

氏名(本籍)	かな	い	たつ	あき	明(福井県)
学位の種類	理	学	博	士	
学位記番号	博	乙	第	116	号
学位授与年月日	昭和58年	1	月	31	日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当				
審査研究科	物理学研究科				
学位論文題目	Doimetric Basis and Spot Scanning Irradiation System for Cyclotron Proton Beam (サイクロトロン陽子線に対する線量測定の基礎及びスポット走査照射装置)				
主査	筑波大学教授	理学博士	三	雲	昂
副査	筑波大学教授	理学博士	近	藤	都登
副査	筑波大学教授	理学博士	諏	訪	繁樹
副査	筑波大学教授	医学博士	稲	田	哲雄

## 論 文 の 要 旨

放射線のがんの診療への応用は近年益々盛んに行なわれるようになって来た。特に加速器によって得られる高エネルギー陽子線は、その電荷によって方向を自由にコントロールできると共に、吸収体物質中で一定の飛程をもち、飛程の終端で物質にエネルギーを選択的に賦与して、いわゆるブラックピークを形成するという特徴をもつ。生体の吸収体を用いれば、陽子線のエネルギー及び方向をコントロールすることによって、がん病巣に集中的に損傷を与えることができる筈である。

このような原理により、がん治療を行う際に解決しなければならない問題は、1)生体の受ける絶対線量をできる丈正確に測ること。2)患者によって異なる深さ・大きさに合わせて病巣を選択的に照射すること、である。

第1の問題については、高エネルギー陽子線の吸収線量に関する基本的パラメータであるW値についての実験は皆無であった。そこで先ず、データのある電子線、次いで陽子線の窒素ガスに対するイオン-電子対創生あたりのエネルギー損失 $W = dEp/dN$ (微分W値)の計算法を確立した。電子線については、直接電離・二次電子による電離のほかにオージェ電子の効果を考慮することにより、実験値とよく一致する計算結果が得られた。オージェ電子は、陽子線の場合にも重要な役割を演ずることが分り、しかも、高エネルギー陽子線に対しては、電子線の場合に得られるW値と同じ値を用いるべきであることを明らかにした。

第2の問題、すなわち実際の陽子線の照射法については、次にのべる三次元陽子線走査法を開発して、任意の形・分布の照射野を作ることが可能にした。すなわち、先ず70 MeVに加速された陽子線を、スリット及び偏向電磁石によって、任意の1 cm<sup>2</sup>の領域に導き、照射量を監視しながら、ビームを偏向電磁石によってスキャンするコンピューター制御の方法を確立した。この二次元走査法を、更に厚さ可変の吸収体と組み合わせて、同時に制御することにより、任意の形状・深さに対する三次元走査法に発展させた。このようにして患部に合わせて集中的に陽子線を照射する装置を完成した。

第1の問題でのべた照射線量を測定するために、多芯電離箱を開発し、三次元的走査法と組み合わせて、照射の線量分布を確認した。

## 審 査 の 要 旨

著者は放射線によるがん治療という重要な問題に取り組み、先ず物理的に陽子線の照射線量の測定という基本的問題を解決した。すなわち未知の陽子線のW値は、発生するオージェ電子の効果を考慮することにより、電子線のW値と等しい値を用いるべきであることを確認した。次いで、ビーム光学、コンピューター制御を駆使して、陽子線の二次元・三次元走査法を開発して、任意の大きさ、形状・深さに対応して集中的に病巣に照射する方法を確立した。この方法はすでにがんの陽子線治療に用いられている。

著者は放射線と物質の相互作用という物理の基本的な問題においても、実用にまで世界に先がけて展開できる技術面においても、深い理解と実行力をもち、その功績は非常に顕著である。

昭和57年9月24日、物理学研究科において、審査員全員の出席のもとに著者に論文の説明を求め、関連事項について質疑応答を行った結果、審査員全員によって合格と判定された。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。