

多孔質ガラス中ヘリウム薄膜の熱伝導率測定

Thermal Conductivity of He films in Porous Glasses

東大物性研 上野剛、飯田毅、白浜圭也、柄木良友、久保田実
G.Ueno, T.Iida, K.Shirahama, Y.Karaki, and M.Kubota, ISSP, Univ.Tokyo

多孔質ガラス中に形成されたヘリウム薄膜の超流動については、これまでの白浜らによる二つの捻り振り子のセットアップを用いた超流動転移温度の細孔径依存性及び、周波数依存性の測定[1]からその超流動転移温度が2次元相関長が細孔の半円周程度になるときに引き起こされること、また、2次元超流動渦の直径が25Åと大きいこと、更に渦の拡散定数を求めることが出来た。一方、蓑口らはこのような系での渦対の解離とは別に3次元的 λ 転移の起こることを指摘してきた[2]。

今回、我々は多孔質中のヘリウム薄膜の熱伝導率を測り、この解析から超流動転移が巨視的なスケールで実現していることを確認した。これはこれまでの捻り振り子法による測定が、振り子の周期間に起こるダイナミックな測定であり、一周期間の渦の拡散長程度の長さをプローブするものであったのを補完するものである。我々は捻り振り子と熱伝導セルを一本の共通のヘリウム導入ラインで結び、膜厚が同じになる装置を用い、まだ初歩的な測定ではあるが、1ミクロン径の多孔質ガラス中のヘリウム薄膜について測定を行い、次のような結果を得た。

- 1] 1K近傍の転移点について、捻り振り子で求まる転移点以下で $dQ/dt \rightarrow 0$ での熱伝導率の急上昇が見られると共に温度差と dQ/dt の間に非線形な関係が現れることが見出された。 T_c がほぼ一致することが見出された。
- 2] T_c 近傍での熱伝導率の温度依存性をTeitel [3]に従って平面膜として扱って解析すると、渦の拡散定数 D 、及び渦径 a_0 の二乗の比として $D/a_0^2 \sim 5 \cdot 10^7 \text{ sec}^{-1}$ と白浜らの捻り振り子の結果とつじつまが合う。

今後より精密な測定で膜厚(T_c)及びガラスの孔径を変えた研究を計画している。

[1] K.Shirahama, M.Kubota, S. Ogawa, N. Wada, and T. Watanabe, Phys. Rev. Lett. 64, (1990) 1541-1544.; Physica B 165&166 (1990) 47-48.; レビューとして M.Kubota, Surface Science 283 (1993) 404-413.

[2] T. Minoguchi and Y. Nagaoka, Jpn. J. Appl.Phys. 26 suppl.26-3(1987)327; Progr. Theor. Phys. 80 (1988)397.; T. Minoguchi, Surface Science 283(1993) 393-403.

[3] S. Teitel, J.L.T.P. Vol.46, 77 (1982).; G. Agnolet, S. Teitel, and J. Reppy, Phys. Rev. Lett. Vol.47, 1537 (1981).