

物性研だより

第23卷
第5号
1984年1月

目 次

○研究生活35年を振り返って思うこと	芳田 奎	1
○超高压力とアモルファス半導体の研究開発	箕村 茂	6
○物性研 1957—1983	神前 熙	10
○座談会—内から見た物性研	助手有志	13
物性研究所短期研究会報告		21
○四面体配位半導体の原子構造と電子状態		21
世話人 渋谷元一, 松原武生, 森田 章, 邑瀬和生, 清水立生, 箕村 茂		
○3d遷移金属化合物のスピノのゆらぎと構造相転移		31
世話人 望月和子, 伊達宗行, 安岡弘志, 守谷 亨		
物性研究所談話会		45
物性研ニュース		
○退官教授の記念講演会について		49
○東京大学物性研究所の助手公募について		51
○昭和58年度後期短期研究会予定		53
○テクニカルレポート新刊リスト		53
編集後記		

東京大学物性研究所

ISSN 0385-9843

研究生活35年を振り返って思うこと

芳 田 奎

最初、桜井さんから物性研だよりに、3月の退官記念講演で話したことなどについて書くようにたのまれましたとき、その話はもう物理学会の会誌に書いてしまったから、もう書くことはないと返事しましたが、それでは何か退官に際しての感想でも書けということで、原稿を書くことを引受けてしまいました。その後、何を書けばよいか考えが定まらないまま今日に到りました。退官してからもう8ヶ月もたち、大方熱もさめてしまった上に、タイミングが合わず困っていますが、さりとて、いまさらお断りすることもできず、アテもなく筆をとりました。このような次第でとりとめもないことに終始すると思いますが、どうかあらかじめ、ご容赦をお願いしておきます。

私が大学を出て名古屋大学の大学院特研生になったのは昭和19年（1944年）の9月であるから、その時点から数えると今日迄、39年になるが、世界の物理学の研究が常に復帰するのに戦後数年かかったので、まあ、過去約35年にわたる物理学の進歩発展というものを体験してきたことになる。この35年は総体的にみて、世界平和の時代であって、この間に物理の研究にたずさわることができたのは全く幸せであったと思わなければならない。

いまになって考えてみれば、この35年は随分永い歳月であったと思うけれども、その時々ではその時点の前後数年間にしか思いが到らない。私の場合、このような短期間の活動の単なる積み重ねで終始したようである。昔、若い頃は研究というものは2、3年先のことはどう進展するか分らない、そう先のことは予測できないと思っていたが、どうもそうではないようで、どの研究も何か歴史的必然性があって互いに関連をもって進展してゆくものようである。そういう意味からはやはり、30年、40年という長い視野に立って研究計画を建ててゆくことは必要かつ有効ではないかと思う。

私が最も深いかかわりをもったs-d相互作用の問題を考えてみる、私にとってはこの問題は1950年頃に出されたC. Zenerによる鉄族強磁性に関するいわゆるZener模型の理論に始まる。これが1954年のRuderman-Kittelにつながり、1956—1957年のBerkeleyにおける稀薄合金CuMnの研究に発展する。この流れに平行して Friedel の散乱理論による鉄族合金の研究がある。Zener以前には戦後のLeydenにおける稀薄合金の詳しい実験的研究、Korringaによる理論的研究があったが、当時は全く暗中模索の時代であった。1960年になって s-d模型（s-f模型）に基く稀土類金属の磁性研究が進展する。

稀薄合金についての次の進展は1962年Andersonのs-d mixingの論文によってもたらされる。これによってFriedelの思想が定式化され、s-d模型とFriedel模型とが統合する。この時代、Anderson模型によるHartree-Fock近似に基く議論に重点が置かれ、s-d模型の影が多少とも薄くなる。

1964年になって有名な近藤淳さんの論文が出て稀薄合金の研究は近藤効果一色に塗りつぶされる。近藤さんの論文は永年の間ナゾに包まれていた電気抵抗極小の現象の根源を明らかにするものであったが、他方、稀薄合金(Cu Mnなど)の問題における多体効果の重要性を指摘するものであった。この論文ではAnderson模型ではなくs-d模型が採られていた関係上、以後s-d模型による多体問題の研究が強力に推進される。基底状態の研究、繰り込み群の理論の導入、Wilsonの理論迄約10年が経過して、近藤効果の本質が明らかにされ、金属中の局在スピンの発生の物理的意味が明らかになった。

Wilsonの理論以後はAnderson模型に基く研究が進展する。そして、1980年以降にBethe-Ansatzによる厳密解がえられ、近藤効果の問題はここに、完全に終止符がうたれる。

一方、稀土類金属化合物における新しい問題、価数揺動現象や高濃度近藤状態の研究が近藤効果の研究と平行して進展しており、Wilsonの理論以後は、近藤効果の研究は、稀薄合金から稀土類金属化合物における高濃度近藤効果の研究へと対象を変えて進展し現在に至るわけである。

稀薄合金のs-d相互作用の研究も現状迄來るのに35年の歳月を経過している。途中いろいろと廻り道もあったが、それでも、ここまで研究が進展するには35年という時間がどうしても必要だったのではないだろうか。

この35年間における、固体物理の最も大きな出来ごとは1957年のBCS理論の出現である。超伝導現象はその発見は1911年であるが、量子力学が完成して固体電子論が急速に発展した1930年以降ずっと超伝導の機構の解明は理論の研究者の大きな目標であった。その超伝導現象を解決する理論が出現したのであるから、これは大変な事件であった。私はたまたまBerkeleyに滞在中にこの理論に接し、この理論がいろいろと検討され、世界的に浸透してゆく経過を身近かに観察することができた。

Bardeenは1952年頃Fröhlichと前後して、電子格子相互作用による超伝導理論を開いたが電子格子相互作用による自己エネルギーの部分だけを考慮したため結局不発に終った。Bardeenはノーベル賞を2度獲得した非凡な物理学者ではあるが、特に天才とも思わない。BCS理論の成功はBardeenの地道な努力の積み重ねと彼の執拗な執念とさらには幸運とによって生れたものではないだろうか。

私自身超伝導についてはBCS理論を勉強しただけで、残念乍ら、理論の発展には何も貢献はできずに終ったが、超伝導の研究はBCS理論以後は強結合理論への拡張、超伝導体を通る磁束

の量子化, Josephson 効果へと進展してゆくが, これらの進展をみても, やっぱり BCS 理論は画期的な理論であったと思う, 現在では超伝導と磁性のからみ合いがいろいろと研究されているが, この問題は 1960 年頃 Matthias によって取り上げられた歴史の古いテーマの継続ともみられる。BCS 理論以後の超伝導理論の進展としては, ほかに, 液体³He の超流動現象の発見とその理論展開を挙げねばならないだろう。

BCS 理論がでた 1957 年前後, 1950 年代後半は非常に重要な論文が続々発表された。いわば固体物理の黄金期とも云うべき時代であったように思う, 1957 年の久保理論, 1958 年の Anderson 局在の論文, 1959 年の Anderson の超交換相互作用の理論, Landau の Fermi 液体理論及びそれを微視的立場から発展させた Luttinger 等の理論, 量子統計理論の発展等々である。

Anderson の超交換相互作用の理論は絶縁体磁性体の局在スピン間の交換相互作用の機構を明らかにするものであるが, ここではのちに Hubbard ハミルトニアンと呼ばれるモデル(これは戦前の Slater の時代から使われていたモデルではあるが)に立ち, 金属一絶縁体転移(Mott 転移)を議論したところにさらに大きな価値を認めなければならない。さきに述べた稀薄合金に関する Anderson の s-d mixing の理論は, このモデルを局所的にしたものと解される。

Anderson 局在の論文は Mott 転移と異り, 不純物ポテンシャルによる電子の波動関数の局在化を論じるものであるが, この論文から 20 年を経過した 1979 年の Abrahams, Anderson, Licciardello, Ramakrishnan によるいわゆる 4 人組の論文, Gorkov, Larkin, Khmelnizkii などソ連の物理学者の仕事を契機として再び大きく進展することになったのはよく知られていることである, 超伝導現象のようなマクロな規模で出現した量子効果という劇的な現象の場合は勿論であるが, それ程劇的ではなく, どちらかというと一見些細な現象でも, その理解が非常に困難な場合がある。そのような場合, その現象はほんの表面に現れた氷山の一角であってその背後には大きな物理が隠されているものである。その好例は稀薄合金の示す電気抵抗極小の現象であり, その蔭には近藤効果という大きな物理が隠されていた。同じような例としては佐々木亘さん達が辛抱強く研究してこられた Si, Ge における不純物伝導に見られる負の磁気抵抗の現象がある。負の磁気抵抗はあちこちに見られる現象であってそう目立ったものではない。この問題は, かつて豊沢さんが注目され, 稀薄合金の理論の立場から, いろいろ検討されたけれども, 仲々十分な理解がえられなかつたものである。

半導体の不純物伝導については永く Mott 転移の立場から検討されてきたが(この辺の事情は私はあまり詳しくは知らない), それが Anderson 局在の立場から論じられるようになり, さらに 4 人組の論文以後, 学習院大学の川畑有郷さんによって Anderson 局在への傾向が, 磁場によって妨害される効果として説明されたのはつい最近のことである。負の磁気抵抗の原因の解明が永い間, 実験サイドからこの問題を追求してこられた佐々木さんの停年退官にやっと間に合った

ことは佐々木さんのためにも大いに慶賀すべきことである。このようにして、永い間、原因不明のままに残されてきた不純物伝導に現れる負の磁気抵抗の現象の背後には大きなAnderson局在という物理が横たわっていて、その一角が負の磁気抵抗としてわずかに表面に出ていたことになる。

負の磁気抵抗の問題は発見されてから30年近くを経てやっとその原因が明らかになったわけである。抵抗極小の方は1933年頃にオランダで見出されていたから、Wilsonの理論でのた1975年頃迄としても40年程かかったことになる。超伝導の場合、その研究の発端を1930年とすれば27年ということになり、程度としては似たものである。Anderson局在そのものは現在、強い局在性について、さらにはAnderson局在とクーロン相互作用との絡み合いについてはまだ未解決の問題を多く残しているし、近藤効果についても稀土類化合物の磁性に関連して高濃度の場合の問題が山積している。研究というものは一度始まつたらなかなかおしまいにはならないものようである。

以上の3つの例以外にも、現象としては小さくて、あまり人目につかないものでも大きな物理がその片鱗を僅かに現わしているものが、今となってはそう多くはないかも知れないが、なおいくつかあるであろう。そういう片鱗を手掛かりにして大きな物理を発掘してゆくことは、これはなかなか味のある仕事である。

特別のアテもなく筆をとって、案の定とりとめもない話になってしまった。しかし、ここで多少とも主張したいことは物理の研究というものは、そう簡単に片が付くものではないということである。本当の意味で問題が解決されるには、20年、30年あるいは50年以上もかかるということである。問題によっては4、5年で片が付くものも沢山あるであろう。しかし、そのような問題は概して重要な問題ではないようである。我々はもっと気長に物事を考えなければならないし、場合によっては問題の真の解決を見るためには、命が短かすぎる場合も覚悟しなければならない。

そもそも人間が何かを計画するとき、時間のスケールは自分が活動出来る年月以内の短期間で考えるものようである。しかし、昔の人はもっと長期の計画を立てていたようで、例えば、ヨーロッパで大伽藍を建設するという場合、100年位の計画を立てたそうである。人間の代にして3代位である。人類の永い歴史の中では100年位は一瞬である。NHKの大河ドラマ「家康」によれば彼の最大の悩みは天下平定のために彼の寿命が足りないという心配であったそうである。技術開発のテンポの速い今日では、物理の場合、そう極端に長い計画は考えることはないと思うけれども、現在の私の感じでは20年、30年はすぐに経ってしまうので、このくらいの歳月は各自の射程距離の中に入れておいた方がよいと思われる。

さて、ここで磁性の問題を考えてみる。現在の磁性研究の主な対象は鉄族金属化合物と稀土類金属化合物と考えてよい。稀土類金属化合物の磁性についてはさきに述べたように近藤効果の研究の延長線上にあって、鉄族金属ではみられない価数揺動現象や高濃度近藤状態が現在研究対象

になっている。稀土類金属の研究はすでに長い歴史をもっているが、その真の研究の進展はむしろ今後にあると思われる。

鉄族金属の磁性に至っては固体電子論の発展の初期の段階から重要な研究対象として取上げられてきた。しかし、我々は Bloch-Slater の Hartree-Fock 近似で長い間我慢させられてきた。そして電子間の相関よりもむしろ 3d-バンドの複雑な構造の方に気を奪われてきた。逆に磁性に現れる異常をバンド構造の特異性に押しつける傾向があつて意識的に電子相関に眼を瞑ってきた。これは電子相関の理論が困難であることにもよるが、電子相関なしでも、実験事実が大雑把には理解できたからもある。

研究の長い歴史の中で電子相関を取扱った研究は Herring-Kittel, 伊豆山さん達のスピン波理論を除けば 1963 年代の金森理論, Hubbard 理論, Gutzwiller の理論位であった。そしてやつと 1973 年になってスピンの揺らぎ間の Coupling の重要性が指摘され、スピン揺動の理論が守谷亨さんたちによって展開された。そして、現在既に 10 年を経過した。守谷さんのスピン揺動理論は Stoner 模型では説明出来ない鉄族強磁性体のもろもろの性質、特に Curie 点以上の振舞いの多くを説明することに成功した。しかし、この問題は本質的多体問題であることから数学的取扱いの困難もあって、理論の側からはなお多くの困難な問題が残されている。なお厄介なことは鉄族強磁性の問題ではいつもそうなのであるが、このスピン揺動理論で、金属強磁性の大筋が解決されているのか、そうでないのかがあまり明確でないことである。問題が解決されているのかそうでないかが分らないということは結局解決されていないということではないだろうか。強磁性の問題はその出発点を 1930 年として、既に 50 年を経過している。この問題は稀土類化合物の問題とも関連しており、その真の解決にはさらに 20 年、30 年を要するかも知れない。

もう私の云いたいことは十分に理解いただけたと思う。そこで最後に物性研の将来計画について一言述べて終りにしたいと思う。私が物性研の所長時代に要求した将来計画の 5 本の柱のうち 3 つがスタートし、また中嶋所長の時代に表面物性計画が文部省に取り上げられ、さらに、中嶋所長の努力によって残った軌道放射の研究計画もボツボツ具体化の方向を歩み出していると聞いている。超低温、レーザー、強磁場の計画も着々進行しているようでまことに結構なことと思う。

もう大分前になるが、S O R リング性能向上に関して、核研の所長であった坂井さんから、大体物性の研究者はセッカチ過ぎる、研究というものはもっと長い眼で見なければならないという御注意をうけた。坂井さんは核の中でも特別にスケールの大きい人であり、素粒子、原子核の計画は今やかつての大聖堂やピラミッド建設に匹敵するものとなっているので、坂井さん程である必要はないけれども、物性研究者ももっと長い眼で物を考える必要があるかも知れない。物性研の将来計画も決して功をあせらず、せめて 20 年、30 年を目標に気長に着実に進行させられるよう切望する。

超高压力とアモルファス半導体の研究開発

箕 村 茂

「物性研だより」に編集委員から1984年に停年退官する古参所員の一人として自由な内容の執筆を依頼された。前回第19巻第5号に研究室だよりを執筆し、1980年当時の超高压力とアモルファス半導体の研究開発について紹介した。今回はこれらの研究分野における過去20年間の開発状況、特に技術革新と材料開発について述べさせて頂きたい。

私は1983年第9回高圧科学・技術国際会議と第10回アモルファス・液体半導体国際会議に参加した。これらの国際会議は私が1962年物性研に就任して数年後に第1回目が開催され、当研究室の研究活動に著しい影響を及ぼしている。

超高压力の技術革新

圧力と温度は熱力学において最も重要な独立変数で、凝縮系物性を理解する上で極めて有用な手段として利用される。圧力の基本的効果は原子間距離の減少にあり、結果として原子間相互作用が増加し、伝導電子と価電子のエネルギー準位が変化し、ある臨界点において構造相転移あるいは電子相転移が起る。

超高压力への挑戦は今世紀の前半 P. W. Bridgman により開始された。彼は二重収縮油圧プレスの荷重による二段圧縮方式のピストン・シリング装置、質量支持の原理に基く対向アンビル装置等を開発し、100kbar に至る超高压力下の圧縮率、粘性、電気抵抗、相転移等に関する精密測定を行った。彼は「現代物理学の論理」において操作主義の哲学、すなわち物理量や概念はそれらを操作することによってはじめて認識できるとする自然科学の方法論を主張した。彼はまた1946年度のノーベル物理学賞を受賞した。

私は1946年京都大学理学部物理化学研究室堀場信吉、帰山亮両先生の門下生として超高压研究の第一歩を踏み出すこととなった。当時の超高压力研究の原動力として、Bridgmanの超高压力研究、F. Haber, K. Bosch らによるアンモニアの合成（1913年）、イギリスの I. C. I. 社によるポリエチレンの合成（1938年）などの影響が著しいことが想像される。私の超高压力への最初の挑戦は、アセチレンガスの圧縮機の整備、アルカリハライド巨大単結晶の育成、赤外分光度計と高圧光学セルの製作であった。私は1959—1962年の3ヶ年イリノイ大学のH. G. Drickamer先生の研究員として留学し、支持テーパーアンビル方式の光学セル、電気抵抗セル、X線回折セルによる研究開発に参加した。

1960年度の高圧研究に関するゴードン研究会議において私はBridgmanをはじめ、1955年人

類最初の人工ダイヤモンドの合成に成功した G. E. 社の F. P. Bundy, H. T. Hall ら, モスコーの高圧物理学研究所の L. F. Vereschagin, フランス CNRS の B. Vodar らにはじめてお会いする機会を得た。この会議には今日活躍している種々の方式の超高压装置の大部分が登場。特に圧力測定基準に議論が集中した。

1970 年代においてダイヤモンドアンビルによる技術革新が起り, Mbar に至る超高压研究の幕あきとなった。ワシントンの NBS の G. J. Piermarini らは 700 kbar に至る静水圧下の顕微分光法を開発し, ルビーの R_1 蛍光線による圧力測定基準を確立した。カーネギー地球物理学研究所の H. K. Mao, P. M. Bell らは NBS 方式のダイヤモンドアンビルセルを改良し, 600kbar に至る固体 H_2 のラマン散乱, 1.7 Mbar に至るルビー R_1 蛍光等を測定した。一方, モスコーの高圧物理学研究所の L. F. Vereschagin, E. N. Yakovlev らは微結晶ダイヤモンド, 立方窒化硼素の超硬焼結体の材料開発に成功し, 対向アンビル装置に適用し, Mbar 領域における絶縁体-金属転移を報告している。

超高压研究の主要な成果の一つは, Bridgman により確立された構造相転移の普遍性にある。Bridgman 以後30年間に確立された今一つの研究成果として, 圧力誘起の電子相転移の普遍性があげられる。例えば, 圧力誘起の金属化と超伝導体化があげられる。今日, 1 Mbar に至る超高压下で金属格子をつくることができない元素は, ダイヤモンドと不活性ガスを残すのみとなっている。固化不活性ガスにおける価電子帯と伝導帯の重なりによる金属化は, Xe (1.3 Mbar), H_2 (2.1 Mbar), Ar (5.8 Mbar), He (112 Mbar) と見積られている。Cs 金属は 100kbar に至る圧力領域で I (bcc) \rightarrow II (fcc) \rightarrow III (fcc) \rightarrow IV (bct) の構造相転移を誘起し, 1.5 K (125kbar) 下で超伝導状態へ転移する。Ba, Sr, Y, Ce 金属等においても圧力誘起の超伝導転移が証明されている。これらの現象は伝導電子の $s \rightarrow d$ あるいは $f \rightarrow d$, s の電子相転移によると考えられている。

アモルファス半導体の材料開発

硝子の材料開発の歴史は遠くローマ時代にまでさかのぼることができるが, アモルファス物質の物性論は今世紀の後半に登場した。アモルファス物質は融体の急冷, 真空蒸着, スパッタリング, グロー放電分解などの方法により作成され, 真空下の加熱により 1 ~ 4 kcal/g·atm の発熱を伴って結晶状態へ転移する。これらの結晶化熱は化学結合の不規則性による機械的ひずみとして蓄えられている。アモルファス物質の電子的性質はギャップ状態に強く依存し, 試料作成条件により系統的变化を示す。

ランダム系の電子論は P. W. Anderson による電子局在性の概念の導入 (1958年), N. F. Mott による局在状態と非局在状態の限界エネルギーあるいは易動端の概念 (1967年), および最小金

属伝導度の概念（1970年）の導入により開拓された。両先駆者は1977年度のノーベル物理学賞を受賞している。

アモルファス半導体は結晶には観測されない光メモリー現象や電気的スイッチング現象を示す。電気的スイッチング現象は1968年S. R. Ovshinskyによりカルコゲナイト系硝子において発見され、いわゆるオボニックメモリ物質として知られるようになった。スイッチング現象は今日でもまだよく理解されていない。金属的伝導に対しN. F. Mottは高濃度電子一正孔対によるとし、一方M. H. Cohenは構造変化を伴ったホットフィラメントによるとしている。

カルコゲナイト系半導体においてはフォトルミネッセンス、光誘起によるESR、基礎光学吸収が観測され、また不純物ドーピングによるフェルミ準位の制御ができない。これらの現象は1975年P. W. Andersonにより負の電子相関エネルギーの概念が導入され、更にR. A. Street、N. F. Mottにより正または負の電荷状態にある欠陥中心模型(D^+ , D^-)が導入され、またM. Kastner, D. Adler, H. Fritzschcらにより価電子交換対模型(VAP)が導入されはじめて理解されるようになった。

一方、1975年W. Spear, P. G. Le ComberらはSiH₄, PH₃, B₂H₆ガスのグロー放電分解により α -Si:H系半導体の不純物ドーピング法を開発し、pnダイオードを作成し、整流現象を証明した。この研究を契機として、 α -Si:H系太陽電池が新エネルギー資源開発の有力な手段の一つとして注目され、国際協力により急速に進展するようになった。今日、 α -Si:H系太陽電池の光电変換効率はヘテロ接合による多層構造の技術開発により大面積パネルのモジュールにおいて約9%が達成されている。

α -Si:H系合金膜には約17 at. %のH原子が含まれ、その原子構造は4配位Si原子と1配位H原子の交叉結合ネットワークの特性を有している。Si原子のダングリングボンドは水素化され、ESR信号は 10^{15} スピントン密度に低下している。物性データとしては、光学エネルギーギャップ1.75 eV、比抵抗 $10^{12} \Omega \text{cm}$ 、活性化エネルギー0.76 eV、電子ドリフト易動度 $2.5 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 等が得られている。ギャップ状態の情報は、基礎光学スペクトル、光音響分光、変調光電流の測定のみならず、pn接合、ショットキ接合、MOS接合における空乏層の電気容量のバイアス電圧依存性および時間変化の測定から得られている。

われわれは α -Si:H系太陽電池の材料開発の基礎を確立することを目的として、最近下記の実験を行った。(1)平行平板形および同軸円筒形2極rfグロー放電装置を製作し、シランのグロー放電プラズマのインピーダンス測定、発光分光分析、イオン質量分析による診断を行い、 α -Si:H着成膜の性質に及ぼすプラズマパラメーターの影響を調べた。(2) α -Si:H合金系膜の赤外吸収、ラマン散乱、X線回折強度、EXAFS、基礎光学吸収、ESR、暗伝導度、光伝導度およびこれらの圧力効果を測定し、局所原子構造、欠陥、圧力誘起相転移について知見を得た。(3) α -

Si:Hのショットキダイオード、pinダイオードを作成し、接合容量のバイアス電圧依存性、光誘起容量、光電変換効率を測定し、ダイオードの特性を評価した。

1962年当研究室が誕生して20数年経過した。その間、研究室のスタッフとして岡井敏、長崎博、下村理、辻和彦、浅海勝征、今野美智子の諸君が活躍され、また多数の外来研究員および大学院生の協力により共同研究が行われてきた。更に、所内のサービス関係の職員からも多大の支援をうけてきた。ここに上記の方々に心から感謝を申し上げます。

物性研 1957—1983

神 前 煕

初代所長茅先生からの御命令で物性研の建築設計のためにアメリカ東部の各研究所を見て廻ったのは1957年6月頃のことでした。本郷施設部の山崎さん、Iowaにおられた沢田さんのお伴をして、私の居たイリノイ大学からはじまり約1ヶ月の視察旅行を行いました。この時の結論が現在の物性研A棟の建築です。土地や予算の制約もあって仲々理想通りにはゆかなかったのですが、建築の設計自身としてはその当時のベストであったと思います。開所式の折に核研の熊谷先生にほめてもらったことを思い出します。しかし、当時から一番の問題点は敷地の広さでした。現在すでに土地の余裕は殆んどありません。将来の物性研の発展を考えると、もっと雄大な土地を獲得する必要があると信じています。

物性研創設に際してのホットな議論の殆んどは当時在外中の私には聞こえませんでした。ただ実験屋の立場としては、液体ヘリウムを自由に使える共同利用研をつくる必要があるといった具体的な実感はよく理解できました。とにかく全国の研究者の支持と首脳部の先生方の努力のお蔭で、原子核研究所につづく第二の共同利用研として物性研がスタートしました。実験屋の夢であったヘリウム液化機と数多くの電磁石が設備されました。以来25年、我が国全体の研究設備もレベルアップされましたし、物性研究の内容自身にも大きい進展がありました。この期間に物性研がなした貢献は自画自賛するに足るものと思います。

必ずしも自画自賛のついでというのではありませんが、私自身の研究生活の大半をすごすことになった私の物性研時代をかんたんにふり返ってみます。最初はアルカリハライドや銀ハライドの研究とくに純度の高い結晶をつくることからはじめました。ほとんど同じ時期に同様な努力が世界中ではじまつたのは研究発展の気運といったものでしょう。原料の準備から結晶の純化にいたる新しいフォーマットが一応確立して、その後の研究にもまた、所外の多くの研究にも役立つことができました。一応確立したといいましたがもちろん完全なものではなくいくつかの問題点がのこっています。しかし、どの段階で満足できるかは目的そのものに依存しかなり主観的なもので、今後更に進歩するためにはまず新しい目標を設定することが必要でしょう。

このようにして得られた結晶について低温での分光研究がその後につづきます。銀ハライドのヘリウム温度での高分解分光は一種のスクープの連続で新しいデータが毎日のように出て来ました。実験としての特長の一つは光励起下での過渡分光吸収の導入で、アルカリハライドのF中心励起状態（緩和励起状態R E S）に対しても成功をおさめました。同様の手法はその後の固体

希ガスの自己束縛励起子（S T E）の研究でも予想以上の成果を得るにいたりました。これらの仕事は多くの方々の努力と協力とによってなしとげられたのですが、私達の目標は単純な物質を対象として新しい実験手法を用いて新しい物理をさぐることになりました。たとえばFセンターの研究は50年以上の歴史をもっていますが、なおかつ新しい物理を見出すことができたわけです。研究である以上、何か新しいユニークな特長がなければ新しい物理が出て来る筈はありません。これは私達のモットーでありまた経験法則として確信を得るにいたったものです。

1970年の前後からシンクロトロン放射（SOR）を利用する物性研究が注目されるようになりました。SORの利用は原子核研究所の電子シンクロトロンの完成（1962）と同時にはじまったのですが本格的な物性研究はSOR-RINGの完成と物性研SOR物性研究施設の発足によってはじめて軌道にのりました。私が施設長をひきうけた1975年の時点ではSOR-RINGも分光測定系も生れたばかりの赤ん坊でしたが、物性研SORグループの皆さんのお努力のお蔭でその後の発展はめざましいものがあり、光源ストレージリングとしての性能においても、また物性研究の成果においても世界のUVVリングに比肩できるまでに成長することができました。しかし、周知のようにSOR物性研究の発展は世界的スケールで急速に進んでおり、いまや「創業期」から「拡張期」を経てさらに「新世代SOR光源」の時代に移行しようとしています。物性研SOR物性研究将来計画はまさにこの第二世代を目標とするもので、アンジュレーターから自由電子レーザーをわたる高輝度新光源とそれにマッチした分光系の建設によってこれまでの研究者の夢を一挙に実現しようとするものであります。SOR物性研究はまだ若い分野ですが、その創業期から現在の拡張期にいたる発展の歴史をふりかえってみると、光源マシンと分光研究の両方における実験技術の進歩によって当初の期待をはるかに上まわる成果が得られています。私達の「新世代SOR光源」が実現したあかつきには、現在予想されている以上の貢献がなしとげられることを確信しています。物性研将来計画のうちでSORだけがスタートがおくれていましたが、その大きな障害となっていた設置場所の問題もようやく解決され、高エネルギー物理学研究所で実現される見通しが得られております。新しいSOR計画は物性研としては大型のプロジェクトであり、全国の物性研究者の支持と支援とがなくては到底実現できるものではありません。物性研究の将来を考えますと、SORに限らずより大型計画への指向が今後ますます要請されるのではないかと予想されます。実験・理論の専門をとわず切実な問題として考えていただきまた応援していくことを切望いたします。

私自身がはじめて物性研にかかわりをもった1957年はちょうどイリノイ大学でBCS理論が誕生した年でした。その後の25年をふり返ってみると、いわゆる「未来予測」というものが如何にむずかしいものであるかが痛感されます。新聞記事によればG.Orwellの「1984」で1949年になされた予想は非常によく適中している由ですが本当だとすれば驚くべきことです。すくなく

とも今から25年前、私の接した国の大先生方の予想はほとんど適中しました。その予想が具体的であればある程、20年をまたないでひっくり返ったものが大部分であります。この期間の学問の進歩が如何にめざましかったかを示すものかもしれません、私自身にとってはかなりインプレッシブな事実として切実に受けとめざるを得ませんでした。結局おちついた教訓は至って平凡なことで「人のあまりやらない新しいことをやるに限る」という主義をもつにいたりました。かつての高エネルギー物理のように「エネルギーをあげさえすれば新しいことがみつかる」主義ほどのオptyimismにはいたりませんでしたが、世の中の流行を追いかける弊害だけは免かれたつもりです。寺田先生の言葉に「あまり頭のよい人は研究者にむかない」というのがあったように記憶しますが、特に研究分野が細分化しソフィスティケーションの現代の若い人達に「何でも試みてみよう」ということをおすすめしたいと思っています。「物性研究の曲がりかど」論がきこえてきたことがありました。歴史は繰り返すでこの手の話は昔からしおりがありました。若い方が気にする種類のものではありません。ただし、学問の進歩は時間に対して単調增加関数ではなく、階段関数的な進歩を経ておこるのも経験的事実のようです。みずから手で新しい階段をつくり出そうというのが物性研将来計画のスピリットだと思います。

多分なぐさめる意味で60才定年は早すぎるといって下さる方達が多いのですが、私自身は少くとも現在の我が国の社会では60才定年に大賛成です。私の場合、S O R 将来計画にてもまたイオン結晶や希ガスの研究にしても物性研 S O R グループや東北大に移った方にそれぞれ安心してバトンタッチできますので何も心残りはありません。私自身も今後なお研究を続けてゆきたい希望をもっております。この紙面をかりて今後ともよろしくお願ひいたします。

座談会 — 内から見た物性研

助手有志
編集高橋慶紀

物性研の助手が、外部へ転出した時、たいてい“内と外から見た物性研”といった趣旨の題で物性研だよりに寄稿してもらっています。それ以外は、助手が、こういった場で意見や感想を述べる機会は今までほとんどなかったように思います。しかし助手も物性研を構成する重要な一員なのだから、現在在職中の助手に意見や感想を述べてもらう機会をつくったらどうかということを、前号の編集委員の桜井先生が提案され、高橋がこれを実行に移しました。

昨年の8月末に5名の助手の方（内訳は理論3名、実験2名）に集まってもらい、特に話題を決めずに、物性研について、常日頃思っていることや、感じていることを中心に自由に話し合ってもらいました。以下は、そのときの記録をまとめたものです。

助手は、所員とは違って、必ずしも物性研の運営等に関するいろいろな情報を知れる立場はないことから、多少の誤解に基づく発言や、事実関係を知らないための意見等もあるかも知れません。しかし、これは、立場上ある程度やむを得ない点があると思います。こうした点をお含みおかげで、物性研の助手が普段どのように感じているのかを、少しでも知っていただければ幸いです。

研究環境

- A 物性研という所は、短期間いる所だとしたら、本当にいい所だと思う。研究上の新しい情報がすぐに入るとか、duty がほとんどなくて、研究だけに専念できる所だと思う。たとえば、他の所と研究の上で競争することになった場合、物性研から一番早く仕事ができるようだし。
- B 先日の25周年記念の講演会で、創設以来ずっと研究のアクティビティが保たれていると言われていますが。
- C しかし、外部からの評価は必ずしも、そういったものばかりではない気もします。
- D たとえば、テクニカルレポートが年に何編であるかということから判断すると、確かにそうかも知れませんが、量的なことだけでなく、質的なことまで考慮したときどうなのか。
- C あの時のことが、物性研の助手が任期が5年しかないのに、2回も海外出張したりするのはどうかという外部からの意見がありました。これからは、研究をやる上で、いろいろな特殊ケースが生じて来ると思うが、たとえば、ビッグサイエンスのマシンタイムの問題とか。そういう事情を考えずに、2回でたらおかしいと、一まとめにして言ってしまうのは納得できません。研究を行う上で、どうしたら一番いいのかということを最重要視した上で決めてることで、その上

で何回も出張することになるかも知れないし、一度も出ないということもあるのだと思う。こういったことは、任期制というものが、固定観念化して受けとめられていることによると思う。物性研は教育などより、研究ということを一番中心に据えている所ですね。だからこうした外部からの声も研究ということに判断の基準を置いてもらいたいと思う。

A 物性研が出来た時の創設の理念なんかは、よくわからないんだけれども、30代前後という時期に適當な時間、自由に研究できる時期があるというのはいいと思いますが。つまり、dutyは課さないから勉強しなさいと。

C よくわかりませんが、それは物性研にいる間に勉強し、他へ行って成果を出せというのか、物性研にいる間に何らかの成果も出せという意味ですか。5年間をどう使うのかということかも知りませんが、蓄積のためか、outputを出すために使うのか。自分としては、30代前後の時期は、必ずしも、研究をやる上で一番いい時期だとは思わなくなって来ている。経験を積んで視野が広がるにつれて、アクティブになるという面もある。それが30代後半になつたらダメになるとは考えられない。だから30代前後の時期は何も特殊な時期でないし。

D 5年間ここにいる人間がどういう気持ちでここにいるかということですね。人によっては大学院の延長のように思っている人もいるだろうし、ここで名をあげて、よそに出ていこうと考えている人もいるだろうし。

A しかし大体は postdoc 的ではないですか。

C 確かに物性研は、ポジティブな面でとらえたとき、仕事や研究がやりやすい環境であると思う。しかし、個人的なローカルな周囲の様子にかなり左右されるという面もあると思う。研究室単位になっているから、研究室の様子で決まるという面が大きいと思う。

研究室制

C ハードウェア、つまり物性研の組織、制度、機構といったことを考えるとき、他の研究場所と比較して、特に問題になることはないのだと思う。ときどき聞えてくる外部からの批判も、実際上は、制度上の批判という形をとっているが、実際は、特定の人をイメージにおいていることが多いような気がします。だから制度が悪いなんてことは何もなくて、結局は、それを運用する人間の問題だけであると思う。

D いくら制度がいいといっても、それが囲りの世界とコンシスティントでなければならないいうこともあります。だから物性研だけ見ていてもわからないということもある。

C それは任期制ということだけに限れば、そうかも知れませんが、その他の研究上のことについて言えば、問題がないと思います。

E 制度自体は、全然悪くないと言いましたが、自分が考えるに、今までいろいろと問題が起き

たのは、originはかなりの部分が人間関係によるものようですね。物性研の特徴は、研究室制ということで、助教授も教授も分れていて、その部屋には3人しかいないわけです。学生も非常に少なくて、50研究室あっても、物理コースの大学院生は年に5人位しか物性研に来ないわけだから事実上いないとすると、技官のいる所は3人、いないところは2人という、ものすごく小さな組織になっているわけです。こういうところでは、人間関係がもう出て来る。いろいろな問題が起きる時、すべてここに根ざしているように思う。これは制度的なものではないですか。大部門制になったので、よくなるかと思ったが、全く今までと同じような気がします。だからうまくいっている所では、研究も仕事もはかかる反面、悪くなったら、極端に悪くなる面がある。問題が表面化するのが他のことのように見えても根はそこにある。

C 他のところと比べて、たとえば本郷の場合なんかは、学生がいるから集団社会としては、ずいぶん大きい。

E そうだと思います。たとえばの話ですが、研究室の中がぎくしゃくしていたりすると、2～3年のスケールで学生が集まらなくなってしまう。だから、すぐにあそこはどうしたんだろうということになる。それに学生がいないと実験がなかなか進まないということもあるから、場合によったら困るということもでて来る。だから学生が一種の緩衝剤の役割りを果たしている場合もあり得る。

B 学部のある所では、学生を大切にするという事も聞きますね。

D いい学生が集まると、研究室としてもいい仕事が出来るということもあるし。

A だから物性研の場合は、なにか事が起きててもなかなか表に現れにくい。

D 2～3人という、小さな組織の壁をとり除くというようなことはできないのでしょうか。

B 研究室というのは互いに干渉し合わないことになっているし。

C それに物性研では所員に比べ助手は横のつながりが少ない気がします。ばらばらのような気がする。

B 定期的に集まるわけでもないし。

D 一人一人がうまくいっていれば、別に集まる必要もないわけですが。

C 自分は研究室制しか経験したことがないのですが、組織を大きくするというのは、具体的にどういうことにしてればいいのですか。たとえば学生が入れば大体十分なのか。

E ではどうするのかというと困りますが。

B 他のところはどうですか。

C 金研なんかでは、ずいぶんいろいろ人の組み合わせで実験をやっているようです。何々グループというものはあるが、やっている人間は完全に入りまじっていて、その時々の興味で集まっているようです。

- D 本来研究上の興味、関心に忠実であろうとすると、そうなるのでしょうか。
- B しかし、物性研では、所員が助手を採用するということになっているからそんなことにはならない。
- C 何々部門で採用というのはどうですか。
- D しかし、実際は半講座制になっているわけですから。汎講座制ではない。
- E 何々研究室の助手というのをやめればいいのではないですか。今年はこの先生と一緒に仕事をし、来年はこの先生と、といったように。
- C 無機材研や、電総研では、そうなっている所もあるようです。たとえば、無機材研では、グループリーダーがいて、この物質について何年か研究しますと言います。そこに何人が集まってそれをやる。それが終った段階で、又ばらばらになり、またグループリーダーがでてくるというわけです。しかし、個人的なテーマで、ごく小さいグループでやるといったことはできにくい反面もあります。
- C 物性研究というのは、個々の物質を研究するわけだから、研究室制も、小まわりがきくなどのいい面もたくさんあると思う。ただそういう面は、こういう話し合いの中ではあまりでて来ない。それに、物性研の制度自身、他の場所と比べて、特に問題はないと思う。
- E しかし気分だけの問題かも知れませんが、学部のあるところは、こんなではないと感じている人も多いと思う。それに、たとえば、いつわらざるところ、任期があるとないの一つをとっても、ずい分感じが違うと思う。
- E つまらないことかも知れないし、物性研に限ったことでないかも知れませんが、現場の声を聞いてまわることが少ない気がします。たとえば、この建物の中のトイレが臭いことがある。窓を閉めたら廊下など臭いわけです。ファン一つつけたら、だいぶ快適になると思うのだけれども、そういう声をどこへ持っていくらいいのかわからないし、なかなか吸い上げられない気がします。
- D 学部のある所だと教室会議というものがあって教授会メンバーだけでなく助手まで含めて教室をどう運営していくかについて好むと好まざるとにかかわらず討論するといった所もあります。人事の問題なんかは別でしょうが。もっと日常的なことについては、みんなで話し合いができるわけです。ここはそういったことが少ないのでね。
- B 所員が研究室の声を代表するというたてまえになっているのではないですか。
- D しかし、所員会の決定事項だって全然伝わらないことも多いし。秘密にしておきたい事もあるとは思うけど。所員の個性によるところもあると思いますが、しゃべってよいことさえ全然知らせてこない。場合によっては気楽かも知れないが、困ることもあると思う。
- B 一時所内広報も途絶えたことがありますね。

E 今は出てますよ。

C 所内広報が出ているということは、決まったことが伝わっているということです。だからそれを見ない方が悪い。

E しかし人事の場合なんかも、決まって公になったわけだから、決った人に関しては、これこれこういった理由で決ったということが公表されてもいいのではないかと思う。

C でも人事の事を公表している所は他にありますか。

E 他にはないですね。

A 人事委員会の選考過程のようなものを公表するということですか。

B 物性研は、人事に外部選考委員が必ず入ることになっているから、よそと比べればガラス張りになっていると思いますが。

E しかしそれはいつも風のうわさに聞くだけですね。

D 所内広報を見ればよいと言うかも知れないが、それはあくまで上意下達ということであってそうではなくて、下の意見をもっと入れて欲しいと言っているわけです。

C 研究所で目的が研究である以上、ささいな日常的なことなどは、研究を中心に考えるべきものでないですか。

E しかし研究中心といつても、どこまでを研究中心に含めるかは個人の考え方にもよるし。

D 物性研に来て最初に少し変だと感じたことは、所員という名称は教授と助教授に対して使われていて、同じ所にいながら、助手や技官は所員ではないわけです。意識だけの問題かも知れませんが、つまり我々は員数外というわけです。

C しかし、くり返すようですが、他の場所でもみんな似たりよったりではないですか。

D しかし教室会議に参加が認められているところもあります。教室で何を買うかとか、演習の担当の振り分けとかを話し合うわけです。そういうところと比べると、ここはずいぶん封建的な気がします。

E 比較的感じることは、よく人と話したりするとでてくるのですが、ここは不公平が多いと感じている人が多いという気がします。よそと比較してということですが、とくに技官の人には、フェアでないとか、自分達だけが貧乏くじを引かされていると感じている人が多い。

A 他の場所にいる技官の人と比べてということですか。

E そうです。実際はどうなのか知りませんが、そう感じている人が多いということです。何が原因か知りませんが、自分は、人間関係ということから来ていると思う。信頼関係があれば、少し不都合が生じても笑って済ませることができるが、逆に信頼関係がないと、しかたなしに起ったことに対しても、すぐにあいつのせいだということになる。

A だから、コミュニケーションを絶えず保っておく必要がある。

E どちらが悪いといちがいには言えない面もありますが、損をしていると感じている人は多いと思う。

D 根本的には、とにかくすべての面で上意下達になっていることによるものでは。

E 物性研は外から見ると、皆さんよくできるし、金もあるし、設備も整っているはずなんだがそのわりでないという声もあります。それはどうしてかというと、実際、下働きしている人たちに信頼関係がなく、不公平感があり、やる気を失っているという面があるのではないかと思う。これらは、研究室制になっていて組織が小さいということに結びついているように思う。

E 物性研の存在意義は、大きな装置を一ヶ所に集めておけるからということにもあったわけです。しかし、25年経つと大分違ってきたという認識が多くの人にあるわけです。そこで、ビッグプロジェクトの5本の柱をつくるということになったのだと思う。つまり設立当時のプリンシブルを見なおすという認識もあったと思う。しかし、では新しくこういうものにしようという、新しいプロジェクトなりが、我々には何も示されないで、できて動いている感じがします。その技官の人の待遇をどうするかとか、どういうプリンシブルで動かそうとしているのか、公表してもかまわないと思いますが、或はどこかに発表していると言われるかも知れませんが、実際物性研の中の人は、ほとんど知らないと思います。* そういうところで、信頼関係が失われているのだと思う。

D 別に助手や技官が所員会に参加した方がいいと言っているわけではなくて、もう少し、研究室の総意を代表するようにしてもらいたいと。

B しかし、任期制にもからんで来ますが、そもそも、助手には、物性研をどうするかなんてことは期待されているわけではないわけです。どうせ、パーマネントにいる人間ではないわけだから。

人 事 交 流

E 中から見た物性研というのもいいですが、外からどう見られているかということもありますね。どういうことかというと、たとえば助手の任期制がありますが、内部ではどう見られているかわかりませんが、外部からこれはいいということで、完全にこれを維持しようとしたら、物性研の助手と外の助手をトレードしたらどうなんでしょうか。そうしたら、制度を維持できるわけです。

*) 図書出版委員長注記：ここに問題とされているようなことに関して、物性研だより23巻3号(1983年9月発行)に中嶋所長が“物性研における共通室問題”と題して、所としての新しい構想を述べられています。この助手有志の集りは、その出版前に開かれましたので、このような発言があったものと思われます。

- D そうしたら任期を延長するなんてことをせずに済むわけですね。
- E そうして、又5年たったら、又トレードするというように。人事交流もさかんになるし。
- C そういうんでしたら、助手に限らず物性研にいる人間は全員任期付きで物性研所属というのをなくしてしまえばいいのではないかですか。
- A 全員客員ということですか。
- C 常に同じ人数だけは物性研にいるようにして、誰かが、自分の大学なりに戻ったら、別の人気が物性研に来るという具合に。そうしたら人事交流もできます。
- E しかし人事交流はできても、ビッグプロジェクトはできない。共同便所になる。
- C だから、プロジェクト毎に人を集めればよい。最近、一つの研究テーマとかプロジェクトたとえば、アモルファスの研究とか、新物質の開発とかに、億単位の予算が下るようになって来ている。つまり、物性研とは別にこうした研究が行われるわけで、物性研の中の人間が必ずしもその中心になっているわけではない。だから、こうしたプロジェクトの中心になる人に物性研に来てもらうようにしたらどうですか。プロジェクトが終ったら、次のプロジェクトをやる人が物性研に来て、前のは、自分の以前のポストに戻るとか。そうすれば、人事交流はまだまださかんになると思います。
- E 人事交流が一番大切だというのであれば、そういうことになると思いますが。
- E しかし、物性研設立のとき、少くともたてまえとしては、人事交流ということがあったわけです。
- C ないことはないですが、所員のレベルの人事交流は少ない気がします。
- B 25年たってやっと本格的な人事交流ができるのも問題だと思います。
- D 任期制を現実的なものにしようとしたら、任期が終ったとき、だれも困らないようにしておかなくてはいけないわけで。だから、給料は自分の大学からもらっているが、研究の必要上、しばらく物性研にいるという形にするとか。
- C たとえば、CERNなどではそんなふうになっているみたいですね。
- E ヨーロッパやアメリカは、それぞれ事情があって、必ずしも参考にならないかも知れませんが。
- B よそでもできることを、わざわざ条件のいい物性研でやる必要があるかということはありませんか。
- E 失礼になるかも知れませんが、条件が悪くて、小さなことしかできないところで、ちょっと面白いことがでたりすると、物性研の人間が金とひまにまかせて、あっという間に根こそぎやってしまうという面もあるかも知れません。学問として見れば、それが当然なのかも知れませんが。こうしたことでも外部の意見にあると思う。

D 共同利用研なのだから、そういう人に来てもらって一緒に研究するというのがいいのないですか。

共同利用は

B 物性研の中の人と面識のある人が比較的よく来ているように見える。そうでない人にとって何か心理的なバリアーのようなものはないのでしょうか。それに共同利用で来る人は物性研の出身者が多いですね。

C 物性研でしか、やれないことなどというように、今の物性研究は、そう簡単に分けられるものでもない気もしますが。

E やれることならなんでもやりたいということもあるだろうし。

C 他の大学の公募に応募して、面接にいったことがあるのですが、面接で物性研の出身者だからだめだと言われたことがあります。一つの理由は、物性研で、いい装置ばかり使っているから、地方の条件のよくない所へ来たとき何も出来ないだろうと言うわけです。しかし、物性研にいるからといって、自分が欲しいからといっていい装置ばかり使っているわけではなく、いろいろ工夫してやっと実験するという面もあります。だから外部の人に、物性研の助手は、実験上のささいなことは何も知らないだろうという見方をしてもらいたくないと思う。

E そういう人もいるかも知れませんよ。

C しかし、一律にそう決めつけられるのは困る。

A たとえば、そんな偉い人はうちでは採用できませんなんて言われることもあります。

D あれは縁談を断るときの「私にはすぎた人です」というのと同じくらいの意味で。つまり断わるときの方便にすぎない。（笑い）

B だから、今の物性研の助手は、そんなに能力もないし、泥くさい仕事でもなんでもやるからとって下さいということですか。（笑い）

D しかし、独特の物性研臭というのもあるのではないか。

C すこし以前は、少々生意気なところがあってもなんとかそれなりに就職できたわけで。

D 今は、そういう意識を持っている人はいないと思いますが。

A 外の人はなかなかそう思ってはくれません。

C 研究者もずいぶん多くなったし、まわりの研究の条件も、レベルもよくなつて来たわけだから、物性研も、そう特別の場所でなくなつて来ている。

E しかし、困ったという話も聞きます。実際、研究に重点をおいて、講義をあまり持ってくれなかつたりとか、講義を前期に全部つめて、後期は全部空けて、どこかへいってしまうとか。

物性研短期研究会報告

「四面体配位半導体の原子構造と電子状態」

この研究会の計画者の一人として、この会の主旨、会の模様、主要な議論、今後に残された問題点を記す。

非晶質と液体半導体に関する第10回国際会議が8月末に東京で行われたこととの関連で、当初の予定の6月が9月に延期された点と、旅費の都合で、九州や北海道の方に講演のお願いが不可能になった点をおゆるし頂きたい。

近年、実験装置や技術の進歩、電子計算機の発展が著しく、物性物理学の研究も、従来以上に多岐にわたり、僅かにしか異っていない筈の分野の研究状況を年会や分科会で知ろうとしても、そこで用いられている術語やその略語の意味が把握しにくくなり、物性物理学は破滅の道を急いでいるのではないかと思うこともある。物性研短期研究会も、ますます狭くしばられた領域の問題をとりあげる事が多くなって当然のことである。一方あまりにも専門化されて、はなればなれに進まざるを得ない勢はみとめざるを得ないが、かなり親近性のある分野の研究者が一堂に会して、その間の隙を補うような短期研究会が行われてもよいのではないかと日頃考えていたわけである。たまたま、箕村研究室に入りする間に、高圧下の物性、非晶質の問題という、極めて複雑な物性を整理しながら、研究を発展させるためには、種々異なる立場で研究をすすめ、発想の異なる人々の協力を絶対に必要とすることを痛感し、研究会の名称は若干不適当なきらいはあったが、プログラムの方で、補って、このふたつの面を実現する研究会を催したいと思った次第であるが物性研で許容され実現できた事をここに感謝する。

実験系講演者の選択は主として箕村先生にお願いし、理論系講演者の選択は主として小生がした次第であるが、勿論それぞれ意見調整を行って、できあがったのが以下のようないプログラムである。

9月5日（月）午後

前半の座長を鈴木先生にお願いし、後半の座長を清水先生にお頼みました。4個の講演題目は、

1. Optimized Bond Orbitals 法によるⅢ—Ⅵ化合物の多形転移の考察
中西 章（大阪工業大）、松原武生（京大理）
2. 黒鱗の多形
森田 章、朝比奈秀夫（東北大理）
3. 擬ポテンシャル近似による多形の考察
小林悌二（東北大医療短大）
4. Tightly Bound on Bonds 近似による多形の考察
渋谷元一（静岡大理）

9月6日（火）午前

座長の松原先生の下で、残りの理論系の2講演

5. Extended Hückel 理論の半導体電子状態への応用

石井信彦（福井工大），清水立生（金沢大工）

6. Si の局在振動とボンド性

鈴木勝久（阪大理）

が発表された。

9月7日（火）午後

前半の座長は邑瀬先生で、後半は箕村座長で、実験系の6個の講演が行われた。

7. 表面から見た Na Cl 型構造炭化物の電子状態

石沢芳夫，大島忠平（無機材研）

8. In Sb の多形の電子状態

大柳宏之（電総研）

9. 高圧下の四面体配位半導体の格子歪み

辻和彦，箕村茂（物性研）

石館健男，井上久遠（静岡大理）

10. 檸の高圧多形

岩崎博（東北大金研）

11. カルコゲナイト硝子における四面体結合の安定性と硝子形成難易度 邑瀬和生（阪大理）

12. Se - Te 合金系の高圧多形

遠藤裕久（京大理）

このプログラム作成にあたり、講演件数を少くし、1件あたりの持時間を豊富にすることにより、術語や略語の説明が十分なされる事を期待し、討論の活潑化を期待した。理論系の6個の講演時間はそれぞれ45分にとり、討論時間を10分にした。実験系6講演には、少くとも1件20分、討論時間5分を準備した。それでも1件あたりの時間割当てが不足した感じがする程討論は活潑であった。このプログラムを大握みに紹介すれば、初日の4件は、共有結合結晶というか、常温常圧の結晶が主として四面体配位をするものの多型に興味を持っていそうな方々にお願いした講演であり、二日目の2件の理論は、四面体配位結晶の多形とも考えられる非晶質や、四面体配位結晶内の不純物や欠陥格子振動に興味をもっている方々に依頼した講演である。四面体配位結晶の諸性質を、バンド的にみるかボンド的にみるかという相補的見地にたつと、バンド的に処理をすすめたものは、講演2と3であり、1, 5と6とはボンド的立場にあり、講演4は、バンドかボンドかという四面体配位結晶に対する相補的な考え方は、Lennard Jones一門の化学結合の研究に既に展開されているものである事の指摘とも考えられる。

実験系の6講演は、はじめの7を除けば、高圧多形に属するものであり、四面体配位を狭義に解釈すると、9, 11だけのようにみえるが、すべて、fcc, bcc, hcp が実現される長周期律表のIaからIbまでの金属以外の元素をふくむもので、共有結合を主体としてみなすことのできるものに関する実験である。高圧多形からはなれている講演7は、8のIn Sb の示す高圧形がNa Cl 型でありながら金属的性質を示すこととの関連性がこれにないかあるかという問題提起のために依頼したものである。

まとめていえば、後半6件の実験事実を解釈し、さらに、新しく非晶質、ガラス、液体金属の

研究の発展の進路を示すような理論はないものであろうかという問題提起を行った研究会であるわけである。そのような理論は極めて少く、講演 2 で示された黒磷の高圧多形の議論ぐらいで、これも第一歩を踏みだした程度とみた方がよいかも知れない。12講演のまとめを講演者に400字程度でまとめて頂いたわけであるが、それを見、かつ、活発に行われた討論を想起しながら、小生なりに、これから問題点として残されたものをあげてみたいと思う。出席者のそれぞれの方々は、それなりに問題点をまとめられたことでもあろうし、互に疑問点を照合されることと期待して、小生なりの意見をのべる。

講演 1 は、Ⅲ—VI化合物の価電子数が 9 個であるわけだが、Ga S, Ga Se, In Se は層状構造をし、In S は層状構造をとらず、In Se が高圧下で層状構造から外れる。この問題を解明する目的で、ボンド軌道法を拡張し、ボンド形成の基になる混成軌道は、価電子数が 8 個でなく 9 個である点に着目し、 sp^3 と p^3 の中間である事を期待し、この s と p との混合比を、電子系のエネルギーを極小にするように定める方法なので、Optimized Bond Orbitals 法と名づけている。結合角や、電荷 e^T が実験値をほぼ再現している。またベンドモードのバネ定数が電荷が大きくなると小さくなることもみいだしている。共有結合が主役をなしているとみなせる結晶に対してのボンド近似法の有用性を示した新しい試みであり、講演 9 の中で一寸触れられたⅢ—V, Ⅱ—VI のウルツ型結晶における本来 2 個の独立な構造パラメーター α と μ の間に経験的に見出されている線形関係を、歪んだ sp^3 混成によって生じるボンド長とボンド角との相関から解明しようと思っている小生には極めて示唆に富んだ講演であった。

講演 2 は、初日の 4 個の講演にすべて多形という字を付けて頂いた次第ではあるが、この講演 2だけは、とともに高圧多形を処理した唯一のものであり、また擬ポテンシャル法以外では、これに類するものはないのであるので、いわば、今回の研究会の中心と考える事ができる。磷は白から黒まで虹の色の数程もある多型を示すものであるが、その中でも黒磷の高圧多形に対する研究であり、転移圧力の評価も実験結果の程度が十分得られている点は驚くべきことと思われる。また実は、外国出張のために講演が結局実現できなかった東北大教養部の奈良先生に擬ポテンシャル法にもいろいろなものがあるということなので、それらの長短の比較検討を御依頼願っていたわけであるが、森田先生から、擬ポテンシャルを用いた構造展開法、セルフコンシステント擬ポテンシャル法、有効モデルポテンシャル法を巧みに駆使して研究が行われた事が明らかにされた点は、まことに有益であった。

講演 3 は、Zn S 型の In Sb は、高圧下で β —錫型になりさらに高圧下で Cs Cl 型になるが Na Cl 型にはならない。一方 In Sb の非晶質からは Na Cl 型になる。この相違に着目して、金属相 Na Cl 型のバンド構造を、SCF 擬ポテンシャル法で計算している。V (200) が主役を演じている金属であるが、状態密度、電荷分布は半導体 (Zn S) 相の性格を強く残している。電荷分布を

価電子帯を構成する成分バンド毎に評価されているので、擬ポテンシャル法で Cohen 等が求め、また講演 5 で示された拡張 Hückel 軌道法でも求められている価電子帯の最低のバンドが他のバンドとの間に隙を開けて存在している結果を小林先生も得られたわけであるが、その電荷分布は、殆ど、Sb 原子の所に、球対称に集積されている事を示している。この点は、現在小林先生の所で ZnS 型の InSb に対する計算が進行中なので、同様な結果が得られる可能性も多いのではないかと期待しているものである。また、共有結合を主役とする結晶の成分元素がもつ実効電荷の定義には問題が多く残されている筈なのに、Phillips や Harrison のように大たんな結論を導いたりされると信じたくなるわけであるが、Wigner - Seitz 胞の中では、Sb が +0.128 e の電荷をもつ点に注目せよと指摘している。これは、BN や BeO で Slater 軌道を基にした混成軌道でボンド軌道を構成すると同様な結果になる事を小生が昔物理学会で発表した事を、擬ポテンシャル法が支持したことになるわけで、今回の研究会の計画の一つの動機でもあった。

講演 4 は、講演後に森田先生が批判されたように、他人の計算結果や実験結果に依存しなければならないパラメータ理論である。MO の権威の一人である Lennard - Jones が、Pauling を主として展開されてきた電子対結合という化学結合の主役であるボンド結合、それに付随して確立された不対電子軌道や殻軌道と、分子軌道 (MO) との関連を、変換理論の立場で統合する努力を戦後かなり多数の一連の論文の中で試みている。その際の協力者の一人 G.G. Hall が、これを分子から金剛石の価電子帯に応用した。その考え方を、従来の TB 近似の拡張とみなして TBB (Tightly Bound on the Bond) 近似として紹介し、本来の TB 近似を TBC (Tightly Bound on the Cite) 近似と名付け区別してみている。この考え方は、第 2 近接ボンドの共鳴積分 γ_i の導入を行って zinc-blende 型に拡張したのが Cardona や Harrison 等で、第 3 近接ボンドの共鳴積分 δ_R は無視しうるとしたのが Harrison 等である。4 の講演者は、この近似が伝導帯の下部のバンドにも、anti-bonding 軌道を利用すれば可能になるであろうと期待して、 δ_R までも考慮しても複雑さが本質的な所では増加しない事を指摘した。そして、Lennard-Jones の根本に戻り、ベンゼン環の C-C σ , C-H σ の MO を例にとり、すべての β , γ , δ をとりこんで行って実験値から β , γ , δ を評価し、黒鉛の一層の σ バンドを TBB 近似で行った際の β , γ_i , δ_R との比較を行うことから出発した。これが Cardona や Harrison が行った金剛石型-ZnS 型ばかりではなく、単純立方格子型-NaCl 型 ($d^2 sp^3$ 共有結合とみなす模型) にも適用しうるとし、高圧下の Si や Ge が示す BC-8 型という複雑な結晶にも容易に拡張できることを示した。しかも Cohen 等が擬ポテンシャル法で得た結果と比較し、 Γ 点での価電子バンドの分類は一致するが Δ 軸のもうひとつの端点 H では、Cohen らのいう 5 個の三重縮退準位と 1 個の一重準位が得られるという結果は、遠くの共鳴積分 δ_R まで考慮すると変ってきて、すべての縮退が H 点では解ける事を示した。

講演 5 は、 Extended Hückel 理論で、 NaCl 形 InSb の計算を行った清水先生にお願いしたもので、現在、不純物、欠陥、表面、非晶質の問題に対して興味をもたれているので、そのような問題に対しては、周期性の破れていることから考えて、ボンド近似法というか TB 近似が有効であると確信されている。それ故、 EH 理論にとらわれず、化学者が近年分子軌道計算法の改良として提唱されている CNDO, INDO 等にも注目して固体への適用を試みることをすすめている。NaCl 型の InSb ばかりでなく、Si, Ge, GaAs, GaP に対して EH 法を適用した結果も報告され、 Si 表面への H の吸着も論じられた。イオン性の強いものには EH 理論はあまりよい近似をあたえぬことを指摘された。また EH 理論を行うに当って、 cite の波動関数を使った時には、禁制帯が生じ、 bond 軌道を使うと金属的になってしまうという結論を得ているように述べられたが、時間がないので、この点に関する小生の疑問をぶつける暇がなかった。清水先生とほぼ同じ立場にあるのだが、 EH 理論では、パラメータ K に対する問題もあるし、化学者の用いる方法を結晶に適用する時には注意を払わねばならぬ問題がありそうである。

講演 6 は、理論の 6 個の最後に置かれて誠に好都合であったように思う。Si の局在振動とボンド性というよりも、四面体配位半導体の電荷分布と題目を変更したいと鈴木先生から申入れがあらすじと一緒にとどいたが、題目はどうでもよいことで、それよりも内容である。擬ポテンシャル法に代表される第 1 原理に基づく大掛りな計算によらずに、化学結合（ボンド）論的考え方に基づく適切なモデルの採用で多くの物理量が定量的に理解できる事を、次の 3 点を例にとって主張した。ひとつは金剛石型結晶の格子振動の $\omega(\vec{k})$ 分散曲線の勾配が BZ 境界に近いかなり広い領域で一定である特長が、 Phillips によって提唱されたボンド電荷という問題点が残されている概念の利用によって解明できる Weber のモデルの紹介である。ふたつめは、 Lucovsky, Agrawal の Valence force field モデルによるクラスター・ベーテ格子法の計算を紹介し、H, F を添加した非晶質 Si の格子振動の共鳴モードの連分数法で研究した内容の紹介があり、最後に、静岡大工業短大の星野先生らと共に行った化学擬ポテンシャル法に基づく、 C, Si, Ge, α -Sn の金剛石型のバンド計算の基礎の上に、さらに付加する置換不純物や格子間不純物の影響をしらべるのに化学結合論的立場が有効であることを主張された。講演 5 の清水先生と殆ど同様な立場であるが、とりあげた方法が違っているわけである。

さて、この 6 個の理論的講演に関してまとめてみると、擬ポテンシャル法という本来自由電子近似から出発する方法と、原子軌道やボンド軌道を利用する TB 法とは相補的な立場であり、互に巧みに利用すべき方法である事は出席者一同が改めて感じたことと思われる。高圧多形変態の問題は講演 2 と 3 とに代表される擬ポテンシャル法のみがまともに取り扱った段階で、ボンド的立場にたつ側では残念ながら、考察の域を脱していない。細かい点になると、講演 4 で紹介された Lennard-Jones, Pople, Hall 等の展開した L-C Equivalent O 法と、講演 6 で紹介された

Anderson の化学擬ポテンシャル法とは、本質的には異っているのかいなかつてはその点の議論がすれ違ったまま残されているのである。小生の立場は本質的に同じであるとし、しかも化学者の分子軌道法の計算は計算機時代にはいり、単純な sp^3 軌道といったような単純な考え方をもちこむすきもないような情勢であるので、パラメータ理論に徹してから、清水先生の考えていたような考え方で、パラメータを評価する機会をうかがっているのである。一方鈴木先生の立場は Anderson の化学擬ポテンシャル法は、結晶の擬ポテンシャル法と同一系統のもので、計算機を用いて計算するのに便利なモデルポテンシャルを導入したものであるとし、これをを利用して計算しようとする立場である。ボンドとバンドという相補的考え方は、Hund と Msowka が TBC 近似で、また Kimball が Wigner - Seitz 法でバンド計算を行った時から、ボンドの所に価電子が集積する事を明らかにされた時に端を発し、ボンド軌道を利用しようとする Hall や、Anderson の立場は、ボンド軌道を先取りにしたものである。尚、Hall や Anderson のボンド軌道は、Wannier 軌道のように Bloch 軌道と変換で結びつくものではない点だけ、見劣りがするといつてもよいのである。松原先生の optimized bond orbitals 法は、現実のウルツ形結晶が理想的なものでない問題や、Si, Ge の高圧形のひとつである ST-12 形のような 4 個の価電子をもつものにも適用できたらばと期待するのは誤解であろうか。Anderson が化学擬ポテンシャル法を最初に利用した論文は、皮肉にもベンゼン環の π 電子に関するもので、その中で σ 電子の問題は複雑でここではとりあつかわないことわって、 π 電子の共鳴積分パラメータ β を Slater 軌道を基にして評価している。なおこれから記す 6 個の実験系の講演の中にでてくる現象に対して迫ろうとする気持は理論系の講演の中にはあるのだが、なかなか実際の実験をうまく説明したり、このような実験をやれば宣しいのではないかというかなり思いきった提案がなかなかできないことは遺憾なことである。

講演 7 は、無機材質研では、NaCl 型遷移金属炭化物の研究を組織的に長年月行なっているので、その中から興味ある事柄を講演して頂くことにした次第のもので、大島先生の講演は TiC の表面を UPS や酸素水素との反応により、TiC の (111) 面は最外層が常に Ti でおおわれているという結論に達したという報告を中心にして、遷移金属炭化物が NaCl 型であって金属的導電性を示し、かつ高融点高硬度という特長のある興味ある物質である点を強調された。さて、これらの炭化物が NaCl 型になってはいるが、本来これらの遷移金属 (Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta) は Hume-Rothery らの分類によると第一類に属し、共有結合が主役とみられる第三類と異り、金属である。すなわち、Ti, Zr, Hf は hcp で、V, Nb, Ta は bcc であって何れも fcc ではない。それらの炭化物窒化物になると、金属だけに注目すれば fcc に配列されて、NaCl 型になっている。しかもこの講演でも指摘された炭素が少くとも表面からにげだしているということと同様に母体でも炭素が不足しているという事実も存在する。これらの炭化物や窒化物は、InSb の高圧

下でみいだされたNaCl型のものと同列に処理できる結合であるのかどうか残された問題のひとつである。

講演8は、NaCl型InSbの作成条件や、その導電性、XPSの実験結果の報告であり、講演3や5で理論的に処理されているものである。しかしながら小生にとっては、この研究に対する意見を述べた事が縁で、高圧下の多形や非晶質の複雑な問題にとりくんでいる箕村研究室に入りする事になったもので、講演4でも触れた問題である。尚、この講演の中で、ボンドオーダーとボンド長との関連から、 $s^2 p^2$ ボンドを期待する事が述べられたが、これは注目すべきことかも知れない。講演4が、パラメータ理論にすぎぬと講演者が後退した最大の理由は、初期には、ボンド軌道を、例えば、ZnS型のような4配位の時には、1個の原子の中の完全に直交した混成軌道 sp^3 を用い、NaCl型のような6配位に対しては $d^2 sp^3$ 混成軌道を考えの底に潜ませていたわけであるが、Andersonの擬化学ポテンシャル近似の提唱が行われた今日、ボンド軌道を混成軌道の線形結合でひとまず考える際には、厳密な直交性は外しておく方が本質に近いのではないかという気になった点もあるのである。遷移金属炭化物の金属に対しては $d^2 sp^3$ もよい近似かも知れないが、炭素の方には $s \pm p_x, s \pm p_y, s \pm p_z$ というような完全には直交していないものを利用した方がよいのではないかという気がしている。それ故InSbに対する解釈にもd電子の寄与をどの程度まで考えにいれるべきかという点に疑問を感じはじめている段階である。ZnOのNaCl型が絶縁体であるのは、アルカリハライドの時のように、 Zn^{2+}, O^{2-} のイオン結合であるとみなし、 O^{2-} のfcc構造の隙間に小さな Zn^{2+} がわりこんできているべきか、Znのd電子バンドが消失して(XPSの実験でこの存否は容易にみられる筈)、 $d^2 sp^3$ の価電子帯に寄与し、12個の電子が完全にこれをみたして、絶縁体になっているとすべきか、これは実験でどうしても解決して欲しいと、講演8を聞いている中に心が動いた。尚、 $s^2 p^2$ ボンドの導入や $d^2 sp^3$ ボンドの導入を一切行わず、単純にTBC近似によるそれぞれの原子のs, pバンドで理解する問題なのかもしれない。圧縮率の実験が必要になる。

講演9は辻先生によってのべられたが、物性研と静大理との協同研究であり、大きくわけて3個の異なる実験から成立している。ひとつは、ウルツ型ZnOの $\%a$ とラマン散乱の周波数の圧力依存性の測定で、特に $\%a$ が理想的ウルツ型結晶の $\sqrt{8/3} \approx 1.633$ からのずれが圧力の増加と共に増加することが示された。ウルツ型結晶の特長は、c, aの他にパラメータ u という独立な構造変数が存在するわけであり、これが測定されていない点がものたりないけれど、未解決の問題としては、ZnOを含めて、ウルツ型の結晶の $\%a$ と u との間に単純な線型関係が存在している点も指摘された。もうひとつは、非晶質のSiのラマン散乱の測定で、特に水素添加効果と圧力効果による結晶でいえば、TO, LO, LA, TAの各ピークの強度と巾の変化を追っている。そして、水素添加によるボンド長及びボンド角のゆらぎの減少、加圧によるボンド長のゆらぎの減少とボンド

角のゆらぎの増加によって実験結果が理解できることを示した。3つめのものは、 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ という全域固溶の可能な物質（金属間化合物はまだみいだされていない）の結晶及び非晶質のEXAFS 及びラマン効果の研究結果である。EXAFS の実験で明らかにされた事実は、非晶質の場合と結晶の場合とに共通なこととして、ボンド長の x 依存性が弱く、むしろそれよりも、 $\text{Si}-\text{Si}$, $\text{Si}-\text{Ge}$, $\text{Ge}-\text{Ge}$ のボンド長が異って存在している事を明確にした。このことは、通常行われるX線回折で結晶の格子定数が ZnS 型として定まり、それがほぼ直線的に x に依存するという事を示す事以上に詳細な実験事実を加えた事である。この特長は、H の添加により結晶化がすすむと考えるとすれば、結晶化の進んだ場合には、弱まるとみうるのか、ボンド長のゆらぎがへるとみるべきかはあまり判然としないが、ともかくも全域固溶の SiGe 合金の場合に、3個の異なるボンド長のものが、ランダムに混合しているというのである。この事実は、ラマン散乱の実験によっても以前から知られていた事で、改めて静大理で追試された。非晶質の試料のやきもどし温度をかえることにより結晶化の程度をかえ、ラマンピークのずれ及び巾の変化の解釈も結晶化の程度で理解できる事が報告された。3個の $\text{Si}-\text{Si}$, $\text{Si}-\text{Ge}$, $\text{Ge}-\text{Ge}$ ボンドの伸縮振動に基づくと考えるラマンピークの強度は、この考え方を支持するように x に依存しているばかりでなく、それぞれのピークの波数の x 依存性が異なるのである。 $\text{Si}-\text{Si}$ 振動は x の増加と共に soft 化する点のみが、 $\text{Si}-\text{Si}$, $\text{Si}-\text{Ge}$, $\text{Ge}-\text{Ge}$ の3種のボンド長がかりに等しいと考えた時に期待される傾向を示すのみで、 $\text{Si}-\text{Ge}$ 振動は、 $x = \frac{1}{2}$ のところで振動数が極大を示し、 $\text{Ge}-\text{Ge}$ 振動は $x = 1$ から外れると期待に反して、soft 化の傾向を示しているのである。この事実を説明するのに、SiGe 合金の場合にも、 $\text{Si}-\text{Si}$, $\text{Ge}-\text{Ge}$ では電荷に基づく引力が存在し、 $\text{Si}-\text{Ge}$ には引力が存在すると仮定せざるを得ない点が指摘された。このような点に注目せざるを得ないのも、ラマン散乱の研究からだけでは確信がもてないが、EXAFS の実験結果の支持があって強力な推論としてうけいれられるであろう。

講演10は、講演2の理論を支えている実験のひとつである。超高圧高温用ダイアモンドアンビルを利用し、高圧下の鱗の相転移をX線回折法で研究した結果の報告である。常圧の斜方相は、圧縮率の著しい異方性を示すものであるが、5.5 GPa で菱面体相に転移する。両相の構造に考察を加えると、原子層の相対的なずれと、原子間共有結合の再編成とによってこの転移が進行する事を示唆された。転移に伴う体積変化は 10.2% というかなり大きな変化である。この菱面体相も 10 GPa で単純立方相に変る。幾何的にはこの転移は格子の連続的変形で理解できるが、実際には不連続的に行われ、体積変化は、3.7% もある。この単純立方相は極めて安定で、32 GPa の圧力を加えても新しい構造変化は行わない。この相の圧縮率は、かなり小さいことも指摘された。この点は、 d^2sp^3 ボンディングで、InSb の NaCl型の構造の説明と同列に論じたくなる点である。温度を上昇させると、斜方相と菱面体相間の転移圧が急速に低下する事がみられるが、菱面

体相と単純立方相間の転移圧は殆ど動かない。単純立方相の圧縮率の小さい点の他に広い圧力温度範囲にわたって安定である点は注目すべきことであると講演者は強調された。この問題は P_0 の単純立方相との比較が行われると興味深いのではなかろうか、たとえば P_0 は金属結合の典型であり、 P は共有結合の例であって、圧縮率の違いが極めて大きいとか、格子不整の発生が全く異なるとかいう事実が知りたくなる。ということは、 P を説明する共有結合模型を P_0 に適用すると、 P_0 が絶縁体になってしまうこともあるからである。

講演11は、非晶質の硝子系の代表として、カルコゲナイト硝子の問題点を邑瀬先生にお願いしたものである。 $MX_{4/2}$ 四面体で構成される典型的なカルコゲナイト硝子 ($M=Ge, Sn; X=Se, S$) の安定性、歪、中距離構造及び次元性を、高圧下のラマンスペクトルをしらべ、結晶と比較検討された。 $GeSe_2$ の硝子は層間に常圧でも歪があり、圧力増加と共にクラスターがドッキングするが、 GeS_2 硝子では歪が $GeSe_2$ に比べて小さく、クラスターの一次元性を見出している。一方 Sn とカルコゲンの結晶 $SnSe_2, SnS_2$ は、 Sn が 6 配位であり、カルコゲンが 3 配位の (CdI_2 型) 構造をとる事実に注目し、(Ge, Sn)—Se 系硝子の相図の微視的起源について考察を加えている。また $Ge_{1-x}Sn_xSe_2$ と $Ge_{1-x}Sn_xS_2$ の両系で、トポロジカル秩序—無秩序転移が見出された点の議論も行われた。

最後の講演は、非晶質に近い液体の例として、Se—Te の混合液体の金属一半導体転移の実験結果を京大理の遠藤先生にお願いした次第である。広い温度、圧力範囲にわたり、密度、圧縮率という熱力学的性質と、電気伝導度、帶磁率、NMR 等の電子的性質の測定結果との相関が報告された。この混合系はある温度、濃度領域を境にして、半導体的性質を示す液体 Se に似た鎖状構造領域と、金属性質を示す液体 Te に似た 3 配位構造に区分できた。この構造変化の生じる領域は、Te の濃度の増加や加圧により、低温側へ移動することを見出している。この半導体—金属転移を、Mott らによって提唱された VAM (Valence Alterative Model) を参考にしての説明が試みられた。すなわち、Se の 4 個の p 価電子の中の 2 個により、鎖状の構造が生じ、残りの 2 個の lone pair 電子は斥力に寄与せん状の立体構造をつくり、半導体的性質を示すことを出発点にする。温度の上昇や Te の添加に伴って、鎖間距離は大きく乱れ、鎖は切断され、らせん構造は、局所的に、平面的な Zig-Zag 構造に変化すると共に、lone-pair 電子が熱的に切断された cite を介して自由に走りまわり金属化を示すとするのである。この結果、鎖状構造は崩壊し、3 配位構造が拡がってゆくと結論された。液体の相転移は難解であり結晶や非晶質固体をとり扱っている理論家はすなおにこの説明をのみこめなかったようである。

以上が研究会の内容の報告である。冗長になったきらいもあるので、小生がこの研究会をとおして吸収し、反省した点を最後にまとめてみると次のようになる。

Phillips が III—V, II—VI の ZnS 型のものが、彼の定義するイオン化度 f_i が 0.785 をこえ

ると NaCl 型のイオン結晶になると唱えた時には、高圧下で NaCl 型になった InSb が絶縁体でなくなることまで予測していないでいたのではないかと思う。さらに、彼が定義したボンド電荷というものの、彼自身はその後利用していないようでもあり、彼のイオン化度 f_i と共に、あまり信頼性のにおける概念と思っていない。それよりも、講演 7, 8 に示された InSb や、遷移金属炭化物の示す NaCl 型の構造を示す化合物は、アルカリハライドの示す NaCl 型のような、稀有ガス元素構造をもつ + イオンと - イオンの結合とは全く異なる共有結合的なものとみなさなければなるまいという気がますます強くなってき、ただ高圧下の ZnO をどちらにいれるべきか問題が残っているように思われる。尚共有結合型 NaCl の存在を決定的に示してくれる実験は、core の $d\epsilon$ バンドをそれが食いつぶして $d^2 sp^3$ 軌道をつくっている事を示す実験で、この点に注意して行われた実験はまだないのではないかと思う。この立場にたつと、高圧下の黒磷の単純立方格子型のものもこの共有結合的 NaCl 型の Na と Cl が同一元素 P になって生じたものという事になり圧縮率の小さい点も共有結合に帰因するものとしたくなるのである。その際には、InSb が示す X 点での s と p バンドの間の隙は生じない。これは、Mott-Jones の名著にある TBC 近似で、s と p とが混合すると生ずる隙は、 $d^2 sp^3$ に基づく TBB 近似では生じさせないという事であり、もしかすると、Po は Mott-Jones 流の結合であり、P は $d^2 sp^3$ による共有結合型金属ということにもなるのである。これらの問題点は、我々の手元では、TBB パラメータ理論で、状態密度まで計算することまで行って明瞭になる事であると反省している次第である。また金剛石型の Si, Ge, Sn の伝導帯の底は、擬ポテンシャルの法の結果と表面的に一致するかも知れないが、対称性の点から相容れないことも起りそうである。将来の研究への今回の短期研究会の刺戟は小生にとっては以上の点だけでも相当なものであり、ウルツ型の $\%a$ と κ との線型関係や今回論じなかつたウルツ型の SHG 係数に残されている問題の新しい展望が得られたような気もしている。今回参画された方々もそれぞれにまとめを行っておられると思うので、蛇足はこの程度にとどめ、再度この研究会の実現を許容された物性研に感謝して報告を終る。

(文責 静大理 渋谷元一)

物性研短期研究会報告

「3d遷移金属化合物のスピンのゆらぎと構造相転移」

世話人 望月和子, 伊達宗行
安岡弘志, 守谷 亨

磁性研究の近年におけるめざましい発展のひとつは、「スピンのゆらぎ」という一般的な立場で物質の磁性が理解できるという統一理論の展開である。この理論は弱い強磁性, 反強磁性の理解に非常な成功をおさめているが、さらに、この統一的描像を電子相関がかなり強い種々の磁性体にまで広く適用して磁性を解明することが必要である。また、動的効果、量子効果をとり入れた理論への発展が望まれている。3d遷移金属化合物の研究の歴史はなく、とりわけ NiAs 型化合物は30年もの昔に金研で系統的な研究が始められた物質である。守谷らの理論の出現が NiAs 型磁性体一般についての研究を再び刺戟した。この物質の磁性は構造変化と密にからみあっていて、構造転移の機構の解明も不可欠である。

このような背景のもとに 1983 年 11 月 24 日、25 日の両日、標記の研究会を開催した。NiAs 型に限らず関連物質を含めて、直接研究に携っている実験家と理論家が、相互に現状を把握し、活発な討論をおこない、今後の研究の発展のための基盤として有意義な研究会であった。以下各題目について、著者による抄録を掲載する。

(望月和子)

プ ロ グ ラ ム

11月24日（木）

Pm. 1:00 ~ 3:10 (座長: 望月和子)

1. NiAs 型化合物に関する実験の現状と展望 (20分) 伊達宗行 (阪大理)
2. MnAs および関連物質の磁気転移 (30分) 井門秀秋 (東北学院大工)
3. MnAs および関連物質の強磁場下における磁化過程 (15分) 杉山清寛 (阪大理)
4. CrAs_{1-x}P_x, CrSb_{1-x}As_x の磁気的性質 (20分) 金子武次郎 (東北大金研)
5. MnAs, MnSb における陰イオンの磁気偏極 (15分) 山口泰男 (東北大金研)

———— 休憩 20 分 ———

Pm. 3:30 ~ 5:20 (座長: 守谷 亨)

1. NiAs 型化合物における磁性理論の最近の発展 (30分) 望月和子 (阪大基礎工)
2. MnAs の T_c における体積変化および磁化過程についてのコメント (10分) 加藤敬子 (阪大基礎工)
3. NiS の金属・非金属転移とその不純物効果 (20分) 安西修一郎 (慶應大工)

4. 磁性化合物の電子構造 (20分)

柳瀬 章 (大阪府大総合)

11月25日 (金)

Am. 9:30 ~ 12:00 (座長: 伊達宗行)

1. スピンのゆらぎの理論 (60分)

守谷 亨 (物性研)

2. 中性子散乱でながめたスピンのゆらぎ (40分)

石川義和 (東北大理)

3. NMRでながめたスピンのゆらぎ (40分)

安岡弘志 (物性研)

———— 昼 食 ———

Pm. 1:30 ~ 3:30 (座長: 小川信二)

1. Hf_{1-x}Ta_xFe₂系の磁性 (20分) 西原美一, 山口裕二, 小川信二 (電総研)

2. Laves 化合物 RMn₂ の磁性 (15分) 岡本哲彦, 藤井博信 (広島大総合科学)

3. RMn₂ の磁気弾性効果 (15分) 和田裕文, 志賀正幸, 中村陽二 (京大工)

4. YMn₂ のNMR (15分) 吉村一良, 中村陽二 (京大工) 滝川仁, 安岡弘志 (物性研)

5. YMn₂ の中性子回折 元屋清一郎 (物性研)

6. Fe₂P の圧力誘起の磁気転移 (15分) 藤原 浩, 門松秀典 (広島大理)

7. Mn₂As, Fe₂As および混晶系の磁気的性質 (15分)

鹿又 武, 井門秀秋 (東北学院大工)

———— 休憩 30分 ———

Pm. 4:00 ~ 5:00 (座長: 安岡弘志)

1. Ni (S-Se)₂系およびCo (S-Se)₂系の磁性 (15分) 宮台朝直 (北大理)

2. パイライト型化合物の二, 三の問題 (15分) 安達健五 (名大工)

3. 局在モーメントの温度変化と磁気体積効果 (15分) 山田 宰, 中井生央 (岡山大理)

NiAs型化合物に関する実験の現状と展望

阪大理 伊達宗行

NiAs型化合物の磁性研究はかなり古くからある。それはFeS(ピロタイト)に始まると言えよう。戦後の日本における化合物研究のはしりの一つでもあった。この中で注目すべき今日的問題は、いわゆるCDWがFeS_xで存在している事で、半導体等の分野を中心に最近やかましいCDWを磁性研究者は1/4世紀も前に適確にとらえていたことになる。

FeSの構造がNiAs型であることから、NiAs型をもつ磁性体の系統的研究を始めたのは金研の広根グループであった。しかし一言でいえば、それは早過ぎたと言うべきか、対象がむずかしすぎたといえよう。それは構造相転移に伴う磁性の問題であり、非常に大きな磁気体積効果もある。中性子回折が不充分で高嶺の花であったし、古典的な分子場理論が主力であったため、スピ

ンのゆらぎなどが入るべくもなかった。むしろ平原グループによるMnP中心の研究が其後中心となった感があるが、これは構造相転移が無い“広義のNiAs型磁性体”としての成功である。

一方 $ZrZn_2$ からパイライト型磁性体に至る実験研究と、これらを統一的に理解出来る守谷理論の出現は、これまでいわゆる高スピノー低スピノン転移、あるいはGoodenoughモデルで考えざるを得なかったNiAs型磁性体一般についての研究を再び刺激した。旧広根グループのこの分野を継承した井門らによる実験、阪大強磁場を用いた磁場中相転移、望月らによるスピノンのゆらぎを考慮した理論などが新らしい研究の進展を示している。本研究会の中心課題の一つであるこれらの研究におけるキーワードは、(1)構造相転移 ($NiAs \leftrightarrow MnP$)、(2)スピノンのゆらぎ、(3)磁気体積効果、の3つである。そして遠い所でいわゆるインバー問題、あるいはマルテンサイト変態等の古い難問とかかわりっている、といえよう。

MnAs および関連物質の磁気転移

東北学院大工 井 門 秀 秋

MnAs は興味ある磁気及び構造相転移を示す物質として知られている。この物質のNiAs型結晶状態における磁気特性はMn原子間の交換相互作用が結晶体積に強く依存するとして理解できる。但し、磁気転移点 ($ferro \rightarrow para$)におけるエントロピー増大 ΔS は実験的には1.2乃至 $1.5 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3 \text{ deg}$ だが $j = 3/2$ のHeisenberg ferro として計算すると、 4.4×10^6 (C.G.S.) となり大きく異なる。MnAs_{1-x}P_xなる物質は高温部のNiAs型領域ではMnAsと同様の結晶磁気特性を示すが低温部のMnP型温度域では結晶が温度下降に伴い大きく収縮し、それに伴いMn当りの磁気モーメントが連続的に減少する (high spin から low spin へ移行)。同様の現象がCr_{1-x}Ti_xAs に於いても見られる。例えば $x = 0.1$ では高温で約 $3.5 \mu_B/\text{Cr}$ だが温度下降に伴い約 $1.7 \mu_B/\text{Cr}$ の値におちつくと思われる (これに伴う体積減少は約10%)。上述の結晶体積の減少はMnP型構造の歪パラメーターの増大と対応しているので、磁気モーメントは歪パラメーターと強く couple して変化しているとみられる (望月、加藤)。

MnAs 及びMnAs_{1-x}P_x と Cr_{1-x}Ti_xAs の磁性は、前者が $ferro \rightarrow para$ 一次転移と構造転移に、後者は構造転移と磁気モーメントの相間に興味の重点があるが、全て同一の理論的基礎に立って統一的に理解できるといわれている。

MnAs 及び関連物質の強磁場における磁化過程

阪大理 杉山清寛

MnAs と MnAs_{1-x}P_x、Mn_{1-x}M_xAs (M=Ni, Ti, Co, V, Cr, etc) は温度、圧力、磁場等の変化により、MnP型と NiAs 型の間で構造相転移を起こす物質群として知られている。この相

転移は、Mnモーメントの大きさの変化を伴っている事が知られており磁性とのかかわりあいに興味が持たれているが、その機構については明らかにされていない。そこでこの転移の強磁場における性質を明らかにするためにMnAs 及びMnAs_{1-x}P_x, Mn_{1-x}M_xAs (M=Ni, Ti)について、MnP相に磁場をかけて磁化測定を行った。

NiAs型との境界附近のMnP相で磁化測定を行うと、メタ磁性的な磁化の誘起が大きなヒステリシスを伴って観測される。磁化の温度変化を測定してやると、高磁場側（転移点より上）の磁化は低温より連続的につながる（MnAs）事により、この磁化誘起転移は、MnP型→NiAs型の構造相転移であることがわかる。MnAsにおいては約100kOeの磁場下でMnP相は消滅する。MnP相が0Kまでのびている領域では200K附近にT_Nが存在しそれ以下では反強磁性的な磁気構造をしている。高温よりT_Nに温度を近づけるにつれ、相転移のヒステリシスは発散傾向を示し、T_N附近より低温ではこの相転移は観測されていない。転移によるMnモーメントの変化は、Volume及び歪みの小さいMnAsの場合0.5μ_B程度と考えられるのに対し、MnAs_{0.9}P_{0.1}, Mn_{0.95}Ni_{0.05}AsではMnP型からNiAs型へ転移するのにつれ、いわゆる lowspin (S=1) からhighspin (S=2) の値に近い変化をすることが高磁場の磁化の値から確認することができた。

CrSb_{1-x}As_x, CrAs_{1-x}P_xの磁性

東北大金研 金子 武次郎

CrSb (NiAs型結晶構造) は、ネール型、CrAs (MnP型) は、2重らせん型磁気構造をもつ反強磁性化合物、CrP (MnP型) は、常磁性化合物である。混合化合物CrSb_{1-x}As_xは、x≤0.5でNiAs型相、x≥0.5で、MnP型相となる。NiAs型相の帯磁率χは、T_Nで最大となり、T_N以上で1/χは、Curie-Weiss則に従う。MnP型相のχ-T曲線は、T_Nで折れを示すが、T_N～T_f間で、なおゆるやかに増加し、T_f以上で、Curie-Weiss則に従う。X線回折によると、T_f以上で、結晶構造がMnP型からNiAs型に移る。つまり、xの全域で、NiAs型相の1/χは、Curie-Weiss則に従うことになり、磁気モーメントμもCr³⁺のS=3/2に近い値をとる。CrAsは、T_Nで、μ、格子常数とともに不連続的変化（一次磁気転移）を示す。CrSbも、χ、μ、比熱とともに、T_N近くで急激な変化を示すが、それらは、局在モーメントを仮定し、交換相互作用の距離依存性を考慮した分子場近似で、よく説明出来る。

CrAs_{1-x}P_xは、全組成域で、MnP型結晶構造をもち、格子常数は、xとともに小さくなる。χの温度変化は、小さく、T_N(x=0, 0.03)でも特別な異常を示さないが、格子常数は、T_Nで不連続的変化（一次転移）を示す。反強磁性が、出現するのは、xのきわめて小さな範囲(x≤0.05)で、他は、パウリ常磁性となる。反強磁性の出現とb軸の大きさとの間に、強い相関があるように思われ、今後の課題である。

MnAs, MnSbにおける陰イオンの磁気偏極

東北大金研 山口泰男

磁性体における陰イオンの磁気偏極の大きさを知ることは、イオン結晶では共有結合性の程度を知ることであり、また、金属的な結晶においては、バンド構造の情報を与えるものである。本講演は、NiAs型結晶構造の特異性を用いて、強磁性体MnAs およびMnSb 中の陰イオンの磁気偏極の大きさを、偏極中性子回折法により求めたものである。

NiAs型構造においては、陰イオンは六方最密格子を作っており、その八面体位置のすき間に入った陽イオンは、単純六方格子を形成する。しかも、この陽イオンの格子はc軸方向にc/2の周期で繰返す。このような対称性の場合は(hkl)反射のlが奇数のものについては、陰イオンの磁気偏極と、陽イオンの磁化のうち球対称からのずれのみが効くことになり、しかも、後者は高角反射に出てくるのに対し、前者は低角反射のみに出る点で分離も簡単である。

MnSbについての測定ではSbの磁気偏極は、 $-0.30 \pm 0.05 \mu_B$ (at 77 K) であり、MnAs のAsは $-0.23 \pm 0.05 \mu_B$ (at 293 K) であった。何れの場合も、Mnの磁化 $3.5 \mu_B$ 程度であるのに對し7~8%の大きさであり、しかも逆向きである。この結果は、著者らが、以前、MnSbに対して求めたバンド模型によれば、陰イオンとのoverlapが大きいe_g軌道のup spinバンドのみが部分的に詰っておりdown spinバンドが完全に空であることから定性的に理解できる。

NiAs型化合物の磁性理論における最近の発展

阪大基礎工 望月和子

遷移金属(M)とS, Se, Te(VI族), P, As, Sb(V族)から作られる化合物(MX)の多くは、高温側でNiAs型構造をとる。あるものは低温側で構造転移をおこすが、すべてMnP型に変形する。磁気配列は強磁性、反強磁性、helixと変化に富む。XがV族の化合物の中で強磁性になるものはMがMnの化合物だけであるが、T_c以上ですでに結晶構造がMnP型に変形しているものでは、T_c以下で再びNiAsにもどり、磁気秩序と構造転移のかかわりあいを示唆している。

従来から多くの実験研究がとりわけ我国で盛んに行われてきた。理論的にはGoodenoughのhigh spin-low spin転移の理論がよく知られているが、これは定性的なものであり、また彼のとった仮定は適当でない。帶磁率や体積変化の異常を説明するために、局在モデルに立った熱力学的考察がなされてきたが、局在モデルでよいかどうかという点に問題がある。

最近、我々は遍歴モデルから出発してスピンのゆらぎを取り入れるという守谷らの統一理論をNiAs型化合物に適用して磁性の解明を行っている。まずMnAsに注目し、self-consistent APW法を用いて電子帶の計算を行った。我々の求めた状態密度に基づき、スピンのゆらぎの理論

によって para 帯磁率、局在モーメント、ferro 状態のモーメントを計算し、測定結果とのよい対応を得た。さらに MnP 型に歪んだ中間相での帶磁率の異常は歪みによる状態密度の変化を取り入れることにより、理論的に説明できることを明らかにした。

なお、一連の NiAs 型化合物の電子帯を APW 法で計算し、その結果に基づいて構造転移、磁気転移の機構、構造変化と磁性との関わりあいについての考察を進めている。

MnAs の体積変化と磁化過程についてのコメント

阪大基礎工 加藤敬子、望月和子

1. 体 積 変 化

MnAs では、ferro から para へ一次転移をおこす $T_c (= 318 \text{ K})$ で、構造が NiAs 型から MnP 型にかわり、この時約 2 % の大きな体積の減少を伴う。 $T_t = 398 \text{ K}$ で再び NiAs 型にもどるが、 T_c と T_t の間では体積は温度と共に急激に増加し、 T_t での体積は T_c 直下での体積とほぼ等しい。MnAs_{1-x}P_x でも結晶構造が NiAs 型（高温側）から MnP 型（低温側）に変化するが、MnP 型相で歪みの温度変化が激しい領域で体積も温度上昇と共に急激に増加し、約 8~10 % の体積変化を示す。我々は構造変化および MnP 相での歪みの温度変化に注目し、スピンのゆらぎの理論で求めた para 相（NiAs 相、MnP 相両者に対して）、ferro 相（NiAs 相）での自由エネルギーを用いて、電子系の cohesive な負の圧力を計算し、体積変化を評価した。

計算結果では T_c における体積のとびには、MnP 型への変形に伴う局所モーメントの減少と電子系のエネルギーの下りの両者が、同程度に寄与している。 T_c における体積のとびの大きさ、 T_c と T_t の間の体積の温度変化はどちらも実験の結果とよく対応している。

2. 磁 化 過 程

磁場のもとでのスピンのゆらぎの理論によって磁化の磁場変化を調べた。計算は NiAs 構造の ferro 相に対するものでそれによれば、低温では磁化の磁場変化はほとんどないが、Curie 点近傍では磁化は磁場と共にかなり増加する。この結果は実験結果とよく対応しており、ここでも local なスピンのゆらぎが重要であることが明らかになった。

NiS の金属・非金属転移とその不純物効果

慶大理工 安西 修一郎

NiAs 型 NiS は、転移温度 $T_t = 265 \text{ K}$ で、低温の反強磁性高抵抗相 (A) から高温の常磁性低抵抗相 (P) へ一次転移する。A (4.2 K) での Ni モーメント $1.5 \mu_B$ は Ni^{2+} の $2 \mu_B$ より小さい。P では、ローカルモーメントは $0.3 \mu_B$ 以下であり、転移温度で 1.5 % の体積収縮がある。

T_t に対する圧力効果の大きいこと、転移における格子エントロピーの大きいことから、この転

移は磁気体積効果と、スピンのゆらぎを考えるのによい材料であろう。 $\text{Ni}_{1-x}\text{M}_x\text{S}_{1-y}\text{X}_y$ において、次の不純物効果が観測される。
① Mnは置換できない；MとしてRh, Ti, V, Cr, Co, Cuがあるが、 $x < 0.1$ である。
② x の増加により T_f は急速に低下する；その量は、 dT_f/dP と圧縮率から推定したものよりはげしい。
③ M:Ti, V, Crでは $d\chi(T > T_f)/dT < 0$ ；M: 原子空孔, Co, Rhでは > 0 ；X: SeとNiSでは ~ 0 である。
④ M:Ti, V, Crでは x 増加にともない、Aはp型伝導からn型伝導に変わる。
①は、フェルミ準位が、dバンド（多分にpバンドと混合した）の臨界的なところにあることを意味している。不純物置換は、体積変化によるバンド幅変化を通じ、また、電子数変化を通じて「ゆらぎ」に影響していると考えられる（②）。Pでは、 C_f と C_t の寄与があり、 C_f は温度上昇により増加する。 C_f の寄与の大きいものでは $d\chi(T > T_f)/dT < 0$ となり、 C_f の大きいものではこの逆となるものと思われる（③）。④については、これらの元素の核荷電がNiよりかなり小さいことによる。局所的状態密度の変化を考慮する必要もある。

磁性化合物の電子構造

大阪府大 柳瀬 章

MnPとMnSiの計算結果から、この二つの結晶構造ではp-dの共有結合はNiAs型とか、NaCl型に比べて強くなっていることを指摘した。MnP, MnSi共に磁性を担う状態は、結合と反結合バンドの間にこされたほとんど純粋に3d成分のバンドである。以上その他、化合物のバンド計算の技術的な現状についてもふれた。

スピンのゆらぎの理論

物性研 守谷 亨

磁性体の有限温度における諸性質は、スピン密度のゆらぎの性質によって特徴づけられる。絶縁体化合物や、多くの稀土類金属など、局在モーメントの集団と見なされる磁性体に対しては、広義のハイゼンベルク・モデルを用いてスピンのゆらぎの信頼すべき記述が与えられている。金属磁性体に関しても、局在モーメントの描像による近似理論が1960年代に展開されたが、一方弱い強磁性金属という新しい典型が発見され、そこでは局在モーメント系とは反対に、長波長の（逆空間で局在した）スピンのゆらぎが主役を演ずることが、1970年代の研究で明かになった。この極限ではSelf-consistent Renormalization Theoryの成功により、スピンのゆらぎがその動的性質を含めて正しく記述されていると考えられる。多くの金属磁性体は、これら両極限の中間にあると考えられ、物質の磁性を統一的に理解するためにこれら両極限を内挿する理論が最近5年間に展開されてきた。そこではゆらぎの非局所性と、振巾の可変性を断熱近似の範囲内で同時に考慮することにより、金属磁性体に特有の諸性質が次々と説明されてきた。しかしながら、

鉄、ニッケルなどに対する最近の中性子散乱の実験は、これら中間領域にある磁性体に対して断熱近似が不十分で、ゆらぎの動的性質を取り扱う理論が必要なことを示していると考えられる。理論の現状と問題点について簡単に解説する。

中性子散乱で眺めたスピニン運動

石川 義和

本講演では、中性子散乱による遷移金属合金の常磁性状態におけるスピニン運動の最近の研究結果を報告した。この研究の進展の基盤となった最近の技術的進歩は、(1)常磁性散乱が容易に絶対値で測定出来るようになった事、(2)偏極中性子散乱が、偏極度解折を伴って測定出来るようになった事である。この技術を用い、BNLでMnSiの常磁性状態のスピニン運動が、 $T \leq 10 T_c$, $\hbar\omega \leq 10 kT_c$, ゾーン境界 (τ_{ZB}) までの波数Qについて絶対値で測定出来た。

この結果は $\chi(Q)$ は $Q \approx 0$ では Curie-Weiss 則に従うが、Qが大きくなると温度と共にかえって増加し、これが $T > T_c$ の $\langle M_L^2 \rangle$ の増加の原因となる事が確認された。

次に Fe, Ni に対する最近のBNLの常磁性散乱の測定結果を紹介し、これと同じく最近BNLで我々が測定した $Pd_2 MnSn$ の結果を比較して議論した。Fe, Ni の常磁性散乱は、以前のORNLLの研究結果に反して、スピニン波的集団励起は見出されず $T \leq 1.5 T_c$, $\hbar\omega \leq 60 \text{ meV}$, $Q \leq 0.2 \tau_{ZB}$ の範囲では $I(\theta, \omega) \propto 1/(\kappa^2 + Q^2) \cdot \Gamma / (\Gamma^2 + \omega^2)$ なる型で表わされ、かつその κ , Γ 等のパラメーターは低Q, 低 $\hbar\omega$ での臨界散乱で求めたものと一致することがわかった。一方 $Pd_2 MnSn$ では、 $T = 1.25 T_c$ の結果は上記と同様の性質を示すが、 $T = 1.5 T_c$ では上記の Lorentzian からは可成異って来る事も判明した。 $Pd_2 MnSn$ の結果を適当にスケールして、Fe, Ni と比較すると、Fe, Ni のスピニン運動が局在スピニン系と異って来るのは、もっと高 $\hbar\omega$, 高Q側である事が予測され、今後の研究課題となっている。

NMRでながめたスピニンのゆらぎ

東大物性研 安岡 弘志

NMRの実験から得られる物理情報としては、局在的な一様帯磁率 χ_u に比例したナイトシフト K, 磁気秩序状態の磁気モーメントに比例した内部磁場 H_n , および局在的なスピニンのゆらぎの動的な部分に依存した核磁気緩和現象、特に核スピニン格子緩和時間 T_1 がある。

遍歴磁性体において、これらの物理量の温度磁場変化より注目する磁性体のスピニンのゆらぎの性質が明らかになってきている。

種々ある磁性体中で、いわゆる弱い強（反強）磁性体、あるいはそれに近い磁性体は、振巾の小さい、q一空間で比較的小さい領域におけるゆらぎの性質が支配的であり、SCR理論が良く

適用されるとされている。NMRの実験からも、Pd金属、 $TiBe_2$ 、 YCo_2 、 $MnSi$ 、 V_3Se_4 、 V_5Se_8 の T_1 やKの温度変化を解析することにより、上記SCR理論でこれ等の物質の磁性が良く記述されることを示した。

一般的な遍歴電子磁性体におけるスピンのゆらぎの性質はその振巾の二乗平均 $\langle S_L^2 \rangle$ の温度、磁場変化で記述される。その中で、今回注目したのは χ_q のq依存性が比較的弱く、モード、モード結合が弱い場合 $\langle S_L^2 \rangle$ が温度と共に急速に増大し、ある温度 T^* で飽和し、 T^* 以上の温度で局在モーメント的に振舞うという現象である。 $CoSe_2$ において T_1 、Kの温度変化を調べ、低温でのデータより、この物質では χ_q のqの依存性が弱い、つまり $q \neq 0$ のスピンのゆらぎもかなり増大しており $\langle S_L^2 \rangle$ の急速な増大が可能であることを示した。約200K以上では、 T_1 は温度に依存しなくなり局在モーメントのゆらぎが支配的であると思われた。しかし、このゆらぎの性質は、局在モーメントの極限とはかなり異っており、ゆらぎの周波数は、局在モーメント間の交換相互作用によって特徴づけられるものよりもっと高い周波数領域までおよんでいる。このような実験結果より、一般に振巾の大きいスピンのゆらぎに対しては、高い周波数成分の性質が重要であり、このような場合に対して、動的な効果を取り入れたゆらぎの理論の発展が待たれることを指摘した。

Hf_{1-x}Ta_xFe₂系の磁性

電総研 西原美一、山口祐二、小川信二

ヘキサゴナルLaves相化合物HfFe₂は $T_c \sim 600$ Kの強磁性体である。これに常磁性体のTaFe₂をまぜてゆくと、Hf_{1-x}Ta_xFe₂で表わしたときのxが0.3近くで強磁性は消失する。xが0.1を越えると高温側に反強磁性状態があらわれる。反強磁性転移点はx～0.3で360Kとなり、さらにxがふえると減少する。xが0.1と0.3の間では、低温側で強磁性、高温側で反強磁性となり、温度を変えることにより1次の磁気相転移が起きる。

Hf_{0.8}Ta_{0.2}Fe₂の強磁性一反強磁性転移温度は150Kである。Feの磁気モーメントは、強磁性から反強磁性に転移すると、6h位置で～1 μ_B から0.7 μ_B に、2a位置で～1 μ_B から0 μ_B に変化する。150K以上では外部磁場により反強磁性から強磁性への転移が誘起される。この反強磁性一強磁性転移点は295Kで最高磁場140kOeとなり、反強磁性一常磁性転移領域へ連続的につながる。また、常磁性領域の帶磁率の温度変化から、この物質のキュリー温度は270Kと求められる。この系の磁気相転移は、スピンのゆらぎの強磁性および反強磁性成分の共存している遍歴電子系における磁気相転移としてほぼ定性的に理解できる。

—— Laves 相化合物 RMn_2 の磁性 ——

広島大総合科学 岡本哲彦, 藤井博信

最近, 我々が行った RMn_2 ($R = \text{Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho}$ and Er) の単結晶および多結晶による磁化, 電気抵抗, 熱膨脹の測定並びに NMR, 中性子回折の実験よりえた結果を報告する。結晶構造は $R = \text{Pr, Nd, Sm, Er}$ では C14—型六方晶系で $R = \text{Gd, Tb, Dy, Ho}$ では C15—型立方晶系構造である。実験結果を整理すると以下のように要約される。(1) Mn-Mn 間の距離が 2.7 Å 以上の化合物では Mn が磁気モーメント ($1.5 \sim 3 \mu_B$) をもち, 反強磁的に配列する。(2) ネール点 T_N では 1 次転移を伴って大きな自発体積磁歪並びに電気抵抗の異常な飛びが出現する。一方, (3) 稀土類モーメントは Mn モーメントとは decouple しており, R 特有の磁気配列を示す。すなわち, $R = \text{Gd, Dy}$ では R はキャント構造, $R = \text{Tb}$ ではスパイラル構造を, $R = \text{Ho, Er}$ ではフェロ構造をしている。 $R = \text{軽稀土類 (Dr, Nd, Sm)}$ では Nd が 4.2 K 近くで反強磁性配列を示す以外は R は常磁的に振まっている。又擬二次元系 $Gd(Mn_{1-x}Co_x)_2$ 化合物の同様な実験が Mn モーメントに関する知見を得る目的で行われた。その結果, Mn-rich 側では, Mn モーメントは低温で反強磁的に結合しているが, Co 濃度の増加とともに, 反強磁性に結合した Mn 原子は徐々に減少し, $x > 0.3$ では強磁的に結合した Mn が出現することが伴った。更に, Co-rich 側の $x = 0.7$ 付近で, キュリー点および鉄族遷移金属 1 原子当たりの平均の磁気モーメントは極大を示した。このような Mn 原子の振まいは Mn モーメントの遍歴性に起源していることを示しており興味深い。

最後に, この研究を進めるにあたって協力いただいた多くの方々に厚く感謝いたします。

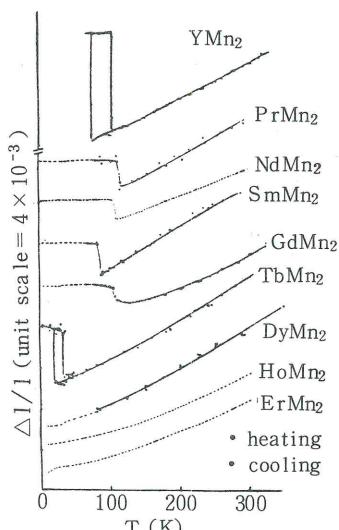
RMn_2 の磁気体積効果

京大工 和田裕文, 志賀正幸, 中村陽二

RMn_2 は R の種類によって様々な磁性を示す。我々は磁気体積効果を通して主として Mn の磁性を研究してきたので紹介する。結果を以下に箇条書きにして示すと
1) $Y Mn_2, Pr Mn_2, Nd Mn_2, Sm Mn_2, Gd Mn_2, Tb Mn_2$ では低温で大きな熱膨脹異常(自発体積磁歪)を生じる。この大きな体積変化は T_N でのモーメントの減少に伴うものと考えられる。

2) $Dy Mn_2, Ho Mn_2, Er Mn_2$ では熱膨脹異常はみられず, Mn が非磁性であることに対応している。

3) このように Mn の磁性は R の種類によって変化する



が、この要因の一つとして格子定数、すなわち Mn-Mn 間の距離が考えられる。つまり $\alpha = 7.6 \text{ \AA}$ を境にしてそれ以上の化合物中では Mn がモーメントをもち、以下では非磁性になっている。またこの考えを押し進めることによって T_N での体積変化が物質によって異なる（例えば YMn₂ で 5 %, GdMn₂ で 0.6 %）ことがある程度説明できる。

4) YMn₂ の熱膨張は常磁性でも異常がみられ熱膨張率が室温以上で温度とともに減少する。この振舞は T_N 以上で local moment が温度上昇とともに増加し、やがて飽和していくと云う spin fluctuation の効果によって説明される。

YMn₂ の NMR

吉村一良, 中村陽二, 滝川 仁, 安岡弘志

反強磁性体 YMn₂ は、100 K 附近に一次の磁気相転移を示し、常磁性域では温度上昇とともにない、磁化率が増大する遍歴電子型の性質を示す。YMn₂ の磁気秩序相及び、常磁性相を NMR を用いて研究した結果を報告する。YMn₂ の磁気秩序相の NMR スペクトルは、120 MHz 附近に存在し、その形状は 3 : 1 の 2 つのピークから成り、磁気モーメントの方向が [111] 方向であるとして説明され、またその磁場依存性は、YMn₂ が反強磁性であることを示している。更に、YMn₂ の Mn モーメントは、 $2.7 \mu_B$ であることが、中性子回折よりわかつており、それから超微細結合定数は、 $43 \text{ kOe}/\mu_B$ と求まり、非常に小さな値となる。一方、常磁性状態において ⁵⁵Mn に対する $K - \chi$ プロットから超微細結合定数を求めると $222 \text{ kOe}/\mu_B$ となって反強磁性状態での値に比較して 5 倍も大きくなっている。また ⁸⁹Y のナイトシフトと帯磁率の比例関係は低温で成立しなくなる。これらの異常な帯磁率の中に少なくとも 2 種類の成分が存在して、異なる結合定数を持ってナイトシフトに寄与しているとして理解できると思われる。動的に見ても、スピン-格子緩和率は、⁵⁵Mn に対しても ⁸⁹Y に対しても、高温からネール点に近づくにつれ、Korringa 則からずれ発散する傾向にある。これもナイトシフトと同様に理解できると期待されるが、ネール点付近で増加する帯磁率の成分の具体的な原因などについては、今後の問題である。

YMn₂ の中性子散乱

物性研 元屋 清一郎

YMn₂ は $T_N \approx 90 \text{ K}$ 以下で $2.7 \mu_B$ のモーメントをもつ反強磁性体であるが、 $T > T_N$ では帯磁率、体積、核磁気緩和等から局在モーメントは存在しないと考えられている。 $T > T_N$ の磁気状態についてより直接的情報を得るため中性子常磁性散乱（偏極解析法による）の測定を行った。粉末試料を用いて $0.46 < Q < 3.8 \text{ \AA}^{-1}$, $60 < T < 900 \text{ K}$ の範囲で測定した散乱強度から求めた波数依存性帯磁率 $\chi(Q)$ 、およびその温度変化は Q に強く依存しており、反強磁性波長成分のスピ

ンのゆらぎのみが高温まで強調されているという局在モーメントによらない磁性の特徴を明瞭に示している。

Fe₂P の圧力誘起の磁気転移

広島大学理学部物性学科 藤原 浩, 門松秀興

Hexagonal 構造における Fe 原子の占める site が 2 種ある Fe₂P は 200 K に一次転移を示すキュリー点 T_c を持つ強磁性体である。我々は、d-character 磁性の圧力効果の一連の研究の中で、Fe₂P を c 軸に沿って強磁性と c 面での反強磁性相互作用との競合系としてもとらえ、単結晶を用いて 20 K bar 迄の静水圧で磁化、交流磁化率、電気抵抗を測定し(4.2 K—300 K), さらに 100 Kbar 迄の静水圧下で X 線回折により格子定数(300 K)を求めた。

(1) 強磁性相 $d\sigma_0/dp = 0$ (σ_0 : 0 K でのモーメント)。T_c における一次性は強まりながら $dT_c/dp < 0$ で約 13 K bar で T_c = 0 となる。また一軸性応力(80 bar 迄)下では、応力が c 軸に平行、垂直の場合でそれぞれ $dT_c/dp > 0, < 0$ と明確な異方性を示した。(2) 圧力誘起相: $p \geq 5$ Kbar, $T \leq 170$ K で圧力誘起の反強磁性相(二次転移で常磁性に)が現われ、圧力下の磁化曲線の測定よりメタ磁性であることが分かり、さらに 2 段階磁化過程も認められた。(3) 300 K では a 軸の方が c 軸よりも縮み方が大きい。

圧力下の研究に対しては合金効果が complimentary な情報を与えてくれる場合がある。我々の場合、(Fe_{1-x}Mn_x)₂P ($x \leq 0.03$) の ($x - T$), Fe_{2-ε}P ($ε \leq 0.06$) の ($ε - T$) 磁気相図は、上述の (p - T) 相図とよく対応している。

1) H. Fujiwara: Physica 119 B+C (1983) 142.

[それぞれの測定の文献をのせている]

Mn₂As, Fe₂As および混晶系の磁気的性質

東北学院大工 鹿又 武, 井門秀秋

Cu₂Sb 型金属間化合物には Cr₂As, Mn₂As, Mn₂Sb, Fe₂As, 及び Cu₂Sb がある。その中で Mn₂Sb とか Mn₂As は他の遷移金属による置換によって興味ある磁気転移を示す。たとえば Mn_{2-x}Cr_xSb は温度上昇に伴い反強磁性からフェリ磁性に一次転移を示す。これらは Kittel の exchange inversion model によって説明された。一方 Fe_{2.1-x}Mn_xAs は温度上昇に伴い Mn_{2-x}Cr_xSb とは逆にフェリ磁性から反強磁性へ一次転移する。(1.52 $\geq x \geq 1.29$) このフェリ \leftrightarrow 反強磁性転移は Mn₂Sb type のフェリ相から Fe₂As type の反強磁性への転移であると考えられた。(J. Phys. Soc. Jpn 43 (1977) 1178) この転移は Kittel の exchange inversion model では説明できない。Mn₂Sb type のフェリ相から Fe₂As type の反強磁性相へ転移するためにはフェ

リ相から強磁性相さらに Fe_2As type の反強磁性相と瞬間的といえども段階をへて転移するものと思われる。従って 3 つの磁気スピン配列にエネルギー的にあまり差はないと思われるのでこれらの物質に対する強磁場の磁化過程を調べた。その結果によれば最高 500 KOe の強磁場により強磁性相への転移と思われる磁化過程が得られた。

Mn-Dichalcogenide の 4-スピン交換と磁性

名大工 安 達 健 五

MnS_2 , MnSe_2 および MnTe_2 の反強磁性スピン構造は、中性子回折やメスバウワー効果によって調べられている。これらの中 MnSe_2 は通常の 2-スピン交換相互作用の観点からは説明できない構を持つ。そこで collinear な配列の仮定のもとに、fcc 磁気格子の安定性を 4-スピン交換の効果を導入して調べたが、最近接原子対を結ぶ四種の 4-スピン交換を探る限り、その安定性は見出されなかった。つぎに Noncollinear な第一種反強磁性配列をもつ MnTe_2 について 4-スピン交換を導入し、磁気多極子および結晶磁気異方性の効果をつけ加えて、スピン軸の温度変化を調べた。結果は吉森らの結論と定性的に一致した。更にこの物質について、4-スピン効果を分子磁場近似で採り入れ、その帶磁率の温度変化を説明した。4-スピンと 2-スピン交換の比が或る値以上になると、一次の磁気転移が発生するが、 MnTe_2 では 0K とネール点の帶磁率の値からこの比を求めるときその値は小さく、実験が示すように二次転移が保証される。Noncollinear な MnS_2 のスピン配列や、上述の MnSe_2 に対しても磁気一次転移が観測されているので、更に遠くまでの四体交換の効果を取り入れて調べる必要があろう。

$\text{NiS}_{2-x}\text{Se}_x$ 系と $\text{CoS}_{2-y}\text{Se}_y$ 系の磁性

北大理 宮 台 朝 直

$\text{NiS}_{2-x}\text{Se}_x$ 系：多結晶試料について帶磁率、磁化、中性子回折、電気抵抗の測定を行った。

(a) 絶縁体—金属 (I-M) 転移と磁性との関係に着目すると、I-M 転移は帶磁率 (スピンのゆらぎ) には大きな影響を及ぼすが、反強磁性相の磁気モーメント ($\langle S_z \rangle$ に対応) には大きな影響を及ぼさないことが明らかになった。このことは、組成依存性と温度依存性の両面から確かめられた。(b) 低温相における弱強磁性 (WF) と M1, M2 の反強磁性オーダの関係については、WF の存在領域と M1, M2 の共存領域が一致することが明らかにされた。このことは 4-スピン交換相互作用理論を支持する。また、WF 相は絶縁体相 ($x < 0.3$) の一部にのみ存在することが示された。Se 置換によるランダムネスの導入は WF の T_c を減少させ、圧力下では T_c が増加することも示された。

$\text{CoS}_{2-y}\text{Se}_y$ 系：良質の単結晶作製に成功して、強磁性共鳴と磁化曲線の測定を行った。異方

性定数 K_1 は負で ($<111>$ 容易軸), 濃度依存性は直線的でほぼ $K_1(y) \cong K_1(0)$ ($1 - 3 y$) で表わされる。この式からは, Se のまわりの 3 個の Co の異方性が消失していくように見える。 $y = 0.1 \sim 0.3$ では T_c 直上でメタ磁性が観測されたが, とくに $y = 0.28$ では約 3 K の範囲で “残留強磁性” とでもいうべき現象を見出した。また臨界磁場以下の常磁性状態には 1 kOe 程度の “内部磁場” の存在が, 磁気共鳴より示唆された。

局在モーメントの温度変化と磁気体積効果

岡山大理 山田 宰, 中井生央

スピンのゆらぎによる局所的磁気モーメントの二乗平均の温度変化がインバー効果の原因をなしているという守谷理論に対応する実験結果がインバー合金で得られている。

相対精度 5×10^{-5} のデジタル磁束計を用いて磁化の精密測定を行い, 磁化の温度変化を誤差を最小にするようスピン波の寄与とスピン波以外の寄与に分ける。このようにして求めたスピン波分散係数 D は中性子による測定結果と非常によい一致を示す。スピン波以外の寄与は局所的磁気モーメントが温度と共に減少していることによるとして, 局所的モーメントの温度変化を求めるとき, 最もよく減少する 35% Ni-Fe ではキュリー点で約半分程の磁化が残っており, これは, Collins の中性子の測定結果ともよい一致を示している。局所的磁気モーメントの二乗平均がインバー合金の磁気体積効果を惹き起しているとして磁気体積結合係数を求めると, 熱膨脹, 強制体積磁歪, 磁化の圧力変化等の測定で殆ど一致し, 約 $1.2 \times 10^{-8} \text{ cm}^6/\text{emu}^2$ となり, 温度変化もせず, また殆ど Ni の組成にも依存しない。Fe-Pt インバーでもほぼ同じ値が見出されている。

同様の実験を, Fe-Ni 合金でインバー領域以外について行うと大変興味深い。70% Ni-Fe では局所的磁気モーメントは 0 K よりキュリー点まで殆ど落ちないが, Ni の組成が 70% より多くなると再びモーメントは落ち始め, ニッケルでは約 1 割以上落ちている。

物性研究所談話会

日 時 1983年10月17日（月）午後4時～

場 所 物性研Q棟1階講義室

講 師 Dr. P. Bak

(所属) (Brookhaven National Laboratory)

題 目 Chaos, circle maps, and Josephson Junctions

要 旨：

Bak 氏はTTF-TCNQ の逐次構造相転移についての現象論及び種々の非整合構造、非整合一整合転移等についての研究で著名な方です。今回北大で開かれる国際シンポジウム「1次元導体の構造と非線型伝導」に出席される機会に講演をお願いしました。

日 時 1982年11月4日（金）午後4時～

場 所 物性研Q棟1階講義室

講 師 Prof. Hermann Haken

(所属) (Institut für Theoretische Physik Universität Stuttgart)

題 目 Recent Topics in Synergetics

要 旨：

レーザー理論で知られるハーケン氏は、発振という特殊な現象の背後にある、ある種のしくみ—無秩序の中からの秩序形成—を、物理学、化学、生物学、生態学、社会学など異なる分野に共通にあらわれる一般的な現象としてとらえ、Synergetics という独特の新分野を切り拓いた。今回はその中から最近の話題の幾つかについて話して頂く予定である。

日 時 1983年11月7日（月）午後4時～

場 所 物性研Q棟1階講義室

講 師 K. H. Bennemann

(所属) (ベルリン自由大学)

題 目 A Simple Theory for Electronic and Atomic Structures of Small Clusters

要 旨：

A simple theoretical model is proposed to discuss on such problems of

small clusters as cohesion, magic number, bond concentration, alloy formation, stability of atomic structures, Coulomb explosion, etc.

日 時 1983年11月9日(水)午後4時30分～
場 所 物性研Q棟1階講義室
講 師 Prof. R. L. Orbach
(所属) (College of Letters and Science, Univ. of California)
題 目 The Physics of Fractals
要 旨：

The talk will discuss the concept of fractals, and applications to lattice vibrations of amorphous materials and spin wave spectra in diluted magnetic structures.

日 時 1983年11月11日(金)午後4時～
場 所 物性研Q棟1階講義室
講 師 T. M. Rice
(所属) (ETH, Zurich)
題 目 Localization and Interaction in One Dimension
要 旨：

The problem of interacting Fermions moving in a disordered one dimensional system will be discussed. Two approaches will be described. First the scaling theory of Abrahams et al will be generalized to an interacting system. A transition between a localized insulating state and a perfectly conducting state is found as the coupling constants of the interaction vary. In the second approach the relative temperature dependences of elastic and inelastic scattering lengths is considered and shown to lead to a crossover between quantum and classical transport which controls the insulator-conductor transition.

日 時 1983年11月21日(月)午後2時～
場 所 物性研Q棟1階講義室
講 師 Dr. A. J. Alcock
(所属) (National Research Council of Canada)

題　　目　　ガスレーザーによる超短パルスの発生とレーザープラズマ相互作用

要　　旨：

オルコック氏はカナダのN R Cにおいて、高出力ガスレーザー (CO_2 , エキシマー) の開発、ガスレーザーにおける超短パルスの発生とメカニズム、 CO_2 レーザーとプラズマの相互作用の研究など広い分野にわたり指導的立場にある。今回は CO_2 レーザーとエキシマーレーザーにおける超短パルスの発生とそのメカニズム、および CO_2 によるレーザープラズマ研究の最近の進歩について話して頂く予定である。

日　　時　　1983年11月21日（月）午後4時～5時

場　　所　　物性研Q棟1階講義室

講　　師　　Prof. Fritz Herlach

(所属) (Katholieke Universiteit Leuven and ISSP, Tokio)

題　　目　　ULTRA STRONG MAGNETIC FIELDS:

Early developments, state of the art and future prospects.

要　　旨：

Ultra strong magnetic fields are characterized by the inevitable destruction of the electrical conductors in which they are generated and confined. This is governed by simple physical principles (shock waves, diffusion of magnetic flux) which all involve a critical speed of the order km/s. The corresponding time scale in the microsecond range and the high energy density call for extreme experimental techniques. Most of the early work was done with high explosives; examples are taken from the Frascati experiments. The later development evolved towards laboratory techniques using small single turn coils and electromagnetically driven implosions. This is illustrated with experiments on cyclotron resonances and on magnetic bremsstrahlung carried out at Chicago and Stanford. While the single turn coil technique is most suitable for experiments in the lower megagauss range, electromagnetic implosions are most promising for future development which is oriented towards experiments with fields of the order 10 MG, where the discovery of interesting and new effects is expected.

日　　時　　1983年12月2日（金）午後4時～

場　　所　　物性研A棟2階輪講室

講 師 Prof. K. H. Bennemann
(所属) (ベルリン自由大学)
題 目 Surface Core-Level Shifts of Transition-Metals
要 旨：

Numerical results are given for the surface-core level shifts at clean single crystal surfaces, stepped and reconstructed surfaces and surfaces with chemisorbed atoms. These result demonstrate that surface core-level shifts can be used as a diagnostic tool to study various surface effects. Shifts at surfaces of mixed valent systems are also discussed.

日 時 1983年12月9日(金)午後4時～
場 所 物性研Q棟1階講義室
講 師 Prof. R. Feder
(所属) (University of Duisburg)
題 目 Electron Scattering and Surface Magnetism
要 旨：

Spin polarized electron scattering is discussed, especially stressed on low energy electron diffraction. Research works on the surface magnetism by spin Polarized LEED are reported in detail.

本年4月東京大学物性研究所を御退官になる6人の先生の記念講演会を以下のとおり開催致しますので、御来聴下さいますよう御案内申し上げます。

また、講演会終了後、6人の先生を囲んでのささやかなパーティーを計画しておりますので、御参加頂ければ幸いです。

記念講演会

日 時 昭和59年3月10日(土) 9:30~17:30

場 所 東京大学生産技術研究所 第1会議室(3階)

所長あいさつ 9:30

神 前 熙 「固体電子の励起と結晶の緩和」 9:40

業績紹介 石井 武比古

小 林 浩一 「電子励起と格子の応答」 10:40

業績紹介 豊沢 豊

休憩 11:40 ~

箕 村 茂 「超高压力への挑戦」 13:00

業績紹介 秋本俊一

中嶋貞雄 「わが研究の夢と現実」 14:00

業績紹介 斯波弘行

休憩 15:00 ~

中 村 輝太郎 「わが研究を顧みて」 15:30

業績紹介 星埜禎男

塩 谷 繁雄 「物性研での光物性研究を顧みて」 16:30

業績紹介 黒田寛人

記念パーティー

開宴時間 記念講演会終了後 18時頃から

場 所 物性研究所第1及第2会議室(上記講演会会場のすぐ下です)

東京大学麻布キャンパス（物性研究所・生産技術研究所）

場所 東京都港区六本木 7 丁目 22 番 1 号

電話 03-478-6811



地下鉄（千代田線）

「乃木坂駅」下車 4 分

地下鉄（日比谷線）

「六本木駅」下車 7 分

都バス
⑦ 田町駅東口
⑧ 豊海水産埠頭 — 信濃町 — 渋谷駅
⑨ 品川車庫 信濃町 四谷片町 新宿駅西口
「防衛庁前」下車 3 分

◎印 地下鉄出入口

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

極限物性部門 表面物性 助手 1 名

(2) 内 容

極限物性部門表面物性には、村田好正、櫻井利夫、田中虔一の3所員がいて、協力して研究をすすめている。

制御された固体表面上での化学反応と表面物性の研究を行う。特に超高真空中で、デザインした表面を作成し、その構造、物性を調べ、反応性に重点を置いた研究を行う。
主として田中助教授と研究をすすめる。

(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59年3月31日(土)(必着)

(6) 就任時期 決定後なるべく早い時期を希望する。

(7) 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推薦書(健康に関する所見を含む) ◦ 履歴書
- 主要業績リスト(必ずタイプすること) ◦ 主要論文の別刷

(ロ) 応募の場合

- 履歴書 ◦ 業績リスト(必ずタイプすること)
- 主要論文の別刷 ◦ 着任希望時期明記のこと
- 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 〒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 総務課 人事掛 電話 03(478)6811 内線 5004, 5022

(9) 注意事項 極限物性部門表面物性助手公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

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

東京大学物性研究所長

中 嶋 貞 雄

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

凝縮系物性部門 竹内研究室 助手 1 名

(2) 内 容

転移など結晶内の格子の乱れに強い関心を持ち、それらに関わる興味のある物性の研究を行う意欲的な実験研究者を希望する。

(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59年 3月31日（土）（必着）

(6) 就任時期 決定後なるべく早い時期を希望する。

(7) 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推薦書（健康に関する所見を含む） ◦ 履歴書
- 主要業績リスト（必ずタイプすること） ◦ 主要論文の別刷

(ロ) 応募の場合

- 履歴書 ◦ 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷 ◦ 着任希望時期明記のこと
- 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）
- 健康修断書

(8) 宛 先 〒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 総務課 人事掛

電話 03(478)6811 内線 5004, 5022

(9) 注意事項 凝縮系物性部門竹内研究室助手公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、
書留で郵送のこと。

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

東京大学物性研究所長

中 嶋 貞 雄

昭和58年度 後期短期研究会予定

研究会名	開催期日	参加予定人員	提案者
人工格子合金	1月17日～ 1月18日 (2日間)	30名	・新庄輝也(京大・化研) 安岡弘志(東大・物性研) 遠藤康夫(東北大・理)
時間に依存した一次相転移の運動学一核生成と成長及びスピノーダル分解をめぐって	1月26日～ 1月27日 (2日間)	40名	・好村滋洋(広大・総合) 川崎恭治(九大・理) 野瀬卓平(東工大・工) 宮崎亨(名工大・工) 平川金四郎(東大・物性研)

・印は提案代表者

Technical Report ISSP 新刊リスト

Ser. A.

- No. 1370 Nature of the Phase Transition of the Two-Dimensional Antiferromagnetic Plane Rotator Model on the Triangular Lattice. by Seiji Miyashita and Hiroyuki Shiba.
- No. 1371 Optically Detected Magnetic Resonance. by Kazuo Morigaki.
- No. 1372 An Electrically Triggered 200 KV Rail-Gap Switch for Wide Aperture Excimer Lasers. by Akira Endoh, Shuntaro Watanabe and Masayoshi Watanabe.
- No. 1373 Fermi Liquid Description of Periodic Anderson Hamiltonian. by Fusayoshi J. Ohkawa.
- No. 1374 Ultraviolet Photoemission and 4d Core Reflectance Spectra of SmSe (100). by Shigemasa Suga, Masaki Taniguchi, Masami Seki, Hirokazu Sakamoto, Hiroshi Kanzaki, Masaki Yamamoto, Atsushi Kurita, Yoshio Kaneko and Takao Koda.
- No. 1375 Photon-stimulated desorption of neutrals from silver and alkali halides. by Hiroshi Kanzaki and Tamiko Mori.

- No. 1376 Higher Order Interaction Effects in Weakly Localized Regime : Case of Repulsive Force. by Yoshimasa Isawa and Hidetoshi Fukuyama.
- No. 1377 Theory of Three-Dimensional Orderings of Charge-Density Waves in 1T-TaX₂ (X:S, Se). by Kazuo Nakanishi and Hiroyuki Shida.
- No. 1378 Dynamical Aspects of Pulsed Laser Annealing of Ion- Implanted Silicon. by Yoshihiko Kanemitsu, Kazuya Okamoto, Hiroto Kuroda and Shigeo Shionoya.
- No. 1379 Picosecond Dynamics of Pulsed Laser Annealing of Ion- Implanted Silicon. by Yoshihiko Kanemitsu, Hiroto Kuroda and Shigeo Shionoya.
- No. 1380 FIM and Atom-Probe Study of Grain Boundary Segregation. by Akiko Jimbo, Tomihiro Hashizume, H. W. Pickering and Toshio Sakurai.
- No. 1381 The High Performance Focusing-Type Time-of-Flight Atom-Probe. by Toshio Sakurai, Tomihiro Hashizume, Akira Sakai and Akio Jimbo.
- No. 1382 Picosecond Time-Resolved Study of Excitons in GaAs/AlAs Multi-Quantum-Well Structures. by Yasuaki Masumoto, Shigeo Shionoya and Hitoshi Kawaguchi.
- No. 1383 Surface Waves on Liquid Helium. by Masaki Iino, Masaru Suzuki, Akira J. Ikushima & Yuichi Okuda.
- No. 1384 The System Iron-Enstatite-Water at High Pressures and Temperatures—Formation of Iron Hydride and Some Geophysical Implications. by Toshihiro Suzuki, Syun-iti Akimoto and Yuh Fukai.
- No. 1385 Sound Attenuation and ³He-³He Interaction in ³He-⁴He Liquid Mixtures Under the Saturated Vapor Pressure. by Itsuhiro Fujii, Akira J. Ikushima, Masafumi Fukuhara and Kazuyuki Kaneko.
- No. 1386 Effect of Initial Rotational Distribution and Softness of Surface on Inelastic Scattering of Heteropolar Rotor by Surfaces. by Shigeru Tanaka and Satoru Sugano.
- No. 1387 Stacking Fault Energy of II-VI Compounds. by Shin Takeuchi, Kunio Suzuki, Koji Maeda and Hiroshi Iwanaga.

- No. 1388 Photo-induced Covalency in Ionic Compounds. by Takehiko Ishii.
- No. 1389 Ultraviolet Photoelectron Spectra of a Glassy Metal $\text{Ni}_{40}\text{Fe}_{40}\text{P}_{14}\text{B}_6$.
by Kenzo Naito, Akito Kakizaki, Tatsuya Miya, Hidenao Sugawara,
Ichiro Nagakura and Takehiko Ishii.
- No. 1390 The Ground State of the 2-D Charged Particles in a Strong Magnetic
Field and the Fractional Quantum Hall Effect. by Daijiro Yoshioka.

編 集 後 記

創立以来四半世紀を経た物性研も、ここに来て、世代の交替の時期にさしかかっています。この号では、昨年、物性研を退官された芳田先生と、今春退官される箕村、神前先生に寄稿していただきました。30年以上にわたるこれまでの御研究の跡をふり返られたもので、大変興味深く、示唆に富んだものとなっています。

また、新しい企画として、助手有志の方数名に集まってもらい、物性研について自由に話し合ってもらった内容を記事にまとめてみました。御意見、御感想をお寄せいただければ幸です。

次号の原稿の締切りは2月10日です。

高 橋 慶 紀

菅 野 曜

