

2. PET-CT 検査における職業被ばく低減のための 空間放射線量率マップ作成

加古川西市民病院 放射線室 都倉 真典 大橋 明峰 栗山 由紀治

【要旨】

Positron emission tomography - computed tomography (以下、PET-CT) 検査において医療従事者側の職業被ばくは避けられないところである。そこで管理区域内の各部屋における空間線量率の分布を測定してマップを作成し、被ばく低減のための行動指標とすることにした。

本来ならば Fluodeoxyglucose (^{18}F) (以下、 ^{18}F -FDG) (半減期 110 分) を投与した患者での実測が望ましい。しかし半減期が短く測定が困難であるため、 ^{68}Ge - ^{68}Ga 校正用プールファントム (半減期 271 日) を用いた。患者対応時を想定してファントムを設置し、各部屋内に測定点を定め、サーベイメータで測定した。

作成したマップにより検査時の被ばく低減に努め、教育訓練等に役立てる。

【目的】

レントゲンやその他の X 線発生装置と異なり、PET-CT 検査では薬剤を投与した患者から常に放射線が放出されるので、PET-CT 検査において医療スタッフ側の職業被ばくは避けられない。ただし患者と医療スタッフの動きや位置関係によって被ばく量が増減する。そこで管理区域内の各部屋における空間線量率を測定して空間線量率分布マップを作成し、被ばく低減のための行動指標とすることにした。

【材料】

- ・ ^{68}Ge - ^{68}Ga 校正用プールファントム

校正線量： 45.73 MBq

校正日時： 2013/06/03 12:00

半径： 100.0 mm

半減期： 271 日

測定時の放射能：

(PET-CT 検査室) 2014/10/04 17:30 13.11 MBq

(処置室) 2014/10/04 20:00 13.10 MBq

- ・ サーベイメータ (ALOKA γ SURVEY METER)

型番： TCS-172B R01042

校正日： 2014/03/20

校正線源： ^{137}Cs

校正定数： 1.0

時定数： 10 秒

【方法】

^{18}F -FDG を投与した患者での実測が望ましいが、半減期が 110 分と短く測定が困難である。校正用プールファントムでは ^{18}F -FDG と同じく、511 keV の γ 線が放出されるので代わりに用いる事ができる。また半減期が 271 日と長いので測定時の時間経過による影響を受けない。

測定場所は撮影を行う PET-CT 検査室と、患者に ^{18}F -FDG 投与を行う処置室とする。

室内に測定点を定めて各点をサーベイメータで測定する。測定間隔はファントム位置を基準に 50 cm 間隔、離れた位置では 100 cm 間隔とした。測定する高さはおよそスタッフが個人線量計を装着する胸の高さとなる 120cm とした。時定数は 10 秒とし、測定時間は時定数の 3 倍である 30 秒とした。

PET-CT 検査室では寝台にファントムを設置した (図 1)。CT および PET 装置 (ガントリ) の位置はホームポジション (初期位置) とした。処置室では患者用椅子にファントムを設置した (図 2)。

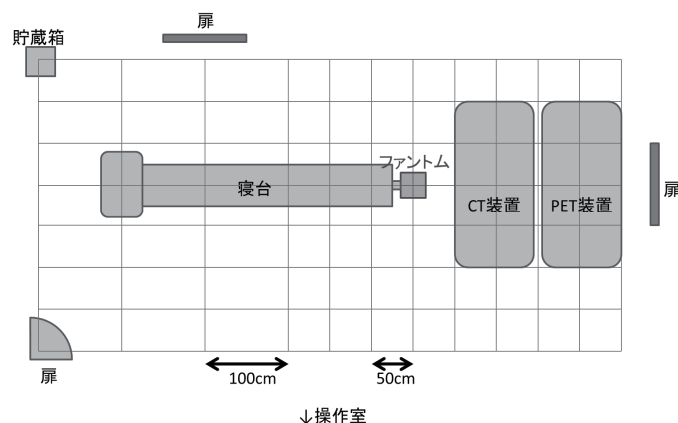


図 1 : PET-CT 検査室配置

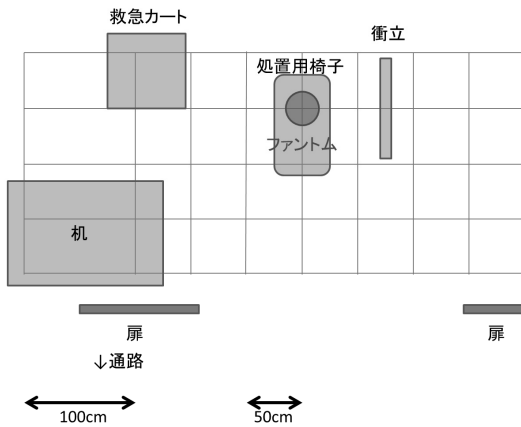


図 2 : 処置室配置

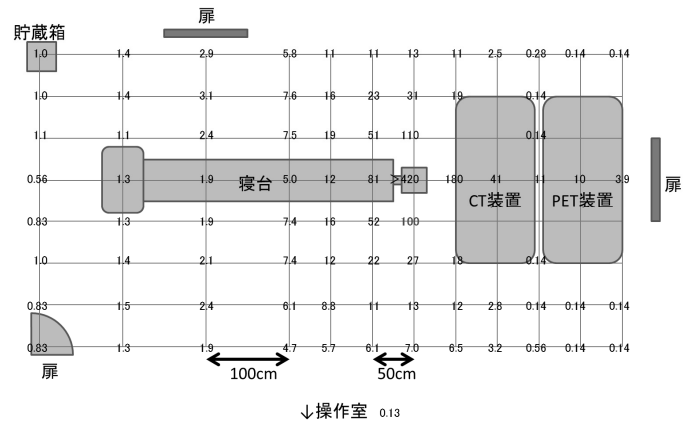


図 4 : PET-CT 検査室測定結果 [%]

【結果】

① PET-CT 検査室

測定結果を図 3 に示す。ファントム位置での測定値はサーベイメータの上限である $30 \mu\text{Sv/h}$ を超えてしまった。検査時のスタッフの立ち位置でもある寝台横の点、 $7.30 \mu\text{Sv/h}$ の点を基準として、各点の比率を表す (図 4)。バックグラウンドは $0.11 \mu\text{Sv/h}$ であった。ガントリの影では寝台側に比べて数値が低くなった。検査室内の測定点ではガントリの影が最も低くなった ($0.12 \mu\text{Sv/h}$)。

② 処置室

測定結果を図 5 に示す。こちらではファントムの位置での数値が測定できており、これを基準に各点の比率を表す (図 6)。バックグラウンドは $0.11 \mu\text{Sv/h}$ であった。衝立の影では値が小さくなっており、ファントム位置から同じ距離の反対側の点と比べても 10 分の 1 以下 (衝立側: 2.3 %, 反対側: 35 %) となった。処置室内の測定点では衝立の影が最も低くなった ($2.1 \mu\text{Sv/h}$)。

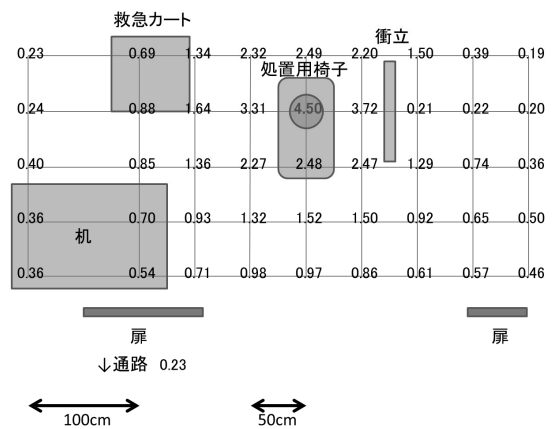


図 5 : 処置室測定結果 [$\mu\text{Sv/h}$]

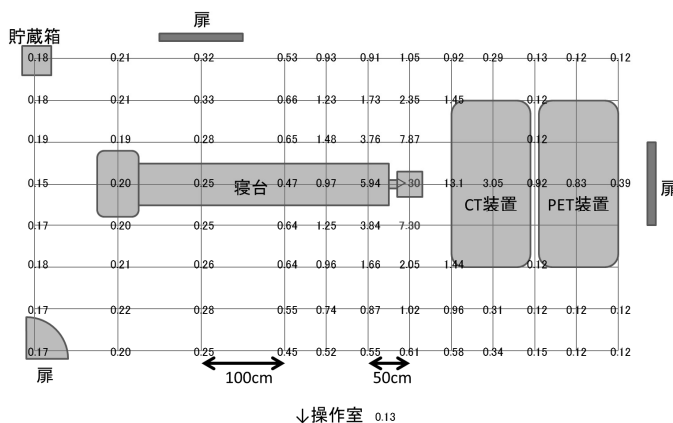


図 3 : PET-CT 検査室測定結果 [$\mu\text{Sv/h}$]

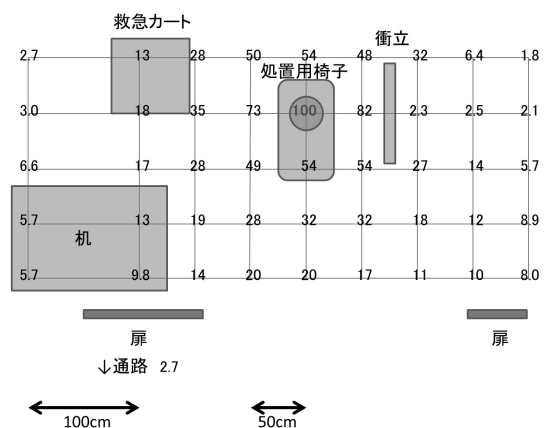


図 6 : 処置室測定結果 [%]

【考察】

① PET-CT 検査室

ファントム位置から基準位置、更にはその延長線上の点に注目すると被ばく低減の基本でもある距離の逆二乗則のとおり、距離が 2 倍 (1m) で約 1/4 (27 %)、3 倍 (1m50cm) で約 1/9 (13 %) となった。PET 被検者からの外部被ばく線量率測定では人体投与でも距離

(50cm から 2m まで) が離れれば逆二乗則が成り立ち利用できる¹⁾。近接して患者に対応する場合でも 50cm、およそ一歩分離れるように努めると被ばくを低減できる。近接する必要のない場合はガントリの影に位置するのも有効である。

② 処置室

衝立による防護効果が認められる。511keV の γ 線の鉛の半価層は 4.1mm で遮蔽が困難であり、衝立で防護できる範囲も限られる。被ばく低減だけを考慮すればスタッフは衝立の影に位置するのが望ましいが、¹⁸F-FDG 投与時には患者への対応や状態を観察する必要があるので、距離をとることでも対応する。

【結論】

ガントリや衝立といった遮蔽物が被ばく低減に有効であったが、およそ一歩分の距離をとるだけでも効果があった。

今回の結果から線量率分布が目に見える形となり、PET-CT 検査に不慣れな立ち入り者にもわかりやすく示すことができる。また、日常業務においても被ばく低減のための行動「一歩離れる」ということを心掛ける指標とすることができた。

【文献】

1) 金谷信一「被曝管理」(日下部きよ子『必携! がん診療のための PET/CT—読影までの完全ガイド—』第 1 版) 金原出版株式会社(2006) 69-71 頁

【Keyword】

PET-CT、職業被ばく、空間線量率