

# MATLAB ツール(DIRART)を用いた Deformable Image Registration の基礎的検討

東北大学大学院医学系研究科

○勝田 義之      小野里侑祐      土橋 卓      武田 賢  
(Katsuta Yoshiyuki) (Onozato Yusuke) (Dobashi Suguru) (Takeda Ken)

東北大学病院放射線治療科

角谷 倫之      藤田 幸男      神宮 啓一      松下 晴雄  
(Kadoya Noriyuki) (Fujita Yukio) (Jingu Keiichi) (Matushita Haruo)

東北大学病院診療技術部

岸 和馬      佐藤 清和  
(Kishi Kazuma) (Satou Kiyokazu)

## 【はじめに】

強度変調放射線治療(IMRT)を代表とする高精度放射線治療では線量を集中して腫瘍に照射するため、腫瘍の位置、形状が従来の放射線治療に対しさらに重要となる。解剖学的な変化は日常的に観察され、例えば、前立腺は膀胱と直腸の生理的な変化によりその位置が変わると報告している<sup>(1-2)</sup>。これらのことから、治療計画の修正を随時行うことが望ましい。しかしながら、コーンビーム状CT(CBCT)画像を取得する毎に再治療計画を行うためには、手間と時間がかかる。そこで、CBCT画像に一致するように治療計画用CT(PCT)画像を自動で変形させる非剛体レジストレーションDIR(Deformable Image Registration: DIR)が利用され始めている。DIRはPCT画像の変形のみならずその算出された変形量を利用することにより輪郭と線量分布までも変形することができる。そこで、本研究では、MATLABを開発環境としWashington大学が開発したCERR、DIRART(Fig.1)を使用し、強度変調放射線治療(IMRT)施行後の頭頸部と前立腺の患者画像でDIRを行い、DIRの基礎的検討を行った。

## 【方法】

IMRTを施行した頭頸部、前立腺がん患者のPCT画像と治療中に取得したCBCT画像を各一名使用した。CERR、DIRARTはDemon法、Level Set法、Free form deformation(FFD)法、Horn-Schunk optical flow(H&S)法によりDIRを行うことができる。そこで今回はFFD法を用いてDIRを行った。FFD法は、移動画像上に制御格子を設定し、格子上の制御点のピクセルと、固定画像上の類似部

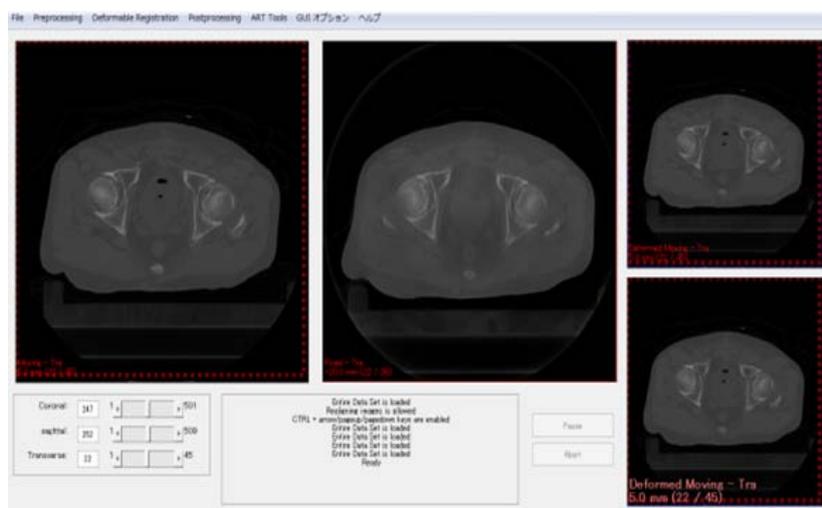


Fig.1 DIRART の GUI

分への対応付け(位置合わせ)を、B-spline関数を用いて非線形に行う変換である<sup>(3)</sup>。DIRの手順として、

まず、剛体レジストレーションにより、骨を指標とした移動画像（PCT画像）を固定画像（CBCT画像）の位置合わせを行い、その後に非剛体位置合わせとしてFFD法で変換を行った。DIRの評価方法は、PCT画像とCBCT画像間でのずれ量とDIRを行ったPCT画像とCBCT画像間でのずれ量を画像上で目視により評価した。

### 【結果】

頭頸部がん患者における結果をFig.2に示す。頸部ではずれが少なくなっており、DIRが行われていることがわかる。しかし、一部適切にDIRが行われていないことが確認できる。

次に、Fig.3に前立腺がん患者における結果を示す。直腸内のガスおよび体輪郭がDIRされていることが確認できる。しかし、頭頸部同様に一部適切にDIRが行われていないことが確認できる。

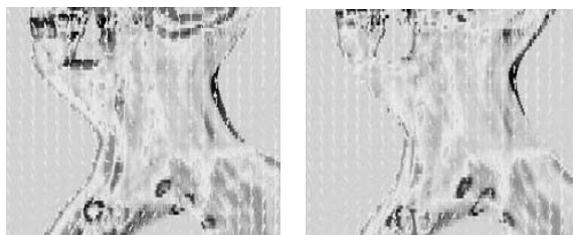


Fig. 2 頭頸部がん患者の画像  
左:PCT画像CBCT画像間での差分画像  
右:DIR後のPCT画像とCBCT画像間での差分画像

### 【考察】

前立腺、頭頸部領域では、適切な変形が行われた領域とそうではない領域が混在した。この要因として、DIRを行う際に、対象とする部位に応じたDIR法のパラメータの設定の必要性が挙げられる。これは、解剖学的な移動や変形の大きさは部位によって異なるためである。本研究では前立腺、頭頸部ともに同一のパラメータにてDIRを行った。このパラメータの設定は今後さらに検討する必要がある。また、使用するDIRのアルゴリズムにも結果は大きく依存すると考えられ、その使用したアルゴリズムによるDIRを行うことできる限界値を把握することも重要と考えられる。

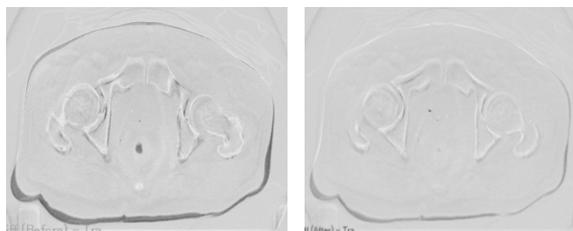


Fig. 3 前立腺がん患者の画像  
左:PCT画像とCBCT画像間での差分画像  
右:DIR後のPCT画像とCBCT画像間での差分画像

### 【まとめ】

複数の患者画像を用いて、DIRを行い、その精度を検証し、DIRARTを用いたDIRの有用性を確認することができた。しかし、今後、適応放射線治療の導入にあたりさらなる精度検証が必要である。

### 【参考文献】

- 1) J Hou, M Guerrero, W Chen, et al. : Deformable planning CT to cone-beam CT image registration in head-and-neck cancer. Medical Physics, Vol. 38, No. 4, 2088-2094, April 2011
- 2) J NIJKAMP, TONNIS T, R Jong, et al. : ADAPTIVE RADIOTHERAPY FOR PROSTATE CANCER USING KILOVOLTAGE CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: FIRST CLINICAL RESULTS. Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 70, No. 1, 75-82, 2008
- 3) 有村秀考: 画像誘導放射線治療を支える医療画像処理技術. 医学物理、第30巻、Sup.4, 25-44,2010