

3.6.7 建屋整備

重水素実験に対する安全対策として、

- 1) 発生する中性子および誘導放射能によるガンマ線の遮蔽。
特に中性子に関しては、ストリーミングを十分考慮して対策を立てる。
- 2) 発生するトリチウムの回収および処理システムの構築。
トリチウムなどに付随した換気・排気システムの構築。
- 3) 入退管理システムの構築。
- 4) 安全対策用計測機器の整備および監視システムの構築。
- 5) 放射性物質の管理・保管・取り扱い施設の整備。
- 6) 管理区域の入隊に関するマニュアルの整備。
- 7) 実験手順に関するマニュアルの整備。
- 8) 機器の整備、補修に関するマニュアルの整備。
- 9) 災害時、緊急時の対応マニュアルの整備。

等が挙げられる。本章では、建屋の整備・増強に関して述べる。

3.6.7.1 中性子線・ガンマ線対策

(1) 貫通口対策

本体室の壁コンクリートは2 m厚であり、天井の厚みは1.3 mである。さらに、地上部分に貫通孔を持たない。そのため、敷地境界における線量は法令の規制値である1 mSv / 年に比べて十分に小さいと計算している。一方で、本体地下室に隣接する部屋では、本体地下室の貫通孔からの中性子ストリーミングによる線量増加があるので、その対策が必要になる。

(a) 本体室床孔の穴仕舞い

地下室への中性子ストリーミングが少なければ、地下室から隣接する部屋への貫通孔の対策が楽になる。できるだけ、隙間がないように埋める。これは、防火区画や本体室の負圧管理と矛盾しない。図 3.6.7-1 に本体室1階から地下への貫通孔を示す。

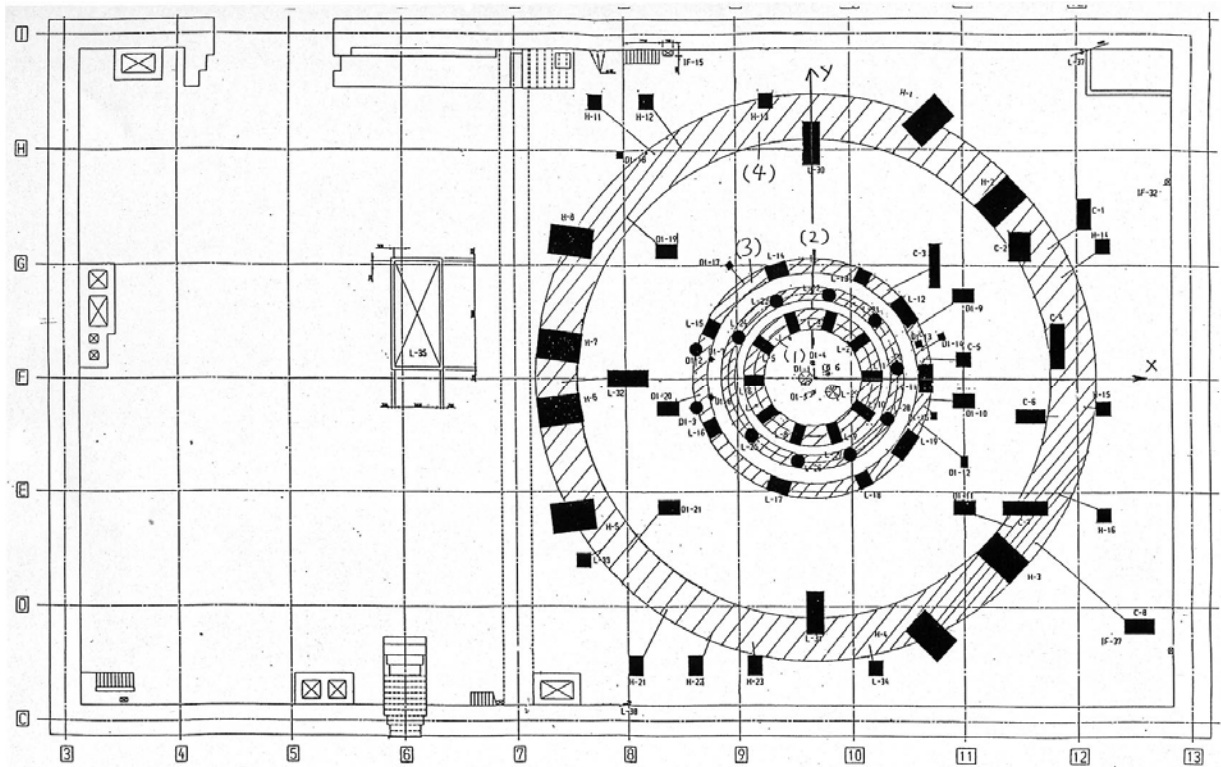
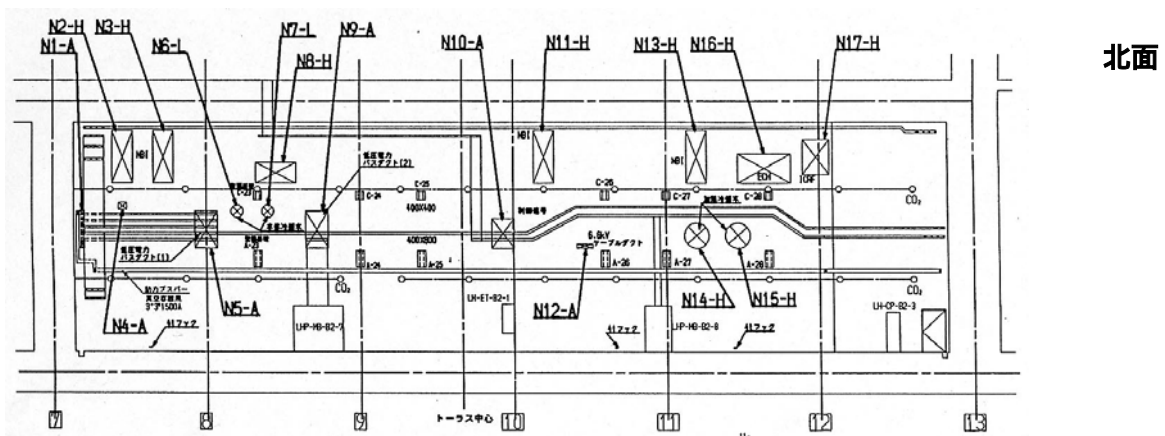


図 3.6.7-1 本体室 1階から地下への貫通孔。

(b) 本体地下室貫通孔の穴仕舞い

本体地下室壁面の貫通孔は、それぞれ隣接した部屋の用途が異なるため、個々に対応が必要となる。図 3.6.7-2 に本体地下室壁面の貫通孔を示す。

(注) この遮へい計算における1ショットの中性子発生量は DD 中性子が 2.4×10^{17} 個、DT 中性子が 4.3×10^{15} 個としている。現計画中之での1ショットあたりの中性子発生量はこれよりも小さいので、貫通孔対策は、ここで記すものよりも軽減できると考えられる。



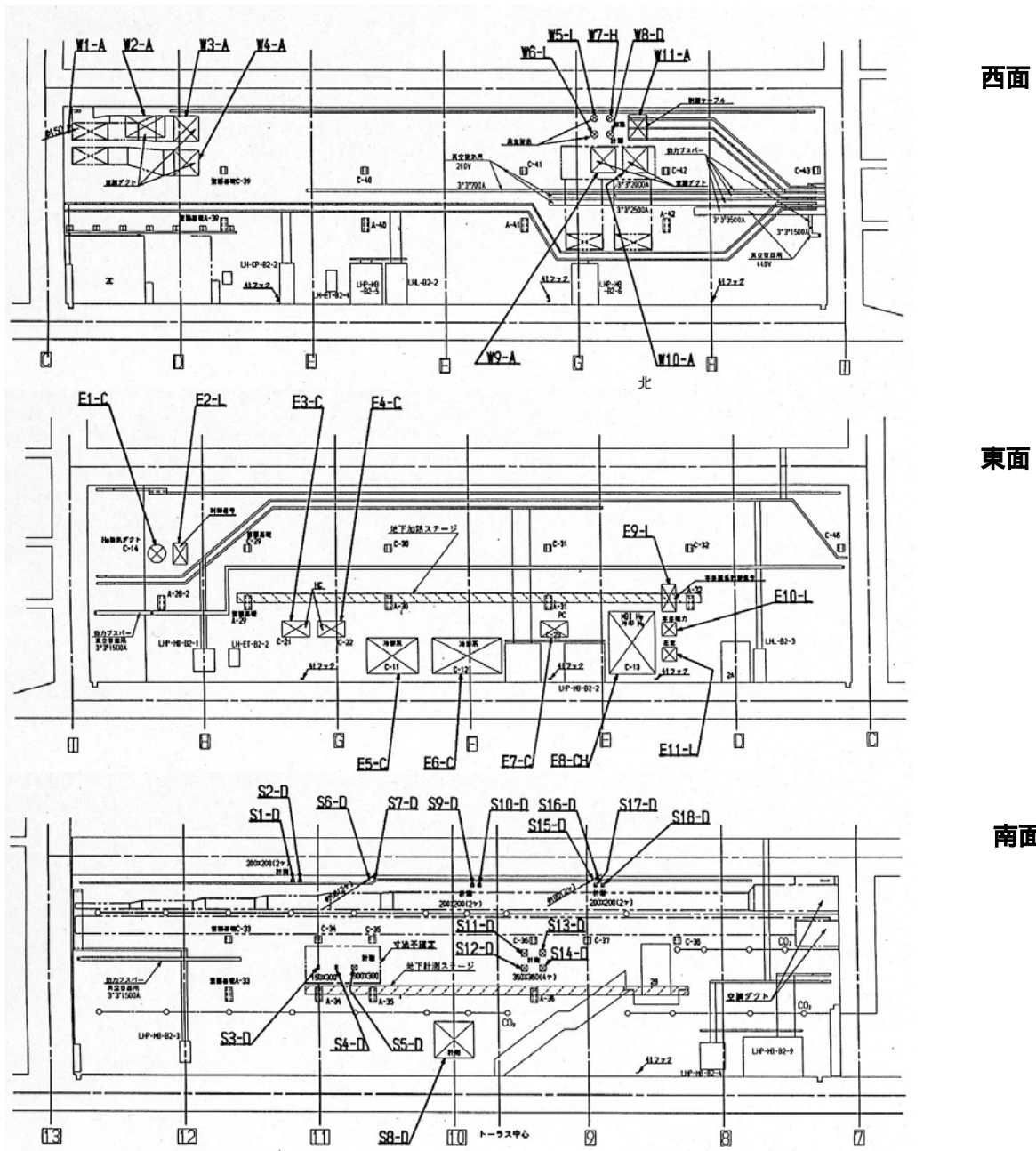


図 3.6.7-2 本体地下室壁面の貫通孔。

これら貫通孔からの中性子のストリーミングによる線量を低減するために、穴仕舞い、迷路構造、遮蔽材によるブロック等の対策を行う。これら対策の概念図を、図 3.6.7-3 に示す。

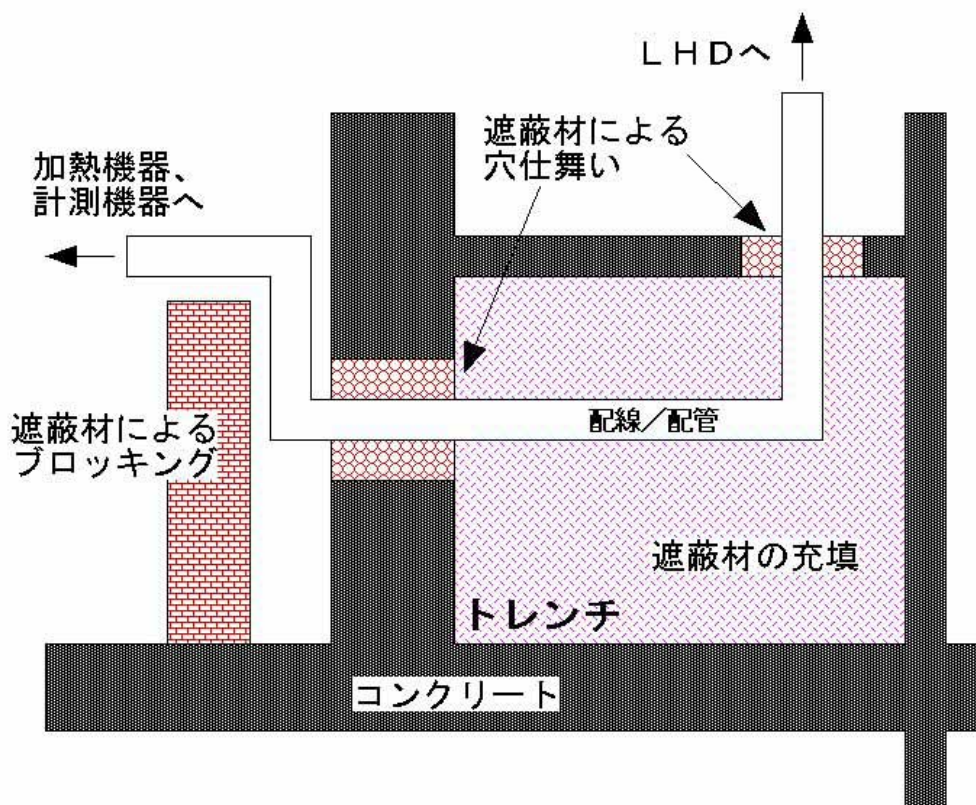


図 3.6.7-3 遮蔽対策に関する概念図。

(2) 実験室内面の塗装

実験室内は、1階低部の壁面、安全通路等のみが部分的に塗装された状態であるため、汚染防止のために必要に応じた塗装を施す。

(3) 制御ケーブルの中性子対策

制御ケーブルには難燃性架橋ポリエチレン被覆ケーブルが使用されており、そのまま使用できる見込みである。同一素材の試験試料を本体室に配置して、定期的に特性変化を調べることによって劣化の有無を判断する。

3.6.7.2 トリチウム対策

(1) 真空排気装置系

現在の真空容器、真空排気装置、建屋排気塔までの排気配管の内、排気配管などの接続にはバイトンOリングが使用されているため、改造する必要がある。

以下のような改造を行うものとする。

- (a) 真空容器系排気配管と断熱真空容器系排気配管は、別配管とする。断熱真空容器系排気配管として、ヘリウム排気配管を利用することを考える。
- (b) 真空容器系排気配管は、現在の排気配管を利用するものとする。O-リングとして、バイトンが使用されているが、原則として、これを全てヘリコフレックスのような金属O-リングに変える。
- (c) 真空容器系排気配管のトリチウム除去装置接続部分は、2系統に分岐し、各々に排気ファンを接続して、故障に備えるものとする。
- (d) 真空容器系排気配管には、中性粒子加熱装置、計測機器の排気配管などが接続されるが、これらの排気配管の接続部も全てヘリコフレックスのような金属O-リングに変える。
- (e) 真空容器に接続している加熱機器、計測機器などで、大気を直接シールしているO-リングは、原則として、全てヘリコフレックスのような金属O-リングに変える。
- (f) 加熱機器、計測機器などと真空容器の間に設置されているゲートバルブの弁のシールは、機器側も通常真空が保たれている場合には、バイトンでよいものとするが、そうでない場合には、弁のシールとして金属O-リングのゲートバルブを使用し、機器側にさらにバイトンのゲートバルブを設置する(ダブルゲートバルブ)。
- (g) トムソンの測定窓のようにバイトンを使用しているものは、原則として金属O-リングに変えるものとするが、どうしても金属O-リングを使用できない場合、トリチウムが透過しない工夫をするものとする。

(2) 真空排気装置端への除去装置製作・設置

トリチウム管理に関する基本方針を表3.6.7-1に示す。また、この基本方針に対応したトリチウム除去装置の設計仕様を表3.6.7-2に示す。トリチウムの年間発生量の最大値(1.5Ci)を想定した場合でも、回収率90%のトリチウム除去装置を設置することで、NIF Sの管理目標の達成が可能である。

表 3.6.7-1 トリチウム管理方針。

発生源	管理方針	法令基準 (水蒸気状T)	NIF S 管理値
実験中の 真空排気ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・水の形で除去回収 ・建屋排気塔出口でNIF S管理値以下を確認 ・回収トリチウム水はRI協会に引渡処分 	5×10^{-3} Bq/cc (3ヶ月平均値)	2×10^{-4} Bq/cc (3ヶ月平均値)

メンテナンス時の真空容器パージ空気	<ul style="list-style-type: none"> トリチウム除去装置を設置 N I F S管理値を越える場合に除去装置を使用 回収トリチウム水はR I協会に引渡処分 	5×10^{-3} Bq/cc (3ヶ月平均値)	2×10^{-4} Bq/cc (3ヶ月平均値)
<ul style="list-style-type: none"> 本体室空調機ドレン水 手洗い水 	<ul style="list-style-type: none"> N I F S管理値以下を確認のうえ、下水に放出 管理値を越える場合にはR I協会に引渡処分 	60 Bq/cc (3ヶ月平均値)	0.6 Bq/cc (3ヶ月平均値)

表 3.6.7-2 処理装置の設計仕様案。

処理装置		真空排気系 気体処理装置	真空容器内 気体処理装置
処理ガス流量		0.02 Nm ³ /h	100 Nm ³ /h
運転時間		4000 h/年	4000 h/年
T発生量		1.5 Ci/年	1.5 Ci/年
T回収率		90%	90%
トリチウム 濃度 (Bq/cc)	装置入口	750	0.15
	装置出口	75	0.015
	スタック出口	1×10^{-4}	1×10^{-4}
管理値 (Bq/cc)	法令	5×10^{-3}	
	N I F S	2×10^{-4}	

重水素実験に伴って生成するトリチウムのうち、真空容器壁表面に吸蔵・堆積されなかったものが真空排気ガスとともに系外に直接排出される。また、He放電洗浄によって、真空容器壁表面に堆積したトリチウムの一部が脱離して真空排気ガス中に移行すると想定される。これら真空排気ガス中のトリチウムは比較的高濃度になることが予想されることから、全量処理するものとする。トリチウム除去設備の概念図を図3.6.7-4に示す。

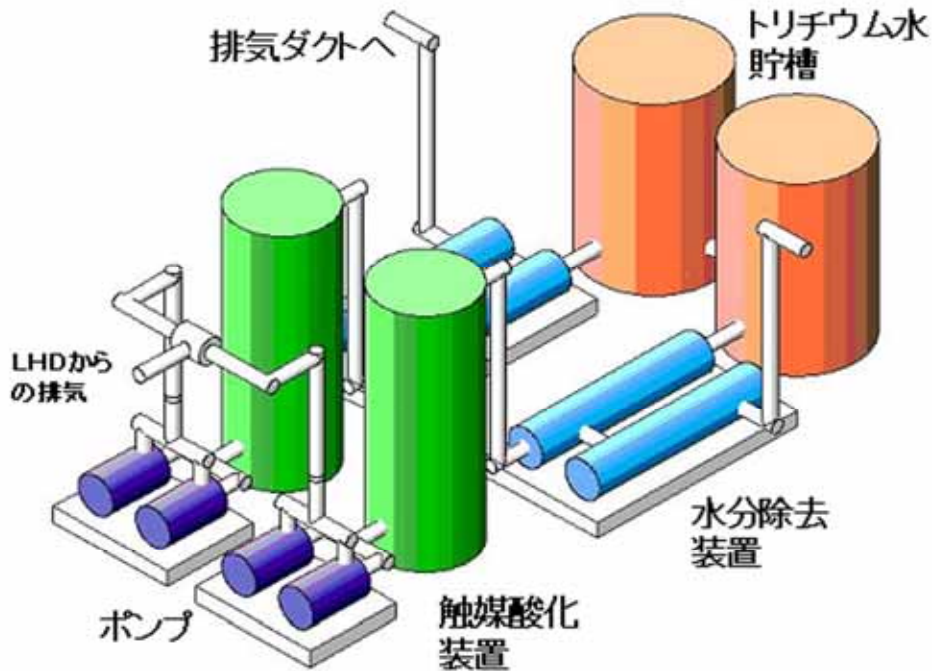


図 3.6.7-4 トリチウム除去設備の概念図。

(3) 真空容器壁からのトリチウム放出対策用除去装置

真空容器壁表面に吸蔵・堆積したトリチウムは、真空容器開放点検時に容器内の空気雰囲気中に徐々に放出されると想定される。管理値を超える場合には、除去処理を行う。

(4) トリチウム含有水保管関連施設の整備

本体室放射線管理区域内で発生した全ての排水は、発生後いずれも専用の保管容器や貯留槽に一時的に保管し、一定量ごとに処理して放射能濃度を測定（モニター）する。その結果、排水中の濃度が管理値を超えていない場合、放出処分を行う。また濃度が管理値を超える排水は、日本アイソトープ協会から貸与を受けた液体廃棄物容器等に廃液として収納し、保管廃棄施設で保管して、適宜、日本アイソトープ協会へ引き取りを依頼する。以上の方針において、管理区域内で発生するすべての排水は一時的に貯留され、濃度の確認がなされた後、放出あるいは引き渡しが行われるため、直接管理区域外に放出されることはない。

用語：廃液： 専用容器に保管し、日本アイソトープ協会へ引き渡すことを前提とするもの。

排水： 低濃度用貯留槽に貯留し放出処分を前提とするもの。

廃液等保管容器

保管廃棄施設において廃液等および排水を保管するために使用される保管容器は、図 3.6.7-5 に示すように耐火性外容器と液体収納用容器（液体容器、ポリエチレン製）からなる。廃液等は液体容器に貯留され、耐火性容器の中に保管される。これは日本アイソトープ協会から貸与されたものである。廃液等は、発生してから日本アイソトープ協会へ引き渡されるまでの間、この容器に保管された状態で、保管廃棄施設において保管される（保管廃棄）。

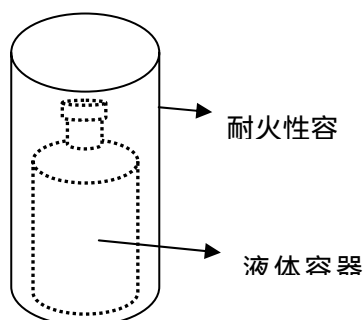


図 3.6.7-5 日本アイソトープ協会から貸与を受ける液体保管容器。

貯留槽

貯留槽の基本的な構成例を図 3.6.7-6 に、主な仕様を表 3.6.7-3 に示す。このシステムは排水処理槽 2 基、低濃度用貯留槽 3 基からなる。3 基の低濃度用貯留槽を単に貯留槽と呼ぶが、互いに同じ機能を有し、バルブ操作によって、切り替えながら交互に使用する。

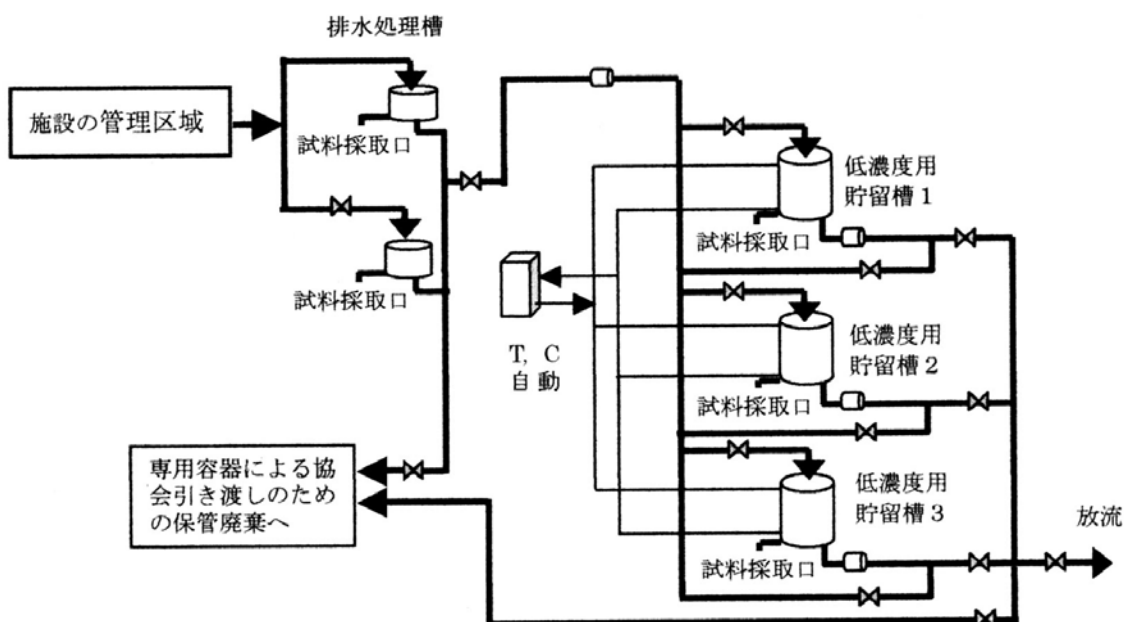


図 3.6.7-6 排水貯留槽とモニターの構成例（貯留槽切替え以外のバルブは省略）。

表 3.6.7-3 排水貯留槽の主な仕様、その他。

<ul style="list-style-type: none">・貯留槽（排水処理槽 2、低濃度用貯留槽 3、ステンレス製）・切替バルブ（電動・手動 2 重、遠隔・現場操作）方式・放流基準：法令の濃度限度・バッチ方式試料採取測定<ul style="list-style-type: none">・ T, C 自動測定装置（H-3, C-14 遠隔測定）・液シン： 核種（トリチウム、カーボン他）・半導体検出器： 核種・その他の核種・放射線総合監視システムへの管理信号

管理区域内で発生した排水はすべて、排水処理槽に送られる。排水処理槽は 3 ~ 5 トン程度の比較的小さな容量の槽である。一方の排水処理槽が満杯になったらもう一方の排水処理槽にバルブの切り替えを行い、放射能を測定する。その結果、濃度が管理値以下であれば三基の貯留槽のうちどれかに排水を送って貯留する。また濃度が管理値を超える場合には、日本アイソトープ協会への引き渡しを行うため、廃液として専用容器に移し替え、引き渡しまでの間、保管を行う。

（ 5 ）トリチウム含有水の処理

表 3 . 6 . 7 - 1 の基本方針に示すように、トリチウム除去装置で回収したトリチウム含有水は全量、日本アイソトープ協会に引き渡し処分する。

本体棟の空調機からのドレン水、手洗い排水などについては、N I F S 管理値（0.6 B q / c c ）以下の場合には、下水に放出する。管理値を越える場合には日本アイソトープ協会に引き渡し処分する。

3 . 6 . 7 . 3 換気・排気対策

プラズマ実験期間中は、大型ヘリカル実験棟の本体室内の空気が放射化するため、負圧を保つために排気を行うが、放射化した空気の排出量を抑制するため、本体室からの排気量は可能な限り少なくする。大型ヘリカル実験棟の本体地下室と排気装置室も負圧に管理し、これらからの排気は、放射線濃度をモニターしながら排気塔から大気に放出する。

現行の空調機の仕様を表 3 . 6 . 7 - 4 に示す。外気との換気が可能な系統は ACU-6 系統の 1 系統だけであるが、12,550 m³/h の換気能力を有しており、負圧維持に必要な能力を備えていると考えられる。開口部や扉部分の気密性を高めることによって負圧保持のための換気量を抑制する（気密性を高くすることは、中性子のストリーミングを減少させる上でも有効である）。

ACU-6 系統の排出口および 1 F 検査室の排気口には RI フィルターを設置して放射化したダスト等をろ過して取り除く。

表 3.6.7-4 現行の空調機の仕様

<p>< 構成 ></p> <p>吸収式冷凍機 2台 (550 冷凍トン/1台 : 2.12 MW/台) 熱源は自家発電機の廃熱 ガス炊き式冷温水発生器 1台 (500 冷凍トン : 1.93 MW / 加熱能力 1.35 MW)</p>	
<p>< 温度・湿度管理 ></p> <p>冷房・暖房切替、温度・湿度設定は中央監視により遠隔操作で行う。</p> <p>検出器 本体室 温度計測点 2箇所、上下 2点計 4点 湿度計測点 2箇所 計 2点</p>	
<p>< 空調機系統と各室ダクト等の関係 ></p> <p>ACU-1 系統 (60,000 m³/h) 本体室 1 階北側 中段吹き出口用 (可変ノズル) ACU-2 系統 (60,000 m³/h) 本体室 1 階南側 中段吹き出口用 (可変ノズル) ACU-3 系統 (60,000 m³/h) 本体室 1 階北側 最上段吹き出口用 (固定ノズル) ACU-4 系統 (60,000 m³/h) 本体室 1 階南側 上段吹き出口用 (固定ノズル) ACU-5 系統 (80,000 m³/h) 本体室 1 階西側 上段吹き出口用 (固定ノズル) 中段吹き出口用 (可変ノズル)</p> <p>ACU-1 ~ 5 系統共に下段は吸い込み口</p> <p>ACU-6 系統 (12,550 m³/h) 本体室 1 階および本体室地下 1 階排気装置室排気処理用 ダンパー調整により外気の取り入れができる。 (外気取り入れ量 : 12,550 m³/h) 7.0%/h = 0.12%/min.</p> <p>ACU-7 系統 (74,300 m³/h) 本体室地下 2 階北側 ACU-6 と共に炭酸ガス排出に使用 ACU-8 系統 (74,300 m³/h) 本体室地下 2 階南側 ACU-9 ~ 11 系統 (13,600 - 15,500 m³/h) 計測機器室系統</p>	
<p>< 空調機の設置位置 ></p> <p>ACU-1 ~ 4、6 ~ 8 は空調機械室(1) (地下 1 階、本体地下室の西側) ACU-5 は本体室 ACU-9、10、11 は空調機械室(1) (2 F、計測機器室の西側)</p>	

3.6.7.4 入退管理対策

(1) 本体室入退管理室 (汚染検査室) の整備

本体室が加速器施設であると同時に非密封 R I 取扱施設になることを想定して、放射線安全管理を円滑に進めるために必要な出入り口の整備を行う。放射線施設の出入り口には、以下の設備を設ける。

- (a) LHD 入退管理室
- (b) LB 保管場所
- (c) 更衣室と下駄箱、バリア

- (d) 汚染検査設備
- (e) 除染設備
- (f) 記録作業室 (非管理区域)
- (g) その他 (管理情報を提供するための設備)

(2) 本体棟入退管理装置の強化

本体棟が放射線施設になり管理区域が設定されると、放射線業務従事者 300 名に対する更衣室と汚染検査室・除染室の設置、記録室、LBの保管が必要となる。そこで、放射線安全管理の円滑な運用を確保するために、これまで4箇所あった本体室への出入り口を一箇所に限定する。その一箇所としては現在の本体室一階南側入り口を想定している。ただし現状では、更衣室や汚染検査室などとの機能のつながりが円滑でないため、入り口付近を改造する必要がある。その案を図3.6.7-7に示す。図3.6.7-7では、更衣室、汚染検査室、入退管理装置などの配置案を示したが、300名の放射線業務従事者に対応するには、スペースとして十分とは言い難い。今後、分電盤、制御盤の移設、壁の撤去、部屋の再配置などを視野に入れて再検討したい。以下に、入退室管理装置に必要な機能や整備事項を列記する。

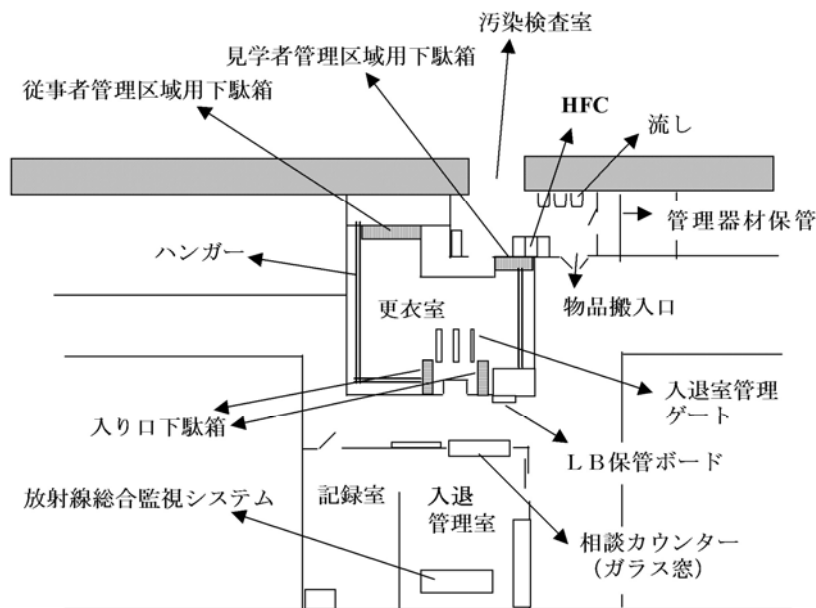


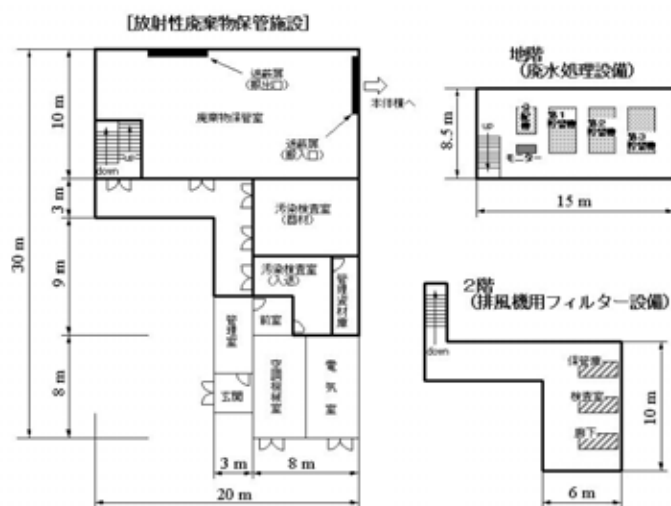
図 3.6.7-7 管理室、更衣室等の配置案

3.6.7.5 付帯設備の整備

(1) 放射性廃棄物保管施設（器材庫II）

重水素実験により、本体室内の装置は中性子照射を受けて放射化する。そのため、故障等により本体室から撤去される機器を保管する施設が必要となる。また、トリチウムを分離除去した場合は、トリチウム含有物の保管も必要となる。これらの目的のため、「放射性廃棄物保管施設（器材庫II）」を設ける。この施設は汚染検査室など、法律に基づいた設備を有し、機器の汚染の度合いを計測する各機器類、施設への入退を管理する設備を整備する。放射性廃棄物保管施設の新設案（器材庫II）と改築案（本体棟地下）を図3.6.7-8に示す。この施設は法律に基づき耐火構造とするが、特に廃棄物保管庫は地震に備え、震度7の耐震構造とする。

a) 放射性廃棄物保管施設の新設案（器材庫II）



b) 放射性廃棄物保管施設の改築案

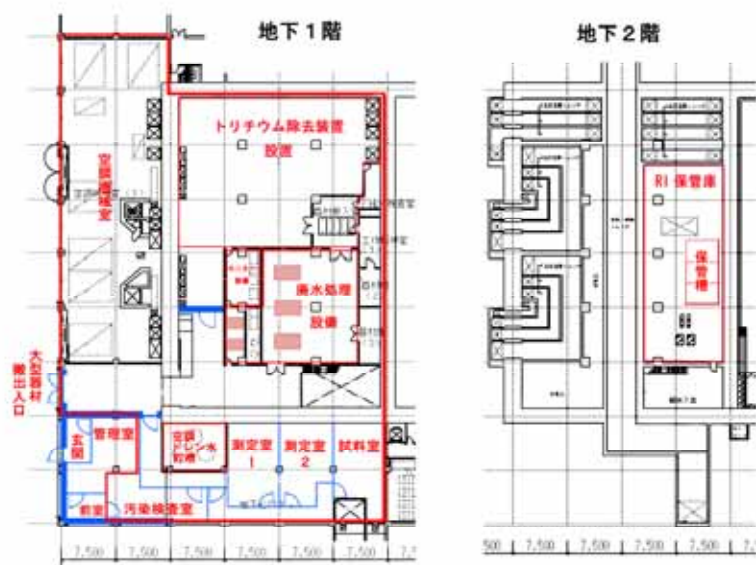


図 3.6.7-8 放射性廃棄物保管施設案

放射性廃棄物保管施設に必要な設備として、管理室、汚染検査室、廃棄物保管室、廃水処理設備、換気設備、管理資材庫等が挙げられる。

(2) 汚染除去、分析・測定および照射校正実験室

放射線量を正確に測定するには、測定器に校正を精密に行うことが必要不可欠である。そのためには、以下の部屋を設けることが望ましい。

1. 汚染除去室

通常使用する機器や、再利用可能な低レベルの放射化物の除染を行う。

2. 分析、測定室

液シン、Ge 検出器等の測定器を設置し、機器や試料の線量測定、計測機器の校正等を行う。

3. 照射校正室

照射装置を設置し、高レベルの線量測定器の校正、中性子計測器の校正を行う。

(3) 管理区域内保守作業室

本体室内で行わなければならない作業に対処するため、管理区域内作業室を本体室西側のスペースに設ける。室内には3トン程度の走行クレーンを備え、室内での重量物運搬に備える。通常の出入りは180cm両開き扉であるが、大型物品を搬入するために、間口8mの両開きの扉を設置する。この作業室には遮蔽機能はなく、換気機能だけを有する。本体室内の空気をロールフィルターで浄化して東側天井位置から室内に給気し、西側の排気口からプレフィルターバンクをとおして排気する。本体室内よりも負圧を維持することにより、トリチウムの本体室内への漏出を防ぐ構造とする。図3.6.7-9に管理区域内保守作業室の概念図を示す。

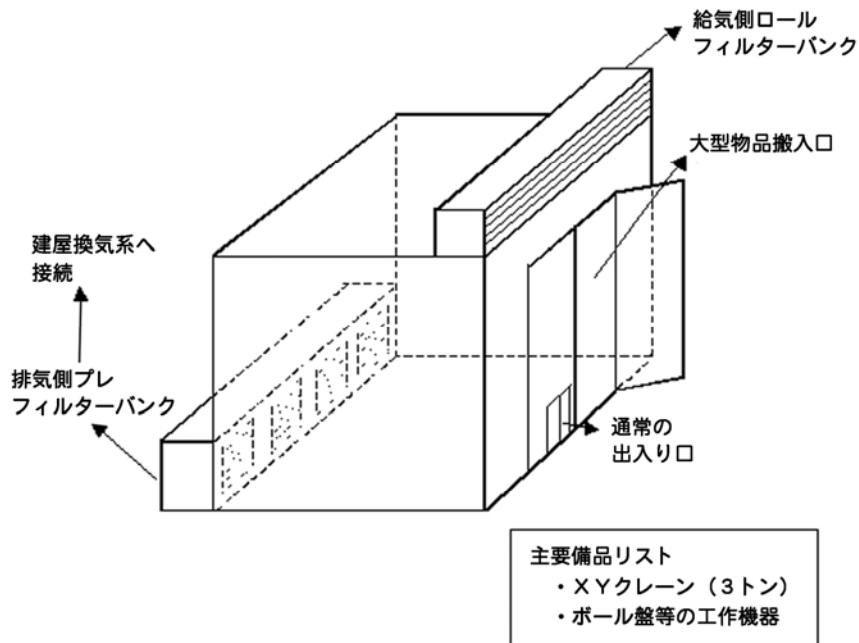


図 3.6.7-9 管理区域内保守作業室概念図

3.6.7.6 放射線管理

(1) 放射線総合監視システム

放射線安全管理の基本的な情報を、一カ所に集め、常時監視するために、放射線総合管理システムを設置する。この装置は、表示パネル等にエリアモニターその他の測定値（放射線管理状況）をライブ表示するとともに、排水処理槽や低濃度用貯留槽切り換えバルブの遠隔操作やバルブ開閉状況表示など、放射線安全管理業務関連装置の制御運転や監視の機能を有する。