

東日本大震災を受けて再検討した安全管理計画の改訂にあたって

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、未曾有の大災害をもたらしました。核融合科学研究所では、その東日本大震災を教訓に、平成19年に策定された「大型ヘリカル装置における重水素実験の安全管理計画」の一層の充実を図るため、計画の再検討を行いました。再検討は、主に「最悪の事態が生じて安全が確保できるか」という観点から安全性と不測の事態への対応について行い、その検討を踏まえて、さらに高い安全性を確保することのできる安全管理計画を作成しました。

研究所では、関係する専門家及び地元の有識者を中心に構成された第三者委員会である重水素実験安全評価委員会に、再検討された安全管理計画の妥当性について審議していただきました。その結果、平成24年2月14日に、「再検討された重水素実験の安全管理計画は妥当である」との答申が出され、安全管理計画の改訂内容が確定いたしました。

この答申を受けて、研究所では「大型ヘリカル装置における重水素実験の安全管理計画<改訂版>」をとりまとめ、重水素実験安全評価委員会に確認していただきました。以下に、この改訂版の主なポイントをまとめ、対応する章と改訂項目を示します。今後、研究所が計画している重水素実験が安全に遂行されるよう、この安全管理計画の具体化を進めていく所存です。

○ 重水素実験時の運転方法の見直し

- ・不測の事態が発生した場合にはプラズマ生成が行われないという、地域住民の安心感を確保するための対応。

1. 3. 6 重水素実験の実施要領

- ・プラズマ生成の起動を手動で行う

○ 環境放射線測定の実施

- ・重水素実験に起因する放射線と、自然に起因する放射線とを区別するための対応。

4. 7. 1 放射線総合監視システム

- ・核種を判別できるモニターの常設

5. 4. 1 環境放射線

- ・環境放射の線量マップ作成

○ 電源喪失対策の強化

- ・電源喪失期間中にも、各機器の適切な管理、放射線計測の継続、正確な情報の把握と関係機関への情報伝達を行うための対策。

9. 5. 2 非常用電源設備

- ・100kW 級の発電機と、10 日間運転できる燃料の備蓄をする

○ 通報・監視体制の強化

1. 3. 7 地元自治体への連絡

- ・災害時の通報手段の再検討

9. 2 基本的対応と非常時体制の確立

- ・非常時における連絡体制の充実

○ 非常時体制の確立

9. 2 基本的対応と非常時体制の確立

- ・自衛防災隊業務の明確化、非常時体制・指揮系統の確立徹底
- ・夜間・休日の対応と体制の確立

4. 7. 1 放射線総合監視システム

(5) 監視体制

- ・夜間・休日の対応と体制の確立

○ 放射線管理区域の設定変更

6. 1 管理区域

- ・管理区域を一体化して一ヶ所の出入り口で入退管理を徹底

2. 4 大型ヘリカル実験棟の構造

- ・見直された管理区域の図面

○ その他

・ 災害・事故時の対応の強化

9. 3 大規模災害・事故が発生した場合の対応

- ・地震対応マニュアル、風水害、停電（電源喪失）対応マニュアル、火災対応マニュアルの流れ図化

9. 5 災害・事故に対応するための資機材

- ・火災用資機材及びトリチウム用防具の強化
- ・緊急時の資材調達の手段・ルートの確保

・ 訓練の充実

10. 1 重水素実験に向けた訓練の在り方

- ・防災訓練の充実と強化

10. 2 平成23年度にLHDで行った訓練

- ・消防、自治体への通報を含んだ訓練の実施

安全管理計画

目 次

はじめに	1
第1章 大型ヘリカル装置における重水素実験計画と安全管理方針	3
1. 1 重水素実験によるプラズマ高性能化	3
1. 1. 1 LHD高性能化計画について	3
1. 1. 2 重水素の使用	3
1. 2 重水素実験年次計画	4
1. 3 重水素実験における放射線安全管理方針、規準、緊急事態対応等の概要	6
1. 3. 1 トリチウムおよび中性子の年間最大発生量と環境へのトリチウム年間最大放出量	6
1. 3. 2 重水素実験における安全管理計画の全体像	7
1. 3. 3 空气中濃度限度、排気または排水時の3ヶ月平均濃度限度、敷地境界での全放射線量の研究所管理値	8
1. 3. 4 研究所管理値の遵守方法	9
1. 3. 5 重水素実験を実施する際の措置	10
1. 3. 6 重水素実験の実施要領	11
1. 3. 7 地元自治体への連絡	12
1. 3. 8 公表事項	14
第2章 大型ヘリカル装置および大型ヘリカル実験棟の概要	15
2. 1 大型ヘリカル装置の概要	15
2. 2 大型ヘリカル実験棟の概要	18
2. 3 大型ヘリカル実験棟の位置	18
2. 4 大型ヘリカル実験棟の構造	19
第3章 重水素実験により発生する放射線および放射性同位元素	22
3. 1 発生放射線および放射性同位元素の概要	22
3. 2 中性子・ガンマ線発生量の評価	22

3. 2. 1	最大中性子発生率	22
3. 2. 2	中性子線とガンマ線の線束分布の評価	24
3. 2. 3	LHD年間運転計画と中性子発生量	25
3. 3	トリチウム発生量の評価	27
3. 4	アルゴン41発生量の評価	27
3. 5	排水中に含まれるトリチウム量の評価	29
3. 5. 1	重水素実験中に発生するトリチウム	29
3. 5. 2	メンテナンス（大気開放）中に発生するトリチウム	29
3. 5. 3	空調機のドレン水	30
3. 6	実験室および装置の放射化の評価	30
3. 7	放射性廃棄物	34
3. 8	実験に使用する放射性同位元素および実験材料	35
第4章	重水素実験に対する安全対策	36
4. 1	安全対策の概要	36
4. 2	中性子線・ガンマ線対策	37
4. 2. 1	壁による遮蔽	37
4. 2. 2	貫通口対策	38
4. 2. 3	実験室内面の塗装	42
4. 2. 4	放射化を低減する対策	42
4. 2. 5	制御ケーブル等の中性子対策	42
4. 3	トリチウム対策	43
4. 3. 1	トリチウム対策の概要	43
4. 3. 2	真空排気装置系	43
4. 3. 3	真空排気装置端への除去装置製作・設置	44
4. 3. 4	真空容器壁から放出されるトリチウム対策用 トリチウム除去装置	47
4. 3. 5	廃液、排水及び関連施設の整備	49
4. 3. 6	廃液や排水用安全機器の整備	51
4. 3. 7	トリチウム含有水の搬出計画	54
4. 3. 8	トリチウム含有水の取り扱いの注意点及び健康管理	55
4. 3. 9	真空容器内作業	55
4. 3. 10	ポート作業	56

4. 3. 1 1	計測機器から真空容器に大気が入った場合の対応	57
4. 4	換気・排気対策	58
4. 5	入退管理対策	60
4. 5. 1	本体室出入り口の整備	60
4. 5. 2	大型ヘリカル実験棟入退管理装置の強化	65
4. 6	付帯設備の整備	67
4. 6. 1	R I 保管施設	67
4. 6. 2	管理区域内保守作業室	69
4. 7	放射線管理	70
4. 7. 1	放射線総合監視システム	70
4. 7. 2	重水素実験用自動停止装置の整備	74
4. 8	安全対策用測定機器の整備	75
4. 8. 1	研究所管理値の確認方法	75
4. 8. 2	放射線安全管理機器	77
4. 8. 3	真空容器開放時のトリチウム測定	81
4. 8. 4	環境測定用計測機器のまとめ	81
4. 9	放射性廃棄物の取り扱い	83
4. 9. 1	放射性廃棄物	83
4. 9. 2	保管廃棄について	83
4. 9. 3	放射性物質の移動	83
第5章	周辺環境評価	84
5. 1	概要	84
5. 2	直達放射線およびスカイシャインによる環境への影響	84
5. 2. 1	大型ヘリカル実験棟からの影響	84
5. 2. 2	スカイシャインによるアルゴン 41 の放射化	85
5. 2. 3	R I 保管施設からの影響	86
5. 3	事故時の評価	86
5. 4	環境放射線測定	87
5. 4. 1	環境放射線	87
5. 4. 2	環境トリチウム（水）	89
5. 4. 3	環境トリチウム（大気）	89

5. 4. 4 建屋周辺環境放射線測定	91
第6章 研究所における管理区域、管理値、重水素実験自動停止装置	92
6. 1 管理区域	92
6. 2 研究所における管理値	92
第7章 重水素実験管理体制	96
7. 1 概要	96
7. 2 放射線管理関連法令	96
7. 3 安全管理体制	97
第8章 放射線教育	100
第9章 災害・事故時の対応	102
9. 1 基本的な考え方	102
9. 2 基本的対応と非常時体制の確立	103
9. 3 大規模災害・事故が発生した場合の対応	108
9. 3. 1 地震対応マニュアル	108
9. 3. 2 風水害、停電（電源喪失）対応マニュアル	114
9. 3. 3 火災対応マニュアル	115
9. 3. 4 その他の事故	115
9. 4 現在の緊急マニュアル	116
9. 5 災害・事故に対応するための資機材	125
9. 5. 1 火災用資機材及びトリチウム用防具	125
9. 5. 2 非常用電源設備	125
9. 5. 3 緊急時の資機材調達	128
第10章 訓練	129
10. 1 重水素実験に向けた訓練の在り方	129
10. 2 平成23年度にLHDで行った訓練	129
第11章 公害調停案・協定書案への対応	132
11. 1 公害調停について	132

1 1. 2	協定書について	132
1 1. 3	対応について	132
おわりに		136
付録 A	安全に関する基本的な考え方	137
付録 B	予防規程案	139
付録 C	調停案の全文	162
付録 D	核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書(案)	166

はじめに

人類は、エネルギー資源を石油、石炭や天然ガス等の化石燃料に依存してきたことにより、炭酸ガス放出による地球温暖化、大気汚染及び海水面の上昇等の環境問題や、その資源の枯渇等深刻な状況に直面しています。今後さらに予測される開発途上国の人口増加とエネルギー消費の増大はこれに拍車をかけています。これらの問題解決のために、太陽光や風力等多様な代替エネルギーの利用や核分裂による従来型原子力エネルギー利用を促進することが考えられますが、地域・季節を通じた安定供給や、高レベル放射性廃棄物の長期間処理等の困難な課題が残されています。人類社会の継続的発展と環境問題の根本的な解決のためには、新しい環境負荷の少ない基幹エネルギーの開発が急がれています。その有力な候補が核融合エネルギーであります。資源が実質的に無尽蔵である核融合エネルギーの研究開発は、わが国では大型ヘリカル装置（LHD）に代表される大型核融合実験装置を中心に進められています。国際的にも核融合研究は進められており、核燃焼の研究を目的とした国際熱核融合実験炉（ITER）計画が国際協力プロジェクトとして始まっています。LHDおよびITER等の実験成果に基づき、約25～30年後には実質的な発電をおこなう原型炉を実現させる予定であります。

LHDは、このような核融合炉実現に向けて、高温高密度プラズマの学術研究を進めており、その学問的体系化を目標としています。目標達成には、プラズマの性能を向上させる必要がありますので、今後加熱電力を増強し、現在の水素を用いた実験に加えて重水素を用いた高温高密度プラズマ実験の実施が必須であります。重水素を用いた実験の目的は、プラズマ閉じ込め性能の改善により高温高密度プラズマを得ることではありますが、使用したガスのごく一部が核融合反応を起こし、トリチウムと放射線が発生します。これらは僅かではありますが、法律に基づいて安全に処理し、管理する必要があります。

この安全管理計画は、LHDの重水素実験を実施する上で必要な安全対策と管理の事項をまとめたものであります。本計画は、放射線発生装置の中のプラズマ発生装置および非密封放射性同位元素取扱施設として法律を遵守したものとなっており、基本は「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」であります。また、公害等調整委員会の提示した調停案を尊重し、重水素実験安全評価委員会の最終報告に基づいて策定しております。

策定にあたり、法律の遵守に加えて本研究所が基本とした安全に係わる考え方は、

- 1) 発生するトリチウム量をできるだけ少なくする、
- 2) 真空容器内に留まるトリチウム量は、全量が放出されても規制値を超えない量とする、

- 3) 環境に影響を及ぼす可能性が考えられる放射性物質の生成は、規制値を超えない量とする、
- 4) トリチウム含有水の保管は、漏洩に関して厳重に注意を払う、
であります。

なお、本研究所は、現サイト（土岐市）で三重水素を燃料として用いた核燃焼実験を行わないことを、これまで何度も表明してまいりましたが、本計画でも改めて三重水素を燃料として用いた核燃焼実験を行わないことを明示しております。

核融合科学研究所では、本安全管理計画、重水素実験計画の立案などのため、ヘリカル研究部をはじめ、安全衛生委員会、安全衛生推進部など、全所的、全面的な協力のもと、検討を重ねております。今後は、協定書締結後、本安全管理計画に基づき必要な装置と設備を整備し、管理手順書の整備と十分な教育訓練を実施すること、また、各種情報を公開することにより、関係する方々から信頼を得て、安全に重水素実験を実施したいと考えております。

第1章 大型ヘリカル装置における重水素実験計画と安全管理方針

1. 1 重水素実験によるプラズマ高性能化

1. 1. 1 LHD高性能化計画について

大型ヘリカル装置（LHD）はその定常無電流という特長を持つ磁場閉じ込め装置として、世界に先駆けた高性能プラズマ実験を遂行している。今後もさらに、将来の核融合実証炉に向け、革新的概念を実証し、データベースの蓄積を図っていく必要がある。

核融合炉心プラズマおよびそれを実現する磁場や加熱等諸装置は、極めて複雑な関係を相互に持ったシステムである。そこに起こる様々な現象の科学的裏づけを得ずしては、信頼性ある核融合炉を構築することはできない。

将来の核融合炉では重水素・三重水素が燃料として用いられることに対して、LHDにおいては軽水素、ヘリウム、アルゴンを用いるプラズマ実験をこれまでに14年あまり実施してきた。LHDは核融合反応そのものを研究対象とするのではなく、核融合反応の実現に必要とされる高温プラズマの物理の体系化および要素技術の実証を行うことがLHD計画の役割である。

これまでに集積された実験データは大型トカマク実験と比較・対照できるレベル（物理量の差異が1桁以内）に達している。そこでは多くの科学的な知見が蓄積されてきており、今後さらにヘリカル系核融合炉を見通すために研究の集約を図っていくことが中長期的な目的となる。このためには加熱装置の増力等、実験施設の整備とともに、プラズマ閉じ込めの改善を利用した性能向上が必須である。

1. 1. 2 重水素の使用

水素の同位体である重水素を用いることによって閉じ込めが改善することが他の多くの研究で示されており、これによって装置設備が現有のままでも、より高性能なプラズマを研究対象として手にすることが可能である。同時に質量の違いに代表される同位体効果を明らかにすることができる。さらに、後述するが、主要な加熱装置である中性粒子入射（Neutral Beam Injection、以下 NBI と記す）装置の増強が重水素を用いることによって効果的に行うことができる。このように重水素の利用は相乗的にLHD実験計画の飛躍的な進展に直接つながるものである。

したがって、現在得られつつある物理的理解および実験設備整備の基盤の上に、核燃焼プラズマを扱う次段階の研究計画を見据えるためには、現有のLHDを用いた重水素実験の遂行により、プラズマの高性能化を図り、閉じ込め物理の質量依存性（同

位体効果)を明らかにして重水素・三重水素(DT)プラズマによる核燃焼実験を十分な確度で予測できるモデルを構築することを重要課題として取り組むことが是非とも必要である。

ここで、次段階の DT プラズマを対象とした研究計画は土岐サイトで実施するものではない。

1. 2 重水素実験年次計画

重水素実験の期間は、9年間とする。

重水素準備期間および9年間の重水素実験計画は以下のように段階的に進める。

実験計画の策定に当たって、年間総中性子発生量の制限の観点から放電回数の大略を推定する上では、全ての加熱機器が理想的な状況で稼動することが必要な最大中性子発生を伴う放電ではなく、その6分の1程度の発生量を見込む放電

加熱パワー	19.2 MW
線平均密度	$2.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$
中心温度	5.28 keV
蓄積エネルギー	0.99 MJ
中性子発生率	3.28×10^{15} 個/秒

を多種多様な実験の平均として適当であると考える。

1) 準備期間

重水素対応機器の適切な準備を行う。特に垂直入射 NBI の重水素化対応整備、総中性子発生量計測、トリチウム処理装置等は必須項目である。

2) 初年度

中性子・トリチウムの扱い、計測・加熱機器の重水素実験対応についてのコミッショニングを行う。法令に基づく監督官庁の認可後使用前に受ける施設検査(本検査に合格しなければ使用できない)のための運転を行う。公害等調整委員会の調停案に言うところの予備的実験に相当する。

これによって、コンクリート壁の遮蔽性能、トリチウム除去装置および周辺環境監視装置等が所期の性能を発揮し、かつ、所定の安全性確保上の態勢も十分機能していることを確認する。これらの結果は、公表する。

上記目的のため、施設検査を含めて標準条件で 1000 ショット程度の重水素実験を行う。施設検査、予備的実験のほか、

- ① NBI を中心として、重水素プラズマ運転の基盤を整える

② 輸送に対する同位体効果を検証するための閉じ込めデータベースの作成に着手する

③ ダイバータを中心に排気特性等にかかわる研究に着手する

ことなどを目的としている。

また、実験終了前の 1～2 ヶ月は軽水素放電を行い、重水素の置換履歴および重・軽水素運転の比較のためのデータを収集する。

3) 2 年度目～6 年度目

80-60 keV 垂直重水素 NBI の加熱パワー増強のための調整および 180 keV 接線 NBI の重水素化を進める。同位体効果の物理に取り組むとともに、以下の課題についての実験を進める。

① 閉じ込めデータベースの構築

② ダイバータ運転の最適化および閉じ込め改善と輸送障壁の形成

③ ICRF/ECH 加熱

④ 高速イオンの閉じ込め・MHD

⑤ 新しい概念の実験

4) 7 年度目～9 年度目

年間の中性子発生量の管理値を 1.5 倍とする。この重水素実験計画のまとめの時期において、特記すべきことは以下の 3 事項である。

① 重水素実験終了後の LHD の再利用までを見込んだ中性子応用実験を本格化し、以後の展開を図る。

② ICRF 加熱を中軸とし、ダイバータ機能の応用と合わせて高性能プラズマの長時間保持を実証する。

③ 重水素実験開始後 6 年間で得られた知見を体系的に総合して、総合機能への統合を図る。もって、ヘリカル系核融合炉の展望を明らかなものとする。

5) 10 年度以降

重水素実験終了後は、基礎研究、応用研究、大学院生教育等の新しい目的を持って、LHD の活用を図る。また、これが容易となるようトリチウム除去、放射化物低減のための必要な後処理を行う。放射化した LHD はクリアランスレベル以下となるまで、適切に管理する。

1. 3 重水素実験における放射線安全管理方針、規準、緊急事態対応等の概要

1. 3. 1 トリチウムおよび中性子の年間最大発生量と環境へのトリチウム年間最大放出量

重水素実験を行うと、入射した重水素の一部（約1万分の1程度）が核融合反応を起こすことによって、同じ数のトリチウムと中性子を発生する。

LHD実験計画におけるトリチウムおよび中性子の年間の最大発生数は、重水素実験期間の9年の内、前半の6年が各々 2.1×10^{19} 個、後半3年が各々 3.2×10^{19} 個とする。なお、トリチウムの発生量を放射エネルギーに換算すると、始めの6年は年間37 GBq (1 Ci)、後半3年は年間55.5 GBq (1.5 Ci) となる。

発生したトリチウムは、真空排気装置に接続されたトリチウム除去装置により酸化して、水の形でできる限り除去する。除去しきれなかったトリチウムは大気中に放出されるが、その管理値は、重水素実験期間の9年を通して、年間3.7 GBq (0.1 Ci) 以下とする。

これらをまとめたものを、表1. 3-1に示す。

表1. 3-1 LHD実験年次計画

	前半6年間		後半3年間	
年 度	初年度	第2～6年度	第7～9年度	第10年度以降
事 項	予備的実験 (施設検査)	プラズマ 高性能化実験	総合性能試験	ポストLHD 計画へ転換
トリチウム 最大発生量	37GBq (各年度)		55.5GBq (各年度)	—
トリチウム 最大放出量	3.7GBq (各年度)			
中 性 子 最大発生量	2.1×10^{19} 個 (各年度)		3.2×10^{19} 個 (各年度)	—

進捗状況に応じ、水素で実験を行う年度、あるいは、実験を休止する年度は、重水素実験の9年間に含まれていない。

1. 3. 2 重水素実験における安全管理計画の全体像

前節で記したように、重水素実験に伴い、トリチウム、中性子等が発生し、中性子により僅かではあるが放射化物が生成される。また、中性子の絶対測定のため、放射性物質を扱う必要がある。これらが所外環境へ影響を与えないようにするため、排気・排水、敷地境界の線量には、研究所の管理値を設定する。また、研究所の管理値を遵守するため、測定監視体制を整える。

これら各線源に対する、予想発生量、環境影響低減対策の方法、確認方法等は、以降の本文において詳しく述べる。

発生したトリチウムは、回収・処理するが、仮に1年間に発生したトリチウムの全てが実験室内に放出されたとしても、その濃度が法令の空气中濃度限度 (0.8 Bq/cm^3 : 水) よりも低い 0.43 Bq/cm^3 程度以下となるように本重水素実験計画は計画されている (表 1. 3-2 参照)。本重水素実験は、このように発生するトリチウム等の量が僅かであることがその特徴である。本安全管理計画でもこの特徴を活かして、地震等の災害で緊急の事態が発生しても、研究所で勤務する者、隣接する地域住民の皆様に被害が出ないように計画されている。

研究所が管理すべき、各放射線源の項目は以下のとおり。

- 中性子線、ガンマ線
- トリチウム
- 放射化物 (空气中のアルゴン 41 など)
- 放射性物質 (計測器校正用放射性物質)
- 排気、排水、廃棄物

本安全管理計画の全体像を、イメージ化したものを図 1. 3-1 に示す。

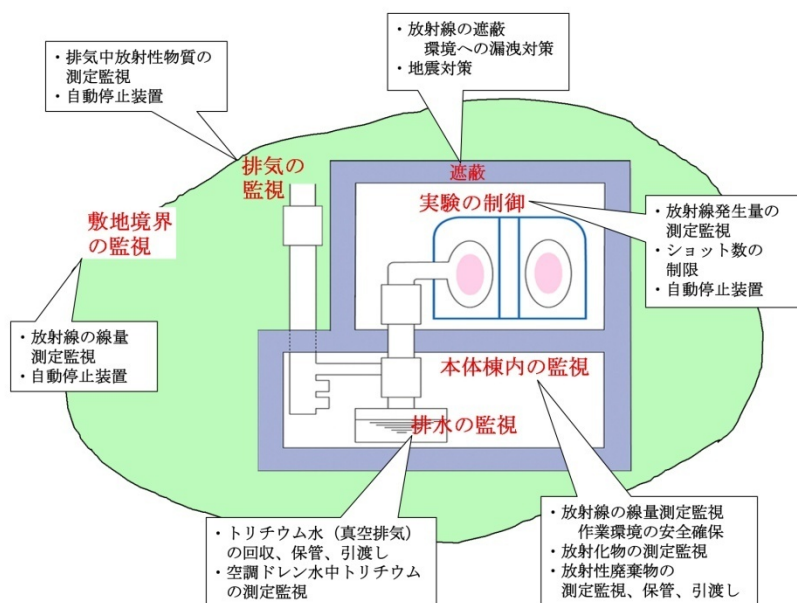


図 1. 3-1 安全管理計画の全体像のイメージ

1. 3. 3 空気中濃度限度、排気または排水時の3ヶ月平均濃度限度、敷地境界での全放射線量の研究所管理値

トリチウムや放射化したアルゴンガス等の空気中濃度限度、排気または排水時の濃度限度は、法令で定められている。それらを表1. 3-2に示す。空気中濃度限度は1週間の平均値、排気または排水時の濃度限度は3ヶ月の平均値である。

表1. 3-2 トリチウムおよびアルゴン41の法令による濃度限度

放射性同位元素の種類		空気中濃度限度 ¹⁾	排気中又は空気中の濃度限度	排液中又は排水中の濃度限度
核種	化学形等	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)
³ H	トリチウムガス	1×10^4	7×10^1	
³ H	トリチウム水蒸気、水	8×10^{-1}	5×10^{-3}	6×10^1
⁴¹ Ar	ガス	1×10^{-1}	5×10^{-4}	

1) 放射線業務従事者の作業環境

発生したトリチウムは、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、できる限り水の形で除去・回収する。除去されなかったトリチウムは、建屋排気塔から外気に放出するが、排出トリチウム濃度の管理値は、上記法令の濃度限度の25分の1以下とする。

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する。環境中には放出しない。

点検時、真空容器内に作業者が入ってメンテナンス等の作業を行う際は、酸欠防止のため真空容器内に空気を送って換気する。換気されたガスはトリチウム濃度検査を行い、上記管理値を超える場合は、トリチウム除去装置に導き、水の形で除去・回収する。トリチウムを除去した残ガスは、トリチウム濃度が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する。

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する。環境中には放出しない。

メンテナンス作業中、真空容器は実験室と遮断し、大気圧より少し圧力を下げるため、真空容器内のトリチウムが実験室内に出る可能性はないが、真空容器内に作業員が出入りする際、また、真空容器に機器を取り付ける際、空気が僅かではあるが入れ替わる可能性がある。このため、実験室の空調機から出されるドレン排水については、トリチウム濃度検査を行い、上記法令の濃度限度の100分の1を管理値として、これ以下の場合は下水に放出する。研究所の管理値を超えた場合は、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する。この場合、環境中には放出しない。

実験室内での作業後に行う手洗いにより出される排水等も、ドレン排水と同じ扱いとする。

これら、核融合科学研究所の管理値を表 1. 3-3 に示す。空气中濃度限度は 1 週間の平均値、排気または排水時の濃度限度は 3 ヶ月の平均値である。

表 1. 3-3 トリチウムおよびアルゴン 41 濃度の核融合科学研究所管理値

放射性同位元素の種類		空气中濃度限度 ¹⁾	排気中又は空气中の濃度限度	排液中又は排水中の濃度限度
核種	化学形等	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)	(Bq/cm ³)
³ H	トリチウムガス	1×10^4	7×10^1	
³ H	トリチウム水蒸気、水	8×10^{-1}	2×10^{-4}	6×10^{-1}
⁴¹ Ar	ガス	1×10^{-1}	5×10^{-4}	

1) 放射線業務従事者の作業環境

1. 3. 4 研究所管理値の遵守方法

研究所管理値は、実験の制御システムに自動停止装置を組み込み、自動停止させる値を管理値より低く設定することによって守ることが可能である。従って、そのようなシステムを構築して研究所管理値を順守する。

実際の実験では、通常 1 回の放電でプラズマを 3 秒程度点灯する。このプラズマの 1 回の点灯を、「ショット」と呼んでいるが、1 ショットで発生する中性子やトリチウムの生成量は僅かである。このため、中性子発生量、トリチウムの環境への排出量等の積算量の何れかが、研究所の管理値に近づいたところで、重水素実験を止め、研究所管理値を遵守することができる。当該年度の残りの期間は、軽水素やヘリウム等のガスを用いた実験を行う。実験責任者は常に中性子発生量、トリチウムの環境への排出量等の積算量に留意し、自動停止装置等に頼らず実験を切り替える。

[年間管理値]

研究所管理値より低い値を自動停止装置に組み込み、この停止設定値以上では、重水素実験ができないようにする。さらに、停止設定値より低い警告値を実験の制御システムに組み込み、警告値に達した後は、実験責任者が停止設定値に達しないように実験を計画し、停止設定値に達する前に、実験を軽水素やヘリウム等のガスを用いたものに切り替える。

[トリチウム排気濃度限度等の管理値]

これらの管理値は3ヶ月平均値である。従って、該当年度の重水素実験開始時を基点として、日平均、週間平均、月平均等を求め、3ヶ月平均値が研究所管理値を超えないように予測を立てて実験を遂行する必要がある。実験期間中の中性子発生量、トリチウムの環境への排出量等の計画値と実際の各種平均値を実験の制御システムに組み込むことにより、年間管理値と同様に、自動停止装置を用いて管理値より低い値で重水素実験を止めるものとする。実際には、実験責任者が常に日平均、週間平均、月平均等に留意して、自動停止装置等に頼らずに重水素実験を軽水素やヘリウム等のガスを用いたものに切り替えるものとする。

[大型ヘリカル実験棟の空調機から出されるドレン排水]

大型ヘリカル実験棟の管理区域において発生する空調機から出されるドレン排水、実験室内での作業後に行う手洗いにより出される排水は、排水設備の貯留槽へ、一旦、貯める。

貯留槽に貯まった水は、濃度が管理値以下であることを確認して排水する。管理値を超える場合には、日本アイソトープ協会に引き渡して処分する。この場合、環境中には放出しない。

この管理のため、貯留槽は複数個設置する。

[測定監視装置の異常時の対応]

測定監視システムが異常を示したときは、制御システムに組み込まれた自動停止装置により実験は停止する。実験が停止した場合、その原因を究明し、直ちに適切な処置を取る。

例えば、計測監視システムの1個の計測器が故障して実験が停止した場合でも、その計測器の修繕、あるいは交換後、測定監視システム全体が正常に作動することを確認の上、放射線取扱主任者の許可を得て重水素実験を再開する。単なる1個の計測器の故障として、その計測器を外して重水素実験を継続するようなことは行わない。

1. 3. 5 重水素実験を実施する際の措置

重水素実験を実施するにあたっては、十分な安全対策を行い、住民の皆様にリスクを負わせないようにする。また、LHDの設置してある大型ヘリカル実験棟とRI保管施設においても放射線業務従事者以外の本研究所勤務者が、本研究所内でリスクを負わない環境を実現して、これを実施するものとする。これにより、周辺環境の保全および地元の皆様の安全を担保するとともに、研究所に対する信頼と安心感を持って

頂けることが可能となる。また、放射線業務従事者についても、リスク低減を行い適切な作業環境を作り出すよう努める。

本研究所は下記の事項を実行する。

- 1) 研究に伴って生じるおそれのある大気汚染、水質汚濁等の公害を防止するため、本計画に従って必要な措置を講ずる。
- 2) 1. 3. 1 節および 1. 3. 3 節で示した本研究所が設定した研究所管理値を遵守するため、放射線の測定、周辺環境の監視等からなる安全管理システムの体系的な運用を行う。
- 3) 放射化物、放射性物質等の保管および管理にあたっては、本計画に従って適切な措置を講ずる。
- 4) 地元自治体の求めに応じ、地元の方々へ研究施設の説明を適時行う。
- 5) 周辺住民の方々の安全性を確保するため、地元自治体から報告の聴取または研究施設への立ち入り調査の申し出があった場合には、これに協力することとし、その際に、地元自治体からの要請に応じて、地元自治体が指名する者の立会い、立ち入りを認める。また、第三者により監視を行う組織（安全監視委員会）を設置する。
- 6) 災害および事故の防止のために必要な整備をし、防災体制の強化を図るとともに、地元自治体と核融合科学研究所が協議の上地元自治体が行う防災対策にも積極的に協力する。
- 7) 地震等災害の発生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たときは、重水素実験を速やかに停止し、その旨を地元自治体に通知するとともに、公表するものとする。この場合において、重水素実験の再開を決定するに当たっては、実験施設・装置等の損傷の有無および補修内容等を明示して安全性を確認した上で、地元自治体と協議する。
- 8) 重水素実験に関する研究施設、整備等の全般にわたって安全性の確保に万全を期すとともに、トリチウム、中性子および放射性廃棄物の管理技術の向上等を通じて安全性の向上に努める。

1. 3. 6 重水素実験の実施要領

重水素実験は、十分な安全対策を行って実施するが、災害時などに LHD が暴走するのではないかと、あるいは、水素爆発が起こるのではないかとといった住民の皆様の危惧を払拭するため、下記の要領を遵守して実験を行う。

- 1) 重水素実験では、プラズマ生成の起動を手動で行う。

- 2) 大気圧で7 m³の重水素ボンベ6本を冷凍機室に設置し、内1本を真空容器に接続して実験を行う。残りの5本は真空容器に接続することなく予備とする。

1. 3. 7 地元自治体への連絡

緊急事態が発生したときには、必要な措置を取って地元の方々の安全を確保するため、本研究所は、消防、警察及び地元自治体（3市及び岐阜県）に緊急事態が発生したことを通報するものとする。

[連絡先]

- 地元自治体と協議の上決定する。

[連絡手段]

- 災害時には、2回線を導入済みの災害時優先電話、携帯電話等の使用ができないことが想定されるので、バッテリーを具備した衛星電話（ファクシミリ）を整備する。また、9. 5. 2節で述べる非常用電源設備に接続し、長期間の電源喪失時にも使用できるようにする。
- 衛星電話（ファクシミリ）が不通の場合には、人を、土岐市役所、多治見市役所、瑞浪市役所と東濃振興局に派遣する。

[連絡体制]

勤務時間帯は、担当係が行う。担当係が不在の時や夜間休日には、後で述べるように、通年24時間の放射線監視体制が構築されることから、この監視体制の業務として行うものとする。

[緊急通報を要する事項]

- 火災等の事故が発生したとき
- 事故等により、法令の限度を超えるトリチウム含有水が施設内に漏洩したとき
- 敷地境界の年間線量が法令の限度を超えたとき
- 法令の限度を超えるトリチウム又はアルゴン41が排気されたとき
- 法令の限度を超えるトリチウム含有水が排水されたとき
- 大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言が発せられて発生した地震、震度5

弱以上の地震、風水害等の災害、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

[遅滞なく連絡すべき重要事項]

- 中性子およびトリチウムの年間発生量が研究所管理値を超えたとき
- 事故等により、保管するトリチウム含有水が施設内に漏洩したとき
- 敷地境界の年間線量が研究所の管理値を超えたとき
- 研究所の管理値を超えるトリチウムおよびアルゴン41が排気されたとき
- 研究所の管理値を超えるトリチウム含有水が排水されたとき
- 地震等の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

[事前連絡および遅滞なく連絡すべき事項]

- 各年度における重水素実験の開始時期および終了時期（議会にも通知）
- 研究施設の整備計画、研究計画および研究内容並びにこれらの変更があった場合（事前連絡）
- 研究成果（定期的に連絡）
- 次節に示した公表義務のある事項
- 各年度の重水素実験終了後、中性子およびトリチウムの年間発生量、トリチウムの環境への年間放出量、敷地境界の年間線量等

[緊急通報の基準を下回る災害発生時の報告]

上記緊急通報条件より軽微な災害が発生した場合でも、次のような場合、地元自治体に状況の報告を行う。

- 土岐市、多治見市、瑞浪市で地震による震度4以上の揺れがあったことを気象庁が発表した場合
- 台風、梅雨前線などにより、土砂崩れ、大規模な倒木などの災害が発生する可能性がある場合

その他、関連事項は以下のとおり。

- ホームページへの掲載
報告を行った場合には、ホームページにもその旨を掲載する。

○ 報告手段、報告時間帯

地元自治体と協議の上、決定する。

1. 3. 8 公表事項

本研究所は、次の事項について、研究所ホームページ等の適切な手段によって公表するものとする。

[公表義務のある事項]

○予備的実験によって、コンクリート遮蔽壁、トリチウム除去装置および周辺環境監視装置等が所期の性能を発揮し、かつ、所定の安全性確保上の態勢も十分機能していることを確認した結果

○該当年度当初の実験計画

○トリチウムおよび中性子の発生量、当該年度のこれらの累計発生量

○放射線量の監視結果

○トリチウムの回収・保管量、処分量および処分方法（定期的に公表）

○各年度における重水素実験の開始時期および終了時期

○地元への一層の理解を深めるため、少なくとも年1回の研究施設の公開

○地震等災害の発生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

[公表事項]

○日々の実験情報（日々の実験予定、日々の実験結果と1週間のまとめ）

○実験の進捗状況をまとめたもの（1サイクルで数回、市民の方へメールでも公開）

○プラズマ実験期間中の制御室及びLHD本体の様子（実況公開）

第2章 大型ヘリカル装置および大型ヘリカル実験棟の概要

2. 1 大型ヘリカル装置の概要

大型ヘリカル装置計画は、昭和61年の学術審議会報告「大学における今後の核融合研究において」に基づき、大学共同利用機関である文部省核融合科学研究所に建設された大型ヘリカル装置（LHD）による核融合プラズマ実験研究である。LHDは閉じ込め磁場を発生するコイルの全てを超伝導とし、ヘリカルダイバータのための広い空間を確保した先進の装置であり、平成2年から工学R&Dと詳細設計が開始されて平成9年度末より計画どおりにプラズマ実験が開始された。

LHDはヘリカル型の磁場配位により新しい領域の無電流プラズマを発生し、世界に先駆けてヘリカル方式の炉心プラズマのための重要な物理的、工学的研究課題を解明することを目的とする。物理実験の重要課題として次の5つが掲げられている。

- [1] 炉心プラズマに外挿しうる高 $n \tau T$ プラズマにおける輸送の研究
- [2] 平均 β 値5%以上の高 β プラズマにおける電磁流体的特性の研究
- [3] ダイバータの設置による無電流プラズマの長時間放電実験と定常運転に必要な制御データの取得
- [4] 高エネルギー粒子の振る舞いの研究
- [5] トカマクとの相補的研究によるトロイダルプラズマの総合的理解

これらの目的を達成するためにLHDは表2. 1-1に示すようなプラズマパラメータを目標として、ヘリカル型中規模装置のデータベースを基に詳細な物理設計と工学設計が行われた。磁気流体平衡安定性と粒子閉じ込め性能の観点から m （ヘリカル周期数）= 10、 $A_p (R/a_p) = 6-7$ と決定し、ヘリカル形状のきれいなセパトリックスを有するダイバータ磁場構造を持たせて粒子と熱の制御が可能となるように連続巻、かつピッチ変調したヘリカルコイルを採用した。ヘリカル系の特質である定常運転の研究を重視して超伝導コイルを採用した。その後さらに最適化が進められてMHD β 限界、高エネルギー粒子閉じ込め、ダイバータ、プラズマ輸送の詳細な解析と超伝導コイル技術の検討および装置コスト評価によって最終的な磁場配位と装置規模が表2. 1-2のように定められた。プラズマ磁場制御のために3対のポロイダルコイルを採用して漏れ磁場を極小にしたままで磁気軸と断面形状の制御が可能となっている。またヘリカルコイルを3ブロックに分けて巻くことによって電流小半径が可変となり、プラズマ半径、回転変換角および磁気シアが制御可能である。

LHD本体の構造と主な機器構成を図2. 1-1と図2. 1-2に示す。本体の主

な周辺設備には、中央制御装置、ヘリウム液化冷凍設備、コイル電源・送電システム、真空排気装置、ガス供給装置があり、プラズマ加熱装置には、中性粒子入射加熱装置 (NBI)、電子サイクロトロン高周波加熱装置 (ECH)、イオンサイクロトロン高周波加熱装置 (ICRF) の 3 種類が準備されている。プラズマ計測装置としては遠赤外レーザー干渉計、トムソン散乱計測器、ミリ波干渉計、X線波高分析器、中性粒子分析計、荷電交換分光器、ボロメータ、各種分光器および各種磁気プローブを初期実験から準備した。重イオンビームプローブや計測ペレット等の先進の計測器はプラズマ実験と並行して準備が進められた。

本装置での主要な実験テーマは、輸送実験、高ベータ実験、ダイバータ実験、定常実験にまとめることができる。輸送実験としてはヘリカル系における異常輸送プロセスの解明とスケーリング則の導出が重要課題であり、ブートストラップ電流の制御、径電場の生成と高イオン温度プラズマ閉じ込め実験等が行われている。今後、重水素を用いての同位体効果、閉じ込め改善効果を調べる計画である。

高 β 実験としては初期には磁場閉じ込め配位と MHD 平衡・安定性の関連を調べ、目標値の 5% の達成に向けて理論的・実験的課題を整理・解明してきた。その後、加熱パワーとポロイダルコイル電源の増力により高速磁気面制御を実現して本格的な高 β 実験を進めている。

LHD では本格的なダイバータ実験を計画しており、そのための空間を確保している。まずオープンダイバータ配位での実験を行い、ダイバータおよびリミタ配位の閉じ込めへの効果や周辺の熱・粒子の輸送と制御の研究を行った。続いて部分的なバッフル板を設置してダイバータプラズマの基礎データを蓄積した後で、完全なバッフル板を設置して高温ダイバータ運転や高密度ダイバータ運転等の多様な熱・粒子制御実験を行う計画である。

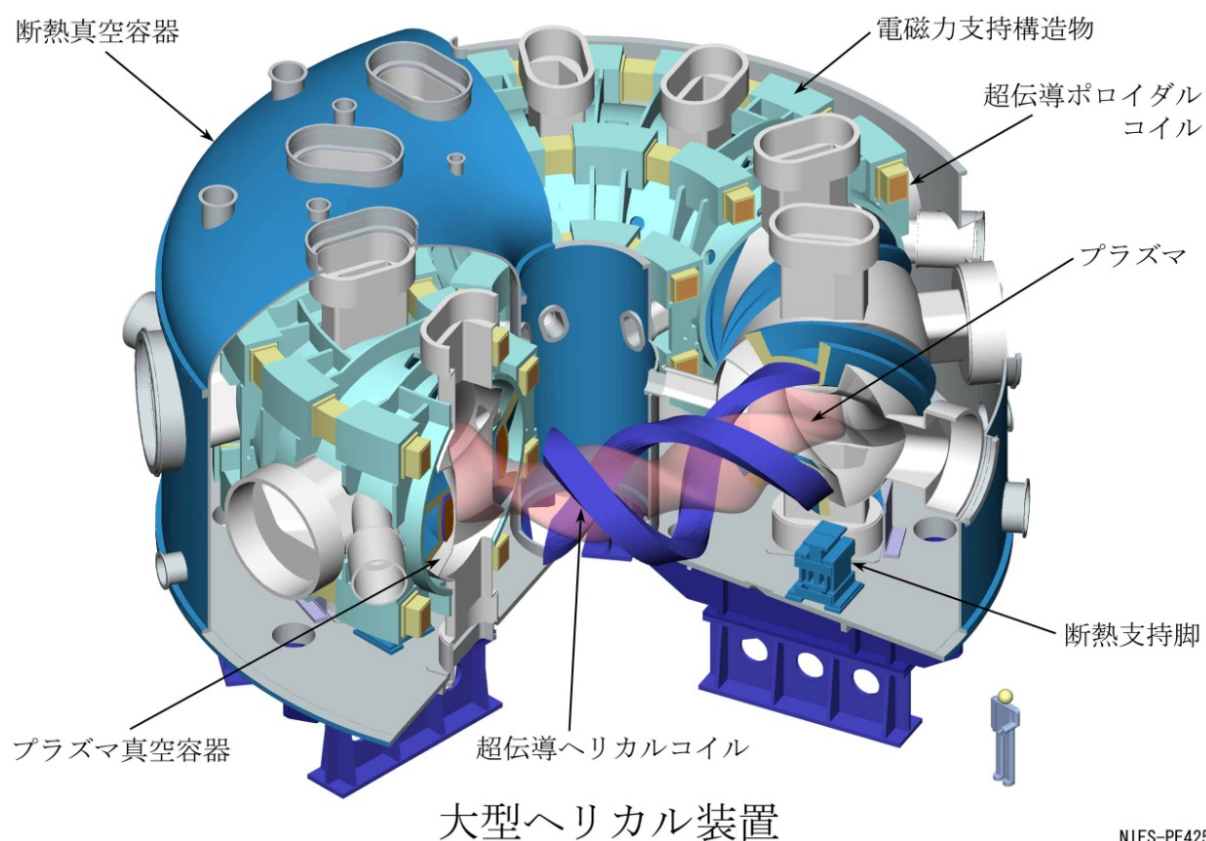
環状磁場配位のなかでヘリカル系の最大の利点はプラズマ閉じ込めのためにプラズマ電流を駆動する必要が無く「原理的に定常運転が可能」な点である。この実証実験のために閉じ込め磁場を発生するコイルにはすべて超伝導コイルを採用した。ダイバータ板や定常加熱機器の整備を行って 3 MW 以上の加熱パワーの定常運転を実現させて、大型トカマク装置との相補的な定常実験データベースの構築を目標としている。

表 2. 1-1 LHD の目標プラズマパラメータ

核融合三重積 ($n\tau T$)	:	$\langle T \rangle = 3-4 \text{ keV},$ $\langle n \rangle = 1 \times 10^{20} \text{ m}^{-3},$ $\tau_E = 0.1-0.3 \text{ s}$
高イオン温度	:	$T_i(0) = 10 \text{ keV}, \langle n \rangle = 2 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$
高ベータ (β)	:	$\langle \beta \rangle \geq 5\%, B = 1-2 \text{ T}$

表 2. 1－2 LHDの基本仕様

項目	
主半径 (R)	3.9 m
プラズマ小半径 (a_p)	0.5－0.65 m
プラズマ体積 (V_p)	20－30 m ³
コイル小半径 (a_o)	0.975 m
中心磁場 (B_o)	3 T
磁気蓄積エネルギー	0.9 GJ
加熱パワー	
ECH 加熱	5 MW
NBI 加熱	32 MW
ICRF 加熱	3－8 MW



NIFS-PE425

図 2. 1－1 LHD本体の構成

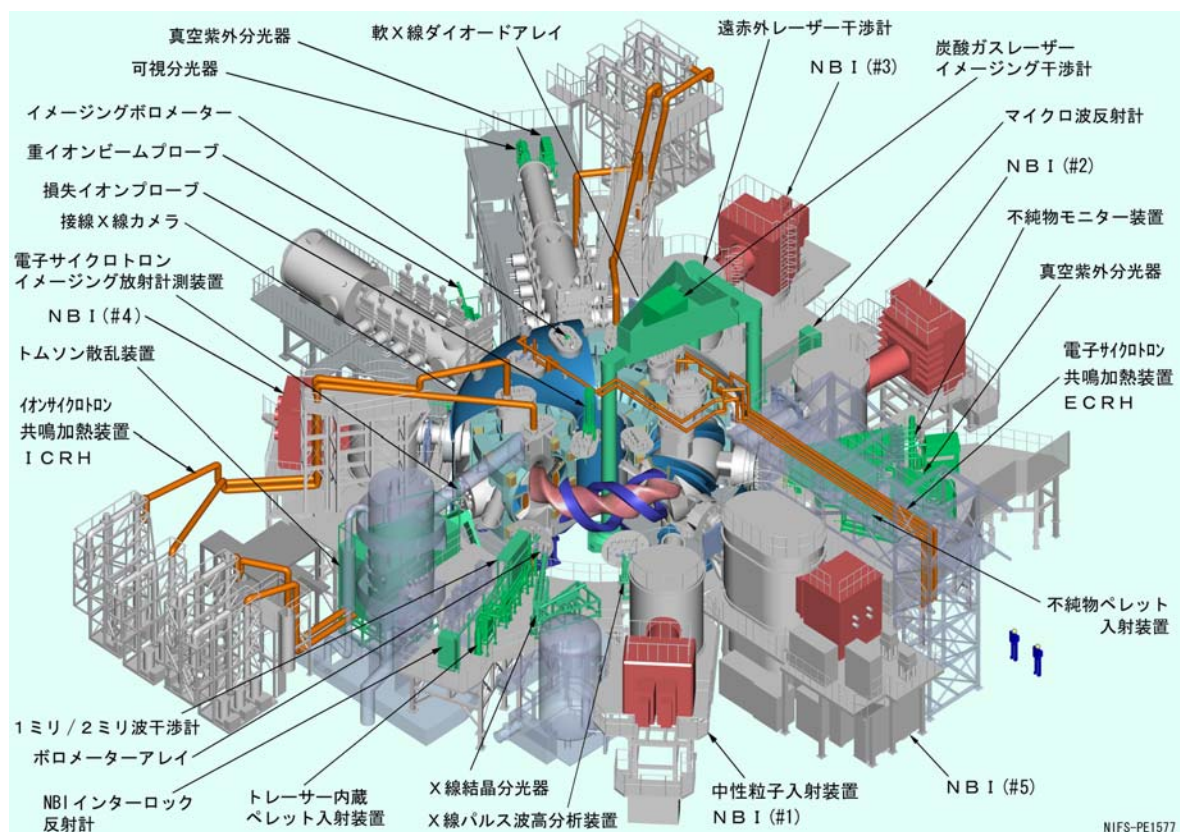


図2. 1ー2 LHDの主要な機器構成

2. 2 大型ヘリカル実験棟の概要

大型ヘリカル実験棟は、地下2階、地上2階の鉄筋（一部SUS筋）コンクリート造りである。大型ヘリカル実験棟の主要区画は、本体室とその地下に位置する本体地下室であり、それらの周囲には、計測機器室、加熱装置室、液化冷凍機室、コイル電源室、排気装置室が配置されている。大型ヘリカル装置は、本体室に設置されていて、プラズマ実験中には、本体室および本体地下室には入室できない。大型ヘリカル装置の制御室は、大型ヘリカル実験棟の南に位置する制御棟に配置されている。大型ヘリカル装置の運転に必要な電力や冷却水等は、大型ヘリカル実験棟周辺の建屋から地下ダクトを経由して、ケーブルや配管類によって供給される。

2. 3 大型ヘリカル実験棟の位置

本実験棟は、核融合科学研究所のほぼ中央に位置している。大型ヘリカル実験棟本体室の大型ヘリカル装置中心から敷地境界までの最短距離は約 200m である。周辺に民家はない。図2. 3ー1に核融合科学研究所敷地図を示す。

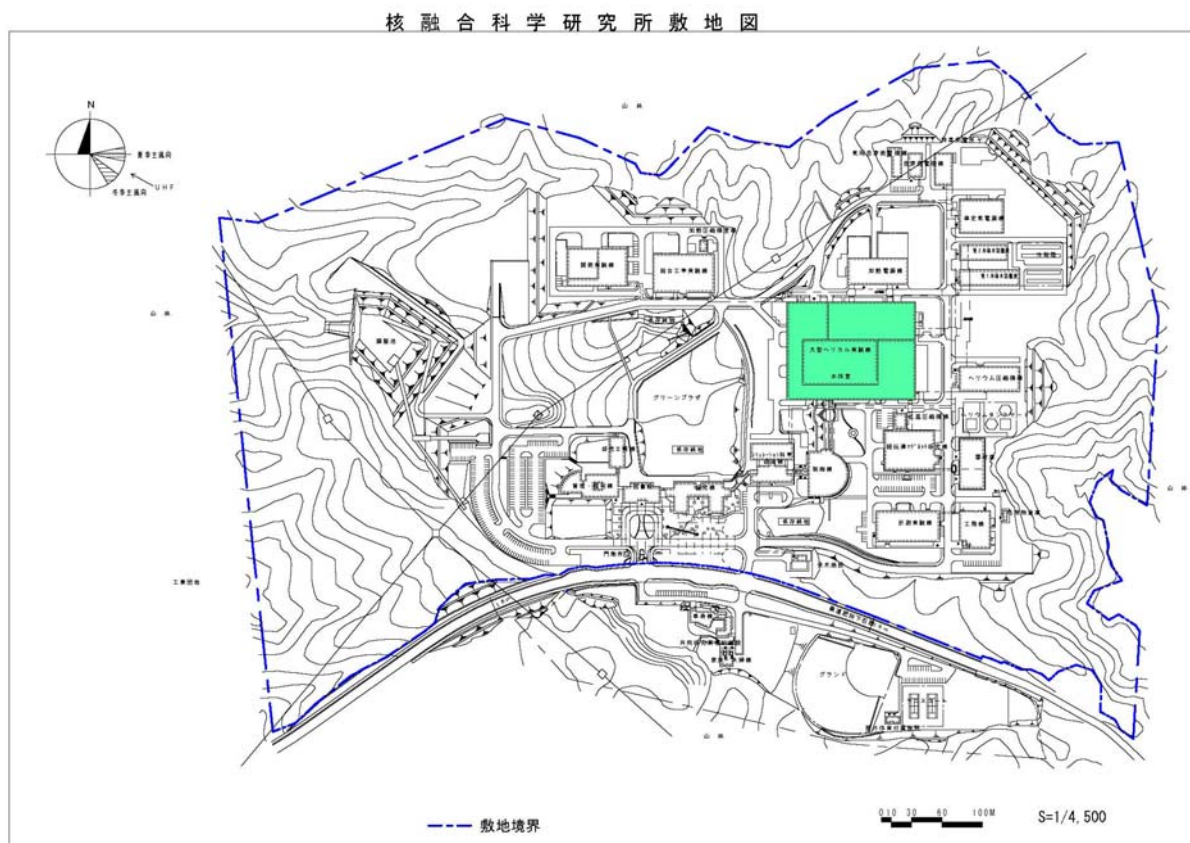


図 2. 3 - 1 核融合科学研究所敷地図

2. 4 大型ヘリカル実験棟の構造

本体室は、コンクリート（壁 2 m 厚、天井 1.3 m 厚）で囲まれている。中性子線のストリーミングがないように、本体室の側壁には、貫通孔がなく、大型ヘリカル装置につながる配管は本体地下室を経由して隣室に至る。搬入用と人の出入り用の遮蔽扉があるが、それらは、実験中には閉める。本体室の床も 2 m 厚のコンクリートでできている。本体地下室は、大型ヘリカル装置の真下に位置し、隣接する部屋との間には、2 m 厚のコンクリート壁がある。図 2. 4 - 1、図 2. 4 - 2、図 2. 4 - 3 に大型ヘリカル実験棟平面図を示す。予定している管理区域境界を赤線で示す。

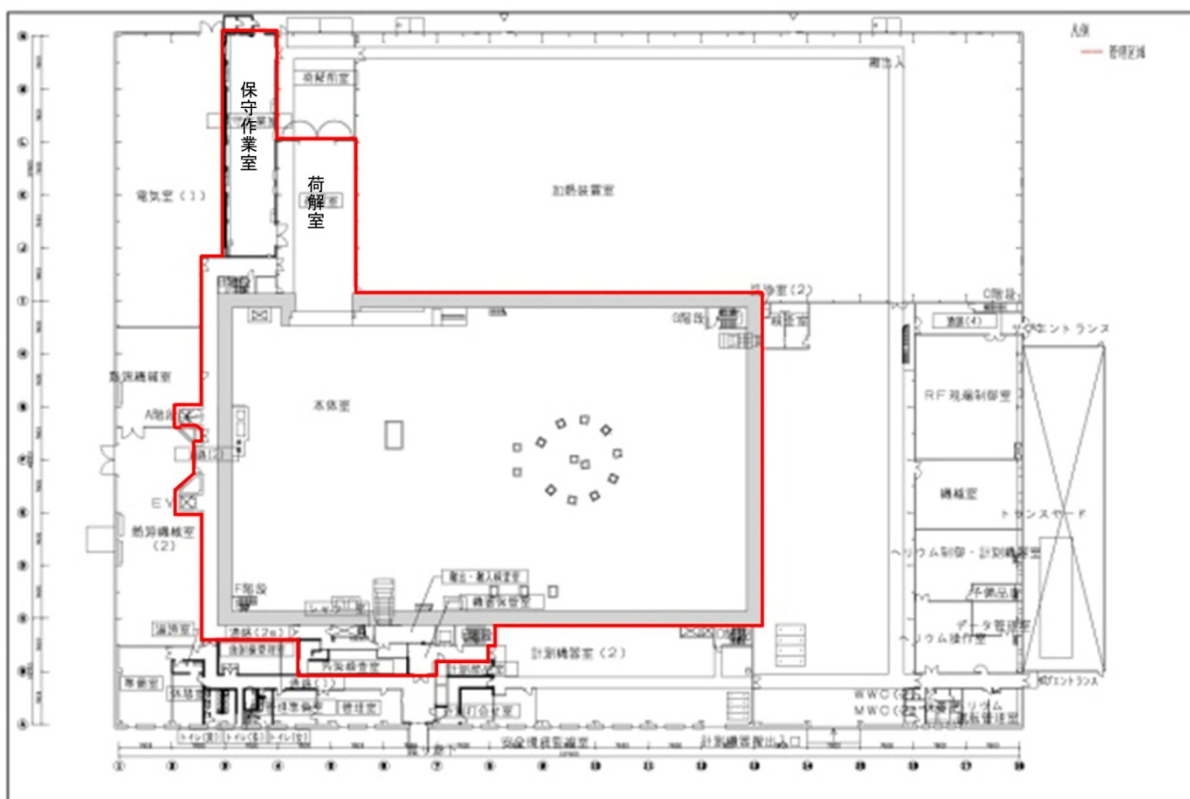


図 2. 4-1 大型ヘリカル実験棟 1 階平面図

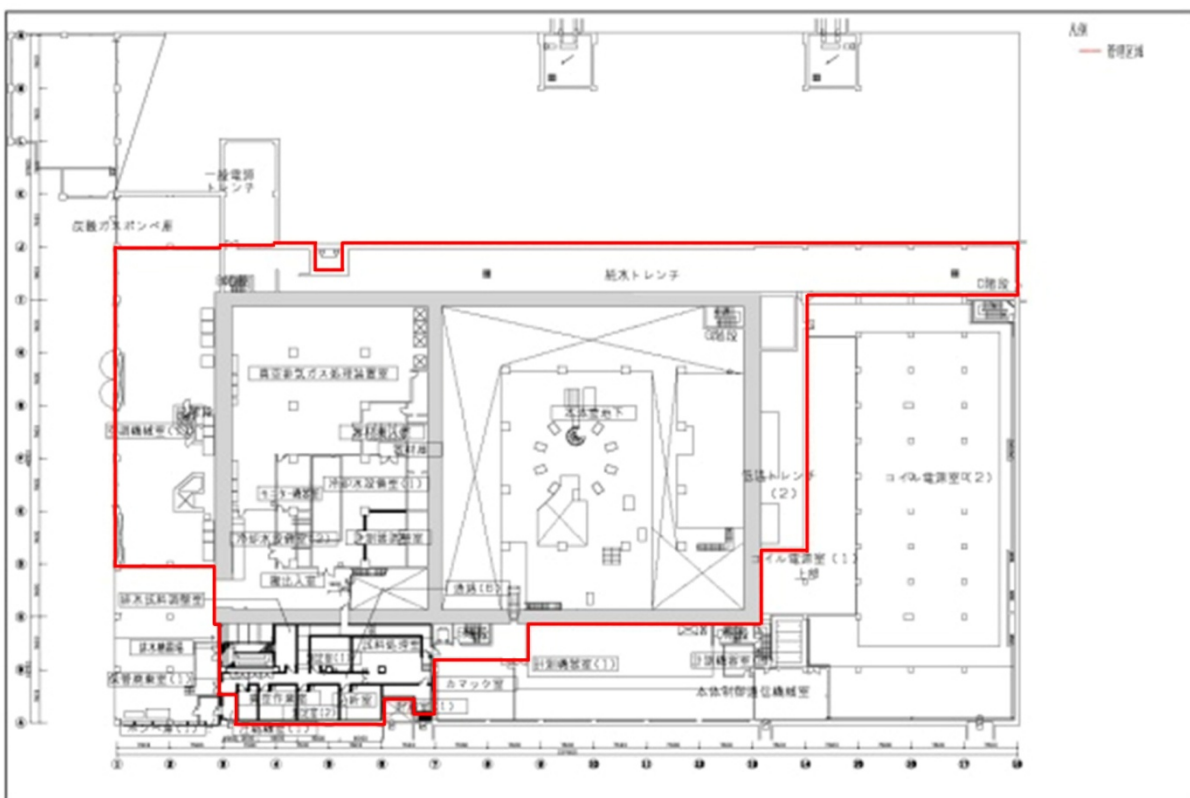


図 2. 4-2 大型ヘリカル実験棟地下 1 階平面図

第3章 重水素実験により発生する放射線および放射性同位元素

3. 1 発生放射線および放射性同位元素の概要

重水素実験時には、重水素同士の熱核融合反応、重水素プラズマと重水素ビームとの核融合反応、反応生成物であるトリチウムと重水素プラズマとの核融合反応により中性子が発生する。また、発生した中性子により、装置材料（真空容器材料、第一壁材料等）、コンクリートおよび空気中のアルゴン等が放射化する。

中性子の発生率は、加熱パワーとプラズマの密度に依存している。目標とする高温プラズマを生成する条件のときに、中性子が最も発生しやすくなっている。また、研究所が将来有望と考えている高密度核融合炉の研究に必要な超高密度プラズマ生成時の中性子発生率は、それよりも低くなっている。

以下で、重水素実験により発生する放射線および放射性同位元素についての検討結果を示す。

3. 2 中性子・ガンマ線発生量の評価

3. 2. 1 最大中性子発生率

（1）実験条件の概要

重水素の使用時に、計画されている実験条件は以下のとおりである。

- 1) 垂直入射 NBI のエネルギーは 80-60 keV、加熱パワーは 18 MW とする。
- 2) 接線入射 NBI は既存の 3 ビームラインいずれも加速電圧は 180 keV のままとし、軽水素－重水素運転の切り替えを容易にできる設備の準備を行う。エネルギーおよび入射加熱パワーは軽水素、重水素のいずれの場合もそれぞれ、180 keV、14 MW とする。
- 3) 重水素ビーム入射実験は主として高加熱パワー時での研究に当て、必要な実験機会を確保し、機器の高負荷運転の繰り返し再現性を優先するため、放電時間は 3 秒を基本とする。長時間運転については目的を絞り、見込みが十分ある場合については、全体計画での整合性を考慮し、実験回数（ショット数）を定める。

前述の方針に基づいて、代表的な放電条件を以下に考察する。最大中性子発生率が想定される実験条件は以下のとおりである。

- ・磁場強度： 3 T
- ・NBI 加熱： 接線入射 180 keV： 14 MW（重水素）
垂直入射 80 keV： 18 MW（重水素）
- ・NBI に重畳されるイオン・電子サイクロトロン共鳴加熱： 合わせて 3 MW

これらの条件の下に、密度を変化させた時のプラズマパラメータと中性子発生率の計算結果を図 3. 2-1 に示す。

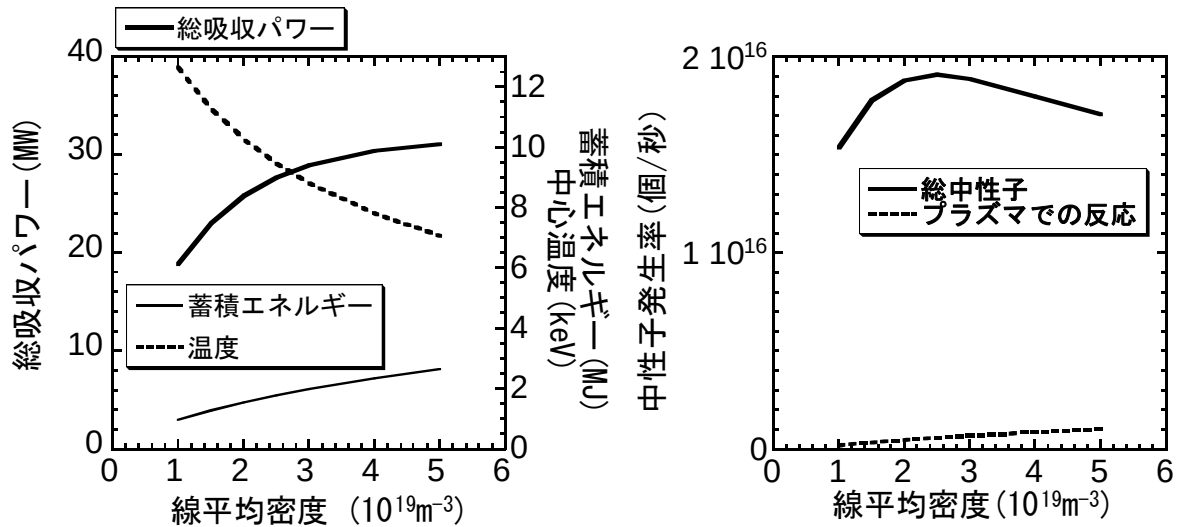


図 3. 2-1 最大中性子発生条件におけるプラズマパラメータと中性子発生率の密度依存性

ここで、主たる中性子発生は NBI からの高速重水素イオンとターゲットプラズマ中の重水素との反応によるものである。高速イオンの閉じ込めは、確立された手法である速度減衰モデルに基づいて計算を行っており、プラズマ性能についてはこれまでの実験で得られたエネルギー閉じ込め時間経験則 (ISS95 則) の 2 倍を仮定して算定している。

最大中性子発生率は密度が $2.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ で見られる。これらの結果より、最大中性子発生率が想定されるプラズマの仕様は上記加熱条件に加えて、下記ようになる。

線平均密度	$2.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$
中心温度	9.46 keV
蓄積エネルギー	1.77 MJ
中性子発生率	$1.91 \times 10^{16} \text{ 個/秒}$
(このうち熱中性子反応は $5.98 \times 10^{14} \text{ 個/秒}$)	

この検討においては、加熱吸収分布を固定して計算を行っている。今後、特に中程度の密度領域における加熱吸収分布の影響と効果を実験において明らかにし、段階的に予測精度を高めていくこととなる。特に実験初期にあつては、より精度の高い中性子発生を解析する手段の確立に努めることが必要である。

3. 2. 2 中性子線とガンマ線の線束分布の評価

重水素実験により発生する中性子により、装置および建屋（コンクリート）が放射化し、それに付随してガンマ線が発生する。それら、中性子とガンマ線の線束分布について放射化量は2次元輸送コードDORT^{*)} (R-Z座標)を用いて計算している。LHDは上下及び水平位置に大きなポートがあるが、2次元コードのため全てのポートの影響を一度に反映することができないため、水平ポートモデル、垂直ポートモデルの2種類の計算を行い、評価点の位置により適用モデルを変えて、過小評価とならないようにしている。また、本体周辺および天井、側壁部の空間メッシュを細かくとり、本体室内の線量分布および建屋透過放射線を精度よく求められるように配慮している。また、この中性子束を元にして、FISPACT^{*)}コードにより放射化量を計算し、それをガンマ線源に変換してショット終了後のガンマ線の線量を評価している。群定数にはITERやJT-60等の核融合装置の遮蔽計算用によく用いられている175群中性子-42群ガンマ線結合断面積ライブラリーを用いている。

水平ポートモデルにおけるプラズマ水平断面での中性子およびガンマ線の半径方向分布計算結果の一例を図3. 2-2に示す。本体室内においては、ガンマ線束は中性子束の10% から20% 程度となっている。

この評価における中性子発生数は、 1.9×10^{16} n/秒 (2.45 MeV)、 3.3×10^{14} n/秒 (14 MeV)、1ショット=3秒としている。

*)以前の検討では、DOT3.5 およびCINACコードを用いて評価していたが、管理区域境界での線量評価精度を上げるために、DORTおよびFISPACTコードを導入した。再評価の前には、DOT3.5 およびCINACコードとの整合性を確認した。

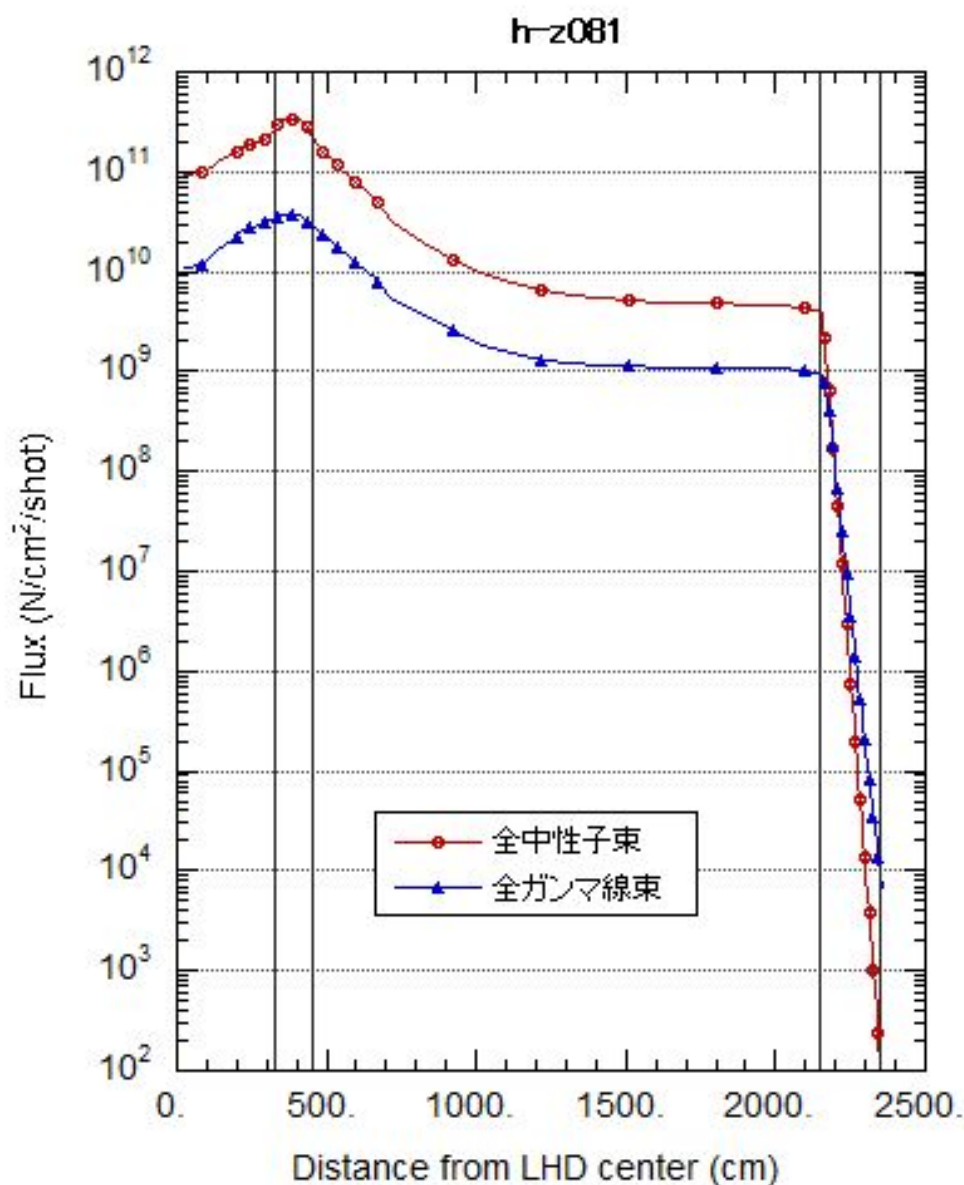


図3． 2－2 中性子およびガンマ線の半径方向分布 (Z=81：プラズマ水平断面)

3. 2. 3 LHD年間運転計画と中性子発生量

LHDは年間約4～5ヶ月のプラズマ実験を行い、その間に8,000から10,000回のプラズマ放電実験が行われる。このうち、重水素を用いた実験を年間2～3回、数週間にわたって実施する予定である。全プラズマ放電回数の1/4から1/3が重水素を用いた実験となる。他は、軽水素やヘリウムを用いた実験である。また、実験期間中の最後の期間は真空容器中のトリチウム濃度を軽減させるために軽水素を用いた実験を行う。

重水素実験の回数は初年度目から6年度目までは年間最大中性子発生量 2.1×10^{19} 個、7年度目から9年度目年間最大中性子発生量 3.2×10^{19} 個の制限のもとで管理する。

前記の最大中性子発生率が想定される実験条件は加熱入力最適化された理想的な状態であり、このような高性能プラズマを得ることは年間を通じて、限られた期間のみとなる。このため、平均的な標準放電が年間運転計画を策定する上で基準と考える。平均的に見て、想定される最大加熱入力の6割程度が多くの実験に供せられると考えられる。180 keV 接線入射については1機のみを重水素とする運転を標準と考える。すなわち、入射加熱パワーとして、80 keV 垂直入射 10.8 MW、180 keV 接線入射は軽水素ビームが 5.4 MW、重水素ビームが 3 MW とする。さらに、ICH、ECH については、主たる中性子発生源が NBI からの高速重水素イオンとターゲットプラズマ中の重水素との反応によるものであることから、ここでは、計算に用いないものとする。

さらに、閉じ込め磁場配位等を変化させて閉じ込め改善を図るため、閉じ込め改善度は平均的に ISS95 則に対して 1.5 を仮定する。また、磁場は 3T とする。

平均的な標準放電において、密度を変化させた時のプラズマパラメータと中性子発生率の計算結果を図 3. 2-3 に示す。

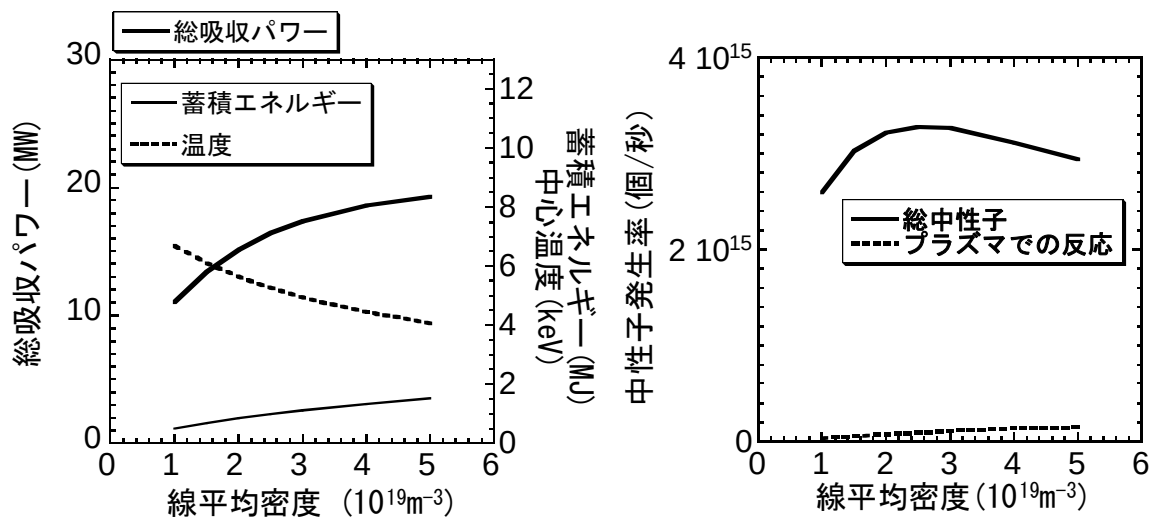


図 3. 2-3 平均的な標準放電におけるプラズマパラメータと中性子発生率の密度依存性

これらの条件での最大値は、最大中性子発生率を持つ条件と同じく $2.5 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$ の密度で生じ、その値は想定される最大値の約 6 分の 1 となる。

線平均密度 $2.5 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$

総加熱吸収パワー 13.5 MW

中心温度	5.3 keV
蓄積エネルギー	0.99 MJ
中性子発生率	3.3×10^{15} 個/秒 (このうち熱中性子反応は 9.7×10^{13} 個/秒)

となる。

次に、定常運転実験を行うイオンサイクロトロン(IC)加熱では中性子発生率は 2.9×10^{13} 個/秒と、NBI を主とした最大中性子発生率を伴う放電の 600 分の 1 であるが、1 時間運転を行えば、実験 1 回当たりの中性子発生量は 1.0×10^{17} 個となるため、3 秒放電で発生する最大中性子量を超えない範囲で定常運転実験を行う。

実験計画の策定に当たって、年間総中性子発生量の制限の観点から放電回数の大略を推定する上で、この標準放電条件が多種多様な実験の平均として考える。これによると、標準放電に換算して、初期 6 年間では年間 6400 秒、後期 3 年間では年間 9600 秒が許容範囲となる。1 ショット 3 秒とすると、それぞれ、約 2100 ショットと 3200 ショットとなるが、実験は様々な実験条件をもとに年間の中性子発生量 2.1×10^{19} 個（前半 6 年）、 3.2×10^{19} 個（後半 3 年）を超えない範囲で策定される。

3. 3 トリチウム発生量の評価

プラズマ放電実験 1 回当たりのトリチウム発生量は、3. 2. 1 節で述べた最大中性子発生率の条件で、3 秒間の放電で生じる 0.1 GBq (2.7×10^{-3} Ci) となる。また、3. 2. 3 節で述べた標準的な条件での 3 秒間の放電 1 回で生じるトリチウム量は 0.017 GBq (4.7×10^{-4} Ci) となる。中性子発生量は 1. 3. 1 節で述べた年間計画での制限によって管理される。トリチウム発生量は、初年度から 6 年度目までの年間最大中性子発生量 2.1×10^{19} 個、7 年度目から 9 年度目の年間最大中性子発生量 3.2×10^{19} 個に対応して、それぞれ、年間最大 37 GBq および 55.5 GBq となる。

3. 4 アルゴン 41 発生量の評価

空気の放射化で発生量が多いのはアルゴンおよび窒素であるが、いずれも短半減期の核種である。

Ar-40 (n, γ) Ar-41 (1.83 hr)	注) Ar-40 は ^{40}Ar のこと
N-14 (n, 2n) N-13 (9.97 m)	
O-16 (n, p) N-16 (7.3 s)	

これらの中で、生成量と半減期を考えると、問題になるのはアルゴンである。

図3．4－1に一週間の実験におけるアルゴン41 (Ar-41) の濃度変化を示す。計算条件は下記のとおりである。

<評価条件>

実験 : 最大中性子発生条件における実験

中性子発生量 : 1.91×10^{16} n/sec

放電時間 : 3秒

1日30ショットを15分間隔で打ち続ける。

一週間に4日(火～金)実験を行う。

その他の条件 : 床の一部 (LHD本体直下) に厚さ5cmのボロン入り(10%wt)ポリエチレンを敷く (アルゴンの放射化量は80%となる)。(4章参照)

評価位置 : ベルジャータ

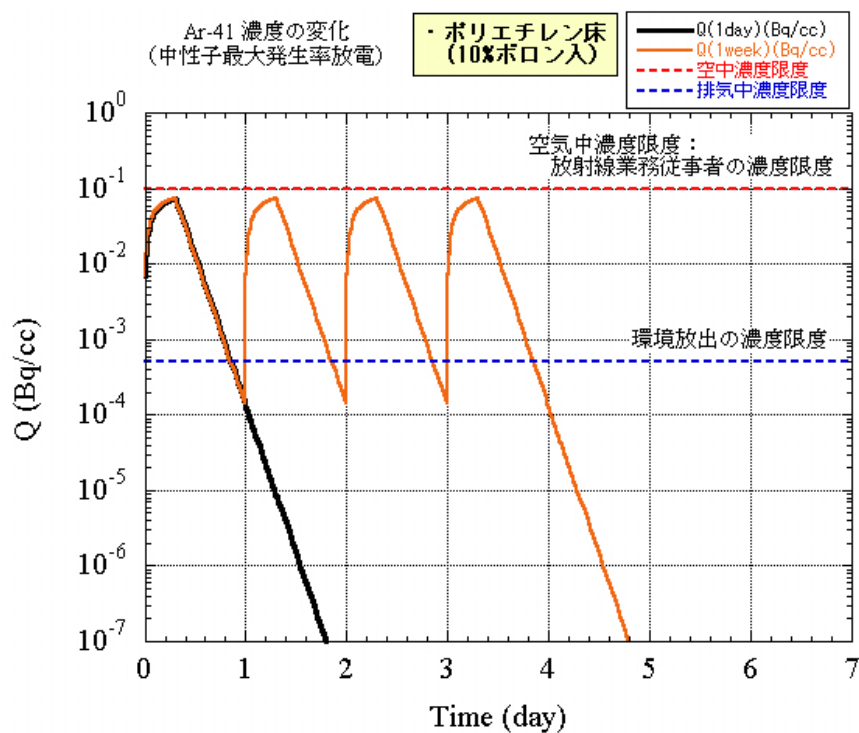


図3．4－1 一週間の Ar-41 の濃度変化

黒は一日のみ実験の経時変化、橙は一週間実験の経時変化を示す。

一日の実験で Ar-41 は徐々に蓄積されていくが、放射線業務従事者の空気中濃度限度を超えることはなく、また、夜間の休止期間中に減衰して翌朝には環境放出限度以下の濃度となっている。

3. 5 排水中に含まれるトリチウム量の評価

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、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ことが想定される。これらは、真空排気装置の終端に取り付けられるトリチウム除去装置によるトリチウム含有水として捕集される。また、真空容器壁表面から脱離したトリチウムの一部は、メンテナンス時（大気開放中）に、真空容器内空気と入れ替わって本体室に放出される可能性がある。これらのトリチウムにより、空調設備からのドレン水にはトリチウムが含まれる可能性のあることを想定しておく必要がある。

以上のケースについて、排水中に含まれるトリチウム量を評価する。

注) 一般的には、トリチウム濃度が法令基準値以下の時には、排気・排水するが、核融合科学研究所では、法令基準値以下であっても、管理値を超えるものは排水しない。総排出量を評価し、年間の放出量が3.7 GBq (0.1 Ci) 以下になるように除去処理を行い、管理する。詳細は第4章で述べる。

3. 5. 1 重水素実験中に発生するトリチウム

LHD実験時および放電洗浄時の真空排気ガスは、核融合科学研究所が開発した高分子膜を使った除去装置でトリチウムをリアルタイムで除去する。しかし、実績がないことから、実績のあるモレキュラーシーブを使った従来型の装置も設置し、互いに切り替えて使用できるようにする。従来型は、サージタンクに真空排気ガスを一次貯留後、一定流量で連続処理をする。この方式では、トリチウム取扱施設で実績のある触媒酸化装置とモレキュラーシーブ吸着塔を組み合わせた除去装置を用いてトリチウムを除去する。両方式とも性能として95 %以上のトリチウム除去率が達成されているため、年間のトリチウム放出量としては3.7 GBq以下を十分確保できる。捕集できなかったトリチウムは、水の形態で空気中に放出されるため、排水には含まれない。

捕集されなかったトリチウムは研究所の管理値 0.0002 Bq/cm^3 3ヶ月平均（法令値： 0.005 Bq/cm^3 3ヶ月平均）以下であることを確認の上、排気塔から放出される。

回収したトリチウム含有水は、日本アイソトープ協会指定の容器に入れて保管し、定期的に日本アイソトープ協会に処理を依頼する。また、次節のメンテナンス中に回収されるトリチウム含有水も同様に、日本アイソトープ協会に処理を依頼する。

3. 5. 2 メンテナンス（大気開放）中に発生するトリチウム

発生したトリチウムの一部は真空容器壁表面に吸蔵・堆積し、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。大気開放時には、このトリチウムも実験室内に放出することなく処理することが必要である。真空容器内の炭酸ガス濃度管理に必要なパージ空気の流量が大きい(100 Nm³/時 以上)ことから、モレキュラーシーブを使ったものではなく、高分子膜を使った装置で処理する。この装置はトリチウム除去装置での使用実績はないが、修理等が必要な場合、真空容器内作業を止めることによって対応可能である。

回収されるトリチウム含有水の発生を最小化するため、パージ空気は除湿機を用いて湿度管理を行う。また、除去装置入口でのトリチウム濃度を連続監視し、排気塔出口で研究所の管理値 0.0002 Bq/cm³ 3ヶ月平均以下であると評価される場合には、これを確認の上、トリチウム除去装置をバイパス運転する。

3. 5. 3 空調機のドレン水

通常は、メンテナンス時においても真空容器内の空気は給気・排気ダクトにより給排気されるため、本体室内に放出されることはないが、真空容器内への作業者の出入り等により僅かながら放出される可能性が想定される。このため、空調機のドレン水は一旦貯留槽に溜めて、トリチウム濃度検査を行い、研究所の管理値 0.6 Bq/cm³ 3ヶ月平均（法令値：60 Bq/cm³ 3ヶ月平均）以下であることを確認の上、放出される。基準を超えている場合は、アイソトープ協会に処理を依頼する。

3. 6 実験室および装置の放射化の評価

重水素実験による、装置（SUSおよびコイル材料）および建屋（コンクリート）の放射化量および経時変化は2次元輸送コードDORT（R-Z座標）を用いて計算した中性子束を元にして、FISPACTコードにより崩壊連鎖上の壊変も考慮して評価している。

建屋のコンクリートに関しては、もともと存在している K-40 が大勢を占めているが、実験直後には短半減期の核種により線量が増加する。実験期間中に関しては、本体室内に点検・保守のため入室する必要があるため、放射化による線量率を検討しておく。放射化が最も厳しいのはLHDのLポート直下のコンクリートであるため、この位置において、装置および建屋の放射化による全線量を評価した。中性子の発生は、実験計画に沿って検討した。検討条件は、

- ・最大中性子発生量(2.45 MeV) 5.7x10¹⁶/ショット(3sec)
- ・15分ごとに1ショット、30ショット/日、週4日、
- ・検討位置:LHD本体Lポート直下のコンクリート(線量として最も厳しい位置)

である。LHDの運転計画は図3. 6-1に示す。

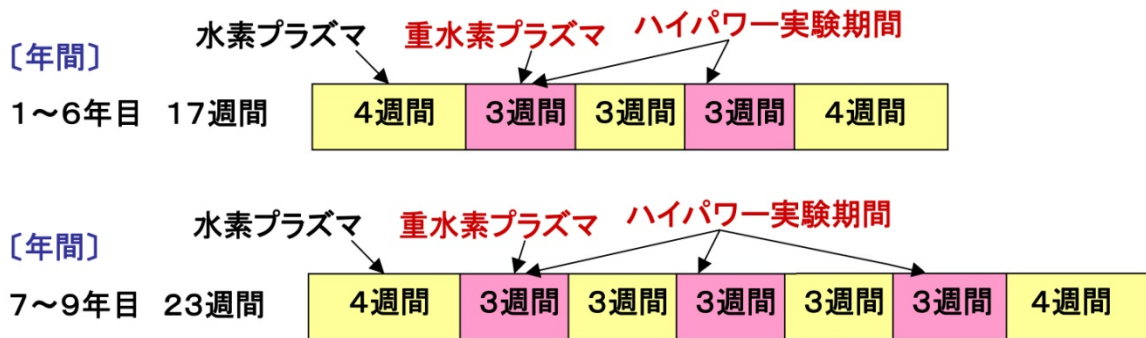


図 3. 6 - 1 LHDの年間実験計画

上記の条件に基づいた一週間の重水素実験における検討位置の線量率の変化を図 3. 6 - 2 に示す。計算の基点は、重水素による第 1 ショットとしている。実験中は蓄積効果により線量率が徐々に増加しているが、一日の最高となる 30 ショット終了後約 15 分（ほぼ減磁所要時間にあたる）で、1 mSv/h（放射線業務従事者の線量限度は 1 mSv/週）を下回るため、緊急時には 1 時間程度の作業が可能なレベルとなる。通常は、実験翌週の月曜日を点検・保守作業に充てているため、その時点では（7 日目）20 μ Sv/h（線量限度の 1/50）以下に、減衰している。また、図 3. 6 - 3 には、実験期間中の線量率の変化を示す。

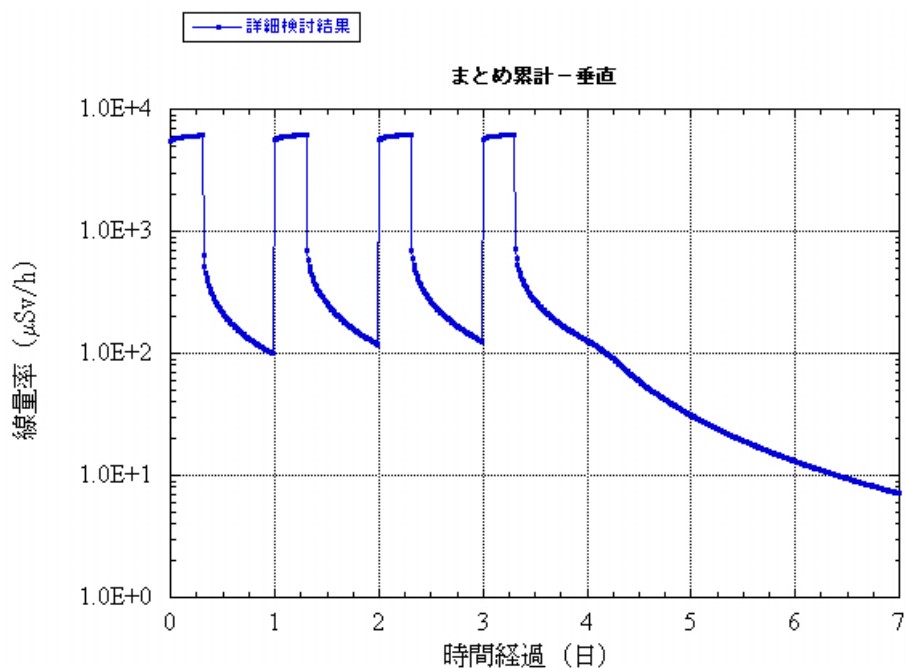
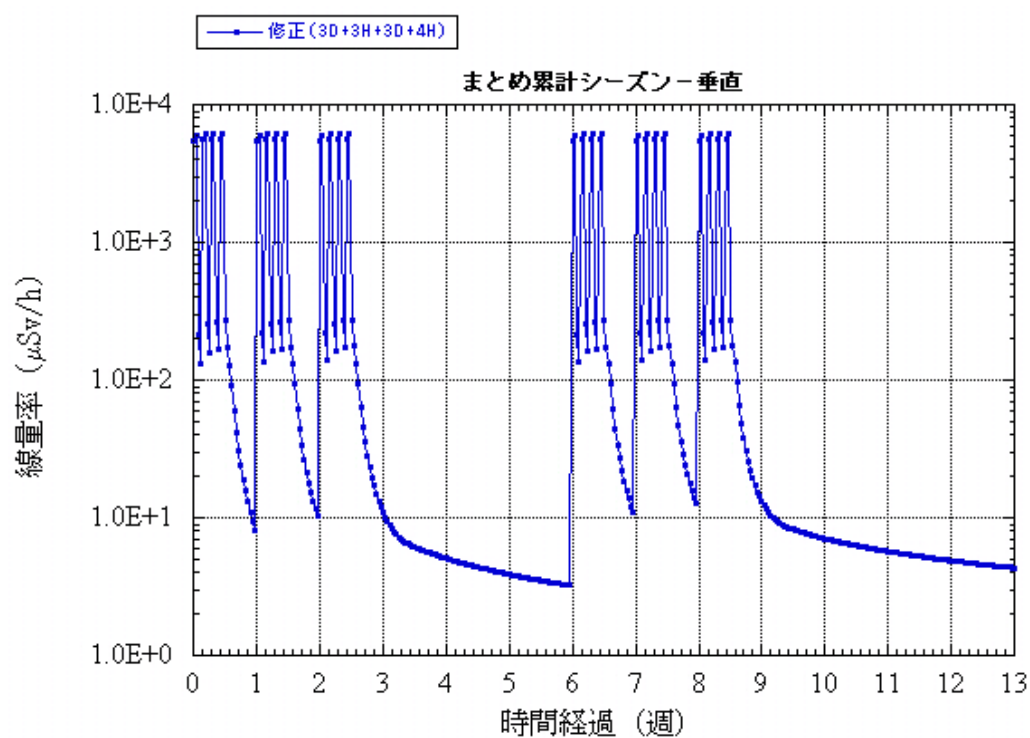


図 3. 6 - 2 線量率の週間変化

(a) 1－6年目



(b) 7－9年目

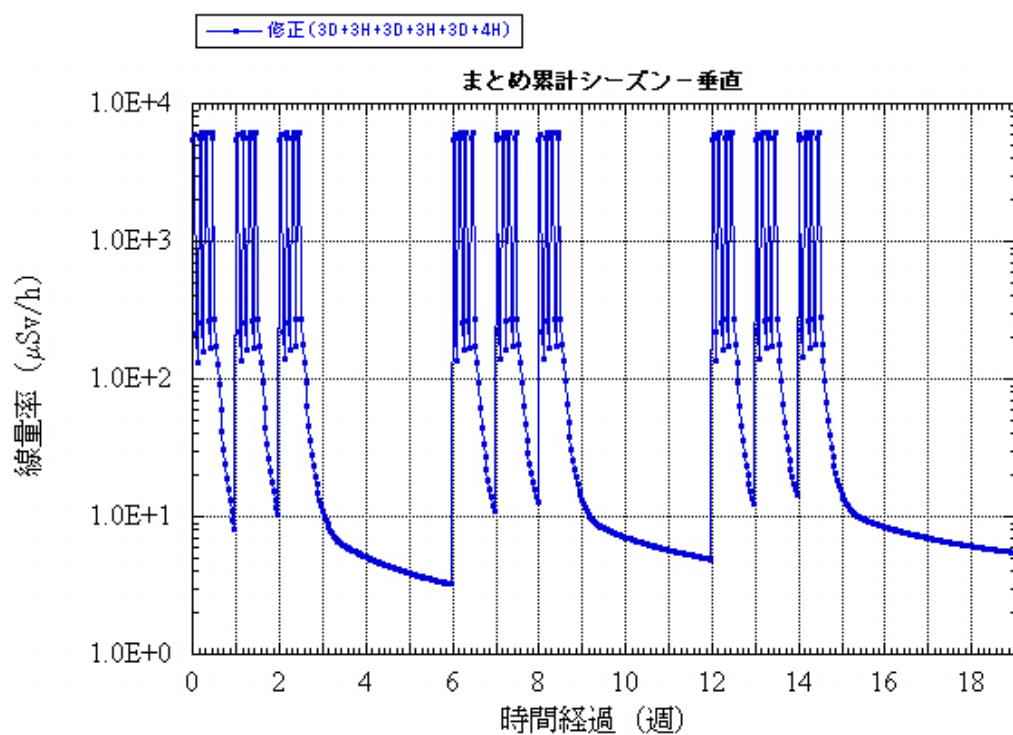


図3. 6－3 実験期間中の線量率の変化

(a) 1－6年目、(b) 7－9年目。

実験期間を通して、緩やかな蓄積効果が見られるが、実験の翌週には $20 \mu\text{Sv/h}$ (線量限度の $1/50$) 以下に、減衰しており、放射線業務従事者による通常の作業が可能である。

9年間の重水素実験の終了後についても、放射化による残留放射能がどのように減衰していくかを検討しておく。クリアランスレベルが加速器施設に関しても法的に既に設定され、施行を待っているところであるが、この法律が施行された場合について検討した。重水素実験終了の一年後に残留している放射能はLHD全体で 55.5 GBq (1.5 Ci) 程度である。この内、コンクリートに関しては、一年後にはクリアランスレベルをクリアできるレベルまで減衰し、約10年で自然のレベル程度まで減衰する。実験装置に関して、長半減期を持つニオブは量が少ないためクリアランスレベルを超えない。最も厳しい条件になると予想される Co-60 に関しては、約40年でクリアランスレベル以下まで減衰する。

図3. 6-4にLHD本体及びコンクリートの放射化減衰の概念図を示す。

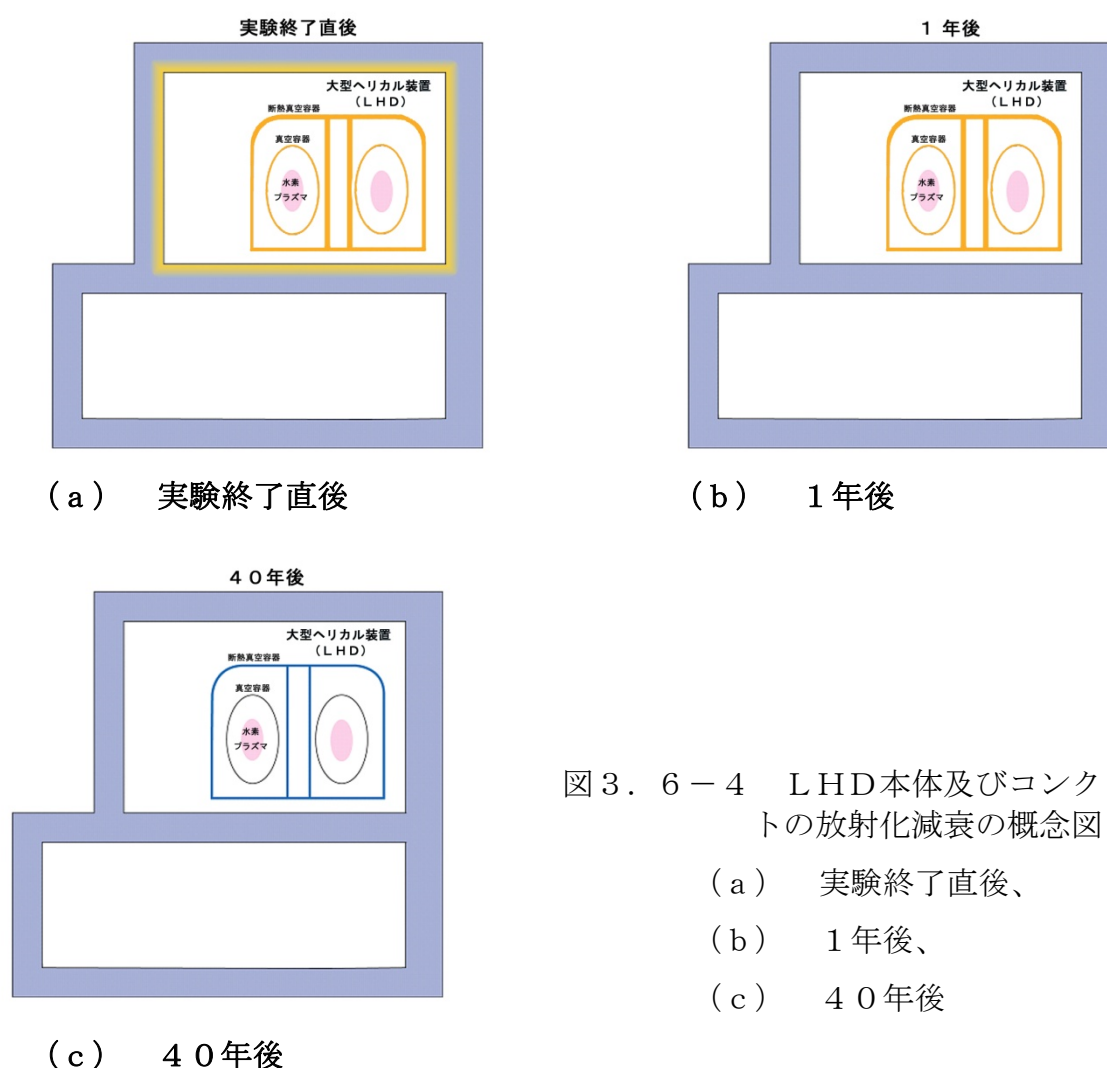


図3. 6-4 LHD本体及びコンクリートの放射化減衰の概念図

- (a) 実験終了直後、
- (b) 1年後、
- (c) 40年後

注) クリアランスレベル：当該物質に起因する線量が「自然界の放射線レベルと比較して十分小さく、また、人の健康に対するリスクが無視できること」を基準として検討されている「放射性物質として扱う必要がない物」を区別するレベル。これを下回るものについては、一般廃棄物として扱うことができるようになる。原子力施設から発生する廃棄物等に関しては、すでに法制化されているが、大型加速器の廃止に伴う大量の低レベルの廃棄物に対しても法整備が進められている。

3. 7 放射性廃棄物

放射化したものや放射線管理区域内で用いたもののうち、再利用せずに廃棄されるものは放射性廃棄物として扱われる。このようにして発生する廃棄物は以下のように分類され、アイソトープ協会指定の容器に収めて廃棄物保管室に一時保管され、アイソトープ協会に処理を依頼する。

1) 可燃性固体廃棄物（以下「可燃物」という）

作業者等が着用する作業手袋、マスク等、およびペーパータオル、布ウェス、養生資材等の可燃性の廃棄物

2) 不燃性固体廃棄物（以下「不燃物」という）

定期点検等に伴い交換または廃棄される壁保護材、ダイバータタイル、不燃性の養生資材、不燃性、難燃性の線材、真空部品等の不燃性、難燃性廃棄物

3) フィルター

換気設備に設けるプレフィルター、ヘパフィルター等

4) イオン交換樹脂

本体室内に設置されている一次冷却設備、排水設備等のイオン交換樹脂等

5) 液体廃棄物

真空ポンプ廃油、部品洗浄液等

但し、荒引きポンプは、オイルフリーのものに代えることを計画しており、真空ポンプ廃油はほとんど発生しない。

3. 8 実験に使用する放射性同位元素および実験材料

計測および計測器の校正に用いられる放射性同位元素、重水素実験により放射化した、もしくは放射性物質が吸着した材料で実験用試料として扱うものには、以下のものがある。

1) 計測および計測器の校正に用いられる放射性同位元素

濃縮ウラン 235、238 (フィッションチェンバー)	: 中性子計測
C f -252	: 中性子計測の校正用線源 (400MBq 程度× 2)

2) 重水素実験により放射化した、もしくは放射性物質が吸着した実験材料

S U S 試料、カーボン試料、シリコン試料 等	: P W I 研究用
--------------------------	-------------

実験材料中に吸着している主な放射性核種は、トリチウムである。

放射化された実験材料中の主な放射性核種には、

グラファイト	: C-14, Be-7
SUS316	: C-14, Cr-51, Mn-53, Mn-54, Fe-55, Fe-59, Co-56, Co-57, Co-58, Co-60, Ni-59, Ni-63, Zr-95, Nb-95m, Nb-94, Nb-95, Nb-93m, Mo-93, Tc-99

があげられる。

第4章 重水素実験に対する安全対策

4. 1 安全対策の概要

重水素実験は、十分な放射線対策を行って実施し、地域の皆様の安全を第一に考える。また、本研究所勤務者が研究所内でリスクを負わない適切な環境を実現して、重水素実験を実施することが重要と考える。これにより、地域の皆様の安全を担保するとともに、研究所に対する信頼と安心感を持って頂けることが可能となる。

その項目としては、

- 1) 発生する中性子および誘導放射能によるガンマ線の防護および遮蔽。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) 放射化を低減する対策をとる（ポリエチレン板の敷設）。
- 3) 発生するトリチウムの回収および処理システムの構築。
トリチウム等の対策をした換気・排気システムの構築。
- 4) 入退管理システムの構築。
- 5) 安全対策用計測機器の整備および監視システムの構築。
- 6) 放射性物質保管施設の整備。
- 7) 災害時、緊急時の対応マニュアルの整備。

が、あげられる。図4. 2-1にLHDにおける放射線対策の概略を示す。

以下の章で、それぞれについて述べる。

また、その他として個人の意識向上のための定期的な教育や定期的に行う訓練も重要な要素となる。

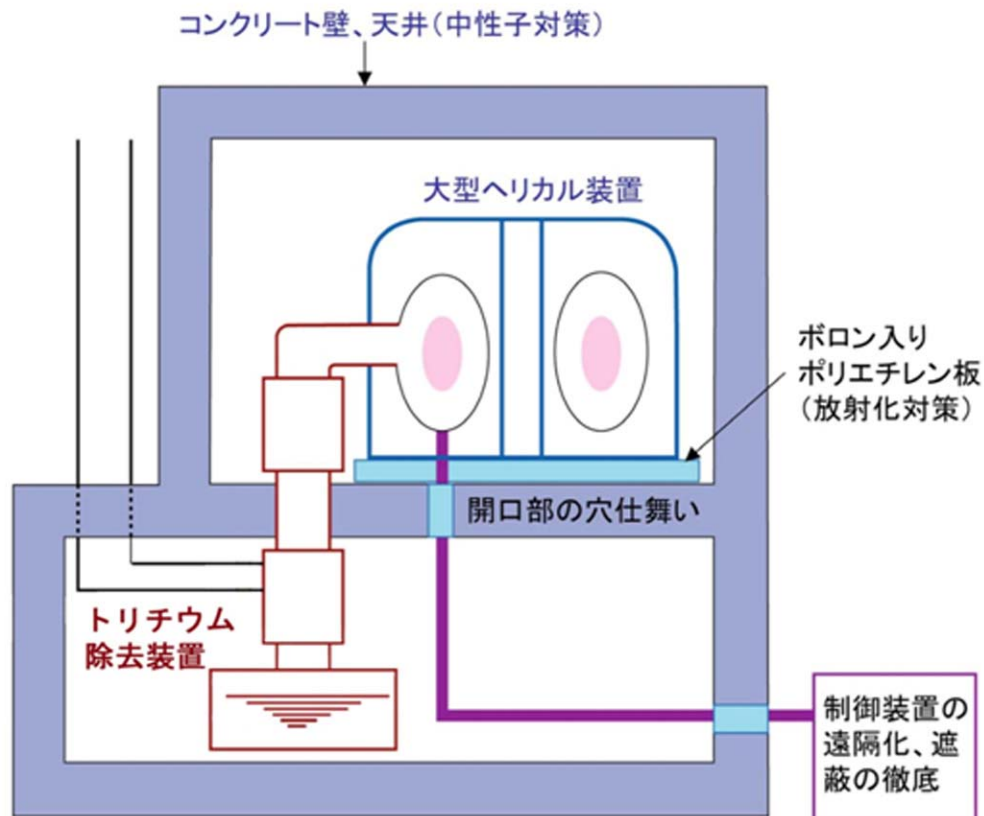


図4. 2-1 LHDにおける放射線対策の概略図

4. 2 中性子線・ガンマ線対策

4. 2. 1 壁による遮蔽

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、地上部分の壁に貫通孔を持たない構造となっているため、重水素実験による敷地境界での線量は年間で約2マイクロシーベルト程度以下と計算されている。図4. 2-2に、プラズマ水平断面における中性子束およびガンマ線束の半径方向分布の計算例を示す(3秒あたり)。壁により、中性子は1千万分の1程度に、ガンマ線は3万分の1程度に減衰している(但し、この評価における中性子発生数は、最大中性子発生率のプラズマを対象とし、 1.9×10^{16} n/秒(2.45MeV)、 3.3×10^{14} n/秒(14MeV)、1ショット=3秒としている)。

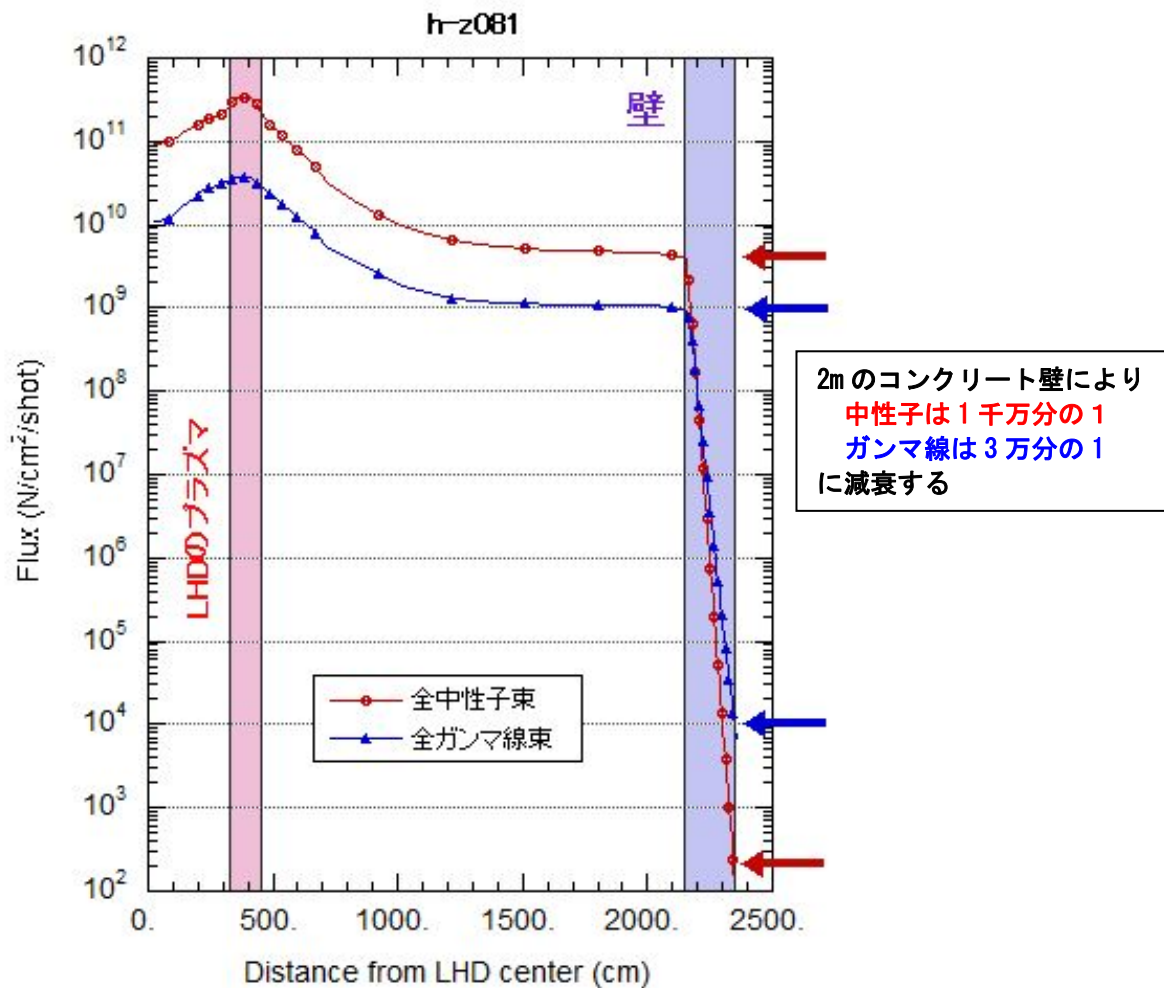


図4. 2-2 中性子束およびガンマ線束の半径方向分布
(プラズマ水平断面)

4. 2. 2 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、地上部分の壁に貫通孔を持たない構造となっている。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（年間2マイクロシーベルト程度以下）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、コンクリートと同等の遮蔽能力を持つ材料により処理を施し、隣接する部屋での作業に支障のない線量となるように、対策をたてている。以下に、その詳細を示す。

(1) 管理区域の設定

管理区域境界は1.3 mSv／3ヶ月を超えないように設定する。遮蔽検討では、3

ヶ月間に集中してその年の重水素実験を行うとする（図2．4－1～2．4－3参照）。

(2) 本体室床孔の処理

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4．2－3に本体室1階から地下への貫通孔を示す。

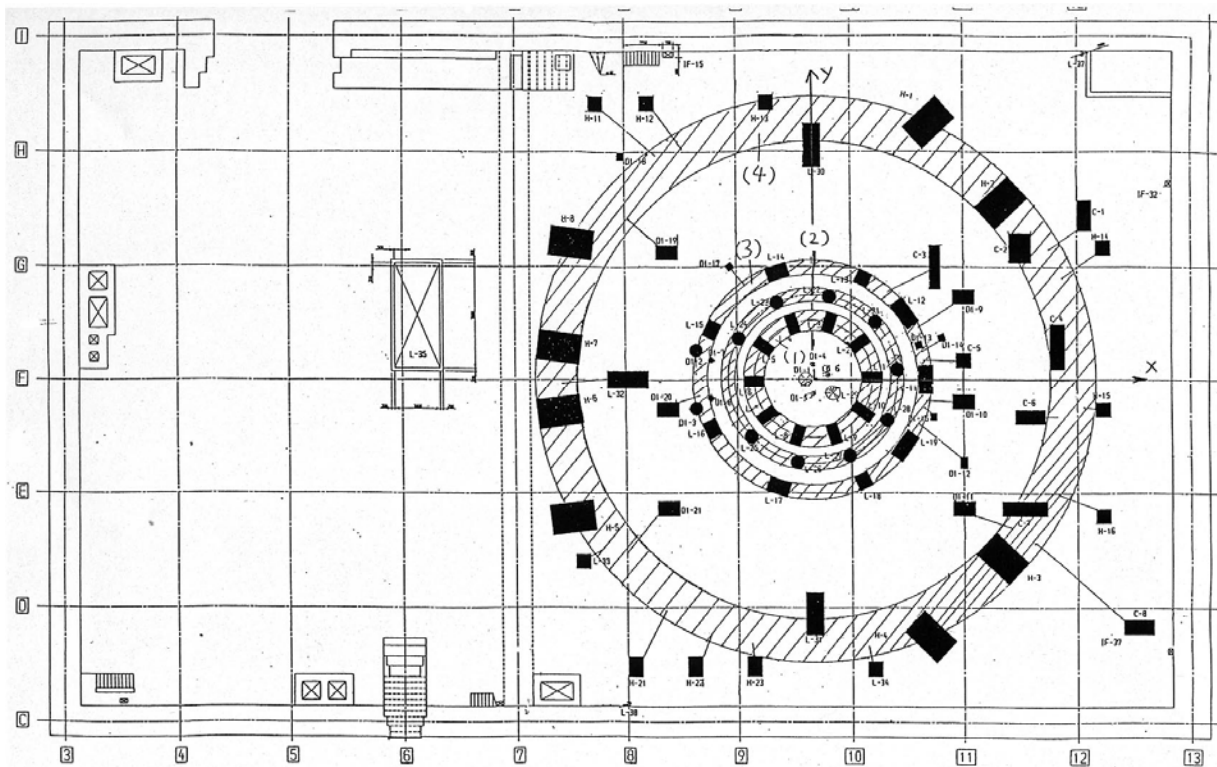
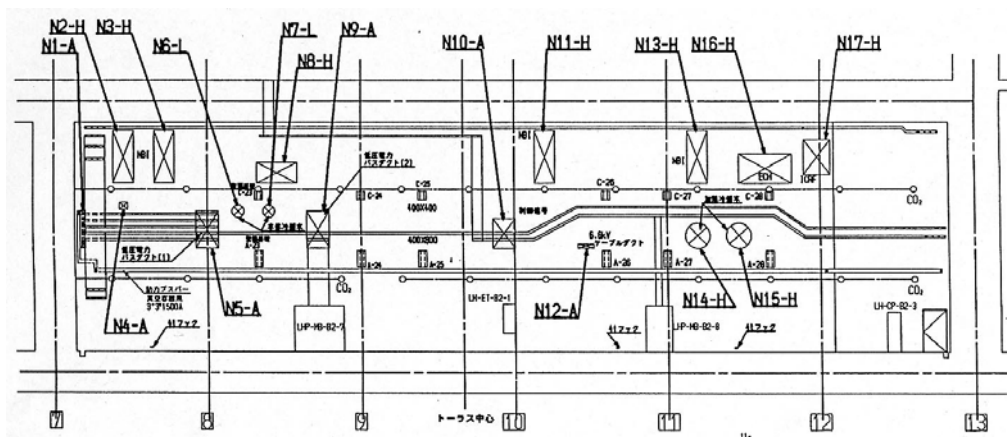


図4．2－3 本体室1階から地下への貫通孔

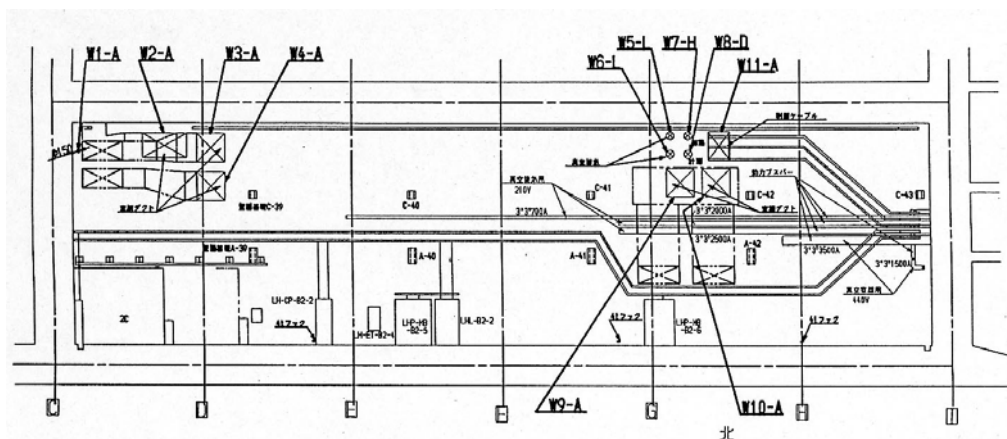
(3) 本体地下室貫通孔の処理

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4．2－4に本体地下室壁面の貫通孔を示す。

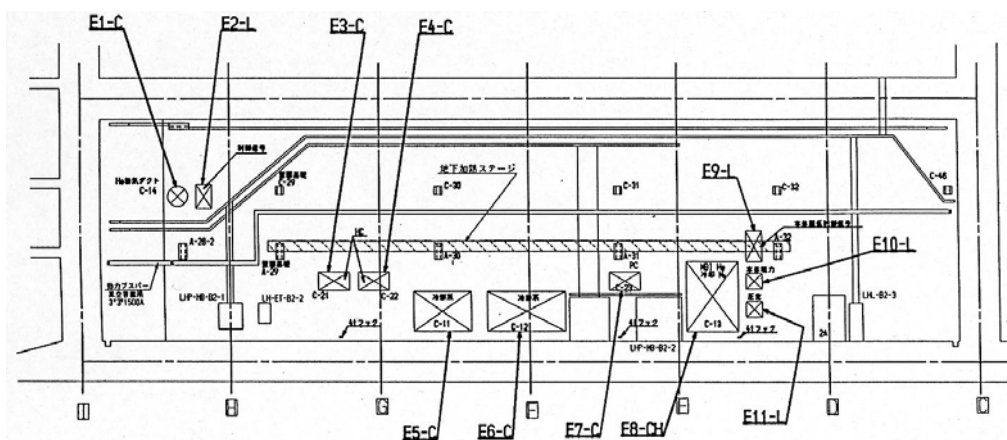
(注) ここの遮蔽計算における1ショットの中性子発生量は、最大中性子発生率のプラズマを対象とし、年間の最大中性子発生量は 2.7×10^{19} 個である。



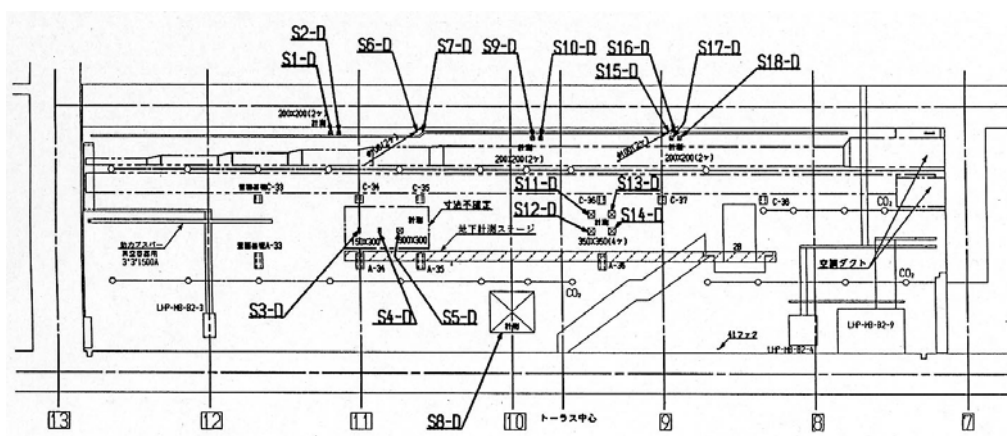
北面



西面



東面



南面

図4. 2-4 本体地下室壁面の貫通孔

1) 北面 加熱トレンチ 隣接する部屋：加熱装置室

本体地下室側線量率は、 $4.2 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{shot}$

追加遮蔽を行わない状態において、NBI イオン源用の 850 mm ϕ 管（3 本）が加熱装置室（図 2. 4-1～2. 4-3 参照）に到達した場所での線量率は、概算で $59 \mu\text{Sv}/\text{shot}$ である。そのため、追加遮蔽を施す。

追加遮蔽は、（１）貫通孔と配管の隙間はコンクリートと等価な遮蔽効果の物質で埋める。（２）加熱トレンチの区画をプラスチックビーズで埋める。この追加遮蔽によって、加熱装置室出口ダクトで、 $1.3 \text{ mSv}/3$ ヶ月以下の条件を満たすことができる。

計算は、全ての配管を 1 m 厚のポリエチレンブロックで覆うことを想定して行ったが、実際には、遮蔽すべき領域を絞ることやコンクリート壁の設置による遮蔽も可能である。

2) 東面 低温トレンチ 隣接する部屋：コイル電源室、ヘリウム液化機室

本体地下室側線量率は、 $3.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{shot}$

貫通孔と配管の隙間はコンクリートと等価な遮蔽効果の物質で埋める（本体地下室～低温トレンチの 2 m、低温トレンチ～コイル電源室の 50 cm の両方とも埋める。ヘリウム冷凍機室床貫通部も同様）。

貫通部 E5-C には、本体地下室側壁側に、モルタル（密度 $2.15 \text{ g}/\text{cm}^3$ 以上）15 cm 厚、または、プラスチック 10 cm 厚を追加遮蔽とする。

貫通部 E9-L、E10-L のコイル電源側出口の線量率は、それぞれ $39 \mu\text{Sv}/\text{shot}$ 、 $15 \mu\text{Sv}/\text{shot}$ と評価された。しかし、これらの出口は、コイル電源室地下 2 階床面から 2.6 m の高さ、コイル電源室地下 1 階床面から 1.6 m 下の位置にあるため、人の作業範囲外であり、実質的な線量は小さくなる（注「床上 2 m 以上は通常人が立ち入れない」領域となる）。

3) 南面 計測機器室（１）

本体地下室側線量率は、 $5.2 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{shot}$

貫通孔と配管の隙間は埋める。隙間の状況に応じて、プラスチックビーズやブロックを用いる。完全に埋めることができない場所もあるため、埋めた後の隙間の大きさを再評価しておく。

計測機器室（１）側の貫通部出口で $187 \mu\text{Sv}/\text{shot}$ が 1 箇所（S5-D）、 $8.3 \mu\text{Sv}/\text{shot}$ が 4 箇所（S11-D～S14-D）ある。このままでは貫通部 S5-D の出口を $1.3 \text{ mSv}/3$ ヶ月にすることは難しいが、地下室でクランク等を設け、さらに追加遮蔽を施すなどして計測機器室（１）を管理区域外とする。この結果、

計測機器室（１）の評価点は $7.1 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}/\text{shot}$ となり、 $1.3 \text{ mSv}/3 \text{ ヶ月}$ を十分クリアできる。

4) 西面 排気装置室等 隣接する部屋：空調機器室

本体地下室側線量率は、 $9.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{shot}$

空調配管が多数通っているため、遮蔽が困難であるため、重水素実験中の線量率は、 $6 \times 10^1 \sim 6 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{shot}$ となる。従って、重水素実験中は入室禁止とし、入退室管理を行う。

外側の遮蔽扉外の位置では、 $1.3 \text{ mSv}/3 \text{ ヶ月}$ 以下となる。

空調機器室での線量率は、 $0.04 \text{ mSv}/3 \text{ ヶ月}$ であるが、フィルター等の交換作業があるため、管理区域となる。

4. 2. 3 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て塗装を施す。

4. 2. 4 放射化を低減する対策

実験室内は、中性子により放射化を受けることになる。放射化する量は、LHDからの距離により異なるが、LHDの直下のコンクリートが最も強く放射化される。放射化する量を低減するために、LHD直下の床にボロン入のポリエチレン板（5 cm 厚）を敷く（LHD直下の床での線量を6割程度に低減することができる）等の対策を講じる。

4. 2. 5 制御ケーブル等の中性子対策

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。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。

また、各種計測機器で放射線の影響を受けるものは、遮蔽を強化するか、遠隔化する等、対策を徹底する。

4. 3 トリチウム対策

4. 3. 1 トリチウム対策の概要

トリチウムは、重水素プラズマ実験中に発生するため、真空容器の排気装置からの排気は、全てトリチウム除去装置を用いて水の形で除去・回収をする。トリチウム対策については3. 5節で述べたとおりである。それらトリチウム除去に関するフローを図4. 3-1に示す。

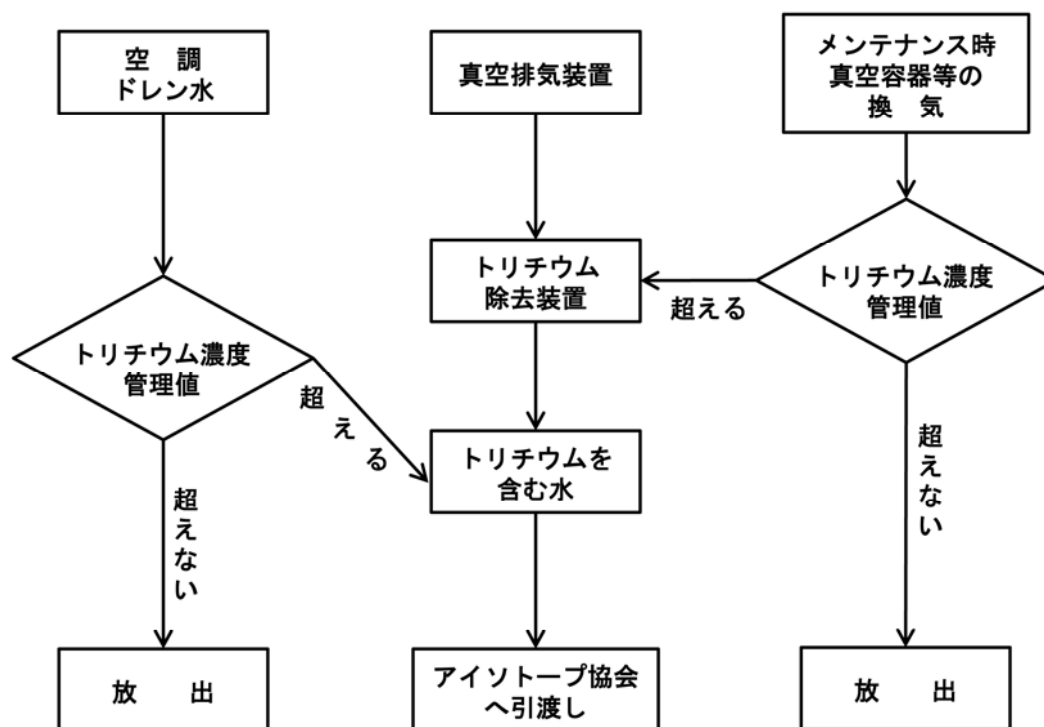


図4. 3-1 トリチウム除去に関するフローチャート

4. 3. 2 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は、その一部を改造する必要がある。改造項目を以下に示す。

- (1) 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は、現在のヘリウム排気配管を用いるか、現在の排気配管を用いるものとする。
- (2) 真空容器系排気配管は、別途排気配管を新規敷設する。
- (3) 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

排気ファンを接続するなどして、故障に備えるものとする。

(4) 加熱機器、計測機器等と真空容器の間に設置されるゲートバルブは、機器側も通常真空が保たれている場合には、1個でよいものとする。そうでない場合には、機器側にさらにゲートバルブを設置することも考慮する（ダブルゲートバルブ）。

(5) トムソン散乱計測の測定窓のようにゲートバルブを使用しない場合、事故時に備え、金属の閉止フランジを準備する。

4. 3. 3 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4. 3-1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4. 3-2に示す。トリチウムの年間発生量の最大値（55.5 GBq）を想定した場合でも、トリチウム除去装置の回収率が95%以上あれば、研究所の管理目標の達成が可能である。

表4. 3-1 トリチウム管理方針（案）

発生源	管理方針	法令基準 (水蒸気状T)	研究所 管理値
実験中の 真空排気ガス	・水の形で除去回収 ・建屋排気塔出口で研究所管理値以下を確認 ・回収トリチウム水はR I 協会に引き渡し処分	5×10^{-3} Bq/cm ³ (3ヶ月平均値)	2×10^{-4} Bq/cm ³ (3ヶ月平均値)
メンテナンス 時の真空容器 パージ空気	・トリチウム除去装置を設置 ・研究所管理値を超える場合に除去装置を使用 ・回収トリチウム水はR I 協会に引き渡し処分	5×10^{-3} Bq/cm ³ (3ヶ月平均値)	2×10^{-4} Bq/cm ³ (3ヶ月平均値)
・本体室空調機ドレン水 ・手洗い水	・研究所管理値以下を確認のうえ、下水に放出 ・管理値を超える場合にはR I 協会に引き渡し処分	6.0 Bq/cm^3 (3ヶ月平均値)	0.6 Bq/cm^3 (3ヶ月平均値)

表 4. 3 - 2 処理装置の検討仕様

処理装置		モレキュラー シーブ型	高分子膜型
処理ガス流量		1 0 N m ³ /h	3 0 0 N m ³ /h
運転時間		4 0 0 0 h/年	4 0 0 0 h/年
トリチウム発生量		55.5 GBq /年	55.5 GBq /年
トリチウム回収率		9 5 %以上	9 5 %以上
トリチウム 濃度 (Bq/cm ³)	装置入口	1 . 4	0 . 0 4 7
	装置出口	0 . 0 7	0 . 0 0 2 3
	排気塔出口	5 . 6 × 1 0 ⁻⁵	5 . 6 × 1 0 ⁻⁵
管理値 (Bq/cm ³)	法令規制値	5 × 1 0 ⁻³	
	研究所	2 × 1 0 ⁻⁴	

図 4. 3 - 2 に、重水素プラズマ実験中に発生するトリチウムの除去の概要図を示す。

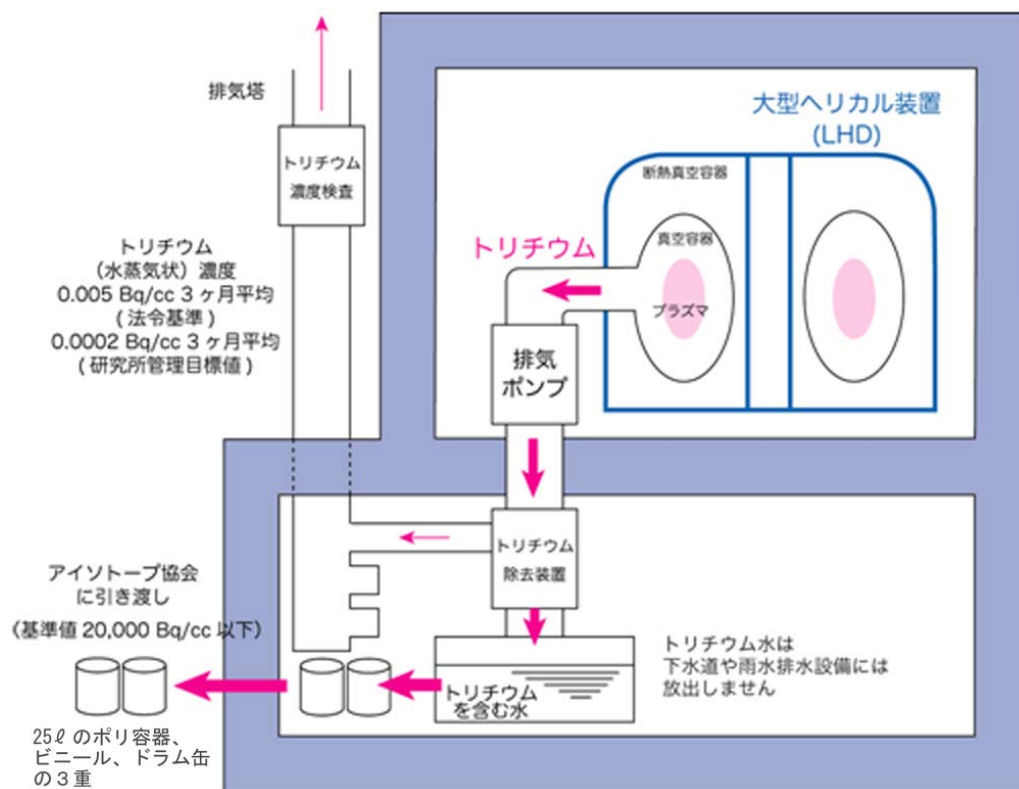


図 4. 3 - 2 重水素プラズマ実験中に発生するトリチウムの除去の概要図

上記方針に基づくモレキュラーシーブ型トリチウム除去装置の構成とフローを図4. 3-3に示す。

重水素実験時の設備仕様をベースに設定した具体的な検討条件を以下に示す。

(a) 排気ガス流量

- ・プラズマ実験時

真空排気ガス流量：10 Nm³/h

年間総運転時間：4000 h

- ・年間の総排気ガス量：40,000 Nm³

(b) サージタンク内でのガス組成（モレキュラーシーブ型装置の場合）

（定常排気運転時の、年間排出ガス量から算定した平均的な組成）

N₂：～100 %、Q₂：0.1 %未満、Q₂O：0.1 %未満

Qは水素同位体（H, D, T）を示す

(c) トリチウム除去装置の回収率

95 % 以上

表4. 3-2に示すように、モレキュラーシーブ型トリチウム除去装置の処理流量を10 Nm³/h、排気塔からの総排気流量を現在の設備容量である12,550 Nm³/hで運転時の排気塔出口でのトリチウム濃度は 5.6×10^{-5} Bq/cm³となり、法定の規制値（ 5×10^{-3} Bq/cm³）に対して1/100程度、研究所管理値（ 2×10^{-4} Bq/cm³）に対して1/4程度で管理することが可能である。

図中には排気ガス処理流量として10 Nm³/hを想定し、年間のトリチウム排出量を55.5 GBq（重水素実験でのトリチウム発生量の最大値に相当）、除去装置での回収率を95 %とした時のトリチウム濃度バランスの評価を示す。

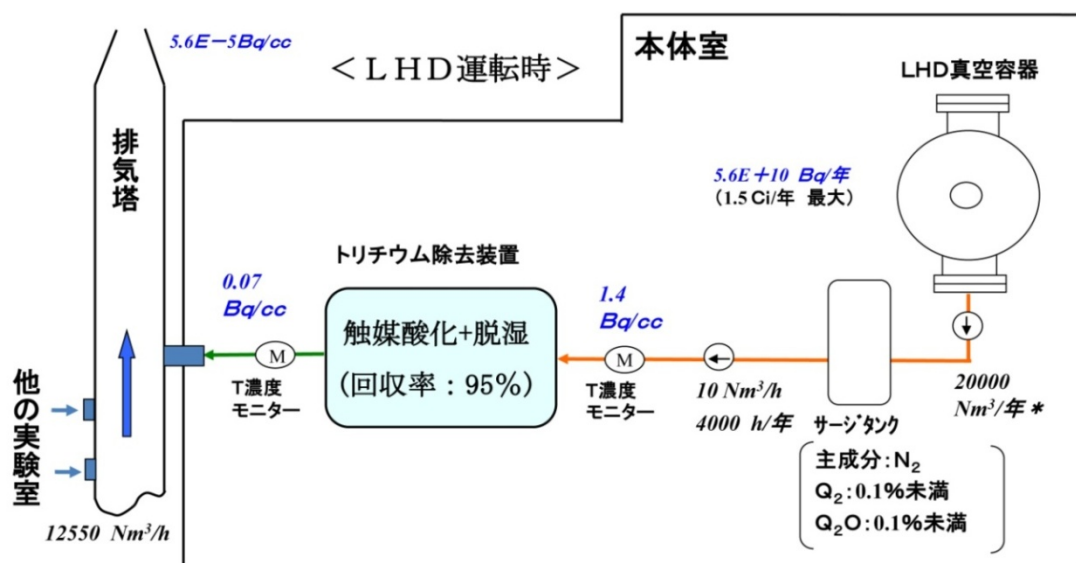


図4. 3-3 モレキュラーシーブ型トリチウム除去装置の構成とフロー

4. 3. 4 真空容器壁から放出されるトリチウム対策用トリチウム除去装置

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微量が徐々に放出されると想定される。図4. 3-4に、点検期間における真空容器内換気空気中のトリチウム除去の概要図を示す。

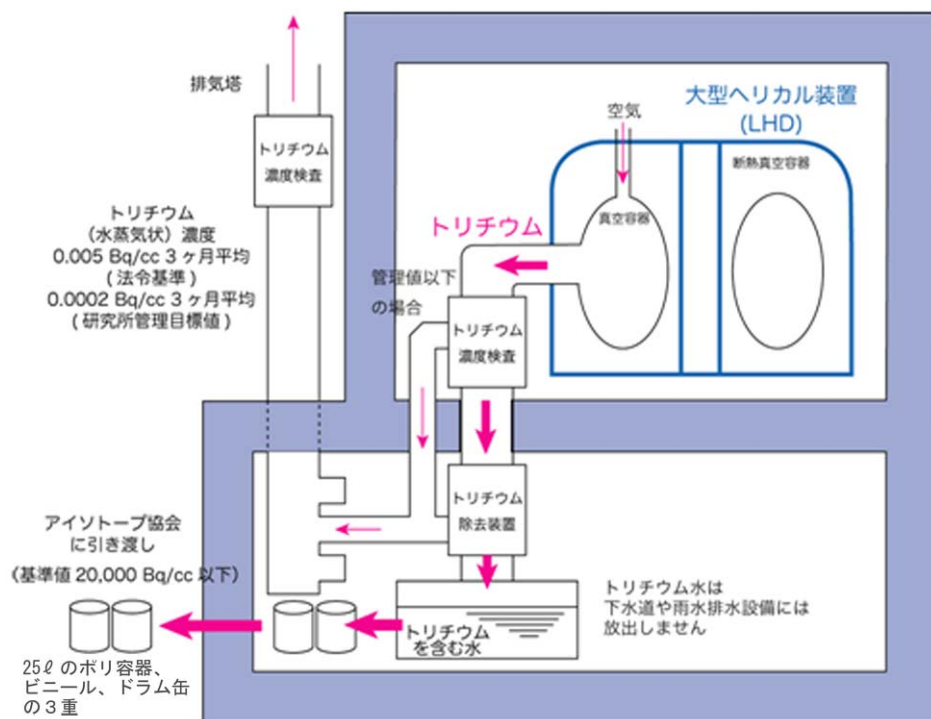


図4. 3-4 点検期間における真空容器内換気空気中トリチウム除去の概要図

真空容器内の作業における炭酸ガス濃度管理に必要なパージ空気の流量が十分大きい ($100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 前後) ことから、真空容器内における作業雰囲気中のトリチウム濃度は法令で定める放射線業務従事者に対する空気中の濃度限度 (水の形態: $0.8 \text{ Bq}/\text{cm}^3$) 以下の濃度レベルになる ($0.14 \text{ Bq}/\text{cm}^3$: 表4. 3-2)。

極低濃度の空気中トリチウムは、基本的に回収せずに濃度を監視して放出する。しかし、排気塔出口濃度が研究所管理値を超える場合には除去装置に通気してトリチウムを回収除去する。

トリチウム除去装置の構成とフローを図4. 3-5に示す。

具体的な検討条件を以下に示す。

(1) パージ空気流量

- ・酸素基準による必要換気流量

必要換気流量は、室内酸素許容濃度18 %、室内酸素濃度21 %、酸素消費量0.0066 Nm³/h/人とした場合に2.2 Nm³/h/人となる。

・CO₂基準による必要換気流量

許容濃度を労働者が1日8時間、週44時間作業をしても障害が起きない濃度とされる0.5 %、室内炭酸ガス濃度を0.03 %、炭酸ガス発生量を0.059 Nm³/h/人とした場合の必要換気流量は12.5 Nm³/h/人となる。

CO₂基準による必要換気流量が酸素基準による必要換気流量の約5倍となることから、CO₂基準による一人当たりの必要換気流量をベースに、真空容器内の同時作業者を8名と想定すると、必要換気流量は100 Nm³/hとなる。

その他、保守作業室（4.6.2節）、ポート作業用の簡易作業室（4.3.9節）での作業人数をそれぞれ8名程度と想定し、それぞれに100 Nm³/h供給できる流量を確保する。

従って、LHD点検開放時に必要なトリチウム除去装置の処理流量は 300 Nm³/hとなる。

（2）トリチウム回収率

95 % 以上

表4.3.2に示すように、ページ空気流量を300 Nm³/h、排気塔からの総排気流量を現在の設備容量である12,550 Nm³/hで運転時の排気塔出口でのトリチウム濃度は 5.6×10^{-5} Bq/cm³となり、法定の規制値（ 5×10^{-3} Bq/cm³）に対して1/100程度、研究所管理値（ 2×10^{-4} Bq/cm³）に対して1/4程度で管理することが可能である。

図中にはページ空気流量として 300 Nm³/h を想定し、年間のトリチウム排出量を 55.5 GBq、除去装置での回収率を 95 % とした時のトリチウム濃度バランスの評価例を示した。

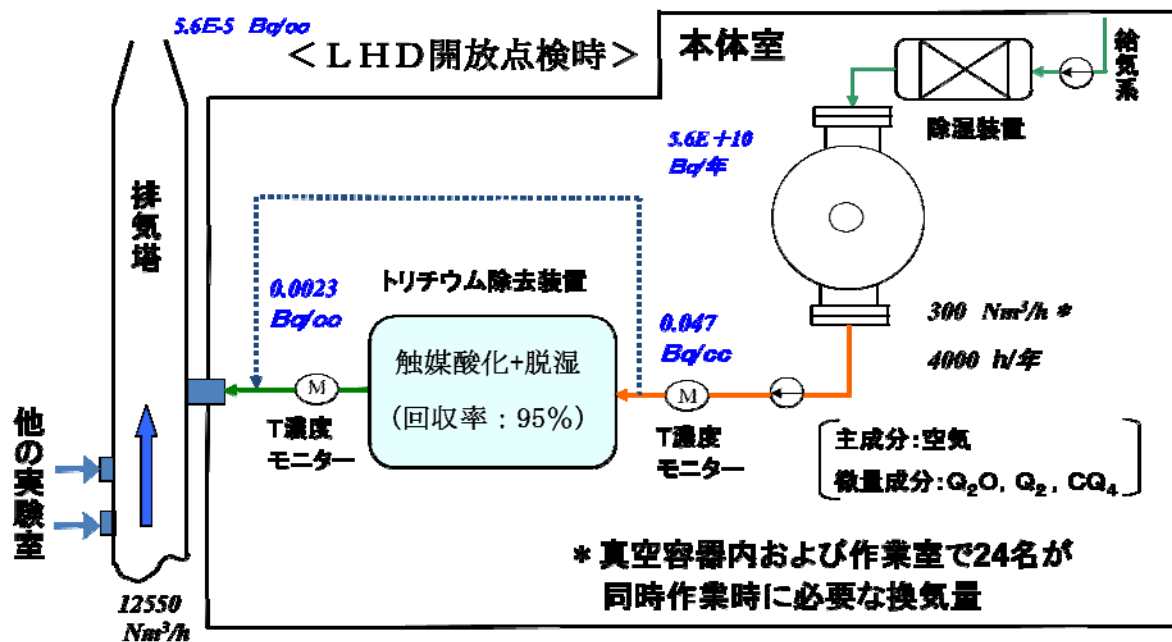


図4. 3-5 真空容器壁からの放出トリチウムの高分子膜型トリチウム除去装置の構成とフロー

4. 3. 5 廃液、排水及び関連施設の整備

トリチウム除去装置からのトリチウム含有水は、専用の保管容器で保管し、日本アイソトープ協会に引き取りを依頼する。それ以外の、放射線管理区域内で発生した全ての排水は、貯留槽に一時的に保管し、一定量ごとに放射能濃度を測定（モニター）する。その結果、排水中の濃度が研究所管理値（0.6 Bq/cm³）を超えていない場合、放出处分を行う。また濃度が研究所管理値を超える排水は、専用の保管容器に収納し、R I 保管施設で保管して、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：日本アイソトープ協会へ引き取りを依頼するトリチウム含有水等

排水： 低濃度用貯留槽に貯留し放出处分を前提とするもの

管理区域内で発生する主な排水には、表4. 3-3に示すように、R I 容器や試料等の洗浄により発生するもの、管理区域出入り口での手洗等洗浄排水、管理区域清掃排水、空調機ドレン水等がある。空調機のドレン排水等処理の概要を図4. 3-6に示す。

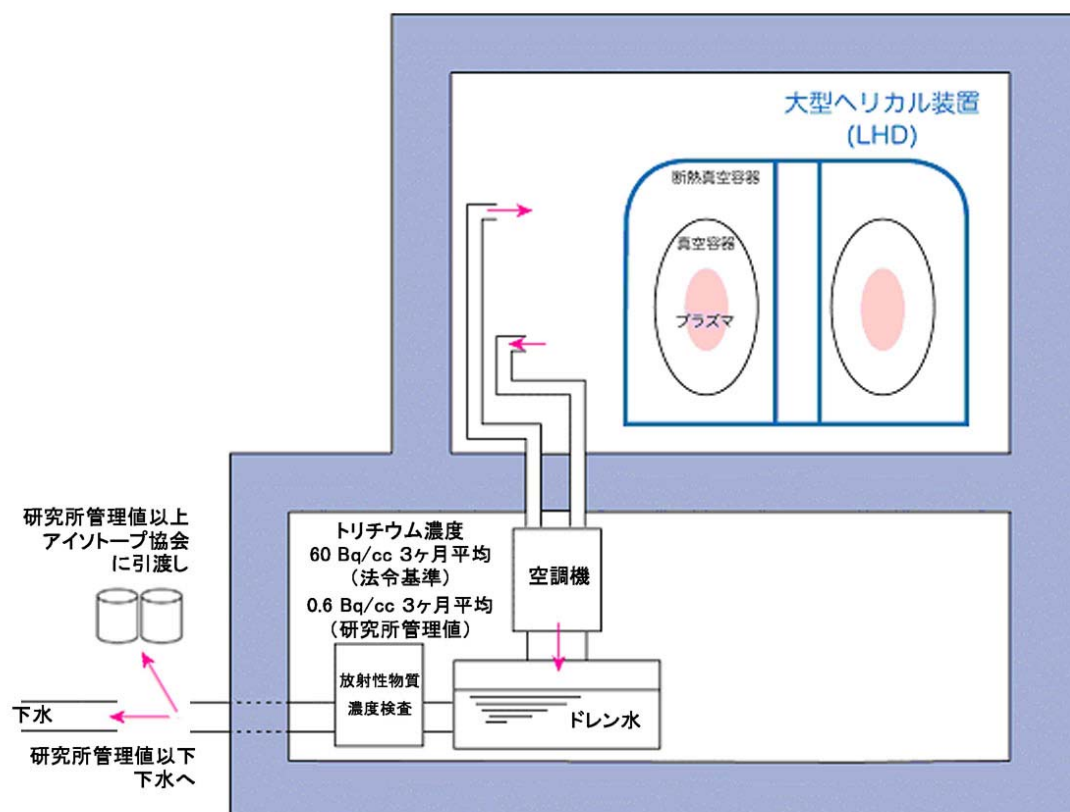


図4. 3-6 空調機のドレン排水等処理の概要図

表4. 3-3 管理区域内で発生する排水

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) RI 容器や試料等の洗浄により発生したもの (2) 管理区域内清掃排水 (3) 管理区域出入り口での手洗等洗浄排水 (4) 空調機ドレン水 |
|--|

ここに示す種類以外の廃液あるいは排水が管理区域において発生した場合にも、保管容器あるいは貯留槽に貯留して同様の処理を施す。

設備の詳細は次節に記載する。

4. 3. 6 廃液や排水用安全機器の整備

(1) 保管容器

R I 保管施設においてトリチウム含有水や真空ポンプの廃油等（廃液）を保管するために使用される保管容器は、図4. 3-7に示すように耐火性外容器（金属製容器：50 L）と液体収納容器（ポリエチレン製液体容器：25 L）からなる。廃液は液体収納容器に貯留され、ビニール袋で覆った後、耐火性外容器の中に保管される。これらの容器は日本アイソトープ協会から貸与されるもので、貯留方法も日本アイソトープ協会の規定に従っている。廃液は、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、R I 保管施設において保管される（保管廃棄）。そのため、核融合科学研究所には十分な広さを有するR I 保管施設を設置する。R I 保管施設には、法律に従って床に防水塗装を施した保管廃棄室を設け、ステンレス製の保管槽を設置する。保管容器は保管槽内に保管し、万が一、保管容器からトリチウム含有水などが漏れた場合、回収できるようにする。保管容器内の濃度測定は、容器ごとに試料を採取して行う。日本アイソトープ協会への引き渡しは、この容器ごとの測定記録を添付して行われる。なお、日本アイソトープ協会と協議の上、核融合科学研究所専用容器を製作することも考慮する。

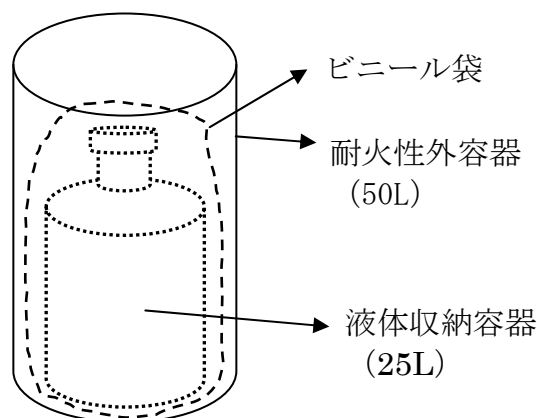


図4. 3-7 日本アイソトープ協会から貸与を受ける保管容器

(2) 排水処理設備

排水処理設備の基本的な構成案を図4. 3-8に、排水処理のフローチャートと主な仕様の案を図4. 3-9に示す。このシステムは分配槽2基、貯留槽3基からなる。貯留槽1、貯留槽2で排水までの測定を行い、排水できない場合は貯留槽3に移して再度確認を行ない、やはり排水できないと判断された場合は、日本アイソトープ協会に引き取りを依頼する。

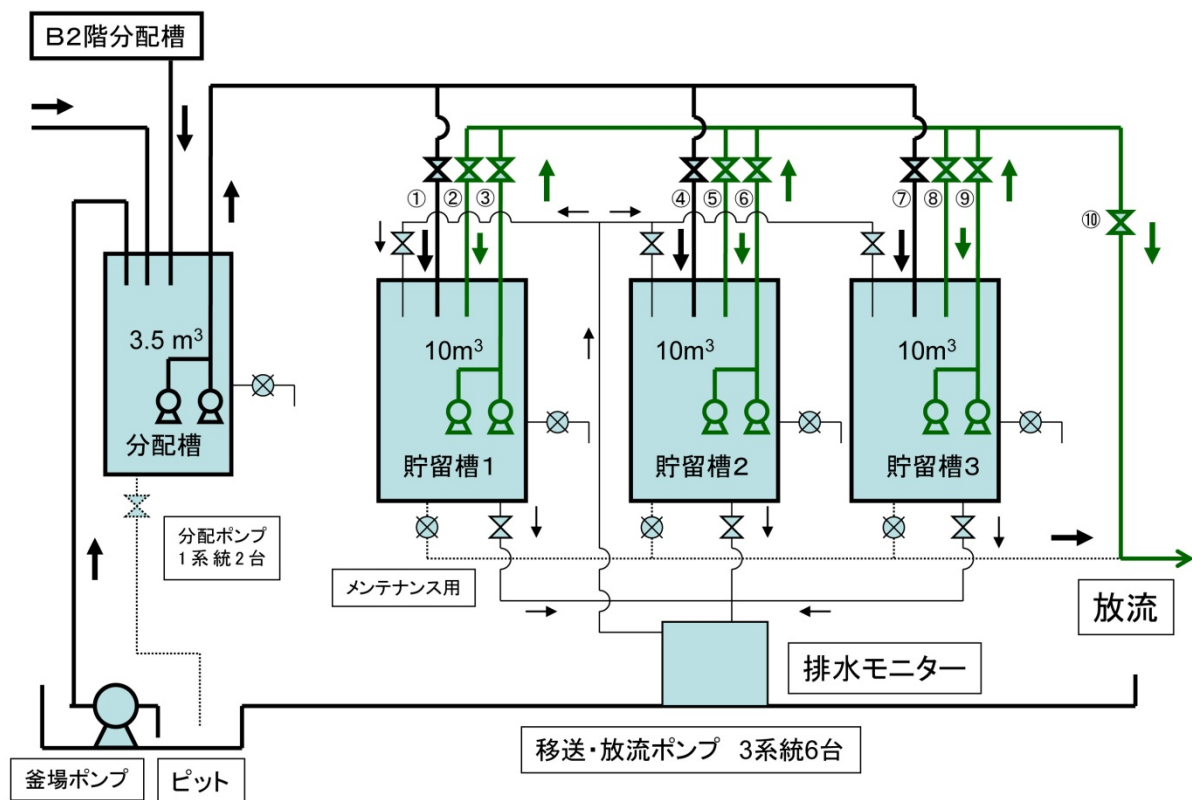
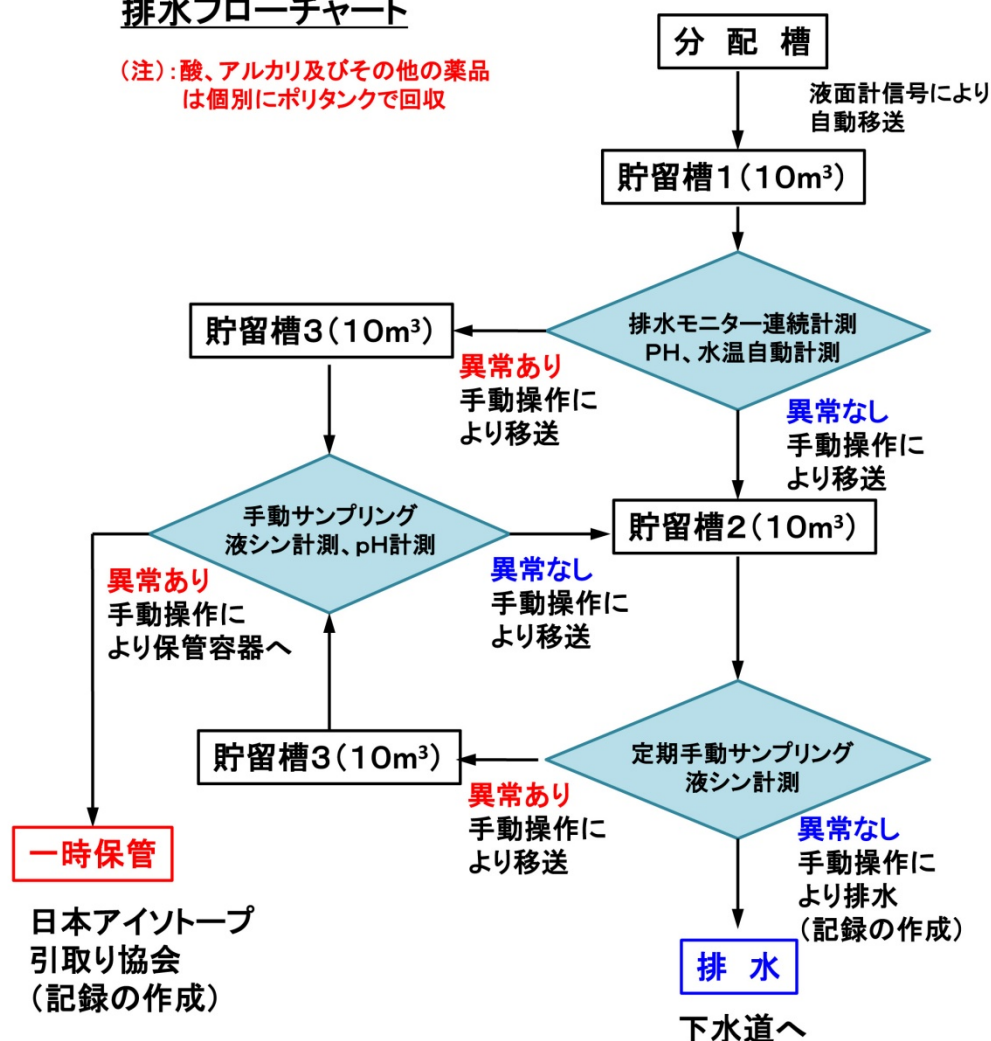


図4. 3-8 排水処理設備の構成図 (案)

排水フローチャート

(注): 酸、アルカリ及びその他の薬品
は個別にポリタンクで回収



- 貯槽 (分配槽 2、貯留槽 3、ステンレス製)
- 切換バルブ (電動・手動 2 重、遠隔・現場操作) 方式
- 放流基準: 研究所管理値以下
- バッチ方式試料採取測定
 - ・ベータ線排水モニター (H-3, C-14 遠隔測定)
 - ・ガンマ線排水モニター (放射化物等、遠隔測定)
 - ・液体シンチレーションカウンター (H-3, C-14 他)
 - ・半導体検出器 (放射化物等の γ 核種)

図 4. 3-9 排水フローチャート (案) と排水関係の主な仕様案

管理区域内で発生した排水はすべて、分配槽に送られる。分配槽は 3～5 トン程度の比較的小さな容量の槽である。分配槽が設定水位になると自動的に貯留槽 1 に送られる。貯留槽 1 では、排水モニターにより放射能濃度を測定する。異常がなければ、貯留槽 2 に送る。貯留槽 2 では、試料をサンプリングし、液体シン

チレーションカウンター等で、さらに詳細な測定を行い、問題がなければ下水道に放流する。貯留槽 1 で異常が確認された場合は、貯留槽 3 へ移し、再度詳細測定を行う。再度の測定で問題がなければ、貯留槽 2 に戻し、再々度の測定を実施する。その結果、濃度が管理値以下であれば下水道に放流する。また、濃度が管理値を超える場合は、日本アイソトープ協会への引き渡しを行うため、廃液として保管容器に移し替え、引き渡しまでの間、一時保管を行う。貯留槽は 10 トンの容量を有する。

4. 3. 7 トリチウム含有水の搬出計画

トリチウム含有水は、前述のように、保管容器にいて R I 保管施設に保管する。日本アイソトープ協会への引き渡しは、この容器でもって行われる。引き渡しは、日本アイソトープ協会と事前に協議する。現時点での搬出計画を、表 4. 3 - 4 に示す。

表 4. 3 - 4 トリチウム含有水搬出計画

	発生月	トリチウム含有水発生量 (25リットル容器本数)			搬出計画 (持込みによる廃棄依頼)
		2kBq/ml 以下	20kBq/ml 以下	合計	
実験中	1月		20本	20本	240本
	2月		20本	20本	
メンテナンス期間	3月	100本		100本	4月末頃にアイソトープ協会が指定する保管場所まで発送。
	4月	100本		100本	
	5月	100本		100本	200本 6月末頃にアイソトープ協会が指定する保管場所まで発送。
	6月	100本		100本	
	7月	100本		100本	200本 8月末頃にアイソトープ協会が指定する保管場所まで発送。
	8月	100本		100本	
実験中	9月	100本	20本	120本	180本 12月末頃にアイソトープ協会が指定する保管場所まで発送。
	10月		20本	20本	
	11月		20本	20本	
	12月		20本	20本	
	合計	700本	120本	820本	820本

4. 3. 8 トリチウム含有水の取り扱いの注意点及び健康管理

トリチウム含有水は、人体に取り込まれる可能性があることから、その取り扱いには注意を要する。

(1) 取り扱いの注意点

災害時に、保管廃棄室でトリチウム含有水の保管容器の保管状況の点検等、トリチウムを吸引する可能性のある作業等をする時には、呼吸器等の防具を装着の上、作業を行う。

トリチウム含有水の保管容器を移動させる等の作業を行う時は、マニュアルを遵守する。また、このような作業には、作業確認員を配置し、マニュアルの遵守を徹底させる。

(2) 健康管理

トリチウム管理者、LHDが設置されている本体室に入退室する者には、法律で定められた健康診断を行うのはもちろん、下記についてマニュアルに定め、健康管理を確実に実行する。また、健康管理を通じて、機器の適切な管理に努めるものとする。

- ・ LHDの真空容器内、トリチウム含有水関係の処理室で作業を行った者は、入退管理室で呼気検査を行う。
- ・ 漏洩したトリチウムの回収に当たった者は、尿検査を行う。
- ・ 上記結果は、放射線取扱主任者及び安全衛生推進部長に報告し、健康管理に努める。また、規則に従って、個人記録として残す。

4. 3. 9 真空容器内作業

真空容器内で作業を行うに当たっては、トリチウムの本体室内へ入る量を最小限にするため、次のような設備、手順で行う。

(1) 真空容器内に入るにあたり、以下の項目をチェックし、限度以下であること、換気がなされていること等を確認する。また、管理室の職員から指示があった場合には、その指示に従う。

真空容器内作業前の確認事項（放射線防護に関するもの）

○真空容器の放射化

- ・ 大気開放時に測定
- ・ 値によっては、作業時間を管理する

20 mSv/年 & 1 mSv/週

○放射化物を含んだダスト

- ・ 大気開放時に測定
- ・ 値によっては、除去作業（吸塵）

○トリチウム濃度

- ・ 常時監視 — 濃度変化が見られないようなら始業前のみの測定

0.8 Bq/cm³（水）、10000 Bq/cm³（ガス）

○真空容器内換気（送風）

- ・ 常時、送風

（2）真空容器内に出入りするため、前室を設ける。

- ・ この前室と前室から真空容器に繋がる廊下等は、4. 3. 4 節で示した高分子膜型トリチウム除去装置の効果を高めるため、真空容器と同様、本体室に対してバイトンOリングで維持できる程度に密閉する。
- ・ 本体室から前室、前室から真空容器内への出入りは、同時に行わない。
- ・ 前室が高分子膜型トリチウム除去装置により、トリチウムが十分存在しない状態の時、前室と本体室間の扉を開けるものとする。

（3）前室において専用の作業着、靴、手袋を着用する。真空容器内に持ち込むものは、十分吟味し不要なものを持ち込まない。

（4）修理等のため、真空容器内から、4. 6. 2 節で述べる「管理区域内保守作業室」等に機器、作業着等を、持ち出す場合には、必要に応じてバイトンOリング程度の密閉容器に入れる、トリチウムの透過性の悪いフィルムで覆う等の措置を取る。

（5）真空容器内の作業に関しては、従来の真空容器内作業指針に従う。

（6）真空容器内作業後、前室でトリチウムサーベイメーターにより汚染の有無を確認する。汚染がある場合は管理室の職員の指示に従い必要な除染処置をとる。

4. 3. 10 ポート作業

ポート作業を行うに当たっては、真空容器は負圧で本体室の空気が真空容器に流れ込む状態になっているが、トリチウムの本体室内流出を最小限にするために、必要に応じて当該ポートを覆い、換気設備を取り付けた簡易作業室を設ける。さらに必要で

あれば、4. 3. 4 節で示した高分子膜型トリチウム除去装置あるいはこれと同等の装置に繋がる空気吸い込み口をポート近くに設置する等の措置を取る。

この簡易作業室内での作業にあたっては、真空容器内作業に準じて、専用の作業着、靴、手袋を着用すること。入室にあたり、換気がなされていることを確認すること。また、管理室の職員から指示があった場合は、その指示に従うこと。

取り外した機器は、すみやかにビニール袋等で覆い、機器からのトリチウム流出を最小限にすること。また、ポートは開放のまま放置せず、作業終了後、速やかに閉止すること。

退室にあたり、使用した作業着、靴、手袋は着替え、トリチウムサーベイメーターにより汚染の有無を確認する。汚染がある場合は管理室の職員の指示に従い必要な除染処置をとる。

4. 3. 1 1 計測機器から真空容器に大気が入り込んだ場合の対応

計測機器から真空容器に非常に少ないが大気が入り込むトラブルは、時々起こりうることで、その対応は熟練している。

このような場合、これまでは、真空容器を大気にしないということを目指して対応してきた。重水素実験では、この目標をトリチウムを流出しないというものに変えることにより、トリチウムの本体室への流出はほぼ防止される。

計測機器から真空容器に大気が入り込んだ場合の対応を図 4. 3-9 に示す。この図では、空気の流入量が多い場合についても検討している。この作業では、前節の簡易作業室、高分子膜型トリチウム除去装置に繋がる空気吸い込み口が重要な役割を果たす。

図 4. 3-9 の作業では、次の点に注意する必要がある。

- 計測機器の真空容器内壁にトリチウムが付着している可能性があることから、トリチウム濃度を計測し、トリチウムが拡散しない手順をとる。
- 真空系を大気にした後、必ず閉止フランジ等で密閉する。
- 真空容器側フランジ、ゲート等の取り替え、計測機器の現場修理作業などは、簡易作業室を組み立て、その中で行う。
- 簡易作業室は、真空容器、機器の開放時を除いて、高分子膜型トリチウム除去装置により負圧にし、本体室へのトリチウムの流失を防止する。
- トリチウム除去装置につながる空気取込口を機器の真空容器に接続する等、種々の工夫をして機器の真空容器内壁に付着している可能性のあるトリチウムを簡易作業室にまず拡散させない。

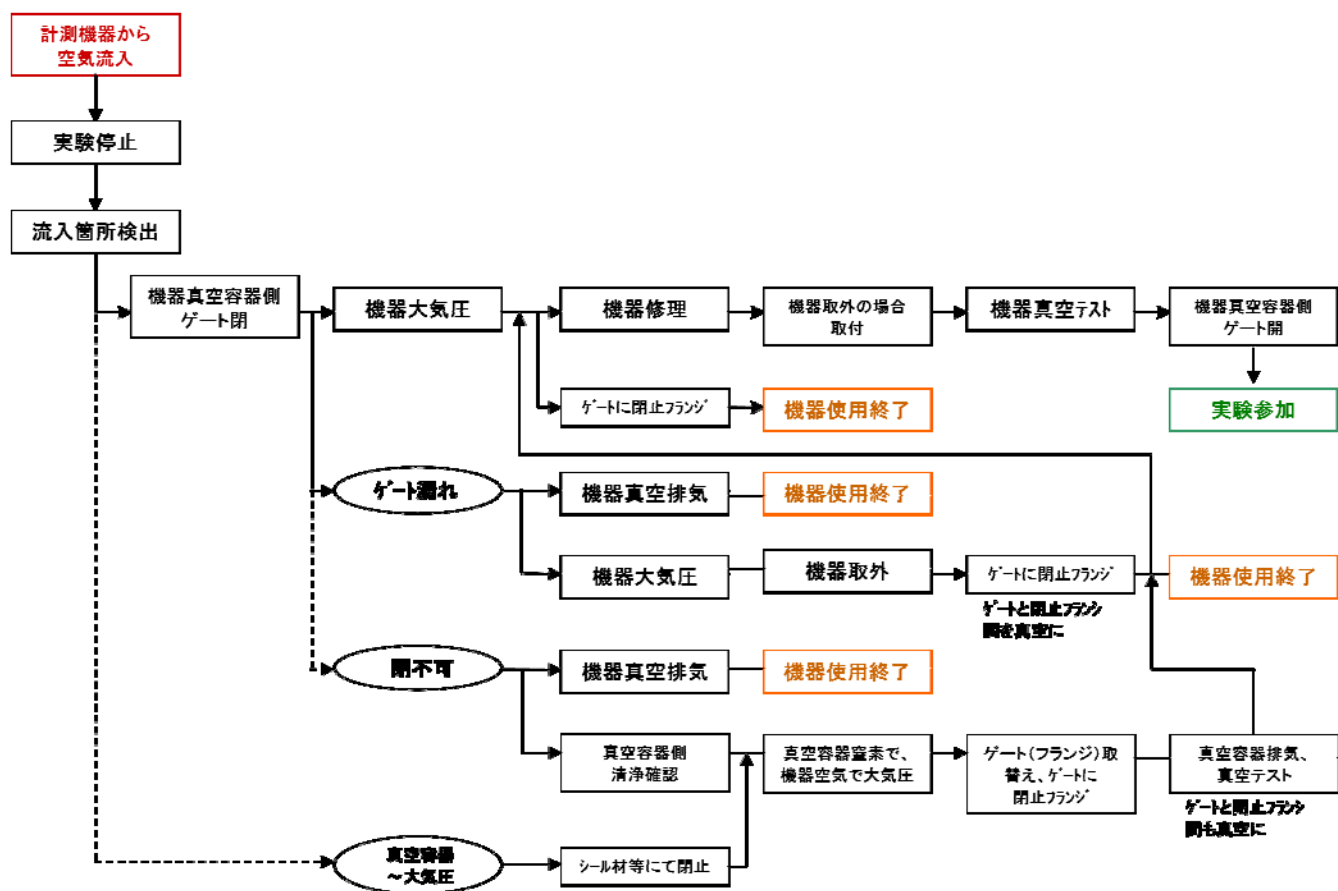


図4. 3-9 計測機器から真空容器に大気が入った場合の対応

4. 4 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、放射能濃度をモニターしながら排気塔から大気に放出する。

本体室その他外気機系統エアバランス
 <本体室実験時>

凡例

室名	管理区域
	定風量装置 (CAV)
	可変風量装置 (VAV)
$\varnothing$	ダクト・FD・SFD
LHD	大型ヘリカル実験装置

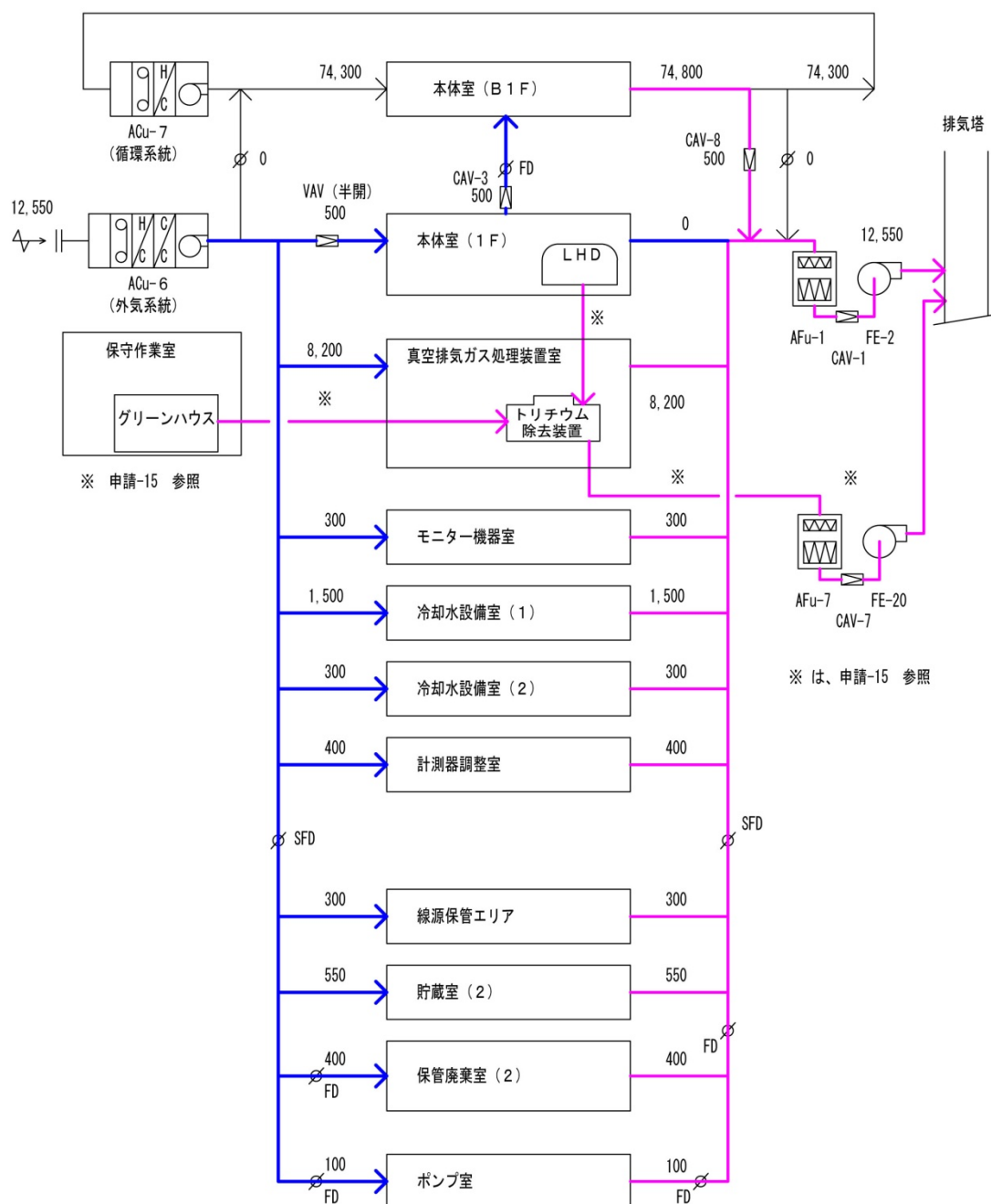


図 4. 4 - 1 空調機エアバランス（実験中本体室その他系）の仕様案

空調機エアバランスの仕様案の一例を図 4. 4 - 1 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。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）。

管理区域の系統の排出口にはR I 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。

4. 5 入退管理対策

4. 5. 1 本体室出入り口の整備

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。また、入室しようとする者は、以下の項目を管理室の職員に確認し入室する。

○放射化

- ・建物（コンクリート）、装置の放射化が考えられる。管理室の職員が適宜測定する。値によっては、入域エリア、作業時間を制限し管理する。

20 mSv/年 & 1 mSv/週

○アルゴン 4 1

- ・大気開放時に測定。値によっては、減衰するまで入域禁止とする。

空中濃度限度：0.1 Bq/cm³

○ダスト

- ・真空容器の大気開放時に測定。値によっては、除去作業（吸塵）を行う。

○トリチウム濃度

- ・常時監視する。ただし、濃度変化が見られないようであれば入室前のみの測定とする。

0.8 Bq/cm³（水）、10000 Bq/cm³（ガス）

なお、放射線施設の出入り口には、LHD入退管理室、更衣室、汚染検査室、除染設備そして入退室管理装置等を設ける。これらについて以下に示す。

（１）ＬＨＤ入退管理室

大型ヘリカル実験棟専用の管理室を「ＬＨＤ入退管理室」と称し、大型ヘリカル実験棟管理区域の出入り口が見通せる位置に設置する。大型ヘリカル実験棟管理区域の出入口は本管理室１ヶ所とする。ＬＨＤ入退管理室は、管理区域内作業現場の従事者に対する窓口サービスの業務と、放射線施設の放射線安全管理状況監視の業務を行う。また、ＬＨＤ入退管理室には、「放射線総合監視システム」（４．７．１節）を設置して管理室員が常駐し、管理状況の監視、記録の保存その他の管理業務を行う。なおＬＨＤ入退管理室には、トレーサビリティ付きの測定器等を備える。特に、

- ・ 人の出入り管理（監視カメラを使用、記録）、
- ・ 見学者を含む個人被曝管理（電子線量計等の貸出）、
- ・ 物の搬出・搬入管理、
- ・ 管理用測定機器の管理、
- ・ 放射性同位元素と放射性廃棄物の管理、
- ・ 排気・排水管理、
- ・ 作業記録等各種申請書類の受付、チェック、事務処理、
- ・ 大型ヘリカル実験棟管理区域に関する汚染と空間線量等の定期・臨時検査の実施、
- ・ 放射線総合監視システムによる管理とメンテナンス

など、通常の加速器、非密封ＲＩ取扱施設で行われる放射線安全管理のほか大型ヘリカル実験棟管理区域で使用される汚染検査機器や個人被曝線量計の貸出業務等を行う。

（２）クイクセルバッジ（ＱＢ）

現在、核融合科学研究所では個人被曝線量測定のためにクイクセルバッジ（ＱＢ）を放射線業務従事者に貸与し、毎月交換して測定を行っている。重水素実験の開始後は、管理区域の出入口付近にＱＢ保管用壁掛けボードを設置し、このボードにＱＢを返却して保管するシステムとする。員数としては、３００人以上を見込んでいる。

（３）更衣室と下駄箱、バリア

非密封ＲＩ取り扱い施設を想定し、出入り口近傍は、管理区域とそうでない区域の明確な区別、そして管理区域内汚染が管理区域外へ拡大する事を防止できる構造とする。管理区域の区別は、管理区域への通常出入口を限定（１箇所）して、そこに入退室管理装置や簀の子、下駄箱等をバリアとして配置することにより行う。また汚染の拡大防止は、作業着の着替え、履物の履き替え、手袋の着用等によって行う。こうし

た手続きを行うエリアとして、更衣室を設ける。更衣室の規模は、これまでの登録状況から判断して、一度に立ち入る放射線業務従事者130人程度、見学者50人程度を想定して決定する。放射線業務従事者の場合、管理区域内の作業着と履物は、各個人ごとに貸与することを前提とする。一時立入り者には、別途用意する。必要な機能は以下のとおりである。

- ・入退室管理装置による出入り管理と記録
- ・バリア（簀の子方式）
- ・130人分程度の放射線業務従事者専用作業着及び専用履物とその保管場所、および、非管理区域側履物の保管場所
- ・50人分程度の一時立入り者用管理区域専用着及び履物とその保管場所（従事者用ものとは色等により明確に区別する）、および、非管理区域側履物の保管場所
- ・一時的な荷物置き場

（４）汚染検査設備

放射線業務従事者が業務を終えて管理区域から出る場合には、各個人の人体表面と持ち出す物品に汚染がないことを確認する必要がある。そのために汚染検査室を設け、汚染検査に必要な測定器等の設備を備える。また汚染検査室には、ユーザーが管理区域内の作業で汚染検査や漏洩線量測定を行う場合に持ち込んで使用できる測定器等も用意する。以下に、それらの機器をまとめる。

① 機器（汚染等測定装置等）

○トリチウム用

- ・トリチウムサーベイメーター、トリチウムモニター（ガスフロータイプ）、ガス・空気通気型ガスモニター、呼気モニター

○トリチウム以外の核種用

- ・GMサーベイメーター、電離箱サーベイメーター、シンチレーションサーベイメータ、中性子サーベイメーター、ガスフロー簡易モニター、ハンドフットクロスモニター

○一時立ち入者貸与用（管理室貸出の形になる）

- ・電子ポケット線量計、その他

② 汚染防護用品

- ・ポリ・ゴム手袋、ペーパータオル、ポリエチレン濾紙等

（５）除染設備

放射性同位元素等を取り扱う施設の管理区域から出る際には、手等を洗淨するとともに放射性同位元素等による汚染がないかどうかの検査を行う。汚染がある場合には、除染を施す。除染作業は、人体表面の他、作業着・工具等も対象になる。そのため、除染設備を汚染検査室の近くに設ける。除染設備として以下のものが準備される。

- ①シャワー設備（温水）
- ②除染用品（除染剤、ブラシ、保管棚、他）
- ③自動洗淨設備（流し、温水使用可）

ここで①と③は換気設備を有する。

（６）作業準備室（非管理区域）

LHD入退管理室付近の非管理区域に「作業準備室」を設ける。この部屋は、(1)管理区域へ立ち入る場合に、持ち込む必要のないものを置いておく、(2)放射線業務従事者が管理区域に立ち入った場合の作業の内容を記録する、など、管理区域への出入りに際して行われる様々な作業や準備その他を行うための部屋である。この部屋には以下のような備品等を設置して、利用者が管理区域に立ち入る際の便宜を図る。

- ・ 掲示板
- ・ 記録机
- ・ 上着・荷物置き場（不要な持ち込み防止）
- ・ 記録様式など在庫消耗品の保管棚
- ・ 閲覧用各種マニュアル

（７）監視体制

安全管理を徹底するため、通年24時間体制で、放射線総合監視システム、トリチウム含有水などの監視と異常時の対応を主な業務とする運転員を最低1人置く。特に、重水素実験初期には、夜間休日においても、この放射線関連の運転員に、本研究所研究職員、技術職員をあてるようにし、初期故障などに対応するとともに、運転・監視の指導に努めるものとする。

LHDの監視体制は以下のようにする。

○ 実験期間

実験時間帯：担当者・運転員による最低6人以上の監視体制

夜間休日：運転員による最低6人以上の監視体制

その他：門衛2人以上の補佐

○ メンテナンス時

24時間 : 運転員3人以上による監視体制

その他 : 門衛2人以上の24時間補佐

なお、関係自治体等への通報、緊急時の連絡は、監視にあたっている担当者・運転員・門衛の誰でも行えるものとし、通報・連絡する者を確認して確実に行う。

(8) 安全装備の常備

○火災用防具

呼吸器(30分)を含む耐火用防具 5セット

○トリチウム用防具

- ・災害時に、保管廃棄室でトリチウム含有水の保管容器の保管状況の点検等、トリチウムを吸引する可能性のある作業等に必要

長靴、防護用作業着、呼吸器、防護マスクからなる防具 10セット

(呼吸器には予備を含め2時間使用できる空気ボンベを常備)

- ・放射線量を現場で測定した上で、活動できるよう

ハンディタイプの放射線測定器 10台

(9) その他

放射線業務従事者に対して、管理情報を提供するため、所内管理区域周りの適当な位置に、LHD入退管理室から適宜必要な情報を掲示する。

情報の内容

○入室に関する情報

- ・現在の立ち入り者数
- ・空間線量(空气中アルゴン41等濃度)
- ・実験スケジュール

○その他、放射線安全管理室(安全衛生推進部)からの情報

- ・講習会、健康診断の実施日程
- ・バッジの交換日程
- ・個人の呼び出し、連絡

4. 5. 2 大型ヘリカル実験棟入退管理装置の強化

大型ヘリカル実験棟が放射線施設になり管理区域が設定された後は、本体室への出入り口を一箇所に限定する。その案を図4. 5-1に示す。図4. 5-1では、LHD入退管理室、更衣室、汚染検査室、除染室、入退管理装置等の配置案を示した。以下に、本体室の入退管理に係る必要事項や入退管理装置に必要な機能を記する。

○本体室の入退管理に係る必要項目

①本体室入り口

- ・ 停電時ゲート開放への変更
- ・ 緊急時の退室方法の確立

②自動停止装置（インターロック）信号

- ・ 室内空气中放射能濃度レベルとの連動
- ・ 空間線量レベルとの連動
- ・ 遮蔽扉全閉との連動
- ・ 目視点検異常なし（手動入力信号を受ける）との連動

③LHD入退管理室、更衣室、汚染検査室、除染室の設置

④実験終了後経過時間の表示（実験終了の励磁信号は手動入力）

⑤入退室記録に基づく作業記録の作成機能

- ・ 自動的に作業記録を作成

⑥放射線総合管理システム

＊放射線管理に関する情報を集約し管理するシステムで、LHD入退管理室および制御室において操作可能とする。

4. 6 付帯設備の整備

4. 6. 1 R I 保管施設

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場所が必要となる。また、トリチウム含有水等の廃液の保管も必要となる。これらの目的のため、「保管廃棄室」等を有するR I 保管施設を大型ヘリカル実験棟西側地下二階に設ける。R I 保管施設案を図4. 6－1に示す。このR I 保管施設は、法律に基づき耐火及び耐震構造とする。

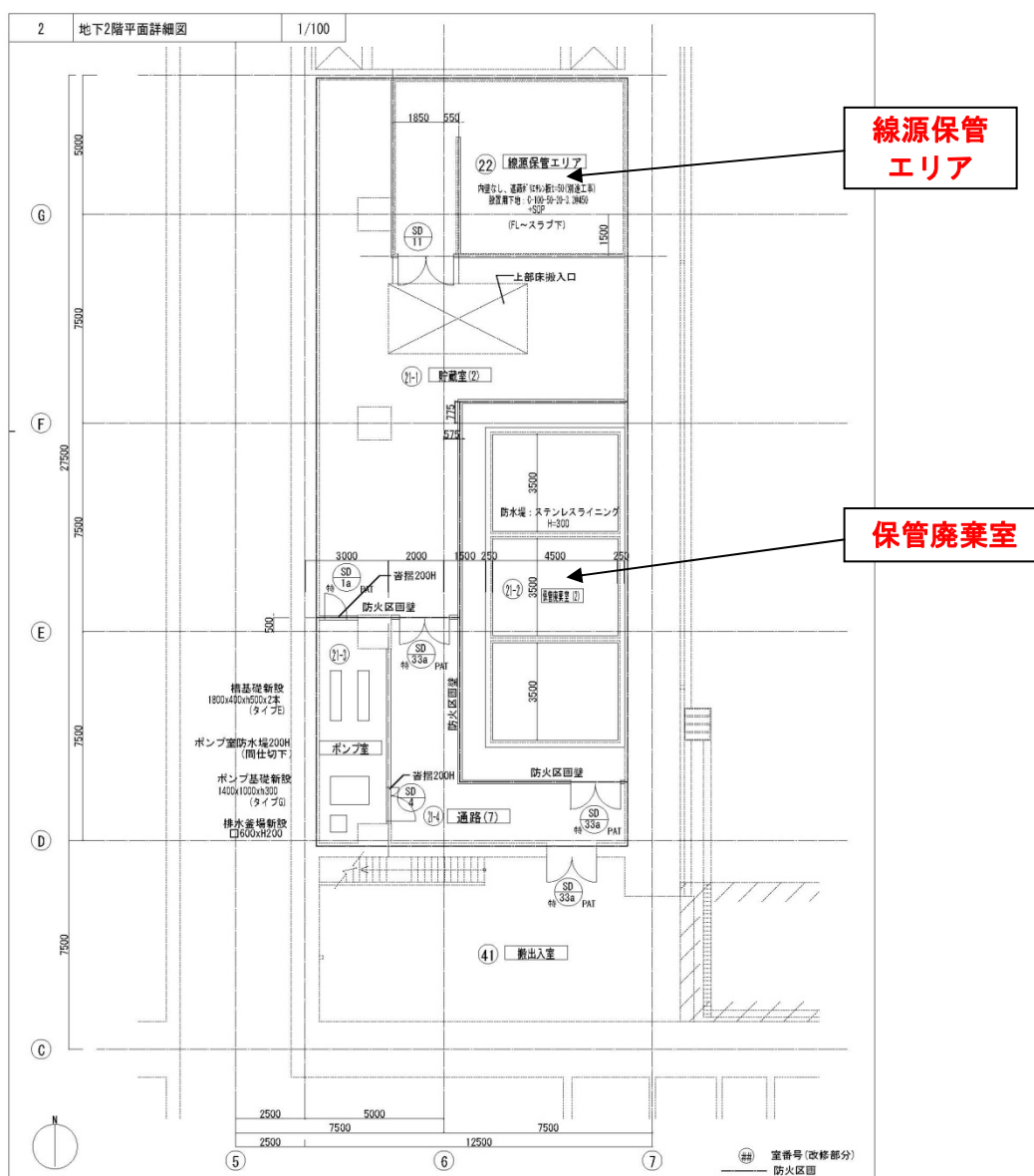


図4. 6－1 R I 保管施設案 (B 2)

また、大型ヘリカル実験棟西側地下一階には、トリチウム除去装置及び、排水処理設備を設置する（図4．6－2）。

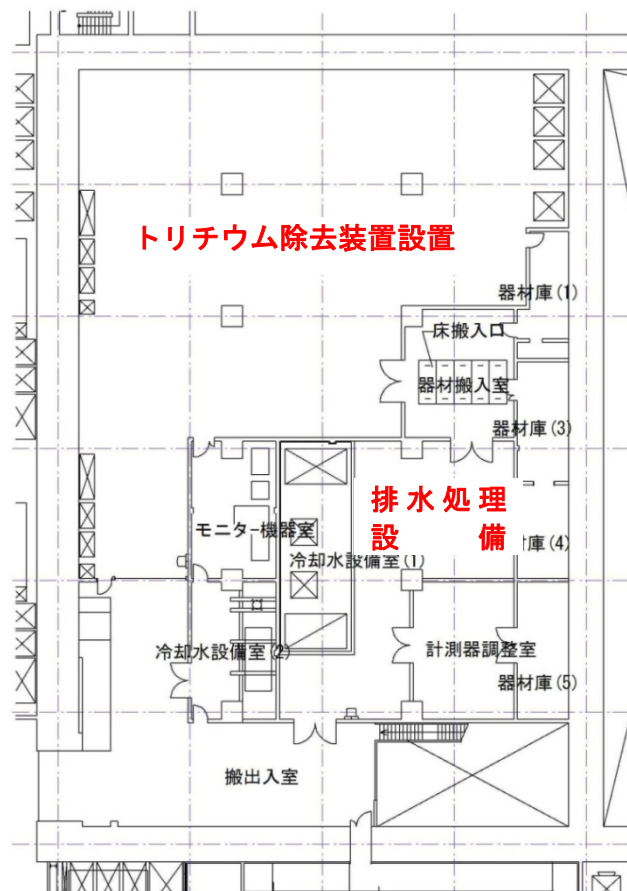


図4．6－2 大型ヘリカル実験棟西側地下一階の改造案（B1）

（1）保管廃棄室

- ・放射化物、廃液、廃棄物を保管する。
- ・日本アイソトープ協会に引き渡すための搬出口を設け、荷役に便利な構造とする。
- ・耐火・耐震構造とし、床には防水塗装を施す。
- ・廃液保管のため、ステンレス製の保管槽（3 m×4.5 m×60 cm）を3槽設け、トリチウム含有水の漏出を防止する。

1槽あたり、80個の保管容器が保管可能な構造とする。

（2）排水処理設備

- ・空調のドレイン水等を貯留し、濃度測定、保管容器への移し替え等の処理を行う。

4. 6. 2 管理区域内保守作業室

加熱装置等大型機器のメンテナンスエリアとして管理区域内に保守作業室を設ける。保守作業室は実験期間中の作業を考慮して本体室北側の工作室を改装して使用する。メンテナンスの必要が生じた際は、汚染を測定除去した後に遮蔽扉から搬出する。この際には汚染の拡散を防止するために保護シート等で覆う。運搬には専用の台車を使用する。作業室内には走行クレーンを備え、室内での重量物運搬に備える。また、空気汚染の恐れがあるときは、高分子膜型トリチウム除去装置に連結した換気機能を持つグリーンハウスが使用できる。

この作業室には遮蔽機能はないが、換気機能を有する。本体室内の空気をフィルターで浄化して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。負圧を維持することにより、トリチウムの漏出を防ぐ構造とする。また、グリーンハウスの排気口は、4. 3. 4 節で示した高分子膜型トリチウム除去装置あるいはこれと同等の装置に繋ぐものとする。管理区域内保守作業室案を図4. 6-3に示す。

トリチウムの付着した機器の修理等を行う場合には、修理機器の近くに高分子膜型トリチウム除去装置につながる空気吸い込み口を置き、トリチウムの汚染拡大防止に努めるものとする。

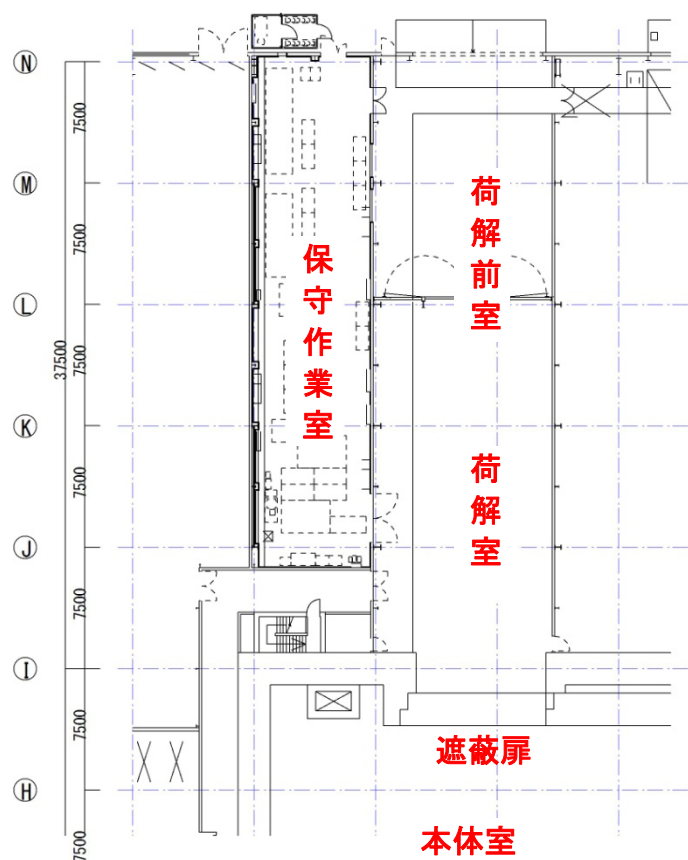


図4. 6-3 管理区域内保守作業室案

4. 7 放射線管理

4. 7. 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常時監視するために、放射線総合管理システムを構築し、LHD入退管理室と制御室に置く。このシステムは、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）をリアルタイム表示するとともに、排水処理装置の遠隔操作やバルブ開閉状況表示等、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。

（1）線量監視（管理区域内外の空間線量）

現在すでに設置してあるRMS A F E*の運用実績をベースに、重水素実験作業環境の線量監視を行うために、線量監視機能の増強を行う。特に中性子発生状況や空気放射化状況を連続把握するために、専用のエリアモニター（ $\beta \cdot \gamma$ 、 n ）を大型ヘリカル実験棟内壁その他の位置に適当数設置する。なお空気の放射化については、空気を直接検出器に引き込んで計測する方式の通気型電離箱、あるいはNaIやプラスチックシンチレーター検出器を用いる。これらのエリアモニター等は、本体室作業環境における日常の放射線安全管理を目的として設置する。測定データは、放射線総合監視システムにより常時見ることが出来るようにし、記録する。線量監視機能増強のために設置するモニターは以下のとおりである。

- ・ γ （X）線エリアモニター、中性子エリアモニター、放射化空気モニター、ダストモニター（核種判別）

これらのモニターの設置位置や台数については、最適化する。

ダストモニターに関しては、敷地内に1か所以上常設し、定期的（その他必要に応じて）に核種の判別を行うものとする。

*RMS A F E： 本研究所では、実験により発生する放射線の敷地境界における線量が年間 $50 \mu\text{Sv}$ を超えないことを管理目標としており、この目標を数値で示すことを可能にするためにLHDに適応した放射線モニタリングシステムRMS A F E (Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiment)を開発し、1992年以来整備を進めてきた。このシステムでは、微弱なバーストX線を検知することができる。現在敷地境界にほぼ均等に9基、実験棟近傍に5基を設置している。全てのポストに γ （X）線測定器を、また9基のポストに中性子測定器を備えている。また大型ヘリカル実験棟内では、本体室、本体地下室、周辺室、屋上に γ （X）線測定器18

台、中性子線測定器 3 台を配置している。モニタリングポストの配置を図 4. 7-1、4. 7-2 に示す。

検出器で得られた線量は光パルスに変換され数百メートル離れた監視装置に送られる。監視装置はスケーラ、データ収集計算機 (GPIB Controller)、データサーバ及び表示装置 (Data Service) から構成されており、放射線総合監視システムに組み込まれている。

表示装置では、収集された放射線データをリアルタイムで表示することができる。また、日報、週報、月報のトレンド表示や帳票出力もできる。

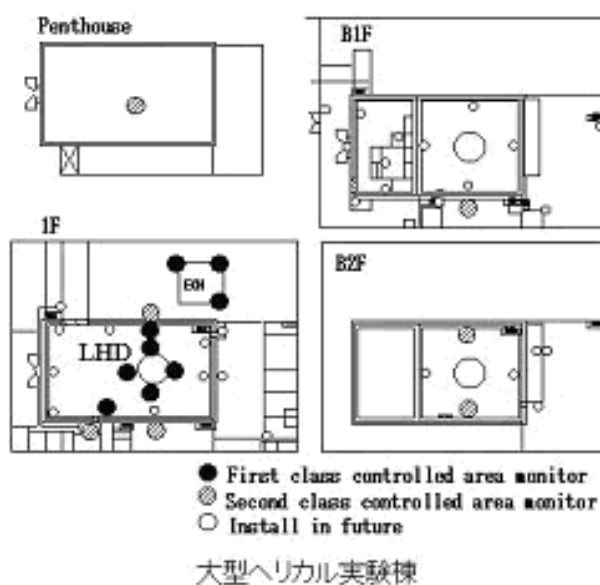


図 4. 7-1 室内モニタリングポスト配置図

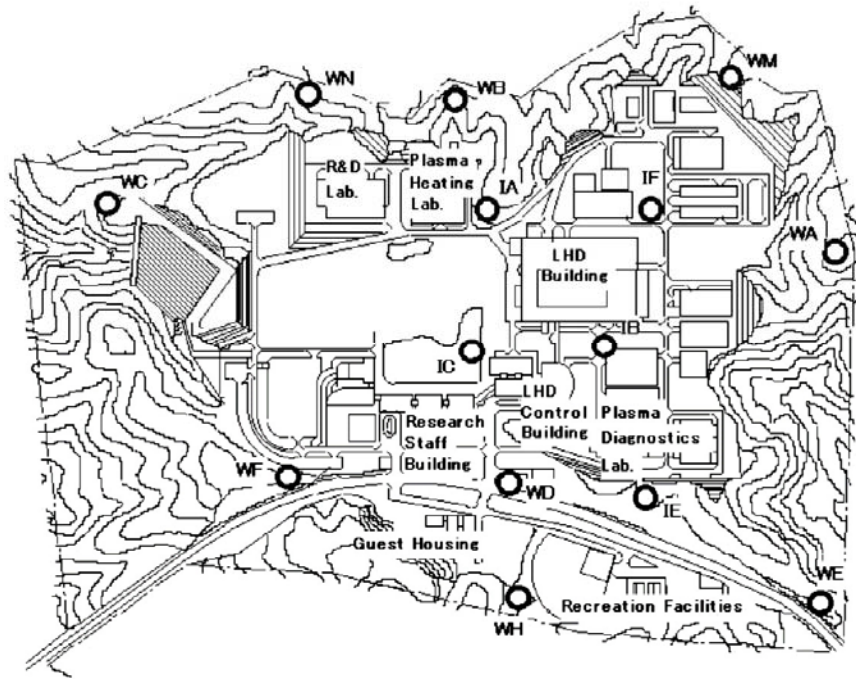


図4. 7-2 室外モニタリングポスト配置

(2) 放射能監視（空气中・排気中濃度）

① 空气中・排気中放射能濃度監視

管理区域内空気と排気についての放射能濃度を連続監視するため、管理区域内の適当箇所と排気塔に以下のモニターを設置する。

- ・ガスモニター（固定式、トリチウム以外の核種が対象）
- ・ダストモニター（固定式、トリチウム以外の核種が対象）
- ・トリチウムガスモニター（固定式）

これらのモニターで測定された放射能濃度のデータは、放射線総合管理システムに送り、LHD入退管理室や制御室等で表示するとともに、記録を残す。

② 排水中トリチウム濃度監視

排水中のトリチウム濃度は、専用の容器や貯留槽に一定量を蓄積した状態でバッチ处理的に測定して評価する。なお排水中の濃度測定を行う際、手動サンプリング測定と市販の装置を用いた自動サンプリング測定を行うが、自動サンプリング測定で得られたデータは、その排水が放流されるまでの間、排水待ちにある排水中の放射能濃度として、本体室現場の放射線管理室等で表示するとともに、記録を残す。

(3) 設備監視

放射線安全管理の立場から必要な情報を集め、表示する。

- ・トリチウム処理状況
- ・分配槽、貯留槽の水位
- ・配水管バルブ開閉状況
- ・給・排気フィルター差圧
- ・室内外差圧
- ・入室者リスト等の入退室装置情報

これら表示されたデータから、その時々管理状況を把握、確認することにより、放射線安全管理の円滑な現場運営を行う。

(4) 放射線総合監視システムの安全確保

落雷等による不意の電源喪失によるシステムダウンを防ぐため、放射線総合監視システムは無停電電源に接続する。その他、電源確保が必要な機器に関しては個別に無停電電源を用意する。また、9. 5. 2節で述べる非常用電源設備にも接続する。

(5) 監視体制

安全管理を徹底するため、通年24時間体制で、放射線総合監視システム、トリチウム含有水などの監視と異常時の対応を主な業務とする運転員を最低1人置く。特に、重水素実験初期には、夜間休日においても、この放射線関連の運転員に、本研究所研究職員、技術職員をあてるようにし、初期故障などに対応するとともに、運転・監視の指導に努めるものとする。

LHDの監視体制は以下のようにする。なお、関係自治体等への通報、緊急時の連絡は、監視にあたっている担当者・運転員・門衛の誰でも行えるものとし、通報・連絡する者を確認して確実にを行う。

○ 実験期間

実験時間帯：担当者・運転員による最低6人以上の監視体制

夜間休日：運転員による最低6人以上の監視体制

その他：門衛2人以上の補佐

○ メンテナンス時

24時間：運転員3人以上による監視体制

その他：門衛2人以上の24時間補佐

4. 7. 2 重水素実験用自動停止装置の整備

LHD装置はさまざまな自動停止装置により安全を確保している。ここでは重水素実験の開始に伴い、新たに必要となる自動停止装置について下記に示す。実際の運用では、数値がリアルタイムで読み取れるものについては、管理値より低い値に警報レベルを設定して、その値に達したときには警報を発して一旦実験を停止し、実験スケジュール、実験条件等の再検討を行い、管理値を超えないように実験を進める。

自動停止装置は、放射線安全管理・監視下にある計測データその他の管理情報を、自動停止装置信号としてLHD実験の安全管理に反映させるものである。この自動停止装置信号により制御を受ける装置には、入退管理装置とLHDがあり、自動停止装置信号による安全ロジックが担保されて停止状態が解除されない限り、次の状態が維持される。

- ・入退室管理装置：入室を禁止状態
- ・LHD：プラズマ実験停止

これらの制御に用いる安全管理情報は以下のとおりである。

(1) 入退室管理装置制御信号

- ① アルゴン41を含む本体室内空气中放射能濃度
- ② 本体室内放射線線量率
- ③ LHD運転状態

(2) LHD運転制御信号

- ① 遮蔽扉全閉
- ② 入退室管理装置入室禁止中
- ③ 入室者ゼロ
- ④ 中性子発生積算量（トリチウム生成積算量）
- ⑤ 排気中トリチウム濃度
- ⑥ 排気中アルゴン41濃度
- ⑦ トリチウム除去装置・各モニター・装置正常運転中
- ⑧ 地震（震度4以上）
- ⑨ 停電
- ⑩ 手動緊急停止

(2) の⑧、⑨、⑩が発せられた場合は、LHDの運転は停止され、緊急マニュアル

に従って対処される。これについては8章で述べる。

自動停止装置は、事態を把握して自動的に作動するばかりでなく、モニター等の目視確認によっても、手動で動作できるように構築する。また、発生要因、発生時期に応じた対応が必要なため、実験に即して構築する。

4. 8 安全対策用測定機器の整備

核融合科学研究所では、法令にもとづく値と、法令よりも厳しく独自に設定した管理値を用いて放射線安全管理を進める（6.2節参照）。この管理値を超えていないことの確認と監視を行うための計測器として、現在入手しうる測定器や装置のうち、検出感度、現場での使いやすさ、保守管理を考慮して、合理的と考えられる装置を選択する。

4. 8. 1 研究所管理値の確認方法

敷地境界、トリチウムの排気・排水に関しては、核融合科学研究所が独自に研究所管理値として管理値を設定している。

○敷地境界線量（年間 $50 \mu\text{Sv}$ ）

敷地境界の線量は、自然放射線（ $1000 \sim 2000 \mu\text{Sv}/\text{年}$ ）の変動幅が大きいので、直接読み取ることができない。そこで、RMS A F Eにより得られたガンマ（エックス）線と中性子線についての空間線量データにもとづいて $50 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を超えていないことの評価を毎週行い、その結果に基づいて、次週以降の実験遂行の可否を決定する。

○空気中のトリチウム濃度計測

真空容器内での作業環境中のトリチウム濃度監視、本体室内での作業環境中のトリチウム濃度監視、建屋排気塔出口での排気中のトリチウム濃度監視に対応した専用のモニターを設置する。設置案を図4. 8-1に示す。

・作業環境中のトリチウム濃度監視（水蒸気状： $0.8 \text{ Bq}/\text{cm}^3$ ）

連続監視には、市販の通気型電離箱（検出下限：約 $0.01 \text{ Bq}/\text{cm}^3$ ）を適用して、法令の濃度限度（水蒸気状： $0.8 \text{ Bq}/\text{cm}^3$ ）を超えないことを監視する。また、触媒酸化法を用いたトリチウム捕集装置により化学形の異なるトリチウムを弁別し、液体シンチレーション測定を行う。

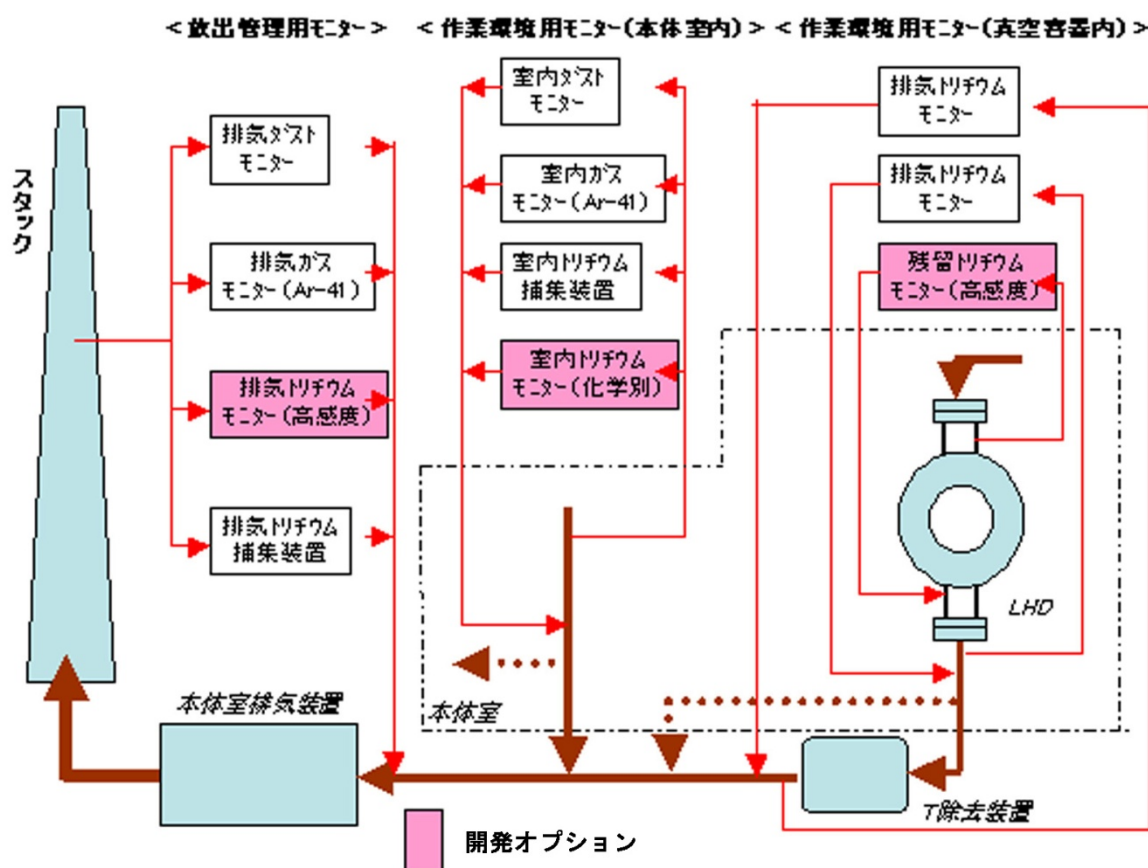
- ・ 建屋排気塔出口の排気中トリチウム濃度監視 (2×10^{-4} Bq/cm³)

トリチウム捕集装置で水の化学形態で回収した試料水に対して、液体シンチレーション測定を行う。法令で定められる濃度限度よりも厳しい管理値 2×10^{-4} Bq/cm³ (3ヶ月平均濃度)を設定している。なお、3ヶ月の平均濃度が管理値を超えないようにするために、測定の頻度は週一回を想定している。

異常なトリチウム放出の検知と自動停止装置による実験停止のために、市販の高感度モニター (検出下限: 約 0.005Bq/cm³) で連続監視を行う。

トリチウム除去装置のトリチウム濃度の連続的な監視結果から、建屋排気塔出口での排気中のトリチウム濃度を計算によって評価し、管理値の連続的な監視の補助とする。

(市販の高感度モニターよりも1桁以上感度の高いモニターの開発を進めており、実用化できしだい導入する計画である。)



○排水中のトリチウム濃度計測 (6×10^{-1} Bq/cm³)

排水は貯留槽に貯め、排水時には、事前に試料を採取して管理値以下を確認した上で排水する。計測には液体シンチレーション測定を適用する。

なお管理値を超える排水は、日本アイソトープ協会に処理・処分を依頼する。

○トリチウム発生量の監視 (1－6年度：37 GBq、7－9年度：55.5 GBq)

中性子測定によって得られたデータにもとづき、計算によって評価する。

○トリチウム総排出量の確認 (各年度 3.7 GBq)

トリチウム総排出量の評価は、排気中および排水中の濃度測定記録をもとに、計算によって行い、管理値を超えた実験を行わないように監視する。

4. 8. 2 放射線安全管理機器

放射線（能）測定に関する放射線安全管理の一般的な項目を、放射線施設内部と外部、監視（記録）、特記の4つに分けて表4. 8－1に示す。

表4. 8－1 測定に関する放射線安全管理項目

区 分	測 定 項 目
施設内測定	① 中性子発生量の測定 ② 個人被曝線量測定 ③ 個人汚染測定 ④ 物品および建屋表面汚染測定 ⑤ 空間線量測定 ⑥ 空気中および排気中放射能（ダストを含む）濃度測定 ⑦ 排水中放射能濃度測定
施設外測定	⑧ 周辺環境放射線測定
監視（記録）	⑨ 測定データの記録と測定監視
特記	⑩ 真空容器開放時安全確認測定 ⑪ 放射性廃棄物（所内）運搬時測定

表4. 8－1に示した測定のほとんどは、市販の放射線安全管理汎用機器を用いて実施することが出来る。しかしながら、① 中性子発生量の測定、⑨ 測定データの記録と測定監視、⑩ 真空容器開放時安全確認測定、⑪ 放射性廃棄物（所内）運搬時測定に用いる装置については、核融合科学研究所の現場状況に即して整備しなければならない。

(1) 中性子測定

1) 中性子束測定

DD反応の量を評価することは、安全管理の立場から最重要課題である。放射線発生装置としての使用量には、DD反応で発生した中性子量が用いられる。また、生成するトリチウムの量は、この測定値からも算出される。重水素実験を開始する上で最重要不可欠の測定である。従って、中性子束測定器を、本体室に1箇所以上設置しなければならない。発生中性子量の測定結果に基づいて、実験量を制御する。値の信頼性を高くするために、放射化箔やプラスチック飛跡検出器を用いた測定も行う計画である。

DD反応による中性子測定には通常用いられている核分裂計数管（フィッションチェンバー）を計画している。また、測定の信頼性を得るために、Cf-252線源等による校正を行う。線源の使用にあたっては、密封放射性同位元素使用施設として監督官庁から使用承認を得る必要がある。

2) 作業環境における中性子線量評価

本体室、本体地下室に隣接したエリアで、重水素プラズマ放電中に作業する場所では、中性子線量を測定する。具体的には、コイル電源室、加熱装置室、計測機器室(1)に線量測定器（レムカウンター）を設置する。より高感度のもの、エネルギー群別測定ができるものが開発されたならば、併設する。

3) 敷地境界における中性子線量評価

現在、中性子カウンタを設置しているモニタリングポストは、WA、WF、WM、WN、IA、IB、IC、IE、IFである（図4. 7-2参照）。公道にもっとも近いWDにも設置する。

線量評価をより正確に行うために、ポリエチレンモデレータの厚い（例えば10 cm厚）中性子カウンタを増設し（設置場所は、WA、WF、WM、WN、WDの敷地境界5点を第1候補とする）、2本の中性子カウンタの計数を線量に変換する。

中性子線量計の標準的モデルであるレムカウンターも1～2箇所併設し、値の信頼性を確認する。

上記のモニターからの計数を、放射線監視システムRMS A F Eのもと常時測定する。

積算線量計をモニタリングポストの隣に設置して、値を比較できるようにして、信頼性を上げる。測定器としては、専用のリチウム電池によって3ヶ月間の連続測定が可能である中性子測定用の電子線量計を用いる。事前に、簡易百葉箱等に入れた状態で正確に線量を測定するための設置方法、校正方法を、検討しておく。

(2) 放射線量測定

中性子線量の測定については(1)の述べたとおりである。それ以外の放射線量の測定については、本体室内、大型ヘリカル実験棟管理区域境界、事業所境界の3区域で行い、それぞれの区域(線量)に適した測定機器を用いて線量測定を実施する。

○本体室内： γ (X) 線量測定—電離箱、シンチレーションサーベイメータ

(1週間あたりの線量)

○その他の区域：エリアモニター、電子ポケット線量計、ガラス線量計、

熱ルミネッセンス線量計(TLD)、クイクセルバッジ(QB)、

などの線量計

(1月間あたりの線量)

(3) 表面汚染密度

○本体室内の表面汚染密度

トリチウム：スミヤ・液シン法(スミヤ濾紙で表面を拭き取り、その濾紙を直接液シンに置いて測定する方法)

その他の核種：低バックグラウンドガスフロー自動測定装置、
必要に応じて低バックグラウンド半導体測定装置を併用

○持ち出し物品等の表面汚染密度測定

物品等を本体室(管理区域)から搬出する際は汚染密度測定を行う。その際、自然レベルと比較して、有意な線量が計測されないこと(測定器の検出限界(3 σ 判定)以下であること)によって、管理値以下であるとする。

・汚染の恐れがないと考えられるもので所外へ持ち出さない物品

トリチウム：トリチウム専用サーベイメーターおよびトリチウムガスモニター

その他の核種：GMサーベイメーター、シンチレーションサーベイメータ、

(場合によってはスミヤ液シン法やイメージングプレートを併用する)

・汚染の恐れがある物品、所外に持ち出す物品

トリチウム：スミヤ・液シン法(バックグラウンドを考慮する)

(必要に応じてイメージングプレートを併用)

その他の核種：GMサーベイメーター、シンチレーションサーベイメータ

(バックグラウンドを考慮する)

(4) 空気中および排気中の放射性同位元素濃度

空気中および排気中放射能濃度のリアルタイムモニターを、

- 1) 排気塔（建屋から放出される排気ガス中の放射能濃度監視）
 - 2) LHD本体室内（本体室内での作業環境中の放射能濃度監視）
 - 3) LHD真空容器内（真空容器内での作業中の放射能濃度監視）
- の3箇所に設置して、空気中および排気中の放射能濃度を監視する。

測定としては、

- ・ 空気を引き込んで直接測定（トリチウムとそれ以外の核種を分けて行う）

通気型電離箱

- ・ 空気中ダストをサンプリングして測定

ダストサンプラーで空気中ダストを濾紙に捕集し、

GM検出器等による総係数測定、場合によって半導体検出器を併用

- ・ アルゴン濃度の測定

汎用されている通気型ガスモニターあるいはエリアモニターの測定値及び中性子発生量から、計算により求める

（現在、直接測定できる感度の測定器を開発中）

を行う。

(5) 排水中の放射性同位元素濃度

排水は、いったん貯留槽に貯留してサンプリング測定を行い、トリチウム濃度を測定し、管理値以下であることを確認する。加えて、他の放射性同位元素濃度が規制値以下であることを念のため確認したのちに下水に排水する。

なお管理値及び規制値を超える排水は、日本アイソトープ協会に処理・処分を依頼する。

排水中放射性同位元素濃度測定は、トリチウムとそれ以外の核種に分けて行う。トリチウム以外の核種は低バックグラウンド半導体測定装置による γ 線核種分析により行う。

- ・ 液体シンチレーション測定装置（液体試料採取液シン測定法）
- ・ トリチウム液体試料前処理（分離、濃縮等）装置－測定精度を上げる処理
- ・ ベータ線水モニター（ ^3T 、 ^{14}C 遠隔測定、排水設備で使用）

- ・ガンマ線水モニター（放射化物等遠隔測定、排水設備で使用）
- ・低バックグラウンド半導体 γ （X）線スペクトロメーター
- ・ガスフローカウンター（自動測定装置）

（６） 放射化

放射化物は低バックグラウンド半導体測定装置などを用いて測定し、核種と放射能強度を考慮して適切に保管し、管理する。

4. 8. 3 真空容器開放時のトリチウム測定

建屋内全体的には前節にあげた機器・装置を用いて安全確認をすることになるが、真空容器開放時やポート作業時に現場で放射能や放射線の測定評価の便宜を図るため、作業現場専用の携帯型測定装置を準備する。準備する主な装置を以下に示す。

- ・半導体 γ 線スペクトロメーター（ポータブル型）
- ・窓なしガスフローカウンター（1 インチ）
- ・小型液体シンチレーションカウンター
- ・トリチウムガスモニター（普及版）
- ・ダストモニター
- ・ダストサンプラー
- ・電源

4. 8. 4 環境測定用計測機器のまとめ

これまでに示した、重水素実験において重要となる環境への放出量を測定するための測定器に関するまとめを表4. 8-2に示す。この表では現行の入手可能な装置での測定をメインに示している。現在開発中の装置が完成した場合には、並行して設置し、所定の性能を確認した時点で移行していく予定である。

表 4. 8 - 2 環境測定用計測機器

使 用 的 目 的	使用場所	検出対象	頻度	測定器	検出方法	サンプリング 時 間	検出下限	管理値	備考
中性子計 測	本体室	中性子線	プラズマ実験連動	フィッシュンチェンバー	電離箱	リアルタイム		1-6 年 : 2.1E19/年 9- 年 : 3.2E19/年	別途、警報レベルを設定する
排 気 定 測	排気塔	トリチウム	連続	ガスモニター	通気式電離箱	5 分～	5E-3Bq/cm ³	5E-3Bq/cm ³ (法規制値)	異常値を検出
			積算	トリチウム捕集装置	貴金属触媒+モレキュラーシープにより捕集後液シン測定	1 週間	2E-5Bq/cm ³ 以下	総排出量、年間 3.7E+9Bq (0.1Ci) 3 ヶ月平均濃度 2E-4 Bq/cm ³	総量及び濃度管理
		放射化空気 (Ar-41)	連続	ガスモニター	通気式電離箱		5E-4Bq/cm ³	5E-4Bq/cm ³ (法規制値)	本体室の計測値及び中性子発生率と併せて確認
		ダスト (α線、β線)	連続	ダストモニター	濾紙上に集塵して検出				
排出量算 出	真 空 排 気 ガス処理系	トリチウム	連続	ガスモニター	通気式電離箱	2 ～ 3 分	0.1Bq/cm ³	35 Bq/cm ³ (注 1)	
	真 空 容 器 パージガス処理系	トリチウム	連続	ガスモニター	通気式電離箱	2 ～ 3 分	5E-3Bq/cm ³	5E-3Bq/cm ³	排気口管理レベルを下回ること
排 水 定 測	貯留槽	トリチウム C-14	連続	β線水モニター	液シン	10 分	0.3Bq/cm ³ 水	0.6Bq/cm ³ 水	
			採水	低 B G 液体シンチレーションカウンタ	液シン	約 3 時間 測 定	1E-3Bq/cm ³ 水		
		放射化物	連続	γ線水モニター	NaI 検出器	10 分	1E-2Bq/cm ³ 水	核種毎の 法規制値	
			採水	低 B G 半 導 体 測 定 装 置	ゲルマニウム 検 出 器				核種確認
	除 去 装 置 処 理 水	トリチウム	採水	低 B G 液 シン	液シン	約 3 時間 測 定	1E-3Bq/cm ³ 水		引渡し数量の確認
放射線測 定	敷地境界線量	X (γ) 線	連続	電離箱	A r 加 圧 型 電 離 箱	ほぼリアル タイム		50 μ Sv/年	
			積算	線量計	ガラス線量計	1 週間又は 3 ヶ月			
		中性子線	連続	比例計数管	He-3 計数管	ほぼリアル タイム			
			積算	線量計	電子線量計	1 週間又は 3 ヶ月			

注 1) トリチウム回収率 95%時の最大出口濃度

: 研究所管理値の監視 : 法令値の監視

4. 9 放射性廃棄物の取り扱い

4. 9. 1 放射性廃棄物

通常の放射性廃棄物（加速器・非密封 R I 施設において行われる放射線発生装置や放射性同位元素の取り扱いや、機器、装置のメンテナンスその他の作業で発生するもの）は廃棄の際、①可燃物、②不燃物、③難燃物、④非圧縮性、⑤無機液体、⑥有機液体、⑦フィルター、⑧その他、日本アイソトープ協会によって指定される方法に従って分類し、最終的には日本アイソトープ協会から貸与を受けた専用の容器に収納する。これらの放射性廃棄物は核融合科学研究所に設けた R I 保管廃棄室において一時保管された後、日本アイソトープ協会に引き渡す。日本アイソトープ協会では、毎年国内の放射性廃棄物について回収計画を立て、放射性廃棄物の回収（集荷）業務を行っている。日本アイソトープ協会に引き渡す際のトラックへの積み上げと、運搬、それ以降の全ての作業は、日本アイソトープ協会の責任範囲となる。

また、重水素実験特有の放射性物質の中には、分析が必要なカーボンタイルや試料片があるが、これらは一旦試料等の専用貯蔵庫に R I 分析試料として貯蔵し、分析等が終了した時点で、放射性廃棄物として処理される。

4. 9. 2 保管廃棄について

日本アイソトープ協会から貸与を受けた専用容器に収納保管した放射性廃棄物は、放射性廃棄物の性状と容器の形状から、固体廃棄物、液体（無機・有機）廃棄物、排気フィルターの 3 種に分けられ、回収されるまでの間保管される。

このように発生した廃棄物や分析試料等を保管するために、R I 保管廃棄室に保管廃棄室としての機能と R I 貯蔵庫としての機能を持たせる。

4. 9. 3 放射性物質の移動

核融合科学研究所では、本体室で発生した放射性廃棄物や分析試料保管物を、R I 保管室まで移動する必要がある。この移動を行う場合、放射性廃棄物や分析試料を収納した容器の放射能表面汚染や容器からの放射線漏洩の無いことを確認する。また、所内運搬が必要な場合は、クレーンやリフターの整備された専用の運搬車等を用意する。

第5章 周辺環境評価

5. 1 概要

重水素実験により発生する中性子等の放射線およびトリチウム等の放射性物質はそれぞれ遮蔽、除去、管理されるが、そうした安全対策の結果、周辺環境へ及ぼす影響について評価する。ここでは通常为重水素実験時の環境への影響と事故時等の異常事態における環境への影響を評価する。

5. 2 直達放射線およびスカイシャインによる環境への影響

5. 2. 1 大型ヘリカル実験棟からの影響

大型ヘリカル実験棟のコンクリート壁の厚さは横壁 2 m、天井 1.3 m で、大型ヘリカル装置が設置されている地上部分には遮蔽されていない貫通口はない。そのため、重水素実験時において、横壁を透過して直接敷地境界へ到達する中性子は極めて微量である。また、天井を透過した中性子の一部は外気中で反射して地上に戻ってくるが、このスカイシャイン現象も含めて、重水素実験により敷地境界に到達する中性子線・ガンマ線等の放射線量を評価すると、年間 0.002 ミリシーベルト程度以下である。これは自然放射線の量（年間 2.4 ミリシーベルト程度）の 1000 分の 1 以下と、その影響は無視できる。図 5. 2 - 1 に敷地境界における放射線量の概略を示す。

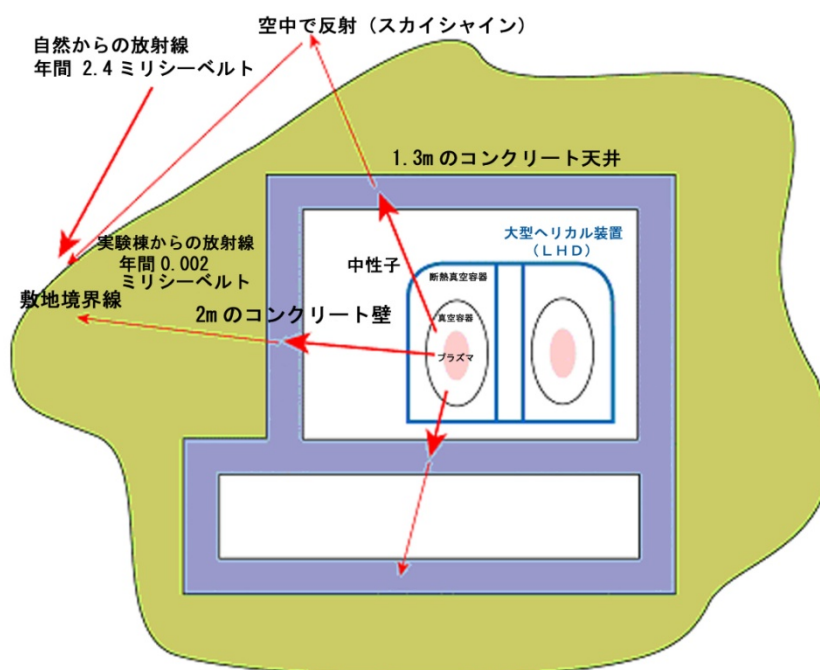


図 5. 2 - 1 敷地境界における放射線量

図5．2－2に宇宙放射線の実効線量の高度分布の例を示す。中性子だけを見ても、地上で年間約0.035ミリシーベルトの線量となっており、重水素実験による敷地境界での中性子線量（0.002ミリシーベルト）の20倍近い、高い値となっている。

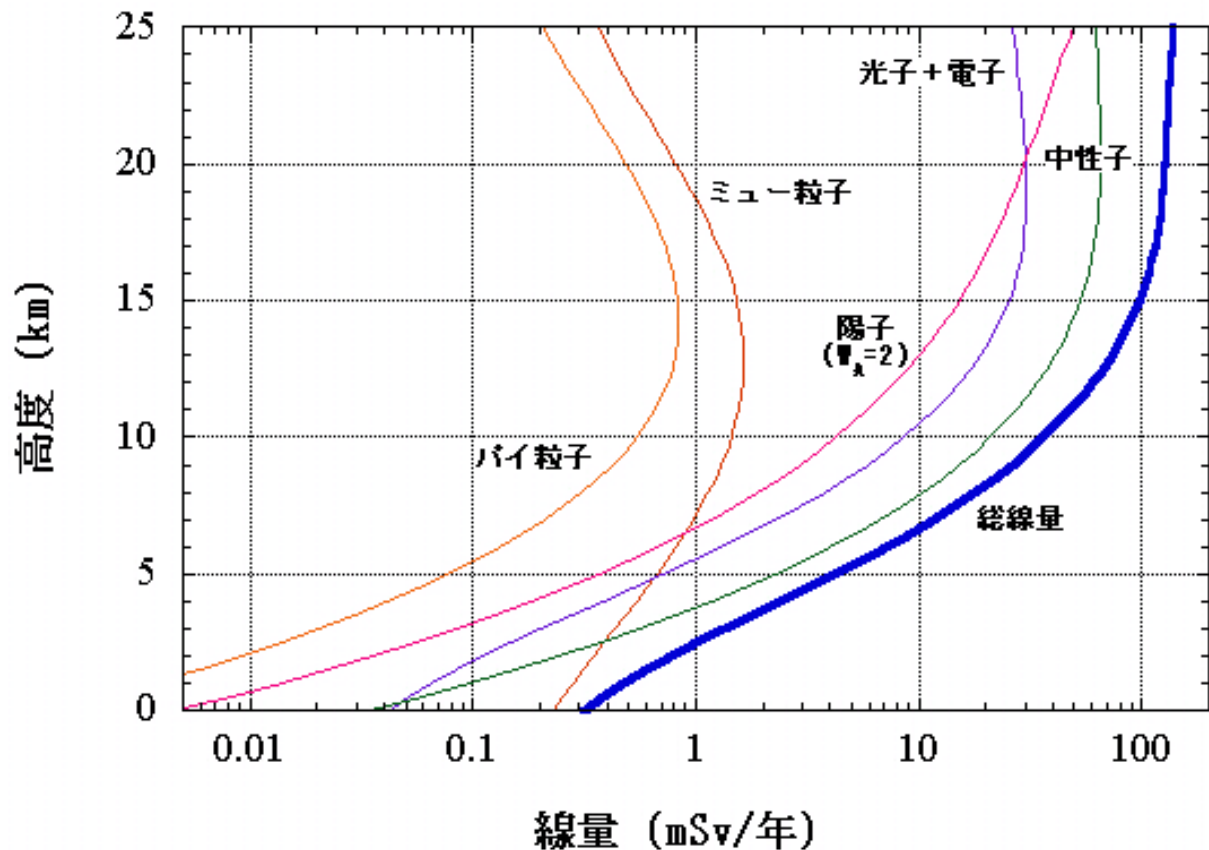


図5．2－2 宇宙放射線の実効線量の高度分布例
(放射線医学総合研究所のホームページより)

5．2．2 スカイシャインによるアルゴン41の放射化

本体室天井を透過した中性子の一部は、スカイシャインとして地上に戻ってくる。敷地境界における線量評価は前節で述べられている。この節では、天井を抜けた中性子により放射化される空気中のアルゴン41 (^{41}Ar) の量について、評価する。

本体室の天井を透過した中性子が、天井の上空100 mまでの空間(天井面積 $\times$ 100 m)に存在するアルゴンを放射化するものとする。但し、上空100 mに至るまでに受ける中性子数の減少は考慮しないものとした。実験1ショット(3秒)の間に天井を透過した中性子により放射化されたアルゴン (^{41}Ar) の量は 1.2×10^5 Bq と計算された。これを濃度で表すと 3.6×10^{-7} Bq/cm 3 となる。実験は15分おきに3秒の放電であり、放射化は放電中のみに起こることと、生成されたアルゴン41は微弱な風などによりすぐに拡散して停留しないため、平均濃度としては1/300の 1.2×10^{-9}

Bq/cm³ となり、環境への排気中濃度限度 5×10^{-4} Bq/cm³ の約 50 万分の 1 となる。大型ヘリカル実験棟から敷地境界までは十分距離があり拡散すること（5.3 節参照）及び、放射化したアルゴン（⁴¹Ar）の半減期が約 2 時間であることから、停留して環境に影響を与えることはない。

5. 2. 3 RI 保管施設からの影響

RI 保管廃棄室に保管される廃棄物の中で最も大きな放射能を持つものはトリチウムを含んだ排水であるが、保管量は最大でも 55.5 GBq であり、通常は 4.3.7 節の搬出計画に従って、日本アイソトープ協会に搬出を依頼する。ただし、エネルギーの低いベータ線源であるため、保管所外部に影響を及ぼすことはない。PWI 研究用の試料については、総量でも数 kBq から数 10 kBq 程度であるため、影響はない。

5. 3 事故時の評価

ここでは、航空機の激突や今までに発生したことのないような巨大地震等による実験棟の壁の崩壊等を想定する。なお、大型ヘリカル実験棟は、震度 7 の地震では壁は崩壊しない設計となっている。

中性子は、災害時には自動停止装置により即座にプラズマが消滅するため、壁の崩壊等が発生しても実験室外に出ることはない。

トリチウムに関しては、真空容器が破損し実験室内にトリチウムが飛散した場合が想定されるが、トリチウムの発生量と実験室の容積から計算すると、室内のトリチウム濃度が法令基準値を上回ることはない。また、実験室の壁の崩壊等により外界へトリチウムが放出された場合には、トリチウム濃度は拡散希釈によってさらに低くなる。

放射化したアルゴン 41（⁴¹Ar）に関しては、壁の崩壊により外界へ飛散した場合でも、法令による空気中濃度限度を超えることはない。また、敷地境界に達するまでに拡散され、図 5.3-1 に示すように、その濃度は最大でも実験室内の 4% 程度に希釈される。また ⁴¹Ar の半減期は約 2 時間と短いので、長期間停滞して環境に影響を与えることもない。

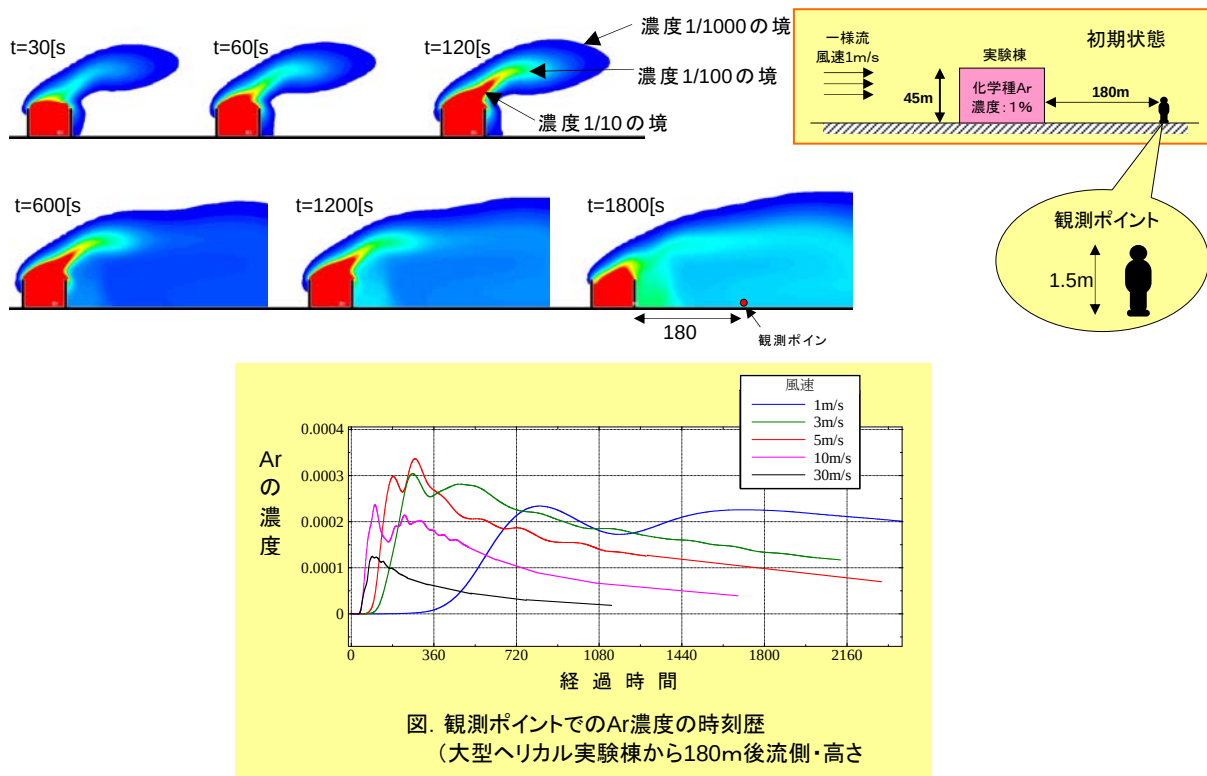


図5. 3 - 1 実験棟の天井喪失時におけるアルゴン濃度の経時変化

5. 4 環境放射線測定

5. 4. 1 環境放射線

(1) 測定の目的

敷地境界における線量が重水素実験開始後も増加しないことを測定によって明らかにする。

(注 敷地境界における線量の管理値は50 マイクロシーベルト／年である。自然放射線による線量が、1000 マイクロシーベルト／年程度であるので、その5％に相当する。)

(2) 測定器の設置と測定頻度

敷地内、敷地境界の7地点にガラス線量計を設置して線量を測定する。1回の設置は、3ヶ月間とする。(電子線量計の試用を2006年3月に開始した。)これらについては、放射線監視システムによる監視結果との比較も行う。

なお、土岐に7地点、多治見に7地点、それぞれガラス線量計を設置して測定中である。その他、土岐市プラズマ研究委員会による測定もおこなわれている。

これらの場所には、重水素実験の影響は及ばないので、自然バックグラウンド測定という位置づけである。

中性子線量を測定するために、標準的モデルであるレムカウンターを1－2箇所設置する。さらに精度よく測定するためには、4．8．2節で述べたように、使用する測定器と設置の方法を決定した上で設置する。これらの測定器は、実験開始の1年以上前に設置を完了して、1年間は、バックグラウンド測定期間とする。

(3) 環境放射線量マップと核種の判別システム

放射線が、核融合研で発生したものか、環境中のものかを判別するために下記の対策をする。

- ・ 通常時の敷地内の環境放射線量マップを製作し、内部からのものか、環境放射線であるかを判別する一助とする。
- ・ 環境中の放射線の核種を判別できるシステムを、敷地内の1計測地点に導入する。



図5．4－1 環境水サンプリング地点

5. 4. 2 環境トリチウム（水）

これまで、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンターによって測定を行ってきた。この方法の検出下限は 0.5 Bq/kg～0.8 Bq/kg 程度であり、現在土岐地区の環境水中トリチウム濃度は殆ど全てがそれを下回っている。

1) サンプルング地点

現在の測定を継続する。試料採取地点は図 5. 4 - 1 で示されるように、13箇所である。

2) 測定の方法

試料を 3 ヶ月おきに採取し、濾過・蒸留後液体シンチレーションカクテルと混合して低バックグラウンド型液体シンチレーションカウンターで測定する。バイアルは 130 mL を用い、カクテルと試料はそれぞれ 65 mL ずつ加える。測定時間は、50 分 15 回を 2 サイクル行う。

5. 4. 3 環境トリチウム（大気）

LHDの重水素実験で発生するトリチウムは少ないので、これによる環境への影響は極めて低いと考えられるが、影響の無いことを確認することも大切である。このため、定期的に大気中のトリチウム濃度を計測監視する。

1) サンプルング地点

年間の大型ヘリカル実験棟付近の風向分布を勘案し、敷地内境界周辺の候補地点 3 箇所のうち、設置条件等を踏まえ最も適切な場所にトリチウム補修装置を設置する。(図 5. 4 - 2 参照)

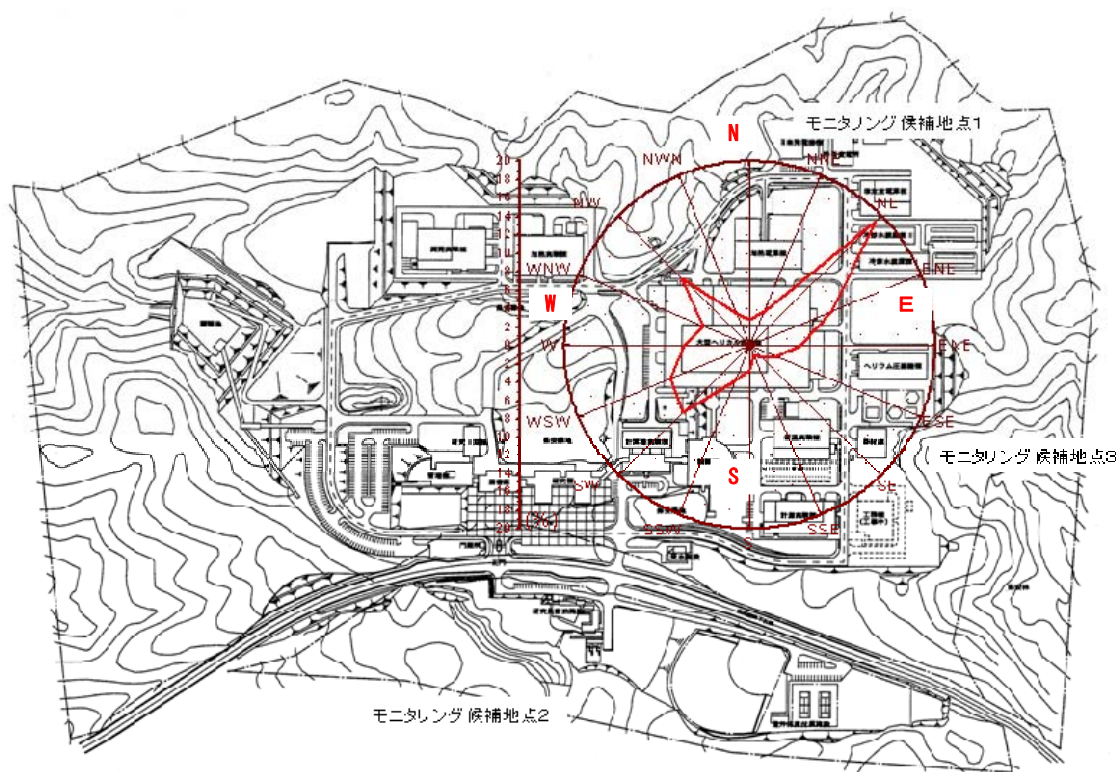


図5. 4-2 研究所における年間風向分布（1987年観測）と
大気サンプリング候補点

2) 測定の方法

大気中のトリチウムは図5. 4-3に示す流れで、3つの化学形態（水蒸気、水素ガス、メタン）別に弁別して酸化触媒を用いて水の形で捕集する。

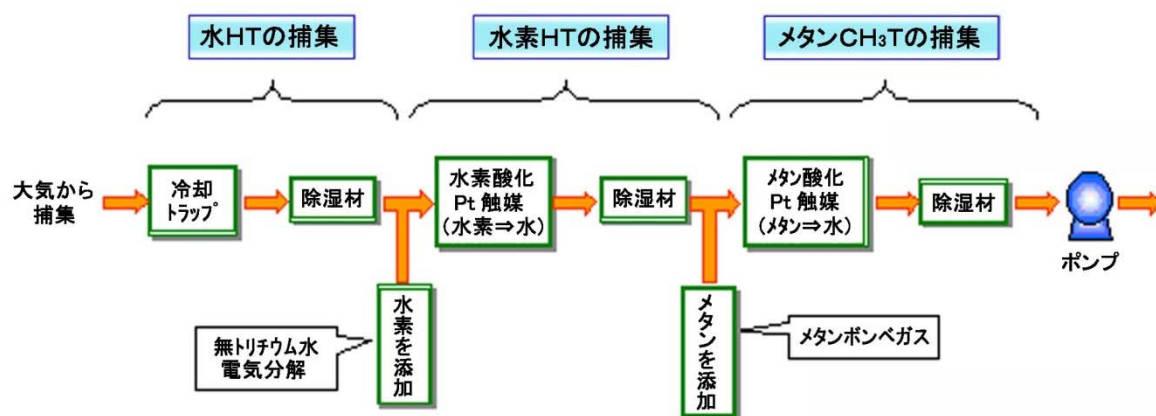


図5. 4-3 トリチウムを含む大気中水素の化学形態別捕集方法

3) サンプルング頻度と期間

1 ヶ月（基本的には 4 週間）連続して大気サンプルングしたのち、濃度測定する。得られた値を 1 ヶ月の平均値とする。これとは別に、排気塔において 1 週間毎（濃度が低い場合は 2 ～ 4 週間）の測定を行い、大型ヘリカル実験棟からのトリチウム放出量を確認する。

5. 4. 4 建屋周辺環境放射線測定

建屋周辺環境放射線測定の対象と考えられるのは、トリチウムと放射化ダストである。トリチウムについては、他の節で記述されているので、ここではふれない。

放射化ダストは、建屋内や排気塔で測定される。建屋内や排気塔における放射化ダストの濃度が管理上問題となるようなレベルの場合には、建屋周辺環境での測定が重要となる。従って、重水素実験による周辺環境の放射化ダストへの影響を確認するために、重水素実験前のバックグラウンドを測定しておく。

重水素実験開始の 1 年前から、毎月ダストを採集して、バックグラウンドデータを測定しておく。また、重水素実験期間中に、適宜採集測定して、異常のないことを確認する。

風向風速を考慮に入れて、採集地点を決める。ダストサンプラーによってダストを採集する。GM 管による β γ 測定を行う。ゲルマニウム半導体検出器でガンマ線スペクトル測定を行う。GM 管とゲルマニウム半導体検出器は、建屋内環境等の測定に用いるものを使う。

自然バックグラウンドとの正確な弁別と評価のために、大気中のラドン等の測定を行う。

第6章 研究所における管理区域、管理値、重水素実験自動停止装置

6. 1 管理区域

重水素実験に伴い、中性子線および γ 線が発生するため、大型ヘリカル実験棟内に、図2.4-1、図2.4-2、図2.4-3に示された案のように管理区域を設定する予定である（管理区域境界を赤線で示す）。管理区域に関する線量限度は以下のとおりである。

○管理区域内で人が立ち入る区域：1 mSv／週 （100 mSv／5年）

○管理区域境界：1.3 mSv／3ヶ月

管理区域に通じる扉は施錠管理し、実験中はみだりに入れないようにする。本体室の床、本体地下室の壁の貫通孔は必要に応じて処理を行い、線量限度を満足できるようにする。

大型ヘリカル実験棟の管理区域は、壁により区画される4つの管理区域で構成される。これらの管理区域への入域は大型ヘリカル実験棟1階放射線管理室1箇所とし、入退出管理装置により各エリアの人の出入りを管理する。

- 1つ目：本体室と本体地下室。この区域は、中性子による空気、コンクリート及び装置の放射化、さらに真空容器内におけるトリチウムの発生により非密封の放射性同位元素（非密封R I）を取扱う施設相当とする。
- 2つ目：保守作業室。加熱機器等の大型機器及び真空容器第1壁等のメンテナンスエリアとし、非密封R I施設として整備する。
- 3つ目：本体地下の西側部分。真空排気ガス処理室や保管廃棄室がある。この区域には放射化物の一時保管室、排水貯留槽等を設置し、非密封R I使用施設として整備する。また、地下2階には中性子線源保管庫を設置する線源保管エリアを整備する。
- 4つ目：その他。試料分析、管理測定及び小型機器のメンテナンスエリアとして、非密封R Iを使用できる施設を大型ヘリカル実験棟地下南西側に整備する。また、換気設備、排水処理設備も管理区域内に設ける。

6. 2 研究所における管理値

核融合科学研究所では、放射線量、空气中・排気中・排水中放射性同位元素濃度、放射性同位元素表面汚染密度の測定を行い、設定した研究所管理値を超えないことを監視しながら重水素実験を進める。管理値は、敷地境界、トリチウムの排気・排水に関する以外は、原則として法令に規定されている線量限度、濃度限度等を用いる。以下に、主要なものを挙げる。

○管理区域内で人が立ち入る区域

- ・線量限度 : 1 mSv/週 (100 mSv/5 年)
- ・表面汚染密度限度 : 40 Bq/cm² (α核種の場合には 4 Bq/cm²)

○管理区域境界

- ・線量限度 : 1.3 mSv/3 ヶ月
- ・表面汚染密度限度 : 4 Bq/cm² (α核種の場合には 0.4 Bq/cm²)

○事業所敷地境界

- ・線量 : 50 μSv/年

○管理区域からの物品等の搬出

- ・表面汚染密度と放射化について、自然レベルと比較して、有意な線量が計測されないこと

○トリチウム生成量

- ・前半6年間－各年度最大 37 GBq (1 Ci)
- ・後半3年間－各年度最大 55.5 GBq (1.5 Ci)

○トリチウム排出量

- ・各年度－ 3.7 GBq (0.1 Ci) を超えない

○トリチウム濃度

- ・作業環境中：法令で定められる化学形態別の濃度限度として、1 週間の平均値がそれらを超えないように管理する。

放射性同位元素の種類		作業環境中の空気中濃度限度 (Bq/cm ³)
核 種	化 学 形 等	
³ H	トリチウムガス	1×10 ⁴
³ H	トリチウム水蒸気、水	8×10 ⁻¹

- ・ 建屋からの排気中：トリチウムの化学形態を水蒸気状と想定し、法令で定められる濃度限度よりも厳しい管理値を設定し、3ヶ月平均値が管理値を超えないように管理する。

放射性同位元素の種類		排気中又は空気中の濃度限度 (Bq/cm ³)	排液中又は排水中の濃度限度 (Bq/cm ³)
核 種	化 学 形 等		
³ H	トリチウムガス	7×10^1	
³ H	トリチウム水蒸気、水	2×10^{-4} (5×10^{-3})	6×10^{-1} (6×10^1)

() 内は、法令で定められた濃度限度

○真空容器内作業

メンテナンスその他の作業を行うためLHDを大気開放して装置内部に作業者が立ち入ることがある。そのときの放射線安全確認は、

- ・ LHD内部の放射線量 (X・ γ 線線量)、
- ・ 空気中放射性同位元素濃度 (トリチウム、その他の核種)、
- ・ ダスト (トリチウム以外の核種)、
- ・ 表面汚染密度 (トリチウムとその他)、

について、原則として現場測定により行う (4.8.2節参照)。LHD内部への入域が可能かどうかを判定するための管理値は、原則として放射線施設の作業室に対して定められている法令値を用い、必要な場合には作業時間の管理を行う (4.8.1節参照)。表6.2-1に研究所における管理値を示す。

表 6. 2-1 研究所における管理値

	環境影響の 低減策	管理値	管理値の 確認測定	管理値を超えた ときの処置	敷地内
全体					
放射線	遮へい、実験量 の制限	敷地境界で年間 50 μ Sv	放射線総合監視 システムによる 監視	実験の中止。市役 所への報告。安全 監視委員会の実 験の継続の可否 について検討す る	放射線監視シス テムによる監視
					積算線量計によ る測定
放射化物					
(排気中 Ar-41)	換気量の制限 実験量の制限	3ヶ月平均濃度 で、0.0005Bq/cm ³ 空気（法規制値）	実験によって発 生する中性子線 の量から放射化 量を算出する。	実験の中止。市役 所への報告。安全 監視委員会の実 験の継続の可否 について検討す る	
			排気塔出口で測 定。合わせて、中 性子発生量から 計算により見積 もる		
トリチウム	真空排気系：ト リチウム除去装 置による除去。 除去により生じ た水はRI協会に 引き取ってもら う	最大放出量：年 間 3.7GBq (0.1Ci)	トリチウム除去 装置通過後の濃 度を測定し、それ に積算流量をか けて放射能の総 量を算出する	実験の中止。市役 所への報告。安全 監視委員会の実 験の継続の可否 について検討す る	
			排気塔出口およ び除去装置出口 にトリチウム捕 集装置を設置し、 一定期間捕集す る。測定によって 得られた濃度か ら、総放出量を 算出する		
(排気)		3ヶ月平均濃度 で、0.0002Bq/cm ³ 空気。（法規制 値の25分の1）	トリチウムガス モニターにより 異常値を検出。排 気塔出口で1週 間捕集試料を測 定し定量測定す る。検出下限は 0.00002Bq/cm ³ 空 気		大気中トリチウ ム捕集装置で捕 集し、濃度測定
(排水)	管理区域内の空 調ドレン水や手 洗い水は、排水 前に濃度を確認 してから、排水 する	0.6Bq/cm ³ 水	下水道への排水 前に排水槽から 採水し測定する	当該排水槽の水 は、RI協会にひ きとってもら う	環境水中濃度の 測定。敷地内の水 道、調整池から採 水して測定

第7章 重水素実験管理体制

7. 1 概要

重水素実験の開始に当たり、安全に関する基本的な考え方は、

- (1) 重水素実験は、十分な放射線対策を実施し、地域の皆様の安全を第一に考える
- (2) 本研究所勤務者が研究所内でリスクを負わない適切な環境を実現する
- (3) これにより、地域の皆様の安全を担保するとともに、研究所に対する信頼と安心感を持って頂けるような計画とする

である。これらの基本的考え方を基にして安全管理計画を立てている。また、実験を遂行するに当たっては、安全衛生委員会、安全衛生推進部、ヘリカル研究部、技術部が連携して、管理計画に基づき管理を行う。

7. 2 放射線管理関連法令

重水素実験開始にあたり関係する放射線関連の法律等は以下のとおりである。

- ・労働安全衛生法
- ・電離放射線障害防止規則（電離則）
- ・放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（障防法）

放射線発生装置（LHD装置）

放射性同位元素の使用（核種分析、水素同位体動態分析）

非密封RI：タイル、保護板、試料、校正用線源

密封RI：中性子検出器校正（Cf-252）

- ・核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律

中性子検出器（フィッション・チェンバー：U-235, U-238）

障防法と電離則の内容はほとんど同じであるが、放射線の定義や健康診断の頻度などの細かな点で多少異なるところもある。これらの法体系の図式を図7. 2-1に示す。核融合科学研究所では、これらの法律を合理的に取り込む形で所内の放射線障害予防規程及び各種所内規程を作成し、安全管理を実施する。

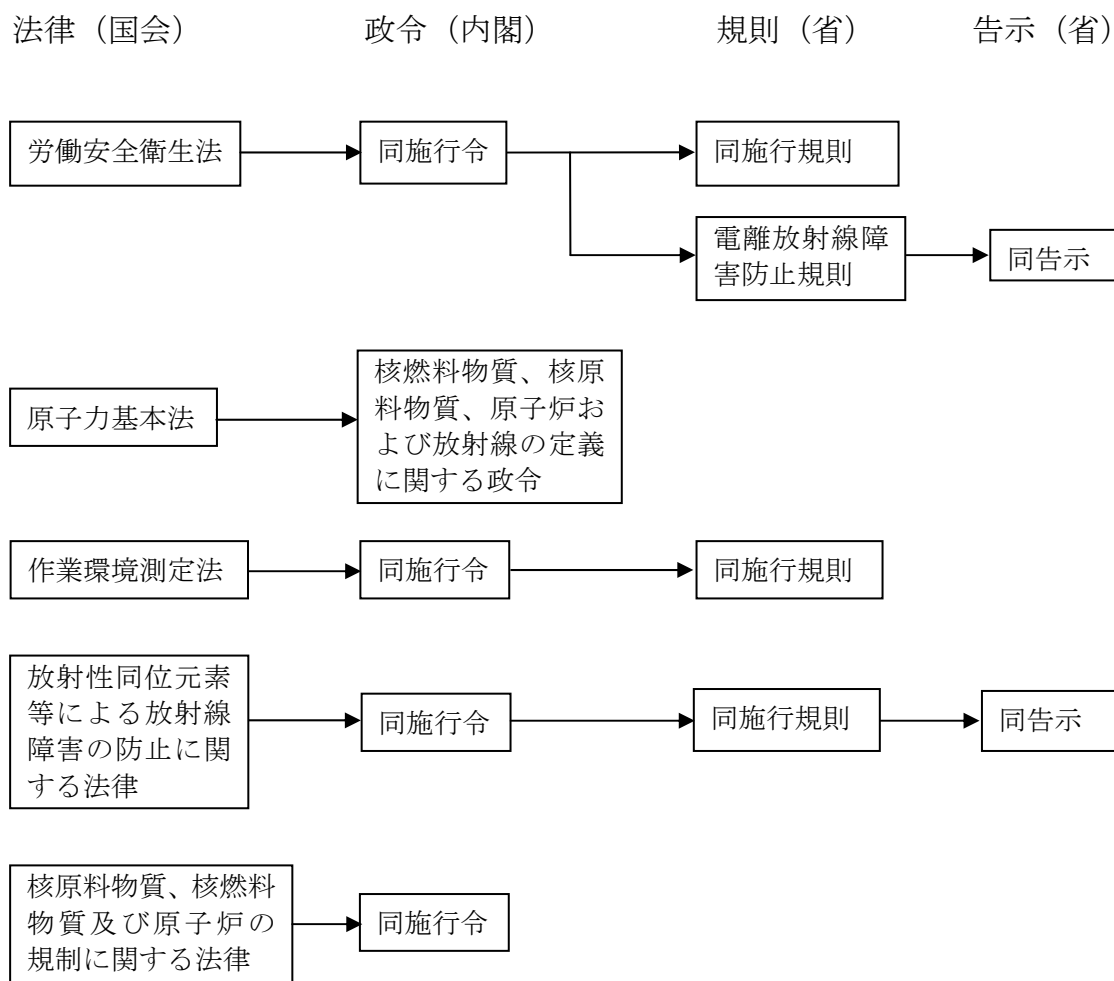


図 7. 2 - 1 放射線管理関連法令

7. 3 安全管理体制

核融合科学研究所の安全管理体制は、労働安全衛生法に基づき、所長が総括安全衛生管理者として総括管理し、その下に安全管理者、衛生管理者、産業医をおいてそれぞれが安全管理、衛生管理、健康管理を担当している。その他に指名された数名の安全衛生委員を加えて安全衛生委員会を組織し、月に一度会合を開いて安全衛生に関することを審議している。また、この委員会により指摘された事項を実施する組織として、所長の下に安全衛生推進部が設置されている。その中に 10 の室が設けられている。月に一度会合を開いて、安全衛生委員会の指摘に基づき、安全衛生水準の向上と労働災害防止を図っている。図 7. 3 - 1 に核融合科学研究所の労働安全衛生管理体制を示す。

核融合科学研究所労働安全衛生管理体制

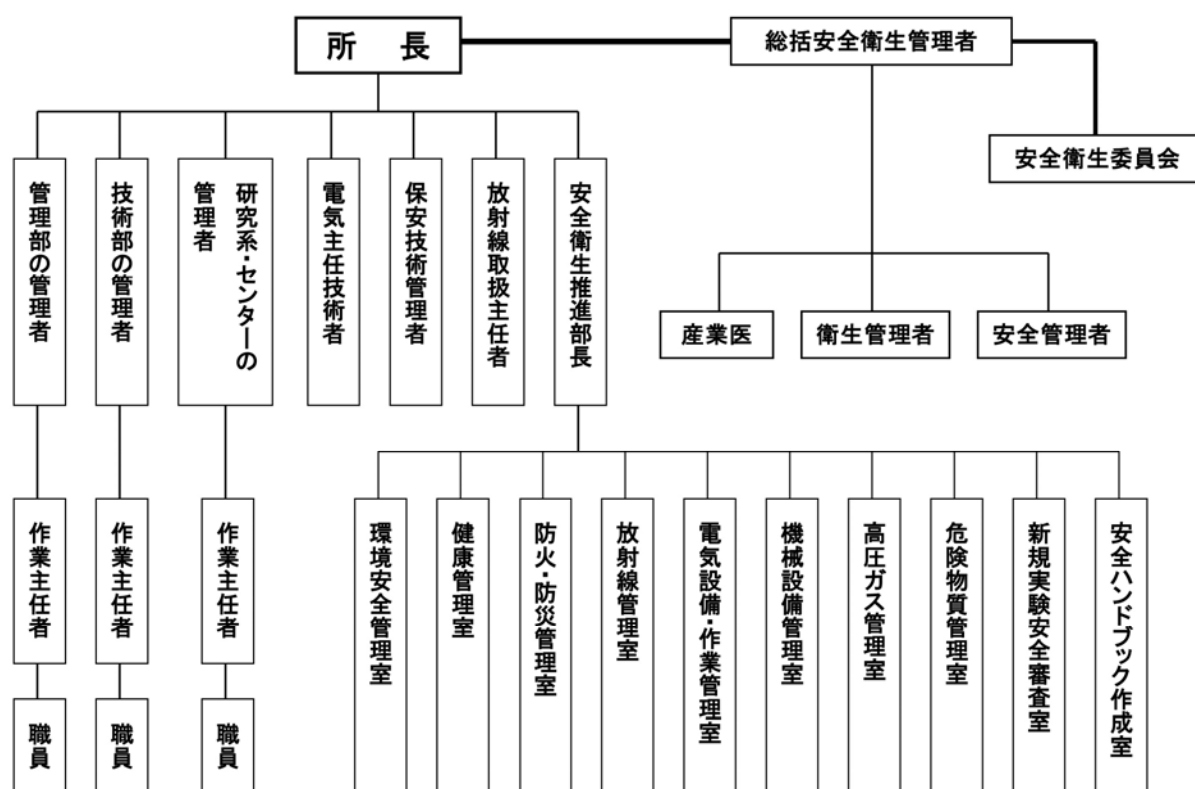


図7. 3-1 核融合科学研究所労働安全衛生管理体制

重水素実験における通常の管理業務は、放射線管理室が放射線安全委員会（予定）の指示および、安全衛生推進部のサポートを得ながら行う。実験中に管理区域内に立ち入る必要が生じた場合は、放射線装置管理区域責任者の指導の下、実験責任者の指示に従うものとする。放射線装置管理区域責任者は実験室内の線量測定等、必要な指示を装置責任者及び作業者に与え、それらの結果を実験責任者に報告する。また、主任者は必要に応じて指示を与えるものとする。

図7. 3-2に核融合科学研究所放射線安全管理組織案を示す。放射線安全委員会（予定）および、安全監視委員会（予定）は、放射線管理室とは別組織とする。図中、背景がピンク色のものは設置を予定しているものである。

各種モニター機器の監視および保管廃棄室の管理は、実験期間である、なしにかかわらず24時間体制で行い、異常がある場合は、後述の緊急連絡網に従い、必要な人員を招集して対応にあたるものとする。

災害時の対応については、第9章に述べる。

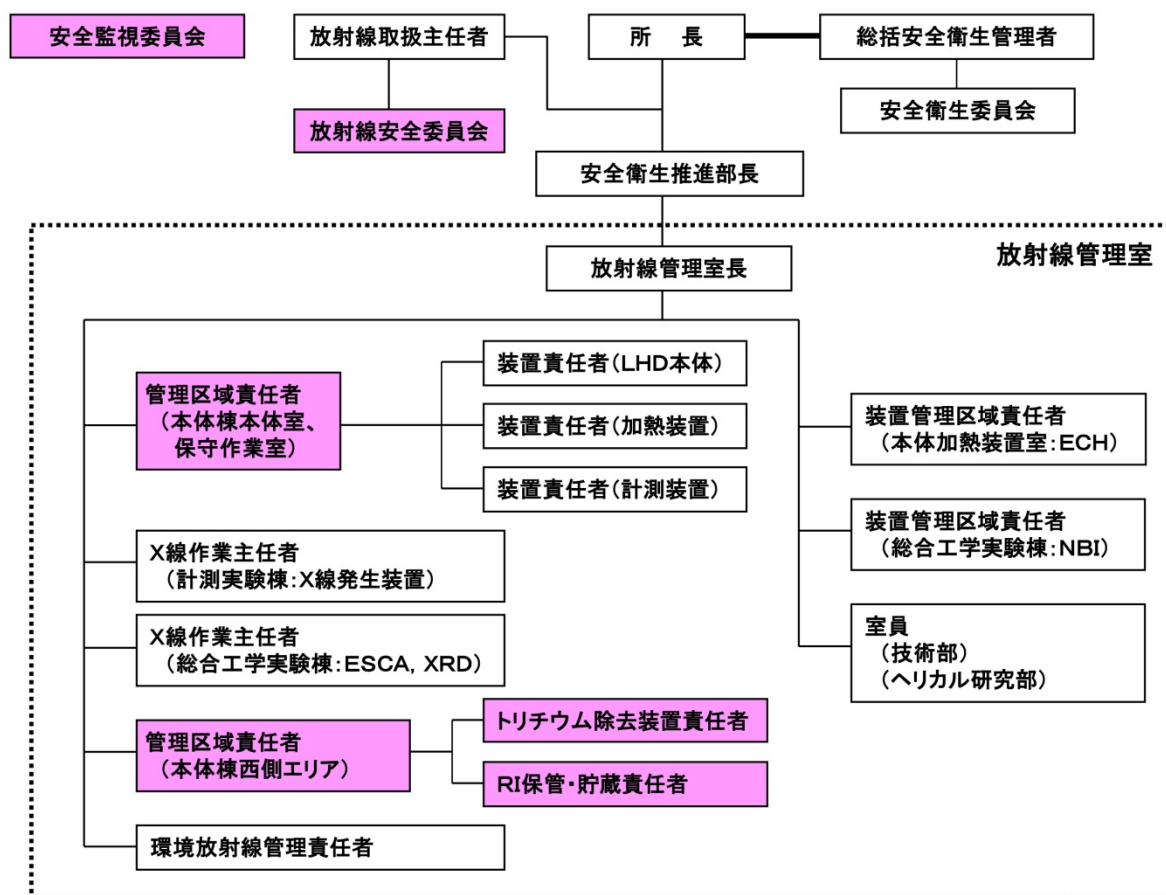


図 7. 3 - 2 核融合科学研究所 放射線安全管理組織案

■ は、設置予定

第8章 放射線教育

放射線安全教育は法令では教育訓練として「放射線業務従事者は、初めて管理区域に入る前に1回以上、その後は1年を超えない期間ごとに1回以上、受講しなければならない」と規定されている。

重水素実験が開始された後の教育訓練体制もこれまでと同様に、始めて入域する者の教育訓練として、新規講習会および現場教育を実施し、継続者の教育訓練として更新講習会を実施する。ただし、新規講習会については、非密封R Iの取扱施設となるため内容を大幅に変更し、通常の多くの大学アイソトープ総合センター等で実施されている程度の密封されていない放射性同位元素を用いた実習を組み込んだ2日間にわたる新規講習会を実施する。以下に、現在検討を進めている教育訓練の項目を示す。なお、各項目に要する時間は、科学技術庁の「教育及び訓練の時間数を定める告示」に従って決定する。

(1) 新規講習会（基礎教育）

○1日目（5～6時間）

- ・法令（電離則を含む）
- ・予防規程（細則を含む）
- ・放射線の生物影響
- ・安全取り扱い（講義）

LHDおよびXRD等装置の安全取扱い

放射性同位元素の安全取扱い

○2日目 実習 約5時間（免除レベル以下の放射性同位元素を使用）

- ・放射線測定実習
- ・非密封R I取扱実習
- ・レポート作成

なお新規講習会は放射線管理室が企画して実施する。

(2) 現場教育（現場ガイダンス）

現場教育は、装置ごとにそれぞれの装置現場で、装置特有の安全管理項目に主眼をおいて実施する。新規登録者は新規講習会を受講したのち各装置での作業を開始する前に受講しなければならない。

現場教育は各装置の装置管理区域責任者が企画して実施する。

（３）更新講習会

従来どおり、２月～３月にかけて２回実施し、いずれかの一回を受講すれば良いとする。内容は以下のとおりである。

- ・その年度の放射線安全管理状況の報告、次年度の計画等
- ・法律や予防規程などの規則、規程、細則に関する最近の動向の報告と解説
- ・外部講師による放射線安全に関する特別講演

更新講習会は放射線管理室が企画して実施する。

以上のように、新規講習会、現場教育、更新講習会の３種の教育訓練を実施する。この内、新規講習会では、実習として放射性同位元素そのものを取り扱うため、最大５０人程度を対象とした放射線安全教育が実施できる小規模の放射性同位元素取扱施設が必要となる。所内に用意できない場合は、外部の施設を借りて実施する必要がある。

第9章 災害・事故時の対応

9. 1 基本的考え方

災害・事故等が発生し、安全機器、プラズマ生成装置等が損傷した場合、重水素実験中は、中性子、トリチウムが発生していることから、環境へのリスクが懸念される。

本研究所が計画している重水素実験で、安全に係わる基本的な考えは、

- 1) 発生するトリチウム量をできるだけ少なくする、
- 2) 真空容器内に留まるトリチウム量は、全量が放出されても規制値を超えない量とする、
- 3) 環境に影響を及ぼす可能性が考えられるアルゴン41などの生成は、環境中に万一放出されても規制値を超えない量とする、
- 4) トリチウム含有水の保管は、漏洩に関して厳重に注意を払う、

ことである。また、「災害・事故発生時にはプラズマは自動的に消滅する」ということも、重要な点である。

以上を別な表現で述べると、LHDでは、

- (1) 重水素実験中、災害・事故等により、大型ヘリカル実験棟や真空容器が壊れても、LHD自体から環境中に放出されるトリチウムは法令に定められた濃度を超えることはないように設計されている。

さらに

- (2) 中性子は、災害・事故等の発生と同時に、自動停止装置により装置が停止されるばかりでなく、またプラズマの性質としてプラズマが自動的に消えることから、発生しなくなるため、災害・事故時に、環境中に出される量は限定されており、敷地境界において、公衆被曝限度を超えることはない。

- (3) 保管されているトリチウム含有水に関しては、

- ・ 保管施設を、耐震基準を満たして建築する、
- ・ 指定された保管容器で保管し、保管量をなるべく少なくする、
- ・ ステンレス製の保管槽を設置して、その中に保管容器を保管することにより、災害や事故が発生しても、環境への影響を抑えることができる。

- (4) トリチウム処置装置中のトリチウム含有水についても、

- ・ 災害や事故等が発生すると同時に、自動停止装置でバルブを閉止して、トリチウム処置装置および貯槽等を密閉する、

・貯槽等を（３）と同様な保管槽内に設置する、
ことにより、上記保管容器と同様、環境への影響を抑えることができる。
ここで述べた安全に関する基本的な考え方に対する詳細は、章末の付録にのべる。

9. 2 基本的対応と非常時体制の確立

（１）基本的対応

災害及び事故が発生した場合、図 9. 2-1 に示した緊急連絡網により、情報を伝達するとともに図 9. 2-2 に示した自衛防災隊を組織し、対応する。災害及び事故時の対応は、本研究所防災マニュアルに従って行うことを基本とする。

例えば、実験中に災害及び事故が発生した場合、直ちに実験を停止する。実験責任者の指示の下に監視体制の運転員を中心に状況の把握を行い、担当者から、第 1 章に述べた事項に従って、消防、自治体等への連絡を行うとともに、緊急連絡網によって自衛防災隊を組織する。プラズマ実験は、図 9. 2-3 に示したように緊急時の役割が明確化された実験体制の下で行われており、状況に応じて、電源の遮断、閉じ込め磁場の立ち下げ、現場対応班の本体室への誘導等の役割を果たす。管理区域内に立ち入る場合は、立ち入り時間等の指示を管理区域責任者から受け、実験責任者の業務指示に従う。

災害の発生その他により周辺環境に影響を及ぼすおそれのある事態が発生したときは、重水素実験を速やかに停止し、その旨を地元自治体に通知するとともに公表する。その際は、重水素実験の再開に当たって、実験施設・装置等の損傷の有無及び補修内容等を明示して安全性を確認した上で、地元自治体と協議するものとする。

○ 非常事態での活動

大災害などが発生した場合、初期の段階では、対応する人員は限られる可能性が大きい、そこで、速やかに対策が必要なもの、重要なものを第一段階の対応として抽出しておく必要がある。この活動は、訓練等を通して常に見直しを行い、実際の事態に適切に対応できるように備える。

現時点で考えられている速やかに対策が必要なもの、重要なもの

実験の停止

被害状況の初期確認

通報

電源の確保

放射線監視装置による監視

R I 保管状況、トリチウム除去装置の状況の確認と措置

(火災発生時) 初期消火と消防の誘導

各機器の確認と措置

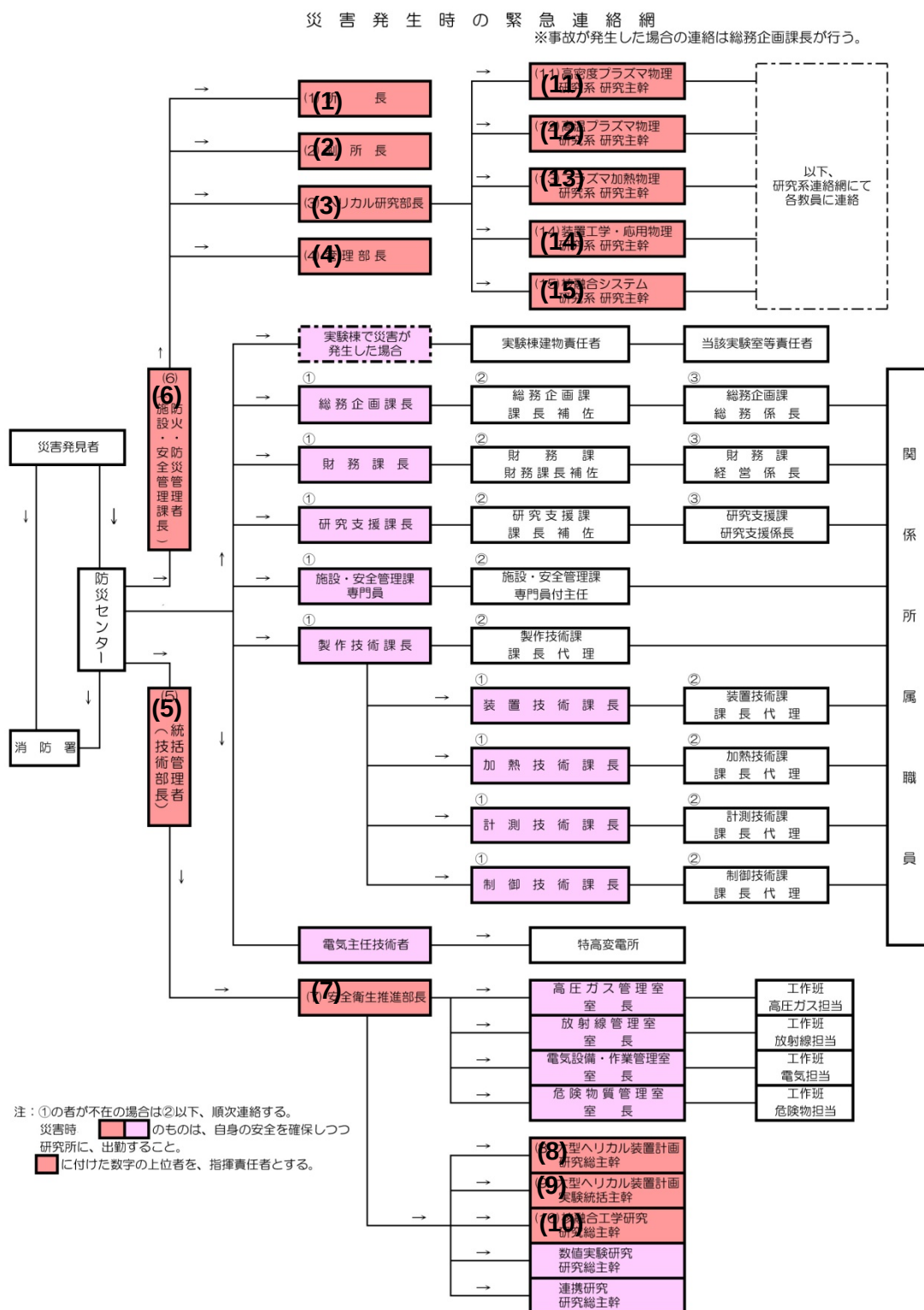


図 9. 2 - 1 緊急連絡網

図 9. 2 - 2 自衛防災隊組織図

隊 長	副 隊 長	統括 管理者	班	統 括 者 (班 長)	班 員
所 長	管理部長 施設・安全管理課長 (防火・防災管理者)	技 術 部 長	総 務 班	管理部総務企画課長	管理部総務企画課 (総務企画課長補佐、総務係、企画・評価係、人事・給与係、対外協力係)
			現場対応班	技術部装置技術課長	管理部財務課 (財務課長補佐、経営係、契約係) 技術職員のうち別に定める職員 研究教育職員のうち別に定める職員
隊長補佐	副隊長補佐		誘 導 班	管理部財務課長	管理部財務課 (経理・資産係、監査係、調達係) 技術職員のうち別に定める職員 研究教育職員のうち別に定める職員
副 所 長	安全衛生 推進部長		救 護 班	管理部研究支援課長	管理部研究支援課 (研究支援課長補佐、研究支援係、国際支援係、大学院連携係、ビジターセンター係) 技術職員のうち別に定める職員 研究教育職員のうち別に定める職員
		工 作 班		施 設	管理部施設・安全管理課 専門員
				高圧ガス	保安係員、保安監督者、保安係員代理、保安監督者代理
				放 射 線	取扱責任者代理
					冷凍保安責任者代理
					放射線管理室員
				電 気	管理部施設・安全管理課(施設保全係)、電気装置責任者
				危 険 物	危険物質保管責任者

図 9. 2 - 2 自衛防災隊組織図

プラズマ実験予定表

作成者

長壁正樹

実験日		本日の実験テーマ																									
2011年 10月4日(火)		最高イオン温度放電の検証																									
実験番号		担当実験研究グループ										担当実験テーマリーダー							担当実験テーマサブリーダー								
785		ミッション実験 (高温度領域の拡大)										長壁正樹/村上定義 [2208]							山田一博/高橋裕己 [2216, 2287]								
実験スケジュール	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22												
		励磁	[高温]																	消磁							
実験体制		(実験担当責任者) 竹入康彦/長壁正樹 [2210, 2208] (実験テーマ担当者) 記録確認 斜字は緊急時の役割 制御室本部責任者 (高温)長壁正樹、山田一博、高橋裕己 情報は2445へ																									
井上・中村/加藤・森田 [2094/2312] 実験LAN		横田/小川 [2095/2099] 中央制御		高橋 裕己 [2287] (ECH) 制御室連絡員A 外部との連絡		中野 治久 [2209] (NBI) 制御室連絡員B 現場との連絡		B/C [2303/2481] (ガス・真空・低温) 電源系統把握		大砂/小嶋 [2303/2481] (データ処理) 現場責任者・本体運転員責任者(竹林) [2448]		増崎 貴 [2168] (放電洗浄) 現場連絡員・本体運転員															
実験手順の概要												放射線担当 田中将 [2087] 実験開始条件 ○励磁減磁 入室禁止 08:45 立上げ 09:00 立下げ 18:45 実験磁場 反転 コンディショニング ○前夜GD なし ○実験開始前 Ti ゲッターあり ○実験中 Ti ゲッター なし ○実験終了後GD なし ○ベーキング なし															
○実験内容、条件 [高温度領域の拡大](09:00 ~ 18:45) ECH, NBI 1) 最高イオン温度放電の達成、 2) 最高イオン温度放電時のイオン温度計測手法の検証 3) 最高イオン温度の不純物ペレットの複数回入射効果 4) 準定常高イオン温度放電の達成 磁場配位: * S 1. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.6m, -2.85T, 1.2538, 100.0%) 2. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.6m, -1.375T, 1.2538, 100.0%) R 3. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.6m, -2.75T, 1.2538, 100.0%) R 4. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.6m, -2.635T, 1.2538, 100.0%) * R S 5. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.575m, -2.86984979441135T, 1.2538, 100.0%) * R S 6. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.55m, -2.89022225978197T, 1.2538, 100.0%) * R S 7. (Rax, Bt, γ, Bq) = (3.53m, -2.90653012662531T, 1.2538, 100.0%)																											
規制事項		特記事項										備考															
(1) 磁性体の持込規制(持込書類による確認) (2) 夜間作業は原則22時まで 白板に作業名、氏名、入室時間記載		(高温)不純物ペレットの入射。 高パワートムソン重畳。 サブケル磁場での実験開始。 X線発生防止リミッターを用いたガスなし励磁。 【特殊実験あり】 id=148 (小川国大) : プローブ挿入 id=152 (時谷政行) : 試料駆動装置使用 id=153 (永岡寛一) : プローブ挿入 id=164 (宮澤順一) : 未登録の特殊磁場配位 id=165 (吉村泰夫) : その他 id=192 (長壁正樹) : その他、サブケルが必要 id=196 (時谷政行) : 試料駆動装置使用 id=197 (時谷政行) : 試料駆動装置使用										(高温)不純物ペレットの入射。 高パワートムソン重畳。															

図 9. 2-3 現行のプラズマ実験予定表

（２）非常時体制の確立

勤務時間帯に災害及び事故が発生した場合には、緊急連絡網により、素早く自衛防災隊を組織できるが、夜間休日には、夜間休日の監視体制と門衛２人により初期連絡と初期対応にあたることになる。また、ある程度大規模な災害の場合、電話が不通となり、緊急連絡網が使えなくなる可能性がある。

そこで、夜間休日に、土岐、多治見で震度５弱以上の地震が発生した場合、上記初期連絡が予定どおり行えない事態が発生すると考え、緊急連絡網で色の付いた責任者と土岐及び多治見に在住の所員は、連絡の有無にかかわらず、安全を確保した上で、直ちに研究所に出勤するものとする。

土岐、多治見以外に居住の所員は、出勤可能か否かを自主的に判断し、出勤する。

集合した所員は、初期対応を引き継ぎ、本来の自衛防災隊に近い役割を果たすものとするが、緊急連絡網に番号で示された上位責任者の判断により、自衛防災隊を再編し、より緊急を要する事態から対応にあたる。

（３）放射線関係の対応

放射線関係の対応は、基本的に自衛防災隊の放射線工作班に位置付けられた放射線管理室員が行う。

○運転員及び初期対応のできる者は、放射線関係の対応として、以下の初期対応を行う。

- ・放射線監視装置の運転状況確認
- ・保管廃棄室の保管状況の確認
- ・トリチウム除去装置の初期確認

○自衛防災隊の放射線工作班は、緊急時の業務の分担に従って、装置の状況を確認し、必要な措置を施す。

- ・状況の確認を行い、停止の措置をする。
- ・法令及び所内規則に基づく点検を行う。

特に、R I 保管施設担当は、下記の確認、措置を速やかに行うものとする。

- ・使用中のR I はR I 保管施設の所定の所に収納
- ・R I の保管状況の確認
- ・非常持出書類（R I 管理票、R I 貸出一覧表）の確認と必要に応じて持ち出し
- ・災害復旧時のR I 物質の厳重管理

※異常を発見した場合は直ちに班長に連絡、指示に従い対応。班長は隊長に報告。

※班長などに連絡できない場合は、マニュアルに従って措置する。

9. 3 大規模災害・事故が発生した場合の対応

実験中は、磁場コイルに電流が流れているため、災害及び事故等が発生した場合、このコイル電流を止める動作を行うことが本体室内の点検や災害及び事故等の対応を行う上で基本になっている。コイル電流を下げる時、X線が発生する可能性があることから、手順を決め、安全な領域に達するまで本体室には入室させない規定を設けており、災害及び事故等の確認から本体室入室までには時間がかかることになる。平成23年度の訓練では、火災報知器の発報から鎮火まで約15分を要している。

なお、磁場コイルに流れている電流のエネルギーは、約0.9 GJであり、超伝導にするために取り除いたエネルギー70 GJより遥かに少ないことから、電流が流れた状態を放置しても、人に対する安全性という意味では全く問題は無く、環境に影響を与えるような事故が起こることはない。

現行の緊急時マニュアルと重水素実験開始後の緊急時マニュアルで異なる点は、先に述べた保管施設、トリチウム処置装置を最優先に点検し、必要であれば措置を行うことである。また、本体室への入室に際しては、本体室内に留まることが可能な時間を確認し、必要であれば管理するものとする。次節に、重水素実験中地震が発生した場合の緊急マニュアルの例を示す。このマニュアルは、異常がない場合と最大規模の損害を受けた場合について示してある。研究総主幹、実験統括主幹、実験責任者3名、副実験責任者7名は、機器、実験に熟知していることに加えて、このような緊急マニュアルを基本に、いかなる事態にも対応できるよう訓練している。

緊急マニュアルで制御室連絡員A、B等と記載されているのは、実験中、交代することはあるが、必ず制御室に詰めている者である。実験日の朝開かれる実験前会議で配布される実験予定表（図9. 2-3）に、緊急時の役割が明記されている。

9. 3. 1 地震対応マニュアル

大型ヘリカル実験棟には地震計が設置されており、震度4以上の地震を検出すると自動的に実験を停止するような自動停止装置が組み込まれている。また、緊急地震速報を受信した場合も自動的に実験が停止する。もちろん、地震を感じたら手動で実験を停止することができる。これらの事項により、実験を停止したときには、実験責任者は緊急時のマニュアルに従って、状況の把握、必要に応じた処置等を行う。なお、大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言が発せられた場合は直ちに実験を停止し、閉じ込め磁場の立ち下げ、電源の遮断等の処置を行う。本体室に入室の必要性が生じた場合には、放射線装置管理区域責任者の監督の下、実験責任者の指示に従って現場対応班を入室させる。

地震が発生した場合の対応の概念を図9. 3-1に示す。この図には、地震にとも

なって、停電や火災が発生した場合についても示してある。

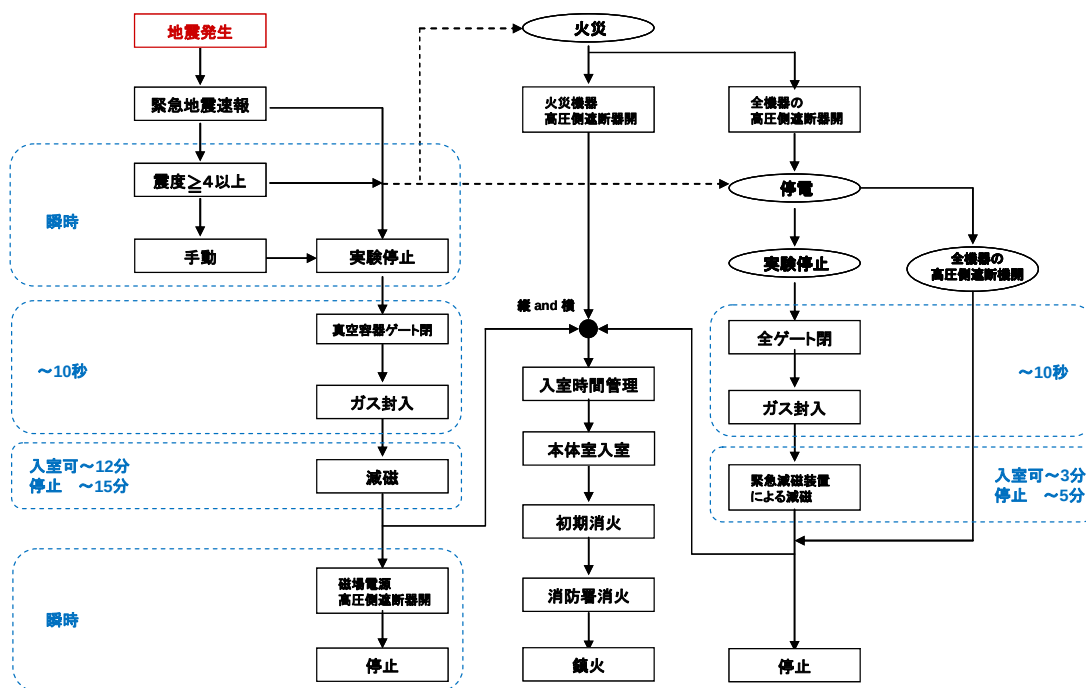


図 9. 3 - 1 地震への対応、概念図（時間は最短の場合）

[重水素実験中に地震が発生した場合の緊急マニュアルの例（通常対応版）]

・地震が発生、

震度 4 未満か、4 以上か

に応じて、対応する。

震度 4 未満の場合は、必要に応じて点検を行い、必要な措置をとる。

◎震度 4 以上の場合

1. { 連絡
加熱機器停止
本体室・本体地下室以外の点検
2. { 減磁
本体室入室条件確認
3. 本体室・本体地下室点検
4. トリチウム設備、R I 保管施設等の異常

地震発生 (実験は自動的に停止)

1. 連絡、加熱機器停止、本体室・本体地下室以外の点検

実験責任者	制御室連絡員 A、B に地震発生時の連絡を指示 (アナウンス) 地震で実験が停止しました すべての加熱装置はコンディショニングを停止してください 磁場を立ち下げる準備に入りますので、真空、低温、磁場電源の担当者は、直ちに現状を報告してください 本体室以外の機器は、直ちに点検をして結果を報告してください、本体室内の機器は、許可があるまで待機願います
制御室連絡員 A	放射線管理室長、防災センタ、現場対応班、総主幹の順に連絡 (防災センタ 担当者に連絡) (担当者 研究所連絡網に連絡「地震により実験停止」)
制御室連絡員 B	大型ヘリカル実験棟管理区域責任者に連絡 現場責任者、現場連絡員、運転員、機器担当者を本体室南側扉に派遣
放射線管理室長	放射線取扱主任者へ連絡 トリチウム関連設備を担当者に指示して点検 特に、R I 保管施設等の点検結果を随時実験責任者に報告
現場対応班	制御室に集合し、待機
放射線取扱主任者	必要に応じて、放射線管理室長に指示を与える

2. 減磁（機器正常時）、入室条件確認

真空、低温、 磁場電源の担当者	報告：正常に機能しています
実験責任者	真空排気装置とベルジャー間のゲートを開にしてください (アナウンス) 真空容器にガスを詰めてください
真空排気担当	真空排気装置とベルジャー間のゲートを開にしました
ガス担当	報告：ガス圧が 1 P a を超えました
実験責任者	(アナウンス) 減磁開始
実験責任者	入退室管理装置で入室時間をチェック 大型ヘリカル実験棟管理区域責任者と本体室入室を打ち合わせ 入退室担当運転員に入退室管理装置を入室可とするよう指示 南側扉を開けるよう指示
制御室連絡員 B	現場連絡員に南側扉開を連絡
現場連絡員	現場責任者に連絡
現場責任者	現場の判断を加えて、南側扉を開ける指示
運転員等	南側扉を開ける
磁場担当	報告：今磁場が 0. 4 5 テスラを切りました
実験責任者	(アナウンス) 磁場が 0. 4 5 テスラ以下、真空度は 1 P a 以上です、これで X 線が発生する可能性はなくなりました 入退室管理装置で〇〇時間入室可能であることを確認、大型ヘリカル実験棟管理区域責任者と打ち合わせました

2. 減磁（例えば、磁場電源が停止した時）、入室条件確認

真空、低温、 磁場電源の担当者	報告：磁場電源は停止、真空、低温は正常に稼動して います
実験責任者	（アナウンス）磁場電源を切り離し、緊急減磁装置により 減磁を行う準備をしてください
磁場担当者	報告：準備できました
実験責任者	（アナウンス）減磁開始
実験責任者	入退室管理装置で入室時間をチェック 大型ヘリカル実験棟管理区域責任者と本体室入室を打ち 合わせ 入退室担当運転員に入退室管理装置を入室可とするよう 指示 南側扉を開けるよう指示
制御室連絡員 B	現場連絡員に南側扉開を連絡
現場連絡員	現場責任者に連絡
現場責任者	現場の判断を加えて、南側扉を開ける指示
運転員等	南側扉を開ける
磁場担当者	報告：減磁完了
実験責任者	（アナウンス） 減磁が完了しました。 入退室管理装置で〇〇時間入室可能であることを確認、 大型ヘリカル実験棟管理区域責任者と打ち合わせました

3. 本体室・本体地下室の点検

制御室連絡員 B	現場連絡員に入室条件を連絡
現場連絡員	現場責任者に入室条件を連絡
現場責任者	放射線取扱主任者と相談し、運転員、機器担当者等の本体室・本体地下室入室を許可
放射線取扱主任者	入室者の管理
機器担当者	入室、機器点検
運転員	報告：〇〇異常ありません
現場責任者	現場連絡員に随時連絡を取らせる
現場連絡員	制御室連絡員 B に〇〇異常なしと報告
制御室連絡員 B	実験責任者に報告
放射線管理室長	報告：トリチウム設備に異常ありません

4. トリチウム設備、R I 保管施設等の異常

放射線管理室長	報告：異常あり、異常は〇〇〇〇〇です
実験責任者	放射線取扱主任者、管理区域責任者と対応を協議 現場対応班を異常が発生した機器、設備等に派遣し、緊急対応を行わせる 所長、研究総主幹、放射線取扱主任者、安全衛生推進部長、放射線管理室長の内、研究所に居合わせたメンバーと「緊急通報を要する事項」に該当するか否かを協議 該当すると判断した場合
実験責任者	担当者に連絡
(担当者	自治体に緊急通報)

◎実験を行っていない場合

実験を行っていない時に大規模な地震が発生した場合には、緊急連絡網にしたがって緊急の連絡が行われ、上記マニュアルのような点検、判断が行われる。

9. 3. 2 風水害、停電（電源喪失）対応マニュアル

プラズマ実験中は、豪雨、台風等の異常気象の情報を常に把握し、基本は、必要に応じて実験責任者の判断により実験停止の措置を行うことである。なお、管理区域内に立ち入る必要が生じた場合は、放射線装置管理区域責任者の監督の下、実験責任者の指示に従うものとする。

豪雨、台風等の異常気象で起こりうることは、停電である。これまで、台風の接近と雷雨時に7回程実験停止の措置を取っている。その内、3回は、実験停止後30分以内に、停電が発生している。他の4回は、停電が発生しなかった。

重水素実験中に豪雨、台風等の被害を受けた場合には、地震の節で示した「重水素実験中地震発生が発生した場合の緊急マニュアル例」に準じて、緊急の対応を行うものとする。

風水害、停電（電源喪失）が発生した場合の対応の概念を図9. 3-2に示す。

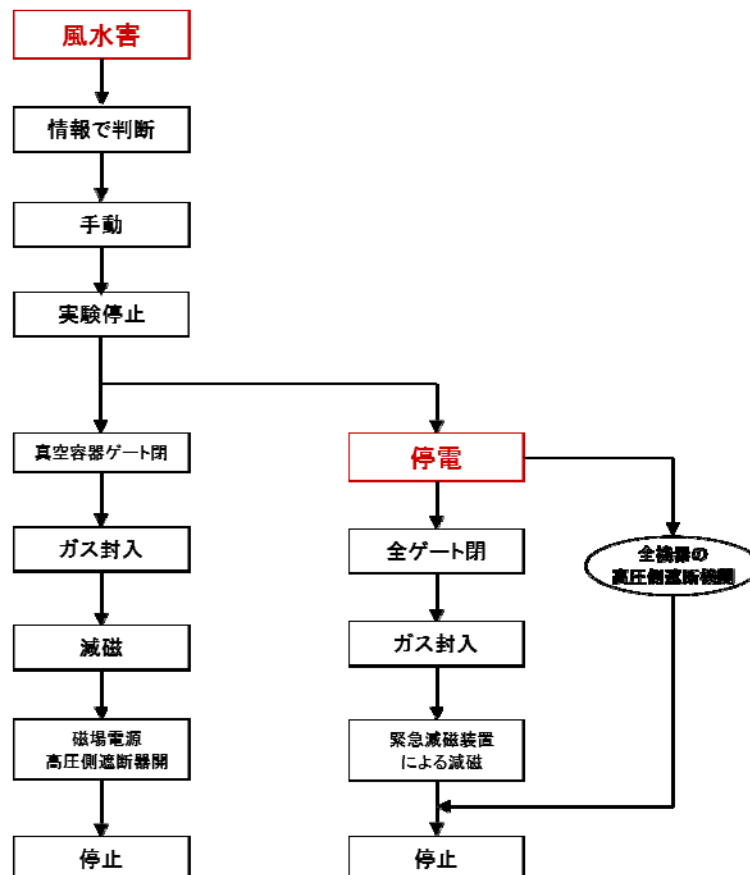


図9. 3-2 風水害、停電（電源喪失）が発生した場合の対応の概念

9. 3. 3 火災対応マニュアル

プラズマ実験中に火災等が発生した時は、実験責任者は緊急時のマニュアルに従って状況の把握を行い、消防、自治体への連絡、閉じ込め磁場の立ち下げ、放射線装置管理区域責任者の監督の下、実験責任者の指示に従って現場対応班の入室および現場確認、電源の遮断、等の処置を行う。

火災が発生した場合の対応の概念を図9. 3-3に示す。

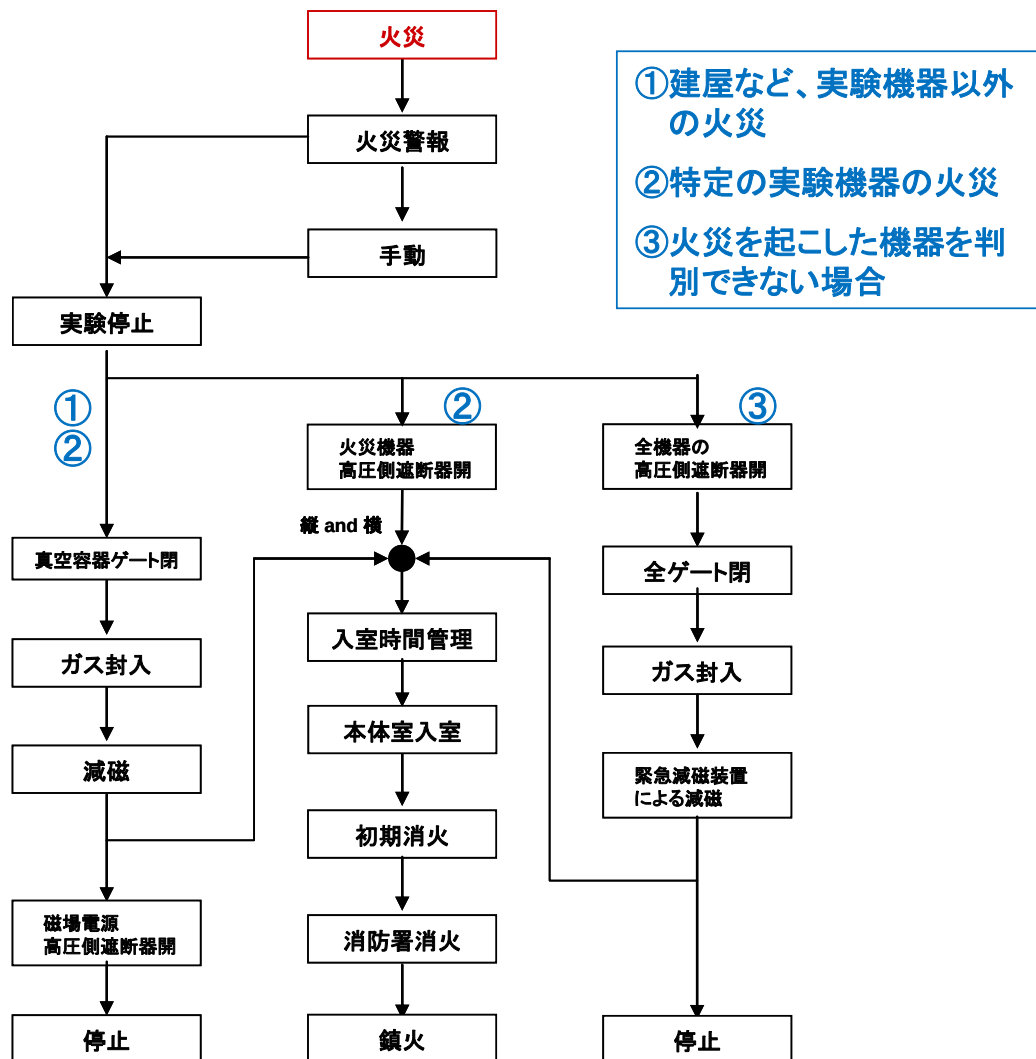


図9. 3-3 火災が発生した場合の対応の概念

9. 3. 4 その他の事故

航空機の墜落等の突発的な事故が発生したときは、実験責任者は、地震の節で示した緊急マニュアル例に準じて緊急事態に対応し、状況の把握、必要に応じた処置等を行う。なお、管理区域内に立ち入る必要が生じた場合は、放射線管理区域責任者の監督の下、実験責任者の指示に従うものとする。

9. 4 現在の緊急マニュアル

以下に、実験中に本体室で火災が発生した場合の現行マニュアルを示す。

[実験中火災発生時のマニュアル]

- ・火災が発生した場合、発報が { 本体室 か、それ以外
本体地下室
- に応じて、対応する。

◎本体室、本体地下室の場合

1. 火災発生確認
2. { 連絡（消防等）
加熱機器停止
V C B 遮断
減磁
3. 火元確認
4. 火元の V C B 遮断確認
5. 初期消火
6. 消防誘導

火災報知器発報 (実験は自動的に、あるいは手動で停止)

1. 火災発生確認

実験責任者 2445	制御室連絡員 B に現場確認指示 (アナウンス) 本体室で火災報知器が動作しました現在カメラで確認中
制御室連絡員 B	カメラで現場確認 報告：火災を本体室〇〇付近で確認しました

2. 連絡、加熱機器停止、V C B遮断、減磁

実験責任者 2445	制御室連絡員 A、制御室連絡員 B に連絡を指示 (アナウンス) 本体室〇〇付近で火災を確認、ガスを詰めて磁場を立ち下げる準備に入ってください すべての加熱装置はコンディショニングを停止してください 本体室〇〇付近の機器の V C B を遮断してください 連絡に無線を携帯してください
制御室連絡員 A (防災センタ 担当者)	防災センタ、現場対応班、総主幹の順に連絡 2070 2100 2200 消防、担当者に連絡、消防を大型ヘリカル実験棟まで誘導) 自治体、緊急連絡網に連絡)
制御室連絡員 B 現場責任者	現場責任者、現場連絡員、運転員を南側扉に派遣 大型ヘリカル実験棟付近から消防を誘導するよう、運転員等に指示
電源系統把握	該当 V C B の選択と安全性の確認 該当 V C B の遮断指示と確認 報告：該当 V C B 切断終了
ガス担当	ガス詰め 報告：ガス圧が 1 P a を超えました
実験責任者 磁場担当者 実験責任者 2445	(アナウンス) 減磁開始 減磁開始 (アナウンス) 本体室南側扉を開けてください、指示があるまでは入室禁止です (カメラで状況を確認し、必要に応じて) 初期消火補助のため、所員は本体室南側扉前に集合してください
制御室連絡員 B	現場連絡員に南側扉開の指示 入退室担当運転員に入退室管理装置を入室可とするよう指示
現場連絡員 現場責任者 運転員等	現場責任者に連絡 現場の判断も加えて、運転員等に南側扉開を指示 南側扉開

3. 火元確認

磁場担当	報告：磁場が0.45テスラを切りました
実験責任者 2445	(アナウンス) 磁場が0.45テスラ以下、真空度は1Pa以上、X線が発生する可能性なし 入室を許可
制御室連絡員B	現場連絡員に入室許可を指示
現場連絡員	現場責任者に連絡
現場責任者	現場の状況を判断して、現場対応班に入室を許可
現場対応班	入室
現場対応班	火元確認 報告：〇〇が火災 要請：〇〇のVCBが遮断されているか確認願います

4. VCB遮断確認

現場責任者	現場連絡員に火元と火元VCB遮断確認の連絡を指示
現場連絡員	制御室連絡員Bに連絡
制御室連絡員B	実験責任者に連絡
実験責任者 2445	(アナウンス) 火元は〇〇 電源系統把握、〇〇のVCBは遮断されているか
電源系統把握	報告：〇〇のVCBは遮断されています
実験責任者	(アナウンス) 現場対応班、〇〇のVCB遮断を確認
制御室連絡員B	現場連絡員に連絡
現場連絡員	現場責任者に連絡
現場責任者	現場対応班に連絡

5. 初期消火

現場責任者	現場の状況を判断 現場対応班に初期消火を指示 (必要に応じて) 現場対応班以外の所員に初期消火補助を指示
現場対応班	初期消火

6. 消防誘導

運転員等	消防の誘導
現場責任者 & 現場対応班	消防の誘導、状況・消火条件等の説明
消防	消火活動

鎮火

◎本体室、本体地下室以外の場合

1.	火災発生確認
2.	連絡 (消防等) 加熱機器停止 V C B 遮断 減磁
3.	火元確認
4.	火元 V C B 遮断確認
5.	初期消火
6.	消防誘導

火災報知器発報 (実験は自動的に、あるいは手動で停止)

1. 火災発生確認

実験責任者 2445	制御室連絡員 B に現場確認指示 (アナウンス) ○○室で火災報知器が動作しました現在カメラで確認中
制御室連絡員 B	カメラで現場確認 報告：火災を○○室○○付近で確認しました

2. 連絡、加熱機器停止、V C B 遮断、減磁

実験責任者 2445	制御室連絡員 A、制御室連絡員 B に連絡を指示 (アナウンス) ○○室○○付近で火災を確認、ガスを詰めて磁場を立ち下げる準備に入ってください すべての加熱装置はコンディショニングを停止してください ○○室○○付近の機器の V C B を遮断してください 連絡に無線を携帯してください (カメラで状況を確認し、必要に応じて) 初期消火補助のため、所員は○○室付近に集合してください
制御室連絡員 A 2070	防災センタ、現場対応班、総主幹の順に連絡 2100 2200
(防災センタ 担当者	消防、担当者に連絡、消防を大型ヘリカル実験棟まで誘導) 自治体、緊急連絡網に連絡)
制御室連絡員 B 現場責任者	現場責任者、現場連絡員、運転員を○○室付近に派遣 大型ヘリカル実験棟付近から消防を誘導するよう、運転員等に指示
電源系統把握	該当 V C B の選択と安全性の確認 該当 V C B の遮断指示と確認 報告：該当 V C B 切断終了
ガス担当	ガス詰め 報告：ガス圧が 1 P a を超えました

実験責任者	(アナウンス) 減磁開始
磁場担当者	減磁開始
	報告：磁場が0.45テスラを切りました
実験責任者	(アナウンス)
2445	磁場が0.45テスラ以下、真空度は1Pa以上

3. 火元確認

現場責任者	現場の状況を判断して、現場対応班に入室を許可
現場対応班	入室
現場対応班	火元確認
	報告：〇〇が火災
	要請：〇〇のVCBが遮断されているか確認願います

4. VCB遮断確認

現場責任者	現場連絡員に火元と火元VCB遮断確認の連絡を指示
現場連絡員	制御室連絡員Bに連絡
制御室連絡員B	実験責任者に連絡
実験責任者	(アナウンス)
2445	火元は〇〇
	電源系統把握、〇〇のVCBは遮断されているか
電源系統把握	報告：〇〇のVCBは遮断されています
実験責任者	(アナウンス) 現場対応班、〇〇のVCB遮断を確認
2445	
制御室連絡員B	現場連絡員に連絡
現場連絡員	現場責任者に連絡
現場責任者	現場対応班に連絡

5. 初期消火

現場責任者	現場の状況を判断 現場対応班に初期消火を指示 (必要に応じて)現場対応班以外の所員に初期消火補助を指示
現場対応班	初期消火

6. 消防誘導

運転員等	消防の誘導
現場責任者 &現場対応班	消防の誘導、状況・消火条件等の説明
消防	消火活動

鎮火

上記の実験中火災に対する防災体制の流れ線図を図9. 4-1に示す。また、重水素実験が開始された場合の流れ線図を図9. 4-2に示す。両者の違いを赤枠および赤線で示す。

マニュアル中の文字の色は、流れ線図中の○印の色に対応している。

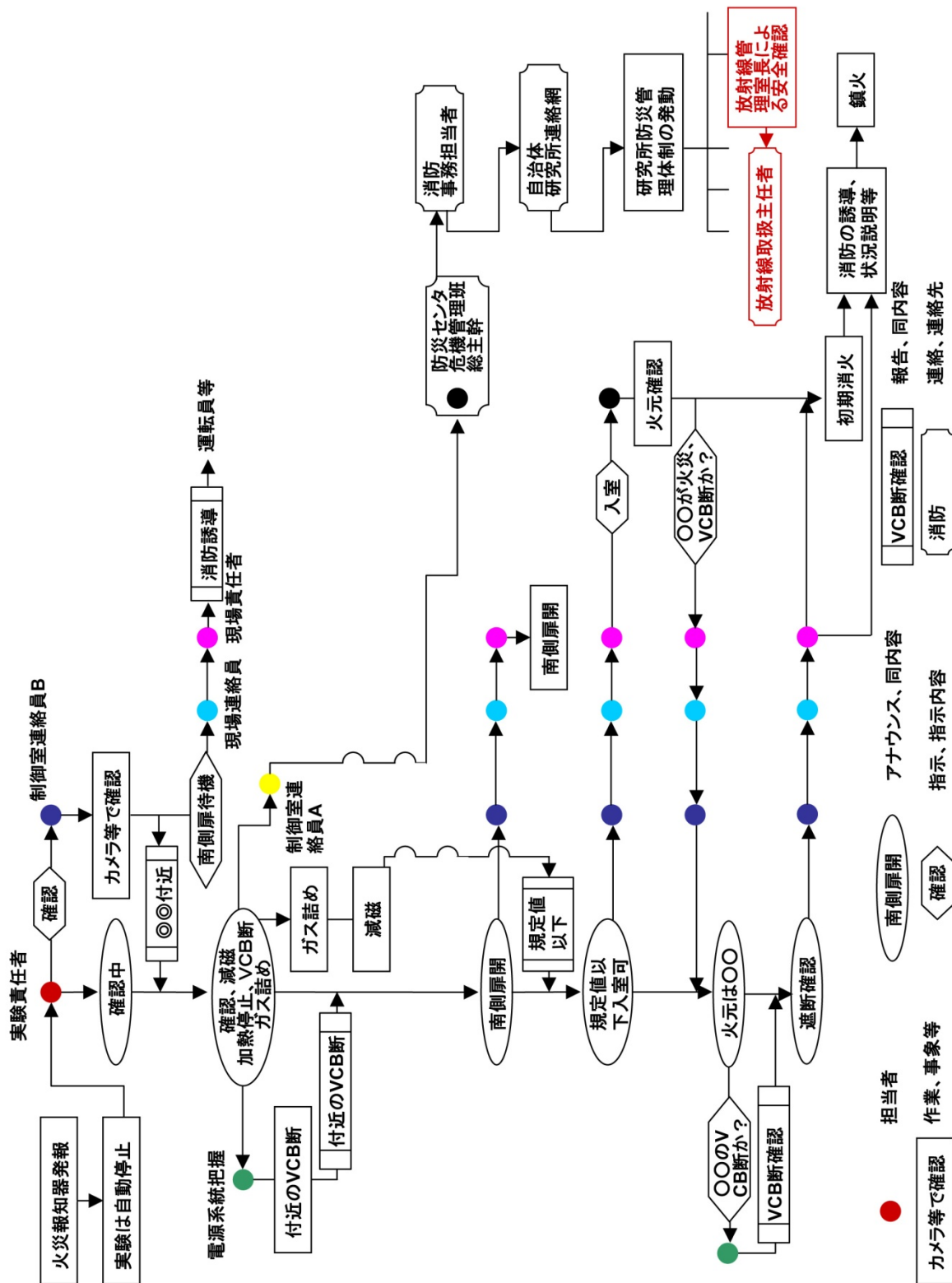


図 9. 4 - 1 実験中火災に対する現防災体制の流れ線図

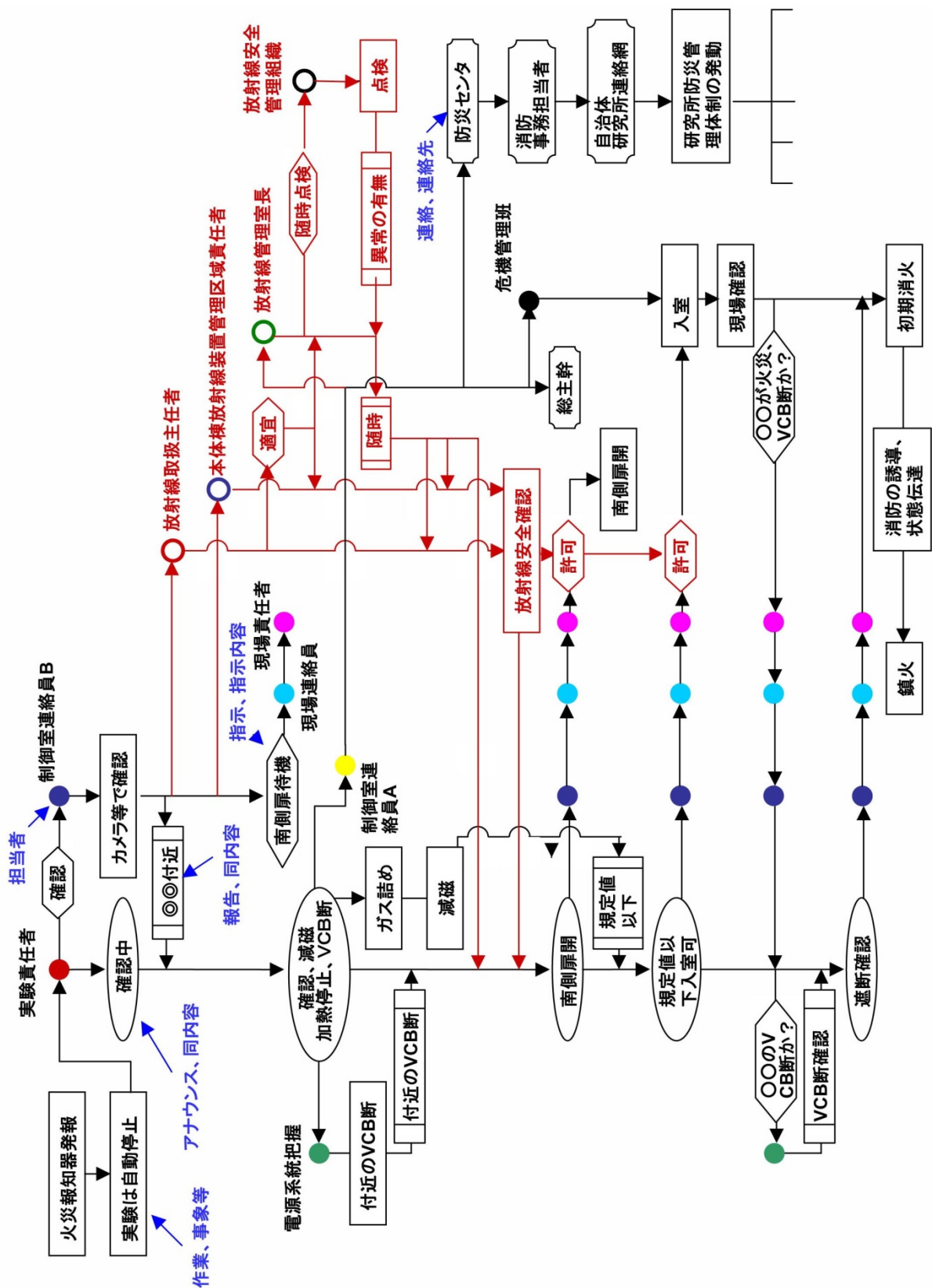


図 9. 4 - 2 重水素実験中火災に対する防災体制の流れ線図

9. 5 災害・事故に対応するための資機材

9. 5. 1 火災用資機材及びトリチウム用防具

消防設備は、法律に基づいて整備、設置する。これ以外の資機材で、

- ・火災用防具及びトリチウム用防具は、4. 5. 1 (8) に記載
- ・非常用給水設備（非常用発電機、ポンプ、ホース） 2組

9. 5. 2 非常用電源設備

LHDの主要機器は、停電後、30分から1時間、電気を供給できるバッテリーを保有しており、バッテリーの生きている間に各機器を安全に停止できるよう設計されている。しかし、東日本大震災の教訓として、停止した機器の情報を正確に把握して、情報を伝えることが、求められている。

上記要求を鑑み、重水素実験計画では、非常用発電設備を整備して長期間の電源喪失にも対応する。発電能力は100kW級とし、燃料の軽油あるいは重油を10日分貯蔵できる貯蔵タンクを整備する。商用電源喪失時には、発電機切替盤により非常用発電設備に切り替え、放射線総合監視システム等の機器に給電して、必要な管理、情報伝達体制を確保する。供給先を下記に記す。また、発電設備の系統図案を図9. 5-1、非常用発電設備の分電盤負荷リスト案を図9. 5-2に示す。

放射線管理設備 放射線総合監視システム (12kVA)

安全対策用測定機器 (11kVA)、非常用照明 (3kVA)

トリチウム関連装置の管理・制御設備 (3kVA)

大型ヘリカル実験棟入退管理装置 (2kVA)

大型ヘリカル実験棟管理設備 (2kVA)

非常用電話（ファックス） (1kVA)

衛星回線を含む

所内放送設備 (10kVA) 等

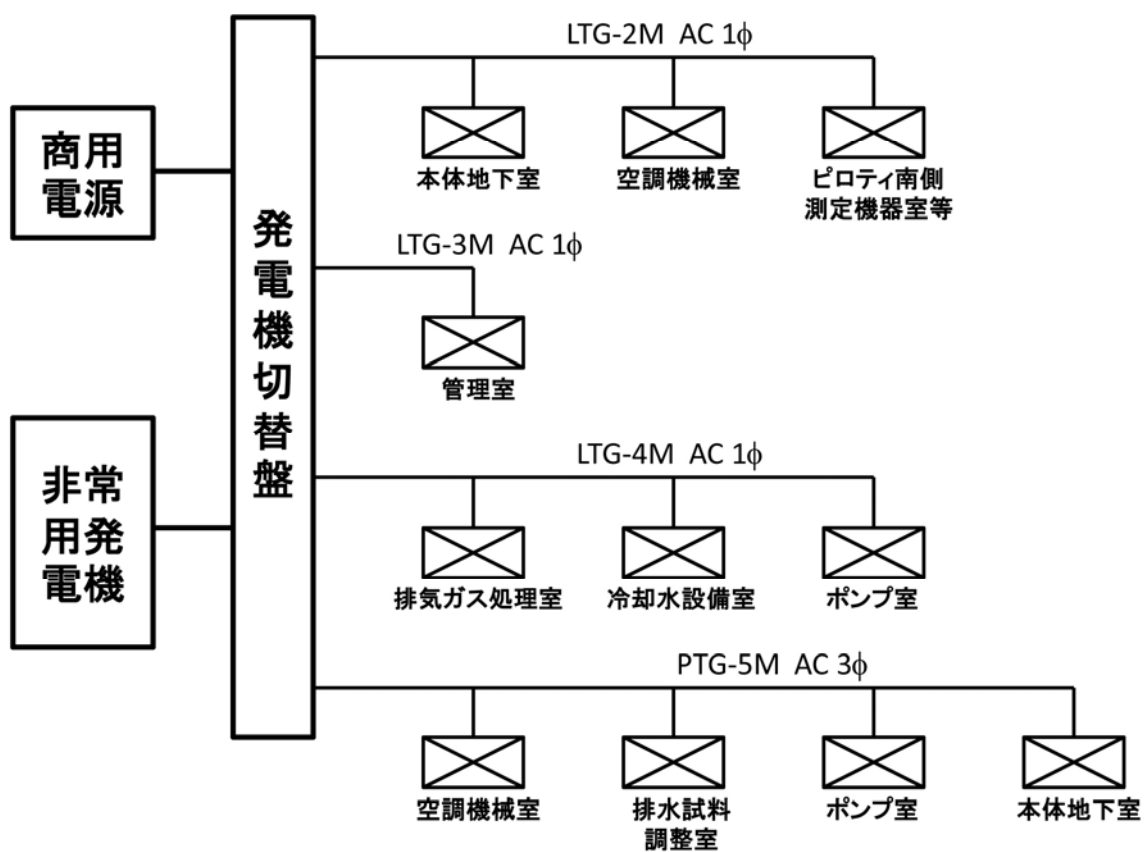


図9. 5－1 非常用発電設備の電気系統図案

盤名	系統	容量	主回路	遮断器	使用負荷
LHP-RI-B2-2 (本体地下室)	LTG-2M AC-1φ3W 200/100	2.3 kVA	MCCB3P 50/30	M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20	室内ガスモニター 30L 室内ガスモニター 14L 記録計 保守用コンセント 非常用照明 予備
	PTG-5M AC-3φ3W 200	3kVA		M3P3E 50/30	排気ダストモニター
LHP-RI-B1-22 (空調機械室)	LTG-2M AC-1φ3W 200/100	2.8 kVA	MCCB3P 50/30	M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20	室内ガスモニター 30L 室内ガスモニター 14L 記録計 保守用コンセント 気体状放射能捕集装置 非常用照明 予備
	PTG-5M AC-3φ3W 200	3kVA		M3P3E 50/50	排気ダストモニター
LHP-RI-B2-1-2 (貯蔵室(2))	PTG-5M AC-3φ3W 200	* kVA		M3P3E 50/50	LHP-CP-B2-7 (排水ポンプ)
LHP-RI-B2-1 (貯蔵室(2))	PTG-4M AC-1φ3W 200/100	3kVA	MCCB3P 50/30	M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20	貯蔵室(2)コンセント 貯蔵室(2)コンセント 非常用照明 予備
LHP-RI-B1-4 (排気ガス処理室)	PTG-4M AC-1φ3W 200/100	0.5kVA	MCCB3P 50/30	M2P1E 50/20	器材庫(1)コンセント
LHP-RI-B1-8 (冷却水設備室(1))	PTG-4M AC-1φ3W 200/100	2kVA	MCCB3P 50/30	M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20	監視操作盤 非常用照明 予備
LHP-RI-B1-10 (排水試料調整室)	LTG-2M AC-1φ3W 200/100	10kVA	MCCB3P 50/50	M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/50 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20	動力制御盤 動力制御盤 流量調整システム 非常用照明 予備 ベータ線モニター ガンマ線モニター 気圧ススターン 保守用コンセント
	PTG-5M AC-3φ3W 200	11.4kVA	MCCB3P 100/75	M3P3E 50/20 M3P3E 50/20 M3P3E 50/30 M3P3E 50/30 M3P3E 50/30	手元開閉器盤 S-5 手元開閉器盤 S-6 水中ポンプ 釜場ポンプ LHP-CP-B1-11 (排水ポンプ)
LHP-RI-B1-11(2) (管理室)	PTG-3M AC-1φ3W 200/100	6kVA	MCCB3P 50/50	M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20 M2P1E 50/20	放射線総合監視装置 入退出管理ゲート 入退出管理ゲート 管理制御盤 管理現場版 非常用照明 予備

44 + α

図9. 5-2 非常用発電設備の分電盤負荷リスト案

9. 5. 3 緊急時の資機材調達

災害・事故の発生に備えて、これまで述べたように、緊急事態に対応するための最低限の資機材を保有する。

復旧時には、復旧する機能を如何に回復するかが大事であり、資機材の調達とメーカーの協力が必要不可欠となる。このため、災害に備えて、資機材の調達ルート、協力メーカーをリストアップしておくことが肝要である

その際、下記のような点に留意する。

- ・非常事態での活動に必要な資機材から、復旧時に必要な資機材まで、緊急性と重要性を考慮して、分かりやすく作成
- ・非常事態での活動に必要な資機材は、確実に調達するため、複数のルート、緊急連絡先等をリストアップ
- ・通常でも調達に時間がかかる資機材があることから、調達時間を明記し、復旧計画の雛形が直ちに作成できるようにする。

第10章 訓練

非常事態が発生した場合、前述のように、基本的には緊急連絡網によって、事態を周知し、自衛防災隊を組織して対応する。

放射線関係は、自衛防災隊の工作班に、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する。現在、実験期間中に火災、地震等を想定して、最低年1回LHDで訓練を実施している、また、これとは別に研究所全体で防災訓練を年1回実施、この研究所全体の訓練では、土岐南消防署に参加いただいている他、関係自治体とも通報訓練を実施している。

10.1 重水素実験に向けた訓練の在り方

訓練の回数を増やし、定期的に行う。これにより訓練の熟度を上げるとともに、下記の取り組みを可能な範囲で行う。

- (1) 非常事態下で行う活動及び自衛防災隊の配置（人員、役割等）の適正化
- (2) 人の派遣による関係自治体への通報が可能か否かの見極めと効率的運用法
- (3) 非常用設備を稼働して、非常用機器を使用することにより、必要な機器、員数等の適正化
- (4) 消防署、関係自治体等関連する組織との合同訓練
- (5) 協定書締結後、トリチウムの管理関係の訓練と対応法、装備、その員数等の適正化
- (6) 訓練は、関係自治体、マスコミ等に公開するように努める

10.2 平成23年度にLHDで行った訓練

平成23年度第15サイクルの実験期間中の訓練は、本体室で火災が発生したと想定して行われた。訓練の実施細目を図10.2-1に示す。訓練の実施細目は、訓練内容を時系列で示したもので、消防、自治体への通報を含んでおり、全所的に対応することが示されている。実験中は、磁場コイルに電流が流れているため、災害及び事故等が発生した場合、このコイル電流を止める動作を行うことが本体室内の点検や災害及び事故等の対応を行う上で基本になっている。コイル電流を下げる時、X線が発生する可能性があることから、手順を決め、安全な領域に達するまで本体室には入室させない規定を設けており、災害及び事故等の確認から本体室入室までには時間がかかることになる。平成23年度の訓練では、火災報知器の発報から鎮火まで約15分を要している。

LHD消火訓練実施細目

(訓練実施日、平成23年7月30日)

項	行動時刻・事項	担当	内 容
1	訓練の進行の目安		プラズマ放電実験中を模擬し、磁場強度0.6Tに励磁中、実験シーケンスのみ稼働中とする。
2	9時10分 火災報知器発報	火報の発報 (古谷運転員)	古谷運転員により本体棟管理室防災盤で発報させる。中央制御装置インターロックにより「実験停止」となる。なお、火報発報の直後、古谷運転員は、防災無線を携帯して、発報サイレン停止準備のため本体棟管理室へ直行したことにする。
3	9時10分 実験停止の報告	現場責任者 (竹林運転員)	現場責任者は実験責任者に、「火報によって「実験停止」となりました。実験シーケンスが停止し、加熱装置の入射及び真空排気装置の真空排気が停止しました。コイルは通電中です。ただし、緊急ガスバフは動作していません。」と報告する。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)
4	9時10分 発報場所の確認	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、制御室連絡員Bに制御室内防災盤及びrrvで発報場所を確認させる。制御室連絡員Bは、現場責任者等にITV操作など確認の補助をさせる。この際、中央制御担当運転員は防災無線機を制御室連絡員Bに手渡す。
5	9時10分 緊急ガスバフの備え	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、緊急ガスバフの備えの指示する。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)「減磁を行う可能性があります。真空排気担当者とNBI運転担当者は、減磁のための真空容器への緊急ガスバフに備えてください。」
6	9時11分 緊急ガスバフの備え	真空排気担当者 各NBI運転担当者	真空排気担当者は、真空監視用の電離真空計を切る。これにより中央制御装置に真空悪化信号が発信され、中央制御装置からゲートバルブ制御装置へ真空容器取り合いゲートバルブの全閉指令が出てゲートバルブが閉まる。各NBIの運転担当者は、各NBIのビーム入射ゲートバルブを閉め
7	9時11分 発報場所の報告	制御室連絡員B	「本体上部6.5Uポート近傍で火災を発見しました。」と実験責任者に報告する。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)
8	9時11分 火報発報サイレン音	実験責任者 (竹入先生)	「本体上部6.5Uポート近傍で火災を確認できました。制御室連絡員Bは火報のサイレン音を停止するよう運転員に連絡してください。」(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)
9	9時12分 火報発報サイレン音	制御室連絡員B 古谷運転員	制御室連絡員Bは、防災無線にて、本体棟管理室に待機する古谷運転員に火報のサイレン音を停止するよう指示する。
10	9時12分 通報指示	実験責任者 (竹入先生)	制御室連絡員Aに、「制御室連絡員Aは、防災センター、統括管理者、危機管理班長に訓練火災発生電話連絡してください。」 副実験責任者に、「副実験責任者は、研究総主幹、実験統括主幹に訓練火災発生電話連絡してください。」
11	9時12分 防災センターに通報	制御室連絡員A	防災センター(1111)に通報する。「制御室から緊急連絡します。訓練です。大型ヘリカル実験棟1階本体室内で火災が発生しました。消防に通報をお願いします。…なお、訓練ですので実際は消防に通報はしません。」
12	9時13分 防火・防災管理者に通報	防災センター	防災センターは、防火・防災管理者(戸松課長は所外なので緊急連絡網により連絡する。)に通報する。
13	9時13分 統括管理者等に通報	制御室連絡員A	「防災センターから緊急連絡です。訓練です。9時10分大型ヘリカル実験棟1階本体室内で火災が統括管理者(2100)、危機管理班長(2101)に通報する。「制御室から緊急連絡です。訓練です。大型ヘリカル実験棟1階本体室内LHD本体上部で火災が発生しました。至急制御室までお越しください。」
14	9時13分 研究総主幹等に通報	副実験責任者	山田研究総主幹(2200)、竹入実験統括主幹(工作班長X2210)に通報する。 「制御室から緊急連絡です。訓練です。大型ヘリカル実験棟1階本体室内LHD本体上部で火災が発生しました。至急制御室までお越しください。」
15	9時13分 危機管理班の待機指示	制御室連絡員A	危機管理班長に、「本体室内本体上部6.5Uポート近傍で火災の確認しました。危機管理班長は、危機管理班員(消防隊員)を装備着用の上、本体室入室準備で待機させてください。」と要請する。
16	9時13分 危機管理班員の招集と本体室入室準備の指示	危機管理班長 (米津課長)	危機管理班長は、制御棟・本体棟一斉放送により危機管理班員の招集をかける。 「本体室内本体上部で火災が発生しました。危機管理班員は本体棟管理室に集合し、消防隊員は消防装備を着用の上、待機してください。」以上を2回放送する。
17	9時14分 本体室入室準備の確認	危機管理班長 (米津課長) 危機管理班員 (林課長代理)	危機管理班長は、コイル運転担当者に減磁所要時間を確認した上で、防災無線により林(課長代理)危機管理班員に再度連絡する。 「減磁し入室可能になるまでは今から5分程度ありますので、消防隊員は、落ち着いて、耐火服と空気呼吸器の着用及びCO2消火器の準備・点検をして管理室に待機してください。」 消防隊員以外の危機管理班員は準備の補助を行う。 消防隊(坂本先生、徳澤先生、本島先生、小林(政)先生、渋谷係員、林課長代理)
18	9時14分 緊急ガスバフ備え及び装置の停止の	副実験責任者 (長壁先生)	副実験責任者は、真空排気担当者とNBI担当者に緊急ガスバフの備えが完了したか及び各装置が停止しているかを確認し、実験責任者に減磁準備完了を報告する。
19	9時14分 通常減磁の指示	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者、減磁準備完了を確認後、通常減磁を指示。 「本体室内本体上部6.5Uポート近傍において火災が発生しました。本体室に入室できるよう、これより中央制御卓より1Sを発報し通常減磁を行います。担当運転員1名、1Sボタンを押してください。」
20	9時14分 通常減磁の開始	現場責任者 (竹林運転員)	竹林運転員は、村田運転員に中央制御卓の1Sボタンを押すよう指示する。1S開始。
21	9時14分 緊急ガスバフの確認	真空排気担当者 (鈴木係長)	真空排気担当者は、実験責任者に緊急ガスバフの確認を連絡。 「緊急ガスバフにより真空容器の真空1mPa以上になりました。」 (制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)
22	9時15分 減磁開始の指示	実験責任者 (緋先生)	コイル電源担当に減磁状況の報告を指示をする。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)「減磁の確認をしてください。磁場が0.45テスラ以下になったら報告して下さい。」
23	9時15分 減磁の開始の確認	コイル電源担当者	コイル電源担当者の報告(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用) 「現在、減磁をしています。約2分後に磁場が0.45テスラ以下になります。」(磁場0.6Tの場合)
24	連絡通報	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、制御室連絡員Aから警備・搬出班長に連絡させ、消防隊を本体棟へ誘導するように指示する(模擬)。制御室連絡員Aは指示を受け、模擬なので警備・搬出班長に連絡しないで、しばらくして消防隊を誘導したと実験責任者に報告する。
25	9時16分 遮蔽扉前集合の指	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、制御室連絡員Bに指示する。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用) 「現場連絡員を本体室南側遮蔽扉前に集合させてください。指示するまで扉を開けないでください。」

26	9時16分 現場との連絡体制	制御室連絡員B 現場連絡員	制御室連絡員Bは、防災無線にて、現場連絡員(古谷運転員、堀田運転員)に、本体室南側入り口に向かい待機するように指示する。 現場連絡員は、本体室南側入り口に配置完了したら、防災無線で、制御室連絡員Bに連絡する。
27	9時17分 現場との連絡体制	実験責任者 (竹入先生) 制御室連絡員B	実験責任者は、制御室連絡員Bに、危機管理班長に対し、以下の注意を連絡するよう指示する。 (制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用) 「指示があるまで本体室に入らないでください。、本体室入室可能になったら消火活動に入るよう指示します。危機管理班長は本体棟管理室に向かい、検査室の廊下側の扉も開けるなど準備を指示してください。」 制御室連絡員Bは、防災無線にて、危機管理班長に「指示があるまで本体室に入らないでください。、本体室入室可能になったら消火活動に入るよう指示します。危機管理班長は本体棟管理室
28	9時18分ごろ 消火作業準備完了の報告	危機管理班長 (米津課長)	危機管理班長は、危機管理班員(林隊員)から消火隊の昇準準備完了の連絡を受けてから、防災無線にて、制御室連絡員Bに消火作業の準備完了の報告をする。 「危機管理班員(消火隊員)の消火作業の準備は完了しました。」
29	9時18分 状況報告	コイル電源担当者	コイル電源担当は、実験責任者に報告する。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用) 「磁場が0.45テスラ以下になりました。」
30	9時18分 本体室入室準備確認	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、入室禁止を解除の指示をする。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用) 「磁場が0.45テスラ以下、真空は1Pa以上になりました。これでX線の発生する可能性は無くなりました。本体室への入室の許可をします。入室禁止を解除してください。」 担当運転員は直ちに入室禁止解除操作を行う。解除が完了したら竹林運転員は実験責任者に解除の報告をする。さらに、実験責任者は、制御室連絡員Bに指示する。[制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用]「危機管理班長に本体室入室許可を伝えてください。」
31	9時19分 現場との連絡	制御室連絡員B	制御室連絡員Bは、防災無線にて危機管理班長に本体室入室許可を伝える。
32	9時19分 本体室入室の連絡	危機管理班長 (米津課長)	危機管理班長は、現場運転員連絡員に本体室南側遮蔽扉を開けるように指示する。
33	9時20分 本体室内で出火状況の確認	危機管理班長 (米津課長)	危機管理班長は、本体室南側遮蔽扉付近に陣取る。危機管理班員(消火隊員)に、本体室南側扉より入室を指示し、本体上部の6.5Uポート近傍で出火の場所と状況を確認させる。林(課長代理)隊員から逐次隊員の活動の状況と出火現場の状況の報告を無線にて受ける。
34	9時22分 本体室内で出火状況報告	危機管理班長 (米津課長)	危機管理班長は、防災無線にて、制御室連絡員Bに出火状況を報告する。 「6.5UポートのLIDコイルより出火しています。LIDの電源遮断をお願いします。出火は小規模で、消火可能と思われます。」
35	9時22分 本体室内で出火状況報告	制御室連絡員B	制御室連絡員Bは、実験責任者に出火状況を報告する。 「危機管理班長からの報告です。6.5UポートのLIDコイルより出火しています。LIDの電源遮断を依頼されました。出火は小規模で、消火可能とのことです。」 [制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用]
36	9時22分 L[D電源]の状況確認	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、LID電源担当者に電源遮断を指示する。 「直ちに、LID電源を遮断してください。」「[制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用]
37	9時23分 UD電源遮断済みの報告	L[D電源]担当者	L[D電源]担当者は、遮断機操作済み(模擬)の報告をする。 「UD電源は、既に、非常停止操作により電源を遮断してあります。」 (制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)
38	9時23分 消火の指示	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、制御室連絡員Bに、危機管理班長にLID電源は既に遮断されているので直ちに消火活動に入るよう連絡させる。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用)
39	9時23分 消火の指示	制御室連絡員B (**先生)	制御室連絡員Bは、防災無線にて危機管理班長に消火の指示。 「L[D電源]は既に遮断されています。直ちに消火活動に入ってください。」
40	9時23分 消火状況アナウンス	副実験責任者 (長壁先生)	副実験責任者は、マイクを使用し制御室内にアナウンスする。 「危機管理班長からの報告です。これより危機管理班員(消火隊員)により、消火活動にはいりま (模擬)危機管理班長は、消火隊にCO2消火器で消火開始を指示。鎮火後、防災無線にて、制御室連絡員Bに鎮火の報告をする。 「火災は無くなりました。鎮火(9時25分ごろ)と判断します。周囲の確認をしつつ管理室に戻り、装備を外すとのこと、危機管理班に負傷はありません。」
41	9時25分 消火完了	危機管理班長 (米津課長)	制御室連絡員Bは、実験責任者へ危機管理班長の鎮火の報告をそのまま連絡する。(制御室内への状況アナウンスを兼ねマイクを使用) 「火災は無くなり、鎮火(9時25分ごろ)と判断します危機管理班員(消火隊員)は管理室に戻り、装備をはずします危機管理班員(消火隊員)に負傷はありません。」
42	9時25分 消火完了の報告	制御室連絡員B	
43	9時26分 統括管理者に鎮火報告 各機器の状況確認	実験責任者 (竹入先生)	実験責任者は、防災センターに待機している統括管理者へ電話で報告する。「本体室内本体上部6.5Uポート近傍において火災は、9時25分ごろ鎮火しました。危機管理班にも負傷はありません。」 「工作班並びに各機器担当は各機器の確認をしてください。」
44	9時26分 関係各所に報告依頼	統括管理者 (飯間部長)	統括管理者は、防災センター担当者に防火・防災管理者(戸松課長)に報告するよう指示。 「大型ヘリカル実験棟1階本体室での火災は、9時25分ごろ鎮火しました。負傷者もありません。関係各所に通報をお願いします。」
45	9時27分 関係各所に報告	防災センター	防災センター担当者は、防火・防災管理者(戸松課長は所外なので緊急連絡網により連絡する。)に報告する。 「訓練です。大型ヘリカル実験棟1階本体室での火災は、9時25分ごろ鎮火しました。負傷者もありません。関係各所に通報をお願いします。」
46	9時30分ごろ 各機器の状況確認	各機器担当者	各機器担当は各機器の確認の結果(異常無し)を竹入実験統括(実験責任者・工作班長)に報告。
47	9時32分 最終報告	実験責任者 (竹入先生)	統括管理者へ報告 「大型ヘリカル実験棟1階本体室のLHD上部のL[Dコイル]の火災は、9時25分ごろ鎮火しました。他の機器への類焼等ありません。危機管理班に負傷はありません。」
49	9時32分 報告・解散	統括管理者 (飯間部長)	統括管理者による全館放送(大型ヘリカル実験棟・制御棟のみ) 「本体室の火災は危機管理班による消火されました。自衛消防活動の終了を宣言します。」 危機管理班長へ、危機管理班長は消防と連携するよう指示する。
49	9時33分 訓練終了放送	実験責任者 (竹入先生)	制御室内でLHD及び制御棟内に一斉放送で「訓練の終了」を告げる。

図10. 2-1 平成23年度LHD消火訓練実施細目

第11章 公害調停案・協定書案への対応

11.1 公害調停について

公害調停とは、文部科学省核融合科学研究所(岐阜県土岐市)が計画している重水素実験の中止を求めて、平成13年5月に地元住民の方々が公害等調整委員会に調停申請したものです。平成15年10月2日に公害等調整委員会により「調停案」が示され、文部科学省及び核融合科学研究所は「調停案」を受け入れることとし、その旨を同委員会へ同年11月4日に回答しておりましたが、申請人の方々は「調停案」を受諾しないとの回答をされました。従って、同委員会はこれ以上の調停は無理との判断により、調停をうち切り、終結させるとの決定を行い、同年11月12日に調停案とともにこの決定を公示いたしました。

調停は不調に終わりましたが、本研究所としては、私どもの科学的な主張を「調停案」の中で認めて頂いたと考えており、本調停案を遵守していく所存です。また、「核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書」の締結に向けて、地元自治体との協議を再開させて頂くとともに、引き続き地元住民の皆様から御理解が得られるよう努力していきたいと考えております。

付録 C に、公害等調整委員会が作成した調停案の全文を示します。

11.2 協定書について

核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書（以下、「協定書」という）とは、核融合科学研究所の研究推進にあたり、地域住民の方々の安全確保のため、研究所と地元自治体の間で双方の義務と権利を明文化したものです。なお、これは昭和61年に土岐市の市長と名古屋大学プラズマ研究所の所長との間で交わされた確認書の内容と当事者を拡大したものです。この確認書には

- (1) 地元の一層の理解を深めるために、東山区でこれまで実施してきたような施設公開を少なくとも年一回は行う。
- (2) 安全性については、東山地区での放射線管理条件と同様の敷地境界において年間5ミリレム以下の線量を遵守し、そのためのモニタリング設備を整備の上、結果を発表する。

と記され、土岐市市長と名古屋大学プラズマ研究所所長の公印が押されています。

付録 D に、協定書案の全文を示します。

11.3 対応について

表11.3-1に協定書案と公害等調整委員会による調停事項の対比を示す。この表から明らかなように、協定書案は調停事項にある全ての項目を含んでおり、十分な内容と言える。

表 11. 3-1 協定書案と調停事項の対比

核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書（案）	公害等調整委員会の調停条項
（関係諸法令等の遵守） 第1条 丙は、関係諸法令等を遵守し、研究施設の周辺環境の保全のために万全を期さなければならない。	(1)-4 核融合科学研究所は、D-D実験の開始に当たっては、法令に基づく文部科学大臣の検査を受けることに加え、本格的実験に先立って予備的实验を行うこととし、それによって、コンクリート遮蔽壁、トリチウム除去装置及び周辺環境監視装置等が所期の性能を発揮し、かつ、所定の安全性確保上の態勢も十分機能していることを確認し、その結果を公表するものとする。 (3)-1 核融合科学研究所は、関係法令を遵守することはもとより、放射性廃棄物運搬車両を含め、D-D実験に関する研究施設、設備等の全般にわたって安全性の確保に万全を期すとともに、トリチウム、中性子及び放射性廃棄物の管理技術の向上等を通じて安全性の向上に努めるものとする。
2 丙は、放射線管理を徹底し、研究施設の敷地境界において年間50マイクロシーベルト以下の線量を遵守するものとする。	
3 丙は、トリチウムを使用した核融合実験は行わないものとする。	(4) 核融合科学研究所は、将来においても、本件地域でD-T実験を実施しないものとする。
（放射性物質等の保管管理） 第2条 丙は、放射性物質等の保管及び管理に当たっては、法令等を遵守し、乙の住民の安全を確保するための適切な措置を講ずるものとする。	(3)-1 核融合科学研究所は、関係法令を遵守することはもとより、放射性廃棄物運搬車両を含め、D-D実験に関する研究施設、設備等の全般にわたって安全性の確保に万全を期すとともに、トリチウム、中性子及び放射性廃棄物の管理技術の向上等を通じて安全性の向上に努めるものとする。
（公害の防止及び環境保全） 第3条 丙は、研究に伴って生ずるおそれのある大気汚染、水質汚濁等の公害を防止するため必要な措置を講ずるものとする。	(1)-1 関連記述（D-D実験により発生するトリチウムの除去・処理・処分（運搬を含む。）、中性子の遮蔽、放射性廃棄物の管理、周辺環境の監視・測定及び地震その他の災害時の対応・体制に関する計画の作成）あり。
（周辺環境の監視測定の実施等） 第4条 丙は、甲及び乙と協力して周辺環境の保全に必要な監視・測定体制を整備して環境放射線等の継続的な監視・測定を実施し、その結果の公表を行うものとする。	(2)-3 核融合科学研究所は、D-D実験を実施する際には、トリチウム及び中性子の発生量を測定し、測定結果（当該年度の累計発生量を含む。）を速やかに公表するものとする。 (2)-4 核融合科学研究所は、トリチウムの回収・保管量、処分量及び処分方法を定期的に公表するものとする。

(事前説明等) 第5条 丙は、研究施設の整備計画、研究計画及び研究内容並びにそれらに変更があった場合について、事前に甲及び乙へ説明を行うとともに、研究成果等について定期的に報告を行うものとする。	(2)-1 核融合科学研究所は、各年度におけるD-D実験の開始時期及び終了時期を地元自治体及びその議会に通知するとともに、公表するものとする。
(情報公開) 第6条 丙は、乙の住民への一層の理解を深めるため、少なくとも年1回、研究施設の公開を行うとともに、乙が申し出る地域の住民への説明を乙の求めに応じ、適時行うものとする。	
(防災対策) 第7条 丙は、災害及び事故の防止のために必要な整備をし、防災体制の強化を図るとともに、乙と丙が協議の上、乙が行う防災対策にも積極的に協力するものとする。	(2)-5 核融合科学研究所は、地震等災害の発生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たときは、D-D実験を速やかに停止し、その旨を地元自治体に通知するとともに、公表するものとする。この場合において、D-D実験の再開を決定するに当たっては、実験施設・装置等の損傷の有無及び補修内容等を明示して安全性を確認した上で、地元自治体と協議するものとする。 (1)-1 関連記述（地震その他の災害時の対応・体制に関する計画の作成）あり。
(立会調査) 第8条 甲及び乙は、乙の住民の安全を確保するため必要があると認めるときは、丙に対して必要な報告を求め、又は必要な限度において、甲及び乙の職員並びに甲及び乙が指定する者に研究施設へ立入調査させることができる。 2 丙は、前項の立入調査等の際には協力しなければならない。	(3)-2 核融合科学研究所は、周辺住民の安全性を確保するため、地元自治体から報告の聴取又は研究施設への立入調査の申出があった場合には、これに協力することとし、その際に、地元自治体からの要請に応じて、地元自治体が指名する者の立会を認めるものとする。
(D-D実験) 第9条 丙は、D-D実験の開始に当たっては、甲及び乙の同意を得るものとする。	(1)-1 核融合科学研究所は、D-D実験を開始するに当たっては、安全性を確保するため、D-D実験により発生するトリチウムの除去・処理・処分（運搬を含む。）、中性子の遮蔽、放射性廃棄物の管理、周辺環境の監視・測定及び地震その他の災害時の対応・体制に関する計画（以下「実験安全管理計画」という。）を作成することとし、その際には、関係する地元自治体（岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市及び笠原町をいう。以下同じ。）及び公正中立な第三者である学識経験者を構成員とする技術評価会（仮称）を設置し、その意見を尊重するものとする。 (1)-2 核融合科学研究所は、D-D実験を開始する

	ことについて、地元自治体の同意を得るものとする。この場合において、核融合科学研究所は、地元自治体の議会の要請に応じて、当該議会に対してD－D実験の開始及び実験安全管理計画についての説明を行うものとする。 (1)-3 核融合科学研究所は、上記②の地元自治体の同意が得られた場合には、速やかに、申請人らに対してD－D実験の開始及び実験安全管理計画について説明を行うものとする。 (2)-2 核融合科学研究所は、D－D実験による年間の最大発生量を、トリチウムは1．5キュリー、中性子は3.2×10^{19}個以内にとどめることとし、その旨を、法令に基づく文部科学大臣への許可申請の際に明記するものとする。
(協 議) 第10条 この協定に定める事項に関し、疑義が生じたとき、又は定めのない事項については、甲、乙及び丙が協議して定めるものとする。	

おわりに

本「大型ヘリカル装置における重水素実験の安全管理計画＜改訂版＞」は、東日本大震災を教訓に、研究所が計画している重水素実験において、さらに高い安全性を確保するために、平成19年に策定した安全管理計画を再検討したものです。

安全管理計画は、大型ヘリカル装置における重水素実験計画とその安全対策、管理計画、災害と事故時の対応及び周辺の環境評価についてまとめており、平成18年度から19年度に開かれた第三者委員会である重水素実験安全評価委員会で、その内容について様々な角度から検討・評価していただきました。そして、平成19年11月16日に「研究所が計画している重水素実験の安全管理計画は妥当なものである」との答申を受けて、安全管理計画を策定しました。その内容は、関係する法令等に規定されている安全基準を満たすばかりでなく、地域住民の皆様の安心と信頼を得られるような管理が行えるように計画が立てられています。

さらに、今回の改訂版では、東日本大震災を教訓に必要な事項を検討し、従来の計画を充実するとともに、一段と高い安全性を確保するため、安全管理計画全体を再確認しました。そして、重水素実験時の運転方法の見直しと併せ、環境放射線測定の実施、電源喪失対策の強化、通報・監視体制の強化、非常時体制の確立等、大規模災害時における安全性の再検討を行いました。再検討した安全管理計画は、重水素実験安全評価委員会で検討・評価していただき、平成24年2月14日に「妥当である」との答申をいただきました。

今後も、地域住民の皆さまの重水素実験に対する安全・安心をさらに確保するため、関係各位からのさらなる意見を取り入れながら、この安全管理計画の一層の充実を図っていく所存です。

付録 A 安全に関する基本的な考え方

ここでは、安全に関する基本考え方の詳細を述べる。

- 1) 発生するトリチウム量をできるだけ少なくする
- 2) 真空容器内に留まるトリチウム量は、全量が放出されても規制値を超えない量とする

に関しては、放電中に発生するトリチウムは、真空排気装置により常にトリチウム除去装置に運ばれているため、そのまま、真空容器内に溜まっていることはないが、仮に、1年間に発生したトリチウムの全てが、真空容器が壊れたことにより実験室内に放出されたとしても、その濃度は法令の空気中濃度限度 (0.8 Bq/cm^3 : 水) よりも低い 0.43 Bq/cm^3 である。

- 3) 災害・事故発生時はプラズマは消滅する

に関しては、重水素実験に限らず、LHDの実験は、災害・事故等が発生した場合、自動停止装置が働き、安全に、且つ、即座に停止するよう制御されている。これに加えて、プラズマ自身が、災害・事故等が発生した場合、自動的に消滅する、即ち、災害・事故等でなくても、「何かあった場合」、生成され続けることはないという性格を持っている。

LHD実験では、まず、真空容器内を大気圧の1兆分の1程度以下の超高真空状態にしてから、重水素、あるいは水素、アルゴン等のガスを大気の100万分の1程度の圧力まで導入し、マイクロ波等によりプラズマを生成する。プラズマの密度(数)は大気の10万分の1程度で、温度は最高で1億程度である。ガスの圧力が上記圧力より高くなり大気圧に近づくとプラズマが点かないことから、実験中に真空容器に穴等ができると、大気が真空容器内に入り込んで、自動停止装置がたとえ働かなくてもプラズマは消えてしまうことになる。一方、真空容器が壊れると、まず大気が流れ込み、真空容器内が大気圧になると、壊れた開口部からトリチウムが少しずつ室内に流れ出すことが考えられる。従って、この開口部を閉止すれば、トリチウムの流失は防ぐことができる。また、流れ出したとしてもその量は上述のように微量である。「真空容器が壊れた」と言う言葉から、爆発的にトリチウムが飛び出すイメージを受ける可能性があるが、実際には、そのようなことは全く起こらず、地震等で真空容器が壊れたとしても、それがプラズマによってさらに壊れていくようなことは、全くあり得ないことである。

さらに、プラズマに蓄積されるエネルギーの最高値は、現在、約1.4メガジュールであり、重水素実験では、この数倍になると予想している。1.4メガジュールのエネルギーは200リットルのお風呂の温度を約1.7℃上げる熱量であり、プラズマ、

即ち、真空容器が爆発して壊れることは、全くあり得ない。

4) 環境に影響を及ぼす可能性が考えられる放射性物質の生成は、規制値を超えない量とする

に関しては、実験中、実験室の空気中に含まれるアルゴンガスが中性子により放射化されるため環境に及ぼす影響を評価しておく必要がある。アルゴンに関しては、5.3節で、実験中に実験室の天井が全て外れた場合について検討し、この場合でも、環境に放出される放射化されたアルゴンの濃度は、敷地境界で、法令に定められた空气中濃度限度を超えないことを確認している。

5) トリチウム含有水の保管は、漏洩に関して厳重に注意を払う

に関しては、最も注意を払う必要がある。

実験中の排気ガスから取り出されたトリチウム含有水は、この管理を厳重に行う。トリチウム含有水の管理は、

- (1) 保管施設を、耐震基準を満たして建築する、
- (2) 指定された保管容器で保管する、
- (3) 保管量をなるべく少なくする、
- (4) 保管容器からの漏洩を想定し、保管施設に保管容器を保管する場合、ステンレス製の保管槽を設置して、その中に保管する。これにより、万一、保管容器から漏洩しても、回収できるようにする、
- (5) さらに保管槽から漏洩しても、保管施設の床から回収する、

ことにより行う。以上により、環境への影響を抑えることができると考えている。また、トリチウム処置装置についても、災害・事故等が発生すると同時に、自動停止装置で、貯槽等を密閉することにより、また、貯槽等を(4)と同様の保管槽内に設置することにより、上記保管容器と同様、環境への影響を抑えることができる。

付録 B 予防規程案

重水素実験に関する装置の使用申請にともない、非密封R I の取扱施設に対応するように現行の所内の予防規程を改訂する必要がある。以下に、「予防規程案」を示す。赤字で示す部分が、現行の所内の予防規程から変更される部分である。

核融合科学研究所放射線障害予防規程（案）

目次

第1章	総則（第1条～第6条）
第2章	組織及び職務（第7条～第18条）
第3章	管理区域（第19条、第20条）
第4章	維持及び管理（第21条～第23条）
第5章	使用（第24条、第25条）
第6章	測定（第26条～第30条）
第7章	教育及び訓練（第31条）
第8章	健康診断（第32条、第33条）
第9章	記帳及び保管（第34条～第41条）
第10章	危険時の処置（第42条、第43条）
第11章	報告（第44条、第45条）
第12章	その他（第46条）

第1章 総則

（目的）

第1条 この規程は、核融合科学研究所(以下「研究所」という。)における放射線の発生を伴う装置等の取扱い及び管理に関する事項を定め、放射線障害の発生を防止し、あわせて公共の安全を確保することを目的とする。

2 放射線障害の防止に関しては、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(昭和32年法律第167号。以下「法」という。)、労働安全衛生法(昭和47年法律第57号)、電離放射線障害防止規則(昭和47年労働省令第41号。以下、「電離則」という。)等の関係法令に定めるもののほか、この規程の定めるところによる。

（適用範囲）

第2条 本規程は、核融合科学研究所の**使用施設等もしくは**放射線施設に立ち入るすべての者に適用する。

（用語の定義）

第3条 この規程において、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

(1)「装置」とは次に掲げるものをいう。

イ 法第2条第4項に規定する放射線発生装置

ロ イに掲げるもののほか、電離則第15条第1項に規定する放射線を発生する装置又は機器

(+)「放射性同位元素等」とは、放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物をいう。

(+)「放射性廃棄物」とは、放射性同位元素等であって廃棄しようとする物をいう。

(+)「使用施設等」とは、使用施設、貯蔵施設及び廃棄施設をいう。

(2)「放射線業務」とは装置の使用の業務並びに放射性同位元素等を取り扱う業務をいう。

(3)「業務従事者」とは装置もしくは使用施設等の使用、管理又はこれに付随する業務に従事するため、管理区域に立ち入る者で、所長が放射線業務従事者に指定した者をいう。

(4)「放射線施設」とは装置を設置し使用する施設をいう。

(他の規程との関連)

第4条 装置の取扱いに係る保安については、本規程に定めるもののほか、次の各号に掲げる規則その他保安に関する規程等の定めによる。

(1) 核融合科学研究所安全衛生管理規則 (平成16年規則第3号)

(2) 核融合科学研究所電気保安規則 (平成16年規則第7号)

(3) 核融合科学研究所高圧ガス(一般)危害予防規則 (平成16年規則第8号)

(4) 核融合科学研究所高圧ガス(冷凍)危害予防規則 (平成16年規則第9号)

(5) 核融合科学研究所防災規則 (平成17年規則第6号)

(細則等の制定)

第5条 所長は、法及びこの規程に定める事項の実施に関し、装置の維持・管理に関する取扱い及び運用基準等を、維持管理細則として別に定めるものとする。

(遵守等の義務)

第6条 業務従事者及び管理区域に一時的に立ち入る者は、放射線取扱主任者が放射線障害防止のために行う指示を遵守し、その指示に従わなければならない。

第2章 組織及び職務

(管理組織)

第7条 研究所における放射線業務に従事する者及びこれらの安全管理に従事する者の組織は、別表第1のとおりとする。

(安全衛生委員会)

第8条 研究所における放射線障害の防止に関する事項は、核融合科学研究所安全衛生委員会(以下「安全衛生委員会」という。)において審議する。

(放射線管理室)

第9条 研究所の安全衛生推進部長(以下「部長」という。)の下に放射線管理室を置く。

2 放射線管理室は、放射線安全管理に関する次に掲げる業務を行う。

- (1) 装置の保守及び点検
- (2) 装置及び管理区域に係る放射線の量の測定並びに放射性同位元素による汚染の状況の測定
- (3) 管理区域へ立ち入る者の入退域及び被ばく線量の管理及び汚染の状況の管理
- (+) 放射性同位元素等の受け入れ、譲渡、使用、保管、運搬及び廃棄に関する業務及び管理
- (+) 放射性廃棄物の管理及び処理に関する業務
- (+) 排気および排水の管理
- (4) 放射線業務従事者及び一時立入者に対する教育及び訓練の実施
- (5) 放射線測定機器の保守管理
- (6) 放射線業務従事者の登録に関する業務
- (7) 前各号の業務に関する記帳及び記録並びにその管理
- (8) 関連法令に基づく申請、届出及び報告に係る書類の作成業務
- (9) 注意事項等の掲示
- (10) 放射線に関わる安全マニュアルの作成
- (11) その他放射線障害の防止のための必要な技術的事項
- 3 放射線管理室に室長を置き、部長が放射線取扱主任者の意見を聴いて、選任する。
- 4 放射線管理室長（以下「室長」という。）は、第 2 項の放射線安全管理に関する業務を総括する。

（放射線管理室の構成）

第 10 条 放射線管理室は以下の者で構成する。

- (1) 放射線装置管理区域責任者
- (2) 環境放射線管理責任者
- (3) 安全管理センター職員及び部長が指名したもの。

（放射線取扱主任者）

第 11 条 研究所に放射線取扱主任者（以下「主任者」という。）1 名を置く。

- 2 主任者は、第 1 種放射線取扱主任者免状（以下「主任者免状」という。）を有する者のうちから、所長が任命する。
- 3 所長は、主任者に対して法第 36 条の 2 に規定する定期講習を受けさせなければならない。

（放射線取扱主任者の職務）

第 12 条 主任者は、放射線障害の防止に関し次に掲げる業務を行う。

- (1) 予防規程の制定及び改廃への参画
- (2) 放射線障害の防止上必要な計画作成への参画
- (3) 法令に基づく申請、届出、報告等の審査
- (4) 法第 12 条の 8 及び 9 に定める施設検査及び定期検査等の立会い
- (5) 異常及び事故の原因調査への参画
- (6) 所長への意見の具申
- (7) 使用状況等及び帳簿、記録類の監査
- (8) 関係者への助言、勧告及び指示
- (9) 放射線業務従事者等の教育及び訓練の計画への参画

- (10) 安全衛生委員会の開催要求
- (11) その他放射線障害の防止に関し必要な事項

(副主任者)

- 第13条 研究所に主任者の職務を補佐するため、放射線取扱副主任者(以下「副主任者」という。)若干名を置く。
- 2 副主任者は、所長が任命する。
 - 3 所長は、副主任者に対して法第36条の2に規定する定期講習を受けさせなければならない。

(主任者の代理者)

- 第14条 所長は、主任者が、旅行、疾病その他の事故により、その職務を行うことができない場合は、副主任者のうちから主任者の代理者(以下「代理者」という。主任者免状を有する者に限る。)を任命する。
- 2 代理者は、主任者がその職務を行うことができない期間中、当該職務を代行する。

(安全管理センター)

- 第15条 削除

(管理区域責任者)

- 第16条 研究所の管理区域ごとに放射線管理区域責任者(以下「管理区域責任者」という。)を置く。
- 2 管理区域責任者は、室長の監督の下に、当該装置の使用に係る放射線障害の防止に関する業務を行う。
 - 3 管理区域責任者は、部長が指名する。

(環境放射線管理責任者)

- 第17条 環境放射線管理責任者は、室長の監督の下に、敷地内及び敷地境界における放射線監視に関する業務を行う。
- 2 環境放射線管理責任者は部長が指名する。

(業務従事者の登録及び義務)

- 第18条 装置**または施設**の放射線管理区域(以下「管理区域」という。)において放射線業務に従事する者は、所長に登録申請を行い、業務従事者として登録しなければならない。
- 2 研究所の職員以外の者で前項の登録申請をすることのできる者は、原則として、その所属する機関において放射線業務従事者として登録を行っている者とする。
 - 3 業務従事者としての登録は、主任者の同意のもとに所長が承認した上で行う。
 - 4 第1項の規定により登録を行った者(以下「業務従事者」という。)は、放射線障害防止のために行う主任者等の指示に従わなければならない。
 - 5 放射線業務従事者である女子及び放射線業務従事者になろうとする女子は、妊娠の事実を知ったときには、直ちに所長に申し出なければならない。なお、この申出のプライバシーに関して、所長は十分な配慮をしなければならない。

- 6 所長は業務従事者登録の承認を行うに当たり、業務従事者として申請した者に対し、第31条に定める教育及び訓練並びに第32条に定める健康診断を実施し、その結果を照査しなければならない。

第3章 管理区域 (管理区域)

第19条 所長は、放射線障害の防止のため、放射線障害のおそれのある場所を管理区域として指定する。

2 前項で指定する管理区域は、別に定める維持管理細則による。

3 管理区域責任者は、次に定める者以外の者を担当する管理区域に立ち入らせてはならない。

- (1) 業務従事者として第18条に基づき登録された者
- (2) 見学者等で一時立入者として、管理区域責任者が認めた者

(管理区域への立入りと遵守事項)

第20条 管理区域に立ち入る者は、次の各号に掲げる事項を遵守しなければならない。

- (1) 管理区域に立ち入るときは、定められた出入口から出入しなければならない。
- (2) 管理区域内に立ち入るときは、所定の手続きを行わなければならない。
- (3) 管理区域内においては、個人被ばく線量計を指定された部位に着用しなければならない。
- (4) 管理区域内において飲食、喫煙等をしてはならない。
- (5) 第24条第6項に規定する装置使用者は、管理区域への出入り及び管理区域内においては、

装置管理区域責任者の指示に従わなければならない。

- (6) 一時立入者として管理区域内での見学等を希望する者は、当該装置管理区域責任者に立入り

の許可を得るとともに、所定の帳簿に必要事項を記入しなければならない。

- (7) 前項の規定により管理区域へ立ち入る場合は、必ず装置管理区域責任者又は装置使用者が

随行しなければならない。

- (8) 一時立入者は、管理区域への出入り及び管理区域内においては、装置管理区域責任者又は装置使用者の指示に従わなければならない。

第20-1条 施設使用者は、次の各号に掲げる事項も遵守しなければならない。

- (1) 施設に備え付けの専用の作業衣及び履物を着用しなければならない。
- (2) 施設管理区域内において飲食、喫煙等をしてはならない。
- (3) 施設管理区域から退出する場合は、施設に備え付けの放射線測定用具又は放射線測定器により、汚染検査室において汚染検査を行い、汚染があったときは、直ちに除染室において除染を行わなければならない。
- (4) 内部被ばくのおそれのあるときは、必ず施設に備え付けの内部被ばく用放射線測定用具又は放射線測定器により、汚染検査を行わなければならない。
- (5) 前2号の汚染検査の結果を所定の帳簿に記録しなければならない。

- 2 室長は、管理区域の出入口の目につきやすい場所に、装置の取扱や放射線安全その他に係る注意事項を掲示し、管理区域に立ち入る者に遵守させなければならない。

第4章 維持及び管理

(設置等の申出)

第21条 第3条第1号に規定する装置その他の設備、機器等を設置、修理又は改造等しようとする者は、装置管理区域責任者を經由して、室長に届け出なければならない。ただし、保安上特に影響が軽微と認められるものについてはこの限りではない。

- 2 室長は、届け出のあった事項に対して審査を行い、部長を經由して所長に承認を受けなければならない。
- 3 所長は前項の承認を行おうとするときは、主任者の意見を求め、必要があると認めるときは、安全管理センターに安全審査を求めるものとする。
- 4 装置管理区域責任者は、第1項の設置、修理、改造等を終えたときは、その結果について室長及び部長を經由して主任者及び所長に報告しなければならない。

(巡視)

第22条 装置管理区域責任者は、第5条に掲げる維持管理細則の定めるところにより、定期的に当該装置の巡視を行い、その結果を第36条の定めるところにより記録しなければならない。

- 2 前項の巡視項目は、別表2に定める。
- 3 装置管理区域責任者は、第1項の巡視の結果、異常を認めたときは、直ちに室長にその状況を通報するとともに、その指示の下に、必要な措置を講じなければならない。
- 4 室長は、前項の巡視の結果、重大な異常を認めたときは、部長を經由して主任者及び所長に報告しなければならない。
- 5 所長は、前項の報告を受けたときは、これを是正するため速やかに適切な措置を講ずるものとする。

(点検)

第23条 装置管理区域責任者は、第5条に掲げる維持管理細則の定めるところにより、当該装置における保安状況について定期的に点検を行い、その結果を第37条の定めるところにより記録しなければならない。

- 2 前項の点検項目は、別表3に定める。
- 3 装置管理区域責任者は、第1項の点検の結果、異常を認めたときは、直ちに室長にその状況を通報するとともに、その指示の下に、必要な措置を講じなければならない。
- 4 室長は、前項の点検の結果、重大な異常を認めたときは、部長を經由して主任者及び所長に報告しなければならない。
- 5 所長は、前項の報告を受けたときは、これを是正するため速やかに適切な措置を講ずるものとする。

第5章 使用

(装置の使用の手続等)

第24条 装置を使用しようとする者は、室長及び部長を経由して、所長に使用申請を行い、使用の許可を受けなければならない。

2 前項の使用申請のできる者は、第18条第1項及び第2項の規定に基づき、業務従事者の登録を行った者に限る。

3 所長は、第1項の規定により使用申請があったときは、主任者と協議の上、使用の可否を決定する。

4 前項の使用の許可は、所長の承認を得て、所定の装置使用許可証（以下「装置許可証」という。）を室長が交付することにより行う。

5 装置許可証は、使用申込者に対し1枚交付するものとし、当該許可証の有効期間は、交付日の属する年度内とする。

6 装置の使用を許可された者（以下「装置使用者」という。）は、第31条に規定するもののほか、各装置の使用に際し、あらかじめ室長が指定する教育及び訓練を受けなければならない。

7 所長は、放射線障害の防止上必要があるときは、装置許可証の有効期間内であっても、使用の許可を取り消すことができる。

(報告書等)

第25条 装置使用者は、装置使用の終了に際しては、所定の報告書に必要事項を記入の上、室長及び部長を経由して、主任者に提出しなければならない。

2 主任者は、前項により装置使用の終了報告を受けたときは、必要に応じて、装置使用者に対し、放射線障害の防止上必要な作業を行わせることができる。

3 装置使用者は、当該研究が許可期間終了以前に終了したときは、装置許可証を室長に返納しなければならない。

施設の使用

(放射性同位元素の購入、貯蔵及び保管)

第25-1条 施設使用者は、放射性同位元素の購入、貯蔵及び保管にあたっては、あらかじめ別記様式の放射性同位元素購入・貯蔵・保管依頼書に必要事項を記入の上、施設管理区域責任者を経由して、室長に提出しなければならない。

2 施設使用者は、購入した放射性同位元素の収容容器表面には、その種類、数量、使用者名及び保管場所を明示した標識を付さなければならない。

(放射性同位元素の運搬)

第25-2条 施設使用者は、放射性同位元素等を運搬しようとする場合は、施設管理区域責任者を経由して室長に届け出た上、関係法令に定める基準に従って、行わなければならない。

2 施設使用者は、放射性同位元素等を運搬したときは、所定の放射性同位元素運搬記録簿に必要事項を記入しなければならない。

(放射性同位元素等の取扱)

第25-4条 施設使用者は、放射性同位元素の使用（定常的な使用を除く。）をしようとするときは、放射性同位元素の種類、数量、使用の目的、使用の方法、使用の場所その他参考となる事項を明らかにした使用計画書を作成し、室長に通知しなければならない。

2 施設使用者は、放射性同位元素を使用許可量を超えて使用してはならない。

第25-5条 施設使用者は、施設において放射性同位元素等を取り扱う場合は、施設管理区域責任者の指示に従わなければならない。

第25-6条 施設使用者は、貯蔵室内の保管庫から放射性同位元素を搬出して使用する場合には、所定の放射性同位元素使用記録簿に必要事項を記入するとともに、使用後は放射性同位元素を必ず保管庫に搬入し、所定の放射性同位元素保管記録簿に必要事項を記入の上、保管庫及び貯蔵室のそれぞれに施錠しなければならない。

第25-7条 施設使用者は、放射性同位元素等を取り扱う作業（以下「取扱作業」という。）の実施に際しては、施設管理区域責任者の指導及び助言の下に、あらかじめ詳細な実施計画を立案し、その計画に従い作業を行わなければならない。

第25-8条 施設使用者は、作業中に放射性同位元素等による汚染を検出した場合、又は汚染のおそれがある場合は、直ちに作業を中止するとともに、その旨を施設管理区域責任者に連絡し、その指示に従い、適切な処置を行わなければならない。

第25-9条 主任者は、汚染検査の報告を受けたときは、必要に応じて、施設使用者に対し、放射線障害防止上必要な作業を行わせることができる。

第25-10条 施設使用者は、取扱作業に使用した機器及び器具を施設管理区域外に搬出する場合は、施設管理区域責任者の立ち会いの下に、これらの汚染検査を行い、その結果が表面密度限度の十分の一以下となるようにしなければならない。

第25-11条 施設使用者は、すべての作業が終了した後、施設使用終了報告書に必要事項を記入の上、施設管理区域責任者を經由して主任者に提出しなければならない。

(放射性同位元素等の廃棄)

第25-12条 施設使用者は、放射性同位元素等を廃棄する場合は、次に掲げる事項を遵守するとともに、室長の指示に従い、施設及び環境の汚染防止その他放射線障害の防止に努めなければならない。

- (1) 気体状の放射性廃棄物は、排気設備により排気口における排気中の放射性同位元素の濃度を関係法令で定められた濃度限度以下とすること。
- (2) 液体状の放射性廃棄物は、次に掲げるいずれかの方法により廃棄すること。
イ 排水設備において、排水口における排水中の放射性同位元素の濃度を関係法令で定められた濃度限度以下とし、排水する。

- ロ 所定の容器に封入し、廃棄業者に引き渡す。
 - ハ 保管廃棄設備において保管廃棄する。
- (3) 固体状の放射性廃棄物は、次に掲げるいずれかの方法により廃棄すること。
- イ 所定の区分に従って分類し、廃棄業者に引き渡す。
 - ロ 保管廃棄設備において保管廃棄する。

第25-13条 施設使用者は、放射性同位元素等を廃棄したときは、所定の放射性同位元素廃棄記録簿に必要事項を記入しなければならない。

(放射線作業の管理)

第25-14条 施設使用者は、放射線作業を行うときは、あらかじめ次の各号に掲げる事項について検討し、当該作業に必要な保安の措置を講じなければならない。ただし、反復して行われる作業であって、放射線管理上の配慮を必要とするような手順、方法等の変更を含まないものについては、検討を省略することができる。

- (1) 線量当量率等の監視の方法
 - (2) 汚染拡大の防止の措置
 - (3) 必要とする個人線量計及び防護具
 - (4) 線量当量を低くするための措置
 - (5) 放射性廃棄物の発生量を少なくするための措置
 - (6) 放射性廃棄物及び汚染した機器等の措置
 - (7) 作業に伴う線量当量
 - (8) 適切な作業場所及び作業期間
 - (9) その他必要な事項
- 2 施設使用者は、前項の場合において、必要があると認めるときは、施設管理区域責任者及び室長に放射線管理上の助言を得るものとする。
- 3 施設使用者は第1項の放射線作業を行うときは、あらかじめ作業場所及び作業期間について、施設管理区域責任者の同意を得なければならない。

(放射線作業届)

第25-15条 施設使用者は、放射線作業が別に定める基準を超えると認めるときは、次の各号に掲げる事項を記載した放射線作業届を作成し、施設管理区域責任者の同意を得なければならない。

- (1) 作業の場所及び期間
 - (2) 作業責任者及び放射線業務従事者の氏名
 - (3) 作業の内容
 - (4) 作業に係る計画線量当量
 - (5) その他必要な事項
- 2 施設管理区域責任者は、前項の同意をしようとするときは、室長の同意を得なければならない。
- 3 施設管理区域責任者及び室長は、それぞれ、第1項及び前項の同意をしようとする

る場合において、必要があると認めるときは、放射線管理上の条件を付さなければならない。

(放射線作業中の措置)

第25-16条 施設使用者は、放射線作業を実施しているときは、第25-14条第1項の規定により検討した結果に基づき、放射線管理上必要と認める措置を講ずるとともに、第25-17条第3項の規定により施設管理区域責任者及び室長の付した放射線管理上の条件を遵守しなければならない。この場合において、必要があると認めるときは、室長に協力を求めることができる。

2 室長は 第25-14条第3項の同意に係る作業が行われる場合においては、放射線管理上必要があると認めるときは、当該作業に立ち会わなければならない。

(放射線作業後の措置)

第25-18条 施設使用者は、放射線作業が終了したときは、次の各号に掲げる措置を講じなければならない。この場合において、必要があると認めるときは、室長に協力を求めることができる。

(1) 不要物品等を処置すること。

(2) 必要に応じてポケット線量計等の個人線量計により線量当量を確認すること。

(3) 使用した防護具及び身体等の汚染検査を行うこと。

(4) 発生した放射性廃棄物を引渡し前の措置を講じ、所定の場所に保管すること。

(5) 作業場所の線量当量率等を測定すること。ただし、作業前後において線量当量率等に変化がないことが明らかな場合は、この限りでない。

(6) その他必要な事項

2 施設使用者は、放射線作業に使用した保護衣が前項第3号の汚染検査により、別に定める汚染密度以下であることを確認した後でなければ再使用してはならない。

3 施設使用者は、第25-15条第1項の放射線作業届に係る放射線作業が終了したときは、次の各号に掲げる事項について記録を作成し、その写しを施設管理区域責任者及び室長に送付しなければならない。

(1) ポケット線量計等の個人線量計により測定した放射線業務従事者の線量当量

(2) 放射線業務従事者の身体汚染の有無

(3) 異常等が発生した場合においては、その内容及び講じた措置

(計画線量当量を超えた場合の措置)

第25-19条 施設使用者は、第25-15条第1項の放射線作業届に係る放射線作業が終了した後、前条第1項第2号の線量当量の確認を行った結果、計画線量当量を超え、かつ、その原因が明らかでないときは、施設管理区域責任者及び室長の協力を得てその原因を調査し、適宜の措置を講じなければならない。

(被ばくの防止)

第25-20条 施設使用者は、別に定める放射線業務従事者の線量当量を同表に掲げる線量当量限度を超えないようにするとともに、できるだけ少なくするように努めなければならない。

2 施設管理区域責任者は、見学者等の線量当量をできるだけ少なくするように努めなければならない。

(緊急作業時の線量当量)

第25-21条 部長等その他緊急時の作業を指揮又は監督する者は、使用施設等に災害が発生し、又は発生するおそれがある場合その他緊急やむを得ない場合においては、その指揮又は監督に係る男子の放射線業務従事者に限り、実効線量当量が100ミリシーベルトを超えない範囲内において緊急作業に従事させることができる。この場合においても、その者の実効線量当量が30ミリシーベルトを超えないように努めなければならない。

2 部長等その他緊急時の作業を指揮又は監督する者は、前項の緊急時の作業を行わせたときは、その作業に従事した者の線量当量その他放射線管理上とった措置を所長に報告するとともに、主任者に通知しなければならない。

第6章 測定

(放射線測定器等の保守)

第26条 室長は、安全管理にかかる放射線測定器等について常に正常な機能を維持するように保守させなければならない。

(場所の測定等)

第27条 室長は、装置管理区域責任者に、放射線障害の発生するおそれのある場所について、放射線の量の測定を行わせなければならない。

2 放射線の量は、原則として1センチメートル線量当量率又は1センチメートル線量当量について、放射線測定器を用いて測定しなければならない。

3 室長は、第38条の定めるところにより、第1項の結果を記録しなければならない。

(放射線の量の測定)

第28条 放射線の量の測定の場所及び頻度は、次の表のとおりとする。

場 所	頻 度
1 装置	(1) 放射線業務を開始する前
2 装置管理区域の境界	(2) 放射線業務を開始した後には、
3 研究所の境界	6月を超えない期間ごとに1回

場 所	頻 度
1 施設 2 施設管理区域の境界 3 研究所の境界	(1) 放射線業務を開始する前 (2) 放射線業務を開始した後には、 1月を超えない期間ごとに1回

2 室長は、第38条の定めるところにより、前項の結果を記録しなければならない。

(汚染状況の測定)

第28-1条 放射性同位元素による汚染の状況の測定の場所及び頻度は、次の表のとおりとする。

場 所	頻 度
1 作業室 2 廃棄作業室 3 汚染検査室 4 施設管理区域の境界	(1) 放射線業務を開始する前 (2) 放射線業務を開始した後にあっては、1月を超えない期間毎に1回
5 排気設備の排気口	排気の都度
6 排水設備の排水口	排水の都度

(研究所境界における放射線量等の管理)

第28-2条 施設管理区域責任者は、環境へ放出する放射性同位元素の量をできるだけ少なくするように努めなければならない。

第28-3条 使用施設等の遮へい物に係る事業所境界における実効線量限度は、1年間につき50マイクロシーベルトとする。

(気体廃棄物の放出管理)

第28-4条 気体廃棄物中の放射性同位元素の研究所の外（以下「事業所外」という。）における3月間についての平均濃度は、告示第14条第1項各号に定める事業所等の境界の外の空気中の放射性同位元素の濃度（以下「排気中の濃度限度」という。）以下でなければならない。

- 2 施設管理区域責任者は、使用施設等から気体廃棄物を放出するときは、排気口における排気中の放射性同位元素の3月間の平均濃度が別表第2に掲げる放出基準値を超えないように努めなければならない。
- 3 室長は、使用施設等の排気設備から放出する気体廃棄物中の放射性同位元素の濃度を測定しなければならない。ただし、排気中の濃度が排気中の濃度限度以下であることが明らかな場合には、この限りでない。

- 4 室長は、前項の規定により測定した場合は、使用施設等から放出される気体廃棄物中の放射性同位元素について、3月間の平均濃度を算出しなければならない。
- 5 室長は、前項の規定により気体廃棄物中の放射性同位元素の3月間の平均濃度を算出したときは、その結果を施設管理区域責任者に通知しなければならない。

(液体廃棄物の放出管理)

- 第28-5条 液体廃棄物中の放射性同位元素の研究所境界における3月間についての平均濃度は、告示第14条第1項各号に定める事業所等の境界における排水中の放射性同位元素の濃度（以下「排水中の濃度限度」という。）以下でなければならない。
- 2 施設管理区域責任者は、一般排水管により研究所外へ放出する液体廃棄物中に含まれる放射性同位元素の量が、別表第17に掲げる放出管理基準値を超えないように努めなければならない。
 - 3 施設管理区域責任者は、廃液貯槽から一般排水管により、液体廃棄物を研究所外へ放出しようとするときは、室長の同意を得なければならない。
 - 4 室長は、前項の同意をしようとするときは、試料採取法その他の方法により、液体廃棄物中の放射性同位元素の濃度を測定し、その濃度が第1項に規定する濃度を超えないこと、及び放出量が第2項に規定する放出管理基準値を超えないことを確認しなければならない。
 - 5 室長は、前項の測定の結果に基づき、3月間及び1年間の放射性同位元素の放出量を算出しなければならない。
 - 6 室長は、一般排水管出口における排水中の放射性同位元素の3月間についての平均濃度を算出するとともに、放出管理基準値が定められている核種について、3月間及び1年間の放出量を算出しなければならない。

(事業所境界における線量当量率の測定)

- 第28-6条 室長は、研究所境界における線量当量を測定しなければならない。
- 2 室長は、必要があると認めるときは、前項の測定の結果を施設管理区域責任者と主任者および部長に通知しなければならない。

(個人被ばく線量の測定)

- 第29条 室長は、管理区域に立ち入る者について、外部被ばくによる線量(以下「外部被ばく線量」という。)を測定しなければならない。ただし、見学等の目的で一時的に管理区域に立ち入る者（以下「一時立入者」という。）であって、外部被ばく線量が、実効線量について100マイクロシーベルトを超えるおそれがないときは、この限りでない。
- 2 管理区域に立ち入る者についての線量限度は、次に掲げるとおりとする。
 - (1) 実効線量限度
 - イ 4月1日以後5年ごとに区分した各期間につき100ミリシーベルト
 - ロ 4月1日を始期とする1年間につき50ミリシーベルト

- ハ 女子（妊娠する可能性がないと診断された者及び妊娠と診断された時から出産までの間（以下「妊娠中」という。）の女子を除く。）については、4月1日、7月1日、10月1日及び1月1日を始期とする各3月間につき5ミリシーベルト
- ニ 妊娠中である女子の内部被ばくについては、本人の申出等により所長等が妊娠の事実を知ったときから出産までの間につき1ミリシーベルト
- (2) 等価線量限度
 - イ 眼の水晶体については、4月1日を始期とする1年間につき150ミリシーベルト
 - ロ 皮膚については、4月1日を始期とする1年間につき500ミリシーベルト
 - ハ 妊娠中である女子の腹部表面は、前号ニに規定する期間につき2ミリシーベルト
- 3 外部被ばく線量の測定は、次の各号の定めるところにより、行わなければならない。
 - (1) 測定は、1センチメートル線量当量及び70マイクロメートル線量当量について行うこと。
 - (2) 測定は、胸部(女子（妊娠する可能性がないと診断された者を除く。）にあっては腹部)について行うこと。
 - (3) 前号のほか、頭部及びけい部から成る部分、胸部及び上腕部から成る部分並びに腹部及び大たい部から成る部分のうち、外部被ばく線量が最大となる部分が胸部及び上腕部から成る部分(女子（妊娠する可能性がないと診断された者を除く。）にあっては腹部及び大たい部から成る部分)以外の部分である場合は、当該部位についても行うこと。
 - (4) 外部被ばく線量が最大となる部分が頭部、けい部、胸部、上腕部、腹部及び大たい部以外である場合は、その部分についても行うこと。
 - (5) 測定は、管理区域に立ち入っている間、継続して行うこと。

第29-1条 室長は、管理区域に立ち入る者について、内部被ばくのおそれがある場合は、内部被ばくによる線量を測定もしくは計算によって評価しなければならない。

- 2 室長は、第39条に定めるところにより、個人被ばく線量の測定結果を記録しなければならない。

(その他の測定等)

第30条 室長は、第27条から第29条に規定するもののほか、必要と認めるときは、各装置における放射線障害の防止上必要な測定を行うことができる。

第7章 教育及び訓練

(教育及び訓練)

第31条 所長は、室長に、業務従事者に対して放射線障害を防止するために必要な教育及び訓練を行わせるものとする。

- 2 業務従事者に対する教育及び訓練は、次の各号に定めるところによる。

- (1) 実施時期は、次のとおりとする。
 - イ 初めて管理区域に立ち入る前又は放射線業務に従事する前

ロ 管理区域に立ち入った後及び放射線業務の開始後にあつては、1 年を超えない期間ごと

- (2) 前号イにおける教育及び訓練については、次の表に定める項目及び時間数を実施し、前号ロにおける教育及び訓練については、次の表に定める項目について実施する。

項	目	時 間 数
1	放射線の人体に与える影響	30 分以上
2	放射性同位元素又は放射線発生装置の安全取扱い	4 時間以上
3	放射線障害の防止に関する法令	1 時間以上
4	放射線障害の防止に関する規程等	30 分以上
5	その他放射線障害防止に関し必要な事項	

- 3 前項の規定にかかわらず、同項第 2 号に定める教育及び訓練に関し十分な知識及び技能を有していると認められる者に対しては、教育及び訓練の一部を省略することができる。
- 4 一時立入者に対する教育及び訓練は、放射線障害の防止のために必要な事項について、管理区域に立ち入る前に行う。

第 8 章 健康診断 (健康診断等)

第 3 2 条 業務従事者は、核融合科学研究所安全衛生管理規則の定めるところにより、健康診断を受けなければならない。ただし、共同研究員等であつて、その者の所属する機関で所定の健康診断を受け、その結果の写しを提出している場合は、この限りでない。

- 2 業務従事者は、初めて管理区域に立ち入る前は、健康診断（問診及び検査又は検診）を受けなければならない。ただし、眼の部位の検査又は検診は、線源の種類等に応じて省略することができる。

- 3 問診は、次の事項について行う。

イ 放射線（1 メガ電子ボルト未満のエネルギーを有する電子線及びエックス線を含む。次のロにおいて同じ）の被ばくの有無

ロ 被ばく歴を有する者については、作業の場所、内容、期間、線量、放射線障害の有無その他放射線による被ばくの状況

- 4 検査又は検診は、次の部位及び項目について行う。

イ 末梢血液中の血色素量又はヘマトクリット値、赤血球数、白血球数及び白血球百分率

ロ 皮膚

ハ 眼

ニ その他文部科学大臣が定める部位及び項目

- 5 業務従事者については、放射線業務に従事した後は 6 月を超えない期間ごとに 1 回行うこと。ただし、当該健康診断を行おうとする日の属する年度の前年度の実効線量が 5 ミリシーベルトを超えず、かつ、当該健康診断を行おうとする年度の実効線量が 5 ミリシーベルトを超えるおそれのない者にあつては、医師が必要と認める

ときに限り、検査又は検診の全部又は一部を行うものとし、それ以外の者にあつては、医師が必要でないと認めるときは、検査又は検診の全部又は一部を省略することができる。

- 6 前項の規定にかかわらず、業務従事者が実効線量限度又は等価線量限度を超えて放射線に被ばくし、又は被ばくしたおそれのあるときは、遅滞なく、健康診断を受けなければならない。
- 7 研究所は、第41条に定めるところにより健康診断の結果を記録し、その都度、記録の写しを本人に交付するものとする。

(放射線障害を受けた者等に対する措置)

第33条 所長は、健康診断の結果、放射線障害を受け、又は受けたおそれのある業務従事者があるときは、医師又は主任者の意見に基づき、管理区域への立入り時間の短縮、立入りの禁止、放射線に被ばくするおそれの少ない業務への配置換え等健康の保持等に必要な措置を講ずるものとする。

第9章 記帳及び保管

(装置使用の記録)

第34条 装置管理区域責任者は、装置の使用に係る帳簿を備え、記帳したのち室長及び部長を経由して、主任者に提出しなければならない。

- 2 前項の帳簿に記載すべき項目は次の各号のとおりとする

- イ 放射線発生装置の種類、
- ロ 放射線発生装置の使用の年月日、目的、方法、場所
- ハ 放射線発生装置の使用に従事する者の氏名、
- ニ その他の事項

- 3 室長は、第1項の帳簿を5年間保存しなければならない。

(施設使用の記録)

第34-1条 施設管理区域責任者は、施設の使用に係る帳簿を備え、記帳したのち室長及び部長を経由して、主任者に提出しなければならない。

- 2 前項の帳簿に記載すべき項目は次の各号のとおりとする

- イ 使用に係る放射性同位元素等の種類及び数量
- ロ 放射性同位元素等の使用の年月日、目的、方法及び場所
- ハ 放射性同位元素等の使用に従事する者の氏名
- ニ 保管に係るRIの種類及び数量
- ホ 放射性同位元素等の保管の期間、方法及び場所
- ヘ 放射性同位元素等の保管に従事する者の氏名
- ト 事業所の外における放射性同位元素等の運搬の年月日、運搬の方法並びに荷受人又は荷送人、運搬を委託された者及び運搬に従事する者の氏名
- チ 廃棄に係る放射性同位元素等の種類及び数量
- リ 放射性同位元素等の廃棄の年月日、方法及び場所
- ヌ 放射性同位元素等の廃棄に従事する者の氏名

- 3 室長は、第1項の帳簿を5年間保存しなければならない。

(一時立入記録)

第35条 装置管理区域責任者は、第20条第1項第6号に規定する帳簿を年度ごとに作成し、毎年度の末日に室長及び部長を経由して、主任者に提出し、その点検を受けるものとする。

2 室長は、前項の帳簿を5年間保存しなければならない。

(巡視結果の記録)

第36条 装置管理区域責任者は、第22条第1項の巡視結果の記録を、所定の期間ごとに、室長に提出しなければならない。

2 室長は、第22条第1項の巡視結果の記録を毎年度の末日に取りまとめ、部長を経由して主任者及び所長に報告しなければならない。

3 室長は、前項の記録を5年間保存しなければならない。

(点検結果の記録)

第37条 装置管理区域責任者は、第23条第1項の点検結果の記録を、室長に提出しなければならない。

2 室長は、第23条第1項の点検結果の記録を毎年度の末日に取りまとめ、部長を経由して主任者及び所長に報告しなければならない。

3 室長は、前項の記録を5年間保存しなければならない。

(場所の測定結果の記録)

第38条 室長は、次の各号に定めるところにより装置管理区域責任者に、第27条第1項の測定結果を記録させなければならない。

2 前項の規定に基づく測定結果の記録すべき項目は、次に掲げるとおりとする。

- (1) 測定日時
- (2) 測定個所
- (3) 測定を行った者の氏名
- (4) 放射線測定器の種類及び形式
- (5) 測定方法
- (6) 測定結果

3 室長は、前項の記録を5年間保存しなければならない。

4 室長は、第30条に基づいて行った場所の測定に関する測定の結果の記録を5年間保存しなければならない。

(汚染状況の測定結果の記録)

第38-1条 室長は、次の各号に定めるところにより施設管理区域責任者に、第27条第1項の測定結果を記録させなければならない。

2 前項の規定に基づく測定結果の記録すべき項目は、次に掲げるとおりとする。

- (1) 測定日時
- (2) 測定個所
- (3) 測定を行った者の氏名
- (4) 放射線測定器の種類及び形式
- (5) 測定方法
- (6) 測定結果

3 室長は、前項の記録を5年間保存しなければならない。

4 室長は、第30条に基づいて行った場所の測定に関する測定の結果の記録を5年間保存しなければならない。

(個人被ばく線量の測定結果の記録)

第39条 室長は、次の各号に定めるところにより、第29条第1項及び第2項に規定される個人被ばく線量の測定結果を記録しなければならない。

(1) 次の項目について、測定結果を記録すること。

- イ 測定対象者の氏名
- ロ 測定を行った者の氏名
- ハ 放射線測定器の種類及び形式
- ニ 測定方法
- ホ 測定部位及び測定結果

(2) 前号の測定結果については、4月1日、7月1日、10月1日、1月1日を始期とする各3月間及び4月1日を始期とする1年間並びに妊娠中の女子及び1月に受ける実効線量が1.7ミリシーベルトを超えるおそれのある女子にあっては毎月1日を始期とする1月間について、当該期間ごとに集計し、記録すること。

(3) 第1号の測定結果から、実効線量及び等価線量を算定し、次の項目について記録すること。

- イ 算定年月日
- ロ 測定対象者の氏名
- ハ 算定した者の氏名
- ニ 算定対象期間
- ホ 実効線量
- ヘ 等価線量及び組織名

(4) 前号の算定は、4月1日、7月1日、10月1日、1月1日を始期とする各3月間及び、4月1日を始期とする1年間並びに妊娠中の女子及び1月に受ける実効線量が1.7ミリシーベルトを超えるおそれのある女子にあっては毎月1日を始期とする1月間について、当該期間ごとに行い、記録すること。

(5) 実効線量の算定の結果、4月1日を始期とする1年間の累積値が20ミリシーベルトを超えた場合は、当該1年間を含む5年間の累積実効線量を集計し、毎年度ごとに次の項目を記録する。

- イ 集計年月日
- ロ 測定対象者の氏名
- ハ 集計した者の氏名
- ニ 集計対象期間
- ホ 累積実効線量

(6) 室長は、第1号から前号までの記録を永久に保存するとともに、記録の都度、測定対象者に対し、その写しを交付すること。

2 室長は、第29条第1項及び第2項の測定結果に基づき、各管理区域における1年間の業務従事者数及び個人実効線量分布を作成しなければならない。

3 室長は、第30条に基づいて行った個人被ばく線量の測定の結果の記録を永久に保存しなければならない。

(教育及び訓練の記録)

第40条 室長は、教育及び訓練に関する事項(第24条第6項に規定する教育及び訓練を含む。)を帳簿に記帳しなければならない。

2 前項の帳簿に記載すべき項目は次の各号のとおりとする

イ 教育及び訓練の実施年月日、項目

ロ 教育及び訓練を受けた者の氏名

3 室長は、帳簿を年度ごとに作成し、毎年度の末日に部長を経由して、主任者に提出し、その点検を受けるものとする。

4 室長は、前項の帳簿を5年間保存しなければならない。

(健康診断の結果の記録等)

第41条 研究所は、次に掲げる項目について、第32条第1項に規定する健康診断の結果を記録するものとする。

(1) 実施年月日

(2) 受検対象者の氏名

(3) 健康診断を行った医師名

(4) 健康診断の結果

(5) 健康診断の結果に基づき講じた措置

2 研究所は、健康診断の結果を永久に保存するものとする。

第10章 危険時の措置

(地震等の災害時における措置)

第42条 地震、火災その他の災害が起こった場合には、装置管理区域責任者は、担当する管理区域及び装置等について、別表2の項目についての巡視又は別表3の項目についての点検を実施し、その結果を室長に報告しなければならない。

2 室長は、前項の報告を受けたときは、部長を経由して主任者及び所長に報告しなければならない。

(危険時等の措置)

第43条 地震、火災その他の災害時における連絡通報及び保安体制は、核融合科学研究所防災規則の定めるところによる。

2 地震、火災その他の災害により、放射線障害が発生し、若しくは発生するおそれのある場合又はその他の異常が生じた場合は、これを発見した者は、直ちに主任者に通報しなければならない。

3 主任者は、前項の通報を受けたときは、直ちに応急の措置を講ずるとともに、速やかに所長に報告しなければならない。

4 所長は、第2項の事態が生じた場合には、直ちに関係機関に通報するとともに遅滞なく文部科学大臣に届けなければならない。

第11章 報告

(報告)

第44条 次の各号に掲げる事態の発生を発見した者は、直ちに装置管理区域責任者及び室長に通報しなければならない

(1) 業務従事者について、実効線量限度又は等価線量限度を超え又は超えるおそ

れのある被ばくが発生した場合。

(2) 前号のほか放射線障害が発生し、又は発生するおそれのある場合。

2 室長は、前項の通報を受けたときは、直ちに部長を経由して主任者及び所長に報告しなければならない。

3 所長は前項の通報を受けたときは、その旨を直ちに、その状況及びそれに対する措置を10日以

内に、文部科学大臣に報告しなければならない。

(放射線管理状況の報告)

第45条 室長は、管理区域のうち、法に規定されるものに係る第18条に基づく業務従事者数、点検結果等を取りまとめ、法施行規則第39条第3項に規定する放射線管理状況報告書を作成し、毎年度の6月末までに、部長を経由して主任者及び所長に報告するとともに、文部科学大臣に提出しなければならない。

第12章 その他

(帳簿の閉鎖)

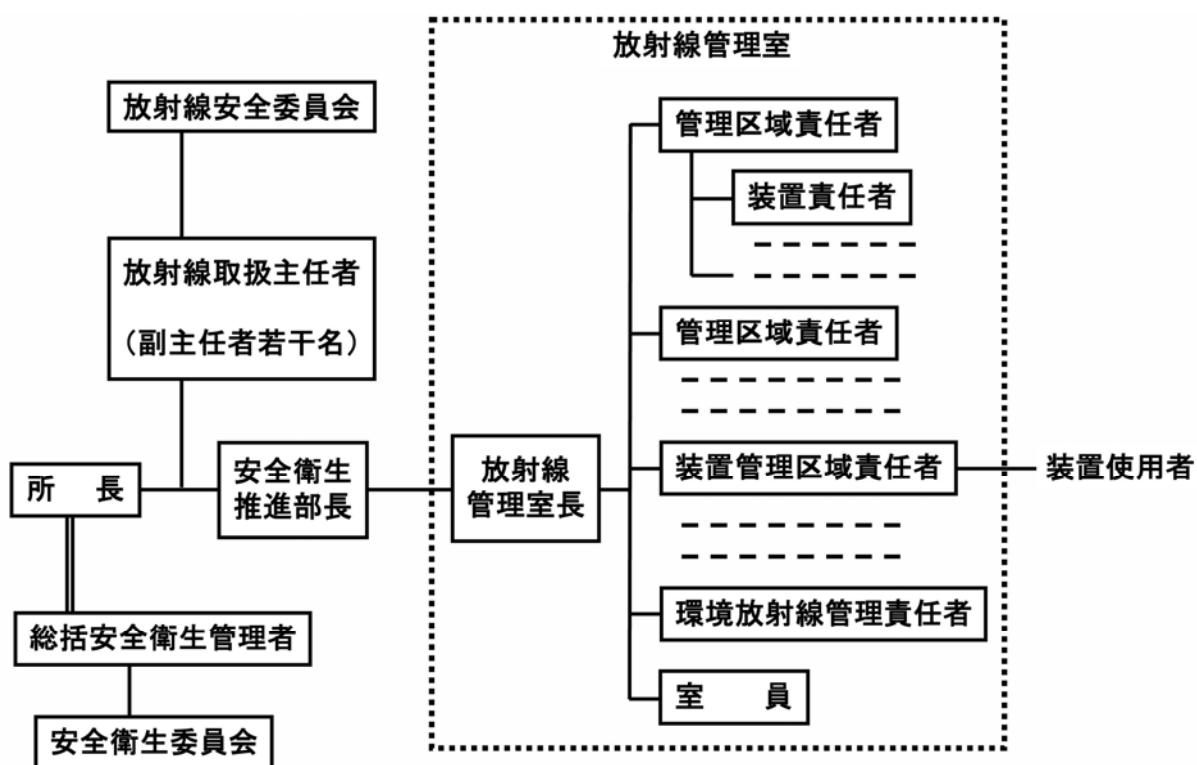
第46条 室長は、毎年3月31日又は装置等の廃止等を行う場合は廃止日等に、本規程に基づき作成された帳簿を閉鎖しなければならない。

(その他)

第47条 この規程に定めるもののほか、研究所における放射線の安全管理に関し必要な事項は、別に所長が定める。

別表第1（第7条関係）

核融合科学研究所放射線管理組織



別表第2（第22条第2項関係）

巡視項目

設備等	巡視項目	巡視細目
管理区域全般	装置管理区域区画 及びインターロックの確認	・区画の構造物に破損はないか ・区画の表示は明瞭か ・ドアの開閉状況は正常か ・インターロックの機能は正常か
	標識等の確認	・標識等は所定の位置か ・標識等は明瞭か
出入管理設備	作動確認	・自動表示装置の作動は正常か ・入退室管理カードリーダーの作動は正常か
電源設備	作動確認	・電源設備の作動は正常か ・配線など異常はないか
モニター設備	作動確認	・電源は入力の状態か ・表示・指針などは正常か
放送設備	作動確認	・所定の位置にあるか ・動作は正常か

別表第3（第23条第2項関係）

点検項目

区分		点検項目	点検細目
使用施設の位置		地崩れのおそれ	・地崩れなどの発生状況
		浸水のおそれ	・浸水などの発生状況
		周囲の状況	・事業所境界、所内居住区等の状況
使用施設の構造及び設備	主要構造物	構造及び材料の状況	・構造物や材料に破損や異常はないか
	しゃへい物	しゃへいの状況	・破損や異常はないか
	装置使用室及び出入口	表示灯の状況	・所定の位置にあるか ・破損などはないか ・正常に作動するか
		インターロック設備の状況	・正常に作動するか
		標識の状況	・所定の位置にあるか ・破損などはないか
		注意事項掲示の状況	・所定の位置にあるか ・破損などはないか
		出入口の状況	・ドア-の破損などはないか ・鍵は正常か
	管理区域	区画の状況	・フェンス等の区画に破損はないか
		標識の状況	・所定の位置にあるか ・破損などはないか
	出入管理設備	作動確認	・カードリーダーや電気錠は正常に作動するか
	モニター設備	作動確認	・所定の位置にあるか ・表示や指針は正しいか
	放送設備	作動確認	・正常に作動するか

付録 C 調停案の全文

1 趣旨（１）

本件に関する経緯 本件調停申請は、文部科学省核融合科学研究所（以下「核融合科学研究所」という。）が計画している重水素実験（以下「D-D実験」という。）の中止を求めるものである。

核融合科学研究所は、「核融合プラズマに関する学理及びその応用の研究」を目的として、平成元年５月に名古屋市に設立され、その後、平成９年７月に現在の土岐市に移転したものである。土岐市への移転に関しては、核融合科学研究所より住民に対して、トリチウムを持ち込まないこと及びトリチウムを使用した核融合実験（以下「D-T実験」という。）は行わないことを説明している。また、その発行するパンフレット等においても、トリチウムを使用した核融合実験は行わないことを明らかにしている。

ところで、D-D実験とは、重水素（D）を用いて核燃焼に至らない段階における高温プラズマの閉じ込め性能を改善することを目的として、重水素プラズマに、高エネルギーの重水素のビームを入射して行うものである。その際、陽子とトリチウムができる核融合反応及びヘリウム３と中性子ができる核融合反応の２つの核融合反応がほぼ同じ確率で起きるとされている。また、これら核融合反応によってできたトリチウムの一部は副次的に再び重水素と反応し（D-T反応）、ヘリウムと中性子ができるとともに、ヘリウム３の一部も副次的に再び重水素と反応し、ヘリウムと陽子ができるとされている。

申請人らは、核融合科学研究所は、D-D実験に伴いトリチウムが発生することを隠し続け、多くの住民をしてD-D実験はトリチウムとは無関係であると錯覚させ、実際には上記の副次的反応を利用してトリチウムを使用することになる実験を実施しようとするものであって、トリチウムは使用しないとの移転時の約束に反していると主張する。

また、申請人らは、D-D実験において発生するトリチウム及び中性子について、トリチウムは、その除去、保管が技術的に極めて難しい物質であり、気体ないし下水として研究施設の外への漏出が避けられず、また、中性子は、厚い壁によって遮蔽するにすぎず、何らかの事故等が起きれば、研究施設の外に漏出して申請人らに健康被害を及ぼす危険性があると同時に、中性子によって放射化された物質によっても申請人らに健康被害が生じる危険性があること等を指摘している。

これに対し、核融合科学研究所は、D-T実験とは、既に米国やヨーロッパで行われているトリチウムを燃料に用いた核燃焼実験を意味し、他方、前記のD-D実験は、核燃焼に至らない段階における高温プラズマの閉じ込め性能の改善を目的とするものであること、また、１９９２年３月に核融合科学研究所が発行したレポート等において、実験に伴って発生するトリチウムの量、副次的に起こるトリチウムと重水素との核融合反応及びその他起こると予想される放射線や放射能の諸問題について明

らかにしていること、核融合科学研究所のD-D実験の結果、環境に出るトリチウムの影響は自然界の放射線レベルの1億分の1程度であること、中性子に関しても、万一遮蔽壁に破損等の機能障害が生じた場合には、自動的にプラズマ実験を即時停止させることができ、その後はD-D反応が継続することはないため、大量の中性子が外部に放散され続けて被害が生じるおそれはないこと、D-D実験で発生する中性子によって装置の一部は放射化するものの、そのレベルは低く、健康被害が生じる危険性があるようなものではないこと等を主張している。

(2) 調停の趣旨

本調停が申請されるに至るまでの間、核融合科学研究所は、D-T実験は行わないと説明する一方、D-D実験に伴ってトリチウムが副次的に発生することについて明確に十分な説明を行わなかったことなど、周辺住民への説明や対応に不十分な点があり、これによって核融合科学研究所に対する申請人ら周辺住民の不信感が生まれ、その不信感がD-D実験への不安を一層大きくしたものと認められる。最近、核融合科学研究所は、情報公開等に積極的に取り組んでいることが見て取れるが、未だ申請人ら周辺住民の不信感を払拭するには至っておらず、その不安は依然として大きいものと言わざるを得ない。

一方、調停手続の過程で、核融合は核分裂とは異なり、燃料の注入を停止すれば核融合反応は停止し、反応が暴走することはないこと、D-D実験に伴い発生するトリチウム及び中性子の環境への影響は、自然界における変動の範囲内にとどまるものであること、地震等の災害時には実験を即時停止する制御システムが導入される計画であること等が示されるとともに、核融合科学研究所より、当初計画を変更して、年間に発生するトリチウム及び中性子の最大量を当初計画から大幅に削減し、既にD-D実験を実施している日本原子力研究所那珂研究所におけるものと同程度に抑制する用意があるとの考えが示されたところである。

本調停委員会は、D-D実験の実施に当たっては、核融合科学研究所において行き届いた安全対策を確実に実施することはもとより、情報公開を徹底し、地元自治体及び申請人らを始めとする周辺住民に対して十分な説明責任を果たすとともに、地元自治体及び公正中立な第三者である学識経験者による安全性審査への一定の関与を担保することにより、周辺住民の生命及び身体の安全性の確保に万全が期され、また、本調停を通じ申請人らと核融合科学研究所との信頼関係が醸成されて、申請人らが本件地域で生活をする上での安心感が回復されることを期待して、以下の事項について調停することとする。

2 調停条項

核融合科学研究所は、D-D実験等に関して次の措置をとるものとする。

(1) D-D実験を開始する際の措置

- 1 核融合科学研究所は、D－D実験を開始するに当たっては、安全性を確保するため、D－D実験により発生するトリチウムの除去・処理・処分（運搬を含む。）、中性子の遮蔽、放射性廃棄物の管理、周辺環境の監視・測定及び地震その他の災害時の対応・体制に関する計画（以下「実験安全管理計画」という。）を作成することとし、その際には、関係する地元自治体（岐阜県、土岐市、多治見市、瑞浪市及び笠原町をいう。以下同じ。）及び公正中立な第三者である学識経験者を構成員とする技術評価会（仮称）を設置し、その意見を尊重するものとする。
 - 2 核融合科学研究所は、D－D実験を開始することについて、地元自治体の同意を得るものとする。この場合において、核融合科学研究所は、地元自治体の議会の要請に応じて、当該議会に対してD－D実験の開始及び実験安全管理計画についての説明を行うものとする。
 - 3 核融合科学研究所は、上記2の地元自治体の同意が得られた場合には、速やかに、申請人らに対してD－D実験の開始及び実験安全管理計画について説明を行うものとする。
 - 4 核融合科学研究所は、D－D実験の開始に当たっては、法令に基づく文部科学大臣の検査を受けることに加え、本格的実験に先立って予備的实验を行うこととし、それによって、コンクリート遮蔽壁、トリチウム除去装置及び周辺環境監視装置等が所期の性能を発揮し、かつ、所定の安全性確保上の態勢も十分機能していることを確認し、その結果を公表するものとする。
- （ 2 ） 各年度においてD－D実験を実施する際の措置
- 1 核融合科学研究所は、各年度におけるD－D実験の開始時期及び終了時期を地元自治体及びその議会に通知するとともに、公表するものとする。
 - 2 核融合科学研究所は、D－D実験による年間の最大発生量を、トリチウムは1.5キュリー、中性子は 3.2×10^{19} 個以内にとどめることとし、その旨を、法令に基づく文部科学大臣への許可申請の際に明記するものとする。
 - 3 核融合科学研究所は、D－D実験を実施する際には、トリチウム及び中性子の発生量を測定し、測定結果（当該年度の累計発生量を含む。）を速やかに公表するものとする。
 - 4 核融合科学研究所は、トリチウムの回収・保管量、処分量及び処分方法を定期的に公表するものとする。

- 5 核融合科学研究所は、地震等災害の発生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たときは、D－D実験を速やかに停止し、その旨を地元自治体に通知するとともに、公表するものとする。この場合において、D－D実験の再開を決定するに当たっては、実験施設・装置等の損傷の有無及び補修内容等を明示して安全性を確認した上で、地元自治体と協議するものとする。

(3) その他安全性の確保に関する措置

- 1 核融合科学研究所は、関係法令を遵守することはもとより、放射性廃棄物運搬車両を含め、D－D実験に関する研究施設、設備等の全般にわたって安全性の確保に万全を期するとともに、トリチウム、中性子及び放射性廃棄物の管理技術の向上等を通じて安全性の向上に努めるものとする。
- 2 核融合科学研究所は、周辺住民の安全性を確保するため、地元自治体から報告の聴取又は研究施設への立入調査の申出があった場合には、これに協力することとし、その際に、地元自治体からの要請に応じて、地元自治体が指名する者の立会を認めるものとする。

(4) D－T実験の禁止

核融合科学研究所は、将来においても、本件地域でD－T実験を実施しないものとする。

付録 D 核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書(案)

核融合科学研究所周辺環境の保全等に関する協定書(案)

岐阜県(以下「甲」という。)、土岐市、多治見市、瑞浪市及び笠原町(以下これらを「乙」という。)と核融合科学研究所(以下「丙」という。)は、丙が土岐市下石町地区内の研究施設(以下「研究施設」という。)において研究を推進するにあたり、研究施設め周辺環境の保全に努めるとともに、乙の住民の安全を確保するため、次のとおり協定を締結する。

(関係諸法令等の運守)

- 第1条 丙は、関係諸法令等を遵守し、研究施設の周辺環境の保全のために万全を期さなければならない。
- 2 丙は、放射線管理を徹底し、研究施設の敷地境界において年間50マイクロシーベルト以下の線量を遵守するものとする。
- 3 丙は、トリチウムを使用した核融合実験は行わないものとする。

(放射性物質等の保管管理)

- 第2条 丙は、放射性物質等の保管及び管理に当たっては、法令等を遵守し、乙の住民の安全を確保するための適切な措置を講ずるものとする。

(公害の防止及び環境保全)

- 第3条 丙は、研究に伴って生ずるおそれのある大気汚染、水質汚濁等の公害を防止するため必要な措置を講ずるものとする。

(周辺環境の監視・測定の実施等)

- 第4条 丙は、甲及び乙と協力して周辺環境の保全に必要な監視・測定体制を整備して環境放射線等の継続的な監視・測定を実施し、その結果の公表を行うものとする。

(事前説明等)

- 第5条 丙は、研究施設の整備計画、研究計画及び研究内容並びにそれらに変更があった場合について、事前に甲及び乙へ説明を行うとともに、研究成果等について定期的に報告を行うものとする。

(情報公開)

- 第6条 丙は、乙の住民への一層の理解を深めるため、少なくとも年1回、研究施設

の公開を行うとともに、乙が申し出る地域の住民への説明を乙の求めに応じ、適時行うものとする。

(防災対策)

第7条 丙は、災害及び事故の防止のために必要な整備をし、防災体制の強化を図るとともに、乙と丙が協議の上乙が行う防災対策にも積極的に協力するものとする。

(立入調査等)

第8条 甲及び乙は、乙の住民の安全を確保するため必要があると認めるときは、丙に対して必要な報告を求め、又は必要な限度において、甲及び乙の職員並びに甲及び乙が指定する者に研究施設へ立入調査させることができる。

2 丙は、前項の立入調査等の際には協力しなければならない。

(D-D実験)

第9条 丙は、D-D実験の開始に当たっては、甲及び乙の同意を得るものとする。

(協議)

第10条 この協定に定める事項に関し、疑義が生じたとき、又は定めのない事項については、甲、乙及び丙が協議して定めるものとする。この協定締結の証として、本書6通を作成し、記名押印の上、それぞれ各1通保有する。

大型ヘリカル装置における重水素実験の安全管理計画＜改訂版＞（平成 24 年 2 月） 正誤表

下記のとおり、訂正いたします。

ページ（行）	誤	正
4（下から 12 行目）	処理装置等	除去装置等
9（下から 14 行目）	順守	遵守
44（上から 13 行目）	管理方針（案）	管理方針
57（下から 4 行目）	流失	流出
75（下から 2 行目）	補集	捕集
79（上から 2 行目）	（１）の述べたとおり	（１）に述べたとおり
87（下から 2 行目）	多治見に 7 地点	多治見に 8 地点
89（下から 2 行目）	補修	捕集
100（上から 11 行目）	科学技術庁の「教育及び訓練の時間数を定める告示」	「教育及び訓練の時間数を定める告示」（平成 3 年科学技術庁告示第 10 号）
107（下から 14 行目）	運転状況確	運転状況確認
107（下から 6 行目）	所定の所	所定の場所
132（下から 11 行目）	東山区	東山地区
137（下から 9 行目）	流失	流出
138（下から 3 行目）	処置装置	除去装置