

エアロジェル中での ^4He 結晶の量子核生成と自己組織化臨界性

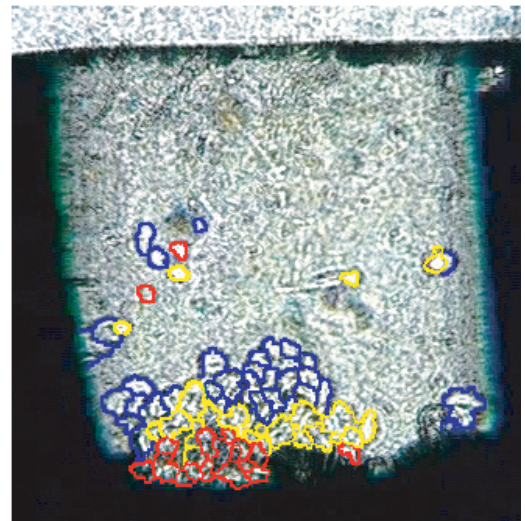
野村竜司、松田弘文、越智亜玖利、磯崎玲、奥田雄一
東京工業大学

極低温における量子核生成は、 He を用いて確認されてきた歴史がある。しかし低温極限での一次相転移に、不規則性がもたらす影響は良く分かっていない。我々はエアロジェル中での ^4He の結晶化過程を直接可視化することにより、この問題にアプローチした。

高温域ではエアロジェルによる乱れを熱的に乗り越え、マクロな固液界面が滑らかに進行し結晶化した。熱揺らぎが無視できる低温域では、結晶がエアロジェル中のいたるところで、雪崩的に核生成した。乱れと熱揺らぎの競合による結晶成長様式の動的転移を観測したと思われる¹。

エアロジェル中の結晶成長速度の測定も行った。高温域では温度の低下とともに遅くなり、熱活性型の依存性を示した。更に冷却すると成長速度は、中間温度で極小値をとったのち少し増加し、低温域では温度変化しなかった。低温域では巨視的量子トンネル効果によってポテンシャルを超えていることを示唆する結果である。また低温域での雪崩のサイズ分布を調べたところ、サイズに対して冪的依存性を示し、系が自己組織化臨界状態にあることを示した²。低温での量子的成長は、最近行なった核生成確率の直接測定によっても確かめられた。

冪的依存性が見られる領域が、低温から動的転移点に近づくとき狭まる振る舞いが見られた²。古典系で系統的測定が困難な散逸の影響が、このような量子系での温度依存性として捉えられたとすると興味深い。



1. R. Nomura, A. Osawa, T. Mimori, K. Ueno, H. Kato and Y. Okuda, Phys. Rev. Lett. **101**, 175703 (2008).
2. R. Nomura, H. Matsuda, R. Masumoto, K. Ueno and Y. Okuda, J. Phys. Soc. Jpn. **80**, 123601 (2011).