

^3He ジュール・トムソン冷凍機の連続運転における循環ガス不純物の影響

機械式冷凍機だけでは到達できない低温を安定的に生成

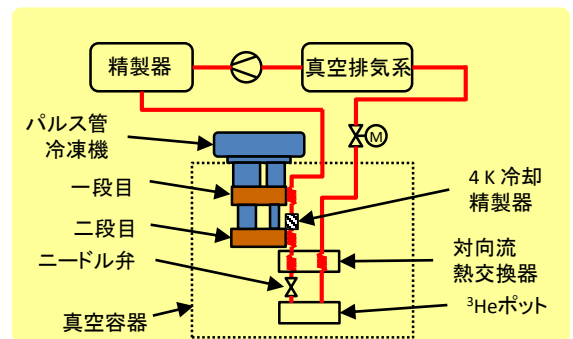
- 機械式冷凍機と ^3He ジュール・トムソン膨張冷却回路を組み合わせて低温生成
- 液体ヘリウム寒剤の定期的な継ぎ足しをせずに長期間の連続運転が可能
- 長期運転には循環ガスに混入する不純物（水素等）の除去が重要

研究のねらい

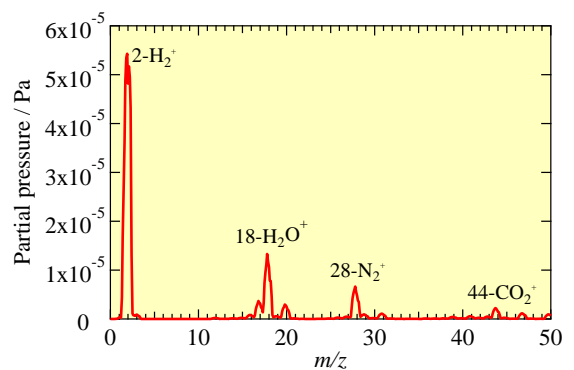
産総研では機械式冷凍機と ^3He ジュール・トムソン（JT）膨張冷却回路を組合せ、温度範囲25 K～0.65 Kで0.1 mKよりも良い温度安定度で制御した低温環境を生成し、高精度温度計の評価などを行っています。その測定では、数か月間連続して低温環境を生成することもあります。JT膨張冷却回路は極低温部に細管（直径1 mm以下）を含む閉じた配管系で構成され、動作ガスとして ^3He を循環させています。回路を循環するガスに不純物が混入した場合、細管の閉塞により冷却運転が難しくなります。そこで、その管理のために循環ガスの不純物分析を行いました。

研究内容

ジュール・トムソン効果は、流れに対して抵抗となる細孔などを通して、気体を断熱的に自由膨張させた際に気体の温度が変化する現象です。適切に条件を整えることで膨張後の気体の温度を下げることで、様々な機器で冷却に利用されています。極低温用の冷凍機では、配管の一部がヘリウム以外の全ての気体・液体が凍結する低温になります。そのため、連続運転を行う場合、循環ガスに混入する不純物の監視と管理が特に重要になります。本冷凍機を循環するガスを分析したところ、想定を超える量の水素が検出されました。水素の起源と対策について検討を進めています。



ジュール・トムソン膨張冷却回路模式図



四重極分析器による残留ガス分析結果

連携可能な技術・知財

- 機械式冷凍機を利用した低温用機器開発
- 液体寒剤又は機械式冷凍機を利用した機器の高精度温度制御技術
- 液体ヘリウム、液体水素用を含む低温用高精度温度計の特性評価
- その他、低温用センサーの開発支援と各種装置の冷却技術