

桂キャンパスにおける 液体ヘリウム供給業務

西崎 修司

工学研究科技術部 環境・安全・衛生技術室
(附属桂インテックセンター 極低温施設)

目次

1. 桂キャンパス極低温施設
2. 業務・組織・法律・資格・研修
3. ヘリウムリサイクルシステム
4. ヘリウム供給の現状
5. 液化機トラブル
6. まとめ

桂キャンパス極低温施設

寒剤供給業務 極低温施設(液体ヘリウム)

京都大学 桂キャンパス

液体窒素タンク

極低温施設

液体窒素タンク

シミュレーションラボ

クレーン業務

Aクラスター Bクラスター Cクラスター

ヘリウム回収配管

ガスバッグ室

100m

寒剤供給業務

ヘリウム液化機

Linde社製L140(平成18年導入)
液化率 約100ℓ/h(LN₂使用時)
内部精製器付
貯槽 2000ℓタンク

液体窒素タンク

- ・Aクラスター 10000ℓ(平成16年設置)
- ・Bクラスター 10000ℓ(平成18年設置)
- ・Cクラスター 5000ℓ(平成25年設置)

年間液体ヘリウム供給量

年間液体窒素・液化ガス供給量

業務内容

- ・寒剤供給(液体ヘリウム、液体窒素)
液体ヘリウム液化業務(2~3週に3~4日運転)
夏期・冬期 電力ピーク抑制 運転時間制限(X 13時~18時)
容器への充填作業(アルバイト) 注文対応
- 液体窒素タンク充填立合
Aクラスター 充填 約1週間~10日に1回 事務補助
Bクラスター 充填 約2ヶ月に1回
Cクラスター 充填 約2ヶ月に1回
- 寒剤集計業務 日常点検 トラブル対応 業者対応
- ・寒剤利用者講習会準備(春期5月頃、秋期11月頃)
- ・定期自主検査 保安検査 1年に1回 京都府庁に申請
- ・シミュレーションラボ クレーン操作 自主検査1年に1回
性能検査2年に1回

組織・法律(高圧ガス保安法)

所属 附属桂インテックセンター センター長 吉崎 武尚 教授
高圧ガス保安統括者代理者 雨宮 尚之 教授
寒剤供給関係業務担当者 保安係員 西崎 修司 技術職員
副保安係員 掛谷 一弘 准教授
中村 武恒 准教授
液体ヘリウム充填業務 アルバイト 1名

附属環境安全衛生センター 寒剤以外の高圧ガス、サポート
EMセンター 緊急時連絡先、回収配管管理等
低温物質科学センター 液化機LTMセンター設備 予算事務
1ヶ月に1回 3キャンパス液化機担当者会議(液化職人会議)
佐々木 豊 教授、大塚 晃弘 助教、
楠田 敏之 技術職員、玉野 健一 研究支援推進員

京都府一般高圧ガス保安研究会 京都府庁情報交換、研修
低温ネット ヘリウム液化機業務従事者のメーリングリスト
技術研究会参加 総合技術研究会、3研究所技術研究会
トラブル情報交換、同宿、懇親会、液化機設備見学

資格・研修

- ・高圧ガス製造保安責任者免状(乙種機械) 筑波大学低温センター
- ・クレーン・デリック運転士免許 玉掛技能講習修了

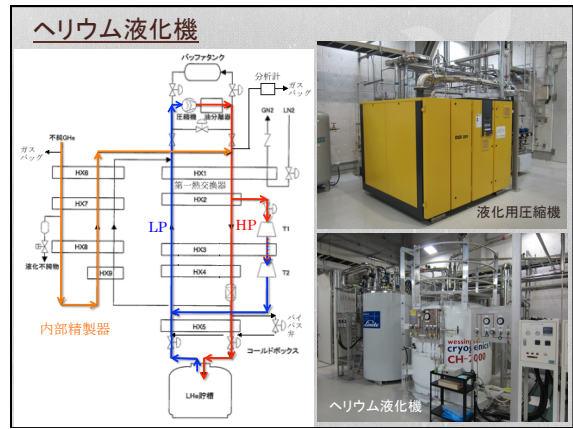
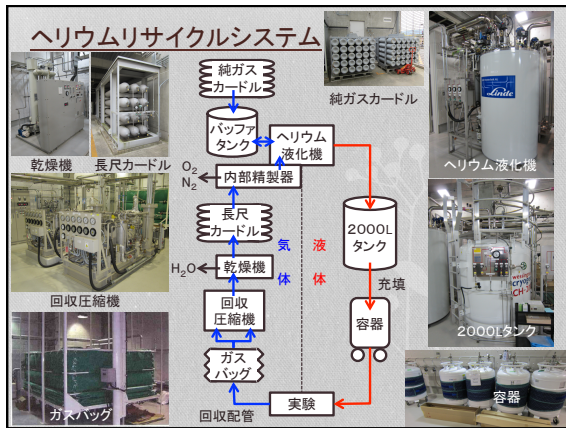
附属環境安全衛生センター

- ・有機溶剤作業主任者技能講習修了
- ・第一種衛生管理者
- ・甲種危険物取扱者免許
- ・第3種電気主任技術者
- ・一級機械保全技能士

自己啓発のための
通信教育・eラーニング
(平成25年度後期締切
9月13日(金))
半額補助

特級 1級 2級 3級
X 基本情報技術者 → 再挑戦

今後、1年に1資格を取得を目指す。
補助、通信教育、勉強会等を活用
出来る限り、研修、見学に参加する。
京大ウィークス2013 10月12日(土)~11月9日(土)



液化法

理想気体の状態方程式 $PV = nRT$
 ファンデルワールスの状態方程式
 $(P + a/V^2)(V - b) = RT$ (分子間力)

①寒剤との熱交換 高温→低温 液体窒素 77 K
 ②断熱膨張 断熱的伸(温度低下) 縮(温度上昇)
 エネルギー保存 $Q = \Delta U + W$
 断熱変化 $Q = 0 \rightarrow \Delta U = -W$
 外部に対してした仕事 = 内部エネルギーの減少
 → 温度低下 2段タービン 10 K

③JT膨張 JT弁(細孔栓)を通して膨張
 エンタルピー保存 $H = U + PV$ 分子間力→温度変化
 反転曲線 $(dT/dP)_H > 0 \rightarrow$ 温度低下 口から
 $(dT/dP)_H < 0 \rightarrow$ 温度上昇 フー(温度降下)
 ハー(熱交換)

ヘリウム温度低下領域→JT膨張→液化 4.2 K

液化・内部精製器

①液体窒素との熱交換 77 K
 ②断熱膨張 2段タービン 10 K
 ③JT膨張 液化 4.2 K

内部精製器
 精製 酸素90 K 窒素77 K
 > 内部精製器 30 K
 酸素 窒素 不純物除去
 > ネオン27 K 水素20 K
 ネオン 水素 未除去
 → 20K吸着器

再生 内部精製器内に溜まった不純物を内部精製器の温度を上げて除去

精製⇔再生

ヘリウム供給の現状

ヘリウム 天然ガス田からの副産物 放射性同位元素の α 崩壊で精製
 100%輸入(95%アメリカ) 枯渇資源

2012年頃 ヘリウム供給不足 ディズニールランドの風船販売停止
 米国土地管理局(BLM) パイプライントラブル
 世界最大のヘリウムプラントの定期修理の遅延
 シェールガスの増加による天然ガス需要減少

液体ヘリウムを購入出来ない研究室からの注文増加

新興国のヘリウム需要増加 価格上昇 → 寒剤費値上げ

購入制限 ヘリウム不足で供給停止の可能性 回収率上昇必須

2013年 カタールでのヘリウム生産開始
 未だ購入制限 状況が改善するか不明

回収配管の改良案

100%回収すれば、問題なし 回収配管設置義務

回収率の改善 吉田キャンパス 宇治キャンパス
 NMRの充填中のヘリウムガスも回収

回収配管のインピーダンス減少
 回収配管の太さを太くする
 流量計の流量を大きく物に変更する $N_3 \rightarrow N_6$

流量計に冷たいガスを流さない
 熱交換器

液化機トラブル タービン

2011年 5月8日 膨張T2タービンインペラー(羽根車)破損
原因:不純物混入?
他大学でもインペラー破損
修理:タービンを取り寄せて交換
対策:
①液化機内の露点及び純度測定(運転前)
②第一熱交換器の予備冷却(予冷中)
③HP 残ガスのガスバッグ回収(運転後)
④液化機停止中、液化機内バージ(停止中)
⑤再生の頻度を増加(液化中)

液化機トラブル 回収圧縮機

2011年 3月15日
冷却用チラーポンプ修理
異常(温度計異常)
回収圧縮機異常時
両機停止
原因:温度計破損、冷却水信号共通
修理:温度計交換
対策:回収圧縮機が停止しても水は停止しないようにプログラム修正

液化機トラブル 不純物混入

2012年 7月 実験装置 細管が詰まる
原因:不純物混入?水素? 他大学でも発生
修理:実験装置と同じ細管で容器のテスト
対策:
①内部精製器再生中のガスバッグ回収ガスの大気放出
②貯槽内のヘリウムガスをヘリウム液化機内に流すバージを止める
③バフアタンク設定値到達後再生運転(三角運転)
④HPの真空引き
ガス分析 2013年6月21日
HPに水素を検出
ポンプオイル分解→水素? 蓄積?
他大学の分析結果
問題未発生液化機 水素未検出
問題発生液化機 水素検出
対策①水素除去装置設置 高額
②液化直後 HP真空引き回収昇温後 HP真空引き排気 水素除去

液化機トラブル パソコン

2012年 10月 Bクラスター液体窒素供給装置 システム破損
2013年 7月25日 ガスバッグモニター 集計
液体窒素利用者登録パソコン HD破損

Cクラスター電源トラブル

2013年 3月 C3棟ガスバッグ室設置 テスト問題なし
6月 液体ヘリウム供給開始 回収開始 ポンプ逆回転?
2013年 3月 Cクラスター液体窒素供給装置
充填用ローリー電源 逆相?

クレーントラブル

2013年 4月24日 シミュレーションラボ 天井クレーン 10t
ケーブルがカーテンに接触 短絡 修理

まとめ

桂キャンパス極低温施設
寒剤業務(液体ヘリウム 液体窒素)

ヘリウムリサイクルシステム
希少資源のヘリウムのリサイクル
ヘリウム供給の現状
ヘリウム入手困難→供給に影響
回収率UP 回収配管の改善
液化機トラブル
タービン破損
圧縮機トラブル
不純物混入
その他 HD破損