

ラムダ点近傍の超流動ヘリウムの熱移送特性 - Gorter-Mellink 定数 m の温度依存性 -

Heat transport characteristics of He II near the lambda point - Gorter-Mellink exponent m depending on temperature -

^ANIMS, ^B大陽日酸 前田実^A, 佐藤明男^A, 段塚知志^A, 湯山道也^A, 上岡泰晴^B
Mimoru MAEDA^A, Akio SATO^A, Tomoyuki DANTSUKA^A, Michinari YUYAMA^A, Yasuharu KAMIOKA^B
^ANIMS, ^BTaiyo Nippon Sanso Co.
E-mail: maeda@akahoshi.nims.go.jp

1. はじめに

我々のグループは乱流状態にある一次元的な超流動ヘリウムの熱移送特性を実験的に調べてきた。定常的な熱流束 q を超流動ヘリウムに加えた時に生じる温度勾配 dT/dx は次式で表される。

$$dT/dx = f(T, P) q^m \quad (1)$$

ここで $f(T, P)$ は、熱伝導関数と呼ばれ、温度と圧力の関数である。一方、 m は一定の値 3 であるとされてきた。実用的な立場から我々はこれまでに、 $m = 3.4$ とした方が実験結果を説明する上で妥当であることを以前に示した [1]。しかしラムダ点近くで測定を行った結果、この領域では温度の上昇とともに m の値が 3.4 から小さくなって行くことが観測された [2]。Swanson and Donnelly ら [3] は、 m が温度と熱流束によって複雑に変化すると予測しているが、現在のところ、実験的に確かめられていない。

2. m の熱流束依存性

Fig. 1 は、 $(q - dT/dx)$ の関係を示している。 m の熱流束依存性の有無を確かめるため、特に幅広い熱流束範囲で測定した [4]。測定した温度は、ラムダ温度 T_λ で規格化した温度 $t = T/T_\lambda$ で表すと 0.93 である。図から m には熱流束の依存性は確認されず、熱流束と温度勾配の関係が直線

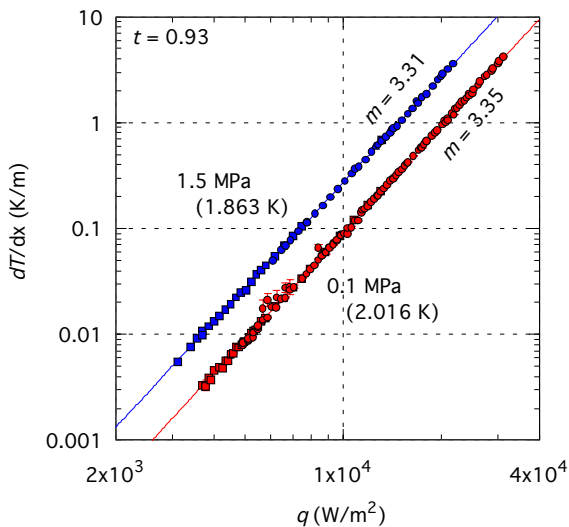


Fig. 1 Heat flux dependence of temperature gradient at $t = 0.93$. Relation between q and dT/dx is represented as straight line.

で表現できることがわかった。フィッティングにより求めた m の値は $P = 0.1$ MPa のとき 3.35、 $P = 1.5$ MPa では 3.31 だった。

3. m の温度依存性

今回は熱流束を幅広く変化させた測定を $t = 0.93$ 以外に 0.77、0.82、0.88、0.99 の各温度で行い、それぞれにおいてより高い精度で m を求めた。Fig. 2 に m の温度依存性を示す。圧力は 0.1 MPa である。 $t < 0.88$ では、 m の値がほぼ 3.4 で一定だったのに対し、 $t = 0.88$ よりも高温側では、ラムダ点に近づくとともに m は 3.4 からはずれて小さくなる。 $t = 0.99$ での m は 3.29 だった。

参考文献

1. A. Sato, M. Maeda and Y. Kamioka: Advances in Cryogenic Engineering 49B (2004) p. 999
2. 前田実他: Abstracts of CSJ Conference, Vo.71 (2004) p.236
3. C.E. Swanson and R. Donnelly: J. Low Temp. Phys. 61 (1985) p. 363
4. 前田実他: Abstracts of CSJ Conference, Vo.72 (2005) p.163

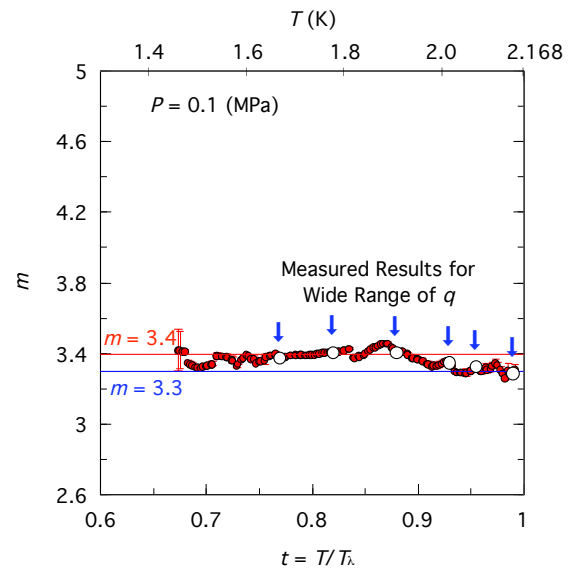


Fig. 2 Gorter-Mellink exponent m as a function of temperature at $P = 0.1$ MPa. Measured results for wide range of q are indicated as open marks.