



もある。勿論、物性研内の研究室間の連携は以前から自発的に行われているが、それをより組織的に、少し離れた分野も巻きこんで展開する仕組みがあっても良いのではないか。以下に述べる「機能物性研究グループ」と「量子物質研究グループ」という2つの分野(部門)横断型の研究グループは、そのような仕組みの具体案として検討されてきた。

### ① 機能物性研究グループ

従来の物性物理の多くの分野では、純粋で一様な物質が主な研究対象であり、その基底状態と低エネルギー素励起の解明が重要な課題であった。近年の研究の舞台は、基底状態から高エネルギー励起状態へ、平衡状態から非平衡状態のダイナミクスへ、更に一様な物質から異なる長さスケールの階層構造・高次構造を持つ物質系へ、と拡大しつつある。この背景の1つには、先端的な測定技術や計算手法の進展がある。例えば、励起状態や非平衡状態のダイナミクスを実時間で計測する超高速分光法や、階層構造を持つ物質系における微小なナノ領域を対象とした分析・分光技術、更に大規模計算機を用いた第一原理計算やシミュレーションなどの進展によって、これまで未開拓であった問題に対して、精密な実験的・理論的アプローチが可能になってきた。また一方で、このような問題は、物質が有用な機能を発現するメカニズムと密接に関係している。例えば、太陽電池、電気化学反応、触媒、生体物質などにおける「機能発現」は複数の素過程の連動の結果であり、それらの多くは一様な物質内部で起こる静的現象ではなく、表面・界面・粒界を舞台とした動的現象である。またそこでは、マイクロからマクロにいたるマルチスケールの階層構造が重要な役割を果たしている。「機能物性研究グループ」では、基底状態・平衡状態の電子物性を基盤として、励起状態・非平衡状態、さらには化学反応や生体系の動的性質まで踏み込んだ研究を視野に入れる。そのために、伝統的な物性物理の枠組みを超えて、マルチスケールの階層的複合構造を持つ物質系における原子・イオンの移動や組み換え(化学反応)も対象とする。

上記の例が示すように、機能物性の具体的テーマの中には産業上重要な実用材料と関係するものも少なくない。しかし物性研においては、実用材料の開発そのものを目指すのではなく、その背後にある基礎学理を構築することが目的である。実はこのことは、60年前の物性研創設の精神にも通じるものであり、設立趣意書の冒頭には次のように書かれている。

「物性研究所は、物性物理学の総合的かつ系統的な研究を行い、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。」[2]

物性研では、最近このような方向の研究が実際に行われている。具体的には、マルチスケールの特徴を持つソフトマター、ガラス、分子性物質の研究、固液界面における電気化学反応や生体膜ダイナミクスの理論的シミュレーション、表面の化学反応やデバイス動作状態における分光研究などであるが、これまではそれぞれが独立して行われていた。そこで2014年から、伝統的な固体物理の中心から少し離れたこのようなテーマに関わっている12名の物性研所員が集まり、新分野への取り組みを目指して情報交換と将来計画の検討を開始した。これらの所員の所属は、新物質科学、物性理論、ナノスケール物性の3研究部門に加えて、物質設計評価施設、中性子科学研究施設、LASORセンターと多岐にわたっている。まず、月1回インフォーマルなボトムアップ・ミーティングを開催し、それぞれが専門とする研究手法や興味あるテーマについて紹介し意見交換を行った。その中で、「機能物性」というキーワードと、物性研で推進すべき共同研究テーマの候補がいくつか浮かんできた。これと並行して機能物性融合科学研究会シリーズとして、いくつかの分野について所外の研究者の協力のもと、2回のISSPワークショップ「光機能」(2014年後期)と「ソフトダイナミクス」(2015年前期)、及び短期研究会「反応と輸送」(2015年前期)を開催した。これらの内容は『物性研だより』に報告されている[3]~[5]。

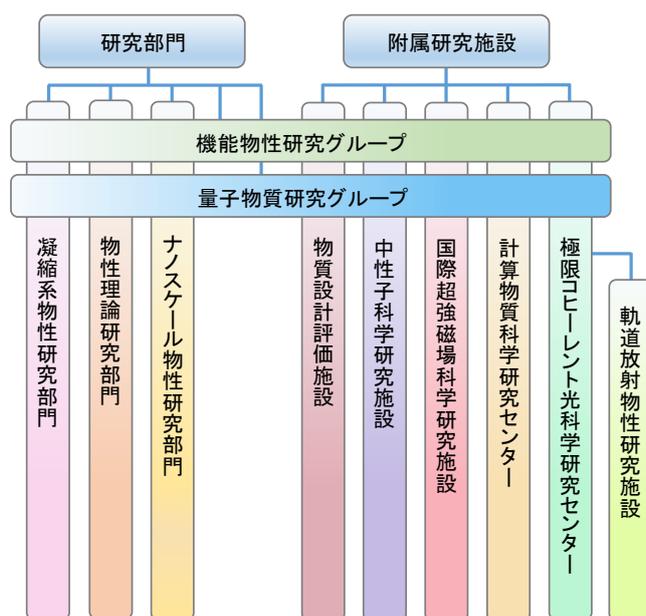


図2：改組後の研究組織



貢献してきた。2006年には、超強磁場に関する先鋭的な装置開発と、日本の他の強磁場施設と連携した強磁場コラボラトリー計画の推進のために、超強磁場グループが独立して国際超強磁場科学研究施設が発足した。また超低温グループでは、液体および固体ヘリウムの研究を牽引してきた2所員が退職し、2013年に山下所員が着任したことによって、研究テーマが強相関電子系や量子スピン系の電子物性にシフトした。

極限環境物性研究部門には現在、山下グループのほか、超高压下極低温における強相関量子物性を追及する上床グループと、2次元原子層や低次元分子性結晶における量子輸送現象を探求する長田グループがある。これらのグループと、新物質科学研究部門および物質設計評価施設の実験系グループとでは、研究手法こそ異なるが、科学的興味の対象は重なる部分が多く、新物質科学研究部門と極限環境物性研究部門を分け隔てる理由はもはや存在しないと考えられる。実際、3年前から両部門の連携を深めるための合同セミナーや交流行事を継続した結果、研究対象となる物質系、計測手法、測定環境それぞれの範囲が広がり、更により活発な両部門間の共同研究が展開されるようになった。そこで両部門を統合し、新たに「凝縮系物性研究部門」として再生することとした。ただし、超高压・上床グループについては、一研究室としては比較的大規模な装置開発と共同利用を展開している状況を鑑み、効率的な運営という観点から、高压合成室を含む多彩な共通実験室を管理・運営している物質設計評価施設に加わる予定である。

### 3. 今後の展望

図2に示す新しい研究組織への再編計画は、この3年間、所内の意見交換や、所外の研究者を含む研究会やセミナーなど、様々な機会を利用して検討が進んできた。その過程で、物性研の共同利用施設専門委員会や協議会、物性委員会幹事会や拡大物性委員会などの場において、物性コミュニティの方々へ検討状況をご報告し、概ね肯定的にご理解いただけたと感じている。更に、今年1月に行われた国際外部評価においても詳細に検討され、強い支持を得ることができた。

一方で、「分野を超えた所内の連携を強化するために部門横断型グループを作ると言いながら、結果として量子物性と機能物性という2つの領域に分断されている(相分離を起こしている)ように見える」というご批判もいただいた。確かにこれまでは、2つの研究グループは異なる視点からそれぞれの検討がなされており、お互いに理解を深める機会が充分にあったとは言い難い。しかし、現時点において両グループの目指す所や、想定する研究テーマを比べてみると、共通点が多いことに気づく。

機能物性グループでは、階層構造を持つ非一様な物質系における励起状態やダイナミクスを扱うが、着目する機能は多くの場合、量子的な素過程の連鎖の結果として発現し、その中には局所的な電子相関が重要な役割を演じる現象も少なくない。量子物質グループでは、バルクな物質内部に限らずに表面や界面などヘテロジニアスな系における新奇な量子現象を探索すると同時に、そこから有用な機能を引き出す可能性を追求する。こうして見ると、両グループの境界は明確なものではなく、将来、両者の連携によって新しい展開が生まれる可能性も期待できる。そのためには、既存の部門・施設が両グループをつなぐことが鍵となるかもしれない。

既存の部門・施設を横断する形の研究グループがどこまで恒久的な組織となるかについては、5年程度経過した時点で再度検討するのが適切ではないかと考えている。一方では、この3年の間に、所内連携を活性化する将来計画の議論がきっかけとなって、既に色々なところで新しいタイプの共同研究が始まっている。物性コミュニティの皆様には、新しい研究グループの今後の活動を見守っていただき、また建設的なご意見をお寄せくださるよう、切にお願いする次第である。

[1] 物性研だより 第53巻第1号(2013年4月)p1.

[2] 物性研50年の歩み p12.

<http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/docs/50anniversary.pdf>

[3] 物性研だより 第55巻第1号(2015年4月)p18.

[4] 物性研だより 第55巻第2号(2015年7月)p31.

[5] 物性研だより 第55巻第3号(2015年10月)p24.

[6] 物性研だより 第56巻第1号(2016年4月)p25.

2016年9月