

物性研だより

第11卷
第1号
1971年4月

目 次

○ 日本における強誘電性に関する研究	エル・ア・シュヴァロフ	1
研究室だより		
○ 磁性理論研究室（磁気II部門）		10
物性研談話会		23
物性小委員会報告		24
サ ロ ン		
○ ベル研究所の印象	格 元 宏	29
物性研ニュース		
○ 昭和46年度前期外来研究員一覧		31
○ 昭和46年度共同研究一覧		38
○ 昭和46年度前期短期研究会一覧		41
○ 共同利用施設専門委員会委員		42
○ 人事選考協議会委員		43
○ 人 事 異 動		43
○ テクニカルレポート 新刊リスト		44
編 集 後 記		45

東 京 大 学 物 性 研 究 所

日本における強誘電性に関する研究

まえがき

モスクワ結晶研究所の L.A. Shuvalov 博士は、強誘電性結晶の物理的諸性質につき結晶の対称性の立場から考察を加え、また、結晶の相転移に伴う光学的性質の変化、旋光性の研究などをやって来た学者である。1969年、京都で開催された第2回強誘電体国際会議に出席するため来日したが、その機会を利用して二ヶ月間日本に滞在し、大学その他の研究機関を歴訪してつぶさに日本における研究の現状を視察した。その結果をまとめた報告が、このほど Kristalllografiya に掲載された。一読してみると、大変克明な調査がなされており、日本の物性研究者にとっても興味ある内容を含んでいるように思われる。同博士は、在日中、幾度となく物性研を訪れた関係上、その全訳を本誌に掲載してはと考え、編集委員会の賛同を得たので著者に問い合わせたところ快諾を得た。そこで小林謙二氏に翻訳していただき、ここに諸賢の一覧に供することとなった。

たゞに、日本の研究の現状が紹介されているというにとどまらず、日本の研究体制や研究態度がどのようにみられたかという点でも、興味がもたれるのではないかと思われる。

中村輝太郎

Review

日本における強誘電性に関する研究

Kristalllografiya 15(4)

P. 868-872 (1970)

L.A. Shuvalov 訳 小林謙二

日本はソ連やアメリカと並んで固体物理学およびその成果の実用面への応用に関する科学研究において指導的な地位を占めている。これは特に強誘電性に関することについて言える。正に25年前、強誘電性に関する学問分野に革命を引き起したチタン酸バリウムの強誘電性の発見がソ連、アメリカおよび日本で同時にしかも独立におこなわれたという事は偶然ではない。強誘電性に関する国際会議が1969年9月に京都で、またそれに引き続いでエレクトロニクスおよびオプト

エレクトロニクスへの強誘電体の実用的な応用に関するシンポジウムが東京で開催されたことは日本の学術団体や政府機関との問題への多大なる関心と、強誘電性とその応用に関する研究の発展のテンポをより速めようとする願いを反映している。

第2回強誘電性国際会議（第1回は、1966年にプラハで行なわれ、第3回は1973年にエジンバラでおこなわれることが予定されている）には14カ国から300名の参加者があった。日本からは200人以上参加し、56の報告があり、その他で最も印象的だったのはソ連からの派遣団（参加24名、報告35）、アメリカ（参加24名、報告24）、フランス（参加7名、報告11）およびチェコスロヴァキア（参加6名、報告7）が参加したことであった。また、イギリス、スイス、西独、インド、東独およびその他の国々から幾人か参加し報告がおこなわれた。¹⁾この会議で発表された論文は全部で158であり、その中には、A.von Hippelによる introductory lecture と5つのinvited papers:E.Asher（スイス）、『Interaction of Magnetization with Polarization』, R.A.Miller（アメリカ）『Nonlinear Optical Properties of Ferroelectric Crystals』, G.A.Smolensky（ソ連）『Physical Phenomena in Ferroelectrics with Diffuse Phase Transitions』, G.Shirane（アメリカ）『Investigation of Soft Modes by means of Inelastic Scattering of Neutrons』およびL.A.Shuvalov『Symmetry Aspects of the Study on Ferroelectricity』が含まれている。

会議の主題に特にこだわらずに、ここでは日本における強誘電性の研究の発展の状況と傾向とを概観することにする。この sketch はソ連の専門家にも興味あることと思われる。※）

1. 京都での会議では強誘電性の微視的理論に関する仕事は殆んど発表されなかつたが、一連の理論家は精力的にこの分野で仕事をしており、格子の光学振動の soft mode に関する picture および Ising モデルによる approach を発展させており、相転移の領域における臨界現象の理論において重要な成果が得られている。²⁾⁻⁷⁾これらの結果は実験家を惹きつけ、臨界指数の測定や相転移の際の誘電および音響緩和、またX線や中性子の臨界散乱の研究などを広範囲にわたって始めさせている。⁸⁾⁻¹⁴⁾熱力学的理論の分野では最近ではただ反強誘電体の理論の発展が目につくだけである。^{15), 16)}

＊

＊

＊）著者はこの機会を利用して、日本における強誘電性に関する研究に通暁させてくれた中村輝太郎氏および小林謙三氏や他の日本の同僚に心から感謝したい。

対称性の見地からのアプローチの分野ではソ連で得られた成果が圧倒的である。極く最近では興味深くはあるが論争のないわけではない“ ferroelastics (強弾性体)”^{17) 18)}や“ ferroics ”などの概念が強力に発展させられている。

現象の解明と関連して一連の国々では最近、反転はできないが reorientationだけは可能な自発分極をもつたもの (boracite や potassium iodate), 物理的に異なる分極成分をもつたもの (セレン酸 3 水素ナトリウムや Bi₄ Ti₃ O₁₂) および転移の際に自発変形の役割が圧倒的なもの (モリブデン酸ガドリニウムや明らかにセレン酸 3 水素ルビジウム) などのような本質的に新しい型の強誘電体が研究されており、今後の理論の新しい発展が期待される。日本の科学者がこの過程を傍観しているなどということはないという点は明らかのことである。

2. 回折法による強誘電体の構造の研究は日本では可成り広くおこなわれており、なおも発展しつづけている。^{19) 22)} この際、構造に関する“ 静止図”しか与えないこれらの方法を dynamics の研究を可能にし相転移のメカニズムと強誘電効果の本性を明らかにするのに必要な resonance 法と結びつけることの重要性にはっきりと注目している。この結果として、多くの科学センターでは NMR や ESR, ^{23) 26) 27) 28)} 遠赤外スペクトロスコピ^{29) 32)}、誘導ラマン散乱法^{30) 33)}が古典的なものや特に新しい強誘電体の研究に一層広く用いられている。しかしながら、まだ NQR³⁴⁾ やメスバウアー効果の利用は遙かに少い。

3. 日本では実際の結晶構造を研究しようとする強い伝統がある。特に、科学上および応用上重要な、強誘電体のドメインおよび実際の構造の X 線および電子顕微鏡法の研究が益々広範囲にわたって発展しており、理論的には否定されている荷電ドメイン壁を結晶中で実現させた。^{35, 36)} また、例えば electron-mirror 法のような新しい方法も発展している。

4. 他の国々と同様に日本でも量子光学の発展に伴って最近では強誘電体の古典的な結晶光学にも大きな注意が払われている。多くの結晶の光学的性質の温度的振舞いが熱力学的理論から予言されるものからずれるという重要な実験データが集められ、このずれに対する現象論的および微視的な説明への最初の数歩が印された。日本では電子光学および非線形光学の分野では科学研究の広範囲な発展が始まったばかりである。しかしながら、これらの研究も実用と結びついているので well-financed であり、今後の物凄い発展が期待される。これらの効果はドメイン構造の研究や相転移の際の臨界現象の研究および結晶の電子・原子構造の研究に広く用いられると予想されている。光学活性や反射光の electro-optics, electro-absorption, electroreflectance に関する仕事の重要性はまだそれ程評価されていない。

5. 従前どうり大部分の仕事はすでによく知られている強誘電体 (まずよく好まれている研究対

象は NaNO_2 と KNO_3 の種々な性質ならびにこれらの性質に対する電界や照射や圧力の効果を結晶のミクロな構造についての描像に基づいて研究することに費されている。新しい方法の中で注目すべきは、熱雑音の測定を用いることにより振動場を印加しなくて結晶の誘電率の周波数依存性を決定する方法である。⁴⁶⁾

また、極く最近発見されたばかりの強誘電体： HCl , HBr , HI (最も簡単で最も興味深いクラスの強誘電体であるがそれを作製し研究するには可成りの実験技術がいる)、 K_2SeO_4 ⁴⁸⁾ $\text{AgNa}(\text{NO}_2)_2$ ⁴⁹⁾ などのあらゆる面からの研究が始められた。

6. 一連のグループは、強誘電体であり光電導体である SbSI 型の研究をつづけているが、この仕事の範囲はそれ程広くはない。薄膜に関する仕事についても同様なことが言える。
7. 新しい強誘電体の探求は主に企業でおこなわれている：すなわち、電気光学や非線形光学および共振子工学への現時点でもっと重要な強誘電体の応用のための新しい単結晶の探求およびピエゾ電気的な応用およびコンデンサー制作のための新しいセラミック物質の探求である。将来性のある単結晶についての最近の成果からここでは次のような点を注意しておこう。
 - a) 《松下》中央研究所で得られたタンクステンプロンズ構造をもった $\text{Sr}_4 \text{KLiNb}_{10}\text{O}_{30}$ ⁵⁰⁾ ($V_{\lambda/2}=200\text{V}$) と $\text{Sr}_4 \text{NaLiNb}_{10}\text{O}_{30}$ ⁵¹⁾ ($V_{\lambda/2}=120\text{V}$) の新しい単結晶
 - b) 《日立》の中央研究所でおこなわれたオプトエレクトロニクスに有望なモリブデン酸ガドリニウムの結晶のよくコントロールされた成長⁵²⁾
 - c) やはり《日立》での赤外検知器として利用するために单1の成長領域だけを発達させた TGS の単結晶の成長⁵³⁾
 - d) 《電々公社》の電気通信研究所でおこなわれたフィルター用の LiTaO_3 と LiNbO_3 の大きな単結晶の成長⁵⁴⁾
 - e) 電々公社の東海分室で得られた NiI , ポラサイトの大きな結晶
 - f) 《中住》クリスタル株式会社でベルヌーイ法により SrTiO_3 や他の酸化物および double oxide の良質の結晶の成長がおこなわれていることを述べておこう。
 - g) 最後に、述べておかなければならぬことは、《シャープ》株式会社では電気光学効果の分野で有望な非強誘電的な結晶 CuCl の成長および電々公社では音響光学パラメータの非常によい結晶の1つである TeO_2 の成長に成功している点である。
上で列挙した興味ある結晶の殆どどの1つも日本の学者が priority を主張できるものではないが、アイデアを理解し、それを技術的に具体化する点にかけては彼らはしばしば先頭に立っているように思われる。

セラミックスについての仕事の中で次のことを記しておく必要がある：

- a) 『松下』は添加物を有する $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $PbTiO_3$ - $PbZrO_3$ (商品名⁵⁷⁾ を近年の重要な成果の一つと見なしており、ピエゾ電気セラミックスとして広く利用している(この物質の精製はすでに 1960 年に G.A. Smolensky が共同研究者と一緒に発表した $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ の合成に関する研究に負う所が多い)
- b) 同じ松下の工場で、少量の添加物で modify⁵⁸⁾ された高温度ピエゾセラミック $PbTiO_3$ を作製する技術に関する仕事が完成に近い。
- c) SbSI と SbSOI のセラミックスをホットプレス法で作る方向への inspiring⁵⁹⁾ 結果に注意する必要がある。
- d) 高周波用のバリアー層をもつ種々のセラミックコンデンサーも記しておこう。⁶⁰⁾
- e) 新しい幾つかの強誘電体-反強磁性体のセラミック固溶体が得られているが、これらのどの 1 つも実用面では興味がない。一般に日本における強誘電磁性体の探求の範囲は広くはない。
- f) 『村田』製作所で、 $BaTiO_3$ をベースにした物質や P Z T 型の種々の物質を作製する技術が可成りリファインされ、引きつづいて発展している点は是非述べておかなければならぬ。
- g) 極く最近、『松下』で複雑な組成 $AB_{1/4}O_3$ をもつ新しいタイプのペロブスカイトが得られた。

ここで 2 つの方法論的な問題を述べておこう。

- 1) 日本の研究者はセラミック強誘電体やフェライトを得るためにホット・プレス法に多大な注意を払っている。大量生産に対してのこの方法の可能性を過大評価はしてはいいが extreme⁶¹⁾ 性質を示す新しいセラミック物質の試料を得る最良の方法として、また特殊目的、例えばオプトエレクトロニクス用のセラミックスを得る最良の方法としての当然の評価は与えねばならない。
 - 2) 新しい単結晶および多結晶物質の合成に、高圧下および高温中での合成法が広く用いられ始めている。
8. 日本では強誘電体の実際的な応用は科学研究に劣らず盛んである。ここではいくつかの数字をあげるだけにしよう。日本では毎年電気音響用としてのロッシェル塩の結晶を 25 トン、ピエゾ電気用として(セラミックフィルターから点火用まで) 120 トンの P Z T のセラミックスを生産しており、また強誘電セラミックスから出来た 3 億程度のコンデンサーを毎月生産している。最近では、量子光学やオプトエレクトロニクスの分野で強誘電体を modulator ,

shutter, deviator, scanner, 高調波発振器、光混合器などとして利用する研究が物凄く発展している（東京での強誘電体の応用に関するシンポジウムでの報告の半数が正にこの応用に関するものであったことは偶然ではない。）

＊

＊

日本での強誘電体に関する科学研究はまず第 1 に約 20 の国立および私立の総合大学と単科大学、その外に 6 つの国立および半官半民の大きな科学研究機関、さらに一連の大企業の研究所（強誘電性物質およびその成分の生産と並んで同時に技術的な研究でも群をぬいでいる約 15 のメーカー）でおこなわれている。

ここで考慮に入れておくべきことは、大学での研究グループ（一連の大学では数個）は、原則としてその人数は約 10 人位で少ないので、教授と助教授がその head になっている点である（国立研究所や企業での研究グループの主宰者は高い資格をもっている）。附加的な国家の予算を有効に割りあてるシステムのおかげで（このような方法により大学における科学の発展の計画化が実現されている）国立大学および多くの私立大学での実際活潑に活動しているグループは或る種の高価な、また時にはユニークでもある実験装置をもつことができる。

しかしながら、技術員の問題は、大学や国立研究所にとって深刻なようである。各研究者は原則としてすべての準備的な仕事や種々の実験をやらざるを得ない（結晶を成長させ、精製し試料の aligning をおこない、その標準的な特性を測定する等々）。一方から見ればこれは specialist の多芸さに通ずるのだが他方から言えば、科学的研究の効率を下げている。specialist の数を増すよりもむしろ効率の向上により科学的研究を発展させようとする傾向が科学政策の上でだんだん目立ってきている。電気試験所では 1958 年より 10 年の間にその予算は、2.5 倍になったが、スタッフはほぼ 3 分の 1 に縮小されている。全国的な会議やシンポジウムをおこないそれを（日本語で）素早く発表することをしばしばおこなっている、主に公的な科学機関によってもたらされる研究アーマや研究結果についての詳細な情報が科学的研究の《自動的》（自発的）な coordination において果している役割の重要性は評価してよい。

これらの科学団体の外に、大学や大くの企業は雑誌や不定期の科学情報出版を大部分日本語で出版している。1969 年になって強誘電性に関する 2 つの大きな monograph が出版された： T. Mitsui (共著者として E. Nakamura, I. Tatsuzaki) は強誘電体の物理に関する非常に包括的な本を書いた； K. Okazaki は強誘電セラミックスの作製とその性質に関する monograph を著した。

最後に、著者が会った specialist 達がソビエトの科学に対する尊敬と友好とを例外なく

示したこととを記しておこう。

ソビエトと日本の specialist の間での business-like な接触を強め、科学情報の相互交換および将来には共同研究をおこなうことは、ただ科学の発展ばかりでなく、隣人同志である両国民の間の相互理解を深め友好を広めるのに貴重なものとなることは疑いのないことである。

文 献

- 1) Proc. the Second Internat. Meeting on Ferroelectricity.
Kyoto, 1969. J. Phys. Soc. Japan. Suppl., 28, 1970
- 2) K.K. Kobayashi: J. Phys. Soc. Japan 24, 497, 1968
- 3) K. Tani: J. Phys. Soc. Japan. 26, 93, 1969; 26, 113, 1969
- 4) K. Ohtaka, T. Fujiwara: J. Phys. Soc. Japan. 27, 901, 1969
- 5) Y. Ishibashi, Y. Takagi: J. Phys. Soc. Japan. Suppl., 28, 1970
- 6) M. Tokunaga, K. Yoshimitsu: ibid.
- 7) Y. Yamada et al.: J. Phys. Soc. Japan 24, 1053, 1968
- 8) E. Nakamura et al.: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 26, 174, 1969
Suppl. 28, 1970
- 9) Y. Makita et al.: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 10) Y. Yamada et al.: ibid
- 11) I. Hatta et al. ibid
- 12) Y. Makita, I. Seo: J. Chem. Phys. 51, 3058, 1969
- 13) M. Inoue: J. Phys. Soc. Japan. 26, 420, 1969
- 14) I. Hatta et al.: Phys. Letts. 29A, 421, 1969
- 15) K. Okada: J. Phys. Soc. Japan. 27, 420, 1969
- 16) K. Okada: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 17) K. Aizu: J. Phys. Soc. Japan. 27, 387, 1969; 27, 1171, 1969;
28, 706, 1970; 28, 717, 1970
- 18) K. Aizu: Japan J. Appl. Phys.; 8, 1424, 1969
- 19) I. Shibuya et al.: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 20) Y. Shiozaki, M. Hosoya: ibid
- 21) S. Tanisaki, N. Nakamura: ibid

- 22) H. Futama: ibid.
- 23) G. Soda, T. Chiba: J. Phys. Soc. Japan. 26, 249, 1969; 26, 717, 1969; 26, 723, 1969
- 24) Y. Tsutsumi et al: J. Phys. Soc. Japan. 26, 16, 1969
- 25) H. Betsuyaku: J. Phys. Soc. Japan. 27, 1485, 1969
- 26) H. Kiriyma, R. Kiriyma: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 27) R. Abe et al: ibid
- 28) H. Unoki, T. Sakudo: ibid
- 29) F. Sugawara, T. Nakamura: ibid
- 30) K. Suzuki et al: ibid
- 31) T. Kawamura et al: ibid
- 32) F. Sugawara, T. Nakamura: J. Phys. Soc. Japan. 28, 158, 1970
- 33) K. Kawabe et al: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 34) T. Yamamoto et al: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 35) M. Takagi et al: ibid
- 36) M. Tanaka et al: ibid
- 37) T. Someya et al: ibid
- 38) J. Kobayashi et al: ibid
- 39) T. Yanagi et al: ibid
- 40) T. Sakudo, Y. Fujii: ibid
- 41) K. Inoue: J. Phys. Soc. Japan. 27, 1702, 1969
- 42) K. Gesi: J. Phys. Soc. Japan. 26, 107, 1969; 26, 953, 1969; 27, 629, 1969
- 43) M. Hayashi: J. Phys. Soc. Japan. 26, 1163, 1969: Suppl. 28, 1970
- 44) T. Osaka et al: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970
- 45) H. Iwasaki et al: ibid, K. Sawamoto et al: ibid
- 46) S. Tsunekawa et al: J. Phys. Soc. Japan. 27, 705, 1969
- 47) S. Hoshino et al: J. Phys. Soc. Japan. Suppl. 28, 1970; E. Hanamura: ibid; T. Kobayashi et al: J. Phys. Soc. Japan. 27, 1365, 1969
- 48) K. Aiki et al: J. Phys. Soc. Japan. 26, 1064, 1969; 28, 389, 1970

- 49) K.Gesi :J.Phys.Soc.Japan. 26, 1554, 1969
51) A.Sawaguchi et al :J.Phys.Soc.Japan. Suppl. 28, 1970
51) K.Toyoda, K.Ishikawa :ibid
52) A.Watanabe et al :ibid
53) A.Kumada et al :ibid
54) Y.Furuhat a :ibid
55) M.Onoe et al :Proc.IEEE. 57, 1446, 1969
56) T.Inoguchi et al :Sharp.Techn J. 6,(1), 1967; 6,(2), 1967; 8,(1),
1969
57) H.Ouchi et al :J.Amer.Ceram.Soc. 51, 169, 1968
58) K.Okazaki, I.Takahashi :J.Phys.Soc.Japan. Suppl. 28, 1970
59) S.Ikegami, I.Ueda :ibid
60) S.Waku et al :ibid
61) S.Nomura et al :Japan.J.Appl.Phys. 7, 600, 1968

ソ連邦科学アカデミー結晶学研究所

1970年1月15日 受理

~~~~~  
研究室だより  
~~~~~

磁性理論研究室（磁気 II 部門）

I 磁性体による光散乱——最近の研究

II 金属におけるスピンのゆらぎ

守 谷 亨

丁度 6 年ぶりに 2 回目の研究室だよりを書く順番がまわってきました。ふりかえってみると私が物性研に来てから既に 9 年半、月並みながら光陰矢の如く感じます。前回の時、研究室のスタッフだった井上さんは 2 年前 R C A 基礎研（東京）に移り、現在の研究スタッフは川畑さんと私の 2 名、そして D 2 の石川君が居ります。

我々の研究室では(1)磁性体の電子状態の基礎理論と (2)磁性体とあらゆる波長の電磁波との相互作用に関連した諸問題とを 2 つの中心課題としてきました。最近では前者は主として金属・合金の問題、金属—絶縁体転移の問題等、後者は磁性体と光の相互作用の問題を取り上げて居ります。後者については綜合報告や解説記事を既に書きましたし、又昨年カリフォルニアからの通信として研究室だより的なことも書きましたので、ここではなるべく重複をさけ、その後の話題を主に書くことにします。そして(1)の問題として金属のスピンゆらぎについて少々述べてみたいと思います。

I 磁性体による光散乱 — 最近の研究

ここ数年来やって来た磁性体による光散乱の理論を、イオンの軌道角運動量が生きている場合及び金属磁性体の場合に拡張する計画はこの一年間にかなりのみのりを上げ、数編の論文を発表することが出来ました。

1) CoF_2

軌道角運動量の生きている磁性体の典型的な例として CoF_2 のスピン波、励起子を求め、それ等による光散乱のラマン・テンソルを計算する仕事（石川、守谷⁵⁾）は昨年春一応終了し、

5月 12 日 IBM（サン・ホゼ）を訪れたとき R. マクファーレン氏に話しましたところ、早

速興味を示して実験にとりかかりました。7月からデータが出はじめ、8月末には測定結果が
そろい、我々の予言と予想以上によく一致することがわかりました。⁶⁾

理論の勘どころは縮退軌道の超交換相互作用を物理的考察から単純化した近似が予想以上によく実験と合ったこと、軌道角運動量が生きている場合その光との相互作用は大へん強く、励起子（スピニ波も含む）と光の相互作用は殆んどこれで決ってしまうことなどです。軌道角運動量が生き残っている磁性体の理論は大へん複雑だということになっておりますが、上述の近似が一般的によいとすれば話は著しく簡単化されますので、 CoF_2 以外の場合をも同様にして考察してみると興味があります。一方 CoF_2 の問題も温度依存性（特に常磁性状態の励起子）、磁場依存性の計算を石川が続けて居り、実験も引き続きアメリカで行われるとのことです。

2) 稀土類金属、化合物

磁性金属による光散乱の理論的研究は一昨年からとりかかりました。既に発表したスピニ依存電気分極率を使う光散乱の一般論を金属の場合に拡張する話と稀土類金属の場合の予備的な考察をクレタ島の国際会議で報告しましたがその後稀土類金属による光散乱の詳細な研究を進め（井上、守谷）、昨年春終了しました。⁷⁾ 強磁性、スクリュー構造の場合共にラマン散乱の強度は紫外領域で実測可能範囲にあるという予測の他に、定性的に興味あるところは、(i)スクリュー構造（波数 Q ）の場合、波数 0、 $\pm Q$ のスピニ波の他に磁気共鳴では観測されない $\pm 2Q$ のスピニ波によるラマン散乱も期待されること、(ii) 軌道角運動量の生きている場合（ s 状態以外のすべてのイオン）には光と単独イオンの相互作用に由来する 2マグノン励起による光散乱が任意の磁気構造に対して期待されることなどで、これ等は金属絶縁絶対を問わず云えることです。特に強磁性体による 2マグノン散乱は従来のイオン間相互作用に由来する機構では實際上殆んど禁止されて居ますので、適当な稀土類化合物の強磁性体での実験も大いに期待されます。強磁性体のスピニ波間の相互作用の問題は反強磁性の場合と異って、2マグノンの問題が正確に解けますのでこの様な散乱のスペクトルの形が正確に求められ、実験との比較は大へん興味深いと思います。以上のことからについては、すべて実験が出るのを待っている段階です。⁸⁾

この理論の中でスピニ依存電気分極率への伝導電子からの寄与を求めるのに $s-f$ モデルを使い、伝導電子の電気分極率が $s-f$ 交換相互作用でどの様に変化するかを求めました。 $s-f$ 交換相互作用に関して一次の項は伝導電子のファラデー効果から評価しましたが、2次の項は伝導電子（相互作用を含む）の動的帶磁率 $\chi(q, \omega)$ を使って厳密に表わされることを示しま

した。この話は光吸収に対するフォノンの効果の中フォノンについて2次の効果をフォノンがない場合の分極率を使って正確に表す Hopfield の理論と類似していますが、この様な考え方方は他にも応用があることと思います。

3) 遷移金属その他

遷移金属のスピニ波及びストーナー励起による光散乱の理論は川畠によって取り扱われました。^{9,10)} 遷移金属では局在モーメントがよく定義された量ではありませんので、スピニ依存電気分極率の意味が絶縁体や稀土類金属の場合に比して制限されて来ます。特に個別電子による散乱を取り扱うには散乱確率を直接量子論的に計算する様な理論が望まれます。この様な理論は半導体ではいろいろありますが金属では超電導体に対するアブリコソフ等のS行列の計算(0K)があるのみと思われます。川畠は線型応答理論を拡張し任意の温度の金属による光の散乱強度を温度グリーン関数を使って表す一般式を導きました。そしてスピニ波及びストーナー励起による光の散乱を取り扱い、両者とも同じ程度の強度で、一応観測可能な範囲にあると評価しました。更に通常の金属の伝導電子による光散乱も同じ方法で取り扱いました。金属電子による光散乱の問題としてはこの他に既に理論的に取り扱われている超電導体や反強磁性金属のエネルギーギャップにおける電子励起によるものや種々の表面状態の研究等も考えられ、今後実験が進むと共にこのフォーマリズムもいろいろ役に立つて来ると期待しています。最近貴金属の螢光の問題を山下研の楠さんが研究して居ますが、ここでもこの一般式は役立つて居ります。

その他川畠は久保研究時代に行った微粒子の電子スピニ共鳴の理論的研究と、超電導体のオーダー・パラメータに対するランジュバン方程式の導出とをそれぞれ論文にして発表しました。^{11), 12)}

4)

5年余り続けて来た磁性体と光の問題も、我々にとっては一つの転機にさしかかったと思います。この方面的実験的研究の少い我国の現状をも考え、我々は一般的な理論と典型的な場合の取り扱いに主眼を置いて研究をすゝめて来ました。この様な見地からすると絶縁体の場合は磁気モーメントや励起子と光の相互作用の系統的な取り扱いは一応終り、今後の発展は主としてスピニ系(スピニのゆらぎ)に対する統計理論の問題に帰せられていると思われます。勿論いろいろ面白い現象は今後とも特に実験的研究によって見出されることと思いますが、我々としては、まだやり残したこともありますが、これらで一応段落という感じです。

金属の場合には世界的に見ても光散乱の実験は甚だ少く問題はこれからだと思います。特に短波長のレーザーが開発されると面白くなつて来ることでしょう。一方金属の光電子放出の実

験が外国で大へん盛んになり、これからますます面白くなりそうです。特に電子相関の側面がこの様な実験を通して明らかになって来ると期待され、今後はこの様な方面にも関心を向けて行きたいと思って居ます。

II 金属におけるスピンのゆらぎ

金属磁性の問題（金属に限りませんが）は基底状態及び任意の温度に於ける安全な磁気構造（スピン密度分布）を求め、更にスピン密度のゆらぎの性質をしらべることに帰着します。そしてこの磁気構造やスピンのゆらぎに由来する現象や物理量の特性が磁性体を特徴づけています。例えば強磁性体のスピン波や近年よく話題になるパラマグノン等はスピンのゆらぎの典型で、これ等に關係した種々の著しい性質が興味を持たれているわけです。又稀薄合金の不純物イオン及びその周辺に局在したスピンのゆらぎはここ数年来重要な問題である近藤効果の原因で、その性質が $s-d$ モデル、アンダーソンモデル、ウルフモデル等を使って研究されて来たと見ることも出来ます。この局所的なスピンのゆらぎの問題にも我々は大いに興味を持ってゐるのですが、これから述べるのは純粋な金属（稀薄でない合金も含む）のスピンのゆらぎに關係した問題です。

1) スピンの秩序構造（スピン密度分布）

スピン密度の平衡分布：

$$\langle S(r) \rangle = \int d\mathbf{q} e^{i\mathbf{q} \cdot \mathbf{r}} \langle S(\mathbf{q}) \rangle \quad (1)$$

は一般に中性子回折で測定され、常磁性、強磁性、反強磁性（らせん構造を含む）に分類されます。理論的取り扱いは今のところハートレー・フォック近似（以下 H.F. と記す）に實際上限られて居り、電子間の交換相互作用として遮蔽されて到達距離の短くなった有効交換相互作用 J_{eff} が半現象論的に導入されています。そして電子相関の多くの理論は Jeff の理論であると考えられます。この様な近似は低温の磁気構造を理解する上ではかなりの成功を収めて來ました。但し多くの場合、期待されるスピン構造をもった H.F. 解の存在が示されるのみで、その安定性を十分議論したものは極めて少い様です。

又 H.F. 近似はスピンのゆらぎを陽に取り入れて居りませんので、特に有限温度の議論には不十分です。スピン波理論を皮切りに主としてランダムフェイズの近似（以下 RPA と記す）でスピンのゆらぎが取り扱われて來ましたが、これについては次節以下に述べます。

さて、一般にどの様なスピン構造が安定になるかのめやすは電子間相互作用を無視したときの波数依存帶磁率 $\chi_0(q)$ の形で与えられます。 $\chi_0(q)$ が最大になる波数 $q = Q$ で指定

されるスピノーダーリングが最も起りやすいと考えられるからです。H.F.近似による帯磁率は J eff の到達距離を小さいとすればよく知られている様に

$$\chi(q) = \chi_0(q) / [1 - J_{eff} \chi_0(q)] \quad (2)$$

となりスピノーダーリングの起る条件は

$$\alpha \equiv J_{eff} \chi_0(Q) > 1 \quad (3)$$

キューリー温度は

$$J_{eff} \chi_0(Q, T=T_c) = 1 \quad (4)$$

で与えられます。この様にして計算された T_c (J_{eff} は例え低温の飽和磁化を説明する様に与える) は Cr, Ni では比較的よく実験と一致するのに對し Co, Fe では一致はよくない様です。

2) スピノのゆらぎと動的帯磁率

スピノのゆらぎの性質を表す最も重要な量はゆらぎについて一次の時空相関関数(テンソル) :

$$S(r, r'; t - t') = \langle \delta S(r, t) \delta S(r', t') \rangle \quad (5)$$

でこれはよく知られている様に動的帯磁率(テンソル)と次の様に關係づけられます。

$$\begin{aligned} S(q, \omega) &= \int dt \int dr e^{-i(q \cdot r - \omega t)} S(r, r'; t) \\ &= 2(1 - e^{-\beta \omega})^{-1} \operatorname{Im} \chi(q, \omega) \end{aligned} \quad (6)$$

これは中性子散乱で測定される量で、原理的にはすべての q, ω の成分が測定可能です。

3) ランダム・フェイズの近似(RPA)

$\chi(q, \omega)$ の理論的な計算は現在のところ RPA が事実上殆んど唯一の可能な近似法の様です。ヘリングはじめ強磁性スピノ波の理論も結局 RPA の範囲にとどまって居り、又磁化に垂直な帯磁率 $\chi_{\perp}(q, \omega)$ の極からスピノ波のエネルギー・スペクトルが得られることはよく知られています。中性子の臨界散乱が RPA で定性的に説明出来ることを最初に指摘したのは伊豆山、金、久保の論文でした。¹⁴⁾

最近ではバンド計算の結果を使って遷移金属の $\chi(q, \omega)$ を求める計算も行われる様になってきました。強磁性の場合、長波長のスピノ波のエネルギーが Fe, Co, Ni, ¹³⁾ について求められ、Ni では実験とかなりよい一致を示すのに對し Fe, Co では一致はよくない様です。又、有限温度の $\chi(q, \omega)$ が Ni ¹⁵⁾ について計算され、中性子散乱の実験とよく一致するという報告があります。又 $T > T_c$ でのスロッピースピノ波が RPA から出ることも指摘されていますが、この様な近似が最もよく成功していると考えられる Ni でも後述する様に単純に説

明し難い実験事実があり、簡単に楽観的な結論を下すわけには行きません。臨界ゆらぎの詳細、特に臨界指数（critical index）は勿論RPAでは説明出来ないものです。

常磁性の場合にはPdにFe等の不純物を入れたときの巨大モーメントの空間分布から $\chi(q, \omega)$ についての情報が得られているのみで、 $\chi(q, \omega)$ の測定は殆んどありません。

4) スピンのゆらぎと種々の物理量

スピンのゆらぎが直接関与する量としては核磁気緩和時間、比熱、輸送係数等があります。簡単なモデル（十分実際的）をとるとこれ等の量はスピン相関関数は $\chi(q, \omega)$ を使って書き表すことが出来ます。特に常磁性金属で(4)式（ $T_c=0$ とする）がほどみたされる様なもの（nearly ferro-又はnearly antiferromagneticな金属）ではスピンのゆらぎの効果が著しく、ここ数年来多くの興味が持たれています。以下5), 6), 7)ではこの様な場合を含めて常磁性金属を主として説明してみたいと思います。

5) 核磁気緩和

核磁気緩和に対するスピンのゆらぎの効果は局所的なゆらぎによるものです。簡単な場合としてフェルミ型の超微細相互作用（係数A）のみ考慮しますと緩和率は

$$1/T_1 \propto A^2 \int_0^\infty d\tau \cos \omega_0 \tau < \{ \delta S^+(R, t) \delta S^-(R, t+\tau) \} >$$

で与えられ（ ω_0 は核磁気共鳴周波数Rは核の位置）、一様な金属の場合には

$$1/T_1 \propto A^2 k_B T \sum_q \chi''_{\perp}(q, \omega_0) / \omega_0 \quad (7)$$

と表されます。これは正確な式です。ここで $\chi(q, \omega)$ としてRPAの結果を使うと

$$1/T_1 \propto A^2 k_B T [\rho(\epsilon_F)]^2 < \{ 1 - \alpha[\chi_0(q) / \chi_0(0)] \}^{-2} >_{F.S.} \quad (8)$$

が得られます。ここに $< \cdot >_{F.S.}$ はフェルミ面上の2点を結ぶ波数ベクトルqについての平均を意味し、この因子が電子間相互作用による緩和率の増大比を与えます。一方ナイトシフトは電子間相互作用により因子 $(1 - \alpha)^{-1}$ だけ増大しますから、コリンガの関係式は

$$1/T_1 = (\pi r^2 k_B T / \mu B^2) (\Delta H/H)^2 K(\alpha), \quad (9)$$

$$K(\alpha) = (1 - \alpha)^2 < \{ 1 - \alpha[\chi_0(q) / \chi_0(0)] \}^{-2} >_{F.S.} \quad (10)$$

と変更されることになります。 $K(\alpha)$ は α の他にフェルミ面の構造や $\chi_0(q)$ のq依存性に依存し、一般には1より大きくも小さくもあり得ます。その後の実験によればアルカリ金属及び貴金属の場合、自由電子に対する $\chi_0(q)$ を入れた上式は実験と大体よく合い、定量的一致を改善するためには有効電子相互作用の到達距離を少しのばす必要があるとのことです。¹⁸⁾電子ガスモデルでRPAよりよい近似を使って(7)を計算した仕事も最近出ています。¹⁹⁾

電子相関がもっと強く、強磁性或いは反強磁性に近い金属では相転移の臨界点に近づくとき ($\alpha \rightarrow 1$)、 $1/T_1$ がそれぞれ

$$\begin{aligned} 1/T_1 &\propto (1-\alpha)^{-1} && (\text{f e r r o}) \\ &\propto (1-\alpha)^{-1/2} && (\text{a n t i f e r r o}) \end{aligned} \quad (11)$$

の様に増大することは注目に値します。一方ナイトシフトは同じ極限でそれぞれ $(1-\alpha)^{-1}$ ~1 となりますから

$$\begin{aligned} K(\alpha) &\propto (1-\alpha) && (\text{f e r r o}) \\ &\propto (1-\alpha)^{-1/2} && (\text{a n t i f e r r o}) \end{aligned} \quad (12)$$

が期待されます。実際 Pd の NMR におけるコリンガの関係式からの大きさはこの様な効果によると考えられますが、 $\alpha \rightarrow 1$ のとき (11), (12) 式の関係が成立つかどうかはまだ実験的にしらべられて居りません。遷移金属では軌道電流によるナイトシフトや緩和機構も重要ですし、 α を変えるためには合金を作る必要があり、話は複雑ですが、臨界領域における上記のふるまいは残る筈だと思います。

この理論は又稀薄合金の場合にも適用されています。²¹⁾ 不純物の核磁気緩和は局所的なスピンのゆらぎによるため $K(\alpha) \sim 1$ が期待されます。

最近金属絶縁体転移を示す酸化バナジウムの研究が旺んですが、 V_2O_3 の金属相（常磁性）での NMR の測定によれば、ナイトシフトは金属 V よりも 1 けた、緩和率は 2 けた大きく、ナイトシフトの電子スピンから来る成分をとると $K(\alpha) \sim 1$ だということです。²²⁾ この金属相は電子相関の強い状態と考えられますが、反強磁性に近い状態として RPA を適用すると、(8)~(12) 式より $K(\alpha) \gg 1$ が期待されます。このことは狭いバンドで電子相関が強い場合に RPA が不十分な事を示していると考えられます。金属・絶縁体転移には電子を局在させる様な相関効果が効き、これは勿論 RPA には含まれて居ませんが、この様な相関効果で局所的なスピンのゆらぎが強調されているのであろうと思います。

6) 比 熱

強磁性に近い金属のスピンのゆらぎに依って低温の電子比熱が増大すること、 $T^3 \ln T$ の項が現れるることはバークとシュリーファー (B. S.) 及びドニアックとエンゲルスパーク (D. E.) ²³⁾ によって指摘されました。

電子比熱も T_1 と同様にスピン相関関数或いは $\chi(q, \omega)$ を使って書き表すことが出来

ます

- 17 -

ます。今簡単なタイトバインディングモデルをとり有効電子間相互作用を原子内のみに限るとハミルトニアンは

$$H = \sum_{\sigma} \sum_{\mathbf{k}} \xi_{\mathbf{k}} a_{\mathbf{k}\sigma}^+ a_{\mathbf{k}\sigma} + H' (I)$$
$$H' (I) = I \sum_{\mathbf{q}} \sum_{\mathbf{k}, \mathbf{k}'} a_{\mathbf{k}+\mathbf{q}\uparrow}^+ a_{\mathbf{k}'-\mathbf{q}\downarrow}^+ a_{\mathbf{k}'\downarrow} a_{\mathbf{k}\uparrow} = I \sum_{\mathbf{q}} S_+(q) S_-(-q), (B)$$

で与えられます。自由エネルギーの相互作用による増分は

$$\Delta F = F(I) - F(0) = \int_0^I dI I^{-1} \langle H' (I) \rangle$$
$$= - \int_0^I dI \sum_{\mathbf{q}} \langle S_+(q) S_-(-q) \rangle_I \quad (14)$$

更に遙動散逸定理により

$$\Delta F = - \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \pi^{-1} (e^{\beta\omega} - 1)^{-1} \text{Im} \int_0^I dI \sum_{\mathbf{q}} \chi^{+-} (\mathbf{q}, \omega + i\delta) \quad (15)$$

が得られます。これは(7)式同様正確な式です。ここで $\chi(\mathbf{q}, \omega)$ として RPA の結果を使います。

$$\Delta F = \sum_{\mathbf{q}} \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \pi^{-1} (e^{\beta\omega} - 1)^{-1} \text{Im} \ell n [1 - I \chi_0(\mathbf{q}, \omega)]$$
$$= - \sum_{\mathbf{q}} \int_0^{\infty} d\omega \pi^{-1} \coth(\beta\omega/2) \tan^{-1} \frac{I \chi_0''(\mathbf{q}, \omega)}{1 - I \chi_0'(\mathbf{q}, \omega)} \quad (16)$$

が得られます。 $\chi(\mathbf{q}, \omega)$ の計算にスピンのゆらぎの縦成分に由来するバーテックス補正を入れると $\alpha \rightarrow 1$ の極限で 50 % の補正が出て来ますが定性的な変更は起らないのでここでは省略します)。B . S . 及び D . E . は $\chi_0(\mathbf{q}, \omega)$ として電子ガスに対する式を使い一次の比熱の係数が $\alpha \rightarrow 1$ で $-\ell n(1 - \alpha)$ に比例すること、又その他に D . E . は $-(1 - \alpha)^{-3} T^3 \ell n T$ に比例する項のあることを示しました。T に比例する比熱が $\alpha \rightarrow 1$ で対数的に増大することは液体 He³(圧力依存性)、NiRh 合金等の実験で認められています。一方 $T^3 \ell n T$ の項もこれらの物質で見れされていますが、まだ十分低い温度の測定がないため、はっきり確認されてはいない様です。²⁴⁾

さてこの様な比熱のふるまいは強磁性に近い金属に特有のことなのか、或いは反強磁性も含めて一般のスピンオーダリングが起る臨界域附近で起ることなのかという疑問が残ります。一般にスピンの臨界ゆらぎは強磁性と反強磁性の場合で異った性質を持って居り、実際 (11) 式からわかる様に T_1 のふるまいは両者で異っていますので、比熱の場合もはっきりしらべ

て見る必要があります。昨年我々にはこの問題をしらべてみました。²⁵⁾

反強磁性及びそれに近い金属に対する電子ガスの様な簡単なモデルはありません。例えばCrに対するフエダース・マーチンのモデル等は非常に特殊なものです。併し乍らこの現象はスピンのゆらぎの中k空間のほんの一部の成分〔長距離スピン相関による臨界ゆらぎ〕の、しかも低周波成分によってひき起されているのですから $\chi(Q+q, \omega)$ のq, ω が小さいところの性質のみが必要な筈です。そしてq, ω が小さいところの性質はRPA近似ではフェルミ面近傍のバンドの性質のみから一般に導かれる筈です。実際この様な考え方で一般的な議論から、小さいq, ω に対して

$$\begin{aligned}\chi_o'(Q+q, \omega) &= 1 - a(Q) q^2 - b(Q, q) \omega^2 + \dots, \\ \chi_o''(Q+q, \omega) &= c(Q, q) \omega + d(Q, q) \omega^3 + \dots, \\ a(Q) &\sim O(1) \\ b(Q, q) &\sim q^{-2} \quad \text{for } Q = 0 \\ &\quad \text{const} \quad \text{for } Q \neq 0 \\ c(Q, q) &\sim q^{-1} \quad \text{for } Q = 0 \\ &\quad \text{const} \quad \text{for } Q \neq 0\end{aligned}\tag{17}$$

を示すことが出来ます。そしてこれから(16)式を使って(1)強磁性に近い金属の比熱に関する上記の性質は電子ガスだけでなく一般に任意のバンド構造に対して成立つこと、(2)反強磁性に近い金属では同様の特異性は全くないことが示されます。実際CrMn合金、CrMo合金の電子比熱の測定からは何の特異性も見出されて居りませんので話はコンシスティントですが、測定そのものの精度は十分とは云えない様です。

ところで上述の理論では特殊な場合、即ち面 $E_k = E_F$ (フェルミ面)と $E_{k+Q} = E_F$ が接する場合は $q = Q$ は $\chi_o(q)$ の極大値になり得ませんし(法線方向の微分が対数発散する)面で接する場合は $\chi_o(Q)$ が発散しますので $\alpha \rightarrow 1$ のとき $I \rightarrow 0$ となりスピンのゆらぎの効果は小さくなってしまいます。²⁵⁾線で接する場合の議論は一寸複雑ですが一般的に取り扱うことが出来、結局のところ低温比熱の特異な増大はないことが示されます。更に特殊な例として2次元に近い金属では電子比熱の増大は強磁性に近い場合 $(1-\alpha)^{-1/2}$ 、反強磁性に近い場合 $-\ell n(1-\alpha)$ となることが示されますが、これらは大へん特殊である上、有効電子間相互作用の到達距離を少しのばすと抑えられて3次的な場合と同じ結果になります。²⁶⁾

ところで(16)式は強磁性金属の T_c 附近の比熱の計算に適用され $|T-T_c|^{-1/2}$ の発

²⁷⁾ 散が得られています。これは実測より強い発散で RPA がこの領域であまりよくないことを示していますが、強磁性又は反強磁性に近い金属の臨界ゆらぎによる電子比熱の異常に關する上述の結論にも RPA を使ったための適用限界があると考えられます。

前述の V_2O_3 の金属相で電子比熱が著しく大きいことがわかっています。低温の絶縁体相は反強磁性であり、金属相は潜在的に反強磁性的であろうと考えられますが、大きい電子比熱がスピンのゆらぎによるものとすればその機構は RPA では説明出来ないと思われます。

²⁸⁾ 最近プリンクマンとライスは数年前のグツツヴィラーの変分理論を検討して、これが金属絶縁体転移を記述することをして転移点附近での有効質量の増大は RPA よりずっと強い可能性のあることを示しました。これは NMR の場合と同様、局所的なスピンのゆらぎの重要性、従って電子の局在化を促す様な相關効果の重要性を示すものと考えられます。

7) 輸送係数

常磁性金属の電子間相互作用による電気抵抗、熱抵抗は一般に低温でそれぞれ T^2 , T に比例しますが、その中スピンのゆらぎによる寄与が強磁性又は反強磁性の臨界条件のみたされる近傍で著しく増大することが期待されます。電子間相互作用により電気抵抗が生ずるためににはウムクラップ過程が必要ですが、今迄のところ s, d 2つのバンドを考え伝導は s 電子に、スピンのゆらぎは d 電子に帰着させるモデルが主として取り扱われています。³⁰⁾ スピンのゆらぎによる電子の散乱断面積は $\chi(q, \omega)$ を使って表され、ポルツマン方程式を解いて電気抵抗を求めた結果、強磁性に近い金属では

$$R \propto m^2 m^* T^2 < \{1 - \alpha[\chi_0(q)/\chi_0(0)]\} \quad q > F.S.$$

が得られ、 $\alpha \rightarrow 1$ のとき

$$R \propto (1 - \alpha)^{-1/2} T^2$$

が期待されます。ここに m, m^* はそれぞれ s, d バンドの有効質量です。又熱抵抗は同様の極限で $(1 - \alpha)^{-3/2}$ に比例することが示されます。一方合金の場合には局所的なスピンのゆらぎが重要になり定性的に異った結論： $R \propto (1 - \alpha)^{-2} T^2$ ³¹⁾ が得られます。反強磁性に近い金属の場合にはまだ十分信頼出来る取り扱いはありませんが、簡単な変分関数を使う計算では強磁性に近い場合と同様の性質が得られます。

V_2O_3 の金属相における電気抵抗の T^2 の係数が著しく大きく、通常の遷移金属の 1000 倍もあることは核磁気緩和や比熱の測定結果と共に RPA よりよい近似の必要性を示唆する

ものと考えられます。この場合は s , d 2 バンドのモデルも不適当で、理論的取り扱いは今後も残されています。

8) キューリー・ワイズ則

以上 R P A 近似とその限界について述べてきました。この近似は電子間の有効相互作用が運動エネルギーに比して小さい場合、又はフェルミ面近傍の電子のみが主として磁性に関与する場合に比較的よいことが期待されますが、磁性の問題として特に興味のある相互作用の大きい場合にはいろいろ問題があります。最も不都合な点は多くの強磁性金属、合金に見られる帶磁率のキューリー・ワイズ則が出て来ないことです (kT よりせまい巾のバンドを使う議論は論外として)。キューリー・ワイズ則が出るのは一つには R P A でとり入れられない電子の局在を促す相関効果によると考えられますが、飽和磁化が小さく遍歴電子の強磁性の典型と考えられている $ZrZn_2$, Sc_3In , VAl_4 等でもキューリー・ワイズ則が成立することを考えると、それのみに限られるとも云い切れません。キューリー・ワイズ則を説明することは電子相関の研究の一つの重要な課題だと思います。それと同時に帶磁率の温度依存性の精密測定も望まれます。

9) 光電子放出その他

最近光電子放出の実験が精密になり遷移金属の研究も行われていますが、その中でもスパイサー等の Ni の研究は ³²⁾ バンド理論に基づく単純な H.F. 描像を否定するもので、多分局所的なスピンのゆらぎとそれを生ぜしめる電子相関の重要性を示すものと思われます。又ベニンガー等の光電子のスピン分極を測定する実験は ³³⁾ 低温でもバンド (H.F.) 描像のあやしい事を示して居ますが、これ等の実験の精度が更に上り、結論のはっきりすることが期待されます。これ等の問題の理論的解明は勿論これから的问题です。

10) 結語

以上述べて来た様に H.F. 及び R P A の近似は磁性金属に適用する場合いろいろと不満足な点が多く、より進んだ電子相関の取り扱いが是非必要です。その一つは再三述べて来た電子の局在化を促す様な相関効果で、金属、絶縁体転移の機構と関連していると思われます。この様な効果の理論的取り扱いの試みは今のところ少く、どれも満足出来るものではない様です。一体グリーン関数を電子の局所的な相関を強調した切断近似で求めるハバードの近似 ^{29) 34) 35)} は金属状態のフェルミ面を正しく与えないばかりでなく、よい近似と考えられている絶縁体の極限でも実はアンダーソンの正しい解につながりませんので近似の意味は甚だ不明瞭です。一方グツツヴィラーの変分法は金属相のフェルミ面を正しく与える他の近似の意味はわかりや

すいのですが、絶縁体状態の近似がよくないこと、計算が複雑で有限温度に拡張する見透しの立たないこと等の難点があります。これ等の方法を足がかりにし、或いは新しい見地に立ったすぐれた近似方法を見出すことは今後の重要な課題です。

一方多くの磁性金属の中には飽和スピン密度が小さく、スピンオーダリングに関与する電子がフェルミ面近傍のものに限られているものもあると考えられます。この様な金属の特徴は $\chi_0(q)$ が鋭い最大値の山をもつことで、金属 Cr, ZrZn₂, Sc₃In 等が多分 2 の型に近い物質でしょう。この場合 RPA は相対的によいことが期待されますが、帯磁率等からわかる様に勿論十分ではないと思います。これに対し電子の局在化の傾向の強い物質では $\chi(q)$ がゆるやかな山を持ち、 α -Fe, Co 等がこの型に近いと考えられます。実際にはこれ等の中間にあるものがたくさんあり、強磁性 Ni の他石川義和さんと遠藤さんの研究された FeMn 合金（反強磁性）等も多分中間に位するものでしょう。

以上我々が相変わらず興味を持っている金属磁性の問題の一面向について述べました。今後の発展を期待して筆をおくことにします。（1971.3.29）。

- 1) T.Moriya: J.Appl.Phys. 39(1968)1042
- 2) T.Moriya: Proc.Chonia International Conf.on Optical Properties of Solids, 1969(Gordon and Breach 1970)P.471; 499.
- 3) 守谷 亨: 物理学会誌 23(1968) 654
- 4) 守谷 亨: 科学 39(1969) 533
- 5) A.Ishikawa and T.Moriya: J.Phys.Soc.Japan 30(1971)117
- 6) R. Macfarlane: Phys.Rew.Letters 25(1970)1454
- 7) M.Inoue and T.Moriya: J.Phys.Soc.Japan 29(1970)117
- 8) T.Moriya: Prog.Theor.Phys.Supp.(1971)
- 9) A.Kawabata: J.Phys.Soc.Japan 29(1970)890
- 10) A.Kawabata: J.Phys.Soc.Japan 30(1971)68
- 11) A.Kawabata: J.Phys.Soc.Japan 29(1970)902
- 12) A.Kawabata: Prog.Theor.Phys.(1971)
- 13) C.Herring: Magnetism IV(ed,G.T.Rado and H.Suhl)

- 14) T. Izuyama, D.J. Kim, and R. Kubo: J. Phys. Soc. Japan 18 (1963) 1025
- 15) S. Wakoh: Tech. Report ISSP A441 (1970)
- 16) C.G. Windssov, R.D. Lowde, and G. Allan: Phys. Rev. Letters 22 (1969) 849
- 17) T. Moriya: J. Phys. Soc. Japan 18 (1963) 516
- 18) A. Narath and H.T. Weauer: Phys. Rev. 175 (1968) 373
- 19) R.W. Shaw, and W.W. Warren: Phys. Rev. to be published.
- 20) T. Moriya: 1966 ゴルドン会議の報告(未発表); S. Doniach: J. Appl. Phys. 39 (1968) 483
- 21) A. Narath: J. Appl. Phys. 41 (1970) 1122 及びその中の文献
- 22) A.C. Gossard, D.B. McWhan, and J.P. Remeika: Phys. Rev. 2B (1970) 3762; to be published.
- 23) N. Berk and J.R. Schrieffer: Phys. Rev. Letters 17 (1966) 433; S. Doniach and S. Engelsberg: Phys. Rev. Letters 17 (1966) 750.
- 24) W. Brinkman and S. Engelsberg: Phys. Rev. 169 (1968) 417.
- 25) T. Moriya: Phys. Rev. Letters 24 (1970) 1433; 25 (1970) 197.
- 26) T. Moriya and T. Kato: to be published.
- 27) T. Izuyama and R. Kubo: J. Appl. Phys. 35 (1964) 1074
- 28) W. Brinkman and T.M. Rice: Phys. Rev. 2B (1970) 4302.
- 29) M.C. Gutzwiller: Phys. Rev. 137 (1965) A1726
- 30) M.J. Rice: J. Appl. Phys. 39 (1968) 958 及びその中の文献
- 31) P. Lederer and D.L. Mills: Phys. Rev. 165 (1968) 837
- 32) D.T. Pierce and W.E. Spicer: Phys. Rev. Letters 25 (1970) 581.
- 33) U. Banninger, G. Busch, M. Campagna, and H.C. Siegmann: Phys. Rev. Letters 25 (1970) 585.
- 34) J. Hubbard: Proc. Roy. Soc. A 276 (1963) 238; 281 (1964) 401.
- 35) S. Doniach: Advances in Phys. 18 (1969) 819 (レビュー)
- 36) P.W. Anderson: Phys. Rev. 115 (1959) 2.

物 性 研 談 話 会

レーザーによる原子分子の分光学とその応用

霜 田 光 一

場 所 A棟輪講堂

日 時 2月22日午後4時

レーザーは単色性と指向性がよく、輝度が高い分光光源として用いられる。また時間的空間的制御が容易であるから、 10^{-12} 秒とか1ミクロン以下の時間空間領域の分光研究にも利用される。

とくに、コヒーレンスや非線形光学効果が関与する現象の研究はレーザーを用いて初めて可能になったといつてもよい。Stark変調分子分光、赤外・マイクロ波二重共鳴、レーザー励起螢光などの研究の実例とこれらのいろいろな応用について述べる。

「結晶塑性論の現状」

竹 内 伸

2月1日 4時～5時半

於：物性研 A棟輪講室

材料の強度という実用的问题にかかる結晶塑性論（学）とはどのような学問体系を成しているのかを、転位論との関連において話者の考え方を述べ、この分野がなかなか Strict Science となり得ないいくつかの要素について考察する。

結晶塑性の問題が現在どの程度まで理解されているかを、bcc金属の例などをひいて述べる。

3d遷移金属の電子構造と磁性

山 下 次 郎

3月1日 4時～5時半

於：A棟 2階輪講室

遷移金属および貴金属に関するバンド理論は最近かなりの進歩を見たので、実験事実と直接に対応できる段階に達したように思われる。（半導体においては早くからこの段階に到達していた）具体的な例についてその点を示したい。また残されている問題について、そのいくつかを指摘したい。

物性小委員会報告

昭和46年1月31日 10時45分～17時30分

物性研究所ロビー

出席者	徳永	渡部	横田	勝木	中野	長岡	伊達	白鳥
	中山	井上	川村	芳田	豊沢	森垣	小野	近

1. 昭和46年度科研費予算について

小野委員より下記の説明があった。

昭和46年度科研費総額は、86.4億円で前年比20%増である。内訳をみると、特定研究、一般研究Cが約40%増であるが、総合研究Aは10%増におさえられている。素粒子研は約10億、定員54名で発足することになっている。

2. 物性研究所人事選考協議会委員の選出

さきに行われた投票を開票したところ、下記の結果となった。

投票総数	17
「理論」得票	久保亮五 6 森肇 6 松田博嗣 4 以下略
「実験」得票	川村肇 7 大塚泰一郎 5 白鳥紀一 3 以下略
合計得票	川村肇 7 森肇 6 久保亮五 6
	永宮健夫 5 大塚泰一郎 5 松田博嗣 4
	伊藤順吉 4 以下略

以上の結果により、標記委員として、久保、森、川村、大塚、永宮の5氏を物性研に推薦することとした。なお、永宮氏が東大の停年規定に該当する件（この委員は東大併任教授となる）については、物性研が物小委の意向を尊重するよう、あわせて申し入れることとした。^X合計得票次点者については、投票により、松田氏を第一次点者とした。またこの選挙は今後もなるべく物小委の席上で開票することとし、同時に選挙規定を再検討することとした。

3. 学術会議関係の国際会議代表派遣旅費について

委員長より、前年の配分などについての報告があった。

i) 磁気（金森順次郎氏出席）、半導体（佐々木亘氏出席）、統計力学（1971年3月 松田博嗣氏 出席予定）に配分された。

ii) 配分方法の根本的改正については目下物研連でワーキンググループを設け検討中である。

小野委員の調査によると、来年度に国外でひらかれる物性関係の会議は下記 8 件である。

1. 非晶質、液体半導体
2. 結晶成長
3. イオン結晶の色中心
4. 理論物理学と生物学
5. 固体による光散乱
6. 固体表面
7. 低易動度物質（これは 4 月に開催の予定で、今からではまにあわない）
8. 量子固体

7 以外の 4 つの会議について、他の分野からの推薦の有無、トピックスの重要性と将来の発展の見通し、日本国内での研究成果の有無を検討した上、下記順位で物研連に推薦することとした。
XX なお、代表の人選については、下記の諸氏と委員長が相談してきめ、もし、時期的に可能であれば、次回物小委でも一応とりあげることにした。

- | | | |
|----------------|-------|-------|
| 1. 非晶質および液体半導体 | 豊沢委員 | 佐々木委員 |
| 2. 量子固体 | 菅原忠氏 | 中嶋貞雄氏 |
| 3. 色中心 | 上田正康氏 | 神前 熙氏 |
| 4. 固体の光散乱 | 守谷 亨氏 | 川村 肇氏 |

また、日本で開かれる予定の真空紫外国際会議は予算がつかず、学術会議主催とできなくなつた旨報告があった。

4. 物性グループと事務局と物小委との関係について

物性グループ事務局と物小委との関係、両者のあいだの連絡、事務分担が議論された。

1. 最近、両者のあいだの関係があいまいになっているが、物小委は物性グループの意見を代表すべき機関であるという性格からして、両者のあいだには密接な関係がなければならぬこと。
2. とくに物性グループ全体と物小委とのあいだの情報、意見の交換連絡が事務局の大好きな役目の一であると考えられること。
3. 当面、物性グループ事務局の代表者に物小委員会に出席してもらうこと、および、物性グループ全員または物性 100 人委員を選挙人とする選挙は事務局で管理すること。が確認された。

5. 次期の物性関係特定研究について

まず委員長から、アンケートの結果について報告があった。その主旨は資料の通りである。とくに、特定研究一般、またはⅠⅡ両案に反対の主な意見としては

1. 物性物理の現状は、各研究者が個々のテーマに集中する時期であって、特定研究のような形で一定方向のテーマ研究のみを推進すべきではない。また、そのようなテーマを現実にえらび出すことは不可能である。
2. 特定研究は、大大学中心に分配される傾きがあり、現実的には大学間あるいは研究者間にある研究条件の格差を拡大するものとして作用するから、長期にわたる物性物理の進歩の見通しからして行うべきでない。
3. 現在の特定研究は、中心的なテーマ目標をしほっておらず、有効でない。
4. 両案とも主旨はよいが、内容の範囲、表現などの検討が不充分である。

があった。

まず上記の反対意見については

i) 全アンケート回答中の少数部分である

ii) すでに物小委内で論じられた点が多いので、Ⅰ又はⅡ案の実施にあたってはこのような意見に十分留意することとして、特定研究をおこなう方向で議論をすすめることを再確認した。

つぎに両案についての討論に入った。絶対多数とはいえないにしても、Ⅱ案を支持した回答の方が多かった事実を尊重すべきであるという点について一応見解の一致をみた。しかしながら、より慎重を期するため、主としてⅡ案に批判的な立場から、この案の検討がおこなわれた。その要点は下記の通りである。

i) Ⅱ案は対象、具体的な内容などの規定が不明確であり、種々の研究のよせあつめとなる。

試料作成及び実験技術、新らしい物質などとともに対象を明確に定めるべきだ。

ii) 新しい試みをやってみるという精神は大切であるが、現実にこの特定研究から新しい研究が出るか疑問である。いたずらに冒險を奨励し、着実な研究を軽視して、結局成果をあげえない惧れがある。

iii) 新しい試みに応募することや、その中から真に有意義なものを審査でえらびだすことはいちじるしく困難な案である。

iv) 以上の点から物性研究者内でも、この案に対する理解をえにくくし、また外部への説得力にもかける。

以上の論点を中心として議論の結果、当面Ⅱ案を原案として2月8日の物研連に提出することと、しかしながら、その内容、範囲、方法については、今後も物小委を中心として討議をかさね、じゅうぶん明確な案に仕上げることを確認した。

＊

＊

- × その後、物小委員長よりの申し入れに対し、物性研所長より、東大の停年規定の件は、前例もあり今回直ちに方針を変えることはできないが、今後物性研協議会のあり方などとも関連して全般的見地から人事選考協議会規定の再検討を行なうという回答があり、委員長としてはこれを了承して、永宮氏にかわり、松田氏を推薦することにした。
- ×× 2月8日の物研連における討議の結果、物性関係の四つの会議の物研連としての推薦順位は次の通りとなった。

非晶質および液体半導体	2位
量子固体	5位
固体の光散乱	8位
色中心	10位

- ××× 2月8日の物研連で、物小委員長より説明があり、これに対し種々質疑討論が行われた。物研連としては当日直ちに結論は出さず、次回の委員会（5月始めを予定）で審議して推薦するかどうかを決める方針である。

(附) 資 料

- アンケート発送先 240 回答総数 115
- 賛否の分布
 - a) 第Ⅰ案(相転移の研究)に賛成 40
 - b) 第Ⅱ案(物性の制御に関する基礎的研究)に賛成 61
 - c) どちらともきめかねる 4
 - d) 両案とも反対(特定研究そのものには反対でない) 3
 - e) 特定研究に反対 7
- 第Ⅰ案は焦点が明確であること、対象物質及び研究手段が多岐にわたること、実験家と理論家の協力が期待できること、現時点でかなりの成果をあげる公算が大きいこと、などを理由にあげて賛成した人が多い。不安定状態や、induced phase transition など将来性ある問題も含めよという提案もあり、又転移点近傍で種々の物理量がenhanceされるこ

とを積極的に利用できるという指摘や、化学、生物物理、天体物理など境界領域との関連での重要性を強調する意見もある。

一方、このテーマは、実験例を重ねるに過ぎないという危惧や、物性物理の long range の将来計画としてとりあげる程のテーマではなく特定研究でなくても推進できるのではないかという意見や、前の特定研究（極低温）と部分的に overlap するという指摘もある。

- o 第Ⅱ案は、将来にわたり物性物理の新しい発展を促進し、日本からオリジナルなものを生み出す刺激となり得ること、新物質の開発その他で思い切った試みができること、従来の特定研究と異った新しい発想であること、などの理由で賛成した人が多い。応用との結びつきや、社会的意義を強調する意見もある。又多くの研究者に対し開かれた案であり、物性物理の全体的基盤の level up になり得ることを期待する意見もある。

一方、この案の内容全体としてのまとまりに不安をもつ人はかなり多く、意図がわかりにくく、第三者に appeal しにくい、という批判がある。又一方、まず明確な物理的主題があって、それから新物質や実験技術の開発の問題が出てくるのであり、この案はその点でさかだちしているという批判があった。又、この案の具体的な内容として挙げられた 4 項目の中、一つ乃至は二つの項目にしぼった方がよいという意見や、運用に当り幾つかのサブ班を設けてはという提案もある。

総じて、二つの案の一方に賛成しても、他方も不可というのではなくて、しいて比較すれば、一方をえらぶという回答が多い。したがって、条件づきでの賛成が多かった。

- o 上記 c) d) e) の回答に関しては、その内容、理由が多岐にわたっており、ここでまとめるることは省略する。
- o 特定研究に関する一般的なコメントとしては、これまで物小委で討議された諸問題の他に、次のようなものがある。
 - i) これまでの特定研究（極低温・量エレ・生物物理など）の評価をすべきである。又それを今後の特定研究の運用に feed back せよ。
 - ii) 研究費配分の方法を新しく検討する必要がある。
 - iii) 物小委のこれまでの討議には、社会的貢献度・緊急性に関する視点が欠けている。

ベル研究所の印象

光 物 性 桢 元 宏

この表題で何か書くように編集委員より命ぜられましたが、確か「ベル研究所より帰りて」という題で1、2年前に、櫛田所員がその研究体制など分析して書かれた記憶が新しく、さて何を書いてよいやら迷います。私の方は、ベル研究所へ来て未だ5ヶ月足らず、山出しの田舎者の、「おっかさん、これが噂の・・・・」式の里への便りと御失笑願います。

晩秋のみごとな朽ち葉の散り乱れる中に、ベル研究所の巨大な建物を見ました。更に大きくすべく、澄んだ原野の空気の中で工事が進んでいました。物性研でもそのうちに始まるであろうスマックの中での増築工事を思い描きながら、その環境の著しい対照に啞然としたものです。喫煙が本当に害となることを初めて認識した位です。生活時間の約半分を過す日本の研究の場の環境も何とかならないものでしょうか。

さて、このMurray Hill にある研究所は、その規模（20いくつあるベル研究所の中でも最も大きく働いている人間の数約3000人とかいう）といい、また企業体でありながら多岐にわたる（物理、化学、数学、通信、生体物理・・・）基礎研究、応用研究の盛んな特殊な性格といい、他に比べるものまだ知りませんが、とにかく馬鹿でかいくせにフル回転しているという印象を受けました。勿論、まだこの研究所に来て日が浅いこと、上述の通り規模の大きさなどそのため、研究体制等うかがい知ることもできませんし、また、本質的に物性研と比べて議論することも当を得ていないと思います。しかし、私の属している Semiconductor Electronics Research Department およびその周辺の研究から得た印象を実験家の利己的な立場から敢えて2、3述べてみましょう。

第1に、研究所の「雑用」という言葉を日頃使ったのですが、このいかにもいやだいやだという心理をよく表わした「雑用」なるものが、こゝの研究者にはないのはうらやましい限りです。物性研の所員の雑用（こゝでの言葉を使うのは適当でないかもしれません）は Director など管理職の仕事ですし、物性研の助手の雑用は Technical Assistant の本業です。この物性研の所員、助手からみれば夢のような話は、機械はフルに運転させようという企業的かつ合理的な見地から出た当然のことなのでしょうが、大学の研究所でも性格こそ違いますが、少しは参考にするところがあるのではないかと思った次第です。いやいやながらするのでは、本業はおろか、雑用の方もうまくゆく筈がないでしようから。

第2は、実験の装置が十分に利用できる状態にあることです。装置対使う人間の比率が極めて大きいのはうらやましい限りです。要するに経済的な問題として片づけてしまえばそれまでですが、研究の仕方にかゝる大きな問題だと思います。いくら最新の装置を揃えても、1ヶ月によくみて2～3回しか使えない状態（物性研の共通分光器室のスペックス分光器の様なひどい状態）では物性研のモットーの一つであるピークを競う研究どころか、籠を徘徊して昼めしを食って帰ることになりかねません。ましてや、幅広い地道な仕事の中から、興味ある現象をみいだそうとする研究など、助手の任期5年でもおぼつかないでしょう。そういうことを考えながら、人待ち顔に、じっとしているマグネット・デュワー・分光器レーザーからなる分光装置系を感概深く眺めることです。

第3は、共同研究、ディスカッションなどが極めて盛んに行われることです。我々にとって雲上人をきめ込む研究者が全くなく、口ききなしで、誰とでも面会でき直ちにディスカッションが始まるのはこの國のお国柄のせいでしょうか。理論家と実験家との接触の度合いの深いのも予想してはいたものの、相方から毎日のように議論するというのには一寸驚きました。

第4は、技術員の能力が高く、よく働くことなどでしょう。その他、工作、製図、コピーなどのサービス部門でも、日本でよく聞いた「感情的なもの」が介在するほど非能率的に仕事が行なわれているとは思えません。「Don't say I can't, say I'll try」と書いた小さな掲示の窓口で働くサービス部門の人達へは、上手な話も、「顔」も必要なく、「お前が必要としているものなら、とにかくやってみよう」という返事を受け取るのはうれしいものです。

こうして書きますと、よい印象だけになりますが、それはまだ私が言語障害的な状態でよく事情がわからないことと、私自身のおめでたい性格とのためでしょう。編集委員より予定された原稿枚数のちょうど半分ですが、あと半分は2年位経って初めて気づくと思われる悪い印象のために当たられるべきでしょう。しかしその前に、この研究所を去って帰国しますので幸せです。

最後に、最大の印象は、正直のところ、ベル研究所そのものについてではなく、中で研究している日本の方々だと書くべきでしょう。御存知のようにこの研究所では、一々名前を挙げるまでもなく数多くの日本の先生、先輩諸氏が、すぐれた研究をして帰国されておりますが、現在この地で研究されている20名近くの方々もよい仕事をされ、それぞれのグループの中心となって活躍されているのは、何といってもうれしい驚きです。失礼ながら我が事から推察しての言語のハンドキャップを乗り越えての第一線での御活躍ぶりは實に目ざましいものです。

(1971 年 3 月)

外 来 研 究 員 一 覧

(46年度前期)

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関 係 所 員
-----	-----	-----	---------	---------

嘱託研究員

理 研 研 員	林 久 治	46. 4. 1 46. 9. 30	光検波 ESR法による励起状態の研究	長 倉 森 垣
北 大 (理) 教 授	小田島 晟	" " "	半導体における高密度励起子の研究	森 垣
東 大 (理) 教 授	飯 田 修 一	" " "	アルカリハロゲン塩中における不純物モードの研究	伴 野
東 大 (理) 教 授	飯 田 修 一	" " "	液体ヘリウムのラムダ転移の動的臨界現象の研究	生 嶋
群 馬 大 (工) 助 教 授	高 橋 晃	" " "	核磁気緩和による水および水溶液の研究	浦 内
明 星 大 (理工) 講 師	岩 島 聰	" " "	高純度有機結晶の光学的性質	井 口
東 大 (養) 助 教 授	原 田 義 也	" " "	芳香族物質の電子分光	"
学 習 院 大 (理) 講 師	小 谷 正 博	" " "	多環芳香族化合物の仕事函数	"
共立女子大 助 教 授	中 沢 文 子	" " "	イオン結晶のレーザー分光による研究	神 前
東京理科大 (理) 教 授	大 竹 周 一	" " "	電子顕微鏡による遷移金属-水素合金の観察	鈴木 伸
東 邦 大 (理) 非常勤講師	大 橋 ゆか子	" " "	結晶状態における分子の電子構造及び金属錯化合物におけるエネルギー移動	長 倉
お茶の水大 (理) 助 教 授	伊 藤 厚 子	" " "	極低温におけるMossbauer効果	大 野
東 大 (農) 教 授	今 堀 和 友	" " "	レーザー光の生物化学(光合成)への応用	矢 島

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関 係 所 員
-----	-----	-----	---------	---------

名 大 (工) 助 教 授	原 田 仁 平	46. 4. 1 46. 9.30	BaTiO ₃ の格子振動と相転移	星 塾
立命館大 (理工) 助 教 授	島 岡 公 司	" "	ハロゲン化水素固相の相転移	"
東北大 (理) 助 手	新 村 信 雄	" "	"	"
東 大 (工) 教 授	高 良 和 武	" "	中性子回折における動力学的回折効果	"
東 大 (工) 助 手	菊 田 晃 志	" "	"	"
早 大 (理工) 助 教 授	大 槻 義 彦	46. 4. 1 46. 6.30	コンプトン散乱因子と異常吸収	細 谷

留学研究員

北大(工) 大学院 M . C . 2	中 村 新 男	46. 4. 1 46. 9.30	半導体における高密度励起子の研究	森 埠
東大(理) 大学院 D . C . 3	加 藤 嘉 明	" "	アルカリハロゲン塩中における不純物モードの研究	伴 野
東大(理) 大学院 D . C . 2	鹿児島 誠 一	46. 4. 1 47. 3.31	液体ヘリウムのラムダ転移の動的臨界現象の研究	生 嶋
東理(理) 大学院 D . C . 3	高 野 繁 男	" "	電子顕微鏡による遷移金属-水素合金の観察	鈴木 博
東大(理) 大学院 D . C . 1	田 代 英 夫	46. 4. 1 46. 9.30	レーザー光の生物化学(光合成)への応用	矢 島
都立航 空 工業短 大 助 手	今 野 正 樹	46. 4. 1 47. 3.31	インバー薄膜の磁性	近 角
早大(理工) 大学院 M . C . 2	島 本 尚 次	46. 4. 1 46. 6.30	コンプトン散乱因子と異常吸収	細 谷

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
-----	-----	-----	---------	----------

施 設 利 用

九大 (養) 助 手	井 上 清一郎	46. 7.12 46. 8.12	強磁場中のホット・エレクトロン	山 下
新潟大 (理) 助 教 授	加 賀 裕 之	46. 4. 1 46. 6.30	Pd-H系の電子構造	"
九大 (理) 教 授	梅 本 春 次	46. 7.15 46. 7.29	^{53}Mn の半減期の測定	本 田
東京女子大 (文理) 講 師	下 村 和 子	46. 4. 1 46. 9.30	^{53}Mn の放射化分析	"
東京理科大 (理) 助 教 授	増 田 彰 正	46. 5.10 46. 9.25	珪酸塩結晶間における希土類元素の分 配係数	"
東京理科大 (理) 助 手	中 村 昇	" "	"	"
阪 大 (理) 助 手	曾 田 元	46. 5. 6 46. 6.16	$\text{LiX} \cdot \text{H}_2\text{O}$ 及び $\text{LiX} \cdot \text{D}_2\text{O}$ ($X=\text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$) における disorder 及 び相転移の研究	怖 内
上智大 (理工) 助 手	岩 井 繁 一	46. 4. 1 46. 9.30	中低速電子線回折とスピノ偏極効果	細 谷
無機材 研 技 官	島 津 正 司	46. 4. 1 46. 8.31	Nb-O 系化合物の結晶構造の研究	細 谷
東北大 (理) 教 授	渡 辺 伝次郎	46. 4. 1 46. 9.30	超高压電子回折による原子散乱因子 の精密測定	電 顯 (細谷)
東北大 (理) 助 手	寺 崎 治	" "	"	" (")
東北大 大学院 M.C.2	藤 本 光 世	" "	"	" (")
東 大 (生研) 助 教 授	石 田 洋 一	" "	金属結晶粒界転位の高温運動の解析	" (")
東大(工) 大学院 D.C.3	劉 勝 利	" "	"	" (")
東 大 (理) 助 手	水 谷 仁	" "	超高压下の鉱物の弾性定数	秋 本

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関係 所員
-----	-----	-----	---------	----------

東 大 (理) 助 手	藤 井 直 之	46. 4. 1 46. 9.30	高温高圧下における岩石及び造岩鉱物の熱拡散率の測定	秋 本
名 大 (理) 助 手	山 本 勝 弘	46. 6. 1 46. 6.14	高温高圧力下での安定な含水鉱物の研究	秋 本
信 州 大 (理) 講 師	永 井 寛 之	46. 7.15 46. 8.31	Mössbauer効果によるFe-R金属間化合物の研究	大 野
信 州 大 (理) 講 師	永 井 寛 之	46. 4. 1 46. 9.30	希土類一遷移金属の金属間化合物の単結晶作成	試 作 (中田)
東大(理) 大学院 D.C.2	古 山 浩 子	" "	強磁性体内部磁場を使った核構造の研究	" (")
東大(理) 大学院 D.C.1	荒 木 暉	46. 5.15 46. 9.30	Cu-Al单結晶の製作	" (")
東 大 (生研) 助 手	片 岡 邦 郎	46. 4. 1 46. 9.30	金属の精製及び合金の作成	" (")
東 大 (理) 技 官	山 本 昌 孝	" "	超音波振動が金属の塑性変形に及ぼす効果	竹 内 試 作 (中田)
都 立 大 (理) 助 教 授	久 米 潔	" "	稀薄合金の物性	菅 原
都 立 大 (理) 助 手	水 野 清	" "	"	"
鳥 取 大 (養) 講 師	逢 坂 豪	46. 7. 1 46. 8.31	金属の電気伝導度・光吸収の計算	中 嶋
群 馬 大 (工) 助 手	石 村 礼 和	46. 4. 1 46. 9.30	金属における多体効果	"
東大(工) 大学院 D.C.3	田 原 保 宏	46. 4. 1 46. 6.30	窒素を含む鉄の磁気余効	竹 内
東大(工) 大学院 D.C.3	田久保 嘉 孝	46. 4. 1 46. 8.31	イオン結晶における励起子発光の研究	塩 谷
東大(理) 大学院 M.C.2	児 玉 広 之	46. 4. 1 46. 9.30	液晶の統計力学	花 村

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関 係 所 員
-----	-----	-----	---------	---------

千葉工大 助 手	石井俊夫	46. 4. 1 46. 9.30	プロムベンゼンの結晶構造解析	斎藤
東北大 (理) 教 授	平原栄治	" "	Mn P のフェルミ面の研究	田沼
東北大 (理) 助 手	小松原武美	" "	"	"
東北大(理) 大学院 D.C.2	大林雅義	" "	"	"
九大 (養) 助 教 授	藤森康亘	46. 8.20 46. 8.31	半金属及びその稀薄合金の単結晶の作 製	"
学習院大 (理) 教 授	川路紳治	46. 4. 1 46. 9.30	In As 清浄表面の電気伝導	"
学習院大 (理) 助 手	川口洋一	" "	"	"
無機材研 技 官	石沢芳夫	" "	ZrO ₂ 及びZr カルコグナイトの伝 導機構	"
" "	津田惟雄	" "	ZrO ₂ の物性	鈴木平
" "	千葉利信	" "	酸化ジルコニウムの結合状態の研究	"
東北大 (金研) 助 手	大橋正義	" "	磁性体における比熱の研究	生嶋
東工大 (理) 助 手	八田一郎	" "	相転移点近傍における比熱	"
九大 (理) 助 教 授	青木亮三	46. 6. 7 46. 6.19	層状有機物質極薄膜試料作製条件の実 験的検討並びに導電度測定実験	井口
九大 (養) 助 手	川口尚	46. 6. 9 46. 6.19	"	"
埼玉大 (理工) 助 手	中原弘雄	46. 4. 1 46. 9.30	縮合多環を含む長鎖化合物の累積膜の 構造と電気的性質	"

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関 係 所 員
富山大 (薬)助 手	森 佳 年	46. 4.12 46. 4.17	固体酸素-ふつ素の磁化率	井 口
金沢大 (理)講 師	石 原 裕	46. 4. 1 46. 9.30	Ag ₂ Teの精製及び単結晶作成	中 田
横浜国大 (工)助 手	太 田 浩	" "	遠赤外線検出器としてのジョセフソン 素子に関する研究	矢 島
近畿大 (工)助 手	橋 爪 邦 夫	46. 7. 1 46. 7.24	KCl(Oa)結晶中のZ ₄ 吸収帯につ いての研究	神 前
東大(大 助教)授	西 川 勝	46. 4. 1 46. 9.30	荷電中和過程に及ぼす密度の影響	R I (神前)
東大(理) 大学院 D.C.3	林 清 科	" "	リン酸ガラスの放射線化学	" (〃)
東大(理) 大学院 D.C.1	小 林 喜 光	" "	種々の不純物を含むリン酸塩ガラスの 放射線効果	" (〃)
東大(生研) 大 技 官	梅 沢 香代子	" "	液体クロマト充てん剤に関する研究	" (〃)
早大(理工) 大学院 D.C.3	中 桐 孝 司	" "	Cholesteric-Nematic系液 晶の光学的, 電気的性質	森 塾
東教大(理) 大学院 D.C.2	坂 田 誠	" "	水素, 重水素置換による構造変化の研 究	星 塾
東大(理) 助教)授	竹 内 慶 夫	" "	珪酸塩における水素結合の研究	中性子 (星塾)
東大(理) 大学院 D.C.2	芳 賀 信 彦	" "	"	" (〃)
新潟大 (理)助 手	岡 崎 秀 雄	46. 6. 1 46. 9.30	液体Sb-Ni合金の中性子回折	" (〃)
新潟大 (理)助 手	飯 田 恵 一	" "	"	" (〃)
新潟大 (養)助 手	本 間 興 二	" "	"	" (〃)

所 属	氏 名	期 間	研 究 題 目	関 係 所 員
広島大 (養) 助 教 授	好 村 滋 洋	46. 4. 1 46. 9. 30	Fe-Ni 合金の中性子磁気臨界散乱	中性子 (平川)
広島大 (理) 講 師	桜 井 醇 児	" "	"	" (")
広島大 学 院 M . C . 2	大 原 庄 司	" "	"	" (")

昭和 46 年度共同研究一覧

研 究 題 目	期 間	共 同 研 究 者	備 考
1 高エネルギー領域での光物性	46. 4. 1 47. 3. 31	○京大(理)教授 中井祥夫 阪市大(原子力)教授 小塩高文 東大(教養)助教授 佐々木泰三 都立大(理)助教授 山口重雄 東京教育大(理)教授 中村正年 東京教育大(理)助手 井口裕夫 東大(教養)助手 江尻有郷 宮城教育大 助教授 杉浦主税 京大(理)助手 渡辺誠 東北大(理)助手 佐藤繁 阪市大(工)講師 笛沼道雄 京大(理)助教授 加藤利三 東京教育大(光研) 尾中竜猛	継続

研究題目	期間	共同研究者	備考
		東北大(理)助教授 石井 武比古 阪市大(工)助手 石黒 英治 東北大(理)助手 永倉 一郎 東北大(理)教授 佐川 敬 物性研究所 塩谷 繁雄 豊沢 豊 神前 熙 小林 浩一 柿内 賢信 田沼 静一	
2 液体ヘリウム中のフォノン間相互作用の研究	46. 4. 1 47. 3. 31	○東京工大(理)助教授 比企能夫 東京工大(理)助手 木暮嘉明 東京工大 大学院 本間喜夫 物性研究所 生嶋 明	継続
3 ヒドロゲナーゼの活性と物性	46. 4. 1	静岡大(教育)助教授 八木達彦 北大(理)教授 藤本昌利	

研究題目	期間	共同研究者	備考
	47. 3. 31	物性研究所 ○ 井口洋夫 大野和郎 齊藤喜彦 田村正平	
4 中性子非弾性散乱による磁性 体の励起状態の研究	46. 4. 1 47. 3. 31	○阪大(理)助教授 山田 安定 阪大 大学院 森 昌弘 物性研究所 平川 金四郎	

注) ○ 印は提案代表者

昭和46年度前期短期研究会一覧

研 究 会 名		開 催 期 日	提 案 者	
1	低次元磁性体のスピニン相関	46年5月 24日～26日 (2日半)	京大(理)	長谷田 泰一郎
			阪大(〃)	伊達宗行
			九大(〃)	森 肇
			○物性研	平川 金四郎
			"	阿部 英太郎
2	液体金属の構造と物性	46年6月 上旬 (2日間)	○東北大(金研)	竹内 栄
			京大(基研)	松田 博嗣
			東北大(理)	渡部 三雄
			" (工)	田中 実
			物性研	中嶋 貞雄
3	励起状態における相互作用 —励起子を中心として	46年6月 24日～25日 (2日間)	東北大(理)	上田 正康
			○物性研	塩谷 繁雄
			"	豊沢 豊
4	スピネル型クロムカルコゲ ナイト中の超交換相互作用	46年6月 下旬 (3日間)	○阪大(理) 九大(養)	白鳥 紀一 中山 正敏
5	遷移金属合金の電子構造と 物性	46年9月 中旬又は下旬 (3日間)	物性研 ○ "	近角聰信 山下次郎

注) ○印は提案代表者

共同利用施設専門委員会委員

所 属	官 職	氏 名	任 期	推薦母体
北 大(理)	教 授	宮 原 将 平	45. 4. 1~47. 3. 31	物 小 委
東北大(工)	助教授	田 中 実	"	"
東 大(“)	教 授	山 口 悟 郎	"	化 学 会
“ (理)	大学院 D.C.3	永 井 克 彦	"	物 小 委
早 大(理工)	助教授	近 桂 一 郎	"	"
“ (“)	大学院 D.C.3	入 江 捷 広	"	"
信 大(理)	教 授	勝 木 湿	"	"
京 大(“)	"	松 原 武 生	"	"
阪 大(“)	講 師	白 鳥 紀 一	"	"
“ (工)	教 授	三 石 善 明	"	所 員 會
九 大(教養)	助教授	中 山 正 敏	"	物 小 委
北 大(応電研)	"	徳 永 正 晴	46. 4. 1~48. 3. 31	"
東 大(理)	"	山 崎 敏 光	"	所 員 會
東工大(“)	教 授	田 中 郁 三	"	化 学 会
“ (“)	助 手	米 沢 富 美 子	"	物 小 委
名 大(“)	助教授	長 岡 洋 介	"	"
京 大(“)	教 授	長 谷 田 泰 一 郎	"	"
“ (工)	"	小 野 木 重 治	"	化 学 会
阪 大(理)	"	伊 達 宗 行	"	物 小 委
“ (基工)	"	藤 田 英 一	"	所 員 會
九 大(理)	"	間 須 正 一	"	物 小 委

人事選考協議会委員（46年度）

東北大(理)	教 授	大 塚 泰一郎
東 大(〃)	"	久 保 亮 五
京 大(基研)	"	松 田 博 瞳
阪 大(理)	"	川 村 肇
九 大(〃)	"	森 肇

人 事 異 動

サイクロトロン室	助手	今 泉 実	46. 3. 1	昇 任
無機物性部門	助手	小 嶋 美都子	46. 3. 16	昇任・東大・理学部より
結晶第1部門	教授	三 宅 静 雄	46. 3. 31	停年退官
磁気第1部門	助手	溝 口 正	46. 3. 31	辞職・学習院大学理学部助教授
固体核物性部門	助手	高 柳 滋	46. 4. 1	採 用
無機物性部門	助手	源 生 礼 亮	46. 4. 1	採 用
光 物 性 部 門	助手	齊 藤 博	46. 4. 1	採 用
格子欠陥部門	助手	中 原 純一郎	46. 4. 1	採 用
塑 性 部 門	助手	守 屋 健	46. 4. 1	昇 任・阪大・基礎工より

TECHNICAL REPORT OF ISSP

新刊リスト

Series A

- No. 448 Kenji K. Kobayashi: Theory of Translational and
Orientational Melting with Application to Liquid
Crystals.
- No. 449 Yasuo Endoh and Yoshikazu Ishikawa: Antiferromagnetism
of γ Ion Manganese Alloys.
- No. 450 Kazuo Morigaki, Seizo Toyotomi and Yasuko Toyotomi:
Electron Spin Resonance Studies of Shallow Donors
in CdS.
- No. 451 Setsuro Asano and Jiro Yamashita: Band Theory of
Antiferromagnetism in 3d f.c.c. Transition Metals.
- No. 452 Hitoshi Sumi and Yutaka Toyozawa: Urbach-Martienssen
Rule and Exciton Trapped Momentarily by Lattice
Vibrations.
- No. 453 Tomoe Fukamachi and Sukeaki Hosoya: Electron State
of an O⁻² Atom in MgO.
- No. 454 Keisuke L. Kobayashi, Eizo Otsuka, Nobuo Takeuchi
and Tatsuo Yajima: Laser Cyclotron Resonance with
Pulsed Electric Field Modulation in n-type Indium
Antimonide.

編 集 後 記

3月末に来所された Orsay の de Gennes 教授によると固体物理学は“瀕死”状態であるという事です。この事は特に若手にとっては可成り深刻な問題であるように思われます。このあたりで、各自が“物性物理学”というものをもう一度自分なりに再編成してみるのも悪くはないと思われます。今月は、1969年の強誘電体国際会議に出席のため来日されたソ連のシェヴァロフ博士の見た日本の強誘電体研究および研究体制の印象記 (Kristallolografija に掲載) を訳出してのせました。「物性研だより」に対する御意見をお寄せ頂けましたら幸甚です。

東京都港区六本木 7 丁目 22 番 1 号

東京大学物性研究所

小林謙二
細谷資明
田沼静一

次の〆切は 5 月 20 日です。

