

論文審査の結果の要旨および担当者	
学位申請者	樽谷 和雄
論文担当者	主査 長谷川 誠紀
	副査 山本 新吾
	副査 池田 正孝
学位論文名	Development and Accuracy Evaluation of Augmented Reality-based Patient Positioning System in Radiotherapy: A Phantom Study (放射線治療における拡張現実ベースの患者位置決めシステムの開発と精度評価: ファントム研究)
<p>目的は放射線治療における Augmented Reality (AR) ベースの患者位置決めシステムの開発とその精度を評価する。方法は、まず、Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) データから生成した 3 次元画像を仮想的に重ね合わせることで AR ヘッドマウントディスプレイ (AR-HMD) システムを開発した。続いて、従来のレーザーを用いた位置決めと AR-HMD システムとレーザーを用いた位置決めを行い、それぞれのセットアップエラーとセットアップ時間を比較した。また、AR-HMD と従来のレーザーを用いたポジショニングとの間で、3 つの並進軸方向と回転角のセットアップ誤差を比較した。測定は、放射線治療技師 3 名が、それぞれ 10 回ずつ、コンビーム CT を使用して、専用のレジストレーションソフトで測定を行った。統計解析は、反復測定のための線形混合効果モデルを用いて分析した。セットアップ時間の測定も行った。結果は AR による位置決めとレーザーによる位置決めの Least Squares (LS) 平均値の差は、それぞれの水平方向、縦方向、横方向では、-0.92 mm (95%CI=$-3.23 - 1.40 \text{ mm}$) ($p=0.333$)、0.17 mm (95%CI=$-0.57 - 0.90 \text{ mm}$) ($p=0.562$)、-0.64 mm (95%CI=$-3.50 - 2.22 \text{ mm}$) ($p=0.566$) であった。また、ヨー、ピッチ、ロール方向について、AR を用いた場合とレーザーを用いた場合の LS 平均値の差は、それぞれ 0.20° (95%CI=$-0.10 - 0.50^\circ$) ($p=0.136$)、0.03° (95%CI=$-0.03 - 0.10^\circ$) ($p=0.231$)、-0.01° (95%CI=$-0.06 - 0.05^\circ$) ($p=0.744$) であった。次に、セットアップ時間の LS 平均値の差は 123.4 秒 (95%CI=$88.7-158.2 \text{ 秒}$) であった。AR ベースのセットアップとレーザーベースのセットアップに必要な時間には、有意な差が見られた ($p=0.001$)。AR を用いた骨盤ファントムの位置決めは可能であった。AR による位置決めのセットアップ誤差は、すべての並進軸方向と回転角度において、レーザーによる位置決めと同等であった。AR による位置決めに必要な時間は、レーザーによる位置決めに比べて有意に長かった ($171.0 \text{ 秒 vs } 47.5 \text{ 秒}$, $p<0.001$)。放射線治療のための AR による位置決めは実行可能であり、従来のラインベースの位置決めと同等の位置決め誤差を示したが、セットアップに要する時間は著しく長かった。</p> <p>今後、これらの方法で異なる部位での検証や、実際の患者データを用いた検証を行い、さらに検討を進める予定である。本研究は臨床上有用であり学位論文に値すると判断した。</p>	