

(西暦) 2022年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が英語の場合は和訳をつけること)

Cr 添加 Al_2O_3 セラミックス板と Cd コンバータを併用した熱中性子束分布測定法の検討

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 21897713

氏名: 杉岡 菜津美

(指導教員名: 眞正 浄光)

近年、腫瘍への高い線量集中性と強力な殺細胞効果の特徴とする放射線治療として、ホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy: BNCT) の研究が進められている。BNCT は、中性子に対する核反応断面積の大きいホウ素同位体 ^{10}B を集積させた腫瘍細胞に中性子線を照射し、核反応により発生する α 線と ^7Li 粒子を利用する。 α 線と ^7Li 粒子は飛程が短いため、腫瘍細胞のみを選択的に治療可能である。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。現在、中性子の測定には金の放射化法が最も用いられており、信頼性の高い方法であるが、高価であること、二次元の分布測定に向いていないなどの問題がいくつか残されている。したがって、安価で分布測定も可能な BNCT における新たな中性子束測定法のニーズが高まっている。これまでに、中性子に対する核反応断面積の大きい材料や中性子コンバータなどを用いて様々な中性子検出法の研究が進められているが、ほぼすべての検出器が混在する中性子線と γ 線の双方に感度を有するため、中性子線を選択的に測定することは容易ではない。 γ 線の影響が極力小さく、BNCT で求められる精度を持ち合わせた中性子検出器の開発が喫緊の課題となっている。

安価で二次元イメージングが可能な熱蛍光線量計 (Thermoluminescence Dosimeter: TLD) である Cr 添加 Al_2O_3 (Al_2O_3 :Cr) セラミックス板は光子に対して優れた線量応答性示し、二次元の線量分布測定が可能であることが、Shinsho らにより明らかにされている。また、この 1 cm 角の Al_2O_3 :Cr セラミックス板と熱中性子のみに対して大きな核反応断面積を持ち (n,γ) 反応により熱中性子を γ 線に変換する Cd をコンバータとして使用すると、変換後の γ 線を Al_2O_3 :Cr セラミックス板が吸収するため、間接的に熱中性子を測定することもできる。Cd コンバータによる中性子由来の γ 線量は、もともと中性子場に存在していた γ 線量より二桁多いため、混在する γ 線を弁別せずに熱中性子束のみを選択的に算出できる。

本論文では、8 cm 角に大面積化した Al_2O_3 :Cr セラミックス板と Cd コンバータを用いた熱中性子束分布測定法の検証のために、モンテカルロシミュレーション計算結果及び京都大学研究用原子炉を利用した実測結果について検討した。その結果、1 cm 角の時と同様に 8 cm 角でも良好な TL 応答曲線が得られた。また、 Al_2O_3 :Cr セラミックス板と Cd コンバータを併用することで中性子の二次元イメージングを得ることができた。しかし、測定誤差や混在する γ 線が大きく影響し、中心部では過小評価に、穴の周辺部では過大評価になったと考えられる。今後は、測定器の高感度化や測定回数を増やすことで測定精度を高めるとともに、混在する γ 線の影響について詳しく調査したい。