Short Arc CBCTを用いた位置照合の基礎的検討

福島県立医科大学附属病院　放射線部　○星　佑樹(Hoshi Yuki)
長澤　陽介　　岡　善隆　　高野　基信

【目的】

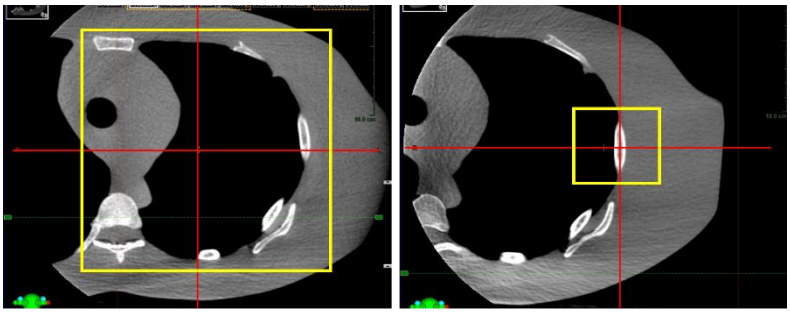
強度変調放射線治療や定位放射線治療などの高精度放射線治療では、位置精度を担保するために画像を用いて適切な照射位置に修正する技術である画像誘導放射線治療（Image-Guided Radiotherapy：IGRT）が必要不可欠である。IGRTには、汎用型リニアックに搭載されたCone Beam-CT(CBCT)が広く利用されている。当院のTrue Beam STx（Varian Medical Systems）では、通常よりも少ない収集角度で画像再構成が可能となるShort Arc CBCT（SA-CBCT）が使用できる。SA-CBCTによる位置照合では、少ない収集角度による撮影時間の短縮や被ばく線量の低減が期待されるが、画質の劣化による位置照合への影響が懸念される。本研究では、SA-CBCTを用いた位置照合の基礎的検討を行った。

【方法】

リニアックのアイソセンターに胸部ファントム（京都科学）をセットアップし、Lateral方向のみ既知の移動量10mm動かした。このファントム位置で異なる3つの収集角度のCBCTを撮影した。収集角度は、通常の収集角度である200°収集（200°）、SA-CBCTの150°収集（SA150）、および120°収集（SA120）とした。Table 1に収集角度および撮影条件を示す。また、アイソセンター周辺に骨構造が存在する場合（肋骨中心）と存在しない場合（肺野中心）の2パターンで検証した。各パターンのアイソセンターと自動位置照合時の関心領域の設定位置をFig.1に示す。ただし、赤線がアイソセンター、黄枠が関心領域とした。各CBCT画像において自動位置照合を用いて10回解析を行い、解析値から既知の移動量を差分し、平均値を算出した。また、各CBCT画像において視覚評価を行い、収集角度の不足による画像の歪み等を確認した。

Table 1　収集角度および撮影条件

	200° (spotlight)	SA-CBCT150° (SA150)	SA-CBCT120° (SA120)
管電圧［kV］	125	125	125
管電流［mA］	275	281.25	285
収集角度［°］	90～250	60～270	60～300



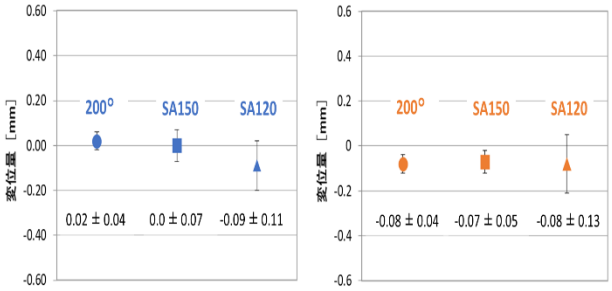
(a)　肺野中心　　(b)　肋骨中心

Fig.1　アイソセンターおよび自動位置照合時の関心領域

【結果】

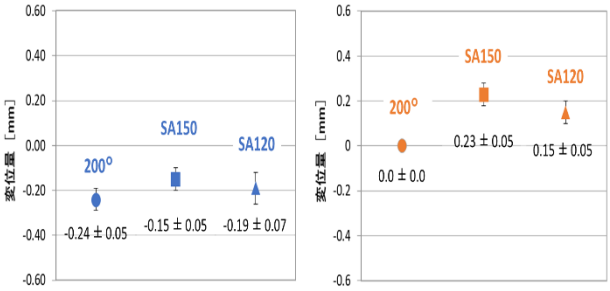
肺野中心（肋骨中心）における平均値±標準偏差は、200°/ SA150/ SA120 において、Verticalでは0.02±0.04/ 0.0±0.07/ -0.09±0.11 （-0.08±0.04/ -0.07±0.05/ -0.08±0.13）、Lateralでは-0.24±0.05/ -0.15±0.05/ -0.19±0.07 （0.0±0.0/ 0.23±0.05/ 0.15±0.05）、Longでは-0.04±0.07/ -0.30±0.12/ -0.43±0.13 （-0.16±0.07/ -0.13±0.07/ -0.24±0.05）、Yawでは-0.12±0.04/ -0.28±0.04/ -0.27±0.05 （-0.16±0.05/ -0.12±0.04/ -0.21±0.03）であった。Fig.2～5にそれぞれのグラフを示す。全ての方向において平均値は同等であったが、SA120ではバラツキが増大する傾向がみられた。

Fig.6およびFig.7に実際に得られた200°収集CBCTとSA120の画像を示す。Fig.6においてはSA120では胸骨および胸椎の骨構造の歪みが認められ、肋骨からもアーチファクトがみられた。Fig.7では200°で得られたCBCTでは胸椎は分離して観察することができたが、SA120のCBCTにおいては胸椎および肋骨からのアーチファクトがみられた。



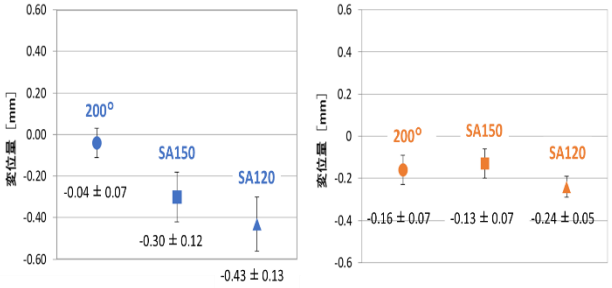
（a） 肺野中心　　（b） 肋骨中心

Fig.2 Vertical方向の変位量



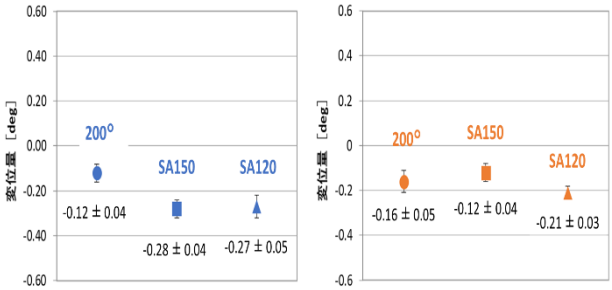
（a） 肺野中心　　（b） 肋骨中心

Fig.3 Lateral方向の変位量



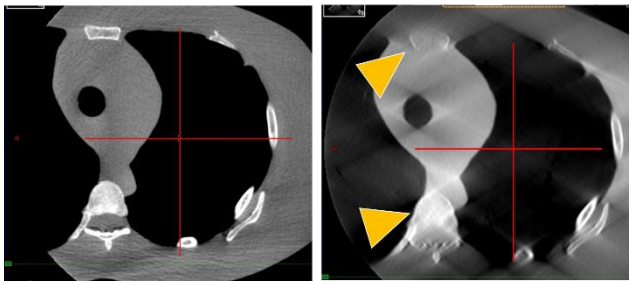
（a） 肺野中心　　（b） 肋骨中心

Fig.4 Long方向の変位量



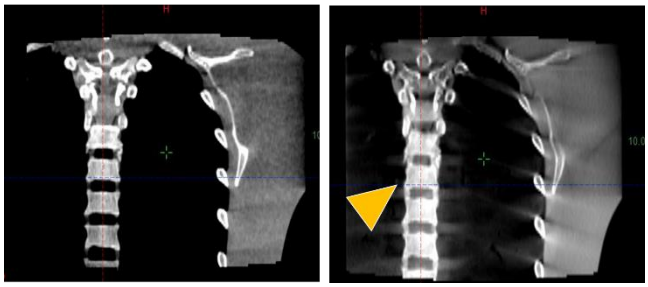
（a） 肺野中心　　（b） 肋骨中心

Fig.5 Yaw方向の変位量



（a） 200°　　（b） SA120

Fig.6 CBCT画像の視覚評価（axial）



（a） 200°　　（b） SA120

Fig.7 CBCT画像の視覚評価（coronal）

【考察】

Vertical、Lateral、Longについては、200°収集と比較するとバラツキはやや大きいが、平均値は同等であった。Yawについては肺野中心において最大で約0.3°の位置誤差が認められた。これはSA-CBCTが少ない収集角度で撮影を行うため、投影データの不足による不完全な再構成に起因して骨構造の歪みやアーチファクトが発生する事が原因と考えられる。しかし、SA-CBCTに認められた位置誤差は臨床において適切なマージンが設定されている場合には投与線量への影響は少ないと考えられる。ただし、自動位置照合を用いる場合には、通常収集のCBCTと比較して、SA-CBCTでは骨構造の歪みやアーチファクトなどの影響を強く受けるため、より慎重な目視による最終確認を行う必要があると考えられる。

【まとめ】

SA-CBCTを用いた位置照合精度は通常の収集角度である200°収集と同等の結果となった。しかし、アイソセンターから離れた位置では骨構造に歪みやアーチファクトが生じるため、広範囲を対象とする位置照合の場合には考慮するべきである。