

(西暦) 2021 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名

BeO セラミックス TLD を用いた中性子線・ γ 線混在場での γ 線量測定 of 検討

学位の種類: 修士 (放射線学)

東京都立大学大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 20897710

氏名: 田中 誠也

(指導教員名: 眞正 浄光)

近年注目されているホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy: BNCT) は、中性子に対する核反応断面積が大きいホウ素同位体 ^{10}B を腫瘍細胞のみに集積させ、中性子線を照射する放射線治療である。中性子と ^{10}B の核反応により発生する α 粒子と ^7Li 粒子は細胞 1 個分とほぼ同等の飛程であることから、腫瘍細胞のみを選択的に治療できる。そのため、BNCT は腫瘍への高い線量集中性と強力な殺細胞効果の特徴とした次世代型放射線治療法としての期待が大きく、多くの機関で研究が進められている。しかし、BNCT 照射場には生物学的効果比の異なる中性子線と γ 線が混在しているため、投与線量の決定や治療装置の品質保証、治療効果の判定を行う際には中性子線と γ 線を弁別して測定を行う必要がある。これまでに中性子捕獲断面積の差が大きい 2 種類の熱蛍光線量計 (Thermoluminescence Dosimeter: TLD) の TL 差を利用した中性子線・ γ 線弁別測定法が報告されているが、BNCT の線量域に対応しておらず、実際の BNCT においてこの手法は行われていない。また、現在の中性子線・ γ 線混在場での γ 線量測定には、中性子捕獲断面積の小さい粉末状の BeO をガラス管に封入した BeO 粉体 TLD が唯一無二の手法として用いられている。しかし、BeO 粉体 TLD はガラス管が破損すると人体への毒性の高い BeO が飛散するため販売が中止となっている。したがって、現存している BeO 粉体 TLD が全て破損してしまうと、中性子線・ γ 線混在場での γ 線量の測定が可能なデバイスが無くなってしまふ。そのため、BeO 粉体 TLD の代替技術の開発が喫緊の課題となっている。

そこで、本研究では BeO が飛散しないだけでなく、2 次元の線量分布測定の期待も大きい BeO セラミックス TLD を用いた中性子線・ γ 線混在場での γ 線量測定を検討した。BeO セラミックス TLD は光子線に対して優れた線量応答性を示し、時間フェーディングも優れた素子であるが、これまでに中性子場での TL 特性に関する報告はない。

本論文では、BeO セラミックス TLD を用いて、近畿大学原子炉及び京都大学研究用原子炉を利用した実測を行い、BeO 粉体 TLD の実測結果との比較を記した。その結果、どちらの原子炉においても BeO セラミックス TLD は BeO 粉体 TLD と同等の γ 線量を示した。また、BNCT で使用される中性子強度 ($1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) においても、BeO セラミックス TLD 自体には TL 量に影響を及ぼす放射化物は確認されなかった。これらの結果から、BeO セラミックス TLD は中性子線・ γ 線混在場において中性子線の影響を受けずに γ 線のみを選択的に測定できることが示唆され、BeO 粉体 TLD の代替技術としての有用性が明らかとなった。

今後は、現在、我々の研究グループの予備実験で大面積の BeO セラミックス TLD を用いた TL イメージングの測定に成功しているため、この技術を基盤とした中性子線・ γ 線混在場における γ 線量分布測定法の開発を進めたい。