

## 第一章「PET 施設の Q & A」へ改題

平成 20 年 12 月

(社) 日本画像医療システム工業会

サイト設備設計グループ

2006 年 2 月に「PET 施設の Q&A」を作成しました。

今回、既設RI施設からPET製剤の製造施設（サイクロトロン）を持たないデリバリーPET施設へ改修することを対象にした「デリバリーPET施設の標準化」を作成にあたり、「PET施設のQ&A」を、**第一章「PET施設のQ&A」と改題**し、「デリバリーPET施設の標準化」は、第二章「デリバリーPET施設の標準化」といたしました。

第一章「PET 施設の Q&A」へ改題にあたり、一部内容や Data の見直しをしました。

## 「PET 施設の Q&A」作成にあたって

平成 18 年 2 月

(社) 日本画像医療システム工業会

サイト設備設計グループ

陽電子放射断層撮影装置を用いた検査(PET 検査)はガンの早期発見に有効であることから近年脚光を浴びております。2002年4月からその一部が健康保険に適用され、より一層、専用薬剤(PET 製剤)の製造から PET 検査までを一貫して行える PET 検査施設が全国で建設されています。

また、PET 製剤の製造施設(サイクロトロン)を持たなくても PET 検査が行えるように、2005年9月より製薬会社から放射性医薬品として PET 製剤が供給されるようになり、益々 PET 装置導入が見込まれています。

PET 検査施設は、文部科学省の『放射線障害防止法』と厚生労働省の『医療法』の双方両方の規制を受けます。

2004年3月に『放射線障害防止法施行規則』の一部、2004年8月には『医療法施行規則』の一部が改正され、PET 検査の急速な伸びに対して適宜法令が見直されている状況です。

そのような状況の中では、使用者ばかりでなく施設設計者、施工者など建設関係者の中にも計画に携わった経験者が少なく、戸惑うこともあるか推測されます。

当サイト委員会では、サイクロトロンおよび PET 装置メーカーや関連メーカー、放射線防護や測定の専門家をメンバーとしてサイクロトロン・PET 施設の建設での実務経験をもとに基礎の部分から実際の施工に涉り「Q&A」形式にまとめました。建設に携われる方々だけでなく、医療従事者の方々にも参考にしていただければ幸いです。

## 本委員会の委員構成

委員長	：木村 純一	：医建エンジニアリング (株)
主査	：森 智	：GE 横河メディカルシステム (株)
委員	：秋山 喜幸	：東芝メディカルシステムズ (株)
委員	：伊藤 進	：日本放射線防御 (株)
委員	：河裾 行人	：螢光産業 (株)
委員	：園木 一誠	：技研興業 (株)
委員	：雑賀登美子	：アロカ (株)
委員	：西澤 祐司	：サンレイズ工業 (株)
委員	：本野 恵司	：(株) CMI
委員	：本田 正昭	：(株) エス・アール
委員	：三田 創吾	：医建エンジニアリング (株)
委員	：吉田 浩一	：(株) 千代田テクノ
委員	：池井 勝美	：医療法人 敬愛会 リハビリテーション 天草病院
委員	：宇野 往道	：(株) 島津製作所
委員	：真重 敬幸	：アロカ (株)
委員	：米山 仁	：シーメンス旭メディテック (株)
委員	：宮崎 栄二	：J F Eシビル (株)
委員	：武田 一義	：渥美工業 (株)
委員	：栗林 信彦	：(株) 日立メディコ
事務局	：加畑 俊	：社団法人 日本画像医療システム工業会

※2

ご不明な点の問い合わせ先

社団法人日本画像医療システム工業会

〒113-0033 東京都文京区本郷 3 丁目 22 番 5 号 住友不動産本郷ビル 9 階

Tel 03-3816-3450 Fax 03-3818-8920

## 目次

※2 第一章「PET 施設の Q&A」へ改題	0
※2 「PET 施設の Q&A」作成にあたって	1
※2 本委員会の委員構成	2
<b>1. 基礎</b>	
Q1. PETて何?	5
Q2. ポジトロンて何?	5
Q3. サイクロトロンて何?	5
※2Q4. X線検査とどう違うの?	6
Q5. ガンマカメラとPETは違うの?	7
Q6. PETでどんな検査ができるの? PETで使う専用薬剤はどうやって準備するの?	8
※3Q7. PET検査は安全なの?	9
Q8. X線CTでは、ダメなの?	9
Q9. PET-CTて何?	10
<b>2. 申請許可</b>	
Q10. 放射性同位元素等の届出・許可申請があるようですが、 どのようなものがありますか?	11
Q11. 許可までどのくらいの期間がかかるの?	12
Q12. テナントでもPET検査施設は設置できるの?	12
Q13. PET-CT室の医療法での管理区域はどうなるの?	12
Q14. PET室の建物とは別に、サイクロトロン、ホットラボ室の 建物を増築するが法的に問題ないか?	12
Q15. PET検査施設の工事に許可はいるの?	13
Q16. 工事資格は何が必要なの? 資格者が必要なの?	13
Q17. 許可申請は誰がやるの?	13
Q18. 将来、PET、PET-CT装置を増設する際にも同じ許可申請が必要なの?	13
※2表-1 新築の場合 PET・サイクロトロン施設に係わる法的手続(参考)	14
<b>3. 建築</b>	
Q19. PET検査施設にはどのような部屋が必要なの?	15
Q20. 防護は必要なの?	15
Q21. 防護の方法は?	15
Q22. コンクリートで防護できるの?	15
Q23. 防護はどこまでやるの?	15
Q24. 内装はどうのようなものを使うの?	16
Q25. 貫通部分の防護処理は?	16
Q26. 床ピットは必要なの?	16

Q27. 安静室(待機室、アップテイク室)は必要なの？	16
Q28. 回復室は必要なの？	16
Q29. 操作室は必要なの？	17
Q30. 観察窓、扉の鉛当量 2mm でいいの？	17
Q31. 観察窓がなくて、監視カメラだけでいいの？	17
Q32. サイクロトロン設置のスペースがないがどうするの？	17
Q33. 天井の岩綿吸音板は使用できるの？	17
Q34. サイクロトロン、PET カメラ設置の床耐荷重は大丈夫？	17
※2Q35. 防護は X 線、CT と同じ厚みで良いの？	17
※2Q36. サイクロトロン室、PET 室等の壁、スラブの遮蔽体の厚みは？	19
Q37. 床カーペット仕上にできるの？	19
Q38. 操作室はフリーアクセスフロアは使えるの？	19
図面-1 建築平面図	20
<b>4. 設備</b>	
Q39. どのような特殊設備が必要なの？	21
Q40. PET 室に表示等が必要なの？	22
Q41. 既設に RI 廃棄設備があるが、PET にはそのまま使えるの？	22
※1Q42. 加速器のクーリングタワーの循環水配管は管理区域になるのか？	22
※2	
※3	
Q43. 管理区域のモニタリングはどうするの？	23
Q44. PET 検査施設の消火設備は？	23
Q45. サーベイメーターはどこに置くの？	24
Q46. 空調は必要なの？	24
Q47. 空調機の屋外機は管理区域内に設置しなければならないの？	24
※2 図面-2 PET 施設用排水処理設備図	25
<b>5. 人(被ばく)</b>	
Q48. PET 検査に関わる病院職員の被ばくは？	26
Q49. 管理事務(受付)担当者の被ばくは？	26
Q50. 被ばくを避けるために動線を分ける必要があるか？	26
Q51. サイクロトロン設置について、地域住民に誰が説明するの？	26
Q52. PET 検査施設の出入の管理はどのようにするの？	26

※1: 2008/03/21 一部修正

※2: 2008/12/02 一部修正

※3: 2009/07/30 一部修正

※4: 2013/09/20 確認

※5: 2016/09/20 確認

## 第一章「PET 施設の Q & A」

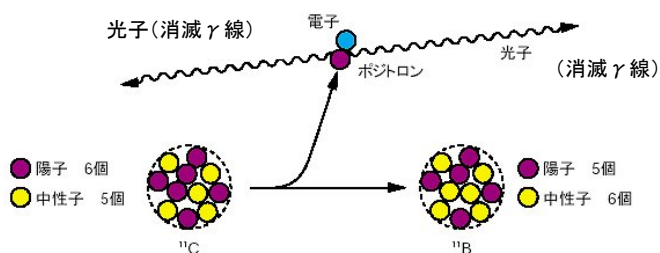
### 1 基礎

#### Q1. PET は何？

A1. **P**ositron **E**mission **T**omographyの略称で、放射性同位元素を用いた断層撮影法の一つです。ポジトロン（陽電子）CTとも呼ばれるように、陽電子を放出する放射性同位元素を被検者に投与し、体外から計測して検査します。

#### Q2. ポジトロンは何？

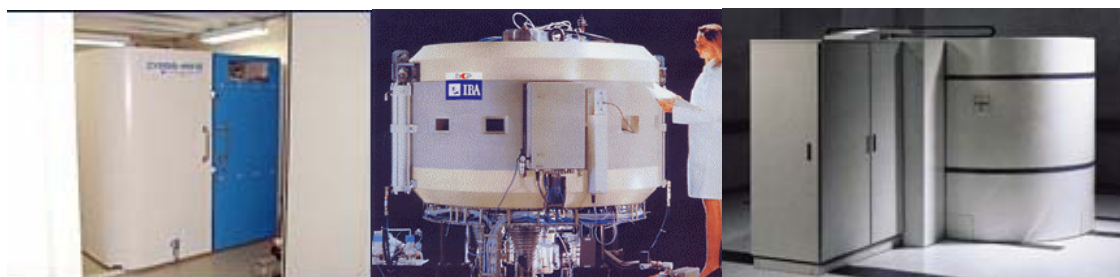
A2. 一般にいう電子は、マイナスの電荷を持っている陰電子を言います。これに対し、質量が同じでプラスの電荷を持っている電子を、ポジトロン（陽電子）と言っています。陽電子は陰電子と衝突すると消滅し、511keVの光子（消滅γ線）2個となって相反する方向に放出されます。



「PET 検査 Q&A (2003 年 3 月 5 刷)」より  
(日本核医学会、日本アイソトープ協会 発行)

#### Q3. サイクロトロンは何？

A3. サイクロトロンとは、放射性同位元素を製造する装置です。PET 製剤となる放射性同位元素は特に半減期が短いので、一般には病院内の専用施設で作られます。



出展：住友重機械工業※2

出展：JFE

出展：CMI



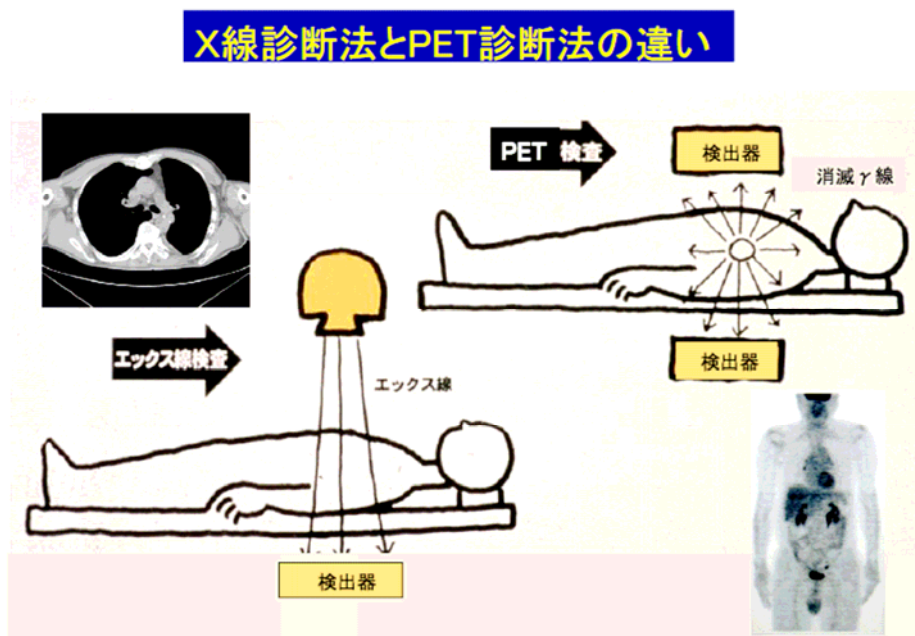
出展：GE 横河メディカルシステム※2

#### Q4. X線検査とどう違うの？

A4. X線検査は、X線発生装置により人工的に発生させた放射線を体外から照射して体内の様子を診断するもので、装置の電源が入っていないときにはX線を発生しません。従って、スイッチを切ると同時に発生していたX線は止まり出ていたX線もすぐに消滅してしまいます。

一方、PET検査は被検者にPET製剤を投与し、その分布状態を測定して診断するものです。PET製剤である放射性同位元素は、半減期は短いですが電源に関係なく放射線を放出しています。また、非密封の放射性同位元素化合物ですので、放射能汚染に対する配慮が必要です。

※2



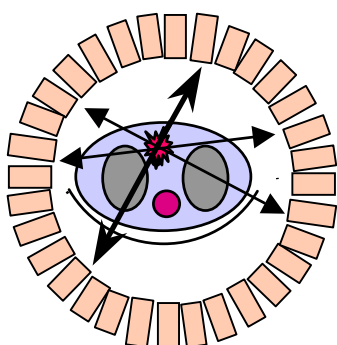
出展：GE 横河メディカルシステム※2

**Q5. ガンマカメラとPETは違うの？**

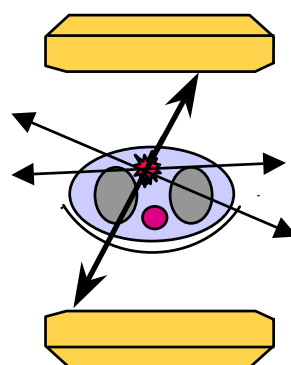
A5. 診療用放射性同位元素を人体に投与した検査であること、検出器にシンチレーション検出器を用いることは、共通しています。

ガンマカメラの検出器は1枚の円板状で、PET装置は、多数の小さな検出器がリング状になっています。ガンマカメラで得られる画像は、通常のX線撮影の画像のような、2次元的なRIの濃度分布です。PETで得られる画像は、X線CTのような、断層面のRIの濃度分布を表しています。

ガンマカメラで使用される主な核種とPETで使用される核種の半減期とエネルギーの違いを次表で示してみます。



PET(ポジトロンカメラ)



同時計数回路付ガンマカメラ

出展：東芝メディカルシステムズ※2

ガンマカメラ			PET		
核種	半減期	主な放出放射線のエネルギー	核種	半減期	主な放出放射線のエネルギー
$^{67}\text{Ga}$ ガリウム	3.26日	$\gamma$ : 0.093 0.185 0.300	$^{11}\text{C}$ 炭素	20.4分	$\beta^+$ : 0.960 → (消滅 $\gamma$ 線 : 0.511)
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ テクネチウム	6.01時間	$\gamma$ : 0.141	$^{13}\text{N}$ 窒素	9.97分	$\beta^+$ : 1.198 → (消滅 $\gamma$ 線 : 0.511)
$^{131}\text{I}$ ヨウ素	8.02日	$\beta^-$ : 0.606 $\gamma$ : 0.364	$^{15}\text{O}$ 酸素	2.04分	$\beta^+$ : 1.732 → (消滅 $\gamma$ 線 : 0.511)
$^{133}\text{Xe}$ セレン	5.24日	$\beta^-$ : 0.346 $\gamma$ : 0.081	$^{18}\text{F}$ フッ素	110分	$\beta^+$ : 0.633 → (消滅 $\gamma$ 線 : 0.511)

注1)「放射線のエネルギーの単位：MeV」

注2) PETで使用する核種から放出される放射線は、 $\beta^+$  (陽電子) 線ですが、 $\beta^+$ 線はすぐ消滅し、消滅 $\gamma$ 線が発生します。



**Q6. PETでどんな検査ができるの？ PETで使う専用薬剤は、どうやって準備するの？**

A6.  $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{18}\text{F}$ 等、生体の基本的構成元素や生理活性物質の構成元素を持つ診療用放射性同位元素を使えるという利点があります。

PETでは、脳・心筋・腎の血流、酸素摂取・消費、ブドウ糖消費を測定することによって、脳機能、心機能それに腫瘍検査を行います。

特に今 $^{18}\text{F}$ -FDGが腫瘍検査用診療用放射性同位元素として、注目されています。

$^{18}\text{F}$ -FDGは、 $^{18}\text{F}$ をブドウ糖に標識したもので、FDGはFluoro Deoxy Glucose：フルオロデオキシグルコースの略称です。悪性腫瘍やがん細胞はブドウ糖を貪欲に取り込む性質があります。この性質を利用して、 $^{18}\text{F}$ をブドウ糖につけ、これを被検者に投与して、検査します。

PET検査に使用する専用薬剤は、半減期が短いので、病院内で生成しています。小型サイクロトロンによって加速された陽子や重水素を標的核に衝突させ、必要なRIを生成します。生成したRIは化学的に合成され、診療用放射性同位元素になります。

その他、 $^{18}\text{F}$ のように比較的半減期が長い専用薬剤については、2005年9月より診療用放射性同位元素として、購入して使用できるようになりました。

※2

## PET検査のしくみ

1

ブドウ糖とボロン放出核種を合成したFDGを体内に注入します。



2

がん細胞は正常な細胞の3~8倍ものブドウ糖を摂取するため、がん細胞があれば、そこに注入されたFDGが集まります。



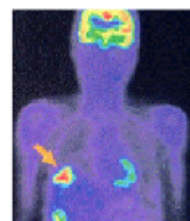
3

PET装置で全身を撮影。(約30分程度)検査中は横になっているだけです。



4

がん細胞があれば、他の細胞よりFDGが集中しているため、撮影された画像には、がん細胞が強調されて映しだされます。



名古屋放射線診断クリニック様 提供

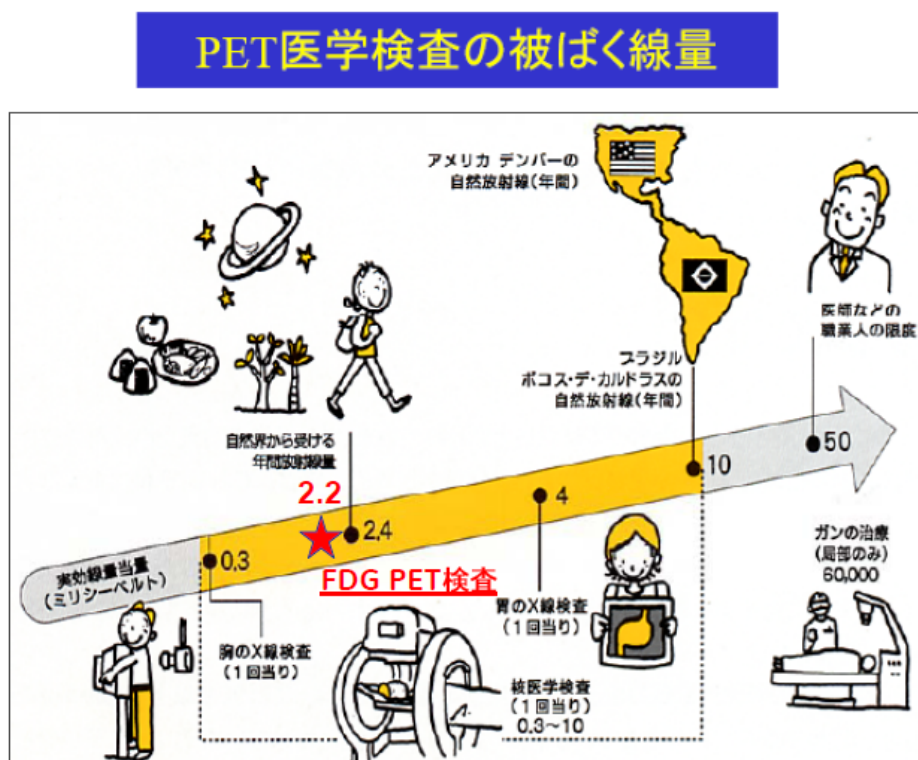
**Q7. PET検査は安全なの？**

A7.  $^{18}\text{F}$ -FDGを使用した場合の検査の場合ですが、被検者の被ばく線量は、1回当り約2.2 mSv(ミリシーベルト)とされています。この量は、年間の自然放射線による実効線量(2.4 mSv)と同程度です。

尚、 $^{18}\text{F}$ の消滅 $\gamma$ 線は透過力が強いので、PET検査に関わる病院職員の被ばくについても、注意を払う必要があります。

(新・放射線の人体への影響、平成11年5月、日本保健物理学会、日本アイソトープ協会編)

※3



核医学会編:核医学検査Q&A

**Q8. X線CTでは、ダメなの？**

A8. X線CTもPETも、人体の断層面の画像を得ています。X線CTは、人体によるX線の吸収のデータから、人体の密度(及び原子番号)の分布を求めており、形態的、解剖学的情報が得られます。

一方、PETは診療用放射性同位元素が人体中に集まる様子を測定しており、人体の機能的情報が得られます。

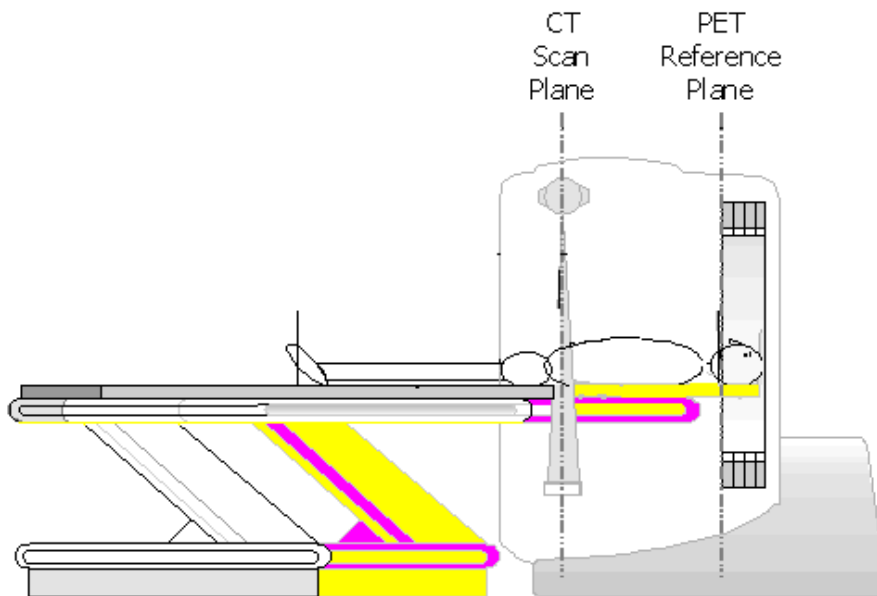
この様にX線CTでは得難い、例えば細胞レベルの疾患といったような情報をPETでは得ることが出来ます。

機能的情報：血液、代謝等

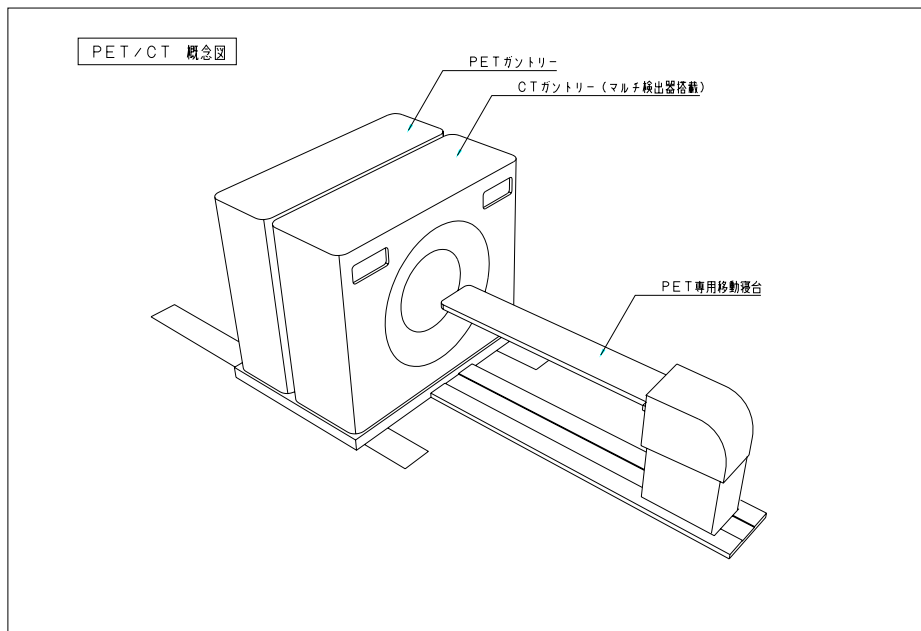
**Q9. PET-CTは何？**

A9. PET装置とX線CTが連結した装置です。

PET装置から得られる機能的情報（濃度分布）にX線CTから得られる解剖学的情報（密度分布）を時間差なく重ね合わせて見ることにより、診断上早期病巣の判断が出来るという相乗効果が期待されます。



出展：GE 横河メディカルシステム※2



出展：東芝メディカルシステムズ※2

## 2 申請許可

**Q10. 放射性同位元素等の届出・許可申請があるようですが、どのようなものがありますか？**

**A10.** 放射線の取り扱い施設に係る主管法律は、放射線障害防止法、医療法、労働安全衛生法（電離放射線障害防止規則）です。PET 検査施設では非密封 RI(PET 製剤)、密封 RI(PET 装置の校正線源)、放射線発生装置(サイクロトロンが有る場合)、エックス線装置(PET-CT 装置が有る場合)を取扱いますので、次の届出・許可（変更）申請の一部または全部が開設の規模に応じて必要になってきます。

1. 放射線障害防止法                    . . . 文部科学省
2. 医療法                                . . . 厚生労働省：保健所を通して知事（保健所を設置する政令指定都市にあつては、市長または区長）
3. 電離放射線障害防止規則 . . . 厚生労働省：労働基準監督署
4. 消防法                                . . . 総務省：消防署長

### ①文部科学省

- ・放射性同位元素・放射線発生装置の使用許可申請書(様式第一)  
又は許可使用に係る変更許可申請書(様式第九)
- ・密封されていない放射性同位元素(様式第一中別紙様式イ)
- ・密封された放射性同位元素(様式第一中別紙様式ロ)
- ・放射線発生装置(様式第一中別紙様式ハ)

様式のダウンロード：(日本アイソトープ協会)

<http://www.jrias.or.jp/index.cfm/6.0.102.82.html>

### ②保健所を通して知事(診療所であつて、保健所を設置する市又は特別区に所在する場合は市長又は区長)

- ・病院開設許可申請又は変更許可申請
- ・病院構造設備使用許可申請書
- ・診療用高エネルギー放射線発生装置備付届
- ・陽電子断層撮影診療用放射性同位元素備付届
- ・診療用放射線照射器具備付届
- ・エックス線装置備付届

様式のダウンロード：(東京都の例)

<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/list/sinsei.html>

### ③労働基準監督署

- ・建設物・機械等設置届(様式第 20 号)
- ・放射線装置摘要書(様式第 27 号)
- ・放射線装置室等摘要書(様式第 28 号)

様式のダウンロード：(大分県の例)

<http://www.oita-sanpo.jp/yosikishu.htm>

④消防署長

- ・消火活動に重大な支障を生ずるおそれのある物質貯蔵・取扱届出書

様式のダウンロード(名古屋市の例)：

<http://www.city.nagoya.jp/kurashi/todokede/shinsei/bousai/kasaiyobou/nagoya00004950.html>

**Q11. 許可までどのくらいの期間がかかるの？**

A11. 文部科学省で使用許可申請書が受理されてから許可証が発行されるまで約3ヶ月～4ヶ月、事前審査も含めると6ヶ月程度の期間は見えておいた方がよいでしょう。

**Q12. テナントでも PET 検査施設は設置できるの？**

A12. 放射線障害防止法、医療法に定められている施設基準を満足できるのであれば、PET 検査施設は設置できます。但し、テナント部分が事業所境界になりますので、しゃへい基準に注意してください。

**Q13. PET-CT 室の医療法での管理区域はどうなるの？**

A13. PET-CT 室では非密封 RI、密封 RI を使用するので放射線障害防止法における放射性同位元素使用室、医療法における陽電子診療室、診療用放射線照射器具使用室に該当します。また、エックス線装置を使用するのでエックス線診療室に該当します。エックス線診療室は通常は診療室の境界(隔壁)と管理区域の境界を兼用しますが、PET 検査施設では非密封 RI、密封 RI に係わる管理区域内にエックス線診療室が包含されるので、管理区域の境界は非密封 RI、密封 RI の管理区域の境界とします。

**Q14. PET 室の建物とは別に、サイクロトロン、ホットラボ室の建物を増築するが法的に問題ないの？**

A14. 製造に係わる施設と検査に係わる施設を別棟にすることに関しては法令には特に定められていません。  
但し、生成された放射性同位元素の運搬には事業所内運搬として事業所等における運搬の基準(放射線障害防止法施行規則第18条、医療法第30条の10)が定められていますので、これに従わなければなりません。

**Q15. PET 検査施設の工事に許可がいるの？**

**A15. ①工事資格**

PET 検査施設の建設に係わる工事資格として特に指定されたものは無く、一般の施設の建設と同様です。

**②着工時期**

**a. 新設**

許可が下りる前に着工は可能ですが、できるだけ早いうちに申請書や備付届を作成し、文部科学省や建設地の福祉保健総合センター(保健所)のヒアリングを受けることを奨めます。

**b. 増設**

同一事業所内に既存の放射性同位元素使用施設とは別に新たに施設を増設する場合(既存施設との建築上、設備上の接点が無い)は許可が下りる前に着工は可能ですが、できるだけ早いうちに申請書を作成し、文部科学省のヒアリングを受けることを奨めます。

また、この場合、既存施設が変更許可申請を行っている場合は、その許可が下りなければ次の変更申請は行えませんので、双方のスケジュールを刷り合わせることを忘れないでください。

**c. 改修(増設を含む)**

既存の放射性同位元素使用施設を改修又は増設して PET 検査施設を設ける場合は、放射線障害防止法においては許可使用に係わる変更許可を申請し、許可が下りてからではないと着工できません。

医療法も届出事項を変更しようとする場合は予め届出が必要です。

**Q16. 工事資格は何が必要なの？ 資格者が必要なの？**

**A16.** PET 検査施設の建設に係わる工事資格は一般の施設の建設に係わる工事資格と特に変更ありません。

**Q17. 許可申請は誰がやるの？**

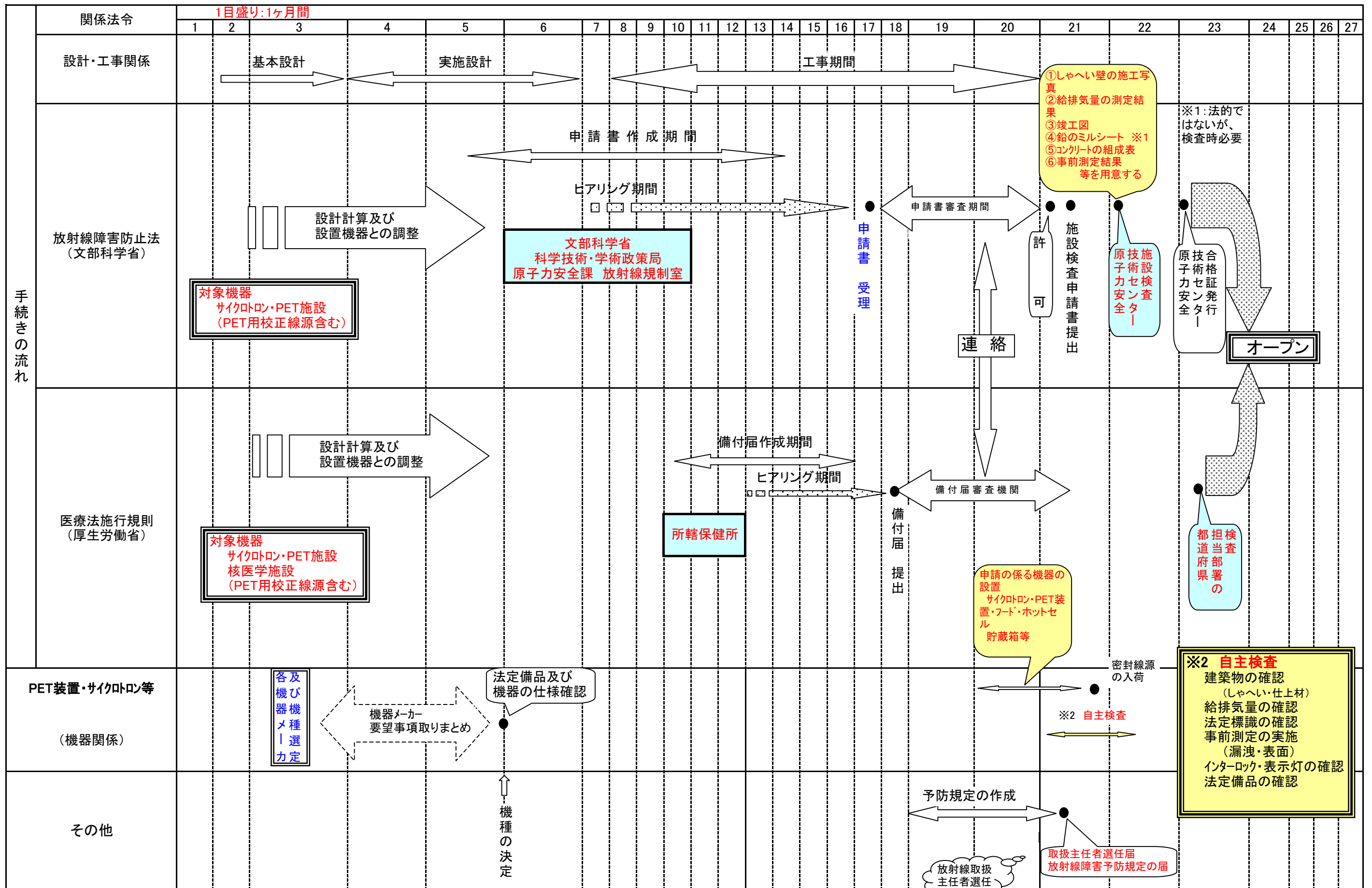
**A17.** 放射性同位元素又は放射線発生装置を使用しようとする者、即ち事業主です。

**Q18. 将来、PET、PET-CT 装置を増設する際にも同じ許可申請が必要なの？**

**A18.** 申請内容によります。将来の増設を見越して申請しており、その内容と相違無ければ必要ありません。

但し、PET-CT 装置の場合、設置後 10 日以内に「エックス線装置設置届」を最寄りの保健所に届け出なければなりません。また、届出と併せてエックス線診療室の漏洩放射線に関する測定結果の提出が要求される場合があります。

※2 表-1 新築の場合 PET・サイクロtron施設に係わる法的な手続(参考)



### 3. 建築

**Q19. PET 検査施設にはどのような部屋が必要なの？**

A19. サイクロトロン室、ホットラボ室(陽電子準備室)、無菌検査室(ホットラボ室で兼用可)(以上、サイクロトロンが有る場合)、処置室または投与室(陽電子診療室)、安静室(陽電子待機室)、PET 室(陽電子診療室)、PET-CT 室(陽電子診療室)、操作室、回復室、非密封 RI、密封 RI それぞれの貯蔵室(耐火性貯蔵箱で代替可)、廃棄物保管室、便所、シャワー室、汚染検査室、その他 RI 機械室(排気設備)、RI 排水処理室(排水設備)も必要です。(図 1 参照)

**Q20. 防護は必要なの？**

A20. PET 検査施設は非密封 RI、密封 RI、放射線発生装置(サイクロトロンがある場合)、及びエックス線装置(PET-CT がある場合)の使用施設であるため、管理区域内の人が常時立ち入る場所、管理区域の境界、事業所の境界における実効線量はそれぞれ放射線障害防止法、医療法で定められた実効線量限度 1mSv/週、1.3mSv/3 月、250  $\mu$  Sv/3 月以下に抑えるための防護が必要です。

**Q21. 防護の方法は？**

A21. 防護の基本は「時間」、「距離」、「しゃへい」です。  
「時間」は、放射性同位元素を投与された患者との接触時間を短くすること、放射性同位元素そのものとの接触時間を短くすることです。  
「距離」は、放射性同位元素を投与された患者と接触するとき、間隔をおくことです。  
「しゃへい」は、PET 施設の画壁をコンクリートや鉛等のしゃへい材で防護するほか、PET 製剤投与時にあつては、移動式鉛のしゃへい衝立で被検者との間を防護し、シリンジシールドや自動投与器で PET 製剤からの被ばくを軽減するようにすることです。

**Q22. コンクリートで防護できるの？**

A22. コンクリートの密度 2.1 以上のもので、必要な厚さを確保すれば構いません。コンクリート、鉄板、鉛板(鉛ブロック)、鉛ガラスといったしゃへい体が適当と考えられます。しゃへいの判定は、対象とする放射線源に対するしゃへい体の透過率と厚さによって決定されます。

**Q23. 防護はどこまでやるの？**

A23. 使用施設、貯蔵施設、廃棄施設それぞれを、常時立ち入る場所は 1 mSv / w 以下、管理区域境界は 1.3mSv / 3 月間以下、事業所の境界及び居住区域は 250  $\mu$  Sv / 3 月間以下、一般病室は 1.3mSv / 3 月間以下となるように防護計画を立ててください。



**Q24. 内装はどのようなものを使うの？**

A24. 法令では、使用施設のうち非密封 RI の作業室の内部の壁、床その他放射性同位元素によって汚染されるおそれのある部分は「突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ない構造」とし、それらの表面は「平滑であり、気体又は液体が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料で仕上げる」と定められており、これらの条件に適合するものであればよく、材料、施工方法は特に限定されていません。

床	事例 1：長尺シート溶接貼り工法で幅木まで巻き上げ
	事例 2：エポキシ樹脂塗床。幅木まで塗装仕上げ
壁	事例 1：コンクリート壁をモルタル仕上げ後、ビニルまたはエポキシ系合成樹脂塗装仕上げ
	事例 2：コンクリート壁に石膏ボード貼り後、ビニルクロス貼り仕上げ
天井	事例 1：石膏ボード貼り後、ビニルまたはエポキシ系合成樹脂塗装仕上げ
	事例 2：化粧ボード貼り後、目地コーキング仕上げ

**Q25. 貫通部分の防護処理は？**

A25. PET-CT,PET 共に、貫通部分の大きさ、場所、位置、使用条件により防護が必要になります。

サイクロトロンやホットラボ等その他の機器については、メーカーにお問合せください。

**Q26. 床ピットは必要なの？**

A26. 床ピットを設置しなければならないことはありませんが、サイクロトロンからホットラボ、ホットラボから PET 室の間は RI を移送するための配管や PET 室と操作室の間のケーブル類が多数あるためにピット内に収めたほうがいいでしょう。また、RI の移送配管は遮へいする必要がありますので、サイクロトロンからホットラボ、ホットラボから PET 室へ設置する吸入装置まで、ピット内に鉛などを敷き詰めたり、配管を鉛等で防護します。またピット内は、汚染防止塗装（エポキシ、防塵等）が必要です。

**Q27. 安静室（待機室、アップテイク室）は必要なの？**

A27. 医療法では、放射線診療従事者、投与前の受診者等の放射線被ばくを可能な限り少なくするために、投与後の受診者を陽電子断層撮影診療用放射性同位元素が分布するのに十分な時間待機させるための室である陽電子待機室の設置が規定されています。（規則第 30 条の 8 の 2 第 2 号）

**Q28. 回復室は必要なの？**

A28. 法令では定められていませんが、他の患者や付き添いの方等の被ばくを可能な限り少なくするために必要と考えます。

**Q29. 操作室は必要なの？**

A29. 必ずしも操作室を設置する必要はありませんが、PET 室又は PET-CT 室内においては操作できません。医療法では陽電子断層撮影診療用放射性同位元素使用室の室内には陽電子放射断層撮影装置を操作する場所を設けないことと定められています。(規則第 30 条の 8 の 2 第 6 号)

**Q30. 観察窓、扉の鉛当量は 2mm でいいの？**

A30. 観察窓や扉の遮蔽については、使用条件や仕様により異なりますので、対象箇所の実効線量限度が確保されるようにしなければなりませんので、一律いくつの値になるとは言い切れません。その都度計算により算出して下さい。  
一般的な例として、観察窓には PET 用鉛当量 2~3mm の鉛ガラス、扉には鉛厚 2~3mm を用いています。

**Q31. 観察窓が無くて、監視カメラだけでいいの？**

A31. 構いませんが、医療施設側と確認してください。

**Q32. サイクロトロン設置のスペースがないがどうするの？**

A32.  $^{18}\text{F}$  DG に限定されますが、製薬メーカーから販売されておりますので、これを利用されてはいかがでしょうか。

**Q33. 天井の岩綿吸音板は使用できるの？**

A33. 非密封 RI の作業室には使用できません。(Q24 の回答参照)  
また、非密封 RI の貯蔵室、保管廃棄設備も作業室に準じた仕様が望ましいと考えます。

**Q34. サイクロトロン、PET カメラ設置の床耐荷重は大丈夫？**

A34. サイクロトロンは、約 13 t から自己シールドタイプになると約 70 t になります。PET 装置は約 3 t です。単位面積あたりの重量は、相当な重量になりますので各メーカーと打ち合わせの上、計画してください。

**Q35. 防護は X 線、CT と同じ厚みで良いの？**

※2

A35. 下記の表から分かるように、必要な遮蔽の厚さは大分異なります。例えば、1/2000 になる鉛の厚さは、CT の X 線に対しては約 2mm (大幅に減衰した X 線に対しては約 3mm)、消滅  $\gamma$  線に対しては約 5cm です。

※2 C T X線及び消滅 $\gamma$ 線の透過率

		C T X線 120kV		$^{18}\text{F}$ 消滅 $\gamma$ 線 511keV
			*	
鉛	1 mm	$6.68 \times 10^{-3}$	$8.19 \times 10^{-2}$	$8.87 \times 10^{-1}$
	1.5mm	$1.76 \times 10^{-3}$	$2.34 \times 10^{-2}$	
	2 mm	$4.88 \times 10^{-4}$	$6.70 \times 10^{-3}$	$7.86 \times 10^{-1}$
	3 mm	$3.94 \times 10^{-5}$	$5.48 \times 10^{-4}$	$6.90 \times 10^{-1}$
	3.5mm	$1.10 \times 10^{-5}$	$1.57 \times 10^{-4}$	$6.46 \times 10^{-1}$
	5 mm		$3.67 \times 10^{-6}$	$5.26 \times 10^{-1}$
	7 mm		$2.46 \times 10^{-8}$	$3.97 \times 10^{-1}$
	1 cm		$1.35 \times 10^{-11}$	$2.57 \times 10^{-1}$
	2 cm		$1.82 \times 10^{-22}$	$5.67 \times 10^{-2}$
	3 cm		$2.46 \times 10^{-33}$	$1.19 \times 10^{-2}$
	4 cm		$3.32 \times 10^{-44}$	$2.44 \times 10^{-3}$
	5 cm		$4.49 \times 10^{-55}$	$4.94 \times 10^{-4}$
コンクリート	1 cm	$4.46 \times 10^{-1}$	$6.95 \times 10^{-1}$	
	5 cm	$6.82 \times 10^{-2}$	$1.63 \times 10^{-1}$	
	10 cm	$9.82 \times 10^{-3}$	$2.65 \times 10^{-2}$	$6.41 \times 10^{-1}$
	15 cm	$1.67 \times 10^{-3}$	$4.31 \times 10^{-3}$	$3.97 \times 10^{-1}$
	20 cm	$2.87 \times 10^{-4}$	$7.01 \times 10^{-4}$	$2.27 \times 10^{-1}$
	25 cm	$5.02 \times 10^{-5}$	$1.14 \times 10^{-4}$	$1.24 \times 10^{-1}$
	30 cm	$9.04 \times 10^{-6}$	$1.85 \times 10^{-5}$	$6.46 \times 10^{-2}$
	35 cm		$3.02 \times 10^{-6}$	$3.28 \times 10^{-2}$
	40 cm		$4.91 \times 10^{-7}$	$1.63 \times 10^{-2}$
	45 cm		$7.98 \times 10^{-8}$	$7.95 \times 10^{-3}$
50 cm		$1.30 \times 10^{-8}$	$3.82 \times 10^{-3}$	

\* : 大幅に減衰した広いビームのX線に対する透過率

- C T X線の透過率は、医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について(平成13年3月12日医薬発第188号、厚生労働省医薬局長通知)表2、表3及び表6の値を内挿したものです。
- $^{18}\text{F}$  消滅 $\gamma$ 線の透過率は、放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2000(財団法人・原子力安全技術センター)表6.4.3の値です。

**Q36. サイクロトン室、PET 室等の壁、スラブのしゃへい体の厚さは？  
必ずしも、壁と観察窓や扉とのしゃへい能力が同じでないのはなぜ？**

A36. PET 検査施設で行う検査の目的(診療のみか、研究も行うのか)、種類及び回数、サイクロトンや PET(-CT)カメラの種類により非密封 RI、密封 RI の使用条件(種類、数量、時間)、計算方法も異なります。  
また、同施設内のレイアウト、周囲の状況(事業所内の人が居住する区域や事業所の境界が近接している等)によっても異なりますので、一概に言えません。  
設計立案時に専門の業者に相談することをお奨めします。  
因みにサイクロトンについては自己しゃへいの有無で、隔壁のコンクリート厚は 60cm から 180cm と大きな開きがあります。  
例えば、X線ではコンクリート 10cm が概算で鉛 1mm に相当しますが、 $\gamma$ 線ではコンクリート 10cm がおよそ鉛で 3.6 mm、コンクリート 20cm は X線 で 2~3mm ですが、 $\gamma$ 線では鉛 11mm 強の厚さになります。  
一般には PET 室、PET-CT 室の隔壁はコンクリート 30cm 前後で、鉛厚で 20mm になります。鉛ガラスについても X線の鉛当量では通用せず、あくまで<sup>18</sup>F消滅 $\gamma$ 線の鉛当量になりますので、ご注意ください。

※2 PET 室 ( $\gamma$ 線) 遮蔽厚比較表

コンクリート (cm)	鉛 (cm)	鉄 (cm)
10.0	0.36	2.10
15.0	0.70	3.35
20.0	1.10	4.70
25.0	1.50	6.00
30.0	1.92	7.40
35.0	2.35	8.80
40.0	2.80	10.10
45.0	3.26	11.50
50.0	3.72	12.85
55.0	4.20	14.30
60.0	4.67	15.60

**Q37. 床はカーペット仕上げにできるの？**

A37. 非密封 RI の作業室については、床の表面材料が法令で定められた使用施設の基準(Q24 の回答参照)に適合する必要があると、カーペットの材質にもよりますが適しているとは考えられません。非密封 RI の貯蔵室、保管廃棄設備も同様です。  
非密封 RI の作業室以外の室については、万が一受診者の吐瀉(としゃ)物等により汚染した場合に取り除くことができ、カーペットを敷いた床へも浸透するおそれが無ければ問題ないと考えます。

**Q38. 操作室にフリーアクセスフロアは使えるの？**

A38. 非密封 RI の作業室の場合は、床の表面材料は法令で定められた使用施設の基準に適合する必要があります。操作室についてもこれに順じた表面材料であることが望ましいと考えますが、法令上は材料、施工方法は特に限定されていません。(Q24、Q37 の回答参照)



## 4. 設備

**Q39.** どのような特殊設備が必要なの？

**A39.** PET 検査施設には専用の空調・排気設備、排水設備、放射線管理設備などが必要です。概略について以下に記載します。

空調・排気設備	<p>① 空調設備は、RI 管理区域内の温湿度を最適に維持するための空気を供給する専用設備です。</p> <p>② PET 室などに空調設備の補助としてエアコンを設置する場合があります。この時には、ドレン排水が出るので RI 排水系統に接続しておく必要があります。</p> <p>③ 排気設備は、RI 管理区域内の空気をダクトで集合させ、排気浄化装置（プレ、HEPA フィルター）で浄化して大気へ放出する専用設備です。RI 管理区域内が負圧になるように制御しなければなりません。</p> <p>④ ホットラボ室（品質管理室も含む）の室内空気清浄度環境は、クラス 10, 000 以下に保てるよう必要設備を設置しなければなりません。また、放射性薬剤の合成を行うホットセル内は、クラス 100 以下にしなければなりません。</p>
排水設備	<p>① RI 管理区域内から出るトイレの汚水、手洗いや器具洗浄などの雑排水を排水管で集合させ、RI 排水設備（浄化槽、分配槽、貯留槽、希釈槽）で減衰、希釈して下水へ放流する専用設備です。</p> <p>② RI 排水設備の浄化槽、分配槽、貯留槽、希釈槽は、6 面点検ができるタンク式とします。</p>
放射線管理設備	<p>① 放射線モニタには、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ RI 管理区域内の空气中濃度と排気中濃度を監視するガスモニタ</li> <li>・ RI 排水設備の排水中濃度を監視する排水モニタ</li> <li>・ RI 管理区域から退出する際に汚染がないことを確認するハンドフットクロズモニタ</li> <li>・ RI 管理区域内で作業する人の被ばく監視するエリアモニタ</li> </ul> <p>などがあります。</p> <p>② 上記以外には、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ RI 管理区域に立ち入る人を規制・管理するための入退室システム</li> <li>・ 診療用放射性同位元素の使用・保管・廃棄を管理する RI 在庫管理システム</li> </ul> <p>などがあります。</p>
その他	<p>① 通信・連絡設備（含むナースコール）</p> <p>② 医療ガス設備</p> <p>③ サイクロトロン、PET 装置には冷却設備が必要。</p>

**Q40. PET 室に表示等が必要なのか？**

A40. PET 検査施設の各室には許可申請書又は届出に記載した室名とともに、法令で定められた標識を掲げる必要があります。また、サイクロترون室や PET-CT 室については自動表示灯の設置が義務付けられています。

また、PET(-CT)室においては、密封 RI による照射を行っている場合も、不用意な入室を防止するために何らかの表示するのが望ましいと考えます。なお、表示は必ずしも表示灯によるとは限りません。

上記以外に、放射線作業従事者、被検者の入室時に注意する点をまとめた「注意事項」を掲げます。

室名例	標 識		その他
	放射線障害防止法	医療法	
サイクロترون室	放射線発生装置使用室 放射性同位元素使用室		自動表示灯「照射中」 (サイクロترون照射中時)
ホットラボ室 (陽電子準備室)	放射性同位元素使用室	同左兼用	
処置室 (陽電子診療室)	放射性同位元素使用室	同左兼用	
待機室		陽電子待機室	
PET(-CT)室 (陽電子診療室)	放射性同位元素使用室	同左兼用 放射線管理区域※	自動表示灯「使用中」 (エックス線装置電源投入時)※
回復室			

※PET-CT 室は放射性同位元素使用室であるとともに、エックス線診療室でもあるため。

**Q41. 既設に RI 廃棄設備があるが、PET にはそのまま使えるのか？**

A41. PET 検査施設に必要な廃棄施設には保管廃棄設備、排気設備、排水設備があります。既に、診療用放射性同位元素の施設が有り、その一部を改修して PET 室を設ける場合は、既設の廃棄施設の能力の範囲内であれば共用できます。

但し、陽電子断層撮影用放射性同位元素又は陽電子断層撮影用放射性同位元素によって汚染された物(以下、「陽電子断層撮影用放射性同位元素等」という)についてのみ許される「保管廃棄設備に関する技術的基準を課さない」の摘要は難しくなります。因みに、摘要に当っては申請又は届出の際にその旨を併せて申請又は届け出る必要があります。また、陽電子断層撮影用放射性同位元素等のみを保管管理し、更に診療用放射性同位元素等の混入を防止し、又は付着しないよう封及び表示する等の措置が必要となります。

**Q42. 加速器のクーリングタワーの循環水配管は管理区域になるのか？**

※1,※2,※3

A42. 冷却塔のクーリングタワーの冷却水は熱交換器で仕切られていますので、放射化の恐れはありません。したがって、通常の排水として放流していただいて結構です。また、サイクロترون本体の冷却水など、サイクロترون室内で循環している水は、微量の放射化の可能性があります。管理区域内の配管内を循環しているため問題はありませぬ。

メンテナンス時に発生する廃液は、R I 排水として扱って下さい。

**Q43. 管理区域のモニタリングはどうするの？**

A43. PET 検査施設で取り扱う非密封 RI は、放射線のエネルギーが高く、且つ取扱量も多いため、不必要な被ばくを避け、放射線作業(又は診療)従事者が受ける外部被ばく線量をできるだけ抑えるためには放射線量率の常時監視は不可欠です。

特に、サイクロトロン室に隣接し、且つ非密封 RI の取扱量が多いホットラボ室、放射線作業(又は診療)従事者が常時存在する電源機械室及び操作室、非密封 RI を投与された被検者が集中する待機室などが対象となります。

また、非密封 RI による汚染の状況については汚染検査室、排気設備、排水設備が対象となります。

測定対象	設置場所	測定機器	設置理由
放射線量率	サイクロトロン室	高線量用 γ線エリアモニタ	自己しゃへい型ではないサイクロトロンの場合、入室時の線量率確認用。
	電源機械室	γ線エリアモニタ 中性子線エリアモニタ	サイクロトロン室に隣接し、放射線作業従事者が常時滞在する。
	ホットラボ室	γ線エリアモニタ (中性子線エリアモニタ)	サイクロトロン室に隣接し、非密封 RI の取扱量、頻度がともに多い。
	処置室	γ線エリアモニタ	非密封 RI の取扱量、頻度がともに多い。
	操作室	γ線エリアモニタ	放射線作業(又は診療)従事者が常時滞在する。
	待機室・回復室、 又はその周辺	γ線エリアモニタ	非密封 RI を投与された被検者が集中して存在する。
表面汚染	汚染検査室	ハンドフット クロズモニタ	管理区域から退出する際の手、足、衣服の表面汚染検査用。
排気中 RI 濃度	排気設備	γ線ガスモニタ	管理区域から排出される排気中の RI 濃度測定用
排水中 RI 濃度	排水設備	γ線水モニタ	管理区域から排出される排水中の RI 濃度測定用

**Q44. PET 検査施設の消火設備は？**

A44. 機器類が高額なためと汚染の拡大防止のために、スプリンクラーなどは設けずに、消火器対応とするよう所轄の消防署と打ち合わせしてください。



**Q45. サーベイメータはどこに置くの？**

A45. サーベイメータの用途は大別して表面汚染検査用、空間線量率測定用の 2 つです。まずは、管理区域から退室する際の表面汚染検査用として汚染検査室に置きます。それ以外では、非密封 RI の取扱量、頻度がともに多いホットラボ室、サイクロترون室に入室する際の空間線量率測定用として隣接する電源機械室など、身近な場所に置いた方がよいでしょう。

置き場所	サーベイメータの種類	用途
汚染検査室	NaI シンチレーション式、GM 管式	表面汚染検査用
ホットラボ室	NaI シンチレーション式	表面汚染検査用
	NaI シンチレーション式	空間線量率測定用
電源機械室	中性子線用、電離箱式	空間線量率測定用

**Q46. 空調は必要なの？**

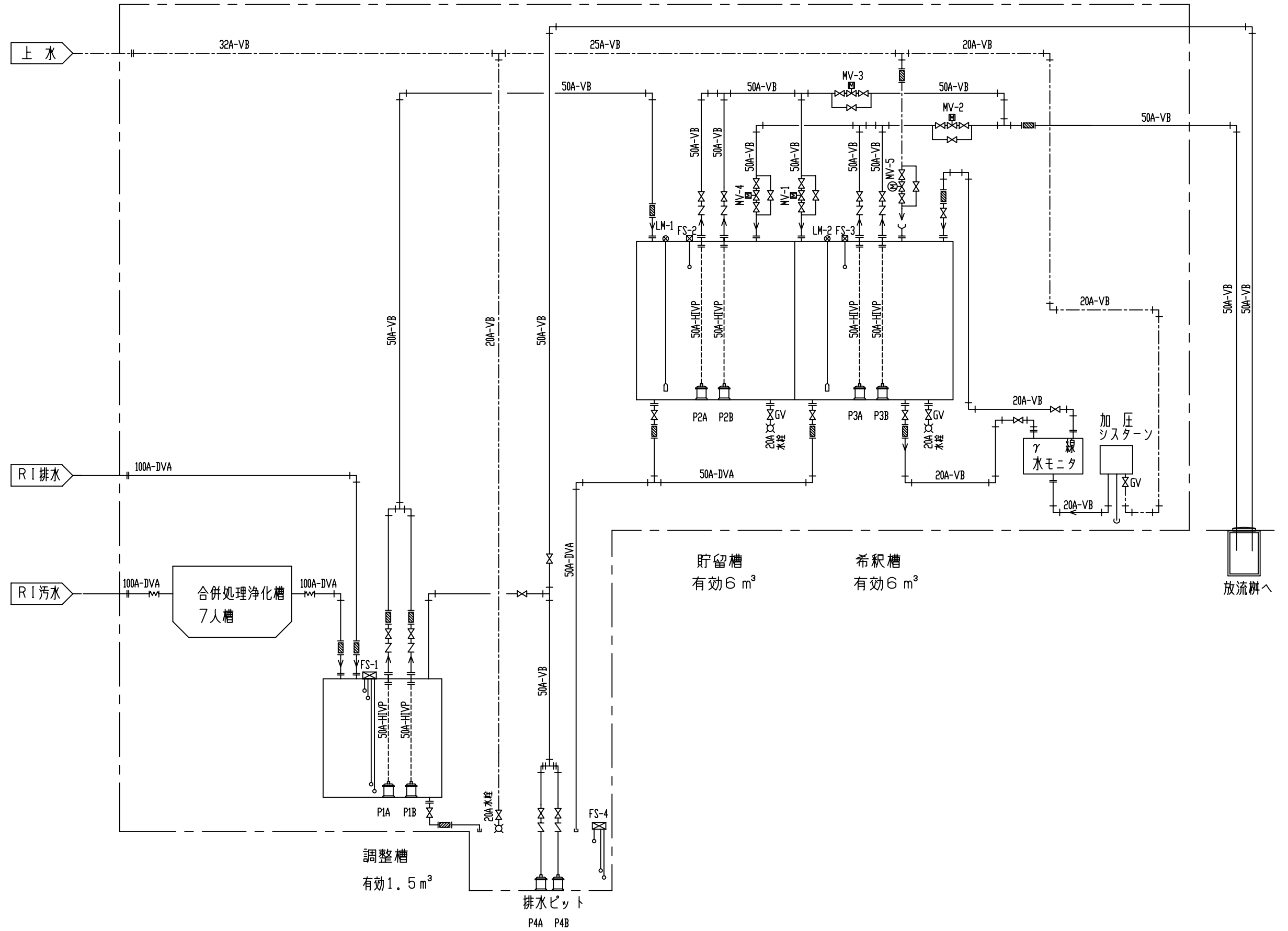
A46. 空气中放射能濃度を下げするために各部屋は排気されており、エアバランスを保つために給気設備は必要となります。また、検査を受ける人は検査衣など薄着であることと、機器の保護や発熱負荷を取るために空調は必要となります。

**Q47. 空調機の室外機は管理区域内に設置しなければならないの？**

A47. 管理区域内に設置する必要はありませんが、ルームクーラーなど管理区域内に設置されたものは、ドレン排水を RI 排水系に接続しておく必要があります。

RI 設備排水処理機器表

記号	機器名称
T-1	貯留槽 希釈槽
T-2	調整槽
J-1	浄化槽
P1A, B	移送ポンプ
P2A, B	移送・放流ポンプ
P3A, B	放流・移送ポンプ
P4A, B	排水ビットポンプ
MV 1~4	電動弁
MV 5	電動弁
LM 1~2	水位計
FS 1	フロートスイッチ
FS 2~3	フロートスイッチ
FS 4	フロートスイッチ
RIOP-2	RI排水処理能力制御盤



※ 2 図面-2 PET施設用排水処理設備図

## 5. 人(被ばく)

### Q48. 従事者の被ばくは？

A48. 放射線障害防止法、医療法における放射線施設と同様、放射線測定器具(ガラスバッジ、ルクセルバッジ、個人線量計、等)を用いて測定します。また、見学者用としてポケット線量計等の個人線量計も準備しておくことが望ましいと考えます。

### Q49. 管理事務(受付)担当者の被ばくは？

A49. 管理区域に立ち入る、立ち入らないに拘らず、放射性同位元素を投与された受診者と接触する機会が多く、外部放射線量が高くなる可能性があるならば個人線量計等を携帯させるのが望ましいと考えます。

### Q50. 被ばくを避けるために動線を分ける必要があるの？

A50. 放射線作業(又は診療)従事者の放射線被ばくを可能な限り少なくするため、できるだけ従事者と受診者の動線とは分けた方が望ましいと考えます。参考例として図 1 を掲載します。

### Q51. サイクロトロン設置について、地域住民に誰が説明するの？

A51. 地域住民に説明するかどうかについては当該事業所が地域住民と取り交わしている契約内容により、また、説明に当る者は原則としてその契約者と考えられます。

### Q52. PET 検査施設の出入りの管理はどのようにするの？

A52. 放射線障害防止法で定める使用者の義務の中に「管理区域への入退室管理」はありませんが、管理区域に立ち入る者及び取扱業務に従事する者に対する義務は定められています。従って、管理者は管理区域に立ち入る者を常に把握しておく必要があります。また、平成 13 年には文部科学省から「放射性同位元素の適切な保管管理の徹底に関する通知について」が各事業所へ通知され、「管理区域への入退室管理の徹底」が指示されました。

以上から、受診者を除く管理区域に立ち入る者は管理区域へ入室した際に、入室・退室の日時と氏名、主な行先を記録する必要があります。また、一時立入者については個人線量計を携帯させ、在域時間中の線量も併せて記録します。