原著論文

ポケット線量計の基礎的検討

Fundamental Consideration of Electronic Pocket Dosimeter

越智　隆浩
Takahiro Ochi

NHO　旭川医療センター　診療放射線科
Department of Radiology, Asahikawa Medical Center, NHO

要　　旨

X（γ）線を対象としたモデルとγ（X）線を対象としたモデルの２種類について携帯電話を含めた強い電波を発する８種類の電子機器が電子ポケット線量計に及ぼす影響について調べた。今回対象とした８種類の電子機器のうち７種類の電子機器の影響で磁気シールドが施されていない電子ポケット線量計が誤計数を起こすことを確認した。

また、光子エネルギーが662KeVの^{137}Csの放射線場と、病院における放射線検査で使用される透視電圧が60KVでのX線の放射線場において２種類のモデルの動作状況を調べた。γ（X）線を対象としたモデルを透視電圧が60KVでのX線の放射線場で使用することは計測値が安定しない。一方、２種類のモデルを^{137}Csの放射線場で使用したときは、計測値のばらつきが少ないため、計測値の差を校正定数として用いることができると考えた。

キーワード：電子ポケット線量計、^{137}Cs、X線、電子機器

背景及び目的

電子ポケット線量計（Electronic Pocket Dosimeter：以下、EPD）は放射線作業従事者が放射線場に立ち入る場合に衣服等に取り付け、個人の被ばく線量を測定する器具である。

EPDは測定対象の核種や放射線に対応した数種類の機種がある。電源を入れると被ばく線量の計測が始まるので取扱いが簡便であり、放射線作業終了時には作業者の被ばく線量を即座に確認することが出来るなど利点が多い。

EPDは電界や磁場の強い場所での使用を避けることや、強い電波を使用する機器の近くでは誤計数をおこすことがあるため十分な注意が必要である。

実際にEPDと携帯電話を一緒に胸ポケットに入れ測定値が異常に高い値を示したとの報告を東北地方の震災現場に出動した医療班からの報告を受けた経験がある。今までもEPDと携帯電話との関係についての

越智　隆浩　　NHO旭川医療センター診療放射線科
〒070-8644 北海道旭川市花咲町７丁目4048番地
Phone: 0166-51-3161, Fax: 0166-53-9184　　E mail: tochi@asahikawa. hosp. go. jp

報告は幾つか見られた。

しかし、強い電波を使用する機器は携帯電話だけではなく、普段の生活の中に数多存在する。そこで携帯電話を含めた数種類の強い電波を使用する機器が及ぼす EPD への影響について検証を行った。

対象及び方法

今回は数種類の EPD について特性や構造を比較調査した。また、携帯電話も含め、強い電波を使用する機器が及ぼす EPD への影響について検証を行い、適切な使用方法を検討した。

使用機器は、EPD として日立アロカメディカル社製マイドーズミニを使用した。γ（x）線用モデルとして PDM-102 、PDM-112、PDM-122 を使用した。またX（γ）線用モデルとして PDM-107、PDM-117 を用いた。一方、通信機器として DoCoMo、KDDI 及び Softbank 社製携帯端末、NEC 社製 PHS 端末、イーモバイル社製携帯無線機、ゲートタイプ RFID 機器、電子レンジ、カーナビゲーションシステムを使用した。PDM-102 、PDM-112、PDM-122 、PDM-107、PDM-117 の 5 種類の EPD と DoCoMo、KDDI 及び Softbank 社製携帯端末、NEC 社製 PHS 端末、イーモバイル社製携帯無線機、ゲートタイプ RFID 機器、電子レンジ、カーナビゲーションシステムの 8 種類の電子機器を組み合わせ、計測値の変化の出現状況を調べた。EPD と電子機器を同一直線上に置き、EPD を基点とした。EPD と電子機器を近づけ、計測値の変化を確認したのち EPD と電子機器を離して行き、計測値の変化がみられなくなった地点と基点の距離を計測した。電子レンジについては EPD の位置を予めドアパネルの高さに置き、出力を 500 ワットに設定し加熱処理中に計測を行った。電子レンジを基点とし EPD と電子レンジを近づけ、計測値の変化を確認したのち EPD を離して行き、計測値の変化がみられなくなった地点と基点の距離を計測した。Figure.1 に EPD と電子機器の計測状況を示す。

次に密封小線源の光子エネルギーが 662KeV の ^{137}Cs の放射線場で、PDM-112、PDM-122、及び PDM-117 を用い、EPD と線源の距離が同一となるために線源に対し、Figure.2 に示すとおり EPD が円弧を描くよう配置し計測値の比較を行った。計測時間は 1 分後、3 分後、5 分後、10 分後、30 分後と経時的に計測を行った。

また PDM-112、PDM-122、及び PDM-117 を使い、透視電圧が 60KV での X 線を 30 秒間照射し、計測値の比較を行った。

最後に計測値が変化した EPD について電磁波の影響を受けている部分を調べるために Figure.3 に示すように EPD を等間隔に 3 分割した。3 分割した部分を予め電波を遮断することを確かめたシートで順番に覆い、覆った位置をクリップ部から a、b、c とした。a、b、c それぞれにシートを巻き、電子機器を近づけ計測値の変化の有無を調べた。

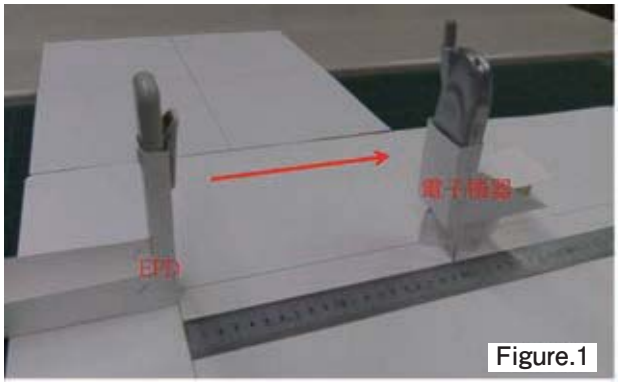

Figure.1

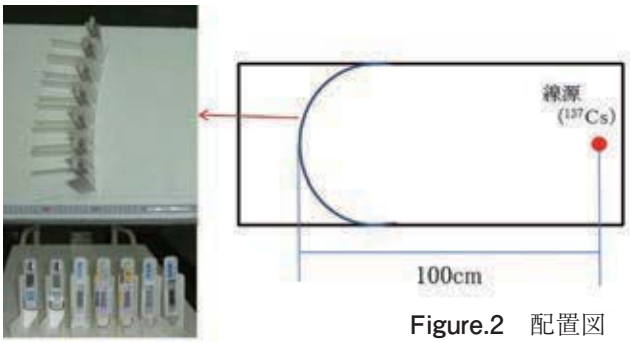

Figure.2　配置図

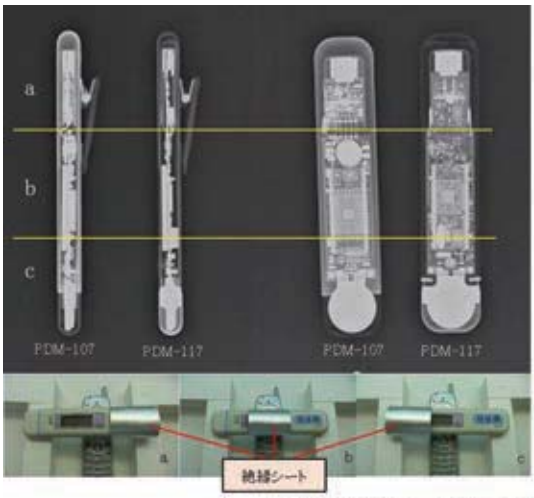

Figure.3　EPD に絶縁シートを覆った様子

結　果

誤作動の出現状況を Table.1 及び Table.2 に示す。PDM-102 及び PDM-107 と各社の携帯電話機、NEC 社製 PHS 端末、イーモバイル社製携帯無線機、ゲートタイプ RFID 機器、電子レンジの組み合わせで異常に高い読み値を示した。一方、モデル PDM-112、PDM-117 及び PDM-122 はどの機器との組み合わせでは読み値は 0 であった。また、誤計測発現距離は携帯端末と比較し NEC 社製 PHS 端末、イーモバイル社製携帯無線機、ゲートタイプ RFID 機器、電子レンジが長くなり最短距離は Softbank 社製携帯端末の 3cm、最長距離は NEC 社製 PHS 端末で 33cm となった。

^{137}Cs の放射線場では PDM-112 及び PDM-122 と PDM-117 の計測値は Figure.4 に示すように有意な差が有り、それぞれを 1 群と 2 群に分け、1 群と 2 群の計測値の差は数回測定しても約 60％の差であった。

Table.3 より、60KV での X 線場では PDM-112 及び PDM-122 の計測値は安定せず、PDM-117 の計測値と比較し PDM-112 及び PDM-122 の計測値は低い値を示した。

電磁波の影響を受けている部分を調べた結果、計測値が変化した EPD は PDM-102 及び PDM-107 であったが、この 2 種類の EPD について c の部分に絶縁シートを巻いた場合は計測値の変化はみられなかった。

考　察

Table.1 に示すように誤計数を起こした PDM-102 及び PDM-107 は PDM-112、PDM-117 及び PDM-122 の先行機種にあたり、電波の影響を受けないように磁気シールドが施されていない。

今回の実験で、この 2 種類の EPD について c の部分に絶縁シートを巻いたときにのみ計測値の変化はみられなかった。出路氏[4] らは今回の実験の大よその位置の a,c の部分に電磁感受性が高いと報告をしているが、今回の検証では a の部分には影響が見られなかった。しかし、c の部分については同様な結果である。出路氏[4] らの報告のように c の部分は電子回路の基盤となっているためであり、電磁シールドを施されていないモデルでは c の部分に絶縁シートを巻く事は有用であると考えた。

Table.1　誤計数の発現状況

	Docomo社携帯端末	SoftBank社携帯端末	KDDI社携帯端末	NEC社製PHS端末	イー・モバイル社製携帯無線機	電子レンジ	ゲートタイプRFID機器	カーナビゲーター
PDM-102	○	○	○	○	○	○	○	×
PDM-107	○	○	○	○	○	○	○	×
PDM-112	×	×	×	×	×	×	×	×
PDM-117	×	×	×	×	×	×	×	×
PDM-122	×	×	×	×	×	×	×	×

影響あり：●　　影響なし：×

Table.3　60KV の透視電圧の X 線を 30 秒間照射したときの計測値（μSv）

	計測時間(30sec)	
形式	1回目	2回目
PDM-112No1	6	9
PDM-112No2	3	13
PDM-117No1	75	76
PDM-117No2	74	75
PDM-122No1	9	6
PDM-122No2	3	11

Table.2　電子機器の影響があった EPD の誤計測発現状況

PDM－102	EPDの測定方向		PDM－107	EPDの測定方向	
機器の種類	Front	Back	機器の種類	Front	Back
docomo社製携帯端末	有り(5cm)	有り(15cm)	docomo社製携帯端末	有り(6cm)	有り(12cm)
softbank社製携帯端末	有り(3cm)	有り(5cm)	softbank社製携帯端末	変化なし	有り(5cm)
KDDI社製携帯端末	有り(7cm)	有り(11cm)	KDDI社製携帯端末	有り(8cm)	有り(12cm)
NEC社製PHS	有り(27cm)	有り(33cm)	NEC社製PHS	有り(23cm)	有り(30cm)
Emobile社製携帯型無線機	有り(25cm)	有り(30cm)	Emobile社製携帯型無線機	有り(20cm)	有り(26cm)
panasonic社製電子レンジ	有り(20cm)	有り(22cm)	panasonic社製電子レンジ	有り(15cm)	有り(18cm)
ゲートタイプRFID機器	有り(20cm)	有り(20cm)	ゲートタイプRFID機器	有り(20cm)	有り(20cm)

有り：影響あり　　変化なし：影響なし

形式	計測時間(min) 1	3	5	10	30	some day 30min	some day 30min
PDM-112No1	2	7	13	26	78	86	91
PDM-112No2	2	8	13	27	78	86	90
PDM-117No1	1	4	8	16	50	54	53
PDM-117No2	1	4	8	16	50	55	54
PDM-122No1	2	8	13	28	83	88	93
PDM -122No2	2	8	13	27	79	85	90

Figure.4　PDM112 及び PDM122 と PDM117 の計測値の差

PDM-102、PDM-112 及び PDM-122 のようなγ（X）線用 EPD を病院における放射線検査で使用される X 線の実効エネルギー範囲で用いることは、Table.3 に示すように計測値が安定しなかった。しかし、Figure.4 より PDM-107・PDM-117 のような X（γ）線用 EPD をγ線が放出している放射線場で使用するとき、計測値のばらつきが少ないため、計測値の差を校正定数として用いることができると考えた。

PDM-112 及び PDM-122 と PDM-117 の計測値の差は約 60％であったが次のことを考えた。Figure.5 に示したエネルギー特性のグラフから ^{137}Cs の光子エネルギー 662KeV 付近のレスポンスの差は約 50％と読んだ。PDM-117、PDM-112 及び PDM-122 のアロカ校正センターから与えられている校正定数は 1.00 ～ 1.02 である為、計測値に校正定数は加えない。よって PDM-112 及び PDM-122 に対する PDM-117 のレスポンスは約 50％低いと考えた。計測値の 60％の差とエネルギー特性のグラフから読み取ったレスポンスの 50％の差が一致しなければならないが、PDM-117 のエネルギー特性の範囲外のため一致しないと考えた。また、アロカ校正センターで行われている EPD の校正は、放射線の散乱線を考え、広く障害物のない場所で行う。今回、計測した場所は狭い密封小線源の保管室で行ったため散乱線の影響も出たのではないかと考えた。

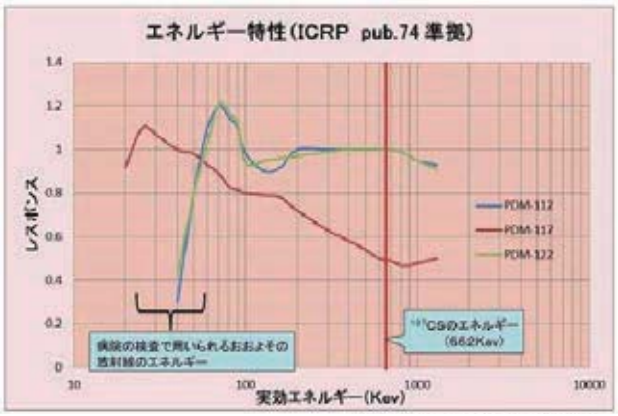

Figure.5　EPD のエネルギー特性

結　論

電磁シールドを施されていない EPD について、携帯端末よりも NEC 社製 PHS 端末、イーモバイル社製携帯無線機、ゲートタイプ RFID 機器、電子レンジの電磁波の影響が強い事を示し、EPD が誤計測を起こす可能性が高い。

X（γ）線を対象とした EPD を ^{137}Cs の放射線場で使用するときには、計測値のばらつきが少ないため、計測値の差を校正定数として使用できる可能性があるが、計測値を求める際には散乱線を考慮するなど注意が必要である。

本論文の要旨は、第 68 回国立病院総合医学会（2014 年 11 月 14 日、15 日、横浜）にて発表した。

引用文献

1) Deji S. Nishizawa K. Abnormal responses of electronic pocket dosimeters caused by high frequency electromagnetic fields from digital cellular telephones. Health Phys 2005;89:3
2) David D et al., Cell-phone interference with pocket dosimeters. Phys. Med.Biol. 2005.50: N93-N99
3)「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」（平成 25 年 1 月）
URL：ttp://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/ele/medical/eikyowobousi.pdf
4) 出路静彦、西澤邦秀 . 携帯電話機の高周波電磁場が電子ポケット線量計に及ぼす影響 . 日本放射線安全管理学会誌 2003;33-37