

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科	量子・物質工学専攻	博士前期課程
氏名	藤井 里菜	学籍番号	0833042
論文題目	1次元ナノ多孔体中に閉じ込めた $^4\text{He}$ の比熱と超流動		

要旨

原子の数倍程度の微小空間に閉じ込めた液体  $^4\text{He}$  の物性は、バルクと比較してどのように変化するのか興味を持たれている。本研究では、1次元細孔を有するナノ多孔体 FSM-16 中液体  $^4\text{He}$  の超流動の性質を明らかにするために2つの実験を行った。

(1)FSM-16 細孔中  $^4\text{He}$  の超流動の孔径依存性

超流動の観測はねじれ振子を用いて行った。ねじれ振子測定では、超流動を共振周波数の上昇によって観測する。図1に、超流動転移温度  $T_c$  の圧力-温度相図を示す。孔径 4.7 nm、4.1 nm では、バルクと同様に加圧により  $T_c$  は低温側に少しずつ移動し、バルク固化曲線にぶつかる。孔径 2.8 nm では、 $T_c$  は加圧により強く抑制され、約 2.1 MPa で 0 K に近づく。そして、孔径 2.2 nm では、明確な超流動転移は観測されなかった。これらの結果により、孔径をある大きさまで狭めていくと超流動が急激に抑制されることが明らかになった。

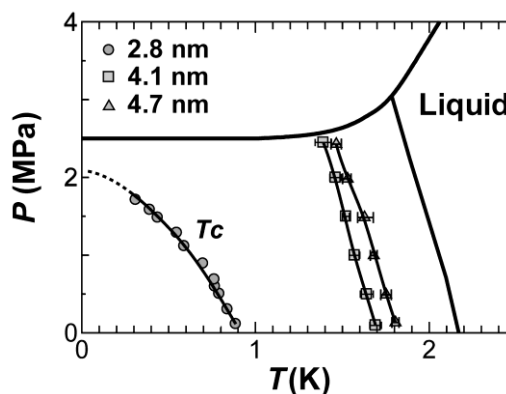


図1：超流動転移温度  $T_c$  に関する、バルク及び FSM 中  $^4\text{He}$  の相図。

(2) FSM-16(孔径 2.8 nm)細孔中  $^4\text{He}$  の比熱

比熱の測定は断熱法を用いて行った。測定された細孔中  $^4\text{He}$  の比熱は、 $T_c$  付近ではピークを持たず、高温( $T_{\text{bump}}$ )で緩やかな肩を持つ。この結果は、細孔中  $^4\text{He}$  が  $T_c$  より高温ですでにエントロピーを失っていることを示唆している。図2に、 $T_{\text{bump}}$  と  $T_c$  の圧力-温度相図を示す。 $T_{\text{bump}}$  は約 1.5 MPa までは  $T_c$  と連動して加圧により低温側に移動し、肩の大きさも抑制されるが、それより高压側では比熱の肩は加圧するにつれ不明瞭になっていく。肩が小さくなり、エントロピーの落ち込みが抑制されるため、高压側において超流動転移が観測されなくなると言える。

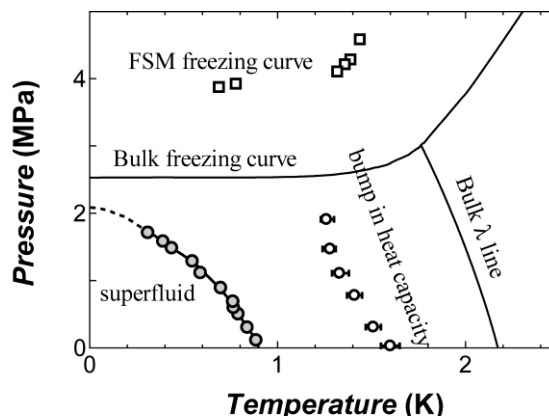


図2：細孔中  $^4\text{He}$  の  $T_c$ 、 $T_{\text{bump}}$ 、固化圧力の温度-圧力相図。

以上から、微小空間に閉じ込めた液体  $^4\text{He}$  が示す、バルクと異なる物性について明らかになった。