



20171027 cERL評価専門委員会

冷凍設備関係

高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設

仲井 浩孝, 小島 裕二, 清水 洋孝, 原 和文,

細山 謙二, 本間 輝也, 中西 功太



発表内容

- 冷凍設備の開発・実証すべき項目
- 冷凍設備の達成された成果および得られた知見
- 冷凍設備の今後の展望



発表内容 (1)

- 冷凍設備の開発・実証すべき項目
- 冷凍設備の達成された成果および得られた知見
- 冷凍設備の今後の展望

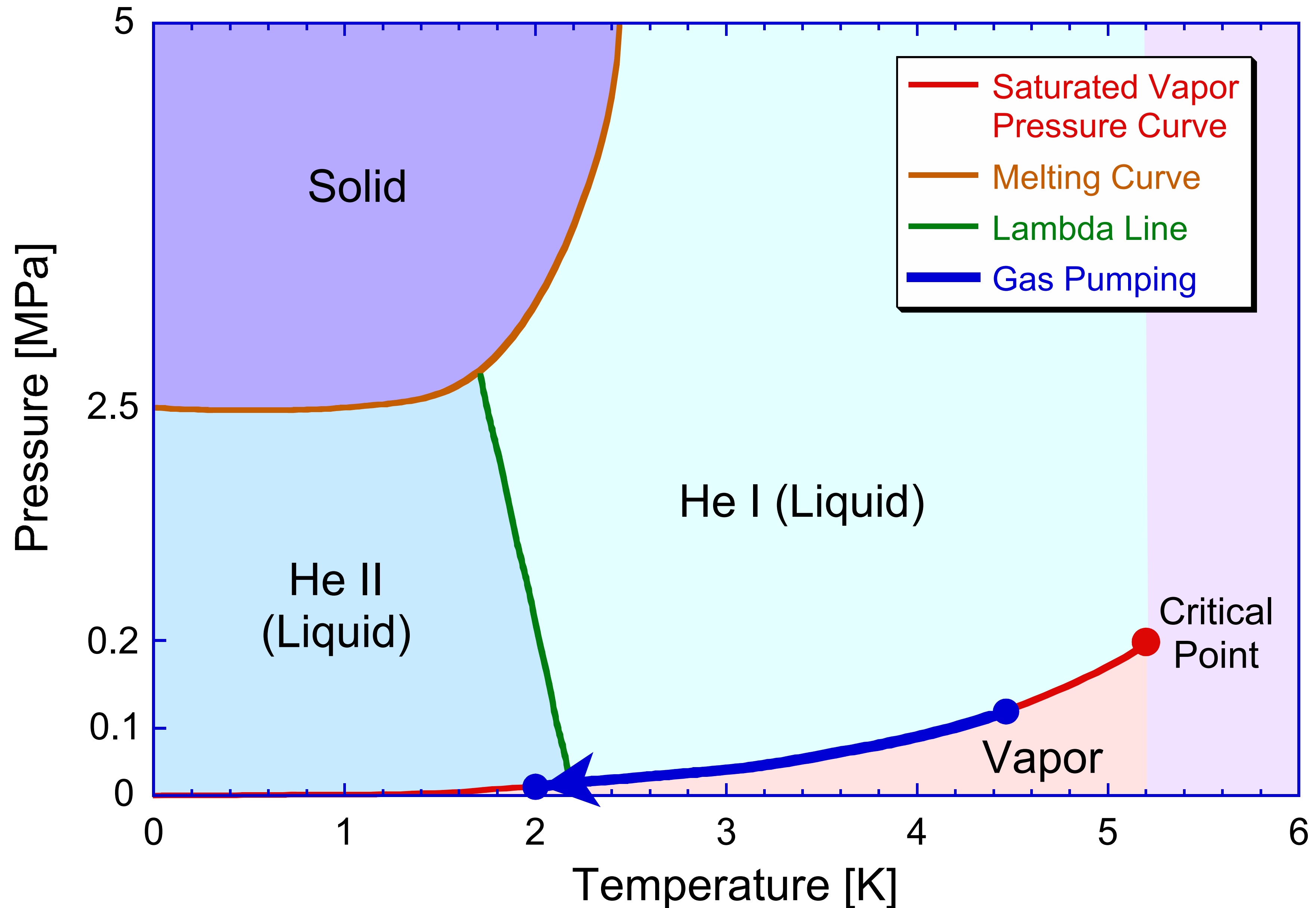


冷凍設備の技術的課題

- 入射超伝導空洞および主超伝導空洞を長期間安定に2 Kに冷却
 - 高熱負荷に対応したヘリウム冷凍・循環システムの構築
 - 絶対温度2 Kを得るためのヘリウムガス排気システム（減圧システム）
 - 戻りラインの圧力損失を低く抑えることができる高性能な熱交換器

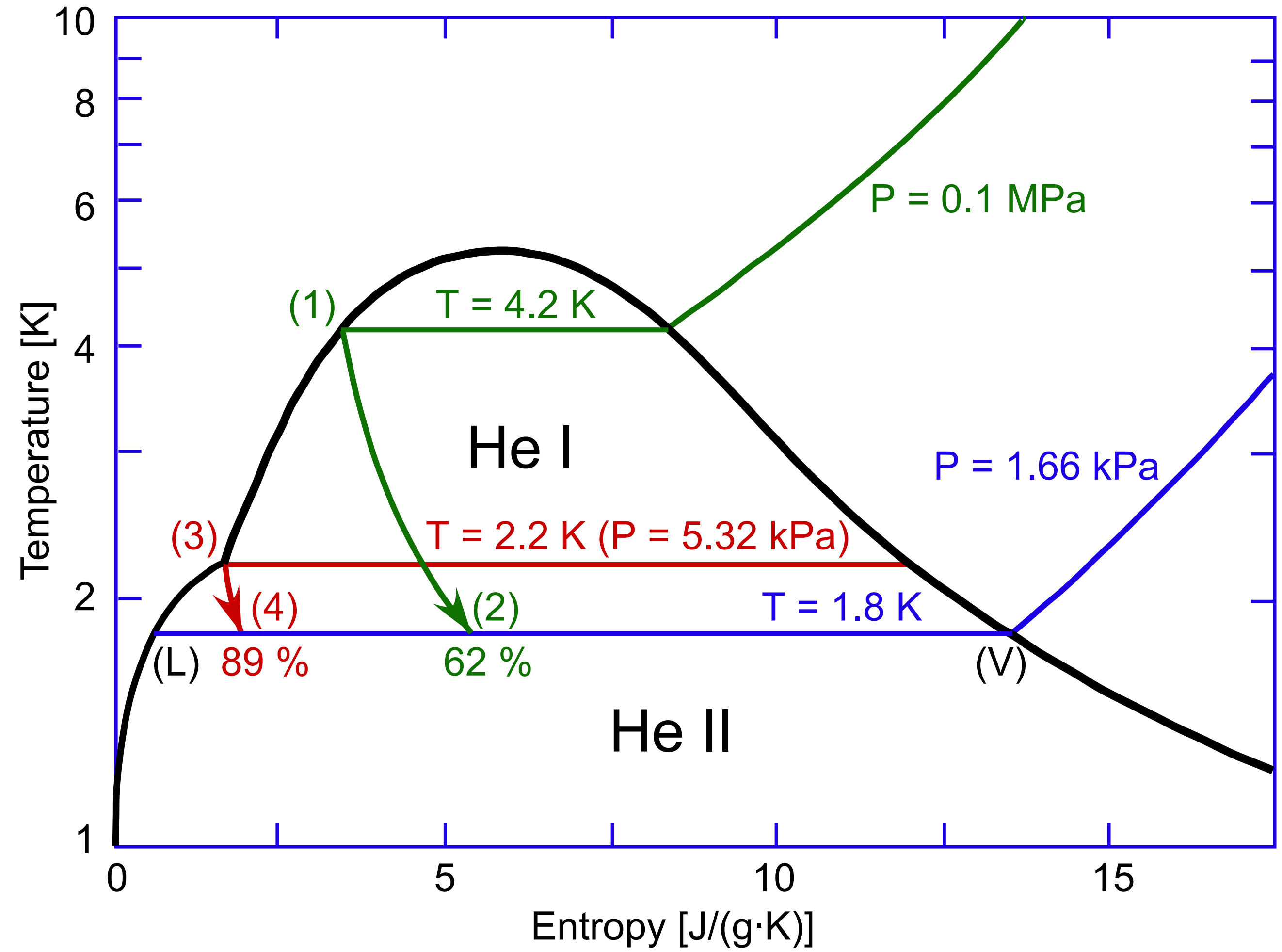
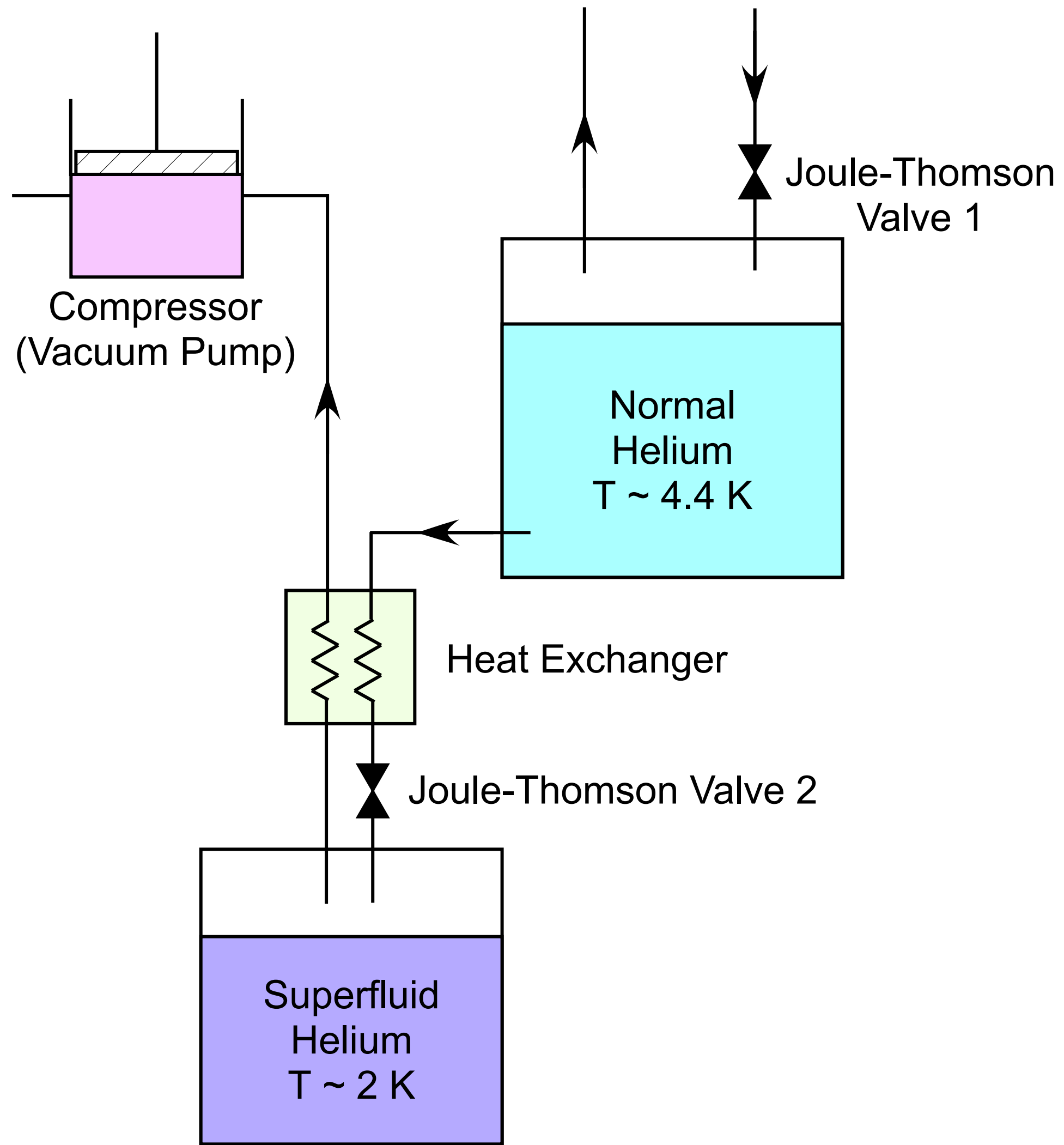


ヘリウムの相図 (状態図)





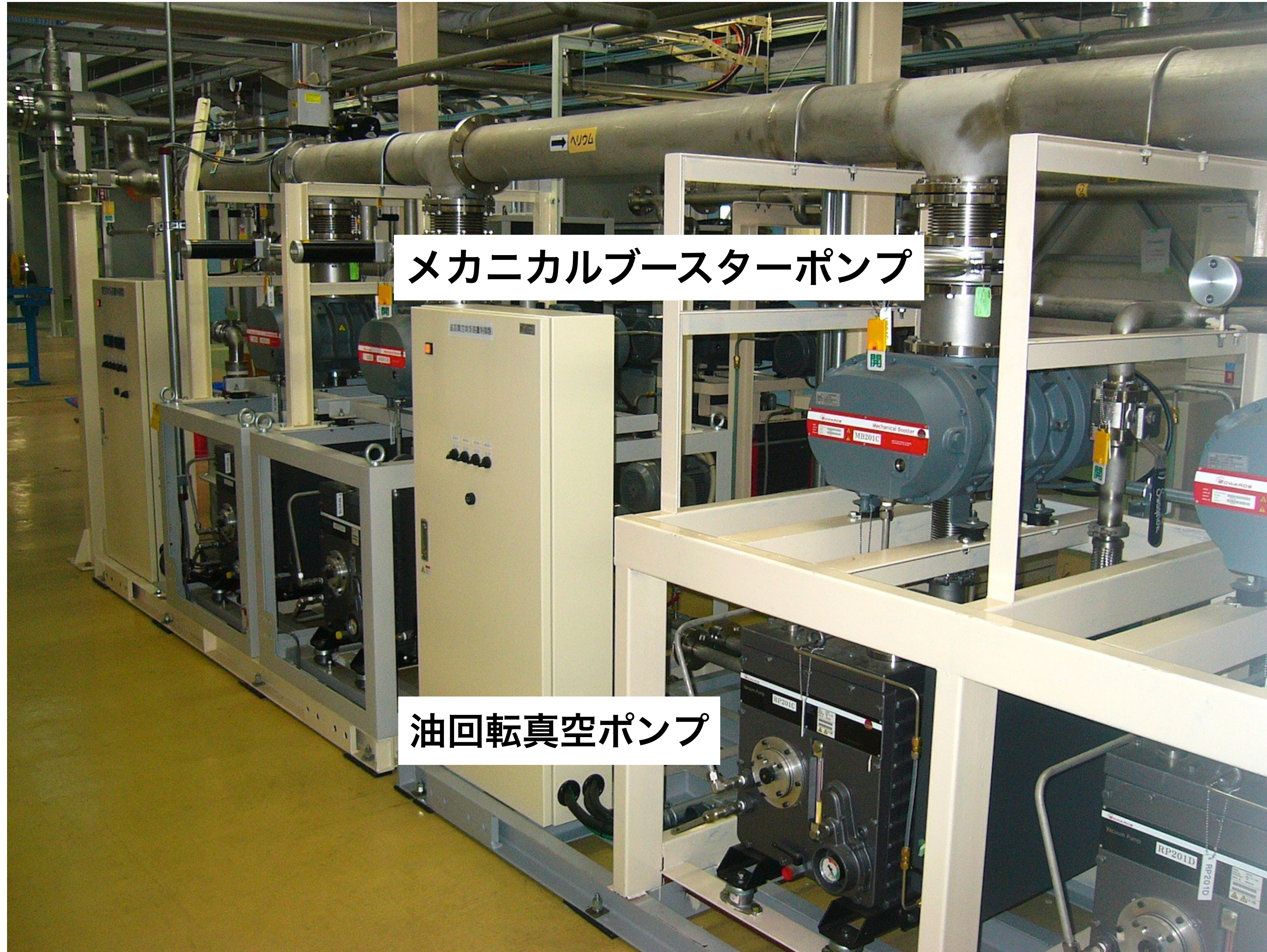
超流動ヘリウムの連続生成



Cited from S. W. Van Sciver, "Helium Cryogenics", Plenum Press, 1986



ヘリウムガス排気システム

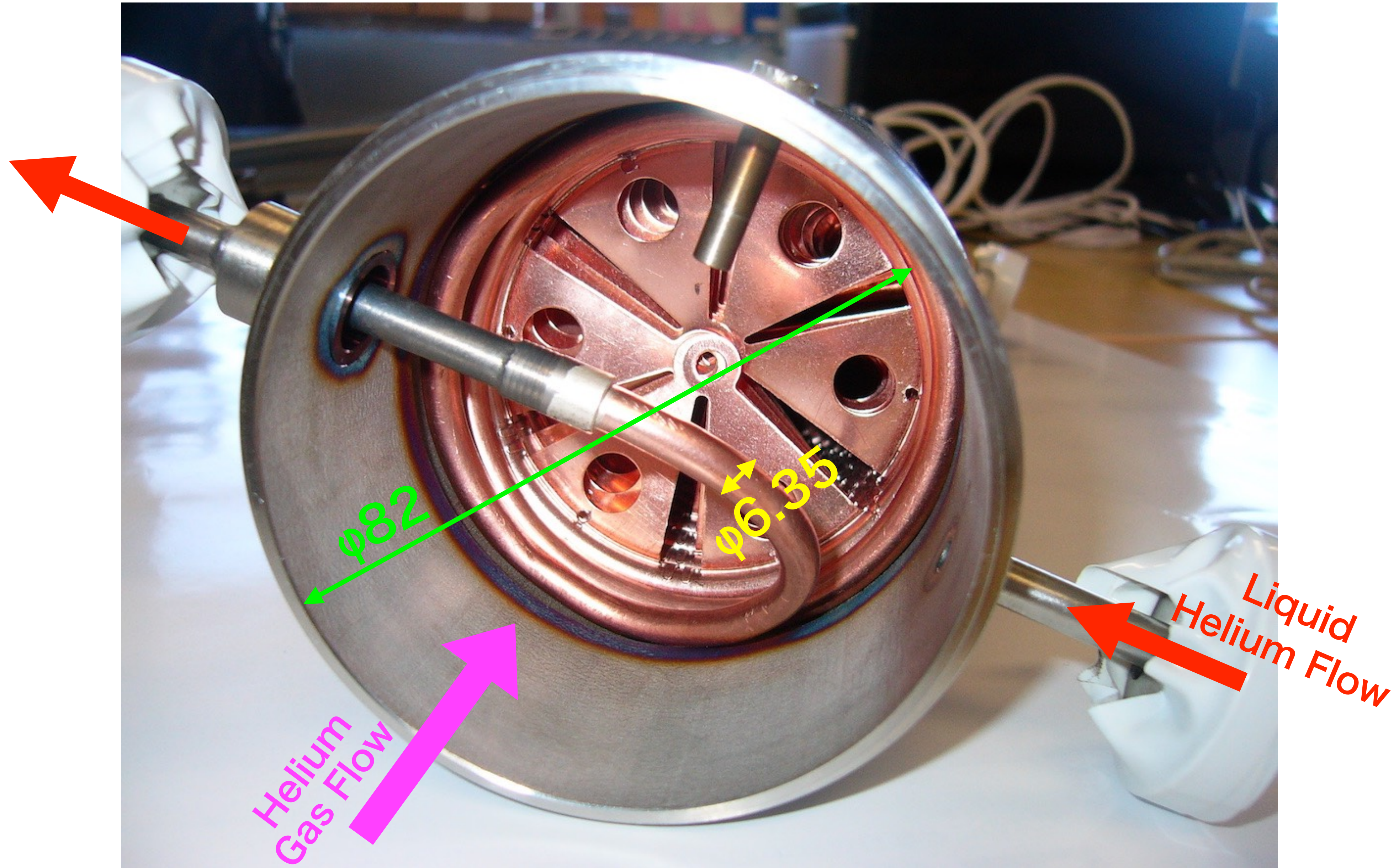


メカニカルブースターポンプ

油回転真空ポンプ



2Kヘリウム熱交換器



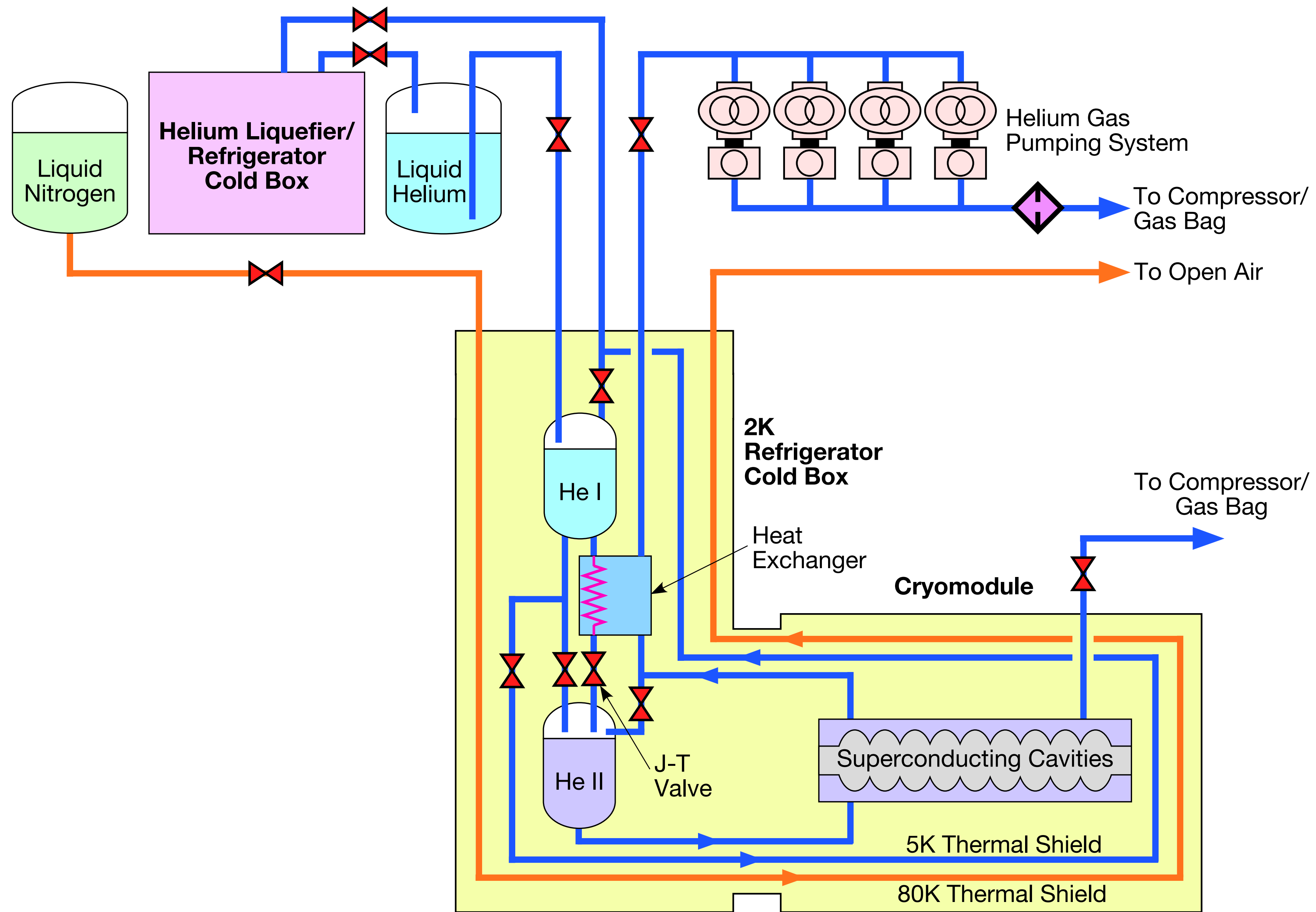


発表内容 (2)

- 冷凍設備の開発・実証すべき項目
- 冷凍設備の達成された成果および得られた知見
- 冷凍設備の今後の展望

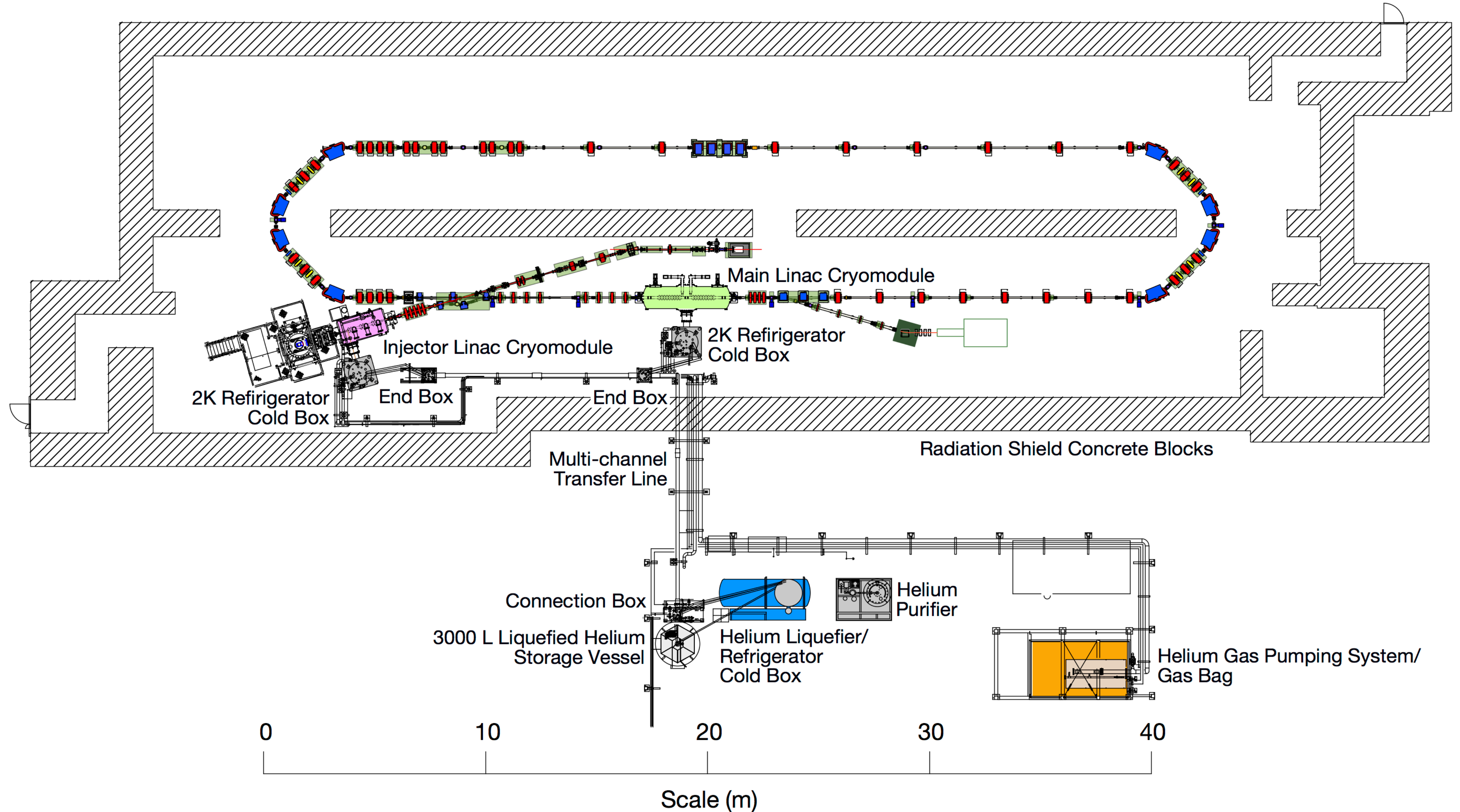


2K冷凍機とクライオモジュール



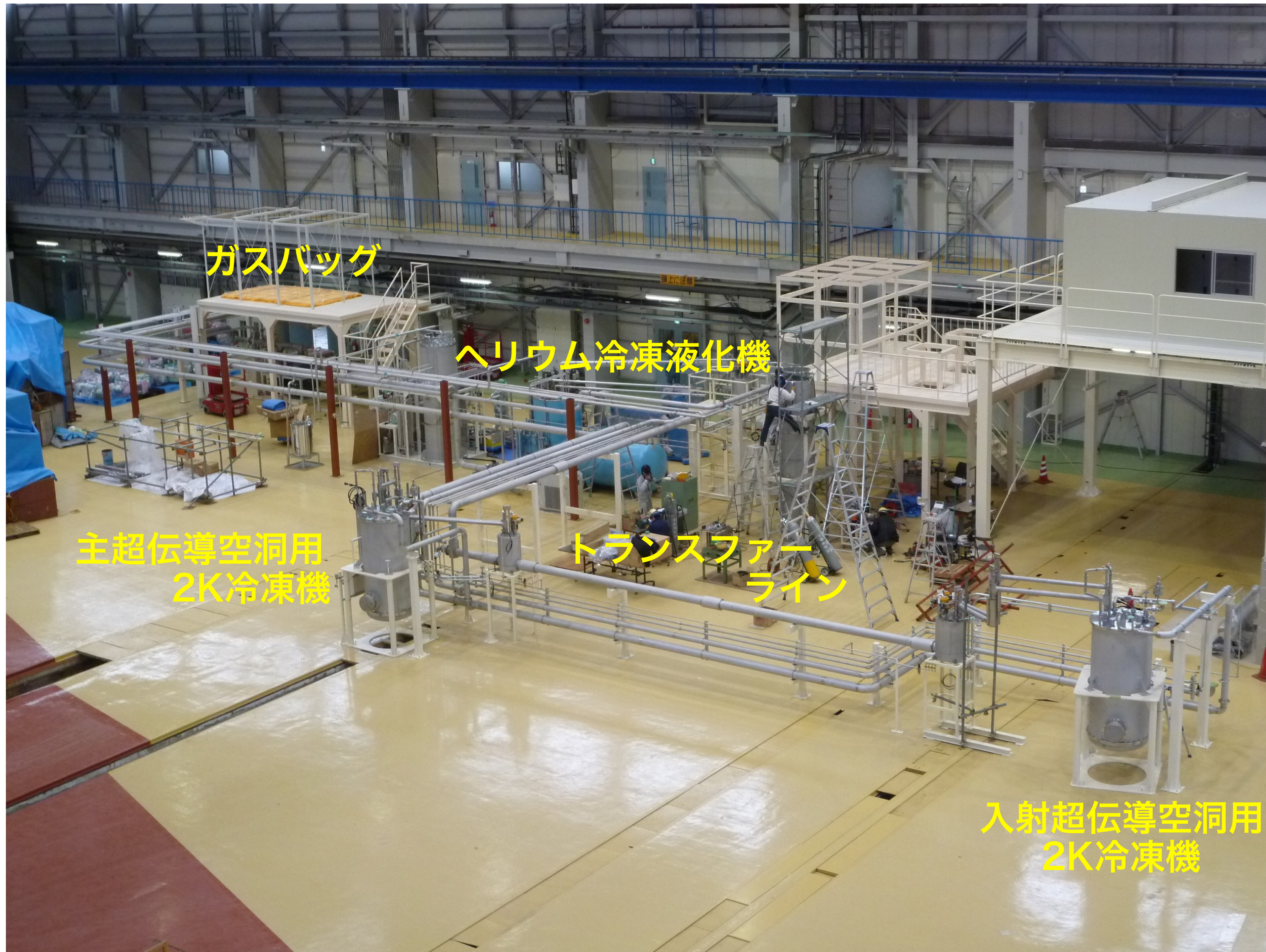


ERL開発棟冷凍設備の配置



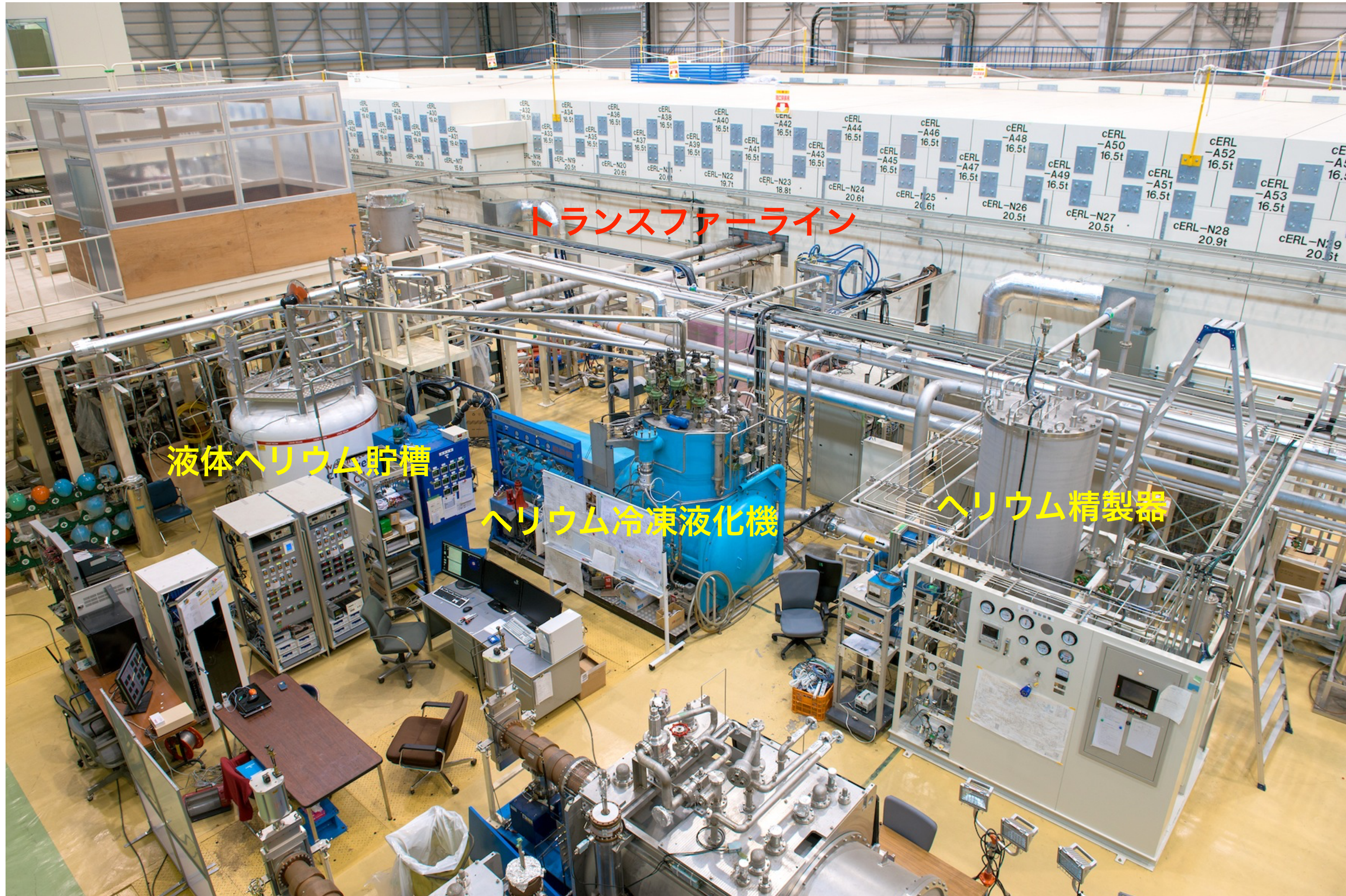


ビームライン建設前の冷凍設備





ビームライン建設後の冷凍設備





達成された成果と得られた知見

- ヘリウム冷凍液化機：4.4K冷凍能力 500 W（液化率 250 L/h）
- ヘリウムガス排気システム：1020 m³/h x 8組（2K冷凍能力 80 W）
- 現在の2K冷凍能力は排気システムの排気能力で制限されている
- 真空ポンプに圧縮機潤滑油を使用した冷凍設備の連続運転実現
 - ヘリウムガス排気システム配管内への不純物（主に空気）の混入・蓄積が顕在化



発表内容 (3)

- 冷凍設備の開発・実証すべき項目
- 冷凍設備の達成された成果および得られた知見
- 冷凍設備の今後の展望

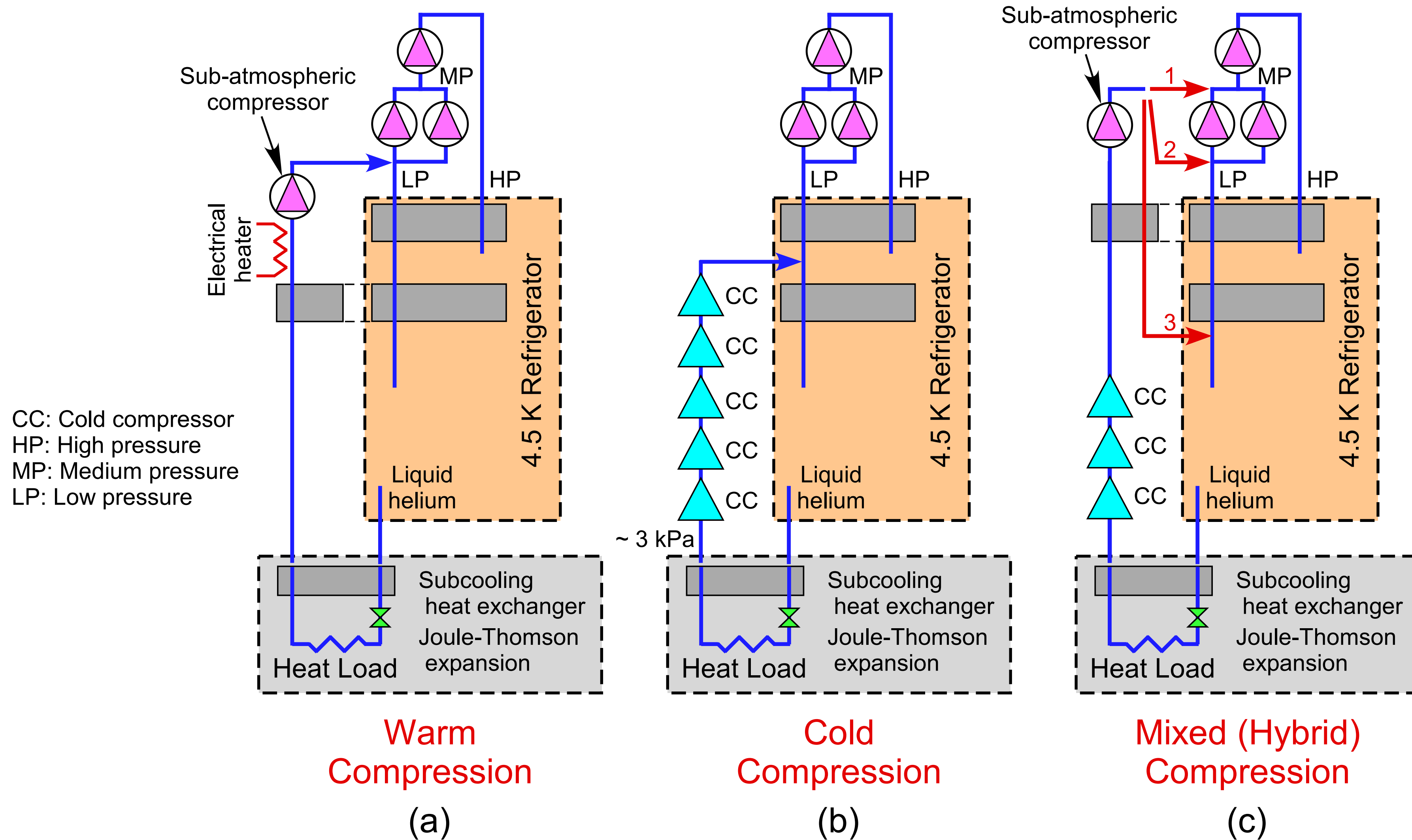


高熱負荷への対応

- ヘリウムガス排気システム強化
 - 真空ポンプの追加
 - 低温圧縮機の導入
 - 不純物の除去
- 冷凍設備の大型化・効率化
 - 戻りラインの2Kヘリウムガスの寒冷回収
 - 戻りラインのヘリウムガス流量増大に対応した熱交換器
 - 液体窒素の消費量を抑える窒素循環装置の導入



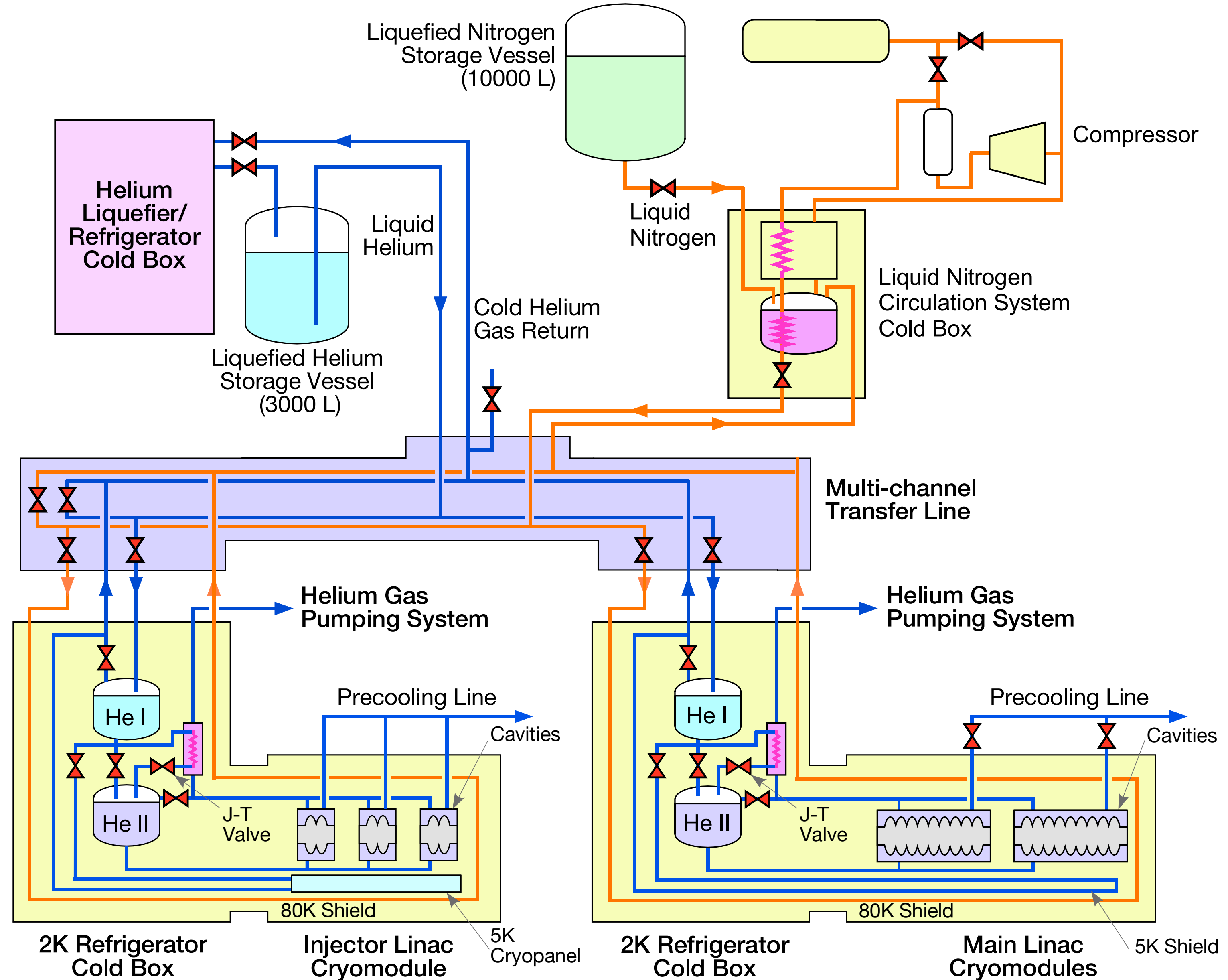
低温ヘリウムガスの圧縮 (ヘリウムガス排気システム)



Cited from Ph. Lebrun and L. Tavian, European Graduate Course in Cryogenics Helium Week, 2010

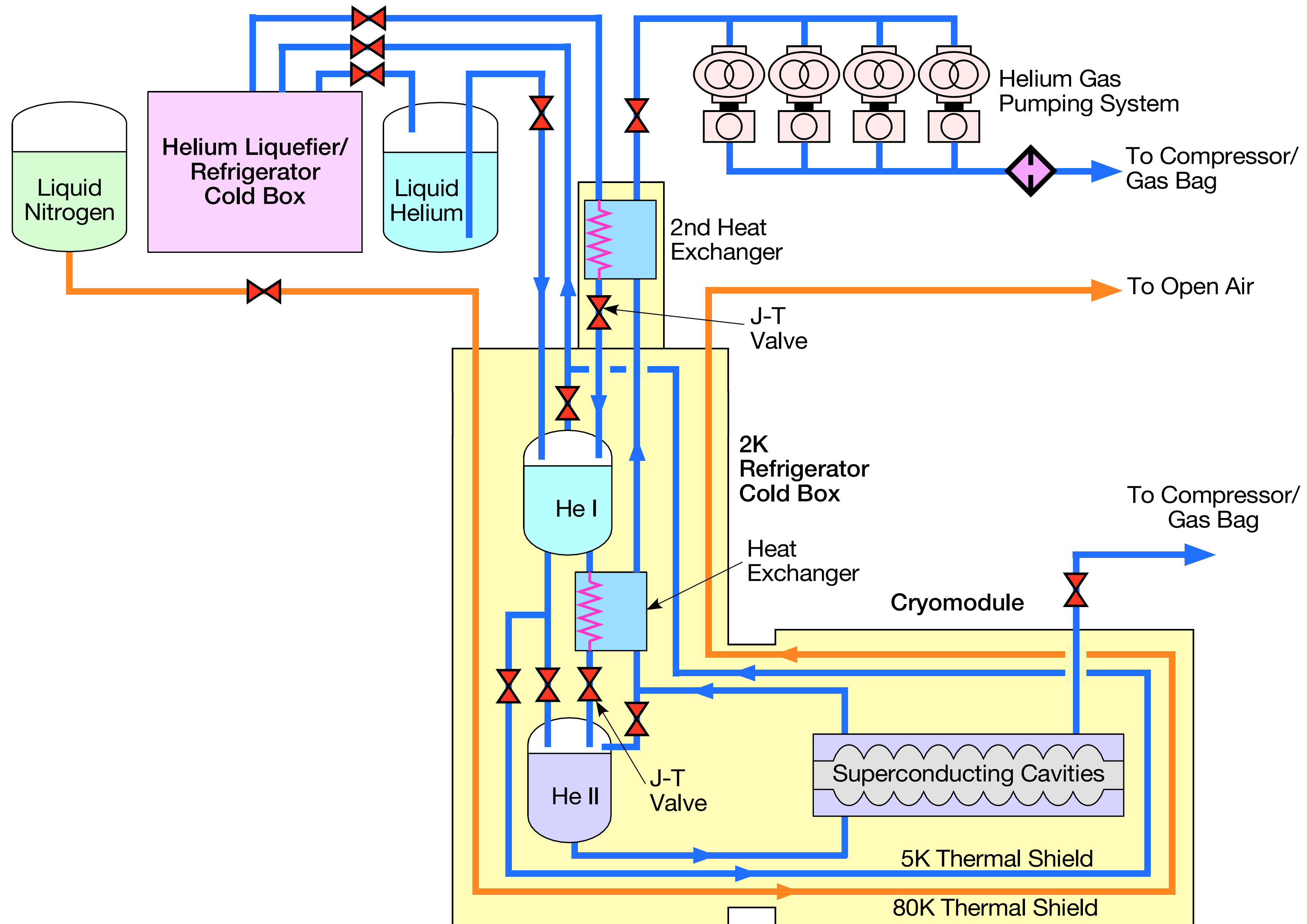


窒素循環装置の導入





2Kヘリウムガスの寒冷回収





まとめ

- 2 Kヘリウム冷凍・循環システム（冷凍設備）の構築
- 単純かつ確実なヘリウムガス排気システム（減圧システム）の確立
- 将来の高熱負荷への対応
 - 低温圧縮機の導入による2K冷凍能力の増強
 - 低圧力損失・大流量を実現する熱交換器の製作
 - 窒素循環装置の導入による運転経費の削減
 - 寒冷回収による冷凍設備の効率化