

物性科学連携研究体

① 計画の概要

本計画に参画する5機関は、我が国を牽引するトップ研究所群である。本計画は、これら5研究所と、その基盤となる化学・物理・材料分野の多様なコミュニティーが連携した研究体において、(A) 物性科学の戦略的な連携研究体制構築と、それを通じた (B) トップ研究人材の育成・交流プログラムからなる。

(A) 従来、物性科学では、個人あるいは研究室単位の「小規模研究」が主体で行われてきたが、近年は同時に異なる研究者間、異なる分野間、そして異なる組織間でそれぞれに特色のある概念、手法、設備を戦略的に組織化して最大限のシナジー効果を発揮させる「戦略的連携研究」もまた必要不可欠になってきた。本研究計画では、専門分野の異なるトップ研究所間の連携研究により、異分野融合・シナジー効果を最大化し、物性科学を基盤とする新しい融合学術分野を創成することを目的とする。

(B) 連携研究活動を強力に推進するために、多様な研究基盤を持つ人材の交流・頭脳循環の国際的な連携拠点（ハブ）を形成し、クロスアポイントメントも活用した人材ネットワークを構築する。マスタープラン2017からの進捗として、分子科学研究所では流動部門の人事制度整備したほか、金属材料研究所では従来の客員研究部門を整理統合して融合研究部先端・萌芽研究部門を立ち上げ、また物性研究所では長期滞在型の共同利用制度を立ち上げることによって、いずれもクロスアポイントあるいは同等の制度を準備、あるいは既に開始している。これらはいずれも大学に人件費相当分を戻すことによって、教員が不在にしている期間の諸業務を代替する人員を確保することを可能にするものである。物性科学だけでなく、さらに多くの分野で同様の制度が広まるようになれば、地域貢献型大学などにとっても経営の自由度が増す制度設計となっており、我が国のアカデミアにおける層の厚みを確保するための重要な施策となっている。

② 学術的な意義

本研究の学術的特徴は、化学分野のみならず、物性物理、材料科学とのトップ研究機関間の連携による戦略的・重点的な研究計画の策定と実行によって分野融合学理を構築することである。この研究の最前線に若手研究者を登用しながら、かつ5研究所およびそのコミュニティー間での人材交流も促進することによって、将来の我が国の学術を牽引するトップリーダー人材の育成を行う。具体的な研究項目としては、

(1) 卓抜機能物質：近未来の社会システムに大幅な変革をもたらす高機能新規物質群を創出する。界面触媒・反応科学、機能材料科学など。

(2) 創発量子物性：物質中で互いに強く相互作用する電子群が示す創発的な物性、および表面や界面などの電子の運動が拘束された運動量空間・実空間のトポロジを反映した波動の干渉によって生じる量子物性を探求する。

(3) 省・創エネルギー原理：上記の2つの項目のアウトプットの融合学理に相当し、機能物質およびデバイスにおける新たな原理を実証する。

を取り上げる。各項目について、世界を先導する成果を創出するとともに、環境・エネルギーなどの課題解決に資する革新的な新技術や指導原理を確立する。そのアウトカムとして、(a) 環境調和型反応場の創出と超高エネルギー収集・変換・蓄積と、(b) 超低エネルギー消費電子技術原理、が挙げられる。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

物性科学分野では、日本、欧米、アジア諸国の間で熾烈な研究競争が行われており、早くから国家的集中投資が行われている。日本の強みは、従来から物質開発において物理と化学の連携が有効に機能していることであるが、本提案は、これを戦略的に連携させ、全世界的課題の解決に資する研究に展開するものである。

④ 実施機関と実施体制

自然科学研究機構 分子科学研究所
 京都大学 化学研究所
 理化学研究所 創発物性科学研究センター
 東京大学 物性研究所
 東北大学 金属材料研究所

以上の研究組織は全所長間で合意されており、研究所間の連携によって、有機半導体やトポロジカル絶縁体など有機から無機に広がる多種多様な新物質の迅速なデバイス化とその多重極限下での特性評価、触媒活性の多次元時空間プローブ、などの研究を推進する。また、放射光、自由電子レーザー、中性子などの量子ビームを用いて、各種デバイスのオペランド測定など、大型研究施設との戦略的共同研究を展開する。さらに、京/ポスト京コンピューターとの共同研究体制を構築し、最先端の物質開発・計測・シミュレーション技術が融合した物性科学を展開する。

⑤ 所要経費

本研究計画は、所要経費総額80億円、継続期間10年間とする。マスタープラン2017では総額150億円としていたが、プロジェクトの根幹部分に予算を絞った形での提案に変更し、可能な限り早期の立上げを目指す。本事業は、下記の3つから構成される。

(ア) 研究トップリーダーの育成と人材交流 (総額 60 億円)

5 研究所に連携研究部門を設置する。研究室はPI とその構成員 (特任助教 1 名 + ポスドク 1 名) からなる。また、クロスアポイントメント等を使った流動的研究システムを設計し、PI の人件費、サポートスタッフの人件費等を計上する。人件費と運営費は 5 研究所合計で毎年 6 億円を充当する。

(イ) シナジー促進のための基礎研究体制の充実 (総額 15 億円)

若手PI を中心とした研究所間連携研究に資する最先端設備を充実する。10 年のプロジェクトを 5 年 2 期に分割し、各期 7.5 億円を計上して施設整備を行う。

(ウ) 国際的研究発信・オープンイノベーション (総額 5 億円)

人材交流を図る研究会を開催する。分野横断国際会議を、各期 3 年目に開催するほか、それ以外の年度には研究体全体会議と分野別国際 WS 等を開催し、国際共同研究を推進する。

⑥ 年次計画

(ア) 研究トップリーダーの育成

以下の施策を 10 年間継続して行う。各研究所において 5 年 1 期を目途とした連携研究部門/領域を設置する。5 研究所の連携研究室間の研究交流を促進する物性科学フォーラムを設置し、若手PI 同士および関連研究者間との研究討論、情報交換、共同研究、ワークショップ開催を常態化させ、世界最先端研究環境の緊張感とその構成員としての矜持を促す。この連携研究室群は、5 研究所間連携研究、最先端融合研究を実施するとともに、可能な場合には、グループ構成員としての大学院生も受け入れ、その教育も担当する。

(イ) シナジー促進のための基礎研究体制の充実

連携研究所間のシナジー効果を創出するためには、各研究所の最先端実験設備を充実させて、連携研究所間の共同利用を促進する必要がある。既に計画が進んでいるものとして、金属材料研究所では 2019 年度より偏極中性子ビームの共同利用を開始するほか、分子科学研究所でも Momentum microscope を所内資金で整備し、数年以内に稼働させる予定であるが (マスタープラン 2017 以降の進捗)、更なる先端施設整備を本計画によって加速する。

(ウ) 国際的研究発信・オープンイノベーション

人材の交流を促進するため、研究体が主催する連携研究体国際会議を、3 年度目 (2022 年度) と 8 年度目 (2027 年度) に開催する。それ以外の年度には、研究体全体会議と分野別国際 WS を開催する。6 年度目以降については、4 年度目終了までに本計画の実施状況を踏まえて、効率的かつ効果的な国際的研究発信とオープンイノベーションが実施できる計画を立案して、実施する。分子科学研究所では、新しいオープンイノベーション部門を 2019 年度から開始した。本制度により、共同利用機関としての精神を失わないことに留意しつつ、我が国の産業界に対しても貢献出来るような制度を整えているところである。

⑦ 社会的価値

物質科学の使命の一つは、未来の世代が豊かな社会を築くための礎を築くことにあり、その鍵の一つは高効率エネルギー/物質変換技術と低消費エネルギー電子技術である。これは、SDGs の目標 7 「エネルギー」の達成に寄与するものであり、物性科学は革新的なエネルギー変換学理、物質変換学理、電子技術学理の創成によって、持続可能社会の確立に寄与することが、強く求められている。本計画では以下に挙げる画期的な技術学理 (game-changing technology) の構築を目指す。

(a) 環境調和型反応場の創出と超高効率エネルギー収集・変換・蓄積

高効率人工光合成、大容量二次電池、高効率光触媒機能の開拓、低エネルギー環境調和型ナノ化学反応場の創成、さらには、これらを活用した有用な卓抜機能物質の創製。

(b) 超低エネルギー消費電子技術原理

外場誘起相変化現象による極少散逸デバイス、超低エネルギー消費スピントロニクス・エレクトロニクス、高機能界面・分子系の開発。

上記の課題は、その手法・原理の独創性、そして目標の高さから、課題が成功裡に達成された時の社会、産業へのインパクトは測り知れない大きさがある。

⑧ 本計画に関する連絡先

山本 浩史 (自然科学研究機構・分子科学研究所)

