

「PET施設のQ & A」作成にあたって - その3 -

(社)日本画像医療システム工業会 標準化部会
サイト設備設計グループ

森 智

目 次

3. 建築

- Q19. PET検査施設にはどのような部屋が必要なの？
Q20. 防護は必要なの？
Q21. 防護の方法は？
Q22. コンクリートで防護できるの？
Q23. 防護はどこまでやるの？
Q24. 内装はどのようなものを使うの？
Q25. 貫通部分の防護処理は？
Q26. 床ピットは必要なの？
Q27. 安静室(待機室, アップテイク室)は必要なの？
Q28. 回復室は必要なの？
Q29. 操作室は必要なの？
Q30. 観察窓, 扉の鉛当量は2mmでいいの？
Q31. 観察窓がなくて, 監視カメラだけでいいの？
Q32. サイクロトロン設置のスペースがないがどうするの？
Q33. 天井の岩綿吸音板は使用できるの？
Q34. サイクロトロン, PETカメラ設置の床耐荷重は大丈夫？
Q35. 防護はX線, CTと同じ厚みでいいの？
Q36. サイクロトロン室, PET室等の壁, スラブの遮蔽体の厚さは？
Q37. 床はカーペット仕上げにできるの？
Q38. 操作室にフリーアクセスフロアは使えるの？

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, サイクロトロンがある場合), 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(Fig. 9参照).

- 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X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 μ 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」, 「遮蔽」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.
「遮蔽」は, PET施設の画壁をコンクリートや鉛等の遮蔽材で防護するほか, PET製剤投与時にあっては, 移動式鉛の遮蔽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が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), 鉛ガラスといった遮蔽体が適当と考えられます. 遮蔽の判定は, 対象とする放射線源に対する遮蔽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1mSv/週以下, 管理区域境界

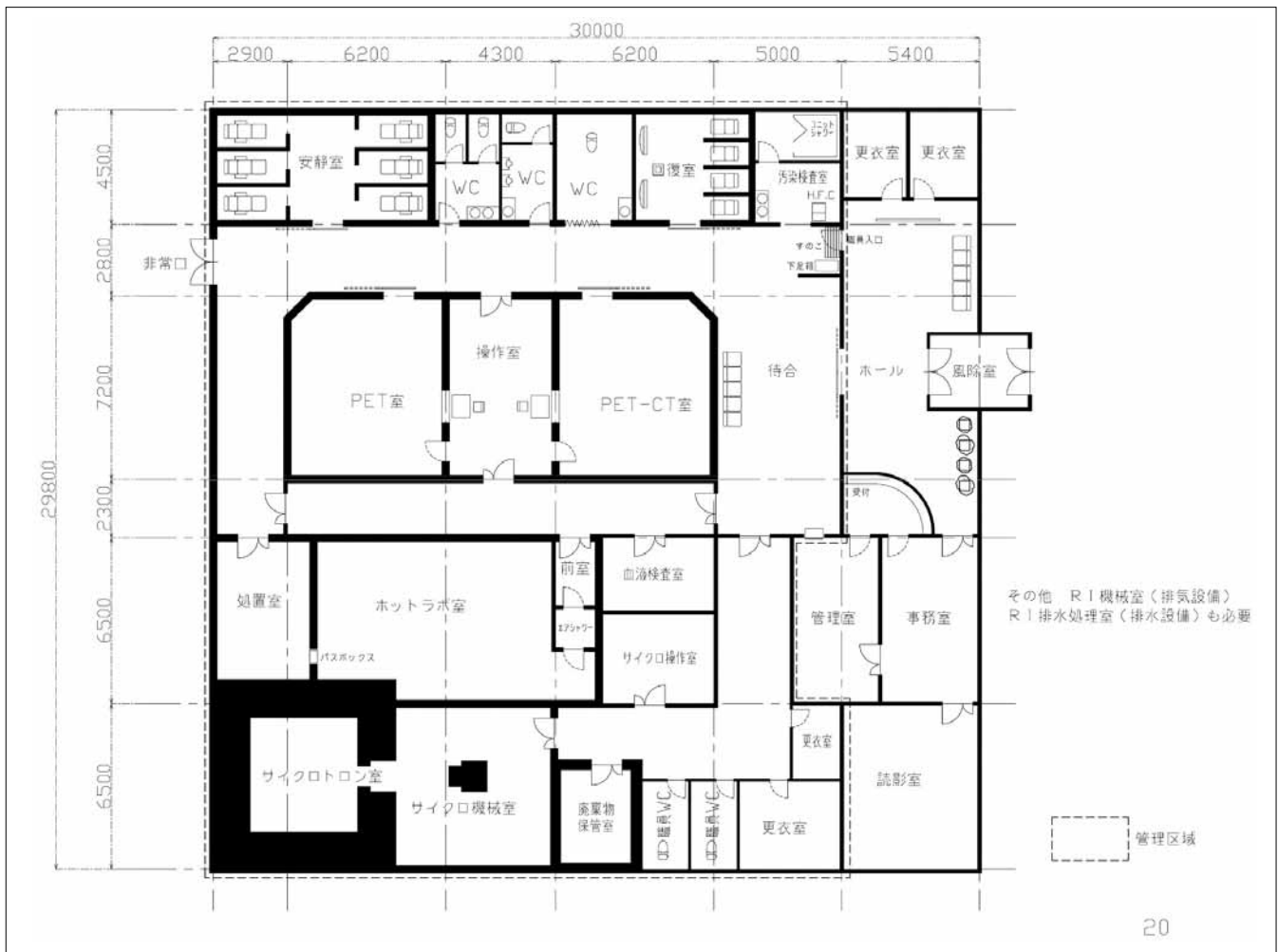


Fig. 9 建築平面図

は1.3mSv/3月以下，事業所の境界及び居住区域は250 μ Sv/3月以下，一般病室は1.3mSv/3月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(Table 2)．

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の移送配管は遮蔽する必要がありますので，サイクロ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

Table 2 内装の材料, 施工方法

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

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部屋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室または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。一律いくつの値になるとは言い切れませんのでその都度計算により算出してください。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. 観察窓がなくて, 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. ¹⁸FDDGに限定されますが, 製薬メーカーから販売されておりまして, 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13tから自己シールドタイプになると約70tになります。PET装置は約3t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と同じ厚みでいいの?

A35. Table 3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γ線に対しては約5cmです。

Q36. サイクロトロン室, PET室等の壁, スラブの遮蔽体の厚さは?

必ずしも, 壁と観察窓や扉との遮蔽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, サイクロトロンや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。

因みにサイクロトロンについては自己遮蔽の有無で, 隔壁のコンクリート厚は60cmから180cm

Table 3 CT X線及び消滅 γ 線の透過率

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

*: 大幅に減衰した広いビームのX線に対する透過率

・CT 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}F 消滅 γ 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。

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、 γ 線ではコンクリート10cmがおおよそ鉛で3.5mm、コンクリート20cmはX線で2~3mmですが、 γ 線では鉛10mm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 ^{18}F 消滅 γ 線の鉛当量になりますので、ご注意ください(Table 4)。

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ため、カーペットの材

Table 4 PET室 γ 線遮蔽厚比較表

コンクリート(cm)	鉛(cm)	鉄(cm)
10	0.4	2.1
15	0.8	3.4
20	1.1	4.8
25	1.5	6.1
30	2.0	7.5
35	2.4	8.8
40	2.8	10.2
45	3.3	11.6
50	3.8	13.0
55	4.2	14.3
60	4.7	15.7

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の作業室以外の部屋については、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ないと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)(Fig. 9)。