

第17卷  
第2号

1977年7月

## 目 次

○ Thoughts on Japan ベル研究所 Phillip M. Platzman .....	1
○ 物性研に着任して 物性研 福山秀敏 .....	3
短期研究会報告	
○ 物質探索 .....	5
世話人 井口洋夫(分子研)	
河合七雄(無機材質研)	
田沼静一(物性研)	
小林浩一(物性研)	
○ 強磁場による物性研究 .....	13
世話人 中川康昭(東北大金研)	
伊達宗行(阪大理)	
近角聰信(物性研)	
三浦登(物性研)	
物性研談話会 .....	53
物性研ニュース	
○ 助手公募 .....	56
○ 人事異動 .....	57
○ テクニカルレポート新刊リスト .....	58
編集後記	

## THOUGHTS ON JAPAN

Phillip M. Platzman

Although this short note is ostensibly a review of my impressions of Japanese physics, let me begin by saying that for me the whole experience of visiting Japan was a real cultural awakening. It was my first trip to Japan and it had a profound impression on me. I have come away with a real appreciation for many things Japanese; the people, their kindness and hospitality, the simplicity and quality of the food and the art and history of Japan.

Visiting Japan for five weeks clearly does not make me an expert on Japanese physics. However, being a somewhat opinionated person from the start I did come back with some definite feeling about the state of Japanese solid state physics.

Japanese solid state physics is clearly in the major leagues. It is of the same caliber as that going on in the U.S., Western Europe and Russia. There are enormous varieties of problems being worked on and the people who work on those problems are, in every sense of the word, experts in the field.

If one roughly divides the research effort into theory and experiment, my feeling is that the theory part of the effort is stronger. I draw this conclusion from my knowledge of the field of solid state physics and my ability to recognize the people who were doing this work. On the average, I had heard of and was more familiar with the work of the theoretical community of Japan. One might conclude that since I am a theorist that this is natural. However, I hope it was clear from my lectures that my primary interest really lies in understanding, interacting with, and stimulating experimental groups. If anything, this means that I am somewhat more familiar with experimental rather than theoretical work.

What is the reason for this discrepancy? Of course I can only conjecture but from what I saw it was clear that some of the weakness in the experimental effort arises because of the quality and quantity of instrumentation in the labs. It was not quite up to par; not as good on the average as what I see in major research establishments throughout the U.S. In certain special cases, of course, I found some labs to be extraordinarily well equipped. In discussions with people at ISSP I would conclude that this poorer level of instrumentation comes about because of the lack of availability of funds. My group at Bell

Labs, which is an experimental group, spends each year for equipment and other essential kinds of laboratory services such as shop and computer about \$25,000 per permanent experimental physicist. My understanding is that the Japanese figure would be more in the neighborhood of \$10,000 per person. This wide discrepancy in the amount of money being spent on equipment ultimately means that there are areas of physics, particularly new and developing areas, which are not investigated. This brings me to my next point.

If I had to characterize the kinds of problems being worked on in Japan I would say that the bulk of these problems lie in the more conventional areas of solid state physics, i. e. magnetism and semiconductors. Very little work seems to be going on in the newer more current fields of solid state research such as surface physics, ultra low temperatures, liquid crystals etc. etc. While I think the work on the older more conventional areas is important the real breakthroughs usually come in the newer areas of the field. If Japan wants to have more of a world wide impact on science it must look to new fields.

Finally I would like to comment on a subject which is dear to my heart. More precisely, the interaction between experimentalists and theorists. While, as I said earlier, I did find the theorists to be first rate, I did find their interaction with experimentlists to be only fair. It seems to me that the emphasis in Japan is to work on theoretical problems for theory's sake. Since physics is primarily an experimental science and since it really makes strides when theory and experiment work closely together it is important to enhance the interaction of theorist with experimentalist. In particular I believe it is very important for experimentalists and theorists at the same institution to communicate with one another on a day to day basis. While some of the theorists at ISSP for example were working on problems tied in with experiments, there were very few who were working collaboratively with experimentalists at ISSP. The quality of the physics research produced at any given institution could be dramatically improved by encouraging such day to day interactions between theorists and experimentalists.

I hope these brief impressions are taken for what they are, brief impressions.

## 物性研に着任して

福山秀敏

4月1日に理論Ⅱに着任しました。

昨年3月に山下先生が定年退官されたあとということですが、理論Ⅱにおられた花村先生は昨年秋に東大工学部へ、又井上さんも4月から筑波大学に移られ1人もいない部門に着任したことになります。従っていろいろまごつくことも多いのですが所員の方が機会がある毎に親切に物性研でのルールを教えて下さるので少しづつ慣れてきました。それにしても（不見識とおしかりを受けるかもしれません）着任するまでに物性研が22部門44研究室をかかえるほどの大組織だとは知りませんでした。この規模の大きさと同時に着任して直後に驚いたことは、この大組織の長である芳田所長には所長秘書はおろか研究室の秘書も居ないということです。着任早々、理論Ⅱでの秘書の事で所長のところに伺いましたがこのことを知って、私の秘書要求のトーンも少々調子が弱くなりました。幸い、理論Ⅲの秘書の方が理論Ⅱもさし当り担当して下されることになり急場はなんとか過していますが、秘書を持っていない所長というのは世界的にも余り例がないのではないかと、奇妙な感はぬぐいることはできません。

22部門に諸先生方がおられるわけですが、私が現在興味をもっている分野の方のお話をうかがう機会は十分に作っていけそうですが、少し分野の異なる方が何をやっておられるのかを知るのは週一回の談話会の時しかなさそうですのでいつになら物性研での研究の概観をつかめるようになるか未だ見当がつきません。気軽にお茶でも飲みながら議論の出来る部屋があったらとつくづく感じています。

物性研に来る前は1970年4月から7年間東北大学理学部におりました。しかし、この7年間というのは、人にもよく注意されますが形式的なものと言った方がよく、うち約3年間アメリカに居りました。3年のうち1年は休職となりましたが、このような長期にわたる滞米を許可して下さった東北大学の先生方には心から感謝しております。アメリカでは2ヶ所で研究しましたので、物性研は私が給料をもらうようになって4番目の場所になります。この間、各々の場所で、読書で言えば乱読に相当する研究のやり方を実行しました。このやり方は、多分に腰の軽い性格によると思いますが、意図したことでもありました。これは久保亮五先生の下で過した大学院時代にいろいろの問題に興味を持つことが習慣づけられた結果かもしれません。或いは滞米中に接した多くの人が非常に柔軟で新しい事に敏感に反応し、研究対象を割合自由に変えることに強い印象を覚えたことが刺戟になっているのかも知れません。

現在は、この乱読から得られた経験を整理しつつ、これから構想を練っているところです。

さし当り、低次元的電子系での多体効果を研究したいと考えています。この中には、1次元的な錯塩、2次元的な界面のような系の他に、強磁場下での電子物性も考えています。後者は、我国での強磁場発生の実績が世界一級であることからも興味を持っています。物性研はこの4月1日で満20才の誕生日を迎える間で言えば大人の仲間入りをしたわけですが、これを機会に将来20年のスケールで考えたときに物性物理がどういう方向に発展してゆくのか私には見当もつかません。しかし、低次元的電子系のように或る意味で極限状況下にある物性の研究は、しばらく重要な地位を占めることと思っています。

私個人としては、このような方針で研究を続けていこうと考えていますが、いろいろ他の事にも興味を持ち続けるつもりですので、物性研の役割のひとつである共同利用の制度を有効に使って、理論家のみならず、実験家の方々との接触を保てればと思っています。余り国粋的になると困りますが、国内での理論と実験がうまくかみ合うことは、研究の国際性という観点からも極めて重要だと考えておりますので所内外の方々から刺戟を加えて頂くことを期待しております。

6月10日記

## 短期研究会報告

### 「物質探索」

開催期日 昭和 52 年 5 月 13 日， 14 日

開催場所 物性研 6 階 輪講室

司話人 井口洋夫 (分子研)

河合七雄 (無機材質研)

田沼静一 (東大物性研)

小林浩一 (東大物性研)

物性研究の発展には、その研究方法の開発とともに、研究対象となる物質の種類の拡大が不可欠であり、前者を縦糸とすれば後者は横糸であり、両者が相まって物質研究の将来が開かれてゆくものと考えられる。我国の現状についていえば、前者に関しては多くの意欲的な計画が発表され、又、そのあるものは既に実施されつつあるが、後者については、極めて貧弱な状態にあるものといって過言ではない。

我々は、物質探索により物質科学に新しい対象物質の導入を試みることが重要な課題であるとの観点に立って、その可能性と方法の検討、それによる具体的な物質の探索と作成、更にそれを用いた研究の実施を志向するもので、この研究会は、その前段をなす第 1 回目のものとして企画された。

研究会は、物理と化学の分野からそれぞれ 10 人程度が出席してひらかれ、各分野における物質の現況や、探索の初步的結果につき講演と討論とが行われ、今後の探索に対する基礎的な足固めがなされた。会は極めてインフォーマルな雰囲気で進行し、実り多いものであった。尚、第 2 回は来る 7 月に分子研で行われる予定である。

以下は、研究会で行われた各講演の講演者自身によるまとめである。

## Superionic conductor

星 塙 祐 男（東大物性研）

超イオン導電体とは、融点よりはるかに低い温度で、高い導電性を示す固体を言うが、古くは半導体としての基礎的研究が、ついで電気化学の分野で応用を目指す研究がされて来た。最近になって、エネルギー問題とも関連し、固体電池、燃料電池への応用などの実用的要請もあって注目されるようになり、その特異な物性を、原子拡散と格子振動の関係を調べるといった見地から、物理屋が再び取り上げて研究し始めている。

基本になる簡単な構造の物質群には、カチオン ( $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$  など) 導電体とアニオン ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ) 導電体とかあるが、これらの種々の固溶体や、有機物質などの置換体など、多くの物質が調べられている。 $\text{Na}-\beta-\text{アルミナ}$  は有名であり、(無公害自動車動力用電池としても開発されつつある) 中性子散乱などによる基礎研究もされてる。しかし、まだ、室温で高い導電性を示す物質はあまり見出されておらず、また基礎的な研究もそれ程多くは行われていないので、今後に残された問題が多い。

## 逐次相転移をする誘電体

中 村 輝太郎（東大物性研）

強誘電性相転移、強弾性相転移、スタガード相転移をする誘電体においては、これらの相が温度変化と共に逐次表れ、また、強誘電性、強弾性、スタガード構造は相互に結合することが知られている。逐次相転移については、対称性の考察による理論がすでに存在し、ある特性をもつ相の出現がある程度予言できる。このことを利用すればある特性をもつ物質の開発の可能性がある。本講演では、いろいろな相転移の分類法、すなわち、変位型と秩序無秩序型、非スタガード型、直接型と間接型、強弾性などについて紹介し、逐次相転移について概説した。

## 磁性物質の結晶と磁性

近角聰信（東大物性研）

### § 1. 磁性研究者は何故各種結晶に興味をもつか

応用上の要請から 1 つの磁性材料（例えばフェライト）が発明されると、その磁気構造が解明され、それを根拠に更に多くの結晶について結晶構造と磁気構造が研究される。これが更に新磁性材料に発展することもあるし、新しい物理の問題を生むこともある。

### § 2. 磁性研究に関連した物質の種類

金属合金では約 500 種、酸化物約 330 種、ハロゲン化合物約 140 種、カルコゲナイト化合物約 400 種、その他約 90 種、計約 1,500 種。

### § 3. 典型的物質はあるか

Gd は理論的に 7.0 ポア磁子の飽和磁化をもつ典型的強磁性体と思われていたが、純度が上がるにつれて、 $7.12 \rightarrow 7.55 \rightarrow 7.80$  ポア磁子と理論値からはずれてきた。 $Fe_3O_4$  は典型的なフェリ磁性体と思われていたが、その低温相は誘電分極をも含む最も複雑な物質であることが最近分って来た。MnO は典型的な反強磁性体であるとされて来たが、最近その結晶構造は立方対称でないことが分った。著者は最も典型的な強磁性体である Fe の磁性と結晶構造の不思議さを解明すべく情熱をもやしている。

### § 4. 結語

物質探索は広く平面的に行うばかりでなく、深く掘り下げてみるのも大切である。

## Refractory materials

河合七雄（無機材質研）

遷移金属、希土類金属のホウ化物、炭化物、および窒化物は硬く、融点が高く、一般に電流を良く流す。このためにこれらの化合物群は、共有性結晶、イオン性結晶、および金属性結晶の性質を合わせ持ち、多様な結晶状態を含み、結合電子の空間分布は極めて複雑であると考えられて来た。この理由から、これらの物質群の研究はあまり見るべきものがなかった。最近になって、 $NaCl$  型構造を持つ  $TiC$  等の炭化物、ホウ化物として最も典型的な構造を示す希土類ホウ化物 ( $LaB_6$ ,  $EuB_6$ ,  $SmB_6$  等) 電子構造、電気伝導および Kondo 効果の研究が進みつつある。

TiCについてのバンド計算の結果、 $Ti\ 4s \rightarrow C\ 2p$ と $Ti\ 3d$ に電子移動し、イオン性の凝集力が生じる。 $Ti\ 3d$ と $C\ 2p$ の波動関数の重なりが大きく、この間に強い共有結合が認められた。 $LaB_6$ は八面体の $B_6$ が三次元に連なり、その大きい空き間に $La$ イオンが占める。 $^{11}B$ の核磁気共鳴、ラマンスペクトル等によって、B間に結合電子の分布は大きく、 $B_6$ と $La$ 間にはイオン的な凝集力が作用する。この様に多様な結合を含むことがこの種の物質の特異性の原因となろう。 $LaB_6$ についてのdHvA効果の測定から、フェルミ面の中心はX点にあり、フェルミ面は多重連続構造を示し、バンド計算の結果と良い一致を示した。伝導電子は主にd波動函数にあるが、 $La$ 位置からはなれるに従って、 $B\ 2p$ との混り合いが大きくなり、この結果、よい伝導性を示す。希土類六ホウ化物( $ReB_6$ )は電子放射の仕事函数が低く、電子を放出し易い物質である。仕事函数は物質内の性質と表面の電気二重層によって決るが、個々の物質についてその物理的内容は定かでない。固体の電子構造と表面の電子状態を検討し、仕事函数の低い物質の立場から、“物質探索”は可能であろう。

## アカデミックな物質

長谷田 泰一郎（阪大基礎工）

“アカデミックな物質”という題の意図する所は“単純化した（理論的な）モデル系になるべく近い物質”を探そう、又は製作しようということで無機合成化学と題した小文（化学の領域23（1969）84）に各種の低次元格子磁性体の意図的な合成・製作法を述べたことがある。そこでは超交換相互作用の機構を調べる為の特殊な二核錯塩の効用あるいは有限個数集団の統計的挙動を調べる為の多核錯塩の合成などを提案したが現在まであまり進んでいない。

付加えるべきアカデミックな物質として例えば相互作用が充分に長距離におよぶ一次元格子物質あるいは相互作用にinterconnectionのない理論的にはバーテ格子と呼ばれる格子系などがある。

前者については現在まだ具体的な物質を見出していないが、後者については（実用できるものではないが）天然の澱粉粒がかなり近い構造であることが報告されている。（D. French: 澱粉科学19（1972）第1号）。このような物質が（この研究会が起縁となって）合成されることを期待したい。

今回は最近我々が着手したラングミュラー・プロジェクト法という化学者にとっては良く知られている单層又は積層膜の方法を利用した二次元格子单層磁性体の予備的実験結果を報告する。

原理は例えばステアリン酸のような長鎖炭化水素鎖が水面上に浮いてその水に接する酸基に磁性イオン（例えば  $Mn^{+2}$ ,  $Co^{+2}$ ,  $Ho^{+3}$  など）が結合して不溶性となり水中から基板上に単層膜として取出せることを利用するもので厳密な意味で単層格子である。1 cm<sup>2</sup>あたり  $10^{14}$  ケのイオン数であるので高感度を要すること又異方性エネルギーが小さいと予想される為極低磁場下の測定が望まれる。ステアリン酸マンガンについて 4 K から 50 mK にわたる帯磁率、自発磁化の測定を SQUID によって行った。バルク（多層粉末）試料については 500 mK 付近に帯磁率の著しいピークを又単層と考えられる試料では 200 mK 付近に磁化の変化を見出している。この試料系によつて近似的でなく厳密な意味での二次元格子の相転移あるいは二次元から三次元格子への移行が研究されると期待している。

## 混合原子価化合物の物性

城 谷 一 民（東大物性研）

混合原子価化合物は Robin により 4 つのクラスにわけられている。Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub> はクラス I に属する酸化物である。この Sb は 4 価ではなく Sb(III)Sb(V)O<sub>4</sub> で記述される。3 価の Sb には酸素が平面四角形に配位し、5 価の Sb では八面体配位である。このように対称性や結晶場の強さが非常に異なる場合は Sb(III) と Sb(V) は共鳴せず、構成イオンのスペクトルがはっきりと観測される。クラス II の例としてフルシアンブルー KFe(II)Fe(III)(CN)<sub>6</sub> が有名である。これは約 10 Å の格子定数を持った立方晶である。Fe は CN<sup>-</sup> による形成される八面体の中心にあるが、Fe(III) には C ≡ N<sup>-</sup> の N 側が、Fe(II) には C 側が配位する。クラス II の混合原子価化合物はほぼ同じ対称性を持つが配位子場の大きさは異っている。可視領域に一つ以上の混合原子価遷移が観測される。フルシアンブルーの場合  $14,100 \text{ cm}^{-1}$  に Fe(II) から Fe(III) への弱い電荷移動吸収帯が見出される。クラス III-A は A と B にわかれれる。混合原子価イオンは形式電荷が等しくないにもかかわらず同一の配位子場を感じている。クラス III-A の例は Nb<sub>3</sub>Cl<sub>8</sub> で金属イオンは多核クラスターになっている。クラス III-B は金属伝導を示し、Ag<sub>2</sub>F, Ag<sub>7</sub>O<sub>8</sub><sup>+</sup>X<sup>-</sup> 等が知られている。これらには構成イオンのスペクトルは見つからない。一次元白金錯体 KCP や TTF-TCNQ もこのクラスの混合原子価化合物と考えることもできる。

## 低次元クラスター化合物

川 村 春 樹 (金属材料技術研)

一次元化合物、 $\text{NbI}_4$  は常温では Nb がヨウ素の八面体に囲まれ、この八面体が互いに稜を共有し、一次元の無限鎖を形成する。この八面体の Nb 原子は、二原子ずつ対をつくり、長短 ( $3.3 \text{ \AA}$  ~  $4.3 \text{ \AA}$ ) の一次元鎖を形成し、斜方晶の結晶構造をとる。Nb 原子は、形式的には、+4 価の原子価をとるので、外殻に残った一つの電子が互いに結合を組み、反磁性となる。同様な構造は、C1, Bb にも見られ、又 Nb のかわりに、Ta, Mo, W のハロゲン化合物にも見られる。 $\text{NbI}_4$  は、常温では半導体 ( $R \sim 10^2 \Omega \text{ cm}$ ) である。

一方、 $\text{NbX}_4$  の低級ハロゲン化物  $\text{Nb}_3\text{X}_8$  は、 $\text{CdI}_2$  型の層状構造をとり、Nb 原子層は、Nb 原子が 4 ケに 1 ケ不足しているので、連続平面とはならず、三原子が一つの組をつくり、三角形のクラスターとなる。Nb の原子間距離は非常に短かく、塩素系では、 $2.81 \text{ \AA}$  と、Nb 金属原子間距離よりも短かくなっている。塩素系では常磁性、ヨウ素では反磁性という報告があるが、はっきりはしていない。これらの化合物は、いずれも、構造以外、ほとんど物性的な研究は行なわれていない。

## 少し電気を流す有機固体

井 口 洋 夫 (分子科学研)

有機半導体の研究の流れには、その当初から 2 つあった。電荷移動錯体を旗頭とする有機導体 (Nature 173, 168 (1954)) と、多環化合物の  $\pi$  電子の重複から導かれる半導体グループである。前者については 1970 年代に入って T C N Q - T T F で代表される organo metal がその研究のピークをつくった。しかし、後者については、発展の速度がおそいだけに、応用面をも含めて、興味ある材料が残されている。例えば：テトラベンゾペリレン (TBP) は、 $\text{C}_{34}\text{H}_{18}$  の比較的大きい分子にも係らず、平面からずれた分子構造を持つため融点が低い ( $331^\circ\text{C}$ )。これを利用して高純度状態での物性測定で可能となつたが、一軸方向への分子の巧妙かつ密な積重なりがある。

また、生体中の電子伝達体チトクロム C<sub>3</sub> (分子量 13,000, 鉄の含有量 ポリフィリン核中の Fe

として4個／分子)は、直径30 $\text{\AA}$ の蛋白質であるが、固相で $10^7\sim 8 \Omega \text{ cm}$ 且つ、同じ固相で酸化=還元の移動が可能な興味ある物質である。この生体物質の物性研究は、未だ多くの未知量を残している。

## 層状物質とインターラーション

田 沼 静 一 (東大物性研)

intercalation とは暦年に閑を入れることが原義であるが、化学の用語では、層状物質の層間に異種原子・分子・基が入りこみ、しかも侵入の仕方が規則性をもって、母体物質と広い意味で化合物をつくるような現象をいう。(母体結晶が層状でなく、たとえば鎖状のものでもインターラーションは存在するかもしれない。) 規則性をもつという点で吸着とは異なり、母体との結合としてファンデルワールス力が主体をなす点で通常の化合物とは異なるといってよい。

比較的近年に調べ始められた現象であるため不明の点が多いし、また侵入物 (intercalant)として厖大な種類の物質が調べられ、また、未知の伏在しているものは更にはるかに多いと思われる。研究会では母体結晶として(i)グラファイト、(ii) $\text{MX}_2$  (Mは遷移金属、Xはカルコーゲン) をとりあげ、それらへのインターラーションの大要について述べた。

(i)グラファイトは最も著名な母体結晶であり、層間(距離3.35 $\text{\AA}$ )に種々の分子や基が入ることが分っており、それについて層間距離がどの位広がるか(3倍近くも広がるばあいもある)も知られている。intercalant としては、アルカリ原子、ハロゲン分子 $\text{NO}_3^- 3\text{HNO}_3$ ,  $\text{HSO}_4^- 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AlCl}_4^- \text{AlCl}_3$ ,  $\text{ICl}$ ,  $\text{XeOF}_4$ ,  $\text{CrO}_3$ , etc 約100種もの物質が知られている。このうちアルカリのみは元のグラファイトに電子を供与し、他のほとんどすべては正孔を供与する。電子論的に甚だ興味深いものは、インターラーションによって半金属としてのグラファイトのフェルミ面がその形状と大きさをすっかり変えてしまうことで、その実験的・理論的研究は今後の問題として直ちに採り上げるに足りる。電子構造の変化の結果電気伝導は、たとえば $\text{Br}_2$ を入れるとc面内で8倍増加し、c軸方向で $\frac{1}{11}$ に減少する。 $\text{K}$ を入れるとc面内で4倍、c軸方向で330倍夫々増加する。

(ii) $\text{MX}_2$ はMがIV価の $\text{Ti}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Hf}$ , VII価の $\text{Cr}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{W}$ の場合は絶縁物あるいは半導体、V価の $\text{V}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Ta}$ の場合は金属で、いづれも層状結晶である。代表例として $\text{TaS}_2$ あげると、層間距離は12 $\text{\AA}$ で、多くのアミド、フェニルアミン、アルキルアミンなどの有機分子や水酸化物 etc がインターラートする。顕著な例としてステルアミドが入ると層間距離は57 $\text{\AA}$ にもふくれる。

TaS<sub>2</sub>などは異方性の強い第2種超伝導体であり、インターラクションによって、T<sub>c</sub>が変化することが分っている。また荷電密度波(CDW)状態が定在化することでも興味をもたれてい るが、CDWのインターラクションの影響はまだ分っていない。

## 低次元性の無機物質 I

小林浩一(東大物性研)

物質探索の一つの試みとして、遷移金属、ランタナイトを除く元素について、その化合物を調べ、構造的に低次元的であると思われるものを、(1)結晶構造がわかっている、(2)融解点、蒸気圧、解離圧、合成法などから考えて、普通の実験設備で単結晶を充分に作成できる、(3)物性の立場から研究が殆んど行われていない、という条件の下に探索してみた。

その結果、多数の興味ある低次元的結晶が、物性的に未研究のまま放置されていることがわかった。これ等は、零次元的物質(三次元固体中に分散した)として hydrate 及び silver oxy-salt のクラスレート、一次元的物質として Be, Al, Si, Sn, Se, S, O, ハロゲン, As, Sb, Bi, Tl, Cu, Ag, Au, Hg, などの化合物、又、二次元的物質として B, C, P, O, S, Se, Si, ハロゲン, As, Sb, Bi, Ga, Tl, Sn, Pb, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg などの化合物であり、それ等の具体的な形と構造上の特徴が述べられた。

## 短期研究会報告

### 「強磁場による物性研究」

開催日時 昭和 52 年 5 月 30 日(月)・31 日(火) (2 日間)

開催場所 東京大学物性研究所 旧棟 1 階 会議室

世話人 中川 康昭 (東北大金研)

伊達 宗行 (阪大理)

近角 聰信 (物性研)(代表者)

三浦 登 (物性研)

強磁場を用いた物性研究は、最近の強磁場発生技術の進歩に伴って、国内外で急速に発展しつつある。特に我国では、多くの物性研究グループがメガガウス超強磁場やパルス強磁場、また超伝導マグネットなどの各種の強磁場による物性研究を精力的に進めている。本研究会は、強磁場の発生、およびこれを用いた物性の研究に関心をもつ広い分野の研究者が、技術的な問題をも含めて広く強磁場下の物性の諸問題について、十分の討論を行うために開催されたものである。この種の強磁場の研究会は、これまでにもいろいろな形で開かれてきた。今回は 2 日間にわたって、多くの講演があり、きわめて活発な討議が行われた。

以下は研究会で行われた各講演の、講演者自身によるまとめである。

#### プログラム

5月 30 日(月)

(1) 開会の辞 近角 聰信 (物性研)

(2) 超強磁場における赤外サイクロトロン共鳴 (20 分)

木戸 義勇, 三浦 登, 秋広 誠,  
小黒 勇, 河内 一芳, 近角 聰信 (物性研)

(3) 超強磁場における  $Y_3Ga_xFe_{5-x}O_{12}$  の副格子磁化とファラデー回転 (20 分)

三浦 登, 木戸 義勇, 小黒 勇,  
秋広 誠, 河内 一芳, 近角 聰信 (物性研)

- (4) イメージコンバータ・カメラによる超強磁場下ストリーカ・スペクトロスコピー (20分)

木戸 義勇, 三浦 登,

秋広 誠, 近角聰信(物性研)

- (5) 超強磁場における磁化の測定 (10分) 秋広 誠, 木戸 義勇,  
三浦 登, 近角聰信(〃)

- (6) 金研における強磁場研究について (10分) 中川 康昭(東北大金研)

- (7) ロング・パルス強磁場 (20分) 神垣 知夫(〃)

- (8) 極低温・高圧下におけるパルス磁場を用いた磁化測定の計画 (15分) 毛利 信男(北大理)

- (9) 断熱消磁と磁性体-<sup>3</sup>He 間の熱抵抗 (20分) 齊藤 慎八郎(東北大金研)

- (10) 阪大強磁場の現状報告 (20分) 伊達 宗行(阪大理)

- (11) 極低温におけるサブミリ波ESR (20分) 本河 光博(〃)

- (12) サブミリ波ESRとSH<sup>3</sup>項 (20分) 黒田 新一(〃)

- (13) MnSi の磁気抵抗 (20分) 森本 弘(〃)

5月31日(火)

- (14) 光学測定用横型スプリット超伝導マグネット (20分) 仁科 雄一郎, 後藤 武生, 佐々木 芳朗(東北大金研)

- (15) 垂直軸回転型スプリット超伝導マグネット (7分) 田沼 静一(物性研)

- (16) 超伝導強磁界マグネット (20分) 太刀川 恒治(金材技研)

- (17) In添加Nb<sub>3</sub>Snの高磁場特性 (20分) 秋浜 良三, 安河内 昂(日大・理工)

- (18) ハイブリッド・マグネット (20分) 安河内 昂(〃)

- (19) パルス断熱磁化によるNi<sup>+2</sup>塩の磁場中オーダー

長谷田 泰一郎, 天谷 喜一,  
和田 信雄, 畠 雅成(阪大基礎工)

- (20) パルス磁場によるランダム混晶系Ni<sub>x</sub>Co<sub>1-x</sub>Cl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O

の磁化過程と相変化 (20分) 松浦 基浩, 村松 哲郎,

渚富正樹, 長谷田 泰一郎(〃)

- (21) 強磁場における局在電子 (10分) 菅野 晓(物性研)

- (22) 強磁場によるMnAsの相転移 (20分) 井門 秀秋, 金子 武次郎(東北学院大)

- (23) 超伝導マグネットによるバイライト型化合物の磁化現象 (15分) 安達 健五, 松井 正顕(名大工)

- (24) 鋼置換型希土類-コバルト磁石の磁気異方性エネルギー (10分)

佐藤清雄, 稲積満広(富山大・養)

- (25) 強磁场下の伝導電子の多体効果 (20分)

福山秀敏(物性研)

- (26) 強磁场中の半金属(Bi)における一次相転移とゆらぎ (20分)

吉岡大二郎(〃)

- (27) ビスマス単結晶の強磁场下の量子的熱磁気効果 (20分)

寿栄松宏仁,

小池洋二, 田沼静一(〃)

- (28) 高圧下ビスマスの磁気-光反射の測定 (10分)

三須明(東大理)

- (29) 閉会の辞

伊達宗行(阪大理)

## 1.はじめに

近角聰信(東大物性研)

強磁场の発生技術およびそれを用いた物性研究に関する研究会は、最近では1971年から、文部省の科学研究費による会合として、又は物性研短期研究会としてほぼ毎年1回の割合で開催して来た。今回のこの物性研短期研究会も、その流れの一つとして数えるならば、6回目であり、物性研短期研究会としては、前回1973年9月27日～29日秋田市にて開催した「超強磁场の発生と物性への応用」をテーマとする研究会(物性研だより13 4号(1973)P33)から数えて2回目である。

最初の頃は発生技術にしても、それを用いた物性研究にしても夢物語が多かったが、今回のプログラムを見ると、強磁场の発生に関しても既に2MG(メガガウス)を超えたし、又、それを用いた物性研究も、サイクロotron共鳴、ファラデー回転、フェリ磁性体のスピンドリップ等々多くの物性研究が、しかも相当な精度で現実に測定できるようになって来たことに強い印象を感ずる。

いわば、この分野の研究は今までの準備期から、本格的な活動期に入つて来たという感じである。しかも、この進歩は世界の情勢の中でもかなり目立った存在で、その研究水準の高さからも、研究者層の厚さからも他国を凌駕している。今後、ますます量に於ても質に於ても進歩発展することを希ってやまない。

## 2. 超強磁場における赤外サイクロトロン共鳴

木戸義勇, 三浦 登, 秋廣 誠,  
河内一芳, 小黒 勇, 近角聰信 (東大物性研)

赤外域で種々の半導体のサイクロトロン共鳴が電磁々束濃縮法によって発生させた最大 200 T のパルス超強磁場と赤外レーザー ( $\lambda = 10.6, 16.9, 28 \mu\text{m}$ ) を用いて観測された。右図に実験結果の一例を示す。この図でもわかるように超強磁場を用いると各半導体について室温でも  $\omega_c \tau \gg 1$  の良好なピークが得られ有効質量、巾について議論できる。

n型Geについて、有効質量はレーザー光の波長が短くなるにつれ大きくなることがわかった。このことは伝導体  $L_1$  がその下の  $L_3'$  帯に影響されて non-parabolicity を生じていることのあらわれであることが定量的に説明でき、定温におけるバンドの底の有効質量は 0.086 m であることが推論できた。又、吸収線巾の波長依存性により、Ge 中の電子の緩和時間は磁場の  $-\frac{1}{2}$  乗に比例して減少する。これは磁場が強くなつてサイクロトロン半径が小さくなる為に電子と音響フォノンとの結合が強くなることによるものと考えられる。

Teについて、室温近くで熱的に励起された電子の有効質量  $m_{||}$  と  $m_{\perp}$  のレーザー光の光子エネルギーに対する依存性が調べられた。その結果、 $m_{\perp}$  は  $m_{||}$  に比べかなり大きな nonparabolicity をもつてることがわかった。

n-CdSについて、光学フォノンエネルギー (38 meV) に比べかなり高い赤外光 73 meV ( $16.9 \mu\text{m}$ ) で共鳴吸収が観測された。この物質は半導体としてはイオン性が高く、電子-フォノン相互作用を調べるのに適当な物質でありフォノン帯の上下の光エネルギーに対する有効質量の変化を実験的に得ることが要求され続

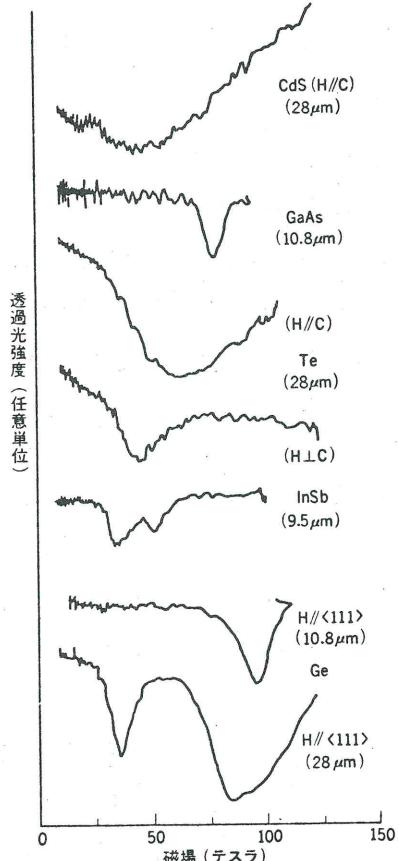


図 超強磁場における赤外サイクロトロン共鳴

けてきた。今回得られた  $m_{\parallel} = 0.162 \text{ m}$  ( $73 \text{ mev}$ ) はフォノン帯以下の値に比べ約 10% 程も軽い値である。

[参考文献]

N. Miura and G. Kido, Proc. Int. conf. on Semiconductor Physics (1976, Rome) P. 1149~1152

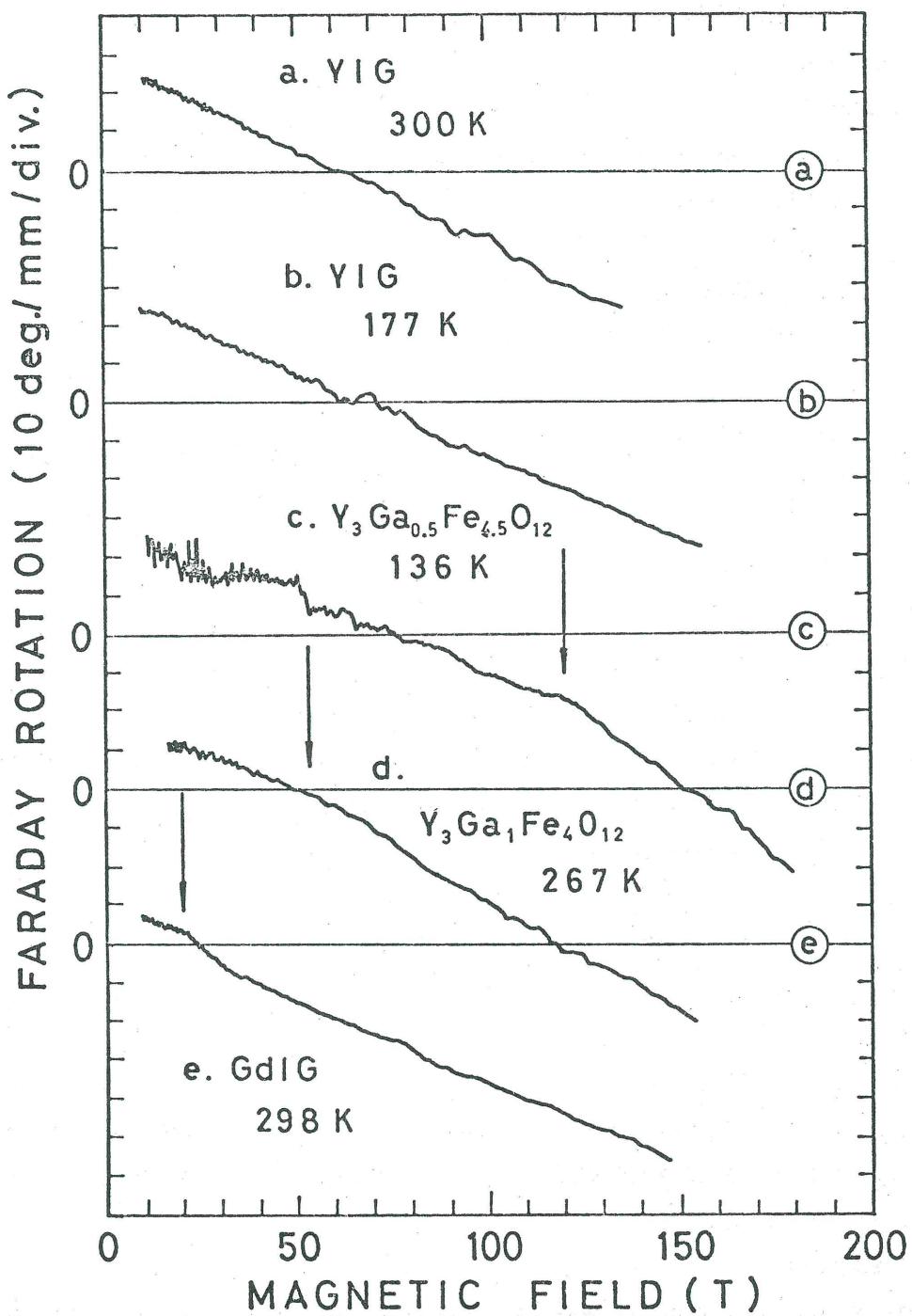
### 3. 超強磁場における $\text{Y}_3\text{Ga}_x\text{Fe}_{5-x}\text{O}_{12}$ の副格子 磁化とファラデー回転

三浦 登, 木戸義勇, 小黒 勇,  
秋廣 誠, 河内一芳, 近角聰信 (東大物性研)

フェリ磁性体に内部磁場と同程度の強磁場を加えると, 内部磁場で決まるスピンのオーダーに蓄しい変化が現われる。鉄ガーネット結晶は波長  $1 \sim 5 \mu\text{m}$  の光に対して透明なので, ファラデー回転の測定によって副格子磁化についての情報を得ることができる。我々は  $\text{Y}_3\text{Ga}_x\text{Fe}_{5-x}\text{O}_{12}$  ( $x = 0, 0.5, 1.0$ ) の単結晶について,  $2 \text{ MOe}$  に至る超強磁場の下で, ファラデー回転の測定を行ない, スピンフロップ転移に伴うファラデー回転角の急激な変化を見出した。光源としては YAG レーザーの波長  $1.06 \mu\text{m}$  の赤外光を用い, 又試料の温度は室温から  $90\text{K}$  まで変化させた。測定データの例を図に示す。回転角  $\theta$  はごく弱い磁場で試料の磁化に対応して一定値  $\theta_0$  まで急激に増加し, その後磁場の増加とともにほぼ直線的に減少する。 $x = 0.5, 1.0$  の試料では, スpinフロップ転移に対応して直線に折れ曲がりが見られた。各温度における転移の臨界磁場から  $H-T$  平面上の相図が得られる。これを YIG の磁化曲線 ( $I_s-T$  曲線) から求めた交換相互作用の係数を用い分子場近似によって計算した理論曲線と比較してみると, 臨界磁場の理論値は実験値よりも約 2 倍程度高くなる。サイト内相互作用の係数  $J_{aa}, J_{dd}$  を 0 とする近似では理論と実験の一一致は良くなるが, 一方  $x = 1.0$  の試料では  $I_s-T$  曲線が P 型を示し, このことは  $J_{aa}$  や  $J_{dd}$  がかなり大きいことを示している。 $\theta_0$  の  $x$  依存性や  $\frac{d\theta}{dH}$  の大きさに関しても実験で得られた結果には説明のつかない点が多く, さらに詳細な研究が必要であることを示している。

[参考文献]

(1) N. Miura, G. Kido, I. Oguro, K. Kawauchi and S. Chikazumi, J. F. Dillon, Jr. and L. G. van Uitert, Physica 86-88B (1977) 1219.



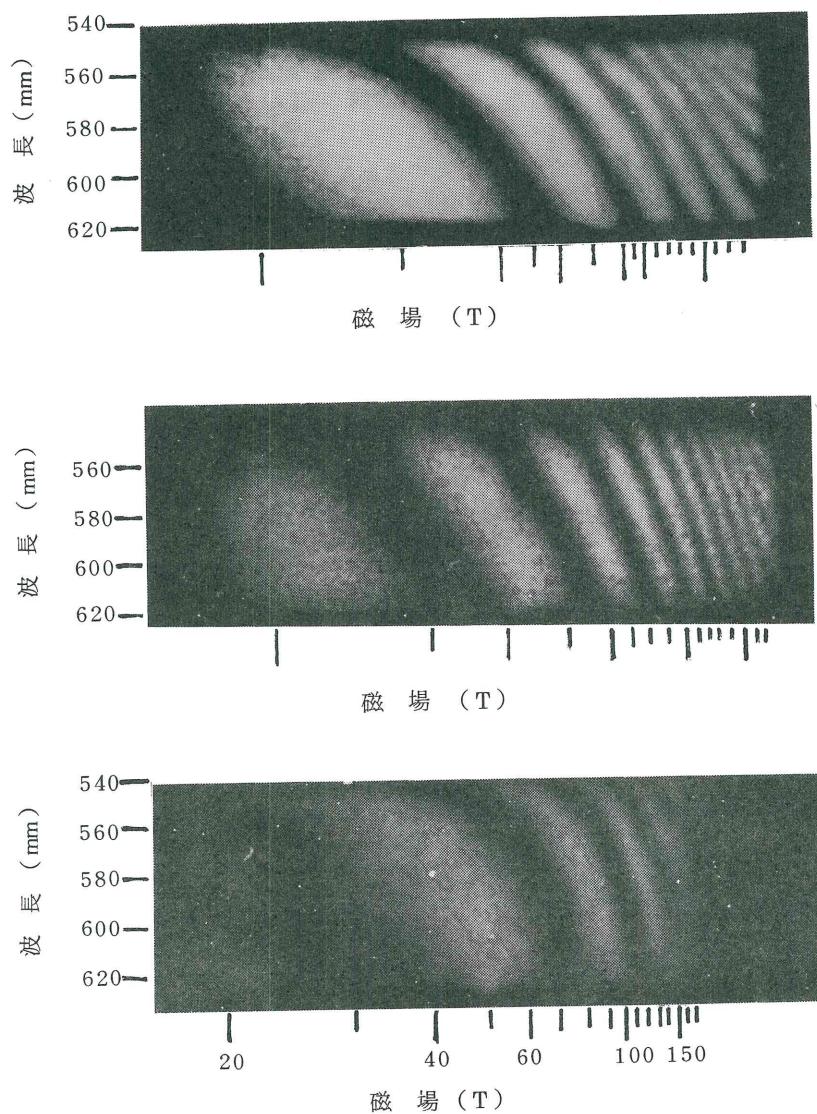
超強磁場におけるファラデー回転角の磁場依存性。矢印の位置でスピントップル移が起つて  
いふと考えられる。

#### 4. イメージコンバータ・カメラによる超強磁場下 ストリーク・スペクトロスコピー

木戸義勇, 三浦 登,  
秋廣 誠, 近角聰信 (東大物性研)

試料を通過した光を分光器で分散させ, その像をストリークカメラで写すと試料のスペクトルの時間的变化がわかる。このとき試料にパルス磁場を与えると, 磁場に対するスペクトルの変化が得られる。我々はストリークカメラとしてJohn Hadland社製のイメージコンバータカメラを用い, パルス磁場には電磁々束濃縮法によって得られる最大 200 T のパルス磁場を用いた。そして試料の前と後にそれぞれポラライザーとアナライザーを置くことでファラデー回転スペクトルを得た。試料には CdS, GaP, GaSe が用いられた。例を図に示す。写真の縞と縞の間で縮光面は試料内で磁場により  $180^\circ$  回転している。又横軸の磁場の値はピックアップコイルかられた磁場の値を時間的に対応させることにより示してある。いずれの試料についてもファラデー回転角は吸収端に近づく程大きくなっていることが分かるが縞のパターンは物質によりかなり異なる。CdS では磁場が 100 T を超えた辺りから吸収端が短波長側へ移行している。又縞の模様の変化から回転角は短波長側では磁場に対してサブリニアな増加を示していることがわかる。これは吸収端を決めている帯間が超強磁場で抗げられていることを意味している。GaP の吸収端は CdS と異り間接遷移であるので CdS のような強い波長依存性を示さない。GaSe では 560 nmあたりを境いとして短波長側と長波長側で回転角の波長依存性が大きく異なるという現象がおきている。このようにおおよそのことが写真を見るだけでわかるが, 写真の明かるさをマイクロホトデンシティーメーターで各点ごとの電圧変化に変換できるもで, より精密なデータの解析が可能になる。

G. Kido et al, Physica 89B (1977) 147~149



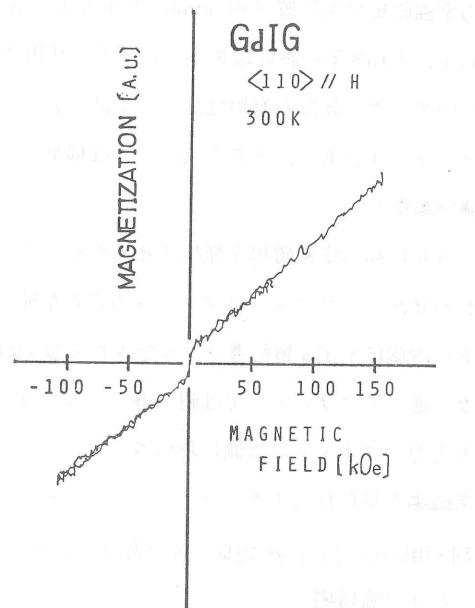
## 5. 超強磁場における磁化の測定

秋廣 誠, 木戸義勇,  
三浦 登, 近角聰信 (東大物性研)

強磁場領域でのフェライトの磁化過程は、特に 1 MOe 以上になると、あまり実験的検証がなされていない。興味ある問題として、外部磁場が A, B 両サイト間の交換磁場を越えると、A サイトスピノンが B サイトスピノンの向きにキャントし始め、スピノンフリップの現象が起こるという予測がある。そこで、1 ~ 2 MOeあたりでスピノンフリップが起こると予想される MnAl フェライトを、埼玉大の杉本教授に製作していただいた。

試料の磁化を検出する方法として、ファラデー回転の方法は測定が容易であるが、磁気スピノン以外の物質固有の性質も同時に含むので、直接電気的に検出する方法を開発中である。まず、電磁磁束濃縮法でライナー収縮の際の検出コイルの補償はともかく従来 10  $\mu$ 秒以下の速い立上がりのパルス強磁場中で微小な試料の磁化を測定した例がない。これは、出力電圧が得にくくてそのまま積分するとノイズレベル以下になるためである。濃縮法では最高 2 MOe 以上の磁場が数  $\mu$ 秒の立上がりで小さな空間に発生し、そのもとでコイルの補償に  $10^{-4}$  以上の精度を要する。そこで広帯域、広ダイナミックレンジの特殊アンプを製作し、積分を 2 回に分けて S/N 比の改善を図った。

装置をまず非破壊ワントーンコイルで使用して、GdIG や YIG の磁化を測定し、設計通り動作することを確認した。図は GdIG の例で、Gd の常磁性を反映している。次に装置を濃縮法で使用してみると、700 KOe あたりから磁場に非線型なスプリアス信号が出て補償が崩れ始め、これを補正する問題が出てきた。また、これとは別に、高周波磁化率の測定法の超強磁場への適用も試みている。



## 6. 金研における強磁場研究について

中川 康昭（東北大金研）

### 1. 定常強磁場

最大 3.5 MW (350 V, 100 kA) の直流電源とそれに見合う冷却水設備とを備えた大電力型強磁場発生装置 (60 mm $\phi$ , 100 kOe) は、わが国の公的研究機関における唯一の設備として、1958年の設置以来多くの研究に活用されてきた。超伝導マグネットが普及した現在においてもこの装置の有用性は少しも低下していない。なお、金研には 100 kOe 級の超伝導マグネットが 4 台あり、そのうちの一つは横型スプリット型式のユニークなものである（仁科氏の講演参照）。

さらに高い定常磁場を発生させるため、上記の大電力マグネットを超伝導マグネットと組合わせたハイブリッドマグネットの設置を検討している。その第一歩として、大電力マグネットの内側に  $V_3Ca$  超伝導コイルを入れて数 10 kOe の磁場を上積みする実験を行った。このような「逆ハイブリッド」では超伝導コイルのみから成るマグネットを凌駕することはできないが、大電力マグネットの外側に超伝導マグネットをおく「順ハイブリッド」では 200 kOe 以上の定常磁場が得られるであろう。しかし、これを実現するためにはかなりの費用を要するので、共同利用を前提とした全国の研究者のバックアップを期待している。

### 2. パルス強磁場

20 kJ 程度のコンデンサバンクを用いて強さ 300 kOe, パルス幅数 ms の磁場を発生させ、各種の実験に利用しているが、その他に上記の大電力電源を用いたロングパルスの実験が行われている（神垣氏の講演参照）。

秋田県にある附属道川爆縮極強磁場実験所では、爆薬による磁場濃縮の実験を行い、1972 年に国内で始めて MOe 領域の磁場を発生させ、その中の Faraday 効果の測定に成功した。しかし 1975 年 3 月以来実験が中断されている。この種の実験には万全の安全対策を講ずる必要があり、現在そのための努力が続けられている。なお、道川実験所では、爆縮超強磁場と並行して衝撃波超高压の実験を行い、いわゆる極端条件下の物性研究を指向してきたが、今後ともその特徴を生かしていく方針である。

## 7. ロング・パルス強磁場

神 垣 知 夫 (東北大金研)

金研の強磁場装置の電源は、12相全波整流で、水銀整流器を用い、定常的に10KA、1分間に20KA、0.1秒40KAの電流を流すことができる。電圧は350Vで、0.1秒間に1.4Mjouleのエネルギーを取り出すパルス磁場の電源として考えることができる。

インダクタンスL、電気抵抗R(I)の磁場発生用のソレノイドにI(t)の電流を流すとき、コイルの比熱C(I)、電圧Vとして

$$L \frac{dI}{dt} + R(I) \cdot I = V \quad (\text{電流の時間変化})$$

$$\frac{dT}{dt} = I^2 \cdot R(I) / C(I) \quad (\text{温度の時間変化})$$

であらわすことができる。すなわち段階的に電圧Vを印加すると  $dI / dt \sim V / L$  の時間変化で電流が流れはじめ、 $I \sim V / R$  の電流で飽和し、以後温度の上昇とともに電流が減少する。

銅線を巻いたソレノイドを作り、液体窒素で冷却した状態から出発して、100~300kOeの磁場を発生させたところ、上のような性質をもつことが確かめられた。すなわちL, Rの小さなソレノイドでは、立上りの早く高い磁場が、またLRの大きなソレノイドでは、低い時間変化のゆっくりした磁場が得られた。いずれにしても通常のコンデンサ放電によるよりは、かなり長い持続時間を示した。またこの磁場を用いて、DyAu<sub>2</sub>などの電気伝導の良い物質の磁場による転移を測定し、静磁場で得た結果と良く一致することを確かめた。

水銀整流器は格子制御によって出力を変化させることができる。そこで電流を時間的に一定する条件、あるいは階段的に一定電流を変化させる条件などを、計算によって求めた。この動作は、電圧を制御することによって実現でき、制御の速度はそれほど早い必要はないことがわかった。

現在の強磁場装置は、いわゆる強電設備的な特徴をもち、配線の時定数や漏れ磁界、継電器を多用している。制御回路に磁気増幅器を用いる。など時間的に速い動作を行う上には障害が多い。現にDy合金の磁化測定でも、原因のわからない雑音に苦しめられた。しかし制御回路素子の固体化や配線の改良などにより、上の欠点を除いて、持続時間の長いパルス的強磁場の発生という、特色のある利用の途が開けるものと期待される。

## 8. 「極低温、高圧下におけるパルス磁場を用いた 磁気測定の計画」

毛 利 信 男（北大理）

昨年突然亡くなられた三井惟靖教授を中心として我々のグループでは、ここ数年来極低温、高圧下という極端条件下での物性研究を行うことによって既知の概念、理論の検証のみならず、高圧によって誘起された新しい物質の性質を究明する目的で、極低温高圧下での物性研究手段の技術開発を行ってきた。第一期の目標は低温高圧下でのX-線回折、及び電気抵抗測定技術の開発であった。現在4.2Kから室温で約100kbarの圧力下でX-線回折が可能であり、30kbarまでは常圧と同じ精度で電気抵抗率の測定が出来、ほゞその目標は達成されつつあると思われる。これらの手段を用いて現在低温高圧下で相転移を示すNiS<sub>2</sub>、金属Ce、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>について結晶構造及び伝導性を研究している。中でも電子相関の強い物質と考えられているNiS<sub>2</sub>について次のようないくつかの興味ある実験結果が明らかにされてきた。

高圧下で非金属-金属転移を起す際結晶の対称性は変らず、常温で体積にとびが観測され明らかに一次転移であること。activation energyが圧力とともに減少し“臨界点”が存在すること。Ni(S<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>)<sub>2</sub>での電気抵抗の温度依存はSeの濃度を増した場合と圧力を加えた場合とで全く同じ振舞を示し、Se濃度と圧力の間に対応関係の存在すること。又高圧誘起相である金属相では電気抵抗の温度依存に大きなT<sup>2</sup>項が観測されantiferro-paramagnetic相のcritical boundaryで温度の巾及びその係数に異常が現われたこと。

これらの結果はNiS<sub>2</sub>がMott-Hubbard insulatorであると考えた場合に予測される理論の結果と一致していることが明らかになった。

しかしながらこれまで高圧下で得られた結果はすべて伝導性に関してであり、電子相関の強い場合に予測される磁性と伝導性との密接な関係を実験的に明らかにしていく必要がある。そこで我々は第二期として磁性の側面を解明すべく高圧下での磁気測定とりわけ帯磁率の測定技術の開発を行うことを目標としている。その一つの方法としてカリフォルニア大学のMaple達の行っているミニチュアポンペを用いた磁気天秤による磁気測定がある。彼等はこの方法ですでに金属Ceの $\gamma - \alpha$ 転移にともなう帯磁率変化及び $\alpha - Ce$ 、SmSの高圧相の帯磁率を4.2Kから室温まで測定している。高圧容器は非磁性のCu-Be合金を用いるため発生圧力は高々18kbarで、しかも試料の帯磁率を求めるには容器の帯磁率を差引かねばならず、又圧力のクランプ方式なので室温で12kbarであっても圧力媒体等の熱収縮によって4.2Kでは7kbarになり圧力補正等でかなりめんどうな点もあるが、高圧容器が小型で取り扱い易く、しかも安価に出来ることから現在我々の

グループでも試作中である。この方法によって主に金属の磁気測定を行う予定である。

一方少くとも 20 万ガウス、30 kbar の強磁場高圧を可能にするためには高圧下にパルス磁場の導入が必要である。現在電気抵抗測定に用いているピストンシリンダー型圧力発生容器の試料部分はパルス磁場発生用コイルを挿入するに十分のペースはある。しかしながらシリンダー及びピストンに用いられているタンクステンカーバイドは電気伝導性が高く、このままではパルス磁場は反磁性電流で打消され発生不可能であろう。従ってピストン部分又はシリンダー部分を絶縁体（例えば  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）で作成しなければならない。この場合発生圧力はかなり低下する。この方式は全く新しい試みで独自の技術開発が必要であり、今後とも十分検討していかなければならないと思われる。

## 9. 断熱消磁と磁性体— $^3\text{He}$ 間の熱抵抗

齊 藤 慎八郎（東北大金研）

本報告の内容は、一般に断熱消磁法で低温を作るとき、等温磁化に用いる磁場は強いほど有利であるという点を除くと、ほとんど強磁場と密接な関係はない。ただ、断熱消磁法により低温を作る系の中に液体  $^3\text{He}$  が含まれるとき、ここに述べる磁性体— $^3\text{He}$  間の興味ある物性は、いささかの関連を持つと思われる。

液体  $^3\text{He}$  と磁性体 CeMg 硝酸塩（略号 CMN）との間の界面熱抵抗が約 15 mK 以下で異常に減少することをみつけたのは当時イリノイ大学の Wheatley の group であった。<sup>①</sup> このあと多くの理論家によってこの現象は磁性体電子スピンと  $^3\text{He}$  スピンの dipole coupling によるものとして説明されている。もともとこの種相互作用は小さいため、その他の物質でも数十 mK 以下でしか実験的に検出されていない。

ところが、最近われわれは著しく強い coupling をもっと高温で見出した。その現象を略記すれば、磁気転移点  $T_N$  をもつ反強磁性体が液体  $^3\text{He}$  と接するとき、 $T_N$  近傍の狭い温度域で  $^3\text{He}$  の核緩和時間  $T_1$  は著しく減少し、磁性体— $^3\text{He}$  間の界面熱抵抗は激減するというものである。この強い coupling のメカニズムは目下鋭意追求中であるが、今までにこの coupling が検出された物質は、低次元磁性体 C, T, S (別略号 Cu, T, A)<sup>②</sup>,  $T_N = 0.43\text{ K}$ , および TANOL (別略号 TMPO),  $T_N = 0.49\text{ K}$ , および反強磁性体 Mn Tutton 塩,  $T_N = 0.176\text{ K}$  の 3 つである。これらにみられる現象から考えてもっと低い  $T_N$  をもつ磁性体でもこの強い coupling の起る可能性はあるものと考えられるから、条件を適当に選べば界面熱抵抗をこの新しいバイパス法

によって避けることができて、より効果的な<sup>3</sup>Heの冷却が可能になると思われる。

- ① W. R. Abel et al, Phys. Rev. Lett. 16 273 (1966)
- ② S. Saito, ibid 36 975 (1976)

## 10. 阪大強磁場の現状報告

伊達宗行(阪大理)

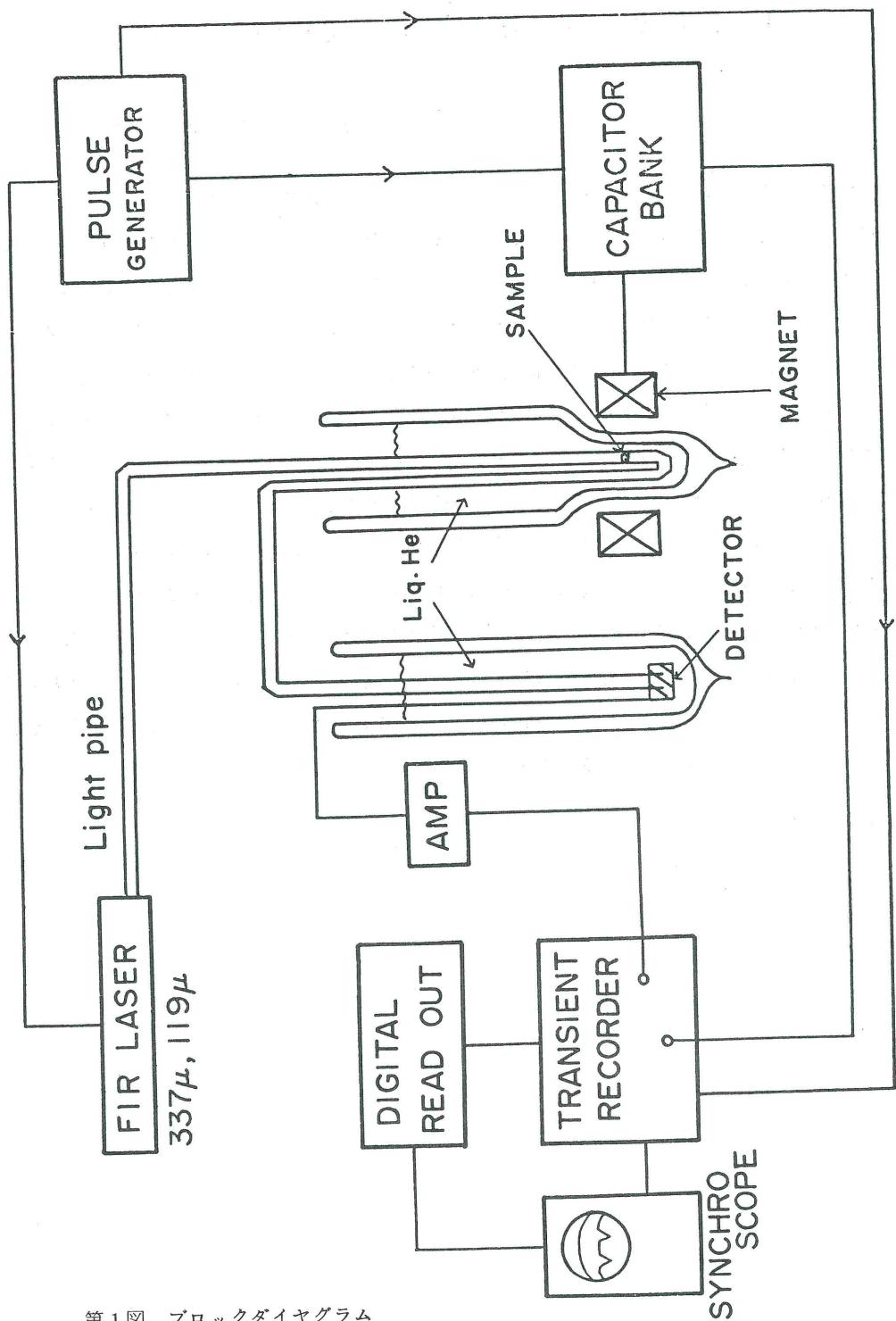
いわゆる非破壊強磁場の発生法に関して長い間信じられてきた上限存在説が実は正しくなく、条件を整えることによりコイル巻数を変数として対数発散が存在し、原理的には無限大の強磁場を非破壊で作り得ることをわれわれが示して以来、各方面の御好意により3年計画で新方式による実用的なメガガウス磁場の発生装置が阪大において作られつつある。その要点はつきの通りである。建物250m<sup>2</sup>は作年完成し、ここに総エネルギー1～1.5 MJのキャパシターバンクを置く年次計画が進行中で、現在750KJが設置された所である。このエネルギー源のスイッチ管としてエアギャップ放電管が用いられている。なお250KJのイグナイトロンを用いたサブバンクも併せて用いられている。マグネットはマレージング鋼を用いた新方式の2重、および3重コイルで、絶縁物としてマイカ、カプトン、ポリイミド積層板などが用いられている。これらのマグネットは制御室での集中操作で駆動されるようになっている。パルス巾は約1ミリ秒で磁場濃縮法とくらべて10<sup>3</sup>倍も長く、したがって各種測定がくんと楽であり、金属、合金の物性研究もかなり自由に出来る。勿論極低温から高温まで非破壊で安定した測定が行われる。

われわれはすでにいくつかの研究成果をあげてきているが、磁気的相転移の研究としてIsingスピン系の横磁化飽和、FeRhの反強磁性-強磁性転移などが手はじめの仕事で、4.2Kで300kOe付近にあるFeRhの転移磁場がはっきり見られることは極低温での実験にも支障がないことを示している。ただ金属では表皮効果による不均一磁場分布の問題、あるいはジュール発熱による温度上昇などが障害となることもある。現在われわれは主要テーマとして、サブミリ波における強磁場下のESR、弱強磁性・歴電子系の磁気抵抗などを残しており、その内容は以下、本河、黒田および森本の各氏によってのべられる。

## 11. 極低温におけるサブミリ波 ESR

本河光博（阪大理）

超強磁場中の物性測定の一環としてサブミリ波帯での ESR の研究を行っているが、その現状、特に極低温での測定について述べる。液体窒素での測定はパルス磁場発生用のマグネットごと液体窒素にひたし比較的単純なレイアウトで行われた。しかしヘリウム温度での測定にはどうしてもマグネットの中にデュワーをセットしなければならない。このため我々は以前の研究会（51年1月）で発表したような反射型の装置を開発したが、サンプルからの反射がそれ以外からの反射にくらべ小さく ESR による吸収の測定に困難があった。したがって図 1 のようなレイアウトの透過型の装置を開発した。サンプルを入れるデュワーはマグネットの内径によって制限され 12 インチしかないため中を往復するライトパイプの径は 5 インチとした。ライトパイプを細くしたこととコーナーの数がふえたことにより検出器に到達する光の強度は液体窒素温度での装置にくらべ約  $\frac{1}{10}$  になる。得られた吸収の例を図 2 に示す。各々の図で左が高磁場右が低磁場側に対応する。サンプルは  $(\text{NH}_4)_2\text{CuCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  で二つの不等価な位置にある  $\text{Cu}^{2+}$  の吸収が分離されてみえる。ヘリウム温度での吸収は全体としてモーメントのひびによる吸収量の増大、二つの吸収線の強度のちがい、窒素温度にくらべ低磁場側へのシフトなどで特徴づけられる。これらは分子場近似を適用することによりうまく説明される。



第1図 ブロックダイヤグラム

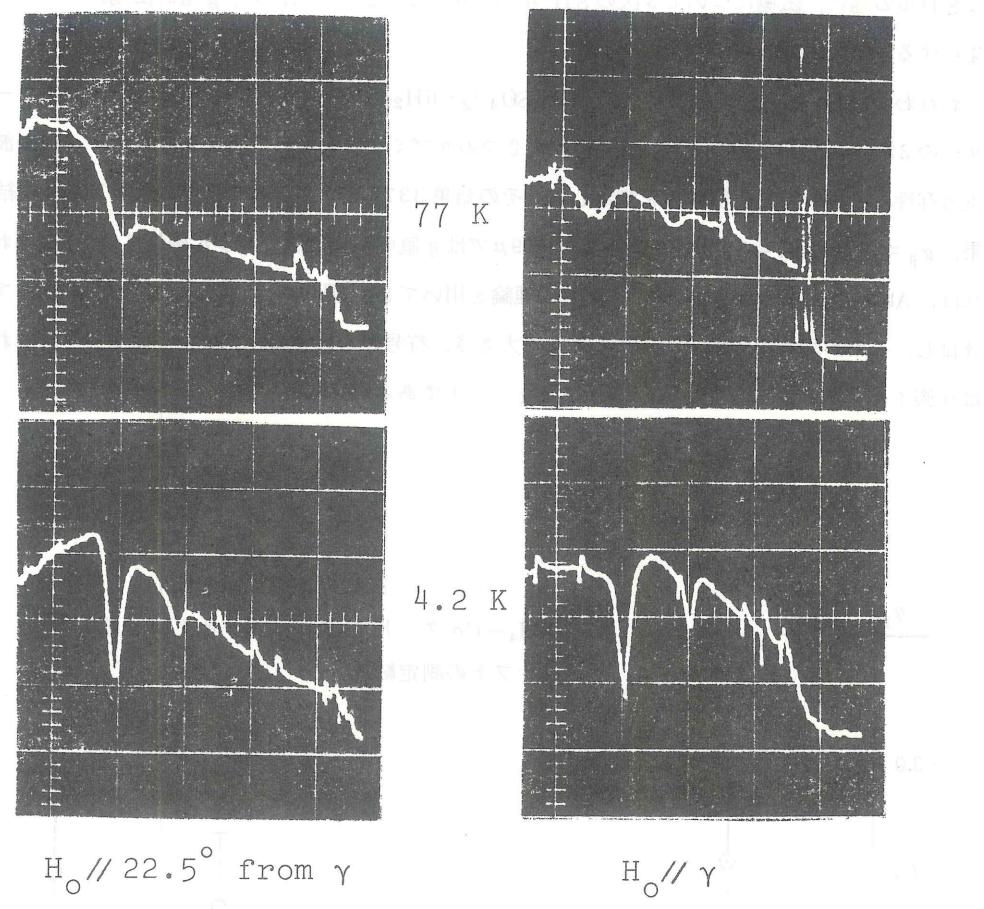


図 2

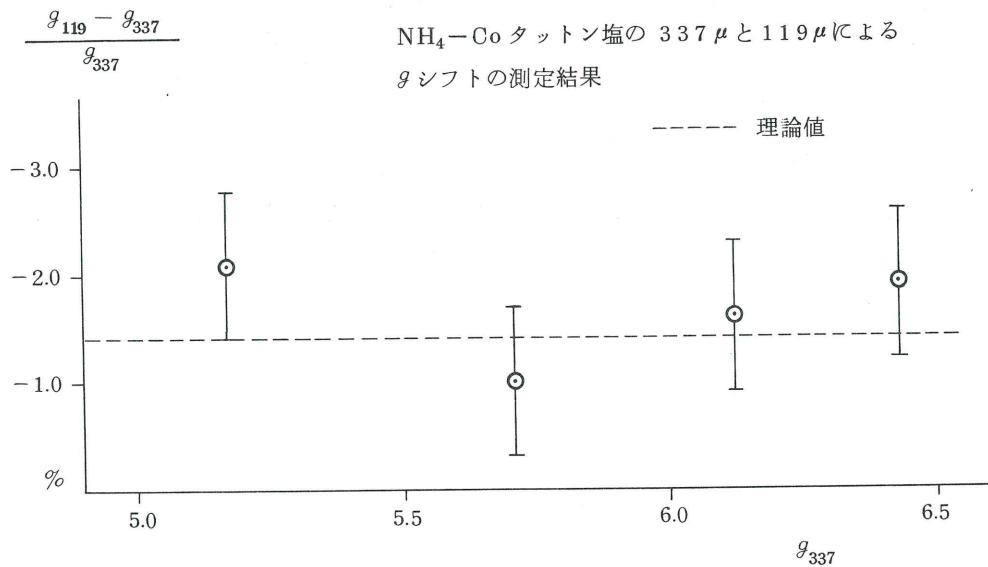
## 12. サブミリ波 ESR と $SH^3$ 項

黒田新一（阪大理）

最近発達してきたサブミリ波 ESR では、ゼーマンエネルギーが数十  $\text{cm}^{-1}$  と従来のマイクロ波 ESR に比べて 1 けた以上大きい。このため鉄族イオンのうちでも、特に  $\text{Co}^{2+}$  イオンのように結晶場のもとでの基底状態と励起状態の間がわずか数百  $\text{cm}^{-1}$  しかないものではその間隔に比べてゼーマンエネルギーが充分小さいとは言えなくなる。このような場合は励起状態がゼーマン項を通して基底状態に影響するようになりスピンハミルトニアンには従来の磁場についての 1 次

のSH項の他に、磁場について3次のSH<sup>3</sup>項が出現する。そしていわゆるg値が磁場に依存して変化するようになる。

われわれはCoタットン塩、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Co(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>Oについて、パルス強磁場とHCNレーザーの337μm及びH<sub>2</sub>Oレーザー119μmの2つのサブミリ波を用いてESRを行い、g値の波長依存性、すなわち磁場依存性を測定した。その結果337μでは誤差内でマイクロ波ESRの結果、g<sub>||</sub>=6.45, g<sub>⊥</sub>=3.06と一致したが119μではg値の減少が図のように観測された。われわれは、Abragam, PryceのCo<sup>2+</sup>イオンの理論を用いてSH<sup>3</sup>項の具体的な大きさを摂動計算で評価し、これが図中の点線で示されるように大きさ、符号ともに実験と充分の一一致を見た。これは鉄族イオンにおける最初のSH<sup>3</sup>項によるgシフトである。



### 13. Mn Si の磁気抵抗

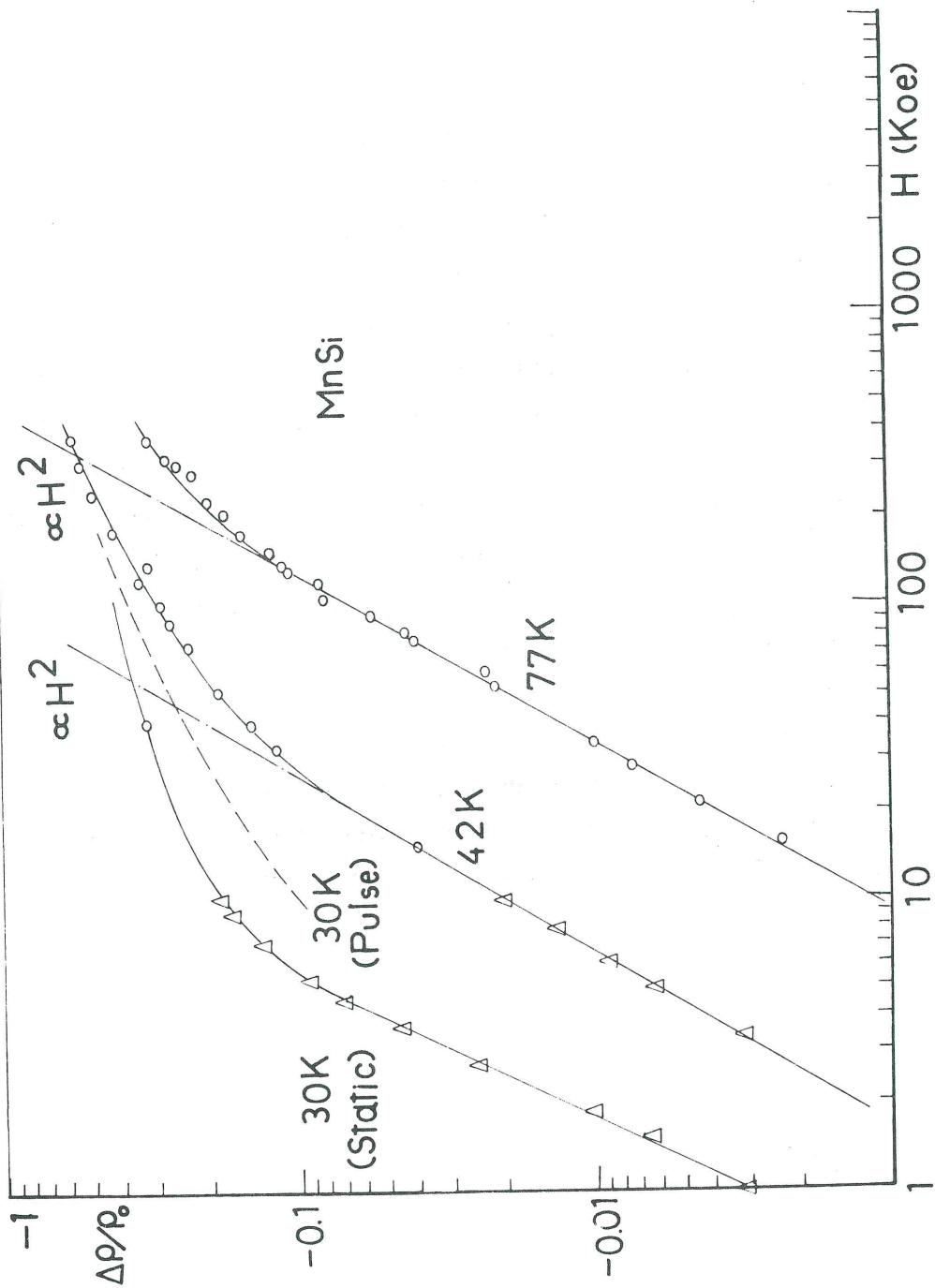
森 本 弘 (阪大理)

MnSi は立方晶系の B 20 という結晶構造で、 $T_N = 30\text{ K}$  以下ではヘリカルスピニン構造を持つ金間化合物である。飽和磁化が小さいこと、低温での高磁場帶磁率が大きいことなどから遍歴電子モデルの成り立つ弱い強磁性又は反強磁性であると考えられている。

我々の研究室では、この物質の ESR 及び磁気抵抗の測定を行った。ESR ではその温度変化、周波数変化などからヘリカルスピニン系を特徴づける結果が得られた。磁気抵抗の測定は窒素温度から He<sup>3</sup> 温度にわたる低温まで静磁場及び超強磁場を用いて行われた。低温においてこの物質に磁場をかけると、まずコーン状態となり  $H_c = 6.2\text{ KOe}$  で強磁場となるが、この状態特有の変化を示す。特に強磁性になってからは 3.25 K 以上でスピンのゆらぎを反映した負の磁気抵抗を示すが、それ以下では正となる。ESR や超音波吸収の実験において  $T_N$  より少し低い温度で異常な吸収が観測されていたが、磁気抵抗においてもそれに相当する異常がみつけられた。

強磁場において、さらに負の磁気抵抗は大きくなってゆくが、その磁場依存性が変ってくる。例えば 77 K では図にみられるように、150 KOe を境にして低磁場側では磁場の 2 乗に比例するが、高磁場側ではそれからずれて飽和の傾向を示す。この飽和を始める磁場は温度とともに小さくなる。また温度依存性は  $T_N$  においてカスプ状のピークになる。

パルス強磁場で低温における金属の磁気抵抗測定の問題点は、パルス磁場によってサンプルに渦電流が流れ発熱をきたすことである。今回我々は 0.3 mm 角の角柱状のサンプルを用いたが He 温度近傍では発熱を防ぎきれず、この温度領域における強磁場での測定は困難であった。



## 14. 光学測定用横型スプリット超伝導マグネット

仁科雄一郎, 後藤武生, 佐々木芳朗 (東北大金研)

磁気光学測定に用いるマグネットには、磁場強度が  $10^5$  kG のオーダーであること、マグネットが明かるいこと、磁場と光のとり出し方向が自由に選べることが要求される。本報告では、このような点を考慮した一例として、1971年3月に東北大金研に設置された 100 kG 光学測定用超伝導マグネットについて述べる。

Voigt, Faraday 両配置における測定を行うために、マグネットはスプリット型とし、測定を容易に行うためにマグネットの軸方向は水平となっている。マグネット及びクライオスタット部の寸法及び特性は表に示すが、本機の特徴は次の通りである。(1)ポートが大きく (31 mm  $\phi$ ) マグネットの間隔が大きくて (12.7 mm)，さらに Voigt 配置の場合には高さ方向の開きが  $30^\circ$  と大きいために実験が非常に扱いやすい。(2)試料用デュワーが別になっているので、試料温度を変化できる。(3)試料を水平面内で自由に回転でき、垂直方向にも自由に移動できる。(4)光は試料セル中以外は真空中を通過するので泡の影響がほとんどない。

このマグネットの運転のために必要な液体ヘリウムは、マグネット部分を液体ヘリウムで満たすために予冷分も含めて約 40 ℥，マグネット上端より 20 cm 上まで(液面計 100 % の指示位置) 液体ヘリウムをためるために約 30 ℥ の計約 70 ℥ である。実際にたまる量は 31 ℥ で、蒸発の割合が 0.65 ~ 0.8 ℥ / 時なのでほとんどまる 1 日連続で実験を行うことができる。なお、マグネットおよびヘリウムデュワーは ICG 製、試料用デュワーは金研工場製、その他のクライオスタット部は東北大江工業製である。

最後に、クライオスタットの設計ならびにマグネットの運転準備に御協力頂いた粕谷厚生氏、中名生充氏、ならびに東北大学低温センターの皆様に感謝致します。

線材	Nb <sub>3</sub> Sn	定格磁場	100 kG (4.2 K)
マグネット直径	200 mm $\phi$	最大電流	123 A (4.2 K)
マグネット長さ	200 mm	最大磁場	166 kG (4.2 K)
軸方向有効内径	31 mm $\phi$	均一度	225 G (5mmDSV, 100 kG)
スプリットマグネット間隔	12.7 mm	インダクタンス	12 H
ポート開き角	$30^\circ$	スイープ時間	0~100 kG 12 分 (19 分, Virgin Run)
外径(窓間距離)	436 mm	試料セル	1.5 mm 厚, 溶融石英製 内のり $10 \times 5.5 \text{ mm}^2$
レベルプローブ	NbTi 線長さ 20 cm		

## 15. 垂直軸回転型スプリット超伝導マグネット

田沼 静一（東大物性研）

垂直軸のまわりに回転可能な水平方向磁場を発するスプリット超伝導マグネットを設置した。細部の設計および全体の製作は真空冶金(株)によるものである。諸元を下表に記す。

諸元	有効スプリット幅 : 22 mm
	挿入デュワー有効内径 : 17 mm $\phi$
	最大磁場 : 52.9 kOe (49.85 A)
	線材 : NbTi 線
	コイル抵抗 : 731 $\Omega$ (室温)
	コイルインダクタンス : 9.6 Henry
	コイル間スプリット中心における磁場均一度 : $4 \times 10^{-4}$ (5mm DSV)
	コイル重量 : 12.5 kg
垂直軸回転速度 : 1°/5 min と 90% 約 10 min の 2通り	
励磁スイープレート : 100 A/25 min (0~30 A), 100 A/50 min (30~50 A)	

このマグネットでは内挿デュワーは固定され、超伝導コイルが回転することによって、デュワー内にセットした試料に対し、水平面内の任意の方向に磁場を印加できる。すなわち通常の電磁石と同様な使用方法が可能で、試料を水平軸のまわりに回転可能にすれば、二軸に対して任意の方向に磁場が印加できる。本来自動トルクメーターを組込む予定で作製したが、室温部からコイル中心まで約 1500 mm もあるので、微少な振動の混入によってまだ十分な結果をえていない。しかし変調法のドハース・ファンアルフェン効果に対しては使い易い装置となっており、例えば、グラファイト・アルカリインターラーション化合物のドハース・ファンアルフェン効果については未だ報告例がないが、最近この装置で測定に成功している。

## 16. 強磁界超電導マグネット

太刀川 恭治（金材技研）

ここでは 10 Tesla 以上の磁界を発生する超電導マグネットの最近の例について述べる。

### (1) Nb<sub>3</sub>Sn/V<sub>3</sub>Ga テープマグネット

V<sub>3</sub>Ga は 15–18 T の強磁界で Nb<sub>3</sub>Sn よりずっと大きい臨界電流密度をもつので、Nb<sub>3</sub>Sn テープ外層に、V<sub>3</sub>Ga テープを内層にそれぞれパンケーキ状にまいて 17.5 T の超電導マグネットがつくられた<sup>1), 2)</sup>。これらのテープは Nb または V テープの表面から Sn または Ga を拡散法によりつくられる。このマグネットの使用を表 1 に、外観を図 1 に示すが重量は約 400 kg である。励磁には外層用および内層用の 2 つの電源が用いられ、17.5 T まで初励磁で 100 分、再励磁で 80 分を要する。磁界均一度は 1 cm 球で  $5 \times 10^{-4}$  である。内層の V<sub>3</sub>Ga マグネットをとりはずし、デュワーを挿入すると 60mm φ の常温空間で 13.5 T の磁界がえられる。常電導遷移時の保護のため外層マグネットには各パンケーキ並列にシャントがつけられ、内層マグネットには直列の外部抵抗が投入される回路が付属している。マグネットは冷却システムと連結され、室温から 20 K まで約 7 時間で冷却されたのち液体ヘリウムが移送される。4.2 K までの冷却に約 30 ℥、クライオスタット内の貯液に約 100 ℥ の液体ヘリウムを要し、その蒸発量は無通電時 1.5 ℥ / hr である。

	Inner magnet	Outer magnet
Superconducting tape	V <sub>3</sub> Ga	Nb <sub>3</sub> Sn
Coil dimension	Inner diameter	31 mm
	Outer diameter	155 mm
	Length	230 mm
Number of pancakes	16	60
Coil constant	0.025 T/A	0.04 T/A
Inductance	1.0 H	31 H
Magnetic field (4.2 K)	13.5–17.5 T	0–13.5 T
Max. current (17.5 T)	163 A	337 A
Max. stored energy	13 kJ	1.8 MJ

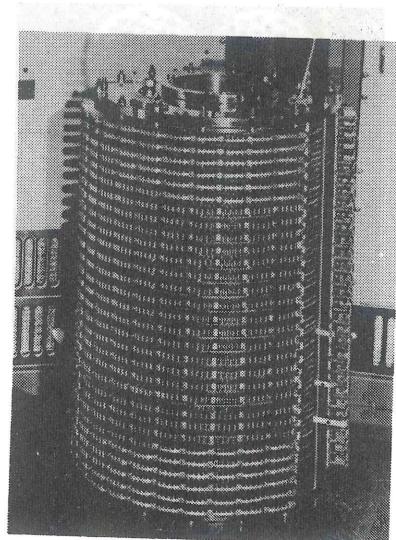


表 1 17.5 T 超電導マグネットの仕様

図 1 17.5 T マグネット本体の外観

(2) Nb-Ti/V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線マグネット

Cu-Ga 固溶合金マトリックスと V 芯との複合体を細線に加工後熱処理することにより V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線をつくることが出来、その断面を図 2 に示す<sup>3,4)</sup>。表面拡散テープは垂直磁界成分に対して不安定で、速い励磁が出来ない。V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線はきわめて安定で、図 3 に示すようにそのコイルは毎秒 20 T の高速励磁を行っても特性が抵抗せず、Nb-Ti 合金極細多芯線よりすぐれた安定性を示す。この V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線を内側に、Nb-Ti 極細多芯線を外側にまいりした小型の 10 T 超電導マグネットが製作された。その寸法は外径 134 mm、内径 30 mm、長さ 150 mm で、Nb-Ti 線部分で 6 T の磁界を発生する。Nb-Ti 線と V<sub>3</sub>Ga 線は直列につながれて 1 電源で励磁され、10.3 T における励磁電流は 33.7 A である。このマグネット 10 T までの励磁時間は約 10 分間にすぎない。また、V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線マグネットは磁界の履歴がなく、かつ、テープより均一度のよい磁界を発生することができる。近い将来、V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線を用いて 15 T 程度の磁界を発生する高 定度、高均一度の物性研究用に適した超電導マグネットの製作が可能となろう。

- 1) 太刀川他, 低温工学, 11 (1976) 252
- 2) W. D. Markiewicz et al, IEEE Trans Magnetics, MAG-13 (1977) 35
- 3) 太刀川, 低温工学, 10 (1975) 124
- 4) 田中他, 低温工学, 11 (1976) 212

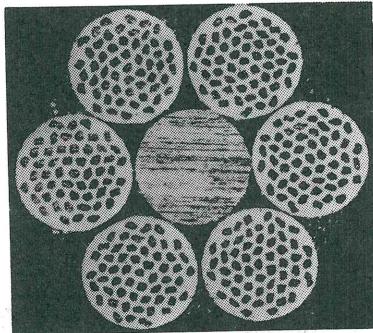


図 2 V<sub>3</sub>Ga 極細多芯線の断面  
(外径 0.36 mm, V 芯数  
55 × 6 本)

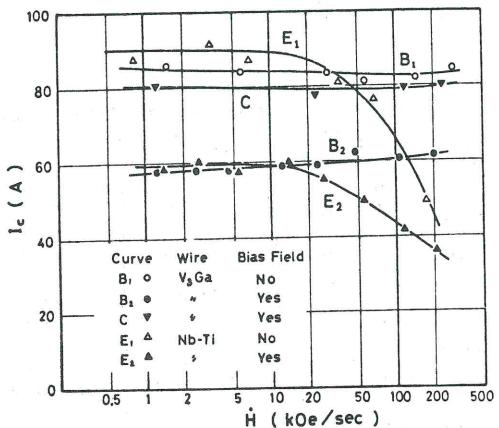


図 3 V<sub>3</sub>Ga および Nb-Ti 極細多芯線  
コイルの励磁速度による臨界電流の変化(バイアス磁界 33 kOe)

## 17. In 添加 Nb<sub>3</sub> の高磁場超伝導特性

秋浜良三, 安河内昂 (日大理工)

<はじめに> Nb<sub>3</sub>Sn, V<sub>3</sub>Ga の超伝導特性, 特に臨界磁場臨界電流特性から 180 KOe 以上の超伝導マグネットを作ることは困難である。特に Nb<sub>3</sub>Sn は 120 KOe 以上で臨界電流 I<sub>c</sub> が磁場の上昇と共に急激に減少し実用使用範囲は 150 KOe までである。そこで我々は Nb<sub>3</sub>Sn の高磁場特性, すなわち上部臨界磁場 H<sub>c2</sub>, 及び高磁場側での臨界電流 I<sub>c</sub> の改善を目的とする。

GLAG理論によれば dirty Limit ( $\xi_0 \gg \ell$ ,  $\xi_0$ : Coherent Length,  $\ell$ : 電子の平均自由行程) において上部臨界磁場 H<sub>c2</sub>(0) は次のように表わせる。

$$H_{c2}(0) = 3.06 \times 10^4 \rho_\eta \cdot \gamma \cdot T_c \dots \dots \dots (1)$$

ここで  $\rho_\eta$  は残留電気抵抗,  $\gamma$  は電子比熱の常数,  $T_c$  は臨界温度である。我々は(1式)における  $\rho_\eta$  に着目し Nb<sub>3</sub>Sn における Sn の一部を II<sub>b</sub>, IV<sub>b</sub> 元素 (Al, Ga, In, Tl, Pb) で置換してやることにより, 他のパラメータをそれ程変化させず  $\rho_\eta$  を増加させ H<sub>c2</sub> を増大させることに成功した。

<結果> Table 1 にアーク溶解法で作った試料の結果を示す。H<sub>c2</sub> は置換する element の種類, 濃度にはそれ程強く依存せず, おむね 300 KG の H<sub>c2</sub> (4.2K) を得た。次にこれ等の特性が実用材料を作成するのと同様の方法で作った場合でも得られるか否かを In と Pb について調べた。この結果を Fig 1 に示す。Sn 浴中で作成した Nb<sub>3</sub> (Sn-Pb) の H<sub>c2</sub> は熱処理温度に強く依存し, 1150 °C において H<sub>c2</sub> (4.2 K) = 280 KG を得た。一方 Nb<sub>3</sub> (Sn-In) は比較的低い温度で H<sub>c2</sub> は増大し約 1000 °C, 280 KG で飽和した。臨界電流 I<sub>c</sub> は磁束のピン止機構に関連し, 高い I<sub>c</sub> を得るためには, より低い温度で作成することが望ましい。従って I<sub>c</sub> の見地から Nb<sub>3</sub> (Sn-Pb) より Nb<sub>3</sub> (Sn-In) の方が有利である。Fig 2 に Nb<sub>3</sub> (Sn-In) の 150 KOe までの I<sub>c</sub>-H 特性を示す。100 KOe における I<sub>c</sub> (100) と 150 KOe の I<sub>c</sub> (150) の比 I<sub>c</sub> (150) / I<sub>c</sub> (100) は H<sub>c2</sub> = 280 KG の試料では約 0.5 であるが ICG 社の pure な Nb<sub>3</sub>Sn および H<sub>c2</sub> = 230 KG の試料では比は 0.2 であり, H<sub>c2</sub> の増大と共に高磁場側での I<sub>c</sub> 特性が大巾に改善された。

\*謝 辞

150 KOe までの I<sub>c</sub> 測定において物性研の装置を利用させていただいたことに深く感謝します。

TABLE 1. CHARACTERISTICS OF ARC MELTED SAMPLES

	Nb at%	Sample Sn at%	3rd el. at%	T <sub>c</sub> [K]	H <sub>c2</sub> (4.2K) [KG]	$\rho_n$ [ $\mu\Omega\text{cm}$ ]
Nb <sub>3</sub> Sn <sup>+</sup> )	75.0	25.0	—	17.9	230 <sup>±10</sup>	22
Al <sup>+</sup> )	75.0	23.75	1.25	18.0	290	56
	75.0	22.5	2.5	17.9	280	72
Ga	72.9	25.8	1.3	18.1	300	47
	74.2	22.7	3.1	17.8	270	79
	81.8	14.4	3.8	18.0	300	70
In	78.2	20.9	0.9	18.0	290	58
	78.1	19.5	2.4	17.7	270	57
	73.1	23.4	3.5	18.1	290	64
Tl	75.8	22.0	2.2	18.0	290	53
	76.9	22.2	0.9	17.9	300	—
	77.0	21.9	1.1	18.1	300	51
Pb	65.8	33.9	0.3	18.0	280	71
	70.3	28.2	1.5	17.8	290	—
	69.1	29.0	1.9	18.0	280	45

\*) The composition is nominal.

Table (1)

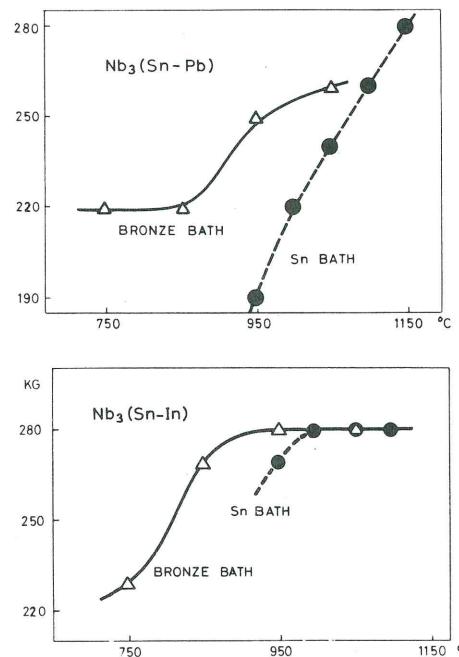


Fig (1)

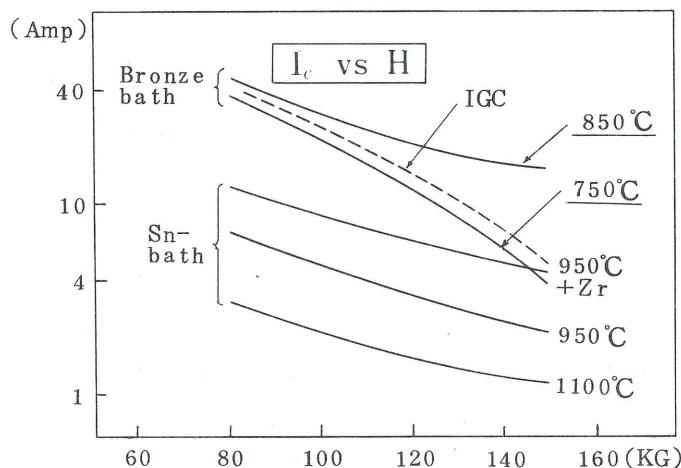


Fig (2)

## 18. Hybrid Magnet

安河内 昴 (日大理工)

数100KGを発生さす普通のパルスマグネットやMGという超強磁場の発生する方法が盛に開発され使用されているが、一方定常高磁場への要求も現在でも高い。従来常伝導の定常の高磁場は、MITの22Tを最高として、わが国でも東北大金研、日立に10Tの磁場発生装置が働いていた。しかし、超伝導マグネットの発達により、15Tの磁場は商用のもので達成できるようになり、最高は金材技研の17.5Tがある。このような状況で、常伝導コイルと超伝導マグネットを組合したHybrid方式による高磁場発生が試みられて来た。この方面において、最近、つぎつぎとのHybrid方式の高磁場発生装置が成功をおさめ、20T以上の定常磁場発生の有力な手段となって来ている。

現在のところ成功した3の例は、Oxford大、Kwchafon研、MITでつくられたNijmegen大用のものであり、その仕様は次のようである。

	内径mm $\phi$	磁場 T	normalコイルの消費電力 MW
Oxford	50	6.7 (NbTi) 9.5 (normal) 16	2.0
Kwchafon	48	6.3 (NbTi, NbZr) 18.0 (normal) 25	5.6
MIT	37	8.5 (NbTi) 17.5 (normal) 25.6	5.7

超伝導マグネットはNbTiを使用する限り9Tが最高磁場であり、Nb<sub>3</sub>Sn, V<sub>3</sub>Gaを使用する場合、複合加工法の安定化FM線であることが望ましい。これは目下、開発途上にある。したがって、たとえば東北大学金研の10Tの常伝導ソレノイドと組合せれば、この化合物FM線の開発の後では、わが国でも23Tのマグネットは可能となろう。化合物を使用したHybridは今のところ世界にない故、是非わが国で実現したいものである。

## 19. 断熱磁化冷却と規則配列の実現

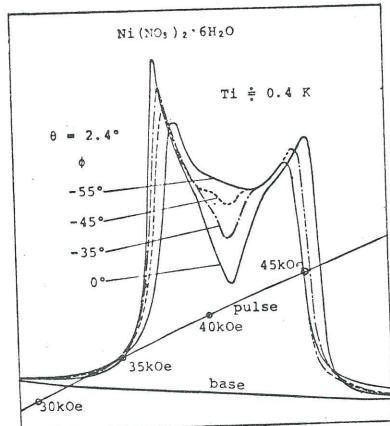
長谷田泰一郎, 天谷喜一  
和田信雄, 畠 雅成 (阪大基礎工)

基底一重項電子スピン系による断熱磁化冷却は同じ初期温度から出発したとして、最低到達温度が実現するのが強磁場下であるのは棄て難い味であるので、 $\text{Ni}^{+2}$  イオンに注目して実験を続いている。もう一つ断熱磁化過程の殊にパルス磁場による研究では、格子系をはなれたスピン系における。もう一つ断熱磁化過程の殊にパルス磁場による研究では、格子系をはなれたスピン系における。もう一つ断熱磁化過程の殊にパルス磁場による研究では、格子系をはなれたスピン系における。

今回は  $\text{NiNH}_4$  および K タットン塩について  
パルス磁場中の冷却と規則配列の実現を目  
指した実験を行った。結晶軸と磁場軸を精密  
に調整して到達低温の極値（方向による）を得たが規則配列はみられなかった。タットン  
塩中の  $\text{Ni}^{+2}$  イオンの配列の層状性によるものかも知れない。

D. E. g の値の知られている  $\text{Ni}^{+2}$  塩の中で硝酸ニッケル・6 水化物について見出した冷却と規則配列の実現を報告する。磁化過程中に現われる交差緩和磁場値が結晶軸と磁場軸が一致する時一つの極値（最低磁場）をとることを利用して、イオン主軸を見出すことに成功したので尚いくつかの塩について実験を試みている。

出来るだけ高磁場中低温を実現する結晶を見出すことが重要な目的であるが、又磁場中の相転移について理論的には予見されながらこれ迄にまだ見られていない例（例えば強磁性配列）の発見とその詳細な研究も目的である。今回の硝酸ニッケルでは転移は二段階に起っているように見え硝酸銅の場合と比較すると図に示すように全体の様子も全く異っている。



## 20. ランダム混晶系 $Ni_xCo_{(1-x)}Cl_2 \cdot 6H_2O$ の磁化過程

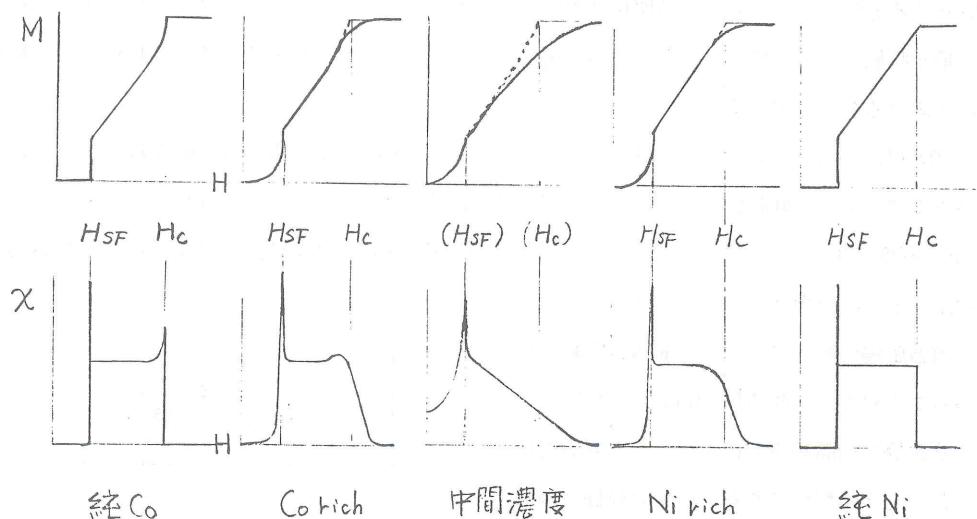
松浦基浩, 村松哲郎  
諸富正樹, 長谷田泰一郎 (阪大基礎工)

高磁場下で相転移の新しい側面を探るという観点から, ランダム系の磁化過程は興味ある現象である。本研究は磁化容易軸が互いに直交する反強磁性混晶  $Ni_xCo_{(1-x)}Cl_2 \cdot 6H_2O$  を対象とした。対称性の異なる相互作用が不規則に分布した場合, 相転移現象がどうなるか? が本研究の主眼点である。

$Ni$  塩のスピントロップ相  $\rightarrow$  パラ相への転移磁場  $H_c$  がほぼ 17 T で, 全磁化過程の追跡には少くとも 20 T 以上が要求され, パルス磁場の利用が不可欠となった。磁場発生には均一性を第一に考え多層巻線コイル (全長 80 mm, 内径 13 mm) を使用した (立上り 1 msec, 発生磁場 10 T/KV, 軸上平坦性は中心部で  $5 \times 10^{-3}/10$  mm)。磁場較正には既知のスピントロップ 転移磁場  $H_{SF}$  を使用し, 磁化は検出信号  $dM/dt$  を直接記録し  $dH/dt$  補正を加え図形積分により求めた (絶対確度  $\pm 5\%$ )。

結果を要約すると図 1 のようになる。混晶系の磁化過程は, 純系付近では「ゆるやかな磁化過

図 1  $Ni_xCo_{(1-x)}Cl_2 \cdot 6H_2O$  の磁化過程



程」が一部に現れる他はほぼ純系に類似し、純系での諸概念を外挿使用して良く理解出来る。

個々の磁化過程から  $H_c$ ,  $H_{sf}$  の温度変化を調べ、零度への外挿値から相対的異方性  $\alpha (= H_a / H_e)$  を求めた。 $\alpha$  は中間濃度域に向って減少し実効的等方化が認められた。中間濃度域 ( $0.5 \leq x \leq 0.7$ ) では「ゆるやかな磁化過程」が全磁場領域をカバーし純系の磁化過程とは質的に異なる様相を呈しており、従って純系での諸概念をこの領域に拡張する事には疑問が残る。これに関連して  $H_{sf}$  の角度依存性を調べたところ中間濃度域近くになるとその曲率が純系やその近傍系のものとは逆になることが見出され単純な反強磁性体やその不均一集合体の振舞いとしては理解し得ない。

現在全磁化過程の角度依存性を押えるべく横型パルス磁場発生コイルを設計試作しつつある。「ゆるやかな磁化過程」は何か新しい相の発現に関連するのかどうか？中間濃度域の磁化過程はどのように理解されるのか 新しい結果を待つて再検討を試みたい。

## 21. 強磁場における局在電子

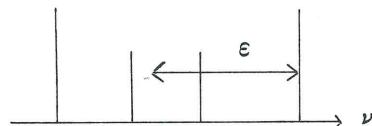
菅野 晓（東大物性研）

半導体中の不純物或は正孔に束縛された電子のように、ゆるく局在化された電子の問題では、現在得られる磁場で強磁場極限が成立する場合がある。この場合、弱磁場と強磁場極限を結ぶ3次元問題は解かれていらない（秋元興一：物性、1974年6月号）

これに反し、磁性化合物中の d 或は f 電子のように比較的きつく局在化された電子の問題では、 $10^7$  Oe の超強磁場でも局在電子の相關運動を変える程度で、局在電子に対し弱磁場極限で厳密に成立する有効ハミルトニアンの理論を用いることができる。殊にひろいエネルギーの領域にわたる量子状態について知識が得られている場合には、超強磁場での性質をかなりの信頼度で定量的に予測することができる。

例えば、ルピーでは少くとも  $3 \sim 4$  eV 位の高さ迄の励起状態に関する詳細な知識が得られているので、その基底状態のゼーマン分裂における磁場 3 次項の大きさは、 $10^7$  Oe の磁場で、 $1 \text{ cm}^{-1}$  程度であることがわかる。このようにかなり信頼性の高い理論的評価を用いて、超強磁場を較正する方法を考えておくことは重要である。

超強磁場の較正にルピーの  $R_1$  吸収線を用いることが考えられる<sup>†</sup>。1ms より短いパルス強磁場を結晶軸方向にかけ、光を同方向に入れたときに期待されるゼーマン模様（弱磁



場  $R_1$  ゼーマン模様と連続的につながる部分のみ)を図示してある。 $\epsilon$  は基底状態の分裂と等しく, 磁場に対する線型性は  $10^7$  Oe 迄保証されている。 $\epsilon$  を与えるゼーマン線の励起状態は, 励起状態のゼーマン準位の中でエネルギー最低のもので, その homogeneous な線巾は弱磁場のそれ ( $100$  K 以下で  $1\text{ cm}^{-1}$  以下※) より増大することはあるまいと考えてい。線巾について更に詳細な検討が望ましい。

※ 良質のルビーでは  $70$  K 以下で  $0.1 \sim 0.2\text{ cm}^{-1}$

†  $1\text{ Mbar}$  に及ぶ超高压の較正に  $R_1$  線が用いられるので, 磁場と同時に圧力も測定出来る。

## 22. “強磁場による MnAs の相転移”

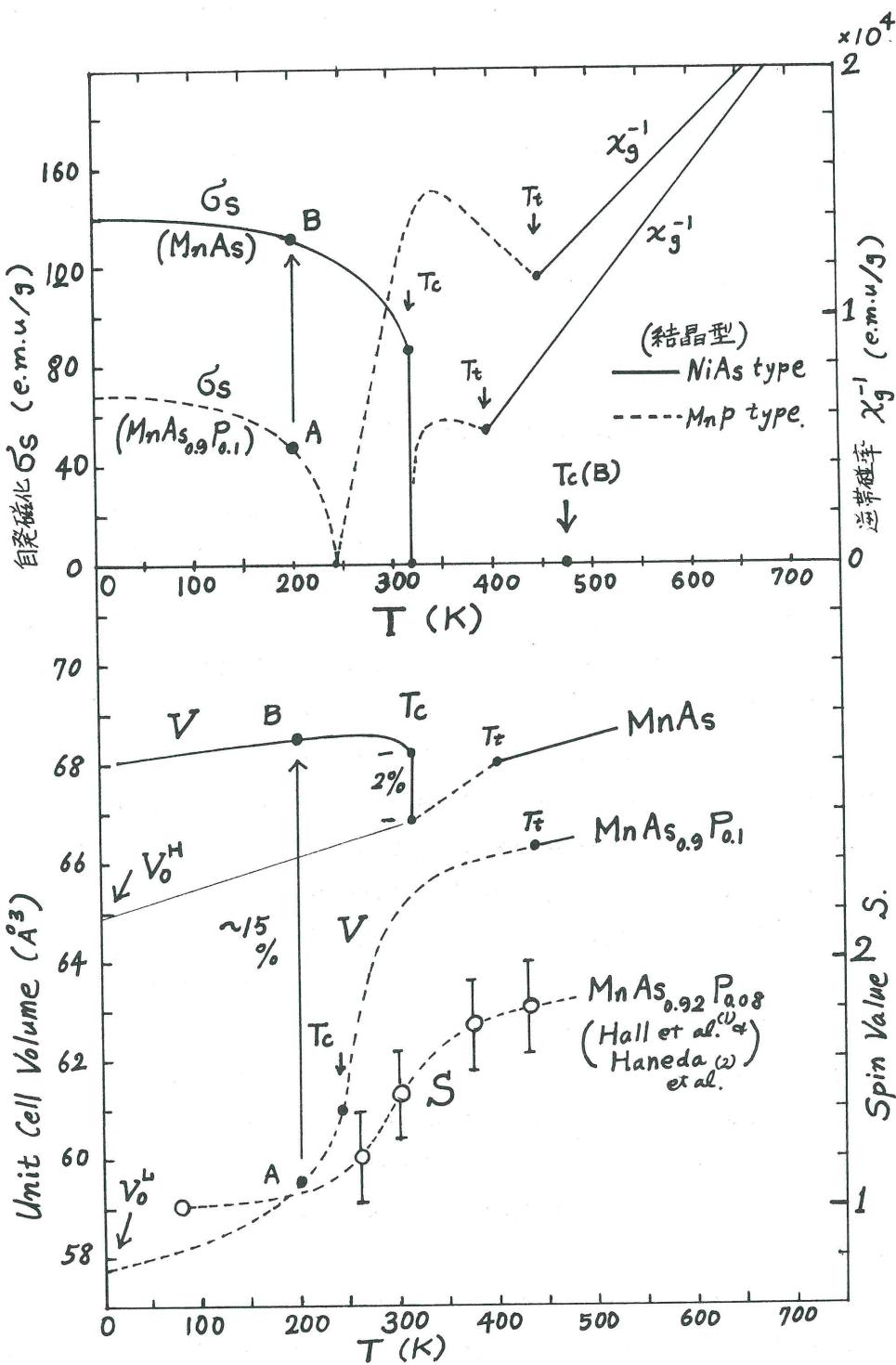
井 門 秀 秋 (東北学院大工)  
金 子 武次郎 (東北大金研)

第 1 図に以後の議論に必要な実験結果を掲げる。ここで我々は次の 2 つの事柄を問題にする。

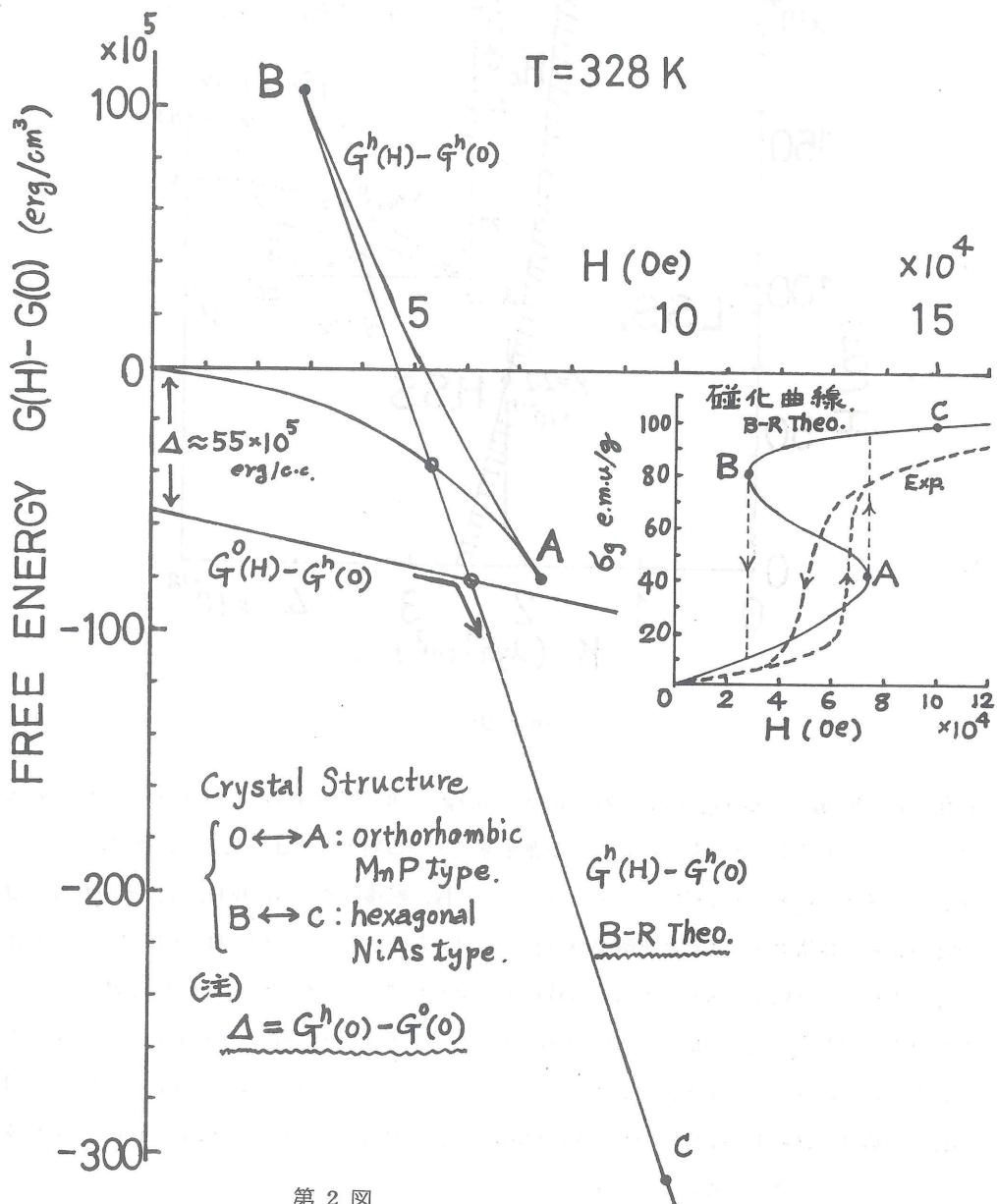
(1) MnAs の  $T_c < T$  を温度域での磁場誘起の para  $\rightarrow$  ferro 転移。(2) 第 1 図中 A  $\rightarrow$  B なる矢印で示す磁場誘起の low spin ferro  $\rightarrow$  high spin ferro 転移。これらの転移に要する磁場は前者では  $100$  kOe 程度である。後者では  $500$  kOe 程度と推定される。

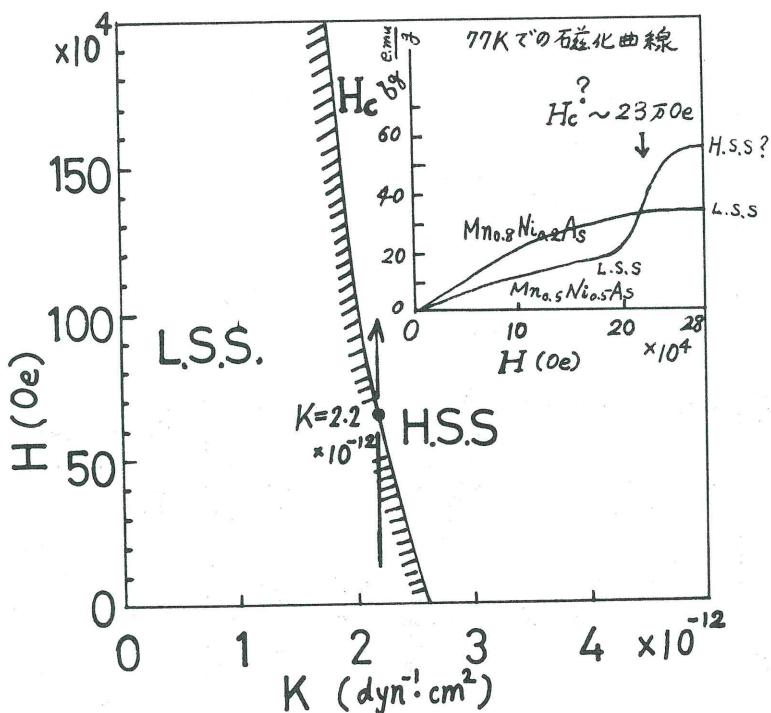
まず(1)について述べる。この転移では第 1 図の結晶体積と S 値の相関をみれば分る様にスピニ値は不变であるから単なる para  $\rightarrow$  ferro 転移である。これに関しては Bean と Rodbell の分子場理論(3)(以後 B-R 理論と略記)がある。我々は  $T_c < T$  で磁化曲線と磁歪曲線を測定し B-R 理論と比較した。磁化曲線の一例を第 2 図中の小図に示した。両者の一致は悪い。又 para  $\rightarrow$  ferro 転移終了後の  $H = 86$  kOe 下での体積磁歪の実験値は約 11 % で、B-R 理論から予想される ~ 2.7 % の半分にも満たない。故に B-R 理論はこの転移を説明するのに不完全なものである。B-R 理論はこの転移に結晶変態が伴っていることを無視している。これを考慮して低磁場側(転移前)の orthorhombic MnP 型結晶に対して別の自由エネルギー  $G^h$  を第 2 図に示すように計算した。 $G^h$  は B-R 理論にもとづく計算で、これは hexagonal に対してのみ有効と仮定する。△(意味は図中に示す) を適当にとれば実測磁化曲線をよりよく説明できる。磁歪の方は検討中である。

次に(2)について述べる。外磁場によってこの転移が起るであろうか。この転移は「A (第 1 図に示す) を基準にして、B は exchange energy が低いこと及び強磁場下におかれる H の増大



第 1 図





第3図

に伴う exchange energy 並びに Zeeman energy の低下率も B の方が大きい。これらのエネルギーの低下分が、A を基準にした B の弾性エネルギーの増大分 ( $\Delta$  と記す) を補償して余りがある」と考えることにより可能である。 $\Delta$  が大きい程、転移に要する磁場  $H_c$  は大きくなる。 $\Delta$  は圧縮率  $K$  と体積変化（これは実験で得られる）であらわせるから、結局  $H_c$  と  $K$  の関係が自由エネルギーの計算により求められる。計算結果を第3図に示す。 $K$  の信頼できる実験値がないが  $K = 2.2 \times 10^{-12} \text{ c.c.s.}$  (MnAsについて B-R が推定した値) を仮定すると  $H_c \sim 60$  万 Oe と得られる。試料は異なるが第3図中の小図の  $\text{Mn}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{As}$  (MnP型, low spin) の 77Kにおける磁化曲線は上述の L.S.S. (low spin state の略) → H.S.S. (high spin state) 転移を示しているものと考えることも可能である。

〔参考文献〕

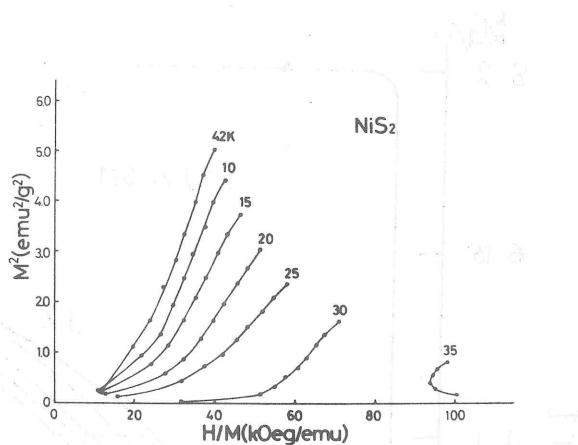
- (1) E. L. Hall et al J. A. P. 41 (1970) 939
- (2) S. Haneda et al J. P. S. J. 42 (1977) 31
- (3) C. P. Bean and D. S. Rodbell; P. R. 126 (1962) 104  
R.W. De Blois and D. S. Rodbell, P. R. 130 (1963) 1347

## 23. 超伝導マグネットによるパイライト型化合物の磁化現象

松井正顕, 安達健五 (名大工)

超伝導磁石 (I.G. C 社製 100 kOe) による磁化測定が 4.2 K から約 60 K まで行われた。磁化測定は試料振動型 (2Hz) でロックインアンプを通して行われた。磁化測定用クライオスタットは自作した。試料ホルダーのプランクを最小にし、均一な温度分布を得るように注意が払われた。測定感度は 4.2 K の定点で  $\pm 4 \times 10^{-4}$  emu, 温度変化においては  $\pm 1 \times 10^{-2}$  emu であり、試料ホルダーのプランクは  $-8.5 \times 10^{-7}$  emu/Oe である。温度変化用のヒーターは Cu - 30% Ni 線を使用して、クライオスタット内部に固定された。

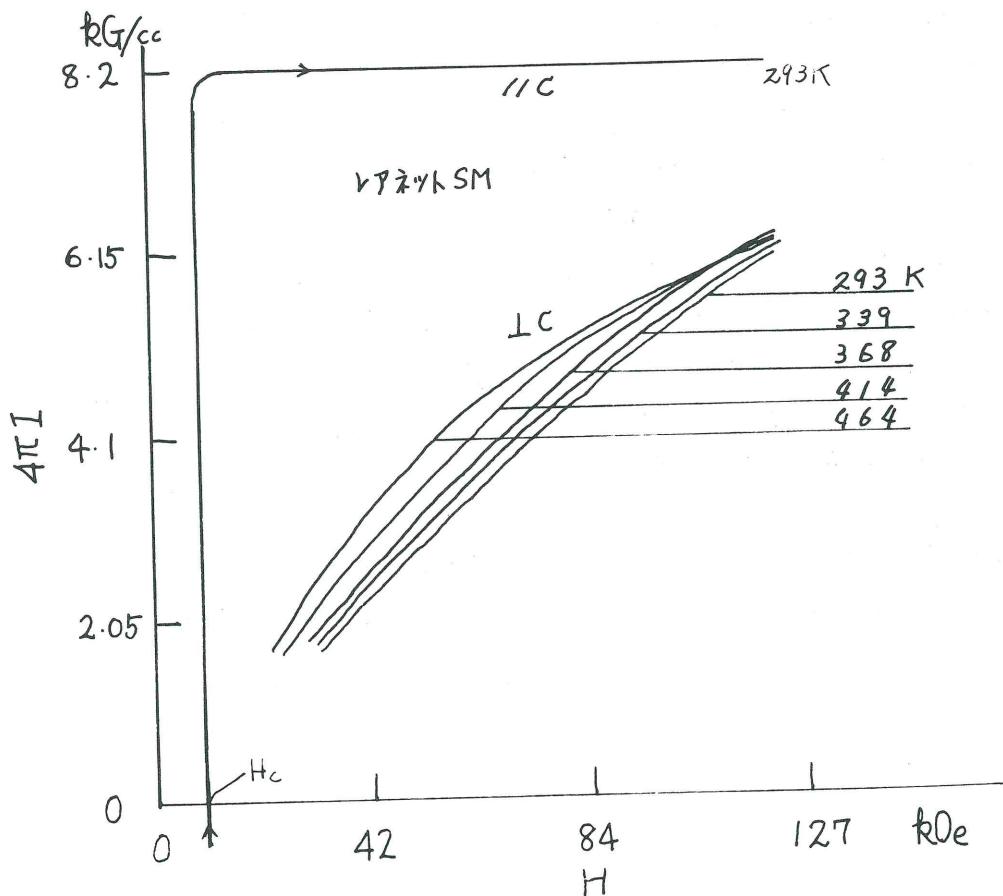
測定結果の一例を図 1 に示す。本実験で使用された  $\text{NiS}_2$  は 90 K 以下で反強磁性、30 K 以下で 1 次変態的に弱強磁性となる。図には 35 K 以下の弱強磁性相のアロットプロットが示されている。図でわかるように  $T_c$  以下の温度においてさえアロットプロットは直線にはならない。 $\text{NiS}_2$  の弱強磁性の起源として、反強磁性相中における spin canting による強磁性と試料中の過剰 Ni による強磁性の二つの考え方がある。実験結果は  $M = M_0 + \chi H$  の単純な形では表わされないことを示しており、反強磁性相中で spin が cant しているため 90 kOe でさえ飽和しないと考えられる。さらに 20 kOe 付近で spin flipping を起している事も考えられる。



## 24. 銅置換型希工類—コバルト磁石の 磁気異方性エネルギー

佐藤清雄（富山大教養）  
稻積満広（富山大文理）

我々は、数百 kOe 位迄のパルス磁場で、4.2 K ~ 700 Kまでの磁化曲線を測定することを目的としている。電源は 12.5 kjoule のコンデンサーバンクと GE 製 300kVA のイグナイトロン 2 基を内蔵したものである。磁化コイルには、あまり高磁場は望めないが、くり返しの励磁で破壊したり、特性が変わらないという条件から、多重銅板コイルを採用した。コイルのサイズは内径 15 mm、外径 70 mm、厚さ 1 mm の銅板を 100 枚重ねたものである。これで今迄のところ 206



kOeまで異常なく、くり返し励磁している。磁場の測定には、サーチコイルを使用し、定数の補正には、強磁性体の抗磁力、 $\text{Au}_3\text{Mn}$ 及び $\text{Au}_2\text{Mn}$ のスピンドロップを利用した。試料信号の測定には、同じ補じょう方式を採用した。図は永久磁石材レアネットSMの磁化曲線の温度変化である。この場合の特徴は、高温になるに従い抵磁場側で磁化曲線が湾曲して来る。これに若し  $E = K_1 \cos^2\theta + K_2 \cos^4\theta$  のエネルギー模型をとると、 $K_1$  は温度上昇と共に  $4.7 \times 10^7 \text{ erg}/\text{cc}$  から、34%位減少するが、 $K_2$  は  $0.75 \times 10^7 \text{ erg}/\text{cc}$  から、50%位増大する。尚 4.2Kでも磁化曲線を測定したが 293Kより飽和しにくく、しかし単調に増大する。

## 25. 強磁場下の伝導電子の多体効果

福山秀敏(東大物性研)

磁場中の伝導電子の軌道運動は量子化される。金属においてはフェルミエネルギーが大きいことと有効物量が余り小さくないことからたとえ 1 MG 程度の磁場をかけてもこの量子化は電子状態に本質的な変化をひき起さない。しかし、半金属或いは半導体では容易に量子極限、即ち、1 つのランダウ準位のみが占有されている状態、が作り出せる。とくに半金属に於ては磁場により電子数が変わり、極端な場合には半金属一半導体転移がひき起される。ビスマスではこのような現象が 1 MG 以下の磁場で起ると期待されている。この転移点近傍の電子状態は大きな興味の対象となっており実験が望まれている。

一方半導体に於ては、磁場による電子数の変化は考えられないが、十分強磁場になれば電子密度が空間的に一様でなくなりウィグナー結晶が安定化することが予想されている。これは、強磁場下の磁気抵抗の実験事実から想像されたが、未だ確定されていない。その理由の一つは、従来の磁場の範囲でウィグナー結晶を作り出すための電子密度の上限が低く、実験的制御が困難だったことである。磁場が強くなればより高濃度領域で実験が可能となり事情がはっきりしよう。

磁場による軌道運動の量子化がより顕著となるのは 2 次元系である。MOS 或いは液体ヘリウム上の電子系がこの例となる。この種の系に於ても電荷密度波或いはウィグナー結晶の可能性が指摘され、実験・理論両側面から盛んに研究され始めている。

## 26. 強磁場中の半金属における一次相転移とゆらぎ

吉 岡 大二郎 (東大物性研)

強磁場中のビスマスにおける超音波吸収の実験では、異常な温度変化が見出されており、これまでに、この現象をエクシトニック相に関するゆらぎの効果として理解しようとする試みがあった。しかし、理論的には、このゆらぎが大きくなる温度領域は、実験の行なわれた温度( $T > 1\text{K}$ )より低い事が期待された。ここでは、この現象が強磁場中の電子正孔系での、気相液相相転移に類似した一次相転移に伴なうゆらぎの効果として説明できる事を報告する。

強磁場中では、電子と正孔のバンドはランダウサブバンドに分かれ、これらのサブバンドは磁場によって変位する。電子間に相互作用を考えると、この変位は磁場に関して線型ではなくなり、低温強磁場中 ( $H \sim 100\text{kOe}$ ) で、2つのサブバンドの端が同時にフェルミレベルの近くに来る場合にはこの変位は不連続になり、各サブバンド中の粒子数は不連続に変化する。この現象は一次相転移であり、不連続が起こり始める温度は、この相転移の臨界温度である。臨界温度より高温での各サブバンドの変位が磁場に関して非線型になる事は、この転移に伴なうゆらぎの効果として理解できる。ゆらぎのもう一つの効果は、超音波吸収係数の増大として現われる。長波長のフォノンに対しては、ゆらぎの効果は電子フォノン相互作用の増加として与えられ、これが臨界点で発散するのである。

臨界温度は、磁場方向の関数である。実験で異常に強い吸収の温度変化が見られている方向では臨界温度は  $0.2\text{ K}$  程度であると考えられるが、この場合吸収の温度変化をゆらぎを取り入れて計算すると、 $2\text{ K} \sim 4\text{ K}$  の範囲でもゆらぎの影響が残って、実験における異常を説明する事ができる。

## 27. ビジマス単結晶の強磁場下の量子的磁気温度効果

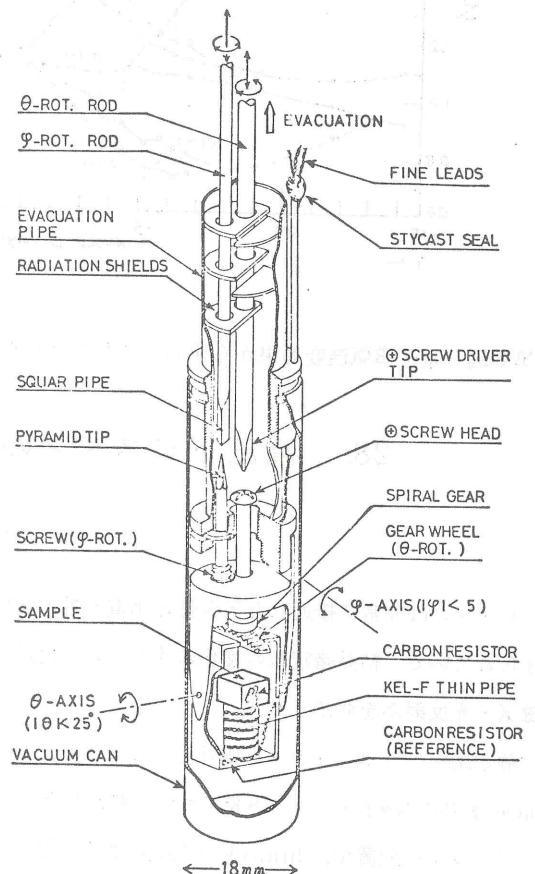
寿栄松宏仁, 田沼静一, 小池洋二 (東大物性研)

Biの超音波吸収で観測された吸収

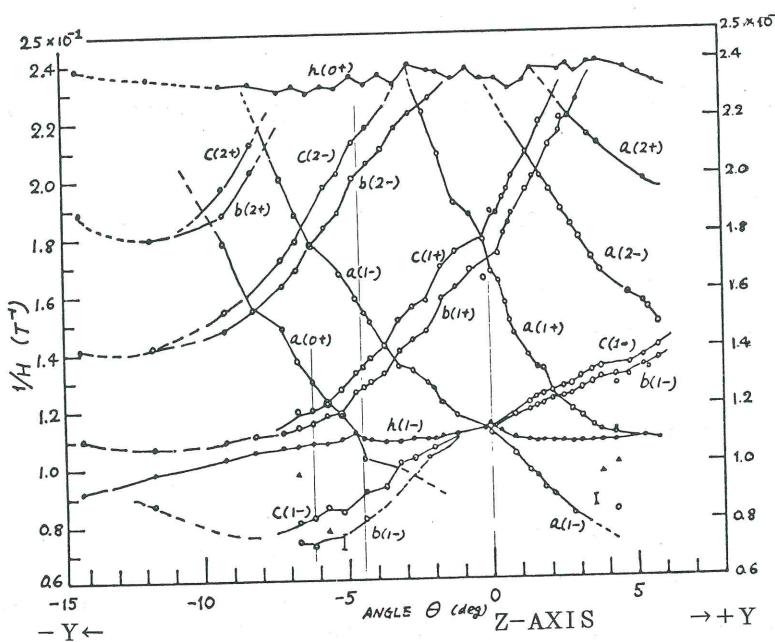
の“とび”(Yoshida et al)について

電子相転移の可能性を検討するため,  
量子磁気温度振動効果 Q M T O を測定  
した。“とび”は電子および正孔ラン  
ダウ準位が同時にフェルミ準位に近づ  
く時に生じるが, これは磁場が結晶の  
特定な方位にかけられた時にのみ満た  
される。このため, 装置は図 1 に示す  
よう 2 軸回転できるものを用いた。

$T = 1.2 \sim 1.4 \text{ K}$ ,  $H \leq 15 \text{ Tesla}$  の  
測定から得られた Bi のランダウ準位の  
角度依存性を図 2 に示す。これは超音  
波の結果 (Kajiwara et al) と, 1 つ  
を除いてよく一致する。即ち, 正孔よ  
りも強磁場 ( $H \geq 9 \text{ T}$ ) 側近傍にある  
電子吸収は超音波では全く認められな  
いが一方 Q M T O では観測され, 計算  
から予測される角度・磁場依存性を示  
すことである。しかしこの実験では,  
超音波吸収で“とび”が観測されたと  
同じ配置でも, 不連続は観測されなか  
った。



第 1 図 磁気温度効果の測定装置



第2図 量子磁気温度効果から求められたランダウ準位の磁場および結晶方位依存性

## 28. 高圧下ビスマスの磁気・光反射の測定

三 須 明 (東大理)

ビスマスは非常に接近した伝導帯と価電子帯とを持つ半金属で、結晶構造の圧力依存性がよく知られている。結晶諸定数の変化に伴うバンド構造の変化を求めるため 3 kbar までの圧力下で磁気・光反射率を測定した。

静水圧をヘリウム・ガスを媒体として印加し、 $\text{CO}_2$  レーザーの  $10.6 \mu$  の固定波長の光で、100 kOe まで磁場を掃引し、78 Kにおいて測定した。

ファラデー配置で、binary面の反射では、価電子帯  $j = 1$  ランダウ準位から伝導帯  $j = 2$  準位の遷移など 5 本の反射率の山を観測した。これらの共鳴磁場は圧力の増加に従って低磁場側への移動した。この移動は換算有効質量が軽くなったため、およびエネルギー・ギャップが減少したためであることが知れた。この傾向は温度依存性からの推論と一致し、換算有効質量の変化率は数 %  $(1\text{kbar})^{-1}$  で de Haas-van Alphen 効果の圧力依存性の結果<sup>1)</sup> と同程度である。

この実験は米国 MIT の M. S. Dresselhaus との共同研究によるものであり、MIT 大学院生の E. Mendez が参加している。

1) J. E. Schirber and W. J. O'Sullivan Phys. Rev. B2 (1970) 2936

## 物性研究所談話会

日 時 昭和 52 年 5 月 9 日 (月) 午後 4 時～5 時半

場 所 旧棟講義室

講 師 Dr. D. L. Price

Director, Solid State Science Division,  
Argonne, National Laboratory

題 目 "The Use of Pulsed Neutron Sources for the Study of Condensed Matter"

### 要 旨

Argonne 国立研究所では、プロトン加速器利用による強力中性子線源についての将来計画を進めている。Dr. Price は 1968 年に Brookhaven 国立研究所から Argonne に移り、金属の lattice dynamics などに多くの業績を挙げたが、1974 年以来 Solid State Science Division の Director として、同研究所における中性子回折研究の推進と上記計画の立案、実行の任に当っている。この講演では、同計画の内容と、その完成により切拓かるべき物性科学の分野における研究について話された。

日 時 昭和 52 年 6 月 6 日 (月) 午後 4 時～5 時半

場 所 旧棟講義室

講 師 Prof. E. Burstein (University of Pennsylvania)

題 目 Raman Scattering by Elementary Excitations in Solids

### 要 旨

Prof. Burstein は半導体の分光学的研究において理論および実験の両面にわたり指導的役割を果して来られ、磁気光学効果、半導体の誘電理論、狭ギャップ半導体における電子結合と格子振動の関係、表面電場に誘起されたラマン散乱、表面ポラリトン、共鳴ラマン散乱による表面電荷層の研究など多彩な研究がある。

同教授は学振の招聘により約 1 ヶ月の予定で来日されたもので、東京には 6 月 1 日から 7 日まで滞在された。

日 時 昭和 52 年 6 月 20 日 (月) 午後 4 時～

場 所 物性研旧棟講義室

講 師 木 下 実 氏

題 目 光検出零磁場磁気共鳴法による励起分子の構造

要 旨

光検出零磁場磁気共鳴の実験について簡単に説明し、ナフタレン、トリフェニレンについて最近得られた結果を紹介する。トリフェニレンは  $D_{3h}$  の対称性をもつ分子で励起状態で (pseudo-) Jahn-Teller instability を示し、対称性が低下する。励起三重項状態の振動解析に上記の方法を適用し、振電相互作用の解析を行った。

ナフタレン結晶の三重項励起子に関しては、最近多くの実験が蓄積されているが、結晶中で同等位を占める分子の間の相互作用については実験データがなかった。これを研究する手懸りとして、同等位分子間の“ミニ励起子”による信号を観測することに成功したので紹介する。

日 時 昭和 52 年 7 月 1 日 (金) 午後 4 時～5 時半

場 所 A 棟 2 階輪講室

講 師 Professor T. J. Ahrens  
California Institute of Technology

題 目 Recent Results of High-Pressure Shock Wave Research  
at Caltech.

要 旨

An overview of shock wave research including our efforts at measuring equations of state, post-shock temperature measurements, recovery experiments, spectral measurements under shock and theoretical cratering calculations will be presented. New data taken at 1.6 Mbar for iron sulphide confirm the existence of a high pressure phase having a density of 15 % greater than the starting material. The implications of this work with regard to the maximum sulfur content of the earth's core are discussed. A new

technique for measuring entropy production under shock compression has yielded new data for steel, aluminum, quartz, pyroxene and olivine.

### 昭和 52 年度 7 月談話会予定表

月　日	講　師	題　　目
7月 11日(月)	R. Bray (Purdue Univ)	Optical Modulation of A constoelectrical Domain(予定)
7月 18日(月)	鈴木　平	結晶塑性における超伝導効果

## 東京大学物性研究所の助手公募の通知

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

### (1) 研究室名及び公募人員数

理論第2部門 福山研究室 助手 1名

### (2) 内容

固体物理の理論を専攻し、多体問題（たとえば低次元的電子系など）に関心のある人を希望する。

### (3) 資格

応募資格としては修士課程修了又はこれと同等以上の能力を持つ人。

### (4) 任期

5年以内を原則とする。

### (5) 公募締切

昭和52年9月10日（土）

### (6) 就任時期

なをべく早い時期を希望する。

### (7) 提出書類

#### (イ) 推薦の場合

- 推薦書（健康に関する所見を含む）
- 履歴書（略歴で結構ですが、学位名・単位取得のみ・論文提出中等を明示のこと）
- 主要業績リスト（必ずタイプすること）、ほかに出来れば主な論文の別刷

#### (ロ) 応募の場合

- 履歴書（学位名・単位取得のみ・論文提出中等を明示のこと）
- 業績リスト（必ずタイプすること）及び主な論文の別刷
- 所属の長又は指導教授等の本人についての意見書（宛先へ直送のこと）
- 健康診断書

### (8) 宛先

東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所 総務課 人事掛

〒106 電話 (402) 6231・6254

(9) 注意事項

福山研助手公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

(10) 選定方法

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

東京大学物性研究所長

芳 田 奎

人 事 異 動

理論第三部門 助手 黒田義浩 52.6.1 休職期間  
更 新

固体物性部門 (客員部門) 教授 佐々木泰三 52.7.1 併 任 東大教授(養)

固体物性部門 (客員部門) 助教授 石井武比古 52.7.1 併 任 東北大助教授(理)

半導体部門 助手 那須奎一郎 52.7.1 採用

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A.

- No. 808 Theory of Helical Spin Structure in Itinerant Electron Systems II. by Kenji Makoshi and Toru Moriya.
- No. 809 A Model for Dissociative Chemisorption of a Molecule onto Tight-Binding Metal Surfaces. by Yoshinori Takahashi
- No. 810 Broadening of Shak-up Satellite Perke due to Electron-Transfer in Transition-Metal Compounds. by Susumu Asada and Satoru Sugano.
- No. 811 Dynamics of the Charge Densitt Wave I. Impurity Pinning in a Single Chain. by Hidetoshi Fukuyama and P. A. Lee.
- No. 812 Dynamics of the Charge Density Wave II. Long-range Coulomb Effects in an Array of Chins. by P. A. Lee and Hidetoshi Fukuyama.
- No. 813 The Spin Glass State and the Kondo Effect in Dilute Au(Mn), Au(Cr), and Au(Fu), Alloys Studied by Nuclear Orientation of  $^{54}\text{Mn}$ . by Tetsu Hiraki and Kazuo Ono.
- No. 814 Electrical Resistivity of Antiferromagnetic Metals. by Kazuo Ueda.
- No. 815 Phase Diagram of an Exciton in the Phonon Field. by Atsuko Sumi
- No. 816 Study of Ultra-Fast Relaxation Processes by Resonant Rayleigh-Type Optical Mixing I. Theory. by Tatsuo Yajima and Hirotoshi Souma.
- No. 817 Study of Ultra-Fast Relaxation Processes by Resonant Rayleigh-Type Optical Mixing II. Experiment on Dye Solutions. by Tatsuo Yajima, Hirotoshi Souma and Yuzo Ishida

- No. 818 Luminescence Due to High-Density Electron-Hole Plasma  
in GaAs. by Tetsuo Moriya and Takashi Kushida.
- No. 819 A Study of Spin Fluctuation in Antiferromagnetic Metals  
Described by the Nesting Type Model. by Hideo Hasegawa
- No. 820 Temperature Dependence of Raman Scattering and Exiton  
Luminescence Spectra in ZnTe. by Marek Kwietniak,  
Yasuo Oka and Takashi Kushida
- No. 821 Temperature and Strain-rate Dependence of Flow Stress of  
Tantalum in the Superconducting and Normal States.  
by Shin Takeuchi, Koji Maeda and Taira Suzuki.
- No. 822 Angular Correlation of Positron Annihilation Radiation in  
Chromium and Molybdenum. by Nobuhiro Shiotani,  
Takuya Okada, Hisashi Sekizawa, Shinya Wakoh and  
Yasunori Kubo
- No. 823 Study of Interface Magnetization of Co Fine Particles  
Precipitated in Cu - Neutron Scattering -. by Masatoshi  
Sato

## 編集後記

一ヶ月程の短い滞在、あるいは着任早々という御二人ですが、ベル研究所の Platzman 博士と、理論Ⅱの福山先生から忌憚のない原稿を頂くことができました。御二人とも活動力にあふれた方ですので刺激を受けたのは私ばかりではないと思います。

次号の締切日は 8 月 10 日です。

〒106 東京都港区六本木 7 丁目 22 番地 1 号

東京大学物性研究所

大川房義

小林浩一

