

## 論文審査の要旨

報告番号	総研第 435号	学位申請者	有村 健
審査委員	主査	夏越 祥次	学位
	副査	古川 龍彦	副査
	副査	谷本 昭英	副査
			博士 (医学)
			郡山 千早
			喜島 祐子

**A feasibility study of a hybrid breast-immobilization system  
for early breast cancer in proton beam therapy**

(陽子線治療における早期乳癌に対するハイブリッド式乳房固定システムの実用性研究)

画像誘導照射技術や定位照射技術の進歩により、放射線を用いた根治的な治療選択肢を提供できるがんが幾つか出てきた中で、早期乳癌に対する放射線治療の役割は依然として限定的である。学位申請者らは、その理由について、放射線感受性、乳癌の性質、固定法の欠如の3点に起因すると考えた。前二者については、X線の代わりに、物理的特性の異なる陽子線を用いることで、克服可能と考えた。後者については、高精度照射に対応可能な乳房固定技術が存在しないため、乳房を固定する新たなシステムを独自に開発した。基本コンセプトは、仰臥位と腹臥位の理想的融合、個体差への対応、皮膚の固定利用による呼吸性移動の影響低減であった。固定具に対する精度検証の手段として、X線が一般に用いられるが、人体への無用の被曝を避ける倫理的配慮から、ファントム（人体模型）を用いた検証を行った。検証内容は、①呼吸移動による固定精度への影響低減効果、②カップフィッティングの再現性、③固定具（乳房カップ）を通過する陽子線飛程の変化であった。検証の結果、以下のような知見が得られた。

- ①新規開発した固定具の着用により、固定具を着用していない場合に比べ、呼吸移動による乳房内マーカの移動距離は、およそ50%低減した。本研究での呼吸移動は深呼吸に相当するため、安静時呼吸では、より良好な結果となった。
- ②10回の脱着で得られたマーカ位置の変位の平均は、ほぼ0mmに収束した。SDも1mm以内であり、カップフィッティングにおける機械的再現性については、臨床的にも許容可能であった。
- ③乳房カップの厚みは3mmであったため、陽子線の飛程もおおよそ3mm短縮した。カップ厚に応じた治療計画を立案し、目的に応じたビーム設計を行うことにより、臨床的にも許容可能であった。

本研究は、学位申請者らが新規に開発した乳房固定システムの基本性能について、ファントムを用いて検証したものである。同システムが、呼吸に伴う乳房の動きを低減させ、精度の高い位置再現性を示し、患者の乳房形状に合わせて作成した乳房カップが、線量分布に与える影響を明確にした点で評価できる。また異なる体位の利点を融合した点や、皮膚を固定することで呼吸の影響を低減させる発想、さらに最新の技術（3Dモデリングや3Dプリンター）を放射線治療に導入しようと試みた点で非常に興味深い。この装置を活用し、問題なく4名の乳癌患者を治療（第一相臨床試験）できた背景には、本研究が基礎となっていた。

よって、本研究は学位論文として十分な価値を有するものと判定した。