

## 【基盤研究(S)】

### 大区分B



## 研究課題名 電子系を舞台とした量子ガラス科学の創成と物性科学への展開

東京大学・大学院工学系研究科・教授 **かのだ かずし**  
**鹿野田 一司**

研究課題番号：18H05225 研究者番号：20194946

キーワード：分子性固体、強相関電子系、液体とガラス、ソフトマター

### 【研究の背景・目的】

強く相互作用する電子系が示す多様で創発的な現象は、「強相関電子系の物理学」を肥沃な研究分野へと導いた。その背後にあるものは、電荷やスピンのミクロなスケールでの秩序化である。しかし最近、原子・分子より遥かに長いスケールで不均一に自己組織化し、極めて遅い揺動を示す現象が見出されている。これはソフトマターの特徴に他ならない。本研究では、このように特異的に大きな時空間スケールで揺らぐ強相関電子系をソフトマターの代表的な状態であるガラスの見地から研究することで、量子性、電荷、スピン、格子と言った従来のガラスには無い多自由度を有する「電子系を舞台とした量子ガラス」の学理創成に挑む。本研究は、これまで培われてきた強相関電子系の科学とソフトマターの科学を繋ぐ新しい研究領域を創成しようとするもので、ガラスの物理学に電子系への扉が開かれ、電子物性研究にガラスという新しい視座を通して新たな展開が生まれることが期待される (図1)。

### 【研究の方法】

物理実験、物質合成、理論の3つのグループが緊密に連携して、量子ガラスの探索、電子レオロジーの確立、電子系ガラスの制御に取り組む。

物理実験グループは、NMR、電子輸送、誘電率の測定、および走査型顕微分光顕微鏡を用いて、ガラス形成に特徴的な自己組織化の時空間構造を明らかにする (図2)。また、電気/光パルスを用いて、電子ソフトマターの非平衡・平衡状態間の新奇な相制御を行う。物質合成グループは、分子内の原子置換や化学修飾により、電子系にガラス性をもたらす格子

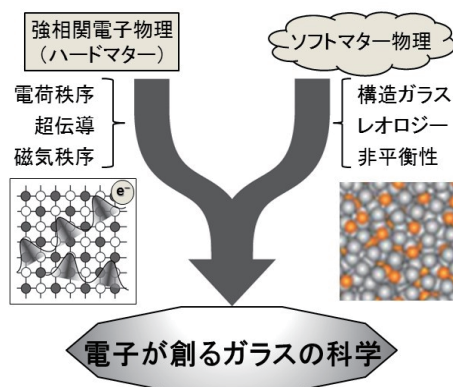


図1 強相関電子系の物理とガラスの物理の融合

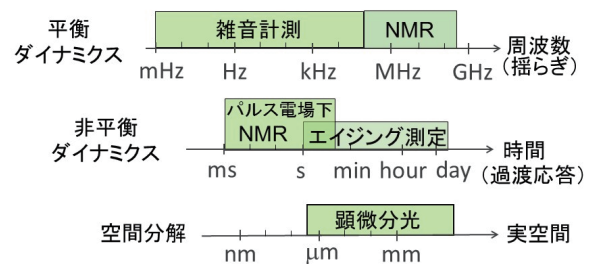


図2 電子ガラスの時空間構造の計測

の幾何学的フラストレーションと電子相関を司る物質パラメータを制御し、電子系ガラスの舞台を設計合成する。また、水素結合におけるプロトン自由度と電子自由度が協奏する新奇な電子系ガラス、ソフトマター系有機結晶を開発する。理論グループは、主に電荷ガラス状態をガラス転移物理の観点からモデル化し、数値解析と理論解析により電子系ガラスに発現する遅いダイナミクスの起源を解明する。

### 【期待される成果と意義】

本研究は、主に平衡・線形現象を中心に行われてきた従来の電子物性研究に対し、非平衡・非線形現象を本質とする新たな研究領域を切り拓き、従来古典物理学の範疇で研究されてきたソフトマター性と電子系が持つ量子性との両立という極めて根本的な学術的命題に初めて取り組むものである。量子性を持つソフトマター科学が創成され、遅い揺らぎや顕著な非平衡性を用いた電子相制御法が開拓されることが期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Sato, K. Miyagawa and K. Kanoda, "Electronic crystal growth", *Science* **357**, 1378-1381 (2017).
- T. Itou, E. Watanabe, S. Maegawa, A. Tajima, N. Tajima, K. Kubo, R. Kato and K. Kanoda, "Slow dynamics of electrons at a metal-Mott insulator boundary in an organic system with disorder", *Sci. Adv.* **3**, e1601594-1-6 (2017).

### 【研究期間と研究経費】

平成30年度-34年度  
151,400千円

### 【ホームページ等】

[http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kanoda\\_lab/](http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kanoda_lab/)