)

○Kink-solitonをもつ Coupled Scalar Fields の統計力学(10分)

中村 勝弘(福岡工大)

○ ϕ^4 理論におけるソリトンの統計力学(10分) 佐々木友平(相模工大)

11 : 00 ~ 12 : 30

座長 都 築 俊 夫

○ Domain wall のダイナミックス(40 分)

和田 靖(東大理)

○ 热浴と相互作用している非線形系の動的相関関数(10 分)

今田 正俊(東大理)

○ 異方的 2 D sine-Gordon 格子の MD 計算(10 分)

中山 恒義(北大工)

13 : 40 ~ 15 : 20

座長 近 藤 淳

○ Solitons in dimerized systems (40 分)

福山 秀敏(物性研)

○ (CH)_x の ESR (10 分)

木下 信盛, 徳本 圓(電総研)

○ 光吸収スペクトルからみた (CH)_x のソリトン(10 分)

鈴木 直(阪大免礎工)

○ MX₃ 系の CDW におけるソリトン(10 分)

伊土 政幸(北大理)

非線形波動論の最近の進歩

— 2 次形式化法の立場から —

広大工 広 田 良 吾

厳密解をもつ非線形波動方程式として約 30 ~ 50 種もの方程式が発見されているが、 2 次形式に方程式を変換してみると、次のタイプに分類される。

1. KdV 方程式型

$$F(D_t, D_x, D_y) f \cdot f = 0$$

2. Modified KdV 方程式型

$$F_1(D_t, D_x, D_y) f' \cdot f = 0$$

$$F_2(D_t, D_x, D_y) f' \cdot f = 0$$

3. Second MKdV 方程式型

$$F_1 i(D_t, D_x, D_y) f' \cdot f + F_2 i(D_t, D_x, D_y) g' \cdot g = 0$$

$$F_3 i(D_t, D_x, D_y) f' \cdot f + F_4 i(D_t, D_x, D_y) g' \cdot g = 0 \quad i = 1, 2$$

一方 KdV 方程式の Backlund 変換によって Modified KdV 方程式が生成され Modified KdV 方程式の Backlund 変換によって Second M KdV 方程式が生成されるのでソリト

ン解をもつ非線形波動方程式は互いに強く関係している様である。

（参考文献）[1] J. D. GUTTMAN, "Nonlinear Schrödinger Equations and Nonlinear Wave Propagation," in Nonlinear Partial Differential Equations and Nonlinear Analysis, ed. by J. S. GREGORI & J. K. HEDBERG, Birkhäuser, Boston, 1985.

Holonomic Quantum Fields の紹介

京大数理研 三 輪 哲 二

2次元イジング系を含むいくつかのモデルの相関函数は, Painlevé 型の非線形微分方程式を満たす。例えば2次元イジング系の2点相関函数のスケール極限は次の常微分方程式で特徴づけられる。

$$(t\sigma'')^2 = (\sigma - t\sigma' + 2(\sigma')^2)^2 + 4(\sigma')^2 \left(\frac{1}{4} - (\sigma')^2 \right)$$

KdV 方程式をはじめとするソリトン型の非線形方程式が, スペクトル保存条件から得られるのに対し, Painlevé 型方程式は, スペクトルを変数と考えた時の, モノドロミー保存条件から得られる。例えば, 2次元のユークリッド・ディラック方程式

$$(\Delta - m) U(x, y) = 0$$

の解で, 2点(0, 0)と(0, t)のまわりをまわると符号の変わるものを考えよう。無限遠と上記2点における適当な増大度を仮定すると, 解は2次元となり, イジングスピンのスケール極限として得られる演算子 φ_F , φ^F と自由フェルミ場 ψ_\pm を使って,

$$U_1(x, y) = \begin{pmatrix} <\varphi_+(x, y)\varphi_F(0, 0)\varphi^F(0, t)> \\ <\varphi_-(x, y)\varphi_F(0, 0)\varphi^F(0, t)> \end{pmatrix}$$

$$U_2(x, y) = \begin{pmatrix} <\varphi_+(x, y)\varphi^F(0, 0)\varphi_F(0, t)> \\ <\varphi_-(x, y)\varphi^F(0, 0)\varphi_F(0, t)> \end{pmatrix}$$

と書ける。これから, 逆に相関函数 $<\varphi_F(0, 0)\varphi_F(0, t)>$ が, Painlevé 型方程式を満たす事が導かれる。

ソリトンの量子論

東大教養 和 達 三 樹

古典的には, ソリトンは完全積分系における非線形波動として定義される。安定な局在した波, すなわちソリトン, は既に実験的には, その存在を検証されている。理論的には, 逆散乱法と呼ばれる新しい手法が開発された。線形固有値問題を付随させることにより, 波動場 $\phi(x, t)$ から散乱データへの変換は正準変換であり, その散乱データの空間では作用一角変数が選べることが示された。

最近の研究により¹⁾ 逆散乱法が量子場の理論へも適用できることがわかつてきた。量子逆散

乱法によって、(1)無限個の保存則の存在、(2)S-行列の factorization、(3)ペーテ仮説等によって特徴づけられる量子完全積分系の普遍的な性質が統一的に確かめられるのである。講演では、ボーズ統計に従う非線形シュレディンガー方程式 $i\phi_t + \phi_{xx} - 2\kappa\phi^+\phi\phi = 0$ を例にとり、(a)ペーテ仮説の波動関数の作り方、(b) $\kappa \rightarrow \infty$ でのジョルダン=ウィグナー変換(ボゾン=フェルミオン変換)、(c)粒子数無限大での古典的ソリトンの導出、(d)Thacker²⁾によるボーズ気体の統計力学、を考察した。量子逆散乱法による分配関数の計算²⁾、2体相関関数の計算³⁾は見通しのよい方法にはなっておらず、まだ検討改良の余地が残っているように思われる。今後の研究の発展については、S-行列による統計力学⁴⁾と量子逆散乱法との関係が大きなヒントを与えていていることを示唆した。

参考文献

- 1) E. Sklyanin and L. D. Faddeev Sov. Phys. Dokl. 23, 902 (1978).
H. B. Thacker and D. Wilkinson ; Phys. Rev. D19, 3660 (1979).
- 2) H. B. Thacker ; preprint.
- 3) J. Honerkamp ; preprint.
- 4) R. Dashen, S. K. Ma and H. J. Bernstein ; Phys. Rev. 187, 345
(1969).

周期的戸田格子の量子逆散乱法

東大理 十 河 清

量子逆散乱法とは、量子系に対して、オペレータの閉じた代数と時間発展を見い出す処方に他ならない。この手続きがうまく運ぶのは、系が量子的 Lax 形式を有する場合、即ち完全積分可能である場合である。

無限系に対する定式化は、その基礎に量子性と抵触する手続きを含み問題があるので、有限周期系に対して、完全に量子的に取扱いたい。その一例として戸田格子をとりあげる。

この場合、伊達-田中型の方程式が Flashka 型のそれよりも有用で、dual な方程式とあわせて、二成分一階差分方程式をつくる。これをオペレータ方程式とみなすと、散乱オペレータが definite に定義され、それらが閉じた代数関係を有することが、Baxter's trick によって示される。また、散乱オペレータの時間発展は、Lax形式を有することからくる恒等式を用いて導出される。得られた保存量は Hénon の保存量に他ならぬこともわかる。

量子 sine Gordon 系と Fermi-Bose 関係

筑波大物理 高田 慧 三沢 進

先ず、量子 sine-Gordon 系を Massive-Thirring Model に変換する際の Fermi-Bose 関係を調べ、通常の運動方程式による同等性ではなく、幾つかの恒等式を導きこの変換を行った。この変換された Massive-Thirring Model を、運動量の切断が格子定数の逆数程度の場合である固体物理学の観点より調べた。その際、場の理論との相違が、運動量の切断の有無であり、重要であることが強調された。

Soliton の Mass 及び Breather Mode の energy が、Massive-Thirring Model の弱い相互作用 ($g^2 \approx 4\pi$) の場合に計算され、Dashen-Hasslacher-Neveu の結果と比較され、良く一致することを示した。又、Fermion (Soliton) 間に引力がある場合 ($g^2 > 4\pi$)、ある領域で Soliton-Soliton の束縛状態は、古典系には存在しないものであり、量子系の特徴であることが強調された。

又、Wilson の運動量空間でのくりこみ理論を直接、量子 sine-Gordon 系に適用し、絶対 0° でのみ Mass が 0 になる Kosterlitz-Thouless 転移が起ることを示した。これにより、Mass が zero になる領域が定められ、この Mass-zero 領域が、Massive-Thirring 系では Fermion-Pair の quasi-long-range order であることが強調された。

高次元非線形分散波動方程式のソリトン 解に関する最近の研究の現状

九大理 小林 謙二

非線形分散波動方程式の空間の次元が 2 次元、3 次元と増してゆくとそのソリトン解は空間が 1 次元の時のソリトン解とどのような点で際立った違いが現れてくるかをプラズマ中のイオン音波の場合と 2 次元 (2 + 1 次元) sine-Gordon 方程式のソリトン解について最近の研究に関する review をおこなった。

空間が 2 次元、3 次元になると 2 つの波で共鳴条件が満されるとソリトンの共鳴現象 (Soliton Resonance) が起り、新しい第 3 のソリトンが create され、いわゆる triple soliton structurer が生ずる。高次元 sine-Gordon 方程式の場合には或る種の constraint equations¹⁾ が impose され、この条件をみたした 4-soliton, 5-soliton などの multi-soliton 解が存在する。

文 献

1) 例えは、小林謙二：「物性論におけるソリトン」数理科学5月号(1980)

多成分のオーダパラメターをもつ系のソリトン
——超流動 ^3He を中心として

東北大工 海老沢 玲 道

一般の凝縮系でオーダパラメターが空間変化し各点で零でなく、その変化が局在しているような状態が、準平衡として存在しうる時トポロジカルにそれらを分類することを考える。(実際には点或いは線上で零になる特異点(線) の分類と密接に関係している。)

秩序状態を記述しオーダパラメターの汎関数である自由エネルギーが、 $F_1 = F_2 + F_3 + \dots$ ($F_1 \gg F_2 \gg \dots$) のように分解でき各段階で F を最小化するパラメター空間が $R \supset R_1 \supset R_2 \dots$ のように縮少するとし、 V. P. Mineyev と G. E. Volovik¹⁾ に従ってホモトピー群²⁾ $\pi_1(R_k, R_{k+1})$ (又は π_2, π_3) により R_{k+1} 的な領域中の R_k 的な領域 — 面状ソリトン(又は線状、点状) の ^3He についての分類などを review した。

1) Phys. Rev. B18, 3197(1978)

2) N. D. Mermin, Rev. Mod. Phys. 51, 591(1979) 等。

低次元磁性体のソリトン

——中性子散乱実験を中心として——

物性研 平 川 金四郎

現在ソリトンが観測されたと報ぜられている代表的な磁性体(1) CsNiF_3 , (2) TMMC, (3) CsCoCl_3 の3つについて、中性子散乱実験を中心として、得られている情報及びそれについての物理的解釈並びに吟味を行った。(1)は1次元容易面型の強磁性体で、(2)は1次元容易面型の反強磁性体である。いづれも、容易面内で対称性を破る外部磁場をかけると、ソリトン的な非線形励起がみられる。この場合は、ハミルトニアンは長波長近似の許で、いづれも sine-Gordon 方程式に還元され、ソリトン解が生れる。(1)では、ソリトン壁からの散乱(自由ガスモデル) が直接みられると考えられ、(2)では、ソリトン密度が特徴的な H, T 依存性をもつ散乱に寄与する。一方(3)は、 Sing 系に近いので、壁は1原子間隔程度になる。系内の非対角項の存在により熱的に励起された壁は、ソリトン的運動をする。この系は $S = 1/2$ であることと相俟って量子力学的な記述がなされ(石村、斯波) 又これを裏書きする実験がなされた。それについて解説をした。

ソリトンによるトポロジカルな乱れと相関関数

U S C 真木和美

ϕ^4 系や sine-Gordon系のソリトンは異なる基底状態(縮退した)間に生じる励起である。従って、その中心が乱雑な位置にソリトンと反ソリトンが有限密度存在するとき、系はソリトンによりトポロジカルに乱されていると言える。この乱れ効果の典型的な例として、 ϕ^4 系の変位の相関関数を計算し、その相関距離が $a(2N_s)^{-1}$ — a格子間隔、 N_s ソリトン密度 — で与えられる事を示した。¹⁾ またこの場合の動的構造因子に対する最良の近似式²⁾を導出し、TMMCの中性子散乱実験結果との比較検討を行った。(文責 高山)

1) K Maki and M Nakahara, preprint.

2) H Takayama and K Maki, Phys. Rev. B21 4558(1980).

古典的スピン系におけるソリトン

京都工織大 武野正三

次の二つのスピン系

$$\textcircled{1} \quad H = - \sum_{nm} J(n, m) \vec{S}_n \cdot \vec{S}_m$$

$$\textcircled{2} \quad H = -\epsilon \sum_n S_n^z - \sum_{nm} J(n, m) (S_n^x S_m^x + S_n^y S_m^y)$$

について、これ等のスピン系が古典的に取扱われる場合のソリトン的非線型励起を論ずる。二つの回転角 θ, φ に対して、それぞれ、連続体近似の下で

$$\dot{\theta} = - (2 \cos \theta \nabla \theta + \sin \theta \nabla \varphi) \quad \textcircled{1}, \textcircled{2} \quad \text{共通}; \quad \lambda = \sum_n J(n, m) / \epsilon$$

$$\dot{\varphi} = \begin{cases} \Delta \theta - \sin \theta \cos \theta (\nabla \varphi)^2 & \text{for } \textcircled{1} \\ -(1/\lambda) \sin \theta + \sin \theta \cos \theta + \cos^2 \theta \Delta \theta - \sin \theta \cos \theta (\nabla \varphi)^2 + (\nabla \theta)^2 & \text{for } \textcircled{2} \end{cases}$$

の非線型偏微分方程式が得られる。これ等二つのスピン系に対しては、staticな場合、即ち、 $\dot{\theta} = \dot{\varphi} = 0$ とした場合、各種の解が存在することを示すことができる。それは、例えば①、②の場合共に

(1) vortex solution

円柱座標を (ρ, ϕ, z) とすると、 $\theta = \theta(\rho)$, $P = b \phi$ の型の解が存在し、①、②の場合、それぞれ、Belavin-Polyakovの得た instanton 解、超流動 He^4 の Gross-Pitaevskii

vshii 方程式の拡張形が得られる。

(2) uniform-flow solution

例えば $\vec{v} = \nabla \varphi = \vec{v}_0 = \text{const}$ の解が存在する。①の場合、二次元の sine-Gordon 方程式が得られ、②の場合、超流動の一様流に対応する解が得られ、これより渦解の場合等と比較して critical velocity の議論ができる。其他、解の対称性に応じ、各種の解が存在する。

スクリュースピン系のソリトン

東北大理 佐々木 一夫

都築 俊夫

容易面をもつ古典的な一次元ヘリ磁性体に励起される非線形波動について、外部磁場が存在しない場合を理論的に調べた。

ハミルトニアン

$$\mathcal{H} = - \sum_{m,n} J_{mn} S_m \cdot S_n + D \sum_n (S_{nz})^2 \quad (D > 0)$$

に従う、波数Qのらせん構造をもつスピン系を考える。スピン S_n の方位角を φ_n とし、そのらせん構造からのずれを $\psi_n = \varphi_n - \varphi_n^{(0)}$ (ただし、 $\varphi_n^{(0)} = Qz_n$) とする。 ψ_n 、 S_{nz} に対する運動方程式を連続体近似で扱い、遙減摂動法を用いると、最低次の近似で、 $U \equiv (\partial \phi / \partial z)$ が KdV 方程式に従うことがわかる。したがって、エネルギーギャップのないソリトンが存在する。ソリトンの近傍では、らせんの巻き方が少しきつく（または、ゆるく）なっている。

特別なヘリ磁性体（強磁性体や反強磁性体が含まれる）では、Uは modified KdV 方程式によって記述される。

これらのソリトンは波の分散効果と非線形性との均り合いによって形作られる。この点は、Mikeska の外部磁場下での強磁性体のソリトンが Zeemen エネルギーと交換相互作用との均り合いで形作られるのと異なる。

ソリトンの量子統計力学

北大理 高山 一

従来の摂動的概念とは異なるソリトンを有する系の量子統計を論ずる一つの方法として汎関数積分法がある。この方法では、関数空間における作用の極小条件から、特徴的な非線形効果（ソリトン解）を、まず古典論的に抽出し、そのまわりのゆらぎ効果を量子論的に取り扱う。後者を摂動的に処理できる場合、この方法はかなり有力で、実際、様々な物理量が計算され、実験との比較検討

が進められている。講演では、まずこの理論の基礎である $T = 0$ での DHN の理論¹⁾ を紹介し、 $T \neq 0$ の量子統計への拡張、希薄ソリトン気体近似の適用を解説した。²⁾ この結果は高温領域で、Krumhansl-Schrieffer の希薄ソリトン気体に対する古典統計理論³⁾ と一致するが、その表式中のソリトン生成エネルギーに対する量子補正効果も含まれている。さらに sine-Gordon 系における Breather 問題⁴⁾ も論じた。

- 1) R. F. Dashen et al, Phys. Rev. D11, 3424 (1975)
- 2) K. Maki and H. Takayama, Phys. Rev. B20, 3223 (1979), H. Takayama and K. Maki, ibid, B20, 5009 (1979)
- 3) J. A. Krumhansl and J. R. Schrieffer, Phys. Rev. B11, 3535 (1975), J. F. Currie et al, Phys. Rev. B22, 477 (1980)
- 4) K. Maki and H. Takayama, Phys. Rev. B20, 5002 (1979), B22, 5302 (1980).

7. ソリトン系の相関関数

U S C 真木和美

Sine-Gordon 系の種々の相関関数は、擬一次元磁性体のスピン相関関数として、中性子散乱実験等から直接観測されるので興味深い。例えば、容易面を有する強磁性体 ($CsNiF_3$) では、

$$\langle S_x(z, t) S_x(0, 0) \rangle \propto \langle \cos \vartheta \phi(z, t) \cos \vartheta \phi(0, 0) \rangle$$

$$\langle S_y(z, t) S_y(0, 0) \rangle \propto \langle \sin \vartheta \phi(z, t) \sin \vartheta \phi(0, 0) \rangle$$

容易面を有する反強磁性体 (TMMC) では、

$$\langle S_x(z, t) S_x(0, 0) \rangle \propto e^{iGz} \langle \sin(\frac{1}{2} \vartheta \phi(z, t)) \sin(\frac{1}{2} \vartheta \phi(0, 0)) \rangle$$

$$\langle S_y(z, t) S_y(0, 0) \rangle \propto e^{iGz} \langle \cos(\frac{1}{2} \vartheta \phi(z, t)) \cos(\frac{1}{2} \vartheta \phi(0, 0)) \rangle$$

但し、 $H \parallel x$ とし、 G は逆格子ベクトル。これらの相関関数を、汎関数積分法による量子統計を用いて計算し、¹⁾ それぞれに対するソリトンの寄与の特徴を論じた。²⁾ さらに、 $\langle \cos \vartheta \phi(z, t) \times \cos \vartheta \phi(0, 0) \rangle$ 対する Breather の寄与を求め、³⁾ Breather 観測の可能性を指摘した。

(文責 高山)

1) H. Takayama and K. Maki, Phys. Rev. B21, 4558 (1980)

2) K. Maki, in Prog. Low Temp. Phys. vol. 8 (to be published)

3) K. Maki and H. Takayama, Phys. Rev. B22, 5302 (1980)

Kink-Soliton をもつ Coupled Scalar Fields の統計力学

相模工大 佐々田 友 平
福岡工大 中 村 勝 弘

物性物理で出あう現実の 1-D 系は、複数の秩序パラメータを持ち、SG や ϕ^4 系への reduction が不可能な場合が多い。

2 個の秩序パラメータを持つ典型的な系として、(i) Phase Anisotropy をもつ Complex Scalars Fields と (ii) 容易軸をもつ Heisenberg Ferromagnet がある。 (ii) の系での Soliton は、並進の自由度に加えて、回転の自由度をもち、 Bloch Wall と呼ばれる。この Wall の Activation Energy は Spin Wave の衣を着ることによって Renormalize され、 Wall の密度は $n_w \propto \beta E_w \exp(-\beta E_w)$ となり^{1,2)} SG や ϕ^4 系の $n_k \propto (\beta E_k)^{1/2} \exp(-\beta E_k)$ とは異なる。

他方、(i) の系では、位相が π だけ変化するトポロジカルソリトンが 2 種類 (T-1, T-2) 存在する他に、位相が元に戻る非トポロジカルソリトン (NT) が存在する (Breather や Pulse Soliton とは異なる)^{3,4)}。自由エネルギーや相関距離を左右する Soliton は、Anisotropy の強さに依存し、 Anisotropy が弱い時は、T-1 型、中間の大きさの時は NT 型、強い時は、T-2 型が支配的な役割を演じる。^{5,6)}

文 献

- 1) K. Nakamura and T. Sasada: J. Phys. C11 (1978) 331
- 2) A. R. Bishop, K. Nakamura and T. Sasada: J. Phys. C13 (1980) L515
- 3) R. Rajaraman: P. R. Lett. 42 (1979) 200
- 4) K. R. Subbaswamy and S. E. Trullinger: Phys. Rev. D22 (1980) 1495
- 5) S. E. Trullinger and R. M. DeLeonardis: To be published
- 6) S. Ohta and K. Nakamura: To be published

Domain Wall のダイナミクス

東大理 和 田 靖

ソリトンは安定な励起で他の励起と衝突しても速度を変えないのが普通である。しかし実際の物理系では理想的なソリトンは少ない。その原因は二つあって一つは系を簡単なモデルで近似したとき残りの自由度との相関が十分弱くない場合である。モデル系と熱浴との作用を無視できないとき

といつてもよい。第二の原因是モデル系自体の中の，ソリトンと他の励起との作用によるものである。この場合は完全積分可能であるかないかによって差がある。*sin-Gordon* のように可能であるときはソリトンとフォノンが衝突すると *phase shift* を生ずることが知られている。このためソリトンが *random walk* をする。その拡散定数も求めることが出来る。*random walk* は C DW の電気伝導度の *prefactor* の値や，容易面型強磁性体の *central peak* の形などに利く。 ϕ^4 のように積分可能でないものは複雑で，フォノンの振幅の巾によって衝突過程を整理すると四次の項で運動量の交換がおこることが見出された。*domain wall* は本来の意味でのブラウン運動をしているわけである。この運動が *central peak* の構造などにどう利くかは，まだわかっていない。

熱浴と相互作用している非線型系の

動的相関関数

東大理 今 田 正 優

ソリトン解をもつような一次元系が熱浴と相互作用している場合，系の運動方程式はランジュバン方程式で記述される。一次元系に有効な転送行列の方法をダイナミックスに拡張することにより，非線型系の動的相関関数を求める方法を定式化した。例えば ϕ^4 系に，この手法を応用した場合，動的構造因子に *domain wall* による寄与とみなせる，セントラルピークがあらわれる。これは，散逸がある場合にも，Krumhansl-Schrieffer の得た結果が基本的には正しいことを示している。分子動力学の方法で ϕ^4 系の数値計算をして得られる結果は，理論的な予想とかなりよく一致している。また上記の動的転送行列の方法をさらに，擬一次元系に拡張し，鎖間相互作用を分子場近似で扱って ϕ^4 系の動的構造因子を求めた。結果は相転移点で発散するようなセントラルピークを与える。このような現象は擬一次元強誘電体である CsD_2PO_4 等で実際に起こりうると予想される。

異方的 2 D Sine Gordon 格子の MD 計算

北大工 中 山 恒 義

分子動力学（MD）の手法により，異方的 2 D Sine-Gordon 格子（ 20×20 ）の熱力学的性質を調べた。ハミルトニアンは次のようなものである。

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} \sum_{ij} [\ddot{X}_{ij}^2 + (X_{i+1j} - X_{ij})^2 + \beta (X_{ij+1} - X_{ij})^2 + V(1 - \cos 2\pi X_{ij})]$$

ここで異方性のパラメータ β は，伸び（ $A=1$ ）と振れの力の定数の比として定義した。

β の値を変えて、E-T曲線をMD計算により求めた。比熱曲線は、ある温度でピークを示す。このピーク温度 T_p と周期ポテンシャルの強さ V の関係を $\beta \approx 0$ と、 $\beta \approx 1$ の場合に実験結果を解析的に意味づけることを試みた。 $\beta \approx 0$ および $V \ll 1$ のときは、連続体近似した伝達積分法により $V-T_p$ 関係を求め、実験結果とのよい一致を示した。 $\beta \approx 1$ の等方的 2D 系の $V-T_p$ 関係を解釈するために、SCHP 近似により解析した。実験結果とのよい一致を得たが、その理由は、2D 系では、 T_p は約 4 V のところにあるので、周期ポテンシャルは摂動として、SCHP 近似により扱えるためであることを強調した。この仕事は吉田文夫および岡本幸雄との共同研究である。

Solitons in dimerized systems

物性研 福山秀微

ポリアセチレン、(CH_x)_x に於ける ESR の実験をきっかけに活発に研究されている、結合交替の起っている系でのソリトンについて紹介した。この研究は、Su ら¹⁾の仕事に端を発する。彼らは、結合交替が、パイエルス転移(即ち、電子・格子相互作用)によるものであると考え、2重結合の位置の違いによる縮退した2つの状態の間を局所的につなぐ domain wall として、スピニ $1/2$ を持つソリトンを考えた。ここでは、離散的結晶に対して数値的にこの状態を考えたが、Takayama ら²⁾は連続体近似の範囲で解析的に解を求める。しかし、Kondo³⁾により指摘されたように、実際には、電子間のクーロン相互作用はかなり大きい。Nakano ら⁴⁾は、この相互作用の大きい極限からの方法を考えた。この場合、スピニ・パイエルス転移の系でのソリトンの問題となる。以上は、dopeされていない系についての研究であるが、dopeされた場合の理論的研究として、Mele ら⁵⁾の有限系での数値計算及びTakano ら⁶⁾の解析的な議論を紹介した。

〔文献〕

- 1) W. P. Su, J. R. Schrieffer and A. J. Heeger:P. R. L. 42(1979)
1698
- 2) H. Takayama, Y. R. Lin-Liu and K. Maki:P. R. B21(1980)2388
- 3) J. Kondo:Physica 98B (1980)176
- 4) T. Nakano and H. Fukuyama:J. P. S. J. 49(1980)1679
- 5) E. J. Mele and M. J. Rice:preprint
- 6) K. Takano, T. Nakano and H. Fukuyama;in preparations

(CH)_x の ESR

電総研 木下信盛
徳本圓

trans-polyacetylene (CH)_x の ESR 中心は、電気抵抗や帶磁率、ESR 等のこれ迄の研究により、一次元鎖の共役系の不整合に伴う π -kink (neutral soliton) であると考えられている。この (CH)_x 中の soliton の運動を探る目的で、ESR の線幅、線形の温度変化の様子を、cis/trans の割合および酸化の程度の異なる試料を用いて調べた。結果として、i) 線幅は温度を下げるに増加するが、He 温度領域で頭打ちになる。室温では酸化の少い方が線幅が狭いが、He 温度では顕著な差はない。ii) 線形は trans-(CH)_x では $2\text{ K} \leq T \leq 295\text{ K}$ で Lorentzian であり、cis-(CH)_x では Gaussian に近い形をしている。以上の結果から、ESR の narrowing の原因として、温度に依存する機構 (cis, trans) と、温度に依存しない機構 (trans) の 2 種類が存在することが判った。前者は soliton を古典的な自由粒子とみなしたときの運動による narrowing とは異なる温度依存性を示すことから、soliton の拡散的な運動を反映していると考えられる。後者は温度 (熱エネルギー) が直接関与しない機構の存在を示唆しており、その可能性として、交換相互作用やトンネリングがあげられるが、いずれも今後の検討を要する課題として残されている。

光吸収スペクトルからみたポリアセチレン
のソリトン

阪大基礎工 鈴木直

trans-(CH)_x の光吸収スペクトルを Su-Schrieffer Heeger (SSH) モデルに基いて調べた。ソリトン・キンクが存在しない場合には価電子帯から伝導帯への帶間遷移光吸収が存在するのみである。ソリトン・キンクが存在すると価電子帯からソリトン・レベルへのあるいはソリトン・レベルから伝導帯への遷移光吸収が帶間遷移光吸収のちょうど半分の位置に強い強度を持って現れることがわかった。実験的には AsF₅ を少量添加していくと帶間遷移スペクトルのほぼ半分に相当する 0.7~0.8 eV にピークを持つ吸収スペクトルが成長していく。このことは AsF₅ を添加して行くことにより正に帶電したソリトン・キンク (ソリトン・レベルに電子が存在しない) が生成され価電子帯からソリトン・レベルへの遷移が増加していくとして半定量的に良く説明される。¹⁾ なお理論的にはソリトン・レベルに関する光吸収は添加する不純物に依存しないが、I₂, BF₃, ClSO₃H, H₂SO₄, Na 等を添加した場合にも 0.7~0.8 eV にピークを持つ吸収の成長が観測されており、この結果はソリトン・モデルの妥当性をより一層示していると思われる。

1) Suzuki, Ozaki, Etemad, Heeger and MacDiarmid: Phys. Rev. Lett. 45(1980)1209; Errata: ibid 45 (1980)1463

MX₃ 系の CDW におけるソリトン

北大理 伊土政幸

MX₃ 系の中で TaS₃ は 218K でバイエルス不安定性に基く金属一半導体転移を示す。この系の CDW は格子に対し整合関係 (Commensurate) にある。1 次元軸方向の電気伝導は低温 ($T < 80\text{K}$) で 250K の活性化エネルギーをもつ伝導機構によって支配される。この伝導機構は 1 次元軸方向の伝導にのみ寄与しえることから、不純物伝導などの 1 粒子励起に関連した機構では説明できない。このような伝導機構として、CDW 状態における位相ソリトンの励起が考えられる。TaS₃ における commensurability energy から求めたソリトンの励起エネルギーは観測値より 1 術小さいが、伝導度の絶対値は Wada によって計算されたソリトンの移動度で良く説明できる。

「X線構造解析と高分解能電顕像の接点」

期 日 昭和55年12月12日(金)～13日(土)

場 所 東大生産技術研究所 第一会議室

司会者 小村幸友、下村義治(広大理)

齊藤喜彦、細谷資明、竹内伸(物性研)

橋本初次郎(阪工)

近年電子顕微鏡の性能の飛躍的な向上に伴なって、高分解能電顕像、所謂構造像の撮影が可能となり、通常のX線回折で取扱うことが困難な微粉末や単結晶の得にくい物質の結晶構造を解析し、またミクロな格子欠陥についても詳細な議論が行なわれるようになってきた。一方X線回折においても、回折強度の精密な測定技術と解析理論、計算の発展によって極めて複雑な結晶構造が解析され、結合電子や伝導電子分布に関する綿密な議論さえも可能となりつつある。この両者は共に物性の基礎となる原子構造解明の最も有力な研究手段であって、回折現象を共通の基礎としており密接に関連した分野でありながら、意外に研究者の間の交流が少ないのが現状である。このような状況のもとで今回標題の短期研究会が提案され開催された。出席者は両日とも100名を越える盛会であり、両分野の研究者が集って共通の問題点について話し合い、両分野の特色ある技術・理論について意見を交換でき、研究者がお互に啓発しあえたことは今後の両分野の研究の発展に大いに寄与するであろう。

研究会の企画に当たって、幸に科研費総合研究班「電子顕微鏡による格子欠陥の新しい研究法」の班員の方々の全面的な御賛同により共同で研究会を開催することが出来、研究会がより充実したものとなった。

以下にプログラムと講演の概略を記す。なお講演要旨は物性研究所の御好意により研究会報告集として印刷、配布したので詳しくは同誌を参照されたい。

プ ロ グ ラ ム

12月12日(金)

I 概観(座長 小 村 幸 友)

- 1 あいさつ 小村幸友(広大理)
- 2 Introductory talk : X線結晶構造解析 — とくに電子密度分布の精密測定について 齊藤 喜彦(物性研)

- 3 Introductory talk : 高分解能電子顕微鏡像について 橋本 初次郎(阪大工)
- 4 コメント 長倉 繁曆(東工大工)
- 藤田 広志(阪大工)
- 藤本 文範(東大教養)
- II X線と電顕の接点をさぐる(座長 岩崎 博)
- 5 X線結晶構造解析：試謬法とその応用 桜井 敏雄(理研)
- 6 X線結晶構造解析：フーリエ法とその応用 小川 和英(阪大教養)
- 7 X線結晶構造解析：直接法とその応用 芦田 玉一(名大工)
- 8 電子密度分布の精密測定(無機化合物の実例) 丸茂 文幸(東工大工材研)
- (座長 石田洋一)
- 9 鉱物の高分解能電顕像 北村 雅夫(京大理)
- 10 セラミック結晶の1MV高分解能電顕による構造解析(方法と応用例) 堀内 繁雄(無機材研)
- 11 シリコンの高分解能電子顕微鏡像(欠陥を含む場合) 出井 数彦(原研)
- 12 規則合金の超高压電子顕微鏡像 平林 真(東北大金研)
- 13 コメント 八木 克道(東工大理)
- 小村 幸友(広大理)
- 中津 和三(関学大理)
- 12月13日(土)
- II X線と電顕の接点をさぐる(続き)(座長 岩崎 準)
- 14 高分解能電顕像からのフーリエ法による三次元像再構成 若林 健之(東大理)
- 15 生体高分子の結晶構造解析 飯高 洋一(東大薬)
- 16 結晶相反応と構造解析 笹田 義夫(東工大天物)
- 17 無機・有機結晶の高分解能電顕像とその解釈 植田 夏(京大化研)
- 18 規則合金のX線回折と電顕像(Au-Mn, Au-Zn, Au-Mgなど) 渡辺伝次郎(東北大理)
- 19 コメント 岩崎 博(東北大金研)
- 清水 謙一(阪大産研)
- 竹内 伸(物性研)
- III トピックス(座長 星埜楨男)
- 20 インコメンションレート構造の回折効果 山田 安定(阪大教養)
- 21 合金のshort range order構造 原田 仁平(名大工)

- 22 周期的逆位相ドメインの配列と回折強度分布 江口 鉄男, 桑野 範之(九大工)
- 23 超高圧パルス電顕の可能性 高良和武(高エネルギー研)
- 24 コメント 佐藤 進一(北大工)
- 25 まとめ 入戸野 修(東工大工)
- 26 まとめ 小藤 吉郎(阪大産研)
- IV まとめ(座長 下村義治)
- 25 まとめ(X線回折から) 加藤 範夫(名大工)
- 26 まとめ(電顕像から) 美浜 和弘(名大工)
- 27 あいさつ 下村義治

研究会はまず斎藤・橋本両氏の Introductory talk から始まった。斎藤氏は第二次世界大戦後の X 線結晶構造解析の大きな進歩の原因を、計数管による回折 X 線強度の測定技術の発達と、大型電子計算機の開発によるとし、その発展の跡を概観し、最近のこの分野での著しい進歩、とくに電子密度の精密測定の現状について、斎藤研の研究成果を例として解説を行った。橋本氏は高分解能電顕法の用い方、問題点を応用例を示しつつ解説した。高分解能電顕法はミクロ構造を実空間で観察するので試料の局所構造の解析に適しているが、この像は試料や結像に関する多くのパラメータが影響するため、これから正確な結晶情報を抽出するためには像の正しい解釈を行う必要があることを強調した。藤本氏はコメントにおいて更にこの点をとりあげ電顕像の解釈に細心の注意が必要なことを力説し、長倉氏は構造解析における電子線の利用を、藤田氏は電顕像による格子欠陥と非晶質の原子構造解明についてコメントした。「X 線と電顕の接点をさぐる」セッションでは先ず X 線構造解析の基本的手法として、桜井氏が試謬法について、小川氏がフーリエ法について、芦田氏が直接法について応用例を示しつつ解説した。試謬法は最も古くから用いられる方法であるが現在でも結晶性が悪く不完全なデータしか得られない場合には有効であること、X 線回折では電子密度を構造因子のフーリエ変換の計算により求めるのに対し電顕像では電子レンズの助けによりフーリエ変換を行う点で両者は同一の基盤に立つことが明らかとなった。又近年の構造解析における回折 X 線強度分布の統計的取扱いより発展した直接法の原理が説明され、たんぱく質結晶への応用と有効性が論じられた。電子密度分布の精密測定の実例として丸茂氏は $r - \text{M}_2\text{SiO}_4$ (M : Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+})、 KMF_3 (M : Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}) について遷移金属イオンの 3d 電子分布を実験的に求めた結果を報告した。

電顕像のサイドからは先ず鉱物学の分野から北村氏が欠陥構造や微細組織の研究を中心に報告し、堀内氏は無機材研 1 MV 電顕を使って $m\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{WO}_3$ ($\frac{m}{n} = \frac{4}{9} \sim \frac{2}{7}$) 結晶内に還元によって生じた酸素空孔位置の決定について述べた。出井氏は分解能 1.4 \AA のシリコン(110)電顕像

を観察して、これをマルチ・スライス結像理論による計算と比較し、更に照射による微小点欠陥集合体の電顕観察について論じた。平林氏は東北大超高压電顕を用いた規則合金観察、とくに合金結晶中の成分金属原子位置の同定、未知の規則構造の直接決定について述べた。ついで中津氏はフーリエ法の応用例について、八木氏は高分解電顕法の応用について、又小村は Si の結合電子の直接観察の可能性についてコメントした。

13日の午前は前日に引き続いたセッションで、若林氏は筋肉のフィラメントやこれとミオシンとの複合体がもつらせん対称性を利用し、電顕像のフーリエ・ベッセル解析により投影像から 15 \AA° の分解能で三次元像の再構成を行った例について解説し、飯高氏は生体高分子としてウイルス結晶を取りあげ、そのX線回折と電顕像の両方による解析例を説明した。笹田氏はコバルトキシン誘導体を例としてX線照射によるラセミ化反応の研究を述べ、X線回折法と共に局所歪、転位などの電顕観察による相補的な研究が必要なことを力説した。植田氏は超高压高分解能電顕により、無機・有機結晶をとわず、原子レベルの解像度の電顕像の撮影の可能範囲が拡大したことを説き、X線構造解析のための反射の位相の情報がより容易に得られることになろうと述べた。渡辺氏は Au-Mn, Au-Mg, Au-Zn 系合金に現われる2次元逆位相構造 $2d-Au_3Mn$ 型および $2d-Cu_3Pd$ 型構造を高分解能電顕により観察した結果をX線回折法による解析と比較して報告した。ついで岩崎氏は $Cu_{1-}Au_{1+}$, Au_3Cd_{1+} , Cu_3Sn などの長周期合金における変位波と濃度波について、清水氏は Fe-Ni 合金マルテンサイトの結晶方位関係と内部双晶について、竹内氏は転位芯構造の高分解能観察の可能性についてコメントした。同日午後は両分野のトピックスをとりあげた。山田氏はインコメンションレート構造の出現機構を現象論的立場から議論し、その回折効果として、特に相転移点直上で期待される散漫散乱の性質について論じた。原田氏は合金の短範囲規則構造のX線解析法について述べ、電顕による直接観察との関係を考察した。江口・桑野氏は $\alpha''Cu-Pd$ 合金を例として、非整数周期をもつ長周期規則構造を高分解能電顕で観察し、合金中の整数長さの逆位相ドメインの配列様式を検討した。又高良氏はフォトンファクトリーにおけるライナックを使った超高压パルス電顕の可能性を論じ、若い研究者にこの方面への積極的参加を奨めた。コメントとして佐藤・高間氏は白色X線ペンドルビート法による構造因子の測定について、入戸野氏はX線反射曲線法による構造因子の測定について、小藤氏はドメイン構造における可干渉境界領域の回折効果を論じた。

最後にまとめとして加藤氏がX線回折の立場から、美浜氏が電顕像の立場から2日間の議論を集約された。X線回折が主として規則的な単位格子内の精密な構造解析や複雑な結晶構造を取扱っているのに対し、電顕では単位格子の集りとしての現実結晶における格子欠陥や非晶質の分野に大きな力を発揮するであろう。いずれにせよX線回折と電顕の両研究方法が、更に中性子回折も加えて

幅広い物質構造研究の領域において、物性・化学・生物・鉱物の諸分野で大きな寄与を果すことが出来ると思います。この研究会には若い研究者も沢山参加されましたので、この分野の一層の発展が今後期待されましょう。

（第2回）小村幸友（文責）

（略）

（第3回）小村幸友（文責）

（略）

（略）

（略）

（略）

（略）

（略）

（略）

（略）

第 11 期第 5 回物性小委員会議事録

日 時 1980年12月6日 13:30 ~ 16:15
場 所 東大物性研究所旧棟ロビー
出 席 伊達宗行, 畑 徹, 長岡洋介, 佐々木亘, 達崎達, 近桂一郎, 白鳥紀一, 田巻繁,
山田宰, 禅素英, 勝木渥, 長谷田泰一郎, 芳田奎, 中山正敏, 豊沢豊, 横田伊佐秋,
金森順次郎
(特定研究説明者) 中嶋貞雄, 信貴豊一郎

審議事項

1. 特定研究「量子凝縮相の基礎研究」について

(提案趣旨) 表記特定研究を提案しているグループから, 中嶋, 信貴両氏が, 前回配布資料の後半を改訂したものを配布し, 説明を行った。

中嶋：1 年程前, 信貴氏から相談を受け, 代表を引受け, 素案を作った。大阪市大の信貴研では, ^3He との熱接触, 固体 ^3He の核帯磁率測定による 1 次転移の発見, などの成果が上っている。東大佐々木研では, 電子的性質の研究, 超伝導微粒子の研究が行なわれている。物性研, 東北大, 名大にはすでに資金投下があったが, 大阪市大と東大にはないので, このグループを盛立てたい。超低温は共同利用的な研究が技術的に困難なので, 研究センターを構想した。物性研は全国共同利用を目指すとして, 5 抱点(東北大, 東大, 名大, 阪大, 大市大)を研究センターとして, 技術開発と共同研究を行なう。目標としては, 希釈冷却機領域(数 mK)から 0.1 mK 迄の温度域での研究を我国に根付かせたい。低温物理は, 元来地味な物性の基礎研究であって, 超伝導, 超流動には限られない。

信貴：研究内容は, 量子固体, 量子液体, 超低温技術とその物理(低温生成技術の開発とそれにからんだ物理, 核整列), 超低温における電子系秩序相(新しい機構による超伝導等)の 4 つを柱とする。東大と大阪市大の研究センター整備費として計 1 億円, 研究センターその他で行なう計画研究に計 2 億 9 百万円, 公募研究に計 1 億 2 千 8 百万円, 総計 4 億 3 千 7 百万円を 3 ケ年にわたりて使う。

勝木：研究会「物性研究の将来」で聞いた所では, 各地の計画は超伝導磁石が仕様通りに動作しないため停滞している印象を受けた。m K 以下は大丈夫か。

中嶋：温度を下げるだけなら, 数百 μK から数十 μK がすでに一応実現している。物性研究を行うのはこれからである。

信貴：有意義な物性研究を行なうには、その温度を自家薬籠中のものとしなければならない。

伊達：「研究センター」という名称だが、文部省側には研究を行なうセンターというのは特殊なものだという考え方がある。

長谷田：以前の佐々木提案（研究施設群構想）を低温研究領域で実現しようというのだと理解できる。

伊達：すでに先行しつつある施設との対比がはっきりしていないと、実現は困難ではないか。重要な拠点は大阪市大と東大か。

中嶋：そうだ。しかし、研究センターは2拠点だけでは不十分である。

伊達：既設計画の申請目標と重複していないか。例えば、東大と大阪市大の2拠点だけを計画研究にする、というような戦術的調整は考えられないか。

白鳥：物性研究全体の中での超低温研究の位置づけはどうか。物質の科学としての物性研究の中で突出しているように思える——例えば高エネルギーの研究の話と似通った印象を持つ。希釈冷却領域の話とか微粒子の話は今迄の物性とつながっているとは思うが。突出しているところに意味があるからやるのか、物質の科学としてやるのか。

中嶋：突出した面があるのはやむを得ない。希釈冷却機は、現在 He 液化機などになっているが、それも20年ぐらい前は³He と⁴He の混合系についての極めて特殊な問題で何の役に立つかと思われていた。mK 領域では、半金属の電子 - 正孔系の相転移、金属微粒子等の問題があって固体物理の一部だが、その先は現在では異質と思われるかも知れない。技術的には希釈冷却温度に下限がある。しかし、物理現象はその温度で分れるわけではない。³He の超流動も、高压下ではポメランチュク冷却でよいが、低压では核磁気冷却が必要で、しかもそこで異った相が現われる。このように従来の物性研究を延長する上からも必要である。

畑：核断熱消磁の研究をやって来たが、その原動力は固体³He の帯磁率を測りたいという事で、単に温度の記録を目指したのではない。物性をしらべる事が重要だと思っている。

白鳥：超低温の物理というのはあるだろう。しかし、それは在来の物性物理とは少し異質ではないか。意義のある事は認める。問題はお金を取りという所にある。

長谷田：どこが異質なのか。

白鳥：強磁場と比べると差がある。超低温では、やりたいというテーマは限られていて、それに合わせて装置を作る。磁場や低温のようにパラメータを制御するのとは異なる。

芳田：希釈冷却領域で観測されている興味ある現象を更に温度を下げるのであれば同じである。しかし、核断熱冷却と He 研究とを1組としてやるところに異質性がある。そういう研究に多くの場所に大金を注ぎ込むのか、という事になろう。

白鳥：mK 以下で測定したい、というテーマを持っている人は全物性研究者中では少い。少いから

やるな、というのではない。

信貴：まずどこかでやるという事によって、興味はふえるだろう。

芳田：物性測定の必要性はよく分る。academicな点はよい。practicalな事を問題にしたい。

畠：核断熱冷却を念頭において希釈冷却機を無人運転化した、という事もある。もっと自由に使える時代が来るのではないか。

白鳥：He液化機の場合を外挿して、あちこちにゴロゴロ転がっている状況になると言えるだろうか。

芳田：希釈冷却機はHe液化機なみになっているのではないか。

畠：必要と思っている人には使えるようになるであろう。

中嶋：ゴロゴロ転がっているようになるとは思はないので、研究センター構想を作った。

白鳥：超低温を物性の中で位置づける事は、まだできていない。

芳田：希釈冷却領域でしらべたい物性は沢山ある。希釈冷却技術は確立されて金で買えるようになった。

伊達：やるかやらないかは今日決めないと、物研連等のスケジュールから考えて間に合わない。

金森：もう少しすっきりしたものにしないと物研連で納得させるのが苦しい。

伊達：意義を明快に。また効用の説明にメリハリがないと。

長谷田：意義と効用は計画研究と公募研究の比率をどの辺りに設定するかに大きく依存する。最近は文部省も計画研究中心から変りつつあるので、計画研究と公募研究の比率も考え直してもよい。

横田：「研究センター」構想に納得の行くような意味づけが必要だ。官制とするのか。

中嶋：官制にする事にはこだわらない。研究の便宜上考えたのであって、制度上はどういう形でもよい。

中山：0.1～1mK域の冷却装置には共用性があるのか。

信貴：個々のセンターには共用性を持たせられる。つまり、種目別のセンターを考えている。共同利用というよりは共同研究となるであろうが。

長谷田：例えば、現在阪大で考えているトップローディング方式の希釈冷却は共同研究向けに考え事ができる。

芳田：センターは既にあるのではないか。これから共同利用的に開発しようとしているのか。

畠：各センターは、この計画により、希釈冷却機を2台は持てるようになる。

中山：種目別に共用性があるという点、また一般的共用性は無いという点を各拠点毎に具体的に説明してもらいたい。

信貴：東北は、液体He、SQUIDによる磁気測定

伊達：目玉商品は、むしろ、⁴He 循環型の新型冷却機の開発ではないか。

佐々木：東大は、電気伝導、微粒子、NMRの3つについてはFacilityを提供できる。しかし、超伝導微粒子熱スイッチを手段とする超低温研究のためには、相当な投資が必要である。

信貴：大阪市大は、固体³He の磁性、無機化合物、熱接触、技術開発。

畠：名大も³He の磁性だ。

芳田：時期の問題がある。各地に多額の投資が既に行なわれている。

長谷田：ある程度の投資があったとはいえ、基本的な機器の購入にあてられており、周辺機器はなお不十分である。いざスタートしてみると「もう少しお金が足りない」というのが実情ではないか。

芳田：計画が現に進行中の所も含められているではないか。それで、「もう少し足りない」と言えるのか。付属機器などのお金が足りなくて研究の実効が上らないという面もあるうが。

伊達：いろいろ議論も伺ったが、修正や戦術上の考慮は必要だろうが、“GO”という事でよいか。来年11月末に最終案を作り、2月に物研連、4～5月に学術会議の科研費委員会、7月に部会を経て昭和57年度の概算要求へ、という手順になる。担当者と協議して進めたい。

2. 研究会「物性研究の将来」について

（提案趣旨：伊達） 12月4～6日、物性研短期研究会として開かれた表記研究会について、総括の自由討論をしてもらいたい。photon factory、パルス中性子炉については、講師の都合がつかず、今回は話を聞けなかった。3日間にわたる話と討論は有意義だったと思う。

山田：物性研の使命の一つは共同利用にあると思うが、前回も発言したように、外国の共同利用研究所に比べて、利用しにくい。Grenobleの強磁場研究所の場合は、所長は一番悪い時間帯に利用する等、サービス中心の考え方方が徹底している。また、保守・維持に技官が責任を持って当る体制が確立している。責任の所在も明確である。そういう体制づくりをやって行く方向を出してもらいたい。

禅：共同利用では、5本柱とともに、従来ある磁気測定、He冷却等々の装置も使えるように残してもらいたい。大学院生を連れて行って整備をしながら使う事ができるように。

伊達：具体的に要望を出せば、物性研側でも編成替の際に参考になるであろう。

近：共同利用の形態が多様化する方向にあるが、従来のカテゴリーのものも充実してもらいたい。大別して、物性研にかなり長期間滞在する型と、本拠地から短期間出向する型とあろうが、前者は大学学部からだとなかなか難しい。後者のためにも、操作が容易な測定装置、例えば4軸回折計とかラマン分光装置とか、をもっと充実してもらいたい。

芳田：御要望の方向に沿ってやっているつもりであり、更めて言われるのは一寸心外な気もす

る。具体的に、ザックバランに言って下されば、できるだけの事はして來たし、また今後もするつもりである。研究会で中山委員は「S O Rが施設になった際共同利用の校費・旅費総額は12%増額になったが、今年度後半期の状況を見ると S O R関係の旅費は総額の30~40%に達し他の共同利用を圧迫している」旨論じた。しかし、S O R関係は施設になる以前からかなりの経費を使っていたので、12%分は純増した事を理解してもらいたい。一方で、必要だからといって金額をどんどん増す事はできない。建物・スペースから来る制約もある。全分野を平等にうるおす事はできない。

近：従来、サービス的な部分をレパートリーに含めておられた、というのは意外である。従来の施設利用は研究所内外の興味が合致したところでやるという事だった、と私は理解していた。また、それで良かったと思っている。今回は、例えば、レーザーは共同利用になじまないという事であるが、それを共同利用の計画として出すのならば、別の面でそれを補償する事を考えてくれ、という意味で発言している。

達崎：共同利用の為にただ装置を動かせば良い、というものもある。しかし、レーザーは共同研究としてやって行く事が必要な段階にあるのではないか。

芳田：超強磁場、超低温にもそういう面がある。長い目で見れば使えるようになるであろうが。そこで、サブメガガウス磁場、希釈冷却機などを共同利用のために計画に加えた。レーザーと表面物性が共同利用になじまない。

伊達：レーザーは利用者側からも要望を出して行く事が必要だ。

芳田：共通実験室には、すでに n sec のルビーレーザーはある。

伊達：市場調査・評価をもっとやってもらいたい。

芳田：しかし、それだけでも困る。簡単には買えないものを作って使って下さい、というのが良い。ただ並べて使って下さい、というはどうも。

白鳥：特殊な例かも知れないが、普通に大学の研究室間で貸借している程度の単純な装置を物性研究のある研究室で使わせてくれと言ったら、共同利用施設専門委を通して言わされた、という話も聞いた。

芳田：所員の中には共同利用研意識の薄い人もいると感じる事もある。

近：良い装置を相互に貸借する、というのは物性研だけに頼る事はできない。

畠：装置の種類にもよる。簡単で負担少なく利用できるものもあってよい。

芳田：以前、予備費で超伝導磁石を買ったが、あまりに尖端的な 15 T のものを選んだために往生した。助手と技官がはりつきとなり He 消費量も多く使い難い。結局、使いやすい 10 T のものをまた買う事にした。

畠：簡単に使えるものは利用手続を簡略化してはどうか。

長谷田：もっと低水準のものは、全国あちこちに揃えた方が良いのではないか。

芳田：共同利用研に装置を集中しすぎると、全国の水準は下る。予算も削られる。

白鳥：思いつきだが、低温装置の温度較正をやるために原器を置くというようなタイプの共同利用はどうか。

中山：今回の研究会の名称は「物性研究の将来」となっているが、物性研究所の将来計画の検討を中心としたためこういう内容になった、という事を報告にあたって述べておいた方が良い。

伊達：今後もいろいろな角度からやって行く、という事だ。

3. 第10回アモルファスおよび液体半導体国際会議の日本開催について

豊沢委員より、表記会議を準備しているグループの依頼による下記報告があった。

この会議は、IUPAP委員会主催で隔年に開かれている。1983年の第10回会議の開催地として日本が有力候補となり準備が進められている。現在、学術会議と日本物理学会に共同主催を依頼中、また関連諸学会に協賛を依頼する予定である。学術会議のカテゴリーではCクラス、人数は約500名。組織委員長は川村肇氏、事務局長は森垣和夫氏。

4. 物性試料アンケート(案)について

(提案趣旨：伊達) 前回迄の議論に基づき、アンケートの試案を作った。御意見を伺いたい。
次回の物小委で実施するかどうかを決めたい。

白鳥：対象はどこか？集計、処理は？

伊達：物性グループの名簿によって出し、回答を編集し公表する。

山田：個人宛か。

伊達：グループ宛に出し、必要なら複写して複数回答してもらう。

佐々木：学会購入プログラムを宛先の参考にしてはどうか。

豊沢：物性に近い化学者で代表的な人に出してはどうか。

長谷田：出すのは良いが、答は異質だろうから処理には工夫が必要である。

白鳥：アンケートは物理室の立場で作られている。研究会でも出た話だが「マルマル○○○」の分析ならどこへ頼めばよい」というリストを作つて配る、という発想には、分析屋はいやな顔をするだろう。物理屋にとって便利にしようと思うと遠くなる。不便なところを苦労することがつきあいの第一歩ではないか。

長谷田：それは重々承知の上で、もう少しビジネスライクに進めないかと思う。

白鳥：結晶作りについて言えば、その仲間の「社会」ができると状況が少し変る様に思う。技官の事にしても同じだと思う。

長谷田：素人に評価してもらっても仕方がない，という誇を持って貰いたいと思うのだが……。

白鳥：宇宙船地球号というような話の時によく出てくる事で言えば、「下」でもっぱら船を漕いでいる人間が「お前の漕ぎっぷりは素晴らしい。自分で評価して（又は評価してやるから）満足しろ」と言われても……という事になる。

畠：化学者の方からの接近はないのか。相互にあれば問題は無い。

白鳥：「あれば」というのは駄目だ。そうでない人々が沢山いる。

長谷田：日常親しくしているから、というのも駄目だ。こちらも犠牲を払う必要はある。しかし、それは労力でなくビジネス（経費、日当など）でよい。無駄な汗を流す必要はない。

畠、白鳥：何を以て無駄とするのか。

伊達：原則的に良ければ、次回には決めたい。

次回の物性小委員会は、1981年2月の予定。

東京大学物性研究所の助手公募の通知

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

- (1) 研究室名及び公募人員数
理論部門 菅野研究室 助手 1名
- (2) 内 容
物性理論。特に経験の有無は問わないが、表面物性の研究に強い意欲をもつ人を希望する。
- (3) 資 格
応募資格としては修士課程修了、又はこれと同等以上の能力を持つ人。
- (4) 任 期
5年以内を原則とする。
- (5) 公募締切
昭和56年5月30日(土)
- (6) 就任時期
なるべく早い時期を希望する。
- (7) 提出書類
 - (イ) 推薦の場合
 - 推 薦 書(健康に関する所見を含む)
 - 履 歴 書
 - 主要業績リスト(必ずタイプすること)
 - 出来れば主要論文の別刷
 - (ロ) 応募の場合
 - 履 歴 書
 - 業績リスト(必ずタイプすること)
 - 主要論文の別刷
 - 所属の長又は指導教授等の本人についての意見書(宛先へ直送のこと)
 - 健康診断書
- (8) 宛 先
東京都港区六本木7丁目22番1号
東京大学物性研究所 総務課人事掛
〒106 電話(402)6231・6354

(9) 注意事項

菅野研究室助手公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

(10) 選考方法

東京大学物性研究所教授会で審査決定いたします。ただし、適任者のない場合は決定を保留いたします。

東京大学物性研究所長

芳 田 奎

お 知 ら せ

下記の要項で物性研短期研究会「アンダーソン局在」を開催いたします。奮ってご参加下さい。

日 時：4月23日（木）午後 — 25日（土）午後

場 所：物性研講義室

お問い合わせは世話人まで

京大基研 長岡洋介 (075-751-2111 ex 7022)

東大理 小林俊一 (03-812-2111 ex 4157)

学習院大理 川畑有郷 (03-986-0221 ex 487)

物性研 福山秀敏 (03-402-6231 ex 581)

開 催 主 旨

アンダーソン局在は不規則系における電子の基本的性質のひとつであり、長い間の研究から、易動端(E_c)、minimum metallic conductivity (σ_{min})、variable range hopping等重要な概念が得られてきた。このアンダーソン局在の理論的研究は、従来、殆んど計算機による数値計算によるものであったが、最近、1979年にスケーリング則に基づく解析的な方法が提案され、従来予想出来なかった新しい結論が得られている。即ち、3次元においては、 σ_{min} は存在せず、 E_c で連続的に電気伝導率は0となる。また、2次元金属は不純物散乱しか考えない限りは必ず $T=0K$ では電気伝導率は0となり、その前兆現象として、これが $\ln T$ に比例して減少する温度領域がある。このような新しい理論的結論は実験的にも検証されつつある。

このような最近の発展をふまえて、いろいろな分野で従来から意識されてきた問題と、新しく発生してきた問題を統一的に議論する機会として、上記の研究会を開きたい。なお、前述のように、2次元のアンダーソン局在には、極めて興味ある特殊な面があるが、これについては、55年度後期に、規模の小さい短期研究会を非公開で開き、討論を行い問題を煮つめてあり、今回のアンダーソン局在現象全体を議論する際にも重要なテーマのひとつとなる予定である。

昭和 56 年度 前期短期研究会一覧

| No. | 研究会名 | 開催予定期日 | 参加予定人員 | 世話人 |
|-----|-------------------------|------------------------------|--------|--|
| 1 | アンダーソン 局在 | 4月23日 ～ 4月25日 (3日間) | 50名 | 福山秀敏(物性研) 長岡洋介(京都大・基研) 小林俊一(東大・理) 川畑有郷(学習院大・理) |
| 2 | 強誘電体のア モルファス状 態 | 4月17日 ～ 4月18日 (2日間) | 50名 | 津屋昇(東北大・ 電通研) 宇野良清(日大・文理) 中村輝太郎(物性研) |
| 3 | マグネタイト の低温相 | 7月下旬 または 8月上旬 (2日間) | 40名 | 飯田修一(東大・理) 近角聰信(物性研) 山田安定(阪大・教養) 白鳥紀一(阪大・理) 水島公一(東大・理) |
| 4 | アモルファス 金属固体物理 の展望 | 8月31日 (1日間) | 70名 | 溝口正(学習院大・理) 井野博満(東大・生研) 竹内伸(物性研) |

外 来 研 究 員 一 覧

(昭和 56 年度 前 期)

嘱 託 研 究 員

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 |
|-----|--------------------------|---------|---------------------------------------|---|-------|
| 1 | 京 大 (基礎研) 助 教 授 | 米 沢 富美子 | 4/15~4/18 6/10~6/13 9/ 9~9/12 | IV族アモルファス半導体の電子状態 | 森 垣 |
| 2 | 岐 阜 大 (工) 助 教 授 | 仁 田 昌 二 | 4/20~4/23 6/22~6/25 8/24~8/27 | アモルファス・シリコンにおける光誘起欠陥の生成 | " |
| 3 | 日 大 (文 理) 教 授 | 宇 野 良 清 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | アモルファス PbTiO ₃ の構造の研究 | 中 村 |
| 4 | 島 根 大 (教 育) 教 授 | 酒 見 次 郎 | 4/ 6~4/17 | ロッシェル塩のピエゾライン | " |
| 5 | 名 大 (工) 助 教 授 | 沢 田 昭 勝 | 4/ 1~5/31 上記期間中 1泊 2日 (1回) | 圧電相からの真性強弾性相転移の研究 | " |
| 6 | 関 西 学 院 (理) 助 教 授 | 寺 内 嘉 崇 | 4/ 1~9/30 上記期間中 2泊 3日 (2回) | EXAFSによるアモルファス誘電体の研究 | " |
| 7 | お 茶 の 水 (理) 助 教 授 | 富 永 靖 德 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | KDPの相転移と格子力学 | " |
| 8 | 東京工芸大 (工) 助 教 授 | 伊 藤 進 一 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | 強誘電体のラマン散乱 | " |
| 9 | 帝 京 大 (薬) 講 師 | 光 井 俊 治 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | 非晶質 PbTiO ₃ の結晶化過程の誘電的、光学的研究 | " |
| 10 | 筑 波 大 (物理工学系) 助 手 | 小 島 誠 治 | 7/ 6~7/ 8 7/23~7/25 8/ 1~8/ 3 | 格子振動における非調和性と構造相転移 | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関係 所員 |
|-----|--------------------------------|---------|------------------------|--|----------|
| 11 | 分子研 助 教 授 | 塚 田 捷 | 5/19～5/20 7/ 6～7/ 7 | イオン結晶及び半導体表面の電子状態の理論 | 菅 野 |
| 12 | 静岡大 (工) 助 教 授 | 山 口 豪 | 5/ 1～5/ 2 7/10～7/11 | 多重散乱と多電子効果を取り入れた光電子分光の理論 | " |
| 13 | 北大 (触媒研) 教 授 | 宮 原 孝四郎 | 5/25～6/ 3 | 触媒作用と表面構造および物性 | 村 田 |
| 14 | 名大 (工) 助 教 授 | 一 宮 彪 彦 | 6/29～7/ 8 | 反射電子回折と電子分光法による結晶表面の研究 | " |
| 15 | 北大 (工) 助 教 授 | 田 中 虔 一 | 5/11～5/20 | M ₆ S ₂ の触媒作用の研究 | " |
| 16 | 東京農工大 (保健管理 センター) 教 授 | 西 坂 剛 | 4/ 1～9/30 週 1 日 | レーザー分光による生体物理の研究と医学への応用 | 黒 田 |
| 17 | 横浜国大 (工) 教 授 | 樋 口 治 郎 | 4/ 1～9/30 週 1 日 | 有機化合物の励起状態の電子構造 | 木 下 |
| 18 | 理化学研 研 究 員 | 小 林 常 利 | 4/ 1～9/30 週 6 日 | 液相・気相における有機分子種の紫外光電子分光 | " |
| 19 | 東 大 (養) 助 教 授 | 浅 野 摂 郎 | 4/ 1～9/30 週 2 日 | 固体電子状態計算のためのプログラム開発 | 寺 倉 |
| 20 | 兵庫教育大 助 教 授 | 足 立 裕 彦 | 5/11～5/14 6/15～6/18 | DV-X α クラスター法による遷移金属中不純物の相互作用 | " |
| 21 | 東北 大 (金属材料研) 助 手 | 片 岡 光 生 | 5/11～5/15 | 合金の長周期構造 | 斯 波 |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|-----------------------|------------------------------|-------------|--------------------|------|
| 22 | 阪 大 (基礎工) 助 教 授 | 望月和子 (留学研究員高野陽) 一の指導教官 | 4/ 1 ~ 9/30 | アクチナイド金属及びその化合物の磁性 | 守 谷 |
| 23 | 広 島 大 (理) 教 授 | 小林幸友 (留学研究員陣崎義) 信の指導教官 | 4/ 1 ~ 9/30 | 2次元 3He 系の研究 | 生 鳴 |

留学研究員

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関係 所員 |
|-----|---------------------|-------------------------------------|------------------------|---|----------|
| 1 | 広島大 (理) D.C.3 | 陣崎義信 (指導教官 広島大) (教授 小林幸友) | 4/ 1~9/30 | 2次元 ${}^3\text{He}$ 系の研究 | 生嶋 |
| 2 | 阪大 (基工) 研究 生 | 高岡陽一 (指導教官 阪大) (助教授 望月和子) | 4/ 1~9/30 | アクチナイド金属および その化合物の磁性 | 守谷 |
| 3 | 北大 (理) 研究 生 | 田中均洋 (指導教官 北大・理) (客員助教授 塩崎洋一) | 5/ 1~8/31 | 硫安系強誘電体 K_2SeO_4 の ferro・相の構造解析 | 星埜 |
| 4 | 北大 (理) M.C.1 | 吉田正子 (") | 5/15~5/25 7/20~7/30 | 硫安系強誘電体 K_2SeO_4 の相転移に伴う結晶構造 変化 | " |
| 5 | 北大 (理) M.C.2 | 加藤善猛 (") | 5/ 1~7/31 | 硫安系強誘電体 K_2SeO_4 の incommensurate 相の 結晶構造 | " |

施 設 利 用 (一般)

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関係 所員 |
|-----|------------------------|--------|--|---|-------------|
| 1 | 学習院 (理) 教 授 | 川路 紳治 | 4/ 1~9/30 上記期間中 2日間 (6回) | シリコンMOS反転層の 強磁場電流磁気効果 | 強磁場 (田沼) |
| 2 | 学習院 (理) 副 手 | 森山 次郎 | 4/ 1~9/30 上記期間中 2日間 (6回) | " | " |
| 3 | 学習院 (自然科学) M.C.1 | 馬場 俊祐 | 4/ 1~9/30 上記期間中 2日間 (6回) | " | " |
| 4 | 青山学院 (理工) 教 授 | 北村 則久 | 4/ 1~9/30 週 1日 | 超伝導トンネル効果を用 いた強磁性金属の研究 | " |
| 5 | 青山学院 (理工) M.C.1 | 甲斐 龍一郎 | 4/ 1~9/30 週 1日 | " | " |
| 6 | 筑波大 (物質工学) 教 授 | 小松原 武美 | 4/20~4/24 5/25~5/29 7/27~7/31 9/21~9/25 | Dense Kondo Lattice系 の $Ce_1-X La_x B_6$ の磁性 と伝導の研究 | " |
| 7 | 東北大 (理) M.C.3 | 佐藤 憲昭 | 4/20~4/24 5/25~5/29 7/27~7/31 9/21~9/25 | " | " |
| 8 | 信州大 (理) 助 教 授 | 永井 寛之 | 5/18~5/21 7/13~7/16 | $R(Fe, Mn)_2$ の磁化測 定による研究 (R =希土 類元素) | " |
| 9 | 東北大 (理) 助 手 | 鈴木 孝 | 4/22~4/24 5/20~5/22 7/22~7/24 9/ 8~9/10 | Ce プニクタイトのフェ ルミ面について | " |
| 10 | 東北大 (理) M.C.1 | 北沢 英明 | 4/22~4/24 5/20~5/22 7/22~7/24 9/ 8~9/10 | " | " |
| 11 | 電総研 技 官 | 吉広 和夫 | 4/ 1~9/30 上記期間中 2泊3日 (2回) | MOS反転層内電子のホ ール効果の精密測定 | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|---------------------------|---------|--------------------------------------|---|---------------|
| 12 | 電 総 研 技 官 | 木 下 摂 止 | 4/ 1～9/30 上記期間中 2泊3日 (2回) | MOS反転層内電子のホーク効果の精密測定 | 強磁場 (田沼) |
| 13 | 電 総 研 技 官 | 稻 垣 勝 哉 | 4/ 1～9/30 上記期間中 2泊3日 (2回) | " | " |
| 14 | 電 総 研 技 官 | 山 内 瞳 子 | 4/ 1～9/30 上記期間中 2泊3日 (2回) | " | " |
| 15 | 埼玉工大 講 師 | 大 貫 慎 瞳 | 4/ 1～9/30 週 1 日 (9回) | 遷移金属カルゴゲナイト 層間化合物の電気的性質 | 田 沼 |
| 16 | お茶の水 (理) 助 教 授 | 富 永 靖 德 | 4/ 1～9/30 上記期間中 9 日 間 | 誘電体の低温比熱 | 生 嶋 |
| 17 | お茶の水 (理) 助 教 授 | 池 田 宏 信 | 4/ 1～9/30 週 1 日 | 低次元系における相転移 | " |
| 18 | お茶の水 (理) 助 手 | 鈴 木 正 繼 | 4/ 1～9/30 週 1 日 | " | " |
| 19 | 九 大 (理) 助 手 | 日 高 昌 則 | 4/ 3～4/12 9/24～9/29 | 一次元磁性体 $(CH_3)_4N Mn Ce_3$ (TMMC) 類似 化合物のもつ相転移の比 熱による研究 | " |
| 20 | 九 大 (理) D . C . 1 | 井 上 清 志 | 4/ 3～4/12 9/24～9/29 | " | " |
| 21 | 東京工業大 (理) 助 手 | 江 間 健 司 | 4/ 1～9/30 週 1 日 | 強誘電体，反強誘電体の 相転移における比熱 | " |
| 22 | 北 教 大 (函館分校) 助 手 | 辻 見 裕 史 | 5/24～5/31 6/28～7/ 5 8/23～8/30 | Rb H Se O ₄ の相転移に伴 なう比熱の測定 | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関係所員 |
|-----|--------------------------|---------|-------------------------------------|--|------|
| 23 | 阪 大 (理) 講 師 | 白 鳥 紀 一 | 7/ 1~9/30 上記期間中 4泊5日 (2回) | マグネタイトの磁気抵抗 とピエゾ抵抗 | 近 角 |
| 24 | 埼 玉 大 (理) 非常勤講師 | 末 沢 慶 孝 | 4/ 1~9/30 週 3 日 | 磁壁移動におけるスピノ 熱励起の効果 | " |
| 25 | 東 北 大 (理) 助 教 授 | 柳 瀬 章 | 4/ 9~4/15 5/15~5/21 8/17~8/29 | 磁性化合物の電子構造 | 守 谷 |
| 26 | 信 州 大 (理) 助 教 授 | 永 井 寛 之 | 4/13~4/18 | 金属間化合物R-Mn系(R =希土類元素)のNMRによる研究 | 安 岡 |
| 27 | 埼 玉 大 (教 育) 助 教 授 | 津 田 俊 信 | 4/ 1~9/30 週 2 日 | VSx-VSex系の電荷密度波の研究 | " |
| 28 | 上 智 大 (理 工) 非常勤講師 | 井 上 望 | 4/ 1~9/30 週 4 日 | Ni S ₂ 近傍のペイライト型化合物の磁性 | " |
| 29 | 信 州 大 (理) 助 手 | 吉 江 寛 | 4/13~4/18 | R-Co金属間化合物のNMR | " |
| 30 | 東 北 大 (理) 助 手 | 笠 谷 光 男 | 4/13~4/18 | SmB ₆ 及びLa, Yb添加 SmB ₆ の核磁気緩和 | " |
| 31 | 山 口 大 (教養部) 助 教 授 | 相 原 正 樹 | 8/11~8/20 | コヒーレントな非線形共鳴光散乱 | 豊 沢 |
| 32 | 東 北 大 (理) 助 手 | 萱 沼 洋 輔 | 7/27~7/29 | 電子励起状態の格子緩和 と光スペクトル | " |
| 33 | 山 口 大 (工業短大) 助 教 授 | 鶴久森 正 穂 | 4/20~4/25 | シリコンの光電効果 | 森 垣 |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|---------------------------|---------|----------------------------|---------------------------------|-------|
| 3 4 | 東京工専 助 教 授 | 津 金 祥 生 | 4/ 1 ~ 9/30 週 2 日 | アモルファス半導体における輸送現象 | 森 垣 |
| 3 5 | 東 大 (生産技術研) 助 手 | 佐 藤 乙 丸 | 4/ 1 ~ 7/31 8 週 25 日 | 工業製品中の自然放射能の分析並びに印画紙とフィルムの放射化分析 | R . I |
| 3 6 | 東 大 (工) 助 教 授 | 山 本 良 一 | 4/ 1 ~ 9/30 週 2 日 | (S N)x 単結晶の作製 | 中 田 |
| 3 7 | 東京家政大 助 教 授 | 渡 辺 丕 俊 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | ゲル法による結晶成長の研究 | " |
| 3 8 | 金 沢 大 (理) 講 師 | 石 原 裕 | 5/18 ~ 5/23 7/13 ~ 7/18 | Ge Se の結晶成長機構の研究 | " |
| 3 9 | 東 大 (工) 文部技官 | 鈴 木 泰 之 | 4/ 1 ~ 9/30 週 2 日 | Polydiacetylene(PTS)の単結晶作製 | " |
| 4 0 | 東 大 (工) D . C . 1 | 羽多野 豪 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | 遷移金属カルコゲナイト単結晶の育成 | " |
| 4 1 | 東 大 (工) M . C . 1 | 和 田 芳 樹 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | 有機半導体の光物性 | " |
| 4 2 | 東 大 (工) D . C . 3 | 十 倉 好 紀 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | " | " |
| 4 3 | 福岡工大 (教養物理) 助 教 授 | 中 村 勝 弘 | 4/30 ~ 5/ 2 8/ 3 ~ 8/ 8 | 半導体表面における化学吸着 | 菅 野 |
| 4 4 | 京 大 (理) D . C . 3 | 沢 田 信 一 | 5/18 ~ 5/23 7/13 ~ 7/18 | 表面物性 | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|----------------------------|---------|--|---|---------|
| 45 | 山梨大 (教育) 講 師 | 川 村 隆 明 | 4/13~4/14 5/11~5/12 7/20~7/23 9/12~9/13 | 反射電子回折による表面 波共鳴条件での表面構造 | 村 田 |
| 46 | 宮崎大 (工) 教 授 | 中 村 孔 治 | 5/25~5/31 | a-Si 及び化合物半導体 に関するピコ秒光電子現象 | 塩 谷 |
| 47 | 実験動物研 究 員 | 中 西 友 子 | 4/ 1~9/30 週 2 日 | 種々のサルの血液を用い た白血球の機能検査 | " |
| 48 | 神戸大 (理) 助 教 授 | 山 形 一 夫 | 7/11~7/24 8/27~9/ 9 | 蟻酸銅の反強磁性共鳴 | 阿 部 |
| 49 | 横浜国大 (工) 助 手 | 八 木 幹 雄 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | 有機化合物の励起三重項 状態 | 木 下 |
| 50 | 千葉大 (工) 助 手 | 日 野 照 純 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | 有機固体の吸収スペクト ル | " |
| 51 | 東 大 (教養学部) D . C . 3 | 矢 島 裕 介 | 4/ 1~9/30 週 1 日 | 光検出磁気共鳴法による 有機分子のりん光に対する 内部重原子効果の研究 | " |
| 52 | 東京工業大 (工業材研) 教 授 | 丸 茂 文 幸 | 5/25~5/30 6/22~6/27 7/20~7/25 | 非晶質ゲルマニウム酸塩 化合物の EXAFS による 構造研究 | 細 谷 |
| 53 | 明治学院 非常勤講師 | 岩 田 深 雪 | 4/ 1~9/30 週 3 日 | EXAFS による部分構造 解析 | " |
| 54 | 東北大 (工) 助 教 授 | 野 田 泰 稔 | 7/20~8/ 7 | α -Mn S 結晶内の電子密 度分布 | 斉 藤 |
| 55 | 熊本大 (理) 助 教 授 | 藤 井 淳 浩 | 8/ 1~8/31 上記期間中 7泊8日 (1回) | タリウムハライドにおける 強励起下の共鳴ラマン 散乱 | 小 林 |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|-------------------------------|---------|---|----------------------------------|------|
| 5 6 | 北 大 (理) 助 教 授 | 中 原 純一郎 | 8/ 1 ~ 8/31 上記期間中 7泊 8日 (1回) | タリウムハライドにおける 強励起下の共鳴ラマン散 乱 | 小 林 |
| 5 7 | 広 島 大 (工) 助 手 | 多 幾 山 憲 | 8/ 1 ~ 8/31 上記期間中 14泊 15日 (1回) | " | " |
| 5 8 | 広 島 大 (工) 助 手 | 藤 田 俊 昭 | 8/ 1 ~ 8/31 上記期間中 14泊 15日 (1回) | " | " |
| 5 9 | 横 浜 国 大 (工) 助 教 授 | 栗 田 進 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | IVa 族遷移金属カルコゲ ナイトの光学的性質 | " |
| 6 0 | 横 浜 国 大 (工) M . C . 2 | 石 坂 样 司 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | " | " |
| 6 1 | 長 崎 大 (教養部) 教 授 | 岩 永 浩 | 4/ 2 ~ 4/ 6 7/ 6 ~ 7/10 | ZnO 結晶の電子線照射 による転位ループの研究 | 竹 内 |
| 6 2 | 名 工 大 (工) 助 教 授 | 守 屋 健 | 4/10 ~ 4/15 7/10 ~ 7/15 | 銅合金の音速の測定 | " |
| 6 3 | 長 崎 大 (教養部) 助 手 | 義 家 敏 正 | 5/28 ~ 6/ 2 8/27 ~ 9/ 1 | CaS中の原子空孔の拡散 | " |
| 6 4 | 東 京 理 大 (理) 助 手 | 松 野 直 | 4/ 1 ~ 9/30 週 4 日 | 融点近傍におけるビスマスの音速測定 | " |
| 6 5 | 東 京 理 大 (理) D . C . 2 | 穀 内 正 幸 | 4/ 1 ~ 9/30 週 4 日 | " | " |
| 6 6 | 千 葉 大 (理) 助 教 授 | 木 下 肇 | 4/ 1 ~ 9/30 週 2 日 | 超高压条件下での造岩鉱物の弾性定数の測定 | 秋 本 |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|---------------------------|---------|------------------------|-------------------------------------|------|
| 67 | 阪 大 (基礎工) 助 教 授 | 遠 藤 将 一 | 4/13~4/18 5/11~5/23 | 超高压下における $C\alpha S$ のX線解析と光吸收測定 | 秋 本 |
| 68 | 阪 大 (基礎工) M . C . 2 | 大 野 吉 和 | 4/13~4/18 5/11~5/23 | " | " |
| 69 | 阪 大 (基礎工) M . C . 2 | 小 川 吉 司 | 4/13~4/18 5/11~5/23 | " | " |
| 70 | 金 沢 大 (理) 助 手 | 赤 荻 正 樹 | 4/27~5/ 2 | 高温高圧下での珪酸塩鉱物高圧相の合成 | " |
| 71 | 東京電機大 (工) 教 授 | 本 間 和 明 | 4/ 1~9/30 週 2~3日 | アモルファス・シリコン 薄膜の物性 | 箕 村 |
| 72 | 阪 大 (工) 助 教 授 | 平 木 昭 夫 | 5/20~5/21 | アモルファス・シリコン 合金の組成と構造 | " |
| 73 | 阪 大 (工) 助 手 | 井 村 健 | 7/22~7/24 | " | " |
| 74 | 阪 大 (工) M . C . 1 | 大 引 徹 | 7/22~7/24 | " | " |
| 75 | 阪 大 (工) M . C . 1 | 寺 内 均 | 5/20~5/22 7/22~7/24 | " | " |
| 76 | 阪 大 (工) M . C . 1 | 田 代 衛 | 5/20~5/22 | " | " |
| 77 | 東 邦 大 (理) 講 師 | 酒 井 ノブ子 | 4/ 1~9/30 週 2 日 | アモルファス Si : H の高 圧物性 | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|------------------------|---------|---|----------------------------|---------|
| 78 | 法政大 (工) 助 手 | 浜 中 広 見 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | カルコゲナイト系アモルファス半導体の光構造変化 | 箕 村 |
| 79 | 静岡大 (理) 助 手 | 石 館 健 男 | 4/24 ~ 4/25 5/28 ~ 5/29 6/25 ~ 6/26 | 超高压下における固体の 非線形光学の研究 | " |
| 80 | 明星大 (理工学部) 助 教 授 | 菅 野 等 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | 高压下のガラス状態の研 究 | " |
| 81 | 電 総 研 技 官 | 村 田 恵 三 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 12回 | 圧力下におけるポリアセチレンの電気伝導の温度依存性 | " |
| 82 | 京都産業大 (理) 助 教 授 | 桜 井 明 夫 | 5/27 ~ 5/30 7/20 ~ 7/25 | 低次元超伝導体の磁性 | 芳 田 |
| 83 | 岡 山 大 (理) 助 教 授 | 川 端 親 雄 | 5/12 ~ 5/15 8/24 ~ 8/27 | ハイゼンベルグ模型の動的 的 シュミレーション | 高 橋 |
| 84 | 東 北 大 (工) 助 手 | 山 崎 義 武 | 4/ 3 ~ 4/ 7 7/13 ~ 7/17 | くりこみ理論を用いた相 転移の研究 | " |
| 85 | 奈良県立医科大 (医) 講 師 | 赤 井 久 純 | 7/ 2 ~ 7/ 4 | 固体電子状態の計算のプ ログラム開発 | 寺 倉 |
| 86 | 青山学院 (理 工) 講 師 | 塩 谷 百 合 | 4/ 1 ~ 9/30 週 1 日 | 置換型二元合金中の電子 の運動量密度分布 | " |
| 87 | 東 北 大 (理) 助 手 | 吉 田 博 | 4/26 ~ 4/30 7/26 ~ 7/30 | 遷移金属中の不純物の電 子構造 | " |
| 88 | 東京家政大 助 教 授 | 渡 辺 玲 俊 | 4/ 1 ~ 9/30 週 2 日 | 固体表面の物理 | 中 島 |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|-------------------------|---------|--|--------------------------|--------------|
| 89 | 名 大 (理) 助 手 | 三 宅 和 正 | 4/20~4/28 6/1~6/8 | クーパーベアと2原子分子 | 中 島 |
| 90 | 幾徳工業大 助 教 授 | 宍 戸 文 雄 | 4/1~9/30 週 1 日 | 多層薄膜の厚さ方向の輸送現象 | 中 村 |
| 91 | 東 大 (生産技術研) 助 教 授 | 井 野 博 満 | 4/1~9/30 週 2 日 | 液体急冷用合金試料の作成 | 試料作成 (共通) |
| 92 | 東 大 (生産技術研) 講 師 | 七 尾 進 | 4/1~9/30 週 1 日 | 金属元素系非晶質合金の研究 | " |
| 93 | 信 州 大 (理) 講 師 | 犀 川 和 彦 | (5/1~5/2) (6/5~6/6) (7/10~7/11) (9/18~9/19) | 非平衡統計物理学・量子光学 | 図書利用 (細谷) |
| 94 | お茶の水 (理) 助 手 | 鈴 木 正 繼 | 4/1~9/30 週 1 日 | 低次元磁性体の動的臨界現象に関する研究 | " |
| 95 | 青山学院 (理工学部) 助 教 授 | 木 村 臣 司 | 4/1~9/30 週 2 日 | Josephson効果を用いた熱雑音温度計の開発 | 永 野 |

施設利用(中性子)

| No. | 所属 | 氏名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|----------------------|--------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 1 | 新潟大 (医療短大) 助教授 | 飯田 恵一 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | 液体Mg-Bi合金の中性子回折 | 中性子回折 (共通) 東海 |
| 2 | 新潟大 (教養部) 講師 | 本間 興二 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | " | " |
| 3 | 新潟大 (理) 教 授 | 田巻 繁 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | PbF ₂ の中性子回折 | " |
| 4 | 東北大 (選鉱研) 講師 | 早稲田 嘉夫 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | " | " |
| 5 | 新潟大 (医療短大) 助手 | 武田 信一 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | " | " |
| 6 | 山形大 (理) 教 授 | 佐藤 経郎 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | CuTlTe ₂ -Tl系液体の中性子回折 | " |
| 7 | 山形大 (理) 助教授 | 植村 治 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | " | " |
| 8 | お茶の水 (理) 教 授 | 伊藤 厚子 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (2回) | 容易軸の直交する磁性体 混晶の中性子回折 | " |
| 9 | お茶の水 (理) 助手 | 森本 せつ | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (2回) | " | " |
| 10 | お茶の水 (理) 助教授 | 池田 宏信 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (2回) | 低次元系の中性子散乱 | " |
| 11 | お茶の水 (理) 助手 | 鈴木 正継 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (2回) | " | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研究題目 | 関係所員 |
|-----|-------------------------|---------|--|---|----------------------|
| 12 | お茶の水 (理) M.C.2 | 阿 部 友 子 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (2回) | 低次元系の中性子散乱 | 中性子回折 (共通) 東 海 |
| 13 | 阪 大 (基礎工) 助 教 授 | 松 浦 基 浩 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4泊5日 (1回) | 蟻酸マンガンとその亜鉛 混晶の中性子回折 | " |
| 14 | 阪 大 (基礎工) M.C.1 | 村 上 洋 一 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4泊5日 (1回) | " | " |
| 15 | 阪 大 (基礎工) M.C.2 | 小 山 晋 之 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4泊5日 (1回) | " | " |
| 16 | 筑 波 大 (物 理) 助 教 授 | 長 沢 博 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 2泊3日 (3回) | 擬一次元導体 β -Na ₃₃ V ₂ O ₅ の電荷 揺動 | " |
| 17 | 千 葉 大 (理) 助 教 授 | 山 田 黙 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 6泊7日 (1回) | (CH ₃) ₄ NMnCl ₃ [TMMC] 類似化合物の相転移 | " |
| 18 | 九 大 (理) 助 手 | 日 高 昌 則 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 12泊13日 (1回) | " | " |
| 19 | 九 大 (理) D.C.3 | 山 下 茂 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 12泊13日 (1回) | " | " |

施設利用 (S O R)

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関係所員 |
|-----|---------------------------|---------|--|--------------------------------------|---------------|
| 1 | 大阪電通大 (電子物性工) 助 教 授 | 谷 口 一 雄 | 6/ 8 ~ 6/15 6/18 ~ 6/22 9/ 7 ~ 9/ 9 9/12 ~ 9/14 9/18 ~ 9/21 9/25 ~ 9/28 | S . R 励起螢光 X線法による 価電子帯電子構造の 研究 | S O R (神前) |
| 2 | 阪 大 (工) 教 授 | 井 本 正 介 | 9/16 ~ 9/17 | " | " |
| 3 | 阪 大 (工) 助 教 授 | 三 宅 千 枝 | 9/18 ~ 9/20 | " | " |
| 4 | 兵庫教育大 助 教 授 | 足 立 裕 彦 | 6/ 8 ~ 6/11 9/ 9 ~ 9/12 9/22 ~ 9/27 | " | " |
| 5 | 阪 大 (工) M . C . 1 | 竹 内 英 雄 | 6/12 ~ 6/15 9/ 7 ~ 9/13 9/21 ~ 9/28 | " | " |
| 6 | 阪 大 (工) M . C . 1 | 穴 田 博 之 | 6/17 ~ 6/22 9/14 ~ 9/20 | " | " |
| 7 | 名 大 (理) 教 授 | 山 寺 秀 雄 | 9/10 ~ 9/11 | " | " |
| 8 | 名 大 (理) 助 手 | 佐々木 研 一 | 6/17 ~ 6/22 9/13 ~ 9/17 | " | " |
| 9 | 名 大 (理) D . C . 3 | 佐 野 充 | 6/13 ~ 6/17 9/ 7 ~ 9/12 9/18 ~ 9/21 | " | " |
| 10 | 宇都宮 大 (工) 教 授 | 杉 浦 主 稔 | 6/20 ~ 6/22 9/12 ~ 9/13 | " | " |
| 11 | 東 大 (養) D . C . 2 | 藤 間 一 美 | 9/18 ~ 9/27 | " | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|---------------------------|---------|-------------------------------------|--|-----------------|
| 12 | 東 大 (養) 教 授 | 伊 藤 隆 | 9/14~10/5 3 週 間 | シンクロトロン軌道放射光による放射線生物学の研究—130~230nm領域における作用スペクトルの測定 | S O R (神前) |
| 13 | 立 大 (理) 助 教 授 | 檜 枝 光太郎 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 14 | 筑 波 大 (生物科学系) 講 師 | 小 林 克 己 | 6/25~6/28 7/2~7/5 | " | " |
| 15 | 東 大 (医) 教 授 | 岡 田 重 文 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 16 | 東 大 (医) 助 手 | 中 村 典 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 17 | 放 医 研 (生物研究部) 主任研究官 | 山 田 武 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 18 | 国立がんセンター (放射線) 室 長 | 宗 像 信 生 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 19 | 放 医 研 主任研究員 | 松 本 信 二 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 20 | 東 海 大 (医) 助 手 | 前 沢 博 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |
| 21 | 神 戸 大 (医) 助 教 授 | 篠 原 邦 夫 | 9/18~9/19 9/25~9/26 10/2~10/3 | " | " |
| 22 | 東 大 (理) D . C . 2 | 伊 藤 敦 | 9/14~10/5 3 週 間 | " | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|---------------------------|-----------|--|---|---------------|
| 23 | 東 大 (理) 講 師 | 三 須 明 | 4/20 ~ 5/18 4週間 | アルカリ・ハライドの p 内殻および III-V 族半導体の d 内殻励起遷移のビエゾ反射率スペクトル | S O R (神前) |
| 24 | 東 大 (理) 助 手 | 福 谷 博 仁 | 4/20 ~ 5/18 4週間 | " | " |
| 25 | 東 大 (理) D . C . 1 | 山 田 章 夫 | 4/20 ~ 5/18 4週間 | " | " |
| 26 | 東 大 (工) 教 授 | 国 府 田 隆 夫 | 5/25 ~ 6/22 | アルカリ土類カルコゲナイトおよびユーロピウムカルコゲナイト結晶の V UV 反射分光 | " |
| 27 | 東 大 (工) 技 官 | 金 子 良 夫 | 5/25 ~ 6/22 | " | " |
| 28 | 東 工 大 (理) 助 教 授 | 旗 野 嘉 彦 | 6/29 ~ 7/ 6 9/14 ~ 9/28 | SOR パルス特性を用いた反応ダイナミクス | " |
| 29 | 東 工 大 (理) 助 手 | 新 坂 恭 士 | 6/29 ~ 7/ 6 9/14 ~ 9/28 | " | " |
| 30 | 高 工 ネ 研 教 授 | 佐 々 木 泰 三 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 28日間 | " | " |
| 31 | 都 立 大 (理) 助 手 | 石 井 広 義 | 5/18 ~ 5/23 5/25 ~ 5/30 6/ 1 ~ 6/ 6 6/ 8 ~ 6/13 | 希土類金属とその合金の光電子スペクトル | " |
| 32 | 都 立 大 (理) M . C . 2 | 大 熊 春 夫 | 5/18 ~ 5/23 5/25 ~ 5/30 6/ 1 ~ 6/ 6 6/ 8 ~ 6/13 | " | " |
| 33 | 都 立 大 (理) 助 教 授 | 羽 生 隆 昭 | 5/18 ~ 5/23 5/25 ~ 5/30 6/ 1 ~ 6/ 6 6/ 8 ~ 6/13 | " | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|----------------------------|---------|---|--|---------------|
| 3 4 | 都立大 (理) 教 授 | 山 口 重 雄 | 5/18～5/23 5/25～5/30 6/ 1～6/ 6 6/ 8～6/13 | 希土類金属とその合金の 光電子スペクトル | S O R (神前) |
| 3 5 | 名 大 (プラズマ研) 助 手 | 大 谷 俊 介 | 5/11～5/16 5/19～5/23 5/25～5/30 6/ 8～6/15 | 光電離における電子相関 効果の研究 | " |
| 3 6 | 名 大 (プラズマ研) 助 教 授 | 大 塚 正 元 | 5/11～5/16 5/18～5/23 | " | " |
| 3 7 | 名 大 (プラズマ研) 研 究 生 | 前 沢 秀 樹 | 5/11～5/16 5/19～5/23 5/25～5/30 6/ 1～6/ 6 6/ 8～6/15 | " | " |
| 3 8 | 上 智 大 (理 工) 助 手 | 脇 谷 一 義 | 5/11～6/15 | " | " |
| 3 9 | 新 洩 大 (理) 助 手 | 檀 上 篤 德 | 5/11～5/16 5/20～5/23 6/ 3～6/ 6 6/10～6/15 | " | " |
| 4 0 | 高 工 ネ 研 教 授 | 佐々木 泰 三 | 4/ 1～9/30 上記期間中 3 日 間 | BF ₃ ガスの内殻励起による 光電子及び Auger 電子 分光 | " |
| 4 1 | 東 大 (教養学部) M . C . 1 | 金 森 英 人 | 4/ 1～9/30 上記期間中 3 日 間 | " | " |
| 4 2 | 東 大 (教養学部) M . C . 1 | 玉 虫 秀 一 | 4/ 1～9/30 上記期間中 3 日 間 | " | " |
| 4 3 | 東 大 (教養学部) D . C . 1 | 鈴 木 芳 生 | 4/ 1～9/30 上記期間中 3 日 間 | " | " |
| 4 4 | 東 大 (教養学部) D . C . 2 | 藤 間 一 美 | 4/ 1～9/30 上記期間中 3 日 間 | " | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|----------------------------|---------|---|--|---------------|
| 4 5 | 名 大 (プラズマ研) 助 手 | 大 谷 俊 介 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 28 日間 | BF ₃ ガスの内殻励起による光電子及びAuger電子分光 | S O R (神前) |
| 4 6 | 高 エ ネ 研 教 授 | 佐々木 泰 三 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4 日 間 | 凝縮相 BF ₃ の内殻励起による光吸収 | " |
| 4 7 | 東 大 (教養学部) D . C . 1 | 鈴 木 芳 生 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4 日 間 | " | " |
| 4 8 | 東 大 (教養学部) M . C . 1 | 金 森 英 人 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4 日 間 | " | " |
| 4 9 | 東 大 (教養学部) M . C . 1 | 玉 虫 秀 一 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4 日 間 | " | " |
| 5 0 | 東 大 (教養学部) D . C . 2 | 藤 間 一 美 | 4/ 1 ~ 9/30 上記期間中 4 日 間 | " | " |
| 5 1 | 東 北 大 (理) 教 授 | 佐 川 敬 | 4/12 ~ 4/15 4/21 ~ 4/23 4/30 ~ 5/ 2 | 光電子励起における終状態の運動量不確定性 | " |
| 5 2 | 東 北 大 (理) 助 教 授 | 河 野 省 三 | 4/12 ~ 4/27 5/ 2 ~ 5/13 | " | " |
| 5 3 | 東 北 大 (理) 助 手 | 鈴 木 章 二 | 4/12 ~ 4/18 4/26 ~ 5/13 | " | " |
| 5 4 | 東 北 大 (理) D . C . 2 | 高 桑 雄 二 | 4/12 ~ 4/17 | " | " |
| 5 5 | 東 北 大 (理) M . C . 1 | 高 橋 信 一 | 4/12 ~ 5/13 | " | " |

| No. | 所 属 | 氏 名 | 研究期間 | 研 究 題 目 | 関 係 所 員 |
|-----|---------------------|-------|------------------------|----------------------|---------------|
| 56 | 東北大 (理) M.C.2 | 横塚 達男 | 4/12~5/13 | 光電子励起における終状態の運動量不確定性 | S O R (神前) |
| 57 | 静岡大 (工) 助教授 | 山口 豪 | 5/11~5/12 6/29~6/30 | 遷移金属化合物の内殻励起 - 理論と実験 | " |

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A.

- No. 1098 Anisotropic Superconductivity in the Graphite Potassium-Amalgam Intercalation Compound C_8KHg . by Yoji Koike and Sei-ichi Tanuma.
- No. 1099 Unit Cell Step Structure on Vapour Grown $CdCr_2Se_4$ Single Crystals. by Ichiro Nakada.
- No. 1100 Ground State of the Periodic Anderson Hamiltonian. by Kosaku Yamada and Kei Yosida.
- No. 1101 Effects of Higher Landau Levels and Valley Degeneracy on Charge Density Wave Instability of Two-Dimensional Electrons in Strong Magnetic Field. by Daijiro Yoshioka and Hidetoshi Fukuyama.
- No. 1102 Far-Infrared Magnetoreflection in Bismuth and Bismuth-Antimony Alloys in High Magnetic Fields. by Kenji Hiruma, Giyuu kido and Noboru Miura.
- No. 1103 Systematic Variation of Hyperfine Field and Relaxation Time of Substitutional Impurity Nuclei in Ferromagnetic Iron. by Hiroshi Yoshida, Kiyoyuki Terakura and Junjiro Kanamori.
- No. 1104 Preparation of $(SN)_x$ Single Crystals with Monitor System for Crystal Growth. by Ichiro Nakada.
- No. 1105 Photoacoustic Detection of Paramagnetic Resonance in Solids. by Izumi Hirabayashi, Kazuo Morigaki and Yoshio Sano.
- No. 1106 An N-Pattern Display for an SSD X-Ray Diffractometer. by S. Hosoya, T. Sakamaki, Y. Nakano and T. Fukamashi.

- No. 1107 Magnetization Measurements of Two-Dimensional Planar Ferromagnet K_2CuF_4 . by Kinshiro Hirakawa, Kazumasa Itai, Koji Ubukoshi.
- No. 1108 Atomistic Process of Plastic Deformation in a Model Amorphous Metal. by Koji Maeda and Shin Takeuchi.
- No. 1109 Magnetic-Field-Induced Coupling Between One-Magnon and Two-Magnon States in TMMC. by Koichi Osano and Hiroyuki Shiba.
- No. 1110 Picosecond Relaxation Processes of High Density Electron-Hole Plasma in CdSe. by Hidemi Yoshida, Hiroshi Saito and Shigeo Shionoya.
- No. 1111 NMR Study of a Valence Fluctuating Compound SmB_6 . by Masashi Takigawa, Hiroshi Yasuoka, Yoshio Kitaoka, Takaho Tanaka and Yishio Ishizawa.
- No. 1112 Charge Transfer Instability with Structural Change I. Two-Sites Two-Electrons System. by Yutaka Toyozawa.

編 集 後 記

今年の冬は、各地とも厳しい寒さに見舞われましたが、今日は4月上旬の暖かさとか…………、この号が皆様のお手元に届く頃には、寒さも大分やわらぎ、多くの地方では早春のさわやかさが到来していること思います。

本号には、「研究室だより」、「短期研究会報告」各3篇を掲載しました。また前号の特集に関連して、国府田氏から御寄稿を頂きました。執筆者の方々にお礼申し上げます。

編集部では、皆様の御寄稿をお待ちしています。

次号の原稿〆切は4月10日です。

(2月16日記)

〒106 東京都港区六本木7丁目22番1号
東京大学物性研究所

森 垣 和 夫

