

NATIONAL INSTITUTE FOR FUSION SCIENCE**放射線安全管理年報****-1999年度-****Report on Administrative Work at Radiation Safety Center
in fiscal year 1999****文部科学省 核融合科学研究所 安全管理センター
Safety and Environmental Research Center
National Institute for Fusion Science****(Received - 2001. Apr. 1)****NIFS-MEMO-31****Apr. 2001**

This report was prepared as a preprint of work performed as a collaboration research of the National Institute for Fusion Science (NIFS) of Japan. This document is intended for information only and for future publication in a journal after some rearrangements of its contents.

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to the Research Information Center, National Institute for Fusion Science, Oroshi-cho, Toki-shi, Gifu-ken 509-5292 Japan.

**RESEARCH REPORT
NIFS-MEMO Series**

放射線安全管理年報

— 1999年度 —

執筆者

棚橋 秀伍〔センター長〕

佐久間 洋一

宇田 達彦〔土岐：放射線取扱主任者〕

河野 孝央

山西 弘城〔東山：放射線取扱主任者〕

篠塚 一典

三宅 均 *

核融合科学研究所・安全管理センター

*核融合科学研究所・技術部計測技術課

〔所属などは1999年度のものです〕

Report on Administrative Work at Radiation Safety Center in fiscal year 1999

Shugo TANAHASHI, Yoichi SAKUMA,
Tatsuhiko UDA, Takao KAWANO,
Hirokuni YAMANISHI, Kazunori SHINOTSUKA and
Hitoshi MIYAKE*

Safety and Environmental Research Center,
National Institute for Fusion Science

* Diagnostics Technology Division, Department of Engineering and Technology
Services, National Institute for Fusion Science

Abstract

National Institute for Fusion Science constructed Large Helical Device (LHD) which is the largest magnetic confinement plasma experimental device using super conductive magnet coils. It took eight years to construct and the first plasma shot had been carried out on March 1998. Since then good plasma confinement experiments have been performed. This is the report of administrative work at the radiation safety center considering radiation protection for workers at the LHD and related devices, and radiation monitoring in the site. Major scope is as follows.

- (1) Radiation measurement and dose monitoring in the radiation controlled area and in the site using particularly developed monitoring system named as Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiments (RMSAFE).
- (2) Establishment of education and registration system for radiation workers and access control system for the LHD controlled area.

I hope this report will be helpful for management of future radiation protection in the research institute.

Keywords: radiation protection, radiation measurement and monitoring,
safety of magnetic plasma confinement devices

放射線安全管理年報

—1999年度—

目次

はじめに	1
1. 放射線安全管理の概要	2
2. 放射線安全管理室の活動状況	12
3. 装置管理	
3. 1 装置の運転状況と放射線監視結果	23
3. 2 積算線量計を用いた環境測定	28
3. 3 放射線監視システムRMSAFEによる監視結果	50
4. 施設管理	62
5. その他	64
おわりに	68
付録	
A. 積算線量計の説明	70
B. RMSAFEの説明	75

Report on Administrative Work at Radiation Safety Center in fiscal year
1999

Safety and Environmental Research Center

National Institute for Fusion Science constructed Large Helical Device (LHD) which is the largest magnetic confinement plasma experimental device using super conductive magnet coils. It took eight years to construct and the first plasma shot had been carried out on March 1998. Since then good plasma confinement experiments have been performed. This is the report of administrative work at the radiation safety center considering radiation protection for workers at the LHD and related devices, and radiation monitoring in the site. Major scope is as follows.

- (1) Radiation measurement and dose monitoring in the radiation controlled area and in the site using particularly developed monitoring system named as Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiments (RMSAFE).
- (2) Establishment of education and registration system for radiation workers and access control system for the LHD controlled area.

I hope this report will be helpful for management of future radiation protection in the research institute.

Key words; radiation protection, radiation measurement and monitoring,
fusion safety

はじめに

核融合科学研究所では、平成10年3月に大型ヘリカル装置(LHD)のファーストプラズマ点火以降、実験が順調に進んでいます。LHDを中心とした装置の放射線安全管理に関わる設備及び体制についても、関係法令との対応を重ねつつ順次整備、改善を進めました。大きな点では以下があげられます。

- ・ 実験に伴って発生が予想されるX線を実験棟の中と敷地内および境界で測定・監視する放射線監視システム(RMSAFE)の設置と充実
- ・ 装置管理区域で作業する放射線業務従事者の教育および登録制度と入退管理システムの確立

この報告書では、現在実施している軽水素プラズマ実験と放射線安全管理の経過を中心に述べます。第1章では管理の対象としている放射線発生装置や放射性同位元素取り扱い施設及び、放射線安全管理体制について述べます。第2章では放射線業務従事者の教育や登録および放射線安全管理室の活動状況について述べます。また第3章以降では、装置周辺環境の放射線測定・監視と評価の結果等について述べます。このように、報告書をまとめることによって管理の状況を確認し、問題点の摘出を行うと共に必要な対応策を講じていくことは、今後の放射線安全管理と運営を図っていく上で極めて重要なことと考えます。この結果は、将来の実験計画を想定した放射線安全に関わる開発検討項目へも反映させて行く考えです。

本報告書をご覧いただきまして、LHD等の放射線防護の考え方や進め方について忌憚のないご意見を頂ければ幸いです。

平成13年3月31日 宇田 達彦

1. 放射線安全管理の概要

1.1 放射線発生装置とRI取扱施設

核融合科学研究所(以下、研究所と言う)には次にあげる実験棟に放射線発生装置または放射性同位元素取り扱い施設がある。研究所の「放射線発生装置」については、法令では規定されないが運転に伴ってX線を発生する装置も含めている。なお、ここで言う放射線は、直接又は間接に原子や分子を電離する能力を有する電離放射線を指すこととする。

- (1) 大型ヘリカル実験棟(本体棟)
- (2) 加熱実験棟
- (3) 計測実験棟
- (4) 開発実験棟
- (5) トリチウムシステム開発実験装置室(名古屋大学・東山キャンパス)

土岐地区には(1)から(4)の実験棟に表1-1に示すような放射線発生装置がある。各実験棟の位置は図1-1の敷地図に示す。

研究所の放射線障害予防規則の中では、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(法)に定める放射線発生装置、および人事院規則10-5で規定する放射線を発生する装置又は器具を「装置」と定義し、放射性同位元素および放射性同位元素で汚染されたものを取り扱う施設を「施設」と定義している。

1.2 放射線安全管理体制

研究所では上記放射線発生装置及び施設の管理・運営について、法および人事院規則10-5(職員の放射線障害の防止)等の関係法令に基づいて「核融合科学研究所放射線障害予防規則」を定めている。研究所では法に規定されていない装置であっても、作業者の被ばく防護のために独自に規制し管理している。

放射線安全管理は図1-2に示す研究所の放射線安全管理組織に基づいてなされている。業務は放射線安全管理室が担当し、そのメンバーは安全管理センター職員ならびに装置の安全管理担当者からなる。審議を要する事項は放射線安全管理室会合で専門的な観点から審議がなされたのち、安全委員会で承認を受けることになっている。会合では管理状況報告や経験交流も行っている。この放射線安全管理室会合のメンバーには管理室員の他、放射線取扱主任者、装置責任者、施設責任者、管理区域責任者が含まれている。

1.3 放射線発生装置と施設の概要

研究所が放射線安全管理を行っている装置と施設の概要(平成12年3月31日現在)を以下に記す。各実験棟の平面図を図1-3-1から図1-3-5に示す。

現在は土岐地区の実験棟で密封線源、非密封線源ともに法の規制を受ける放射性同位元素は使用していない。ただし、法の規制を受けない微量密封線源を使用しており、安全管理センターがその所在と使用者を把握し、管理している。

所内の放射線発生装置はすべてX線を発生するものである。真空容器内で加速された電子が、容器壁面等に衝突し制動X線を発生する。

(1) 大型ヘリカル実験棟

法令では、放射線発生装置として、プラズマ発生装置を指定している。ただし、「重水素とトリチウムとの核反応における臨界プラズマ条件を達成する能力をもつ装置であって、専ら重水素と重水素との核反応を行うものに限る」と定義しており、現在の大型ヘリカル装置LHDはこの要件を満たしていない装置である。

大型ヘリカル装置LHDでは現在軽水素またはヘリウムを用いたプラズマ実験のみを行っており、放射性同位元素の使用はもとより実験過程において放射性物質が生成することもない。しかし、実験過程で非定常的にX線が発生する可能性があるため、室内や装置周辺で放射線を測定監視し、実験中は業務従事者の立ち入りを禁止するなど放射線防護の立場から管理を行っている。なお、現在のLHDは法に規定する放射線発生装置の中のプラズマ発生装置ではないが、法令に準じた管理をしている。

本体のほかに付随した周辺装置として中性粒子入射加熱装置(NBI)や電子サイクロトロン共鳴加熱装置(ECH)がある。これらは運転の過程でエネルギーの低いX線が発生するため、X線遮蔽対策を施すなどの措置を講じている。

(2) 加熱実験棟

開発試験用の中性粒子入射加熱装置(NBI)が設置されている。大型ヘリカル実験棟と同様にX線の発生に対して測定監視と放射線防護のための管理を行っている。

(3) 計測実験棟

プラズマの電位分布計測用の重イオンビームプローブ(HIBP)開発装置が設置されている。この装置はコッククロフト・ワルトン型加速器として法の規制を受ける。従って、法および人事院規則10-5並びに研究所の予防規則に基づいてX線の発生に対する測定監視と放射線防護の管理を行っている。

(4) 開発実験棟

小型のプラズマ実験装置であるコンパクトヘリカル装置(CHS)が設置されている。LHDより小型であり、これも法の規制を受けていない装置である。しかし、実験過程でX線が発生する可能性があるため、室内や装置周辺で放射線を測定監視し、業務従事者の立ち入りを規制するなど放射線防護の管理を行っている。CHSも、人事院規則10-5に基づいた管理をしている。

(5) トリチウムシステム開発実験装置室

トリチウムの安全取扱技術の開発研究を行うために名古屋大学・東山キャンパスに設置されている。この施設は法の規制を受ける非密封トリチウム取扱施設である。

1.4 装置および周辺環境の管理と測定監視

各装置の放射線管理と運営を実施するために、装置毎に維持管理細則や実施マニュアルを設けている。この中で日常の巡視や点検を義務づけ、装置運転中は業務従事者の装置室内立ち入りを規制している。運転に伴って発生する放射線は実験棟の中と外において測定監視し、敷地周辺環境についてもX線、 γ 線等の放射線測定監視と環境レベルの評価を継続的に行っている。敷地境界の線量については、年間 $50\mu\text{Sv}$ を超えないことを確認して運転するようにしている。一定のレベル以上の線量が観測されれば実験を中止し、原因調査と対応策を示し、放射線取扱主任者の許可がなければ運転の再開はできないこととしている。なお、これまで

そのような事例は発生していない。

敷地の外の環境においては、熱ルミネッセンス線量計(TLD)とガラス線量計(GD)とを用いて自然環境の放射線線量を継続的に測定し、定期的に河川や地下水など環境水を採取して水中のトリチウム濃度を液体シンチレーション計数装置を用いて測定している。これらの環境測定は、地域特有のまたは長期に亘る自然放射線レベルの特性変化を明らかにするうえで重要である。

表1-1 電離放射線を発生する装置

装置名	設置場所	どのような装置か		発生する放射線の線種	発生する放射線に対する対処方法	法令でいう放射線発生装置か?
		用途	加速された電子の最大エネルギー			
大型ヘリカル装置	LHD 軽水素、ヘリウム 本体実験棟 本体室	高温プラズマ実験装置	< 1 MeV	X線	建物構造物による遮蔽、放射線監視	X
重イオンビームプローブ装置	HIBP 計測実験棟	プラズマの状態を測定するための装置。銅などの重イオンを加速し、プラズマ中に入射する装置。	3 MeV	X線	建物構造物による遮蔽、放射線監視	○
	(本体実験棟 本 体地下室に移設 の計画あり)					(○)
中性粒子ビーム入射加熱装置	NBI 軽水素 本体実験棟 本体室(2基) (1基増設計画あり)	負イオン水素を加速し、その電子をはがして、プラズマ中に入射する装置	180 keV	X線	フェンスによる区画、放射線監視	X
電子サイクロトロン加熱装置	ECH 加熱実験棟 (1基) 本体実験棟 加熱装置室	マイクロ波を発生し、プラズマ中の電子にエネルギーを与える装置	180 keV	X線	建物構造物による遮蔽、放射線監視	X
	加熱実験棟 (現在はない)					-
コンパクトヘリカル装置	CHS 軽水素、ヘリウム 開発実験棟	中規模の高温プラズマ実験装置	< 1 MeV	X線	建物構造物による遮蔽、放射線監視	X
小型X線発生装置		市販のX線発生装置。プラズマから発生するX線を測定する装置の校正に用いる。	70 keV	X線	照射室による区画と遮蔽	X
小型X線発生装置	LHD	"	9 keV	X線	適切な設置の確認	X

X線の発生要因は、高エネルギー電子の装置壁への衝突。

イオンサイクロトロン加熱装置は、電離放射線を発生しません。

放射線安全管理室

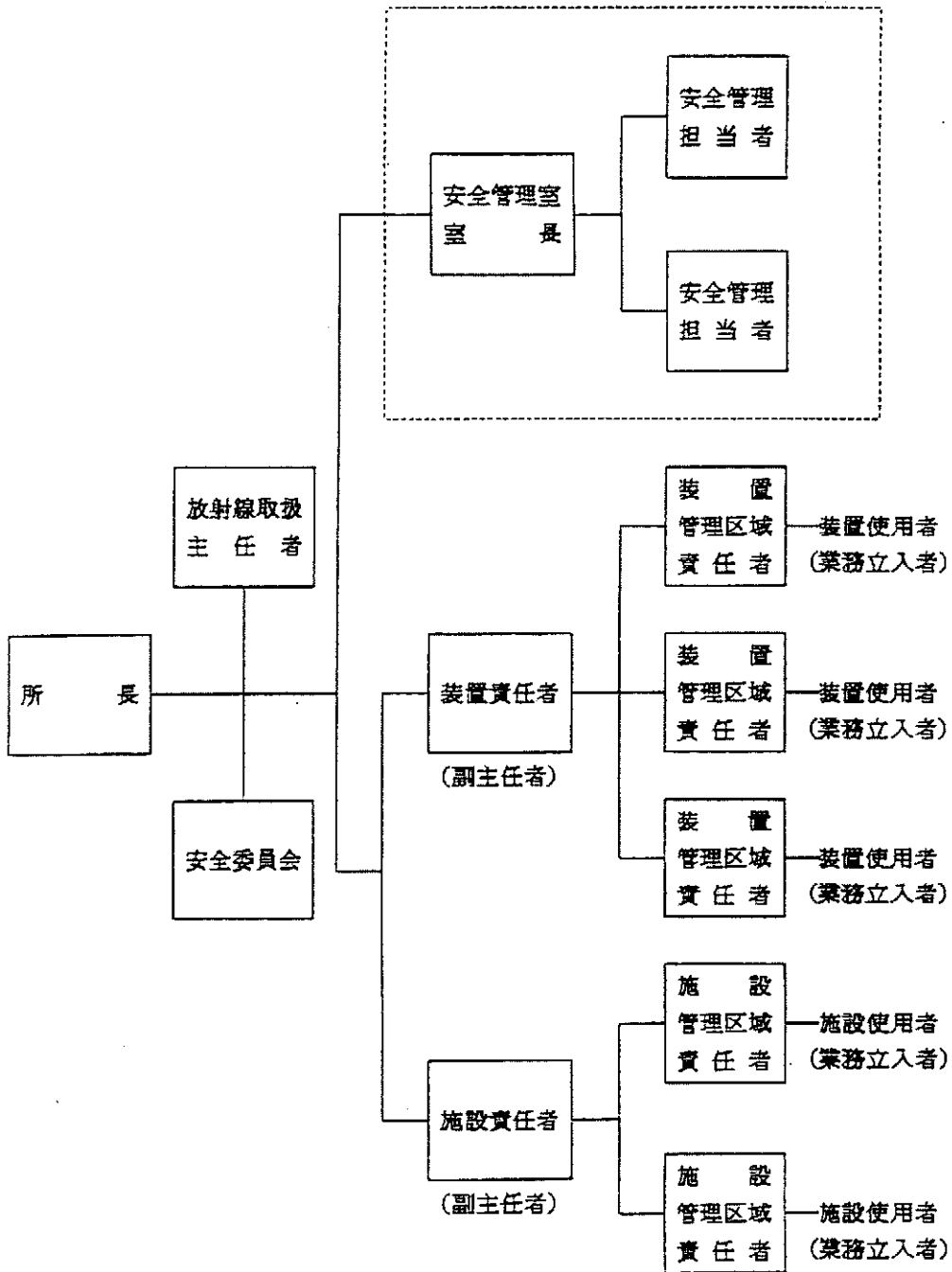
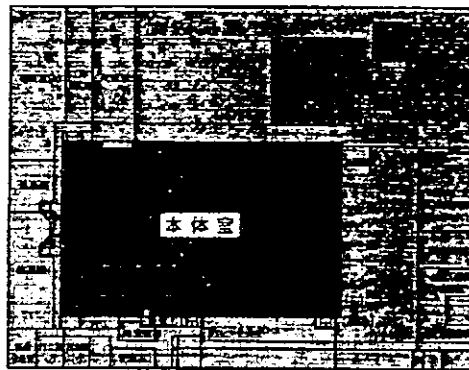
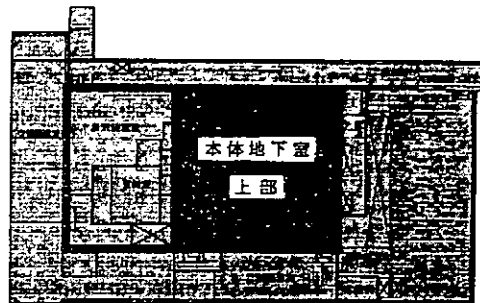


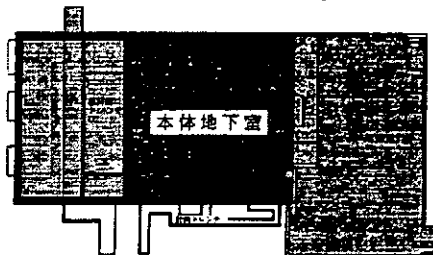
図1-2 核融合科学研究所放射線安全管理組織





1階平面図

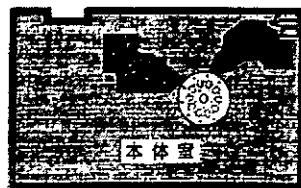


地下1階平面図



地下2階平面図

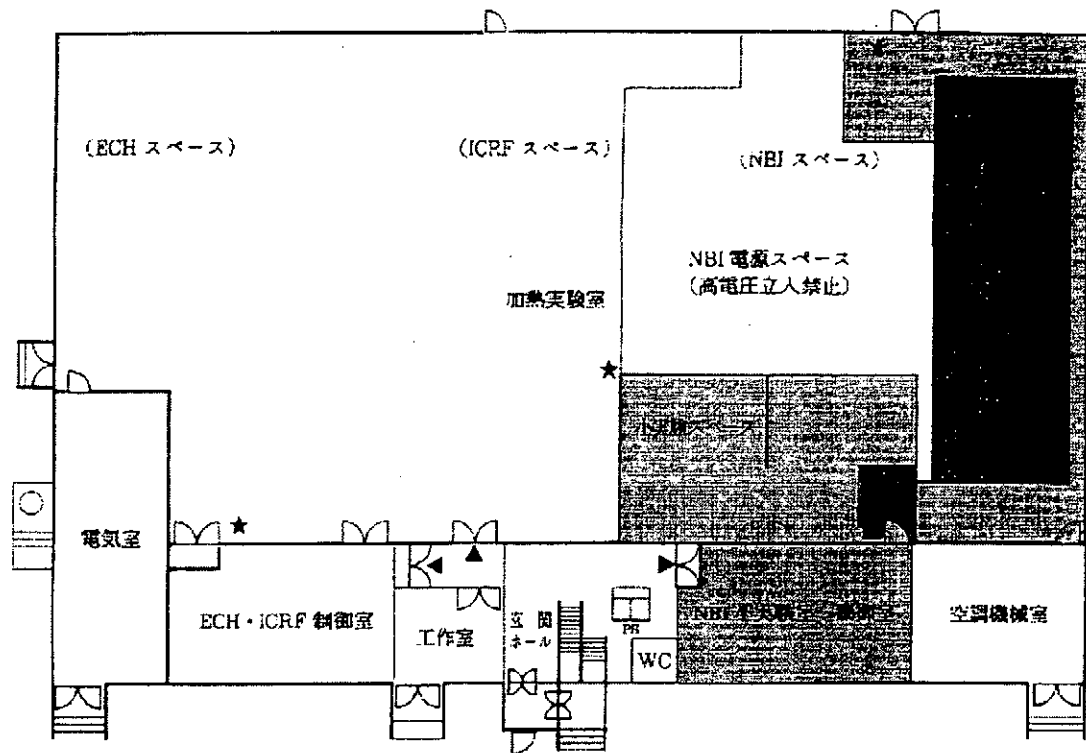
 放射線管理区域
 放射線監視区域



室外監視平面図

中性粒子入射加熱単独運転時の装置管理区域

図1-3-1 大型ヘリカル実験棟の装置管理区域



▶ カードキーを必要とするドア ★ 移動式ハロン消火器

図 1-3-2 加熱実験棟の装置管理区域

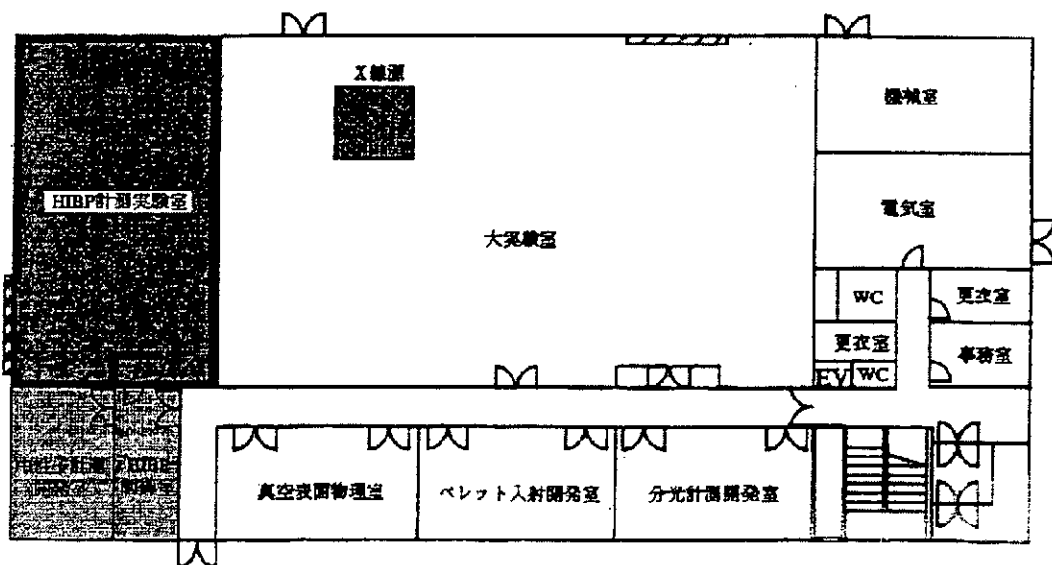


図 1-3-3 計測実験棟の装置管理区域

■ 放射線管理区域
 ▨ 放射線監視区域

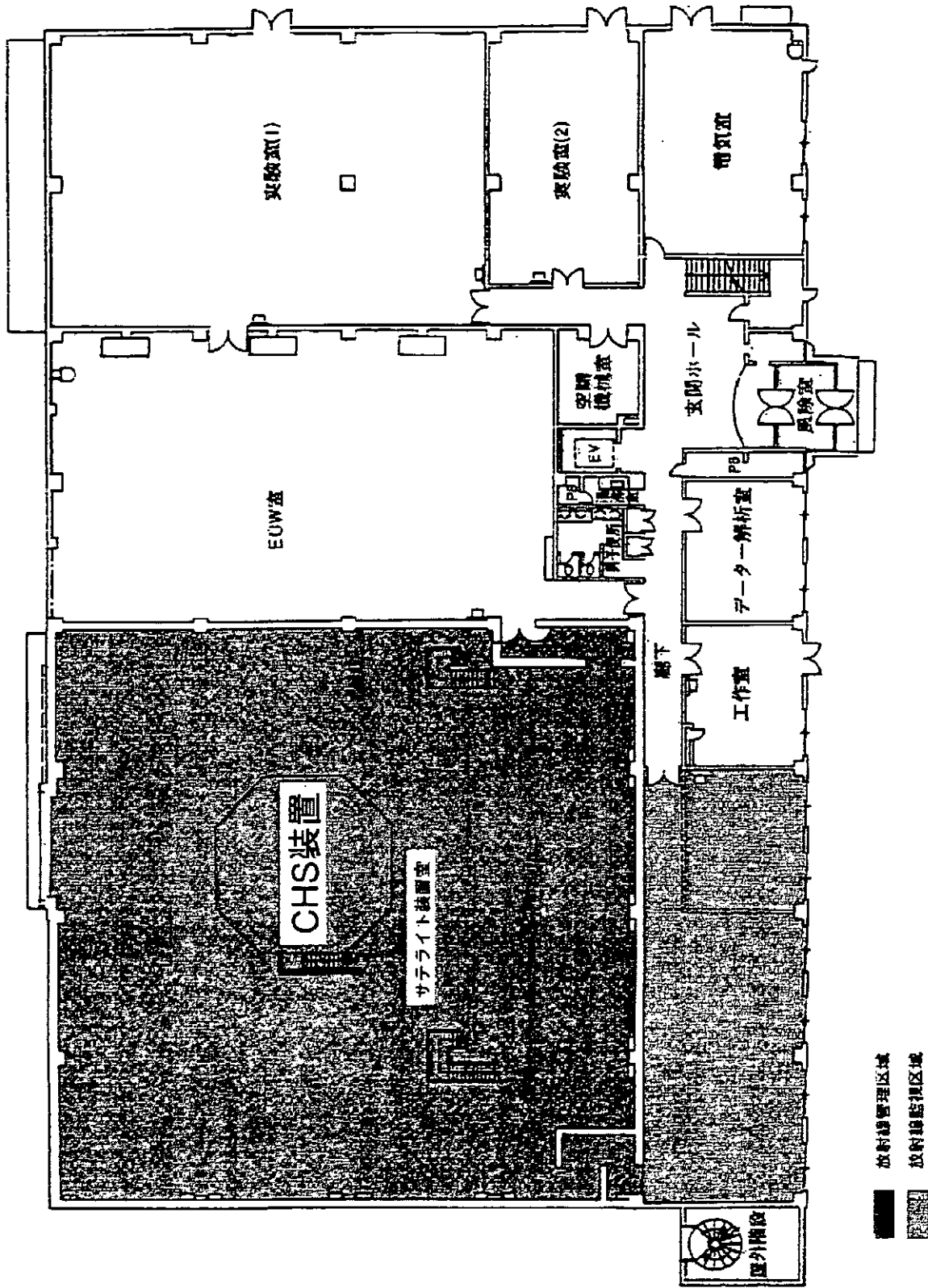


図 1 - 3 - 4 開発実験棟の装置管理区域

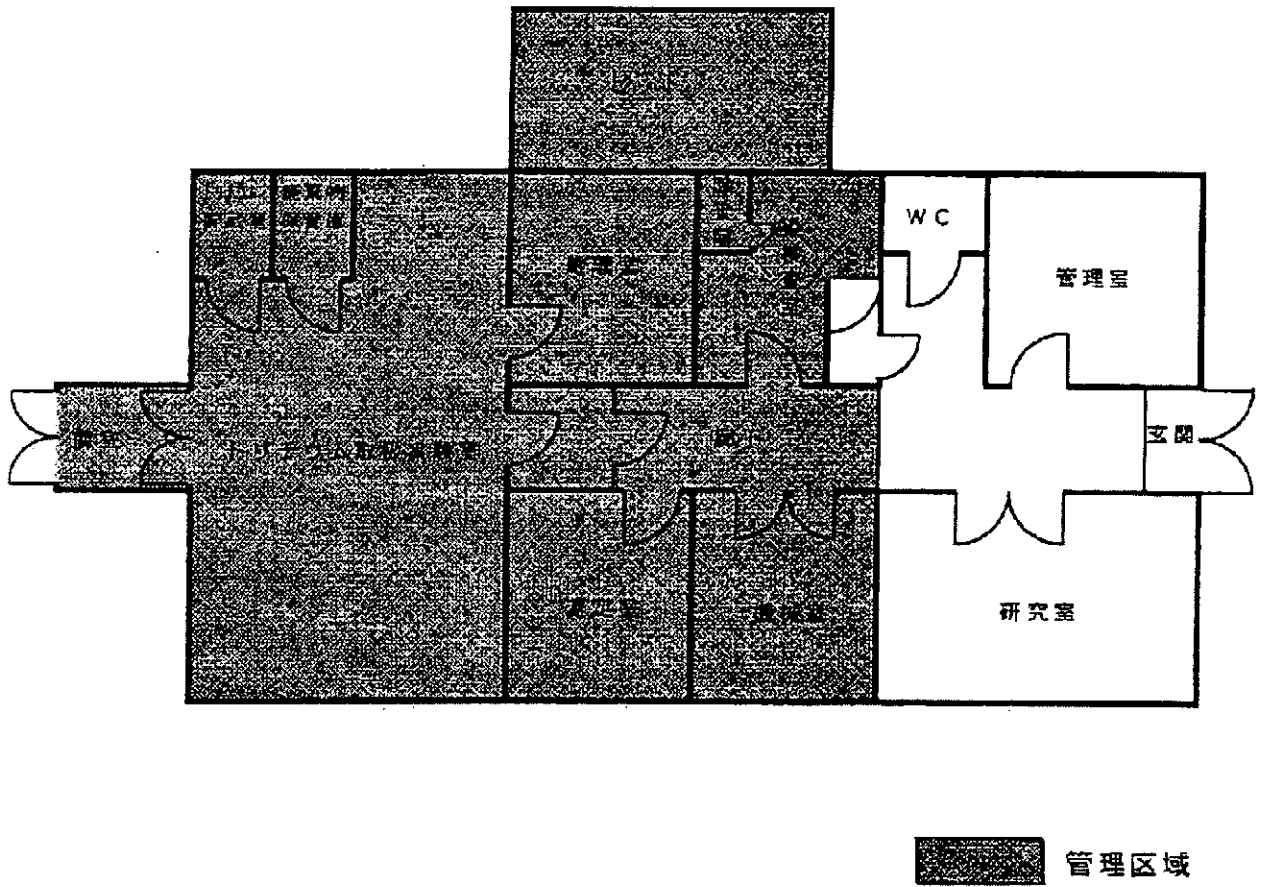


図1-3-5 トリチウムシステム開発実験装置室の施設管理区域

2. 放射線安全管理室の活動状況

2. 1 放射線安全管理室

2. 1. 1 体制

放射線安全管理室は核融合科学研究所放射線障害予防規則第11条に規定される組織（図1-2）であり、所内の放射線安全管理に関わる線量測定、教育訓練、記録業務などを取り扱う。平成11年現在、室長の安全管理センター長以下、安全管理担当者、安全管理センター職員など合計14名で構成されている。

2. 1. 2 放射線安全管理室会合

放射線安全管理室会合は所内の放射線安全に関わる事項を調査、検討する実務組織である。放射線安全管理室メンバーのほか、放射線取扱主任者、装置責任者、装置管理区域責任者等の放射線安全関係者を加えて構成されるが、ほぼ3月ごとに開催される定例会の他、臨時の会合も開かれる。平成11年度の開催実績は表2-1-1に示すとおり、定例会4回、臨時会合1回であった。

2. 2 放射線安全管理室窓口の活動

(1) 放射線安全管理室窓口の開設

放射線安全管理業務にかかわる所内サービス機関として、平成9年6月に放射線安全管理室窓口が安全管理センターに開設された。その後今日まで、放射線安全教育や個人被曝線量測定業務などを進める一方、書類や放射線業務従事者登録体制の簡素化を進めてきた。

(1) - 1 放射線業務従事者登録

初期の放射線業務従事者登録は、管理部の各事務組織（庶務、人事、研協、管財）と安全管理センターとが複雑に連携した状態で行われていたため、例えば登録事務手続きが完了する前にフィルムバッジ（FB）が交付されたり、逆に完了しているにも拘わらず交付されない、といった不具合が生じていた。この状態を改善するために構築した登録体制を図2-2-1に示す。図の一連の作業の中で、登録希望者は、窓口の指示に従って

(1) 登録についての窓口相談、(2) 講習会受講と健康診断受診、書類の提出(3) 承認書、FB等の受け取り、の3段階の手順をきちんと踏みさえすればよい。そのあとは申請者から見ると、ほぼ自動的に手続きが進むようになっている。なおこの体制は、教育訓練（講習会）を登録業務の出発点としているところに特徴がある。

(1) - 2 所外者登録

所外者登録も放射線安全管理室窓口の重要な業務であり、所内者と同様の体制で作業が進められる。ただ所属機関と責任体制の違いにより、所内者とは多少違った手続きで登録が行われる。表2-2-1に、現在までに整備した所外者登録の手順を示す。所外者の場合も基本的には、窓口の指示に従うことによりほぼ自動的に手続きが進むようになっている。

(1) - 3 登録および教育訓練実績

平成11年度における放射線業務従事者登録状況を表2-2-2に、また教育訓練実績を表2-2-3に示す。表2-2-2において、4月の更新時に登録者220名（所内：

153名、所外67)であったものが、翌年3月末現在では262名となり、42名の増加が見られる。また表2-2-3において新規講習会は年間16回実施されており、総受講者は108名(所内者:17名、所外者:91名)である。また更新教育は定期開催の2回で234名(所内者129名、所外者:105名)の受講、その後3月から5月にわたって臨時に実施した18回の追加講習会において26名(所内者:24名、所外者:2名)が受講している。更新講習会受講者は合計260名である。

2.2.3 特別健康診断

第1回目の特別健康診断は、5月下旬に実施された。また第2回目は問診を中心とする健康診断であるが、11月10、11日に実施された。受診状況は以下の通りである。

特別健康診断受診状況

		実施日	対象者	受診者
第1回	特別健康診断	5月19, 29日	159名	159名
	(全項目実施)	26, 28日		
第2回	特別健康診断	11月10, 11日	152名	152名
	(問診による省略判定)			問診: 122 受診: 30

2.2.4 個人被曝管理

個人被曝管理のため放射線安全管理室窓口では毎月1日にフィルムバッジ(FB)の回収と発行を行っている。発行状況と測定結果を表2-2-4に示す。所内者に対する発行枚数は毎月153~158枚で、年間を通してほぼ一定である。しかしながら所外者の場合、4月から8月にかけて34枚の増加があった。これは11月のLHD第3サイクル実験開始に向けて進められた所外者の放射線業務従事者登録によるものである。その結果、全体数でも4月から8月にかけて増加しているが、その後3月末まで大きな変は見られない。年間総発行枚数では3027枚であった。

2.2.5 書類の発行状況

放射線安全管理に関する書類の作成、発行も放射線安全管理室窓口の重要な業務である。その発行状況を表2-2-5に示す。平成11年度は、個人の放射線業務従事経歴関係の書類が主で、東北大学が2件、若狭湾エネルギー研究センターと高エネルギー加速器研究機構がそれぞれ1件ずつであった。

2.2.6 入退室管理装置

本体棟管理区域を対象として、平成10年3月31日に入退室管理装置の運用を開始した。核融合研究開発施設にはほとんど例のない本格的な入退室装置であるため、今後も、現場運用経験に基づいて、改良を進めてゆく必要がある。表2-2-6に第3サイクルにおける入退室管理装置の運用状況と平成11年度に実施された改良点を示す。

第3サイクルは平成11年7月7日～12月17日であったが、その間の延べ入退室人数は、見学者を除くと192名であった。また入退室回数は11208回に上った。なお、見学者の入室は27回であった。

平成11年度に実施した装置の改良は、C階段におけるカードリーダーの設置と大型遮蔽扉のある大型物品搬入口にスタンド型カードリーダーを設置したことが、まずあげられる。これらの目に見える部分の改良の他、ネットワークの再構築を実施してデータエラーの減少や装置の安定性を向上させた。またソフト面では、一括登録やグループ設定のバックグラウンド処理化を図るほか、日替わり処理機能追加、メニュー画面の大型化などの改良を行った。

なおLHD管理区域を対象としたこの入退室管理装置に関する開発・改良を含めた諸業務は、下記に示す運用業務と管理業務に分けられる。

- ① 運用業務： LHD入退室管理装置の運転ならびにLHD運転の安全確認と、LHD入退室管理装置の運転と運用に関するハード・ソフトの改造と開発、運用で生じたデータについて運用面での取り扱い。
- ② 管理業務： 個人データの登録、運用で生じたデータの安全管理面での取り扱いに関するハード・ソフトの改造と開発。

なお、運用業務については本体グループが担当し、管理業務については安全管理センターが担当している。しかしながら、装置の開発ならびに改造については、両者が可能な限り協力して進める事を基本としている。

第1回 平成11年6月1日(火)

- 議題 (1) 放射線安全管理の状況について(報告)
(2) HIBPの状況について
(3) CHS実験終了報告
(4) 核融合科学研究所開発実験棟における装置の
維持管理細則について
(5) 核融合科学研究所大型ヘリカル実験棟における
維持管理細則について
(6) その他

臨時開催 平成11年6月4日

- 議題 (1) NBIの放射線発生対策について

第2回 平成11年9月14日

- 議題 (1) 放射線安全管理の状況について(報告)
(2) 核融合科学研究所開発実験棟における装置の
維持管理細則について
(3) その他

第3回 平成11年12月16日

- 議題 (1) 放射線安全管理の状況について(報告)
(2) 放射線取扱主任者の資格(一種)の取得について
(3) JCO臨海事故に関連する巡視、点検の臨時報告について
(4) その他

第4回 平成12年2月29日

- 議題 (1) 放射線安全管理の状況について(報告)
(2) 本体室にHIBPを移設することについて
(3) その他

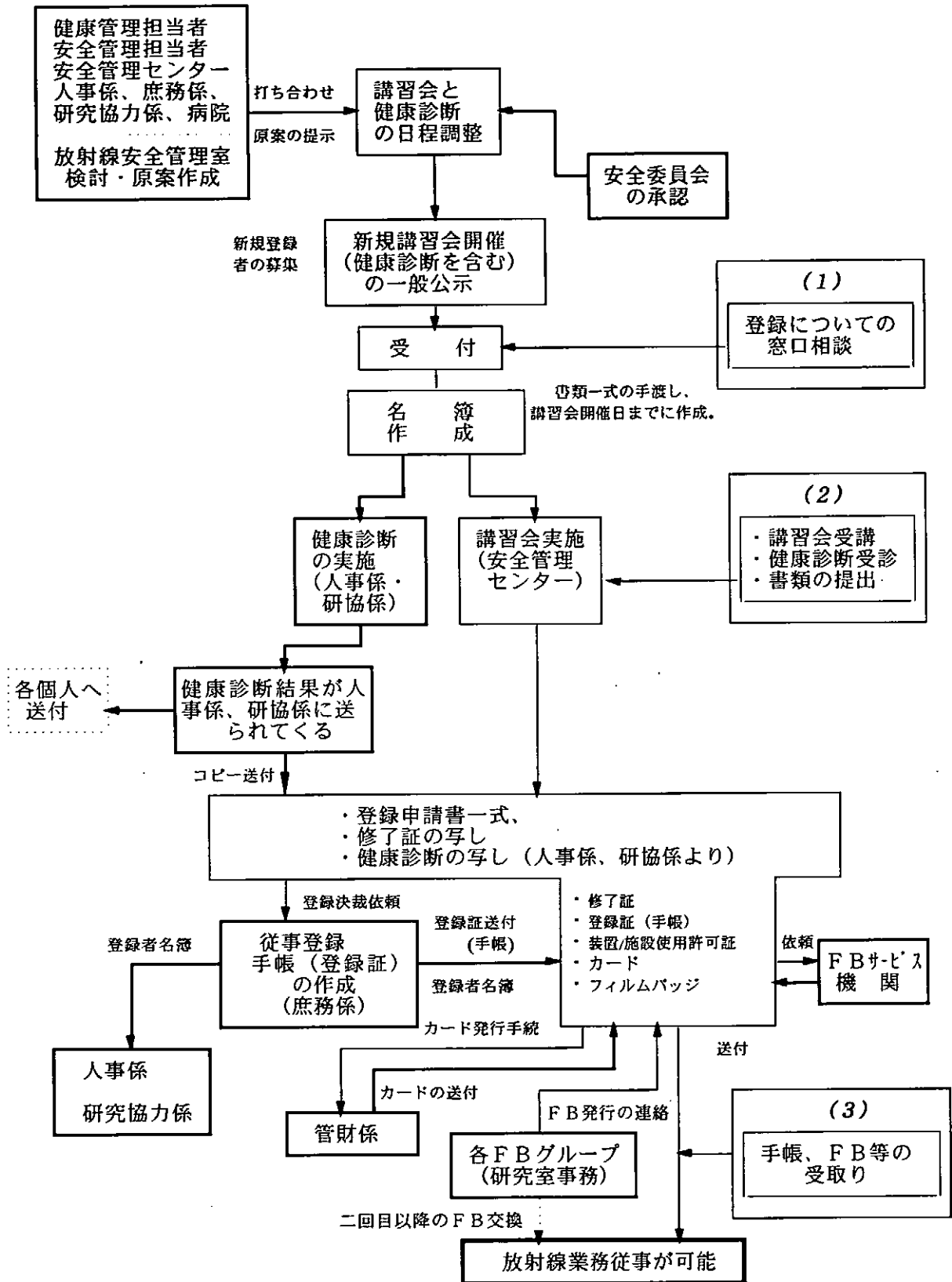


図 2-2-1 登録手続きの処理手順

[1] 所属機関において放射線業務従事者としての認定を受ける。

①所属機関に放射線業務従事者登録制度がある場合

所属機関の放射線安全管理体制に従って、放射線業務従事者登録を行う。つまり所属機関で責任をもって必要な安全管理を実施する。

②所属機関に放射線業務従事者登録制度がない場合

各所属機関において、公務員にあつては放射線障害防止法および人事院規則 10 - 5 に従って放射線業務従事者の認定を受ける。公務員以外の場合には、放射線障害防止法および電離放射障害防止規則にしたがって放射線業務従事者としての認定を受ける。

このようにして、派遣元で放射線業務従事者として登録され、あるいは認定された後、次の [2] に従って、核融合科学研究所での放射線業務従事者登録を行う。

[2] 核融合科学研究所で所外者登録手続きを行う。

所外者登録手続きに必要な要件 (1)、(2)、(3) をそろえて放射線安全管理室窓口へ放射線業務従事者登録の申請を行う。

- (1) 教育訓練受講
- (2) 特別健康診断結果の提出
- (3) 新規登録申請書一式の提出
 - ①放射線業務従事者登録申請書 (所外者用)
 - ②装置/施設使用申請書 もしくは 業務立入申告書
 - ③従事者登録認定証及び業務従事承諾書
 - ④入構証発行申請書
 - ⑤放射線業務経歴証明書

ここで⑤は、これまで放射線業務に従事したことが無い場合には不要である。

表 2 - 2 - 2 放射線業務従事者登録（1999年度）

登録者累計 所内：161（内総研大：8名） 所外：107（内名大：5名）

○月別登録者数（名）

	所内				所外				総計
	更新	新規	解除	合計	更新	新規	解除	合計	
4月	153	0	0	153	66	1	0	67	220
5月	0	0	0	0	0	2	0	2	2
6月	0	3	0	3	2	11	1	12	15
7月	0	3	0	3	3	6	0	9	12
8月	0	0	0	0	0	23	2	21	21
9月	0	0	1	-1	0	3	0	3	2
10月	0	0	1	-1	0	1	0	1	0
11月	0	3	0	3	0	0	7	-7	-4
12月	0	0	0	0	0	0	8	-8	-8
1月	0	0	0	0	0	1	0	1	1
2月	0	1	0	1	0	0	0	0	1
3月	0	0	1	-1	0	6	6	0	0
合計	153	10	2	160	71	54	24	101	262

表 2 - 2 - 3 教育訓練実施状況 (1999年度)

(1) 新規講習会実施記録

開催日	所内者	所外者
4月9日	3名	15名
4月22日	3名	1名
6月8日	3名	8名
6月25日	2名	12名
7月8日	2名	
7月14日		20名
8月9日		4名
9月3日		1名

開催日	所内者	所外者
9月16日	1名	14名
11月4日		2名
11月11日	1名	
11月15日		2名
1月7日		1名
2月16日	1名	1名
2月29日		5名
3月2日	1名	5名
合 計	17名	91名

(2) 更新講習

所外登録者向け 更新講習会

第1回 3/2実施 受講者 所内:22名 所外:64名

第2回 3/10実施 受講者 所内:107名 所外:41名

(3) 追加 更新講習会

3月 10回実施 受講者 所内:16名

4月 7回実施 受講者 所内:7名 所外:2名

5月 1回実施 受講者 所内:1名

表2-2-4 フィルムバッチ使用状況

(1) 使用状況

人数(人)	所内者	所外者	合計		所内者	所外者	合計
4月	153	67	220	10月	154	115	269
5月	153	69	222	11月	157	108	265
6月	156	81	237	12月	157	100	257
7月	156	90	246	1月	157	101	258
8月	156	111	267	2月	158	101	259
9月	155	114	269	3月	157	101	258
				合 計	1869	1158	3027

○ 測定結果の集計

測定結果が最小検出限界未満の線量当量だった従事者

	人数(人)	所 内	所 外	合 計
第1四半期	4月～6月	462	217	679
第2四半期	7月～9月	467	315	782
第3四半期	10月～12月	468	323	791
第4四半期	1月～3月	472	303	775
年間合計		1869	1158	3027

平成11年度のFBによる個人被ばく管理において、最小検出限界以上の線量検出はなかった。

表2-2-5 発行した書類

発行日	H11/5/17	対象者	所内者1名
発行書類	放射線業務従事者認定証明書兼放射線業務従事承認書		
発行先	東北大学金属材料研究所		
発行者	主任者		
他の内容	被ばく歴、健康診断歴、教育訓練歴		
発行日	H11/6/16	対象者	所内者1名
発行書類	放射線業務従事者承認書		
発行先	若狭湾エネルギー研究センター		
発行者	所属長		
他の内容	放射線業務従事証明書、被ばく歴、健康診断歴、教育訓練歴		
発行日	H11/6/28	対象者	所内者2名
発行書類	放射線業務従事者認定証明書兼放射線業務従事承認書		
発行先	東北大学金属材料研究所		
発行者	所長		
他の内容	被ばく、健康診断、教育訓練		
発行日	H11/11/15	対象者	所内者1名
発行書類	放射線業務従事者認定証明書兼放射線業務従事承諾		
発行先	高エネルギー加速器研究機構		
発行者	所長、主任者		
他の内容	被ばく、健康診断、教育訓練		

表2-2-6 入退管理システムの運用とシステムの改良

(1) 運用状況

- ・第3実験サイクル 期間中のLHD本体室 入退状況 7/7 8:00 ~ 12/17 19:00
- ・入退者数 : 192名 (見学者等を除く)
- ・入退回数 11, 208回 (入域し退域した回数)
- ・見学者カードの入域 27回

(2) システムの改良

平成11年度の6月～8月にかけて入退管理システムの改良を行った。

・ハードウェアの改良

- ① C階段(LHD本体室 1F/地下間の階段) カードリーダー取付
電線管取付、ケーブル布設、結線
- ② 大型遮蔽扉 スタンド型カードリーダー設置
電線管取付、ケーブル布設、結線
- ③ ネットワークの再構築

LHD入退管理システムのみでネットワークを再構築し、データのエラーやシステムの安定性を向上させた。

(3) ソフトウェアの改良

- ① 新規設置のC階段、大型遮蔽扉カードリーダーのログ収集への対応
- ② 一括登録、及びグループ設定の処理をバックグラウンドで実行する
- ③ 日替わり処理機能を追加
- ④ 異常ログ処理機能を追加
- ⑤ 在域時間集計ツールを追加
- ⑥ メニュー画面の改造(画面遷移、大画面表示、パスワード、表示名称変更等)
- ⑦ 入退記録ログのバックアップ機構の強化

3. 装置管理

3.1 装置の運転状況と放射線監視結果

表3-1-1に装置（核融合研で定義する「放射線発生装置」を指す）の運転状況と放射線監視結果のまとめを示す。実験室内では装置運転に伴う線量増加が観測されたが、敷地境界は実験室外のいずれにおいても放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。以下に各装置の状況について記す。

1) LHD（本体棟本体室）

第3サイクル実験として、1999年7月～12月に総数約10000ショットのプラズマ実験を行い、蓄積エネルギー0.88MJ、電子温度5000万度を達成した。

LHD単独でのX線発生は検知されていない。

2) NBI（本体棟本体室）

4月から12月に運転した。8月から12月はLHDプラズマ実験としてLHDプラズマへのビーム入射を行った。プラズマ実験期間中の典型的な1週間は、月曜日コンディショニング、火曜日～木曜日プラズマ実験とプラズマ実験終了後コンディショニング、金曜日プラズマ実験のみであった。

5月にNBI周辺においてX線線量の増加を検知したため、それ以降電子式ポケット線量計をNBI周辺に設置し、毎日運転開始前と運転終了後の線量を記録してきた。線量計の配置を図3-1-1に、測定結果を表3-1-2に示す。No.1の地点では線量計不調のため9月20日から測定値が得られていない。

放射線管理上問題となるのは、プラズマ実験を行わずコンディショニングのみを行っている時、すなわち本体室に業務従事者が立ち入る時のNBI周辺での線量であるが、プラズマ実験開始後は測定値にプラズマ実験中の線量とそれ以外とが混合している。プラズマ実験を行わずコンディショニングのみを行った日のうちで最大日線量は、No.2で $11\mu\text{Sv}$ 、No.3で $5\mu\text{Sv}$ 、No.4で $26\mu\text{Sv}$ であった。プラズマ実験を行う週のコンディショニング時間の総和は、この2倍よりも少ない。従ってNBIコンディショニング中の週線量は最大でも $50\mu\text{Sv}$ と推定できる。そして、No.1の地点での線量はNo.2の4～5倍程度なのでそれから推測すると最大の週でも $100\mu\text{Sv}$ は越えなかったと言える。

3) ECH（本体棟加熱装置室）

4月から12月に運転した。8月から12月はLHDプラズマ実験としてLHDプラズマへのマイクロ波入射を行った。プラズマ実験期間中の典型的な1週間は、月曜日コンディショニング、火曜日～木曜日プラズマ実験とプラズマ実験終了後コンディショニング、金曜日プラズマ実験のみであった。

8月の2つの週に積算線量計測定地点No.10で週線量の増加が認められた（図3-2-2参照）。しかしながら、一時的な線量増加であり、最大週線量 $7.5\mu\text{Sv}$ と小さく放射線管理上の問題はない。

4) NBI (加熱棟)

4月から6月、11月から2月に運転した。管理区域内での線量増加が検知されているが、それ以外の区域では放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。

5) HIBP (計測棟)

12月から2月に運転した。管理区域内での線量増加が知された。しかしそれ以外の区域では放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。

6) CHS (開発棟)

8月に名古屋大学東山キャンパスからの移設を完了した。1月から3月にプラズマ実験を行った。実験開始後、管理区域内での線量増加が検知された。それ以外の区域では放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。

表3-1-1 実験と実験起因放射線線量（敷地境界）

1999年度	期 間 (月.日~月.日)	本体棟			加熱棟	計測棟	開発棟	敷地境界 (μSv)
		LHD 実験	NBI (本体室) 運転	ECH (加熱装置室) 運転	NBI 運転	HIBP 運転	CHS 実験	
1	3/29 ~ 4/4			○	○			< 0.1
2	4/5 ~ 4/11			○	○			< 0.1
3	4/12 ~ 4/18		○	○	○			< 0.1
4	4/19 ~ 4/25			○	○			< 0.1
5	4/26 ~ 5/2		○	○	○			< 0.1
6	5/3 ~ 5/9		○	○	○			< 0.1
7	5/10 ~ 5/16		○	○	○			< 0.1
8	5/17 ~ 5/23		○	○	○			< 0.1
9	5/24 ~ 5/30			○	○			< 0.1
10	5/31 ~ 6/6			○	○			< 0.1
11	6/7 ~ 6/13			○				< 0.1
12	6/14 ~ 6/20		○	○				< 0.1
13	6/21 ~ 6/27		○	○				< 0.1
14	6/28 ~ 7/4		○	○				< 0.1
15	7/5 ~ 7/11		○	○				< 0.1
16	7/12 ~ 7/18	○	○	○				< 0.1
17	7/19 ~ 7/25	○	○	○				< 0.1
18	7/26 ~ 8/1	○	○	○				< 0.1
19	8/2 ~ 8/8	○	○	○				< 0.1
20	8/9 ~ 8/15							< 0.1
21	8/16 ~ 8/22		○					< 0.1
22	8/23 ~ 8/29	○	○	○				< 0.1
23	8/30 ~ 9/5	○	○	○				< 0.1
24	9/6 ~ 9/12	○	○	○				< 0.1
25	9/13 ~ 9/19	○	○	○				< 0.1
26	9/20 ~ 9/26	○	○	○				< 0.1
27	9/27 ~ 10/3	○	○	○				< 0.1
28	10/4 ~ 10/10	○	○	○				< 0.1
29	10/11 ~ 10/17	○	○	○				< 0.1
30	10/18 ~ 10/24	○	○	○				< 0.1
31	10/25 ~ 10/31	○	○	○				< 0.1
32	11/1 ~ 11/7	○	○	○				< 0.1
33	11/8 ~ 11/14	○	○	○				< 0.1
34	11/15 ~ 11/21	○	○	○	○			< 0.1
35	11/22 ~ 11/28	○	○	○	○			< 0.1
36	11/29 ~ 12/5	○	○	○	○			< 0.1
37	12/6 ~ 12/12	○	○	○	○			< 0.1
38	12/13 ~ 12/19	○	○	○	○	○		< 0.1
39	12/20 ~ 12/26		○		○	○		< 0.1
40	12/27 ~ 1/2					○		< 0.1
41	1/3 ~ 1/9							< 0.1
42	1/10 ~ 1/16							< 0.1
43	1/17 ~ 1/23				○			< 0.1
44	1/24 ~ 1/30				○	○	○	< 0.1
45	1/31 ~ 2/6					○	○	< 0.1
46	2/7 ~ 2/13				○	○	○	< 0.1
47	2/14 ~ 2/20				○	○	○	< 0.1
48	2/21 ~ 2/27				○	○		< 0.1
49	2/28 ~ 3/5						○	< 0.1
50	3/6 ~ 3/12						○	< 0.1
51	3/13 ~ 3/19							< 0.1
52	3/20 ~ 3/26							< 0.1
53	3/27 ~ 4/2							< 0.1

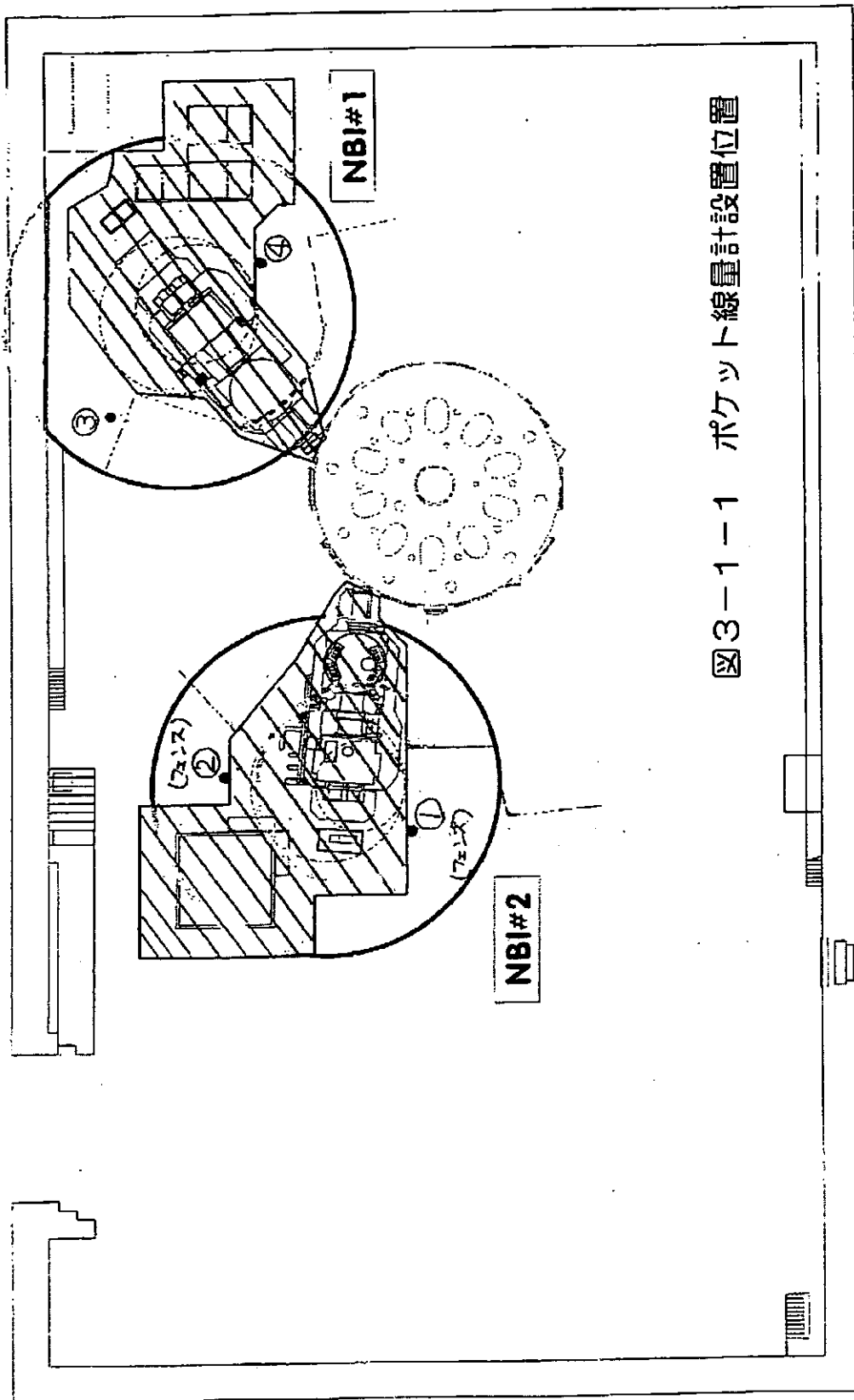


図3-1-1 ポケット線量計設置位置

表3-1-2 NBIコンディショニング中の週線量測定値
(自然放射線によるバックグラウンド線量を差し引いた結果)

1999年度 週	期 間 (月.日～月.日)	NBI運転		週線量測定値				備考
		1号機	2号機	1 (μ Sv)	2 (μ Sv)	3 (μ Sv)	4 (μ Sv)	
1	3/29～4/4							
2	4/5～4/11							
3	4/12～4/18	○						
4	4/19～4/25							
5	4/26～5/2	○	○					
6	5/3～5/9	○	○					
7	5/10～5/16	○	○					★
8	5/17～5/23	○						
9	5/24～5/30							
10	5/31～6/6							
11	6/7～6/13							
12	6/14～6/20	○	○	0	0	0	0	
13	6/21～6/27	○	○	10	1	10	4	
14	6/28～7/4	○	○	31	2	6	30	
15	7/5～7/11	○	○	18	4	8	35	
16	7/12～7/18	○	○	14	3	3	11	
17	7/19～7/25	○	○	19	4	4	16	
18	7/26～8/1	○	○	37	5	10	49	※
19	8/2～8/8	○	○	12	1	2	15	
20	8/9～8/15							
21	8/16～8/22	○	○	13	1	0	1	
22	8/23～8/29	○	○	35	6	0	1	※
23	8/30～9/5	○	○	44	8	0	0	
24	9/6～9/12	○	○	52	12	0	2	※
25	9/13～9/19	○	○	15	8	2	12	※
26	9/20～9/26	○	○		9	6	26	※
27	9/27～10/3	○	○		9	9	47	※
28	10/4～10/10	○	○		10	15	70	※
29	10/11～10/17	○	○		2	7	32	※
30	10/18～10/24	○	○		0	9	44	※
31	10/25～10/31	○	○		8	11	57	※
32	11/1～11/7	○	○		20	8	40	※
33	11/8～11/14	○	○		31	8	37	※
34	11/15～11/21	○	○		29	7	50	※
35	11/22～11/28	○	○		21	10	48	※
36	11/29～12/5	○	○		25	5	18	※
37	12/6～12/12	○	○		29	5	38	※
38	12/13～12/19	○	○		2	3	4	
39	12/20～12/26	○	○		0	0	1	
40	12/27～1/2							
41	1/3～1/9							
42	1/10～1/16							
43	1/17～1/23							
44	1/24～1/30							
45	1/31～2/6							
46	2/7～2/13							
47	2/14～2/20							
48	2/21～2/27							
49	2/28～3/5							
50	3/6～3/12							
51	3/13～3/19							
52	3/20～3/26							
53	3/27～4/2							

★:積算線量計による測定で、週線量80 μ Gy(最大地点)を観測した。
これにより、線量計をNo.1～4に設置した。
※印の週は、プラズマ実験中の線量を一部含む。

3.2 積算線量計を用いた環境測定

3.2.1 実験棟での測定

TLDとガラス線量計（GD）を用いて装置周辺環境の線量を測定している。（TLDとガラス線量計に関する説明は付録に記す。）その目的は、実験室内での放射線発生状況の把握、実験室外への放射線漏洩の有無の確認である。

LHDとNBIのある本体棟本体室、ECHのある本体棟加熱装置室、NBIテストスタンドのある加熱棟、HIBPのある計測棟、CHSのある開発棟において線量計を設置して測定している。設置と回収は、原則として毎週月曜日の正午頃に行い、1週間毎の積算線量データが得られる。線量計の配置と測定結果を次々頁以降に示す。

測定結果の図中には、「鉛箱の中」のデータも参考のため記している。測定素子を鉛ブロック5cm厚の箱の中に設置し、大地や建物からのガンマ線の影響を除去したものである。この素子を読み取ることで、読み取り器の安定性を把握することができる。

1999年度の測定結果の概要について以下に記す。

(1) 本体棟（図3-2-1(1)～(7)参照）

5月～12月に、以下の地点で線量の増加が認められた。

（測定地点：4, 5, 6, 7, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 29）

これらの測定点はすべて本体室内であり、線量の増加はNBIの運転とLHDのプラズマ実験によるものと考えられる。本体室内以外では線量の増加は認められなかった。

LHD実験の開始は1998年3月31日なので、それ以前の測定値は自然バックグラウンド放射線による線量とその変動を示している。

(2) 本体棟加熱装置室（図3-2-2(1)～(3)参照）

8月に、測定地点No.10で線量の増加が認められた。この測定点は管理区域境界にあり、線量増加はECHの運転に起因すると考えられる。検知した週線量は最大で75 μ Gy（自然バックグラウンドを差し引いた値）であった。一時的な線量増加であり、量的にも少ないことから管理上の問題はない。

(3) 加熱棟（図3-2-3(1)～(3)参照）

11月～3月に、測定地点No.2で線量の増加が認められた。この点はNBI装置上にあり、線量増加はNBIの運転に起因する。管理区域外での線量増加はなかった。

(4) 計測棟（図3-2-4(1)～(3)参照）

9月～10月に、測定地点No.7で微少な線量の増加が認められた。この点はHIBP装置直下にあり、線量増加はHIBPの運転に起因するものと考えられる。管理区域外での線量増加はなかった。

(5) 開発棟 (図3-2-5(1)～(2)参照)

2月～3月に、測定地点No.1, 2, 3, 6で線量の増加が認められた。No.1～3はCHS室内にあり、線量増加はCHSの運転に起因する。No.6はCHS室に隣接する実験室にある。No.6での線量増加はCHS室と同時期であることからCHSの運転に起因すると考えられる。増加した線量レベルは最大の週でも $14\mu\text{Gy}/\text{週}$ と低く、管理上問題はない。

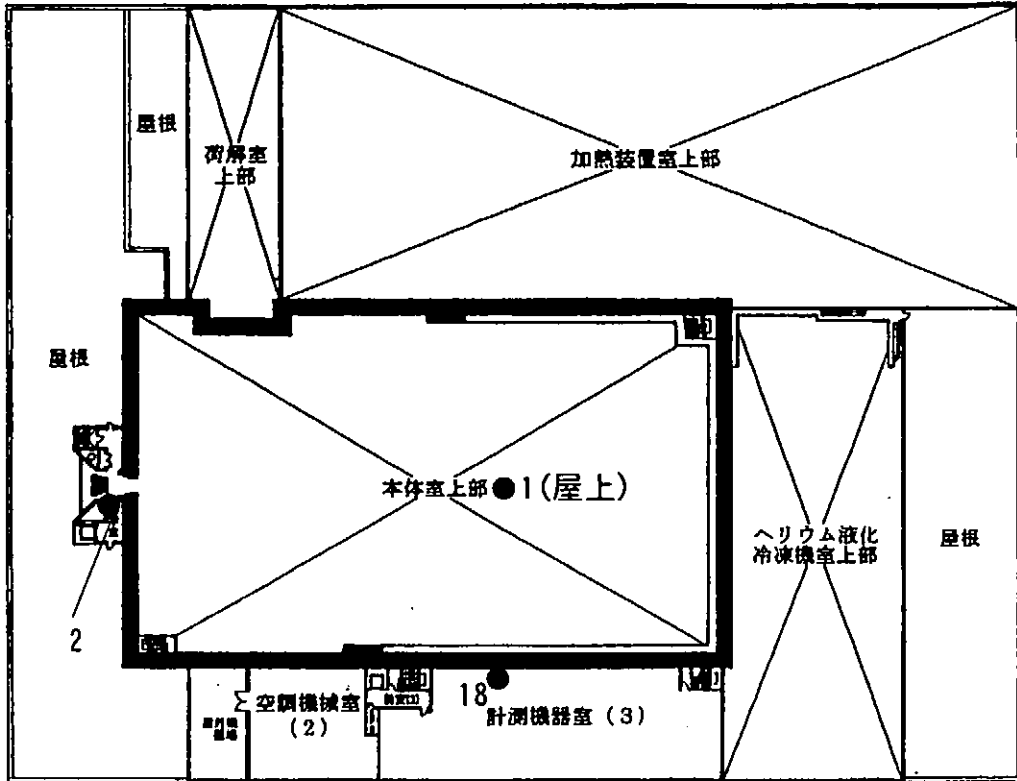
3.2.2 敷地境界での3ヶ月間積算線量測定

敷地境界6地点と敷地内1地点にTLDとガラス線量計を設置して線量測定を行っている。線量計各3個を簡易百葉箱内に3ヶ月間置き、その間の積算線量を測定した。

線量計の配置図を図3-2-6(1)に、測定結果を図3-2-6(2)に示す。測定地点によって線量レベルが異なる様子が観測されている。各測定地点での時間的な変化は小さい。

本体棟

2 F



1 F

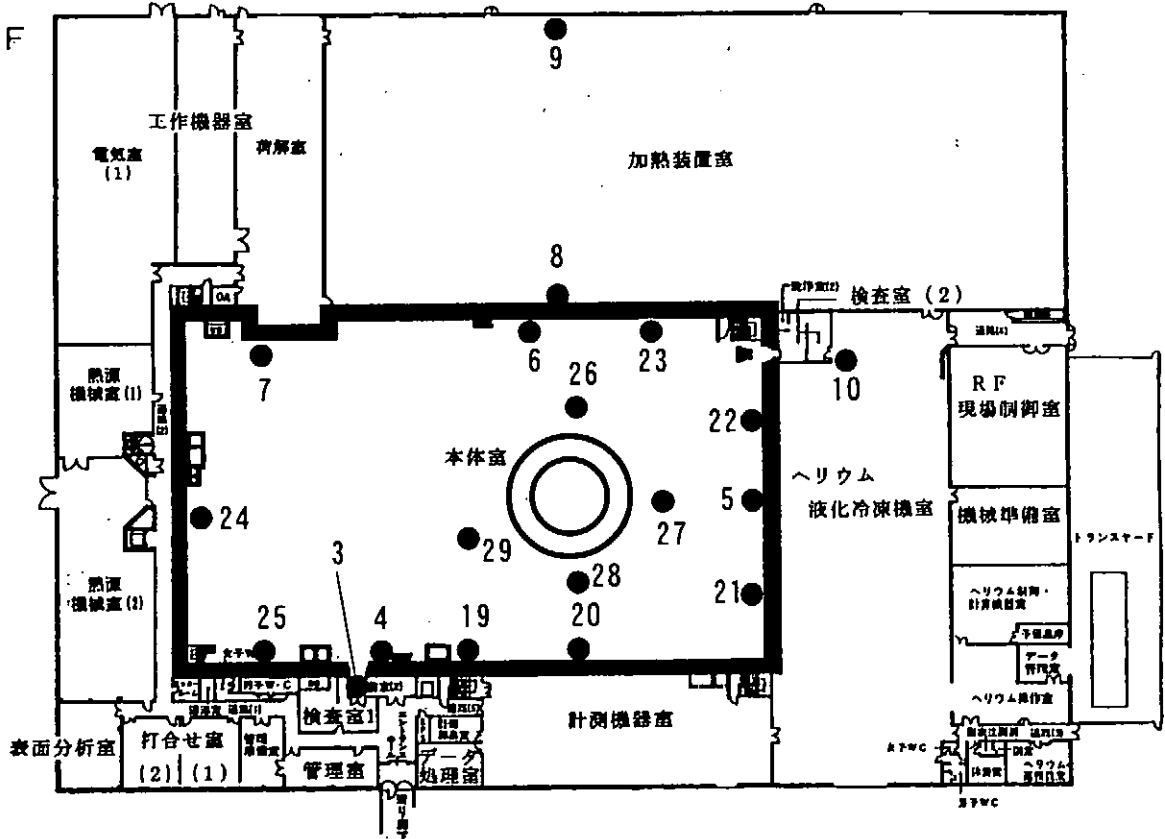
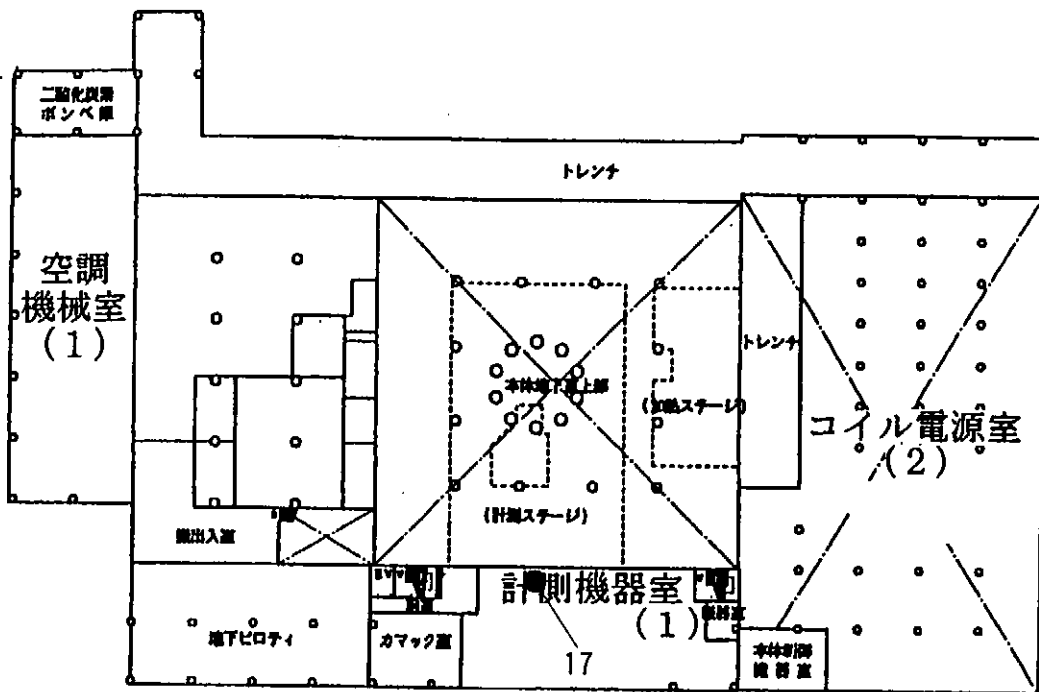


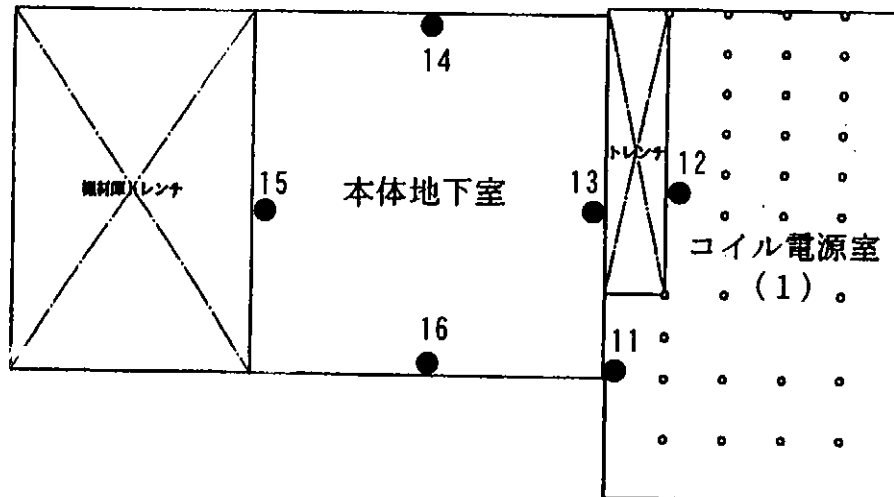
図 3-2-1 (1) 本体棟での測定

本体棟

B 1 F



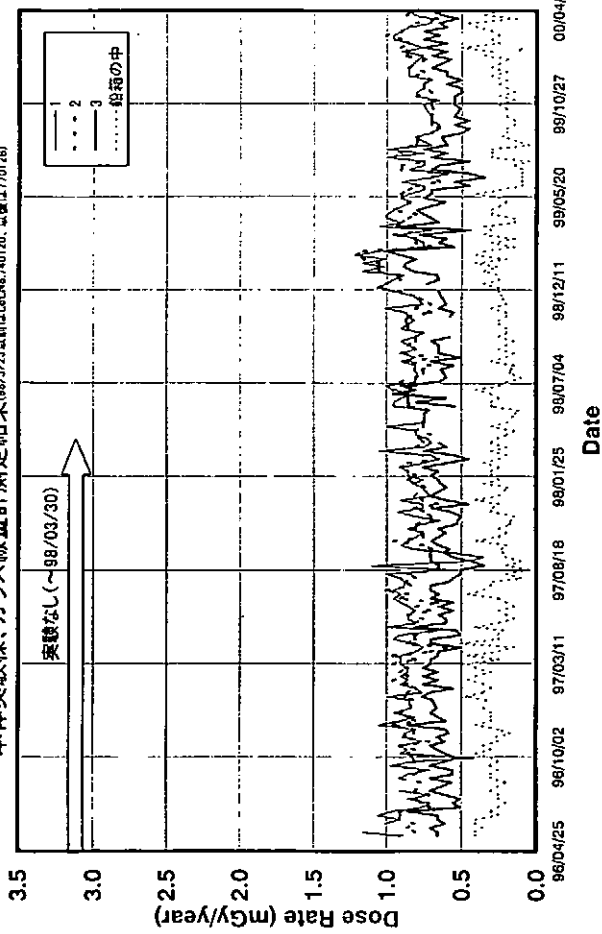
B 2 F



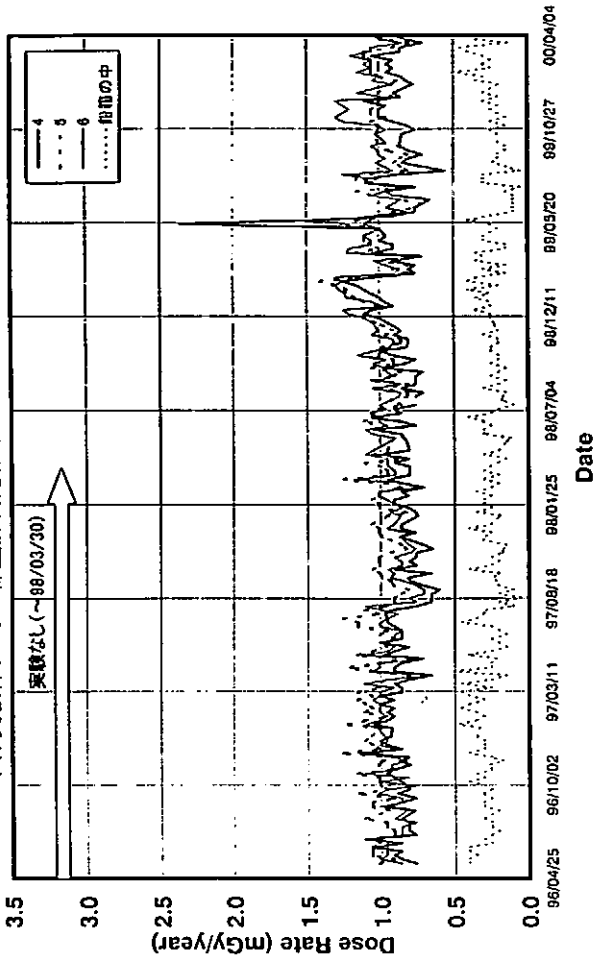
No	測定場所	No	測定場所	No	測定場所
1	屋上	11	コイル電源室B2F階段下	21	キャットウォーク東壁南
2	見学室	12	コイル電源室B2F北西	22	キャットウォーク東壁北
3	本体室入口正面	13	本体地下室東	23	キャットウォーク北壁東
4	本体室入口内側	14	本体地下室北	24	本体室西側
5	キャットウォーク東壁中	15	本体地下室西	25	本体室南壁西
6	キャットウォーク北壁中	16	本体地下室南	26	ステージAモニタ横
7	大型搬入口西	17	計測機器室B1F北	27	ステージBモニタ横
8	加熱装置室南	18	計測機器室2F北	28	ステージCモニタ横
9	加熱装置室北	19	キャットウォーク南壁中	29	ステージDモニタ横
10	ヘリウム液化機室西	20	キャットウォーク南壁東		

図 3-2-1(2) 本体棟での測定

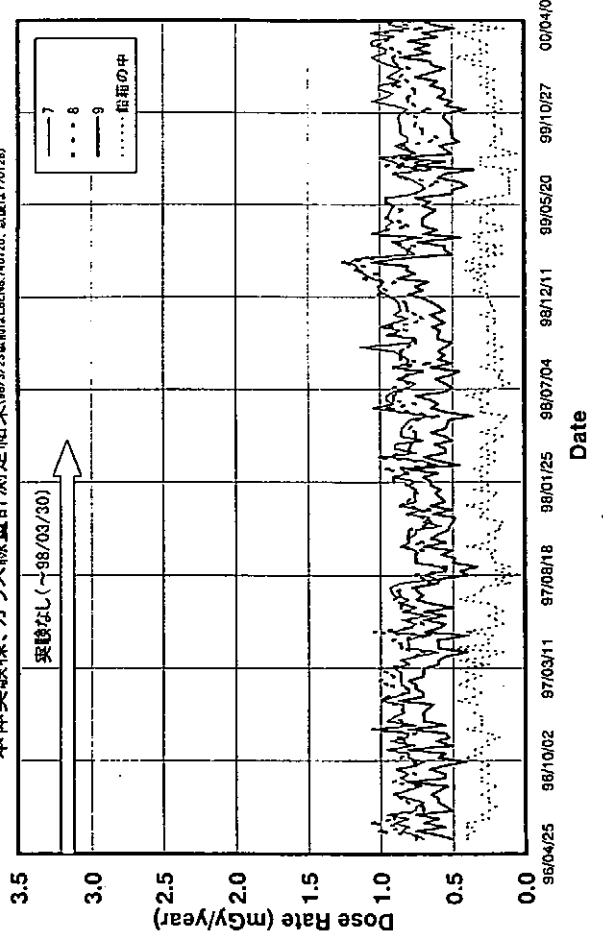
本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98/2/23以前はLaNo.740120, 以後は770126)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98/2/23以前はLaNo.740120, 以後は770120)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98/2/23以前はLaNo.740120, 以後は770126)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98/2/23以前はLaNo.740120, 以後は770120)

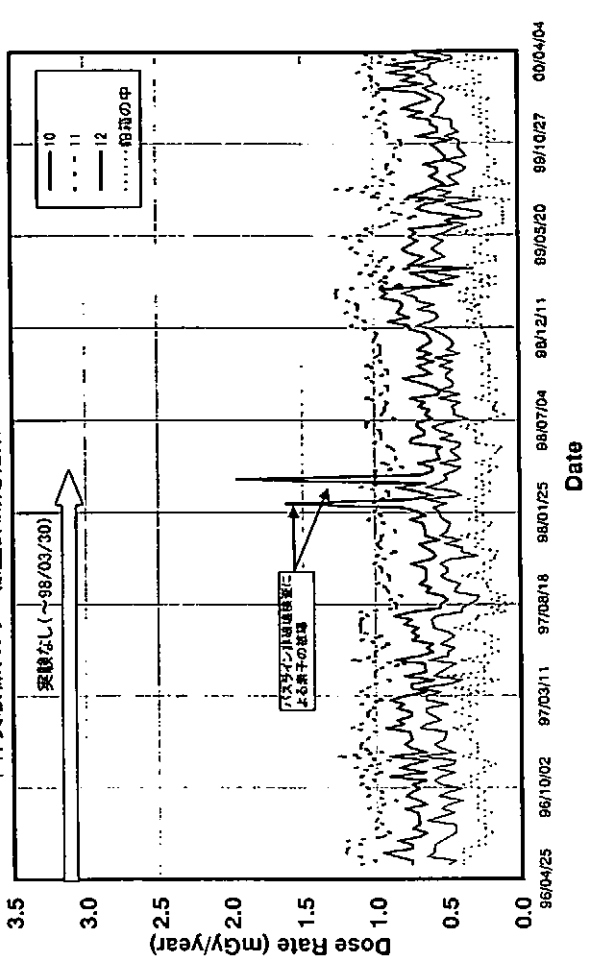
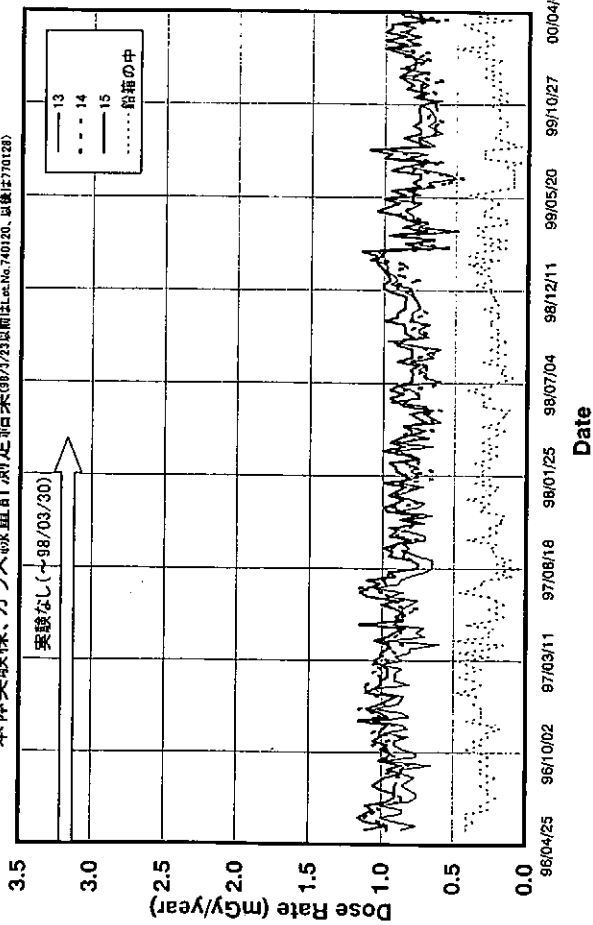


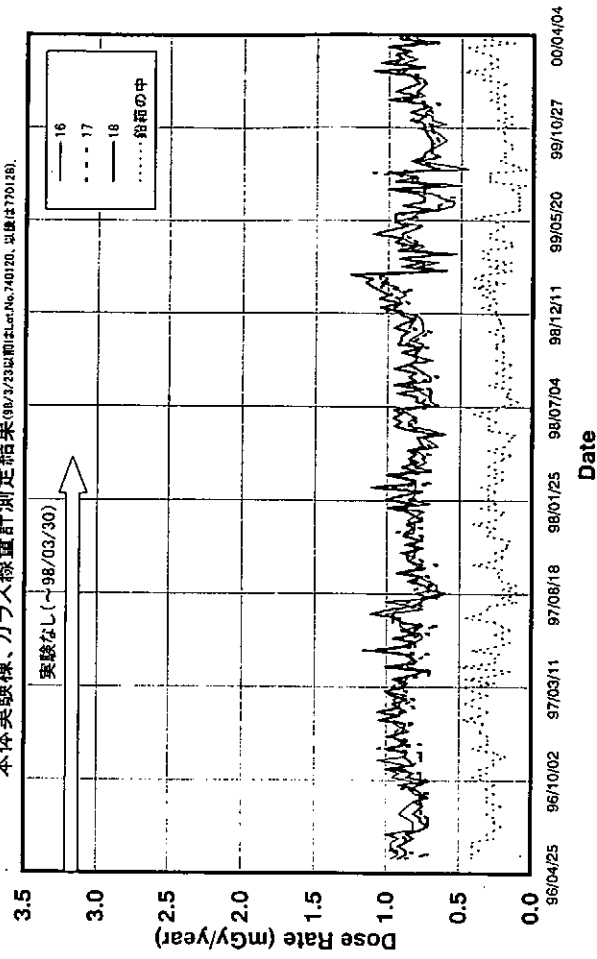
図 3-2-1(3)

本体棟での測定

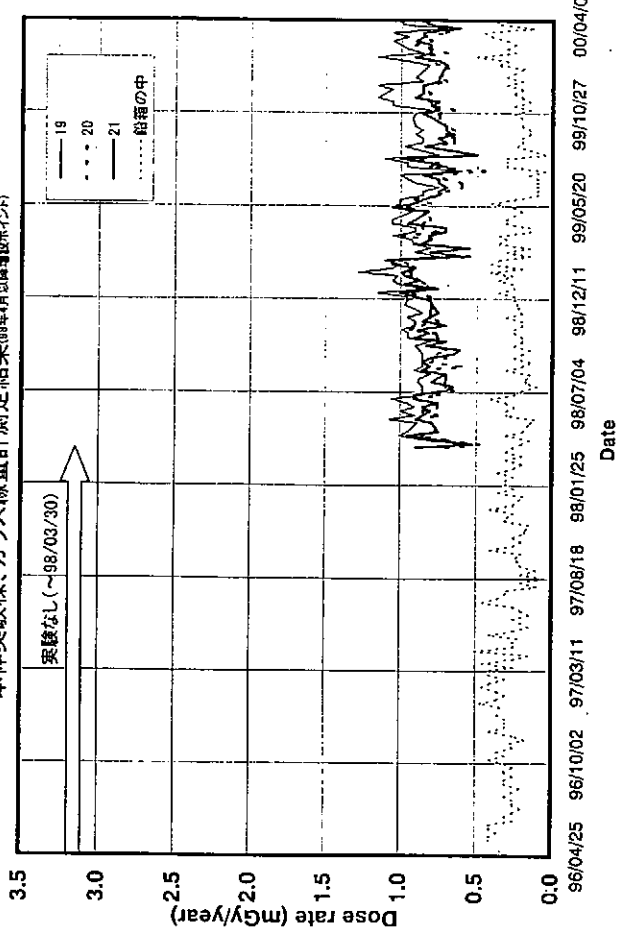
本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98/2/23以前はNo.740120、以後は770128)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98/2/23以前はNo.740120、以後は770128)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98年4月以降増設ポイント)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98年4月以降増設ポイント)

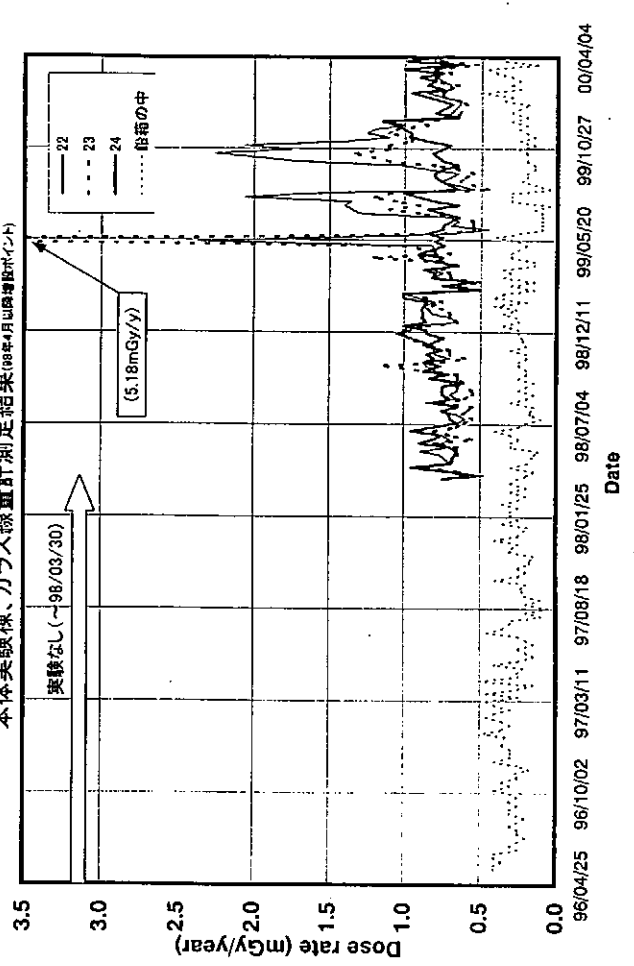
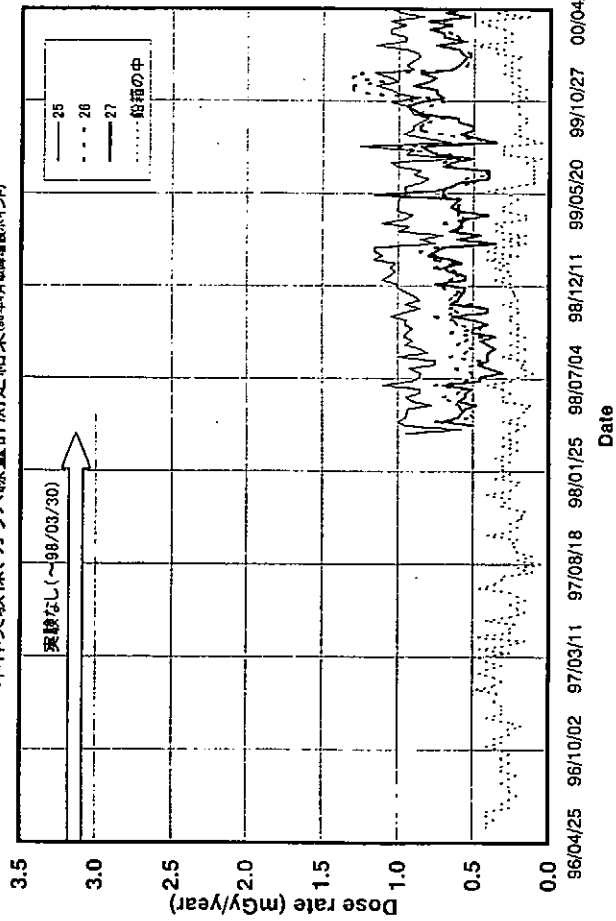


図 3-2-1(4) 本体棟での測定

本体実験棟、ガラス線量計測定結果(96年4月以降増設ポイント)



本体実験棟、ガラス線量計測定結果(98年4月以降増設ポイント)

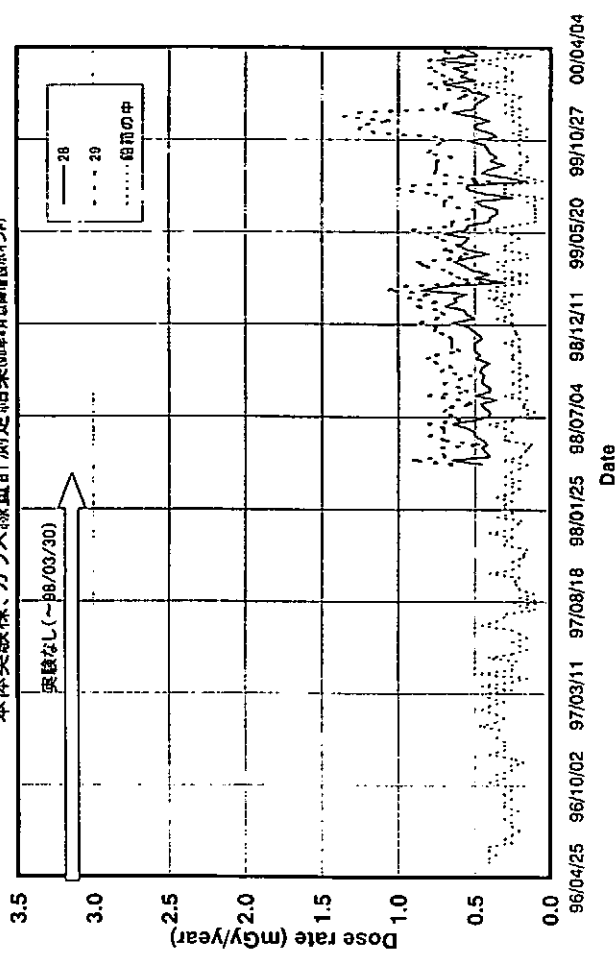


図 3-2-1(5) 本体棟での測定

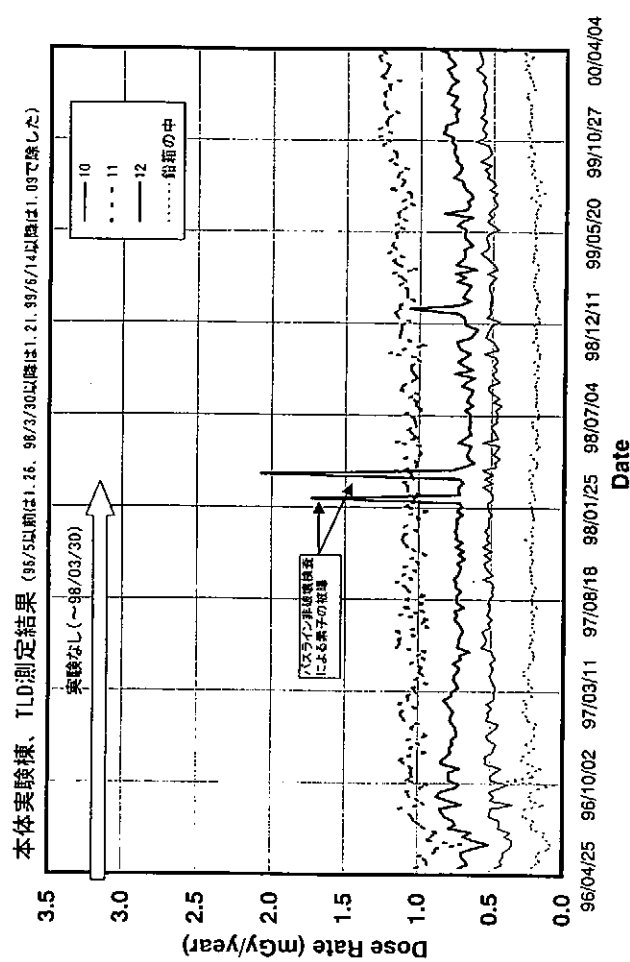
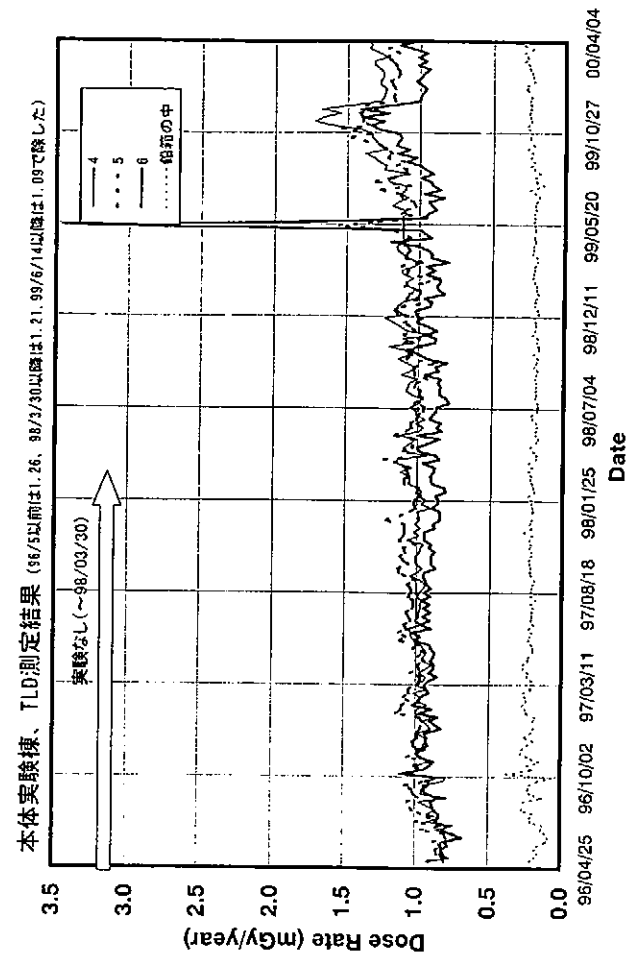
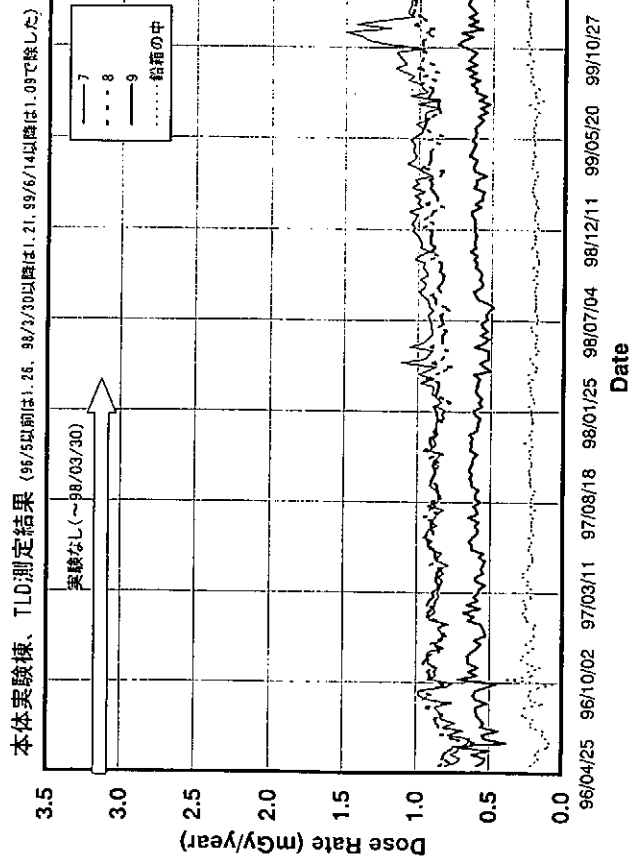
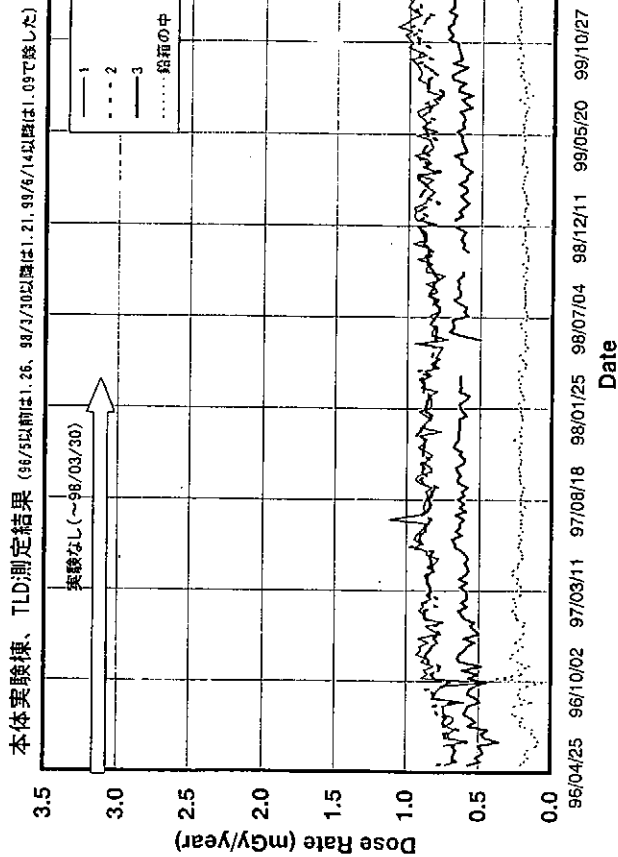


図 3-2-1(6) 本体棟での測定

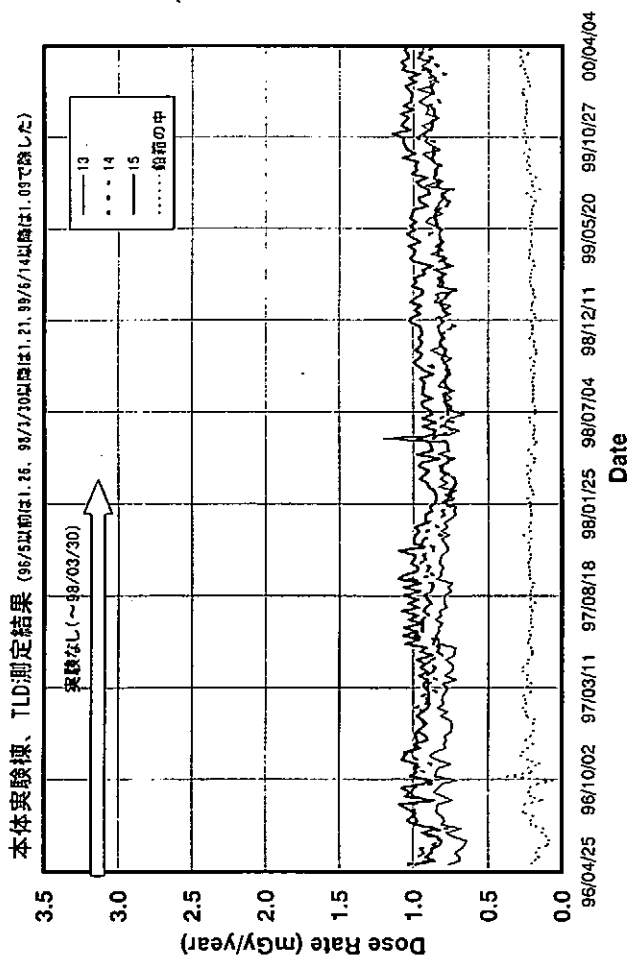
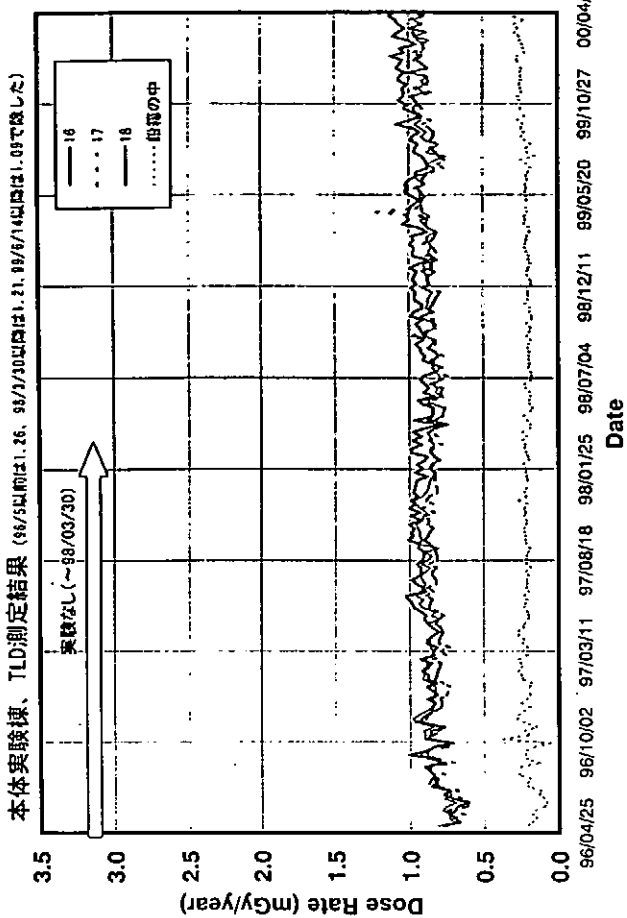
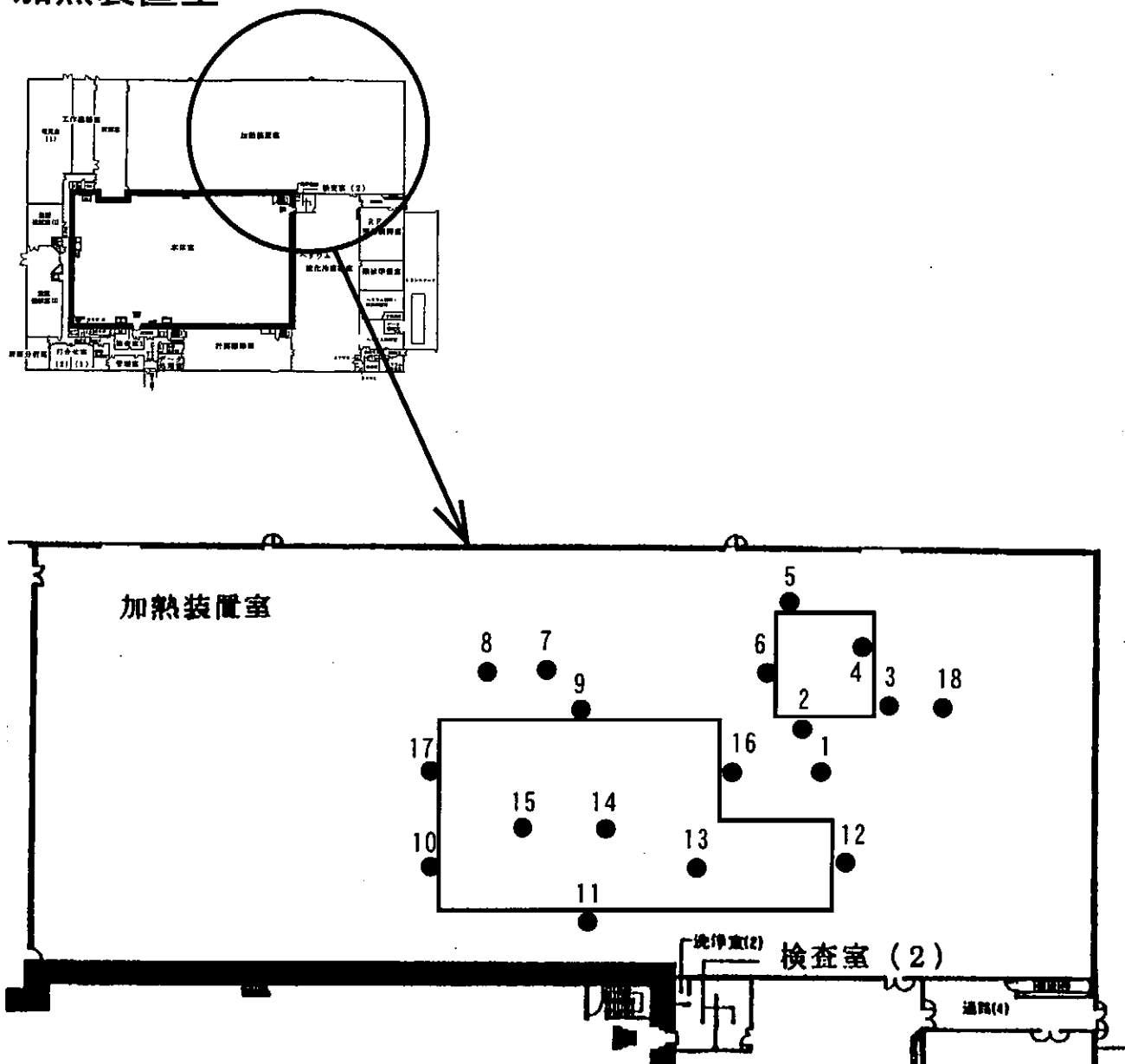


図 3-2-1(7) 本体棟での測定

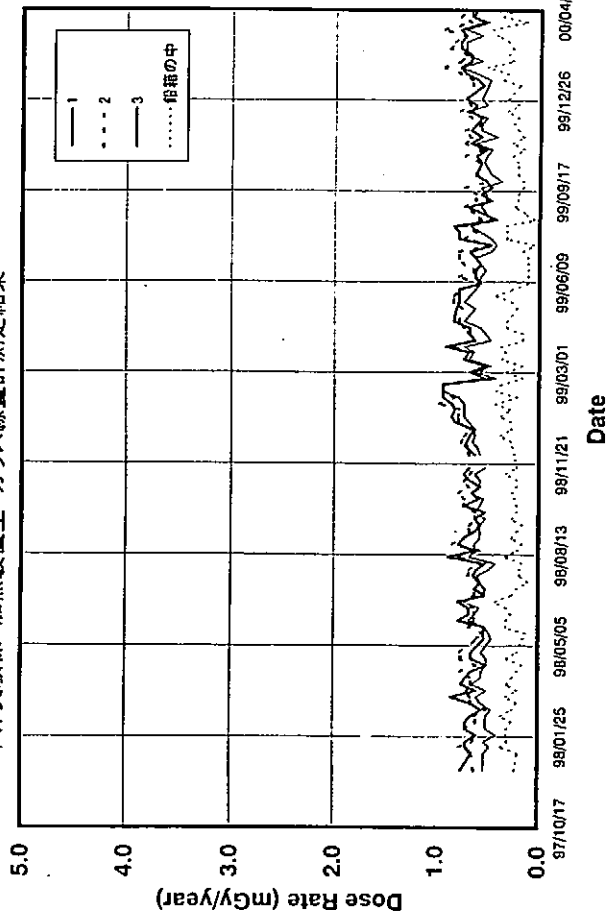
加熱装置室



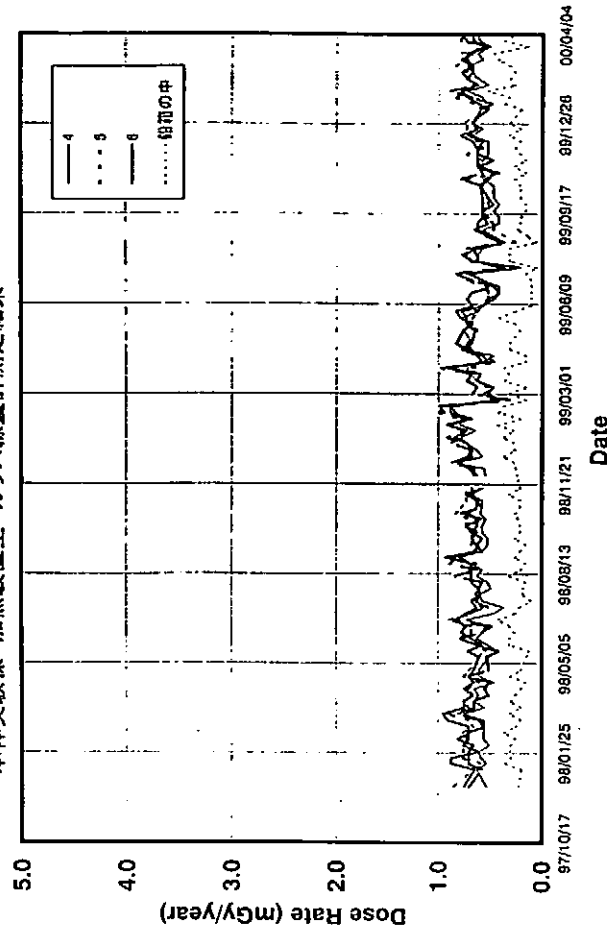
No	測定場所	No	測定場所	No	測定場所
1	操作盤(80kV)	7	操作盤(50kV域) 東側	13	ジャイロトロン #5 近傍
2	80kV域 フェンス 南	8	操作盤(50kV域) 西側	14	ジャイロトロン #3 近傍
3	80kV域 フェンス 東	9	50kV域 フェンス 北	15	ジャイロトロン #1 近傍
4	80kV域 フェンス内側 モニタ横	10	50kV域 フェンス 西	16	50kV域 フェンス 北東
5	80kV域 フェンス 北	11	50kV域 フェンス 南	17	50kV域 フェンス 北西
6	80kV域 フェンス 西	12	50kV域 フェンス 東	18	80kV域 フェンス 東(遠距離)

図 3-2-2(1) 本体棟加熱装置室での測定

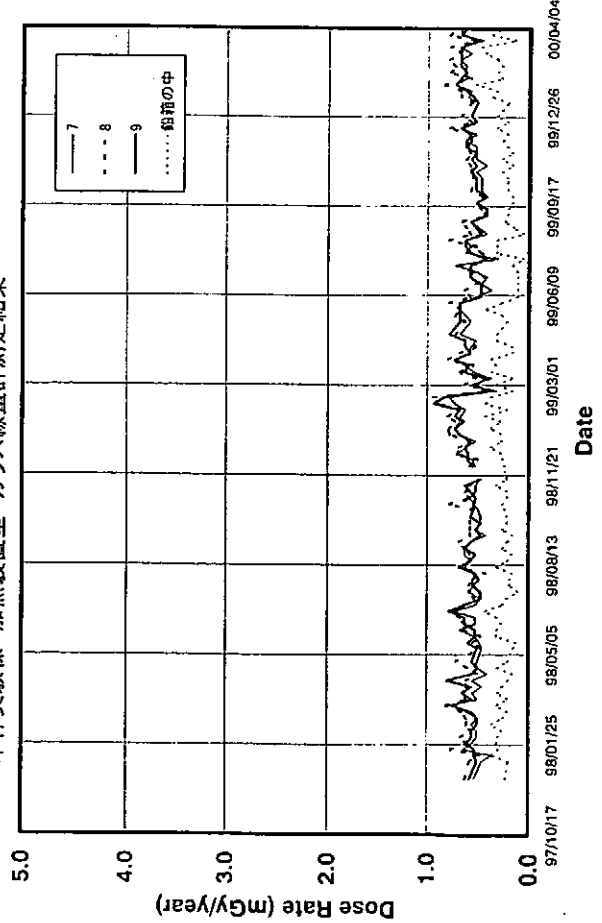
本体実験棟 加熱装置室 ガラス線量計測定結果



本体実験棟 加熱装置室 ガラス線量計測定結果



本体実験棟 加熱装置室 ガラス線量計測定結果



本体実験棟 加熱装置室 ガラス線量計測定結果

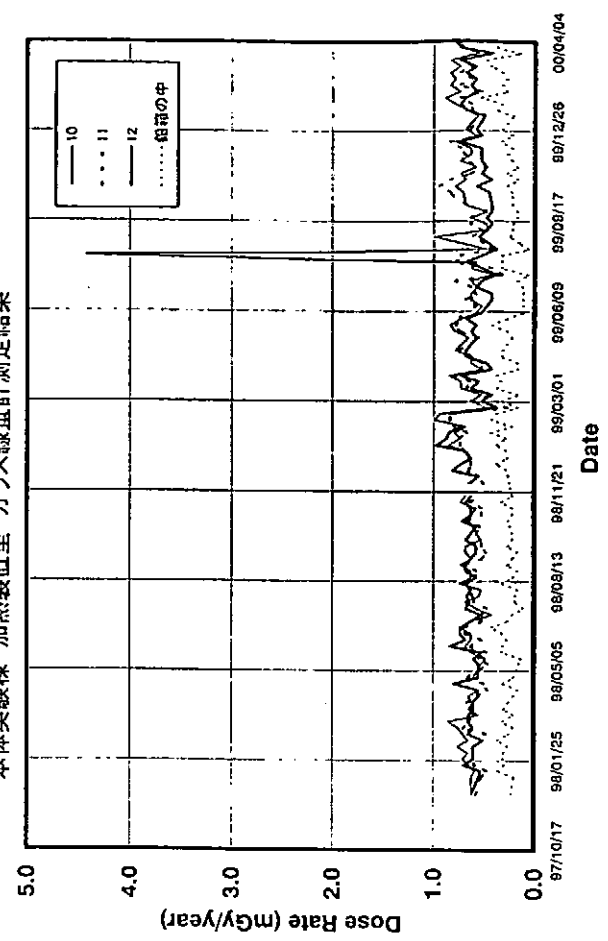
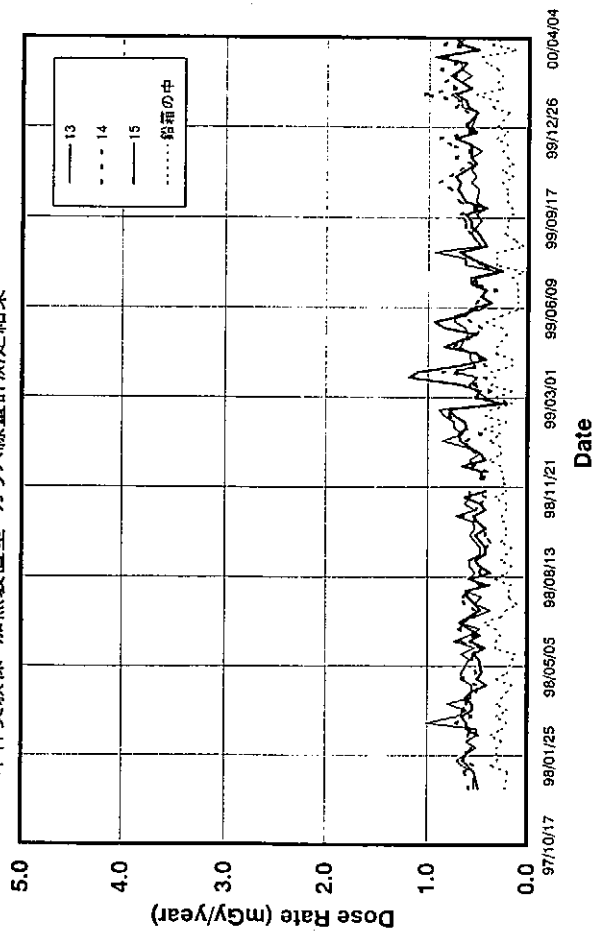


図 3-2-2(2) 本体棟加熱装置室での測定

本体実験棟 加熱装置室 ガラス線量計測定結果



本体実験棟 加熱装置室 ガラス線量計測定結果

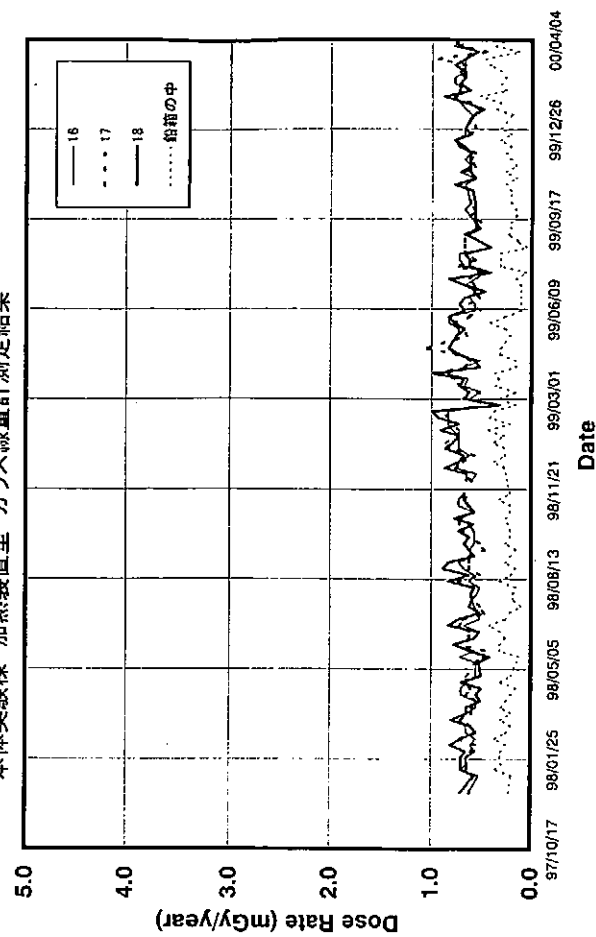
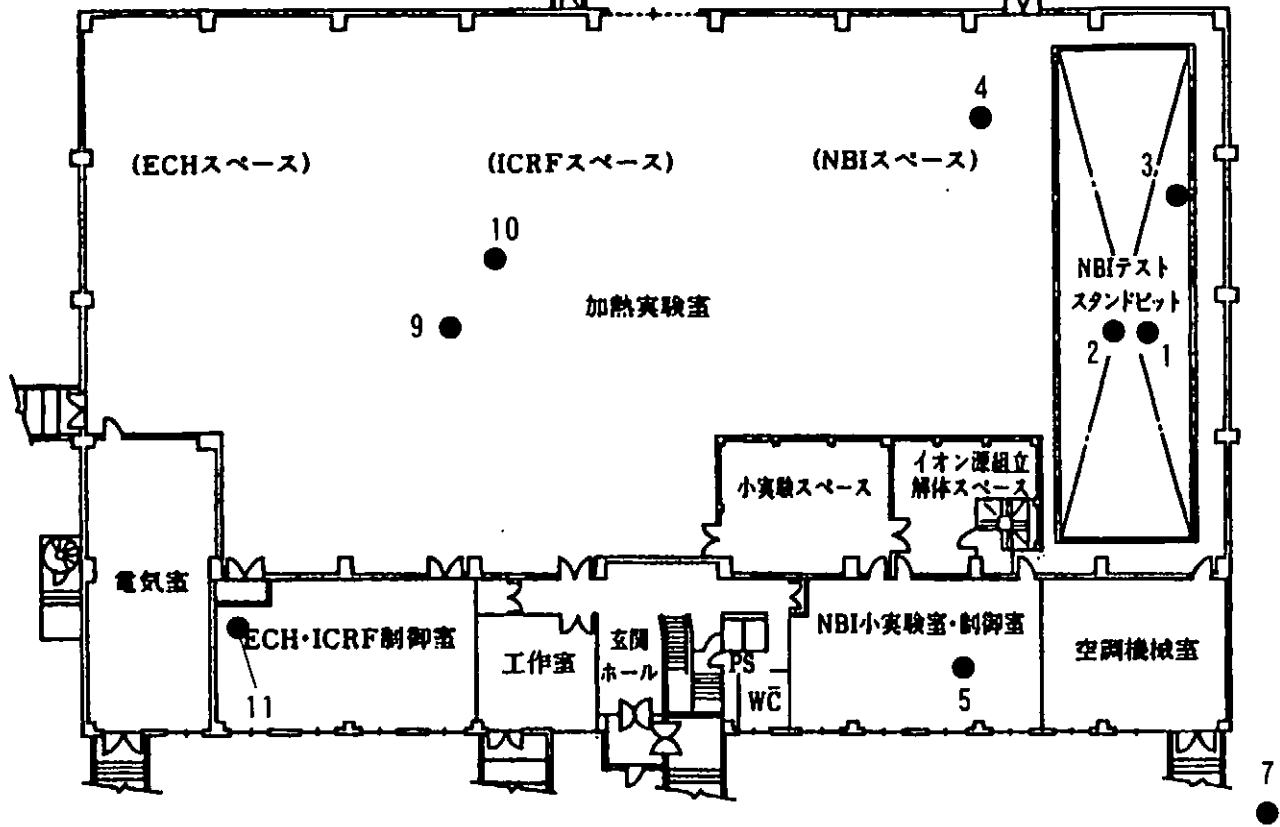


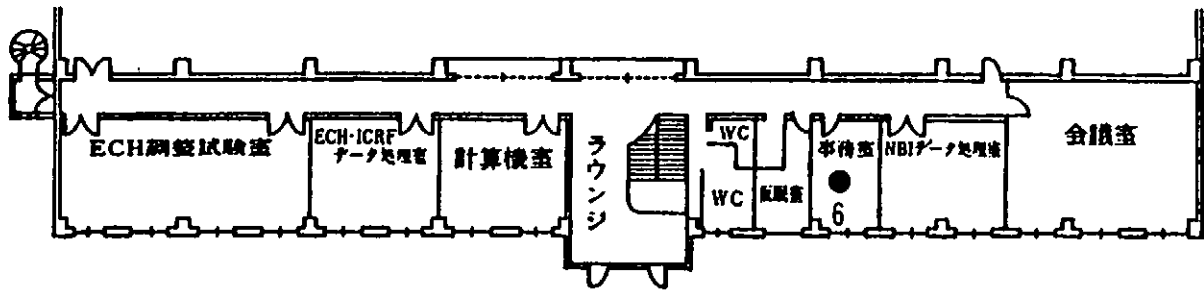
図 3-2-2(3) 本体棟加熱装置室での測定

加熱棟

1階



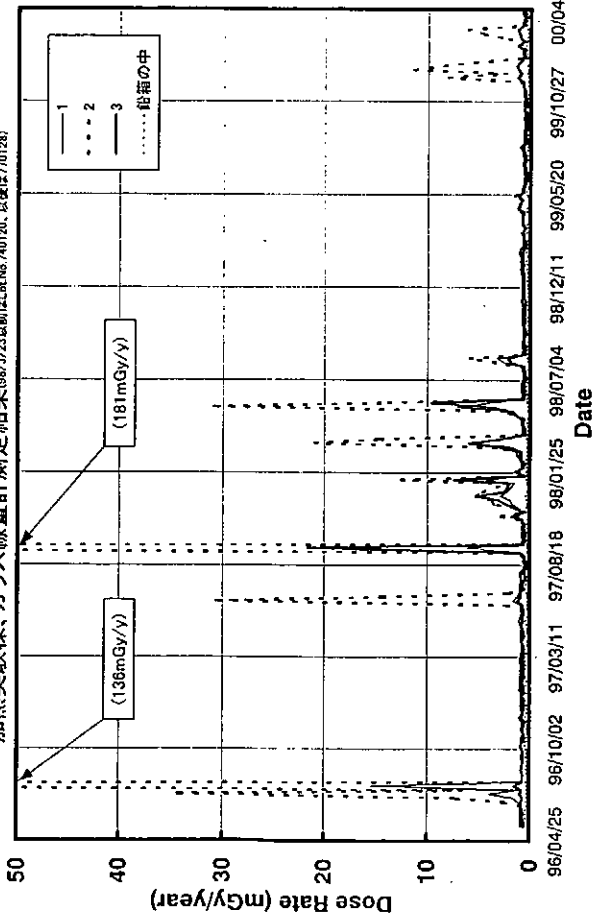
2階



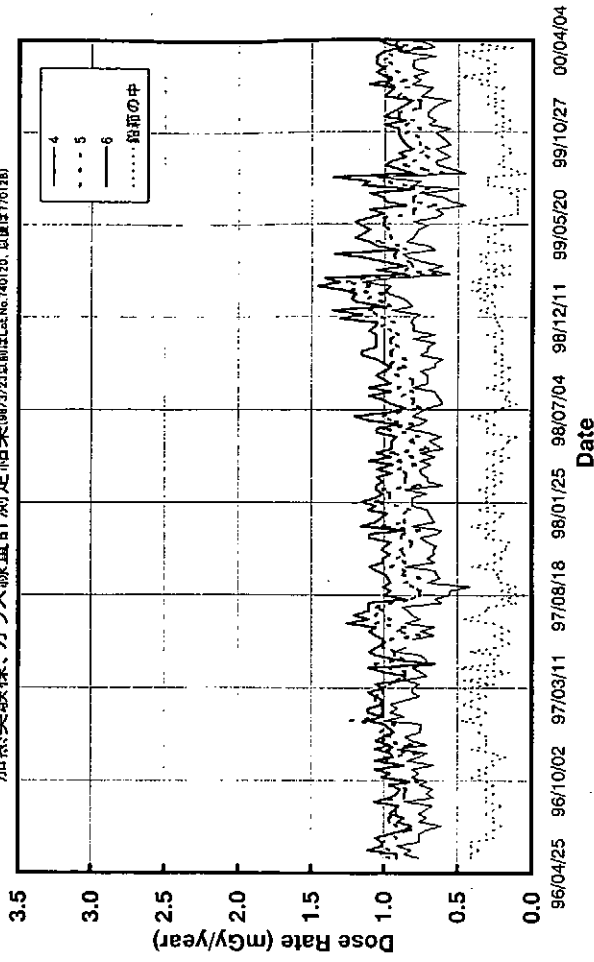
No	測定場所	No	測定場所
1	NBI装置上部	7	加熱棟東
2	NBI装置窓部	8	加熱棟北山上
3	NBI横モニタ	9	ECH装置横
4	NBI液化機横	10	ECH制御盤上
5	NBI制御室机裏	11	ECH制御室
6	加熱棟事務室		

図 3-2-3(1) 加熱棟での測定

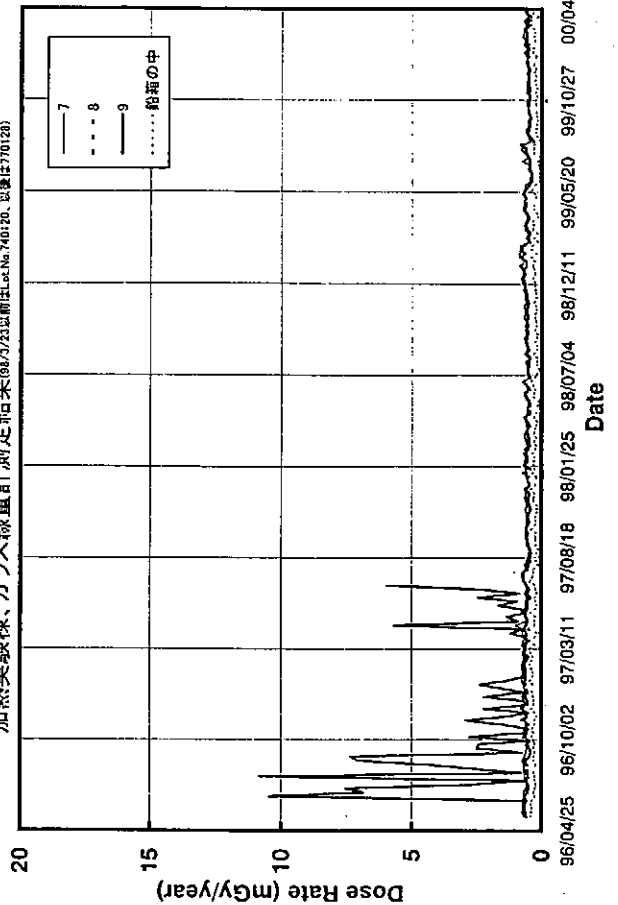
加熱実験棟、ガラス線量計測定結果(98/3/23以前はLot.No.740120, 以後は770128)



加熱実験棟、ガラス線量計測定結果(98/3/23以前はLot.No.740120, 以後は770128)



加熱実験棟、ガラス線量計測定結果(98/3/23以前はLot.No.740120, 以後は770128)



加熱実験棟、ガラス線量計測定結果(98/3/23以前はLot.No.740120, 以後は770128)

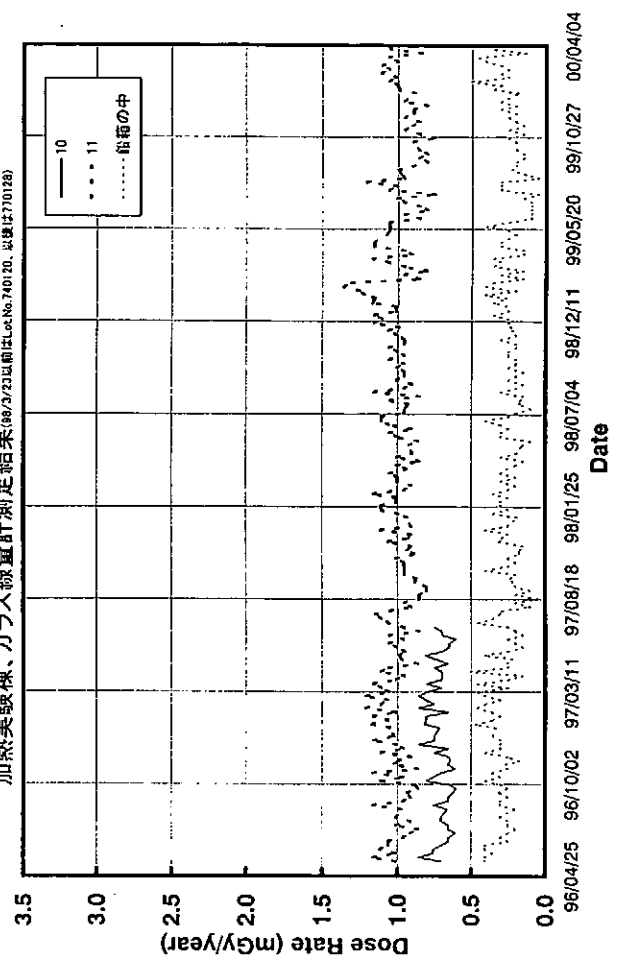


図 3-2-3(2) 加熱棟での測定

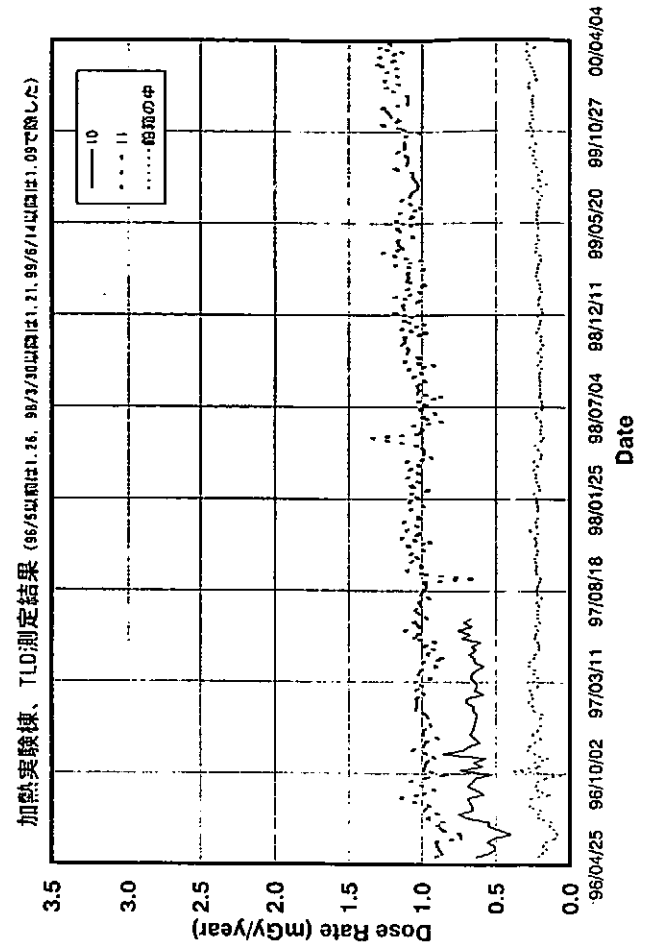
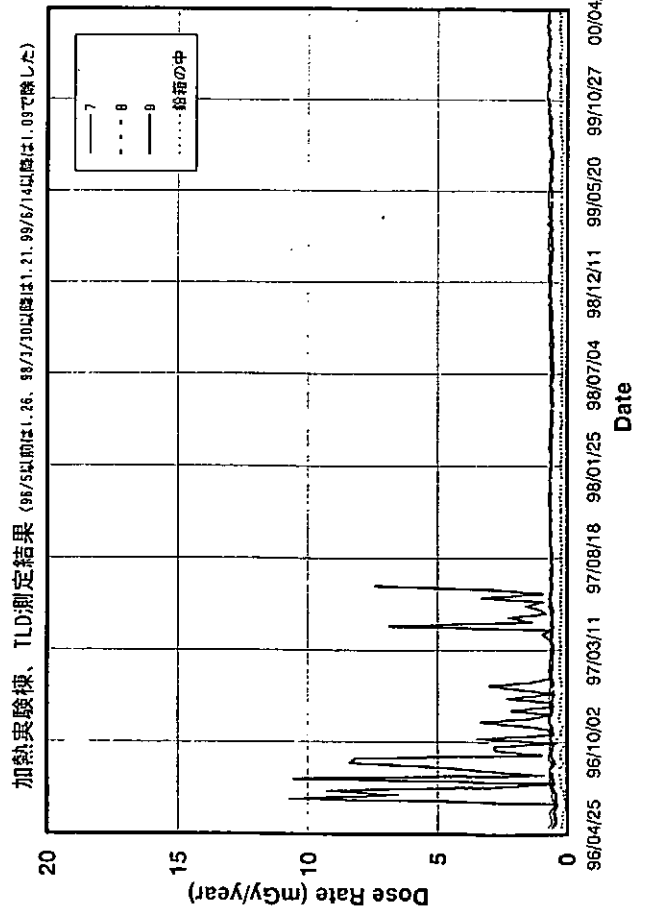
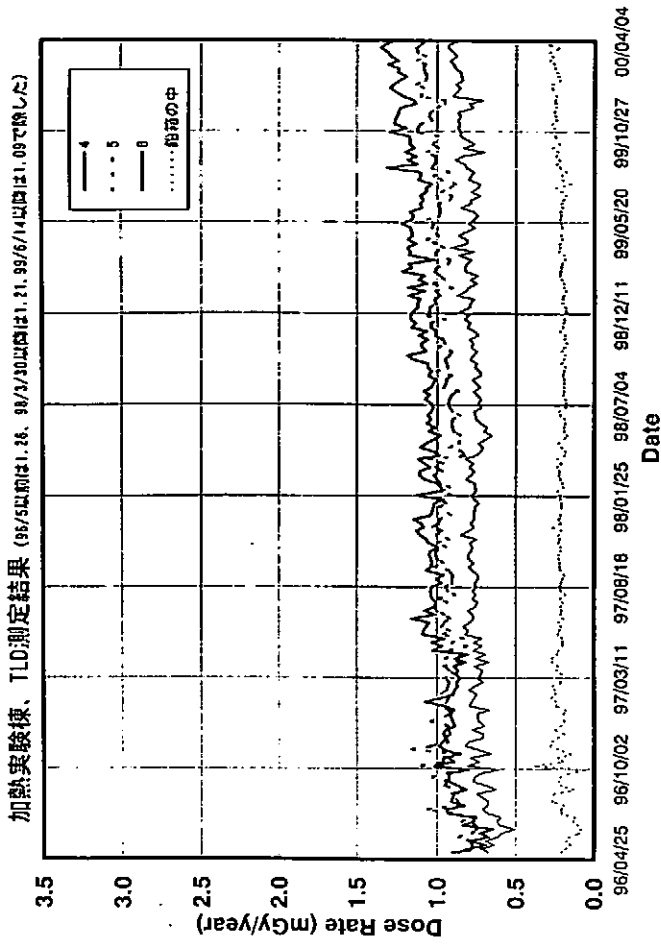
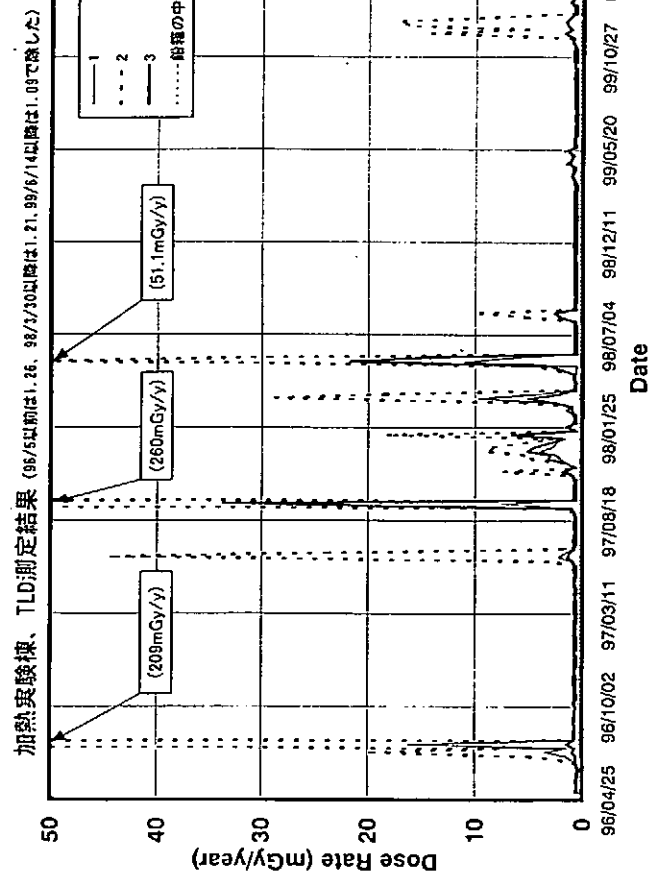
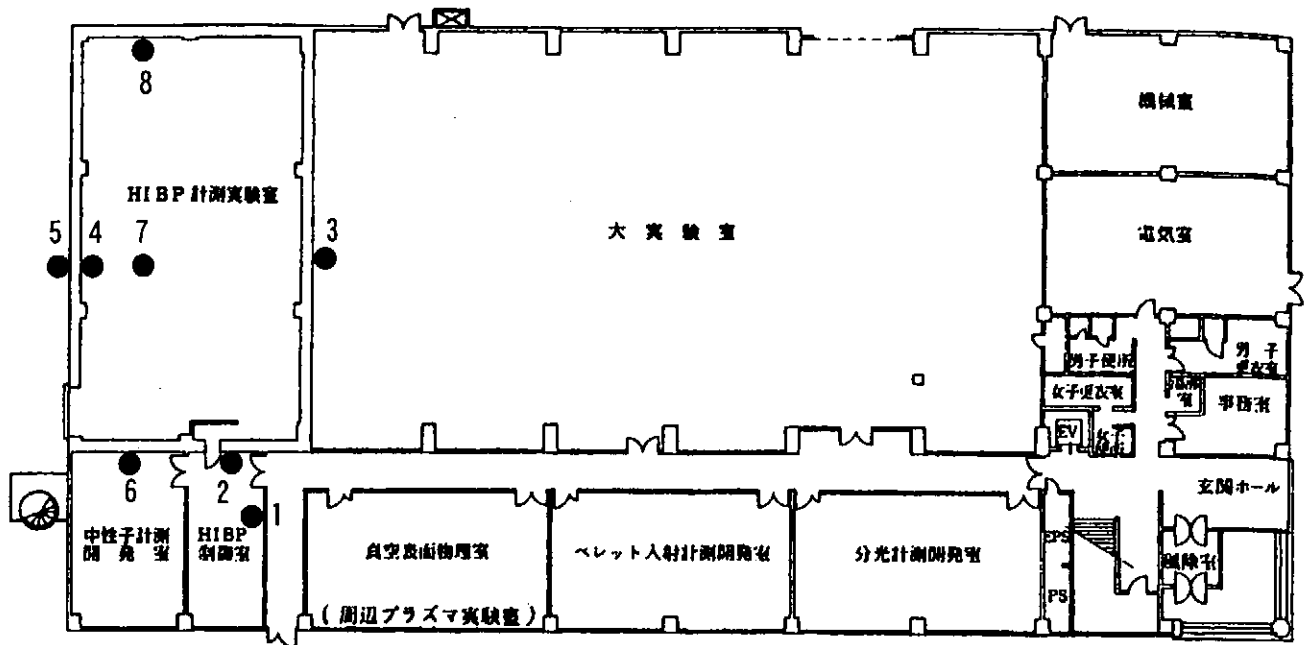


図 3-2-3(3) 加熱棟での測定

計測棟

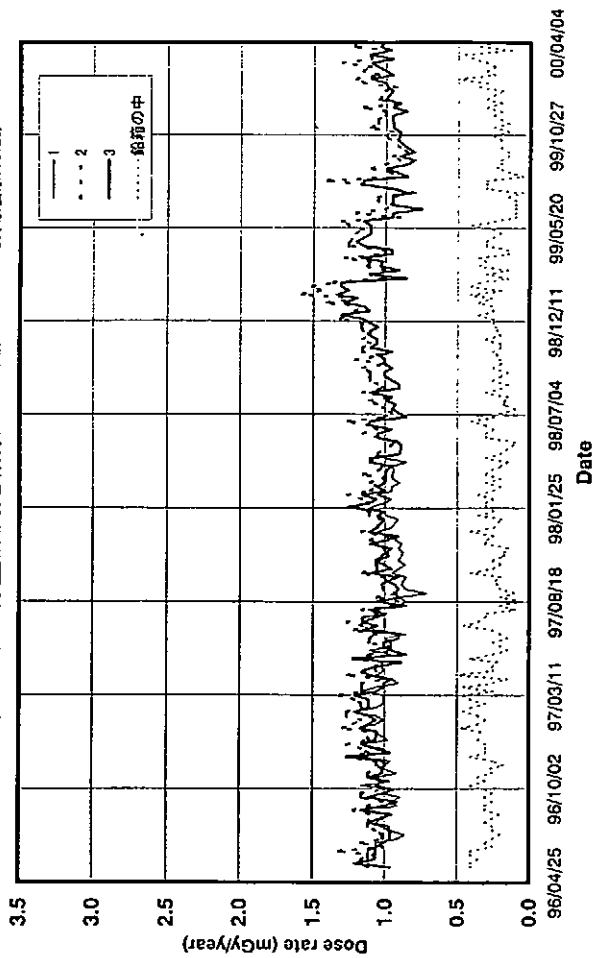
1 F



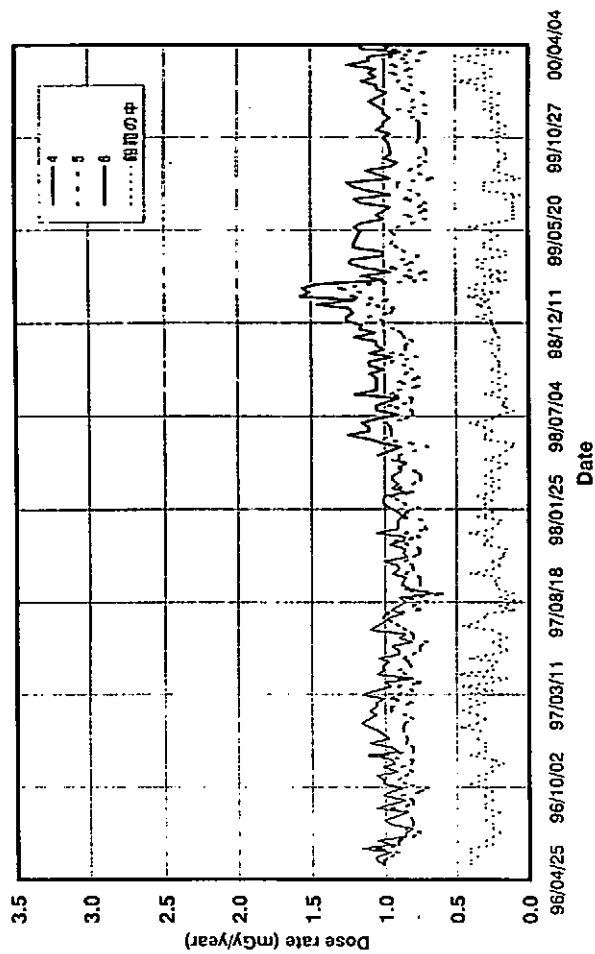
No	測定場所	No	測定場所
1	ビデオ制御盤	5	HIBP室西壁外
2	HIBP室入口外	6	中性子計測室
3	大実験室西壁	7	HIBP直下
4	HIBP室西壁内	8	HIBP北壁

図 3-2-4(1) 計測棟での測定

計測実験棟、ガラス線量計測定結果(88/3/23以前はLot.No.740120、以後は770128)



計測実験棟、ガラス線量計測定結果(88/3/23以前はLot.No.740120、以後は770128)



計測実験棟、ガラス線量計測定結果(88/3/23以後は770128)

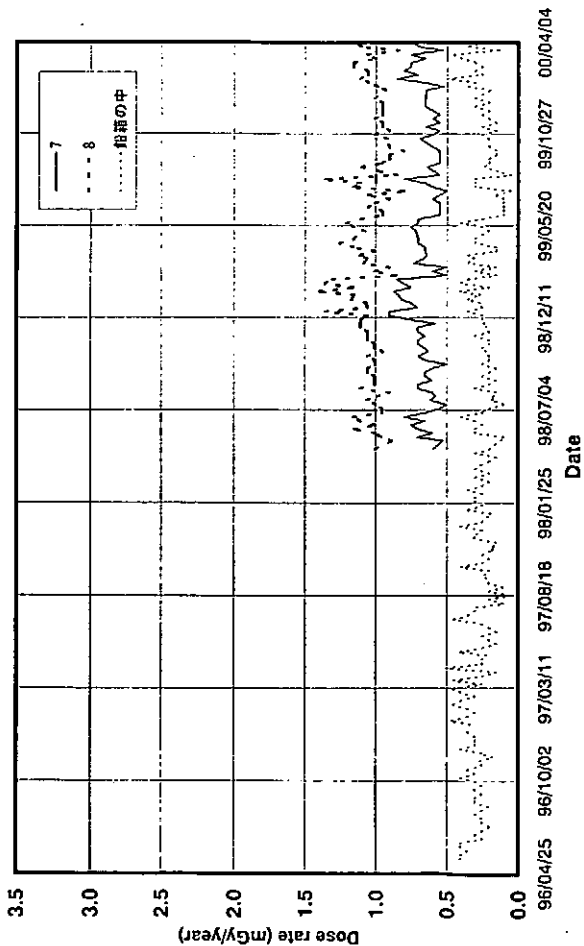
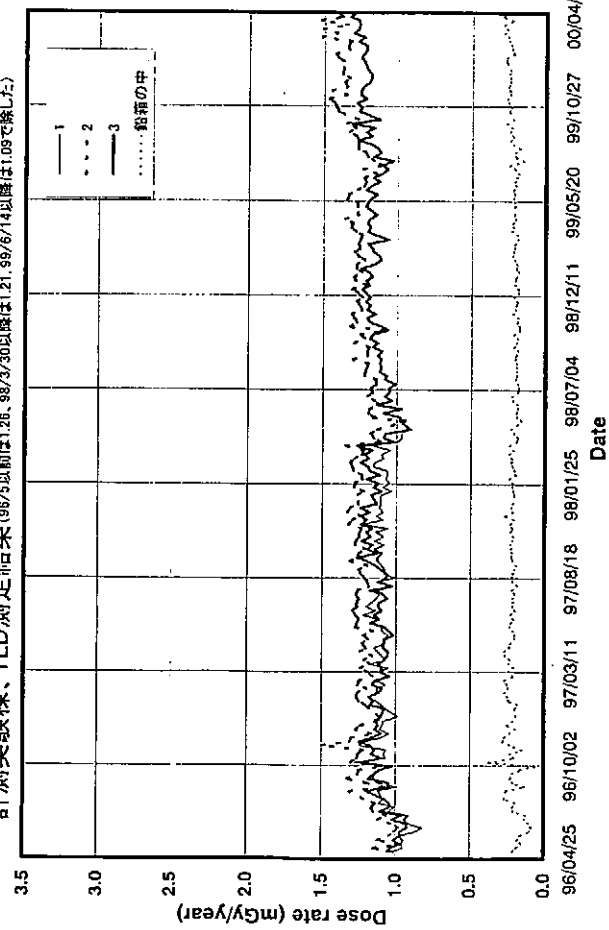
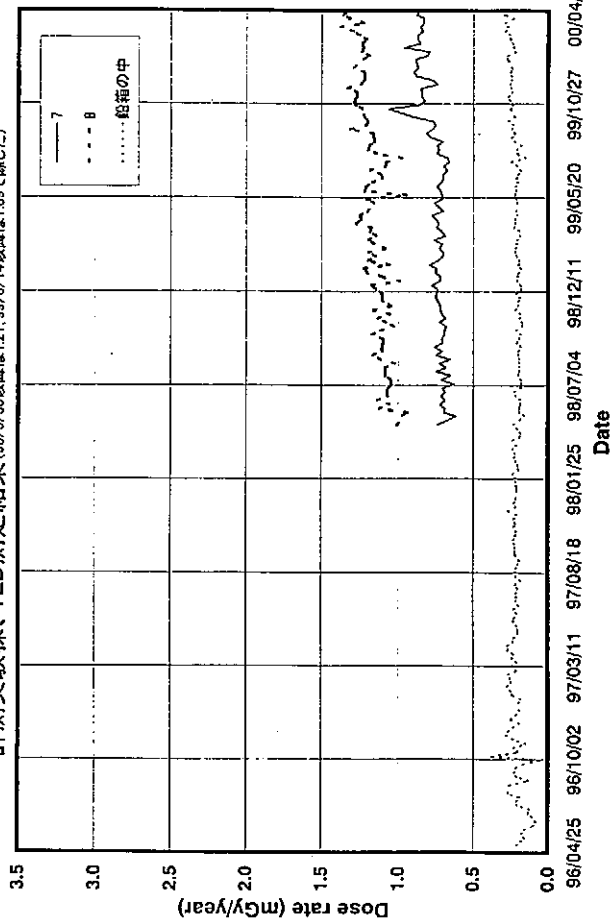


図 3-2-4(2) 計測棟での測定

計測実験棟、TLD測定結果 (96/5以前は1.26、98/3/30以降は1.21、99/6/14以降は1.09で除した)



計測実験棟、TLD測定結果 (98/3/30以降は1.21、99/6/14以降は1.09で除した)



計測実験棟、TLD測定結果 (96/5以前は1.26、98/3/30以降は1.21、99/6/14以降は1.09で除した)

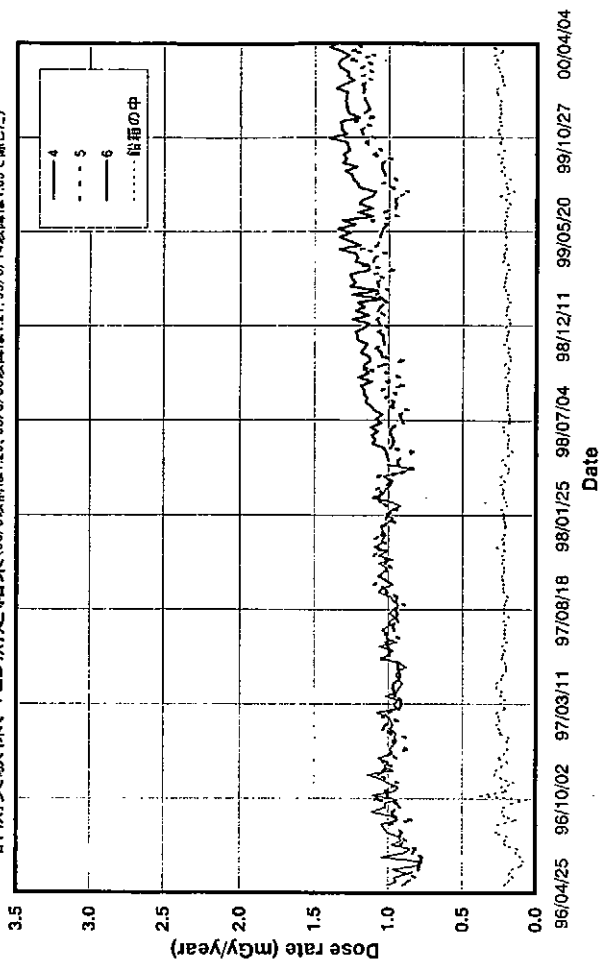
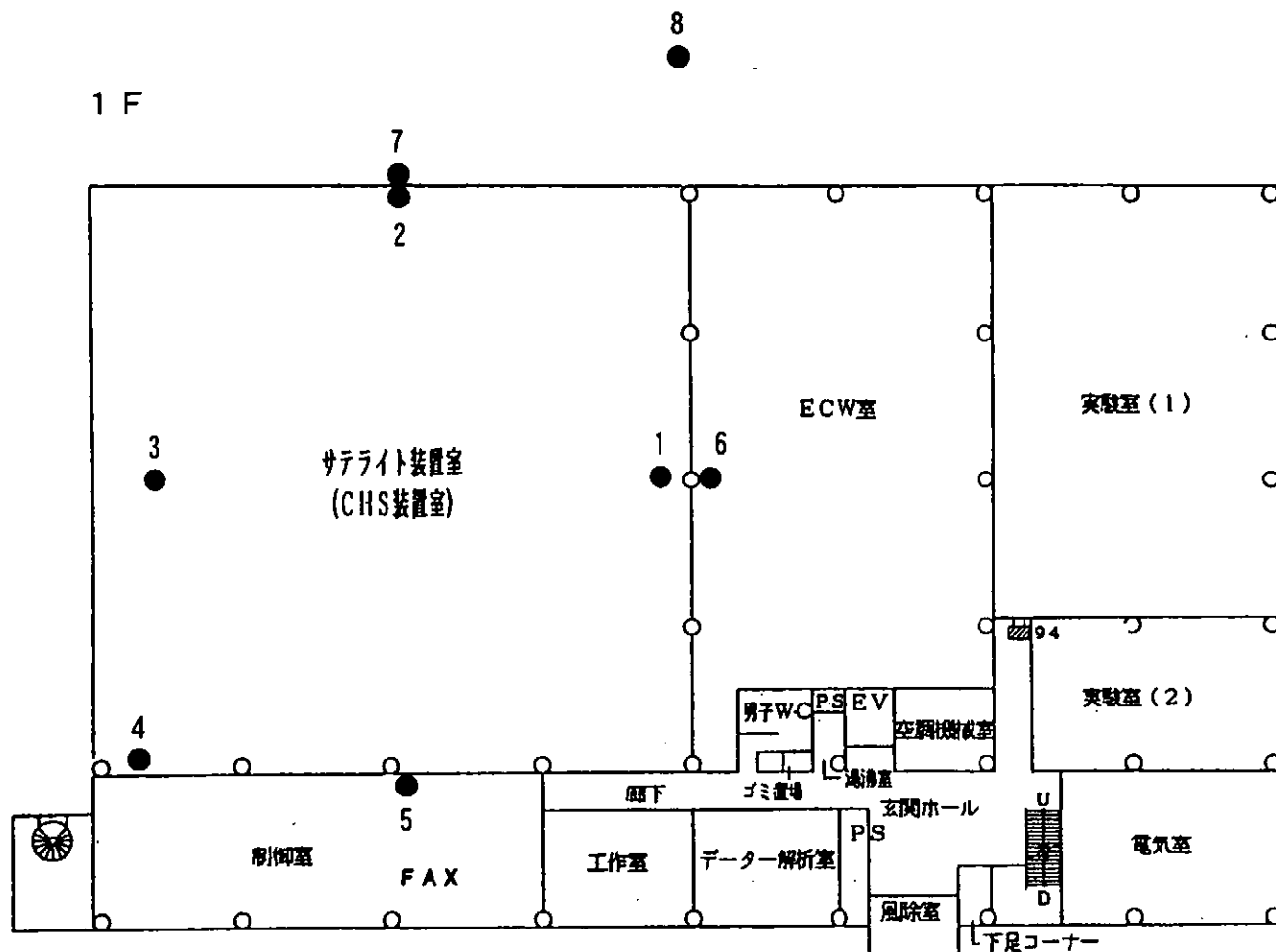


図 3-2-4(3) 計測棟での測定

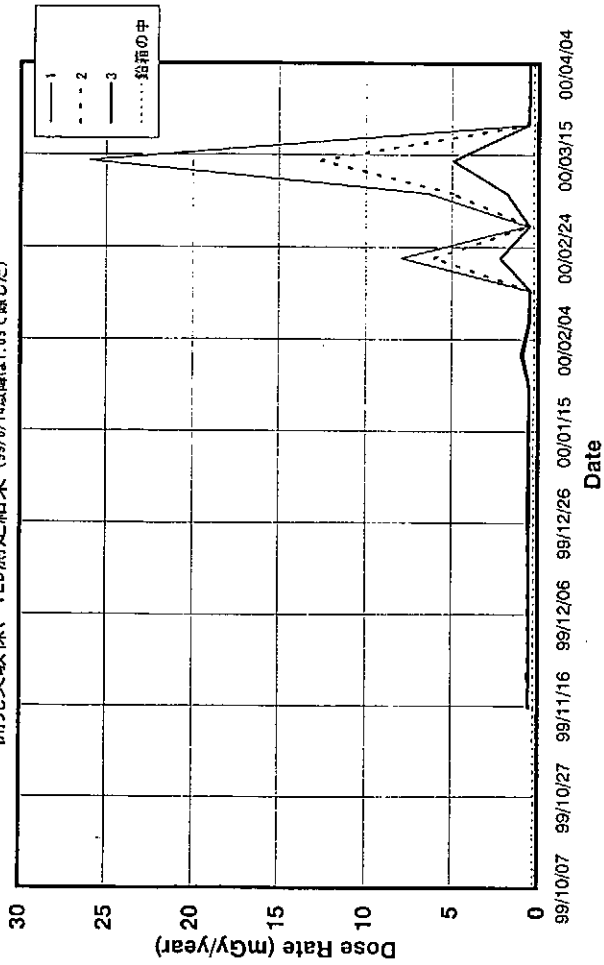
開発棟



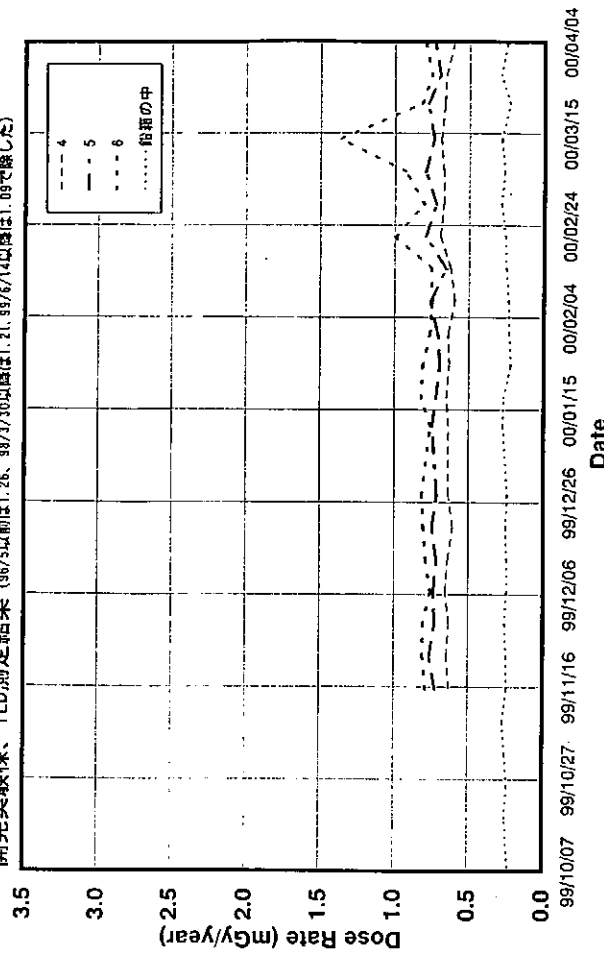
No	測定場所	No	測定場所
1	東側空調ユニット	5	南側制御室壁
2	北側壁	6	東側ECW室壁
3	西側電源BOX	7	北側外壁
4	前室壁	8	北側山頂付近

図 3-2-5(1) 開発棟での測定

開発実験棟、TLD測定結果 (99/6/14以降は1.09で除した)



開発実験棟、TLD測定結果 (96/5以前は1.26、98/3/30以降は1.21、99/6/14以降は1.09で除した)



開発実験棟、TLD測定結果 (96/5以前は1.26、98/3/30以降は1.21、99/6/14以降は1.09で除した)

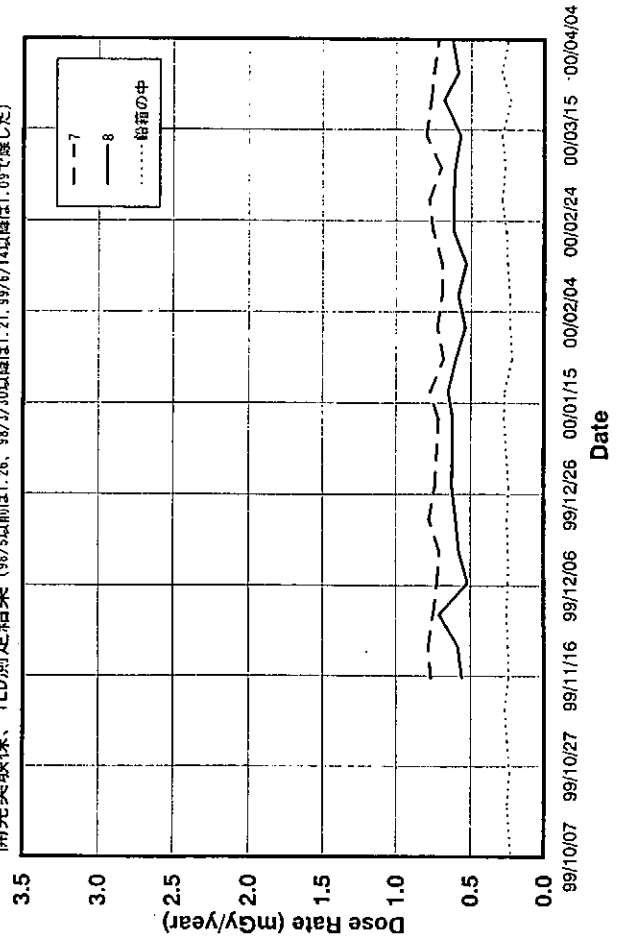
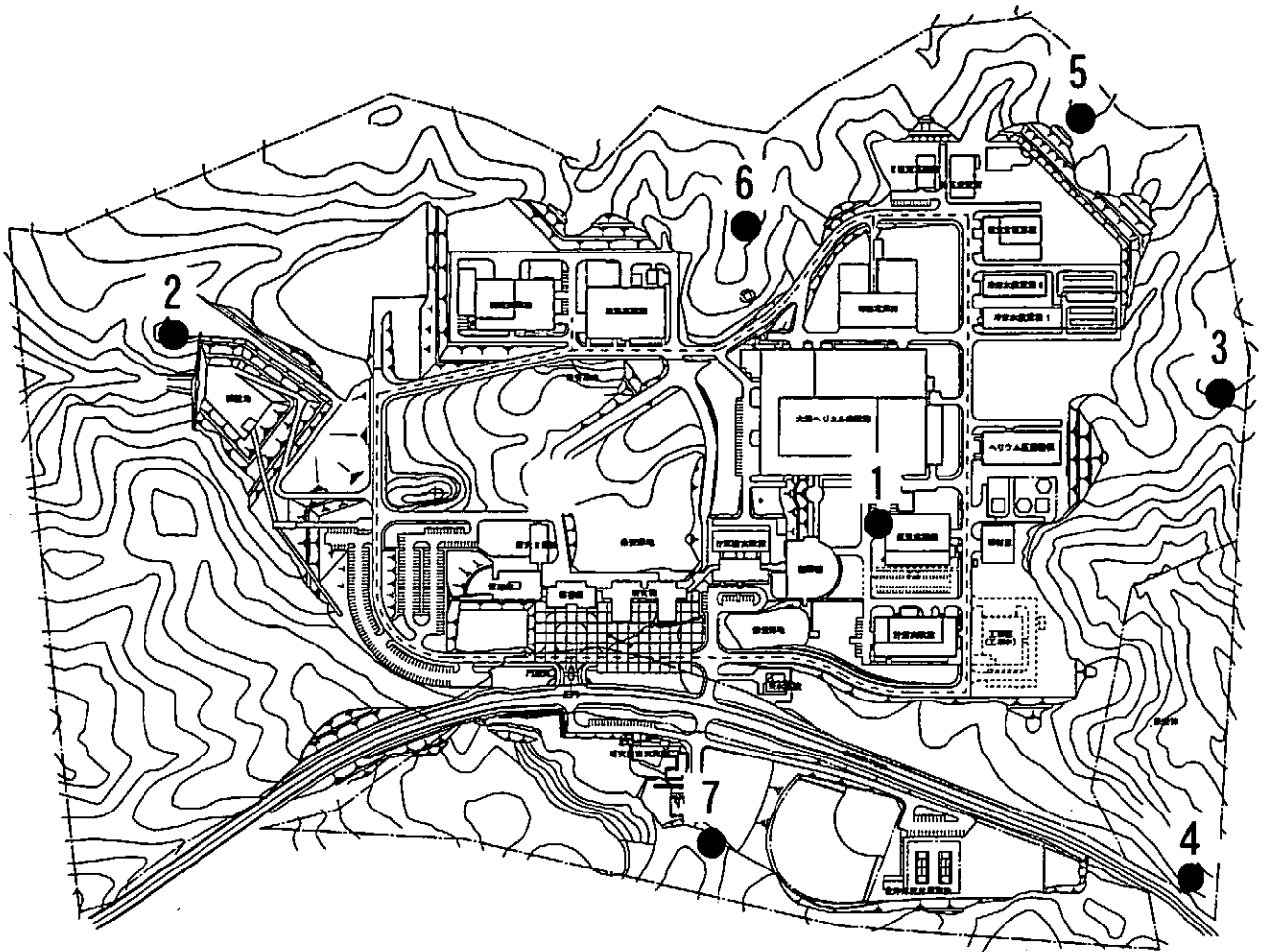


図 3-2-5(2) 開発棟での測定

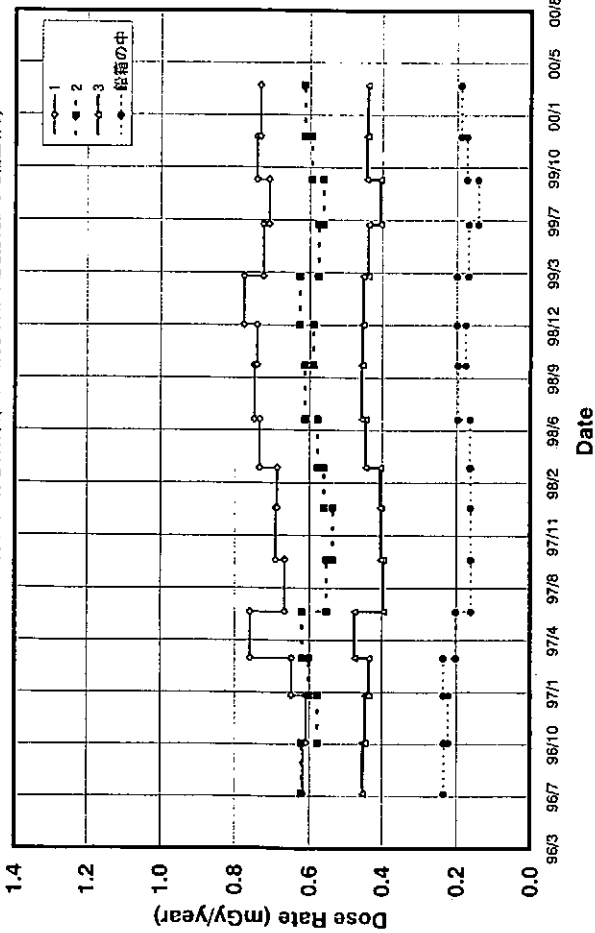
核融合研周辺



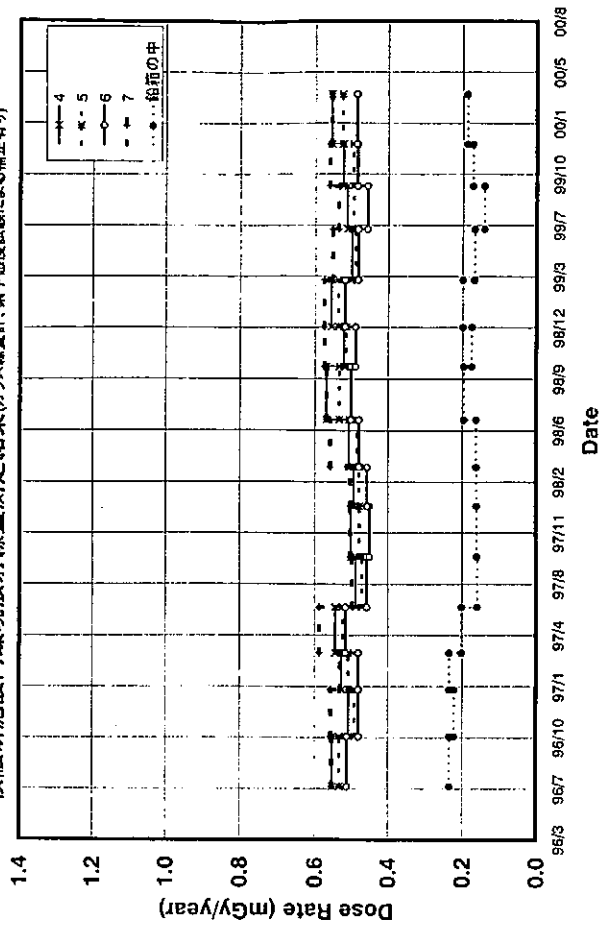
No	測定場所	No	測定場所
1	本体棟南	5	敷地北東端
2	貯水池敷地西端	6	敷地北端
3	気象観測点敷地東端	7	敷地南端
4	敷地南東端		

図 3-2-6(1) 3ヶ月間積算線量測定

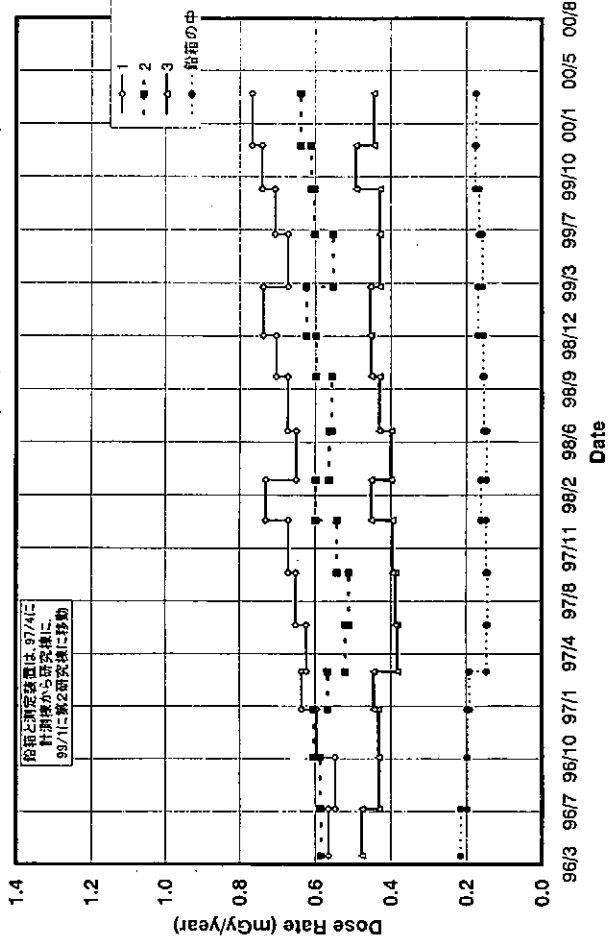
核融研施設内環境放射線量測定結果(ガラス線量計、素子感度試験による補正有り)



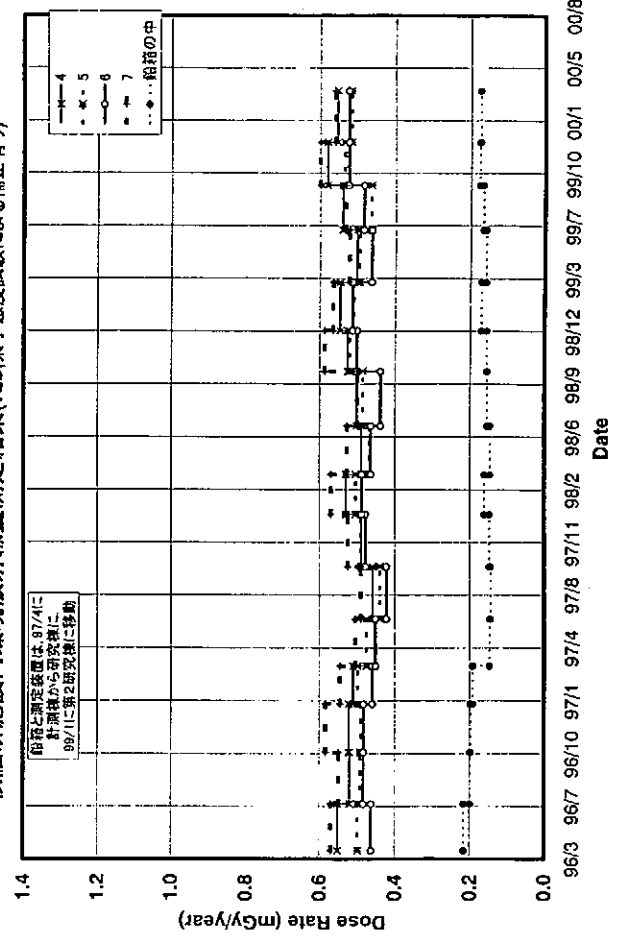
核融研施設内環境放射線量測定結果(ガラス線量計、素子感度試験による補正有り)



核融研施設内環境放射線量測定結果(TLD,素子感度試験による補正有り)



核融研施設内環境放射線量測定結果(TLD,素子感度試験による補正有り)



3.3 放射線監視システムRMSAFEによる監視結果

3.3.1 設置の経過と現状

RMSAFEに関する説明は、付録Bに記している。

設置の経過と2000年3月末現在の設置状況について表3-3-1に、また、実験棟近傍及び敷地境界におけるモニタリングポストの配置を図3-3-1に示す。敷地境界にほぼ均等に9基、実験棟近傍には5基設置した。全てのポストにX・ γ 線測定器を設置し、8基のポストに中性子線測定器を設置した。図3-3-2に敷地境界モニタリングポストの写真を示す。

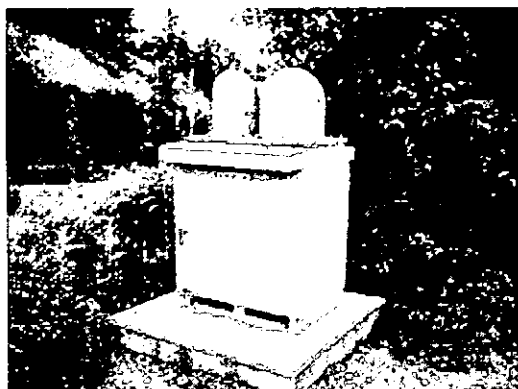


図3-3-2 敷地境界モニタリングポスト(写真)

LHD本体実験棟内の測定器の配置を図3-3-3に示す。LHD本体棟内では、本体室、本体地下室、周辺室、屋上にX・ γ 線測定器 16台、中性子線測定器 3台配置した。図3-3-4にその設置の状況の写真を示す。これらの測定器によりLHD本体からのX線の発生を的確に検知・評価するとともに実験棟内外の放射線分布を知ることができる。さらに、複数の測定器の結果を比較することによって自然放射線及びノイズの影響を除去できる。

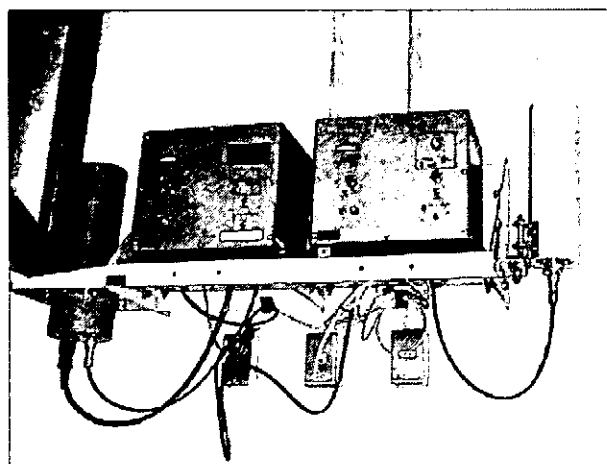


図3-3-4 本体実験棟内の放射線測定器(写真)

現在、中性子線測定は計数率の記録にとどまっている。計数を線量に換算する手法の検討、線量測定対応の測定器の開発を進めている。

3.3.2 保守

(1) 検出器修理

電離箱で発生する微弱電流はアンプ回路で高抵抗によって電圧に変換される。このアンプ系のトラブルが発生することがある。自然放射線の強度を継続的・安定的に観測する場合、この点が問題となる。従って、常に点検を行い、異常の疑いのある検出器について必要な処置を施している。

イ) WDは第2サイクル中に指示値が不安定になった。当初アンプ回路絶縁不良によるリーク電流が原因として考えられたが、工場での試験では確認できなかった。その後高圧電源を交換したところしばらくは安定したが、再度不安定になった。そこで高圧ケーブル端子を交換した。交換後は安定している。

ロ) WHでは気温上昇にともない指示値が増加した。この現象は昨年WMでみられたものと同じである。第3サイクル終了後検出器を代替品と入れ替え修理に出した。

(2) 簡易点検

今年度より設置が古い順に検出器校正と内部清掃を主とした簡易点検を始めた。今年度は4カ所のポストで実施した。この点検により、検出器が設置当初の性能を維持していることを確認した。

3.3.3 監視結果

RMSAFEは1992年からLHD実験開始までの5年以上自然放射線の変動を測定するとともにシステムとしての機能テストを行ってきた。1998年4月からはLHDの実験開始にともなって敷地境界等の放射線監視の役割を担っている。以下に実験棟近傍と敷地境界のモニタリングポストのデータについて述べる。BG計数モードでは、各測定器の30秒間の計数を連続的に記録している。

WA、WB、WC、WD、WE、IA、IBのモニタは1992年から運用を開始した。WF、WM、IC、IE、IFのモニタは1996年に設置し、これまで試験運転を行ってきた。WHのモニタは1998年9月から運用を開始した。

(1) 半月平均の線量率の変化

図3-3-5と図3-3-6に1999年のX(γ)線測定器による観測データを示す。図3-3-5は敷地内ポスト(I系)のデータであり、図3-3-6は敷地境界ポスト(W系)でのデータである。半月間のデータを平均した値を線量率で表し、その変化を示している。I系の線量率は70 nSv/h から100 nSv/hの間にあり、それぞれのレベルで安定している。線量率の大きい順に並べるとIB、IF、IA、IC、IEである。これら線量率レベルの大小は建物や大地からの自然のガンマ線強度の大小によるものである。W系の線量率は50 nSv/h から90 nSv/hの間にあり、概ね4つのレベルに分けられる。それは、(WF、WD、WH)、WC、(WM、WB、WE)、WAである。

(2) 日平均の線量率の変化

図3-3-7(1)～(6)に月毎にまとめた日平均線量率の変化を示す。図にはいくつかデータの欠足がある。この理由は、検出器の修理によるもの、停電によるもの、システムの不調やその対処によるものである。なお、WA、WB、WC、WD、WE、IA、IBからのデータはバックアップを取るようにしているので、システムの不調によるデータの欠足はない。

(3) 実験に起因する放射線の検知

イ) 本体棟

本体室内のモニタには実験に伴う線量増加が時々検知された。しかし、本体室外での線量増加は認められなかった。

5月にNBI運転に起因する線量増加が検知された。これを機に積算線量計の配置地点数を増やすなどして線量測定体制を強化した。

ロ) 本体棟加熱装置室

実験に伴う線量増加は検知されなかった。管理区域外での線量増加もなかった。

ハ) 加熱棟

NBI運転に伴う線量増加が検知された。しかし管理区域外での線量増加はなかった。

ニ) 計測棟

実験に伴う線量増加は検知されなかった。管理区域外での線量増加もなかった。

ホ) 開発棟

2月～3月に、CHSの運転に起因する線量の増加が認められた。1月～3月の実験に起因する総線量は、CHS室(管理区域内)で $364 \mu\text{Sv}$ 、制御室(監視区域)で $0.84 \mu\text{Sv}$ 、WN(敷地境界)で $0.05 \mu\text{Sv}$ であった。管理区域外での線量増加は自然放射線に起因する線量、年間約 1mSv に比べてはるかに低い値であり、管理上問題がないレベルであった。

表3-3-1 放射線モニタの設置・運用状況
(2000年3月31日現在)

区域	ポスト名	検出器の有無		運用中	設置	備考		
		X(γ)線用	中性子線用					
敷地境界	WA	○	○	○	1991年			
	WB	○		○	1992年			
	WC	○		○	1992年			
	WD	○		○	1992年			
	WE	○		○	1992年			
	WF	○	○	○	1996年			
	WH	○		○	1998年			
	WM	○	○	○	1996年			
	WN	○		○	1999年			
実験棟近傍	IA	○	○	○	1992年			
	IB	○	○	○	1992年			
	IC	○	○	○	1996年			
	IE	○	○	○	1996年			
	IF	○	○	○	1996年			
本体棟	監視区域	屋上	○		○	1996年		
	監視区域	機器(2)	○		○	1996年		
	監視区域	機器(1)	○	○	○	1996年		
	監視区域	入口外	○		○	1996年		
	本体室	管理区域	入口内	○	○	○	1996年	
	本体室	管理区域	本体北壁	○		○	1996年	
	本体室	管理区域	LHD-A	○		○	1997年	
	本体室	管理区域	LHD-B	○		○	1997年	
	本体室	管理区域	LHD-C	○		○	1997年	
	本体室	管理区域	LHD-D	○		○	1997年	
	本体地下室	管理区域	地下北壁	○		○	1996年	
	本体地下室	管理区域	地下南壁	○		○	1996年	
	加熱装置室	監視区域	加熱(A)	○	○	○	1996年	
	加熱装置室	監視区域	加熱(B)	○		○	1996年	
	加熱装置室	監視区域	加熱(C)	○		○	1996年	
	加熱装置室	監視区域	加熱(D)	○		○	1996年	
加熱棟	制御盤	監視区域	1	○		○	1994年	
	NBI室	管理区域	2	○		○	1994年	
	制御室	監視区域	3	○			1994年	1997年終了
	ECH	管理区域	4	○			1994年	1997年終了
計測棟		監視区域	1	○		○	1996年	
		監視区域	2	○		○	1996年	
		監視区域	3	○		○	1996年	
		監視区域	4	○		○	1996年	
	HIBP室	管理区域	5	○		○	1996年	
開発棟		監視区域	制御室	○		○	1999年	
	CHS室	管理区域	CHS	○		○	1999年	

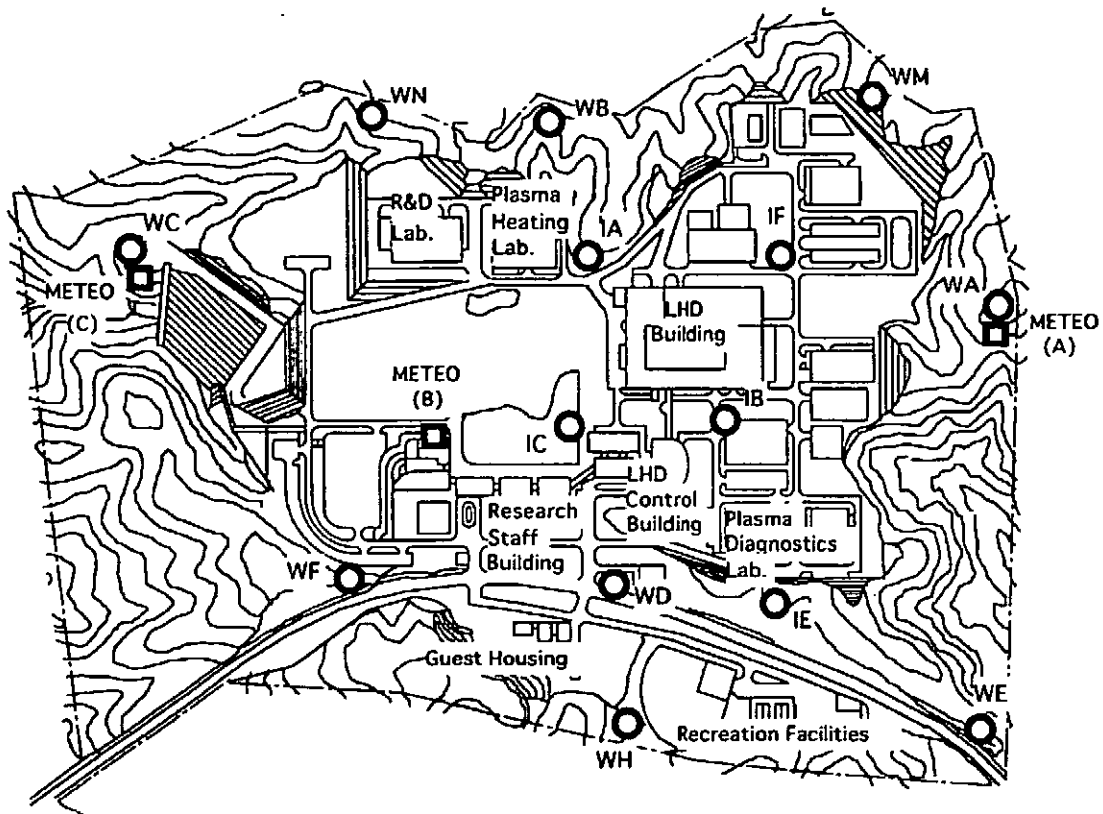


図3-3-1 研究所敷地内の放射線測定器の配置

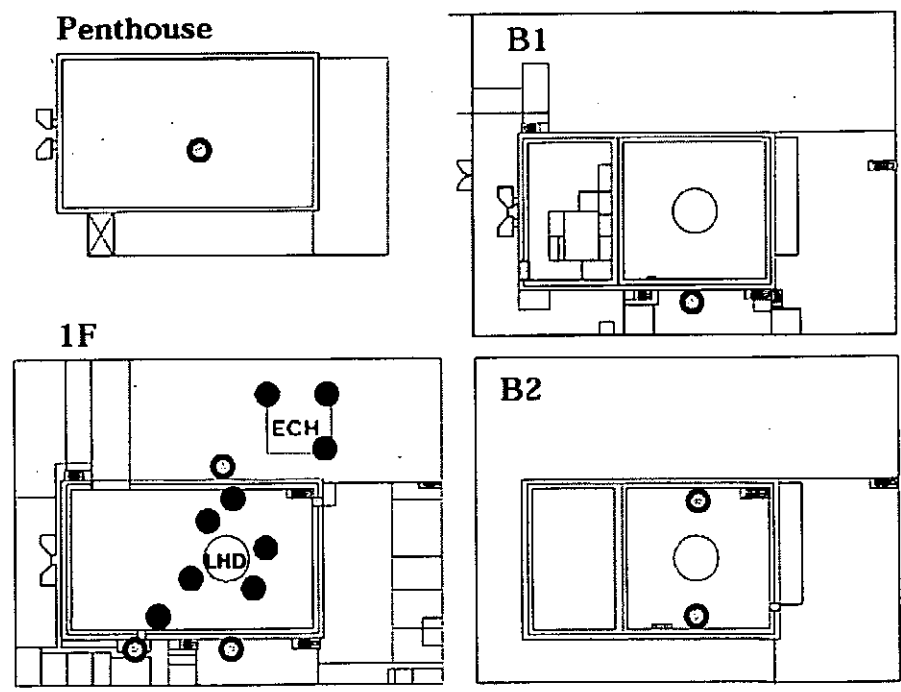


図3-3-3 本体実験棟内の放射線測定器の配置

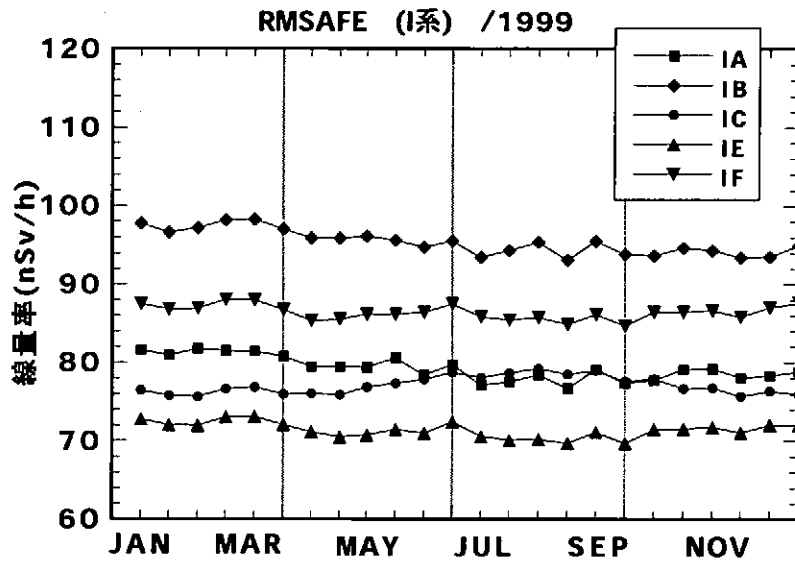


図3-3-5 半月平均線量率データ(敷地内ポスト)

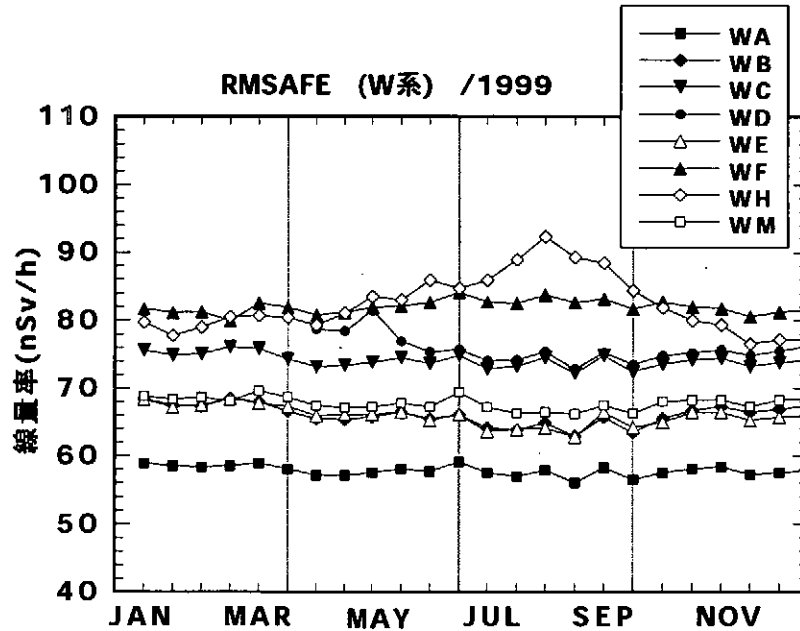


図3-3-6 半月平均線量率データ(敷地境界ポスト)

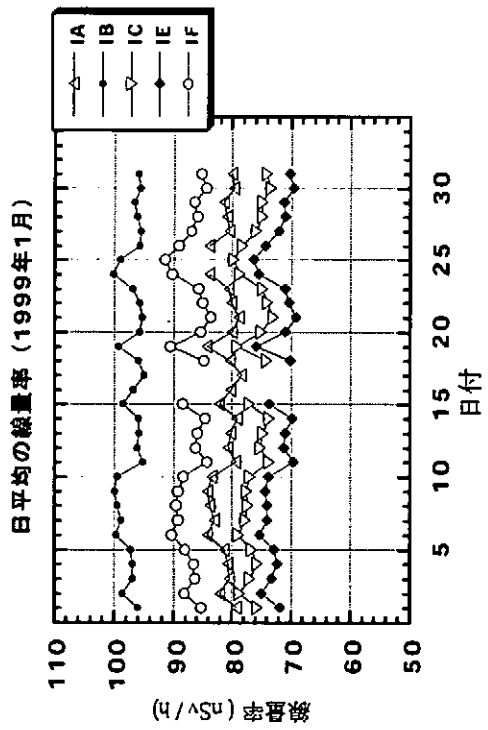
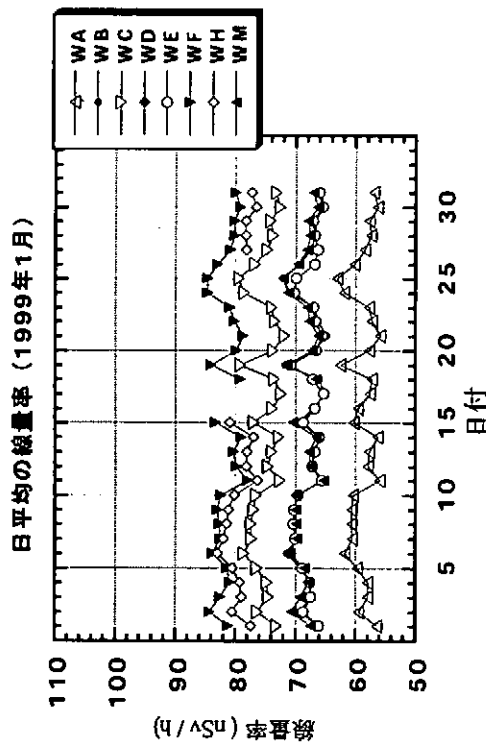
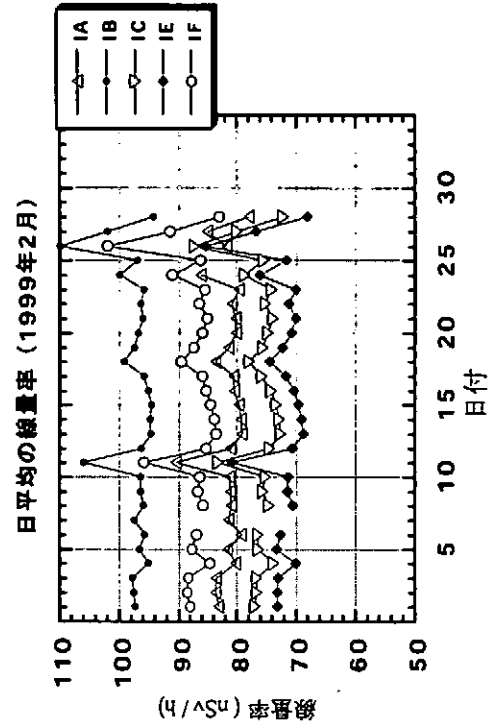
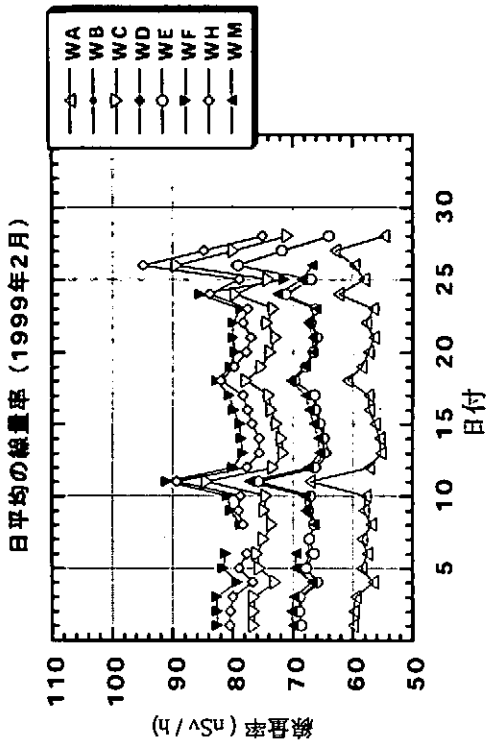
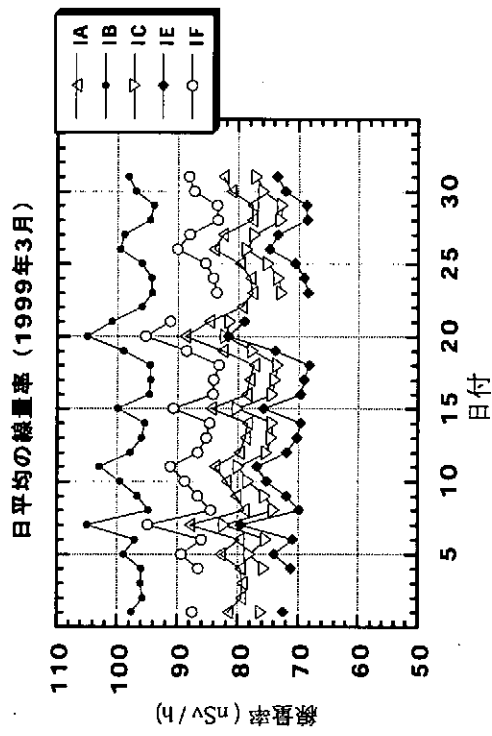
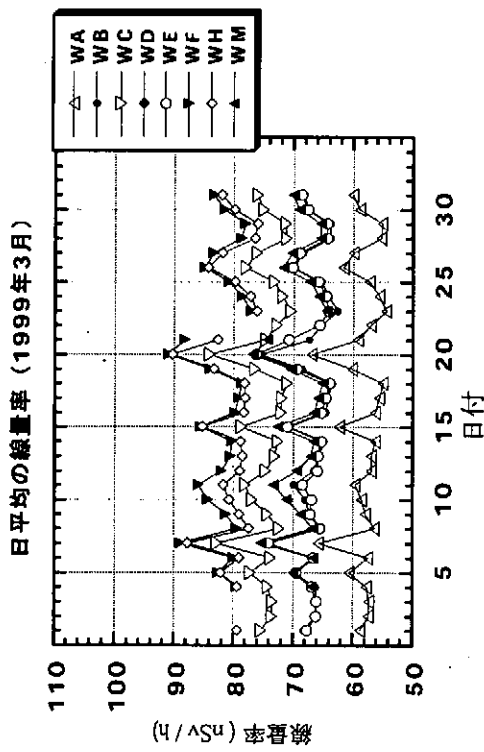
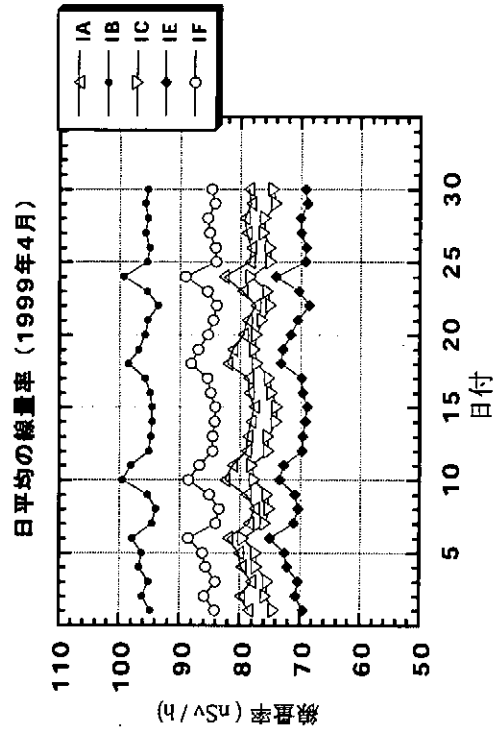
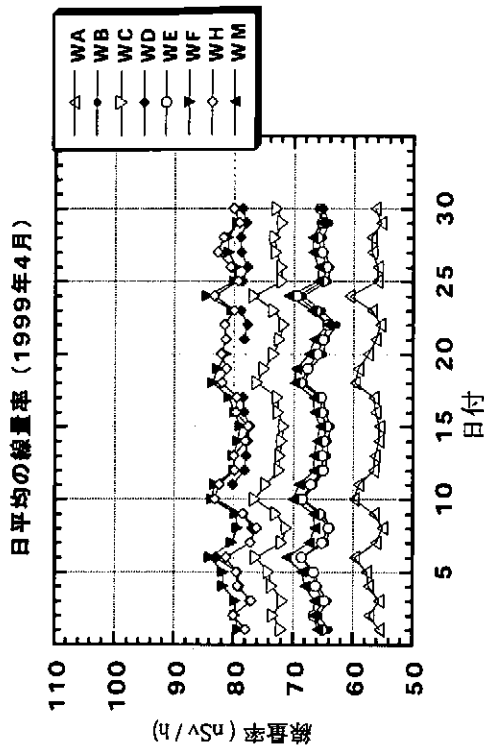


図 3-3-7 (1) 日平均線量率データ 1



日平均線量率データ 2

図 3-3-7 (2)

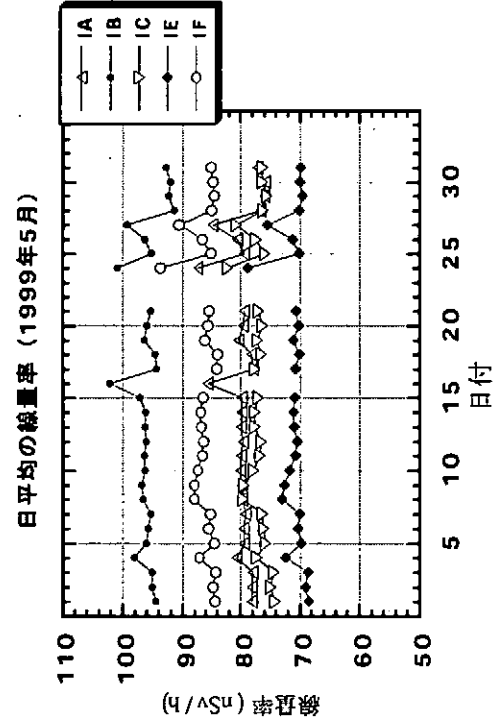
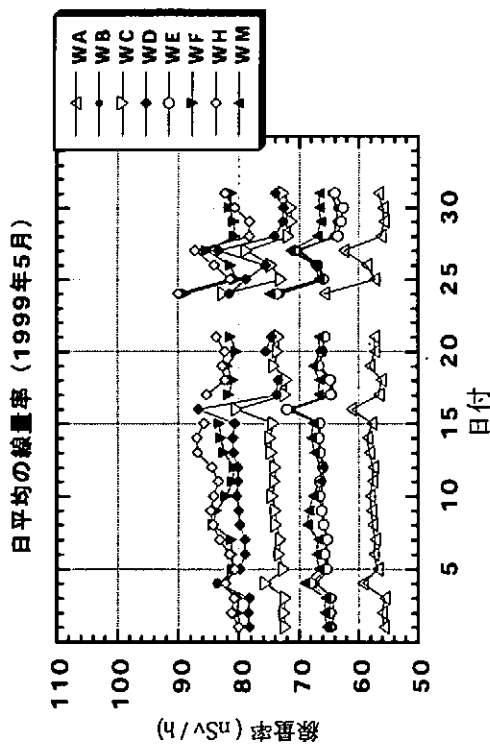
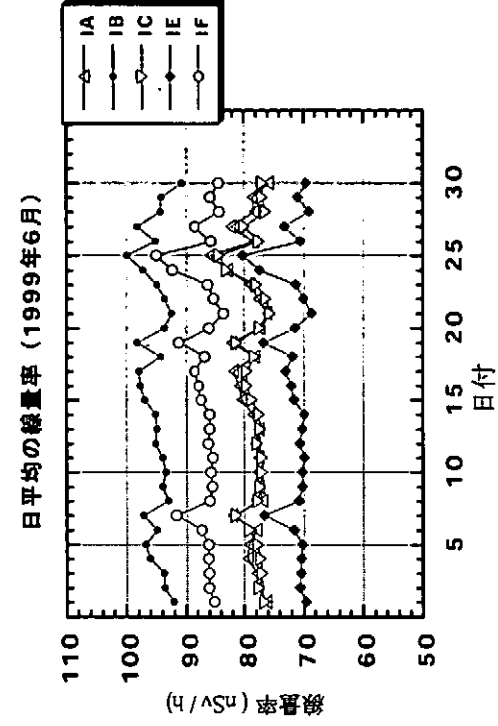
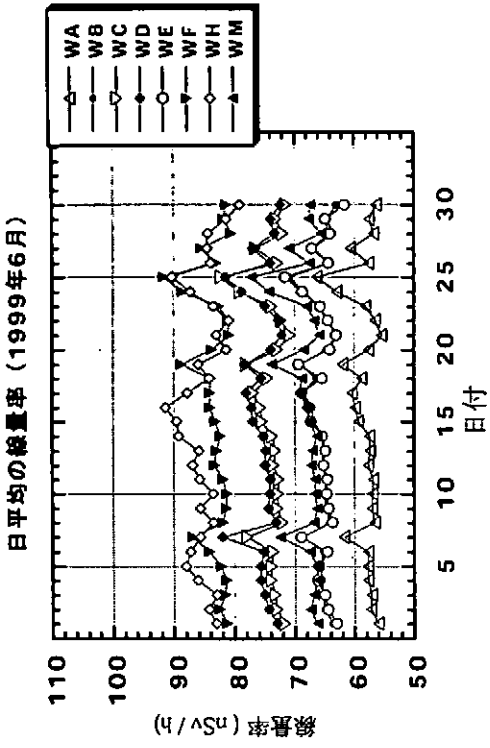
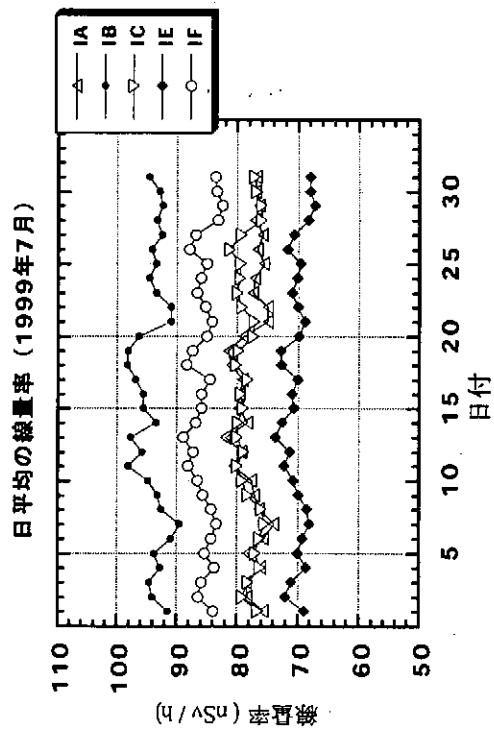
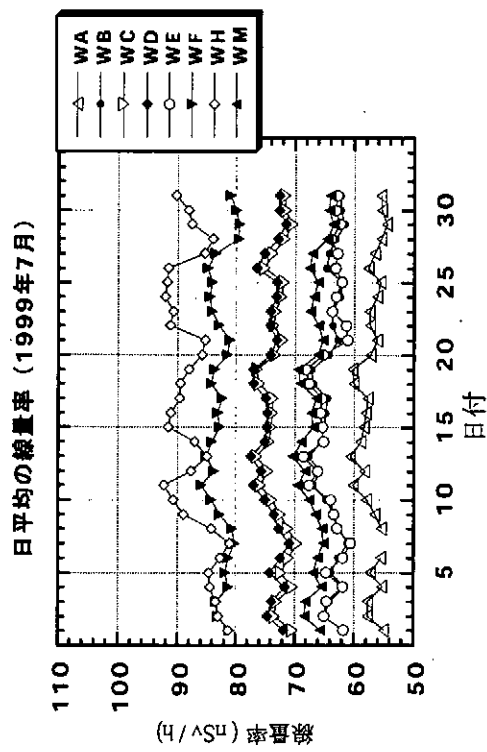
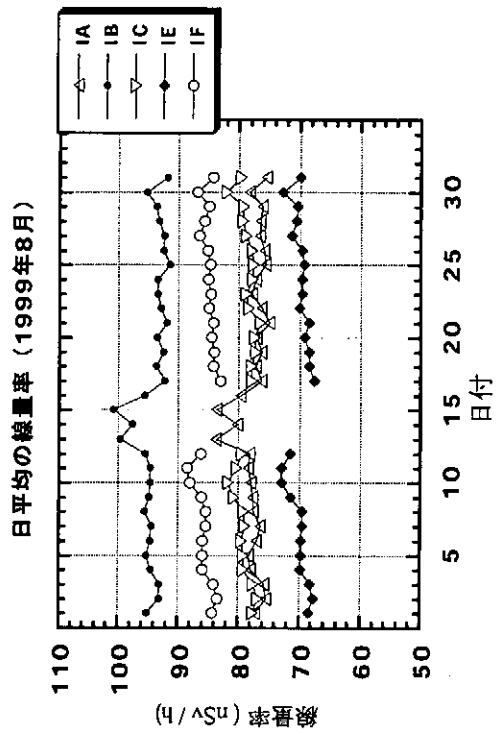
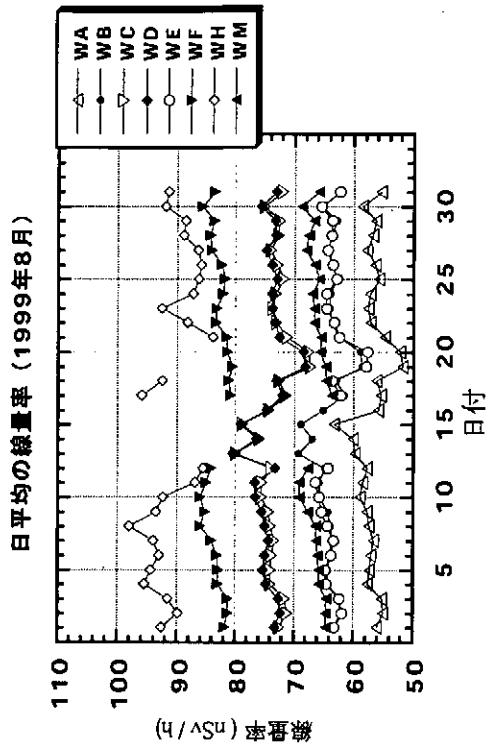


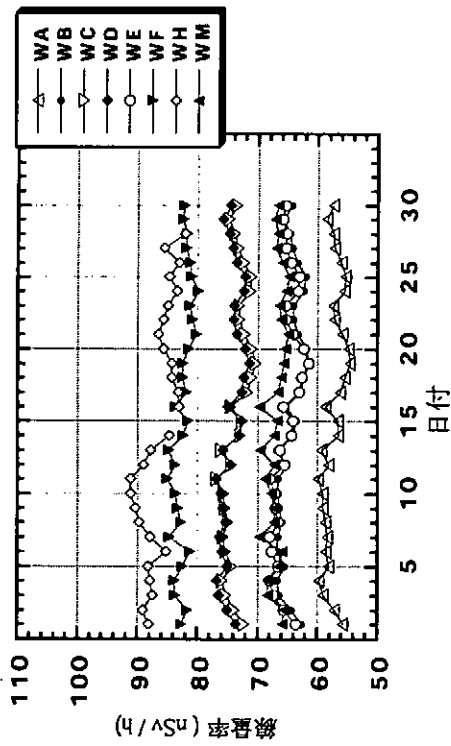
図 3-3-7 (3) 日平均線量率データ 3



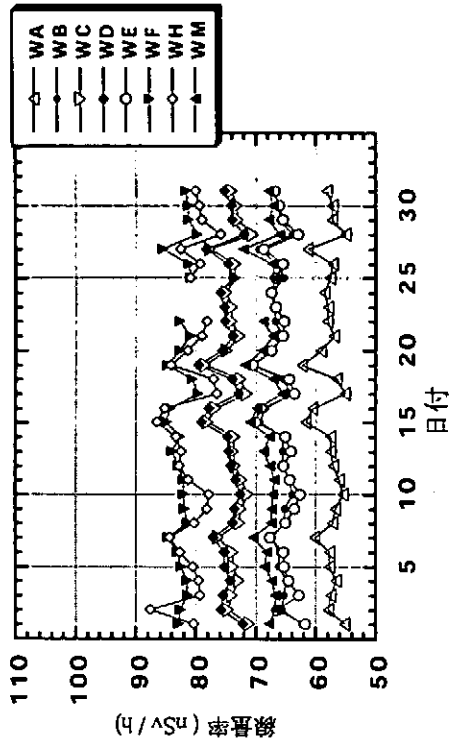
日平均線量率データ4

図3-3-7 (4)

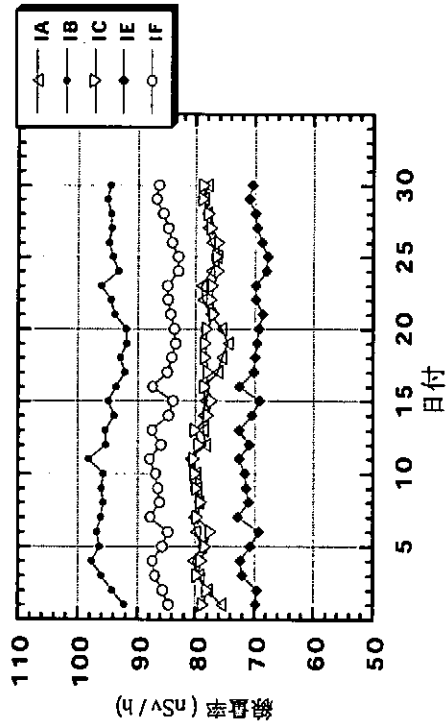
日平均の線量率 (1999年9月)



日平均の線量率 (1999年10月)



日平均の線量率 (1999年9月)



日平均の線量率 (1999年10月)

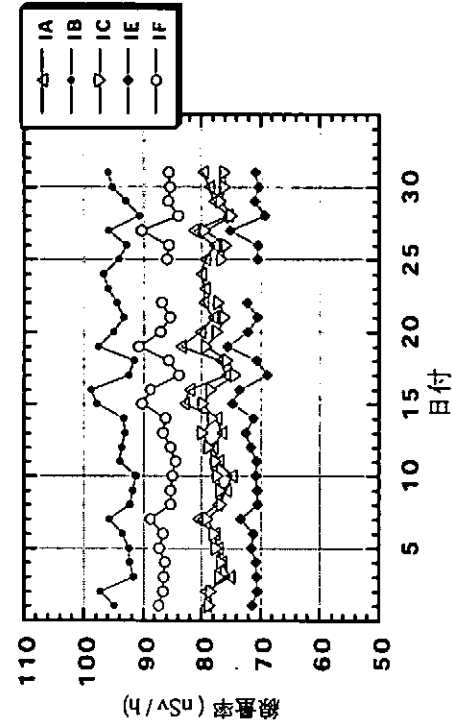
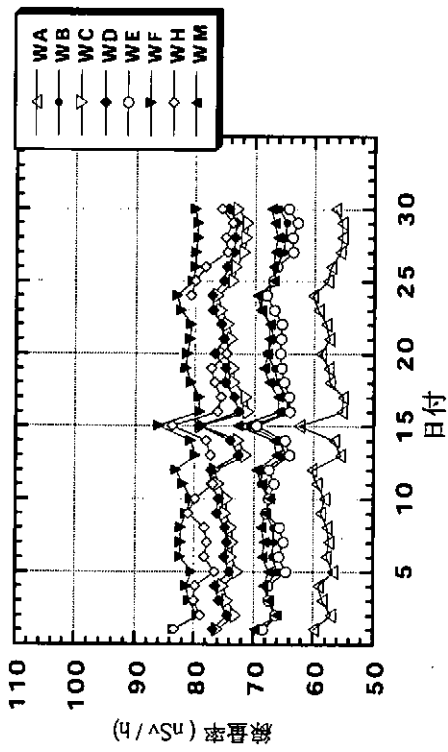


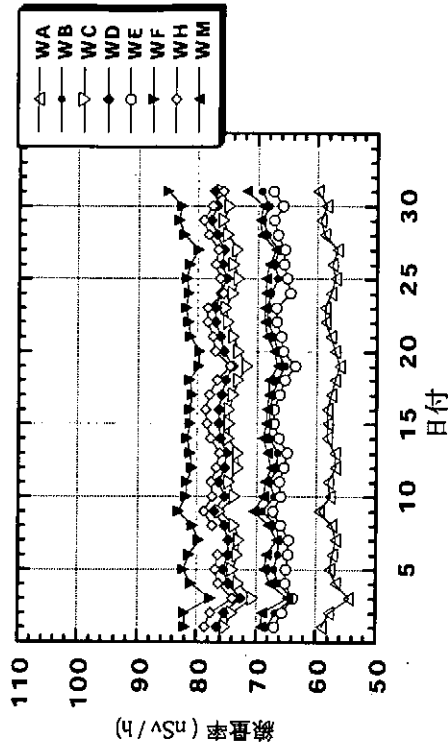
図 3-3-7 (5)

日平均線量率データ 5

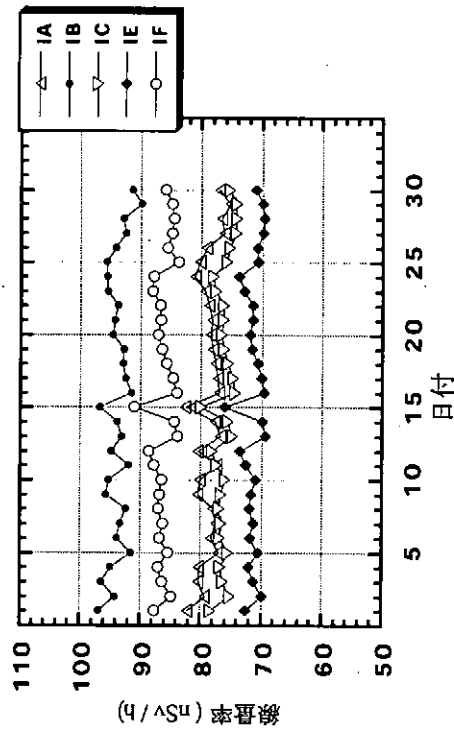
日平均の線量率 (1999年11月)



日平均の線量率 (1999年12月)



日平均の線量率 (1999年11月)



日平均の線量率 (1999年12月)

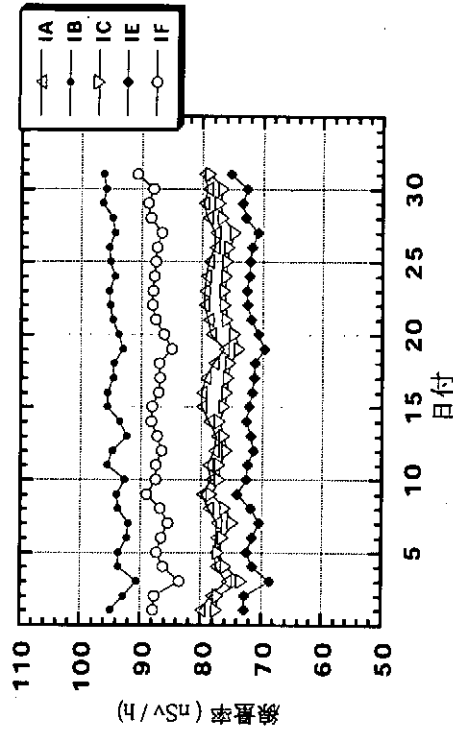


図3-3-7 (6)

日平均線量率データ6

4. 施設管理

トリチウムシステム開発実験装置室、平成11年度管理状況

4. 1. 利用状況

2. の管理業務において、貯蔵庫内のバックアップサンプル(14MBq)を廃棄したため、保管数量が14MBq減少し、70. 620GBqとなった。全量トリチウムであるので、第4類として千分の1に換算を行い、科学技術庁(現文部科学省)への届出保管数量は70. 620MBqとなった。

4. 2. 管理業務

実験室内に保管されていた、過去の実験に使用した測定試料類を整理し、廃棄処理を行った。また、過去の実験のバックアップサンプル(14MBq)が、貯蔵庫に線源として保管されていたが、不要となったので廃棄物として処分した。

以上の廃棄処理の結果発生した廃棄物容器12本(可燃物3本、難燃物2本、不燃物7本)につき、日本アイソトープ協会に廃棄物として引き渡した。

4. 3. 管理測定結果

4. 3. 1. 床表面汚染測定結果

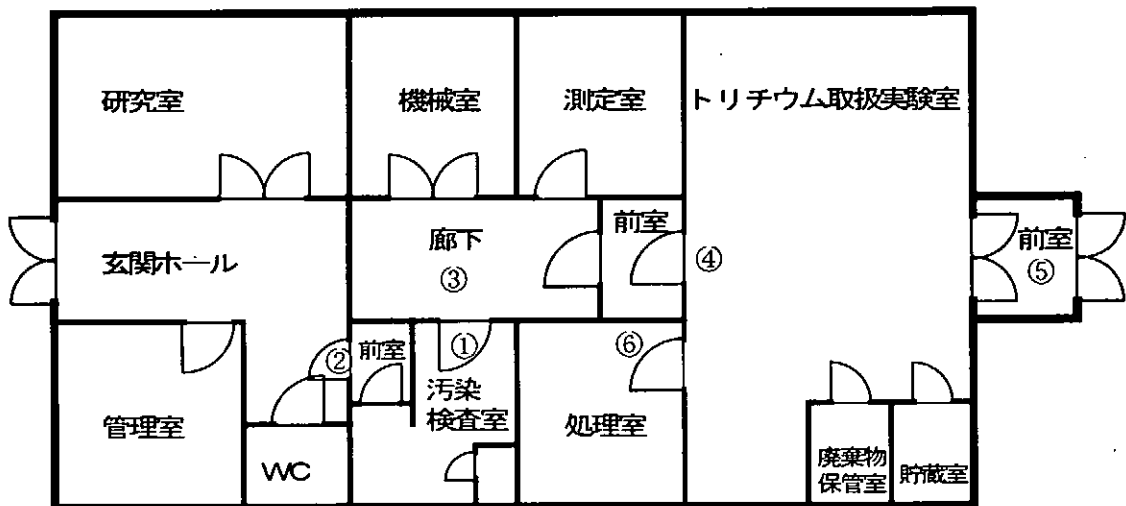


図4-1 測定ポイント図

表4-1 平成11年度 トリチウムシステム開発実験装置室 表面汚染測定結果

測定方法	フロアモニタによる表面サーベイ
測定器 名称	Aloka ³ H/ ¹⁴ C Floor Monitor
窓厚	0.15 mg/cm ²
型式	Model MFR-3 Sno.17R020
時定数	30 秒
有効検出面積	90 cm ²
開口率	40%
検出下限	2 Bq/cm ²

(単位:cpm)

対象月	測定日	バックグラウンド計数率	検出下限計数率	①汚染検査室		②汚染検査室前の廊下		③管理区域内廊下		④トリチウム取扱実験室		⑤前室		⑥処理室	
				Gross	Net	Gross	Net	Gross	Net	Gross	Net	Gross	Net	Gross	Net
4月	1999/4/2	130	53.1	150	ND	130	ND	130	ND	130	ND	100	ND	120	ND
5月	1999/5/7	130	53.1	120	ND	100	ND	110	ND	120	ND	100	ND	130	ND
6月	1999/6/4	130	53.1	130	ND	110	ND	120	ND	130	ND	120	ND	120	ND
7月	1999/7/2	130	53.1	120	ND	130	ND	120	ND	110	ND	120	ND	120	ND
8月	1999/8/6	130	53.1	120	ND	100	ND	120	ND	100	ND	150	ND	120	ND
9月	1999/9/3	130	53.1	130	ND	120	ND	120	ND	120	ND	120	ND	130	ND
10月	1999/10/1	120	51.2	110	ND	120	ND	110	ND	130	ND	120	ND	150	ND
11月	1999/11/5	130	53.1	150	ND	130	ND	120	ND	130	ND	100	ND	120	ND
12月	1999/12/10	110	49.2	110	ND	110	ND	120	ND	130	ND	120	ND	120	ND
1月	2000/1/7	130	53.1	120	ND	130	ND	130	ND	130	ND	120	ND	120	ND
2月	2000/2/4	120	51.2	120	ND	110	ND	120	ND	110	ND	130	ND	150	ND
3月	2000/3/3	130	53.1	120	ND	120	ND	140	ND	130	ND	140	ND	120	ND

検出下限計数率計算式:JAERI-memo 2703「放射線管理における計数装置の検出感度について」南賢太郎、佐藤信之(1967/5)、より

レトメータにおける検出しうる限界計数率の式より

$$n_n = \frac{k}{2} \left\{ \frac{k}{2\tau_s} + \sqrt{\left(\frac{k}{2\tau_s}\right)^2 + 2n_b \left(\frac{1}{\tau_s} + \frac{1}{\tau_b}\right)} \right\}$$

n_n は、検出限界計数率
 k は σ の倍数(3とした)
 τ_s は計数時の時定数
 τ_b は自然計数時の時定数
 n_b は、自然計数率

4. 3. 2. 室内空气中トリチウム濃度測定結果

表4-2 施設内作業室における放射線の量 単位1.0E-01Bq/cm³ 平成11年度

測定時期	測定値	正味計数値Xnet	Xnet/√Xb	判定	気中濃度/濃度限度	3ヶ月平均
4月	2.2	0.7	0.6	(-)	ND	ND
5月	2.3	0.7	0.6	(-)	ND	
6月	2.4	0.9	0.7	(-)	ND	
7月	1.6	0.1	0.1	(-)	ND	ND
8月	1.8	0.3	0.3	(-)	ND	
9月	2.4	0.9	0.7	(-)	ND	
10月	2.0	0.4	0.3	(-)	ND	ND
11月	2.3	0.8	0.6	(-)	ND	
12月	2.3	0.8	0.7	(-)	ND	
1月	2.4	0.9	0.6	(-)	ND	ND
2月	2.3	0.8	0.6	(-)	ND	
3月	2.1	0.6	0.5	(-)	ND	

5. その他

5.1 微量密封放射性同位元素の使用状況

2000年3月31日現在で、11核種、50個の微量密封放射性同位元素が使用できる状態にある。これらの放射線源は、放射能強度として法令でいう放射性同位元素には当てはまらないものであるが、安全管理の観点から、線源の管理は安全管理センターで行っている。1999年度には、4個の購入と7件の貸出申請があった。

その他、装置内蔵など特定の使用に限られる放射性同位元素が4核種、6個あり、保管または使用されている。

表5-1 微量密封放射性同位元素 一覧表

平成12年 3月 31日現在
核融合科学研究所安全管理センター

核種	No.	半減期	崩壊形	(γ) keV		検定日	外形寸法	線源番号	注
				#1 Bq	#2				
Na-22	1	2.6Y	β+, EC	1275	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7X327	
	2				3.7E+6	73.06.11	40dx8t	653-253	
	3				4.5E+5	99.09.01	35dx3t	GP 986	
Mn-54	1	312.5D	EC	835	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Y451	
Fe-55	1	2.7Y	EC	5.9	3.7E+6	76.11.24		EE502	
	2				3.7E+6	86.06.04	13dx3t	2240LG	
	3				3.5E+6	78.06.01	25dx4t	12	
	4				3.7E+6	76.08.25		EE476	
	5				3.2E+6	79.04.01	25dx6t	101	
	6				3.7E+6	99.06.01	8dx5t	PP-811	
Co-57	1	270D	EC	122	5.1E+4	84.03.08	24x11x2t	7I501	
	2				9.1E+5	98.06.01	25dx5t	283	
Co-60	1	5.3Y	β	1173 1332	3.7E+4	76.11.01	25dx6t	781	
	2				3.6E+4	84.03.08	24x11x2t	7U399	
	3				1.2E+5	78.06.01	25dx6t	854	
	4				4.1E+5	83.06.01	24x11x2t	1U795	
	5				3.6E+6	85.05.25	25dx4t	516	
	6				1.1E+5	66.00.00	25dx6t	166	
	7				3.5E+6	79.04.01	25dx4t	442	
Y-88	1	106.6D	β+, EC	1836	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Y586	
Ba-133	1	10.9Y	EC	303 356	4.0E+4	84.03.08	24x11x2t	7R342	
	2				3.5E+5	78.06.01	25dx6t	349	
	3				5.2E+4	<84.04>	7dx25L	C4541	
	4				1.2E+6	98.09.11	25dx5t	92	
Cs-137	1	30.2Y	β-	662	3.7E+4	76.11.01	25dx6t	2007	
	2				3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7S431	
	3				3.7E+4	82.10.21	10dx125L	1WL3515T	
	4				3.2E+5	78.06.01	25dx6t	2168	
	5				4.0E+5	81.11.01	13dx13t		
	6				1.1E+5	66.00.00	25dx6t	317	
	7				1.1E+5	76.00.00	25dx6t	7418	
	8				3.6E+6	79.04.01	25dx4t	218	
	9				3.2E+6	99.10.01	25dx4t	GU800	
Ra-226	1	1622Y	α		0.2mR/h	81.08.00	35dx6t	16R346	
	2				2kcpm	82.03.30	35dx6t	16R624	
	3				16kcpm	71.00.00	35dx6t	16R042	
	4				3kcpm	79.07.05	35dx6t	86R971	
	5				22kcpm	88.08.31	35dx6t	86R336	
Am-241	1	433Y	α	59.5	3.6E+6	76.11.01	25dx4t	24	
	2				5.6E+3	82.01.25	25dx6t	3398RA	
	3				5.6E+2	82.10.21	25dx1t	6410RA	
	4				3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Q381	
	5				3.8E+5	78.06.01	25dx1t	32	
	6				3.6E+6	79.04.01	25dx5t	29	
	7				2.9E+3	86.02.25	25dx3t	927	
	8				2.9E+6	99.06.01	25dx3t	GP467	
Cf-252	1	2.7Y	α (n)	#3	2.0E+6	84.02.28	8d x 10L	2633NC	#4
	2				3.6E+6	87.07.29	8d x 10L	4000NC	#5
	3				3.6E+6	87.07.29	8d x 10L	4002NC	
	4				3.6E+6	93.06.08	8d x 10L	5567NC	#6

- *1 1μCi =3.7E4 Bq
- *2 または購入日
- *3 average neutron energy : 2 MeV
- *4 neutron emission : 2.2 E5 /sec
- *5 neutron emission : 4.6 E5 /sec
- *6 neutron emission : 4.4 E5 /sec

表 5-2

微量密封放射性同位元素 貸出一覧表

平成12年3月31日現在
核融合科学研究所 安全管理センター

核種	放射能 (Bq)	検定日	線源番号	申請期間	場所	目的	状況
Fe-55	3.7 E6	86.06.04	2240LG	97.10.08-98.03.31	CHS棟計測棟	X線分光器の校正	装置組込
Cs-137	4.0 E5	81.11.01		97.10.09-98.03.31	計測棟	液シン外部標準線源	装置組込
Am-241	2.9 E3	86.02.25	927	89.05.02-97.03.31	工学部結晶材料	半導体検出器の校正	装置組込
Cf-252	3.6 E6	87.07.29	4000NC	97.06.17-97.06.27	土岐地区全般	検出器の保守・校正	97.09.30返
Cf-252	3.6 E6	87.07.29	4000NC	97.11.07-97.12.05	計測実験棟	モニタ校正試験	貸出中
Cf-252	3.6 E6	87.07.29	4002NC	98.03.10-98.03.31	CHS	検出器の動作確認	99.04.01返
Cf-252	2.0 E6	84.02.28	2633NC	98.03.18-98.03.31	CHS	検出器の動作確認	98.03.31返
Co-60	3.6 E6	85.05.25	516	"	"	"	"
Am-241	3.7 E4	84.03.08	70381	"	"	"	"
Cf-252	2.0 E6	84.02.28	2633NC	98.04.01-98.06.30	CHS	検出器の動作確認	99.04.01返
Co-60	3.6 E6	85.05.25	516	"	"	"	99.04.01返
Am-241	3.7 E4	84.03.08	70381	"	"	"	99.04.01返
Am-241	3.6 E6	76.11.01	24	98.05.25-98.07.30	計測実験棟	検出器の特性試験	00.07.24返
Co-60	3.5 E6	79.04.01	442	"	"	"	99.03.31返
Cs-137	3.6 E6	79.04.01	218	98.05.25-98.07.30	本体棟検査室1	検出器の校正	99.11.30返
Co-60	4.1 E5	83.06.01	10795	98.06.01-98.09.01	開発実験棟	検出器の校正	貸出中
Co-57	9.1 E5	98.06.01	283	98.7.6			購入
Ba-133	1.2 E6	98.09.11	92	98.10.5			購入
Am-241	5.6 E2	82.10.21	6410RA	98.08.11-98.08.31	CHS	検出器の校正	98.10.16返
Am-241	5.6 E3	82.01.25	3398RA	98.10.05-98.10.12	計測実験棟	検出器の校正	99.03.01返
Am-241	3.8 E5	78.06.01	32	98.10.05-98.10.12	計測実験棟	検出器の校正	99.03.01返
Am-241	5.6 E2	82.10.21	6410RA	98.10.16-98.10.23	計測実験棟	検出器の校正	99.03.01返
Cs-137	3.2 E5	78.06.01	2168	99.01.21-99.01.28	計測実験棟	検出器の動作チェック	99.04.01返
Am-241	5.6 E3	82.01.25	3398RA	99.03.01-99.03.11	加熱実験棟	検出器の動作チェック	99.03.11返
Am-241	2.9 E6	99.06.01	GP467	99.6.8			購入
Fe-55	3.7 E6	99.06.01	PP-811	99.6.11			購入
Fe-55	3.7 E6	99.06.01	PP-811	99.07.26-00.03.31	本体地下室	検出器の校正	貸出中
Co-57	9.1 E5	98.06.01	283	99.07.27-99.08.06	加熱装置室	検出器の校正	00.07.24返
Am-241	3.7 E4	84.03.08	70381	"	"	"	00.07.24返
Am-241	5.6 E3	82.01.25	3398RA	99.08.05-99.08.12	本体棟計測機器室(2)	検出器の動作チェック	00.01.06返
Cf-252	2.0 E6	84.02.28	2633NC	99.08.06-99.08.13	本体棟計測機器室(2)	検出器の動作チェック	貸出中
Na-22	4.5 E5	99.09.01	GP 986	99.9.9			購入
Cs-137	3.2 E6	99.10.01	GU800	99.10.28			購入
Cs-137	3.2 E6	99.10.01	GU800	99.11.30-00.03.31	計測実験棟	TLDの校正用照射	貸出中
Cs-137	3.6 E6	79.04.01	218	99.11.30-00.03.31	計測実験棟	検出器の校正	貸出中

表5-3 その他の微量放射性同位元素(装置内蔵など)

核種	No.	半減期	崩壊形	(γ) keV		検定日	機器の 外形寸法	備考	注
				エネルギー	放射能				
1 Ra-226	1	1622Y	α		3.7E+6		75d x 300L	アルファトロン 真空計測定子	
2	2				3.7E+6		65d x 255L	アルファトロン 真空計測定子	
3 Sr-90	a	28.8Y	β-		2.6E+5	96.03.18		装置内蔵	*3
4 Cm-244	a	18.1Y	α		<3.7E+4	90.06.		装置内蔵	*4
5	b				<3.7E+4	91.11.		装置内蔵	*5
6 Cs-137	a	30.2Y	β-	662	1.9E+5			装置内蔵	*6

*1 1 μ Ci = 3.7E4 Bq

*2 または購入日

*3 装置名;標準電流発生器、 購入年月日;H8年3月

*4 装置名;LETチェンバー(2in.)、備品番号;L63-2 購入年月日;H4年2月4日

*5 装置名;LETチェンバー(5in.)、備品番号;L57-7 購入年月日;H4年6月19日

*6 装置名;LB-3

おわりに

安全管理センターの本拠地を東山から土岐に移し、本格的な放射線安全管理業務が開始されてから3年を経過しました。この間、放射線安全に関する所内・所外者の個人登録、健康診断、個人被曝線量測定、放射線監視装置の整備と線量測定、環境放射能と放射線レベルの評価、入退室管理、ホームページの開設などいろいろな安全管理業務を進め、形が徐々にできあがってきました。現在はその形を、核融合科学研究所により適したものへと改良する段階に入っています。

そういう状況下で現在の体制と活動内容を「1999年度版放射線安全管理年報」としてまとめ、ようやく完成するにいたりました。その結果、敷地境界において、放射線安全管理上特に問題のある線量は観測されなかったことが分かりました。また各個人の被曝線量もすべて検出限界以下であり、放射線安全管理上の問題は全くありませんでした。今年度以降も、これらの測定を注意深く進めながら、安全であることの確認作業を継続して行きます。この種の年報は、国内の主要な放射線施設で定期的に発行されています。その意味で核融合研究所も、放射線安全管理部門で主要な施設の仲間入りをする、第一歩を踏み出したと言ってよいかと思えます。今後さらに巻を重ね、より充実した年報になるよう努力してゆきたいと考えています。

以下、個人的な見解を含みますが、安全管理の目的は、安全であることの確認と安全が壊れる事態を未然に防止するところにあります。そのため安全管理がうまく進んでいけば、状況はいたって安全で何事もないわけです。その結果年報は、なんでもない事を、殊更ぶってまとめる形になります。安全を目標とする限り、来年、再来年と、何事もないデータになることを願っていますが、しかし、そういったデータは、データとしておもしろくない。そのため一般に、何事かが起きない限り、その重要さが見逃がされがちです。これは安全管理の世界に常に存在するジレンマと言ってよいでしょう。

ここで、ひとつの「話」を紹介します。かつて筑波放射線安全交流会会誌「TARS」(Vol.3 pp.17 1993)に寄稿した記事に基づいていますが、放射線安全管理屋が負わされる宿命みたいなものを、笑えない「笑い話」で表現したものです。

- ① 放射線安全管理を始めて1年もすると、ときどき胃に不調を感じるようになる。
- ② 放射線安全管理を3年も続けていると、たびたび胃に痛みを感じるようになる。
- ③ 放射線安全管理を5年も続けていると、いろいろな胃腸薬を飲むようになる。
- ④ 放射線安全管理を8年も続けていると、定期的にバリウムを飲むようになる。
- ⑤ 放射線安全管理を10年も続けていると、定期的に胃カメラを飲むようになる。
- ⑥ 放射線安全管理を15年も続けていると、胃潰瘍で入院するかもしれない。
- ⑦ しかしながら放射線安全管理を20年以上も続けていると、もう、胃に痛みを感じることはなくなる。

なぜならば、そのころには、「すでに、胃はないから」。

つまり、胃を切り取ってしまったというお話です。放射線安全管理の楽屋裏を少し感じ取って頂けたでしょうか。ということで、もう一度、「1999年度版放射線安全管理年報」を眺めて頂き、放射線安全管理業務への御理解をさらに深めていただければ幸いです。

平成13年3月31日 河野孝央

付録

A 積算線量計の説明

B 放射線監視システムRMSAFEの説明

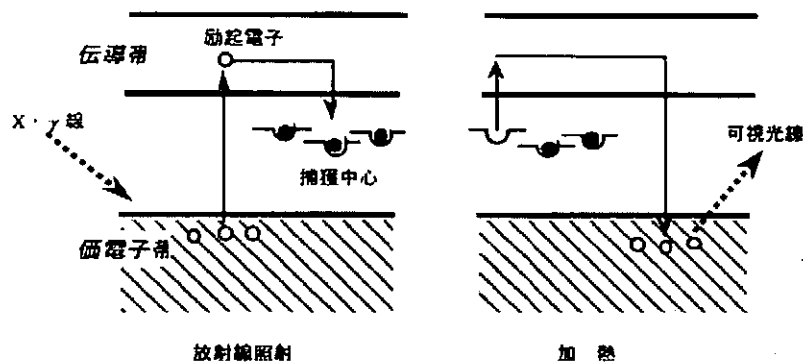
付録 A 積算線量計の説明

A-1. TLD

TLD(Thermo-Luminescence Dosimeter; 熱ルミネッセンス線量計)はガンマ線線量を測定できる積算線量計である。1個の素子は安価であり、多地点測定に適している。

測定原理

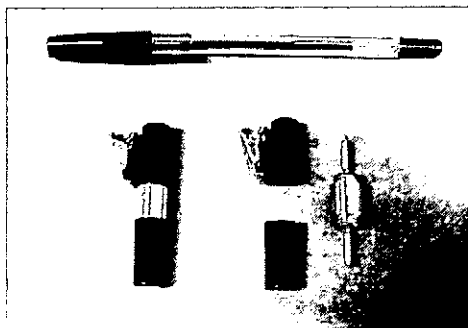
熱ルミネッセンス物質に放射線が照射されると、結晶格子から解放された電子が準安定状態に励起されて捕獲され、室温でも長期間安定した状態となる。これを外部から加熱すると、その温度に応じて捕獲されていた電子が熱的に解放されて伝導帯に励起され、ルミネッセンス(発光)を発して基底状態に戻る。放射線量と熱ルミネッセンス発光量が、ある線量範囲では比例関係にあることから被ばく線量計として利用されている。



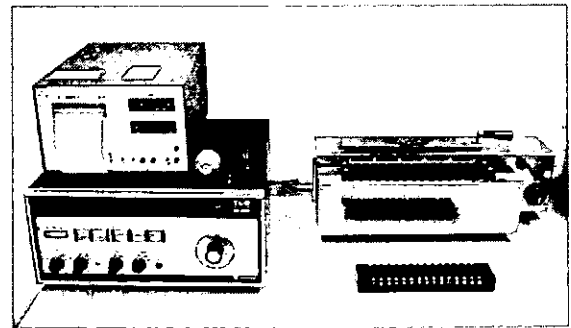
図A-1-1 TLDの発光機構

測定装置の構成

- ・TLD素子 ;UD-200S (松下電器産業 製)
- ・アニール器;UD-602 (松下電器産業 製)
- ・読み取り器;UD-502B 又は UD-512P (松下電器産業 製)



図A-1-2 TLD素子



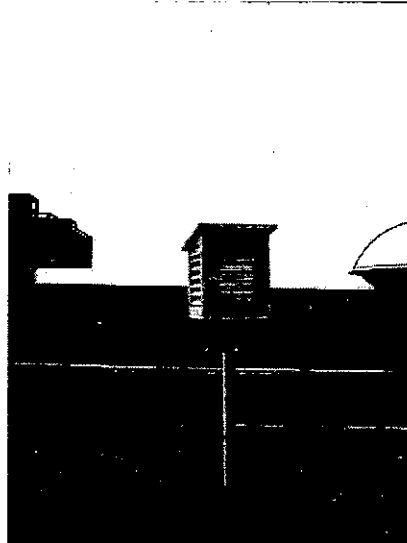
図A-1-3 読み取り器とアニール器

測定手順

(1) アニール； TLD素子を400℃に加熱処理して放射線による状態変化を除去して初期化する。

(2) 設置； 環境測定の場合は、3カ月程度設置する。1地点につき、3本のTLDを設置する。風雨や日射による高温を避けるため簡易的な百葉箱内に設置する。設置高さは地面から約1 mとする。

実験棟内の装置周辺での測定の場合は、原則として1週間設置する。設置個数は1地点につき1本である。



図A-1-4 TLDポスト

(3) 回収

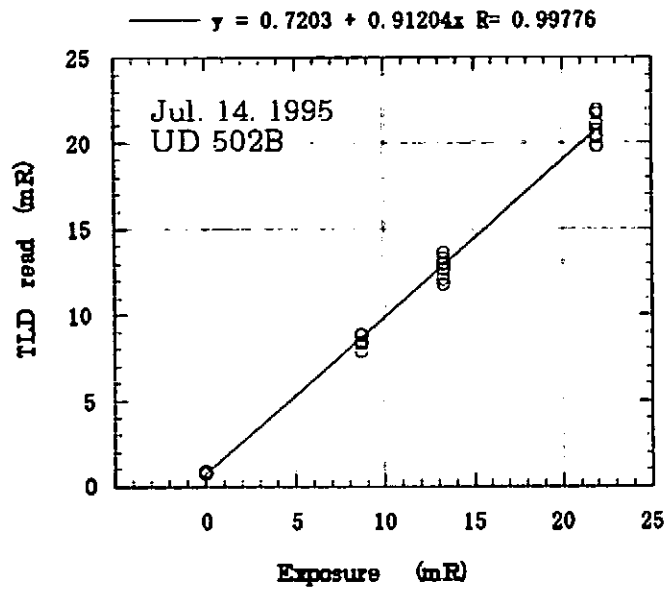
(4) 読みとり； TLD素子を読み取り器にかける。読み取り器では、400℃の熱風を素子にあて、そのとき放出される蛍光(ルミネッセンス)を光電子増倍管で検出し、電気的な信号に変え、測定値とする。

光電子増倍管からの出力は、読み取り器内部の校正用光源にて、その日の読み取り前に校正しておく。

データ処理

TLD測定によって、設置期間中の積算線量が測定値として得られる。測定素子は1本につき2素子ある。読み取り値の平均値をその地点での測定値とする。この値を校正定数で除して読み取り器の感度補正を行う。さらに、測定値間の相互比較ができるように1年間あたりの線量に換算してデータとする。

読み取り器の校正は、既知量の放射線をTLD素子に照射して、その照射量と読み取り値との比較で行う。図A-1-5は、校正結果の一例である。この場合、校正定数は0.91 で、読み取り値をこの定数で除して線量を求める。



図A-1-5 TLD素子の校正

その他

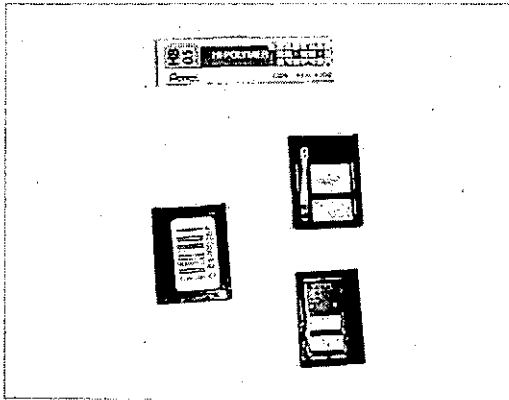
TLD素子はその生産ロットによって感度などが若干異なることがある。そのため、ロット管理が重要である。過去に受けた線量に影響されやすいことに注意することも、TLDによる低線量測定には重要である。

A-2. ガラス線量計

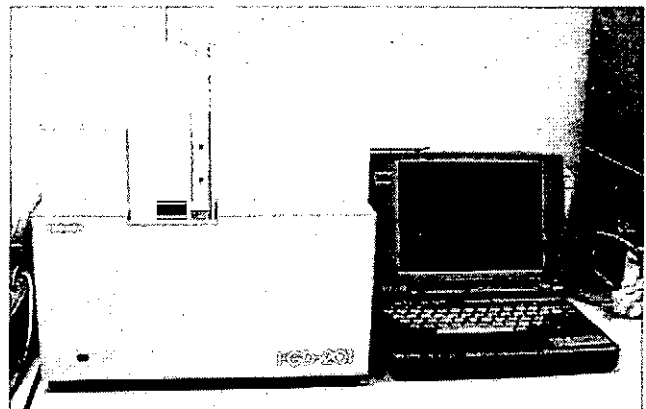
ガラス線量計もガンマ線線量を測定できる積算線量計である。検出素子に銀活性リン酸塩ガラスを使用している。このガラスは放射線により蛍光中心を生じ、これを紫外線により刺激すると蛍光(Radiophoto-Luminescence: RPL)を発生する。このRPLの強度が、実際にガラス素子が吸収した放射線量に比例する。光の量から放射線の量が分かる。

測定装置の構成

- ・ガラス線量計(素子) : (東芝硝子製;SC-1)
- ・読み取り器 : (東芝硝子製;FGD-201)
- ・恒温器 : (ヤマト科学製;DK300)
- ・アニール炉 : (HAYASHI DENKI Co. LTD製)



図A-2-1 ガラス線量計(素子)



図A-2-2 読み取り器

測定前準備

アニール;ガラス素子をアニール炉に入れて400℃に加熱し、1時間保持する。これによって線量計内の放射線による記録を初期化する。その後ゆっくりと冷却し、ガラス素子をカプセルにもどす。この作業は1ヶ月に1回程度行う。

測定手順

- (1) 登録;ガラス線量計を読み取り器に入れ、設置前の線量を測定し、パソコンに登録しておく。
- (2) 設置;環境測定の場合は、1地点につき3個のガラス線量計を設置し、実験棟内の装置周辺での測定の場合は、1地点につき1個設置する。TLDと同じ場所に同じように設置する。
- (3) 回収
- (4) プレアニールと冷却;恒温器にガラス線量計を入れて、70℃で30分間加温する。その後、取り出して読み取りまでの間、放置し冷却する。
- (5) 読みとり; ガラス線量計を読み取り器にかける。読み取り器では、1素子につき5回読み取り、その平均値を測定値とするよう設定した。登録値との差し引きから設置中の線量を導くことができる。

データ処理

ガラス線量計の読み取りによって、設置期間中の積算線量が測定値として得られる。校正定数で除して読み取り器の感度補正を行う。さらに、測定値間の相互比較ができるように1年間あたりの線量に換算してデータとする。

その他

ガラス線量計は、TLDと同様に用いることができる。取り扱い易さの点でTLDに優る。しかし、最小読み取り線量が $1\ \mu\text{Gy}$ とTLDよりも大きく、微小線量の測定の場合は測定値にばらつきが生じる。

付録 B 放射線監視システムRMSAFEの説明

RMSAFE (Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiments)は、核融合科学研究所土岐サイトの放射線監視システムである。このシステムは1992年から運用を開始し、実験棟内の放射線と敷地内の環境放射線とを多地点で連続的に観測している。RMSAFEの概要を以下に紹介する。

B-1 システムの概要と測定器の説明

大型ヘリカル実験装置(LHD)におけるプラズマ実験においては、高温プラズマの生成、加熱、プラズマ内での反応、周辺物質との相互作用等にともない、X線及び中性子の発生が予想される。放射線安全の観点から、実験棟内外における放射線レベルの監視が必要である。

プラズマ実験にともなう放射線は他の放射線発生施設と異なり、通常10秒以下の短時間パルスで発生する。この特徴を利用して、バースト状(注)に発生する実験起因の放射線を自然放射線と弁別して精度良く測定する機能が必要である。さらに、サイト内及び実験棟内に適切に配置された複数の測定器を連係させることによって実験による放射線の発生状況及び分布を正確に評価することが重要である。また、これらの機能が充分発揮できるよう運転開始前に監視装置を整備し、その運用の確実性を確認するとともに、自然放射線の変動を把握しておくことが重要である。以上の観点から、バースト状放射線検知機能を有する核融合プラズマ実験対応型放射線監視システムRMSAFE (Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiments)を開発し、設置した。

実験室内外に多数の放射線測定器を設置することによって、実験装置からのX線の発生を的確に検知・評価するとともに実験棟内外の放射線分布を知ることができる。さらに、複数の測定器の結果を比較することによって自然放射線及びノイズの影響を除去できる。

RMSAFEのシステム構成を図 B-1に示す。システムは放射線測定器、中央監視装置及びデータ表示装置からなる。

(注)バースト状とは突発的な発生の仕方をいう。

◇ 放射線測定器

(1) X(γ)線測定器

検出器には電離箱を採用し、設置場所の線量率範囲に適したものを選択した。測定器の仕様を表B-1に示す。X(エックス)線や γ (ガンマ)線の入射により生成した電荷を連続的に積分することにより線量当量率を得る方式とした。積分電荷は10ミリ秒毎に増加分に対応したパルス数に変換され出力される。パルス列は負論理光パルスとしてスケーラ(計数処理装置)に伝送される。実験棟近傍・敷地境界に設置した測定器は0.003 nSv(ナノシーベルト)検出毎に1パルス信号を発生する。137Cs線源によって照射した結果、この測定器が50 nSv/h から50 μ Sv/h まで良好な線量率特性を有することを確認した。

(2) 中性子線測定器

検出器は円筒型³He比例計数管を使用した。測定器の仕様を表B-1に示す。この計数管は厚さ25mmのポリエチレン減速材中に設置した。比例計数管の出力はリニアアンプを通して、光パルスでスケーラに伝送される。この測定器のエネルギーレスポンスは線量当量特性に対応していないが計数感度には優れている。宇宙線の中性子成分の測定から1計数あたり0.02 nSv程度の応答が期待できる。現在、線量測定・評価手法の開発を進めている。

◇ 中央監視装置

中央監視装置はスケーラ、スケーラ制御及びデータ収集用ワークステーション(高性能小型電子計算機)からなる。この装置はLHD本体棟計測機器室(2)に設置した。この装置は土岐サイトの屋外及び屋内に設置された全ての放射線測定器のデータを共同溝内等に布設された光ファイバケーブルを通してリアルタイムに収集できる。

(1) スケーラ(計数処理装置)

RMSAFEは、放射線を発生する装置からのトリガー信号を受けなくても、独自にバースト状放射線の検知ができるよう設計されている。スケーラは放射線測定器から伝送されたパルスを計数処理し、バースト放射線の検知及びその時間変動分析を行う。そして、得られたデータをワークステーションに送る。

図B-2にバースト検知に伴うスケーラの機能移行の様子を示す。通常、スケーラはバックグラウンド(BG)放射線を計数する。バースト検知は10ミリ秒の5回移動積算値について設定する。すなわち、立ち上がり50ミリ秒の積算値が設定値を超えるとバーストが検知される。バーストが検知されると、スケーラはBG計数を一時停止してあらかじめ設定されたタイムプロファイルもしくはバーストモードで計数する。タイムプロファイルモードは計数の時間的变化を詳細に記録する方式で、バースト線量積算時間を100に分割した時間幅毎の計数が記録される。バーストモードはタイムプロファイルモードの105のタイムスパンの積算線量値を記録するモードである。いずれのモードも計数終了後、データを出力バッファに格納し、中断していたBG計数を再開する。全てのスケーラの外部入力端子を接続することによって、いずれかのチャンネル(検出器)でバーストが検知されると全チャンネルがバースト時の機能に移行できるようになる。

(2) ワークステーション(高性能小型コンピュータ)

ワークステーションはスケーラの制御、データ取込、データファイルの作成、データ整理及び表示装置へのデータサービスを実行する。

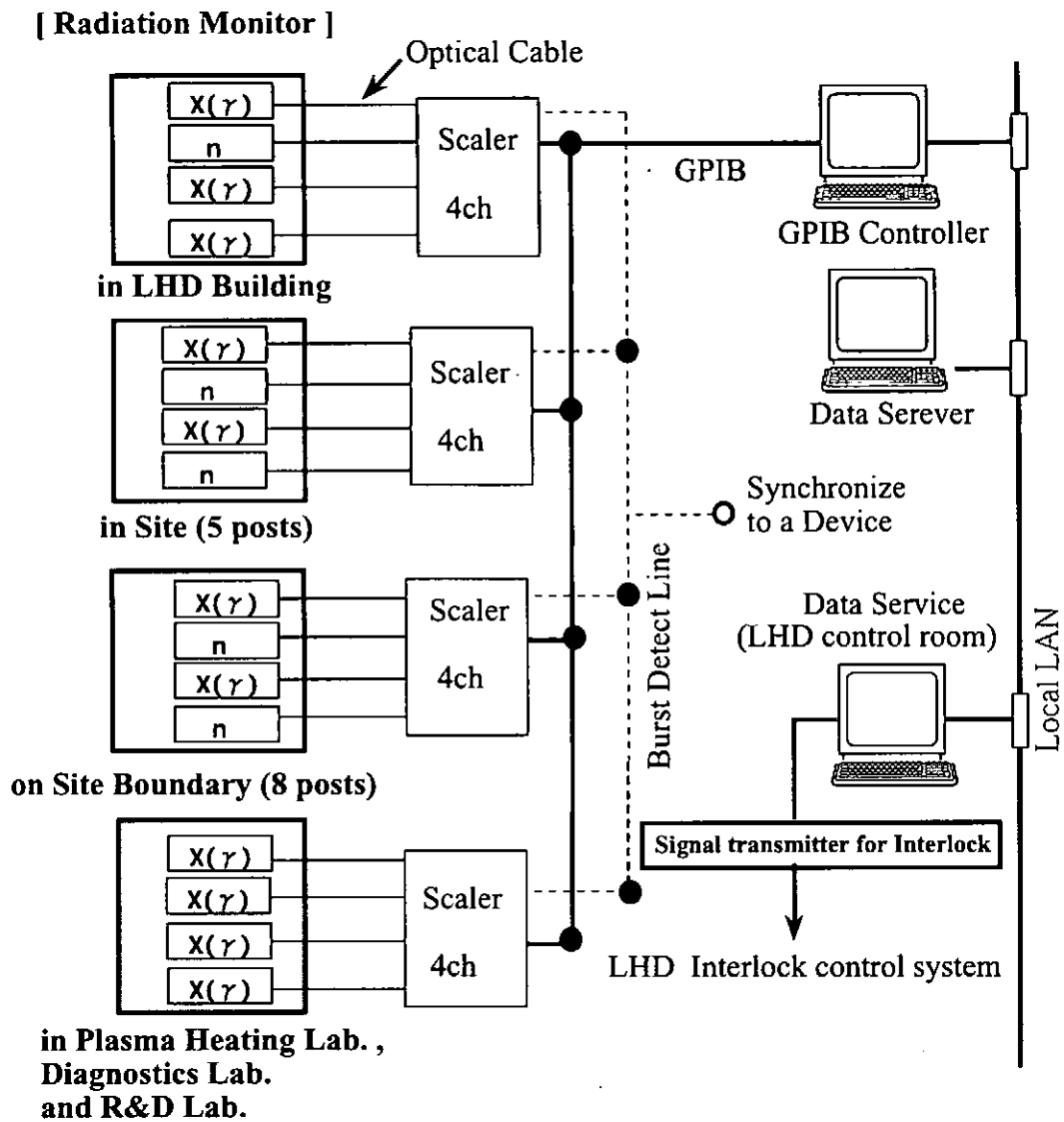
作成されるデータファイルは設定ファイル、BG計数ファイル、バーストデータファイル、タイムプロファイルデータファイル、日報データファイルである。設定ファイルはスケーラの設定状況と各チャンネルの設定状況を設定変更毎に格納する。BG計数ファイルは設定計数時間毎の計数値を1時間毎に各チャンネル別に格納する。バーストデータファイル及びタイムプロファイルデータファイルはバースト検知毎に各データを格納する。日報データファイルはBG計数の1時間毎の平均値、最大値及び標準偏差を線量当量に換算して記録する。

◇ 表示装置

表示装置は放射線監視データ表示とインターロック発信器制御とを行うパーソナルコンピュータである。この装置は中央監視装置とLAN(通信回線網)で接続され、中央監視装置で収集された放射線データをリアルタイム(即座)に表示できる。日報、週報、月報のトレンドグラフ表示や帳票出力を行うこともできる。本装置は制御室でLHD中央制御インターロック装置と接続されており、放射線発生量が敷地境界の管理目標値を超えた場合にはLHDの運転が停止される。

B-2 今後の課題など

RMSAFEは長期的に概ね良好な安定性を示している。敷地境界の発生放射線の管理目標値は年間 $50\mu\text{Sv}$ である。実験棟内外に設置した複数の測定器の連係によって、LHDからパルスバースト的(突発的)に発生する放射線を敷地境界の自然放射線と弁別して測定し、管理することは充分可能であると考ええる。しかし、LHDが目指す定常運転に際しては、短期的には降雨等の影響を、長期的には周辺環境の変化を十分に把握することが管理目標を的確に評価する上で重要である。



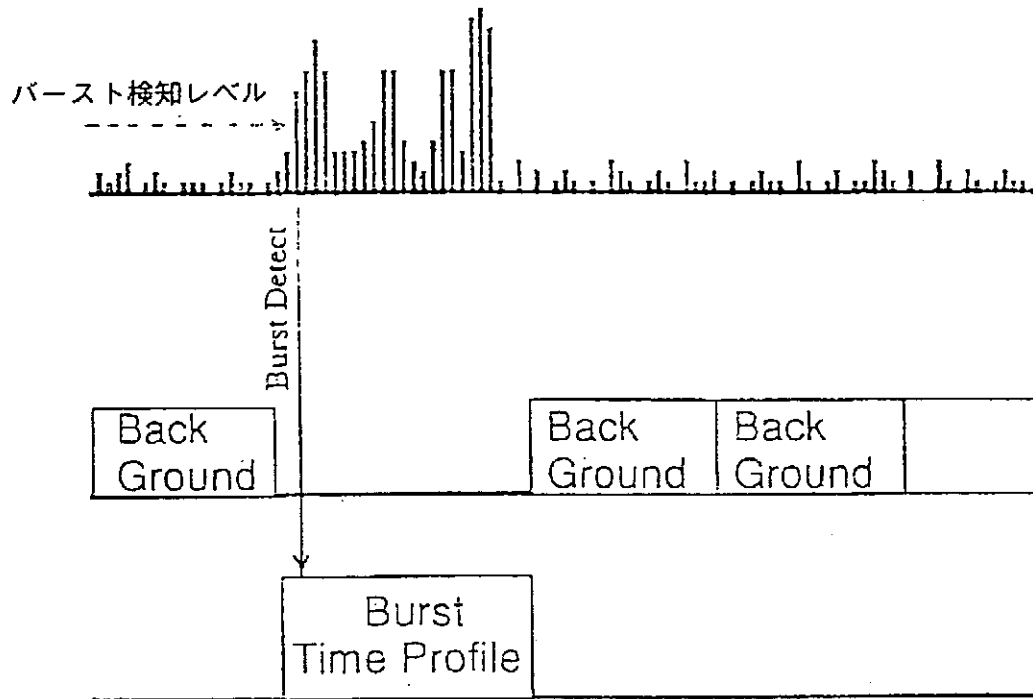
図B-1 RMSAFEのシステム構成

表B-1 放射線測定器の仕様

測定器	実験棟近傍・敷地境界 モニター	LHD・加熱・計測実験棟モニター	
		低線量型	高線量型
X・γ線			
検出器	球型電離箱	円筒型電離箱	円筒型電離箱
材質	ステンレススチール	フェノール樹脂 (ステンレススチール)	ステンレススチール (フェノール樹脂)
サイズ	350mmΦ	100mmΦ × 125mm (120mmΦ × 288mm)	120mmΦ × 288mm (100mmΦ × 125mm)
容積	20ℓ	1ℓ (3ℓ)	3ℓ (1ℓ)
封入ガス	アルゴン	空気 (アルゴン)	アルゴン (空気)
封入圧	8Kg/cm ²	1Kg/cm ² (6.5Kg/cm ²)	6.5Kg/cm ² (1Kg/cm ²)
測定範囲	0~50μSv/h 50keV~3MeV	1μSv/h~1Sv/h 20keV~3MeV (50keV~3MeV)	10μSv/h~10Sv/h 50keV~3MeV (20keV~3MeV)
中性子			
検出器	比例計数管		
サイズ	25.4mmΦ × 341.1mm		
封入ガス	3-ヘリウム		
封入ガス圧	9.9kg/cm ²		
モデレータ	ポリエチレン(25mm厚)		
計数範囲	0~10 ⁵ cpm		

Plasma

Radiation Dose / Unit Time



図B-2 バースト検知時のスケーラモード移行

NIFS-MEMOシリーズ出版リスト
(Recent Issues of NIFS-MEMO Series)

- NIFS-MEMO-16 久保田 雄輔, 野田信明, 相良明男, 井上徳之, 赤石憲也, 山本純也, 本島修
「LHD用ダイバータ板の開発・研究各種カーボン・銅接合材の熱負荷試験」
Y. Kubota, N. Noda, A. Sagara, N. Inoue, K. Akaishi, J. Yamamoto, O. Motojima,
"Research and Development of Divertor Plates for LHD (High Heat Flux Tests of Various Kinds of Materials)", Apr. 1995 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-17 江尻 晶,
「LHDにおける窓の熱設計」
A. Ejiri,
"Calculation of the Heat Transfer in the Windows of the Large Helical Device" Nov. 1995 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-18 田辺哲朗, 森田健治 編集
核融合科学研究所共同研究
「プラズマと壁との相互作用に関する研究会」核融合科学研究所, 平成7年9月12日 - 9月13日
(Eds.) T. Tanabe and K. Morita
"Proceedings of the Symposium on Plasma-Materials Interaction" NIFS, Sep. 12-13, 1995; Dec. 1995 (In Japanese)
- NIFS-MEMO-19 K. Itoh (ed.),
Study on Sawtooth and Transport in Part of Japan-TEXTOR Collaboration 1995; Feb. 1996
- NIFS-MEMO-20 編集責任, 核融合科学研究所, 太刀川恭治, 山本純也,
「核融合科学研究所共同研究, 核融合炉用先進超伝導体, 研究調査報告書 Nb₃Sn系超伝導体」
Editors: K. Tachikawa and J. Yamamoto,
"Studies on Advanced Superconductors for Fusion Device" Part 1 - Present Status of Nb₃Sn Conductors-", Mar. 1996 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-21 飯吉厚夫, 藤原正巳, 岡本正雄, 大藪修義, 金子修, 笹尾眞貴子, 須藤滋, 菅野龍太郎, 武藤敬, 村上定義, 竹入康彦, 富田幸博,
山崎耕造
「LHDにおけるD-³He核融合の検討」
A. Iiyoshi, M. Fujiwara, M. Okamoto, N. Ohyabu, O. Kaneko, M. Sasao, S. Sudo, R. Kanno, T. Mutoh, S. Murakami, Y. Takeiri,
Y. Tomita and K. Yamazaki,
"Studies on D - ³He Fusion in LHD". Mar. 1996 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-22 編集責任, 核融合科学研究所, 太刀川恭治, 山本純也, 三戸利行
「核融合科学研究所共同研究, 核融合炉用先進超伝導体, 研究調査報告書 2 先進金属系超伝導体」
Editors: K. Tachikawa, J. Yamamoto and T. Mito,
"Studies on Advanced Superconductors for Fusion Device" Part 2 - Metallic Superconductors other than Nb₃Sn -, Mar. 1997 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-23 K. Itoh (ed.), S.-I. Itoh, U. Stroth, T. Iwasaki, M. Yagi and A. Fukuyama,
"Discussion Record of the Workshop on Nonlocal Transport" June 1997
- NIFS-MEMO-24 Collapse, Terminating Eventsの物理
日本物理学会 シンポジウム 第52回年会, 1997.3.29
"Physics of Collapse and Terminating Events" (In Japanese); July 1997
- NIFS-MEMO-25 中村浩章, 池田一昭, 山口作太郎
「強磁場中でのネルンスト素子の輸送現象とエネルギー変換」
H. Nakamura, K. Ikeda, S. Yamaguchi,
"Transport Phenomena and Energy Conversion of the Nernst Element in a Strong Magnetic Field" (In Japanese); Nov. 1997
- NIFS-MEMO-26 核融合科学研究所技術部
「平成9年度核融合科学研究所技術研究会
日時: 1998年9月11日・12日 場所: セラトピア土岐」1998年3月
"Proceedings of Symposium on Technology in Laboratories by Department of Engineering and Technical Services" Mar. 1998
(In Japanese)
- NIFS-MEMO-27 編集責任, 核融合科学研究所, 太刀川恭治, 三戸利行
「核融合科学研究所共同研究, 核融合炉用先進超伝導体, 研究調査報告書 3 酸化物系超伝導体」
Editors: K. Tachikawa and T. Mito,
"Studies on Advanced Superconductors for Fusion Device, Part 3 - High-T_c Oxide Superconductors -", Mar. 1998 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-28 陰山聡, 佐藤哲也
「VRシステムComplexCopeプログラミングガイド」
A. Kageyama and T. Sato,
"VR System ComplexCope Programming Guide": Sep. 1998 (in Japanese)
- NIFS-MEMO-29 北内英章, 木田重雄
「回転球殻内のMHDシミュレーションコードの開発」
H. Kitauchi and S. Kida,
Numerical Code for an MHD Simulation in a Rotating Spherical Shell; Feb. 1999
- NIFS-MEMO-30 津田健三, 山本孝志, 加藤文雄, 中村修, 渡邊國彦, 渡邊令子, 津川和子, 上村鉄雄
「核融合科学研究所キャンパス情報ネットワークNIFS-LANの構築」
K. Tsuda, T. Yamamoto, T. Kato, O. Nakamura, K. Watanabe, R. Watanabe, K. Tsugawa and T. Kamimura,
Construction of the NIFS Campus Information Network NIFS-LAN: Oct. 2000
- NIFS-MEMO-31 文部科学省 核融合科学研究所 安全管理センター
「放射線安全管理年報 -1999年度-」
Safety and Environmental Research Center, National Institute for Fusion Science,
"Report on Administrative Work at Radiation Safety Center in fiscal year 1999: Apr. 2001