

物性研だより

第32卷
第2号

1992年7月

目 次

○ 物性研究所将来計画（中間報告）について	竹内 伸	1
○ 物性研究所将来計画－中間報告要約		2
○ 物性研の移転と将来	伊達 宗行	19
短期研究会報告		
○ 「短周期半導体超格子の物性」		21
世話人 上村 洸、浜口 智尋、安藤 恒也、三浦 登		
物性研究所談話会		45
物性研ニュース		
○ 東京大学物性研究所 助教授公募		48
○ 第三回 I S S P 国際シンポジウム 「固体表面における動的過程」報告	村田 好正、小森 文夫	50
○ 高輝度光源の愛称・シンボルマークの公募		52
○ テクニカル・レポート 新刊リスト		53
編集後記		

東京大学物性研究所

ISSN 0385-9843

物性研究所将来計画（中間報告）について

物性研究所長 竹内伸

物性科学という学問は常に流動的である。それは、新しい物質、新しい物性の発見による研究対象の推移、新しい測定技術の開発に伴う研究の格段の深化、また、ハイテク技術の進歩によって昔は全く考えられなかった人工的物質の合成などさまざまな要因による。物性科学の総合研究所を標榜する物性研究所も、最先端の国際的研究所であり続けるためには、このような物性科学の流動性に対応して行かなければならぬ。また、全国共同利用研究所という立場から、我が国の他機関における物性研究態勢の状況の変化に応じて、柔軟にその共同利用のあり方も変革しなければならない。更に、ますます進む研究の国際化への対応も重要である。

物性研究所は、昭和55年にはそれまでの小研究単位の総合的研究体制から重点研究体制への移行が行われ、大部門制が布かれた。いわゆる第2世代の物性研の誕生である。しかし、既にそれ以降10数年を経過し、いろいろな意味で次期の新しい変革をせまられている。物性研究所では、既に5年以上前から次期将来計画の検討が始まられており、それが、昭和63年の政府の多極分散施策の一環として、物性研に対して移転の強い要請が行われたことによって拍車がかけられた。現在の六本木キャンパスが狭隘であることに鑑み、広いキャンパスへの移転を想定して将来計画が立案され、平成2年5月に「物性研究所将来計画について—概要（案）—」を広く世に公表し批判を仰いだ。しかし、当時は具体的なキャンパス候補地について、なかなか見通しがつかない状況にあった。

一方、東京大学では、いわゆるキャンパス計画三原則(1)大学自主性の原則、(2)部局均衡の原則、(3)関連部局計画重視の原則の下に、全学的なキャンパス計画の検討が進展した。その中で物性研究所は、東京大学が新キャンパスとして取得を計画している柏キャンパスへの移転を積極的に検討し、具体的に柏キャンパスを想定して、「将来計画概要（案）」を基本としつつ、さらにそれを発展させた将来計画を策定するに至った。それが「物性研究所将来計画（中間報告）」であり、本号「物性研だより」にその要約を掲載する次第である。なお、この中間報告本文は、物性研総務課庶務掛にお申し出いただければ、希望者にお届けすることになっている。

本計画の立案に当たっては、所内の関係所員のみでなく、直接将来計画委員会に参画頂いた外部委員の方々、また、本計画をまとめるに当たってアンケートに御協力頂いた多数の外部研究者、更に物性研25周年記念、30周年記念などの機会や「物性研だより」等を通して表明された貴重な御意見など多数の方々の御意見、御協力による所が大であり、ここにこれらの方々に厚く御礼申し上げる次第である。これらの御意見は極めて多岐に亘るものであるが、今後もぜひ多くの方から忌憚のない御意見をお寄せ頂き、全国の物性研究者の総意を反映させた計画とし完成させたい。そして、全国の研究者の支持及び東京大学の理解を得ながら、その将来計画の実現に向けて、最大限の努力をはらいたい。

物性研究所将来計画－中間報告要約

目 次

はしがき

I.	将来計画の基本理念と方針	4
II.	「研究センター群」構想による新しい組織と運営	6
	研究所の組織、研究所の運営、共同利用、大学院教育と若手研究者養成、 研究所の国際化	
III.	人員、予算、キャンパス計画	9
IV.	「研究センター」の概要	
1.	新物質科学研究センター及び新物質評価施設	12
2.	量子物性研究センター	12
3.	表面・界面物性研究センター	13
4.	多重極限研究センター及び極端条件開発施設	13
5.	境界領域研究センター	14
6.	S O R 分光研究センター及び高輝度光源施設	14
7.	量子分光研究センター及びX線レーザー研究施設、新光源開発施設	15
8.	中性子散乱研究センター及び中性子散乱実験施設	15
9.	中間子物性研究センター	16
10.	物性理論研究センター及び計算物理研究施設	16
11.	研究支援共通室（物性・物質情報室、図書、工作、液化室等）	17

はしがき

物性研究所は昭和62年創立30周年を迎えるを機に過去30年間の物性物理学の発展のあとを振り返って当研究所の果たして来た役割を顧みると共に、現在我々物性研究者のおかれている立場の重大さを改めて認識し、新しい時代に向かって物性研究所の将来構想の検討を開始した。一方、政府の施策として政府関係機関の地方移転の促進が唱えられ、その一環として昭和63年4月当研究所に対しても協力の要請があった。これらの状況を踏まえ特に移転を前提とした物性研究所の将来構想についての検討を行い、平成2年5月「物性研究所将来計画概要（案）」（以下単に概要と略す）を発表し、広く物性研究者の意向を反映させて最終案をまとめる方針を打ちだした。

平成3年度になり、この概要に対する外部物性研究者の意見聴取の目的で、約60余名にのぼる専門家を対象としたアンケート調査を行いその結果を検討していくと同時に、所内将来計画委員会に物性委員会推薦の3名の外部委員、伊達宗行、川村清、小松原武美の各氏を迎えて将来計画に対する基本的諸問題（大型施設の位置づけ、移転先キャンパスの条件、移転と共同利用、東京大学との関係、大学院問題等）について検討を重ねてきた。ここに示すものは、それらの検討過程で生まれてきた物性研究所の新しい将来像に対する考え方、つまり将来計画に関する報告の要約である。

将来計画委員会委員

所内委員

小谷 章雄（常任委員、理論担当）

家 泰弘（量子物性担当）

黒田 寛人（常任委員、新光源担当）

石本 英彦（超低温担当）

福山 秀敏（常任委員、理論担当）

上田 寛（新物質開発担当）

平成4年3月31日まで）

柿崎 明人（S O R 担当）

三浦 登（常任委員、超強磁場担当、前委員長）

小森 文夫（表面物性担当）

安岡 弘志（常任委員、凝縮系担当、現委員長）

寺倉 清之（計算物理担当）

吉澤 英樹（常任委員、中性子担当）

毛利 信男（超高圧担当）

渡部俊太郎（極限レーザー担当）

I. 物性研究所将来計画の基本理念と方針

物性研究所は1957年、当時立ち後れていた我が国の物性研究を国際的水準に高める目的を持って、全国共同利用研究所として設立された。設立後約20年間、物性研究所はこの趣旨に沿い、物性研究の諸分野を網羅する部門構成によって総合的な立場より研究を推進し、共同利用研究所としての機能を十分に果たしてきた（物性研究所第一世代）。

1970年代になると、我が国の大学や他の研究機関における研究設備が充実し、研究水準が向上して、物性研究所の設立の趣旨もほぼ達成されるところとなった。そのため、物性研究所は、時代の要請に応えるべく、新しい構想のもとに将来計画を立案し、実行した。その将来計画の特徴は、①従来の網羅主義を改め、各大学の学部等では実行困難と思われる研究分野を対象とした重点主義をとることと、②基礎的な物性研究の新しい発展は新しい技術開発を伴って初めて可能になるという認識のもとに、技術開発的要素を重要視することであった。このような将来計画を実行するために、物性研究所の研究組織は、小研究室の集合体という従来の形態ではなく、小研究室をいくつかの大規模あるいは中規模のグループに再編成した大部門構成に改められた。このいわゆる大部門制は1980年に発足し、極限物性部門を中心として、新しい時代に対処すべく、超低温物性、超強磁場、超高压、極限レーザー、表面物性等に関する極限物性研究設備総合計画を推進し、これらの分野で世界をリードする実験設備を完成した。物性研究所は、これらの設備を用いた研究を強力に推進する一方で、それらの設備を広く全国共同利用に提供し、我が国における物性実験の水準向上を図ってきてている（物性研究所第二世代）。

大部門制発足以来十数年が経過した現在、この研究態勢も期するところの目的を達成しつつあるものと考えられ、これまで物性研究所が歩んできた歴史と反省の上にたった第三世代の物性研究所像を確立する必要が生まれてきていると考えられる。現代の高度な技術開発においては、精巧に制御された機器開発と機能的に優れた物質の開発とが不可欠であり、かつ、基礎的物性のデータ集積と理論的解釈が新しい物質開発の指標を生み出すことを考えると、次世代の技術革新は基礎的物性研究の一層の推進なしには進展不得ない。また、ともすれば、新材料の偶発的発見に基づく物性研究が追従するというこれまでの物性研究の形態も次世代においては変わらざるを得ない。このような認識にもとづいて、物性研究所が第三世代において目指すものは、①興味ある物性を示す新しい物質を実験的・理論的に構築すること、②複雑な物性現象を精密に測定する新しい手段の開発と測定解析を実行すること、③発現される物性を、それを支配する物理的・化学的素過程に分割し、それらにより物性を理論的に分析・推論し新しい概念を導出すること、の三方向から構成される。これらを有機的に結合し、総合的に研究を推進することが、基礎物性研究推進の不可欠の条件となるであろう。このような先端性を具備した総合研究所はいわば物性研究のセンター・オブ・エクセレンス（COE）を形成する。物性研究所が目指すものはそのようなものであり、研究者が物性科学

的興味に基づいて自由な発想のもとで研究ができ、その中で特に緊急を要し重要と思われる研究分野について、人材的にも研究予算的にも充実をはかり、我が国のみならず世界における先導的で、かつ、国際的にも開かれた研究組織を志向したものである。

現在、我が国は、基礎科学における国際的貢献を拡大することが要請されているが、これは基礎科学における質的に高度な研究成果を生み出して公表すること、研究内容の量的拡大を計ること、研究者の交流と情報の交換と提供の場を拡大することによって達成される。これらのいずれに対しても、国内に中核となる研究組織が存在することが重要であり、その任にあたる研究組織は、総合的な研究機能を有し、かつ、卓越した能力を持つ必要があろう。基礎的物性科学の分野において、これまで、我が国にはそのような研究組織が存在しなかった。物性研究所は、そのような時代の要請に適した研究組織に脱皮することを目標としている。

もとより、日々急速に進展する物性科学の世界において、一つの研究所のみによって物性科学の多岐にわたる分野を質と量の両面から先導することを考えるのは、非現実的であろう。研究成果は全国の大学や研究機関によって生み出されるものであるが、水準の高い学術研究を積極的に推進していくためには、先導的役割を担った研究機関を中心に関連研究組織の密接なネットワークを形成することが必要である。先導的研究機関は、不可避的に、独自の特徴をもつことにならうが、基本的には、それらには研究内容の総合性が要求されることになるであろう。これらのこととは、既に、物性研究者の間で、いわゆる「国分寺構想」の名のもとに論じられてきたものである。物性研究所が将来計画として目指すものは、我が国にまだ存在していない先導的機能を有する研究所を作り、そのような研究動向への先駆けとなることである。

以上のような理念のもとに、物性研究所は、将来計画として、現在の大部門制を廃止し、組織を拡大して、いくつかの「研究センター」から成る研究センター群に改組することを提案する。各研究センターは、物性科学における将来の基礎的研究の重要なテーマを多角的に研究する複数の研究室より構成され、お互いにほぼ独立に研究を遂行する。一方、研究所全体としての総合性を高めるために、研究所の中枢組織が各研究センターを統括する。また、研究テーマの硬直化を避ける目的で、各研究センターにおける研究プロジェクトは、当該研究センターの存立の目的も含めて、適当な年限をもって評価・見直しを行うものとする。出発時に設立を考える研究センターの中心研究テーマは、新物質科学、量子物性、表面界面物性、境界領域、S O R 分光、量子分光、多重極限物性、中性子散乱、中間子物性、物性理論の 10 テーマであり、それに対応して 10 研究センターを設置する。各研究センターには、研究遂行上必要とされる先端的実験設備を設置する。その管理・運営のために、必要な場合には、研究センターの中に研究施設を附置する。

新しい物性研究所に設置される実験設備は、全国共同利用研究に提供される。共同利用研究の形態は、従来のものを研究所の先導的役割に整合するように改める。

物性研究所は、1990年に、物性研究の将来を概観し、研究所の将来像を描いた「物性研究所将来

計画の概要」を世に顯し、内外の意見を求めた。ここに提案する研究センター群構想はその結果をふまえたものである。しかし、ここに提案する研究センター群構想も、また、その実現のためには、いくつかの乗り越えなければならない障壁があり得るし、今後の議論によって明らかにされるであろう未知の問題も含んでいるものと思われる。この中間報告にたいする御批判、御注意を参照し、最終的な姿を確定する予定である。

なお、この構想は、現在東京大学で進められているキャンパス整備計画の一環として、将来取得が可能になった場合の「柏新キャンパス」に物性研究所が全面的に移転することを想定して、立案されている。したがって、柏移転を計画している東京大学内の関連部局の諸計画及び全国の諸機関における物性研究の将来計画との整合性について十分な配慮を払いながら成案をまとめる必要がある。特に、物性研究における国分寺構想との具体的関連や、大型ハドロン計画との関連については、これを機会に、我が国における物性研究の長期将来計画として十分議論される必要があるものと考えられる。

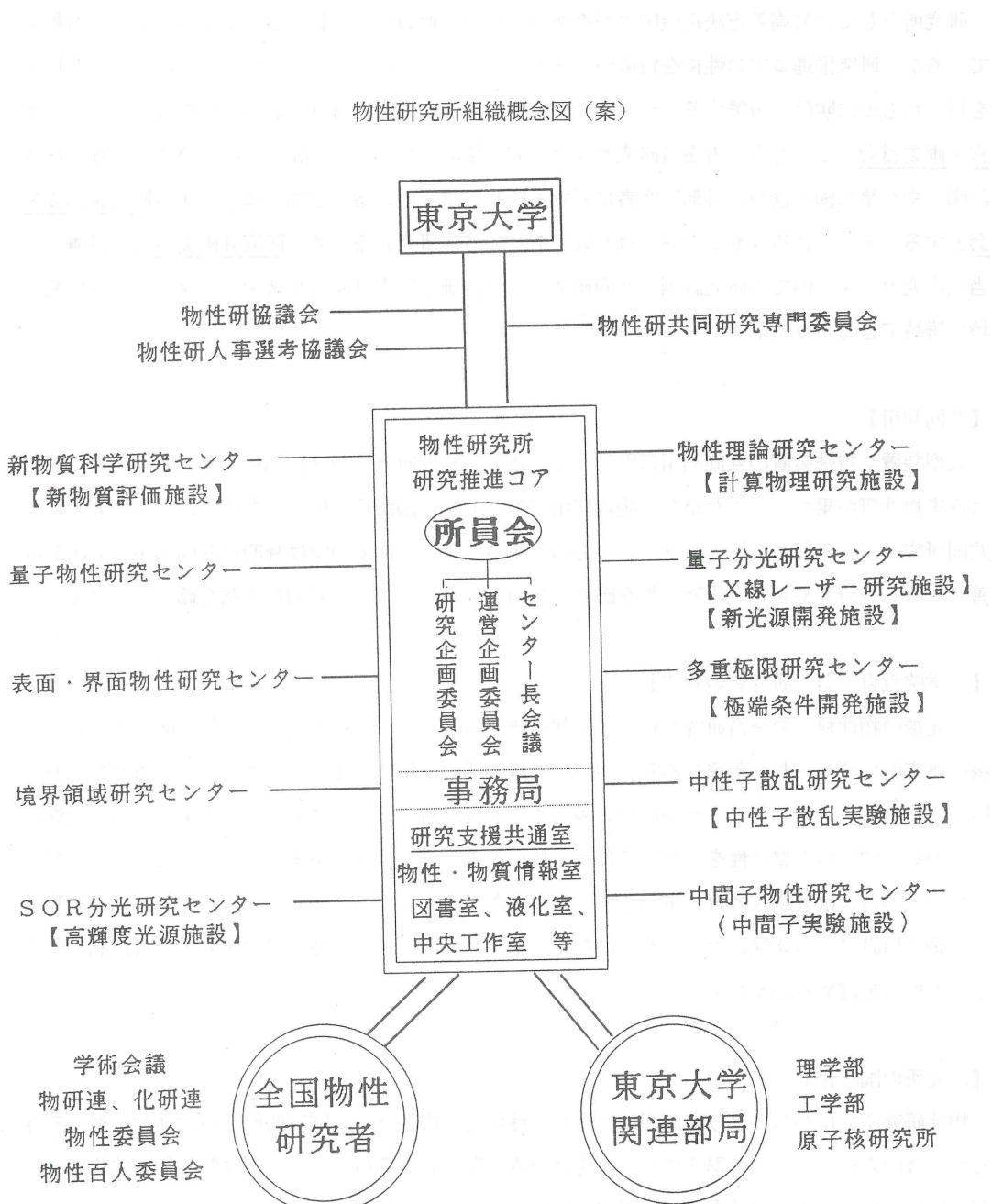
II. 「研究センター群」構想による新しい組織と運営

【研究所の組織】

21世紀の我が国における物性科学のCOE的役割を担う目的で、物性研における現在の大部門制を廃止して、重要分野を精選しそれらを高度に凝縮した、当面上記10の研究センター(Research Center)によって構成される新しい研究組織に改組する。各研究センター内には、それぞれの研究プロジェクトの発展に対応した、先端技術を駆使する実験施設(Facilities)を設置する。また、ここでいう研究センターや施設は、多くの場合時限を持った計画とし、当該研究センターや施設の存立の目的も含めて、ほぼ10年の時限をもって見直すものとする。このことにより、物性研としての研究体制の流動性や自己変革機能を備えるとともに、それにともなう人事交流の促進を計るものとする。

本改組に当たっては、物性研将来計画概要(平成2年5月)に示した「物性基礎科学に関する最先端の総合研究を行う国際的研究所」と言う将来計画の基本三理念を踏襲するものとする。特に物性科学における研究の総合性については、我が国におけるCOEとして特別な配慮が必要であり、研究センター化によりともすれば細分化され、かつ独立化されると懸念される各研究分野間の横のつながりを、強力な“研究推進コア”を研究所(Institute)の中心に位置付けることによりソフトウェアの面より支援していくものとする(次ページ「物性研究所組織概念図」参照)。

【組織構造図】



注：中間子実験施設は理学部に付属しているものである。

【研究所の運営】

研究所としての最高意志決定機関は当然所員（教授、助教授）全員によって構成される「所員会」であるが、研究推進コアの性格を特徴づけるものとして、現在の企画委員会を二つの異なった機能を持ったものに明確に分離する。つまり、一方を研究所の運営と言ういわば実務的な企画を行う運営企画委員会とし、もう一方を各研究センター間の横のつながりを強化し、かつ研究所全体の研究計画、また諸外国を含めた外部研究者に対する新しい研究の提案等を強力に推進する研究企画委員会とする。また、各研究センターには必要に応じて外部研究者を含めた研究計画委員会を設置し、当該研究センター内での研究計画、共同研究、自己評価や将来計画等を議論し、常に新鮮な研究環境が維持できるように配慮する。

【共同利用】

大型装置や特殊装置の共同利用は別として、新しい物性研究所の共同利用に関しては、基本的には従来物性研が果たしてきた単なる施設利用に対して、外国からの提案も含めた高度な研究を行う共同研究の占める比重を増大させていくものとする。特に、従来の受け身的な共同利用の立場を改善し、新しい研究や新しい研究分野を国内外に対して提案できる能動的な体制を確立していく。

【大学院教育と若手研究者の養成】

最先端の物性科学の総合研究を行う共同利用研究所としての特色を活かした若手研究者の養成は、物性研究所に課せられた義務であると同時に、研究活動に新鮮な活力を与えるという重要な側面を持っている。ポスト・ドクトル制度の導入や大学院教育はそのための具体的方策である。物性研究所の基本的性格と整合性を持たせるには、特に前者の充実が強く望まれるところであり、それが実現した場合には大学院教育の重点を博士課程に置くことも妥当であろうと思われる。独立専攻や独立研究科設立の可能性についても、柏新キャンパスで実現される他部局の研究・教育体制に配慮しつつ検討を進める必要があろう。

【研究所の国際化】

物性研究所ではかねてより我が国における物性研究の中心として国際的研究協力活動に努めてきたが、今回の研究センター群化に伴い、更に世界に開かれたCOEとして国際的活動を強化する。具体的には以下のようない活動を物性研究所独自のものとして制度化する。

(1) ISSP国際シンポジウムの開催

1989年より、約1年ないし1年半に1回の周期で物性研究所の研究活動に関連の深い分野において国際シンポジウムを主催し、世界の第1線の研究者の講演や討論を通して、当該分野の研究の発展と若手研究者の啓蒙に寄与してきたが、今後も所外の物性研究者や学内の関連研究者との協力の

もとにこのシンポジウムを発展させていく。特に従来は財政的基盤が得られないまま、その都度諸財団の援助や民間から寄附に頼って開催してきたが、シンポジウムの一層の充実をはかるために経常的な予算を要求する。またシンポジウムの会議録は毎回、ISSP International Symposium のプロシーディングとして刊行する。

(2) 外国人ポストドクトラルフェロー制度の新設

COEとしての特徴ある諸研究設備を国際的にも開放するために、海外からの若手研究者をポスト・ドクトラル・フェローとして招へいし、研究の場を提供する。現在の海外の若手研究者の日本における研究の希望の増加に鑑みて、このような制度の充実は、基礎科学における我が国の国際的貢献の上からも、また前項で述べた若手研究者の問題とも関連して物性研究所の研究活動の上からも極めて有意義であると考えられる。ポストドクトラル制度は既に日本学術振興会が実施しているが、この制度では常に10数名程度の研究者の物性研究所における滞在を可能にし、申請、選考に際しての柔軟性を増大するため、物性研究所固有の定員枠を設ける。

(3) 外国人客員教授／助教授招へい制度の新設

国際共同研究活動を強化するため、毎年数名の外国人教授を半年ないし1年間招へいし、物性研究所の所員との間の共同研究を積極的に推進する。これについてもすでに文部省や、日本学術振興会に制度があるが、この枠を広げ更に物性研究所における共同研究を充実するため、物性研究所固有の定員として毎年3名程度のポストを設ける。

III. 人員、予算、キャンパス計画

【人員】

移転と同時に必要な研究職員（教授、助教授、助手、技官）

230名（約5.9%増） [教授27名、助教授34名--約2.0%増]

事務職員 53名（約5.0%増）

移転後の最終計画研究職員（教授、助教授、助手、技官）

280名（約9.3%増） [教授35名、助教授41名--約3.9%増]

なお、研究センター及び施設にはしかるべき客員講座、流動講座、寄附講座等の制度を取り入れて人員不足を補うと同時に研究者の流動性を計るものとする。

【予算】

移転と同時に必要な経費 約330億円

移転後の計画経費 約130億円

ただし、上記経費には建屋並びに既設装置の移転及び移転後の設置、調整に必要な費用は含

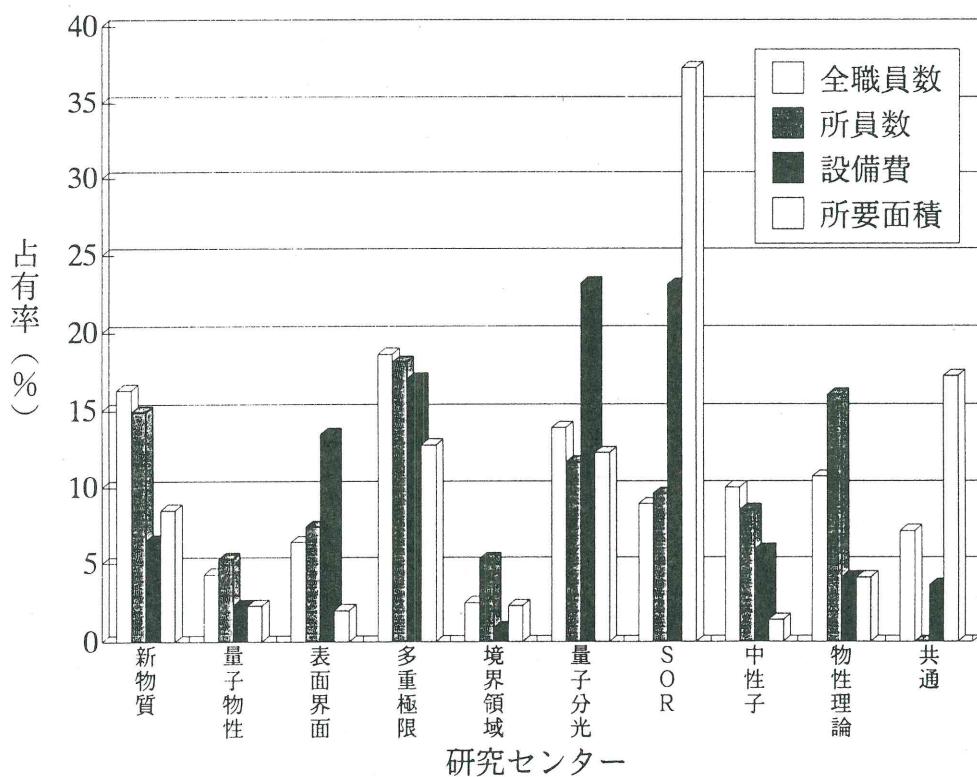
まれていない。

【所要面積】

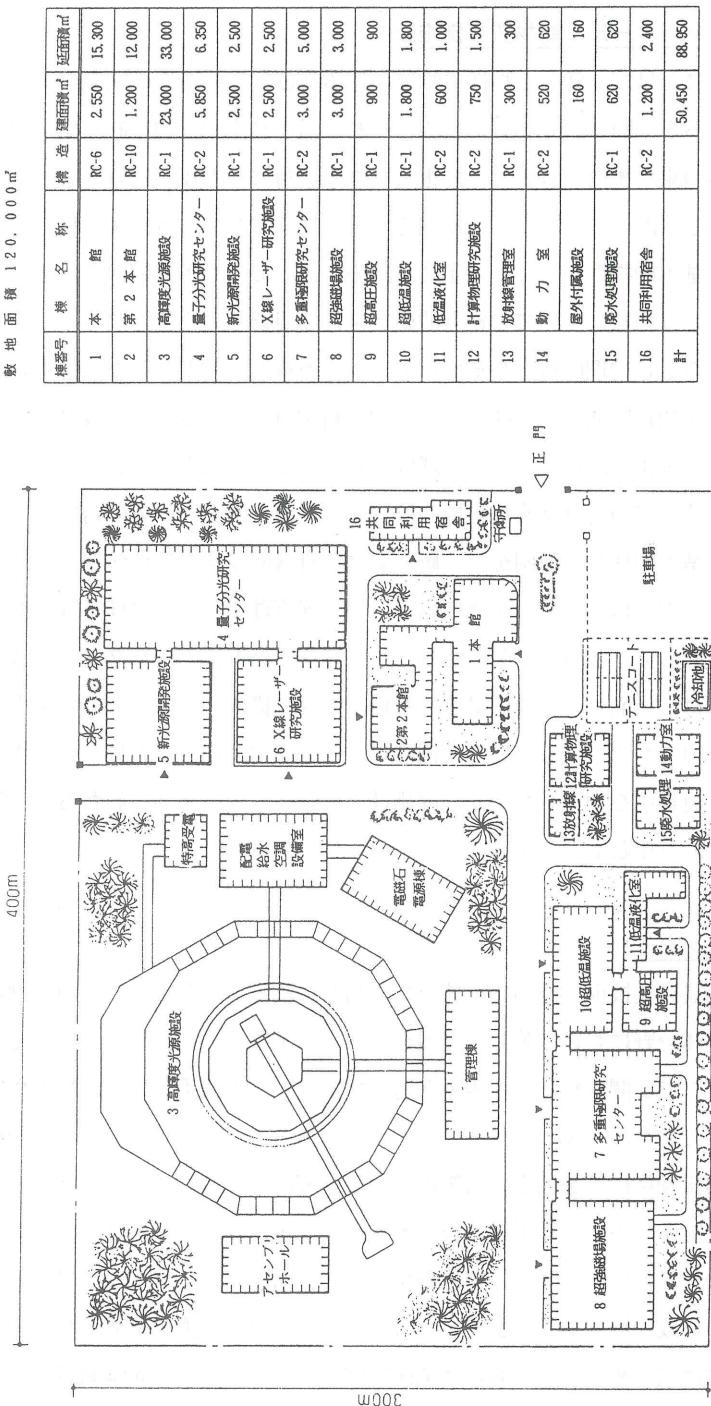
約 12 ヘクタール

ただし、この他に学内共通の職員宿舎、外国人宿舎、講堂（国際会議場を含む）、食堂、売店等が必要となる。

各研究センターにおける人員、設備費、面積の全体に対する占有率



物性研究所キャンパスプラン



IV. 「研究センター」の概要

1. 新物質科学研究センター及び新物質評価施設

今世紀から来世紀にかけて、新しい物性や物質の探索及びその機能性の開発がますます重要な社会的要請となってくると判断され、物質の合成とそれの示す基本的な物理的・化学的性質の解明を目的とする物質科学の果たす役割はますます重大である。特に、近年、物質がますます多様化し、複雑になってきている状況において、その役割を十分に果たすためには、より精密で高度な物性の把握、物質の合成と基本的物性についての迅速な評価、そしてそれ等の間のフィードバックによる高品質試料の合成という物質についての総合的研究を行う組織が強く望まれる。そこで、物質の示す諸特性に着目し、新しい物理的概念やそれにもとづく新機能の探索を強力に推進していく目的で、現在の凝縮系部門と新物質開発部門を統合し「新物質科学研究センター」を設立する。この研究センターの目的を最も効率よく、かつ、有効に達成するために、組織としては、特定の物性について高度な測定技術を駆使してのより精密な物性の解明を行う研究室と、物質の合成及び確立された手段を使っての物質の基本的性質の解明を行う研究室との有機的な結合形態が望まれるものと考える。

また当研究センター内には、現在の研究技術室、放射線管理室、化学処理室等を整備拡充し「新物質評価施設」を設置して、所内外で開発された新物質を総合的にキャラクタライズできる機能を充実する。本施設には、当面一つの専任講座（所員、助手で構成）を置き、それを中心として所内の物質科学研究を強力にサポートしていくと同時に、全国大学関係研究者にとって物質評価の短期間の施設利用と、客員講座を利用した新しい評価技術等のある程度長期にわたる開発的（新物質合成も含む）研究にも取り組むものとする。

2. 量子物性研究センター

エピタキシャル結晶成長技術・微細加工技術など高度に物質を制御し、人為的な物質を作成する技術は近年特に半導体分野において著しい発展を遂げた。半導体分野に限らず、高度に制御された試料を作成して、そこで展開される物理現象を追及するという実験手法は既に物性物理学のひとつの大きな流れになっており、今後この傾向はますます強まることが予想される。量子物性研究センターでは、最新の物質制御技術を幅広い物質群に適用して高度に制御された実験対象を作製し、これらに対して物性研究所の多彩な極限実験技術を適用し、また理論グループとの密接な協力関係のもとに新しい物性物理学の展開を図る。物質創製の側では分子線エピタキシ（MBE）などを用いた高品質薄膜試料の作成、微細加工によるメゾスケール系の作成技術を基盤として半導体系・金属系の人為物質系作成に取り組む。物理測定は電磁気測定（輸送現象）と光学測定を2本柱とし、超強磁場・超高压などの極限環境の実験やレーザー・SOR分光などの実験も必要に応じて行う。具体的な研究対象は進展に応じて柔軟に対応することになるが、半導体系をスタンダードな核としつ

つ、例えば超伝導体・半導体接合系や磁性を含む半導体系など未開拓の分野にも挑戦する。挑戦的な分野には例えば寄附講座による任期つきのポストに意欲的な研究者を迎えて推進することも考えられる。

3. 表面・界面物性研究センター

これまでの超高真空技術の進歩と表面分析法の発展の結果、表面研究を困難なものとしてきた表面の露出性が、物性を直接観察・操作できるという意味で利点となり、現在、表面の物性研究が新しい精密科学として発展する基盤が整ってきた。また、表面・界面研究の困難の一つであった実験で得られる情報量の不足を補うために、理論研究も含めた多方面からの共同研究が成果をあげつつある。「表面・界面物性研究センター」では、多様な表面・界面物性研究の中で、「制御された表面・界面の物性」と「表面と粒子・光との相互作用」の2課題に焦点を当てて研究を進める。「制御された表面・界面の物性」では、分子線エピタキシ成長表面物性測定システムなどを用いて、表面・界面形成過程をミクロに解明すること及びそれらの知見をもとに新しい表面・界面物質相を創製し、その電子物性を明らかにすることを目標とする。一方、「表面と粒子・光との相互作用」では、各種粒子線散乱装置や光励起表面物性測定システムなどを用いて、表面あるいは表面吸着物質と、原子、分子、イオン、陽電子、光などと表面との相互作用を調べ、それらの自身の散乱現象、それらが誘起する脱離現象などのダイナミックスの解明及びこれらの現象をもとに表面状態を明らかにすることを目標とする。この課題では、必然的に表面の反応性が問題とされ、気相あるいは液相と固相との界面での相互作用なども研究対象とする。これらの研究は、基礎物性物理学として興味深いばかりでなく、半導体工業や触媒工業など応用の発展のためにも重要な指針を与える。

4. 多重極限研究センター及び極端条件開発施設

温度、圧力、磁場は物質の本性を理解するうえで最も重要な基本的パラメーターであり、これらに極端条件を賦することにより種々の相転移が発見されてきたことは歴史の示す所である。物性研究所の得意とする超強磁場、超低温、超高压の極限技術を生かし、これらの多重極限下の物性研究を強力に推進することは物性科学の多くの分野で斬新な研究を可能にし、我が国の共同研究センターとして大きな役割を果たすものと考えられる。本研究センターでは、まず第1期として、①長いパルス強磁場(60-70T)及びプラスチック製の強力希釈冷凍機の開発、②超伝導磁石(15-20T)と希釈冷凍機、ヘリウム3冷凍機と各種超高压装置の組合せの実現を行う。次に第2期としてパルス超強磁場と各種超高压と超低温装置の組み合わせる技術開発を行う。これらを用いて多重極限下の物性研究、特に極限状態の組合せにより生じる各種の相転移や著しい現象の研究を行う。

極端条件開発施設は、多重極限条件を更に前進させると同時に、それぞれの領域に固有の物性研究を発展させるために、最前線の極限技術の開発を担うこと目的とする。新技術や人事の交流を

計るために、関連施設を研究センターの回りに配置し、有機的な運営形態をとるものとする。また中性子回折やSORと組み合せた研究及び新物質科学研究センター等との共同研究などは、総合的物性研究所としての特徴を更に増すことになると思われる。

主な設備としては、超強磁場用にθピンチ装置、zピンチ装置、一巻きコイル法装置など、超低温用に、超低温・強磁場装置、回転ヘリウム研究装置、多段式核断熱消磁装置、超高圧用に、超高圧物質合成解析装置、高静水圧精密超高圧実験装置、極限的超高圧発生装置などを設置する。

5. 境界領域研究センター

物性物理は広く物質科学の基礎の分野に関わるものとして位置づけられてきた。物質科学の絶えざる拡大と物性物理のカバーする領域の拡大とが相まって、物性物理はその隣接する分野との関係をますます緊密にしつつある。物性物理の将来をその隣接分野から眺めることは、物性物理に新たな研究のモーティベーションを誘起すると共に、物質科学の包括的発展の道を拓くものと期待される。物性物理の総合研究を目指す物性研究所にとっては、隣接分野との境界領域における研究を育てていくことは一つの重要な使命であると考えられる。物性物理の隣接分野としては、半導体工学、金属工学、鉱物学、地球科学、宇宙科学、化学、生物学、など多くの分野が考えられる。物理学の他の分野として、流体、原子核、素粒子、なども物性物理との間で互いに影響を及ぼし合ってきた。これら多くの隣接分野との交流によって多彩な研究対象が生まれつつある。ただし、それらのうちで既に物性物理にしっかりと根をおろしているものは他の研究センターで取り上げていくいくものとし、本研究センターでの研究対象は、現時点での研究活動の重心がむしろ隣接分野にあるもの、あるいは研究目的が隣接分野の課題と密接に関連するものである。具体的には、①物質科学としての地球科学及び宇宙科学、②物質の微視的理解という目的を共有する化学とのより緊密な関係を保つ研究分野、③有機化合物→高分子→生体へと繋がる、所謂「ソフトマテリアル」の研究。④非晶質半導体、非晶質金属、セラミックスなどの先端実用材料の基礎物性の研究のようなものが考えられるであろう。なお、このような新しい分野を物性研に植え付ける方策として、流動部門制度を積極的に利用することを考える。

6. SOR分光研究センター及び高輝度光源施設

真空紫外線から軟X線にかけての波長領域における分光研究及び光物性研究の画期的発展をはかり、将来の進歩を見通した新しい実験技術の開発を行う。研究計画で目指すものは、①固体内電子状態の完全解析による磁性物理学、表面物理学、表面化学、半導体物理学及び光物性学における新しい研究分野の開拓、②物質の相転移に伴う電子状態の変化の解明、③固体表面及び界面の状態の解析、④孤立した原子・分子の電子状態の解析と、光解離・光合成の基礎研究である。このため、軟X線から遠赤外線にわたる広い波長領域の放射光を発生させる高輝度光源と高輝度放射光に適し

た分光測定系、新しい光物性研究のための特別実験設備を設置する。新光源は、挿入光源を主体としたエネルギー1.5 GeVの低エミッタンス電子ストーリジリングである。偏向電磁石からの放射光と各種挿入光源からの高輝度放射光を利用することによって、スピン解析を含む光電子分光の実験、高分解能で精密な分光計測、真空紫外軟X線領域での蛍光測定、精密摂動分光、極端条件下での分光研究（レーザーとの二重照射による高密度励起分光、超強磁場・超高圧・超低温などの条件下での真空紫外及び遠赤外分光）を行う。また固体表面研究のための精密分光実験設備を作る。更に、気相試料の実験も可能な設備を設ける。本研究所は、放射光専用として電子ストーリジリングを有し、これまでに軟X線・真空紫外線領域における物性研究の発展に多大な貢献をしてきた。しかし、完成から15年余りを経過し、多くの実験装置が旧式となり、最先端の研究に遅れをとりつつある。また、欧米各国における研究の進歩は極めて急速である。本計画はこの行き詰った状況を打破し、我が国における最先端の物性研究を可能にするだけでなく、科学技術の分野における国際協力の一つの拠点となることを目指すものである。

7. 量子分光研究センター及びX線レーザー研究施設、新光源開発施設

本研究センターの将来計画としては、これまでレーザーグループの行ってきた研究の延長上のもとの、さらにその先の将来のものとが考えられる。前者としては次の3分野のものがある。①これまで積み上げたウォーター・ウインドー波長域(4.4-2.3nm)のレーザーの基礎研究、すなわち多価イオンの反転分布や分光計測法の研究を発展させ、数テラワット規模のレーザーによる効率的な軟X線レーザーを実現する。②超高出力短パルスレーザーを用いて、超高電場と物質との相互作用の研究及び可視から軟X線にわたるコヒーレントパルス光の発生による新しい固体分光の研究を行う。この領域で初めての非線型光学、コヒーレント分光学も期待できる。③新しい分光学的手法を用いた物性研究を行う。レーザーのコヒーレンス性にもとづいた分光学のほかに、レーザーによって制御された光の量子性、統計性を利用した分光学も発展する可能性がある。そこで、新しい分光・計測原理の開発を目的とする、コヒーレント量子分光計測研究及び固体物性、特に人工物質、複合超格子におけるダイナミックスの研究を目的とする固体レーザー分光研究を行う。

これらの研究から発展した更に長期の将来計画の一つとして、X線レーザー開発施設を新設する。施設固有のスタッフのもとに、実用レベルのX線レーザーの建設、整備、運転管理を行い、コヒーレントX線と物質の相互作用の新しい研究を行う。共同研究を主体にした共同利用を目的とした施設である。更に次の世代の将来計画として、新光源研究施設の建設を予定する。

8. 中性子散乱研究センター及び中性子散乱実験施設

中性子散乱は物性物理学の中では所謂ビッグサイエンスに属しており、従来物性研究所の中性子回折物性部門の担ってきた役割には2つの側面があった。一つは、物性物理学の研究面で中性子散

乱実験技術の有効性を十分に發揮し、我が国における中性子散乱を用いた物性研究のセンターとして機能することであり、他の一つは定常中性子源（研究用原子炉）に大学が建設した中性子散乱実験設備の有効利用をはかるため全国共同利用を推進することであった。本将来計画では、従来果たしてきた、これら2つの機能を中性子散乱研究センターと中性子散乱実験施設とに分離する。

中性子散乱研究センターでは、中性子散乱を用いた高度な物性研究のセンターとして機能することを目標とし、また海外との協力事業を強力に推進する。1993年からは5か年にわたる次期日米協力事業では米国における次世代原子炉計画（いわゆるANS計画）を考慮して、日米両国の中性子散乱研究者による次世代中性子散乱分光器の開発に携わる。この開発計画を通じて1998年以降は日米協力事業をANS計画を中心とする国際協力事業に発展させる。

改造3号炉における中性子散乱実験設備の完成により、中性子散乱の応用は物性物理学ばかりでなく化学・高分子・生物学・材料科学等へと飛躍的に拡大していく様相を見せている。中性子散乱実験施設では、日本原子力研究所の研究用原子炉（改造3号炉）に設置した大規模な中性子散乱実験設備群を集中的に維持・管理し、施設職員の現地常駐体制のもとに国内・国際共同利用を強力に推進する。また、更に長期的計画としては、東京大学原子核研究所の将来計画に関連する大ハドロン計画に含まれるパルス中性子の将来計画を推進する立場からパルス中性子散乱実験設備を建設しパルス中性子散乱実験を行うと共にその共同利用を推進する。

9. 中間子物性研究センター

ミュー中間子は大きなスピン偏極を伴った微視的な磁気的プローブとして物性科学の広い領域において強力な研究手段となっている。現在我が国におけるこの分野の研究体制は、東大理学部附属の「中間子科学研究センター」が中心となり、実験施設の整備、共同研究の推進を行っている。しかしながら、今後ますます重要となり、かつ物性科学の分野での応用が全国的に広まっていくであろうことを考えると、同センターを全国共同利用研としての物性研内の組織として位置づけて、周辺の研究センターと学問的な意味での協調を保ちながら、名実ともに全国に開かれた研究組織にするのが将来の発展にとって良いと考える。ただし、中間子科学の長期将来計画は、パルス中性子の計画と同様、大型ハドロン計画の中で構想されており、今後同計画や、更には理学部との関連について議論を深めて行く必要がある。

10. 物性理論研究センター及び計算物理研究施設

物性研究の特徴は、理論と実験が密接に連携して進む高度の実証性にある。したがって、物性研究のCOEとしての物性研究所において物性理論研究が果たすべき役割は極めて大きい。理論研究の形態としては、実験と直接不斷に接触をもち、実験で見いだされた現象を普遍性のある概念で説明することの他に、この概念をより微視的かつ原理的に掘り下げ、物性の理解を深めることが不可

欠である。この二つの理論形態は次第に分業化する傾向にあり、互いに適切なバランスをもって連携することが、理論研究の健全な発展のために必要である。また、物性理論の研究体制には、研究の芽を見いだし、新しい分野に機動的に対応してゆく柔軟性が求められる。これらの要求に応えるためには、所内の研究分野のバランスに配慮するとともに、所外との共同研究を強化することが必要である。更に、従来は数値解析の単なる手段であった計算機が急速に発展を遂げたことにより、「計算物理」と呼ばれる新しい研究分野が出現し、従来の理論研究と相補的な役割を果たすまでに成長しつつある。強く相互作用する量子多体系をはじめ、複雑で多様な現象を示す系の研究において、計算物理からのアプローチは、重要かつ不可欠の役割を担うと期待されている。

計算物理研究施設は、計算手法の開発と物理現象の理解の二つの視点から計算物理の研究を強力に推進し、物性研究専用の大型計算機を共同利用に供するためのものである。特に、「物性研究における計算物理」の重要性を考えると同時に、我が国における物性研究分野の今後の大きな発展を目指し、全国共同利用の大型計算機システムとしてスーパーコンピュータの設置を計画している。大型計算を支援することを第一目標にしており、スーパーコンピュータとして最高水準の機能を持たせたい。計算機使用時間の重点的配分、萌芽的研究の支援などを可能にするような運営を行いたい。本計画は以下のように2段階からなっている。①現在の六本木キャンパスにおいて、建物の増強を一切伴わないという制約のもとで、スーパーコンピュータ1台を導入しようとする計画であり、既に概算要求を行っている。②新キャンパスにおいて実現する計画で、専用の建物を建設し、スーパーコンピュータを2台設置する。移転に際しては速やかに実現されることが強く望まれる。なお、この段階では超並列計算機が主流になっている可能性がある。

11. 研究支援共通室

1) 物性・物質情報室

物質科学の一層の進展のためには、従来からの基礎的実験・理論研究に加えて、基本的な物性及び物質の示す諸特性についての完備したデータベースの確立が必須の条件となりつつある。従来、我が国におけるこの種のデータベースの整備は極端に遅れており、今後ますます多様化するであろう物性や、ますます多岐に亘って重要となるであろう物質群について、基本的な部分に対するデータベースの構築と全国物性研究者へのサービスについては、物性研がその責務を果たすべきだと考える。本情報室は、独立した組織にするのか、例えば図書室の一部として運営するのかは今後の議論に待つとしても、研究者レベルのスタッフと複数の専任事務職員が不可欠である。

2) その他

上記以外に、新キャンパスにおいて新しい物性研の研究や安全管理を支えていく、図書室、工作室（金工、ガラス工）、放射線管理室、低温液化室等の強化・充実が必要となる。特に工作室では、新しい先端的研究に対応できるように工作機器の抜本的な近代化と優秀な技術者の確保が

必要となっている。また、低温液化室関係では、現在の液化機が既に耐用年数を過ぎており新キャンパスでの他の計画とも関係し早急に更新する必要がある。

物性研の移転と将来

阪大・理 伊達宗行

1. はじめに

物性研が創設以来の六本木を離れ、新天地で21世紀を迎えることが明確となった昨年末より、同所の将来計画委員会に外部委員として出席する機会を持った。この時の印象を含め、若干の感想を述べる。

2. 1/10の関心度

昭和30年代の物性研創設を巡る物性グループの会合には常に約1000人の人を集めたのに対し、現在これに類する会合を企画しても 100人が集まればよい方である。色々の意味でこれが標記問題についての社会の反応のようである。勿論、35年前と世相も違うし、研究条件も違い、物性研創設に対する過大な期待もあって当時のブームを呼んだことは確かであるが、やはり今日のさめた目があるのはそれなりの理由がある。かりに物性研からノーベル賞が出ていればその評価は違っているであろうし、高温超伝導物質、今まで行かなくても物性研が作ったあの物質、という分かり易い例があればこれもまた評価がかわる。あるいは、STMのような世界に普及する装置を開発でもすれば、といった角度もある。物性研創設当時、あそこに行かねばどうにもならぬ、という装置がいくつかあったが、世の中が豊かになるとそれも無くなった。個性のあるものはむしろ物性研以外の所にある、という世の中である。これらが相まって1/10の関心度になっている、というのが正直な所であろう。

3. 共同利用研の器量

かつて筆者は物性研将来計画に何を期待するか、という一文を書いている。物性研だより20巻第5号（1981）にあるので御覧頂ければ幸いである。皮肉なことに今日筆者が言いたいことは10年前とほとんど変わっていないし、そこで提案したことは一つも実現していない。決してお金のかかることを要求しているわけではない。いわば共同利用研のあるべき姿勢の問題であり、器量にかかることがある。例えば物性研はなぜ外部から所長を呼ばないのか、などである。所長、といってもそれは単に象徴的なものでしかないかもしだれぬ。しかしこれを内部力学にのみゆだねているとやがて世間から遠ざかり、共同利用研はやがて大学附置研となってしまう。物性研は今やその色彩が濃くなった。その一つの例が年次報告書に見られる。年次といっても正確には2年分を一冊にしておられるが、これをひもとくと部内研究室の成果しか出ていない。核研所長が物性研協議会の席上で言われたことだが、核研では外部の何某が何を測りに来てどんな成果を出した、というのが主要報告であるのに物性研ではそれが無いのはなぜか、と問われたことがある。自分の所が主で、それと協力した外部の人名があるだけで外部ユーザー固有の成果は見えない。これは共同利用

研として大変不利な事で、自閉的研究所と見られても仕方がない。実は物性研は、表向きは共同利用研、自意識において附置研、であり続けたのである。

4. 物性研の選択肢

以上のような情況の中で物性研がどの方向へ行くのがよいか、と考えるのが現実の判断である。つまり書いてもムダな事、言っても無理な事は出さぬ。その意味で見ると新計画における物性研究所組織概念図はよくできている。研究センター、というのはよく分からぬが、独自の事務組織を持たないようなのでこれは最近の大学院重点化構想における大講座と読みかえておく。そうするとこの構図は現在の物性研からの発展として充分に理解される。

ただ、このような構図からの印象としては新しい物質、高品質の材料、単結晶の出現を物性研には今後とも期待できないであろう。物を創る、ということは物性研のように知能指数の高い集団では困難であって、内部に鈍才ながらひたむきな根気のある技術集団を持たないと出来ない。そしてそれを指導するヒラメキのあるボスが要る。物性研の近年、とくに高温超伝導発見後の新物質開発構想が今日までの所うまくいっていないのは担当者が悪いのではなく、場が悪いのである。物性研がそれをよく心得ておられるのは新物質科学研究センター構想に見られる。ここでは物を創るよりも評価に力点がある。だれかが物を作るとして、ともかく評価を最高にしよう、というのだから物性研の体質に適合しており、賛成である。

物性研が大学院学生を取るべきかどうかについては、はっきりとお持ちになる方がよからうと申しあげておく。ともかく物性研は通常の附置研型へ、と歴史的に流れている。筆者が前記物性研だけで希望した方向にはいっていない。核研やKEKでは、自分の所ではこれをやるから、そこでできぬものはあそこでやる、ここでやる、と仕分け、手配をする組織が常設されている。物性研でこのような場が設定されたことは一度もない。これでは普通の附置研と変わらない。とすれば他の附置研との対抗上も大学院学生を取る方向が自然であろう。

物性グループではかねてから物性研究における国分寺構想なるものを持っている。この線で言えば筆者が想起する物性研の将来は要するに“柏国分寺”である。全国屈指の国分寺としてその偉容を誇れるものとなろう。

しかしである。この物性研は“総国分寺”にはなれないであろう。それは眞の意味での共同利用研、あるいは情報センターとしての、あるいは物性中枢としての顔がないからである。このような物性研に共同利用経費を倍増するのは反対である。そんなお金があれば全国にわけてほしい。本質的に開かれた新物性研への期待は遠く、これまでの惰性で動くであろうから、である。

その意味で最後に、KEK型の文部省直轄研になり、総国分寺へと脱皮することも夢の選択肢として残したい。この場合には少なくとも現在よりは開かれた研究所となるであろうし、東大内の力学にふりまわされることもなくなり、内外の立場がスッキリする。あえて夢、とすることで閣筆する。

物性研短期研究会

「短周期半導体超格子の物性」報告

世話人 上 村 洋 (代表)

浜 口 智 尋

安 藤 恒 也

三 浦 登

上記の研究会が1992年5月18日(月)と5月19日(火)の2日間物性研究所で開かれた。

最近、周期が数原子層の超短周期半導体超格子の結晶作成技術が進歩し、良質の試料が得られるようになった。これらの物質は異方性をもった新しい人工物質として、基礎物性、および応用上の観点から多大の関心を集めているが、その物性の詳細に関しては多くの未知の問題が残されている。たとえばブリュアン域が複雑に折り返される電子帯構造は非常に複雑であり、多くの異なるモデルが提唱されていたが、吸収帯近傍の低エネルギー帯については最近、超高圧、強磁場、変調スペクトロスコピーなどの実験により、また理論的バンド計算により、ようやく統一的な理解がなされつつある。また結晶の安定性や、混晶との物性の差異、格子振動についても、基礎物性としての諸問題が議論をよんでいる。さらに短周期超格子の一種である歪超格子は、重要な応用の可能性を切り開くものと考えられるが、新物質としての物性には今後の研究に待たれる所が多い。

そのような状況にあって、今回物性研短期研究会で、多方面から集中的な議論を行って情報を交換することができ、この問題の理解を深める上できわめて有意義であった。

なお低次元半導体に関する日英共同研究プロジェクトのために、物性研に滞在中の、Oxford大学のR.J.Nicholas氏も参加して共同研究の成果について講演を行い、国際的な情報交換、討論のためにも役立った。

以下にプログラムと各講演の要旨を記載する。

プロ グ ラ ム

期 日 : 1992年5月18日(月) - 19日(火)

場 所 : 東京大学物性研究所 Q棟講義室

5月18日（月）

- 10:00-10:30 短周期 $(\text{GaAs})_n(\text{AlAs})_n$ のバンド構造と問題点
東京理科大 上村 洋
- 10:30-10:50 $\text{AlGaAs}/\text{AlAs}$ 変調ドープ多重量子井戸中Xバンド電子の解析
NTT・基礎研 山田 省二
- 10:50-11:10 短周期超格子 GaAs/AlAs の Γ -X混成
北大・応電研 南 不二雄
- 11:10-11:30 超強磁場における $\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 短周期超格子の磁気光学
東大・物性研 佐々木 智, 三浦 登
- 11:30-11:50 GaAs/AlAs 超格子における Γ -X混合-界面行列
東大・物性研 安藤 恒也
- 11:50-13:30 昼 食
- 13:30-14:00 Magneto-optical Studies of Short-period Semimagnetic Superlattices University of Oxford[1], University of Tokyo[2], Hull University[3], R.J. Nicholas[1, 2], M. J. Lawless[1], S. Sasaki[2], N. Miura[2], D. E. Ashenford[3] and B. Lunn[3],
- 14:00-14:20 GaAs/AlAs 短周期超格子のフォトレフレクタンススペクトルと電子状態
阪大・工 浜口 智尋, 松岡 俊匡, 藤本 英俊
関西学院大 渡辺 泰堂, 加藤 弘
- 14:20-14:40 InAs/GaAs 単原子層超格子の原子配列と光学的, 電気的性質
北大・量子界面エレクトロニクス研究センター 福井 孝志
- 14:40-15:00 ガスソースMBE成長 GaP/AlP 短周期超格子
阪大・産研 朝日 一, 浅見久美子, ラビ・カント・ソンニ, 渡辺 哲也,
江村 修一, 権田 俊一
- 15:00-15:20 Coffee Break
- 15:20-15:40 超格子における界面急峻性
東大・先端研 白木 靖寛
- 15:40-16:00 歪超格子の歪とオフセットについて
千葉大・理 中山 隆史
- 16:00-16:20 GaAs/AlAs 短周期超格子におけるタイプ-II発光のフォノン・サイド
大阪市立大・工 中山 正昭, 田中 功, 西村 仁

- 16:20-16:40 強結合近似によるGaAs/A1As超格子の一様電界下での電子状態
阪大・工 森藤 正人, 西川 祐司, 浜口 智尋
富士通 藤井 俊夫
- 16:40-17:00 界面制御したInAs/A1Sb(GaSb)のラマン散乱
大阪工大 井上 正崇, 矢野 满明, 古瀬 伯志, 岩井 嘉男
- 17:00-17:20 (A1As)_m(GaAs)_n超格子における圧力下のPL
関西学院大・理 渡辺 泰堂, 龜山 忠幸, 加藤 弘
- 17:20-17:30 半導体超格子の光スペクトルと共に鳴トンネルに及ぼす圧力効果
岡山理科大・基礎研 財部 健一
- 18:00- 懇親会

5月19日(火)

- 9:30-9:50 Si/Ge超格子における光遷移の制御
東大・物性研 寺倉 清之
- 9:50-10:10 超微細構造Siからの発光の可能性
NTT・LSI研 大野 隆央
- 10:10-10:30 GeSi超格子の構造と電子状態
電総研 大柳 宏之
- 10:30-10:50 Coffee Break
- 10:50-11:10 2次元周期ポテンシャル下の高移動度2次元電子ガスの磁気輸送現象
日本電気・基礎研 中村 和男
- 11:10-11:30 新しいタイプの超格子(異結晶型超格子)の電子状態
千葉大・理 村山美左緒, 中山 隆史
- 11:30-11:50 A1As/GaAs超格子中のAlの二次元振動モード
日本電気 小野 春彦
- 11:50-12:10 半磁性半導体超格子およびII-VI族混晶超格子の光物性
東北大・科学計測研 岡 泰夫, 相馬 出, 高橋 昌明, 堤 威晴

短周期 $(\text{GaAs})_n(\text{AlAs})_n$ 超格子のバンド構造と問題点

東京理科大 上村 洸

中山・上村 [1, 2] は、1985年に $n=1 \sim 10$ の超短周期系について、self-consistentなバンド計算（密度汎関数法）を初めて行い、長周期系の電子状態を記述する Kronig-Penney モデルが $n \leq 6$ では成り立たないことを、最低の伝導帯では AlAs のキャラクターが強いことを示した。その後結晶成長技術が進歩して、非常に良い試料が作られるようになり、また理論計算も最近では 20 を越えるグループから種々の近似による報告があって、実験と理論の詳細な比較が出来るようになった。その結果理論、実験の問題点が明らかになってきた。最も顕著な問題点は、伝導帯のキャラクターが AlAs から GaAs に変わる n の値が実験では 14 付近であるのに対し、理論では 10 以下であることがある。本講演では、これらの理論グループによるバンド及び光学スペクトルの計算結果を概観し、最近の吸収及び放出スペクトルの実験結果と比較することによって、現時点でどこまで電子状態が理解できたか、またどの様な点が問題点であるかについて述べた。その要旨を以下に記す。

[1] バンド構造と光吸収・放出スペクトルについて

- (1) 局所密度近似の計算では、 $n \geq 2$ のエネルギー・ギャップは direct で、その大きさはバルク半導体の場合と同様に実験値より小さい。また $n=1, 2$ に対しては、exchange-correlation 汎関数の非局所性を考慮した Zahng ら [3] の準粒子エネルギーの計算があり、ほぼ実験値を再現する。
- (2) 働電子帯の band-offset を 0.5 eV (self-consistent な計算では 0.35 eV) に選ぶことにより、 $2 \leq n \leq 4$ で indirect gap の実験結果を再現できる。
- (3) 伝導帯の AlAs から GaAs キャラクターの移行は、self-consistent な局所密度近似では 6 付近、non-self-consistent なパラメーターを含む理論でも 10 付近で実験値の 14 は説明できない。

[2] 試料の問題点、特に界面の急峻性について

$(\text{GaAs})_n(\text{AlAs})_n$ の安定性については、4 理論グループによって計算がなされ、Christensen [4] は、 $n \leq 7$ では準安定との結論を得ている。もし界面で Al と Ga の site exchange が起こっているとすれば、局所密度近似によるバンド計算でも、上記の実験結果を説明できる可能性がある。この点については、現在芝田・上村（東理大）によって計算が進行中である。

- [1] T. Nakayama and H. Kamimura, J. Phys. Soc. Jpn. 54(1986)4726
- [2] H. Kamimura, The First First Principles View of Superlattices. in "Highlights of Eighties and Future Prospects in Condensed Matter Physics" ed. Leo Esaki (Plenum, New York, 1992), related references therein.
- [3] Zhang, Hybertsen, M. L. Cohen, Louie, & Tomaneck, Phys. Rev. Lett. 63(1989)1498.
- [4] N. E. Christensen, Solid State Commun. 68(1988)959

AlGaAs/AlAs変調ドープ多重量子井戸中のX-band 電子の解析

NTT基礎研究所, LSI研究所^a 山田省二, 前沢宏一, 水谷孝^a

Analysis of X-band Electrons in Modulation-Doped AlGaAs/AlAs Multiple Quantum Wells

NTT Laboratories, Syozi YAMADA, Koichi MAEZAWA and Takashi MIZUTANI

最近我々は^{1,2)}, Al_{0.45}Ga_{0.55}As/AlAs変調ドープ構造においてX-band 2次元電子ガスの形成を確認すると共にSdH振動の温度依存性からその有効質量を(0.55±0.05)m₀と決定した。試料はAl_{0.45}Ga_{0.55}As(25nm)/AlAs(7.5nm)11層の多重量子井戸構造で、各AlGaAs層内の中心幅20nmが高濃度ドーピング層になっている。磁気抵抗の測定は交流法で行ない、温度は10K以下、印加磁場は最大10Tとした。SdH振動(Fig. 1a)のフーリエ変換(Fig. 1b)から決まるシート電子濃度とHall測定との比較からAlAs 1層当たりの電子濃度は約2.4×10¹²/cm²であり、これが1/2ずつ向かい合う形でAlAs井戸の両側界面付近に局在していることが推定できた(Fig. 1b挿入図)。

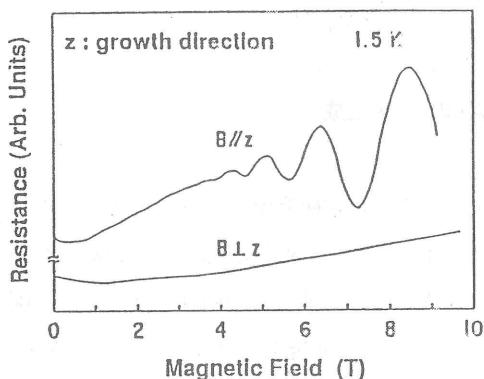


FIG. 1a Magnetoresistance of the superlattice under the magnetic field parallel and perpendicular to the growth direction

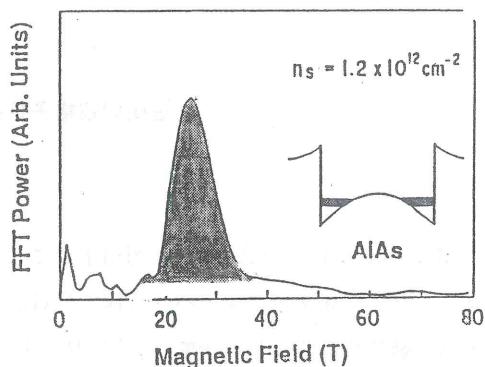


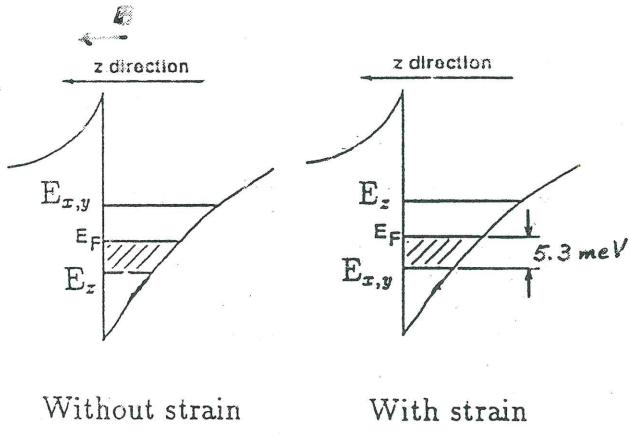
Fig. 1b Fourier-transformation of the SdH oscillations

ところで、AlAsでは、試料の成長方向=Z方向-[001]-に垂直な2次元構造におけるk_⊥-state:X_{xy}、k_{||}-state:X_zの閉じこめエネルギー(subband level)はそれぞれ横・縦有効質量m_t=0.19m₀、m_t=1.1m₀²⁾により決定され、一般にE_z<E_{xy}となる(E_zはX-band bottomからのエネルギー)。この様な系のサイクロトロン有効質量はB||Zの磁場配置で、m_{xy}=(m_tm_t)^{1/2}=0.46m₀、m_z=m_tとなる。いまSdH振動の周期は1種類であるから、電子はX_z stateにのみ存在し、従って有効質量の値としてはm_z=0.2m₀が予想できる。しかしあれわれの得た実験値(0.55±0.05)m₀は、m_zよりもむしろm_{xy}に近い。すなわち、そのstateでのバンド端有効質量値0.46m₀にband non-parabolicityによる補正を考慮すれば実験値(0.55±0.05)m₀はほぼ説明できる。この結果は、AlGaAs/AlAs層がGaAs基板から受けるbi-axial strainによりE_zとE_{xy}の高さが逆転し³⁾、

電子は X_{xy} state に存在していることを示唆している (Fig. 2)。この様な予測・議論は従来 GaAs/A₁As type II 超格子で行なわれてきたが、類似の歪効果が AlGaAs/A₁As 超格子でも確認されたといえる。この E_z と E_{xy} の逆転現象は A₁As 厚の異なる他の複数の試料で追試する予定である。

文献

- 1) K. Maezawa et al. Proc. 17th Int. Symp. GaAs & Related Compounds, (1990). J. Appl. Phys. 71, 296 (1992).
- 2) Rheinländer et al. Phys. Stat. Sol. (b) 49, K167 (1972).
- 3) P. Dawson et al. Proc. 16th Int. Symp. GaAs & Related Compounds, 387 (1990).



(Fig.2)

短周期超格子 GaAs/AlAs の Γ -X 混成

北海道大学電子科学研究所 南 不二雄

[001]-(GaAs)_n/(AlAs)_n 超格子では $n \sim 13$ でタイプ I - タイプ II 転移が起こっている。タイプ I - タイプ II クロスオーバー近傍では GaAs の Γ 準位と AlAs の X 準位との相互作用により、両者の波動関数が混成した状態 (Γ -X 混成状態) が実現している。本研究会では、[001]-(GaAs)_n/(AlAs)_n ($n \leq 15$) 短周期超格子の Γ -X 混成を励起子発光の時間特性および圧力依存性を基にして調べた結果を報告する。

$n \leq 12$ の試料の励起子発光は $1 \mu\text{s}$ 程度でゆっくりと減衰しているが、その減衰時間は n に対して単調に変化せず、 n が偶数から奇数に移るたびに振動的に変化していた。 n が奇数の時減衰時間が短いことから Γ -X 混成は n が奇数の時強く起こることが判明した。また $n = 13$ の試料では励起子発光の圧力依存性と時間特性から強い Γ -X 混成が起こっていることが確認できた。

のことより、(GaAs)_n/(AlAs)_n 短周期超格子中では Γ -X 混成は n の偶奇性に強く依存することが分かる。この依存性は AlAs の X 準位のパリティーが AlAs 層数 n に依存することから説明できる。 n が偶奇いずれの場合に強く混成するかにはいろいろ議論があるが、我々の実験結果から判断すると n が奇の場合に強く混成が起こると結論できる。

超強磁場における GaAs/Al_xGa_{1-x}As 短周期超格子の磁気光学

東大・物性研 佐々木 智, 三浦 登

近年注目を集めている GaAs/Al_xGa_{1-x}As 短周期超格子について、我々はこれまで約 50 テスラまでの非破壊パルス強磁場中で磁気光学的測定を行いそのバンド構造を調べてきた。最近ではさらに、一巻コイル直接放電法によって発生可能な 150 テスラまでの超強磁場下でもストリーカカメラ、CCD カメラを用いて磁気光学測定が可能になり、単にバンド構造を調べる手段にとどまらず、強磁場によって誘起された様々な新現象が観測されるようになっている。

そのような新現象の第一番目のものが (GaAs)₆/(Al_{0.51}Ga_{0.49}As)₆ における磁場誘起鞍点である。このような短周期超格子においてはキャリアーが薄い障壁層をトンネルできるため、磁場を超格子面内に印加した場合にもランダウ準位間遷移による吸収ピークが観測されるのが特徴だが、磁場が強くなってサイクロトロン軌道半径が超格子の周期程度に小さくなると、サイクロトロン軌道中心に関する縮退が解けて各ランダウ準位の幅が広がってくる。

図 1 は磁場を超格子面内に印加した場合の磁気光吸収スペクトルである。100 テスラ付近からランダウ準位の縮退が解けたことにより

励起子吸収線の幅が顕著に広がっているのが今回初めて観測された。このとき最低ランダウサブバンドの高エネルギー端（サイクロトロン軌道中心が障壁層の中央に位置している状態）は鞍点となって状態密度は極大になるが、クーロン相互作用のため鞍点に相当するピーク構造は分離されていないと考えられる。励起子線の増幅は有効質量近似に基づく数値計算とよい一致を示した。

第二番目の話題は (GaAs)₁₅/(AlAs)₁₃ における磁場誘起タイプ I - タイプ II 転移（直接遷移 - 間接遷移遷移）である。(GaAs)_n/(AlAs)_n においては $n \approx 13$ で伝導帯下端が Γ 点から X 点に移り変わることが知られており、例えば $n > 13$ のタイプ I 試料に

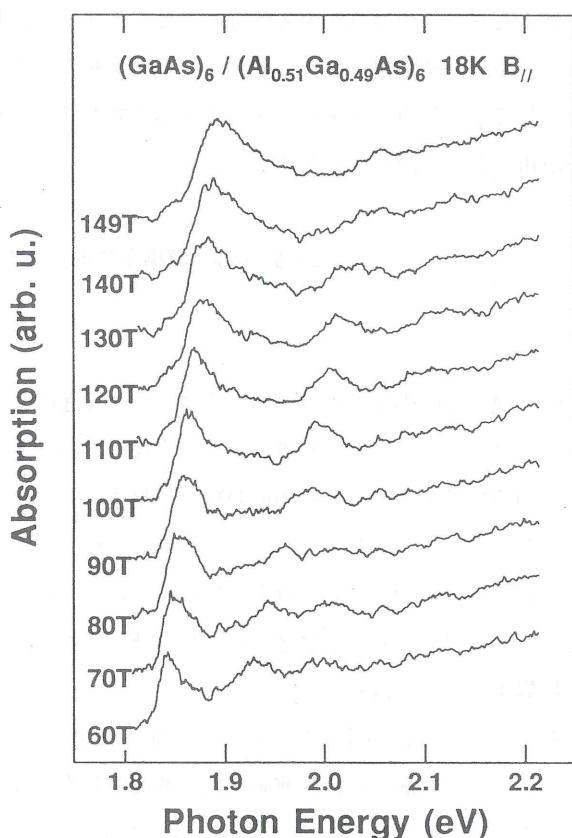


図 1

静水圧を加えることによって Γ -X交差が観測されている。我々は Γ 点の有効質量がX点のものより数倍軽いことに着目し、強磁場を加えることによっても Γ -X交差が起こると考えた。図2は Γ 点からのタイプI発光の磁場依存性である。磁場による波動関数の収縮に伴って振動子強度が増加するため、弱磁場側では若干発光強度は増加しているが、磁場パルスの行きの80テスラ付近から Γ -X交差により発光強度が減少し始める。ここで注目すべき点は発光強度の磁場依存性にヒステリシスがあることで、帰りは発光強度が異常

な増大を示し、やはり80テスラ付近でヒステリシスが消失する。このヒステリシスの原因として、パルス磁場の時間幅とタイプII発光の寿命が共にマイクロセカンドオーダーであるため、 Γ -X交差を起こしてX点にキャリアーが流れ込んでもほとんど再結合できずに蓄積し、これらのキャリアーが再び Γ 点に流れ込むためと考えられる。

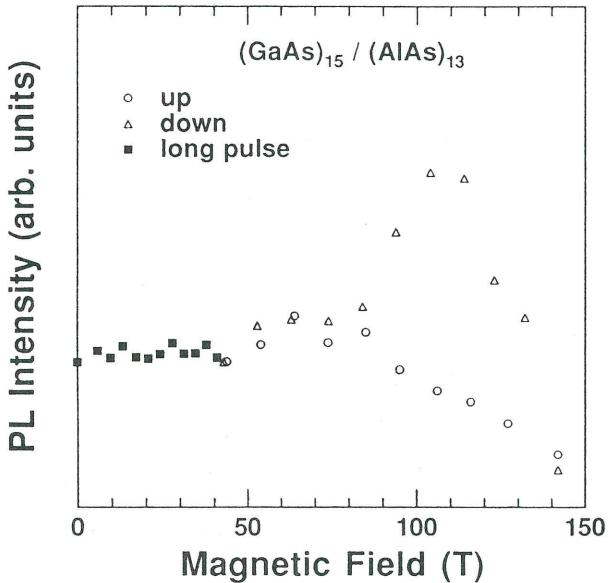


図2

GaAs/AlAs超格子における Γ -X混合-界面行列

東大・物性研 安藤恒也

Kronig-Penny模型の妥当性は半導体ヘテロ界面における基本的な問題の一つである。通常、ヘテロ界面によるポテンシャル等の急激な変化は界面付近の1~2原子層に限られる。したがって、単原子層超格子などの極端に周期の短い超格子を除けば、各層内の電子はほぼバルクの波動関数を持つと期待される。もちろん、これが直ちにKronig-Penny模型の妥当性につながるわけではない。Kronig-Penny模型は有効質量近似に現れる電子の包絡関数が連続である事を仮定しているからである。ヘテロ界面においては全波動関数は連続でも包絡関数が連続である必要はなく、一般には複雑な境界条件となり得る。

その境界条件は包絡関数の界面での値と微分の間の関係を与える界面行列で表すことができる[1]。この界面行列は半無限空間の波動関数を界面で連続するという複雑な手続きで決めることができ、その結果GaAs/AlAs系のような通常のヘテロ界面ではKronig-Penny模型の近似的な妥当性を示す事ができた。この界面行列は Γ -X混合の問題にも応用できるが、 sps^* のTight-Binding

模型で得られた境界条件は、電子数保存の条件が破るものであった〔2〕。これは、エネルギーが異なる谷の波動関数を厳密に接続したためである。

本研究では、電子数保存の条件が満たされるように境界条件を決めなおすことを試みた。それをGaAs/AlAs短周期超格子に応用した結果、Tight-Binding模型で得られる波動関数とエネルギーが、 Γ -X混合を含めKroning-Penny模型で非常によく再現できることがわかった。得られた Γ -X混合の境界条件は、界面(As原子層)に Γ とXの間に行列要素をもつδ関数型のポテンシャルを置くこととほぼ同等である。したがって、境界の凹凸の効果などの問題にも応用することができる。

[1] T. Ando, S. Wakahara, and H. Akera, *Phy. Rev. B* 40, 11609(1989).

[2] T. Ando and H. Akera, *Phys. Rev. B* 40, 11619(1989).

Inter band magneto-reflectivity studies of short period semimagnetic superlattices
in the system CdTe/Cd_{1-x}Mn_xTe.

R. J. Nicholas^{a, b}, M. J. Lawless^a, S. Sasaki^b, N. Miura^b, D. E. Ashenford^c and B. Lunn^c

a : Clarendon Laboratory, Parks Rd., Oxford, OX1 3PU, U.K.

b : Institute for Solid State Physics, Tokyo University, Roppongi, Minato-ku,
Tokyo 106, Japan

c : Dept. Appl. Physics, University of Hull, Hull, U.K.

1) Short period superlattice magneto-reflectance and magneto-PL.

Fig. 1 shows a series of plots of the reflectivity of the short period SL structure H231 (~60Å period CdTe/Cd_{1-x}Mn_xTe, 20% Mn), which shows a strong minimum at ~ 1.72eV, which is attributed to the HH1s exciton which rapidly splits into two strong components at low magnetic fields. Above 20T three new features appear in the spectrum between the original two peaks, and by 42T the lowest energy feature is rapidly losing intensity and being overtaken by the higher energy feature. The peak positions as a function of field are shown in fig. 2., which also shows that, in contrast to the bulk and simple expectations the splitting of the two outermost transitions is increasing at a progressively faster rate at high fields. The bulk splitting was also studied, but gave much less pronounced features in the spectrum, as shown in fig. 3. Nevertheless the splitting could be followed up to high fields, as shown in fig. 4, and it was seen that the splitting was only slowly approaching full saturation. This is due to the need for very high fields to overcome the antiferromagnetic coupling of the Mn pairs and clusters in this relatively

high Mn content alloy.

Magneto-PL was also studied, as shown in fig.5. Two transitions were observed, the stronger and sharper of which corresponded to the lowest transition seen in the magneto-reflectivity. The most interesting feature was the magnetic field dependence of the PL intensity (fig.6), which initially fell with increasing field, then showed a sharp increase up to a peak at around 12T, followed by a further slow decrease.

Overall these results demonstrate the large change in superlattice properties produced by using very high magnetic field, combined with high Mn content alloys, to give large magnetic shifts and splittings of the valence band edges. In the sample studied the results are all consistent with the assumption of an (unstrained) band offset ratio of 18% for the valence band, which increases to approximately 22% when strain is included. This gives a heavy hole well depth of over 65meV at zero field, with a relatively small miniband width of 10meV. As the field is applied the -3/2 state barrier falls rapidly causing the heavy hole to spread into the barriers and weakening the excitonic overlap. The type I/type II crossover occurs at around 12T. This corresponds to the sharp peak in the PL response, which we associate with a peak in the vertical hole mobility as the superlattice band modulation disappears. By 25 T the type II well depth has reached 20 meV, comparable in energy with the 1s exciton, and the reflectivity features are beginning to split and break up. By 42T the type II well depth is close to 45 meV, and the miniband width is falling rapidly as the -3/2 hole state is becoming localised in the CdMnTe. It is only at this point that the system begins to demonstrate very clearly its type II character through the changes in the exciton spectra seen in the reflectivity.

(iii) Polaron coupling.

Again using the pulsed fields in Tokyo, a study of magnetoreflectivity of a wider well with narrow linewidths (H311) shows a well defined 2s exciton resonance which has been studied up to 42T. In the region 20-30T there is a very strong coupling in which the resonance is broadened and shifted for both spin orientations. This is due to resonant polaron coupling of the electrons, and it is the first time this effect has been clearly observed with an excitonic system.

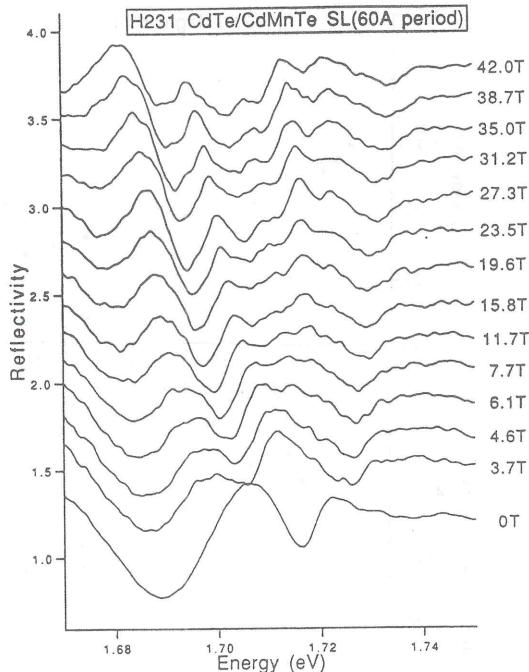


Fig. 1

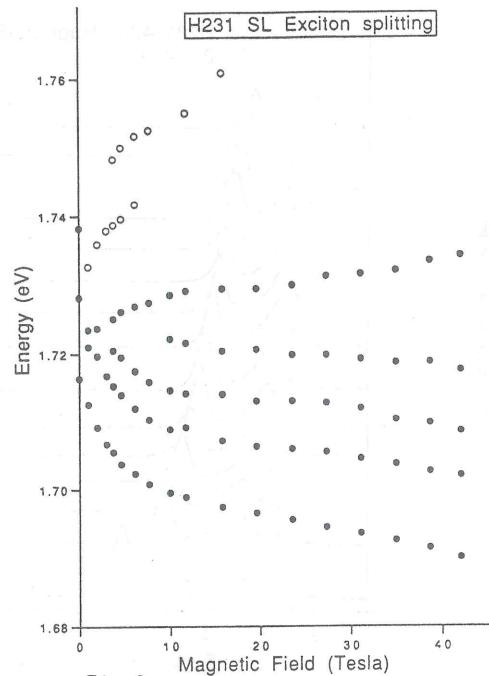


Fig. 2

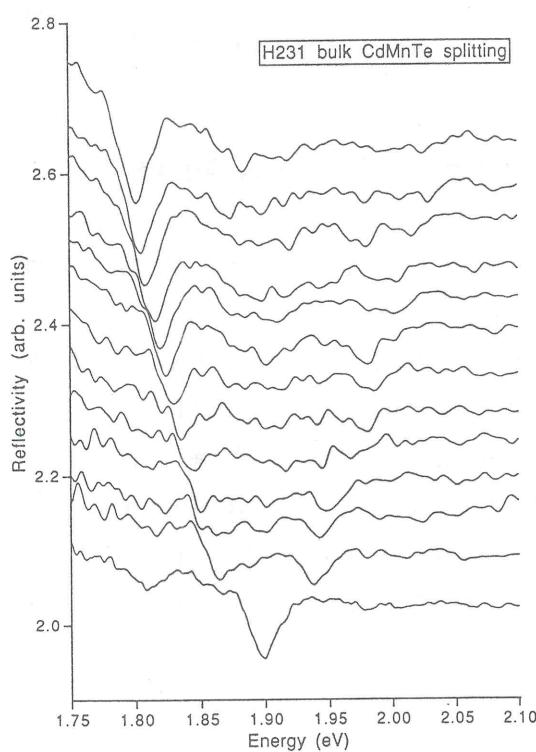


Fig. 3

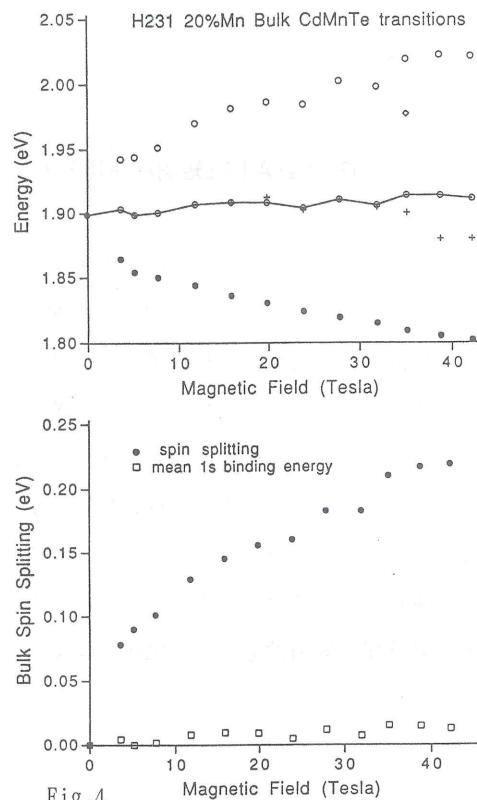


Fig. 4

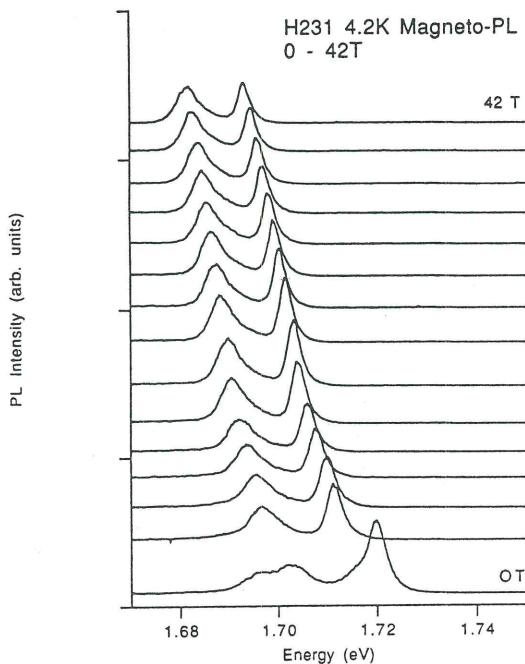


Fig. 5

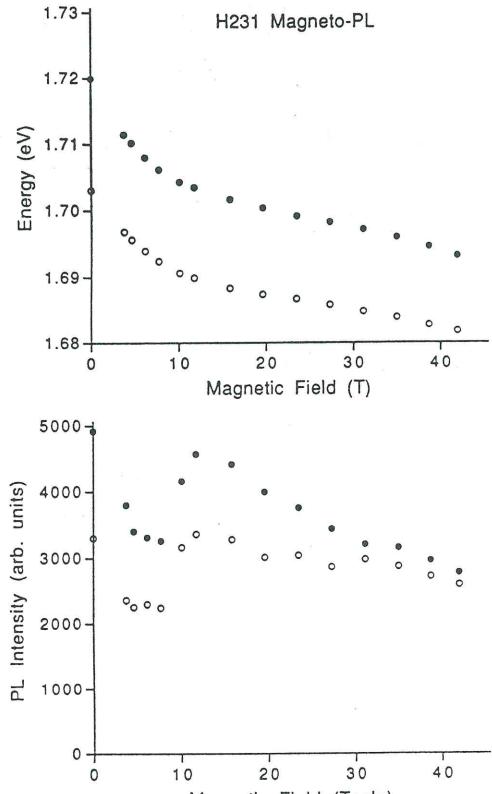


Fig. 6

GaAs/AlAs短周期超格子のフォトトレフレクタンススペクトルと電子状態

阪 大・工 浜口智尋, 松岡俊匡, 中沢 剛, 藤本英俊
関学大・理 渡辺泰堂, 加藤 弘

(GaAs)_n/(AlAs)_n超格子ではブリルアン領域の折り返しにより, AlAsのX点の伝導帯が Γ 点に折り返され(Xz状態), 弱い直接遷移となることが予想される。フォトトレフレクタンス法を用い, $n=1\sim 15$ の超格子の臨界点を測定したところ, $n=12$ 以下の超格子では, 強い直接遷移よりも低エネルギー側に弱い遷移過程の臨界点が存在することを見出した。これらの測定結果とフォトルミネッセンスの結果は, 強結合近似によるエネルギー帯構造の計算結果とよい一致を示した。ただし, 強結合近似の計算においては, 第2近接原子間の相互作用を含め, Γ , X, L点のエネルギーと有効質量(異方性も)が実験値とよく一致するようにパラメータを決めた。

InAs/GaAs単原子層超格子の原子配列と光学的、電気的性質

北大・量子界面エレクトロニクス研 福井孝志

InAs/GaAs単原子層超格子は、 $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ 混晶と比較して、InとGaの原子配列が規則的であるために、disorderに起因した電子の散乱がなく、高移動度材料として期待される。本報告では、超格子の作製方法及び結晶評価に関して述べる。

超格子の作製には、有機金属気相成長法を用いた。原料の有機Inと有機Gaを1原子層単位で交互に切り替えることにより単原子層超格子を作製した。原子配列の規則性は電子線回折及びX線回折の超格子ピークにより確認した。またラガフォードバックスキャッタリングの結果から、In-AsとGa-Asの結合長の違いによるAs原子面のGa原子面側へのシフトによると思われるスキャッタリングイールドの増加を観測した。

単原子層超格子のフォトルミネッセンス測定から、発光ピークが同じ組成をもつ $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ 混晶と比較して長波長側に約30meVシフトすることが明らかとなった。この傾向は $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ 自然超格子でも見られ、バンド計算との比較から、As原子面のGa原子面側への一様なシフトが原因と考えられる。

また超格子の電気的な測定では、移動度に異方性が見られた。これは、特定の方向[(119)]に現われる一様な原子ステップによる電子の散乱が原因と考えられる。

『ガスソースMBE成長GaP/AIP短周期超格子』

大阪大学・産業科学研究所 朝日一、浅見久美子、ラビ・カント・ソンニ、渡辺哲也、江村修一、権田俊一

ガスソースMBE法によりGaP/AIP短周期超格子を成長した。この超格子は共に間接遷移型半導体より成り、zone-folding効果により直接遷移型半導体になることが期待される超格子であり、かつ、格子整合系である。成長した超格子に対して、各種測定を行ない、次の結果を得た。

- (1) ラマン散乱測定において、folded音響フォノン・モードが観測され、設計通りの超格子ができることがわかった。また、GaP、AIPのconfinedモードが観測され、そのエネルギーの超格子構造依存性より、AIP上のヘテロ界面にはshort range($\sim 10\text{Å}$)の界面ラフネスが存在することがわかった。
- (2) フォトルミネッセンス測定では、超格子からの発光が観測され、GaP/AIPヘテロ界面でのband line-upはタイプIIであることがわかった。
- (3) エレクトロフローレクタンス測定により、直接遷移型半導体になっていることが認められた。
- (4) 反射測定より、GaP/AIP超格子の屈折率は、GaP、AIPいずれの屈折率より大きな値を持

つことがわかった。

- (5) また、この超格子の吸収係数は、通常の直接遷移型半導体のそれと比較して、小さな値をもっていることが示唆された。これは、理論計算予測と一致するものであった。

超格子における界面急峻性

東京大学先端研 白木 靖 寛

分子線エピタキシー(MBE)法の発達により、各種の超格子が実現可能となり、短周期超格子の研究が活発化している。この際、ヘテロ界面の原子構造、特に急峻性に関する知見が必要となる。ヘテロ界面の急峻性を決める要因としては、(1)熱拡散、(2)島成長 (3)表面偏折(surface segregation)があるが、MBE成長は通常低温で行なわれ、(1)は問題とならない。また成長モードも2次元成長が主で、(2)の効果もそれほど大きくない。最も重要なのは、(3)の表面偏折である。この現象は、結晶最表面の原子と入射してくる原子との交換によるもので、表面現象の典型的なものである。これによって引き起こされる界面ボケの特徴は、結晶成長方向に対してボケが生ずることである。また、表面現象であることを反映して、表面拡散(surface migration)の大きなもの程、表面偏折が大きい傾向にある。すなわち、In>Ga>Alの順になっている。また、SiとGeの組合せにおいても、Geが表面に出て安定化しようとするのでSi/Ge界面で界面ボケが生ずる。これらの表面偏折を、XPS, SIMS, およびPL法を用いて調べたところ、表面原子と入射してくる原子との置換だけを考える単純な2準位モデルでは理解できることがわかった。

この表面偏折を抑制する方法としては、より偏折のしやすい原子を表面に付着しておく、「界面制御エピタキシー」が有効であることがわかった。

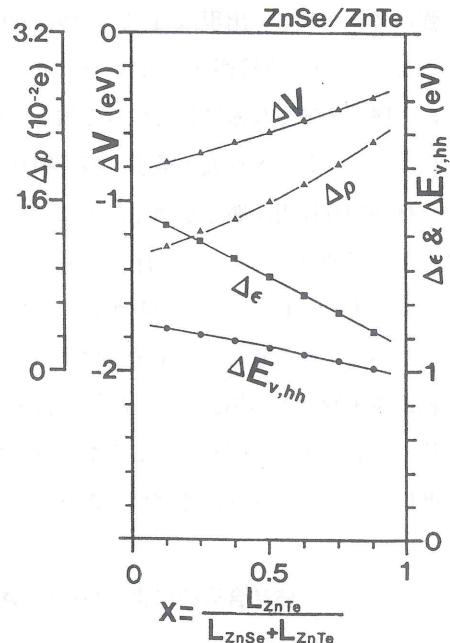
歪超格子の歪とオフセット

千葉大学理学部 中山 隆史

歪超格子（多くの場合短周期系となる）においては、基板や構成物質比を変化させる事で、様々な歪環境が実現される。そこで、歪の大きさの変化に伴いバンドオフセットがどのように変化するかを明らかにする事が重要となる。本研究では、Zn化合物半導体からなる歪超格子系を例に取り、密度汎関数法に基づく理論計算を行い、歪とオフセットの関係を明らかにした。

図は、ZnSe/ZnTe系の歪の大きさ(x)とheavy hole状態のオフセット($E_{v, hh}$)の関係を示したものである。ここで歪の大きさとは、ZnSeとZnTeの膜厚比であり、 $x=0, 1$ が各々ZnSe, ZnTe基板に相当する。歪の大きさの変化に伴い、オフセットは(1)歪によるエネルギー準位のシフト($\Delta \epsilon$)、及び(2)界面にできた分極ポテンシャルの変化(ΔV)、の2つの寄与の和として変化す

る。前者は、純粹にバルクの性質に依って決まる量であり、変形ポテンシャルに関係する。後者は、界面に起こる電荷移動量が形成する。一般に、この両者は互いに補償するよう変化することが示される。このことは、歪超格子系において、変形ポテンシャルだけを考慮してオフセットを推測する事のできない場合がある事を示している。



GaAs/A1As短周期超格子におけるタイプ-II発光のフォノン・サイドバンド

大阪市大・工 中山正昭, 田中功, 西村仁

本研究では、伝導帯の最低エネルギー状態がA1AsのX量子準位に移行したGaAs/A1As短周期超格子を対象として、A1As-X電子とGaAs-Γ重い正孔の実空間遷移を伴うタイプ-II再結合発光のフォノンサイドバンド特性を系統的に測定し、以下の点について考察した。

1. 発光過程における電子-格子相互作用：図1は、GaAsとA1Asの層厚が12原子層の(12,12)超格子と(8,8)超格子の発光スペクトルである。強いゼロ・フォノン(ZP)バンドの低エネルギー側に、GaAsとA1AsのLA及びLOフォノン・サイド(PS)バンドが観測される。超格子のX準位は、その異方性によって [$m(X_z) \geq m(X_{xy})$]、積層方向のX_z準位と面内のX_{xy}準位に分裂するが、

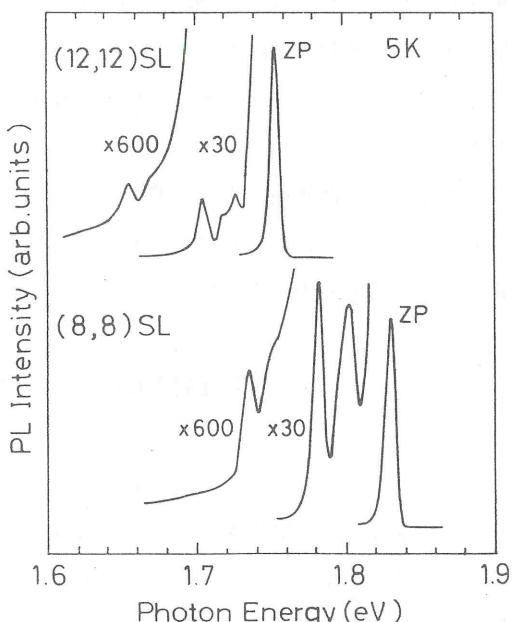


図 1

強いZPバンドの出現は、 Γ 電子との波動関数混成が生じるXz準位が発光に関与していることを示している(準直接遷移)。PSバンドのZPバンドに対する相対強度は、図1から明らかなように、層厚が薄くなるにしたがって強くなる。PSバンド相対強度の層厚依存性(8~13原子層)について、 Γ -X混成と電子-格子相互作用を1次摂動近似の範囲で考慮して解析を行い、電子-格子相互作用が層厚が薄くなるにしたがって大きくなるという結果を得た。

2. X量子準位のエネルギー序列の逆転: AlAs層が厚い(10, 25)超格子では、上記の強いZPバンドが消失し、PSバンドのみが観測される。通常の場合は無視されているAlAs層の格子歪(約-0.14%)を考慮してX量子準位エネルギーの有効質量近似計算を行ったところ、AlAs層厚が約23原子層以上の場合、Xxy準位がXz準位よりも低エネルギーになるという結果を得た。Xxy準位は、 Γ 電子と混成しないことが予測されており、上記のZPバンドの消失は、発光過程がXxy準位に由来する純間接遷移型であることを反映していると考えられる。

強結合近似による GaAs/AlAs超格子の一様電場下での電子状態

大阪大学工学部 森藤正人、浜口智尋
富士通厚木研究所 西川祐司、藤井俊夫

半導体超格子の電場下での振る舞いが、注目されている。我々は電場下での半導体超格子の物理的性質を明らかにする目的でGaAs/AlGaAs超格子の成長方向に一様な電場を加えた時の電子状態を求めた。計算には、sp³強結合法を用い、電場下では系の並進対称性が失われているので、実空間表示の基底関数を用いた。

その結果、Stark-Ladderと呼ばれる、各井戸層に局在した状態が電場により形成されていく様子が示された。

また求められた価電子帯と伝導帯のStark-Ladder間の遷移エネルギーは光学測定(エレクトロリフレクタンス法)による観測と、全ての電場でよく一致した。このことは、強結合法が電場下での電子状態を求めるのに適した方法であることを示している。

界面制御した InAs/Al(Ga)Sbのラマン散乱

大阪工業大学 井上正崇、矢野満明、古瀬伯志、岩井嘉男
InAsを量子井戸層とするヘテロ接合は、タイプIIヘテロ構造に属し、障壁層の選択により大きくバンド構造を変えることができる。InAsの有効質量が小さく、かつ電子の閉じ込め効果が大きい特徴を生かして、より高温で動作する高速デバイスや量子効果デバイスに利用できる¹⁾。

このヘテロ構造は、界面でⅢ族およびV族原子が共に置換されるため、界面の形成に自由度があ

り、その制御がヘテロ構造の物性に影響を与える。InAs/GaSbにおいては、In-SbボンドとGa-Asボンドの2種類の界面の形成が可能である。本研究では、物性の異なる超格子($InAs_{10}(AlSb)_{10}$)と($InAs_{10}(GaSb)_{10}$)を界面の結合を制御できるように低温でMBE(MEE)成長により作製し、ラマン散乱により評価した。その結果、界面の原子配列を直接的に示す界面フォノンが観測された。初めて界面フォオンを観測した($InAs_{10}(AlSb)_{10}$)については²⁾、理論の報告がないが、($InAs_{10}(GaSb)_{10}$)のフォノンについては、理論解釈の結果³⁾と矛盾しないスペクトルが得られた。このように界面制御した短周期超格子の物性について、今後さらに詳細に調べる予定である。

1. M. Inoue, R. Sakamoto, K. Yoh, T. Kohno and T. Kamiyoshi, Proc. IEEE/Cornell Conf. VI-8 (1991) 403.
2. Y. Iwai, M. Yano, R. Hagiwara and M. Inoue, Proc. Int. Conf. on MSS, Surface Science, (1992) in press.
3. A. Fasolino, E. Molinari and J. C. Maan, Phys. Rev. B 33 (1986) 8889.

(GaAs)_n/(AlAs)_n 超格子における高圧下のPL

関学大・理 渡辺泰堂, 龜山忠幸, 加藤 弘

発光とその励起スペクトルから超格子の結晶性を評価し、 $n=10\sim 18$ の良質の結晶を用いてGaAs- Γ とAlAs-Xzのバンド交差を0~8kbarの圧力下で調べた。

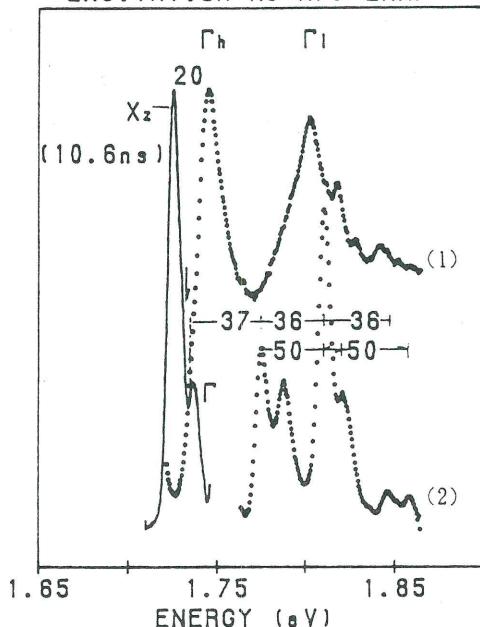
type II領域におけるGaAs吸収端付近のPLの拡がりは、 $n=1e-hh(\Gamma)$ と例えば中性ドナーに束縛された励起子(BE)によると思われる。2つの鋭い発光の重なりに原因する。しかし両者の起源は全く異なっており、 Γ 発光の励起スペクトルが吸収スペクトルと等価であるのに対し、BE発光のそれは高純度のbulk GaAsと同様、共鳴電子緩和を反映し~ $h\omega_{LO}=36meV$ で振動する。1図は $n=14$ の例である。BE発光はXzの肩(↓)に現れている。

X線回折(high-angle diffraction patterns)による診断から、鋭い共鳴緩和を示すものを良質の結晶と判定した。

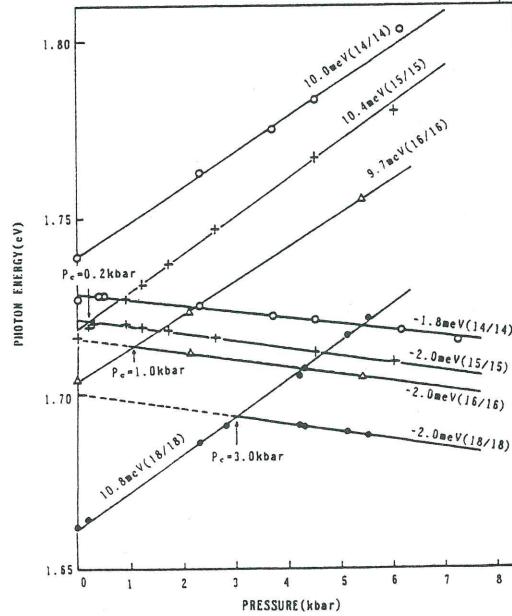
2図はバンド交差直前の $n=14\sim 18$ における Γ 、Xz-PLピークの圧力依存性である。 $n=15, 16, 18$ におけるバンド交差の臨界圧力は、それぞれ $P_c=0.2, 1.0, 3.0kbar$ となることがわかった。

1図において、発光のピークがXz($\tau=10.6ns$)であることもこの結果から知ることができる。

#1168 (AlAs)₁₄/(GaAs)₁₄
TEMP 13.2K
EXCITATION Xe-Arc LAMP



1図



2図

半導体超格子の光スペクトルと共鳴トンネルに及ぼす圧力効果

岡山理科大・基礎理 財部 健一

(GaAs)_m(AlAs)_m 超格子の基礎吸収端と高次のバンド間遷移の超格子周期依存性と圧力効果を調べた。周期 m が極めて短いとき、低温ではバンド端に関係した 2 本のフォトルミネッセンスが観測され、その発光準位間のエネルギー差は m の増加にともない次第に縮小し、 $m=14$ 付近で一致し、それ以上では 1 本の発光線が観測される。 $m=12$ の超格子のフォトルミネッセンスの圧力効果を調べたところ、低エネルギー側発光は圧力印加に対してレッドシフトを示し、高エネルギー側発光は逆のブルーシフトを示した。 $m=15$ の超格子に対し同様の実験を行ったところ、1気圧で観測される発光線は圧力の初期印加に対してブルーシフトを示すが、約 5 kbarでフォノンサイドバンドを伴った発光に変わり、圧力に対してレッドシフトを示した。これらのこととは、超格子の伝導帯下端の Γ X 交差が $m=14$ において生じるものとして理解される。次に高次の反射を調べた。遷移エネルギーは周期 m が 10 以上では GaAs の E_1 に対応し、周期 m が 5 以下では $Al_{0.5}Ga_{0.5}As$ の E_1 に対応するという特徴ある変化をしめし、周期 m が 7 程度に遷移領域がある事がわかった。圧力係数を調べたところ $m > 10$ では GaAs に、 $m > 5$ では $Al_{0.5}Ga_{0.5}As$ になった。これらのこととは、 E_1 遷移の励起状態は周期 m が 10 以上では GaAs に閉じ込められ、周期 $m < 5$ では超格子全体に広がるもの

として理解される。また、 $\text{GaAsAl}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 三重障壁トンネルダイオードの伝導帯の電子構造を低温圧力下のI-V測定により調べた。障壁以下の束縛状態は圧力に対して、レッドシフトを示した。障壁以上の連続状態中の共鳴準位は10kbar以上の圧力で急激なレッドシフトを示した。共鳴トンネル現象を説明する従来の $\Gamma\Gamma$ プロファイル模型では観測事実は説明できないことがわかった。

Si/Ge超格子における光遷移の制御

東大・物性研 寺倉清之

単体のSi, Geは間接バンドギャップ半導体であるが、それらから作られる超格子($\text{Si}_n/(\text{Ge})_m$)はバンドの折り返しによって直接バンドギャップ半導体となる可能性があり、発光素子を目指して多くの研究がなされてきた。バンドの折り返しは超格子の周期($n+m$)で決まるが、同じ周期を持つとしても $(\text{Si})_{n_1}/(\text{Ge})_{m_1}/(\text{Si})_{n_2}/(\text{Ge})_{m_2}\cdots$ で $n=n_1+n_2+\cdots$, $m=m_1+m_2+\cdots$ を満す $\{n_i, m_i\}$ を適切に選んで光遷移の遷移確率を大きくできる可能性がある。また、超格子を成長させる基盤の選択と $\{n_i, m_i\}$ の選択によってバンドギャップの調節も可能である。

これらのこととを理論的に調べるために、密度汎関数法の局所密度近似(LDA)を基礎とし、LMTO法によってバンド計算を行った。ただし、LDAではバンドギャップが過少評価されるので、自己相互作用補正を近似的に取り入れた。

$(\text{Si})_4/(\text{Ge})_4$ および $(\text{Si})_{2m}/(\text{Ge})_{10-2m}$ ($m=1\sim 4$)についての計算結果を示した。計算で得られる光遷移のレベル構造は、エレクトロリフレクタンスの実験結果を部分的には説明できるが、全体的に眺めると一致は不満足である。界面での構造の乱れ、合金化が実験的にも指摘されており、そのことを計算に取り入れる必要がある。一方、計算からは $(\text{Si})_{2m}/(\text{Ge})_{10-2m}$ 系で、 m を1~4まで変化させると最低励起状態への遷移が禁制、許容と順に変化することが示され、その理由が説明された[1]。そのことが実験的にテストされると面白いと思われる。なお、本研究は富士通厚木研の池田稔氏、金属材料技術研究所の小口多美夫氏との共同研究である。

1. M. Ikeda, K. Terakura and T. Oguchi, Phys. Rev. B45, 1496(1992).

超微細構造Siからの発光の可能性

NTT LSI研究所 大野隆央

NTT 基礎研究所 白石賢二, 小川哲生

最近、Si発光素子への期待が高まっている。Siの間接ギャップ的特徴を克服するため、低次元超微細構造Siは有力な候補と考えられる。実際、Si/Ge超薄膜超格子、Si超微粒子、ポリシリコン、多孔質シリコン等で発光が観測されている。特に、多孔質シリコンの示す安定で効率的な可視光発

光は関心を集めている。

多孔質シリコン中には太さ数10Å程度のSi細線が存在し、可視光発光に寄与していると考えられる。最も興味ある点は、細線構造Siにおいて、高い発光効率、即ち強い振動子強度が得られるか、である。細線の様な低次元系では、励起子の発光への効果も重要な問題である。

そこで、我々はSi量子細線の第一原理的バンド計算を行い、それに基づき一次元励起子の効果を検討した。バンド折り返しとバンド混合の結果、Si細線は直接許容型ギャップを有し、更に許容遷移の振動子強度は、一次元励起子効果により著しく増大することが示された。

Ge-Si超格子の構造と電子状態

電子技術総合研究所 大柳 宏之

これまでのバンド計算の結果からは Ge_4Si_4 に観測される0.8eVの吸収は間接遷移となることが予想されるが、実測される光学遷移の振動子強度を説明できない。一方、急峻なGeSi界面とGe層の2次元歪みによる格子変形を考慮した超格子構造ではX点の折り畳みによる Γ 点での直接遷移は1.0~1.2eVで、 Δ 点の極小値0.8~0.9eVより高い。最近の研究によりGeSi界面ではGe原子とSi原子の置換が起こり混晶化が生じていることが明らかになっている[1]。同族原子界面では最近接原子間でサイト置換が起こる。界面の混晶化に伴うGe原子の局所的な歪みの変化はGe原子層数や成長条件(成長温度、成長速度)に極めて敏感である。界面の混晶化によりk保存則が緩和されれば0.8eVの光学遷移が間接遷移であっても振動子強度が強められたり[1]、バンド構造自身が直接型となる可能性[2]がある。

EXAFS実験によれば、高温(400°C)成長試料では界面でのサイト置換は最表層ではほぼ完全に起こり、全体で2Ge原子層程度である。最表層でのサイト置換の結果、 $n < 3$ の場合はGe-Si結合が支配的となり局所構造は成長温度に依存しないが、 $n > 3$ ではGe-Si結合とGe-Ge結合が競合するため、Ge原子の局所構造と歪みが成長温度に強く依存する。サイト置換により $n = 3$ を臨界値として、Ge-Ge結合を含むGeSi超格子が(不完全ながら)生成され

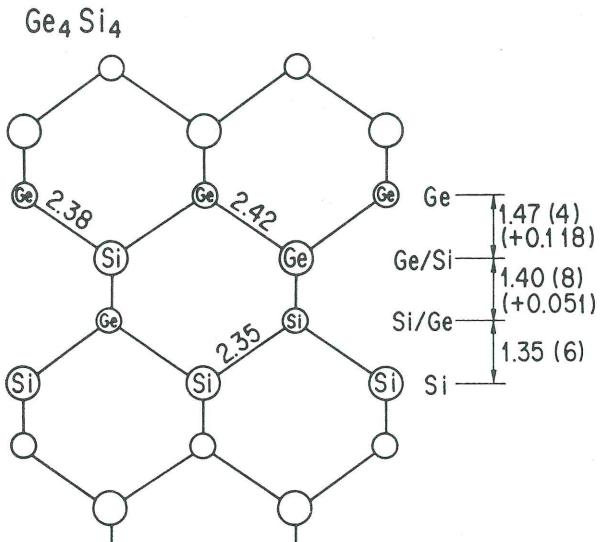


図1 最表層の1/2層が置換した場合の
GeSi層の局所構造

る理由が説明できる。図1に最表層の1/2層が置換した場合 ($S=1/2$) にできる界面の局所構造 (Ge0.5Si0.5層) を示す。実測されたGe-Ge結合距離 (2.42Å) は明らかに2次元的な圧縮の効果を受けており、Wong達の主張する結合長緩和による直接遷移の可能性はない。しかし凹凸な原子面の界面層が形成されることによって、局所的に<111>方向にも原子変位が起こり、Ge原子の受ける歪みも純粋な2次元的から次第に3次元的な成分を持つようになる。Γ点に折り畳まれたX点は基本的な超格子エネルギーギャップを形成するが、混晶化による新しい界面構造がギャップ内に局在準位を作る可能性もある。実際、界面のGe-Si結合は混晶とは異なる電子状態をもつことが示されている [1]。界面のGe原子の局所的電子状態が光学的性質に与える影響を明らかにすることが今後の課題である [1]。

H. Oyanagi et al., Proc. of 6th International Conf. on X-Ray Absorption Fine Structure, York, 1990. [2] 池田, 寺倉他 1990年秋物理学年会 2pD10.

2次元周期ポテンシャル下の高移動度2次元電子ガスの磁気輸送現象

NEC基礎研 中村和夫, 二瓶史行

試料は平均自由行程7.8μmのGaAs/AlGaAsヘテロ基板に、直径0.3μmのドット状領域を溶液エッティングにより2次元的に配列したもの(図1)で、ポテンシャル強度とフェルミエネルギーとの大小関係により、弱変調と強変調の2つの場合に分けられる。各々における磁気抵抗を評価した。

弱変調の場合には、シュブニコフ・ドハース振動に加え、新たな振動がさらに弱磁場領域で観測された(図2)。この振動に関しては、既に幾つかの研究グループで報告されているが、その振動の位相はこれらのグループ間で異なっており、これに伴い、起源に関しても、古典的な1次元周期ポテンシャルの場合のワイス振動と同じとするものや、量子論的なHofstadterのButterfly Diagramの前駆現象であるとするもの等がある。我々の実験結果は、量子論的な起源を主張するグループの結果に最も近くなっているが、その一方、ビリヤードモデルによるモンテカルロシミュレーションを行ったところ、周期ポテンシャルの形に対して、位相も含めた振動の形状が敏感に変わることがわかり、古典的説明の余地も残されている。

強変調の場合には、シュブニコフ・ドハース振動の他、弱磁場領域に单一のピークが観測された(図3)。このピークはドット領域を周回する局在モードに対応しているが、ワイス等の実験では複数のドットを周回するモードに対応する高次のピークも観測されている。これは我々の実験では、ドットの直系が周期に比べ、相対的に大きくなっている為である事が、この事を実験とシミュレーションとから明らかにした。又、1.5Kの低温においてはこの単一ピークに乗る形で、細かな振動が観測されており(図3)、振動が減衰している温度の高い4.2Kの磁気抵抗との引き算をする事で、より明瞭にする事ができる(図4)。この振動は $1/B$ ではなく、 B に比例しており、その周期は

0.10Tで、周回軌道の面積を掛けた値は磁束量子にはほぼ等しくなる事がわかった。従って、この振動は Aharonov-Bohm(AB) 効果であると結論できる。ここで見いだされた A B 効果は多数個のループに関して平均した後に観測されているもので、このような平均により消失する diffusive 領域での従来の実験と最も大きく異なる点である。

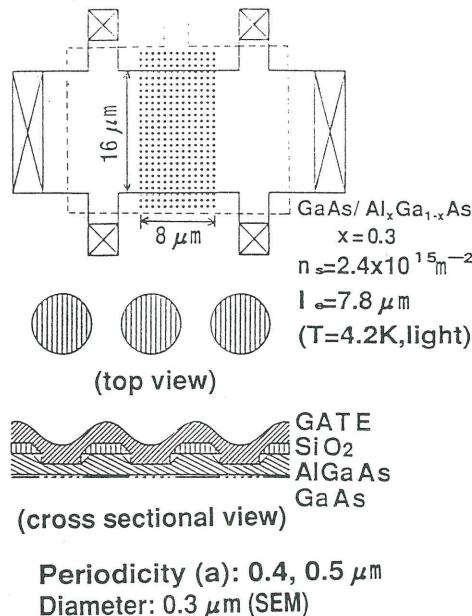


図 1 試料構造

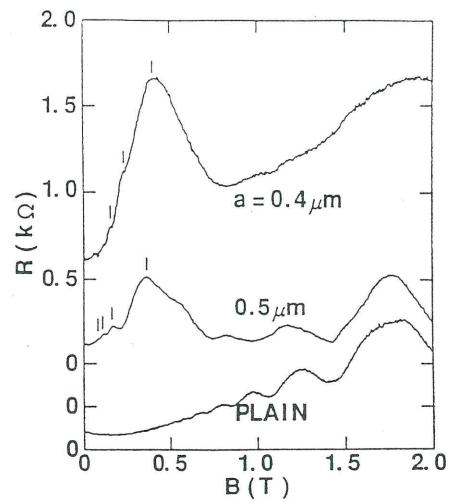


図 2 弱変調での磁気抵抗

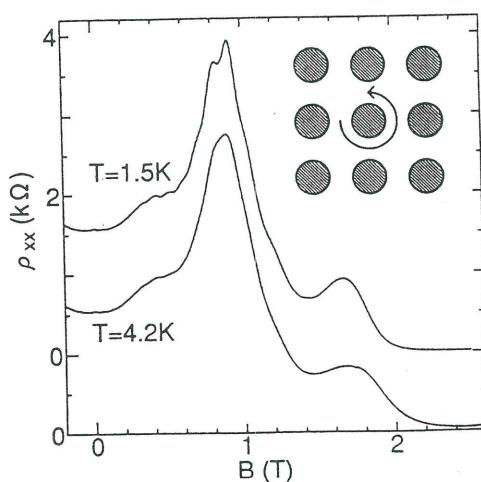


図 3 強変調での磁気抵抗
ドットの周期は 0.2 μm

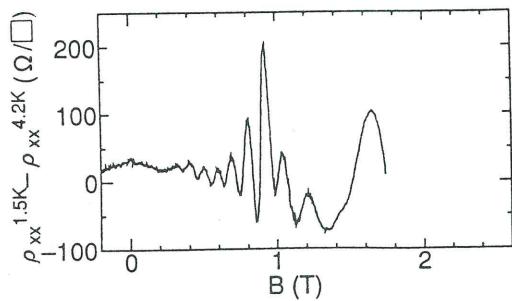


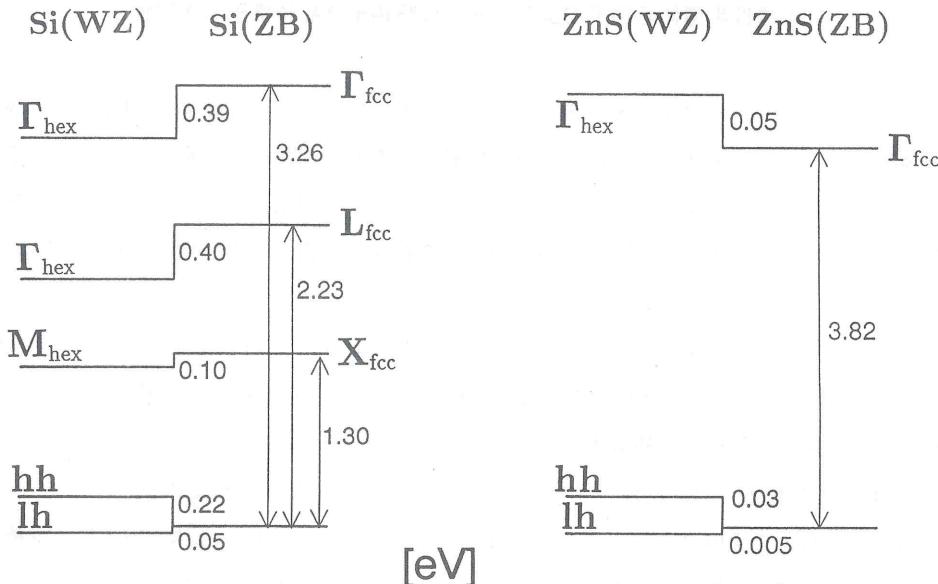
図 4 溫度に依存する振動成分
T=1.5KとT=4.2Kの磁気抵抗の差分

新しいタイプの超格子（異結晶型超格子）の電子状態

千葉大学理学部 村山美佐緒、中山隆史

異結晶型半導体超格子とは、結晶型の違いを利用して創られる超格子をさす。特にここでは(Wurzite構造) / (zinc-blend構造) 超格子を考える。この2つの構造を(111)方向に積層した超格子は、全ての半導体をその構成物質とできる可能性を持ちながら、ほとんど歪のない半導体接合系と考えられる。また、このようなヘテロ界面は、自然界において、SiC、ZnSのpolytype、成長した半導体中のstacking-faults(積層欠陥)として頻繁に見られる。本研究ではこの様な系の電子状態を明らかにするためにLDA擬ポテンシャル法を用いた理論計算を行った。

まず、このような異結晶型半導体超格子においても、基礎ギャップ周りの状態を、量子井戸描像で理解することができた。更にこの系の特徴として、wurzite層とzinc-blend層との間での電荷の移動が起こらない。そこで、注目する状態に対して、それぞれ、バルクの情報だけから、バンドオフセットを評価することができた(図はSiとZnS超格子)。そのオフセットの大きさにはIV族だけでは大きく、III-V、II-VI族と次第に小さくなる傾向が見られた。これらの化学的傾向は、wurziteとzinc-blendの構造の違いとイオン性を考慮して簡単なタイトバインディングモデルで理解できた。



A₁As/GaAs超格子中のA₁の二次元振動モード

NECマイクロエレ研 小野春彦

A₁As/GaAs 短周期超格子中のA₁As層に閉じこめられたTOフォノンについての研究結果を紹介した。特に、GaAs中の單一原子層(1ML) A₁Asに局在した振動モードは、二次元に配列した不純物による局在振動モード(2D-LVM)であることを示した。測定は、フーリエ変換赤外分光法(FTR)を用い、液体ヘリウム温度で、分解能0.1cm⁻¹の透過測定を行った。

A₁AsとGaAsの層数を変えた試料について、A₁の振動による吸収ピークを測定すると、A₁As層が單一の二次元配列になるに従って、ピーク位置はある特定の振動エネルギー(358cm⁻¹)に集束する。このとき、半値幅が最小で、吸収断面積は最大となる。このことは、結晶中の不純物LVMとの類推から、單一原子層の不純物に局在した2D-LVMの存在を示している。周期構造を持たない單一層の1ML-A₁Asにおいても全く同じピークが得られ、ピーク強度はA₁As層数に比例するので、超格子の周期構造には関係ない基準振動モードであることがわかった。

さらに、局在振動を用いて界面の急峻性や相互拡散の素過程を研究する試みを紹介した。同時に高分解能透過電子顕微鏡により、原子レベルでの界面急峻性の評価結果を示した。

半磁性半導体超格子およびII-VI族超格子混晶超格子の光物性

東北大・科研 岡泰夫、相馬出、高橋昌明、堤威晴

半導体超格子は、「注文仕立て」ができる点に魅力がある。しかし、懇意で注文に応じてくれる仕立て屋を持たない場合には、ショーウィンドーの中で輝く「超格子」を眺めて、ため息をつくことになる。まして、流通市場に出回っていない少し変わった超格子の光物性を調べたい場合には、自前で「仕立て」を行うほかない。

われわれは、ホット・ウォール・エピタキシー法により、CdTe/Cd_{1-x}Mn_xTe超格子、Zn_{1-x}Cd_xSe/ZnSeおよびCdTe/ZnTe超格子を作製した。井戸層、障壁層厚は、5~200Åのものが得られ、短周期超格子の研究も行える。

Cd_{1-x}Mn_xTe超格子では、磁性イオンの交換相互作用のある量子井戸での励起子の巨大g値、励起子磁気ポーラロンの生成ダイナミクスが、調べられた。Zn_{1-x}Cd_xSe超格子では、3重量子井戸構造を作り、その障壁層幅を30Åまで狭めたところ、トンネル効果による井戸間の熱分布が実現することが、発光スペクトルにより確認できた。CdTe/ZnTe超格子では、井戸層を2分子層まで狭めることができ、量子閉じこめ効果により発光帶は、2.38eVまで増加した。

これらの結果により、半導体光物性屋も、にわか仕立て屋となって試料調達を行い、量子井戸物性の研究が可能であることを示した。

物性研究所談話会

日 時 1992年5月22日(金) 午前10時~11時

場 所 生産研究所 3階 第1会議室

講 師 Prof. G. Ertl

(所属) (Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft)

題 目 Self-Organization at Surfaces

要 旨

The operation of interactions between adsorbed particles leads to self-organization on the microscopic (I.e. atomic) scale, as manifested by the formation of surface phases with long range order. Systems for them may exhibit phenomena of temporal and spatial self-organization on a mesoscopic scale which are modeled theoretically in the framework of nonlinear dynamics. Phenomena of the latter type may be studied experimentally by the use of photoemission electron microscopy (PEEM) as will be demonstrated for the catalytic oxidation of CO on a Pt(110) surface.

御承知のように、Prof. G. Ertl は1992年度の Japan Prizeを受賞されました。その際には多忙で学術的に充実した講演会は持てませんでした。今回来日されるので、物性研究所談話会で講演と討論をお願いしました。充実した談話会にしたく、活発な討論を期待しております。

日 時 1992年5月25日(月) 午後4時~5時

場 所 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師 P. Monceau

(所属) (Centre de Recherches sur les Très Basses Températures, CNRS Grenoble, France.)

題 目 Low Energy Excitations in Charge and Spin Density Waves Systems below 1 K

要 旨

Low energy excitations in quasi one dimensional compounds exhibiting charge or spin density wave modulation are revealed in low temperature specific heat measurements as an excess contribution (to the lattice one) following a $C_p \propto T^v$ law with $v < 1$. In the same temperature range the energy relaxation does not decay exponentially but follows a stretched-exponential variation. The maximum of the relaxation rate depends on the time t_w (waiting time, $0.5s < t_w < 40h$) during which the small temperature perturbation has been applied and shows a cross-over between a non-equilibrium state and the thermodynamical

equilibrium state. These aging effects in charge and spin density wave systems will be compared with those studied in disordored systems as glassy polymers or spin glasses.

日 時 1992年6月29日(月)午後3時～4時30分

場 所 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師 藤井保彦氏

(所属) (中性子回折物性部門)

題 目 STRUCTURAL ASPECTS SOLID HALOGENS UNDER HIGH PRESSURE — Metallization,
Molecular Dissociation, and Phase Transitions —

要 旨

This talk reviews a wide variety of structural phase transitions of solid halogens driven by pressure. Advanced synchrotron radiation x-ray scattering techniques incorporated with a diamond-anvil cell revealed the molecular-to-monatomic transition (molecular dissociation) preceded by the gradual metallization in iodine, bromine, and iodine-monobromide. The crystal structure analysis based on reliable powder intensity data up to 80 GPa led us to finding the universal behavior of molecular motions in these three systems prior to their molecular dissociation. Also observed in iodine were further successive structural transitions in its monatomic phase, ultimately leading to a face-centered cubic lattice stabilized above 55 GPa.

日 時 1992年7月1日(水)午後4時～5時

場 所 物性研究所 Q棟1階 講義室

講 師 Prof. Noboru Wada

(所属) (Dept. of Physics, Colorado School of Mines)

題 目 X-ray and Raman Scattering Study of Iodine-Intercalated $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}^*$

要 旨

Because of the relatively weak interlayer interaction between the Bi-O layers in high T_c Superconducting $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$, iodine can diffuse in between the Bi-O layers in the presence of an I_2 vapor at the relatively low temperature of $\sim 100^\circ\text{C}$. Surprisingly, the T_c does not change much by the iodine intercalation, implying the two dimensional character of the superconductivity. We have studied single-crystal iodine-intercalated $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ compound by x-ray and Raman scattering with focus on the structural changes of the intercalated layers as a function of temperature. There were two distinct

phases of the intercalation compound. Resonance Raman scattering from the samples suggested I_2 and I_3^- molecules in the intercalated layers. The nature of structural transitions, intercalation chemical equilibria and charge transfer will be discussed in terms of intra- and interlayer interactions and superconductivity.

* This work was done in collaboration with C.H. Qiu, S.P. Ahrenkiel and T.F. Ciszek. The support by NSF under grant DMR-8913896 is acknowledged.

東京大学物性研究所の教官公募の通知

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

1. 研究部門名及び公募人員数

凝縮系物性部門 助教授 1名

2. 研究分野

物性研究所では、高度の物質創製・加工技術を用いて作成する人工物質系を研究対象とする研究室の創設を企画しています。例えば、金属あるいは半導体の超格子や極微細系における新しい量子現象の追及など、量子物性物理の新局面の開拓に意欲を持つ若手研究者の応募を期待します。本公募の所員は凝縮系物性部門に所属しますが、物性研究所内で現在設立が検討されている量子物性部門（仮称）（凝縮系物性部門から家所員が参加の予定）が将来発足する時点では同部門に所属することが要請されます。

3. 公募締切

平成4年9月14日（月）必着

4. 就任時期

決定後なるべく早い時期を希望する。

5. 提出書類

(イ) 推薦の場合

- 推薦書（健康に関する所見を含む）
- 履歴書（略歴で結構です）
- 主要業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 研究業績の概要（2000字程度）
- 研究計画書（2000字程度）

(ロ) 応募の場合

- 履歴書
- 業績リスト（必ずタイプすること）
- 主要論文の別刷
- 研究業績の概要（2000字程度）
- 研究計画書（2000字程度）
- 健康診断書
- 本人に関する意見書

6. 宛 先

〒106 東京都港区六本木 7 丁目22番1号

東京大学物性研究所 総務課 人事掛

電話 03(3478)6811 内線5021, 5022

7. 注意事項

* 凝縮系物性部門助教授応募書類在中の旨を朱書きし、書留で郵送のこと。

8. 選考方法

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

平成 4 年 6 月 3 日

東京大学物性研究所長

竹内伸

第三回 I S S P 国際シンポジウム「固体表面における動的過程」報告

村田 好正・小森 文夫

第三回 I S S P 国際シンポジウム「固体表面における動的過程」の実施については、先の 2 回の I S S P 国際シンポジウムの成果及び反省点をふまえて、平成 2 年より関係者で検討を開始した。正式の物性研究所内組織・実行委員は、平成 2 年 1 月に設立された。第一回の委員会（平成 2 年 1 月 18 日）では、まず、シンポジウムの主題として、最近進展が著しい表面反応、ビーム表面相互作用、時間分解分光、相転移などの動的現象・過程についての原子レベルでの研究を幅広い立場からとりあげること、口頭発表は第一線の研究者による招待講演を中心とした比較的少人数のシンポジウム、すなわち、ワークショップ的のものとすることなど、基本方針を決定した。第二回の委員会（平成 3 年 1 月 25 日）では、所外組織委員候補者の決定、シンポジウムのスケジュール等の決定を行なった。その後、所外国内組織委員の候補者の承諾を得て、組織委員会（平成 3 年 4 月 19 日）を開催した。ここでは、国内外の招待講演候補者を、我国にこれまで来る機会の少なかつたがこの分野を代表する研究者と比較的若手の研究者を中心に選出した。これら候補者への招待状を 4 月末ごろ発送し、その回答が 5 月中に出そろったのを受けて、ファーストサーキュラーを作成した。ファーストサーキュラーは、6 月末に海外十数ヶ国を含む、関係機関及び個人宛てに発送した。

1 月末のアブストラクト締切の時点で、52 件の一般講演申込があった。これをもとに、プログラム編成会議（平成 4 年 1 月 13 日）を開催し、講演を口頭講演 7 件とポスター講演 45 件に分けた。さらに、ポスター講演の追加受け付けを 2 月末まで行なうこととした。2 月末までに 15 件の一般講演申込があり、これをもとに、プログラム編成を行なった。ここで決定したプログラムを掲載したファイナルサーキュラーを 3 月中旬に発送し、また、アブストラクト集を作成した。

以上のような準備段階を経て、平成 4 年 4 月 20 日（月）より 23 日（木）にわたってシンポジウムが、東京大学物性研究所及び生産技術研究所で開催された。20 日夕刻には、プレシデントホテルにおいて、シンポジウムの登録受け付け及び簡単なレセプションが行なわれた。ここでは、外国からの招待講演者が全員顔を揃え、約 60 名の参加者が歓談した。シンポジウムの参加者は最終的に 162 名を数えた。その内訳は、日本人 139 名、外国人 23 名（ただし、国内滞在者 4 名）であった。外国人の国別分布は、アメリカ合衆国 7 名、韓国 5 名、オランダ 3 名、イギリス、ドイツ各 2 名、フランス、デンマーク、中国、ベルギー各 1 名であった。

21 日は、開会にあたって、組織委員長が歓迎の言葉を述べた後、セッションに入った。午前中から午後の前半にかけては、分子、原子、イオンと表面の反応を調べることにより、吸着脱離の機構や表面反応のポテンシャル面の様子を明らかにしようという研究が報告された。ついで午後の後

半から、表面の構造転移に関する広い立場からの講演が行なわれ、金属表面やクラスターの様々なタイプの構造変化のシミュレーション、ラフニング転移、表面融解などが議論された。

22日の午前は、前日に引き続き表面の構造転移に関する新しい実験手法による研究が紹介された。続いて、極低温での表面研究が報告され、表面研究の広がりを印象づけた。22日午後のポスターセッションでは、59件の発表が行なわれ、極めて活発な討論が各ポスターの前で展開された。22日のセッション終了後、プレジデントホテルにおいてシンポジウムバンケットが約100名の参加を得て開催され、歓談の一時を過した。席上、海外からの参加者を代表して、ケンブリッジ大学のキング教授及びIBMアルマデン研究所のアウアーバック博士から謝辞が述べられた。

23日は招待講演者のスケジュールの都合でプログラムが一部変更になったが、表面からの光励起脱離、表面反応、時間分解分光に関する講演が行なわれた。いくつかの最近開発された手法を用いて、電子励起、脱離、反応などの機構を明らかしようとする実験が紹介され、将来への新たな研究の展開に期待を持たせた。最後にプログラム委員長が簡潔なまとめを行ない閉会した。

会議全体として、従来固体物性の研究に用いられてきた実験的・理論的手段を様々な工夫により表面研究に適応したり、表面独特の研究手段を開発するなどして行なった最新かつ意欲的な研究が多数発表され、固体表面における動的過程の研究が精密物性科学として急速に発展していることを印象づけた。講演後の質疑討論も活発に行なわれ、研究上の問題点を整理し、将来の発展の基礎を固める上でたいへん実り多かった。また、次世代の研究を担う若手研究者が国内外から多数参加したこと、将来に期待を持たせるところである。

なお、プロシーディングスは現在編集中であり、1993年早々に、雑誌 Surface Science の特別号として刊行される予定である。

高輝度光源の愛称とシンボルマークを公募します

東京大学物性研究所軌道放射物性部門と同研究施設では、軟X線から遠赤外線にわたる広い波長領域の放射光を発生させる高輝度光源を新たに設置することを計画しています。新光源は、アンジュレータを主体にした最大電子エネルギー 1.5GeV の低エミッタンス電子ストーレジリングです。偏向電磁石からの通常の放射光のはかに各種アンジュレータからの円偏向を含む高輝度かつ波長可変の単色放射光を物性研究に利用することができます。新光源からの放射光は広く内外の研究者の共同利用に供されることになります。今後、この計画を多くの皆様に知っていただき、具体化し、推進していくために新光源リングの愛称とシンボルマークを公募することになりました。

新リングにふさわしい愛称とシンボルマークを、由来をお書き添えのうえお寄せください。

宛 先 〒106 東京都港区六本木 7-22-1

東京大学物性研究所 軌道放射物性部門内

シンボルマーク係

締 切 8月31日

Technical Report of ISSP 新刊リスト

Ser. A

No. 2530 Electron Diffraction Studies of Decagonal Phase and its Crystals Approximants in Al-Ni-Co Alloys. by Keiichi Edagawa, Masaki Ichihara, Kunio Suzuki and Shin Takeuchi.

No. 2531 New Stable Icosahedral Quasicrystal in Mg-Pd-Al System. by Naokiyo Koshikawa, Shinya Sakamoto, Keiichi Edagawa and Shin Takeuchi.

No. 2532 Strong Resonances in Core Level Photoemission. by G. van der Laan, B. T. Thole, Haruhiko Ogasawara, Yasuhiro Seino and Akio Kotani.

No. 2533 Calculation of Cu 2p Resonant Photoemission Spectra in CuO. by Yasuhiro Seino, Haruhiko Ogasawara, Akio Kotani, B. T. Thole and G. van der Laan.

- No. 2534 High Field Magnetization of Single Crystal γ -Phase Hydrides $\text{HoCo}_3\text{H}_{4.3}$ and $\text{ErCo}_3\text{H}_{4.2}$. by M. I. Bartashevich, Tsuneaki Goto, Masuhiro Yamaguchi and Isao Yamamoto.
- No. 2535 Magnetic Properties of Single Crystal γ -Phase Hydrides RCo_3H_x . by M. I. Bartashevich, Tsuneaki Goto, M. Yamaguchi and I. Yamamoto.
- No. 2536 Magnetic Properties of YFe_3 Hydrides. by M. I. Bartashevich, F. Sugaya, M. Yamaguchi, I. Yamamoto, T. Goto, A. Ito and R. Morimoto.
- No. 2537 Microcylinder Target for Recombination Soft X-ray Laser. by Takayuki Aoki, Takashi Yabe, Tsuneyuki Ozaki and Hiroto Kuroda.
- No. 2538 Two-Dimensional Hubbard Model—Metal Insulator Transition Studied by Monte Carlo Calculation— by Nobuo Furukawa and Masatoshi Imada.
- No. 2539 Conductance Fluctuations in Quantum Wires with Spin-Orbit and Boundary Roughness Scattering. by Tsuneya Ando and Hiroyuki Tamura.
- No. 2540 High Field Magnetization Process of an S=1 One-Dimensional Antiferromagnet NENP. by Tsuneaki Goto, Hiroko Aruga Katori and Yoshitami Ajiro.
- No. 2541 Interatomic and Intraatomic Configuration Interactions in Core-Level X-Ray Photoemission Spectra of Late Transition Metal Compounds. by Kozo Okada and Akio Katani.
- No. 2542 Field-Induced Spin-Density-Wave Instability of the Anisotropic Two-Dimensional Electron System under Lateral Superlattice Potential. by Toshihito Osada, Seiichi Kagoshima and Noboru Miura.
- No. 2543 Magneto-Optical Study on Excitonic Spectra in $(\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NH}_3)_2\text{PbI}_4$. by Takeshi Kataoka, Takashi Kondo, Ryoichi Ito, Satoshi Sasaki, Kazuhito Uchida and Noboru Miura.

No. 2544 Mean-field Theory of Quasi One-dimensional Heisenberg Magnet γ -Phase p -NPNN.
by Minoru Takahashi, Minoru Kinoshita and Masayasu Ishikawa.

No. 2545 Resonant Photoemission at the Ni $2p$ Core Level as a Probe of Electron Correlation Effects in Nickel. by G. van der Laan, M. Surman, M. A. Hoyland, C. F. J. Flipse, B. T. Thole, Yasuhiro Seino, Haruhiko Ogasawara and Akio Kotani.

No. 2546 First-principles Molecular Dynamics Study of Alkali-metal Adsorption on the Si(001) Surface. by Yoshitada Morikawa, Kazuaki Kobayashi and Kiyoyuki Terakura.

No. 2547 High-resolution Depth Analysis of Hydrogen by Resonance Nuclear Reaction: a-Si/H/Si(001). by Katsuyuki Fukutani, Makoto Tsunoda, Yoshitada Murata, Hiroshi Yamashita, Kenichiro Komaki and Koichi Kobayashi.

No. 2548 Anisotropic S=1 Antiferromagnetic Heisenberg Chain in a Magnetic Field. by Tôru Sakai and Minoru Takahashi.

No. 2549 Ultra-High Magnetic Field Effect on the Structural Phase Transition in (Pb, Ge)Te. by Hiroyuki Yokoi, Shojiro Takeyama, Noboru Miura and Günther Bauer.

No. 2550 Metamagnetism and Spin Fluctuations in Co-Based Intermetallic Compounds.
by Tsuneaki Goto and Toshiro Sakakibara.

編 集 後 記

物性研だより7月号をお届けします。いにしえよりの物性研だよりをひもといてみると、物性研にとどまらず全国の物性研究の体制と方向をどう形作っていくべきかという個々の利害を超えた議論がかつて活発であったことに気付きます。さまざまな要因と時代の風潮が絡みあって、現在があるわけですが、国際的に開かれた制度をはじめ、現状の課題はむしろもっと深刻と思われます。

ところで今号では、物性研将来計画（中間報告）の要約を掲載するとともに、伊達先生より御寄稿をいただいている。御意見、ビジョン、御批判等をお待ちしています。

次号の原稿の締切は8月10日です。

今 田 正 俊

小 谷 章 雄

