

有限長一次元系の ^4He 超流動の可能性

松下琢、中西佑輝、中嶋佑奈、檜枝光憲、和田信雄
名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻

1次元系における超流動の振舞の実験的な検証を目的として、我々は多孔体 FSM のナノサイズの一次元細孔内に吸着された ^4He 流体の超流動密度について、ねじれ振子を用いた系統的な観測を行っている。粉末である FSM を用いた実験では、細孔外と細孔内の超流動密度が併せて観測されることがこれまで問題となってきたが、最近我々が行った孔径 2.4 nm 長さ約 300 nm の細孔に ^4He を吸着した実験では、それらを分離して観測することに成功した。その結果、ねじれ振子で観測される一次元細孔内の ^4He 流体の超流動にはある特徴的な温度が存在し、その温度近傍を中心として超流動密度の連続的な増加が大きなエネルギー散逸を伴って観測されることがわかった。比較的高密度の ^4He を吸着した場合には、この特徴的な温度は細孔外の超流動転移温度より十分低温で観測される。

平島らなどの最近の理論研究によれば、一次元系で超流動密度を抑制するのは、オーダーパラメーターの位相のねじれた状態（一次元流に相当）への励起であり、有限長の系においては両端の位相差が 2π の整数倍となる量子化によって有限の励起エネルギーが必要であるため、低温では有限の超流動密度が発達しうる可能性が議論されている。2.4 nm の FSM 細孔中で観測された吸着 ^4He 流体の超流動密度の温度変化は、理論的に予測される変化と定性的に一致しており、有限長一次元超流動に関連したものであることが強く示唆される。また、これまでに測定された 1.8 から 4.7 nm の細孔径に対する超流動の依存性についても、有限長一次元系の超流動として統一した解釈が可能であることがわかった。