東北及び新潟地域におけるX線線量校正に関するアンケート調査

日本海総合病院 放射線部　○佐藤 公彦(Satou Kimihiko)
青森市民病院　大湯 めぐみ
弘前大学医学部附属病院　村上 翔
岩手県立中央病院　朝岡 亮哉
岩手医科大学附属病院　中村 文哉
東北大学病院　小川 千尋
JA秋田厚生連 秋田厚生医療センター　齊藤 仁
南東北BNCT研究センター　小森 慎也
福島県立医科大学附属病院　星 佑樹　岡 善隆
新潟大学医歯学総合病院　山田 巧

【目的】

2021年、日本放射線腫瘍学会から電位計の操作ミス等に起因する過誤照射が発生したという報告を受け、出力線量の再確認が通知された。AAPM TG-142[1]によると、出力線量の毎日の不変性は3%、毎月の不変性は2%とされており、出力線量の管理は非常に重要である。そこで放射線治療あすなろ会計測部会が、東北及び新潟地域において安全な放射線治療の提供を目指し、X線の線量校正に用いる各種補正係数などを再確認することを目的としたアンケート調査を行った。

【方法】

アンケート調査対象は，東北及び新潟地域の放射線治療実施施設とし、データの解析は汎用リニアック装置のみとした。アンケートはマイクロソフト社エクセルで作成し調査を実施した。アンケート項目は施設情報、測定機器情報、治療計画装置情報、照射係数情報、X線校正計算シートとし、汎用リニアック装置ごとに回答を依頼した。X線の線量校正に用いる各種補正係数（$N_{D,W}$、TMR、$TPR_{20,10}$、OPF、k_Q、k_{pol}、k_s、k_{elec}）に対しては平均値、標準偏差（SD）および変動係数を算出し、±2SD以上の値となった施設には再度確認を実施した。

【結果】

東北及び新潟地域全体で69施設83台の装置から回答が得られた。汎用リニアック装置メーカーの内訳はVarian社が67.5%、Elekta社が27.7%、Siemens社が4.8%であった（Fig.1）。線量計はPTW社の30013型が92.4%、IBA社のFC-65Gが6.3%、Exradin社のA-19が1.3%の割合で使用されていた（Fig.2）。Fig.3にPTW30013型の$N_{D,W}$の平均値±標準偏差を示す。平均値±標準偏差は0.0538±0.0003であり、ばらつきは小さかった。各種補正係数の傾向として、TMR、$TPR_{20,10}$は汎用リニアック装置メーカーに依存し、メーカー間での差が見られたものの、同一メーカー内でのばらつきは大きくなかった（Fig.4、5）。k_{pol}は線量計によって異なる傾向を示し（Fig.6）、k_sは線量計とエネルギーにより違う傾向を示した（Fig.7）。いずれの補正係数も同一条件内における変動係数は0.01以下であった。

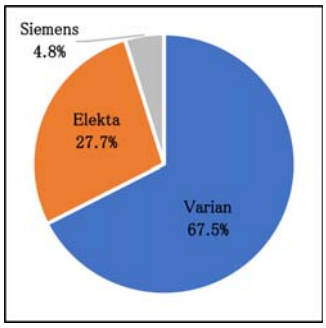

Fig.1 装置メーカー内訳

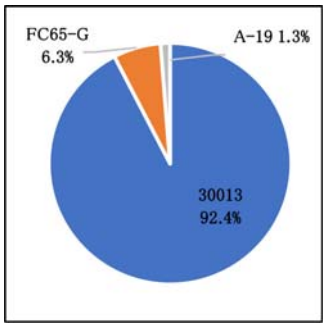

Fig.2 リファレンス線量計

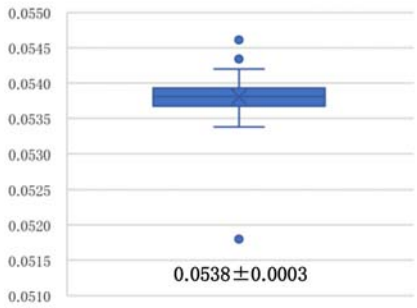

Fig.3 PTW30013における$N_{D,W}$

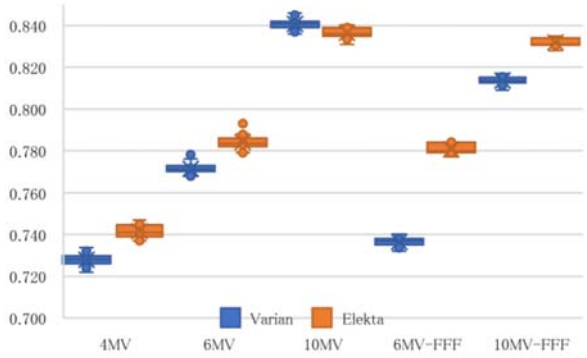

Fig.4 TMR（10 cm深，10×10 cm^2）

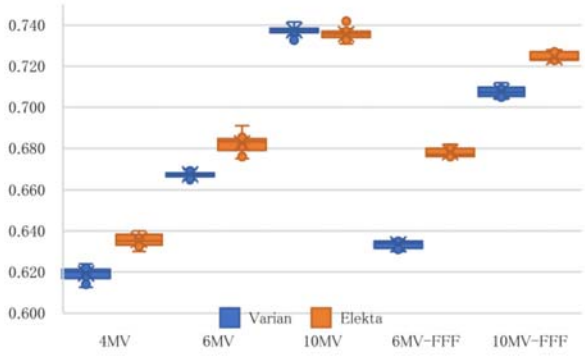

Fig.5 $TPR_{20,10}$

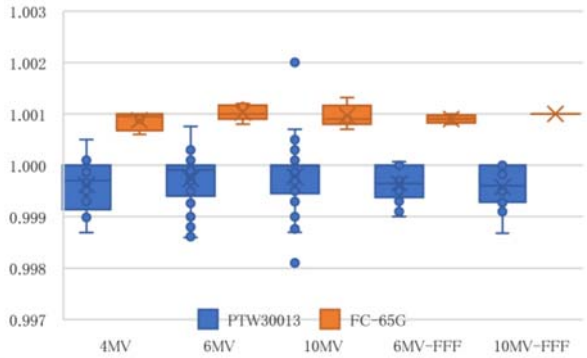

Fig.6 極性効果補正係数（k_{pol}）

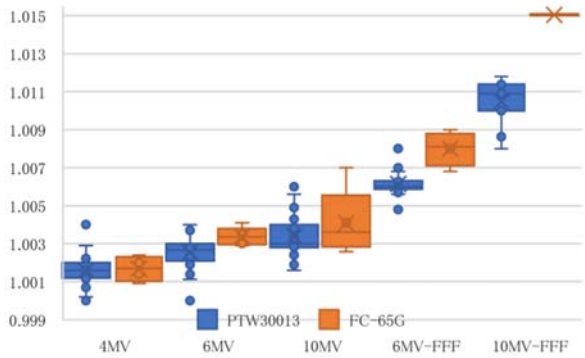

Fig.7 イオン再結合補正係数（k_s）

【考察】

AAPM TG-51 Addendum[2)]ではリファレンスクラス電離箱の仕様を定めており、電離箱の長期安定性は2年間での校正定数の変化が0.3%未満とされている。また、放射線治療における第三者機関による出力評価に関するガイドライン[3)]では3年に1回の頻度で第三者による出力線量評価を受けることを推奨している。今回$N_{D,W}$の値が平均値の2SDを超える施設が確認されたが、当該施設に確認したところ第三者評価による出力の確認が行われており、この値は線量計の個体差であると考えられた。

アンケート回収当初は平均値から2SD以上を示す値が散見されたが、各施設に再度確認を依頼したところ、ほとんどがアンケートシートへの入力ミスであり、再入力を依頼することで正確なデータを収集することができた。各種補正係数はリニアック装置メーカーや線量計によって違いを確認したものの、同一条件内での変動係数は0.01以下であり、本アンケート調査施設での明らかな誤りはないことが確認できた。

【まとめ】

X線の線量校正に用いる各種補正係数のばらつきはFFビーム、FFFビーム共に小さく、東北及び新潟地域における本アンケート調査施設での安全性が確認できた。本アンケートに関連する質問を多くの施設からいただき、自施設のX線の線量校正に用いる各種補正係数などを再確認し、理解度を深める機会になったと考える。今回の結果を各施設にフィードバックすることで、施設ごとの条件下における日々の線量校正時だけでなく、リニアック装置の新規導入や更新時においても参考値となることが期待される。なお、今回報告した以外の詳細なデータについては後日あすなろ会のホームページ上で公開する。

【参考文献・図書】

1) Eric E. Klein, et al. : Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators, Med Phys, 36, 4197-4212, 2009
2) McEwen M, et al. : Addendum to the AAPM's TG-51 protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon beams, Med Phys, 41 (4), 2014
3) 日本放射線腫瘍学会 他 : 放射線治療における第三者機関による出力線量評価に関するガイドライン 2019, 2019