

# ラムダ点近傍の超流動ヘリウムの熱移送特性 - 熱伝導関数の一般化 -

## Heat transport characteristics of He II near the lambda point - Normalization of thermal conductivity function -

<sup>A</sup>NIMS, <sup>B</sup>大陽日酸 佐藤明男<sup>A</sup>, 前田実<sup>A</sup>, 段塚知志<sup>A</sup>, 湯山道也<sup>A</sup>, 上岡泰晴<sup>B</sup>  
Akio SATO<sup>A</sup>, Mimoru MAEDA<sup>A</sup>, Tomoyuki DANTSUKA<sup>A</sup>, Michinari YUYAMA<sup>A</sup>, Yasuharu KAMIOKA<sup>B</sup>  
<sup>A</sup>NIMS, <sup>B</sup>Taiyo Nippon Sanso Co.  
E-mail: asat@akahoshi.nims.go.jp

### 1. はじめに

乱流状態にある超流動ヘリウムのチャンネル中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。これまで、圧力が飽和蒸気圧から 1.5 MPa、温度が  $0.65 < t < 0.95$  の範囲でチャンネル中の温度勾配の測定を行ってきた。 $t = T/T_\lambda$  はラムダ温度で規格化した換算温度である。これらの実験結果の解析から、 $m$  は 3.4 であり、温度勾配は、以下のように圧力と温度のそれぞれ独立した関数で書き表せることを示した [2]。

$$dT/dx = T_\lambda \cdot q^{3.4} / h(t) \cdot g_{\text{peak}}(P) \quad (2)$$

ここで、 $g_{\text{peak}}(P)$  は、熱伝導関数の最大値で、圧力だけの関数である。熱伝導関数をその最大値で規格化した  $h(t)$  は、圧力に依存しない、換算温度  $t$  だけの関数である。実験データの解析から求めた  $g_{\text{peak}}(P)$  と  $h(t)$  は、適当な関数でフィッティングした。この時点で測定結果のなかった  $t > 0.95$  の領域は、Bon Mardion ら [1] の測定結果で補足した。

### 2. 評価式の妥当性

Fig. 1 にラムダ点近傍で測定したチャンネル中の温度プロ

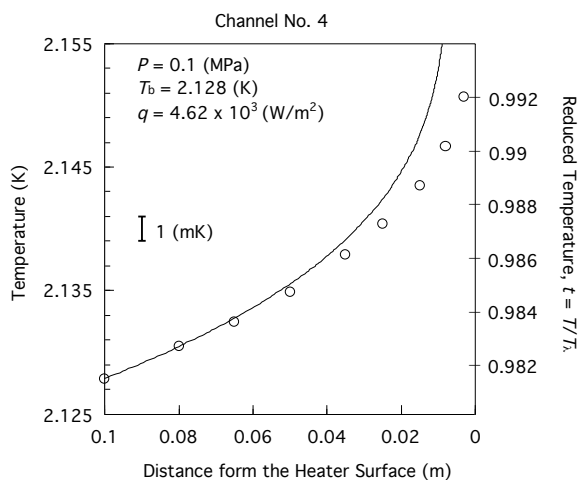


Fig. 1 Typical temperature profile near the lambda point at 0.1 MPa. Solid line shows the predicted temperature profile using Eq. (2).

ファイルを示す (○印) [3]。図中に示す曲線は (2) 式を積分して求めたものである。図からラムダ点近傍の測定データを欠く中で以前求めた関数では、実験結果の温度プロファイルを再現しきれていないことがわかる。

### 3. ラムダ点近傍の熱伝導関数

Fig. 2 は、新たに  $t = 0.99$  まで測定範囲を拡大することによって求めた熱伝導関数をピーク値で規格化したものである。ラムダ点近傍でも、規格化された熱伝導関数に圧力の依存性は確認されなかった。図中の曲線は、以前決定した  $h(t)$  のフィッティング結果である [2]。ラムダ点近傍  $t = 0.98$  ではフィッティング結果と実験結果との差はおよそ 10% だった。温度プロファイルの計算ではこの誤差が積分され、ラムダ点近傍では Fig. 1 のような結果となる。今回は、 $t > 0.95$  での測定結果を加えて解析し、ラムダ点近傍でも有効な汎用性のある熱伝導関数を提供する。

### 参考文献

1. G. Bon Mardion, G. Claudet and P. Seyfert: Proceedings of 7<sup>th</sup> ICEC (1978) p.214
2. A. Sato, M. Maeda, M. Yuyama and Y. Kamioka, Proceedings of 20<sup>th</sup> ICEC, to be published
3. 前田実他: Abstracts of CSJ Conference, Vol.72 (2005) p.163

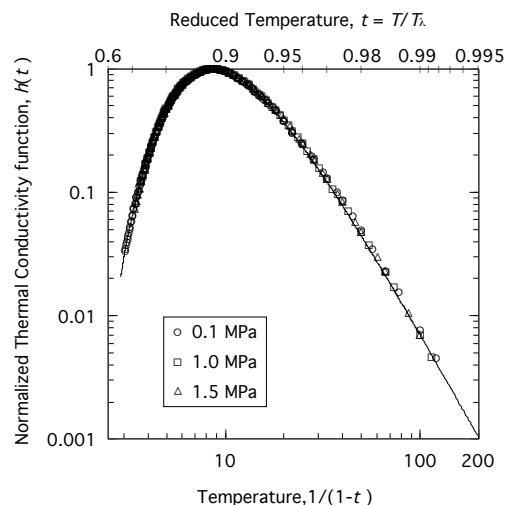


Fig. 2 Temperature dependence of the normalized thermal conductivity function  $h(t)$  at various pressures. Solid line is the result in the previous work [2].