

NATIONAL INSTITUTE FOR FUSION SCIENCE

放射線安全管理年報

(2006年4月1日～2007年3月31日)

Report on Administrative Work for Radiation Safety
from April 2006 to March 2007

核融合科学研究所

安全衛生推進部・放射線管理室、安全管理センター

Radiation Control Safety Office/Safety Hygiene Protection Bureau

Safety and Environmental Research Center

National Institute for Fusion Science

(Received - Aug. 27, 2007)

NIFS-MEMO-54

Oct. 2007

RESEARCH REPORT
NIFS-MEMO Series

This report was prepared as a preprint of work performed as a collaboration research of the National Institute for Fusion Science (NIFS) of Japan. The views presented here are solely those of the authors. This document is intended for information only and may be published in a journal after some rearrangement of its contents in the future.

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

E-mail: bunken@nifs.ac.jp

<Notice about photocopying>

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Except in the USA

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)
6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan
Phone: 81-3-3475-5618 FAX: 81-3-3475-5619 E-mail: jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone: 1-978-750-8400 FAX: 1-978-646-8600

放射線安全管理年報

(2006年4月1日～2007年3月31日)

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
核融合科学研究所
安全管理センター

安全衛生推進部 放射線管理室

放射線安全管理年報

(2006年4月1日～2007年3月31日)

執筆者

小森彰夫 (安全衛生推進部長)

金子 修 (安全管理センター長)

西村清彦 (副安全管理センター長、
放射線取扱副主任者)

宇田達彦 (前安全管理センター長)

朝倉大和 (放射線取扱主任者)

河野孝央 (放射線取扱副主任者)

山西弘城 (放射線取扱副主任者)

三宅 均 (放射線管理室長)

Report on Administrative Work for Radiation Safety From April 2006 to March 2007

Radiation Control Safety Office / Safety Hygiene Protection Bureau
Safety and Environmental Research Center
National Institute for Fusion Science

Preface

The National Institute for Fusion Science (NIFS) is proceeding with the research on magnetic confining nuclear fusion both experimentally and theoretically. During the experiment with deals with very hot plasma, X ray is generated. Therefore the experimental devices with their surroundings are administrated in conformity with the Industrial Safety and Health Law to keep workplace safety. The Radiation Control Safety Office of Safety Hygiene Protection Bureau carries out measuring the radiation dose level regularly, registering the employees who are engaged in plasma experiments, and training them. Non-regulated small sealed sources are used in some detectors. The treating of these sources is controlled by the Safety and Environmental Research Center.

This report is on administrative works for radiation safety in the last fiscal year 2006. It includes (1) report on the establishment of radiation safety management system, (2) report on the establishment of training and registration system for radiation workers, and (3) results of radiation dose measurement and monitoring in the radiation controlled area and on the site by using Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiment (RMSAFE).

The report has been published annually. We hope that these reports would be helpful for future safety management in NIFS.

Akio Komori
Head of Safety Hygiene Protection Bureau
Osamu Kaneko
Director of Safety and Environmental Research Center

Keywords: radiation protection, safety management, magnetic fusion plasma

放射線安全管理年報

(2006年4月1日～2007年3月31日)

はじめに	1
1. 放射線安全管理の概要	2
2. 放射線管理室の活動状況	13
3. 装置管理	
3. 1 装置の運転状況と放射線監視結果	22
3. 2 積算線量計を用いた環境測定	27
3. 3 放射線監視システム RMSAFE による監視結果	44
4. その他	
4. 1 微量密封放射性同位元素の使用状況	54

はじめに

核融合科学研究所では将来の基幹エネルギー源として期待されている核融合の学術研究を進めています。本研究では対象となるのが高温プラズマであり、プラズマを構成する高エネルギー粒子が放射線（X線）の発生源となる状況がしばしば生まれます。核融合科学研究所ではこれらの発生源となる実験装置を労働安全衛生法に則り適切に管理し、周辺の放射線量を監視するとともに放射線業務従事者の登録や教育を行うことによって職員の安全を図っています。これらの仕事は安全衛生推進部の放射線安全管理室が行っています。また、計測器の中には法律の規制を受けない微量密封放射線源を用いているものもありますが、微量密封放射線源の管理は安全管理センターが行っています。

この放射線安全管理年報は、上記の事柄に関する平成18年度の管理状況や放射線測定結果等についてまとめ、評価を加えたものです。ご高覧いただき、ご意見等いただければ幸いです。

安全衛生推進部長 小森彰夫

安全管理センター長 金子 修

1. 放射線安全管理の概要

1.1 放射線発生装置

核融合科学研究所(以下、“研究所”と記す)には次にあげる実験棟に放射線発生装置がある。ここでいう「放射線発生装置」には、法令では規定されないが運転に伴ってX線を発生する可能性のある装置も含めている。また、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。

下記に示す(1)から(4)の実験棟に、表1-1に示す放射線発生装置が設置されている。各実験棟の位置を図1-1の敷地図に示す。

- (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

研究所の放射線障害予防規程の中では、“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”(障防法)に定める放射線発生装置、および“電離放射線障害防止規則”(電離則)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、装置を設置し使用する施設を「放射線施設」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放射線施設の管理・運営について、法人化前(2003年度まで)は、障防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程」を定めていた。法人化後の2004年度からは、適用法令が人事院規則から電離則に変更になったのを受けて予防規程を改定し、文部科学省の放射線規制室へ変更の届出を行うと共に、新たに必要となったエックス線作業主任者を1名選任(計測実験棟・照射室)した。また、法的な管理対象となる放射線発生装置については2003年度までと変更がないことを労働基準監督署に事前確認した。

その後、2006年度に材料の表面分析を目的にした下記X線発生装置の移設と新設を行った。

- (1) X線光電子分光分析装置(ESCA)を計測実験棟から加熱実験棟に移設
- (2) X線回折装置(XRD)を加熱実験棟に新設

上記に当たっては、労働安全衛生規則第86条に基づき、労働基準監督署への事前の届出を行った。また、電離則に基づき、加熱実験棟の管理区域にエックス線作業主任者を新たに1名選任した。

なお、研究所ではこれまで障防法や電離則で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の規制体制により管理しており、2006年度もその方針を継続している。

放射線安全管理は図1-2に示す放射線管理組織に基づいて実施されている。法人化に伴い、所内の労働安全衛生管理の実務を統括して推進する部署として安全衛生推進部が新設され、放射線管理室は推進部に所属する体制となった。審議を要する事項は放射線管理室会合で専門的な観点から審議がなされたのち、最終的に安全衛生委員会で承認を受けることになっている。この放射線管理室会合のメンバーには安全管理センター職員その他、放射線取扱主任者、装置管

理区域責任者が含まれている。会合は定期的開催され、管理状況報告や経験交流も行っている。

なお、外部評価委員会のコメントを反映し、安全管理センターと安全衛生推進部の役割分担を明確にする観点から、安全管理センターを所長の諮問機関と位置づける管理組織の改変を行った。これに伴い、2006年6月1日及び2007年4月1日の2回予防規程を改定し文部科学省の放射線規制室に届出た。

また、日常の管理業務に対応するため、安全環境監視室(制御棟1階)内に放射線管理室の窓口を設置し、各種の届出に対する便宜を図っている。

1.3 放射線発生装置と施設の概要

研究所における放射線安全管理の対象となっている装置と施設の概要(2007年3月31日現在)を以下に記す。図1-3-1から図1-3-4に各実験棟の平面図を示す。図1-3-5、図1-3-6は、大型ヘリカル実験棟・地階に設置されている重イオンビームプローブ(HIBP)装置の配置図と装置管理区域の概要である。ここでいう「装置管理区域」とは、障防法に基づく管理区域に準拠した場所であり、「装置監視区域」とは装置管理区域の外側に近接する区域にあつて、放射線の発生するおそれのある実験を行う期間、業務従事者が装置等の運転監視や保守管理等を行うため常時又は随時立ち入る区域である。それぞれ、必要に応じて立ち入り制限をしている。

現在は研究所の実験棟で密封線源、非密封線源ともに障防法の規制を受ける放射性同位元素は使用していない。しかし、計測機器の校正のため、障防法の規制を受けない微量密封放射性同位元素を使用しているため、安全管理センターがその所在と使用を管理している。

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。プラズマ発生装置では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線を発生する可能性がある。

(1) 大型ヘリカル実験棟

障防法では、放射線発生装置として、プラズマ発生装置を指定しており、「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つて、専ら重水素と重水素との核反応を行うものに限る」と定義している。しかしながら、大型ヘリカル装置(LHD)はこの条件に合致していない装置であるため、現行の障防法では放射線発生装置には該当しない装置である。

現在、LHDでは主に軽水素またはヘリウムを用いたプラズマ実験を行っており、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、実験中は実験室内への立ち入りを禁止するなど放射線防護の立場から、障防法および電離則に準じた管理をしている。

LHD本体のほかに付随した加熱装置として中性粒子入射加熱装置(NBI)や電子サイクロロン共鳴加熱装置(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、障防法および電離則に準じた管理をしている。

その他、プラズマの電位分布計測用のHIBP装置が地階に設置されている。この装置はコッククロフト・ワルトン型加速器として障防法の規制を受けることから、2002年3月に使用承認申請を行い、

2002年8月29日付けで承認(使第 5064号)を得た。その後、研究所内放射線障害予防規程の制定(2002年9月10日)、HIBP装置の維持管理細則の制定(2002年10月25日)を行い、2004年9月7日付で施設検査に合格した。また、2004年11月19日に立入検査を受け設備仕様、管理内容が妥当であると確認された。その後、特に変更はなく、運転管理されている。

(2) 加熱実験棟

開発試験用の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。

2007年1月に、計測実験棟からESCA装置を移設した。また、同時期にXRD装置を新たに導入・設置した。これらは、電離則の規制対象装置となることから、エックス線作業主任者を新たに1名選任した。なお、両装置共に装置の外壁部で線量率がバックグランドレベルとなることから、装置の壁内部を管理区域に設定して、放射線防護のための管理を行っている。

(3) 計測実験棟

X線測定器の校正用に市販の小型X線発生装置が設置されている。電離則の規制対象装置となることから、エックス線作業主任者1名を選任している。

(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)がサテライト装置室に設置されている。LHDより小型であり、これも障防法の規制を受けていない装置である。しかし、LHDと同様に実験過程で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、実験中は装置室へ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。なお、CHS装置は研究の完了に伴い、2006年8月末に運転を終了した。しかし、装置を廃止したわけではないため、管理業務は継続している。

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、実験装置等の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。管理区域境界においては、一週間で $100\mu\text{Sv}$ を超えないことを、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が、これまでそのような事例は発生していない。

なお、制御棟1階に安全環境監視室を設置し、上記測定結果を制御室前面右手の2台の大型画面に常時表示している。

装置周辺における線量測定には、積算線量計も用いている。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なデータベースとなっている。

表 1-1 放射線を管理している装置

2006年度

装置名	設置場所	どのような装置か		管理している放射線の線種	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	加速最大エネルギー			
大型ヘリカル装置	LHD 大型ヘリカル 実験棟	高温プラズマ実験装置	—	X線	建物構造物による遮蔽、 放射線監視	×
重イオンビームプローブ装置	HIBP 大型ヘリカル 実験棟	プラズマの状態を測定するための装置。金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	フェンスによる区画、 放射線監視	○
中性粒子ビーム入射加熱装置	NBI 大型ヘリカル 実験棟 (3基)	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	×
	加熱実験棟 (1基)	”	180 keV	X線	建物構造物による遮蔽、 放射線監視	×
電子サイクロトロン加熱装置	ECH 大型ヘリカル 実験棟	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	80 keV 55 keV	X線	フェンスによる区画、 放射線監視	×
コンパクトヘリカル装置	CHS 開発実験棟	中規模の高温プラズマ実験装置	—	X線	建物構造物による遮蔽、 放射線監視	×
小型X線発生装置	— 計測実験棟	市販のX線発生装置。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線光電子分光分析装置	ESCA 計測実験棟 ⇒加熱実験棟	固体試料にX線を照射し、放出された光電子スペクトルを分析	15keV	X線	装置構造物による遮蔽	△
X線回折装置	XRD 加熱実験棟	市販のX線回折装置。特性X線を用いて材料の結晶構造を分析。	60keV	X線	装置構造物による遮蔽	△
小型X線発生装置	— 大型ヘリカル 実験棟	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。	9 keV	X線	適切な設置の確認	△

○：障防法の適用を受ける。
△：電離則の適用を受ける。
×：適用法令なし。

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。

核融合科学研究所放射線管理 体制組織
 核融合科学研究所放射線障害予防規定別表第1（第7条関係）

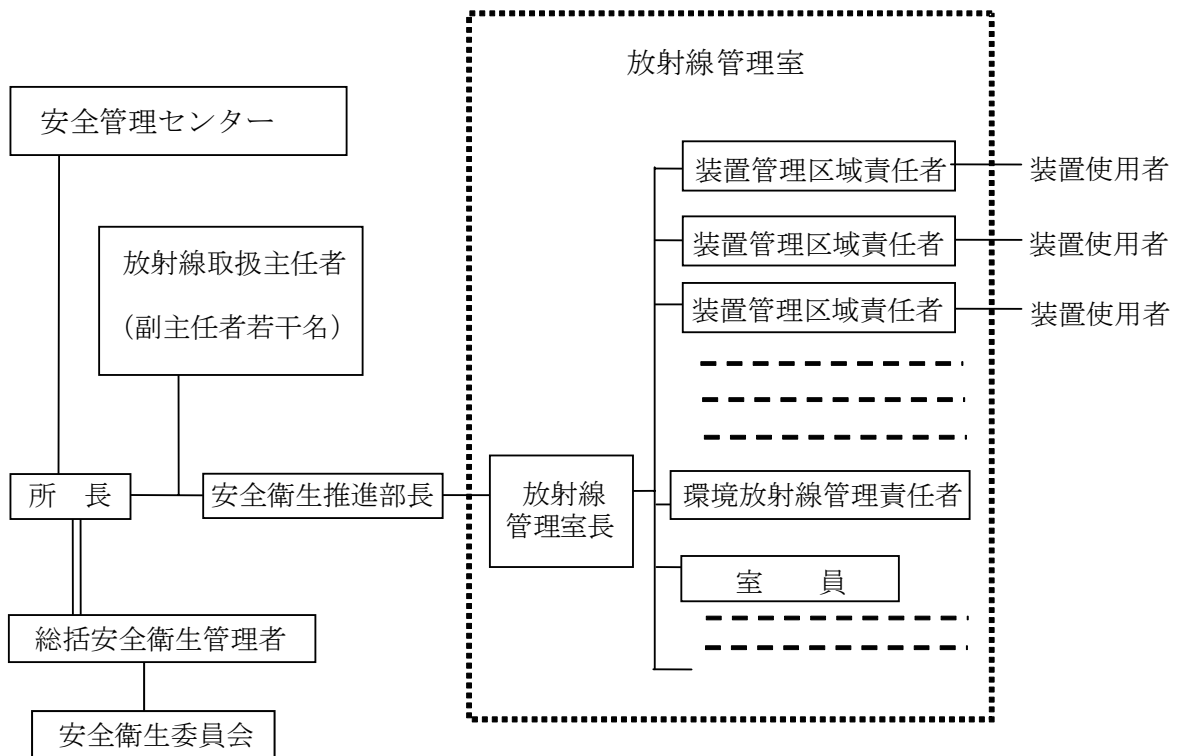


図1-2 核融合科学研究所放射線管理組織

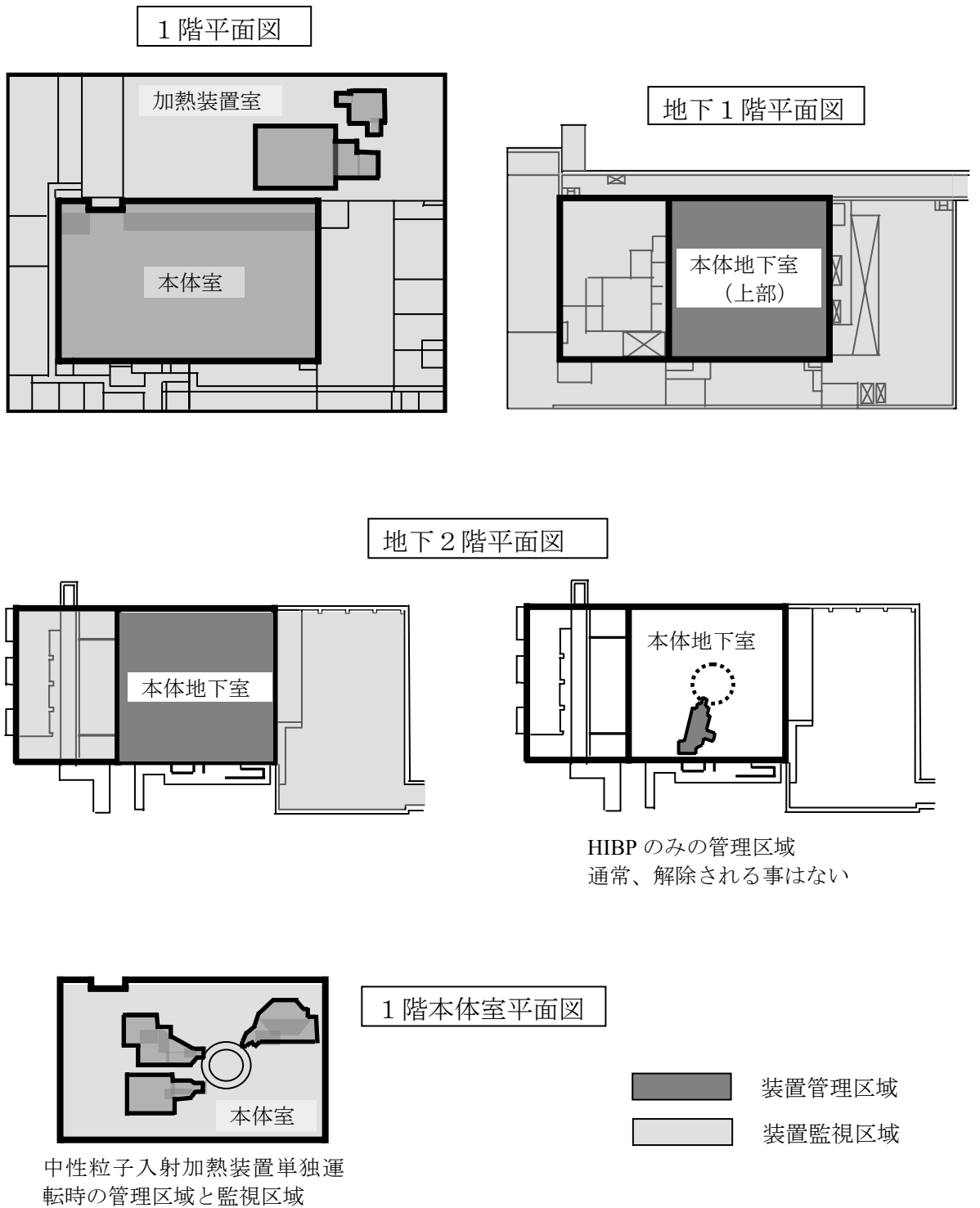


図 1 - 3 - 1 大型ヘリカル実験棟の装置管理区域と装置監視区域
(2006 年度末現在)

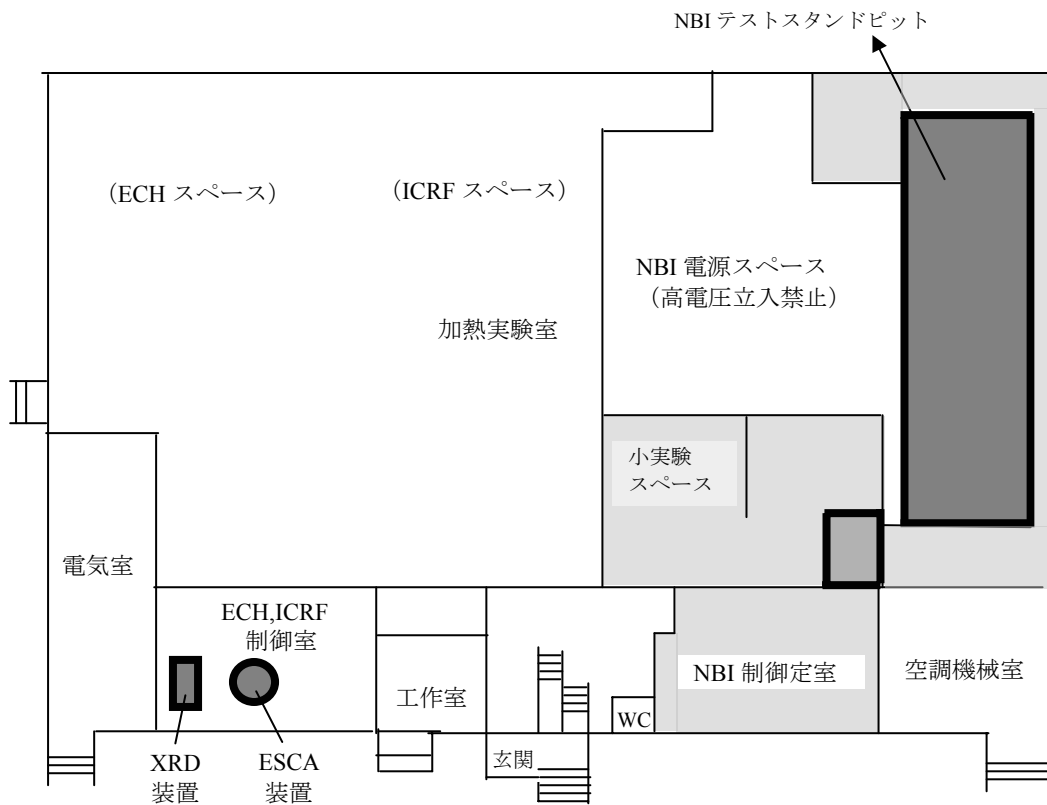


図 1-3-2 加熱実験棟の装置管理区域と装置監視区域 (2006 年度末現在)

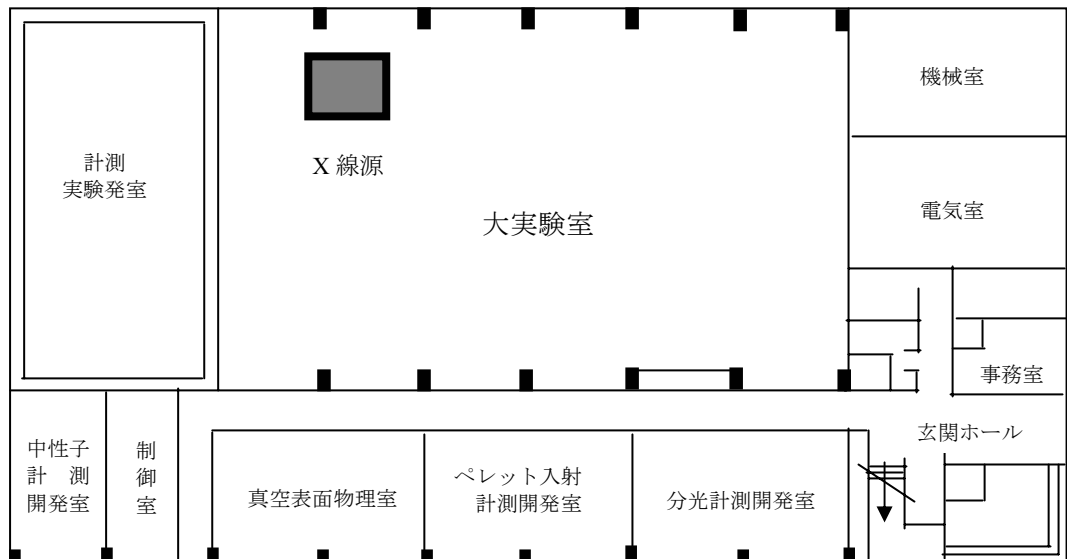


図 1-3-3 計測実験棟の装置管理区域と装置監視区域 (2006 年度末現在)

- 装置管理区域
- 装置監視区域



図 1 - 3 - 4 開発実験棟の装置管理区域と装置監視区域(2006 年度末現在)

2. 放射線管理室の活動状況

2. 1 放射線管理室の体制

法人化にともない、研究所では労働安全衛生法に基づく職場の安全衛生管理を実行する組織として、各種専門分野毎の管理室からなる安全衛生推進部が設置された。放射線管理室はその安全衛生推進部の中で核融合科学研究所の放射線安全に関する線量測定、教育訓練、記録などの業務を担当する。放射線管理室は、放射線管理室長をはじめ、装置管理区域責任者、環境放射線管理責任者、安全管理センター職員その他合計 16 名で構成される。このうち 1 名が放射線取扱主任者を、また 3 名が副主任者を兼務している。

なお、日常の管理業務に対応するため、安全環境監視室（制御棟1階）内に放射線管理室の窓口を設置し、各種の届出に対する便宜を図っている。

2. 2 放射線管理室の活動

放射線管理室（管理室）は、放射線監視装置の監視・点検を実施するとともに放射線業務従事者の登録、教育訓練（講習会）および個人被ばく管理などの放射線管理業務を実施している。

2. 2. 1 放射線業務従事者登録

（1）放射線業務従事者登録体制

放射線業務従事者登録の体制を図 2-2-1（1）と（2）に示す。図の（1）と（2）の違いは管理部の事務組織の変更にもなうものである。登録希望者は、管理室で（1）登録について相談する、（2）講習会を受講、健康診断を受診し、放射線業務従事者登録申請書と装置使用申請書を提出する、（3）承認証、個人線量計（ルクセルバッジ：LB）等を受け取る、の手順を踏むことにより研究所の放射線業務従事者として登録される。

（2）共同研究者等の職員以外（所外者）の登録

所外者の登録も（1）と同様の体制で作業が進められる。ただし、所外者が登録するときは原則として所属機関において放射線業務従事者として登録する必要がある。表 2-2-1 に、2006 年度現在における所外者登録の要領を示す。所外者の方は所属機関により対応が異なる場合があるのであらかじめ管理室とよく相談して手続きすることをお願いしている。

2. 2. 2 登録および教育訓練

2006 年度における放射線業務従事者登録状況を表 2-2-2 に示す。また教育訓練実績を表 2-2-3（1）と（2）に示す。

登録者数は最大 258 名（2005 年度は 266 名）であり、そのうち新規が 39 名（2005 年度は 37 名）であった。また、研究所内者と所外者の内訳は最大時で所内 168 名（2005 年度は 164 名）、所外 93 名（2005 年度は 102 名）であった。2006 年度の登録者数は 2005 年度とほぼ同じであった。

教育訓練には新規講習会と更新講習会がある。2006 年度新規講習会は 9 回開催された。受講者は所内 15 名（2005 年度は 11 名）、所外 19 名（2005 年度は 23 名）で合計 34 名（外国人 2 名）であった。更新教育は、2005 年度から 2006 年度への追加更新教育が 16 回、2006 年度から 2007 年度への定期更新教育が 2 回と追加が 6 回実施された。

2006 年度の現場教育は LHD：9 回、CHS：4 回、ECH：1 回、NBI：2 回、HIBP：2 回、軟 X 線発生装置：1 回、ESCA：1 回、XRD：1 回で、合計 21 回実施され、52 名（所内 31 名、所外 21 名）の受講者があった。

2. 2. 3 特別健康診断

特別健康診断の受診状況を表 2-2-4 に示した。第 1 回目は 6 月 28 日と 29 日に実施され、その他に追加で 13 回実施された。その結果、対象者 166 名全員が受診した。

第 2 回目は問診を中心とする健康診断が 12 月上旬に実施された。この結果に基づき後日検査を含む特別健康診断が行われた。受診者数は、対象者 168 名全員であった。この結果、2006 年度特別健康診断の受診率は 100% であった。

2. 2. 4 個人被ばく管理

個人被ばく管理のため管理室では毎月 1 日付けでルクセルバッジ (LB) の発行と回収を行っている。LB の使用状況を表 2-2-5 に示す。2006 年度の所内者への発行枚数は 150~168 枚/月で、年間を通してほぼ一定であった。一方、所外者への発行枚数は、4 月が 68 枚で、しだいに増加しプラズマ実験開始時期である 10 月には 93 枚になった。これは 9 月下旬の LHD 第 10 サイクル実験開始に向けた所外者の放射線業務従事者登録によるものであり、この傾向は例年と同じであった。また年間総発行枚数は 2961 枚であり、この水準は 2005 年度とほぼ同じ水準であった。なお、2006 年度において 1 mSv を超える線量測定結果は確認されていない。

2. 2. 5 書類の発行状況

放射線安全管理に関する書類の発行状況を表 2-2-6 に示す。2006 年度の管理室による証明書類等の発行は 73 件 (2005 年度 : 70 件、2004 年度 : 50 件) であった。2006 年度も 2005 年度に引き続き外部で放射線業務に従事する者が多いことがわかる。

2. 2. 6 LHD 入退室管理装置

LHD 入退室管理装置の運用状況を表 2-2-7 に示す。第 10 サイクルは 2006 年 9 月 28 日~2007 年 2 月 16 日であった。その間の延べ入退室人数は、見学者を除くと 172 名 (2005 年度は 196 名) であった。また、入退室数は 8,093 回 (2005 年度は 11,743 回) であった。入退室人数及び入退室回数 of のいずれも 2005 年度に比べ 2006 年度は減少した。実験期間中の見学者の入室数は 134 回 (2005 年度は 171 回、2004 年度は 26 回) であり、実験期間中の見学者の入室数は 2005 年度に引き続き 100 回を超えた。

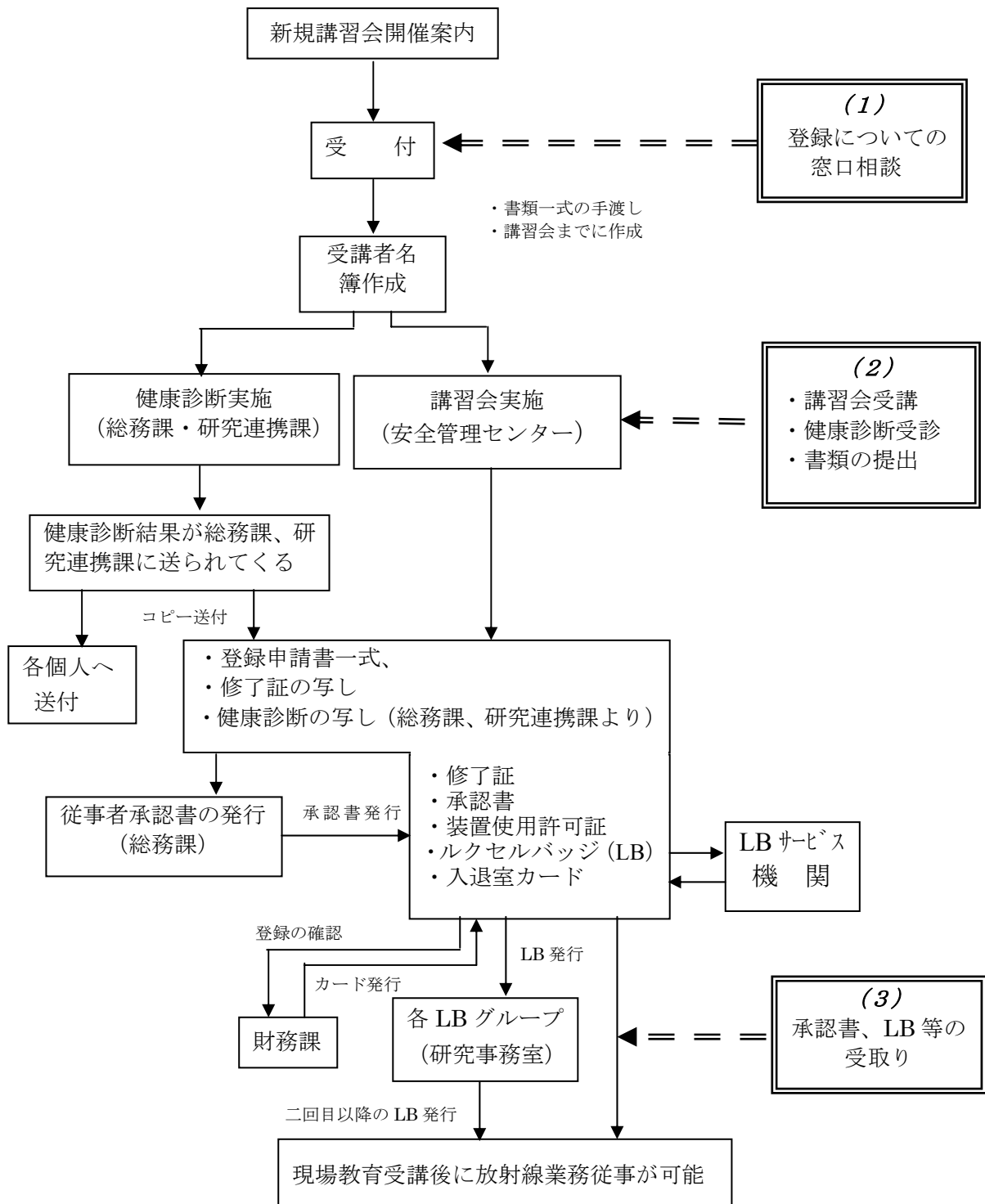


図 2-2-1 (1) 登録手続きの処理手順 (2006 年 9 月 30 日まで)

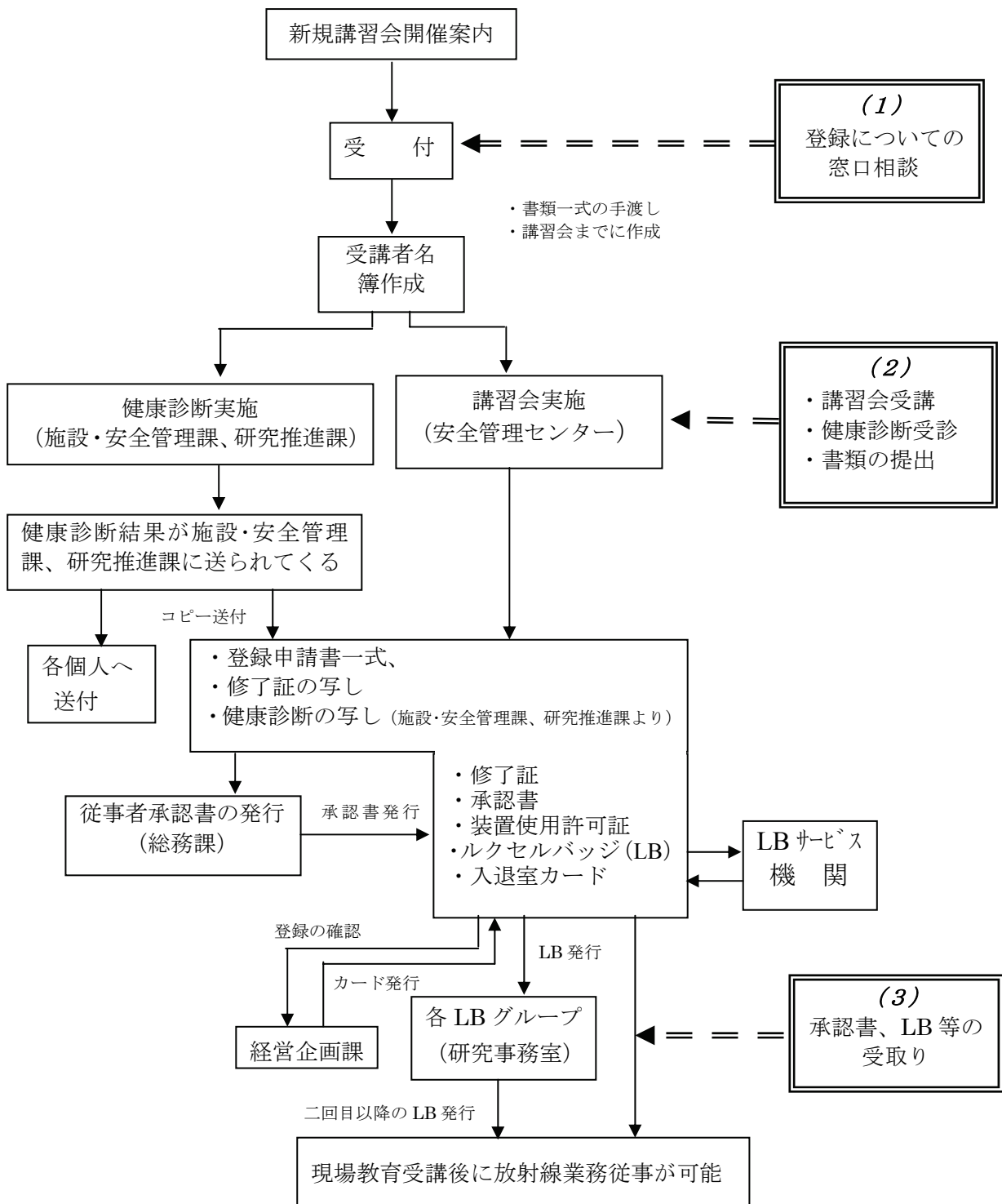


図 2-2-1 (2) 登録手続きの処理手順 (2006 年 10 月 1 日から)

表 2 - 2 - 1 所外者の放射線業務従事者登録手続き要領

[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線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
 ②装置使用申請書
 ③従事者認定証明書及び業務従事者承諾書
 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

○月別登録者数 (名)

	所内	所外	合計
2006/4/1~4/30	150	68	218
2006/5/1~5/31	157	78	235
2006/6/1~6/30	156	83	239
2006/7/1~7/31	156	83	239
2006/8/1~8/31	160	84	244
2006/9/1~9/30	161	92	253
2006/10/1~10/31	160	93	253
2006/11/1~11/30	163	93	256
2006/12/1~12/31	163	92	255
2007/1/1~1/31	164	92	256
2007/2/1~2/28	165	93	258
2007/3/1~3/31	168	87	255
新規登録者 (2006年度)	19	20	39
登録解除者 (2006年度)	6	14	20

表 2 - 2 - 3 (1) 教育訓練実施状況

(1) 新規講習会実施記録

日付	教育項目	所内	所外	合計
2006/04/06	新規講習会第1回	5	3	8
2006/05/25	新規講習会第2回	2	8	10
2006/07/21	新規講習会第3回	1	3	4
2006/09/06	新規講習会第4回		3	3
2006/10/18	新規講習会第5回 (中国2)	2		2
2006/11/16	新規講習会第6回	1		1
2006/12/21	新規講習会第7回		1	1
2007/01/30	新規講習会第8回	3		3
2007/03/20	新規講習会第9回	1	1	2
合計		15	19	34

(2) 放射線安全取扱講習会 (現場教育)

日付	教育項目	所内	所外	合計
2006/05/01	CHS現場教育第1回	1		1
2006/05/26	NBI現場教育第1回		4	4
2006/06/27	ECH現場教育第1回		1	1
2006/07/03	LHD現場教育第1回 (イラン1)	6	3	9
2006/07/05	HIBP現場教育第1回	1	1	2
2006/07/13	LHD現場教育第2回		1	1
2006/07/19	LHD現場教育第3回	1		1
2006/07/25	CHS現場教育第2回		1	1
2006/08/22	ESCA現場教育第1回	1		1
2006/08/24	CHS現場教育第3回		1	1
2006/08/29	CHS現場教育第4回	1		1
2006/09/06	HIBP現場教育第2回	1		1
2006/09/25	LHD現場教育第4回	1	3	4
2006/10/04	LHD現場教育第5回		3	3
2006/11/20	LHD現場教育第6回 (中国1)	3	1	4
2006/12/06	NBI現場教育第2回	1		1
2006/12/06	LHD現場教育第7回 (中国1)	1		1
2007/01/24	軟X線現場教育第1回	1		1
2007/01/25	LHD現場教育第8回		1	1
2007/02/05	XRD現場教育第1回	1	1	1
2007/02/19	LHD現場教育第9回	1	1	2
合計		31	21	52

表 2 - 2 - 3 (2) 教育訓練実施状況

(3) 更新講習 (2005 年度から 2006 年度への更新講習会)

日付	教育項目	所内	所外	合計
2006/04/04	追加更新教育第1回	7		7
2006/04/05	追加更新教育第2回	3		3
2006/04/07	追加更新教育第3回	2	1	3
2006/04/10	追加更新教育第4回	2		2
2006/04/11	追加更新教育第5回	2		2
2006/04/12	追加更新教育第6回	1		1
2006/04/13	追加更新教育第7回		1	1
2006/04/14	追加更新教育第8回 (中国1、イラン1、韓国1)	3	1	4
2006/04/17	追加更新教育第9回		1	1
2006/04/20	追加更新教育第10回	1	1	2
2006/04/27	追加更新教育第11回		1	1
2006/05/12	追加更新教育第12回 (中国1)	1	2	3
2006/05/16	追加更新教育第13回		6	6
2006/05/18	追加更新教育第14回		1	1
2006/09/04	追加更新教育第15回		4	4
2007/01/10	追加更新教育第16回	1		1
	合 計	23	19	42

(4) 更新講習 (2006 年度から 2007 年度への更新講習会)

所外登録者向け 更新講習会

第1回 2007/2/21 実施 受講者 147名

所内：101名 (ロシア3名、中国2名、オーストラリア1名、
インド1名、イラン1名)

所外：46名

第2回 2007/3/8 実施 受講者 72名

所内：44名 (ロシア1名)

所外：28名

(5) 追加更新講習会 (2006 年度から 2007 年度への更新講習会)

更新講習会特別講演収録ビデオを視聴

日付	教育項目	所内	所外	合計
2007/03/20	追加更新教育第1回	3		3
2007/03/22	追加更新教育第2回	3		3
2007/03/23	追加更新教育第3回		2	2
2007/03/28	追加更新教育第4回	1		1
2007/03/29	追加更新教育第5回	1		1
2007/03/30	追加更新教育第6回	2		2
	合 計	10	2	12

表 2—2—4 特別健康診断受診状況

		受診者
第 1 回特別健康診断 対象者 166 名	実施 2006 年 6 月 28、29 日	149
	追加実施 (13 回)	17
	問診省略者	0
	合計	166
第 2 回特別健康診断 対象者 168 名	特別健康診断実施	32
	問診省略者	136
	追加	0
	合計	168

表 2—2—5 ルクセルバッジ (LB) の結果

(1) 使用状況

月	所内者	所外者	合計	月	所内者	所外者	合計
4 月	150	68	218	10 月	160	93	253
5 月	157	78	235	11 月	163	93	256
6 月	156	83	239	12 月	163	92	255
7 月	156	83	239	1 月	164	92	256
8 月	160	84	244	2 月	165	93	258
9 月	161	92	253	3 月	168	87	255
				合計	1923	1038	2961

(2) 測定結果の分布

3 月間の線量 (mSv)	1 以下		1 を超え 2 以下		2 を超え 5 以下		5 を超える もの	
	所内	所外	所内	所外	所内	所外	所内	所外
第 1・四半期	463	229	0	0	0	0	0	0
第 2・四半期	477	259	0	0	0	0	0	0
第 3・四半期	486	278	0	0	0	0	0	0
第 4・四半期	497	272	0	0	0	0	0	0
合計	1923	1038	0	0	0	0	0	0

紛失した LB については作業内容等にもとづいて線量を推定した。

表 2 - 2 - 6 発行した書類

書 類 名	件 数
被ばく測定結果証明書	4
放射線業務従事者経歴証明書	20
放射線業務従事者証明書	3
教育訓練経歴証明書	25
外来放射線作業個人管理登録票	1
指定登録依頼書	3
健康診断調書	1
放射線業務従事者等認定証明書兼放射線業務従事者登録申請承諾書	10
放射線業務従事者登録申請承諾書兼放射線業務従事者認定証明書	5
Radiological Examination Report	1
合 計	73

表 2 - 2 - 7 LHD入退室管理装置の運用

○運用状況

- ・ 第 10 実験サイクル 期間中の LHD 本体室 入退状況 2006/9/28～2007/2/16
- ・ 入退者数 : 172 名 (見学者等を除く)
- ・ 入退回数 : 8,093 回 (入域し退域した回数)
- ・ 見学者カードの入域 : 134 回

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 に装置の運転状況と敷地境界の放射線監視結果を示す。実験室内では装置運転や実験に伴う線量増加が観測されたが、実験室外や敷地境界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。以下に各装置の状況について記す。

なお、ここでいう装置とは、研究所の放射線障害予防規程で規定する「放射線発生装置」である。

(1) LHD (大型ヘリカル実験棟本体室)

第 10 サイクル実験として、2006 年 9 月～2007 年 2 月にプラズマ実験を行った。本体室内外では LHD に起因する X 線は検出されなかった。

(2) NBI (大型ヘリカル実験棟本体室)

2006 年 6 月～2007 年 2 月に運転した。2006 年 9 月～2007 年 2 月は LHD プラズマ実験として LHD プラズマへの入射を行った。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～金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であった。

電子式ポケット線量計を NBI 周辺に設置し、線量を記録した。線量計の配置を図 3-1-1 に、週毎の測定結果を表 3-1-2～表 3-1-3 に示す。プラズマ実験中の線量も含めると週線量が $200 \mu\text{Sv}$ 程度の時もあるが、業務従事者が立ち入り可能な時間帯の週線量は $100 \mu\text{Sv}$ 未満であった。また、本体室が管理区域として管理されていない時の線量は、週線量最大で $23 \mu\text{Sv}$ であった。これらの線量は、作業者がその場で 1 年間継続的に作業しても問題にならないレベルである。

(3) ECH (大型ヘリカル実験棟加熱装置室)

2006 年 6 月から 2007 年 3 月に運転した。2006 年 9 月～2007 年 2 月は LHD プラズマ実験として LHD プラズマへの入射を行った。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～金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であった。

積算線量計測定地点 No. 12～14 で、自然バックグラウンド線量よりもやや高い線量が認められることがあった (図 3-2-2 参照)。しかし、線量としては極微量なので、放射線管理上の問題はない。

(4) NBI (加熱実験棟)

2006 年 6 月～8 月と 12 月に運転した。管理区域内でも線量増加は検知されておらず、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) CHS (開発実験棟)

2006 年 4 月からプラズマ実験を行い、8 月に実験を終了した。管理区域内での線量増加は検知されているが、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。

(6) HIBP (大型ヘリカル実験棟本体地下室)

2006 年 8 月から 2007 年 2 月に運転した。管理区域内でも線量増加は検知されておらず、それ以外の区域でも放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。

(7) その他

所内には 2 台の X 線発生装置と 1 台の ESCA 装置があり、使用されている。管理区域境界では、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・運転と敷地境界の実験起因放射線線量

2006年度	期 間 (月.日～月.日)	大型ヘリカル実験棟				加熱実験棟	開発実験棟	敷地境界 (μ Sv)
		LHD 実験	NBI (本体室) 運転	ECH (加熱装置室) 運転	HIBP (本体地下室) 運転	NBI 運転	CHS 実験	
1	4/3～4/9							< 0.1
2	4/10～4/16						○	< 0.1
3	4/17～4/23						○	< 0.1
4	4/24～4/30						○	< 0.1
5	5/1～5/7							< 0.1
6	5/8～5/14							< 0.1
7	5/15～5/21						○	< 0.1
8	5/22～5/28							< 0.1
9	5/29～6/4						○	< 0.1
10	6/5～6/11		○	○			○	< 0.1
11	6/12～6/18		○			○		< 0.1
12	6/19～6/25		○			○		< 0.1
13	6/26～7/2		○				○	< 0.1
14	7/3～7/9						○	< 0.1
15	7/10～7/16			○		△	○	< 0.1
16	7/17～7/23					△		< 0.1
17	7/24～7/30		○			○	○	< 0.1
18	7/31～8/6		○			○	○	< 0.1
19	8/7～8/13		○	○	○		○	< 0.1
20	8/14～8/20				○			< 0.1
21	8/21～8/27		○				○	< 0.1
22	8/28～9/3		○		○		○	< 0.1
23	9/4～9/10		○					< 0.1
24	9/11～9/17			○	○			< 0.1
25	9/18～9/24		○	○	○			< 0.1
26	9/25～10/1	○	○	○	○			< 0.1
27	10/2～10/8	○	○	○	○			< 0.1
28	10/9～10/15	○	○	○	○			< 0.1
29	10/16～10/22	○	○	○	○			< 0.1
30	10/23～10/29	○	○	○				< 0.1
31	10/30～11/5	○	○	○				< 0.1
32	11/6～11/12	○	○	○	○			< 0.1
33	11/13～11/19	○	○	○	○			< 0.1
34	11/20～11/26	○	○	○	○			< 0.1
35	11/27～12/3	○	○	○	○			< 0.1
36	12/4～12/10	○	○	○	○			< 0.1
37	12/11～12/17	○	○	○	○			< 0.1
38	12/18～12/24	○	○	○	○			< 0.1
39	12/25～12/31	○	○	○	○	○		< 0.1
40	1/1～1/7			○				< 0.1
41	1/8～1/14	○	○	○				< 0.1
42	1/15～1/21	○	○	○	○			< 0.1
43	1/22～1/28	○	○	○				< 0.1
44	1/29～2/4	○	○	○	○			< 0.1
45	2/5～2/11	○	○	○	○			< 0.1
46	2/12～2/18	○	○	○	○			< 0.1
47	2/19～2/25				○			< 0.1
48	2/26～3/4			○				< 0.1
49	3/5～3/11							< 0.1
50	3/12～3/18							< 0.1
51	3/19～3/25							< 0.1
52	3/26～4/1							< 0.1

○は運転または実験を行った週
△はビームなし運転（プラズマ生成のみ）

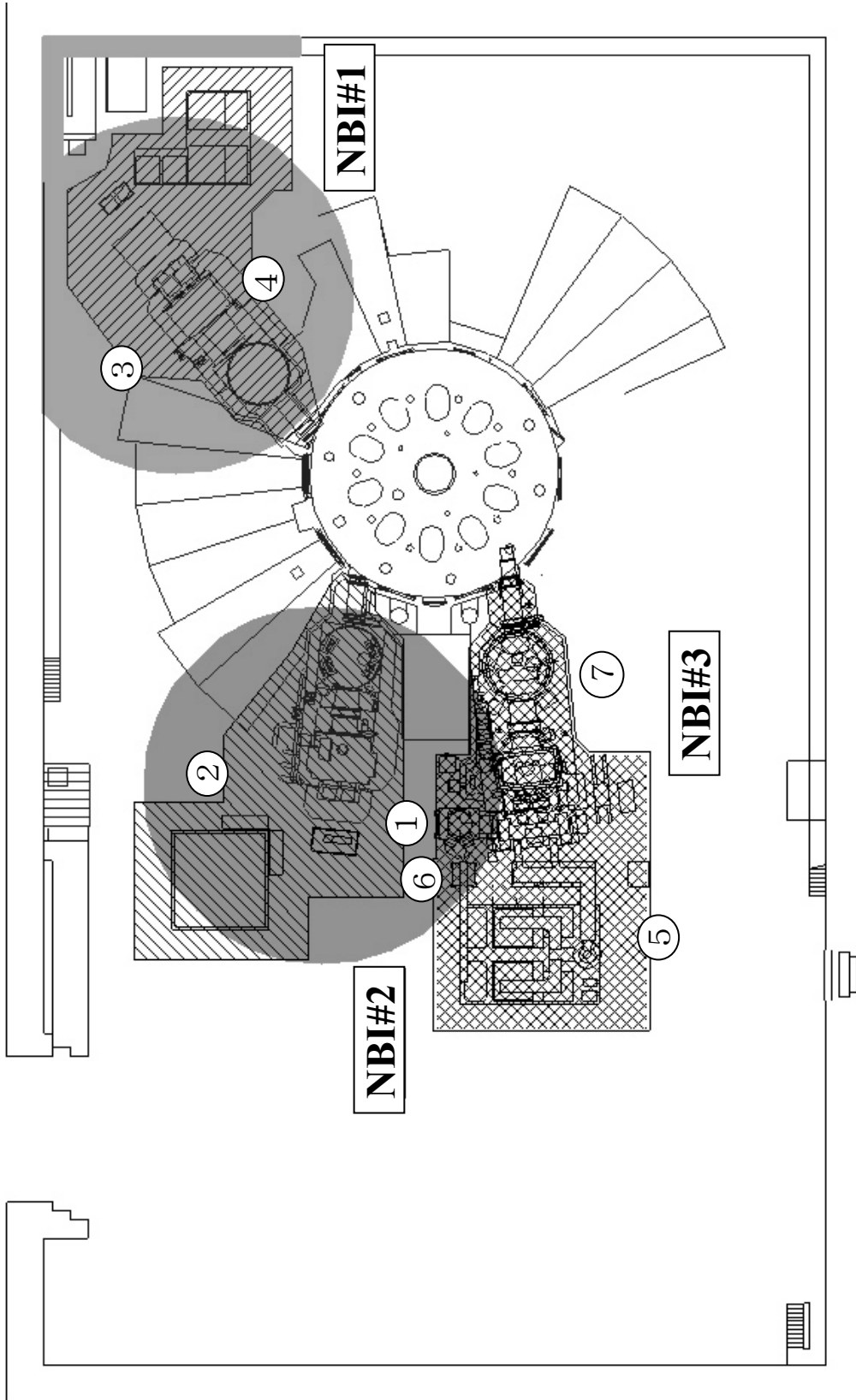


図 3-1-1-1 電子式ポケット線量計設置位置

表3-1-2 NBI周辺の週線量測定値（プラズマ実験中を含む）

（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）

2006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	3号機	1 (μ Sv)	2 (μ Sv)	3 (μ Sv)	4 (μ Sv)	5 (μ Sv)	6 (μ Sv)	7 (μ Sv)		
1	4/3～4/9												
2	4/10～4/16												
3	4/17～4/23												
4	4/24～4/30												
5	5/1～5/7												
6	5/8～5/14												
7	5/15～5/21												
8	5/22～5/28												
9	5/29～6/4												
10	6/5～6/11	○			0	0	1	2	0	1	2		
11	6/12～6/18	○			0	0	4	4	0	0	1		
12	6/19～6/25	○			0	0	2	3	0	1	1		
13	6/26～7/2	○			0	0	2	2	0	0	1		
14	7/3～7/9												
15	7/10～7/16												
16	7/17～7/23												
17	7/24～7/30			○	0	0	2	1	0	0	1		
18	7/31～8/6			○	0	0	1	1	0	0	1		
19	8/7～8/13			○	0	0	2	1	0	0	2		
20	8/14～8/20												
21	8/21～8/27			○	0	0	1	0	0	1	3		
22	8/28～9/3			○	1	0	1	1	0	1	3		
23	9/4～9/10		○		5	0	1	2	0	1	1		
24	9/11～9/17												
25	9/18～9/24	○	○	○	23	2	2	1	1	5	1		
26	9/25～10/1	○	○	○	47	4	8	19	2	11	14		
27	10/2～10/8	○	○	○	89	9	40	98	4	21	23	※	
28	10/9～10/15	○	○	○	69	8	56	132	5	17	19	※	
29	10/16～10/22	○	○	○	74	8	53	133	5	18	24	※	
30	10/23～10/29	○	○	○	49	5	33	76	3	12	12	※	
31	10/30～11/5	○	○	○	45	4	50	116	3	10	4	※	
32	11/6～11/12	○	○	○	109	12	79	173	5	23	31	※	
33	11/13～11/19	○	○	○	107	11	85	196	6	25	40	※	
34	11/20～11/26	○	○	○	91	9	69	166	6	22	34	※	
35	11/27～12/3	○	○	○	42	5	3	2	3	9	10	※	
36	12/4～12/10	○	○	○	68	6	14	41	4	16	39	※	
37	12/11～12/17	○	○	○	67	5	28	68	5	16	45	※	
38	12/18～12/24	○	○	○	94	10	49	118	5	22	44	※	
39	12/25～12/31		○		18	2	2	1	1	4	1	※	
40	1/1～1/7												
41	1/8～1/14	○	○	○	61	7	66	153	5	14	34	※	
42	1/15～1/21	○	○	○	126	10	47	103	5	27	33	※	
43	1/22～1/28	○	○	○	143	13	23	124	5	33	33	※	
44	1/29～2/4	○	○	○	137	14	63	151	6	35	27	※	
45	2/5～2/11	○	○	○	107	11	45	99	4	25	20	※	
46	2/12～2/18	○	○	○	21	4	17	37	1	5	5	※	
47	2/19～2/25												
48	2/26～3/4												
49	3/5～3/11												
50	3/12～3/18												
51	3/19～3/25												
52	3/26～4/1												
平均値					51	5	28	65	3	12	16		

○印は、運転を示す。
※印の週は、プラズマ実験の週

表3-1-3 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)

2006年度	期 間 (月.日～月.日)	NBI運転			週線量測定値							備考	
		1号機	2号機	3号機	1 (μ Sv)	2 (μ Sv)	3 (μ Sv)	4 (μ Sv)	5 (μ Sv)	6 (μ Sv)	7 (μ Sv)		
1	4/3～4/9												
2	4/10～4/16												
3	4/17～4/23												
4	4/24～4/30												
5	5/1～5/7												
6	5/8～5/14												
7	5/15～5/21												
8	5/22～5/28												
9	5/29～6/4												
10	6/5～6/11	○			0	0	1	2	0	1	2		
11	6/12～6/18	○			0	0	4	4	0	0	1		
12	6/19～6/25	○			0	0	2	3	0	1	1		
13	6/26～7/2	○			0	0	2	2	0	0	1		
14	7/3～7/9												
15	7/10～7/16												
16	7/17～7/23												
17	7/24～7/30			○	0	0	2	1	0	0	1		
18	7/31～8/6			○	0	0	1	1	0	0	1		
19	8/7～8/13			○	0	0	2	1	0	0	2		
20	8/14～8/20												
21	8/21～8/27			○	0	0	1	0	0	1	3		
22	8/28～9/3			○	1	0	1	1	0	1	3		
23	9/4～9/10		○		5	0	1	2	0	1	1		
24	9/11～9/17												
25	9/18～9/24	○	○	○	23	2	2	1	1	5	1		
26	9/25～10/1	○	○	○	47	4	8	19	2	11	14	※	
27	10/2～10/8	○	○	○	13	4	6	16	1	4	6	※	
28	10/9～10/15	○	○	○	8	0	6	16	1	1	2	※	
29	10/16～10/22	○	○	○	12	0	5	7	1	2	6	※	
30	10/23～10/29	○	○	○	13	0	4	10	0	2	4	※	
31	10/30～11/5	○	○	○	8	0	8	14	0	2	0	※	
32	11/6～11/12	○	○	○	28	3	9	27	0	4	5	※	
33	11/13～11/19	○	○	○	21	3	5	17	0	6	7	※	
34	11/20～11/26	○	○	○	23	2	10	28	2	5	7	※	
35	11/27～12/3	○	○	○	40	4	1	1	2	7	10	※	
36	12/4～12/10	○	○	○	40	2	4	14	1	9	15	※	
37	12/11～12/17	○	○	○	12	0	3	10	0	2	9	※	
38	12/18～12/24	○	○	○	18	1	5	17	0	5	9	※	
39	12/25～12/31		○		12	1	0	0	0	2	0	※	
40	1/1～1/7												
41	1/8～1/14	○	○	○	12	2	14	33	0	2	3	※	
42	1/15～1/21	○	○	○	28	3	12	30	1	6	9	※	
43	1/22～1/28	○	○	○	30	3	1	10	0	6	9	※	
44	1/29～2/4	○	○	○	31	4	5	11	0	8	9	※	
45	2/5～2/11	○	○	○	21	1	7	16	0	4	3	※	
46	2/12～2/18	○	○	○	0	1	0	1	0	0	0	※	
47	2/19～2/25												
48	2/26～3/4												
49	3/5～3/11												
50	3/12～3/18												
51	3/19～3/25												
52	3/26～4/1												
平均値					14	1	5	10	1	3	5		

○印は、運転を示す。
※印の週は、本体室管理区域設定の週

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

ガラス線量計 (GD) を用いて環境の線量を測定している。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 のある大型ヘリカル実験棟本体室、ECH のある大型ヘリカル実験棟加熱装置室、NBI テストスタンドのある加熱実験棟、CHS のある開発実験棟、大型ヘリカル実験棟本体地下室の HIBP 周辺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図 3-2-1 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 5 cm 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、読み取り器の調子を把握することができる。2006 年度の測定結果の概要について以下に記す。なお、測定値の単位は Gy (グレイ) である。ここでは簡単のため 1Gy=1Sv として扱った。

(1) 大型ヘリカル実験棟 (図 3-2-1 (1)～(5) 参照)

NBI の運転と LHD のプラズマ実験に伴って、本体室内の全地点 (測定地点: 4～7, 19～24, 25～27, 30, 31) で線量の増加が認められた。

(2) 大型ヘリカル実験棟加熱装置室 (図 3-2-2 (1)～(3) 参照)

2006 年 9 月～2007 年 2 月に測定地点 No. 12～No. 14 で、自然バックグラウンド線量よりもやや高い線量が認められた。線量増加は ECH の運転に起因すると考えられる。同時期の管理区域境界での線量増加は極微量なので、管理上の問題はない。

(3) 加熱実験棟 (図 3-2-3 (1)～(2) 参照)

全測定地点で線量の増加は認められなかった。

(4) 開発実験棟 (図 3-2-4 (1)～(2) 参照)

CHS のプラズマ実験に伴って、測定地点 No. 1, 2, 3, 5 で線量の増加が認められた。No. 1～3 は CHS のあるサテライト装置室内にあり、線量増加は CHS の運転に起因する。No. 5 は、サテライト装置室に隣接した測定点であるが、放射線安全上問題となる線量ではない。

(5) 大型ヘリカル実験棟 本体地下室 HIBP 周辺 (図 3-2-5 (1)～(2) 参照)

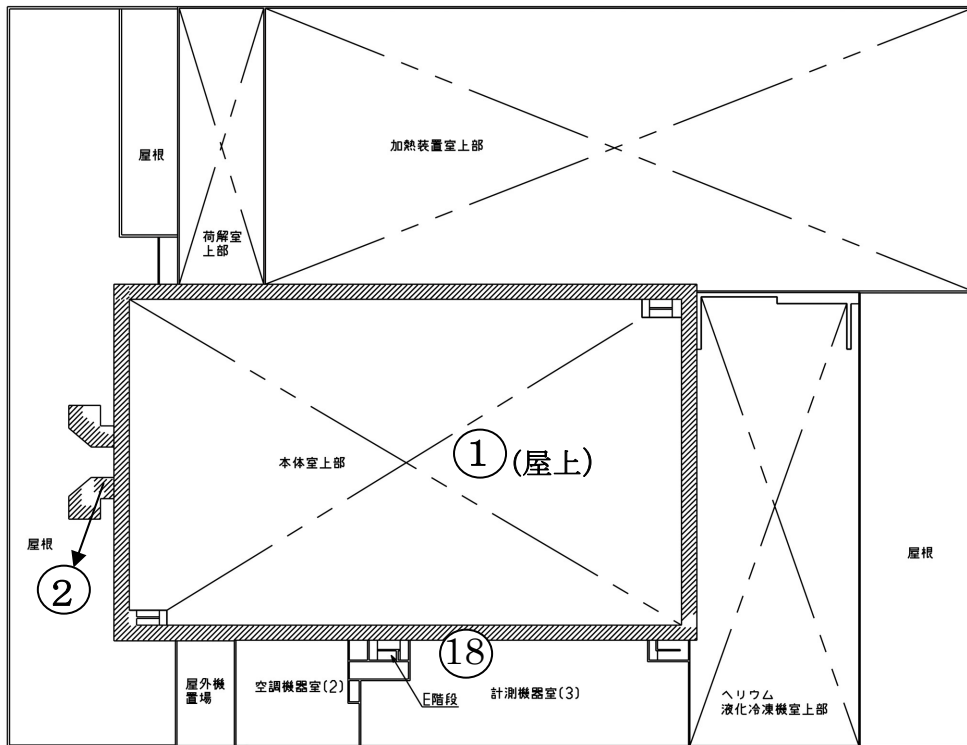
全測定地点で線量の増加は認められなかった。

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。

大型ヘリカル実験棟

2F



1F

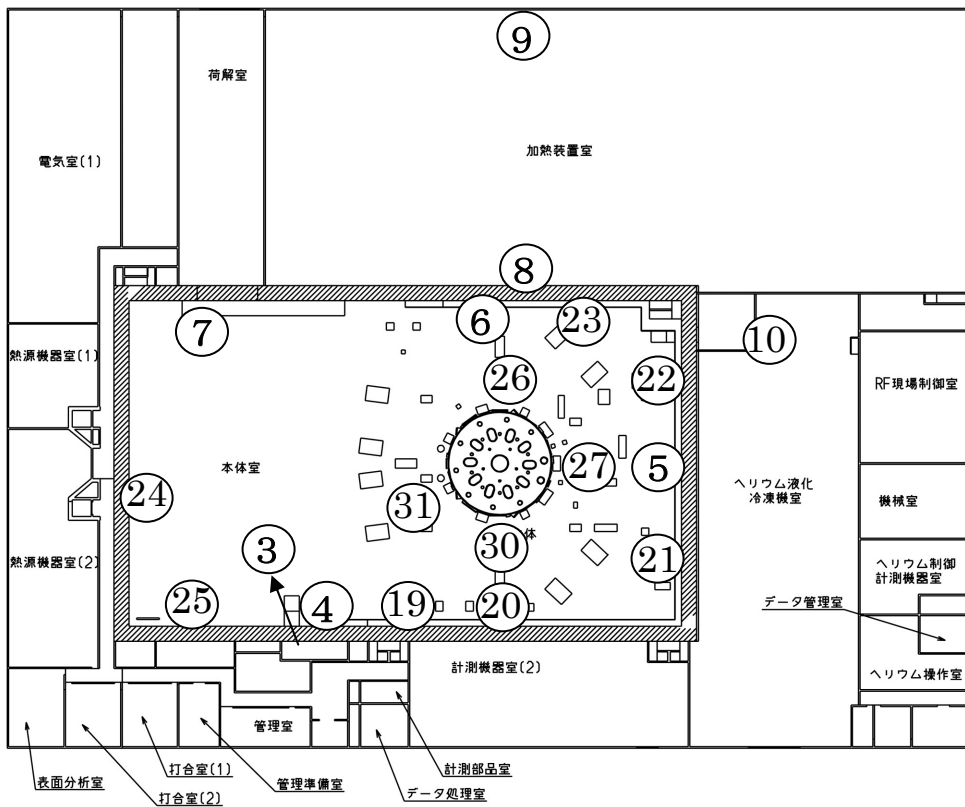
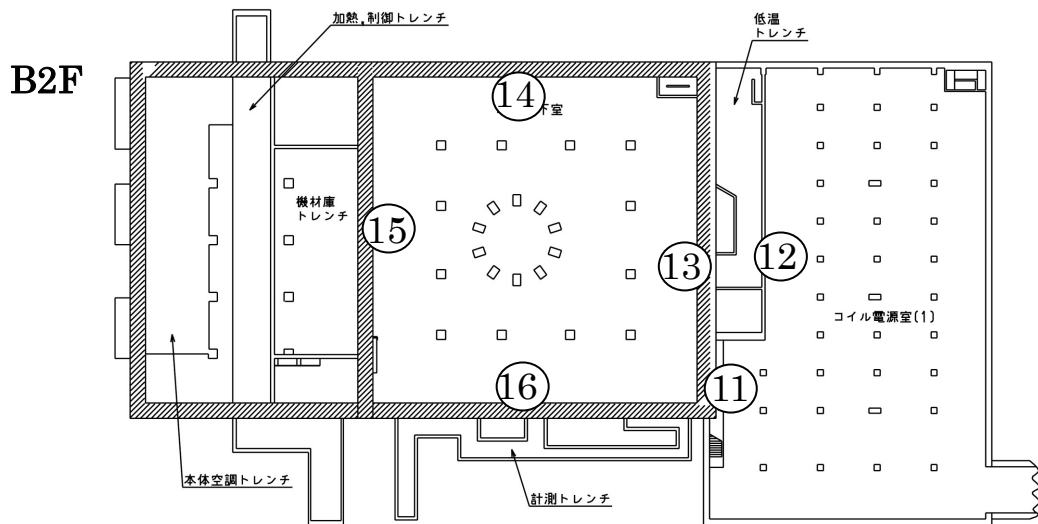
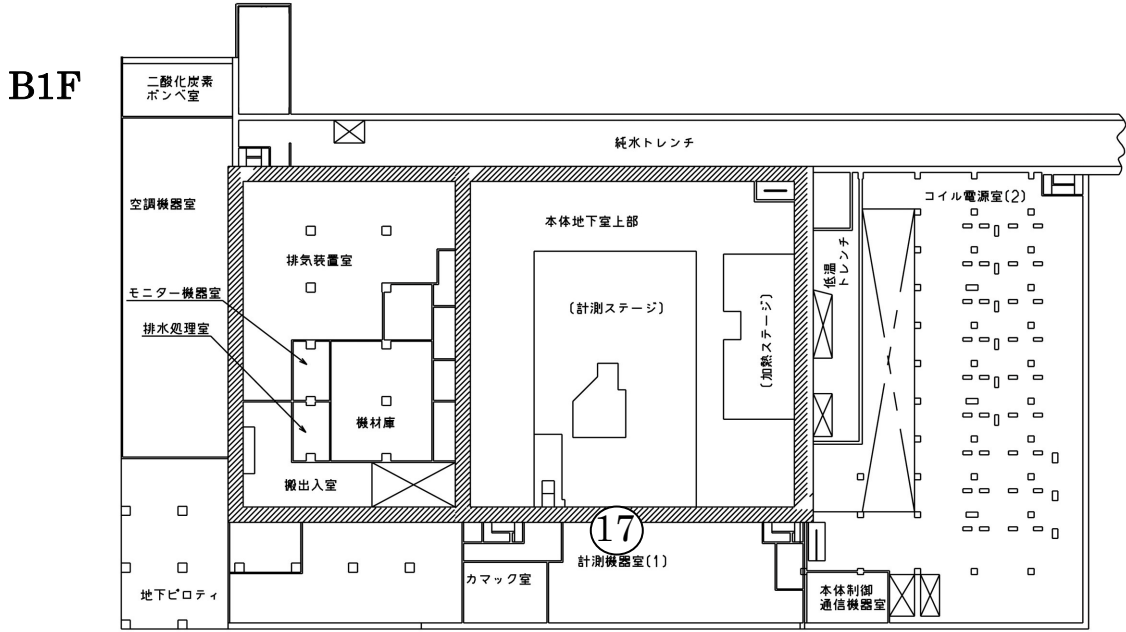


図3-2-1 (1) 大型ヘリカル実験棟での測定位置

大型ヘリカル実験棟

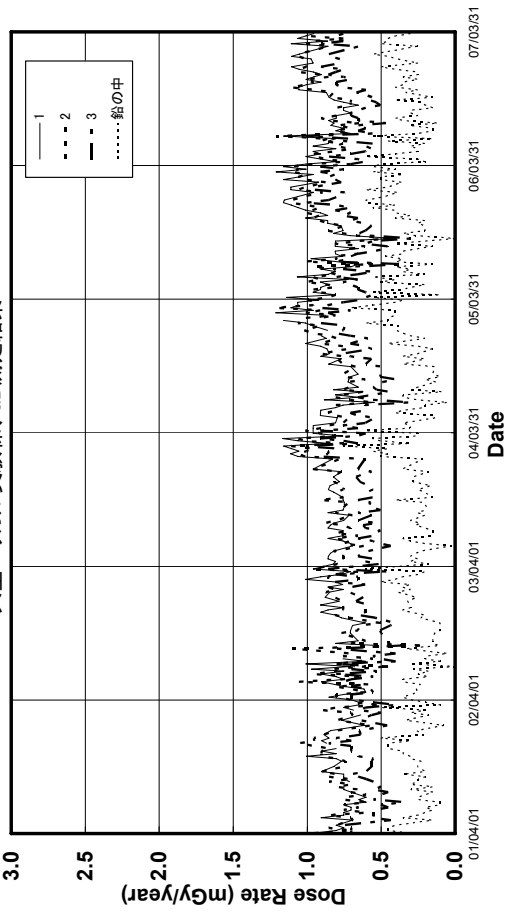


測定場所	測定場所	測定場所
1 屋上	11 コイル電源室 B2F 階段下	21 キャットウォーク東壁南
2 見学室	12 コイル電源室 B2F 北西	22 キャットウォーク東壁北
3 本体室入口正面	13 本体地下室東	23 キャットウォーク北壁東
4 本体室入口内側	14 本体地下室北	24 本体室西側
5 キャットウォーク東壁中	15 本体地下室西	25 本体室南壁西
6 キャットウォーク北壁中	16 本体地下室南	26 ステージ A モニタ横
7 大型搬入口西	17 計測機器室 B1F 北	27 ステージ B モニタ横
8 加熱装置室南	18 計測機器室 2F 北	28 ステージ C モニタ横(旧)
9 加熱装置室北	19 キャットウォーク南壁中	30 ステージ C 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	31 ステージ D モニタ横

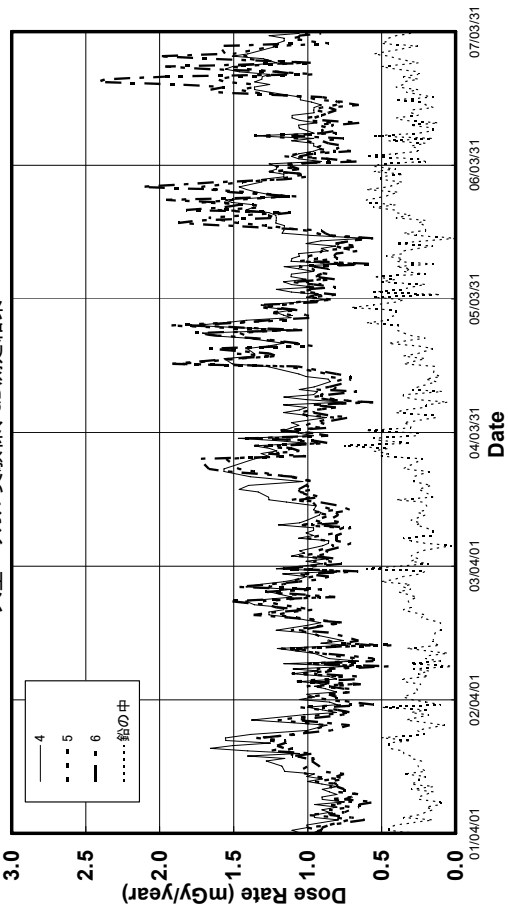
(No.29 は、欠番)

図 3-2-1 (2) 大型ヘリカル実験棟での測定位置

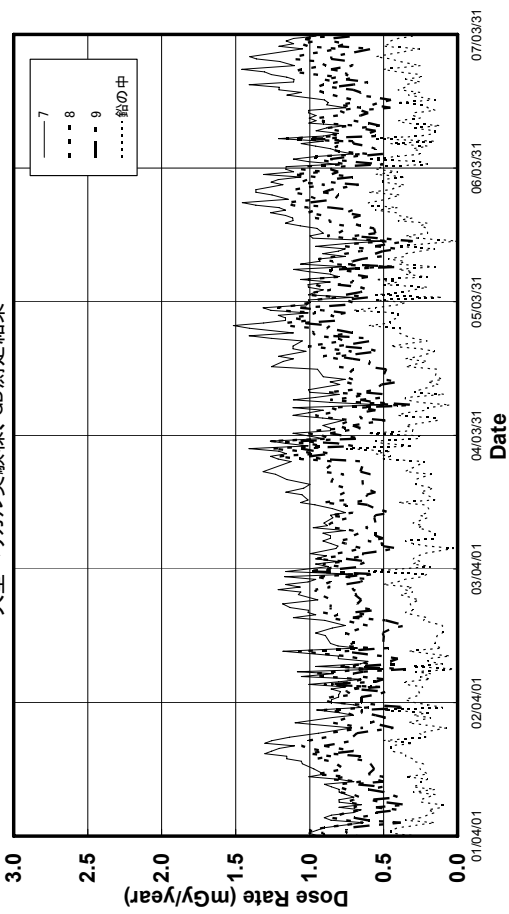
大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果

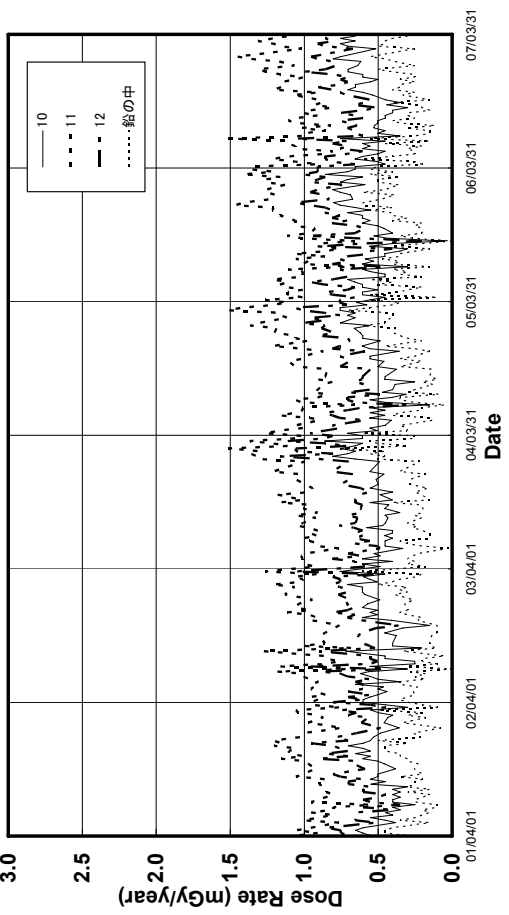
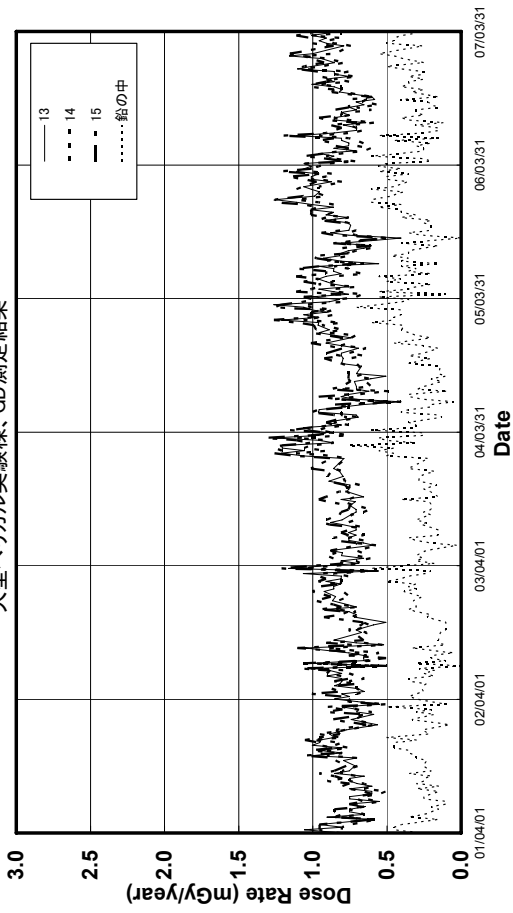
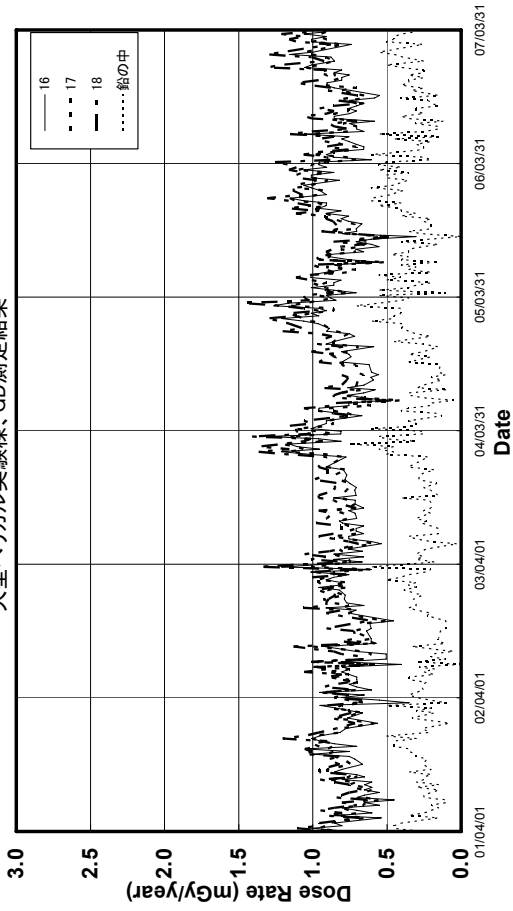


図 3-2-1 (3) 大型ヘリカル実験棟での測定結果

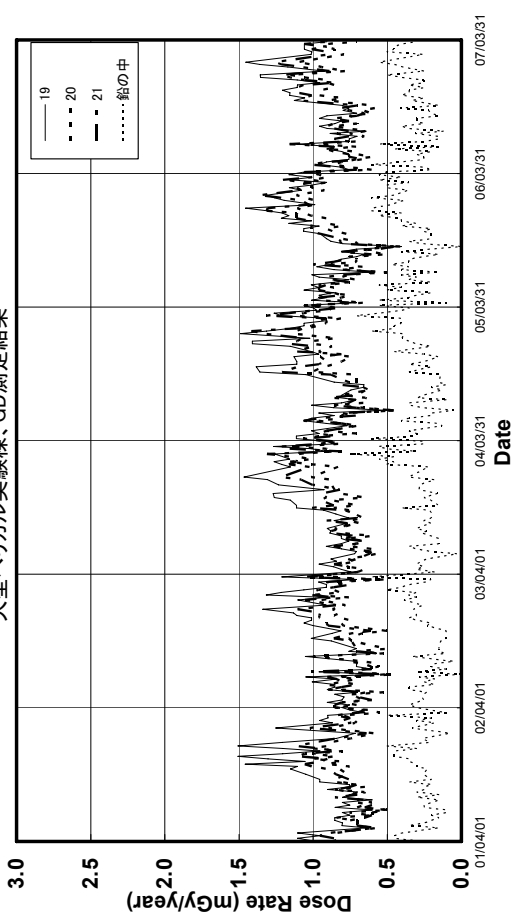
大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果

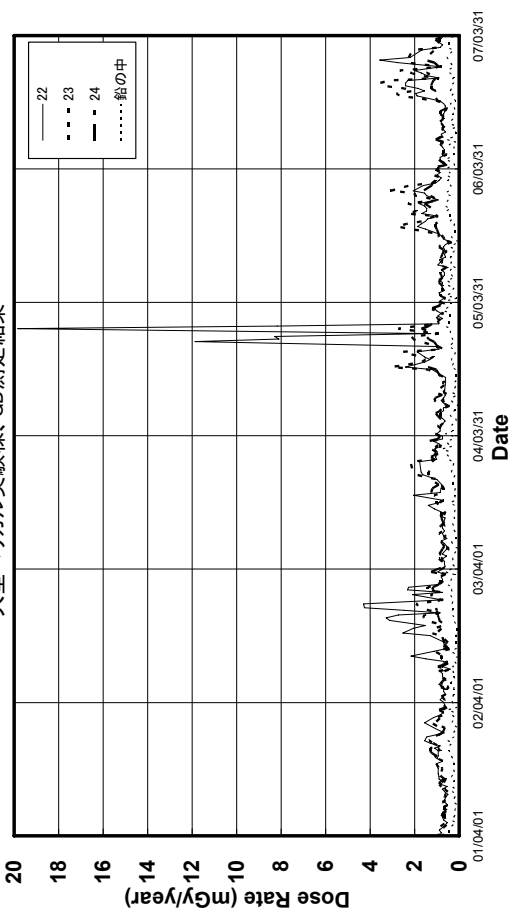
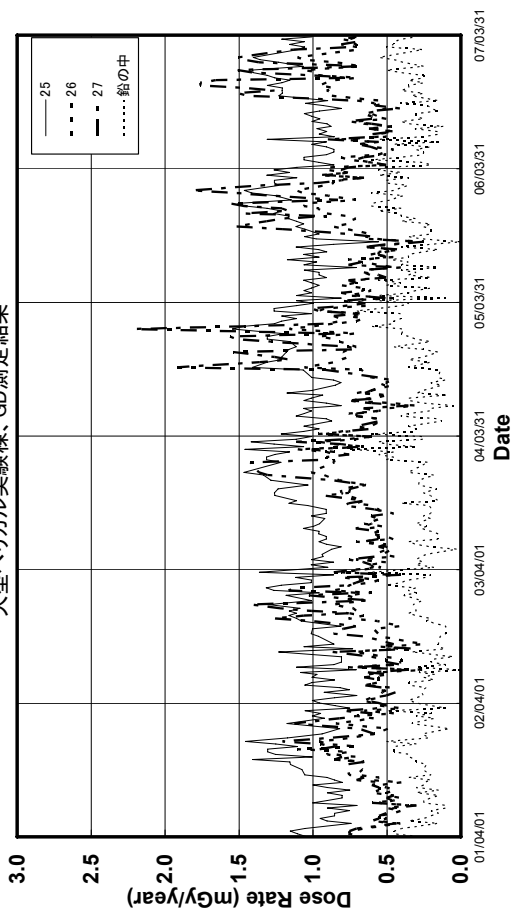


図3-2-1 (4) 大型ヘリカル実験棟での測定結果

大型ヘリカル実験棟、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟、GD測定結果

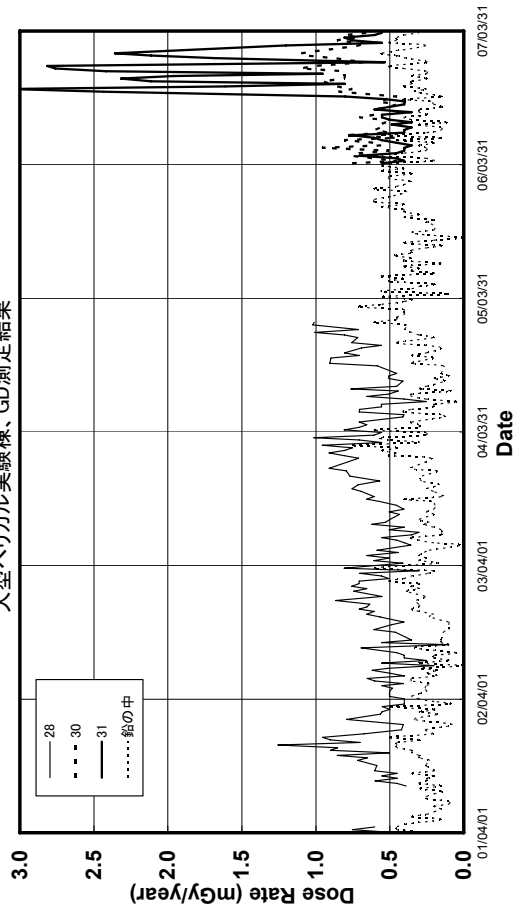
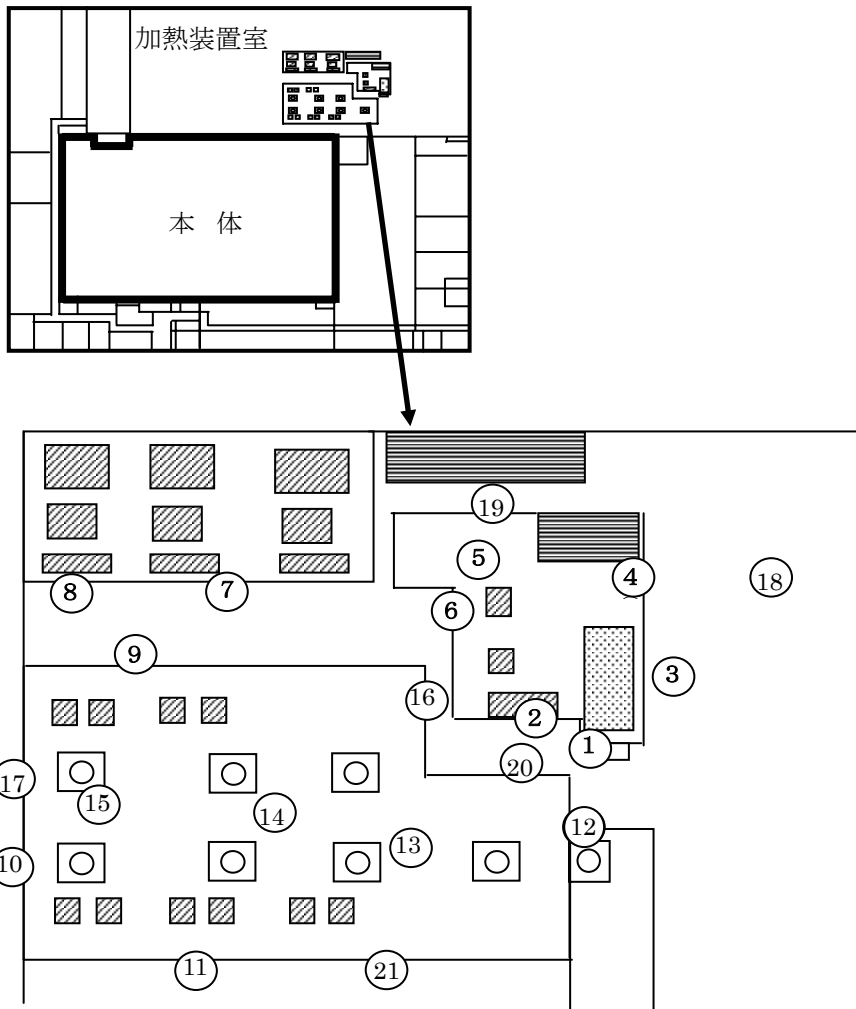


図 3-2-1 (5) 大型ヘリカル実験棟での測定結果

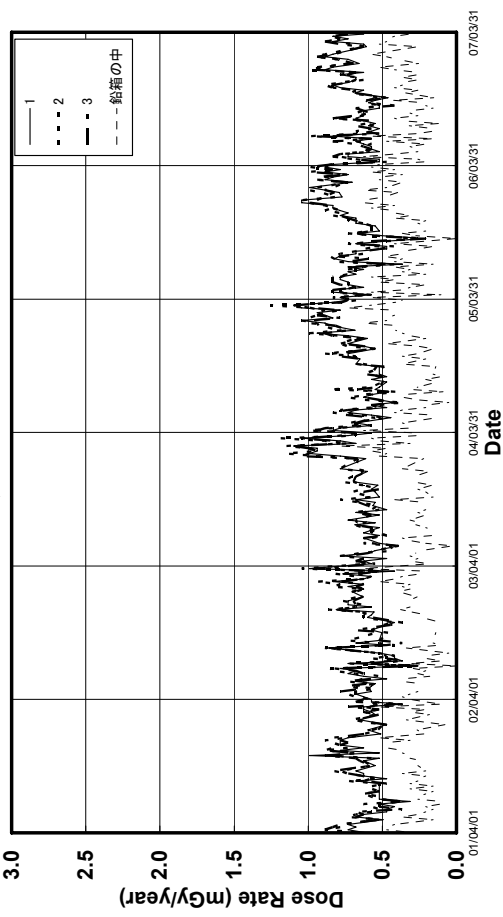
大型ヘリカル実験棟 加熱装置室



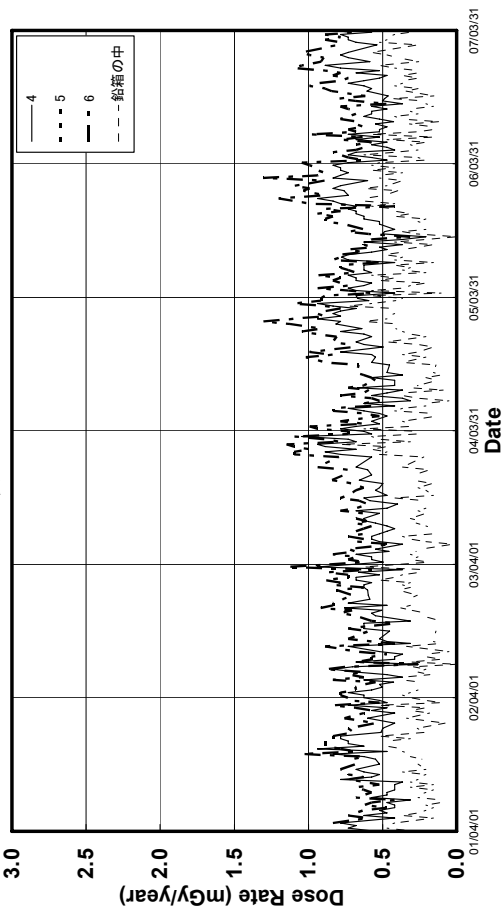
	測定場所		測定場所		測定場所
1	操作盤 (80kV)	8	操作盤 (50kV) 西側	15	ジャイロトロン# 1 近傍
2	80kV 域フェンス南	9	50kV 域フェンス北	16	50kV 域フェンス北東
3	80kV 域フェンス東	10	50kV 域フェンス西	17	50kV 域フェンス北西
4	80kV 域フェンス内側 モニタ横	11	50kV 域フェンス南	18	80kV 域フェンス東 (遠距離)
5	80kV 域フェンス北	12	50kV 域フェンス東	19	80kV 域フェンス新北
6	80kV 域フェンス西	13	ジャイロトロン# 5 近傍	20	50kV 域フェンス東側北
7	操作盤 (50kV) 東側	14	ジャイロトロン# 3 近傍	21	50kV 域フェンス南東

図 3-2-2 (1) 大型ヘリカル実験棟加熱装置室での測定位置

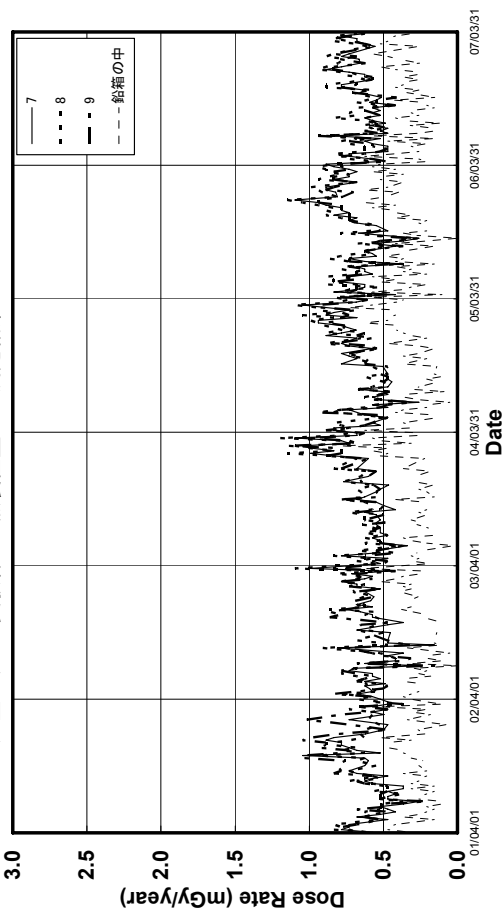
大型ヘリカル実験棟 加熱装置室 GD測定結果



大型ヘリカル実験棟 加熱装置室 GD測定結果



大型ヘリカル実験棟 加熱装置室 GD測定結果



大型ヘリカル実験棟 加熱装置室 GD測定結果

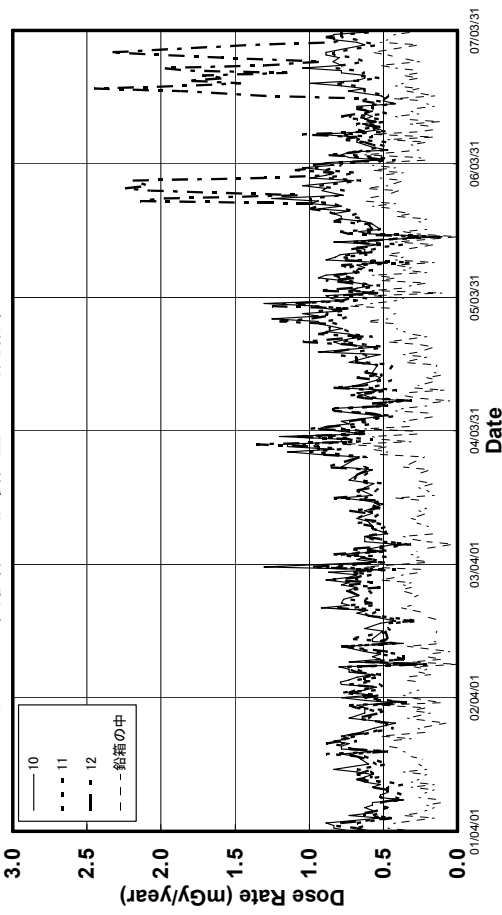


図3-2-2 (2) 大型ヘリカル実験棟加熱装置室での測定結果

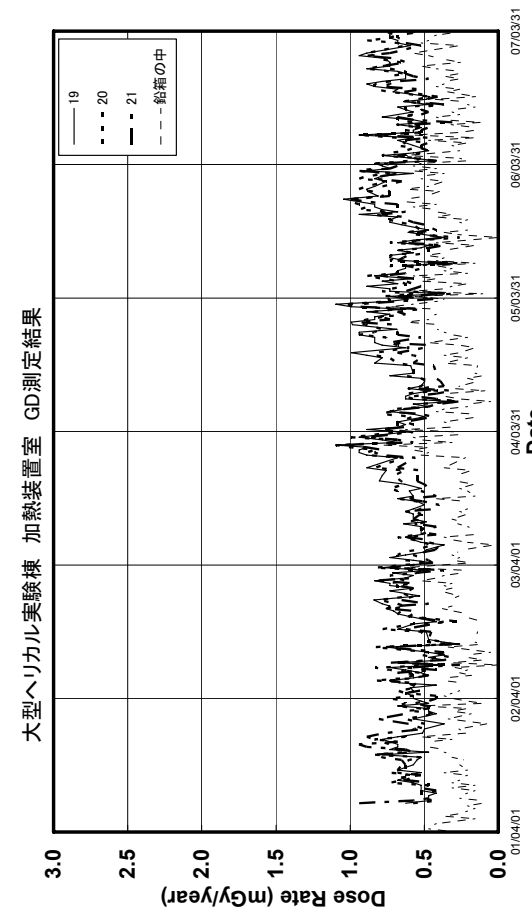
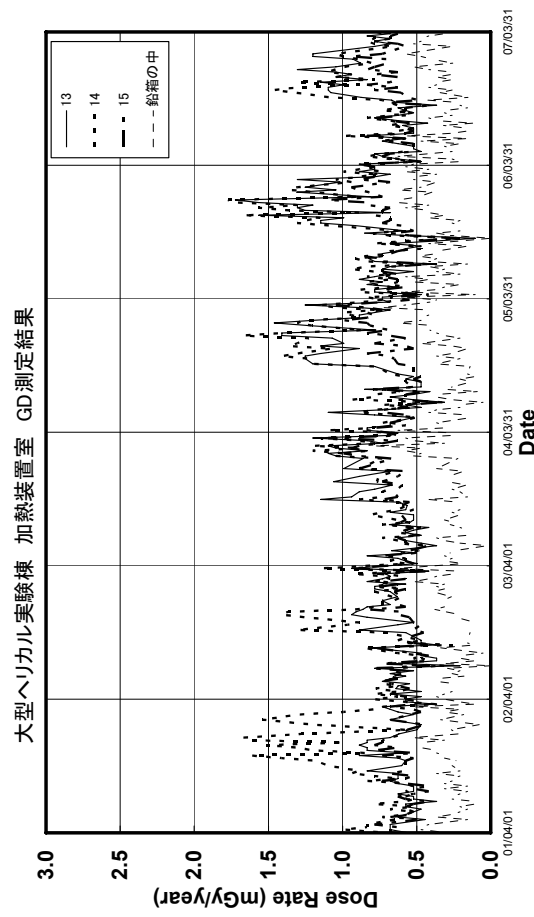
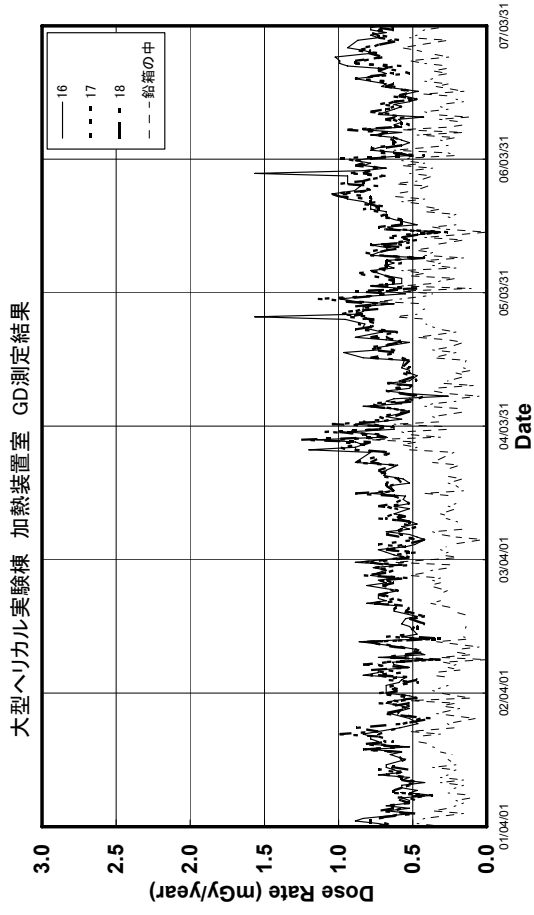
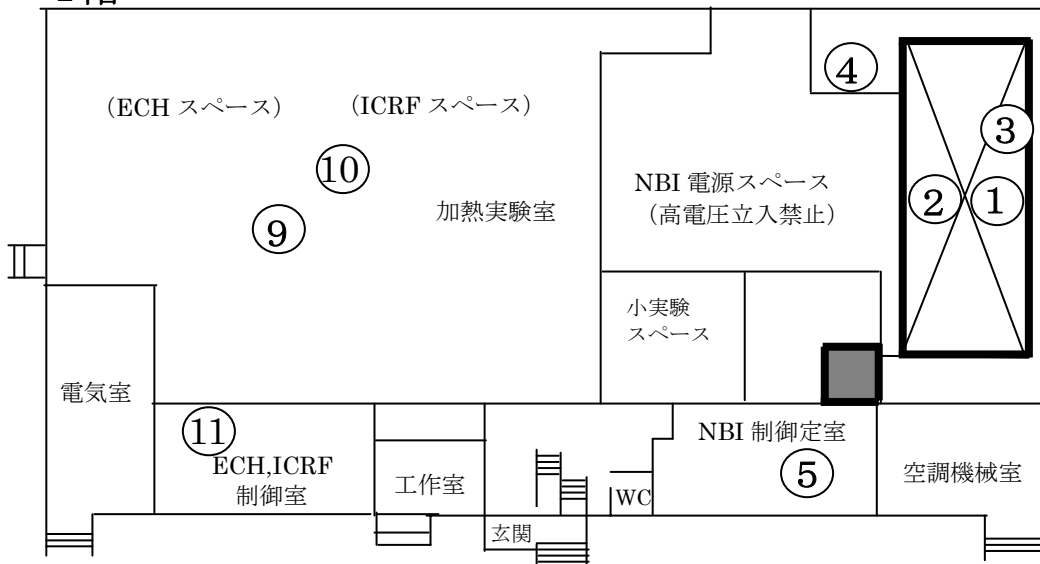


図 3-2-2 (3) 大型ヘリカル実験棟加熱装置室での測定結果

加熱実験棟

1階



2階

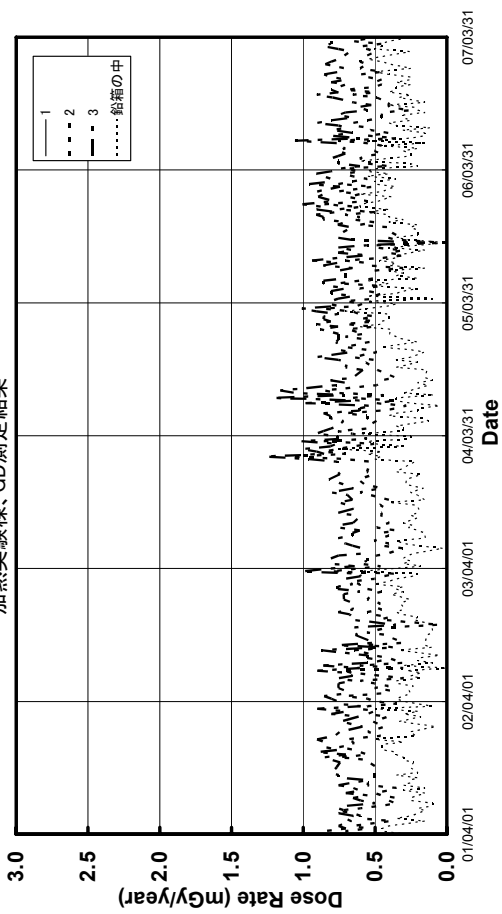


加熱棟周辺

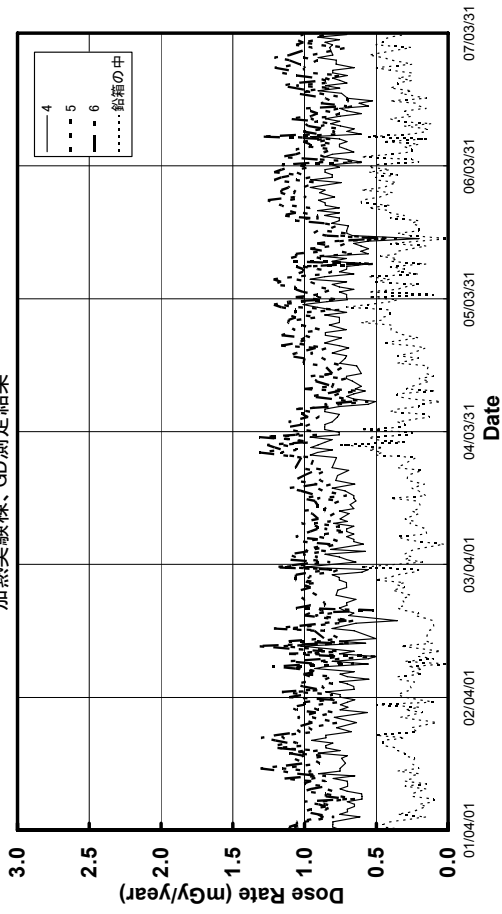
No	測定場所	No	測定場所
1	NBI装置上部	7	加熱実験棟東
2	NBI装置窓部	8	加熱実験棟北山上
3	NBI横モニタ	9	ECH装置横
4	NBI液化機横	10	ECH制御盤上
5	NBI制御室机裏	11	ECH制御室
6	加熱実験棟事務室		

図3-2-3 (1) 加熱実験棟での測定位置

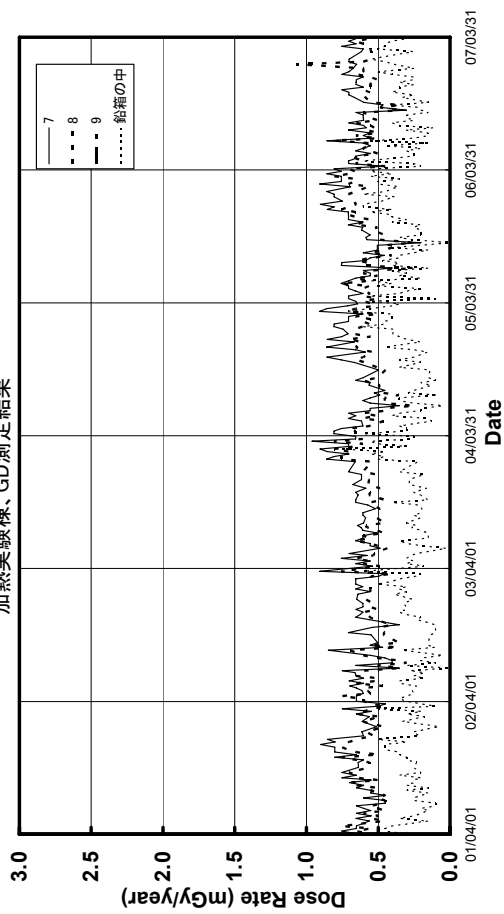
加熱実験棟、GD測定結果



加熱実験棟、GD測定結果



加熱実験棟、GD測定結果



加熱実験棟、GD測定結果

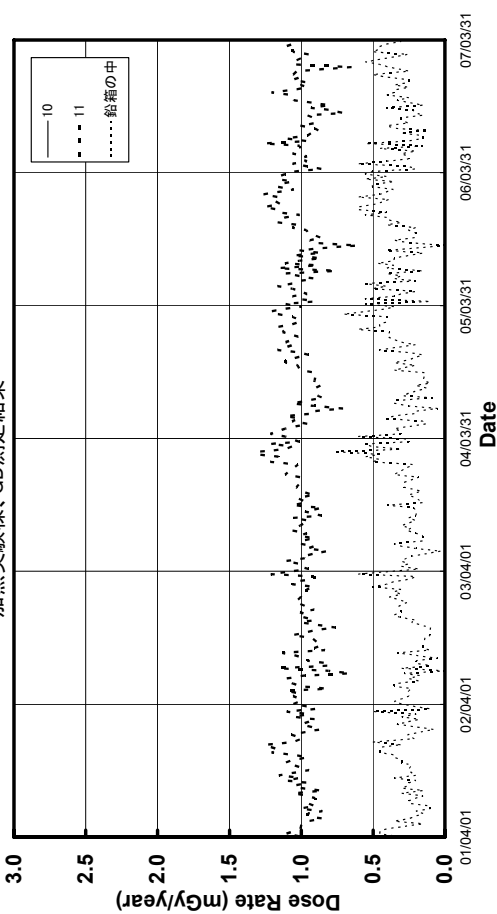
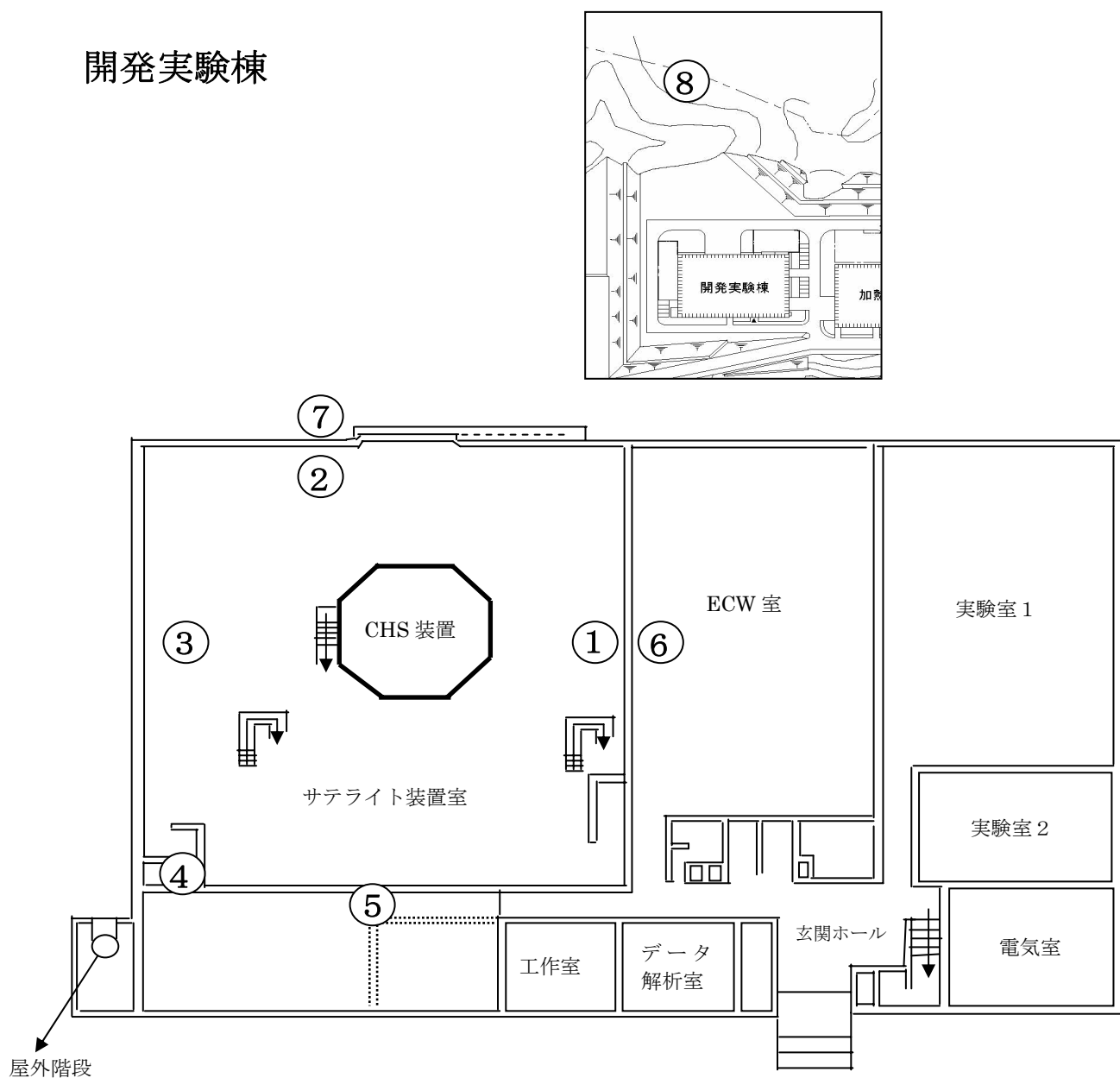


図3-2-3 (2) 加熱実験棟での測定結果

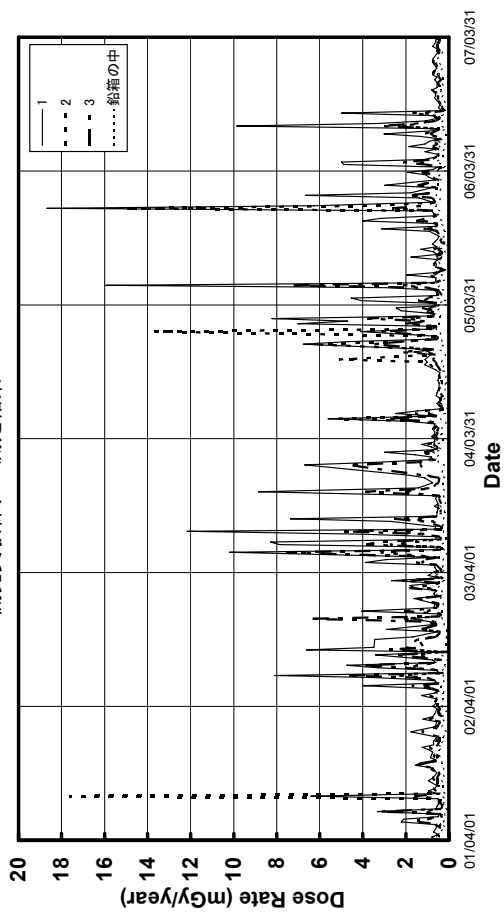
開発実験棟



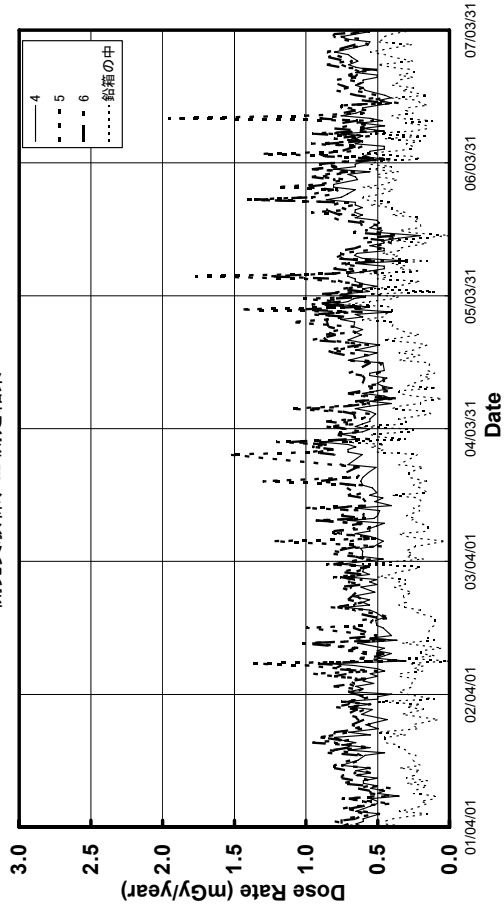
No.	測定場所	No.	測定場所
1	東側空調ユニット	5	南側制御室壁
2	北側壁	6	東側 ECW 室壁
3	西側電源 BOX	7	北側外壁
4	前室壁	8	北側山頂付近

図 3-2-4 (1) 開発実験棟での測定位置

開発実験棟、GD測定結果



開発実験棟、GD測定結果



開発実験棟、GD測定結果

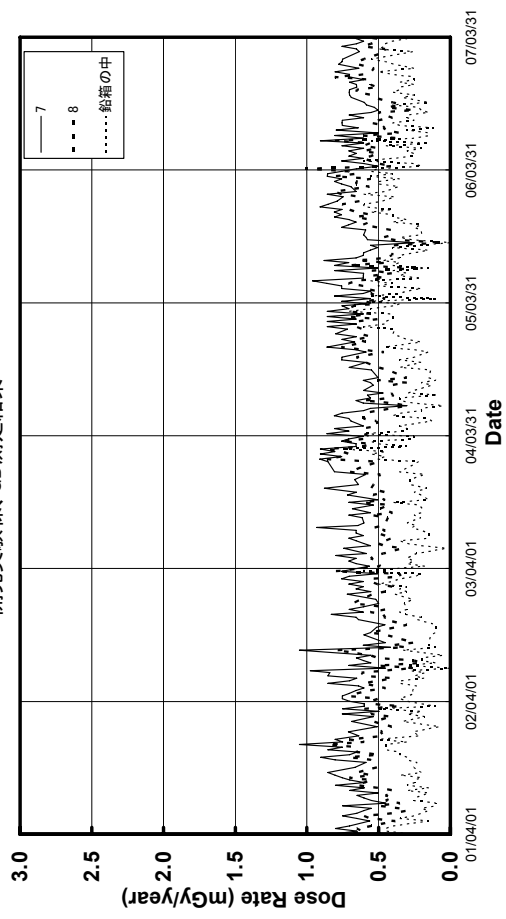
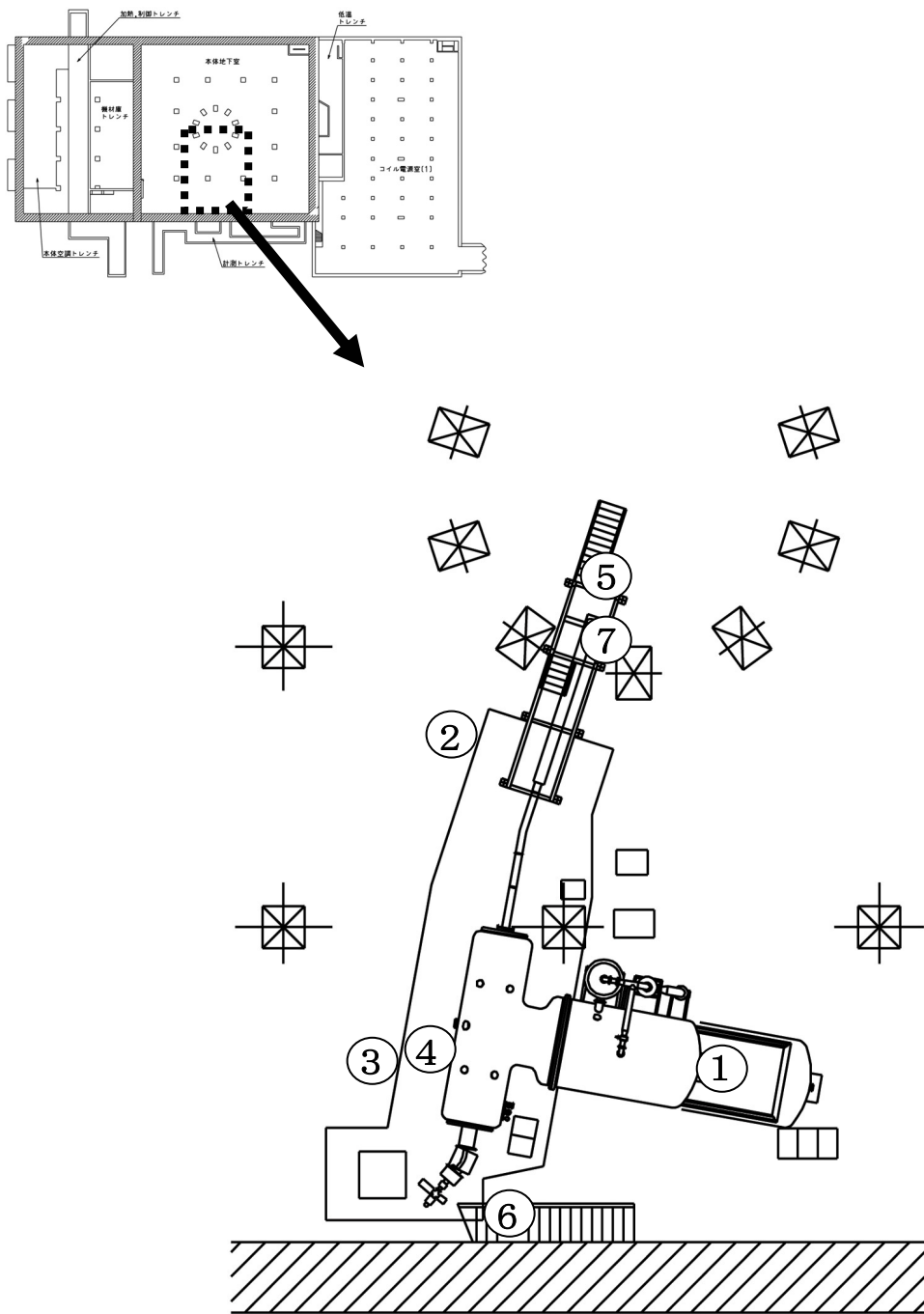


図3-2-4 (2) 開発実験棟での測定結果

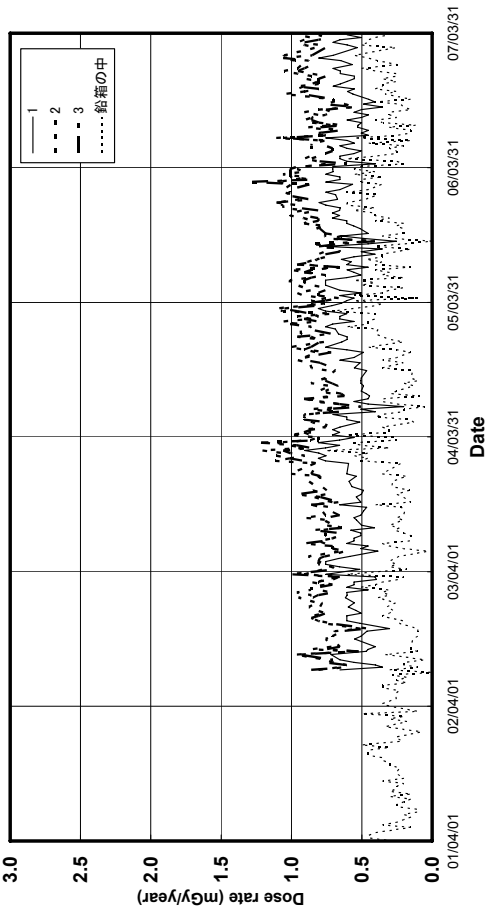
大型ヘリカル実験棟 本体地下室H I B P 周辺



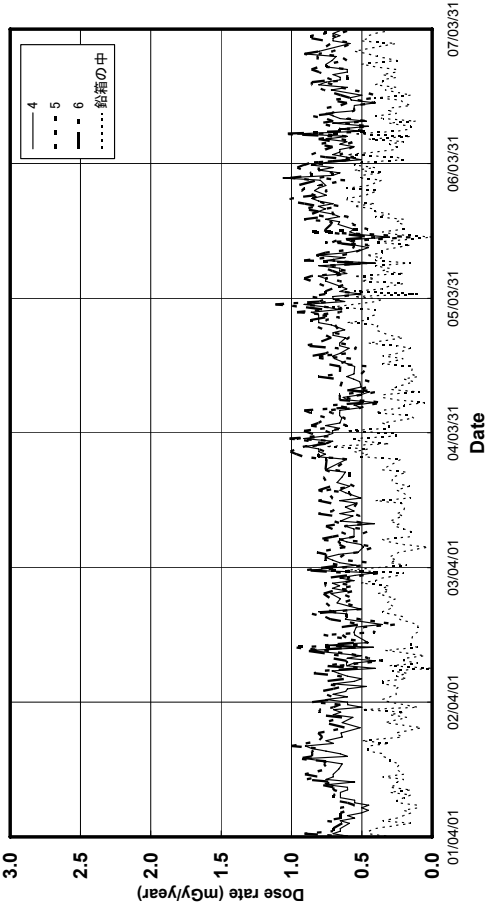
No.	測定場所	No.	測定場所
1	高電圧発生部タンク表面	5	地下計測ステージ非常口
2	管理区域境界北西	6	南側階段
3	管理区域境界西	7	本体室 1 F スーパー
4	加速管タンク近傍		

図 3 - 2 - 5 (1) 大型ヘリカル実験棟本体地下室
H I B P 周辺での測定位置

大型ヘリカル実験棟本体地下室HIBP、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟本体地下室HIBP、GD測定結果



大型ヘリカル実験棟本体地下室HIBP、GD測定結果

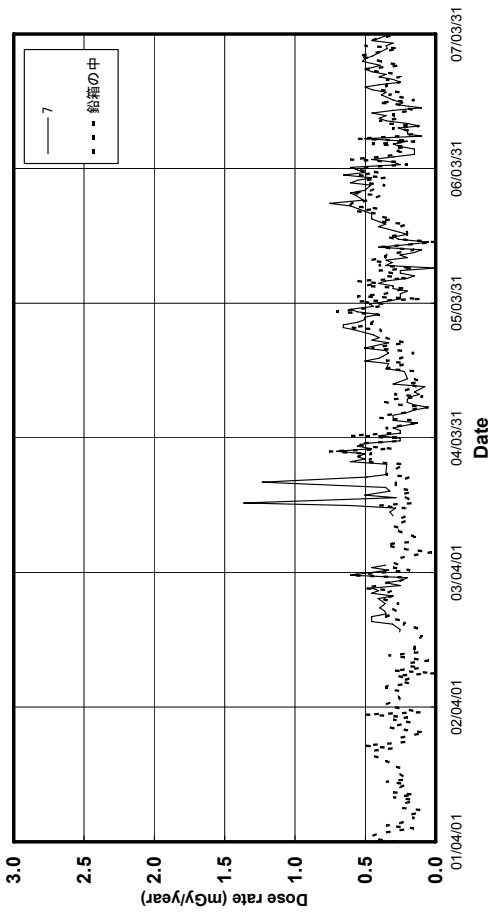
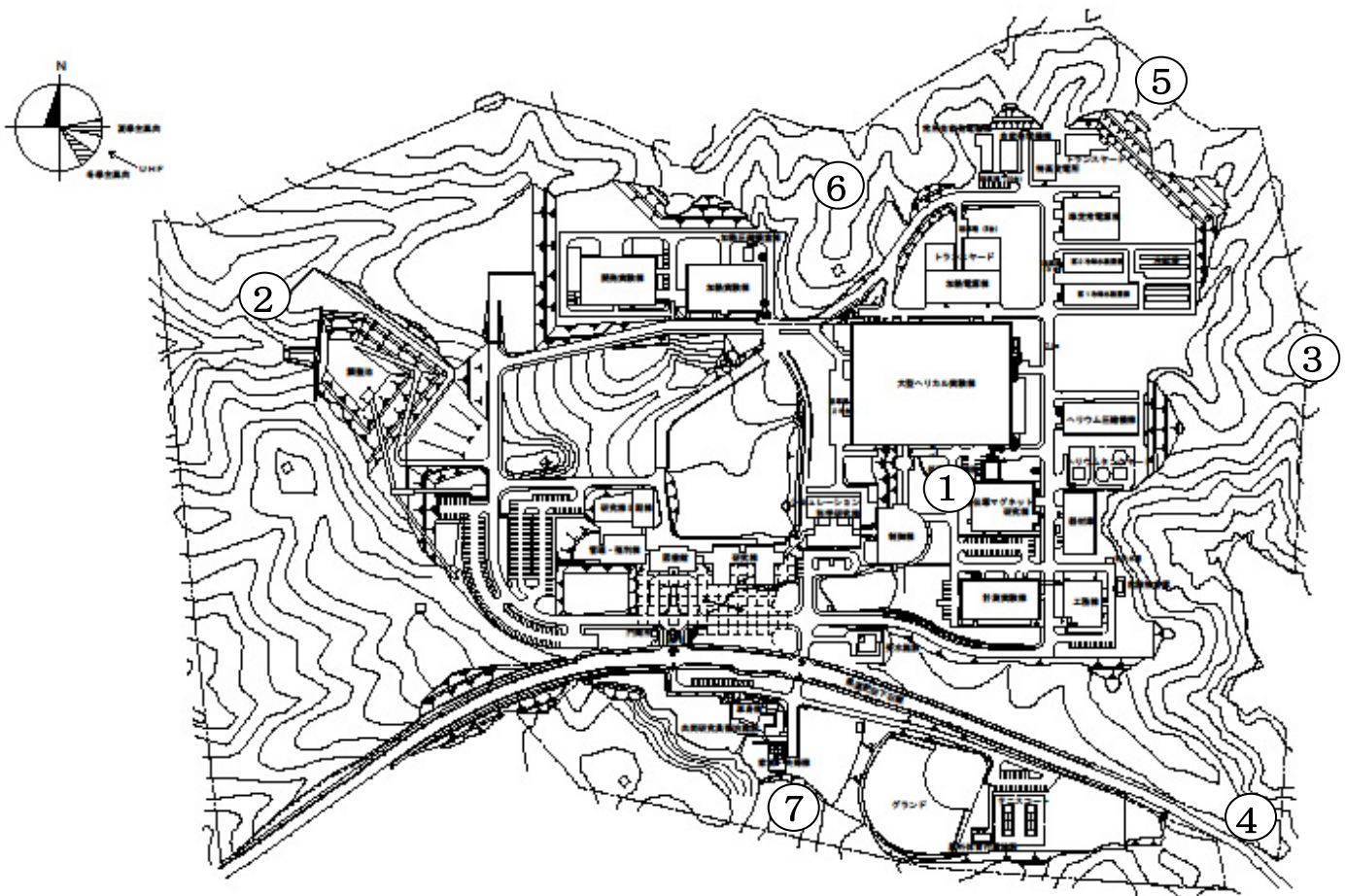


図 3-2-5 (2) 大型ヘリカル実験棟本体地下室 HIBP での測定結果



No.	測定場所	No.	測定場所
1	大型ヘリカル実験棟南	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位置

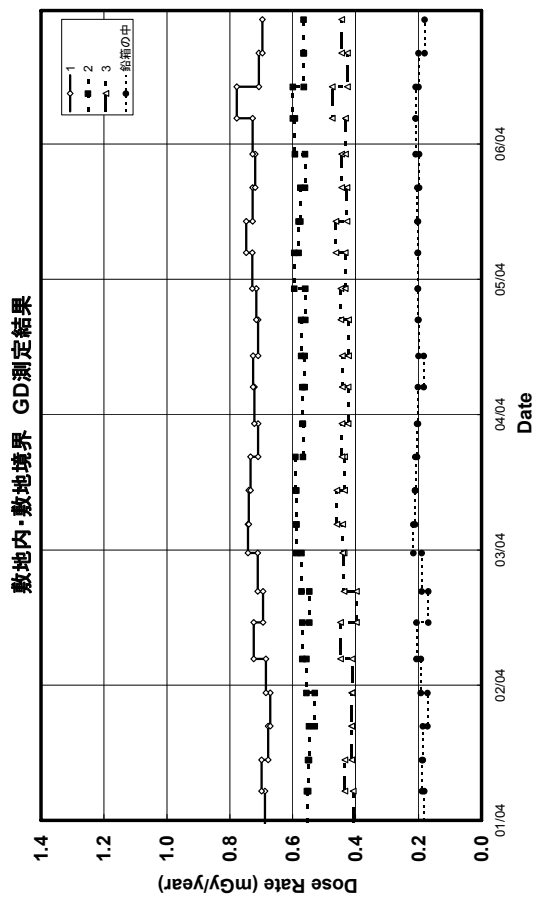
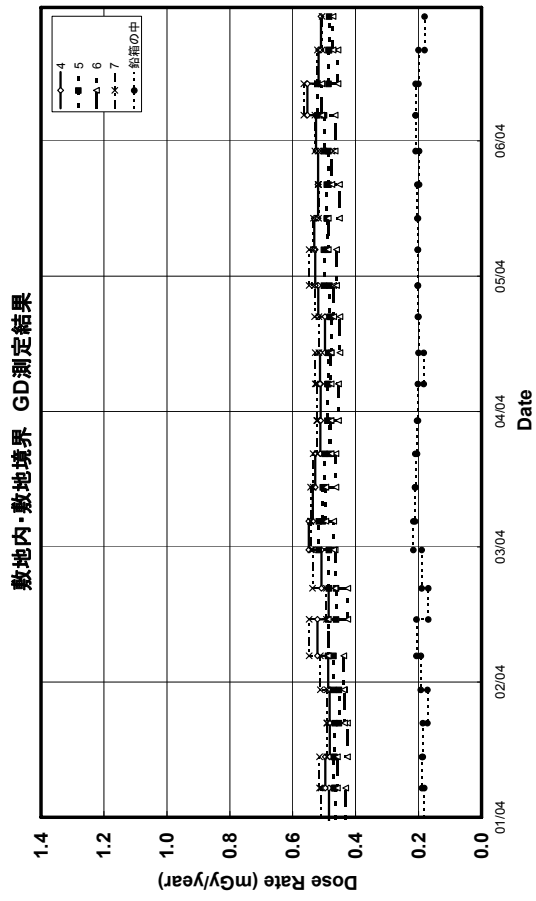


図3-2-6 (2) 3ヶ月間積算線量測定結果

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

設置の経過と 2007 年 3 月末現在の設置状況について表 3-3-1 に示す。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。敷地境界にはほぼ均等に 9 基、実験棟近傍には 5 基設置されている。全てのポストに X・ γ 線測定器を設置し、その内 9 基のポストに中性子測定器を設置した。

大型ヘリカル実験棟内の測定器の配置を図 3-3-2 に示す。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 X・ γ 線測定器 18 台、中性子測定器 3 台を配置している。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。

3.3.2 保守

表 3-3-2 に 2006 年度の保守状況を示す。

(1) 保守・簡易点検

モニタリングポストのファン交換等を実施した。

(2) 検出器の調整

いくつかの電離箱検出器において、温度上昇による指示値の変動が確認された。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。このアンプ系に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になる。したがって、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措置を講じている。

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。

(1) 半月平均の線量率の変化

図 3-3-3 と図 3-3-4 に 2006 年度の X(γ) 線測定器による観測データを示す。図 3-3-3 は敷地内ポスト (I 系) のデータであり、図 3-3-4 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。この測定結果は、単に自然バックグラウンド線量率の推移を表している。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、4 つのレベルに分かれている。それは、(WH, WF)、(WD, WC)、(WB, WE, WM, WN)、WA である。

(2) 日平均の線量率の変化

図 3-3-5 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なっているので、システムの不調によるデータの欠足はな

い。時々、全ての測定地点で同時に線量率の増加が観測されている。このときの線量率増加量は、測定地点によらずほぼ同量である。この線量率増加の原因は、降雨によって地面に運ばれたラドン娘核種から放出されるガンマ線によるものと考えられる。

(3) 実験に起因する放射線の検知

イ) バースト状放射線の検知

核融合研に設置されている放射線の発生を伴う装置では、連続的に放射線を発生させるのではなく、運転や実験に伴って間欠的に短時間発生させることがほとんどである。放射線監視システム RMSAFE は、そのような発生放射線を放射線モニタの測定値から判別して検出する機能を有している。表 3-3-3 にバースト検知記録数を示す。総数には、装置からの放射線を検出した数の他に、電磁ノイズ等による検知数を含んでいる。電磁ノイズ等による検知か否かは次の 2 点で判断する。[1] 装置の運転や実験の時間帯であるか（例えば、深夜や早朝の検知は電磁ノイズ等による検知といえる。）。[2] 同時に実験室内での検知があったか（実験室から遠く離れたポスト 1 点でのみ検出されたものは電磁ノイズ等による検知といえる）。電磁ノイズ等による検知とは逆に、何らかの不具合のためにバースト事象を検出できない場合も考えられる。しかし、その対応策として、RMSAFE の観測値と実験室などに設置している積算線量計（ガラス線量計）の測定値との比較によって、線量増加を検出できるようにしている。

ロ) 実験に起因する敷地境界線量

敷地境界において、装置運転や実験に伴う線量増加を検出したのは、CHS に関連するもののみであった。

開発実験棟周辺の線量測定結果を図 3-3-6 に示す。CHS を設置している実験室内（実験中は立入禁止）では、年間合計 0.15mSv であった。敷地境界での線量増加は、WN の他に、WB、WC、WF でも検知されているが、WN が最大値を示しているので、敷地境界の増加線量は WN の測定値で代表させている。敷地内、敷地境界で検出された放射線線量は極微量であった。敷地境界における実験起因の年間線量は最大の地点 (WN) で $0.07 \mu\text{Sv}$ であり、管理目標値 $50 \mu\text{Sv}$ に対して 700 分の 1 程度 であった。これは RMSAFE を用いたため検出できたものであり、RMSAFE は性能を十分に発揮しているといえる。通常の放射線モニタを用いた線量率測定では検知できない。

表 3-3-1 放射線モニタの設置・運用状況

(2007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	2002年, 中性子線用設置		
実験棟近傍	IA	○	○	○	1992年			
	IB	○	○	○	1992年			
	IC	○	○	○	1996年			
	IE	○	○	○	1996年			
	IF	○	○	○	1996年			
大型ヘリカル実験棟		装置監視区域	屋上	○		○	1996年	
		装置監視区域	機器(2)	○		○	1996年	
		装置監視区域	機器(1)	○	○	○	1996年	
		装置監視区域	入口外	○		○	1996年	
	本体室	装置管理区域	入口内	○	○	○	1996年	
	本体室	装置管理区域	本体北壁	○		○	1996年	
	本体室	装置管理区域	LHD-A	○		○	1997年	
	本体室	装置管理区域	LHD-B	○		○	1997年	
	本体室	装置管理区域	LHD-C	○		○	1997年	
	本体室	装置管理区域	LHD-D	○		○	1997年	
	本体地下室	装置管理区域	地下北壁	○		○	1996年	
	本体地下室	装置管理区域	地下南壁	○		○	1996年	
	本体地下室	装置管理区域	HIBP-1	○		○	2002年	
	本体地下室	装置管理区域	HIBP-2	○		○	2002年	
	加熱装置室	装置監視区域	加熱(A)	○	○	○	1996年	
	加熱装置室	装置監視区域	加熱(B)	○		○	1996年	
	加熱装置室	装置管理区域	加熱(C)	○		○	1996年	
加熱装置室	装置監視区域	加熱(D)	○		○	1996年		
加熱実験棟	制御盤	装置監視区域	1	○		○	1994年	
	NBI室	装置管理区域	2	○		○	1994年	
開発実験棟		装置監視区域	制御室	○		○	1999年	
	CHS室	装置管理区域	CHS	○		○	1999年	

表 3-3-2 RMSAFE保守・点検・修理

	保守	点検・校正	システム停止	異常検出	対処
2006年4月				WAのγ(X)線検出器で温度上昇による指示値の変動が確認された。	メーカーに調整を依頼した。
5月				WEのγ(X)線検出器で温度上昇による指示値の変動が確認された。	メーカーに調整を依頼した。
6月	I A ファン交換		計画停電のため停止(6/3~4)		WAのγ(X)線検出器を調整した。WEのγ(X)線検出器は予備の検出器と交換した(6/16)。
7月	WMファン交換				
8月			停電により一部モニター停止(8/1)	WBのγ(X)線検出器で温度上昇による指示値の変動が確認された。	様子を見て、対応を検討することにした。
9月					
10月					
11月	中央制御装置ネットワーク接続変更(11/28)				
12月					
2007年1月	WNファン交換				
2月	I B ファン交換				
3月	WBファン交換				

表 3-3-3 バースト検知記録数

2006年度

月	総数	装置					備考
		LHD	CHS	加熱棟NBI	HIBP	ECH	
4	59	0	29	0	0	0	
5	44	0	5	0	0	0	
6	50	0	4	0	0	0	
7	45	0	20	0	0	0	
8	53	0	34	0	6	0	HIBP;8/11,14
9	12	0	0	0	1	0	HIBP;9/22
10	15	0	0	0	0	0	
11	50	0	0	0	0	0	
12	79	0	0	0	0	0	
1	10	0	0	0	0	0	
2	12	0	0	0	0	0	
3	21	0	0	0	0	0	
計	450	0	92	0	7	0	

(注)：総数には、装置からの放射線を検知した数の他に、電磁ノイズ等による誤検知数を含む。

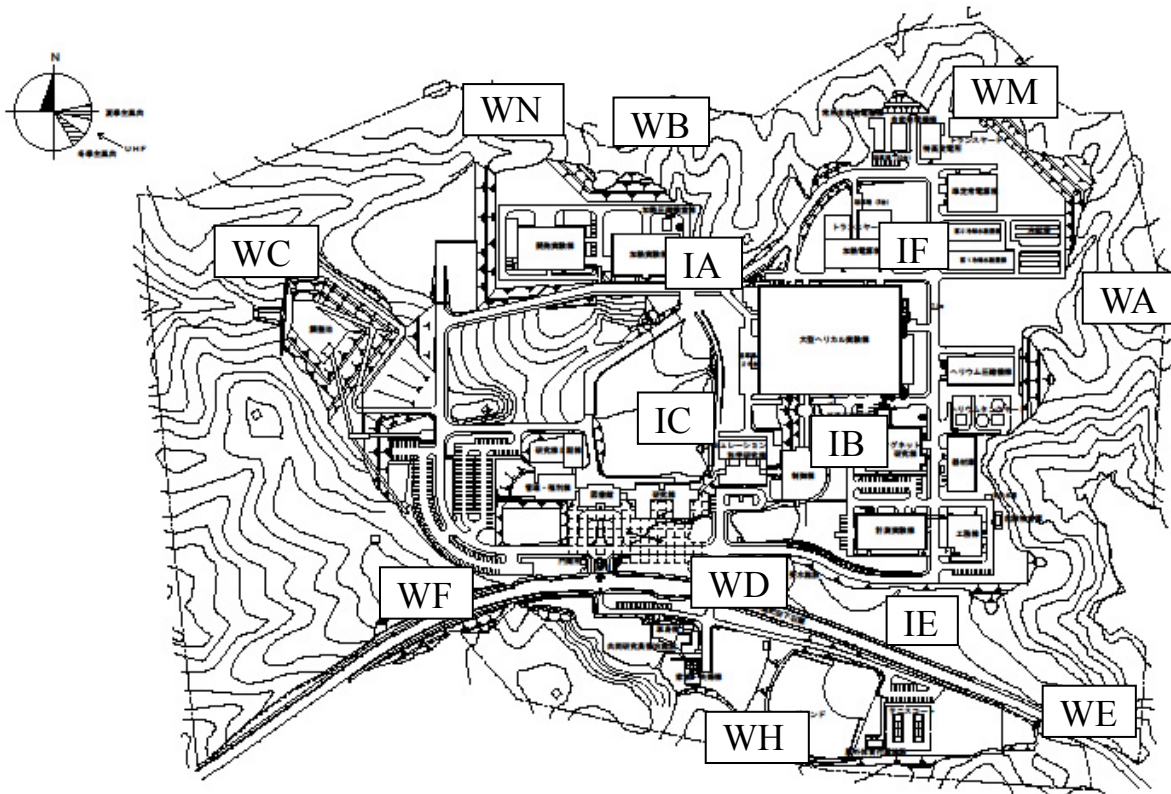


図 3-3-1 研究所敷地内の放射線測定器の配置

- : X (γ) 線検出器
- : X (γ) 線および中性子検出器

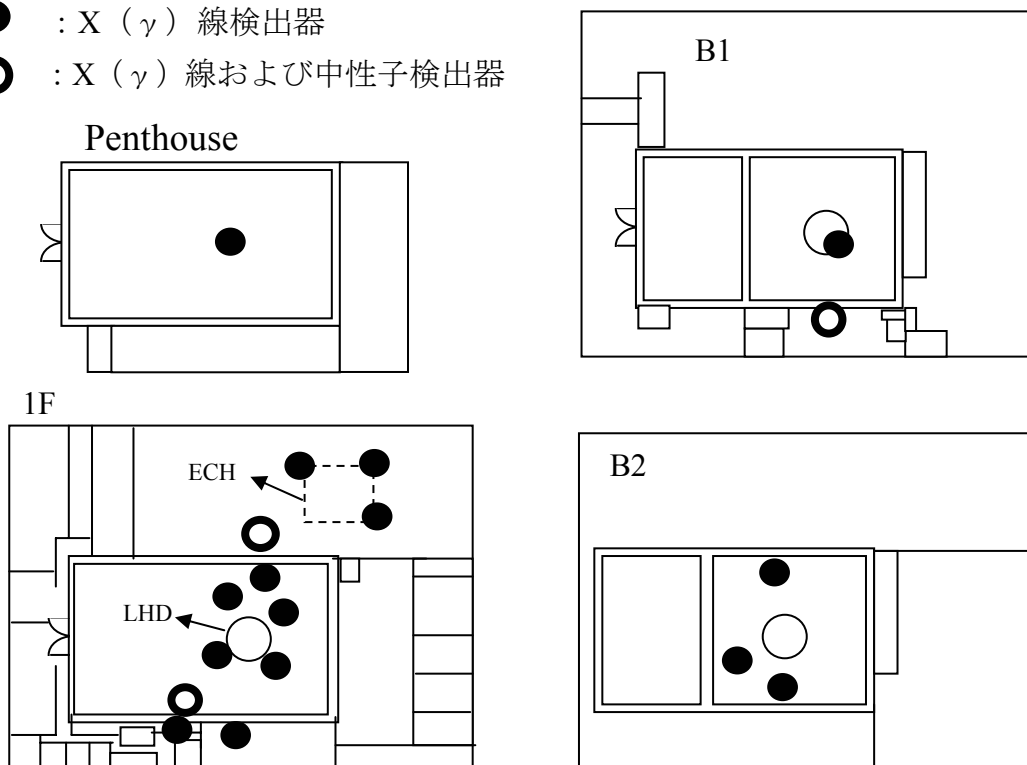


図 3-3-2 大型ヘリカル実験棟内の放射線測定器の配置

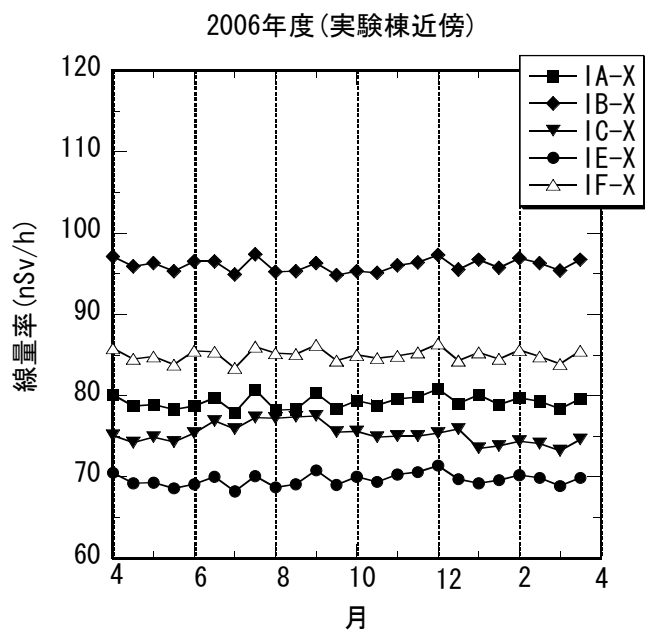


図3-3-3 半月平均線量率データ(敷地内ポスト)

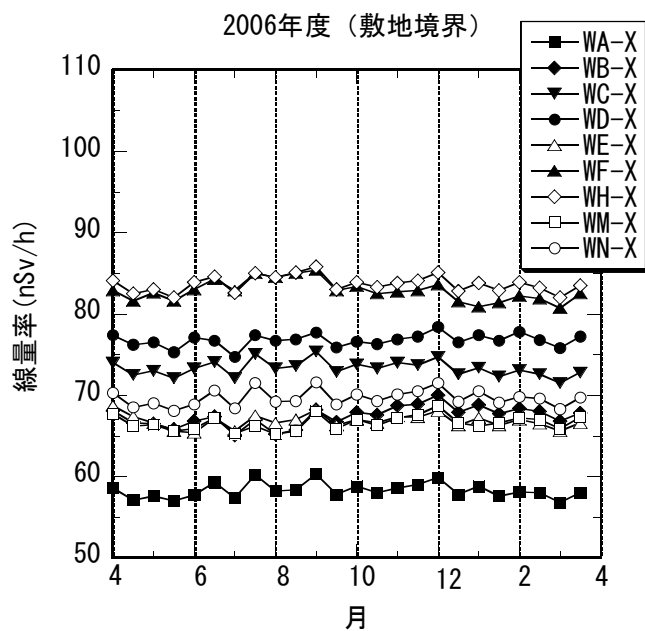


図3-3-4 半月平均線量率データ(敷地境界ポスト)

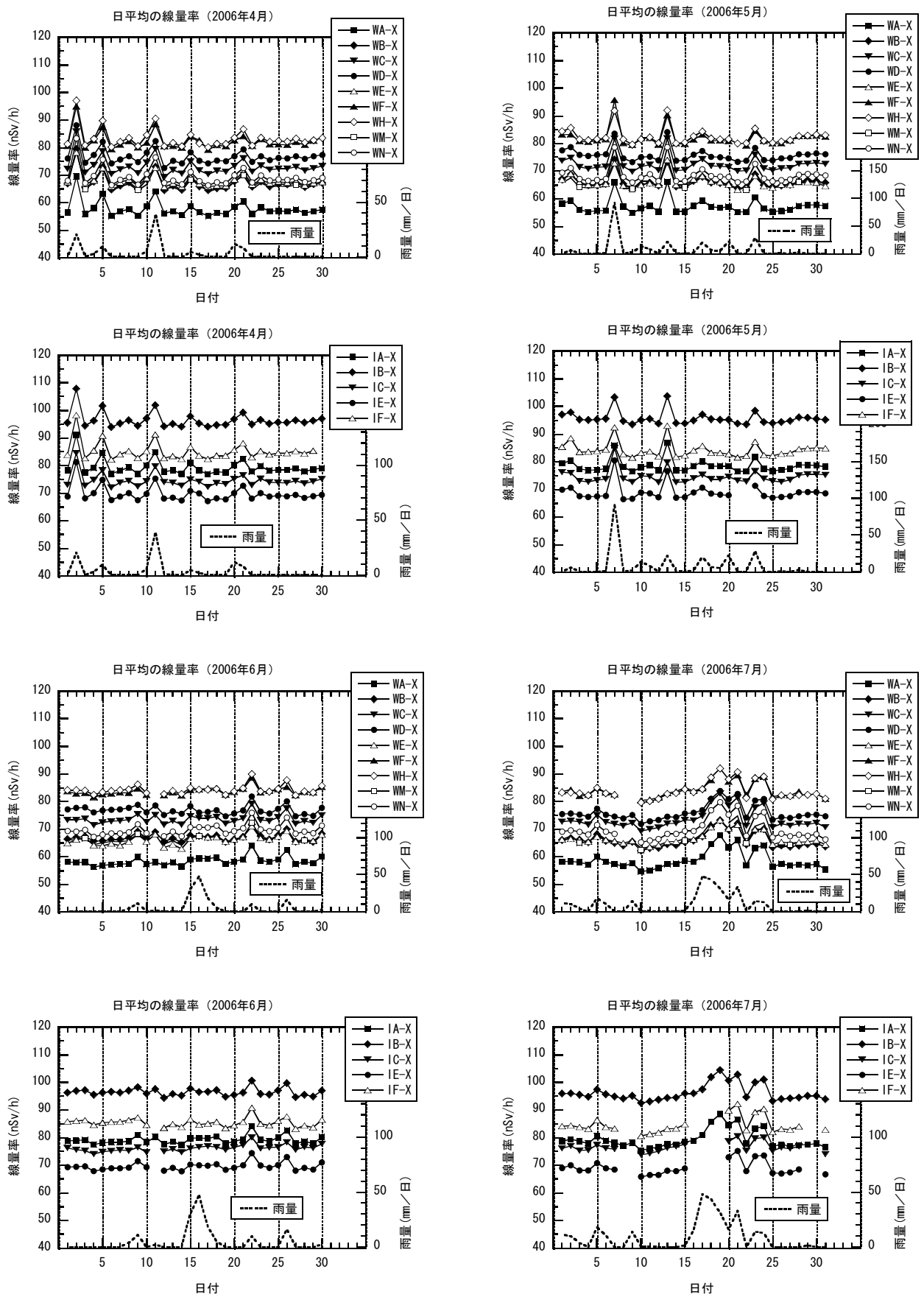


図 3-3-5 (1) 日平均の線量率データ 1 (4月-7月)

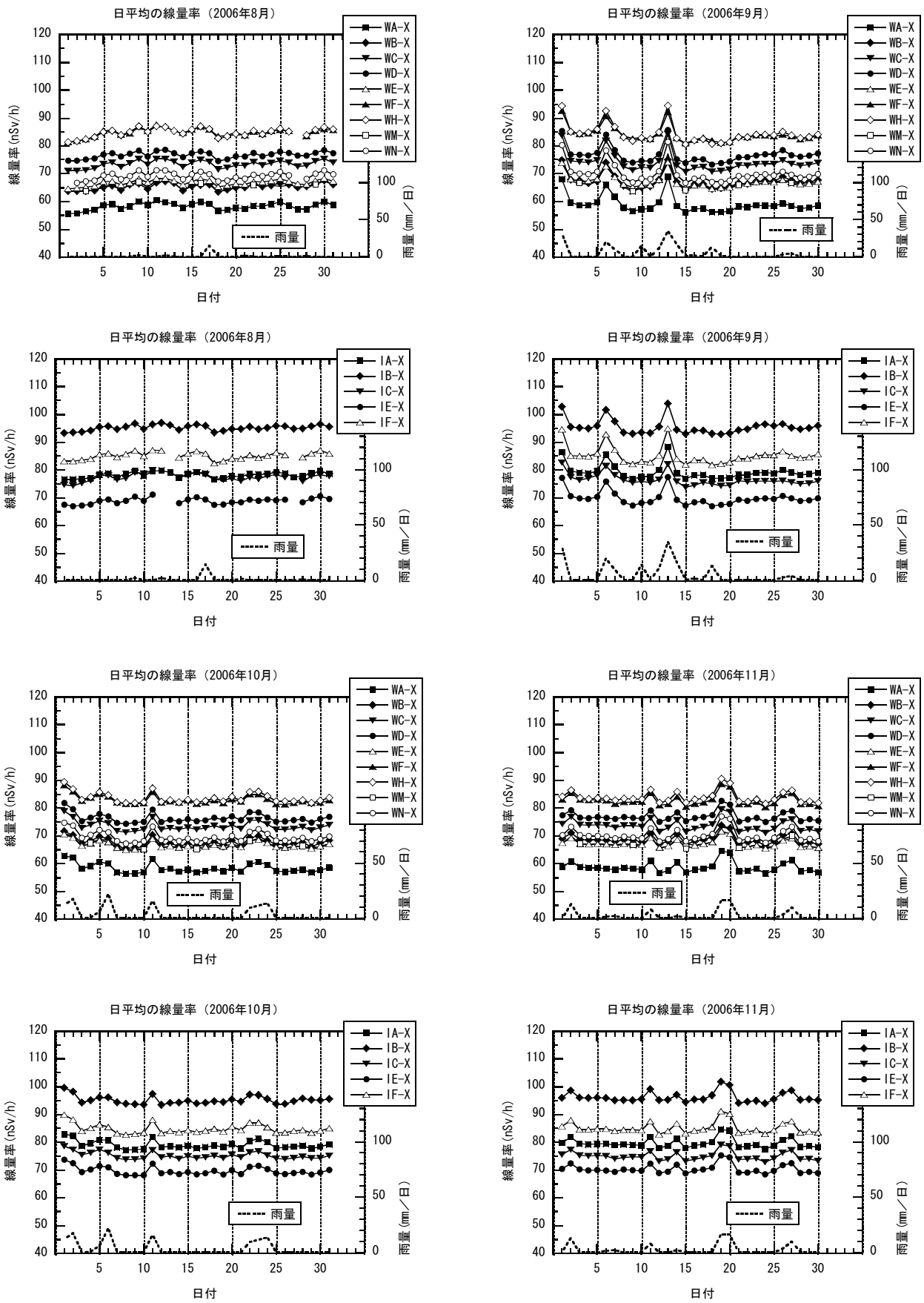


図 3-3-5 (2) 日平均の線量率データ 2 (8月-11月)

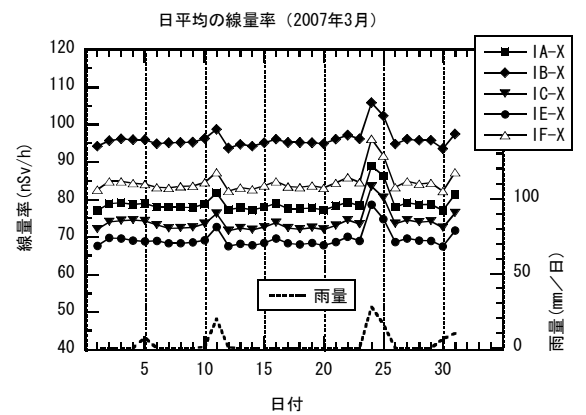
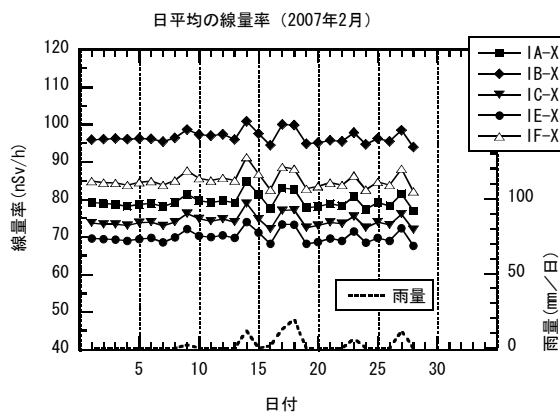
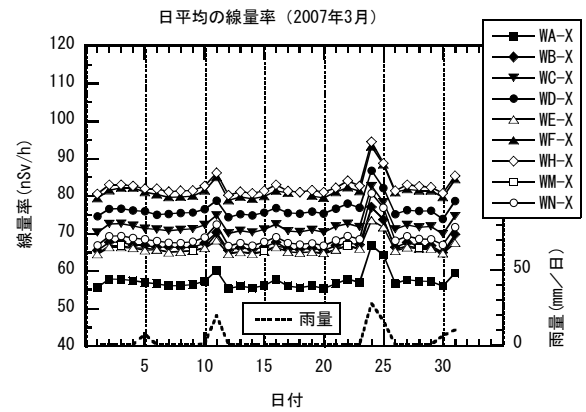
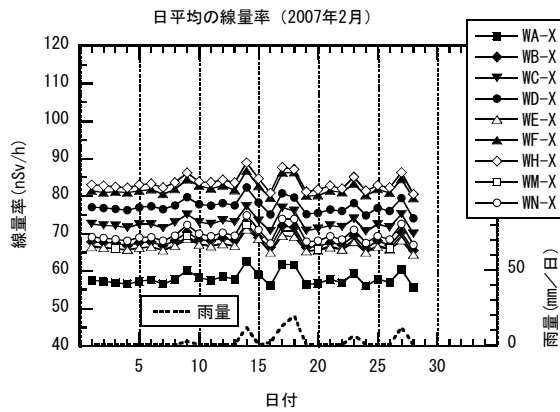
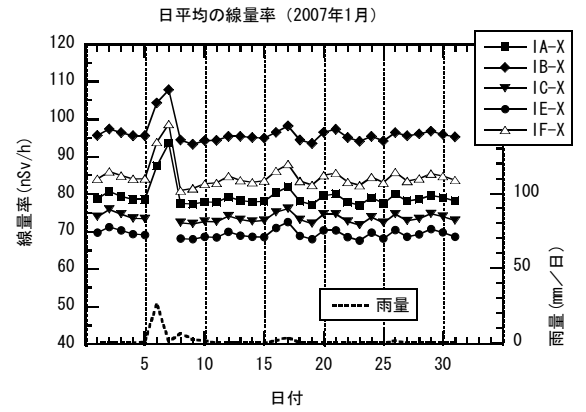
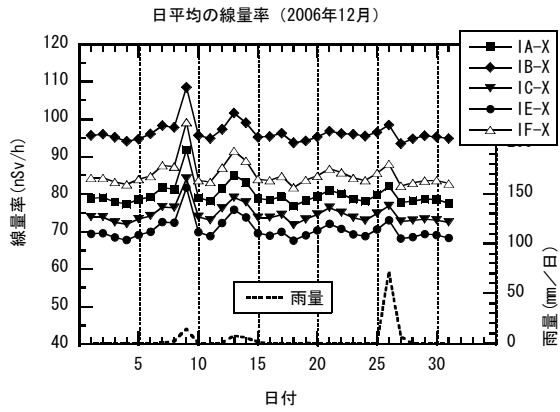
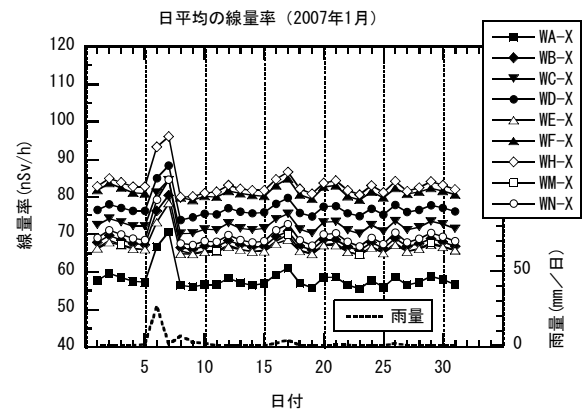
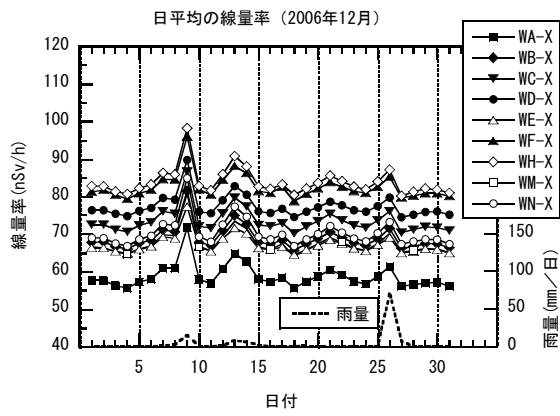


図 3-3-5 (3) 日平均の線量率データ 3 (12月-3月)

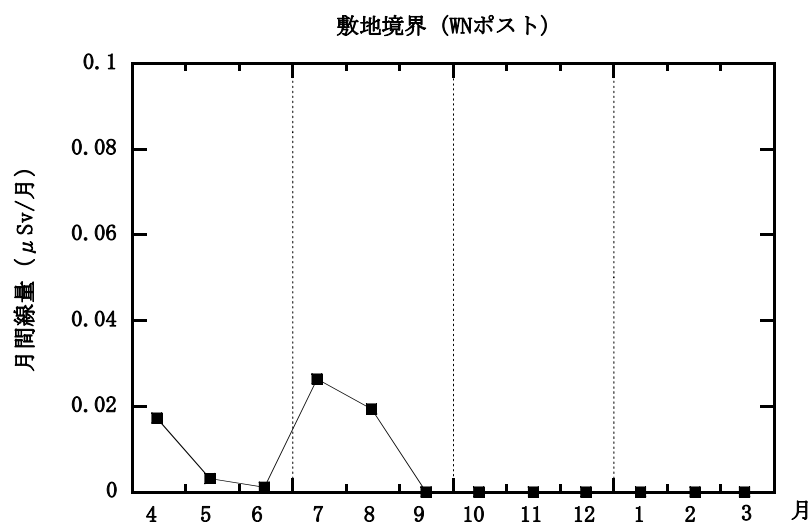
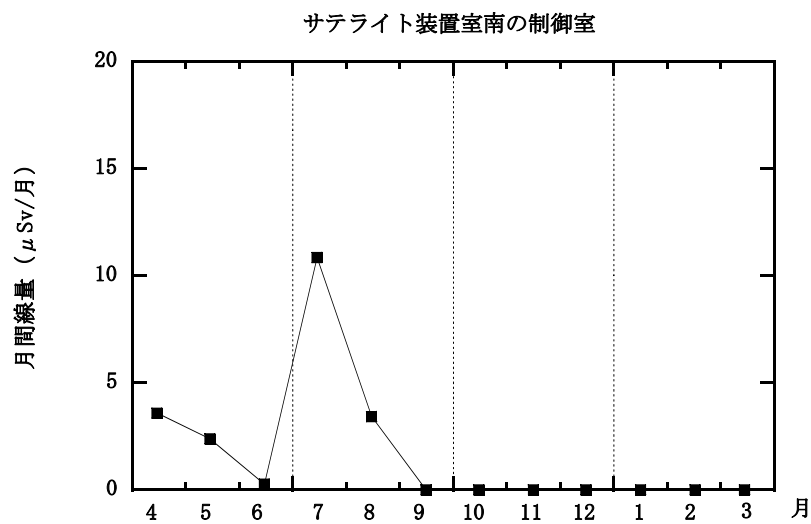
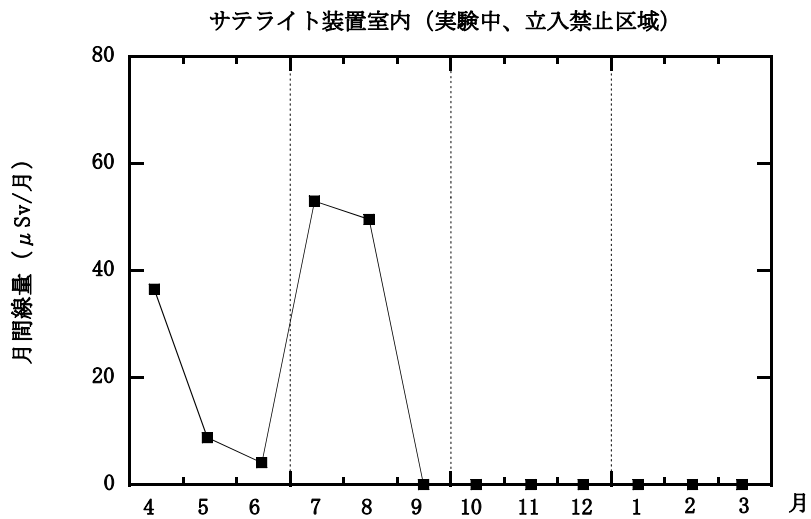


図 3—3—6 2006 年度開発実験棟とその近傍の月平均線量の推移

4. その他

4.1 微量密封放射性同位元素の使用状況

2007年3月31日現在で、14核種、44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3.7 MBq以下の密封された放射性同位元素であるが、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。2006年度には、19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、7個あり、保管または使用されている。

表4-1-1 微量密封放射性同位元素 一覧表

2007(平成19)年 3月 31日現在
核融合科学研究所安全管理センター

No.	核種	半減期	崩壊形	(γ) keV	*1 Bq	*2	外形寸法	線源番号	注
				エネルギー	放射能	検定日			
1	Na-22	2.6Y	β^+ , EC	1275	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7X327	
2		2			4.5E+5	99.09.01	35dx3t	GP 986	
3		3			4.0E+5	04.01.14	35d	MF357	
4	Mn-54	312.5D	EC	835	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Y451	
5	Fe-55	2.7Y	EC	5.9	3.7E+6	76.11.24		EE502	
6		2			3.7E+6	86.06.04	13dx3t	2240LG	
7		3			3.5E+6	78.06.01	25dx4t	12	
8		4			3.7E+6	76.08.25		EE476	
9		5			3.2E+6	79.04.01	25dx6t	101	
10		6			3.7E+6	99.06.01	8dx5t	PP-811	
11		7			3.7E+4	00.05.01	25dx3t	HD619	
12	Co-57	270D	EC	122	5.1E+4	84.03.08	24x11x2t	7T501	
13		2			9.1E+5	98.06.01	25dx5t	283	
14		3			2.1E+6	05.01.14		NA142	
15	Co-60	5.3Y	β	1173	3.6E+4	84.03.08	24x11x2t	7U399	
16		2		1332	4.1E+5	83.06.01	24x11x2t	1U795	
17		3			3.6E+6	85.05.25	25dx4t	516	
18		4			3.5E+6	79.04.01	25dx4t	442	
19	Y-88	106.6D	β^+ , EC	1836	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Y586	
20	Cd-109	463D	EC, IT	22.2	3.2E+4	00.05.01	25dx3t	HD618	
21	I-129	1.57E7Y	β^-		3.7E+4		25dx3t	K0243	
22	Ba-133	10.9Y	EC	303	4.0E+4	84.03.08	24x11x2t	7R342	
23		2			1.2E+6	98.09.11	25dx5t	92	
24	Cs-137	30.2Y	β^-	662	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7S431	
25		2			3.2E+5	78.06.01	25dx6t	2168	
26		3			1.1E+5	76.00.00	25dx6t	7418	
27		4			3.6E+6	79.04.01	25dx4t	218	
28		5			3.2E+6	99.10.01	25dx4t	GU800	
29		6			3.7E+6	02.10.03	5.2dx8.5t	4245	
30	Ra-226	1622Y	α		3kcpm	79.07.05	35dx6t	86R971	
31	Am-241	433Y	α	59.5	3.6E+6	76.11.01	25dx4t	24	
32		2			5.6E+3	82.01.25	25dx6t	3398RA	
33		3			5.6E+2	82.10.21	25dx1t	6410RA	
34		4			3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Q381	
35		5			3.8E+5	78.06.01	25dx1t	32	
36		6			3.6E+6	79.04.01	25dx5t	29	
37		7			2.9E+3	86.02.25	25dx3t	927	
38		8			2.9E+6	99.06.01	25dx3t	GP467	
39		9			3.9E+4	00.05.01	25dx3t	HD620	
40	Am-241他		α	*7	3.5E+2	04.12.10	25dx0.5t	KK876	
41	Cf-252	2.7Y	α (n)	*3	2.0E+6	84.02.28	8d x 10L	2633NC	*4
42		2			3.6E+6	87.07.29	8d x 10L	4000NC	*5
43		3			3.6E+6	87.07.29	8d x 10L	4002NC	
44		4			3.6E+6	93.06.08	8d x 10L	5567NC	*6

*1 1 μ Ci =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

*7 α 線源 Am-241:100Bq, Cm-244 100Bq, Np-237 150Bq

表 4-1-2 微量密封放射性同位元素 貸出一覧表

2007(平成19)年3月30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 (年月日)	線源番号	申請期間	場所 (建屋、室名等)	目的
Am-241	2.9 E3	86.02.25	927	06.04.01--07.03.31	名大院工マテリアル理工	半導体検出器の校正
Cf-252	3.6 E6	87.07.29	4002NC	06.04.01--07.03.31	工務棟 信号処理・開発室	モニタ校正試験
Cs-137	3.6 E6	79/04/01	218	06.04.01--07.03.31	工務棟 信号処理・開発室	モニタ校正試験
Na-22	4.5 E5	99.09.01	GP 986	06.04.01--07.03.31	計測実験棟	検出器の動作チェック
Co-60	3.5 E6	79.04.01	442	06.04.01--07.03.31	計測実験棟	検出器の動作チェック
Na-22	4.0 E5	04/01/14	MF357	06.04.01--07.03.31	計測実験棟	検出器の動作チェック
Cd-109	3.2 E4	00.05.01	HD618	06.04.01--07.03.31	大型へりカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正
Fe-55	3.7 E4	00.05.01	HD619	06.04.01--07.03.31	大型へりカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正
Am-241	3.9 E4	00.05.01	HD620	06.04.01--07.03.31	大型へりカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正
Am-241	3.6 E6	79.04.01	29	06.04.01--06.08.31	開発実験棟CHS実験室	検出器の校正
Ba-133	1.2 E6	98.09.11	92	06.04.01--06.08.31	開発実験棟CHS実験室	検出器の校正
Cs-137	3.7 E6	02/09/27	4245	06.04.01--07.03.31	計測実験棟	線量計の校正用照射
Am-241	2.9 E6	99/06/01	GP467	06.04.01--06.06.30	大型へりカル実験棟本体室	検出器の校正
Am-241	3.6 E6	76/11/01	24	06.04.01--06.06.30	大型へりカル実験棟本体室	検出器の校正
Co-57	2.1 E6	05/01/14	NA142	06.06.29--06.08.01	大型へりカル実験棟本体室	検出器の校正
Am-241	3.7 E4	84/03/08	7Q381	06.06.29--06.08.01	大型へりカル実験棟本体室	検出器の校正
Am-241他	3.5 E2	04/12/10	KK876	06.06.29--06.08.01	大型へりカル実験棟本体室	検出器の校正
Am-241	5.6 E2	82.10.21	6410RA	06.07.04--06.07.30	大型へりカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正
Cs-137	3.2 E5	78/06/01	2168	07.03.30--07.03.30	計測実験棟	検出器の動作チェック

表 4 - 1 - 3 その他の微量放射性同位元素 (装置内蔵など)

核種	I No.	半減期	崩壊形	(γ) keV	*1 Bq	*2	機器の外形寸法	備考	注
				エネルギー	放射能	検定日			
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				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
					3.3E+6			装置内蔵	*8
					3.3E+6			装置内蔵	*9
4 Cm-244	a	18.1Y	α		<3.7E+4	90.06.		装置内蔵	*4
	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
	b				1.9E+5			装置内蔵	*7

*1 $1 \mu\text{Ci} = 3.7\text{E}4 \text{ Bq}$

*2 または購入日

*3 装置名 ; 標準電流発生器、

購入年月日 ; 1996 (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 ; 1992 (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 ; 1992 (H4) 年6月19日

*6 装置名 ; LB-3

*7 装置名 ; LB-5

*8 装置名 ; 通気式電離箱 (1)

*9 装置名 ; 通気式電離箱 (2)