

物性研だより

第10卷
第5号
1970年12月

目 次

○新しい研究所への夢	石川 義和	1
○物性研に着任して	平川 金四郎	10
○内と外から見た物性研	津田 惟雄	13
研究室だより		
○芳田・吉森研究室Ⅲ		17
短期研究会報告		
○液体金属の構造と物性		25
物性研談話会		27
物性小委員会報告		29
物性研ニュース		
○昭和45年度後期短期研究会追加公募		37
○三宅教授退官記念講演会のお知らせ		37
○昭和46年度前期共同利用について		38
○昭和46年度前期外来研究員公募		39
○昭和46年度前期短期研究会公募		43
○昭和46年度共同研究公募		44
○助手公募		49
○テクニカルレポート新刊リスト		51
○編集後記		52

東京大学物性研究所

新 し い 研 究 所 へ の 夢

東北大物理 石 川 義 和

1. 物性研に望む事 一 序にかえて 一

ほとんど創設期からはじまって 10 年以上働いていた物性研を去ってすでに一年になります。日本における物性研究のセンターといわれた物性研を去って、草深い東北の田舎に引越すという事は、最初私にとって可成りの決断を必要としました。最終的に私にこのような決心をさせたものは、仙台という小さな都会と、東北大学の大きな計画を実現させるバイタリティに魅力を感じたせいもありましたが、最も強く作用したのは「物性研の先生には任期が必要である」という内外の批判と私の信念でありました。一年たって反省してみて、私はやはり物性研を出て良かったと思っています。その第一は、われわれ出たもの後に新しく物性研に赴任された方々の行動を眺めて見ますと、10 年間の在職の終りに私などがほとんど失いかけていた活気と希望に溢れておられることがよくわかります。そのような方々が今の物性研の若さと魅力の中心になっていると言ったら過言になるでしょうか。一方出て行った私も新しい環境ですでに多くの事を学びましたし、何よりも何もない状態から建設しなければならないことで真剣です。「常に新しい事を追い求める事を職業とする研究者にとっては、10 年ごとに職場を代えることは良い事だ」と言われた先輩がおられます。これはたしかに楽ではありませんが真理を語っているようです。

今から 10 年以上まえ、まだ経済的にもそれほど豊かでなかった日本に、当時としては超近代的な物性研が出来た事は、日本のみならず世界で驚くべき事でした。8 年程前に私がヨーロッパやアメリカを訪れた時、私が物性研より魅力を感じた研究所は非常に数少なかった事を記憶しています。ところが今度再びヨーロッパに行ってみると、その事情は逆転しているのを強く感じました。当時物性研よりは設備の貧弱であった研究所が、今日ではるかに近代的に装備されているという事も事実でしたが、10 年以上前にわれわれが物性研に対して抱いた「物性研究のセンター」というイメージの研究所がヨーロッパに出来つつあるのを知って驚きました。*)

私を含めて物性研究に従事している多くのものが現在でも日本にそのようなセンターがあることを望んでいるのは事実ですし、又、現在の物性研がそのようなセンターとしての魅力を充

*) グルノーブルの I.L.L (Institut von Laue-Paul Langevin) や
西ドイツの研究所。

分に備えていない事は内外共に認めるところです。1年前から物性研の将来計画が特に物性研の内部で真剣に議論されて来ています。私の個人的な意見では、物性研が物性研究の日本のセンターとして存続する道は唯一つ、もっと人事の交流を良くする事以外はないと思っています。物性研の大きな業績の一つと数えられている若い優秀な研究者を育てて外部に送り出したという事は、助手に任期制があったからです。

私は「物性研は魅力が減った」といったような事を書きました。しかしこれは昔の物性研に比べてあって、日本の他の大学の研究室に比較してみると、今なお研究のやり易さ、設備、陣容に於いて物性研は一段と優れています。教育の義務がないこと、共通施設が専任の技官と共に良く設備されていることーこれも物性研にいた時はまだまだ不充分だと思っていましたがー、又常に多くの研究者が出入りしており研究の刺激が多いこと、どれもが設備が貧弱で学生の数ばかり多い学部に比べたら羨ましい限りの環境です。若くて有能な研究者がもっとそのような環境に送りこまれ、一定期間一つの研究に専念出来たらどんなに有効ではないでしょうか。そのような人々のために物性研が充分のお金を国からとってくることは、新しい研究所の建設などに比べたら比較にならない程易しいことです。一人当たり2,000~3,000万円程度の金額ですから、もし物性研の新任教官には科研費一般Aを優先的にあげるといった事が一般ルールとしてきめることができれば、現行制度でも可能です。しかしそのためには、すべての研究に期限をつける事、又出て行く時には今まで使っていた装置を全部持って行くといった事を習慣化しなければ全国の研究者の支持は得られないでしょう。

以上が私が現在の物性研に望む私の勝手な希望です。しかしこの様な望みは現実にはそう簡単に実現出来るものとも思っていませんでしたし、私自身何時の頃からか新しい物性センターの出現を夢見るようになってきました。そしてもし私が物性研を出るときはその様な研究所を作ってそこに転出したいと考えておりました。その様な私の期待は現実には実現しませんでしたが、新しい研究所に対する夢はより固まってきました。そのような夢を語る人が日本で最近少なくなったような気がしますので、私の夢を語り、多くの人にそれを批判して頂きたいと思っています。

2. 新しい研究所で最も重要なのは人である。

私は最近ピエール・ド・ラティルの書いたエンリコ・フェルミ（河出書房新社）を興味深く読みました。フェルミはいうまでもなく「今世紀で最も多くの頂上を極めた人」で、フェルミ統計の創始者としての理論物理学者として、中性子による核反応ー特に熱中性子によるーの研

究をやった実験物理学者として（これで彼はノーベル賞を受けた）、又原子炉を初めて作った工学者（エンジニア）として輝かしい業績を残しています。私は最近熱中性子を相手にするようになって来ましたので、彼のやった仕事に特に関心を持つようになったのですが、自然科学的には可成り後進国であった当時のイタリーに突如発生し、熱中性子の核反応という素晴らしい仕事をやってのけたフェルミ達の実験グループがどのようにして形成されたかという事に大へん興味を持ちました。最初私は、フェルミという大変優れた研究者がいたので、そこに優秀な人々が必然的に集って来てあの研究グループが自動的に出来たのだと思っていました。しかし上記の本を見ると事実は全く違う事がわかりました。その本によると、当時ローマ大学物理教室の主任であったコルビーノ教授がフェルミの為に先ず新しいポストを作つて彼を招聘しただけでなく、彼の協同研究者としてアマルディ、セグレ（この人もノーベル賞をもらった）、ラゼットといった人々を多くの大学の中からより分けて連れて来た事がわかりました。すなわちこの有名なイタリーの4人集団はコルビーノの政治的配慮で出来た人工集団だったのです。研究所が生れる時最初に考慮されるのは「装置」でなくて「人」であるとこの物語は我々に教えています。如何にして優秀な研究者を集められるか、ここに新しい研究所が成功するか否かが掛っています。

デンマークのリセ原子力研究所に数年前から中性子散乱のグループが出来ましたが、そのグループがこの数年間に中性子散乱では世界で最も優れた仕事をするグループになりました。物性研究にはほとんど歴史らしい歴史がなかったデンマークでどうしてこの様なグループが突然出来たかという事も私達この方面の専門家には大きな興味でしたが、尋ねてみると次の様な答が返ってきました。「デンマークには原子核ではボアーや以来の輝かしい伝統がある。物性にはそれがないので、何かを育てようと決め、それを中性子散乱に集中した。」そこで多額の金と優秀な人材がここにつき込まれたのだそうです。いわばこれも人工集団の結果と考える事が出来ます。リセのグループが成功したもう一つの理由でフェルミグループとの類似点があります。それはどちらも実験のよくわかる理論家がそのグループを強力に指導しているという事です。少なくとも磁性に関する限り日本ほど優れた理論家が多く居る国は世界にありません。しかしその理論家の中で本当に強力に実験グループを指導して行ける能力を持った方は数少ないのではないかと思います。

能力がないというよりか、能力を持とうとされないので現状です。新しい研究所が実現するためにはまずこのような理論家の協力がまず必要です。私はこの種の理論家が日本に育成される事を深く望みます。グルノーブルに最近出来つつある高密度熱中性子炉研究所—フランスと

西ドイツが半々お金を出して欧洲の共同利用研として作りつつある Institut von Laue-Paul Langevin (略称 ILL) — も理論家をまず第一に研究所に採用し研究内容の検討を始めたようですが、これも同じような発想から来ているようです。

3. 日本におけるパルス炉計画

いまから数年前、学術会議が主催して物性研究の将来計画についてのシンポジウムを開いた事がありました。その時たまたま私は「何か元気の良い発言をしてくれ」という注文で「大型プロジェクト」について話をさせられました。その折私が無い智恵をしぼって考え出した事が「パルス中性子炉」という事でした。この発想はひとえに磁場の場合の類推で、定常的な磁場なら高々 10 万 Oe 出すのも大変であるが(今日では超伝導マグネットがあるのでせいぜい 1 千万円程度でこの磁場が得られたが当時は 1 億円程かかった。)、パルス磁場であれば 20 万 Oe 程度の磁場は大した費用もかけずに発生出来る(ほぼ 100 万~200 万円程度)、のと同様な事が原子炉についても言え、貧乏国の中性子散乱研究にはパルス炉がいいのではないかといった事が考えの始まりでした。

ところが調べてみると案外世界の各地で将来計画としてこのパルス炉が検討せられ、ソ聯の Dubna では当時すでに IBR という平均出力 3 kW の小型のパルス炉が稼動している事もわかりました。その頃日本でも本氣でパルス炉を将来計画として考えて見ようという気運が起り、一方では原子力学会の技術専門委員会(略称パルス炉委員会)がその建設の技術的問題と、その一般的利用価値について、他方では中性子回折グループが特に中性子散乱への利用について、ともに数年間の討議を続けて来ました。こういった討議の結論は何冊かのレポートとなって印刷されています。^{1~6)} 一方東北大学の大型電子ライナックの完成と同時に、これでパルス中性子を発生させ、実際に中性子回折をやってみようという試みが木村先生を中心になされ、その卓越した技術によって予想以上に高性能の結果を得るに至りました。現在では平均出力 3 kW のライナックで中性子弹性散乱は勿論のこと非弹性散乱まで可能になって来ています。⁵⁾

パルス炉委員会での討議の結果、まず繰返し型の高速中性子パルス炉が建設面での炉工学者の立場からも、利用する研究者の立場からも興味深いものである事が確認されました。そして平均出力 10 MW 級の世界最大のパルス炉建設を 10 年先の目標として、まず利用面でも充分意義のある中型のパルス中性子源(平均出力 0.5 MW)の建設に 5 年以内に着手出来るよう学術会議に答申することが決定されました。¹⁾ パルス中性子源としては電子ライナックに、パルスブースターを取付けた方式が一番妥当であると結論されました。ライナックブースター

方式は原子炉を本当にパルス運転するいわゆるパルス炉に比較してたしかに経済面ではコストが高く不利ですが、その運転により安全性がある事、発生中性子のパルス幅を狭く出来る事、又電子線そのものも利用出来る事等の利点が多いからでした。

一方中性子回折グループでは、中性子散乱の将来計画として高密度中性子束定常出力炉(High Flux Beam Reactor)とこのパルス炉を比較して、やはり当座すぐにはHFBRの建設を推進させるという事で意見が一致しました。²⁾ これはパルス炉に対する利用価値は十分に認めながらも、その建設技術にまだ信頼性がないとの判断に立ち、その出来上るのを気長に待つには余りにも現在の中性子散乱研究に対する要求度が高かったからありました。

中性子散乱研究の中性子源としてパルス中性子源と定常熱中性子炉を比較してみると、パルス中性子源にはいくつかの長短所があります。パルス中性子源—略称パルス炉—の最大の魅力は同じ強さの中性子束を得るために要する平均出力が少なくてすむという事で、ここから逆に定常出力では得られない高い中性子束をパルス炉では実現出来ることが当然予想されます。たとえば、先に述べた平均出力0.5MWのパルス炉(ライナックープースター)は $2 \times 10^{15} n/cm^2 sec$ 程度の熱中性子束を得ることが期待されていますが、⁵⁾ これを定常出力炉で出すには100MW級の炉が要求されます。又、 $10^{16} n/cm^2 sec$ 程度の熱中性子束が必要であれば、どうしてもパルス炉に頼らざるを得ません。ですからもし $10^{16} n/cm^2 sec$ の中性子束が得られるパルス炉(平均出力10MW級)が技術的に確実に建設出来るなら、この炉は中性子散乱のための将来炉として最もふさわしいものです。しかし正直にいって、世界のいずれの国でも実現していないこの様な大型炉が、日本で問題なく建設出来るとは考えられません。一方中型パルス炉を考えてみると、—これももし実現すれば世界で最高性能のものになり、技術的に全く容易であるわけではない—同じ程度の熱中性子束($10^{15} n/cm^2 sec$)が定常出力炉で得られますので、中性子散乱のための将来炉として定常炉がよいかパルス炉が良いかという判断は可成り難しくなって来ます。確かに燃料の消耗量はパルス炉は圧倒的に少なく、したがって維持費も安いのですが、建設費はそれ程大差ないようです。

パルス炉の持つ第2の魅力は、得られる中性子の波長を比較的広範囲に変えることが出来ることです。これはパルス炉が高速中性子炉であるため、物性研究に用うるための減速が炉外で行なわれるために、比較的容易に減速材(モデレーター)を変える事が出来るからです。しかしこの事も決して定常出力炉で出来ないわけではありません。たとえば上記のILLの原子炉では、炉内に液体D₂(4.5°K)の冷減速材と2,500°Kの炭素の高温減速材を入れ、冷中

性子（ $1 \sim 5 \text{ meV}$ ）や熱外中性子（ $0.3 \sim 1 \text{ eV}$ ）の線束が高くなるように計画しています（ 2 meV の中性子が熱中性子炉の 100 倍になり、 0.5 eV の熱外中性子は 10 倍になる。）。しかし定常出力炉ではこの熱外中性子を単色化するのは易しくありません（機械的チョッパーは使えず、結晶反射では反射効率が下る。）。この点に関しては機械的チョッパーで単色化が出来るパルス炉の方が断然有利です。したがって中型パルス炉があれば熱外中性子分光で画期的な仕事が出来ます。 $0.1 \sim 1 \text{ eV}$ の中性子による中性子散乱が高い強度で測定出来れば物理的に色々と面白い研究が出来ます。その中で最も魅力ある問題の 1 つは、金属のフェルミ面の近傍の電子による散乱 ($\chi(\theta\omega)$ の測定) で、これによって金属物性についての最も本質的な知見が得られます。しかし実際に散乱断面積を評価してみると、この散乱は非常に弱く、現存の技術をそのまま延長して考えれば 0.5 MW 級のパルス炉でも可成り厳しく、いいデーターを出そうとするとどうしても 10 MW 級のパルス炉が必要となるようです。

パルス炉の第 3 の魅力は今までに余り研究がなされていないという事です。この事は新しい技術が生れ、それによって又新しい結果が生ずるという期待を与えます。中性子がパルス的に発生されるという事は、他の外的条件—レーザ光を当てるとか、パルス磁場、圧力、等を加えるとか—と coincidence をとって、その条件下での反応をしらべるといった技術にとってはなはだ便利で色々と面白い研究が出来ます。しかしこの魅力は同時に今まで定常出力炉で開拓されて来た技術が使えないという欠点にもなります。最近いわゆる 3 軸結晶法と呼ばれる測定法が非常に進歩し、定常出力炉の価値がぐっと上った事も事実です。又偏極中性子を得るためにには現在のところどうしても結晶反射を用いなければならないので、偏極中性子にとってパルス炉は有利でありません。

以上簡単に述べたパルス炉の魅力を総合して次のように結論する事が出来るでしょう。

中性子散乱研究という立場でみると、パルス炉が本当に魅力を發揮するのは $10^{16} \text{ n/cm}^2 \text{ sec}$ 程度の熱中性子束を出す大型炉です。一方 $10^{15} \text{ n/cm}^2 \text{ sec}$ の熱中性子束を出す中型炉では、もし大型炉を自国の技術で完成しようと願うか、又は定常炉では出来ない仕事をやろうという意欲が強いならばパルス炉を望むべきでしようし、もし出来るだけ確立された金物と、研究方法を駆使して「物性」の研究をより精密にやろうとするならば少なくとも現状では定常炉を望むべきでしょう。ただしこの選択は物性物理学という変化に富んだ分野では大変難しい事です。

4. 放射線総合科学研究所

東北大学電子ライナックで中性子回折が可能であるとわかって来た頃、日本のもうち一つの大規模設備を用いて物性研究を行なっている S O R (Synchrotron Orbital Radiation) グループから東北大学核理研に、現有の加速器に S O R 用のストレージリングをつけさせてもらいたいと要求がありました。これに対する回答として、木村所長が打出された案が L S B 計画がありました。これは、現在の加速器は原子核研究を目的としたもので、そこで中性子散乱や S O R の研究を行なうのは余り適していないので、新たに Linear accelerator + Storage ring + Booster を建設し、前節に述べたパルス炉委員会の要望と、中性子回折グループの要求、 S O R グループの希望を同時に満そうという計画です。

この計画は東北大学の原子炉委員会で討議され、ワーキング・グループが細かい検討をやりました。⁵⁾ その頃当時物小委の委員長であった伊藤先生の示唆で、本当に中性子研究と S O R 研究が同一の加速器を共有し得るかという事を検討しょうという事になり、物性研短期研究会として 2 度に亘って「加速器と物性研究」という研究会を行ないました。

この研究会から特に将来計画に対して何等積極的発言は生れませんでしたが、私個人としては、 S O R とか放射線物性等の新しい分野について大分勉強が出来目の開ける思いでした。今まで中性子散乱は主として磁気(マグネ)ヤとか結晶ヤと呼ばれるものが、 S O R は光ヤが放射線放射は核ヤがやって来たものですが、これらの新しい技術がどれもほとんど似かよった問題と取組んでいるのを知ったのです。たとえば、フェルミ面の研究を挙げてみると前述の熱外中性子散乱によるもの、 S O R による軟 X 線によるもの、パルス中性子で作った同位元素を用いて陽電子消滅をやる方法等があります。これらは互いに相補的でありますので、もしこの様な研究をする人が一堂に集って互いに協力出来る立場にあるとしたらその進展は非常に大きいものがあるでしょう。もし S O R による軟 X 線とパルス中性子散乱を同時にやらせたら大変面白いはずである。又熱中性子の核反応によって放出される γ 線や電子も固体内の色々な情報を扱っているはずで、この放射線物性の分野はこれから発展するであろう。こういったいくつかの魅力ある想像が私の狭い頭の中にも往来しました。色々な種類の放射線を縦横無尽に駆使し色々な物性の研究を行なう研究所が日本にあってもいいではないか。勿論そこには化学も生物の分野も包含すべきものに違いない。これから科学はこのような色々な分野の有機的協力による総合的研究が重要になるであろう。こんな考えがその頃から私の心を占めるようになりました。その研究所の金物の 1 つに前に述べた Linac - Booster はまさしく恰好のものです。東北大学に移籍した私は東北大学の L S B 計画を私の考えていた「放射線総合科学研究所」

所」案に変える事を提案し、これは原子炉委員会で認められました。

勿論この「研究所」を東北大大学といふ一大学で考える事はほとんど意味のない事です。私が2節で述べましたように研究所の生命はいかに有能な研究者が集まるかという事できます。そのためにはいかなる機構で研究したらよいかという事をまず議論しなければならないでしょう。これは現在は東北大大学の原子炉分科会といふ小さな集りで討議されているに過ぎませんが、もし全国的に賛同者が居るならば、出来る限り全国的規模でやるべきです。

私達は現在ライナックーブースター建設と放射線総合科学研究所計画の立案を平行して行なうパラレル方式を提案しています。これは研究所の機構の検討には十分に長い月日を必要とするという考え方と、ライナックーブースターの開発は出来るだけ早く着手しなければならないという考え方を合致させたものです。

この金物については東北大と原研が協力してすでに予備的計算を始めており、今後もこの2者が中心に全国のその道の関係者の協力の下に開発が進められて行く事だと思いますが、現在の考え方ではこのようにして出来上ったものを放射線総合科学研究所に移管しょうというものです。この様な考えは金物を作るために新しい研究所を作るとこの金物を使うものが使い難くなる場合が往々にしてあるという心配に対しても有利です。もし金物を設置する施設が魅力のないものであれば、金物の価値は半減します。新しいぶどう酒はやはり新しい革袋に入れるべきです。

放射線総合科学研究所というアイデアはまだほんとに誕生したばかりのものです。これはうたかたの夢のようにはかなく消えて行くものかも知れません。しかしたとえ夢で終ったしてももし同好者とこの夢を語り合うことが出来るなら研究活動にはプラスになります。研究者にとって最も大切な事は、常に新しいものを生み出そうという努力を重ねることですから。しかし万一この夢が実現したら、私は素晴らしい物性センターが再び日本に出現すると信じています。

参考文献

- 1) パルス炉調査報告 1970年3月 「パルス中性子炉総合調査」班
- 2) 中性子回折法による物性の研究 1969年3月 文部省科学研究総合班
- 3) パルス中性子炉と中性子回折 科学 37(1967)100 石川義和、飯泉 仁
- 4) パルス中性子源とその中性子回折への応用
1968年3月 科学研究費「中性子回折」総合班
「パルス中性子源の検討」サブグループ
- 5) パルス中性子源等による原子理工学研究の新施設設計画・ワーキンググループ計画資料(1)
1969年12月 東北大学原子理工学専門委員会
原子炉分科会
- 6) 電子ライナックによる中性子分光的研究 1970年3月 科研員総合班

物性研に着任して

平川金四郎

物性研だよりに一文を草することは、新しく着任した人の義務だそうである。何しろ四月着任以来バタバタと忙しい日がすぎ、一度は寄稿を延期させていただいたが、手がつけられぬままに日がすぎ、気がついてみると今日が〆切日とある。実は昨日やっと九州から家族を移転させ、家の中はガラクタの山があるので、とても落着いてまとまった文が書けるわけがない。出まかせに2、3のことをとりとめもなく書き並べて、責任をのがれることにしたい。

私は空襲たけなわの頃、九州の大学に入学して以来25年の歳月を当地で過ごした。この間、幾多の優れた先生や友人にめぐまれたお蔭で、田舎でのんびり研究生活を楽しむことが出来た。今度物性研に奉職することとなったが、こちらは粒揃いの大家が大勢いらっしゃるので、私のような鈍才の出る幕ではない。これは大変なことになったぞとつくづく思う昨今であるが、しかしそれだけに私にとってはよりよい刺激となり、新しい空気を吸って新しい芽が出てくれれば望外の幸である。物性研という所は、ほしいままに研究をさせてもらっている以上、当然重い責任がある。この重責を果すべく魯鈍に鞭打つつもりであるが、諸賢の暖かい御援助をお願いする次第である。

私の所属する部門は、中性子回折であって、その物性研における先鞭はすでに星埜、石川両氏によってつけられている。中性子回折は誰もが知るごとく、物質形態の認識手段としてユニークな存在であり、代用品ではすまされないものをもっている。この故に巨額の金を使ってでも中性子源、および回折装置を求めているわけであるし、私もそこに魅力を感じてこの道に進む気になった。しかしこまでの手作り型の実験と違って、対象が大きいために頭の中でこうしようと思ったことが実現されるか否かを考える時に、まず経費をどうやって捻出するかに頭が走る。この点非常に不幸なことである。既設の装置はむろんないよりある方がいいに決まっているが、かくかくの企画のもとに一仕事しょうかと思う時、自分の考えにマッチした diffractometer の一つや二つすぐ買えるくらいでないと話にならない。日本の研究システムは、金の面では誠によく(?)平等に分けられていて、どこからも大きい苦情がないよう分配されているが、こと中性子に関する限りこの通りのことがまかり通ると、今まで「日本の回折研究は……」などといわれていた域を永久に脱することが出来ないであろう。このたびグルノーブルでの会議出席を機に、デンマークやハーウェルをおとずれたが、研究のピークを出すために如何に巨費が集中的に配分されているかに驚いた。中には巨費のわりにつまらぬ idea で、あゝもったいないのにと

感ぜさせるものもあったが、いゝ研究所では、いたる所に斬新な idea とそれによる構成が目立ってうらやましく感じた。私は今原研の JRR-2 と JRR-3 の原子炉におかれている各一台の回折装置を見、先日欧州諸国で見た原子炉内の装置と比較する時、余りにも大きい彼我のひらきに愕然としたが、一方また実際自分で多少とも物性研の回折装置を使ってみた時、これまで余りにも貧しい研究費の中でとも角ここまでこぎつけられた星埜、石川両氏を中心とする多くの方々の努力が身にしみて分かるように思えたのである。すでに 10 年を経た今日、装置は相当老朽化しており、さらに今ではもうどこでも用いられていないようなパートがそのままになっており、設置当時の不備であった部分が明らかに目に見えており乍ら、更新出来ない点もある。幸い特別設備費で computer 制御関係のみは一部更新するめどがついているが、あっさり全面更新しないと、とても経済大国の装置がこれかといわれそうで外国人には見せられないありさまである。

設備の面についてのみかいたが、このような特殊装置を設置し維持していくには当然しっかりと組織が伴わなければならない。これはもっと大事なことで又もっとむつかしいことだと思う。御承知のように今の物性研の回折実験は原研の原子炉から出ている beam を使わせていただいているわけで、原子炉の管理運転に関する面倒な問題がないのは大変有難いことだが、東海村には殆んど回折装置があるのみであって、一滴の液体 He も東京から車で運び又持ち帰らなければならぬ。せっかく持って行った He もマホービンの不調のために飛ばして持ち帰らなければならぬ時のもどかしさといったらない。むつかしいことであろうが原子炉をとりまく同じ物性研究者なら共通に便宜がはかれるようにして行きたいものである。本当は中性子回折の研究にたずさわる人は、物性研内のクローズした組織のみならず大きい組織の一環としてうごくべきだと考える。でないと恐らく同じような装置があちこちに出来て、結局は特殊な結晶でちょっと風変りなデータを出すというくらいのことがおちになってしまふであろう。大上段にふりかぶった仕事をおし進めるためには、理論家、実験家、技術者という幅広い層の専門家の協力が是非とも必要であるばかりでなく、同じ回折屋の間の協力も大変必要である。物性研の中にクローズせずに、それを自由に作ることを考えて結構だと思うが、物性研自体としても青壯活達な大学院生級の多数の協力があるとないとでは、大きなひらきが出て来るに相異ない。

私が物性研に来る時……恐らく多くの方々も同様お感じになったことであろうが……研究所であれば、学部学生の教育に関する多くの義務（本当は現在の大学では雑用の方が多い）から解放されて、研究に専念出来るということが何よりの魅力であった。が所員 1 人、助手 1 人、技官 1 人という単位で学生がいなければ、この大きい仕事を遂行することは余り楽なことではない。

Harwell にいた時は 1人の所員に 1人の助手という最小単位で働けたのだが、分業が発達しているので、所員は試料も作らず、大きい回折装置のデザインや運転にはタッチせず、企画と整理が出来る程に物理をしつていれば一応の仕事が出来た。今日日本へこの人達をつれて来たら恐らく戸迷うであろう。それは日本の研究者の間には分業が発達しておらず、皆が多角経営者となっているからである（かなりの例外もあるが）。何故発達しないかは根ざすところが深く、多様で急に変えることもむつかしかろう。

それからあらぬか、物性研という代表的研究所では、実験家が実際にこうごいていられる。

本当は実験家（少なくとも若いころ、深く実地経験をつんだ人は）企画屋になって、体を使うよりも、頭を使う方が本命ではないかとフト考えたりする。そして頭を使う方が体を使うよりももっと苦しいことが多いのですが……。もっとも実験家になった人は自分の名人芸的な技能にある程度自信があって、そのことに喜びを感じて生きがいとなす方々であろうが、……そして例えば magnetic resonance とかいうことになると、その名人芸ぶりに強くもの言わせることにならうが……。こと中性子回折という分野はこれとは少しわけが違うように思える。それは前にも述べたように、ちょっとさわってみて具合をよくするとかいう代物ではないからで、どうしてもいかに優れた企画屋になるかが勝負の別れ目のような気がするのです。そして最終的な成果は、その企画が当を得、且つ充分生かされるよう装置が故障なく働いて初めて保障されるのである。resonance では結果がうまく出なければ、企画も装置も測定も個人のせいになり問題はないのだが、中性子回折となると、たとえ一部分が不調でも全体がアウトになるので、これにたずさわる人の心の協力があってこそ始めて実を結ぶという特殊な位置にあるといえそうである。

研究装置が巨大になれば、多くの経費を要するし、さらに良き組織……それが具体的にいかなるものでなくてはならぬかは大変むつかしいが……が必要となるが、組織のみでは人は動かず、結局根底には人々の心の協力がなくてはいい仕事は出来ないということでしょう。

苦しまぎれの一文を草するに当って、最近物性研に着任された方の文を二、三よんでみた。感ずるところのものは共通点が多く、言うべきことはすでに尽されていて、敢えて馳言を弄すべきところのものはない。

"内と外から見た物性研"

無機材研 津 田 惟 雄

種々の批判を遠慮なく書けという条件つきでしたので、一度物性研懇談会であらぬことを口走った手前御断わりするわけにもいかず、しかも億万長者でもありませんから、他人のいき方に批判がましい態度をとる事の不愉快さをたっぷり味わいながらすすめる事にします。現在物性研では物性研は如何にあるべきかという議論が盛んに行なわれていて、今がその転換期にあるようです。物性研はいうまでもなく物性研究者全体の貴重な財産でありますから、その未来像には大きな関心がもたれるわけで、単に過去数年間いたが今は関係がなくなったというような立場をとるわけにはいかないのは当然であります。私はここで次の事をのべたいと思います。(1)所員に任期がないのは不思議である。(2)助手層の人達はここで立派な研究をしさえすればよいのだという様には考えないで、幾分かは外部研究者の代表のように考えて貰えないか。(3)外部から物性研に注文を出す以上、外部も自分達の物性研という立場から協力すべきで特に(1)に関して体制をととのえる必要がある。

§ 1. 物性研をどういうふうにみているか。

物性研（以下B）は国の研究機関の内でも極めてユニークな存在です。何がユニークかといえば、いっさいの雑務、規制がなくて研究に専念出来、妙な派ばつもなく自由率直の気風が強い。私の知る限りでは日本で一番研究を進めやすい雰囲気にある。それは何もBにいる人達のみがつくりあげたのではなくて、全国の物性研究者が、そのような場所の必要性を感じ、優先的につくりあげたからだという事は否定出来ない。日本中の大学にもその後金がゆきわたったから、もうBはユニークさをすべていいのだ、東大の第2理学部のようになってもいいのだという意見もあるけれども、これは聞く人をしてへどをもよおさせる。第一全ての場所に金がゆきわたったわけでは決してない。研究者が依然として困った状態にあることは変りはない。勿論現在のBが豊かであるとはいえないけれども、それでも他の大部分よりはましてあります。全体金の面のみから話をするのはよろしくない。研究者は社会の知的活動の分野をなっていて、より価値のある知識を提供していく義務がある。さて我々日本の研究者にそれを着実に果していく態勢がとれているだろうか。そんな事は態勢の問題ではなく、個人の問題だといわれるかも知れない。しかし現状では上記の要望に応えられるようなものをたっぷり与えられない事は事実であろう。だが全然何も与えられていないとはいえない。その1つがBです。ここでは各人の能力を自由にいかして活躍して貰うべく、一切の雑務は省いてある。更に少なく

とも第1回目は実に大きな金も与えられた。又現在でも与えられつつある。

Bの為という名目で研究費を零にされた研究はいくらでもあるだろう。但しつぶした分をBへは廻していないようですが。今回の如く、働きかけければ出る以上、他よりは遙かにまわりやすくなっているようです。又他の場所で研究しょうという場合、それはBにまかせればよいという形で研究がつぶされる場合もある。馬鹿げた話だというかも知れませんが、それ程Bに対する一般の期待は大きいものといわねばなりません。単にBをかくれみのにしているとは思えない。しかもそのような研究者の集団(三B)に対しては何等規制を加えるべきではないという事もよく認識されていると思います。私の見るBの理想像は一切の束縛をなくされた研究者の自由な一団であります。束縛の中には経済的束縛も入っている。そこででの知的活動は必ずいつか社会にかえってくる。そしてそれは今の所員に与えられたものではなく、その時々の研究者全般に維持すべく与えられたものであります。実状は理想に程遠い。しかし日本中の研究設備でこれに一番近いのがBであることは否定し得まい。これを端的にいってピーク主義、金第一主義といつてもいいでしょう。何を今さらピークかとはいい得る。しかしB以外でいい研究が出れば喜ぶべきことで、B以外では、くだらない仕事をすべきだとはいっていないのであります。又実際には金をそんなに貰っていないのだから(講座費)、別に社会に強く期待されているとは思えないといえばいえよう。しかし、このような設備が与えられた以上、更にどんどん金(設備)を要求することは、研究者の当然なすべき義務であります。Bが真に研究の発展、知的活動の活発化に努力すれば、共同利用研とい一面は自ずから満足される。共同利用研だからといって何か設備を考えようとしても考えつくだろうか。装置の数を増やせという位がおちでしまう。真に共同利用を望まれる装置は真剣な研究上の必要から生ずべきものです。即ち共同利用研はピーク主義から派生するものです。ただ共同利用は研究のさまたげにはなります。それはこれ迄にもあった問題で、これは解決しょうと思えば100%共同利用に徹するより他に方法はありますまい。Bがその事ばかりするようになってほしいと思っている人がどれ程いるでしょうか。さてこのような研究所で所員が10年以上いるという事はまさに心から尊敬すべき立派な科学者である事を意味する。(1)にかいた所員に任期をつけるべきだというのはその事です。元来は任期などつけず極く自然にうつりかわっていくのが最もよいのであるが、そうすると必ず停滞するのが人情だから任期をつけた方がよいと思うわけです。どうしてももっと居て頂きたい人には任期を重ねて頂けばよい。任期制にすると(1)有能な人が来ない。(2)出していく場所がなくて困る。という2点で大きな反対が出ます。(1)は(2)が解消すればまず本質的でない。(2)が本質的で、この場合現在の日本の研究体制をかえねばならぬ点があり、それ

が先にのべた(3)ですが、そうしなければ絶対解決出来ない問題ではない。今の所員の人達が助手程真剣に行き先きを捜していないから(口)をいうので、決してないわけではない。問題の半ばは個人の意識であります。唯それだけでは今の助手同様必要以上に困った状態になるから、外部も同じように動いていかねばならない。だがそれが出来上らなくては他に動かんというのは一寸困った事です。

§ 2. 助手層の人達に期待すること。

自分も若いから、このような題目は大層気がひけるが他にいいようがありません。Bは大学に附属しているから、教授、助教授、助手等という名前がついていますが、おかしなことです。一研究グループに年をとった経験をつんだ人とそうでない人がいる位に解すべきでしょう。事実外部からみる限り、助手か教授かといいうような意識はあまり持たない。Bで誰が何をやっているかといいうように考えるだけです。だから助手層の人達はもっと自信を持って活躍されたがよからうと思います。最近その1人に出あいましたら、自分の研究のみに熱心で研究所の方等にはあまり関心のない人が多いといいう苦情をききました。それが事実なら、それは間違っていると思います。研究のみといいうその研究が充分出来ないような状態になりつつあるのだから改革運動等が生じて來たので、しかもそれは若い人ではなく年よりから出でて來ているのです。これはまさにやるべきことをやるといいう態度から当然出てくる運動で、年よりから出たといいうことはBの優秀さをものがたる一面でもあります。年よりが大いに奮發して努力しているのは尊敬こそれ非難すべきではありません。ただそれを傍観するのは、このようなことは年よりにまかせておいた方がよいと、きまっているわけでない以上、よろしくない。友人にきいた事が事実でないのなら私はあやまらねばなりませんが、あちこちできく話はそうでないようです。現在の制度では助手はある意味で外部の人達の意見を代弁しうる立場にもあります(助手も外部的人種なのだから。)。勿論Bには運営委員会があつて基本的なことは物性研究者の代表が決定するわけですが、常にhotな議論の最中にあるわけではありませんから、物事が定まるまえに外部の意見が入っているといいう事は重要な事であります。しかし外部の人はそれぞれの場所で手一杯というのが実情であります。従って最終決定以外にはあまりタッチ出来なかろうと思います。助手はいずれ出でていくわけで、現在のところ所員とは考える立場がことなっています。従っていまのようすに所員に任期がない間は、特に若い人達からの発言が、単に若い世代といいう以上に重要な事であります。

§ 3. 外部が協力すべき事

今のBでは所員が動こうにも動けないといいう事をききます。半分は嘘だと思いますが、しか

しBの所員に任期をつけるなら、これは当然その処理を外部でも考えるべきであります。自分達の所は何もいじくらないでBのみがえるわけにもいきますまい。（だからといって今のBが外か動かないから動けないというのでは通らないと思います。）

さきに書きましたようにB改革運動が年より側から出たことはBのよさを示したものといえましょう。これが単なる金よこせ運動でないことは明らかであります。これから最も大事な場面即ち「研究所は人」というその人の問題になるわけでしうが、健全な発展をみる為に、是非助手層の活躍を期待するものであります。

かき終ると批判（仕事に直接関係ない）という仕事に伴う不快感はますばかりです（別にいいわけではなく。）。一寸でも積極的に（+）になることがいえたのなら幸であります。

（終）

~~~~~  
研究室だより  
~~~~~

芳田・吉森研究室Ⅲ

— s-d 交換相互作用の理論 (Kondo効果)の発展 —

芳 田 奎
吉 森 昭 夫

Anderson-Yuvalと前後して現れたHamannのfunctional integralの方法を用いたAndersonモデルの取扱いについて説明をしよう。functional integralの方法は1957年にStratonovich、1959年にHubbardによって多体問題の1つの方法として提出されていたものの、あまり注目されることもなかったが、最近になってAndersonモデルに適用されて、関心をもたれている。我々もこの方法をs-dモデルに適用することを試みたので、以下やゝ詳しく説明をしたい。Wang-Evenson-Schriefferもこの方法をAndersonモデルに対して用いたが、Kondo効果を主題にしていないので、必要があればふれる程度に止める。

今恒等式

$$\exp -a^2 = \int_{-\infty}^{\infty} dx \exp [-\pi x^2 - 2\sqrt{\pi} ax] \quad (38)$$

を考える。この式で興味のあることは左辺で指数の a^2 が右辺で指数として a の1次になっていることである。古典論で状態和を求める際に相互作用の部分が適当な力学変数について左辺のように書くことが出来る場合があり、このような変換を施して、状態和を求める試みは前からなされていた。この方法の量子論への拡張はStratonovichとHubbardによってなされた。これをHamannの計算について説明をする。Andersonモデルのハミルトニアンで intra-atomic Coulomb の項は次のように書換えることが出来る。

$$U_{n\uparrow n\downarrow} = (U/4) [(n\uparrow + n\downarrow)^2 - (n\uparrow - n\downarrow)^2] \quad (39)$$

そこで状態和は

$$Z = \text{tr} \exp \left[-\beta H_0 + (\beta U/4) \{ (n_{\uparrow} - n_{\downarrow})^2 - (n_{\uparrow} + n_{\downarrow})^2 \} \right] \quad (40)$$

と書ける。ここで H_0 は Anderson モデルのハミルトニヤンの残りの項である。ところで H_0 の s-d admixture の項と U の項は可換ではないので(40)に対しても(38)の変換を用いることは出来ない。しかし Feynman の ordering label の方法によれば(40)は

$$Z = \text{tr} T_{\tau} \exp \left[- \int_0^{\beta} d\tau \{ H_0 \tau - (U/4) ((n_{\uparrow} \tau - n_{\downarrow} \tau)^2 - (n_{\uparrow} \tau + n_{\downarrow} \tau)^2) \} \right] \quad (41)$$

と書くことが出来る。ここで演算子に添えられた τ は他の演算子との積が現れた場合に順序を指定するために導入されたもので、 T_{τ} はその積をいつでも右から τ の小さい順序に並べることを意味する。Feynman によればこの約束に従う限り、これらの演算子は c 一数のように取扱ってよろしい。

しかしながら(41)は指数函数の肩で $a \tau^2$ の形の積分になっているので、(38)の変換もその各々の $a \tau^2$ に対して行なうことになる。その結果、変換により無限多重積分即ち functional integral が現れることになる。

$$Z = \int \delta x(\tau) \delta y(\tau) \exp \left[- \int_0^{\beta} d\tau (\pi/\beta) (x(\tau)^2 + y(\tau)^2) \right] \times Z [x(\tau), y(\tau)] \quad (42)$$

$$Z [x(\tau), y(\tau)] = \text{tr} T_{\tau} \exp \left[- \int_0^{\beta} d\tau \{ H_0 \tau + \sqrt{\pi U/\beta} \times (x(\tau)(n_{\uparrow} \tau - n_{\downarrow} \tau) + i y(\tau)(n_{\uparrow} \tau + n_{\downarrow} \tau)) \} \right] \quad (43)$$

ここで $x(\tau)$ は $(n_{\uparrow} \tau - n_{\downarrow} \tau)^2$ の項に対して、 $y(\tau)$ は $(n_{\uparrow} \tau + n_{\downarrow} \tau)^2$ の項に対して導入された函数で、 $y(\tau)$ の虚数単位 i は $(n_{\uparrow} \tau + n_{\downarrow} \tau)^2$ の係数が負であるために現れる。

(43)は Hamann が論文で用いている相互作用表示の表式に容易に書直すことが出来る。)

以上の結果で重要なことは変換をした後、(43)で明らかのように問題が 1 体問題になったことである。即ち d 一電子に働く τ 依存性をもつ complex の場がある時の s-d admixture 系

の運動が判れば $Z[x(\tau), y(\tau)]$ が求められ、あらゆる可能な $x(\tau), y(\tau)$ について(4)で示されるように Gaussian の重みで functional 平均を行って状態和が得られるという形に変換されたわけである。この変換 (Stratonovich-Hubbard 変換又は Hubbard 変換と呼ばれる) は厳密で近似を含まない。

(4)で $x(\tau), y(\tau)$ の τ 依存性を無視すると (static approximation) 容易に $Z(x, y)$ を求めることができ、(4)の積分を被積分函数の極大値で置換える近似 (極値近似) を行なうと結果は Hartree-Fock の近似と同じになる。しかしながら一般に functional integral の方法で static approximation、極値近似を行なうと、いつでも Hartree-Fock 近似 (分子場の近似) を導くことが出来るかというと、必ずしもそうではなく、最初の(3)式に相当する相互作用を変換のために書換える仕方によっており、例えば Wang-Evenson-Schrieffer が採用した。

$$U_{n\uparrow n\downarrow} = (U/2) [- (n_\uparrow - n_\downarrow)^2 + n_\uparrow + n_\downarrow]$$

の形では、変換後、static approximation、極値近似を行なうと得られる結果は Hartree-Fock の近似の結果と一致しない。もしも変換後厳密な計算が遂行出来るならば、いずれの形を選択しても、変換自身は厳密であるから、正しい結果が得られるけれども、近似計算を行なう場合には問題がある。

Hamann は(4)を計算するために $y(\tau)$ を Hartree-Fock 近似で得られる値に固定し、 $y(\tau)$ の揺動を無視する近似を採用した。これは(4)から明らかなように $y(\tau)$ は d-電子の数の揺動に関係しており、今問題にしている系の磁気的な性質に対して、d-電子の数のふらつきが本質的な影響を及ぼすことはなかろうということからよさそうに思える。一方 $x(\tau)$ は d-スピニ働く磁場の形をしており、この揺動は問題に対して本質的である。

この効果を取り入れるために Hamann は前回に述べた Nozières-Dominicis の方法を適用する。即ち(4)は (虚数) 時間によって変動する磁場が d-スピニ加っている s-d admixture の系の問題であり、 $x(\tau)$ の τ 依存性がゆるやかである極限で、d-電子の Green 関数の Dyson 方程式を Nozières-Dominicis にならって正確に解き、(4)を同じ極限で厳密に求めた。

$$Z = Z_0 \int \delta[\xi(\tau)] \exp \left[- \int_0^\beta d\tau \{ V[\xi(\tau)] + T[\xi(\tau)] \} \right] \quad (44)$$

$$V[\xi(\tau)] = (\Delta^2/U) \xi^2 - (2\Delta/\pi) [\xi \tan^{-1} \xi - (1/2) \log(1+\xi^2)] \quad (45)$$

$$T[\xi(\tau)] = \frac{P}{\pi^2} \int_0^\beta d\tau' \frac{1}{\tau - \tau'} \xi(\tau) \frac{d\xi(\tau')}{d\tau'} \frac{1}{\xi^2(\tau) - \xi^2(\tau')} \times \log \frac{1 + \xi^2(\tau)}{1 + \xi^2(\tau')} \quad (16)$$

ここで $\xi(\tau)$ は $\xi(\tau) = \sqrt{\pi U / \beta \Delta^2} x(\tau)$ で定義され、 Z_0 は $x(\tau)$ が零の時の状態和、その他の量は Anderson モデルに普通に用いられる定義と同じである。 ϵ_d は $-U/2$ 即ち $\langle n_\uparrow + n_\downarrow \rangle = 1$ になるように定められている。

V の項は static approximation で現れる表式で断熱項と呼ばれ、それに対して T の項は $x(\tau)$ の τ 依存性が本質的で、 transient term と呼ばれる。 transient term が比較的簡単な形をしていることが注目される。断熱項は ξ の函数として、 (i) $U < \pi \Delta$ では $\xi = 0$ に極小、 (ii) $U > \pi \Delta$ では $\xi = \pm \xi_0$ で極小 $\xi = 0$ で極大をもつ。したがって $U / \pi \Delta = 1$ の値を境にして非常に異なる振舞をする。(i) で与えられる $U / \pi \Delta$ の領域では $\xi = 0$ が Hartree-Fock の non magnetic な解を表わし、 (ii) では $\xi = \pm \xi_0$ の二つの極小が magnetic な二つの解を表わしている。

(ii) で状態和を計算するためには更に functional integral を行なわねばならない。 Hamann は $U / \pi \Delta \ll 1$ の極限で V と T を ξ の 2 次迄展開し、 $\xi(\tau)$ を Fourier 級数で表わして functional integral をその級数の振巾についての多重積分に書き換え、 積分を遂行し、 その結果が RPA の結果と一致することを示した。一方 $U / \pi \Delta \gg 1$ の極限では $\xi(\tau)$ として hopping path と呼ぶ、 断熱項の二つの極小を与える ξ の値、 $\pm \xi_0$ の間を hop するような path を選んだ。 hopping の回数及び間隔についてすべての可能な path の和の形で、 functional integral を書き換えると、 その結果は前回説明した Anderson-Yuval の結果と一致する。

Hamann は更に Green 函数に対しても Hubbard 変換を行なうことが出来ることを示し、 伝導電子の散乱行列の Fermi 面での値について比較的簡単な表式が得られることを見出した。 hopping path について簡単な周期形を仮定して絶対零度で散乱行列の Fermi 面の値が unitarity limit の値、 即ち phase shift にして $\pi/2$ になることを示し、 同様な議論で d 一電子が磁化 M を持つ場合の計算を行ない、 $0^0 K$ での磁気抵抗についての関係式

$$R = R_0 \cos^2 (\eta_0 M / M_0) \quad (17)$$

を導いた。 R_0 は unitarity limit の値、 η_0 は $\eta_0 = \tan^{-1} \xi_0$ で定義され、 M_0 は Hartree-Fock 近似での moment の大きさである。 $U / \pi \Delta \gg 1$ で $\xi_0 = U / 2 \Delta \gg 1$

であるから $\eta_0 \sim \pi/2$ となりこの式は前回の(18)式と一致する。しかしながら、Hamann は M/M_0 の外部磁場依存性は導いていない。この結果を導くために用いた周期的な hopping path の仮定はかなり粗い近似のようである。

Hamann の理論でもっとも重要なことは、time-dependent を取扱いを採用し、Nozieres-Dominicus の方法を用いて、 $x(\tau)$ の τ 依存性のゆるやかな極限で厳密な functional の表式を得たことであると思われる。

ところで我々はこの functional integral の方法を s-d モデルに適用することを考えた（吉森・桜井）。最初に述べたように Hubbard 変換を行なうためにはある力学変数の 2 乗の形を作る必要がある。そこで我々が選んだ形は

$$Z = \text{tr} \exp [-\beta (H_0 + V)] \quad (48)$$

$$V = (J/8) \left[\left(\sum_{\sigma} a_{\sigma} + c_{\sigma} + \sum_{\sigma} c_{\sigma} + a_{\sigma} \right)^2 - \left(\sum_{\sigma} a_{\sigma} + c_{\sigma} - \sum_{\sigma} c_{\sigma} + a_{\sigma} \right)^2 \right] \quad (49)$$

である。ここで H_0 は伝導電子のハミルトニアン、 $J < 0$ 、 c_{σ} は

$$c_{\sigma} = (1/N)^{1/2} \sum_{\mathbf{k}} c_{\mathbf{k}\sigma}$$

で定義され、 a_{σ} は局在スピンと

$$S_z = (1/2) (a_{\uparrow}^+ a_{\uparrow}^- - a_{\downarrow}^+ a_{\downarrow}^-) \quad (50)$$

$$S^+ = a_{\uparrow}^+ a_{\downarrow}^-$$

という関係で結びついた Fermion (以下 d-電子と呼ぶ) 演算子である。(49) の V は書換えると、

$$V = V_{sd} - (J/4) \sum_{\sigma} a_{\sigma} + a_{\sigma} c_{\sigma} + c_{\sigma} + (J/4) \sum_{\sigma} (a_{\sigma} + a_{\sigma} + c_{\sigma} + c_{\sigma}) \quad (51)$$

となる。 V_{sd} は前回までと同じ定義の s-d 交換相互作用である。(51) から明かのように V は d 電子の数 $n_d = (\sum_{\sigma} a_{\sigma} + a_{\sigma})$ に関して対角的で、更に $n_d = 1$ の部分空間では $V_{sd} + (J/4)$ となって s-d モデルと一致する。又 $n_d = 0, 2$ の部分空間では、 $|J|/E_F \ll 1$ としてそれぞれスピンよらない弱い不純物ポテンシャルが存在するのみであることがわかる。

そこで状態(48)を計算するのに本来興味のある $n_d = 1$ の部分の寄与の外に、後の計算の便宜のために $n_d = 0, 2$ の部分の寄与をも一緒に考えることにする。この部分の寄与は何も anom-

allowableなものを含まず、Jについての摂動計算が可能で、分離出来る筈のものである。このようにして用意された(48)に対してHubbard変換を適用すると、

$$Z = \int d\zeta(\tau) Z[\zeta(\tau)] \exp \left(-\pi \int_0^1 d\tau |\zeta(\tau)|^2 \right) \quad (52)$$

$$Z[\zeta(\tau)] = \text{tr} T\tau \exp \left[-\beta \int_0^1 d\tau H_\tau(\zeta(\tau)) \right] \quad (53)$$

$$\beta H_\tau(\zeta(\tau)) = \beta H_0 + c \left[\zeta(\tau) \sum_{\sigma} a_{\sigma} + \tau c_{\sigma} \tau + \zeta^*(\tau) \sum_{\sigma} c_{\sigma} + \tau a_{\sigma} \tau \right] \quad (54)$$

$$c = \sqrt{-\beta \pi J / 2}$$

を得る。ここで変数 τ は(11)式の τ を β で割ったものである。 $\zeta(\tau)$ は $\zeta(\tau) = x(\tau) + iy(\tau)$ で定義され、 $x(\tau), y(\tau)$ はそれぞれ(49)の第1項及び第2項の変換にともなって現れる函数である。変換の結果、問題は s-d mixing の行列要素が(虚数)時間依存性をもつ s-d admixture の系の運動を求め(1体問題)、得られた $Z[\zeta(\tau)]$ を functional 平均すればよろしいという形になったわけである。

$\zeta(\tau)$ の τ 依存性を無視する static approximation を用いると、(53)は容易に計算出来る。static な成分 ζ_0 についての積分に対し極値近似を行なうとその結果は異常 Green 函数の高野小川理論と本質的に同じになる。我々は更に static approximation から出発して、 $\zeta(\tau)$ の揺動の効果を摂動計算で取入れることを試み、most divergent term を集めることができた。ここで興味のあることは、その際現れる摂動級数が、singlet bound state の理論に於て $V_{sd} \propto (J/4) \sum_{\sigma} c_{\sigma} + c_{\sigma}$ というポテンシャルを加えて、Schroedinger 方程式を解く時、binding energy を定める方程式に現れる級数と同じであることである。この bound state を求めるための積分方程式の積分核は加藤さん興地さん大坂さんによって他の目的のために求められており、それを用いて binding energy \tilde{E} を定める方程式は容易に得られて

$$0 = \left[1 + \int_0^x du (1-u)^{-\frac{3}{2}} \exp(u/2) \right]^{-1} \quad (55)$$

$$x = (J\rho/N) \log(-\tilde{E}/D)$$

となる。(55)の解は積分の発散する $x = 1$ で定り、

$$-\tilde{E} = D \exp(N/J\rho) \quad (56)$$

を得る。これは V_{sd} だけの時の値と全く同じで、ポテンシャルは binding energy には何も影響しない。 (56) の右辺を $g(y)$ と書くと、 (52) に対して $\zeta(\tau)$ の揺動の効果を取り入れた最終積分の形は

$$Z = Z_c \frac{2\beta}{\pi} \left(-\frac{N}{J\rho} \right) \int dy \ g(y; \beta) \exp \left[-\frac{2\beta}{\pi} \frac{N}{J\rho} y B(y) \right] \quad (57)$$

$$g(y; \beta) = g(X) + y \frac{dg}{dy} - \frac{\pi^2}{6} \left(\frac{1}{\beta y} \right)^2 \quad (58)$$

$$B(y) = g(y; \beta) + \frac{J\rho}{N} + \frac{J\rho}{N} - \frac{\pi^2}{3} \left(\frac{1}{\beta y} \right)^2 \quad (59)$$

$$X = (J\rho/N) \log (y/D)$$

となる。ただし $\beta y \gg 1$ を仮定している。 Z_c は $V=0$ とした時の伝導電子の状態和である。

(57) の積分は most divergent term の範囲内で求められている被積分函数の精度に対応する近似で遂行することが出来る。その結果は

$$Z = Z_c \exp \left[-\frac{2\beta}{\pi} \tilde{y} \left(1 + \frac{\pi^2}{6} \left(\frac{1}{\beta \tilde{y}} \right)^2 \right) \right] \quad (60)$$

で与えられる。ここで \tilde{y} は (58) に現れる $g(X)$ が零になるという条件で定り、 (60) に於て $\beta \rightarrow \infty$ で $(2/\pi)\tilde{y}$ が基底状態の binding energy であることに注意すると、この方法で binding energy を定める式が singlet bound state の固有値を定める式と一致することが判る。磁場が存在する場合も同様に $(\mu_B H/\tilde{y})^2$ の order までの表式を絶対零度で計算することが出来、その結果は

$$Z = Z_c \exp \left[-\frac{2\beta}{\pi} \tilde{y} \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\mu_B H}{\tilde{y}} \right)^2 \right) \right] \quad (61)$$

で与えられる。

(60) と (61) からただちにそれぞれ T に比例する比熱と 0^0K で constant の帶磁率が得られ、帶磁率は石井・芳田によって導れたものと一致する。この低温での正常な振舞は singlet bound state の石井さんの磁場依存性の計算結果からの予想と一致し、又、Anderson-Yuval-Hamann の推論とも、最近の実験事実とも一致する。

我々の計算は static approximation から出発して、摂動計算を行ない、most divergent term をすべて集めた。static approximation では任意の ζ_0 に

対して得られる基底状態はSlater determinantで表され、更に $n_d = 1$ の部分空間に射影してみると、伝導電子のスピンが電子1個分局在スピンのまわりに集って singlet をつくっている状態であることが判る。摂動によって現れる級数 $g(X)$ が singlet bound state の binding energy を定める方程式に現れるものと一致し、更にこの方法での binding energy を定める条件がまさにその方程式になる。これらのこととは得られた基底状態が singlet bound state であるということを暗示していると考えられる。

以上3回にわたって、s-d相互作用の理論（Kondo効果）の発展について述べて来た。 singlet bound state については、絶対零度の理論は磁場依存性を含めて、most divergent term の範囲内で完成し、physical picture もはっきりした。有限温度への拡張は次になされねばならぬことの一つであるが、我々はその方向への一歩を踏み出したといえる。

物性研研究会報告

「液体金属の構造と物性」

標記研究会が去る6月17日、18日物性研において開かれた。研究会の前半は主としてイオノの状態、後半は主として電子の状態に重点をおくような研究発表がなされ、最後に自由討論が行なわれた。御講演下さった方々の氏名と題目は下記の通りである。

研究会終了後、これらの方々にお願いして講演内容に関する原稿を提出して頂き、物性研より「研究会報告」として出版することになった。今回の研究会では予稿集を作成しなかったので、この「研究会報告」はいわばそれに代るものである。この分野の研究に関心をもち、「研究会報告」の入手を希望される方は、物性研 中嶋研究室に御連絡下さい。

研究会世話人

遠藤裕久、田中 実、中嶋貞雄、松田博嗣、渡部三雄

記

1. 竹内 栄 Introduction
2. 森田善一郎、足立 彰 ... 共晶系液体合金の物性研究の問題点ならびに 26.1 at %
Pb-Sn 液体合金の密度と電気抵抗
3. 森田善一郎、足立 彰 ... Fe-C 系溶融合金の密度と粘性ならびにその構造変化に関する一考察
4. 下地光雄 液体金属の分子論的性質
5. 江島辰彦 溶融珪酸鉛の諸物性について
6. 小川 泰 液相の統計力学の問題点
7. 守田 徹、福井芳彦 液体中の原子の速度相関
8. 中原康明 液体金属による熱中性子散乱
9. 渡部三雄 液体金属の電子的性質の理論について
10. 松原武生 トリエステ会議報告をかねたコメント
11. 遠藤裕久 非晶Na-アルゴン混合系におけるモット遷移

12. 米沢富美子 高次のイオン相關関数の電子状態への効果
13. 福山秀敏 液体金属の1つのモデル
14. 武内 隆, 野口精一郎 Hg 合金系についての2, 3の問題
15. 日巻 繁 Non-Simple Liquid Alloysの電気的磁気的性質
16. 下地光雄 液体半導体の電気的性質
17. 安達健五 液体遷移金属の磁性について
18. 金吉敬人 稀薄及び非晶質強磁性体の理論

物性研談話会

10月19日(月) 稀薄合金の磁性 長沢 博

11月 2日(月) Anti-Stokes Luminescence 櫛田 孝司

11月16日(月) 偏極中性子線回折法による物性研究 伊藤 雄而

場 所 物性研A棟2階輪講室

時 間 午後4時～5時半頃

稀薄合金の磁性

長 沢 博

要 旨

磁気不純物を含んだ稀薄合金は低温における輸送現象に抵抗極小その他特徴ある性質を示す。その中で未解決であった抵抗極小及び巨大熱起電力については1964年近藤により「s-d相互作用」を高次まで取込んだ理論により解決された。

しかし、それと共に「金属中の磁性不純物の基底状態」という多体効果が本質にかゝわっている困難な問題が生まれて、理論的に、実験的に多くの研究がなされつつある。

現在までに、貴金属中の遷移金属不純物については実験結果を定性的に説明する事に成功している。

しかし、4dもしくは5d遷移金属中の磁気不純物は輸送現象及び磁気的性質に貴金属中とは異なる特徴ある現象を示すが、これ等の性質について、最近の研究の結果を紹介する。

Anti-Stokes Luminescence

櫛 田 孝 司

要 旨

フォノンエネルギーの付加、高次の光吸收遷移、励起状態からの光吸収、中心間相互作用を介する諸過程などにより、あてた光よりも波長の短いルミネッセンスを発生させることができる。

これらの現象に関する二三の問題について述べる。

フォノンエネルギーが付加わって螢光として放出されるサイクルでは冷却作用があり、物質系のエントロピーは減少することになる。可逆過程を考えれば、この冷却器の効率はカルノーサイ

クルのそれと同じ形に表わされることを示す。実験的に物質の温度下降を観測する可能性についても論ずる。

次に、中心間相互作用によるエネルギー集積とか cooperative sensitization cooperative energy transfer and photon absorption, cooperative Luminescenceなど、複数ヶの赤外光フォトンが関与して1ヶの可視螢光フォトンが発生する種々の過程について述べる。この種の過程の応用面からの重要性についてもふれ、赤外光励起による可視域のレーザー発振の可能性を考察する。

偏極中性子線回折法による物性研究

伊 藤 雄 而

要 旨

熱中性子による刻散乱と磁気散乱との干渉の結果、中性子線の偏極の可能性が Bloch によって始めて提唱されたのは 1936 年である。その後 1950 年代の始めに Oak Ridge の Shull 等によって結晶回折法による高強度高偏極率の偏極中性子装置が開発されて以来、偏極中性子法は物性研究の有力な手段となり、特に磁性電子の平衡的挙動を精密に測定する唯一の方法として確立された。更に近年には High flux reactor の出現による neutron flux の増強と相まって、三軸回折装置による中性子スピニ分光法 (neutron spin spectroscopy) が開発され、非弾性散乱法と偏極中性子法との組合せにより広範囲に渡る物性の問題が研究されるようになった。偏極中性子法による場合、大きく分けて中性子の散乱強度がスピンに依存する事を利用する場合と、散乱によって中性子の偏極が変化する様子を調べるいわゆる polarization analysis による場合との二通りの実験方法があるが、その各々の場合について二、三の例を上げて、偏極中性子法がどのように物性研究に役立っているかを述べたい。

物性小委員会（今期第4回）報告

日 時 1970. 10.17 : 11~18:30

場 所 物性研究所ロビー

出席者 徳永, 川村, 久保, 豊沢, 芳田, 鈴木, 森垣, 斎藤, 勝木, 長岡, 米沢, 伊達
白鳥, 中山, 小野, 近

1. 物性関係の次期特定研究の件（前回より継続）

はじめに委員長より従来の経過の説明があった。

現在行なわれている“極低温”につき、「72年以後も物性関係の特定研究を申請するのであれば、早くから準備にかかる必要がある旨、前期物小委からの申し送りがあった。

現委員会では、物性関係各研究グループの代表者へのアンケート、前2回の委員会での議論でこの問題を扱ってきたが、未だ完全な意見の一致はみていない。幹事会（委員長及び幹事の4人で構成）において、基本的問題点についての各委員の見解の最大公約数として、方針の1~4をまとめた。更にこの方針に立って、I, IIの2つの試案をまとめた。^{*)} 試案の作成に当っては、まず物性物理の将来を考え、有望であって、しかも、手段的には特定研究でまかなえる範囲を逸脱せず、しかも現在の物性物理とあまり遠くない領域にあるテーマを諸分野についてしらべた。この結果、各分野にわたり、しかも焦点がシャープなものとして試案Iの相転移があげられた。次に以上のような議論の仕方ではとりあげられない実験技術の水準向上、とくに各研究室ごとの特色ある技術の推進も重要な課題であることが指摘された。このような視点と、物性の制御という点とから立案したのが試案IIである。

以上の試案I, IIに関連して、主に基本的な問題の提起と討論がおこなわれた。その要点は下記の通りである。

(1) 特定研究そのものに対する考え方

現在、中教審案にみられる「研究と教育の分離」の方針、地方大学の現状などをみると、将来、校費の（実質的）値下げ、プロジェクト研究を中心とした重点配分が予想される。これは研究のいっそうの集中による、研究体制の歪みをもたらすと思われる。過去の成果から
＊）別紙の討議資料参照

分配する今の特定研究はこの歪みを助長する役割をはたす。……という考え方と、このような欠陥は分配の方法を適正にすることにより是正できる（これに関連して、委員長より試案Ⅰ、Ⅱは機会均等の配慮もしている旨発言があった）むしろ特定研究は、物性研究者が将来への見通しを討論し、それを基礎として立案できるのだから、積極的にこれを利用して今ある新しい研究の芽に刺激、機会を与えるべきであるという考え方とがあって意見の一致をみなかった。またこの議論に関連して、均等に与えられる校費などの改善についても別に物小委は努力して、実績配分による研究の集中を開拓すべきであるという指摘があった。

(2) 特定研究に関する幹事会の方針1～4について

とくに方針1) の物性の将来に関するビジョンから出発して特定研究のテーマをえらぶという点について多く議論された。主な意見を要約すると、下記の通りである。

- 1) 物性物理の現状では、10年程度の将来にわたる見通しが立てにくくなってしまっており、そこから一つのテーマを決定することは実際上不可能になっている。
- 2) 本来、万人の一致するビジョンはありえないのだから、共通のビジョンから特定研究のテーマをきめることはできない。題名は便宜であって、よい計画をおとさぬようになっていて、その結果、成果が上がればよい。
- 3) 方針1.を貫徹すれば2～4と矛盾することもありうる。実際に出された試案Ⅰ～Ⅱではその点があいまいである。
- 4) 物性物理の見通しから、一つのテーマを決定することができなくとも、いくつかのテーマをえらぶことはできる。その中から2～4の点を配慮してえらべばよい。

(3) 試案Ⅰについて

相転移は物性の諸分野で今日活発に研究されているテーマであり、前におこなったアンケートでもこれを上げた意見が比較的多かった。その内容は、臨界現象、素励起の不安定性などを中心とし、古典的な相転移の研究を中心とするものではない。

これに対する主な意見は下記の通りである。

- 1) 相転移を題名として、シャープな視点を定めながら、物性のかなり広い分野をおおうことができる。したがって、将来有望な計画を多くとりあげる可能性がある。
- 2) 相転移は今日流行のトピックスであるが、将来の物性物理をきりひらくテーマであるとはいえない。
- 3) 新しい相転移に主眼をおくというが、本質的に「新らしい」とはどういうことかは個人によってちがう。古典的な研究から新しい分野がひらけることもあるし、逆に新しい

ことを狙ったからといって、新らしい成果が出るとは限らぬ。

4) 相転移では、素過程を明らかにするという視点が第2義的になる。

以上の議論に関連して、光物性、不規則系などのテーマについても考慮された。

(4) 試案Ⅱについて

この案は物性の各分野でかぎとなっている物質の試料作成法を進歩させて今日物性物理の直面している問題を解決し、さらに、新物質の開発、高密度励起子気体、平衡から非常にずれた系などの新状態の実現によって物性の制御への途をきりひらくものである。

これに対する主な意見は下記の通りである。

- 1) 試案Ⅱは意図が散漫で、物性研究者の間でも、また物理学者外でも理解を得がたい。
- 2) おおり分野が広すぎて、特定研究とするのは適当ではない。
- 3) 試料作成にかぎらず、実験技術一般の向上を対象とすべきである。

なおこの案に関連して、アンケートで森垣委員の出した「固体物性」という案が問題になった。これは、

- 1) 物性グループの自主的配分により、研究者の自由なアイデアを援助すると同時に、格差解消にも役立てられる。

という考え方と

- 2) 固体物性では広すぎて、特定研究の趣旨にあわない。格差解消は別に配慮しなければ解決できないし、実験家の予算への要求を無視して、基本線の議論の決着を待つことはできない。

以上の討論のうち、各委員の意見分布をしらべた。

その結果は

- | | | |
|----------------------|----|----|
| i) 試案Ⅰまたはそれに類するものに賛成 | 2人 | |
| ii) 試案Ⅱ | " | 9人 |
| iii) 両案とも反対 | 2人 | |

である。これに従って、下記の通り当面の作業案をきめた。

各委員が試案Ⅱ又はⅠについてやゝ具体的なイメージを記したメモを提出し、それを参考としつつ幹事会において、二つの原案をまとめる。これを前回アンケートと同様各研究グループ代表者に送付して、意見をきく。このさい以上の意見分布、少数意見を併記する。この作業はなるべくはやくおこない、来年原案を学術会議へ出せるよう準備する。

2. 物性研将来計画について

この議題は、昨年10月の委員会以来継続となっている。（前回、前々回は時間のつごう上討議しなかった。）

今回中山委員より下記の提案があった。

物性研所内でかなり長期にわたる将来計画が進行していると聞いている。その現状はどうか。又、任期制の採用など重要な問題は所外の意見をきくべきである。

この点につき、鈴木委員（物性研所長）より次の説明があった。

問題としては、東大との関係、大学院のあり方、人事交流などがあるが、目下、現在空席となっている二研究室人事の方針、任期制の採用が問題になっている。これについては来年1月ごろ所内の意見がまとまる予定があるので、その後、物小委、物性研協議会、共同利用施設専門委員会の合同会議を開いて議論してもらうつもりである。この件は協議会、共同利用施設専門委員会で了承をえている。

物小委としては、この合同会を開くことを了承し、その時期については、物性研内の議論の進行を待つこととした。なお、これと関連して、物性物理の将来についての研究会を開く件も議論された。

（附）特定研究テーマ選定に関する討議のための資料

〔方針〕

1. 物性物理の現状分析とその将来へのビジョンの上に立ち、今後の物性研究の発展に資する所の大きいテーマをえらぶ。
2. テーマは、相当の広さと深さを持つこと。
3. 特定の研究条件（特殊又は巨大装置など）をもつものだけしか参加できないようなものはなるべく避ける。
4. 現在続いている特定研究「極低温における物性の研究」との重複は、なるべく避ける。

〔試案I〕 「相転移の研究」

内容 凝縮系における種々の相転移の微視的機構、特にダイナミカルな問題や、素励起の不

安定性との関連などに重点をおく。

古典的な研究は含まない。

例としては、磁性体、誘電体における相転移、金属一絶縁体転移、協同的ヤーンテラーエフェクト、固液相間転移、液晶における諸相などが考えられる。

特長

- 物性物理のいくつかの分野を横に貫く重要テーマである。
- 研究手段に variety がある。

[試案Ⅱ] 「物性の制御に関する基礎的研究」

内容 1. 各分野でネックとなっている試料の作成法の開発と、それを用いた物性研究。

2. ある研究目的をもって、新物質を開発する。

3. 外場などにより物性を自在に変化させることにより、物性を支配する機構を明らかにする。

4. 新しい状態（諸種の不安定状態を含む）を実現することにより、新しい現象をさぐり、それを支配する原理を追求する。

特長

- 物性研究の新しい発展を誘起する効果がある。
- どの分野の人も意図次第で参加できる。

物性関係の新しい特定研究について

物性小委員会では、現行の「極低温における物性の研究」（昭和44～46年度）につぐ物性関係の新しい特定研究の立案について、物性グループ100人委員等に、二回にわたり、アンケートを求めると共に、前三回の委員会において討議を進めてきました。その経過については、物性グループ事務局報（1970年1号、2号、3号）および、物性研だより（第10巻1号、2号、本号前掲）で報告した通りですが、その結果、10月17日の委員会で討議された二つの試案（内容については、その後の各委員からのメモも参考にし、11月13日の物小委幹事会でねり直した）の可否、選択について、上記物性グループ100人委員等にアンケートを求めることになりました。物性グループのすべての方の重要な関心事と思われますので、ここに両案の内容をお報せ致します（次頁参照）。

昭和45年11月16日

物小委委員長 豊沢 豊

〔第Ⅰ案〕 相転移の研究

相転移は、物性物理のいくつかの分野を横に貫く基本的問題である。それは、多体系に特有の、顕著な又普遍的な現象として、古くから多くの研究者の興味をひきつけてきた問題であるが、最近種々の実験事実の蓄積、新物質の開発、統計力学の進歩に刺激されて、新たな発展段階に入ろうとしている。この時期に、物性物理諸分野の研究者の幅広い協力によって、研究の飛躍的発展をはかることを目的とし、標記のテーマの特定研究を計画したい。

この計画で重点をおきたいのは、相変化をただ現象論的に追ってゆくという、一昔前の流儀ではなく、相転移のミクロな機構を一つづつ具体的に解明して行くことである。このような新しい視点として、たとえば二次相転移における dynamical scaling law , 転移点近傍で起る種々の臨界散乱現象、次元と相転移の関係、素励起の不安定性と相転移の関連などが考えられる。より具体的には、磁性体、誘電体における協力的ヤーンテラー効果や、磁気および電気モーメントの動的相関、ゆらぎなどからみた相転移の諸断面、あるいは第一次の相転移としてよく知られる固・液相間転移や、金属絶縁体間の転移について得られるミクロな諸現象、さらには液晶において最近急速な展開を示しつつある多彩な新現象の研究なども考えられよう。

相転移の研究手段としては、中性子およびX線の散乱、高圧高磁場など極端条件下での物性測定、光や電波の共鳴や散乱、あるいはレーザー等の応用による多粒子励起系における新しい相の実現、など意欲的な発展が期待される。

〔第Ⅱ案〕 物性の制御に関する基礎的研究

我々をとりまく、さまざまな物質と、その物性の背後にあるミクロな機構についての知識の蓄積は、現在も急速に進んでいるが、このような量的拡大の中にあって起りつつある一つの質的変化に注目したい。それは、これらの蓄積された知識と経験とを駆使して「物性を我々の意のままに制御する」ことが、かつては予期もされなかつた程度にまで可能になり、それが又研究方法に feed back されつつあるという事実である。その意味で物性物理学は、自然科学の数多い分野の中でも異色をもつといえよう。我々はこの流れを物性研究に新しい飛躍をもたらす重要な契機としてとらえ、単に身辺にある物性を理解するという従来の受動的立場から脱却して積局的に新しい物質や状態を創り出し、そこに新たな現象と法則性を探求し、我々の自然認識をより深めにすることを目標とする特定研究を計画したい。具体的な内容としては、たとえば次のようなものが考えられよう。

1. 典型的な物性を示す物質の開発

物性研究のスタートたるべき試料の作成面において、日本ではこれまで、短兵急な後進国的追い着き意識が先に立ち、真に開拓的な研究が育ちにくかった。物をつくるという地味な努力が正しく評価されていない点も問題があろう。従って、現在各分野でネックとなっている試料の作成に大きな力を入れると共に、新しい物性的興味の実現にもっともふさわしい典型的な物質を意欲的に開発、製作してゆくことが必須のものとなる。たとえば、スピニン相関と次元の関係をしらべるための理想的低次元磁性体、金属・非金属遷移をもっとすっきりした形で実現させ得る物質、制御し得る randomness をもつ系、不用の複雑さをできるだけさけ得る液晶、などの開発があげられよう。

2. 外場による物性の制御

高圧・強磁場、強電界などの外場により、物性を連続的又は不連続的に変化させることにより、目的とする問題をしらべるのに適して状況をつくり出し、物性を支配するミクロな機構を明らかにする。又、このように可変となった物質パラメーターを新たな研究手段として feed back することも考えられよう。

3. 新しい状態、現象とそれを支配する法則性の追求

たとえば、熱平衡から大きくずれた系のふるまいについては、それを理解するに必要と思われる概念や一般法則が欠如している。半導体などで見出される多様な電流不安定性、発振現象などについても、安定性判断の基準たるべきマクロな原理（動的熱力学？）が未確立である。レーザー等により実現できる高密度励起系は、多様な現象を示すが、未解明のものが多い。各分野で見出されている諸種の非線型現象の中には、線型現象での常識を全く拒むものもあるが、まだその一端しか知られていない。等々。

4. 測定手段の向上と開発

各研究者が現在行なっている測定で、精度や power を一桁上げるという地味な計画 — これが大きな発見につながることもしばしばある — から、原理的に新しい測定手段を開発するものまで、広く包含する。

短期研究会追加公募について

東京大学物性研究所

昭和45年度後期実施の短期研究会は10月に開催されました共同利用施設専門委員会で審議され採決されました。しかし、予算に若干の余裕がありますので、小規模なものも含めて、短期研究会を追加公募いたします。

なお、物性物理の将来問題等に関する研究会はここ数年開催されておりませんので、この種の研究会の提案を期待いたします。

ご希望の方は下記によりお申し込み下さい。

記

1. 提出書類

(1) 短期研究会申請書1通(様式は適宜)

(2) 記載事項

A 研究会の名称

B 提案理由

C 開催希望期日

D 参加予定者数

E 参加依頼者

① 所属、職名、氏名、等級号俸、発令年月日を明記して下さい。

② 特に所属、職名、氏名は必ず明記願います。

F 所内関係所員

G その他希望事項(予稿集、報告集の発行等)

H 提案者(所属、職名、氏名を明記し、代表者には○を付すこと)

2. 申込期限

昭和46年1月15日(金)

3. 申込先

東京都港区六本木7丁目22番1号
東京大学物性研究所 共同利用掛
電話 (402) 6231 内線503

4. 採否の決定

応募されたもののうち、決定された研究会については、至急提案代表者にお知らせいたします。

5. 備考

提案代表者は研究会を終了したとき、報告書を出来るだけ早く提出して下さい。

三宅教授退官記念講演会のお知らせ

1971年3月をもって三宅静雄教授は停年退官されます。この機会に下記の要領で記念講演会を催しますので、どうぞ御来聴下さい。なお、東京近辺の研究機関あてには適当な時期に改めてお知らせ致します。

題 目 結晶と波動と私
日 時 昭和46年3月15日(月)
午後2時～4時
場 所 東大生産研大講堂
(物性研と同じ構内です)

(談話会幹事)

昭和46年度前期共同利用について

このことについて、下記により公募いたします。

記

1. 公募事項(別添要項参照)
 - A 外来研究員(4月～9月実施分)
 - B 短期研究会(〃)
 - C 共同研究(1年間)
2. 申込資格：国、公、私立大学、国、公立研究所等の研究機関の研究者及びこれに準ずる者。
3. 申込方法：申請書1通提出(様式は別添のとおりですが、必要部数を下記申込先までご請求下さい)
4. 申込期限：昭和46年2月15日(月)
5. 申込先：東京都港区六本木7丁目22番1号
東京大学物性研究所 共同利用掛
電話(402)6231 内線503
6. 審査：研究課題の採否、所要経費の査定等は共同利用施設専門委員会において行ない、教授会で決定いたします。
7. 採否の決定：昭和46年3月下旬

外来研究員について

本所では共同利用研究所の使命として、外部研究者の研究遂行の便宜のため下記の各種研究員制度が設けられています。これら研究員の公募は、原則として半年ごとに行なっております。

なお、本年度は留学研究員制度の中で長期滞在の研究員について、新しい試みを計画しています。

1. 客員研究員

- (1) 所外研究者がやや長期にわたって、本所の施設を利用して研究を行なう便宜を提供することを目的としています。
- (2) 資格としては、教授、助教授級の研究歴に相当する研究者を対象とします。
- (3) 申請については、本所所員の申請にもとづいて、研究計画等を検討のうえ決定します。
- (4) 研究期間は最低1ヶ月とし、6ヶ月を限度としていますが、延長が必要なときはその都度申請して更新することが出来ます。
- (5) 研究期間中は常時本所に滞在することを原則とします。
- (6) 居室の提供については所は出来るだけ努力します。

2. 嘱託研究員

- (1) 所外研究者に本所の研究計画ならびに共同研究計画の遂行上必要な研究を嘱託することを目的としています。
- (2) 嘱託研究員の委嘱は、本所所員の申請にもとづいて、研究計画等を検討のうえ決定します。
- (3) 研究期間は6ヶ月を限度とし、延長が必要なときはその都度申請して更新することが出来ます。

3. 留学研究員^卒

- (1) 大学、官庁その他の研究機関に在職する若い研究者に、長期にわたる留学の便宜を提供することを目的とした制度です。
- (2) 資格としては、大学院ないし助手程度の研究歴に相当する層を対象としています。
- (3) 研究期間は1年を原則とし、研究は所員の指導のもとで行ないます。

^{卒注}) 在来の制度をより明確にするため、今年度より留学研究制度の中に次のような長期留学

研究員の枠を考えています。東京（近郊の大学を含めます）以外の大学に所属する方で、長期留学研究員に応募される方は、旅費、滞在費が規定に従って支給されます。〔所属される大学の場所によって異なりますが、平均（6ヶ月滞在）10万円程度になります〕その場合、6ヶ月を原則とし、1ヶ年間に延長することが出来ます。この枠の研究員として年間5～6名を予定しております。

4. 施設利用

- (1) 所外研究者が研究の必要上、本所の施設を短期間利用したい場合、その便宜を提供できるようにしております。
- (2) 受け入れについては、申請された研究計画等を検討のうえ決定いたします。

5. 上記、留学研究員、施設利用は本所指定の申請書（別紙様式、必要な方は直接物性研までご請求下さい）を提出して下さい。

6. 各種研究員の受け入れ可否は、共同利用施設専門委員会において申請された研究歴、研究計画ならびに所内諸条件を審査検討し、教授会で決定します。

7. 旅費、滞在費ならびに研究に要する経費は、個々の申請にもとづいて、共同利用施設専門委員会で査定のうえ、共同利用研究施設運営費から支出します。

8. 予算の支出、諸施設の利用、設備の管理等については、関係する所員の指示に従って下さい。

共同利用施設専門委員会委員

宮 原 将 平 (北大・理)	入 江 捷 広 (早大・理工)
平 原 栄 治 (東北大・")	勝 木 渥 (信大・理)
田 中 信 行 ("・")	益 田 義 賀 (名大・")
大 塚 泰一郎 ("・")	富 田 和 久 (京大・")
田 中 実 ("・工")	松 原 港 生 ("・")
玉 井 康 勝 ("・非水溶液研)	辻 川 郁 二 ("・")
植 村 泰 忠 (東大・理)	杉 本 健 三 (阪大・")
佐々木 亘 ("・")	白 鳥 紀 一 ("・")
山 口 悟 郎 ("・工")	三 石 明 善 ("・工")
永 井 克 彦 ("・教養")	中 山 正 敏 (九大・教養)
近 桂一郎 (早大・理工)	その他物性研所員

外来研究員申請書

No.

-41-

昭和 年 月 日

東京大学物性研究所長 殿

所属・職名

ふりがな

(申請者) 氏 名

印

等級号俸

等級号俸発令年月日(年 月 日)

下記研究計画により外来研究員として貴所で研究いたしたいので申し込みます

研究題目

研究目的

研究の実施計画（使用装置方法等詳細に）

希望部門及び研究室名

部 門

研究室

研究予定期間

昭和 年 月 日 ~ 昭和 年 月 日				
物性研 究所出 勤予定日	都外の場合			
	月	日 ~	月	日(泊日)
	月	日 ~	月	日(泊日)
	月	日 ~	月	日(泊日)
	月	日 ~	月	日(泊日)
	都内の場合			
	月	日 ~	月	1週
月	日 ~	月	1週	
月	日 ~	月	1週	
所内へ宿泊を希望される場合はその日数を記入して下さい				
月	日 ~	月	日(泊)	
月	日 ~	月	日(泊)	
月	日 ~	月	日(泊)	
月	日 ~	月	日(泊)	

この出張の際物性研以外から鉄道賃・日当・宿泊料が支給されますか

される

されない

略歴

上記職員を派遣いたしたいのでよろしくお願いします

申請者の所属長

印

短期研究会について

昭和46年度前期(4月～9月)に実施する研究会を公募いたします。

ご希望の方は下記によりお申し込み下さい。

なお、物性物理の将来問題等(例えば、物性研究所における具体的な研究課題の一つとしてとりあげようとしている「極限物性」についての将来問題の研究会など)に関する研究会は、ここ数年開催されておりませんので、この種の研究会の提案を期待しいします。

記

1. 提出書類

(1) 短期研究会申請書(様式は適宜)

(2) 記載事項

A 研究会の名称

B 提案理由

C 開催希望期日

D 参加予定者数

E 参加依頼者

① 所属、職名、氏名、等級号俸、発令年月日を記入のこと。

② 特に所属、職名、氏名は必ず明記願います。

F 所内関係所員

G その他希望事項(予稿集、報告集の発行等)

H 提案者(所属、職名、氏名を明記し、代表者には○を付すこと)

2. 提案代表者は共同利用施設専門委員会において、開催主旨及び所要経費について十分説明していただきます。

3. 研究会の採否は共同利用施設専門委員会で審議され、教授会で決定します。

4. 所要経費は共同利用施設専門委員会で査定のうえ、共同利用研究施設運営費から支出します。

5. 提案代表者は研究会を終了したとき、報告書を出来るだけ早く提出していただきます。

共同研究について

例年通り、来年度（昭和46年度）実施の共同研究を公募いたします。

共同研究は所内、所外を問わず研究グループをつくって物性研究所を利用して研究を行なうものであります。ご希望の方は、ご関係方面においてご協議のうえ、下記の要領に従ってお申し込み下さい。

なお、所外の研究者が通常の外来研究員として来所されて行なう研究もかなりのものが共同研究であると考えられますが、今般公募するものとしてはそれらと違った（具体的にはもう少し規模の大きい5～6名あるいはそれ以上の研究者によるグループ研究を考えています）特徴のある研究計画を期待します。

研究計画は大小いろいろあってよいものと考えられますが、共同研究のために要する経費は共同利用研究予算の中でまかなわれますので、この枠を越えるものは実行が困難である点をお含み下さい。

記

1. 申し込みは本所指定の申請書（別紙様式）を提出して下さい。
2. 提案代表者は、研究内容及び諸経費について共同利用施設専門委員会で十分説明していただきます。
3. 研究課題の採否は共同利用施設専門委員会で審査検討し、教授会で決定します。
4. 研究に要する経費は共同利用施設専門委員会で査定のうえ、共同利用研究施設運営費から支出します。
5. 予算の支出は所員が代行してお世話をいたしますが、諸施設の利用、設備の管理等については責任者の指示に従って下さい。
6. 提案代表者の年度の終りに報告書を提出し、共同利用施設専門委員会においてもその研究について報告していただきます。

参考として45年度までに行なった共同研究のうち、その一部は下記のとおりです。

研 究 課 題	予算、校費	旅費	
○ 超高磁場パルスを用いた分光学	17万円	3万円	(40年度、 ³⁷ 年より継続)
○ 低温におけるFeCl ₂ 単結晶の遠赤外吸収		2万円	(42年度)
○ MnSi _{1.72} の中性子回折	4万円	5万円	(42年度)
○ Au-Cr合金の中性子回折	16万円	20万円	(43年度)
○ ハロゲン化水素固相の強誘電性	52万円		(43年度)
○ X線による光電子分光	23万円		(44年度)
○ 偏極中性子による常磁性局在モーメント	23万円	15万円	(44年度)
○ 稀薄合金Au-V等の物性	26万円		(44年度)
○ 稀薄合金の物性	20万円		(45年度)
○ 液体ヘリウム中のフォノン間相互作用	57万円		(45年度)

共同研究申込書

No.

昭和 年 月 日

東京大学物性研究所長 殿

所 属

(代表者) 職 名

氏 名

印

下記のとおり共同研究を申し込みます

研究題目

研究期間

自 昭和 年 月 日 至 昭和 年 月 日

研究計画(目的、研究内容等詳細に)

本所で利用する主要施設

経費	品名	規格	員数	金額
----	----	----	----	----

備考

東京大学物性研究所の助手公募の通知

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

(1) 研究室名および公募人員数

長倉研究室 助手1名

(2) 研究分野

分子および分子集団の電子構造および動的過程の研究、とくに新しい分光学的方法の開発。

(3) 資格

応募資格としては、修士課程修了またはこれと同等以上の能力ある人。なお、基礎的素養を持ち、上記分野の研究に意欲的な研究者であれば、特に経験の有無は問いません。

(4) 任期は原則として5年以内とする。

(5) 公募締切

昭和46年2月28日(日)

(6) 就任時期

なるべく早期を希望します。

(7) 提出書類

(1) 推薦の場合

- 推薦書(健康に関する所見を含む)
- 履歴書(略歴で結構です)
- 主要業績リスト(必ずタイプすること)ほかに出来れば主な論文の別刷

(2) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト(必ずタイプすること)
- 所属の長または指導教授等の本人についての意見書(宛先へ直送のこと)
- 健康診断書

(8) 宛 先

東京都港区六本木7丁目22番1号
東京大学物性研究所 人事掛
電話 (402) 6254, 6255 郵便番号106

(9) 注意事項

公募書類在中、又は意見書在中の旨を表記し、書留で郵送のこと。

(10) 選定方法

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

東京大学物性研究所長

鈴木 平

TECHNICAL REPORT OF ISSP 新刊リスト

Series A

- No. 432 Nobuko Sakai, Ichimin Shirotani and Shigeru Minomura: The Effect of Pressure on the Electronic Absorption Spectra of Alkali Metal Cation and Chloranil or Bromanil Anion Radical Salts, and the Dimerization of Chloranil Anion Radical in Solution.
- No. 433 Takao Kawai, Koichi Kobayashi, Mihoko Kurita and Yunosuke Makita: Drift Mobilities of Electrons and Holes in Thallous Bromide.
- No. 434 Fuyuhiko Sugawara, Terutaro Nakamura, Takeo Hirose and Shunsuke Kobayashi: Absorption and Photoconductivity Spectra of In-Doped Germanium in the Far-Infrared Region.
- No. 435 Yasuhiko Syono: Crystal Field Effect on the Olivine-Spinel Transformation.
- No. 436 Toru Moriya: Light Scattering by Two-magnon Excitations in Ferromagnets.
- No. 437 Ryuzo Oshima, Yoshito Onoda, Hirohisa Endo and Shigeru Minomura: Pressure Dependence of the Knight Shift of In 115 in Liquid Mercury-Indium Alloys.
- No. 438 Yoshihiro Kuroda: Local Variation of Order Parameter and Isolated State inside the Energy Gap in a Superconductor with a Magnetic Impurity.
- No. 439 Akio Yoshimori and Akio Sakurai: Functional Integral Approach to the Bound State due to the s-d Exchange Interaction.
- No. 440 Kei Yosida and Kosaku Yamada: Perturbation Expansion for the Anderson Hamiltonian.

編 集 後 記

前回の第4号には共同利用施設専門委員会（10月1日）で決定した事項を掲載するため発行が大変おくれてしまいました。今回はほぼ普通なのですが、年末に近づくと印刷がおくれますので、この号をお読み頂けるのは71年になってからになるかも知れません。何れにしても“70年”も早や過ぎたかと嘆じたくなりますが、71年をよりよい年にしたいという決意と希望をもって迎えたいと思います。

石川さんの書かれた“夢”は新年号にふさわしいものでした。

106 東京都港区六本木7丁目22番1号

東京大学物性研究所

細 谷 資 明
櫛 田 孝 司
小 林 謙 二

次号の原稿の締切は1月20日です。

