

物性研だより

第15卷
第3号

1975年9月

目 次

○物性研に着任して.....	安岡 弘志.....	1
○客員所員としての2年半.....	東北大・理 佐川 敏.....	3
短期研究会報告		
○金属中遷移金属不純物の物性.....		10
世話人 益田 義賀(名大 理) 久米 潔(都立大理)		
長沢 博(東教大理)		
○微粒子表面の原子状態.....		26
世話人 川村 清(広島大理) 小川 泰(京大 理)		
長岡 洋介(名大 理)		
物性研談話会.....		52
物性小委員会報告.....		54
物性研ニュース		
○人事異動.....		60
○テクニカルレポート新刊リスト.....		60
編集後記		

東京大学物性研究所

物性研に着任して

安岡 弘志

物性研に着任し、早いものでもう4ヶ月過ぎ“太陽の季節”となりました。前々からこの原稿を書くように言われておりましたが、結局ぎりぎりまで放っておいて、今暑い暑いと言作ら筆をとっています。

長い大阪、京都の所謂関西での生活に踏ん切りをつけてやっとの思いで大都会東京に赴任して来ましたのが4月1日、最初の頃はただ右往左往するばかりでしたが近頃ではどうやら東京の感覚にもなじめるような気になってきました。

物性研での印象は前々号で斯波氏が書かれていたのと全く同様私も「大人の社会」に仲間入りしたという感じです。京都大学に於ける大学院、助手時代を通じ絶えず仲間や学生、院生と共に多勢でがやがやと生活していたのが急に安岡研という名のもとに、ある種の責任ある立場に立たされ又、所員室という名の部屋に一人ぼつんと入り何となく回りの世界が一変してしまったような気がしております。しかしこれも私の選んだ進むべき道であろうと種々の新しい経験をかみ締めております。

私がこれから物性研でなすべきことは公募の時に書かれていた仕事の内容、『遷移金属強磁性、金属絶縁体転移とその周辺などの強い電子相関に関連した磁性』を微視的な測定手段によって研究する事であろうと思います。微視的な測定手段と言いましても私に出来る事は、核磁気共鳴(NMR)法を用いる事です。私が磁性体に於けるNMRの勉強をはじめたのが1961年ですからもう14年程馬鹿の一つ覚えという事で一良く言えばこの道一筋やって来ました。その間、外国、日本を問わず、色んな人が“NMRではやる事が無くなった”と言って他の分野に転向されました。そういう話を聞く度に『よし小生がNMRの死水を取ってやろう』という意気込みで研究を続けています。今だに死水を取れない状態で上記研究目的を達成するのにもやはりNMRしか無いという自負心のもとに頑張ってみたいと考えています。とは申しましても、これから新らしく本格的な磁性体に於けるNMRの研究室を作るのは、磁性体が金属から絶縁体まで幅広く分布している事を考えると大変な事の様に思われます。しかし、今からやるからにはこの種の研究に於ける色々な要求に応じられるだけのものを研究室として作り上げねばならないと考えています。物性研は何といっても日本の物性研究の中心である様に思います。そこでのNMRの研究室もやはり他大学の学部の研究室とは違ったある意味では総合的な研究室であるべきだと思います。そして学部の研究室では充足出来ない様な部分を含んでいて共同利用研としての立場を確立しなければいけない様に思われます。幸い米国に於けるこの分野での研究者及びその人達の研究

室に接する機会に恵まれておりましたので、私自身はそれ等を参考にして研究室を作っていく計画ですが何分未熟な者のやること、所内外を問わず多くの人の御意見を参考にさせて頂きたいと考えています。御意見をお寄せ頂ければ幸いです。

具体的な研究テーマとしましては所謂 s 電子の関与しない遷移金属化合物の微視的磁性の研究と軌道角運動量の生き残っている磁性イオンを含む絶縁体化合物の磁気励起の問題を取り上げてみたいと考えています。

次に少々私事になりますが抱負という事で私が東京へ出てきてやってみたいと思っていた事が上記以外に二つあります。一つは学問的な事で、核物性の勉強を少ししてみたい事。もう一つは学問とは関係ない（あるかも知れないが）ことですがピンポンを少し強くなってみたい事です。幸い前者は理学部の山崎、中井先生のグループと一緒に仕事が出来そうな状況ですし、後者の方は所内に大変有能な先生や院生諸氏が居られ喜んでおります。どういう訳かやはり、後者の方が仲々楽しく所員室に居ましても五時過ぎるのが待遠しい状態で多分近いうちに少しは上達する事でしょう。

少々くだらない事も書きましたが、とにかく、物性研に於ける NMR の研究室を立派に作りあげ、磁性の研究に少々でも貢献出来るよう努力しようと考えています。この目的を達成さす為に諸先生方の御指導と御援助をお願いしつつ筆を置く事にします。

「客員所員としての2年半」

東北大学 佐 川 敬

§ 1 はじめに

物性研に客員部門制度が発足してから、最初の客員所員として、京大の加藤利三さんと共に2年半の間在所したが、この間我々ができた事と言えば終始軌道放射（SOR）物性研究のお膳立てで、物性研究そのものは、ほんの1時期、従来からの1.3 BeV電子シンクロトロンからのSORを利用するphotoemissionの予備的研究に止まっている。本来なら世界に先駆ける研究成果を次々にあげて、客員部門制度の効果を示すべきであったと思うのであるが、その点では全く私の力が及ばず、果してこれで良かったのだろうかと反省している。そのくせ、この2年半は闇くもに忙がしく、次々におこる事態に、夢中で対処してただけだったと言うのが、いつわらざる実感である。そう言う私も当初はこの制度に大いに期待し、何か一杯仕事が出来そうな夢を抱いていたし、その積りでもあった。2年半という期間はそのためには充分である様に思われたし、所員並み校費も魅力があった。勿論現在でも客員部門制度の効用を疑問視する積りは毛頭ないが、ただこの制度を本当に生かすには色々の条件を整える必要があるのではないかと思う様になった。その条件の中には客員個人の能力も大きなweightで入っているが、それだけでもない。このへんの事情を編集係の長谷川さんは見抜いておいでの一様で、まさにその事を書けとの御命令をいただいた次第である。

この稿を書くに当って先づ何よりも私は在所中大へんお世話になった前所長の鈴木先生、現所長の山下先生、豊沢、神前両先生はじめ多くの所員の皆様、特に私の在任中停年退官なされた柿内先生それに事務職員の皆様の御支援に、この機会を借りて感謝の意を表したいと思います。実際この間、私個人が得た最大の収穫の1つは当代一流の物性研究者の多くの方々に直接接する事ができたことであります。恐らく私の生涯の中でも忘れる事のできない経験の1つであったと思っております。皆さん本当に有難うございました。

§ 2 2年半の経過

私たちが就任したのは48年の1月である。私の場合、東京における生活の場を確保する事が先決であった。本来なら家族ぐるみで本拠を移すべきだと考えたのだが、これは子弟の学校の事もあって簡単ではなかった。

一方核研の現場の当時の状況はSOR-Ringがまだ形すらなしていない頃で、SOR利用による物性研究は従来の1.3 BeVシンクロトロンに頼るしかなかった。この様な状況下でなされた客員部門助手の人事はRingの建設作業と密接な関連を持ち、それまでも中心的に働いて

おられた京大の渡辺誠さんと東北大の佐藤繁さんにお願いする事になった。お 2 人とも任期なし助手からの転任で、その熱意は高く評価さるべきであろう。核研現場は荒れ放題に荒れており、それまで 10 年間の浮草稼業のやりくりはその限界に達していたのである。その時点で我々がなすべき事は、この様な現場の整備と Ring 建設への援護射撃であった。この仕事はやたらに金と人力を要し、姑息なやり方では到底外国とたち打ちできる仕事などできるものではなかった。私はドイツの DESY のやり方を良く知っていたので、豊富な予算と多数の定着人員に支えられた、その方式を探れない事に大いに苛立ちを覚えたものである。勢い私の主な仕事は予算獲得と人間の手配と言う事になってしまった。この段階で早くも、研究に着手する事などは遙かに遠い先の話になってしまったのである。それでも何とか研究の意欲の火を消してはならないと考え、客員部門メンバーによるゼミナールと我々がお願いした講師によるゼミナールを毎週交互に繰り返すことを計画した。前者では私が主たる関心を抱いていた photoemission の論文講読を、後者では主に所内の方にお願いして物理のお話をうかがった。これは我々には大へん有益であったが、依頼を受けた方々にとっては随分と御迷惑な事であったろうと思う。改めてここでお礼を申し上げたい。

就任後間もなく、48 年度 SOR 測定系概算要求が認められない事が判明した。これは我々にとって大へんなショックで、生来鈍感で少々の事では驚かない私にも、その意味するものが計画の少なくとも 1 年後退である事に全く愕然としたのである。この時私は鈴木所長に事態の深刻さを訴えたが、今にして思うと些か大人げない権威だったのではないかと思う。以後何かにつけ所長に相談を持ちかけたが、その都度かなり圧迫的態度であった事を反省している。その点ずっと後に SOR 施設長になられた神前さんは大へん大人で、施設になってからはあらゆる事がスムーズに運ばれる様になり誠に喜ばしい事だと思っている。とも角この大へんな事態は、文部省留め置きの中から 950 万円を支出していただく事で我慢するしかなかった。この予算は SOR による photoemission の実験に投入された。この時の実験は東北大の私の処の研究室のメンバーの全面的協力と装置の併用で始めて可能であったが、マシン・タイムは内部事情により実質 4 ヶ月弱だけで、その後は客員部門としての実験は 1 度も行われなかった。しかし、この時の経験は 49 年度の測定系の設計の上に大幅に生かされ、その意義は大きかった。

48 年度に入ってからは 49 年度概算要求をめぐる所内の渦に私は完全に巻き込まれている。この頃は所内の錚々たる所員と多くの議論を持った。と言うよりはすっかり手玉に取られたと言った方が真相に近いが、あれよあれよという間に所内順位 3 位と言う事になってしまった。尤もこの決定には多少内部的なからくりがあり、私自身もそれを飲んだ上の事なので今更とやかく言う積りはない。金と人の問題はどの分野にとっても浮沈にかかる重要な問題だから、

限られた枠の中で占めるべき我々の分野の荷重をきめる作業には当然激しい論争があつてしかるべきで、その点で私は多くを学んだ様に思うし、又物性研の外面向的な上品な装いとは別の生々しい面をかい間見た様な気がした。しかし矛盾する様だが、振返って私には愉快な思い出の一つである。それ程誰しもが一生懸命であった。その間私は SOR 物性そのものが重要でないと言う批判を 1 度も受けていない。我が國の SOR 物性には既に 10 年の歴史と積重ねがあり、その意義も目標も明確であるのに、それまで全く公的に認知されないで来た事の方が私には不思議であったし、それが又私の論拠でもあった。結局当時の物性研の大の方針の中に巧みに折込まれた形を取った上での順位 3 位というは妥協すべき線だと私には思われた。結果は皆さん御存知の様に逆転するのであるが、これは恐らく予算規模が相対的に小さかった事によるのであろう。この点で、今ではもう誤解がないと思うが、この逆点劇には私を含め当事者全員、抜け駆けの策を弄した事実は全くなかった事を改めて申し上げておきたい。

49 年度概算要求が認められた事によって我々は俄かに忙しくなった。そのため 49 年 1 月には内外の専門家による SOR 測定系作業班を作り、各種分光系、測定系、駆動・データ処理系、真空系の型式選定を開始した。我々分担者を決め、毎月 1、2 回の定期的会合を以て次第に結論へと持ちこまれて行った。この作業量は広大で幾つかの idea は没になっている。又その時点と概算要求書を出した時点での物価の差はすさまじく、一切を業者任せにしたら分光系 2 台分になるかならないかの程度まで実効価値が減少していた。その差を埋めるのは我々自身の人力しか残されていなかったのである。結局この作業は我々の任期が終わる 50 年 6 月まで続行された。それ迄作成、購入した主なものを挙げると、縦分散斜入射分光計、縦分散瀬谷・波岡型単色計・McPherson 社製瀬谷・波岡型単色計（物性研究所内に設置）、光電子アナライザーと試料槽、分光計駆動制御及びデータ処理用ミニ・コン系一式、マルチ・チャンネルスケーラー一式、差圧排気系 3 台等々である。全部合わせても 7,000 万円弱の予算でこれだけのものが出来たのだから驚異的であるが、これも一重に關係した我々の絶大な奉仕によるもので感謝の意を表したい。残された作業は Ring との結合でこれは 10 月以降となろう。実際に SOR による性能テストが終わり、共同利用者に提供されるのは来年になるかも知れないが、これを見届けた後は、1 利用者として実験に参加するのを今から大いに愉しみにしている次第である。ただ最後まで気がかりだったのは、上記の測定系だけでは SOR 物性の広い分野をカバーするのに全く不充分な事であった。例えば原子・分子関係の研究を想定した装置は全く除かれている。これは気体試料による真空劣化を防ぐのに広大な費用を要し、予算の枠内に入れる事が不可能であった事による。又固体光物性の研究にしても、そのための試料槽が欠けている。これは対象とする試料の多様性に答えるには矢張り予算が不足したためである。しかし真空紫外・軟 X

線の単色線を得る処までは出来ているから、この先は実験者個人又はグループが自ら用意すれば充分実験可能である。

以上の如き経過で、この2年半は文字通り、あっと言う間に過ぎてしまった。この間、助手のお二人にはRing建設に主力を注いでいただき、殆んど私と加藤さんとで切り盛りして来た。特に加藤さんは京大でのお仕事と1人2役で、毎週の様に徹夜作業をしていただき、その馬力と誠実さに心から敬服させられた次第である。その他、都立大の山口さん、群大の永倉さん、東北大の石井さん、菅原さんにも絶大な協力をいただき感謝申し上げたい。49年の年末にはRingもめでたく完成し、こんな嬉しい事はない。後期客員の佐々木・石井両氏に期待して今は静かに推移を見まもる心境である。客員部門の任期が切れた時、竜土会の皆さんから、盛大な送別会をしていただいた事や、2次会で鈴木さん、近角さん、塩谷さんその他大勢の所員の皆さんと愉しく飲み歩いた事など忘れ難い思い出である。

§ 3 客員制度雑感

振り返って見ると私の場合は私個人の立場より、日本のSOR物性のための2年半であったと思う。一方ではSORグループの利益代表的役割を荷っていたし、他方では物性研究者個人としての業績も期待されていたと思う。少なくともこの2年半の閉じた時間区間で見れば、諸々の内外の条件は、この両者の立場を両立させるより、対立させるものであった。新しい客員部門制度への期待が後者であったとすれば、私は責を負わねばならないであろう。その意味で私がこの制度について何かを言う資格はない。ただこの制度ができるから最初の客員所員であったと言う立場では何かを言う義務があるかも知れない。

先づこの制度の効用であるが、有益か無益かと問われれば、明らかに有益で、私の場合にもSOR物性推進の土台作りに、この制度なくしては、なし得ない事ができたと考えている。それではその効率はと問われれば、これは色々の事に従属し、一概に高いとも低いとも答え難い。ただ、より効率を高くするには、ああもしてはどうだろう、こうもしてはどうだろうと言う感想は述べる事ができる。今回はその事を以下に述べようと思う。

客員部門制度の規程を見ると、半分以上の時間を物性研で過ごす事になっている。私の場合は物性研+核研で実際に半分以上の時間滞在した。という事は客員の本拠大学から見ると殆んど居ない様に見えると言う事である。私の場合は物性研側からも居ない様に見えたと思うが、それは兎に角、本拠の大学ではその人に大講義を任せる事もできないし、重要な委員にする事もできず、かなりのギセイを払うことになる。大きい大学ならばお互いにカバーし合うと言う了解でその穴を埋めることは不可能ではない。それにしても当該大学の理解なしには実行し得ないものになり、日本の現状でそれが可能な大学は限られてしまう様に思う。それを幾らか

でも補なう方法として、例えば学部・大学院の講義の相互融通性を本氣で考えて見ても良いのではなかろうか。幸い物性研には夫々の分野のプロが沢山いらっしゃるのだから、客員を送った大学へは見返りとして何人かの講義分担者を派遣すると言うのは、制度的な事を除けば、旅費の裏付けさえあれば、すぐにでも実行できそうな気がする。その場合なるべく集中講義は避け、せめて隔週位の継続講義にすれば学生にとっても follow し易いと思う。それに対しても雑用の方は如何ともし難く、これは雑用そのものを減らす努力を各大学でしない限り永久に解決しない問題であろう。

講義業務はそれでも、まだ何とかなる面があるが、本拠地での研究室所属大学院生の扱いの問題はより深刻である。それでも、はっきり目標が定まり、研究のやり方にも習熟した博士課程の学生ならば、そんなに頻繁に接する必要もなく自ら推進して行くので研究は中ば自働的に進行するし、又そあるべきものもある。たとえ不慮の事態が起きたとしても電話で済ませる事ができる場合が多い。しかし修士学生の場合には、この協調関係が仲々うまく行かないものである。教官側から見れば随分と懇切丁寧に指導している積りでも、学生側から見ると何とも心細く、不安を感じるものらしく、実際に毎日顔を合わせる事が重要な要素になるものらしい。私の場合にもこの問題が起った。それなら始めから修士学生を採らない事にすれば良いのだが、これは定員をこなす上で毎年2人程度の受け入れが半ば義務づけられている事や研究室の継続性からも受け入れるべきだと思われて、そう簡単に切る訳には行かない。こう言う事は学生の方も敏感で、結局第一志望でない学生を受け入れる事になり、協調関係はますますぐはぐなものになってしまう。勿論すべての学生がそうだと言うのではなく、何割りかの割合いで起こるのだが、これが一度おこると連鎖反応を誘い、次第に研究室の荒廃へと向っていく傾向で出て来る。この問題を解決する各案を今の処私は持ち合わせていない。しかし例えば、こんな方法はどうであろうか。学生との接触時間を永くするには修士学生をも物性研に連れて来るしかなく、そうなると schooling と単位認定は東大でやってもらうしかなくなる。いわば客員修士制度を設ける案である。余りに迷案であろうか。

次に客員の所内における身分であるが、私達の場合には、所員会における vote の点を除けば完全に所員待遇であった。この点は是非今後とも継続して欲しいものである。しかし矢張り、お客様はあくまでお客様で賓客である間はとに角、食客となると、どうしても3杯目にはそっと出さねばならない様な気分になってしまふものである。そして兎角食客的になるものではないだろうか。法規的な事を本氣で調べた訳ではないので確信を持って言える事ではないが、あらゆる事が所員並みなら思い切って vote も与えてはどうであろうか。特に定員助手に対して責任を負っているのだし、校費支出の決定や、研究費申請にも事実上その責任は及んでいる

のだから vote の点だけ例外と言うのは、もしそれが物性研の客員に対する思い違いだとしても、少し妙な気がしないでもない。事実私の場合には、所員会出席が次第に気の重いものになり遂には全く出なくなってしまった。私自身の中にもどうせお客さんなんだからと言う気持ちがあったし、土俵が違うんだと言う事を絶えず意識しながら傍聴し発言するのが苦痛でさえあつた。又話題によっては他人様の秘密を盗み聞きしている様な感覚に襲われたからである。その当の私でさえ、当初は vote がない事を寧ろ喜んでいたので余り大きな事は言えた義理ではないが、客員を本当に物性研に溶け込ませたいと、お思いなら vote も与えて、眞の仲間として迎えた方が作戦的にも有益なのではないだろうか。

こんな事を書くと、批判的だと思われ、私の本意に反する事になるのでここでは敢えて申し上げるが私は物性研が持っている色々の機能や、運営のやり方に多くの学ぶべきものがあった事を書き添えておきたい。私の所属する東北大学の物理には且って物性研に居られた方が多数居られて、何かと言うと「物性研ではこうしている」とか「物性研はこうなっている」と言う御発言をたびたび耳にしたが、今度は私がそれを言う様になるかも知れないと思っている。それ程多くの感化を受けたわけである。いわば物性研シンパとしての発言だと思っていただきたい。

そこでこの機会を借りて申し上げたいのだが、それは共同利用の形態についてである。この事は山下所長や神前さんにも申し上げた事があり、何となく、やりかえされた感じでその儘になっている問題なので皆さんにも考えて載きたいのだが、私の目から見ると従来の物性研の共同利用は、装置の隅々まで熟知し管理能力を有し、且つその装置で研究をなさっている所員がおられた上で、その所員の研究内容に近い研究を共同で行う形を取って来たのが大部分だったのではないだろうか。勿論若干の例外はあっても、それは長期にわたって継続される種類のものではないか又は比較的、小規模のものではなかったかと想像する。この想像が間違っているれば、特にどうと言う訳ではなくなるが、今度の S O R 施設の場合には実質的にかなり違った形態になるのではないだろうか。つまり、先づ装置は各自の持ち込み分が多くなるし、研究内容は当該所員がカバーし切れない分野が大部分になるのではないかと思う。しかも共同利用者の方が圧倒的多数になるであろうと言う事である。この様な場合に施設利用費や旅費をどのように工面したら良いのであろうか。私は仲々難しい問題ではないかと思う。要は誰もが望む研究を望む時に実行出来る様な態勢であれば良いわけで、当然かなり厖大な費用を要する事になり、それを従来の共同利用体制のままで乗り切れるものなのかどうか私は懸念している。又実際の machine time の配分の作業との兼ね合いはどうなるのであろうか。その場合無制限な配分は勿論あり得ず、当然研究内容の審査まで立ち入らざるを得なくなると思う。又研究成

果の公表とそれに対する価値判断、不注意による施設破損や故障への罰則なども当然考えねばならなくなる。そんなこんなを考えると今回の施設運営には何か独立した委員会が研究費や旅費まで権限を持つ形でやらないと仲々スマーズに行かないのではないかと言う気がする。尤も所長はじめ神前施設長など所員の皆様は、こんな事は先刻御承知で充分良くお考えであろうから、この問題はこの程度に止めておこう。

最後に少し虫の良い事になるかも知れないが客員の住の問題を採り上げたい。私は私なりの考えで核研の近くにアパート住まいをし、加藤さんは専ら核研宿舎を利用したが、私の場合は、若し宿舎が提供されたら家族をともなったであろう。長期に滞在してまとまった仕事をするには、この住の問題は実は大へん重要な要素ではないかと思う。当初私は東大の宿舎の可能性についてうかがった事がある。これはどうやら事務的に不可能な事らしかったが、今後はこの点を研究して見てはどうであろうか。尤も本人が望まない場合だってあり得るから、必ずそうあるべきだと言うのではないが、若し住の問題が安定していれば、あり様は遙かに良くなる事は自明である。こういう要求は社会通念としては不謹慎なのかも知れないが、特攻精神は永続きのものである。

以上大へん急いで、思いつくままに書きなぐったので、まとまりのないものになってしまった事をお詫びしたい。

短期研究会報告

「金属中遷移金属不純物の物性」

開催期日 昭和 50 年 6 月 5 日～7 日
場 所 物性研旧棟 1 階講義室
世話人 久米潔（都立大理）
益田義賀（名大理）
長沢博（教育大理）

この研究会は実験の立場を主とするものであり、6年半まえに開かれた同様な研究会の第2回目にあたる。この間、国内においてもいろいろと新らしい実験が行われており、それらの結果を持ちよって討論を行い、更に新らしい発展をつくる一つのきっかけとして役立てることが、今回の研究会の主旨であった。研究発表ははじめ公募したが、多数の講演申込みが集中し、そのままでは学会と変わらないものになる恐れがでてきたので、いくつかのレビュー講演を設けて、それらを中心として全体をまとめる方針に変更した。世話人としては、現在のこの分野におけるほとんどあらゆる問題を網羅し得たということ以外に、それらをうまくまとめあげ得たということで、今回のプログラムの編成には充分な自信がもてている。ただ、整理をしたとはいえ依然として時間がつまり加減で、充分に討論ができる部分があったことは事実である。この研究会は公開という方針をとったので、多数（約 80 名）の参加者があり、会場は満席の状態であった。そのために討論がしづらかったという批判もあるが、研究の新しい発展は、“周辺に居る人達”あるいは、他の分野との接触によってもたらされることが多いことを考えるとき、このような公開の、だれでも出席できる研究会の存在は重要であろう。またこの研究会では、いくつかの奇妙な実験結果も報告されている。この分野の現在までの発展も、いつもこのような奇妙な実験事実によって刺戟されてきたことを考えるとき、今後もこのような“奇妙な実験”を大事にしていくことこそ、重要であろうと思う。将来は、今回の研究会では積極的な発言をしなかったような、周辺領域の研究者、あるいは新しい研究者によって次の段階の発展がつくられ、また 5～6 年先に第3回目の研究会が開かれるようになることを期待したい。以下は、それぞれの講演者に書いていただいたいの要旨である。

(久米潔)

[Section I 単純金属]

1 近藤効果の理論の現状

吉森昭夫(物性研)

近藤効果の理論の最近の発展が縲込群の応用に始るとするならば、その時点での理論の大体の状況としては、Suhl-Nagaoka理論の完成とその解の低温の性質がうまくないことが判ったこと、基底状態が Singlet の束縛状態として理解されたことを挙げることが出来る。初期の縲込群による取扱いは摂動計算の異常項をとる近似に対応していて、主として Anderson による、 scaling 則の存在とそれによる系の低温の性質が normal であろうという考察以外にあまりみのりがあるとはいえないかった。

1974 年に Wilson (Nobel Symposium 24, 68 (Academic Press 1974)) が s-d 系に対して系の自由度を有限にし、独特の縲込群の変換を用い、数値計算の結果を駆使し、解析を行い、すでに判っていた基底状態が Singlet になり、帯磁率 χ_{imp} が μ_B^2/T_K になることに加えて、T に比例する比熱 C_{imp} を得、 $T \rightarrow 0$ での $\chi_{\text{imp}} T/C_{\text{imp}}$ の値が自由電子に対するものの 2 倍になっているという重要な結果を見出した。

この結果を契機として Nozierès (J. Low Temp. Phys. 17 31 (1974)) が s-d モデルに対して現象論的 Fermi 流体力論を用い、 Yamada, Yosida (Prog. Theor. Phys. 53 970 (1975), 同 53, 同 54 印刷中) は Anderson モデルに対して摂動計算の行列式表現及びダイアグラム法を用い、電子-空孔の対称性が存在する場合に、0 K 近傍の χ_{imp} , C_{imp} 電気抵抗 $R_{\text{imp}}(T)$ を論じた。特に後者は C_{imp}/T , $(R_{\text{imp}}(T) - R_{\text{imp}}(0))/T^2(T \rightarrow 0)$ が χ_{imp} の U についての偶数次の部分 χ_{even} と奇数次の部分 χ_{odd} で表されることを厳密に摂動の各次数で示し、(電子-空孔の対称性がない場合にも容易に拡張される) s-d モデルが成立つ極限で χ_{even} と χ_{odd} が等しくなり、 Wilson の結果が得られることを示し、 Nozierès の現象論のミクロな基礎を与えた。

以上は $S = 1/2$ の s 波 s-d モデル又は单一軌道での Anderson モデルでの議論であるが軌道縮退がある場合への拡張も可能である。

2 NMR による近藤希薄合金の研究

・久米潔, 溝口憲治, 水野清(都立大理)

前回の研究会以後にも、希薄合金の諸物性については数多くの研究が発表され、それらはい

くつかの総合報告にまとめられている。¹⁾ ここでは、NMR法によるミクロ物性の研究について、最近のわれわれの研究を中心としてまとめる。

I。不純物NMR, (a) ナイトシフト: Au-V ($T_K \sim 300\text{ K}$) の $100\text{ ppm}^{51}\text{V}$ について、 T_K を含む領域で温度変化が測定された。²⁾ $T \ll T_K$ では二乗変化、 $T \sim T_K$ ではキューリー・ワイス型変化をする。また Cu-Mn ($T_K \sim 10\text{ mK}$) の $45, 110\text{ ppm}^{55}\text{Mn}$ についても、 $T \gg T_K$ の領域でキューリー型温度変化が測定された。³⁾ ナイトシフトは帯磁率と似た情報を与えるが、異種不純物、不純物対、クラスターなどによる汚れのない、純粋なデーターが得られる点に特色がある。(b) T_1 : Au-V では $T_1 \propto 1/T$ の温度変化が得られた。⁴⁾ $T \ll T_K$ の領域は理論的研究の結果と合うが、 $T \sim T_K$ の領域については問題が残されている。また Cu-Mn では $T \gg T_K$ の温度領域で $T_1 \propto T$ の温度変化が得られた。これはスピントルの考え方で解析した結果と合う。³⁾ T_1 はダイナミカルな情報を与えるので興味深い。

II。溶媒NMR, Cu-Fe ($T_K \sim 30\text{ K}$) における ^{63}Cu の 5 本のサテライト線が、Slichter のグループによって観測され、⁵⁾ ナイトシフトの温度変化はすべて、不純物である Fe のナイトシフト (メスパウラー法) の温度変化と一致することがわかった。しかし一方、Heeger 以来問題とされている巾の温度変化の異常も、その後の実験により確かなものになりつつあるので、例えば、WAHUHA 高分解能法によって、より遠方のサイトの NMR を分離観測するような実験が、必要であると思われる。

以上その他 NMR による研究は多いが、それらについては研究会資料⁶⁾ を参照されたい。

- 1) 最近のものでは C. Rizzuto, Rep. Prog. Phys. 37 (1974) 147.
- 2) K. Mizoguchi et al, to be published.
- 3) K. Kume et al, Solid State Commun. 16 (1975) 675.
- 4) S. Kazama et al, Phys. Lett. 42A (1972) 141.
- 5) J. B. Boyce et al, Phys. Rev. Lett. 32 (1974) 61.
- 6) 久米潔, 物性研短期研究会資料 (1975)。

3 稀薄近藤合金におけるダイナミカルレスポンス

-Korringa の関係式を中心として-

斯波弘行(物性研)

稀薄近藤合金における不純物スピントル (軌道磁気モーメント, d電子総数) の揺らぎのスペクトルを知る事は重要だと考え、色々な角度から調べているが、今迄に得られた結果を話した。

- (1) 0 Kでのスペクトル全体の様子を見る為单一軌道モデルで、スピントルと不純分電子数の揺ら

ぎのスペクトルを d 電子間相互作用 U について摂動展開し、 U の増大と共に電子数の揺らぎがおさえられ、低振動数のスピンの揺らぎが強められる様子を見る事が出来る。

(2) NMR の T_1 の様な低振動数での揺らぎが問題になる時には、 $T \ll T_K$ では Korringa の関係⁽¹⁾が、5重縮退した軌道をもつ不純物について、その電子数、電子間相互作用の強さに依らず一般に成り立つ事が示せる（但し、母体での電子間相互作用が重要なとき（Pd, Ptなど）には成り立たない）。

（文献 1） RPAによる証明は

L. Dworin and A. Narath, Phys. Rev. Letters 25, 1287 (1970).

4 4d, 5d 不純物による残留抵抗

。豊田太郎, 久米潔(都立大理)

4d, 5d 遷移金属は、原子状態での電子配置が 3d の場合と類似であるが、3d のような磁気的秩序状態を示すものはない。今回 4d, 5d が不純物として原子一個ずつ孤立した時、3d と比較してどのような特色が現われてくるかを調べる目的で Au, Cu, Al を母体とした稀薄合金を作成し、その残留抵抗を測定した。一部の合金については帯磁率の測定も行った。試料作成法に関しては、さまざまな検討を十分行い、誤差範囲内ですべて一致した結果を得ることを確かめた。1 at %当りの残留抵抗は Au, Cu を母体とした時、4d と 5d はほぼ一致した値を示し、3d の場合に比べ全体にかなり一様に減少していることがわかった。¹⁾⁻³⁾ Al が母体の時は、3d の場合と良く一致している。また 2K より 300K の帯磁率の温度変化は見られず、局在磁気モーメントを持たないことを示している。

1) T. Toyoda and K. Kume : Solid State Commun. 15 (1974) 1889.

2) T. Toyoda : J. Phys. Soc. Japan 39 (1975) (to be published).

3) T. Toyoda and K. Kume : J. Phys. F (to be published).

5 高濃度遷移金属-貴金属合金の輸送現象

中村陽二(京大工)

遷移金属が高濃度の場合は、その局在モーメントはもはや独立ではなくなり、相互作用を生じるので現象は複雑になる。この場合の電気抵抗の温度変化について多くの実験を整理する

と次の様ないくつかの場合がある。

1. 電気抵抗が極小を示す場合

Pt-Ni, Au-Cr, Fe-Ni-Mnなどの場合はいずれも磁気秩序と関係するが、Cu-Niの場合は偏極クラスターによる。また最近Ag-Pdでも極小が見出されている。

2. 低温で電気抵抗が $T^{3/2}$ で増加する場合

Au-Fe, Au-Cr, Au-Mn, Cu-Mnなどで観測されており、スピノン・グラスの場合に一般的に見られる。

3. 電気抵抗極大を示す場合

4の場合のように高温で電気抵抗が減少する場合には磁気秩序温度以上で電気抵抗極大が見られる。

4. 高温で電気抵抗が減少する場合

Au, Ag, Cuに遷移金属を高濃度加えると、稀薄合金で電気抵抗極小を示す場合には、高濃度で電気抵抗の磁気的な部分 ρ_{mag} は温度とともに減少する。実験結果は極めて一般的に $\rho_{mag}(T) = -C(Y+ZC) \ln(T^2 + X^2 C^2) + C(R_1 + R_2 C)$ と表わすことが出来る。¹⁾ここで、Cは濃度、X, Y, Z, R₁, R₂は常数であり、YCは稀薄合金の $\ln T$ の係数に、R₁Cは稀薄合金の残留抵抗に一致する。この結果は近藤効果が不純物相互作用によっておさえられると考えれば理解されるが、XCの項はこの相互作用がRKKY相互作用であるとして評価すると、大体実験結果を説明出来る。

1) K. Inoue and Y. Nakamura, phys. stat. sol. (b) 58 (1973) 355-369.

[Section II 遷移金属]

6. 遷移金属を母体とする稀薄合金の物性

長沢 博（教育大理）

遷移金属中の稀薄な磁性不純物は母体のバンド構造の複雑さを反映して、電気抵抗を始めとする諸性質に貴金属中とは異なる特徴ある変化を示すことが知られ、1968年の研究会ではそのうちの一部が報告されたにすぎなかった。以来6年半にこの分野では多くの実験の蓄積があり、今では4d, 5d遷移金属中の3d不純物についてほとんどの合金についての報告がある。これ等の結果を概観すると、以前は理解出来なかつた遷移金属固有の諸性質も定性的ではあるが、統一的に理解出来るようになったことはこの分野の研究の一つの大きな進展と言えよう。Rh

(Fe)に代表される遷移金属合金の抵抗異常は母体の遷移金属と不純物のd電子数の差を考慮すると理解される。即ち、d電子数の差が小さい場合は、不純物による残留抵抗は小さく、抵抗の温度変化($\frac{dR}{dT}$)は正である。一方d電子数の差が大きな合金では残留抵抗は大きく、 $\frac{dR}{dT}$ は負である。この様子は Friedel の和則をスピン↑及びスピン↓の不純物に適用したスピノ反転を無視した次の式により理解される。¹⁾ $R(T) = R_0 \left\{ \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\pi}{5} (N_{\uparrow}(T) - n_0) + \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\pi}{5} (N_{\downarrow}(T) - n_0) \right\} = R_0 \left\{ \sin^2 \frac{\pi}{5} Z + \cos \frac{2\pi}{5} Z \sin^2 \frac{\pi}{5} S(T) \right\}$ ここで R_0 は Unitarity limit の抵抗値、Zは不純物と母体とのd電子数の差、 $2S(T) = |N_{\uparrow}(T) - N_{\downarrow}(T)|$ で与えられる不純物スピンである。上式で興味深い事は、実験で観測される帶磁率 $x_{obs} = \frac{(2S(T)\mu_B)^2}{3kT}$ において現象論的に得た $S(T)$ が上述の $S(T)$ ときわめて良く一致することである。この二つの x と R の実験値をつなぐ関係式が Cu, Au の貴金属中の不純物²⁾においても成立つことも面白い。

次に遷移金属固有の興味深い未解決の現象を2, 3上げると: 1) Nb-Mo 中 Fe 不純物にその典型がみられる³⁾「磁気モーメント発生の環境効果」。2) 電子間相互作用の大きな Pd, Pt 中の不純物の問題、特に「Pd 中の非磁性V不純物⁴⁾の抵抗極小現象⁵⁾」。3) 「反強磁性 α -Mn 稀薄合金の低温での抵抗の異常⁶⁾」等があり、この分野の将来の発展の方向を示すものと考えられる。

- 1) H.Nagasawa, Solid. State Comm. 10 (1972) 33.
J.W.Lovarn et al., Phys. Rev. B 5 (1972) 3659.
- 2) J.Soultie, J.Low Temp. Phys. 7 (1972) 141.
- 3) H.Nagasawa and N.Sakai, J.Phys.Soc.Japan 27 (1969) 1150.
L.J.Schwartzendruber, Int. J. Mag. 2 (1972) 129.
- 4) S.Kohzuki and K.Asayama, J.Phys.Soc.Japan 32 (1972) 1237.
- 5) F.C.C.Kao et al., Phys.Rev.B 8 (1973) 1228.
- 6) H.Nagasawa and M.Senba, J.Phys.Soc.Japan 39 (1975) No.1.

7 バンド構造を考慮した不純物状態の計算

浅野 摂郎(物性研)

貴金属や4d遷移金属中の3d遷移金属不純物の電子状態を、KKR法(散乱理論)によって host のバンド構造を正確に取入れ、ポテンシャルは Statistical exchange の方法によってセルフ・コンシスティントに計算した。その結果、4d中のFe, Co, Ni等に対し Bulk の

場合と同程度の交換相互作用を仮定して HF 近似で決めた局在磁気モーメントの大きさは、高温の χ から実験的に決められたものとよく一致する。又局在モーメントの有無についても、例えば MoNb や RuRh 中の Fe の実験等を系統的に説明することが出来る。その他不純物による T 行列や全状態密度の変化等によって色々な観測量を計算してやると、個々の実験事実を理解する上で、バンド近似が Bulk のみならず不純物状態についてもなかなか有用であることがわかる。

8 「貴金属、遷移金属中の非遷移金属不純物」(コメント)

寺 倉 清 之 (阪大理)

研究会のテーマと裏返しであるが第 1 原理からの計算の例として最近の計算結果を示す。

- 1) Cu に多価金属不純物を入れた時の比熱の γ の増大が説明できる。Soven 等の計算には多少誤りがあると思う。(Phys. Rev. B8 (1973) 2476.)
- 2) Fe 中の Al, Si, Ga によるモーメントの減少が説明できる。内部磁場はまだ確定的でない。
- 3) 不純物の軟 X 線放出スペクトルの構造が説明できる。母体による変化も説明できる。

9 強磁性合金中の局在モーメント

三 輪 浩 (阪大理)

不純物の電子状態を Anderson 模型を用いて Hartree-Fock 近似で考えると、グリーン関数の不純物軌道についての成分が

$$G^{\sigma} \langle d | (\omega - E_d - U \langle n_{d-\sigma} \rangle - S_{\sigma}(\omega)) | d \rangle, \quad (\sigma \text{ (スピン)} = \uparrow \text{ or } \downarrow)$$

と表わされるが、遷移金属合金中では $S(\omega)$ の ω 依存性がかなり重要であり、また強磁性合金の場合にはそれがスピンに依存している。従って電子状態の議論はスピンに関して非対称であることさえ考慮すれば常磁性合金の場合とほとんど違いがない。

HF 解は Anderson の扱いでは 1 ツ (non-magnetic) あるいは 3 ツ (magnetic) 存在して、後者の場合に “局在モーメントが在る” ことになる。これらは母体が強磁性の場合には非対称になるので、解を横軸に不純物の原子番号、縦軸に磁気モーメントを取ってプロットすると変形 S 字形になり、実際にモーメントが母体と平行になるか反平行になるかは、エネル

ギーを比較する必要がある。しかし、3つのうちの2つが一致する付近や低温のふるまい等、常磁性のときKondo効果が重要な場合にはやはりdynamicalなスピニのゆらぎが大切になるだろう。

Mnはhalf-filledに近いため常に3つのHF解を持つ上に、強磁性母体中でも平行解と反平行解のエネルギーが極めて近い($\lesssim 0.1\text{ eV}$)ので、NMRその他の測定から知られるようにモーメントの温度変化は特異なふるまいを示す。また実験より推定される局在モーメントの大きさがHF近似での計算値よりかなり小さい場合が多く、dynamicalな効果の重要性を示唆しており、今後の研究課題である。Cr, Feも適当な環境の下では同様の事情にある。

10 遷移金属を含む金属間化合物における近藤効果

池田 弘毅（東北大金研）

Fe, Co, Niを含むCsCl型金属間化合物の輸送的性質において、近藤効果的挙動が見い出される。本質的な電子構造によるとされるNiAlの場合はともかくとして、Co過剰組成のCoAlにおける抵抗極小は置換型余剰Co原子が、またTi過剰組成のFeTiにおける抵抗極小と熱電能の深い谷の存在は、CsCl型原子配列の乱れによる置換型Fe原子が、それぞれ磁気モーメントを持つために生じた近藤効果として解釈される。更に、Coを含むLaves相でも同様の効果が認められそうである。置換型M原子(M=Fe, Co, Ni)の存在する(Ni_{1-x}M_x)_{0.52}Al_{0.48}では、M=Co, Feでかなり顕著な違いを持って、電気抵抗や帯磁率に異常性が出現する。これは、置換型M原子の近藤温度が、貴金属を母体とした稀薄磁性合金のときと同様に、Coの場合100 K, Feの場合1 Kのorderになるためと思われる。こうした挙動が、特殊な金属間化合物に限られるものか、一般的なものかを調べることは興味が持たれる。（日本金属学会会報13（1974）789参照）

11 ホイスラー合金におけるs-d交換相互作用

遠藤慶三（都立大理）

Cu₂Ni_{1-x}Mn_xSnについて、xが0～1までの全域について調べた。x～0のとき、近藤異状を電気抵抗と帯域率の低温測定で調べ、J_{s-d}≈-1.6 eVを得た。xと共に構造変化なしに強磁性のホイスラー合金Cu₂MnSnになるのが、この系の特長であるが、この間Mn原子のモーメントはほぼ一定であること、キュリー点の組成依存性は、交換相互作用

が long range であることを示している。以上の事は、ホイスラー合金では RKKY 相互作用が重要であると云われてきた予想と一致する。

[Section III 新しい方法]

12 SQUID を用いた稀薄合金の熱電能の研究

大塚 泰一郎, 藤田 敏三 (東北大理)

低温における金属や合金の熱電能は、通常極めて小さく、微小な直流電圧 ($< 10^{-9}$ V) の精密測定が必要になる。そこで、われわれは、SQUIDを検流計として用い (10^{-2} Ω 以下の信号源に対し、ジョンソン雑音のレベルまで検出可能な理想的検流計となる), 9 K 以下で 10^{-6} Ω 以下の電圧源の場合、少なくとも 2×10^{-14} V (時定数 1 秒) まで検出できる電圧計を構成して、活用している。

一例として、Al-3d 元素稀薄合金系の熱電能の測定結果を、検出感度向上により明らかになった事項を中心に箇条的に紹介する。

- $S = AT + BT^3$ からのが観測された。それは、ほぼ $T^3 \ln T$ に近い振舞をする。
- B の不純物元素依存性を見出した。
- Al-Mn (Al-Cr) を除けば、A は定性的に電気抵抗とつじつまの合う説明 (non-magnetic localized state) が可能。
- Al-Mn (Al-Cr) の場合、A は localized spin fluctuation と関係ありそうだ。

13 超強磁場と稀薄合金

伊達宗行 (阪大理)

14 光学的方法による稀薄合金の研究

山口重雄, 小池秀輝, 羽生隆昭 (都立大理)

光吸収スペクトルから仮想束縛状態を検出することを目的として、Ag を母金属とする 3d 遷移金属合金の 0.5 - 5 eV 領域の光学定数、Al を母金属とする 3d 遷移金属合金の軟X線吸収を測定した。試料は 2 つの蒸着源から成分元素を同時に蒸着する方法で作成した。3d 遷移

金属は Ag, Al には殆んど溶けないが、蒸着の際の急速な焼純効果によって、かなりの高濃度迄一様な合金がえられると期待できる。直流電気伝導度の測定結果は、定量的にはまだ改善すべき点は多くあるが、定性的には目的とする試料と考えてよいことを示している。下表は解析の結果得られた 3 d 準位の位置および巾である。

	Ag		Al * 位置 eV		Ag		Al * 位置 eV
	位置 eV	巾 eV			位置 eV	巾 eV	
Ti	0.3	0.4	—	Fe	—	—	-0.3
V	-2.0 -0.22	0.25	—	Co	0.24 -2.1	0.25	-0.6
Cr	-2.0 -1.4	0.5	0.2	Ni	1.8	0.6	-0.8
Mn	1.8 -2.7	0.6	0				

* M II, III 吸収端のシフト計算したので、3 d 準位の上縁の位置と考えられる。

15 中性子散乱による近藤効果の研究（現状と将来）

石川 義和（東北大理）

近藤効果に関連してなされた中性子散乱実験は、現在のところ数少なく、

- 1) 1000 ppm Fe Cu の磁気形状因子の測定

C. Stassis and C.G. Shull J. appl. Phys. 41 (1970) 1147.

- 2) 0.5 at % Mn Al の準弾性散乱の測定

N. Kro'oo and Z. Szentirmay Phys. Rev. 10 (1974) 278.

- 3) 0.14 at % Mn Al の低温中性子散乱

G. Bauer and E. Seitz, Solid State Comm. 11 (1972) 179.

に限られている。1) は $T < T_k$ で Fe 原子の磁気モーメントが実際減少することを示し、2) 3) は Al 中の Mn の磁気モーメントは存在するが、80K 程度のふらつきで揺動している状態にあることを示唆している。ただしこの結論はいくつかの仮定に立っており、正確な知識は非弾性散乱の実験を行わなければならぬ。磁性不純物による散乱を全体の散乱から区別するためには高温中性子の偏極中性子散乱を行わなければならないが、これは現在世界最大の原子炉を持つ ILL 研究所でも現状では不可能である。

16 整列核から放出される γ 線の応用

大野和郎(物性研)

整列核から放出されるガンマ線の角度分布を利用した近藤効果の研究には⁵⁴Mn, ⁵¹Cr, ¹³⁷Ce等がよく用いられている。研究方法としては近藤温度より低温で外場磁界を加えて、角度分布を測定するが、原子核は AS I を通じて磁界を感じるので外部磁界によって S が伸びなければ測定にかかることになる。例を⁵⁴Mnを含んだ Cu, Ag, 又は Au 合金にとると、10mK の order の近藤温度が報告されている。所が SQUID を用いた χ の測定からこれらの合金では Mn の S は 10 mK でもまだ生きている。放射線を用いた実験では稀薄合金の素性のしっかりしたのは殆どない。比較的近藤温度の低い(Fe), Cr, Mn の不純物の量が問題になり得、近藤効果というよりは不純物相互作用を測定していることにもなりかねない。我々は AuMn で Mn の concentration を 0.05 から 50 ppm まで変化して測定を行っているが Cr 不純物の影響もありうるので Cr の量も変えてみたい。最後に Cr 合金では⁵¹C は μ が小さいので 1mK 以下でないと実験精度がわるいので 1mK の実現を急いでいる。

17 $\gamma - \gamma$ 摂動角相関による近藤効果の研究

目片 守(京大理)

$\gamma - \gamma$ 摂動角相関は稀釀限界の濃度で無磁場における不純物スピンのゆらぎを直接観測するという点で稀薄合金の近藤効果の研究に有益な情報を与えると期待される。

この研究においては La-Y 合金中の¹⁴⁰Ce から放出される 330 KeV-490 KeV カスケードについて 2 ~ 300 K での摂動角相関を時間積分法で測定した。温度が低くなり、Y の濃度が低くなる程大きい摂動が観測された。時間に依存する磁気相互作用を Abragam と Pound の理論で解析して得られた緩和時間を近藤効果をとり入れて比較検討した。観測結果は Most divergent term の理論と Suhl-Nagaoka の理論の予想の中間となるが、適当なパラメーターを与えて緩和時間-温度曲線を合わせることができた。得られた T_k は α -La, β -La で 0.01 K 以下となり、Y の濃度が増えるに従って T_k が 1 K まで上昇する。Y の結果は静的測定で得られた T_k とは 1 枠ずれているが、その原因については今後の検討を要する。

18 内部変換電子による遷移金属及び貴金属中の Fe 不純物の 4 s 電子の接触密度

篠原 猛, 藤岡 学 ^{※※}, 山本尚夫, 久武和夫 [※],

小野寺秀也, 渡辺 浩(東北大金研, [※] 東工大, ^{※※} 東北大理)

Cr, Ni, Cu, Pt 及び Au 金属中に Cd^{57} を微量 ($100 \sim 300 \mu\text{Ci}$) ドープした稀薄合金について, Fe^{57} の 14.4 keV 遷移の内部変換電子及びメスバウアー効果を測定し, その $4s$ 電子の接触密度とアイソマーシフトとの関係を求めた。アイソマーシフト δ と各軌道電子の内部変換係数 α , 接触電子密度 $\rho(0)$ との間には次の関係が成立つと考えられる。 $\rho_{4s}(0) = \alpha_{4s} \alpha_{3s} \rho_{3s}(0)$, $\delta = -C_M (\Delta R/R) \rho_{3s}(0) (\Delta \alpha_{4s}/\alpha_{3s})$, $C_M = 4\pi Z e^2 R^2 C/5 E\gamma$, ここで Z は原子番号, R は核半径, ΔR は励起核と基底核の半径の差, $E\gamma$ は遷移のエネルギーである。我々は核研 β 線スペクトロメーターを用い, $3s$, $3p$, $4s$ 軌道の内部変換ピークを測定し, deconvolution によってその中の $3s$ と $4s$ ピークの強度比を求めメスバウアー効果から求めた δ と比較した。ここで $\Delta R/R = -4 \times 10^{-4}$, $\rho_{3s}(0) = 136 \text{ a.u.}$ として実測値 α_{4s}/α_{3s} から $\rho_{4s}(0)$ を求めると, その値は Host metal によらず, 平均として $\langle \rho_{4s}(0) \rangle_{\text{on}} = 4.12 \pm 0.21 \text{ a.u.}$, $\langle \rho_{4s}(0) \rangle_{\text{in}} = 5.57 \pm 0.16 \text{ a.u.}$ となった (ここで on は熱拡散なし, in は拡散した不純物)。これは理論から予想される δ と $\Delta \rho_{4s}(0)$ の関係と異なる結果となった。

19 核反応による偏極と β 線非対称放射を利用した NMR

野尻 洋一(阪大理)

短寿命のベータ放射性原子核の電磁気モーメントを測定するため, 我々は核反応による反跳核の核スピン偏極と偏極核からのベータ崩壊の非対称性を利用した NMR を開発してきた。¹⁻³⁾

この方法では放射性元素を核反応の反跳を利用して物質中に植込むので, 用いた放射性核の寿命に応じた磁気プローブとして, 不純物元素に関する物性研究に適用可能である。現在までに, A ~ 40までの軽い核を金属又はイオン結晶に植込み測定に成功してきた。ここでは, 1),

^{12}B ($T_{1/2} = 20 \text{ ms}$) と ^{12}N ($T_{1/2} = 11 \text{ ms}$) の常磁性金属 (Al, Cu, Ta, W等) 中の測定, 2) ^{17}F ($T_{1/2} = 66 \text{ s}$) のイオン結晶 (CaF_2 , LiF , MgF_2) 中の測定, 3) ^{12}B と ^{12}N の強磁性 Ni 中の内部磁場の測定⁴⁾の結果を報告した。遷移金属不純物の例としては, ^{41}Sc ($T_{1/2} = 0.6 \text{ s}$) を 4 K の Pt に植込んだ測定⁵⁾がある。

1) K. Sugimoto et al., J. Phys. Soc. Japan 21 (1966) 213.

- 2) K. Sugimoto et al., J. Phys. Soc. Japan 30 (1971) 311.
- 3) T. Minamisono, J. Phys. Soc. Japan 34 Suppl. (1973) 324.
- 4) H. Hamagaki et al., Cont. " International Meeting on Hyperfine Interactions ", Univ. of Leuven, Belgium. Sept. 1975.
- 5) K. Sugimoto et al., J. Phys. Soc. Japan 34 Suppl. (1973) 158.

20 金属磁性と μ 中間子スピントル

山崎敏光, 永嶺謙忠, 永宮正治
橋本治, ^{*}小林俊一, 中井浩二
(東大理, ^{*}東大核研)

π^\pm 中間子の崩壊で得られる偏極 μ^\pm 中間子は、 e^\pm と $\nu(\bar{\nu})$ に崩壊する際、 e^\pm を μ^\pm の偏極方向に関し非対称に放出する。この現象を利用して μ^\pm を物質中に入れてやると、それは特徴のあるプローブとして物性研究に有用な手段となる。 μ^\pm はスピンが $1/2$ で $Q=0$ であるから純粋な磁気プローブである。その質量は陽子の $1/8.9$, g 因子は陽子の 3.2 倍である。緩和時間は一般に g^2 に比例するから μ^\pm は陽子に比べ緩和現象に対し 10 倍感度が高いことになる。 μ^\pm の寿命は $2.2 \mu\text{sec}$ であるが、物質中で μ^- は原子核に捕獲される過程があるのでその原子番号によって $100 \text{nsec} \sim 2 \mu\text{sec}$ の寿命を持つ。 μ^+ は軽い陽子と考えればよい。格子間隙に入るで例えば金属磁性に関しては格子間隙における磁化の研究に特徴が發揮される。 μ^- は原子核 (Z) に束縛され ($Z-1$) の不純物を入れたことになる。母金属が Z に対して ($Z-1$) が磁性不純物となる組合せとして興味深いのは PdRh である。この合金の磁性は Rh の低濃度域で奇妙であり μ^- のもたらす情報は重要であろう。

[Section IV 超伝導体]

21 超伝導体における磁性不純物効果 (理論)

長岡洋介 (名大理)

金属の正常状態における近藤効果の理論の最近の発展に基づき、磁性不純物が超伝導状態に与える効果を検討する。

- 1) Pair breaking. 近藤効果は spin flip 散乱が温度、エネルギー依存性を持つこととして

現われる。これに伴い pair breaking parameter α も ω, T 依存性を持つ。 $\omega, T \gtrsim T_k$ の領域では $\alpha(\omega, T)$ に Suhl - Nagaoka の近似による表式を用いることができる。これが Müller - Hartmann - Zittartz の理論で、それはある不純物濃度領域で正常 \rightarrow 超伝導 \rightarrow 正常という二回の転移が起り得るという興味深い予言をした。 $\alpha(\omega, T)$ は $\omega, T \sim T_k$ の領域で最大となるが、 $\omega, T \ll T_k$ では ω^2, T^2 に比例して 0 に近づく。このため理論的にはいくら不純物濃度を高くしても転移温度 T_c は 0 にならないという結果を導く。これは実験に合わない。

2) Pair weakening. $\omega, T \ll T_k$ のとき不純物は非磁性不純物として振舞うようになる。しかし、その帶磁率は $1/T_k$ の程度で大きく、そのため反平行スピンの電子間には不純物を介在した強い反撥力が働くことになる。Nozieres, 山田 - 芳田によれば、その強さはフェルミ面上で $1/\rho^2 T_k$ の程度になる。この反撥力は超伝導に対して pair weakening の効果を持つことになる。この効果は MH-Z 理論では無視されているが低温では重要になると思われる。

3) 不純物間相関の効果. 以上の議論では不純物相関は無視されている。しかし、実際には不純物濃度 n が $n \gtrsim T_k/J^2 \rho$ の領域では、相関が重要になる。AG 理論で $T_c = 0$ となる臨界濃度は $T_{c0}/J^2 \rho$ の程度であるから、 $T_{c0} > T_k$ の場合には不純物相関を無視することはできない。相関の効果は分子場として作用するにせよ（濃度が高い場合）、不純物対を形成させるにせよ（濃度が低い場合）、effective な近藤温度を下げる働きを持ち、近藤効果をおさえて不純物の磁気的な性質を回復させる。臨界濃度は相関の効果として得られる可能性がある。

22 超伝導体における磁性不純物効果（実験）

名大理 益田 義賀

磁性不純物が超伝導体の性質、例えば、(i) 超伝導遷移温度 T_c 、(ii) 臨界磁場 H_c, H_{c2} 、(iii) 比熱のとび ΔC などに、どのような影響を与えるかという問題は、かなり古くから理論的にも実験的にも盛んに研究された。Abrikosov - Gorkov (AG) は、希土類不純物を含む超伝導体の T_c の低下を、伝導電子が不純物スピンとの交換相互作用によってうける散乱を第 1 ボルツマン近似で取り扱うことによって説明したから、この十数年は主として AG 理論の周辺で研究が行われた。

その結果、この方面の問題は殆んど解決したかにみえたが、近年、常伝導金属の近藤効果が

明らかになるにつれて、超伝導体における磁性不純物効果の問題も再び興味の中心となり、実験、理論が呼応しての研究が盛んになってきた。超伝導と近藤効果がどのように影響しあうか？二つの多体問題のからみあいとして興味深い問題を提供する。また、超伝導体は磁性不純物に対して非常に敏感に反応するので、近藤効果に対して新しい知見を提供する。

スピン反転を伴なう散乱過程における散乱振幅は、温度、エネルギー依存性の他に、濃度 n にも依存しているから、 $T_c : n$ 曲線の異常な変化が期待される。 T_{c0} と近藤温度 T_K とのかねあいで、曲線が上に凸になるか、下に凸になるか、あるいは三価関数的なふるまいをするかを、Müller-Hartmann-Zittartz (MH-Z) が Suhl-長岡近似の範囲内で理論的に指摘した。これは実験家を大いに刺激した。re-entrant のふるまいは見つかったが、三価関数的ふるまいも、低温側の T_c のすそのも見出されていない。散乱振幅も、温度の低下とともに単調に増加するだけで、 T_K 付近の最大も見られない。同じ近似で、 ΔC , H_{c2} なども計算され、数多くの実験が行なわれ、それらの結果は BCS, AG, MH-Z に従って、いわば、非磁性的、磁性的、近藤磁性的などと分類された。

実験的には圧力変化または母体の組成変化などの手段によって、非磁性的な極限から磁性的な極限までを連続的に変化させて、上記の物理量を追いかけること。とくに、高い T_K を示す近藤効果と局在スピンのゆらぎの効果との関連や、これらを統一的にスケールする因子 (T_K の他に) を求めるなどに興味がもたれる。

23 超伝導体中の遷移金属不純物

菅原 忠、高柳 滋(物性研)

MoCo, MoFe (高柳、菅原) をはじめ ZnMn, ZnCr, dhcp LaCe, fcc LaCe, LaAl₂Ce, ThU, AlMn 等の稀薄合金の遷移不純物効果を理論と比較した。最も興味あることは $T = 0$ の性質が斯波の HF 理論 (1973) と合うことである。すなわち規格化された臨界磁場 $H_c(O)/H_{co}(O)$, 状態密度 $N_s(O)/N_n(O)$ の T_c/T_{co} 依存性はパラメーター y (gap 中の励起状態エネルギーをあらわすパラメーター) を適当に選ぶと理論とよく一致する。この理論は近藤効果を考慮していないので甚だ奇妙なことである。このようにして決めた合金の y を夫々の T_k/T_{co} に対しプロットすると $T_k/T_{co} < 1$ では Müller-Hartmann と Zittartz の理論とほぼ合うが $T_k/T_{co} > 1$ ではずれが大きい。Suhl-Nagaoka 近似がこの領域で良くないためであろう。また y は $T_k/T_{co} \approx 100$ で -1 となる。従って $T_k/T_{co} > 100$ では非磁性不純物 (BCS 対応原理が成立する) と同じ挙動を示

すと期待されるが実験的にも ThU ($T_k/T_{co} \approx 80$) がそうなっている。

24 磁性不純物を含む超伝導体のNMR

朝 山 邦 輔 (阪大基礎工)

NMRの対象は i) 母体核, ii) 不純物核である。 i) については $(La_{1-x}Gd_x)_3Al$, ¹⁾ $(La_{1-x}Ce_x)_3Al$, ²⁾ ($H_{ext} \neq 0$) と $(La_{1-x}Gd_x)Al_2$, ³⁾ $\underline{Al}Mn$ ⁴⁾ ($H_{ext} = 0$) 等の Al の T_k の測定がある。³⁾ では T_c 直下の測定がなされ BCS理論からのずれがあり localized spin fluctuations の効果が考えられる。最近理論的計算がなされている。⁵⁾ ii) では種々の実験的困難のために現在迄 Mo_{0.7}Re_{0.3} - Co (1%) の Co の NMR しかない。⁶⁾ ($H_{ext} \neq 0$) $T_c = 11$ K, T_k 推定 $300 \sim 400$ K, $\frac{dT_c}{dc} \sim 5$ K/%。 Co の $T_1 T$ は T_c 以下 0.5 K迄ほぼ一定である。一方母体の状態を調べる為加えた V の T_1 は gap を反映した T_1 の増大を示す。この違いは Spin fluctuations 或いは localized excited state の空間的変動によるものかもしれない。

- 1) Masuda et al J.Phys., Soc. Japan 31 (1971) 1661.
- 2) Masuda et al, unpublished.
- 3) Mac Laughlin et al, Solid State Comm 12 (1973) 5.
- 4) Daugherty et al phys. Rev. Letters 31 (1973) 1485.
- 5) Machida et al. to be published.
- 6) Matsumura et al J. Phys. Soc. Japan 37 (1974) 876.

短期研究会報告

「微粒子表面の原子状態」

開催期日 昭和 50 年 6 月 12 日～14 日

場 所 物性研旧棟 1 階講義室

世話人 川 村 清(広島大理)

長 岡 洋 介(名大理)

小 川 泰(京大理)

金属微粒子の電子状態に関する久保理論、上田・紀本らによる微粒子の結晶学的研究が牽引力となって、わが国においては微粒子の物性の研究が活発に進められている。

金属微粒子というとその主たる関心が電子状態にあることは事実であるが、超伝導性を議論するとなれば、格子振動に関する情報が不可欠となるだろう。また、結晶核の生成あるいは広く核生成理論の研究を行おうと思えば、凝縮相にある微小な物質の熱力学の研究が必要になる。そう考えると微粒子の原子運動についての研究が各分野に与える影響は大きいだろう。しかもそこにはバルクな物質にはなかった新たな概念、新しい物質観も導入されねばならない。

従来、この分野の研究は物理化学者による研究が諸外国で散見されるだけで、わが国において系統的な理論研究は見られなかった。そこで私達は、微粒子の原子運動を中心として、研究会を企画した。

微粒子がバルクな物質と異なる点の第一は、表面付近の原子の比率が大きいことであろう。ところで、表面付近の原子は、相互作用する相手の原子の数が少ないだけに結合はゆるく、格子振動の振幅も大きい。このことは、粒径が小さくなるにつれて、融点が下ることとも無関係ではないはずである。そこで、この研究会は、微粒子、表面物理、融解現象の 3 つの分野の研究者による joint seminar として企画された。

専門分化の進んでいる今日では、互いに見知らぬ方々の集まりが、あるいはシラけた雰囲気にならないだろうか、議論が平行線に終らないだろうかという心配もあったが、これが杞憂に終ったのも、参加者各位の旺盛な探求心のおかげであつただろう。以下、研究会での御講演の抄録によって、研究会報告に替えさせていただくが、これをお読みになって活発な雰囲気を感じとって頂ければ幸いである。御多忙中お集まりいただき、その上抄録の作成にまで御協力下さった参加者各位、また世話人の中に物性研所員がいなかったために、格別にお手数をおかけした物性研共

同利用掛の方に厚くお礼申し上げたい。

(川村清)

微粒子の形態

紀本和男

希ガス中蒸発法により作られる微粒子に話題を限定し、以下に示すような代表的な微粒子の形態（晶癖）をまず最初にスライドを用いて示した。すなわち

- i) Be（第1六方錐柱をC面に平行に切ったもの）、Mg（第1六方柱）。いずれもC面が良く発達した六角板状の薄片。
- ii) α -Fe（12枚の{110}面で囲まれた菱形十二面体）。 α -Cr（鋭い稜と角をもった{110}面で囲まれた直方体）。なお α -Crは希ガス中に少量の酸素を含むときに生じる。 δ -Cr（24枚の{211}面で囲まれた偏菱形二十四面体）。 δ -CrはCrの新しい相であり、希ガスが純粋なときにできる。
- iii) Ag（Agについては多くの晶癖が観察されるが、そのうち5角形の輪廓をもつ十面体の多重双晶粒子および三角板状の結晶を示した）。
- iv) Mn, α -Mn（12枚の{211}面で囲まれた三・四面体）。 β -Mn（菱形十二面体）。
- v) Te（C軸に沿って伸びた六角棒状晶および卵形。後者は滑らかな曲面で囲まれ多面体ではない）。
- vi) Ga（球形。非晶質で結晶ではない）。

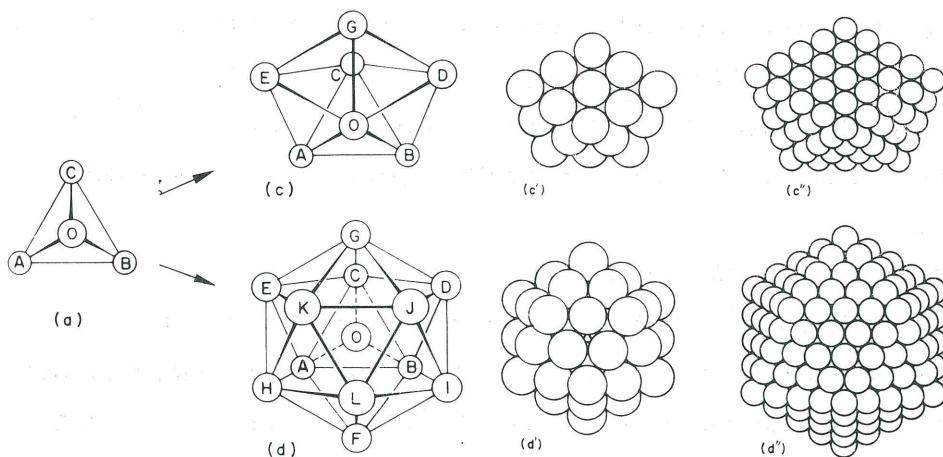
希ガス中蒸発法により作られる微粒子は、熱平衡のもとで成長するわけではないにも拘らず、3次元的に整った外形を示すものが大部分である。このような固体微粒子の外形を考えるうえでは、微粒子はその全表面自由エネルギーを最小にするような外形を取るというギップスの規準、およびそれから導かれるウルフ多面体を考えるのが便利であることを述べた。また微粒子生成のさい発生する“煙”的構造を観察することにより、粒子の生成場所と粒子の外形の間の対応関係について重要な知識が得られることについて述べた。またこの事に関連して、Teの微粒子について見られる2つの外形のちがいは表面自由エネルギーの温度依存性により説明できることを述べた。

微粒子の構造

東北大金研 井野正三

直径数 1000 \AA 以上の微粒子の場合にはバルクと異なる構造をとるという例は殆んど報告されていないが、直径数 100 \AA 以下の微粒子になるとバルクとは異なる構造をとるもののがいくつが見出されている。

典型的なものとしては Au, Ag, Ni, Pd, Pt 等の微粒子に見出された多重双晶粒子とよばれる構造である。これは薄い Au 蒸着膜のエピタクシーの研究の際に、その電子回折図形が異常な(111)反射を示しその暗視野像が蝶々状の奇妙なコントラストを示すことから見出されたものである。その構造は f.c.c の 4 つの(111)面からなる正四面体を次々に重ね合わせた構造であり、5 回対称状に 5 個重ねたものと、正 20 面体状に 20 個重ねたものがあり、いずれも多数の双晶面を含む複雑な構造になっている。この粒子の出来る順序が図に示されている。(a)は 4 個の



原子から成る正四面体で、(c)はこの面上の正四面体の位置に次の原子 D, E が結合し、更にそれらの面上に G が結合したものである。このようなやり方で原子を次々に正四面体の位置に重ねることにより(d)のような正 20 面体状のクラスターも出来る。(c), (d)を核にして更に一皮大きくなつたものが(c')(d')で、更に二皮大きくなると(c'')(d'')のようになる。もちろんそれらの中間体として正四面体位置に結合した対称性の悪いクラスターは多数考えられる。(c'')(d'')より大きい粒子については電子顕微鏡で直接観察されており、図に示されたような小さなクラスターについては電子

回折图形の動径分布解析により研究されている。この様な成長の様式は f.c.c のそれとは全く異なるが、小さなクラスターの場合には、正四面体を基本として、これを次々に重ね合わせたような多重正四面体構造 (poly-tetrahedral structure) がエネルギー的にも安定であることが計算でも示されている。この粒子は数 100 \AA 以下でのみ安定に存在することは実験的にも計算によっても確かめられている。又 Au の場合には融点近くまで安定であることが観察されている。最近の研究によれば Au の微粒子も多重双晶粒子になっていることが報告されている。それ故バルクで f.c.c 構造をとるような物質では超微粒子になると一般に図に示したような、少しでも表面積を減らし、充填度を高めるような構造が形成されるものと思われる。

これに対してバルクの状態で b.c.c 構造をとるような金属では少し異なる。Ar ガス中蒸発により作った Cr は A-15 型構造が生ずる。この構造は Mo の蒸着微粒子にも見出されている。これらの粒子は数 100 \AA 以下の大きさで、 $\sim 400^\circ\text{C}$ 以下でのみ安定である。Nb の蒸着微粒子中には b.c.c の外に、A-15, h.c.p., f.c.c 等が現れ、Ta では h.c.p. が現れる。このように b.c.c 金属の微粒子はまだ実験例も少く、充分理解されるまでには到っていない。

微粒子の融解

東工大理 高木ミエ

20年余りのことありますが、単結晶へき開面上に蒸着した低融点金属が融点よりはるかに低い温度まで過冷却状態を保つことが知られておりました。それについて詳しく調べているうちに、Pb, Sn, Bi の融点そのものが膜厚 (粒子の大きさ) に依存することを見出しました。

球形粒子の半径を r とするとき、その粒子の融点 T_r は Bulk の融点 T_0 より低く、

$$\frac{T_0 - T_r}{T_0} = \frac{2\sigma}{\rho L_r}$$

で与えられます。ここでは σ は液相固相間の界面エネルギー、 ρ は密度、 L は融解熱であります (M. Takagi (1954) J. Phys. Soc. Jap. 9, 359)。

1962年に私がロンドンの Imperial College を訪ねた時、Prof. Blackman が Takagi の仕事は未だ電子顕微鏡が使えなかった当時のものであるから、電子顕微鏡を使って、粒子の大きさ等を詳細に調べる実験をしているとのことで、私の古い仕事は回折像の半値巾から粒子の半径を推定したものですので内心何がおこるかビクビク致したものです。Blackman らの Sn に対する第 1 報 (M. Blackman & A. E. Curzon (1959)) の結果は、粒子の形状の影響を考慮する必要を指摘してはおりますが、ほぼ私の古い結果と一致するものです。その後やはり Imperial Coll-

egeにおいて Wronski (1967) は、 $T_0 - T_r$ の値が r の減少にともない高木の結果より急速に増大することを観察しております。彼はこの説明として、微粒子表面に 30 Å 程度の融解した層が存在するとすれば結果が説明できるとしています。

上記 Wronski の主張の Physical なモデルは私には理解しにくく、またもしそのような層があれば実験的に回折像から判断できるはずだと考えており、私自身は信じておりません。

電子顕微鏡中での低融点金属蒸着膜では、この融点低下現象が常に観察され、この現象は完全に acceptable な現象として取扱われるようになり、詳細な問題点に関する議論に移行し、もはや私の古い論文まで逆のぼって引用しない場合もあるようになっています。

この稿の依頼を受けたまま、Cambridge における Conference に出発してしまいました。ここで再び Prof. Blackman に会い、最近面白いことを発見したから訪ねて来ないかと誘われ、昨日訪ねました。ここで Bi の melting Pt. が粒子 size が小さくなると Bulk より高くなること即ち size が小さくなると過熱現象が見られることを見出しています。この現象は、悪い真空中ではおきず、また、粒子中に格子欠陥があるとおこらない、とのことです。彼等は融解が表面からおこると考えているようです。彼等の結果は 1 ~ 2 ヶ月以内に Proc. Royal Soc. London A に出る予定です。微粒子の融解に関する最近の文献はすべてそれに出ることと思います。

Microcluster についての数値計算

広大理 川 村 清

高速度電算機が利用できるようになって、500 個以下の質点糸について、ニュートン方程式を解いたり、また、モンテカルロ法による分配関数の計算が可能になってきた。(D.J. McGinty, J. Chem. Phys. 58 (1973), 4733; J.K. Lee et al., J. Chem. Phys. 58 (1973), 3166; W.D. Kristensen et al., J. Chem. Phys. 60 (1974), 4161) これらは、12-6 型の Lennard-Jones ポテンシャルを使っており、Ar 以下の希ガス微粒子のシミュレーションと考えられる。研究会では、主としてこれらの超微粒子は液体状態にあるのか固体状態にあるのかということに焦点を合わせて報告した。

Kristensen et al. によると原子数が 55, 135, 429 個のクラスターは、粒子 1 個あたりのエネルギーが LJ ポテンシャルの深さの 1.5 倍程度 (アルゴンでいうと 37 KV に対応) に比熱に鋭いとんがりが現われ、二次相転移が起こることを示唆している。それにともない、原子間距離、1 粒子あたりの全エネルギーと運動エネルギーとの関係等が異なる曲線に乗り移るようみえる。

原子振動のスペクトルからみると、それより低温でも徐々に拡散係数が有限の大きさになる。

他方、Mc Ginty たちのシミュレーションは、原子数が 100 個以下のクラスターに限られる。彼によると、100 個の原子からなるクラスターの 71 K における拡散係数は $2.2 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$ でバルクな液体アルゴンの三重点における値 $1.8 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$ にきわめて近い。したがって、バルク・アルゴンの融点以下でも拡散係数から見る限り液体と考えられる。彼によると 25 K では、各原子はつり合いの位置のまわりを振動しているだけであり、この温度では固体とみなせる。にもかかわらずこの間、状態方程式その他に不連続性はみられず、明確な相転移は起こらないようみえる。

Lee et al. は、容器中に閉じこめたアルゴン・クラスターの圧力を容器の容積に対してプロットしたところ、P-V 曲線は、van der Waals 型になり、1 個の極少と 1 個の極大を持つ形になった。彼らは、これから、相変化の可能性を示唆するが、van der Waals 型の曲線が分配関数の計算から求まったということは、負の圧縮率の領域を含むだけに奇異の感がある。

Mc Ginty も Abraham も粒子密度をクラスターの中心からの距離の関数として求めているが、中心付近の密度はバルクな液体や個体よりはやや小さく、また、LJ ポテンシャルの hard core の半径の 2 倍の付近から 4 倍の付近の間で密度はなだらかに減少していく。

Microcluster の大部分の領域は凝縮相と気相との中間領域であり、その点 Microcluster は表面だらけという感がある。なお、Abraham は、分子数 64 以下の水の Microcluster について、density profile の計算も行っている (F.F. Abraham, J. Chem. Phys. 61 (1974) 1221)。

微粒子の格子振動

名大教養 柏瀬 和司

1 序論

- (1) 大きい結晶の平らな表面層のデバイ温度 Θ_s は内部のそれ Θ_B の $1/2 \sim 1/3$ であること
が L E E D の実験で明らかである¹⁾。
- (2) 微粒子（粒径 100 Å 程度以下）で予想されることがら。表面層、全体のソフト化。
- (3) 電気抵抗の測定による粒径 100 Å の銀微粒子のデバイ温度、(Θ は 165 K, Θ_B は 225 K²⁾)
- (4) 微粒子の超電導転移温度 T_c は粒径に依存して変るというデータがある。これもソフト化
に関連している³⁾。

2 X線、電子線による実験法

- (2.1) $1/2 \ln (I_c/I_0)$ の $(\sin \theta/\lambda)^2$ の依存性を調べると温度因子 e^{-M} の $M = B \cdot (\sin \theta/\lambda)^2$ における B の値つまり $B = 8\pi^2 \langle u^2 \rangle / 3$ から原子の熱振動の振幅 u の二乗平均 $\langle u^2 \rangle$ が求まる。これはしかし零点振動の部分 B_0 、温度による部分 $B_T = 6h^2/mk \cdot kT/\theta^2 M$ (高温近似) と、静的な構造の乱れに関する部分 B' を含む。
- (2.2) $1/2 \ln (I_c/I_0)/(\sin \theta/\lambda)^2$ の温度依存性を調べるとデバイ温度 θ_M がもとまる。

(2.3) 粒径数 10 \AA の微粒子は試料を Be などの単結晶薄膜上に真空蒸着し、加速電圧数 10 KV の電子線の回折像のハローパターンの強度測定による。^{4) 5)}

(2.4) 粒径 100 \AA 以上の微粒子は Ar , He などの低圧の不活性気体中で作る^{6) 7)}。カウンター法の X 線回折法で精密な強度測定をする。試料の温度は液体窒素ぐらいから室温か $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ぐらいまでにおさえるのが望ましい。

3 実験結果

銀と $\delta-\text{Cr}$ について、室温で B または $\langle u^2 \rangle$ の粒径依存性が調べられ、粒径数 10 \AA になると、いすれもバルクのときの B または $\langle u^2 \rangle$ の 4~5 倍に達することが解った^{7) 8)}。しかしこのうち熱振動による部分がいくらであるかは解っていない。200 \AA の銀では、積分強度の $(\sin \theta/\lambda)^2$ 依存性と、温度 T の依存性と調べられた(約 $100 \text{ K} \sim 400 \text{ K}$)結果、デバイ温度 θ が $140 \sim 160 \text{ K}$ 近りで、 θ_B に比べて極めて小さいことが解った⁹⁾。なお $100 \sim 200 \text{ \AA}$ 程度の Au に関する B の粒径依存性(室温)と、 B の温度依存性を調べる実験(試料温度約 $300 \text{ K} \sim 600 \text{ K}$)がおこなわれ、 B の粒径依存性については Ag などとよく似た結果を出しているが、温度依存性からは Ag と逆にデバイ温度がバルクと変わらないという結果がでている^{8) 10)}

文 献

- 1) Progress in Surface Science, Vol. 4. Pergamon Press 1974.
- 2) 藤田哲夫: Private Communication
- 3) S. Matsuo, H. Sugiura and S. Noguchi: J. Low Temp. Physics 15 (1974) 481.
- 4) K. K imoto: J. Phys. Soc. Japan 8 (1953) 762.
- 5) K. K imoto and I. Nishida: Thin Solid Films 17 (1973) 49.
- 6) K. K imoto, Y. Kamiya, M. Nonoyama and R. Uyeda: Japan J. Appl. Phys. 2 (1963) 702.
- 7) Y. Kashiwase, I. Nishida, Y. Kainuma and K. K imoto: J. Phys. Soc. Japan 38 (1975) 899.

8) 「金属微粒子の物性」研究会記録, 1974年10月28~29, 於東大, 理学部。

9) 柏瀬和司, 西田功, 飼沼芳郎, 紀本和男, 日本物理学会, 昭和50年4月, 於京大。

10) 一宮彪彦, 八尾敏, 原田仁平, 日本結晶学会, 昭和49年11月, 於名古屋。

微粒子のデバイ・ワーラー因子についての コメント

名大工 一 宮 彪 彦

微粒子の格子振動をじらべる目的で, ガス中蒸発法により作製した金微粒子について, X線回折法により, デバイ・ワーラー因子の測定を行った¹⁾。その結果, デバイパラメーター $B = 8\pi^2$

$\langle u^2 \rangle$ ($\langle u^2 \rangle$ は格子振動の平均自乗振幅) が, 粒子が小さくなるに伴い, 極めて大きくなる興味ある結果を見い出した。すなわち, 粒径 150 \AA および 230 \AA の粒子では, 室温で夫々 $B = 1.9 \pm 0.1 \text{ \AA}^2$, $B = 0.9 \pm 0.1 \text{ \AA}^2$ の値が得られた。 150 \AA の粒子の値はバルクの結晶の値²⁾

($B = 0.56 \text{ \AA}^2$) の約3倍である。微粒子全体の格子振動のソフト化と仮定して, デバイ温度 θ_M を求めると, $\theta_M = 96 \pm 5 \text{ K}$ が得られる。^{*} これはバルクの結晶の値の約半分である。

150 \AA の粒子の B の値は, バルクの結晶では約 $600 \text{ }^\circ\text{C}$ に加熱してはじめて得られるものである²⁾。この温度におけるバルク結晶の格子定数は室温より約 1% 大きくなっている。この大きな B の値が室温で実現されるためには, 原子の置かれている有効なポテンシャルがバルク結晶に較べて非常に浅くなっているなければならないので, 格子定数はバルク結晶に較べて大きく変化していると

考えられる。そこで, 格子定数の測定を電子線およびX線回折法^{**}により行った。電子線では, 塩化タリウムの格子定数 3.8340 \AA ³⁾ を標準にして, 100 \AA の微粒子と, 蒸着膜の格子定数を測定した。その結果, 微粒子では, 格子定数 $a = 4.070 \pm 0.006 \text{ \AA}$, 蒸着膜では $a = 4.068 \pm 0.009 \text{ \AA}$ となり, これらの間にはほとんど差がみられなかった。またX線による測定でも, 1%もの大きい変化は全く認められなかった。

以上を考えあわせると, 微粒子で観測される大きい B の値は, 結晶全体にわたる格子振動のソフト化のためではなく, 表面数層の格子振動のソフト化と, それに伴う表面附近の格子ひずみに起因しているのではないかと考えられる。また, 表面の線膨張係数は内部に較べて大きいことも考えられるので, 回折線の積分強度の温度変化に格子ひずみの項も含まれる可能性がある。

* 回折線の積分強度の温度変化(室温~ $250 \text{ }^\circ\text{C}$)からも θ_M を得ることが出来るので, それも試みたが, 互に矛盾のない結果が得られなかった。この点に関しては目下検討中である。

^{*} 回折線の積分強度の温度変化(室温~ $250 \text{ }^\circ\text{C}$)からも θ_M を得ることが出来るので, それも試みたが, 互に矛盾のない結果が得られなかった。この点に関しては目下検討中である。

る。

* * * これらの測定は原田仁平，八尾敏（いずれも名大工学部）と共同で行った。

文 献

- 1) 一宮彥彦，八尾敏，原田仁平，結晶学会年会講演要旨集（1974）P 33.
- 2) Owen, E. A., and Williams, R. W. Proc. Roy. Soc., A 188, (1947) 509.
- 3) Wyckoff, R. W. G., Crystal Structures, Vol. 1

Interscience publishers.

微粒子の自由エネルギーに対する capillarity 近似

西 岡 一 水（徳島大工）

気相中に生成した微粒子の自由エネルギーは液体微粒子の場合をも含めて、並進、回転及び内部自由エネルギーに分離される。¹⁾ バルク凝集相の熱力学量を用いて微粒子の内部自由エネルギーを表す方法が核生成理論では通常用いられ、capillarity 近似とよばれている。^{2)~8)} 内部自由エネルギーは $3n - 6$ 自由度に対する量であり、これを $3n$ 自由度に対応するバルク相中の n 原子あたりの自由エネルギーと比較するには、バルク相中に仮想微粒子を想定しその自由エネルギーを内部及び外部の部分に分離する必要がある。この問題は結晶に対しては最近定式化され次の結論が得られている：^{9) 1)} バルク結晶を仮想境界によって同じ大きさと形とをもつ仮想微粒子に分割したとき、バルク結晶の自由エネルギーは各仮想核の外部座標によって記述される外部自由エネルギーと内部座標による部分とに近似的に分離できる。2) 外部自由エネルギーは各仮想核を剛体とみなしてバネで連結して得られる系の自由エネルギーであり、Einstein 模型を用いると一仮想核あたり $-10 kT$ 程度の値が得られる。

Lothe-Pound¹⁰⁾ に従って、表面自由エネルギー $\gamma A(n)$ を微粒子及び仮想微粒子の内部自由エネルギーの差と考えると、微粒子の標準化学ポテンシャル $\mu_n^\circ(p)$ は次式で与えられる。^{6)~9)}

$$\mu_n^\circ(p) = n\mu_e + \gamma A(n) - kT \ln [Q_{tr}(n) Q_{rot}(n) / c(1) Q_{rep}(n)]$$

ここに $-kT \ln Q_{rep}(n)$ は仮想微粒子一個あたりのバルク相の外部自由エネルギーで、replacement 自由エネルギーとよばれており、液体微粒子に対しても定性的な考察がなされている。¹¹⁾ 最近になって、表面自由エネルギー $\gamma A(n)$ に対する新しい問題点が指摘され定性的な考察がなされている。^{5), 7), 12)}

文 献

- 1) K. Nishioka, G. M. Pound and F. F. Abraham : Phys. Rev. A 1 (1970) 1542.
- 2) J. Feder, K. C. Russell, J. Lothe and G. M. Pound : Advances in Phys. 15 (1966) 111.
- 3) J. Lothe and G. M. Pound : in Nucleation, ed. A. C. Zettlemoyer (Marcel-Dekker, New York, 1969).
- 4) F. F. Abraham : Homogeneous Nucleation Theory (Academic Press, New York, 1974).
- 5) G. M. Pound, K. Nishioka and J. Lothe : in MTP International Review of Science, ed. M. Kerker (Butterworth, London, 1972) Vol. 7, pp. 147 - 188.
- 6) K. Nishioka and G. M. Pound : in Surface and Colloid Science, ed. E. Matijevic (Wiley-Interscience, New York, in press) Vol. 8.
- 7) K. Nishioka and G. M. Pound : in Nucleation, ed. A. C. Zettlemoyer (Marcel-Dekker, New York, 近刊) Vol. 2.
- 8) 西岡一水 : 日本物理学会誌 30 (1975) No. 7.
- 9) K. Nishioka and G. M. Pound : Acta Metallurgica 22 (1974) 1015.
- 10) J. Lothe and G. M. Pound : J. chem. Phys. 36 (1962) 2080.
- 11) J. Lothe and G. M. Pound : J. chem. Phys. 45 (1966) 630.
- 12) J. Lothe : private communication.

細隙に生じた単分散ラテックスの結晶

東教大光研 蓮 精, 高野 薫

ラテックスとは一種のコロイド分散系で、水中に球形のプラスチック粒子（直径数千 \AA ）が多数分散している。そしてそれらの粒子は大きさがよく揃っている。ラテックス粒子は表面電荷を持ち、粒子間には水中のイオンによって遮蔽されたクーロン型の斥力が作用している。この斥力は粒子が分散している水のイオン濃度が高くなるとそのレンジが小さくなる性質を有する。粒子間にはこの外にファンデアワールス力による引力が作用しているが、この力は通常無視できる。ラテックス粒子群はある条件下で最密充填型の結晶構造をとり、結晶一不定型相転移が観察される。すなわち平均粒子間距離に対して斥力のレンジがある値をこえると結晶構造をとり始める。

そして全体が結晶構造になるまでに不定形と結晶の共存状態がある。この相転移は剛体球系の計算機実験によって示された Kirkwood - Alder 相転移であることはすでに報告された。

結晶構造をとったラテックスは粒子間距離が数千 \AA である為、可視光が Bragg 反射を受けその結果、ラテックスは虹彩色を呈する。不定形構造のラテックスは白色だが微弱ながら色彩を帶びた散乱光が観察された。これを分光学的に研究した結果、液体・濃厚気体にみられる short range order による散乱であることがわかった。そしてこの散乱光は melting の体積分率のほぼ半分まで体積分率を下げる消失することがわかった。short range order がある状態を液体と呼び、それが消失した状態を気体と呼ぶならばラテックスは気体・液体・固体と物質の三態を示すことになり物質構造のモデルとして興味深い。

ラテックスを用いて物質構造を研究する際に有利なことは粒子の運動状態を光学顕微鏡によって観察出来ることである。我々はラテックスを $4 \sim 10 \mu$ のガラス細隙にはさんで余計な散乱光を除去し、フィルターを用いて色収差が大きくなる波長の光をカットすることによって 16 mm 映画にラテックス粒子運動を撮影することができた。我々は微粒子表面の原子状態をラテックス系で具現しようと試みた。その予備実験で観察した結果を報告する。我々は直径 1μ の粒子を用い、その分散媒（水）のイオン濃度が 10^{-3} mol/l と 10^{-6} mol/l の二通りの場合について映画をとった。 10^{-3} mol/l の場合、粒子運動を観察したところ剛体球的な挙動が顕著だった。

10^{-6} mol/l の場合、安定な気固界面や、液体及び固体状態に大きな点欠陥（粒子 10 個分程度）が観察された。又、融解近くの固体の粒界では粒子が激しく運動していること、気固界面には数層分の液体状態があること、 $4 \sim 10 \mu$ の細隙にラテックスがはさまれたときガラス面に平行に cubic な網面が高い確率で出現すること等も観察された。今後、映画と分光器を併用して物質構造の視覚的、定量的研究を行う予定である。

◦ M. Wadati and M. Toda; J. Phys., Soc. Japan 32 (1973) 1147.

◦ S. Hachisu, Y. Kobayashi and A. Kose ; J. Colloid and Interface Sci. 37 (1971) 352.

理想表面の原子の振舞

中村勝吾（阪大・産研）

1)

電界イオン顕微鏡（FIM）は曲率半径 $100 \sim 1000 \text{ \AA}$ の鋭い針状試料の尖端の表面原子が直接観察できる。

この FIM を用いて原子的に清浄かつ平滑な種々の結晶面に蒸着された個々の原子または基体

原子自身の醉歩運動を観察記録することができるし、その温度依存性から表面拡散係数およびその活性化エネルギー等を知ることができる。

このような研究を最初に行ったのは Ehrlich 達で現在は彼等の他 Bassett, Tsong および我々の四つのグループで主として研究がすすめられている。基体金属 W, Ir, Re, Rh の主要結晶面に蒸着された 5d 還移金属原子および Mo について平滑な結晶面、ステップ、キングサイトの原子の振舞が観察されている。W(211)面では室温以下で、Rh(111)面では 50K の超低温でも蒸着原子の醉歩運動が起っている。二個以上の蒸着原子がクラスターを形成する場合、選択的な方位配列を示すと共に、ある方位配列の原子対は単一原子よりも低い活性化エネルギーで表面拡散することが明らかになっている。また、蒸着原子対の間に長範囲相互作用の存在を示唆する実験結果が得られている。異種蒸着原子間の相互作用、安定性についてもいくつかの報告がある。^{2), 3), 4), 5), 6), 7)}

従来の LEED の観察結果によると清浄な B.C.C. 金属表面では超格子構造をとらないといわれているが、FIM 試料の尖端のように直径数 10Å の小さい結晶面では、加熱によって種々の超格子類似の構造が認められる。⁹⁾

FIM は小さな結晶面で取り囲まれている微粒子の表面と類似の状況で理想表面の原子の振舞を追求できるという点で興味があると思う。

- 1) E.W. Müller and T.T. Tsong : "Field Ion Microscopy" (Elsevier, New York, 1969).
- 2) E.W. Müller and T.T. Tsong : "Progress in Surface Sci." Ed. S.G. Davison 4 Pt 1 (Pergamon, New York, 1973).
- 3) 中村勝吾 : 応用物理, 42 (1973) 840.
- 4) W.R. Graham and G. Ehrlich : J. Phys. F : Metal Phys., 4 (1974) L212.
- 5) T. Sakata and S. Nakamura : Surface Sci., (1975) to be published.
- 6) T.T. Tsong : Phys. Rev. Lett., 31 (1973) 1207.
- 7) S. Nishigaki and S. Nakamura : J. J. Appl. Phys., 48 (1975) NO. 6 to be Published.
- 8) D.W. Bassett and D.R. Tice : Surface Sci., 40 (1973) 499.
- 9) T. Sakata and S. Nakamura : J. J. Appl. Phys., 48 (1975) NO. 7 to be Published.
- 10) S. Nishigaki and S. Nakamura : J. J. Appl. Phys., submitted to J.J. Appl. Phys.

金属表面の原子運動

京大理 松 原 武 生

金属表面の原子の振動が内部原子の振動と相当ちがっていることは実験的にも理論的にも明らかにされている。調和近似にもとづいた簡単なモデル計算でも、表面の存在を正しく考慮すれば、¹⁾²⁾ 原子の変位の自乗平均 $\langle u^2 \rangle$ の値が内部と表面とで2倍近くちがいいうことが知られている。微粒子金属の格子振動について得られている実験的情報も、上記の表面に関する情報と矛盾はしていない。さらに微粒子金属で融解がおこりやすいという事実も充分理解できることのように思われる。しかし表面のはげしい振動あるいは表面からの融解の可能性を考えるとき、非調和振動の影響は重要になると考えられる。この種の問題を扱うのに最も適しているのは self-consistent phonon の理論と見られるので表面あるいは微粒子に適した形に定式化した結果を報告する。³⁾

$$H = \frac{m}{2} \sum_{l\alpha} \left(\frac{du_\alpha(l)}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} \sum_{l \neq l'} \sum_{\alpha\beta} v(r_l - r_{l'})$$

をエネルギーとする系の原子運動を

$$H = \frac{m}{2} \sum_{l\alpha} \left(\frac{du_\alpha(l)}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} \sum_{\alpha\beta} \sum_{ll'} \phi_{\alpha\beta}(ll') u_\alpha(l) u_\beta(l')$$

の形の調和振子系で近似する。そのとき $\phi_{\alpha\beta}(ll')$ は系の自由エネルギーが極小になるという部分原理からきめると

$$\begin{aligned} \phi_{\alpha\beta}(ll') &= \langle V_\alpha V_\beta v(r_l - r_{l'}) \rangle \\ r_l &= R_l + u(l) \end{aligned}$$

となって、右辺の平均を通して温度に依存する。

右辺は

$$\begin{aligned} &\langle V_\alpha V_\beta v(r_l - r_{l'}) \rangle \\ &= - \int dq V(q) q_\alpha q_\beta e^{iq(R_l - R_{l'})} e^{-\frac{1}{2}q(A(ll) + A(l'l') - 2A(ll'))} \cdot q \end{aligned}$$

のように $A_{\alpha\beta}(ll') = \langle u_\alpha(l) u_\beta(l') \rangle$ と $v(r)$ のフーリエ成分とで表わされ、 $A_{\alpha\beta}(ll')$ はまた $\phi_{\alpha\beta}(ll')$ の関数である。高温近似では簡単になって A と ϕ は逆行列の関係になる。特に変分パラメータを $\phi_{\alpha\beta}(ll)$ 又は $A_{\alpha\beta}(ll)$ に限ると self-consistent Einstein モデルになって $A_{\alpha\beta}(ll)$ は 1 点の Debye-Waller 因子を、 $\phi_{\alpha\beta}(ll)$ は 1 点の振動数を与え実験と直接比べられる量になる。表面あるいは微粒子の場合の一般化した Einstein モデルに対して

$\phi_{\alpha\beta}$ (11) をきめる方程式を導き、それから Debye - Waller 因子の異常性や融解現象の可能性について 2, 3 の推論を試みた。

文 献

- 1) R. F. Wallis et al. Phys. Rev. 167 (1968), 652.
- 2) R. E. Allen and F. W. de Wette, Phys. Rev. 179 (1969), 873.
- 3) 例えは W. Jones and N. H. March, Theoretical Solid State Physics, Vol. 1, P. 296 (Wiley - Interscience, 1973)

表 面 弹 性 波

—絶縁体における表面弹性波の減衰—

北大工 佐久間 哲郎

表面弹性波（以下表面波と略す）とは、そのエネルギーを固体表面から一波長程度の領域に集中させて伝播する弹性波である。固体中を伝播する表面波の減衰の要因は大別して次のようなものがある。1) 表面又は表面附近の結晶欠陥, 2) 热フォノン, 3) 表面波伝播物質中の電子。このうち, 3) については多くの解説があるので省略し、こゝでは 1), 2) について、すなわち絶縁体中の表面波減衰機構について簡単な review を行う。

§1 表面に局在する孤立点欠陥による散乱

バルクフォノンの点欠陥による散乱では、顕著な共鳴散乱が起ることが知られているが表面波の場合も同様な事情にある事が予想される。しかし表面境界条件のため、バルクで用いられた格子グリーン関数法の適用は容易ではない。³⁾しかし、予め自由表面をもつ半無限弹性体中での弹性波の固有解を求めて弹性波の量子化を行えば、⁴⁾この量子（サーフォン）と点欠陥との散乱を場の理論的散乱問題として高次の頃まで考慮して解くことが出来る。その結果、予想通り適当な点欠陥のパラメーターの値に対して共鳴散乱が生ずることがわかった。しかし実際の固体表面は多くの欠陥がクラスターを作り互いに相關をもって分布している場合が多い。

§2 質量密度ゆらぎによる表面波減衰

密度ゆらぎの相關関数を Gauss 型と仮定し（この仮定は本質的でない）、§ 1 で用いたサーフォン理論を用いて、グリーン関数の方法で減衰率が計算される。相關の長さが短かい場合 ω^6 ⁶⁾ 依存性が得られ、この結果は最近の実験と一致している。この方法はバルク波に対しても適用出来、従来の理論と一致する。^{7), 8), 9)}

§3 非調和相互作用による表面波の減衰

表面粗さによらない減衰の要因が非調和項によるものであって、従来古典論が成立する条件¹⁰⁾下では主にフォノンの粘性理論により、また量子論が有効な領域では表面波とパルクの熱フォノンとの非調和相互作用を考慮してそれぞれ減衰率が求められている。しかし更に高周波かつ低温領域になれば、サーフォンが直接熱フォノンの表面モードと結合する確率が大きくなる。¹¹⁾この様な条件下での減衰率は文献¹¹⁾の結果とはかなり異なる結果を与える。実験的にこの様な条件を実現することはまだ可能ではないが将来の興味ある問題である。¹²⁾

文 献

- 1) 例えば御子柴、早川、鳳、高田「表面弾性波と電子の相互作用」基研短期研究会報告：物性研究第21巻(1973), F 10.
- 2) 文献5)にくわしい文献リストあり。
- 3) M. Ashkin : Phys. Rev., 136 (1964), B 821.
- 4) H. Ezawa : Ann. of Phys., 67 (1971), 438.
- 5) T. Sakuma : Phys. Rev., B 8 (1973), 1433.
- 6) T. Nakayama and T. Sakuma : J. of appl. Phys. (to be published).
- 7) A. J. De Vries and R. L. Miller : Appl. Phys. Lett., 20 (1972), 210.
- 8) P. G. Klemens : Proc. Roy. Soc., A 208 (1951), 109.
- 9) J. M. Ziman : Electrons and Phonons (Clarendon 1960) P. 248.
- 10) H. J. Maris : Phys. Rev., 188 (1969), 1308. P. J. King and F. W. Sheard : J. appl. Phys., 40 (1969), 5189.
- 11) A. A. Maradudin and D. L. Mills : Phys. Rev., 173 (1968), 881. P. J. King and F. W. Sheard : Proc. Roy. Soc., A 320 (1970), 175.
- 12) T. Sakuma and T. Nakayama : Appl. Phys. Lett., 25 (1974), 176, JJAP Supplement 2, Part 2 (1974), 893.

中性子散乱によるNi微粒子の表面状態の研究

東大物性研 佐藤正俊, 平川金四郎

強磁性体表面の磁気モーメントの異常の有無は?, もし異常があるとすればどんなものか?と
^{1,2)} ^{3,4)} いう問題がある。Fe, Co, Ni 等の表面からの光電子放出や電子トンネリングの実験によって測

定される電子の磁化の異常をそれらと結びつけて考える見方もある。この問題の研究には中性子を使って表面磁化を見るのが最も直接的である。しかし表面原子数が少ないため感度に難点があつた。ここでは次のような実験を行うことによりその測定を可能にした。1) Ni の微粒子を用いることで表面原子数を増大させた。2) 前方散乱法を用いて微分散乱断面積 $\sigma(\theta)$ を増大させた。3) 偏極中性子を用いてフリッピン比 $R(\theta)$ (中性子スピンと Ni の磁化の平行, 反平行の $\sigma(\theta)$ の比) を見た。 $R(\theta)$ は表面の磁化異常に非常に敏感である。

実際の微粒子はガス中蒸発法によって作成された^{*}もので表面酸化膜 (NiO) が存在している。X線の(111)反射を Ni と NiO についてしらべ、ひろがりと強度比から Ni のみの平均半径を $(25 \pm 2) \text{ \AA}$, NiO の膜を約 5 \AA と決定した。これは電子顕微鏡のデータとほぼ一致する。中性子前方散乱の断面積 $\sigma(\theta)$ の測定には、約 0.3 g の微粒子をバルクの $(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10})$ 程度の密度につめたものを使用した。数キロエルステッドの磁場中では、試料通過前後の中性子偏極率の変化はない。 $R(\theta)$ の解析を行う際に分解能の補正の他に微粒子半径のばらつきを考慮した。半径の分布を $\exp\left\{-\frac{(r-30)^2}{D^2}\right\}$ の形のガウス分布で近似し、粒子の外側の 5 \AA が NiO 内側の半径 $(r-5) \text{ \AA}$ の球を Ni と考えた。この Ni 球の表面での異常は表面のある厚さの層④磁気モーメントがない場合、⑤磁気モーメントが内部に対して反転している場合の 2 つのモデルで考慮された。モーメントの存在するところでは、その大きさがバルクと等しいと仮定した。④と⑤の区別は今回の実験の精度から判定できないが④の場合には 7 \AA 程度、⑤の場合には $(3 \sim 4) \text{ \AA}$ 程度の表面磁化異常層が存在することがわかる。尚 $D \sim 15 \text{ \AA}$ で電子顕微鏡のデータとよく一致する。最後にこの実験で $R(\theta)$ の解析を使わず $\sigma(\theta)$ の結果のみを使用することは困難である。何故なら、上述のパッキング密度の場合異なった、粒子で散乱された中性子間の干渉の効果が無視できないからである。幸いにして $R(\theta)$ はこの干渉効果には鈍感で、表面異常層には敏感なのである。

(*脚注 東大理の小林先生の御好意でいただいた)

文 献

- 1) V. Banniger, G. Busch, M. Campagna and H.C. Siegmann : Phys. Rev. Letters 25 (1970) 585.
- 2) G. Busch, M. Campagna and H.C. Siegmann : Phys. Rev. B 4 (1971) 746.
- 3) P.M. Tedrow and R. Meservey : Phys. Rev. B 7 (1973) 318.
- 4) P.M. Tedrow and R. Meservey : Solid State Commun. 11 (1972) 333.
- 5) P. Fulde, A. Luther and R.E. Watson : Phys. Rev. B 8 (1973) 440.

表面格子振動について

北大触媒研 戸 谷 富 之

表面格子振動の実験的研究には、熱中性子の非弾性散乱と低速電子線散乱（LEED）がある。前者による実験には、微粉末を用いなければならないが、 $\sim 300 \text{ \AA}$ で、かつ表面が清浄なもの¹⁾を、多量に（20%以上）必要とするので試料の調整がむづかしい。Ni、およびPt（未発表）については、既に実験がなされている。

後者のLEEDによるものは、単結晶の与えられた面について実験ができるので、前者に較べ、遙かに詳しい結果が得られている。入射電子の波数ベクターを \underline{K}^0 、反射ビームの波動ベクターを \underline{K}' 、 $\triangle \underline{K} = \underline{K}' - \underline{K}^0$ とすると、Debye-Waller factorは

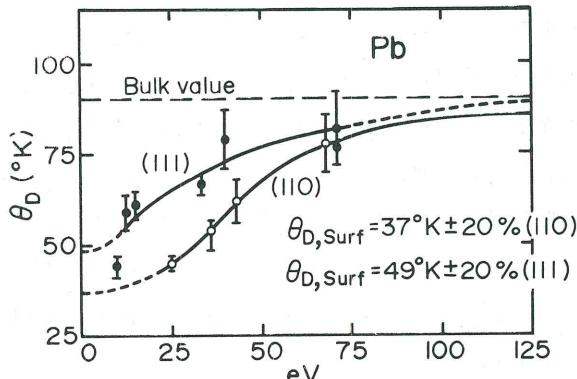
$$\exp(-2W) = \exp\left\{-CVT \cos^2(\theta - \phi) \left[\frac{\cos^2\theta}{\theta^2_{D\perp}} + \frac{\sin^2\theta}{\theta^2_{D11}} \right] \right\}$$

で与えられる。Cは定数、Vは加速電圧、Tは絶対温度、 ϕ 、 θ は表面の法線と、 \underline{K} および \underline{K}' となす角をそれぞれあらわす。 $\theta_{D\perp}$ および θ_{D11} は、表面に垂直および平行な方向の effective デバイ温度で、実験から求められる。加速電圧を小さくしていくと、表面の1～2層の垂直および平行方向の平均の振幅を求めることができる。下図はPbおよびPdの $\theta_{D\perp}$ を加速電圧V(eV)^{2) 3)}の関数として求めたものである。（100）、（110）、（111）等は面指標である。Ni、Ptについても、詳しい結果がでている。

表面格子振動の調和近似での理論的研究については文献7)～12)を参照されたい。

なお、LEEDでは一般に表面の超格子構造が観察されている。また、融解点近くでの表面構造、Super-heatingの問題等が研究されている。

文献5)、6)等の総報を参照されたい。



文 献

- 1) 浜口、坂本、本橋、浅田、坂本、戸谷；日本原子力研究所研究報告 JAERI-M 5266 (1974).
- 2) A.U. MacRae, Surface Sci., 2 (1964) 522.

3) H.B.Lyon and G.A.

Somorjai, JCP 44

(1966) 3707; ibid.,

46 (1967) 2539.

4) R.M.Goodman, H.H.

Farrell and G.A.

Somorjai, JCP 48

(1968) 1046.

5) G.A.Somorjai and

H.H.Farrell, "Advances in Chemical Phy-

sics, ed. by I.Pri-

gogive and S.A.Rices", Vol. XX, p. 215

6) C.B.Duke, ibid Vol. XXVII, P.I.

7) B.C.Clark, R.Herman and R.F.Wallis, Phys. Rev. 139 (1965) A 860.

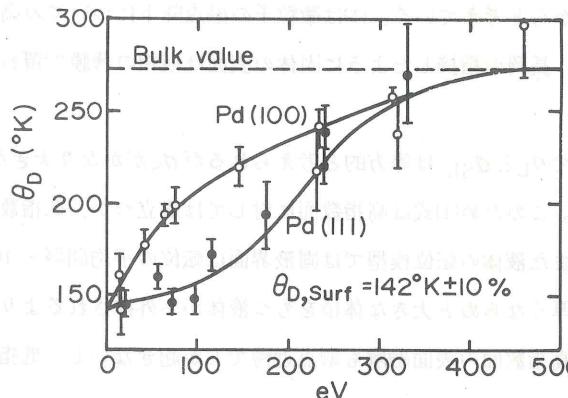
8) R.F.Wallis, B.C.Clark and R.Herman, Phys. Rev. 167 (1968) 652.

9) R.F.Wallis, B.C.Clark, R.Herman, and D.C.Gazis, Phys. Rev. 180 (1969) 719.

10) R.E.Allen and F.W.de Wette, Phys. Rev. 179 (1969) 873.

11) R.E.Allen, F.W.de Wette and A.Rahman, Phys. Rev. 179 (1969) 887.

12) A.A.Maradudin et. al, "Solid State Physics", Supplement 3 (2nd Edition), ed. by F.Seitz and D.Turnbull.



「表面融解」についての一考察

東大理 鈴木秀次

液体の転位模型の立場から表面融解とくに微粒子の融解について考えてみる。すなわち、液体は高密度の転位を含む結晶であり、液体を特性づける原子の運動はこのような転位の運動で記述されるような原子の集団運動であると仮定する。

固体表面、液体表面、固液界面の自由エネルギーをそれぞれ σ_S , σ_L , σ_{SL} とすると、その大小関係が表面融解に大きな影響を与える。金属の界面エネルギーを研究している人達は固体を

過熱することが困難な理由を

$$\sigma_S > \sigma_L + \sigma_{SL} \quad (1)$$

であるからと考えている。(1)は微粒子の融点降下についての高木の説明が成立する上にも必要であるが、長岡の指摘したように固体の表面は液相の薄膜で覆われた方が安定になることを述べている。

(1)式で σ_L と σ_{SL} は等方的と考えられるが σ_S がかなり大きな異方性をもつことはよく知られている。このため(1)式は高指数面に対しては成立つが、低指数面に対しては成立しないと考えられる。また液体の転位模型では固液界面は転位の平均間隔 $\sim 10 \text{ \AA}$ 以上の厚さをもつし、液相はもっと厚くならぬと大きな体積をもつ液体から外挿されるよりも高い自由エネルギーをもつ。このため高指数面の表面融解も融点近傍でしか起きないし、低指数面ではもちろん表面融解は起きないと考えられる。

大きな微粒子では低指数面で囲まれているようでも角の部分に高指数面があり、それらの影響を立入って考察すれば、大体高木の指摘したような融点降下を起こすと考えられる。面心立方結晶の多重双晶微粒子は低指数面で囲まれるので、(1)の条件が成立しなくなるが、これらの微粒子表面層は高い歪エネルギーをもっているので、それによって表面層の融点を降下させている可能性がある。

微粒子が接触するとほとんど瞬間に 1 体となることから、融けているのではないかといわれることがある。しかし液体で物質の流動が速いのはせん断流動を起こすからである。大きな体積をもつとき、せん断流動は変形速度を大きくする上に極めて有効であるが、微粒子では表面拡散による変形とほとんど差はない。すなわち、流動性からみても微粒子では粒径の小さいほど固体と液体の差はなくなる。液体の転位模型では直径 10 \AA 以下の微粒子では固体と液体の差は全くないし、 $10 \sim 100 \text{ \AA}$ で固体と液体の相境界はボケたものとなる。微粒子の表面に原子空孔ができる過程は協力現象的となると考えられ、それに伴う転移点がみられる可能性がある。転位模型ではそれは固液相転移と無関係と考える。

融解について

九大理 吉田 健

Bulk な系の融解は系の表面の効果なしに内部で自発的に起り得る。しかしその機構はまだ解明されていない。結晶が表面から融け始めるときにも、その進行は内部で用意されている。しか

し微粒子が結晶的か微粒子的かを決める条件は bulk の場合とは違ってくるはずで、それは今後の研究にまち、研究会では bulk の融解について主な考え方や理論を紹介した。

最近の計算機実験は剛体球系の相転移をほぼ確かめたが〔 R.J. Alder and T.E. Wainwright, J.Chem.Phys. 27 (1957), 1208 ; Phys.Rev. 127 (1962), 359. W.G. Hoover and F.H. Ree, J.Chem.Phys. 49 (1968), 3609 〕、逆ベキ斥力系〔 W.G. Hoover, M. Ross, K.W. Johnson, J.A. Barker and B.C. Brown, J.Chem.Phys. 52 (1970), 4931. W.G. Hoover, S.G. Gray and K.W. Johnson, J.Chem.Phys. 55 (1971), 1128 〕、Lennard-Jones 系〔 J.P. Hansen and L. Verlet, Phys.Rev. 184 (1969), 151. J.P. Hansen, Phys.Rev. A2 (1970), 221 〕、クーロン系〔 J.P. Hansen, Phys.Rev. A8 (1973), 3096. E.L. Pollock and J.P. Hansen, Phys.Rev. A8 (1973), 3110 〕などでも行われている。融解にとって斥力相関が本質的だという認識は深まりつつあるが、Lindemann の melting criterion も大体よい〔 A.K. Singh and P.K. Sharma, Can.J.Phys. 46 (1968), 1677. V.V. Goldman, J.Phys.Chem.Solids 30 (1969), 1019. M. Ross, Phys.Rev. 184 (1969), 233. J.N. Shapiro, Phys.Rev. B1 (1970), 3982 〕。融解の機構により立ち入った計算機実験は日本とデンマークのグループで行われつつある〔 Y. Hiwatari, H.Matsuda, T.Ogawa, N.Ogita and A.Ueda, Prog.Theor.Phys. 52 (1974), 1105. 萩田・上田・小川・樋渡・松田, 物性研究 Vol. 24, no. 1 (1975), A90. R.M.J.Cotterill, E.J.Jensen and W.D.Kristensen, Phys.Letters 44A (1973), 127; Phil.Mag. 27 (1973), 623; 30 (1974), 229, 245 〕。

最近、有効剛体球という考え方で液相の自由エネルギーが結晶のそれと同程度に計算できるようになった。原子間相互作用を与えると、融点やエントロピー変化、体積変化等はかなり正しく理論的に求められる。アルゴンはもとより〔 G.A. Mansoori and F.B. Canfield, J.Chem.Phys. 51 (1969), 4958, 4967. M. Ross, Phys.Rev. A8 (1973), 1466 〕、凝ポテンシャル法と組合せて金層でも計算が実行されている〔 D. Stroud and N.W. Ashcroft, Phys.Rev. B5 (1972), 371. D.J. Edwards and J.Jarzynski, J.Phys.C5 (1972), 1745. H.D. Jones, Phys.Rev. A8 (1973), 3215. G.L. Warren and W.E. Evenson, Phys.Rev. B11 (1975), 2979 〕。

結晶相からみた Lindemann Criterion に対応して、液相からみた freezing criterion が有効剛体球の充填率一定という形で提出されている〔 N.W. Ashcroft and D.C. Langreth, Phys.Rev. 159 (1967), 500. T.Yoshida and S.Kamakura, Prog.Theor.Phys. 52 (1974), 822. T.Yoshida, Prog.Theor.Phys. 53 (1975), 1539 〕。微粒子でこれらの

criteriaを調べるのは興味がある。

格子欠陥と秩序無秩序転移の観点でのLJD理論からの発展もあるが〔H.Mori, H.Okamoto and S.Isa, Prog.Theor.Phys. 47 (1972), 1087; 48 (1972), 731, 1474; 50(1973), 1248. T.Yoshida and S.Kamakura, Prog.Theor.Phys. 47 (1972), 1801〕。格子振動からみる結晶の不安定性の議論〔Y.Ida, Phys.Rev. 187 (1969), 951. H.Fukuyama and P.M.Platzman, Solid State Comm. 15 (1974), 677; Phys.Rev.B 10 (1974), 3150〕との統一が融解理論では求められているようと思ふ。そのためには融解前駆現象〔G.Fritsch and E.LüScher, Phys.Rev.B 4 (1971), 3292. K.Handa, Prog.Theor.Phys. 52 (1974), 385〕をきちんと調べることが必要であろう。

液体状分子配列と微粒子

原研 古川和男

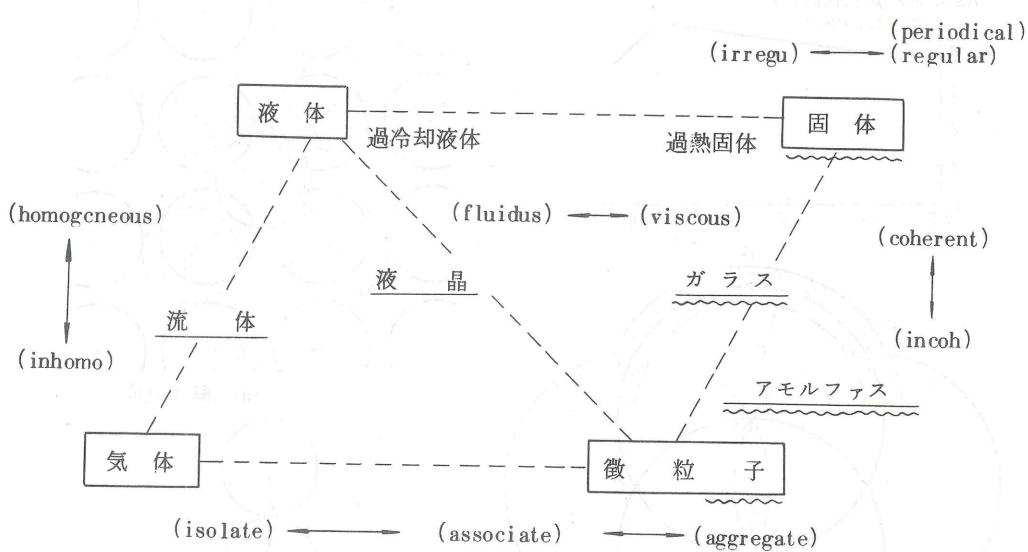
微粒子は液体状態の本質を考える上で有効な場でありうる。その考察を進める場合にヒントとなるかと思われる話題を少し示してみたい。

我々が複雑多岐にわたる諸物質の状態・構造につき理解を深めるには、単純物質について厳密な数学的理論を展開するだけでなく、少くも単純物質についてその本質が直観的に明かとなるような明快で示唆に富む構造模型をまとめておく必要があるであろう。このような観点から見ると、液体構造に関する最良の教科書は古くなったが30年前の石田先生のものだと思われる。⁽¹⁾

我々もこの方向で20年来少し仕事をしてきた。〔概要は例えば(2)参照〕。そして指導原理としまずBernal教授の「液体は結晶的な領域を含まず(A)、また他分子を納めうる程度の穴もない(B)homogeneous(C), coherent(D), irregular(E)な分子集合体」という考え方を活かそうと努力して来た。〔私はこれに少くも“fluidus(F)”を加えないと液体にならないと考えている。〕^{(2), (3)}

液体というとらえにくい状態を他の状態と区別する本質に関して述べられたものであるから、これらは依然充分には規定されていない。しかし、例え第1図を眺めつつ考えてみていただければかなりその意図が明かとなるであろう。

Amorphous, Glass状態(そして現実的にはSolidも)は明かに非平衡状態であり、それ



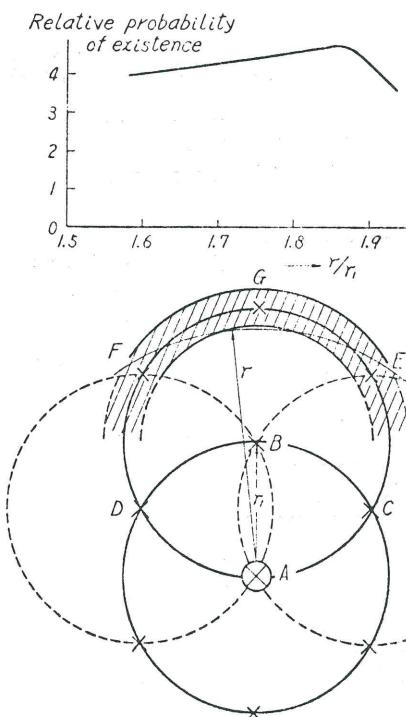
第1図 物質の状態とその特長

から第1図の下および左に向って存在する Liguid および数十～数百分子からなる微粒子は明かに熱平衡状態にある。それは fluidus [即ち構造変化のかかわる緩和時間が短い] 状態にあると理解できよう。Liquid では内部の本質的構造がこれにかかり、また微粒子では表面の自由さが助けてくれると理解されるべきである。

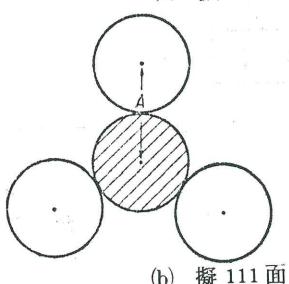
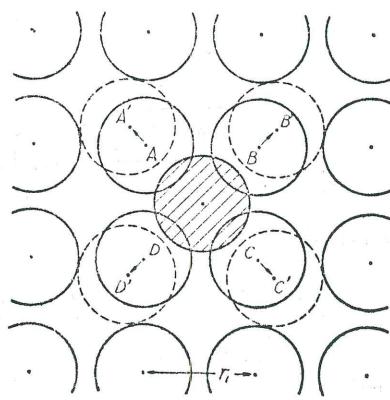
我々は液体状分子配列が実現する機構には、第2近接分子の配置まで考察すれば充分と考えて (3), (4) いる。「融点直上の単原子液体構造模型」によれば、平均第1配位数は $12 \times 90\% = 10.8$ 位であることを示しているので、第2図においてBの周りを考えるとAに原子が居るならC点には殆んど居ない。少くも針線球殻領域には原子の存在確率はほぼ均一である。これが動径分布曲線で特長的にブロードな第2極大の位置が、第1極大の約1.85倍であるのを説明する。また非常に位置交換容易な (fluidus) 充填状態にあることも説明できる(第3図)。

これらの事から推察して行くなら、2, 3分子先を見ると自由表面があるような極微粒子が、融点以下でも充分安定に“液体”であることは予測できそうである。しかしもっと大きい微粒子では、比較的核がなく急冷されやすいので逆に“glass”になっている場合も多いのではないかろうか？(第1図)。

液体の転位模型では3分子毎に転位があることであるが、そうであるなら我々の模型とも (5)



(3)
第2図 液体動径分布曲線第2極大の模型的説明



第3図 融点直上の液体における剛体球充填度。
見やすいように f, C, C,
で近似してある。
斜線球は余分に押込まれ
た分子。

遠くはない。上記の(A)は維持でき、(B)も概念的には間違っていないと考えたい。瞬間的には特異な状態があるにしても、irregular(E)でありつつ時間平均において充分 homogeneous(C),
⁽⁶⁾ dynamical(E)な構造として液体をとらえつつ、極微粒子の computer simulation の結果を眺めてみると、種々面白いことや納得のいかないことが目に付くようである。

文 献

- (1) 石田盛和：“液体構造論”（昭22）共立出版。
- (2) 古川和男：物性研究 19 № 5 (1973) B 35.
- (3) K. Furukawa : Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. A12 (1960) 368 ; Nature (1959) 1209 ; 物性論研究, 第2集 5 (1959) 692 ; 金属物理 5 (1959) 99.

(4) K. Furukawa : Rep. Prog. Phys. 25 (1962) 395 ; JAER 1-memo-1106 (1963).

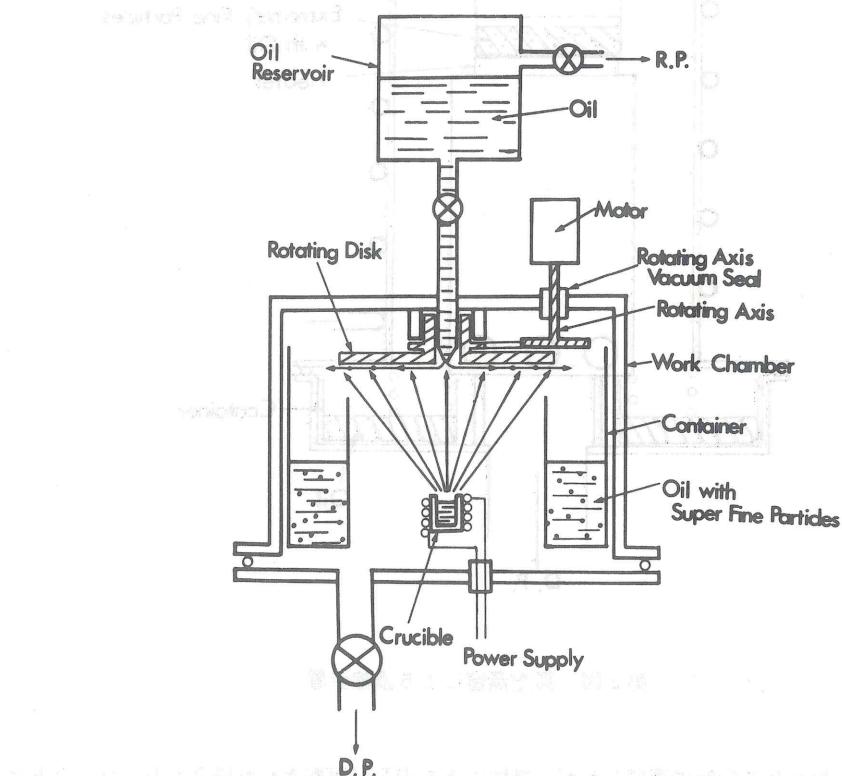
(5) 鈴木秀次：日本金属学会会報：13(1974) 773.

(6) 川村 清：本研究会；特にMcgintry : J. C. P. 58 (1973) 4733. 本研究では、この装置を用いて、超微粒子の蒸着法による蒸着室中の粒子の濃縮を試みた。

油の中に分散した超微粒子の濃縮

名大工 八 谷 繁 樹, 林 孝 好

金属を普通の真空蒸着法と同様に、蒸気圧の低い油面上に蒸着することにより、超微粒子を作製した。第1図はこの目的に作られた蒸着室を模式的に示したものである。超微粒子の収量を多

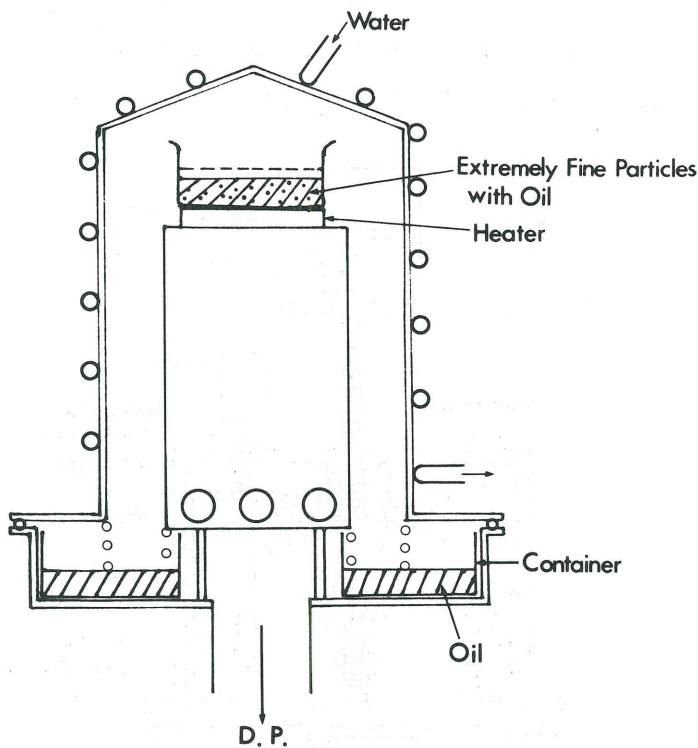


第1図 超微粒子作製装置

くするため、常に新しい油面が下地になるように工夫されていて、油は回転板の中心部から供給され、板の遠心力によって外方向に流れる。蒸発源から来た金属原子はこの動いている油面上で

超微粒子に成長し、油と共に容器の中に送り込まれる。

こうして作られた油の中に分散した超微粒子（以後、油粒子と呼ぶ）を濃縮する方法として、今回は、真空蒸留による方法を報告する。第2図が蒸留装置の模式図である。熱せられた油粒子から油が蒸発し、分子流となって排気系の向きに進むうちに水により冷やされた壁に衝突し、凝結する。付着する油の量が増加すると、油はしづくとなり、壁を下につたわりおち、油だめに集まる。こうして油粒子は粒子の濃度を増加する。



第2図 真空蒸留による濃縮装置

比較的低いと思われる温度で蒸留したが、焼結による成長が観察された場合もあった。たとえば、AgおよびAuの場合、蒸留する前には平均粒径が約 50 \AA の粒子が、 100 、 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ で約1時間蒸留すると、粒子は各々粒径約 200 \AA 、約 $1,000\text{ \AA}$ に成長した。一方、Pdの場合、前者の場合と同じ蒸留温度および時間にしても、平均粒径が 50 \AA の粒子は成長しなかった。但し、油の中に分散した粒子の重量パーセントはいずれの場合も大体 0.01% であった。

Ag および Au が 100 ℃ で成長するのに、Pd が成長しないのはどうしてか。Pd より高融点である Pt が 150 ~ 200 ℃ で焼結する（戸谷：本研究会講演）ことを考えると、単に、融点だけでは説明されないと思われる。

物性研究所談話会

日 時 7月7日(月) 午後4時～
場 所 物性研究所A棟2階輪講室
講 師 斯波弘行
題 目 de Haas-Van Alphen 効果から見た稀薄近藤合金
要 旨

de Haas -Van Alphen (DHVA) 効果はフェルミ面のある一部分を選んでとり出せるという意味で、他の測定手段とは異なる特徴をもっている。それを生かした DHVA 効果による稀薄近藤合金の研究は、1963年の最初の実験以来、既にかなり蓄積されてきた。

談話会では今後どんな合金について実験され、どう解釈されてきたか、まとめて紹介する予定である。

日 時 7月14日(月) 4時～
場 所 物性研究所A棟2階輪講室
講 師 Prof. Donald S. Mc Clure
プリンストン大学
題 目 The Vacuum Ultraviolet Spectra of Transition Metal Ions in Fluoride Host Crystals.
要 旨

Absorption bands in the region from 40,000 to 80,000 cm⁻¹ have been found for the divalent ions of V, Cr, Mn, Fe, Co, and Ni in the host crystals KMgF₃, CaF₂, MgF₂, LiF and NaF. The lowest energy band of each ion lies near the energy of the 3d - 4s transition in the free ion, when a correction is made for the crystal field stabilization of the initial and final states. Thus the transition metal ion does not act as an electron acceptor in a charge transfer transition as it does in the case of most other host crystals such as oxides and chlorides. Considerable experimental evidence supports the 3d - 4s assignment, in addition to the energy coincidence. Thus the effect of reducing the lattice constant of the host crystal is to increase the transition energy, as would be expected of a diffuse upper state orbital. The transitions are undoubtedly parity forbidden (3d - 4s is g-g), as shown by the sensitivity of the transition strength to temperature when the impurity site is centrosymmetric, or the sensitivity to the location of the charge

compensator in the case of a divalent ion in a monovalent site. We made a considerable effort to prove that the absorption bands observed were due to the ion which was doped into the crystal, and carried out extensive ESR studies and chemical analyses to this end.

There are additional weak absorption bands extending toward the cutoff of the host crystal, not all of which have been completely investigated yet. An attempt to assign all of the bands consistently shows that there must be considerable configuration interaction probably involving the host crystal. Thus these transitions which at first seemed to be another example of localized transitions are probably not quite localized.

(講演の題名と講師の名前)

講演大綱

日 時 8月29日(金) 午後2時~

場 所 Q棟講義室

講 師(1) Prof. Ferd Williams

デラウェア大学

題 目 "Theory of Electronic States and Radiative Transitions of Donor - Acceptor Pairs in Semiconductors"

講 師(2) Prof. Carson D. Jeffries

カリフォルニア大学

題 目 "Electron - Hole Condensation in Pure Germanium"

（講演の題名と講師の名前）

物性小委員会報告

1975年4月6日 9:30~15:00 於京都大学理学部化学第一会議室

出席者 宮原, 中山, 真隅, 勝木, 佐々木, 久保, 斎藤, 森, 三輪, 白鳥, 豊沢, 渡部, 長岡,

中野, 横田, 目片, 植村, 国富(委員外)

報告事項

1 1974年度会計(真隅)

未確定の部分があるので暫定的な報告があった。

協議事項

1 日米化学協力(宮原)

「中性子散乱」に関する日米科学協力について阪大国富氏から出席して説明したいという申入れがあった。形式の問題でなく、多くの人に知ってもらって協力を得るという点からも物小委で議論するのが望ましいという発言の後、国富氏の説明に入った。

国富：H F I R（高中性子束炉）をもつOak Ridge国立研と中性子散乱を日米科学協力で進める計画である。規則合金NiPtのPhonon Spectrumのgapを測定し、CPA理論と比較する。測定するenergyが60 meVと高く、高中性子束炉を必要とするので原研ではやれない。理論グループとも協力してやりたい。Wilkinson氏は早期実現を希望しているが、文部省の49、50年概算要求では認められなかったので学振に申請したい。同様の計画は星埜、白根両氏の間でも進められている。

宮原：日米科学協力は科学者間より先に政府間協定としてできた。最初の二国間協定でその後日英、日仏がでてきたが日米は別扱い。学振では形式上一括になっているが。

白鳥：規模はどれくらいか。

国富：二年間で何人かが何ヶ月かずつ行き、最後に日本でまとめの会議をやる。予算は200～300万円程度。

久保：物小委に報告する必要はないと思う。日米だけを取りあげるのは問題だし、10年前と事情も変わっている。

中野：過去に問題になった経過から考えると、ここに出される理由はある。

中山：ここに持出すのが望ましいという確認をしたことがある。

2 IUPAP委員の推薦(豊沢)

物研連から固体物理関係の委員を物小委で推薦してほしいとの依頼があった。松原氏を推薦。

3 物小委、百人委選挙規定について（中野）

前回の議論をふまえて作成された中野案について議論する。物小委の選挙規定：物研
三輪：補欠規定は物小委には必要だが百人委には不要。

植村：選出された委員が物性グループに所属しなければならないというは強過ぎる。

久保：物小委、物性グループが現状では必ずしも物性研究者全体を代表していない。原理的
な問題で学術会議の下部機構だったり公的権限ももつて問題は複雑。

中野：この項を削除する。

勝木：地区別だけを問題にするのはよくない。それ以外の差が大きい。

斎藤：私大、地方大が入れるよう配慮してほしい。

植村：8名連記はその精神。

横田：公示と実施を別にすると二度手間。

中野：実施を〆切と変える。

白鳥：この案は少くとも百人委員に賛否をきくべきだ。

宮原：本日決定した選挙規定案を百人委に賛否投票を事務局にお願いする。

中野：実施は幹事が投票依頼をし、事務局で集計する。4月末〆切。

宮原：物研連が決まるのは6月頃、第一回の会合で物小委をおくかどうかきめる。

横田：百人委選挙の公示 7月1日、投票〆切9月、物小委の選挙公示9月1日、〆切10月末
になる。

4 基研研究部員の選出規定について

他の選出すべき委員と一緒にまとめて考える。

5 私大と共同利用研の関係について（斎藤）

法則等から1基研、物性研、2 計算機センター、3 高エネルギー研の三種に分類できる。
基研、物性研等の共同利用研は、国立大学設置法で「国立大学の教員およびその他の
者が研究するため」と規定されているのにたいし、センター等は国立大学施行規則で「大
学の教員およびその他の者」となっている点で最も共同利用の趣旨にあっていている。高エネ
ルギー研は国立大学のための研究所と規定されている。

共同利用研での私大にたいする差別としては1 旅費において教授を助教授と読みかえる
等格付けの変更をすること。2 外国人でもなれるのに私大教官は客員になれないこと。

3 機械装置の貸与をしないこと等である。計算センターに問題がないのではない。私大の利用が多いのに利用代金が直接大蔵省へ入
るので歓迎されない。

長岡：公立にも同様の問題がある。

宮原：物性研の客員研究員では公立、私立を差別しなかった。客員教授は併任になるので、任期が切れた時元のところが採用してくれれば問題がない。

勝木：併任の時やめなければならないのが問題。

斎藤：旅費の読みかえは局長通達で多少改善された。基研、物性研では差別がないよう努力されたが本質的に差別がないというのではない。これからモデルになるという点で高エネルギー研が問題、文部省には大学院大学の充実は国立という考え方がある。国が先にあって都合のよい研究をやらせるという考え方は逆立だ。

中山：教養は国立大の中でも差別されている。

三輪：共済組合が私学との人事交流をさまたげているといった問題にとり組むために小委員会をつくっては。

植村：いろいろなレベルの問題がある。物小委は無力なので私大協とか学術会議があつかうべきだ。

中野：研究者自身が差別を認めていることが問題なので、いろいろなところで議論することが必要だ。

長岡：物性研の客員部門の問題もあるので物小委でも考えなければならない。

豊沢：物性研では加藤氏を併任に、山口氏を客員研究員にし実質的に処理した。それ以上は制度の問題だ。

斎藤：物小委では一般論でなく、具体的問題をとりあげるのがよい。例えば分子科学研究の制度上の問題等を調べてあらためて提案する。

6 佐々木案について

佐々木：趣旨は何度も話しているので、要点だけ話すと物性研究のレベルの向上のために対象をしぼった小規模施設をつくり、特徴ある研究を育てその大学の大学教育に役立てることを目標とする。

白鳥：第二物性研を作ることはあまり適当と考えないので、佐々木提案に賛成する。特定研究は配分して終りというのではなく、アフターケアをするべきだ。

真隅：物性研究は長期で考えるべきだ。実験は進歩したようだが基礎体力が不足している。その意味で佐々木提案に賛成した。

佐々木：例えば、信貴グループはわずかな投資で超低温ではトップレベルにある。そのような芽を育てたい。

白鳥：すでに設備があって成果のあがっているところにしか配分されないと特定研究の二

の舞になるのではないか。

斎藤：20の拠点のうち半分認められると旧帝大と同数になり大きいところを大きくするだけではないか。

佐々木：そのような意図はない。このような施設を大きい大学につければそれは格差助長になり、小さい大学につければその中に大きなストレスを作るだろう。しかしそのストレスは受け入れるべきだ。

横山：施設の中心になる人がいなくなったりアクティビティーが減った時にどうするかが問題だ。むしろ科学研究基金的なものをふくらませることは考えられないか。

勝木：トップレベルをどうのばすかという議論が物小委ではアピールする。小さい大学でトップレベルの研究ができる可能性は少ないが、シビルミニマムとしての最低条件を満たすために経常研究費を増やすことが必要だ。

佐々木：ある種のストレスを持込んでかさあげの原動力とすべきではないか。

長岡：たえず施設を作らなければならないというジレンマにおち入るのではないか。制度だけでは同じ失敗をするのではないか。投資が小さくても大阪市大のように立派にやれりという実例もある。

佐々木：それは認識不足である。大阪市大では非常に苦労している。

斎藤：低成長で社会的不公正を是正することを一つの目標とすべき時代だ。佐々木提案が不公正の是正に役立つかどうかが問題だ。

真隅：mKの実現を応援すべきだというのはトップレベルというよりハンダづけをはじめとする技術の積重ねを評価するからだ。基礎体力というのはそういうことだ。

横田：佐々木提案はトップレベルを必ずしもばそうということではない。研究を活発にしているのが、10大学だけだというのが異常なのだ。地方大学の充実という点で佐々木提案には積極的意味をもっている。

白鳥：20の施設を作れという学術会議の観告だけでは大きい大学にできるだけである。

長岡：事務局報に各自の意見をまとめて出すこと。概算要求の経過を調べる調査委員会を作ることを提案する。

中野：長岡提案を一つの結論としたい。調査委員会については委員長、幹事で相談する。

物性小委員会報告の訂正について

前号（第15巻第2号、1975年7月）物性小委員会報告中、訂正箇所が若干ありましたので、下記のとおり訂正してお詫びいたします。

訂 正 表

○ 22頁 19行目

誤 文

勝木：佐々木案の前半は全く同感、中間部分に異議がある。基礎工、物性学術等を考えると投資は決して少くなかった。

訂正文

勝木：佐々木案の前半は全く同感、中間部分に異議がある。基礎工、物性学科等を考えると投資は決して少くなかった。

○ 22頁 27行目～31行目

誤 文

真隅：数物系は他の分野にたいするサービス機関になっているので、多いこともあり得る。しかし、これまでの現実では投資は化学や結晶より物性が少ない。物性は小さな投資の積重ねが必要だから、物小委でもまず物性の基礎と発展のさせ方についてP.F.につぎ込むのは不健全、佐々木提案には基本的に賛成する。後は具体案次第だから公募すればよい。

訂正文

真隅：数物系は他の分野にたいするサービス機関になっているので、多いこともあり得る。しかし、これまでの現実では投資は化学や結晶より物性が少ない。物性は小さな投資の積重ねが必要だから、物小委でもまず物性の基礎と発展のさせ方について考えるべきである。場あたり的な考え方でP.F.につぎ込むのは不健全、したがって、佐々木提案には基本的に賛成する。後は具体案次第だから公示して募ればよい。たとえば、基礎分野として超低温は如何？

○ 23頁 3行目

誤 文

真隅：結構だが一方実験分野は積重ねが不可欠なのでその点理論の方法も浮かれた計画でな

く地道な努力を実らせるよう忍耐力をもってほしい。

訂正文

眞隅：結構だが一方実験分野は積重ねが不可欠なのでその点理論の方々も浮かれた計画でなく地道な努力を実らせるよう忍耐力をもってほしい。

~~~~~  
物性研ニュース  
~~~~~

人 事 異 動

固体物性部門 教 授(併)	佐 川 敬	50. 6. 30	任期満了
固体物性部門 助 教 授(併)	加 藤 利 三	50. 6. 30	任期満了
固体物性部門 教 授(併)	佐々木 泰 三	50. 8. 1 ~ 51. 6. 30	併 任
固体物性部門 助 教 授(併)	石 井 武比古	50. 7. 1 ~ 51. 6. 30	併 任
理論第3部門 助 手	中 西 一 夫	50. 8. 1	採 用
理論第1部門 助 手	稻 垣 睿	50. 8. 16	採 用
結晶第1部門 助 手	安 藤 正 海	50. 9. 1	休 職

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A.

- No. 704 Hysteresis in the Pressure-Volume Relation and Stress Inhomogeneity in the Composite Material, by Yosiko Sato, Takehiko Yagi, Yoshiaki Ida and Syun-iti Akimoto.
- No. 705 Relaxation Time of Electrons in Graphite in Cyclotron Resonance, by Hiroyoshi Suematsu.
- No. 706 Perturbation Analysis on Orbital-Degenerate Anderson Model, by Akio Yoshimori.
- No. 707 X-Ray Intensity Measurements on Large Crystals by Energy-Dispersive Diffractometry
II. Energy Dependences of the Friedel Pair Intensities and Their Ratio near the Absorption Edge, by Tomoe Fukamachi, Sikeaki Hosoya and Masahiko Okunuki.
- No. 708 Cooperative Radiation from Highly Excited Magnetic Insulators, by Katsuhiro Nakamura and Satoru Sugano.
- No. 709 Critical Heat Capacities of Two-Dimensional Ising-Like Antiferromagnets K_2CoF_4 and Rb_2CoF_4 , by Hironobu Ikeda, Ichiro Hatta and Mitsuru Tanaka.

- No. 710 Compton Profiles due to the Band Electrons in Metallic Vanadium and Chromium, by Shinya WAKOH, Yasunori KUBO and Jiro YAMASHITA.
- No. 711 Vibronic Problem for the Relaxed Excited State of the F-center in Alkali Halides. I. Vibronic Energy Schemes, by Yosuke KAYANUMA and Yutaka TOYOZAWA.
- No. 712 Vibronic Problem for the Relaxed Excited State of the F-center in Alkali Halides. II. Analysis of the Experiments, by Yosuke KAYANUMA.
- Ser. B.
- No. 16 Transformation Matrices for pd^N Electron System in a Cubic Field, by Tsuyoshi Yamaguchi and Chikatoshi Satoko.

編集後記

本号より4号にわたって、豊沢一長谷川のコンビで物性研だよりの編集を受持つことになりました。

新任の安岡所員に、着任の抱負を語っていただきました。また、今年7月退任された、佐川敬氏（現 東北大）は、物性研に客員部門の制度が発足して以来、「初代」の客員所員でいらした訳ですので、在所中の思い出と共に、客員部門制度についての感想や意見をも書いていただきました。

物性研にも、連日30度を越す暑い日が続いております。暑中にもかかわらず原稿を書いてくださった執筆者の方々に、改めてお礼申上げます。

東京都港区六本木7-22-1

東京大学物性研究所

長谷川 秀夫

豊 沢 豊

◎ 次号の〆切は10月10日です。

