

# Research

私たちは、前野悦輝教授、石田憲二教授のもと、固体中の電子が強く相互作用している「強相関電子系」を舞台とした、多様な物性現象を研究しています。物質を室温よりはるかに低い温度まで冷却すると、試料全体が量子統計力学的効果に支配され、超伝導に代表されるような日常感覚からは想像もつかない現象が起こります。このような現象の発見や理解を目指して私たちは日々実験に励んでいます。



前野教授



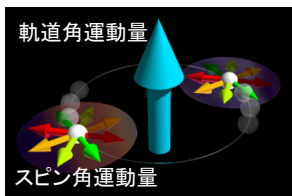
石田教授

# Topics

## ルテニウム系超伝導体

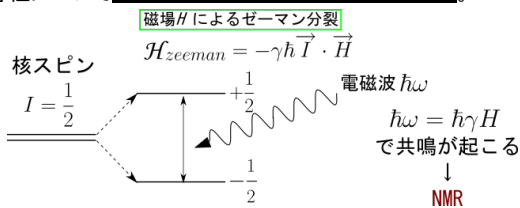
超伝導状態を担うクーパ対には全スピンの対(一重項対)と1の対(三重項対)の2通りがあります。しかしスピン三重項の超伝導体はわずかしか知られていません。Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>はその数少ないスピン三重項超伝導の研究の舞台として注目を集めています。また、SrをCaで置換したCa<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>は絶縁体ですが静水圧力下において超伝導体へと転移する物質です。両物質の超伝導の関係にも興味を持たれます。当研究室では最近Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>超伝導素子作成やCa<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>の一軸性圧力下における物性研究を行っています。

**スピン三重項超伝導の模式図**  
白い球が電子、横向きの矢印がスピンを表しています。それぞれの電子スピンは同じ方向を向いています。



## 鉄系超伝導体

超伝導は磁性元素とは相性が悪いと考えられていましたが、近年、強磁性元素である鉄を含む物質が高い超伝導転移温度を持つ超伝導体になることが発見され、この常識が覆されました。我々は核磁気共鳴(NMR)を用いて微視的な立場からこの超伝導の性質を調べています。最近ではBaFe<sub>2</sub>(As<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>)<sub>2</sub>とLaFeAs(O<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>)の超伝導性について世界に先んじて成果を報告しています。

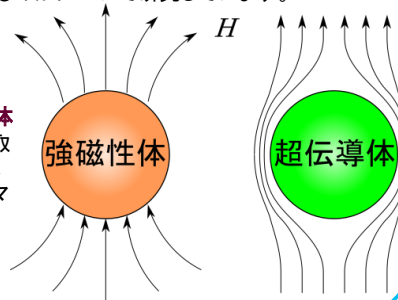


NMR測定では核スピンをプローブとして物質の電子状態を知ることができます。鉄系超伝導体だけでなく様々な物質相手に活躍中です。

## ウラン系超伝導体

超伝導と磁性は共存しないと考えられていましたが、研究が進むにつれて両者が共存する物質が発見されました。その中でもウラン系超伝導体は超伝導と磁性の関係を研究する絶好の舞台です。そこで我々は強磁性超伝体であるUCoGeと反強磁性超伝体であるUNi<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>に注目し、NMRを用いて超伝導と磁性がなぜ共存できるのかについて研究しています。

**外部磁場中の強磁性体と超伝導体**  
強磁性体は磁場を取り込み、超伝導体は外へ追い出します(マイスナー効果)。

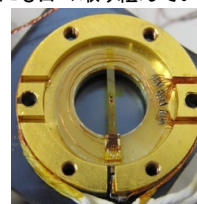


## 新物質探索・新装置開発

新物質探索は、転移温度の高い超伝導体を見つけたり工学的に有用な磁性材料を見つけるという面だけでなく、新しい物理を発見するためにも非常に重要な研究です。我々の研究室では数十種類の元素材料といくつもの合成法を駆使し、新奇物質の合成および物性評価を行っています。近年では空間反転対称性の破れた結晶構造を持つ超伝導体CaIrSi<sub>3</sub>の単結晶の育成に世界で初めて成功しました。

また、世界初のデータを得るためには既存の装置や市販の装置に頼るだけでは限界があります。より精密かつ高感度な測定を実現すべく、新しい実験装置の開発にも日々取り組んでいます。

**高感度の比熱測定装置**  
0.1mg以下の試料の熱容量でも測定できる高感度の比熱測定装置を開発し、超伝導秩序変数の構造を明らかにしています。



# Education

## 固体量子物性ゼミナール



その週の担当者がレジュメを作ってきて教科書の内容を詳しく解説していきます。教科書には詳しく述べられていない式変形を解説したり、新たに図を作成して説明するなど、**自分なりに教科書の内容を発展させて**説明することが求められます。

## コロキウム



その週の発表担当になった人が興味ある内容を調べてきて発表します。このコロキウムの一番の特徴は**英語発表**であるということです。国際学会で発表したりするようになると、コロキウムで苦労しておいてよかったと感じることも多くあります。