

物性研だより

第22卷
第1号
1982年5月

目 次

○共同利用運営予算について	菅野 晓	1
○共同利用宿舎について	栗原文良	3
○共同利用今昔	鵜久森 正毅	4
研究室だより		
○高橋研究室	高橋 實	7
物性研短期研究会報告		
○放射光利用科学の将来像		10
世話人 神前 熙, 佐々木泰三, 石井武比古		
○ピコ秒分光による超高速現象		16
世話人 塩谷繁雄, 矢島達夫, 田中郁三, 青柳克信		
○超低温下の物性—固体 ³ He, 液体 ³ He— ⁴ He		
混合系その他一		36
世話人 信貴豊一郎, 芳田 奎, 生嶋 明		
物性研談話会		65
物性研ニュース		
○昭和57年度短期研究会予定		67
○人事異動		68
○テクニカルレポート新刊リスト		69
編集後記		

東京大学物性研究所

共同利用運営予算について

外来研究員等委員会

委員長 菅野曉

共同利用運営予算をどのように使用するかについての検討は、毎年2月と9月に開かれる共同利用施設専門委員会で行われる。この委員会には約20名の外部委員と同数程度の所員が参加する。この委員会に提出する原案は、それに先だって開かれる外来研究員等委員会で作られる。外来研究員等委員会の構成メンバーは4名の外部委員と同数の内部委員である。このようにして決められた予算の使用方法は、「物性研だより」を通して一般の物性研究者に知らされる。しかし、上記委員会に出席されない人々は、討議の過程で浮彫りにされる問題点とかその対応策についての十分な知識を持てないのが実情であろう。最近、共同利用運営経費についてかなり深刻な問題が発生していると思われるので、この誌面を借りて一般の物性研究者の方々にそのことをよく知って頂こうと思う。

第1表は昭和46年から56年迄の11年間にわたる共同利用運営経費の推移を、事務部がまとめたものである。表には、50年の東京一大阪間の運賃を100とした運賃指数と、同じ年の物価を100とした物価指数が示されている。56年の経費を46年のものと較べると、旅費予算では2倍と少しの増が見られるが運賃指数は3倍近くになっている。校費予算と物価指数はほぼ同じの2倍増である。54年の経費が階段的の増を示しているのは、この年にSOR施設の共同利用経費が新たにみとめられたためである。50年に運賃指数の急増が見られ、それに応じて旅費が急増している。しかし54年以降毎年見られる運賃指数の増に対し、旅費は増どころか節減の傾向を示している。

第2表は53年から56年迄の4年間にわたる施設利用、短期研究会に関する統計である。施設利用の申請者数、旅費支給者数がわずかの増を示しているのに対し、短期研究会ではそれらの増は2倍に近くなる。54年にSOR施設の共同利用経費が新たにみとめられたことを反映し、この年に運賃指数がかなり増加したのにも拘らず施設利用の旅費支給率は53年の70%から75%にあがっている。その後運賃指数の増を無視した旅費予算の停滞のために、旅費支給率は56年に60%という深刻な状態になった。校費予算の方は54年以降もわずかな増を示している(第1表)が、物価指数の増に追いつけないこともあって、その支給率は昨年あたりから旅費同様に60%附近に落ち込んでいる。

旅費に関する今後の見通しは更に深刻である。もし57年度予算案に見られるように、旅費予算が毎年2%程度節減され、最近恒例化した運賃値上げが毎年あるとすると、旅費の不足額は毎年50万円位づつ増加するというのが事務部の試算である。この深刻な事態をふまえて、短期研究会を除く外来研究員の宿泊費を1/3程度に減額しなければならなくなつた。

この額は共同利用宿泊施設を利用した場合の宿泊代にしかならない。更に悪いことに、57年前期の外来研究員の旅費配分では、多くの場合この宿泊代さえも打切られている。

今迄に述べた共同利用運営施設経費に関する事態を改善する最も正統的な方法は、運賃指數、物価指數の増に見合った予算増を実現してもらうことと、新しい大型の共同利用施設が完成した時にそれを共同利用するための予算を新たにつけてもらうことである。SOR 施設が完成したときに後者の型の予算増があったことは、すでに述べたとおりである。同様の予算増が超低温研究施設の完成とともにあって57年度概算要求により込まれた。57年度は残念ながら認められなかつたので、58年度も引き続き要求されるはずであり、また超強磁場、極限レーザーの研究施設が完成すれば、要求額も大幅に増えることになろう。所外の皆さんのご支援をお願いしたい。

第1表

共同利用運営経費調（昭和46年～56年）

年度	研究委員等旅費	運賃指數	校 費	卸売物価指數 (日銀統計)
46	9,165,000	74.3	6,814,000	63.3
47	11,003,000	74.3	7,290,000	63.8
48	11,770,000	74.3	7,800,000	73.9
49	13,242,000	74.3	8,020,000	97.1
50	16,182,000	100.0	9,122,000	100.0
51	16,144,000	110.2	9,208,000	105.0
52	15,654,000	165.0	9,842,000	107.0
53	15,965,000	165.0	10,222,000	104.3
54	21,105,000	189.0	13,628,000	111.9
55	21,105,000	196.9	13,943,000	131.8
56	20,058,000	214.9	14,508,000	132.7

第2表

年度	区 分	申請件数	申請者数	申 請 額	旅費支給者数	旅費支給額	旅費支給率
53	施 設 利用	249	391	15,920,000	222	11,158,000	0.70
	短期研究会	7	295	2,760,000	128	2,409,000	0.87
54	施 設 利用	259	419	20,696,400	241	15,419,200	0.75
	短期研究会	6	265	3,334,700	125	2,800,000	0.84
55	施 設 利用	263	431	20,747,700	246	15,315,000	0.74
	短期研究会	11	492	6,217,300	227	4,414,800	0.71
56	施 設 利用	260	414	23,144,000	256	13,828,600	0.60
	短期研究会	11	535	5,431,000	214	3,106,000	0.57

共同利用宿舎について

事務部長 栗 原 文 良

昭和44年3月、物性研究所共同利用研究員宿泊施設（定員10名）として新築され、以来13年経過し、年間約1,830泊（延）、今まで約23,800泊（延）の外来共同利用研究員の宿泊を数えている。その間事務部としては、ユーザーの意見などを聴き、できるだけ快適な条件をと管理運営に努力し、特に衛生面に配意してきたところであり、今後も大いに改善をはかっていきたい。ご案内のとおり当宿泊施設は六本木という立地条件下にあり、時代の経過とともに交通の便の良さもある反面、騒音という問題等々、メリット、デメリットがあるという現況となっている。

一方、物性研究所の将来計画（極限レーザー、超強磁場、超低温、表面物性等々）が順調に進行中であるので設備の整備が完了すれば、共同利用研究者の人員も漸増するであろうと思われる。これらに対応するため共同利用宿泊施設の抜本的な見直しが必須となっている。東京大学では勿論のこと、都心にある共同利用研究者宿泊施設としては唯一の貴重な存在である。施設の良し悪しは、研究のアクティビティに大いに反映するであろうと考えている。2～3年後を目途として六本木に所在する研究所に相応した快適な宿泊施設の完成を目指したい。

特に、全国の共同利用研究者の温かいご指導を心よりお願いする次第である。

共同利用今昔

鶴久森 正毅

(本名 三好正毅)

物性研には1974年度後期からお世話になっており、年に数回、1回1週間程度山口（初期は大阪）から出張して実験をおこなってきた。昨年の9月で、これまでの研究が一応終ったので、この機会に最近感じていることを述べてみたい。

1 共同利用旅費について

1976年ごろまでは共同利用を申請すれば大体その通り認められており、半年に3回程度施設利用していた。ところが、1977年ころから半年に2～3回で申請しても回数をけずられて1回にされるようになった。何度も申請しても1回しか認められないで、それならと半年に1回で申請すると、今度は利用期間をけずられるようになった。これ以上けずられては研究が進まないので、滞在費自己負担で延長を申し出ることになる。1980年ころからは、前もって申し込みれば、けずられた部分が復活し、その部分も出張期間に入るようになったから、研究災害は労災扱いになるのである。しかし、復活分の滞在費はやはり自己負担であるから、苦肉の策というところである。物性研だより第4号（1981年11月）にのっていた外来研究員一覧表を見ると、東京近辺の人は別として、たいていの人が半年に1回でしかも1週間足らずの利用となっている。きくところによると、共同利用旅費は申請額の半分くらいしかなく、物性研設立当初と比べると実質的には $1/2 \sim 1/4$ くらいになっているとのことである。この調子だと間もなく回数や日数の削減だけではすまなくななり、申請課題のうちのいくつかは次期にまわされるようになり、更には申請しても認められない研究課題も出てくるようになりかねない。

外部にいる者からすれば、大型プロジェクトに投資する金の一部でも共同利用旅費にまわしてもらえば、と思うのだが。ふだん使っている装置に比べてひどく高価な装置は使いこなせないから、弱小大学にいる者にとっては大型装置は高嶺の花になりかねない。私の専門のレーザーに関する大型プロジェクトとして極限レーザー部門があるが共同利用が制限された所内の人にとっては、最近は地方大学の設備も良くなってきたから、物性研には更に高度な装置を、ということだろうと思う。確かに良くなってきてはいるが、もともとが悪すぎたのであるから物性研には遠くおよばない。液体ヘリウムはおろか液体窒素も自由に使えないところがあるのであるのをお忘れなく。

ところで、1980年ごろから半年に1回、利用期間終了後しばらくして報告書を出すことになっている。研究費を出すほうからすれば、研究状況の進展ぶりを知りたいと思うのであろう。しかし、半年に1週間ほどしか実験できない者にとっては、いつも何らかの成果が得られるとは限らない。成果が出なければ出ないのでそのように書けば別にさしつかえないのかもしれないが、あまり気分の良いものではない。悪くすると、そのうち、すぐに成果の出るようなことだけが共同利用の申請可能などということになりかねず、物性研のしきいがますます高くなる。したがって、半年に1回程度の利用者は、その研究が終了してから報告書を出すようにするとか、報告書のかわりに学会発表の予稿コピーや論文別刷を提出するという形になるとありがたい。

2 共同利用宿舎について

宿舎については物性研だより第4号（1981年11月）に平野克己先生が苦情を書いておられたが、設備に限れば、1974年ごろに比べてはるかに良くなっている。74年ごろは現在のような冷暖房完備とは異なり、夏は扇風機しかないから暑苦しくてよく眠れず、一方、冬はガスストーブだから、つけると頭が痛くなり、消すと寒くなるという具合で、物性研に来るとよくカゼをひいていた。おまけに当時は風呂の湯わかし器の能力が低く、冬はなかなか熱い湯が出なかった。それに比べると現在ははるかに良くなっている。しかし、宿舎を使う人がはたして良くなかったかどうかが問題である。平野先生ご指摘の風呂については、実験で遅くなったときなど、悪いなと思いながらも制限時間（午後11時）以降に入ったことがあるので加害者になったかもしれません、申しわけないと思っている。一方、他の事項については私も被害者になったことがある。これらのことについて第4号の編集後記には「住む人の心の問題」と書いてあったが、これでは解決されないと思う。なぜなら、研究者というものは研究に全力を集中するあまり、他のことに対して注意力がおそろかになる傾向があると見受けられるからである。物理の世界には色々な保存則があるが、どうやら注意力も保存されるようだ。たとえば、研究室にゴミ箱を置いて、それに「もえるゴミ」「もえないゴミ」と大きく書いておいてもたいていは守られない。したがって、研究者にむかって規則を守るようによびかけても効果は少なく、たとえその規則が守られなくても他の人におよぼす影響ができるだけ少なくするようにしなければならない。

宿舎について言えば、究極的には寝室部分と共用部分を別棟にし、廊下でつなぐことである。と言ってもすぐにはできないから、次のようなことをやれば少しあるだろう。

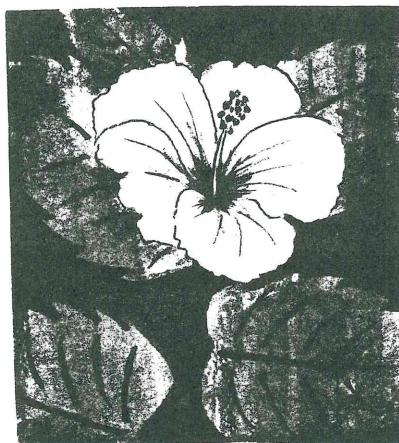
- (1) 廊下や階段にはじゅうたんをしく。
- (2) ドアはバネ仕掛けの自動的に閉まる器具を調整して音もなく閉まるようにする。
- (3) 洗濯機は音の大きい全自動式をやめて音の静かな2そう式にする。
- (4) 風呂場の金属製湯桶を木やプラスチックのものに変える。

(5) 談話室(?)には吸音材をはる。

以上、新幹線に防音壁をつけるようなたぐいのものであるが、これらを実行すれば少しは騒音が少なくなるであろう。

実際には騒音を出す人はごくわずかで、大部分の人は気をつけていると思うが、1人でも騒音を出す人がいれば、他の人に影響がおよぶから同じことである。最近になって宿舎の騒音が増えたとすれば、前節で述べた研究状況のせちがらさを反映して、研究以外のことにも注意をむける余裕がなくなったのかもしれない。

以上、色々と勝手なことを書いたが、物性研のしきいがこれ以上高くならないことを願ってのことである。ところで、物性研だよりに掲載される記事は、物性研の(元)所員や助手のかたのものがほとんどのようであるが、大学院生や技官あるいは事務官として物性研時代をすごされた人の声も掲載されるとおもしろいと思う。最後に、物性研での研究の機会を与えてくださった森垣先生はじめ物性研構成員のかたがたに心から感謝の意を表して筆をおくことにする。



研究室だより

高 橋 研 究 室

高 橋 實

前回「物性研に着任して」を書いてから、三年余りもたちました。着任当時は二階にいましたが、現在は三階で守谷研究室と大部屋を共有しています。81年の4月からは、助手の今田正俊氏が着任しました。小規模のため当研究室で行なった研究というよりはほとんど私個人の研究ということになってしまいますが、今田氏のも含めて過去三年間の研究をふりかえってみたいと思います。

[1] $I = \infty$ の有限系ハッバード模型に対する計算機実験

ハッバード模型のハミルトニアンは次のような形をしている。

$$H = \sum_{i < j} \sum_{\sigma} t_{ij} (c_{i\sigma}^+ c_{j\sigma} + c_{j\sigma}^+ c_{i\sigma}) + I \sum c_{i\uparrow}^+ c_{i\uparrow} c_{i\downarrow}^+ c_{i\downarrow}$$

筆者はまず $2 \times 2 \times 2$ 格子で $I = \infty$ の場合について数値計算を行なった。その後 I が有限の場合についての数値計算を学習院大の川畑氏が行なった。この問題の最大の興味はsingle-bandのハッバード模型が強磁性を本当に起こすかどうかである。長岡の定理によれば $I = \infty$ で電子数 = 原子数 - 1 の場合、完全強磁性が基底状態である。電子数 = 7 のとき確かにそうなっている。電子数 = 6 の場合はそうならぬに全スピンが零の状態が基底状態であるということは予想外の結果であった。この格子の場合固有値を求めるべき行列をカードで入力して固有値を計算機で求めた。その後任意の t_{ij} の集合に対して計算機の中で行列を発生させ、固有値を求めるプログラムを開発した。現在までのところ、原子の数が 9 個ぐらいの限度となっている。9 個で最大の行列が約 700 次元である。これ以上になると行列の次元が急激に大きくなるので計算機にかけることが難しくなってくる。小生は 3×3 格子、 2×4 格子、 2×3 格子等のスペクトルを決定した。また筑波大の久保健氏は帶磁率の高温展開を綿密に行い、今まで行われた高温展開の計算に間違いがあることを見出している。しかし結局高温展開や有限系の計算でわかったことは強磁性領域はsingle-band ハッバード模型で、かつ単純な格子系をとるかぎりそんなに広くないのでなかろうかということである。9 個の原子が限度であるといっても、これは FACOM 230-48 での結果であり、プログラムを改良し超大型機を使えばもっと原子の数を増すことが出来ると思われる。

[2] 動的プレーンローター模型

Vaks - Larkin は相互作用をするボーズ粒子系の問題を格子模型で置きかえた結果、次のような plane-rotator 模型のハミルトニアンを得た。

$$H = \sum_{i < j} J_{ij} \cos(\varphi_i - \varphi_j)$$

このハミルトニアンでは運動はしないけれども、彼らの導出を少していねいに行えば、運動をする動的 plane - rotator 模型を導出できる。

$$H = \sum_i \frac{p_i^2}{2m} - \sum_{i < j} J_{ij} \cos(\varphi_i - \varphi_j)$$

この模型の熱力学的性質は通常の plane - rotator 模型とほとんど同じであるが、運動を行なうこと、古典的な系であるので量子論的な松原・松田模型よりも扱いが簡単であるなどの特徴がある。この系の動的性質を高温展開や RPA や分子動力学の方法を使って解析をした。分子動力学では 32 または 64 個の一次元鎖、 8×8 または 16×16 の二次元正方格子、 $4 \times 4 \times 4$ または $8 \times 8 \times 8$ の格子でのエネルギー温度曲線、動的相関関数などを計算した。一次元ではエネルギー温度曲線に異常はないが、三次元では明らかに存在する。二次元は Kosterlitz - Thouless の転移があるとされている系であり、これは三次元ほどはっきりした異常を見つけにくい。低温では動的相関関数 $S(q, \omega)$ に phonon のピークしか現われないが温度があがるにつれて phonon ピークは幅がひろくなり、位置が中央に若干近くなる。中央にもピークが現われてだんだんその強度が大きくなる等の特徴があることがわかった。分子動力学のようにアレイ・プロセッサーが役立つ計算では大型センターの M200 H - IAP と物性研の M160 F では約 20 倍の速度の違いがあるので最近は主に大型センターを使っている。岡山大の川端氏は古典 X - Y 模型の分子動力学の研究を進めており、 $S(q, \omega)$ を求めることではほとんど同様の手法が使える。

[3] 量子一次元系

Bethe 仮説で解くことが出来る量子一次元系は多数あるが、今田助手はソリトンの存在という観点から一次元 X - Y - Z 模型の厳密解を扱っている。Bethe 仮説で解ける問題では quasi-momentum, または rapidity と呼ばれる、粒子数と同じ個数の量が現われるが、この量は一般に複素数である。複素平面上では数個集ってストリングと呼ばれる束縛状態を作る。このストリングの出来方の規則は筆者や東大理学部の鈴木増雄氏によって仮定として与えられていた。最近北大の飛田氏や M. Fowler は波動関数の規格化条件からこの規則が導かされることを示し、物理的に大変わかりやすいものになった。このストリングの分布関数に対しては自由エネルギー極小の条件を使えば、非線型の方程式が得られる。そして熱力学的性質や励起スペクトルが決定出来る。この積分方程式は解析的に求めるのは困難なのでやはり計算機で解く必要がある。現在 X - Y - Z 模型や massive Thirring 模型による Bethe 仮説の研究は Fowler のグループと、飛田 - 今田間の研究競争になっている観があり、同じ結果をほとんど同時に得たりしているようである。

[4] 物性基礎論におけるその他の問題

分子場近似や BCS 近似は Feynman 不等式を使うと導出できる。

$$-\beta \ln \text{Tr} \exp(-\beta H) \leq -\beta \ln \text{Tr} \exp(-\beta H_0) + \frac{\text{Tr} \exp(-\beta H_0)(H-H_0)}{\text{Tr} \exp(-\beta H_0)}$$

H_0 としてパラメーターを含んだ数学的に扱いやすい試行ハミルトニアンを代入すれば、右辺極小の原理から近似的自由エネルギーが得られる。 H_0 として相互作用のないスピン系を考えれば、分子場近似が導出される。 H_0 として一次元スピン系を考えれば、近似の改良を行うことが出来る。 H として長距離相互作用のある一次元イジング模型を置き H_0 として最近接相互作用をする一次元イジング模型を置けば、分子場近似よりかなりよい結果が得られる。

三次元で斥力デルタ関数ポテンシャルで相互作用をする系は相互作用がない系と同じであることはよく知られている。一次元系では Bethe 仮説の成り立つ場合であり、相互作用は系の性質に影響を与える。二次元系はどうであろうか。実はこれは三次元の場合と同様に斥力デルタポテンシャルは系に何の影響も与えないことを示すことが出来た。

以上物性研へ来てから三年余りの間に行なった研究を挙げてみました。当研究室は発足したばかりの大変にささやかなものです。したがって他の研究室の研究室だよりにみられるように十年にわたる多数の論文の紹介などはありません。しかし、これからも着実に発展すべく努力したいと思っています。

参考論文

- 1) M. Takahashi, "Single Band Hubbard Model with Infinite Repulsion on $2 \times 2 \times 2$ Lattice", J. Phys. Soc. Jpn. 47, 47 (1979).
- 2) M. Takahashi, "Dynamical Plane Rotator Model I. Derivation of Hamiltonian and Molecular Dynamics", J. Phys. Soc. Jpn. 48, 746 (1980).
- 3) M. Takahashi, "Dynamical Plane Rotator Model II. Dynamical Correlation Functions in Molecular Field Approximation", J. Phys. Soc. Jpn. 48, 1861 (1980).
- 4) M. Takahashi, "Dynamical Plane Rotator Model III", Tech. Rep. ISSP A. No. 1166. to be published.
- 5) M. Takahashi, "Repulsive Delta-Function Potential in Two and Three Dimensions", Tech. Rep. A. No. 1193 to be published.
- 6) M. Imada, "Finite Temperature Excitations of the XYZ Spin Chain", to be published.

物性研短期研究会報告

「放射光利用科学の将来像」

世話人 神前熙

佐々木泰三

石井武比古

シンクロトロン軌道放射を光源として利用する研究は基礎科学の諸分野にますます拡大しつつある。フォトンファクトリー・分子研 UVSOR の建設がすすみ、また物性研新 SOR 計画が発足しようとする現時点で、これまでの SOR 研究のアセスメントを行い将来への効率的な発展の具体的な内容を議論しておくことが必要である。本研究会では、主に「真空紫外～軟X線」波長領域の研究者の立場から、(1) SOR 研究の将来、(2) 将来の研究に必要な光源、(3) 将来の光源開発の具体的な計画についての討論を行った。

プログラム

日 時 昭和 57 年 1 月 28 日 (木)

場 所 物性研 Q 棟 1 階講義室

<研究のレビューと将来の展望> 9:30 ~ 12:00

座長 豊沢 豊 (物性研)

神前熙 (物性研)

森岡弓男・中村正年 (筑波大)

石井武比古 (筑波大)

座長 佐々木泰三 (高エ研)

佐川 敬 (東北大)

豊沢 豊 (物性研)

<将来の研究に必要な新光源と放射光源開発の具体的な計画> 13:00 ~ 15:00

座長 神前熙 (物性研)

佐々木泰三 (高エ研)

宮原義一 (物性研)

佐々木泰三 (高エ研)

木村克美 (分子研)

1. 将来の光源

2. 物性研の計画

3. フォトンファクトリーの計画

4. 分子科学研の計画

<自由討論>

15:15 ~ 17:15

座長 石井武比古(筑波大)

下記の内容は各自のアブストラクトを資料として世話をまとめたものである。

<研究のレビューと将来の展望>

1. 固体分光 (神前 懇)

光と固体の相互作用の全貌を primary process と secondary process に分けそれについて(i) 観測する現象、(ii) 得られる物理、(iii) 最近の発展、(iv) 将来の展望、を考えてみる。primary process では単結晶試料の吸収・反射スペクトルを通じて遷移の終状態としてのバンド構造や終状態相互作用にみられる多体効果がしらべられている。種々の高分解能分光技術の進歩によりバンドの joint density of states ・内殻励起子・表面励起子についての詳しい研究が基本的な物質についてなされるにいたった。「新しい興味ある物質」を対象とする研究の基礎は出来上っているといえよう。未開拓の問題としては光の非弾性散乱・多光子遷移・励起状態からの遷移などの分光研究がある。secondary process の一つである光電子分光はバンド構造や多体効果についてのめざましい成果をあげている。それ以外の緩和過程ではとくに電子格子相互作用を反映した新しい問題が浮びあがっている。発光過程や光誘起スパッタリングの研究がより活発になりつつある。今後これらすべての諸過程での時間分解分光が発展することに期待したい。殆んど未開拓な分野としては、光伝導・光誘起構造変化(欠陥の生成と移動をふくむ)・フォノン放出、などの諸過程がある。結論として将来の光源に対する要請をまとめれば、光強度: 10^{15} photon/sec · bandwidth 以上、時間分解能: ps ~ ns ~ μ s、となる。

2. 気体分光 (森岡弓男・中村正年)

光と原子・分子の相互作用が観測される現象として、光吸收・光イオン化・光電子・光解離・螢光・オージュ分光・threshold electron・時間分解分光・coincidence 法、について多くの研究のレビューがなされた。今後の方向として、高分解能時間分光がすべての分光に対して必要となる、「微量な対象」を研究できることの必要性、「さらに正確」な理論計算、が要請される。とくに気体分光では、短い光パルスでの光強度の増大が必須であることが強調された。

3. 光電子分光 (石井武比古)

光電子分光で従来何がなされたか? XPS では、内殻準位のエネルギー決定(ESCA)・多重項構造・配置間相互作用・shake-up・CDW・MND-SD 効果・valence fluctuation,

などがとりあげられた。多くの研究が satellite の解析によりなされたことが例示される。UPS では、(i) 角度可変、励起エネルギー固定の場合と、(ii) 励起エネルギー可変の場合があり、(i)は2次元物質や表面・界面・吸着などの研究に多く用いられ、(ii)は SOR によって可能となるもので、表面研究のほかに、エネルギー・バンドのマッピング・共鳴型光電子分光・磁性の起源・valence fluctuation など他の物性ともかかわる研究が多い。将来への展望としては、物理としては表面の諸問題・光励起に伴う多体効果や電子状態をしらべることにより広い物性物理にかかわる研究が、また応用物理としては表面・界面・触媒・化学反応の研究が推進されよう。技術的発展としては2現象の同時測定(蛍光とかスピン偏極などとの組合せ)がなされるであろう。

4. 表面物理 (佐川 敬)

表面の物理と化学の対象は膨大であるがおおむね、表面原子構造・表面電子状態・表面格子振動に類別されそのうち SOR は前の2つに極めて有用である。とくに SOR の波長可変性と偏光性とを利用した光電子放出の研究が中心となり多くの重要な研究がなされてきた。これらのレビューと近い将来の展望がのべられた。今後なさるべき研究として、300～4000 eVの分光系の開発・軽元素K内殻を通じての化学吸着有機分子の研究・偏光性の完全な利用・光電子放出の理論的理解・光電子の diffraction ・光誘起スパッタリングなどが指摘された。

5. 理論の立場から (豊沢 豊)

物性理論の立場からも SOR 分光への期待は大きい。(1) 広い波長域をカバーするため、種々の内殻からの吸収スペクトルを比較して共通の終状態に関する相補的知見が得られる。(2) 凝縮系との成分原子と内殻吸収または発光スペクトルを比較して原子間結合の状況を知る。(3) 1電子準位の主線と多電子励起の側帯からなる光電子スペクトルは、電子相関の強い系では主客転倒の shake-down もあり得る(一体モデルの限界と多体系の真実)。価電子運動の動的研究手法としてもうってつけか?(4) 価電子帶励起子と内殻励起子を中間および終状態(またはその逆)とする共鳴2光子吸収(共鳴ラマン散乱)は、偶奇励起子の直接比較から結合エネルギー異常の解明も可能としよう。(5) 内殻正孔における格子緩和、欠陥生成、Auger 消滅の競合の動力学とその内殻依存性も今後の課題となる。

<将来の研究に必要な新光源と放射光源開発の具体的計画>

1. 将来の光源 (佐々木泰三)

第一の設問: シンクロトロン放射は充分に明るいか? 昔は Yes であったが今の答は No である。いずれの種類の分光研究をとって考えてみても研究が進むにつれて高分解能・角度分解・時

間分解など分光研究の発展によりもっと明るい光源が要求されるようになった。第二の設問：シンクロトロン放射は効率よく利用されているか？ 今後は undulator radiation が使われる方向にあるがふつうの bending magnet からのシンクロトロン放射も使用上のメリットがあるので両者の hybrid 型の光源加速器の建設が推奨できる。つづいて undulator (transverse と helical) からの光強度の具体例についての評価が報告された。

2. 物性研の計画（宮原義一）

物性研 SOR 新計画における新光源加速器 (Super SOR - RING) の設計の概要と諸般の検討結果の報告があった。設計方針：VUV 用 1GeV 電子ストーリジリング，マシンに対する要請 (1) 小さいビームサイズ (小エミッタنس)，(2) 強い光 (大ビーム電流)，(3) 長いビーム寿命，(1), (2), (3) は Touschek 効果のため相反する，(4) 安定なビーム (ゆらぎがない)，(5) 使い易さ (光源に近い，多数のビームライン)，(6) undulator 光の実用。設計の概要：(1) 1GeV リング，直径 $\sim 36\text{m}$ (2) エミッタанс $2 \times 10^{-8} \text{ rad} \cdot \text{m}$ ，ビームサイズ $0.2 \sim 0.4\text{ mm}$ (3) undulator 5 本，(4) 自由電子レーザーのテスト実験 (500 MeV で)。つづいて次のような検討課題の検討結果と具体的設計内容についての詳しい報告があった。(1) 小エミッタансの場合の磁場の誤差に対するラティスの信頼性，(2) Touschek 効果と RF システム，RF 電圧と RF 周波数の関係，ビームの安定性とランダウ空洞，(3) 種々の undulotor とその出力光強度。

3. フォトンファクトリーの計画（佐々木泰三）

フォトンファクトリー第 2 期計画について。（A）Linac；1) 120MW Klystron など高出力化，2) 加速管開発，3) パルス undulator，4) 自由電子レーザー，5) 電子線励起ガスレーザー，6) 電顕，7) ポジトロン加速。（B）光源；1) $1 \sim 1.5\text{ GeV}$ リング，2) 新光源 (ウィグラー，undulator，チャネリング光) 開発，3) リソグラフィー実験室，4) トリストン計画の光源利用。つづいて undulator 開発の進行状況と今後の研究計画の報告があった。

4. 分子科学研の計画（木村克美）

分子研の UVSOR 計画 (55 - 58 年度) は第 3 年目を迎えることになるが，57 年度には建物全部が完成する予定であり，ストレージリング (0.6 GeV) の建設が始まる。（57 年 6 月までにシンクロトロン室は完成し線型加速器の試運転がはじまりシンクロトロンの組立が開始される) また 57 年 4 月から UVSOR 施設が正式に発足することになった。一方観測システムとしては， 1 m 澄谷 - 波岡型分光器 (2 台)，平面回折格子型分光器 (2 台) の設計・製作・組立・調整も間もなく終る予定。今後の分光器整備計画の説明があった。分子研では分光・光電子分

光・光化学・化学反応素過程の分野の研究が主目的になっている。

<自由討論>

次の設問に対する討論ではじまった。(1) VUV-Ring は必要か? (2) Yes なら数・場所・形は? (3) 関連する科学, (4) 関係者が今なすべきことは?。

森 田(東北大) : ヘリウム液化器の昔の問題と似ている。予算的な面をのぞけばいくつあってもよいが他の分野との競合に問題がある。

佐 川(東北大) : 仙台における Linac の更新に関連して、ビームスレッチャー・中性子ブースター・ストレージリングの計画の概要が述べられた。

上 田(東北大) : 予算、とくに維持のための予算が大切である。VUV 関係で設備・予算・サービスなどについて理想的な(完全な)ものが、1ヶ所できることのがぞましい。

久 保(慶應大) : 新しい加速器についての技術的進歩は何か? いくつか建設されるにしても phase がずれる方がのぞましい。サンプルを送ればデータをとってもらえるようなサービス中心の形態のものも必要ではないか? 分析用など工業的応用の専用といったものが考えられるものか?

高 良(高エ研) : X-ray 領域での SOR を用いる研究の概要の紹介があった。P F の経験からいって、企画から建設への時間のおくれがあるので、充分野心的な計画をもつことが必要である。またスペースは充分とておくこと。

富 来(琉球大) : VUVSOR 研究の意義は、未開拓波長領域での光と物質との相互作用という点にある。企業としてのニーズがあれば企業自ら建設するもので、ここでの議論は企業というよりは研究者段階の話と考えればよい。

木 村(分子研) : chemistry の立場から; 分析的な利用は今後増加するであろう。また新しい物質の研究に対しても有効になるであろう。

高 良(高エ研) : P F では新ビームラインとして他大学や民間・国立研究機関のためのビームラインを計画している。分析法としての光電子顕微鏡。「よごれた表面」の研究なども今後の発展であろう。

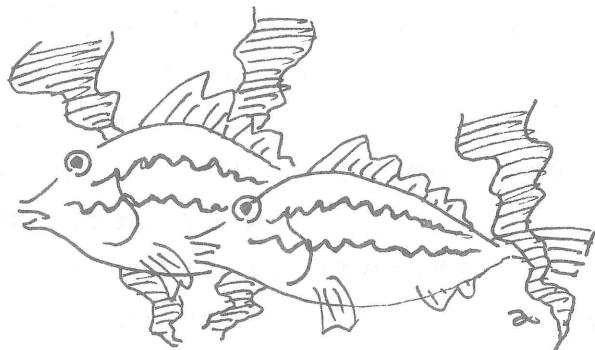
佐々木(高エ研) : 放射光光源が新しく増えても果してユーザーがあるかという疑問に対して。過去の経験から新しいものができるとユーザーが増えている。工業的に重要な諸問題、生物、医、薬などまだまだ潜在ユーザーが多い。将来、ユーザーが不足することはあり得ないというのが結論である。

宮 原(物性研) : SOR-RING が P F の原動力になったのも一例で、世界的に新しい光源加速

器が発展しているのが現状である。最高級レベルの VUV 専用加速器を建設する意義は大いにある。

菅（物性研）：SOR 研究の若い研究者の育成が重要である。新 SOR-RING では個性ある研究をめざしたい。BNL におけるようにいくつかのビームラインに外部ユーザーが定着して研究できる形態を実現したい。

おわりに、自由討論のまとめとしては「いくつかの新計画が適当な phase ですれど、それぞれに意義あるものが建設されるのがぞましい」とことと「諸計画が相互の協力関係を維持してゆく必要がある」ことであった。



物性研短期研究会

「ピコ秒分光による超高速現象の研究」報告

世話人 塩谷繁雄, 矢島達夫
田中郁三, 青柳克信

ピコ秒分光による超高速現象の研究はピコ秒パルスレーザー技術の発達と共に近年急速に発展し、研究者人口も増えつつある。ピコ秒分光は光励起状態における超高速緩和過程を $10^{-12} \sim 10^{-13}$ 秒の時間単位で直接測定し、有用な情報を得ることを特徴とする。本研究会は主なピコ秒分光研究者が集まり、分光用のピコ秒パルスレーザー技術、および種々の超高速現象の研究に関しての最近の成果を討論し、今後の進むべき方向を探ることを目的として開かれた。参加者は物理系、化学系、電子工学系と多様で、計約 60 名であった。以下に記すように、計 36 件の研究発表が行われ、討論は中々活発で有意義な研究会であった。

プログラム

期 日 昭和 57 年 3 月 18 日(木)(午後), 19 日(金)(午前, 午後), 20 日(土), (午前, 午後前半)

場 所 東京大学物性研究所

3 月 18 日(木) (第 1 日)

13:20～15:15 座長 松岡 正浩

光双安定システムのピコ秒応答の可能性 (20 分) °花村榮一, 時弘哲治, 近藤賢太郎(東大工)

超短時間領域における非マルコフ現象 (20 分) °相原正樹(山口大 教養)

非線形共鳴現象における光パルスのコヒーレンス効果と極限ピコ秒分光 (20 分)

°矢島達夫, 石田祐三, 森田紀夫(東大物性研)

半導体レーザーの受動モード同期によるサブピコ秒光パルスの発生の実験および解析 (15 分)

°横山弘之, 伊藤弘昌, 稲場文男(東北大通研)

セルフォックロッドレンズを外部共振器として用いた半導体レーザーからの超短光パルスの発振特性 (15 分) °多田康彦, 伊藤弘昌, 稲場文男(東北大通研)

15:45～17:20 座長 国分 決

フェムト秒光パルスの発生 (15 分) °小林哲郎, 森本朗裕, 末田 正(阪大基礎工)

芳香族アミノ化合物の一光子イオン化の機構: ピコ秒レーザーホトリシリスによる研究

(20 分) °平田善則, 又賀 昇(阪大基礎工)

高等植物の光合成反応初期過程 — ほうれん草反応中心高濃縮粒子を用いたピコ秒過渡吸収法およびピコ秒波長・時間分解蛍光法による研究 — (20 分)

°吉原経太郎, 加茂川恵司, 並木 章, J. M. Morris
高木芳弘, 中島信昭(分子研), 池上 勇(帝京大)

ピコ秒レーザー分光法による励起状態プロトン移動 (20分)

°閑 春夫(群馬大工), 田中郁三(東工大理)

3月19日(金)(第2日)

9:30~10:40 座長 柳田 孝司

アルカリハライド結晶中の正孔捕獲と電子捕獲過程 (20分)

°鈴木吉朗, 服部秀男, 中山知是, 平井正光(東北大工)

KI, RbIに於ける1s励起子の自己捕獲過程のピコ秒分光 (20分)

°鵜沼 豊, 舛本泰章, 塩谷繁雄(東大物性研)

F中心の超高速脱励起による発光消滅 (15分) 住 齊(筑波大物質工学)

11:10~12:15 座長 濱之上 熊男

励起分子の光化学反応 — 時間遅れを伴った2つのピコ秒パルスによる低温光化学反応の促進効果 — (15分) °住谷 實, 吉原経太郎(分子研)

Geminate Ion Recombination のピコ秒パルスラジオリシス法による研究 (20分)

田川精一, °勝村庸介, 小林 仁, 田畠米穂(東大工)

飽和炭化水素の励起状態のピコ秒パルスラジオリシス法による研究 (15分)

°勝村庸介, 小林 仁, 田川精一, 田畠米穂(東大工)

13:20~15:05 座長 平井 正光

半導体中の深い不純物レベルを介した超高速電子・正孔再結合, およびそれによって誘起される超高速欠陥反応 (20分) 住 齊(筑波大物質工学)

近赤外波長可変レーザー励起によるGaAsのピコ秒分光 (15分)

°小林洋志, 田中省作(鳥取大工)

高速光伝導形検出器 (15分) °張 吉夫, 藤原 隆(阪大産研)

Si, Geの高密度励起と緩和過程 (15分) °北島敬雄, 松井美憲, 岩沢 宏(福井大工)

ピコ秒パルスを用いた半導体レーザーアニール (15分)

°村上浩一, 升田公三(筑波大物質工学), 青柳克信,

瀬川勇三郎, 難波 進(理研)

15:35~17:20 座長 閑 春夫

ピコ秒過渡吸収スペクトル: 液体および溶液の測定における二, 三の問題 (15分)

°増原 宏, 宮坂 博, 池田憲昭, 又賀 昇, (阪大基礎工)

ピコ秒レーザー分光(MCPD法)によって得られる弱い吸収の時間変化について (15分)

°濱之上熊男, 日高利治, 中島和男, 寺西 博(京都工芸繊維大工芸)

アジドの光化学反応, サブピコ秒 — ナノ秒分光を用いて (15分)

小林孝嘉, °大谷弘之(東大理)

非線形偏光分光法による CuCl 励起子 — 励起子分子系の研究とピコ秒分光への発展の可能性について (20分) °長澤信方(東大理)

ピコ秒誘導吸収による付加境界条件の検討 (15分)

°瀬川勇三郎, 青柳克信, 難波 進(理研), 小室修二(東洋大)

3月20日(土)(第3日)

9:30~11:05 座長 小林孝嘉

cwモード同期レーザーと時間相関単一光子計数法を用いたピコ秒分光 (20分)

°櫛田孝司, 木下修一(阪大理)

分子内エキサイプレックス系のピコ秒分光における二, 三の問題点 (20分)

°岡田 正, 松沢栄治, 又賀 昇(阪大基礎工)

フラボン, クロモン誘導体の励起状態のプロトン移動のピコ秒分光 (15分)

竹内 寛, 小尾欣一, °田中郁三(東工大理), 伊藤道也(金沢大薬)

共役π電子系水素結合体の励起状態の電子構造と動的挙動のピコ秒分光による解明: エキサイプレックス系との類似性について (20分)

°又賀 昇, 池田憲昭, M. Martin, 宮坂 博, 岡田 正(阪大基礎工)

11:30~12:30 座長 張吉夫

結晶中のペンタセン分子のフォトンエコーにおける分子間相互作用による位相緩和 (15分)

°吉国裕三, 中村新男, 塩谷繁雄(東大物性研), 相原正樹(山口大教養)

フォトンエコーの超高速初期時間領域における振舞い (15分)

°中村新男, 吉国裕三, 石田祐三, 塩谷繁雄(東大物性研), 相原正樹(山口大教養)

TEAN₂ レーザー励起色素レーザーの発振特性とそれを用いたアモルファスアントラセン蛍光の研究 (15分) °打木久雄, 小林孝嘉(東大理)

13:30~14:50 座長 稲場文男

マイクロコンピューター制御ピコ秒Nd³⁺: YAG レーザーホトリシスシステムの製作とその応用

(15分) °増原 宏, 宮坂 博, 池田憲昭, 又賀 昇(阪大基礎工)

高出力近赤外域サブピコ秒パルスレーザーシステムの開発 (15分)

稻見道治, 増山昭夫(東洋大), 青柳克信, 瀬川勇三郎, 難波進(理研)

紫外域サブピコ秒パルスの発生と高出力化 (15分) °石田祐三, 中村新男, 長沼和則, 矢島達夫(東大物性研)
誘導ラマンによるピコ秒紫外光の発生及びパルス幅の測定 (15分)

°森田紀夫, 林礼煌, 鳥塚健二, 矢島達夫(東大物性研)

光双安定システムのピコ秒応答の可能性

東大工 花村榮一, 時弘哲治, 近藤賢太郎

厚さ数ミクロンの適当な非線形光学媒質(例えば, GaAs, InSb)の両端面に被膜を施してFabry-Perot干渉計を作ると, ある入射光強度に対して, 低透過と高透過光強度を示す光双安定システムができる。非線形光学応答として素励起の実際の励起を伴うincoherentなものと, 伴わないですむcoherentなものがある。前者はナノ秒の緩和時間で応答するのに対して, 後者はピコ秒の緩和時間で応答できる。以上の考察から, CuClの基底状態, 励起子, 励起子分子を3準位とする系に, 十分非共鳴の入射光を照射すると, Coherentな非線形分極が支配的となってピコ秒で応答する可能性が示せた。また, 励起子・励起子分子間では巨大振動子効果が働き, 1MW/cm²程度の入射光強度で光双安定応答が可能になる。この2つの事実によって, 高・低透過光状態間を $10^{-12} \sim 10^{-14}$ シュールで 10^{-12} 秒のパルスでスイッチできるようになる。これは, Si超LSIやジョセフソン素子の記憶・演算能力を凌駕できる可能性の一端を示すものである。

超短時間領域における非マルコフ現象

山口大教養 相原正樹

ピコ秒時間領域における超高速緩和現象においては, 従来の比較的長い時間領域での緩和とは異なり, 熱浴の相関時間の有限性に寄因した非マルコフ効果が生ずることが期待される。それが実際にどの様な形で現れるかを明らかにするために一般の非マルコフ系にも適用し得る過渡的共鳴4光子過程の第一原理からの定式化を行なった。それを具体例として局在電子格子系に適用したところ, 格子系の相関時間 τ_c より長い時間領域では通常の指數関数的緩和となるが, τ_c 程度の超短時間領域になると格子系のコヒーレント運動を反映した特徴的な過渡現象が現れることが示された。この様な非マルコフ現象は, 他の系においても τ_c と同程度の時間領域では一般に見出されるものである。すなわち, 超高速緩和現象とは単に非常に速い緩和ということだけではなく, 熱浴の位相記憶効果が関与した本質的に新しい現象を含んでいることに注目する必要がある。

非線形共鳴現象における光パルスのコヒーレンス効果と極限ピコ秒分光

東大物性研 矢島達夫, 石田祐三, 森田紀夫

光が共鳴媒質と非線形相互作用をするとき, 光コヒーレンスの程度が現象の現われ方に大きな影響

を及ぼす。この効果をまず明らかにして、この現象から物質の緩和時間や光の特性を求める際に正しい解釈ができるようにした。更にその結果から、従来排撃されていた時間的コヒーレンスの悪い（相関時間の短い）光が、実は超高時間分解能分光に極めて有用になることを理論的に見出した。

解析は二準位系の一光子共鳴縮退過渡四光波混合過程について行い、その相関特性（出力光強度対パルス遅延時間）が、光のパルス幅（ t_p ）と相関時間（ t_c ）及び媒質の縦緩和時間（ T_1 ）と横緩和時間（ T_2 ）の大小関係によってどう変るかを詳しく調べた。一つの注目すべき結果は、 $t_c \ll T_2$ ならば、たとえ $t_p \gg T_2$ であっても、 t_c を分解能とする T_2 の減衰特性が現われることである。これは、 t_c さえ短ければナノ秒光パルスを用いても $10^{-12} \sim 10^{-15}$ 秒の極限時間領域の過渡分光が可能になることを意味する。

半導体レーザーの受動モード同期によるサブピコ秒光パルスの発生の実験および解析

東北大通研 横山弘之, 伊藤弘昌, 稲場文男

外部共振器構成を用いた AlGaAs ダイオードレーザーの受動モード同期により、約 3.5 nm の発振スペクトル幅の全域にわたるほぼ完全なモード同期を実現し、その結果 0.58 ps の時間を持つコヒーレントなサブピコ秒の超短光パルス発生が確認された。また、励起電流の大きさや外部共振器長、さらに外部鏡によるダイオードレーザー素子への光の帰還効率が受動モード同期発振特性に大きく影響することを実験的に明らかにした。

次に、半導体レーザーの受動モード同期発振に対する理論的解析を行なった。先ず、半導体レーザーの受動モード同期現象を解析するためのレート方程式を導出し、計算機を用いて数値的解析を行なうことにより、受動モード同期における超短光パルスの発振特性に対して励起強度や外部共振器長が及ぼす影響、さらに可飽和吸収媒質の役割などについて詳細な物理的考察を行なった。

セルフオックロッドレンズを外部共振器として用いた半導体レーザーからの超短光パルスの発振特性

東北大通研 多田康彦, 伊藤弘昌, 稲場文男

半導体レーザーのモード同期発振においては外部共振器構成が不可欠である。そこで半導体レーザーと外部共振器の一体化を図る実用化への一方法として光の自己集束効果を持つセルフオックロッドレンズを用いることを提案し、この方式による超短光パルス発生を試みた。SHG 相関法による測定の結果、2.75 ピッチ（約 68 mm）の比較的長いロッドを用いて変調電流（約 1.4 GHz）を

加えた場合には外部共振器として効果が弱いことが明らかになった。この点を踏まえ、1.25ピッチ（約26mm）のロッドを用い変調電流（約3.6GHz）を加えた場合、外部共振器の効果に基づく、外部共振器の往復時間で繰り返される再生増幅された光パルスであると判断され、そのパルス幅は約37psと見積られた。この結果、セルフォックロッドは比較的短いものを用いた場合にバルクの光学系に代わり、外部共振器として有用な役割を果たし得ることが確認された。

フェムト秒光パルスの発生

阪大基礎工 小林哲郎、森本朗裕、末田 正

現在、得られている最短の光パルスの時間域（～30fs）から、光として存在できる極限の数フェムト秒域（光モノサイクル域）までの極限短光パルスの発生の可能性とその具体的方法について考察した。ここでは、従来、短光パルス発生法の主流であった受動モード同期とは別の、より制御が容易な我々独自の電気光学（EO）的手法に主眼をおいて検討した。その結果、EO法では、パルス幅の下限は主に、用いるEO結晶の電気的破壊強度とEO結晶を含めたシステムの波長分散により決定されることが示された。そして、波長分散補償を行わない場合で28fs（ $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$, ADP使用）の、さらに、チャーブ圧縮法を併用して波長分散補償を行えば、数fsの極限短光パルス発生が可能であることが導かれた。

最後に、具体的なフェムト秒光パルス発生システム構成例について簡単に述べた。

芳香族アミノ化合物の一光子イオン化の機構

ピコ秒レーザーホトリシスによる研究

阪大基礎工 平田善則、又賀 昇

2,7-ビス（ジメチルアミノ）-4,5,9,10-テトラヒドロピレンはアセトニトリル中で、ルビーレーザーの二倍波で励起することによりけい光状態からイオン化し、イオン対状態（寿命9ns）を経由して電子放出することがわかった。このような電子放出過程は非常に稀な例であるが、種々の溶媒を用いた測定の結果、溶媒とのCT相互作用が重要な役割を演じていることが明らかになった。ベンゾニトリルのようなエクサイプレックスを作る溶媒中ではイオン解離を起こしイオンの生成は非常に速い。一方トリフロロトルエンのように電子受容性の置換基を持つが、極性の比較的低い溶媒中ではイオン対を生成するが、自由イオンには解離しない。上記化合物と類似の構造を持ったN,N,N',N'-テトラメチルベンジシンはアセトニトリル中で、けい光状態に緩和する前の状態からイオン対を生成し、これがさらに約5μsの寿命で自由イオンに解離することがわかった。

高等植物の光合成反応初期過程 — ほうれん草反応中心
高濃縮粒子を用いたピコ秒過渡吸収法およびピコ秒波長
・時間分解蛍光法による研究 —

分子研 吉原経太郎, 加茂川恵司, 並木 章,

J. M. Morris, 高木芳弘, 中島信昭

帝京大 池 上 勇

光合成の初期過程の研究はこれまで「光合成細菌」に限られて來た。この細菌は光合成反応系のみを持つもので、硫化物を栄養として生きている。我々が通常見る植物は高等植物で、水と炭酸ガスから炭化水素と酸素を生産している。所で光合成の最初の反応（光による酸化・還元）は葉緑体内の「反応中心」で行われる。従来困難であった高等植物の反応中心の高度濃縮を実現し、ピコ秒分光測定を行った。ピコ秒時間領域に興味あるスペクトル変化がいくつか観測された。解析の結果、光がクロロフィルに吸収され、励起エネルギーが反応中心に伝達され、最初の電荷分離が生ずるまで、約 30 ps を要することが分った。又 30 ps を要する以前に近赤外に吸収をもつ中間体が見出された。この吸収は反応中心 P700 の一重項状態に起因するものと考えられる。ピコ秒波長・時間同時分光蛍光法によって、遊離クロロフィルの存在が確認された。又一次電子受容体（通常 X という）の帰属を行った。

ピコ秒レーザー分光法による励起状態プロトン移動

群馬大工 閑 春 夫
東工大理 田 中 郁 三

励起状態分子間プロトン移動について、1-アミノビレンプロトン付加体のプロトン解離速度 (k_H) をピコ秒ルピーレーザー／ストリーカカメラを用い、プロトン解離により生じた中性励起分子の蛍光の立上り速度の直接測定から決めた。 $k_H = 1.8 (\pm 0.4) \times 10^9 \text{ s}^{-1}$; $k_D = 1.2 \times (\pm 0.3) \times 10^9 \text{ s}^{-1}$ at 300K が得られ、周位体効果 (k_H/k_D) は 1.5 であった。

$S_n \leftarrow S_1$ 吸収法によっても測定を試みた。

これに対し、励起状態分子内プロトン移動はパルス巾 30 ps の場合ではパルスの立上りと同時にプロトン移動したケト型励起分子からの蛍光が立上り、プロトン移動速度 $k_{PT} > 10^{11} \text{ s}^{-1}$ であった。そこで定常光による定量的研究から k_{PT} と競合する速い失活過程 k_d に対する温度効果を検討した。その結果、 $k_{PT} = \sim 10^{12} \text{ s}^{-1}$ が推算された。今後サブピコ秒レーザー分光法による研究が期待される。

アルカリハライド結晶中の正孔捕獲と電子捕獲過程

東北大工 鈴木吉朗, 服部秀男, 中山知是, 平井正光

モードロックルビーレーザーの第二高調波により KI 結晶を 2 光子励起した際の、吸収スペクトルのピコ秒領域での時間変化の測定から、以下のことが明らかとなった。(1) 自由電子 — 正孔対から F - H 中心対あるいは自縛自縛励起子 (STE) の生成に至る過程の第一生成物として自縛自縛正孔 (V_k 中心) が存在し、その生成過程には熱的障壁がほとんどない。(2) 室温では 30 ps 以内に V_k 中心から H 中心への変換が起こるが、変換された H 中心は再結合により数百 ps 後には消滅する。(3) 液体 He 温度では V_k 中心から STE への変換が起こり、600 ps 後でも安定に存在する。徳永研究室 (東北大・理) と共同で、同様の測定系をバクテリオロドプシン (bR) の光受容初期過程に適用し、以下の知見を得た。(1) パソ中間体から bR への逆変換過程は数 ps 以内で起こり、新たな中間体は生じていない。(2) bR 吸収帯の短波長域 (347 nm) を励起した場合、パソ中間体の生成には、30 ps 程度の '遅れ' が見られる。

KI, RbI における 1s 励起子の自己捕獲過程のピコ秒分光

東大物性研 鵜沼 豊, 舛本泰章, 塩谷繁雄

アルカリハライド結晶中の励起子の自己捕獲過程を観測する事は、ピコ秒分光の重要な課題の一つである。しかしながら従来は、1s 励起子を一光子で励起する紫外域のピコ秒光パルスが容易に得られなかった為、電子線や二光子による帶間励起の手法がとられてきた。我々は、励起光源としてモード同期 Nd^{3+} : YAG レーザーから得られたピコ秒パルス列をシングルパルス化し、非線型結晶 KDP, KPB ($KB_5O_8 \cdot 4H_2O$) を用いて、五倍波 (213 nm) を作り出しこれを用いた。このパルス光は、KI の 1s 励起子発光の裾、RbI の 1s ~ 2s 励起子の中間に位置する。これらの結晶は 1s 励起子を励起すると、1s 励起子の自己捕獲励起子の発光、いわゆる E_x 発光が観測される。この立上りを測定する事により、1s 励起子の自己捕獲過程時間を直接測定することが出来た。

F 中心の超高速無輻射脱励起による発光消失

筑波大物質工学系 住 齊

F 中心には、光励起後発光があるものとないものとがある。励起状態における光励起直後の格子歪エネルギーが、無輻射脱励起の活性エネルギーを越えるときに発光消失がおこっていることは実験的に明らかになっている。従って、光励起によって誘起される配位座標 Q の減衰振動の途中に、

Qが励起状態と基底状態の断熱ポテンシャルの間の交点Xを通過するときに発光消失がおこることになる。Jortner 及び Song らの模型では、QがXを1回越える毎の無輻射遷移の確率Wは1より十分小さいけれども、十分長寿命の局在振動が存在して、QがXを何十回も通ることによって発光消失が起る。しかしこの場合、局在振動のエネルギー巾が 0.1 cm^{-1} 以下であることが必要となり実際的でない。Wは最大 $\frac{1}{2}$ にまでなり得る。従ってこの時、Qの振動の減衰率を実際的な値にまで大きくとり得る(筆者の模型*)。無輻射脱励起は、光励起後サブピコ秒程度の間に完了する。

* Solid State Commun. に掲載予定。

励起分子の光化学反応一時間遅れを伴った2つのピコ秒パルスによる低温光化学反応の促進効果—

分子研 住谷 實, 吉原 経太郎

最低励起一重項状態(S_1)にすでに光励起されている分子を、許容な遷移を使ってさらに高い励起状態(S_n)に第2の光で励起する(多くの場合、基底状態からの直接の遷移が禁制になっている)。このとき S_1 からも、また S_n からも反応が起こるような系を考えると、第2の光のon, offによって、反応のスイッチングや促進、あるいは新反応の誘起の可能性が考えられる。ここではトランス→シス光異性化反応の促進効果について述べた。trans-スチルベンをピコ秒YAGレーザーの 4ω 光と少し遅れた(100 ps) 2ω 光で二段階励起すると、trans-スチルベンの蛍光が 2ω 光によって著しく消光された。これは無輻射失活($S_n \rightsquigarrow S_1$)に打勝って S_n が反応を誘起することになる。この分子は $S_n(^1B_u)$ からも $S_n(^1A_g)$ からも同一のcis-スチルベンを生成する。しかし、 S_1 では反応の活性化エネルギーとして約10 kJ/mol 必要であり、 S_n では不要であるため、特に低温において著しい反応の促進効果が見出された。

飽和炭化水素の励起状態のピコ秒パルスラジオリシス法による研究

東大工 勝村庸介, 小林 仁, 田川精一, 田畠米穂

飽和炭化水素の励起状態は芳香族のそれに比し余り多くのことは判っていない。その原因是、200 nm 近辺の紫外域の蛍光の量子収率が低く($\lesssim 1\%$)、寿命が短い($\sim \text{n s}$)ことであった。我々はピコ秒電子パルスを用いて、励起状態を生成し、それからの蛍光を観測することにより、各種環状及び直鎖飽和炭化水素の寿命を決定することが出来た。さらにこの系に溶質が少量存在する場合の励起状態から溶質へのエネルギー移動の速度定数を発光寿命の変化から検討してみた。過渡

項を考慮して解析した結果、溶質の種類により有効反応径が異なることが判明し、エネルギー移動の機構が系により異なることを示唆していると結論した。

半導体中の深い不純物準位を介した超高速電子・正孔無輻射再結合、及びそれによって誘起される超高速欠陥反応

筑波大物質工学系 住 齊

半導体の禁制帯中の深い準位では、電子は格子と強く相互作用する。従って、半導体中に注入された少数担体は、多フォノン放出によって、そこに無輻射捕獲されたり、そこで無輻射再結合したりする。またこの際に放出された多フォノンが、不純物自身を動かしたり、新たな欠陥を作ったりするという非常に興味ある現象が多数報告されている。この現象は、これら非熱平衡フォノンが熱平衡に緩和する途中のサブピコ秒程度の間に完了する。再結合増強欠陥反応と呼ばれるこの現象は、発光ダイオードや半導体レーザーなどの劣化の主原因とみなされており、昨今、基礎及び応用の両分野における非常に熱い注目を集めている。

本講演では、上記の現象の理論及び、少数担体の無輻射捕獲によって放出されたフォノンの助けによって、深い不純物準位を介して、自由な少数及び多数担体同志がごく短時間の間に無輻射再結合する現象の理論 *を述べた。 * H. Sumi : Phys. Rev. Lett. 47 (1981) 1333.

近赤外波長可変レーザー励起による GaAs のピコ秒分光

鳥取大工 小林洋志、田中省作

ピコ秒波長可変レーザーを用いて GaAs をバンド端近くで励起し、生じた高密度電子-正孔プラズマ (EHP) による光学利得の時間変化を調べた。またピコ秒光励起で GaAs レーザー発振を得た。結果を以下に要約する。

- 1) モード同期 Nd : YAG レーザーの SHG 励起による色素レーザーにより、各種の色素を用いてパルス幅 20 ps の波長可変 (740 ~ 830 nm) 近赤外ピコ秒パルスを得た。
- 2) GaAs の EHP による誘導発光のピコ秒時間分解スペクトルを測定し、その解析から光学利得を得た。光学利得は励起後 50 ps で最大となり 150 ps 程度で減衰する。
- 3) GaAs 結晶を 100 ~ 200 μm 幅に劈開して共振器を構成する。ピコ秒光励起により縦モードスペクトルを持つレーザー発振を得た。発振光の時間応答は早く、10 ~ 20 ps の遅れで励起光に追随する。

高 速 光 導 電 形 光 檢 出 器

阪大産研 張 吉夫, 藤原 隆

光導電形の光検出器は、構造が簡単で、超高速、高感度の得られることが期待され、ピコ秒光パルスの検出器として注目されている。ここでは、主としてGaAsについての実験結果が報告され、50ps台の応答を得ている。また、高速応答に対する計算機解析を行ない、今後、構造の改善などにより、ps台の応答が得られるとの見通しを得ている。

また、この光検出器構造は、ピコ秒光パルスの照射により、半導体材料の評価に有用な手法を提供するものであることが指摘され、a-Siに対する適用例が示された。さらにまた、この様な検出器構造がサブピコ秒台の光パルスとサブミクロン台の電極構造を用いることによって、半導体中の非平衡な超高速キャリア輸送現象や位相緩和などの物理現象の解明に、したがって、また、近い将来における超高速電子デバイスの開発・評価にも有力な手段を提供するものであろうことが指摘された。

Si, Ge の高密度励起と緩和過程

福井大工 北島 巍, 松井美憲, 岩沢 宏

高出力モード同期ガラスレーザーでGe結晶内に 10^{20} cm^{-3} 以上の高密度プラズマを発生させ、その光学定数の変化を調べる実験は数年前に A. L. Smirl らによって行われている。しかしその実験結果を説明するモデルは未だ完全ではない。レーザパルス幅(数ps)内で説明すべき吸収飽和の入射光強度依存性と、数10～数100psの緩和過程を含むプローブ光透過率の時間変化を統一的に同一モデルで表していないからである。我々はガラスレーザ光のエネルギー(1.17eV)に近い吸収端をもつSiにおいて、Geの場合との類似性、相異性を比較検討した。その結果、伝導帶内電子密度分布の変化、即ち電子温度、電子密度の入射光強度依存性、結晶温度依存性、時間変化を考察すれば自由キャリアの吸収など電子の移動を補助的に考慮するだけで、十分にGeとSiの相異を明確にし、且つ2つの実験結果を統一的に同一モデルで説明できることが分った。

ピコ秒パルスを用いた半導体のレーザー・アニール

筑波大物質工学 村上浩一, 升田公三

理研 青柳克信, 瀬川勇三郎, 難波 進

近年, ピコ秒及びナノ秒パルスのレーザーがレーザー・アニール等の半導体プロセスに用いられており, その特徴は超高速アニールのための従来の熱平衡法では得られなかった新しい物理状態(例えば, Si 中の格子置換位置に入ったN ドナー等)が実現されることである。このアニール機構に関しては, 非熱的効果の有無について興味が持たれているが, 現在, 热平衡を仮定した単なる熱的モデルが信じられている。¹⁾

本研究会では, ナノ秒パルスに比べレーザー・パワー密度が3桁程大きいため励起される電子・正孔プラズマ密度も大きく, 非熱的効果がより期待されるピコ秒パルス・レーザー・アニールの現象, 特にその動的挙動について述べる。更に, ナノ秒パルス・レーザー・アニールで早い時間に観測された格子温度上昇の新しい測定法²⁾についても紹介する。

Ref. 1) 村上浩一 応用物理 50 (1981) 866.

2) K. Murakami et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 20 (1981) L867.

ピコ秒過渡吸収スペクトル: 液体および溶液の測定における二, 三の問題

阪大基礎工 増原 宏, 宮坂 博, 池田憲昭, 又賀 昇

溶液系ピコ秒過渡スペクトルとその立上がり曲線を正確に求めるために我々が検討している問題点について述べる。355 nmで透明な有機溶媒22種をとりあげYAG レーザーの3倍波を照射すると, エキシマー吸収, 数ps程度の短寿命吸収, 強い散乱, 散乱と吸収の両者を与えるものおよび何の変化もみられない溶媒の5種に大別できる。とくに二光子吸収によるエキシマー生成については詳細な検討を行い, 溶媒の励起状態が測定結果に寄与する可能性を明らかにした。次にモニター光が励起光と同程度の時間幅をもつために, 空間的, 時間的迷光現象, 基底状態分子の減少, 内部フィルター効果を考慮する必要があることを指摘し, ヘキサン中ピレンをモデルにシミュレーションを行った。その結果これらの要因は大きい影響をもつことが明らかとなり, 加えて屈折率異常, 熱レンズ効果, モニター光の到達時間の波長依存性を考慮して初めて意味のあるスペクトル変化が得られる。

ピコ秒レーザー分光 (MCPD法) によって 得られる弱い吸収の時間変化について

京都工芸繊維大工芸 濱之上熊男, 日高利治, 中島和男, 寺西 博

ピコ秒分光に於ける励起直後と比較的時間の遅い段階での過渡的吸収の位置並びにスペクトルの時間変化は、励起状態の振動緩和との関連からも重要である。しかしながら、この様な微妙なスペクトル変化を考察する場合には、弱い吸収を強い吸収に規格化する事に伴う誤差を念頭に置く必要がある。そこで、一定遅延時間に於ける励起光強度或は試料濃度を変化させてスペクトルの規格化を行ない、その時生じる誤差を考慮した後、スペクトル変化の時間依存性を検討した結果、次の様な結論を得た。1) 励起ベンゾフェノンの非緩和状態に基づくものとして報告されているスペクトル変化は、スペクトル規格化の誤差に基づくものである。2) アクリジンの $T_n \leftarrow T_1$ 吸収は時間と共に狭くなり、短波長シフトするが、これが振動緩和のみに基づくものであるとは断定し難い。3) 1,8-ジクロルアントラキノンの 500 ~ 550 nm に認められる過渡的吸収は二種の励起状態に基づくものである。

アジドの光化学反応 — サブピコ秒-ナノ秒分光を用いて

東大理 小林孝嘉, 大谷弘之

アジドとは $-N_3^+$ 基をもつ化合物の総称である。励起状態で N_2 を解離しナイトレン ($R-N$) を生成する。ナイトレンのチッ素原子には価電子が 6 個しかないとめオクテットを形成できず不安定であるためきわめて反応性に富む。高い反応性ゆえに応用面では写真印刷等の分野での研究は盛んであるが反応機構の基礎過程については研究例は少ない。本研究ではサブピコ、ピコ及びナノ秒分光法によって芳香族アジドであるジメチルアミノフェニルアジド (DMAPA) の電子励起状態からのジメチルアミノフェニルナイトレン (DMAPN) の生成機構を解明しさらに生成した DMAPN とフェノールとの反応を追跡した。 N_2 解離は DMAPA の励起一重項状態から 6 ピコ秒以内におこり DMAPN の一重項状態が生成し、続いておきる時定数約 150 ピコ秒の項間交差により基底状態 (三重項状態) の DMAPN が生成することを明らかにした。

非線形偏光分光法による CuCl 励起子—励起子分子系の研究とピコ秒分光への発展の可能性について

東大理 長澤信方

これまでの二光子共鳴過程などの非線形光学現象の研究から、固体の電子的素励起である励起子ポラリトンや、励起子分子についての詳しい知見が得られており、CuClはなかでも最も詳しく調べられているものである。ここでは、この物質での

1° 四波混合による位相共役波の発生

2° 二光子偏光回転効果 という二種類の非線形光学現象を、入射光の偏光に対する依存性という立場から実験的に追求した結果を報告した。すなわち、1°では関係する非線形分極の偏光特性が、励起子共鳴領域と励起子分子による二光子共鳴領域とではっきり違っていることを示し、ピコ秒分光での transient grating や real time holography との関連から興味がもてる。一方、2°ではこの効果を利用することによって、空間分散領域で問題となる、いわゆる附加的境界条件 (ABC) を直接実験的に検証することができることを提案した。

ピコ秒誘導吸収による付加境界条件の検討

理研 濑川勇三郎、青柳克信、難波進
東洋大 小室修二

光と物質との相互作用により物質内に励起された素励起が有限の質量を持つ時（例えば半導体内での励起子ポラリトン）、物質内にエネルギーが等しく波数の異なる2種の状態が共存可能となる。この2種の状態の相対強度を測定し、付加境界条件の検討を行なった。

モード同期YAGレーザーを励起源とするピコ秒色素レーザーを2台同時発振させ、CuClの励起子ポラリトンから励起子分子への誘導吸収を測定した。この時 ω_L より高エネルギー側では、ポラリトンの上枝及び下枝からの吸収が独立に観測できる。これらの状態の結晶内の緩和時間は異なるが、結晶表面近傍で測定を行なえばこの差は無視できる。励起波長を ω_L より短波長側へ変えていくと、下枝からの吸収は急速に減少し、 ω_L より 2 meV 以上離れると測定不能となる。遷移確率の差等の補正が必要であるが、付加境界条件の決定が可能であると考えられる。

CWモード同期レーザーと時間相関单一光子計数法を用いたピコ秒分光

阪大理 櫛田孝司, 木下修一

CWモード同期レーザーの安定した高速繰返し超短光パルスと超高感度の单一光子計数法を組み合わせる方法は、非常に弱い励起の下で微弱でしかも早い蛍光の寿命を高い精度で極めて短時間の間に測定できるという特徴がある。われわれは、コンパクトで使い易いサイドオン型の光電子増倍管を用い、80 MHz の高速繰返しレーザーパルスをそのまま試料の励起に用いる型の上のようなシステムを開発した。観測波長ならびに光子計数速度の違いにより応答曲線に僅かなシフトが認められ、精密な測定ではその補正が必要なことが知られたが、それを行うならば通常、数秒程度の測定により数 ps の精度で蛍光の減衰速度の決定が可能であることが結論された。実際にベンゼン中の β カロチンの蛍光の寿命が 10 ps 以下であることもこのシステムで確かめられた。さらに、微弱光を励起に用いることが不可欠な応用の例として、半導体のポラリトン発光ならびに生きた生体細胞の蛍光の実験の結果についても述べた。

分子内エキサイプレックス系のピコ秒分光

阪大基礎工 岡田 正, 松沢栄治, 又賀 昇

電子受容体（ピレン）と供与体（アミン）をメチレン鎖でつないだ系を用い、(1)電荷移動（CT）状態の生成量子収率及び(2) CT 状態からの速い項間交差を測定した結果について報告した。

- (1) 時間分割吸収スペクトルの定量測定を行いアセトニトリル、アセトン及びピリジン溶媒中で CT 状態の生成収率 (ϕ_{CT}) を求めた。(i) いづれの場合にも $\phi_{CT} < 1$ であり、装置の時間分解能（パルス巾約 20 ps）より速い失活過程がある。(ii) メチレン鎖の数が増し配置の自由度が増すと ϕ_{CT} は減少する。(iii) 溶媒の誘電率が減少すると ϕ_{CT} も減少する。
- (2) 多くの分子内系で CT 状態から効率よくピレン 3 重項状態が生成する。項間交差の速度定数は $10^6 \sim 10^{10} \text{ s}^{-1}$ と大きく変化し、CT 状態の立体的配置に極めて敏感である。この結果は特定の立体配置がスピン-軌道相互作用を増大させていると考えられる。

フラボン, クロモン誘導体の励起 状態のプロトン移動のピコ秒分光

東工大理 竹内 寛, 小尾欣一, 田中郁三
金沢大薬 伊藤道也

励起状態におけるプロトン移動は分子内, 分子間共に光化学反応のもっとも基本的な過程の1つである。しかし励起状態におけるプロトン移動はきわめて速い反応であるため, 時間分割測定のような動的研究は始められたばかりである。そして分子内プロトン移動速度はいまだにその下限が推定されているのみである。そこで3-ヒドロキシフラボン(3HF)および3-ヒドロキシクロモン(3HC)の分子内プロトン移動について研究を行った。

3HFはフェニル基が3HCについており, プロトン移動するためにはフェニル基の回転を必要とし, そのためにプロトン移動の速度が遅くなることが期待され, また活性化エネルギーが存在するはずである。事実3HFの2-メチルテトラヒドロフラン溶媒中でのプロトン移動速度は $A = 3.3 \times 10^{12}$, $E = 950$ (± 150) cm^{-1} の値をもち, 例えば241Kでは $1.1 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$, 192Kでは $3.5 \times 10^9 \text{ sec}^{-1}$ の速度値である。それに反しフェニル基のない3HCの192Kでのプロトン移動速度は $5 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$ より速く下限値を示している。

共役 π 電子系水素結合体の励起状態の電子構造と動的挙動のピコ 秒分光による解明: エキサイプレックス系との類似性について

阪大基礎工 又賀 昇, 池田憲昭, Monique M. Martin,
宮坂 博, 岡田 正

生体物質における光反応で重要な役割を果すと考えられる水素結合系の励起状態の挙動のうち, 共役 π 電子系陽子供与体(DH)と受容体(A)が水素結合によって直接結ばれると特異的に蛍光が消光される現象について, ナフチルアミン, ジベンゾカルバゾール, アミノピレン, ピレノール(DH)とピリジン(A)をとりあげ, ピレノール以外では $D^*-H \cdots A \rightleftharpoons D^+-H \cdots A^-$ のようにして生成する励起水素結合体における電子移動状態をはじめてピコ秒分光によって検出し, 消光はこの $D^+-H \cdots A^-$ 状態からの基底状態への速い無幅射失活あるいは $D^+-H \cdots A^- \rightarrow \dot{D} \cdots H-\dot{A}$ のような陽子移動した状態(電子移動につづく陽子移動で結局水素原子が移動した状態)を経る基底状態への速い失活であることを明らかにした。ピレノールとピリジンの水素結合体の場合には, 電子移動状態は検出されず, 装置の時間分解能以内で極めて速い過程による失活が起っており, ピコ秒以下の領域の測定がその機構解明に必要と考えられる。

結晶中のペントセン分子のフォトンエコーにおける 分子間相互作用による位相緩和

東大物性研 吉国裕三, 中村新男, 塩谷繁雄
山口大教養 相原正樹

p - ターフェニル結晶中のペントセン分子のフォトンエコーを波長可変ピコ秒パルスを用いて測定した。純位相緩和が温度に依存しないことが知られている 3 K 以下の低温で、純位相緩和を表す線幅はペントセン濃度と共に直線的に増加することを見出した。これを説明するために、ペントセン分子間の双極子 - 双極子相互作用によるフォノンの関与しない virtual なエネルギー移動が純位相緩和を引きおこすと考えるモデルを提案し、定量的計算を行い、線幅と濃度の関係がよく説明されることを示した。

フォトンエコーの超高速初期時間領域における振舞い

東大物性研 中村新男, 吉国裕三, 石田祐三, 塩谷繁雄
山口大教養 相原正樹

p - ターフェニル結晶中にドープしたペントセン分子のフォトンエコーの、超高速初期時間領域における振舞いについて報告した。アルゴンイオン・レーザー 同期励起色素レーザー(パルス幅 2 ps)のパルス列を利用した accumulated echo の配置で、 $S_0 - S_1$ 遷移のエコーを観測し、そのスペクトルの高分解能分光を行った。 $\vec{k}_e = 2\vec{k}_2 - \vec{k}_1$ の場合、不均一幅の逆数より短い時間領域($t_s \lesssim \delta \omega_{inh}^{-1} \sim 30 \text{ ps}$)では、エコースペクトルは余分な拡がりを持つ。その結果、エコー強度のパルス間隔 t_s に対する時間変化は、吸収の中心エネルギーからのずれ $\Delta \omega$ に依存して、速い減衰成分を持つ事がわかった。これらの結果はガウス型のエコー時間波形が変形している事に基づいている。一方、 $\vec{k}_e = \vec{k}_2$ ($\vec{k}_1 = \vec{k}_3$) の配置では、エコー信号の時間変化及びエコースペクトルは振動構造を持つ。非常に短い時間領域に見られるエコーの振舞いと試料の吸光度との関係について議論を行い、非マルコフ過程を観測する場合の問題点を指摘した。

TEA N₂ レーザー励起色素レーザーの発振特性とそれを用いたアモルファスアントラセン蛍光の研究

東大理 打木久雄, 小林孝嘉

ナノ秒時間分解分光用光源とするため安価な TEA 窒素レーザー及び色素レーザーを製作しストリーカメラを用いて発振波形を観測した。共振器パラメータとパルス幅の関係を調べたところパルス幅は主に出力鏡と色素セルの距離に依存し、これが小さいほどパルス幅も狭くなることが分った。出力鏡で反射された ASE が再び色素セルで增幅を受けると共に反転分布を減少させるために起こる非線形増幅作用によりパルス幅の短縮が起こっている。このことは共振器内の伝播を考慮したレート方程式を用いて数値計算を行なった結果と一致している。また二次元ストリーカメラを用いて TEA 窒素レーザーを励起光源としてアモルファスアントラセン薄膜からのナノ秒時間分解蛍光スペクトルを測定した。励起強度依存性がありエキシトン間のエネルギー移動があることを示している。

マイクロコンピューター制御ピコ秒 Nd³⁺ + : YAG レーザーホトリシスシステムの製作とその応用

阪大基礎工 増原 宏, 宮坂 博, 池田憲昭, 又賀 昇

多種の化合物の発光および過渡吸収スペクトルを長期間高精度に能率よく測定することを目的に、ストリーカメラとホトダイオードアレイを用いた上記システムを開発した。特に検討した点は、ストリーカメラの感度分布と時間軸の補正およびその経時変化、SIT カメラの走査方式、読み出し回数、調整法、吸収測定用モニター光発生物質、レーザー発振とデータとり出しのタイミング等である。1台のマイコンで制御とデータ処理の全てを行い、データ保存と再処理にはディスクを活用している。これらのプログラムは化学の研究室の実情に合わせて独自に開発した。励起、参照、モニター光の各パルスの出力と形状を判断して自動的に積算が進行する一方、条件を満足しないデータが5回続くと測定が中止しレーザー本体と光学系のチェックを促す等の工夫がもらされている。システム完成後1年強過ぎたが、ほぼ同一性能を保ち連日測定に供されている。

高出力近赤外域サブピコ秒パルスレーザーシステムの開発

理研, 東洋大工* 稲見道治*, 青柳克信, 濑川勇三郎,
難波 進, 増山昭夫*

Ga As 等の半導体の励起状態の超高速電子過程を研究する目的で, 我々は近赤外波長域 ($7500\text{ \AA} \sim 8000\text{ \AA}$) のサブピコ秒パルスの高出力化を行っている。ハイブリッド方式とキャビティダンパーを併用する方法では, ピークパワー 5 kW 0.6 psec のサブピコ秒パルスをすでに安定に発生させているので, 今回はピークパワー 5 GW , 0.6 psec のサブピコ秒パルスを得る目的で組んだ4段増幅システムを中心に報告した。增幅用の励起光源には, 繰り返し 10 Hz のQ-SW・YAG レーザーの第2高調波を, 色素は Oxazine-1 を用いた。

本報告では, 近赤外域色素で多段増幅し, 各部分の増幅特性, ASE 特性について, その濃度依存性, 励起強度依存性, 入力光強度依存性を測定して, 増幅システムの最適化の条件を検討した。その結果, 初段増幅で $7500\text{ \AA} \sim 7800\text{ \AA}$ の波長域において, 1000倍以上の増幅率を得, 又3段増幅で 4×10^5 倍の増幅率を得てピークパワー 100 MW のピコ秒パルスを得た。

紫外域サブピコ秒パルスの発生と高出力化

東大物性研 石田祐三, 中村新男, 長沼和則, 矢島達夫

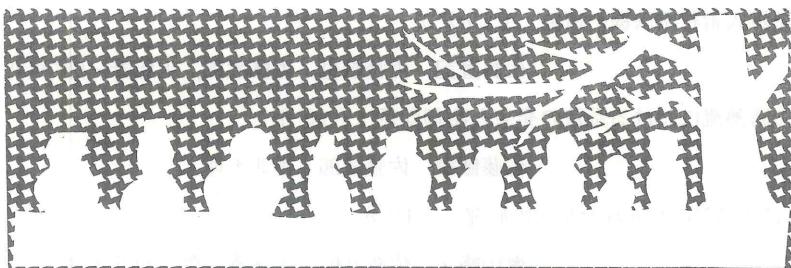
紫外域(UV)でサブピコ秒光パルスを発生させるため, 広い可視域で既にサブピコ秒パルス (0.25 ps) が実現されている複合モード同期 CW 色素レーザーを基に, それを波長変換する方法を試みた。

高出力化には, Q-SW YAG レーザー励起による Rh 6 G 色素3段増幅システムを完成させ, パルス幅拡がりなしにゲイン約 10^6 倍まで増幅された。高出力サブピコ秒パルスは, 非線形結晶 (KDP) によって波長可変UV光 (300 nm 付近) に変換され, 現在ピーク出力約 10 MW が得られている。UV域のパルス幅測定には, 空間パラメトリック光混合による非線形相関法が用いられる。このサブピコ秒UV光は, (1) Xe Cl エキシマー (308 nm) 増幅器, (2) UV 色素増幅器によって更に数桁増幅可能であるため, 予備的実験とシステム化が行われている。またその応用例として, 分子内プロトン移動速度の測定が共同研究の形で始められている。

誘導ラマンによるピコ秒紫外光の発生及びパルス幅の測定

東大物性研 森田紀夫, 林 礼煌, 鳥塚健二, 矢島達夫

ガスの誘導ラマン散乱によるピコ秒反ストークス光の発生の研究は、実用的な紫外域ピコ秒コヒーレント光源としての有用性のみならず、それ自身これまであまり調べられていないことから興味が持たれる。真空紫外域まで及ぶ光源を目指すために、ガスとしてはストークスシフトの大きいH₂を用いた。モード同期YAGレーザーの第二高調波(単一パルス, 30 ps, 5320 Å, 10 mJ)をf = 20 cmのレンズで収束し20~80気圧のH₂ガス中に入力した時、8次の反ストークス光(1922 Å, 1 μJ)まで容易に得られた。またこの場合高次の反ストークス光の発生効率はナノ秒励起の場合に比べて相当高く、尖頭強度の高いピコ秒励起の特徴がよく認められた。一方これまでこのような紫外及び真空紫外域のピコ秒光パルス幅を充分な分解能と簡便さで測定する有効な手段がなかったが、我々は多光子イオン化による非線型相関法を提案し、実験例によってその有用性を示した。



物性研短期研究会

「超低温下の物性 — 固体 ^3He , 液体 ^3He , $^3\text{He}-^4\text{He}$ 混合系その他 —」

最近、我国での超低温物性の研究が次第に活発になりつつあり、その対象も固体・液体ヘリウムにとゞまらずにさらに拡がる気配である。このような時期に、超低温度域での物理に関心の有る研究者が集まって、それぞれの立場や見地から討論を行うためにこの研究会が開かれた。

以下は研究会の報告として各講演者から寄せられたものである。諸般の事情でこれだけの数の講演を2日間で消化せねばならず、時間的にはやゝ窮屈なことになってしまったが、飛び入りの講演もいくつか有り、活発で有効な研究会であった。

世話人 信貴豊一郎, 芳田 奎, 生嶋 明

プログラム

期 日 1982年2月19日(金), 20日(土)

場 所 東京大学物性研究所 講義室

2月19日(金)

9:45～12:00

超低温技術と液体ヘリウム 座長 渡辺 昂

断熱消磁実験で用いる精密温度制御 (10分)

藤井一宏, 奈良広一, 生嶋 明(東大物性研)

NMR温度計の一改良 (10分)

陣崎義信, 奥田雄一, 飯野正昭, 生嶋 明(東大物性研)

超低温ガラス容量温度計 (10分)

藤岡耕治, 信貴豊一郎(阪市大理), 市川希望(近畿大理)

^4He 循環式希釈冷凍機の研究 (10分)

佐藤直記, 佐藤誠也, 佐藤武郎, 大塚泰一郎(東北大理)

He II の断熱流における乱流の発生と冷却効果 (10分)

佐藤敏策, 佐藤武郎(東北大理)

NMRによるHe の流れの状態の研究 (10分)

奥山峰夫, 佐藤武郎, 大塚泰一郎(東北大理),

佐藤 卓, 斎藤慎八郎(東北大金研)

He 膜のK-T遷移 (10分) 河野公俊(東大理)

カピツツァ抵抗は熱緩和時間法によって求まるか？（10分）齊藤慎八郎（東北大金研）

液体³Heと磁性体との間の熱抵抗 — 特に磁場依存性について（10分）

藤井佳子，信貴豊一郎（阪市大理）

13:00～14:55

超低温磁性と超低温生成 座長 大野和郎

超低温における spin-ordering — 極短時間パルス磁場下における（30分）

長谷田泰一郎，天谷喜一，柄木良友（阪大基礎工）

Mn₄N中の⁵⁵Mn核およびFeF₆Si・6H₂O中の¹H核の冷却の試み（10分）

天谷喜一（阪大基礎工）

Cs₂NaHoCl₆の核磁気秩序（10分）

鈴木治彦，増田由美子，宮本正文，大塚泰一郎（東北大理）

TmVO₄を用いた液体³He冷却（10分）

鈴木治彦，宮本正文，増田由美子，大塚泰一郎（東北大理）

超低温度におけるK₂CuF₄中の¹⁹FのNMRの異常 — 電子スピンと核スピンの coupled motion（10分）藤井宗明，平井 章

Ce-Si系の価数揺動状態とパラマグノン効果（10分）

八島秀夫，森 宏，佐藤誠也，佐藤武郎（東北大理）

15:10～17:50

固体³He 座長 長岡洋介

固体³Heの理論（30分）芳田 奎（東大物性研）

激しい零点運動をもつフェルミ型量子固体の磁性（10分）

伊豆山健夫，鈴木康夫（東大教養）

固体³Heのスピン波理論（10分）宇佐川利幸（東大教養）

磁場中における固体³Heのスピン波（10分）岩橋克聰，益田義賀（名大理）

固体³HeのUUDDの反強磁性状態のグリーン関数の理論（10分）

宗田敏雄（筑波大物理），芳田 奎（東大物性研）

強磁場下のUUDD³He固体の磁化の運動（10分）生井沢寛（東大教養）

固体³Heにおけるexchange parameterの体積依存性（10点）

石川幸志（横浜市大文理）

圧力測定による固体³Heの核磁性の研究 — 特にモル体積依存性について（10分）

沢田安樹，馬宮孝好，福山 寛，平尾泰生，益田義賀（名大理）

固体³He 核磁性のモル体積依存性 (10分)

畠 徹, 山崎周一, 種田雅信, 児玉隆夫,
信貴豊一郎(阪市大理)

hcp³He の核磁性 (10分) 畠, 山崎, 児玉, 信貴(阪市大)

固体He の相分離によって増殖した転位の挙動 (10分) 岩佐 泉(東大理)

2月20日(土)

9:00～10:45

超流動³He と³He-⁴He 混合液 I. 座長 岩 本 文 明

超低温研究への注文と期待 (15分) 伊達宗行

超流動³He の最近の話題 (30分) 永井克彦(山口大理)

Textures between Coaxial Cylinders in Superfluid ³He-A (10分)

新井孝昭, 宗田敏雄(筑波大物理)

³He-A の零音波吸収係数の磁場依存性 (10分) 芦田正己(東北大理)

超流動³He の multiple spin-echo の理論 (15分) 長谷川泰正(東大教養)

液体および超流動³He-B におけるイオンの易動度 (10分)

宗田敏雄(筑波大物理), 近藤 淳(電総研)

11:00～12:40

超流動³He と³He-⁴He 混合液 II. 座長 大 塚 泰一郎

³He の超流動B相での非線形零音波についてのコメント (10分)

海老沢丕道(東北大工)

Damping of 1st Sound and Viscosity of Liquid ³He-B (10分)

児玉隆夫(阪市大理), 小島東生(ラトガース大物理)

³He の膜超流動の onset とそれに係る2～3の問題点 (10分) 渡辺 昂(北大理)

³He-⁴He 混合系における³He 相互作用 (30分) 生嶋 明(東大物性研)

同上へのコメント (10分) 大野和郎(東大物性研)

13:40～15:20

超低温電子物性 I. 座長 中 嶋 貞 雄

Anderson 局在と低温における電子物性 (30分) 福山秀敏(東大物性研)

2次元的結合Ni 微粒子薄膜抵抗の温度依存性 (10分)

西田信彦, 古林孝夫, 石本英彦(東大物性研)

2次元 dirty metal (10分) 大塚洋一(東大理)

2次元 dirty metal (10分) 小森文夫(東大理)

固体ネオン上の2次元電子 (10分) 梶田晃示(東大理)

15:35~17:00

超低温電子物性 II. 座長 佐々木 亘

金の超伝導 (10分) 大野和郎, 旭耕一郎, 西田信彦, 石本英彦(東大物性研)

アモルファス Si-Au の低温における抵抗測定 (10分)

西田信彦, 古林孝夫, 石本英彦, 大野和郎, 山口政晃,
森垣和夫(東大物性研)

Bi-希薄Sn または Te 合金の超伝導 (10分)

古川照雄, 小田祺景, 永野 弘, 田沼静一(東大物性研)

PdAg における超伝導の磁性と point contact スペクトル (10分)

強磁場・低温下の電子相転移 (10分) 田沼静一, 家 泰弘(東大物性研)

断熱消磁実験で用いる精密温度制御

藤井一宏, 奈良広一, 生嶋 明(東大物性研)

断熱消磁実験に用いる精密温度制御の装置を製作した。我々はこれを CMN の断熱消磁実験に用い、2~20mK の温度範囲で、系を $\pm 0.5 \mu\text{K}$ に数 10 分から数時間保持できた。方法は、消磁そのものを制御するもので、温度計の設定温度からのずれのシグナルが、制御用マグネットに流す電流の変化速度に対応する回路設計となっている*。

尚、この装置は、回路定数の 2, 3 の変更と、出力段のパワーアップにより、そのまま核断熱消実験にも使用できる。

* Jpn. J. Appl. Phys. 21 No. 7 掲載予定。

NMR 温度計の一改良

陣崎義信, 奥田雄一, 飯野正昭, 生嶋 明(東大物性研)

現在市販されている NMR 温度計の回路図をもとにして、装置を製作したところ、次の様な問題点があらわれた。

- 1) プリアンプの利得が 30 dB と小さく、入力換算雑音は $24 \text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ とやや大きい。
- 2) アンプ系のパルス入力後の回復が遅い。
- 3) 検波回路のリニアリティが 25 dB と悪い。

これらを改良して、

1') プリアンプの利得は 40 dB、入力換算雑音は $14 \text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

2') アンプ系の回復時間は $150 \mu \text{ sec}$ 。

3') 検波回路のリニアリティは 45 dB 。

となった。この装置を用い、 0.07 g の白金で 10 mK 近傍において S/N が 10 程度の信号を得た。

超低温ガラス容量温度計

藤岡耕治, 信貴豊一郎(阪市大・理), 市川希望(近畿大・理工)

ガラス中に含まれる OH 基による超低温領域での誘電率の特異なふるまいは二準位系モデルによって現象論的に説明できる。系に交番電場をかけると高温側では緩和型, 低温側では共鳴型の寄与が支配的になり, 誘電率は最小値を経て温度の低下と共に増加して行く。

我々はこれを用いて磁場の影響を受けない超低温用温度計として合成石英ガラス Suprasil I (1300 ppm OH) を使って電気容量温度計を試作した。バルクなガラスを用いたのでは容量値が小さく実用不可能なので, ガラス自体をスパッタリング法により薄膜化した。スパッタによる加工をほどこしてもガラスの特性はほとんど変わることなく, 大容量のものが得られて測定精度が上がり, 実用に耐えるものになった。 3000 pF の容量で 0.003 pF まで計測し 10 mK で 0.05 mK , 0.5% の温度分解能が得られ, テストした最低温度 4.3 mK まで使えることが分かった。薄膜タイプは熱容量が小さく, 応答時間が短かいし, 種々の応用も考えやすい。磁場効果についての測定は現在準備中である。

^4He 循環式希釈冷凍機の研究

佐藤直記, 佐藤誠也, 佐藤武郎, 大塚泰一郎(東北大理)

^4He 循環式希釈冷凍機は ^3He rich phase と dilute phase との direct 热交換と言う理想的な面を持つにも拘らず, 最低到達が依然として 8 mK 近傍に留まっており, direct 热交換がはたして本当に ideal なのか, 又, 循環する ^4He の有効性は? 等の基本的な問題が未解決のままである。我々は ^4He 循環量を $3.5 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ まであげ, これらの問題に当ったところ, (1) $\dot{n}_4 \leq 1.75 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ 近傍で異常な冷却が起こる。 (2) $3.5 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ で 3.4 mK に達した。(目下別の測温手段で再確認中である。) (3) $\dot{n}_4 > 1.75 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ では direct counterflow 热交換器の温度分布が熱力学的取扱い(ideal droplet model)の式, $T_x^2 = T_m^2 + \alpha X (\alpha = 63 (\text{mK})^2/\text{cm})$ に完全に一致する反面, $\dot{n}_4 > 1.75 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ では温度分布が逆転する異常が起こる事。 (4) 可逆的な冷却能力の理論値, $\dot{Q}_{\text{cal}} = 5.6 \dot{n}_4 T^2 \text{ joule/sec}$ と測定値 Q_{ex} との比は, $\dot{n}_4 > 1.75 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ で約 40 mK 以上で, $\dot{n}_4 < 1.75 \times 10^{-3} \text{ mole/sec}$ では 60 mK 以上で最大 1.9 倍になる excess cooling がある。

He II の断熱流における乱流の発生と冷却効果

佐藤敏美, 佐藤武郎 (東北大理)

断熱状態において、スーパーリークを通して、He II の超流動成分のみを流すことにより低温を得る可能性は、カピツツア及びサイモンに始まるが、実際の冷却過程がどんなものであるかについては、明白になっていない。

我々は、冷却効果に対して、管内流速度に臨界値が存在することを見出した。また、³He 不純物(～3%)を入れることにより、この臨界速度の存在がより明白に観測されることが分った。この臨界速度に対するレイノルズ数を計算してみると、2200程度の値が得られる。従って、He II の断熱流による冷却効果がはっきり出現するためには、管内流が古典的乱流状態に在ることが必要だと思われる。この条件が、この種の冷却器における到達限界温度を規定しているのではないかと考えられる。

NMRによるヘリウムの流れの研究

奥山峰夫, 佐藤武郎, 大塚泰一郎 (東北大理)

佐藤 卓, 斎藤慎八郎 (東北大金研)

我々は、⁴He dilution の counter flow capillary 中でのヘリウムの流れを、NMR により研究する予定です。この counter flow capillary は、冷凍機中の heat exchanger として働き、上昇する conc. ³He と下降する dilute ³Heとの液相間の熱交換機になっています。まず、我々は、上昇する conc. ³He を分離しその流速を測定することにより、外部で controlされる ⁴He 循環量のうち、どの程度、効果的に冷却に帰与するかなど調べるつもりです。

NMRによる流速の測定は、過去に、(*) 平井、福田両氏などにより行なわれていますが、我々はその方法を発展し用いることにしました。単コイル方式、及び、90° - t - 90° • 180° pulse 系列により、その echo の強度から流速を求めることにします。現在、liq ³He を用い、流速測定の予備実験を行なっていますが、その結果は、定性的データのみにとどまっています。

(*) 福田・平井; Physica 82 B 343 (1976)

He 膜 の K-T 転移

河野公俊（東大理）

2次元He薄膜の超流動転移現象はKosterlitz-Thouless(K-T)転移として理解されつつある。我々は第3音波の音速 c_3 の温度依存性を詳しく測定した結果、 $c_3^2(T)/c_3^2(T_{KT}) = 1 + \frac{1}{2}\sqrt{-ct}$, $t = (T - T_{KT})/T_{KT}$, 但し T_{KT} は超流動転移温度, という関係を見い出した。 T_{KT} はHe膜厚に比例するが、 $T_{KT} = 0.84\text{ K}$ と 0.64 K の比較的薄い膜では $c \sim 5.4$ であり、 $T_{KT} = 0.97\text{ K}$ の場合には $c \sim 12$ であった。

上の温度依存性はKosterlitzの繰り込み群の方法を用いた解析と一致しており、K-T転移を支持するものと考えられる。一方 c の値についてはK-T転移のモデル系であるX-Yスピン系の $c \approx 2.1$ に比較して大きい。この事は T_{KT} での渦対の密度が、X-Yモデルのそれよりもかなり大きい事を意味し、繰り込み群の解析において渦対の密度に関する高次の項の寄与も重要な事を示すものと考えられる。

カピツツア抵抗は熱緩和時間法によって求まるか？

斎藤慎八郎（東北大金研）

磁性体粉末と液体ヘリウム3の間のカピツツア抵抗、 R_B , を求めるときにいわゆる熱緩和時間法を使う場合、もしも磁性体内の電子スピン格子緩和時間、 T_1 , が表面での緩和時間、 $\tau_B \approx R_B C$ （ここで C は磁性体の比熱）と比較して無視できないほど長いときには、 T_1 について定量されていないと、信頼性ある R_B の値は得られないことを示した。

次いで、これまでの実験データーから推測して、磁気的秩序状態にある磁性体粉末の表面に ${}^4\text{He}$ が吸着している場合と、 ${}^3\text{He}$ が吸着している場合とでは、磁性体内での電子スピン格子緩和時間に違いがあるのではないかと考えられることを述べた。

液体 ${}^3\text{He}$ と磁性体との間の熱伝達

藤井佳子、信貴豊一郎（阪市大理）

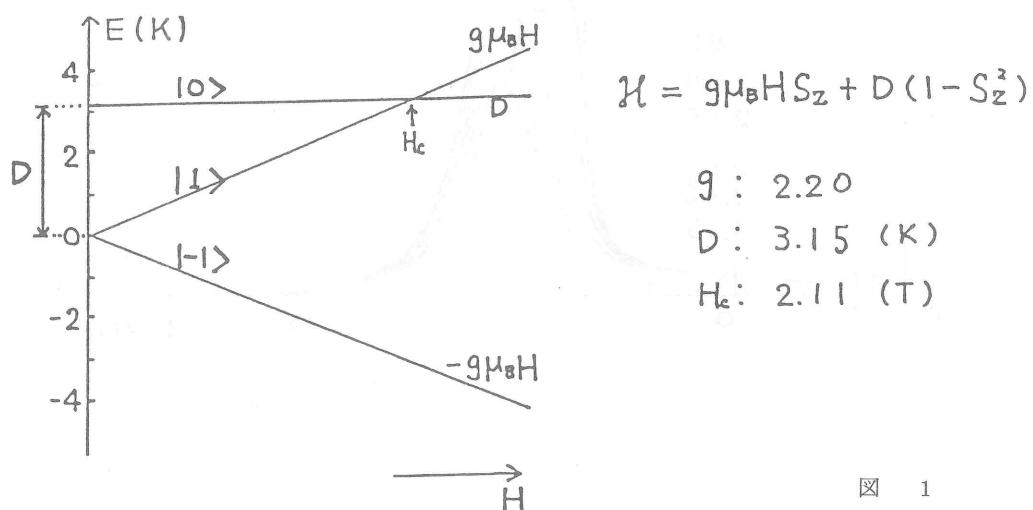
液体Heと固体物質との間に熱の流れがあるとき、その境界面に T^{-3} に比例する熱抵抗が発生するが、磁性体を液体 ${}^3\text{He}$ に接触させた場合、界面における磁気相互作用のために熱抵抗(R)が非常に小さくなる。我々は 29.5 mK に T_c をもつ硫酸銅カリウム(CPS)を試料として、CPSのpara領域からordered領域にわたる温度範囲で磁気相互作用の機構を調べた。 ${}^3\text{He}$ に ${}^4\text{He}$

を少しづつ加えると、非磁性の⁴HeがCPSの表面を覆い、界面磁気相互作用がシールドされるためRが次第に大きくなつた。5 ppmだけ⁴Heを含む場合、T_c以下でRは約T^{-1.6}に比例し、15 mKでは100%⁴Heの場合に比べ熱抵抗は45分の1である。⁴He膜厚の増加によるRの増加の様子から、界面磁気相互作用は相当長距離的であることがわかつた。また、CPSのT_c近傍でRは明らかなdipをもつた。これは転移点近傍でスピンのfluctuationが大きくなるための現象と思われる。

励起状態における spin-ordering —— 極短時間パルス磁場下における ——

長谷田泰一郎、天谷喜一、柄木良友（阪大基礎工）

Ni Na triacetyl acetone benzene中のNi²⁺(S=1)のスピン・エネルギー準位の磁場中分裂を図1に示す。初期分裂Dに比べて十分低い温度($T \ll \frac{D}{k} = 3.151\text{ K}$)では、殆んどすべてのNi²⁺のスピンは基底状態の二準位|±1>を占めている。その状態でいきなり外から磁場をかける事を考える。その掃引の速さが掃引過程におけるスピン緩和を無視しうる程度であるとすると、各準位のspin populationは不变のまゝ基底状態|+1>及び励起状態|0>の二準位の交差する磁場値に至るであろう。この交差磁場値($H_c = -\frac{D}{g\beta} = 2.11\text{ T}$)においても三準位系のスピン緩和は励起二準位のみから成る部分系(があるとして)の緩和より遅く無視する事ができ、二準位系のみの温度平衡が達成されるものと仮定する。以上の仮定のもとに“励起状態におけるスピン冷却及びスピン秩序”が期待できる。



実験はコンデンサー放電方式の正弦波的パルス磁場 ($\frac{1}{4}$ 周期 $25 \mu\text{sec}$ 以上, 最大磁界 5 T) を使い, 試料初期温度を $4\text{ K} \sim 0.4\text{ K}$ 迄変えて, 試料磁化の時間微分 $\frac{dM}{dt}$ を観測した。結果を図 2 に示す。初期温度を下げていくに従って, 磁気的秩序 - 無秩序の相境界を予想させる磁化率のピークが常磁性磁化率のピーク (H_c における) の低磁場側に成長していくのがみられた。磁場軸を結晶電場の主軸から 0.5° 以上傾けるとこのピークは急速に減少することから, $\sqrt{2D\theta}|_{\theta=0.5^\circ} \approx 20\text{ mK}$ が秩序形成に効く相互作用の及そのオーダーを与えると考えられる。ちなみに, この Ni 化合物の零磁場における磁気相転移を調べた結果は $T_c = 32\text{ mK}$ で, 常磁性からフェリ磁性に転移する事がわかっている。

掃引過程におけるスピノ磁化過程及び交差磁場領域におけるスピノ緩和の内容は更に実験的なツメを残しているとはいえ, 非平衡分布の一瞬間に従来にない新しい磁気的様相を創り出している事は間違いないと思っている。

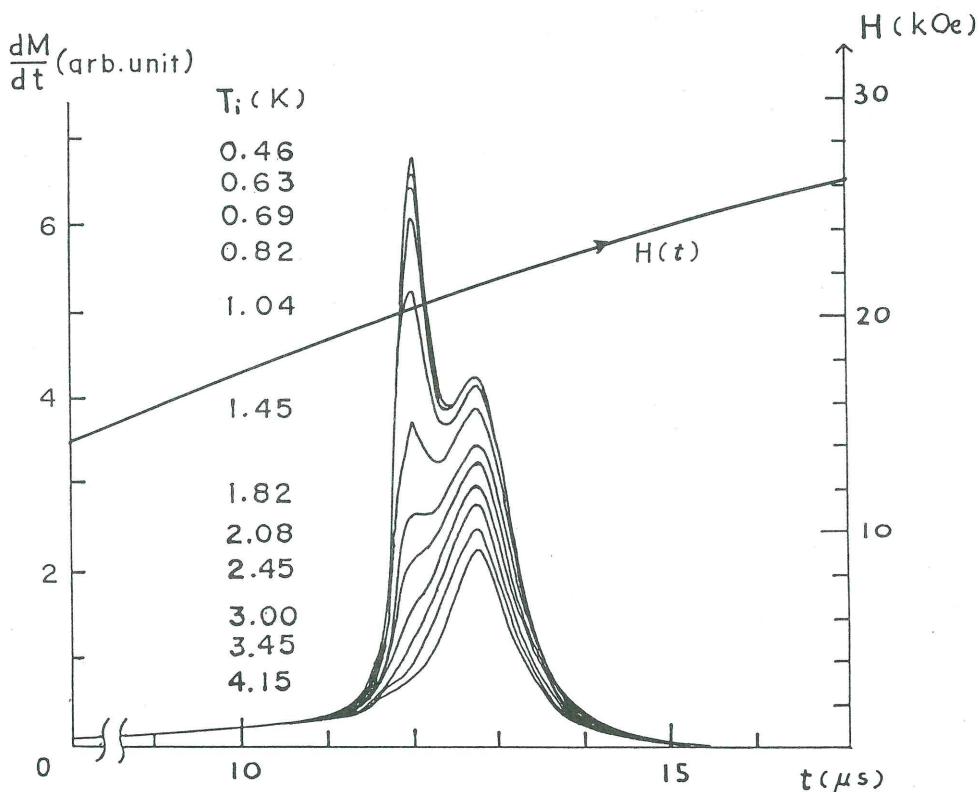


図 2

Mn₄N 中の ⁵⁵Mn および FeSiF₆ · 6H₂O 中の
¹H 核の冷却の試み

天 谷 喜 一 (阪大基礎工)

磁性核の見る巨大な内部磁場を核断熱消磁の初期磁場とする核スピン冷却を、具体的にフェリ磁性体 Mn₄N 中の ⁵⁵Mn 核について断熱高速通過NMR 法により試みた。初期温度 12 mK 以上で行った回転系断熱消磁過程の信号 (χ' , χ'') は初期温度、高周波磁場、磁場掃引速度に依存した強度変化を示すが、例えば磁場掃引の向きによっても異なるヒステレシス等は、単純な飽和効果では説明できない。考えられる否定的要因として線巾の inhomogeneous broadening が挙げられるので、MnF₂ 中の F 核の様に sharp なものを検討中である。

FeSiF₆ · 6H₂O 中の ¹H (および ¹⁹F) 核の冷却は、基底一重項電子スピン (Fe²⁺) の磁場中準位交差を利用して、その交差磁場における核スピンの等温磁化とそれに続く断熱消磁によって、μK 域まで可能であると見込んでいる。現在 14.5 T の超電導マグネットと連続 6 mK の希釈冷却器を組合わせて実験を進めているが、予備的な 12 T, 70 mK より出発する冷却の実験結果は、核スピン格子緩和 (実測 3 時間位) より早い消磁 (現在約 6 時間) が上述の idea 達成の為の必要条件である事を示している。

「 Cs₂NaHoCl₆ の核磁気秩序」

鈴木治彦, 増田由美子, 宮本正文, 大塚泰一郎 (東北大理)

電子の基底状態が非磁性二重項 Γ_3 を持つ、立方晶 elpasolite 化合物 Cs₂NaHoCl₆ の Ho 核スピンは hyperfine 相互作用により電子と結合した、いわゆる hyperfine - enhanced 核スピン系を示す。我々は単結晶の試料を断熱消磁により冷却してその核磁気秩序状態を実現した。AC 帯磁率の測定結果は、 $T_N \sim 1.5$ mK の反強磁性を示している。又、反強磁性状態に磁場をかけて、反強磁性がこわれる磁場 H_c を測定した。測定は静的な磁化の温度変化を SQUID で測定し、温度変化の符号の逆転する磁場の値を求めた。結果は純粋な双極子・双極子相互作用の計算値の約 2 倍の $H_c(0)$ が得られた。これはかなり大きな交換相互作用の存在を意味するであろう。又、我々は 0.5 mK から核スピン系の比熱測定に成功した。熱的なレスポンスが悪いので通常の比熱測定法は使えないから、rf 磁場で核スピン系に直接熱を与える方法を試みた。

「 $TmVO_4$ による液体 3He の冷却」

宮本正文, 鈴木治彦, 増田由美子, 大塚泰一郎 (東北大理)

我々は enhanced nuclear 系 $TmVO_4$ の粉末の核断熱消磁による, 液体 3He 冷却器の製作を開始しました。 $TmVO_4$ は relaxation time T_1 が非常に短く, 100 mKでも約 0.1 secです。液体 3He との間の Kapitza の抵抗は分っていませんが, これまでの断熱消磁の前後で熱的 response がよいことから, 冷却装置の製作を Kapitza 抵抗の測定と平衡して行うことにしました。Heat leak や, Kapitza 抵抗を無視した最っとも簡単な近似を考えると, 初期磁場 6000 Gauss, 装置の packing factor 70%, 初期温度 20 mKからで, 約 1 mK, 同様に初期温度 15 mKからで約 0.3 mK, 10 mKからでは約 50 μ Kまで, 液体 3He が冷却されます。粉末の試料はでき上り, その粉末の錠剤は加圧して packing factor 60%, それを sinter して 91%までになりましたので, 実際のセルを製作する段階です。

超低温度における K_2CuF_4 中 ^{19}F の NMR の異常 — 電子スピンと核スピンの coupled motion

藤井宗明, 平井 章 (京大理)

K_2CuF_4 は二次元ハイゼンベルグ型強磁性体 ($T_N \approx 6$ K) であり, その電子スピンは c 面が容易面で面内の異方性が極めて小さい。電子スピンを α 軸に向けると, 高温 (~ 1 K) では, 4 つの ^{19}F の NMR が $\omega_1 = 192$ MHz, $\omega_2 = 53.5$ MHz, $\omega_3 = 48.5$ MHz, $\omega_4 = 44$ MHz に観測される。300 mK以下でこのNMRに異常がみられた。これを一言でいえば,

- (1) $T_{n.c.} \approx 90$ mK という転移温度があり, $T_{n.c.}$ 以下で非常に sharp な共鳴が $\omega_0 = 54.5$ MHz に観測される。
- (2) ~ 300 mK以下で, ω_2 , ω_3 についてスピンエコー信号をみる前に 1 つパルスを入れる “ three pulse の実験” をおこなえば, 信号強度が約 1 枠増大する。
これらの結果を, 強磁性共鳴周波数が殆んど零の電子スピンと 4 つの核スピンの coupled motion として解釈しようとしている。

Ce-Si 系の価数揺動状態とパラマグノン効果

八島秀夫, 森 宏, 佐藤誠也, 佐藤武郎 (東北大理)

Ce-Si 系は $CeSi_2 \sim CeSi_{1.60}$ の範囲で $\alpha - ThSi_2$ 型構造を安定に保持する。 $CeSi_x$ に於て, $2.0 \geq x \geq 1.85$ では非磁性的基底状態を示し, 電子比熱係数 γ も $100 \sim 250$ mJ/mol \cdot K 2

と大きい。 $1.80 \geq x \geq 1.60$ では 10 K 付近で磁気秩序状態に転移するが、秩序状態の磁化は Ce³⁺ の結晶場分裂による 3 個の 2 重項の何れを基底項としても小さすぎる。又磁気エントロピーも $R \ln 2$ を下回る。 $2.0 \geq x \geq 1.85$ では $\gamma \propto \chi(0)$ を示し、又 CeSi_x 全体でみた時、 γ は $1.85 > x > 1.80$ の領域で発散する傾向を見せる。これらはパラマグノン効果を示唆し、最も簡単なモデルに従って整理すると γ の enhancement，比熱の温度変化の傾向は説明できるが、比熱曲線は再現しきれない。

CeSi_x 全体としてみた時、dense-Kondo 系と考えられ、我々の描像が正しければ、強磁性 dense-Kondo 系として最初の例となろう。

hcp ³He のスピニ構造

芳 田 奎（東大物性研）

Osheroff-Cross-Fisher は NMR の解析から bcc ³He の核スピンは 1 mK 以下で up-up-down-down 構造の反強磁性秩序状態にあることを結論した。この構造が実現するためには 4 スピン planar の交換相互作用が重要であること、また第 2 近接スピン間の交換相互作用が強磁性的であることが要求される。すなわち、bcc ³He では 3-スピン交換と 4-スピン交換がスピン構造に決定的役割をしていることになる。

こゝでは、さらに高圧下で出現する hcp 構造の固体 ³He について、4-スピン交換を考慮した場合の可能なスピン構造について論じる。hcp 格子では 4 つの最近接原子を結んでできる path には 5 種類のものがある。それぞれの path の交換積分を $K_p, K_s, K_t, K_{F_1}, K_{F_2}$ とする。 K_p は一平面内にある菱形の path でその対角線の長さは $\sqrt{3}a$ (a は最近接原子間距離) である。この 2 つの正三角形からなる菱形を折り曲げてできる folded の path のうち対角線の長さが $\sqrt{\frac{8}{3}}a$ のものが K_{F_2} ， $\sqrt{2}a$ のものが K_{F_1} ， a のものが K_t である。 K_s は一辺が a の正方形の path である。これらの 4-スピン交換から 2-スピンの相互作用が生じる。また正三角形の 3-スピンの path によっても強磁性的 2-スピン相互作用が生じる。このように 3-スピン及び 4-スピン交換から生じる 2-スピン交換相互作用の係数を第 1 近接から第 4 近接まで J_1, J_2, J_3, J_4 とすれば、

$$J_1 = -4J_t + \frac{9}{2}K_p + K_s + 3K_t + \frac{1}{2}K_{F_2} + 5K_{F_1}, \quad \text{面内}$$

$$J_1^* = -4J_t + 3K_p + K_s + 3K_t + 2K_{F_2} + 5K_{F_1}, \quad \text{両間}$$

$$J_2 = 2K_{F_1} + K_s, \quad J_3 = \frac{3}{2}K_{F_2}, \quad J_4 = \frac{1}{2}K_p$$

がえられる。このような 2-スピン交換相互作用と 5 つの 4-スピン交換相互作用が働いた hcp ス

ピン格子の安定なスピン配列を2, 3の簡単化の上に立って論じる。

激しい零点振動をもつフェルミ型量子固体の磁性

伊豆山健夫, 鈴木康夫 (東大教養)

${}^3\text{He}$ のように激しい零点振動をもち, 体積に大きく依存する交換相互作用が働いている系の磁性には, フォノン状態の非対角要素が効いている可能性がある。簡単のため, 格子変位は classical に扱い, 2体3体交換相互作用のうち2体のみが変位と couple すると考え, uudd 構造について次の Hamiltonian を仮定した。

$$\begin{aligned}\mathcal{H} = & \sum_A 2J_1 (1 + \alpha q) (\vec{S}_i \cdot \vec{S}_j) + \sum_B 2J_1 (1 - \alpha q) (\vec{S}_i \cdot \vec{S}_j) \\ & - \sum^{\text{n.n.n}} 2J_2 (\vec{S}_i \cdot \vec{S}_j)\end{aligned}$$

分子場近似で, free energy を求めると,

$$G = 2Xm^2 + 3X\kappa m^4 - 2\ln [\cosh \{ X(m + \kappa m^3) \}]$$

$$X = 2\beta J_2, \quad \kappa = \left(\frac{4J_1}{\omega} \right)^2 / J_2, \quad m = \langle \vec{S}_i \rangle$$

となり, 4体相互作用を許した model と同じ形が得られ一次相転移が起ることが認められるが, af に較べて安定になるためには m のとびがかなり大きくなる。また格子振動を quantum に扱えば, 高温側の帶磁率や圧力の磁場依存性等の実験データもうまく説明できる。

固体 ${}^3\text{He}$ uudd 相のスピン波理論

宇佐川 利幸 (東大教養)

uudd 相のスピン力学は,

$$\frac{d}{dt} \vec{S} = \gamma \vec{S} \times \vec{H}(t) - \lambda \vec{d} \times \vec{e} \quad \vec{d} \cdot \vec{e} \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \vec{d} = \gamma \vec{d} \times \left[\vec{H}(t) - \frac{\gamma \hbar}{\chi_{\perp}} \vec{S} \right] \quad (2)$$

で記述される。 λ と χ_{\perp} が微視的にスピン波理論で計算されるべきものである。 λ については, 以前ギ 6 次元スピンの手法を用いて詳しく調べた。

$$\lambda = \frac{14.532}{a^3} \gamma^2 \hbar N S \left\{ S - 2 \left[\alpha S_{\text{eff}} + \delta S_{\text{eff}}(T) \right] \right\} \quad (3)$$

χ_{\perp} については、 \vec{d} 軸に垂直に磁場がかかる時の古典的安定配置の周りでのスピン波理論により新しく求め直した。

$$\chi_{\perp} = \frac{-N(\gamma\hbar)^2 [S - \Delta S - \delta S(T)]}{4 [2J_1 + J_2 + 4J_3 + 3K_p]} \quad (4)$$

$$J_t = -0.136, K_p = -0.369 \text{ で } \Delta S = 0.114, \frac{\Omega(T=0)}{2\pi} = 831 \text{ kHz}, \chi_{\text{eff}}^{-1} \equiv$$

$$N \left(\frac{\gamma\hbar}{2} \right)^2 \chi_{\perp}^{-1}(T=0) = 5.80 \text{ mK}, C_{11} C_{\perp}^2 = 3.307 (\text{mK})^3, \left(\frac{\Omega}{2\pi} \right)^2 = \\ [0.692 - 0.550 (T/T_N)^2] \times 10^{12} H_3^2$$

実験値と良く合う結果を得た。(1), (2)は微視的に局所平衡状態の仮定のもとで導出できるが、そのときの λ と χ_{\perp} は、(3), (4)に一致する。

磁場中における固体 ${}^3\text{He}$ のスピン波

岩橋克聰, 益田義賀 (名大理)

固体 ${}^3\text{He}$ の uudd 相, および W, F 相のスピン波の計算から K_F が存在すると今まで考えられていなかつた新しい相がありうることを示した。 E^M_{uudd} , E^M_{wf} を分子場近似による夫々の相のエネルギーとする、種々の相互作用が

$$2K_F (J_1/3(K_p+K_F))^2 \leq E^M_{\text{wf}} - E^M_{\text{uudd}} \leq J_1^2 (1/3(K_p+K_F) \\ - 1/(3K_p+K_F))$$

を満足するような場合には 2 重らせん構造が安定になる。それは n を格子定数を単位にした [100] 方向の座標として

$$\vec{s}_n = S \begin{bmatrix} 0 \\ \sin(\theta + 2n\varphi) \\ \cos(\theta + 2n\varphi) \end{bmatrix} \quad \vec{s}_{n+\frac{1}{2}} = S \begin{bmatrix} 0 \\ \sin(\pi - \theta + (2n+1)\varphi) \\ \cos(\pi - \theta + (2n+1)\varphi) \end{bmatrix}$$

と表されるので、 $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $\theta = \frac{\pi}{4}$ のとき uudd であり、 $\varphi = 0$ で w. f. である。uudd にちかい時は easy plane を持つ反強磁性体であり、反強磁性共鳴の pattern は uudd のそれと同じようであると思われ、実験的にも検討の必要があると思われる。

「固体 ^3He の UUDD の反強磁性状態の グリーン関数の理論」

宗田敏雄(筑波大物理), 芳田 奎(東大物性研)

固体 ^3He の UUDD の反強磁性状態における 2 個の積と 4 個の積のスピン交換相互作用に対して
グリーン関数の理論が展開される。

グリーン関数の運動方程式に対する Tyablikov decoupling の方法を用いて, 2 体スピンに
対するグリーン関数と相関関数が運動方程式の閉じた形で計算される。相関関数の満たす方程式
より, T_N 以下の全温度 T で満足するオーダー・パラメーター $\langle S^z(T) \rangle$ の方程式が得られる。
この方程式とエネルギー定理から求められる自由エネルギーを常磁性状態の自由エネルギーと等し
いと置いた方程式の, 共に T_N での式を連立させて, $\langle S^z(T_N) \rangle$ の大きさと 3 体と 4 体の交換
相互作用の結合常数の値 J_t , K_p と K_F を, 実験データからの T_N の値と垂直帶磁率 (χ_{\perp} / C) $^{-1} = T - \theta + B/J$ (C : キューリー常数) の表式の θ と B の値より同時に定める。この J_t ,
 K_p と K_F のパラメーターの値により, 数値計算で $\langle S^z(0) \rangle$ と $\chi_{\perp}(0)$ ($\chi_{\perp}(T_N)$ もまた)
求める。またスピン波速度と T_N と $T=0$ での NMR の振動数比 $\Omega(T_N) / \Omega(0)$, 垂直帶磁率比
 $\chi_{\perp}(0) / \chi_{\perp}(T_N)$ と UUDD 状態と pseudo ferro 状態との間の $T=0$ での臨界磁場の大きさ
 H_{c_1} が計算で求められて, 実験との良き一致が得られた。

T_N の圧力依存性と, T_N の直上と直下の磁化と χ_{\perp} の値を求めて, 信貴さん達の大坂市大グル
ープの実験結果と良く一致していることを示した。

強磁場下の uudd 固体 ^3He の磁化の運動

生井沢 寛(東大教養)

固体 ^3He のスピン構造が uudd-型反強磁性である事を決めた CW-NMR 実験の共鳴周波数を
再現する, オシェロフ達によって提唱されたスピンの動力学方程式が, 磁化の運動の振幅が大きい
場合にも成立するか否かは興味ある問題である。ここでは, 静磁場が充分強いもの ($H_0 \gtrsim 1\text{kG}$)
として, 双極子場からの影響を摂動として扱うと, この方程式から期待される pulsed NMR の
共鳴振動数として

$$\Omega^{(+)} = \omega_L + (\Omega_0^2 / 8\omega_L) \{ (5\cos^2\theta - 1) \cos\beta + \sin^2\theta \},$$

$$\Omega^{(-)} = (\Omega_0 / 2)(1 + \cos\beta) \sin\theta$$

を得る。ここに ω_L はラモア振動数, Ω_0 は双極子振動数, θ は静磁場と bcc ^3He の [100]
軸との角度であり, β は tipping 角である。磁化の成分中には更に, $\Omega^{(+)}$ の高調波及びそれらと

$\Omega^{(+)}$ 基調波の積が期待される。また、適当な間隔 t_0 を置いて二つの rf パルスを与えると、引続
き t_0 每にエコーパルスが出現するものと予想される。

固体 ^3He における exchange parameter の体積依存性

石川 幸治（横浜市立大文理）

固体 ^3He の核磁性は、交換相互作用として 3 体交換 J_t と 4 体交換 K_p （平面型）をとることによつて、半定量的に説明されている。

ここでは、このモデルに更に J_t と K_p のモル体積依存性 ($\frac{\partial \ln |J_t|}{\partial \ln V}$ と $\frac{\partial \ln |K_p|}{\partial \ln V}$) をパラメーターとして入れて、転移温度以上の高温での圧力と磁化率のモル体積依存性の実験データを合せるように決める。結果は 3 体交換 J_t のモル体積依存性の方が、4 体交換 K_p の体積依存性よりも大きい。

上で求めた J_t と K_p の体積依存性をとり入れて、磁気圧力の磁場依存性と転移温度の体積依存性を求めて、実験のデータと比較した。結果は定性的には実験結果を説明している。しかし磁化率の体積依存性のデータに誤差が大きいために、充分に定量的な結果はえられなかった。

圧力測定による固体 ^3He の核磁性の研究 —特にモル体積依存性について

澤田安樹、馬宮孝好、福山 寛、平尾泰生、益田義賀（名大理）

固体 ^3He の定積圧力測定は、 $e_3 < 0$ の検証、 e_4 の存在、1 次相転移の検証、秩序状態におけるスピニ波の比熱の検証に有力な手段であった¹⁾。さらに、モル体積を変えることにより多体交換作用のモデルの有効性、磁場を掛けることにより高磁場相の性質が調べられる。これまで、我々は 23.31 cm^3 から 24.19 cm^3 のモル体積の試料で測定し、種々の係数の体積依存性から、1 パラメータで記述できると考えていた。しかし、これは多体交換モデルと矛盾する結果である。我々は高温から転移点にいたる圧力の変化が正確に見積れることに注目し、それがモル体積の 26 乗に比例していることを見出した。これは、多体交換の存在を示唆しているが、さらに今後圧力補正を必要としない測定を行う必要がある。

1) T. Mamiya, A. Sawada, H. Fukuyama, Y. Hirao, K. Iwahashi and Y. Masuda ; Phys. Rev. Lett. 47, 1304 (1981)

固体 ^3He 核磁性のモル体積依存性

畠 徹, 山崎周一, 種田雅信,
児玉隆夫, 信貴豊一郎(阪市大理)

固体 ^3He は mK 領域で核磁気相転移をおこし, uudd という特異なスピン配列をもつ反強磁性相に転移(1次)する。現在, それを説明する理論の中で多体特に四体の交換相互作用を導入することが最も有望視されている。本研究の目的は, 量子固体特有の大きなモル体積依存性を調べることにより, 多体の交換相互作用の各々の効き方を解明することにある。各モル体積における磁化を SQUID を用いて, 低磁場(260 Oe)で $10 \sim 0.3 \text{ mK}$ の温度領域で測定した。試料は熱平衡を得やすいうように銀スポンジ内に生成したものである。

測定の結果, 磁化は低温領域で Curie - Weiss からずれ $1/T$ にリニアに変化し, 転移温度 T_N で Curie - Weiss 値の約 2 倍(M_{\max})になる。転移温度での大きな磁化の減少(55%)は反強磁性への転移を示している。さらに, 秩序相でも磁化は減少の傾向を示す。転移温度 T_N はモル体積 V の減少と共に急激に下っていき, $V^{16.5}$ に比例する。磁化のふるまいは相似的であり, 特徴的なパラメータ M_{\max} 及び T_N で磁化と温度をそれぞれ規格化すると, モル体積によらずすべて一致する。さらに, 転移温度近くでは Curie 定数が高温値の 1.4 倍, Weiss 定数が -0.25 mK となる直線上にすべて重なる傾向を示し, モル体積によらない。以上より, 固体 ^3He の交換相互作用は, モル体積依存性が单一の 1 パラメータで記述できる可能性を示している。

h c p ^3He の核磁性

山崎周一, 畠 徹, 種田雅信,
児玉隆夫, 信貴豊一郎(阪市大理)

固体 ^3He は高圧下で bcc 相から hcp 相に移るが, 超低温ではこの相の磁化測定はまだ行なわれていなかった。hcp 相では bcc 相と異なり, n.n. で結ばれる三体の交換相互作用が最も大きいと予想され, 強磁性の核磁気秩序相が出現すると言われている。今回, 初めて 0.3 mK まで磁化測定をした結果, この温度までは顕著な転移は見つかず, ほぼ Curie 的であることがわかった。磁化の温度依存性を bcc 相との比較でさらに詳しく調べてみると, ウィス定数が見積もられ, $\theta = +17 \mu\text{K}$ と極めて小さいことがわかった。さらに, 符号も正で強磁性的な秩序相がこの温度付近で現われる事が予想される。又, これを裏づけるように, 熱緩和時間も bcc 相に比べて小さく, 比熱が小さいこと, 即ちこの温度まではエントロピーがあまり減少していないことがわかった。この固体は hcp - bcc の相境界圧力よりも 15 kg/cm^2 も高いもので, bcc と同様にモル体積依存

が大きいとすると、相境界に近い圧力下の固体では θ が大きくなることも予想される。これについては、現在測定中である。

固体 He の相分離によって増殖した転位の挙動

岩 佐 泉（東大理）

$^3\text{He} - ^4\text{He}$ 固溶体は 0.4 K 以下で相分離をおこし、その相図は近似的には正則溶液理論であらわされる。固体中で、しかも低温でこのような現象がおきるのは、量子効果のために原子が頻繁に位置交換しているためと考えられる。 ^4He を不純物として含む bcc 構造の固体 ^3He を試料として、相分離を調べた。実験は超音波吸収と圧力測定で、試料の冷却過程での相分離に伴う吸収・圧力の変化と、加熱過程での回復とを測定して比較した。圧力測定は相分離に伴う体積変化をみるのに対し、超音波では相分離に伴って増殖した転位による吸収をみている、という相違がある。圧力測定でのヒステリシスの有無と、吸収測定での 0.15 K 以下の回復過程の有無とから、析出した ^4He 相の結晶構造が、低圧低濃度では bcc、高圧高濃度では hcp であると結論された。

フォノンカウンターとその応用 — He II のジョセフソン効果 —

伊 達 宗 行（阪大理）

超低温の実現は、測定面でも大きな進歩をもたらす。たとえば有限長固体が示すフォノンギャップに対応する温度が実現している現在、超低温素子それ自体、フォノン一個のエネルギー変化を検出する能力をもっている。

このような超低温の応用として、これまで成功していないいくつかの研究計画が浮上がる。たとえば表面、あるいは界面現象への応用が有望だが、ここではまだ見出されていない超流動ヘリウムにおけるジョセフソン効果の検出を例として考える。

ジョセフソン効果は正準共役な二変数、 $\frac{n}{2}$ （粒子数）と $\hbar\alpha$ （位相）に対する正準方程式、

$$\frac{\hbar}{2} \dot{\alpha} = \partial \mathcal{U} / \partial n, \quad \frac{\hbar}{2} \dot{n} = \partial \mathcal{U} / \partial \alpha$$

から求められる。ここでハミルトニアソは

$$\mathcal{U} = E_0 \cos \alpha, \quad (E_0 \text{ は定数})$$

すなわち境界で位相 α によるポテンシャル差があるとする。これを解いて ac- および dc- ジョセフソン効果を表す式

$$\dot{n} = \left(\frac{2 E_0}{\hbar} \right) \sin (\omega_J t + \alpha_0), \quad \omega_J = \frac{2 mgz}{\hbar}$$

を得る。ここでジョセフソン振動数 ω_J は重力下にある 2 つの液面差 z (cm) の関数で、これを書直すと、 $\nu = \omega / 2\pi$ として

$$\nu = 2z \text{ (MHz)}, \quad \text{または } 14p \text{ (GHz)}$$

となる。ここで p は気圧単位の圧力である。

ところで、これまで He II における weakly coupled condition を作る点でまだ未解決なこと、また液中のフォノン緩和の面で超低温が望ましいこと、などが注目すべき点で、今後これらの研究条件が次第に好転する可能性があり、その時点で未解決の He II ジョセフソン効果が見出される期待がもてる。

超流動 ^3He の最近の話題

永井克彦（山口大理）

超流動 ^3He に関しては、その秩序パラメータの構造は既に解明されたと言ってよい。しかし、「超流動」という名を与える流れの存在する状態の研究は、実験的にも、理論的にも決定的な結果は未だ出ていない。それに関する問題としては、臨界速度、散逸を伴なう流れ、織目構造とその安定性などが挙げられる。いづれも、容器壁の影響等を正しく取り入れた解析が必要な問題である。

最近の話題ということで、主に 2 つの問題について報告した。ひとつは、B-相に於ける超音波吸収で、新しい集団運動に対応する吸収が観測され、それが以前から理論的に求められていた $\sqrt{8/5} \Delta$ のギャップをもつ秩序パラメータの実部の $J = 2$ の対称性をもつゆらぎに対応していることが明らかになった。又、その集団運動に共鳴する音波パルスの伝播が量子光学で知られている自己誘導透過に似ていることも報告されており、音波と集団運動の結合を、光と 2 準位系との結合との類似性で解釈しようとする J. Sauls の仕事を紹介し、問題点を指摘した。

次に液体 ^3He の定量的な解釈の上で重要なフェルミ液体パラメータ $F_\ell^{s,a}$ の最近の動向について紹介した。ヘルシンキ、コネル両グループによって比熱の測定が行なわれ、有効質量 m^* の値が今までの値に比べ、30 ~ 40 % も小さくなっていることが報告されている。このことは、 F_0^s 、 F_0^a 、 F_1^s 、 F_2^s 等の値を大巾に変更することになり、輸送係数の計算等に大きな影響を与える。たゞ、幸いなことに、起流動相 $^3\text{He}-\text{B}$ の換算粘性係数、即ち $\eta(T)/\eta(T_c)$ の振舞については $\eta(T_c)$ を実験に合う様にパラメータを決めておけば、個々の $F_e^{s,a}$ の値には依存しない事情のあることを報告した。

Textures between Coaxial Cylinders in Superfluid $^3\text{He}-\text{A}$

新井孝昭, 宗田敏雄 (筑波大)

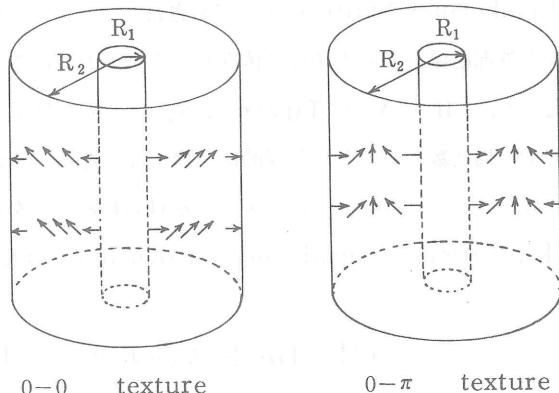
同軸円筒中で, $^3\text{He}-\text{A}$ 相の texture を考える。下図のような 2 つの boundary をみたし, \hat{l} の回りに winding number (m) をもつ \hat{l} -texture が ρ -座標依存性だけをもつ場合に, gradient energy を極小にする texture を調べた。

この議論の中には, 普通の円筒中における radial texture の安定性の問題が, 同時に含まれている。

その結果, $\frac{R_2}{R_1} \equiv R > R_c$ に

対して, $m=0$ より $m=1$ をもつ texture の方が, より低いエネルギー

をもつことがわかった。この texture は M-H texture と同様に $\hat{\varphi}$ 方向に流れを伴ったものとなっている。この時 normal flow が反対方向に生じると考えられるが, 内側の円筒を慣性能率の小さい wire にすることで一時的にでも観測できるかもしれない。



$^3\text{He}-\text{A}$ の零音波吸収係数の磁場依存性

芦田正巳 (東北大理)

$^3\text{He}-\text{A}$ は異方性を持つ超流動物質であり, 零音波吸収係数は異方軸の方向に依存することが理論的に, 又実験的に知られている。異方軸の方向は系の流体力学的な状態と外部磁場によって決定されるので, 我々は零音波吸収係数の磁場依存性を測定することによって系の流体力学に関する情報を得ることができる。ここでは $^3\text{He}-\text{A}$ を 2 枚の平板で挟み, 平板と平行に一定の熱流を流し, 熱流の方向に磁場をかけた系を理論的に考察した。その結果この系では異方軸の方向を決定する上で粘性係数の異方性が重要な役割を果していることが判り, 理論と実験結果とを比較することにより, 粘性係数の異方性の大きさの上限と下限とを定めることができた。又, 粘性係数の異方性の大きさを決定する為に成されるべき実験の拡張を示唆した。今後の詳しい実験が期待される。

超流動 ^3He の multiple spin echo の理論

長谷川 泰正 (東大・教養)

超流動 ^3He で観測された multiple spin echo は, Cooper ペアのあいだに働く双極子相互作用によって説明できることを示した。超流動 ^3He のスピンの運動は Leggett 方程式で記述され, Brinkman と Smith によって示されたように, 双極子トルクのために Larmor 周波数が, スピンと外部磁場との間の角度に依存したシフトを受ける。このために, rf パルスを $t=0$ と τ で加えると, $^3\text{He}-\text{A}$ では任意の α_1, α_2 のとき, $^3\text{He}-\text{B}$ では, $\alpha_1 + \alpha_2 > 104^\circ$ のときに, $t > \tau$ での周波数のシフトが空間的に一様でなくなる。その時に, 通常の $t = 2\tau$ のエコーだけではなく, $t = 3\tau, 4\tau, \dots$ にもエコーが見られることを示した。得られた結果は, 最近報告された Eska, Willers, Amend and Wiedemann の実験をよく説明することができる。

「液体 ^3He および超流動 $^3\text{He}-\text{B}$ における イオンの易動度」

宗田敏雄 (筑波大物理), 近藤 淳 (電総研)

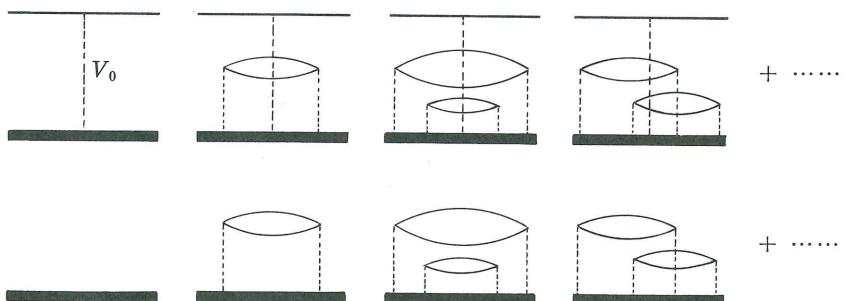
液体 ^3He の準粒子 (生成演算子 a_{ks}^+ , エネルギー $\varepsilon_k = \hbar^2 k^2 / 2m - \varepsilon_F$) と重いイオン (生成演算子 b_a^+ , エネルギー $E_a = \hbar^2 \rho^2 / 2M$) の間に相互作用

$$V_0 \sum_{kk'qs} a_{ks}^+ b_{k+q-k'}^+ a_{ks'}^- b_q^-$$

がある場合, その vertex part と一体グリーン関数とに, $Z(T) = (kT/\varepsilon_F)^{2V_0^2 \rho^2}$ と云うくりこみ常数が生ずる。(但し $T_F > T > (m/M) T_F$ とする。 ρ は準粒子の状態密度, s はスピン)

$$V_0 \rightarrow V_0 / Z(T) \quad G_q(\omega) = \frac{Z(T)}{\omega - E_q - i\Gamma} \quad \Gamma = \pi V_0^2 \rho^2 kT$$

これは図のようなグラフを加えることによって得られる。



$(q, k) \rightarrow (q+p, k-p)$ と云う散乱が単位時間に生ずる確率を

$$\frac{2\pi}{\hbar} \left[\frac{V_0}{Z(T)} \right]^2 \delta(\epsilon_k + E_q - \epsilon_{k-p} - E_{q+p})$$

として重い粒子の運動量 \vec{q} の緩和時間を求め、これをボルツマン分布で平均して、重いイオンの易動度を求めることが出来る。

$$\mu = \frac{3}{2\pi} \frac{e}{\hbar} \frac{1}{\rho^2 k_F^2} \frac{Z(T)^2}{V_0^2} (T_F > T > (m/M) T_F)$$

これによると $T_F > T > (m/M) T_F$ において温度のベキで易動度は増大する。ヘリウム 3 中の負イオンにおいて、この様なことが見られていることを示す。

また、上記の理論を $0 \leq T \leq (m/M) T_F$ に拡張して、イオンの準粒子による反跳をより正確に取り入れて易動度を定性的に計算で求められ、その $T=0$ 近の低温の振舞いと、超流動 ${}^3\text{He-B}$ でのその振舞いも実験の結果と良く一致する傾向にあることを示せた。

${}^3\text{He}$ の超流動 B 相での非線形零音波についてのコメント

海老沢 玄道（東北大工）

零音波の吸収が入力パルスの強度に応じて飽和し、パルスの形が尖り分裂し速くなる傾向が実験で見出された (Polturak et al.)。この解釈と言われる量子系になぞらえる考え方 (Sauls) に疑問をもつ。いま音速がフェルミ速度よりずっと大きいため hydrodynamic な記述が許される。オーダーバラメータ集団励起モードは、 $\omega = \sqrt{8/5} \Delta$ (実モード) の固有振動数をもつ局所的な古典振動子で密度波と弱く結合している。さしあたりその振動子の非調和項の効果を入れてやる。すると、共鳴の近くでパルスの形の変化は定性的に、又 envelope 関数の微分方程式の構造から、ソリトン的な伝わり方をする場合の速度とパルス巾との実験結果が導かれる。

Damping of First Sound and Viscosity of Liquid ${}^3\text{He-B}$

児玉 隆夫 (阪市大理)

小島 東生 (ラトガース大)

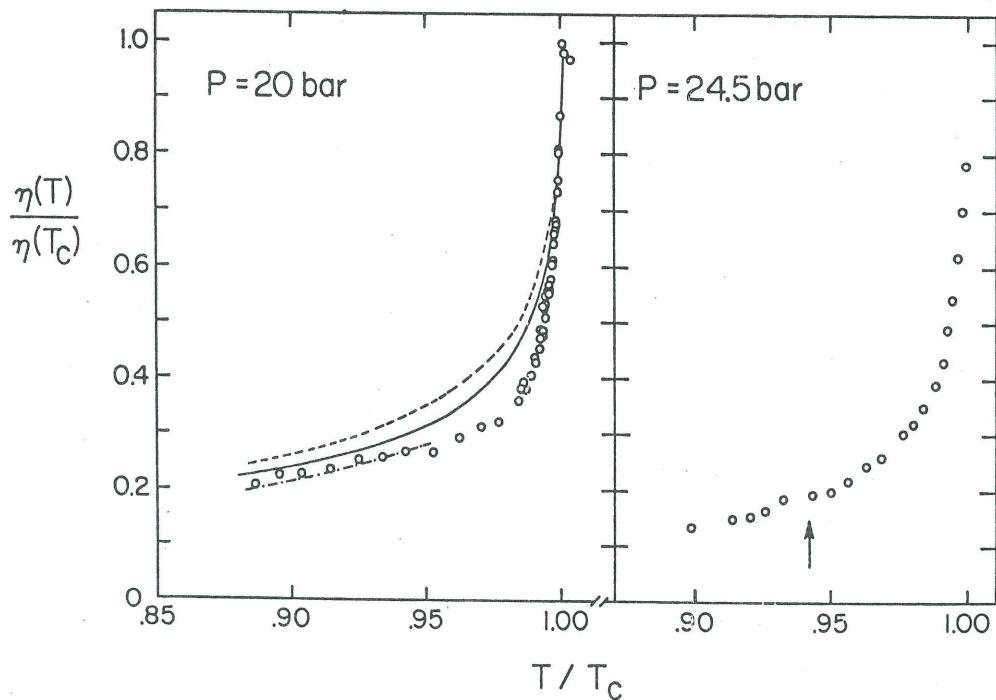
第一音波の減衰係数の測定から超流動 ${}^3\text{He-B}$ の粘性率の測定を行い、コーネル大学で得られた結果や小野氏等の計算結果とかなり良い一致を得た。

測定には両端に condensor transducer をつけた円筒形の resonator を用いた。一方の

transducer から丁度定常波を作る信号を入れ、それを切った時から減衰していく様子をもう一方の transducer で観測する。今回の測定周波数 ($f \sim 20\text{ kHz}$) では減衰は容器の壁からの寄与のみを考慮すればよいので、減衰信号を $p = p_0 \exp(-t/\tau)$ とおくと、 $\tau = R / (\omega \cdot \delta_v)$ 、 $\delta_v = (2\eta / \rho\omega)^{1/2}$ で表される。こゝで R は円筒の半径、 ω は角振動数、 ρ は常流動密度、 η は粘性率を表わす。 τ の測定から η が求められる。

常流動領域では $\eta \propto 1/T^2$ より $\tau \propto T$ となり、 $T = T_c$ で急激に変化するのが観測された。

$p = 20\text{ bar}$ と 24.5 bar で得られた結果を図に示す。 $p = 20\text{ bar}$ の図で実線は小野氏等の計算結果、点線と一点鎖線はコーネル大の測定結果を示す。 $p = 24.5\text{ bar}$ では、A相からB相への転移に伴う η の変化を T_{AB} 近傍で観測した。図で矢印は T_{AB} を示す。



^3He の膜超流動のonest とそれに係る 2~3 の問題

渡辺 昂（北大理）

^3He の膜超流動については、bulk の超流動転移温度 ($\sim 1.1\text{ mK}$) より考えて転移温度がこれ以下であること、又、膜超流動は下地との相互作用によって A 相となるであろうと考えられている。このような膜超流動についてその性質を第 3 音波を用いて観測することを計画している。

それには昨年 J. L. T. P. への投稿論文「飽和超流動膜上のソリトン」(中嶋貞雄, 藤堂清)にて提案された容量による ρ_s の励起と, 容量による ρ_s 波の検出を用いることが適切であろうと考える。

結論として 200 \AA 程度の膜厚をもった ^3He 飽和膜 (勿論超流動状態にあるものとする) に対して, 20 \AA 程度の高さの波を励起するには容量コンデンサーの極間ギャップ $3 \mu\text{m}$ として励起電圧は $\approx 1.2 \text{ volt}$ で足りる。この推定値から考えて, 0.5 mK 以下を実現できた場合, ^3He に関して超流動励起に成功するならばその観測は十分に可能である。

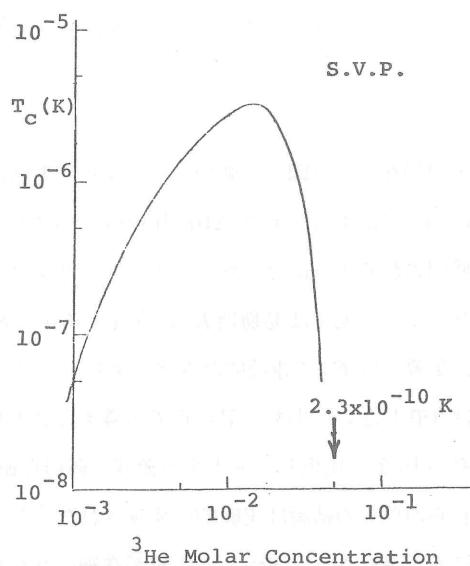
$^3\text{He}-^4\text{He}$ 混合系における $^3\text{He}-^3\text{He}$ 相互作用

生 嶋 明 (東大物性研)

$^3\text{He}-^4\text{He}$ 混合系での $^3\text{He}-^3\text{He}$ 相互作用は, たとえば化学ポテンシャルの ^3He 濃度依存性などを見ても, 少くとも S. V. P. では引力である。したがって ^3He が S タイプの超流動状態をとることが期待出来る。

勿論, 重大な問題はその超流動転移温度が現在あるいは近い将来に実現出来る温度域にあるかどうかである。いま世界のいくつかのグループが正面切って $^3\text{He}-^4\text{He}$ 混合系を冷却して ^3He の超流動相を見ようと努力している。たゞそれと同時に大切なのは, 何らかの手立てで混合系での $^3\text{He}-^3\text{He}$ 相互作用のポテンシャル $V(\vec{q})$ を, ^3He 濃度, 圧力などをパラメタとして決定する, あるいは推定することであろう。

$V(q)$ を知る方法はいくつか考えられるが, やはり直接的なのは輸送係数を測定して $^3\text{He}-^3\text{He}$ の衝突で決まる緩和時間を知り, それを基に $V(q)$ を知ることである。今まで, 60 年代の後半にイリノイ大のグループが S. V. P. の下で, 1.3 % と 5 % の ^3He 濃度で測定したスピントン拡散係数, 熱伝導度および音波の吸収係数 (つまり粘性係数) のデータが有るのみである。ともかくもこれらのデータを用い, BBP のポテンシャル $V(\vec{q}) = V_0 \cos \beta q$ の型を仮定して混合系での ^3He 超流動の T_c を求めると第 1 図のようになり, 少くとも S.



V. P. では非常に容易い話ではないようである。たゞし, $T_c \cong T_F \exp[-1/N(0) \cdot \langle V \rangle]$ (T_F はフェルミ温度, $N(0)$ はフェルミ・レベルでの状態密度, $\langle V \rangle$ はフェルミ面上での $V(q)$ の平均) と考えているので, $V(q)$ の僅かな変化は容易に T_c の桁を変えることにもなる。

現在, 高圧下での $V(q)$ を ${}^3\text{He}$ の関数として超音波吸収から決定しつつあるが, 果して圧力を加えれば T_c が高められるのかどうか, ともかく系統的なデータを得てからふたゝび検討したい。

${}^3\text{He} - {}^4\text{He}$ 混合液体の到達最低温度

大野和郎 (東大物性研)

冷却には銀又は銅粉を用いる。例えば 700°A の銀粉 40 g で 10 c.c. の液体を冷却する場合, Kapitza 抵抗として

$$\text{lig } {}^3\text{He} \text{ の場合} \quad A R T = 1300 \text{ m}^2 \text{ K}^2 \text{ W}^{-1}$$

$$\text{lig } {}^3\text{He} - {}^4\text{He} \text{ の場合} \quad A R T^2 = 25 \text{ m}^2 \text{ K}^3 \text{ W}^{-1}$$

で, この場合は $A=100\text{ m}^2$ である。

宇宙線 (30 rem/year) によって 10 c.c. の液体に $Q=2\text{ pW}$ の熱流入があると

$$T_{\min} \cong 7\text{ }\mu\text{K} \quad (\text{液体 } {}^3\text{He})$$

$$T_{\min} \cong 100\text{ }\mu\text{K} \quad (\text{液体 } {}^3\text{He} - {}^4\text{He})$$

となる。ちなみに現在得られている最低温度は夫々, $T_{\min} \cong 160\text{ }\mu\text{K}$, $T_{\min} \cong 250\text{ }\mu\text{K}$ である。

アンダーソン局在と低温における電子物性

福山秀敏 (東大物性研)

電子の局在化の原因に, 強いクーロン斥力と結晶の乱雑さが考えられるが, 後者のアンダーソン局在については 1979 年の Abrahams らのスケーリング理論をきっかけとして初めて微視的な議論が展開されるようになった。このスケーリング理論は従来予想されなかった次の 2 つの事実を結論した: (1) 3 次元では易動端 E_c は存在するが, $E=E_c$ で最小金属伝導率, σ_{\min} は存在しない。即ち, 伝導率は E_c で連続的な変化をする。 (2) 2 次元系に於ては, 状態は必ず局在し, 金属的な状態は存在しない。即ち, $T=0$ で伝導率は必ず零となる。この完全な局在化の前兆現象として, 伝導率が $\ln T$ に比例して変化する領域 (弱局在領域) がある。

これらの理論の結論は実験的に検証された。とくに, 2 次元の弱局在領域は, 信頼しうる理論的な方法論が確立され, 実験との比較が詳細に行なわれ, 数々の新しい理解が得られている。又, こ

の領域での相互作用の役割も明らかにされた。

しかし、局在化と相転移現象のからみ合いの問題は、重要な興味ある将来の課題である。例えば、超伝導、強磁性、近藤効果等がこのような局在化を顕著に示す系でいかに記述されるかについて、殆んど全く未知である。この点で、アモルファス Si-Au 系の超伝導の実験は興味深い。

二 次 元 dirty metal

小森文夫（東大理）

二次元 dirty metal では、電子の局在化が問題となっているが、我々の報告する島状蒸着と表面酸化をくり返して作製した銅微粒子薄膜も、この現象に特徴的な電気伝導度 ($\sigma(H, T)$) の対数的温度依存性や、 $\ln H$ に比例する負の磁気抵抗が観測されている¹⁾。スピン軌道相互作用の影響を調べるために、最後の蒸着を銅の代わりに銀、金を用いた試料で $\sigma(H, T)$ を測定した。同様に σ に対する温度依存性がみられる。一方磁気抵抗は金を用いた試料で磁場が膜に垂直な時 6 T まで増加し続け、高磁場側で $\ln H$ に比例する。また銀を用いた試料では、銅のみの試料と同様に低磁場側で正、高磁場側で負の磁気抵抗がみえるが、その正から負へ移る磁場は銀の方が高い。このような $\sigma(H, T)$ は、dirty metal で重要な電子間クーロン相互作用と、不純物とのスピン軌道相互作用を考慮に入れると、理解できる。

- 1) F. Komori, S. Kobayashi, Y. Ootuka and W. Sasaki : J. Phys. Soc. Jpn. 50 (1981) 1051

二次元的結合 Ni 微粒子薄膜抵抗の温度依存性

西田信彦、古林孝夫、石本英彦（東大物性研）

小森文夫、小林俊一、佐々木亘（東大理）

最近、二次元的な結合をした種々の金属薄膜の伝導率が、 $\sigma = \sigma_0 + A \ln T$, ($A \sim \frac{e^2}{2 \pi^2 h}$) の温度依存性をもつことが実験で示されている。これらは、電子局在の理論、又は、電子間のクーロン相互作用の理論で説明されている。このような系が、絶対零度でどのような状態になるかは興味あることである。SiO を蒸着した銅板上に Ni 微粒子を蒸着するという方法で作った試料を、銅板を冷却して、試料の温度を下げ、抵抗測定を行なった。この方法では、熱流入 10^{-15} W で 10 mK まで測定でき、 10 K から 10 mK という、三桁もの広い温度範囲で前述の σ の $\ln T$ 依存性が示された。さらに低温での抵抗測定の可能性を、抵抗測定の際の熱流 λ 、試料の冷却法等から議論した。

三次元 dirty metal

大塚洋一（東大理）

金属=非金属転移近傍の金属型不純物半導体は低温で特異な伝導を示す。我々はGe:Sb, Si:Pの電気抵抗を $T = 0.01 \sim 1\text{ K}$, $H = 0 \sim 3.6\text{ T}$ で測定した。実験をまとめると、i) 零磁場下では抵抗は温度の低下と共に著しく減少する。ii) 磁場中では、抵抗は極小値をとり、最低温で増加する。iii) 1K近傍での負の磁気抵抗は最低温では正に変わる。

これらの系を不規則性の極めて強い金属と考え、最近のdirty metalにおける“局在”と電子間相互作用の理論を使って実験結果を解析した。その結果、抵抗の温度・磁場依存性の特徴の多くの点をこれらの理論で理解できることが解った。但し、変化の絶対値については、理論と実験の間に数倍のくい違いが見られる。

固体ネオン上の2次元電子

梶田晃示（東大理）

固体ネオンの表面上には、電子の二次元束縛状態ができる。この系では、液体ヘリウム面上の電子系で実現される最高密度 $2 \times 10^9/\text{cm}^2$ とMOS系の最低密度 $3 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ の中間の電子密度が達成できる。現在迄に最高 $10^{10}/\text{cm}^2$ の電子密度を得ている。この電子系の基本的性質を知る為に、電子の面内の伝導度を調べた。電子の散乱体としてヘリウムガスを導入し、易動度が、ガス分子濃度の関数として変化する様子をしらべた。電子の易動度 μ は、ガス分子濃度 N_G が低い領域では、 $\mu^{-1} = \alpha N_G + \beta \tau_s^{-1}$ とあらわされる。 αN_G はガス分子による散乱、 $\beta \tau_s^{-1}$ は固体表面のあらさによる散乱に寄因している。 τ_s は N_G によらない。

ガス分子濃度が高くなると、二次元電子の局在化に関連した易動度の低下が観測された。

金の超伝導

大野和郎、旭耕一郎、西田信彦、石本英彦（東大物性研）

2段核断熱消磁冷凍機はPrNi₅と銅線（1.5mmφ）の寒剤が使用され、磁界は夫々、5.5Tである。一段核断熱消磁により1.7mKを得、二段の磁界を540Gにすることにより伝導電子の温度で $23\text{ }\mu\text{K}$ を得た。温度上昇より $\dot{Q} = 20\text{ pW}$ を得、これより金の温度を推定すると $34\text{ }\mu\text{K}$ となった。一方金の所での磁界は1ミリガウス以下におさえた。超伝導の判定はSQUIDにより、断熱消磁直後でも充分のS/N比で判定できることをたしかめた。金は0.999999のものを材料にした単結晶で過

冷却をけすために錫をつけてある。我々は金の超伝導を見つけることができなかつた。この測定後金の rrr を測定して 36 とゆう意外に低い値を得た。金の T_c が 100 μK としても Mn の含有量を 0.01 ppm 以下にする必要があると推定され、この結果は Mn 等の不純物による可能性もある。

アモルファス Si-Au の低温における抵抗測定

西田信彦, 古林孝夫, 石本英彦,

大野和郎, 山口政晃, 森垣和夫 (東大物性研)

Au をドープしたアモルファス Si (厚さ 2000 Å) について 10 K ~ 5 mK の温度で電気抵抗を測定し、金属非金属転移濃度 (Au 約 14 at.%) 近傍のいくつかの試料が超電導になることがわかつた。現在までのところ、超電導を示すのは Au 濃度 15 ~ 18 at.% のせまい範囲のものに限られ、転移温度は 0.1 ~ 0.7 K の範囲にあって、17 at.% 付近に濃度に対するピークを持つ。また超電導を示さない Au 濃度 13.6 at.% の試料では、伝導度の変化分 $\Delta \sigma$ が 0.5 K ~ 10 K では \sqrt{T} に、それ以下の温度で $\ln T$ に比例しており、低温で 3 次元から 2 次元への次元の低下が起こっていると思われる。

Bi - 希薄 Sn または Te 合金の超伝導

古川昭雄, 小田祺景, 永野 弘, 田沼静一 (東大物性研)

Bi は高圧にしたり、あるいは低温蒸着の film にすると超伝導になることが知られているが、常圧では 4.5 mK まで測定したが超伝導にはならない。ところが Sn を少量 (0.02 at.% ~ 0.1 at.%) ドープするとおよそ 100 mK 以下の領域で超伝導性を示す。Sn は Bi 中にアクセプターとして入るので、ホールを増やす効果を与える。

この Bi-Sn の超伝導性を交流帯磁率で調べたところ、①超伝導転移が温度に対して緩慢に生じ、②交流磁場振動を増やすと反磁性帯磁率が急激に減少し、③直流磁場を重ね合わせた場合帶磁率のこれに対する依存性は、交流磁場振幅依存性ほど大きくない、ことがわかつた。

これらのこととは、Bi 中での Sn の分布が不均一なための合金または析出物の T_c の値の場所によるばらつきか、または、析出した Sn が超伝導になり、温度を下げるとともに近接効果により、超伝導領域がまわりに広がっていくと考えれば説明できる。

Pd-Agにおける超伝導の可能性とポイントコンタクト・スペクトル

藤田敏三, 一色邦彦, 大塚泰一郎 (東北大理)

Pd-Ag合金に対して, Gyorffy等は数10mKで超伝導の出現を予測しているが, 実験的に検出されていない。彼らの見積りを再吟味したところ, 電子・フォノン相互作用の評価に問題点があり, パラメタの実験的な決定が必要である。そこで, まずPdについてポイント・コンタクトの d^2V/dI^2 を介して電子フォノン・スペクトルの測定を試みた。われわれの実験データはまだpreliminaryなものではあるが, Gyorffy等の見積った電子フォノン結合パラメタ(λ^{ep})は過大評価で, 実際には, PdだけでなくPd-Agにおいても(S波)超伝導の出現がほとんどないことを示唆している。なお, Pdの $d^2V/dI^2 - V$ 特性にパラマグノンのスペクトルと考えられる構造も見られた。

強磁場・低温下の電子相転移

田沼静一, 家 泰弘 (東大物性研)

電子フェルミ面のネスティングによる多体的相互作用によって, CDWやSDWなどといった不安定性が低温で生ずる。さらに, ネスティング条件を累進するため強磁場を用いることが屢々有利となる。その顕著な例がグラファイトで見出された。即ち40Tを発生するパルス磁場をグラファイト単結晶に, c軸に平行に印加したところ, 2.7Kでの33Tから1.4Kでの28Tにいたる臨界磁場以上で, 抵抗がステップ状に増大することが見られ, 更にMIT・National Magnet Laboratoryでハイブリッド磁石(28.5T)の完成後初回の物性実験としてこの現象を精密に再現し, 0.49Kでの21.5Tまで臨界曲線を延長した。これの0.1K以下の延長が望まれる。この現象はグラファイトが擬1次元導体となり, CDW相に転移したためと吉岡・福山によって説明づけられている。他の層状半金属化合物についても, より低温・強磁場の環境下での電子相不安定性が見出される可能性がある。

物性研究所談話会

日 時 1982年3月8日(月)午後4時～
場 所 物性研究所Q棟講義室
講 師 若林信義氏
(慶應大学理工学部)
題 目 中性子散乱から見た格子振動の話題
要 旨：

格子振動と他の自由度との結合が強い場合、フォノン分散曲線に、いわゆる異常や、フォノンの寿命が観測されると考えられます。このような系について中性子散乱実験で得られた結果を現象論的に解決しました。 d や f バンド金属での電子一フォノン相互作用や、分子結晶 NaO_2 擬スピニーフォノン結合等について報告します。

その他に、いくつかの中性子散乱実験の結果、例えば、 α -ウラニウムや $\text{Cu}(\text{Mn})$ の格子振動等のデータについても簡単に報告します。

日 時 1982年3月15日(月)午後4時～
場 所 物性研究所Q棟1階講義室
講 師 Prof. R. Vijayaraghavan
(Tata Institute of Fundamental Research)
題 目 Valence Fluctuation in Rare-earth Systems
要 旨：

The Phenomenon of valence fluctuation in rare earth systems, which arises due to the fast fluctuation of the rare earth ion between the two configurations $4f^n$ and $4f^{n-1}$ is one of the currently interesting topics in solid state physics. This phenomenon results in a number of anomalies in physical properties ; for instance, magnetic susceptibility of a fluctuating valence does not diverge at low temperatures ; electronic contribution to specific heat is very large ; Mössbauer isomer shift of the rare earth ion is intermediate between those expected for the pure integral valence states. In this talk, the experimental aspects of the valence fluctuation phenomenon, with particular attention to the recent advances in this field, will be briefly reviewed. Special

reference will be made to the new fluctuating valence systems CePd_3B_x , $\text{EuPd}_2\text{S}_{12}$, $\text{CePt}_{2-x}\text{Rh}_x$, etc. Utility of nuclear magnetic resonance technique in studying the magnetic as well as electrostatic effects of valence fluctuation will be discussed with suitable examples from our work.

日 時 1982年3月26日(金)午後4時~

場 所 物性研究所Q棟1階講義室

講 師 Prof. S. Ushioda

(Dept. of Phys., Univ. of Calif., Irvine)

題 目 吸着種のラマン散乱

要 旨：

surface enhanced Raman scattering (SERS) が銀上のピリジンの吸着で観測されて以来、多くの研究がなされているが、enhancement factor をきちんと求めた例はほとんどない。超高真空中での吸着種で行った SERS について述べ、特に、enhancement factor の大きさの Ag (100) 上でのベンゼンについて求めた測定例と、enhancement の原因について述べた。

日 時 1982年4月5日(月)午後4時~

場 所 物性研究所Q棟1階講義室

講 師 Prof. G. A. Somorjai

(University of California, Berkeley)

題 目 Studies of Metal and Organic Monolayers by Electron Scattering

要 旨：

Low energy electron diffraction (LEED) and high resolution electron energy loss spectroscopy (HREELS) and photoelectron spectroscopies (XPS and UPS) are used for structural studies of metallic and organic monolayers deposited on metal crystal surfaces. K, Au, Ti, Zr on Pt exhibit ordering, charge transfer and a variety of alloying characteristics that strongly influence platinum chemisorption and reactivity. Organic monolayers (alkenes) display alkylidyne-type bonding and sequential dehydrogenation with increasing temperature over Pt and Rh surfaces.

日 時 1982年4月13日(火)午後4時～
場 所 物性研究所Q棟1階講義室
講 師 Prof. F. Pobell
(KFA, Jülich, West Germany)
題 目 Physics at Ultralow Temperatures
要 旨：

In the first part of the talk, refrigeration by adiabatic nuclear demagnetization will be discussed. As an example, the nuclear refrigerator in Jülich will be described where samples have been cooled 38 μK.

In the second part of the talk, investigations of the following problems in condensed matter physics in the micro Kelvin range will be discussed:

- a) superconductivity (Au; Au_{1-x}In_x; Pd; Pd_{1-x}Ag_x)
- b) liquid helium (³He-⁴He mixtures)
- c) nuclear magnetic ordering (PrNi₅).

物性研ニュース

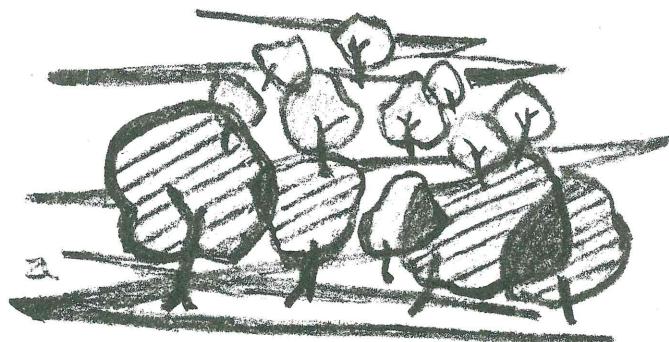
昭和57年度 前期短期研究会予定

No.	研究会名	開催予定日	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	○ 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	○ 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	○ 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 純一(北大・応電研)

○印は提案代表者

人 事 異 動

発令年月日	氏 名	異 動 事 項	現(旧)官職
57.4.1	高野安正	(採用) 極限物性部門超低温助手	
57.4.1	曾田一雄	軌道放射物性部門助手	
57.2.25	寺倉清之	(休職) 理論部門助教授	



Technical Report of ISSP

新刊リスト

- Ser. A.
- No. 1200 Interaction Effects in Two - Dimension. by Hidetoshi Fukuyama.
- No. 1201 Finite Temperature Excitations of the XYZ Spin Chain. by Masatoshi Imada.
- No. 1202 Calibration for the Intensity of Very High Magnetic Fields Based on ESR of Ruby. by Giyuu Kido and Noboru Miura.
- No. 1203 Magnetophonon Resonance in a Two - Dimensional Electron System in the GaAs - $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x}$ As Heterojunction Interface. by Giyuu Kido, Noboru Miura, Hideo Ohno and Hiroyuki Sakai.
- No. 1204 Kondo Effects and Localization in Two Dimension. by Fusayoshi J. Ohkawa.
- No. 1205 New High Pressure Polymorphs in Sodium Halides. by Takehiko Yagi, Toshihiro Suzuki and Syun-iti Akimoto.
- No. 1206 A Single-Crystal Two - Circle SSD Diffractometer Measuring Anomalous Scattering near the Absorption Edge. by T. Fukamachi, Y. Nakano, F. Koh, M. Yoshizawa, S. Hosoya, T. Sakamaki, M. Okunuki and O. Matsudo.
- No. 1207 The Hyperfine Field of the Positive Muons in the Ferromagnetic Transition Metals. by Kiyoyuki Terakura, Hisazumi Akai, Masako Akai and Junjiro Kanamori.
- No. 1208 Thermodynamics of the Massive-Thirring and the Quantum Sine-Gordon System. by Masatoshi Imada, Kazuo Hida and Masakatsu Ishikawa.
- No. 1209 Modulated Structures of an Ising Spin System on a Triangular Lattice. by Kazuo Nakanishi and Hiroyuki Shiba.

- No. 1210 Theoretical Studies of High-Pressure Effects on Optical Properties of Rudy. by Shuhei Ohnishi and Satoru Sugano.
- No. 1211 Level of Dangling Bond Centres and Its Broadening Due to Disorder in Amorphous Silicon as Elucidated Optically Detected Magnetic Resonance Measurements. by Kazuo Morigaki, Yoshio Sano, Izumi Hirabayashi, Makoto Konagai and Masakuni Suzuki.
- No. 1212 Spin Fluctuation Theory of Antiferromagnetic Metals. by Yoshinori Takahashi and Kan Usami.

Activity Report of Synchrotron Radiation Laboratory 1981. by The Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo.



編 集 後 記

また新しい年度を迎える、皆様の研究の一層の発展を期待したいと存じます。物性研に滞在されて効率よく実験等を進められるには、必要な時に眠り、必要な時に起きられるように、しかも他の人の妨げにならないようでなければならない。これは原研や熊取、高工研のような所にも共通の問題と思われます。しかしながら部分は簡単に解決できることで、むしろ問題は些細なことであるために、また短期滞在の場合が多いいために具体的な改善の要望が余りなされなかつたのではないでどうか。このようなことは適当な場所にノートでも置いて、そこに要望を書いて頂くことで、より簡単に、より速かに伝わり、適切な手が打てるだろうと考えます。もう少し大きな問題については、外来研究員等委員会委員長、事務部長にそれぞれの立場から書いていただきました。

次号の〆切は5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

細谷資明

