

高周波による  $^4\text{He}$  薄膜と  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$  混合薄膜の超流動渦研究

檜枝光憲、山口寛、小田拓弥、松下琢、和田信雄  
名古屋大学大学院理学研究科

平面基盤上の  $^4\text{He}$  薄膜超流動転移は、超流動渦の対生成・解離が本質的な役割を果たす 2 次元コスタリッツ-ザウレス (KT) 転移を示す。2 次元 KT 超流動については多くの研究が行われてきたが、1 原子層以下の膜厚 (転移温度が約 1K 以下) 領域で渦パラメータ (拡散係数  $D$ 、渦芯サイズ  $a_0$ ) についての研究は少ない。我々は水晶マイクロバランス (QCM) 法を用いて、高周波 (20~180MHz) による  $^4\text{He}$  薄膜及び  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$  混合薄膜の超流動渦の研究を行ってきた。超流動渦のパラメータは、基盤の他分子修飾や  $^4\text{He}$  薄膜への  $^3\text{He}$  ドープ ( $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$  混合薄膜) により変化する可能性が指摘されており興味深い。本研究の特色は、超流動オンセット温度の高周波依存から渦パラメータ  $D/a_0^2$  を精度良く見積もり、さらに個々のパラメータについて議論できる点にある。

図に今まで行った  $^4\text{He}$  薄膜 (金基盤、水素基盤) 及び  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$  混合薄膜 (金基盤) の QCM 実験結果をまとめる。これらの結果から以下の結論を得た。

- ① 大きく基盤ポテンシャルを変化した実験 (金基盤と水素基盤) の比較から、金基盤上で渦は量子拡散極限  $D \sim \hbar/m$  で拡散している
- ② 渦芯サイズはすべての実験において  $T_{\text{KT}}$  におけるド・ブロイ波長と同程度である
- ③  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$  混合薄膜に関して、実験範囲内の  $^3\text{He}$  吸着量 ( $0 \sim 15.1 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ ) では  $^3\text{He}$  効果が観測されなかった

結果①、②に関してはポーラスアルミナ基盤について行われたねじれ振り子研究 (Williams et al. PRL (1995); JLTP (1998)) と一致している。③については不一致であるが、今のところ原因は不明である。

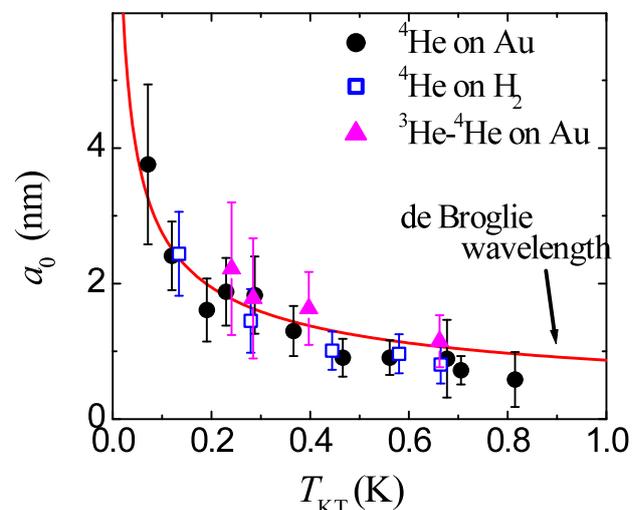


図 渦芯直径  $a_0$  と  $T_{\text{KT}}$  の関係