

京都大学	博士（医学）	氏 名	井 上 実
論文題目	Improvement of registration accuracy in accelerated partial breast irradiation using the point-based rigid-body registration algorithm for patients with implanted fiducial markers. (加速部分乳房照射における対応点照合による剛体位置合わせアルゴリズムを用いた乳房内留置マーカー位置合わせの精度の改善)		
(論文内容の要旨)			
近年、放射線治療における画像取得技術の発展により、画像誘導放射線治療（IGRT）が確立され、標的に正確に照射することが可能となった。乳癌に対する放射線治療では、乳房温存療法の新規照射法として注目されている加速部分乳房照射（APBI）が IGRT の良い適応である。従来法の全乳房照射と比較し、APBI は治療回数が少なく、照射範囲が腫瘍摘出腔周囲に限定されるため、正確な位置合わせが要求される。しかし、位置合わせ用のマーカーである摘出腔周囲の金属クリップは、徐々に摘出腔内容の減少に伴って変位し得るため、目と手による一般的な位置合わせ（マニュアル法）では、その精度が低下すると考えられた。この問題に対し、マーカーを利用した剛体位置合わせアルゴリズム（アルゴリズム法）を適用し得ると考えたため、本研究では本法の適用可能性と有効性の検討を行った。 APBI を施行した 22 例を対象とし、まず、本アルゴリズムの適用可能性を検討すべく、治療期間中のクリップの変位パターンの相似性を確認した。次に、両法における位置合わせの誤差を比較した。誤差の指標として、各クリップで構成される多角形の重心の位置誤差（Gravity registration error: GRE）に加え、照射標的の位置をより正確に反映するクリップの位置誤差（Fiducial registration error: FRE）も検討した。さらに治療期間中のクリップの変位が FRE、GRE に与える影響についても検討した。 各クリップで構成される多角形の各辺の比は治療期間を通じて概ね一定であり、クリップの変位パターンの相似性が示された。マニュアル法 / アルゴリズム法における FRE、GRE の平均値は各々、2.3 mm / 1.3 mm ($p<0.001$)、1.3 mm / 0.4 mm ($p<0.001$)であった。全症例における総治療回数（218 回）のうち、FRE、GRE が 3 mm を超える治療回数の割合は、18.8% / 0%、7.3% / 0%（マニュアル法 / アルゴリズム法）であった。全症例中、5 mm を超える位置誤差を認めた症例数の割合は、18.6% / 0%（マニュアル法 / アルゴリズム法）であった。マニュアル法では、クリップの変位の大きさに伴い、有意に FRE / GRE が大きくなった ($p<0.001$ / $p=0.003$)。 以上の結果より、腫瘍摘出腔の周囲のクリップを用いた APBI の位置照合では、対応点照合による剛体位置合わせアルゴリズムが適用可能であること、本アルゴリズムにより位置合わせの精度が有意に改善することが示された。			

（論文審査の結果の要旨） 本研究は、乳癌に対する加速部分乳房照射(APBI)の位置合わせにおいて問題となるマーカーの変位への対策として、対応点照合による剛体位置合わせアルゴリズムを用いた位置照合法（アルゴリズム法）を挙げ、その適用可能性と有効性を検討したものである。 まず、乳房内留置クリップの治療期間中の位置変位について検討し、クリップの変位様式には概ね相似性が認められた。よって、APBI の位置合わせにおいて、本アルゴリズムが適用できることが示された。 続いて、マニュアル法と比較し、アルゴリズム法において位置合わせの誤差が有意に低下することを示した。また、全治療回数のうち 3 mm 以上の誤差を生じた治療回数の割合、全症例のうち 5 mm 以上の誤差を有した症例の割合についても、アルゴリズム法で有意な減少を認めた。これらの結果から、アルゴリズム法により、精度の高い位置合わせが可能であることを示した。 最後に、マニュアル法において、クリップの変位と位置合わせ誤差との関連を調べ、マニュアル法で認められた位置合わせ誤差は、治療期間中のクリップの変位の大きさが関連していることを示した。 以上の研究は、乳癌に対する APBI において、本アルゴリズム法を用いることで、高い精度の照射を実現できる可能性を示した点で臨床的意義が高い。 したがって、本論文は博士（ 医学 ）の学位論文として価値あるものと認める。 なお、本学位授与申請者は、平成 27 年 5 月 22 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。
要旨公開可能日： 年 月 日 以降