


サブクールHeII中の膜沸騰熱伝達の 圧力依存性

**Pressure dependence of film boiling heat transfer
in subcooled He II**

- 高田 卓; 筑波大学
 - 野澤 正和; 筑波大学
 - 木村 誠宏; 高工ネ研
 - 村上 正秀; 筑波大学
- 




研究背景

高磁場発生大型超伝導マグネットにおいて
He II を加圧状態で冷媒として利用

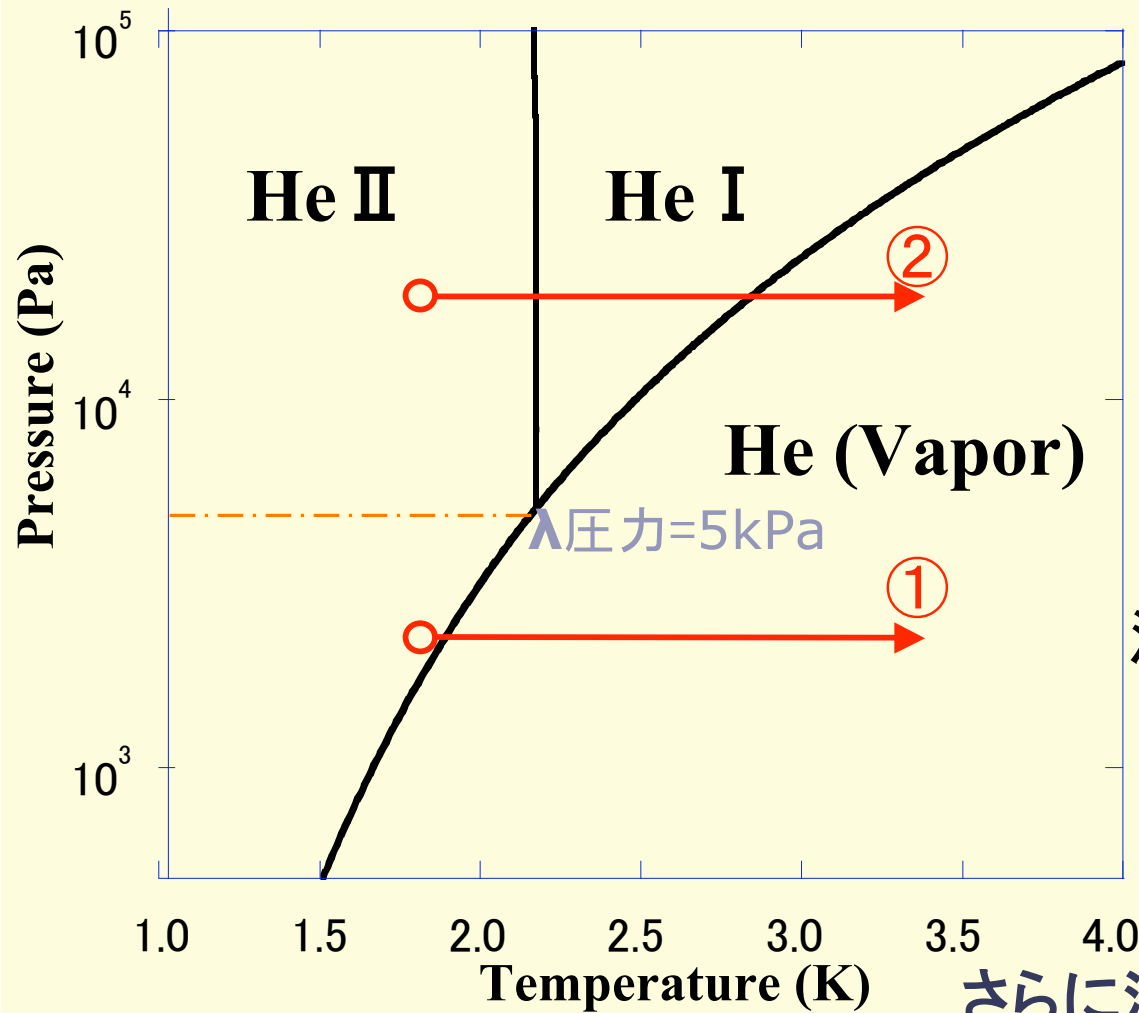


He II沸騰中の熱伝達を知ることは冷却設計にとって重要

サブクール沸騰中の沸騰モードの変化
膜沸騰熱伝達に注目

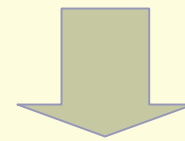


He II中の膜沸騰について




① He II → vapor
ノイジー膜沸騰
サイレント膜沸騰

② He II → He I → vapor
これまで; サブクール膜沸騰
沸騰モードに対する指摘無し



さらに沸騰モードが分かると指摘



②サブクール領域での新たな沸騰モードの分類
(圧力変動・可視化による)

弱サブクール膜沸騰 ; 圧力振動・数kHzの音響ノイズ
(約9~20kPa)

強サブクール膜沸騰 ; 圧力振動無し・安定な蒸気膜
(約30kPa以上)

(ノイジー膜沸騰; 約8kpa以下では λ 圧力以上でも出現)



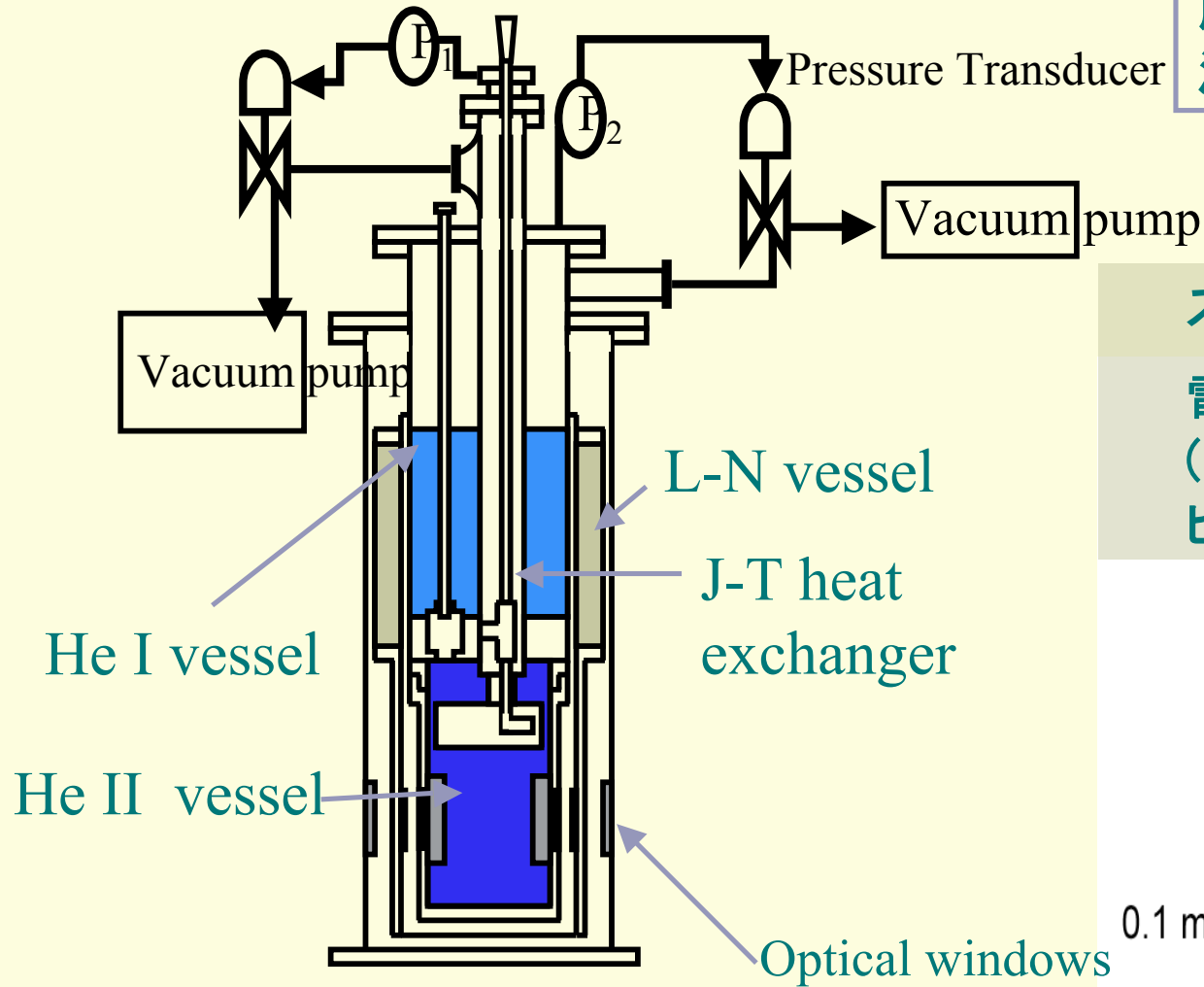
2つの沸騰モードの熱伝達の側面



実験装置

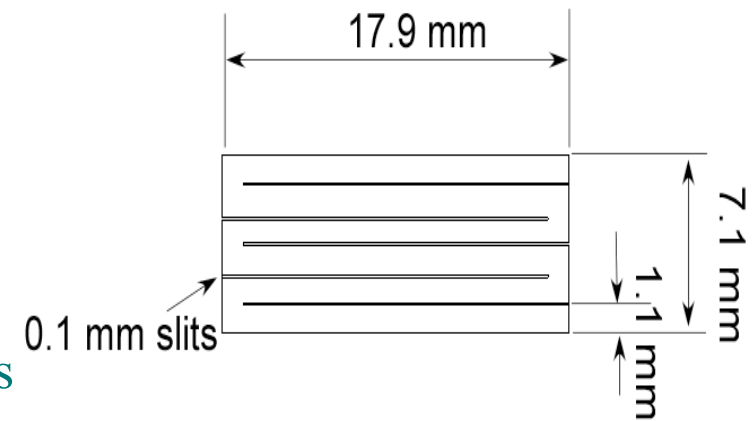
Claudet タイプ

圧力; 大気圧~飽和蒸気圧
温度; 2.17K~1.5K



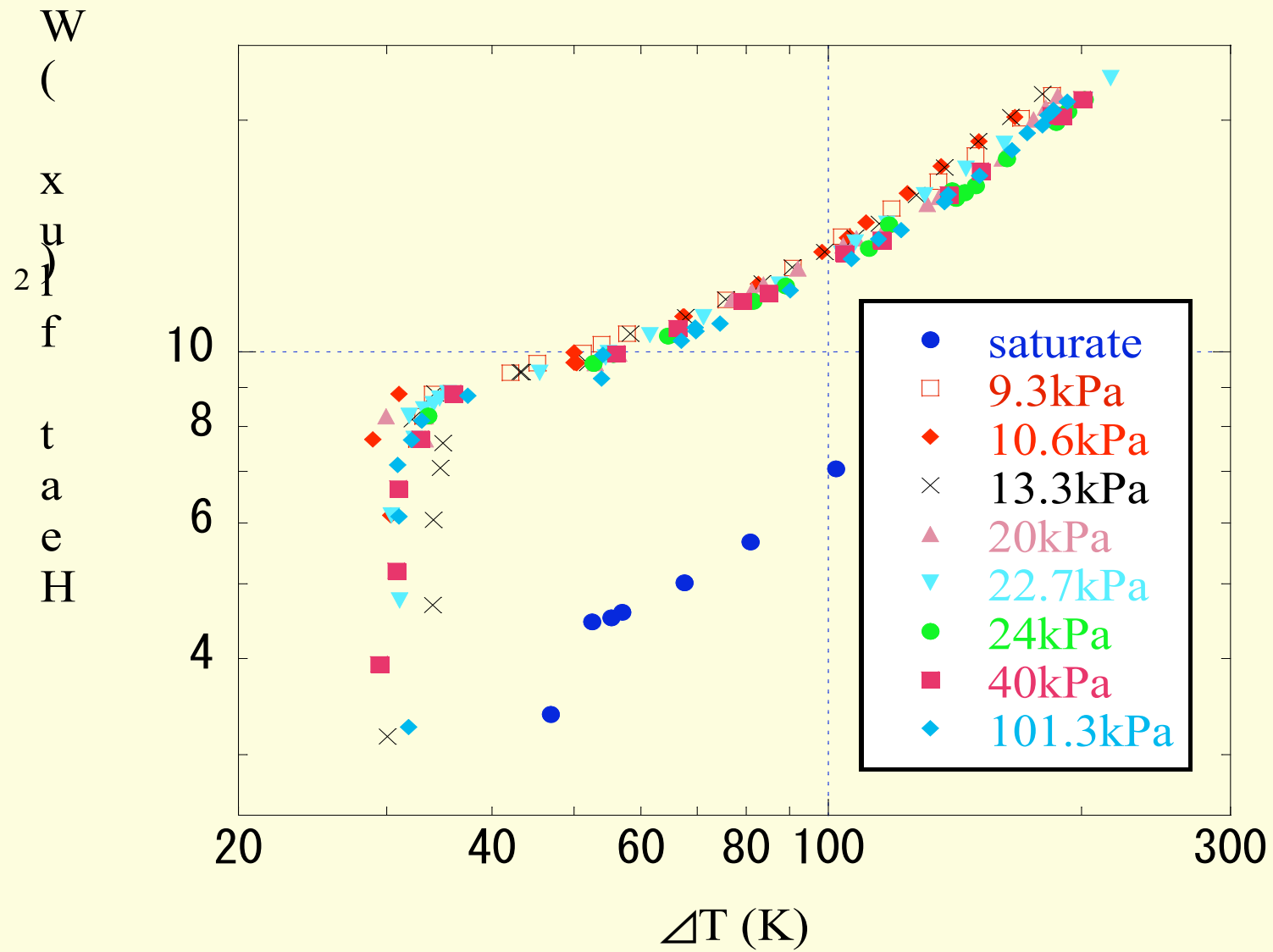
ステンレス箔(SUS304);

電気抵抗の温度依存性
(常温~20K);
ヒータ・温度計として使用

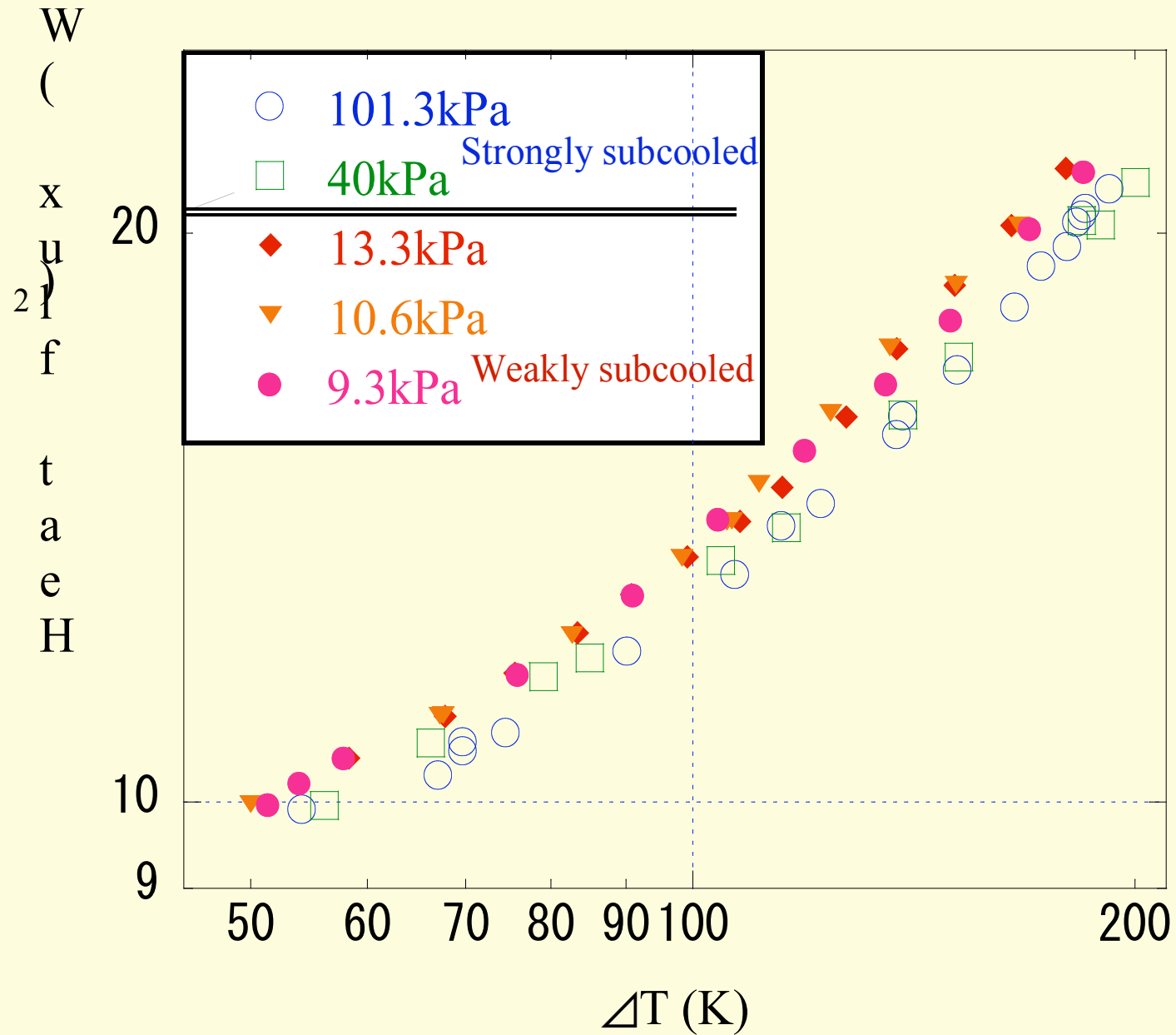


厚さ8 μ m

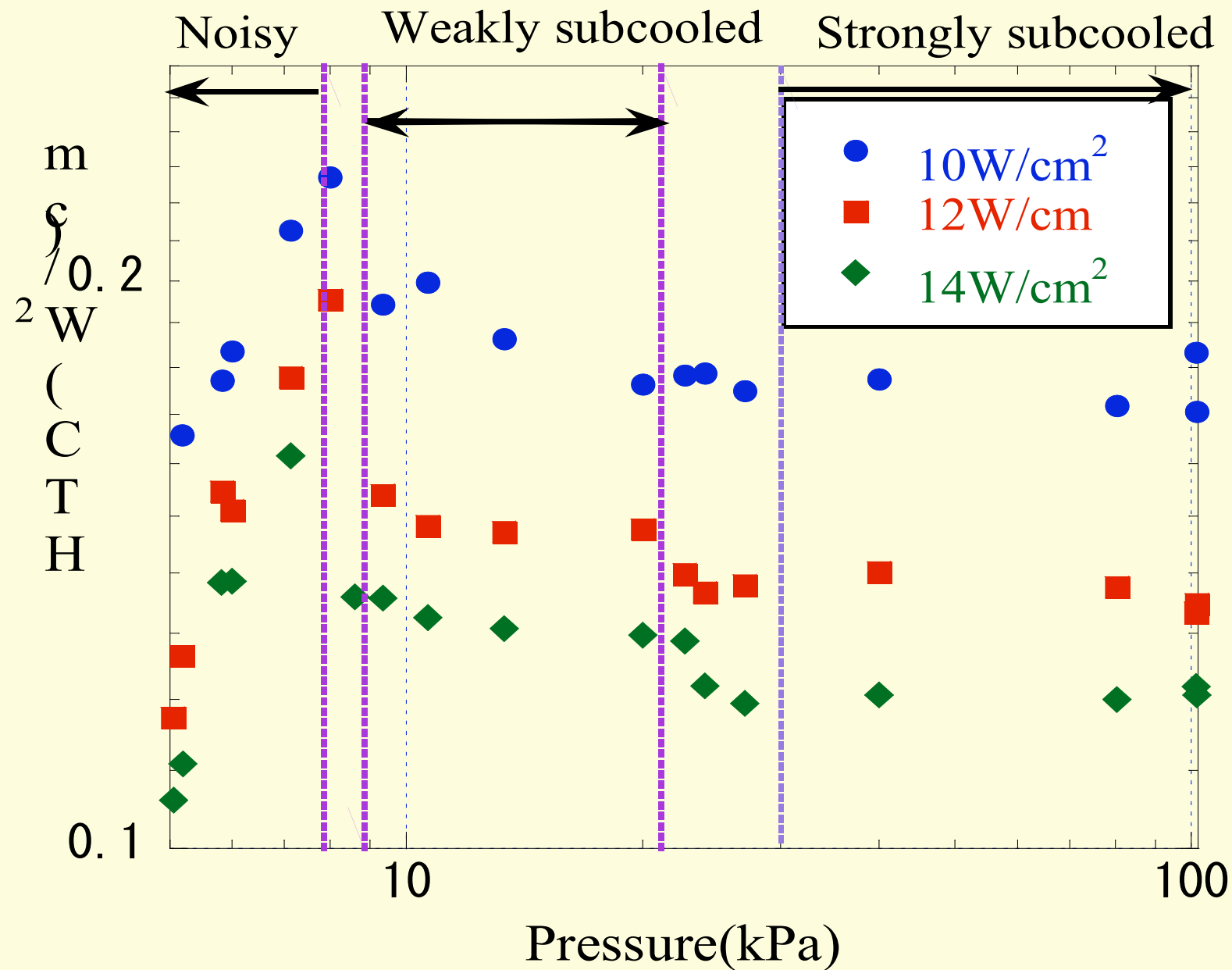
沸騰曲線 ($T_b = 1.9\text{K}$)



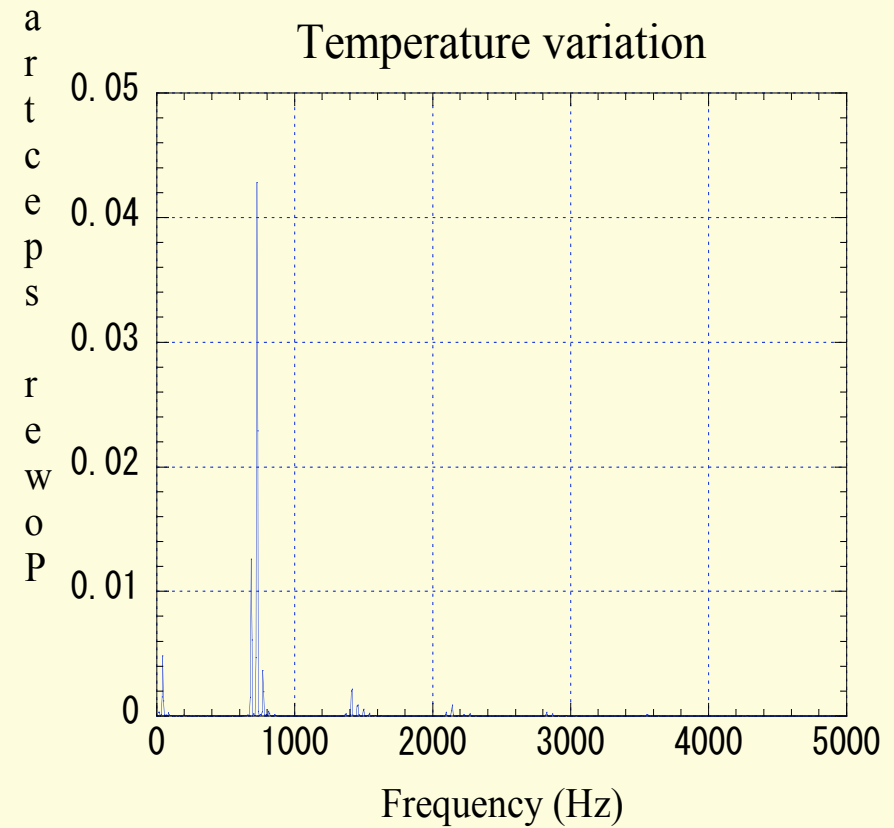
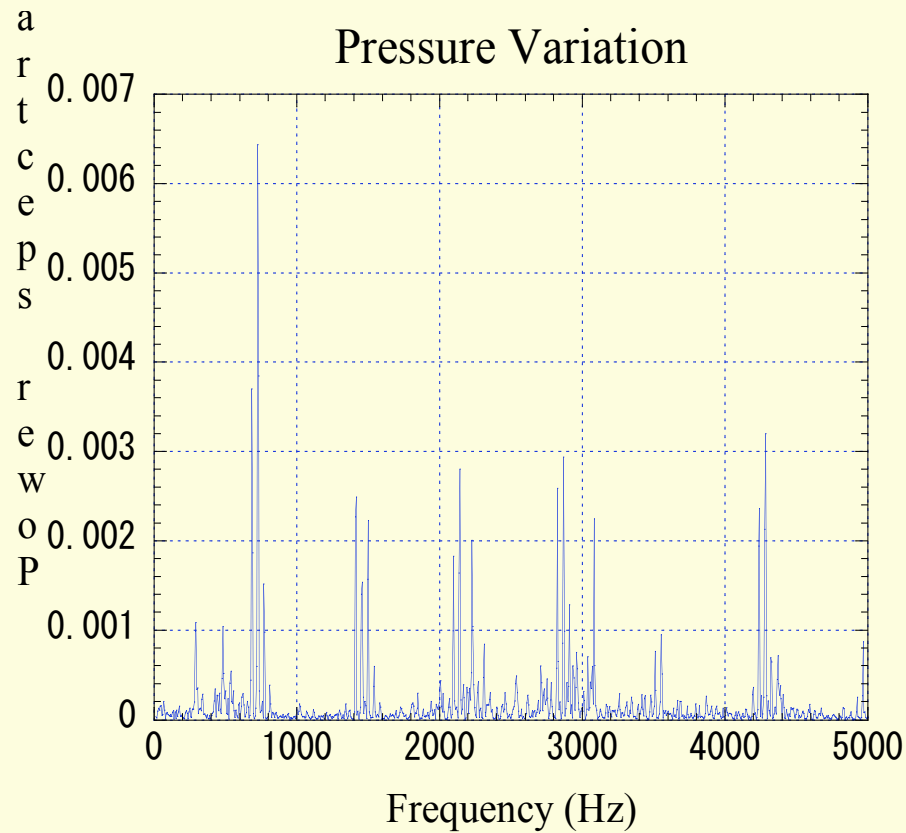
沸騰曲線 ($T_b = 1.9\text{K}$) $10\text{W}/\text{cm}^2$ 以上



熱伝達率の圧力依存性

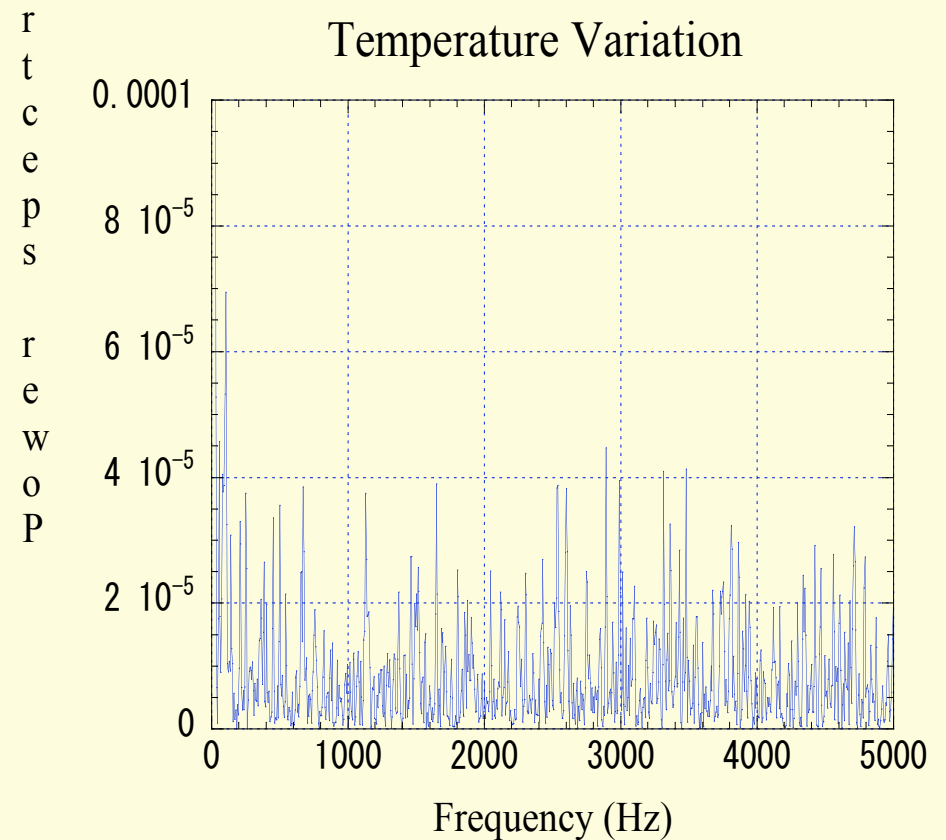
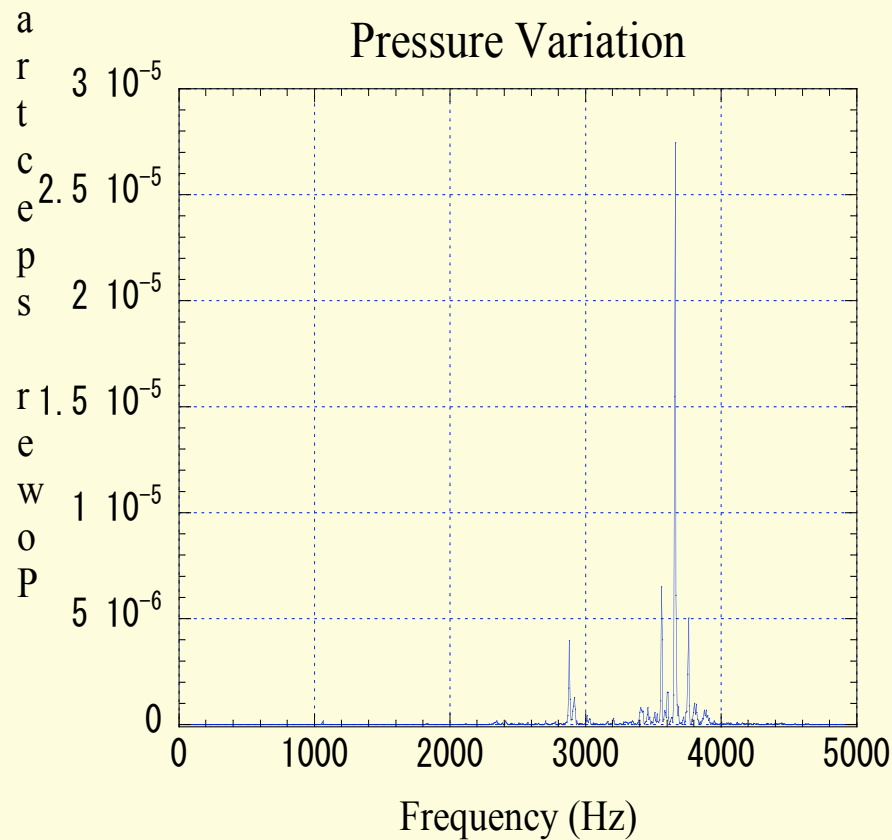


ヒータ表面の温度変動とヒータ上部の圧力振動(FFT analysis)



6.45kPa 11.2W/cm² ノイジー膜沸騰

ヒータ表面の温度変動とヒータ上部の圧力振動(FFT analysis)



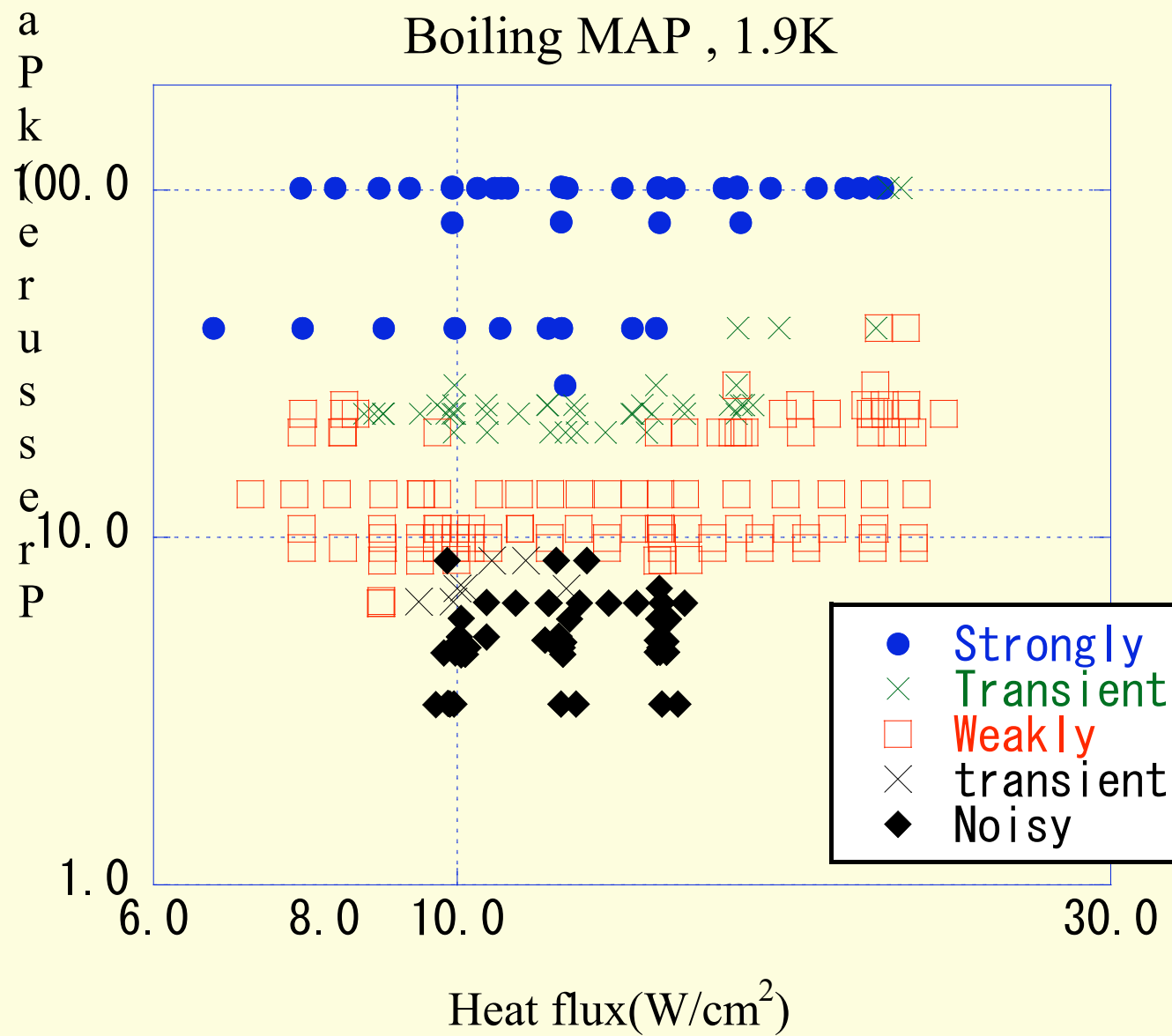
15.87kPa 11.2W/cm² 弱サブクール膜沸騰

結論

- He II膜沸騰は4モード存在
- サブクール沸騰では Q_{critical} , T_{critical} は ほぼ同じ
- 熱伝達率
$$h_W(\text{弱サブクール}) > h_S(\text{強サブクール})$$
- ノイジー膜沸騰の圧力依存性と比べ
弱サブクール・強サブクール膜沸騰は依存性 小
- ノイジー膜沸騰;
蒸気膜の生成・崩壊を伴う強い不安定現象
弱サブクール膜沸騰;
蒸気膜の気液界面における不安定現象

温度校正曲線 (SUS304)





/
W
(
x
u
2)
f
t
a
e
H

Boiling curve

