OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	小型肺癌のCT像3次元表示-伸展固定肺標本を用いた試み-
Author(s)	北岡, 裕子
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(5), p. 516-522
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20339
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

日本医放会誌：51（5），516—522，1991（平3）

小型肺癌のCT像3次元表示

—伸展固定肺標本を用いた試み—

鳥取大学医学部第一病理学教室
北岡病院内科
北　岡　裕　子

（平成2年7月24日受付）
（平成2年9月3日最終原稿受付）

Three-Dimensional CT Imaging of the Small Lung Cancer
—A Trial Using an Inflated Fixed Lung Specimen—

Hiroko Kitaoka
Department of Internal Medicine, Kitaoka Hospital, Tottori, Japan
First Department of Pathology, Tottori University School of Medicine, Yonago, Japan

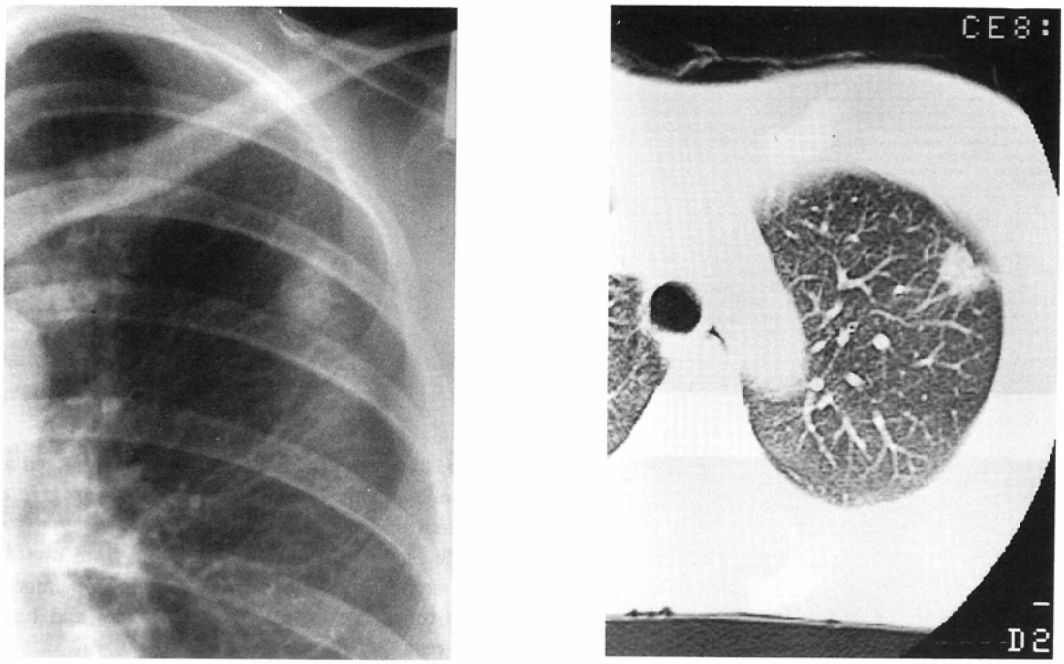
Research Code No. : 506.1

Key Words : Lung cancer, Thin-section CT, Three-dimensional imaging

In order to examine clinical usefullness of three-dimensional (3D) imaging of solitary pulmonary nodules from serial thin-section CT images, 3D reconstruction of a small peripheral lung adenocarcinoma was performed using the inflated fixed lung specimen resected surgically. The left upper lobe was fixed and air-dried by Heitzman's method, and was scanned contiguously 20 times at a section thickness of 2 mm and a section interval of 2 mm. Bronchi, pulmonary vessels and the tumor presented on the CT images were inputted to a 3D reconstruction personal computer system, and then 3D images were obtained. The reconstructed 3D images included various tomographic images of bronchi and pulmonary vessels. It is expected that this method would be one of the most useful imaging techniques for the differential diagnosis of solitary pulmonary nodules.

1. はじめに

末梢型小型肺癌の画像診断は，thin section CTの利用により新たな展開を見せている[1)~4)]．特に，切除肺の伸展固定標本と術前のCT像との直接的な対比は，解剖学的，病理学的に裏付けられた画像の分析を可能にし，画像診断の精度の向上が期待されている．しかし，病理形態の正確な把握のためには一断面での2次元的観察には限界があり，立体像を再構成する必要がある[5)]．再構成の過程は従来，読影者個々人の頭の中で各種画像を組み合わせて行われていた作業であるが，正確な立体像を再構成するにはかなりの熟練を必要とし，また，頭の中の立体的なイメージを紙上に表現するのも必ずしも容易でない．コンピューターによる3次元画像処理は高価な機器を必要とするため，一般臨床にはこれまであまり普及していなかったが，近年のコンピュータ技術の進歩により，パソコンレベルでもコンピューターグラフィクスを利用できるようになってきている．また，高速CTの開発は胸部領域においてもCT像の3次元画像処理を可能にならしめつつある．今回著者は，手術肺の伸展固定標本を用いて末梢型小型肺癌の



a　b

Fig. 1　Preoperative posteroanterior chest radiograph (a) and 10-mm thick CT image (b).

CT像3次元再構成を行い，その臨床応用の可能性について検討したので報告する．

2. 対　象

肺癌検診にて発見された57歳女性の原発性高分化乳頭状腺癌を対象とした．術前の単純X線像と10mm CT像をFig. 1に呈示した．確定診断は得られなかったが，画像上，悪性病変が強く疑われたため開胸となった．術中の腫瘤吸引細胞診にて腺癌と診断し，左上葉切除が行われた．腫瘍は左$S^{1+2}a$にあり，大きさ1.6×1.6×1.2cm，病理学的病期はT1N0M0であった．腫瘍中心部の線維化が強く（Scar grade III[6]），胸膜陥凹が認められた．細胞亜型分類は下里ら[7]のClara細胞型であった．

3. 方　法

1) 伸展固定肺標本の作製

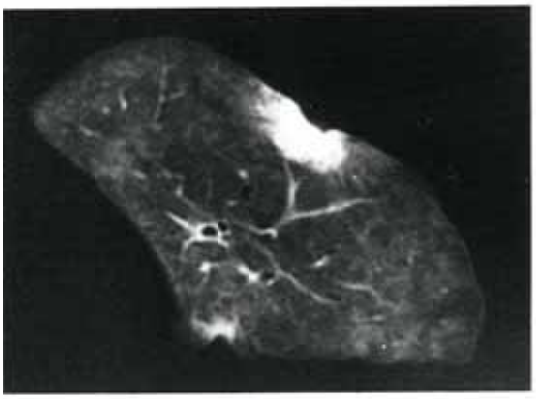
切除肺葉をHeitzmanの方法で伸展固定した[8]．即ち，葉気管支断端にカニューレを留置し，ポリエチレングリコールを含む固定液（ポリエチレングリコール400：99%エチルアルコール：36%ホルマリン：水の10：5：2：3の混合液）を胸膜が軽く伸展するまでに緩徐に注入した後，カニューレをクランプして同じ固定液に3日間浸積した．固定された肺をスタンドに吊し，空気ポンプで径気管支的に送気加圧して固定液を除去し，肺標本を半乾燥状態にした．

2) CT撮影

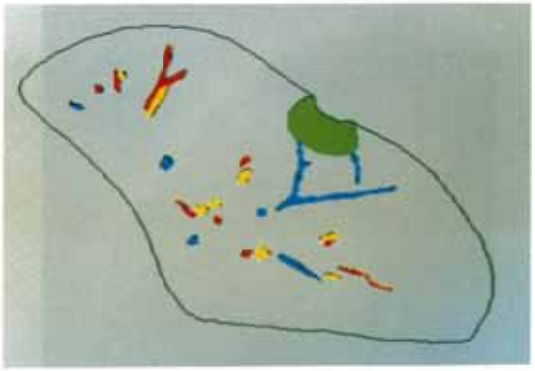
伸展固定肺標本を体内にあるのとほぼ同じ位置になるようにCTスキャナーのテーブルの上に置き，2mm厚，2mm間隔で上方から連続的に20回スキャンした（横川メディカルシステム；Image Max）．Bone detail algorithmにより高分解CT像を作製し，window level-600H，window width 1000Hの条件でフィルム撮影をした．

3) パソコンによる3次元画像再構成

ライズ社の3次元画像処理プログラム“OZ”を使用した．パソコンはNEC 9801である．シャーカステンに掛けたCTフィルムをパソコンに連結したビデオカメラで撮影し，CRT上に表示した．CT像に描出されている気管支，肺動静脈，腫瘍の



a



b

c

Fig. 2a 2-mm thick CT image of the resected and inflated fixed left upper lobe. Sliced part is at the center of the tumor.
2b Inputted image into "OZ" from the CT image. Bronchi are colored yellow, pulmonary arteries red, pulmonary veins blue, and tumor green.
2c Radiograph of thin-sliced (at a thickness of 2 mm) lung specimen corresponding to the CT image. Arrow shows the adjacent lobule to the tumor, where pulmonary hemorrhage due to biopsy is observed.

輪郭を CRT で確認しながらディジタイザーでなぞることにより，各々のスライスのデータを 3 次元画像処理プログラムに入力した．このプログラムでは同時に 5 種類の構成要素を入力することが可能で，それぞれ異なった色で表示される．

全スライスを入力した後，3 次元画像再構成を行った．種々の画像処理（切断，回転，表示要素の指定など）を施し，それらの再構成画像と術前の臨床画像を対比検討した．

尚，CT 像に描出された諸構造の同定は，CT 撮影と同一厚，同一方向に連続スライスして得た薄切標本の表面観察と軟線撮影像で確認した[9]．薄切標本の作製には専用のマイクロスライサー（堂坂 EM，DTK-1000W）を用いた．このスライサーでは，軟らかい試料が14×7cm の広さまで，0.25～3.0mm の厚さで薄切できる．一肺葉の水平断が概ね可能で，肺病変の CT-pathologic correlation の研究に極めて有用な機器である．

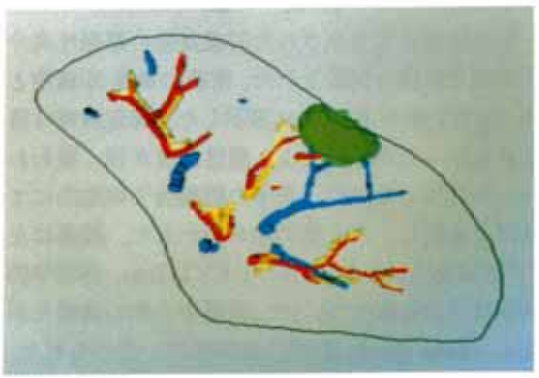


Fig. 3 Reconstructed image of five slices, approximately corresponding to the preoperative 10-mm thick CT image shown as Fig. 1b.

4. 結　果

Fig. 2 に腫瘍中心部における2mm CT 像，OZ

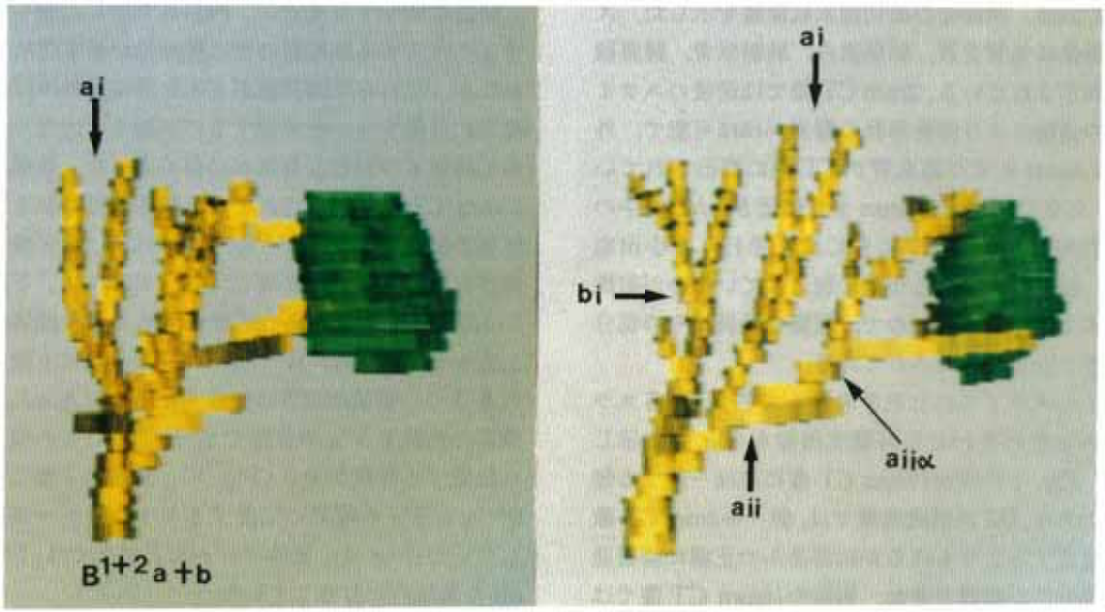


Fig. 4　3D images of the tumor and bronchi, corresponding to a frontal view (left) and a right anterior oblique view (right).

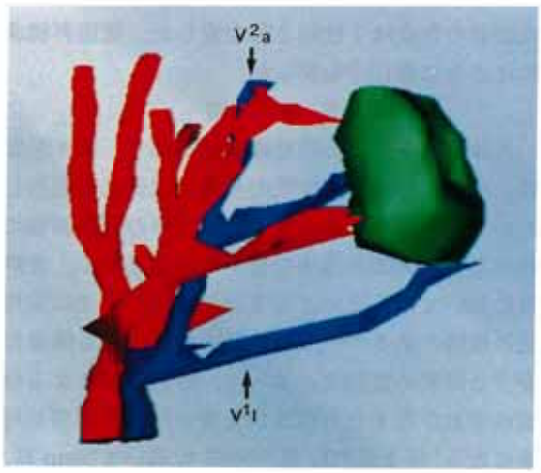
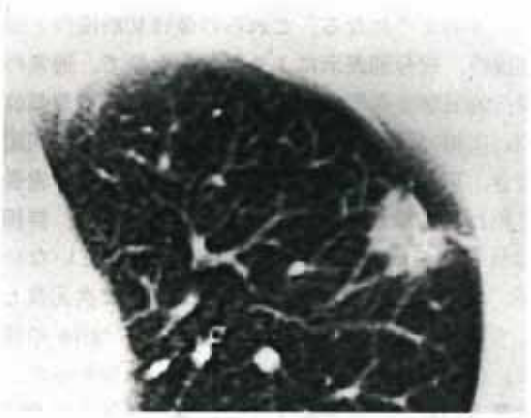


Fig. 5　3D image of the tumor and pulmonary vessels. Reconstruction of side walls (smooth shading) has been done.



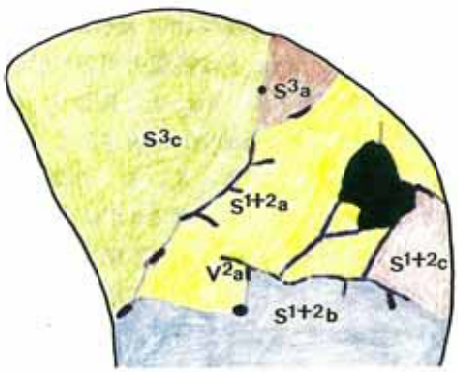


Fig. 6　Relationship between pulmonary veins and subsegments presented on the preoperative 10 mm-thick CT image.

入力画像，同部位の薄切標本軟線像を示した．入力画像は気管支黄，肺動脈赤，肺静脈青，腫瘍緑で表示されている．2mm CT像では前後のスライスの追跡により肺動静脈の鑑別がほぼ可能で，外径0.6mmまでの肺血管がCT像に描出されていた．気管支は内径1.2mmまで確認された．術中の吸引細胞診操作の際に生じたと思われる小出血が，腫瘍に隣接する小葉に起こっているのが組織標本で確かめられたので，腫瘍の輪郭はその部分を差し引いて入力されている．

このスライスの上下2スライスずつ，計5スライスを重ね合わせた再構成画像をFig. 3に示した．Fig. 1の術前10mm CT像にほぼ一致する部位である．OZ再構成画像では，個々の2mm CT像で追認するよりもはるかに容易かつ正確に諸構造の連続性が観察できた．術前の10mm CT像では分析困難であった腫瘍に関与する気管支，血管の状態が明瞭に表示された．

腫瘍の近くに位置する気管支のみ再構成するとFig. 4のようになる．これらの像は切断操作と回転操作，成分別表示により得られた像で，通常の選択的気管支造影の正面像（左）と60°の右前斜位（右）に相当する．関与気管支の走行が容易に同定でき，TBLB時の地図作りとしての役割は，重畳の免れない気管支造影をしのぐと思われる．詳細な気管支の形態はこの像では表現されていないが，それはすでにthin section CTの2次元像として入手されている．関与気管支は$B^{1+2}aii\alpha$の枝で，他の気道系の枝の関与は認められなかった．肺標本の詳細な観察によると，関与気管支は9次1本，10次2本，11次1本の計4本で，そのうちの内径1.2mmの2本の枝がthin section CT像に描出されていた．Fig. 5は腫瘍と周辺の肺動静脈の再構成画像であるが，Fig. 4と異なり，壁面再構築処理（smooth shading）が施されており，立体感がより豊かに表現されている．再構築された範囲は肺標本の実測値で，縦（＝Z軸）4.0cm，横（＝X軸）約6cm，奥行き（＝Y軸）約4cmの部分で，正面像にほぼ一致する．現実のX線写真にはこれの数倍の肺血管と気管支の壁，胸壁の構造が投影されていることになる．

腫瘍に関与する血管は，Fig. 5で示した関与気管支に伴走する肺動脈の他に肺静脈が数本認められたが，これらの肺静脈がどんな解剖学的単位の境界に位置するかを同定するのは極めて困難で，薄切肺標本の綿密な観察が必要であった．術前の10mm CT像に描出されている数本の肺静脈と亜区域の関係を模式図でFig. 6に示した．亜区域の境界に常に太い静脈が存在するとは限らず，Fig. 2の薄切肺標本軟線像で明瞭に認められた腫瘍中心部を走る静脈は，$B^{1+2}aii\alpha$の次の分枝に支配される2つの領域の境界に位置するものであった．腫瘍の後縁をV^2aの分枝で$S^{1+2}a$と$S^{1+2}b$の境界に位置する静脈が走り（Fig. 6），腫瘍の下縁では$S^{1+2}a$とS^3aの境界に位置するV^1lの枝が一部接していた（Fig. 5）．腫瘍のほとんどすべては，$S^{1+2}aii$の領域内に存在していた．

画像の入力に要した時間は，全データの入力だと1スライス平均約3分間であったが，関心領域のみに限定すると1分以内で可能であった．再構成画像の作成は1枚約2分を費した．壁面再構成にはさらに数10分を要した．

5. 考　察

人体は元来，立体的な構造物であり，我々医師は，体内の病変を最低限の侵襲で立体的に観察したいという願望をもっている．近年の医用画像における3次元表示技術の進歩はめざましく，骨病変においてはCTによる3次元表示がすでに実用化の段階にある[10][11]．胸部領域においても撮像に要する時間の短縮化によって，呼吸運動による位置のずれがなくなれば3次元表示の臨床応用が可能になる．尾下ら[4]は，東芝900Sを用いて2mm厚，2mm間隔で6スライスを呼吸停止下に撮影した連続画像から病変の立体構築を試みているが，数10スライスの連続画像が臨床的に得られる日も遠くはないと思われる．

胸部単純X線像には様々な構造が重なり合って投影されている．陰影の解析のために斜位撮影や各種断層撮影が行われ，成分ごとの表示のために気管支造影や肺動脈造影の検査が行われている．今回著者が試みた，連続thin section CT像からの3次元再構成は従来行われているこれらの

検査から得られる情報を包含しうるといえる．病変部の微細な所見は2次元の thin section CT 像の観察により得られるので，これを組み合わせれば，肉眼的な病理形態の把握には最良の modality になりうると考えられる．被検者の X 線被爆や肉体的負担の軽減にもつながる．現時点では画像の作成に時間と労力がかかるのが難点であるが，今後のハード，ソフト面での改良が期待できる．著者はビデオカメラを使用したが，CT のデジタルな情報をインターフェイスでパソコンに入力することも可能である．今回の3次元像の作成にあたってもっとも労力を費したのは諸構造の輪郭抽出の過程であり，手持ちの解剖学的な知識で諸構造を同定し，ディジタイザーで用手的に輪郭をなぞるという面倒な作業を必要としたが，気管支内腔と腫瘍部に関しては CT 値による自動抽出がある程度可能であり[12]，省力化が期待できる．

本邦では，肺癌の画像診断において既存構造の変化に注目して読影することが強調されており，末梢型肺癌の場合は特に肺静脈の走行の分枝が重要とされている[13]．“複数の亜区域にまたがる病変”，“肺静脈を巻き込む病変”は腺癌を疑う強力な根拠とされているが[13]，しかし，今回試みた症例に限らず，亜区域の境界を画像上決定するのは必ずしも容易ではなく，個々の肺静脈がいかなるレベルの解剖学的単位の境界に存在するかを判断するのは更に難しい．非侵襲的な質的診断の精度の向上を画像診断の目的とするならば，まず，その解剖学的基盤を確立する必要がある．画像診断の立場からみた肺の構造の研究は，区域解剖においては山下[14]の，小葉内構造においては伊藤ら[9]，佐藤ら[15]の業績があるが，亜区域から小葉に至る間の構造に関する解剖学的知識は画像診断に利用するのに決して充分とは言い難い．小型肺癌の場合は亜区域よりももっと小さな解剖学的な単位の所見分析が必要となるが[16]諸構造の偏位の有無を判別する規準となるべき解剖学的基盤を我々はまだ有していない．立体構築に関する知識はさらに乏しいのが現状である．画像診断機器の分解能，3次元画像表示技術は今後ますます発展するであろうが，この技術を肺野小陰影の診断に役立てるためには，末梢肺の立体構築に関する解剖学的病理学的知見の更なる集積が望まれる．

6. 結　語

手術肺伸展固定肺標本を連続的に thin section CT 撮影し，パソコンを使って小型肺癌の3次元画像再構成を行った．本法は各種断層撮影，造影検査から得られる情報を包含し，有力な画像診断法になりうると考えられた．今後の技術面の進展とともに，解剖学的病理学的知見の更なる集積が望まれる．

手術肺を御提供下さいました厚生病院外科，深田民人先生に感謝します．CT 撮影，軟線撮影をして下さいました当院放射線技師，椿洋次郎氏に感謝します．

文　献

1) 栗山啓子，梶田明義，藤野保定，他：肺野部小型肺癌に対する Thin-Section CT の有用性，肺癌，27：671—678，1987
2) 畠山雅行，大村卓也，前田宗宏，他：小型肺癌の診断における thin-slice 高分解能 CT の有用性—胸部単純 X 線ならびに切除肺伸展固定標本と対比して—，映像情報，19：949—953，1987
3) 伊藤茂樹，石垣武夫，牧野直樹，他：末梢肺野腫瘤病変の thin slice CT 像—腫瘤辺縁像の病理組織像との対比—，日本医放会誌，48：833—840，1988
4) 尾下文浩，江口研二，宮　敏路，他：肺野限局性炎症性病変の thin-slice CT 像—切除病理との対比—，日本医放会誌，49：1525—1533，1989
5) 北岡裕子，池田　貫，福井　肖，他：小型(≦2cm)肺野腫瘤性病変の立体構築—伸展固定肺標本を用いた解析—，呼吸，6：1107—1114，1987
6) 橋本武志，下里幸雄，児玉哲朗，他：肺の末梢に発生した小型腺癌，大細胞癌の臨床病理学的研究，特に腫瘍中心部線維化巣の形態と予後との関連について，肺癌，18：381—389，1978
7) 下里幸雄：肺癌，その組織発生，分化，予後因子について，日病会誌，72：29—57，1983
8) Heitzman ER：The lung. Radiologic—Pathologic Correlations. 2nd ed. p4—12，1984，Mosby，St Louise
9) 伊藤春海，村田喜代史，籐堂義朗，他：肺小葉からみた呼吸器疾患，臨放，28：1029—1036，1983
10) Totty WG，Vannier MV：Complex musculoskeltal anatomy：Analysis using three dimensional surface reconstruction. Radiology 150：173—177，1984.
11) Burk DL，Mears DC，Kennedy WH，et al：Thre-dimensional computed tomography of acetabular fractures. Radiology 155：183—186，

1985
12) Kitaoka H, Yumoto T: Three dimensional CT of the bronchial tree—A trial using an inflated fixed lung specimen. Invest Rad 25 : 813—817, 1990
13) 鈴木 明：新内科学体系，28A，肺腫瘍，p111—132, 1977，中山書店，東京
14) Yamashita H: Roentrogenologic Anatomy of the Lung. 1978, Igakushoin, TOkyo
15) 佐藤 功，小場弘之，鈴木 明，他：肺末梢構造のX線学的解析—気管支・肺動脈の分岐と小葉—，臨放，29 : 949—955, 1984
16) 江口研二：腫瘍径1.5cm以下の切除腺癌の臨床像—小型腺癌診断の問題点—，肺癌，25 : 407—412, 1985