

博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者： 梶 昌孝

論文題目：Microscopic Theory of Quench Dynamics in Disordered Potentials under Non-Abelian Gauge Fields

非可換ゲージ場下における乱れたポテンシャル中のクエンチダイナミクスの微視的理論

日時： 2026 年 7 月 31 日（金） 10:30 - 12:00

場所： H701

主査：黒木和彦

副査：Slevin, Keith、浅野建一、新見康洋、吉野元

論文要旨：

無秩序系における波動輸送では、多重散乱経路間の量子干渉が重要な役割を果たし、スピン軌道相互作用はその性質を大きく変化させる。近年、冷却原子系では、平面波状態に調製した原子を無秩序ポテンシャル中へクエンチし、その後の運動量分布の時間発展を直接観測できる。さらに、強度や異方性を制御可能な合成スピン軌道相互作用を実現できるため、固体系では捉えにくい散乱時間程度の実時間ダイナミクスを研究する有力な舞台となる。そこで本研究では、一様な $SU(2)$ ゲージ場下の二次元無秩序系における初期平面波状態の運動量分布の時間発展を解析した。数値シミュレーションにより、コヒーレント後方散乱ディップと共存し、後方散乱方向からずれた位置に現れる有限寿命の干渉ピークを見いだした。その運動量オフセットと有限寿命は、非可換ゲージ変換に基づく描像で理解できる。さらに、拡散近似を超えてラダーおよび最大交差ダイアグラム級数の周波数依存性を扱い、スピン軌道相互作用の強弱によらずスピン・運動量のダイナミクスを記述する多重散乱の摂動理論を構築した。この理論は、スピン軌道長が平均自由行程より十分長い極限から十分短い極限へのクロスオーバーを連続的に記述するとともに、 $SU(2)$ 対称な永続スピンヘリックス極限も正しく再現する。さらに、数値計算との比較により、運動量分布の緩和と過渡的干渉ピークを定量的に再現した。