

量子物性と量子情報の協奏

開催日時：2023 年 3 月 16 日 13:30 ~ 17:30

場所・形式：上智大学四谷キャンパス+オンライン

世話人：大岩 颯 (大阪大学)、松野 丈夫 (大阪大学)、笹川 崇男 (東京工業大学)、
土屋 朋信 (科学技術振興機構)

近年、量子科学技術の研究開発が国内外で活発化している。繊細で複雑な量子状態の制御に対して、量子状態固有の性質を真に享受するためには、基礎物理に立ち返り、量子科学技術の発展と実用化を念頭においた取り組みが必要となる。このような背景のもと、本シンポジウムは量子物性と量子情報の協奏に向けた今後の展望についての議論を目的として開催された。協奏を目指す若手研究者による実験・理論研究から、量子計算の現状、社会実装についてのレビューに至るまで 7 件の招待講演と 1 件の一般講演を通して課題の整理を行った。シンポジウムには会場 75 人程度、オンラインを合わせて最大 150 人程度と多くの方に参加いただき、大変活発な議論が行われた。以下に各講演の概要を紹介する。

最初に、東京大学の小林研介先生から「ダイヤモンド量子センサによる物性研究」としてダイヤモンドの窒素空孔中心 (NV センタ) を量子センサとして物質の計測に用いる研究が紹介された。測定原理の説明の後に、超伝導磁束の実空間観測、機械学習による精密磁場計測、六方晶窒化ホウ素を用いた新しい量子センサについて報告があった。また同先生が総括を務める JST さきがけ「物質と情報の量子協奏」の短い紹介もあった。京都大学の浅場智也先生から「チューリング機構を用いたマヨラナ準粒子の創発」として、数ナノメートルの幅に対して長さが数マイクロメートルに及ぶモット絶縁体 β - RuCl_3 の原子ワイヤを自発的に成長させる手法について紹介があった。この原子ワイヤをトポロジカル量子コンピュータの実現に不可欠であるマヨラナ準粒子の創発・観測につなげていくための計画についても議論された。理化学研究所の森貴司先生から「散逸と非平衡外場駆動の結合による量子制御の理論構築とその応用」として非平衡量子多体系を制御するための理論的な取り組みについて報告があった。特に、複数の振動数を持つ準周期外場に対する応答、系と環境が強く相互作用する強結合領域での振る舞い、過渡的な緩和過程に対する動的制御という 3 つの方向性について紹介があった。前半の最後に、東京大学の黒山和幸先生から「電荷・スピン・光子のテラヘルツ量子インターフェース」として半導体量子ドットの軌道励起を介したスピンとテラヘルツ電磁波とのコ

ヒーレント結合について紹介があった。結合に不可欠な電気双極子相互作用をモード体積の極めて小さいメタマテリアル光共振器を用いて格段に向上させるという構想と、その実現に向けた実験・理論の両面にわたる取り組みが報告された。

早稲田大学の青木隆朗先生から「共振器 QED による原子と光子の量子操作」という題目で、共振器 QED の基礎から、特に光領域での研究の発展の経緯とともに、量子ネットワーク構築を目指したファイバー共振器の研究について発表いただいた。ファイバー共振器と原子集団との結合など青木先生の最近の成果とともに、単一原子との結合など今後の展開についても紹介いただいた。続いて、アマゾン ウェブ サービス (AWS) ジャパン合同会社の宇都宮聖子先生から「クラウドによる量子計算・量子技術の社会実装」と題して、AWS で展開している量子コンピュータのクラウドサービスやビジネスユースの現状について紹介していただいた。超伝導や光、イオントラップなど異なる量子ビットの量子コンピューターが利用できるクラウドサービス Amazon Braket や、AWS パートナー企業への量子アプリケーションサービス提供の事例などについて発表された。次は「量子コンピュータ・量子アニーリングマシンの最先端と物性研究への展開」と題して、産業技術総合研究所の川畑史郎先生から量子コンピュータのハードウェア開発の国内外での現状について発表いただいた。産総研が開発する量子アニーリングマシンや、量子アニーリングを使った横磁場 1 次元イジング鎖における量子相転移現象のシミュレーションなどの事例とともに量子シミュレーションの進展が報告された。一般講演ではフロッケ系に基づく量子特徴マップのユニタリマップの重み分布の数値解析に関する報告が行われた。

今回、量子物性と量子情報の融合に向けた今後の展望についての議論を目的として、応用物理学会をメインの活動の場としていない研究者も招待講演者に含めてシンポジウムを企画した。結果として当日は産官学の各界から多くの聴衆が集まり、盛んな議論がなされた。これを機に、今後も本テーマの活発な議論が継続されることを期待したい。