

pBCT 実用化に向けた α 線生成核反応の実験的検証

Experimental verification of alpha particle production between protons and boron for PBCT practical application

早大理工¹, 岡山大², 放医研³ ◯(M1)細淵 真那¹, 片岡 淳¹, (M2)西 郁也¹, (M2)田中 稜¹,
上田 真史², (M2)小橋川 共夢², 平山 亮一³, 稲庭 拓³

Waseda Univ.¹, Okayama Univ.², NIRS³ ◯Mana Hosobuchi¹, Jun Kataoka¹, Fumiya Nishi¹,
Ryo Tanaka¹, Masashi Ueda², Kiyomu Kobashikawa², Ryoichi Hirayama³, Taku Inaniwa³

E-mail: violin.ballet@toki.waseda.jp

優れた線量集中性を持つ陽子線治療は、がん細胞に大きな損傷を与える一方で正常細胞への損傷を最小限に抑制することのできる有効な治療法として近年注目を集めている。本研究では、陽子線治療の生物学的有効性を大幅に向上させる手法として近年提案された pBCT(陽子ホウ素捕捉療法)に注目した。pBCT は $p+^{11}\text{B}\rightarrow 3\alpha$ 核反応を利用した全く新しい治療法で、がん細胞に予めホウ素 ^{11}B を集積させこの部分に陽子線を照射することで核反応を引き起こす。これにより、通常の陽子線治療による治療効果に加え、核反応により発生した 3 つの α 線によって腫瘍に更なる損傷を与えることができる。実際に、pBCT の生物学的有効性は細胞実験によって検証が行われ、通常の陽子線治療と比べてホウ素集積細胞での細胞致死率増加が確認されている(Cirrone et al. 2018)。しかし、既知の陽子-ホウ素間の α 線生成断面積データに基づいて行われた解析計算ではこの効果を説明することができていない。現在、陽子線治療ビーム環境下においてホウ素により引き起こされる反応の実験データは不十分であり、pBCT 実用化へ向け更なる検証が不可欠である。

本研究では、陽子-ホウ素間で生じる α 線生成の検証のため、①水のルミネセンスイメージングによる線量測定、②ホウ素含有シンチレータによる α 線検出を行った。①のルミネセンスイメージングでは、ホウ素の有無によって巨視的な線量に大幅な増加は見られず、pBCT では身体への線量を増加することなくがん細胞の致死率の向上が可能であることが言える。②の α 線検出実験では 3α 反応の起こりにくい陽子の高エネルギー側で比較的大きな反応断面積の α 線生成が示唆され、 3α 反応以外で α 線生成反応チャンネルが存在する可能性がある。本講演では、現在取り組んでいる細胞を用いた pBCT の生物学的な検証や新たな検出器 APD を用いた α 線検出実験についても広く紹介する。

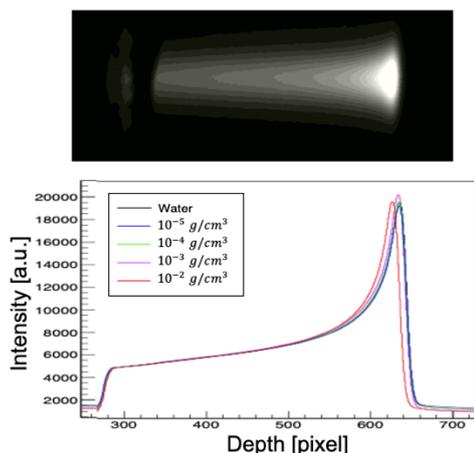


図1 ルミネセンス画像(上)と発光プロファイル(下)

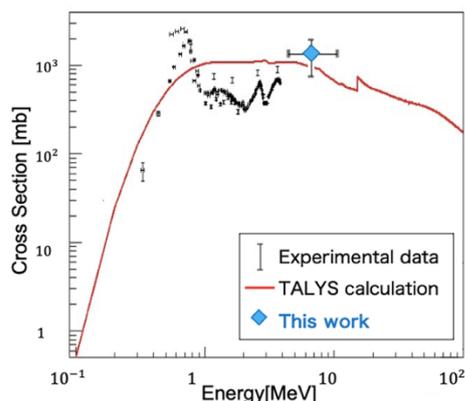


図2 α 線生成反応断面積