

## 肺癌治療

馬屋原 博

(神戸低侵襲がん医療センター 放射線治療科)

## ①呼吸性移動を有する巨大な右中葉Ⅰ期肺癌に対して2方向透視を用いたマーカレス動体追尾照射 (2-View Tracking) を行った症例

症例：70代 男性 喫煙歴有 (たばこ 15本/日、50年以上)

診断：右中葉肺腺癌 cT2bN0M0 Stage II A

計画：56 Gy/4 fr、ITV-D95% 処方 (83% Isodose line)

治療：腫瘍局在部位より呼吸性移動が 10 mm 以上あると予想され、呼吸性移動対策は必須と判断した。腫瘍径が 42 mm と大きく、かつ腫瘍辺縁の境界が明瞭であり、2-View Tracking (Xsight® Lung Tracking、以下 XLT) によるマーカレス動体追尾照射が可能であると推測した。腫瘍径がやや大きかったものの、小さめのマージン付加にて4分割照射を行う方針とした。

使用機器：サイバーナイフ ラジオサージェリーシステム VSI、MultiPlan v4.6.0

## 診断

病歴：近医で鼠径ヘルニア術前に撮影した胸部単純写真にて異常陰影を指摘され、気管鏡下生検にて腺癌と診断された。呼吸器外科にて手術を勧められるも、高齢を理由に非切除治療を希望され、体幹部定位放射線治療 (SBRT) 目的にて紹介受診となった。

治療方針 根治目的の寡分割 SBRT を施行。

## 治療計画

治療計画 CT：照射開始前に治療室にて行ったシミュレーションでは、A (右前斜方 45° 透視) / B (左前斜方 45° 透視) の2方向透視 (全呼吸位相) で腫瘍陰影が肉眼的に良好に認識でき、システムの認識位置とも良く一致した (図 1)。続いて行った XLT による動体追尾デモンストレーションでは、呼吸波形のモデリングが問題なく可能であり、Synchrony Correlation Error 値 (モデルと実際の位置の差分) は平均値 0.9 mm、最大値 3.2 mm であった。適切な safety margin を設定することで XLT によるマーカレス動体追尾照射が可能であると判断した。治療前 CT を図 2 に、シミュレーション結果を図 3 に示す。

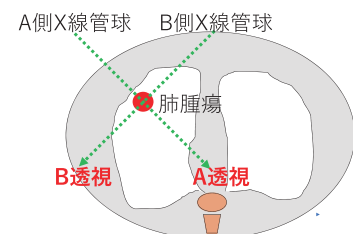


図 1 A/B透視

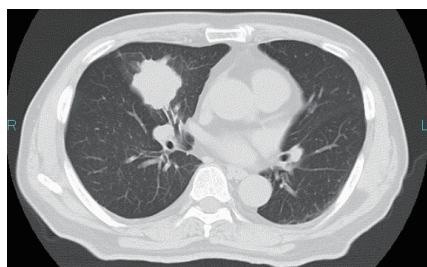


図 2 治療前 CT

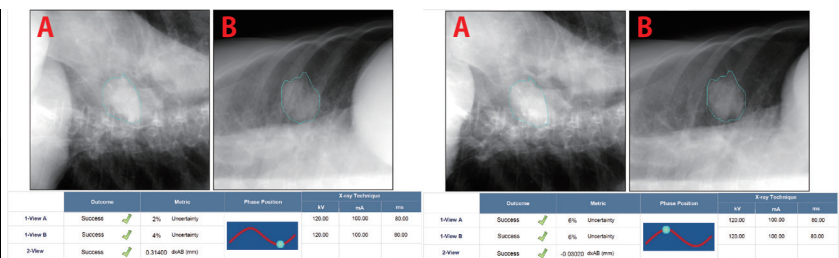


図 3 シミュレーション結果 (左：呼気、右：吸気)

kV-X 線画像による観察の結果、右中葉肺癌の呼吸性移動距離は頭尾方向で最大 14 mm であった。両腕挙上にて吸引バッグ固定し、Real-time Position Management™ (Varian Medical Systems 社、以下 RPM) による呼吸波形モニター下で CT を撮影した (安静呼気/吸気息止めで鎖骨上~全肺を 1 mm スライススキャン)。右中葉原発巣周囲のみ 4DCT を撮影した。

**治療計画：**放射線治療計画は安静呼吸息止め 1 mm スライス CT を基に線量計算を行った。放射線治療計画補助装置は Velocity™ (Varian Medical Systems 社) を用いた。

標的輪郭入力

GTV primary	GTV secondary	CTV	ITV**	PTV
肺野条件による呼吸肉眼的腫瘍体積	肺野条件による呼吸肉眼的腫瘍体積	GTV	Velocity 上で、合計 10 位相分の CT (安静呼吸息止め+呼吸息止め+4DCT) を読み込んだ。呼吸/呼吸息止め CT と 4DCT (20%呼吸位相ごと) に GTV をそれぞれ描出した。腫瘍辺縁を基準として各 CT における腫瘍中心点を平行移動のみで Fusion し、それら GTV の総和を ITV とした。	ITV+4 mm (左・背側 3 mm)

\*\*動体追尾照射の場合には全呼吸位相にて照射を行うため、呼吸位相ごとの相対的な腫瘍回転・変形を担保した ITV を定義した。

不整形の腫瘍であったため、非アイソセントリック照射で計画する方針とした。処方線量、リスク臓器線量、設定パラメータを以下に示す。リスク臓器線量はいずれも耐容線量内と判断した。線量分布図、DVH を図 4、5 にそれぞれ示す。

処方線量	使用 コリメータ	線量計算	Beam (本)	Max Dose (Gy)	治療時間 (入退室)
56 Gy/4 fr/4 日 ITV-D95% 処方 (83% Isodose line)	40/25 mm 径 コリメータ	Monte Carlo 法 (Uncertainty 1%)	79	67.47	37 分

肺 V20	肺 V10	肺 V5	平均肺線量	肺動脈最大線量		心臓最大線量	
				0.1 cc	1 cc	0.1 cc	1 cc
8.5%	18.1%	32.5%	6.33 Gy	38.63 Gy	29.39 Gy	24.16 Gy	21.09 Gy

肺容積 2,525 mL

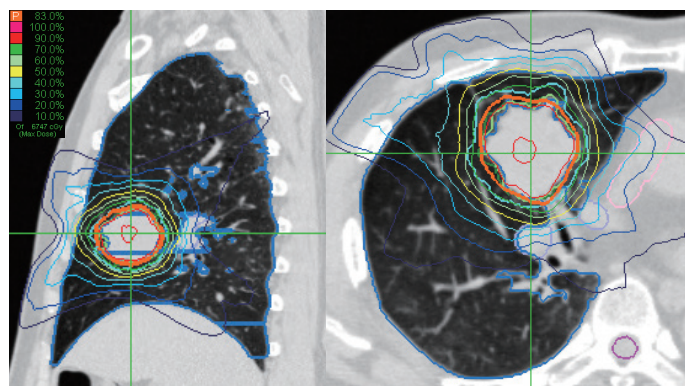


図 4 線量分布図 (左：矢状断、右：水平断)

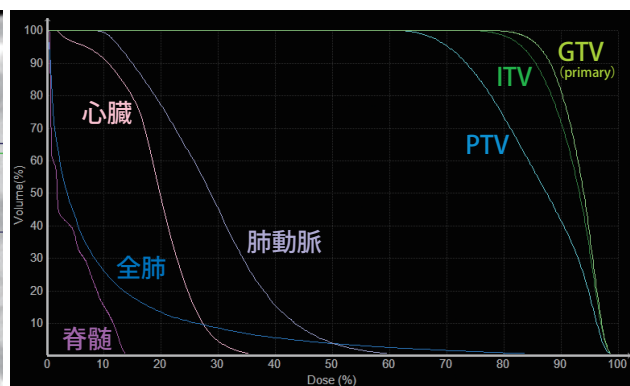


図 5 DVH

治療および経過

外来通院にて連続 4 日間の照射を行った。照射期間中～照射終了直後には、特に有害事象の出現を認めなかった。

照射終了後 2 ヶ月で速やかな腫瘍縮小傾向が得られた。8 ヶ月後に Grade2 相当の放射線肺臓炎を発症した。呼吸状態には問題がなかったが、咳および食欲低下の症状が強く、副腎皮質ホルモン剤投与が必要と判断した。Prednisolone 20 mg 投与開始後、速やかに症状が改善し、2 週間後 10 mg、4 週間後 5 mg にそれぞれ減量した後、8 週間後に投与終了した。投与終了後は放射線肺臓炎の再燃を認めなかった。腫瘍局在の周囲に放射線肺線維症が残存したものの、その後の経過で局所再発や遠隔転移はみられず、SBRT 後 3 年間制御を持続できた (図 6、7)。経過観察を目的とした 3 年後 PET 検査にて、肝左葉と肝門部に異常集積が指摘された (図 6 右)。当初は肝転移が疑われたものの、病理診断の結果、原発性肝内胆管細胞癌と診断された。手術適応外と診断され、化学療法目的にて他院転院となった。

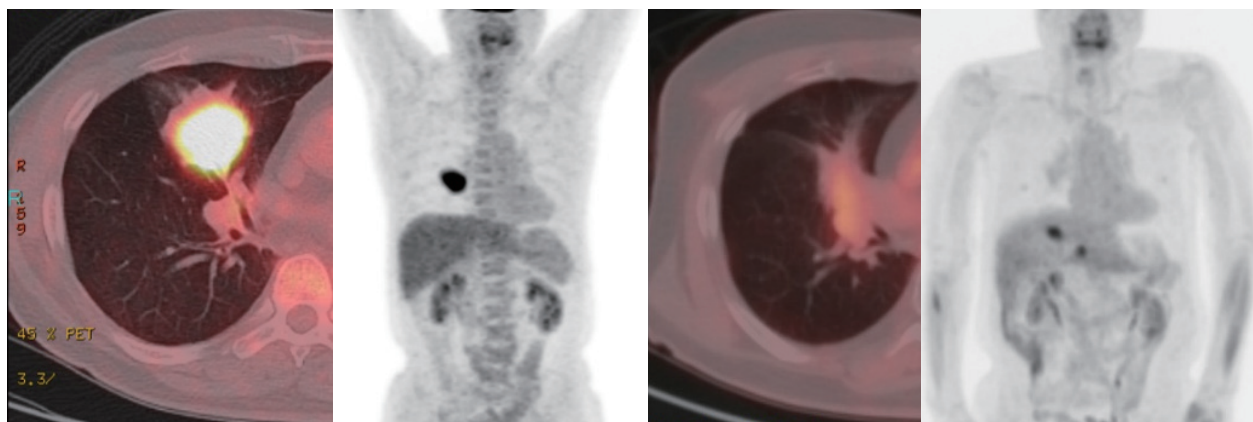


図6 PET/CT (左：治療前、右：3年後)

治療3年後、陰影内部に異常集積なし。肝左葉内と肝門部リンパ節に異常集積が認められ、生検にて肝内胆管細胞癌と診断。

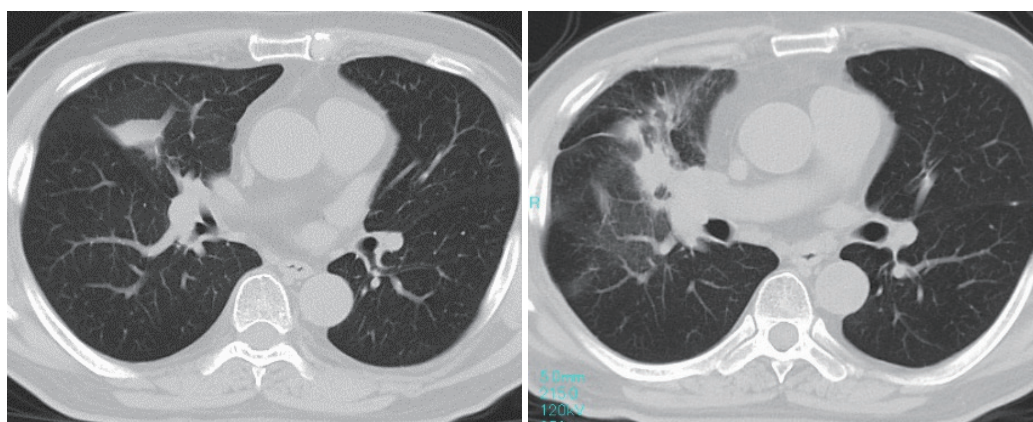


図7 CT (左：治療2ヶ月後、右：治療12ヶ月後)

治療2ヶ月後には早期の腫瘍縮小が観察された。12ヶ月後にはすりガラス～網状陰影はほぼ消失した。

## 考察

腫瘍径が15～20mm以上の肺腫瘍に対し、全呼吸位相の腫瘍陰影がA/B両方の透視にて肉眼確認可能、かつサイバーナイフシステムによる腫瘍陰影認識と一致する場合、2方向透視によるマーカレス動体追尾照射(XLT)が適用可能である<sup>[1, 2]</sup>。XLT使用により、従来の金属マーカを用いた動体追尾照射技術(Synchrony®)を用いた場合と同様の局所制御率が報告されている<sup>[2]</sup>。文献的には腫瘍径36mm以上の場合80%の高い認識率を示し、腫瘍径以外にも腫瘍内部の電子密度が認識率に関連すると報告されている<sup>[3]</sup>。自験例では腫瘍径15～30mm未満の場合は認識率80%、腫瘍径30mm以上の場合は認識率97%であった。

腫瘍径が比較的小さく透視径路に縦隔や椎体の構造が含まれる場合、事前に腫瘍陰影の認識可否をシミュレーションにて確認する必要がある。本症例は、A透視の透視径路では腫瘍の半分程度が椎体と重複し、B透視でも腫瘍の半分程度が縦隔陰影と重なっていたが、腫瘍径が大きく境界明瞭であったために問題なく認識された。金属マーカを用いず腫瘍陰影そのものを認識した動体追尾照射を行った場合、正確性の高い照射に基づきITV/PTVマージンの縮小が可能であり、確実な腫瘍制御とともに放射線肺障害の低減が期待できる<sup>[4]</sup>。

XLTあるいはSynchronyによる動体追尾において、患者が呼吸を意識せず自然呼吸に近い規則的な呼吸波形を示す場合、追従性の高い動体追尾照射が可能である場合が多い<sup>[4]</sup>。このため、当院では呼吸波形に問題がない限りは患者が呼吸を意識することのないように、治療計画や照射時の呼吸練習を控えている。不規則な呼吸や極端に遅い呼吸周期など、4DCT撮影やシミュレーションに難がある場合は症例ごとに個別に判断し、音声を用いた呼吸コーチングを試みる場合もある。しかしながら、患者が呼吸を意識しすぎ、かえって力が入った不自然な呼吸になるケースも散見される。症例に応じた柔軟な対応の必要性を経験している。

当院での経験では1期肺癌に対してサイバーナイフによるSBRTを行った後に症候性放射線肺臓炎を生じる症例は稀であるが<sup>[5]</sup>、本症例ではSBRT施行8ヶ月後にGrade2の放射線肺臓炎がみられた。本症例の放射線肺臓炎発症に関わる要因として、腫瘍径がやや大きく、肺門構造にも比較的近接していた点があった。1回線量を適切に低減し、また、分割回数を増やす工夫を行うことで、腫瘍を制御しつつ症候性放射線肺臓炎の発症を抑制できた可能性も考えられる。



## ②呼吸性移動を有する左下葉Ⅰ期肺癌に対して1方向透視を用いたマーカレス動体追尾照射（1-View Tracking）を行った症例

症例：70代 男性 喫煙歴有（たばこ60本/日、50年以上）

診断：左下葉肺扁平上皮癌 cT2aN0M0 Stage ⅠB

計画：56 Gy/4 fr、ITV-D95% 処方（81% Isodose line）

治療：腫瘍局在部位より呼吸性移動が10mmを超えると予想され、呼吸性移動対策が必要不可欠と判断した。腫瘍径は24mmとやや小さめであったが腫瘍輪郭の性状が境界明瞭で、少なくとも1方向の透視を用いて腫瘍陰影を認識するマーカレス動体追尾照射が可能と推測した。シミュレーションを行い、その結果で照射モードを検討する方針とした。

使用機器：サイバーナイフ ラジオサージェリーシステム VSI、MultiPlan v4.6.0

### 診断

病歴：膀胱癌の経過観察中に胸部異常陰影が指摘され、気管鏡下生検にて扁平上皮癌と診断された。低肺機能のために手術適応がなく、SBRT 目的にて紹介受診となった。

治療方針 根治目的の寡分割 SBRT を施行。

### 治療計画

治療計画 CT：照射開始前に治療室にて行ったシミュレーションの結果、B透視では全呼吸位相で腫瘍陰影の肉眼的認識が可能で、システムの認識とも一致した。A透視では大動脈と心陰影との陰影重複のため、腫瘍陰影の肉眼的認識が困難であった。B透視のみの1-View Trackingによる動体追尾デモンストレーションの結果、Synchrony Correlation Error 値は最大値2mm未満と小さく、マーカレス動体追尾照射が可能と判断した。治療前CTを図8に、シミュレーション結果を図9に示す。

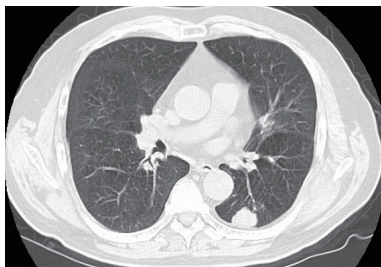


図8 治療前CT

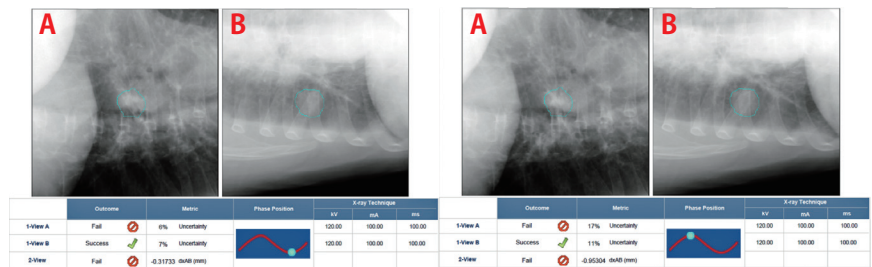


図9 シミュレーション（左：呼気、右：吸気）

kV-X線画像による観察の結果、左下葉肺癌の呼吸性移動は頭尾方向で最大10mmであった。両腕挙上にて吸引バッグ固定し、RPMによる呼吸波形モニター下でCTを撮影した（安静呼気/吸気息止めで鎖骨上～全肺を1mmスライススキャン）。また、腫瘍周囲の4DCT撮影を加えた。

治療計画：放射線治療計画は安静呼気息止め1mmスライスCTを基に線量計算を行った。

標的輪郭入力

GTV primary	GTV secondary	CTV	ITV	PTV
肺野条件による呼気肉眼的腫瘍体積	肺野条件による吸気肉眼的腫瘍体積	GTV+2 mm	CTV primary+CTV secondary (図10参照)	ITV+4 mm (In-plane) ITV+6 mm (Out-of-plane)

片側透視によるマーカレス動体追尾照射（1-View Tracking）を行う場合、特殊なマージン設定を行う必要がある。Trackingに用いる腫瘍認識が可能な透視方向（In-plane）と、Trackingに用いない透視方向（Out-of-plane）に対するマージンは、それぞれ4mm/6mmとした（1-View TrackingにおけるITV定義は図10参照）。

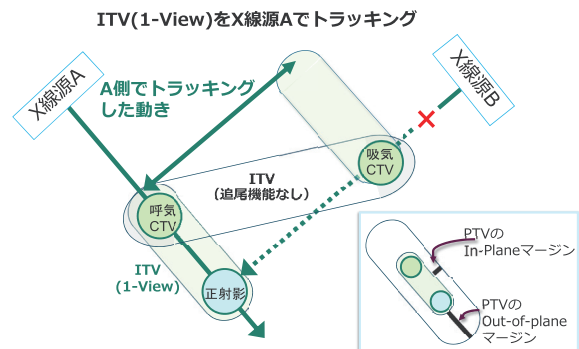


図10 1-View TrackingにおけるITV

球形に近い腫瘍であること、および、近接する大動脈の線量低減も考慮し、線量分布をより急峻にするためにアイソセントリック照射を用いた放射線治療計画とした。最適化計算にてビーム配置と Weight を調整した。また、Monte Carlo 法による高解像度計算を行い、最終的な処方線量を決定した（Volume 処方にて当時は ITV-D95% に対して 56 Gy/4 fr を処方していたが、現在は PTV-D95% に対して 50 Gy/4 fr の処方を行っている）。

処方線量、リスク臓器線量、設定パラメータを以下に示す。リスク臓器線量はいずれも耐容線量内と判断した。線量分布図、DVH を図 11、12 にそれぞれ示す。

処方線量	使用 コリメータ	線量計算	Beam (本)	Max Dose (Gy)	治療時間 (入退室)
56 Gy/4 fr/4 日 ITV-D95% 処方 (81% Isodose line)	35 mm 径 コリメータ	Monte Carlo 法 (Uncertainty 1%)	60	69.13	33 分

肺 V20	肺 V5	平均肺線量	大動脈最大線量	
			0.1 cc	1 cc
1.7%	18.1%	2.67 Gy	34.36 Gy	28.63 Gy

肺容積 3,633 mL

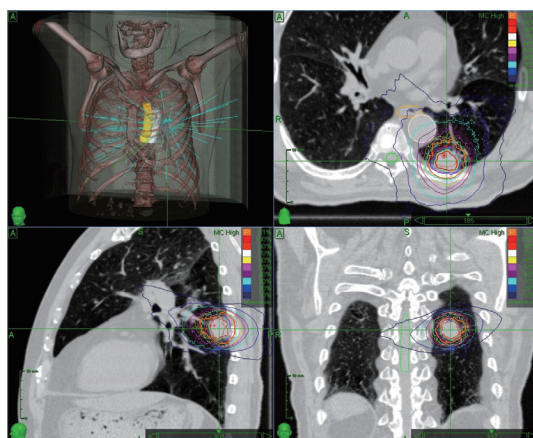


図 11 線量分布図

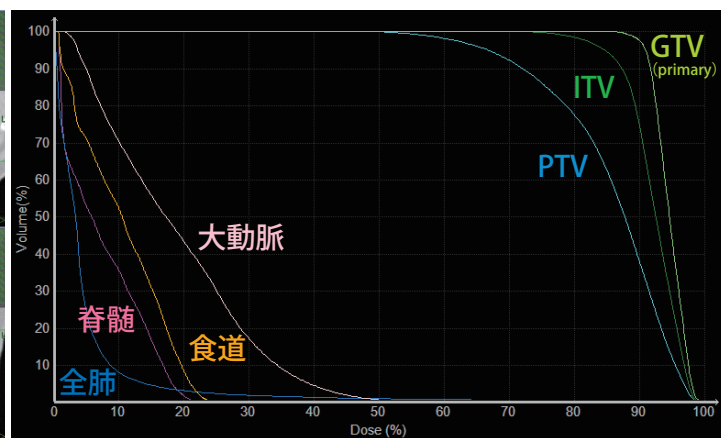


図 12 DVH

### 治療および経過

外来通院にて連続 4 日間の照射を行った。照射期間中～照射終了直後には特に有害事象の出現を認めなかった。治療終了 2 ヶ月後には早くも良好な腫瘍縮小が得られた。3 ヶ月後の PET/CT にて FDG 集積の消失が確認された。6 ヶ月後から 12 ヶ月後の間もわずかながら縮小傾向がみられた。1 年 6 ヶ月後の PET/CT 検査時に遅発性放射線肺臓炎に伴う炎症性集積が確認されたが、特に臨床症状の出現はみられず無治療経過観察とした。その後陰影は自然収縮し、放射線肺線維症となった。2 年 6 ヶ月後の PET/CT にて陰影内の集積が消失していることが確認された。5 年後の PET/CT においても異常集積はみられず、5 年間無病生存中である（図 13）。

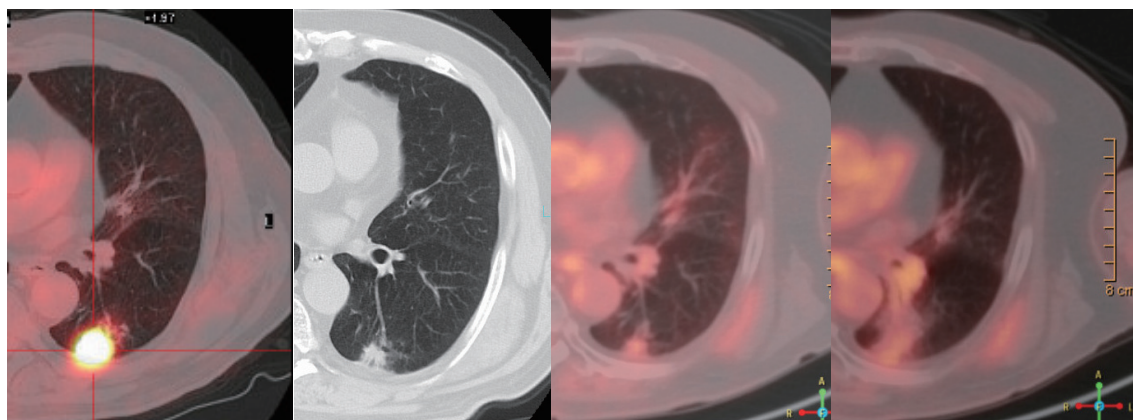


図 13 臨床画像（左から治療前 PET/CT、治療 2 ヶ月後 CT、3 ヶ月後 PET/CT、5 年後 PET/CT）

## 考察

腫瘍径が15～20 mm以上の肺腫瘍で、A/Bいずれか片側の透視を用いて全呼吸位相で腫瘍陰影を肉眼的に確認でき、かつ、システムによる腫瘍陰影の認識とも一致する場合、1-View Trackingによるマーカレス動体追尾照射が適用可能である<sup>[1,2,6]</sup>。文献的には腫瘍径36 mm以上にて80%の認識率で、腫瘍密度も認識率に関係すると報告されている<sup>[3]</sup>。

1-View Trackingは、透視では見えない方向の腫瘍位置不確定性に対応した特殊なPTVマージンを設定する。当院では経験的にIn-planeおよびOut-of-planeに対するマージンを、ITVに対してそれぞれ4 mm/6 mm程度設定することが多い。XLT臨床例のログ解析にて、3 mm/5 mmのマージンを用いることで9割の症例に対しCTV95%体積が90%以上PTV内に含まれたとの解析が報告されている<sup>[6]</sup>。腫瘍局在に応じた症例ごとの呼吸性移動の大きさ・不確実性が事前に評価されている場合、In-plane/Out-of-planeのマージンは前述の報告を参考におおむね3 mm/5 mm以上の値を設定すれば良いと考えられる。

肺下葉の前方、特に心臓が近接する左上葉舌区あるいは下葉では、心拍動の影響を受けて腫瘍が予測困難な動きを示す場合があり、1-View Trackingの適用には十分な注意を必要とする。本症例では大動脈近接のため小さめのコリメータを用いてアイソセントリック照射を行った。Ⅰ期非小細胞肺癌に対するSBRT後の放射線肺臓炎出現時期は一般的には2～6ヶ月（中央値4ヶ月）<sup>[7]</sup>、有症状の肺臓炎はより早期（1～3ヶ月以内）にみられることが多い<sup>[8]</sup>。また、小照射野を用いてサイバーナイフによるSBRTを行った場合、遅発性に無症候性の放射線肺臓炎を生じる場合もある。画像評価間隔が開いた場合、または非専門医のみによる経過観察や、経過観察に放射線腫瘍医が関与しない場合に、遅発性放射線肺臓炎の出現が局所再発と見誤られる恐れがある<sup>[9]</sup>。不適切な判断により、不必要な追加治療が行われることがないように事前に情報提供を行うなどの対応が望ましいと考える。

## ③呼吸性移動のない右肺尖部のⅠ期肺癌に対して椎体追尾によるマーカレス動体追尾照射を行った症例

**症例：**80代 男性 肺気腫合併 喫煙歴有（たばこ35本/日、40年以上）

**診断：**右上葉肺腺癌 cT2aN0M0 Stage ⅠB

**計画：**56 Gy/4 fr、ITV-D90% 処方（72% Isodose line）

**治療：**呼吸性移動は小さいと予想されたため、治療計画CTにて呼吸性移動を評価の上、椎体追尾による照射（Xsight® Spine Tracking、以下XST）を用いたSBRTを行う方針とした。

**使用機器：**サイバーナイフラジオサージェリーシステム VSI、MultiPlan v4.6.0

### 診断

**病歴：**検診にて胸部異常陰影を指摘され、近医での内視鏡下生検検査にて腺癌と診断された。PET/CTと脳MRIによる全身検索ではリンパ節・遠隔転移は認められなかった。外科医診断では切除可能であったが、肺気腫に伴う呼吸機能低下もあり切除を希望されず、SBRT目的にて紹介受診となった。

**治療方針** 根治目的の寡分割SBRTを施行。

### 治療計画

**治療計画CT：**腕下げで吸引バッグ固定。RPMによる呼吸波形モニター下でCTを撮影した（安静呼気/吸気で鎖骨上～全肺を1 mmスライススキャン）。右上葉肺癌周囲のみ4DCT撮影を行い、呼吸性移動評価を行うこととした。4DCTにて呼吸性移動は頭尾方向2 mm程度と小さかった。

**治療計画：**放射線治療計画は安静呼気息止め1 mmスライスCTを基に線量計算を行った。

標的輪郭入力

GTV primary	GTV secondary	CTV	ITV	PTV <sup>*</sup>
肺野条件による呼吸肉眼的腫瘍体積	肺野条件による呼吸肉眼的腫瘍体積	GTV	GTV primary+GTV secondary+2 mm	ITV+4 mm (左側2 mm・背側3 mm)

※脊髄線量を考慮、近接する胸椎により椎体方向への腫瘍の動きは制限されるため胸椎側のPTVマージンは短縮した。

不整形の腫瘍であり非アイソセントリック照射で計画する方針とした。Ray-tracing法にてビーム配置・最適化計算を行い、最終的にMonte Carlo法による高解像度の線量計算を行って処方線量を定義した。

著明な肺気腫のためにTarget辺縁のCoverageが低下しており、ルーチンではD95%処方を行うところ、以下に示す妥協した処方とした。処方線量、リスク臓器線量、設定パラメータを次頁に示す。リスク臓器線量は耐容線量内と判断した。線量分布図、位置決め用DRR画像、DVHを図14に示す。



処方線量
56 Gy/4 fr/4 日 ITV-D90% 処方 (72% Isodose line)

使用 コリメータ	線量計算	Beam (本)	Max Dose (Gy)	治療時間 (入退室)
35/25 mm 径 コリメータ	Monte Carlo 法 (Uncertainty 1%)	87	77.78	35 分

肺 V20	肺 V15	肺 V10	肺 V5	平均 肺線量	食道最大線量			気管最大線量		
					0.2 cc	0.5 cc	1 cc	0.2 cc	0.5 cc	1 cc
6.2%	9.4%	15.4%	22.6%	4.68 Gy	32.97 Gy	30.74 Gy	28.76 Gy	25.24 Gy	24.29 Gy	23.41 Gy

肺容積 3,471 mL

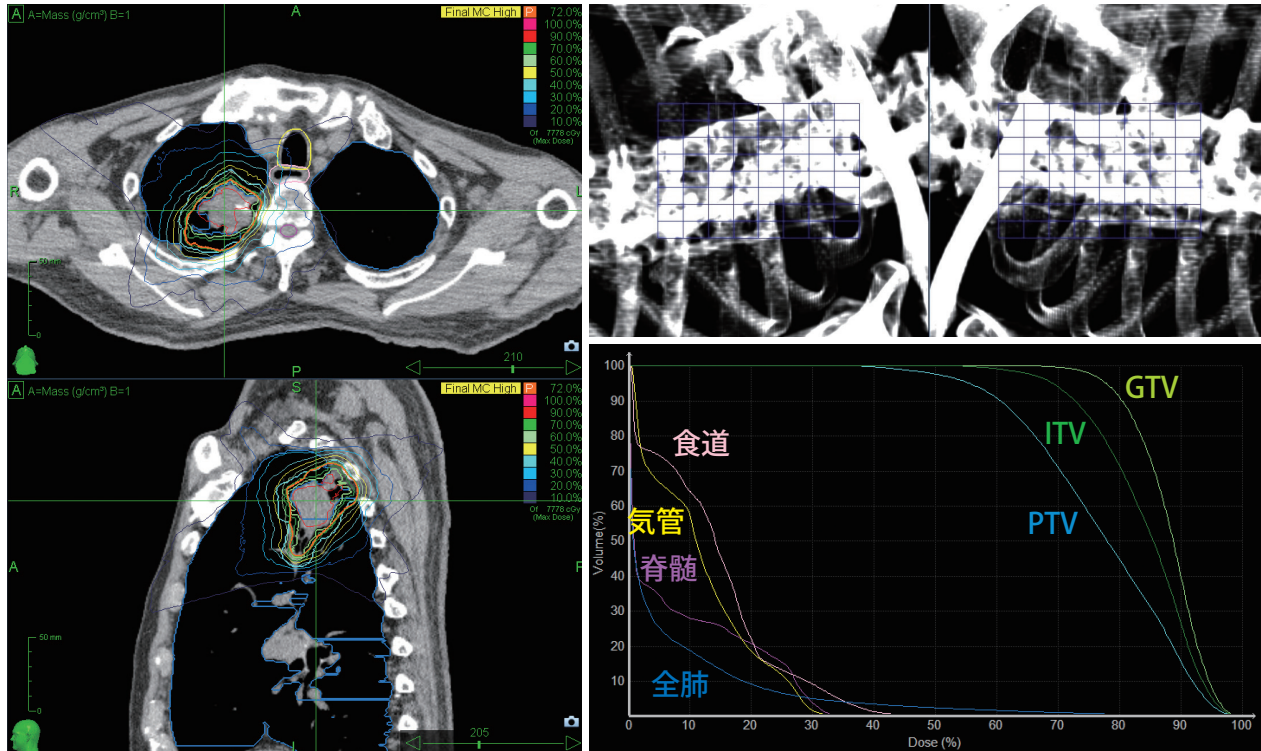


図 14 左：線量分布図、右上：位置決め用 DRR 画像、右下：DVH

### 治療および経過

外来通院にて、連続 4 日間の照射を行った。照射期間中～治療後にも有害事象の出現を認めなかった。右肺尖部肺癌は 2 年程度の間にかきわめて緩やかな縮小傾向を示し、1 年 6 ヶ月後の PET/CT 検査まで腫瘍内部に高集積が持続した。その後、2 年 4 ヶ月後の PET/CT 検査にて内部集積の減弱を確認し、3 年 4 ヶ月後には集積が消失した。縦隔リンパ節や遠隔転移の出現はみられず、照射後 3 年 8 ヶ月後まで無増悪生存中である (図 15、16)。

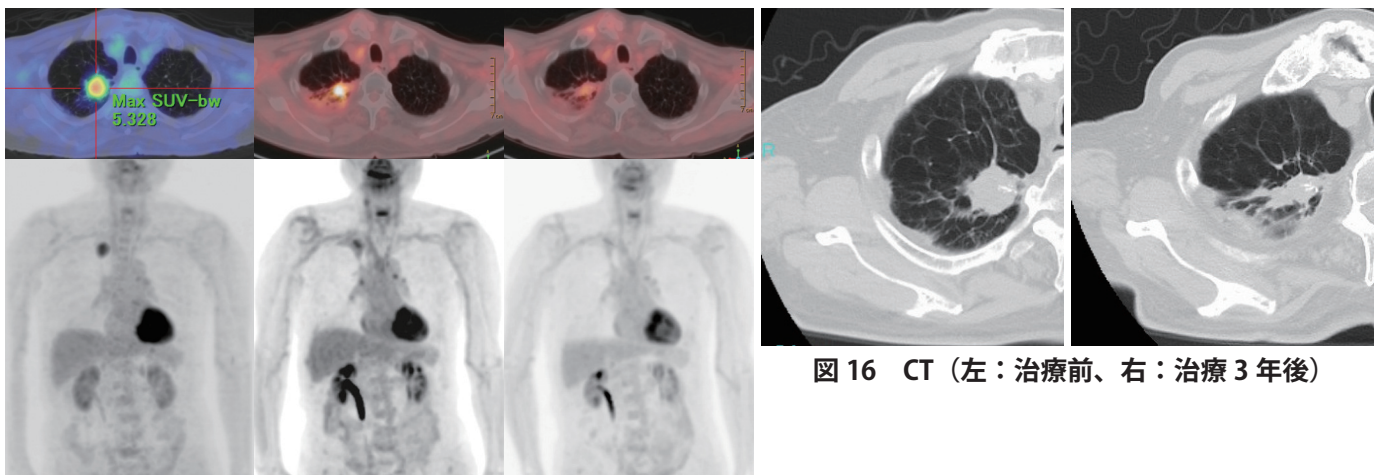


図 16 CT (左：治療前、右：治療 3 年後)

図 15 PET/CT(左から治療前、治療 1 年 6 ヶ月後、2 年 4 ヶ月後)

## 考察

椎体の近傍（50 mm 以内が推奨）、かつ呼吸性移動が比較的小さい肺腫瘍に対し、XST による SBRT を適用可能である<sup>[1, 10]</sup>。この場合、治療室内で直接的に腫瘍位置を確認することはできない。当院では治療計画 CT から呼吸性移動が生じうる範囲が十分に予測され、必要なマージンを適切に確保できる症例に限定して適用している。

I 期肺癌に対する SBRT 後、CT 画像のみで局所制御や局所再発を診断することは困難で、再発診断における PET/CT 検査の有用性が知られている<sup>[9, 11]</sup>。本症例のように I 期肺癌に対する SBRT 後、臨床的に制御されていても 1～2 年もの長期間、腫瘍内部に PET/CT 検査で高集積が残存する症例を時に経験する<sup>[12]</sup>。また、本症例では該当しないが、PET/CT 検査が放射線肺臓炎の出現時期に施行された場合、腫瘍近傍に肺臓炎像に一致して炎症性の高集積がみられることも知られている<sup>[13]</sup>。本症例のように SBRT 後の PET/CT 検査時の高集積が直ちに腫瘍遺残や再発を示すわけではないことには十分に留意する必要がある、経過観察に放射線腫瘍医が関与することは重要であると考えられる。

## 引用文献

- [1] Kilby, W., et al. "The CyberKnife® robotic radiosurgery system in 2010." *Technology in cancer research & treatment* 9.5 (2010) : 433-452.
- [2] Bibault, Jean-Emmanuel, et al. "Image-guided robotic stereotactic radiation therapy with fiducial-free tumor tracking for lung cancer." *Radiation Oncology* 7.1 (2012) : 102.
- [3] Bahig, Houda, et al. "Predictive parameters of CyberKnife fiducial-less (XSight Lung) applicability for treatment of early non-small cell lung cancer: a single-center experience." *International Journal of Radiation Oncology\* Biology\* Physics* 87.3 (2013) : 583-589.
- [4] Nakayama, Masao, et al. "Clinical log data analysis for assessing the accuracy of the CyberKnife fiducial-free lung tumor tracking system." *Practical radiation oncology* 8.2 (2018) : e63-e70.
- [5] Nakamura, Masaki, et al. "Pattern of recurrence after CyberKnife stereotactic body radiotherapy for peripheral early non-small cell lung cancer." *Journal of Thoracic Disease* 11.1 (2019) : 214.
- [6] Ricotti, Rosalinda, et al. "Evaluation of target coverage and margins adequacy during CyberKnife Lung Optimized Treatment." *Medical physics* 45.4 (2018) : 1360-1368.
- [7] Aoki, Tetsuya, et al. "Evaluation of lung injury after three-dimensional conformal stereotactic radiation therapy for solitary lung tumors: CT appearance." *Radiology* 230.1 (2004) : 101-108.
- [8] Takeda, Atsuya, et al. "Early graphical appearance of radiation pneumonitis correlates with the severity of radiation pneumonitis after stereotactic body radiotherapy (SBRT) in patients with lung tumors." *International Journal of Radiation Oncology\* Biology\* Physics* 77.3 (2010) : 685-690.
- [9] Huang, Kitty, et al. "Radiographic changes after lung stereotactic ablative radiotherapy (SABR) –can we distinguish recurrence from fibrosis? A systematic review of the literature." *Radiotherapy and Oncology* 102.3 (2012) : 335-342.
- [10] Fu, D., et al. "3D target localization using 2D local displacements of skeletal structures in orthogonal X-ray images for image-guided spinal radiosurgery." *International journal of computer assisted radiology and surgery* 1 (2006) : 198-200.
- [11] Takeda, Atsuya, et al. "Evaluation for local failure by 18F-FDG PET/CT in comparison with CT findings after stereotactic body radiotherapy (SBRT) for localized non-small-cell lung cancer." *Lung cancer* 79.3 (2013) : 248-253.
- [12] Matsuo, Yukinori, et al. "Characterization of FDG-PET images after stereotactic body radiation therapy for lung cancer." *Radiotherapy and Oncology* 97.2 (2010) : 200-204.
- [13] Vahdat, Saloomeh, et al. "CyberKnife radiosurgery for inoperable stage IA non-small cell lung cancer: 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography serial tumor response assessment." *Journal of hematology & oncology* 3.1 (2010) : 6.



販売名：サイバーナイフ ラジオサージェリーシステム  
医療機器承認番号：22200BZX00721000

放射線治療の安全性について：

放射線療法（Accuray 製品を通じて実施される放射線療法を含む）における副作用のほとんどは、軽度で一時的なものであり、その多くは疲労、悪心、皮膚刺激などです。しかしながら、重症な副作用を伴う場合もあり、疼痛や正常な身体機能の変化（例えば、泌尿器や唾液の機能の変化）、生活の質の悪化、永続的な損傷、さらに死亡につながる場合があります。副作用は、放射線治療中または治療直後に生じる可能性も、治療後、年月を経てから生じる場合もあります。副作用の性質や重症度は多くの要因に依存しており、治療対象である腫瘍の大きさや位置、治療手技（例えば照射線量）、患者の全身症状などに依存することが例として挙げられます。

製造販売元・お問い合わせ先

**アキュレイ株式会社**

〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7 階

TEL : 03-6265-1526 FAX : 03-3272-6166 [www accuray.co.jp](http://www accuray.co.jp)

©2021 Accuray Incorporated. All Rights Reserved. AJMKT-CKCR-03(2)-2101

**ACCURAY**