

物性研だより

第21卷
第6号

1982年3月

目 次

○ 物性研についての雑感	川 村 清	1
○ 中国に旅して	田 沼 静 一, 永 野 弘	4
○ 物性研究所に着任して	渡 部 俊太郎	10
研究室だより		
○ 中田研究室	中 田 一 郎	12
物性研短期研究会報告		
○ 表面吸着種の光学的特性 とくに Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) とその周辺	22	
○ 世話人 市村昭二, 末高 治, 山田晴河	36	
○ 原研改3号炉新設中性子散乱装置群	36	
世話人 伊藤雄而, 遠藤康夫, 山口泰男, 飯泉 仁, 池田宏信, 星埜禎男, 平川金四郎	56	
物性研談話会	56	
物性研ニュース		
○ 昭和56年度 後期短期研究会予定	57	
○ 昭和57年度 前期短期研究会一覧	58	
○ 昭和57年度 前期外来研究員一覧	59	
○ 昭和57年度 人事選考協議会委員名簿	87	
○ 昭和57年度 共同利用施設専門委員会委員名簿	87	
○ 昭和57年度 外来研究員等委員会委員名簿	88	
○ 人事異動	88	
○ テクニカルレポート新刊リスト	89	
○ 物性研短期研究会講演募集	90	

編集後記

東京大学物性研究所

物性研についての雑感

広島大 理 川 村 清

広島大学の故藤原武夫教授は、物性研設立を準備中の物小委の席上で、「もし物性研究所の設立が必要であると結論されたなら、そのために各大学が相当な苦労と影響を受けることがあっても、造らなければなりませぬぞ」と発言されたそうである。¹⁾ 物性研は、当時の日本の物性研究者の悲愴で熱っぽい期待を受けて設立された。それは、経済白書が「もはや戦後は終わった」と安堵の気持を表わしたばかりの頃で、ヘリウム液化機さえ、各大学が持つことは不可能な時代であった。そこで、ささやかな国費を重点投資し、せめて一ヶ所でも、諸外国と肩を並べて研究できる機関を作ろうという願いを込めて、物性研は設立された。

その後の日本の経済発展は目覚しく、それに伴って、各地の大学の研究環境も整備されてきた（もちろん、いわゆる大大学と地方大学との間、国立大学と公私立大学との間に横たわるギャップは未だ解決されていないが、それを論ずるのがこの小文の目的ではないので、その問題からは完全に視線をそらした言い方をさせていただく）。ヘリウム液化機を利用できるのは金研を除いて物性研だけという時代はとっくに終わったばかりか、分野によっては、物性研をしのぐ能力を持つ装置があちこちで見られるようになってきた。なかには、外国からわざわざ装置を使いに研究者が来訪する研究機関も現われるような御時勢である。もちろん、そこから生まれてくる研究成果も、（かつての「紙と鉛筆で勝負出来る理論物理」に限らず）物性物理学の広い分野で、世界のトップをいく量と質を確保していると多くの物性研究者は自負している。

このような環境の変化を無視したまま、設立当初の体制で進んでいけば、物性研は、日本の中の一研究機関に過ぎなくなってしまう。そのような事態が続くと、それはやがて、日本の物性研究全体のレベルの向上の足をも引張りかねない。それを防ぐために、物性研は（設立当初の「日本の物性研究のピークを作る」という目標を超えて）世界の物性研究のピークを作ることを狙って再出発しなくてはならなかった。物性研が大部門制に改組され、施設・設備の更新に動き出したのは、いわば時代の要請であった。それにしても、実験物理学の分野で幅広く戦線をひろげて世界のピークを作り出そうとは、われわれ日本の物性研究者も、ずい分氣宇壮大になってきたものである。

しかし、今日、強気になっているのは、物性研究者だけではない。物性研設立当初、日本の自動車工業もやはり世界の先進諸国から遅れをとっていたのだが、今日では、欧米諸国を悩ませるほどにまで成長した。自動車工業の技術者も労働者も、自分達の技術や労働に相当な自信を持っているであろう。それのみか、日本工業の多くの分野での海外進出を見て、日本人全体にかつての「一等

国」国民のおごり、たかぶりのようなものが見られるようにさえなってきた。

ここで自動車工業のことを持ち出したのは、他人を批判することによって自己批判のポイントを摑み、今後の日本の物性研究、とくに物性研の進む道をさぐりたいからである。

その観点から教訓的なことは、欧米工業のあとを追ってきた日本工業がここまで発展しながら、欧米に文化的インパクトを与えていないということである。同じようにアメリカを追いかけていたソ連がスパートニクを一発打ち上げただけで、アメリカの教育界が上を下への大騒ぎになったのとは大違いである。わが国の技術に対する評価が低いことの証拠であろう。

その理由は二つあると思う。一つは、日本が本質的に独創的なアイディアを発表していないという言い古された真実によるものである。もう一つ私が気になるのは、日本がロマンを伴うような名作を生産していないことである。前者について、最近の新聞で面白いことを読んだ。通産省の試算によると、自動車に関する技術料は、いまだ輸入超過なのだろう。なんのことではない、日本人は、欧米人のアイディアの下に、黙々と汗を流して日銭を稼いでいるに過ぎない。

私が特に強調したいのは、第二の点に関連して、今日欧米に経済的インパクトを与えていた日本の自動車は大衆車であるという事実である。すなわち、日本は、ロールスロイスのような伝説上の名車を生み出したわけではないということである。この点は大切なことであって、日本が汚染物質をたれ流して高度成長をなしとげたという事実と共に、現代の日本経済を支える日本人の価値観に対する評価を低くしているだろう。「野蛮が文明に攻撃をしかけてきた」と、内心思われているのだとしたら、経済摩擦は、民族的反目にすらなりかねない。幸いなことに、近年、東にも西にも品のよくない国が多く目立つから日本は救われているのではなかろうか。

話を物性研究に戻そう。たしかに、今日の日本の物性研究のレベルは高くなっているのだろうがアイディアの「輸出入」の収支は、バランスしているのだろうか。われわれが生産しているペーパーには、お徳用の普及品が多すぎないだろうか。その現状を突破することを（自分のことは棚に上げて）これから物性研に期待したいのである。

科学研究の高級品は、まず第一に、人類未踏の地に奥深く入りこむことである。その点、この地上での「極限」を求めて、物性研が世界の記録更新という果てしない航海に乗り出したことは、当然とはいえ、よろこばしい。しかし、本当の高級品は、前にも述べたように、ロマンが感じられるものでなくてはならない。そして、ロマンは、お金と人力から生まれるものではない。それは、アイディアから生まれるものである。私が阪大強磁場の話をうかがったとき、陶酔にも似た気持ちを抱いたのは、伊達先生の話術のためではなく、磁場の圧力を分散させるためのアイディアのためだと思っているが、物性研が開始した記録レースにまつわる数々のエピソードを早く聴かせていただきたいものである。

最後に、高級品を作り出す人々について書いておきたい。普及品を作るのに天才は要らないが、

名作を作るには天才が必要である。そして、言い古されたことだが、天才と狂気は紙一重である。物性研に限らず、日本の科学界は、今後、こういう人々を受容していくかなくてはならない。

「極限」を追求出来る人間は、これまでの日本の高度成長を支えてきたのとは、別の種類の人かも知れないと思うのである。なぜなら、必要なのは、仕事に憑かれている人であり、それは勤勉な人とは少し違うからである。円満な人格者は後者にはなり得るが、前者は、誇り高く使命感に燃えているといえばカッコ良いが、実は自信過剰の頑古者という、この国では悪徳に属する資格の持主かも知れない。私は科学史の知識は持ち合わせていないが、名声に隠された醜聞を数々持っているのは、ニュートンには限るまい。傑出した人は、個性が強く、周囲は悪臭ふんぶんとしている人が多いのではないかろうか。

確かに、これまで物性研を育てて来られた方々は、それぞれ仕事の上でも尊敬出来るばかりか、円満な人格の持主であり、「微香性アウスレーゼ」の香りが漂うような方々が多い。しかし、これから、物性研の人事が動き出すにあたって、日本人のこれまでの価値観を変えるようなことも考えておく必要があると思う。

以上、たまたま斯波さんから投稿を依頼されたのを機会に、勝手なことを書かせて頂いた。しかし、冒頭の故藤原教授同様、熱い期待の目で物性研を見ているものの弁であることを御理解頂けたい。

1) 飯田修一 「辰本教授を偲ぶ」 P.39

中 国 に 旅 し て

田沼静一, 永野 弘

1. いきさつ

貴方の編著した低温物理の書物を中国語に訳しているが, 校正刷などを送るから意見を言って下さいというなかなか上手な日本語の手紙が, 突然田沼のところに舞い込んだのは 1979 年の春であった。手紙の主は西安交通大学低温教研室の工程師の葉土綠という未知の人である。いささかびっくりして, 出版社に相談したが, 何しろ日中間には出版協定がないし困りましたなあ, ということで, とりあえず, 出版物協定が出来た暁にはその本についてもしかるべき取決めに従った処置をしてもらいたい旨を書送った。その後何度も文通のうちに本は向うのベースで出来ていった。そして低温物理と低温工学について講義に訪中してほしいという別の事柄が起きてきた。中国に旅行できるというのは色々な意味で心惹かれる誘いだったので, それを受けたいと思った。一人では何かと覚つかないので永野さんに相棒になってもらうことをお願いしたところ, 快諾をえた。そして, 中国側とわれわれの希望が実って昨年 9 月 12 日出発, 10 月 11 日帰国の約一か月の旅をしてきた。以下は田沼・永野両名の中国寸見である。

2. 講義など

訪中は上海科学技術協会からの招待という形になったので, 先づ上海に行った。向うの実質上の招待の責任者は上海物理学会の低温分科の部長格の張宝夙女史(同濟大学付教授)という人であった。どんなこわい女性かと思っていたが, 気さくなうら若いおばさんであった。宿泊などについては親身になって最上の待遇でもてなしてくれたが, 一方, 講義の方はおそらく忙がしいスケジュールを提供された。二人平行して, ウィークデーは午前・午後それぞれ 3 時間ずつの講義(日本語でよいということだったがけきょく英語とその通訳)である。講義の内容は, 主に超伝導(材料)の物理や開発, 希釈冷凍機やクライオスタットの設計や製作, 低温技術の大規模応用に関する世界や日本の最近の進歩, SQ UID の応用その他低温測定といったことであり, その中には, 向うに行ってから持参の資料をまとめて講義に仕立てなければならないものがあり, 夜なべの仕事も多かった。一方, 低次元物質の低温物性などの, 幾分用意していったものは向うから敬遠されてしまった。要するに, 中国の低温は何かしら工学的見地に密接した低温分野の最前線に展開して, 更に前進しようとする方針が貫がれていて, そのしゃにむにの努力が事ごとに感ぜられた。基礎的な問題は, むしろ前線から前に進むのに要るものだけは後方にさがってとりにゆくという具合であろうか。

講義はつらかったけれども, 聴講者の熱心さ, 真摯さに感化されて, いつも疲労の中に快よさが残った。時々講義の代りに discussion という時間枠が設けられ, それは質疑応答のことであつ

て、前日の夕方 20—30 項目にものぼる質問がタイプされた紙をわたされ、前夜は試験勉強よろしくの有様であったが、とても難かしくて答えられないものも沢山混っていた。熱心な連中は夕食後ホテルの永野の部屋まで押しかけて来て“discussion”を重ねたこともある。

上海での講義は上海科学技術協会の建物で行われた。旧租界のフランス公館が上海科学技術協会になっている、沢山の学協会がつまっている外に、大小の集会室や講堂があり、内庭には広い芝生があり、総体に何やらサロン的な雰囲気も残っている。講義室には 150 人位入り、聴講券が発行され、北京や南京や合肥、廣東など各地からも来ている模様で、大層なイベントの主役になってしまったという感があった。

上海は 11 日間の滞在で、その後、順に西安 9 日、武漢 4 日、北京 2 日位の滞在であった。西安では西安交通大学、武漢では中華工学院で講義等が行われた。交通大学というのは上海のが本家で、1896 年、つまり民国革命より前に創立され、はじめは鉄道など交通の工学を目的としたようだが現在では工科大学そのものである。1956 年に上海と西安に分れ、今は南京、廣州と併せて 4 都市に交通大学という姉妹校がある。西安の方は、Mathematics, Engineering Mechanics, Power Machinery Engineering I, II, Electrical Engineering, Electronic Engineering, Information and Controlling Engineering, Basic courses の 9 学部からなっている。この外に哲学と社会科学の教養学部と、いくつかの研究所が付置されている。西安にはもう一つの総合大学である西安大学がある。因に、西安には外国語の専門の大学があって、中国で日本語の学習の最も盛んなのは西安であると聞いて意外に思った。武漢は周知のように揚子江をはさんで鼎立している漢口、漢陽、武昌の 3 都市からなるが、武昌が大きな科学技術都市に発展している。何十もの研究所がつくられており、筑波桜村に似ていないこともない。華中工学院は 1953 年の創立で M I T に範をとったという。キャンパスの広さも 170 万 m² とかで北京の清華大学と規模を争っている。ついでにいえば、内陸にあるこの造船学科が中国の造船工学に最も responsible なのだそうで、例えば河川用の底の浅い船舶の設計に新機軸を出したといった最近の成果を聞いた。

北京のみは講義がなく、物理研究所の副所長洪朝生教授と気鋭の低温物理研究者趙忠賢講師と討論・見学などで一日を過した。洪氏は 1950 ~ 51 年米国 purdue 大学に学び Ph. D をとったとのこと。田沼が帰国後気がついたことは、半導体物理で有名な impurity conduction に関してのホール効果の低温における異常を Gliessma と共に carrier モデルで説明した Hung (洪) 氏であった。現在は中国の低温工学の指導的地位にあり、永野とは旧知の間柄、趙忠賢氏は超伝導の他、層状金属やインターパーラーションを研究しており、田沼と興味の重なるところが多く、ここで初めて物理の話が出来たという感があった。彼の学識・人物から推して、近い将来の物性物理の指導者の一人たることをうかがわせた。

3. 中国の低温技術

その全般を知るにはあまりに数少ない見学の機会しか持てなかつたが、先づ上海では電力研究所と上海電器科学研究所を見学した。

上海から南に 40 分程車で行ったところに中国第一機械工作部という大工場が 24 時間操業で稼動しており、その一隅に電力研究所がある。ここでは MHD 発電とか、超伝導発電機などの研究が行われている。発電機は 400

KVA のもので第 8 回国際低温工学会議（ジエノア）で発表されている。鞍型磁石や fine-multi 超伝導線、中空導体などの実物見本も置いてあったが、MHD に普通磁石を用いたものはここ 10 年位稼動しており、少量ながら上海市に送電しているとのこと、ただし内壁の耐火材はかなり頻繁にとりかえなければならないようである。超伝導の線材は中国科学院上海冶金研究所で作っている。上海で張女史と共にわれわれを世話してくれたのは、この冶金研の胡素輝付教授で、温厚で行届いた人だった。彼から銅クラッド

の NbTi 合金のサンプルを数種類託され、日本でもテストしてみてほしいと言われた。帰国後金材研の太刀川恭治氏にお願いして調べていただいたが、日本の NbTi 線の標準のものと同程度の性能という結果であった。ここ電力研に設置されている He の液化機は上海製の Eder 型エンジンの $10 \ell/\text{hr}$ のもので、まわりに L'Air Liquid 型の 100ℓ , 50ℓ の貯槽がいくつも置いてあったが、そう頻繁に液化してはいないようである。電器科学研究所の方は上海市中の北部にあり、 $10\ell/\text{hr}$ のもの外、 $30\ell/\text{hr}$ の液化機も製作設置中であった。熱交換器は肉厚のパイプからフィンを削り出すという大変な工作をしたもの三重に巻いている。西安交通大学でも華中工学院でも $10\ell/\text{hr}$ 型のものがあったが、いずれも 1 年位まえに設置されたとかで、あまり使い込んではいない様子。一つの理由はヘリウムガスが高価なことで、 10 m^3 のガスが 20 万円ぐらいに当るらしい。四川省の天然ガス井から出るとことだが、分離プラントがまだ小さいのではなかろうか。

上海交通大学でも低温機器の研究が盛んになりつつあり、スーパーインシュレーションで、アル



上海・電力研究所の超電動発電機



北京・物理研究所の結晶育成室の展示棚

ミ箔層間に活性炭を浸み込ませた薄紙をはさんだものなど興味深かった。

窒素液化機は杭州の機械廠で Philips と似たものが作られており、西安交通大学その他ではスターリング・サイクルの小型冷凍器 ($< 30\text{K}$) が試作されている。いづれも蓄冷器の性能が今一つのようだ、永野はどこへいっても蓄冷器の細かい問題を問われた。

西安から武漢に移る車中、湖南省の省都、長沙にある有色(非鉄のこと)金属研究所から西安に来聴していた人々と一緒にいたが、そこには 70 人の職員が Nb_3Sn をふくめ各種超伝導線の開発に取り組んでいるということである。(湖南省には有色金属の鉱床が色々とあるらしい。) 中国の研究所は生産をも兼ねているところが少くないようである。

中国の科学研究所を垣間見ると、われわれの戦後間もない頃の苦闘が閻魔庁の玻璃鏡に写し出されているような気がした。つまり、欧米の情報の少ないところで、貧しいために、初めからできるだけ失敗を少くして新しいものを作ろうということで設計し、作る。しかし実験の裏打ちがないので、肝心のディティールで仲々うまくゆかない、といった事どもが思い出される。そして時には現実離れした設計もやり兼ねない。西安の超伝導モーターの設計は、ローターが室温、ステーターのコイルのみが超伝導で、室温の磁心を用いている。したがってコイルを冷やすヘリウムデュワーは多重連結のアクロバティックに斬新きわまる形で、とても巧く作れそうには見えないが、貴重な失敗の経験となるか、天才的な製作法をあみ出してわれわれを脱帽させるか、近い将来の結果が知りたい。

低温“物理”の研究がまづまづ進んでいるのは北京の物理研究所で、希釈冷凍機も 35mK まで作動しており、近々 $7 \sim 8\text{ mK}$ に到達するようである。なおここで、近角・三浦研に 2 年間留学していた詹文山さんと楊伏明さんに会った。詹さんは中国におけるアモルファスの推進者、楊さんはパルス電場装置をほとんど独力でつくり上げて、まもなく実験研究に入るという段階にこぎつけており、物性研留学生が実りつつあるという印象をうけた。

4. 中国の旅

上海では下町の錦江飯店という、多分上海で最大のホテルに泊った。科技協会まで近い。朝散歩に出でみると人々は道に出てラジオ体操とか太極拳をやっている。揚げパンの屋台店からうまそうな湯気が立ち昇っている。上海は大体 10km 平方より狭い位のところに 1000 万余の人口をかかえているので、東京・大阪よりはるかに過密である。出勤時や夕方には、どこから出てきたか不思議なほどの群衆が道々にあふれ出る。そのエネルギーの総量測り難く巨大である。上海では中国民衆の必要とするありとあらゆるものを作っているらしい。日本の商店と店構えがちがうのでどこで何を売っているかよくは分からぬ。例えば、暗い土間をのぞくと、昔なつかしい油の秤売り屋だったりする。

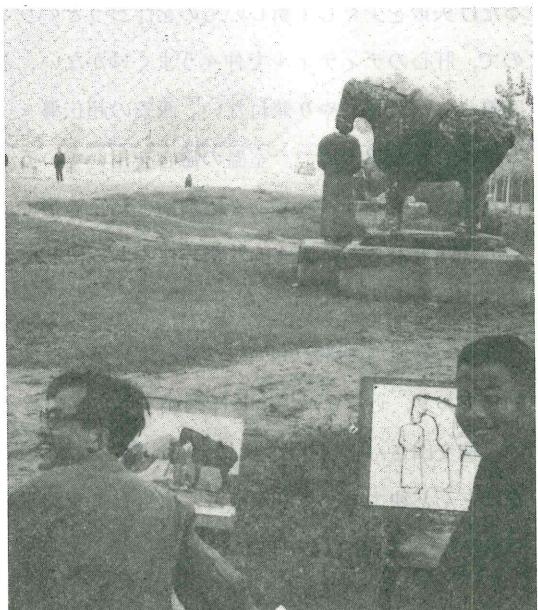
上海滞在中の週末、杭州へ観光に案内された。上海から西南へ鉄道で 4 時間位のところ。芭蕉の

句「象潟や雨に西施がねむの花」の佳人西施を生んだ西湖の囲りの名勝は中国人の憧れの地である。われわれは毛沢東の別墅だったという湖畔の広大な庭園に客舎の散在する西湖賓館に二泊し、今まで経験したことのない貴族的気分を味わった。幾つもの名所旧蹟を巡ったが、龍井という名高い茶の産地にも案内された。茶店で茶を喫しつつ壁の大額を見ていた。水汲龍腦液 茶享雀舌春 … …。通訳の人が隣りの写真屋の親父さんを連れて来て解説してくれた。水はこれこれの名泉で、茶は雀の舌のように小さくて尖った春芽を摘むのだ云々。暗示にかかったように、飲んでいる茶が微妙深遠な美味に思ってきた。親父さんは、近頃この詩の意味など聞く客はいなくなつたのに、と嬉しそうであった。

西安へは鉄道で行くと聞かされ、両名とも喜んだ。西安から迎えにきていたという西安交通大学の電気工学主任の汪人和付教授（先程から付教授ばかり出てくるが、正教授は中国ではひじょうに少く、且つ多くは老齢とのこと）ともう一人がホストとなり、軟車のコンパートメント一つを占め、南京 - 徐州 - 開封 - 鄭州 - 洛陽経由の 26 時間の快適な旅であった。この華北の穀倉地帯を横断する旅路で、目に入るものは田園のみで、人かけもまばらである。森林もほとんどなく、耕地化された広莫さに圧倒される。夜は枕許のカーテンを開けてみると、漆黒の中に満天の星座のみが、見たこともない華やかさでかかっている。洛陽を過ぎると赤土をさらした起伏が多くなり、山がせまって往時の函谷関の近くの三門峠に入る。ここを抜けると陝西省である。大地は林あり丘ありで再び広闊になり省都西安につく。古えの長安の都、胸に異様なときめきを覚えさせる地である。とうとう西安にまで来た、という感概は列車で来てこそ深い。長安は西紀 900 年頃までの 1000 年の中の都であったがその後衰微し、ほとんど廃墟と化していた。人民中国になって以来蘇生し、今は



杭州・煙霞洞の石仏たち



西安・乾陵（唐高宗）の石馬を描く人々

150万の人口を擁する大都市になっている。新しいものと古いものが混在しているが、われわれはフィルターを通して古いもののみに目が移ってしまう。西安駅から南を見わたすと、遠い道路の果てに7世紀に玄奘三蔵が設計建立したという大雁塔がかすんでいる。その辺り昔は市中であったが、今は綿畑の只中である。西安交通大学の正門の向いは興慶公園の入口だが、ここは玄宗と楊貴妃の住んでいた興慶宮の遺跡である。そしてここには阿倍仲麻呂の碑もある。このような所で超伝導の電子間の引力がどうこうしたの、トンネル効果が云々といった話をしたのは、今ふりかえると夢のようである。

西安で古い遺跡といえば即ち1000年から6000年前まで多彩である。奴隸時代、農奴時代、封建時代といった区別がされている。それより新しいものは現代プライムといってもよい感じである。東郊には秦始皇帝の墓陵、西北部には唐の皇帝達の墓陵が点々と連る。どの遺跡も年月・空間・結構の壮大なこと、われわれ島国人の人間の感覚を絶してしまう。例えば始皇帝陵は人造の50mほどの丘で全山ザクロの木で覆われる。地下宮殿は未発掘であるが、東1.5kmのところで6000体と推定される等身大の陶俑の軍陣が地下2mに埋れているのが発見されている。しかもどれだけ未発掘か分らない。

こんなことを書いているうちに与えられた紙数が尽きた。武漢・北京も鉄道旅行で、それぞれ興味深かったが、見物も講義に劣らずheavy dutyであった。

この記事に名前を記した方々その他、上海市科学技術協会国際交流部付科長周思賢氏、复旦大学副学長謝希德女史、西安交通大学張祉祐付教授、華中工学院郭方中付教授、中国制冷学会理事武漢付理事長張均生氏らと各地の通訳などの方々に滞在中の万端のお世話をいただいた。心からお礼を申述べさせていただく。

物性研究所に着任して

渡部俊太郎

半年間の併任期間を経て、正式に物性研に着任したのは昨年の10月であったから、はや半年過ぎた。物性研に $p\text{s}$ (10^{-12} 秒) の短パルスで短波長をめざす極限レーザー計画があると知ったのは1978年頃で、当時電総研で核融合用高効率短波長レーザーの研究を行っていた。第一印象として、非常に斬新で時期を得た計画だと思った。レーザーも次第に巨大科学の仲間入りをし、レーザー核融合や同位体分離用のプロジェクトが米国に先導され、わが国でも発足していた。1960年代にある程度確立された基礎に基づいて1970年代にはレーザーの特徴がこれらのプロジェクトに影響され、際立ったものになってきた。TW (10^{12}W) の出力を $100\mu\text{m}$ のターゲットに集中することは不可能でなくなったり、 100fs ($f\text{s} = 10^{-15}$ 秒) 以下のパルス幅が得られるようになったり、可視光 ($\sim 10^{14}\text{Hz}$) に対し 1KHz の分解能が得られているし、数十nmのコヒーレント光も得られた。これらはいずれもレーザーをもってはじめて可能となった極限的性能である。これらの特徴はいずれも高度な科学的研究のために魅力的なものばかりである。今までのレーザープロジェクトが核融合などの目的指向が強かったのに対し、物性研の極限レーザープロジェクトはこれらの極限的性能を横断的に發揮することに重点を置き、応用は広くとらえている。このようなプロジェクトは世界にもあまり例がなく、斬新で時期を得ていると感じた理由であろう。

しかし正直言ってその計画に参画することになるとは思わなかった。ガスレーザー関係所員の公募があった時、内容的に非常に共感を覚えたし、隣の生産技術研究所に在籍したことがある関係上、物性研には近親感をもっていたが、電総研での仕事やカナダ留学が決っていたこともあり迷っていた。周囲の先生方の勧めもあり最終的に応募した。いろいろな事情で着任まで1年半かかったが、半年間併任にしていただいたおかげで、その分早く極限レーザーグループの方々にも、そのプロジェクトにもなじむことができた。計画については塩谷・矢島・黒田三所員によって敷かれたレールは納得のいくものであったし、建物の設計はグループの職員や施設係の努力のおかげでよくできていると思った。

ここで極限レーザー計画の大出力ガスレーザーを推進するにあたって若干の抱負を述べてみたい。ガスレーザーシステムの当面の目標は紫外、真空紫外域 ($10 \sim 300\text{nm}$) を $p\text{s}$ 光パルスでカバーすることである。真空紫外域のインコヒーレント光源として現在 SOR が活躍しているわけであるが、レーザーの特徴は $p\text{s}$ 以下のパルス幅とコヒーレンシーである。したがって非常に速い過渡現象やコヒーレントな効果の研究に道を開くであろう。紫外、真空紫外域を $p\text{s}$ 光パルスでカバーするためのアプローチはいくつもあるが、いづれもいくつかの技術の組合せになる。現在考えられている

のは希ガスーハライド(KrF , ArF , XeCl 等) レーザー 増幅システムと各々の媒質に対応した ps 光パルス発生器の組合せにより 193 , 248 , 308 nm 等で sub TW の出力を得ることが第一段階である。希ガスーハライドレーザーは紫外域の高効率レーザーで次期核融合用ドライバーとして期待されているレーザーであるが、未知の部分も多く、今後の開発研究に負うところが大きい。このシステムが計画どおりうまくいけば類例をみない特色あるシステムとなろう。

このシステムをベースとして、ラマン変換、遙倍、光混合等の波長変換で $20\sim300 \text{ nm}$ の波長域をとびとびにカバーできることは容易に想像できるが、問題は可同調性と真空紫外域での使いやすさであろう。その辺が将来の問題である。

極限レーザー全体では固体レーザー、分光用レーザーと有機的に結合できるよう計画されており、広範囲な物性研究に応用できると思われるが、ユーザーの立場からの要望や助言をいただければ幸いである。

現在遠藤助手とともに研究を開始したばかりで、先は長いがじっくり取り組みたい。何分不慣れな上に小人数でプロジェクトを推進するため、周囲の方々にもお世話になることが多いと思うが、よろしくお願いしたい。

研究室だより

中 田 研 究 室

中 田 一 郎

研究室がスタートして今年は丁度 20 年になる。20 年といえば長い歳月であり、科学技術も目覚ましい発展をとげてきた中にあって、よくここまでへこたれずに持ちこたえてきたものだという感もなくはない。

着任の当初、結晶成長の研究室をいかなるものに創り上げるかということはそれほど容易なことではなかった。当時、民間会社の中央研究所は基礎研究にもかなり力を入れていたので、単にあれも作りました、これも作りましたというような技術だけが売り物の研究室では、よそとの競合になるばかりで変り映えがしない。といって、物性的に興味ある物質、例えば常温超伝導物質を作ろうとしても、何から手をつけてよいか皆目見当もつかない。結局、結晶成長過程を物理的に位置づけるような基礎研究を中心としながら、結晶作成を進め、研究を次第に盛り上げていくということを目標とした。結晶成長は機構が極めて複雑であるので、結晶を作る経緯をもつということは結晶成長の実体をつかむために不可欠のものであり、また、実際に結晶を作るということは、実に楽しい仕事である。

結晶成長の理論と名のつくものは当時（現在もそれほど変わっていないが）Kossel モデル、Frank モデルをベースにして Gibbs によって導入された熱力学的取扱いと物質・エネルギーの輸送に関する連結の方程式の解釈を進めるものであった。結晶成長は表面における原子または分子の蓄積過程であるので、実験家の立場としては、そこで何が起っているかを調べることが課題となる。例えば、過冷却度を driving force とする成長速度の研究などは当時よく議論されていたものであるが、これはいかにも靴を隔てて痒きを搔くようなものであった。

それに対して 1950 年ごろ Griffin によって行われた綠柱石表面の微細ステップ模様の位相差顕微鏡による観察研究は数オングストロームという単位格子の段差をもつステップ模様を捉えているものであり、結晶成長が単位格子ステップの移動過程によって成立していることを示す本質的な問題に結びついているものであった。これは光学顕微鏡を用いるものであるから実験方法としてはまったく簡単なものであるが、僅か数オングストロームという小さな段差をもつステップ構造を直接見ることができるという点では電子顕微鏡など足もとに及ばぬ見事な実験であった。この仕事は Amelinckx, Verma, Forty によって受けがれ 1952 年までに綠柱石、炭化ケイ素、ヘマタイトの表面について、スパイラル構造を含むステップ構造の系統的な研究が進められ転位論の基礎を固めたという輝かしい実績をもっている。しかしながら研究は何故かそこで中断したままになっていた。結晶成長のモデルでは常に atomic flat surface における単位格子ステップ

あるいは単分子ステップの挙動を使っていながら、実際に結晶表面に存在するステップ構造を詳しく研究しないということは、明らかに片手落ちである。

われわれは当初これを研究の出発点とすることにし、位相差顕微鏡を購入して数年にわたっていろいろの結晶表面を調べてみたが、単位格子のステップ模様は一向に見当らなくて、とうとうこの方法をあきらめることにした。

その後、微分干渉顕微鏡による結晶表面の観察に切換え、研究室をスタートして丁度10年目の1972年3月25日に、いくつかの結晶表面に見事な単位格子ステップ模様を観察することに成功した。微分干渉顕微鏡の視野にスパイラル模様がくっきりと浮び出ているのをはじめて見つけたときの印象はまことに強烈なものであり、さながら昨日のことのようにさまざまと脳裏に焼付いている。この発見は研究室にとっては画期的なものであり、全く幸運に恵まれたとしかいいようがない。

単位格子ステップ模様というものは、一旦見えたとなると、いろんな結晶表面に次から次と見つかるものであって、気相成長による as-grown の表面では、ほとんどの場合に見い出すことができた。ただし、微分干渉顕微鏡は光学顕微鏡であるのでステップの段差に対しては 1 Åまでの分解能をもち、いかなる atomic step もその射程内に入るが、横方向の分解能は 0.5 ~ 1 μm にすぎないので、隣り同志のステップの間隔はこれよりも大きくなくては観測にかからない。したがって天燃の結晶を持ってきてその表面を調べるという姑息なやり方よりは、積極的に人工結晶を作成し、ステップ間隔が広くなるような条件のもとで作った結晶を取扱う方が具合がよい。このことは逆に、成長条件とステップ模様との関連を知る手段となり、結晶成長機構の研究とも結びつくものとなる。

かくして結晶表面は細かく見えるようになったが、それを支えている結晶ベースの格子構造上の情報を得るために X 線トポグラフ法が勝れている。例えば渦巻模様を見つけたときに、そこを転位が貫いていると判断してまず間違いないが、X 線トポグラフ法で確かめておく方が説得力がある。この方は細谷資明先生の御好意により理学電機製 Microflex B3 とラングカメラを借用し、技官の並河一道氏、助手の坂牧俊夫氏の協力を得て整備して撮影ができるようになった。

一方、結晶作成に対する世間の動向もこの 20 年の間に著しく変り、最近は新しい物性を示す物質を探る、あるいは合成しようとする物質開発の気運が熱気を帯びたものとなってきている。

われわれは気相成長法による結晶作成を進めている。この方法は塩素とかヨウ素をキャリヤー媒体とする手軽なものであるが、それがカバーする結晶の種類は実に多彩である。不純物として多少のキャリヤー物質が結晶に入り込むという恐れがあったり、成長に時間がかかるために大型の結晶を作るのには適しないという欠点はあるが、物性研究用の数 mm 程度の寸法の結晶を作るのには、それほど費用も人手もかからない便利な方法である。

今日一般に行われている結晶作成は二つに大別することができる。一つは超 LSI 用単結晶の作成にみられる高純度、高完全性をもつ大型結晶の作成である。そのためにはく息にも神経をとがらせなくてはならない。高度の無塵室で最大限の注意を払っての処置が要求される。一方、新物質探索のための結晶ではそれほど神経質になる必要はない。もちろん物性測定が進むにつれて、結晶の純度や完全性を上げてほしいという注文が出てくる。そのときにはこれに応じた結晶作成を進めなくてはならないことは当然であるが、それはそのような注文が出てから対応すれば十分に間に合うことである。それは今日脚光を浴びているいろいろの結晶の生い立ちにさかのぼってみれば明らかなことである。

このようなことから、われわれは気相成長法による結晶成長を進め、微分干渉顕微鏡による表面ミクロ構造の観察と成長機構に結びつく解析、X線トポグラフ法による結晶内部構造の測定と表面構造への結びつきの研究を主要テーマとしてとり上げている。

結晶の成長機構の研究と並行して、われわれの研究室で作成した単結晶は物性測定のための試料として、それぞれの研究者に積極的に提出して物性研究に関する共同研究を進めている。共同研究によって得られる情報は結晶作成の条件を検討する際にまことに有効である。このような、いわゆる物性測定を通しての characterization を行うという好都合なやり方が give and take の形式で成立するようになったのは、最近における一つの著しい特長であろう。

当研究室では現在約 10 台のカントル炉を連続運転し、封管式気相成長法で Nb-chalcogenide など擬一次元系物質の作成に努めているが、ほかに、ブリッジマン法によるアンスラセンなど有機単結晶の作成、(SN)_x の作成などはルーチンに行えるように装置が整備されている。最近、予備費の配分を受けて低温恒温槽を購入したが、これは 40°C ~ -30°C の範囲で使用できるので、低次元有機ポリマー結晶の作成に有効であると考えている。

結晶の格子常数、空間群を決めるためのワイセンベルグ写真撮影装置は（旧）長倉研究室より供用替を受けたものがある。また先にも述べたようにラング式 X 線トポグラフ撮影装置は細谷研究室より借用中のものが稼動している。

また結晶に含まれる元素の非破壊分析装置として SSD 方式の蛍光 X 線分析装置が助手の宮島英紀氏との共同作業で組立てられ、スペクトルがとれるようになっている。目下、ユーザーの便に供するためのプログラミングを宮島氏と共同で進めているところである。これが完成すれば共通の分析装置として活躍することであろう。なお、この装置は近角、田沼、箕村、中村、星埜各所員及び化学分析室との共同提案により芳田前所長により設置を認められたものである。

ほかに微分干渉顕微鏡（ユニオン光学製）2 台、マイケルソン型二光束干渉顕微鏡（Leig 製、オリエンパス光学製）各 1 台、日電アネルバ製四重極質量分析計 NAG 531 1 セット、細谷研究室と公用の結晶精密截断機 1 台などが整備されていて、いろいろな結晶を作成したあとの一応のチェックは出来るようになっている。

次に主な研究内容について説明をしておきたい。

結晶成長と表面構造

微分干渉顕微鏡を永年覗いていると結晶表面のステップのコントラストを見ることによって、どの程度の段差のステップであるかを判定することができる。しかし、実際にその高さがいくらであるかを証明するためにはステップの高さを測定しなくてはならない。われわれの方法はマイケルソン型二光束干渉顕微鏡によって結晶表面の等高線を撮影し、それから求めた表面の勾配と、その場所のステップ密度からステップ1本当りの段差を算出するものである。その際、厳格に要求される条件は表面の高低分布がステップで縁どられている単位格子層、あるいは単分子層の積み重ねによって形成されていることである。この条件は一般の結晶ではほとんど満たされていない。その理由は結晶が数mmというマクロの寸法にまで成長しようとすると、その途中の段階で、いろいろの原因で歪みが入り結晶全体に広がる彎曲を生ずることになる。そのような結晶では当然に等高線とステップ輪郭は一致しない。等高線を示す干渉縞とステップ線が完全に一致する結晶を丹念に探し出してはじめて、それについて表面の幾何学的勾配とステップ密度から平均のステップの高さを求めることができる。注意深く育てた人工結晶の中にはこのような条件を満たすものを見つけ出すことができる。また、経験を積むことによって結晶の表面反射の「むら」から表面の彎曲の程度を判定することができるようになる。これまでにステップの高さの測定を行ったものは FeCr_2S_4 , CdCr_2Se_4 , Cr_2S_3 であるがステップのコントラストから単位格子と判定されるものは非常に種類が多い。

単位格子ステップ模様と結晶成長機構の関連性に対する定性的解析はこれから進める予定であるが、Frank モデルの定量的検討に興味をもっている。ステップの高さは 10Å 程度の単位格子のほかに、その 2 倍、3 倍のものや $1/2$, $1/3$ などの sub-unit cell が単位になっているものも多い。sub-unit cell の高さのステップが渦巻の中心から縁出されているということは、中心に存在する転位が不完全転位であるということであり、不完全転位が単独に存在するということは転位論に矛盾することであり、慎重に検討すべき問題である。

また、ステップが数 μm の間隔を保ちながら安定に存在することは、この程度の range をもつ拡散過程が存在し、かつ Schwoebel 効果と呼ばれる現象、すなわち、ステップの両側からステップへ向ってくる表面拡散分子に対するステップの捕獲確率が方向に依存していることを示すものであって、ステップにおける分子の捕獲過程に対して示唆的な内容を含んでいる。

Frank の理論によれば渦巻状ステップの中心の曲率半径と隣接するステップの間隔は成長状態における過飽和度とステップの表面に沿っての進行速度に定量的に結びついているものである。従ってステップ模様の解析は Frank の理論を定量的に検討するものとなる。これまで調べたところ

では、Frank によるアルキメデス渦巻は実際の結晶表面の渦巻模様と形態的には極めてよく一致している。

(SN)_x

1975年にIBMのGreeneとStreetによって(SN)_xの超電導が発見され、当時、一次元物質の超電導ではないかと注目を集めた。われわれは超電導はともかくとして、無機物質のボリマーであって金属的な電導性を示すものは外にないという物質的興味もあり、何か役に立つではないかと考えて、1976年度後半の物性研共同研究として、日大文理学部宇野良清教授、石原信一助教授、井村泰三助手と連名で申請し7万円の研究費の配分を受けて作成研究をスタートした。(SN)_xは国内では阪大研究部の犬石研究室でわれわれよりも1年先にスタートされていたものであるが、文献によれば爆発性があり1g以上は取扱わないようにという注意がうるさいほどに強調されていた。しかし、爆発事故の報告は戦後は皆無であった。実験をスタートしてまずぶつかったのは原料である(SN)₄の入手であった。爆発性があるということで市販はされていない。外国から買えないかと調べてみたが、小包にして送る途中で爆発しては困るということで扱っていないということであった。

仕方なく(SN)₄を文献に従って自ら作ることにせざるを得なかった。結局、数カ月を要したが、化学分析室の田村正平先生、坂井富美子助手の御知恵を最大限にかりて問題は解決した。済んでみると大山鳴動するほどの問題ではなく、簡単に多量の(SN)₄を作ることができるようになった。当初、共同研究報告の期限が迫っていたこともある、外注により1g 20,000円で10gを緊急に手に入れ、虎の子のように大切に使っていたが、いまでは1日に17gを鼻唄まじりで作ることができる。

なお、(SN)_xの爆発性については工学部反応化学科の吉田忠雄教授に依頼して爆発物としての威力テストをしてもらう約束になっているが予備的テストの結果では、極めて強い衝撃に対しては、かなりの爆発力があり1gならば安心といえるものではないとのことである。また、われわれのテストによれば180°Cより高温では瞬間に自然爆発する。しかし室温で普通に取扱っている限りでは問題はない。とはいっても、おもちゃの花火やマッチを取り扱う程度の慎重さは必要であろうと考える。

結晶作用のガラス容器は、この実験のポイントとなるものであり、いろいろと工夫を加えた。幸いガラス工作室の平栗信義、今井忠雄両氏がその高い技術と熱意で、こちらの設計図に忠実に、奇妙な形態の装置を実にうまく作って下さったおかげで、恐らく国内外で第一級の装置であろうと思われるものが出来上った。

そうこうする間に、永野弘先生から(SN)_xのmeissner効果を調べてみたいが共同研究をしな

いかという御提案があり、これが超電導に首をつっ込むきっかけとなった。この研究は永野所員のほか小田祺景助手、竹中久助手との気持のよいチームプレーとなり(SN_x)の完全反磁性を確認したり、超電導の filamentary モデルと結びつけた現象の解釈を進めるなど、一応満足のいくものとなった。

これより先、工学部の国府田研究室との間でも擬一次元系物質の光学的性質とバンド構造に関する共同研究が進み、S O R 施設の光源までも利用する大がかりな研究に発展した。国府田隆夫教授をはじめとして、助手の三谷洋興氏（現在分子研助教授）、大学院の十倉好紀君（現工学部助手）らが精力的に測定を進められた。たまたま、物理教室の上村洸研究室で大学院の押山淳氏（現、助手）が first principle による(SN_x)のバンド計算を完成されたことも、われわれの研究を進める上において極めて効果的であった。光学測定のスペクトルはバンド構造に照らして assign し、研究は一段落した。

最近になって工学部の堂山研究室と共同で陽電子消滅法によるエネルギー-バンド構造の測定を進めている。しかし、これは(SN_x) 単結晶に含まれている双晶構造にぶつかって研究は足りみしている。これまで超電導や光学的性質を研究する際にポリマーの chain 方向と、それに直角方向の異方性を比較測定することで十分な成果が得られたために、chain 方向を共通にする双晶構造は問題にはならなかった。それが陽電子消滅という異種の実験に際して問題になってきたわけである。X線で調べてみると、大きな結晶では確かに 1 : 1 の割合で双晶構造をとっている。現在、鈴木邦夫助手、市原正樹技官の協力を得て超高压電顕による電子線トポグラフ像を撮影し、双晶発生の原因を調べているところである。

異方性の強い金属中の Knight shift に対する興味から助手の西原弘訓氏と共同で同位体として含まれる ^{15}N について NMR 測定を試みた。結果としては(SN_x)に自然に含まれる ^{15}N の濃度が低いために目的を達することができなかった。現在(SN_x)中の ^{14}N を ^{15}N に置きかえることが課題となっていて準備を進めており、西原氏が海外出張から帰国されるまでに($S^{15}\text{N}_x$)を作成しておく約束になっている。

NMR の測定をしていて(SN_x)に含まれているはずのない H のシグナルが強く出ることがわかった。これは空気中の水が(SN_x)に吸着することによることが判明したが、何故(SN_x)に水が入るのか、単に結晶を作っているだけでは気がつかない現象があり面食っている。このようなことが判明したのも NMR による characterization のおかげである。

7 万円でスタートした研究であったが、途中、阪大の三川礼先生の御推薦と工学部米田幸夫教授の御尽力により文部省の科研費特定研究「窒素有機資源の開発と有効利用に関する化学的研究」班に加えていただき四重極質量分析計を手に入れることができ (SN_4) → (SN_2) → (SN_x) の過程における気相中の挙動が手にとるように明らかになったことも実験を進める上においてまことに幸運であった。

とに幸運であったということができよう。

Nb-chalcogenides

擬一次元系物質群は種類が非常に多く、大勢の人たちによってとり上げられている。しかし、学会講演などで聞いてみると結晶試料の characterization が十分に行われていないものも多い。これらの物質の大部分は気相成長で作ることのできるものであるので、金沢大学講師の石原裕氏と共同で二三のものについて、室温から超電導領域までの電気伝導の研究を進めることにした。一昨年4月に永野先生の招きで来所された München の F. X. Eder 教授の講演にヒントを得て、擬一次元で超電導を示す Nb_3S_4 , Nb_3Se_4 , Nb_3Te_4 をまずとり上げることとし、結晶はこちらで作り石原氏が電導等の測定を進めている。 Nb_3S_4 では電気抵抗は T^3 にのり、磁気抵抗にも一次元構造の特徴がよく現れている。

なお光学測定に関しては、赤外、可視、紫外、SOR 光領域を通して菅滋正所員、助手の谷口雅樹氏、国府田研究室の十倉氏が手わけして研究を進めておられ、バンド計算を理学部の押山淳氏に依頼しているところである。

作成した Nb_3S_4 単結晶は X 線トポグラフ像では転位を含まない良質結晶であることがわかつたが、電導度、光学測定の結果をにらみながら結晶作成法の改良を進めたいと考えている。いずれにしても、この領域の物質は種類がまことに豊富であり、物性的に面白い物質にも運が良ければぶつかるのではないかと考えられるので興味をもっている。

研究内容の紹介はこの辺りで打切ることにする。振り返ってみると、これは当初から考えていたことではあったが、結晶試料を軸としてグループ研究によって問題を解決していくという方法が、研究室を開いて 20 年を経て、現在、極めて滑らかに進めることができるようになった。これも研究体制の移り変りによるもので、まことに好都合といわなくてはならない。世の中にバカチョンカメラという言葉と並んでバカチョン測定器というのも流行しているらしい。サンプルをセットしてボタンを押せば誰が押してもデータが出て来てしまうということである。時代はますますその方向に進むであろうと思うが、そうなれば結晶試料の作成者は共同研究により、多方面にわたるデータを短時間のうちに手にできるようになるであろう。そのような段階において結晶の作成者に要求される条件は、手がけようとする結晶に対する物性物理的、物性化学的、物質科学的位置づけができるような広い視野と深い学識をもつことであろう。これは言うは易いが、実際にはなかなかむずかしい問題を含んでいる。

最後に一言ふれておきたいことであるが、最近韓国からの研究者の来訪を受ける機会が多い。話

が終るころに皆さん共通して結晶試料を所望される。当研究室で扱っているような結晶はだれでもが見よう見まねですぐに作れるものばかりであるので、不思議に思って理由を聞いてみると、実はわれわれの国では「停電」が多発して思うように結晶が作れないのだということである。これは予期しない返答であった。考えてみると、われわれの研究室では電気炉もマイクロフレックスも通年24時間運転していて何の支障もない。これは停電や断水がないということである。このようにわれわれが安心して実験が進められるのも、よく考えてみると施設掛の皆さんの不断の努力のお蔭によるものである。また、工作室の依元道男氏をはじめとする皆さんにも、われわれが実験中にふと思いつくような装置の改良などに際して、あっという間に手際よくまとめていただき研究能率上で測り知れない寄与を受けている。この機会に心からのお礼を申し上げておきたい。

(研究報告)

- (1) H. Ishizuki and I. Nakada : "Elementary Step Growth on the Surface of Vapour Grown FeCr_2S_4 Single Crystals" Jpn. J. Appl. Phys. 16 (1977) 1301.
- (2) H. Ishizuki and I. Nakada : "Step Growth by Elementary Steps and Multi - Steps on the Surface of Vapour Grown FeCr_2S_4 " Jpn. J. Appl. Phys. 17 (1978) 43.
- (3) I. Nakada and M. Kubota : "Unit Cell Step Structures on Vapour-Grown Cr_2S_3 Single Crystals" J. Cryst. Growth 43 (1978) 711.
- (4) T. Watanabe and I. Nakada : "Preparation of Some Chalcogenide Spinel Single Crystals and Their Electronic Properties" Jpn. J. Appl. Phys. 17 (1978) 1745.
- (5) H. Ishizuki and I. Nakada : "Growth of Triple Unit Cell Steps on the Surface of Vapour Grown FeCr_2S_4 Single Crystals. I" J. Cryst. Growth 44 (1978) 632.
- (6) Y. Tokura, T. Koda and I. Nakada : "Exciton Spectra of Isotopic Mixed Crystals of Anthracene : $\text{C}_{14}\text{H}_{10} - \text{C}_{13}\text{D}_{10}$ " J. Lumines. 18/19 (1979) 467.
- (7) I. Nakada and O. Matumura "Growth of Magnesium Oxide Single Crystals with a Modified Plasma Torch Furnace" Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu Univ. B5 (1979) 151.

- (8) T. Mitani, H. Mori, S. Suga, T. Koda, S. Shin, K. Inoue, I. Nakada and H. Kanzaki : "Optical Spectra of Oriented $(SN)_x$ Film Measured by Synchrotron Radiation" J. Phys. Soc. Japan 47 (1979) 679.
- (9) Y. Oda, H. Takenaka, H. Nagano and I. Nakada : "The Meissner Effect of Polysulfur Nitride, $(SN)_x$ " Solid State Commun. 32 (1979) 659.
- (10) Y. Tokura, T. Koda and I. Nakada : "Exciton Dynamics in Isotopically Mixed Crystals of Anthracene" J. Phys. Soc. Japan 47 (1979) 1936.
- (11) Y. Tokura, T. Koda and I. Nakada : "Anderson Transition in Vibronic Bands of Isotopically Mixed Naphthalene Crystals" J. Phys. Soc. Japan 49 (1980) Suppl. A 417.
- (12) Y. Oda, H. Takenaka, H. Nagano and I. Nakada : "A. C. Susceptibility of Polysulfur Nitride $(SN)_x$ " Solid State Commun. 35 (1980) 887.
- (13) T. Mitani, S. Suga, Y. Tokura, K. Koyama, I. Nakada and T. Koda : "Synchrotron Radiation Spectroscopy of Quasi-One-Dimesional Materials" Intern. J. Quantum Chem. 18 (1980) 655.
- (14) I. Nakada : "Unit Cell Step Structure on Vapour Grown $CdCr_2Se_4$ Single Crystals" Jpn. J. Appl. Phys. 19 (1980) Suppl. 19-3, 215.
- (15) Y. Ishihara and I. Nakada : "Electrical Conduction of GeSe at Low Temperatures" Phys. Status Solidi (b) 105 (1981) 285.
- (16) Y. Ishihara and I. Nakada : "Negative Magnetoresistance of GeSe in Weak Magnetic Field" Phys. Status Solidi (b) 106 (1981) K27.
- (17) I. Nakada : "Improved Growth Method of $(SN)_x$ Single Crystals" J. Cryst. Growth 55 (1981) 447.
- (18) H. Nishihara, I. Nakada and K. Satoh : "Nuclear Relaxation of Adsorbed Water Protons on $(SN)_x$ Fibers" to be published in J. Phys. Chem. Solids.
- (19) S. Suga, S. Shin, M. Taniguchi, K. Inoue, M. Seki, I. Nakada, S. Shibuya and T. Yamaguchi : "Reflectance Spectra of $ZuCr_2Se_4$ Spinel from 4 to 100eV Measured with Synchrotron Radiation : Band Structure, Covacency and Final State Interactions" to be published in Phy. Rev. B.
- (20) Y. Ishihara and I. Nakada : "Electrical Conduction of a Quasi- One Dimensional Nb_3S_4 Single Crystal" to be published in Solid State Commun.

(解説)

- (1) 中田一郎：「微分干渉顕微鏡と位相差顕微鏡のコントラストについて」 物性(1973)505.
(2) 中田一郎：「電導性ポリマー単結晶の作成と物性」 応用物理 49 (1980) 594.
(3) 中田一郎, 山田祺景, 永野弘 : 「 $(SN)_x$ 」 固体物理 16 (1981) 408.
(4) 中田一郎 : 「結晶成長論」 ; 中村輝太郎, 中田一郎編

実験物理学講座第13巻 「試料の作成と加工」 (共立出版, 1981) p.17.

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性ポリマーは、高分子の導電性をもつたもので、導電性高分子の代表的なものである。電導性高分子は、導電性高分子の構造によって、導電性が異なる。導電性高分子の構造によって、導電性が異なる。導電性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。導電性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。導電性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

著者によると、この試料は、電導性ポリマーの単結晶である。電導性高分子の構造によって、導電性が異なる。

物性研短期研究会

「表面吸着種の光学的特性 — とくに Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) とその周辺 — 」研究会報告

昭和 56 年 12 月 17 日、 18 日の両日にわたって標記の物性研短期研究会がもたれ、ここ数年間に電気化学者、ラマン分光学者はもとより物性理論分野の研究者らからも大きな関心を集めている表面増強ラマン散乱に関する実験、理論両面からの情報交換、研究討議が行われた。参加者は化学系、物理系、触媒、電子工学、薬学系など多方面にわたり、 80 名近くの研究者が熱心な討議を開いた。SERS そのものが表面物性と密接に関連した現象であるばかりか、そのもつ情報量や表面吸着種の計測法としての応用性から理論、実験両面とも今後さらに研究がすすめられ、その本質解明が期待される。研究会のプログラム及びその概要を以下に紹介する。

プロ グ ラ ム

日 時 : 昭和 56 年 12 月 17 日 (木) 午後 1:00 ~ 午後 5:00

12 月 18 日 (金) 午前 9:00 ~ 午後 4:00

12 月 17 日 (木)

午後 1:00 ~ 1:15 Introductory talk 市村昭二 (富大 工)

1:20 ~ 1:40 金属及び金属酸化物の平滑表面における吸着分子の SERS

◦ 山本陽一郎、山田晴河 (関学 理)

1:50 ~ 2:10 Surface Enhanced Raman Scattering from Adsorbed Pyridine on Ag Surface

◦ 宇田川真行、潮田資勝* (広大 総合科学)
(Univ. of California, Irvine*)

2:20 ~ 2:40 カソード電位パルスによる SERS の quenching

渡辺 正 (東大 工)

休 憩 (2:50 ~ 3:00)

3:00 ~ 3:20 レーザーラマンによる銀電極表面吸着有機物の動的挙動

(ピリジンを中心にして) 中村 稔 (日立研)

3:30 ~ 3:50 銀及び銅電極上に吸着したメルカプトベンゾチアゾールの SERS

◦ 大沢雅俊、末高 治 (東北大 工)

4:00 ~ 4:20 クエン酸ナトリウム法で作成した金ヅルの SERS

竹中 享 (京大 化研)

4:30 ~ 4:50 コメント : SERS と共にラマン

山田晴河 (関学 理)

12月18日(金)

- 午前 9:00~9:40 SERS の電磁気的側面と ω による誘電率をもつ誘電体による
SERS。大高一雄(東大工), 井上雅博(筑波大物工)
- 9:45~10:05 表面ポラリトン励起による SERS の観測についての一提案
。迫田和彰, 大高一雄, 花村栄一(東大工)
- 10:10~10:30 Sinusoidal Roughnessによる SERS 沼田 裕(東大工)
- 休憩 (10:40~10:50)
- 10:50~11:10 Newns—Anderson Model による SERS の理論
。金本恭三, 張紀久夫, 吉森昭夫(阪大基礎工)
- 11:20~11:40 コメント:SERS の理論について 中山正敏(九大教養)
- 11:50~12:20 SERS の Charge Transfer Complex Model 張紀久夫(阪大基礎工)
- 昼食 (12:30~13:30)
- 午後 13:30~13:50 SERS と関連した試料の高感度赤外反射スペクトル
。谷 典子, 山田晴河(関学理)
- 14:00~14:20 プラズモン励起による銀表面上有機薄膜の赤外吸収スペクトル
。八田有尹(東北大理)
- 14:30~14:50 分割型錠剤法による吸着色素の共鳴ラマンスペクトル強度の測定
。町田勝之輔(京大薬)
- 15:00~15:20 マイクロプローブラマンによる Ag 表面の分析 石田英之(東レリサーチセンター)
- 15:30~15:50 Concluding remarks 末高 治(東北大工)

Introductory talk

富山大市村昭二

1974年, Fleischmann らによって粗い表面をもつ銀電極上の吸着ピリジンのラマン散乱測定に端を発した表面増強ラマン散乱(SERSと略記)の現象は固体表面物性研究者, 触媒反応研究者, ラマン分光研究者など広い分野の研究者の強い関心を集めている。SERS に関する論文は実験分野, 理論面ともに指數関係的にその数を増やし, 今日一つのホットトピックスとなっているが, それだけに実験結果内容についても混迷をさけられない状況であり, 理論的考察も, 実験事実を充

分説明するまでにはなっていない。

今まで見い出された SERS の特長は ① ラマン散乱強度の増強率が $10^2 \sim 10^6$ と異常に大きい。② 通常ラマン散乱に見られる励起光周波数に対する ω^4 則が成立していない。③ 金属表面の粗さに密接に関係している。④ 吸着被覆率に依存する。⑤ SERS が構造のない強い連続スペクトルを背景にもつ。⑥ 吸着分子の配向に敏感である。⑦ 金属、吸着分子及びそれらの組合せに選択的である。⑧ SERS の励起プロファイル、などである。これらの実験結果を説明するために多くの理論的考察がなされている。

そこに提案されたモデルは、上の特長のすべてを統一的に説明できるまでに至っていないが今まで発表された理論としては ① イメージ双極子モデル ② Helmholtz 二重層内の電場勾配形成 ③ 分子振動による金属内 local field の増強 ④ 金属内の電子 - 正孔対励起モデル ⑤ 吸着による電子状態シフトの Effective resonance モデル ⑥ 表面プラズモン励起 ⑦ 金属、吸着子間の電荷移動励起 ⑧ Collective electron resonance など多彩である。しかしいづれも SERS の本質を解明するには至っていない。

現在我々は SERS についてどのような立脚点から、その本質解明にアタックしたらよいであろうか。それに関連して A. Otto があげている次の諸点は的を射たものであろう。

- ① Is SERS mainly "classical enhancement" ?
- ② Is SERS a nonlocal mechanism ?
- ③ Is SERS a local mechanism ?
- ④ Is chemisorption necessary for SERS ?
- ⑤ Is atomic scale roughness (especially adatoms) important for SERS ?
- ⑥ Are discrete electronic excitations at the surface important for SERS ?

SERS の現象が表面特有であればあるほど、その本質解明は表面科学分野での重要な課題であるし、SERS のもつ情報量から実用的価値もはかりしれないものがある。また化学と物理の接点にある問題であり、今後、両分野の研究者の協力体制がますます求められるところである。

金属及び金属酸化物の平滑表面における吸着分子の SERS

関西学院大理 ○山本陽一郎・山田晴河

SERS の機構の解明とその応用研究を目的として平滑な金属蒸着膜 (Ag, Au, Ni, Pd, Pt) 上及び金属酸化物 (NiO の単結晶劈開面) 上に吸着したピリジンと Ag 蒸着膜上のステアリン酸の Lang-muir 膜についてラマン散乱を測定した。

- (1) 吸着ピリジンについてはいずれの金属上でも SERS が観測された。全対称骨格振動は $1004 \sim 1015 \text{ cm}^{-1}$ に、CH 伸縮振動は 3100 cm^{-1} 付近にピークを示した。これらの波数はルイス酸

点に吸着したピリジン（化学吸着の一種）のバンドに対応づけられる。この際観測ラマンバンドの振動数と散乱強度の励起波長依存性は金属の種類により異なることを明らかにした。

(2) 酸化ニッケルの単結晶壁面に吸着したピリジンについても SERS を観測することができ、ピークの振動数と強度の励起波長依存性は金属ニッケル上の SERS と類似であることを見出した。すなわち SERS は金属以外の平滑表面でも観測された。

(3) Ag 蒸着膜上のステアリン酸（7分子累積膜）について、偏光特性を示すラマンスペクトルを観測した。CaF₂板上のステアリン酸のラマンスペクトルと比較したところ、Ag 板上のステアリン酸膜は通常ラマンとして説明でき、SERS としての特徴を示さないことがわかった。

以上の結果、観測した SERS は吸着分子と吸着剤との相互作用に基づく現象であり、SERS の主な原因として化学吸着力が関係していることが示される。

Surface Enhanced Raman Scattering from Adsorbed Pyridine on Ag Surface

Univ. of California, Irvine 宇田川眞行* 潮田資勝

異常ラマン散乱の研究が近年盛んに行なわれている。この異常ラマン散乱は、一分子当たりのラマン散乱強度が 10^6 増大するのみならず、高いバックグラウンド、 ω^4 則のずれなど、従来見られたラマン散乱とは著しく異なる現象である。本講演では、この異常ラマン散乱の発生機構を明らかにするために、特に銀に吸着したピリジン系（Py/Ag）に限って、従来の報告及び著者らの実験結果も含めて考察した。

Py/Ag 系では種々の実験方法で異常ラマン散乱が観測されている。即ち電気化学セル、トンネルシャンクション、超高真空である。これら実験結果から得られる異常ラマン散乱に対する寄与を概観すると、表面のラフネスが重要な働きをしていることを発表した。

カソード電位パルスによる SERS の quenching

東大工 渡辺 正

最近報告されたAg上のSERSの励起スペクトル測定結果により、SERSの初期過程がroughなAg表面のSP吸収であるとほぼ確証されたが、これのみならず、ミクロな roughness（又はadatom）の重要性もしばしば指摘されている。電気化学系では、カソード電位を印加して表面種を脱着させたのち元の電位に戻しても SERS 強度は回復せず、Ag⁺錯イオンを新たに添加するとかなり回復する、という事実が adatom の重要性を示唆する。

原子状Agに吸着種が結合したような complex が SERS 活性であると仮定すると、カソード電位による quenching は、吸着種が外れて自由になった adatom が拡散により電極バルクへ

取込まれるとして理解できよう。そこで Ag - ピリジン系に関し、カソード分極をパルス（初期電位 - 0.6 V, 電位差 ΔE_1 継続時間 τ ）として行なった際の SERS の quenching について調べた。

Quenching 効果は、 $\Delta E = 1.0, 0.7$ および 0.4 Vについてそれぞれ $\tau = 10\text{ ms}, 20\text{ ms}, 50\text{ ms}$ 付近から出現した。adatom の拡散取込みを仮定し、いずれの ΔE でもマクロな roughness は同程度（従って adatom の travel distans が同程度）とすれば、この結果は adatom の拡散係数 (D) に行先電位に依存することを示唆する。 $D \simeq 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ と仮定すると、adatom の travel distance は数 μ のオーダーと見積られる。但しこの値がどのような実体に対応するかは明らかでない。ORC により表面を激しく荒らすと、同一の ΔE でも、travel distance が増加することが示唆された。

レーザラマンによる銀電極表面吸着有機物 の動的挙動（ピリジンを中心にして）

日立・日立研 中村 稔

0.1 MK Cl⁻ 溶液を支持電解液としてピリジンを含む溶液中でピリジン濃度、溶液 pH、酸化・還元電位サイクル、電位変動に対する SERS の応答を測定し、吸着種の吸着のメカニズムを検討し、SERS 発生原因との関連を調べた。この結果、(1) ピリジン濃度 0.02 M 付近を境としてそれより低濃度では SERS ピークは急激に低下する。(2) SERS スペクトルは pH によって大きく変化し、又 enhancement factor も pH によって変化する。(3) 吸着ピリジンは水素結合により水と結合した形態および Ag と配位結合した形態の 2 種類があり、ピリジウムイオンは SERS を与えない。(4) Continuum back ground は構造を持ち、励起光から減衰するスソ引き部分と他のピークとからなる。Continuum は吸着種の散乱ピークが増大すれば増大するが、増大割合はピーク強度に比例しない。(5) ピリジンの 2 種類の吸着形態はそれぞれ電位に対して安定領域がある。水素結合様式は -0.2 ~ -0.6 V_{vs} SCE で安定であり、配位結合様式は平衡電位付近で安定である。後者の結合形態はピリジン-銀-アニオンの複合錯体が銀表面に不安定な形で吸着している状態と推定できる。(6) ORC においてラマンピークは reduction がある程度進行するとプラトーに達し、完全 reduction でさらに強度は増大する。(7) ORC に於けるピーク強度の応答から SERS を与えている吸着種は double layer 内の分子のみならず外側の分子も関与していると推定できる。これは long range correlation を示唆している。(8) 吸着種の enhancement に伴って吸着種が存在しない時に観測されているピーク (H₂O, AgCl₂⁻, CO₂⁻, background (等)) がいずれも enhance されて観測される。(9) 単に ORC 終了後ピリジン溶液を添加した enhancement factor は 10³ ~ 10⁴ 程度であり、ピリジンを含んで ORC を行った場合は 10⁵ ~ 10⁶ となり、ORC の吸着過程で 2 枠の enhancement が観測できる。以上。

銀および銅電極上に吸着した メルカプトベンゾチアゾールの SERS

東北大工 大沢雅俊, 末高 治

メルカプトベンゾチアゾール(MBT)はCu合金, Feなどの腐食抑制剤として知られており, SERSによるAg, Cu上への吸着挙動の研究は抑制効果の機構を考えるうえで新しい知見を与えることが期待される。

MBTは中性および酸性水溶液中では(I)の thione型で存在する。しかし中性溶液および Cl^- - Br^-



などの特異吸着するハロゲンを含まない酸性溶液から Ag および Cu に吸着した MBT のスペクトルは (II) および AgMBT, Cu^IMBT 錯塩のものとよく似ている。この吸着状態は錯塩の構造から推定して $\text{C} = \text{S}$ で吸着していると思われる。一方酸性溶液では $\text{Cl}^- \text{Br}^-$ を加えると (I) とよく似たスペクトルが得られる。しかし溶液の pH を大きくすると (II) の構造に似た吸着種に容易に変化し、しかもその変化は可逆的である。したがって、2種類の吸着種の違いは H の有無によるものと思われるが詳細は明らかでない。

従来の研究では Cu^IMBT 錫体から成る保護皮膜の形成により Cu の腐食が抑制されるとされてきたが、今回の SERS の測定により、腐食の初期段階では吸着 MBT が抑制効果をもっていることが明らかとなった。

MBT の被覆率(θ)とラマン強度(I)の関係をみるため溶存MBT濃度(C)を $10^{-9} \sim 10^{-6}$ Mと変化させた。その結果 $C = 10^{-8} \sim 5 \times 10^{-7}$ Mでは $I \propto \log C$ であり $\sim 5 \times 10^{-7}$ Mで最高強度が得られ、これより高濃度側では I が減少する。MBTを吸着させる前後での溶存MBTの濃度変化をUV-スペクトルで測定し、電極上の吸着分子数を求めたところ、 $C = \sim 5 \times 10^{-7}$ Mではほぼ単分子吸着層が形成されるものと推定された。このことからMBTの場合はSERSはlocalな効果であろうと考えられる。

クエン酸ナトリウム法で作製したゾル表面の SERS

京大化研 竹中 亨・馬渕昌樹

塩化金酸の水溶液にクエン酸ナトリウムの水溶液を加えて金コロイドを作り、その表面に吸着したクエン酸イオンのSERSを観測した。得られたスペクトルの強度は水溶液中のそれに比べて 10^5 倍程度増大している。このスペクトルの時間変化、偏光解消度および励起波長依存性などを

測定するとともに、可視スペクトルや電子顕微鏡写真の結果を参考して SERS の機構を検討したところ、金微粒子の集団（クラスター）による散乱光と表面プラズマ振動との共鳴が主要な原因であると推定した。

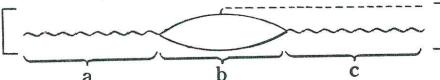
SERS と共にラマン（コメント）

関西学院大理 山田 晴河

固体表面の微量吸着種の共鳴ラマンとして観測されている例（吸着ヨード、ジフェニルエチレンの形成する反応中間体、酸化亜鉛電極上の吸着色素、吸着ピリジンなど）を示し、SRES の現象と比較する。種々の酸化物に化学吸着したピリジンとして三種の構造が考えられており、紫外励起によってそれらの共鳴ラマンが観測できる。そのうち Lewis 酸点に吸着したピリジンのスペクトルが、金属表面で SERS として観測されるものと類似していることなどから、強い SERS には化学吸着種の共鳴ラマンが関与していると考えられること、およびその裏づけとなる実験事実をまとめてみる。

「SERS の電磁気的側面」

東大・物工 大高一雄、筑波大・物工 井上雅博

ラマン散乱を  と書くとき、SERS は a , b , c 各部

が金属と相互作用をしてひとつつながりの過程の断面積が増すために起る。金属との相互作用は、金属内の素励起の virtual な励起と、分子 - 金属間の電荷の移動を含む化学吸着現象に起因するものとの 2 つに大別できよう。上図 b 部には、この両者が介入しそう。前者は吸着分子のエネルギーレベルの vander waals shift の原因となる。金属 - 分子間隔が大きければ、表面プラズマ（SP）又は、そのポラリトン（SPP）の励起が主となる。間隔が小さくなれば、その他に particle hole pair の寄与も無視できなくなるのは言うまでもない。ここでは b 部の影響は考えない。上部の a 部、 c 部には化学吸着現象は関与しない。系励起としては、ここでも SP 又は SPP を考えるのが、まず第一である。SP 又は SSP の励起は、金属に適当な誘電率をはじめから与える立場をとるならば、電磁気で解くのが、最も賢い。分子 - 金属間隔が、小さい時 ($1 \sim 2 \text{ \AA}$) は $\epsilon(\omega)$ は $\epsilon(k, \omega)$ とすべきだが、はじめから $\epsilon(k, \omega)$ ありき、とする立場自体が疑問となる。 $\epsilon(\omega)$ を用い、しかも分散なしのプラズマのみをとりこんだ表式を用いるのは、以上の 2 点の限界をもっている。

いずれにしろ、金属表面に平行な運動量が保存しない系でないと、SPP 励起で、散乱断面積は、増加しない。金属の球を考えるのは、粗い金属表面の模型というばかりでなく、金属微粒子を用いた SERS を考える場合には実際的な意味をもつ。Macall, Platzman, Wolf (MPW) の計算はこの系にあてはまる。彼等の計算は、遅延効果を無視し、 $\ell = 1$ の空間しか考慮していないので、

Ag の球に対し、きちんと解いた結果を紹介する。球の半径が十分小さい時は、MPW の結果ともちろん一致する。

「 ω によらない誘電率をもつ誘電体による SERS」

筑波大・物工 井上雅博、東大・物工 大高一雄

吸着分子のみる電場（局所場）が、増すのは、表面プラズモンの励起に限らないことを示すために、誘電体の球が、 $x y$ 面内に周期的に並んでいる系を考える。球の誘電率は、 ω に依存しないが、外（真空）より大きなある正の定数 (> 1.0) とする。この系は、slab の場合と同様に、光子の束縛状態を有する。slab では、束縛状態は、 $\mathbf{q} - \omega$ 空間 ($\mathbf{q} \parallel x y$ 面) で、光円錐の外に存在するため、光円錐内に存在する入射光では、励起することができない。しかし周期性があると、Umklapp 過程で、入射光との相互作用が生ずる。たとえば、反射率を見れば、鋭いピークがあらわれる。束縛状態は、 \mathbf{q} に関する分散をもつから、入射波の ω を固定して入射角度を変化させると、分散曲線を切る時に相当する、ある角度の所で、反射率にピークを生じ、かつ局所場が、強くなることが期待される。強い局所場で励起された、吸着原子、分子の双極子モーメントからの輻射は、再び、束縛状態と相互作用をして、2重の増強効果が、観測する電場強度にあらわれることが期待できる。

計算は誘電体球の誘電率を 2.6 ととり、いくつかの束縛状態を例にとって、周波数を固定し、反射率、局所場の強度、ラマン強度を入射角、又は観測点への角度の関数として計算した。束縛状態に依存するが、ラマン強度の増強因子（Enhancement factor）は、 $10^4 \sim 10^5$ となり、上述の期待が、確認された。

表面ボラリトン励起による SERS の観測についての一提案

東大・工 迫田和彰 大高一雄 花村榮一

SERS の原因の一つとして、金属表面の roughness による表面プラズモンボラリトンの励起が考えられる。表面ボラリトンは、本来、入射光（平面波）によっては励起されないが、表面の roughness によって、即ち、表面に沿っての並進対称性の破れによって、波数ベクトルが保存する必要がなくなり、入射光によって励起可能となる。この効果を定量的に評価することは難かしいので、以下のように ATR を用いた系で議論する。Kretschmann 配置において、金属（銀）薄膜上にしかるべき分子を吸着させ、ラマン散乱光をプリズム側から観測すると、まず、入射光によるボラリトン励起のために薄膜上の電場強度が増大し、更に、散乱光によるボラリトン励起のために、その分散関係で決まる特定の方向に散乱光が集光される。この二つの機構により、ラマン散乱強度は 10^4 倍増強される。ただし、入射光の波長は 5145 \AA 、プリズマ及び銀薄膜の誘電率は、

それぞれ $3.6, -10.79 + 0.03i$, 薄膜の膜厚は 500 \AA° とした。以上の計算は SERS における表面ポラリトンの役割を定量的に評価したばかりでなく、分子の吸着状態を調べるための強力な測定手段を提供するものである。更に、分極を担う物質は金属である必要はなく、誘電体をその代わりに用いることもできる。この場合、誘電体の LT 分裂の間に納まるような振動数をもつ入射光を用いて、表面エキシトンポラリトンを励起することになる。大きな LT 分裂をもつ物質が事実上望ましいと考えられるが、現在、TCNQ 等の分子結晶について検討中である。

表面プラズモン-ポラリトン モード(SPP) の共鳴下での電場増強による SERS への寄与

東大工 沼 田 裕

正弦波形の表面に光を照射したときの表面での電場の強度は電磁場をフーリエ級数に展開してマクスウェル方程式を解くことによりかなり正確に求める事が出来る。方程式は電場、磁場の表面に平行な成分(p- 偏光の場合のみ考えた)に関し連立一階の微分方程式となる。実測されている例 1, 2) に基づき行った数値計算の結果を実験結果と比較検討した。反射率の入射角依存性に於ては、反射の最小の起る角度は実測値とよく一致する事、SPP モードの放射 - 非放射の遷移により反射率に折れ曲がりが生ずる事を示した。又入射周波数で励起された SPP モードが共鳴条件下にあるならば、ラマンシフトして生ずる光も表面で SPP モードとして共鳴する筈であることから SERS への電場の寄与が表面での電場の絶対値の 4 乗に比例し、その大きさが 10^3 程度であることを、及び実測された SERS の入射角依存曲線の非対称性が数値結果とよく一致することを示した。

(文 献)

- 1) A. Girland et al. : J. Chem. Phys. 72 (1980) 5187.
- 2) J. C. Tsang et. al. : Solid State Commun. 35 (1980) 667.

Newns — Anderson model による SERS の理論

阪大・基礎工 金本恭三 張 紀久夫 吉森昭夫
SERS を電子的側面から説明するために、Gersten らによって提唱され、Ueba によって詳しく調べられたモデルは、金属とその表面に吸着した分子の相互作用として電子のやり取りを仮定する Newns - Anderson model である。この相互作用のために effective な共鳴状態がフェルミ面付近に現われ、これが“異常”なラマン強度を与える。この理論では相互作用を摂動として計算するがスペクトルの分母にセルフエネルギーとして現われる対数項はフェルミ面の存在が原因の異常項である。我々は Ueba の摂動計算の近似を高め対数発散の項を無限次まで集める試みをした。

ハルミトリアンは Ueba と同様に電子のやり取りが中間状態でのみ可能なものとした。フォノンとの結合は弱いと仮定し最低次の摂動を調べた。スペクトルの計算においてはじめにレゾルベントで相互作用項を摂動として展開し \log の最低次を調べた。これにくり込み群の方法を適用し高次の \log まで集めた形を得た。

結果は、threshold に近づくにつれ漸的にべき関数的に発散する形となり、この結果は金属の X 線吸収において現われる edge singularity についてすでに Nozieres らや Kotani & Toyozawa らによって詳しく調べられた結論と対応する。Electronic な Raman 散乱に関しては Nozieres らの X 線の Raman 散乱の計算と同様の結論を得た。Phonon の関与した散乱では Phonon のエネルギーだけずれた所に、同様の発散を持つ関数との積になる。

発散は有限温度の場合 $k_B T$ で抑えられ、バンド幅を 8 eV 程度、Phonon のエネルギーを 0.2 eV 程度とし、指数を伝導電子の位相のずれから見積った値にとると 10^3 程度の Enhancement を得る。

SERS の理論について

九大教養 中 山 正 敏

SERS の研究は、理論的にも実験的にも enhancement に目を奪われ過ぎているように思われる。「吸着分子のラマン散乱」といった姿勢で、吸着分子の様態・応答の一局面として地道に取組むべき段階に達しているのではないか。

分子と下地を一体にした系について、広い意味の共鳴が起っており、その主因が(A)下地側にあるのか(表面プラズモン), (B)分子側にあるのか(化学吸着), (C)両者の相互作用にあるのか(鏡像相互作用、電子移動遷移)によって種々の理論が提起されている。それらの理論の当否は、単にどれだけの enhancement を与えうるかではなくて、その拠って立つ描像が他種の実験事実または理論計算によって確かめられるか否かにより判断されるべきである。例えば、(A)の場合ならば吸着のない状態での光学スペクトルや表面プラズモン励起の実験、(B, C)の場合では電子準位に関する種々の分光実験がよく制御された条件下でなされねばならない。その前提として、分子の濃度・配列・配向の知見が要求される。逆に、こうした情報の積重ねの上に、ラマン散乱断面積の絶対測定、偏光特性の測定も可能になろう。すべての場合を通じて、励起スペクトルの測定は最重要である。

吸着状態について知見が集積している系として、CO の遷移金属・貴金属吸着があげられる。特に Ni へ吸着した CO については、電子構造もかなりよく分って来ており、理論計算もある。この系でのラマン散乱は一例報告されているが(Stencel - Bradley, J. Raman Spec. 8 ('79) 203) 疑問点もあり、励起スペクトルは測定されていない。弱吸着の Ag 上 CO の場合と比較検討して行くと、一つの典型例を作ることができよう。

SERS の Charge Transfer (CT) Complex model

阪大 基礎工 張 紀久夫

ピリジン／銀の吸着系では、種々の実験から 1.9 eV 付近に幅広い励起準位が存在することが判っている。これが SERS の励起スペクトルと平行していることから、この励起に共鳴したラマン散乱が SERS だとするモデルがある。これが吸着系にのみ存在することと、吸着表面の仕事関数変化から、この励起は Ag からピリジンへの CT に起因すると考えられるが、XPS では基底状態でも N 原子への電荷の流入がみられる。従って、今後のモデルでは、基底状態でも、励起状態でも、金属と吸着子の化学的特性を反映した電荷のやりとりを考える必要があろう。

SERS と関連した試料の高感度赤外反射スペクトル

関西学院大理 谷 典子，山田晴河

SERS ならびに吸着種の赤外吸収バンドの強度増大に関する未解決な問題を解明する事を目的として、我々は Ag および Ni 金属表面の微量吸着種（特に SERS 関連物質）の高感度赤外反射スペクトルを取扱った。得られた結果を既報のラマンの結果と対応しつつ吸着種の構造や光学的性質ならびに金属と吸着種との相互作用を明らかにしようとする。

金属基板としては高純度の Ag と Ni の金属板および光学平面のガラス基板に金属を真空蒸着したものを用いた。吸着質としては金属基板上に、 i) ステアリン酸 Langmuir 膜（Blodgett 法により単分子層～5 分子層膜として）， ii) 安息香酸， p-ニトロ安息香酸， イソニコチン酸吸着膜（EtOH 溶液あるいは気相から）， iii) CN⁻, SCN⁻, SO₄²⁻ イオン吸着膜（水溶液から），を調整した。

赤外測定には入射角 8.5° で測定できる高感度赤外反射装置を設計作製し、 JASCO DS-301（プリズム）を改造した高感度の赤外分光光度計に装着した。AgCl 偏光子によって入射面に平行な偏光を用いて測定した。一部の試料については FTIR（Digilab FTS-20B/D）による高感度反射スペクトルを東レリサーチセンターにおいて測定していただいた。

まず Ag 蒸着膜上のステアリン酸 Langmuir 膜試料についてはステアリン酸の分子配向に相当するスペクトルを得た。また单分子金層のスペクトルから 1515 cm⁻¹ と 1420 cm⁻¹ に -COO⁻ に帰属されるバンドを検出し、ステアリン酸は吸着第一層において -COO⁻ にイオン化して吸着している事を明らかにした。安息香酸およびその誘導体もスペクトルから、 Ag および Ni 表面でカルボキシル基が -COO⁻ にイオン化して吸着している結果を得た。また無機質イオンについては、金属との錯体に帰属されるスペクトルを得た。特に CN⁻ イオン吸着膜のスペクトルでは、 [Ag(CN)₂]⁻

および $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ による赤外バンドを検出する事ができた。

以上の高感度赤外反射測定から金属と吸着質との間に化学結合が形成されている事は明らかである。強いSERSを示す吸着種は金属と化学結合していると考えられる。

プラズモン励起による銀表面上有機薄膜 赤外吸収スペクトル

東北大・工 八田有尹 大嶋 順 末高 治

Hjortsberg は Ag の表面電磁波を赤外線で励起することにより、Ag 上のマンガンステアレートの film の赤外吸収スペクトルを測定した。その後、Hartstein らはアイランド状に蒸着した Ag 上にモノレヤーで付着したパラニトロ安息香酸の赤外吸収を増大させることを報告し、これが Ag の自由電子集団共鳴に関与したものと解釈された。

そこで、本研究ではパラニトロ安息香酸、ステアリン酸について、单反射ATRスペクトルを測定してみた。

Ge プリズムに平均厚さ 50\AA の Ag を蒸着し、さらにパラニトロ安息香酸（以後PNBAと略）を 60\AA 蒸着したものについて測定したところ、P 偏光を用いた時にのみ PNBA の赤外吸収が著しく増大することがわかった。測定領域は $1800\text{~}1200\text{ cm}^{-1}$ であったが、実際にスペクトルとして測定できたのは、 NO_2 の sym. str. (1340 cm^{-1}) と CO_2^- sym. str. (1390 cm^{-1}) のみであり、 NO_2 の asym. str. COOH の OH in-plane def などは測定されなかった。これらの事実から、Ag 表面には PNBA の塩が存在していることを示唆する。次に同じ厚さの Ag 上に 400\AA の PNBA を蒸着したものについて同様の測定をおこなったが、やはり同様の結果が得られ、 CO_2^- sym. str. NO_2 sym. str. が測定されたが、PNBA の厚さにもかかわらず、吸収強度はほとんど変化しなかった。従って、Ag そのものの存在が赤外吸収スペクトルの増強に関与していると解釈される。なお Hartstein らは 3000 cm^{-1} 付近の吸収だけしか測定していないが、P, S 両偏光でも同じ吸収増大が生ずるとしており、今回の我々の結果と異なっている。同様の測定をステアリン酸の場合についておこなったところ、 3000 cm^{-1} 付近の吸収がやはり P 偏光によってのみ増大することが認められた。

分割型錠剤法による吸着色素の共鳴 ラマンスペクトル強度の測定

京大薬 町 田 勝之輔

固体試料の共鳴ラマンスペクトル強度を論ずる際には、試料による光の吸収と散乱の影響を同時に考慮に入れなくてはならない。われわれはさきに粉末試料の共鳴ラマン線強度を比較する一つの試みとして分割型KBr錠剤法を考案し、Kubelka-Munkの拡散反射理論を共鳴ラマン効果に適用して後方ラマン散乱強度の試料濃度依存性を表わす式を導いた。今回はこの方法によってシリカゲルに吸着したアゾ系色素 Methyl Orange (MO) およびトリフェニルメタン系色素 Crystal Vilet (CV) の共鳴ラマンスペクトル強度を検討した。これらの色素については銀電極表面上で SERS を示すという報告があった。

吸着試料は色素水溶液をシリカゲルと共に 30°C で 1 時間振とう後沪取乾燥して製し、分割型 KBr 錠剤に成型して回転しつつ入射角 60°, 90° 散乱で測定した。吸着量は母液の吸光度の減少量から求めた。

CV では吸着により 1587 cm^{-1} のバンドの相対強度が変化した以外にスペクトル変化は認められず、強度増大も起らなかった。なお 1587 cm^{-1} のバンド強度の変化は SERS においても認められている。MO は中性溶液からは吸着されず、酸性溶液から吸着されてプロトン付加体のスペクトルを示した。吸着試料と非吸着試料の散乱強度 - 濃度曲線の形を理論曲線と比較し、吸着により吸収係数は約 10 倍、ラマン散乱係数は約 50 倍となることがわかった。なお本研究における吸着 MO のスペクトルと Van Duyne らによって報告されている MO の SERS スペクトルの間には対応するバンドが数本あることから、MO の SERS にはプロトン付加体が関与しているものと思われる。

Concluding Remarks

東北大・工 末 高 治

雰囲気中に存在する化学種の妨害を受けないで表面化学種の存在状態を *in situ* 測定できる手段が強く求められている現在、金属表面化学種の Raman 散乱の強度だけを選択的に増加させる SERS は重要である。その強度増加の理論はまだ確立されていないが、この研究会の討議を開いて感ずるのは、機構は単一でなく複数のものの重複である可能性が大きいということである。いま、大胆に仮説を立てると、固体表面に形成される強い電場と吸着により誘起される一種の共鳴ラマンの 2 種が考えられる。後者によると考えられる SERS については既にメルカプトベンゾチアゾー

ルについて述べたが、ヘプチルビオロゲンモノカチオンラジカル(HV^+)について我々が測定した結果は前者に対応する。すなわち、金属電極表面に環元によって形成された HV^+ 薄膜は共鳴ラマン散乱によるラマンスペクトルを与えるが、電極金属をPtからAgにすることにより膜厚は同一でもラマン強度は10倍以上増加する。また、Pt表面では励起光の偏光状態および測定角の変化に伴いラマン強度は金属を反射鏡と考えたGreenlerの理論に一致して変化するが、Ag上では依存性はほとんどみられない。さらに、強度増加は金属表面第1層だけでなく多層膜について測定され、金属の変化によってラマンバンドの位置、相対強度は変化しない。これらはAgにおける表面プラズモン振動の励起によって生じた電場で説明できる。

さて、強度増加が表面電場によるものであれば、表面化学種は余り存在状態を乱されることなく測定され、吸着による感度増大は界面化学結合に関する直接の情報を与える。したがって、今後SERSの応用は各方面に拡がるであろうが、他によいプローブの少ない水溶液中の金属表面の研究に特に有力であると思われる。

＜後記＞

本研究会開催の端緒は物性研の豊沢教授からSERSの重要な特長に対して示された深い関心からであり、東北大末高教授、関西学院大山田教授らの積極的働きかけがあったからであります。企画面で特に特異な結果になりましたのは物性研短期研究会の今までの会とちがって、物性研外の研究者ばかりの発表となつたことであります。こうした研究会を物性研施設共同利用委員会において承認していたゞき、物性研のみなさんから物心両面で御援助、協力をいたゞきましたことを世話人として心から御礼申し上げます。

本研究会を終えて感じたことは、SERSのもつ重要性と、まだ混迷とした現状と、さらに加速的にふえている研究成果を、もう一度一堂に会して討論、検討する機会をもつ必要であります。新年度に是非もう一度物性研でこうした会を開催したいと念願しています。尚今回の研究会の詳細はProceeding(英文)の形で57年2月に発行する計画です。(市村)

物性研究所短期研究会プログラム

「原研改 3 号炉新設中性子散乱装置群（主として中性子導管用）」

期 日 1982年1月18日(月), 19日(火)

場 所 東京大学物性研究所 講義室

1月18日(月)

13:00 INTRODUCTION 星 塙 穎 男

座長 伊藤 雄而 「改造計画の概要」

- | | | |
|-------------|-----------------------------|-----------|
| 13:10~14:45 | (a) 原研 JRR 3 の改造計画の概要 (20分) | 瑞穂 満 (原研) |
| | (b) 改造 3 号炉冷中性子源装置 (20分) | 一色正彦 (原研) |
| | (c) 改造 3 号炉の中性子導管群 (15分) | 船橋 達 (原研) |
| | (d) 改造 3 号炉中性子散乱装置 (20分) | 飯泉 仁 (原研) |

休憩

座長 国富信彦 「冷中性子散乱への期待」

- | | | |
|-------------|--|-------------|
| 15:05~16:30 | (a) 中性子導管の設計と性能 (KEKにおける導管と JRR 3への提言) (30分) | 遠藤康夫 (東北大理) |
| | (b) 高分解能冷中性子散乱研究 (10分) | 平川金四郎 (物性研) |
| | (c) 高分解能 3 軸分光器を用いた実験 (15分) | 池田宏信 (お茶大理) |

休憩

座長 山口泰男 「冷中性子散乱装置(I)」

- | | | |
|-------------|------------------------------|------------|
| 16:45~17:50 | (a) 中性子スピン・エコーとスペクトル変調 (20分) | 伊藤雄而 (物性研) |
| | (b) 中性子光学 (15分) | 菊田惺志 (東大工) |
| | (c) 極小角散乱実験とトポグラフィー (15分) | 富満 広 (原研) |

18:00~懇親会

1月19日(火)

座長 池田宏信 「冷中性子散乱装置(II)」

- | | | |
|------------|-----------------------------|------------|
| 9:30~10:35 | (a) 高分解能 3 軸型分光器 (15分) | 中井 裕 (阪大理) |
| | (b) 中性子背面反射分光器 (15分) | 西 正和 (物性研) |
| | (c) 中性子スピンを利用した高分解能装置 (20分) | 伊藤雄而 (物性研) |

休憩

座長 中 井 裕 (d) 非弾性散乱分離用アナライザー付 4 軸回折装置

10:45~12:05

(15分) 原田仁平, 坂田 誠 (名大工)

(e) 粉末及び単結晶回折装置 (15分) 山口泰男 (東北大金研)

コメント (5分) 富吉昇一 (東北大金研)

(f) 液体構造研究用装置 (10分) 佐久間 隆 (茨大理)

田巻 繁 (新潟大理)

(g) Li⁶ ガラスシンチレーター PSD の中性子への応用

新村信雄 (東北大核理研)

山田和芳

昼 食

座長 遠 藤 康 夫 「中性子小角散乱」

13:20~15:15

(a) 阪大冷中性子小角散乱装置による生物学への応用

(20分) 三井利夫 (阪大基礎工)

(b) 生物分野への利用と必要な性能 (20分) 矢吹真人 (群馬大教養)

(c) 高分子物理学研究用装置 (20分) 三宅康博, 和泉義信 (北大理)

(d) 金属材料研究用装置 (20分) 梶谷 剛 (東北大金研)

休 憩

座長 飯 泉 仁 「冷中性子散乱装置と利用の有り方」

15:30~17:00

自由 討 論

「原研改 3 号炉新設中性子散乱装置群 (主として中性子導管用)」

世 話 人 一 同

現在我が国の研究用原子炉として最も活用されている原研 JRR-2 号炉も、すでに 20 年を超える稼動のため数年後には耐用年限に達するものと考えられる。JRR-2 号炉に代る次期主力研究用原子炉として、現在の JRR-3 号炉を大巾に改造する計画が進行中である。研究用原子炉の利用がビーム実験、特に中性子散乱研究分野にその最大の需要を見出していることは世界的すう勢で、そのためには、原子炉改造計画の当初から、原子炉設計担当者と中性子散乱研究者とが連絡を密にして、互いのニーズと特徴を理解し合うことは非常に大切であろう。本研究会はこの様な趣旨で開催された。

更に中性子散乱研究分野を眺める時、ヨーロッパに端を発した冷中性子源の炉内設置と中性子導

管を利用したクリーンな冷中性子ビームの導出は、従来の物性分野での研究の範囲を超えて、広く材料研究や、生物の分野での冷中性子散乱研究の発展をうながしている。この様な歴史的発展を考えて、本研究会は主として改造3号炉計画のうちの冷中性子導管を利用する広い研究分野に焦点を合わせて企画された。

プログラムに見る通り、始めに原研担当者より改造3号炉計画の概要に関する説明があり、次いで物性研究分野からの冷中性子散乱への期待が述べられた。研究会の大半は新しく計画されている冷中性子ビームを利用する装置群についての提案と、特に中性子小角散乱による物性周辺の拡大分野からの要望に当てられた。

最後にこのような冷中性子散乱装置を建設し、そして利用して行くに当っての今後の方針と体制について活発な論議が自由討論の形で行なわれた。この研究会を発端として、今後更に具体的な計画の遂行が必要となろう。

Introducion

星 垒 祯 男

1961年に日本で始めての本格的中性子ビームがJRR-2から出て以来、JRR-3、KUR-1、KENSと日本の中性子散乱研究は発展して來た。数年後には、JRR-2も寿命が来て、改JRR-3、KUR-2がわが国の主力研究用原子炉となる予定である。日本の中性子散乱研究は、物性物理とともに磁性、イオン結晶、誘電体等の分野に偏っていたが、最近、高分子、生物などを含むより広い分野の要望も強く、今後は諸科学への応用に発展すべきであろう。ヨーロッパが、アメリカと同じ歩調をとらず、とくに冷中性子源の開発のような独自の道をとってユニークな研究が発展したように、わが国でも、過去、現在の世界の趨勢のみにとらわれず、10～15年先の研究を考えて、独自の発想を模索し、新しい線源につける設備等も柔軟な姿勢で考えて行くべきと思う。その際、改3号炉とKUR-2とは、それぞれの特徴があることは勿論であるが、研究者の地域分布等も考慮して、よい意味で競争しつつも、独自性と相補性を保って共存共栄すべきものと思う。又、パルス中性子源利用との関連、軌道放射X線光との関係も考慮すべきである。数年先に始まる新しい研究体制についても、今からよく討議して行って欲しい。

「原研JRR-3の改造計画の概要」

原研 瑞穂 満

熱中性子束が 10^{14} n/cm² sec 台の現在のJRR-2号炉が数年後に耐用年限に来るものと考えら

れるので、その代替として、原研における次期主力研究炉として現在のJRR-3号炉を改造する計画が進んでいる。改造3号炉では現在JRR-2及びJRR-3で行なわれているビーム実験並びに照射実験の双方を遂行する関係上、従来の経験を踏まえて、これら双方の要請をできるだけ満たすよう配慮されている。と同時に安全性並びに炉管理の容易性にも充分の考慮がはらわれている。

以上の諸点から改造3号炉の特徴は次の通りである。

- (1) 重水反射タンクをそなえたタイミング・プール型軽水減速、軽水冷却炉で45%濃縮ウランを使用する。
- (2) 熱出力20MW、最大熱中性子束 $2 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2 \text{ sec}$ 。
- (3) 水平実験孔7本、冷中性子ガイド孔1本、熱中性子ガイド孔1本(全てTangential)，垂直照射実験孔15本。
- (4) 冷中性子源(約1ℓの液体水素)を重水反射体中に設置する。
- (5) ビームガイド管(熱及び冷中性子用)で炉本体と接続したビーム実験ホール(約 $30 \times 40 \text{ m}^2$)を付属建屋として持つ。

尚、現時点に於ける改造3号炉計画での改造終了に伴なう稼動開始時期は昭和62年である。

改造3号炉冷中性子源装置

原研 一色正彦

1) 全体計画

冷中性子源装置は我が国で初めて経験するものであり、また安全性が特に重要視されることから実規模でのモックアップ試験を経たのちに実機の製作に着手する計画である。現在作業は概念設計を終えたところで、これから詳細設計に入る段階に進んでいる。

2) 関連建家

冷中性子源装置に関連する建家は、主に原子炉建家、コンプレッサー室、制御棟及び実験利用棟から構成される。冷中性子を作り出す装置のクライオスタット部は原子炉本体建家の炉プール内に設置し、その他の冷凍機器類はすべて炉外のコンプレッサー室に収納する。また、装置の制御及び計測系設備は制御棟に配備する。原子炉建家と実験利用棟の間は5本の中性子ガイド管で結ばれ、クライオスタットで発生する冷中性子はこの内の3本のガイド管を通して実験利用棟に導き出される。

3) 冷中性子源装置

改造JRR-3における冷中性子源はプール型炉の利点を生かして縦型構造を考えている。冷減速材には液体水素を使用し、温度は約20°Kを目標とする。

冷中性子源装置は液体水素を溜めるクライオスタット部と低温ヘリウム冷媒を作るヘリウム冷

凍設備から構成される。クライオスタット部は、約 1 ℥ の液体水素を貯溜する減速材容器、内部への熱の侵入を防ぐための減速材容器を取り囲む真空断熱容器、水素ガスを液化するための凝縮器及び熱サイフォンを行う対向二相流路管から成る。クライオスタット部は、炉体プール内に設置し、先端部は更に重水タンク内に挿入する。一方、ヘリウム冷凍設備は冷媒ガスを圧縮するための圧縮機と低温ヘリウムガスを作り出すコールドボックスから成り、圧縮機は振動や騒音防止のため原子炉建家外の独立した建家に設置する。

4) 今後の重要検討課題

これから開始する詳細設計では、炉内設置構造物の核加熱量の評価と規格外形状が予想される冷減速材容器の安全解析が最も重要な検討課題である。

改造 3 号炉中性子導管群

原研 船 橋 達

改造 3 号炉には、炉心・冷中性子源・建屋等の条件を考慮すると、熱中性子導管 2 本 (T 1 , T 2) , 冷中性子導管 3 本 (C 1 , C 2 , C 3) を設置するのが適当であると思われる。ニッケルを蒸着したガラス板を使用するとして、下の表のような導管を考えてみる。

導 管	特性波長 (\AA)	断 面 縦 × 横 (cm)	曲率半径 (m)	彎曲部 (m)	全 長 (m)
T 1	2	20 × 2	3340	35	64
T 2	2	20 × 2	3340	35	59
C 1	4	12 × 2	834	17	45
C 2	4	12 × 2	834	17	47
C 3	6	12 × 2	371	15	32

彎曲部の長さは直視距離の 1.5 倍にとってある。(C 3 では 2 倍)。これらによって、炉室から約 10 m 離れたところにある 45 × 30 m の導管ホールに中性子線が導かれ、T 1 · T 2 には三軸分光器 2 台、トポグラフィー装置・ラジオグラフィー装置・4-サークル回折装置・多結晶回折装置が設置できる。C 1 には全長 40 m の小角散乱装置と後方散乱装置、C 2 には中性子スペクトル変調装置とラジオグラフィ装置、C 3 にはスピネコー装置と材料研究用小角散乱装置が設置できる。これらの主要な装置の間の空間を利用すれば、小型の回折装置を 4 台設置することができる。

中性子線束の強度は、線源・導管の効率・線源を見込む角の積で決まる。全反射臨界角は、2, 4, 6 \AA の波長に対して、 0.2° , 0.4° , 0.6° である。C 1 ~ C 3 では臨界角が大きいので、導管

ホール内では入射線の見込む角は臨界角で決められるが、あまり大きな損失とはならないであろう。小角散乱では発散角を小さくするので、冷中性子源の利得と導管の効率だけが問題となる。T 1, T 2 では横方向のひろがりは臨界角でおさえられるが、たて方向については、とり出しがから線源を見込む角度の方が臨界角より大きい。従って、線源に近い装置の方が強度が大きいが、導管中の位置（高さ）によって条件が異なる。後方でも、彎曲モノクロメーター等によって、たて方向の収束をはかるこことはきわめて有効である。これには導管のたて方向が長いことが有効になる。

改 3 号炉 中性子散乱装置

原研 飯 泉 仁

改 3 号炉は照射利用とビーム実験の両立を図った汎用研究炉であるため、ビーム実験専用炉に比べると、熱中性子束 ($1.5 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2/\text{sec}$) の点では物足りない。しかし Tangential ビーム実験孔の採用と冷中性子源—ガイド管—ビーム実験室の設備により、中性子散乱実験の発展が期待できる。

中性子散乱装置は炉室の水平実験孔に設置されるもの（6基）とビーム実験室に導かれたガイド管に設置されるものとに分れる。前者は強い熱中性子ビームを利用して、すでに確立している中性子散乱法（例えば3軸型分光器など）の延長、ないし発展が中心となろう。これに対し、ガイド管に設置さるべき中性子散乱装置は、熱中性子領域にあっては、ビームの鋭い発散角、冷中性子領域にあっては長波長という特長を生かし、高分解能をねらった新しい型の中性子散乱装置が設置すべきであろう。

炉室内装置の配置計画はすでに具体化しており、3軸型分光器が原研、物性研、東北大学により各一基ずつ、計3基設置が予定されており、ほかに中性子回折装置が1基（実質2基）原研により、偏極解析装置1基が物性研により、トポグラフ・中性子光学装置が原研・東大工学部グループにより計画されている。

ガイド管装置については原研が中性子小角散乱装置・高分解能3軸分光器・トポグラフ装置などを計画しており、大学側も今回の研究会で話題になる装置を考えているが、本格的具体化は今後にまつところが大きい。この意味で、今回の研究会が良い出発点になることを期待したい。

KENS 中性子導管の設計、性能と冷中性子散乱装置 (JRR-3 冷中性子散乱装置への提言)

東北大理 遠 藤 康 夫

KEK-BSF 中性子散乱研究施設(略称KENS)の冷中性子発生用、固体メタンモデレーターをのぞむ中性子導管の設計概念、及び実際の導管の設計、設置及び中性子の透過度の計測によるKENS導管の性能について言及する。この導管はパルス中性子を伝送するのでパルスが重なりあわない距離にとどめること、中性子の長波長の部分を切る必要がある為に導管の途中にチョッパーを入れること、導管の入り口と冷中性子を発生するモデレーターとの距離が一定以上接近できないこと、及びモデレーターに隣接した中性子ターゲットを導管の見込み角の外に出すことなどの制限を課して設置された。全反射臨界波長を4 Åに決め、生体遮蔽内のモデレーターから1.5 m離れた場所に入口を持つ直導管と直導管出口の外側にチョッパーと11m(2本)、17m(1本)の曲導管とから構成されている。性能は導管出口の強度が、 $\sim 8 \times 10^5 \text{ n/cm}^2 \text{ sec} \cdot \text{ev}$ で、直導管の出口の強度に比べて凡そ30%程度に下っていると思われる。この減衰の理由については、目下検討中であるが、この導管の構成で予想される減衰量は約70~80%であり、実際は2倍の大きさになっている。

この3本の中性子導管と1本の穴が冷中性子を眺めていて、各々のビームポートに、小角散乱装置(SAN)、超冷中性子散乱装置(UCN)、偏極冷中性子散乱装置(TOP)、大面積解折用鏡・中性子分光器(LAM)が設置されている。こゝでは関心の多いSANについて、その性能、研究例などの概容を示し、JRR-3に設置を予定されている装置についての指針の資料を提供する。JRR-3には、需要の多い小角散乱装置、偏極中性子散乱装置の設置がのぞまれる。

「高分解能冷中性子散乱研究」

東大物性研 平 川 金四郎

JRR-2、ISSP-ND-1とBNLに新設された冷中性子源をもつ回折装置H4Mとは、ダブルモノクロメータ型3軸回折装置という点で構造がよく似ており、違う点は冷中性子源の有無のみである。2つの実験を通して両者の比較をした。1つは Cs_2CoCl_4 という1次元XY型及強磁性体(IDXYAF)である。この物質は 0.3°K に冷して始めて1DAF的な相関を示すことが日本で観測された。同一試料をBNLで実験したところ、強度は日本での13.7 meVの入射中性子であるのに対し、BNLのは約2.5 meVのそれであるが、BNLの方が2倍以上の強度があることには驚かされた。且つ又、 $\delta = 0.01$ 程度のサテライト変調が、para相ですでにみられることが直ちに見出された。これは q -spaceの分解能がよくなる一面を示す。次に2次元強磁性体 K_2CuF_4 の低エネ

ルギー励起スピニ波分散をしらべた。単なる3軸法(constant K_F 法)であるが $20 \sim 10 \mu\text{eV}$ の励起スペクトルが可成りの強度(1点10分くらい)で識別出来ることが分った。このことは、冷中性子源の導入だけで、飛躍的に新しい分野がひらけることを暗示するように思われる。(測定は白根、吉沢両氏による)。

「高分解能3軸分光器を用いた実験」

お茶水大理 池田 宏信

冷中性子源から取り出された中性子を用いた高分解能(運動量、エネルギー)実験は、新しい物性分野を開くことが期待される。

リソーラ研究所の冷中性子ガイド管に設置された3軸分光器を用いた実験によると、 5 meV の中性子強度は thermal source のそれに比べて gain factor は 10 数倍、かつ、 2.5 meV の中性子を用いるとエネルギー分解能は $20 \mu\text{eV}$ にも達する。

また、物性物理の一分野である相転移の研究を例として冷中性子の必要性を述べた。長距離秩序の伴わない相転移(たとえばスマクティック液晶、2次元XY磁性体、ランダム磁場効果、inter-facial roughening 等)の解明が急がれているが、準長距離秩序状態の構造、またその状態への相転移のダイナミクスを明らかにするには、 $S(Q, \omega)$ の高分解能測定が必要不可欠である。

「中性子スピニ・エコーとスペクトル変調」

伊藤 雄而

中性子スピニ・エコー法(NSE)はその名の示す通り、NMRのスピニ・エコーの概念にヒントを得て、低エネルギー領域における励起状態を研究する手段として約10年前に開発された。一口に言うと、この方法では入射中性子の速さを中性子スピニの位相に変換し、その位相のエコーを起することで入射中性子の速さの広がりを消却して、強度を犠牲にせずに高いエネルギー分解能を得ようというものである。現在NSEは高分子化合物やスピニ・グラス等の励起状態の研究に使用され、着々と成果を挙げつつある。

しかし、この方法では次ぎの点で著しくその応用範囲に制限を受ける。

- (i) エコーの条件を満たして中性子偏極の測定をする際、入射ビームの速さの広がりについての平均操作が行なわれるため、散乱則のフーリエ交換の振動成分を見ることが出来ない。従って一般にはスムースな Line-profile (準弾性散乱) の測定に限られる。
- (ii) 散乱則の ω に関する偶関数成分のみを観測する。従って detailed balance が成立たない様

な非平衡系には適用できないであろう。

(iii) 試料からの散乱後のビーム偏極を保持する関係上、一般的に装置のセット・アップが非常にむずかしい。

これらの点を克服し、NSE 同様、強度を犠牲にしないで、あらゆる $S(\vec{Q}, \omega)$ を測定する方法として、中性子スペクトル変調法(NSM)が我々の所で考案された。この方法では入射中性子の速さの広がりの中に、sine 関数的な変調を導入する(スペクトル変調)。そしてその impulse response を取ることにより $S(\vec{Q}, \omega)$ のフーリエ交換を求める。その為、実際には時間軸上で擬ランダム相関法を用いる。比較的な意味では 2 次元 NMR-パレス FT 法に対比されよう。

講演では NSE と NSM との比較検討を行なう。

中　性　子　光　学

東大・工　菊　田　惺　志

冷中性子線を用いると中性子に対する各種の効果が顕著に現われるので中性子光学の実験にとって好都合である。例えば、中性子の波長 λ が長くなると、屈折率 n の 1 からの差は λ^2 に比例して大きくなり、磁場によって生ずる屈折率の場合も同様である。磁場勾配による中性子線の偏向角もやはり λ^2 に比例して大きくなり、また特殊な問題であるが中性子の残余電荷 ze の上限を測定するときの電場による偏向角の場合も同じである。したがって λ が 1 \AA から 10 \AA になれば、これらの効果は 100 倍になる。一方、冷中性子では飛行速度が遅くなるので、中性子光学の TOF 法を用いる実験の精度が向上する。

光学要素についてみれば、分光結晶の場合、半価幅が数秒～5 秒前後に広がり、強度的に有利である。ブレッグ角 θ_B を大きく選び、Borrmann fan の角度拡大作用を有効に使える。 $\theta_B = 90^\circ$ のときには、Si 結晶の 111 反射 ($\lambda = 6.3 \text{ \AA}$) で半価幅が 29° と大きくなるので、高分解能分光用鏡や多重反射用鏡などとして役立つ。完全結晶に不純物原子をドープし、深さ方向に格子定数を変化させると、反射角度幅が広がり、積分反射強度をさらに 10 倍程度増大させることが可能である。特殊なものとしては、 LiNbO_3 結晶の表面で表面弹性波を走らせることにより反射波の強度を $M\text{Hz} \sim G\text{Hz}$ に時間的に変化させることができる。一方、ミラーの場合、単なる全反射ミラーのほかに、多層膜にすると分光や偏極ができるので、便利に使われるであろう。 λ が 20 \AA 近くになると実際にレンズができる。水晶では $n - 1 = 2.4 \times 10^{-4}$ であり、曲率半径 2.4 mm の凹レンズで $f = 2.5 \text{ m}$ になる。フレネル帯板 FZP も $\lambda = 20 \text{ \AA}$ 、帯の数 200、外側の最小帯幅 $2.5 \mu\text{m}$ で $f = 2.5 \text{ m}$ のものが作られている。交互に並ぶ帯の一方を吸収帯にしないで、半波長位相がずれるようにしたもののは強度的に有利である。

上記のものを有効に用いて行なう実験としては、5年先では状況がかなり変わっていると思うが、現在興味をもっているテーマを挙げると、①二結晶法による微小角散乱。 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ \AA}^{-1}$ の Q まで測定できる。非晶質物質中の密度分布のゆらぎ、磁性体での磁気的不均一性などを調べる。②トポグラフィ。とくに磁性体の磁区の観察など。③干渉計による位相差顕微法。位相コントラストの像が得られる。④磁性完全結晶による動力学的回折現象。ガーネット上の磁性薄膜を使える可能性がある。⑤重力場や外部磁場の影響を受けた完全結晶における回折現象。energy flow や Pendel 縞の変化など。⑥ h/m や ze の精密測定。⑦ FZP を用いた中性子結像法。ホログラフィなど。

極小角散乱実験とトポグラフィ

原研 富 滿 広

中性子光学（前掲）の一応用として、中性子照射（ $10^{19} n/cm^2$ ）したアモルファス SiO_2 に関する極小角散乱実験を試み、一定の成果を得た。実験は第一の Si 完全結晶の（111）反射で単色化した中性子線束で試料を透過させ、その透過波による第二の Si 完全結晶の回折曲線を測定した。0.32" という微小角で送って、土約 3" の範囲で回折曲線を測定し、ギニエプロットして、未照射試料のそれと比較した。その解析により、約 1.1" の小角散乱が生じたこと、及び照射欠陥の慣性半径が $3 \times 10^5 \text{ \AA}$ であることが確認され、X線の場合の結果とよく一致した。なお、本実験においては精緻な動力学的回折を用いるので、微妙な雰囲気制御（外部振動の遮断、精密な温度制御など）を必要とする。これを効率よく行なうには、導管方式で広い実験棟に導かれた場所に専用の制御装置を設置することが望ましい。導管方式によれば同時に、S/N 比の向上と高調波除去が期待されるし、さらに長波長中性子を用いれば角度分解能が向上し、これらの結果として回折曲線の裾野部分を精度よく解析することにより、照射欠陥の形状に関する情報が得られる可能性がある。

もう一つの応用として、中性子の物質透過能が大きいことを利用した中性子回折トポグラフィ（NDT）技法により、Cu-5% Ge 単結晶の Substructure の直接観察を行なった。その結果①直径 3 cm 長さ 10 cm という大型の試料結晶が、成長方向 [110] に平行な (001) 層からできており、②各々の (001) 層は (001) に平行な中心層とその両側の表面に対称に (100) や (010) に平行な板状組織が格子状に付着していることが見出され、成長機構に関する一定の示唆が得られた。この実験では特に、中性子波長を 1.8 \AA に選んで (001) 層を水平な端視像で、(010) 板を鉛直な端視像で同時に観察する技法が活用された。このように NDT 実験においては、波長選択の自由度が重要である。さらに格子歪みの像巾は波長の逆数に比例するので、長波長中性子による方が位置分解能が向上する。さらに中性子導管方式によれば、ビーム発散が抑えられるので位置分解能を簡便に

向上させる可能性があり、S/N 比も向上するので長時間撮影にも好都合であり、一定の単色化が行われるのでモノクロメーター結晶が不要となる場合も期待され、コリメーター不使用（低発散なので）への期待と共に、ビーム強度減衰防止や線束断面内の強度分布均一性の確保に有利であろう。

高 分 解 能 3 軸 型 分 光 器

阪大・理 中 井 裕

物性物理の分野の中で中性子回折実験の占める役割は多様であるが、その特徴的な役割の一つとしては、物質中の素励起等のエネルギー・運動量を同時に精度よく測定することである。これは3軸型分光器の開発により、結晶中のフォノン・マグノンの測定をもって一つの華々しい成果を示したが、これに関連して未だ解明されていない部分も少くない。例えば、結晶以外の物質中でのフォノン・マグノンの存在、あるいは調和項近似の範囲で求められたフォノンやマグノンの概念に対して高次項も考慮に入れることによる修正・変更など、分解能をより向上させた3軸型分光器を駆使して行うべき実験が考えられる。

熱中性子導管から得られる中性子は低エネルギー中性子である。これを入射中性子として使うことによって必然的にエネルギー分解能のよい3軸型分光器が得られる。波長2～5 Å程度の中性子が上記実験テーマ等に対する望ましいエネルギー分解能を可能にすることが議論された。

以上により、熱中性子導管に設置する中性子分光器として、高エネルギー分解能を目指した3軸型中性子分光器が提案された。これは炉室内設置予定の3軸型分光器のマシンタイムの不足を補うことにも寄与すると考えられる。

中 性 子 背 面 反 射 分 光 器

物性研 西 正 和

冷中性子源をもつ原子炉から導かれた長波長中性子を用いた高分解能のエネルギー分光装置として、中性子背面反射分光器がヨーロッパにおいて開発されている。歴史にそって装置の改良点と測定データについて概観し、エネルギー分解能について議論した。入射中性子として2 meVの中性子の場合、エネルギー分解能は $0.4 \mu\text{eV}$ と、現在の中性子回折では最高の分解能がえられている。今までの実験は主に金属中の水素の拡散、溶液中の高分子の相関、結晶の相転移点での臨界散乱、磁性体の核の超微細磁場の測定等について行われた。将来の実験テーマとしては、Q分解能を上げて、小さいQ、小さいωにおけるS(Q, ω)の測定、核スピニ波の状態密度の測定等が上記の実験に加えられると思う。

「中性子スピンを利用した高分解能装置」

東大物性研 伊藤雄而

前に述べた中性子スピン・エコー法(NSE)と中性子スペクトル変調法(NSM)は共に中性子スピンの位相を利用して高エネルギー分解能を実現する方法である。特に前者に関してはすでにILLにスピン・エコー装置が数年稼動しており、種々成果を出している。しかし、スピン・エコー法の短所に加えて、散乱後の偏極保持の必要性の為に、この方法では非常にQの小さい、いわゆる小角散乱領域をカバーする事はむずかしい。

それに比べてNSMでは、いわゆる小角散乱と併用する事により、高いQ分解能と高いω分解能の双方を得る事ができる。これは $100 \sim 1000 \text{ \AA}$ の空間領域で起る $10^{-8} \sim 10^{-9} \text{ sec}$ の低エネルギー集団励起を観測する唯一の測定手段となる可能性を持つ。そしてその様な現象は特に生体系や非平衡散逸系で重要な役割を演じていると考えられる。この様な観点から小角散乱NSM装置を提案した。

装置の概要是、冷中性子導管に設置した速度選別器で先ず $30 \sim 40\%$ バンド巾の冷中性子を取り出し、それをスーパー・ミラー、又はマルチ・レヤーで偏極ビームとする。ドラブキン共鳴器で希望のバンド巾の偏極ビームにしてからスペクトル変調をかけ、更に擬ランダム・ショッパーで時間変調をかけて試料に当てる。散乱中性子を 25 m 飛ばしてTOF相関法、チャチル・フーリエ交換を行ない、 10^{-3} \AA^{-1} で且つ $0.5 \mu\text{eV}$ のオーダーの励起現象を見ることができる。

非弾性散乱分離用アナライザ付4軸回折装置

名大工学部 坂田 誠、原田仁平

冷中性子を用いた中性子散乱実験で興味あるのは小角散乱であろう。それは、固体中の密度、或いは、磁気的不均質性を調べることが出来、また、高分子および生物的巨大分子の形状についての研究が出来る。溶液を試料とする後者の様な場合、一次元データを収集するだけで十分である。しかし、結晶中の不均質性には、一般に、その異方性が特徴となる場合が多い。従って、理想的には、小角散乱でも3次元データを収集することが望まれる。これは、二次元ディテクターを用いて結晶を回転することにより相当程度達せられると思われるが、冷中性子を用いると、エワルド球の半径が小さくなるため結晶回転軸方向の逆空間の測定が不可能となり3次元データを収集することが困難となる。この様な欠陥は結晶の方位を任意に変えられる4軸回折計を用いることにより補なうことが出来よう。一方、データの収集効率を上げる目的では、二次元の検出器を用いることは、大いに考慮に値する。しかしながら、アナライザ付0次元カウンターを設置することによる次の様

な利点は捨て難い。

小角散乱は、試料のなかの不均一に由来するのであるが、この様な不均質（たとえば、合金の析出、あるいは、中性子照射によるポイドの発生等）の存在に伴って、一般に、結晶格子に局所的な歪が発生する。この格子歪に起因した Huang 散乱が Bragg 反射近傍に表われることは良く知られている。Huang 散乱を観測することにより欠陥のタイプ・性質を決めることが出来、小角散乱と共に重要である。従って、同一試料を用いて、小角散乱および Huang 散乱を同時に測定・解析出来得る装置を考えることは意味のある事と思われる。この場合、両者で用いる波長領域は異なる。したがって、この目的のためには、出来得るならば、 $\sim 2.5 \text{ \AA}$ の短波長を取り出せることが望まれる。また、非弾性散乱の成分を分離することも必要となるので、アナライザー付 0 次元カウンターを設置する必要あろうと思われる。

粉 末 及 び 单 結 晶 回 折 装 置

東北大・金研 山 口 泰 男

物質の構造を知ることは、物性の研究に不可欠のものであり、特に磁性体の磁気構造や、金属中の軽原子の位置を知るような研究には、中性子回折は、他の手段では得られない威力を発揮し、需要も根強いものがある。中性子ガイド管に、回折装置を設置する際の利点としては、① 中性子ビームの角度分散が小さいこと、② 長波長の中性子がつかえる、③ ノイズが少ない、④ モノクロメーター部が開放的である、等がある。ガイド管の利点を生かすものとしては、①、②より高分解能粉末試料用回折装置が適しており、 $\lambda = 2.5 \text{ \AA}$ の中性子を用いれば、通常の P.G. モノクロメーターを用いて、格子間隔で $\Delta d \sim 0.04 \text{ \AA}$ (回折線の半値幅で) の分解能が得られる。これと、profile analysis の方法を合わせて用いれば、かなり複雑な構造のものであっても、粉末試料で、構造の決定ができると思われる。この他に、位置敏感カウンターを用いた高速データ集積型の粉末試料回折装置、及び、単結晶についての四軸型回折装置、等も考えられるが、これらを設置するについては、パルス中性子源との得失を考えねばならない。偏極中性子回折に関しては、上記④のモノクロメーター部が開放的であることを利用してクライオスタットの使用により、100% 偏極した中性子ビームを得ることが可能となる。これを用いて、磁気構造因子の精密測定とか、depolarization の測定に特徴が出せると思われる。

現在の、原研共同利用の実験では、いくつかの、技術的に改善されるべき点があつて、構造解析に關したことでは、計算機のソフトウエアの整備、アルミの反射の出ないクライオスタットの製作散乱ベクトルの方向に磁場をかけて、高角度までデータのとれる電磁石、等、やる気になれば比較的簡単に実現するようなものは、改造 3 号炉では、設備されるべきものである。

2 軸回折装置に於ける PSD の TOF 的測定法

東北大金研 富 吉 昇 一

PSD を用いて単結晶試料の Bragg 反射を効率良く測定する方法はこれまでにも色々試みられているが、原子炉から得られる単色ビームを使う 2 軸回折装置の場合、X 線カメラ的方法ではなく、TOF 的に入射ビームの波長を変える測定を行うと装置が単純な割に、効率的に多くの Bragg 反射の測定を行うことが可能である。

装置としては通常の 2 軸の回折装置に一次元の PSD を赤道線上、特に散乱角の大きい領域を多くカバーできるように配置する。入射ビームの波長を λ_{\min} から λ_{\max} まで $\Delta\lambda$ づつ変えたとき、PSD の各位置で検出された反射強度は、各波長の step に対応した data memory に store されるようとする。このようにすれば各位置での diffraction pattern が波長の関数として測定され、TOF の場合と全く同じ data が得られる。高角のカウンターでは一度に多くの反射点を、しかも高い分解能で測定できるが、低角のカウンターでは反射点の数も少なく分解能が良くない。低角の反射は、通常の 2 軸的測定の方が効率的である。PSD と 2 軸はお互の欠点をカバーし合っているので、両方の測定が出来るようになることが望ましい。入射ビームの波長を変えやすいように、double monochro の方式が望ましい。

液体構造研究用装置

茨城大理 佐久間 隆、新潟大理 田巻 繁

これまで原研 2 号炉、3 号炉で行なわれてきた液体構造研究および将来予定される研究対象を考慮すると次の 2 つのタイプの装置の使用が望まれる。1 つはこれまで主に相関関数 $S(Q)$ を導出する目的で共同利用を行なってきた波長 1 \AA 程度の 2 軸測定が可能な装置である。この装置はこれまでの研究対象である液体合金系の部分相関関数分離用として、また次に述べる冷中性子線で取り扱う動的構造因子 $S(Q, \omega)$ ないしは $S(Q)$ のデータと組み合わせる目的で利用する。もう 1 つは冷中性子線を利用した 3 軸型分光器である。单一の機能を目的とした装置（たとえば PSD を利用した $S(Q)$ の測定装置、準弾性散乱の測定装置 etc）より 3 軸型が望ましいと思われる原因是、温度等の実験条件を変えずに 2 軸 + 3 軸、2 軸 + 弹性散乱、3 軸とスピノン偏極解析等の測定を組み合わせることができ、これらの測定を弾性散乱や準弾性散乱のデータ補正やその解釈に併用できる点、また $S_{coh}(Q, \omega)$ と $S_{inc}(Q, \omega)$ の分離等に使用できる点にある。この装置を利用し、小角領域の測定から液体合金の熱力学的性質、水溶液中のゆらぎ現象などの研究をはじめ、これまで比較的研究の少ない $Q \sim 1 \text{ \AA}^{-1}$ 前後の領域における測定から溶液の構造研究等に使用する。この装置は必ずしも液体構造専用である

必要はなく、たとえば結晶用分光器に(i)2軸においてQに関するステップスキャン、(ii)コンスタントQスキャンにおいて試料軸を固定したままにする機能等の液体研究向きのコマンドや、アクセサリー等を付加すれば結晶用と共用できると思われる。

^{6}Li ガラスシンチレーター PSD の中性子への応用

東北大核理研 新村信雄・山田和芳

^{6}Li ガラスシンチレーター中性子検出器は次のような特徴を有し、将来が期待される検出器の1つである。① 固体素子であるから、小型でシールドが容易で、又ガラスであるので、特殊形態（例えばリング状）や大面積の検出器として成形できる。そのため PSD としての応用が期待される。② シンチレーション光は光電子増倍管を経てデータ集積されるが、そのパルス波形は、幅が～70 nsec、振幅が～1 volt 程度であるため、これ以上のアンプ系が不要で、高計数検出器として用いられる。③ シンチレーターは γ 線に感ずるが、その出力波形は中性子のものと異なるので、波形による γ 線弁別が可能である。

以上の特徴を考慮すると、 ^{6}Li ガラスシンチレーターを PSD として応用することは有効でこれを改3号炉小角散乱装置の検出器系として採用することを提案する。

シンチレーター PSD の位置決定方法としては、エンコード方式とアンガーカメラ方式が考えられるが、その両方法の長・短所が、検討されている。リング状の検出器（極座標系）も一台は必要であり、ある種の実験では有利な場合がある。

中性子小角散乱法の生物学への応用

阪大基礎工 三井利夫

我国の生物や合成高分子の研究者が中性子小角散乱法をどのような研究に応用しようと考えているかを示す一資料として、高エ研KENS の小角散乱装置の共同利用に対する研究提案の一覧表を表1として示す。高エ研側で柔らかい物質系の研究に対し大変好意的な御配慮をいただいたが、すべての要望を満たすには今のマシンタイムの10倍以上は必要と思われる。

表1には載っていないが、筋肉の収縮機構の研究も中性子小角散乱法を用いる主要なテーマであろう。講演では筋肉を例にとって、細胞の機能を支える超分子組織体の研究に小角散乱が何故有効かを考察する。研究対象は、カニの横紋筋の場合で言えば、 $5.5 \mu\text{m}$ の筋節 (sarcomere) の中でらせん周期 76.5 nm の細い線維と周期 14.5 nm の太い線維が平行にならんだ系である。問題は筋収縮の際にこれら線維が相互にすべる様相を正確に記述し、それが導出できるような理論を作るこ

とにある。このような力学過程の研究はX線と中性子の小角散乱のデータを総合し、第一段階の理論はセミマクロレベルの現象論といった形をとるのではないかと思われる。

表1. KENS SAN Soft Material 研究提案

受理番号	受理年月日	実験責任者 (所 属)	実 験 テ ー マ
B ₂ - 4	56. 2. 20	三田 和英 (放医研)	スクレオソームの構造解析
B ₂ - 7	56. 2. 21	浜 中 俊 明 (阪大・基工)	視細胞円板膜の構造の中性子回折による研究 — レチナールの位置の決定
B ₂ - 9	56. 2. 21	野 田 一 郎 (名 大)	高分子電解質溶液の中性子小角散乱および準弾性散乱
B ₂ - 14	56. 2. 23	滝 沢 俊 治 (群大・教養)	興奮性膜モデルとしてのトリホスホイノシチド—水系の構造解析
B ₂ - 15	56. 2. 23	矢 吹 貞 人 (群大・教養)	スクレオソーム内各ヒストン分子種の相互配置の決定
B ₂ - 16	56. 2. 23	吉 岡 享 (横浜市大)	イカ・タコの視細胞の光受容に伴う構造変化のSANによる研究
B ₂ - 17	56. 2. 23	浜 田 文 將 (京 大)	中性子小角散乱法による高分子濃厚溶液の研究
B ₂ - 18	56. 2. 24	千 葉 明 夫 (早 大)	相溶性高分子ブレンドの相分離機構の中性子による研究
B ₂ - 19	56. 2. 24	瀬 戸 恒 夫 (都立大)	結晶性高分子の変形と分子形態
B ₂ - 20	56. 3. 10	三 井 利 夫 (阪大・基工) 新村・栗田 浜中・和泉	SANによる高分子・生物分野の準備研究

生物分野への利用と必要な性能

群大・教養 矢吹貞人

中性子散乱の特徴を生かした小角散乱の生物分野への応用で今後特に注目されるものの一つに、生体高分子集合体の四次構造研究が挙げられる。四次構造、すなわち、分子集合体中の構成分子の相互位置関係を明らかにすることは、生命現象の分子レベルでの理解に不可欠の、集合体形成や集合体と他分子との相互作用の分子的機構の解明に大きな寄与が期待される。

四次構造の決定は、構成分子の質量中心間の距離の測定に基づき、三角測量と同じ原理で可能である。一対の構成分子間の距離の測定が可能なためには、集合体内の他の同質の分子（タンパク質なら他のタンパク質）と中性子散乱的に区別できなければならぬが、それは、距離を測定したい分子だけ選択的にD形化することで実現する。2分子ともD形化された集合体と両方ともH形のままのものとの等モル混合溶液と、どちらか一方のみD形の集合体2種類の等モル混合溶液とについて散乱曲線を測定し、その差をフーリエ変換した曲線から質量中心間の距離が推定できる。

この方法による四次構造研究の成果がえられたものはまだわずかで、大腸菌のリボソームの大、小2つのサブユニットとRNAポリメラーゼだけである。

この方法で四次構造研究を行おうとする際には、散乱装置に関連していくつか留意しなければならない点がある。(1) 2種の混合溶液の散乱曲線の差を問題にするから、実用的に短い時間で実験できるためには線束は十分強くなければならない。リボソーム小サブユニットのBNLでの実験のデータが目安として使える。(2) 分子の質量中心間の距離(d)は $30 \sim 200 \text{ \AA}$ (リボソームの場合)程度である。 $Q = \pi / 2d \sim 4\pi/d$ の範囲の散乱強度が測定できれば、距離の推定に十分である。ビームは小角の限界より集束される必要がある。(3) 散乱データの誤差解析のため、2種の試料混合溶液の他、溶媒、空のセル、ブロック、8% D₂O溶液の散乱曲線の測定が必要。また繰返し測定をする必要からもコンピューター制御の自動試料交換装置が必要。(4) 試料セルの温度制御(生物試料の安定化のため低温に)と結露防止。(5) 差の散乱曲線の実時間ディスプレイ(一試料の測定に長時間を要するため、測定の成功の予備的チェックとしても重要)など。

高分子物理学研究用装置

北大・理 三宅康博・和泉義信

高分子は低分子のモノマーが鎖状、分枝状、網目状に多くつながった巨大分子である。その構成元素は主にC, N, O, H, Siであって分子量Mは 10^5 以上と考えたらよい。これらの高分子物質は多くは無定形(ゴム)状態であるが規則的に重合した結晶性高分子では結晶部分を含む。ポリス

チレンの大きなものは $M = 5.6 \times 10^7$, その大きさ(回転半径) $< S^2 >^{1/2}$ は 2280 Å(④溶媒中) ~ 5060 Å(良溶媒中)に及ぶ。この様な高分子物質の著しい特徴は形態(conformation)の多様性とそれによってくるレオロジー的性質に現れる。此処では形態の問題と dynamics とを中性子散乱(N. S.)の方法の観点より考える。

形態、この研究は通常溶液中で行われる。光散乱(L. S.) X線散乱(X. S.)とによって $< S^2 >$ 及び persistence length a(有効結合長に関係する)を求め、Mと化学組成との関連を調べ形態についての知見を得る。然し L. S., X. S. では有限濃度又は Bulk 中での 1 個の高分子の $< S^2 >$, a や、部分鎖の形態についての知見を得る事は極めて困難である。この点構成原子の H を D に変えコントラストを大きく変えて N. S. の測定からこのこれらの状態における有力な知見を得る事が出来る。又 X 線の吸収の大きい添加塩高分子電解質水溶液系の研究にも N. S. では容易である。この様に N. S. は今迄出来難った高分子物質の研究をも可能にし、更に網目構造の部分鎖の研究等にも応用されると思われる。現在 X. S. (小角)には Kratky Camera がよく用いられる。(公約 $q = 4 \times 10^{-5} \text{ Å}^{-1}$, 実働 $q \approx 2 \times 10^{-4} \text{ Å}^{-1}$) J. S. King (Univ. Michigan) は N. S. では $q = 5 \times 10^{-4} \text{ Å}^{-1}$ が限度であろうと述べている。この種の研究には正しい散乱 profile が必要である事をつけ加えておく。

dynamics : 高分子物質の力学的測定より得られた緩和スペクトルの巾は 10^{18} hours にも及ぶ。この物質の色々な熱運動の内 Segmental motion ($\sim 10^7 \text{ Hz}$) が重要であって、N. Spin Echo によるこの internal motion の研究がこの所立て続けに現れている。即ち、H と D とを変え、溶液中、bulk 中の Segmental motion の研究、排除体積の研究等物性的に重要な新しい知見が報告されている。これらの研究は主に溶液又はゴム状態で行われているが、今後外力下における変形状態での研究、Chain の運動凍結状態での研究等が行われると思われる。又 inelastic Scattering の研究も結晶性高分子の配向試料(photon)と無定形状態(torsional motion)とで行われている。最近強誘電性高分子、磁性体高分子、有機金属高分子等新しい高分子が研究されこれらの物性の研究にも N. S. は益々重要となってくると思われる。要するに高分子物質は極めて複雑な物質であり新しい N. S. スペクトロメーターが開発されると新しい研究分野が開かれる事を述べておく。

金属材料研究用中性子小角散乱装置

東北大金研 梶 谷 剛

中性子小角散乱装置は金属材料の研究に使用されている X 線小角散乱装置に比較して次の諸点で優れている。

- 1.) 中性子線に対する各元素の干渉性散乱断面積は原子番号と相関していないために X 線ないしは

電子線の回折実験では不可能であった軽元素や母格子と原子番号の似かよった元素の析出ないし配列挙動を敏感にとらえることができる。

- 2.) 中性子と試料との磁気的相互作用によってX線小角散乱実験では困難だった磁性粒子の析出や配列挙動を研究することができる。
- 3.) 大型試料を用いることができる点が有利である。金属材料中の点欠陥や転位は全て自分の周囲に応力場を持っているために試料表面の近傍では鏡像力を受ける。従って欠陥の発生、拡散および運動は試料の大きさに依存する。従って、金属材料の機械的性質と結晶内の微細組織との関連を研究する目的にかなっている。さらに試料空間が大きいことは高温高圧下の実験等の極端条件の下での実験をも容易にする。
- 4.) 小角散乱実験と同時平行して準弾性散乱実験を行なうことができる点は他の実験法には無い利点であり、スピングラスに関する研究のみならず広く相変態に伴なう臨界振動に関する情報を得ることができる。

以上のような特徴を生かした金属材料に関する基礎的研究を紹介する。

〔析出物の核生成・成長過程〕

金属材料研究の大きな部分を占めている研究分野である。析出物によって金属を強化したり帶磁率や保磁力を向上させようとする。析出核は格子定数程度の大きさで、機械的あるいは磁気的に最も強く影響するのは約 $100 \sim 1000 \text{ \AA}$ の大きさの析出物である。

〔長周期構造の解析〕

規則不規則変態は磁性材料の磁気特性を決定する。また電磁密度波を伴なった長周期相は次代の記憶素子の素材として注目されている。これらの長周期相は $20 \sim 1000 \text{ \AA}$ の周期性をもっている。

〔磁性粒子の挙動〕

中性子小角散乱実験で最も目覚ましい成果の挙がっている分野である。スピングラスの発生と消滅に関して臨界振動によって臨界タンパク光と同時に 1 meV 以下のエネルギー領域に準弾性散乱強度も現れる。磁性粒子の析出により中性子線の散乱条件は大きな影響を受けるため中性子線による小角散乱実験に最も適した研究分野となる。

〔超伝導体中の渦系格子〕

第二種超伝導体を磁場中に置くことによって電流の渦が生じ、その渦が格子定数 500 \AA 程度の2次元格子を作る。最近、この渦系格子の軸方向が外部磁場と必ずしも垂直でないことが知られており、より詳細な実験研究が必要となっている。

〔金属材料の照射損傷の諸段階と回復過程〕

原子力関連材料は常時放射線による損傷を受け続けるがそれらの損傷がどのように進行し、機械的性質がそれによってどの程度影響されるかを研究する。

[金属表面ないし粒界の生成相]

金属表面の触媒作用に関する研究と金属腐蝕防止に関する研究に中性子小角散乱装置を用いることができる。

以上の研究は従来X線回折及びトポグラフ、電子線回折及び分光、電子顕微鏡あるいは光学的諸手段を用いて行なわれて來ている。最近の技術的進歩によって電子線及びX線光学機器の分解能、とりわけ前者が著しく高められた結果、より高い精度でしかも多角的な情報を中性子小角散乱実験によって得ようとする要求が高まっている。

自由討論

座長 飯泉仁

以下の三点について討論した。 1) 何を、どんな装置でやるか(技術的問題), 2) いかにやるか(組織論) 3) 他のプログラムとの整合性。

まず 1) に関しては、研究会で出た計画・提案が、高分解能をねらった中性子回折及び中性子スペクトロスコピーと小角散乱・中性子光学などであったと整理した上で、冷中性子源 — ガイド管の特長をいかした高分解能中性子スペクトロスコピーと小角散乱を中心とすべきであると結論された。特に前者に関しては高分解能3軸、背面散乱、スピノエコー、スペクトル変調などの装置が、エネルギー分解能とQ領域などで相補的である点が指摘された。また小角散乱に関しては生物・高分子関係で需要が非常に多く、大学一台では不足の声もあった。

2) に関してはどのように装置グループを組織し、いつごろから準備を開始するか、予算措置はどうなるのか、完成後の利用体制はどうなるかについて議論がなされた。今後のグループ活動、予算などについて物性研に積極的に中心になってほしいとの要望が強かった。またこれに関連して、若手の人材の養成・確保が重要であるとの指摘があった。

3) については近い将来スタートする京大炉の2号炉計画、すでに活動している高エネルギー研のKENS、57年度より本格化する中性子散乱日米協力などの中性子散乱プログラムの報告があり、これらとの相補性・整合性をはかるべきであるとの指摘があった。

物性研究所談話会

日 時 1982年1月25日(月) 午後4時~

場 所 物性研究所Q棟1階講義室

講 師 Prof. Daniel Hone

(University of California, Santa Barbara)

題 目 Theory of Charge Exchange Scattering from Surfaces

要旨：

We present a simple model calculation of the charge exchange probability for ions scattering from solid surfaces, including interactions with both broad band delocalized electrons and with localized core electrons within an Anderson type Hamiltonian with time dependent parameters. The results exhibit some of the major observed experimental features, including characteristic oscillations as a function of incident velocity (from quasi-resonant electron interchange with the core levels) and overall exponential decay $\sim \exp(-A/\nu)$, with ν the incident ion velocity, from interactions with the broad band electrons.

日 時 1982年2月8日(月) 午後4時~

場 所 物性研究所Q棟1階講義室

講 師 川 路 紳 治 氏

(学習院大学理学部)

題 目 シリコン表面反転層の量子ホール効果

要 旨：

シリコンMOS反転層のような2次元電子系に強磁場を加えてランダウ準位を作ると、絶対零度でフェルミ準位が局在状態の中にあるとき、ホール伝導率は $\sigma_{xy} = i e^2/h$ (i は整数) となる。この量子ホール効界は、安藤・松本・植村の理論(1975)で導かれていたが、Klitzing, Dorda and Pepper (1980) が $i = 4$ に対応するホール抵抗の測定値が 3 ppm の精度で $h/4e^2$ と一致することを示し、微細構造定数 $\alpha = e^2/hc$ の最も精密な測定法となり得ると提案して以来、多くの研究者の関心を集めている。

電総研・学習院大グループの実験結果にしたがって、量子ホール効果の試料、電子濃度、温度、

電流、磁場などに対する依存性を示し、現象の基本的性質について述べたい。

日 時 1982年2月22日(月) 午後4時～
場 所 物性研究所Q棟1階講義室
講 師 渡 部 俊太郎 (物性研)
題 目 UV, VUV 域における短パルスレーザーシステム
要 旨 :

現在極限レーザーグループでは ps (10^{-12} 秒) の短パルスで TW (10^{12} W) の出力と短波長をめざす極限レーザー計画を推進している。ガスレーザーグループでは UV, VUV 域を ps 光パルスでカバーできるレーザーシステムを計画し、一部試作にとりかかっている。今回このシステムを開発するにあたっての研究課題と現状について報告し、将来の応用について検討したい。

昭和56年度 後期短期研究会予定表

No.	研究会名	開催希望期日	参 加 予定人員	提 案 者
1	半導体一金属界面形成とその初期過程	3月23日 3月24日 (2日間)	50名	○平木昭夫(阪大・工) 川路紳治(学習院大・理) 塙輝雄(阪大・工) 村田好正(東大・物性研)
2	ピコ秒分光による超高速現象	3月18日 ～ 3月20日 (3日間)	50名	○塩谷繁雄(東大・物性研) 矢島達夫(東大・物性研) 田中郁三(東工大・理) 青柳克信(理研)

○印は提案代表者

昭和57年度 前期短期研究会一覧

No	研究会名	開催希望期日	参加予定人員	提案者
1	物質開発の方法論と方策	5月10日 ～ 5月11日 (2日間)	40名 (21名)	○田沼 静一(物性研) 豊沢 豊(物性研) 小林 浩一(物性研)
2	フラストレーションをもつ格子の相転移	6月 1日 ～ 6月 2日 (2日間)	50名 (20名)	○目片 守(京大・理) 長谷田 泰一郎(阪大・基礎工) 平川 金四郎(物性研) 斯波 弘行(物性研)
3	混晶におけるランダム磁場効果	6月 3日 ～ 6月 4日 (2日間)	30名 (12名)	○本河 光博(阪大・理) 安岡 弘志(物性研) 池田 宏信(お茶の水・理) 勝又 紘一(北大・応電研)

○印は提案代表者

物性研ニュース

外 来 研 究 員 一 覧

(昭和57年度 前期)

嘱 託 研 究 員

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
1	群馬大 (工)教 授	平野克己	4/16~4/17 6/11~6/12 7/16~7/17	プラズマフォーカスによる超強磁場の発生	三浦
2	東京農工大 (保健管理 センター) 教 授	西坂剛	4/1~9/30 上記期間中 (週1日)	レーザー分光による生物 物理医学の基礎過程の研 究	黒田
3	静岡大 (理)教 授	渋谷元一	4/27~4/28 5/25~5/26 6/29~6/30 7/13~7/14 8/24~8/25 9/24~9/25	歪んだ正四面体結合半導 体の構造と物性	箕村
4	東大 (工)助 教 授	菊田惺志	4/1~9/30 上記期間中 (5日間2回)	中性子動力学的回折法の 研究	星埜 (東海)
5	東大 (工)助 手	高橋敏男	4/1~9/30 上記期間中 (5日間2回)	"	"
6	関西学院 (理)教 授	寺内暉	6/10~6/12	非晶質PbTiO ₃ のEXAFS による研究	中村
7	日大 (文理)教 授	宇野良清	4/1~9/30 上記期間中 (週1日)	非晶質PbTiO ₃ の構造の 研究	"
8	帝京大 (薬学)講 師	光井俊治	4/1~9/30 上記期間中 (週1日)	非晶質PbTiO ₃ の電子顕 微鏡による研究	"
9	東北大 (電通研)教 授	津屋昇	5/20~5/22	強誘電体の非晶質状態の 研究	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員 所
10	東北大 (電通研) 助教授	荒井 賢一	5/20~ 5/22	強誘電体の非晶質状態の 研究	中村
11	明星大 (理工) 教 授	沢田 正三	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	Pb ₂ ZnCl ₄ 群強誘電体の 低温における研究	"
12	早大 (理工) 教 授	大井 喜久夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	A ₂ B ₂ O ₇ 型物質のラマン 散乱による研究	"
13	お茶の水 (理) 助教授	富永 靖徳	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	光散乱による構造相転移 の研究	"
14	上智大 (理工) 教 授	伴野 雄三	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (4回)	不純物イオンのESR	森垣
15	金沢大 (工) 教 授	鈴木 正国	5/20~ 5/22 7/15~ 7/17	スペッター・アモルファスSiのルミネッセンス	"
16	岐阜大 (工) 助教授	仁田 昌二	4/15~ 4/17 5/13~ 5/15 6/17~ 6/19 7/22~ 7/24	アモルファス・シリコン 系膜のルミネッセンス	"
17	岐阜大 (工) 助教授	嶋川 晃一	5/17~ 5/19 7/12~ 7/14	カルコゲナイト・ガラス における構造欠陥状態	"
18	慶應義塾大 (理工) 助教授	米沢 富美子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (月1回)	IV族アモルファス半導体 の電子状態	"
19	横浜国大 (工) 教 授	樋口 治郎	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	励起分子の電子構造	木下

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
20	理 化 学 研 究 員	小 林 常 利	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 6 日)	液相・気相における有機 分子種の紫外光電子分光	木 下
21	相 模 工 大 助 教 授	佐々田 友 平	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	原子と表面の散乱の理論	菅 野
22	神 戸 大 (理) 助 教 授	利根川 孝	5/10~ 5/14	乱れた磁性体の励起スペ クトル	斯 波
23	東 北 大 (理) 助 教 授	柳瀬 章	8/16~ 8/19 9/16~ 9/18	遷移金属人工層状物質の 電子状態	寺 倉
24	兵 庫 教 育 大 助 教 授	足 立 裕 彦	6/24~ 6/26 9/20~ 9/22	DV-X α クラスター法による 吸着系及び不純物の電 子状態の計算	"

施 設 利 用 (一般)

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
1	慶 応 義 塾 大 (理 工) 教 授	坂 田 亮	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 3 日)	P-Ge/Si 合金及び化 合物半導体中の正孔のサイ クロトロン共鳴吸収に關 する研究	三 浦
2	慶 応 義 塾 大 (理 工) D. C. 2	武 田 京三郎	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 3 日)	"	"
3	慶 応 義 塾 大 (理 工) M. C. 1	前 田 剛 享	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 3 日)	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
4	東 大 (生産技術研) 助 教 授	榎 裕 之	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	半導体超薄膜および超格子構造のシュブニコフ・ドハース効果およびサイクロトロン共鳴	三 浦
5	東 大 (生産技術研) 文部技官	関 口 芳 信	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	"	"
6	東 大 (工) M. C. 1	堀 田 多加志	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	"	"
7	東 大 (生産技術研) 助 教 授	荒 川 泰 彦	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	強磁場内における半導体レーザーの発振特性	"
8	東 大 (生産技術研) 技 官	西 岡 政 雄	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	"	"
9	埼 玉 大 (工) 助 教 授	山 田 興 治	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	磁性半導体に関する研究	"
10	電気通信研 (研究主任)	樽 茶 清 悟	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 3 日)	超格子半導体の磁気光学効果	"
11	鳥 取 大 (工) 助 教 授	小 林 洋 志	5/23~ 5/29 7/25~ 7/31	ピコ秒レーザー分光による GaAs 半導体レーザーの発振過程の研究	塩 谷
12	鳥 取 大 (工) 助 手	田 中 省 作	5/23~ 5/29 7/25~ 7/31	"	"
13	東京工大 (理) 教 授	田 中 郁 三	4/ 1~ 7/31 上記期間中 (週 1 日)	プロトン移動反応の解析	矢 島

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
14	東京工大 (理) D. C. 2	田 中 正 直	4/ 1~ 7/31 上記期間中 (週1日)	プロトン移動反応の解析	矢 島
15	山 梨 大 (教 育) 講 師	川 村 隆 明	4/22~ 4/24 5/20~ 5/22 6/24~ 6/26 7/20~ 7/24 8/23~ 8/27	反射電子回折による表面 共鳴条件下での結晶表面 の研究	村 田
16	静 岡 大 (電子工学研) 助 手	宮 尾 正 大	5/10~ 5/20 6/28~ 7/ 8	化合物半導体表面へのア ルカリ金属の吸着	"
17	富 山 大 (トリチウム科 学センター) 教 授	渡 辺 国 昭	5/11~ 5/14 10/27~10/30	核融合炉第一壁材料表面 における水素同位体の拳 動	桜 井
18	東 大 (工) 教 授	井 形 直 弘	9/ 6~ 9/11 10/25~10/30	アトム・プローブFIMに よる照射誘起偏析の研究	"
19	東 大 (工) M. C. 1	橋 詰 富 博	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週6日)	FIMによるmicroadhesion の研究	"
20	阪 大 (産業科学研) 教 授	中 村 勝 吾	4/19~ 4/22 7/26~ 7/29	アトムプローブの性能の 評価と改良	"
21	阪 大 (産業科学研) 助 手	岩 崎 裕	4/12~ 4/17 6/14~ 6/19	Si(001) 表面超構造と 電子状態	"
22	京 大 (理) 助 教 授	西 嶋 光 昭	4/15~ 4/17 7/15~ 7/17	固体表面における化学反 応過程の研究	"
23	京 大 (化学研) 助 教 授	間 崎 啓 匠	5/ 6~ 5/ 8	(SN) _x の超伝導転移	永 野

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
24	京 大 (工学研究科) D. C. 3	石 田 武 和	5/ 6~ 5/ 8	(SN)xの超伝導転移	永 野
25	九 大 (教養部) 助 手	川 口 尚	5/19~ 5/21 7/14~ 7/16	Au 薄膜の低温での電気 伝導	"
26	青山学院 (理 工) 助 教 授	木 村 臣 司	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	Josephson 効果を用いた 熱雑音温度計の研究	"
27	広 島 大 (理) 教 授	小 村 幸 友	4/ 1~ 9/30 (月 2 日)	二次元 ³ He 系の研究	生 嶋
28	広 島 大 (理学研究科) D. C. 3	陣 崎 義 信	4/ 1~ 9/30	"	"
29	早 大 (理 工) 教 授	近 桂一郎	7/19~ 7/24 8/ 9~ 8/14	EuS-SrS 混晶系の比熱 異常	"
30	阪 大 (理) 講 師	白 鳥 紀 一	7/19~ 7/24 8/ 9~ 8/14	"	"
31	筑 波 大 (物質工学系) 助 教 授	寿 栄 松 宏 仁	4/ 5~ 4/ 6 5/10~ 5/11 7/ 5~ 7/ 6 8/ 9~ 8/11	グラファイト層間化合物 の研究	"
32	筑 波 大 (理工学研究科) M. C. 1	大 松 一 也	4/ 5~ 4/ 9 5/10~ 5/14 7/ 5~ 7/ 9 8/ 9~ 8/13	"	"
33	お 茶 の 水 (理)) 助 手	鈴 木 正 繼	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	グラファイト層間化合物 の相転移に関する研究	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
34	東 大 (生産技術研) 助 教 授	井 野 博 満	4/15~ 7/15 上記期間中 (週1日)	La系非晶質超伝導体の 低温比熱	生 嶋
35	北 教 大 (函館分校) 助 手	辻 見 裕 史	5/24~ 5/30 7/26~ 8/ 1	RbDS ₂ O ₄ の相転移に伴 なう異常比熱の測定	"
36	高 知 大 (教 育) 助 教 授	川 喬 智 佑	7/22~ 8/30	高温高圧力下でのCaSiO ₃ - MgSiO ₃ - FeSiO ₃ - Al ₂ O ₃ 系 における単斜輝石, 斜方輝石, ザクロ石の安定領域の決定	秋 本
37	東 北 大 (科学計測研) 助 手	嵐 治 夫	5/17~ 5/27	ZrO ₂ の高圧相転移に関する研究	"
38	千 葉 大 (理) 助 教 授	木 下 肇	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	造岩鉱物結晶の高圧物性	"
39	静 岡 大 (理) 助 教 授	井 上 久 達	4/15~ 4/17 6/25~ 6/26 7/23~ 7/24 8/23~ 8/25	アモルファス・シリコン の局所構造解析と圧力効果	箕 村
40	静 岡 大 (理) M. C. 2	片 桐 新 悟	4/15~ 4/20 5/ 7~ 5/12 7/23~ 7/28 8/20~ 8/25	"	"
41	静 岡 大 (理) 助 手	石 館 健 男	4/12~ 4/17 5/ 4~ 5/ 8 7/26~ 7/31 8/23~ 8/28	歪んだ正四面体結合半導 体の構造と物性	"
42	東京電機大 (工) 教 授	本 間 和 明	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	アモルファスシリコン薄 膜の物性	"
43	明 星 大 (理 工) 助 教 授	菅 野 等	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	高圧下における水溶液の ガラス状態の研究	"

#	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
44	東 邦 大 (理) 助 教 授	梶 原 峻	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	高圧, 極低温下における 有機導体の研究	箕 村
45	東 邦 大 (理) 講 師	酒 井 ノブ子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	非晶質半導体の高圧物性	〃
46	法 政 大 (工) 助 手	浜 中 廣 見	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	カルコゲナイトガラスに おける光構造変化の物性 研究	〃
47	阪 大 (工) 助 教 授	平 木 昭 夫	4/22~ 4/25	アモルファス・シリコン(お よびゲルマニウム)の構 造と欠陥に関する研究	〃
48	阪 大 (工) 助 手	井 村 健	6/ 2~ 6/ 5	〃	〃
49	阪 大 (工) M. C. 2	田 代 衛	4/22~ 4/25	〃	〃
50	阪 大 (工) M. C. 2	大 引 徹	6/ 2~ 6/ 5	〃	〃
51	阪 大 (工) M. C. 1	阿 部 雄 次	4/22~ 4/25	〃	〃
52	阪 大 (工) M. C. 1	福 島 祥 人	6/ 2~ 6/ 5	〃	〃
53	阪 大 (工) 研 究 生	羽 場 方 紀	6/ 2~ 6/ 5	〃	〃

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
54	東京都立大 (理) 教 授	佐 野 博 敏	4/ 1~ 9/30	フェロセン誘導体の結晶構造解析	箕 村
55	共立女子大 (家 政) 教 授	中 沢 文 子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	植物色素の発光スペクトル	神 前
56	東 北 大 (工) 助 教 授	野 田 泰 稔	7/12~ 8/ 5	CoS ₂ の精密構造解析	星 塙
57	慶應義塾大 (理 工) 助 手	大 場 茂	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	遷移金属錯体の構造解析	"
58	阪 大 (教養部) 助 手	森 昌 弘	6/18~ 6/26 7/20~ 7/29	X線散乱を利用した固体の相転移機構の研究	"
59	九 大 (理) 助 手	日 高 昌 則	7/ 5~ 7/11 9/20~ 9/27	BaMnF ₄ の結晶学的及び磁気的相転移の回折学的研究	"
60	九 大 (理学研究科) D. C. 2	井 上 清 志	7/ 5~ 7/11 9/20~ 9/27	"	"
61	北海道大 (理) 助 手	小野寺 彰	7/10~ 7/31	ダイヤモンドアンヴィルを用いた高圧下でのX線精密構造解析	"
62	北海道大 (理学研究科) M. C. 2	藤 原 康 博	7/10~ 7/31	"	"
63	福岡工大 助 教 授	中 村 勝 弘	5/11~ 5/14 7/19~ 7/24	磁性体のカオス	平 川

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
64	東京都立大 (理) 教 授	米 满 澄	4/12~ 9/30 上記期間中 (週3日)	黒鉛層間化合物の輸送現象の研究	田 沼
65	東京都立大 (理) 助 手	沢 崎 郁 代	4/12~ 9/30 上記期間中 (週3日)	"	"
66	上智大 (理工) M. C. 1	安 藤 桂 子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	グラファイト層間化合物の水素吸着	"
67	北海道大 (理) 助 教 授	中 原 純一郎	4/ 5~ 4/11	タリウムハライドの強励起下における共鳴ラマン散乱	小 林
68	熊 本 大 (理) 助 教 授	藤 井 淳 浩	4/11~ 4/17	タリウムハライドにおける強励起下の共鳴ラマン散乱	"
69	広 島 大 (工) 助 手	多 幾 山 憲	4/ 5~ 4/17	"	"
70	広 島 大 (工) 助 手	藤 田 俊 昭	4/11~ 4/17	"	"
71	横 浜 国 大 (工) 助 教 授	栗 田 進	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	低次元物質の共鳴ラマン散乱	"
72	横 浜 国 大 (工) M. C. 2	荒木田 泰 弘	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	"	"
73	上 智 大 (理 工) 教 授	伴 野 雄 三	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週4日)	格子力学の実験的研究	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所 員
74	上智大 (理工) 技術職員	田野倉 淑子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	格子力学の実験的研究	小林
75	東京工大 (工業材料研) 教 授	丸 茂 文 幸	5/10~ 5/15 7/12~ 7/16	EXAFS法によるGeO ₂ 及び NaGaGe ₃ O ₈ ガラスの高圧 下での構造解析	細谷
76	東京工大 (総合理工学 研究科) D. O. 2	奥 野 正 幸	7/12~ 7/17 8/23~ 8/28	"	"
77	明治学院 非常勤講師	岩 田 深 雪	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週3日)	EXAFSスペクトルの異方性	"
78	東 大 (薬 学) 教 授	飯 高 洋 一	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	EXAFSによるイオノホア およびプレオマイシン金属錯体の構造研究	"
79	お茶の水 (理) 助 手	鈴 木 正 繼	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	低次元磁性体の相転移に 関する研究	細谷 (図書) (利用)
80	神 戸 大 (理) 助 教 授	山 形 一 夫	7/ 5~ 7/24 8/ 9~ 8/28	二・三の磁性化合物の ESR等及びその圧力変化	阿 部
81	岡 山 大 (理) 助 教 授	山 嵩 比登志	5/17~ 5/21 6/19~ 6/23 8/23~ 8/28	二次元磁性体の圧力効果	"
82	幾 德 工 大 助 教 授	宍 戸 文 雄	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	薄膜の厚さ方向の輸送現象	中 村
83	東 大 (工) 教 授	国 府 田 隆 夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	分子結晶励起子の研究	中 田

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所 員
84	東 大 (工) 助 手	十 倉 好 紀	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	分子結晶励起子の研究	中 田
85	金 沢 大 (理) 講 師	石 原 裕	5/31~ 6/ 5 9/ 6~ 9/11	Nb カルコゲナイトの 結晶成長機構の研究	"
86	上 智 大 (理 工) M. C. 1	加 藤 武 翳	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (4 回)	不純物イオンの ESR	森 垣
87	長 崎 大 (教養部) 教 授	岩 永 浩	4/ 3~ 4/ 6 8/23~ 8/26	電子線照射による CdSe の結晶中の転位ループ	竹 内
88	東 京 理 大 (理) 助 手	松 野 直	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 5 日)	融点近傍におけるビスマス 結晶の音速測定	"
89	東 京 理 大 (理) D. C. 3	糸 内 正 幸	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 5 日)	融点近傍におけるビスマス の音速測定	"
90	東 邦 大 (理) 教 授	小 林 速 男	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 3 日)	電導性有機錯体の合成と 磁気的性質	木 下
91	学 習 院 大 (理) 助 教 授	石 井 菊次郎	5/10~ 5/15	ラジカルイオン塩の磁化率	"
92	学 習 院 大 (理) M. C. 2	仲 山 英 之	5/10~ 5/15	"	"
93	東 北 大 (理) 助 教 授	笠 谷 光 男	5/24~ 5/27	EuB ₆ の NMR	安 岡

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
94	信州大 (理) 助教授	永井 寛之	5/10~ 5/15	希土類元素を含む金属間化合物のNMR	安岡
95	埼玉大 (教育) 助教授	津田俊信	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	核磁気共鳴法による $RbMn_{113}$ の磁性の研究	"
96	東京都立大 (理) 助手	篠木 晟	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	CsCl型合金 $CoTi_{1-x}Al_x$ のNMR	"
97	東大 (工) 学振奨励研究員	内藤方夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週1日)	遷移金属ダイカルコゲナ イドのNMR	"
98	新潟大 (理) 助教授	加賀裕之	7/ 6~ 7/ 9	周期的アンダーソンモデ ルの物性	芳田
99	自治医大 教 授	青野修	4/ 1~ 9/30 上記期間中 1泊2日(4回)	能動輸送の理論	中嶋
100	東京家政 助教授	渡辺丕俊	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週2日)	固体表面の物理学	"
101	山口大 (教養部) 助教授	相原正樹	8/ 2~ 8/ 7	励起子格子系における動 的共鳴光散乱	豊沢
102	東北大 (理) 助手	萱沼洋輔	7/ 1~ 7/ 3	多重フォノン無輻射過程 の動力学	"
103	京大 (理) 研修員	澤田信一	5/17~ 5/22 9/ 6~ 9/11	表面物性	菅野

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
104	阪 大 (基礎工) 学振奨励研究員	高 岡 陽 一	4/ 1~ 9/30 上記期間中 2泊3日(3回)	アクチナイド金属およびそ の化合物の電気抵抗	守 谷
105	北海道大 (工) 助 手	岡 本 幸 雄	7/26~ 8/ 7	2次元系における整合一 不整合相転移	斯 波
106	九州共立大 (工) 教 授	長 井 達 三	5/16~ 5/22 7/20~ 7/25	強磁場下電子系の多体問題	福 山
107	新潟大 (工) 講 師	星 野 公 三	7/19~ 7/21 9/20~ 9/22	3次元系のAnderson局在	"
108	山 口 大 (理) 助 手	原 純一郎	7/11~ 7/17	パイエル系のソリトンと クーロン相互作用	"
109	東 北 大 (電通研) 助 手	伊 沢 義 雅	5/18~ 5/20 6/15~ 6/17	金属型不純物半導体の電 気抵抗	"
110	東 北 大 (工) 助 手	海老沢 丕 道	4/ 1~ 9/30 上記期間中 2泊3日(1回)	アンダーソン局在と電子 相関の研究	"
111	京 大 (基礎物理研) 学振奨励研究員	岩 渕 修 一	5/18~ 5/22	準一次元有機導体の相転 移と伝導及び磁化機構	"
112	北海道大 (工) D. C. 3	高 野 健 一	7/ 2~ 7/ 8	一次元物質の電子状態	"
113	東 北 大 (工) 助 手	山 崎 義 武	4/ 2~ 4/ 9 9/20~ 9/27	臨界現象の研究	高 橋

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
114	北海道大 (工) 助 手	飛 田 和 男	6/ 1~ 6/13	一次元非線型量子系の統計力学	高 橋
115	静 岡 大 (工業短) 助 教 授	浅 田 寿 生	9/15~ 9/17	遷移金属中の不純物の電子状態の研究	寺 倉
116	青山学院 (理 工) 講 師	塩 谷 百 合	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	置換型二元合金中の電子の運動量密度分布	"
117	東京工大 (総合理工研) 助 手	神 藤 欣 一	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	遷移金属の弾性定数及び フォノン分散曲線の計算	"
118	東京工大 (理 工) D. C. 3	岡 田 恵 子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	DV-X α 法による分子軌道 計算	"
119	東 大 (生産技術研) 助 教 授	井 野 博 滿	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	ランタンを含む合金試料 の作成	試 料 作 成
120	東 大 (生産技術研) 助 教 授	鈴 木 敬 愛	4/ 1~9/30 上記期間中 (月 1 日)	MgO 結晶の塑性変形機構	"
121	東 大 (生産技術研) 講 師	七 尾 進	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (月 4 日)	非晶質合金の研究	"
122	阪 大 (工) 助 教 授	平 木 昭 夫	5/28~ 5/29	透過電子顕微鏡によるア モルファス・シリコンの 結晶化過程の観察	電子顕 微鏡室
123	阪 大 (工) 助 手	井 村 健	8/ 6~ 8/ 7	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 所 係 員
124	阪 大 (工) M. C. 1	寺 内 均	5/28~ 5/29 7/ 2~ 7/ 3 8/ 6~ 8/ 7	透過電子顕微鏡によるア モルファス・シリコンの 結晶化過程の観察	電子顕 微鏡室
125	阪 大 (工) M. C. 1	教 野 秀 樹	5/28~ 5/29 7/ 2~ 7/ 3 8/ 6~ 8/ 7	"	"
126	阪 大 (工) 研 究 生	茅 博 司	7/ 2~ 7/ 3	"	"
127	青山学院 (理 工) 教 授	北 村 則 久	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 1 日)	超伝導トンネル効果を用 いた強磁性金属の研究	強磁場
128	筑 波 大 (物質工学系) 教 授	小松原 武 美	4/ 1~ 9/30 上記期間中 3泊4日(4回)	Dense Kondo 系の $Ce_{1-x}R_xB_6$ の磁化過程と磁気 抵抗	"
129	東 北 大 (理) 助 手	国 井 曜	4/ 1~ 9/30 上記期間中 3泊4日(2回) 4泊5日(1回)	"	"
130	東 北 大 (理) D. C. 1	佐 藤 憲 昭	4/ 1~ 9/30 上記期間中 3泊4日(2回) 4泊5日(1回)	"	"
131	東 北 大 (理) 助 教 授	鈴 木 孝	4/ 1~ 9/30 上記期間中 3泊4日(3回)	Ce ピニクタイトのフェル ミ面の研究	"
132	東 北 大 (理) M. C. 2	北 沢 英 明	4/ 1~ 9/30 上記期間中 3泊4日(4回)	"	"
133	学 習 院 大 (理) 教 授	川 路 紳 治	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (6 日 間)	シリコン MOS 反転層の強 磁場電流磁気効果	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究 題 目	関 係 員
134	学習院大 (理) 副 手	森 山 次 郎	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (6 日間)	シリコン MOS 反転層の強 磁場電流磁気効果	強磁場
135	電 総 研 技 官	吉 広 和 夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (6 日間)	MOS 反転層内電子のホー ル効果の精密測定	"
136	電 総 研 技 官	稻 垣 勝 哉	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (6 日間)	"	"
137	電 総 研 技 官	木 下 摂 止	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (6 日間)	"	"
138	電 総 研 技 官	山 内 瞳 子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (6 日間)	"	"
139	信 州 大 (理) 助 教 授	永 井 寛 之	4/ 1~ 9/30 上記期間中 5泊6日(1回)	(Gd _{1-x} Y _x) Mn ₂ の磁 化測定	"
140	明 治 大 (工) 助 教 授	佐 藤 純	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	火山噴出物中の ²²⁶ Ra- ²²² Rn の非平衡	放射線 実験室
141	東 大 (地震研) 講 師	佐 藤 和 郎	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 2 日)	活動中の火山噴出物の ²²⁶ Ra- ²²² Rn の非平衡	"
142	東 大 (生産技術研) 助 手	佐 藤 乙 丸	4/ 1~ 9/30 上記期間中 (週 3 日)	工業製品の放射化分析並 びに放射能分析	"

施設利用(中性子)

No.	所属	氏名	研究期間	研究題目	関係員 所
1	新潟大 (理) 教 授	田 巻 繁	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(1回)	液体二元合金の中性子回折	中性子 回 折 (共通) 東 海
2	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)	"	"
3	東北大 (選鉱製錬所) 助 教 授	早稲田 嘉 夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(1回)	"	"
4	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	"
5	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)	"	"
6	お茶の水 (理) 教 授	伊 藤 厚 子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(1回) 3泊4日(1回)	容易軸の直交する磁性体 混晶の中性子回折	"
7	お茶の水 (理) 助 手	森 本 せ つ	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(1回) 3泊4日(1回)	"	"
8	お茶の水 (理) 研 究 生	玉 置 豊 美	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(2回) 3泊4日(1回)	"	"
9	お茶の水 (理) D. C. 1	鳥 養 映 子	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(1回) 3泊4日(1回)	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
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) 3泊4日(1回)	低次元系の中性子散乱	中性子回折 (共通) 東 海
11	お茶の水 (理) 助手	鈴 木 正 繼	4/ 1~ 9/30 上記期間中 6泊7日(1回) 3泊4日(1回)	"	"
12	北海道大 (理) 教 授	宮 台 朝 直	5/ 1~ 5/10	$Ni_{1-y}(Co,Cu)_yS_{2-x}$ S_{ex} 系の中性子回折	"
13	北海道大 (理学研究科) M. C. 1	須 藤 修 二	5/ 1~ 5/10	"	"
14	東 大 (工) M. C. 1	牛 神 義 行	4/ 1~ 9/30 上記期間中 4泊5日(2回)	中性子動力学的回折法の 研究	"
15	工業技術院 (計量研究所) 主任研究員	中 山 貢	4/ 1~ 9/30 上記期間中 4泊5日(1回)	"	"
16	工業技術院 (計量研究所) 研究員	田 中 充	4/ 1~ 9/30 上記期間中 4泊5日(1回)	"	"
17	阪 大 (基礎工) 助 教 授	松 浦 基 浩	4/ 1~ 9/30 上記期間中 7泊8日(1回)	擬二次元ランダム系にお ける遂次転移の研究	"
18	阪 大 (基礎工) D. C. 1	小 山 晋 之	4/ 1~ 9/30 上記期間中 7泊8日(1回)	"	"
19	阪 大 (基礎工) M. C. 2	村 上 洋 一	4/ 1~ 9/30 上記期間中 7泊8日(1回)	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
20	阪 大 (基礎工) M. C. 1	遠 藤 泰 永	4/ 1~ 9/30 上記期間中 7泊8日(1回)	擬二次元ランダム系における遂次転移の研究	中性子 回 折 (共通) 東 海

施設利用 (SOR)

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
1	大阪電通大 助 教 授	谷 口 一 雄	4/12~ 4/15 4/19~ 4/22 4/26~ 4/29 5/ 3~ 5/ 6 5/13~ 5/17	S.R.励起蛍光X線法によるサルファイド化合物の電子状態の研究	神 前 (SOR)
2	名 大 (理) 教 授	山 寺 秀 雄	4/15~ 4/17 5/ 5~ 5/ 7	"	"
3	名 大 (理) 助 手	佐々木 研 一	4/21~ 4/24 5/11~ 5/14	"	"
4	名 大 (教養部) 助 手	佐 野 充	4/22~ 4/25 4/29~ 5/ 2 5/10~ 5/13	"	"
5	宇都宮大 (工) 教 授	杉 浦 主 稲	4/29~ 5/ 1 5/12~ 5/14	"	"
6	兵庫教育大 助 教 授	足 立 裕 彦	4/16~ 4/20 4/30~ 5/ 2 5/ 7~ 5/10	"	"
7	兵庫教育大 M. C. 2	西 河 武	4/12~ 4/21 4/25~ 5/ 2 5/ 9~ 5/17	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員
8	兵庫教育大 M. C. 2	田 中 隆 義	4/12~ 4/15 4/19~ 4/26 5/ 3~ 5/ 8 5/11~ 5/14	S.R. 励起蛍光X線法によるサルファイド化合物の電子状態の研究	神 前 (SOR)
9	東 大 (教養) D. C. 3	藤 間 一 美	4/12~ 4/18 5/ 2~ 5/ 9	"	"
10	東京理大 (理) 助 教 授	長 坂 啓 吾	6/21~ 7/21	SOR よりの遠赤外光の検出	"
11	東京理大 (理) D. C. 3	小 泉 俊 郎	6/21~ 7/21	"	"
12	東京理大 (理) M. C. 1	戸 張 勉	6/21~ 7/21	"	"
13	筑 波 大 (物理学系) 講 師	森 岡 弓 男	6/14~ 6/19 6/21~ 6/26 6/28~ 7/ 3 7/ 5~ 7/10 7/12~ 7/17	飛行時間法による気体の電離及び解離現象の研究	"
14	筑 波 大 (物理学系) 教 授	中 村 正 年	6/14~ 6/15 6/21~ 6/22 6/28~ 6/29 7/ 5~ 7/ 6 7/12~ 7/13	"	"
15	筑 波 大 (物理学系) M. C. 1	景 山 義 隆	6/14~ 6/19 6/21~ 6/26 6/28~ 7/ 3 7/ 5~ 7/10 7/12~ 7/17	"	"
16	筑 波 大 (物理工学系) 助 手	早 石 達 司	6/14~ 6/19 6/22~ 6/26 6/29~ 7/ 3 7/ 6~ 7/10 7/13~ 7/17	"	"
17	電 総 研 主任研究官	鈴 木 功	6/14~ 6/19 6/28~ 7/ 3 7/12~ 7/17	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
18	筑 波 大 (物理工学系) 教 授	尾 中 龍 猛	5/ 1~ 6/30 上記期間中 (8 日間)	Cs-ハライドの励起子 吸収帯の磁気円二色性 (MCD)	神 前 (SOR)
19	筑 波 大 (物理工学系) 助 手	馬 淵 輝 彦	5/ 1~ 6/30 上記期間中 (8 日間)	"	"
20	筑 波 大 (物理学系) M. C.	岩 本 博 実	5/17~ 6/14	"	"
21	筑 波 大 (物理学系) D. C.	阿 部 秀 典	5/17~ 6/14	"	"
22	筑 波 大 (物理工学系) 学振奨励 研究員	金 野 茂 男	5/17~ 6/14	"	"
23	東 大 (工) 教 授	国府田 隆 夫	4/19~ 5/17	アルカリ土類カルコゲナ イドおよびEuX, SmX 結晶のVUV反射分光	"
24	東 大 (工) 助 手	十 倉 好 紀	4/21~ 5/15	"	"
25	東 大 (工) 技 官	金 子 良 夫	4/21~ 5/15	"	"
26	東 大 (工) D. C. 1	栗 田 厚	4/19~ 5/17	"	"
27	東 大 (工) M. C. 2	和 田 芳 樹	4/19~ 5/17	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所 員
28	東 大 (工) M. C. 1	大 脇 幸 人	4/19~ 5/17	アルカリ土類カルコゲナ イドおよびEuX, SmX 結晶のVUV反射分光	神 前 (SOR)
29	東 大 (工) M. C. 1	早 田 康 成	4/19~ 5/17	"	"
30	立 教 大 (理) 教 授	窪 田 信 三	6/21~ 7/12	SOR 励起による固体及 び液体キセノン発光の時 間依存性	"
31	立 教 大 (理) 教 授	阮 建 治	6/21~ 7/21	"	"
32	立 教 大 (理) 助 教 授	橋 本 陽 一	6/21~ 7/21	"	"
33	立 教 大 (原 研) 講 師	白 石 文 夫	6/21~ 7/21	"	"
34	立 教 大 (理) 実験補助員	村 上 浩 之	6/21~ 7/12	"	"
35	立 教 大 (理) M. C. 2	鈴 木 昌 世	6/21~ 7/12	"	"
36	立 教 大 (理) M. C. 1	氷 見 進	6/21~ 7/12	"	"
37	筑 波 大 (物質工学系) 教 授	石 井 武 比 古	6/21~ 6/24 6/28~ 6/29 7/ 5~ 7/ 8 7/12~ 7/15 7/19 (1 日)	遷移金属および遷移金属 化合物の共鳴光電子放出	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 員
38	筑 波 大 M. C. 2	宮 龍 也	6/ 1~ 7/30 上記期間中 3泊4日(3回)	遷移金属および遷移金属 化合物の共鳴光電子放出	神 前 (SOR)
39	筑 波 大 M. C. 2	福 井 功	6/ 1~ 7/30 上記期間中 3泊4日(3回)	"	"
40	筑 波 大 M. C. 2	内 藤 研 象	6/ 1~ 7/30 上記期間中 3泊4日(3回)	"	"
41	群 馬 大 (教 育) 助 教 授	菅 原 英 直	6/21~ 6/26 6/30~ 7/ 3 7/ 8~ 7/10 7/15~ 7/19	"	"
42	群 馬 大 (教 育) 助 教 授	永 倉 一 郎	6/24~ 6/26 7/ 5~ 7/10 7/13~ 7/15	"	"
43	大 阪 市 大 (工) 助 手	石 黒 英 治	4/19~ 4/21 4/23~ 4/25 4/27~ 5/ 1 5/ 4~ 5/10	気体の Si-L 及び S-L 吸収スペクトルの測定	"
44	兵 庫 教 育 大 助 教 授	足 立 裕 彦	5/17~ 5/20 5/24~ 5/27 5/31~ 6/ 3 6/ 7~ 6/10	X線吸収法によるサルフ アイド化合物の電子状態 の研究	"
45	兵 庫 教 育 大 M. C. 2	西 河 武	5/19~ 5/21 5/24~ 5/27 5/31~ 6/ 3 6/ 8~ 6/14	"	"
46	兵 庫 教 育 大 M. C. 2	田 中 隆 義	5/17~ 5/23 5/27~ 5/31 6/ 6~ 6/14	"	"
47	名 大 (理) 教 授	山 寺 秀 雄	5/31~ 6/ 2 6/ 7~ 6/ 9	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
48	名 大 (理) 助 手	佐々木 研一	5/24~ 5/26 6/10~ 6/12	X線吸収法によるサルファイド化合物の電子状態の研究	神 前 (SOR)
49	名 大 (教養部) 助 手	佐 野 充	5/21~ 5/24 6/ 3~ 6/ 6 6/10~ 6/12	"	"
50	宇都宮大 (工) 教 授	杉 浦 主 稲	5/28~ 5/29 6/13~ 6/14	"	"
51	大阪電通大 助 教 授	谷 口 一 雄	5/19~ 5/22 5/27~ 5/30 6/ 3~ 6/ 6 6/10~ 6/14	"	"
52	東 大 (教養) D. C. 3	藤 間 一 美	5/17~ 5/23 5/30~ 6/ 6	"	"
53	東 大 (教養) 教 授	伊 藤 隆	5/10~ 6/14	シンクロトロン軌道放射光による生体高分子不活性化の研究 —130~230mm領域における生物作用スペクトルの測定	"
54	東 大 (医) 教 授	岡 田 重 文	5/10~ 6/14	"	"
55	東 大 (農) 教 授	山 口 彦 之	5/10~ 6/14	"	"
56	東 大 (医) 講 師	中 村 典	5/10~ 6/14	"	"
57	東 大 (農) 助 手	多々良 敦	5/10~ 6/14	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研究題目	関係員 所
58	東 大 (原研総合 センター) 技 官	江 口 星 雄	5/10~ 6/14	シンクロトロン軌道放射光による生体高分子不活性化の研究 — 130~230 mm領域における生物作用スペクトルの測定	神 前 (S OR)
59	東 大 (教養) D. C. 2	伊 藤 敦	5/10~ 6/14	"	"
60	東 大 (教養) M. C. 1	渡 辺 俊 樹	5/10~ 6/14	"	"
61	神 戸 大 (医) 助 教 授	篠 原 邦 夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 1泊2日(3回)	"	"
62	立 教 大 (理) 助 教 授	檜 枝 光太郎	5/10~ 6/14	"	"
63	立 教 大 (理) 講 師	天 笠 準 平	5/10~ 6/14	"	"
64	立 教 大 (理) M. C. 1	早 川 吉 彦	5/10~ 6/14	"	"
65	筑 波 大 (生物科学系) 講 師	小 林 克 己	4/ 1~ 9/30 上記期間中 2泊3日(4回) 2泊3日(2回)	"	"
66	東 海 大 (医) 助 手	前 澤 博	5/10~ 6/14	"	"
67	国際基督教大 (教養) 助 手	高 倉 かほる	5/10~ 6/14	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所 責
68	国立遺伝研 部 長	賀 田 恒 夫	4/ 1~ 9/30 上記期間中 2 日間 1 日間	シンクロトロン軌道放射光による生体高分子不活性化の研究 — 130~230 mm領域における生物作用スペクトルの測定	神 前 (SOR)
69	国立遺伝研 研 究 員	定 家 義 人	4/ 1~ 9/30 上記期間中 3 日間	"	"
70	放射線総合研 室 長	沢 田 文 夫	5/10~ 6/14	"	"
71	放射線総合研 主任研究官	山 田 武	5/10~ 6/14	"	"
72	放射線総合研 主任研究官	松 本 信 二	5/10~ 6/14	"	"
73	大 阪 府 立 放 射 研 主任研究員	恵 恒 雄	4/ 1~ 9/30 上記期間中 2 日間	"	"
74	愛 知 が ん セ ン タ 一 室 長	森 田 敏 照	4/ 1~ 9/30 上記期間中 2 日間	"	"
75	国 立 が ん セ ン タ 一 室 長	宗 像 信 生	5/10~ 6/14	"	"
76	阪 大 (基礎工)教 授	成 田 信一郎	6/ 2~ 6/12	黒磷単結晶の光電子スペクトル	"
77	阪 大 (基礎工)助 手	小 林 融 弘	6/ 2~ 6/12	"	"

No.	所 属	氏 名	研究期間	研 究 題 目	関 係 所
78	阪 大 (基礎工) 技 官	赤 浜 裕 一	6/ 2~ 6/12	黒磷単結晶の光電子スペ クトル	神 前 (SOR)
79	阪 大 (基礎工) M. C. 1	寺 田 慎 一	6/ 2~ 6/12	"	"
80	阪 大 (基礎工) 研 究 生	金 粒 三	6/ 1~ 6/12	"	"

昭和57年度 人事選考協議会委員名簿

糟 谷 忠 雄 東北大（理）
伊 達 宗 行 阪 大（理）
益 田 義 賀 名 大（理）

金 森 順次郎 阪 大（理）
森 肇 九 大（理）

昭和57年度 共同利用施設専門委員会委員名簿

小 林 宏 東工大（理）
松 浦 良 平 九 大（理）
永 田 一 清 東工大（理）
森 川 敬 三 茨城大（理）
岡 本 哲 彦 広島大（総合科学）
小 村 幸 友 広島大（理）
川 村 清 広島大（理）
都 福 仁 北 大（理）
森 肇 九 大（理）
国府田 隆 夫 東 大（工）
新 井 重 昭 東 大（核研）

佐 野 瑞 香 電 通 大
木 村 實 金 沢 大（理）
三 本 木 孝 北 大（理）
長 岡 洋 介 京 大（基研）
糟 谷 忠 雄 東 北 大（理）
櫛 田 孝 司 阪 大（理）
本 河 光 博 阪 大（理）
目 片 守 京 大（理）
米 沢 富 美 子 慶 応 大（理工）
真 隅 泰 三 東 大（養）

昭和57年度 外来研究員等委員会委員名簿

委員会名及び担当	氏 名	任 期	備 考
外来研究員等委員会			
委 員 長	秋 本 俊 一	56. 4. 1 ~ 58. 3. 31	
委 員	三 浦 登	"	
"	細 谷 資 明	57. 4. 1 ~ 59. 3. 31	
"	福 山 秀 敏	"	
所 外 委 員	永 田 一 清	56. 4. 1 ~ 58. 3. 31	東工大(理)
"	川 村 清	"	広島大(理)
"	櫛 田 孝 司	57. 4. 1 ~ 59. 3. 31	阪 大(理)
"	三 本 木 孝	"	北 大(理)

人 事 異 動

発令年月日	氏 名	異 動 事 項	現(旧)官職
57. 1. 1	早坂 啓一	(転任) 分子科学研究所 技術課第三技術班長	物性研助手
57. 1. 10	吉岡 大二郎	(休職) 理論部門助手	

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A.

- No. 1190 A Nonlinear Correlation Method Using Multiphoton Ionization for the Measurement of UV Ultrashort Pulses. by Norio Morita and Tatsuo Yajima.
- No. 1191 Numerical Experiments on the Absorption Lineshape of the Exciton under Lattice Vibrations. I: The Overall Lineshape. by Michael Schreiber and Yutaka Toyozawa.
- No. 1192 Numerical Experiments on the Absorption Lineshape of the Exciton under Lattice Vibrations. II: The Average Oscillator Strength per State. by Michael Schreiber and Yutaka Toyozawa.
- No. 1193 Repulsive Delta-Function Potential in Two and Three Dimensions. by Minoru Takahashi.
- No. 1194 Numerical Experiments on the Absorption Lineshape of the Exciton under Lattice Vibrations. III. The Urbach Rule. by Michael Schreiber and Yutaka Toyozawa.
- No. 1195 Observation of the One-Dimensional Plasmon Excitation in a Cs Overlayer on Si(100) 2x1. by Hiroshi Tochihara and Yoshitada Murata.
- No. 1196 Anomalous Magnetoresistance of Thin Metallic Films. by Guy Deutscher and Hidetoshi Fukuyama.
- No. 1197 Charge Transfer Instability with Structural Change. II - Mean Field Theory for One-Dimensional N-Sites N-Electrons System-, by Keiichiro Nasu and Yutaka Toyozawa.
- No. 1198 The role of the Hydrogen Bonds for the Appearance of the Incommensurate Phase in Thiourea. by Yoichi Shiozaki, Yoshitake Katoh, Yasuhiro Fujiwara, Akira Onodera.
- No. 1199 The Metamagnetism and the Temperature Dependence of the Magnetic Susceptibility of $\text{Co}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_2$. by Yoshinori Takahashi and Michiyasu Tano.

物性研短期研究会「物質開発の方法論と方策」

講 演 募 集

上記研究会が来る 5 月 10 日、11 日に東京大学物性研究所において次の様な趣旨で開催されます。

「物性研究と物質開発とは、新しい飛躍への契機と養分とを絶えず相互の中に見いだしながら表裏一体となって発展を遂げてきたが、我が国ではこれまで新物質の開発に消極的であり立ち後れをとってきたことは否めない。この跛行的状態に対する認識と危機感が高まる中で、物性研究所、分子科学研究所、無機材質研究所等において、典型的物質の survey と新物質探索に関する研究会が数回開催されてきた。

本研究会ではさらに一步ふみ込み、既知の物質を通して培われてきた物性科学の基盤に立って imagination をひろげ、新物質開発の guiding principle、物質合成の方法（ハード・ソフト）開発体制のあり方などを論じ、具体的方策をさぐる。これまで歩どまりが低いといわれてきた経験的・暗中模索的な新物質開発に、より論理的・系統的な要素を導入して収率を高めると共に、物性研究の新生面を切り開くことに feed back させたい。これはまた一方で、種々の極限的物理環境・極限的測定手法の開発とも相補いつつ、今後の物性研究をより実り多くするものと考えられる。

これは我が国の物性科学全体の問題として提案するものであるが、共同利用研としての物性研究所の将来にとっての重要な問題でもあると考える。」

この研究会では講演者の一部を公募する予定です。御希望の方は、来る 4 月 10 日（土）迄に、その旨と題目、短い要旨ならびに希望講演時間を

〒106 東京都港区六本木 7-22-1

東京大学物性研究所

田 沼 静 一 （電話 03-478-6811、内線 5601）

までお知らせ下さい。講演時間は 20 分以内です。尚、御不明の点は上記田沼か物性研 豊沢 豊（内線 5821）あるいは小林浩一（内線 5611）におたずねいただければ説明申し上げます。お申し込みの講演をお願いするかどうかは上記 3 人の世話を人に御一任いただきます。

世話人代表者 田 沼 静 一

編 集 後 記

そこはかとなしに、春のいぶきの感じられる頃となりました。

本号では、物性研に対する御意見を、施設利用専門委員の川村先生に書いて頂きました。中国に行ってこられた田沼、永野両先生にも御寄稿をいただいている。そのほか、多くの方に、お忙しい中を原稿や、研究会報告を執筆していただきました。厚く御礼申し上げます。

編集部では、物性研への忌憚のない御意見など、など、皆様の御寄稿をお待ちしています。

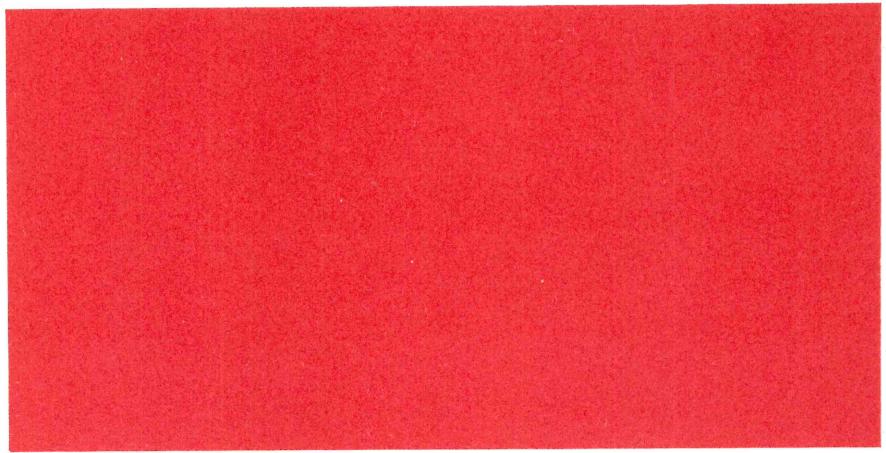
次号の原稿〆切は4月10日です。

〒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

今 田 正 俊

竹 内 伸



A vertical line of light brown color runs along the left edge of the red rectangle, starting from its top edge and ending at its bottom edge.