

空洞電離箱による X 線ビーム近傍の高勾配線量分布測定

Steep dose gradient measurements close to the X-ray beam with a cavity ionization chamber

(公財) 高輝度光科学研究センター 成山 展照、梅谷啓二

JASRI Nobuteru Nariyama, Keiji Umetani

E-mail: nariyama@spring8.or.jp

1. はじめに X線治療では、強度変調放射線治療 (IMRT) 等、小照射野のビームを複数回照射する方法が用いられている。更に、研究段階ではあるが、放射光マイクロビームの利用も諸外国において模索されている。小照射野では、場所を変え複数回照射する必要があるため、照射野内のみならず照射野外の線量も重要とされる。特に、ビームのエッジ付近では線量が大きく変化するため、高い空間解像度が求められる。測定には、フィルムのように「面」で捉える方法以外に、「点」や「線」状の線量計を走査する方法があり、今回、平行平板電離箱を μm 間隔で走査することにより、X線マイクロビーム端近傍の高勾配のファントム線量分布を高解像度で測定することを試みた。

2. 実験方法 実験は、SPRING-8 BL28B2 ビームラインにて実施した。銅フィルターに通した白色 X 線 (実効エネルギー 90 keV) をスリットを用いて $25\mu\text{m} \times 5\text{mm}$ ないし $100\mu\text{m} \times 5\text{mm}$ に成形し、PTW 製の Advanced Markus chamber に照射した。同電離箱は、Fig. 1 に示すように、窓と 1mm 離れた一方の平板電極が PMMA から成り、保護キャップを装着した状態でこの電極エッジ付近に照射した。電離箱は Z 軸ステージにセットし、最初は $120\mu\text{m}$ 間隔で粗く走査し電極エッジを検出した後、そのエッジ付近を $6\mu\text{m}$ 間隔で細かく走査し、各 2 秒間ずつ照射を行った。+300V 印加し得られた電流値は換算係数を用いて線量率に変換したが、空洞中での電子減衰はモンテカルロ計算の結果を用いて補正し、また、空気線量をアクリル線量に換算するには、両者の電子阻止能の比を乗じた。比較のため、ガフクロミックフィルム HD-V2 を厚さ 10cm のアクリルファントム内に挿入し、1 秒あるいは 10 秒間照射した。

3. 結果、考察 実験に先立ち、モンテカルロ計算によりファントム線量と電離箱走査時の線量を比較した。その結果を Fig. 2 に示す。両者は、特に深さ 2-4 mm の値と良く一致することを確認した。次に、電離箱とガフクロミックフィルム (1 秒照射) の測定結果を Fig. 3 に示す。HD-810 の結果は、以前に得られたデータである。HD-V2 は、HD-810 の後継として市販されているフィルムであるが、ビーム外縁部が濃く発色しており、特に 10 秒照射はかなり濃くなり、

明らかに HD-810 の場合とは異なる結果となった。Advanced Markus chamber の結果は、HD-810 の結果とは良く一致した。 $100\mu\text{m} \times 5\text{mm}$ ビームの結果は、ビーム端 $30\mu\text{m}$ の位置から徐々に $25\mu\text{m} \times 5\text{mm}$ の結果より乖離していった。

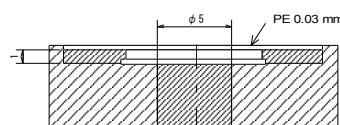


Fig. 1 Cross section of the Advanced Markus chamber

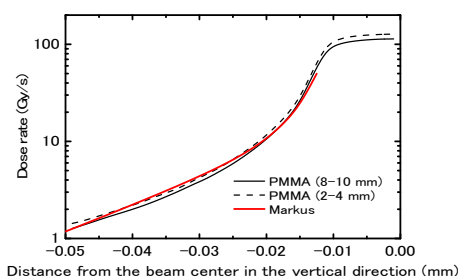


Fig. 2 Dose distribution in the PMMA phantom and with the scanned chamber calculated with a Monte Carlo code

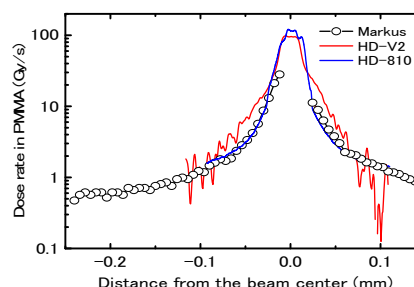


Fig. 3 Measured dose distribution with Advanced Markus chamber and Gaf films HD-V2 and HD-810