D2 判定(活動性非結核病変を強く疑う)、D3 判定(循環器疾患)、D4 判定(縦隔腫瘍、胸壁腫瘍など)、E1 判定(肺癌の疑いを否定できない)、E2 判定(肺癌を強く疑う)のいずれかに判定した。要精査例は、ちば県民保健予防財団結核予防センター受診を推奨した。同センターで精査CTとしてconventiolal CTおよびthin-section CT を撮像し、確定診断が必要な例は精検医療機関に紹介し、経過観察とされた症例は同センターにて継続受診し、24ヶ月間の経過観察の経過を検討した。

結果

判定結果はB判定418名、C判定319名、D1 判定 3、D2 判定 1 名、D3 判定 3 名、D4 判定5名、E1判定36名、E2判定64名であった。D1 およびD2 判定で結核予防センターを受診したのは3例で1例は肺結核の診断がなされた。E1 およびE2 判定とされた計100名に結核予防センター受診を推奨し、83名が同センターを受診、13名が他医療機関を受診し、精査未受診は4名であった。

結核予防センター受診者 83 名の精査判定結果は、異常なしが12名、肺癌以外の呼吸器疾患で精査の必要なしは35名、他医療機関を紹介し診断確定は9名、他医療機関紹介で診断未確定は5名、経過観察例は22名であった。他医療機関を紹介し診断確定した9名の内訳は肺癌5名、異型腺腫様過形成1名、炎症性病変2名、肺真菌症1名であった。肺癌5名、異型腺腫様過形成1名は、CTガイド下生検・胸腔鏡下肺生検・開胸肺生検により診断された。経過観察例22名は、2年間の経過観察中に、経過観察が患者都合により中断が4名、経過観察終了としたのが8名、経過観察を継続した例が10名であった。経過観察継続例での所見の変化がみられたのは、経過中他部位に結節影出現し縮小が見られた例と、胸膜直下の多角形の結節影で、経過中間質性肺炎の悪化と結節影の増大が見られた例であった。

経過観察終了および継続例の18名22病変のF群と肺癌・異型腺腫様過形成と診断された6名6病変のC群の2群に分類して、初診時における thin-section CT 所見の比較を行った(表 1)。各所見の有無による各群間の比率の差異について、Fisher's exact probability test を用いて検定を行った。辺縁不整・辺縁不鮮明・内部のすりガラス濃度・air bronchogram・静脈関与が、各群間において所見の比率に有意な差がみられた。形としては不整型および多角形を呈する陰影が経過観察群にのみ認められた。

考察

肺結節におけるCT所見として、辺縁不整・境界不鮮明やspiculationは、悪性の特徴とされ[1]、辺縁整や境界鮮明な結節は良性であることが多いとされているが、辺縁の性状だけでは良悪性の鑑別が困難である例も多い。

近年、スクリーニング検査や胸部検診で行われる CT で発見される小さな肺結節影の評価には、thin-section CT による辺縁や内部構造の所見の解析により良悪性の鑑別診断が行われている。内部濃度の評価では、すりガラス濃度を呈する結節は、炎症の消退過程もしくは、腺癌・異型腺腫様過形成であることが多いとされている。結節の形や胸膜との関係では、松本らの検討では、1cm 以下で多角形や扁平な結節、胸膜に接した半円形の結節は良性の所見とされている[2]。

近年、肺野の小結節影を呈する肺内リンパ節が、微小肺癌との鑑別診断が難しい例もあることで注目されている。肺内リンパ節は、悪性腫瘍との鑑別上重要であるが、多くは胸膜から15mm以内の距離にあり、形は円形ないしは楕円形で分葉を示す場合があり気管分岐部より下部に存在し、大きさは15mm以下であるとされている[3]。また、松本らによれば、円形、多角形の結節から、短い spiculation とは異なる長い線状陰影を認める場合があると報告されている[2]。また、兵頭らは、結節影から連続する線状影を認める例を 12 例中 11 例に認め[4]、胸膜陥入像やnotch, spiculaを伴ったり、新たに出現を認めたり[5]、増大を認める例[6]もある。今回の検討では、多角形を呈するないしは胸膜に接する陰影はF群のみに5例認められ、肺内リンパ節を疑わせる所見であった。

確定診断が得られない場合は、2年間の胸部X線やCTによる経過観察で増大が見られないことを確認する必要がある。経過観察継続例で結節影の増大が認められた例は、胸膜直下の多角形と結節影から連続する線状影を示し、肺内リンパ節が疑われたが、経過中間質性肺炎の悪化に伴い結節影の増大が見られた。良性病変と考えられるF群とC群のthin-section CT所見の比較では、辺縁不整・辺縁不鮮明・内部のすりガラス濃度・air bronchogram・静脈関与が、C群において所見の比率が有意に高値であった。今回対象とした例が少ないため、今後、より多くの症例での検討が必要と考えられた。

まとめ

24ヶ月の経過観察では他部位の陰影出現と消失が1例に、陰影の増大が1例に認められた。F群とC群では、thin-section CT所見で, 辺縁不整・辺縁不鮮明・内部のすりガラス濃度・air bronchogram・静脈関与の有無に差が見られ、これらは悪性病変を示唆する所見と考えられた。

本論文は平成14年度結核予防千葉基金医学研究助成による助成を受けた。

文　献

[1] Zwirewich CV, Vedal S, Miller RR et al: Solitary pulmonary nodule: high-resolution CT and radiologic-pathologic correlation. Radiology, 1991; 79: 469-476

[2] 松本常男:肺結節の存在診断と鑑別診断について. 肺癌 2002; 42: 686-697

[3] Matsuki M, Noma S, Kuroda Y, et al: Thin-section CT features of intrapulmonary lymph nodes. Journal of Computer Assisted Tomography. 2001; 25: 753-756

[4] 兵頭剛、河野良寛、芝本健太郎、他: 肺内リンパ節のHRCT所見12症例の検討. 臨床放射線 2002; 47: 135-139

[5] 常塚宣男、斎藤　裕、増田信二、他: び慢性汎細気管支炎経過観察中に画像上出現した胸膜下肺内リンパ節の1症例. 日胸 1994; 53: 278-283

[6] 花岡孝臣、西村秀紀、高砂敬一郎、他:胸腔鏡下肺生検で判明した胸膜下肺内リンパ節の2例. 日本臨床外科学会雑誌 2000; 61: 2936-2939

CT findings of follow-up case in chest screening with mobile CT unit

Takahiro Uruma[*1], Kiminori Suzuki[*2], Naoko Odaira[*2], Yuri Sato[*2],
Ikushi Onozaki[*2], Keiichi Nagao[*3], Hidetoshi Igari[*4], Yoshiko Amano[*5],
Satoshi Watanabe[*5], Yuichi Takiguchi[*5], Takayuki Kuriyama[*5]

Chiba prefectural Togane Hospital[*1],
Chiba Foundation for Health Promotion and Disease Prevention[*2],
Safety and health organization, Chiba University[*3],
Department of Control and Treatment of Infectious Diseases, Chiba University Hospital[*4],
Department of respirology, graduate school of medicine, Chiba University[*5]

Purpose
In thoracic screening with mobile CT unit, thin-section CT findings were compared between lesion judged to be follow-up and lesion diagnosed as lung cancer or adenomatous hyperplasia.
Subjects and methods

For 849 people who lived in the local government, chest screening for lung cancer with mobile CT unit was performed. A participant recommended detailed examination underwent thin-section CT, and the participant recommended further examination underwent diagnostic examination.

Results

Detailed examination was recommended for 100 people, and 83 people underwent thin-section CT. Five lung cancer and one atypical adenomatous hyperplasia (AAH) were diagnosed by CT-guided biopsy, open lung biopsy or video-assisted thoracic surgery. 18 people underwent follow-up for less than 2 years. During follow-up, lesion appeared in other locus and reduced in one case, and lesion enlarged in another case. Between group C (6 lesion of six case in lung cancer and AAH) and group F (22 lesion in 18 follow-up case), there was a significant difference in the ratio of five diagnostic CT findings (ill-defined, irregular, ground-grass opacity, air bronchogram and venous involvement).

Conclusion

CT findings of ill-defined, irregular, ground-grass opacity, air bronchogram and venous involvement suggested malignant lesion.

Key words: Mobile CT unit, Thin-section CT, Lung cancer, Follow-up, Chest screening

表1 F群とC群での thin-section CT所見の比較

		F群	C群	
症例数		18	6	
陰影の数		22	6	
長径平均	mm	8	13	
長径範囲	mm	5-32	6-22	
辺縁性状	不整	9	6	*
	不鮮明	5	5	*
	分葉	0	1	
	spiculation	2	3	
内部構造	すりガラス濃度	4	4	*
	不均一	9	4	
	空洞	0	0	
	air bronchogram	1	4	**
	石灰化	1	0	
既存構造との関係	血管気管支の集束	5	3	
	静脈関与	3	4	*
	胸膜陥入	2	2	
	胸膜陥凹	0	1	
	胸膜肥厚	1	0	
	satellite lesion	3	0	
形	円形, 楕円形	11	6	
	不整型	6	0	
	多角形	5	0	
胸膜との関係	胸膜に接する	6	0	
	胸膜直下	4	3	

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

14
呼吸器疾患と性差

はじめに

気管支・肺は鰓嚢・前腸の一部から発生し，成人になると肺胞の総面積はテニスコートの半面にも匹敵するようになる。気管支は消化管と違い，肺胞によって盲端になっているので中を通る空気は往復運動を余儀なくされる。したがって，呼吸運動による吸気で大気中のさまざまな異物を吸い込み，その排出は決して容易ではない。そして，肺胞はガス交換を司る場所であるので吸入したガスは肺胞に行き渡りその一部は肺胞細胞を通過する。このように考えると呼吸器疾患の場である気管支・肺胞系は外界の影響を最も受けやすい臓器といえよう。

さて，呼吸器疾患に性差があるか否かを考えるときは，まず内分泌の差の影響を思い起こす。また，女性には思春期以降月経という性周期，そして閉経という大きなイベントがある。男性と最も異なる点であり，これらが呼吸器疾患といかなる関係にあろうか。そして，嗜癖，習慣，就業環境の大気質なども男女で異なることが多いので，やはり呼吸器疾患に性差が現れてくるであろう。本章では，まず呼吸器疾患の諸統計から性差を概観し，いくつかの疾患について解説を加える。

1．諸統計からみた呼吸器疾患の性差

1 推計外来患者数（表❶）

各都道府県で一定の医療機関を抽出し，ある定点での外来患者を調査

表❶ 呼吸器疾患の推計外来患者数（単位：千人）と男/女比
（平成14年10月）

	男性患者数	女性患者数	男/女比	65歳以上男性	65歳以上女性	男/女比
呼吸器結核	2	1.5	1.3	0.9	0.6	1.5
気管支肺悪性腫瘍	6.7	3.4	2	4.7	2.2	2.1
肺　炎	4.2	3.9	1.1	1.4	1.3	1.1
急性気管支炎	56.1	61.6	0.9	6.3	7.9	0.8
慢性閉塞性肺疾患	13.8	8.9	1.6	11.5	6.4	1.8
喘　息	73.5	67.7	1.1	14	16.1	0.9
気管支拡張症	0.8	1.3	0.6	0.6	1	0.6
塵　肺	1.6	0	—	1.3	0	—
間質性肺炎	1.3	0.7	1.9	1.1	0.5	2.2
気　胸	0.5	0.1	5	0.1	0	—
肺塞栓症	0.2	0.2	1	0.1	0.1	1

平成14年患者調査（全国編）上巻　厚生労働省大臣官房統計情報部 編，2002より引用計算．

したものであり[1]，これは疾患の有病者数ということになる。表❶は外来での呼吸器疾患患者数を男女別に示し，その男女比を計算したものである。さらにそのうちの65歳以上の患者数を示してあり，その男女比についても計算した。

呼吸器疾患の外来患者で最も多い疾患は気管支喘息であり，次いで急性気管支炎であった。この2疾患は比較的若い年代に多く65歳以上の高齢者では少なかった。この2疾患では性差はなかった。男女比が大であった疾患は，呼吸器結核，気管支肺悪性腫瘍（以下肺がん），慢性閉塞性肺疾患，塵肺，間質性肺炎であった。これらの疾患では高齢者でも同様の傾向であった。気胸は圧倒的に男性が多く高齢者では少なかった。

2 推計入院患者数（表❷）

この調査も外来患者調査と同じ手法で調べられた[1]。最も多かった疾患は

表❷　呼吸器疾患の推計入院患者数（単位：千人）と男/女比
（平成14年10月）

	男性患者数	女性患者数	男/女比	65歳以上男性	65歳以上女性	男/女比
呼吸器結核	5.6	2.6	2.2	2.9	1.5	1.9
気管支肺悪性腫瘍	13.5	5.5	2.5	9.6	3.9	2.5
肺　炎	14.7	12.6	1.2	11.6	10.5	1.1
急性気管支炎	1.2	1.5	0.8	0.7	0.9	0.8
慢性閉塞性肺疾患	4.5	2.3	2	4.1	2.2	1.9
喘　息	5.6	6	0.9	1.8	3	0.6
気管支拡張症	0.2	0.3	0.7	0.1	0.3	0.3
塵　肺	0.7	0	—	0.6	0	—
間質性肺炎	1.6	1.3	1.2	1.2	0.9	1.3
気　胸	1.3	0.2	6.5	0.5	0.1	5
肺塞栓症	0.2	0.4	0.5	0.1	0.3	0.3

平成14年患者調査（全国編）上巻　厚生労働省大臣官房統計情報部編，2002より引用計算。

肺炎と肺がんであった。そして，ともに65歳以上の高齢者が明らかに多かった。男女比をみると肺がんでは男性が女性の2倍以上であったが，肺炎はやや男性のほうが多い傾向に留まった。次いで多いのは呼吸器結核，気管支喘息，慢性閉塞性肺疾患であった。結核と慢性閉塞性肺疾患は男性が女性の2倍程度と多かったが気管支喘息は女性のほうが若干多目であった。間質性肺炎はやや男性が多く，塵肺はすべて男性であった。肺塞栓症は女性のほうがやや多い傾向であった。

3　呼吸器疾患による死亡率の年次推移（表❸）

1950年から10年ごとの呼吸器疾患死亡率を表❸に示す[2)]。肺結核の死亡率は急激に減少し，肺がんによる死亡が著増していることは周知のことである。結核，肺がんの男女比は入院患者数のものと同様である。肺炎死は一時減少したが再度増加している。慢性閉塞性肺疾患による死亡は確実に増加し

表❸ 呼吸器疾患による男/女別死亡率（人口10万対）の年次推移
（文献2より引用）

	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2003
呼吸器結核	159.5/133.7	43.1/25.6	21.6/9.5	8.2/2.9	4.6/1.5	3.1/1.2	2.6/1.1
気管支肺悪性腫瘍	1.97/0.8	7.9/3.2	14.8/5.7	27.0/9.9	44.6/15.4	63.5/22.9	67.6/23.4
肺　　炎	68.8/61.5	43.9/36.6	29.7/24.6	32.6/24.4	64.1/47.4	76.0/62.7	82.1/68.7
慢性閉塞性肺疾患	9.9/7.1	3.4/2.4	5.2/2.6	6.2/2.6	9.4/3.5	13.4/4.1	14.0/4.0
喘　　息	23.2/16.0	14.7/9.4	10.9/6.8	6.8/4.2	5.7/4.1	3.7/3.4	3.0/2.9

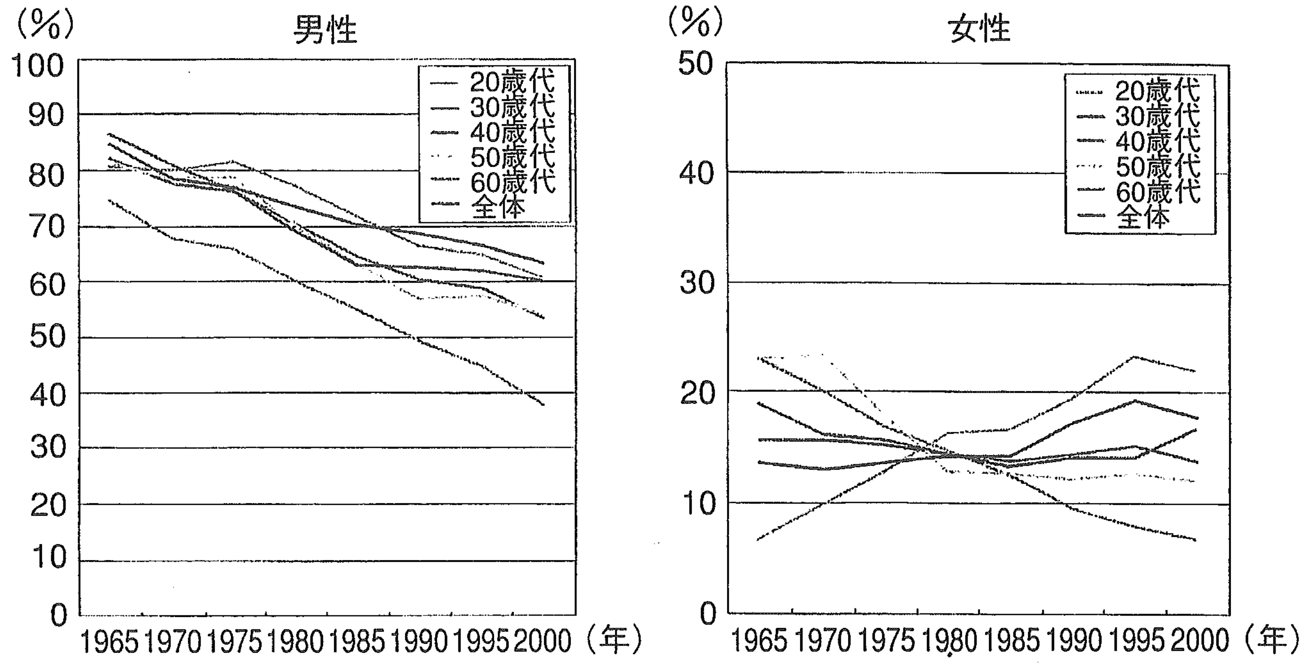
ており，男女比が大きくなる傾向にある。気管支喘息による死亡者数は確実に減少しているが，男女比をみると常に男性のほうが多い。

4 以上のまとめと考察

結核，肺がん，慢性閉塞性肺疾患，間質性肺炎は，外来患者，入院患者とも男性のほうが多い傾向にあった。さらにその比をみると入院患者のほうがその差は大きい傾向にあった。肺炎では若干男性のほうが多い傾向にあり，外来・入院での差は認められなかった。気管支喘息はほとんど男女間に差がないようであるが，入院患者数は若干女性が多い傾向であった。

結核を除く3疾患は，病因として外来吸引性物質の存在が考えられるので，家庭外で働く男性のほうが肺により多くの傷害をきたすとも考えられる。また，外来患者より入院患者で男性の多さが顕著であったというのは，呼吸器疾患による消耗は男性のほうがより強いことを意味するものと推察される。これらに最も影響を及ぼす因子は喫煙であり，後述するように男性の喫煙率が女性のそれに比して昔から高かったことが主たる原因であろう。一方，喘息，肺塞栓症では，入院患者で女性がより多いという傾向がみられたが，これらの疾患は女性のほうが重症になりやすいという可能性が考えられた。

自然気胸は若年男性に多いが，その原因は明らかでない。塵肺が男性に多いのは，特殊塵埃吸入業務にはほとんど男性が従事しているからであろう。

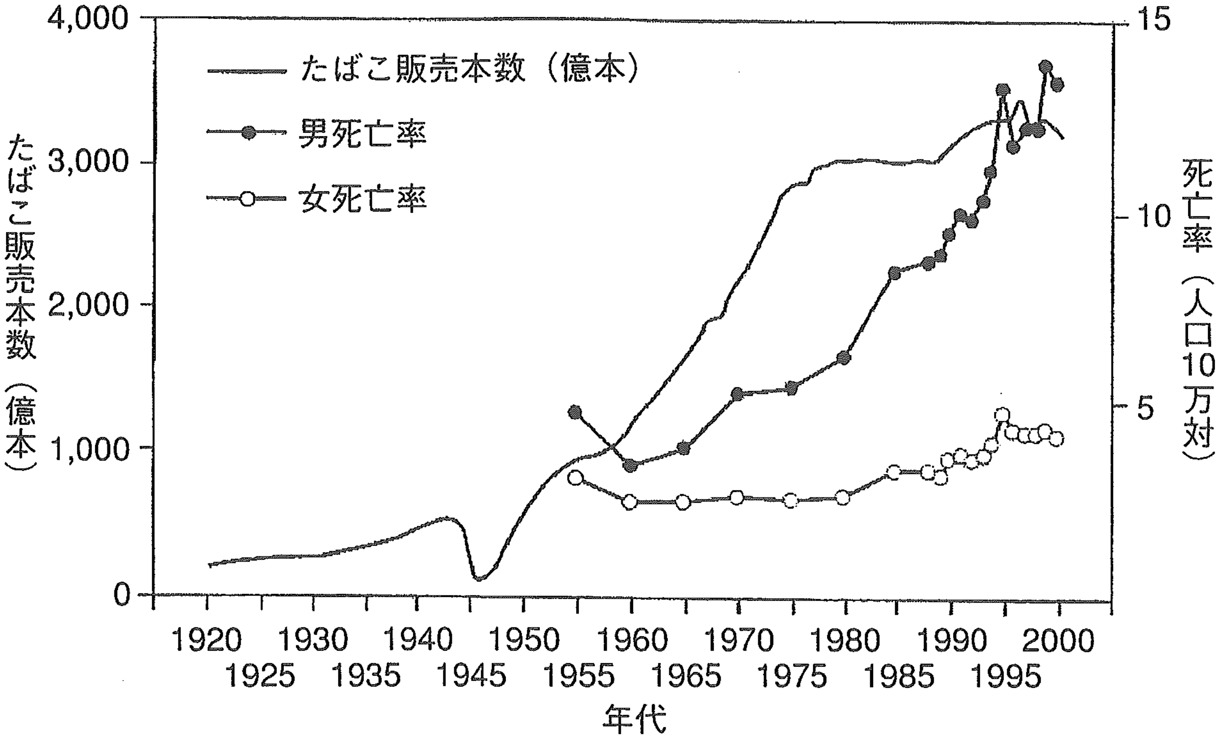


図❶　男女別にみた喫煙率の推移（文献3より引用）。

2．喫煙関連疾患と性差

2004年6月時点での喫煙率は男性46.9%，女性13.2%，平均29.4%であった。しかし，喫煙の影響は数十年を経てから顕著になるので，1960年代，1970年代の喫煙率が意味をもつ。図❶に1965年からの喫煙率の推移を示した[3)]。男性では80%以上の人が喫煙しており，女性の4倍強の喫煙率である。国民衛生の動向によると，慢性閉塞性肺疾患は1999年までは10大死因に入っていなかったが，2000年に第10位として登場した。その死亡男女比をみると男性は女性の3倍であったという[4)]。これは本邦における過去の喫煙率の差に関連していると考えられる。このことは図❷からもみてとれる。すなわち，たばこの販売本数の上昇に若干遅れて慢性閉塞性肺疾患による死亡率が急増している。

今後問題になるのは，若い世代の女性喫煙者が増加傾向にあることである（図❶）。たばこの煙に含まれる有害な粒子やガスは末梢気道に作用して炎症

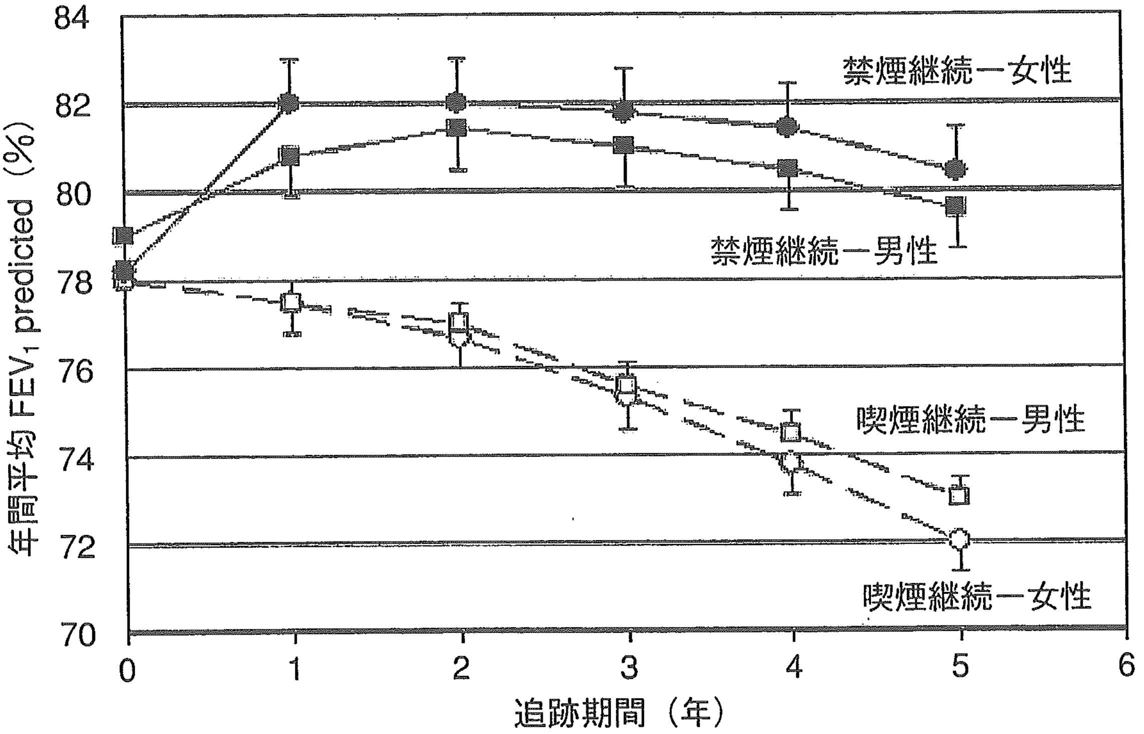


図❷　たばこ販売本数と慢性閉塞性肺疾患による男女別死亡率の推移
（文献４より引用）．

を起こし，肺胞壁の破壊や中枢気道の腺組織の増加をもたらす．この結果，呼気の気流制限が発生し，１秒量が低下し，閉塞性換気障害を呈する．

図❸に喫煙者が禁煙した場合と喫煙を継続した場合の１秒量の時間的推移を示す．喫煙を継続していれば顕著に１秒量が減少していくが，禁煙すればわずかに改善して緩やかに減少していく．ヒトではすべて加齢によって１秒量は低下するが，喫煙によりその減少が加速する．図❸から１秒量の経過は男女で異なっていることがわかる．すなわち，女性は禁煙すると１秒量の改善の程度が男性より大きく，また，喫煙を続けると１秒率の減少が男性より強くなる．すなわち，女性のほうが喫煙に感受性が高い[5)]．そして，やっかいなことに一度喫煙した場合，女性のほうが喫煙から離脱できにくいともいわれている．

慢性閉塞性肺疾患が進行すると終末期には呼吸不全となる．多くの症例は



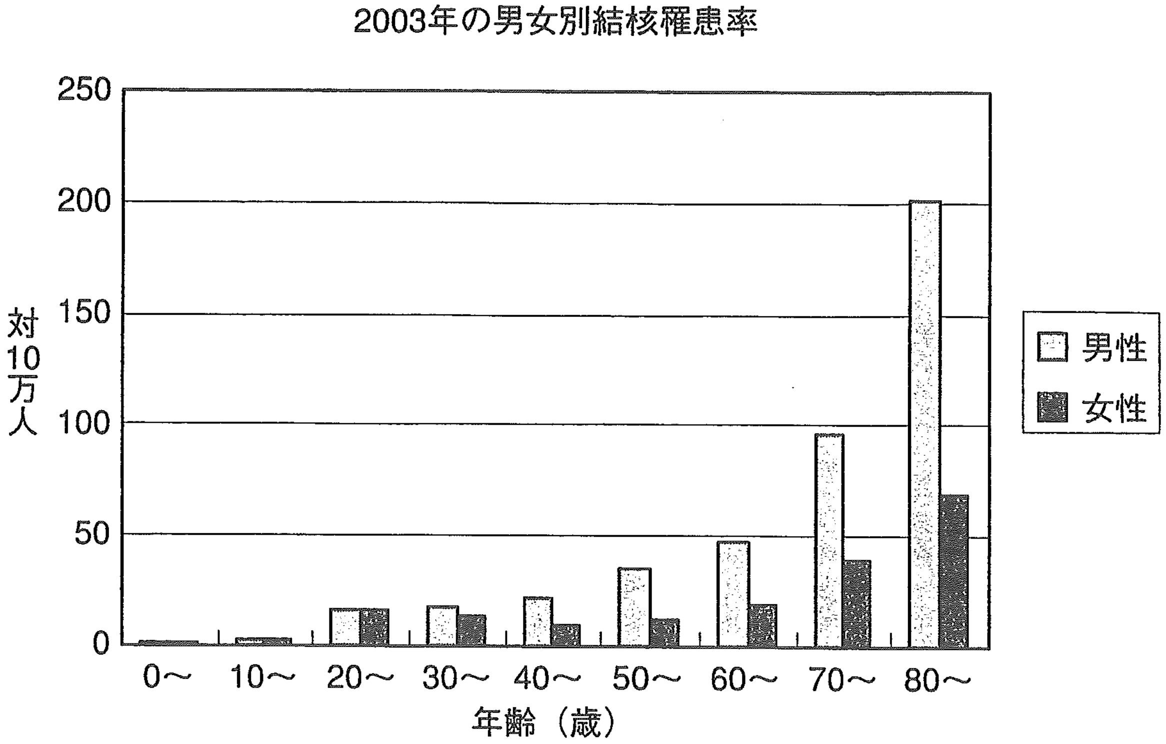
図❸　喫煙歴による男女別の1秒量推移（文献5より引用）。

在宅酸素療法に移行するが，本療法での長期予後は明らかに女性のほうが良好である[6]。

肺がんについても疫学的に喫煙との関連が明らかである。喫煙率の推移をみれば過去の喫煙が現在の肺がん増加の原因であり，男性に肺がんが多いことは容易に理解される。しかし，喫煙本数や体格で補正して検討すると女性のほうが肺がんリスクが高くなるという報告が増えてきた[7,8]。これらの考察ではエストロゲンが発がん過程で他の危険因子と相乗的に作用する可能性が指摘されている。したがって，結果的に女性はたばこによる肺がん発生に感受性が高いのではないかと推測されている。

3．呼吸器感染症と性差

表❷に示したように，肺炎については，外来患者，入院患者の男女差はみ



図❹　年齢区分による男女別結核罹患率（文献9より作成）。

られず，65歳以上の高齢者で検討しても男女の数に差はなかった。それに比較すると肺結核は高齢者で男女差がみられる傾向にある。しかし，患者調査の対象が一般医療機関であるので，結核についてさらに正確に知るため「結核の統計2004」により検討した[9]。図❹に2003年の男女別結核罹患率を示した。その結果，30歳代から男性患者の占める割合が増加し始め，40歳代を超えると男性は女性の2倍以上になる。

結核に対する免疫は細胞性免疫が主である。よって，高齢になるにつれ男性の結核が増加する一因は細胞性免疫が女性より低下するためとも考えられよう。

4．睡眠時無呼吸症候群と性差

睡眠時無呼吸症候群とは10秒以上の無呼吸が1時間に5回以上あり，日

中の眠気などの自覚症状をもつときに診断される病態である。有病率は30歳以上の男性で4%，女性で2%と男性が女性の2倍の頻度である。また，医療施設で診断される閉塞型睡眠時無呼吸症候群は男性が女性に7-8倍の頻度であると報告されている[10]。また，女性は閉経後には睡眠時無呼吸症候群の有病率が上がるとされ，閉経をすぎてもホルモン補充療法を受けている者はその頻度が低下するという[11]。このことより，女性ホルモンは睡眠時無呼吸症候群に対して防御的に働いていることが推察される。

5．女性だけにみられる呼吸器疾患

1　リンパ脈管筋腫症

妊娠可能な女性だけに起こる原因不明の疾患で，本邦では約100症例が報告されている。肺血管，気道，肺胞壁，リンパ管に良性の平滑筋増殖を起こし，きわめて緩徐に進展する。しかし，最終的には呼吸不全をきたし不幸な転帰をとる。その発症は，妊娠や出産を契機とすることが多く，増殖する異常平滑筋はエストロゲンまたはプロゲステロンに対する受容体をもっている。エストロゲン投与により増悪する事実が判明しているので卵巣摘出術やタモキシフェン投与が試みられているが奏効しないことが多い。

2　胸腔内異所性子宮内膜症

胸膜・横隔膜子宮内膜症と気管支・肺子宮内膜症がある。病態は異所性にある子宮内膜が月経周期により増殖脱落して気胸，血胸，喀血を起こすものである。これらはカタメニアル気胸/血胸，カタメニアル喀血と呼称される[12]。カタメニアル気胸は90%弱が右側肺，血胸は100%が右側である。これは右横隔膜には小さな孔があり，子宮内膜組織が腹腔からその孔を通って胸腔内へ迷入し，壁側胸膜・臓側胸膜に着床するからである。臓側胸膜に着床した子宮内膜組織は月経と同時に脱落して胸膜表面に穴をあけ，壁側胸膜

に着床した組織は破綻して胸腔に出血を起こす。カタメニアル喀血は子宮内膜組織が血流に乗って肺組織まで運ばれ，そこで着床して起こるものである[12)]。当然月経時に破綻して喀血する。抗性腺刺激ホルモンが有効であることが多い。

おわりに

呼吸器疾患の性差につき，患者調査，人口動態統計などのデータから数値を抽出して検討した。そこから性差が明らかになった疾患について若干の考察を加えた。最後に睡眠時無呼吸症候群および女性だけにみられる疾患を紹介した。呼吸器疾患の性差に関する詳細な文献は少なく十分な記載ができなかったことについてはご容赦いただき，この分野での今後の研究を期待したい。

文　献

1) 平成14年患者調査（全国編）上巻．厚生労働省大臣官房統計情報部 編，財団法人厚生統計協会，2002
2) 平成15年人口動態統計．厚生労働省大臣官房統計情報部 編，財団法人厚生統計協会，2003
3) 吉見逸郎，祖父江友孝：疫学的見地からみる喫煙の性差．性差と医療 2005；2：273-8
4) 日本呼吸器学会COPDガイドライン第2版作成委員会 編：COPD（慢性閉塞性肺疾患）診断と治療のためのガイドライン．日本呼吸器学会，2004
5) Connett JE, Murray RP, Buist AS, et al：Changes in smoking status affect women more than men：results of the Lung Health Study. Am J Epidemiol 2003；157：973-9
6) Miyamoto K, Aida A, Nishimura M, et al：Gender effect on prognosis of patients receiving long-term home oxygen therapy. The Respiratory Failure Research Group in Japan. Am J Respir Crit Care Med 1995；152：972-6
7) Gasperino J, Rom WN：Gender and lung cancer. Clin Lung Cancer 2004；5：353-9
8) Stabile LP, Siegfried JM：Sex and gender differences in lung cancer. J Gend Specif Med 2003；6：37-48

9) 結核の統計 2004. 厚生労働省健康局結核感染症課 監修, 財団法人結核予防会, 2004
10) 榊原博樹：睡眠時無呼吸症候群の診断と治療 日本人の疫学. 日内会誌 2004；93：1069-76
11) 巽 浩一郎, 栗山喬之：高齢者によく見られる疾患とその特徴 睡眠時呼吸障害. 日内会誌 2004；93：2543-51
12) Hansell DM, Armstrong P, Lynch DA, et al：Imaging of Diseases of the Chest (4 th ed). Philadelphia, Elsevier Mosby, 2005：682-4, 1065-66

（長尾啓一）

性差医療
—性差研究が医療を変える—

2005年9月25日　第1版第1刷発行

編　集　天野恵子
発行者　槝内千一

発行所　真興交易㈱
　　　　医書出版部
〒106-0047
東京都港区南麻布2-8-18
電　話　(03)3798-3315㈹
振　替　00170-0-147227

印刷・製本　三報社印刷㈱

※定価はカバーに表示してあります

ISBN 4-88003-756-7　C3047
Printed in Japan

JCLS ＜㈱日本著作出版権管理システム委託出版物＞
本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています．複写される場合は，そのつど事前に㈱日本著作出版権管理システム（TEL 03-3817-5670，FAX 03-3815-8199）の許諾を得て下さい．

トピックス

医療技術者によるCT画像読影の潜在性の評価

松本　徹・古川　章・遠藤真広・松本満臣・長尾啓一・柿沼龍太郎
曾根脩輔・藤野雄一・和田真一・山本眞司・村尾晃平

日本放射線技術学会雑誌第61巻第6号所載
別　刷

2005. 6. 20

日本放射線技術学会

Topics

医療技術者によるCT画像読影の潜在性の評価

放射線医学総合研究所　松本　徹・古川　章・遠藤真広
東京都立保健科学大学　松本満臣
千葉大学総合安全衛生管理機構　長尾啓一
国立がんセンター・がん予防検診研究センター　柿沼龍太郎
安曇総合病院　曽根脩輔
NTTサービスインテグレーション基盤研究所　藤野雄一
新潟大学　和田真一
豊橋技術科学大学　山本眞司
富士通株式会社バイオIT事業開発本部　村尾晃平

緒言

医療技術革新の代表ともいうべきCT装置は胸部疾患診断の能率や精度の向上に多大に寄与している．しかし，これを活用する方法論(撮影法および読影法)が未熟であれば，患者や医療経営者に対するその恩恵はX線被曝のリスクに比し不十分なものとなる．

現在，日本で使用されているらせんCT装置はシングルスライスCTからマルチスライスCTへと移行しつつ，精密検査はもちろん，肺癌検診[1)]や外来検査によるスクリーニングにも応用されている．その結果，CT画像情報の量的・質的拡大[2)]が進み，CT画像読影を担当する医師の負担は増大し[3)]，すべての画像を見ることができないことによる所見の見落しの可能性が懸念されている．また，処理可能なCT画像読影の量により検査数が限定される事態も生じている．

われわれは，このような現状を打破しCT技術の進歩の恩恵を多くの人が受けられるようにするため，高精細・大容量の胸部CT画像を能率よく高い精度で読影するのに必要と思われる，以下の三つのCT画像読影支援システムを開発した[4)]．1)CRTモニター上にCT画像を動画表示して読影，経年受診者のCT画像を過去画像と比較読影できるシステム，2)高速ネットワークを介して遠隔地間の各CRT読影支援システムにCT画像を送受信し，医師がCT画像読影するシステム，3)コンピュータにより肺癌所見を自動検出するコンピュータ支援画像診断システム(CAD)．また，これらのCRT読影支援システムを用いて所見の見逃しを防ぐ読影法(人と人または人とCADのダブルチェック法)についても検討した[5)]．一方，新しい社会システムを構築してCT画像読影の能率と精度の向上を図る試みも進行している．Friedenberg[6)]はCT画像読影を医師以外のものが務める可能性を検討した．これを受けて日本でも，本学会スーパーテクノロジスト委員会[7)]，胸部CT検診研究会および厚生労働省土屋班[8)]が，診療放射線技師によるCT画像読影スクリナー(以下，CTスクリナーと略す)認定制度の確立を検討中である．

本研究の目的は，医師以外の者(医療技術者)が異常所見を効果的に検出することができるかどうかを明らかにし，CTスクリナーの潜在性を確認することにある．本論文では，CTスクリナー候補者が医師と同等以上の診断能を持つために必要と思われるCT画像読影の学習およびCAD併用の効果を測定した結果について報告する．

1．方法および材料

1-1　CTスクリナー読影演習の概要

胸部CT検診を行って収集・作成された確定診断付き胸部CT画像データベース(1スライスの270症例分[9)])を使用して，将来，CTスクリナーとなる可能性がある医療技術系学生(4年生43名)(以下，CTスクリナー候補者：CTSと略す)を対象に，画像診断学の講義の一環としてCT画像読影演習を行った．演習には画像診断学担当教授(医師)1名も参加した．演習内容の計画・実行は1名の医学物理士が担当した．演習の目的は，CTSがCT画像に現れる胸部所見の検出を実地に体験することにより，近い将来CTスクリナーを務めることの心構えを養うこと，自らの読影データを基にROC曲線を描く方法を学び，現在の自分の読影能力を自覚するとともにCT画像読影法を習得し，CAD活用の意義を理解することにあった．なお，演習担当者はCTSおよび医師に上記目的ならびに今後の教育・研究に資するため，演習結果を公表することを説明し同意を得ている．

1-2 演習内容および手順

1-2-1 CT画像の表示方法

270スライスのCT画像はPowerPointを使って270枚のスライドに調整され，PCプロジェクターにより教壇前の白色スクリーン上に映写された．最初に，暗黒画面のスライドを表示，次にCT画像表示，暗黒画面表示，CT画像表示をスライドショーで繰り返した．現在読影している画像番号をCT画像の左上側に表示した．CT画像表示時間は一律約20秒とした．室内は窓にカーテンをかけ，画像表示スクリーンより最後方の蛍光灯のみを点灯し，レポート用紙への記録ができる程度の照明とした．

1-2-2 CT画像読影とレポート作成の事前練習

まず，本番演習用の270例とは別シリーズの画像16例を使ってCT画像の読影とレポートデータの記録の仕方を練習した．異常所見があると判断した場合は，重要なものを1個のみ検出すること，レポート用紙にコピーされている気管支分岐部辺りの胸部CTシェーマ上に局在位置とその存在確信度を答えること，確信度の記録は胸部CTシェーマ右側に用意した0～100%の物差し上のどこかをチェックして行うこと，その際，異常所見があると判断したときは51～100%の間の確信度をチェックし，異常なしと判断したときは0～49%の間をチェックすること，50%真上の確信度はチェックしないこと等を指示した．さらに，読影者はストップウォッチを使ってCT画像表示から確信度記入終了後までの時間を計測し，そのデータを当該CTシェーマ上に記載するよう指示された．

CTSは，CT画像読影，読影時間測定，某メーカーCADの，正解と告げられた処理結果の表示，それを自分の読影結果と比較，レポート作成という作業を16回繰り返した．次に演習で使用する予定の270例画像のなかから本番では使用しなかった10例（No.255～264）を対象に上記と同様，CT画像読影，読影時間測定，レポート作成の練習を行った．ただし，このとき，正解は公開されなかった（注：CT画像読影時間は，本報告とは別な目的のため次に示す演習－1に限り計測された．しかし，本論文ではこのデータの分析は行わなかったので以下言及しない）．

1-2-3 CT画像読影演習－1

上記事前練習に引き続き，CT画像読影演習を実施，CTSは270スライスCT画像のうちの前半No.1～115例を1-2-1，1-2-2に示した方法で読影した．

1-2-4 CT画像読影演習－2

演習－1から1カ月後，CTSはCT画像データベースNo.136～185の50例を用いて以下のような学習を行った．CT画像を表示，読影，その結果（所見の局在位置と存在確信度）をレポート用紙に記入，真の答えを表示，それを自分の判断と比較する作業を50回繰り返した．その後，No.1～115画像を1-2-1，1-2-2の方法で読影，所見位置の記録，確信度のチェックを行った．なお，CTSは演習－1から演習－2に至る1カ月の間に，CTSとともに演習に参加した画像診断学教授より，肺疾患の画像所見（間質性疾患，肺腫瘍：肺癌（肺門部肺癌，肺末梢性肺癌），良性腫瘍，肺感染症（肺炎，肺結核），びまん性肺疾患など）に関する講義を4回に分けて受講した．

1-2-5 CT画像読影演習－3

演習－2から3カ月後，CTSは演習－2で記録した自分のCT画像読影レポートを手渡され，仮想的CAD（1-5参照）の処理結果を参照して1-2-1，1-2-2の方法で各CT画像を読影するよう指示された．その際，演習前に次のような教示がなされた．まず，演習－2のCTS各人の読影成績（specificity，sensitivityの数値データ）と仮想的CADの成績および自分とCADの結果を組み合わせて期待される最良の読影成績（到達可能な最高値）が一覧できる図（後述するFig. 4）が各人に渡され，それらのデータの意味や図の見方が説明された．さらに，これから行われる演習の目的は，以前自分が下した判断とCADの判断を比べて正しいと思われる判断を自分の責任において決定し，診断精度を高めることにあると説明された．ただし，各人の読影成績は，演習－2で回答された確信度が0～49%のときは異常所見なし(0)，確信度が51～100%のときは異常所見あり(1)と判断したと見なして計算したspecificityとsensitivityで示された．その後，CTSは画像データベースNo.1～105例を読影，この各画像を縮小コピーして演習－1，2と同じ配置で並べたレポート用紙上に，異常所見の位置と確信度を1-2-1および1-2-2に示した方法で記録した．

1-3 医師グループ（以下，医師Gと略す）を対象とした読影実験

本演習に参加した1名の医師とは異なる医師5名（医師G）を対象に，CTSと同じCT画像データベースを用いて，CT画像読影時の医師の視線解析を目的とした読影実験を行った[10]．視線データ収集用アイカメラはnac社製非接触型アイマークレコーダである．CT画像は19インチNANAO製CRTモニターに表示された．読影実験は，窓にカーテンをかけ，レポート用紙に読影結果を記録することができる程度の照明下で行った．読影対象は，CTSと同じ画像データベースのNo.1～100例である．読影医師は，胸部CT画像の読影経験数年～10年以上を持つ呼吸器内科医4名，放射線科医1名からなる．読影実験は2回に分けて行われた．1回目はNo.1～100例に対してCTSの演習－1と同じく，

異常所見の有無を検出する存在診断，2回目は同症例画像を読影して異常所見を検出，それが肺癌所見か，肺癌以外の病変か，正常か判断する質的診断であった．本報告では，存在診断の結果がCTSの結果と比較された．

1-4 読影対象となったCT画像データベースの症例分布

全体は，確定診断のついた1スライス画像270例分であり，確定診断：有所見例201例(肺癌131例，肺癌以外70例)，無所見例(正常)69例からなる．本研究でCTSおよび医師Gにより読影されたCT画像数は，実験時間の都合により各シリーズで異同がある．演習－1，2の読影対象は115例，うち有所見例83例(肺がん58例，肺癌以外25例)，正常32例，演習－3の読影対象は105例，うち有所見例75例(肺癌52例，肺癌以外23例)，正常は30であった．後述する医師Gと共通する読影対象100例の場合は，有所見例73例(肺癌51例，肺癌以外22例)，正常27例であった．本報告では確定診断：有所見例は有所見領域と無所見領域の二つからなり，確定診断：正常は，無所見領域と見なされた(理由は1-6参照)．したがって，無所見領域の合計は読影対象総数に，有所見領域数は有所見例数に等しい．

1-5 仮想的CADの性能

仮想的CADは，1スライスのCT画像に対して，異常所見なしまたはあり(1個のみ)の処理結果を出力する特長を持ち，演習対象の105例全体ではFPR=8.3%，TPR=79.7%の性能(FPR，TPRの定義は2-6参照)を持つように調整された．また，CTSの所見有無判断(0, 1)とCADの処理結果(0, 1)との補完性を表す指標：ϕ[10]が結果的に，確定診断：異常所見なし領域に対してCTSの平均ϕ=0.17，異常所見あり領域に対してCTSの平均ϕ=–0.02となるように，各CT画像の異常所見の検出または未検出の結果を調整した．補完性指標ϕは以下のようにして確認された．演習－2におけるCTS各人の連続確信度の回答を，0～49%のときは異常所見なし(0)，51～100%のときは異常所見あり(1)と判断されたと見なして0, 1データに変換し，これとCADの結果(0, 1)とのϕ係数を確定診断：有所見領域および無所見領域ごと，CTSごとに計算，CTS全体の平均を求めた．

1-6 読影結果の評価法

CTSの演習および医師Gの読影実験における各人の存在診断結果は以下の方法で確定診断の結果と比較・評価された．

各CT画像の異常所見は，確定診断の結果，1スライス画像中異常所見は0または1個のどちらかであった．それに対する読影者の回答も異常所見が0または1個のどちらかであった．ただし，読影者の判断には確信度が付与された．本論文では，確定診断：有所見例は有所見領域と無所見領域からなり，確定診断：正常は無所見領域であると考え，それぞれの領域に対する読影者の判断を，以下のごとくTP，FN，FP，TNに分類し，それらに確信度を割り振った．このようにした理由は，すべての読影者の，読影結果の分母を一定にするためであった．したがって，無所見領域総数は，有所見例の無所見領域数(s)+無所見例数(n)に等しく，有所見領域数(s)は確定診断：有所見例数(s)に同じである．

確定診断：有所見例では，有所見領域または無所見領域のどちらか一方の判断(所見の有無とそれに対する確信度)が決定されれば，自動的にもう片方の領域に対する判断も決定される．すなわち，確定診断：有所見例の真病変の位置が正しく検出され，その確信度pが51%以上のとき，有所見領域の判断はTP，その確信度はpであり，無所見領域の判断はTN，その確信度は100–pであると見なした．確定診断：有所見例の有所見領域の確信度pが49%以下のときFN，その確信度はpであり無所見領域の判断はTN，確信度はpと見なした．真病変とは別の領域から所見を検出し，確信度pが51%以上のときFP，その確信度はp，有所見領域の判断はFN，その確信度は100–pであると見なした．確定診断：無所見例から異常所見を検出し，確信度pが51%以上のときFP，その確信度はpであり，異常所見の指摘がなく確信度pが49%以下のときTN，確信度はpと見なした．

以上の有所見領域群(s)に下された確信度(0～100%)の頻度分布および無所見領域群(s+n)に下された確信度(0～100%)の頻度分布を基に，通常のROC解析法に従ってTPR=有所見領域のTP数÷s，FPR=無所見領域のFP数÷(s+n)を求めてROC曲線を描き，その曲線下面積Azを求めた．なお，統計解析はSPSSで行った．

2. 結果

Fig. 1に演習－1，2，3の結果得られたCTSの典型例4名のROC曲線と，演習－1，3に同席した医師1名(P1)および同症例を読影した医師G(PG：5名)のROC曲線を比較した．CTS1にある菱形印は演習－2で参照された仮想的CADの結果(FPR=8.3%，TPR=79.7%)を示す．

初めて大量のCT画像を読影したとき(演習－1)より，学習すると(演習－2)存在診断能は向上し，CADの結果を参照すると(演習－3)さらに向上した．ただ