

総説

高分解能CTによる孤立性肺結節の良悪性の鑑別

林 秀行¹⁾²⁾・芦澤和人²⁾・福島 文¹⁾・二川 栄¹⁾・上谷雅孝²⁾¹⁾ 健康保険諫早総合病院 放射線科²⁾ 長崎大学医学部・歯学部附属病院放射線科

Differentiation between Benign and Malignant Solitary Pulmonary Nodule on High-Resolution CT

Hideyuki Hayashi¹⁾²⁾, Kazuto Ashizawa²⁾, Aya Fukushima¹⁾, Sakae Futagawa¹⁾, Masataka Uetani²⁾¹⁾ Department of Radiology, Isahaya Insurance General Hospital²⁾ Department of Radiology, Nagasaki University Hospital

要旨

孤立性肺結節の良悪性の鑑別は胸部放射線診断において最も重要なテーマの1つである。高分解能CTにより、いくつかの良性結節と肺癌では画像のみでほぼ診断が可能となった。胸部放射線科医は、結節の形態や内部および辺縁の性状、造影効果などを総合して診断を絞り込むことが重要である。あるいは適切な間隔での経過観察が必要となる場合もある。本稿では、結節の鑑別に必要な高分解能CT所見といくつかの新技術について述べた。

Abstract

Differentiation between benign and malignant solitary pulmonary nodule is one of the most important issues in chest radiology. Certain benign pulmonary nodules or lung cancer can be diagnosed by high-resolution CT. Chest radiologists should narrow the differential diagnosis focusing on several imaging findings as follows: shape, internal and marginal characteristics and contrast enhancement of the nodule. In some cases the nodule should be followed up for an appropriate period. In this article, we discussed some important HRCT findings for differential diagnosis and some new techniques.

Key words: pulmonary nodule, HRCT

はじめに

孤立性肺結節は日常診療で遭遇する最も多い異常の一つである。胸部単純X線写真で肺結節を疑われた際にはCTが撮像され、病変部に対しては高分解能CT(以下HRCT)が追加されることが一般的である。この段階で我々に要求される最も重要なことは、突き詰めて言えば良悪性の鑑別、あるいはそれを断定できないときにどのようにマネージメントしていけばよいかと

いう点に集約される。

肺癌はその多彩さ故に、どのような画像所見も呈しうるといえるが、良性病変との鑑別においていくつかの重要なポイントがある。HRCTを用いることで診断がほぼ確定する疾患では、不要あるいは侵襲的な検査は避けなければならない。画像のみで診断の確定できない疾患では、診断医の知識、経験から、いくつかの所見に相互の重み付けを行い、鑑別を絞り込むこととな

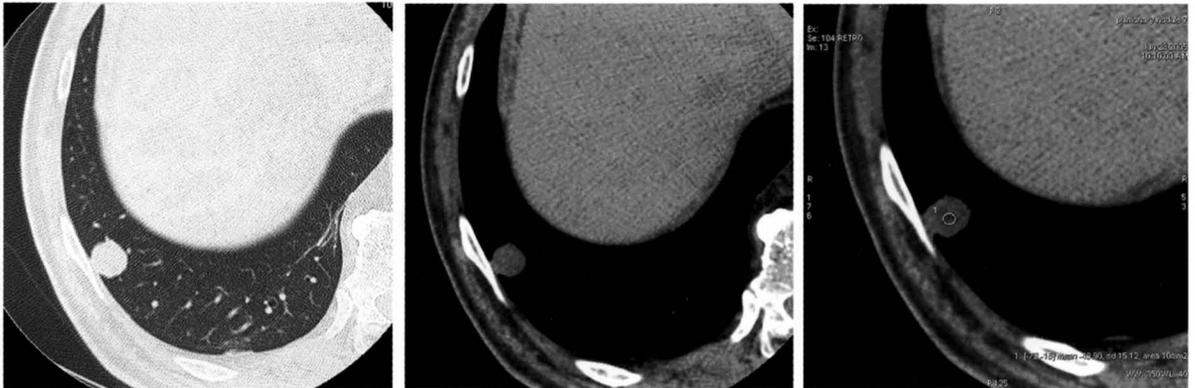


図1 肺過誤腫 70歳代女性

a: HRCT肺野条件。右下葉肺底部に15mm大、辺縁整で一部わずかに分葉状の形態を呈する結節あり。

b,c: HRCT縦隔条件。結節内に明らかな石灰化は見られないが、内部のdensityは不均一で、脂肪を反映した-40 HU前後の領域(円で囲んだ領域)あり。過誤腫と診断し経過観察中であり、約2年間、大きさ、形態ともに不変である。

a | b | c

る。本稿では、これらのポイントについて述べるとともに、最近当院に64列のマルチディテクタCT(以下MDCT)が導入されたが、そのことによる撮像法及び読影法の変化についてもふれたい。

1. HRCTでほぼ診断が確定する良性疾患

以下にあげる疾患は、特異的な所見があればHRCTでほぼ良性と診断できるものである。これらの疾患については初回検査で適切に診断し、不必要な検査や生検は避けるようにしたい。

1.1. 過誤腫

肺の過誤腫は気管支周囲の間葉系の良性腫瘍性病変と考えられており、正常組織(軟骨、結合組織、脂肪、平滑筋、呼吸器上皮)より構成されている。単純写真で有名な“ポップコーン状”の石灰化を見れば診断は容易とされるが、典型的な症例は多くない。時として分葉状の形態をとり肺癌との鑑別が問題となることからCTがない時代には手術で証明される症例が少なくなかったと思われる。5-10mm厚の通常のCTでは、部分容積現象のために結節内部の石灰化や脂肪の同定が困難なことがあるが、HRCTの縦隔条件で微細な石灰化や脂肪をとらえることができるようになった(図1)。Siegelmanらは過誤腫47例にHRCTを施行し、30例に腫瘍内の石灰化もしくは脂肪成分を検出し、これらを認めれば外科的手術の必要はないとしている¹⁾。

1.2. 肺動静脈瘻

肺動静脈瘻は血管性病変で最も多く見られ、拡張した流入動脈と導出静脈、これをつなぐnidusよりなる。単純写真でも疑うことができ、従来は血管造影で確定診断がなされていたが、現在は造影CTで診断可能である。HRCTの横断像のみでは血管の連続が把握しにくいこともあるが、多断面再構成像(以下MPR)で上下の連続の評価が可能である。また、厚みをもたせた最大値投影法(maximum intensity projection; MIP)も併用することにより、造影剤を用いなくとも流入動脈から導出静脈への連続性を把握することは容易であり、診断に有用である(図2)。

1.3. 肺結核腫

肺結核腫は、肺結核症による乾酪壊死部の周囲が類上皮細胞や厚い線維性被膜で被包化された肉芽腫である。好発部位はS1, S2, S6であり、2cm以下の比較的濃度の高い結節で、結節の周囲に散布巣が見られれば診断はほぼ確定する。また、造影CTを併用することにより、上記の組織学的特徴を反映し結節内部は血流が乏しく(図3)、周囲のみリング状に増強されるのが典型像である。但し、扁平上皮癌や大細胞癌でも内部の増強効果が乏しいことがあり、その時には他の所見と併せて慎重に読影する必要がある。

1.4. 肺内リンパ節

以前は比較的まれとされていたが、検診も含め日常

特集：肺癌画像診断2005年—肺結節の良悪性鑑別の進歩—



図2 肺動静脈瘻 30歳代女性

a: HRCT 肺野条件。右上葉に境界明瞭、長径10mm大の扁平な結節があり、血管との連続が疑われる。
b, c thick slab MIP 軸位断像及び冠状断像。造影剤は用いていないが、肺動脈、肺静脈との連続性が明瞭に描出されている。

a | b | c

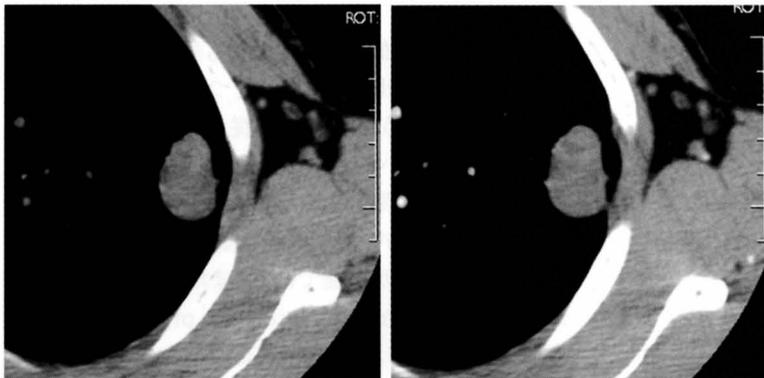


図3 肺結核腫 30歳代男性

a, b: 単純および造影CT縦隔条件。左上葉胸膜下に長径20mm大、境界明瞭な結節あり。造影前後での内部 CT値は35 HUであり、造影効果はみられない。肺野条件で散布巣がみられた。

a | b

診療でCTの検査件数が増えてきたことから、頻繁に経験される病変となってきた。HRCTの所見としては、胸膜直下に位置し、下葉と右中葉に高頻度に認められる。病変は境界明瞭、均一な、円形あるいは楕円形で、12mm以下とされ、直線状の辺縁が特徴的との報告もあり、これらの特徴をみとせばまず本症を考えるべきである(図4)。特に悪性疾患を有する患者において、これを転移と診断し手術時期を逸することは避けなければならない²⁾。

1.5 その他

肺分画症や気管支閉鎖症はまれな疾患であるが、その画像所見は特異的であり、HRCTで診断可能である。詳細は成書を参考にされたい。

2. HRCTでほぼ診断が確定する肺癌

HRCTの出現により最も診断が容易となったのが、高分化腺癌といっても過言でなく、これらについては病理像と画像の対比が詳細になされている。なお、大きな充実性腫瘤や明らかな転移のある症例などHRCTを用いなくとも診断可能な症例については今回のテーマにそぐわないために割愛する。

2.1 高分化腺癌

内部に充実性部分を有さない境界明瞭な小円形のすりガラス影(以下GGO)で、かつ経過観察によって消退傾向が見られない場合は、限局性の細気管支肺胞上皮癌(以下BAC、いわゆる野口分類のA型やB型に相当)か、あるいは異型腺腫様過形成(以下AAH)である可能性が高いことが明らかとなってきた(図5)。組

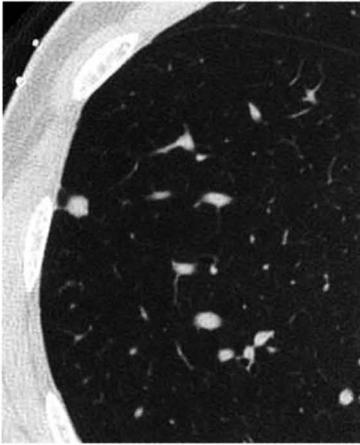


図4 肺内リンパ節 40歳代女性

右下葉S8胸膜直下に6mm大の直線的な辺縁をもつ多角形の結節あり。画像上肺内リンパ節と診断されたが、患者の強い希望で部分切除が施行され、確定診断が得られた。

組織学的にも類似しているこれらの病変は、急速な増大が確認されないのも特徴であり、特に10mm未満のものについては経過観察が望ましいと考えられる³⁾。GGOと充実性分の混在しているものについては、癌である可能性が高い⁴⁾ (図6)が、これも周囲GGOの境界が明瞭な点が炎症性結節との鑑別のポイントである。(後述)

3. 診断が時に難しい、あるいは診断困難な症例の読影上のポイントとマネージメント

診療の場にCTが用いられる頻度が増え、さらにはCTによる肺癌検診が行われるようになり、前述のような特異的な所見を持たない肺結節が数多く見つかるようになった。特にCT検診で発見される多くの小結節の適切な方針を選択するには一定のルールが必要であり、診断基準も確立されつつある⁵⁾。特異的な所見の乏しい症例においてはある程度フローチャートに沿った方針決定が必要だが、胸部放射線科医としてはHRCTから得られる様々な所見に重み付けをし、可能な限り良悪性の鑑別診断を行う努力が必要である。

3.1 充実性の結節

全体が充実性の肺結節の場合には、内部及び辺縁の性状、周囲の変化に注目する。結節内部に脂肪成分が確認できれば前述の様に過誤腫とほぼ診断できる

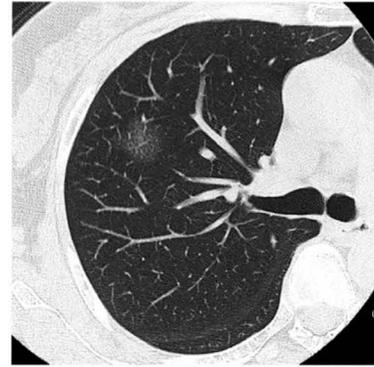


図5 細気管支肺胞上皮癌 60歳代女性

右上葉S3に20mm大の限局性すりガラス影あり。周囲肺組織との境界は明瞭で充実性部分を伴わない。



図6 肺腺癌 60歳代女性

右下葉S6に15mm大の結節あり。内部に充実性部分を伴うすりガラス影で、胸膜陥入像、air bronchogramも認め、肺腺癌として典型的な像である

し、結節内に石灰化がある場合、それが中心性、層状、びまん性、ポップコーン様であれば良性結節とほぼ断定できる。一方で、微小な石灰化については、癌が既存の石灰化を巻き込んでいる場合や石灰化を伴うこともあり診断の根拠にはならない。

結節内部の気管支透亮像 (air bronchogram) は、肺炎でよく見られる所見であるが、肺癌では腺癌で高頻度に認められる⁶⁾。泡沫状含気像は、空気の入った状態で開存した細気管支や囊胞状拡張を来たして空気を含んだ腫瘍腺管に相当し、気管支透亮像と同様、高分化腺癌でしばしば認められる (図7)。

spiculaは結節辺縁に見られる棘状の微細な毛羽立ちであり、肺癌によく見られる所見であるが特異的とは



図7 肺腺癌 60歳代女性

左肺尖部に28mm大の結節あり。辺縁不整、spicula, 胸膜陥入像、気管支透亮像及び泡沫状含気像を有し肺腺癌として典型的。胸膜陥入の一部が帯状に描出されている点と腫瘍の外側の肺がやや過膨張をきたしている点にも注目。

言えない。むしろ結節径が5mm以下と小さいときのspiculaは炎症性疾患を積極的に考える⁷⁾。notchingは腫瘍が充実性増殖する際に既存構造である血管気管支を巻き込みその場所で増殖が妨げられることにより生ずる辺縁の凹凸であるが、肺癌に限らず過誤腫などの良性結節でも見られることがある。

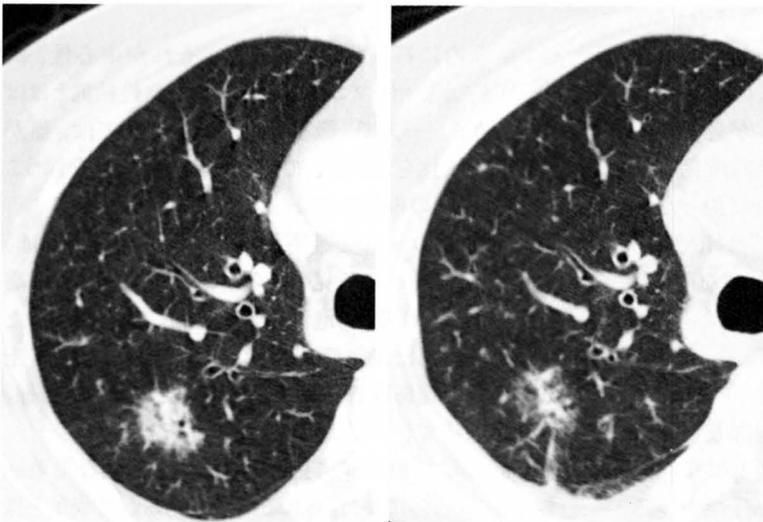
胸膜陥入像は腫瘍と胸膜面を結ぶ鋭い線状影であり、腫瘍の線維化により既存構造の収縮を伴いやすい腺癌でしばしば認められる。HRCTで観察可能な腺癌の胸膜陥入像の特徴として、胸膜陥入部の辺縁を構成する鋭い線状影の間の肺野濃度が正常よりも低く見え、気腫状を呈していることがあげられる⁸⁾。胸膜陥入像

はCT撮像面に直行する場合には線状影として描出されるが、平行な場合にはすりガラス状の帯状影として描出されるため注意を要する。MPRによる多方向からの評価が有効である。また、胸膜陥入底が過膨張を来した隣接肺で覆われることにより胸膜に接する腫瘍が一見胸膜面から離れているように見えること、胸膜面が一部直線的に見えることも認識しておく必要がある(図7)。

造影CTも腫瘍の診断に有用であり、Swensenらは造影前後で結節のCT値増加が15HU以上を悪性とした場合の感度が98%、特異度が58%と報告している⁹⁾。この結果からも分かるように、造影効果が乏しいときは良性を強く疑う所見であるが、器質化肺炎なども造影されるため特異度は決して高くなく注意が必要である。

3.2 GGOを含む結節

境界明瞭なGGOのみの病変は、前述のようにBACあるいはAAHの可能性が高い。一方境界明瞭なGGO内部に充実性部分を含むものは、腺癌のなかでも浸潤癌(いわゆる野口分類のC型)である可能性が高く、早期の対応が必要である。組織学的診断が確定していないものについても、手術の適応があると考える。境界が不明瞭な病変については炎症性結節(図8)やMALTリンパ腫(図9)等が鑑別の上位に上がる。これまでしばしば用いてきた“境界明瞭”についてだが、典型的なときには迷わないが、時に判断に悩むときがあ



a | b

図8 限局性肺炎 70歳代女性

a,b: 初回と1週後のHRCT。右上葉S2に20mm大の結節あり。周囲にわずかにすりガラス影を伴う充実性結節で、辺縁不整、spicula, 気管支透亮像及び泡沫状含気像を有し、腺癌は否定できない。1週間には充実性部分は縮小し、胸膜陥入像が出現した。



図9 MALTリンパ腫 70歳代女性

右S6の胸膜直下に径17mm大の内部に気管支透亮像を伴う結節あり。結節の周囲にはすりガラス影がみられるが、その境界は不明瞭である。

る。このような時には、臨床所見や炎症所見に注目することも大切である。肺炎の吸収過程でみられる炎症性結節が疑われる場合は、一度は経過観察することも一法である(図8)。

"CT halo sign"は結節周囲にすりガラス影が取り巻いている像で、侵襲性アスペルギルス症で最初報告されたが、それ以外にも多彩な疾患で認められ特異的ではない。周囲のすりガラス影は病理学的には出血、腫瘍浸潤、炎症を反映している。出血はアスペルギルス症以外にムコール症やカンジダ症、あるいはウェジナー肉

芽腫などの血管炎でみられ、腫瘍浸潤は肺腺癌や悪性リンパ腫(図9)で、炎症は好酸球性肺疾患や器質性肺炎(図8)でそれぞれ見られる¹⁰⁾。繰り返しになるが、注目すべき点はすりガラス影の境界であり、境界が明瞭であれば肺腺癌に特異的であるが、不明瞭な場合には臨床所見と併せて診断していく必要がある。

良悪性の鑑別が困難な充実性結節は、多くの場合気管支鏡がなされ、それで悪性の診断が得られない場合は短期で経過観察される。倍加時間(doubling time)については良性結節では30日以下あるいは450日以上であり、肺結節の良悪性の鑑別に有用とされてきたが¹¹⁾、時に急速に増大する肺癌や、非常に増大速度の遅い肺癌もあり注意を要する。

4. 新技術と撮像法

4.1 MPR (multiplanar reconstruction)

MPRは決して新しいとは言えないが、ヘリカルCTの出現により1回の呼吸停止下に体積データを収集することで作成が可能となり、近年のCTの多列化、高速化でさらに有用なアプリケーションとしての地位を確立している。MPRにより、多方向からの病変の形状把握や、気管支、血管、胸膜等との関係の評価が容易となった。また、MIP像は腫瘍の検出自体に有用であるとともに、血管との位置関係、連続性を評価するのに有用である(図2)。気管支との連続性を評価する際には最小値投影法(Minimum intensity projection; MinIP)が用いられることもある。

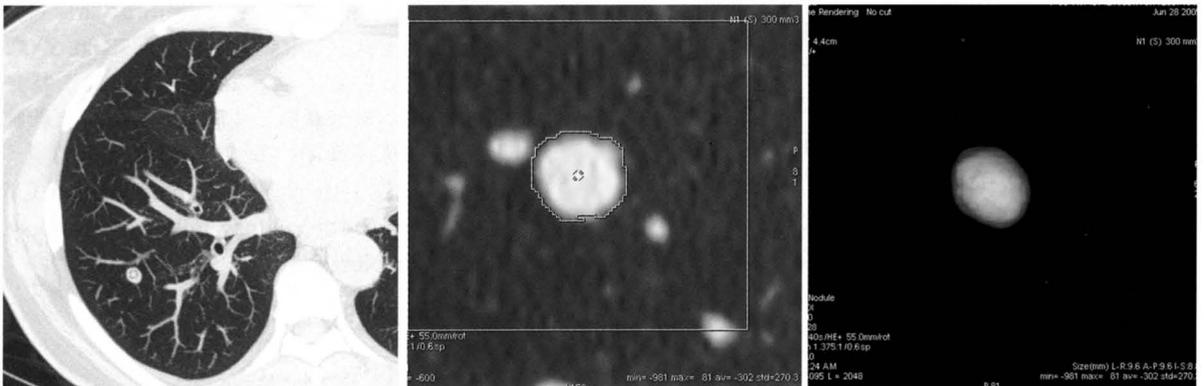


図10 肺結節 60歳女性

MDCTで得られたポリウムデータに対し解析ソフト(ALA)を用いることにより、腫瘍の辺縁を自動的にトレースし、体積300mm³を瞬時に計算可能である。

a | b | c

4.2 解析ソフト

図10はALA (Advanced Lung Analysis) (GE) というソフトウェアであり、結節の体積を自動計測し、さらには経時的な増大率 (doubling time) まで計算してくれるものである。現在製品化されているものは対象が充実性結節のみであるが、次世代のALA2と呼ばれるソフトウェアではGGO成分の体積比についても自動計算が可能となっており、特に小型腺癌の評価に威力を発揮すると考えられる。今後、このような解析ソフトの進歩により、肺結節の客観的な質の評価が期待される。

4.3 ルーチン撮像法

64列のMDCT (VCT, GE) が当院に導入され、我々の日常診療のルーチンの撮像法に変化が生じている。すなわち、VCT導入以前はまず5-7.5mm厚の画像で病変の検出を行い、病巣部に対しては1.25-2.5mm厚のHRCTを追加するという方法であったが、VCTは通常の撮像で常に0.625mm厚の画像データを持っているために追加撮像が必要なく、後処理により軸位断はもちろん、矢状断、冠状断などあらゆる面でのHRCTでの評価が可能となった。アキシアルスキャンの方がヘリカルスキャンと比較すると画像の鮮鋭度は高いが、追加撮像が不要なことにより、検査時間の短縮、被曝の低減につながっている。また、ここで得られるボリュームデータを用いてワークステーション上で任意のスライス厚のMPR、更にはMIP、MinIP画像の作成が容易となった。これらを駆使して読影を行うためには、もはやモニター診断は必須と思われる。

おわりに

今回“高分解能CTによる孤立性肺結節の良悪性の鑑別”というテーマで文章を書く機会を頂いた。HRCTを用いることで種々の肺結節の診断に近づけるようになったが、軸位断像のみで形態を評価し視覚的に増大の有無を判定していた時代から、多方向から任意の断面で評価を行い、結節の体積及び増大の有無については自動計算が可能となりつつあることを最後に付け加えたい。

参考文献

1. Siegelman SS, Khouri NF, Scot WW Jr, et al: Pulmonary hamartoma: CT findings. *Radiology* 160: 313-317, 1986.
2. Oshiro Y, Kusumoto M, Moriyama N, et al: Intrapulmonary lymph nodes: thin-section CT features of 19 nodules. *JCAT* 26: 553-557, 2002.
3. 楠本昌彦, 立石右貴秀, 蔦幸治, 他: 特集“良・悪性境界病変の画像診断” 肺癌 画像診断. *臨床画像* 20: 1364-1372, 2004.
4. Henschke CI, Yankelevitz DF, Mirtcheva R, et al: CT screening for lung cancer: frequency and significance of part-solid and nonsolid nodules. *AJR* 178:1053-7, 2002.
5. 柿沼龍太郎, 大松広伸, 金子昌弘, 他: 特集“肺癌のCT検診” 肺癌CT検診での結節の診断基準. *臨床放射線* 49: 369-376, 2004.
6. Kuriyama K, Tateishi R, Doi O, et al: Prevalence of air bronchograms in small peripheral carcinomas of the lung on thin-section CT: comparison with benign tumors. *AJR* 156: 921-924, 1991.
7. 齋田幸久, 鯨岡結賀: 特集“良・悪性鑑別のピットフォールーPart3 胸部” 孤立性肺結節陰影のCT診断. *画像診断* 19: 136-142, 1999.
8. Kim Y, Lee KS, Jung KJ, et al: Halo sign on high resolution CT: findings in spectrum of pulmonary disease with pathological correlation. *JCAT* 23: 622-626, 1999.
9. Swensen SJ, Viggiano RW, Midthun DE, et al: Lung nodule enhancement at CT: multicenter study. *Radiology* 214: 73-80, 2000.
10. 小林琢哉, 佐藤 功, 高橋一枝, 他: 特集“胸部腫瘍の画像診断” : 腺癌・細気管支肺胞上皮癌. *臨床画像* 16: 752-761, 2000.
11. Johnsey LL, Jeffrey SK: High resolution CT of the lung II: the solitary pulmonary nodule. *Radiol Clin North Am* 40: 123-143, 2002.

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619