



Title	第1部 : 肺癌診断の新しい展開-X線CTとcomputed radiographyによる-
Author(s)	高島, 力
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1987, 47(3), p. 445-454
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17518">https://hdl.handle.net/11094/17518</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

《第45回日医放：宿題報告 1》

（昭和61年4月3日：東京）

第1部：肺癌診断の新しい展開

—X線CTとcomputed radiographyによる—

金沢大学医学部放射線医学教室

高 島 力

（昭和62年1月8日受付）

Part I: New Development in the Diagnosis of Pulmonary Cancer  
—With X-CT and Computed Radiography—

Tsutomu Takashima

Department of Radiology, Kanazawa University School of Medicine

---

Research Code No. : 506

---

Key Words : Pulmonary cancer, X-CT, Computed radiography

---

For the screening, diagnosis and staging of pulmonary cancer, radiographic examinations have played an important part clinically. Following the rapid advances in computer technology, the digital radiography has become new radiological approach at clinical fields in place of the conventional analog approach. New development in diagnosis of pulmonary cancer with X-CT and Computed Radiography (FCR) was mentioned in this special assigned report.

1. On Wajima lung cancer screening program conducted under the auspices of Kanazawa University Hospital, FCR was utilized for chest radiography as a new trail. The results of the screening program were that repeated examinations due to poor image quality are less common and it is available for detecting small pulmonary nodular shadows which are possibly the candidates of lung cancer. Oblique chest with FCR was remarkably effective for the detection and the identification of them. There is considerable improvement in conspicuity enhancement of lesions and wide latitude of lung fields. However, for giving FCR a position as the new imaging modality for mass screening, the disadvantage of slow throughput and high cost must be fully satisfied.

2. Dual energy subtraction radiographs (DES) of chest were obtained with using single exposure of X-ray, metal filter and imaging plates for FCR. In order to examine the clinical value for pulmonary cancer diagnostics, softtissue and bone films have been compared with conventional chest films in 200 patients suspected pulmonary cancer. The results showed that the DES obtained additional or new informations in total 21% of cases, in recognizing major air way abnormalities and detecting small nodules under the ribs on the softtissue films, confirming osteolytic lesions of rib and clarifying calcification in pulmonary nodules on the bone films.

3. FCR tomography was compared to conventional tomography in 64 patients with lung cancer for evaluation of the morphological characteristics and calcification of pulmonary nodules, and tracheobronchial abnormalities. Because of offering more detail of them due to edge enhancement effect and greater recording latitude, it was concluded that FCR tomography was superior to conventional tomography.

4. Our clinical study of a reference phantom system for quantitative CT analysis of pulmonary nodules, demonstrated that unsuspected calcification in benign nodules with conventional methods was clearly evident with the aid of it. However, a few malignant lesions showed some evidence of

calcification. So the final decision that pulmonary nodule is benign should be made carefully, though the increased sensitivity afforded for detecting calcification in pulmonary nodule is acceptable.

5. X-CT has a primary role in staging of lung cancer among radiologic studies. T-factor (chest wall invasion) of 119 cases of the operated lung carcinomas was prospectively evaluated with using X-CT. There were 82% of accuracy, 13% of over-estimation, and 4% of under-estimation. We applied X-CT to the diagnosis of the intrathoracic lymph nodes metastases from 119 lung carcinoma, and defined nodes with a diameter larger than 1.5cm in tracheal bifurcational lymph nodes and 1.0cm in other parts of lymph nodes as indicating presence of metastasis. In the diagnosis of the mediastinal lymph nodes metastases, the overall accuracy was 75%.

### はじめに

肺癌を含む胸部疾患の診断という中でX線検査の価値はすでに認められたものであり、特に胸部単純X線検査は肺癌に限らず最も一般化された放射線学的検査法で、金沢大学病院放射線部で施行される業務の中でも50%に近い。

胸部単純X線フィルムの放射線医によるレポート枚数を57, 58, 59, 60年度について調べてみると Table 1のごとくなる。その中で発見された原発性肺癌症例数を年度別にみると57年77症例, 58年99症例, 59年115症例, 60年度(12月まで)155症例と増加傾向にある。この合計406肺癌症例が当論文の対象で、男女比、年齢分布、組織型及び病期分類を Table 2, 3, 4に示す。

我が国での肺癌死亡者数の年々の増加が発表され医療界にもその対応が求められている現在、金沢大学病院での肺癌症例数の増加もこの事を裏付けるものである。

胸部直接撮影X線フィルム(CFS)はX線管球 (beam energy KVp, focal spot size, filtration), 散乱線対策, film-screen combinationなどの技術的改良により完成されたアナログ像である。一方胸部間接撮影X線フィルムは, poor resolutionと比較的高い radiation exposureにより米国では現在利用されていないが (U.S. Dept. of Health Education and Welfare, 1978), 我が国では肺結核の集検という集団を扱うのに費用の面も含めて適したシステムとして広く利用され、近年I.I.法と100mm間接の採用で、この点に関する改善もみられ、肺癌集検にも利用されている。

X-CTでその口火をきったデジタル画像の進歩、発展は目覚ましく、殆どの放射線検査がその

Table 1 Numbers of plain chest film interpretation and the cases of confirmed lung cancer in Kanazawa University Hospital

	1982	1983	1984	1985
Numbers of chest film interpretation	23,804	19,728	17,930	13,786
Cases of the confirmed lung cancer	77	99	115	115

Table 2 Annual distribution of lung cancer

	Male	Female	M/F	
1982	77	66	11	6.0
1983	99	85	14	6.1
1984	115	95	20	4.8
1985	115	79	36	2.2
Total	406	325	81	4.0

Table 3 Age distribution of lung cancer

Age	Male	Female	Total
20~29	2	0	2
30~39	1	1	2
40~49	16	7	23(5.7%)
50~59	62	25	87(21.4%)
60~69	123	31	154(37.9%)
70~79	114	15	129(31.8%)
80~	7	2	9(2.2%)
Total	325	81	406

impactを受けてきている。しかしながら陰性造影剤としての空気を自然の状態で活用可能な胸部での、そして前述したごとく技術的にみても完成された一級品の画像にデジタル画像 (Digital Radiography, DR) は果して臨床的有用性が見出され

Table 4 Histology and clinical stage distribution of lung cancer

Histology	Clinical stage				Total
	I	II	III	IV	
Epidermoid carcinoma	23	10	76	30	139
Adenocarcinoma	27	7	49	46	129
Small cell carcinoma	5	5	34	38	82
Large cell carcinoma	2	1	4	12	19
Giant cell carcinoma	0	0	6	0	6
Adenosquamous ca.	2	0	4	2	8
Sq+Small cell ca.	0	0	2	0	2
Adeno+Small cell ca.	1	0	2	0	3
Sq+Adeno+Small cell ca.	0	0	1	0	1
Adeno+Giant cell ca.	0	0	1	0	1
Mucoepidermoid carcinoma	0	0	1	2	3
Carcinoid	1	2	0	0	3
Unknown	0	1	7	2	10
Total	61	26	187	132	406

るのでしょうか。対象を肺癌にしぼり、I. 存在診断, II. 質的診断, III. 病期診断と別けてこの論文の展開をしてみる。

用いたDR装置はFCR 101 (富士メディカルシステム)とGE CT/T 8800, 横河CT 9000である。

### I. 存在診断について

結節陰影を呈する肺野型肺癌では100%の症例で単純X線フィルムより診断が始まる。しかし、これで検出された陰影をretrospectiveに振り返ってみると以前のフィルムに、直接撮影フィルムでは90~75%に<sup>1)2)</sup>、間接撮影フィルムでは62%<sup>3)</sup>に、すでに異常が見られるという。したがって、結節陰影検出について通常のアナログ画像に問題がないわけではなく、ここにデジタル画像導入の可能性を考えてみる。

この結節陰影の存在診断について、肺癌の集団検診を中心にした結果を「Computed Radiography (FCR) を用いた肺癌集検について」で報告する<sup>4)</sup>。その結論のみここで述べると、

1) 肺癌集検にFCRを導入した結果、画質不良による再撮影件数が著明に減少し、肺野型肺癌の可能性をもつ小結節陰影の“ひろい上げ”に有効であった。

2) FCRのもつ利点を生かした撮影技術を工夫することで更に有効性が高まる。しかし、false positive 症例もあるのでX-CTでその存在を確認

後、精検を行うのがよい。

3) 上述したFCRの有効性を生かすためにも集団を扱う医療器機に適した技術的改良が強く望まれ、今後の研究課題である。

次に胸部間接撮影、通常直接撮影、FCRによる撮影の3者間における小結節陰影検出率に関するファントムを用いた評価に関する研究<sup>5)</sup>が行われた。

その結論は、ROC Areaで直接撮影0.774, FCR左画像0.963, FCR右画像0.943, 間接撮影0.789と、FCRの検出能が優れていた。結節の存在部位との関連では、FCR右画像が横隔膜下の結節検出に特に優れていた。一方、肺野結節影に関しては、FCR右画像よりもFCR左画像の方がわずかに優れていた。肋骨、血管影などと重なる結節の検出能は各シリーズともに低下を示すが、FCRでは直接・間接両フィルムに比べ影響は軽度であった。以上より、FCRは画質的にも肺野型小肺癌の検出に有用と考えられる。

### II. 質的診断について

肺野型肺門型を問わず、肺癌が疑われた症例について質的診断を目的に各種の放射線学的検査が行われてきた。ここではDRとして、a) FCRでの断層撮影、b) エネルギーサブトラクション法、c) 結節陰影濃度のX-CTによる定量的測定を用いた良悪性鑑別診断法について述べ、それらが

従来のX線検査法に比し、どのような利点を生み出すかについて考えてみる。

#### a) FCR での断層撮影

当科の上村が気管気管支の描出度に関してFCRの優秀性をすでに報告している。さらに肺野結節陰影の検出能についても調べ、縦隔、上肺野、肺野外側で検出率が高くなり、また、結節陰影の性状に関しても左右2画像を用いればすべての点でFCR断層の方が良く、通常の断層に比べマイナス点がないという。特に胸部全肺断層で全肺野が、また側面断層で通常の断層では不利であった肺尖部から上肺野にかけても良質画像が得られる事で、部位別に撮影条件を考慮する必要のないことも有用性の根拠に上げている。その内容は昭和61年7月の第9回日本気管支学会総会シンポジウムで発表され、その内容の一部は、雑誌「気管支学」に掲載されている<sup>6)</sup>。

b) 次にDRのもつ特性を生かしたエネルギーサブトラクション(ES)について述べる。

X線の減衰は筋肉より骨でより大きく、且つその両者ともX線エネルギー強度による減衰度は連続性である。しかし、ヨウ素では33KeVのところまでその連続性が失われ、急激な変化が生じる、いわゆるK吸収端(K-edge)がみられる。この現象を利用し真にmonoenergeticで且つその上下の2種のビームを用いる事が出来れば、軟部組織と骨を同時に消去してヨウ素のみの画像、すなわち血管像のみの画像を作ることが可能な訳である。しかし、このビームソースとしてシンクロトロンが必要で、現在synchrotron radiation(SR)による研究が筑波の高エネルギー放射光実験施設で行われている<sup>7)</sup>。

一方、臨床に即応用可能と考えられるESとして単色X線ではないが高圧撮影(140KV)と低圧撮影(80KV)の2回撮影を行いコンプトン効果による減衰分と光電効果による減衰分に分離し、サブトラクションを行い被写体組成成分であるsoft-tissueとboneの像に分解するCompton/photoelectric decompositionがAlvarezとMacovskiにより発表された<sup>8)</sup>。したがって厳密には準(quasi) dual ESと呼び、K-edge dual ESと区別して呼ぶ

べきである。しかし、この方法は現在のX線発生装置で実施可能でBrody<sup>10)</sup>、Kruger<sup>11)</sup>、Sommer<sup>12)13)</sup>、Sartoris<sup>14)</sup>によりその臨床経験が報告されている。しかし、2回撮影のため2画像間のmisregistrationすなわちmotion artifactの問題や管電圧の高速切り換えなどの技術的問題が解決されない限り恒常的に良質画像を作成するのが難しい。

そこでFCR用イメージングプレートと金属フィルターを用い1回曝射でESを行うことが考えられ、生体について胸部のbone imageとsoft-tissue imageを得ることができた(Fig. 1)。

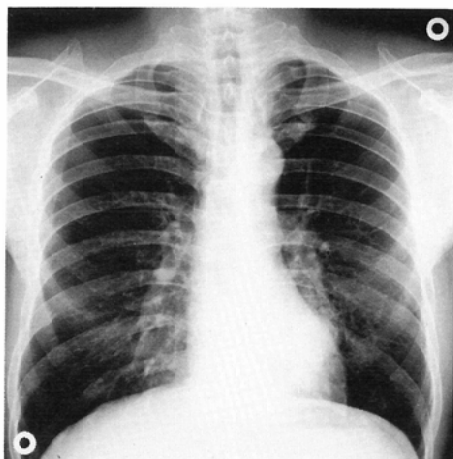
本法を肺癌症例について施行しその有効性をまとめた結果は“Evaluation of Single Exposure Energy Subtraction Chest Radiography in the Diagnosis of Pulmonary Cancer”<sup>15)</sup>で詳しく発表されるが、Soft-tissue imageで気管・気管支の病変と小円形陰影の検出に役立ち、bone imageで肋骨欠損の発見と結節陰影内石灰沈着の描出に有効で、まとめると肺癌を疑われた200症例中42症例21%にnew or additional informationがあった(Fig. 2, 3)。

このESはH.L. Kundelのいうconspicuity enhancement<sup>16)</sup>を目的としてstructural noise(ある時は骨、ある時は軟部組織)を消去する事を目的に行なわれる手法である。bone imageではboneのみ、soft-tissue imageではsoft-tissueのみの画像なのでそれぞれの異常を発見しやすい、“見つけ易さ”が大きい利点である。

c) 質的診断の一つとして結節陰影濃度の定量的評価をX-CTを用いて行った。

結節陰影を悪性と診断するのに有用なX線学的所見として大きさやその形態の特徴が多数報告されているが充分ではなく<sup>17)</sup>、特にX線像より良性疾患を除外することは容易でない。しかし、良性として確実なのは経時的観察で発育しない病巣、また石灰沈着が存在する病巣であり<sup>18)</sup>、前者が観察不可能な症例で後者について調べるのにX線検査は有用である。

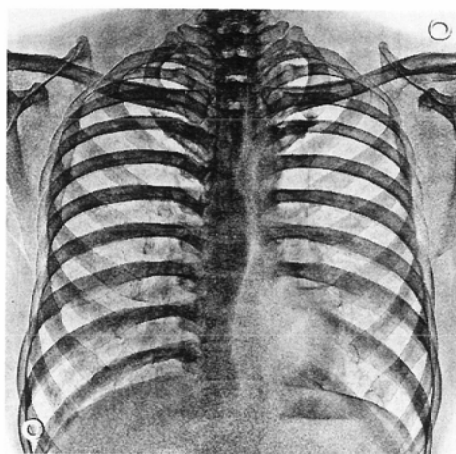
しかしながらその手法として単純撮影に通常の断層撮影を加えても充分でなく<sup>19)</sup>、特に沈着する



1A



1B



1C

Fig. 1A, B, C Chest radiographs in normal patient with single exposure energy subtraction technique.

- A: conventional FCR image.  
 B: soft tissue image (bone cancelled image).  
 C: bone image (soft tissue cancelled image).

カルシウムの量が少ない時や病巣全体にわたり均一にマン性（マン性）に沈着するものはその検出が難しいとされている<sup>20)</sup>。

この点で濃度分解能に優れた X-CT が期待される。しかし定量的 CT 値測定に関し、結節周囲の状態、大きさや存在位置、装置のソフトウェア、X 線のビームキロボルトなど理論的にもその困難性が指摘され<sup>21)</sup>、また臨床的にも肺結節陰影の良悪性識別に X-CT はあまり有益でない

という報告もある<sup>22)</sup>。

そこで被検者、X-CT 装置、撮影条件が異なっても物理的標準物体を利用した相対的比較を行うことで肺癌が疑われた肺野結節陰影につき、その内部への石灰沈着に基づく高濃度より良性疾患（肉芽腫や過誤腫など）を選び出すことを目的としたシステムが考へ出された<sup>23)</sup>。

その使用結果は別に詳しく発表される<sup>24)</sup>が、いろいろの問題点を理解した上での利用は、当初の

目的を一応達しえるシステムと考えている。更に石灰沈着量とその検出能の検討、結核腫と腺癌での石灰沈着の相異、このことを応用した腺癌の組織亜型分類の可能性など、これら研究がさらに発展することを期待している。

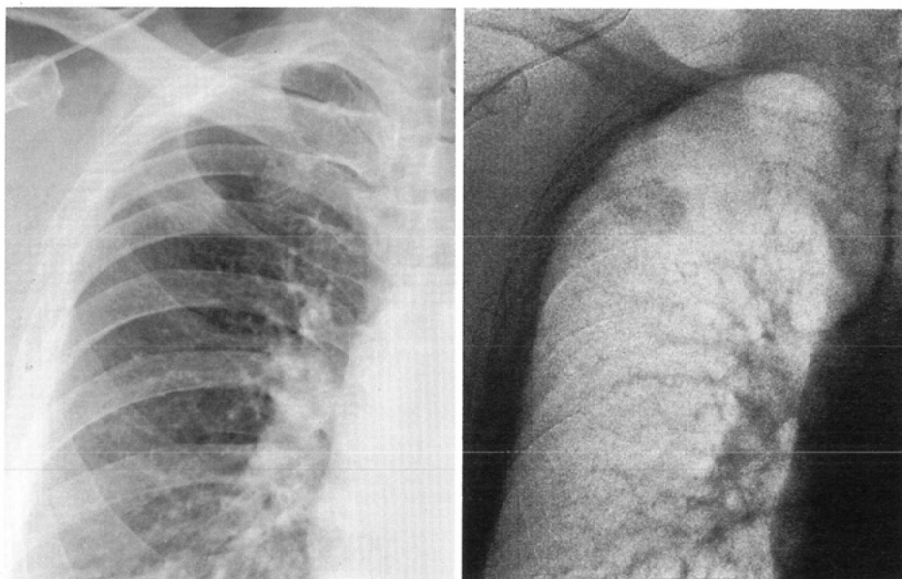
### III. 病期診断

肺癌患者の予後はその診断がなされ治療が開始される時点での病期にかかっている。この病期診断にはTNM分類が用いられる。

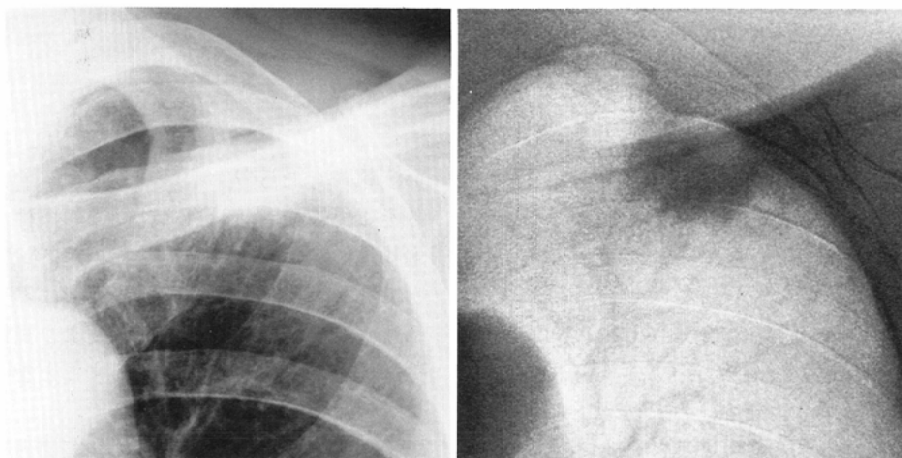
ここにX-CTが導入され、どう展開したかを鈴

木が調べた。その結果のみを述べる。

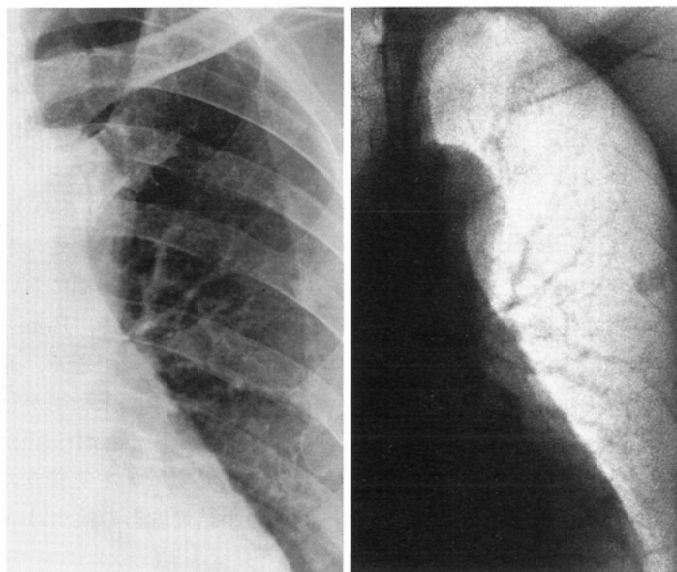
まず、胸壁進展に関するT因子に関して正診率82%、過大評価13%、過少評価4%であり、扁平上皮癌で読みすぎが多かった。胸壁もしくは壁側胸膜合併切除のなされた18例についてみると正診率は約44%であり、胸膜外脂肪層の消失がみられる場合、過大評価を来し易いが、その原因として単なる反応性胸膜肥厚や癒着の存在が上げられよう。しかし、胸壁腫瘤形成や肋骨破壊などの明らかな胸壁浸潤の描出に困難は感じられず、



2A



2B



2C

Fig. 2A, B, C Chest radiographs of patients with pulmonary nodular cancer. Softtissue images show the nodule more discernible than conventional images-do, because the overlying bony shadows (rib, scapula, clavicle) are cancelled.

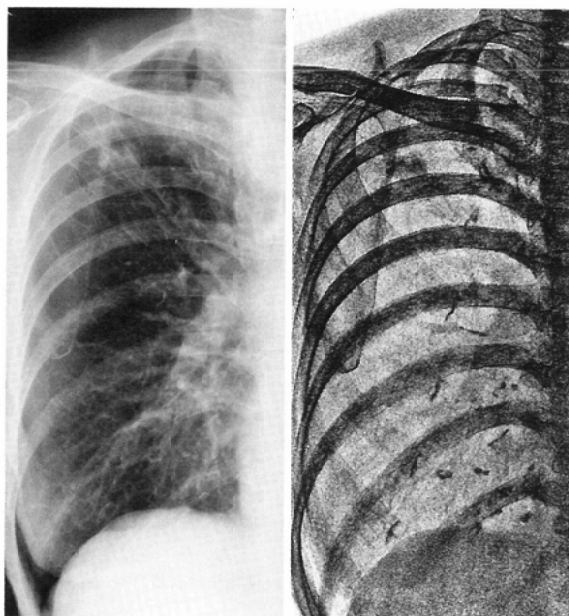


Fig. 3 Chest radiographs of patient with pulmonary nodular granuloma. Bone image demonstrates calcification in nodule. Multiple costochondral calcifications are well demonstrable also.

resectabilityの有無を決定するには有用と報告している<sup>25)</sup>.

縦隔浸潤に関しては造影剤の bolus injection 下の table increment で良い結果を得ている。

N 因子の評価に関しては我が国では日本肺癌学会の縦隔ならびに肺リンパ節地図の番号が用いられることが多い。しかし、横断面表示でないために X-CT での評価の場合、これが難しい症例があることは我々がすでに指摘してきた<sup>26)</sup>。

今回鈴木は、正常人の縦隔リンパ節の大きさを検討し、No. 7と右傍気管リンパ節に大きいものが多いので No. 7で15mm 以上を転移陽性と考えると sensitivity 74%, specificity 75%, accuracy 75%となり、specificity および positive predictive value が明らかに改善した結果を出している<sup>27)</sup>。

#### 考 案

従来より肺癌を対象として行われてきた各種放射線学的検査が、X-CT と CR の導入によりその診断方法がどのように展開し、現在しつつあるか、さらに将来、する可能性があるかを今まで述べて

きた臨床評価に基づいて検討し、(I)現在 X-CT と CR がなかったらその影響が“あり”又は“なし”，(II)将来への展開の可能性について“あり”“なし”としてまとめてみた。

まず存在診断では集検用間接撮影について考えてみると、CR の導入はその利点である“見つけ易さ”を生かした診断価値があり、また再撮影件数が少ない。しかし、対象が集団ということで技術面での改善が絶対必須条件となる。さらに現在この装置がなくても読影方法の改善や人的努力でカバー出来、その影響は少ない。将来への展開は期待できる。

小結節陰影検出について、直接撮影による CFS と CR についてはファントム実験でも臨床的研究

でも後者の方が優れていた。

次に単純 X 線検査の一つとして施行可能な一回撮影 ES は、存在診断と質的診断を含め肺癌を疑われた人の約 20% になんらかの診断価値が見出された。

しかし、ES というこの X 線検査の検査法としての将来の位置を考えてみると、完成された一つの検査法となった時期においてもやはり単純 X 線検査法の中の一つで、Bone image と soft tissue image のみの読影でなく、通常の X 線像と合せた 3 枚セットでの臨床利用が行なわれるものと考えられる。そして ES の soft tissue image で診断価値の見出された気管・主気管支の異常は断層撮影で、また、小結節陰影の検出は X-CT の施行でそれ以

臨床評価		no の影響	将来への展開	
<b>存在診断(肺野型肺癌)</b>				
間接撮影	(+) ----> (++) → CR 条件つき	なし	あり	
直接撮影	(+) → (++)	なし	大いにあり	
質的診断(肺野型と肺門型肺癌)				
<b>肺野型</b>				
直接撮影	(+) → (++)	あり	あり	
断層撮影	(+) → (++)			
(ゼロトモを含む) 気管支造影	(±)? → (+)			
<b>肺門型</b>				
直接撮影	(+) → (++) → CR	あり	なし	
断層撮影	(+) → (++) → X-CT and/or CR(Tomo)			
(ゼロトモを含む) 気管支造影	(+)			
<b>病期診断(TNM 診断)</b>				
<b>腫瘍の大きさ</b>				
直接撮影, 断層撮影	(+) → (+) → CR	なし	なし	
<b>胸壁浸潤</b>				
(T 因子)	decubitus 撮影, 接線撮影, 肋骨撮影, 血管撮影, 断層撮影	(±) → (+)	あり (使用法による)	
	縦隔浸潤	透視検査, 食道造影 断層撮影, 血管撮影		(±) → (++)
(N 因子)	肺門リンパ節 断層撮影 (55°斜位を含む)	(+) → (+)		あり
	縦隔リンパ節 食道造影, 断層撮影, Ga スキャン	(±) → (++)		

上の診断情報が得られよう。同じく bone image での骨転移の発見や小結節内石灰沈着検出ということに関しても RI での骨スキャンや X-CT 以上の診断能があるのか疑問である。したがってこれが現在なくても直接影響は少ないが、これら特殊 X 線検査を施行する前の単純 X 線検査の一つとして施行され新情報が加えられれば、医療費軽減に繋がる可能性も含めたその利点は認められるべきで、特に早期肺野型肺癌の可能性のある小結節陰影の検出に優れているという利点を生かした将来への展開を多に期待したい。

次に質的診断を目的とした CR を用いた断層撮影はゼロトモグラフィに匹敵する診断価値を有しており、X 線被曝量も少なくなるのでその価値は充分評価されるべきであり、通常断層に比ベマイナス点がなく、完全に CR に置換わり得ると考える。

結節陰影に関して X-CT での定量的 CT 値測定を行い良性疾患を選び出せば、その利点も大きいので慎重な判定基準を基にして活用すべきである。

気管支造影の肺野型肺癌に対する形態診断価値は疑問があり、生検可能な気管支内視鏡技術の発達と相俟ってそれを補助する価値しかなく、CR 断層で充分でなかろうか。

肺門型肺癌については直接撮影、断層撮影、気管支鏡(造影)は充分診断価値はあるが、CR と X-CT での気管・気管支の観察はそれ以上に周辺構造物との関係も診断可能である。しかし、気管支自体への invasion の長さや気管分岐部 invasion の評価には CR での断層撮影は X-CT をも凌駕するものと考えている。

現時点で CR での断層撮影や X-CT が利用できず、これら質的診断を目的に行われないとすると侵襲的検査が加えられる必然性も増加しその影響は大きく“あり”とした。

病期診断 (TNM 診断) の中で T 因子と N 因子に関しては、X-CT の導入は縦隔浸潤と縦隔リンパ節転移の診断に特に価値が認められ、現時点でこの検査なしでの影響は非常に大きい。

しかし、X-CT は現在完成された X 線機器であ

るので、その使い方の工夫による将来への展開は期待できよう。

#### むすび

この論文のまとめは最後の表である。CR の ES の soft tissue image で小結節を見つけ出し、その bone image で石灰沈着のあるものをまず除外、X-CT が追加されその診断を確認する。同時に病期診断が行われ治療法の決定と予後の判定も行うといった、この表の最後の項“将来への展開”の“あり”を縦に上から存在診断、質的診断、病期診断とむすんだ大きい夢を、肺野型肺癌について描いてみたい。この論文が肺癌診断に関する研究の今後の方向を示唆するところが少しでもあれば、無類の喜びである。

この宿題報告に関して教室員、放射線部技師諸兄に共同研究者として絶大な援助を受けたことをここに記し、感謝の意を表します。又、この機会をお与え下さった前前学会長鹿兒島大学医学部放射線科教授篠原慎治先生、前会長野辺地篤郎先生、更に座長の労をお取り戴いた神戸大学医学部放射線科教授河野通雄先生に深甚なる感謝を捧げます。

#### 文 献

- 1) Munn, J.R., Miller, W.E., Fontana, R.S., et al.: Long cancer detected during a screening program using four-month chest radiographs. *Radiology*, 148: 609—615, 1983
- 2) Heelan, R.T., Flehinger, B.J., Melamed, M.R., et al.: Non-small-cell lung cancer: Results of the New York screening program. *Radiology*, 151: 289—293, 1984
- 3) 河野通雄, 原 眞咲, 鈴木啓史: 集検により発見された肺癌症例の前回 X 線写真の検討. *臨放*, 30: 945—949, 1985
- 4) 高島 力, 伊藤 広, 生垣 茂, 近小弥太, 新田晴雄, 熊野 宏, 瀬野 孝, 宮下友吉, 小林 正: Computed Radiography (FCR) を用いた肺癌集検について. *肺癌*, (投稿中)
- 5) 伊藤 広, 高島 力, 上村良一, 長東秀一, 永田一三: FCR・直接撮影・間接撮影 3 者による胸部小結節陰影検出能の比較(ファントム実験). *肺癌*, 26: 571, 1986
- 6) 上村良一, 高島 力, 伊藤 広, 渡辺洋宇: FCR による気管気管支陰影の検討. *気管支学*, 8: 453—461, 1986
- 7) 秋貞雅祥, 兵藤一行: Synchrotron radiation coronary angiography. *日本臨床*, 44: 1304—1307, 1986
- 8) 秋貞雅祥: 循環器診断における synchrotron

- radiation 応用の展望 (synchrotron radiation coronary angiography). 臨床科学, 22 : 1005—1012, 1986
- 9) Alvarez, R.E. and Macovski, A.: Energy-selective reconstructions in x-ray computed tomography. Phys. Med. Biol., 21 : 733—744, 1976
  - 10) Brody, W.R., Cassel, D.M., Sommer, F.G., et al.: Dual-energy projection radiography: Initial clinical experience. A.J.R., 137 : 201—205, 1981
  - 11) Kruger, R.A., Armstrong, J.D., Sorenson, J.A. and Niklason, L.T.: Dual energy film subtraction technique for detecting calcification in solitary pulmonary nodules. Radiology, 140 : 213—219, 1981
  - 12) Sommer, F.G., Brody, W.R., Gross, D., Macovski, A., Hall, A. and Pelc, N.: Excretory urography using dual energy scanned projection radiography. Radiology, 141 : 529—532, 1981
  - 13) Sommer, F.G., Brody, W.R., Gross, D. and Macovski, A.: Renal imaging with dual energy projection radiography. A.J.R., 138 : 317—322, 1982
  - 14) Sartoris, D.J., Sommer, F.G. and Oppenheimer, D.A.: Dual-energy scanned projection radiography of osseous metastatic disease. Invest. Radiol., 20 : 983—988, 1985
  - 15) Takashima, T.: Evaluation of single exposure energy subtraction chest radiography in the diagnosis of pulmonary cancer. Nippon Acta Radiol., 47 : 456—466, 1987
  - 16) Kundel, H.L. and Revesz, G.: Lesion conspicuity, structured noise, and film reader error. A.J.R., 126 : 1233—1238, 1976
  - 17) Rigler, L.G.: An overview of cancer of lung. Semin. Roentgenol., 12 : 161—164, 1977
  - 18) Seybold, W.D.: Solitary or coin lesions of the lung. Postgrad. Med., 36 : 424—430, 1964
  - 19) Good, C.A. and Wilson, T.W.: The solitary circumscribed pulmonary nodule. J.A.M.A., 166 : 210—215, 1958
  - 20) Bloch, R.G.: Tuberculous calcification: A clinical and experimental study. A.J.R., 59 : 853—864, 1948
  - 21) McCullough, E.C. and Morin, R.L.: CT-number variability in thoracic geometry. A.J.R., 141 : 135—140, 1983
  - 22) Godwin, J.D., Speckman, J.M., Fram, E.K., et al.: Distinguishing benign from malignant pulmonary nodules by computed tomography. Radiology, 144 : 349—351, 1982
  - 23) Zerhouni, E.A., Boukadoum, M. and Siddiky, M.A.: Standard phantom for quantitative analysis of pulmonary nodules computed tomography. Radiology, 149 : 767—773, 1983
  - 24) 高島 力, 永田一三, 鈴木正行, 伊藤 広, 上村良一: 胸部ファントムを用いた肺結節性病変の X 線 CT 診断. 画像診断, 7, 1987. (予定)
  - 25) 鈴木正行, 高島 力, 伊藤 広, 渡辺洋宇: 原発性肺癌 T 因子の CT 診断. 日本胸部臨床, 46, 1987. (予定)
  - 26) 高島 力, 鈴木正行, 伊藤 広: 縦隔リンパ節の横断面表示—日本肺癌学会のリンパ節の部位と命名にもとづく—. 日本医放会誌, 44 : 1235—1239, 1984
  - 27) 鈴木正行, 高島 力: 肺癌のリンパ節転移. 臨放, 31 : 1285—1299, 1986