

マイクロビーム放射線治療に用いる高線量・高解像度 X 線ドシメータ

Large-dose and high-resolution X-ray dosimeters for microbeam radiation therapy

○岡田 豪¹、上田 純平²、田部 勢津久²、Andy Edgar³、George Belev⁴、柳田 健之¹、Safa Kasap⁵

(1. 奈良先端大、2. 京大、3. NZ ビクトリア大、4. 加 GLS、5. 加サスカ大)

○Go Okada¹、Junpei Ueda²、Setsuhisa Tanabe²、Andy Edgar³、George Belev⁴、Takayuki Yanagida¹、

Safa Kasap⁵ (1.NAIST, 2.Kyoto Univ., 3.Victoria Univ. of Wellington, NZ, 4.Canadian Light

Source, Canada, 5.Univ. of Saskatchewan, Canada)

E-mail: go-okada@ms.naist.jp

マイクロビーム放射線治療 (MRT) [1]は将来のがん治療法として期待され、現在その臨床応用に向け、各国で研究が進められている。Fig.1 に示すように、MRT ではマイクロビームと呼ばれるおよそ 100 からなる微小かつ平板的構造をもつアレイ状 X 線ビームを患部に照射する。一般的に各微小ビームは 20–100 μm の幅を持ち、その間隔は 200–400 μm である。また、照射 X 線量は各微小ビーム中心でおよそ数百から千 Gy、その間でおよそ 20 Gy

以下となるよう制御される。したがって、マイクロビーム断面中に分布する線量の検出には(1)高線量(5–1000 Gy)および(2)ミクロの空間分解能力の両条件を満たす技術が必要とされている [2]。しかし、これらマイクロビームの特殊性から現存する X 線検出手法では線量分布検出が困難である為、我々は上記条件を満たす新しい手法を提案している。Fig.2 に示すように、本手法は Sm^{3+} イオンをドーピングした媒体を X 線の記録検出材料として用いる。 Sm^{3+} は特定の物質内において X 線照射により Sm^{2+} へ還元し、この還元の数に比例して伴う蛍光スペクトルの変化を線量の指標として用いる。さらに、共焦点顕微鏡を用いる事により、高分解能で X 線の分布の読取りを間接的に検出する。研究の結果、多くの Sm 添加材料を試した中、Fluoroaluminate ガラスや $\text{CaF}_2:\text{Sm}$ を含む結晶化ガラスが検出材料として有効である事がわかった。これらを用いる事により、1–1000 Gy を超える範囲での線量計測が確認され、マイクロビーム検出に十分な空間分解能を併せ持つ事が実証された (Fig.3)。さらに、これら記録情報は熱処理もしくは UV 照射により消去・再利用が可能であり、非常に実用性の高い手法であるといえる。

したがって、マイクロビーム断面中に分布する線量の検出には(1)高線量(5–1000 Gy)および(2)ミクロの空間分解能力の両条件を満たす技術が必要とされている [2]。しかし、これらマイクロビームの特殊性から現存する X 線検出手法では線量分布検出が困難である為、我々は上記条件を満たす新しい手法を提案している。Fig.2 に示すように、本手法は Sm^{3+} イオンをドーピングした媒体を X 線の記録検出材料として用いる。 Sm^{3+} は特定の物質内において X 線照射により Sm^{2+} へ還元し、この還元の数に比例して伴う蛍光スペクトルの変化を線量の指標として用いる。さらに、共焦点顕微鏡を用いる事により、高分解能で X 線の分布の読取りを間接的に検出する。研究の結果、多くの Sm 添加材料を試した中、Fluoroaluminate ガラスや $\text{CaF}_2:\text{Sm}$ を含む結晶化ガラスが検出材料として有効である事がわかった。これらを用いる事により、1–1000 Gy を超える範囲での線量計測が確認され、マイクロビーム検出に十分な空間分解能を併せ持つ事が実証された (Fig.3)。さらに、これら記録情報は熱処理もしくは UV 照射により消去・再利用が可能であり、非常に実用性の高い手法であるといえる。

参考文献

- [1] D. N. Slatkin, *Medical Physics*, 19, 1395-1400, 1992
- [2] Brauer-Krisch et al., *AIP Conference Proceedings, 6th International Conference on Medical Applications of Synchrotron Radiation*, 1266, 89-97, 2010
- [3] G. Belev et al., *Physics Status Solidi (c)*, 8, 2822-2825, 2011

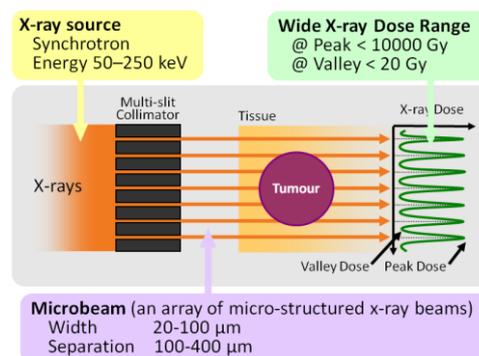


Fig.1 マイクロビーム放射線治療の概要

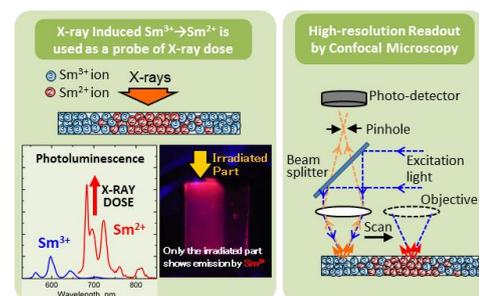


Fig.2 提案する X 線計測手法

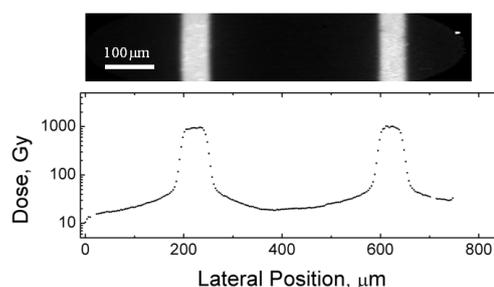


Fig.3 計測したマイクロビーム中の線量分布