グラファイト上吸着 ^{4}He 薄膜 4/7 整合固相の有無

森下 将史
筑波大学数理物質系

グラファイト上に吸着した ^{4}He 薄膜では、第２原子層の限られた面密度領域と第３原子層以上の面密度領域において、超流動的に振る舞う相が観測されている。第２原子層で超流動的な相が観測される面密度は 4/7 整合固相の面密度に相当し、零点空孔子を含む固相超流動の可能性も指摘されている。その一方で、グラファイト上吸着 ^{4}He 薄膜は 4/7 整合固相には固化しないとの理論予測も存在する。グラファイト上吸着 ^{4}He 薄膜が 4/7 整合固相に固化するか否かを明らかにすることを目的に、^{4}He に 0.2 nm^{-2} に相当する微量の ^{3}He を加えた ^{3}He-^{4}He 薄膜の熱容量の測定を行った。

図１に測定された熱容量の等温曲線を示す。18 nm^{-2} 近傍での熱容量の急減は一見 4/7 整合固相への固化を示唆する。しかし、熱容量は完全には消失せず、^{3}He の一部は流体として振る舞っていることを示す。19 ~ 21 nm^{-2} の広い面密度領域で熱容量がほとんど変化していないことは、^{3}He が第３原子層に移動していることも否定する。考えられる描像は、第２原子層面内で ^{3}He 濃厚相と ^{3}He 希薄相に相分離し、^{3}He 濃厚相のみが固化を生じている可能性である。22 nm^{-2} 近傍における熱容量の急激な増大（回復）は、面密度の増大に伴い ^{3}He が吸着第３原子層に移動しているとして理解される。この測定では吸着第２原子層 ^{3}He 希薄相(^{4}He)の固化をとらえることはできていない。しかし、少なくとも ^{3}He が吸着第３原子層に移動する 22 nm^{-2} よりも低い面密度領域では、^{4}He 吸着第２原子層は固化しない、即ち、^{4}He 薄膜に 4/7 整合固相は存在しないことを強く指示する結果である。

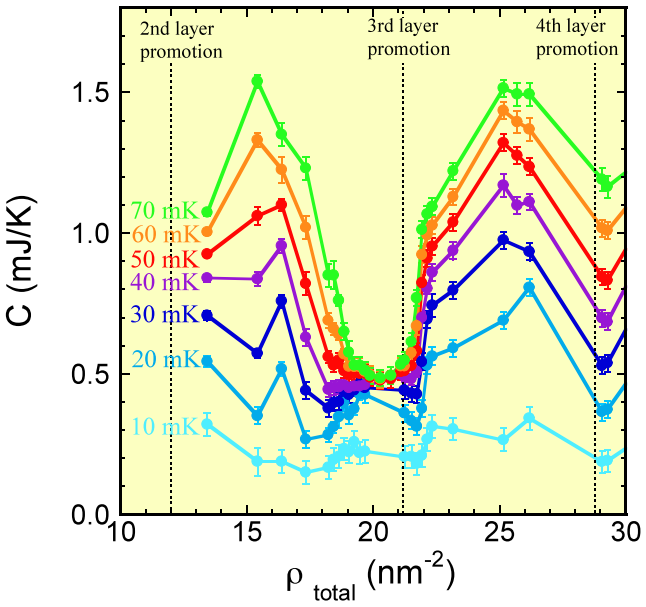

図１． ^{3}He-^{4}He 薄膜の熱容量等温線。