

超流動 ^3He 中のトポロジカルオブジェクトの検出と制御

佐々木 豊 / 京都大学 低温物質科学研究センター 教授

核整列固体 ^3He や常流動・超流動 ^3He を対象に核磁気共鳴 (NMR)、超音波吸収、高精度圧力測定機械振動子測定などの手段により、最もシンプルな構成要素からなる強相関物質の、複雑でかつ魅力的な多体现象の研究を行って来ました。近年は空間不均質な秩序構造を探求するために NMR の発展系としての磁場勾配下 NMR や磁気共鳴映像法 (MRI) の開発に力を入れ、世界初の超低温 MRI 撮影装置 (ULTMRI) の開発に成功しました。

本領域では、超低温 MRI 撮影装置 ULMRI を発展させて超流動 ^3He のテクスチャーなど空間不均質な秩序構造の直接測定手段を開発することにより、テクスチャー中に生成する欠陥や量子渦などのトポロジカルオブジェクトの構造や生成消滅機構などについて研究しています。また外場による変形のダイナミクスなどを調べることでテクスチャー制御の可能性を追求したいと思っています。

図 1 に示されているのは 1.5mK で撮影した超流動 ^3He -A 相 B 相共存状態の MRI 画像です。対称性の異なる 2 相の間には 1 次相転移が挟まれており、通常の実験条件下では過冷却状態での安定相の核生成のあとは速やかに安定相のみの単相状態になるのですが、多孔質物質エアロジェル中では有限幅の温度領域で共存状態が保たれます。その状態を温度精度 $1 \mu\text{K}$ で保つことで MRI 画像の取得に成功したものです。オレンジ色で示された円形の A 相の中に出現したくさび型の色の濃い領域が B 相の位置を表しています。

通常の MRI 撮影では信号源となる核スピンの密度の空間分布のみを取得するのですが、現在開発中の新手法では共鳴周波数の空間分布も同時に取得することができ、その情報から空間不均質な秩序状態の空間変化を直接知ることができます。この世界初の測定法を利用して、超流動ヘリウム中に現れるトポロジカルオブジェクトの実体を可視化する計画を進めています。



ささき・ゆたか

1961 年大阪府出身
1983 年京都大学理学部卒業、
1988 年同大学院理学研究科博士
後期課程研究指導認定退学、
同大学文部技官、1990 年米国
カリフォルニア大バークレー校
博士研究員、1993 年京都大学
理学部助手、2002 年京都大学
低温物質科学研究センター助教
授、准教授を経て 2012 年より
教授。

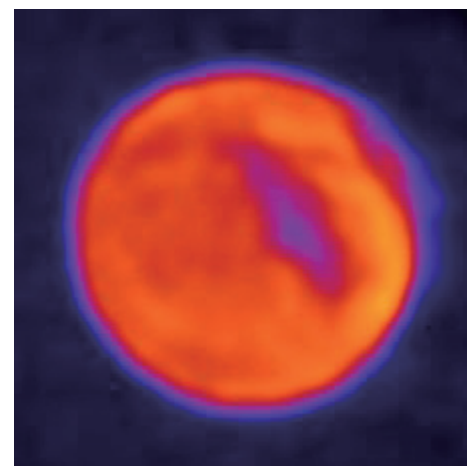


図 1 : 超流動 ^3He -A 相 B 相共存状態の MRI 画像