物性研５０年の歩み

50th ISSP

東京大学物性研究所

2007年

物性研５０年の歩み

目　　次

はじめに

創立 50 周年にあたって　上田和夫　2
沿革　4
沿革図　6
所員一覧　7

物性研 50 年の歴史

第Ⅰ期
物性研の有史以前　三宅静雄　8
物性研究所設立趣意書　12
無題　久保亮五　15
第Ⅱ期
物性研所長在任中のこと　芳田奎　18
第Ⅲ期
回想録　竹内伸　21
昔の研究室風景
武藤研究室の現状　武藤俊之助　24
大野･小林研究室　大野和郎・小林晨作　26
鈴木･井村研究室　鈴木平・井村徹　28
本田研究室　本田雅健　30
菅野研究室　菅野暁　31
電磁濃縮法の進展　三浦登　36
50 年のアルバムから　43

物性研 50 年の研究から

第Ⅰ期　44
第Ⅱ期　50
第Ⅲ期　58
文献　66

社会と科学の動き　74
歴史のひとこま　75

編集後記　76

創立 50 周年にあたって

物性研究所長　上田　和夫

この物性研究所創立 50 周年記念冊子には、研究所の写真がいくつか紹介されている。表紙に掲げられているのは創立後建設された本館の第一期工事が完成し、研究所の開所式が行われた 1960 年のものである。昭和 32（1957）年 3 月 31 日に設立された物性研は昭和 32 年度から 5 年間をかけて、20 研究部門が整備された。物性研設立に向けて学術会議で採択された設立趣意書には「この研究所は、物性物理学のうち、固体物理学を中心とする分野においてその基礎的研究を高度の綜合性をもって行うに足る充分な近代的設備を整えた中央的研究機関であることが望まれる。ここにおいて物性の研究を強力に推進するとともに、全国の研究者がその設備を利用してその研究を徹底的に遂行することを積極的に援助」すべきことが謳われている。現時点から物性研の歴史を振り返れば、最初のおよそ 10 年間でその設立の趣旨に沿った一応の体制が整い世界的にも認知された研究所として基礎を固めたということができよう。

表紙裏見開きの写真は、柏移転を前にした六本木時代最後のころの航空写真と思われる。左側のページの建物は、主として生産技術研究所が使っていたものであるが、その一部は物性研 Q 棟とよばれ、物性研の所長室、図書室、事務室などが置かれていた。元の六本木キャンパスには現在国立新美術館と政策研究大学院大学があるが、往時の建物で残っているのは、この物性研 Q 棟部分だけである。右側の写真には、本館にくわえ超低温物性実験棟、超強磁場・極限レーザー実験棟などが写っている。これらの実験棟は、極限物性部門の整備を中心とする 1980 年の研究所の改組の前後に建てられたものである。

裏表紙内側の航空写真は柏キャンパスへの移転が完了した物性研の姿で、約 1 年前にとられたものである。本館に並行して、左側から順に、低温･多重極限実験棟、ショートパルス強磁場実験棟、先端分光実験棟が並んでいる。先端分光実験棟のさらに裏手に見えているのは、

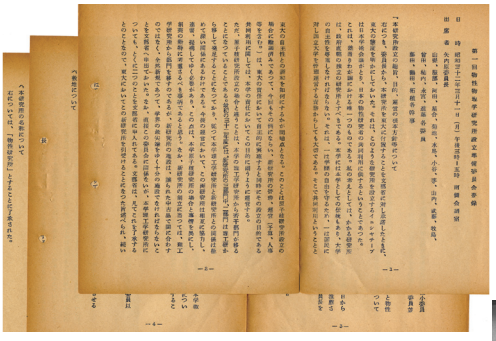
高輝度光源計画を推進するために設けられた軌道放射実験棟である。物性研では柏移転を視野に入れて、1995年に国際的な評価委員会による外部評価を実施し、翌年には移転に向けて2度目の大幅な組織再編を実施した。柏移転は2000年に完了したが、柏における21世紀の物性研は物質科学の国際共同利用研究所を目指す、という基本方針が確立された。柏移転そのものは現状移転であったが、その際手当てされた設備更新により多くの実験設備の面目を一新することができた。

2004年にはいわゆる大学改革が実施され、東京大学は国立大学法人東京大学となった。2005年には、柏移転後の研究成果を検証し法人化後の物性研究所の進むべき道を検討するために、10年ぶりの外部評価が、再び、国際的評価委員会によって行われた。物性研が物質科学の研究拠点の一つとしての世界のコミュニティーの中で重要な役割を果たしていることが確認されるとともに、今後その機能を一層充実していくには、法人化以降の厳しい予算状況の中にあっても引き続き先端的な研究設備整備の努力を重ねていくことの必要性が指摘された。

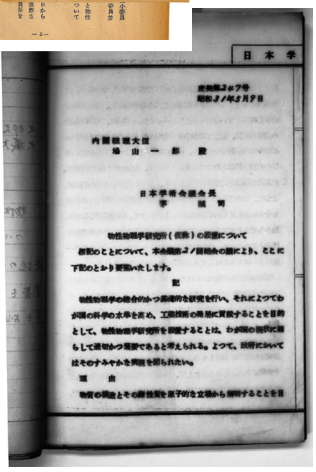
昭和51年度の物性研の予算定員は教授、助教授、助手合わせて94名であるが､現在の物性研の教授､准教授､助教を合わせた教員の採用可能数は92名である。ポスドク等が増えていることを考えると、物性研の人的規模はほとんど変わってないと言うことが出来る。今後とも物性研は適切な規模を保ち、オリジナリティー豊かな研究成果を生み出すべく着実な研究活動を展開することを基本方針としている。そのためには、世界における物質科学の基礎的研究を牽引していくに足る物性実験、物性理論、物質合成のグループを維持すると同時に、物性研でしかできない特徴のある研究設備、グループを整備して研究のピークを構成する努力を続けていくのが重要と考えている。

後者の大型研究設備に関しては、法人化以降の厳しい予算状況の中ではあるが、関係者のご理解を得てロングパルス超強磁場実験施設の建設が進行中である。また、放射光研究施設に関しては高輝度光源リングの建設は断念されたものの、Spring-8におけるビームライン建設が今年からスタートした。さらに、柏キャンパス北側の未取得地における大型研究設備整備計画として極限コヒーレント光科学研究センター構想を策定しつつある。これらをまとめて2010年度からの第2期の中期目標・中期計画に備えるべく準備を進めているが、それが物性研創立1世紀に向けての第二の50年間のスタートとなるよう念願している。

50周年の記念式典を迎えるにあたり、先人たちのご努力、コミュニティーのご支援、東京大学、文部科学省など関係者ご尽力に感謝するとともに、今後の一層のご指導、ご鞭撻をお願いしたい。



設立準備委員会議事録（1957年）



原議書

沿革

六本木本館（1982年）

物性研究所創立より、半世紀が経過した。物性の先端的基礎研究を目的とした共同利用研究所であることは、この 50 年間変わってはいない。しかし、その時代の要請に応えるべく、自己変革を繰り返しながら現在を迎えている。これらの変革は数年間の準備期間、即ち、物性研究所の内外の研究者の十分な議論を経た結果、現実化してきた。日本全国の物性研究者が、研究面ばかりでなく、その運営に関わって、共同利用研究所として機能し続けてきた。経過してきた道を振り返ってみると、大きく 3 期に分けられる。

物性研設立から 23 年間
第 I 期（昭和 32 年〜昭和 55 年）

量子論に基づいた物質の物理的・化学的性質に関する学問が日本でも昭和初期に盛んになり、戦時中という状況下でも物性論研究が意欲的に進められていた。しかし、終戦後の経済全般の荒廃の中で、研究機関の窮状は甚だしく、世界的水準には遠く及ばないものであった。昭和 24 年の湯川秀樹博士のノーベル賞受賞を契機として、科学技術発展への機運が高まり、研究者が共同で利用できる研究所設立の動きが起こり、学術会議から国に対して勧告が出された。それを受けて、昭和 28 年京都大学基礎物理研究所設立、昭和 30 年東京大学原子核研究所設立、昭和 32 年東京大学物性研究所設立、となった。初代研究所長として、物性研究所は設立準備段階から関わった茅誠司を迎えた（後東京大学総長）。物性科学の基礎研究者ばかりでなく、工業界からの期待も背負って、物性科学研究の世界的水準への引き上げと同時に、全国共同利用研究所として日本中の研究者への研究環境の提供という大きな目的を課せられた。

当初の 20 部門（後 22 部門）*には物理・化学・工学の研究者がその分野を越えて集められ、大型計算機室やヘリウム液化室を含む 10 実験室**、図書室、工作室、エレクトロショップ、共同利用宿泊施設という陣容に日本全国の物性研究者の希望が託された。さらに昭和 50 年には軌道放射物性実験施設が加わった。

物性科学の跳躍的発展が応用技術を媒体として、日本の経済復興に密接に結びついている歴史を振り返ると、この時期の物性研究所の果たした役割には多大なものがある。

* 電波分光・理論 II・結晶 I・誘電体・光物性・極低温・磁気 I・半導体・分子・格子欠陥・塑性・放射線物性・結晶 II・理論 I・固体核物性・界面物性・磁気 II・非晶体（無機物性）・超高圧・理論 III・中性子回折・固体物性（客員）：設置順
** 低温液化室・化学分析室・試料作成室・電子顕微鏡室・超高圧共通実験室・強磁場実験室・共通放射線実験室（RI）・電子計算機室・中性子回折共通実験室・サイクロトロン実験室

大部門制へ改組後

第 II 期（昭和 55 年〜平成 8 年）

科学技術の急速な発展と経済の復興にともない、全国の大学の物性研究環境も整ってきた。設立以来 20 年を経過した物性研究所は、将来計画が議論され、大幅な変革がなされた。研究所の拡張・組織増ではなく、研究所の体制あるいは体質改善、即ち、物性研究の網羅ではなく、重点化と機動性を図る基本方針が決定され、次のように改組された。

1. 極限物性部門：(超強磁場・超低温・極限レーザー・超高圧・表面）2. 軌道放射物性部門　3. 中性子回折物性部門　4. 凝縮系部門　5. 理論部門　6. 2 付属実験施設：軌道放射物性研究施設・中性子散乱研究施設、7. 共通実験室（p6 沿革図参照）の 5 大部門制と 2 施設への移行が実施され、そして、客員部門も増設され、大型装置を利用しての共同利用研究も推進された。

極限物性部門は極限物性研究のための独自技術開発に重点をおき、世界的な極限値での実験環境を実現させた。軌道放射部門では田無キャンパスにあった既存の実験施設以外に、高エネルギー物理学研究所の放射光施設に物性研究所分室を設け、高精度・高分解能の放射光物性実験設備を設置し、共同利用に提供した。そして、新たな高輝度光源計画を立案することとなった。中性子部門では日米科学協力協定を結んで、ブルックヘブン研究所及びオークリッジ研究所に物性研究所の実験装置を設置し、実績を上げた。また日本原子力研究所の研究用 3 号炉の改造に伴い、東海村の中性子散乱研究設備の大幅な性能向上が図られ、東海村共同利用宿泊施設とともに、全国の中性子物性グループに実験環境を提供した。理論部門と凝縮系部門は自由な発想による研究と新たな萌芽の育成を目的にして研究室単位で運営された。その中で高温超伝導研究の進展から、新物質開発計画が提唱され、化学分析室と試料作成室を統合した物質開発室が平成元年新物質開発部門に発展した。

部門制への移行で、よりダイナミックに研究が展開され、先端研究と共同利用という二つの目的を遂行した。

柏移転を見据えた改組から現在まで

第 III 期（平成 8 年〜現在）

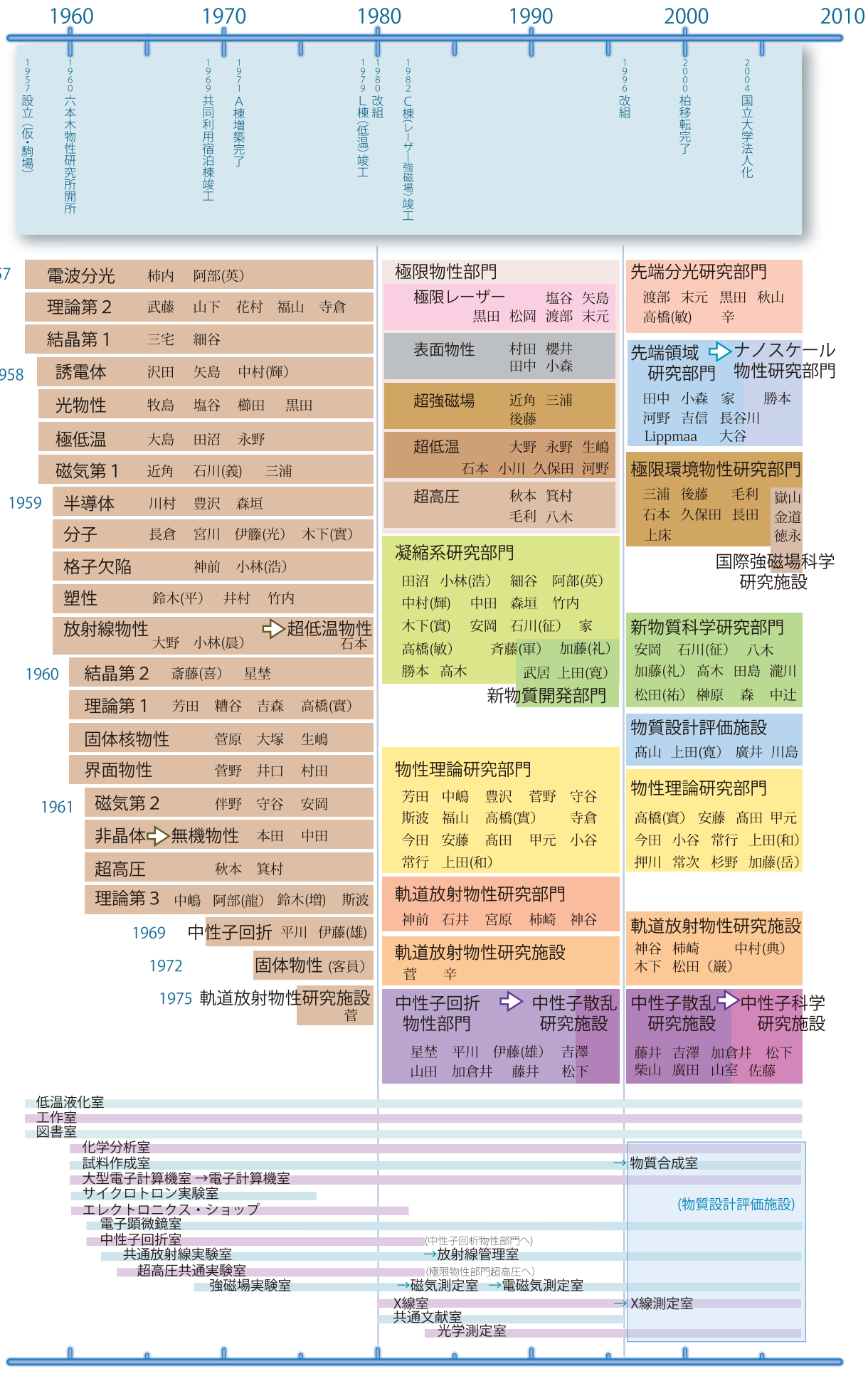
政府関係機関の地方移転の促進が唱えられ、その一環として物性研究所の移転が要請された。この状況を踏まえて移転を前提とした新たな将来構想が検討された。第 3 期では物質科学の総合的研究を展開し、物性研究の国際的拠点を目指すこととなった。物性科学研究の基本である、1. 物質軸　2. 研究手法軸　3. 概念軸　という三軸が有機的に関連して全体を構成するように改組された。

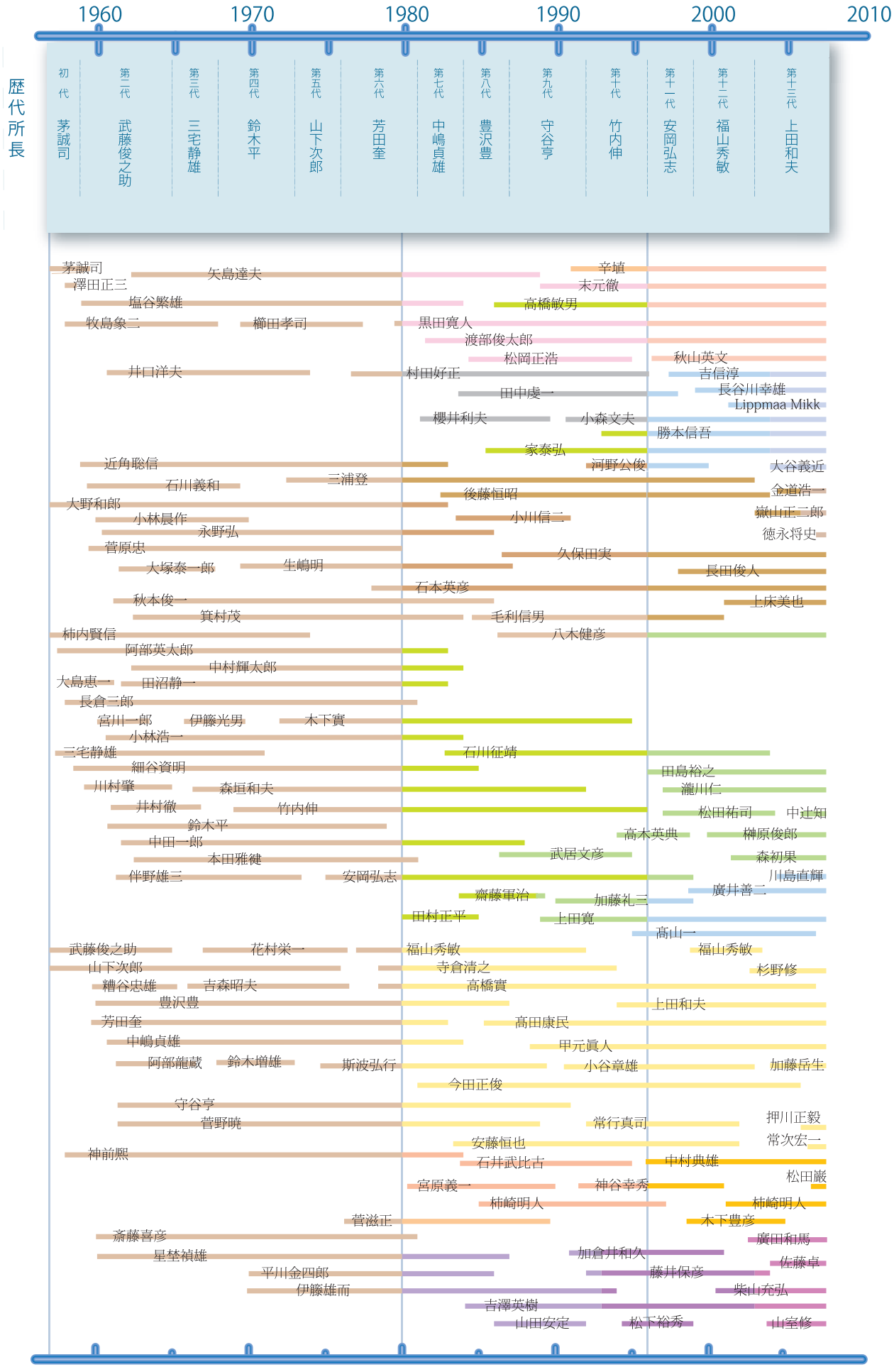
1. 新物質科学研究部門　2. 物性理論研究部門　3. 先端領域研究部門 (平成 16 年ナノスケール物性研究部門に変更)　4. 極限環境物性部門　5. 先端分光研究部門、6. 付属施設：中性子散乱研究施設 (平成 15 年中性子科学研究施設に改組)、 軌道放射物性研究施設、 物質設計評価施設、国際強磁場実験施設（18 年度設置）7. 共通実験室（工作室・図書室・低温液化室）

平成 12 年、43 年間活動を展開した六本木キャンパスから、東京大学柏キャンパスへ全面移転が完了した。平成 16 年に国立大学法人東京大学になり、より開かれた研究所としての活動を期待されている。

2000 年柏本館完成

はじめに　ー 沿革図 ー


1960
1970
1980
1990
2000
2010
1957 設立（仮・駒場）
1960 六本木物性研究所開所
1969 共同利用宿泊棟竣工
1971 A棟増築完了
1979 L棟（低温）竣工
1980 改組
1982 C棟（レーザー強磁場）竣工
1996 改組
2000 柏移転完了
2004 国立大学法人化
1957 電波分光 柿内 阿部(英)
理論第２ 武藤 山下 花村 福山 寺倉
結晶第１ 三宅 細谷
1958 誘電体 沢田 矢島 中村(輝)
光物性 牧島 塩谷 櫛田 黒田
極低温 大島 田沼 永野
磁気第１ 近角 石川(義) 三浦
1959 半導体 川村 豊沢 森垣
分子 長倉 宮川 伊藤(光) 木下(實)
格子欠陥 神前 小林(浩)
塑性 鈴木(平) 井村 竹内
放射線物性 大野 小林(晨) ⇨超低温物性 石本
1960 結晶第２ 斎藤(喜) 星埜
理論第１ 芳田 糟谷 吉森 高橋(實)
固体核物性 菅原 大塚 生嶋
界面物性 菅野 井口 村田
1961 磁気第２ 伴野 守谷 安岡
非晶体⇨無機物性 本田 中田
超高圧 秋本 箕村
理論第３ 中嶋 阿部(龍) 鈴木(増) 斯波
1969 中性子回折 平川 伊藤(雄)
1972 固体物性（客員）
1975 軌道放射物性研究施設 菅
極限物性部門
極限レーザー 塩谷 矢島 黒田 松岡 渡部 末元
表面物性 村田 櫻井 田中 小森
超強磁場 近角 三浦 後藤
超低温 大野 永野 生嶋 石本 小川 久保田 河野
超高圧 秋本 箕村 毛利 八木
凝縮系研究部門
田沼 小林(浩) 細谷 阿部(英) 中村(輝) 中田 森垣 竹内 木下(實) 安岡 石川(征) 家 高橋(敏) 斉藤(軍) 加藤(礼) 勝本 高木 武居 上田(寛)
新物質開発部門
物性理論研究部門
芳田 中嶋 豊沢 菅野 守谷 斯波 福山 高橋(實) 寺倉 今田 安藤 髙田 甲元 小谷 常行 上田(和)
軌道放射物性研究部門
神前 石井 宮原 柿崎 神谷
軌道放射物性研究施設
菅 辛
中性子回折物性部門 ⇨ 中性子散乱研究施設
星埜 平川 伊藤(雄) 吉澤 山田 加倉井 藤井 松下
先端分光研究部門
渡部 末元 黒田 秋山 高橋(敏) 辛
先端領域研究部門 ⇨ ナノスケール物性研究部門
田中 小森 家 勝本 河野 吉信 長谷川 Lippmaa 大谷
極限環境物性研究部門
三浦 後藤 毛利 嶽山 石本 久保田 長田 金道 上床 徳永
国際強磁場科学研究施設
新物質科学研究部門
安岡 石川(征) 八木 加藤(礼) 高木 田島 瀧川 松田(祐) 榊原 森 中辻
物質設計評価施設
髙山 上田(寛) 廣井 川島
物性理論研究部門
高橋(實) 安藤 髙田 甲元 今田 小谷 常行 上田(和) 押川 常次 杉野 加藤(岳)
軌道放射物性研究施設
神谷 柿崎 中村(典) 木下 松田（巌）
中性子散乱研究施設 ⇨ 中性子科学研究施設
藤井 吉澤 加倉井 松下 柴山 廣田 山室 佐藤
低温液化室
工作室
図書室
化学分析室
試料作成室 → 物質合成室
大型電子計算機室 →電子計算機室
サイクロトロン実験室
エレクトロニクス・ショップ (物質設計評価施設)
電子顕微鏡室
中性子回折室 (中性子回析物性部門へ)
共通放射線実験室 →放射線管理室
超高圧共通実験室 (極限物性部門超高圧へ)
強磁場実験室 →磁気測定室 →電磁気測定室
X線室 → X線測定室
共通文献室
光学測定室


1960
1970
1980
1990
2000
2010
歴代所長
初代 茅誠司
第二代 武藤俊之助
第三代 三宅静雄
第四代 鈴木平
第五代 山下次郎
第六代 芳田奎
第七代 中嶋貞雄
第八代 豊沢豊
第九代 守谷亨
第十代 竹内伸
第十一代 安岡弘志
第十二代 福山秀敏
第十三代 上田和夫
茅誠司
矢島達夫
澤田正三
塩谷繁雄
牧島象二
櫛田孝司
井口洋夫
近角聡信
石川義和
大野和郎
小林晨作
永野弘
菅原忠
大塚泰一郎
秋本俊一
箕村茂
柿内賢信
阿部英太郎
中村輝太郎
大島恵一
田沼静一
長倉三郎
宮川一郎
伊藤光男
小林浩一
三宅静雄
細谷資明
川村肇
井村徹
鈴木平
中田一郎
本田雅健
伴野雄三
武藤俊之助
花村栄一
山下次郎
糟谷忠雄
吉森昭夫
豊沢豊
芳田奎
中嶋貞雄
阿部龍蔵
鈴木増雄
守谷亨
菅野暁
神前熙
斎藤喜彦
星埜禎男
平川金四郎
伊藤雄而
辛埴
末元徹
高橋敏男
黒田寛人
渡部俊太郎
松岡正浩
村田好正
田中虔一
櫻井利夫
小森文夫
勝本信吾
家泰弘
河野公俊
三浦登
後藤恒昭
小川信二
永野弘
久保田実
生嶋明
石本英彦
毛利信男
八木健彦
阿部英太郎
中村輝太郎
田沼静一
木下實
小林浩一
石川征靖
細谷資明
森垣和夫
竹内伸
鈴木平
中田一郎
本田雅健
安岡弘志
福山秀敏
寺倉清之
高橋實
豊沢豊
高田康民
中嶋貞雄
甲元眞人
斯波弘行
小谷章雄
今田正俊
守谷亨
菅野暁
神前熙
斎藤喜彦
星埜禎男
平川金四郎
伊藤雄而
秋山英文
吉信淳
長谷川幸雄
Lippmaa Mikk
大谷義近
金道浩一
嶽山正二郎
徳永将史
長田俊人
上床美也
八木健彦
田島裕之
瀧川仁
松田祐司
中辻知
高木英典
榊原俊郎
武居文彦
森初果
川島直輝
安岡弘志
齋藤軍治
廣井善二
加藤礼三
田村正平
上田寛
高山一
福山秀敏
杉野修
高橋實
上田和夫
高田康民
甲元眞人
小谷章雄
加藤岳生
今田正俊
押川正毅
常行真司
常次宏一
安藤恒也
石井武比古
中村典雄
松田巖
宮原義一
神谷幸秀
柿崎明人
菅滋正
木下豊彦
廣田和馬
加倉井和久
佐藤卓
藤井保彦
柴山充弘
吉澤英樹
山田安定
松下裕秀
山室修

物性研の有史以前

（物性研だより創立 10 周年特集から）

三宅　静雄（３代所長）

物性研究所が創設されて 10 年になる。この 10 年という年数は長くも短くもなく、それ自身には意味がないが、所内外の研究者が、もういっぺん、現在の研究所の姿を見直して、その将来を考えて行くのに適当な一時期と思われるので、さゝやかながら、10 周年記念行事を行なうことになった。この間の物性研究所の活動については、別の形の資料が準備されているから、触れない。

以下こゝで思い起したいのは、物性研の創設時に、多くの物性研究者がいかに一生懸命であったかということである。しかし、それらは、いわば物性研の有史以前のことが多い。そこで、ここでは、憶い出すまゝ当時の裏話めいたことについて語ることにする。昔の話しであるから、語ることの日付けや、そのときの境界条件は正確でないかも知れない。しかし、そういう事があった、という点では余り間違っていないと思う。

物性研究者が学術会議に集まって物性研創設の相談を始めたのは昭和 30 年の 12 月頃であったと思う。その頃物性グループの組織はそれほど十分でなく、物性研究分野の一般問題を論ずる場がまだ余りなかったが、少なくも一つ、当時理工研で計画された国産ヘリウム液化機の製作に関連して、物研連の委員や在京研究者が参加した一種の懇談会が、この年の始め頃できた。その頃、わが国にはヘリウム液化機は東北大金研に 1 台しかないので、上記の計画に一般の物性研究者の関心が深く、この装置ができたら、共同利用ができるようにして欲しいという要望が、懇談会のできた主な理由だったと思う。今から考えれば、まことにけちな話で、事実、折角意欲をもつて企画をされている人の足を引張るような面もあった。こんな、姑息なことでは、とてもわが国の物性研究の推進は望めない、何とか研究所を作らなくては、ということを、ある晩の会が終ってから久保亮五さん（以下人名はすべて“さん”づけで呼ばして頂く）と話し合い、共鳴したことがあるが、その前後から、研究所創設の声が各所で聞かれるようになった。

いよいよ本格的な相談が学術会議や東大理学部で始まったが、確か初めの 1 ～ 2 回は、まだ正式の委員会ではなかった。そのときの座長は小谷さんだったと思う。物性小委員会が物研連の下に正式におかれたのは、次の年（昭和 31 年）の初めであって、委員長には有山さんがなられた。

毎月 1 回以上、それもたいてい 2 日ほど続けて集中的に議論された。毎回の出席者は 100 パーセントに近く、時には、朝 9 時から始まって、夜の 11 時頃まで続いたこともある。そんなときは、東大の正門は閉じているから、本郷通りの塀の鉄柵をまたいで、小谷さんも久保さんも藤原武夫さんも、ぴょんぴょんと飛び降りたものである。こんなことで会合のための旅費だけでも大変だが、おきまりのように学術会議には予算がないから、経費は主として 1953 年に京都で開かれた理論物理国際会議のプロシーデイング売上金のプールが小谷さんの尽力で役立てられた筈である。

その当時の会合には、いわゆる物性屋でない人もかなり参加していた。「核研の創設予算は 31 年度で一段落だから、物性の研究所をつくるなら今ですよ」と物性屋をけしかけていたのは熊谷寛夫さんである。「物性研究と工業の関連はむろん深いが、結局は基礎研究がすべてに広く役立つのであるから、物性研は基礎研究の場とすべきである」ということを一番はっきりした論旨でのべられたのは故平田森三さんであったが、事実そのようになった。山内恭彦さんは例の如き警抜な意見をしばしばのべられたが、一度こんなことがある。「一個人が良い環境を与えられてよい研究成果を生めるならば、他のものが苦情をいわなくて良いのではないか」といったところ、山内さんは、「しかし、君、いまは、一人があんまり良い研究をするといけない世の中だぜ」と一種の文明批評を含む意見をのべられ、そんなものかと悟った次第である。

２回目くらいのとき、研究所の粗案を持ちよろうということになって、少なくも武藤、永宮、飯田の諸氏の案が出た。私も出した。しかし、いずれも、規模でいえば

最大 15 部門くらいで、いまの 20 部門におよぶものではなかった。しかし、物性分野をなるべく広く入れるということから検討が進んで、拡大した。しかも、その構想は部門並列ではなく、部門と室の 2 種類の単位が考えられた。こゝで室というのは、共通実験室とその関連部門を一体化したような研究室であって、いまの共通実験室とは違っている。部門並列となったのは、予算の請求には、これでないと困るだろうという文部省の意向によって、後で変わったのである。

物性研の設立趣意書は第 1 稿を久保さんが書かれ、或る委員会に披露されたが、その後私のお伝えした意見も取り入れられて、第 2 稿を作られた。それが次の委員会で検討、修正されたわけであるが、それは、文章を端から黒板に書き逐条的に議論しながら 3 〜 4 時間かけて進められた。20 人くらいの大勢の人が一斉にかかってあんな長い文章の仕上げをした、などということは前代未聞であろう。いま読んで見ても趣意書はなかなか良く書けていると思う。この趣意書には、より詳しい説明書がつけられているが、それも久保さんの執筆である。この方も委員会で逐条的な検討修正はしたが、趣意書ほどには時間をかけなかった。

ところで、この辺まで書いているうち、時日的な座標が余り不確かでも困るように段々なってきたので、何か資料はないかと探したところ、昭和 31 年、32 年の「物理」巻末に物性小委報告の記事がいくつかあるのが分り、また手許にも昔の材料が少しばかり残っていた。それらによると、物性小委が正式に発足したのは昭和 31 年 1 月 24 日の会合であるが、（このときの委員は、宮原、広根、茅、小谷、武藤、三宅、久保、有山（委員長）、永宮、藤原、山内、平田、早川、熊谷、小林（故人）、小野、飯田、小野（満）、伊藤、富田、岡崎（故人）の２１氏である。）前述のように、実際には、これが少なくも第 2 回目の集まりであったと思う。これらは学術会義で行われたが、次回（2 月 19 日）以後はたいてい本郷物理教室に集まった。この 2 月のとき、研究所のあるべき大体の性格、ならびに規模（20 部門くらいのもの）の構想がきまり、また仮に物性研の創設によって一時外部の物性研究者にマイナスの影響が出てもそれを覚悟することになった。このような能率的な速度で議論が進み、4 月の学術会議の総会にかけることができたのである。これに基づく政府の勧告は、当時科学技術に関する問題の各省間の連絡機関であった科学技術審議会にかゝり、こゝで物性研は文部省が考える問題であるという結論が、8 月 15 日に出された。

一方、4 月以降物性小委は何をしていたかというと、一つは、概算要求に出すべき詳細な資料の収集であり、他は、設置場所の審議であったと思う。時々文部省の岡野さん（当時の学術課長）や立松さんも見えた。はじめのうち、この方達は、「学者先生たちは勝手な事をいわれる」などと洩らしていたが、段々と熱心になって、いろいろ積極的な助言をされるようになった。それで大蔵省に持って行くには、部門並列の形をとる必要があるということになり、かつ各部門について、その説明書と、相当具体性をもった設備計画を用意しなくてはならなくなった。そこで、個々の部門に関するそのような資料を、委員または委員外の専門家や専門グループが分担して作った。それらのデータはほゞ 6 月頃には集まっていたようである（そのとき資料は私のところにいまも保有してある）。

ところで、いちばん議論がわかれ、時間がかかったのは、場所の問題であった。要するに東京か大阪かということであるが、なるべく近くにこういう研究所を持ちたいという、いわば小局的な希望や、日本全体から見ていずれがよいという大局時な判断、あるいは建設段階において予想し得る現実上の問題に対する考慮、などが入りまじって、議論は 1 〜 2 回の会合では終らなかった。最後に決をとることになり、かなり夜が晩くなってその投票が行なわれた。その結果は、1 票の差で大阪が多かった。この投票は、一寸確実でないが、6 月くらいの会合で行なわれたのだろうと思う。

ところで、「物理」の当時の記事によると、7 月 17 日、18 日に物性小委が開かれ、“設置場所については、東京、大阪が殆んど同等であり、稍々大阪が優位であるという結論になった”と書かれている。この 7 月の会合は、この年仙台で物理学会の年会があり、その機会に金研で開かれたものである。設置場所に関して上記のような表現になっているのは、僅か 1 票差の投票の結果をいま余り固定して考えない方が賢明であろうという見地から、投票結果に対する解釈がこのようにきめられたことによるのであろう。

こんなわけで、設置場所はまだ未定であったが、概算要求はいつでも出せるように用意しておかなくてはならないので、その仕上げは東京でやれ、ということになり、飯田さんと私が仰せつかった。仕方がないので、仙台より帰京直後、まる 2 日ほどかけて、物理教室で飯田さんと一緒にこの作業をした。前述のように材料は大体集まっているものの、われわれはこういう仕事の素人である。ふつうならは、事務屋さんがやることなのであるが、

当面の仮想研究所については、われわれ以外にどこかでやって呉れるところがない。「何の因果でこんなことをやらされる破目になったのであろう」と 2 人とも嘆きながら、時間をつぶした。この作業は中川康昭氏にも手伝って貰った。このようにして出来た概算要求書ーそれが結局どんな形であったかはいま記憶にないがーは、後になって、文部省の立松さんや東大の鶴田会計課長（当時）から、「あれは素人がつくったにしては、大変よくできていますよ」とほめられた。

一方、問題が文部省に移ってから、省内の国立大学附置研究所協議会というところで審議された。会合は 8 月 27 日の午前・午后、28 日の午后に開かれ、これには茅、兼重、坂口、渡辺（寧）、坪井（忠）、武藤、伏見などの常任委員、小谷、有山、増本、菊池（正）、永宮、藤原（武）、三宅の臨時委員、および文部省の関係局長、課長が出席した。なお、小谷、有山以外の臨時委員は第 1 日の午后から加わったのであった。この席上では、見通しについて稲田大学学術局長から強力な発言がなされた。すなわち、予算技術上、文部省としては“材木”（という表現であった）があるなしでは非常に容易さがちがう。仮に東大につけるとして、理工研の物性関係 5 部門くらいを転用できる可能性があるなら、これを材木にして、純増 10 部門（従って計 15 部門くらい）を文部省としてかなりの責任を持って押すことができると思う。かつ、東大附置となればいずれにしても理工研にからむことは必然である。一方、大阪のような材木がないところは、うまく行っても 10 ～ 12 部門で、それ以上は自信がない。これでは物性小委の計画とかなりかけ離れたものになろう、ということを述べられた。そこで、このような状勢判断を基礎にこの会合に出席した物性小委員が翌日午前に会合して相談し、その結論をその午后の会合に報告して貰って審議を続けよう、ということになった。

稲田さんは、流暢で非常に丁重な口調の、しかも論理整然たる能弁家であることで有名で、国会で代議士連中も歯が立たず、口惜しがって彼は“慇懃無礼”だといっていたらしい。この日の会合が終って、茅さんが「稲田氏のインギンプレイを見せようと思って、君達にもこの会合に出て貰ったんだ」と冗談をいわれていた。

ところで翌 28 日午前、確か東大物理教室に、茅、有山、小谷、永宮、藤原、三宅が、物性小委員会の形で集まった。これ以外の方が更に加わっていたかどうか覚えていない。また、武藤さんについても記憶がないが、既に前日の話で理工研がどうかすると現実的な渦中にまきこまれる可能性が濃厚になって来たため理工研の所員として苦しい立場になられるということもあって、出席されていなかったのだろうと思う。こゝでまた、文部省と電話連絡をした結果、東大の場合、純増は 12 部門（思うに核研の前例による数字であろう）くらいと考えてもよい、との返事があった。それで、計 17 部門程度が期待できるなら、第 1 希望として東大にふみ切らざるを得ないであろうということ、理工研とのからみ合いの問題は当然東大の自主的判断にまかすべきであるということ、に意見が一致した。午后の文部省の会合でその線の結論が出され、早々矢内原東大総長に説明交渉に入ること、32 年度概算要求の提出について、文部省は待機の姿勢でいること、それは 20 部門で押すということなどが話し合われた。

この辺の事情を物性小委員に説明する有山さんの文書（8 月 28 日付）の末尾に「以上の通り少数委員で重大な決定をせざるを得ませんでしたこと、まことに心苦しく存じますが、事情御賢察下さるよう」ということが書かれている。

東大総長の内交渉は茅、小谷、兼重さんがされたはずであって、この件が東大評議会にかゝったのは 9 月 18 日である。但し、評議会の結論が出されたのは後日であって、何時であるか私は知らない。しかし、文部省の特別の計らいがあったに違いないが、とにかく大蔵省に対する予算要求が間に合ったのであるから、10 月頃早急な検討が進んだに違いない。その場合の大問題は理工研とのからみ合いであった。

理工研の物性関係の方達は、物性研の計画については賛成であっても、自分のところにからむとは予想されていなかった。当時、理工研ではその名称に適わしい理念をかゝげて、それが漸く軌道に乗り出したという時期であったから、それを放棄して身売りをするなどのことを俄かに考えられるわけがなく、一方、理工研の態度決定が物性研創立の成否に重大な影響があるという事情に追いこまれ、非常に苦慮される立場であった。それで、一体物性小委の関係者はどういうイメージを物性研に関して持っているかを聞きたいということで、ある日飯田さんと私が説明に行った。別の日には小谷さんが行かれた。しかし、イメージといっても、それぞれ個人的に少しずつ違っているから、直ちに納得を得るような説明にはならなかったようである。

その後の理工研での審議進行については全く知らないが、恐らくこの前後に、いわゆる「矢内原総長の覚え書き」が出されたのであろう。これは、「物性研は東大が

自主的に管理をするが、共同利用研としての設立趣旨は尊重して運営する」という意味のもので、東大内の文書として残っており、また、物性研においてもこれを重要な文書の一つとして考えているが、実は何時、どういう範囲の関係者の間に取り交わされた「覚え書」なのであるかは、私自身知らない。それはとにかくとして、この2ケ月くらいの短期間に、理工研から4部門が転換するという形で、物性研を東大が引き受けることに決定したようである。翌32年1月中旬に大蔵省の内示があり、最初の予算（3,000万円の準備金程度のもの）と初年度3部門（内2部門は理工研より）の新設がきまったのである。

しかし、その時まだ、以後物性研と物性小委がどう関連するかについては多少問題が残っていたらしく、永宮さん（もう第2代の物性小委委員長であったかも知れない）が心配して、一度よく話し合おうではないかということになり、2月か3月の頃だが、或る夜柿内さん、永宮さんと私の家で懇談をした。少し遅れて小谷さんも見えた、話の内容は詳しく覚えていないが、要するに、将来も物性小委は物性研に対する圧力団体ではなく、協力団体と考えるべきであろう、という点で意見が一致したと思う。

東大における物性研の設立準備委員会は2月21日に発足しているが、委員はすべて東大の中の人であるから、私はその初期の様子については知らない。母委員会の他に、いくつかの専門委員会がつくられ、この方はかなり始めから出席した。

ところで、当時私は東京工大にいた。4月であろうか、ある日初代所長の茅さんが見えて、準備委員会で結晶Iに推篤がきまったので引受けないか、というお話しである。これは名誉と感ずべきことかも知れないが、理工研の方ほどではないにしても、私も苦慮しなければならなかった。それは、工大での研究室を、殆どゼロの状態から築き始めて、漸く整備が進み、これからというところであって、この大学に大いに責任を感じていた。一方、物性研の計画には、いろいろなお鉢が回ってくるうち、いつの間にかかなり深入りをして来たのが事実であり、この方にもまた責任を感ぜざるを得なかった。そんな事で、次に茅さんのところに伺ったとき、自ら積極的に望んで物性研に参加しようという心境ではなく、むしろ受身の形でお引受けする、という意味の御返事をした。今になって考えれば、不要の事を申し上げたものだと思うが、その時の偽らざる気持だったのである。

私のほかに同時に2人の方に教授就任の交渉があったはずである。これは恐らく茅構想で、教授の席を一時東大全体から借りてこの方策が取られたのであろうが、辞退されて頓挫したのは残念であった。

物性研に発令になった直後の7月上旬から私はアメリカ、カナダに国際会議出張のため1月半ほど出張したが、その間も設立準備の作業はどんどん進められ、建築などの大変めんどうな問題は、柿内さんにお鉢が回った。建築といえば、私が海外出張するのを利用して、アメリカの各研究所の建築を見て来ないか、気が進まなければ他の方法を考えるが、との話しが茅さんからあった。それで、これも今ではどうかと思うが、気が進まない方の選択をした。その後、在米中の澤田、神前の両氏が帰国前の期間を利用して、この役割を引き受けられ、また少し後になって、営繕課の山崎次長（当時）が同様の目的を主として海外視察にいかれた。

さて、私も設立準備委員会の一員となって、矢内原さんに接することになった。何事についてもきびしい考えの方で、例えは、所員の兼任（非常勤等）について「大学の職員は本務に没頭するのが原則であり、研究所は特にそうであるべきである。況や、創設時は望ましくない」といわれた事が印象に深く残っている。このような厳しい一面、人なつっこい面が何かの折節によく現われた。

物性研究所での研究は、固体物理がかなり中心になるが、そればかりではないことは、当初からの構想であったが、‘物性’に対応する良い英語がない。それで、当時の所員や物性小委で考えた結果“Institute for Solid State and Chemical Physics”という英語名 —英語としては一寸無理があるが— を考えて、準備委員会に提案したところ、矢内原さんは「専門上の細かいニュアンスは分らぬが、名前は短くて良いのではないか」という意見で、結局いまの英語名になったのである。

その後の準備過程について、書くことはなかなかつきない。例えば、当初は理工研に間借りをしていて、その頃の物性研の本屋は、台風が来ると心配になる延80坪ほどの木造バラックであったことなどは、いまでは想像できないことであろう。この中に初代の事務長牧野氏以下が頑張っていて、大変なはり切りようであった。武藤さんはその頃からもう忙しくなられていた。

（物性研だより創立10周年特集 Vol.7 No.4 (1967) p1）

物性研究所設立趣意書

（物性研要覧から）

1．設立趣旨

物性研究所は、物性物理学の綜合的かつ系統的な研究を行ない、それによってわが国の学問の水準を高め工業技術の発展に貢献することを目的とする。

物性物理学は物質の構造とその諸性質を近代物理学の強力な方法によって解明するもので、近年急速に発展しつつある基礎分野の一つである。

物性物理学は化学、電気工学、冶金学等の諸科学と密接に関係しているばかりでなく、その諸成果は工業技術一般の発展に対して直接に重大な意義をもっている。

欧米諸国においては広汎な物性物理学的研究が系統的に徹底して行なわれ、それらの諸成果は深く工業技術に滲透してその発展の重要な基礎をなし、新しい技術の広大な分野をひらく原動力となっている。ゲルマニウム半導体の研究から生れたトランジスター、強磁性酸化物の研究から発展したフェライトの広汎な応用などはよく知られた例であろう。

一方、わが国の工業技術の後進性については、工業諸材料に関する基本的な欠陥がその重大な要因としてしばしば指摘されているがそれらの欠陥を克服するためには物性物理学的な研究にまたねばならないことが少くない。さらに新しい材料を発見し、新しい技術を外国に先んじて開拓することは、物性の基礎的研究なしにはまったく不能である。この意味で、わが国の物性物理学がになうべき任務はきわめて大きいと考えられる。

わが国の物性物理学は相当数の優秀な研究者をもち、部分的には世界に誇るに足る業績をあげているが、残念ながら現在、このような任務を充分に果し得る状態にはない。その主な理由は、設備の貧困、老朽、研究費の不足、研究組織の欠陥等によって、その進歩が跛行的であり、一般的水準において欧米諸国にくらべて立ちおくれていることにある。

したがって、わが国の技術の開発力を高め、その後進性を脱却するために現在もっとも必要とされることの一つは、物性物理学の基礎的研究を速かに世界一流の水準にもちあげることである。物性の基礎的研究が技術と密接にからみあい、またその成果がきわめて急速に応用に移されている世界の現状を考えると、これはもっとも現実的な根本的方策であるといえる。さらにまた、原子力工業の発展を目前にひかえ、物性研究の分野が急速に拡大されつつある今日、もしこのような根本的方策に時期を失するならば､悔を永久にのこすことになるであろう。

物性物理学においては、その性格の本質として、対象とする物質にあらゆる研究方法を多角的に駆使するきわめて高度の綜合性をもつ研究が必要である。そのためには、基本的な各種精密実験装置はもとより、極低温、高圧、高温、高磁場実験設備、高速イオン加速装置、中性子線源、高速計算機等の大型設備が要求される。しかるに現在わが国における物性研究の設備ははなはだ貧弱であり、かなりの内容を有する研究機関としては金属材料研究所が唯一つのものである。このような状態では、物性全般の充実した基礎研究を遂行することは到底望むべくもない。

われわれは現状を検討し、わが国における物性物理学の研究の進むべき道を慎重に考究した結果、この水準を急速に引上げるために物性物理学研究所を設置することがもっとも適切な方法であるという結論に達した。この研究所は、物性物理学のうち、固体物理学を中心とする分野においてその基礎的研究を高度の綜合性をもって行なうに足る充分な近代的設備を整えた中央的研究機関であることが望まれる。ここにおいて物性の研究を強力に推進するとともに、全国の研究者がその設備を利用してその研究を徹底的に遂行することを積極的に援助し、さらにわが国や工業技術の要求から生れる問題を根本的に究明してゆくならば、すでに優秀な萌芽をはらむわが国の物性物理学の水準は劃期的に高められ、それがわが国の工業技術の後進性を脱却する根本的な契機となることは期して待つべきであろう。われわれはこのような物性物理学研究所の設置が、わが国の現状に照らして適切かつ緊急であることを痛感し、その速かな実現をここに要望する。

2. 組　　織

1. 大学附置、又は国立研究所とする。

2. 所長、主任研究員（教授）、研究員（助教授、助手）、技術員、事務官等の職員をおく。

3. 定員は約 260 とし、うち研究員 100、技官 20、技術員 100 〜、事務員 25、その他 15　とする。

4. 部および室をもって研究組織を構成する。

部　物性理論、分子物性、金属物性、非金属物性、非晶質物性、半導体物性、磁性、誘電体物性、塑性、界面物性、光学物性、固体核物性、等。

室　極低温、高磁場、超高圧、分光、電波分光、X線、電子線、粒子線加速、結晶作製、計算等。

部は対象とする物質および属性を中心とした綜合的研究の組織であり、室は研究施設を中心としてその保持および発展の責任を負う研究組織である。これらは相互に密接な関係を保ち、綜合的研究の実をあげるように運営されなければならない。

規模はさし当り全体で 20 講座程度と考えている。

注　上記の部及び室は決して固定化されたものではなく、研究領域の発展に伴い機動的に組織されるものである。

5. 研究員については、全国的な交流をはかるために適当な制度を設ける。

6. 本研究所の施設をひろく利用させるために定員外に非常勤研究員をおくことが出来る。

7. 本研究所の運営に関しては、全国の研究者の総意を反映させるために適当な機関を設ける。

8. 本研究所の活動と工業技術界との連絡を密ならしめるために適当な連絡機関を設ける。

3. 予算および施設の概要

（省　略）

4. 定員

（省　略）

5. 年間経常費概算

（省　略）

6. 実施方法

（省　略）

7. 趣旨の補足説明

物質の構造とその諸性質を原子論的な立場から、近代物理学の強力な方法によって解明することを目的とする物性物理学は近年きわめて急速に発展しつつあり、原子核物理学とともに近代物理学の二大分野を形成している。物性物理学が基礎科学としてもつそれ自身の意義はいうまでもないが、その研究の諸成果は、化学、地質学、鉱物学、地球物理学、天文学、生物学、電気工学、応用化学、冶金学等の諸科学の発展にきわめて大きな影響を与えている。

特に強調しなければならないことは、工業技術の発展に対して物性の基礎的研究がもつ重大な意義である。工業機器の性能は、そこに用いられる材料の良否によって決定的に支配される。また新しい性質をもつ材料の発見は新しい技術の広大な分野をひらいてゆく。

たとえば固体電子論を基底としたゲルマニウム半導体の基礎的な研究は、トランジスターを生み電気工学に飛躍的な進歩をもたらした。強磁性酸化物の研究は、物質磁性の基礎的な問題としてフェリ磁性とよばれる新しい分野をひらいたが、それとともにフェライトの広汎な応用が発展されるに至っている。チタン酸バリウムなどの強誘電体の発見とその応用などもよく知られた例であろう。物性の基礎研究と工業技術がこのように相互に密接に影響しつつ発展することの例は数限りない。

今日、金属、非金属の別を問わず、物質の特性を利用する技術を発展させるためには深く物質構造の基礎をさぐり、複雑な機構を解明することが必要欠くべからざるものになってきた。

欧米諸国においては、物質材料の物理的研究はきわめて活潑であって、有力な諸大学その他の純学術的研究機関はもとより、Bell、Westinghouse、GE、Phillips、Siemens 等、生産関係会社の研究所においても、物性の基礎的研究が、組織的かつ綜合的に行われ、その成果は工業に深く滲透して、めざましい発展の原動力となっている。わが国においても、物性物理学の研究は相当活潑に行われ、部分的には世界に誇るに足りる業績をあげている。特に金属の方面では、金属材料研究所のあげてきた成果はいちじるしいものがある。しかしながら、物性物理学全体として見ると、その進歩は跛行的であり、基礎研究の水準は全般として先進国に比して数年おくれているといってよい。基礎研究が工業に滲透してゆく度合についていえば更に数年のおくれがあるといえる。この事実は、わが国の工業技術の後進性と深い関係にある。すでにしばしば指摘されているように、この後進性の一つの大きな要因は、工業材料に関する基本的な欠陥にある。この欠陥の少くも一部は、材料物質の基礎的研究の不足にあることも認識されている。この意味でも、わが国の物性物理学が負わねばならない任務は大きいのであるが、さらにわが国が現在の後進性を克服し、外国に先んじて新しい工業技術を開拓してゆくことに至っては、

さきに述べたような世界の情勢に徴しても、まず物性研究の水準を高めねばならない必要があることは明らかであろう。わが国においては折角着手された新しい研究も工業的に高い価値を生むまでに進められ得ないで、いわば中途半端に終ることが少くないがその理由の一半が基礎研究の力の弱さにあることを認めねばならない。その一例としては上にふれたフェライトがあげられる。加藤、武井両氏がこれを発見し、その若干の応用を試みたのは外国に先んじたのであったが、その徹底した基礎的研究がわが国で伸びなかったために、技術的応用のひろい発展は外国にこれをゆずらなければならなかった。このようにわが国における基礎研究の水準が低いために、芽生えた研究の完成を他にゆずり、その成果を再輸入するという例は二三にとどまらない。

物性物理学の研究には種々の側面からの徹底した分析と高度の綜合性とが要求される。たとえばゲルマニウム半導体の研究を見ればふつうの電気的な方法はもとより、赤外線をふくむ光学的研究、マイクロ波、粒子線衝撃、結晶転位的な研究、液体ヘリウム温度における研究、高圧下における研究等ほとんどあらゆる物理的方法がここに集中される。このようにすべての角度から行なった研究を綜合してゲルマニウムの複雑な性質の由来するところが解明され、さらにその性質を統御し、これを技術的に応用する方法が発見されたのである。

ゲルマニウムの例に限らず、このきわめて高度の綜合性は、物性の研究方法のもっとも基本的な性格であって、近年における物性研究の驚くべき発展はそのような方法が組織的に行なわれたことによる。

物性物理学の研究方法がこのように組織的に発展しつつある現状からわが国における研究の状態を省みると、われわれの立ちおくれはきわめて明瞭になる。わが国における物性物理学的研究は大学、その他の純学術的研究機関、および応用との関連をもったあるいは応用を主とした各種研究機関において行なわれているが、それらは全般的にいって旧式な貧弱な設備に、あるいは均衡を欠いた僅かな新しい施設に頼って組織されない散発的な研究に止まることが多い。これは現状としては無理からぬことであって、研究を徹底させようとしてもただちに設備の欠如という障壁に妨げられ、すぐれた着想も不完全な結果に終わらざるを得ないのが実状である。このような研究設備の欠陥は、近代的な研究の推進を阻み、基礎的研究自身の遂行を妨げているばかりでなく、その成果の発展性、その技術的価値を著しく低下させているのである。

物性物理学をそれ自身として発展させるためにも、また上に述べたような工業技術の基礎としてのその役割を果させるためにもわが国のこのような現状を速やかに改めることが第一に必要である。基礎研究自身の力の弱さが根本的な障害である以上、基礎と応用との連携をさけぶだけでは事態が改善されないことは明らかである。綜合的な研究を強力に推進し、基礎研究全体の水準を高めることこそ、わが国の物性物理学が進んで技術へ貢献し、また技術からの要求に応える力を養い、相互の影響のもとに発展してゆく根本となるのである。

これを思えば、わが国における物性研究の現態勢は、現状として不満足であるというにとどまらず、将来に備える用意が全く欠けているといわざるを得ない。物性の基礎的研究の成果が技術的応用に移される速度が驚くほど急速である現在、またさらに原子力工業の発展を目前にひかえて、物性研究の分野が急速に拡大されつつある今日、これはきわめて憂慮すべき事態である。

われわれはわが国のこのような現状、および進むべき将来の道を慎重に討議した結果、物理学の研究を近代化しその水準を急速に高めるために、高度の綜合的研究を行なうに実力を具えた物性物理学研究所の設置が必要であるという結論に達した。

この研究所には極低温実験設備、高温実験、高圧実験、強磁場実験、あらゆる波長にわたる分光装置、精密な結晶解析実験装置、高エネルギー粒子線発生装置、電子計算機、その他高度の精密測定装置など最も進んだ大規模の実験設備と、また物性実験の基本たる試料の作製、分析に必要な設備等を整える。所員には物性の理論、実験両方面における最も優秀な人材を結集し、高度の綜合性を保ちつつ固体物理学を中心とした物性の基礎的研究を強力に推進するとともに、その施設を全国の研究者の共同利用の便に供し、わが国の物性物理学全般の水準の向上をはかる。運営については人事の交流に充分留意するとともに、この方面の大規模な最新の設備を常に遅滞なく建設し、わが国物性方面研究の中心たる実を挙げることに努める。

完備した設備をもった中央研究所として、この研究所は物性の基礎的研究を飛躍的に前進させる原動力となるであろう。ここでは基礎的な立場から高度に綜合的な研究が自主的に行なわれるが、これとともに他の研究機関の研究者が、それぞれの研究機関においては完成することのできない研究を完結するためには、短期研究員その他適当な形で本研究所の設備を利用することができるものとなるであろう。このような利用の途は必ずしも狭い

意味の物性研究者に限らず、それを必要とする他の分野の研究者にも開かれるべきである。また試料の作製などについて本研究所は研究者にひろく便宜を供給することが必要である。

本研究所はいわゆる応用ないし技術的問題を主体とするのではなく、上に述べた意味において固体物理学の研究を基礎的な立場から組織的に、かつ徹底的に行なうことを目的とする。これは技術と絶縁するという意味ではなく、むしろ反対にそのような方法によってのみ世界の技術的な水準を抜くことが望み得るのである。技術的研究から生れた基礎的な問題の研究も本研究所において行なうことはもとよりである。

以上にのべた性格は現在研究所に望み得ない独自のものというべきであり、また伝えられる金属材料技術研究所とも異っている。

本研究所は他の研究所・大学、あるいは会社研究所ともとより連携しなければならない。本研究所はわが国の科学技術の全分野の中で物性の基礎部門における系統的研究という任務をはたすのである。

（物性研要覧　(1966) p152）

無　題

（物性研だよりから）

久保　亮五（東大・理）

物性研だより、なるものができるが、お前はいろいろ言いたいことがあるようだから、ぜひ何枚か書け、という編集子からのきついお達しである。あいにく、大へん忙しいのでつらいことであるが、これをつくるように何べんか物性研の共同利用の委員会でお願いしたこともある手前、何か書く義務も感じないわけにはゆかない。で、取り止めもない感想を並べて責をふさぐことでおゆるしを乞うことにしたい。

正直のところ、「物性研だより」という名よりももっとよい名称はないものだろうか。というのは、まず第一に、この雑誌？は上意下達の機関であってはならない、という主張をこゝでも繰返したいからである。クレムリン宮殿のツアーの寝室からは箱がブラ下げてあって、人民の訴えは直々、皇帝の目にふれるようになっていたが、物性研だよりの仕事はそのような直訴箱だけではないだろう。

もちろん、物性研だよりには、共同利用研究所としての物性研の活動が委細報告されるだろう。また、所外の人々から、こうあってほしい、あれをやってほしい、という遠慮のない注文が寄せられるだろう。そういうことは非常に大切な機能で、この雑誌のすくなくとも半分くらいはそのような記事にあてられてよいと思う。われわれの大きな期待を荷って生れた物性研がその任務を果すためには、研究所と外部との交通を盛にすることがまず何よりも必要である。それが第一の仕事である。

しかし、それだけでは充分でないのではなかろうか。物性研究所が共同利用の研究所として完成されるのは、わが国の物性研究者がそこを自分たちの研究所だ、と感じるようになったときである。それは人民が王宮を占領するのとはわけがちがうから、大学の自治の鉄則を犯す不敵な言い方だということにはなるまいが、自分たちのというのが言い過ぎなら、自分の研究室の隣室だ、と言直してもよい。いや、それではちょっと言足りない。物性研がAの隣り、Bの隣りであり、またAとBとが隣り同志である、とそういう関係が、物性研をつくろう、といったとき私たちが心に抱いたイメージだったのである。

物性研だより、という名よりももっとよい名を、といった第二の理由は、このようなf. c. c. 的な関係をよく表わしていないように思うからである。

共同利用は、物性研と研究者 A、B‥‥‥‥‥‥のそれぞれとの関係だけではない。 A、B、‥‥‥‥‥‥の相互の密接な関係の上に共同利用がはじめて可能になるのである。A、B‥‥‥の関係を密接にすることは何も物性研究所の責任ではないが、その本質的な意味を考えれば物性研だよりがそれに一役買うことは至極当然ではなかろうか。

おそらくこの希望は容れられて、何か物性研究者相互のコミュニケーションの場がこゝにできることであろう。とすれば私もあまりその名に拘泥はすまい、と思う。たゞもし何か名案があれば、皆さんのお智恵を拝借したい。元来は「物性」ぐらいがよかったかもしれないが、こっちがモタモタしている間に商業誌に先取されてしまったのはちょっと残念である。物性研の構想は 1954 年ころからいぶり出し、1956 年の 4 月に学術会議の決議という形になり、その翌年にはともかく一応設立にこぎつけた。しかし発足したといえるのはやっと昨年のことである。やっと、といったが考えようによってはまあ早くできた、ともいえないこともないし、また別な考え方では何でこんなにおそかったのかともいえる。ともかくそれが 20 講座の威容を誇り、日本だけでなく全世界の注目を集めて仕事をはじめようとする今日、過去をふりかえり、将来を思うと、大きな喜びと期待とともにまたいくつかの悔痕に爪を噛み、また心配に胸の痛む思いがする。それらをくだくだしく今述べ立てることはすまい。

しかし、一つやはりどうしても言いたいことは「物性研だより」の名字にことよせていった物性研の理念である。共同利用研究所とは何か、ということは繰返し繰返し議論されてきた。それが何であるか、は必らずしも一義的ではない。基研、核研、物性研、あるいは蛋白研、それぞれの行き方がちがうことは当然であるから、他に倣う必要は全然ないが、大義は大義である。

ある人々は、そのような理想はもうとっくに捨てるべきサ、と言う。私も時にあるいはその方がよいのカナ、と思うこともないでもない。しかし、現実に日本における研究の様子を考えると、やはり物性研の元来の理念を捨てることは少くもこゝ 10 年くらいはできそうにもないと思い直さないわけにはゆかない。物性研はスタッフの質と量の相乗積といい、設備といい、現在の日本では断然他を抜いた陣容であるし、また世界的にも充分一流のレベルにある。何といっても、それは共同利用研究所の大義によってはじめて可能になったことを決して忘れてはなるまい。

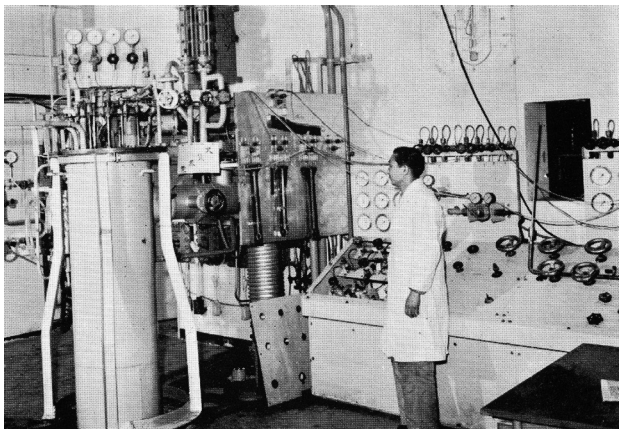
共同利用研究所である、ということの意味はよその研究者のご注文に応ずるサーヴイスを専一にということではない。それも結構だし、怠ってはならないことであるが、何よりも肝心かなめなことは、物性研が、わが国の研究を革命的に発展させるためのテコの役を果すことであると思う。極端な言い方をすれば、こまごました煩雑なサーヴイスを事とする共同利用などは、もしそれが本質的なこの目的に反するなら止めることがあってもよい。

もちろん、これは何も、わが国の物理研究は如何にあるべきか、という議論に日を暮せ、などということではない。だが、共同利用のための委員会が貴重な費用を使いながら、ただ研究会の予算の勘定を合せることをもって事おわりとするようであっては困るのである。それもはじめはしかたないとしても、そういうことに固定され、それで自己満足に陥るようではなおさらのことである。そんなことでなく、もっと具体的な研究が物性研の機能として計画され、実行されること、そしてそれが、物性研の内外を問わず、能力ある研究者につねに戸を開いていることが共同利用の本質であると思う。

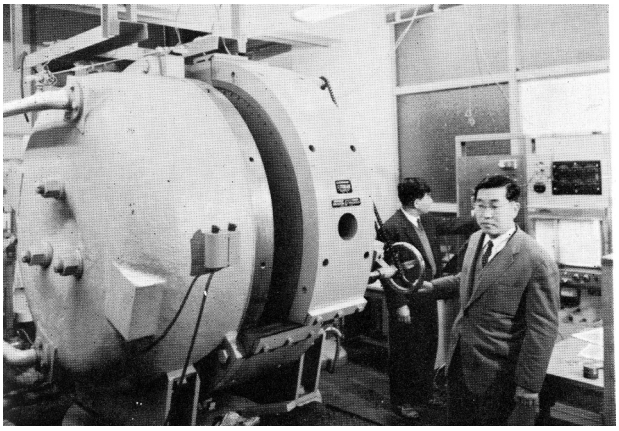
こういうことは繰返すまでもない。皆わかっていることだ、とおっしゃる方もあろう。物性研のスタッフの方々にはおそらく改めて申上げるまでもなく充分おわかりのことでもあろう。しかし、私は少くも物性研の外の人々には繰返していう意味もあろうか、と思う。物性研の共同利用といえば研究会か、くらいにしか思っておられない方もかなりあるようである。物性研はエライ人ばかりいる所で近寄り難しいところだ、と思っている方もあるようである。そういう方には是非考え直して頂いて、物性研はわれわれのものだ、と思って頂きたい。そのような連帯意識なしには共同利用はそれこそ共同便所に随するだけである。

こういうことも抽象的にいっただけでは成立たない。それはわれわれのほんとうの研究活動を通じてはじめて現実となってゆく。私が「物性研だより」の機能としていちばん大事だと思うことは、それが実際にそのような研究活動の一つのメディアムになることである。そのためには、物性研だよりが、上意下達の機関でもなく、また直訴箱でもなく、物性研を中心とした f. c. c. 的機能を果すことが本質的であることをくどいようだが、繰返して主張したい。それは単に編集子の努力だけでできるものではない。物性研究者全体の、またひろくいえば物理、化学、工学その他もっとひろい範囲の研究者全体の理解と協力の上にはじめて可能となるものであろう。

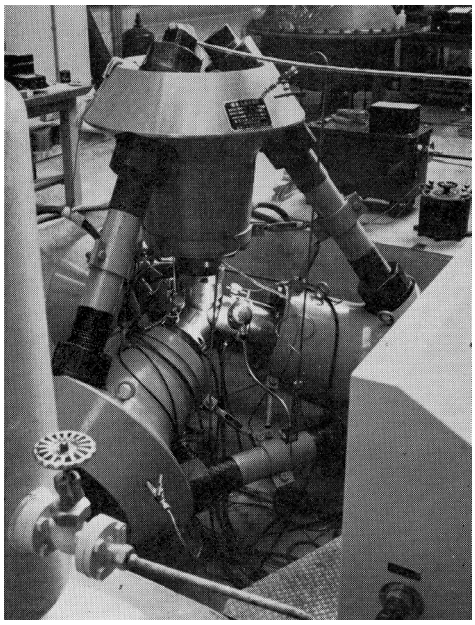
（物性研だより　Vol.1 No.1 (1961) p21）



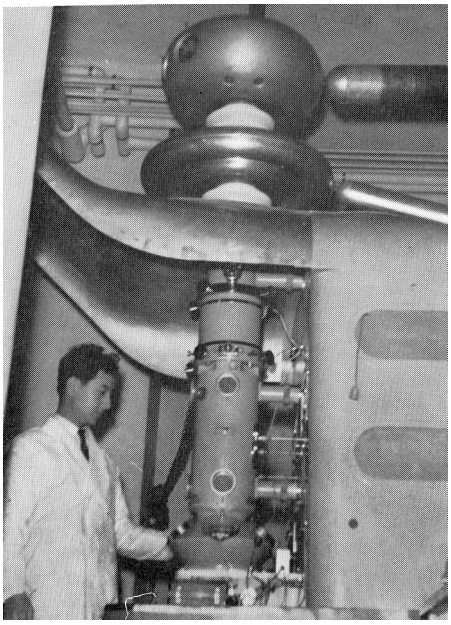
カスケード型水素ヘリウム液化機



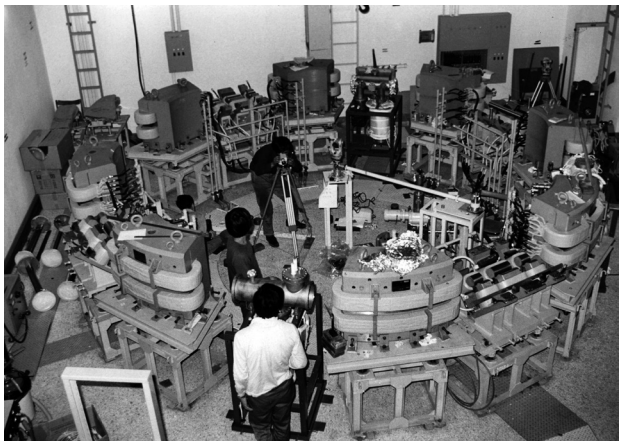
大型ビッター型電磁石



テトラアンビル



高圧電子線回析装置



INS-SOR グループによる RING 建設

物性研所長在任中のこと

（創立 30 周年記念冊子から）

芳田　奎（6 代所長）

物性研設立 30 周年を迎えることになりました。私は物性研には 1960 年の初頭から 1983 年 3 月の退官迄 23 年間在職しましたので大体物性研とともに生きてきたということになります。その間、1976 年 4 月から 1981 年 3 月迄所長を務めました。このたび、出版委員の先生方から所長在任中の主な活動状況について書けという依頼をうけて筆をとりました。私の所長時代のできごとというのはやはり物性研の将来計画の立案と実施ということになります。それで、この将来計画の立案実施の経過について、昔のことを思い出しながらお話することにします。

私が所長に就任したのは 1976 年でしたが、もう物性研は設立後 20 年近くも経過していて物性研究そのものが、研究対象の面からも、研究方法の面からも設立当時とはかなり変ってきておりまして、物性研はこのような環境の中で共同利用研究所として使命をどういう形で果してゆけばよいかという問題を検討し、物性研の将来計画を考えるべき時期にきておりました。物性研では共同利用のあり方とか、将来構想とか、それまでにも何回か議論してまいりました。鈴木所長の頃には重イオン加速器の導入をめぐって議論が展開されたこともありました。また山下所長の時には、核研に建設された放射光施設を物性研が引続くことになり、この問題を廻ってもいろいろ議論がなされました。

かなり大きな計画を立て、それを実現させるには少くとも 5 ～ 6 年場合によっては 10 年の歳月が必要です。物性研には設立のとき一挙に所員を集めたという事情があって、教授の年令にあまり差がなく、ある短期間に集中して所員が定年退官するという特殊事情があり、私が所長になりました 1976 年にはこの時期が 6 ～ 7 年先に迫っておりました。このようなわけで、物性研の現状を分析し将来計画を立案し、それを実行することは、時期的にも先に延ばすことができない事態にありました。私が山下さんから所長を引継いだときも山下さんから強く要望されたのはこのことでして、私としてはこの重要課題は絶対に避けて通るわけにはゆかないことでした。

このようなわけで、物性研将来計画の検討をはじめたのは所長就任まもなくの頃でした。所員のみなさんが 3 つのグループに分れてそれぞれのグループから意見を出していただき、それをまとめて検討し、大体の構想が出来上るのに数ケ月以上はかかったように思います。この構想は印刷し、物性研だよりに掲載し、あるいは物小委、物性研共同利用専門委員会の委員、その他に配布しましたので、今もそのパンフレットは容易に見付かると思います。この構想の骨子はおよそ次のようなものであったと思います。

当時は各大学の物性研究の研究設備はかなり向上し、物性研の設備とあまり大差のない水準にありましたので共同利用研として全国物性研究の中心であるためにはよそにないかなり大型の設備をもってそれを共同利用に供する必要があるという考えであります。この考えは原子核研究所や高エネルギー研などの考え方に少し歩みよったもので、‘あらゆる物性研究を一堂に集めそれぞれの分野で相当の設備をもち、物性の総合的研究を目差す’という当初の物性研設立の主旨とはいささか異るものであります。現在のように広範囲に拡大した物性分野を網羅することは所詮不可能であるからです。

以上のような考えに基いていくつかの重点研究を設定する。それと同時に従来のような研究室単位の研究室をいくつか残す。これは重点研究の設備を利用し、同時に研究者独自の研究を推進するもので、物性研究に必要不可欠の機動性をもたせるためにも必要である、と考えられる。あとは理論研究室で、これは現状の 9 研究室程度の規模が適当である。

このような基礎的構想を具体化するに当って、1 つの条件をつけました。この条件は物性研の当時の 21 部門と SOR 施設という規模を変えないというものであります。これはその当時既に人員増、部門増は非常に難しい情勢にあったことにもよりますが、研究所としての組織が現状以上に大きくなることは運営上好ましくないと考

えたからです。すなわち、重要な点は物性研の将来計画は研究所の拡張、組織増ではなくて、研究所の体勢あるいは体質改革であるということであります。

基本的考えが決まれば問題は何を重点研究に選ぶかということです。これについては所員のみなさんが熱心に議論を重ねられて、結局、超低温、超強磁場、極限レーザー、表面物性、軌道放射と従来からの超高圧、中性子が加わることになった。新しく立てられた柱は結局始めの４つである。このように選び出した重点研究は始めの意気込みからみて、何の新鮮味もないものになってしまったという感を持たれるかも知れません。しかし、我々はそれぞれの計画を成功させる充分の自信と成算のあるものを選ばなければならなかったのであります。超低温の計画は少し前山下さんの時代から小規模ではありましたが大野、菅原、永野、生嶋の４所員によって検討されておりましたし、超強磁場もクネール法での準備研究は近角、三浦所員を中心に進められていました。表面物性は物性研の化学の３所員の退官後の研究室を一括して表面物性の研究に集約すべきであるという長倉さんの提案をそのまま受け入れたものであります。その意味で全く新しく立てられた計画は極限レーザーであります。但し、超低温、超強磁場とも研究の規模・達成目標は全く新しく検討、立案されたのは勿論であります。

重点研究選定の議論の終末の頃に、田沼さんから計画の１つに物質開発、または試料作成を加えるべきであるという強い要望がありました。私はそういくつも重点研究を作るわけにはいかないという理由でこれを採用しませんでした。物質開発はそれ自体かなりの組織を必要とするし、一方機動力をもった研究室単位の研究室は（凝縮系）約 10 研究室位は必要で、これ以下に縮小したくなかったからです。しかし、私のあと中嶋所長、豊沢所長は物質開発に力を入れられ、その方向に計画が現在進行していると聞いています。

さて、重点研究はいくつかの研究室、部門から構成される。機動性をもった物性研究及び理論は従来通り研究室単位で行う。この研究室単位の研究室の数は、理論９研究室、実験９研究室で行い、残りは重点研究に組織されることになりました。

このような、物性研将来計画は素案ができてから、物性グループに提出され、物性研外の広い層からもいろいろ検討をしていただきました。素案ができたのは 1976 年の末、その後約１年間は外部の意見をきいたり、計画の細部の検討についやし、概算要求を提出したのは 1978 年であったと思います。概算要求の作成には物性研の事務部の協力が不可欠で初期には長谷川事務部長、上田経理課長、その後は栗原部長、渡森課長ほか大勢の方々の協力をいただきました。また概算要求の提出に当っては東大向坊総長、特別補佐の植村さんの御理解と御協力が大変な助けとなりました。

物性研がこの計画の概算要求を出す、２～３年前から文科系研究所で大部門制をとる所がいくつか出てきました。この大部門制については、私自身当初はあまり関心をもっていませんでした。というのは重点研究は複数の部門が担当するのであるが、形式上の組織は現状のままで実行上は差支えないと考えていました。しかし、これだけの計画を実行するには形式上も大部門制に変えた方が実行しやすいと考えるようになりました。それで大部門制への移行も概算要求の中に採り入れました。あとで分ったことですが、この大部門制への移行は物性研のこの計画を円滑に実施してゆく上で、大変有利な働きをすることになりました。

概算要求がでてからは、重点部門の担当者事務部が大変忙しくなりました。さらに年次計画が部分的に文部省に認められてからは、特に C 棟の建設には研究者からの難しい注文のために事務部の方々に大きな苦労をかけ、また東大の施設部の方々にも大変お世話になりました。

C 棟が完成したのは私の所長任期が終った中嶋所長の頃で、私は将来計画の進行中のため 20 周年記念を見送りましたが、25 周年記念の少し前でありました。それで、物性研 25 周記念は物性研再出発の時にもなりました。

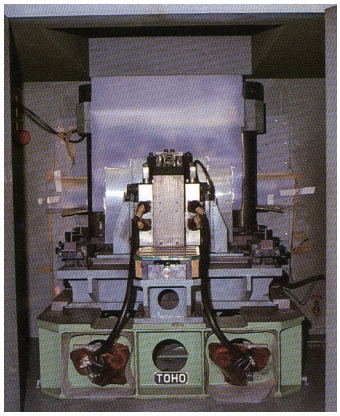
さてここで共同利用をどう考えたかということについて一言しなければならないと思います。重点研究部門以外の凝縮系と理論については従来と変わりはありませんが、重点研究部門では大型装置の維持、設備の向上で物性研所員は手一杯であって研究をするのには人員不足でありましょう。したがって大型装置を使っての研究は自然外部の研究者との共同研究という形を採らざるをえなくなるでしょう。超低温部門の客員教授として来所され共同研究をされた大阪市大の信貴さんの場合はその典型的例であって、このような場合が今後も頻々と行われることが望まれます。また重点研究といえども共同利用者に使える汎用的装置はいくつも考えられる。超低温では永野さんが作られた大型稀釈冷凍機や超強磁場での数 10 万ガウスの小型強磁場発生装置などがあります。しかし、何と言っても単なる施設利用でなく大型装置を使って外部の研究者との共同研究の推進がやはり今後の共同利用の真のあり方ではないでしょうか。それにして

も我々年配者の去ったあと、若い所員の努力によって研究成果がそろそろでてきてもよい頃ではないでしょうか。それを祈る許りであります。

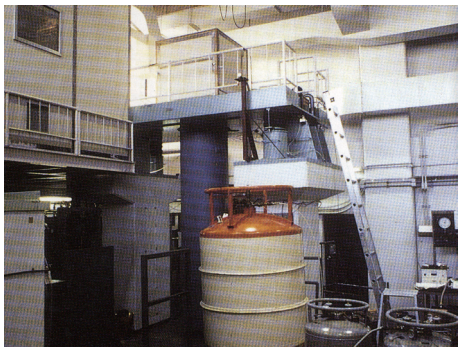
最後に、この計画で最も頭を悩ましたのは、軌道放射と中性子部門であります。この２つは、私の時代の重点研究に当然とり上げましたが概算要求はいたしませんでした。これはまだその段階に達していないと考えたからであります。軌道放射では核研の施設はすでに狭隘で、核研の ES からの線源の供給も、いつまでも期待できない。将来はどこかに施設を移す必要がある、そこで考えたのが高エ研にお世話になり、フォトン・ファクトリ用の線型加速器から 500MeV 又は 1GeV の電子線を提供してもらい高エ研内に SOR RING を建設してもらう案であります。私と神前さんとで、この件について、高エ研の西川所長にお目にかかってお願いし、西川さんも好意的に受取られ努力をすると言っていただきました。私はいろいろ考えて物性研の軌道放射の将来はこの形しか解決の方法がないと判断したのでありますが、やはりこのような大きな計画は時間のかかる問題で早急には無理で気長に努力するしかないと思っています。中性子の方は原研の３号炉の更新と絡んで、原研に物性研の施設を作る方向で努力をされていると聞いています。

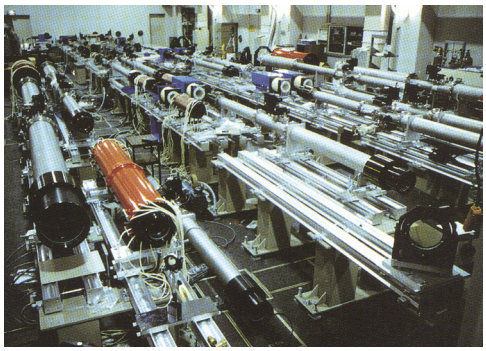
物性研の抱えていた難問である多数所員の交替劇、その中には残された助手､技官の方々の身の振り方も含め、この将来計画の実行により順調に終了しましたようで、軌道放射、中性子部門が何とか軌道に乗れば私が所長時代に画いた構想がすべて完了するわけであります。

（創立 30 周年記念冊子　p13）

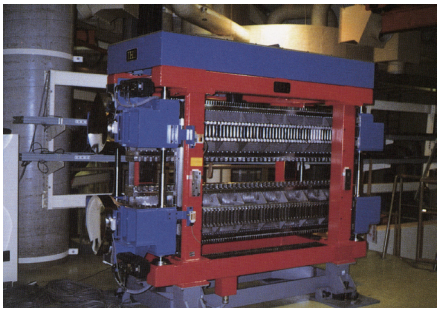


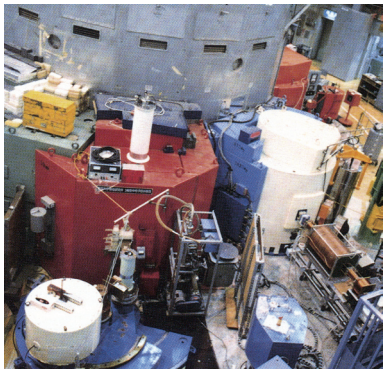
超強磁場実験室


超低温実験室


レーザー実験室

1982 年 C 棟完成


アンジュレータ（つくば KEK 内 SOR）


中性子散乱測定装置（東海）

回　想　録

（創立 40 周年記念冊子 から）

竹内　伸（10 代所長）

物性研創立 40 周年に当たり、所長時代の回想録を書くということであるが、回想録というにはあまりにも記憶が生々しく、また、私の所長時代のさまざまな問題は、過去の事実とはいえない現在進行形の事柄も多く、はなはだ書き難い面もある。

私が所長を務めた 1991 年度から 1995 年度までの 5 年間は、社会も東大も、また物性研にとっても激動といえる時期であったと思う。この時期の社会の大きな動きは、何といってもバブル経済の崩壊であった。東大では大学院重点化とキャンパス問題の進展が大きな出来事であった。

物性研固有の問題としては、まず、東海村に中性子散乱研究施設の設置が行われたことが挙げられる。守谷所長の時代から、原研の研究用原子炉の改造に伴って、中性子散乱研究施設の大幅な性能向上が図られ、それを受けて 1993 年に「中性子散乱研究施設」が省令施設として設置されて、物性研の中性子グループは東海村に常駐体制を取ることになった。施設の設置に当たっては、山田科学振興財団から土地の寄付を受け、東海村に立派な宿泊施設、研究室を設置することができた。山田科学振興財団のご好意に改めて感謝すると共に、設置に当たっての東海村役場の協力、事務部の並々ならぬ努力も忘れることはできない。土地が無ければ建物の要求ができない、建物の予算が認められなければ土地の寄付が受けられない、という矛盾した状況を、事務局の努力によって解決することができたのであった。

さらに、長年の懸案であった物性研究専用のスーパーコンピュータの導入が 1993 年度に実現した。これは、研究者の熱意と文部省関係者の理解の賜であったが、導入に当たって人員増を実現できなかったので、一部の所員に大きな負担をかけることになってしまった。

私が所長時代の最大問題は、キャンパス移転を含む将来計画の実現であった。キャンパス移転を前提とした将来計画は、すでに中嶋所長の頃からの長年の課題であったが、キャンパスに関して具体的な検討が行われる直接の契機となったのは、守谷所長時代の 1990 年の 6 月からである。当時、政府の重要な施策であった首都圏の多極分散政策の一環として、都区内の政府機関に対して、都区外に移転すべしとの要請がなされた。東京大学に関しては、物性研、生産研、海洋研の 3 研究所に対して文部省審議官から直々の要請が行われた。当時、私もその場に立ち合ったが、「理想的な新しい研究所を作る意気込みで積極的に対応してほしい」とのことであった。この要請に対して、物性研は、将来計画を実現するという条件と共同利用研としての立場からの諸条件を付し、これらの条件が満足されれば移転するとの態度を表明した。しかし、3 研究所の意向は必ずしも足並みがそろうものではなかったので、東京大学としては“当面、移転は行わない”とする回答を行って、物性研究所は“将来移転を考慮する”第 2 グループの機関に分類された。一方で、これを契機として、当時の有馬総長の了承の下に、物性研として独自に移転候補地を検討することとなった。守谷所長の指揮の下に、村田所員と私がその作業に当たった。国土庁、国鉄清算事業団、国分寺市役所、大宮市役所、立川市役所などさまざまな機関を訪問し、情報収集や現地視察を行い、具体的にいくつかの候補地を検討した。なお、これらの作業に当たり、工学部、都市工学科の川上秀光教授にはいろいろとお世話になった。しかし、我々の努力は結局は徒労に終わった。

物性研としては、国の施策に乗じ当時、時価 1 兆円ともいわれた六本木キャンパスを財源の頼みとして、何とか良い条件で将来計画を実現しようと図っていた。もちろん、六本木キャンパスの売却益は物性研だけでなく、東京大学や文部省も利用しようと考えていたのである。

物性研が独自に検討を行った最後の移転候補地は立川の米軍基地跡地であったが、その頃には、物性研が東京大学全体のキャンパス計画とは独立に移転を行うことが、東京大学にとって次第に好ましくない状況になって

きていた。それは、東京大学として柏キャンパスを新キャンパス候補地として決定し、新キャンパスのアカデミックプランが具体的に検討され始めたからである。共同利用研とはいえ、東京大学の一部局として物性研究所が独自の行動を取ることは好ましくなくなったのである。1992 年度に入って、全学的なキャンパス委員会において、本郷地区キャンパス、駒場地区キャンパスおよび柏新キャンパスを東京大学の 3 つの極とする、いわゆる 3 極構造構想が具体的に検討されるようになった。東京大学のキャンパス再配置計画に当たっては、(1) 部局自治の原則、(2) 部局衡平の原則および (3) 関連部局優先の原則の 3 原則が設けられた。このような状況の下で、物性研は関連部局として、高輝度光源施設の建設を含む将来計画の実現を条件として、柏キャンパスへの移転を進めることにしたのである。

将来計画

将来計画について述べるに当たって、まず物性研の歴史の概略を記す。1957 年に設立されてからの約 5 年間の創設期を経たのち、約 20 年間の第一世代の総花的研究体制を経て、1980 年に大部門制に改組して、極限環境の技術開発に重点を置いた第二世代の研究体制に移行した。その間に、我が国としては先駆的な中性子散乱施設を原子力研究所内に建設し、また世界で初めての専用の電子シンクロトロンを用いた放射光施設を原子核研究所内に建設して、全国の物性研究者のために多大の貢献をなしてきた。これらの施設の内、幸い中性子散乱施設は、前述のように更新することができたが、他の多くの施設は、当然のことながら、年月を経てその先端性を徐々に失うことになってきた。第三世代の物性研の計画は、放射光施設の更新計画と共に 1980 年代からすでに検討が始まっており、守谷所長の時代には 10ha 以上の新キャンパスへの移転を前提として、研究所のスケールアップを伴う具体的な将来計画の検討が進められた。私が所長になってからもそれを継承して、キャンパスの検討と平行して、将来計画委員会で議論を続けた。一方、全国的には、1980 年代後半から物性グループによって「物性研究拠点構想（いわゆる国分寺計画）」に関する議論がなされてきたが、外部からは物性研の膨張計画に対する批判もあった。当時の第三世代の物性研究所構想は、現在ではとても考えられないような極めて規模の大きいものであった。このようなスケールアップが可能であろうと信じていた理由は以下の 2 つの “物性研特殊事情” であった。一つは、物性研の移転は政府の強い要請に基づくものであり、前述の文部省審議官の言葉を信じていたからである。事実、私も所長になってから文部省関係者から理想的な計画を作るようにと言われた記憶がある。第二は、政府の要請と無関係ではないが、六本木キャンパスの経済価値が極めて大きく、予算的な面での心配が無かったことである。今から考えると、バブル崩壊以前は実にお目出たい時代であったといわざるを得ない。しかし、バブルの崩壊と共に事態は大きく変わった。都心の土地の価値は下落の一途をたどり、多極分散政策は雲散霧消の状態になった。その結果、上述の “物性研特殊事情” も威力がなくなってしまったのである。

結局、第三世代の物性研は、第二世代の技術偏重の研究体制からバランスの取れた総合的な物性研究所体制に変え、共同利用が大きなウェイトを占める部分はいくつかのセンターとして独立させた形で、1996 年度から現組織が実現した。大部門組織が全面的に改組されて別の新しい大部門組織となった全国で初めてのケースである。

なお、1990 年代に入って、東大理学部物理教室を皮切りに盛んになった外部評価を、物性研も 1995 年度の始めに実行し、さまざまな貴重な御意見、御提言を頂くと共に、将来計画についても一応のお墨付きをもらうことになった。外部評価委員として、江崎筑波大学長の他、海外の超一流の研究者にお願いし、全員が一同に会して評価委員会を開催した。今から考えるとよく全員に集まって頂けたものだと思う。協力頂いた評価委員に改めて感謝すると共に、準備に当たった所員の努力にも敬意を表したい。

ところで、一応新しい研究体制は確立したわけであるが、最大の懸案は高輝度光源計画であり、未だに明確な見通しがないようで心が痛い。人員、予算の面で物性研の規模拡大を夢見ていた当初の計画では、当然、高輝度光源計画を第三世代の物性研の中に建設することを想定していた。しかし、バブル経済が崩壊して物性研の特殊事情が失われてからは、この計画を物性研一部局の計画として遂行することにはさまざまな困難が予想されることになった。一方、我が国の加速器関連の計画を審議する、学術審議会・加速器部会では、1994 年度の後半に、我が国の放射光建設の諸計画に関する検討がワーキンググループによって行われ、物性研の高輝度光源計画については、その重要性、緊急性は評価されたが、建設および運営に当たっての支援体制について早急に対策を講じるよう要請された。このような状況の下でこのまま物性研の付属施設として高輝度光源計画を推し進めることに

強い危惧をもち、1995 年度はじめに、理学部長、工学部長、核研所長、原総センター長などの理解を得て、急拠、柏キャンパスに全学センターとしての「加速器科学研究センター」を設置することを構想し、その中で全学的支援の下で高輝度光源計画を実現する計画を立てた。この提案は全学的な検討を経て新キャンパス等構想委員会によって裁定された「東京大学のキャンパス計画」の中に盛り込まれ、1995 年 6 月の評議会で承認された。現在、柏キャンパスの物性研の敷地に隣接して設置される計画になっているが、この高輝度光源の実現なくしては物性研の条件が満たされたことにはならない。早期の実現を切望する。

キャンバス移転

六本木キャンパスの地価の暴落（現在は往時の 1/10）によって、物性研の移転計画、ひいては東京大学のキャンパス計画も危機に直面することになった。にもかかわらず、物性研の移転が順調に進むようになったのは．景気対策としての内需拡大政策の一環として、大型補正予算が組まれたからである。1994 年度の補正予算で、拍キャンパス 36ha の内の約 1/3 の取得経費および 5000 m^2 の建物建築費が認められて移転計画がスタートしたのである。このまま建物および設備計画が順調に進行することを切望するわけであるが、私が心配しているのは、既述の高輝度光源計画のほかに、以下の 2 つの点である。一つは、常磐新線が予定（平成 12 年）より大幅に開通が遅れるかも知れないという心配と、もう一つは柏キャンパスの新研究科構想の実現が遅れるかも知れないという心配である。前者は、言うまでもなく現状では交通が不便だからであり、後者は研究所・センターのみではさまざまなインフラが不備の状態でスタートするのではないかという心配である。

元来、東京大学の新キャンパスへの強い欲求は、本郷地区の狭隘化によって劣化した研究・教育環境の改善と新計画を実現するスペースを確保することに端を発していた。それは、元来、本郷地区については、高層化を伴う再開発は行わないという原則があったからであると理解している。この原則はいつの間にか消失して、1993 年頃には本郷地区の全面的な再開発が全学的に検討され、1994 年には本郷地区の再開発の青図が出来上がった。それは、一部の保存建物を除いて、高層化を伴う全面的改築を行うもので、各研究科、研究所への土地の区割りも大幅に変更されることになっている。この計画が実現すれば建物スペースは現在の 1.5 倍になる。その実現には 50 年あるいはそれ以上を要すると云われているが、しかし、この再開発計画の出現によって新キャンパスに対するインセンティブは著しく弱まることになった。柏キャンパスの新研究科構想も紆余曲折しており、なかなか将来像が見えてこないようである。このような状況で、柏への新研究科の設置が遅れることになると、厚生施設、食堂その他のインフラの整備が遅れ、物性研の研究者のみでなく、共同利用に来所する研究者にも不便をかけかねない。一日も早く柏キャンパス全体の取得とキャンパス全体計画が実現する必要がある。

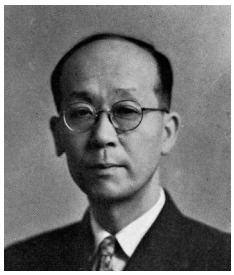
以上、まとまりのない雑駁な内容になってしまったが、最後に、私が所長を務めた 5 年間に微力な私を助けて頂いた多くの方々に感謝の意を表したい。個人名を挙げるときりがないので敢えて省略するが、所員の中には所の運営のために過重な負担をおかけした方もあり申し訳なく思っている。なお、徳竹元事務部長は私が所長を務めた 5 年間を丁度私と共に定年まで過ごしたわけであるが、私のためにいろいろお心遣いを頂くと共に、私を強力にサポートして頂いたことを付記し、謝意を表したい。物性研の順調な発展を祈念して筆をおく。

（創立 40 周年記念冊子　p12）

柏を視察する所員（1991年）

武藤研究室の現状

（物性研だよりから）



武藤　俊之助

「物性研だより」の研究室紹介を、編集担当の中嶋君より依頼された際、なるべく固苦しくないものをとの注文を受けた。その意を体して研究室紹介かたがた手前味噌の放談にわたるかも知れないことを予め断っておきたい。武藤研究室は旧理工学研究所より物性研究所に移行して以来若い人々の新陳代謝が盛んである。皆それぞれに学問的に成長して後、所を得て転出してゆくのを見ていることは心楽しいものである。大学院学生の内社会に巣立って行った者の外に、助手であった河合光路君は東京工業大学の助教授として転出、次いで副助手より助手に昇格した宇井治生君は近く東北大学の助教授として転出の予定である。宇井治生君の後任助手については規程に従って公募手配が行われる。吾々の研究室の方針に共鳴を感ずる若い人々は盛んに応募していただきたい。当方としては研究一筋に打込む有為な青年学徒を大いに待望している。現在は宇井君の外に副手の小島英夫君、共同研究を行っている日大教授の小林正一、渡辺光邦両君を嘱託研究員に依嘱している。この外にかつて吾々の研究室に在籍していたが、現在は他の大学乃至研究所に然るべき地位を得ている人々が、後述する吾々のセミナーに熱心に出席して研究討議に参加している。これ等の人々とも研究問題の性質により適宜共同研究を行う場合もある。

次に吾々の研究室のセミナーについて述べよう。毎週定期的に行っているセミナーは二回であるが何れも旧理工研時代よりの形式をその儘持続している。一つは固体物性を主にしたもの、他は原子核反応を主にしたものであるが、前者は同じ講座に属する山下研究室と共同で行うもので毎週土曜日午前がこれに当てられ、後者は放射線物性講座の大野・小林両研究室と共同で行うもので毎週月曜日午后がこれに当てられている。旧理工研時代にはこの外に原子核理論だけを目的にしたセミナーを開いていたが、物性研に移って以来創設に伴う公務が予想外に多く、その結果時間的余裕がなくなって仕末ったので、前述の大野・小林両研究室との共同セミナーに、この分野をも組み入れて実施しているのが実状である。将来時間的に余裕を得たらば再考しようと思っている。こんなわけで固体物性及び原子核物性両セミナーでは甚だ理論的論文が読まれることもあるし、実験的論文が読まれることもある。論文の種類も外国物の紹介もあるし、出席者が自からの近作を紹介して意見を求める機会にすることもある。旧理工研時代には各人に特定の題目を指定してその総合報告を話す形式を織りまぜたこともある。両セミナー共に関係研究室員の外に、物性研外の、東京在住の人々が出席していることは旧理工研時代より現在に到るまで引続いている。以上述べたように吾々の研究室は理論専攻者のグループであるが、そのセミナーは現在の所、理論と実験とが共同で行う形式をとっている。私などは実験家との討議において、いつも新鮮な刺戟を感じ且つ新しい理論的問題への発想を捕える機会が多い。実際どのように複雑な数式を取扱い、一見抽象的に見える理論的仕事でもその基礎は物理的な実質をもったものであり、従ってその本質的内容は実験家と共通の言葉で話し合える性質のものであるべきだと考えている。尚この外にも不定期的に研究室員が集合して、当面の研究課題の進展を話し合い、次のプログラムについて討議したり、或は今取りかゝっている問題に関係する新文献を紹介したり批判して吾々の考察の参考とするという、言わば不定期セミナーがある。このような不定期セミナーは吾々の研究室で採り上げている研究課題が中心であり、数学的方法の末端に亘ることもある。私自身未完成の考察を披露したり、放談をするのも、この機会である。尚物性研には各専門分野のエキスパートが揃っているので、若い人々には問題の性質に応じて、それ等のエキスパートと直接接触をもつよう勧めている。

物性研は未だ創設途上にあり、とりわけ建築が遅れているので、外部より来所される研究者に対して諸事萬般不便をかけているが、研究所内の人々も亦多くの不便を忍んでいる。実際予定建築計画が未完成なために、狭い割当面積におし込められたり、臨時的部屋に仮住居の状

態である。建築が進むにつれて自由討議のできるロビーも出来るし、セミナー室も多少増える上、各研究室間の連絡も容易になるであろうから、外来研究者をも含めて多面的接触が可能になり、種々の形式を通しての研究活動がし易くなるものと思う。吾々の研究室も将来他の諸研究室との接触を更に密にして研究活動を盛んにし、物性研内一研究室としての責務を果したいものと考えている。

扨て吾々の研究室で若い人々と一緒にやっている研究は核磁気吸収における Knight Shift の問題である。実はアルカリ金属の Knight Shift の温度効果についての Mc Garvey - Gutowsky 及び Beredek - Kushida の両実験に刺戟されて採り上げたわけである。この問題は理論的立場から考えると結晶内電子と格子振動との相互作用が、前者の状態函数に及ぼす反作用効果の現われであるという意味で興味がある。前述の相互作用の、電子エネルギーへの反作用効果はエネルギー帯端の温度依存性となって現われることは吾々や Fan によって数年前理論的に調べられている。兎も角もでき得る限りあいまいさの無い立場に立って理論を作り、結果も定量的内容のものを導きたいと意図したために大変時間のかかる長い計算になつて仕末った。共同研究者の協力により近く結論に達することができるものと思う。これに関連して近頃興味ある実験的研究として注目を浴びている、遷移金属原子又は稀土類原子をその成分として含む金属間化合物の negative knight shift の問題も吾々の関心の的である。種々定性的説明が提出されているけれども、要は固体内原子核の位置における局所磁場の発生機構の問題である。他方 Mössbauer 効果の解析を通して亦同種の局所磁場についての知識が得られる。前者は原子核の基底状態に関係するのに対して、後者は核の励起伏態と基底状態とに関連している。言わば原子核を Probekörper として用い結晶内局所磁場を測るものと言ってよい。兎も角も Marshall の定性的考察に示されたように強磁性結晶の場合には 3d 電子の状態記述が本質的に関係してくる。他方この問題は強磁性の発生機構の理論においても中心的問題である。吾々の所でも以上の観点より前述の諸現象に関する実験及び理論を総合的に検討し、已に二三の研究課題を設定して、これに着手し始めている。特に大野研究室では東北大の平原教授と協力して Mössbauer 効果に関する実験を行っているので、吾々の研究室も彼等に協力し特に実験面においては啓発されることが多い。

他方こゝ一両年前まで続けていた Exciton の問題はこの所中だるみの状態である。というのは私自身 Exciton 理論の現状に飽き足らず、種々思索中であるのと、一方以前に設定した問題の遂行には電子計算機が必要なため、近く物性研に設置予定のパラメトロン計算機 DC II の作動開始を待望しているのが実情である。多少とも具体的結果を得れば、Exciton の実験的研究の小林助教授が本所にいるので同氏と討議できることを期待している。私自身元々固体内多電子群の相関作用の現われには強い関心をもち、Exciton の問題を採り上げたのも、このためであるが、相関作用の現われは何も Exction に限ったわけではなく、周知の Plasmon、超伝導状態を由来する電子相関即ち音子を仲だちとする電子相関等々多彩である。而も電子相関の現われはこれで尽されたものとは考えていない。このような考えから前述の諸現象の総合的考察に立って何か独自の攻撃点を捕えたいものと暗中模索の状態である。

なお多粒子系固有の相関作用の現われに関心をもつことから、他方原子核構造及び核反応理論にも深い関心をもっている。このような理由から旧理工研時代には吾々の研究室の約半数が原子核の研究者、他の半数が固体物性の研究者という状態であった。物性研に移って以後は研究室員の移動も多く、いきおい所外の研究者との共同研究によって原子核研究室を続けていたが、最近では殊に所長を引受けて以来自身これに打ち込む時間的余裕が少なくなり閉口している。一年前瀬部・出雲両君と共同で実施した He^4 核の光効果の計算も結局陽子一中性子相関に関する Burton － Smith の実験の理論的解析であるが、計算は一応完了したにも拘らず、多忙なために論文は脱稿し得ない実情である。幸い助手の宇井君が核反応理論の方面で活発に活動していて呉れるので大変助かっている。現在の所、私自身は前述した原子核物性セミナーに出席する他大学の研究者の仕事上の相談やらに終始して仕舞い、省みて苦々しく思つている。所長の職より放免された暁には自身の、この方面の仕事を再開したいものと考えている。

前述したように原子核分野に強い関心をもつばかりでなく、固体物性と核物性とにまたがる中間領域の研究にも食指を動かしている。これは個人的関心という以上に広く日本においてこの方面の研究を強く促進すべきだとさえ考えているからである。先頃菅原教授及び大野助教授と共同で前述の中間領域の短期研究会を御世話したのも以上の理由による。この事については菅原研究室又は大野研究室の紹介の折に書かれるものと思うのでこゝには省略しておく。

以上思いつくまゝに書いてきたが、読み返してみて日頃研究室の若い連中を前にして行う放談のような内容になって仕舞った。編集担当の中嶋君の御依頼の主旨もあること故、この儘にしておく。読者の御許しを乞う次第である。

（物性研だより　Vol.1 No.1 (1961) p2)

大野、小林研究室

（物性研だよりから）

大野　和郎、小林　晨作

「ドシン」「ドシン」「カン」「カン」「カン」とときどき腹の底にしみわたるような音（建物の改修工事で壁でもこわしているのでしよう）に「きも」をひやしながらこの原稿を書いている。「ドシン」という度に思わず机に指をやると、かすかに振動が感じられる。かたわらの Mössbauer 効果測定装置をながめながら、何となくため息が出てくるときもある。勿論、一応除震も考えて、よほど大きな建物の振動でない限りは、測定に殆ど影響のないことをたしかめてはあるが、何となく吸収線が広く出たときとか、判定点がばらつくときには、この音がよけい気になる。建物は早く出来た方がよいが、もう数ケ月続いているので、いささかうんざりしている。

前おきはこの位にして、放射線物性部門では（研究室紹介に部門を真先に出して恐縮であるが、サイクロトロンを使用する実験等であまり研究単位が小さくなると困るので、大野研究室、小林研究室が一体になっている）サイクロトロンを使った実験、Mössbauer 効果、angular distribution、angular correlation の実験が行われつつ、または行われようとしている。従って現在の人員では、radiation damage は計画に入ってはいない。

Mössbauer 効果については、αFe_2O_3、$FeS_{1.00}$、$FeS_{1.05}$、Fe_3O_4、Fe_3Al 等の測定が行われている。これらはいずれも Fe^{57} の核の位置の internal field を測定してミクロな立場から磁性をしらべて行こうという意図のもとに行われている。

Mössbauer 効果による 1nternal field の測定の大きな特徴の一つは、Fe^{57} の第一励起状態が 3/2 のスピンを持っていて、Quadrupole moment が存在するため、電場勾配の方向、大きさ等を測定出来ることにある。但し、この影響は、内部磁場による Zeeman 分離に比べると一般にひとけた小さいので、等間隔に出るべき Zeeman 分離に多少のひずみが表われるにすぎない。

従って eqQ は一桁以上大きい準位間隔の差として求まるので誤差が非常に大きく、確実な資料を出すことはかなり難しい。（普通の resonance absorption の実験で fine structure のあるもので、S/N が 10 位下で、数本の吸収線の 10％以下の間隔の違いを求めるのと同程度）例えば αFe_2O_3 では −15℃でスピンの向きが 90°変るが、この向きの変化はスペクトルの歪が逆になることから明瞭に観測されるが、eqQ の絶対値の変化になると前述のように誤差が大きいのでなかなか確実なことをいうことは難しい。preliminary な結果からではこの電場勾配はかなりな温度範囲で除々に小さくなって −15℃を通ってまた除々に大きくなるのではないかと、予想される。従ってこれの確認に全力をあげている。Fe_3O_4 については、常温では internal field は $4.6_2 \times 10^5$ oer でこれは他の 3 価の Fe^{+++}、αFe_2O_3 の $5.1_5 \times 10^5$ oer、Ni ferrite の $5.0_2 \times 10^5$ oer に比べてかなり小さい。〜 100 °K まで下げたが $5.0_2 \times 10^5$ oer になり殆ど αFe_20_3、Ni ferrite と変らなくなった。この温度では eqQ によるスペクトルの歪がかなり大きく表われている。

この場合、期待される Fe^{++} と Fe^{+++} の吸収線の明確な分離は観測されなかった。（強いて分離があるとすればあるような曲線ではあるが・・・、現状では、ないと云った方がよいであろう。）

これについては液体水素温度の実験を計画している。

FeS については内部磁場が 3.3×10^5 oer で詳しい測定値はあげないが $FeS_{1.00}$ と $FeS_{1.05}$ とは常温で明らかにスピンの向きが 90°変っている。なお、これらの研究には特に試料作製の面で弱点があるので FeS は東北大の平原氏　Fe_3O_4、Fe_3Al は物性研の石川氏と共同研究を行ってこれを補っている。

Mössbauer 効果の他にも放射線を測定手段として核と internal field との相互作用を観測出来る方法がいくつかある。（整列核又は Coulomb Excitation からの γ 線の角度分布、又は angular correlation 等）これらの方法は原子核についての知識を与えてくれる他に、格子点からずれた核の格子点にもどるまでの時間、internal field の向き、強さ等も観測出来るので目下実験を計画中である。

次にサイクロトロンを使用した実験では　Coulomb Excitation、(αd)（dp）等低エネルギー核反応の研究が行われて来た。物性研に移ってから、物性研という field で、一番特徴の出せる実験をと考えた結果、速い中性子（1 ～ 5MeV）と整列核との相互作用の研究をとりあげた。サイクロトロンを中性子源として用いる場合にはサイクロトロンビームは加速機構から非常に短い時間（物性研サイクロトロンの場合、実測によると約 2 n.s.（n.s. = 10^{-9} sec)）にバンチしたパルスとして得られるため、中性子検出法として最もエネルギー分解能のよい Time of flight 法を使用する際、 Van de Graaf 加速器に比べて有利である。即ち Van de Graaf　加速器のビームは本来連続的であるので、これをパルス化するためにビームの可成りな部分が使用出来なくなる。整列核と中性子の相互作用の問題をとりあげた理由はまだ世界的に見て未開発で、核の状態を出来るだけ純粋な形で実験出来ることもあるが、当面狙っているのは核の形の問題である。中性子が入射粒子であるから得られる核の形に関する知識は核の電荷分布（電気四極能率の研究や高エネルギーの電子散乱の研究から得られる）ではなく核物質の分布である。そのため標的核としては大きく変形した核をまず狙うことになる。四極能率の測定から、変形核は希土類の領域に多いので、核整列にとっても都合がよい。したがって標的核は希土類から選ばれることになろう。このようなやゝ重い核では、準位間隔が狭いので高分解能の技術が必要となり（例えば弾性散乱のようにある特定のエネルギーの粒子を選び出す）上記 time of flight 法が採用されることになる。麻布に新設された建物は、中性子実験用に設計され　サイクロトロン・ビームは地上よりかなり高く離されてある。(3m70 従来駒場では 1m20）これは床面からの反射を出来るだけ避けるためである。サイクロトロン本体は 50cm の厚さのコンクリートで完全にシールドされ、ビームは小さい穴を通つて実験室に出てくる。実験室の天井、側壁は極度に薄く設計されてあり、low　background の中性子実験を可能ならしめるようになっている。尚サイクロトロン本体の改造も計画されており、エネルギー可変範囲を～ 5Mev 位まで拡大しビーム強度を倍増する準備がなされつつある。これは中性子 project において中性子源としてP－T・α－D 反応による単色中性子を考えると、この改造計画によって強い中性子ビームが、1MeV ～ 6MeV にわたつて連続的に得られるようになること、核分光学的立場から言っても、エネルギーをこの程度まであげることにより荷電粒子反応の範囲がより重い核を対象に出来るところまで拡がるからである。以上述べた如く、サイクロトロンを使ってのこの部門の仕事は当面の重点は核整列と関連して行われることになるのであろう。Mössbauer 効果が核物理の技術を使って物性の研究を行うとすれば、後者は物性の技術を使って核物理に新しい面をひらくことになろう。

主な設備

○エネルギー可変サイクロトロン

重陽子	1 ～ 2 MeV	internal beam 150 μA
		external beam　30 μA
陽　子	2 ～ 2.8 MeV	internal beam 100 μA
		external beam　20 μA
α 粒子	2 ～ 4 MeV	internal beam　20 μA
		external beam　4 μA

移転後、前述のように小改造を行う予定

○ 16 トン極低温用電磁石（兼反応粒子エネルギー分析電磁石）

gap 10cm で 2×10^4 oer の予定。かなり大きな物質の断熱消磁に使用する。又反応粒子エネルギー解析用として非常に明るいレンズの役目をする。これは荷電粒子反応に一つの特色を出しうると思われる。

○ R. C. L. 512 Channel Pulse Height Analyzer

記憶量が大きいこと及び同時に 4 台の 126 Channel P. H. A. として使用出来ることが特徴で、Mössbauer 実験で吸収スペクトルの精密化や整列核と中性子等極低温下で短時間になるべく多くの実験データをとるときに使用される。

（物性研だより　Vol.1 No.1 (1961) p5)

塑性部門
鈴木、井村研究室
（物性研だよりから）

鈴木　平、井村　徹

紹介文を書く段になって塑性という講座名を大変意識するようになりました。普段着のままおしゃべりをするのも悪くはないでしょうが、折角ですからこの態勢で書くことにします。塑性という部門は固体物理の中で内容的に、また歴史的にいって余りに独自のフィールドであったので familiar でなく、また固体物理の基礎的な面で知識を他から受けとるのみで他に供給するところの少いフィールドだったと云えます。しかし、固体の機械的性質は電気的性質、磁気的性質、あるいは光学的性質のように基本的な性質であることに間違なく、またそのような学問の現状であるからこそ物性研に一部門として存在する意義があると申せます。

物性研がスタートして以来漸くこの頃その軌道にのったと云えるでしょうが､物性研は巨大なデパート化して、隣りへの通路にペンペン草が生えやしないかという議論があります。20 講座もあれば研究内容なり手段に少からず overlap するものがあります。それを故意に壁を作って独立意識をもつのも間違ですし、また各部門の目的意識に目をつぶつて機械的にグルーピングするのも誤りでしょう。私は研究者の大半が比較的若く、ペンペン草を生やさないだけの活力をもっていることに期待しています。それにしても語り合う場をできるだけ多く作ることも必要でしょう。また、各部門の人員の少いことは残念です。多くの実験部門は自らの建設に汲々として、余り多くの余力をもたないのが現状です。必要に応じてアミーバのように接触手を出して隣とふれ合うために各研究者がもつと余裕をもつ必要があると思います。

全体として大学院学生の受け入れを認められていないのも不可思議です。物性研は研究のみを行い大学院学生の教育にはタッチすべきでないという一部の意見には大反対です。私の経験からしても物性研のような場所こそそのために恰好の場所です。ここでも話の順序がそうなってしまいましたが「人員不足」から大学院学生を要求しているのではないかとか、学生を研究労務者として使おうというのではないかという一部の若い人々の反論もあります｡若い人々が既存のものに対してもつ不信と、問題を根本的に解決した上でないと手をつけないという潔癖からきているのでしょうが、より現実に根ざした建設的意見もあって欲しいと思います。私共も新しい物性研に教育と研究のためのよりよい環境を作ろうとしています。創造的意欲に富んだ明るい活発な空気の流通が途絶えないように研究所の将来を考えれば考える程、早い時期にこの問題を解決したいと思います。

さて、研究室の紹介ですが、結晶の機械的性質は先ず第一に転位の静的、力学的性格に依存します。転位を全く含まず、他に類似の欠陥も含まない完全結晶の機械的性質も観測しようとすればその結晶に転位を注入することになります。私共の研究態度の一つは完全な結晶の中に唯一つの転位を入れて外からの perturbation に対する反応を見たり、それが動く時に発する物理的 signal を捕えようとするものです。他の格子欠陥に対する場合と同じくここでも結晶の純度や完全度に大変気をつかいます。大竹君が作った Bi 結晶の純度は 10^{-8}、完全度（転位密度）10^{4} cm^{-2} でした、これは今行いつつある研究用の試料の一例で、金属として最高のものですが、他の欠陥の影響から隔離された転位に注目しようというねらいです。転位は他の格子欠陥に敏感です。このため他の格子欠陥についての研究も平行して行わねばなりません。

金属中の伝導電子との相互作用を研究しようとする場合、僅かに存在する不純物や他の欠陥がこれらの電子に与える影響を敏感に反影します。積層欠陥のエネルギーはその好例で、現在井村助教授および橋本君が電子顕微鏡と X 線回折効果を利用して研究を進めている Cu および Cu-Si 合金の結果によりますと、僅かに 0.1Wt% Si を Cu 中に入れるだけでそのエネルギーは 1/10 に減少します。面心立方格子中の転位にはこの積層欠陥（格子面の積み重ねの不整）がくっついているのですが、Al と Cu とではそのエネルギーに 1 桁の違いがあり、両者の機械的性質の違いの大部分はこの差に原因すると云え

ます。伝導電子と積層欠陥の相互作用については理論らしい理論もなく、混沌としているのですが、生島君が実験の傍ら考察を進めています。

積層欠陥のエネルギーをこのように考えてよければ、その起源は電子の散乱機構にある訳で、これを追究する目的で積層欠陥による電気抵抗の測定を始めています。これには所外から参加している比企君と大学院の矢島君が当っています。物は上と共通に Cu および Cu-Si 合金単結晶で、1 本の転位による電気抵抗を測定します。予想のように転位の抵抗はまわりの格子ひずみによるものより上述の積層欠陥による寄与が圧倒的でした。この測定は Bi での測定と同じく世界でも初めてのもので、精度的にも大変な苦労を伴います。両君は相当にやせてしまったようです。この線の仕事としてもう一つは大竹君が前に述べた Bi 結晶で行いました。この場合は積層欠陥のない転位による電気抵抗で、1 本の転位のまわりの格子ひずみに対応する異方性電気抵抗を測定することに成功しました。現在は電子のモーメンタムおよび転位による散乱巾を直接与える galvanomagnetomorphic 効果の実験を始めております。

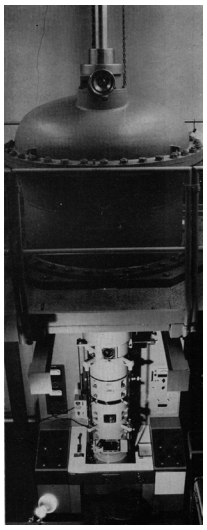
一方、固体の機械的性質を決定する最も基本的因子は結晶の周期的ポテンシヤルに由来する転位の抵抗力（Peierls 力）で、金属ではこれが他の不純物その他の因子で覆われてしまいますが、同極性結晶、イオン結晶では支配的になります。重要なことはこの Peierls の力を決定する確立した方法が見付かっていないことです。生島君は超音波吸収法により NaCl 型結晶の series についてこれを試み理論と比較するという研究を行っています。イオン結晶ではかなり健全な Peierls 力の理論的評価を期待できるというのがねらいで、偶然にも黒沢達美さんがその仕事を初めておられたので大変期待しているのですが、電子計算機待ちとなっています。実験の方は LiF と PbS をすませました。

私共はもつと未開拓の分野を開拓する興味ももっています。その一つとして今手がけているのは結晶の脆さの問題です。同極性結晶のように原子間の結合力が方向づけられた結晶では Peierls 力も大きく、且つ脆いのが普通です。転位が肉眼的尺度で関与しないという意味で脆性は塑性と裏腹の関係にあります。engineering の問題としてはいろいろ重要な問題として古くから取り上げられていますが、より本質的なものを知ろうというのがねらいです。小島君が Ge 結晶の脆性と塑性の研究を行っていますが、重要な結果が出ているので楽しみです。井村研究室の Lang カメラを使って転位の核形成を確認したり、He 温度でチェックをする仕事が残っています。この研究は近く Ge 以外のダイヤモンド型、あるいは Zinc　blende 型結晶や金属酸化物に発展する筈です。

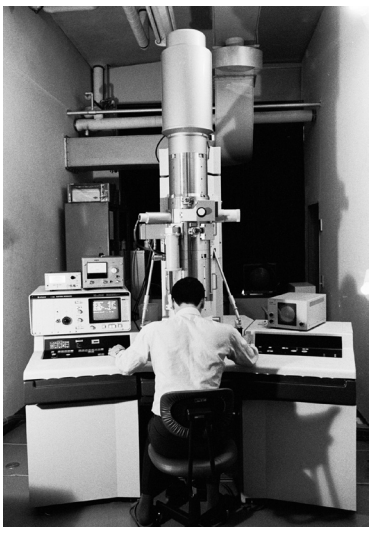
今後の計画として第一には結晶 I に協力して高圧電子顕微鏡設置を堆進することがあります。これを使用して格子欠陥の研究を進めること、独自の高精度X線測角器を用いて同じく格子欠陥の精密研究を行うこと、第二は金属の電子構造およびそれに密着する現象を私共の立場から研究して行くことを心掛けています。第二の計画は金属中の格子欠陥の研究が漸くその段階に来ており、自ら開拓する必要があるためです。

現在員としては鈴木、井村、生島、小島、橋本、阿部の他外部より大竹（理科大）、比企（機械試験所）、矢島（大学院学生）また研究生として青木が参加しており、近く井村研に助手 1 名が加わります。

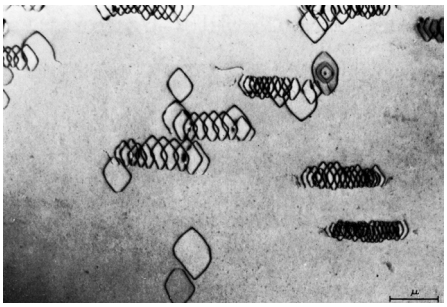
（物性研だより　Vol.1 No.6 (1962) p7)



超高圧電子顕微鏡（1965年）



300kV 電子顕微鏡



Al-Mg ヘリカル転位

本 田 研 究 室

（物性研だよりから）

本田　雅健

「無機物性」というのが、従来の「非晶体」部門の新しい呼び名となる予定である。整然たる 20 部門をほこる物性研の末っ子的存在として非晶体なるものが店開きをしたのが昨年半ば以降である。「物性研究分野において興味ある物質の開発」を目的として設置されたものであるが、生れる前から非晶体なる講座の名前になっていたことが少し変っている。意のある所はたしかにこの看板によってもあらわされているかも知れない。しかし中田研の内容によってもあきらかなように、単結晶の作製というテーマとはおよそ正反対になってしまったのは皮肉である。開店早々改名を考えねばならぬというのはどうやらこの部門の性格であるかも知れない。物性研究の陰になりがちなものにその研究材料となっている物質がある。将来を望見するとき、この研究材を広く開発してゆくことを心掛けておかなければ到底新分野を開拓してゆくことができないと反省され、未開拓分野の開発という意味を含めて“非晶体”といみじくも命名されたものであろう。精神は同じ所にありながら、結晶生長という問題が重要なテーマの一つとしてとりあげられ中田研がこれを受持つことになっている。未開拓分野は他にもある。本田研なるものは別な面でその一部を cover しようというわけである。多くの研究材料は化学的にみれば無機化合物に属する。無機化学的な方法で結晶生成以前に興味ある物質を提供して貰いたいというのがこの研究室の生れた動機であろう。新名称は非晶体のように精神を誤ってはいないが、方法を主にして「無機物性」なるものに落着いた。無機とは無機化学的な見方、手段という意味で、所謂有機物も取扱うことは何のさまたげともならない。

さて勿論無から有を生ずることを願うのは無理な話であり無暗な要請には答えることはできない。しかしながら新しい学問は非常に屢々既製の学問の境界から生ずる。水と油のような状態でも御互いの立場を理解し合って discuss してゆく内には新しいものが出来上って来ることを期待してよい。何処に大きな将来の芽が生ずるか仲々にわかには判断し難い。それにしても研究室はまず無機化学の仕事が可能なように整備されなければならない。この研究室ははなやかな理論やたのもしい装置より前に、多分に現実的でなければならない。まず我々は実験室に空気と水と電気ガスとそれに人間の手を揃えたい。日本の現実はやはり立派な床の間に不潔な台所の家庭に育てられて来ている。黄塵萬丈の都に雨露をしのぎつつ、10^{-9}g/g といつた微量を取扱うというのは無謀な曲芸にすぎない。無機化学者にとっては水とは手許のコックをひねると間違いなく出てくる蒸溜水である。断続常ならざる井戸水ではない。電気時計の針は四六時中地球の運行と共に廻転すべきものであり、人間も之と表裏一体に動くべき筈である。これらの基礎条件を積極的に満足させるよう努力した上で次の step が考えられる。

（客観的にみて稍々欧州風な実験室を夢見ているのかも知れない。テレビはなくても、水道の出口は必ず人間の眼の如く二つあり昔から温水の出ない家のないのが欧州である。主観的にはフランクリン時代の米国、西部劇のカリホルニアの開拓者精神は之と別にとりあげられなければならない。彼等は現在精巧なカメラではなくとも車のふれ合わない道路を民衆のものにしてはいるが。）

さて近代的な無機化学の技術としてはやはり核科学的なものが浮んで来る。安定同位体、放射性同位体の両方を駆使することのできる施設が動いておれば、合成、調製、分離、分析、といった化学的な手法が発揮できると考えられる。現在設置したばかりのもの及び設置予定のものは次のようなものである。安定同位体の判定用として固体試料用質量分析計を用意する。英国 AEI (Associated Electrical Industries Limited) 社製、通称 Metro Politan-Vicker の MS-5 型と称せられる（イオン流の径 30cm、偏向角 90°、表面電離方式）同位体存在比測定用質量分析計が本年中に納入予定となっている。本機は我が国では、はじめての最大規模のものとなる筈でその活用が種々期待される。Li より超ウランに至る迄殆んどの不揮発性物質が cover される。正常運転後

はさしあたっては、実験室における物理化学的反応による同位体効果、濃縮同位体を利用する極微量分析（希釈分析法による）等に利用できるであろう。放射性核種のように安定同位体をトレーサーとして利用する途が広い。放射性同位体の分は一応二つにわけて低レベル検出器と半導体検出器（Solid State Detector 又は Silicon Detector）の両方を手がけてみることにしている。前者はやはり微量物質の検出用であって、0.1dpm の β 線を測ることが出来る筈であり、国内の技術をこの線迄、国際級に迄、もつてゆく努力は払う必要がある。現在の国内のレベルがこの 1/5　に感度がおちていることは一驚に値する。後者の方はいうまでもなく固体物性研究の所産の一つであり、米国で非常な勢いで研究利用されている検出器である。我が国では基礎はとも角応用面でかなりおくれているものと判断されるが、応用と同時にもっと基礎的に実験的にも研究してみる価値がありそうに考えられる。いずれも之等は日本の役所的能率のよさでぼつぼつという所で、本所の RI 実験室と協力して進めてゆく予定である。前者はレベルをあげる意味で特注として国内に発注ずみであり、後者はまず Nuclear Data の 512 チヤネル波高分析器と共に先進国のものを入れることからはじめることになった。

まだ具体的ではないが、一段落して次のようなものも考慮されて来る可能性があると考えている。我が国では相変らずかなり遅れてはいるが、現在の希土の如く、超ウラン元素の化合物を真面目にとりあげられることは考えられないであろうか。Berkeley のとりあげ方とちがった物性研らしい何かが出て来る可能性があれば面白い。超ウランに限らず He^3 や Fe^{57} がそうであるように他の分離された同位体、carrier free の同位体がとりあげられる可能性もあろう。他の一つは宇宙を source とする材料である。現に我々が手にしているものは宇宙物質の極く限られたものである。地球をとってみてもその極く僅か千分の一程度の手に届く部分が材料の原料となっている。入手しうる宇宙の試料はそろそろ増加する傾向にある。

高温高圧、低温低圧、のほか放射線、磁場、電場に加えて 10^9 年の桁に及ぶ反応時間は、太陽系を場とするだけでも非常に広汎といってよい。勿論本所の超高圧部門はその一つの積極的な例であるが。

夢のような話はしはらくおくとしても可能性は多々あり勉強次第では伸ばしてゆけるたのしみがある。それにしても、外国で散々経験はして来ているものゝ、はじめの内は頼りない感じである。“隣はなにをする人ぞ”的なアパート暮しでは面白い問題は御互いに拾えないことに留意したい。末っ子の、全体の 5% にあたるこの部門がダークホース的優等生になるか異端の劣等生になるかそれは当の担当者とその周囲の責任になるであろう。

終りに本田研の現状は助手が未定（公募中であり近々に決定の筈）、技術員に東京教育大学出身の下村和子がおり、また上記 RI 実験室に技官として堀江絹子を責任者として迎えたので、研究の一部を遂行する上に協力を得ている。

（物性研だより　Vol.3 No.2 (1963) p3)

菅野研究室

（物性研だよりから）

菅野　暁

当研究室が発足したのが 1961 年であるから、年令は 20 才に近い。研究の流れを大ざっぱに見ると、5 〜 10 才の頃、それ迄の研究の中心であった「結晶中の遷移金属イオン」の問題、配位子場理論、の総まとめが行われ[1]、10 才を過ぎる頃から新しい研究の模索が始まっている。結局、その頃から、配位子場理論の 1 つの新しい応用である「光電子分光における多電子効果」研究を足掛りにして、「表面物性」研究の仲間入りをさせてもらい、現在では「表面物性」が研究室の主なテーマになっている。後で述べるように、「表面物性」は物性研将来計画

の中の 1 つの柱になっているので、今後は「表面物性」研究に全力投球し、理論側からこの計画を支援したい。

われわれの研究の流れをもう少し詳しく見ると、5 才頃から約 10 年間、「磁性体の光スペクトル」を盛んに研究した流れがある。この研究は、孤立した遷移金属イオンを取扱う配位子場理論の自然の拡張として、私が物性研に着任する頃から考えてきた問題[2]であったが、反強磁性化合物におけるマグノン・サイドバンドの発見がきっかけで研究が出発した[3]。丁度その頃、われわれと NHK 放送科学基礎研究所の対馬・青柳グループの間で共同研究が始まり、「磁気相転移とその分光学的性質」に関する実験的、理論的研究が主なテーマになった[4]。磁性体の分光学的研究は配位子場理論の枠から一歩踏出したものであるが、磁気相互作用は配位子場理論できめられる電子状態に対する小さな摂動と考えられる程小さいので、私としてはこの研究も配位子場理論の応用と考えたい気持がする。

実験研究者と一緒に仕事をしていると、或る実験で得られる情報のもつ力の限界について考えさせられる。磁性体の分光学的研究をしている時期に、分光学で普通用いられる吸収、発光、散乱スペクトル等の実験データだけでは不十分で、放射場のもっと高次の相関関数を用いる固体の分光学はあり得ないだろうかと云う疑問をもった。このような動機で、新しい研究の模索の 1 つとして、10 才少し前から「光と物質のコヒーレントな相互作用」研究を始めた。その際、NHK の青柳氏にその実験研究を併行して進めるようお願いした。当時大学院学生であった中村勝弘は、1 次元強磁性結晶の協力放射とその研究途上はじめて見出した 1 次元強磁性体の孤立励起波の研究で学位論文をまとめた[5, 6]。この流れの研究の中で、強いパルス光の結晶中伝播の研究は、ごく最近迄、秋元興一助手等によって続けられた[7]。しかし、この分野の研究は、①固体中での位相記憶時間（T_2）がきわめて短いことが実験上の大きな障壁になっていて、近い将来における巾広く奥行きの深い研究の発展が私には予測し難いこと、②研究室の力を「表面物性」とこの研究とに 2 分することは得策でないこと、等を考えて、現在研究室で取上げていない。

以上述べた「磁性体の分光学的研究」と「光と物質のコヒーレントな相互作用の研究」は、双方共 5 年以上も続きかなりのエネルギーを投入した研究室の仕事であるが、今回の研究室だよりはこれからの研究計画に焦点を置きたいので、これ以上立入らないことにする。これから「表面物性」の話に入る前に、「表面物性」入門の足掛りになった真空紫外、X 線領域の分光学的研究について少し詳しく述べておこう。

われわれが内殻励起をおこすような高いエネルギー領域の分光学的研究をはじめた動機はかなり他動的なものだったような気がする。10 才を過ぎる頃新しい研究の模索をしていたことをはじめに述べたが、丁度その頃、シンクロトロン軌道放射光の開発がきっかけになって、真空紫外領域の分光学的研究が急に盛んになり、世界的なスケールでのその研究の流れにわれわれも巻き込まれたというのが実情ではないかと思う。具体的には、その頃京大の大学院生だった渡辺誠氏がルビジューム・ハライドに関する仕事の論文別刷をもってこられたのがきっかけで、当時大学院学生であった里子允敏がアルカリハライド結晶の内殻励起吸収の理論的研究をはじめることになった[8, 9]。この研究は里子の、学位論文になっている。ハロゲンの外殻電子を励起する紫外領域の励起子吸収については、バンド模型から出発した小野寺・豊沢の有名な理論があるが、われわれの話はクラスター模型から出発し空孔一電子間相互作用をしっかり取扱う。そして、このやり方が、真空紫外領域における内殻励起子吸収の特質をうまくとらえているのだと主張した。しかし、果してわれわれの主張が実験家の間でどれ程理解されているのか疑わしい。

最近、DORIS からの軌道放射を用いて、高分解反射スペクトルの測定を行い、われわれの予測した新しいピークを見つけたドイツグループの仕事[10]を、豊沢所員の指摘で知った。バンド模型から出発した理論とクラスター模型（配位子場模型）から出発した理論は物理的に異質のものであるが、或る所迄進むと或る場合に形式的な一致が得られるという里子の指摘[11]は興味深い。

内殻励起子吸収の研究が軌道に乗った頃、その当時 X 線・粒子線分科の世話人をされていた合志陽一氏と井口裕夫氏の来訪を受け、X 線領域の分光等で多電子効果を示す現象がいろいろ見出されるようになったのでこの分野の研究をするようにとの依頼があった。自分で勉強してみると、いわれたように興味ある未解決の問題が山積していて、早速当時大学院学生であった麻多進が里子の協力を得て「遷移金属化合物の内殻 p 電子（金属イオン）光電子放出スペクトルおよび K 放射スペクトル」の研究をはじめることになった。問題は、スペクトルに見られる内殻 p 空孔が関与する多重項サテライトに、配位子場及び配位子と金属イオン間の結合性がどのように反映されるかを見ようということであった。この研究をはじめる迄は、「3p 空孔と外殻 3d 電子間の相互作用は配

位子場の強さにくらべてかなり大きいので、配位子場の効果はスペクトルに見られないのではないか？」の危惧がわれわれグループの中でもあったが、ニッケル化合物に対する結果では強度分布等に対してかなり大きな配位子場効果が見られることがわかった[12]。

p 内殻光電子放出スペクトルの計算は、山口豪助手が静大工学部に転出後同氏の研究グループによって種々の遷移金属化合物に対して行われた[13, 14]。このような計算では、立方対称場における pd^N 電子配置をもった状態で、数多くの次元数の高いクーロン・エネルギー行列を求めなくてはならない。たまたま英国リバプール大学の I．G．Main 氏がこのような代数計算を計算機にやらせることに興味をもち、主として山口・Main 両氏の努力のおかげで N ＝ 1、2、・・・、9 に対するエネルギー行列が完成した[15]。このような計算結果を用いて、多重項サテライトの強度分布が、内殻励起前の電子状態に敏感に依存することを示すことが出来る。このことを用いて、3d 殻にレーザー励起を与え光電子分光スペクトルの変化を誘起する実験を考案することが出来る[16]。この実験は一種の 2 重共鳴であるが、非常に寿命の短い（10^{-15} 秒位迄）励起状態でも原理的にはサテライトの変化として検出できることが特徴である。この実験の可能性については、矢島所員によりレーザー励起の面が、村田所員により光電子スペクトルの変化を検出する面が、検討された。光電子分光スペクトルに見られるられるもう一つの多電子効果として、シエーク・アプ・サテライトの存在が知られている。これは、内殻励起によって作られた空孔が外殻電子の分布を変えようとするが、あまりにも急に空孔が作られるため、電子分布の変化がそれに追つけないことによる。前述の多重項サテライトもシェーク・アップの一種と云えないこともないが、遷移金属化合物では、金属イオンの 2p 電子放出に伴い内殻空孔が陰イオンから金属イオンへの電子移動を引起こそうとするシェーク・アプが有名である。このシェーク・アプ・サテライトの主線に対する相対強度は、基底状態における金属イオンと配位子の間の共有結合性が小さい場合には、共有結合性の増大とともに増加する。われわれは、この事実を分子軌道法を用いた定性的な議論によって説明することが出来た[17]。一方、共有結合性がかなり大きい場合には、シェーク･アプは観測されず、共有結合性が或る値を越えるとその相対強度が急激に減少することを示している。この問題は、「超高圧をかけた時にその相対強度がどのように変化するか？」という問題に直されて、地球物理の大学院で学位を取得したあとわれわれのグループで活躍している大西楢平によって調べられている。麻多は、ここで述べたような光電子分光における多電子効果の研究を学位論文にまとめた[18, 19]。シェーク・アプ・サテライトは電子構造の性質を反映した観測可能な新しい物理量を与えるもので、電子構造を論じるときに、これからもっと利用すべきだと思う。

さて､最後に現在研究室の主なテーマになっている｢表面物性」について述べよう。私は、表面物性は近い将来巾広く奥行きの深い発展を示すであろう「これから」の分野だと考えている。「表面」の物理的および化学的面白さについてはいろいろのことが云われているが、未だ混沌とした所があって問題がそれ程はっきり浮び上っているわけでもなさそうである。渾沌とした分野に発展性があるとは必ずしも云えないが、見晴らしのきく分野に将来性が乏しいことは云えそうである。「表面」がいくつかの応用面でわれわれの生活と重要なかゝわり合いをもっていることはよく知られている通りで、この意味でも将来性豊かな分野がみたすべき必要条件をみたしている。私は、大学を卒業してすぐ、テレビの実験電波が出ていた時代に、NHK 技術研究所で VIDICON と称する撮像管の光電変換面の研究をやらされたことがある。この面は伝導性ガラス面にセレンとか三硫化アンチモン等の光伝導物質を蒸着したもので、今の言葉で云えばアモルファス材料であるが、当時の私には、アモルファス材料の研究がとても物性物理の対象になるとは思えなかった。このような私に或る分野の将来性を予測する資格はないが、もう一度過ちをおかすことを許して頂けるならは、私は物性論の中で「表面物性」に匹敵するスケールの「これから」の分野は見当らないと申し上げたい。「表面」は「気体」、「液体」等に対応する分野の分類で、スケールが大きいことは当り前である。

20 年にも及ぶ研究経歴をもつ分野で仕事を続けるのは効率もよく楽しいことである。しかし、新しい分野に入門と云うことになるといつ迄たっても人の家に居侯をしているようで落着かない。私の場合は幸いなことに、「表面」が物性研将来計画の 1 つであるという大義名分のおかげで、かなりスムースに「表面」に入門することが出来た。勿論、「表面」分野で長い研究歴をもって居られる方々の寛容のおかげである。又、「表面」の理論には私とよく似た新米がうろうろしていることも自信をつけるのに役立った。昨年、米国で表面の研究をしておられる主要な人々とお会いしてから、この分野の全体像がつかめたせいか、やっと「表面」が自分の分野だとい

う気がしてきて、人前で「表面」の話が出来るようになった。

研究室における研究活動としては、初期の頃、外来研究員として時々来られ研究情報に詳しい相模工大の佐々田友平氏が、Blandin の表面再構成の話とか Suhl ー派の化学反応の話を紹介して、われわれを啓蒙してくれたのが印象深い。いよいよ学習院から村田好正所員が物性研に移られ表面の実験を始められることになって、村田研と合同で２週間に１度位の割合で表面セミナーを始めることになった。その頃まだ久保研の大学院生であった高橋慶紀氏もセミナーに参加して、氏の水素分子の解離吸着の理論を開いたり、イオン結晶の buckling についていろいろ議論したのを生々しく記憶している。有限温度におけるイオン結晶の buckling の話は、後に京都大学長谷川研から留学研究員として１年半程われわれの所に滞在した澤田信一と研究室の中村勝弘によってまとめあげられた [20]。澤田氏は最近でもちょくちょく物性研にあらわれるが、Paulson ＆ Schrieffer の化学吸着に対する強結合の理論に大きな改良を加えたり、変分法を用いて弱結合と強結合をつなげる仕事に意欲をもやしている。

表面セミナーには月に一度位分子科学研究所の塚田捷氏と里子允敏氏が出席して、主として清浄表面および化学吸着表面の電子構造についての討論に加った。このように化学吸着の電子構造についての専問家が集まる機会が度々あったので、日本物理学会論文選集、表面物性Ⅰ、化学吸着を、実験の村田所員にも参加してもらって、セミナー全員の力で編集した。Ⅱは清浄表面の予定だったが、近い将来適任者によって編集されることを期待している。

表面セミナーの他に、１年に１度、４月末から５月はじめにかけてのゴールデンウィークに、八王子セミナーハウスで、遠足付表面研究会或は表面研究会付遠足を開いて今年で３回目になる。今年の会は１昨年物性研に来られた寺倉清之所員のお世話で開かれた。この会には毎回無機材研の津田惟雄氏のグループも参加されているが、津田氏は遠足の部分は不要であると強く主張されている。この会には 10 名近い理論屋とほゞ同数の実験屋が集まるが、夜のアルコール消費量は実験グループの方が一桁多い。今年は、中国から来られた村田研の蒋長根氏も参加されてにぎやかだった。

現在、研究室で取上げられている研究テーマは次のようなものである。岡山大学の富島研で修士を終えて東京大学博士課程に入学し現在 D2 の新上和正は、結晶表面第一層と第二層にもぐり込む化学吸着に興味をもっている。具体的には Ti(001) 面における窒素分子の解離吸着、等である。興味の焦点は原子が第一層にもぐり込む過程にあるが、そこでは吸着原子と金属表面の間での電子のやりとりと金属表面の格子振動との結合が問題になりそうに思う。現在、新上は分子研の大型計算機を用いて、もぐり込む途中の電子構造の変化を調べている。この仕事には分子研の塚田氏と当研究室の大西が参加している。

Ｄ１の大熊謙治は、修士の時、当研究室の中村勝弘と協力して、有限温度における Si(001) 面の再構成、特に再編成された場合の表面原子の振動振巾の計算を行った [21]。UPS の実験、LEED の I–V 曲線等は、再構成されたこの面が対模型でだいたい説明出来ることを示していたが、大熊と中村の仕事は表面原子の振動振巾が再構成にもっと敏感であることを示している。例えば、高速イオンの後方散乱にあらわれる表面ピークの測定から振動振巾を決め、計算値と比較することが望まれる。現在、大熊は MgO 結晶表面の再構成を調べている。村田グループの実験によると、MgO(001) 面では、安定な buckling した面と準安定な buckling しない面があることになっている。イオン結晶表面の buckling の原因として、陰および陽イオンの分極率の違い、陰イオン同志および陽イオン同志の間の斥力の違い、が普通考えられているが、MgO のようにイオン結晶からはずれた結晶では、わずかの共有結合性（特に表面で増大している）が buckling の原因になるのではないかと考えている。そして、表面共有結合の考えから準安定な構造迄出せないものかと考えている。

表面の研究を始める時に困るのは、表面の原子配列がわかっていないことである。勿論、現在ではいろいろな実験手段を用いて、表面構造を決めようとする努力がなされているが、それでも構造を実験的に決めた例は少い。実験手段の中で LEED は最もよく使われるものであるが、LEED の結果を多重散乱を取入れて解析すること（dynamical theory）はかなり大変で、誰でも出来るというわけにはいかない。英国などでは、LEED の解析をする専門家が養成されていて、世界のいろいろな実験グループと協力して信頼出来る新しい結果をつぎつぎと発表している。吾々グループでも M2 の岡本渉が寺倉所員の指導の下にこの分野の勉強をして、Van Hove と Tong によって作られた大きなプログラムを東大の大型計算機にかけて、いろいろな計算が出来る段階に到達した。これから村田クループに buckle した MgO

表面の LEED の実験をしてもらい、その結果を使って buckling をもっと定量的に調べる予定である。

今迄調べられてきた再構成表面の中で最もよく調べられているのは Si(111) 面の 7 × 7 構造である。この構造に対応する原子配列については数多くの模型が提唱されているが、どの模型が正しいかについて未だ合意は得られていない。ごく最近でも、東北大金研の井野正三氏による模型、米国のゼロックス研究所にいる Chadi 氏による模型、等が提唱され、9 月に京都で開かれる半導体国際会議でもそれら模型の是非をめぐってかなりの紛糾が予想されている。模型の是非を検討する 1 つの方法は、それぞれの模型の電子構造を計算し UPS 等の実験と較べることである。分子研では現在かなり信頼性の高いクラスター計算が出来るので、分子研の塚田グループと吾々のグループが協力して、16 ケの Si を含む大きなクラスターについて、self-consistent な電子構造の計算を行っている。今迄にいくつかの興味ある結果が得られているので、国際会議での討論が楽しみである。

結晶表面の再構成を論ずる場合、Tossatti–Anderson の話のように電子エネルギーに主役を演じさせることもあるが、表面格子の弾性エネルギーに主役を演じさせることの方が多い。前述の Si(001) 面の再構成等は後者の例である。実際は両者が self–consistent にからみ合っているのであろうが、そこ迄考えに入れた理論を作ることは大変である。われわれグループの大西楢平は弾性論が得意で、異方的な連続体の中に或る大きさの異物を入れた時に働く、異物間相互作用を調べている。この問題は、例えば表面にある vacancy の間の相互作用の問題、等と関連しているが、差当りグラファイト層間化合物における挿入原子間相互作用の問題として取上げている。この問題についての Safran-Hamann の仕事は少し粗ら過ぎるので、大西はもう少し現実的な異方性を考慮して、定性的に Safran-Hamann のものと異なった相互作用を導びいた。

以上、研究室で行われている具体的な研究活動について述べた。結晶表面の再構成の問題が中心になっているように感じられるかも知れないが、表面物性の中で表面の構造の問題が最も重要だと考えているわけではない。表面物性の分野で、どのような問題の研究が物理或は化学上の新しい概念を産み出すことにつながるのか、研究会でも開いて話し合ってみたい。今年の正月頃、カリフォルニアのラクナ・ビーチで“Concepts in Surface Science”と題する会が開かれたが、内容は題名から想像されるものではなかったようである。

参考文献

1) S. Sugano, Y. Tanabe, and H. Kamimura: Multiplets of Transition-Metal Ions in Crystals, Academic Press, 1970.
2) 菅野暁: 物性研だより 第2巻第2号, (1962) 3頁.
3) Y. Tanabe, T. Moriya, and S. Sugano: Phys. Rev. Lett. 15 (1965) 1023.
4) S. Sugano, K. Aoyagi, and K. Tsushima: J. Phys. Soc. Japan 31 (1971) 706.
5) K. Nakamura and S. Sugano: J. Phys. C8 (1975) 4071.
6) K. Nakamura and T. Sasada: Phys. Lett. 48A (1974) 321.
7) O. Akimoto and K. Ikeda: J. Phys. A10 (1977) 425; K. Ikeda and O. Akimoto: J. Phys. A12 (1979) 1105; ibid A12 (1979) 1907.
8) C. Satoko and S. Sugano: J. Phys. Soc. Japan 34 (1973) 701.
9) C. Satoko: Sol. St. Comm. 13 (1973) 1851.
10) G. Sprossed, M. Skibowski and V. Saile: Sol. St. Comm. 32 (1979) 1091.
11) S. Sugano: Spectroscopy of the Excited States, edit. by B. DiBartolo, Plenum Press, (1976) p. 279-336.
12) S. Asada, C. Satoko, and S. Sugano: J. Phys. Soc. Japan 38 (1975) 855. （この研究では佐川・石井実験グループからの支援が本質的であった。）
13) T. Yamaguchi and S. Sugano: J. Phys. Soc. Japan 42 (1977) 1949.
14) T. Yamaguchi and Y. Miwa: J. Phys. Soc. Japan 45 (1978) 200.
15) I. G. Main, G. A. Robins, S. Sugano, T. Yamaguchi, C. Satoko, S. Asada, Y. Miwa, and S. Shibuya: to be Publlshed in Atomic Data and Nuclear Data Tables (1980).
16) S. Sugano, Y. Miwa, and T. Yamaguchi: Phys. Rev. Letters 44 (1980) 1527.
17) S. Sugano: J. J. Appl. Phys. 17, Suppl. 17-2 (1978) 38.
18) S. Asada and S. Sugano: J. Phys. Soc. Japan 41 (1976) 1291.
19) S. Asada and S. Sugano: J. Phys. C 11 (1978) 3911.
20) S. Sawada and K. Nakamura: J. Phys. C12 (1979) 1183.
21) K. Ohkuma and K. Nakamura: J. Phys. C12 (1979) L 835.

（物性研だより Vol.20 No.2 (1980) p1）

電磁濃縮法の進展
―世界最強磁場における物性の探索―
（物性研だよりから）

三浦　登

1. はじめに

当研究室では超強磁場極限で発現する新しい現象の発見を目指して、超強磁場の発生技術の開発とその下での物性研究を行ってきた。六本木キャンパスで開発してきた電磁濃縮法、一巻きコイル法、非破壊型長時間パルスマグネットの３種類の磁場発生装置は柏移転に伴いそのほとんどが更新されたが、現在までにこれらの立ち上げはほぼ完了し、各施設は所定の性能を発揮し始めた。更新の際の装置設計の改良により、発生し得る最高磁場、使い易さなど、その性能は六本木時代に比べ大幅に向上した。本稿では上記３種類の超強磁場装置のうち、最大の規模をもち最高の磁場を発生できる電磁濃縮法の最近の進展について報告したい。

電磁濃縮法は室内で超強磁場を発生するもっとも強力な方法である。超強磁場の発生法としては、古くから爆縮法が知られている。現在でも爆縮法は最高の磁場を発生する手段である。爆縮法では磁束の濃縮を行うために爆薬を用いる。したがって破壊力が非常に大きく、実験は人里離れた地域で屋外の実験場で行う必要がある。また実験を頻繁に繰り返し行うことには困難がある。これらは物性測定などへの応用にはきわめて不都合な点である。これに対して電磁濃縮法はエネルギーの変換効率が高く、破壊の程度は爆縮法に比べて遙かに小さい。そのため室内で実験を行うことができ、実験の繰り返しも爆縮法に比べると比較的容易であるので物性研究には非常に適しているということができる。我々は六本木時代に電磁濃縮法によって 550 T に及ぶ超強磁場を発生することに成功し、これを用いて各種の物質についての実験において多くの興味深い現象を見出してきた [1]。柏の新しい装置では、いくつかの改良を行うことにより最近、最高で 622 T に及ぶ磁場が得られるようになった [2]。これは爆縮法で発生される 1000 T を越える磁場には及ばないが、実験室内で発生される磁場として世界最高の磁場である。また実際の物性測定に使える磁場としては、爆縮法と比べてあまり遜色のない強さである。このような新施設による磁場を用い、磁性体、半導体、低次元電子系、超伝導体、半金属、有機伝導体などについての実験が開始されている。

2. 電磁濃縮法の問題点と改良

はじめに電磁濃縮法による超強磁場発生技術の最近の進展について紹介しよう。図 1 は我々が電磁濃縮法で使っている一次コイルとライナー（銅リング）の写真である。一次コイルに大電流 (4-5 MA) を流すとライナーに一次コイルによる磁場を遮蔽するように逆向きに電流が誘導され、これによってライナーが内側に加速され、初期磁束を濃縮する。得られる磁場の強さはライナーの内径がどこまで減少して磁束を圧縮できるかによって決まる。磁束が濃縮されてライナー内部の磁場が非常に強くなると、内側から外側に向かうマクスウェル応力が大きくなり、ライナーの内側に向かう運動を減速し、ついにはライナーの運動は折り返して外側に向かうようになる。このようなライナーの運動の折り返しをターンアラウンドとよんでいる。ターンアラウンドが起こると、磁場はライナーの内径が最小値をとるときに最大になり、それ以降は減少してしまう。ターンアラウンドがライナーの内径が十分小さくなるまで起こらないようにするためには、ライナーの速度をできるだけ速くする必要がある。

ライナーの速度を速くする必要性にはもう一つの理由がある。超強磁場がライナーの内側に成長してくると、ライナーの金属内には磁気圧によって内側から外側に向かう衝撃波が生じる。この衝撃波に乗って金属の物質は内側から外側に向かって流れ出す。流れ出す速度は粒子速度とよばれるが、ライナーが収縮して磁束を濃縮するためにはライナーの収縮速度が粒子速度よりも速くなければならない [3]。粒子速度はライナーの材質と磁場で決まる。たとえば物性研究所で用いているような銅のライナーの場合には、この速度は 100 T では 120 m/s、200 T では 410 m/s、500 T では 1.8 km/s、700 T で

は 2.9 km/s となる。したがってある磁場を得ようとする場合にはライナーの速度は磁場で決まるこれらの値よりも速くする必要がある。ライナーの速度は一次コイルに流す一次電流の立ち上がり速度による。そこで六本木の時代からライナーの速度を速くするようなパラメータを探求し [4]、種々の技術開発の結果、550 T の超強磁場が得られた [5]。

柏の新施設ではより速い電流の立ち上がりを実現するために、コンデンサーバンクとコイルをつなぐケーブルの数を六本木のときの 2 倍の 480 本に増やすなどして電源の残留インピーダンスの減少に努めた。その結果一次コイルの直前までの電源残留インダクタンス、残留抵抗を大きく減らすことができた。これによって一次電流の立ち上がり時間は短縮され、一次電流の絶対値も増大した。

しかしながらライナーの速度を速くしていくと、困難な問題が生じることが明らかとなってきた。それは一次コイルに不可欠な電流の出入り口の存在である。図 1、図 2 (a) にみられるように一次コイルには 4-6 mm の電流の出入り口のためのギャップ (feed gap) がある。ギャップの近くでは一次電流がつくる磁場は他の部分に比べて小さく、磁場の分布はギャップのないときに期待される円筒対称からずれたものになってしまう。そのためライナーが加速される際、ギャップ付近の運動が遅れ、ギャップ付近には図 2(c) のような突起部が生じる。そしてライナーの重心の位置も僅かながらコイルの中心からずれる。このような効果をフィードギャップ効果とよんでいる。フィードギャップ効果はライナーの径がまだあまり小さくなっていない初期の段階ではそれほど顕著ではないが、次第に成長し、

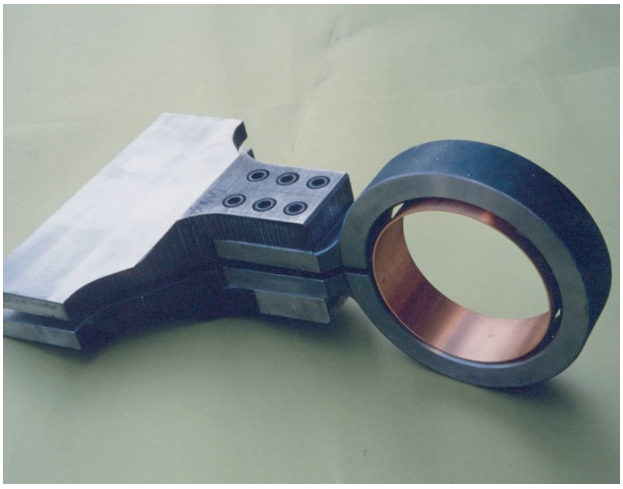


図 1　電磁濃縮法に用いる一次コイルとライナー

図 2 (c) に示される段階ではライナーの形状は円筒形からかなりずれてくる。フィードギャップ効果があると、最大磁場の得られる前に磁場プローブや試料が破壊されてしまう。さらにライナーの突起部からは放電が起こったり、プラズマジェットが飛び出したりしてこれも試料を破壊する原因となる。フィードギャップ効果は電磁濃縮法の実験を始めた当初から認識されていたが、ライナーの速度が速くなるにつれ顕著となり、磁場の最大値を制限する主要な要素となる。一方フィードギャップは電磁濃縮法には不可欠なものなので、これをいかに解決するかが大きな問題であった。

そこで、フィードギャップ効果を抑制するために考案されたのがフィードギャップ・コンペンセータである。コンペンセータは図 2 (b) のように厚肉 (5mm) の銅の円筒にスリットを入れて作製した 6 枚のブロックから

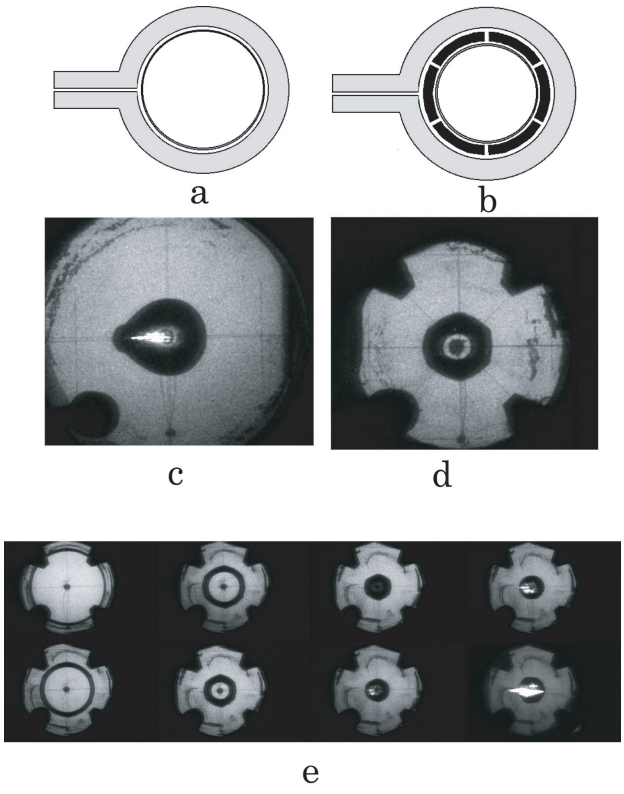


図 2　フィードギャップコンペンセータ
(a) コンペンセータがないときの一次コイルとライナー
(b) 一次コイルとライナーの間にフィードギャップコンペンセータを入れた配置
(c) コンペンセータがないときのライナーの変形の高速度写真。時間は一次電流スタート後 53.36 μ s。
(d) コンペンセータを入れたときのライナーの変形の高速度写真。時間は一次電流スタート後 44.74 μ s。
(e) コンペンセータを入れたときのライナーの変形を連続的に記録した高速度写真。各駒は左上から右下に向かって一次電流スタート 後 24.1、34.1、39.1、43.1、46.1、48.1、49.1、50.09 μ s の瞬間を捉えている。

成る。これを一次コイルとライナーの間に挿入すると、一次電流が流れた際、ブロックの表面には渦電流が流れブロックの材料内には磁場は浸入しないが、ブロックとライナーの間には磁場が伝達されるので、ライナーはコンペンセータがないときと同様にマクスウェル応力によって、押し縮められる。コンペンセータは、ちょうど Flux concentrator としての役割を果たすのである。フィードギャップに相当するギャップは 6 回対称に配置した 6 個のスリットとなるので、対称性は改善され、フィードギャップの影響を大幅に減少することが出来る。一次電流によって磁場の生じる空間が若干増し、ブロック内の電流によるジュール損失のために、ライナーの加速の効率は多少減少するが、その影響はそれほど大きくはない。こうしてライナーの変形の対称性は図 2 (d) に示すように、非常に改善された。スリットが 6 個あることを反映してライナーが正六角形の形状に変形していることがわかる。図 2(e) は変形の様子を連続的に捉えた高速度写真である。フィードギャップ効果による放電もかなり小さくなっていることがわかる。こうして得られるピーク磁場のばらつきが減少し、ピーク磁場の絶対値が上昇した [2]。

図 3 は磁場と電流の波形をプロットしたものである。少し異なる位置においた 2 つのプローブによる磁場の信号がピーク付近までよく一致し、このことは磁場測定の精度の高さを示している。このときの最高磁場は 622 T に達し、これが現在までの物性研究所における最高磁場である [2]。1970 年代始めに物性研究所の超強磁場プロジェクトが開始されてから現在までの最高磁場の推移を図 4 に示す。新しい装置の導入や何らかの新しい技術開発を行う度に最高磁場が上昇してきたが、今回の柏移転でも施設更新による大きな成果が得られたといえる。622 T という磁場は非破壊的なパルスマグネットによって現在得られている磁場よりも遙かに高く、一巻きコイル法によって得られる磁場よりも数倍高い。爆縮法では 1000 T を越える磁場が発生されているが、物性測定に使える磁場範囲はこれよりかなり低くなる。したがって物性研究所の電磁濃縮法による 600 T を越える磁場は、室内で発生できる磁場として、また精密な物性測定に応用できる磁場として世界最高の磁場ということができる。

フラックスコンペンセータを用いることによって得られたもう一つの興味ある成果は、ライナーのターンアラウンド現象が直接観測できたことである。磁場が最高値に達したところでライナーの運動が折り返すというターンアラウンドが現れることは、理論的にはよく分かっていることであり、また磁場の波形がピークをとった後に減少し始める減少は多くの場合に観測されていた。しかし高速度写真によって直接観測されたことはかつてなかった。今回の実験でコンペンセータによってライナーの変形の対称性が増したことにより、図 2(e) のように内径がいったん小さくなった後に増加を始めるという現象がみられるようになった。高速度写真から得られたライナーの半径の時間変化を図 5 に示す。これはターンアラウンド現象を直接に見た最初のデータである。ターンアラウンドが観測できるということは、磁場のピーク値が、プローブがライナーの衝突によって破壊されることによって決まるのではなく、磁場濃縮が最後まで行われていることを示すものである。すなわち実験条件で決まる最高磁場が実際に測定されているということができるのである。

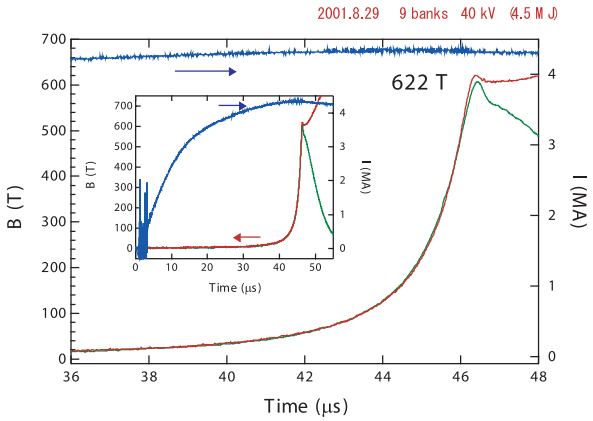


図 3　磁場と電流の波形。2 つの磁場プローブで測定されたグラフはほとんど一致している。室内において発生された磁場としては世界最高の 622 T が得られた。

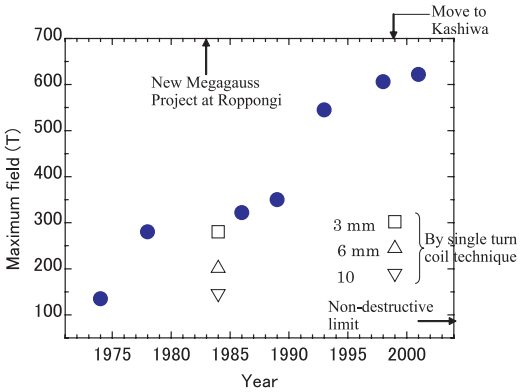


図 4　物性研究所において電磁濃縮法（青丸点）と一巻きコイル法（白抜きの点）によって発生された超強磁場最大値の推移。一巻きコイル法については、コイルの内径によって最大磁場が異なるので、代表的な内径値についてのデータが示してある。

3. 超強磁場下での物性研究

数 100 T におよぶ超強磁場は物質中の電子の状態を極端に変えるために多くの興味深い研究を可能にする。現在は柏移転に伴い更新された装置の立ち上げと上記のような磁場発生技術の改良がほぼ完了した段階であり、本格的な物性研究が行われるのはこれからであるが、ここで現在行っている研究の中からいくつかの例を以下に示そう。

図 5 は GaAs/AlAs 量子井戸において磁場を井戸層に垂直に加えたときの磁気光吸収のスペクトルである。ストリークカメラを用いると、このような連続スペクトルを 1 回のパルス磁場下で測定することができる。もっとも低いエネルギーの励起子吸収線の他、多数のランダウ準位間の遷移による吸収線がみられている。各吸収線が成長、消滅、分裂、ブロードニングなどの興味深い深い振る舞いを示しているが、注目すべきことは励起子吸収線が 240 T 付近で不連続的な変化を示していることである。我々はこれを量子井戸の中の 2 次元的励起子が 3 次元的励起子に移行する次元クロスオーバーのためではないかと考えている。励起子の波動関数は磁場を加えると磁場に垂直な面内でその広がりが縮むことが知られている。これが励起子エネルギーの反磁性シフトの起源となっており、比較的弱磁場領域でもすでによく知られたことである。超強磁場領域で特徴的なことは、波動関数は磁場と平行な面内でも縮むことである。磁場を層に垂直に加えたときに、磁場が十分に強くなると励起子の波動関数の広がりが井戸層幅よりも小さくなり、2 次元―3 次元のクロスオーバーが起こると考えられるのである。

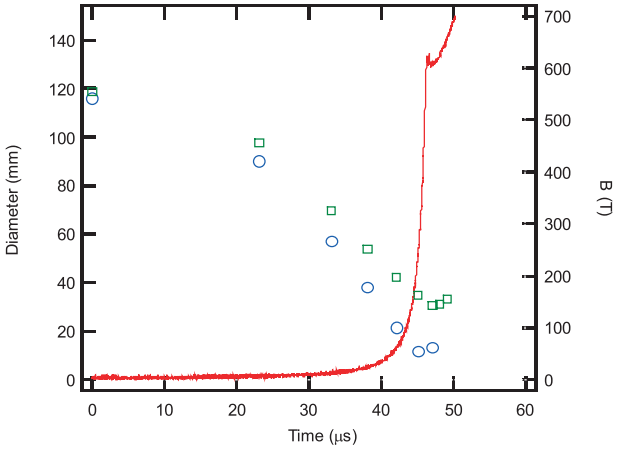


図 5　ライナーの運動と磁場波形。測定点はライナーの内径と外形の時間変化を示す。ライナーの内径、磁場の値ともにターンアラウンド現象を示している。

量子井戸の中で励起子は負の電荷をもつ電子と正の電荷をもつ正孔が束縛状態をつくったものであるという点で、水素原子に類似している。したがって超強磁場中でのこのような励起子状態の問題は、超強磁場中の水素原子という、非常に基礎的な問題と類似しており、古くから関心を集めてきた。特に 10^8 T という地上では実現し得ないような超強磁場が存在していると考えられている中性子星とよばれる天体の表面付近にある水素原子の問題は興味深い。上述のように磁場と平行方向にも波動関数が収縮するような超強磁場下では、水素原子が磁場方向に並んだ 1 次元的な H_n 分子をつくるといわれている。さらに磁場が強くなるとこの H_n 分子の 1 次元鎖が平行に並び、水素原子の 3 次元結晶ができると考えられる。中性星の上では実際にこのような状態が実現していると考えられている。我々の磁場 6×10^2 T は中性子星の磁場 10^8 T に比べまだ数桁低いが、物質中では電子や正孔の有効質量 m^* が自由電子質量 m_0 に比べて小さく、また電子・正孔間のクーロン引力が誘電率 κ によって遮蔽されるので、磁場の効果は有効的に因子 $[(m_0/m^*)\kappa]^2$ だけ増強される。そのために

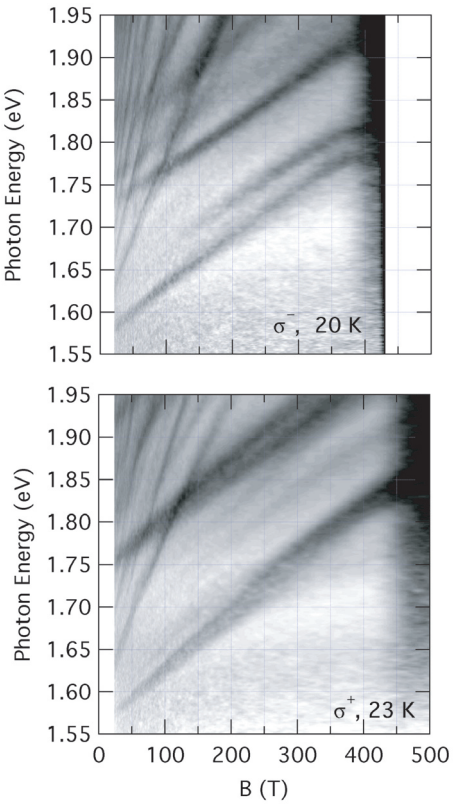


図 6 GaAs/AlAs 量子井戸における磁気光吸収スペクトル。ストリークカメラで測定したもの。井戸層の厚さは GaAs 層 9.0 nm、AlAs 層 5.0 nm。上図は σ^- 円偏光、温度 20K、下図は σ^+ 円偏光、温度 23K のスペクトル。

現在の磁場はちょうど中性子星における磁場に匹敵し、その中の状態が調べられると期待される。図 5 のデータ自身は六本木時代に得られていたものであるが、今後さらに研究を続けたいと考えている。超強磁場中の励起子については、ボーズ凝縮の実現や分数量子ホール状態の関連した現象やなどが興味ある分野であり、図 6 は希薄磁性半導体 CdMnTe における σ^+ 円偏光に対する磁気光吸収のスペクトルである [4]。励起子の吸収線 X_1、X_2 はそれぞれ価電子帯 (J, J_z)= (3/2, −3/2) および (3/2, −1/2) から伝導帯 (1/2, −1/2) および (1/2, 1/2) への遷移に伴う励起子線である。価電子帯の磁性イオンの磁化を反映した特有の振る舞いを示しており、これから電子、正孔の磁性イオンとの交換相互作用についての情報を得ることができる。150 T 以上の強磁場では、励起子線よりも低エネルギー側に非常に強度の小さい 2 本の吸収線 L_1、L_2 がみられる。このラインの磁場依存性はあまり大きくないことから、これらは Mn イオンに関連した電子遷移に対応したものと考えられる。この遷移の詳細はまだ明らかではないが、150 T 以上の強磁場では正孔の磁場に垂直な面内のサイクロトロン半径は約 20A となり、Mn イオン間の平均距離と同程度になる。そのため Mn イオンに束縛された正孔の遷移が L_1、L_2 の起源の候補として考えられる。

図 7 は種々の半導体試料におけるサイクロトロン共鳴のデータである。サイクロトロン共鳴は、超強磁場下での測定法としてはもっとも容易なものの一つである。希薄磁性半導体 CdFeS、InMnAs、ワイドギャップ半導体として注目を集めている GaN、ZnO などについて、それぞれ興味深い結果が得られている [7]。

上で述べたように、可視域、赤外域の光学的測定は現在では非常に高い精度、S/N 比で行うことができるが、これに比べると電気的測定、磁気的測定はその実験的な困難さの度合いが桁違いに大きい。磁場の時間変化が非常に大きいことからリード線に誘導される電圧が極度に高くなるからである。しかしながら磁場によって誘起される種々の相転移を観測するためには、これらの測定を行うことが是非必要である。電気伝導の測定については、我々はこれまでにいろいろな方法を開発してきた。試料に電極を付けて直流や交流のバイアス電流を用いた普通の伝導測定を改良した直接法 [8, 9] や、電極を付けずに試料の両側にコイルをおき、AC 電流による AC 磁束の透過を測定する渦電流法 [8]、トランスミッション・ストリップラインを用いてマイクロ波の透過を測定するストリップライン法 [11]、遠赤外域のストリップラインとレーザーを用いて反射を測定する遠赤外反射法 [12]、遠赤外光透過を測定する遠赤外透過法 [13] などである。これらは一巻きコイル法によるメガガウス領域で用いられてある程度の成功を収め、種々の物質についての測定についての有意義な結果が得られた。上記の 600 T 級超強磁場でもこれらの方法を試みつつある。

図 8 は酸化物高温超伝導体 $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ について渦電流法で測定した磁気抵抗のデータである。磁場を c 軸に垂直に加えた場合 (B ⊥ c) のものである。磁場を c

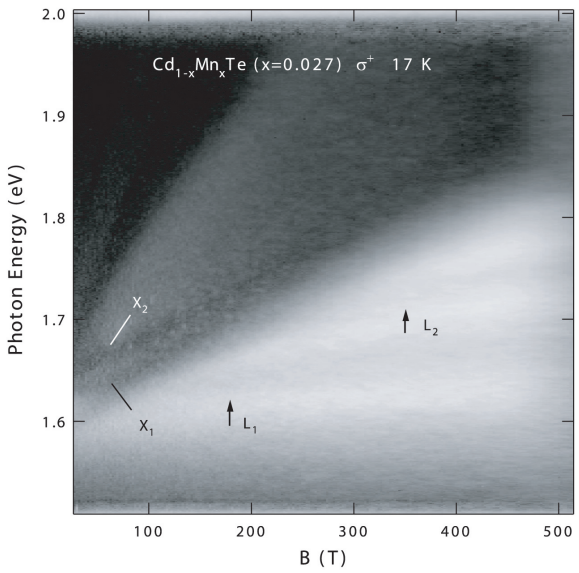


図 7　$Cd_{1-x}Mn_xTe$ (x= 0.027) における磁気光吸収。

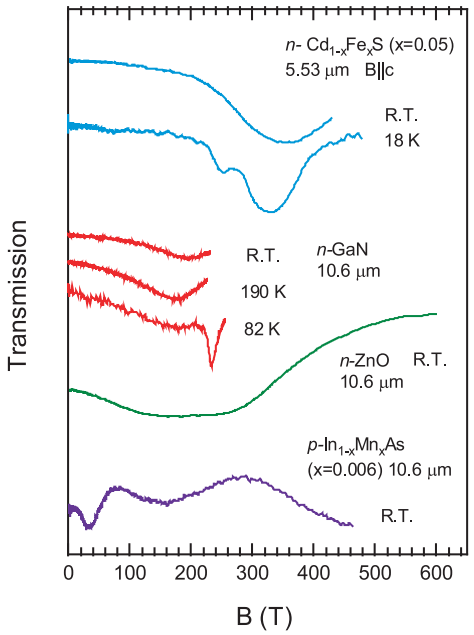


図 8　種々の半導体におけるサイクロトロン共鳴スペクトル。物質名、測定波長、温度を各グラフの右に示す。

軸に平行に加えたとき (B//c) には直接法によって、超伝導相図が従来の超伝導体のように WHH 理論によるグラフによく合うことや、Tc 以下の温度において磁場で超伝導を壊したときの常伝導抵抗の温度依存性が金属的な振る舞いを示すことなどがすでに見出されている [7]。B ⊥ c の場合には、これまでの測定によれば、相図は WHH 理論からはかなりずれたものになり、また T = 0 での H_{c2} が Pauli 極限を超えるなどの特異な振る舞いを示すことが見出されている [14,15]。磁場を加えたときの状態が FFLO 状態 [16] をとっていることも考えられ、超強磁場における測定に興味がもたれる。渦電流法による測定は、磁場による超伝導—常伝導転移が明瞭に観測されるのでこのような目的には適している。250 T 付近までは、転移を反映した信号がみられていることがわかる。今後さらに詳細な実験を続けることによって、転移磁場の温度依存性を明らかにしたいと考えている。

図 9 は長田研究室と共同で直接法（AC 電流）によって測定したグラファイトの磁気抵抗の測定結果である。電極をつけた試料を用いた測定であるにも拘わらず 200 T におよぶ磁場下での結果が得られている。グラファイトは低温・強磁場下で磁場誘起電荷密度波による電子相転移が起こることで知られている [8, 12]。より強磁場では、さらに新しい形の相転移が起こると期待されている。データは弱磁場領域で長時間パルス磁場で得られている磁気抵抗曲線をよく再現し、さらに 65 T、125 T 付近で何らかの相転移によると思われる

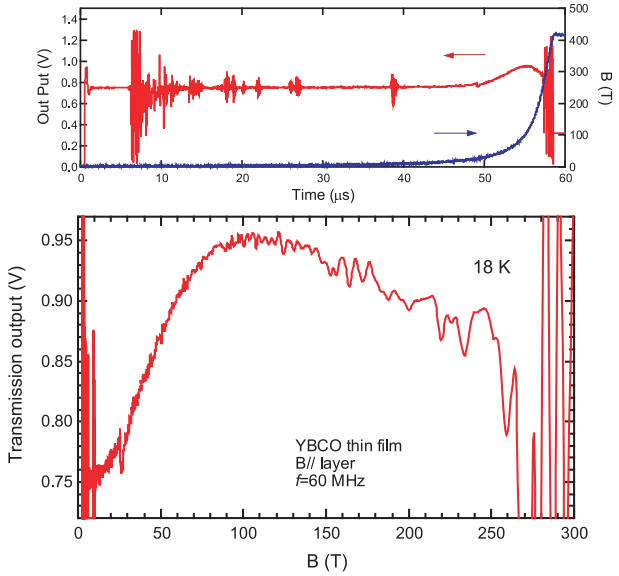


図 9　渦電流法によって測定した $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ の磁気抵抗。B ⊥ c。c 軸が膜面に垂直に配向した単結晶膜。試料の膜圧 80 nm。測定周波数　60 MHz。

抵抗の急激な変化が見られている。詳細についてはさらに実験が必要であるが、このように磁気抵抗測定が電磁濃縮法磁場においてもいろいろな物質において可能になり始めたことは非常に明るい期待がもたれるところである。有機伝導体 TMTSF 塩、BEDT-TTF 塩などは低温・強磁場下で多くの電子相転移を示すことで知られているが、これらについても測定が始められている。

以上に柏新キャンパスにおける電磁濃縮法による超強磁場発生技術の最近の進展とその下での物性測定について述べてきたが、数 100T の領域での物性研究は、物性研究所の研究を除けば世界でもほとんど未開拓の分野である。新設備の立ち上げがほぼ完成して収穫期を迎えた今、その下での物性への新たな興味は尽きない。国内外の研究者の方々にも有意義な研究に大いに利用していただきたいと願っている。

最後に、特に上述の電磁濃縮法装置の建設と物性測定技術の開発にご尽力いただいた当研究室の松田康弘助手、内田和人技官、池田悟技官の諸氏、長田俊人所員と研究室の方々に厚く感謝したい。

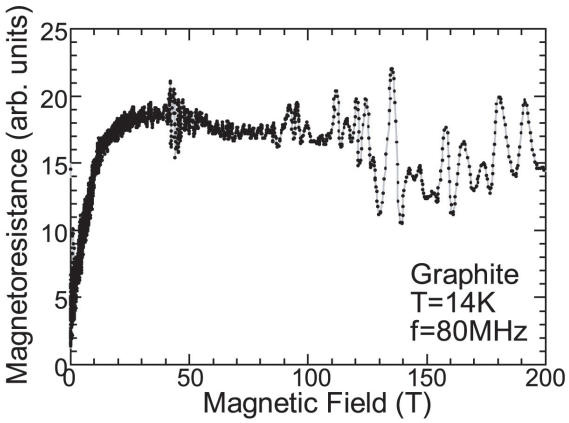


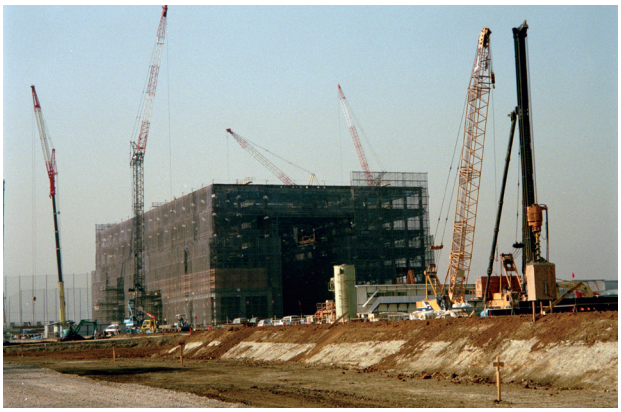
図 10　直接法（AC 電流）によって測定したグラファイトの磁気抵抗。B //c。測定周波数 80 MHz。温度 14 K。

参考文献

1. N. Miura, Y. H. Matsuda, K. Uchida and H. Arimoto, J. Phys. : Condens. Matter 11 (1999) 5917.
2. N. Miura, Y. H. Matsuda, K. Uchida, S. Ikeda and F. Herlach, to be published in Proc. 4th Int. Conf. Physical Phenomena in High Magnetic Fields (World Scientific. 2002)
3. N. Miura and F. Herlach, in Strong and Ultrastrong Magnetic Fields and Their Applications, ed. F. Herlach (Springer-Verlag, 1985), Chap. 6 p. 247-350

4. N. Miura and K. Nakao, Jpn. J. Appl. Phys. 29 (1990) 1580.
5. H. Nojiri, T. Takamasu, S. Todo, K. Uchida, T. Haruyama, T. Goto, H. A.Katori and N. Miura, Physica B 201 (1994) 579.
6. Y. H. Matsuda, T. Yasuhira, K. Uchida, N. Miura, S. Kuroda and K. Takita, Physica B 298 (2001) 416.
7. Y. H. Matsuda, T. Ikaida, N. Miura, Y. Hashimoto, S. Katsumoto, J. Kono, M. A. Zudov and H. Munekata, Proc. 10th Int. Conf. Narrow Gap Semiconductors and Related Small Energy Phenomena, Physics and Application, (IPAP Conference Series 2), eds. N. Miura, S. Yamada and S. Takeyama (IPAP, 2001) 93
8. N. Miura, T. Osada and T. Goto, Proc. 17th Int. Conf. Physics of Semiconductors, eds. J. D. Chadi and W. A. Harrison (Springer-Verlag, 1985) 973.
9. H. Nakagawa, T. Takamasu, N. Miura and Y. Enomoto Physica B 246-247 (1998) 429.
10. T. Sakakibara, T. Goto and N. Miura, Rev. Sci. Instrum. 60 (1989) 444.
11. B. E. Kane, A. S. Dzurak, G. R. Facer, R. G. Clark, R. P. Starrett, A. Skougarevsky, N. E. Lumpkin, J. S. Brooks, L. W. Engel, N. Miura, H. Yokoi, T. Takamasu, H. Nakagawa, J. D. Goettee and D. G. Rickel, Rev. Sci. Instr. 68 (1997) 3843.
12. Y. Shimamoto, N. Miura and H. Nojiri, J. Phys. : Condens. Matter 10 (1998)11289.
13. Y. Shimamoto, T. Takamasu, N. Miura, M. Kubota and Y. Shiohara, Jpn. J. Appl. Phys. 33 (1994) 112.
14. A. S. Dzurak, B. E. Kane, R. G. Clark, N. E. Lumpkin, J. O'Brien, G. R. Facer, R. P. Starrett, A. Slougarevsky, H. Nakagawa, N. Miura, Y. Enomoto, D. G. Rickel, J. D. Goettee, L. J. Campbell, C. M. Fowler, C. Mielke, J. C. King, W. D. Zerwekh, D. Clark, B. D. Bartram, A. I. Bykov, O. M. Tatsenko, V. V. Plantonov, E. E. Mitchel, J. Herrmann and K. H. Muller, Phys. Rev B 57 (1998) R14084.
15. J. L. O'Brien, H. Nakagawa, A. S. Dzurak, R. G. Clark, B. E. Kane, N. E. Lumpkin, R. P. Starrett, N. Miura, E. E. Mitchell, J. D. Goettee, D. G. Rickel, and J. S. Brooks, Phys. Rev. B 61 (2000) 1584.
16. 福山秀敏著，大学院物性物理２「強相関電子系」（講談社サイエンティフィック）第２章
（物性研だより　Vol.41 No.6 (2002) p3)

低層棟完成（1998年）



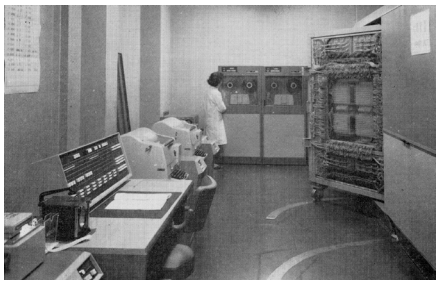
本館工事（1998年）

2000 年４月六本木移転時

事務室(駒場 1957年頃)

初代牧野事務長

事務室(1966年)

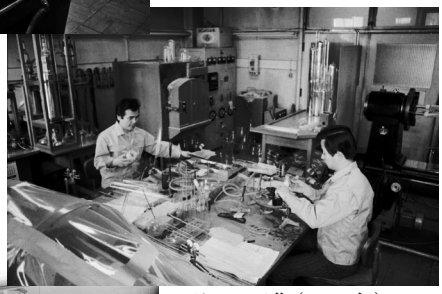


パラメトロン計算機(1963年)

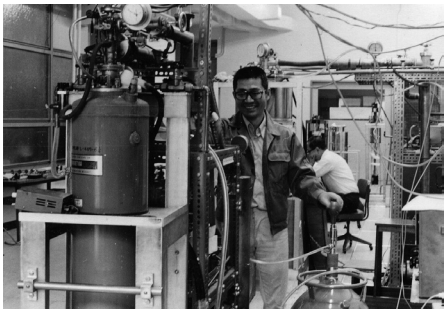
検見川での運動会(1970年)

ガラス工作(1976年)

運動会(1970年)



ガラス工作(1976年)



実験室風景(1971年)

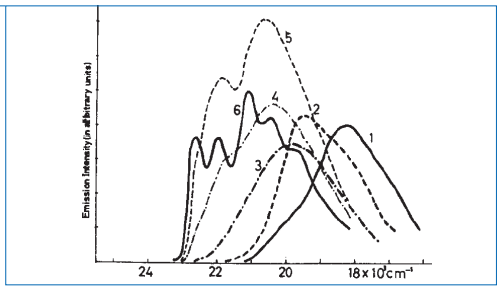
金工(1976年)

金工(1976年)

理論セミナー(1984年)

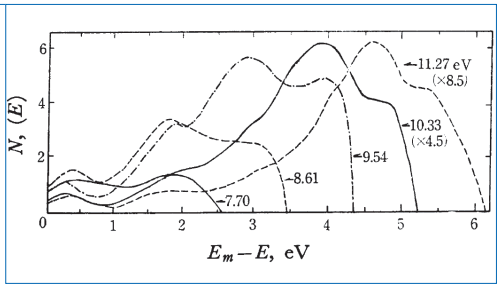
【分子性錯体の燐光観測による電荷移動三重項状態の発見】[文献Ⅰ期 -1]

有機アクセプター（テトラシアノベンゼン (TCNB)）と有機ドナー（ヘキサメチルベンゼン他）等の分子性錯体の燐光を見出し、それが理論的には存在するはずの電荷移動三重項状態に起因することを明らかにした。図は 77K における TCNB 錯体の燐光スペクトルである。



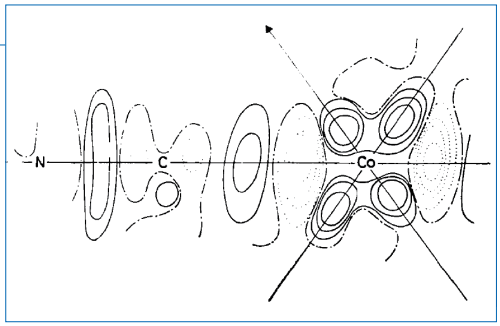
【有機半導体薄膜および結晶の光電子分光および超高圧下伝導性の研究】[Ⅰ-2]

現在有機トランジスタ等の有機デバイスで用いられている縮合多環芳香族化合物（ペンタセンおよびその周辺化合物）の薄膜および高品質結晶において、光電子分光測定よりエネルギー分散を、飛行時間法より移動度を求め、有機半導体の物性を明らかにした。図は光電子分光により求めたペンタセン薄膜のエネルギー分散である。



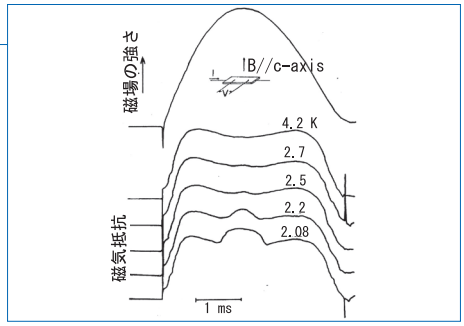
【X 線回折による 3d 電子密度分布の研究】[Ⅰ-3]

Co 錯体 $[Co(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ の詳細な X 線構造解析を行い、差フーリエ合成から Co-C-N（図）および Co-N の結合の観測に成功した。電子密度マップより Co の電子数を計算すると、$[Co(NH_3)_6]$ では 26.3 ± 0.3 e、$[Co(CN)_6]$ では 26.8 ± 0.3 e と配位結合により中性化していることが明らかとなった。



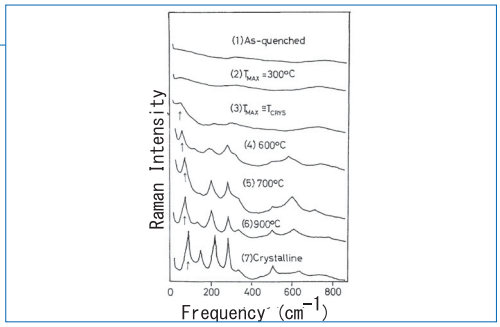
【グラファイトにおける強磁場誘起電子相転移の発見】[Ⅰ-4]

準２次元半金属であるグラファイトが低温強磁場の量子極限において電子相転移を起こすことをパルス強磁場を用いた実験で発見し、その後ＭＩＴの定常強磁場施設を用いた実験によりその相図を明らかにした。



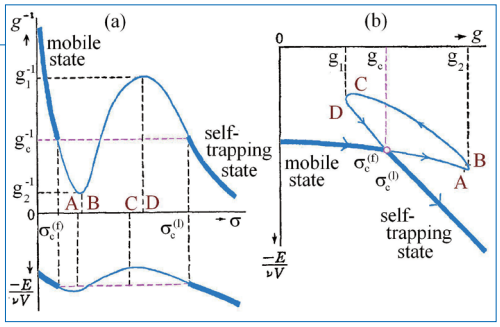
【ペロフスカイト酸化物薄膜試料の先駆的な研究】[Ⅰ-5]

当時希であった、純粋組成（ガラス形成物質を含まない）の強誘電体のアモルフォス状態を二重ローラー超急冷法によって、ペロフスカイト型のチタン酸鉛で初めて実現した。X 線回折、ラマン散乱など各種の手法を駆使して、その物性、特に結晶化現象の検証を行った。その後のペロフスカイト型酸化物薄膜試料研究の基礎を築いた。図はアモルフォス相の熱処理効果を示すラマンスペクトルである。



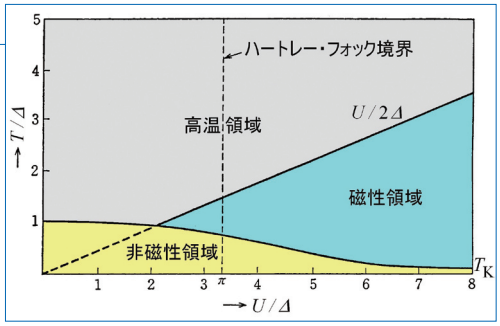
【音響型フォノンによる自縄自縛電子：豊沢理論】[I-6]

ランダウが提起したポーラロン効果による伝導電子の自己束縛の概念はフレーリッヒ模型が適用される普通のイオン結晶では実現されない。これに対して、音響型フォノン場中の伝導電子は、電子フォノン結合定数 g がある臨界値を超えると、極めて急激にその有効質量を増大させて自己束縛状態になることが示された。図は性格の違う２つのポーラロン解が g の増大と共に入れ替わる様子を模式的に示したもの。



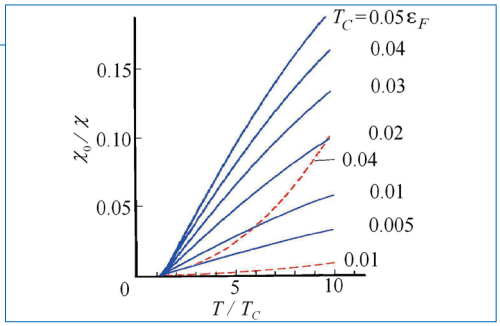
【アンダーソン模型の摂動展開：芳田・山田理論】[I-7]

アンダーソン模型は近藤効果の物理を局在スピンの発生機構に遡って解明する際に有用なもので、１局在ｄ準位における電子間クーロン斥力 U とそのｄ電子と伝導電子との混成を記述するｄ準位幅 Δ で特徴づけられる。これを摂動展開理論で解析し、帯磁率、比熱、電気抵抗の間の一般的関係式を導き、それによってスピンシングレット基底状態の出現の様子を多面的に捉えた。図は局在ｄ電子の（各領域間の転移はクロスオーバー的な）相図の概要。



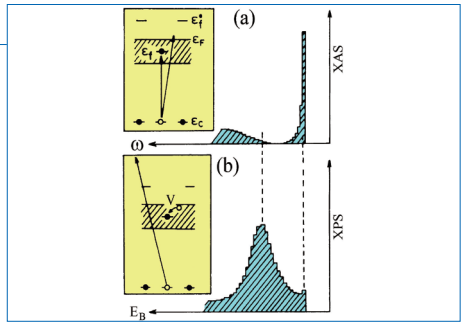
【金属磁性の自己無撞着理論：守谷・川畑理論】[I-8]

$ZrZn_2$ などの弱い強磁性金属は、強磁性出現の臨界条件近傍でスピンゆらぎが著しく増大した系と考えられる。そこで、分子場近似から出発して、お互いに相互作用する長波長スピンゆらぎの効果を自己無撞着に取り入れる理論体系を構成した。図はこの理論による強磁性体の磁化率 χ の臨界温度 T_C 以上での温度依存性を種々の T_C について示したもの。平均場近似（破線）とは違って、実験と整合的なキュリー・ワイス則的振る舞いが得られる。



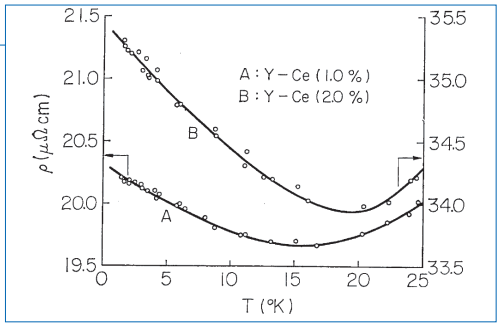
【不完全殻金属の内殻電子励起分光：小谷・豊沢理論】[I-9]

シンクロトロン軌道放射施設を使った実験で初めて明らかになった希土類金属の内殻励起光スペクトルの特徴を、内殻正孔ポテンシャル、および、伝導電子とｆ電子の混成によって引き起こされる多体効果の結果としてうまく説明した。図は光吸収スペクトル（XAS）と内殻光電子スペクトル（XPS）について、この理論から導かれる典型的な振る舞いを示していて、実験とよく一致する。



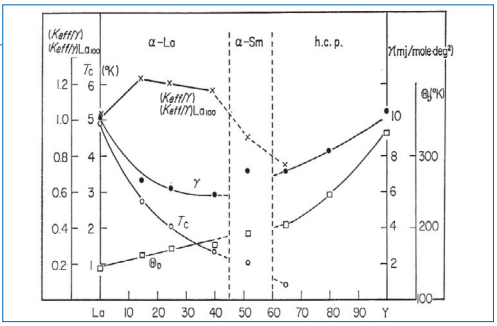
【希土類希薄合金における近藤効果の発見】[I-10]

希土類金属 Ce を含む希薄合金 Y-Ce の電気抵抗と帯磁率の測定が行われた。局在モーメントの存在を示す Curie-Weiss 則と電気抵抗極小が見出された。これは Y 希薄合金では初めての結果である。図は２つの Ce 濃度に対する電気抵抗の温度変化が示されている。



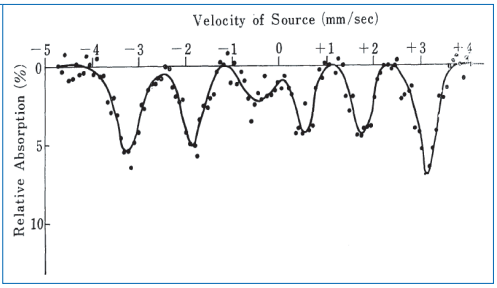
【遷移金属合金超伝導体の先駆的研究】[I-11]

La の超伝導起源を探るために La-Y 合金の低温比熱が精密に測定された。電子比熱係数 γ、デバイ温度 Θ_D、超伝導転移温度 T_c と Y の添加量の関係から超伝導機構について新しい知見が得られた。図は Y の添加量による γ、Θ_D、T_c の変化である。



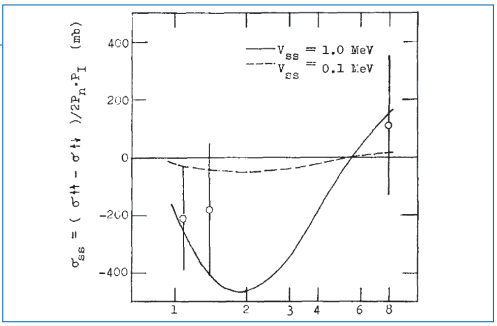
【メスバウアー効果による鉄化合物における内部磁場の決定】[I-12]

^{57}Fe のメスバウアー効果を用いて、様々な鉄化合物の超微細相互作用、４重極相互作用、isomer shift の測定から鉄イオンの電子状態の微視的解明が行われた。例えば低次元反強磁性体・赤血塩 $K_3Fe(CN)_6$ では、零点振動によるスピン縮小の観測された。図はその秩序相におけるメスバウアースペクトルである。



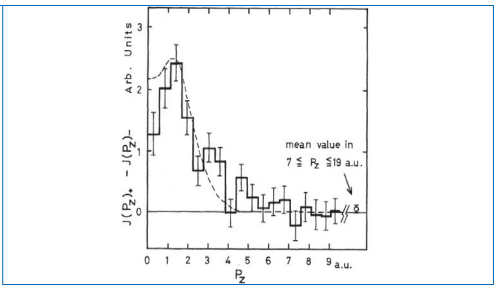
【原子核反応におけるスピンスピン相互作用の研究】[I-13]

^{59}Co 偏極標的とスピン偏極した速い中性子を用いて、全散乱断面積のスピン依存性が精密に測定され、原子核反応におけるスピンスピン相互作用に関する有用な結果が得られた。図は中性子のエネルギーと全散乱断面積のスピン依存性を示し、簡単な光学模型で矛盾なく説明される。



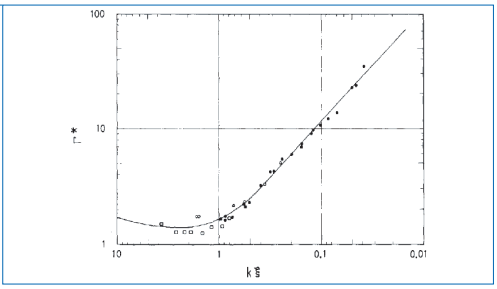
【偏極 γ 線のコンプトン散乱による磁性電子の運動量分布の測定】[I-14]

核斉列した ^{57}Co から放出される円偏向ガンマ線の磁気的コンプトン散乱が鉄試料で初めて観測され、強磁性体中の磁性電子の運動量分布の測定が可能なことが示された。この成果は、後に放射光による同様の測定への端緒となった。図は運動量遷移に対する磁気散乱を示しているが、和光、久保、山下の理論と良く一致している。



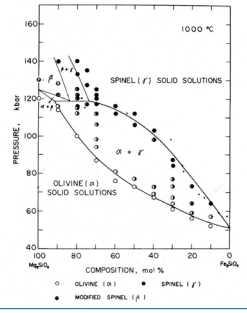
【ヘリウムの液相・気相転移臨界現象の光散乱による研究】[I-15]

液相・気相など第２種相転移点近傍の臨界現象への量子性の影響を調べるために、^{4}He、^{3}He に対してレーザー光散乱が試みられた。散乱強度と相関関数から、転移の静的並びに動的な臨界現象が解明され、実験精度の範囲内で古典流体との差異がないことが判った。図は、レーザー光散乱の光子相関分光法を用いて決定した緩和係数 Γ^* の波数 k と相関距離 ξ との積 $k\xi$ 依存性である。



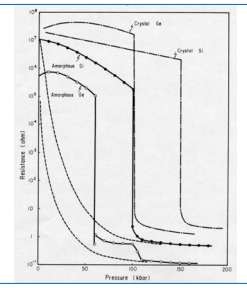
【オリビン - スピネル転移の解明】[I-16]

$(Mg,Fe)_2SiO_4$ のオリビン構造からスピネル構造への相転移が、地下 400km 付近に観測される地震波不連続の原因であろうという理論的予測が、実験的に検証された。物性研究所創設期に建設された国産初の大型超高圧実験装置、テトラヘドラルプレスを用いて高温高圧実験が行われ、理論では予想していなかった新しい変形スピネル相も発見されて、地球深部構造の解明に大きく寄与した。



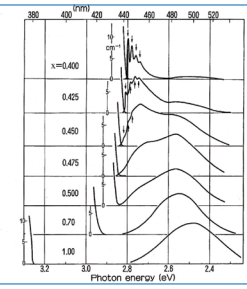
【アモルファス Si と Ge における圧力誘起半導体—金属転移の発見】[I-17]

アモルファス Si と Ge が、結晶の場合より各々約 5GPa 低い圧力で、6 桁もの電気抵抗減少を伴って半導体 - 金属転移することが見いだされた。この転移は配位数が 4 から 6 に変化する構造相転移であるが、周期性を保持する必要がないために結晶の場合より転移圧が下がると考えられる。周期性がないにもかかわらず、一次相転移の様相を示すことが特徴である。最近見出された、液体間の一次構造相転移につながるものである。



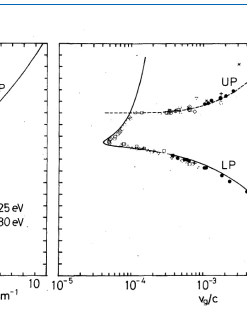
【ハロゲン化銀において自由励起子と自己束縛励起子の安定条件を実験的に検証】[I-18]

励起子が自ら格子を歪ませて動けなくなる自縄自縛励起子 (STE) の生成条件は、吸収端の裾 “Urbach-tail” の温度依存性から求められる σ を使って判定できるというのが、豊沢理論である。写真感光現象の研究対象であった $AgBr_{1-x}Cl_x$ の混晶を用い、その発光スペクトル (図) が x の増加 (σ の増加) に伴って自由励起子型から STE 型へと移り変わることから、この条件が確かに成り立っていることを実験的に証明した。



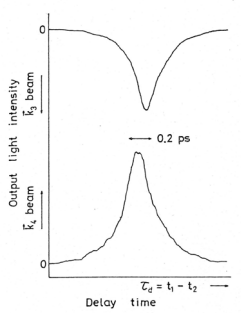
【化合物半導体におけるピコ秒分光の先駆的研究】[I-19]

開発途上だったピコ秒パルスレーザーをいち早く化合物半導体の研究にとりいれ、CdSe、CdSe、CuCl、CuBr などの高密度励起効果を中心に先駆的な研究が行なわれた。同時に波長可変光源、多チャンネル検知器などの開発も進み、極限レーザーグループの一つの核となった。図は、CuCl におけるポラリトンの群速度を飛行時間法によって求めたもの。光速度の 1000 分の 1 以下になっていることが分かる。

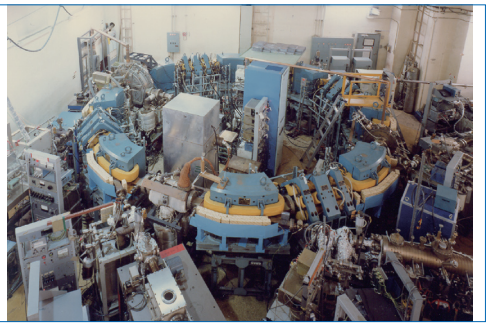


【4 光波混合による横緩和時間の測定原理を確立】[I-20]

今では常識になっている 4 光波混合時間分解分光法の原理を提唱したもの。3 次の非線形効果により、2 つの異なる波数ベクトルを持った光が混合して新たな光が生じ、これから横緩和時間 T_2 の情報が得られることを理論的および実験的に示した。図は世界最短パルス（0.15 ps）レーザーを用いて測定した DODCI 色素からの空間的パラメトリック（縮退 4 光波混合）信号でピークシフトより T_2 <100 fs であることが分かる。

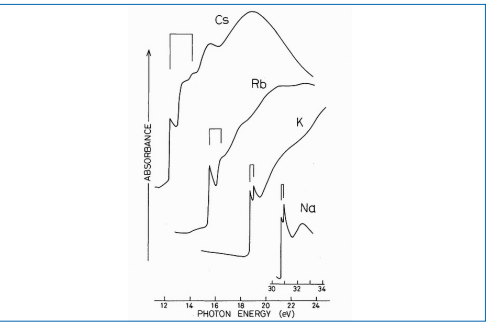


【世界で最初の放射光専用加速器完成】[I-21]



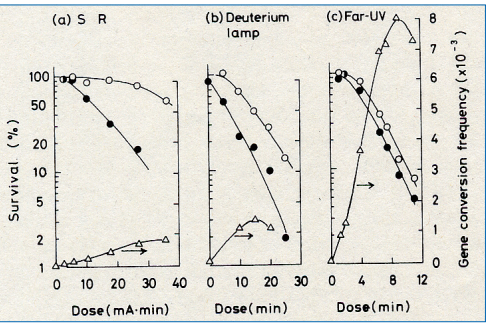
世界で最初の放射光専用加速器として設計・建設された電子蓄積リング（SOR-RING）が（旧）原子核研究所（田無キャンパス）に完成した。有力な実験室光源がない極紫外・軟 X 線領域で、放射光がほとんど唯一の光源で優れた性能を有することを実証した。SOR-RING は 1974 年から 1997 年まで使用され、放射光を利用する物性研究の発展に大きく貢献した。図は、1980 年頃の SOR-RING である。

【アルカリ金属の内殻吸収端異常の研究】[I-22]



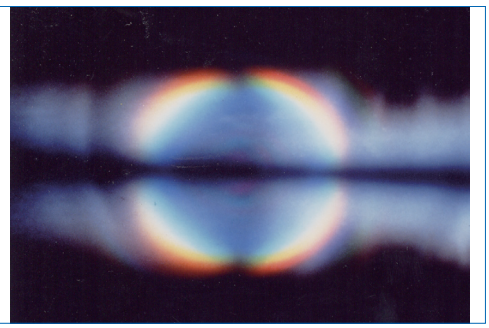
アルカリ金属の内殻吸収スペクトルに現れるスパイク構造を系統的に観測した。伝導電子が内殻電子励起の終状態で生じる正孔ポテンシャルに適応しようとする際に、電子系の低エネルギーの励起を伴う散乱によって、吸収スペクトルは内殻励起しきい値近傍で指数関数的に増大する。金属電子系に特徴的な現象で、フェルミ端異常、赤外発散とも呼ばれる。図は、Na, K, Rb, Cs の $L_{II,III}$ 吸収スペクトルである。

【生細胞の真空紫外線照射効果を世界で初めて観測】[I-23]



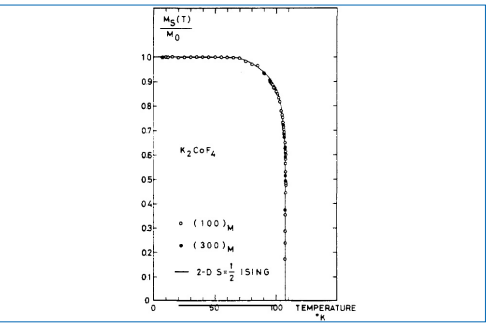
放射光真空紫外線を利用して、生きた酵母菌細胞の DNA 損傷効果を初めて観測した。水雰囲気中にある酵母菌細胞に真空紫外線を照射して細胞の生存率と突然変異率との関係を調べ、真空紫外線が細胞膜およびその近傍で吸収されるため、真空紫外線による DNA 損傷が紫外線よりも小さいこと、その原因が水による真空紫外線吸収と関係していることを明らかにした。

【アンジュレータ放射の発生に成功】[I-24]



SOR-RING の直線部に真空紫外領域のアンジュレータを挿入し、初めてアンジュレータ放射を発生させることに成功し、アンジュレータ放射の偏光特性を解析して理論予測と一致することを示した。また、アンジュレータを導入しても電子軌道へ影響を与えない加速器運転技術も確立した。図は、水平偏光を除く偏光板を通してアンジュレータ放射をみたものである。

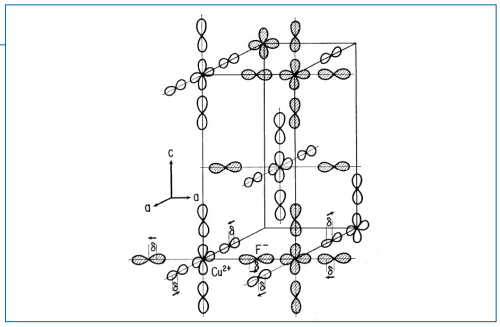
【低次元磁性体の発見と、その相転移の研究】[I-25]



2 次元イジング磁性体 Rb_2CoF_4 を発見し、その臨界現象を中性子散乱により観測して、当時知られていたオンサガーの厳密解に一致する理想的な 2 次元イジング磁性体であることを証明した。その後、2 次元強磁性体 K_2CuF_4 他、多数の低次元磁性体が発見され、その相転移の特徴が中性子回折実験により詳しく研究されてスピン統計物理学の発展に大いに寄与した。

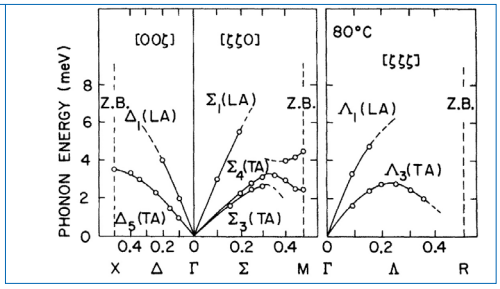
【中性子偏極解析により軌道秩序の観測に成功】[I-26]

2 次元強磁性体 K_2CuF_4 を用いて、中性子偏極解析により軌道秩序が形成されていることを証明した。これは、最近の強相関電子系におけるスピン・軌道・電荷複合秩序の研究に匹敵する先駆的な研究である。また、磁気形状因子の精密測定から、イオン結晶である K_2CuF_4 において共有結合成分の影響がその物性に大きく影響している事を示し、中性子散乱実験による covalency 効果の評価が有用であることを示した。



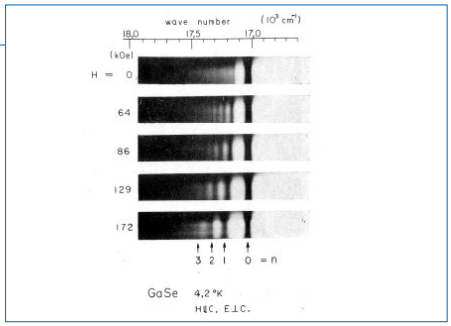
【ペロフスカイト化合物の構造相転移とソフトフォノン】[I-27]

ペロフスカイト化合物の逐次相転移の機構の理解は、相転移の理論の発展上、重要な契機を与える研究テーマであった。中性子散乱によるフォノンスペクトルのソフト化の研究は直接 MO_6 八面体のダイナミックスと逐次相転移機構の関連を明らかにし、その機構の解明に大きな貢献を果した。



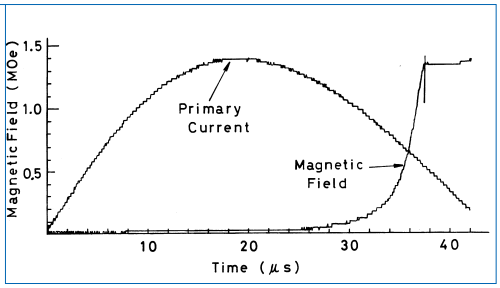
【層状半導体に見るランダウ準位と二次元励起子効果】[I-28]

共同研究「パルス高磁場を用いた分光学」の一課題として、スイス国で作成した層状半導体 GaSe の磁気―光効果の実験 - 理論的研究を行った。用いた磁場では、励起電子のサイクロトロン・エネルギーと残された空孔による引力が同程度の領域にある。最近、無機半導体を有機物質で二次元的に閉じ込めた物質で、理想的な二次元励起子が実現している。



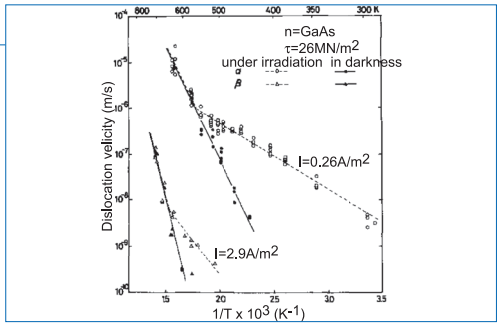
【初めて電磁濃縮法によるメガガウス超強磁場の発生と物性測定への応用に成功】[I-29]

物性研究所では 1970 年より超強磁場プロジェクトを開始し、電磁濃縮法による超強磁場の発生とその物性研究への応用を進めてきた。実験施設のプロトタイプともいうべきエネルギー 285 kJ のコンデンサーバンクを用いて、280 T に及ぶ超強磁場の発生に成功し、その下で種々の物性測定が可能になった。この成果が後の超強磁場プロジェクトの基礎となった。また電磁濃縮法による物性測定は世界初である。図は初めて発生磁場が 100 T を超えた頃の電流と磁場の波形である。



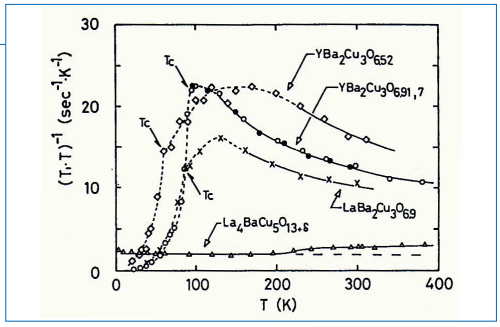
【転位速度の励起促進効果の発見】[文献 II 期 -1]

GaAs 結晶中の転位の移動度が、電子励起下で励起強度に比例して何桁も促進されることを発見した。その後、この励起促進効果が半導体結晶に共通の現象であることを明らかにし、転位芯で生じる「無輻射再結合促進欠陥反応」として解釈できることを示した。図は暗黒下と電子線励起下における GaAs 中の転位速度に関するアレニウスプロットである。



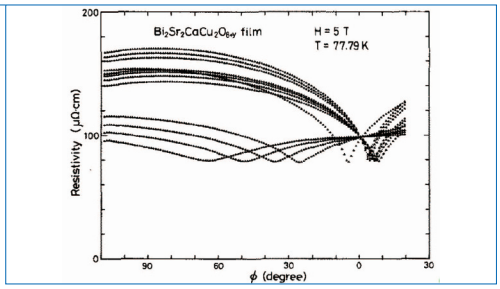
【高温超伝導体におけるスピンギャップの発見】[II -2]

低ドープ域の高温超伝導体において、常伝導状態での NMR、NQR を測定し、スピンギャップが存在することを発見した。図は、銅酸化物高温超伝導体 $YBa_2Cu_3O_7$、$LaBa_2Cu_3O_{6.9}$、$YBa_2Cu_3O_{6.5}$ における $1/T_1T$ の温度依存性で、スピンギャップを観測している。



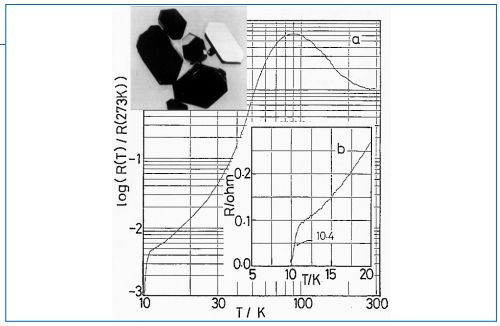
【高温超伝導体の混合状態におけるローレンツ力に依存しない散逸過程の発見】[II -3]

極端に異方性の強い Bi 系高温超伝導体の混合状態におけるエネルギー散逸（抵抗発生）が（通常の磁束運動によるものとは違って）マクロなローレンツ力が働かない配置においても同じように起こることを発見した。図は $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+y}$ フィルムの H=5T、T=54.37K における電気抵抗率の角度依存性である。



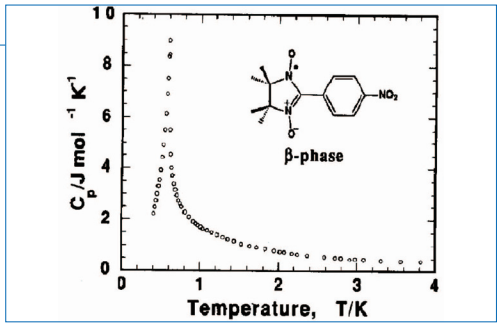
【新規有機超伝導体 Tc>10K の発見】[II -4]

超伝導転移温度が初めて 10K を超えた新規有機超伝導体 κ-(BEDT-TTF)$_2$Cu(NCS)$_2$ を発見した。この錯体は実効的 1/2 充填バンド構造をもつため強相関電子系に属する。電気抵抗を測定したところ、100K 付近のモット絶縁体ー金属のクロスオーバーの振る舞い、および Tc=10.4K の超伝導転移を観測した。図は κ-(BEDT-TTF)$_2$Cu(NCS)$_2$ 単結晶と、電気抵抗率の温度依存性、および超伝導転移である。



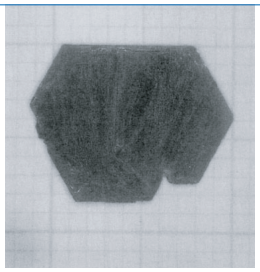
【有機強磁性体の発見】[II -5]

初の有機中性ラジカル強磁性体β-nitrophenyl nitronyl nitroxide (p-NPNN) を発見し、熱容量、交流磁化率の測定より Tc=0.6K の強磁性転移を観測した。図は p-NPNN 単結晶の比熱の温度依存性である。Tc=0.6K で強磁性転移を起こし、３次元ハイゼンベルグ強磁性体であることを明らかにした。



【AMO_2 型二次元三角格子酸化物結晶の育成】[Ⅱ-6]

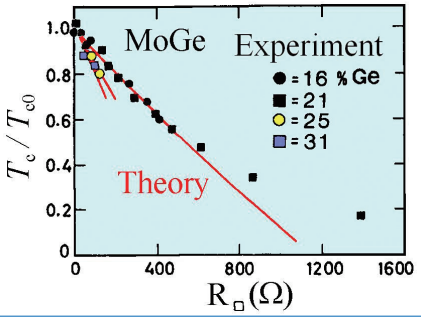
一般式 AMO_2 で表される層状物質は２次元三角格子 (MO_2) をもち、２次元導体やスピン・フラストレート系としての舞台を提供する。固体物性研究では単結晶が不可欠であるが、一般的にアルカリ金属を含む酸化物の単結晶育成は困難である。様々なフラックスを工夫することにより、$SrCuO_2$, $NaTiO_2$, $LiCuO_2$, $LiTiO_2$, $LiVO_2$ などの単結晶育成に成功した。他にデラフォサイト物質 $CuFeO_2$, $M'CoO_2$ (M' = Pd, Pt) についても単結晶育成に成功した。



$LiVO_2$

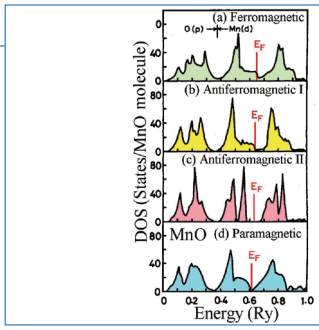
【アンダーソン局在への相互作用の効果】[Ⅱ-7]

アンダーソン局在は伝導電子がランダムポテンシャルのために局在化するという概念であり、電子の波動性が電気伝導に顔を出す顕著な例といえる。電子間相互作用のアンダーソン局在への効果を弱局在領域からのアプローチで研究し、相互作用による局在化の促進を見いだした。図はアンダーソン局在が超伝導転移温度 T_c に及ぼす影響を見積もり、実験と比べたもの。ランダムポテンシャルによる T_c の大幅な減少が注目される。



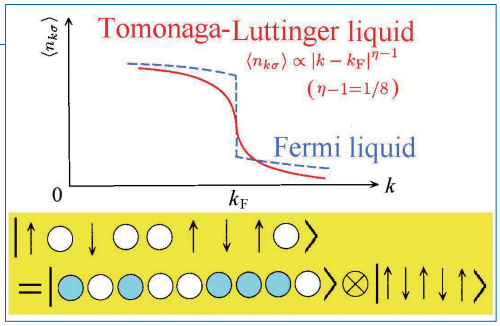
【遷移金属酸化物絶縁体：バンド理論からのアプローチ】[Ⅱ-8]

MnO や NiO などの絶縁体金属化合物はモット絶縁体として知られているが、信頼性の高い詳しいバンド計算の結果と実験とを比べてみることはバンド計算の発展のためだけではなく、モット絶縁体の物理それ自体への貢献も大きい。図はバンド計算による MnO での種々の磁気状態に対応する状態密度である。計算で得られる基底状態は (c) で、反強磁性絶縁体を予言し、実験と一応の一致を示す。



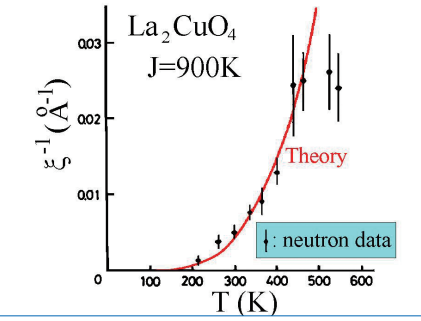
【ハバード模型の多体波動関数の研究】[Ⅱ-9]

ここ２０年来、銅酸化物高温超伝導体のモデルの一つとして、ハバード模型は精力的に調べられている。その模型で、１次元の強相関極限において厳密な多体波動関数を詳しく調べ、基底状態の運動量相関およびスピン相関を高精度に求めた。また、適切な変分試行関数を用いた変分モンテカルロ計算を中心にして、２次元の場合も調べた。図は朝永ラッティンジャー液体を示す１次元多体波動関数の概要とそれに伴う運動量分布関数における特異性を示す。



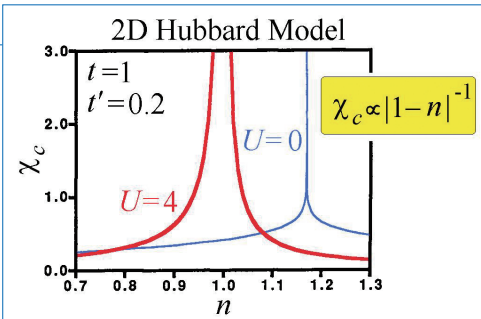
【修正スピン波理論】[Ⅱ-10]

長距離のスピン秩序を持つ基底状態相において磁気励起を考える場合には、スピン波理論が有効である。しかし、長距離秩序のない低次元系ではスピン波理論の前提が成り立たないので、従来は採用されなかった。しかし、敢えて化学ポテンシャルを導入するという形でスピン波理論を修正・拡張した。そして、得られた結果は厳密対角化などの他の理論手法を用いたものと整合的なだけでなく、図のコヒーレンス長の結果が示すように、中性子散乱実験の結果ともよく一致する。



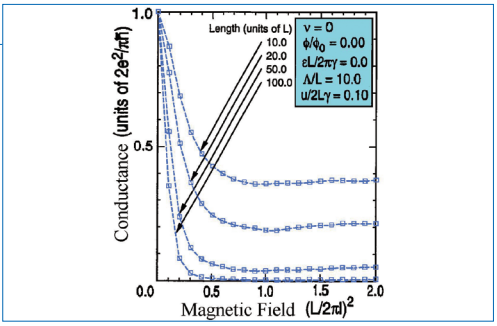
【2 次元系での金属非金属転移の理論】[II-11]

電子相関を主因とする金属絶縁体転移（モット転移）に関連して、ハバード模型を中心に 2 次元強相関電子系に関する大規模な量子モンテカルロ計算を行なうと同時に、スケーリング理論を展開して、スピン相関、電荷相関、超伝導相関などの基本的な様相を明らかにした。そして、図に示すように、金属相の電荷圧縮率がモット転移点に向けて臨界的に発散し、その臨界指数の値から、この系のモット転移は新しいユニバーサリティクラスに属していることを見いだした。



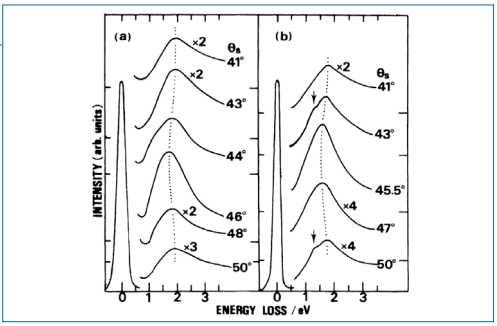
【カーボンナノチューブの電子物性】[II-12]

グラフェン中の電子運動は質量ゼロのニュートリノと同一で、それを反映してナノチューブは興味深い様々な物性を示すという理論予言がなされた。図は散乱体を多数含む有限長のナノチューブのコンダクタンスの計算例である。この際、質量ゼロのディラック方程式で記述される故のユニークな現象として、通常の散乱体では（ベリー位相のために互いに時間反転の関係にある散乱過程が完全にうち消しあって）理想導線となる。磁場中では時間反転対称性が破れ、抵抗が現れる。



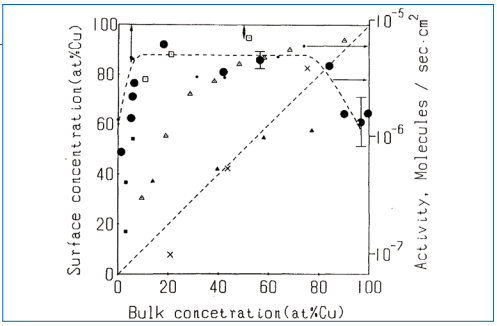
【表面プラズモンの分散測定】[II-13]

物性研で開発した電子エネルギー損失分光器を用いて、K 吸着 Si(001) 表面のプラズモン分散を測定した。この表面は、K が一次元的に配列した異方的な構造をしており、表面プラズモン分散も異方的であった。これにより、この表面に一次元金属的な表面状態があることが明らかとなった。



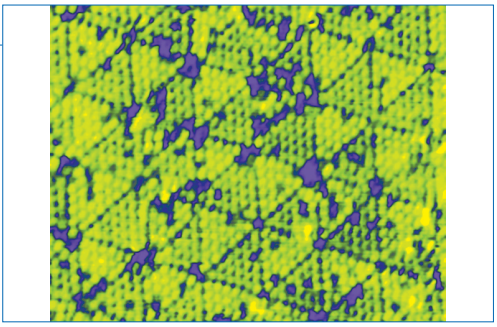
【銅ニッケル合金における表面偏析現象】[II-14]

表面原子を一つ一つ電界蒸発により脱離させ１００％の検出効率でその質量を計測する独自のアトムプローブ電界イオン顕微鏡を開発し、銅ニッケル合金の表面各層での元素組成を測定することにより、その表面偏析現象を明らかにした。ニッケルが少ない合金において、従来の層分解能のない手法では明らかにできなかったニッケルの偏析を明確に示し、表面での元素濃度が同合金での触媒活性と相関があることを指摘した。



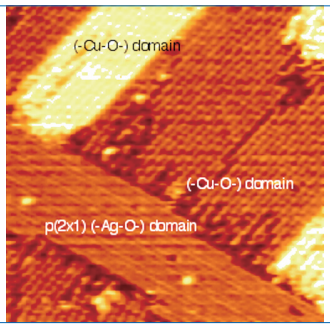
【単原子層光励起脱離】[II-15]

紫外光ナノ秒パルスレーザー光を塩素吸着 Si(111) 表面に照射すると、表面第一層の多塩化 Si 種が分子として脱離することをみいだした。可視光でも同様に表面の多塩化物だけが脱離し表面に単塩化物が残る。この原因は、基板に励起されたホットキャリアによる電子励起脱離である。紫外光照射によって表面単原子層だけが脱離した後には、図の STM 像ように、単塩化物で覆われた超構造 δ 7×7 シリコン表面が残る。



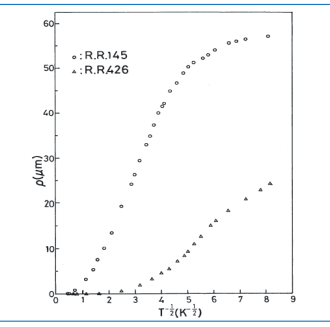
【表面擬似化合物の生成と配列】[Ⅱ-16]

金属表面における吸着ドメイン構造の形成やその化学反応による変化に関して、表面に弱く束縛された表面擬似化合物の生成と配列という概念を提出した。表面での吸着脱離を擬似化合物の生成や分解反応と考え、それが表面を移動し安定配列を形成すると考えることにより、図のような Ag(110) 表面上での銅酸素鎖と銀酸素鎖の共存や、銅酸素鎖の還元／酸化によるクラスター形成／分解などが理解できるようになった。



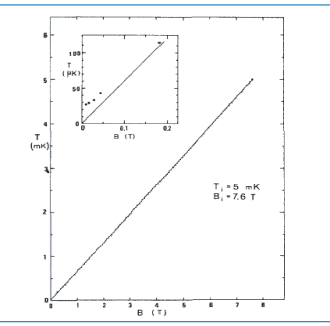
【Nb-Au、Nb-Cu 系における超伝導近接効果】[Ⅱ-17]

Au および Cu 被覆の Nb 線の近接効果による Meissner 領域の厚みが、高感度で 15 mK まで初めて測定され、磁場に非常に敏感であることが判った。図は近接効果による Meissner 領域の厚みの温度変化で、P.G.de-Gennes の理論式で良く説明される。



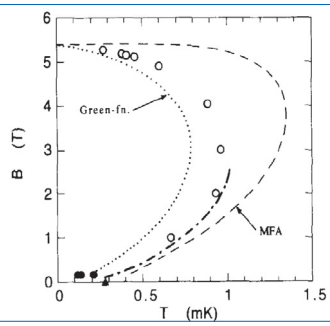
【熱平衡状態における世界最低温度の達成】[Ⅱ-18]

核増強磁性体 $PrNi_5$ と銅原子核の二段核断熱消磁を用いて、物質全体の熱平衡温度として当時の世界最低の温度（27μK）を生成することに成功した。図は、その際の断熱消磁磁場と Pt NMR 温度計により測定された到達温度の関係である。



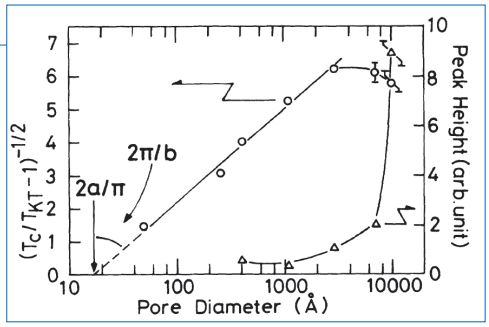
【固体ヘリウム３核磁性研究の新展開】[Ⅱ-19]

hcp 相の固体ヘリウム３が初めて μK 温度域まで冷却され、核スピン間相互作用が強磁性的であることが実験的に検証された。また bcc 相では高圧の試料を用いて、強磁場秩序相と常磁場相間の上部臨界磁場のモル体積依存性が得られた。図は 22.69cc/mol の bcc 相に対する磁気相図の全貌である。



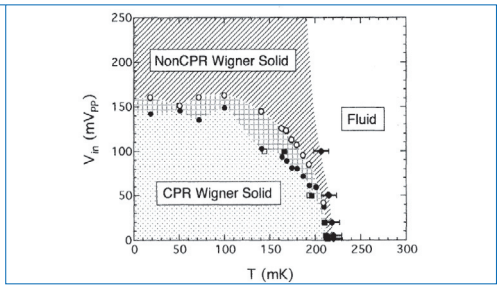
【多孔質ガラス上の２次元ヘリウム４の超流動転移】[Ⅱ-20]

多孔質ガラス上に吸着された単層以下の液体ヘリウム４薄膜の超流動転移の測定が捻り振り子を用いて行われ、その転移温度が孔径の増加とともに減少することが見出された。図は２次元コヒーレンス長と孔径の関係であるが、簑口 - 長岡による有限長の K T 理論でよく説明される。



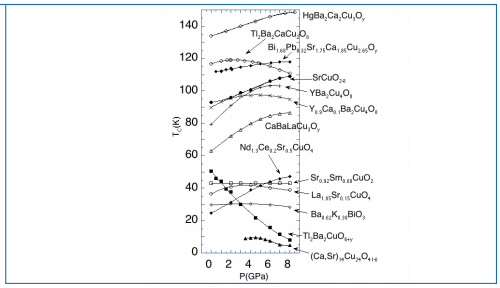
【超流動ヘリウム上の２次元電子系を用いた量子界面の研究】[II-21]

超流動ヘリウム４上の２次元電子系は低温で Wigner 結晶を形成するが、ある閾値以上の強い電場でスライディング現象が見出された。また液体ヘリウム３上の２次元電子系の Wigner 結晶状態の移動度の温度依存性が、表面でのヘリウム３準粒子との散乱でよく説明されることが判った。図は上述のスライディング転移の温度 - 電場の相図である。



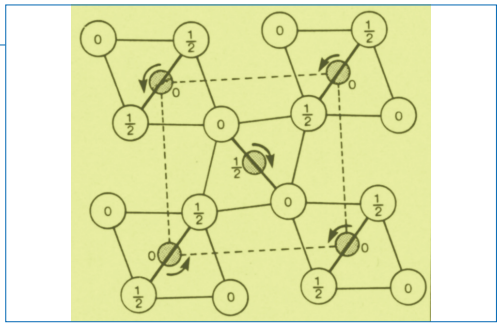
【低温・超高圧下における輸送現象精密測定技術開発に成功】[II-22]

３万気圧までが限界であった常圧下と同程度の精密測定を１０万気圧、２K の圧力・温度領域まで可能とし、強相関電子系の電子相転移現象や酸化物高温超伝導体の T_c の異常な挙動を系統的に明らかにした。図は種々の高温超伝導体の T_c の圧力効果を示す。



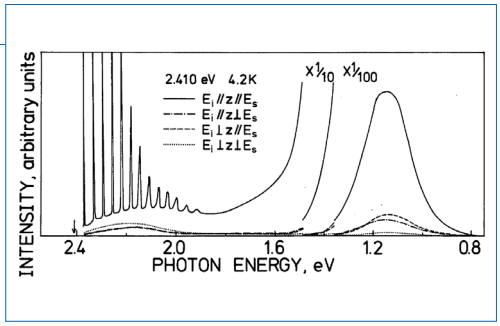
【シリカの新しい超高密度相の発見】[II-23]

SiO_2 は地球科学的にも材料科学的にも重要な物質であり、長年さまざまな研究が行われてきた。温度・圧力領域によって多くの多形が存在し、10 万気圧以上の高圧下では Si が６配位になるルチル構造のスティショバイトの存在が知られていたが、超高圧Ｘ線その場観察実験の結果、それがさらに歪んで $CaCl_2$ 型の新しい高密度相に転移することが見いだされた。100 万気圧以上の超高圧領域におけるＸ線実験の幕開けであった。



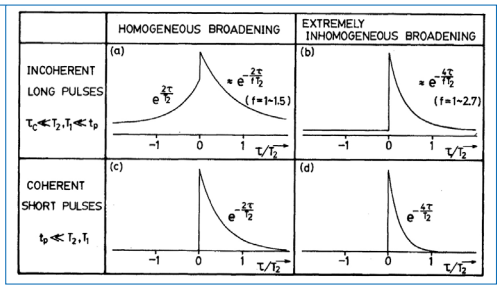
【1 次元金属錯体における光物性の先駆的研究】[II-24]

半導体やイオン結晶の光物性が全盛だった時代に、いち早く１次元金属錯体系に着目し、共鳴ラマン散乱、ホットルミネッセンス、自己束縛励起子などの研究を展開した。図は、白金錯体（ウォルフラムズ・レッド）の発光、共鳴ラマン散乱スペクトル．その後、パラジウム錯体、ニッケル錯体、複核の錯体、梯子型錯体などが開発され、電子相関と電子格子相互作用の競合、巨大非線形光学効果、波束ダイナミクスなど現代的なテーマへと発展した。



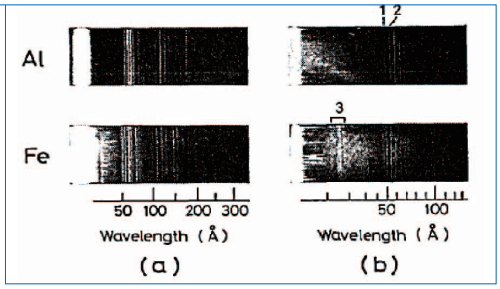
【超短パルスを必要としない超高速過渡分光法の提案と実証】[II-25]

広帯域インコヒーレントなパルス光源を用いると、パルス幅より遥かに短い時間分解（フェムト秒領域）の測定が可能であることを示した。概念的に新規である上に、当時、実用的超短パルスレーザーがあまり普及していなかったこともあって、わが国や欧米で流行となり、いろいろな変種も考案された。図は、この分光法（上段）と超短パルス（下段）で実験したときに期待される応答を示している。波形を注意深く解析すれば横緩和時間 T_2 が得られる。



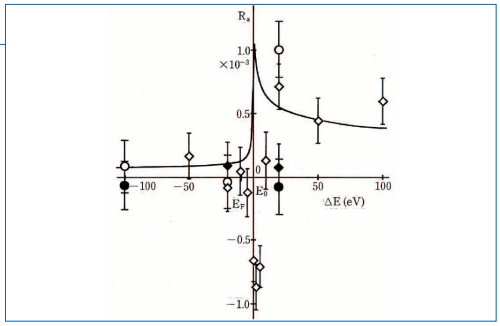
【2 次元フラットフィールド軟 X 線分光器の開発と軟 X 線分光学への応用】[Ⅱ-26]

回折格子のピッチを可変とする事により、ある範囲で焦点面を近似的にほぼ完全に平面にできる事を理論的に示し、高い分解能と明るさを兼ね備えた画期的な分光光学系を開発した。このフラットフィールド型光学系は、ストリークカメラや CCD など 2 次元画像計測が多用されるようになった今日、X 線、軟 X 線分光の分野で世界標準として広く普及している。図は、この分光系を用いて撮影されたレーザープラズマの軟 X 線発光スペクトルである。



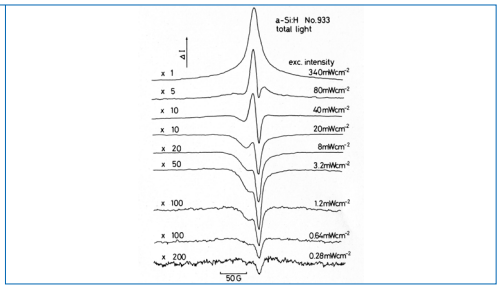
【X 線共鳴磁気散乱の発見】[Ⅱ-27]

X 線の吸収端に現れる磁気散乱の効果を初めて明らかにした研究、図の白印は、強磁性体 Ni における 220 ブラッグ反射強度のフリッピング比（磁場の向きで変化する成分）を表している。それまでの予想（実線）に反して吸収端近傍で鋭い負の応答を示すことから、この現象が X 線共鳴磁気散乱によるものであることを論証した。これが端緒となって、放射光による磁性研究（巨大磁気抵抗効果や磁気構造相転移など）へと発展していく。



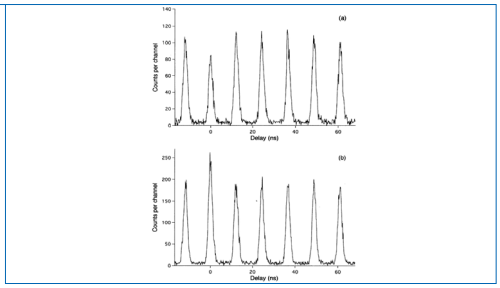
【光検出磁気共鳴法によるアモルファス半導体の裾状態、光励起状態の解明】[Ⅱ-28]

アモルファスシリコンにおける裾状態、ギャップ状態、欠陥の光検出磁気共鳴 (ODMR) による研究と光誘起欠陥生成機構の解明。特に、水素化アモルファスシリコンにおける自己束縛正孔と三重項励起子を世界で初めて観測することに成功した。図は 2 K における ODMR スペクトルで、アルゴンレーザー（514.5 nm）強度を変化させた時のスペクトル波形の変化を示している。上向きの信号が自己束縛正孔によるものである。



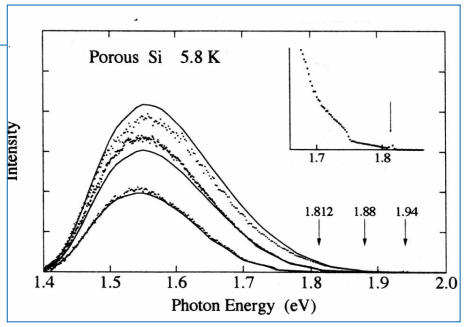
【パラメトリック増幅過程による広帯域スクイージング光の発生】[Ⅱ-29]

モードロック・パルスレーザーを光源とし、パラメトリック増幅過程を使って、広帯域に亘ってスクイージング光（真空より揺らぎが小さい非古典的な光）を発生させることに初めて成功した。スクイーズされた光では 2 公光子相関のピークが図（上）のように下がり、光子がアンチバンチング（離散化）を起こしていることを示した。図（下）は、位相を反転して減衰過程から増幅過程に切り替えた場合で、バンチングを起こしている。



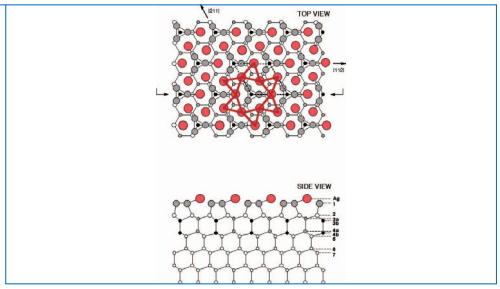
【シリコンナノ構造における発光メカニズムを解明】[Ⅱ-30]

ポーラス（多孔質）シリコンは、光るシリコンとして脚光を浴び、その発光メカニズムについて、ナノ微粒子への量子閉じ込め説とシロキセン分子起源説が出されていた。図は選択励起によってサイズが選択され、Si 特有のフォノン構造が現れることから、発光の起源が Si ナノ粒子であり、幅広いスペクトルはサイズ分布によることを示したもの。この描像の妥当性は後にホールバーニングなどの実験によって確かめられた。



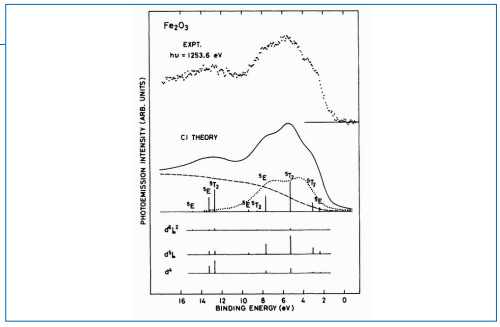
【新しいX線回折法により結晶表面構造の決定に成功】[II-31]

表面金属原子の配列を 3 次元的にマップできる新しいX線回折法を開発した。 Si(111) 基板結晶上で Ag 原子がつくる $\sqrt{3}$x$\sqrt{3}$-R30°構造（室温）の場合には、図に示すように Ag 原子 (赤丸) が小さな三角形状に配列し、それらが蜂の巣状に配列することを見出した [1,2]。これは、STM 像から得られていた予想を覆すものであり、第一原理による理論計算に指針を与えるなど表面構造物性分野の発展に大きく貢献した。



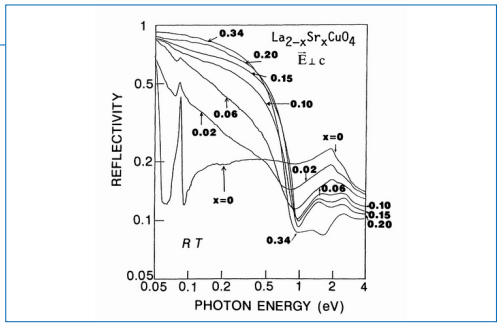
【光電子分光による固体電子状態研究】[II-32]

遷移金属化合物の 3d 電子と配位子の電子状態の混成が内殻光電子励起に伴う価電子帯の共鳴光電子放出を利用して解析できることが示され、さまざまな 3d 遷移金属化合物について電子状態解析が行われた。特に、クラスターモデルによる価電子帯スペクトル解析で多くのすぐれた研究成果が得られた。共鳴光電子放出を利用する価電子帯スペクトル解析は、半導体の価電子帯構造解析、希土類金属化合物の 4f 電子状態解析などにも応用された。図は、Fe_2O_3 の価電子帯スペクトルとクラスターモデルによる解析である。



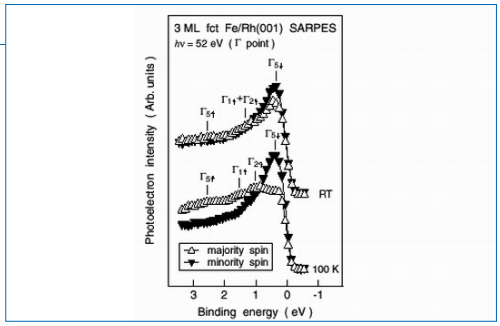
【銅酸化物高温超伝導体の電子状態研究】[II-33]

$La_{1-x}Sr_xCO_4$ (x=0 – 0.34) の反射スペクトルを測定して Sr の増加が価電子帯構造に与える影響を調べ、キャリアドーピングによって金属相が出現し高温超伝導が発現すること、x=0.25 を超えるヘビードープ領域でノーマルメタルへ転移することなどを初めて系統的に明らかにした。図は、$La_{1-x}Sr_xCO_4$ (x=0 – 0.34) の反射スペクトルである。



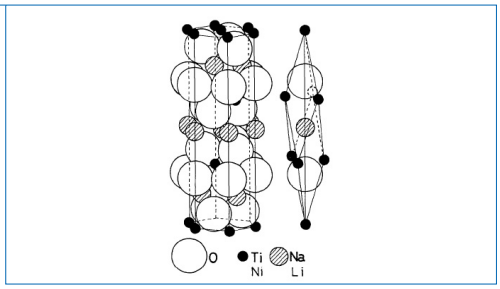
【スピン分解光電子分光による磁性研究】[II-34]

電子のスピン状態を解析する電子スピン検出器を開発し、強磁性体や磁性薄膜の光電子スペクトルを測定して↑スピン、↓スピン価電子帯の直接観測、交換分裂の温度依存性など、電子状態スピン依存性の詳細が明らかにされた。また、光電子励起に伴う多電子効果の電子スピン依存性などについても調べられた。図は、3ML Fe/Rh(001) のスピン分解光電子スペクトルである。



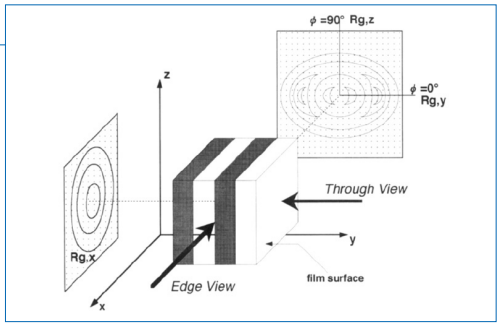
【フラストレーション系（2 次元三角格子系）の研究】[II-35]

2 次元三角格子反強磁性体はフラストレーションの観点から現在も重要な研究対象である。$NaTiO_2$ に始まる文献 [II-35] の一連の研究は 2 次元三角格子反強磁性体の物質探索を系統的に行い、その相転移をフラストレーションの観点から研究したもので、2 次元三角格子反強磁性体の重要性を喚起した先駆的研究である。



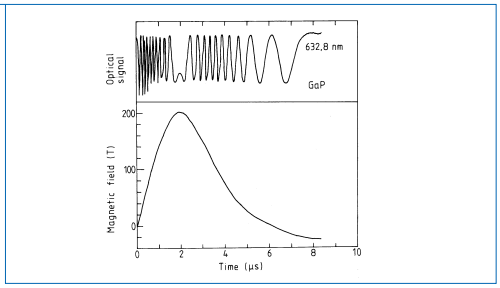
【ABA 型トリブロック共重合体の交互ラメラ構造】[Ⅱ-36]

ミドルブロック成分 B の全体に対する組成比が 0.28 から 0.58 へと異なる ABA 型３元ブロック共重合体のミクロ相分離構造を小角中性子散乱実験および透過型電子顕微鏡観察により行ったところ、全ての試料において交互ラメラ構造が観測され、そのラメラ長周期は理論で予測される分子量の 2/3 乗則に従うことを確かめた。また、組成比が小さいときには B 鎖はラメラ界面に垂直な方向に引き延ばされた形態をとっているが、組成比の増大につれてその歪みが小さくなることなどの新しい知見を得た。



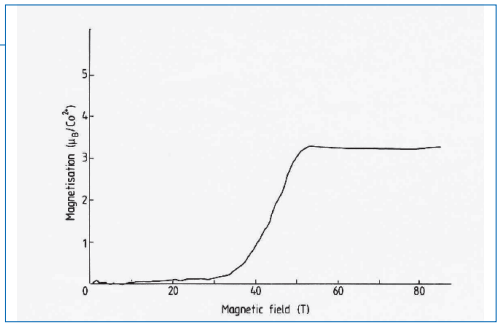
【一巻きコイル法による試料非破壊型超強磁場発生法の確立】[Ⅱ-37]

物性研究所の第 2 次超強磁場計画では、電磁濃縮法の拡充の他にこれと相補的な方法として一巻きコイル法を開発した。その結果、200 T を超える超強磁場が試料を破壊することなしに発生できるようになった。この方法は最高磁場は電磁濃縮法に及ばないものの物性研究用として多くの利点を持ち、その後広範囲の物性研究に利用されるようになった。図は一巻きコイル法によって発生された超強磁場の波形とその下でのファラデー回転のデータである。



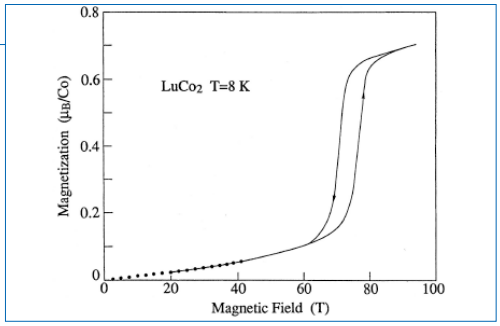
【一巻きコイル法超強磁場下直接磁化測定に成功】[Ⅱ-38]

一巻きコイル超強磁場発生の下で、ピックアップコイルを用いた誘導法による直接磁化測定法の開発に成功した。これを、１次元イジング反強磁性体 $CsCoCl_3$ に適用し、90 テスラまでの磁化過程が見事に観測できた。60 テスラでの磁化飽和と、30-40 テスラでのメタ磁性転移も明確にとらえることができた。直接誘導法での磁化過程の観測としてはそれまで、世界でも 60 テスラ程度までしか成功していなかった。世界初の記録的データであり、これ以降、この手法により国内外での数多くの仕事がなされた。



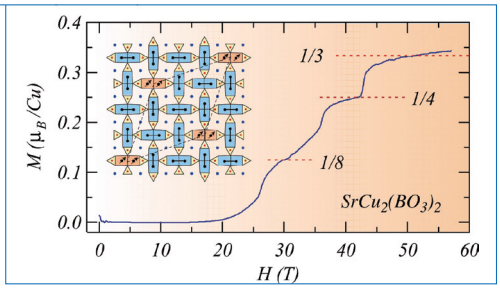
【遍歴電子メタ磁性の発見と物性研究】[Ⅱ-39]

種々の Co 基ラーベス相化合物 $R(Co_{1-x}A_x)_2$ (R=Y, Lu, A=Al, Ga 等)、パイライト $Co(S_{1-x}Se_x)_2$、$La(Fe_{1-x}Si_x)_{13}$ や高圧下の MnSi において遍歴電子メタ磁性 (磁場誘起のパウリ常磁性 — 強磁性転移) を発見すると共に、磁化率、強磁場磁化過程、強制磁歪などの系統的な研究を行い、遍歴電子メタ磁性体の特徴的な磁気的性質を解明した。これらの性質はスピンの揺らぎを取り入れた遍歴電子メタ磁性の理論によって半定量的に説明できた。図は $LuCo_2$ の超強磁場磁化過程である。強磁性状態への一次転移に伴った磁化の急増が見事に捕らえられた。



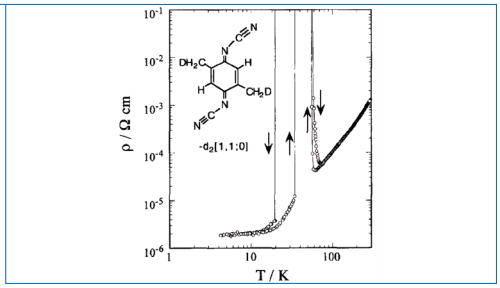
【２Ｄ直交ダイマー物質 $SrCu_2(BO_3)_2$ の開発と磁化プラトー現象の発見】[文献Ⅲ期 -1]

スピン 1/2 の Cu^{2+} イオンが直交ダイマー格子（シャストリー・サザーランド格子）を形成する層状物質 $SrCu_2(BO_3)_2$ において、量子化された磁化という新奇な現象を見出し、この現象が、Cu-Cu ダイマーが直交するという幾何学的フラストレーション効果により、励起３重項が局在化し秩序配列することによることを明らかにした。



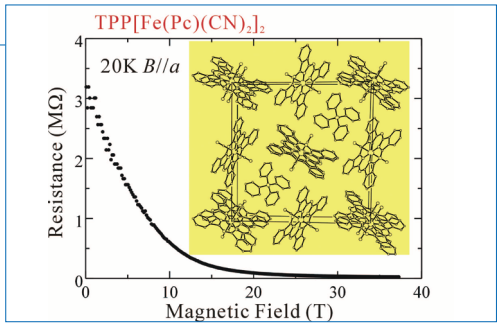
【分子性導体において 3d と pπ 電子が織り成す特異な電子状態の発見】[Ⅲ-2]

π- アクセプター *N,N'* -dicyanobenzoquinediimine(DCNQI) の銅錯体は、銅イオンの 3d 電子と DCNQI の pπ 電子がフェルミレベル近傍で相互作用する系である。この錯体において、パイエルス転移と連携したモット転移、圧力誘起金属―絶縁体転移、金属―絶縁体―金属リエントラント転移（図）、3d と pπ 電子で形成される３次元的フェルミ面、異常同位体効果、反強磁性転移、弱強磁性、電子質量の増加現象など、3d と pπ 電子が織り成す特異な電子状態を見出した。



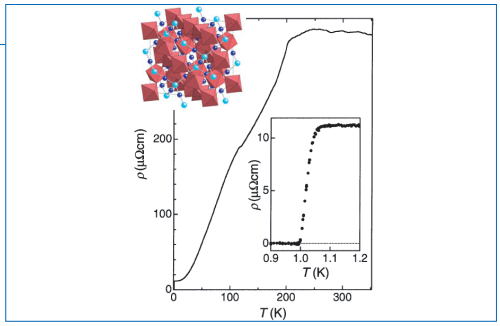
【鉄フタロシアニン塩の巨大負磁気抵抗】[Ⅲ-3]

鉄フタロシアニンは、生体中のヘムに類似した分子構造をもつ巨大環状分子である。この分子を構成要素とする錯体（$TPP[Fe(Pc)(CN)_2]_2$）で、電気抵抗が磁場印加により 1/100 以下に激減する巨大負磁気抵抗現象を見出した（図参照）。この巨大負磁気抵抗は、フタロシアニン分子の配向を反映した大きな異方性を有するのが特徴で、$[Fe(Pc)(CN)_2]_2$ を含む他の電導性フタロシアニン塩でも観測される。



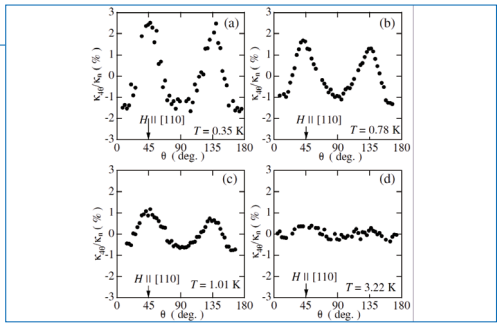
【パイロクロア酸化物超伝導体の発見】[Ⅲ-4]

３次元的なフラストレーション構造をもつパイロクロア酸化物 $Cd_2Re_2O_7$, AOs_2O_6 (A=K, Rb, Cs) において超伝導を発見した。特に KOs_2O_6 は K^+ のラットリングを反映して電子―格子相互作用が強く、強結合超伝導であることを提言した。図は、β 型パイロクロアの結晶構造と、$Cd_2Re_2O_7$ の電気抵抗率の温度依存性、および T_c=1K の超伝導転移である。



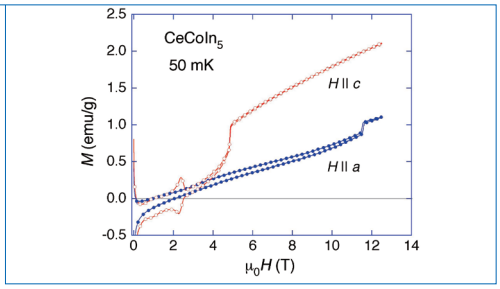
【熱伝導率の角度依存性より超伝導の対称性を決定】[Ⅲ-5]

熱伝導率の角度依存性より , 重い電子系 $CeCoIn_5$ の超伝導対称性を $d_{x^2-y^2}$、有機超伝導体 κ-$(BEDT\text{-}TTF)_2Cu(NCS)_2$ を d_{xy}、ルテニウム酸化物 Sr_2RuO_4 を *f* 波の $(k_x+ik_y)(\cos k_z+a)$ と決定した。図は、擬２次元重い電子系超伝導体 $CeCoIn_5$ の、常伝導の値で規格化した熱伝導の角度依存性で、各温度で４回対称を観測している。



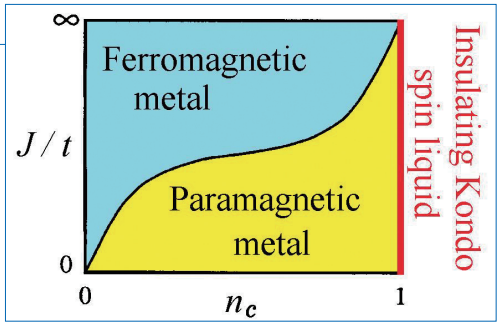
【重い電子系超伝導体の上部臨界磁場における１次相転移の発見】[Ⅲ-6]

d 波超伝導体であると考えられている重い電子化合物 $CeCoIn_5$（T_c=2.3 K）の超伝導状態における磁化過程を 50mK の極低温下で測定し、上部臨界磁場 H_{c2} において磁化に不連続な飛びを伴う１次相転移が起きていることを見出した。これはパウリ常磁性による対破壊効果が顕著な場合において理論的に予測されていた現象で、この物質において初めて発見された。



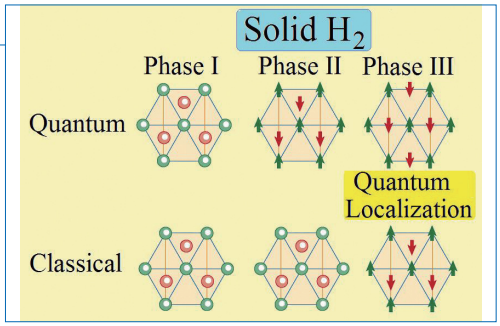
【１次元近藤格子系の基底状態相図の決定】[Ⅲ-7]

近藤格子模型は重い電子系に対する基本モデルの一つである。これを一次元の場合を中心に体系的に研究した。そして、強相関領域における金属強磁性状態の発見を含めて、図に示すように、基底状態相図を決定した。常磁性金属相では、フェルミ面の大きさは f 電子も含めて決定される（大きなフェルミ面である）ことを示した。また、近藤絶縁体では電荷ギャップが常にスピンギャップより大きく、これらのギャップが低温に向かって形成されていく様相を明らかにした。



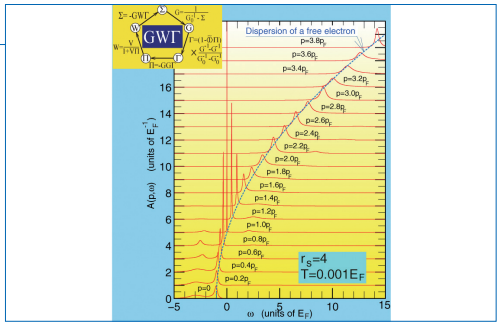
【超高圧下固体水素での相図】[Ⅲ-8]

金属水素実現を目指した高圧下固体水素の研究の歴史は長い。ここでは陽子の量子振動効果が本質的であり、それを反映した分子状固体水素における構造相転移（相 I-III）が観測されている。この問題を、陽子を古典的に扱う場合との対比に注目しつつ、第一原理径路積分分子動力学法で調べた。図に示すように、相 II では陽子の量子揺らぎが分子の回転を妨げ、また、相 III では結晶構造をも変えることを見いだした。そして、これらの効果を「量子局在」という概念で捉えた。



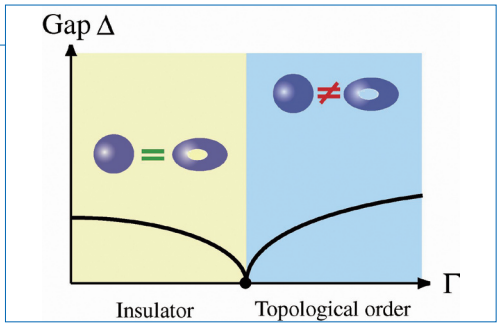
【金属中の自己無撞着な準粒子描像】[Ⅲ-9]

多電子系の動的過程における物理の解明には自己エネルギー Σ や各種動的応答関数について精度の保証された計算手法の確立が必須である。この目的に向けて、ヘディンの GW 近似を超えて、ワード恒等式を常に満たす頂点補正関数 Γ を取り込んだ Σ の計算手法（GWΓ 法）を提唱した。図はこの手法を均一密度電子ガス系（ナトリウムの電子密度）に適用して得た１電子スペクトル関数で、準粒子ピークの幅の変化やプラズマロンの様相が興味深い。



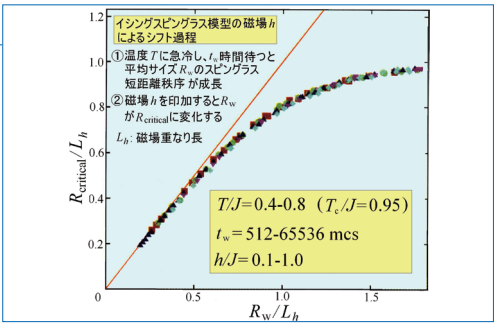
【トポロジカル秩序の隠れた対称性】[Ⅲ-10]

分数量子ホール状態はトポロジカル秩序で特徴づけられる。特に、分数化 (準粒子が分数電荷を持つこと、分数統計を示すこと、分数量子ホール効果) によりトポロジカル秩序は隠れた対称性を持ち、系にトポロジーに依存した基底状態の縮退が生じる。これを組紐群とゲージ不変性を使って解析した。図はトポロジカル秩序相と絶縁相の関係を模式的に示したもので、前者では空間が球面とトーラスの場合で基底状態の数が違うが、後者では同じである。



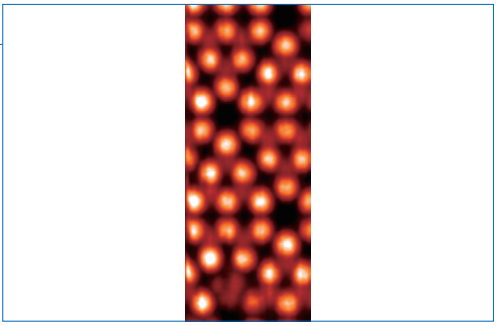
【磁場中スピングラス相の不安定性】[Ⅲ-11]

遅い緩和現象は広範囲の物質にわたってみられる普遍的なものであるが、その物理はスピングラス系で典型的に現れる。図はエイジング現象にみられる動的スケーリング則に注目して、これを大規模な計算機シミュレーションによって詳細に調べたもので、有限磁場での振る舞いがゼロ磁場の場合にスムーズにつながっていくことを見出している。そして、これはスピングラス状態が無限小の磁場に対して不安定であることを示唆している。



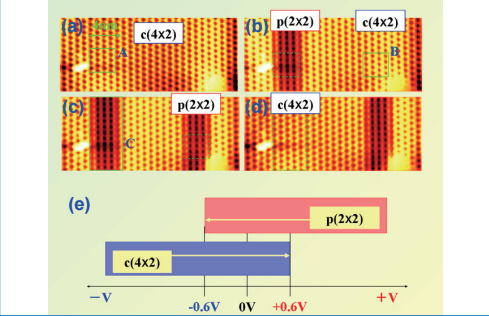
【高分解能原子間力顕微鏡の開発】[Ⅲ-12]

原子間力顕微鏡を用いて、シリコン表面の高分解能原子像観察に成功した。表面最外層のみならず、その間から二層目の原子まで明瞭に観察した。探針に働く力の距離依存性の違いを利用して、原子分解能に寄与する共有結合力を選択的に検出するよう実験条件を設定することにより、このような高分解能での像観察を実現した。



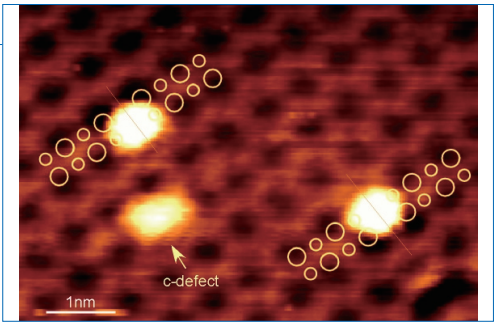
【電子励起による局所可逆原子操作】[Ⅲ-13]

走査トンネル顕微鏡の探針から表面に注入したキャリアが、電子励起により Ge(001) 面の表面超構造を可逆的に変化させることを示した。構造変化は局所的であり、かつキャリアのエネルギー変化に対して、ヒステリシスをもつ。表面の傾斜ダイマーが局所的に反転する過程が連続的に起こり、表面超構造が変化する。また、これを応用し、原子スイッチを実現した。



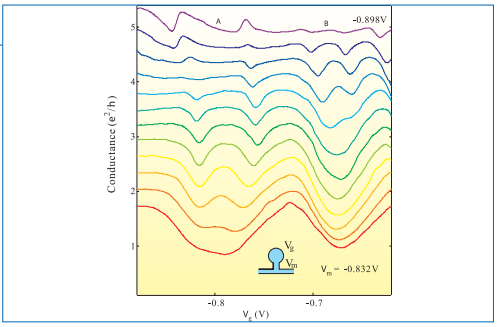
【前駆状態が関わる表面反応の研究】[Ⅲ-14]

約 20 年前に発見された Si(100)c(4×2) 表面へのエチレンの環化付加反応が準安定な前駆状態を経由して起ることを実証した。更に、非対称アルケンが非対称ダイマーに位置選択的に環化付加することを発見し、第一原理計算による前駆状態の分析から、この反応ではマルコフニコフ則が成り立つことを示した。図は Si(100)c(4×2) 表面に環化付加反応した 2- メチルプロペンの STM 像である。



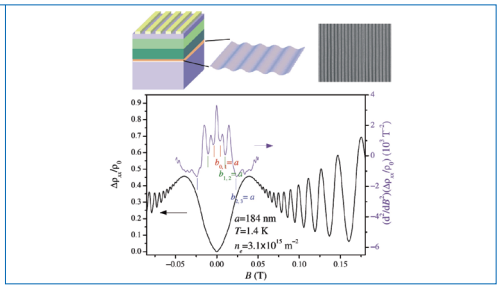
【二次元電子系の電子可干渉性の研究】[Ⅲ-15]

二次元電子系から微細加工により量子ドットを含む量子干渉計を作り出し、量子ドットを透過する電子波の干渉効果を調べた。特に、奇数電子量子ドットで近藤効果が生じていると、フェルミ面との共鳴関係により位相シフトが π/2 にロックされ、特異な共鳴線形（図）が生じる（ファノ - 近藤効果）ことを実験的に示した。



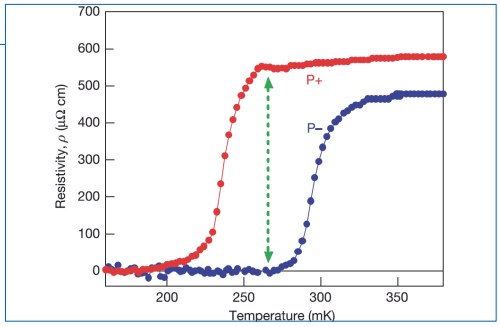
【1 次元人工超格子ポテンシャルによるミニバンド】[Ⅲ-16]

1 軸方向にポテンシャル変調をかけた二次元電子系の磁気抵抗に、1 次元ミニバンド形成に起因した振動構造をみいだした。磁場中のサイクロトロン軌道が人工超格子のつくる周期的ポテンシャルによりブラッグ反射するために、ミニバンドの電子は、“開いた軌道”をもつ。人工格子ポテンシャル変調の非調和性のために、複数の開いた軌道が観測された。



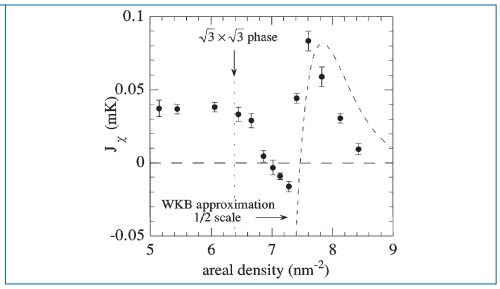
【酸化物接合 FET における超伝導スイッチ】[Ⅲ-17]

超伝導 Nb ドープ $SrTiO_3$ 薄膜上に強誘電性酸化膜を成長させて、超伝導 FET を作成した。原子間力顕微鏡を用いて局所的に自発分極方位を反転させることで、キャリア数変調に必要な電界を発生した。すると、図のように常伝導抵抗率が変化し、超伝導臨界温度がシフトした。



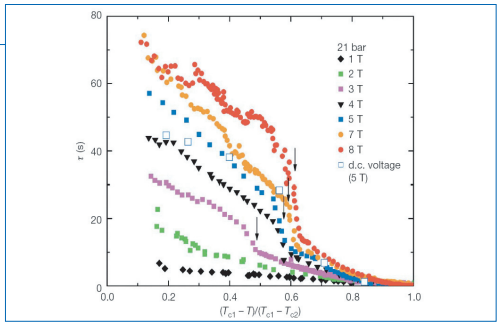
【グラファイト上の単層固体ヘリウム 3 の磁性研究】[Ⅲ-18]

第一層の 2 次元固体ヘリウム 3 の磁性が、吸着密度の増加とともに強磁性的な $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ 整合相から反強磁性相、強磁性相を経て常磁性相へと変化することを実験的に明らかにした。第二層目の反強磁性 3 角格子 $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ 整合相の基底状態がギャップレスのスピン液体であることを示唆する結果が得られた。図は第一層の交換相互作用の吸着密度依存性である。



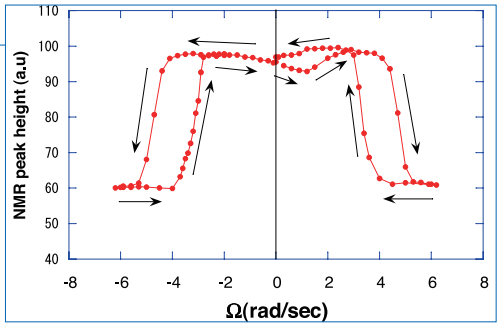
【超流動ヘリウム 3 A_1 相における反平行スピン対】[Ⅲ-19]

超流動ヘリウム 3 A_1 相の磁気噴水効果を利用したスピン緩和の測定が系統的に行われ、温度・磁場・圧力依存性から従来存在しないと考えられていた磁場に反平行のクーパースピン対がわずかに存在することが示された。図は 2.1 MPa における磁場をパラメーターとした緩和時間の温度依存性である。



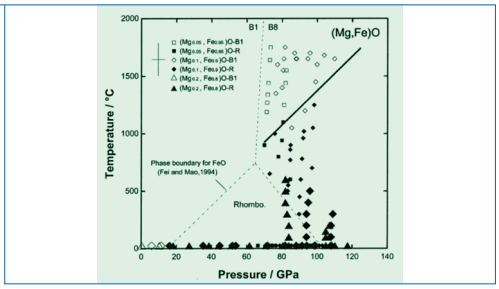
【超低温回転冷凍機の完成】[Ⅲ-20]

世界で最速の回転核断熱消磁冷凍機（2 回転 / 秒）および回転希釈冷凍機（5 ~ 6 回転 / 秒）が完成し、超流動ヘリウム 3 における量子渦や超流動固体の実験が行われている。図は回転する円筒状の A 相超流動ヘリウム 3 において、量子渦の生成・消滅に伴う NMR メインピークの大きさと回転速度の関係を示す。



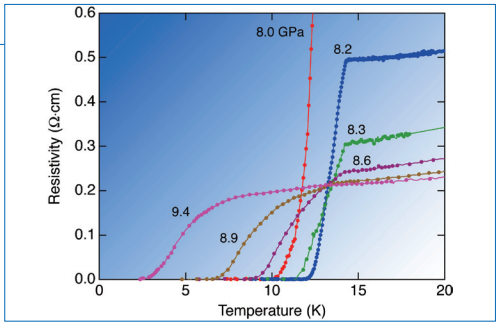
【100GPa を超す領域における高温高圧相関係の解明】[Ⅲ-21]

シンクロトロン放射光とレーザー加熱ダイヤモンドアンビル装置を組み合わせることにより、100GPa、1000℃を越す超高圧高温領域で精密なX線回折実験を行うことが可能になった。それを用いて、(Mg, Fe)O をはじめとするさまざまな地球深部物質の広い圧力温度領域における相関係が明らかにされ、下部マントル構造の解明に寄与すると共に、この実験技術を用いてさまざまな新物質の研究も進展しつつある。



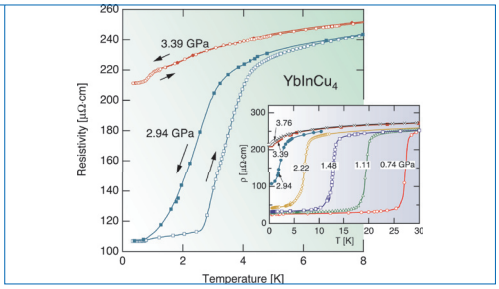
【圧力誘起超伝導体 T_C=14.2K の発見】[Ⅲ-22]

優れた静水圧性を有するキュービックアンビル高圧発生装置を用い、常圧ではモット絶縁体である電荷移動錯体 β'-(BEDT-TTF)$_2$ICl$_2$ が、8.2GPa において、有機物質としては最高の臨界温度 14.2K を持つ超伝導体になることを明らかにした。有機物における超伝導臨界温度の記録を塗り替えただけでなく、マルチアンビル加圧法をこの分野に導入し、物性研究における高い静水圧の重要性が改めて認識された。図は各圧力下での電気抵抗の圧力依存性である。



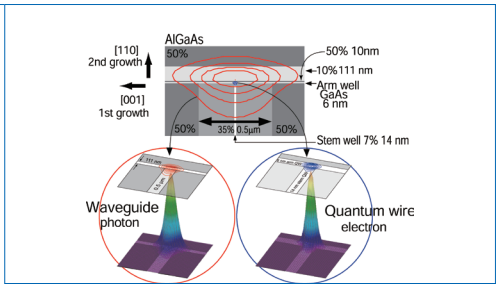
【4GPa 級ピストンシリンダー型圧力発生装置の開発に成功】[Ⅲ-23]

NiCrAl 合金 (Matsumoto et.al.) を使用することにより、これまで 2GPa 程度とされていた圧力発生限界を 4GPa 程度にすることに成功した。本装置を用いることにより、希釈冷凍機を用いた高圧下物性測定が可能となり、電気抵抗、ホール効果などの種々の測定が極限多重環境下で可能となった。現在、このセルは世界中で使用されている。図は、その測定例として YbInCu$_4$ の電気抵抗の圧力依存性を示す。



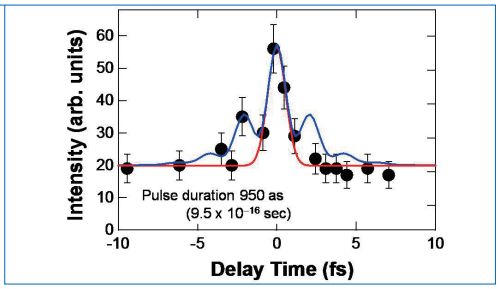
【世界最細の単一量子細線半導体レーザー開発と一次元の光学物性】[Ⅲ-24]

14nm×6nm の断面寸法をもつ単一の量子細線を利得媒質とした世界最細の半導体レーザー (図に構造を示す) を開発し、低しきい値でのシングルモード発振の観測に成功した。この量子細線は格段に高品質で、発光線幅が約 1meV と狭く、かつ、単一のサブバンドしか持たないため、吸収断面積の絶対測定、励起子分子、一次元励起子モット転移の観測、ゾンマーフェルト因子の決定など様々な一次元系光学物性の研究が可能となった。



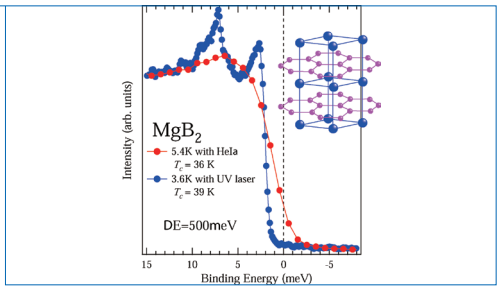
【世界最短（アト秒）光パルスの発生と計測に成功】[Ⅲ-25]

光のパルス幅は 1 サイクルの時間幅によって制限され、可視域では 2 ～ 3 フェムト秒が限界であった。そこで、高次高調波（400nm の 9 次）を用いることにより、アト秒パルスの発生を行った。非線形光学過程（He の 2 光子イオン化）を用いた自己相関法により、発生したパルスの時間幅を初めて正しく計測することに成功した。これは、高次高調波の強度が他のグループに比べ 1 ～ 2 桁高いために可能となった。図は自己相関波形である。



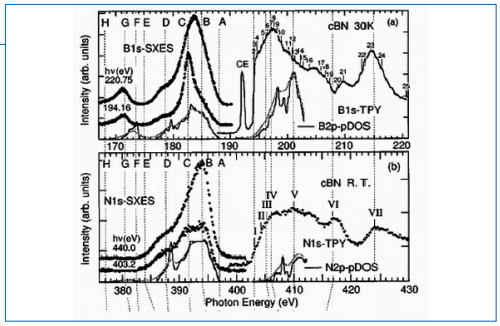
【レーザー光電子分光装置で世界最高分解能を実現、超伝導ギャップを観測】[Ⅲ-26]

世界最高 150μeV の分解能を持つレーザー光電子分光装置を開発した。1meV 以下の分解能を得たのは初めてである。これにより $CeRu_2$、MgB_2 やダイヤモンドなどの低温超伝導体の超伝導ギャップを直接観測し、そのメカニズムについて研究することが可能になった。図は、MgB_2 で超伝導ギャップが２つあることを示した光電子スペクトル。この他、遷移金属化合物として初めて、近藤ピーク状のスペクトルを観測した。



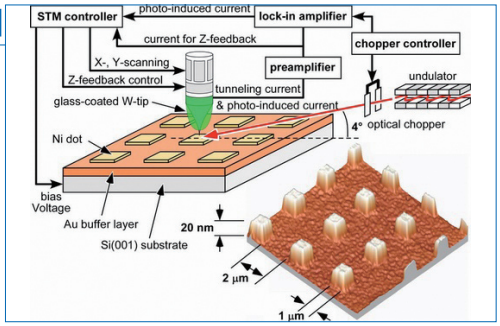
【軟Ｘ線発光分光による cBN の電子状態解析】[Ⅲ-27]

軟Ｘ線が物質中で大きな侵入距離を持つことを利用してバルクの電子状態を探る軟Ｘ線発光分光実験を実現し、III-V 族半導体 cBN のバンドギャップが 6.2eV であることを明らかにするとともに、軟Ｘ線発光分光が cBN を構成する原子の部分状態密度の解析に威力を発揮することを示した。図は、(a) B1s および（b）N1s 発光スペクトル（SXES）と全光電子収量スペクトル（TPY）である。



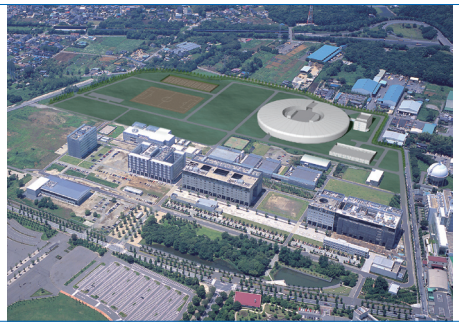
【放射光励起 STM で 20 nm の空間分解能を実現】[Ⅲ-28]

元素識別ができる放射光励起 STM 実験装置を開発し、光電子顕微鏡で実現している分解能よりも小さい 20 nm の空間分解能で Au/Si(001) 表面に作成した Ni ドットの空間イメージを観測することに成功した。図は、STM 実験装置の概念図である。



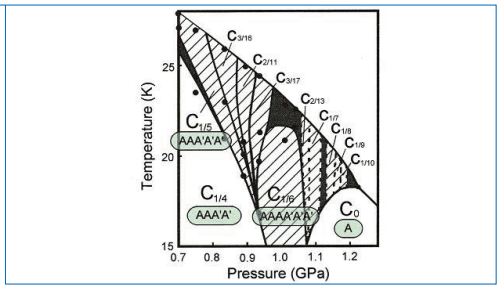
【極紫外・軟Ｘ線高輝度放射光源の研究開発】[Ⅲ-29]

東京大学が柏キャンパスに建設を計画した極紫外・軟Ｘ線高輝度放射光源について、光源加速器および分光光学系の設計・開発研究が精力的に行われ、光源加速器の限界に挑むチャレンジングな研究も行われた。その研究成果の一部は既存の放射光施設で利用されている。図は、極紫外・軟Ｘ線高輝度放射光源施設の完成予想図である。



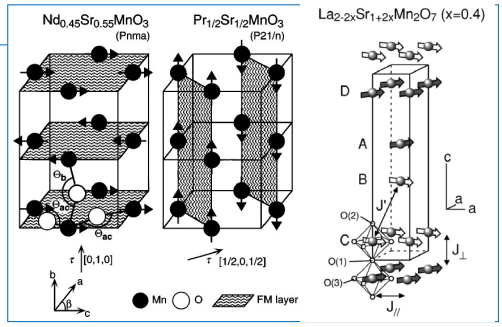
【NaV_2O_5 における新奇な電荷秩序相転移と“悪魔の花”相図の発見】[Ⅲ-30]

トレリス格子を持つ層状物質 NaV_2O_5 において、スピン・パイエルス的な相転移を観測した。この相転移は、スピン・ギャップ形成と面内ジグザグ型・面間４倍周期（AAA'A' 型）の電荷秩序を伴う新奇な相転移で、高圧下で、面間電荷整列パタンが悪魔の階段状に変化することを発見した。得られた相図は ANNNI モデルから予見される“悪魔の花”相図に酷似していて、電荷版“悪魔の花”相図である。



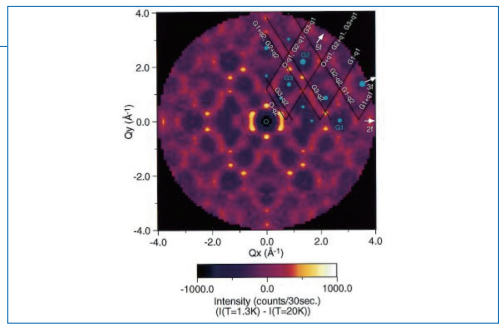
【マンガン酸化物の巨大磁気抵抗効果と軌道秩序】[Ⅲ-31]

巨大磁気抵抗効果を示すマンガン酸化物の磁性と輸送特性との関連を、軌道秩序の観点から明らかにした。特に、50% のドーピング領域では特徴的な軌道秩序が形成され反強磁性金属状態になっていることを明らかにした。また磁性やスピンダイナミクスの特徴のホール濃度依存性を相図の広い範囲に渡って明らかにした。



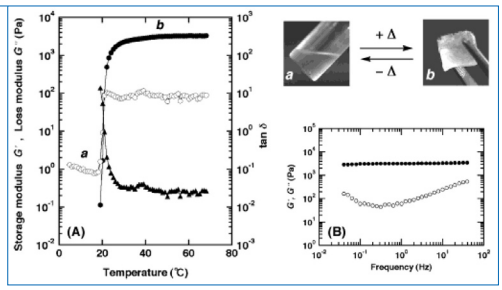
【準結晶磁性体の磁気秩序の解明】[Ⅲ-32]

準結晶は結晶学的に許されない対称性（正 20 面体対称性等）を持つ特異な物質群であるが、磁気モーメントを含む準結晶（磁性準結晶）において、正 20 面体対称性を持った磁気散漫散乱を始めて観測し、磁性準結晶中の磁気相関の詳細を解明した。



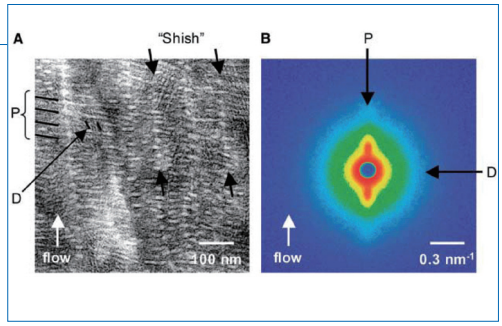
【感熱性ブロック共重合体溶液の熱誘起自己組織化】[Ⅲ-33]

感熱性成分と親水性成分からなるブロック共重合体水溶液の熱誘起自己組織化のメカニズムをレオロジーおよび動的光散乱により研究した。その結果、この系は 25℃付近で弾性率は 4 桁以上増大し、ニュートン流体から非流動性ゲルへと転移することを確かめた。また、この現象を微視的観点からみると、分子分散状態からミセル、ミクロ相分離構造へと段階的に相転移することに対応することを明らかにした。



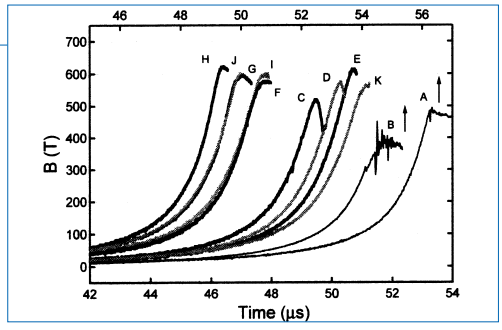
【結晶性高分子のシシケバブ構造形成】[Ⅲ-34]

分子量の異なる 3 種の重水素化ポリプロピレンを通常のポリプロピレンにそれぞれ混合して得られるブレンドフィルムを延伸し、フィルム表面層の構造を小角中性子散乱実験および透過型電子顕微鏡観察した。結晶性高分子のシシケバブ構造形成におけるそれぞれの分子量成分の役割を吟味し、従来の高分子量成分がシシ構造を形成するという説は誤りであることや低分子量成分が重要な役割を果たすことなどを発見した。



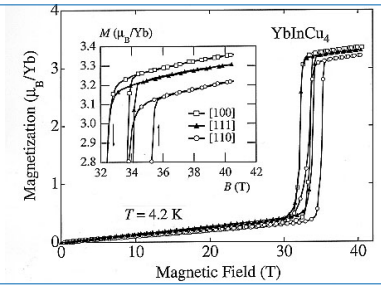
【室内世界最高磁場 (622T) の発生】[Ⅲ-35]

電磁濃縮法装置は第 2 次計画（六本木 C 棟完成時）、第 3 次計画（柏移転時）に大幅に拡充され、エネルギーの増大と共に発生最高磁場値が次第に増大した。電磁濃縮法にはライナーの収縮の非対称性などの困難な問題が多いが、これらを克服することにより、500 T 以上、最高 622 T におよぶ超強磁場を再現性よく発生する技術を開発した。図は種々の実験条件で発生した超強磁場パルスの波形であるが、これらは室内で発生した磁場としては世界最高の磁場である。



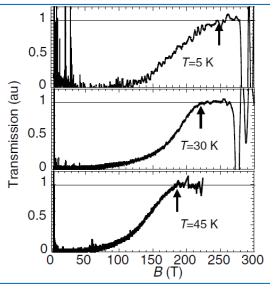
【$YbInCu_4$ の磁場誘起価数転移の発見と強磁場・高圧下の研究】[Ⅲ-36]

$YbInCu_4$ において磁場誘起の価数転移を発見した。さらに、強磁場、高圧下において $YbInCu_4$ の磁化、磁歪、熱膨張の測定から、加圧による転移温度と転移磁場の変化、および低温相 (f 電子遍歴状態) と高温相 (f 電子局在状態) の両相における近藤温度と Yb の価数の変化などを決定した。価数転移のメカニズムの解明に大きな展開がなされた。図は単結晶 $YbInCu_4$ の異方的な強磁場磁化過程と高圧・低温下のヒステリシスループを示す。



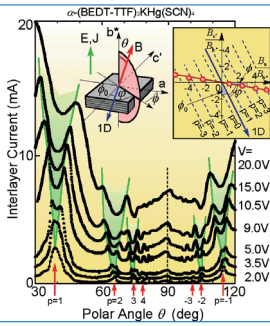
【高温超伝導体 $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ における上部臨界磁場と磁気相図の決定】[Ⅲ-37]

代表的な高温超伝導体である $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ の最適ドープ試料は上部臨界磁場 H_{c2} が非常に高いため、H_{c2} 近傍での振る舞いを調べるためには超強磁場が必要である。超強磁場下での電気抵抗を精度高く測定するために、電磁濃縮法と非接触高周波（ラジオ波）透過法を用い、臨界温度から低温に至までの超伝導―常伝導転移を観測し、上部臨界磁場と磁気相図を完全に決定した。図は各温度における最適ドープ $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ の高周波透過率を示したものである。



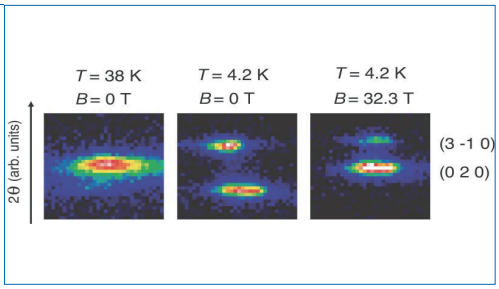
【層状物質における角度依存磁気抵抗振動】[Ⅲ-38]

層状擬 1 次元導体の層間磁気抵抗が磁場方位に依存して示すレベット共鳴が、層間電場を印加することによって 2 重分裂する現象を理論的に予測し、有機導体 α-(BEDT-TTF)$_2$KHg(SCN)$_4$ を用いて実証した。電場効果による振動現象からこの擬 1 次元系のバンド構造のみならずフェルミ速度の絶対値を精密に決定できることが示された。低次元 Bloch 電子系の角度依存磁気抵抗の総括的研究である。



【強磁場で階段状に変わる格子変形の観測に成功 ― 磁場で原子配置制御】[Ⅲ-39]

X 線回折測定用のパルス強磁場マグネットを開発し、放射光施設 SPring-8 において、40 テスラまでの X 線回折実験に成功した。なかでもフラストレーションを有する反強磁性体 $CuFeO_2$ では、磁場によって階段状の格子変形が誘起される様子を観測する事に初めて成功した。図は、２次元検出器で測定した X 線回折イメージである。



第 I 期

1. “Phosphorescence of the Charge-transfer Triplet States of Some Molecular Complexes”, S. Iwata, J. Tanaka, and S. Nagakura, J. Chem. Phys. **47** (1967) 2203-2209.
2. “Photoemission from Polycyclic Aromatic Crystals in the Vacuum Ultraviolet Region”, Y. Harada and H. Inokuchi, Bull. Chem. Soc. Jpn. **39** (1966) 1443-1448.
3. “The Crystal Structure of Hexamminecobalt(III) Hexacyanocobaltate(III): An Accurate Determination”, M. Iwata and Y. Saito, Acta Cryst. B **29** (1973) 822-832.
4. “Electrical Properties of Layered Materials at High Magnetic Fields”, S. Tanuma, R. Inada, A. Furukawa, O. Takahashi, Y. Iye, and Y. Onuki in *Physics in High Magnetic Fields*, edited by S. Chikazumi and N. Miura, (Springer, Berlin, 1981) p316-319.
5. “The structural, dielectric, Raman-spectral and low-temperature properties of amorphous $PbTiO_3$” (invited paper), T. Nakamura, M. Takashige, H. Terauchi, Y. Miura, and W. Lowless, Jpn. J. Appl. Phys. Part 1: Regular Papers & Short Notes **23** (1984) 1265-1273.
6. “Self-Trapping of an Electron by the Acoustic Mode of Lattice Vibration”, Y. Toyozawa, Prog. Theor. Phys. **26** (1961) 29-44.
7. “Perturbation Expansion for the Anderson Hamiltonian”, K. Yosida and K. Yamada, Prog. Theor. Phys. Suppl. **46** (1970) 244-255; Prog. Theor. Phys. **53** (1975) 1286-1301.
8. “Effect of Spin Fluctuations on Itinerant Electron Ferromagnetism”, T. Moriya and A. Kawabata, J. Phys. Soc. Jpn. **34** (1973) 639-651; **35** (1973) 669-676; “Spin Fluctuation Theory of Itinerant Electron Ferromagnetism – Unified Picture”, T. Moriya and Y. Takahashi, J. Phys. Soc. Jpn. **45** (1978) 397-408.
9. “Photoelectron-Spectra of Core Electrons in Metals with an Incomplete Shell”, A. Kotani and Y. Toyozawa, J. Phys. Soc. Jpn. **35** (1973) 1073-1081; **35** (1973) 1082-1088; **37** (1974) 912-919.
10. “Resistance Minima and Maxima in Dilute Alloys of Rare-Earth Metals”, T. Sugawara, R. Soga, and I. Yamase, J. Phys. Soc. Jpn. **19** (1964) 780 .
11. “The Specific Heat and Superconductivity of La-Y Alloys”, T. Satoh and T. Ohtsuka, J. Phys. Soc. Jpn. **23** (1967) 9-18.
12. “Observation of Zero Point Spin Deviation in Anti-ferromagnetic $K_3Fe(CN)_6$ ”, K. Ono, M. Shinohara, A. Ito, N. Sakai, and M. Suenaga, Phys. Rev. Lett. **24** (1970) 770-771 .
13. “Nuclear Spin-Spin Effect in the Total Cross Section for 1 MeV Polarized Neutrons on Polarized ^{59}Co Nuclei”, K. Nagamine, A. Uchida, and S. Kobayashi, Nucl. Phys. A **145** (1970) 203-222 .
14. “Compton Profile Due to Magnetic Electrons in Ferromagnetic Iron Measured with Circularly Polarized gamma Rays”, N. Sakai and K. Ono, Phys. Rev. Lett. **37** (1976) 351-353.
15. “Intensity, Correlation and Statistics of Rayleigh Scattered Light near the Gas-Liquid Critical Point of ^3He” , K. Ohbayashi and A. Ikushima, J. Low Temp. Phys. **19** (1975) 449-465.
16. “Olivine-spinel transition in the system Mg_2SiO_4-Fe_2SiO_4 at 800˚C”, S. Akimoto and H. Fujisawa, Earth Planet. Sci. Lett. **1** (1966) 237-240; “The system MgO-FeO-SiO_2 at high pressures and temperatures -phase equilibria and elastic properties”, S. Akimoto, Tectonophysics, **13(1-4)** (1972) 161-187.
17. “Pressure-induced semiconductor-metal transitions in amorphous Si and Ge”, O. Shimomura, S. Minomura, N. Sakai, K. Asaumi, K. Tamura, J. Fukushima, and H. Endo, Philosophical Magazine **29** (1974) 547 - 558.
18. “Excitons in $AgBr_{1-x}Cl_x$ - Transition of Relaxed State between Free and Self-Trapped Exciton”, H. Kanzaki, S. Sakuragi, K. Sakamoto, Solid State Communications **9** (1971) 999; “Optical Absorption and Luminescence of Excitons in Silver Halides Containing Isoelectronic Impurities .I. AgBr-I^-”, H. Kanzaki and S. Sakuragi, J. Phy. Soc. Jpn. **27** (1969) 109.
19. “Picosecond Time Analysis of Excitonic Molecule Luminescence Spectra in CuCl”, M. Ojima, T. Kushida, Y. Tanaka, and S. Shionoya, J. Phy. Soc. Jpn. **44** (1978) 1294-1304; “Luminescence of High-Density Electron-Hole Plasma in GaAs”, S. Tanaka, H. Kobayashi, H. Saito, and S. Shionoya, J. Phy. Soc. Jpn. **49** (1980) 1051-1059; “Optical Dephasing of Excitonic Polaritons in CuCl Studied By Time-Resolved, Nondegenerate 4-Wave Mixing”, Y. Masumoto, S. Shionoya, and T. Takagahara, Phys. Rev. Lett. **51** (1983) 923-926; “Picosecond Time of Flight Measurements of Excitonic Polariton in CuCl”, Y. Masumoto, Y. Unuma, Y. Tanaka, and S. Shionoya, J. Phys. Soc. Jpn. **47** (1979) 1844.

20. “Spatial Optical Parametric Coupling of Picosecond Light Pulses and Transverse Relaxation Effect in Resonant Media”, T. Yajima and Y. Taira, J. Phys. Soc. Jpn. **47** (1979) 1620; "Investigation of Subpicosecond Dephasing Processes by Transient Spatial Parametric Effect in Resonant Media", T. Yajima, Y. Ishida, and Y. Taira, *Picosecnd Phenomena II*, (Springer-Verlag, 1980).
21. “SOR-RING, an electron storage ring dedicated to spectroscopy”, T. Miyahara, H. Kitamura, S. Sato, M. Watanabe, S. Mitani, E. Ishiguro, T. Fukushima, T. Ishii, Shigeo Yamaguchi, M. Endo, Y. Iguchi, H. Tsujikawa, T. Sugiura, T. Katayama, T. Yamakawa, Seitaro Yamaguchi, and T. Sasaki, Particle Accelerators **7** (1976) 163.
22. “Threshold singularities of p-shell absorption in potassium, rubidium and cesium metals”, T. Ishii, Y. Sakisaka, S. Yamaguchi, T. Hanyu, and H. Ishii, J. Phys. Soc. Jpn. **42** (1977) 876.
23. “Effects of broad band vacuum-UV synchrotron radiation on wet yeast cells”, T. Ito, K. Kobayashi, and A. Ito, Radiation Research **82** (1980) 364.
24. “Observation of undulator radiation: operation studies and visual observation”, H. Kitamura, S. Tamamushi, T. Yamakawa, S. Sato, Y. Miyahara, G. Isoyama, H. Nishimura, A. Mikuni, S. Asaoka, S. Mitani, H. Maezawa, Y. Suzuki, H. Kanamori, and T. Sasaki, Jpn. J. Appl. Phys. **21** (1982) 1728.
25. “Neutron-scattering Study of 2-Dimensional Ising Nature of K_2CoF_4”, H. Ikeda and K. Hirakawa, Solid State Commun. **14** (1974) 529-532; “Magnetization Measurements of Two-Dimensional Planar Ferromagnet K_2CuF_4”, K. Hirakawa and K. Ubukoshi, J. Phys. Soc. Jpn. **50** (1981) 1909-1916.
26. “Magnetic Form-factor of Cu^{2+} in K_2CuF_4”, J. Akimitsu and Y. Ito, J. Phys. Soc. Jpn. **40** (1976) 1621-1629; “Observation of Orbital Ordering in K_2CuF_4”, Y. Ito and J. Akimitsu, J. Phys. Soc. Jpn. **40** (1976) 1333-1338.
27. “Neutron-scattering Study on phase transitions of $CsPbCl_3$“, Y. Fujii, S. Hoshino, Y. Yamada, and G. Shirane, Phys. Rev. B **9** (1974) 4549-4559.
28. “Magneto-Optical Studies of Exciton Effects in Layer-Type Semiconductors”, K. Aoyagi, A. Misu, G. Kuwabara, Y. Nishina, S. Kurita, T. Fukuroi, O. Akimoto, H. Hasegawa, M. Shinada, and S. Sugano, in Proceedings of The International Conference on The Physics of Semiconductors, Kyoto, 1966. J. Phys. Soc. Jpn. **21** (1966) 174; “Interband Optical Transitions in Extremely Anisotropic Semiconductors. I. Bound and Unbound Exciton Absorption”, M. Shinada and S. Sugano, J. Phys. Soc. Jpn. **21** (1966) 1936 .
29. “Generation of Megagauss Magnetic Fields and Their Application to Solid State Physics”, N. Miura, G. Kido, I. Oguro, and S. Chikazumi, Physique Sous Champs Magnetiques Intenses (Proc. of the Int. Conf. on the Phys. in High Magnetic Fields, Grenoble, 1974, C.N.R.S., Paris) p.345-353; “Production and Usage of Megagauss Fields for Solid State Physics”, N. Miura, G. Kido, M. Akihiro, and S. Chikazumi, J. Magn. Magn. Mater. **11** (1979) 275-283.

第II期

1. “Quantitative Measurements of Recombination Enhanced Dislocation Glide in Gallium Arsenide”, K. Maeda, M. Sato, A. Kubo, and S. Takeuchi, J. Appl. Phys. **54** (1983) 161.
2. “Cu Spin Dynamics in High *T*c and Related Oxides Investigated by Nuclear Spin-lattice Relaxation”, T. Imai, H. Yasuoka, T. Shimizu, Y. Ueda, K. Yoshimura, and K. Kosuge, Physica C **162-164** (1989) 169; “NMR and NQR in Highly Correlated Metallic and Superconduting Cu Oxides”, H. Yasuoka, T. Imai, and T. Shimizu, in *Strong Correlation and Superconductivity*, edited by H. Fukuyama, S. Maekawa, and A. P. Malozemoff (Springer-Verlag, Berlin, 1989) p254-261.
3. “Absence of Current Direction Dependence of the Resistive State of High Temperature Superconductors in Magnetic Fields”, Y. Iye, S. Nakamura, and T. Tamegai, Physica C **159** (1989) 433-438.
4. “A New Ambient Pressure Organic Superconductor Based on BEDT-TTF with *T*c Higher than 10 K (*T*c = 10.4 K)”, H. Urayama, H. Yamochi, G. Saito, K. Nozawa, T. Sugano, M. Kinoshita, S. Sato, K. Oshima, A. Kawamoto, and J. Tanaka, Chem. Lett. **1988**, 55-56.
5. “Bulk ferromagnetism in the beta-phase crystal of the p-nitrophenyl nitronyl nitroxide radical”, M. Tamura, Y. Nakazawa, D. Shiomi, K. Nozawa, Y. Hosokoshi, M. Ishikawa, M. Takahashi, and M. Kinoshita, Chem. Phys. Lett. **186** (1991) 401-404; “Low-temperature Magnetic Properties of the Ferromagnetic Organic Radical, p-nitrophenyl nitroxide”, Y. Nakazawa, M. Tamura, N. Shirakawa, D. Shiomi, M. Takahashi, M. Kinoshita, and M. Ishikawa, Phys.

Rev. B **46** (1992) 8906.

6. “Structural Change in $Li_{1-x}VO_2$ ($x \approx 0.2$) Single Crystals”, K. Imai, M. Koike, H. Sawa, and H. Takei, J. Solid State Chem. **102** (1993) 277; “Topotactic Oxidation of Ramsdellite-Type $Li_{0.5}TiO_2$, a New Polymorph of Titanium Dioxide: TiO_2(R)”, J. Akimoto, Y. Gotoh, Y. Oosawa, N. Nonose, T. Kumagai, K. Aoki, and H. Takei, J. Solid State Chem. **113** (1994) 27; “Growth and Structural Refinement of Orthorhombic $SrCuO_2$ Crystals”, Y. Matsushita, Y. Oyama, M. Hasegawa, and H. Takei, J. Solid State Chem. **114** (1995) 289; “Crystal Growth and Characterization of Cuprous Ferrite ($CuFeO_2$)”, T. Zhao, M. Hasegawa, and H. Takei, J. Crystal Growth **166** (1996) 408; “Crystal growth of $PdCoO_2$, $PtCoO_2$ and their solid-solution with delafossite structure”, M. Tanaka, M. Hasegawa, and H Takei, J. Crystal Growth **173** (1997) 440.
7. “Effects of Interactions on Non-Metallic Behaviors in Two-Dimensional Disordered Systems”, H. Fukuyama, J. Phys. Soc. Jpn. **48** (1980) 2169-2170; “Interaction Effects in Anderson Localization”, H. Fukuyama, Prog. Theor. Phys. Suppl. **84** (1985) 47-68; “Localization and Superconductivity”, S. Maekawa, H. Ebisawa, and H. Fukuyama, Prog. Theor. Phys. Suppl. **84** (1985) 154-165.
8. “Transition-Metal Monoxides – Band or Mott Insulators”, K. Terakura, A. R. Williams, T. Oguchi, and J. Kubler, Phys. Rev. Lett. **52** (1984)1830-1833; “Band Theory of the Magnetic Interaction in MnO, MnS, and NiO”, T. Oguchi, K. Terakura, and A. R. Williams, Phys. Rev. B **28** (1983) 6443-6452; “Band Theory of Insulating Transition-Metal Monoxides – Band-Structure Calculations”, K. Terakura, T. Oguchi, A. R. Williams, and J. Kubler, Phys. Rev. B **30** (1984) 4734-4747.
9. “Bethe-Ansatz Wave-Function, Momentum Distribution, and Spin Correlation in the One-Dimensional Strongly Correlated Hubbard Model”, M. Ogata and H. Shiba, Phys. Rev. B **41** (1990) 2326-2338; “Variational Monte-Carlo Studies on Hubbard Model”, H. Yokoyama and H. Shiba, J. Phys. Soc. Jpn. **56** (1987) 1490-1506; 3570-3581; 3582-3592; **57** (1988) 2482-2493.
10. “Modified Spin-Wave Theory of a Square-Lattice Antiferromagnet”, M. Takahashi, Phys. Rev. B **40** (1989)2494-2501.
11. “2-Dimensional Hubbard Model – Metal-Insulator-Transition Studies by Monte-Carlo Calculation”, N. Furukawa and M. Imada, J. Phys. Soc. Jpn. **61** (1992) 3331-3354; “Charge Mass Singularity in 2-Dimensional Hubbard Model”, N. Furukawa and M. Imada, J. Phys. Soc. Jpn. **62** (1993) 2557-2560; “2 Types of Mott Transitions”, M. Imada, J. Phys. Soc. Jpn. **62** (1993) 1105-1108.
12. “Electronic States of Carbon Nanotubes”, H. Ajiki and T. Ando, J. Phys. Soc. Jpn. **62** (1993) 1255-1266; “Magnetic-Properties of Carbon Nanotubes”, H. Ajiki and T. Ando, J. Phys. Soc. Jpn. **62** (1993) 2470-2480; “Impurity Scattering in Carbon Nanotubes – Absence of Back Scattering”, T. Ando and T. Nakanishi, J. Phys. Soc. Jpn. **67** (1998) 1704-1713.
13. “Measurement of Overlayer-Plasmon Dispersion in K Chains Adsorbed on Si(001)2×1”, T. Aruga, H. Tochihara, and Y. Murata, Phys. Rev. Lett. **53** (1984) 372-375.
14. “New result in surface segregation of Ni-Cu binary alloys”, T. Sakurai, T. Hashizume, A. Jimbo, A. Sakai, and S. Hyodo, Phys. Rev. Lett. **55** (1985) 514-517.
15. “Light-induced monolayer modification of chlorinated silicon(111) surfaces studied with a scanning tunneling microscope”, K. Shudo, F. Komori, K. Hattori, and Y. Murata, Surf. Sci. **320** (1994) 161-168; “Laser-induced desorption from Silicon (111) surfaces with adsorbed Chlorine atoms”, K. Hattori, K. Shudo, T. Iimori, F. Komori, and Y. Murata, J. Phys. Condens. Matter **8** (1996) 6543-6551.
16. “Growth of Cu---O chains on Ag(110) surfaces”, Y. Matsumoto, Y. Okawa, and K. Tanaka, Surf. Sci. **325** (1995) L435-440; “Atomic scale chemical fabrication of metal surfaces”, K. Tanaka and Y. Okawa, Surf. Sci. **386** (1997) 56-66.
17. “Meissner Effect in Au of Au clad Nb Wire”, A. Sumiyama, Y. Oda, and H. Nagano, J. Phys. Soc. Jpn. **53** (1984) 2449-2451.
18. “Two Stage Nucleatr Demanetization Refrigerator Reaching 27 μK ”, H. Ishimoto, N. Nishida, T. Furubayashi, M. Shinohara, Y.Takano, Y. Miuara, and K. Ono, J. Low Temp. Phys. **55** (1984) 17-31.
19. “Magnetization of hcp solid ^{3}He”, Y. Takano, N. Nishida, Y. Miura, H. Fukuyama, H. Ishimoto, S. Ogawa, T. Hata, and T. Shigi, Phys. Rev. Lett. **55** (1985) 1490-1493; “Magnetic Phase Diagram of Bcc ^{3}He,” H. Fukuyama, T. Fukuda, T. Okamoto, H. Akimoto, H. Ishimoto, and S. Ogawa, Physica B **169** (1991) 197-203.
20. “Size-dependent Kosterlitz-Thouless Supefluid Transition on Thin ^{4}He Films Adsorbed on Porous Glasses”, K. Shirahama, M. Kubota, S. Ogawa, N. Wada, and T. Watanabe, Phys. Rev. Lett. **64** (1990) 1541-1544.

21. "Wigner Solid on the Free Surface of Superfluid ^{3}He", K. Shirahama, O. I. Kirichek, and K. Kono, Phys. Rev. Lett. **79** (1995) 4218-4221; "Dynamical Transition in the Wigner Solid on a Liquid Helium Surface", K. Shirahama and K. Kono, Phys. Rev. Lett. **74** (1985) 781-784.
22. "High Pressure Studies on Electrical and Magnetic Properties of Ce-monopnictides, and Some Other Ce and U Compounds", N. Mori, Y. Okayama, H. Takahashi, Y. Haga, and T. Suzuki, *Physical Properties of Actinide and Rare Earth Compounds*, Jpn. J. Appl. Phys. **8** (1993) 182-194; "Recent Progress in High-Pressure Investigation for High-T_c Superconductor", H. Takahashi and N. Mori, *Studies of High Temperature Superconductors,* **16** (Nova Science Pub. Inc. 1996) 1-63.
23. "A new, post-stishovite high-pressure polymorph of silica", Y. Tsuchida and T. Yagi, Nature **340** (1989) 217-220.
24. "Relaxation of electron-phonon system in optically-excited quasi-1-D mixed-valence crystal Wolffram red salt", H. Tanino and K. Kobayashi, J. Phys. Soc. Jpn. **52** (1983) 1446-1456.
25. "Ultrahigh-time-resolution coherent transient spectroscopy with incoherent light", N. Morita and T. Yajima, Phys. Rev. A **30** (1984) 2525.
26. "Development of a Flat-Field Grazing Incidense XUV Spectorometer and its Application in Picosecond XUV Spectroscopy", N. Nakano, H. Kuroda, T. Kita, and T. Harada, Appl. Opt. **23** (1984) 2386; "Mechanically Ruled Abberation-Corrected Concave Gratings for Flat-Filled Grazing Incidence Spectrograph", T. Kita, T. Harada, N. Nakano, and H. Kuroda, Appl. Optics. **22** (1983) 512.
27. "X-Ray Resonance Magnetic Scattering", K. Namikawa, M. Ando, T. Nakajima, and H. Kawata, J. Phy. Soc. Jpn. **54** (1985) 4099-4102.
28. "Optically Detected Magnetic Resonance in Hydrogenated Amorphous Silicon", K. Morigaki, in *Semiconductors and Semimetals,* Vol. 21, Part C, edited by J. I. Pankove (Academic Press, Orlando, 1984); "Gap states in hydrogenated amorphous-silicon - the origins of the light-induced electron-spin-resonance and the low-energy luminescence", K. Morigaki and M. Yoshida, Philos. Mag. B **52** (1985) 289; "Self-trapping of holes and light- and thermally induced defect creation in a-Si:H", K. Morigaki, J. Non-Cryst. Solids **141** (1992) 166; K. Morigaki, in *Physics of Amorphous Semiconductors* (World Scientific, Singapore and Imperial College Press, London, 1999).
29. "Broadband squeezing of light by pulse excitation", T. Hirano and M. Matsuoka, Optics Letters **15** (1990) 1153; "Photon Antibunching on Pulsed Squeezed-Light Generated via Parametric Amplification", M. Koashi, K. Kono, T. Hirano, and M. Matsuoka, Phys. Rev. Lett. **71** (1993) 1164-1167.
30. "Observation of Phonon Structures in Porous Si Luminescence", T. Suemoto, K. Tanaka, A. Nakajima, and T. Itakura, Phys. Rev. Lett. **70** (1993) 3659-3662; "Comment on Resonantly excited photoluminescence spectra of porous silicon", T. Suemoto and A. Saito, Phys. Rev. B **55** (1997) 10115-10116.
31. "Study on the Si(111)$\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Ag Surface Structure by X-Ray Diffraction", T. Takahashi, S. Nakatani, N. Okamoto, T. Ishikawa, and S. Kikuta, Jpn. J. Appl. Phys. **27** (1988) L753; "Refinement of the Si(111)$\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Ag Structure by Surface X-Ray Diffraction", T. Takahashi and S. Nakatani, Surf. Sci. **282** (1993) 17; "X-ray diffraction study on the Si(111)$\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Ag surface", H. Tajiri, K. Sumitani, S. Nakatani, A. Nojima, T. Takahashi, K. Akimoto, H. Sugiyama, X. Zhang, and H. Kawata, Phys. Rev. B **68** (2003) 035330.
32. "Resonant photoemission of transition-metal chlorides", A. Kakizaki, K. Sugeno, T. Ishii, H. Sugawara, I. Nagakura, and S. Shin, Phys. Rev. B **28** (1983) 1026; "Final state interactions of inner core absorption excitation in transition metal halide compounds", S. Shin, S. Suga, M. Taniguchi, H. Kanzaki, S. Shibuya, and T. Yamaguchi, J. Phys. Soc. Jpn. **51** (1982) 906; "Photoemission satellites and electronic structure of Fe_2O_3", A. Fujimori, M. Saeki, N. Kamizuka, M. Taniguchi, and S. Suga, Phys. Rev. B **34** (1986) 7318; "Synchrotron radiation study of $Cd_{1-x}Mn_xTe$ ($0<x<0.65$)", M. Taniguchi, L. Ley, R. L. Johnson, J. Ghijsen, and M. Cardona, Phys. Rev. B **33** (1986) 1206.
33. "Optical spectra of $La_{2-x}Sr_xCuO_4$: Effect of carrier doping on the electronic structure of the CuO_2 plane", S. Uchida, T. Ito, H. Takagi, T. Arima, Y. Tokura, and S. Tajima, Phys. Rev. B **43** (1991) 7942.
34. "Fluctuating local magnetic moments in ferromagnetic Ni observed by the spin-resolved resonant photoemission", A. Kakizaki, J. Fujii, K. Shimada, A. Kamata, K. Ono, K. -H. Park, T. Kinoshita, T. Ishii, and H. Fukutani, Phys. Rev. Lett. **72** (1994) 2781; "Spin-resolved 3*s* and 3*p* core-level photoemission spectra of ferromagnetic nickel", Y. Saitoh, T. Matsushita, S. Imada, H. Daimon, S. Suga, J. Fujii, K. Shimada, A. Kakizaki, K. Ono, M. Fujisawa, T. Kinoshita, and

T. Ishii, Phys. Rev. B **52** (1995) R11549; “Magnetic dead layers induced by strain at fct Fe/Rh(001) interface”, K. Hayashi, M. Sawada, H. Yamagami, A. Kimura, and A. Kakizaki, J. Phys. Soc. Jpn. **73** (2004) 2550.

35. “Experimental Studies of Triangular Lattice Antiferromagnets with S=1/2 - $NaTiO_2$ and $LiNiO_2$”, K. Hirakawa, H. Kadowaki, and K. Ubukoshi, J. Phys. Soc. Jpn. **54** (1985) 3526-3536; “Magnetic-susceptibilities of the Frustrated Triangular Lattice Antiferromagnets $CsVCl_3$ and VX_2 (X=Cl, Br and I) - Appearance of Magnetic Liquid in the Ordered State”, K. Hirakawa, H. Ikeda, H. Kadowaki, and K. Ubukoshi, J. Phys. Soc. Jpn. **52** (1983) 2882-2887; “Neutron-scattering Study of Magnetic Excitations in Quasi-one-dimensional Triangular Lattice Antiferromagnet $CsVCl_3$”, H. Kadowaki, K. Hirakawa, and K. Ubukoshi, J. Phys. Soc. Jpn. **52** (1983) 1799-1806.
36. “Alternating Lamellar Structure of Triblock Copolymers of the ABA type”, Y. Matsushita, M. Nomura, J. Watanabe, Y. Mogi, I. Noda, and M. Imai, Macromolecules **28** (1995) 6007-6013.
37. “A Laboratory Instrument for Generating Magnetic Fields over 200 Tesla with Single Turn Coils”, K. Nakao, F. Herlach, T. Goto, S. Takeyama, T. Sakakibara, and N. Miura, J. Phys. E, Sci. Instrum **18** (1985) 1018-1026; “Solid State Physics in Megagauss Fields Generated by Electromagnetic Flux Compression and Single-turn Coils”, N. Miura, Physica B **201** (1994) 40-48.
38. “Magnetization measurements in ultra-high manetic fields produced by a single-turn coil system”, S. Takeyama, K. Amaya, T. Nakagawa, M. Ishizuka, K. Nakao, T. Sakakibara, T. Goto, N. Miura, Y. Ajiro, and H. Kikuchi, J. Phys. E. Sci. Instrum. **21** (1988) 1025-1028; “Magnetization measurements in very high pulsed fields produced by a single-turn coil system”, K. Amaya, S. Takeyama, T. Nakagawa, M. Ishizuka, K. Nakao, T. Sakakibara, T. Goto, N. Miura, Y. Ajiro, and H. Kikuchi, Physica B **155**(1989)396-399.
39. “Itinerant Electron Metamagnetism in YCo_2”, T. Goto, K. Fukamichi, T. Sakakibara, and H. Komatsu, Solid State Commun. **72** (1989) 945-947; “Itinerant Electron Metamagnetism and Peculiar Magnetic Properties Observed in 3d and 5f Intermetallics”, T. Goto, K. Fukamichi, and H. Yamada, Physica B **300** (2001) 167-185.

第III期

1. “Magnetic Anisotropy of $SrCu_2(BO_3)_2$ with a Two-Dimensional Orthogonal Dimer Lattice”, H. Kageyama, K. Onizuka, Y. Ueda, N. V. Mushnikov, T. Goto, K. Yoshimura, and K. Kosuge, J. Phys. Soc. Jpn. **67** (1998) 4304; “Exact Dimer Ground State of the Two Dimensional Heisenberg Spin System $SrCu_2(BO_3)_2$”, S. Miyahara and K. Ueda, Pys. Rev. Lett. **82** (1999) 3701; “Direct Evidence for the Localized Single-Triplet Excitations and the Dispersive Multitriplet Excitations in $SrCu_2(BO_3)_2$”, H. Kageyama, M. Nishi, N. Aso, K. Onizuka, T. Yoshihama, K. Nukui, K. Kodama, K. Kakurai, and Y. Ueda, Phys. Rev. Lett. **84** (2000) 5876; “Magnetic Structure in the Two-dimensional Quantum Antiferromagnet $SrCu_2(BO_3)_2$”, K. Kodama, M. Takigawa, M. Horvatić, C. Berthier, H. Kageyama, Y. Ueda, S. Miyahara, F. Becca, and F. Mila, Science **298** (2002) 395.
2. “Conductive Copper Salts of 2,5-disubstituted N,N’-Dicyanobenzoquionediimines (DCNQIs): Structural and Physical Properties”, R.Kato, Bull. Chem. Soc. Jpn. **73** (2000) 515-534; “Raman Spectra of $(Me_2\text{-DCNQI})_2Cu_xLi_{1-x}$ ($0 \leq x \leq 1$): The evidence for Charge separation at room temperature in a one-dimensional conductor having a quater-filled band”, T. Yamamoto, H. Tajima, R. Kato, M. Uruichi, and K. Yakushi, J. Phys. Soc. Jpn. **71** (2002) 1956-1964.
3. “Giant Negative Magnetoresistance in quasi-one-dimensional conductor $TPP[Fe(III)(Pc)(CN)_2]_2$: interplay between local moments and one-dimensional conduction electrons”, N. Hanasaki, H. Tajima, M. Matsuda, T. Naito, and T. Inabe, Phys. Rev. B **62** (2000) 5839; "Giant Negative Magnetoresistance Reflecting Molecular Symmetry in Dicyano (phthalocyaninato) iron Compounds", N. Hanasaki, M. Matsuda, H. Tajima, E. Ohmichi, T. Osada, T. Naito, and T. Inabe, J. Phys. Soc. Jpn. **75** (2006) 033703.
4. “Superconductivity at 1K in $Cd_2Re_2O_7$”, M. Hanawa, Y. Muraoka, T. Tayama, T. Sakakibara, J. Yamaura, and Z. Hiroi, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 18001; “Superconductivity in a pyrochlore-related oxide KOs_2O_6”, S. Yonezawa, Y. Muraoka, Y. Matsushita, and Z. Hiroi, J. Phys.: Condens. Matter **16** (2004) L9.
5. “Angular Position of Nodes in the Superconducting Gap of Quasi-2D Heavey Fermion Superconductor $CeCoIn_5$”, K. Izawa, H. Yamaguchi, Y. Matsuda, H. Shishido, R. Settai, and Y. Onuki, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 57002.
6. “Unconventional Heavy-Fermion Superconductor $CeCoIn_5$: Dc Magnetization Study at Very Low Temperatures down to 50 mK”, T. Tayama, A. Harita, T. Sakakibara, Y. Haga, H. Shishido, R. Settai, and Y. Onuki, Phys. Rev. B **65** (2002)

180504(R).
7. "The Ground-State Phase Diagram of the One-Dimensional Kondo Lattice Model", H. Tsunetsugu, M. Sigrist, and K. Ueda, Rev. Mod. Phys. **69** (1997) 809-863.
8. "Quantum Distribution of Protons in Solid Molecular Hydrogen at Megabar Pressures", H. Kitamura, S. Tsuneyuki, T. Ogitsu, and T. Miyake, Nature **404** (2000) 259-262.
9. "Inclusion of the Vertex Corrections in the Self-Consistent Calculation of Quasiparticles in Metals", Y. Takada, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 226402(1-4); "Dynamical Structure Factor of the Homogeneous Electron Liquid: Its Accurate Shape and the Interpretation of Experiments on Aluminum", Y. Takada and H. Yasuhara, Phys. Rev. Lett. **89** (2002) 216402(1-4).
10. "Braid Group, Gauge Invariance, and Topological Order", M. Sato, M. Kohmoto, and Y.-S. Wu, Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 010601(1-4).
11. "Field-Shift Aging Protocol on 3D Ising Spin-Glass Model: Dynamical Crossover between the Spin-Glass and Paramagnetic States", H. Takayama and K. Hukushima, J. Phys. Soc. Jpn. **73** (2004) 2077-2080; "Aging and Memory Effects in Superparamagnets and Superspin Glasses", M Sasaki, P. E. Joensson, H. Takayama, and H. Mamiya, Phys. Rev. B **71** (2005) 104405(1-9).
12. "High Resolution Atomic Force Microscopic Imaging of the Si(111)-(7×7) Surface: Contribution of Short-Range Force to the Images" , T. Eguchi and Y. Hasegawa, Phys. Rev. Lett. **89** (2002) 266105 (4).
13. "Local and reversible change of the reconstruction on Ge(001) surface between c(4×2) and p(2×2) by scanning tunneling microscopy", Y. Takagi, Y. Yoshimoto, K. Nakatsuji, and F. Komori, J. Phys. Soc. Jpn. **72** (2003) 2425-2428; "An atomic seesaw switch realized by tilted asymmetric Sn-Ge dimers on the Ge (001) surface", K. Tomatsu, K. Nakatsuji, T. Iimori, Y. Takagi, H. Kusuhara, A. Ishii, and F. Komori, Science **315** (2007) 1696-1698.
14. "Precursor mediated cycloaddition reaction of ethylene to the Si(100)c(4×2) surface", M. Nagao, H. Umeyama, K. Mukai, Y. Yamashita, J. Yoshinobu, K. Akagi, and S. Tsuneyuki, J. Am. Chem. Soc. **126** (2004) 9922-9923; "Regioselective cycloaddition reaction of alkene molecules to the asymmetric dimer on Si(100)c(4×2)", K. Oguchi, M. Nagao, H. Umeyama, T. Katayama, Y. Yamashita, K. Mukai, J. Yoshinobu, K. Akagi, and S. Tsuneyuki, J. Am. Chem. Soc. **129** (2007) 1242-1245.
15. "Observation of the Fano-Kondo Antiresonance in a Quantum Wire with a Side-Coupled Quantum Dot", M. Sato, H. Aikawa, K. Kobayashi, S. Katsumoto, and Y. Iye, Phys. Rev. Lett. **95** (2005) 66801 (4).
16. "Small Amplitude Low-Field Magnetoresistance Oscillation in Unidirectional Lateral Superlattice: Geometric Resonance of Bragg-Reflected Cyclotron Orbit", A. Endo and Y. Iye, Phys. Rev. B **71** (2005) 081303 (4).
17. "Local switching of two-dimensional superconductivity using the ferroelectric field effect", K. S. Takahashi, M. Gabay, D. Jaccard, K. Shibuya, T. Ohnishi, M. Lippmaa, and J-M. Triscone, Nature **441** (2006) 195-198.
18. "Competition of Multiple Spin Exchanges in Submonolayer Sold ^{3}He", H. Ikegami, K. Obara, D. Ito, and H. Ishimoto, Phys. Rev. Lett. **81** (1998) 2478-2481; "Gapless Spin Liquid Behavior in Two Dimensional Solid ^{3}He", R. Masutomi, Y. Karaki, and H. Ishimoto, Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 025301(1-4).
19. "Minority spin condensate in the spin-polarized superfluid ^{3}He A_1 phase", A. Yamaguchi, S. Kobayashi, H. Ishimoto, and H. Kojima, Nature **444** (2006) 909-912.
20. "Vortex formation and annihilation in three textures of rotating superfluid ^{3}He", R. Ishiguro, O. Ishikawa, M. Yamashita, Y. Sasaki, K. Fukuda, M. Kubota, H. Ishimoto, R. E. Packard, T. Takagi, T. Ohmi, and T. Mizusaki, Phys. Rev. Lett. **93** (2004) 125301(1-4).
21. "Construction of laser-heated diamond anvil cell system for in situ x-ray diffraction study at SPring-8", T. Watanuki, O. Shimomura, T. Yagi, T. Kondo, and M. Isshiki, Rev. Sci. Instrum. **72** (2001) 1289-1292; "Phase transitions of (Mg, Fe)O at megabar pressures", T. Kondo, E. Ohtani, N. Hirao, T. Yagi, and T. Kikegawa, Phys. Earth Planet. Interiors, **143-144** (2004) 201-213.
22. "Superconductivity at 14.2K in layered organics under extreme pressure", H. Taniguchi, M. Miyashita, K. Uchiyama, K. Satoh, N. Mori, H. Okamoto, K. Miyagawa, K. Kanoda, M. Hedo, and Y. Uwatoko, J. Phys. Soc. Jpn **72** (2003) 468-471.
23. "The restraint of valence transition in $YbInCu_4$ by high pressure", M. Hedo, Y. Uwatoko, T. Matsumoto, JL. Sarrao, and

JD. Thompson, Acta Physica Polonica B **34** (2003) 1193-1196; "Design of 4GPa class hybrid high pressure cell for dilution refrigerator", Y. Uwatoko, M. Hedo, N. Kurita, M. Koeda, M. Abliz, and T. Matsumoto, Physica B **329** (2003) 1658-1659

24. "Lasing from a single quantum wire", Y. Hayamizu, M. Yoshita, S. Watanabe, H. Akiyama, L. N. Pfeiffer, and K. W. West, Appl. Phys. Lett. **81** (2002) 4937-4939; "T-shaped GaAs quantum-wire lasers and the exciton Mott transition", M. Yoshita, S. M. Liu, M. Okano, Y. Hayamizu, H. Akiyama, L. N. Pfeiffer, and K. W. West, J. Phys.: Condens. Matter **19** (2007) 295217.
25. "Nonlinear optics in the extreme ultraviolet", T. Sekigawa, A. Kosuge, T. Kanai, and S. Watanabe, Nature **432** (2004) 605-608.
26. "Heavy-Fermion-like State in a Transition Metal Oxide LiV_2O_4 Single Crystal: Indication of Kondo Resonance in the Photoemission Spectrum", A. Shimoyamada, S. Tsuda, K. Ishizaka, T. Kiss, T. Shimojima, T. Togashi, S. Watanabe, C. Q. Zhang, C. T. Chen, Y. Matsushita, H. Ueda, and S. Shin, Phys. Rev. Lett. **96** (2006) 026403-026406; "Bulk-and Surface-Sensitive High-Resolution Photoemission Study of Two Mott-Hubbard Systems: $SrVO_3$ and $CaVO_3$", R. Eguchi, T. Kiss, S. Tsuda, T. Shimojima, T. Mizokami, T. Yokoya, A. Chainani, S. Shin, I. H. Inoue, T. Togashi, S. Watanabe, C. Q. Zhang, C. T. Chen, M. Arita, K. Shimada, H. Namatame, and M. Taniguchi, Phys. Rev. Lett. **96** (2006) 076402-076405; "Observation of a Superconducting Gap in Boron-Doped Diamond by Laser-Excited Photoemission Spectroscopy", K. Ishizaka, R. Eguchi, S. Tsuda, T. Yokoya, A. Chainani, T. Kiss, T. Shimojima, T. Togashi, S. Watanabe, C.-T. Chen, C. Q. Zhang, Y. Takano, M. Nagao, I. Sakaguchi, H. Kawarada, and S. Shin, Phys. Rev. Lett. **98** (2007) 047003-047006.
27. "Resonant soft-x-ray emission study in relation to the band structure of cBN", A. Agui, S. Shin, M. Fujisawa, Y. Tezuka, T. Ishii, Y. Muramatsu, O. Mishima, and K. Era, Phys. Rev. B **55** (1996) 2073.
28. "Element specific imaging by scanning tunneling microscopy combined with synchrotron radiation light", T. Eguchi, T. Okuda, T. Matsushita, A. Kataoka, A. Harasawa, K. Akiyama, T. Kinoshita, and Y. Hasegawa, Appl. Phys. Lett. **89** (2006) 243119.
29. "Damped-structure cavity for a high-brilliant vacuum ultraviolet and soft x-ray storage ring", T. Koseki, M. Izawa, and Y. Kamiya, Rev. Sci. Instr. **66** (1995) 1926; "High-brilliance synchrotron light source project of the University of Tokyo, the VSX project – overview of 1 GeV diffraction-limited source –", Y. Kamiya and N. Nakamura, Houshakou **12** (1999) 36.
30. "Magnetic Susceptibility of Quasi-One-Dimensional Compound α'-NaV_2O_5 –Possible Spin-Peierls Compound with High Critical Temperature of 34 K–", M. Isobe and Y. Ueda, J. Phys. Soc. Jpn. **65** (1996) 1178; "New Inorganic Spin-Peierls Compound NaV_2O_5 Evidenced by X-Ray and Neutron Scattering", Y. Fujii, H. Nakao, T. Yosihama, M. Nishi, K. Nakajima, K. Kakurai, M. Isobe, Y. Ueda, and H. Sawa, J. Phys. Soc. Jpn. **66** (1997) 326-329; "Mixed valency and charge ordering in α'-NaV_2O_5", T. Ohama, H. Yasuoka, M. Isobe, and Y. Ueda, Phys. Rev. B **59** (1999) 3299; "Devil's Staircase -Type Phase Transition in NaV_2O_5 under High Pressure", K. Ohwada, Y. Fujii, N. Takesue, M. Isobe, Y. Ueda, H. Nakao, Y. Wakabayashi, Y. Murakami, K. Ito, Y. Amemiya, H. Fujihisa, K. Aoki, T. Shobu, Y. Noda, and N. Ikeda, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 086402.
31. "Magnetic ordering and relation to the metal-insulator transition in $Pr_{1-x}Sr_xMnO_3$ and $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$ with x similar to 1/2", H. Kawano, R. Kajimoto, H. Yoshizawa *et al.,* Phys. Rev. Lett. **78** (1997) 4253-4256; "Hole-concentration-induced transformation of the magnetic and orbital structures in $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$", R. Kajimoto, H. Yoshizawa, H. Kawano, H. Kuwahara, Y. Tokura, K. Ohoyama, and M. Ohashi, Phys. Rev. B **60** (1999) 9506-9517; "Relation between Crystal and Magnetic Structure of Layered Manganite $La_{2-2x}Sr_{1+2x}Mn_2O_7$ ($0.30 < x < 0.50$)", M. Kubota, H. Fujioka, K. Hirota, K. Ohoyama, Y. Moritomo, H. Yoshizawa, and Y. Endoh, J. Phys. Soc. Jpn. **69** (2000) 1606-1609; "Spin dynamical properties and orbital states of the layered perovskite $La_{2-2x}Sr_{1+2x}Mn_2O_7$ ($0.3 < x < 0.5$)", K. Hirota, S. Ishihara, H. Fujioka, M. Kubota, H. Yoshizawa, Y. Moritomo, Y. Endoh, and S. Maekawa, Phys. Rev. B **65** (2002) 064414(1-10).
32. "Anisotropic spin correlations in the Zn-Mg-Ho icosahedral quasicrystal", T. J. Sato, H. Takakura, A. P. Tsai *et al.*, Phys. Rev. Lett. **81** (1998) 2364-2367; "Antiferromagnetic spin-correlations in the Zn-Mg-Ho icosahedral quasicrystals", T. J. Sato, H. Takakura, A. P. Tsai, K. Shibata, K. Ohoyama, and K. H. Andersen, Phys. Rev. B **61** (2000) 476.
33. "Heat-induced self-assembling of thermosensitive block copolymer. Rheology and dynamic light scattering study",

S. Okabe, S. Sugihara, S. Aoshima, and M. Shibayama, Macromolecules **37** (2004) 336-343.

34. "Molecular basis of the shish-kebab morphology in polymer crystallization", S. Kimata, T. Sakurai, Y. Nozue, T. Kasahara, N. Yamaguchi, M. Shibayama, and J. A. Kornfield, Science **316** (2007) 1014-1017.
35. "Generation of 500T Fields by Electromagnetic Flux Compression and Their Application to Cyclotron Resonance Experiments", H. Nojiri, T. Takamasu, S. Todo, K. Uchida, T. Haruyama, T. Goto, H. A. Katori, and N. Miura, Physica B **201** (1994) 579-583; "Solid State Experiments in Megagauss Fields", N. Miura, H. Nojiri, Y. Shimamoto, and Y. Imanaka, Physica B **211** (1995) 23-29; "Generation of 600 T by Electromagnetic Flux Compression with Improved Implosion Symmetry" Y. H. Matsuda, F. Herlach, S. Ikeda, and N. Miura, Rev. Sci. Instrum. **73** (2002) 4288-4294.
36. "Anomalous High-Field Magnetization and Negative Forced Volume Magnetostriction in $Yb_{1x}M_xCu_{x2}$ (M = In and Ag) – Evidence for Valence change in High Magnetic Fields", K. Yoshimura, T. Nitta, M. Mekata, T. Shimizu, T. Sakakibara, T. Goto, and G. Kido, Phys. Rev. Lett. **60** (1988) 851-854; "Collapse of Valence Transition in $Yb_{0.8}Y_{0.2}InCu_4$", A. Mitsuda, T. Goto, K. Yoshimura, W. Zhang, N. Sato, K. Kosuge, and H. Wada, Phys. Rev. Lett. **88** (2002) 137204(1-4); "Magnetic Anisotropy of Pure and Doped $YbInCu_4$ Compounds at Ambient and High Pressures", N. V. Mushnikov, T. Goto, E. V. Rozenfeld, K. Yoshimura, and W. Zhang, J. Phys.: Condens. Matter **15** (2003) 2811-2823.
37. "Measurement of the upper critical field of optimally-doped $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ in megagauss magnetic fields", T. Sekitani, Y. H. Matsuda, and N. Miura, New Journal of Physics **9** No 3 (March 2007) 47.
38. "Electric-Field Effect on the Angle-Dependent Magnetotransport Properties of Quasi-One-Dimensional Conductors", K. Kobayashi, M. Saito, E. Ohmichi, and T. Osada, Phys. Rev. Lett. **96**, No.12, (2006) 126601.
39. "Field-induced lattice staircase in a frustrated antiferromagnet $CuFeO_2$", N. Terada, Y. Narumi, K. Katsumata, T. Yamamoto, U. Staub, K. Kindo, M. Hagiwara, Y. Tanaka, A. Kikkawa, H. Toyokawa, T. Fukui, R. Kanmuri, T. Ishikawa, and H. Kitamura, Phys. Rev. B **74** (2006) 180404.

社会と科学の動き

日本、国際連合に加盟 56		
人工衛星スプートニク 1 号 57		東京大学物性研究所創立 57
		BCS 理論 57 *1
		半導体のトンネル効果 57 *2
新日米安全保障条約 60	1960	
カラーテレビ放送開始 60		
東海道新幹線開通 64		
東京オリンピック 64		
		ノーベル物理学賞（朝永振一郎 , ジュリアン・シュウィンガー ,
東大闘争 68-		リチャード・P・ファインマン ）65 *3
東名高速道路開通 69		
人類、月面に立つ 69		
大阪万博 70	1970	
札幌オリンピック 72		
沖縄返還 72		
石油危機 73		
高速実験炉常陽臨界 77		ポリアセチレンのドーピングによる導電性高分子の発見 77 *4
	1980	量子ホール効果の発見 80 *5
		ノーベル化学賞（福井謙一 , ロアルド・ホフマン）81 *6
		STM の開発 82 *7
		分数量子ホール効果の発見 82 *8
科学万博 85		フラーレン（C60) の発見 85 *9
チェルノブイリ原発事故 86		酸化物高温超伝導体の発見 86 *10
地価高騰 87-		
東西ドイツ統一 90	1990	
湾岸戦争 91-		カーボンナノチューブの発見 91
バブル崩壊 91		C60 系超伝導の発見 91
ソ連解体 91		
サリン事件 94		
阪神淡路大震災 95		ボーズ・アインシュタイン凝縮の確認 95 *11
山梨リニア実験線開設 97		
長野オリンピック 98		
東海村臨界事故 99		ノーベル化学賞（アハメッド・ズウェイル）99 *12
雪印乳業食中毒 00	2000	
米国同時多発テロ 01		
イラク戦争 03		
新潟県中越地震 04		国立大学法人化 04
愛知万博 05		
新潟県中越沖地震 07		東京大学物性研究所創立 50 周年 07

*1 ジョン・バーディーン , レオン・クーパー , ジョン・ロバート・シュリーファー , ノーベル物理学賞 1972 年
*2 江崎玲於奈 , ノーベル物理学賞 1973 年
*3 量子電磁力学の分野における基礎研究によって
*4 アラン・ヒーガー , アラン・マクダーミド , 白川英樹 , ノーベル化学賞 2000 年
*5 クラウス・フォン・クリッツイング , ノーベル物理学賞 1985 年
*6 化学反応過程の理論的研究によって
*7 ゲルト・ビーニッヒ , ハインリッヒ・ローラー , ノーベル物理学賞 1986 年
*8 ロバート・ベッツ・ラフリン , ホルスト・ルートヴィヒ・シュテルマー , ダニエル・ツイ , ノーベル物理学賞 1998 年
*9 ロバート・カール , ハロルド・クロトー , リチャード・スモーリー , ノーベル化学賞 1996 年
*10 ヨハネス・ゲオルグ・ベドノルツ , アレキサンダー・ミュラー , ノーベル物理学賞 1987 年
*11 エリック・コーネル , ヴォルフガング・ケターレ , カール・ワイマン , ノーベル物理学賞 2001 年
*12 フェムト秒分光学を用いた化学反応の遷移状態の研究によって

研究棟建設地鎮祭

1960 年開所式

1962 年撮影

1959年

懐かしい旧正門

Q 棟

1963年

1971年増築完了

30 周年記念記念式典

移転直前 正門より（1998年）

2005 年撮影

編　集　後　記

編集後記にあたり、まず、物性研究所が創立 50 周年を迎えることができますのは、これまで所で働いてこられた教職員の方々および学生の皆さん、いつもこの共同利用研をご支援下さっているコミュニティーの皆様、東京大学、文部科学省のご尽力の賜物と、心から感謝申し上げます。

本記念冊子は、物性研究所半世紀の歩みを簡潔にまとめたものをという思いで、前半で 50 年の「組織の歴史」を、後半で「研究の歴史」を編集しました。編集に当たっては、物性研の歩みを、創立から 22 部門揃った第 I 期、大部門制へ移行した第 II 期、柏移転を見据えた第III期に分け、各時代での特徴的な活動を記録しました。編集を終えてみますと、いつの時代も、次を見据えた物性研内外での徹底した議論、そしてその中で展開された研究が、物性研の歴史を創ってきたのだということをあらためて感じる次第です。

本冊子を作成するに当たっては、所内外の多くの皆様の協力を得ました。紙面をお借りしてお礼申し上げますとともに、なにぶん、限られた時間と人員の中で編集しましたので、掲載しきれなかった部分や不行き届きが多いと思います。ご容赦ください。尚、訂正、加筆については物性研のホームページで更新していきたいと思いますので、ご連絡いただければ幸いです。

最後に、これから 50 年の物性研でも、すばらしいサイエンスが展開されることを祈念して、編集後記と致します。

50 周年記念冊子編集委員一同

物性研 50 年の歩み

2007 年 11 月発行

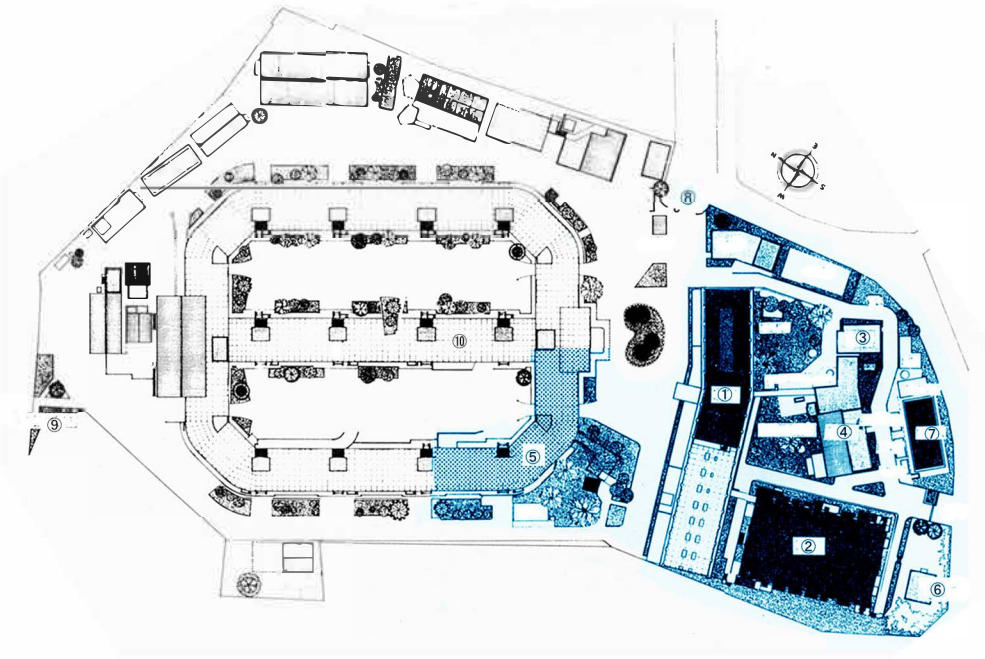
編集：50 周年記念事業検討委員会

発行：東京大学物性研究所

〒 277-8581　千葉県柏市柏の葉 5-1-5

TEL　04-7136-3207

印刷：竹印刷株式会社



1．A棟
2．C棟
3．L棟
4．B棟（液化室）
5．Q棟（事務室、図書室）
6．共同利用宿舎
7．冷却池
8．正門
9．裏門
10．生産技術研究所

写真提供　生産技術研究所映像技術室　1998年撮影 ▸

PARKING

物性研究所

A　本館

B　低温・多重極限実験棟

C　ショートパルス強磁場実験棟

D　先端分光実験棟

E　軌道放射実験棟（SOR実験棟）

F　ロングパルス強磁場実験棟

宇宙線研究所

G　宇宙線研究所

新領域創成科学研究科

H　基盤棟

I　基盤科学実験棟

J　生命棟

K　環境棟

L　情報生命科学実験棟

共通施設

M　柏総合研究棟

N　環境安全研究センター柏支所

O　柏図書館

P　福利・厚生施設

Q　共同利用研究員宿泊施設

◀　2006年撮影

URL　http://www.issp.u-tokyo.ac.jp