過熱液滴型検出器の治療用炭素線に対する応答特性

The response of superheated bubble detector for therapeutic carbon beams

量研機構放医研 [1]，東工大物理 [2]　○松藤成弘 [1,2]
NIRS for QST [1] and Tokyo Inst. Tech. [2] ○Naruhiro Matsufuji[1,2]
E-mail: matsufuji.naruhiro@qst.go.jp

【緒言】

炭素イオンによるがん治療の特徴として、ブラッグピークとして知られる巨視的な線量集中特性に、生物効果比（RBE）の μm スケールの微視的エネルギー密度依存性が重畳し、周囲の正常組織への影響は軽微に抑えつつ飛程終端近傍の腫瘍を効果的に失活させ得ることが挙げられる。受動型放射線検出器の一種である過熱液滴型検出器(以下 SBD) は、ポリマーゲルの母材中に過熱状態の微小液滴を封入したもので、放射線が入射すると液滴が気泡へ相転移し、放射線をビジュアルに検出する。この相転移もまたサブ μm スケールの領域に付与されるエネルギーに起因すると考えられており、我々は SBD を炭素線の簡便な生物効果確認ツールとなりうる、マイクロドシメトリー検出器としての応用可能性を検討している。本講演では我々のグループで開発中の SBD の現状と、治療用炭素線を中心とした応答特性について紹介する。

【測定】

グリセリンを母材とするゲル中に液化 1-ブテンガスを撹拌混合し、PMMA 製の容器に封入し SBD を作成した。測定開始時にゲルを減圧して 1-ブテンガスを過熱状態とし、放医研医用重粒子加速器 HIMAC の生物照射室で炭素線治療に用いられる ^{12}C 290MeV/n ビームを照射した。照射前後で SBD を X 線 CT で撮影し、その差分から照射で生成した気泡の三次元分布を取得、線量や LET 依存性などの特性を調べた。

【結果・考察】

作成した SBD は X 線 CT の X 線には不感であったが、炭素線照射により気泡が生成した（写真参照）。気泡数は 8mGy までは線量に対して直線的に増加し、それ以上の線量域では気泡同士の融合により線形性が失われた。また深部方向の気泡数分布を対応する深さでの水吸収線量分布と比較したところ、気泡数は飛程終端に向かって吸収線量の変化を上回って増加していることが判明した。このことから、SBD の応答は生物に類似し、巨視的な線量に加え微視的なエネルギー密度にも依存することが示唆された。現在応答機構の理解や、SBD の高精度化に向けた改良を進めている。

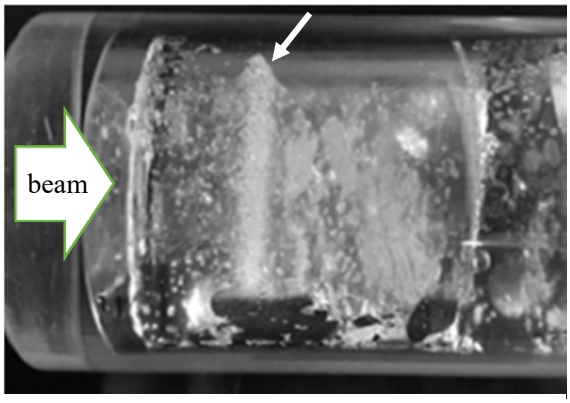

図 炭素ビーム照射により SBD 内に生じた気泡。矢印はブラッグピーク位置を示す。

【謝辞】本成果は当研究室卒業生の山下（坂本）晴香、佐竹佑介両氏の貢献による。

© 2016年 応用物理学会