

大型ヘリカル装置における 重水素実験の安全対策について

大学共同利用機関法人

自然科学研究機構 核融合科学研究所

1/37



LHD重水素実験の目的

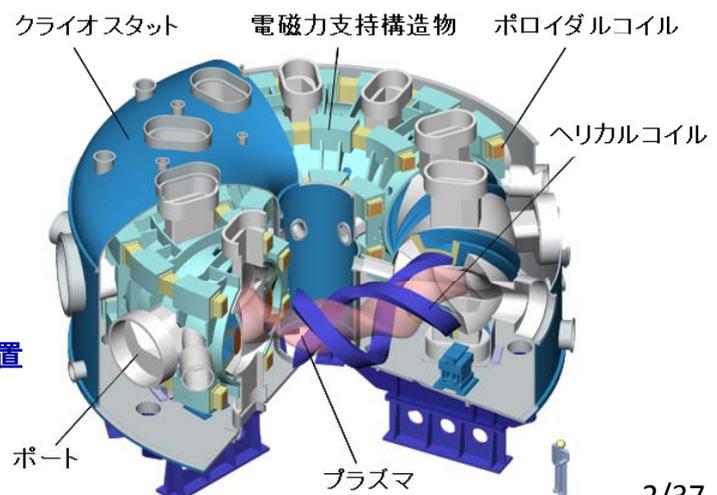
重水素ガスを用いてイオン温度1億2千万度を実現し、核融合発電を見通せる高性能プラズマの研究を遂行する。

⇒核融合炉設計につながるデータベースの蓄積と学術基盤の構築を行う。

⇒新たな研究領域の開拓や実験の多様性を拡大する。

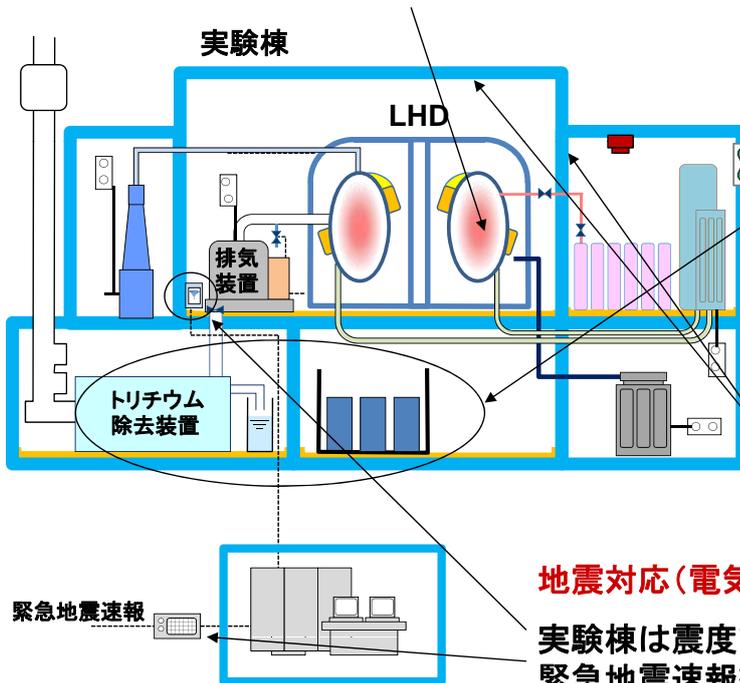


- ・世界最大級の超伝導核融合プラズマ実験装置
装置の高さ：約9m
装置の直径：約13m
装置の重量：約1500トン
- ・1998年3月実験開始



2/37

プラズマが点いているときだけ、1回、3秒程度、真空容器の中で、トリチウムと中性子が発生



トリチウム

1回に最大で4百万分の1g (1.0×10^8 Bq) 発生
放射性物質として扱わなくてよい量
他の研究施設ではそのまま大気中に放出

処置
トリチウム除去装置で回収し、日本アイソトープ協会に引き取ってもらう

中性子

1回に最大で 5.7×10^{16} 個 発生

処置
本体室のコンクリートの壁で千万分の1に減衰、遮蔽

地震対応(電気が止まると、即座に消える)

実験棟は震度7でも倒壊しない、震度4で自動停止
緊急地震速報を受信すると自動停止

制御装置の改造: 1回、1回、プラズマの生成を手動で起動

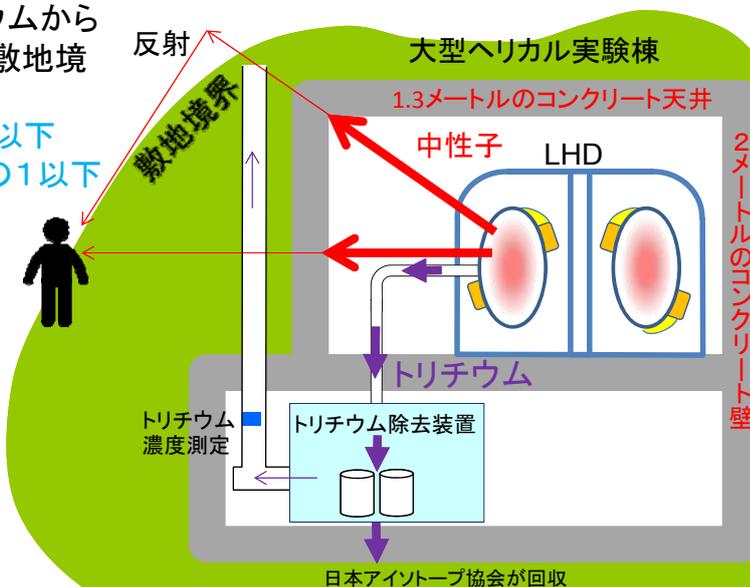
3/37

重水素実験で発生する放射線等の環境への影響

- 実験で発生する中性子は、建物のコンクリート壁で遮蔽⇒1千万分の1に減衰
- 1回の実験で発生するトリチウムの量は、最大でも4百万分の1グラムで、放射性物質としての扱いが必要ない量 ⇒ 除去装置により回収

発生する放射線やトリチウムから受ける影響は、研究所の敷地境界に居続けたとしても、

- ✓ 自然放射線の1000分の1以下
- ✓ 体内のトリチウムの15分の1以下と自然界のレベルよりもずっと少ない。



国内(量子科学技術研究開発機構)や諸外国の多くの研究施設で、何十年も行われており、初めての実験ではありません。安全性は確認されています。

4/37

重水素実験は、法令、協定書・覚書、安全管理計画を遵守して実施します。

重水素実験は9年間を予定しています

実験年度	前半6年間		後半3年間	第10年度以降
	初年度 (第19サイクル)	第2～6年度	第7～9年度	
事項	予備的実験 (施設検査)	プラズマ 高性能化実験	総合性能実験	ポストLHD 計画へ転換
年間トリチウム 最大発生量	370億ベクレル(1キュリー) (各年度積算量)		555億ベクレル (1.5キュリー) (各年度積算量)	---
年間トリチウム 最大放出量	37 億ベクレル(0.1キュリー) (各年度)			---
年間中性子 最大発生量	2.1×10 ¹⁹ 個 (各年度積算量)		3.2×10 ¹⁹ 個 (各年度積算量)	---

10億ベクレル(=1GBq)

進捗状況に応じ、軽水素で実験を行う年、あるいは、休止する年がある場合は9年間に含めません

5/37

安全管理計画に基づく主要整備事項

重水素実験の安全管理計画<改訂版>(平成24年2月)に基づき実施した主要な整備事項

- 中性子線・ガンマ線対策
 - ・本体室地下の管理区域境界の貫通口の閉止処理
 - ・貫通口閉止に伴うケーブル、レーザー光路等の処理
 - ・ポリエチレン板のLHD直下床面敷設
- 放射線総合監視システムの整備
 - ・線量監視、放射能監視 - RMSAFE(敷地内放射線モニタリングシステム)の更新整備
 - ・入退管理システムの整備
 - ・トリチウム安全管理
 - トリチウム除去・回収システム: H26年度整備、H27年度試験調整
 - 環境トリチウムの監視(環境水: S57年度～、松葉: H9年度～、大気: H16年度～)
 - 県・三市による核融合科学研究所安全監視委員会と合同で、環境水中トリチウム濃度、及び環境中性子の測定を開始(H27年度～)。生データの交換を実施
 - 排出監視モニターの整備: 試験運用を開始(H26年度)
- 管理区域の設定
 - ・密封線源使用のための管理区域運用開始(H28,11/7~)
- 実験安全体制の構築
 - ・放射線管理体制の整備
 - ・放射線管理法令・規則体系
 - ・マニュアル等の整備
 - ・教育・訓練の実施



安全監視委員会との環境中性子測定の様子

6/37

中性子・ガンマ線対策

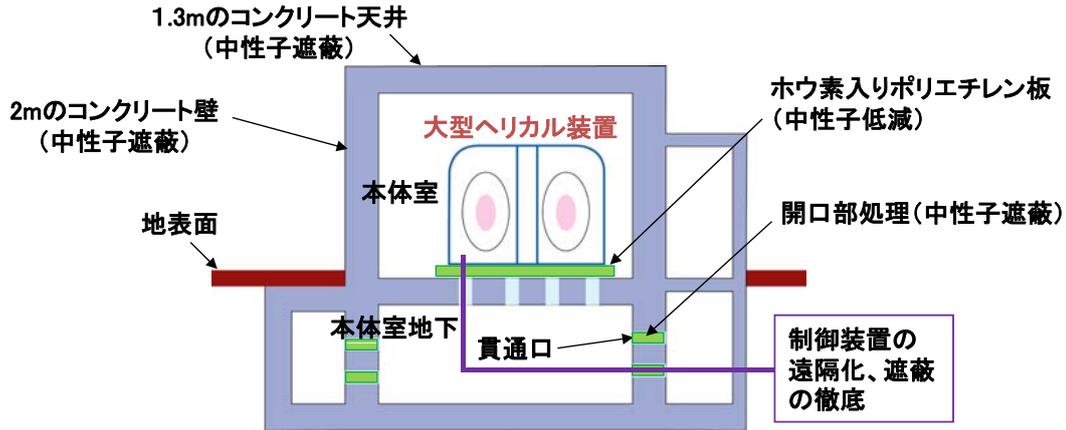


貫通口閉止処理

- 北側・南側壁・東側壁、全ての貫通口処理
- ホウ素入りポリエチレン板のLHD直下床面敷設
- 各機器の遮へい、遠隔制御化、撤去、移設

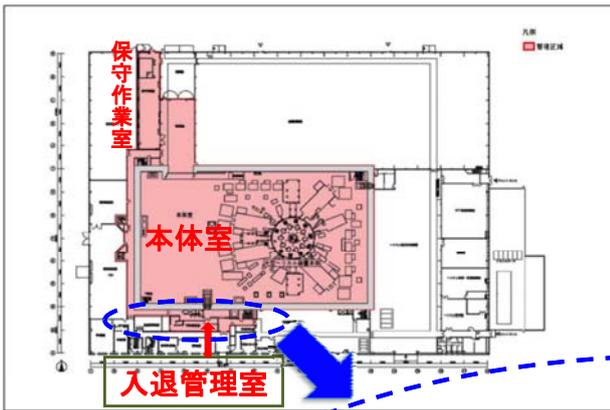


床上へのホウ素入りポリエチレン板の敷設



7/37

放射線等に対する管理区域の設定



管理区域への出入りを一元管理。
入退管理室経由のみとする。

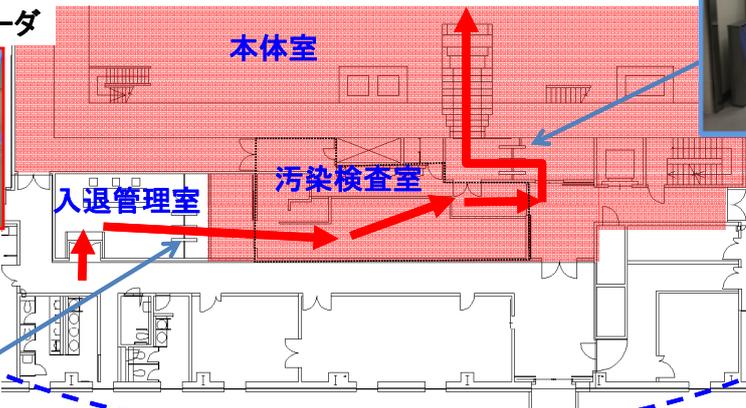
入退ゲートにおけるQRコードを用いた
個人認証による出入り管理の実施

*中性子検出器の較正実験に合わせ、11/7より設定

QRコード付
個人線量計



入退ゲート



入退ゲート

8/37

○放射線発生総量

- 中性子発生量(トリチウム発生量)
 - 前半6年間: 2.1×10^{19} 個/年(370億ベクレル)
 - 後半3年間: 3.2×10^{19} 個/年(555億ベクレル)
- トリチウム発生量は中性子発生量から評価

○敷地境界線量

- $50 \mu\text{Sv}/\text{年}$ (法令の20分の1)

○排気

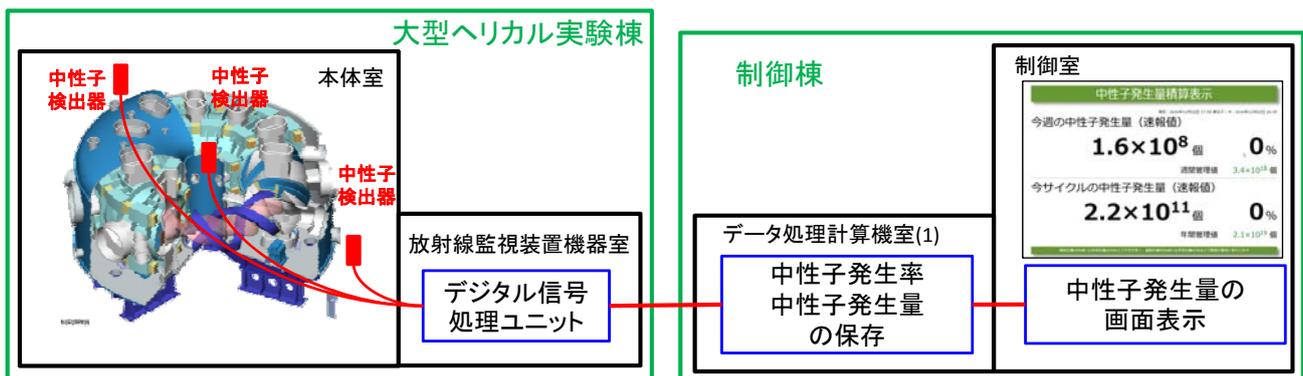
- トリチウム放出量 37 億ベクレル/年
- トリチウム濃度(3月平均値)
 - 2×10^{-4} ベクレル/cm³(法令の25分の1)

○排水

- トリチウム濃度(3月平均値)
 - 0.6 ベクレル/cm³(法令の100分の1)

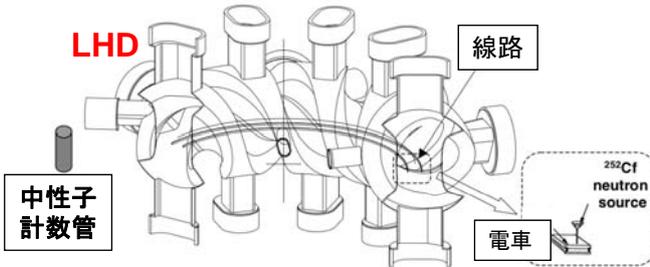
高精度中性子検出器(フィッションチェンバー)によって
プラズマからの中性子発生量を評価

- 中性子発生量を正確に評価するために、重水素実験開始前に中性子線源を用いた中性子検出器の較正実験を実施
- 中性子の発生量(速報値)は週ごとにホームページにて公開予定



中性子検出器の較正実験

中性子検出器を装置近傍に設置し、中性子発生率が既知の²⁵²Cf中性子源を用いて、中性子パルス計数率と中性子発生率の間の値づけを行う。



測定

- ・連続走行測定
 - ・定点ポイント測定
- の2ケースについて実施。

²⁵²Cfを使用する理由

重水素プラズマにおいて中性子発生を伴う核融合反応



密封線源であり取扱が比較的容易なことに加え、中性子発生率が既知であり且つDD中性子のエネルギーに近い2.14 MeV(平均)の中性子を放出することから、核融合実験における中性子計数管のその場絶対較正に標準的に用いられる。

LHD実験において使用する²⁵²Cf中性子源

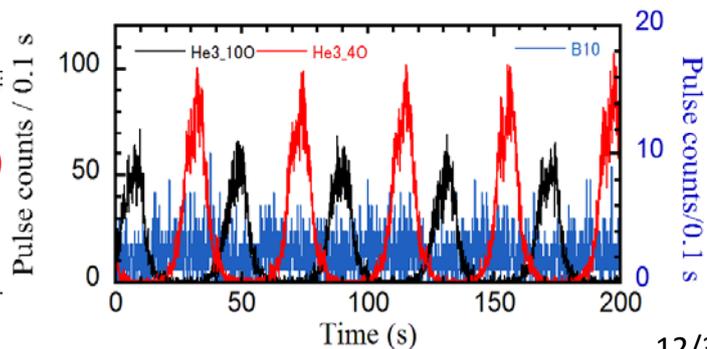
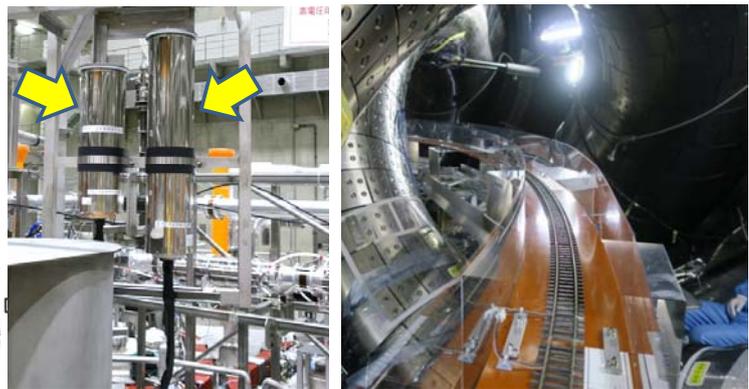
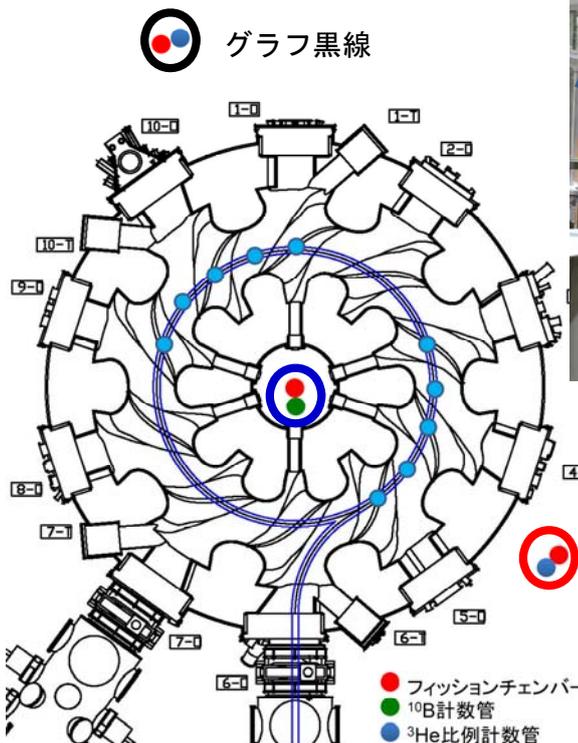
LHDを対象とする中性子輸送計算結果、及び過去の大型トカマク実験における中性子計数管のその場較正に使われた中性子源強度を参考に、以下の線源を使用する。

密封された放射性同位元素

- ・核種: ²⁵²Cf
- ・物理的状態: 固体
- ・密封の状態: ステンレスカプセルに封入
- ・個数: 1個
- ・強度: 800 MBq

中性子検出器の較正実験

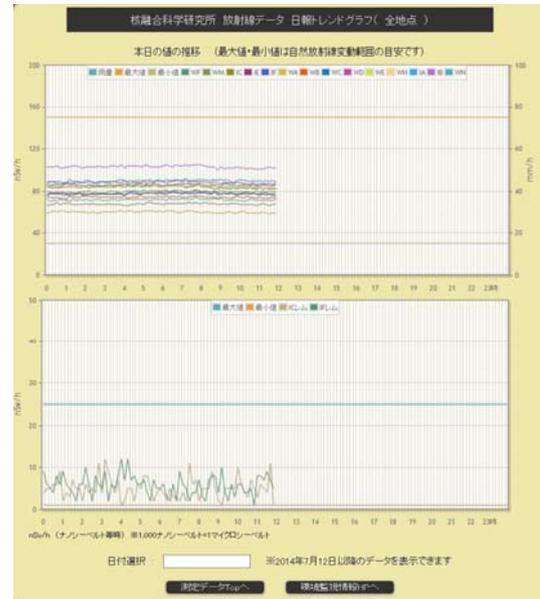
- ・フィッションチェンバー、¹⁰B計数管、³He比例計数管
- ・線源: ²⁵²Cf (800MBq, 10⁸n/s)





環境放射線モニタリングシステム (RMSAFE) による 環境放射線のリアルタイム表示

- 環境放射線線量率(速報値)をリアルタイムでホームページ*にて公開
- 重水素実験に向けて環境中の中性子線量の計測を新たに開始し、ホームページにて速報値を公開(平成28年8月)



* <http://sewhite.nifs.ac.jp/index.html>

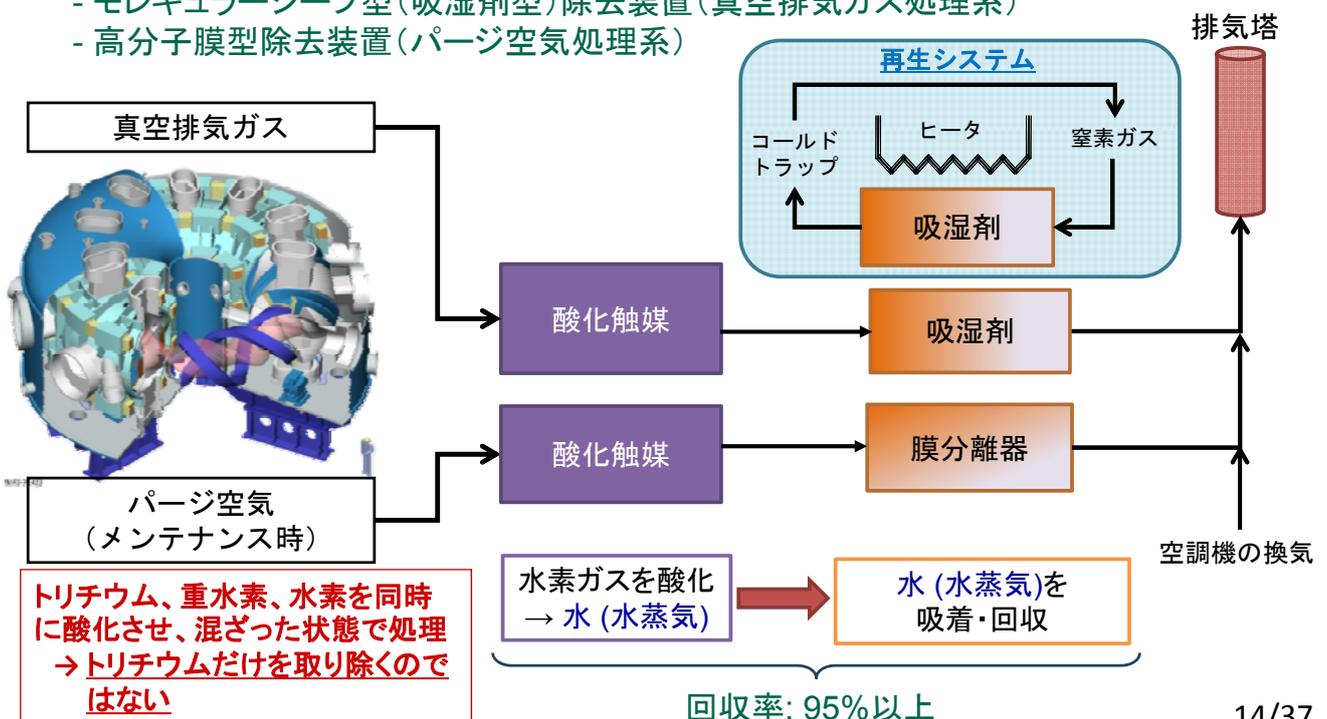
13/37



トリチウム除去装置(排気ガス処理システム)

真空排気ガスは排気ガス処理システムを経由して、トリチウムを除去・回収

- 2種類のトリチウム除去装置を設置、いずれも酸化触媒・吸着方式
- モレキュラーシーブ型(吸湿剤型)除去装置(真空排気ガス処理系)
 - 高分子膜型除去装置(パージ空気処理系)



14/37



トリチウム除去装置(排気ガス処理システム)の整備

H26年度に整備・H27年度に試験調整運転を実施し、**所定の性能(回収率95%以上)**を確認

平成28年9月21日～10月6日の間に3市(市、市議会、自治会関係者等)及び報道関係者に対して、トリチウム除去装置、入退管理室等の見学会を実施。

(3市:計10回、参加者121名。報道関係者:1回、参加機関6社)



トリチウム除去装置(排気ガス処理システム)



見学会の様子

15/37



大型ヘリカル実験棟からのトリチウム放出量の測定

- 2015年度より排気塔トリチウム捕集装置2台を整備し、重水素実験開始前のバックグラウンドデータを測定
- 週ごとにサンプルを行い、液体シンチレーション計数装置で高精度に計測
⇒計測結果(速報値)をホームページにて公開予定



排気塔トリチウム捕集装置



液体シンチレーション計数装置

16/37



トリチウム除去装置により回収された トリチウム含有水の発生量と搬出計画

- 実験期間中に発生するトリチウム含有水量
 - 真空容器粗引き排気ガス: ~10 リットル
 - プラズマ実験期間中の排気ガス: ~140 リットル
これまでのプラズマ実験におけるガス使用量実績より評価。
実際の発生量は実験で使用するガス量、実験期間に依存。
 - プラズマ実験終了後の真空容器内パージ処理: ~300 リットル
⇒ **トリチウム含有水の総計: 約 500 リットル**
- トリチウム含有水の取り扱いおよび搬出
 - トリチウム含有水は25リットルの専用容器を用いて一時保管
⇒500リットルの発生量に対して20本程度
 - 一時保管したトリチウム含有水は、日本アイソトープ協会の年次集荷計画に合わせて搬出・引渡し

17/37



排水(ドレン水)の取扱いについて

本体室の空調設備から排出されるドレン水については、通常、トリチウムが混入されることはないが、管理区域内の空気に含まれる水分であるため、トリチウム濃度検査を行った上で排水する。

- 法令の濃度限界の100分の1となる0.6ベクレル/cm³を管理基準値とする。

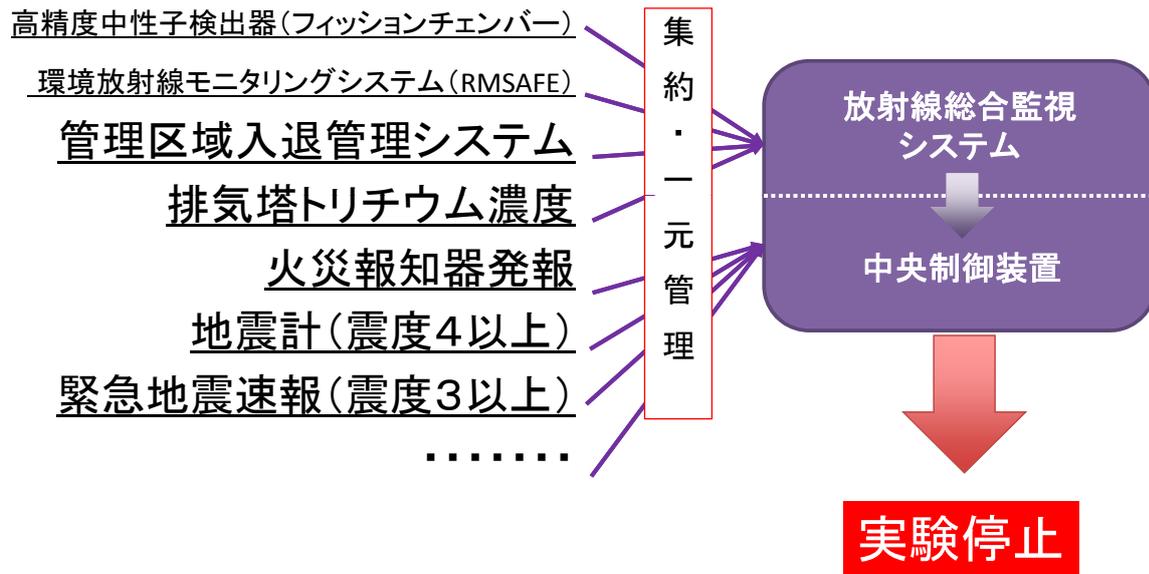


排水用貯留槽

18/37



放射線総合監視システムと中央制御装置による インターロック信号の一元管理



- ✓ 放射線総合監視システムや、各構成機器の異常時には実験停止
- ✓ 重水素実験では、プラズマの生成を行うシーケンスの起動は1回ごとに手動で行う。

19/37



公開する放射線関連データについて

➤ 下記の値を新たに速報値として、ホームページにて公開予定

- ① 中性子総発生量(トリチウム総発生量)
- ② 排気塔での排気中トリチウム濃度

➤ これまで公開してきた下記の放射線関連の速報値も継続して公開する。

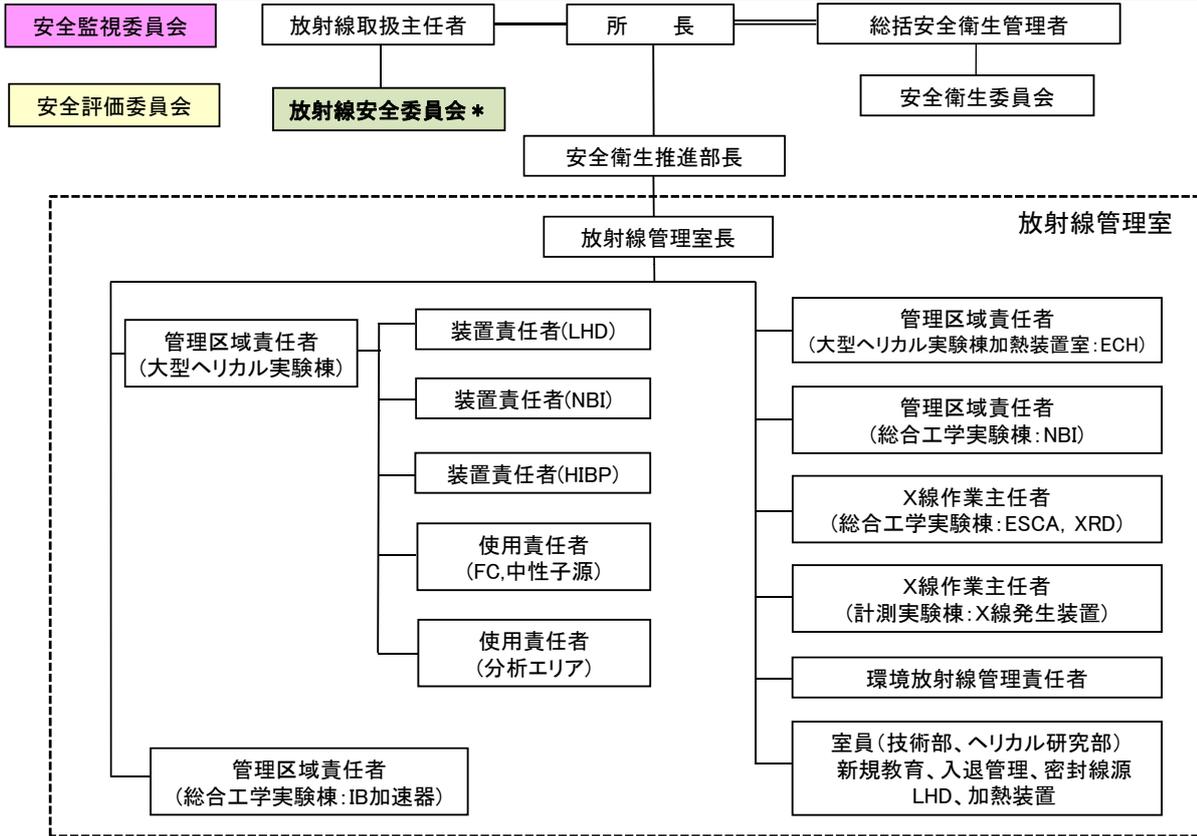
- ③ 敷地内の環境放射線線量(中性子:H28, 8/1~)
- ④ 敷地外の環境放射線線量
- ⑤ 敷地内および周辺の環境水中トリチウム濃度

➤ 確定値については、年報として公表予定

20/37



放射線安全管理組織



* 平成28年2月設置

平成28年11月から適用



安全性の評価と監視体制

核融合科学研究所



諮問
提言・
答申

核融合科学研究所
重水素実験安全評価委員会

研究所が設置、運営
放射線、プラズマ等の専門家と
ジャーナリスト、地元有識者(公募を
含む)による委員で構成

- (1) 安全性に関すること
 - ① トリチウムの除去・処理・処分(運搬を含む)に関すること
 - ② 中性子の遮蔽に関すること
 - ③ 放射性廃棄物の管理に関すること
 - ④ 周辺環境の監視・測定に関すること
 - ⑤ 地震その他の災害時の対応・体制に関すること
 - ⑥ その他安全性の確保に関すること
- (2) 実験環境に関すること
 - ① 重水素実験開始に関すること
 - ② 重水素実験実施に関すること

監視
協力

核融合科学研究所
安全監視委員会

協定書と覚書に基づき、
岐阜県・三市(土岐市・多治見市・瑞浪市)が設置、運営

(平成19年11月)
安全管理計画は妥当という評価、また、第三者による監視委員会の設置などを提言

(平成24年2月)
東日本大震災を受けて再検討された安全管理計画は妥当という評価、また、再検討された安全管理計画を確実に実行に移すことが肝要であるとの答申

平成25年3月28日
地元自治体(岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市)との間で、核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書及び覚書を締結

県・三市が各議会の議決を経て、
平成26年11月1日、安全監視委員会を共同設置



研究所法体系に基づく規則・マニュアル類

研究所
放射線障害
予防規程



装置管理細則

基準

運転マニュアル等

災害・異常時
マニュアル

核融合科学研究所 放射線障害予防規程 (保安規定、防護規定) 第5条	装置管理細則	基準	放射線管理マニュアル及び運転マニュアル	災害及び異常時対応マニュアル
所長は、法及びこの規程に定める事項の実施に關し、装置の維持・管理に關する取扱及び運用基準等を、維持管理細則として別に定める		LHD実験計画		通報・連絡マニュアル
	核融合科学研究所大型ヘリカル装置等の維持管理細則	放射線管理基準 -実験実施 -管理区域境界線量 -放射線境界線量 -排気 -排水 -作業環境 (空間線量・空気中濃度・表面汚染) -物品搬出入 -試料取扱 プラズマ実験時のRMSAFE運転基準 呼吸検査の管理基準	放射線管理マニュアル LHD運転監視マニュアル 入退管理マニュアル 真空容器管理出入口使用マニュアル 真空容器内作業マニュアル ボート作業マニュアル 真空系取扱マニュアル 本体室作業マニュアル トリチウム含有水回収マニュアル 252-Ci取扱マニュアル フュージョンチャンバー取扱マニュアル NBI取扱マニュアル 物品搬出入マニュアル 試料取扱マニュアル 保守作業室・試料加工室作業マニュアル 分析エリア作業マニュアル	宿日直マニュアル 災害時対応マニュアル 防災マニュアル(重水素実験対応版) 盗難や不法侵入等に対するセキュリティマニュアル 異常時対応マニュアル 放射線関係対応マニュアル 漏水対応マニュアル NBI異常時対応マニュアル LHD真空異常時対応マニュアル トリチウム除去装置異常時対応マニュアル
	核融合科学研究所における放射線教育訓練実施細則	放射線教育訓練実施基準 -真空容器内作業他 -ボート作業他 -点検・点検、軽作業 -見学者、一時立入者	LHD運転マニュアル 本体運転マニュアル 本体冷却マニュアル NBI運転マニュアル ECH運転マニュアル ICH運転マニュアル 計測器運転マニュアル 入退管理装置運転マニュアル 放射線総合監視システム運転マニュアル トリチウム除去装置運転マニュアル 分析機器運転マニュアル	
	核融合科学研究所イオンビーム解析装置維持管理細則		イオンビーム解析装置運転マニュアル	
	核融合科学研究所における実験装置等の維持管理細則		ECH運転マニュアル NBI運転マニュアル	
核融合科学研究所におけるエックス線装置の維持管理細則		校正用X線源運転マニュアル		
核融合科学研究所微量密封放射同位元素取扱細則		ESCA・XRD運転マニュアル 微量密封経路取扱マニュアル		



重水素実験時の監視体制

通年24時間体制で、トリチウム含有水の保管状況等の監視、放射線総合監視システムの運用、異常時の対応等を行う。

重水素実験初期には、夜間・休日を含めて研究所職員が常駐する。(3月7日より、宿日直体制の実施)

【夜間・休日の監視体制】

- 実験期間: 8人以上 (重水素実験初期は9人)
- メンテナンス期間: 5人以上 (// 6人)



非常時における通報・連絡事項

緊急通報

- 火災等の事故
- トリチウム含有水(排水に係る法令値超過)が施設内に漏洩して放射線障害のおそれがある場合
- 敷地境界の年間線量(法令値超過)
- トリチウム、アルゴン41排気(法令値超過)
- トリチウム含有水の排水(法令値超過)
- 地震等その他周辺環境に影響を及ぼすおそれのある事態が発生し、重水素実験を停止したとき

放射線障害防止法第33条の規定に基づき、応急措置及び原子力規制委員会への届け出等が必要



地元自治体
(3市及び県)

遅滞なく連絡すべき重要事項

- 年間発生量が研究所管理値を超過
- トリチウム含有水が施設内に漏洩
- 敷地境界の年間線量(管理値超過)
- トリチウム、アルゴン41排気(管理値超過)
- トリチウム含有水の排水(管理値超過)
- 災害で重水素実験を停止し、実験再開には主要機器の修理等が必要な事態となったとき

<連絡方法>

- ・災害時優先電話(2回線)、携帯電話
- ・衛星電話(ファクシミリ)
- ・関係自治体へ人を派遣

※ 第3回核融合科学研究所安全監視委員会資料4「第2回委員会での論点について」(3/6ページ)



災害等緊急時における連絡体制

- ・ 火災・災害・事故等発生時は、所長(危機管理指揮本部長)、自衛消防隊長を含む「危機管理指揮本部」を設置して対処する。
 - 1) 所内及び関係機関への通報
 - 2) 必要に応じて、消火活動、避難誘導、救助活動等
 - 3) 広報対応
- ・ 自治体等への連絡が必要な場合は、「火災・災害・事故等発生時の緊急連絡網」に基づき、連絡を行う。

緊急時の県・3市への連絡先、連絡手段

連絡先	連絡手段					
	時間内			時間外・休日		
	固定電話 ○	固定電話 ×	固定電話 × 衛星電話 ×	固定電話 ○	固定電話 ×	固定電話 × 衛星電話 ×
岐阜県	環境生活部 環境管理課	電話及びFAX			電話又は携帯	
	東濃県事務所 環境課		衛星(電話及びFAX)	派遣		衛星(FAX) 派遣
土岐市	総務部 総合政策課	電話及びFAX	衛星(電話及びFAX)	派遣	電話又は携帯	衛星(FAX) 派遣
多治見市	企画部 企画防災課	電話及びFAX	衛星(電話及びFAX)	派遣	電話又は携帯	衛星(FAX) 派遣
瑞浪市	総務部 企画政策課	電話及びFAX	衛星(電話及びFAX)	派遣	電話又は携帯	衛星(FAX) 派遣

時間内の固定電話によるFAXは、一斉送信により実施
 時間内の衛星電話によるFAXは、回線が1回線のため電話連絡の後、順次実施
 時間外・休日の電話又は携帯：県・3市担当者等の電話又は携帯

火災・災害・事故連絡用		自然科学研究機構 核融合科学研究所	
ファクシミリ送付のご案内			
(日付:平成 年 月 日 送信枚数(この送付状を含む) 枚)		発信元:	
送付先:	岐阜県環境生活部環境管理課 御中 FAX:058-278-2610 東濃県事務所環境課 御中(搬入時のみ) 衛星 FAX:2*00870782502141# 土岐市総務部総合政策課 御中 FAX:0572-54-1127 衛星 FAX:2*00870782502142# 多治見市企画部企画防災課 御中 FAX:0572-24-0621 衛星 FAX:2*00870782502160# 瑞浪市総務部企画政策課 御中 FAX:0572-68-8749 衛星 FAX:2*00870782502161#	核融合科学研究所 自衛消防隊総務班(管理総務企画課)、 宿日直者、防災センター (総務企画課内) (TEL:0672-58-2004)FAX:0572-58-2601 危機管理訓練棟、防災センター内 (TEL:0572-57-1000)FAX:0572-57-1001 []衛星 FAX:2*00870782502140# (LHO制御室内) ()宿日直者携帯:090- - ()FAX:0572-58-2646	

件名: 火災・災害・事故等の発生について			
通報区分	火災・災害・事故等	平成 年 月 日 () 時 分	
・異常発生(確認)日時			
・具体的な場所の名称			
・管理区域区分	<input type="checkbox"/> 管理区域外 <input type="checkbox"/> 管理区域内 <input type="checkbox"/> 不明		
・状況の概要			
①施設・設備の異常、故障の有無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
②漏ばくの有無	<input type="checkbox"/> 有(推定線量 mSv) <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
③汚染の有無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
④放射性物質の漏えいの有無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
⑤人身事故の有無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
⑥火災の有無	<input type="checkbox"/> 有(消防通報 時 分) <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
	(防火確認 時 分)		
⑦爆発の可能性の有無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
⑧危険時の措置の有無	<input type="checkbox"/> 危険なし <input type="checkbox"/> 措置済み	<input type="checkbox"/> 確認中	<input type="checkbox"/> 確認中
・事象の発生状況・概要(いつ、だれが、何を、どうした、なぜ)			



災害等緊急時における自治体への連絡手段の整備

地元自治体への災害等緊急時における連絡のため、バッテリー（非常用電源）を具備した衛星電話（ファクシミリ）を整備

(設置例)



核融合科学研究所(1階防災センター内)



東濃県事務所(4階)

- ・ 土岐市、多治見市、瑞浪市及び岐阜県(東濃県事務所)に各1台の衛星電話を設置し、運用を開始
- ・ 衛星電話の端末はKDDIの「インマルサット」(ファクシミリ送受信のための周辺機器を含む)

27/37



災害等に対する訓練

防災訓練

- ・ 年1回研究所の全構成員で実施
平成27年10月30日、平成28年9月30日
- ・ 土岐市南消防署に参加いただいている他、地元自治体とも通報訓練を実施
- ・ 自衛消防隊の工作班に、放射線管理室が組み込まれており、放射線の業務分担に従って対応

LHD消火訓練

- ・ LHD実験期間中に、本体室内で火災が発生した想定で消火訓練を毎年実施
- ・ 平成27年度は、平成28年3月28日に重水素実験を想定して、緊急時の入室手順等を確認して実施
- ・ 平成28年度は2月の軽水素実験期に重水素実験を想定して実施予定



LHD消火訓練の様子

28/37

- 年間中性子最大発生量を基準にして実験内容の調整を行い、年間(実験サイクル)の実験計画を策定する。
 - 年間中性子最大発生量の60%を目安として、実験サイクル全体の実施計画を策定
- 実験の実施にあたっては、
 - 各実験週に、実験内容から中性子発生量を評価し、週間中性子最大発生量(3.4×10^{18} 個)を基準として、実験回数などの週間実験計画をLHD実験会議*において事前確認
 - 週間実験計画をもとに、中性子発生量が計画を超えないように実験責任者が確認しながら実験を実施
 - 重水素実験においては、**中性子発生量に注意しながら、1回毎にプラズマの生成を手動で起動**する。
 - 年間中性子最大発生量の60%で警告表示を行い、その後は慎重に実験を実施
 - 年間中性子最大発生量の80%で実験を停止

* LHD実験会議: 実験責任者、装置担当責任者等から構成されるLHDの実験方針を策定する会議 29/37

重水素実験初年度(第19サイクル)のスケジュール(予定)



- ◆ LHD真空容器真空引き: 12/16~ 8/23
- ◆ コイル冷却: 1/11~8/25
- ◆ プラズマ実験 : 2/8~8/3
 - 軽水素ガスを用いた実験: 2/8~3/3, 7/10~8/3
 - ✓ 実験当初の軽水素ガスを用いたプラズマ実験において**安全性、機器動作、手順、訓練等が全て正常・適切であることを確認した上で、重水素ガスを用いた実験を開始する。**
 - ✓ 最後の1ヶ月は軽水素ガスを用いた実験を実施して、壁に付着したトリチウムを置換。
 - 重水素ガスを用いた実験: 3/7~7/7
 - ✓ 3月は施設検査の為の線量計測を中心とした実験を実施



重水素実験次年度以降のスケジュール(予定)

月	8	9	10	11	12	1	2
使用ガス			重水素ガス			軽水素ガス	
放射線障害防止法に関わる管理区域設定	放射線発生装置使用の為の管理区域 (通年)						
装置と加熱機器の運転状態	← コイル冷却準備	← コイル冷却	← 励磁試験				← コイル昇温
	← LHD真空排気		← プラズマ実験				

◆ LHD真空容器真空引き: 8月中旬～2月下旬

◆ コイル冷却: 9月初旬～2月下旬

◆ プラズマ実験 : 10月初旬～1月末頃

➤ 重水素ガスを用いた実験: 10月初旬～12月末頃

➤ 軽水素ガスを用いた実験:

✓最後の1ヶ月程度は軽水素ガスを用いた実験を実施して、壁に付着したトリチウムを軽水素に置換。

31/37



第4回安全監視委員会での委員からの意見等に対する研究所の回答

1. 放射線障害防止法の改正(予定)に向けた中間とりまとめ(案)と研究所のこれまでの対応
2. 重水素の冷却水配管の透過
3. 真空容器内漏洩水の測定方法

32/37



1. 放射線障害防止法の改正(予定)に向けた中間とりまとめ(案)と研究所のこれまでの実施内容との対応

放射線障害防止法改正案等については、「放射性同位元素使用施設等の規制に関する検討チーム*」によって検討が進められ、**放射性同位元素使用施設等の規制の見直しに関する中間とりまとめ(案)*²**(以下、「中間とりまとめ(案)」という。)が示されている。

本件については、同法改正に関する正式なアナウンスに合わせて、研究所の放射線障害予防規程等関係規程の改正の検討に着手する。

中間とりまとめ(案)に指摘されている改正のポイントは、次の3点。

1. 危険時の措置の充実強化
⇒ 緊急時の対応
2. 放射性同位元素に対する防護措置*³
⇒ セキュリティ対策
3. 安全水準の向上に向けた共通的な取組
⇒ 安全水準の向上

* http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/ri_shisetsu_kisei/index.html

*² <https://www.nsr.go.jp/data/000163363.pdf>

*³ 中間とりまとめ(案)では、危険性の高い放射性同位元素を持つ事業者を対象とし、核融合科学研究所はその定義に該当しない。



中間とりまとめ(案)に示されている改正のポイント (II)

1. 緊急時の対応

- ◆ RI事業者(表示付認証機器に係る事業者を除く)の放射線障害予防規程に、応急措置を講じた際に対外的に必要な情報提供の手順を定める。

⇒ 研究所では実施済み

- ✓ 緊急時の連絡通報マニュアルの整備、防災訓練等の実施

2. セキュリティ対策(核融合科学研究所は対象外)

- ◆ 危険時の措置の事前対策を要求する。

⇒ 防護措置の義務化:

- ✓ 検知(監視カメラの設置)、遅延(硬固な扉、保管庫、固縛)及び対応(対応手順書)、その他(アクセス規制・管理)等の対策の実施

⇐ 放射線総合監視システムの導入等により、これらの防護措置は実施済み



3. 安全水準の向上

- ◆ RI 事業者における安全確保の責務は、放射線取扱主任者のみならず、経営層を含めたRI 事業者全体で負う
- ◆ 放射線障害予防規程の中に自らの活動を評価する組織の位置づけ
 - ⇒ その組織による定期的な評価の実施、評価に基づく改善の実施

⇒ 研究所の放射線障害予防規程によって位置づけられた「放射線管理室」が安全衛生推進部の中に設置され、さらに、同室にLHDプロジェクトの研究総主幹、実験統括主幹が参加しているため、実施済み

⇒ 現状の枠組みの中で、既に中間とりまとめ(案)に指摘されている内容を実施している。放射線障害防止法改正に関する正式なアナウンスの内容に合わせて、対応を検討する。

35/37



2. LHD冷却水配管における重水素透過量

- LHD真空容器内の冷却水配管はステンレス製。ステンレス材の中の水素透過は下記文献[1]に従って評価。
 - 1日24時間、1実験サイクル期間中、常に実験時の真空度(1Pa)を維持すると仮定(過大評価)すると;
 - 1実験サイクル期間中の重水素の透過量
 - ⇒ 9.62×10^{17} [個/cycle]
 - LHDの冷却水中の重水素:
 - LHD冷却水総量 ~10t
 - 10tの水の中の軽水素原子の数: $\sim 6.68 \times 10^{29}$ [個]
 - 天然同位体組成割合(0.0115%[2])から推定される冷却水中の重水素原子の数: 7.68×10^{25} [個]
 - 1実験サイクル期間中の重水素透過量の、冷却水中に元々存在する重水素に対する割合(過大評価)
 - ⇒ $9.62 \times 10^{17} / 7.68 \times 10^{25} = 1.25 \times 10^{-8}$ (～ 1億分の1)
- ⇒ 元々冷却水の中にある重水素に比べて、約1億分の1の増加
(休日や夜間に実験を行わないこと等、実験時間を考慮すると、さらに2桁減少する(約100億分の1))

3. 真空容器内漏洩水の測定方法

- 真空容器内漏洩水の測定フロー図

