

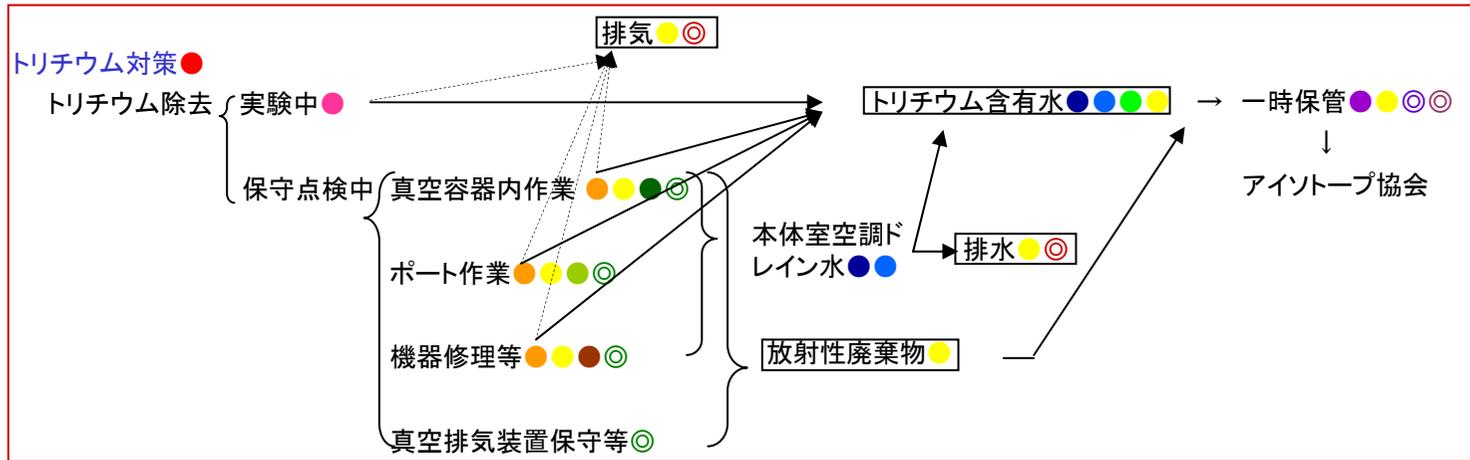


10-2 重水素実験時の安全対策 (トリチウム)

トリチウムに関する安全対策概要
重水素実験中の安全対策
点検作業期間中の安全対策
研究所管理値

トリチウムに関する安全対策概要

LHDの状態	トリチウムの発生状態	安全対策の対象
重水素実験中	トリチウムが発生 水素、ヘリウム実験では新たなトリチウムの発生はない。	真空排気系
保守点検期間中	トリチウムの発生はない	真空容器内作業関連 ポート作業 機器修理等 真空排気装置保守等



機器、設備等

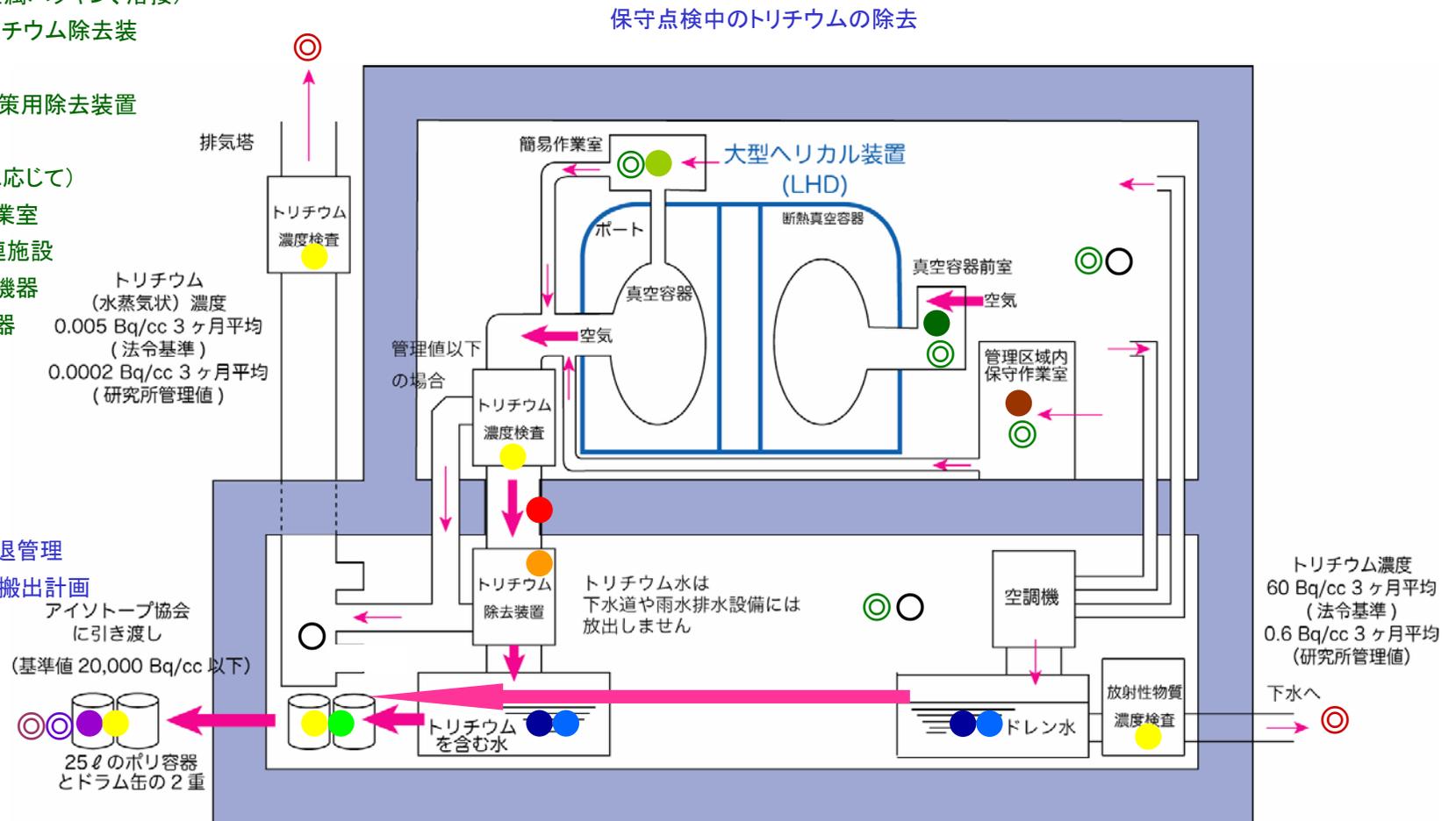
- 真空排気系改造(金属パッキン、溶接)
- 真空排気装置端トリチウム除去装
- 真空容器壁からの

トリチウム放出対策用除去装置

- 真空容器前室
- 簡易作業室(必要に応じて)
- 管理区域内保守作業室
- 廃液、排水及び関連施設
- 廃液や排水用安全機器
- 安全対策用測定機器
- 保管容器
- RI保管施設
- 本体室負圧化

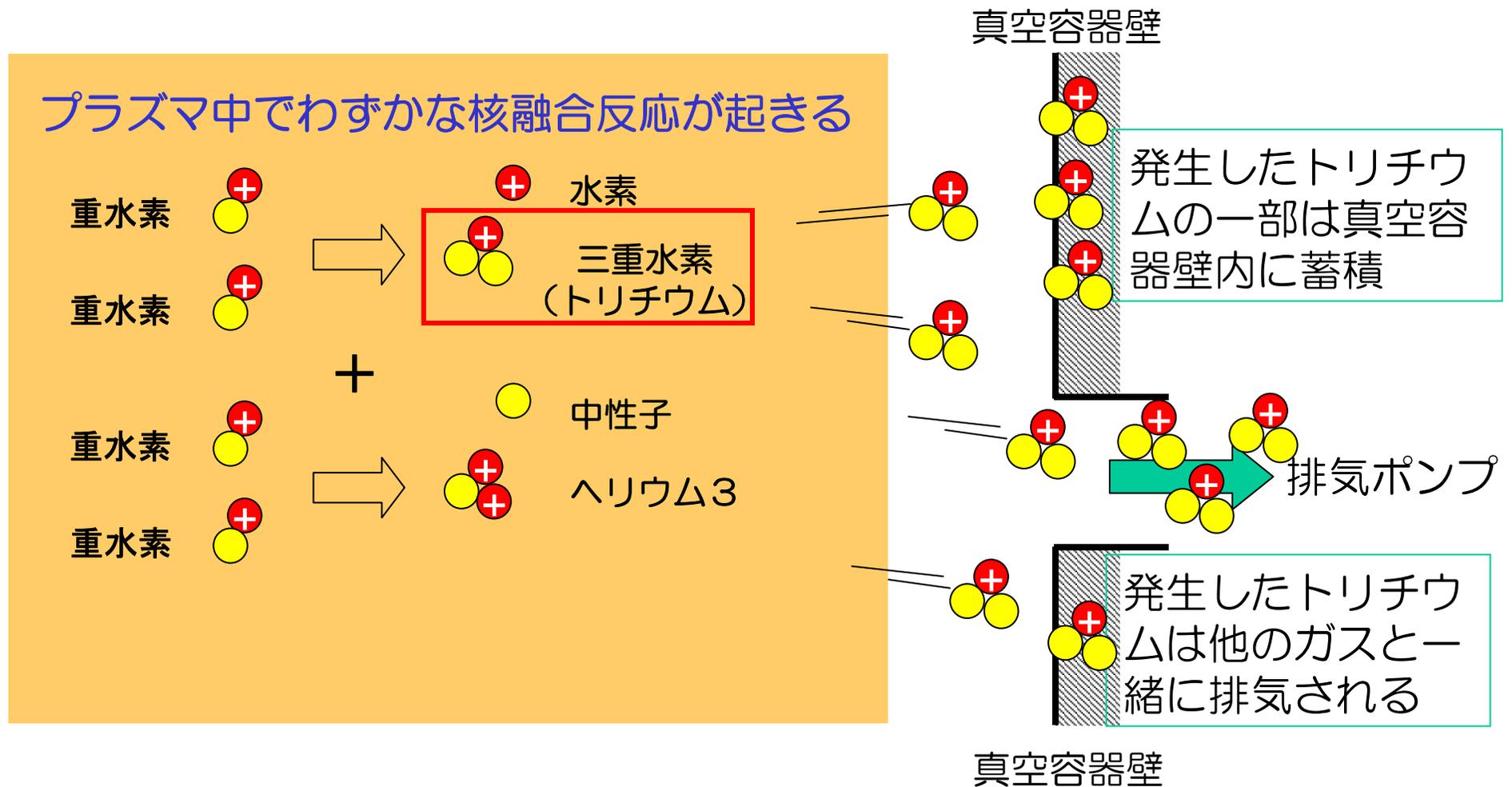
管理

- ◎ 入退管理対策
- ◎ RI保管施設への入退管理
- ◎ トリチウム含有水の搬出計画
- ◎ 研究所管理値



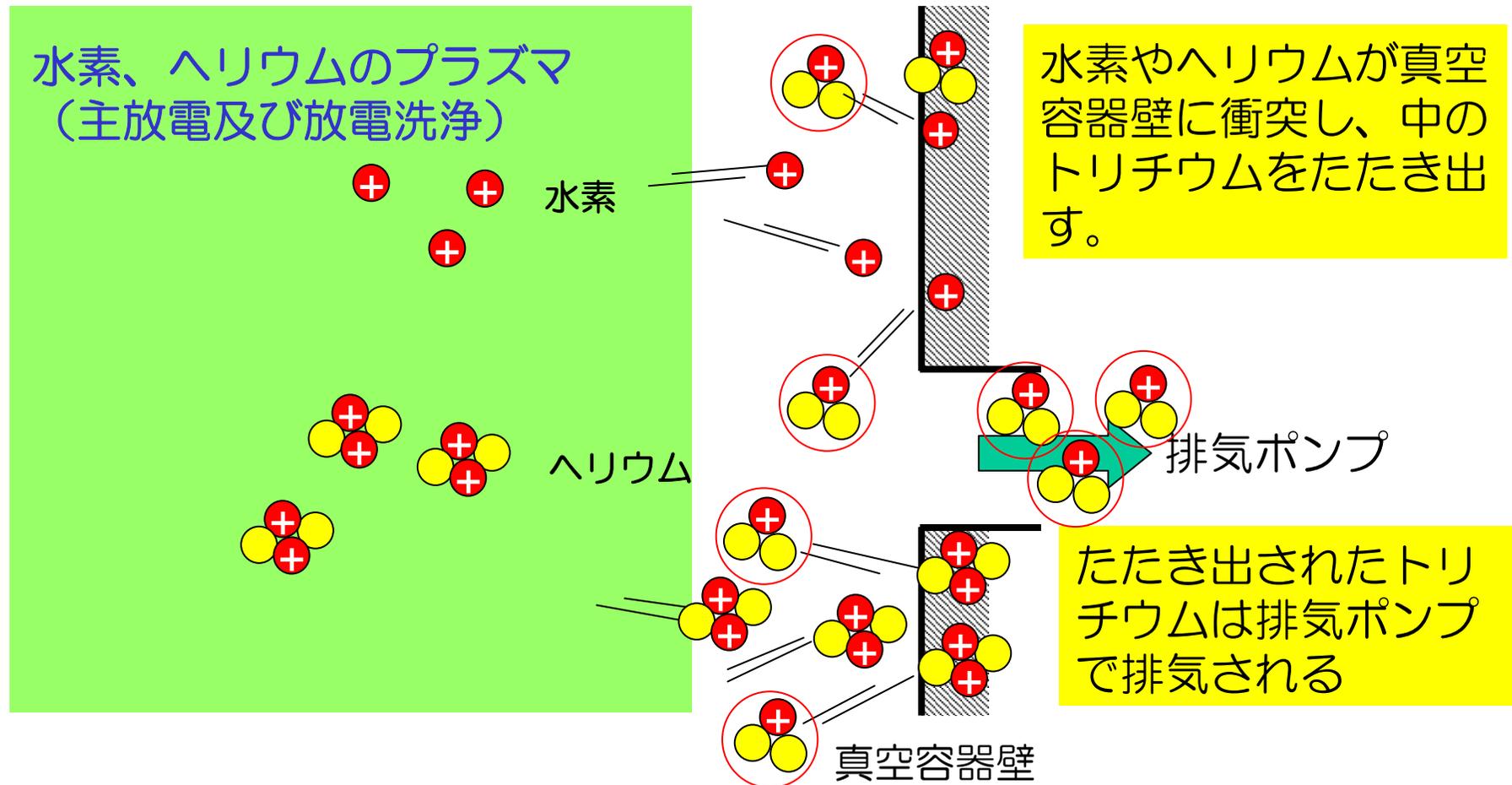
1. 重水素実験中の安全対策

重水素実験中のトリチウムの発生と輸送



1. 重水素実験中の安全対策

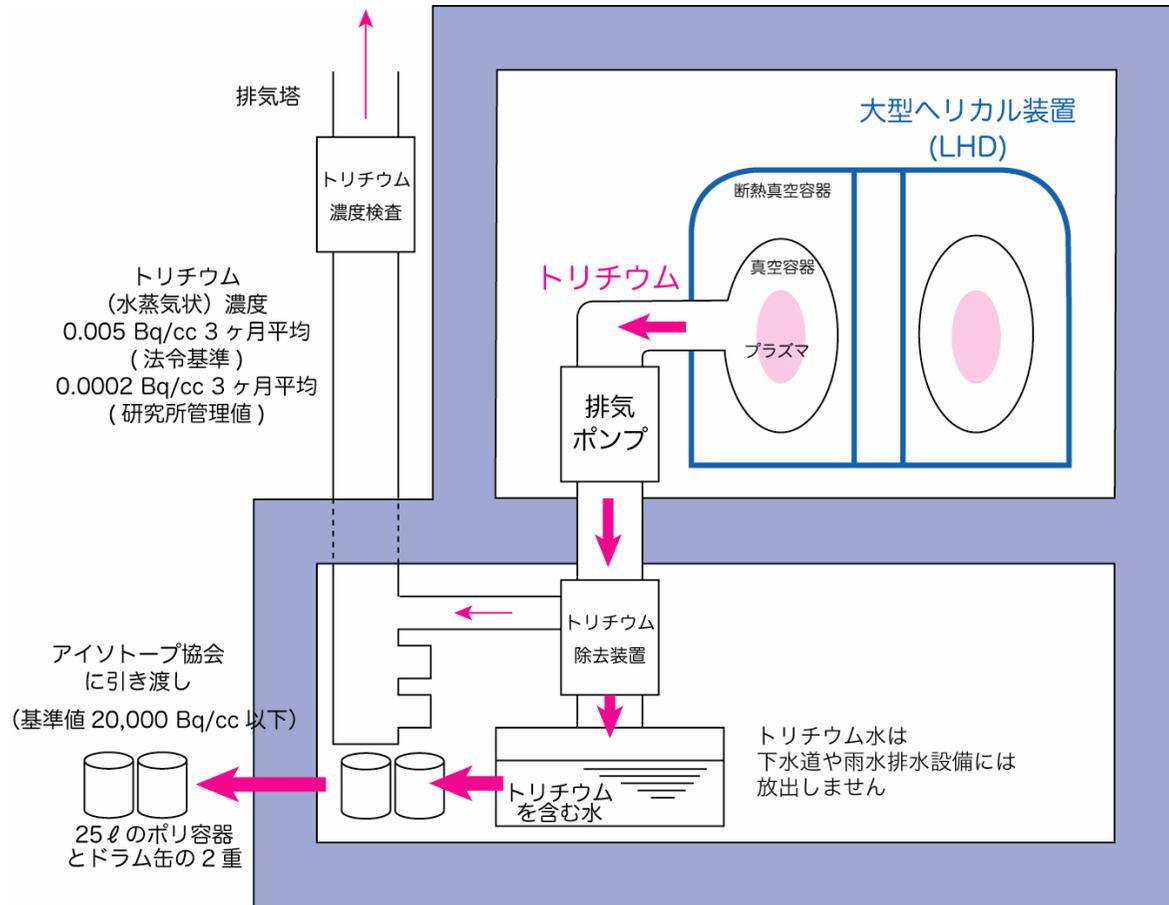
真空容器内に残留したトリチウムの処理



重水素実験の後、水素やヘリウムを用いた放電を長時間行うことにより、壁中に残留したトリチウムをたたき出し、排気する。

1. 重水素実験中の安全対策

排気されたトリチウムの処理



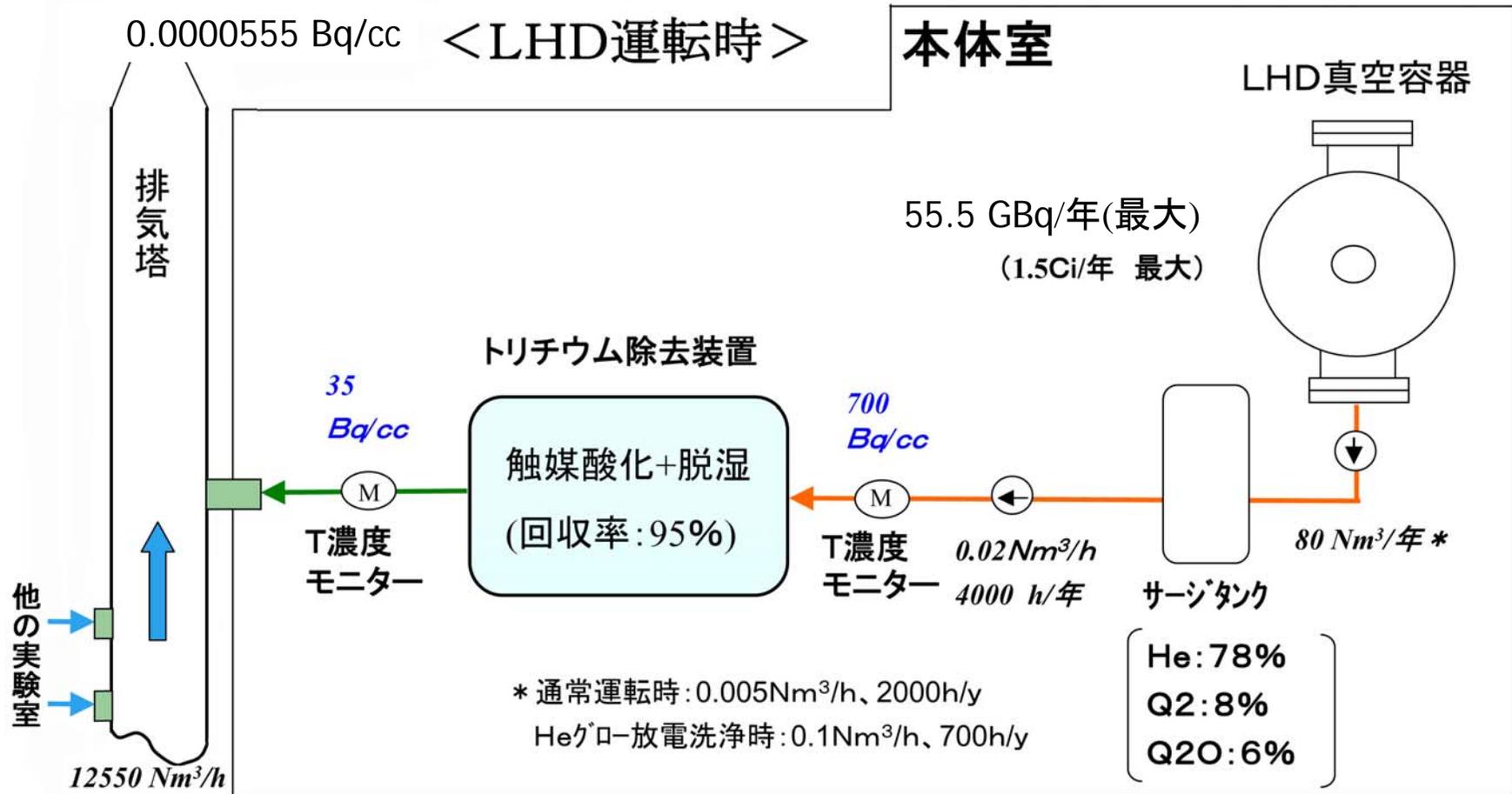
発生したトリチウムの大部分は、排気ガスとして、真空排気ポンプを経由してトリチウム除去装置に導き、水の形で除去・回収

トリチウムを除去した後の排気ガスは、トリチウム濃度が**研究所管理値(0.0002Bq/cc)以下**であることを確認しながら、建屋排気塔から外気に放出

トリチウム除去装置により回収されたトリチウムを含む水は、保管容器に密封保管後、日本アイソトープ協会に引き渡して処分

1. 重水素実験中の安全対策

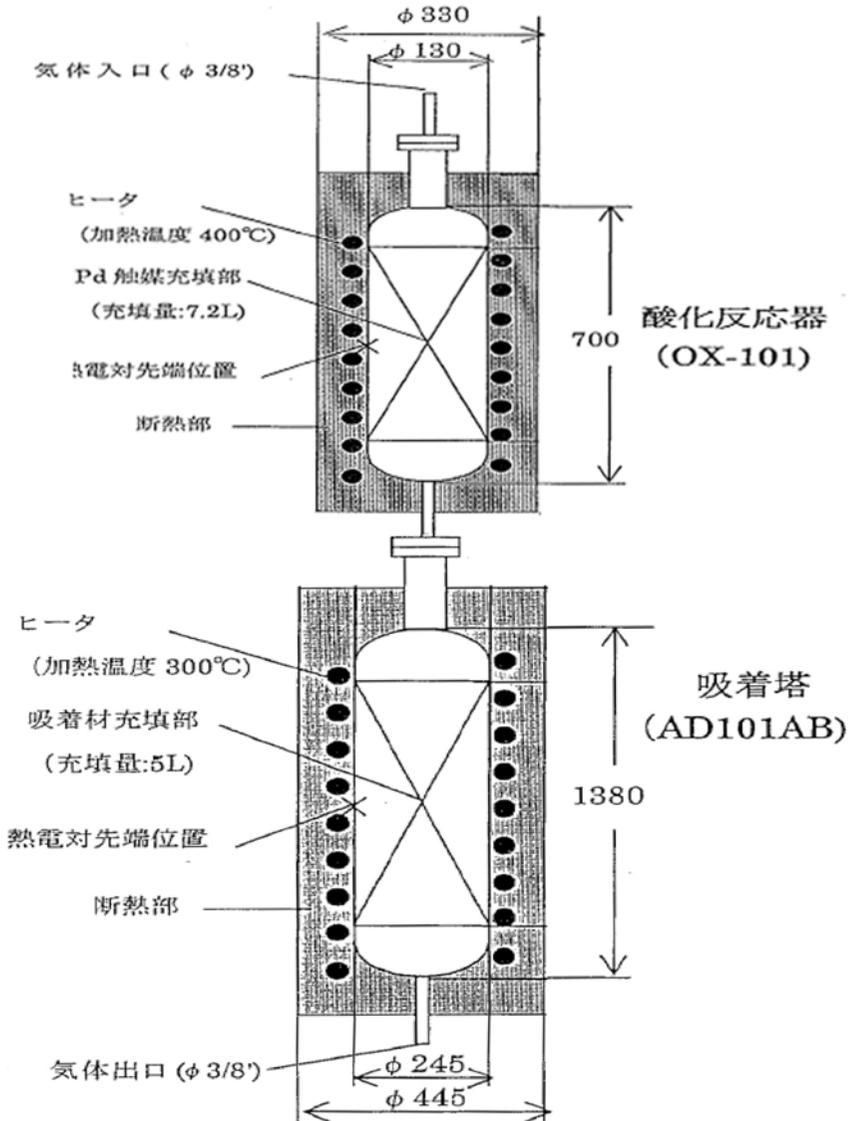
真空排気系のトリチウム除去装置



1. 重水素実験中の安全対策

真空排気系トリチウム除去装置

最大処理量：1 Nm³/h

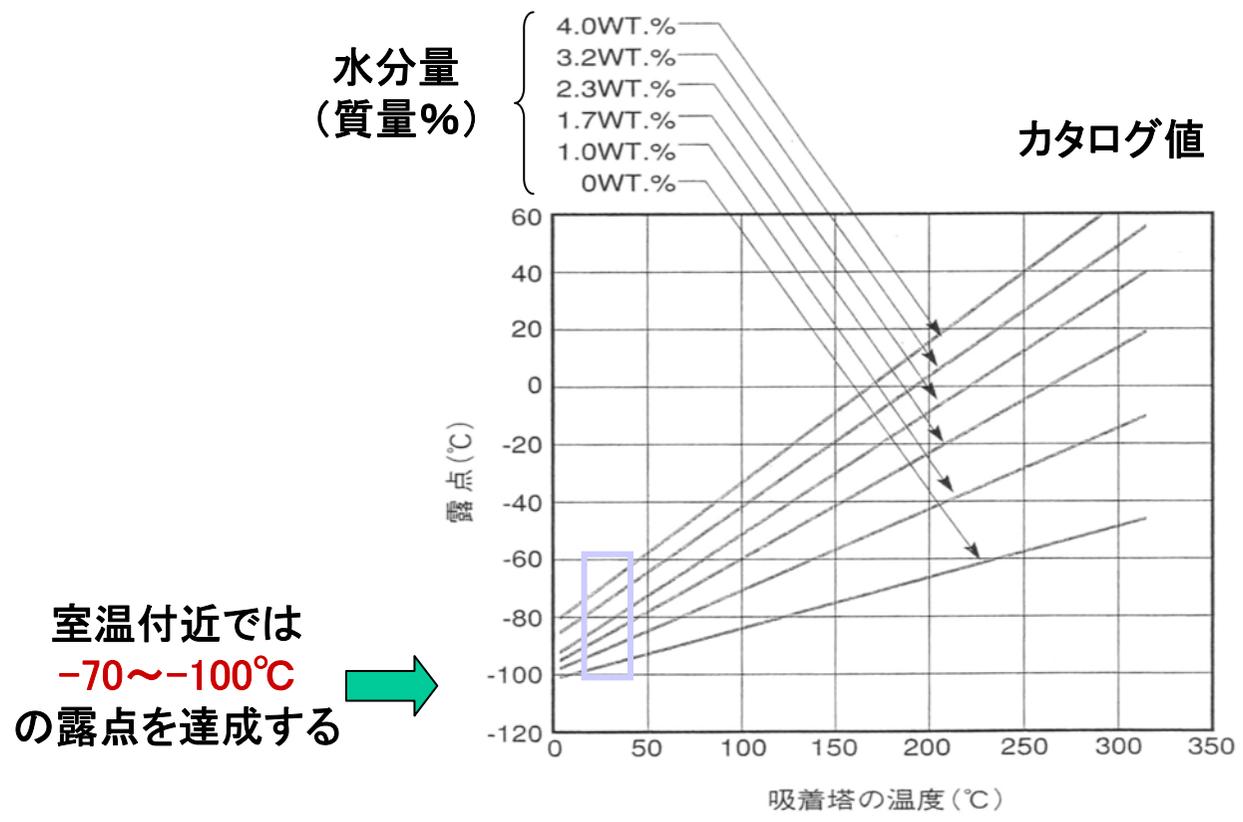


仕様	酸化触媒 装置	備考
容器材質	内面研磨 ステンレス	加熱ヒータ付
触媒	パラジウム (白金)	市販アルミナ担体触媒
充填量	7L	
充填状態	粒子状充填	
使用温度	400°C	水素ガスとメタンの酸化を 想定
耐久性	10年以上	使用条件に依存

仕様	除湿装置	備考
容器材質	内面研磨 ステンレス	加熱ヒータ付
吸着剤	モレキュラー シーブ	市販の 吸着剤
充填量	54 L × 2塔	水分吸着量 : 約4 kg / 塔
充填状態	粒子状充填	
再生温度	300°C	再生頻度 : 数回 / 年
耐久性	10年程度	再生頻度に依存

1. 重水素実験中の安全対策

脱湿→モレキュラーシーブ



第14図 再生後の残存水分量と露点の関係

非常に低い水分濃度まで乾燥します。

高い乾燥度を必要とする気体、液体に対して、モレキュラーシーブは理想的な吸着剤で、広い範囲の操作条件のもとで、水分濃度を0.1ppm以下まで下げることが可能です。

2. 保守点検期間中の安全対策

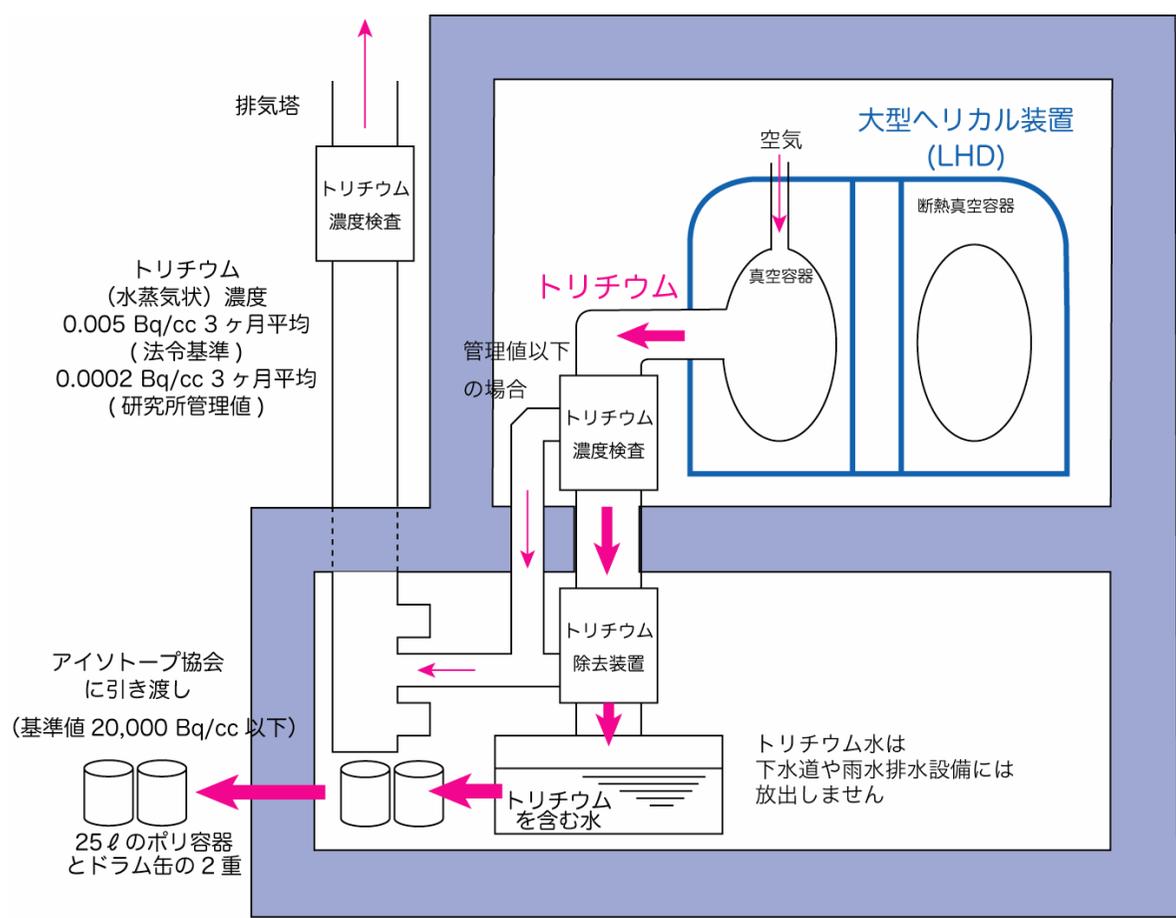
点検作業期間中は、LHDの真空容器の蓋を開け、作業員が真空容器内に入る。また、酸欠防止のため真空容器内へ空気を送り、換気する。

必要なトリチウム対策

1. 真空容器壁内部に留まったトリチウムが壁から脱離し、換気されたガスに混じることへの対策
2. 作業員の出入りや機器取り付け取り外し作業時に、真空容器内の空気が外部へ漏出することへの対策

2. 保守点検期間中の安全対策

対策1 換気ガス中トリチウムの処理



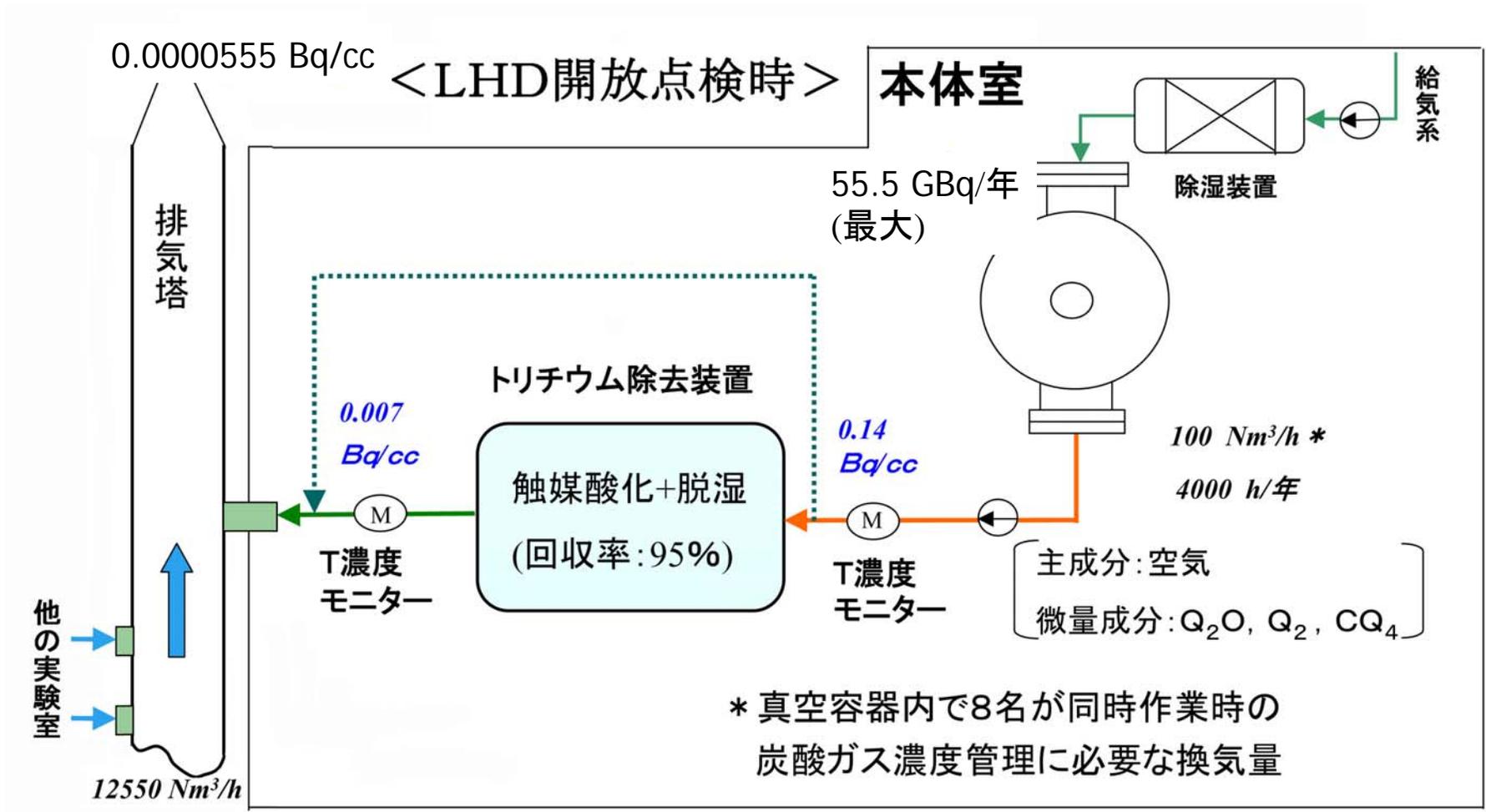
換気されたガスはトリチウム濃度検査を行い、研究所管理値を越える場合は、トリチウム除去装置に導き、水の形で除去・回収

トリチウムを除去した残ガスは、トリチウム濃度が研究所管理値以下であることを確認しながら、建屋排気塔から外気に放出

トリチウム除去装置により回収されたトリチウムを含む水は容器に密封保管後、日本アイソトープ協会に引き渡して処分

2. 保守点検期間中の安全対策

換気ガス用トリチウム除去装置の構成

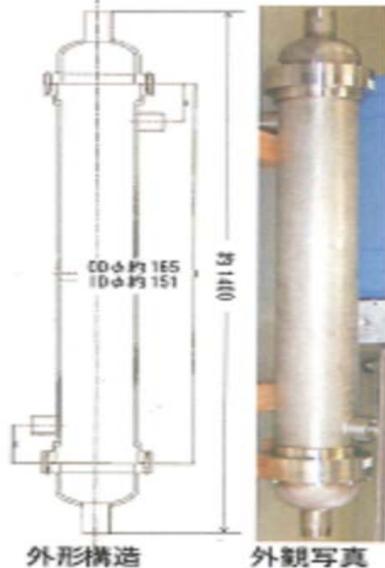
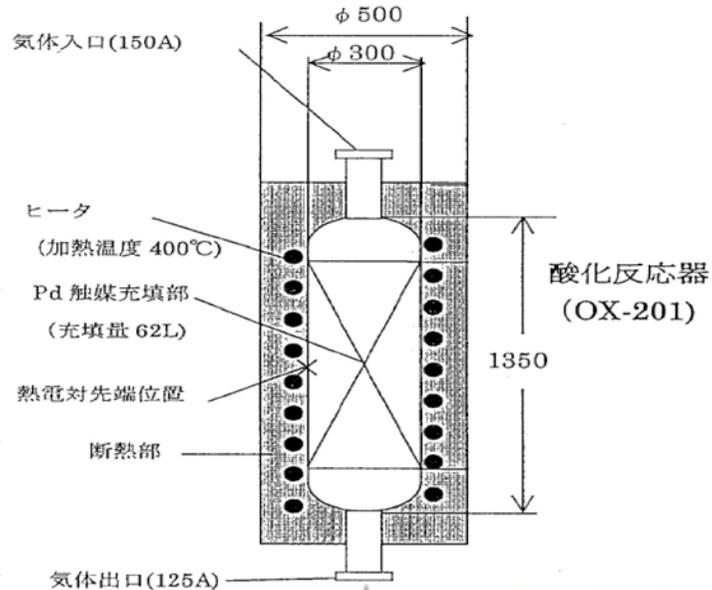


大気開放後の排気など、排気量の大きい排気時にも、使用

2. 保守点検期間中の安全対策

換気ガス用トリチウム除去装置

最大処理量：1000 Nm³/h



仕様	酸化触媒 装置	備考
容器材質	内面研磨 ステンレス	加熱ヒータ付
触媒	パラジウム (白金)	市販アルミナ担体触媒
充填量	62 L	
充填状態	粒子状充填	
使用温度	80°C	水素ガスの酸化を想定
耐久性	10年以上	使用条件に依存

仕様	除湿装置	備考
容器材質	ステンレス	
分離膜	中空糸状 ポリイミド樹脂	宇部興産製
必要本数	10本	1本処理量 : 100 Nm ³ /h
充填状態	束状	
使用温度 圧力	室温, 10気圧以下	
耐久性	10年程度	使用条件に依存

2. 保守点検期間中の安全対策

脱湿→高分子膜

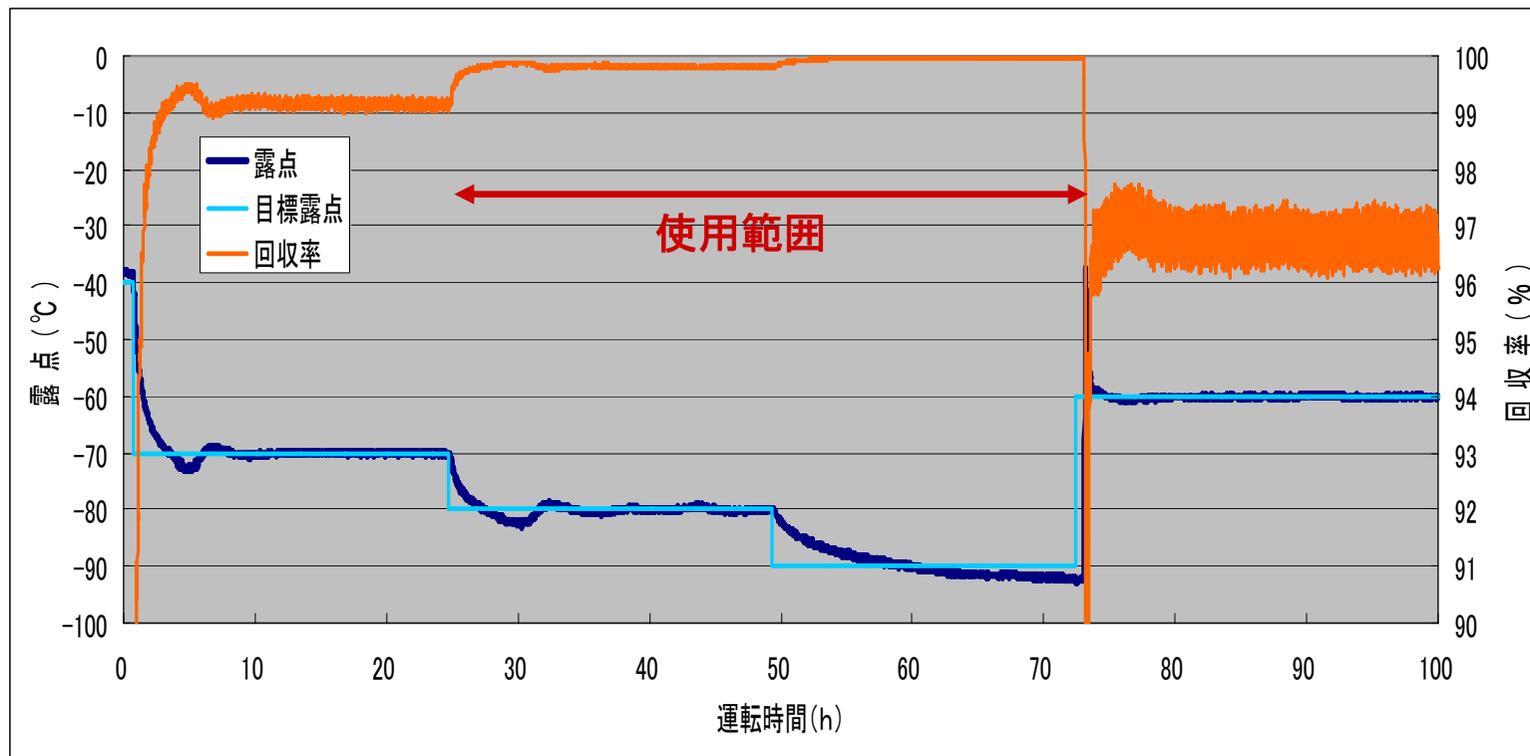
研究所が開発

＜実験条件＞

- ・供給ガス: 空気(自然)
- ・供給水蒸気量: 650ppm(露点-25°C相当)

＜実験結果＞

- ・除湿装置出口の水蒸気量: 3ppm(露点-70°C)以下での除湿運転が可能
- ・供給ガス中の水蒸気の回収率: 99.5%以上*
- * 実際の運転条件下では供給水蒸気量が1桁以上高く、回収率もさらに向上



2. 保守点検期間中の安全対策

関連機器からの廃棄物発生量の評価例

・10年間使用した場合

廃棄物	真空排気系	換気ガス系	合計	RI協会への 廃棄形態
酸化触媒	7L	62 L	69L	非圧縮性 不燃物
吸着剤	54 L × 2		108 L	非圧縮性 不燃物
高分子膜 モジュール		10本分 (約18L/本)	180L	不燃物

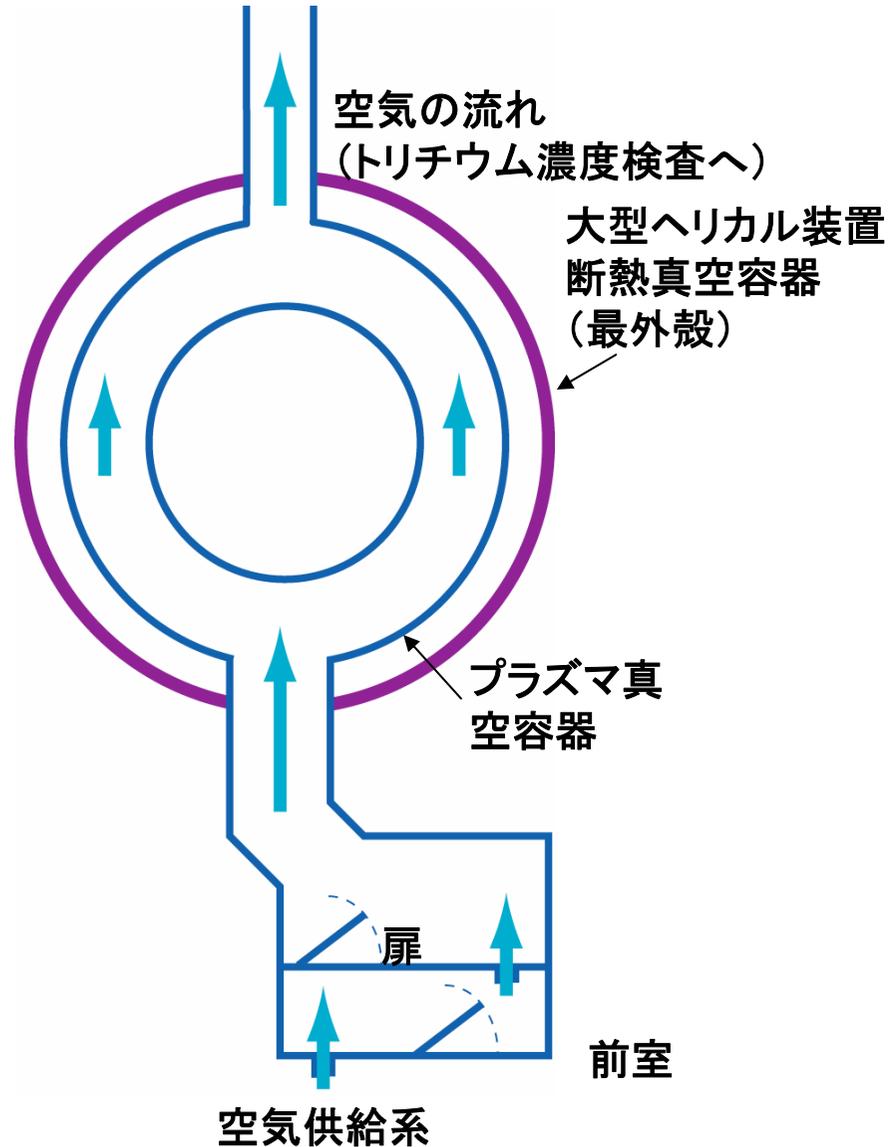
2. 保守点検期間中の安全対策

対策2 真空容器内のトリチウムの本体室への漏出量を抑える

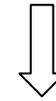
1. 外部空気を送り、真空容器内を換気し、本体室に対して負圧に保つ。
2. 真空容器内へ入る際には、密閉され、簡単な除染設備などを備えた前室を設置する。前室内は本体室に対して負圧に保つ。
3. 真空容器内からの搬出物は密閉容器に入れる、またはトリチウム透過の少ないフィルムで包む
4. 真空容器の蓋開閉作業や機器設置作業時は、必要に応じて簡易作業室を設置。作業室内は本体室に対して負圧に保つ。
5. LHDに設置する機器の修理作業等を行うため、専用の保守作業室を設置する。保守作業室は本体室に対して負圧に保つ。

2. 保守点検期間中の安全対策

真空容器内作業用前室の設置



真空容器から本体室に放出されるトリチウムを最小限にとどめる必要

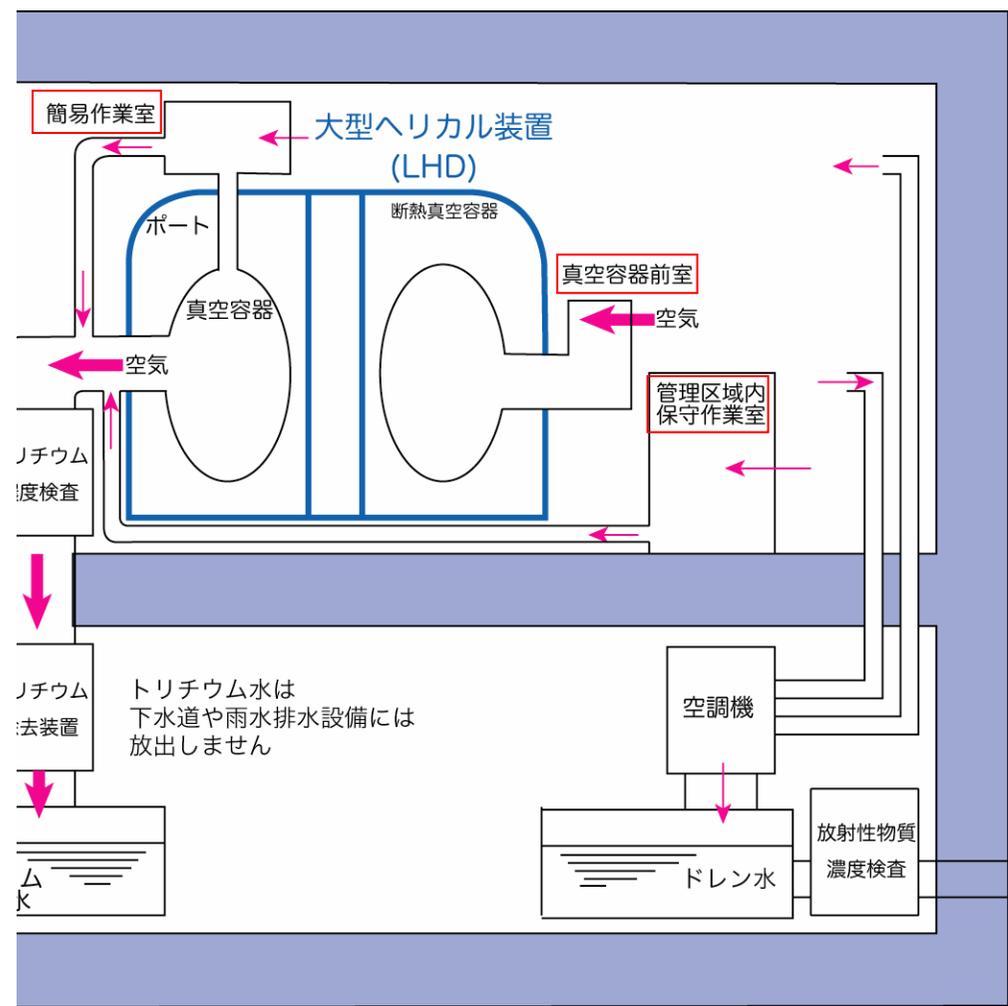


真空容器出入り用前室の設置

- ・前室、真空容器へ繋がる廊下などは、継ぎ目をバイトンリングなどで密閉
- ・ドアの二重化
- ・専用の作業着、靴、手袋などを着用
- ・トリチウムサーベイメータで管理
- ・簡単な除染設備
- ・真空容器放出トリチウム除去装置を活用し、トリチウムのない状態を保つ

2. 保守点検期間中の安全対策

対策2 真空容器から本体室へわずかに漏出するトリチウムの処理



真空容器から本体室へわずかに漏出するトリチウムは、空調機を通して循環する。

空調機ドレン水についてもトリチウム濃度検査を行い、研究所管理値以下であることを確認した後、下水に放出

研究所管理値を超えた場合は、保管容器に密封保管後、日本アイソトープ協会に引き渡して処分

実験室内での作業後に行う手洗いにより出される排水なども、同じ処理を行う

トリチウム濃度
60 Bq/cc 3ヶ月平均
(法令基準)
0.6 Bq/cc 3ヶ月平均
(研究所管理値)
下水へ

3. 研究所管理値

法定濃度限度

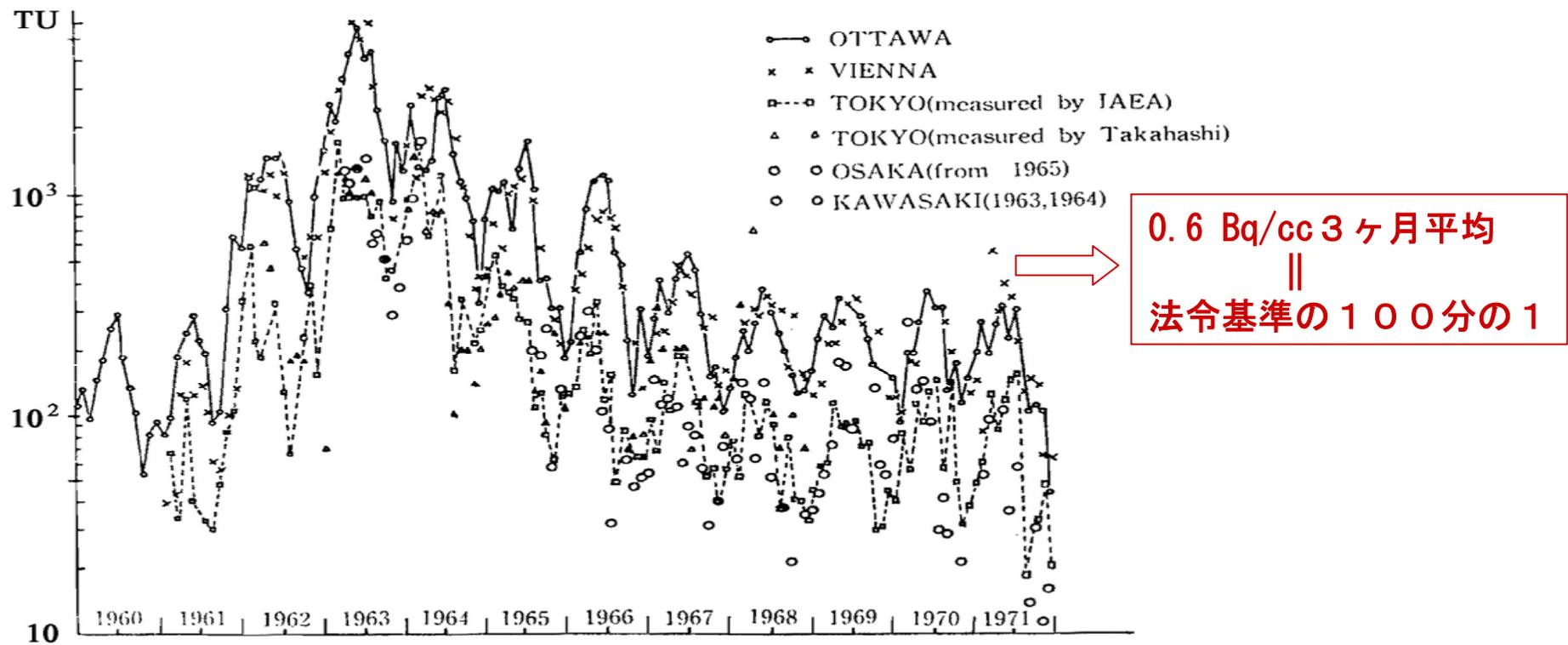
放射性同位元素の種類		空气中濃度限度 ¹⁾ (Bq/cc)	排気中又は空气中の濃度限度 (Bq/cc)	排液中又は排水中濃度限度 (Bq/cc)
核種	化学形等			
³ H	トリチウムガス	1×10^4	7×10^1	
³ H	トリチウム蒸気、水	8×10^{-1}	5×10^{-3}	6×10^1

研究所管理値

放射性同位元素の種類		空气中濃度限度 ¹⁾ (Bq/cc)	排気中又は空气中の濃度限度 (Bq/cc)	排液中又は排水中濃度限度 (Bq/cc)
核種	化学形等			
³ H	トリチウムガス	1×10^4	7×10^1	
³ H	トリチウム蒸気、水	8×10^{-1}	2×10^{-4}	6×10^{-1}

1) 放射線業務従事者の作業環境

3. 研究所管理値



Tritium concentrations of rain waters in Ottawa (Canada), Vienna (Austria), Tokyo, Osaka and Kawasaki (Japan).

[H. Kawai, H. Morishima et al., 近畿大原研報 15, 9(1978)]

各地域での、降水中トリチウム濃度の推移を示すグラフ
 1 TUは0.000118Bq/cc → 6000TU(最高値)~0.71Bq/cc

トリチウム対策のまとめ

