

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	BNCT用中性子源陽子 リチウム反応中性子源からのガンマ線発生に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	齋藤辰宏
Author(English)	Tatsuhiko Saito
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10493号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:井頭 政之,小栗 慶之,千葉 敏,林崎 規託,片淵 竜也
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10493号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		齋藤 辰宏	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	井頭 政之	教授	審査員	片淵 竜也	准教授
	審査員	小栗 慶之	教授			
		千葉 敏	教授			
		林崎 規託	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「BNCT用陽子-リチウム反応中性子源からのガンマ線発生に関する研究」と題し、以下の5章から構成されている。

第1章「序論」では、浸潤性がんの放射線治療法の1つであるホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) について概説し、近年注目されている BNCT 用加速器中性子源の1つである ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応中性子源 (陽子-リチウム中性子源) では、中性子発生反応と競合する ${}^7\text{Li}(p,p'\gamma){}^7\text{Li}$ 反応及び ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ 反応からガンマ線が発生し、これらのガンマ線が BNCT での患者の被曝線量に寄与するので、これらのガンマ線が被曝線量にどれくらい影響するかを評価する必要があるが、これらのガンマ線に関する核データは非常に乏しいので、現状では線量評価が精度良く行われているとは言い難い問題を指摘している。そこで本研究の目的は、 ${}^7\text{Li}(p,p'\gamma){}^7\text{Li}$ 反応と ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ 反応からのガンマ線を精度良く測定してガンマ線発生量と角度分布を求め、測定結果を用いてこれらのガンマ線の患者への被曝線量の寄与をモンテカルロシミュレーションにより評価することであると述べている。

第2章「実験と解析」では、実験方法、本学 3UH-HC 型ペトロロン加速器から得られる陽子ビーム、リチウムターゲット、実験配置、コンプトン抑止型 NaI(Tl)ガンマ線検出器、 ${}^6\text{Li}$ ガラス中性子検出器及びデータ収集装置について述べている。リチウムターゲットには、 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応のしきいエネルギー (1.880MeV) 近傍の陽子の飛程よりも十分厚い Li の層を持つ厚いターゲット (「厚いターゲット」と呼ぶ。) と陽子の飛程よりも薄い中性子発生には十分の厚さの Li 層を持つターゲット (「薄いターゲット」と呼ぶ。) を作製して使用している。陽子ビーム軸方向に対して $0^\circ, 30^\circ, 55^\circ, 90^\circ, 125^\circ$ 方向にコンプトン抑止型 NaI(Tl)ガンマ線検出器を設置し、各角度でガンマ線波高スペクトルを得ている。照射陽子エネルギーは、 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応しきいエネルギー付近の数点である。また、実験によって得られたデータを解析して ${}^7\text{Li}(p,p'\gamma){}^7\text{Li}$ 反応と ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ 反応からのガンマ線発生量と角度分布を求める方法について詳述している。

第3章「実験結果と考察」では、測定の結果を詳述するとともに、過去の陽子-リチウム中性子源を用いた BNCT の線量評価の文献で報告されていたガンマ線発生量と比較している。その結果、 ${}^7\text{Li}(p,p'\gamma){}^7\text{Li}$ 反応では、本研究で得られた測定値は 40~85%低いことを明らかにしている。また、厚いターゲットと薄いターゲットからのガンマ線発生量を比較すると、薄いターゲットを用いることによって厚いターゲットよりもガンマ線発生量を 75%低減できることを明らかにしている。また、 ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ 反応では、ガンマ線発生量は今まで線量評価の文献で報告されていたガンマ線発生量よりも 2桁大きな値であることを明らかにしている。さらに、過去の ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ 反応断面積測定データから算出したガンマ線発生量と比較すると、本研究で得られた値は 40~50%低い値であることを明らかにしている。また、厚いターゲットと薄いターゲットからのガンマ線発生量を比較すると、薄いターゲットを用いることによってガンマ線発生量を約 90%低減できることを明らかにしている。

第4章「吸収線量評価」では、本研究で得られたガンマ線発生量及び角度分布を用いて、BNCT 治療時における患者の被曝線量を光子・粒子輸送計算コード PHITS を用いて計算し、これらのガンマ線に対する吸収線量は ${}^{10}\text{B}(n,\alpha){}^7\text{Li}$ 反応による吸収線量と比較して 1桁以上小さく、また、生体中の水素等によって起こる中性子捕獲反応からのガンマ線と比べても 1~2桁小さく、さらに、薄いターゲットは厚いターゲットよりも患者の被曝線量を ${}^7\text{Li}(p,p'\gamma){}^7\text{Li}$ 反応では約 75%、 ${}^7\text{Li}(p,\gamma){}^8\text{Be}$ 反応では約 90%低減できることを明らかにしている。

第5章「結論」では、本論文の結論をまとめている。

これを要するに、本論文は ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 反応加速器中性子源を用いたホウ素中性子捕捉療法における中性子源からのガンマ線発生量と角度分布を測定して信頼性の高い核データを取得するとともに、これらのガンマ線による患者の被曝線量を明らかにしたものであり、工学上及び工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。