



冷凍設備の現状と今後の予定

加速器研究施設

仲井 浩孝





発表内容

- 超伝導空洞の冷却
- 現在までの進捗状況
- 今後3年間の研究開発
- スケジュール

ニオブ空洞の高周波損失

$$P_w = V_c^2 \cdot R_s$$

P_w : 空洞の高周波損失

V_c : 空洞の最大加速電圧

R_s : 空洞の表面抵抗

ニオブ空洞の表面抵抗

$$R_s = R_{s,BCS} + R_{res}$$

$R_{s,BCS}$: BCS理論から予想される抵抗

R_{res} : 温度に依存しない残留抵抗

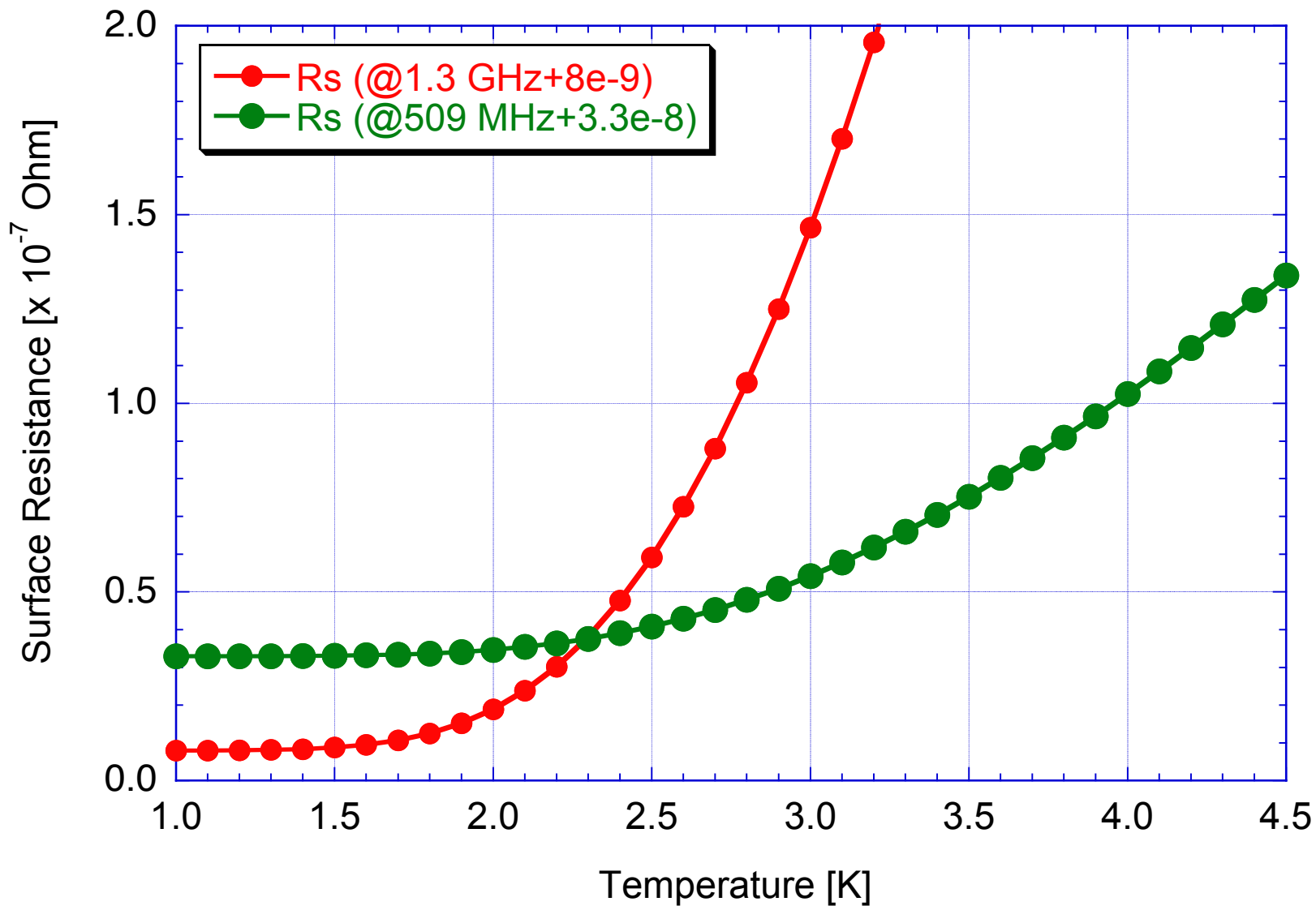
ニオブ空洞のBCS表面抵抗

$$R_{s,BCS} \approx \frac{2 \cdot 10^{-4}}{T} \left(\frac{f}{1.5} \right)^2 \exp\left(-\frac{17.67}{T} \right)$$

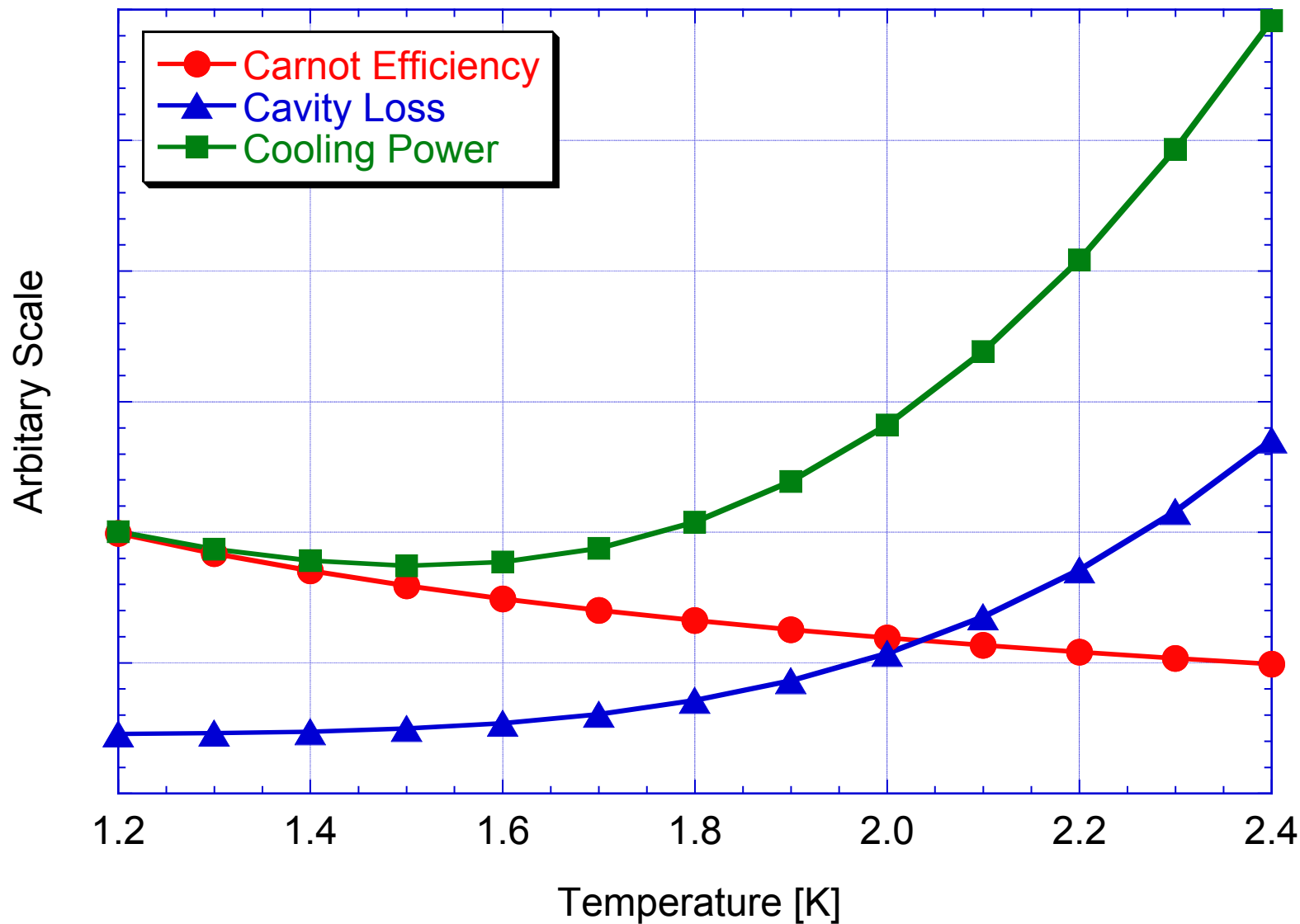
T [K] : 空洞の冷却温度

f [GHz] : 空洞の共振周波数

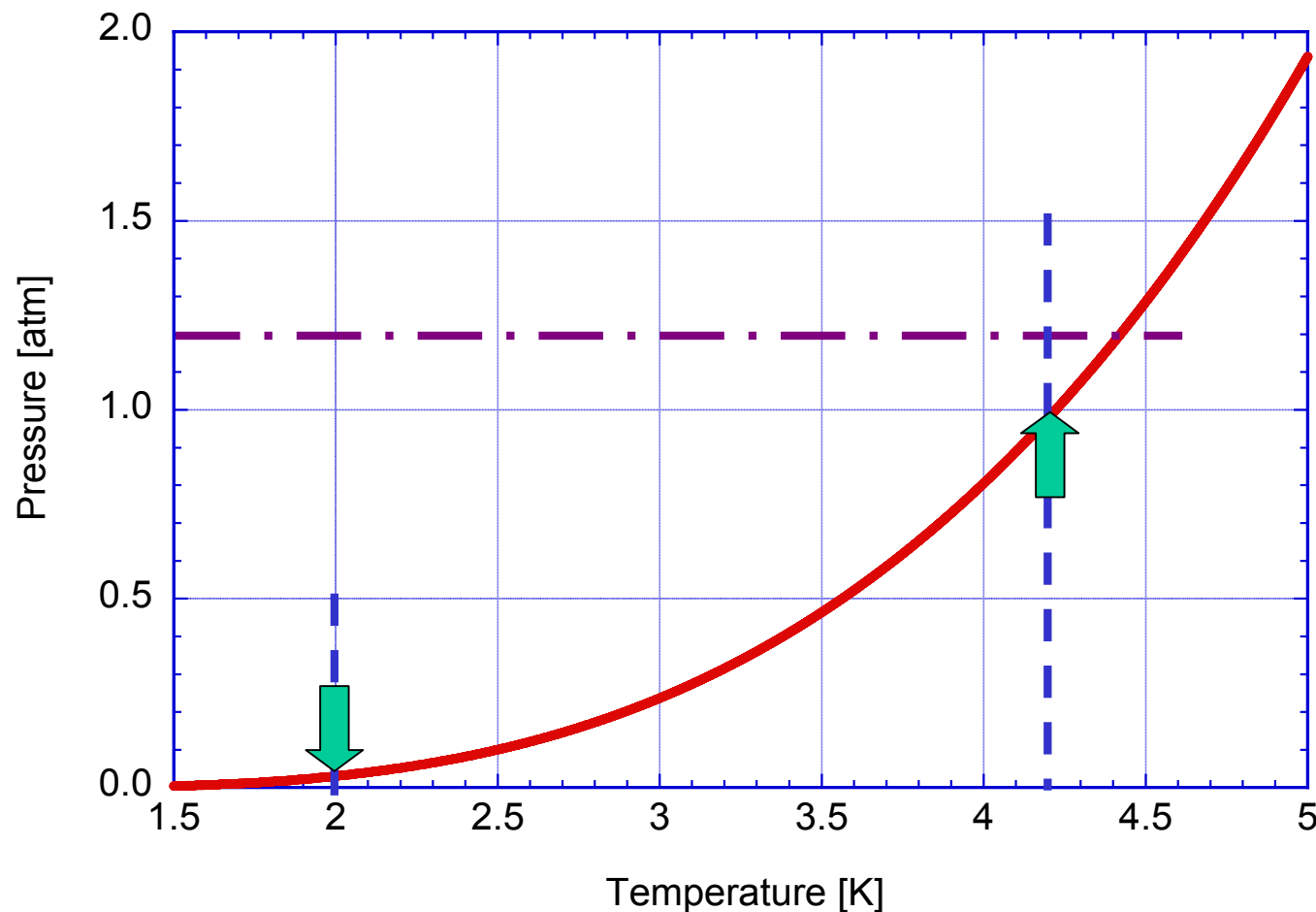
超伝導空洞の表面抵抗



1.3 GHz空洞の高周波損失と必要冷却能力



ヘリウムの飽和蒸気圧

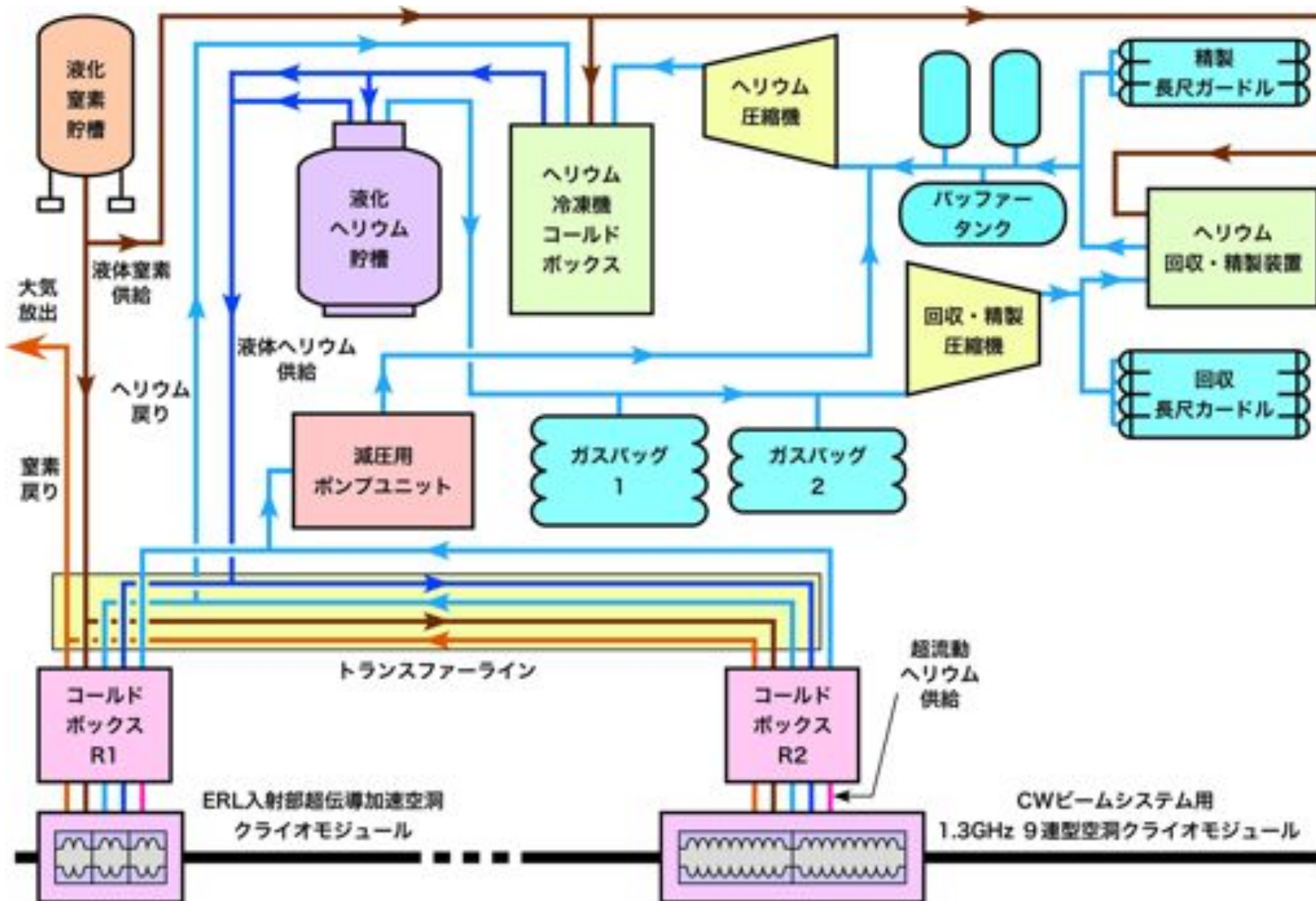


2.0 K ↔ 0.031 atm [= 3.2 kPa]

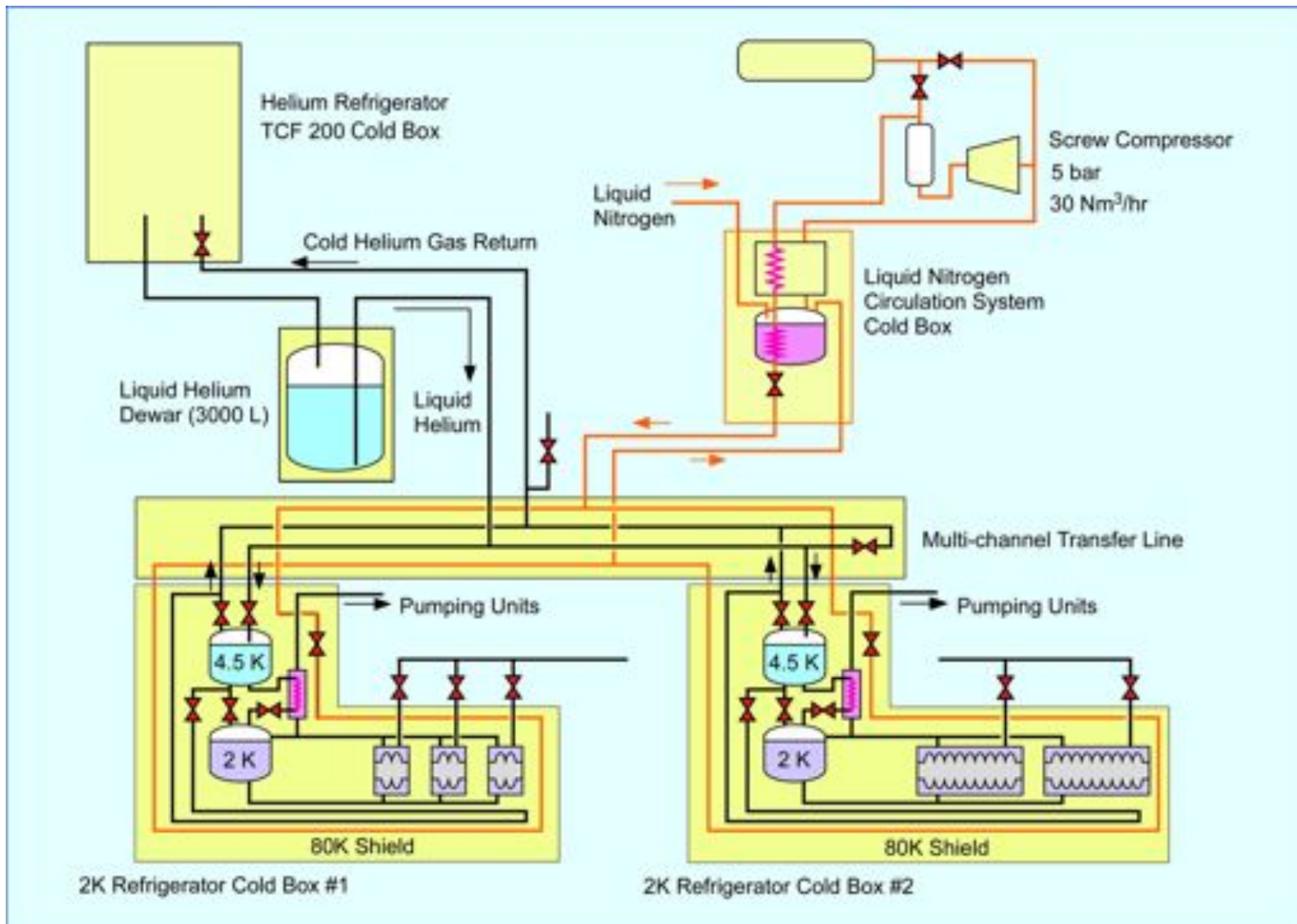
4.2 K ↔ 1 atm [= 101.3 kPa]

$1/0.031=32$ (体積比)

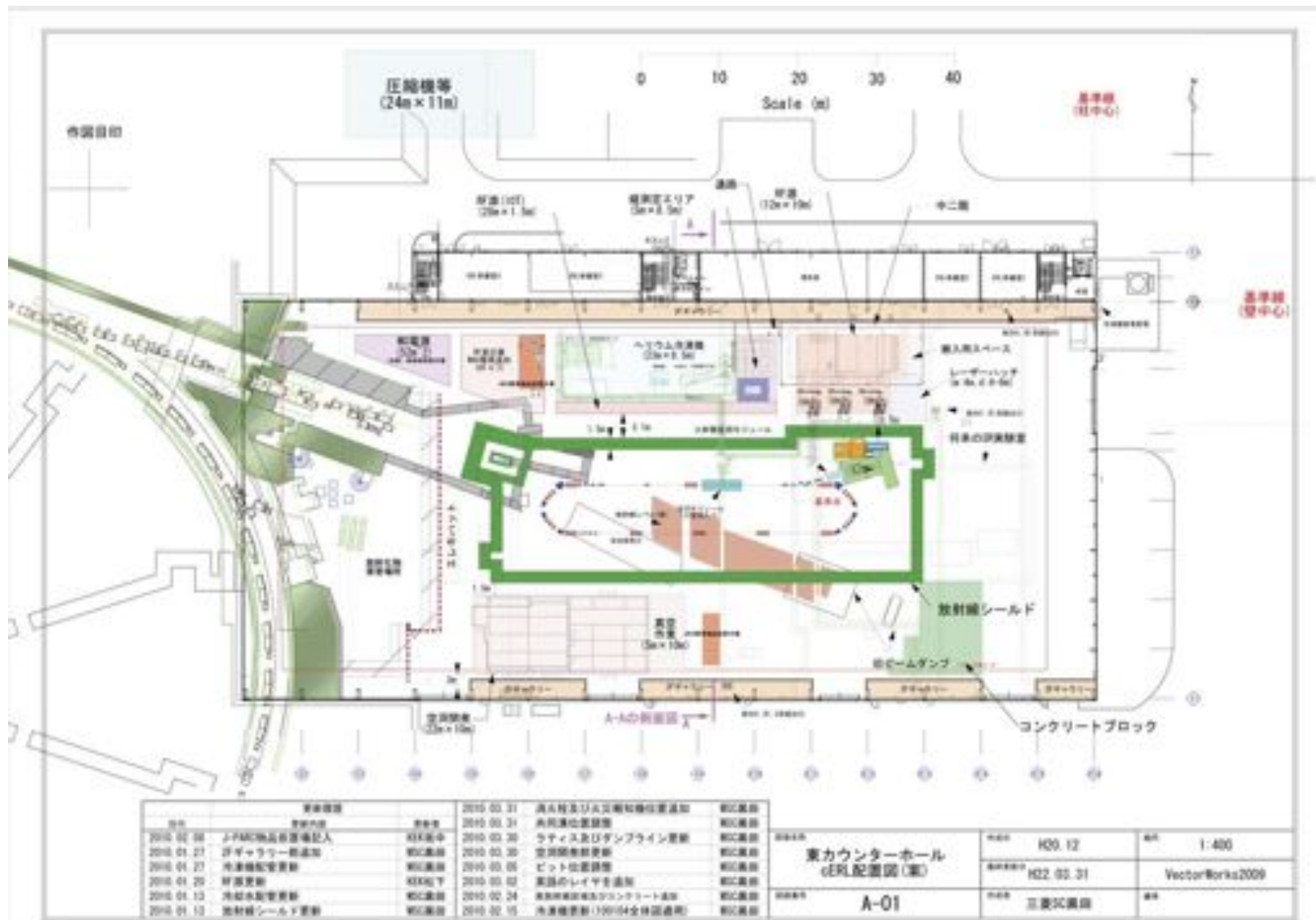
コンパクトERL用冷凍設備概要



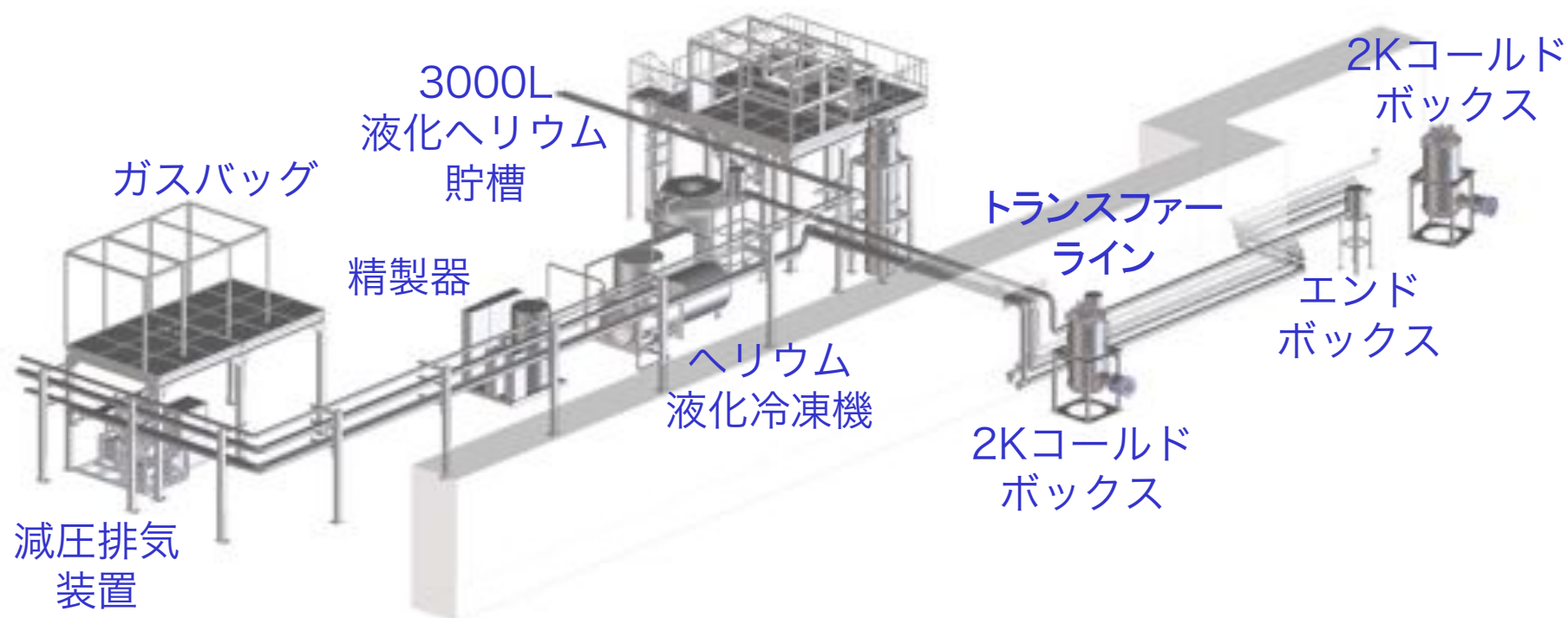
2K冷凍システム（窒素循環装置を含む）



東カウンターホール配置



cERL用ヘリウム冷凍設備



現在までの進捗状況

- 移設
 - TCF200 ヘリウム液化冷凍機（物質・材料研究機構）
 - 循環圧縮機（物質・材料研究機構）
 - ヘリウムバッファータンク（素粒子原子核研究所）
- 既存設備
 - 回収圧縮機（素粒子原子核研究所）
 - 液化窒素貯槽（CE）（素粒子原子核研究所）
 - ガスバッグ（素粒子原子核研究所）
 - 移動式精製長尺カードル（素粒子原子核研究所）

現在までの進捗状況

- 新規製作
 - 3000L液化ヘリウム貯槽
 - ヘリウム精製器
 - トランスファーライン
 - 2Kコールドボックス
 - エンドボックス（接続ボックス）
 - 減圧用排気装置
 - 圧縮機用冷却塔
 - ガスバッグ
 - 回収長尺カードル
 - 計装用空気圧縮機

ヘリウム液化冷凍機（物材機構より移管）



3000L液体ヘリウム貯槽 (新設)



2Kコールドボックスとエンドボックス (新設)

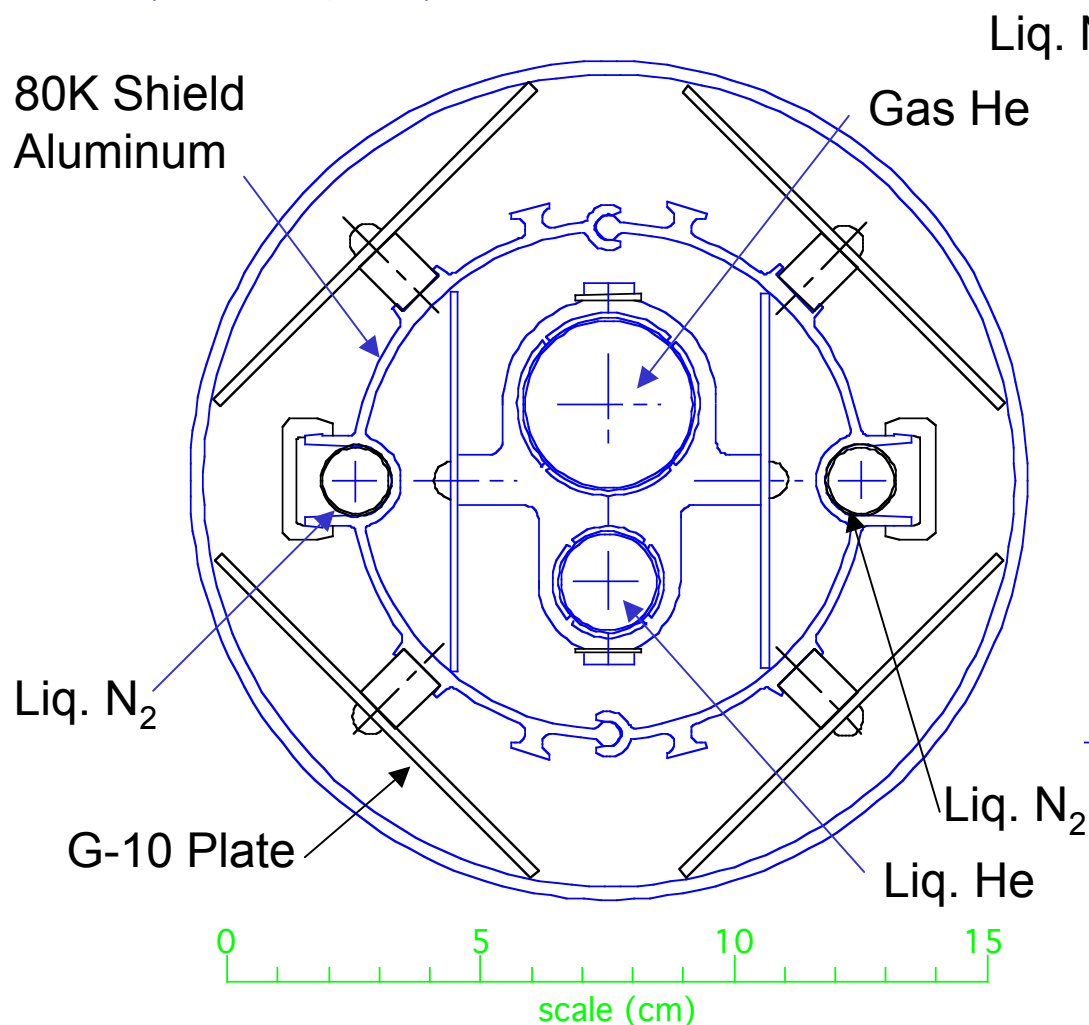


トランスファーライン (新設)

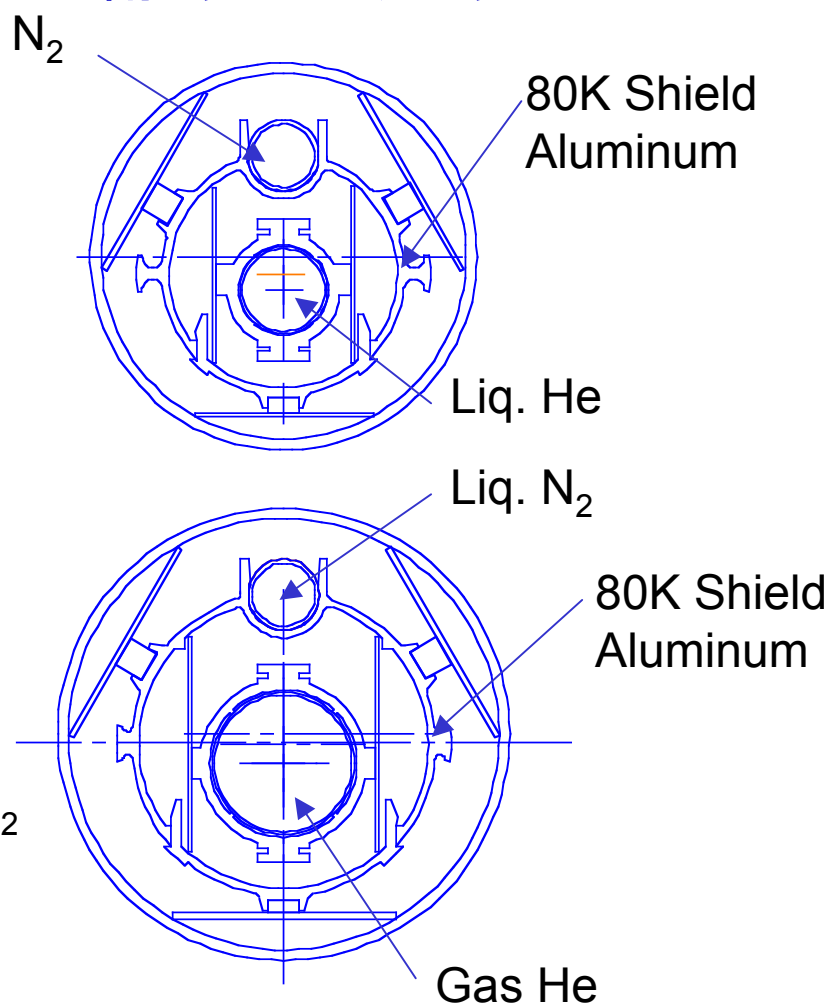


高性能多層断熱配管

主トランスファーライン



副トランスファーライン



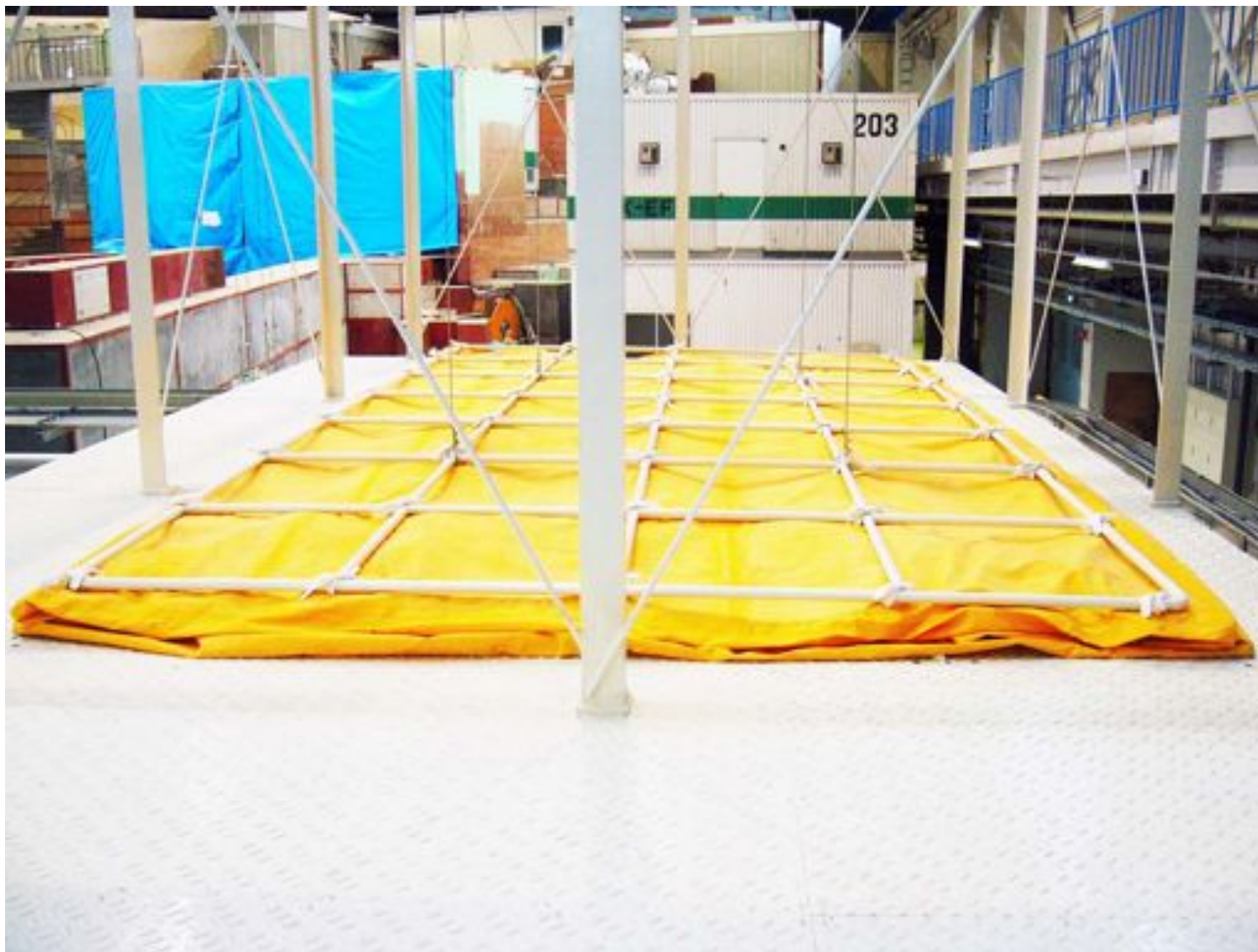
減圧用排気ユニット (新設)



ヘリウム精製器 (新設)



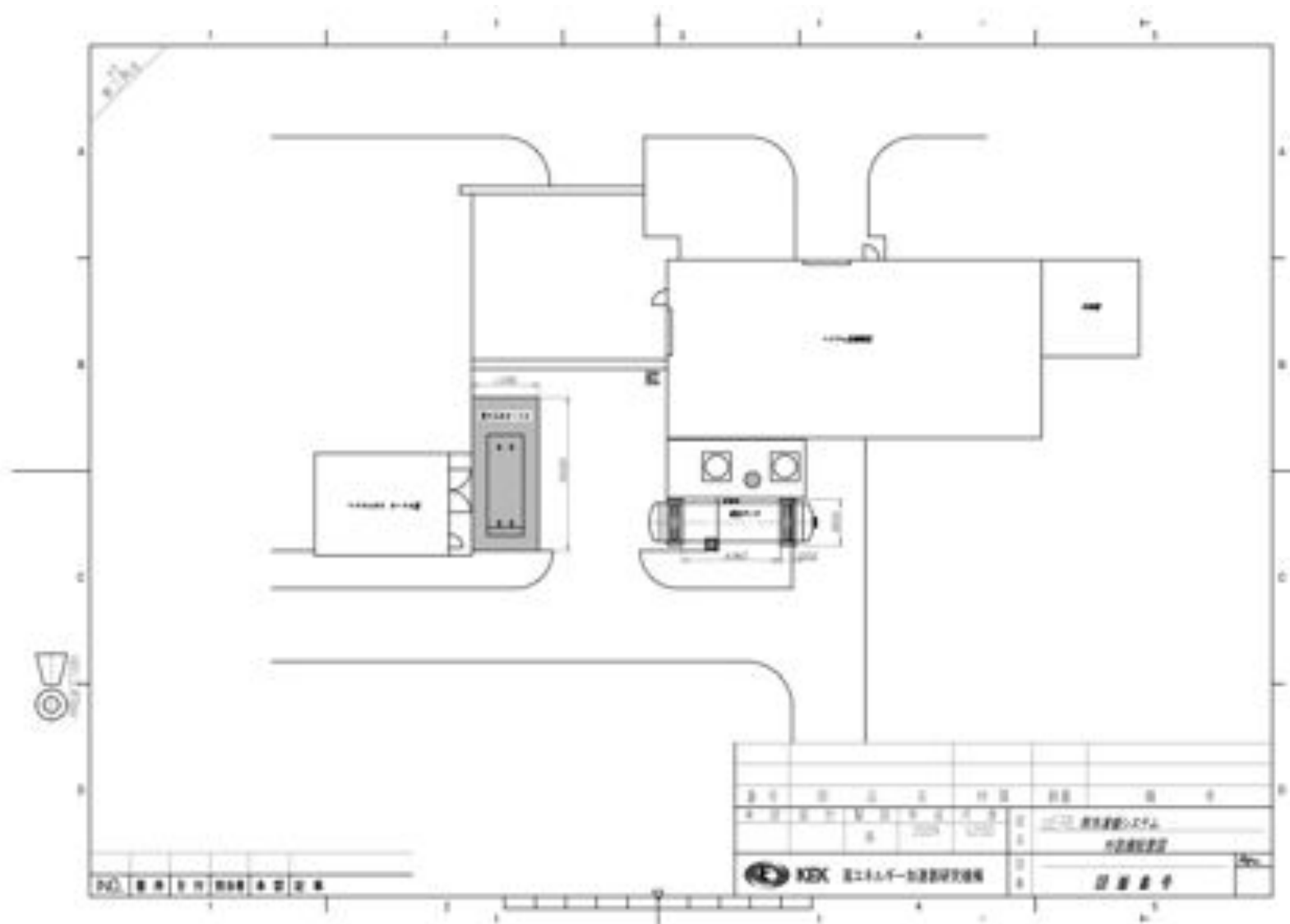
ガスバッグ (新設)



液化室素貯槽（素核研より移管）



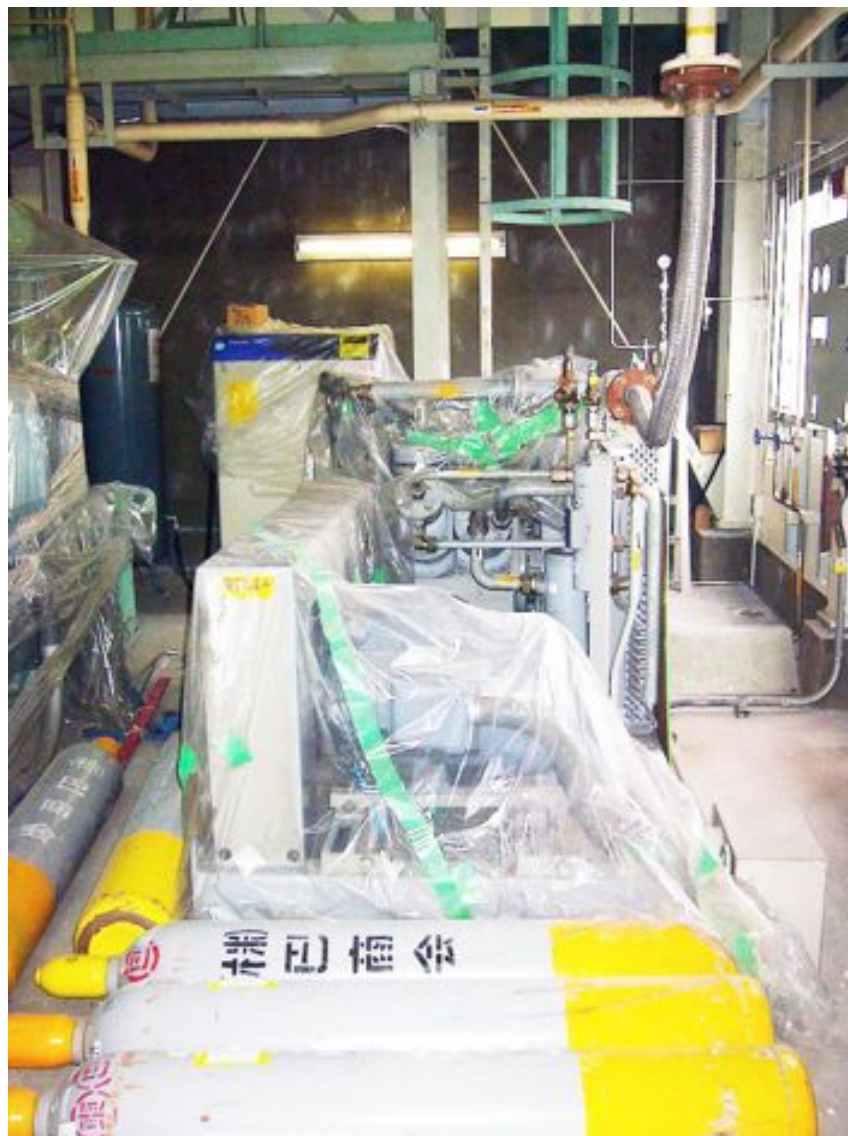
圧縮機室およびその周辺の配置図



循環圧縮機（物材機構より移管）



回収圧縮機 (素核研より移管)



圧縮機用冷却塔（新設）



ガスバッグ (素核研より移管)



バッファータンク (素核研より移管)



長尺カードル (新設)



超伝導空洞縦測定用クライオスタット (新設)



今後3年間の研究開発

1. 長期運転

- 減圧用排気装置からの油除去
- 窒素循環装置
- 制御システム

2. 冷却性能向上

- 2Kコールドボックス熱交換器

スケジュール

- 2010年度（今年度）
 - 茨城県の完成検査受検（ヘリウム冷凍設備単体）
 - 夏までにヘリウムの液化を開始
 - 冷凍機の最適化
 - 年度末までに2K運転
- 2011年度
 - 長期連続運転に備えた機器類の研究開発
 - 必要があれば冷凍設備の改良・増強
 - 茨城県の完成検査受検（前段加速超伝導空洞の追加）
 - 前段加速超伝導空洞の冷却試験
- 2012年度
 - 茨城県の完成検査受検（主加速部超伝導空洞の追加）
 - 主加速部超伝導空洞の冷却試験
 - 制御システムの導入検討
 - コンパクトERLの運転