

超伝導体、強相関電子系におけるペタヘルツ電子駆動

Petahertz driving of charge motion in strongly correlated systems

東北大理¹, 中央大理工² ○岩井 伸一郎¹, 天野辰哉、川上洋平、伊藤弘毅、米満賢治

Tohoku Univ.¹, Chuo Univ.², Shinichiro Iwai¹, T. Amano¹, Y. Kawakami¹, H. Itoh¹, K. Yonemitsu²

E-mail: s-iwai@tohoku.ac.jp

近年の超短パルスレーザー技術の発展は、電子温度の上昇に隠されていた物質の光励起の「内側」をもあらわにしつつある。わずか数フェムト秒に集中した $\sim \text{V}/\text{\AA}$ の瞬時電場振幅は、「ペタ（千兆）ヘルツ」という高周波数で駆動される新たな光エレクトロニクス創成を期待させる。こうした研究は、主にバンド絶縁体やグラフェン、ナノ金属などで進められているが、電子の多体効果が顕著な強相関電子系では、一電子描像を超えた光強電場効果も予想される。電子間クーロン反発のエネルギーが数 eV ($h/(1 \text{ フェムト秒})$: h はプランク定数)であることを考えれば、こうした極短時間のアプローチが、相関電子の本質に迫り、その潜在能力を活かした光機能開拓の突破口になる可能性も期待できる。一般に、光パルスの照射は瞬時に物質の電子温度を上昇させ、強相関物質の特徴的な秩序状態を熱的に壊してしまう。しかし、仮に電子温度が上昇する前に光電場の印加を完了できたなら何が見えてくるのだろうか?。本講演では、超伝導体を含む様々な強相関電子系の超高速コヒーレント電子応答を CEP 安定化した 6 fs 近赤外パルスにより探索した結果について議論したい。

具体的には、有機金属 α -(BRDT-TTF) $_2$ I $_3$ の動的局在効果 [1, 2] や有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu[N(CN) $_2$]Br における非線形電荷同期振動[3]、無散乱電流による空間反転対称性の破れ[4, 5]など、超短時間の“無散乱タイムウインドウ[5]”に特有な現象について紹介する。また、スピン軌道相互作用の大きなモット絶縁体 (α -RuCl $_3$) における、異なる d 軌道間 (d_{xz} - d_{yz}) のコヒーレントな電荷ホッピングによる光磁気効果 [6]、銅酸化物高温超伝導体 YBa $_2$ Cu $_3$ O $_y$ の準粒子生成ダイナミクス、強相関ディラック半金属 SrIrO $_3$ の電荷コヒーレンスなど遷移金属化合物においても、これまで捉えられてこなかった、電子系が準熱平衡に達する以前の状態について、最近の実験結果を議論したい。

[1] T. Ishikawa et al., *Nat. Commun.* **5**, 5528 (2014).

[2] Y. Naito et al., *Phys. Rev.* **93**, 165126 (2016).

[3] Y. Kawakami et al., *Nat. Photon.* **12**, 474 (2018).

[4] Y. Kawakami et al., *Nat. Commun.* **11**, 4138 (2020).

[5] S. Iwai et al., *Faraday Discussion* **237**, 353 (2022).

[6] T. Amano et al., *Phys. Rev. Res.* **4**, L032032 (2022).