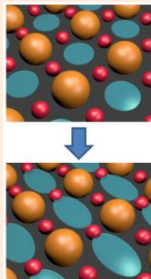


本研究室では、強相関電子系の様々な振る舞い、特に高温超伝導現象、重い電子系、新奇電子状態、量子臨界現象、量子スピン系等に興味を持って研究を行っています。実験手段として、極低温・強磁場中における電子輸送現象測定、熱測定、磁気応答測定、走査型トンネル顕微鏡測定などの各種精密測定により特異に興味深い電子状態の解明をしています。また、純良単結晶や、自然界に存在しない人工結晶の作製にも力を注いでおり、特に独自の分子線エピタキシー法を用いて重い電子系の人工超格子の作製にも取り組んでいます。

銅酸化物高温超伝導体

銅酸化物高温超伝導体は1986年の発見以来、世界中で精力的に研究されてきました。この物質群には、超伝導転移より高温で状態密度が減少し始める擬ギャップと呼ばれる現象が報告されており、この解明は高温超伝導の発現機構を紐解く上で非常に重要と考えられています。本研究室では、銅酸化物の磁気トルクを精密に測定することで、擬ギャップで電子系が結晶の持つ4回回転対称性を破った、二回回転対称性をもつ電子ネマティックと呼ばれる秩序相へと相転移していることを世界で初めて示しました。

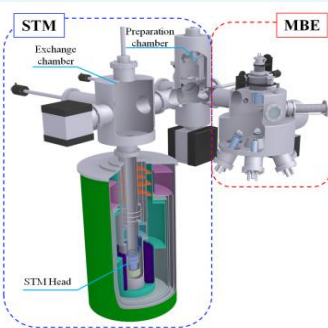


MBE-STM

電子間に強い相互作用が働く系では、例えば電子の有効質量が自由電子の質量に比べ1000倍以上になる「重い電子系」など特異な電子状態が発現しています。こうした強相関電子系の解明において微視的な電子状態の直接観測が求められています。



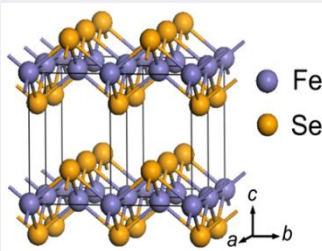
私たちは分子線エピタキシー(MBE)法による重い電子系化合物の薄膜作製に世界で初めて成功し、さらに原子レベルの分解能を持つ走査型トンネル顕微鏡(STM)で薄膜を測定するシステムを構築しました。この装置を用いることで、重い電子状態、近藤ホール、FFLO状態等特異な電子状態のほか、自然界に存在しない人工的に作製した超格子の電子状態の解明を目指しています。



<MBE-STM 装置>

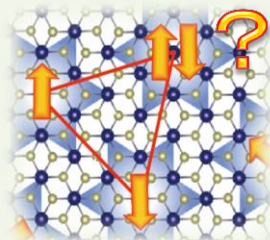
鉄系高温超伝導体

鉄系高温超伝導体は2006年に発見されて以来、新たな非従来型超伝導体として近年様々な場所で活発に研究が続けられています。とくに本研究室ではそのなかでも最も単純な結晶構造を持つFeSeのバルク単結晶を作成し、熱伝導率や比熱などの測定を行うことによってエキゾチックな電子状態の解明を目指しています。

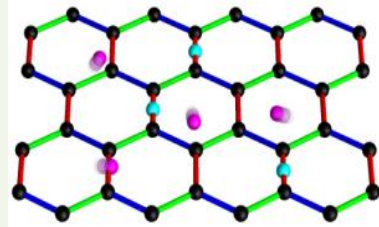


量子スピン液体

三角格子上の反強磁性相互作用のあるスピン系では、フラストレーションの効果により、基底状態でもスピンの揺らいでいる「スピン液体」という状態が理論的に提唱されています。本研究室では、スピン液体を実現する可能性の高い1T-TaS₂という物質に対して、熱伝導や比熱の測定を行うことで、その性質を調べています。



また、キタエフ模型で記述される二次元ハニカム格子上にスピンの配置された物質では、スピン間の異方的な相互作用によって基底状態はスピン液体状態となり、励起として幻のマヨラナ粒子が現れると予想されています。本研究室では熱ホール効果測定により、キタエフ候補物質 α -RuCl₃の励起について研究し、理論的に予想されているマヨラナ粒子を実験的に発見しました。



重い電子系超格子

磁気秩序相と非磁性金属相の相転移の間の量子臨界点近傍において、非従来型の超伝導が出現することがあり、新しい物性制御法としても量子臨界現象の制御が着目され始めています。

我々は、重い電子系化合物CeMIn₅(M = Rh, Co)に注目して、分子線エピタキシー法による人工超格子を作製してきました。このような系において、従来の圧力や化学置換に加え、次元性という新たなパラメータで量子臨界性の制御が可能になったことが分かってきました。

最近では、超伝導と反強磁性秩序の二つの性質を併せ持つCeCoIn₅/CeRhIn₅ハイブリッド超格子の作製に成功しました。また、この超格子に対し、次元性制御と圧力制御の組み合わせによる量子臨界性制御を行うことで、量子臨界点近傍で超伝導電子対の結合が非常に強い特異な超伝導状態が実現することを明らかにしました。

