

## 金本 真知

京都大学 大学院理学研究科 博士後期課程 3年

滞在先：大阪市立大学 大学院理学研究科

(派遣元研究者：佐々木 豊、受入研究者：石川 修六)

## BO1 → BO1

我々は今、超流動<sup>3</sup>He内部のテクスチャー構造についての研究を行っている。超流動<sup>3</sup>Heは内部自由度を持つ対凝縮体であり、その中にさまざまな相を持つ。例えばその相の一つであるA相では、秩序変数は2本のベクトルによって表され、その分布を液晶などの分野とのアナロジーからテクスチャーと呼ぶ。テクスチャーは容器壁の構造や外部から印加する磁場などの影響を受けて、全エネルギーが最小になるように決まる。NMRの測定を行うと、テクスチャー、すなわち局所的な秩序変数ベクトルの向きに応じて、外部磁場により与えられるラーモア周波数からのずれが観測される。通常のNMRでは信号は唯一つのコイルでまとめて検出されるために、場所の情報は失われる。つまり、テクスチャーによる秩序変数分布の容器内の積算値だけが観測可能である。そこで、外部からかける磁場に勾配を与える。すると、ヘリウムの位置の情報が、周波数の変化として検出できる。テクスチャーの情報と、位置の情報の両方が同時に周波数に乗ってしまうことになるが、磁場勾配の大きさを変化させて複数測定し、それらを上手く計算することで、場所ごとの秩序変数の情報を分離することができる。これが我々の開発している周波数分解イメージングであり、これによって静的なテクスチャーの分布のみならず、外部から変化を加えた際のテクスチャーのダイナミクスについても研究を行うことが目標となっている。

まずは周波数分解イメージングのテストとして、テクスチャーの形がよく知られている、厚みが100ミクロン程度の薄い並行平板内の超流動<sup>3</sup>Heにおいての実験を準備中である。このような幾何形状中ではドメインウォールと呼ばれるテクスチャーの乱れた部分ができることが知られている。これは秩序変数ベクトルの向きが平行でも反平行でもエネルギーは縮退しているために、場所ごとに向きの異なるドメインが成長し、それらがぶつかったところでベクトルの向きが急激に変化する領域ができるためと考えられている。このドメインウォールは過去の実験でも確認されているが、前述のように全体の中でそういう部分があるということだけであり、実際に壁のような構造が可視化されたことはない。

大阪市立大学超低温物理学研究室では同様の並行平板セル中の超流動<sup>3</sup>Heに対して、音波による実験を行っている。そこで、市大での実験から我々の実験へと何かヒントが得られると考え、11日間の滞在を行った。音波による測定についてはまったくの素人であったため、非常に基礎的なことから丁寧に教えていただいた。一般に、実験は以下のような形になる。容器内にヘリウムを閉じ込め、その両端に圧力を電位に変換することのできる圧電素子を配する。一方に交流電圧をかけ、音波を発生させ、もう一方でその音波を検出する。音波の共鳴周波数と行路長から音速を得ることができる。超流動ヘリウム中では一般的な音波である疎密波だけでなく、超流体と常流体のカウンターフローからなる波など、様々な波が発生する。それらの波の音速から、超流動<sup>3</sup>Heの状態、性質を調べることが可能である。また、共鳴周波数だけではなく、定電流駆動時の振幅あるいは共鳴スペクトルの線幅から音波にかかる減衰の大きさを知ることができ、そこから内部での散乱の大きさを知ることができる。それらの情報を元にしてテクスチャー情報を取得する可能性などについて議論した。

また、実験のイメージをつかむために室温の空气中を伝わる音波の実験を行った。音波を発振および観測するための道具として、セラミック製のピエゾ振動子を用いた。金属板の上に両面がアルミニウムで蒸着された圧電素子が貼り付けてあるもので、電圧をかけることで素子が伸縮し、金属板が振動する。実際に測定を行うと、行路長と音速から計算される共鳴周波数の他にも多くの共鳴が観測された。ピエゾ振動子のそれ自体の固有の共鳴や、容器の壁を伝わる音波の共鳴などであり、振動子と測定したい系の共鳴周波数が近い場所にあると測定に影響が出てくるので、実際の測定には注意が必要である。その他、電気回路を組む際の注意点や、市販の計測機器の機能や特徴なども学んだ。電気回路などの計測にかかわる部分ではNMRの測定にも役立つことがたくさんあり、これからの実験に大阪市大での貴重な経験を生かしたい。