

# 極低温ジュール・トムソン冷凍機用 対向流熱交換器の特性解析

- $^3\text{He}$ ジュール・トムソン冷凍機を極低温冷却に使用
- 機械式冷凍機と組み合わせ1 K以下の極低温環境を生成
- 液体ヘリウムなどの寒剤に依らない安定した低温生成が可能

## 研究のねらい

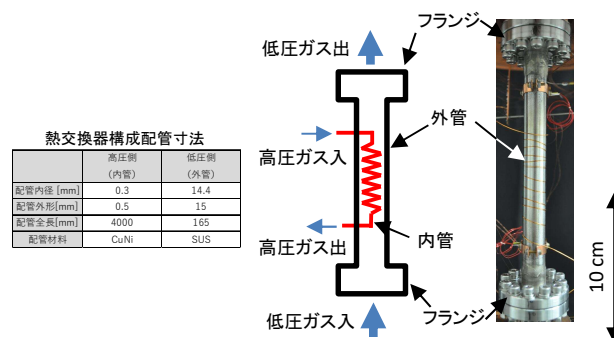
極低温用の抵抗温度計の特性評価や校正を行うには、極低温環境を長期間安定して生成する必要があります。産総研では液体ヘリウムなどの低温寒剤を必要としない、機械式冷凍機と $^3\text{He}$ ジュール・トムソン（JT）膨張冷却回路を組合せた冷却装置を開発し使用しています。対向流熱交換器はJT膨張冷却回路を構成する主要部品の一つです。その特性は最低到達温度など冷却装置の特性を左右するため、その評価・開発は重要です。本冷却装置の開発で得られる技術は超伝導デバイスの冷却や分散型エネルギー源用の液化機などへの応用が期待されます。

## 研究内容

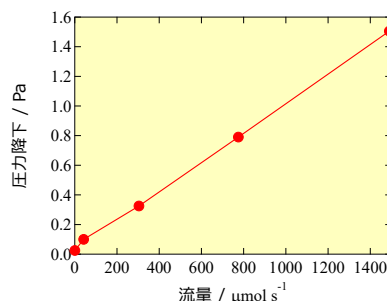
機械式冷凍機は3 K程度までの極低温を簡単な操作で生成でき、広い分野で使用されています。しかし、超伝導デバイスの冷却や極低温用温度計の評価などより低い低温環境を必要とする用途では付加的な冷却装置と組み合わせる必要があります。本研究では、機械式冷凍機に $^3\text{He}$ のJT膨張を利用する冷却回路を組み合わせ、1 K以下を含む広い温度範囲で冷却が行える装置の開発を行っています。対向流熱交換器は冷却回路を構成する主要部品の一つです。JT膨張で温度が下がった後に排気されるまだ温度の低い低压ガスを再利用して、JT膨張前の温度、圧力の高いガスを予冷し効率的なJT膨張冷却を実現する条件を整えます。また、低压側の排気効率を高めることが最低到達温度の向上に寄与します。

## 今後の展開

- ・ 機械式冷凍機を利用した低温用機器開発
- ・ 極低温機器応用に関する熱流制御、高精度温度制御技術の開発
- ・ 液体ヘリウム、液体水素用を含む低温用温度計の高精度特性評価
- ・ 低温用センサーの開発支援と各種装置の冷却技術開発



対向流熱交換器模式図及び写真。内径0.3 mmの内管をコイル状に巻き、内径14.4 mmの外管内に挿入し対向流熱交換器を構成。ただし、写真で外管表面に巻かれているのは測定配線の一部。



予備実験として $^3\text{He}$ に代えて室温の $^4\text{He}$ ガスを用い測定した対向流熱交換器低圧側での圧力損失。圧力低下を抑え、高い排気効率を実現できている。

■ 研究担当：島崎 毅

■ 所 属：物理計測標準研究部門 量子計測基盤研究グループ

■ 連絡先：t.shimazaki@aist.go.jp