

小照射野における各種検出器のOutput Correction Factorの有用性の検討

JA秋田厚生連 大曲厚生医療センター	○戸嶋 卓也(Toshima Takuya)
弘前大学医学部附属病院	村上 翔
青森県立中央病院	坂本 瑞生
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
日本海総合病院	佐藤 公彦
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
魚沼基幹病院	桑原 亮太
新潟大学医歯学総合病院	山田 巧
JA秋田厚生連 由利組合総合病院	菅原 康紘

【はじめに】

小照射野の測定は検出器サイズごとに体積平均効果の影響やフルエンスの擾乱など、通常の照射野とは異なる配慮が必要である。小照射野の線量計測には小型の検出器を用いるが、検出器のサイズや構造によってOutput Factor (OPF) の値が異なるという課題がある。国際原子力機関 (IAEA) のTRS-483¹⁾では検出器ごとに異なるOutput correction factor (OCF) を提供し、それを用いて補正することを推奨している。

TRS-483ではOCFの算出にモンテカルロ計算と実験データを組み合わせており、W1シンチレータでは $0.4 \times 0.4 \text{ cm}^2$ までOCF ≈ 1.000 とされており補正不要であることから基準検出器と同等として扱われている。先行論文^{2),3)}ではTRS-483とは異なる検出器のOCFを提示しているが、W1シンチレータの後継機にあたるW2シンチレータの値は提示されていない。そこで放射線治療あすなろ会計測部会では、小照射野のOPFに対する検出器の影響およびOCFの有用性の検討とW1シンチレータの後継機であるW2シンチレータを基準としたOCFの検討をすることにした。

【方法】

使用機器は次のものを用いた。測定配置はFig.1のとおりである。

- リニアック装置 : TrueBeam (Varian Medical Systems)
- 水ファントム : BEAMSCAN® (PTW)
- 電位計 : UNIDOS®Tango (PTW)
- 検出器 : CC04 (IBA)
EDGE (SUN NUCLEAR)
PinPoint®3D Chamber Type 31016 (PTW)

PinPoint®3D Chamber Type 31022 (PTW)
microDiamond® Type 60019 (PTW)
microSilicon Type 60023 (PTW)
Exradin®W2 Scintillator -1.0 mm $\times$ 1.0 mm long (Standard Imaging)
Exradin®W2 Scintillator -1.0 mm $\times$ 3.0 mm long (Standard Imaging)

BEAMSCAN®のauto setup機能を使用し、CC04のPDDを基準として各検出器の中心を決定した。測定照射野は $1 \times 1 \text{ cm}^2$ から $6 \times 6 \text{ cm}^2$ までと $10 \times 10 \text{ cm}^2$ である。共通の測定条件としてX線エネルギーは6 MV、測定回数は3回、印加電圧は+300 V、また $10 \times 10 \text{ cm}^2$ は最初と最後の2回測定した。得られたOPFに対してTRS-483で示されているOCFで補正し、OCFの有無によりOPFの変化を評価した。またW2シンチレータを基準とし、測定結果に対するOCFを算出し、TRS-483および先行論文で示されているOCFと比較した。

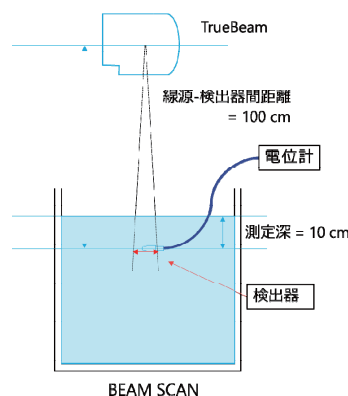


Fig.1 測定配置

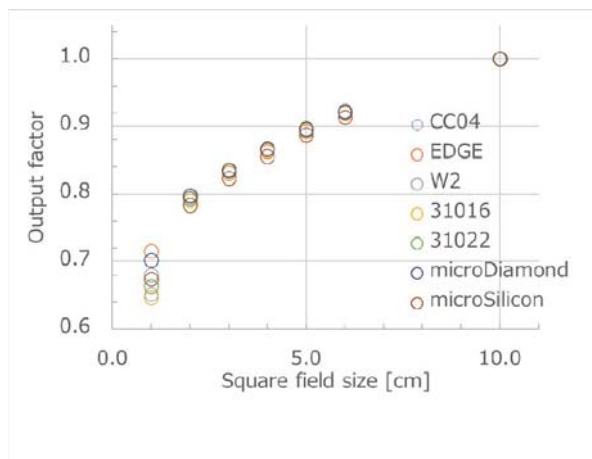


Fig.2 測定したOPF (OCF補正なし)

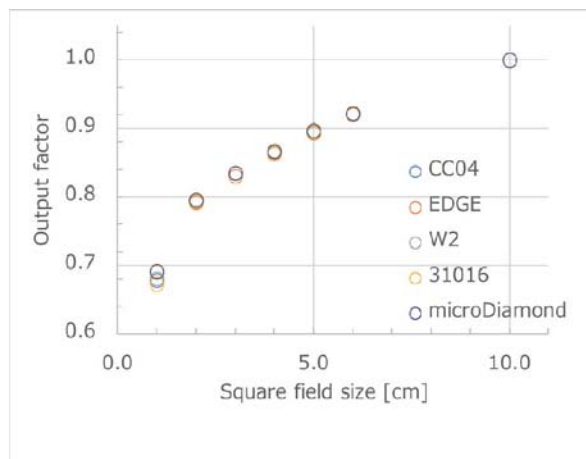


Fig.3 測定したOPF (OCF補正あり)

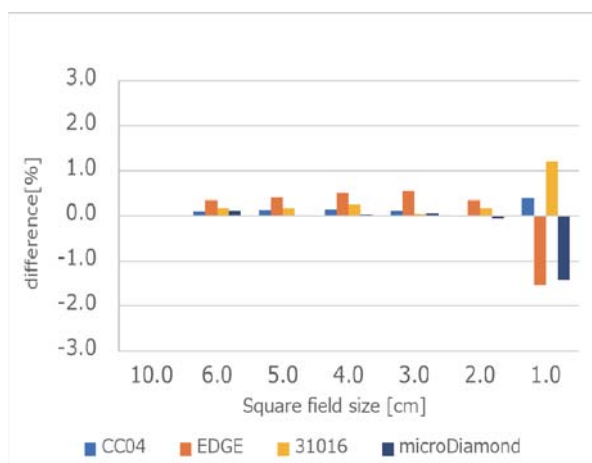


Fig.4 TRS-483のOCFに対するW2基準OCFの差異

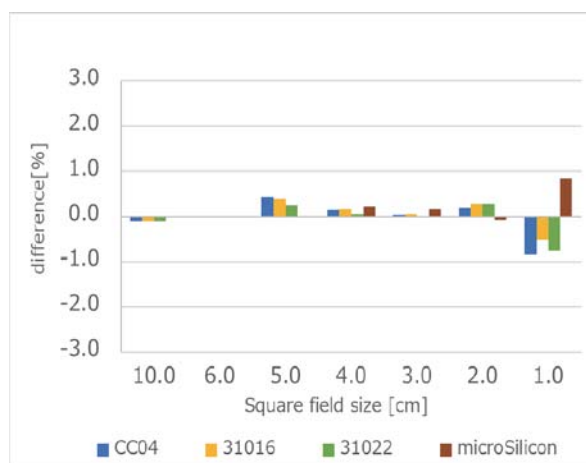


Fig.5 先行論文のOCFに対するW2基準OCFの差異

【結果】

検出器ごとのOPFをFig.2とFig.3に示す。OPFの差異は $1 \times 1 \text{ cm}^2$ で一番大きく約3.5%だった。OCFの補正をすると、ばらつきは $1 \times 1 \text{ cm}^2$ で約3.5%から約1%になった。また、OCFの比較をFig.4とFig.5に示す。TRS-483のOCFとの相違は $\pm 1.5\%$ 程度、先行論文との相違は $\pm 1\%$ 程度であった。

【考察】

OCFの補正により、検出器間のOPFのばらつきは2.5%程度低減されたことから、OCFの有用性が確認された。測定で得られたW2シンチレータ基準のOCFは、TRS-483のOCFと $\pm 1.5\%$ 程度、先行論文のOCFと $\pm 1.0\%$ 程度の差異であり、TRS-483 Appendix IIで推定されている不確かさの範囲内であり、一定の妥当性があることが示された。本研究のリミテーションは、W2シンチレータのチェレンコフ光補正や、実照射野の評価、他機種、他エネルギー等、より広範な条件や検証していないことが挙げられる。

【まとめ】

TRS-483で示されたOCFを用いた補正を行なうことで、各検出器間のOPFの差が収束したことから、OCFの有用性が示された。W2シンチレータを基準として算出したOCFはTRS-483および先行論文にて示されている値とほぼ同等であったことから、W2シンチレータをOCF算出の基準検出器にできる可能性が示された。

【参考文献・図書】

- 1) IAEA TRS 483. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency; 2017.
- 2) Casar et al. Med. Phys. 47 (1), January 2020 0094-2405/2020/47(1)/242/18
- 3) Weber et al. Med. Phys. 47(7), July 2020 0094-2405/2020/47(7)/3165/9