



NIFS-MEMO-70

放射線安全管理年報 (2013 年 4 月 1 日～2014 年 3 月 31 日)

核融合科学研究所 安全衛生推進部・放射線管理室

Report on Administrative Work for Radiation Safety from April
2013 to March 2014

Radiation Control Office/Division for Health and Safety Promotion
National Institute for Fusion Science

Dec. 08, 2014

26H1118

放射線安全管理年報

(2013年4月1日～2014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
安全衛生推進部 放射線管理室

放射線安全管理年報

(2013年4月1日～2014年3月31日)

執筆者

西村清彦 (安全衛生推進部長)
三宅 均 (放射線取扱主任者)
河野孝央 (放射線取扱主任者)
林 浩 (放射線管理室長)
田中将裕 (放射線管理室員)
磯部光孝 (放射線管理室員)
小川国大 (微量密封線源 副担当者)

Report on Administrative Work for Radiation Safety From April 2013 to March 2014

Radiation Control Office / Division of Health and Safety Promotion
National Institute for Fusion Science

Preface

The National Institute for Fusion Science (NIFS) is proceeding with basic research on magnetic nuclear fusion which is expected to be a perpetual energy source for the future. Because the object of our research is hot plasma of the hydrogen or the helium, high energy electrons which are elements of the plasma generate X-rays. Therefore we administrate the devices and their surroundings in conformity with the Industrial Safety and Health Law and the Act Concerning Prevention from Radiation Hazards due to Radioisotopes, etc. to maintain workplace safety. We measure the radiation dose levels regularly, register the employees who are engaged in plasma experiments, and educate them. We also control the handling of non-regulated small sealed sources that are used in the detectors in some cases.

This report is on administrative work for radiation safety in the last fiscal year 2013. It includes

- (1) a report on the establishment of a radiation safety management system,
- (2) 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),
- (3) a report on the establishment of an education and registration system for radiation workers.

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

Division Director of Health and Safety Promotion
Kiyohiko Nishimura

Keywords: radiation protection, safety management, magnetic fusion plasma

放射線安全管理年報

(2013年4月1日～2014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	14
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	27
3.3 放射線監視システムによる監視結果	38
4. その他	
4.1 微量密封放射性同位元素の使用状況	46
4.2 入退管理装置	50

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。本研究で対象としているのは、水素やヘリウムの高温プラズマであります。プラズマを構成する高速電子が真空容器に衝突するなどして放射線(X線)の発生源となる状況が生まれます。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や、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。また、計測器の中には法律の規制を受けない微量密封線源を用いるものもありますが、これらについても管理しています。

この放射線安全管理年報は、上記の事柄に関する 2013 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 西村清彦

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」という。）には次にあげる実験棟に放射線の発生をとまなう放射線発生装置（以下、「装置」という。）がある。ここでいう装置は、研究所放射線障害予防規程（以下、「規程」という。）に定義されているもののほか、規程では定義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（３）の実験棟に、表１－１に示す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） 総合工学実験棟
- （３） 計測実験棟

研究所の規程において定義される装置は、“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”（以下、「障防法」という。）に定める放射線発生装置、および“労働安全衛生法・電離放射線障害防止規則”（以下、「電離則」という。）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、法人化後の２００４年度から、適用法令が人事院規則から電離則に変更になったことを受けて規程を改定し、文部科学省の放射線規制室（現在は、原子力規制庁放射線規制室）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・小型X線発生装置）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X線発生装置の移設と新設について、労働安全衛生規則（以下、「安衛則」という。）第８６条に基づき、労働基準監督署に事前の届け出を行った。また、これらの装置毎に電離則に基づくエックス線作業主任者を選任した。現在は表１－１に示す小型X線発生装置以下４つの装置が設置されている。

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、２００４年度以降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。放射線管理室のメンバーは、室長、装置管理区域責任者、環境放射線管理責任者と必要に応じて選任される室員から構成

される。放射線管理に関する審議事項は、これらのメンバーにより専門的な観点から検討がなされたのち、最終的に安全衛生委員会で承認を受ける。また、日常の管理業務に対応するため、制御棟1階安全環境監視室内に放射線管理室の窓口を設置し、各種の届出に対応している。

1. 3 放射線発生装置と施設の概要

2013年度末における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を以下に記す。2014年2月28日付で総合工学実験棟大実験室イオンビーム解析室にあらたにイオンビーム解析装置（ファン・デ・グラフ型加速装置）の設置が原子力規制委員会から承認された。図1-3-1から図1-3-3に各実験棟の平面図を示す。図1-3-4、図1-3-5は、大型ヘリカル実験棟本体室地下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。また、図1-3-6は、総合工学実験棟に設置された2014年度に使用開始予定のイオンビーム解析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。なお、イオンビーム解析装置は、2014年度に実施される障防法に基づく施設検査を経て使用を開始する。

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、放射線管理室がその所在と使用を管理している。

所内の装置はすべてX線を発生するかその可能性があるものである。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

大型ヘリカル実験装置（LHD）は、障防法で定義される放射線発生装置としてのプラズマ発生装置ではない。障防法はプラズマ発生装置を、「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。LHDは重水素を用いたプラズマ実験を実施していないことから、この条件には合致していない。

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の加熱装置の内、中性粒子入射加熱装置（NBI）および電子サイクロトロン共鳴加熱装置（ECH）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。

プラズマの電位分布計測用のHIBP装置が本体室地下に設置されている。この装置はコッククロフト・ワルトン型加速装置として障防法の規制を受けることから、2002年3月1日付けで文部科学大臣に使用承認申請を行い、同大臣から2002年8月29日付けで承認（使第5064号）を得た。その後、放射線障害予防規程の制定（2002年9月19日）および届出、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、文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室による立入検査を受け、設備仕様、管理内容が妥当であると確認された。その後、イオンビームの形状を観察するモニターの追設が必要となり、2007年5月15日付けで文部科学大臣に変更承認申請を行い、同大臣から2007年6月29日付けで承認を得た。その後、9月14日に施設検査を受け、2007年9月21日付けで施設検査に合格した。また、装置性能の向上に伴い、2013年12月13日付でビーム負荷電流の増加と加速粒子にAgを追加する変更承認申請を原子力規制委員会に行い、2014年2月28日付で同委員会から承認された。なお、今回の変更承認について障防法に係る施設検査はない。HIBP装置は、最初の施設検査合格日から5年以内に定期検査と定期確認を実施することが義務付けられている。2009年9月7日がその期限にあたるため、2009年9月3日に定期検査と定期確認を受け、2009年9月8日付で合格した。

（2）総合工学実験棟

核融合炉材料の表面水素量等の分析を行うためにイオンビーム解析装置が2013年度に1階大実験室内のイオンビーム解析室に設置された。この装置は、ファン・デ・グラーフ型加速装置として障防法の規制を受けることから、2013年12月13日付で原子力規制委員会に使用承認申請を行い、同委員会から、2014年2月28日付で承認を得た。その後、放射線障害予防規程に基づきイオンビーム解析装置の維持管理細則を制定した。本装置は、2014年6月に原子力安全技術センターにより実施される障防法に基づく施設検査に合格した後に使用を開始する予定である。

開発試験用の中性粒子ビーム入射加熱装置（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。

2007年1月に、計測実験棟からX線光電子分光分析装置（ESCA）を移設した。また、同時期にX線回折装置（XRD）を導入・設置した。これらは、電離則の規制対象装置であることから、エックス線作業主任者を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ウ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。

2008年12月12日に多治見労働基準監督署の立入検査を受けた。この際、安衛則第18条に規定されるエックス線作業主任者の氏名等の周知に関する掲示の指導があり、12月18日にこの掲示を行うとともに、報告書を2009年1月13日に提出、受理された。

(3) 計測実験棟

大実験室内にある照射室に、プラズマ計測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であることから、エックス線作業主任者1名を選任している。

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、装置運転中は管理区域への立ち入りを禁止している。運転に伴って発生するX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機器から発生するX線と環境放射線（主にX（ γ ）線）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。研究所は、装置に起因する放射線が、管理区域境界については、1週間で100 μ S vを超えないことを、敷地境界については、年間50 μ S vを超えないことを確認して装置を運転している。規程では、装置管理区域責任者は、装置監視区域内設置測定器の1週間当たりの積算線量が100 μ S vを超えたときは実験を中止し、原因調査と対応策を示し、取扱主任者及び放射線管理室長と協議した安全衛生推進部長の許可がなければ運転の再開はできない。ただし、これまでこ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。

2013年度は、放射線監視装置（RMSAFE）の検出器及び中央制御装置等の更新作業を実施した。このため、2014年2月から3月末までの本装置による測定は休止した。

表1-1 放射線管理をしている装置

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	2013年度 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	×	現在
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	×	
		総合工学実験棟 (1基)	〃	180 keV	* X線	建物構造物による遮蔽、放射線監視	×	
電子サイクロトロノ加熱装置	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	×	
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	△	
イオンビーム解析装置	—	総合工学実験棟	材料表面の水素の定量深さ分布等	3 MeV	* X線	照射室による区画と遮蔽、放射線監視	○	
X線光電子分光分析装置	ESCA	総合工学実験棟	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	15 keV	X線	装置構造物による遮蔽	△	
X線回折装置	XRD	総合工学実験棟	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。	60 keV	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	△	

適用法令

* X線の発生要因は、高エネルギー電子の装置壁への衝突。

○：障防法
△：電離則
×：なし

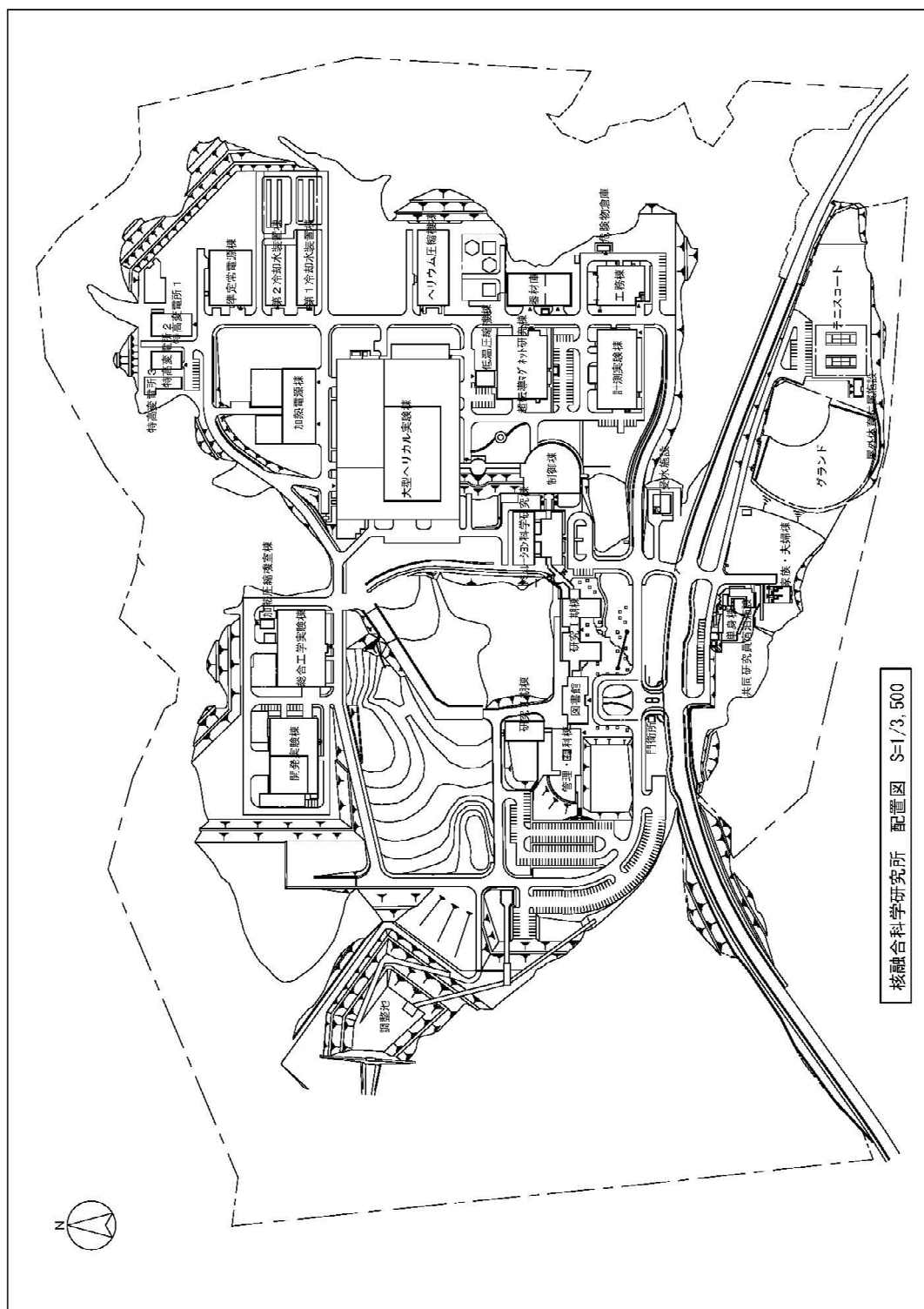


図 1-1 核融合科学研究所敷地図

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程 別表第 1（第 7 条関係）

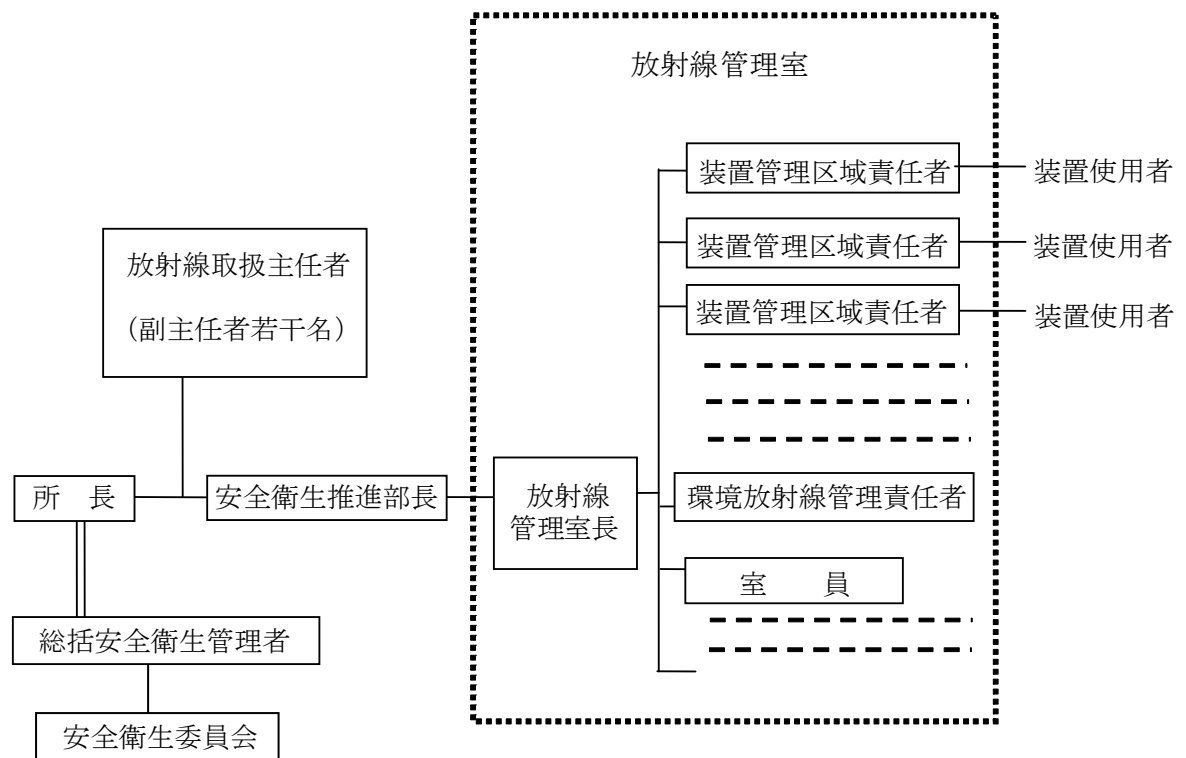


図 1-2 核融合科学研究所放射線管理組織(2013 年度末現在)

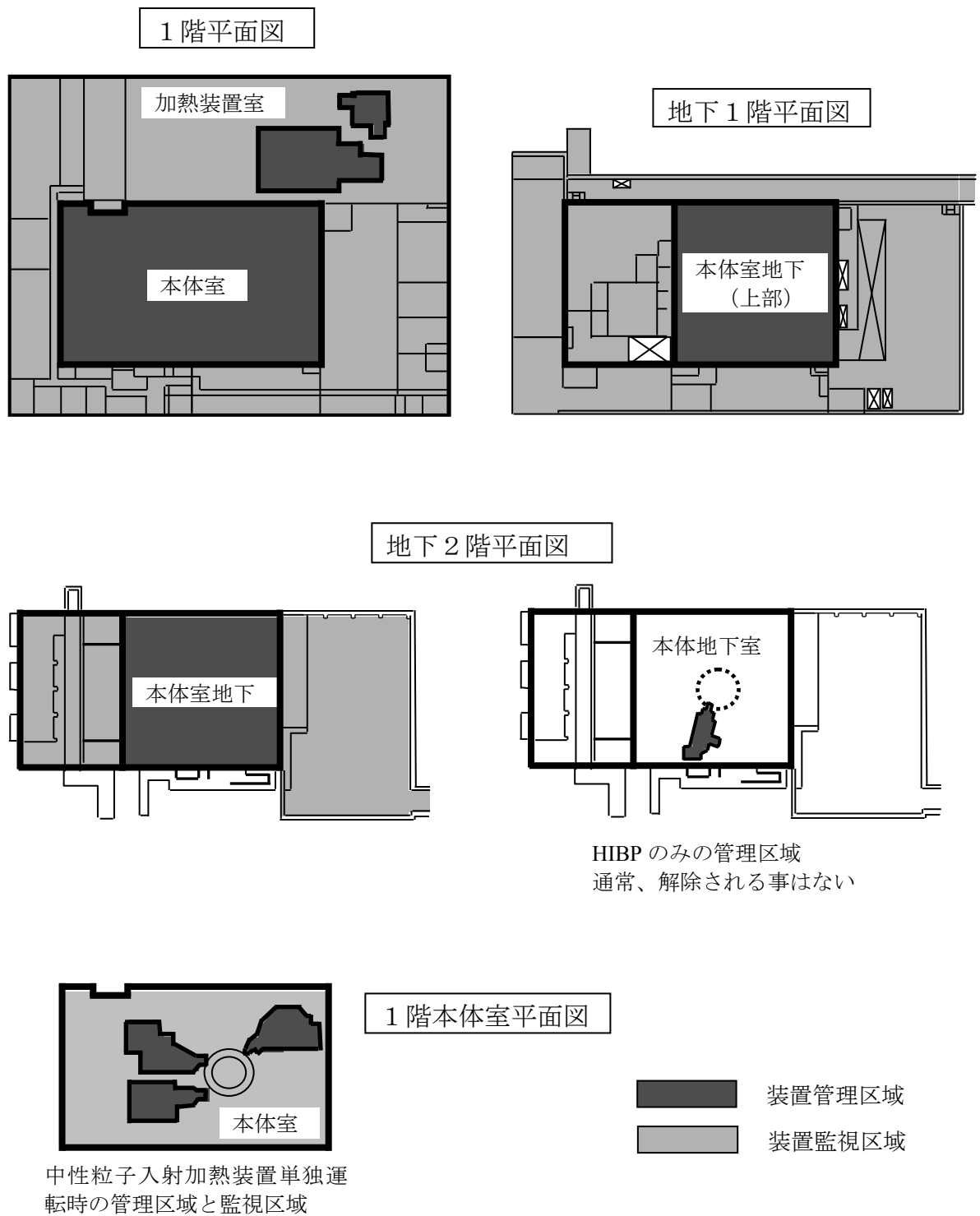


図 1-3-1 大型ヘリカル実験棟の装置管理区域と装置監視区域
(2013 年度末現在)



図 1-3-2 総合工学実験棟の装置管理区域と装置監視区域（2013 年度末現在）

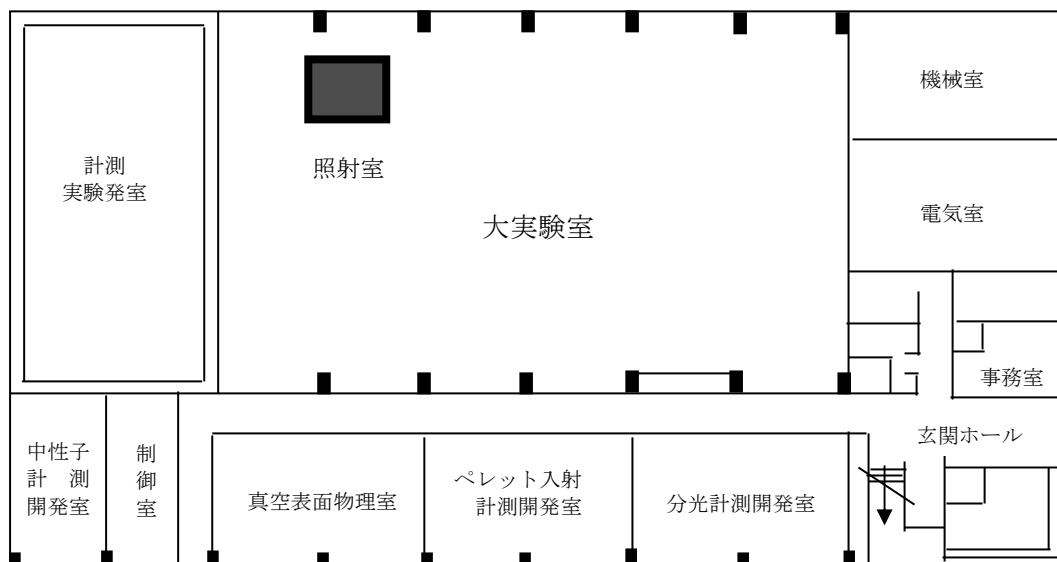


図 1-3-3 計測実験棟の装置管理区域と装置監視区域（2013 年度末現在）



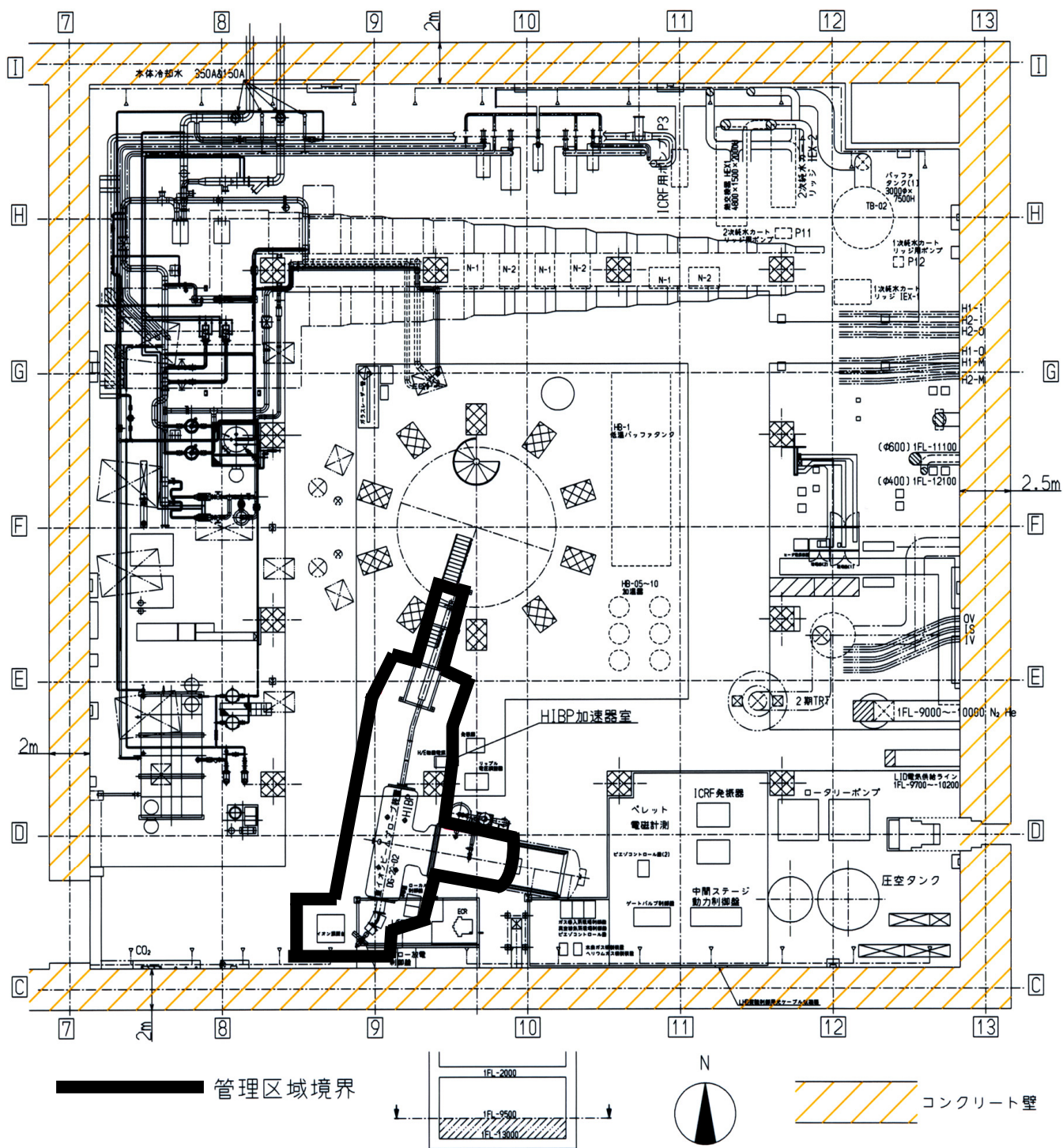


図 1-3-4 HIBP装置管理区域 平面図
(大型ヘリカル実験棟 本体室地下)

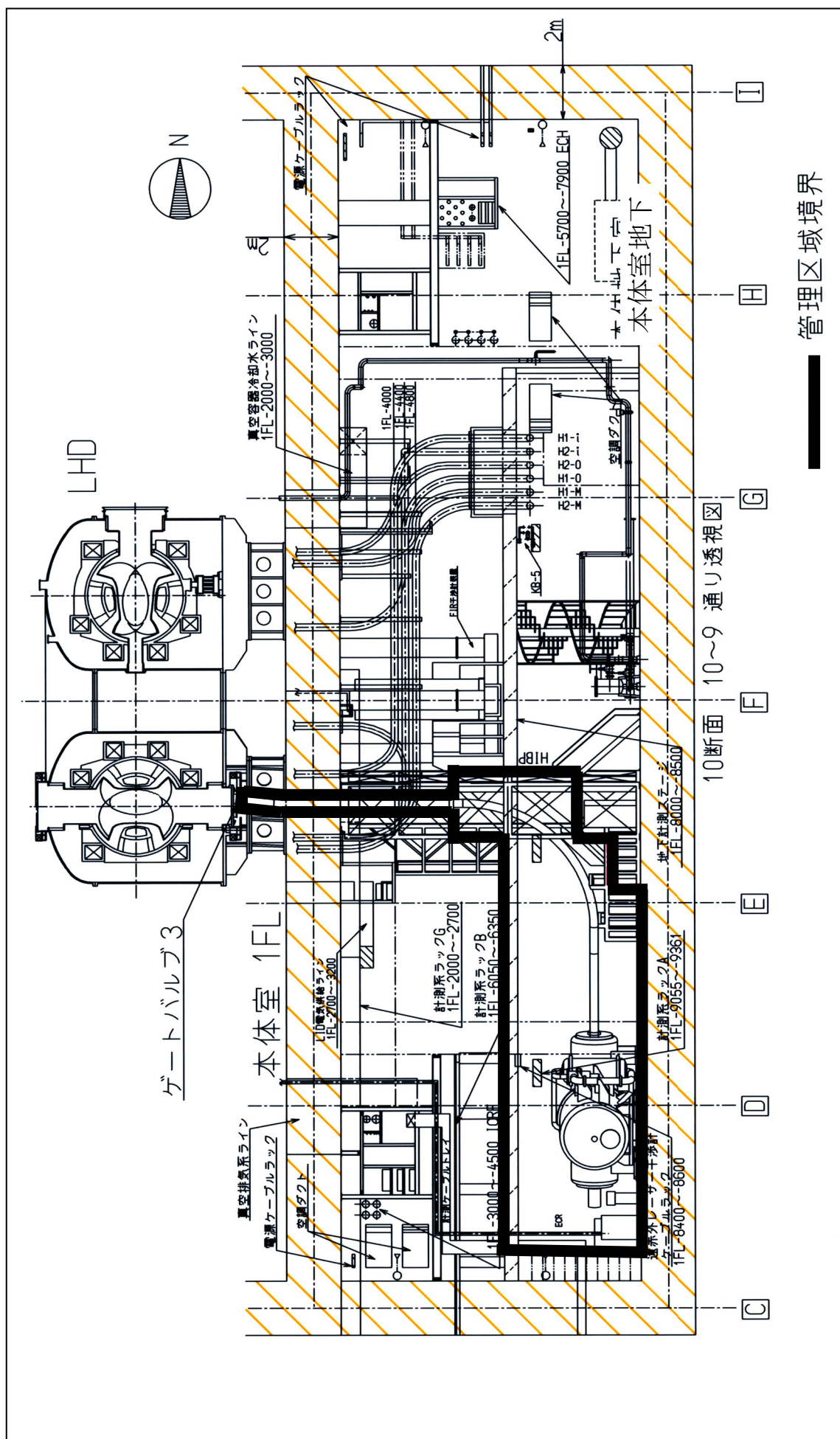


図 1-3-5 H I B P 装置管理区域 立面図
(大型ヘリカル実験棟 本体室地下)

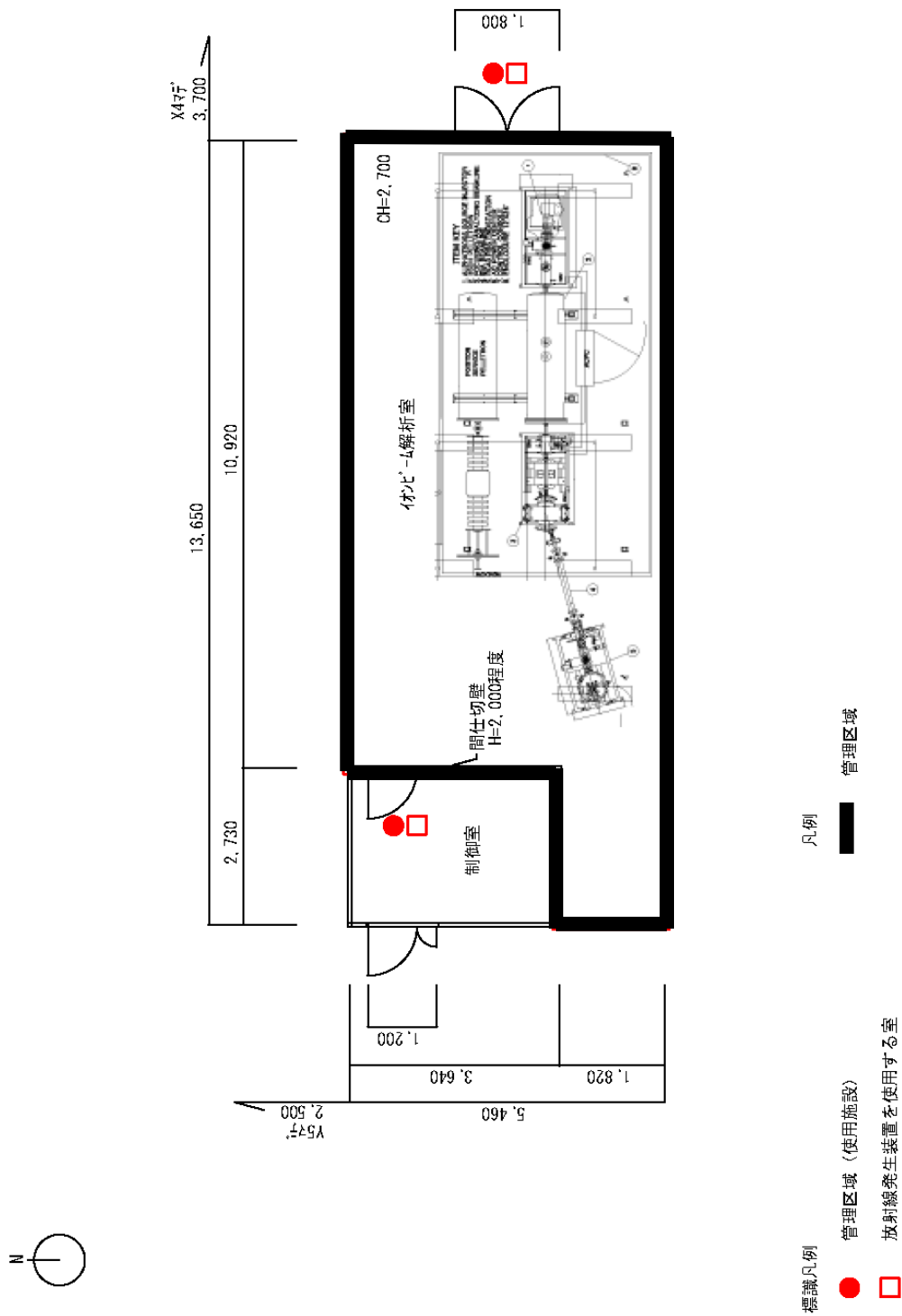


図 1-3-6 イオンビーム解析装置・装置管理区域平面図
(総合工学実験棟イオンビーム解析室)

2. 放射線管理室の活動状況

2. 1 放射線管理室の体制

研究所に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、10の専門分野毎の管理室からなる安全衛生推進部がある。放射線管理室は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、装置管理区域責任者、環境放射線管理責任者等で構成される。

なお、日常の管理業務に対応するため、制御棟1階安全環境監視室に放射線管理室の窓口を設置し、各種の届出に対応している。

2. 2 放射線管理室の活動

放射線管理室(以下、「管理室」という。)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に関する事務、登録に必要な新規あるいは更新講習会等の教育訓練の開催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に示す。登録希望者は、①管理室で登録について相談する、②講習会を受講、健康診断を受診する、③放射線業務従事者登録申請書を提出する、④承認書、個人線量計(クイクセルバッジ:QB)を受け取る等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(以下、所外者という。)の登録

所外者の登録も(1)と同様の手順で作業が進められる。表2-2-1に、所外者登録の要領を示す。所外者は、所属機関により健康診断への対応が異なる場合があるため、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。なお、所属機関で放射線業務に従事していない共同研究者及び学生については、健康診断を研究所で受診できる。

2. 2. 2 登録および教育訓練

2013年度における放射線業務従事者登録状況を表2-2-2に、また教育訓練実施状況を表2-2-3(1)、(2)、(3)に示す。

登録者数は、例年と同様の傾向を示している。4月の段階で所内146人、所外52人で始まり、LHD実験が始まる10月の少し前に所内、そして10月に所外の増加があり、最大245名(所内:161人、所外:84人)となった。新規登録者も29人と例年並であった。

教育訓練には新規講習会、更新講習会、現場教育がある。2013年度新規講習会は11回開催された。受講者は所内11人、所外15人で合計26人(内外国人は4人)であった。更新教育は、2012年度から2013年度への追加更新教育が2013年度中に17回、2013年度から2014年度への定期更新教育が2回実施された。また、2013年度から2014年度への追加更新教育が8回

実施された。

2013年度の現場教育は LHD:10回、NBI:1 回、HIBP:2回、軟X線装置:2回の合計15回実施され23人(所内10人、所外13人)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5月15日、16日に実施され、その他に追加で9回実施された。その結果、対象者161人のうち161人全員が受診した。

第2回目は問診を中心とする健康診断が10月に実施された。この結果に基づき検査を含む特別健康診断が11月28日と29日に行われ、対象者160人のうち希望者41人が受診した。2013年度特別健康診断の受診率は問診による健康診断省略者を含め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に管理室では毎月1日付けで個人線量計（クイクセルバッジ、以下「QB」という。）の発行と回収を行っている。QBの使用状況を表2-2-5に示す。2010年度からバッジの紛失を防止するために、LHD装置管理区域のみ立ち入る業務従事者は、LHDプラズマ実験期間中（9～12月）に限りバッジを配布している。このため9～12月は220個程度の配布があるのに対し、その他の月は80個程度と少ない。2013年度のQBの年間総発行数は2010年度以降とほぼ同じ1,575個であった。また、2013年度に1月ごとに行った測定結果は全員検出限界以下（ND）であり、実効線量限度の年間50mSv、女子については3ヶ月で5mSvを超える事例はなかった。

2. 2. 5 書類の発行状況

放射線安全管理に関する書類の発行状況を表2-2-6に示す。2013年度の管理室による証明書類等の発行は40件(2012年度:42件、2010年度:39件)であった。2013年度に外部の事業所で放射線業務に従事した者は2012年度とほぼ同じであった。

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。2013年度には、管理区域への入室者が確実にQBを着用してもらうため、QBによる入退ゲートを設置し、第17サイクル実験中に試験運用をおこなった(4.2参照)。

第17サイクル実験の管理区域設定期間は、メンテナンス等による一時的な解除期間を含めて2012年9月30日から12月25日であった。その間の延べ入退室人数は、見学者を除くと155人(2012年度167人、2011年度:166人)であった。また、入退室回数は4,795回(2012年度:5,081回、2011年度:6,033回)であった。入退人数、入退室回数ともに、2012年度に比べると若干の減少ではあるが、顕著な変化はなかった。また、実験期間中の見学者の入室数は47回(2012年度:52回、2011年度83回)で、こちらも2012年度に比べわずかに減少した。

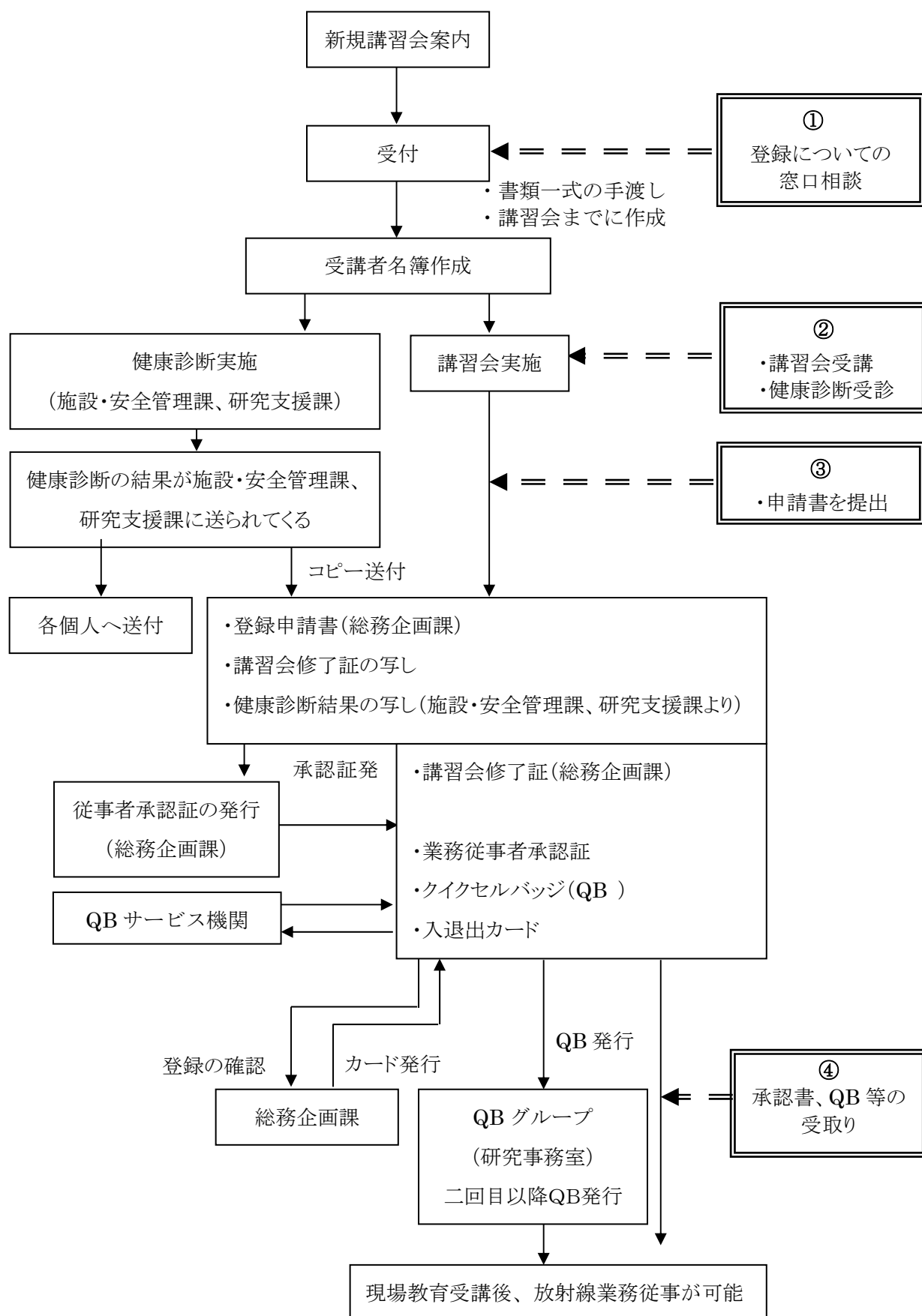


図2-2-1 登録手続きの処理手順

表 2-2-1 所外者の放射線業務従事者登録手続き要領

[1]健康診断の受診

①業者の場合

所属会社で受診する。

②共同研究者及び学生の場合

(1)所属機関において放射線業務に従事している、または従事する予定がある場合
所属機関で受診する。

(2)所属機関において放射線業務に従事しない場合
研究所で受診することができる。

[2]研究所登録手続き

所外者登録手続きに必要な下記の要件(1)、(2)を実施したのち、(3)の書類を
そろえて放射線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)特別健康診断受診

(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放射線業務従事者承諾書

③特別健康診断受診結果(電離放射線健康診断個人表)の写し

④教育訓練修了証書の写し

表2-2-2 放射線業務従事者登録

2013年度月別登録者数

期間	受講者数(人)		
	所内	所外	合計
4/1 ~ 4/30	146	52	198
5/1 ~ 5/31	149	56	205
6/1 ~ 6/30	150	60	210
7/1 ~ 7/31	150	60	210
8/1 ~ 8/31	154	62	216
9/1 ~ 9/30	160	68	228
10/1 ~ 10/31	160	71	231
11/1 ~ 11/30	161	84	245
12/1 ~ 12/31	161	80	241
1/1 ~ 1/31	161	79	240
2/1 ~ 2/28	164	79	243
3/1 ~ 3/31	164	79	243
2013年度新規登録者	11	12	23
2013年度登録解除者	2	6	8

表2-2-3(1) 2013 年度新規教育訓練と現場教育実施状況
(新規教育訓練)

日付	教育項目	受講者数(人)		
		所内	所外	合計
4/23	第1回 新規講習会	3	1	4
5/31	第2回 新規講習会	0	1	1
6/21	第3回 新規講習会	0	4	4
8/6	第4回 新規講習会	2	3	5
8/22	第5回 新規講習会(外国人対象)	2	0	2
9/11	第6回 新規講習会	0	2	2
10/9,10	第7回 新規講習会	1	0	1
10/11	第8回 新規講習会	0	3	3
10/18	第9回 新規講習会	0	1	1
12/16	第10回 新規講習会	1	0	1
1/22	第11回 新規講習会(外国人対象)	2	0	2
合計		11	15	26

(現場教育)

日付	教育項目	受講者数(人)		
		所内	所外	合計
5/31	第1回軟X線現場教育	0	1	1
6/21	第2回軟X線現場教育	0	1	1
8/22	第1回 LHD 現場教育	1	0	1
8/23	第1回 HIBP 現場教育	0	1	1
9/2	第2回 LHD 現場教育	2	4	6
9/6	第3回 LHD 現場教育	2	2	4
9/11	第2回 HIBP 現場教育	1	0	1
9/25	第4回 LHD 現場教育	1	0	1
10/15	第5回 LHD 現場教育	0	1	1
10/31	第6回 LHD 現場教育	1	0	1
12/2	第7回 LHD 現場教育	0	1	1
12/19	第8回 LHD 現場教育	0	1	1
12/20	第9回 LHD 現場教育	0	1	1
12/27	第1回 NBI 現場教育	1	0	1
2/3	第10回 LHD 現場教育	1	0	1
合計		10	13	23

表2-2-3(2) 2013年度更新教育訓練実施状況

(2012年度から2013年度への追加更新教育:2012年度実施更新講習会収録ビデオを視聴)

日付	教育項目	受講者数(人)		
		所内	所外	合計
4/1	追加更新教育第3回	2		2
4/2	追加更新教育第4回	2		2
4/3	追加更新教育第5回	1		1
4/5	追加更新教育第6回	3	1	4
4/9	追加更新教育第7回	2	1	3
4/18	追加更新教育第8回	2		2
5/14	追加更新教育第9回	1		1
6/21	追加更新教育第10回		1	1
7/18	追加更新教育第11回	2		2
7/22	追加更新教育第12回	1		1
8/13	追加更新教育第13回	1		1
8/22	追加更新教育第14回	2		2
9/2	追加更新教育第15回		3	3
10/3	追加更新教育第16回		1	1
10/17	追加更新教育第17回		1	1
10/25	追加更新教育第18回		1	1
11/18	追加更新教育第19回		9	9
合計		19	18	37

- * 2012年度3月中に、2回実施。
- * 追加更新教育 第12回は、更新講習会ビデオ貸出により実施。
- * 追加更新教育 第14回は、外国人研究員がDVD(日本語)を理解できないため、新規講習会(2時間)を受講し追加更新講習会とした。
- * 追加更新教育 第19回は、東北大へ更新講習会ビデオ貸出により実施。

更新講習 <2013年度から2014年度への更新講習会>

第1回更新講習会

2014/2/21 実施 受講者 113名

所内: 91人

所外: 22人

第2回更新講習会

2014/3/4 実施 受講者 82人

所内: 46人

所外: 36人

表2-2-3(3) 追加更新教育 <2013年度から2014年度への更新講習会>

日付	教育項目	所内	所外	合計
3/12	追加更新教育第1回	2		2
3/13	追加更新教育第2回	4		4
3/14	追加更新教育第3回	2		2
3/18	追加更新教育第4回	2		2
3/19	追加更新教育第5回	2		2
3/20	追加更新教育第6回		1	1
3/19	追加更新教育第7回	1		1
3/30	追加更新教育第8回	1		1
		14	1	15

表2-2-4 特別健康診断受診状況

	実施日等	受診者数(人)
第1回特別健康診断 対象者:161人	実施日:2013年5月15、16日	143
	追加実施 9回	18
	問診省略者	0
	合計	161
第2回特別健康診断 対象者:160人	実施日:2013年11月28、29日	35
	追加実施 4回	6
	問診省略者	119
	合計	160

表2-2-5 2013年度クイクセルバッジ(QB)の使用状況

使用状況

	所内	所外	合計		所内	所外	合計
4月	54	25	79	10月	157	68	225
5月	56	27	83	11月	156	71	227
6月	55	30	85	12月	156	77	233
7月	55	27	82	1月	55	29	84
8月	55	27	82	2月	57	30	87
9月	159	62	221	3月	58	29	87
				合計	1073	502	1575

測定結果の分布

単位:(人)

	1年間の被ばく線量 (mSv)					
	5以下	5を超え 15以下	15を超え 20以下	20を超え 25以下	25を超え 50以下	50を超え るもの
所内者	166	0	0	0	0	0
所外者	85	0	0	0	0	0

測定結果(女子)

単位:(人)

	3ヶ月間の被ばく線量 (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
第一・四半期	所内:8 所外:1	0	0	0
第二・四半期	所内:10 所外:1	0	0	0
第三・四半期	所内:10 所外:1	0	0	0
第四・四半期	所内:11 所外:1	0	0	0

表2-2-6 2013年度に発行した書類

書 類 名	件 数
・教育訓練受講証明書 (核融合研)	28
・放射線業務従事者経歴証明書 (核融合研)	2
・被ばく歴等証明書 (日本原子力研究開発機構)	2
・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 (東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター)	1
・外来放射線作業個人管理登録票 (高エネルギー加速器研究機構)	1
・放射線業務従事者証明書 (近畿大学)	1
・放射線業務従事者証明書 (京都大学)	4
・放射線業務従事者証明書 兼 許可申請書 (大阪大学)	1
合 計	40

表2-2-7 LHD入退室管理装置の運用

○運用状況

- ・第17サイクル実験 期間中のLHD本体室 入退状況

2013/9/30～2013/12/25

- ・入退者数 : 155名 (見学者等を除く)
- ・入退回数 : 4,795回 (入域し退域した回数)
- ・見学者カードの入域 : 47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、大型ヘリカル実験棟および総合工学実験棟に設置された各装置の運転状況と敷地境界の放射線監視結果を示す。大型ヘリカル装置を用いた実験では、主に火曜日から金曜日までプラズマ実験を実施した。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（1.4 に示した管理区域境界の 1 週間 $100 \mu\text{Sv}$ 、および敷地境界の年間線量 $50 \mu\text{Sv}$ を超える線量）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内)

第 17 サイクル実験として、2013 年 10 月 2 日から 12 月 25 日にプラズマ実験を行った。プラズマ実験期間中の典型的な 1 週間は、月曜日に機器保守と運転調整作業、火～金曜日はプラズマ実験とプラズマ実験終了後に機器調整を行った。

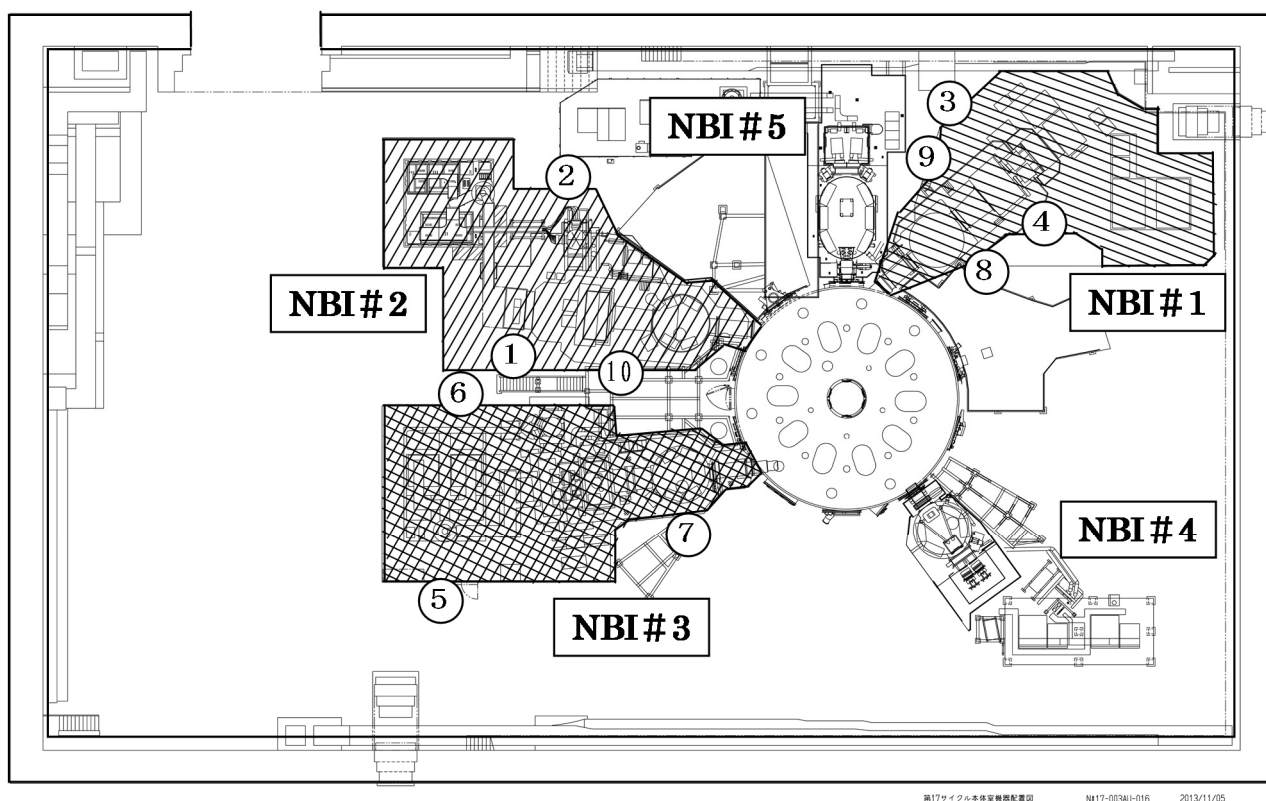


図 3-1-1 電子式ポケット線量計設置位置

(2). NBI (大型ヘリカル実験棟本体室内)

2013 年 7 月から 12 月に運転した。この内、2013 年 10 月から 12 月は LHD プラズマ実験に伴い、LHD プラズマへの入射運転を行った。

NBI 周辺の線量は、電子式ポケット線量計[EPD]を設置して記録した。線量計の配置を図 3-1-1 に、週毎の測定結果を表 3-1-2 に示す。本体室管理区域への入退ができ、NBI 運転時間[8:00-22:00]の線量のみを積算して示している。条件(1)および(2)は、管理区域の設定中および解除中の線量を示している。各線量計のバックグラウンド値として、2013 年 4 月 1 日から 6 月 1 日までの測定値をその場所の自然放射線量とし、1 時間当たりのバックグラウンド線量を見積もった。表 3-1-2 に示した測定値は、バックグラウンド線量を差し引いた値である。本体室管理区域設定中の週線量は最大で 38 μSv [9/30-10/6, No. 8]であった。一方、本体室管理区域解除中の線量は、週線量の最大値で 73 μSv [9/16-9/22, No. 8]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)

2013 年 4 月から 12 月に運転した。2013 年 10 月から 12 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、月曜日に機器保守と運転調整作業、火～金曜日はプラズマ実験とプラズマ実験終了後に運転調整作業を行った。放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。

(4). NBI (総合工学実験棟)

2013 年 4 月から 2014 年 3 月まで、LHD プラズマ実験期間を除いて、断続的に運転した。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). HIBP (大型ヘリカル実験棟本体地下室)

2013 年 8 月から 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、それ以外の区域でも放射線管理上問題となるような線量増加はなかった。

(6). その他

所内には 2 台の X 線発生装置と、ESCA(XPS)装置と XRD 装置が各 1 台あり、使用されている。いずれの装置も、管理区域境界において、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

2013年度	期 間 (月. 日 ~ 月. 日)	大型ヘリカル実験棟				総合工学実験棟	敷地境界 (μ Sv)
		LHD	NBI	ECH	HIBP	NBI	
		実験	(本体室) 運転	(加熱装置室) 運転	(本体地下室) 運転	運転	
1	4/1 ~ 4/7			○		△	< 0.1
2	4/8 ~ 4/14			○		△	< 0.1
3	4/15 ~ 4/21			○			< 0.1
4	4/22 ~ 4/28			○		△	< 0.1
5	4/29 ~ 5/5			○			< 0.1
6	5/6 ~ 5/12					△	< 0.1
7	5/13 ~ 5/19					△	< 0.1
8	5/20 ~ 5/26					△	< 0.1
9	5/27 ~ 6/2					△	< 0.1
10	6/3 ~ 6/9			○			< 0.1
11	6/10 ~ 6/16			○		△	< 0.1
12	6/17 ~ 6/23					○	< 0.1
13	6/24 ~ 6/30					△	< 0.1
14	7/1 ~ 7/7					○	< 0.1
15	7/8 ~ 7/14					△	< 0.1
16	7/15 ~ 7/21			○		△	< 0.1
17	7/22 ~ 7/28			○		△	< 0.1
18	7/29 ~ 8/4		○	○			< 0.1
19	8/5 ~ 8/11		○	○	△		< 0.1
20	8/12 ~ 8/18			○			< 0.1
21	8/19 ~ 8/25		○	○	○		< 0.1
22	8/26 ~ 9/1		○	○	○		< 0.1
23	9/2 ~ 9/8			○			< 0.1
24	9/9 ~ 9/15		○	○	○		< 0.1
25	9/16 ~ 9/22		○	○	○		< 0.1
26	9/23 ~ 9/29		○	○	○		< 0.1
27	9/30 ~ 10/6	○	○	○	○		< 0.1
28	10/7 ~ 10/13	○	○	○	○		< 0.1
29	10/14 ~ 10/20	○	○	○			< 0.1
30	10/21 ~ 10/27	○	○	○	○		< 0.1
31	10/28 ~ 11/3	○	○	○			< 0.1
32	11/4 ~ 11/10	○	○	○	△		< 0.1
33	11/11 ~ 11/17	○	○	○	△		< 0.1
34	11/18 ~ 11/24	○	○	○	○		< 0.1
35	11/25 ~ 12/1	○	○	○	○		< 0.1
36	12/2 ~ 12/8	○	○	○	○		< 0.1
37	12/9 ~ 12/15	○	○	○			< 0.1
38	12/16 ~ 12/22	○	○	○	○		< 0.1
39	12/23 ~ 12/29	○		○	○		< 0.1
40	12/30 ~ 1/5						< 0.1
41	1/6 ~ 1/12						< 0.1
42	1/13 ~ 1/19						< 0.1
43	1/20 ~ 1/26						< 0.1
44	1/27 ~ 2/2					○	< 0.1
45	2/3 ~ 2/9					○	< 0.1
46	2/10 ~ 2/16					○	< 0.1
47	2/17 ~ 2/23					○	< 0.1
48	2/24 ~ 3/2					○	< 0.1
49	3/3 ~ 3/9						< 0.1
50	3/10 ~ 3/16					△	< 0.1
51	3/17 ~ 3/23						< 0.1
52	3/24 ~ 3/30					△	< 0.1
53	3/31 ~ 4/6						< 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）

表 3-1-2 NBI 周辺の週線量測定値

2013年度 NBI運転期間	No.1 (μ Sv)		No.2 (μ Sv)		No.3 (μ Sv)		No.4 (μ Sv)		No.5 (μ Sv)		No.6 (μ Sv)		No.7 (μ Sv)		No.8 (μ Sv)		No.9 (μ Sv)		No.10 (μ Sv)	
	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2	条件1	条件2
09/16 ~ 09/22	0	55	0	12			0	27	0	10	0	9	0	12	0	73			0	24
09/23 ~ 09/29	0	42	0	9			0	11	0	12	0	10	0	34	0	21			0	19
09/30 ~ 10/06	33	9	8	3			14	4	10	5	8	5	18	3	38	4			15	4
10/07 ~ 10/13	14	23	6	5			8	15	9	5	4	4	13	11	31	49			10	10
10/14 ~ 10/20	17	7	5	6			6	3	5	4	5	3	11	3	15	2			10	2
10/21 ~ 10/27	33	6	8	5			8	4	6	4	7	2	22	1	27	2			13	2
10/28 ~ 11/03	38	22	9	3			11	10	12	2	10	2	18	12	17	35			18	9
11/04 ~ 11/10	18	7	9	4			5	3	6	5	8	4	10	2	13	3			7	2
11/11 ~ 11/17	25	19	5	4			7	10	5	4	6	4	13	8	15	37			8	7
11/18 ~ 11/24	27	6	6	3			9	6	5	4	4	3	14	3	8	3			9	2
11/25 ~ 12/01	16	24	8	9			6	13	5	6	5	5	15	18	15	35			9	12
12/02 ~ 12/08	26	4	10	2			6	2	8	3	10	3	22	2	16	3			12	2
12/09 ~ 12/15	6	4	10	4			7	2	7	3	5	2	5	1	11	2			2	1
12/16 ~ 12/22	36	6	10	1			11	6	9	2	7	2	12	2	20	21			14	2
12/23 ~ 12/29	1	3	1	3			1	4	3	5	2	4	0	3	5	0			0	0

※本体室管理区域へ入域可能かつ、NBI運転時間8:00～22:00の間の線量のみ積算

条件(1) 本体室管理区域設定中の線量

条件(2) 本体室管理区域解除中の線量

線量評価誤差: $\pm 1 \mu$ Sv

設置場所 No.3 と No.9 は、ステージ改修工事に伴い、設置しなかった。

バックグラウンド値 (設置場所の自然放射線量とみなし、測定値より差し引いた値)

設置場所		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
BKG	開始	2013/04/01	2013/04/01		2013/04/01	2013/04/01	2013/04/01	2013/04/01	2013/04/01		2013/04/01
	終了	2013/07/01	2013/07/01		2013/07/01	2013/07/01	2013/07/01	2013/07/01	2013/07/01		2013/07/01
	BKG (μ Sv/h)	0.089	0.079		0.062	0.096	0.084	0.051	0.041		0.039

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有無の確認である。LHD と NBI が設置されている大型ヘリカル実験棟本体室、ECH 発振器が設置されている大型ヘリカル実験棟加熱装置室、大型ヘリカル実験棟本体地下室の HIBP 装置周辺、NBI テストスタンドと XRD/ESCA が設置されている総合工学実験棟にガラス線量計を設置し測定している。ガラス線量計の設置と回収は、原則として毎週月曜日の正午頃行い、1 週間毎の積算線量値を得る。線量計の配置と測定結果を図 3-2-1 以降に示す。測定結果には、”鉛箱の中”に設置したガラス線量計の値も参考のため記している。この値は測定素子を 5 cm 厚の鉛ブロック箱中に設置し、大地や建物からのガンマ線の影響を除去したものに相当する。この素子を読み取ることで、読み取り器の動作状況を把握できる。2013 年度の測定結果の概要を以下に記す。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 1 Gy=1 Sv として扱った。

(1) 大型ヘリカル実験棟 (図 3-2-1(1)～(3) 参照)

NBI の運転と LHD のプラズマ実験に伴って、本体室内の測定地点：34 で 10 mGy/y を超える線量増加が認められた。

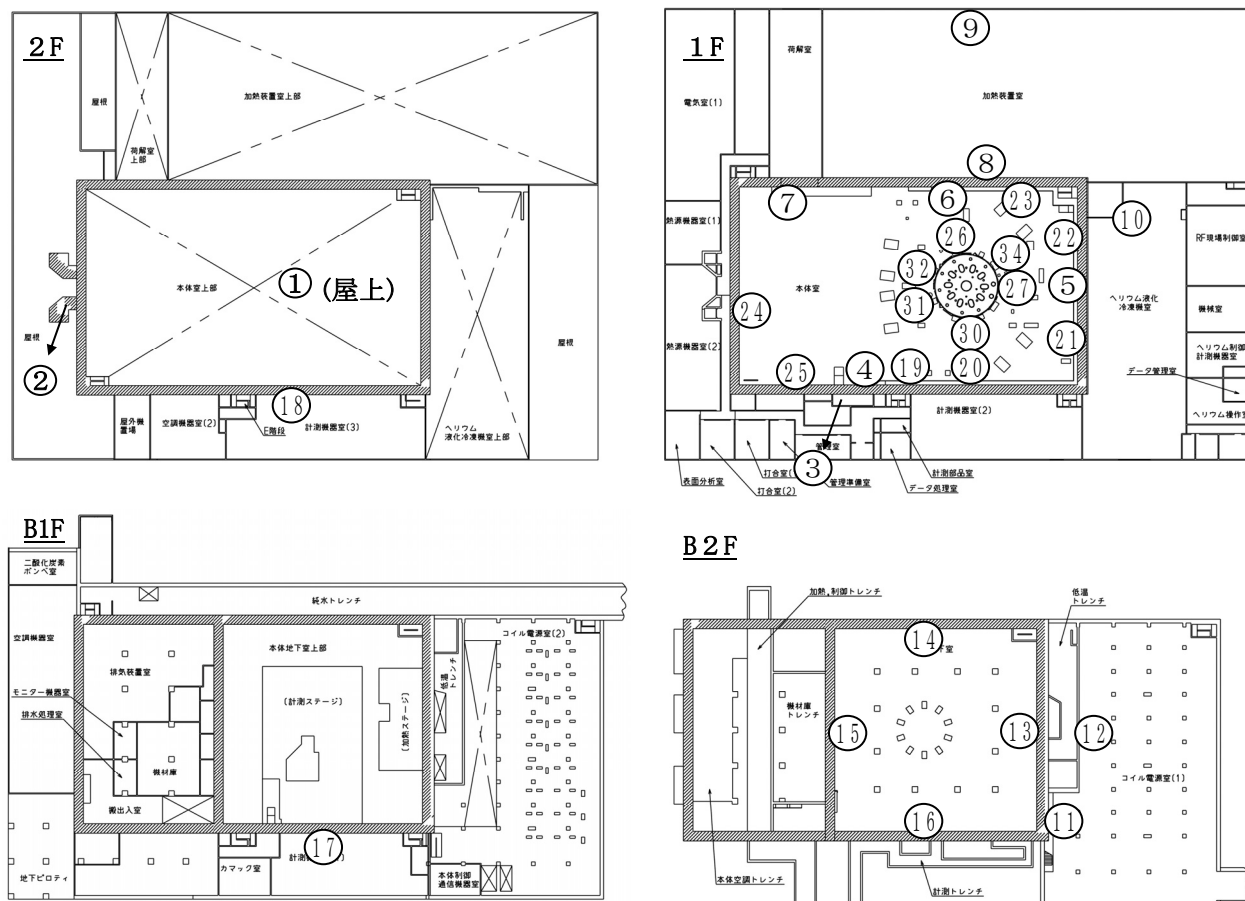
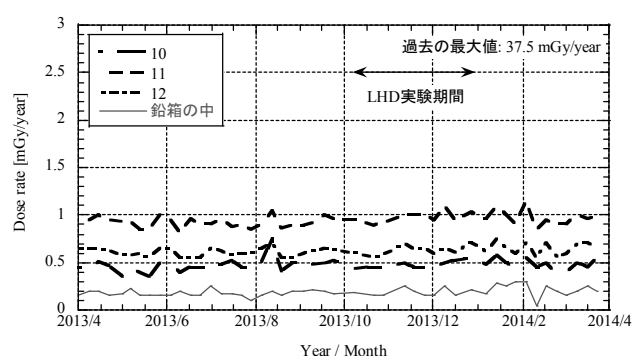
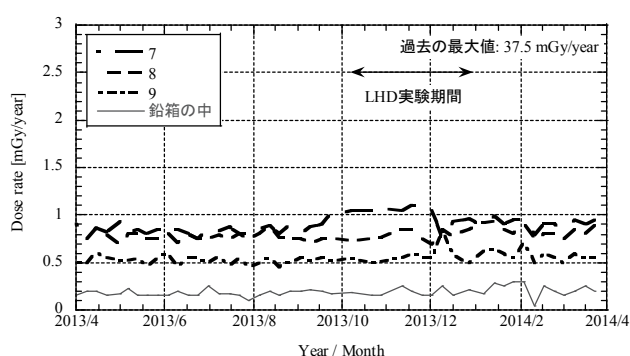
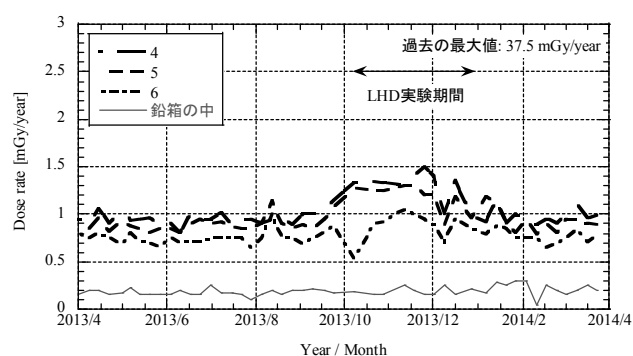
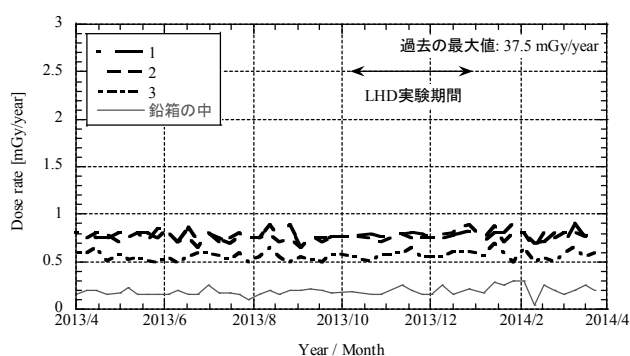


図 3-2-1 (1) 大型ヘリカル実験棟での測定位置

	測定場所		測定場所		測定場所
1	屋上	13	本体地下室東**	25	本体室南壁西
2	見学室	14	本体地下室北	26	ステージ A モニタ横
3	本体室入口正面*	15	本体地下室西	27	ステージ B モニタ横
4	本体室入口内側	16	本体地下室南	28	欠番
5	キャットウォーク東壁中	17	計測機器室 B1F 北	29	欠番
6	キャットウォーク北壁中	18	計測機器室 2F 北	30	ステージ C モニタ横
7	大型搬入口西	19	キャットウォーク南壁中	31	ステージ D モニタ横
8	加熱装置室南	20	キャットウォーク南壁東	32	ステージ D NBI 近傍
9	加熱装置室北	21	キャットウォーク東壁南	33	欠番
10	ヘリウム液化機室西	22	キャットウォーク東壁北	34	ステージ B NBI 近傍
11	コイル電源室 B2F 階段下	23	キャットウォーク北壁東		
12	コイル電源室 B2F 北西	24	本体室西側		

* 2012/12-2013/3 工事のため測定を休止

** 2013/1-2013/3 工事のため測定を休止



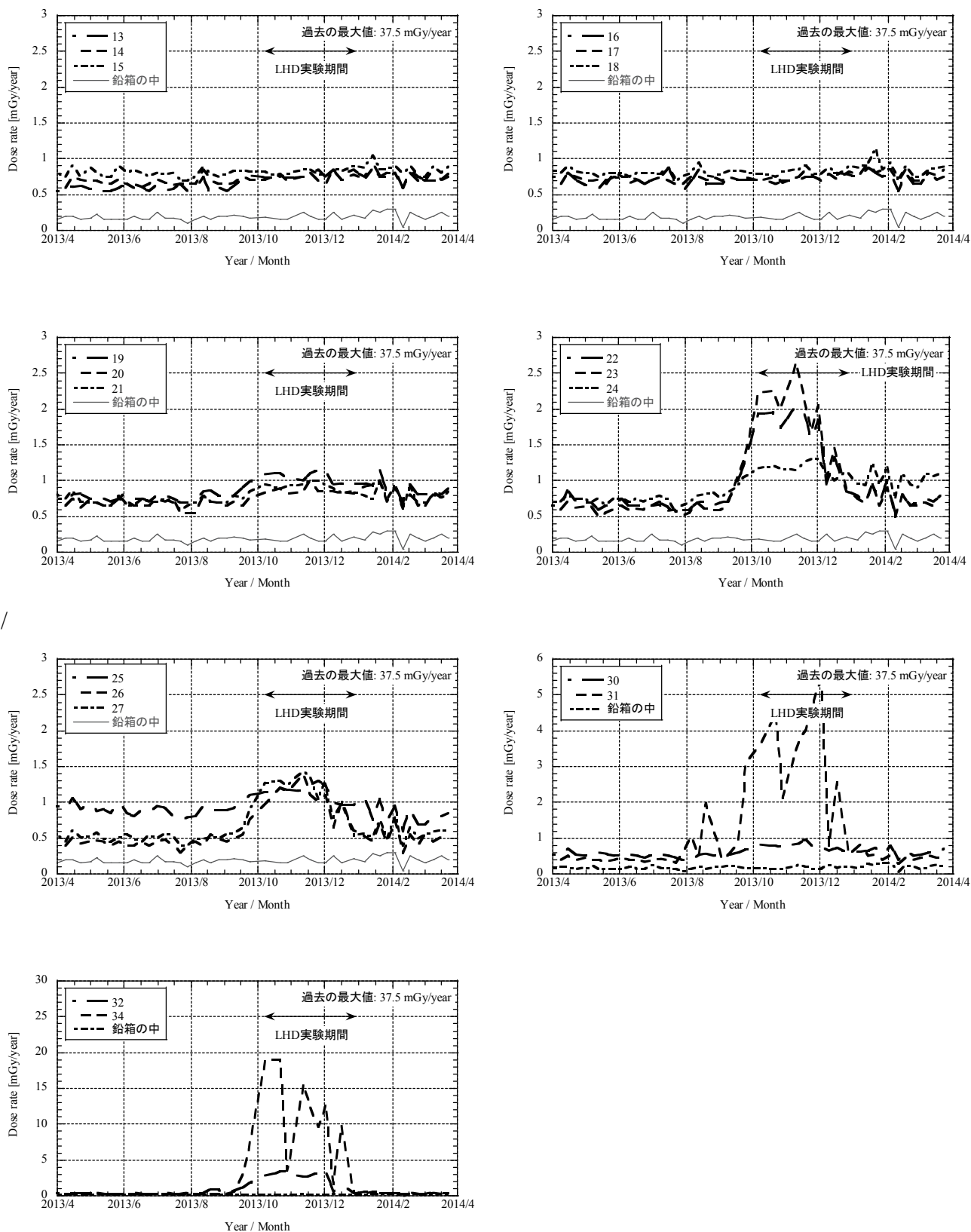
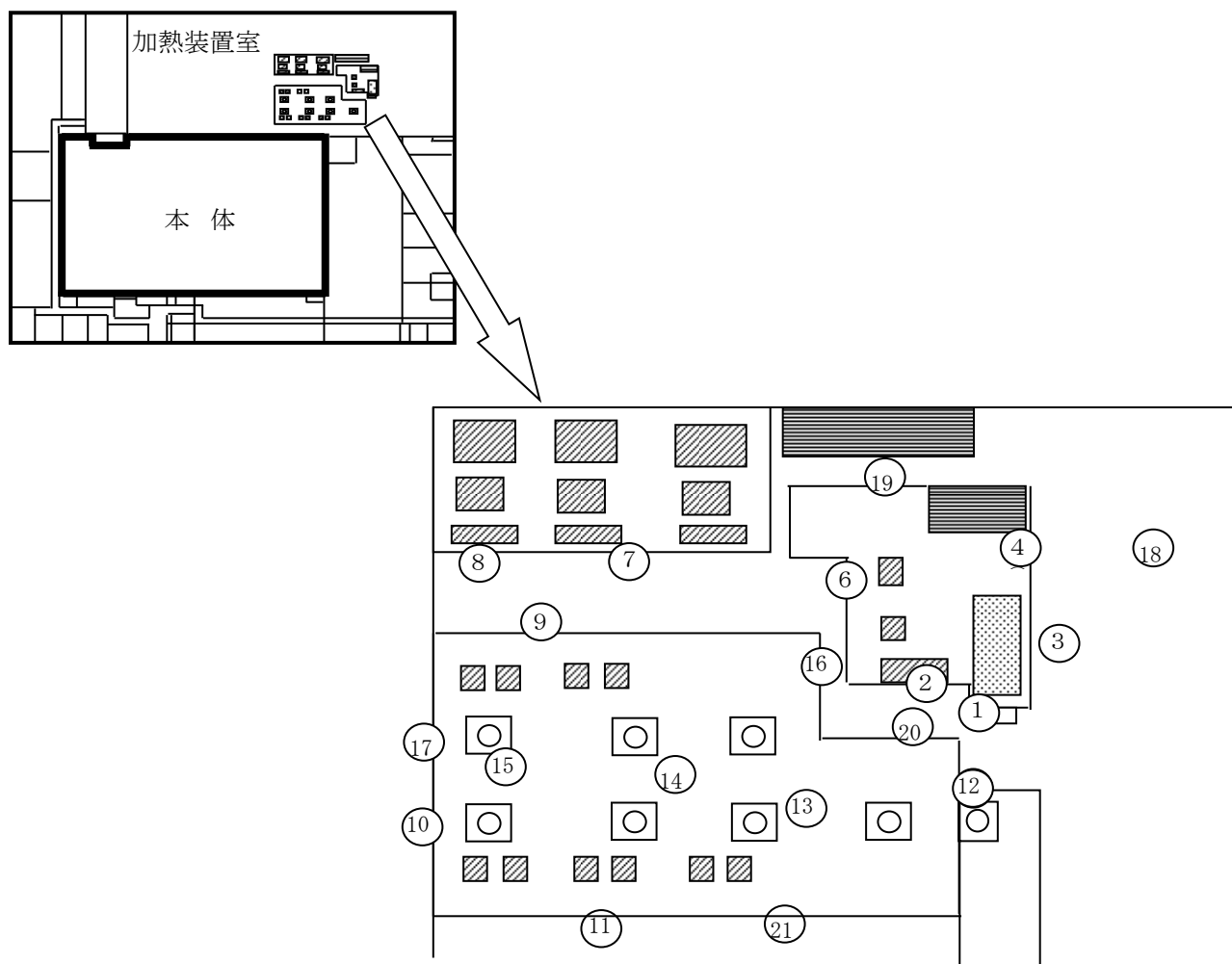


図 3-2-1 (2) 大型ヘリカル実験棟での測定結果

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

顕著な線量増加は認められなかった。線量増加は変動範囲内であり、管理上の問題はない。



	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	欠番	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

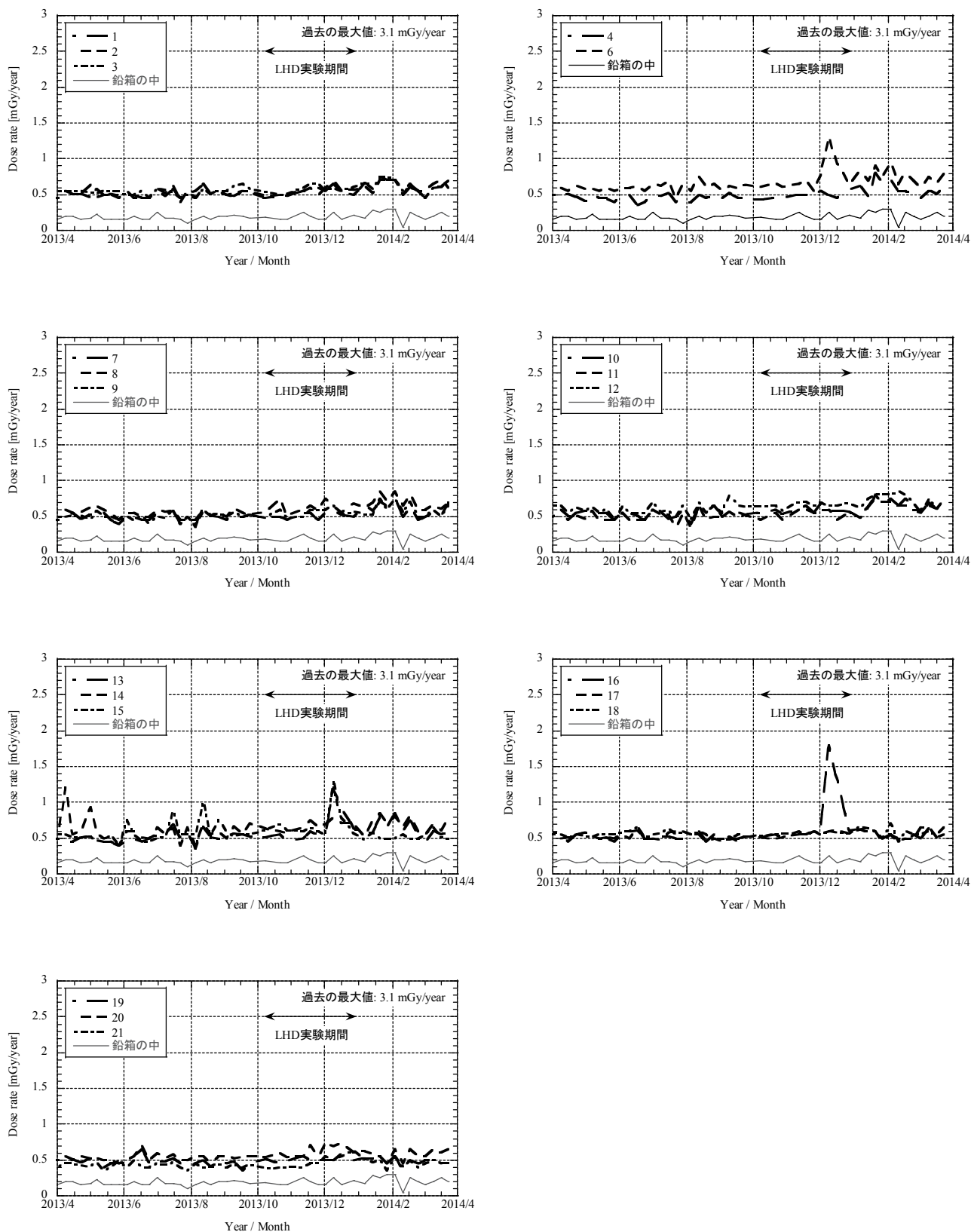
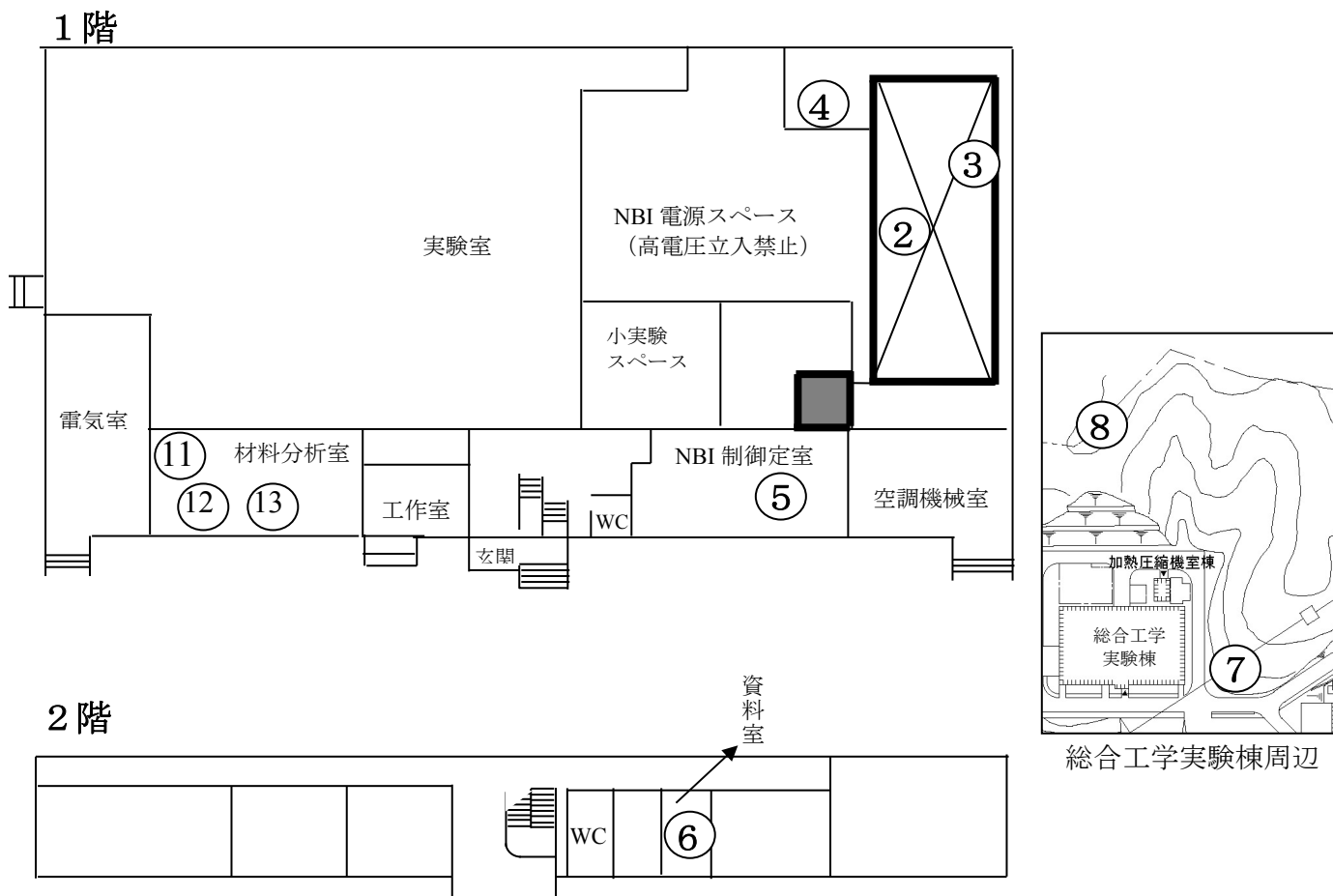


図 3-2-2 (2) 大型ヘリカル実験棟加熱装置室での測定結果

(3) 総合工学実験棟 (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。



No	測定場所	No	測定場所
1	欠番	8	総合工学実験棟北山上
2	NBI 装置窓部	9	欠番
3	NBI 横モニタ	10	欠番
4	NBI 液化機横	11	材料分析室(旧 ECH 制御室)
5	NBI 制御室机裏	12	XRD 装置近傍
6	資料室(旧加熱棟事務室)	13	ESCA 装置近傍
7	総合工学実験棟東		

図 3-2-3 (1) 総合工学実験棟での測定位置

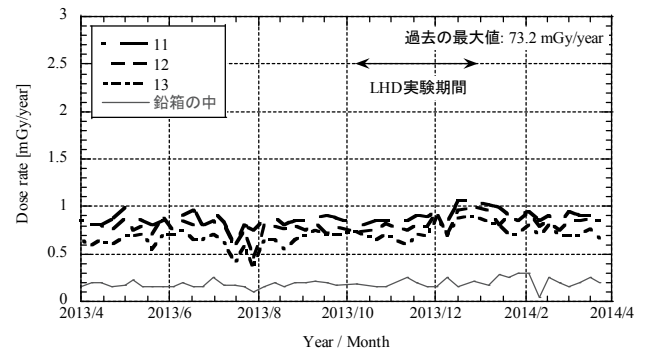
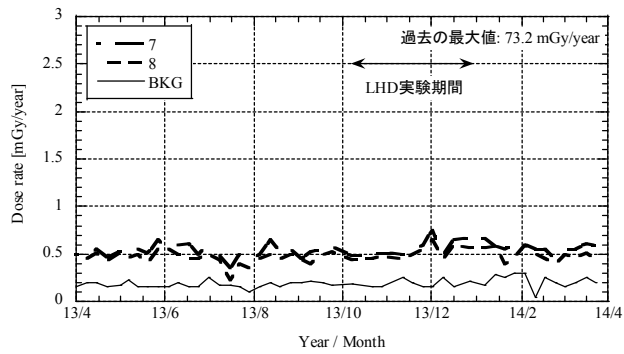
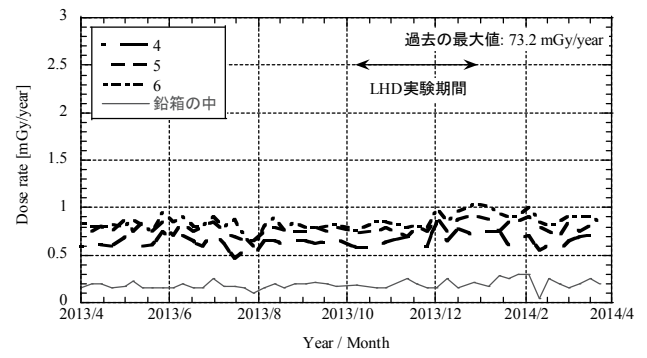
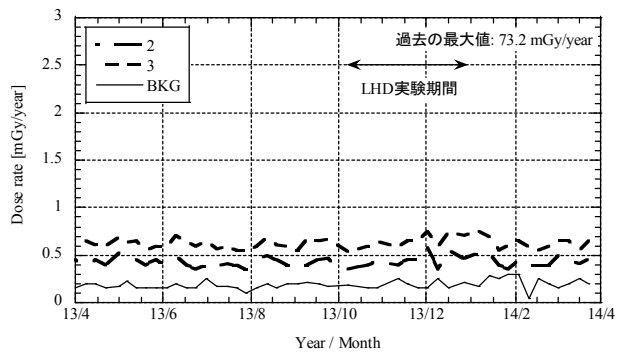
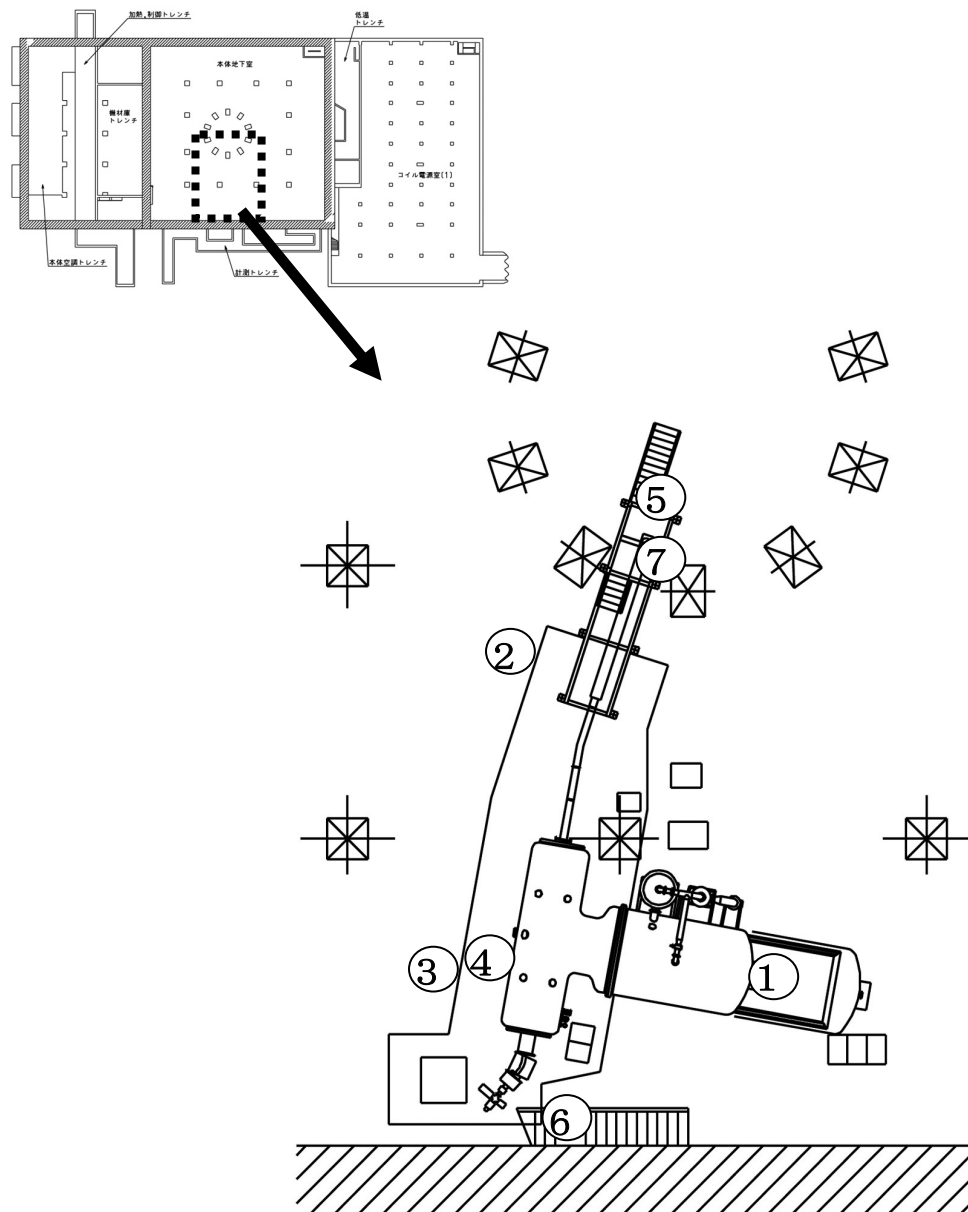


図 3-2-3 (2) 総合工学実験棟での測定結果

- (4) 大型ヘリカル実験棟 本体地下室 HIBP 周辺 (図 3-2-4 (1)-(2) 参照)
 顕著な線量の増加は認められなかった。



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 1F スーパー
4	加速管タンク近傍		

図 3-2-4 (1) 大型ヘリカル実験棟本体地下室
 HIBP 周辺での測定位置

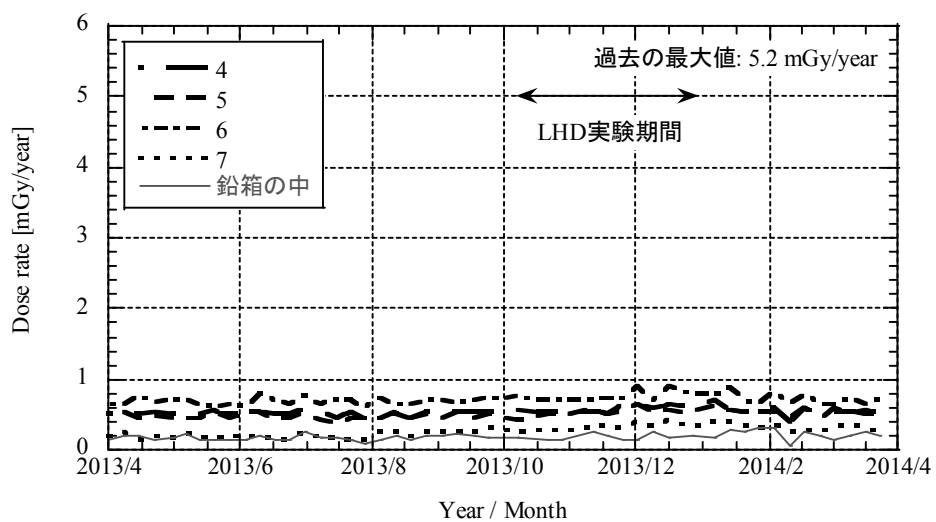
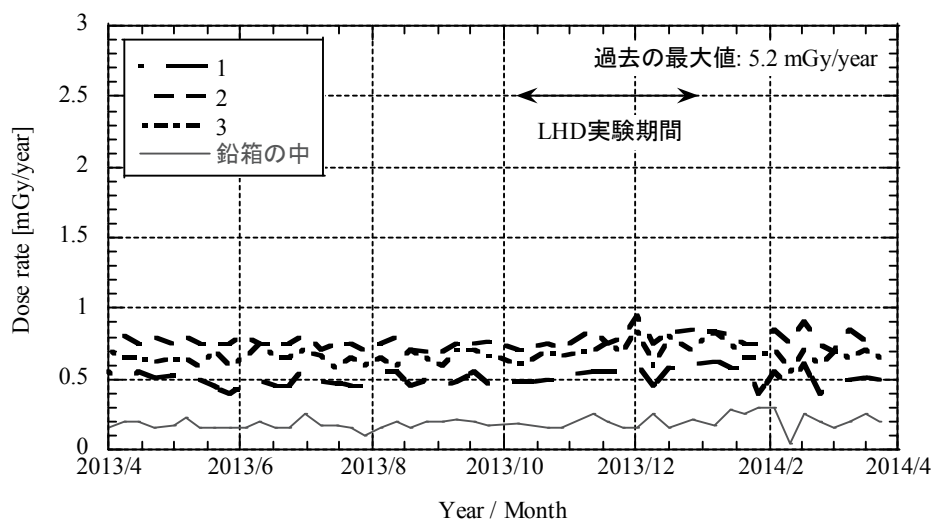
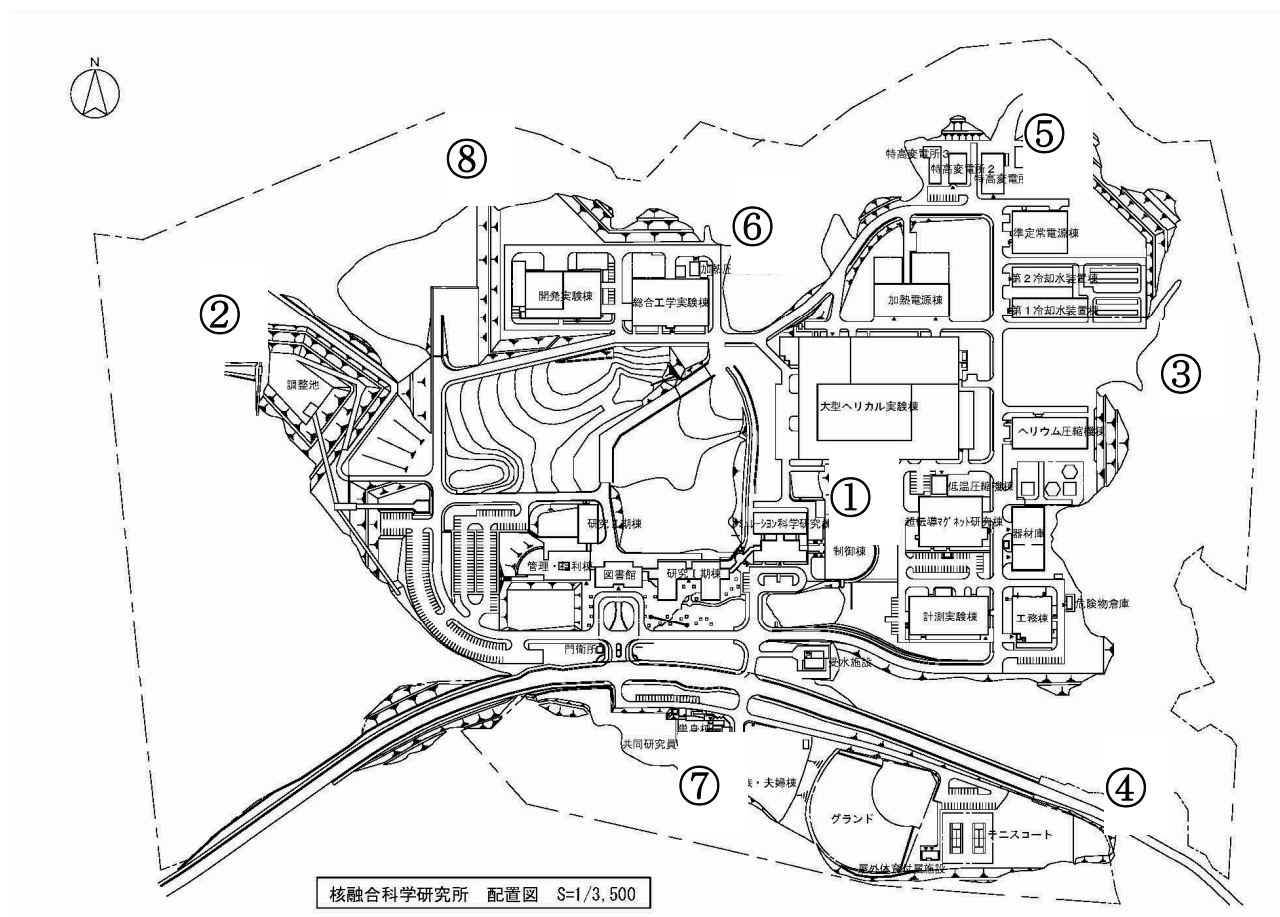


図 3-2-4 (2) 大型ヘリカル実験棟本体地下室 HIBP での測定結果

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3-2-5(1)に、測定結果を図3-2-5(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。



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	8	開発棟北側山頂

図 3-2-5 (1) 3ヶ月間積算線量測定位置
(核融合科学研究所敷地内)

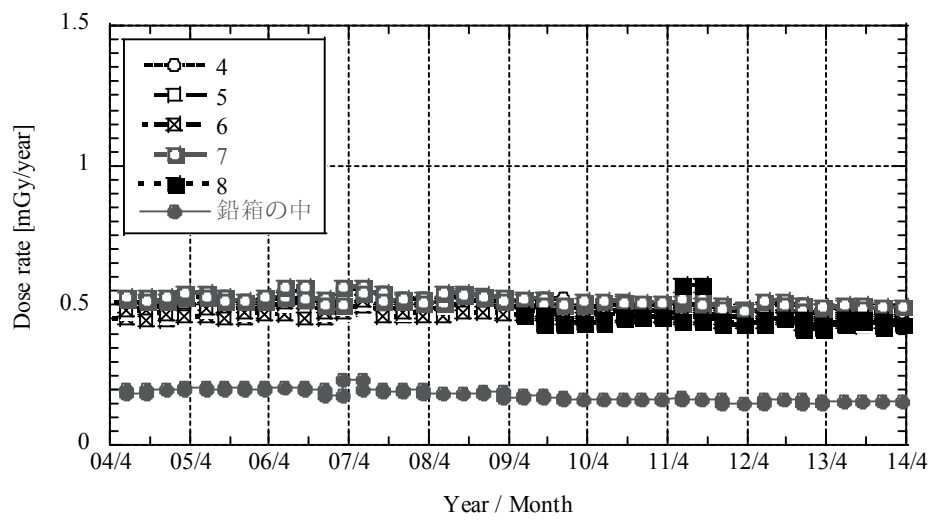
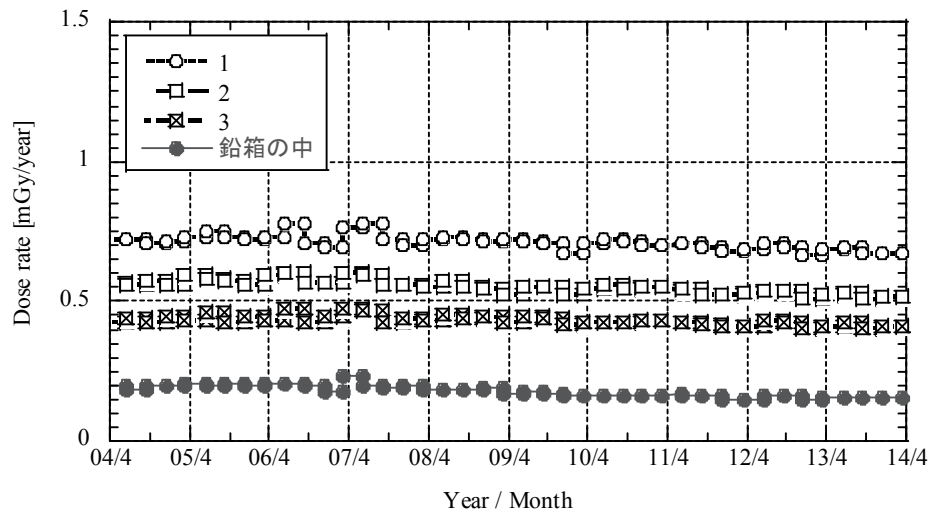


図 3-2-5 (2) 3 ヶ月間積算線量測定結果

3.3 放射線監視システムによる監視結果

3.3.1 設置の経過と現状

核融合科学研究所では、施設内の放射線を総合的に監視するため、放射線監視システム RMSAFE (Radiation Monitoring System Applicable to Fusion Experiments)を設置している。検出器の有無、計測点の設置年と 2014 年 1 月末現在の設置状況を表 3-3-1 に示す。大型ヘリカル装置建屋近傍及び敷地境界におけるモニタリングポスト(計測点)の配置を図 3-3-1 に示す。敷地境界にはほぼ均等に 9 基(WA, WB, WC, WD, WE, WF, WH, WM, WN)、大型ヘリカル装置建屋近傍には 5 基(IA, IB, IC, IF, IE)が設置されている。全てのポストに X・ γ 線測定器を設置し、9 基のポスト(WA, WF, WM, WN, IA, IB, IC, IE, IF)には中性子測定器も設置している。

大型ヘリカル実験棟内の測定器配置を図 3-3-2 に示す。大型ヘリカル実験建屋内では、

表3-3-1 放射線モニタの設置・運用状況
(2013年1月31日現在)

区 域			検出器の有無		運用中	設 置	備 考
			ポスト名	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	建屋外	装置監視区域	屋上	○		○	1996年
			機器(2)	○		○	1996年
			機器(1)	○	○	○	1996年
			入口外	○		○	1996年
	本体室	装置管理区域	入口内	○	○	○	1996年
			本体北壁	○		○	1996年
			LHD-A	○		○	1997年
			LHD-B	○		○	1997年
			LHD-C	○		○	1997年
			LHD-D	○		○	1997年
	本体地下室	装置管理区域	地下北壁	○		○	1996年
			地下南壁	○		○	1996年
			HIBP-1	○		○	2002年
			HIBP-2	○		○	2002年
	加熱装置室	装置監視区域	加熱(A)	○	○	○	1996年
			加熱(B)	○		○	1996年
		装置管理区域	加熱(C)	○		○	1996年
		装置監視区域	加熱(D)	○		○	1996年
総合工学実験棟	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	CHS制御室	装置監視区域	制御室	○		○	1999年

本体室、本体地下室、周辺機器室、屋上に X・ γ 線測定器 18 台、中性子線測定器 3 台を配置している。これらの放射線測定器により、大型ヘリカル装置から発生する X 線を的確に検知/評価するとともに、大型ヘリカル実験建屋内外の放射線分布を知ることができる。さらに、複数の測定結果を比較することで、自然放射線及びノイズの影響を除去できる。

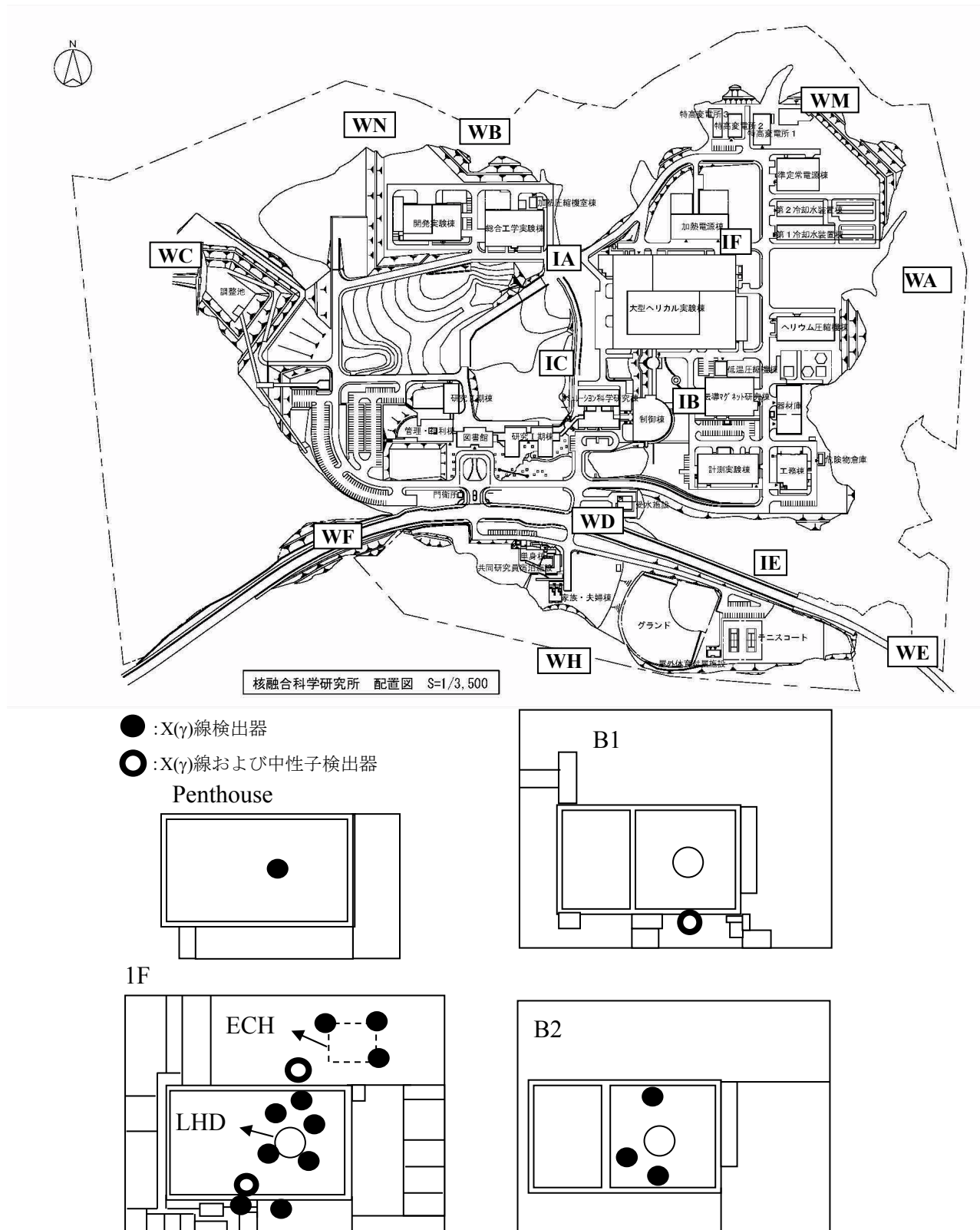


図 3-3-2 大型ヘリカル実験棟内の放射線測定器の配置

3.3.2 保守/点検

表 3-3-2 に 2013 年度の保守状況をまとめる。概況は以下のとおりである。

(1) 保守・簡易点検

2014 年 2 月からシステム更新を予定していたため、年度内の保守点検を実施せず。

(2) システム停止

2013 年度は、計画停電による運用停止(6/8-9)のほか、7, 9 月に落雷による漏電ブレーカ作動のため WA、WE のシステムが一時停止した。2014 年 2 月よりシステム更新のため停止した。

(3) 検出器の調整/整備

検出器に関連した整備はなかった。

(4) 異常検出

WB, WC の監視ポイントにおいて、実験状況(LHD 運転)とは関係なく異常値が検出された。経年劣化により雰囲気環境の影響[特に気温の影響]を受けやすくなったと考えられる。システム更新により改善が期待される。

表3-3-2 RMSAFEの保守/点検/修理

	保守	点検・校正	システム停止	異常検出	備考
2013年4月					
5月					
6月			・計画停電のため停止(6/8-9)		
7月			・落雷による漏電ブレーカ作動のためWAポスト停止(7/7-9) ・落雷による漏電ブレーカ作動のためWA,WEポスト停止(7/13-15) ・落雷による漏電ブレーカ作動のためWAポスト停止(7/26-30)	WB,WCのX(γ)線検出器に異常値有り。	経年劣化にともない気温の影響を受けやすくなった。
8月				WB,WCのX(γ)線検出器に異常値有り。	
9月			落雷による漏電ブレーカ作動のためWEポスト停止(9/11)		
10月					
11月					
12月					
2014年1月					
2月			・システム更新のため停止		
3月			・システム更新のため停止		

3.3.3 監視結果

RMSAFE は 1992 年の設置から、1998 年の大型ヘリカル装置(LHD)運転開始までの 5 年以上もの間、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い、敷地境界等の放射線監視の役割を担っている。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。2013 年度の LHD によるプラズマ実験は、2013 年 10 月 2 日から 2013 年 12 月 25 日までおおよそ 3 ヶ月間実施した。以下に大型ヘリカル装置建屋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。なお、2014 年 2 月より RMSAFE システム更新のため、測定を停止した。そのためその後のデータは欠損している。

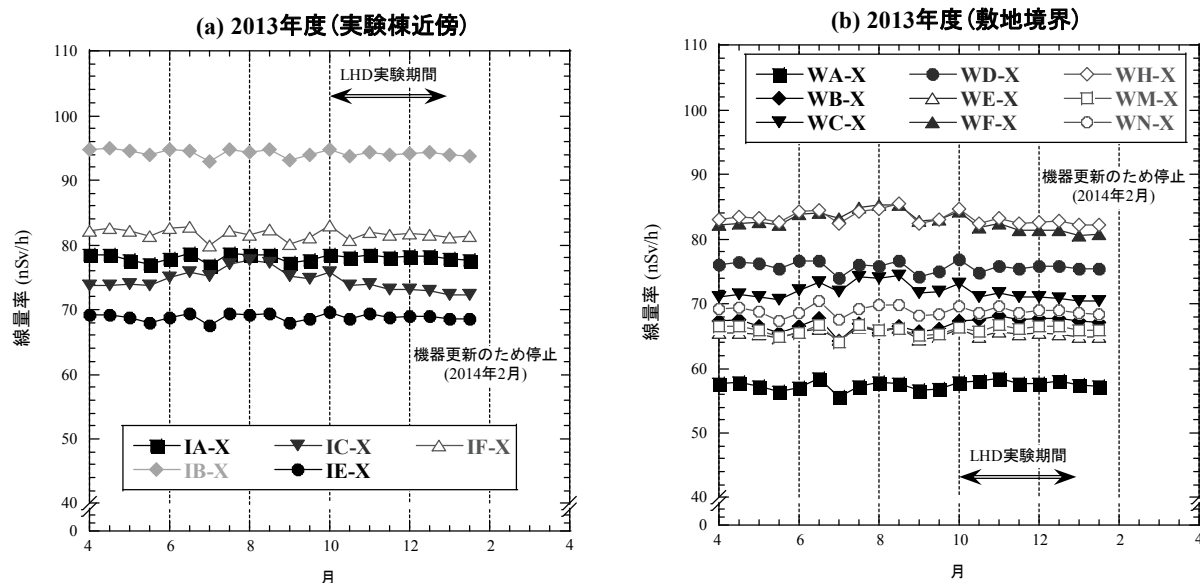


図 3-3-3 2013 年度 半月平均線量率データ: (a) 実験棟近傍、(b) 敷地境界

(1) 半月平均の線量率の変化

図 3-3-3 に 2013 年度の X(γ)線測定器による実験棟近傍(I 系)と、敷地境界(W 系)の観測データを示す。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、単に自然放射線量(バックグラウンド線量率)の推移を示している。I 系の線量率は 70 nSv/h(ナノシーベルト毎時) 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。これら線量率の大小は、建物や大地からの自然γ線強度の大小によるものである。W 系の線量率は 60 nSv/h から 90 nSv/h の間にあり、(WH, WF)、(WD, WC)、(WB, WE, WM, WN)、WA の 4 つのレベルに分かれている。

(2) 日平均の線量率の変化

図 3-3-4 に月毎にまとめた日平均線量率と降雨量の変化を示す。図にはいくつかデータの欠足がある。この理由は、計画停電によるもの、落雷による停電、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(ただし、停電は除く)。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

敷地境界において、降雨の影響以外で顕著な線量率の増加が観測されないことから、装置運転や実験に伴う線量増加は検出されなかったと考えられる。

3.3.4 RMSAFE システムの更新

RMSAFE は 1992 年の設置から 20 年以上が経過し、機器の経年劣化が進んでいること、修理交換部品の入手が困難になっていること、また次期実験研究プロジェクトへの対応を鑑みて、2014 年 2 月より放射線監視システムの更新に着手した。2014 年 7 月から新しい監視システムによる運用を再開する予定である。

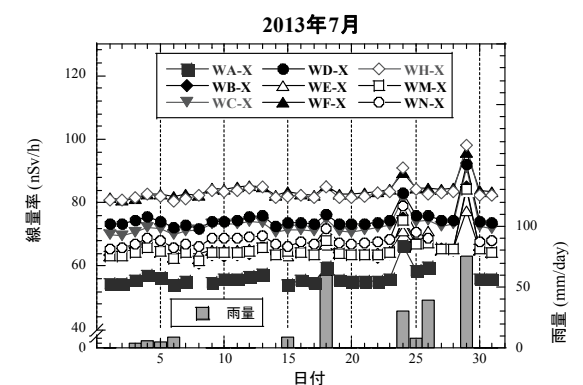
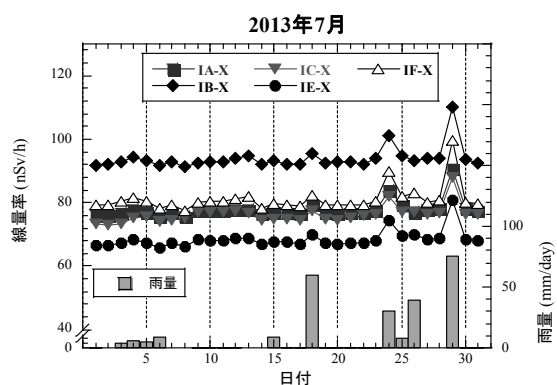
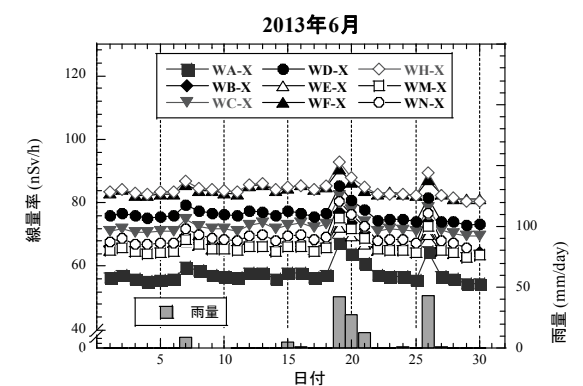
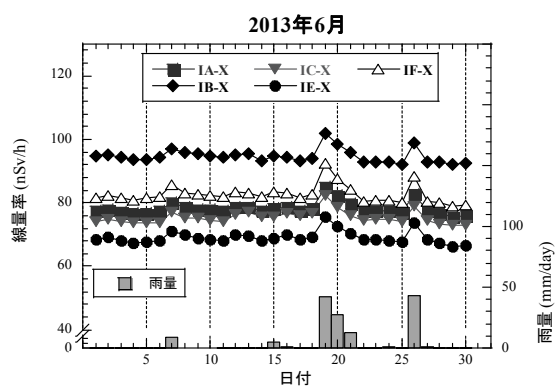
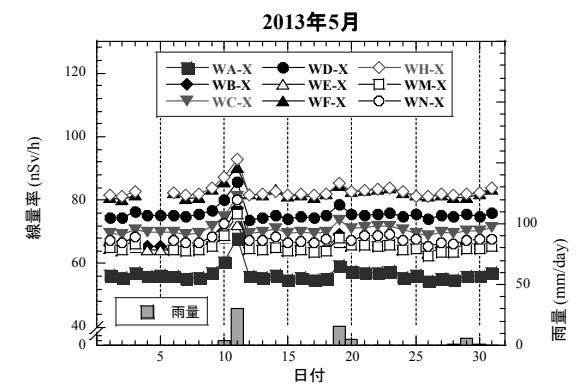
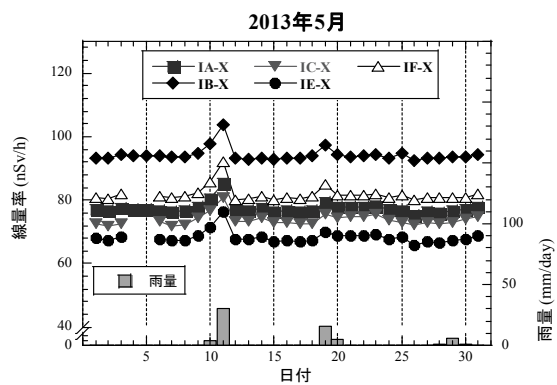
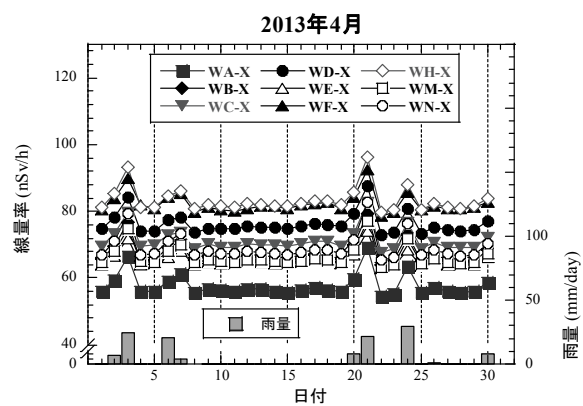
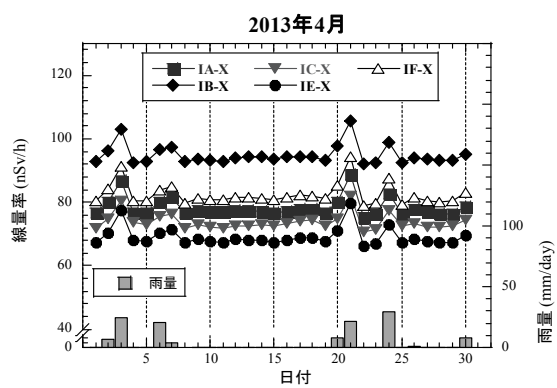


図 3-3-4-1 2013 年度 日平均線量率データ： 4 月～7 月
(左) 実験棟近傍、(右) 敷地境界

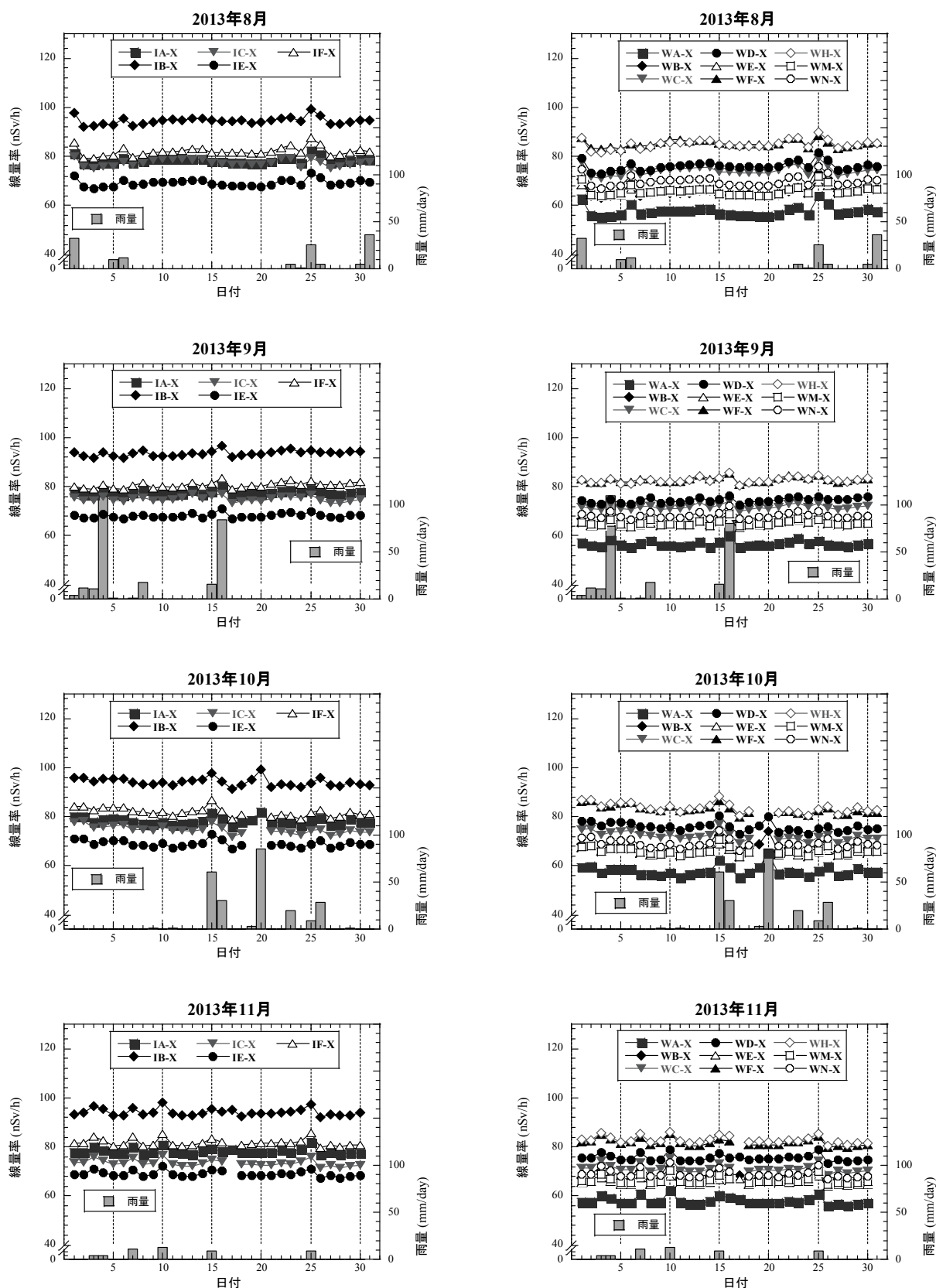


図 3-3-4-2 2013 年度 日平均線量率データ： 8 月～11 月
(左) 実験棟近傍、(右) 敷地境界

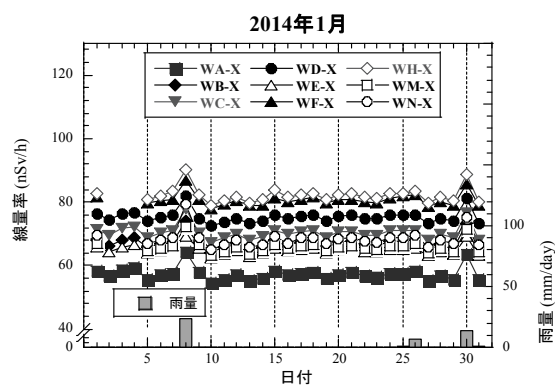
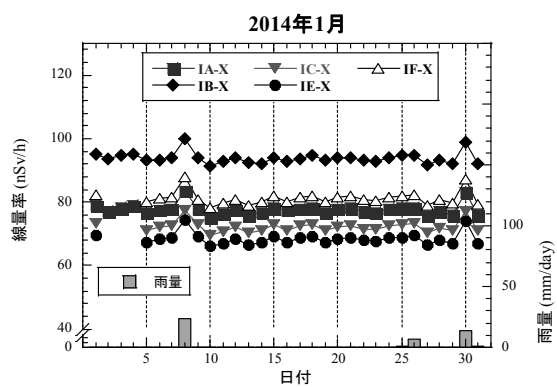
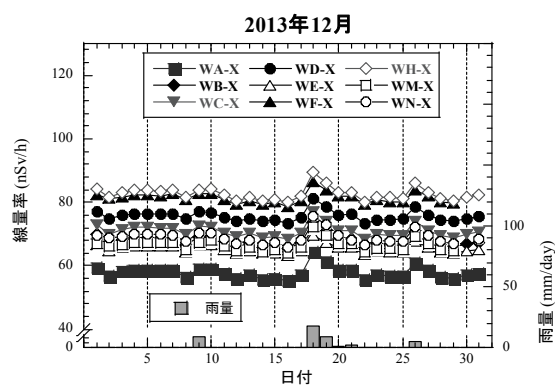
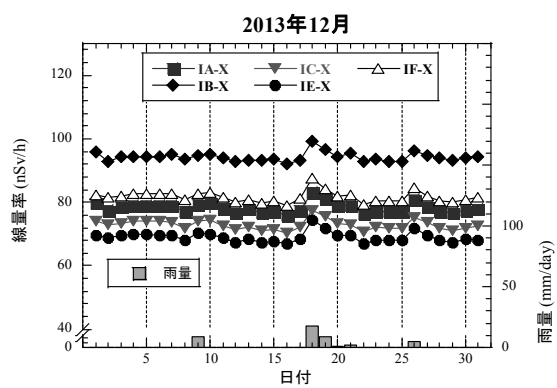


図 3-3-4-3 2013 年度 日平均線量率データ： 12 月～1 月
(左) 実験棟近傍、(右) 敷地境界

4. その他

4.1 微量密封放射性同位元素の使用状況

2014 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、線源の管理は放射線管理室で行っている。2013 年度には、11 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 5 核種、10 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 一覽表

2014年3月 31日現在

				(γ) keV	*1 Bq					
	核種	No.	半減期	崩壊形	エネルギー	放射能	検定日*2	外形寸法	線源番号	注
1	Na-22	1	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	1	312.5D	EC	835	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Y451	
5	Fe-55	1	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	1	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	1	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	1	106.6D	β^+ , EC	1836	3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Y586	
20	Cd-109	1	463D	EC, IT	22.2	3.2E+4	00.05.01	25dx3t	HD618	
21	I-129	1	1.57E+7Y	β^-		3.7E+4		25dx3t	KO243	
22	Ba-133	1	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	1	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		7				1.0E+4	13.02.25	25dx5t	0082	
31	Ra-226	1	1622Y	α		3kcpm	79.07.05	35dx6t	86R971	
32	Am-241	1	433Y	α	59.5	3.6E+6	76.11.01	25dx4t	24	
33		2				5.6E+3	82.01.25	25dx6t	3398RA	
34		3				5.6E+2	82.10.21	25dx1t	6410RA	
35		4				3.7E+4	84.03.08	24x11x2t	7Q381	
36		5				3.8E+5	78.06.01	25dx1t	32	
37		6				3.6E+6	79.04.01	25dx5t	29	
38		7				2.9E+6	99.06.01	25dx3t	GP467	
39		8				3.9E+4	00.05.01	25dx3t	HD620	
40	Am-241他	1		α *3		3.5E+2	04.12.10	25dx0.5t	KK876	
41	Cf-252	1	2.7Y	α (n)		2.0E+6	84.02.28	8dx10L	2633NC	*5
42		2		*4		3.6E+6	87.07.29	8dx10L	4000NC	*6
43		3				3.6E+6	87.07.29	8dx10L	4002NC	
44		4				3.6E+6	93.06.08	8dx10L	5567NC	*7

*1 3.7E+4Bq=1 μ Ci

*2 または購入日

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

*4 average neutron energy : 2MeV

*5 neutron emission rate : 2.2E+5/sec

*6 neutron emission rate : 4.6E+5/sec

*7 neutron emission rate : 4.4E+5/sec

表4-1-2 微量密封放射性同位元素 貸出一覧表

2014年3月31日現在

核種	放射能 (Bq)	検定日 (年/月/日)	線源番号	申請期間	場所	目的	2014年3月31日現在の 保管状況
Fe-55	3. 7E+4	00/05/01	HD619	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正	異常なし
Co-57	2. 1E+6	05/01/14	NA142	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の校正	異常なし
Co-60	3. 6E+6	85/05/25	516	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の動作確認	異常なし
Cd-109	3. 2E+4	00/05/01	HD618	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正	異常なし
Cs-137	3. 2E+5	78/06/01	2168	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の動作確認	異常なし
Am-241	3. 9E+4	00/05/01	HD620	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測機器室(3)	検出器の校正	異常なし
Am-241	5. 6E+2	82/10/21	6410RA	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の校正	異常なし
Am-241	3. 6E+6	79/04/01	29	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の校正	異常なし
Am-241	3. 7E+4	84/03/08	7Q381	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の校正	異常なし
Am-241他	3. 5E+2	04/12/10	KK876	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の校正	異常なし
Cf-252	3. 6E+6	93/06/08	5567NC	13. 04. 01--14. 03. 31	大型ヘリカル実験棟計測器調整室	検出器の動作確認	異常なし

表4-1-3 その他の微量放射性同位元素（装置内蔵など）

2014年3月31日現在

核種	No.	半減期	崩壊形	(γ) keV		検定日*2	機器の外形寸法	備考	注
				エネルギー	*1 Bq				
1 Sr-90	a	28.8Y	β-		2. 6E+5	96. 03. 18		装置内蔵	*3
2	b				3. 3E+6			装置内蔵	*4
3	c				3. 3E+6			装置内蔵	*5
4 Ba-133	a	10. 52Y	EC		7. 4E+5	11. 11. 14		装置内蔵	*6
5 Cs-137	b	30. 2Y	β-	662	1. 9E+5			装置内蔵	*7
6 Ra-226	1	1622Y	α		3. 7E+6		75dx300L	アルファトロン真空計測定子	
7	2				3. 7E+6		65dx255L	アルファトロン真空計測定子	
8	3				3. 7E+5			装置内蔵	*8
9 Cm-244	a	18. 1Y	α		<3. 7E+4	90. 06.		装置内蔵	*9
10	b				<3. 7E+4	91. 11.		装置内蔵	*10

*1 3. 7E+4 Bq = 1 μ Ci

*2 または購入日

*3 装置名；標準電流発生器、

*4 装置名；通気式電離箱(1)

*5 装置名；通気式電離箱(2)

*6 装置名；LB-7

*7 装置名；LB-5

*8 装置名；Quantulus1220

*9 装置名；LETチェンバ- (2in.) 、

*10 装置名；LETチェンバ- (5in.) 、

備品番号；L63-2

備品番号；L57-7

購入年月日；H4年2月4日

購入年月日；H4年6月19日

購入年月日；H8年3月

4. 2 入退管理装置

4. 2. 1 入退管理装置の設置

大型ヘリカル実験棟の本体室及び本体室地下は、プラズマ実験期間中は装置管理区域として入室制限をおこなうとともに、入室の際は個人線量計の携帯を義務づけている。しかし、個人線量計が確実に携帯されているかを確認することができなかった。そのため、個人線量計を携帯している者のみが管理区域に入室できるように、新たな入退ゲートの設置をおこなった。

新しく設置した入退ゲートでは、セキュリティ機能搭載 QR コード（以下 SQRC）によって認証をおこなう。入室者全員が確実に個人線量計を携帯するように、個人認証用の SQRC を個人線量計に貼付し配付することとした。こうすることにより、個人線量計を携帯していない者はゲートで認証できず入室できないシステムとなった。

また、本体室地下の入口には自動扉を設置し、その認証を同じく SQRC でおこなうこととした。



4. 2. 2 新入退管理装置の試験運用

新しい入退管理装置の試験運用を第 17 サイクル実験期間中である 2013 年 9 月 30 日から 2013 年 12 月 25 日までおこなった。今まで使用していた回転バーによる入退管理もそのまま運用しながら、新しい入退システムの問題点の洗い出しをおこなった。

結果としては、大きなトラブルはなく運用することができ、システムの有効性も確かめられたが、以下の様な問題点も明らかとなった。

・ 認証エラー

SQRC を認証させる前に体がゲート内に入りエラーとなることが何度か起こった。設置場所の制約のため駅の改札のような長いタイプのゲートは設置できず、認証読み取り器とセンサーの位置が近いことが原因である。

対策としては、ゲートの前にトラテープを貼りその手前で立ち止まって認証してもらうようにした。また、胸に付けた QB を読み取り器に近づけるために前屈みになると、センサーに触れることがあったので、リールストラップを配付することにした。

原因を説明することにより運用の後半では、このエラーの発生は減少した。また、エラーが起きた場合、そのままの状態では何度認証をしてもエラーになるが、一度一步下がって（センサーからはずれて）認証をさせれば通過できることが認知されたため、エラーが

起きてても大きなトラブルにはならなかった。

- ・有効年月日エラー

QB は毎月配付しているが、その月のものでないと通過できないように、厳格に運用をした。そのため、月替わりには、先月の QB で認証をおこなおうとして、エラーになることが起こった。特に、最初が 9 月末日からの運用であったので、10 月の最初には、間違えて持ってくる人がいた。

対策としては、SQRC の部分に月を印刷することと、1 日から QB が替わることを周知することぐらいであったが、実際一度間違えた人が 2 度以上間違えることはなく、慣れていただくことで対処できると思われる。

- ・入室者と退出者の同時によるエラー

本体室地下の自動扉では、入室者と退出者同時に認証をおこなうと、どちら側が認証されドアが開いたのかわかりにくく、認証されていないのに入室もしくは退出して、次の退出もしくは入室時にエラーとなることがあった。本体室地下への入室者は少なく、同時に認証する可能性は少ないと思われたが、実際には入室者の多くが点検等のため実験開始前と実験終了後に集中したためである。

将来的には、こちらにもゲートを設置し、入退管理をする検討をおこなうことにした。

その他、初めてのため、登録エラーや休日設定などの設定ミスもあったが、今回の運用でそれらの問題点が明らかになり、改善することができた。

4. 2. 3 今後の予定

現在予定されている重水素実験時には、管理区域の変更があり、現在よりも厳格な入退管理がなされなければならない。そのため、今回試験運用した新しい入退管理システムを今後拡充し、現在のシステムとの入替をおこない、重水素実験時の入退管理に対応できるものとする。