

物理学研究連絡委員会報告

物性研究拠点整備計画

平成8年12月16日

日本学術会議

物理学研究連絡委員会

この報告は、第16期日本学術会議物理学研究連絡委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

委員長 伊達 宗行 (日本学術会議第4部長、
日本原子力研究所先端基礎研究センター長)

幹事 中井 浩二 (東京理科大学理工学部教授)
家 泰弘 (東京大学物性研究所教授)
山田 作衛 (東京大学原子核研究所長)
小沼 通二 (武藏工業大学教授)

委員 宅間 宏 (日本学術会議第4部会員、日本原子力研究所特別研究員、
関西研究所総括研究リーダー)
長岡 洋介 (日本学術会議第4部会員、京都大学基礎物理学研究所長)
山口 嘉夫 (日本学術会議第4部会員、東京大学名誉教授)
和田 昭允 (日本学術会議第4部会員、
財団法人相模中央化学研究所理事)
金原 築 (日本学術会議第5部会員、金沢工業大学工学部教授)
秋光 純 (青山学院大学理工学部教授)
荒船 次郎 (東京大学宇宙線研究所長)
有馬 朗人 (理化学研究所理事長)
池田 清美 (新潟大学理学部教授)
池田 宏信 (高エネルギー物理学研究所ブースター利用施設教授)
石井 武比古 (東京大学名誉教授)
石黒 武彦 (京都大学理学部教授)
石原 正泰 (東京大学理学部教授、理化学研究所主任研究員)
市川 芳彦 (中部大学工学部教授)
今井 憲一 (京都大学理学部教授)
岩田 正義 (高エネルギー物理学研究所教授)
江沢 洋 (学習院大学理学部教授)
江尻 宏泰 (大阪大学理学部教授、核物理研究センター長)
遠藤 康夫 (東北大学理学部教授)
大谷 俊介 (電気通信大学レーザー極限技術研究センター教授)
興地 斐男 (大阪大学工学部教授)
折戸 周治 (東京大学理学部教授)
梶川 良一 (名古屋大学名誉教授)
川崎 恭治 (中部大学教授)
川久保 達之 (桐蔭学園横浜大学工学部教授)
川村 清 (慶應義塾大学理工学部教授)
木田 重雄 (核融合科学研究所教授)
吉川 圭二 (大阪大学理学部教授)

木村 嘉孝 (高エネルギー物理学研究所副所長)
藏本 由紀 (京都大学理学部教授)
小早川 恵三 (福井工業大学教授)
小林 俊一 (東京大学理学部教授)
小林 信夫 (東京都立大学理学部教授)
郷 信広 (京都大学理学部教授)
佐藤 文隆 (京都大学理学部教授)
斯波 弘行 (東京工業大学理学部教授)
清水 忠雄 (山口東京理科大学基礎工学部電子基礎工学科教授)
菅原 寛孝 (高エネルギー物理学研究所長)
鈴木 増雄 (東京大学大学院理学系研究科教授)
高橋 利宏 (学習院大学理学部教授)
竹内 伸 (東京理科大学基礎工学部材料工学科教授)
多田 邦雄 (東京大学工学部教授)
谷畑 勇夫 (理化学研究所リニアック研究室主任研究員)
玉野 輝男 (筑波大学物理学系教授、プラズマ研究センター長)
戸塚 洋二 (東京大学宇宙線研究所教授)
中嶋 貞雄 (超伝導工学研究所顧問)
中山 正敏 (九州大学理学部教授)
永野 元彦 (東京大学宇宙線研究所教授)
難波 精一郎 (宝塚造形芸術大学造形学部教授)
西川 哲治 (東京理科大学長)
野村 亨 (東京大学原子核研究所教授)
福山 秀敏 (東京大学理学部教授)
藤川 和男 (東京大学理学部教授)
藤田 敏三 (広島大学理学部教授)
藤本 陽一 (早稲田大学理工学研究所教授)
政池 明 (京都大学理学部教授)
益川 敏英 (京都大学理学部教授)
松澤 通生 (電気通信大学電気通信学部教授)
丸山 瑛一 (技術研究組合オングストロームテクノロジー研究機構常務
理事兼研究所長)
三間 圭興 (大阪大学レーザー核融合研究センター教授)
村木 綏 (名古屋大学太陽地球環境研究所教授)
目片 守 (福井大学工学部教授)
八木 浩輔 (筑波大学副学長)
矢崎 紘一 (東京大学大学院理学系研究科教授)
安岡 弘志 (東京大学物性研究所教授)
山本 嘉昭 (甲南大学理学部教授)
覧具 博義 (日本電気株式会社基礎研究所長)
笠 耐 (上智大学理工学部講師)
若谷 誠宏 (京都大学ヘリオトロン核融合研究センター教授)
渡辺 久恒 (日本電気株式会社研究開発グループ支配人)

物性研究拠点整備計画

要旨

I. 物性物理学の現状と将来

II. 本計画の作成に至った経緯、基本的考え方

III. 研究推進の方向 —— 研究組織のネットワーク化 ——

IV. 研究設備の整備

4.1 大型設備

中性子散乱、ミューオン、高輝度放射光

4.2 極限物性関連設備

強磁場、低温、高圧

4.3 光物性・レーザー分光関連装置

4.4 物質作製および物質評価関連設備

特殊環境下での物質合成装置群、人工物質系研究設備

超ウラン化合物関連研究設備、物質評価関連装置群

4.5 物性研究専用高速計算機

4.6 電子通信・情報化

V. 全国共同利用研究所の将来計画と役割

5.1 東京大学物性研究所

5.2 京都大学基礎物理学研究所

5.3 東北大学金属材料研究所

5.4 高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所

VI. 具体的施策について

6.1 拠点整備・運営の予算

6.2 物性研究連絡会議（仮称）の設置

VII. 國際的な動向

補足資料

要旨

物性研究の特色は、対象とする物質・現象の多彩さ、研究手段の多様さにある。その研究スタイルの基本は、個々の研究者が競いあって進める多面的かつ自由な研究活動にある。物性研究を推進するためには、まずそれを可能にする広範な研究基盤の整備が図られなければならない。一方において学問の進展にともない、一研究室の規模をこえる大型・中型設備を必要とする研究の比重も増えている。これらに関しては予算・人的資源の効率的活用を図るべく、適切な研究拠点の整備を行う必要がある。また、国際化社会にあって、わが国の研究者が先端的な研究を行うとともに、その成果を国際コミュニティに積極的に発信してゆくことも強く求められている。このような時代の要請に応え、科学技術基本法に謳われているごとく世界の科学技術の進歩と人類社会の持続的な発展への貢献を実現するという主旨から、物性基礎科学の中核となるべき大学関係諸機関を全国的な視野で拠点として整備しネットワークを構築することは、急務であると同時に最も有効な施策である。本整備計画は21世紀を視野に入れた我が国の基礎物性科学分野の研究の推進施策として提案するものである。

物性物理学の分野では、これまで物性研究所を中心とする全国共同利用体制が採られてきたが、これを発展させるものとして、複数の研究拠点の整備を目指した「物性研究施設群構想」「国分寺構想」が論議されてきた。物性研究の全国共同利用研究機関としての物性研究所が果たすべき役割は今後ますます重要になると思われるが、さらに一步進めて全国的な研究体制の強化を図る施策として、特色ある中小型装置等の研究設備を整備した各地域の研究拠点を育成し、基礎物理学研究所・物質構造科学研究所・分子科学研究所・金属材料研究所・電気通信研究所等、関連諸分野の共同利用研究機関との連携も含めた全国的な研究組織のネットワークを構築する。このネットワークはまた、大学関係の研究者が大学関係以外の全国規模の大型設備を利用して行う研究活動の支援も行う。

各地域の研究拠点としては経験と実績をもつグループに拠点としての役割を担うことを委嘱して共同利用体制を整える方向で当面対処する。共同利用の機能を果たすことに同意する研究機関ないし研究グループを拠点として位置づけ、そのグループが保有する装置を補完する設備の整備を行って充実した拠点とし、地域的な共同利用体制の整備を行う。

このような研究拠点の整備に際して、各研究拠点における中小型設備機器等（ハードウェア）の整備と並んで、それらを有機的に利用して行われるべき共

同利用研究を推進・支援する体制（ソフトウェア）についても十分に配慮する。すなわち、各研究拠点に整備された設備機器を維持管理し、多くの研究者がそれらを有効に活用して活発な研究が行えるよう（旅費を含む）研究経費を予算化する。また、研究上の要求に応えうる設備機器や実験技術をどの研究機関ないしグループが有するかといった研究情報のネットワークを整備するとともに、目的に応じた共同研究が機動的に組まれることが促進されるような支援システムを整備する。近年のコンピューター通信の急速な発達は情報交換のあり方を大幅に革新しつつあり、従来は考えられなかつたような広範囲かつ高機能の研究ネットワークの構築が現実に可能となる。

研究設備の整備に関して本計画案において具体的な検討を行った中型設備は、極限物性関連設備・光物性レーザー分光関連設備・物質作製および物質評価関連設備（特殊環境下での物質合成装置群・人工物質系研究設備・超ウラン化合物関連研究設備・物質評価関連装置群）・物性研究専用高速計算機、等である。

本計画を推進するために物理学研究連絡委員会物性物理専門委員会のもとに、「物性研究連絡会議（仮称）」を置くことを提案する。「連絡会議」の構成は物性物理専門委員会委員が中心となり、必要に応じて委員以外の研究者が加わる。また必要に応じて、そのもとに研究分野ごとの「分野別連絡会議」を置くことが考えられる。「連絡会議」の役割には次のことが含まれる。

- (1) 物性研究将来計画とその実現の方策の検討
- (2) 全国的な共同利用計画の策定と推進
- (3) 各研究拠点における設備整備計画の検討と支援

本計画を実現するための当面の経費として、合計5年間で合計約300億円を必要とする。その内訳は、拠点整備費として、①設備費 250億円、②設備維持費 10億円／年、③共同利用経費 1億円／年、研究ネットワークの運営費として、①運営費 1億円／年、②研究者旅費 1億円／年、である。なお、これは各研究機関において行われる設備充実等の概算要求を補完する性格のものである。

I. 物性物理学の現状と将来

物性物理学は、物質の示す諸性質ないし物質に現れる諸現象の発見とその解明を目指す物理学の一分野である。その特徴は対象の多様さと自由度の多さにあり、それに伴う現象の多彩さにある。宇宙や物質の基本原理を追求する学問とは異なり、物性物理学においてはその対象とする物質を構成する基本粒子が従う基本法則自体は確立したものである。しかしながら、基本法則が既知であるからといって、それに従う物質が示す多彩な現象の本質を解明することは決して簡単な問題ではない。その理由は物理的世界像が階層構造をなしていることにある。各階層にはその基礎にある階層の既知の法則だけからは自明ではない現象、つまり創発的性質(emergent properties)と呼ばれるものが出現するのである。物性物理学は、物質の構成単位としての原子核と電子を出発点とし、互いに電磁相互作用を及ぼし合うそれらの多体系が示す創発的性質を物理学の言葉で記述することを目的とする。基本法則自体の追究を第一の目的とする素粒子物理学を一方の極とし、創発的性質の極みである生命現象を扱う生命科学をもう一方の極とすると、物性物理学はその中間の広範な領域をカバーする学問である。

研究方法から見ると、物性物理学の大きな特色はその多様性と成熟度の高さにあると言えよう。物性物理学では、研究対象である多様な物質系を、制御された多様な物理環境下で、多様な測定手段を駆使して精密にとらえ、それを理論的予想と詳細に比較することが現実に可能である。技術的な進歩によって、研究対象も物理環境も測定手段もその多様さがますます広がり、測定の精度も高められてきた。このことは、物質に関するわれわれの知見がより詳細になつたことを意味するだけではない。そこから質的にまったく新しい現象が見出され、新しい概念が生み出されてきたのである。そのことは、古くは数ケルビンの低温が達成されたことによる超伝導の発見、近年では半導体界面における2次元電子系の実現による量子ホール効果の発見など、数多くの実例によって繰り返し証明してきた。

素粒子から宇宙や生命体に至るまで、物理学の対象の多くは多自由度の系である。それらにおいて現れる多くの自由度が互いに関わりあつた現象の本質はしばしば物性物理学が対象とする系と共通している。したがって、広く他の多自由度系においても、物性物理学が物質において見出だしたものと同質の現象が起こり得、また物性物理学が物質に関して確立した概念が有効となる場合も少なくない。超伝導の発見と解明によって「対称性の破れ」の概念が確立し、そこから素粒子論における基本的な力の統一とその分化という見方が生まれた経緯や、スピングラスの研究と脳の研究との間に接点が見いだされている事情などに、その例を見ることができよう。このような意味で、物性物理学は物質の科学であるに留まらず、基礎科学の一分野としてきわめて重要な役割を担つ

ている。

一方において、物性物理学が応用ときわめて近い位置にあることはいうまでもない。固体物理とくに半導体の研究成果なしに、今日のエレクトロニクス文明がありえなかつたことは明らかである。物性物理学のそのような役割は今後ますます増大しつづけるであろう。物性物理学をその基礎とする技術の発展は他の学問分野にも大きな波及効果を持っている。例えば、宇宙の果てを探る高性能望遠鏡の中心には低雑音のCCDカメラが用いられている。SQUID磁束計による地磁気の精密観測は地球物理学や地震研究などにいまや欠くことのできないものとなっている。また、医学や生物学分野でも近年、MR断層撮影、SQUID、走査プローブ顕微鏡などの新しい研究手法が大きなインパクトを与えていている。

伝統的な物性物理学の方法論では比較的単純な対象について典型的な現象を見出すことを研究の主眼とし、それによって基本的な物性物理学の体系が築かれてきた。近年、その成果の上に立って、より複雑な系へと研究が発展しつつある。系が複雑になることは、生じる現象が単に量的に多彩になるだけではない。固体物理学の分野に限っても、四元化合物である銅酸化物において発見された高温超伝導のように、系が複雑になることによって質的に新しい現象が生じ得るのである。このような新物質の探索は、物性物理学と化学との有機的な協力のもとに進められている。さらに、複雑液体等のいわゆるソフトマテリアルにおいては様々な相転移現象や非線形現象が研究されており、物性物理・統計物理の新しい概念に基づき化学・生物・工学との境界領域が開拓されている。究極の複雑系である生命体と物性物理学との間には大きな距離があり、物性物理学がただちに生命現象を対象としうるとは言えないが、より複雑な系を対象として行くというのは物性物理学の今後の発展にとって重要な方向の一つであろう。

近年の物性物理学のもう一つの発展として、物質の制御が原子レベルに及びつつあることは特筆に値する。微細加工技術やエピタキシャル結晶成長技術の進歩により、原子レベルで平坦な界面、人工的な周期構造を持つ超格子、ナノメートルスケールの超微細構造などの試料作製が可能となり、そこに新しい物性物理学の場が拓かれてすでに久しい。さらに最近では、走査トンネル顕微鏡（STM）から発展した技術を駆使することにより、文字どおり個々の原子を操作することさえ行われてきている。これらの発展は、半導体工業をはじめとするいわゆるハイテク技術の基礎科学へのフィードバックの好例である。このような人工物質を対象とする研究が、物性物理学の一つの大きな流れとして、今後ますますその重要性を深めるであろうことは疑いない。自然界に存在する物質ないしはそれを純化した試料を対象としてその物性を明らかにしつつ新しい物理現象を発掘するアプローチとは対照的に、むしろ積極的に新しい物理を

デザインしてそれを具現するような対象を創り出すという新しいスタイルの研究といえよう。

物性物理学を豊かにしている大きな要因は研究対象の多彩さにあるが、一方それに劣らず重要なのはそれらの研究対象を置く物理環境である。先の例でいえば超伝導は低温という物理環境、量子ホール効果は強磁場という物理環境の実現があって初めて見いだされた現象であった。低温・強磁場・高圧・超高真空間・レーザー光による高励起などの極限環境下に置くことによって、旧知の物質で全く新しい物理が展開される例をわれわれはいくつも見てきた。極限環境と物質との出会いの可能性は無限であり、そこから多くの新しい物理が発掘できるものと期待できる。

物質の多様性を追究する物性物理学においては、本質的に新しい発見はしばしばまったく予期しないところに現れる。物性物理学の今後の発展のために最も重要なことは、上に述べた方向も含みつつ、個々の研究者の自由な発想を大切にして、広い視野と柔軟な姿勢で研究の前線を進めることであろう。

II. 本計画の作成に至った経緯、基本的考え方

第二次大戦後の荒廃の中からわが国における物性研究が戦後の歩みを始めたとき、欧米先進国からの遅れは大きかった。この遅れを一刻も早く取り戻したいという願いを込めて、物性研究者は全同共同利用研究所として物性研究所を設立した。その後の研究者の努力によって、また目覚ましい経済復興にも助けられて、わが国の物性研究は世界的水準に達し、いくつかの分野では既に世界を先導する立場に立っている。しかしながら特に近年、物性物理学の実験が高度になり、常にその時点での最先端の設備・装置を必要とする傾向があります強まっているにもかかわらず、民間企業等の研究投資の急速な伸びに比較して大学の学術研究予算の停滞が続いてきたことはきわめて憂慮すべき事態を招いている。基礎研究の場であると同時に若手研究者養成の場でもある大学の研究環境の劣化は、科学技術立国を目指すわが国の次世代の研究者の士気の低下にもつながりかねない深刻な状況と受けとめなければならない。最近では大学の教育研究設備の充実に広い理解が得られ、その方向の施策がとられつつあることは喜ばしいが、今後さらに各研究機関の設置目的や実状に合わせたきめ細かな予算措置がとられることが望まれる。

急速に発展する世界の研究活動の流れの中で、今後とも水準の高い学術研究を推進していくためには、学術審議会の答申「21世紀を展望した学術研究の総合的推進方策について（中間報告）」においても強調されているように、全般的な研究基盤の整備に努めるとともに、特定の研究組織について重点整備を行うことによって卓越した研究拠点——センター・オブ・エクセレンス（CO

E) ——を育成し、その研究分野における研究動向を的確に把握し総合的・計画的に研究の推進を図る必要がある。このような方策を具体的に実行していくためには、関連研究組織の全国的なネットワークの形成を図ることが特に重要である。個々の研究を支える科学研究費は関係各位の努力により近年強化され、総額が1千億円を越える時代になった。また、科学技術基本法の制定に伴って新規に別枠の大型研究予算措置がなされ先進的研究グループの育成が図られつつある。従って本計画書では、個々の独創的物性研究に対する支援はこのような予算措置や科研費に期待するという立場をとり、これを補完する研究設備の整備や全国的な研究体制の構築に関して議論し提言を行う。

物質の多様性を追究する物性物理学は、実験設備とそれを利用する研究体制の面においても、超大型の加速器や望遠鏡を中心とする素粒子や宇宙物理学とは対極的な性格をもつといえよう。すなわち、物性物理学においては個々の研究者、研究グループが競いあって行う多様な独創的研究があくまでも中心であり、なによりもそれを可能にする全般的な研究基盤の整備が図られることが基本である。これを補完するものとして、特殊な大型・中型設備を整備した研究拠点がある。例えば中性子散乱や高輝度放射光のような巨大設備は全国的な観点から1ないし2ヶ所に設置されて共同利用に供されるべきものである。これに対し、強磁場装置がその典型である中型設備は、それぞれに特徴をもつ設備が全国数ヶ所に設置され、互いに相補って発展してゆくのが健全である。

中・小型装置の範疇に入るものについては、それらを研究上必要とするすべてのグループに整備されることが研究者の立場からの理想である。しかしながら一方、有限の研究資源（予算・人員）の最適利用という観点からは、中・小型装置のうちでも個々のグループでの使用頻度はそれほど高くないものについては、地域の拠点機関に整備して共同利用による有効利用を図ることが現実的であろう。また、ハードウェアのみでなくそれを用いるノウハウが成否を決め手となるような性格の実験装置も多い。この意味からは、経験と実績をもつグループに地域の拠点としての役割を担うことを委嘱し、共同利用体制を整える方向で当面対処することが有効であろう。すなわち、このような機能を果たすことに同意する研究機関ないし研究グループを拠点として位置づけ、そのグループが保有する装置を補完する設備の整備を行って充実した拠点とし、地域的な共同利用の体制を整備する、という構想である。

研究拠点の整備とともに、それら拠点の共同利用とそれを中心とする共同研究を可能にする十分な予算措置と研究体制（ネットワーク）の構築が不可欠である。物性物理学の分野では、これまで物性研究所を中心とする全国共同利用体制が進められてきたが、これを発展させるものとして、複数の研究拠点の整備を目指した、いわゆる「物性研究施設群構想」「国分寺構想」が論議され

てきた。物性研究の全国共同利用研究機関としての物性研究所はこれまでも種々の面で物性研究に重要な寄与をしてきたが、物性研究所が果たすべき役割は今後ますます重要になると思われる。併せて各地域の研究拠点を整備し、基礎物理学研究所、高エネルギー物理学研究所、分子科学研究所、金属材料研究所、電気通信研究所等の関連諸分野の共同利用研究機関との連携も含めた研究組織のネットワーク化を推進する必要がある。

各研究拠点における共同研究の推進に当たって、国際的な協力という観点が今後ますます重要となることはいうまでもない。とくに、近隣諸国の研究者との協力を容易にする体制と、そのための予算措置が必要である。ネットワークの拠点には国際的な学術交流の拠点としての役割も期待される。

もとより、研究は人間が行うものである。いかに優れた設備が整備されても、研究を遂行する研究者に適切な人を得なければ研究が進展しないことは明かである。したがって、研究の将来計画は同時に後継者育成の計画でもなければならない。本計画では設備整備に焦点を当て、研究者育成の問題には具体的に触れないが、拠点整備とネットワークの形成は同時に若手研究者育成のためにも大きな役割を果たすようなものとして構想する必要がある。

拠点に整備された設備を有効に活用して研究成果をあげるためには、それらの維持運営ならびに共同利用による研究活動を支援する仕組みを構築することが重要である。その一つは共同利用による研究を支援する人員（実験装置の維持・運転・改良を行う専門的技術職員や共同利用関係の事務処理を行う職員）であり、もう一つは実験装置の運転・保守経費（寒剤、消耗部品等）に対する予算措置である。自由度の多い系や多彩な現象を示す物質を対象とする物性研究においては、本質を見極めるために試料や実験条件を多様に変えつつ測定を行い、得られた結果を考察して更なる研究の発展につなげるという研究の実行形態を探ることが不可欠である。実のある共同利用研究体制を建設するためにはこのことに十分配慮しなければならない。そのためには共同利用による研究が円滑に行えるための旅費に関する予算措置も必要である。

研究拠点をめぐる共同利用研究のあり方に関する研究者間のコンセンサスもまた重要な点である。拠点に整備された設備をそのグループの研究者が独占してしまうことになるのが一方の極端の悪例、共同利用する側に甘えがあって維持管理する側に不当な負担を強いることになるのが他方の極端の悪例である。適切な分担がどのあたりにあるかはそれぞれの分野の研究形態によっても異なるので一概には言えないが、第VI章において提言する具体的な施策案を叩き台として、共同研究・共同利用に関する情報の流通や研究成果に対するクレジットの問題などに関して「研究ネットワークカルチャー」というべきコミュニティー規範を成熟させるべく広範な議論を行ってゆく必要がある。

III. 研究推進の方向 — 研究組織のネットワーク化 —

すでに述べたごとく、物性研究においては個々の研究者による多様な独創的研究が基本である。そこではそれぞれの研究者の創意工夫になる、どちらかといえば小型の装置群が特に重要な意味をもつ。それは、対象の持つ自由度の大きさと発現する現象の多様性という、物性科学の特質に根ざすものである。過去の例から言っても、物性科学における重要な発見は、多くの場合研究者の日常的な研究活動の中からその萌芽が現れるものである。研究体制の将来計画を議論する際には、とかく予算規模の大きな大型・中型計画に目を奪われがちであるが、それにも増して重要なのは、多種多様な小規模研究に対する基盤を充実させることにある。COEは決して大型機器を備えた大研究機関と同義語ではなく、そこで行われている研究の質の高さがポイントであることは言うまでもない。

研究設備の整備に関する本計画では、大型・中型・小型計画を一応区別して議論するのが適当である。建設の単価が約百億円を超える装置で全国的規模の施設を建設することが適切であるものを大型施設と定義すると、若干の例外を除き、加速器利用および原子炉利用の研究施設がこれに該当する。

中型設備は以下に具体例を挙げるが、全国に何ヶ所かの特徴的拠点施設を整備し、それらが互いに補完し合って全国的なネットワークとして機能するような体制を整えることが適当と考えられるものである。

中・小型装置のうち研究上日常的に使用するものについては、それを必要とする各研究グループに整備されることが基本であり、設備充実費や科学研究費など様々な予算措置によって整備が図られることが原則である。しかしながら、たとえば個々の研究グループでは予算的・人員的に維持が困難な中型装置や、個々の研究者にとって使用頻度はそれほどでもないが必要が生じた際に遅滞なくアクセス可能であるべき機器類については、地域的な共同利用を前提として適切な拠点配備を行うことが、限られた研究予算を効率的に活用するという意味からも現実的である。

それぞれの分野について全国各地で拠点となるべき実績をもつ研究グループに地域の中心となる共同利用施設としての役割を求め、その役割を果たす上で必要な設備機器に関してこれらのグループが保有するものを補完する整備を行うことによって拠点を形成するのが実際的であろう。さらに、これらの地域的拠点をネットワーク化して、研究上で生じた様々な要求に機動的に応えられるような全国的体制を整えることが、我が国の物性研究の国際競争力をさらに増進するための施策として考えられる。このような拠点整備計画を進めるにあたっては、それがはじめに述べた「健全な自由競争」という物性物理の研究活

動の本質を損なうことがないように配慮することが肝要である。この意味から「拠点」の固定化・形骸化が起こらないよう定期的な見直しを行なって、常に実質的に機能する研究拠点のネットワークをダイナミカルに維持・発展させるべきである。

本計画は上記のような基本的考え方立脚して、全国的観点からの研究拠点整備を図るものである。本計画は研究基盤整備の一つの側面であり、自由な発想による小規模研究に対する支援と相俟って機能するものであることを改めて強調しておく。次節では、まず大型施設について触れた後、極限物性関連、光物性・レーザー分光関連、物質作製・評価関連、計算物性物理関連、の4つの分野に関する現状分析と整備計画、および研究活動にいまや欠くことのできないものとなったコンピューター通信・電子情報化の問題を探り上げる。第V節では研究拠点整備構想において共同利用研が果たすべき役割について議論する。第VI節では、このような研究拠点ネットワーク構想に関わる具体的な施策についての提言を行う。言うまでもなく、以下の計画はこのまま固定されるべきものではなく、今後の研究の発展に伴いその内容も更新される必要がある。また、ここでは言及していない分野についても今後、引き続き検討を行わなければならない。

IV. 研究設備の整備

4.1 大型設備

先に述べたように、ここで大型設備と呼ぶのは全国規模で1ないし2ヶ所に設置されるべき巨大施設であり、大型加速器や原子炉を利用するものがこれに相当する。これらは建設費を含めればいずれも数百億円の投資を必要とする大型のものである。

原子炉関連施設は放射線利用一般も含むが、とりわけ重要なものに定常中性子源を用いた中性子散乱のための装置がある。加速器関連施設の主要なものは高輝度放射光、パルス中性子、および中間子（特にミューオン）に関するものである。加速器関連の大型研究機関である高エネルギー物理学研究所と東京大学原子核研究所が近い将来に改組され、筑波地区に高エネルギー加速器機構が設立される予定である。この研究機構のもとに素粒子原子核研究所と物質構造科学研究所が設立される。後者は物性研究と特に関わりが深く、放射光・中性子・中間子・陽電子等のビームを利用した研究が推進される。

中性子散乱：わが国の中性子散乱研究の伝統は、原子炉からの定常中性子と加速器からのパルス中性子を共に重視するという基本姿勢に特徴がある。今日で

はこの考え方方が世界の共通認識となってきたことを思えば、先駆的な姿勢であったと自負できる。

まず定常中性子源について言うと、世界の第一線の施設に比べてビーム強度の桁違いの不足を託つ状況が長年続いていたが、日本原子力研究所改造3号炉の完成によって事態は大幅に改善され、さらに物性研究所附属中性子散乱研究施設の設立により国際的な共同利用施設として貢献し得る段階に達している。一方、中性子利用者数の急増に伴い実験装置の整備や共同利用のための支援体制が追いつかない状況にあるのが現況で、支援人員の増員なども含めた施設の早急な整備が望まれる。また中性子を利用した物性研究の広がりとともに、ビームタイムの不足が顕在化しているので、改造3号炉を超える高性能の研究用原子炉の建設が望まれるところである。

パルス中性子を物性研究に応用するという試みは世界に先駆けて東北大学で始められた。その成果を受けて建設された高エネルギー物理学研究所に付置されたKENS-Iと呼ばれるパルス中性子源はその有用性を証明した。その成果はむしろ諸外国で発展させられて英国ラザフォード研究所におけるISISと呼ばれる装置などに結実している。その間、わが国では大型ハドロン計画（JHP）の一環として計画されてきた大強度陽子加速器の実現が大幅に遅れていることもあって、パルス中性子施設のアップグレードが行われず、欧米に水をあけられつつある状況にある。わが国で開拓された分野で遅れをとることにならぬよう、パルス中性子源将来計画の中核をなすKENS-II（JHPのNアレナ）の早期実現が強く望まれる。

既に欧州ではISISの1桁以上の出力の大強度パルス計画が立案されており、将来の中性子散乱研究の需要と、アジア太平洋地区の中性子散乱の拠点造りをわが国が担うべきであろうことを考えると、現在原子力研究所が検討している将来計画である「中性子科学研究センターのパルス中性子源」研究計画はポストJHPの計画として、日本のみならず世界を視野に入れた計画であることが強く望まれる。

ミューオン：ミューオンをプローブとする物性実験はわが国の東京大学のグループが世界に先駆けて開拓した分野であり、今日の物性物理学の中で極めて特徴ある位置を占めている。カナダのTRIUMFや米国のLAMPFといった海外の施設での研究活動を経て、1980年代に「東京大学中間子科学研究中心」が設置され、高エネルギー物理学研究所のブースター利用施設でのパルス状ミューオンによる物性研究が本格化した。ここで磁性や量子拡散に関するユニークな研究成果が数多く生まれて発展したが、最近は諸外国に比べてやや停滞気味である。実験施設の運営の中で共同利用に関する体制が必ずしも十全でなかったことにもその一因があると思われることから、ミューオン将来

計画の実施に際しては設備の充実とともに、全国的なミューオン・ユーザーグループの総意による共同利用体制の確立が重要な課題である。

高輝度放射光：加速器からの軌道放射光の基礎物性研究への応用は、物質構造研究と分光研究に大別される。前者には主に硬X線領域の光が、後者は主に真空紫外・軟X線領域の光が用いられる。軌道放射光の物性研究への応用もまたわが国でその口火が切られた分野であり、物性研究所のSOR-RINGは20年にわたってその活動を支えてきた。その後、高エネルギー物理学研究所のフォトンファクトリーや分子科学研究所のUVSORが専用光源として建設され、既に10数年にわたって放射光研究を支えてきた。しかしながら、この間の世界の進展はめざましく、グルノーブルのESRF（欧洲シンクロトロン放射光施設）や米国ローレンス・バークレー研究所（LBL）のALS（Advanced Light Source）をはじめとして既に稼働中または建設中の次世代高輝度放射光施設が数多くある。

わが国では西播磨科学公園都市に高輝度大型放射光実験施設（Spring-8）が建設されており、その完成の暁には硬X線領域の利用者の需要がかなりの程度満たされるものと期待される。一方、真空紫外・軟X線領域の次世代高輝度放射光光源の建設が緊急課題であることは既に10年来議論されてきたが、未だ実現に至らず諸外国からの遅れが懸念されるところである。物性研究所よりかねてから提案してきた高輝度光源計画は東京大学の全学的な加速器科学研究中心として建設される計画に変更されている。全国共同利用の形での早期実現に向けて最良の方策が幅広い議論の中から生み出されるよう切望される。

このような次世代の高輝度放射光光源が全国規模の大型施設として構想されている一方、中型の放射光光源施設の必要度も高い。光電子分光や吸収・発光・光散乱、さらにマイクロビームの利用や顕微法などの高・中エネルギー分光研究は近年その進展が著しい分野であり、新物質開発研究や表面物性研究に欠かせない実験手段となっている。また硬X線の放射光は高分子などの複雑系も含む結晶構造解析やX線リソグラフィーへの応用などで関連分野への広がりが大きい。従って、上記の高輝度光源を補完するものとして比較的コンパクトな放射光リングが、既存のものも含めて全国いくつかの拠点に整備され、地域共同利用に供されることが関連分野の裾野を広げる上で重要である。

4.2 極限物性関連設備

我が国は、強磁場、超高压、超低温といった極限条件下での物性研究に歴史をもち、それぞれに成果を挙げてきた。多様な物質における新しい物性の発現

を広いパラメター空間で追求するという観点からは、単一の極限から一步進んで「強磁場+低温」あるいは「強磁場+高圧+低温」といった多重極限下での実験が将来の方向であることは広く認識され、世界的にもそのような方向の計画がいくつか進行しつつある。多重極限を実現する際、装置規模の点からして強磁場関係の設備を中心としてそれに低温や高圧の装置を組み込むというアプローチが実際的である。

強磁場：我が国における強磁場設備の現状を概観してみよう。最近では20Tまでは商品化された超伝導マグネットで発生できるようになっているので、ここではそれ以上の磁場を発生する中型以上の装置を問題にする。

定常強磁場については、東北大学金属材料研究所で30T級が稼働している。パルス強磁場は、大阪大学極限科学研究センターで80T級（非破壊型）、物性研究所で500T級（破壊型）の実績がある。また科学技術庁金属材科技術研究所では40T級の定常磁場や80T級のロングパルス磁場を含む強磁場施設が建設されている。今のところ我が国では、これら以外の大学や研究所に中型以上の装置を設置する気運はない。40T級でパルス幅が数ミリ秒程度の非破壊パルス磁場発生装置は比較的小規模の設備であり、上記の機関のほかにもいくつかの機関に整備して地域の研究拠点とすることが考えられよう。また技術的な困難は伴うが、繰り返し型のパルス強磁場の開発が進めば、パルス中性子やミューオン等を用いた研究に極めて有用であると期待される。

上に挙げたような強磁場発生装置はそれぞれ特徴および制約を持っており、研究目的に応じた使い分けが必要である。したがってこれらの装置を有する研究グループを拠点とするネットワークをつくって、全国的な見地から強磁場を用いた研究を支援することが有効である。それらの各拠点では、それぞれ特徴を生かし、周辺の関連研究者の協力の下に、強磁場に低温や高圧などを組み合わせた多重極限条件の開拓および、その中の多彩な実験技術の開発などに独自の特色を打ち出してゆくことが期待される。

なお、パルス強磁場にmK領域の低温や高圧セルを組み合わせて本格的な多重極限物性研究を行う場合や、伝導度の高い金属系の試料に対してパルス磁場を用いるには、パルス幅が従来の数ミリ秒よりも1～2桁以上長い超長時間パルスが必要である。そのために必要なパルス電源は非常に大規模なものになる。現在、世界的にこの分野への関心が高まり、何ヶ所かで建設ないし計画段階にある。我が国においてもこのような施設の建設を検討しておく必要がある。

強磁場に関するこれらの中型設備を用いた研究が実り多いものになるためには、その基盤として超伝導マグネットで得られる10数テスラ程度の強磁場が全国的規模で普及することによって、強磁場物性の裾野が広がることが重要である。

低温：核断熱消磁等によって得られるmK～ μ K領域の超低温領域は、主としてヘリウムの物性研究を目的として技術開発が進められ、現在までにいくつかの拠点において高い技術水準が確立されてきた。今後はこれまでに培った低温技術をより広い物性分野に生かしてゆく方向での拠点化を検討する必要がある。

一方、希釈冷凍機によるmK領域は物性研究の基本的な実験技術として広く普及するものと予想される。10mK程度の低温を得る希釈冷凍機と超伝導マグネットを組み合わせた装置は、磁気輸送現象、磁性、超伝導など様々な物性の研究に汎用性の高い装置であり、各地の拠点に整備すれば、共同利用の成果が期待できるものである。それらの設備を十分に生かすには細かな実験技術のノウハウが普及することが肝要であるが、研究ネットワークがそのような意味でも活用されることが望まれる。

高圧：物性測定環境としての高圧は重要なパラメーターの一つであり、低温や強磁場環境との組み合わせも含めて高圧下での測定が可能な設備が各拠点に整備されることが望まれる。高圧実験では圧力発生技術自体もさることながら、微小な試料空間での実験のデザイン、微小試料の取り扱い、圧力媒体の選択など、周辺技術が研究の成否を支配する場合が多い。各拠点ではそれぞれ特徴をもつたノウハウの開発が期待される。（高圧関係の装置のうち、高温高圧下での試料合成に関するものは「特殊環境での物質作製」の項で述べる。）

4.3 光物性・レーザー分光関連装置

光関連の分野で中型設備を用いる研究としては、比較的コンパクトな放射光リングを用いた光物性研究、自由電子レーザーの研究、大出力レーザーやX線レーザーの研究がある。放射光に関する事項は大型施設のところで述べたのでここでは繰り返さない。

レーザーに関しては最近では市販の装置の進歩が著しく、常に最新鋭の装置に設備更新を行わなければ最先端から取り残されかねない状況にある。このため、国立研究所や民間企業の研究所などに比べて大学の研究施設の立ち遅れが目立つのが実状である。たとえば、光励起後緩和過程が起きる以前にすべての現象を測定してしまうことによって、緩和を伴わない状態での光と物質の相互作用を研究する超短時間分光や、エネルギーのわずかに異なる状態を狭帯域レーザーで選択励起し統計平均からずれた状態での動的過程を研究する狭帯域分光などの分野で立ち後れが目立つ。光による原子冷却によって原子のボーズ凝縮を誘起したり、コヒーレント光により電子波動関数の位相を制御し物質の

コヒーレンス制御することなど基礎物性として興味ある話題も数多い。大学におけるこの分野の研究の基盤を充実させることは急務である。一方、市販の製品では得られないような特徴をもつ新種の高性能レーザーに関しては研究者自身が開発する必要があり、そのための拠点作りと人材養成にも配慮しなければならない。

凝縮系のレーザー分光や光物性の分野では、わが国の研究者人口は非常に多く、また研究対象とする物質も極めて多岐にわたっているので、研究に必要な装置の要求性能もまたバラエティーに富んでいる。したがってこの分野では、それぞれグループの研究目的に合わせた装置整備が基本であるが、それを補完する意味で地域の拠点を数ヶ所程度適正配置することが考えられる。その場合にも、個々の拠点がすべての領域をカバーしようとするのではなく、全国的な研究ネットワークの中で各拠点が果たすべき役割を十分に議論した上で、重点的な設備充実を行うことによって多くの研究者の要望に応えられる体制をつくることが望ましい。また放射光なども積極的に利用し有機的な研究を行うことが望まれる。

一方、量子光学・量子エレクトロニクスを含めたレーザー物理や新しいレーザー開発の研究分野では、極限性能のレーザーの開発と新領域を開拓する拠点を設けて、重点的に研究基盤を整備する必要がある。そこで開発された、例えば極限性能レーザーとして物性研究所将来計画の一部ともなっている中型レーザー装置などは、開発後には適宜各地の拠点にも設置し、共同利用のネットワークに組み込むことも考えるべきであろう。

4.4 物質作製および物質評価関連設備

物性実験における試料の重要性はいまさら強調するまでもない。特に純良単結晶の育成がその物質に関する物性研究のブレークスルーとなった実例は、これまでにも数多くあったし、最近では、高温超伝導酸化物、重い電子系物質、有機伝導体などにおいて顕著に見られた。しかしながら、物質探索や試料作製は比較的小さなグループが個々に行っているケースがほとんどであり、必要な設備に関してもこれまで個々の研究者が科学研究費等によって整備してきたのが実状である。単結晶育成のようにターゲットがはっきりしている場合には、情報交換を活発にして最適な設備が利用できるようにすることで、目的達成を促進することができる。一方、物質探索研究はその性格上、研究の萌芽段階での情報交換や共同研究は行い難い面もあるが、ある程度の段階まで達して集中的な研究を行うべき時点では1グループの枠を超えた総合的な物質評価・物性測定が必要となるであろう。このような意味で物質探索・試料作製を支援するシステムとして、各研究機関の特徴を生かした中規模の施設を拠点的に構築し、

多様な共同利用を可能にする体制の下に、広範囲の物質群について物性研究を発展させ、併せて人材の育成を行う必要がある。

試料作製や物質評価に関する標準的機器の多くは小型の範疇に入るもので、理想的には個々の研究機関に装備されるべきものである。しかしながら、多岐にわたる要求を満たすための装置群すべてを個々のグループが維持することは予算・人員の面からも不可能なので、各グループがそれぞれ専門とする分野の機器を充実させ、研究グループ群として広い分野の必要機器をカバーする体制をとつて、各地域の拠点を形成することが実際的であろう。また、以下に挙げるようなやや特殊でかつ比較的大型な部類に属する機器については、その整備に特別な配慮が必要であると思われる。

特殊環境下での物質合成装置群：物質合成に超高压・超高温など特殊な環境を要する場合や、通常では得られない超純度を実現しようとする場合、特に大型の純良単結晶の育成を試みる場合など、特殊な要求の物質合成には1研究室では維持が困難な規模の設備を必要とする。これらの活動に関しては、各地に拠点を設け、共同利用・共同研究による研究の効率化を図るのが適当と思われる。この範疇に属する装置としては例えば、超高压結晶合成装置、超高温高压結晶合成装置、超純度試料精製装置などが考えられる。

人工物質系研究設備：いわゆるハイテク産業の技術開発により、近年、半導体電子材料物質のエピタキシャル結晶成長や超微細加工などの人工構造物質作製の総合的技術が急速に発達した。また超高真空技術の発達により良く制御された表面を作製し、その物性をその場で観測するという手法も成熟してきた。それまでバルクにおいて見られてきたものとは全く異なる新しい物理が表面を舞台として展開される事例が数多く見られ、表面研究の分野が広大なフロンティアであることが実証されている。良く制御された表面界面をもとに人工物質系を作製する技術は、今後半導体のみならず、磁性体・誘電体・超伝導体・有機物質などの多彩な物質群においても重要性を増すことは疑いのないところである。また、超微細加工や原子操作によってによって作製される極微小系（メゾスコピック系）において展開される諸現象は、まさに物性物理学の基礎を問い合わせ直すような問題を提示している。この分野の研究はエレクトロニクス応用分野と境界を接しており、後者に関してはわが国でも半導体企業の研究所等では多くの研究設備投資が行われている。しかしながら大学における基礎物性研究という視点から見たとき、この分野の研究基盤の整備は諸外国に比べて大幅に遅れていると言わざるを得ない。

人工物質系や表面の研究には、クリーンルームをはじめとして分子線エピタキシー装置など超薄膜作製装置群、超微細加工設備、局所構造解析設備、各種

表面分析装置など、まとまった設備投資と運転経費が必要であるが、これまで基礎物性物理の研究者が自由に利用できるような設備が無かったことがわが国の立ち後れの大きな一因となっている。これらの設備群を整備した拠点を各地に設けて共同利用体制を整えることが、この分野の研究の発展にとって急務である。

超ウラン化合物関連研究設備：特殊物質のうちでも、超ウラン元素を含む物質系はとりわけ厳しい法的な取り扱い規制を受けるため、計測のためであっても結晶を管理区域から搬出できない。そのため、遮蔽した環境での結晶育成と物性研究ができる研究施設として充実する必要がある。東北大学金属材料研究所大洗超ウラン化合物研究施設は大学の研究機関のなかで超ウラン化合物の物性研究が実施できる唯一の拠点であり、全国共同利用施設としてこれを充実させることが望まれる。この分野の研究推進に際しては、日本原子力研究所との研究協力が重要であると考えられる。

物質評価関連装置群：先に述べたように合成・育成された物質の基本的物性はそれぞれの場所で迅速な評価（キャラクタリゼーション）が行えるように、基本的な装置群は各地域の拠点に整備されることが不可欠である。一方、基本的な評価の範囲を超えた特殊な構造解折、組成分析、物性評価などの要請に応ずるために、総合的な物質評価機器設備を備えた総合物質評価施設を、物質評価に関する全国的拠点として整備する必要がある。物性研究所の将来計画において設置が計画されている物質設計評価施設を充実させ、全国共同利用の便宜を図ることによって、この機能が果たされることが期待される。さらに将来的には各地域の物性評価拠点をより高度なものに発展させて行くことによって全国ネットワークを充実させる。

4.5 物性研究専用高速計算機

物性研究における計算物理的手法の重要性がますます認識されるようになり、物性研究専用のスーパーコンピューターが物性研究所に導入されて共同利用が開始された。今後の計算物性物理の発展を想定して、コンピューターを大規模利用する研究の支援体制を全国的な見地から考える必要がある。コンピューターの発達の驚異的な速さを考えると、物性研究専用スーパーコンピューター設置後も常にアップグレードを的確に行ってゆく必要がある。もちろんコンピューターハードウェアだけでは意味がないので、開発された高度なソフトウェア資産を適切に共同利用して成果を挙げるよう体制を整えることが急務である。ハードウェアの設置場所については、通信ネットワークが併せて整備さ

れることを前提とすれば、かなりの自由度がある。ただし、共同利用のための管理業務等の支援体制について十分な配慮が必要である。

4.6 電子通信・情報化

コンピューター通信の発達は科学情報交換に革命をもたらしつつある。わが国においても来るべき情報革命に積極的に対応し、諸外国へ向けて研究情報を発信して行くことが、世界の知的財産への貢献という意味から重要である。物性物理学分野では現在、北米地区ではロスアラモス国立研究所、ヨーロッパではトリエステの国際高等研究センターなどが電子文書館(e-print archive)を運営し、プレプリント情報等の情報集積地としての機能を担っている。わが国でも、理論物理関係ではプレプリントサーバーなどの活動が既に一部で行われている。また、J. Phys. Soc. Jpn. や Jpn. J. Appl. Phys. などわが国の原著論文誌の電子化の準備も整いつつある。アジア太平洋地域におけるわが国の役割を考える上で、このような研究情報の集積・発信地としての貢献も真剣に検討する必要がある。

コンピューター通信は、上記のような研究成果情報の流通のみならず、実時間の研究活動にも大きなインパクトを与えつつある。特に研究グループ間の情報交換の迅速化は共同研究を格段に効率化し得るものと言える。各研究拠点において共同利用に供される設備等の情報を通信ネットワーク上で公開し、研究上で生じた必要を満たし得る装置等がどの拠点にあってどのように利用できるか等の情報に研究者が迅速にアクセスできるようにすることにより、整備された設備・装置類の一層の効率的利用を図ることができる。

このような情報ネットワークはある程度のスケールに成長して初めてメリットの出るものである。具体的には現在自然発生的に発達しつつある情報ネットワークを利用し、いくつかの研究機関が核となって全国的に広げてゆく施策を探るのが適切であろう。当面、プレプリントサーバー等については基礎物理研究所や物性研究所など、共同利用研究情報については物性研究所などがその中心となることが適當であり、そのための人的配置を考える必要がある。

コンピューターや通信網の発達が今後ますます加速されることは疑う余地のない流れである。これらをうまく使いこなせば研究情報へのアクセシビリティに関する地域格差などの問題がかなり緩和し得るものと考えられる。情報洪水による負の側面にも留意しつつ適切な対応を考えて行く必要があろう。

V. 全国共同利用研究所（大学共同利用機関及び国立大学附置共同利用研究所）の将来計画と役割

戦後のわが国の物性物理学研究の発展の中で全国共同利用研究所としての物性研究所が果たした役割は極めて大きなものであったし、現在でもその果たべき役割は決して小さくなつたわけではない。しかしながら一方、近年の物性研究の多様化・高度化を考えると、あらゆる前線における研究支援に物性研究所が対応しようとするることは不可能であり、全国的な視野での適切な役割分担を考える必要があることは明らかである。研究拠点ネットワーク構想はある意味で全国的規模での「分散型物性研究所」を作る構想と言うこともできる。その中で、当然のことながら全国共同利用研究所にはネットワークの中心的役割が期待される。それは散在する数多くの研究拠点を横につなぎ、研究連絡情報の集積点としての役割を果たし、研究組織のネットワーク化においてかなめ石となるものである。物性研究に深いかかわりを持つ全国共同利用研究所として現在、物性研究所の他に京都大学基礎物理学研究所および東北大学金属材料研究所がある。これらの研究所はそれぞれに独自の歴史と伝統を持つが、パラダイムの転換期を迎えてそれぞれに変貌を遂げようとしている。また、高エネルギー物理学研究所と東京大学原子核研究所、中間子科学センターの再編により、新たに発足する高エネルギー加速器研究機構の物質構造科学研究所は特に物性分野に関わりの深い全国規模の研究所としてその役割が注目される。ここではこれら4研究所の将来計画と拠点整備計画において期待される役割を展望する。

5.1 東京大学物性研究所

物性研究所はキャンパス移転を伴う将来計画として、現行の組織形態を改組して、21世紀のわが国の物性科学におけるセンター・オブ・エクセレンスを目指した第三世代の物性研究所に生まれ変わろうとしている。この計画は、東京大学の柏新キャンパスにおいて実現することを想定したものである。改組の基本理念は「物性基礎科学に関する最先端の総合研究を行う国際的共同利用研究所」に脱皮し、ますます多様化し高度化していく物性科学の将来の学問的および社会的要請に応えることのできる新しい形の研究所を志向することにある。

そのような要請に応える方向としてつきの3点が考えられている。

- (1) 物性研究拠点として物性研が分担すべき3施設。
- (2) 物性研究COEの中核として整備されるべき5研究部門。
- (3) 情報ネットワークの核としての組織。

ここで(1)としては、日本原子力研究所の改造3号炉を中心とした中性子散乱施設、真空紫外領域の固体分光を主目的とする軌道放射物性研究施設（高輝度放射光計画の現在の状況については4.1大型設備の放射光の項に記述した）、各種の物質評価設備および物性専用高速計算機を擁する物質設計評価施設の3つの施設がある。(2)としては現行の組織を5研究部門（新物質科学、先端領域、極限環境物性、先端分光および物性理論）に再編し、新しい時代に即した

研究体制をとることが計画されている。これらの運用にあたっては、それぞれの分野で従来果たしてきた施設利用に加えて、重点的な研究を行う共同研究（諸外国とのそれも含む）の占める比重を増大させて、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ことが企画されている。また(3)は、物質の基本的な特性（構造、電気的・磁気的・光学的特性等）に関する情報や、物性研究用試料や実験装置に関する情報のデータベースを整備し、全国の物性研究者の利用に供することを想定したもので、共同利用・共同研究の実をあげるために情報流通が極めて重要であるとの認識に立っている。

物性研究所は物性にかかわりを持つ3つの研究所の中でもっとも物性プロパーであり、本拠点整備計画に最も密接に関係している。その意味で物性研究所に対しては、これまでに果たしてきた以上にその役割に対する期待は大きい。物性研究所にはまた、物性関連の情報の集積地としての役割も期待されており、上述の物性情報センターは全国的な物性研究情報ネットワークのハブの役割を果たすべきものとして構想されている。また、ここで提案する物性研究拠点ネットワークの具体的な運営を行ってゆく後述の物性研究連絡会議についても物性研究所がその実務を担当する責を負うことになろう。

5.2 京都大学基礎物理学研究所

基礎物理学研究所は、文字通り物理学の基礎をカバーする理論主体の研究所であり、物性物理学プロパーのものではない。しかし、当初から物性論部門があつた事からも明らかなように物性物理学とは深い関係がある。物性論部門に加えて1980年には統計物理学部門が発足し、これが1987年からは非線型物理学部門となって現在に至っている。基礎物理学研究所は1990年に広島大学理論物理学研究所と統合した。1995年秋には新研究棟も完成し、名実ともに統合が完成して新しい時代を迎えている。

基礎物理学研究所の特色は、物性研究所や高エネルギーのような分野別に設置されている研究所とは異なり、物理学の全分野を理論という軸で横断的にカバーする「横型」の研究所である点にある。これまで、このような特色を生かして異なる分野間の共同研究、境界領域の研究等の面においても大きな役割を果たしてきたが、その役割は今後もますます重要になると思われる。また、国際交流の拠点としても今後更に重要性を増すであろう。

5.3 東北大学金属材料研究所

本研究所は70年を超える歴史を持つ研究所であり、戦後生まれの物性研や基研とは大きく異なる伝統と形態を有している。特にヘリウム液化機や強磁場施設などは戦後わが国で最も早く整備され、低温・磁性・金属などの分野で優

れた研究者を輩出して今日の物性研究の発展に大きな貢献をなした。全国共同利用研究所となつたのは逆に一番新しく1987年である。現在、同研究所は26研究部門、4客員部門、1寄付部門、3研究施設およびスーパーコンピュータを持つ材料情報室から構成されている。

その設立の経緯から金属材料の研究が主体であったが、次世代の材料科学の基礎と応用を目指す広範な物質研究を展開している。実用材料やデバイス開発よりの研究指向が主体であり、ナノスケール系やアモルファス研究などで新しい発展を遂げている。共同利用に関して特筆すべき点として、日本原子力研究所に照射研究やアクチノイド研究のための拠点を有すること、大学関係では我が国唯一の定常強磁場施設を擁していること、が挙げられる。

金属材料研究所が全国共同利用研究所となつたことに関して、物性研究所とは違った特色を持つ研究拠点としての新しい構想が立案されることが期待される。

5.4 高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所

平成7年春に文部省に設置された「加速器科学分野における総合的な研究機関に関する調査委員会」が平成8年4月30日とりまとめた「中間まとめ」に基づき、高エネルギー物理学研究所、東京大学原子核研究所および東京大学附属中間子科学研究センターを改組・転換して、平成9年度に、高エネルギー加速器研究機構のもとに2研究所（物質構造科学研究所、素粒子原子核研究所）が設置されることとなった。

このうち物性物理学に関連の深い物質構造科学研究所では、放射光、中性子、ミューオン、低速陽電子などのビームプローブを用いることにより、多面的な物質（構造）科学研究を総合的に行なう。本研究所は、物性物理学、化学、材料科学、生物学、薬学などの研究の飛躍的発展と、さらなる学際領域研究の開拓を目指している。放射光を用いて電子の精密な空間分布やエネルギー分布を、中性子を用いて原子核の静的位置・運動状態および電子・原子核の磁気的性質を、陽電子を用いて電子の運動状態を決定でき、物質構造と物性・機能の関係を総合的・多面的に研究することが可能となる。特に、生体機能発現機構の解明に重要な構造生物学は、このような粒子ビームを用いた総合的研究によって、新たな展開が期待される。さらに、これらの比較的最近開発された粒子ビームを用いた実験技術は、今後、加速器技術、測定手法、試料環境装置、の開発・整備によって更なる進展が見込まれる。と同時に、この方向でのR&Dの蓄積を継続する義務も課されているものと言えよう。

この物質構造科学研究所の組織及び運営の形態については、現在関係者の間で議論が進行している段階であるが、物性研究者の意見がその運営に反映されるような外に開かれた組織の形態が望まれる。

VII. 具体的施策について

6.1 研究拠点ネットワーク構築・運営に必要な予算

上記のような中型研究設備群を整備して、ネットワークを構築するには当然予算的な措置が必要である。これに関しては当面5年間を念頭に置き、校費等の基盤的研究予算や科学研究費とは別枠の予算措置を要求する。本計画は共同利用を前提とした拠点整備であり、この予算要求は各研究機関におけるそれぞれの研究設備充実の概算要求とは相補的なものである。

研究拠点が共同利用的な役割を果たすためには、研究設備の適正な整備が必要である。それとともに、整備された機器類および既存の装置を活用して共同利用研究を実施するための経費（装置の運転維持経費・保守消耗品費および共同利用旅費など）の確保が必須条件である。科学研究費によって整備された装置は各研究機関の設備の重要な部分を占めており、当該研究課題の研究期間修了後も各研究者の創意工夫によって活用されている。しかしながら、研究期間終了後の運転経費の確保は深刻な問題である。設置された設備装置が十分に活用されるためには、その保守管理や運転のための経費が一定の継続性をもって確保されることが必要であり、本計画によってこれらの装置がより有効に活用される体制が整うものと期待される。

全国共同利用研究所（大学共同利用機関及び国立大学附置共同利用研究所）には、これまでも共同利用のための校費や旅費が認められてきた。しかしながら、先端的な装置の共同利用の需要にもかかわらず、共同利用予算の伸びは近年小さく、不十分な状況にあると言わざるを得ない。拠点整備と併行して、共同利用予算の大幅な増額が切望される。また、共同利用研究所以外におかれた設備についても、大阪大学極限物質研究センターの強磁場装置にその例を見るように、実際上共同利用がなされてきた施設もある。これまででは、そのための旅費等の経費は科学研究費等によってまかなわれてきた。今後整備されるべき設備も含めて、それをもつ研究機関がネットワークの研究拠点としての役割を果たしていくためには、外国人研究者も含む学外者の利用を可能にする経費が継続的に保証されなければならない。そのためは、少なくとも中型設備をもついくつかの研究拠点については、そこに共同利用予算がつけられるように、全国共同利用施設への改組・転換を進めていく必要がある。

本計画を実現するための当面の具体的な経費としては

■拠点整備費として

- | | |
|---------|--------|
| ①設備費 | 250億円 |
| ②設備維持費 | 10億円／年 |
| ③共同利用経費 | 1億円／年 |

■研究ネットワークの運営費として

- | | |
|--------|-------|
| ①運営費 | 1億円／年 |
| ②研究者旅費 | 1億円／年 |

合計として5年間で約300億円を必要とする。

以上のように、設備の規模や研究機関の性格によって具体的方策は異なるにせよ、研究拠点の整備、研究ネットワークの構築において、設備整備と併行して設備の保守、運転、利用のための経費が十分に確保されることがきわめて重要である。また、いわゆる小規模装置を軸とした物性研究の基盤充実は、個々の研究グループの研究目的に応じて自由な発想のもとに行われてゆくべきもので、科学研究費がその役割を果たしている。本整備計画は、中型研究設備の整備と共同利用のための研究ネットワーク化によってそれを補完・支援し、一層の研究成果が挙がるような体制づくりを目指すものであることを改めて強調したい。

6.2 物性研究連絡会議（仮称）の設置

ここに提案した研究拠点の整備とネットワークの構築は、一朝一夕に実現するものではないし、またその具体的な内容は研究の発展とともに変化していくであろう。したがって、今後この提案の具体化を進めるためには、それをフォローアップする物性研究者の体制が不可欠である。

この役割を担うべき組織は本来、物理学研究連絡委員会物性物理専門委員会である。しかし、物性物理専門委員会には学術会議の一委員会としての任務もあり、また限られた数の委員のみでは物性物理学の広範な分野について十分に議論を尽くせない恐れがある。そこで、物性物理専門委員会のもとに、「物性研究連絡会議（仮称）」を置くことを提案する。「連絡会議」の構成は物性物理専門委員会委員が中心となり、必要に応じて委員以外の研究者に加わっていただく。また、必要に応じて、そのもとに研究分野ごとの「分野別連絡会議」を置くことが考えられる。

「連絡会議」の役割には次のことが含まれる。

- (1) 物性研究将来計画とその実現の方策の検討
- (2) 全国的な共同利用計画の策定と推進
- (3) 各研究拠点における設備整備計画の検討と支援

「連絡会議」は第13期以来引き続いて設置されてきた物性研究将来計画策定のためのワーキンググループを発展させたものである。ワーキンググループの役割は将来計画を検討してその結果を物性物理専門委員会に報告することにあった。

「連絡会議」においても、ひき続き将来計画の検討を行うが、あわせてその具体化の方策をたて、必要に応じて物性物理専門委員会に提案し、また自らも活

動を行うことができる組織であることが望ましい。もちろん「連絡会議」における討議や決定は、各研究機関独自の計画に対して拘束力をもつものではない。また、物性研究者の総意として何らかの決定を行う場合には、物性物理専門委員会に提案し、物性物理専門委員会の責任において行うべきである。

VII. 国際的な動向

我が国が本報告書で述べたような総合的計画を必要とする理由は単に学問的な必然性のみならず、国際的な要因がある。それには大きくわけて3つの視座がある。第1に世界のトップでありつけようとする米国、第2に競争と協力を巧みに組み合わせ、かなりの分野で米国を抜き出したヨーロッパ、そして急成長著しいアジア諸国の動向である。

米国においては、象徴的な事件、SSCの中止が物質科学の進展に対して直接のデメリットを与えることはなかったが、余波とも言えるANS（強力中性子源）の中止はかなりのマイナス要因として働き、その影響は現在でも続いている。米国もこれをパルス中性子源に引き換えようとのことだが、結果として英国のISISに大きく遅れをとったと言える。

しかし、米国全体として見ればその強大さには変わりはない。例えば、強磁場関係の面で見ると1970～80年代、日本に大きく遅れをとったことの反作用がフロリダに100億円を超える投資を呼び、再び世界最大の強磁場施設を誇ろうとしている。これを中心に総合的な物性研究の巻き返しを着実に遂行させていく。

このような米国に対比して、ヨーロッパでは物質科学研究の強い伝統が多彩な物性研究を誘発している、とも言うべき状況にある。例を重い電子系の物性に取るとその世界的な拠点としてドイツ、フランス、イギリスがそれぞれ特徴のある研究センターを有している。これらは相補的でもあり、また活発な若手研究者の交流を中心として競合的に全体が盛り上がっている。そして彼らはその成果をヨーロッパの総合的な研究センター、例えばグルノーブルの強磁場やILLの中性子散乱原子炉、それに前出の英国ISISのパルス中性子源などを巧みに利用してゆるぎない世界的な実績を上げつつある。

一方、これらの先進的研究手段とは若干異質なレベルにあるがアジア諸国の物質科学に対する研究力が近年大きく進展しつつあることが注目される。これら諸国にあっては過去における経済的、あるいは政治的緊迫感から開放され、物性研究が急速に上昇しつつある。既に多くの国際会議などもこれらの地域で開催されており、世界的な研究交流が進んで世界の既成パワーに肉薄している分野も多い。一例として、ソウルに物性研究を含む新しい理論物理研究センターを作ろうとの構想があげられる。これは世界の研究者からも前向きにとら

えられ期待が寄せられている。

21世紀を迎える我が国の研究者はこのような世界の流れにあってその力量を充分に発揮できるような研究の場としくみ、そして予算を持たねばならぬことは明白である。さもなくともその影響力を急速に低下させることになる。20世紀後半においてなんとか確立してきた我が国の物性研究をより安定に高度化する、そしてその成果を物性材料科学、技術に反映させ、我が国の産業界にも常にリーダーシップを確保させ続けていく。それが本報告書の主旨である。

補足資料について

付表：物性研究拠点に整備すべき装置群

物性研究拠点のハードウェア面の整備に関して、整備すべき代表的装置群とその経費の概算を示したものである。

付表： 物性研究拠点に設置すべき装置とその整備経費の積算

装置名	単価 (百万円)	台数	金額 (百万円)
各種高温合成炉	10	50	500
高温高压合成装置	50	10	500
各種単結晶作製装置	50	20	1,000
各種真空蒸着装置	10	40	400
分子線エピタキシー装置	150	10	1,500
極微細加工装置	100	10	1,000
X線構造解析装置	50	10	500
透過電子顕微鏡	70	10	700
走査電子顕微鏡	30	15	450
局所組成分析装置(EPMA)	40	10	400
走査プローブ顕微鏡	15	40	600
各種光学スペクトル測定装置	20	60	1,200
各種レーザー光源	20	80	1,600
磁化率測定装置(SQUID, VSM)	40	30	1,200
マイクロ波特性測定装置(CR, ESR)	30	5	150
核磁気共鳴測定装置	30	10	300
電気伝導等測定装置	15	20	300
熱物性測定装置	20	10	200
音波物性測定装置	30	10	300
大型超伝導マグネット	100	5	500
希釈冷凍機	20	10	200
多重極限環境実験装置	100	3	300
各種表面分析装置	50	20	1,000
超低温環境生成装置	600	3	1,800
非破壊型パルス強磁場発生装置	1,000	2	2,000
小型放射光装置	3,000	2	6,000
ワクステーション	5	80	400
総計			25,000