

高強度、超短パルス、高解像度のレーザーによって、物質科学の地平は大きく広がろうとしている。特に特定の非線形フォノンモードの励起によって、超伝導的な状態を室温以上でも観測したという報告[1-3]や周期外場によって Floquet 状態を利用してトポロジカル相を実現する提案や探索[4]は大きな関心を呼んでいる。レーザーは熱平衡での未知の量子相の電子状態を解明する手段として、さらにはより積極的に熱平衡では実現しえない量子相を実現する手段として可能性が広がっている。本講演では電子相関の強い系が生み出さる、熱平衡では実現できない新奇な電子相を実現・開拓する挑戦と時間分解分光など新しい実験手法を用いて電子相を解明する探索について、超伝導とその周辺に焦点を絞って議論する。まず強い電子相関に特有の電子状態の性質を利用して、これを非平衡に置くことによって、熱平衡では実現できない新しい電子状態を実現する可能性の一つとして、強相関物質へのレーザー照射による高温超伝導実現の道筋について理論的に考察する[5]。強相関電子系では十分に大きな電子間の有効引力が得られたとしても、強い引力は同時に、競合する不均一相、電荷秩序やスピン秩序をも生み出すために、単純な引力増強では超伝導の高温化は望めない。非平衡はこれを回避する可能性を与える。光電子分光は熱平衡状態から励起した 1 電子グリーン関数を観測できる貴重な実験手段であるが、実験で得られるグリーン関数に含まれる電子相関の情報は自己エネルギーや繰り込み効果として表現される。銅酸化物の超伝導相や擬ギャップ相のように顕著な電子相関効果がある場合に、解像度に限りがある自己エネルギーを解析する場合には、解析法についての理論的なサポートなしに十分な理解に到達することはできない。最近の数値計算手法の進歩や第一原理的なアプローチの進展は、実験と理論のより深い連携を可能にしつつある。一つの例として銅酸化物の擬ギャップや高温超伝導の機構を理解する上での新たな概念的な変革として提唱された隠れたフェルミオン[6]を検証する方法を議論し、今後の展開の方向を探る。また時間分解光電子分光によって顕著な非平衡状態に置かれた電子状態を利用して、平衡状態では観測のむづかしい非占有側の電子状態を解明する可能性にも触れる[7]。

[1] W. Hu *et al.*, *Nat. Mater.* **13**, 705-711 (2014).

[2] S. Kaiser *et al.*, *Phys. Rev. B* **89**, 184516 (2014).

[3] M. Mitrano *et al.* *Nature* **530**, 461(2016).

[4] 例えば、N.H. Linder *et al.* *Nat Phys.* **7**, 490 (2011); T. Kitagawa *et al.* *Phys. Rev. B* **84**, 235108 (2011); Y.H. Wang *et al.* *Science* **342**, 6157 (2013).

[5] K. Ido, T. Ohgoe and M. Imada, unpublished.

[6] S. Sakai, M. Civelli, M. Imada, *Phys. Rev. Lett.* **116**, 057003 (2016).

[7] Y. Yamaji, and M. Imada, *J. Phys. Soc. Jpn.* **85**, 094707 (2016).