

3 安全管理

安全管理室は、放射線管理をはじめ、工作室、施設設備、X線回折装置、レーザー発生装置、及び化学室の安全管理を所掌する。以下に概況を述べる。

1. 放射線管理

1-1 放射線の発生

SAGA-LSでは公称250MeV線型加速器(リニアック)からの電子ビームをシンクロトロン(蓄積リング)へ入射し、1.4GeVまで追加速した後に貯蔵状態としている。貯蔵状態においてシンクロトロン光の利用が行なわれる。

リニアックにおける電子ビームの加速、蓄積リングへの輸送と入射及び追加速の過程で電子の損失が起ることによって、放射線が発生する。蓄積リングでの電子の貯蔵状態においても、真空路の残留ガスと電子の衝突または電子どうしの散乱(タウシエック効果)によって電子損失が起り、放射線が発生する。リニアック及び蓄積リングの使用条件は第5節に記す。

発生する放射線の種類としては主に電磁カスケードによるガンマ線であり、ついで発生したガンマ線と原子核の相互作用による巨大双極子共鳴、擬似重陽子崩壊、パイ中間子生成などによって生成する中性子である。中性子による線量はガンマ線の線量の十分の一以下である。 μ 粒子などの放射線は無視できる量である。

1-2 放射線遮へい

前記のような放射線を防ぐため、リニアックと蓄積リングは図1に示すようにコンクリートのトンネル内に設置されている。

更にリニアックのビームダンプの後面と上面、リングの入射部内側及びリング偏向部外側には鉛ブロックによる補助遮へいを施している。

蓄積リングへ電子を入射する時は、ビームラインへ放射線が漏洩する可能性があるので、放射線シャッターが閉でなければ電子入射を開始することができない。

放射線管理区域は赤線で囲まれた領域である。放射線遮へい壁の外における法定の線量限度は、

敷地(事業所)境界

$250\mu\text{Sv}/(3\text{月})$

放射線管理区域境界

$1,300\mu\text{Sv}/(3\text{月})$

放射線管理区域内常時立入る場所

$1,000\mu\text{Sv}/\text{週}$

となっているが、当センターでは、これらの限度値を一桁近く下まわる遮へいとなっている。

1-3 放射線防護装置

リニアック室及び蓄積リング室内は、運転中に強い放射線場となるので、次のような安全システムが備えられている。

- (1) 出入口の入退室管理装置により、在室者ありの信号があると加速器の運転スイッチを投入できない。
- (2) 万一在室者がある状態で加速器の運転スイッチを入れても、実際に電子加速が始まるのは10秒間警報音が発せられた後であり、この間に在室者は脱出することができる。
- (3) 脱出に手間取る場合は、室内各所に配置されている緊急停止ボタンを押すことにより、加速器の運転を阻止できる。

以上は、加速器室(使用室)内で強い放射線を被ばくすることを防ぐシステムであるが、その他に図2に示すような安全装置が設置されている。次節に記す放射線モニター“G6”、“n”、“G1”による線量が、あらかじめ設定された警報レベルに達すると、

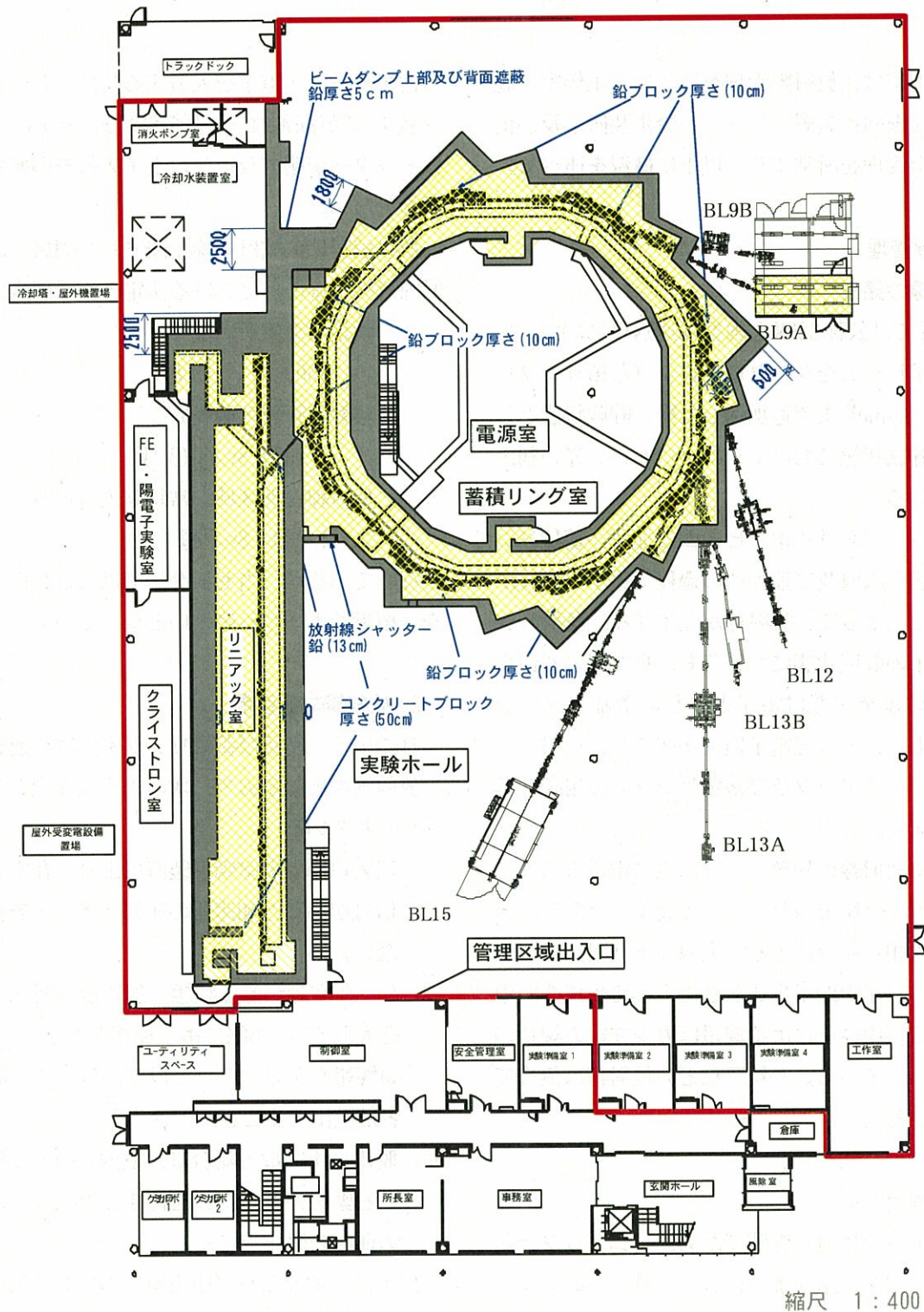


図1 リニアック及び蓄積リングに対する放射線遮へい

- 放射線発生装置使用室
- 放射線管理区域境界

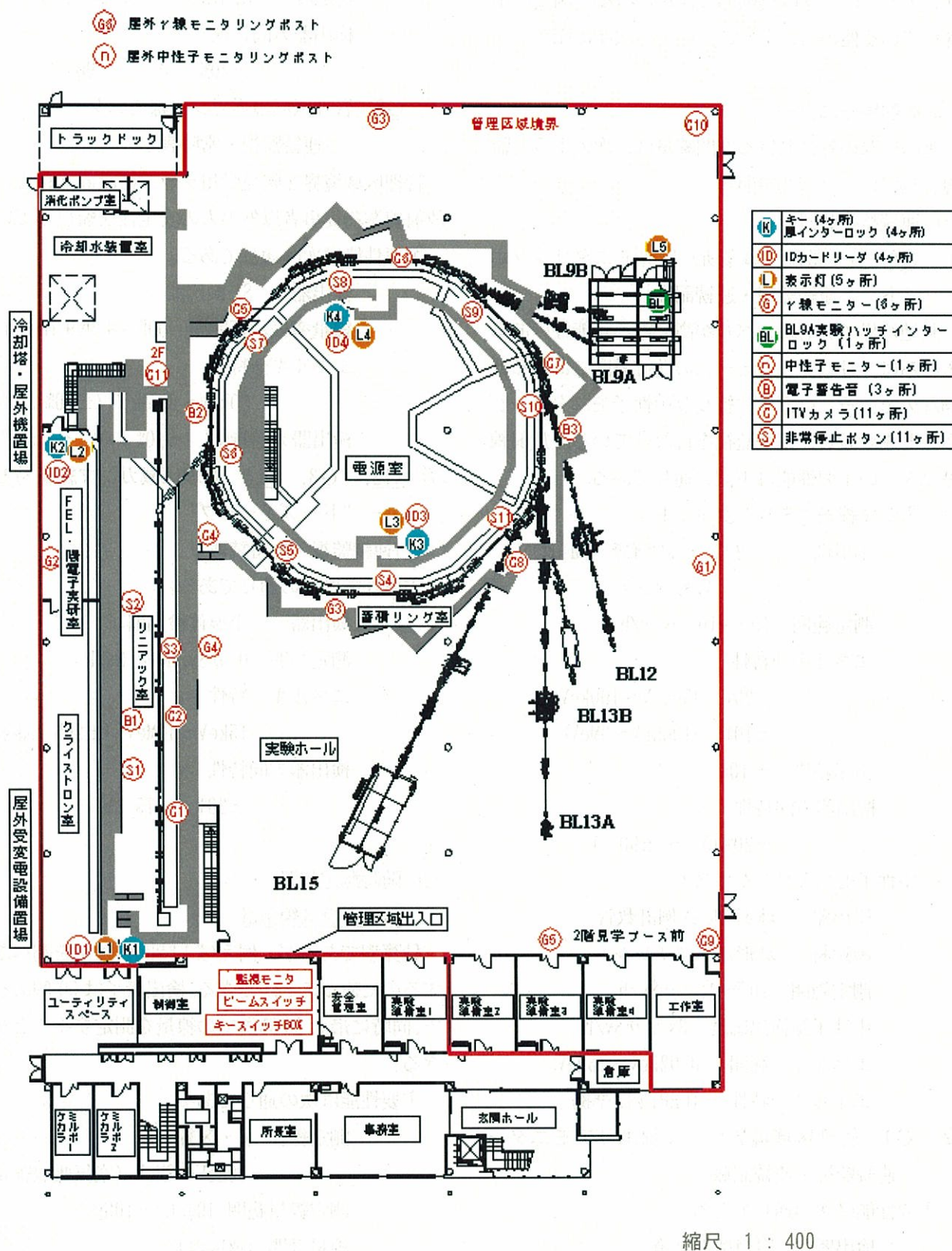


図2 インターロック・表示装置・放射線モニター配置図

リニアックの運転は自動的に停止される。図2に示されている他のモニターについても次節に記す。

1-4 放射線モニター

遮へい壁の外における空間線量は、次のように監視されている（図2参照）。

(1) 連続監視装置

① G6、n 敷地（事業所）境界モニタリングポスト [連続監視・連続記録]

敷地境界で放射線レベルが高くなる可能性のあるところは、リニアックビームの進行方向にあたる北側なので、そこにガンマ線及び中性子モニタリングポストを設置し、連続監視を行なっている。放射線モニターの主要性能は下記の通りである。

ガンマ線モニタリングポスト

検出器	2インチφ×2インチ NaI (Tl) シンチンレタ
測定範囲	$10^{-2} \sim 10^2 \mu\text{Sv/h}$
エネルギー特性	$\pm 20\%$ (50keV～100keV) $\pm 10\%$ (100keV～3MeV)
指示精度	$\pm 10\%$
検出器方向特性	$\pm 20\%$ ($0^\circ \sim \pm 90^\circ$)

中性子モニタリングポスト

検出器	球形 ^3He 比例計数管
減速材	球形ポリエチレン
測定範囲	$10^{-2} \sim 10^2 \mu\text{Sv/h}$
中性子線検出感度	$3\text{s}^{-1}/\mu\text{Sv/h}$
エネルギー範囲	0.025eV～15MeV
エネルギー特性	ICRP74に準拠

② G1 管理区域境界ガンマ線エリアモニター [連続監視・連続記録]

主要性能は次の通りである。

検出器	円筒型電離箱
測定範囲	$10^{-1} \sim 10^3 \mu\text{Sv/h}$
エネルギー特性	80keV～1.3MeV $\pm 10\%$ 以内

安定度 指示値の $\pm 20\%$ /24時間

検出器方向特性

$\pm 20\%$ ($0^\circ \sim \pm 90^\circ$)

③ G5 管理区域境界ガンマ線モニター

[連続監視・常時表示]

管理区域境界2階見学用テラスに設置されていて、放射線業務従事者以外の人の安全性を監視している。

主要性能は次の通りである。

検出器	Si 検出器
線量率表示範囲	0.000～9.999 mSv/h
エネルギー特性	80keV～6.5MeV ($\pm 20\%$ 以内)
検出器方向特性	$\pm 10\%$ ($0^\circ \sim \pm 45^\circ$)

④ G2, G3, G4 管理区域ガンマ線簡易モニター “ドーズキューブ”

[連続監視・随時読取り]

主要性能は次の通りである。

検出器	半導体検出器
測定範囲	0 $\mu\text{Sv/h}$ ～4 Sv/h
エネルギー特性	15keV～10MeV ($\pm 20\%$ 以内)
検出器方向特性	$\pm 20\%$ ($\pm 75^\circ$)

(2) 随時測定装置

① 蛍光ガラス線量計

積算型であるが、例えば1時間の線量を調べたりするのに使うことができる。検出素子は50個あるので、同時に最大50箇所での線量を測定することができる。

主要性能は次の通りである。

測定線種	γ ・X線
	30keV～3MeV (空気吸収線量)
測定線量範囲	10 μGy ～10Gy
線量計間の感度ばらつき	変動係数 4.5%以下
エネルギー特性	$\pm 20\%$ 以内 (32keV～1.25MeV)

② サーベイメーター等

電離箱式サーベイメーター

アロカ株式会社製 ICS-321×2

エネルギー補償型 γ 線用

シンチレーションサーベイメーター

アロカ株式会社製 TCS-172

GMサーベイメーター

アロカ株式会社製 TGS-146

中性子サーベイメーター

アロカ株式会社製 TPS-451C

半導体式電子ポケット線量計

アロカ株式会社製 PDM-112×20

1-5 文部科学省による「放射線発生装置使用許可」

状況

許可年月日 平成16年4月8日

許可番号 使第5274号

氏名又は名称

財団法人佐賀県地域産業支援センター

住所

佐賀県佐賀市鍋島町大字八戸溝114番地

事業所名称

佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター

事業所所在地

佐賀県鳥栖市弥生が丘八丁目7番

直線加速器(リニアック)使用時間

30時間/週、390時間/3月

シンクロトロン(蓄積リング)使用時間

電子入射30時間/週、390時間/3月

電子蓄積100時間、1300時間/3月

使用場所1 リニアック室

使用場所2 蓄積リング室及び

実験ホール内BL9A実験ハッチ

使用目的 物性基礎研究及び新技術開発

性能: リニアック

最大エネルギー 260MeV

最大繰返し 1Hz

最大平均ビーム電流 12nA

最大ビーム出力 3.12W

性能: 蓄積リング

最大エネルギー 1.4GeV

最大蓄積電流 100mA

最大貯蔵エネルギー 35J

1-6 空間線量連続監視結果

加速器の運転開始に先立ち、2004年4月から、敷地北側境界のモニタリングポスト(ガンマ線、中性子)、管理区域東側境界のエリアモニター(ガンマ線)による線量の連続監視と自動記録が開始された。また蛍光ガラス線量計を、コンクリート遮へい壁を取り巻く線上(管理区域内常時立入る場所で最も高線量となる場所)、管理区域境界の線上及び敷地境界の線上それぞれの東西南北位置に合計12個配置し、一ヶ月ごとのガンマ線量読み出しを開始した。2004、2005年度における一ヶ月毎の観測結果を図3~6に示す。ガラス線量計の読み出しは人の手によるものであり、月末の読取りを原則としたものの休日の関係等で間隔が正確ではなく、またガラスの被害で測定が欠落しているところもある。

2004年8月25日に入射用リニアックバンチャー部の調整運転が開始され、その後順次稼動範囲が拡大していった。従って図3~6に示された線量の内、2004年4月~7月の線量が純粋な自然放射線量である。この4ヶ月間の平均値は次の通りである。

モニタリングポスト中性子線量計

3.3 μ Sv/Month

モニタリングポストガンマ線量計

41.8 μ Sv/Month

エリアモニターガンマ線量計

56.6 μ Sv/Monthガラス線量計 [μ Gy/Month]

敷地北側境界 49

敷地東側境界 46

敷地南側境界 49

敷地西側境界 47

常時立入る場所西側 36

管理区域北側境界 32

管理区域東側境界 31

管理区域南側境界 42

管理区域西側境界 38

常時立入る場所北側 41

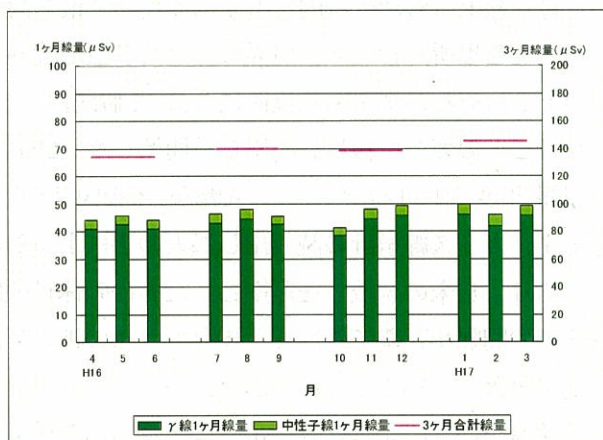
常時立入る場所東側 37

常時立入る場所南側 41

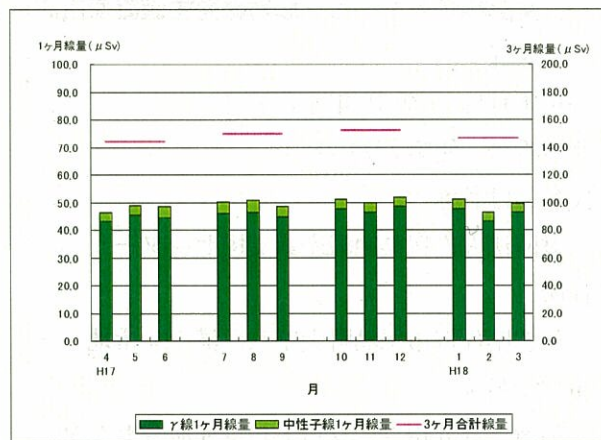
中性子の測定は一箇所のみだが、ガンマ線の測定結果は多数あり、次のような特徴がある。(1)線量計の種類によって、やや異なる数値を示す。(2)ガラス線量計はすべて同種であるが、屋外(敷地境界)に配置した線量計が屋内(管理区域境界、同常時立入る場所)に配置した線量計よりやや高い線量を示す。(3)自然ガンマ線の線量は、すべてのガンマ線量計の結果を平均すると、 $42\mu\text{Sv}/\text{月}$ 、 $503\mu\text{Sv}/\text{年}$ であ

モニタリングポストの線量(北側敷地境界)

2004年度

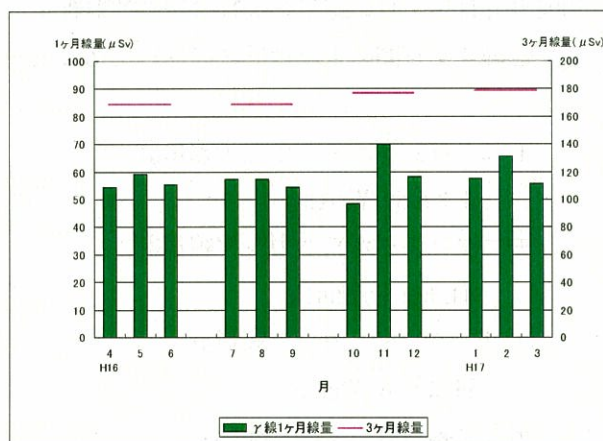


2005年度



ガンマ線エリアモニタの線量(東側管理区域境界)

2004年度



2005年度

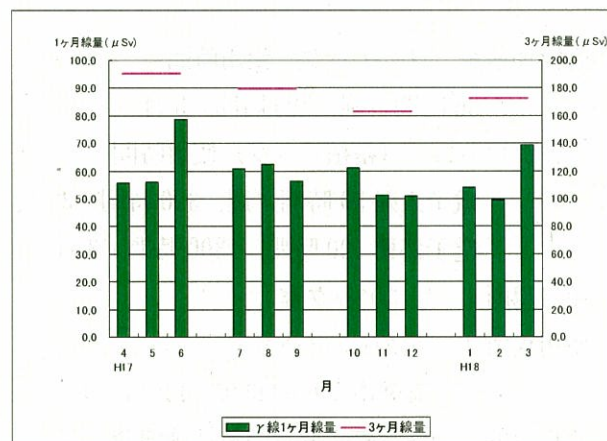
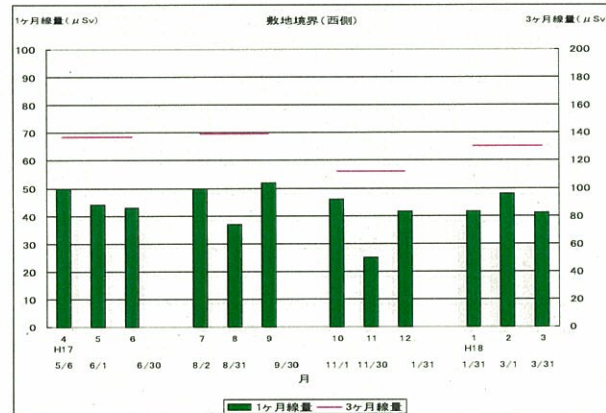
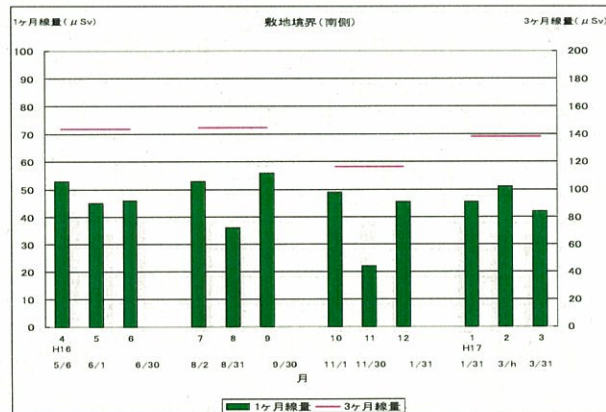
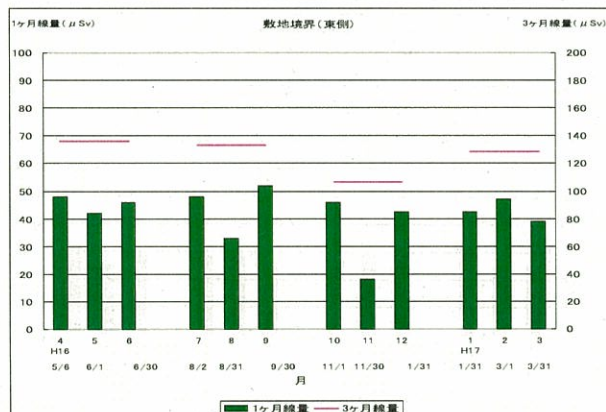
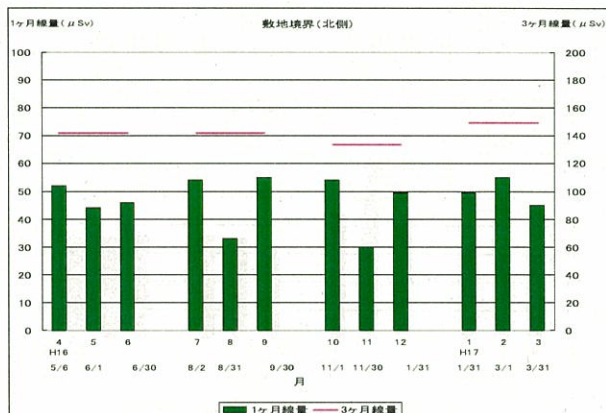


図3 空間線量連続監視結果

2004 年度



2005 年度

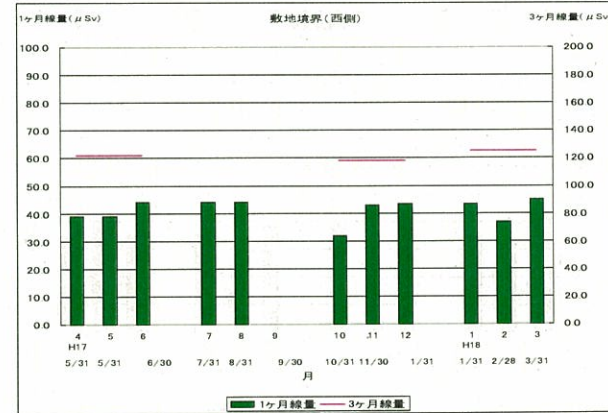
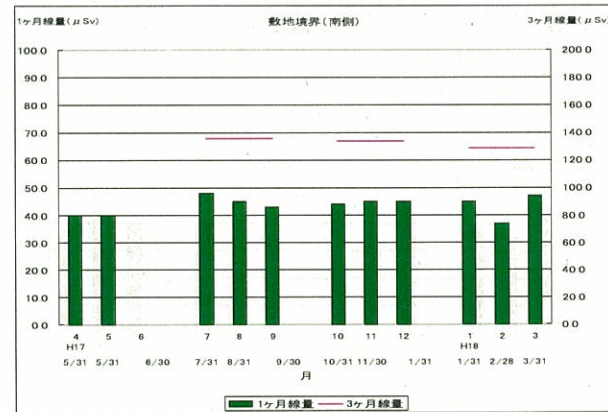
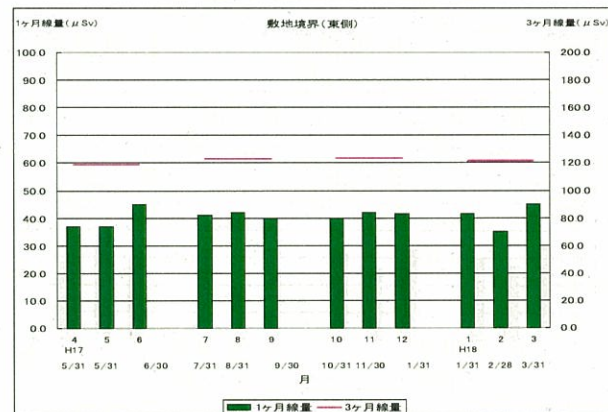
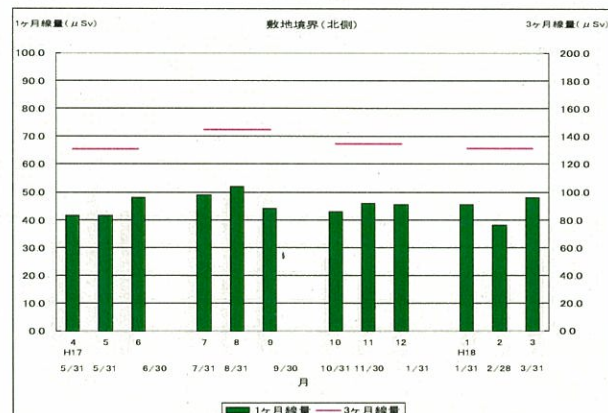


図4 ガラス線量計による空間線量測定結果 (敷地境界)

2004 年度

2005 年度

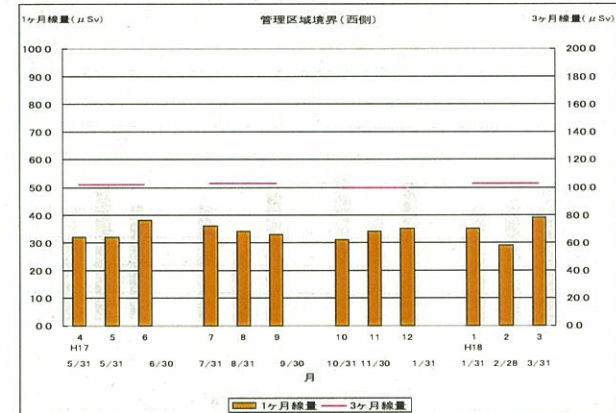
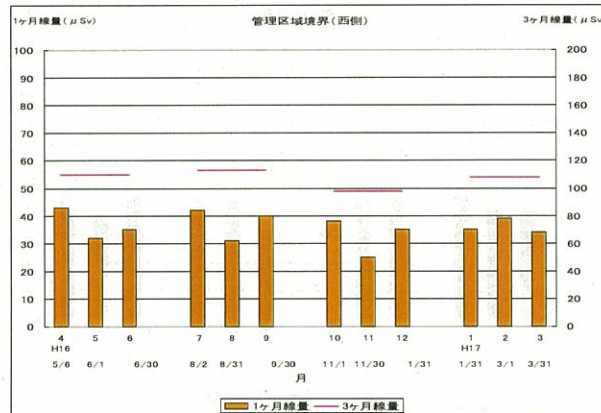
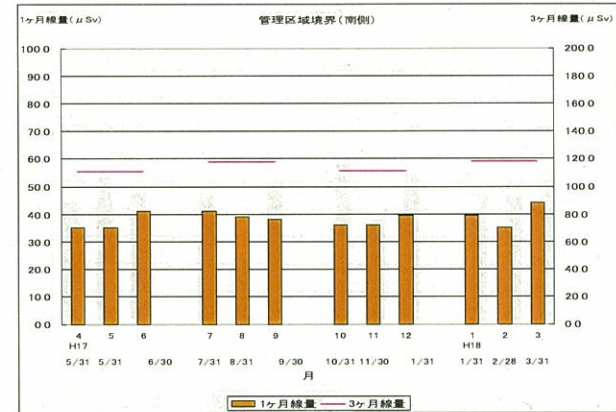
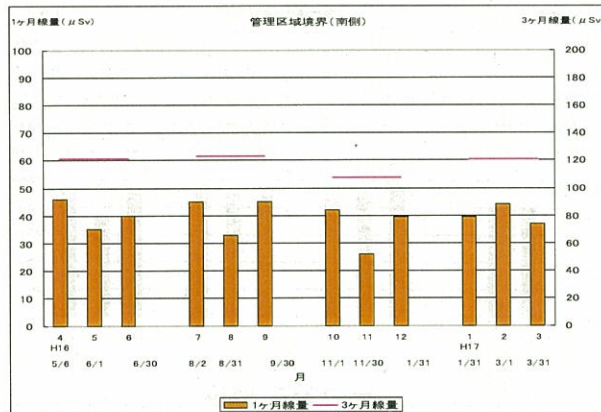
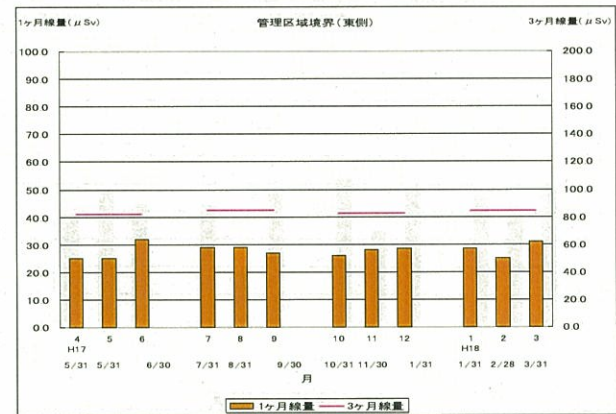
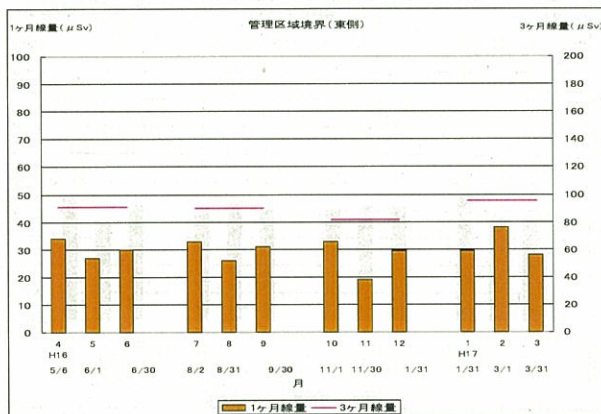
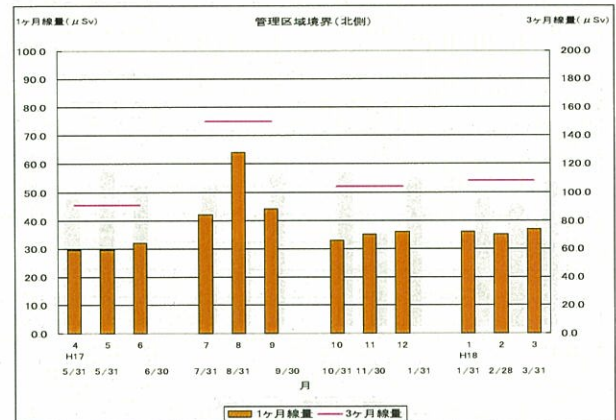
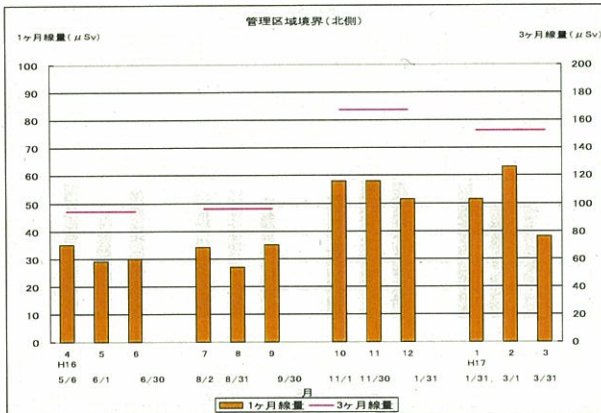
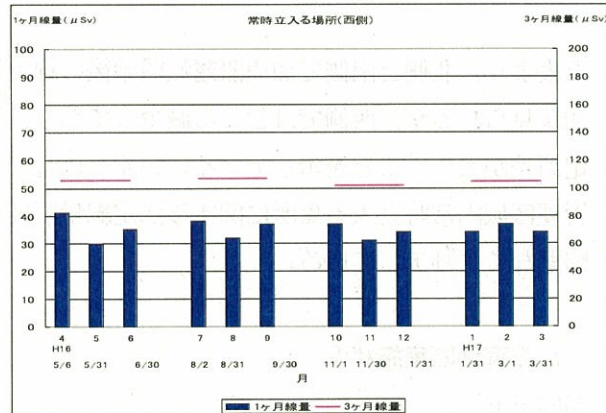
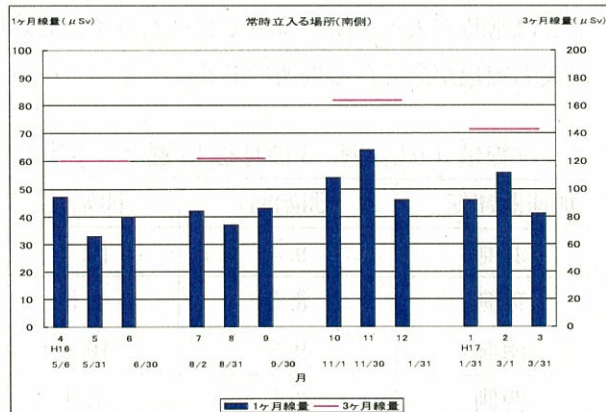
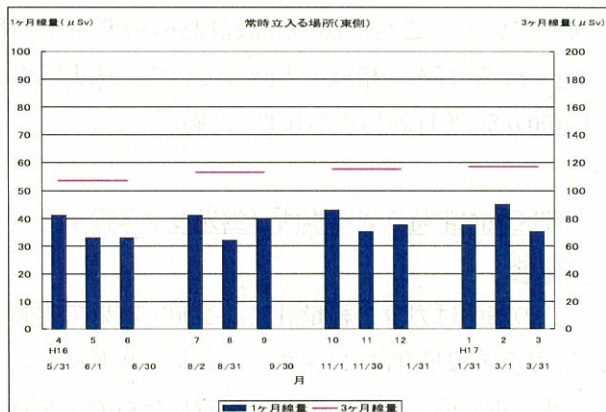
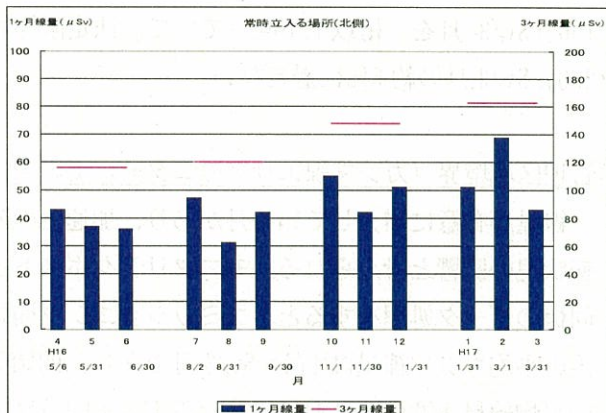


図5 ガラス線量計による空間線量測定結果(管理区域境界)

2004 年度



2005 年度

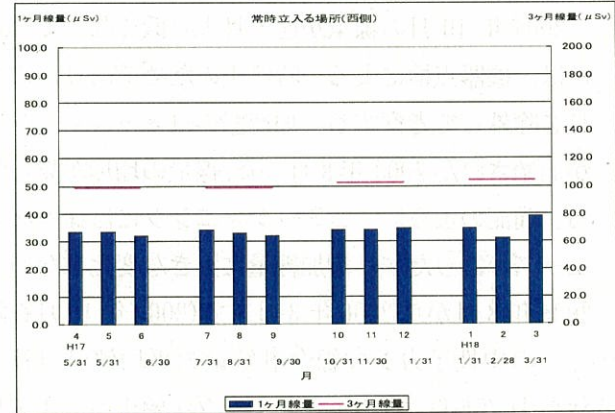
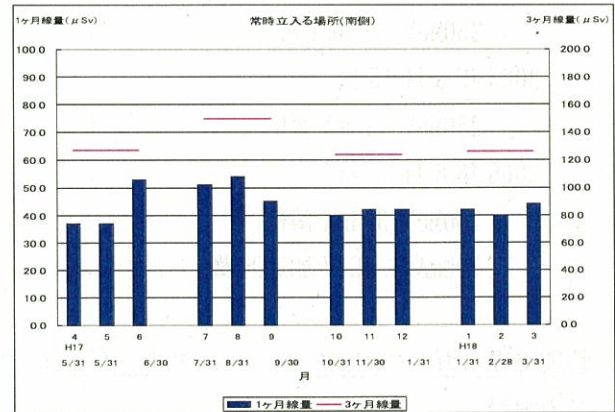
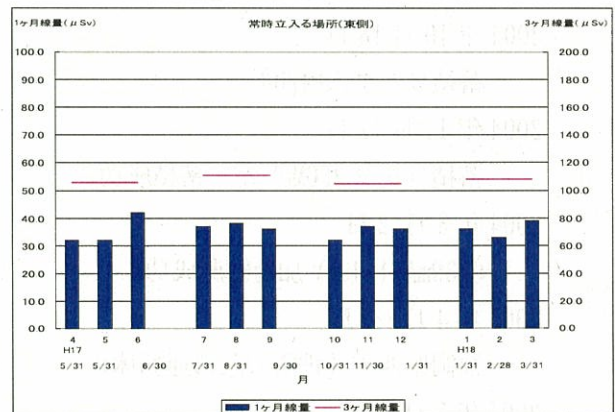
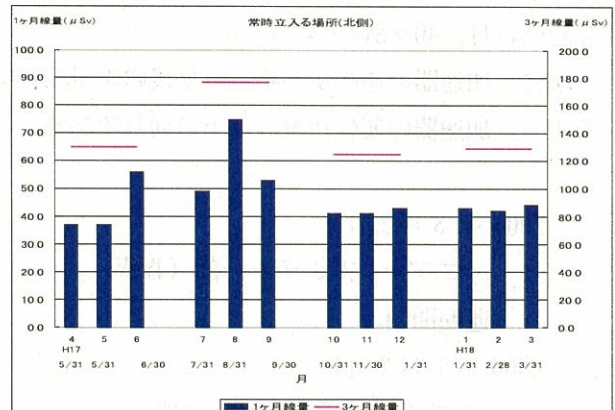


図6 ガラス線量計による空間線量測定結果(管理区域 常時立ち入る場所)

る。中性子線量は、モニタリングポストによれば、 $3.3\mu\text{Sv/月}$ 、 $40\mu\text{Sv/年}$ である。

次に、加速器の運転が開始された後の線量を見てみよう。加速器の運転状況は以下の通りである。

2004年8月25日

リニアックバンチャー部 (4MeV)

運転開始。

2004年9月29日

リニアック 250MeV 加速達成。

2004年10月18日

蓄積リング入射開始。

2004年11月12日

蓄積リング 250MeV 電子蓄積成功。

2004年3月2日

0.39mA 1.4GeV 加速貯蔵成功。

2005年4月～5月

福岡県西方沖地震のため運転休止

2005年7月29日

250MeV 35.4mA 蓄積。

2005年8月15日

250MeV 113mA 蓄積。

2005年8月25日

250MeV 304mA 蓄積、

100mA 1.4GeV 加速貯蔵。

敷地境界 (ガンマ線、中性子モニタリングポスト) での線量

2004年10月の線量が他の月より低くなっているのは、機器点検による一時停止のためであり、この月を除外して考察する。加速器のコミッシュニングが開始された2004年8月以降、線量の増加が見られる。前記のように、コミッシュニングには様々なフェーズがあったが、増加線量に大きな変化はない。2004年8月から2006年3月まで(2004年10月を除く)の中性子ガンマ線合計線量の平均値は $147\mu\text{Sv/3月}$ であり、コミッシュニングが始まる前4ヶ月の平均値 $135\mu\text{Sv/3月}$ を $12\mu\text{Sv/3月}$ 、約9.0%上

回っている。これは遮へい設計時の最悪見積線量 $150\mu\text{Sv/3月}$ を一桁以上下回っていて、法定限界値 $250\mu\text{Sv/3月}$ の約5%に過ぎない。

管理区域境界 (ガンマ線エリアモニター) での線量

線量が有意に増大している月があり、加速器の運転状況の影響と考えられる。モニタリングポストと同様のデータ処理をすると、コミッシュニング開始後の平均ガンマ線量は $178\mu\text{Sv/3月}$ であり、開始前の平均線量 $170\mu\text{Sv/3月}$ を $8\mu\text{Sv/3月}$ 、約4.7%上回っている。これは遮へい設計時の最悪見積線量 $422\mu\text{Sv/3月}$ を一桁以上下回っていて、法定限界値 $1,300\mu\text{Sv/3月}$ のわずか0.6%に過ぎない。

管理区域内常時立入る場所 (蛍光ガラス線量計) での線量

この場所はガラス線量計による測定結果で評価する。ガラス線量計は、コンクリートシールド壁に沿って北、東、南、西の4箇所に配置したものであり、そこは常時立入る場所のうちでビームラインを除けば最も線量が高くなる場所である。

ガンマ線量 ($\mu\text{Gy/週}$ 、3箇月を13週として換算)

加速器運転	[開始前]	[開始後]
北側	9.4	10.9
東側	8.5	8.5
南側	9.3	10.5
西側	8.3	7.9

上表より、北側と南側で加速器運転開始後の線量増加が見られるが、西側ではむしろ減少しており、測定誤差が大きいことを示している。いずれにしても管理区域内常時立入る場所に関する法定線量限度を問題なくクリアしている。

1-7 教育訓練実施状況

2004年度

実施日：2004年度6月29日

プログラム

- (1) 安全管理室長挨拶
- (2) 講師－高城徹也氏－紹介
- (3) 講義
 - ①放射線の安全取扱1 [40分]
 - ビデオ視聴
 - 改訂版「アイソトープとは」(2001年) [20分]
 - 放射線とは [20分]
 - ②放射線の人体への影響 [30分]
 - ビデオ視聴
 - 改訂版「人体への影響」(2001年) [20分]
 - 放射線の人体への影響 [10分]
 - ③法令 [70分]
 - ビデオ視聴
 - 「見て学ぶ法律 放射線を安全に利用するために」(2003年)
 - ・放射線防護の基礎 [18分]
 - ・施設の基準 [13分]
 - ・取扱の基準 [16分]
 - 現行法令(放射線障害防止法・労働安全衛生法・電離則) [10分]
 - 法令改正のお知らせ [10分]
 - ④放射線の安全取扱2 [200分]
 - 放射線防護と放射線管理の考え方 [10分]
 - 放射線の測定方法 [15分]
 - サーベイメータの取扱(実習) [25分]
 - 密封RI/非密封RIの安全取扱 [20分]
 - 緊急時(火災・地震時)における注意事項 [10分]
 - (電子)加速器における安全取扱の留意点 [60分]
 - Spring-8における放射線管理 [30分]
 - 九州シンクロトロン光研究センターにおける安全対策・設備他 [30分] (岩崎)
 - ⑤九州シンクロトロン光研究センター放射線障害予防規定 [30分] (吉田)
- (4) 安全管理室長挨拶

2005 年度

実施日：2005 年 5 月 13 日

プログラム

1. 光源装置の概要 30 分
2. ビームラインの概要 30 分
3. 放射線の人体に与える影響 30 分
4. 放射線障害防止に関する法令(ビデオ) 1 時間
5. 放射線障害予防規定 30 分
6. 放射線発生装置の安全取扱
(前編講師：柴田徳思氏) 2 時間
7. 2004 年度放射線管理報告 30 分
8. 放射線発生装置の安全取扱
(後編講師：岩崎) 30 分

1-8 放射線業務従事者数及び個人被ばく管理状況

当センターで放射線業務従事者として登録し、個人被ばく管理を行なった者の数は次の通りである。

	2004 年度	2005 年度
センター職員	11	14
外来者	23	171

個人被ばく線量計の最小検出限界は、X、ガンマ線に対して 0.1mSv/月であるが、これを超える被ばくが 2005 年 9 月に 1 件起った。その概要は次の通りである。

	1 cm	70 μ m
	線量当量	線量当量
A氏	0.6 mSv	3.6 mSv
B氏	0.1 mSv	0.1 mSv
C氏	0.1 mSv	0.1 mSv

この件は、モデルテストなどで検証した結果、シンクロトロン光のデモンストレーション写真撮影の際にシンクロトロン光のX線成分による被ばくと結論された。

2. 工作室

工作室は、実験ホール内に1室備えており、実験・研究に伴う材料・試料等の製作・加工に利用できる。

また、工作機械の操作指導や簡単な材料・試料等の製作・加工の受託も行う。

〔工作機械〕

名 称	台数
卓上汎用ボール盤	1 台
卓上型携帯用万能ノコ盤	1 台
チップソー切断機	1 台
卓上旋盤	1 台
卓上フライス盤	1 台
手押切断機	1 台

3. 施設設備管理

シンクロトロン光施設に係る設備を安定かつ効率よく運転するため、スプリングエイトサービス株式会社に管理を委託するとともに、保守・点検データの確認や施設設備の改善点の検討を行うなど、適切な管理体制の整備・充実に努めている。

〔主な施設設備〕

受変電設備

高圧 6.6kV 1 回線受電

油入変圧器

・ 150KVA 1Φ210/105V	2 台
・ 200KVA 1Φ210/105V	1 台
・ 300KVA 3Φ210V	1 台
・ 300KVA 3Φ440V	1 台
・ 500KVA 3Φ210V	2 台
・ 500KVA 3Φ440V	1 台
・ 1000KVA 3Φ440V	1 台

進相コンデンサー

・ 115KVar	3 台
-----------	-----

コンデンサー用直列リアクトル

・ 13 %油入 14.9 KVar	
--------------------	--

排水設備

管理排水貯留槽	8 m ³	1 台
管理排水ポンプ	6.75KW	2 台

空気圧縮設備

エアーコンプレッサー		2 台
・ 最高圧力	0.85Mpa	
・ 吐出空気量	150L/min	
レシーバータンク		1 台
・ 内容積	220L	

冷却水設備

純水冷却装置ユニット		4 基
・ 系統 1 冷却能力	17.5 KW	
・ 系統 2 冷却能力	60 KW	
・ 系統 3 冷却能力	350 KW	
・ 系統 4 冷却能力	800 KW	
系統 1 開放型冷却塔	42.5 KW	
・ 循環水量	123 L/min	
系統 2～4 共通		
・ 開放型冷却塔	1326 KW	
・ 循環水量	3800 L/min	
・ 消費電力	6 KW	
・ 容量	5600	
消火ポンプユニット		1 台
・ 全揚程	55m	

換気空調設備

ガス焚吸収冷温水機		2 台
・ 冷凍能力	281 KW	
・ 加熱能力	229 KW	
空気調和器		1 台
・ コイル全熱量冷房	190KW	
・ " 暖房	75KW	
クッションタンク	4.5 m ³	1 台
ファンコイルユニット		7 台
・ 冷房能力	66 KW	
・ 暖房能力	103 KW	

パッケージエアコン

・室内機	49 台
・室外機	19 台

給気ファン 3 台

排気ファン 5 台

排気フィルターユニット 1 台
(緊急排気用)

ガス設備

ガス緊急遮断弁コントローラー

衛生設備

電気温水器 4 台

・消費電力	6KW
・容量	5600

消化ポンプユニット 1 台

・全湯程	55m
------	-----

4. X線回折装置

このシステムはX線発生装置を中心として構成され、単結晶、粉末結晶、液晶等を中心に、結晶性の品質調査、結晶方位の確認、および回折強度測定に用いることを目的としている。特に、シンクロトロン光を用いる本実験に先立って、このシステムによって予備測定を行うことは、シンクロトロン光実験を円滑に行うことを可能とし、シンクロトロン光の有効利用に効果を発揮することとなる。

[構成]

- ・回転対陰極型 X 線発生装置 理学電気社製 RU200
- ・冷却水送水装置 親和電子工業社製
- ・回折計 HUBER 社製 4 軸回折計
- ・駆動・計測系 Laboratory Equipment 社製を中心とするコントロール装置
- ・制御計 日立社製 PC Purius

5. レーザー発生装置

施設内に設置された佐賀大学専用ビームライン

(BL13)にチタン-サファイアレーザーが設置されている。施設ではこのような機器が安全に取り扱われるよう規定を整備し対応した。

6. 化学試料準備室(ケミカルラボ)

当施設の実験・研究棟 1F の南西の角の 2 部屋は、化学薬品を使用した試料の調製や実験の準備をおこなうための化学試料準備室(ケミカルラボ)となっている。ケミカルラボには、実験台やドラフト、電子天秤、超音波洗浄機、乾燥機等の設備・機器が整備されており、利用者は無償でこれらの機器を利用することが可能である。但し、利用可能時間は、原則として平日の 9:00~17:00 となっており、使用に当たっては、前もって予約が必要となる。予約は利用申請書にその旨明記するか、利用前日までに事務室まで連絡することである。

施設に薬品や溶媒等を持ち込む際には、利用申請書の薬品使用に関する項目を記入し、承認または許可を得る必要がある。この時、持ち込む薬品によっては追加の書類提出が必要になる場合がある。持ち込んだ薬品等や実験廃液は、実験終了後に利用者が持ち帰ることになっている。また、実験器具等の洗浄については、3 次までの洗浄水は利用者が持ち帰り、4 次以降の洗浄水のみをケミカルラボにて排水することができる。ケミカルラボからの排水は、屋外のタンクに貯留された後、年に数回、業者によって検査・回収が行われる。

設備及び機器リスト:

ドラフトチャンバ	1 台
実験台	2 台
流し台	1 台
電子天秤	2 台
送風恒温乾燥機	1 台
純水製造装置	1 台
超音波洗浄機	2 台
ホットスターラー	1 台
自動製氷機	1 台
冷蔵庫	1 台