

量子コンピューター・量子科学研究のための低温新技術の開発

東京大学・低温科学研究センター



(a) 新型マイクロ波同軸ケーブル減衰器

ミリK域でも金属と良好な熱接触と熱伝導をもつ量子液体を利用した新型のマイクロ波同軸ケーブル用減衰器の開発を目指しています。同軸ケーブル経由で流入する熱フォトンの密度を温度に換算して希釈冷凍機 (DR) の最低温度 (10 mK) 近くまで下げることが可能であり、超伝導量子ビットのデコヒーレンス時間をミリ秒以上に大きく伸ばす有力な手法となる可能性があります。

(b) 高性能除振熱リンク

通常の銅ストラップに比べて $T = 4$ K での熱伝導が約3倍高く、より柔らかい素材を使うことで、パルス管冷凍機 (PT) が発生する機械振動の低温部への伝達を低減できる熱リンクを提案します。

(c) 長寿命コールドトラップ

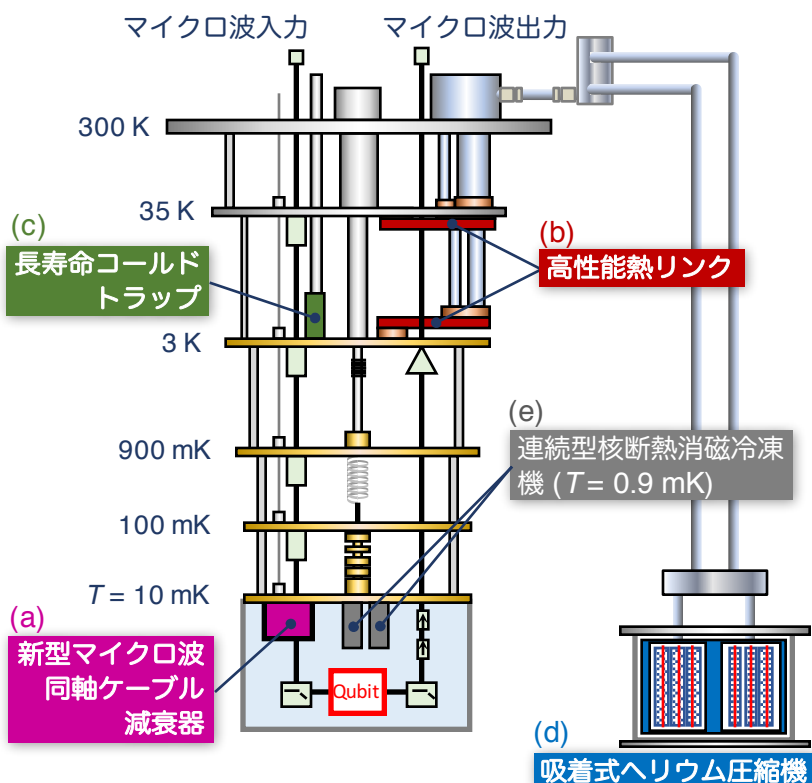
量子コンピューターの実用機は、数年以上の長期間にわたる安定運転が求められます。超伝導型でこれを実現するには、DRを長期間運転するとき障害となるヘリウム3凝縮ラインの不純物閉塞の問題を解決する必要があります。DR運転を止めることなく2台のコールドトラップを交互にベーキング再生することでこれを実現する機構を提案します。

(d) 吸着式ヘリウム圧縮機

50–80 Kの高温でもヘリウムを高密度で吸着できる革新的な吸着剤の開発を始めています。これが実現すれば、大きな維持費 (電気・水道) と定期的なメンテナンスを要する現在の機械式ヘリウム圧縮機を、メンテナンスフリーの吸着式ヘリウム圧縮機に置き換えることができるかも知れません。DRだけでなく各種の冷凍機にも応用できるでしょうし、大きな水素吸着貯蔵能力ももつので水素社会に役立つことも期待されます。

(e) 連続型核断熱消磁冷凍機

現在の量子科学のフロンティア温度は10 mKですが、近い将来もう1桁低い1 mK以下、すなわちマイクロK域に進むことが予想されます。私達は、 PrNi_5 を磁気作業物質とした900 マイクロKを連続発生できる小型の核断熱消磁冷凍機の実機開発を進めています。



図：量子科学研究のための希釈冷凍機。(a)–(d) は低温科学研究センターが開発中の新技術。