

強相関係のヘテロ時空ダイナミクスと構造物性

石原純夫

東北大学大学院理学研究科

遷移金属化合物や有機化合物などの多電子系において、レーザーパルスなどの高強度外場の印加や温度のクエンチにより実現する強い非平衡状態のダイナミクスの研究が近年盛んに行われている。三角格子有機導体を急冷することにより実現する電荷グラス状態や、超短パルス照射による隠れた秩序状態などはその一例である。特に多自由度、多階層構造を有する系においては複数の自由度や相互作用が拮抗することで、欠陥や不純物に起因しない本質的な時空間不均一状態が生じやすい傾向にある。近年この分野の研究が急速に発展しているのは、以下のような複合的な理由によるものと捉えることができる。1) 各種時分解スペクトロスコピー、時分解回折法、空間分解実験プローブなどの発展、2) 自由電子レーザー、THz光源、高強度レーザーパルス光源などの開発と発展、3) 相関電子系の時空間ダイナミクスを解析する理論手法の発展、を上げることができる。特に非平衡状態における時空間座標を関数とする実験データを正しく解釈したり新しい非平衡現象を提案するために、理論研究の役割がますます重要となっている。本講演では、最近なされた我々の理論研究について紹介したい。

【電荷フラストレーションにおける実空間時間ダイナミクス】光励起状態における電荷フラストレーションの役割を明らかにするために、三角格子 Vt 模型における実時間ダイナミクスを数値的に調べた。この模型の基底状態ではフラストレーションに起因して複数の電荷秩序 (CO) が拮抗する。その一つである Horizontal CO では光の照射により秩序が融解し、その後 3-fold CO と呼ばれる電荷秩序が発達することが見いだされた。これは光による電荷秩序—電荷秩序転移である。この系では融解と秩序の発達の間中間的な時間領域が存在するが、ここでは電荷と格子の自由度が協力的に時間発展をしており非断熱的状态が実現している。これは電荷フラストレーションのために電荷系のエネルギースケールが実効的に低下して格子系のそれと同程度となっているものと解釈できる。

【二重交換系における電荷・スピン時空間ダイナミクス】二重交換相互作用は電荷と局在スピンの強く結合して系における典型的な強磁性相互作用として広く知られている。本研究では時間依存外場下の二重交換相互作用系について、その時空間ダイナミクスを調べた。AC 電場の印加により電子の運動エネルギーの低下が見いだされ、これはいわゆる動的局在現象捉えることができる。更にこれに伴って、強磁性スピン配列が反強磁性配列に変化することが見いだされた。これは光により誘起される非平衡状態では、二重交換相互作用は反強磁性相互作用を意味している。この現象は AC 電場のみならずパルス電場によっても実現することが示される。

研究は、橋本博志（元東北大理）、小野淳（東北大理）、松枝宏明（仙台高専）、妹尾仁嗣（理研 CEMS）との共同研究である。