The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	画像誘導放射線治療の照合画像に対する画像処理技術を用いた独立検証に関する研究
Author(s)	田辺, 悦章
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72296
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　田　辺　　悦　章　　）	
論文題名	画像誘導放射線治療の照合画像に対する画像処理技術を用いた独立検証に関する研究

論文内容の要旨

近年，高精度放射線治療において，治療前に位置照合を行う画像誘導放射線治療（image-guided radiotherapy :IGRT)は，高い照射位置精度を求めるうえで，欠かせない技術であることは周知の事実である．IGRTの画像照合技術は，2次元画像を用いたOn Board Imager (OBI)やelectric portal imaging device （EPID），3次元画像を用いたcone beam CT（CBCT）による画像照合などがある．IGRTを行なう上で，装置に関しては，ガイドライン等で定期的な精度管理の基準があり、各施設で画質や出力に対して，コミッショニング時から品質管理や調整をしている．一方で，人体構造は複雑であり，捻じれや歪み、体形変化があり、完全に照合できない状況や照合技術が各施設で異なることから，臨床において放射線治療時の照合基準は各施設で委ねられている状況である．

我々は，2014年から2015年の間で，IGRTに対する照合画像の活用状況や課題，今後の展望について全国的なアンケート調査を行い，画像照合の独立検証という新しい分野での研究を進めた．

画像照合装置には，EPIDやCBCTなどの様々な装置があるが，毎回の照合確認は，被ばく線量の少ないEPIDやOBIなどの2次元での画像照合装置を用いる場合が多い．MV-X線のEPID画像では，自動照合でもエラーとなりやすい位置ずれや捻じれ，歪みがあり，我々は照合することエラーに対して，ピーク信号対雑音比を用いて，照合画像を客観的な数値化手法の開発を行った．

2次元の照合画像にはOBIのようなkV領域の画像照合もあり，コントラストが高く，診断可能な画質の高い画像である．IGRTでは定期的に照合画像を撮像しているため，その定期的な画像を評価すれば，標的や構造物の変化ができると考えた．また，骨転移の治療は容態により治療回数が異なり，その回数の選択は施設に委ねられている．そこで，転移骨の変化と放射線量の関係を，陰影起伏処理を用いて客観的に評価する手法を開発した

前立腺の強度変調放射線治療において，前立腺は日々度動く臓器であり，治療計画のCT画像と照合時のCBCT画像で骨盤骨と前立腺の位置関係に，座標上で乖離が生じることが知られている．それらの要因として，心理的な緊張やイレギュラーな骨盤内の直腸や膀胱の状態などによる前立腺の変位があり，その対策として治療計画時に複数回の計画CT画像を撮像し，その複数回のCT画像から治療期間中に至適なCT画像を推定する手法がある．この複数回の計画CTと治療期間中のCBCT画像を用いて，前立腺の強度変調放射線治療における至適計画CT画像を客観的に推定する手法を開発した．

前立腺放射線治療における空間座標上の至適計画CT画像の推定手法は検討できたが，その変位の原因を特定ができていない．前立腺の強度変調放射線治療において，直腸での内科的処置の必要な出血等の副作用は数～20%と高い報告がある．また，前立腺の動きの一因として緊張等による直腸の変形にも関係する骨盤底筋群の影響が考えられているが，その客観的な報告はない．そのため，非剛体照合技術を用いて直腸の変形量（ダイス係数）と前立腺の変位の関係を客観的に評価し，前立腺の変位と直腸の変形についての相関関係を示した．

本研究では，照合画像の独立検証という新たな取り組みであり，開発手法が広く使用されるようになり，放射線治療の質の向上，均てん化に役立つことを強く願う．どの施設でも同じ質の治療を求める需要は強く，さらなる貢献に努めていきたい．

様式7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　田　辺　悦　章　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	石　田　隆　行
	副 査	教授	小　泉　雅　彦
	副 査	教授	近　江　雅　人

論文審査の結果の要旨

近年，高精度放射線治療において，治療直前に位置照合を行う画像誘導放射線治療は，広く行われるようになってきた．画像誘導放射線治療を行う上で，装置に関しては，ガイドライン等で定期的な精度管理の基準があるが，臨床における照射基準においては，施設間で装置が異なることや治療方法に関する施設独自の考えがあり，各施設に委ねられている状況である．そこで，画像誘導放射線治療において，どの施設でも同じ基準や評価方法で放射線治療が実施できるようにするために，画像誘導放射線治療の照合画像に対して独立した検証を行い，客観的な評価をする新しい方法について研究した．

第1章では，2014年から2015年までの間で，画像誘導放射線治療に対する照合画像の活用状況や課題などについての全国122施設からのアンケート結果を分析した．その結果，照合画像を利用した再セットアップや再計画の客観的指標がある施設は30％と少なく，88.1％の施設が照合画像の独立検証が必要と考えていることが明らかになった．

第2章では， 2次元のMV-X線の照合画像に対する独立検証について研究した．照合において人体構造のねじれや歪みは誤差となりやすい．そこで，画像のピーク信号対雑音比を用いて，照合画像の誤差を数値化し客観的に評価する手法の開発をすることで，照合なしに独立して誤差を評価できるようにした．

第3章では，2次元のkV-X線の定期的な照合画像を利用して，標的や構造物の変化を評価した．本手法では，治療期間中の照合画像に対して陰影起伏処理を行い，その高周波成分を解析することで，転移骨の微細構造の照射期間中の変化を数値化した．本手法により，様々な治療方法に対する放射線量の効果や再計画の指標を得ることができた．

第4章では，3次元の照合画像に対する独立検証について研究した．前立腺の強度変調放射線治療において，治療前の複数回の治療計画CT画像から，治療期間中の複数回のCBCT画像と最も一致する治療計画CT画像を選択するために，前立腺と骨盤の空間座標の変位を解析し評価した．その結果，放射線治療計画時に，複数計画CT間で骨盤とマーカ照合の3次元変位誤差の小さい画像を選ぶことで，治療計画と実際の治療期間中での乖離を小さくでき，至適な計画画像を選択する手法を開発した．

第5章では，前立腺放射線治療における空間座標上の変位の原因となっている，緊張等による直腸の変形にも関係する骨盤底筋群の影響について評価した．その結果，非剛体照合技術を用いて直腸の変形量と前立腺の変位の相関関係を示すことができた．

本研究では，照合画像の独立検証という新たな概念を示すことができ，臨床における放射線治療の質の向上，均てん化に役立つ技術を開発することができた．以上より，本論文は，博士（保健学）の学位授与に値するものである．