

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

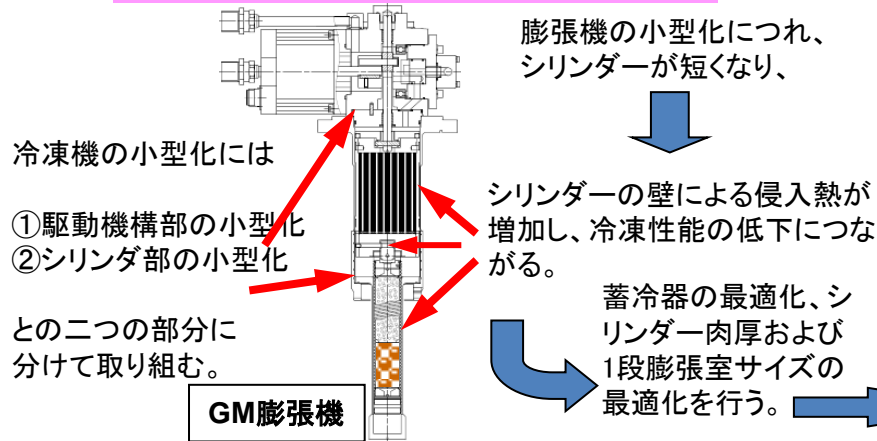
- 実施機関：住友重機械工業株式会社（一者のみで実施）
- 研究開発期間：平成24年度から平成28年度(5年間)
- 研究開発費：66百万円

2. 研究開発の目標：

2015年3月までに小型2K膨張機と圧縮機の設計手法を完成し、目標冷凍能力、消費電力、体積を達成する要素技術を確立し、2017年3月までに、要素技術の組合せによって、光・量子情報通信用超伝導単一光子検出システムのための小型2K冷凍システム完成させるとともに、超伝導光子検出ブロックを実装された小型クライオスタットを用いて実証実験を行う。

3. 研究開発の成果

①小型2KGM膨張機の要素技術



研究開発成果

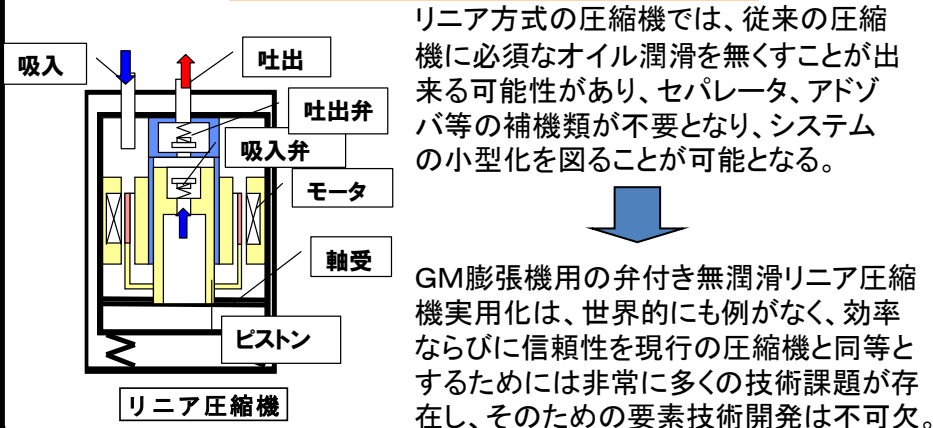


要素技術開発：

- ・1段蓄冷材のハイブリッド化
- ・1段蓄冷材配合比の最適化
- ・シリンダ肉厚の更なる最適化
- ・1段膨張室サイズの最適化
- ・駆動機構の更なる最適化設計

研究成果：以上の要素技術に基づき試作した試作機1は、世界最小の2KGM膨張機（現行機）の長さをさらに142.3 mm（32%）の短尺化を実現した。またその冷凍性能も目標値をクリアしたことが確認された。

②小型リニア圧縮機の要素技術



研究開発成果



要素技術開発：

弁付き無潤滑リニア圧縮機の圧縮機単体要素試験と膨張機冷凍機と組み合わせ試験を行った。

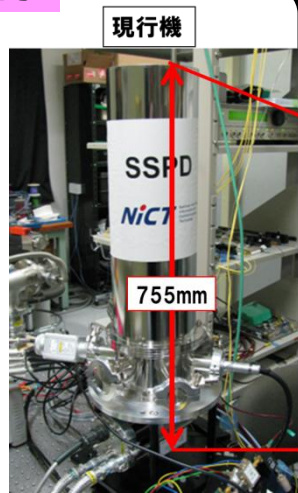
研究成果：圧縮機単体での性能は、設計計算結果を満足する値が得られ、膨張機との組み合わせ試験では、最低到達温度が2.18Kを達成。世界で初めてリニア圧縮機駆動による2K台の冷凍を実現した。

### ③小型2Kクライオスタット要素技術

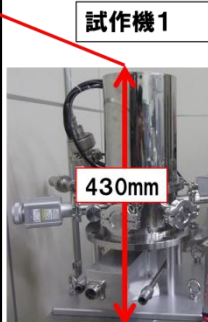
本課題におけるクライオスタットの小型化は、構造的に膨張機の小型化に影響される部分が極めて大きい。膨張機の小型化につれて、2K冷却ステージへの熱侵入量が増えるため、クライオスタット側の要素技術開発により、膨張機の小型化成果を生かしつつ、熱侵入量を最小限に抑えた熱設計技術の向上が不可欠である。



実際、小型化になればなるほど、室温から2Kステージまでの温度勾配が大きくなるため、2Kステージへの熱侵入量増加が懸念される。



### 研究開発成果



#### 要素技術開発:

- ・H25年度製作の要素試験機を基にクライオスタット試作機1を製作した。この試作機1に小型化が一層進んだ膨張機の小型化成果も適用した。
- ・より小型化したクライオスタット試作機1の冷凍性能が設計通りであったかどうかの確認を行った。
- ・クライオスタットの真空劣化速度調査に着手した。

#### 研究成果:

- ①クライオスタット試作機1の製作を完了し、従来機比約43%の小型化が可能になった。
- ②試作機1の冷凍性能として最低到達温度が1段/50K、2段/2.2Kと確認され、ほぼ設計通りであった。その中、一段冷却性能が要素試験機を上回ったことも分かった。

### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
光・量子情報通信用超伝導単一光子検出システムの小型化技術の研究開発	12 (4)	0 (0)	3 (3)	4 (4)	0 (0)	1 (1)	0 (0)

### 5. 今後の研究開発計画

平成27年度は、今までの要素技術研究開発成果を生かして、小型2KGM膨張機、小型リニア圧縮機、小型2Kクライオスタットの試作機を製作評価し、前記膨張機、圧縮機、クライオスタットの組み合わせ評価試験を実施する。H28年度には、それまでの研究成果を盛り込んだ、2K冷凍システム評価機を仕上げ、実証試験を行う。他方、国内外の特許出願や、研究論文の発表についても今後の研究開発進捗に合わせて一層積極的に行う。