

エックス線装置からの漏洩放射線の測定

上村 実也、津志田 雅之

熊本大学工学部技術部

1. 概要

本学には、平成21年4月1日現在でエックス線装置室が約30箇所設置しており、生命科学、自然科学分野等の教育・研究に欠かせないものになっており、今後もエックス線装置の新設や更新の件数が増加する傾向にある。

エックス線装置を設置する場合には、あらかじめ学長に設置等の許可を申請し、放射線障害防止専門委員会の審査後、学長による設置の許可を受けて設置する。また、法令により労働基準監督署への設置の届出も義務付けられている。

審査内容の一つに、当該装置からの漏洩放射線の量を測定することで安全性を評価し、必要な対策を講じたことを確認する事項があり、この審査に合格して初めて当該装置が利用できる状態になる。

従来、この漏洩放射線の量の測定には、電離箱式サーベイメータが用いられてきたが、この測定器は低線量率の測定に対しては感度が良くないため、漏洩放射線の有無の測定には不向きであると考ええる。そこで、低線量率の測定を行うために低エネルギー用 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて漏洩放射線の有無を測定することによりエックス線装置の新設又は更新の際の安全性を評価することにした。

今回は、この漏洩放射線の量の測定方法及び安全性の評価並びに講じた措置について報告する。

2. 方法

漏洩放射線の測定は、従来、各メーカーにおける製品完成時に電離箱サーベイメータを用いて実施されており、その報告書には、「 $0 \mu\text{Sv/h}$ 」、「漏洩放射線なし」、「自然放射線レベル」等の内容の記載が多く見受けられる。

本学黒髪事業場におけるエックス線装置からの漏洩放射線の量の測定では、低エネルギー用 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる測定を行い、この測定値を1センチメートル線量当量に換算することで、法令の基準値と比較して安全性に係る評価を実施している。

1センチメートル線量当量の算定方法は次のとおり。

低エネルギー用 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータの指示単位が計数率(cps)であるため、Am-241 ($59.5\text{keV}, 13.9\text{keV}$)からの低エネルギー線の計数率から1cm線量当量率換算係数($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{cps}^{-1}$)を算出し、これに漏洩放射線測定値(cps)を乗じて1センチメートル線量当量率($\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)を算定した。

測定

Am-241 (線源番号3、日本アイソトープ協会製、 $10.7 \mu\text{Ci}$ (0.3959MBq))から放出される線を距離10cmの位置で低エネルギー用 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて計数率(cps)を測定した。

測定結果は、 8.05 (cps) (BG: 4.0 (cps)を含む)であった。

1cm線量当量率換算係数の算出

Am-241の1cm線量当量率定数から、この測定で使用した線源の距離10cmにおける1cm線量当量率を求め、の測定値から1cm線量当量率換算係数 0.05125 を算出した。

$$\text{Am-241の1cm線量当量率定数} = 0.00524 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{使用した線源の距離10cmの位置における1cm線量当量率} (\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$0.00524 (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}) \times 0.3959 (\text{MBq}) / 0.01 (\text{m}^2) = 0.207 (\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{1cm線量当量率換算係数} (\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{cps}^{-1})$$

$$0.207 (\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}) / (8.05 - 4.0) (\text{cps}) = 0.05125 (\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{cps}^{-1})$$

3. 測定結果

(1) 蛍光エックス線装置 medixtec japan MX-90 Basic 測定日：平成 20 年 12 月 18 日

測定器：A:電離箱サーベイメータ (ICS-313) B:低エネルギー 線用シンチレーションサーベイメータ (TCS-173)

測定結果及び評価

	測定位置	測定器(単位)	
		A ($\mu\text{Sv/h}$)	B 実測値, 正味計数値(cps), (H1cm($\mu\text{Sv/h}$))
測定結果	B G	0.0	0.5, -, (-)
		0.2	1.3, 0.8, (0.041)
		0.2	5.5, 5.0, (0.26)
		0.1	1.2, 0.7, (0.036)
		0.3	7.0, 6.5, (0.33)
		0.9	18.5, 18.0, (0.92)
		-	0.8, 0.3, (0.015)
		0.0	0.2, -, (ND)
	評価	漏洩線量の最大値は 0.92 $\mu\text{Sv/h}$ であり、3ヶ月間(168時間)使用した場合の漏洩線量は 155 μSv となり、管理区域設定基準 1.3mSv/3月及び公衆の被ばく限度 1mSv/年から判断して安全性は保たれていると評価する。	

(2) 透過型電子顕微鏡・FEI TECNAI F20 測定日：平成 21 年 4 月 27 日

測定結果及び評価

	測定位置	測定器(単位)	
		A ($\mu\text{Sv/h}$)	B 実測値, 正味計数値(cps), (H1cm($\mu\text{Sv/h}$))
測定結果	B G	0.0	2.0, -, (-)
		0.1	2.0, 0.0, (0.0)
		0.5	6.5, 4.5, (0.23)
		0.0	2.0, 0.0, (0.0)
		0.2	5.5, 3.5, (0.18)
		0.1	1.5, ND, (ND)
		0.7	41.0, 39.0, (2.00)
評価	試料挿入口上部表面における漏洩線量は最大で 2.00($\mu\text{Sv/h}$)であり、使用時間 7.5(h/d)、5(d/w)、13(w/3M)として管理区域境界での線量を評価した結果、975($\mu\text{Sv}/3\text{M}$)=0.975(mSv/3M)で、管理区域設定基準 1.3(mSv/3M)以下となり、また、作業場所における漏洩線量は、自然放射線量と同程度(電離箱式サーベイメータ測定値 0.1($\mu\text{Sv/h}$))であり安全性は保たれている。ただし、被ばく線量を可能な限り低く抑える目的で試料挿入口上部表面に鉛板等の遮蔽材の設置を要す。		

4. 考察

この方法による漏洩放射線の測定を実施した成果として、漏洩放射線の有無を明確に確認できたことに伴い、技術職員による鉛遮蔽材の設置や、メーカーによる遮蔽板施工により漏洩放射線の量が自然放射線レベルとなり、当該装置を安心して教育・研究に利用する環境を構築した。今後は、1センチメートル線量当量の算定に当たって、漏洩放射線のエネルギースペクトル情報を考慮することより算定精度の向上を図る。