

今年度の伊藤科学振興会研究助成は物理学と生物科学が対象で、6月26日の応募まで、物理学において32名の応募がありました。いずれも自らのアイデアと力で物理学の最先端に挑もうとする意欲的な提案で、ここから2件の選定作業は難航することが予想されました。様々な分野から提案が集まりましたが、大まかに2つに分類すると、素粒子・原子核・宇宙物理分野から13件、プラズマやソフトマターを含む物性物理分野から19件でした。選考委員は広島大学の野原実先生、理化学研究所の初田哲男先生と九州大学の福本の3名で、それぞれの専門は物性実験、素粒子・原子核理論、流体力学です。各選考委員は応募書類32件すべてに丹念に目を通して第1回選考委員会に臨みました。

8月9日に第1回選考委員会が開催されました。全体の打ち合せの後、物理学分野での選考に入りました。冒頭、素・核・宇宙分野と物性分野の2つに分けるのが合理的で、この2分野間で比較を行うことは難しいので、各分野から1件ずつを選定することで選考委員の意見は一致しました。第1回委員会では各分野から優れた提案をそれぞれ4~5件絞り込むことを目標として、32名の応募者の提案1件1件についてお互いの評価を披露し、意見交換を行いました。ジェンダーバランス等に配慮し、選考委員の利害関係にも留意しながら、第1次選考通過提案として素・核・宇宙分野5件、物性分野4件を選定しました。この9件から各選考委員に3件ずつを割り当てて精査を行うこととして委員会を終了しました。

8月20日に第2回選考委員会が開催されました。選考委員の事情によりオンラインで実施されました。前半は、素・核・宇宙分野で絞り込まれた提案5件について検討を行いました。担当の選考委員が精査した結果を報告した後、委員の間で様々な観点から議論を行って採択候補者として樋口嵩氏を決定しました。後半は、物性分野4件から採択候補者として鈴木剛氏を決定しました。すでに優れた実績を有する若手研究者による夢のある研究計画です。樋口嵩氏の提案は、素粒子の標準理論に関わる未解明の反陽子と原子核の相互作用を決定しようとする実験の計画です。鈴木剛氏の提案は、結晶に空間周期の変調と時間周期的な外場を加えることによって新たな電子状態を創り出すモアレフロッケエンジニアリングの検証実験です。本研究助成によってこれらの研究で大きな成果を上げられ、世界に羽ばたいていかれますことを願っております。

また、選に漏れた提案の中にも優れたものが多数ありました。必ずしも1次元的に順序づけられるものではありません。応募者のみなさまのご研究の成功とご発展を祈っております。

以下、2024 年度物理学分野研究助成者の紹介です。

1) 鈴木 剛 氏 (東京大学物性研究所 助教)

「高エネルギー分解高次高調波レーザーによるモアレフロッケエンジニアリングの検証」

鈴木氏は、光と物質の相互作用に関する研究で卓越した成果を挙げている。半導体にバンドギャップを超えるエネルギーを持つ光を照射すると、電子と正孔が生成され、これらは温度や密度に応じて電子正孔液滴など、さまざまな相を形成する。鈴木氏は、テラヘルツ周波数帯の超高速時間分解分光を用いて、電子正孔液滴の発現メカニズムや相転移ダイナミクスを解明し、さらに 1 千万個の量子ドットにおける励起子および励起子分子のコヒーレント操作にも成功している。

二層のグラフェンを人工的にツイストして積層すると、モアレによる周期構造 (モアレ超格子) に起因するレプリカバンドが現れる。この手法は「モアレエンジニアリング」と呼ばれるが、鈴木氏は時間角度分解光電子分光を用いて、レプリカバンドにおけるキャリアダイナミクスの詳細を明らかにしている。

鈴木氏は、結晶の空間周期を変調するモアレエンジニアリングに加え、強電場による時間的な周期外場によって新たな電子状態を創り出す「フロッケエンジニアリング」の手法を組み合わせた「モアレフロッケエンジニアリング」の検証に向けた研究を提案している。この研究では、フロッケ状態を生成可能な高強度の励起光源を開発し、これを、高次高調波を用いた時間分解光電子分光装置およびテラヘルツ分光装置と組み合わせる。この新たな計測装置は世界的にも前例のないものであり、モアレフロッケエンジニアリングによって生み出されるバンド構造とキャリアダイナミクスの観測が可能になることが期待されている。

2) 樋口 嵩 氏 (京都大学複合原子力科学研究所 助教)

「反核子-原子核相互作用探究のための反陽子カルシウム原子の精密 X 線分光」

樋口氏は、陽子と反陽子の電荷質量比の精密測定や反陽子原子の精密分光など、素粒子の標準理論がもつ基本的対称性の検証とその破れについての実験研究を行ってきた。

樋口氏は、本研究で、これまで未解明であった反陽子と原子核の間に働くポテンシャルのアイソスピン対称項と非対称項の双方を、反陽子原子において反陽子が脱励起し、原子核と対消滅反応を起こす直前の X 線を観測することで決定する実験を計画している。特に、核子密度分布の研究が近年大きく進展している二重魔法数核である ^{40}Ca と ^{48}Ca に着目し、反陽子 Ca 原子の遷移 X 線の同位体シフトを精密に測定して反陽子-原子核ポテンシャルを導くことを計画している。X 線検出については、数 10 eV の分解能を持つ超伝導転移端センサー (TES) を用いることで、強い相互作用に起因する微小な X 線エネルギーの変化を精密に

測定する。入射反陽子ビームについては、CERNの反陽子減速器施設の Extra Low Energy Antiproton (ELENA) リングからの連続ビームが用いられる。

反陽子-原子核の系にアイソスピン変換を施すと、反中性子-原子核の系が得られるため、樋口氏の実験は、国内外で計画されている中性子・反中性子振動探索実験に必要な基礎的情報を提供し、現代の素粒子物理学における最大の未解決問題の一つである物質優勢宇宙を生子出す機構の解明にも繋がる。

本研究は、世界唯一の CERN の反陽子実験施設を活用し、原子物理、原子核物理および最先端の放射線測定技術を組み合わせ、これまで未解明の反核子-原子核ポテンシャルの決定を目指すものである。