



Title	肺癌診断におけるコンピューテッド・ラジオグラフィ（CR）の有用性に関する検討
Author(s)	糸氏, 英一郎; 河野, 通雄; 足立, 秀治 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(6), p. 655-666
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16254">https://hdl.handle.net/11094/16254</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 肺癌診断におけるコンピューテッド・ラジオグラフィ (CR) の有用性に関する検討

神戸大学医学部放射線医学教室

糸氏英一郎 河野 通雄 足立 秀治 山崎 克人  
楠本 昌彦 酒井 英郎 遠藤 正浩 中村 徹

(平成5年3月9日受付特別掲載)

(平成5年4月12日最終原稿受付)

### Clinical Utility of Computed Radiography (CR) for the Diagnosis of Lung Cancer

Eiichiro Itouji, Michio Kono, Shuji Adachi, Katsuhito Yamasaki,  
Masahiko Kusumoto, Eiro Sakai, Masahiro Endo and Tetsu Nakamura

Department of Radiology, Kobe University, School of Medicine

---

Research Code No. : 208.1

---

Key words : Lung cancer, Chest X-ray, Computed radiography,  
Image processing

---

To clarify the clinical utility of computed radiography (CR) for the diagnosis of lung cancer, several kinds of image-processed CR images were compared with conventional radiographs (CXR). The images in the three patients with peripheral lung cancer were processed by the following six types: 1) processing close to CXR (plain CR), 2) wide latitude and high frequency emphasis (wide CR), 3) advanced high frequency emphasis (HE-CR), 4) lower frequency emphasis (LE-CR), 5) single exposure dual energy subtraction (ES) and 6) ES with lower frequency emphasis (LE-ES). In the two cases of hilar lung cancer, 1) plain CR, 2) wide CR, 3) CR tomographs similar to CXR tomographs (plain CR-TOMO) and 4) high frequency emphasized CR tomographs (HE-CR-TOMO) were processed. Twenty-six radiologists rated the image-processed CR images using a 5 point rating scale method. The following results were found for the evaluation of lung anatomy: almost all image-processed CR images were equal or superior to CXR; especially scores for plain CR were better than those for CXR in all anatomical structures studied; scores for ES were superior to those for plain CR in the bilateral main bronchi, left upper lobe bronchus and right paratracheal stripe; and scores for CR tomographs were better than those for CXR tomographs. In peripheral lung cancer, plain CR and ES were superior to CXR. Especially ES had the best scores. In hilar lung cancer, plain CR and CR tomographs were judged better than CXR and CXR tomographs. These findings indicate the usefulness of CR images for the diagnosis of lung cancer.

## 1. 緒 言

Fuji Computed Radiography (以下CR) は、わが国で開発された Digital Radiography<sup>1)-6)</sup> の一方式であり、その画像評価については、これまでも画像工学的な基礎的検討<sup>7)-10)</sup> や臨床的評価が行われ、胸部X線撮影におけるCRの有用性についても多くの報告がなされている<sup>11)-18)</sup>。しかし、CRの種々の画像処理条件について個別に検討を加えた報告は少ない<sup>13)-15)</sup>。

そこで我々は、厚生省がん研究助成金河野班の班研究において多施設による肺癌診断読影実験を行い<sup>19),20)</sup>、肺癌診断におけるCRの有用性について従来のスクリーン・フィルムシステムによる胸部X線写真(以下CXR)と各種画像処理を行ったCRとをアンケートによる主観的評価を中心に比較検討したのでその結果について報告する。

## II. 対象及び方法

### 1. 対 象

対象は、ほぼ同時期にCRとCXRの立位背腹方向の撮影を行った肺癌症例5症例で、末梢部肺癌3例(扁平上皮癌1例、腺癌1例、小細胞癌1例)、肺門部肺癌2例(扁平上皮癌2例)である(Table 1)。

末梢部肺癌症例では、CR胸部単純X線写真正面像を単純CXRと対比検討した。CRの画像処理は、1) 単純CXRに近い処理(以下plain CR)、2) ワイド・ラチチュードで高周波強調を行った処理(以下wide CR)、3) 高度に高周波強調を行った処理(以下HE-CR)、4) 比較的低周波を強調した処理(以下LE-CR)、5) CRエネルギー・サブトラクション<sup>21),22)</sup> 1回曝射法軟部画

像(以下ES)、6) CRエネルギー・サブトラクション1回曝射法軟部画像で比較的低周波を強調した処理(以下LE-ES)、の6種類とした。

肺門部肺癌症例では、1) plain CR、2) wide CR、3) CXR断層に近い処理を行ったCR断層(以下plain CR-TOMO)、4) 高周波強調を行ったCR断層(以下HE-CR-TOMO)の正面像を単純CXR並びにCXR断層と対比検討した。

### 2. 撮影法及び画像処理法

使用した撮影装置並びに撮影条件は、日常診療において用いている装置、条件を基本とした(Table 2)。

CRシステムは、FCR 7000(富士写真フィルム社製)<sup>23)</sup>を用い、読取サンプリング率は、5画素/mmでA/D変換時のグレーレベルは10 bitsである。出力画像はレーザープリンターによるフィルム表示で、記録サンプリング率は10画素/mm、グレーレベルは10 bits、画像サイズは1/2の縮小画像である。CRの各処理画像の画像処理パラメーターGA, GT, GC, RN, RT及びREについては、Table 3に示す条件とした。

### 3. 読影方法

読影者は、厚生省がん研究助成金河野班の班員、班友並びに研究協力者の26名(18施設)で5症例の胸部X線写真上の正常構造及び異常影につき前述の各種処理CR画像とCXRを5段階のスコアにより評価した。スコアは、1) CXRより劣る、2) CXRよりやや劣る、3) CXRと同等である、4) CXRよりやや優れる、5) CXRより優れる、と定めた。また、CXRについてはオリジナルフィルムとの濃度差や画質の

Table 1 Contents of clinical cases

Case	Age	Sex	Peripheral/ Hilar	Histology	Primary lesion
1	72	F	Peripheral	Squamous cell ca.	rt. S <sup>1</sup>
2	49	M	Peripheral	Adenoca.	rt. S <sup>1</sup>
3	54	M	Peripheral	Small cell ca.	lt. S <sup>4</sup>
4	63	M	Hilar	Squamous cell ca.	rt. upper lobe bronchus
5	62	M	Hilar	Squamous cell ca.	rt. upper lobe bronchus

Table 2 Equipments and exposure conditions

	CXR	CXR tomography	CR	CR energy subtraction	CR tomography
X-ray generator	DWS-1515 G (Hitachi Medical Corporation)	DH-158 HM (Hitachi Medical Corporation)	HD 150 G-12 (Shimadzu Corporation)	HD 150 G-12 (Shimadzu Corporation)	DH-158 HM (Hitachi Medical Corporation)
X-ray tube	UJ-6 GE-01 TL (Hitachi Medical Corporation)	UH-6 GB-31 D (Hitachi Medical Corporation)	CIRCLEX 1/2 P 33 D-80 S (Shimadzu Corporation)	CIRCLEX 1/2 P 33 D-80 S (Shimadzu Corporation)	UH-6 GB-31 D (Hitachi Medical Corporation)
kV	140	90	100	120	90
mA	condenser type	20	200	600	20
sec	photo timer	2.0	0.01	0.05	2.0
SID (cm)	150	120	150	100	120
X-ray film/ Imaging plate	Super HRC (Fuji Photo Film Co., LTD.)	Super HRL (Fuji Photo Film Co., LTD.)	ST-III (Fuji Photo Film Co., LTD.)	ST-III (Fuji Photo Film Co., LTD.)	ST-III (Fuji Photo Film Co., LTD.)
Screen	Grenex HR 4 (Kasei Optonix, LTD.)	Grenex HR 4 (Kasei Optonix, LTD.)			

劣化がないように留意したコピーフィルムを、CRについては画像処理条件を示す部分を切りとった1/2サイズのレーザープリンター出力フィルムを各読影者に送付した。尚、CXRのコピーフィルムについては、検討の対象とした正常構造や異常影がオリジナルフィルムと遜色なく認められることを事前に確認した。

#### 4. 正常構造の検討

単純CRにおいては、左右主気管支、左上葉気管支幹、A-P window、右A<sup>s</sup>、後接合線、毛髪線、右傍気管線及び肋骨を検討項目とした。但し、ES及びLE-ESでは肋骨は検討項目から除外した。

CR断層においては、気管・左右主気管支、左上葉気管支幹、A-P window、右A<sup>s</sup>及び右傍気管線を検討項目とした。

Table 3 Processing parameters of CR images

	GA	GT	GC	GS	RN	RT	RE
plain CR	1.0	E	1.6	-2.0	5	R	0.5
wide CR	0.9	A	1.5	-2.0	5	R	3.0
HE-CR	0.9	A	1.5	-2.0	8	R	10
LE-CR	1.0	E	1.6	-2.0	3	R	0.7
ES	0.9	E	1.6	-3.0	5	R	0.5
LE-ES	0.9	E	1.6	-3.0	2	R	0.5
plain CR-TOMO	1.0	E	1.6	+0	4	R	1.0
HE-CR-TOMO	0.9	A	1.4	-1.0	4	R	7.0

## 5. 異常影の検討

各症例の異常影それぞれについて以下に示す検討項目を定めた。

末梢部肺癌症例 (Fig. 1) では各々の末梢肺野の腫瘍影について、辺縁の描出能、内部の空洞の描出能、内部の濃度分布及び異常影識別のしやすさを検討項目とした。

肺門部肺癌症例 (Fig. 2) においては、肺門部

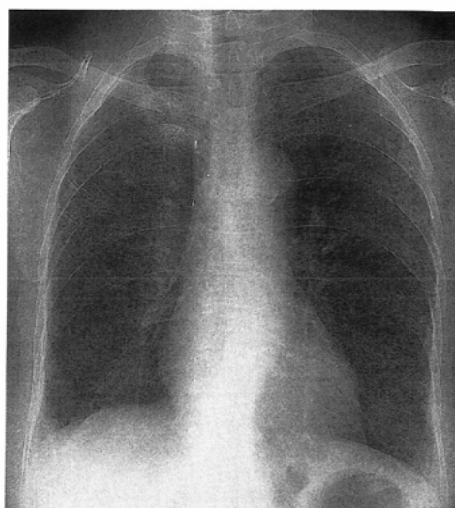
腫瘍影の辺縁の描出能、内部の濃度分布、周囲の血管影の描出能、関与する気管支の描出能及び異常影識別のしやすさを検討項目とした。

## 6. 解析方法

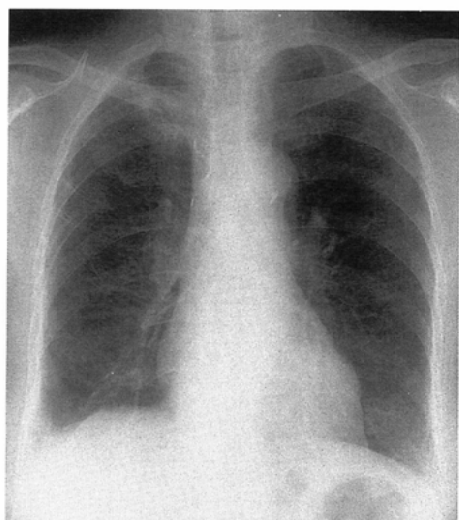
正常構造については、各検討項目毎に 26 人の読影者から得られた各 CR 画像のスコアを集計し、CXR と各 CR 画像間あるいは、画像処理の異なる CR 画像間で Wilcoxon の符号差検定<sup>24)</sup>



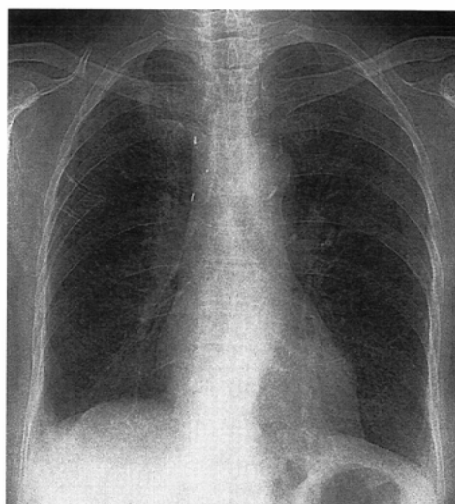
(A) conventional radiograph (CXR)



(C) wide latitude and high frequency emphasized CR image (wide CR)

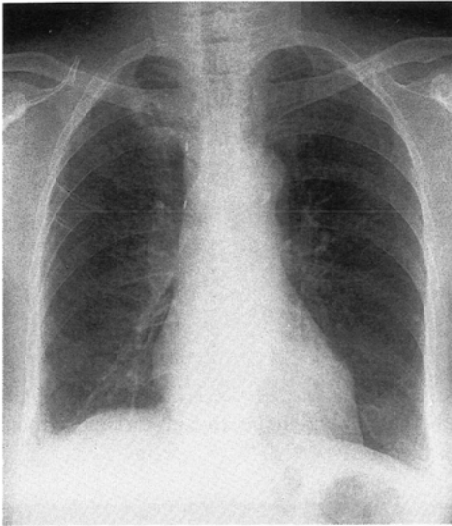


(B) CR image which is processed close to CXR (plain CR)

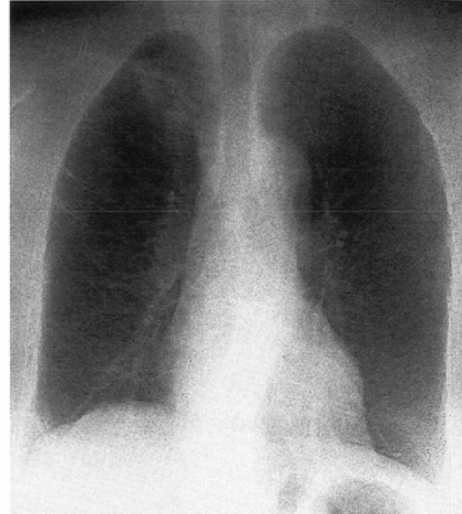


(D) advanced high frequency emphasized CR image (HE-CR)

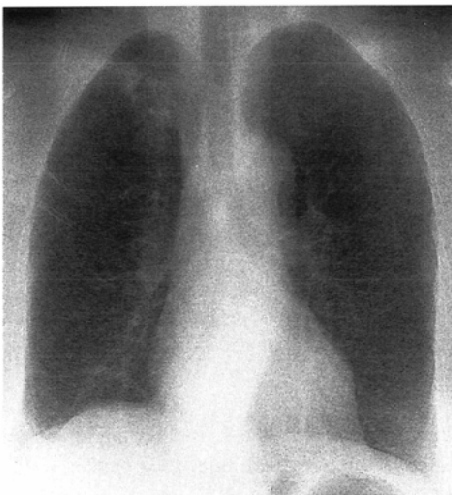
Fig. 1



(E) lower frequency emphasized CR image (LE-CR)



(G) ES with lower frequency emphasis (LE-ES)



(F) single exposure dual energy subtraction; bone-subtracted CR image (ES)

Fig. 1 Conventional chest radiograph and image-processed CR images with peripheral lung cancer (Case #1)

### III. 結 果

#### 1. 正常構造についての検討

##### 1) 単純 CXR と 各種 CR 画像 と の 比較 (Table 4)

HE-CR が右 A<sup>8</sup> の描出能について単純 CXR より有意に劣っていたほかは、いずれの検討項目においても各種 CR 画像は単純 CXR と同等ないし優れていた。

を行い、優劣を比較検討した。優劣の比較については、1) 明らかに優れるもの ( $P \leq 0.001$ ), 2) 優れるもの ( $0.001 < P \leq 0.01$ ), 3) やや優れるもの ( $0.01 < P \leq 0.05$ ), 4) 有意な差がないもの, 5) 劣るもの ( $P \leq 0.05$ ) の5種類に分け評価した。

異常影に関しては、末梢部肺癌症例あるいは、肺門部肺癌症例について定めた各検討項目毎に同様の評価を行った。

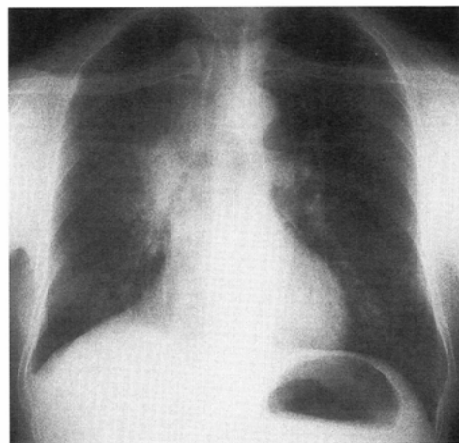
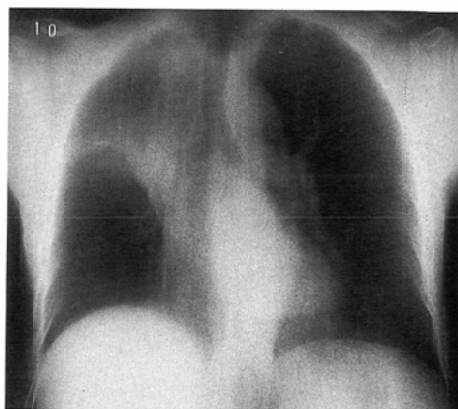


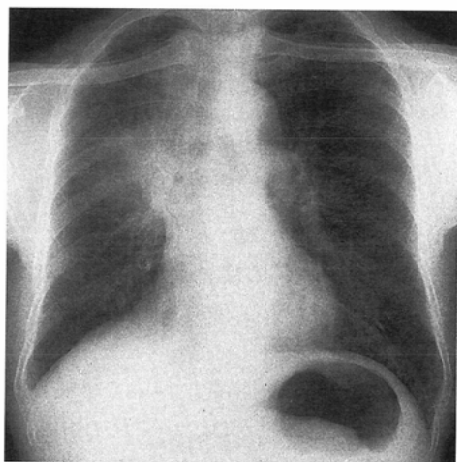
Fig. 2 (A) CXR



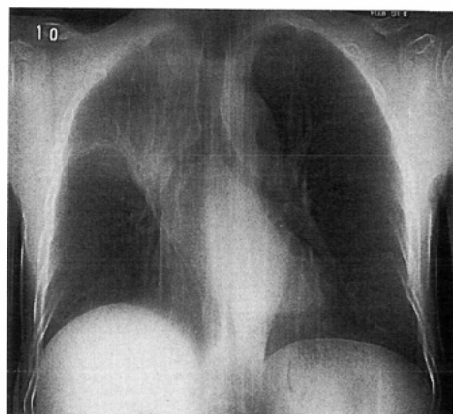
(B) conventional tomograph



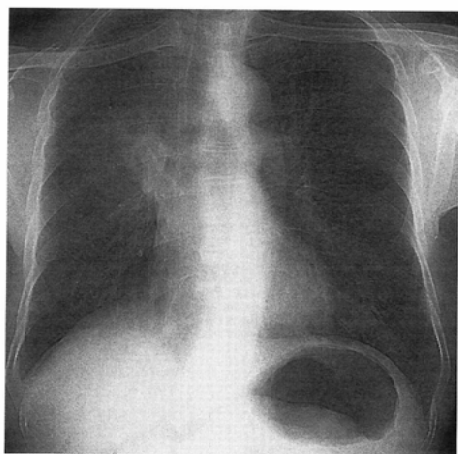
(E) CR tomograph similar to conventional tomograph (plain CR-TOMO)



(C) plain CR



(F) high frequency emphasized CR tomograph (HE-CR-TOMO)



(D) wide CR

Fig. 2 Conventional chest radiograph and image-processed CR images with hilar lung cancer (Case #5)

## 2) 各種 CR 画像間の比較

plain CR と LE-CR, ES と LE-ES の間には全ての検討項目について明らかな有意差が見られなかったため, plain CR, wide CR, HE-CR 及び ES について検討を行った.

i) plain CR と wide CR, HE-CR 及び ES との比較 (Table 5)

wide CR 並びに HE-CR は右 A<sup>8</sup> 及び肋骨の描出能が plain CR より有意に劣っていた. wide CR は, 左右主気管支及び後接合線の描出能については plain CR より明らかに優れ, ES は, 左

Table 4 Comparison of CXR and CR images concerning normal structures on chest X-ray

	plain CR	wide CR	HE-CR	LE-CR	ES	LE-ES
bil. main bronchi	◎	◎	◎	◎	◎	◎
lt. upper lobe bronchus	◎	◎	△	○	◎	◎
A-P window	◎	◎	△	◎	◎	◎
rt. A <sup>8</sup>	◎	△	×	◎	○	◎
post. junction line	◎	◎	*	◎	◎	○
hair line	◎	◎	△	*	△	△
rt. paratracheal stripe	◎	◎	△	◎	◎	◎
rib	◎	◎	◎	◎		

× : CR image inferior to CXR ( $p \leq 0.05$ )○ : CR image superior to CXR ( $0.001 < P \leq 0.01$ )

△ : CR image equal to CXR

◎ : CR image superior to CXR ( $P \leq 0.001$ )\* : CR image superior to CXR ( $0.01 < P \leq 0.05$ )

Table 5 Comparison of plain CR, wide CR, HE-CR and ES concerning normal structures on chest X-ray

	wide CR	HE-CR	ES
bil. main bronchi	◎	△	◎
lt. upper lobe bronchus	△	△	◎
A-P window	△	△	○
rt. A <sup>8</sup>	×	×	△
post. junction line	◎	△	△
hair line	△	△	×
rt. paratracheal stripe	△	△	◎
rib	×	×	

× : wide CR, HE-CR or ES inferior to plain CR ( $P \leq 0.05$ )

△ : wide CR, HE-CR or ES equal to plain CR

○ : ES superior to plain CR ( $0.001 < P \leq 0.01$ )◎ : wide CR or ES superior to plain CR ( $P \leq 0.001$ )

Table 6 Comparison of wide CR, HE-CR and ES concerning normal structures on chest X-ray

	HE-CR	ES
bil. main bronchi	×	◎
lt. upper lobe bronchus	△	◎
A-P window	×	△
rt. A <sup>8</sup>	×	*
post. junction line	×	△
hair line	△	×
rt. paratracheal stripe	×	◎
rib	△	

× : HE-CR or ES inferior to wide CR ( $P \leq 0.05$ )

△ : HE-CR or ES equal to wide CR

\* : ES superior to wide CR ( $0.01 < P \leq 0.05$ )○ : ES superior to wide CR ( $0.001 < P \leq 0.01$ )◎ : ES superior to wide CR ( $P \leq 0.001$ )

右主気管支，左上葉気管支幹及び右傍気管線の描出において plain CR より明らかに優れていた。

#### ii) wide CRとHE-CR及びESとの比較 (Table 6)

HE-CRについては，全ての検討項目に関し wide CR と同等ないし有意に劣る結果となった。ESについては，毛髪線の描出能は wide CR より劣り，左右主気管支，左上葉気管支幹及び右傍気管線の描出能において wide CR より明らかに優れていた。

#### 3) CXR 断層と CR 断層との比較 (Table 7)

全ての検討項目において CR 断層は CXR 断層よりも明らかに優れていた。

#### 4) CR 断層間の比較

CR 断層の plain CR-TOMO と HE-CR-TOMO との比較では，左右主気管支の描出能において HE-CR-TOMO が優れていたが ( $P < 0.01$ )，他の検討項目については有意差は見られなかった。

#### 2. 異常影についての検討

##### 1) 末梢部肺癌症例 (Table 8)

末梢部肺癌症例 3 例の各検討項目毎の集計で



Table 7 Comparison of CXR and CR images concerning normal structures on chest X-ray tomograph

	plain CR-TOMO	HE-CR-TOMO
bil. main bronchi	◎	◎
lt. upper lobe bronchus	◎	◎
A-P window	◎	◎
rt. A <sup>s</sup>	◎	◎
rt. paratracheal stripe	◎	◎

◎ : CR image superior to CXR ( $P \leq 0.001$ )

は、wide CR 及び HE-CR は全ての項目で単純 CXR より劣っていた。plain CR は単純 CXR と同等ないし優れる結果となり、ES 及び LE-ES は全ての項目で単純 CXR より明らかに優れていた。

## 2) 肺門部肺癌症例 (Table 9)

症例 4 及び症例 5 の各検討項目毎の集計では、plain CR は全ての項目で単純 CXR より優れ、wide CR は内部の濃度分布において単純 CXR よ

り劣っていた。

plain CR-TOMO 及び HE-CR-TOMO は、いずれの項目も CXR 断層より優れていた。

## IV. 考 察

肺癌診断における胸部 X 線撮影は、スクリーニング検査法<sup>25), 26)</sup>としての側面と良悪性の診断をも可能にする質的診断法としての側面を合わせ持つ、基礎的かつ重要な検査法として位置付けられる。また CR についても CXR に比べ空間分解能が劣る点や出力画像のサイズがリアルサイズでない点など、現時点では CR システム自体の問題点も少なくないが、CXR に比べ撮影条件に寛容性がある点、周波数処理によるエッジ強調や階調処理によるワイド・ラチチュード化が可能な点など、デジタル画像ならではのメリットも多い<sup>23)</sup>。今回の CXR と各種画像処理を行った CR の描出能の検討は、肺癌診断において CR が従来の CXR の持つ欠点を補い得るか、また、CR が

Table 8 Comparison of CXR and CR images in peripheral lung cancer

	plain CR	wide CR	HE-CR	LE-CR	ES	LE-ES
margin	○	×	×	*	◎	◎
inner cavity	○	×	×	*	◎	◎
inner density	△	×	×	△	◎	◎
discrimination capability	○	×	×	○	◎	◎

× : CR image inferior to CXR ( $P \leq 0.05$ )○ : CR image superior to CXR ( $0.001 < P \leq 0.01$ )

△ : CR image equal to CXR

◎ : CR image superior to CXR ( $P \leq 0.001$ )\* : CR image superior to CXR ( $0.01 < P \leq 0.05$ )

Table 9 Comparison of CXR and CR images in hilar lung cancer

	plain CR	Wide CR	plain CR-TOMO	HE-CR-TOMO
margin	◎	△	◎	◎
inner density	◎	×	◎	*
surrounding vessels	◎	△	◎	◎
bronchus concerned	○	△	◎	◎
discrimination capability	◎	△	◎	◎

× : CR image inferior to CXR ( $P \leq 0.05$ )○ : CR image superior to CXR ( $0.001 < P \leq 0.01$ )

△ : CR image equal to CXR

◎ : CR image superior to CXR ( $P \leq 0.001$ )\* : CR image superior to CXR ( $0.01 < P \leq 0.05$ )

CXRより優れるとすればどのような点かを正常構造及び異常影を通して検討することにある。

## 1. 正常構造

### 1) 単純CXRと各種CR画像との比較

正常構造における単純CXRと各種CR画像の比較では、A<sup>8</sup>の描出能においてHE-CRが単純CXRより劣るほかは、いずれの画像も単純CXRと同等ないし優れる結果となり、今回検討した正常構造に関しては、CRの有用性が示された。特にplain CRが全ての項目で単純CXRよりかなり優れる結果となったことから、plain CRが単純CXRに代わり得る可能性が示唆された。正常構造に関する鬼塚の検討<sup>11)</sup>では、plain CRがCXRより優れている点は見られず、むしろ、肺野血管影やminor fissureなど肺野構造の描出能においてはCXRに比べ劣っていたとし、我々の結果とは相違が見られる。この相違は、鬼塚はplain CRとして階調曲線GTにSを用い、周波数処理を全く行っていないのに対し、我々は、CXRの $\gamma$ 曲線に近いGT:Eを用い、軽度に周波数強調を行った画像処理条件の違いによるものと思われた。

高周波強調を行ったwide CRでは右A<sup>8</sup>の描出能において単純CXRと有意差が見られなかったが、高度に高周波強調を行ったHE-CRでは単純CXRより劣る結果となった。この原因としては、wide CR及び、HE-CRは共に階調曲線GT:Aを用いワイド・ラチチュードな画像となっているが、wide CRではワイド・ラチチュード化による肺野コントラストの低下に伴う肺野血管影の描出能の低下を高周波強調によるエッジ強調により補い、CXRと同等の肺野血管影の描出能を得たと思われるのに対し、HE-CRでは高周波強調が高度で肺野血管影周囲のノイズが強調され、血管影の描出能が低下したためと思われた。これらのことから、肺野血管の観察には高度な高周波強調画像は不適と思われた。

### 2) CR画像間の比較

wide CRは、左右主気管支及び後接合線の描出能においてplain CRよりかなり優れる結果となり、縦隔に重なる陰影についてのwide CRの

有用性が示された。CRにおける縦隔部の描出能の改善については同様の結果が報告されているが<sup>11),15)</sup>、これはワイド・ラチチュード化による縦隔部の描出能の向上によるものと思われた。一方、wide CRは肺野に存在する右A<sup>8</sup>や肋骨の描出能はplain CRより劣っており、また高周波強調により描出能の向上が期待された毛髪線に関してもplain CRと有意差が見られず、ワイド・ラチチュード化による肺野コントラストの低下のためwide CRは肺野の観察には不適と思われた。

HE-CRについては、いずれの検討項目もwide CRと比較し同等か劣る結果であり、ルーチンの画像処理法として用いるのは不適当であると思われた。

ESは、左右主気管支、左上葉気管支幹、A-P window及び右傍気管線の描出能においてplain CRより優れていたが、これは、骨陰影の除去により対象とする構造物が鮮明に描出されたためと思われた。毛髪線の描出能についてはESはplain CRより劣っていたが、これはES画像のS/N比の悪さ<sup>22)</sup>やmisregistration artifactによるものと思われた。また、ESとwide CRの比較では、毛髪線を除く他の全ての項目でwide CRと同等ないし優れる結果となり、特に左右主気管支、左上葉気管支幹及び右傍気管線ではかなり優れる成績を示し、plain CRを補う画像処理法としては、wide CRよりもESが適当と思われた。

低周波強調画像については、今回の検討ではLE-CR及びLE-ESは共にそれぞれplain CR及びESと明らかな違いは見られず、低周波強調によりコントラストが改善する一方、エッジはわずかに不鮮明化し、結果的には低周波強調の効果が得られなかったものと考えられた。強調する周波数のランクRNと強調の程度REの選択については考慮の余地はあるが、少なくとも今回の検討においては低周波強調の有用性は見られなかった。

### 3) CXR断層とCR断層の比較

plain CR-TOMOとHE-CR-TOMOは共に全ての検討項目においてCXR断層よりかなり優れ、胸部断層におけるCR断層の有用性が示され

た。CXR 断層よりかなり優れる結果となった原因としては、HE-CR-TOMO は、高周波強調によるエッジ強調効果により気管支辺縁部等の描出能が改善されたためと思われたが、plain CR-TOMO については、CXR 断層に近い画像となるよう処理を行った画像であり、軽微とは言え行われている周波数処理、CXR 断層とは多少異なる階調曲線、CXR 断層と比べて 1/2 サイズの画像の縮小効果等が原因として考えられた。

#### 4) CR 断層間の比較

plain CR-TOMO と HE-CR-TOMO の比較では、左右主気管支の描出能においてのみ HE-CR-TOMO が優れ、他の項目においては明らかな有意差が見られなかったが、HE-CR-TOMO は階調曲線 GT にワイド・ラチチュードな A を用いており、その結果として縦隔部にある左右主気管支の描出能が改善された可能性がある。

## 2. 異常影

### 1) 末梢部肺癌

plain CR は、腫瘍内部の濃度描出能に関しては、単純 CXR と差が見られなかったが、辺縁及び内部の空洞の描出能、異常影識別能については単純 CXR より優れており、単純 CXR に代わり得る画像であると思われた。ES は、いずれの検討項目においても単純 CXR よりかなり優れる結果となり、肺野末梢の淡い陰影も含めた腫瘍影の識別並びに観察における ES の有用性が示された。現状の ES は、なおノイズの多い画像であるが、骨陰影の除去により腫瘍影が明瞭となり、描出能の向上につながったものと思われた。肺野末梢の結節影の検出における ES の有用性については、過去の報告において一定の評価が得られている<sup>21),27)~30)</sup>、plain CR や他の処理画像における腫瘍影の検出能については、CR と単純 CXR の間に有意差は見られなかったとするもの<sup>9),11)</sup>と CR が単純 CXR より劣っていたとするもの<sup>15)</sup>があり評価ははまだ定まっていない。今回の我々の検討では存在診断のみならず性状診断をも加味した検討を行っており、plain CR 並びに ES が有用であるとする結果は最も信頼し得るものと考えられた。wide CR 及び HE-CR は、いずれの項目

においても単純 CXR より劣る結果となった。高周波強調によりエッジ強調を行ってもワイド・ラチチュード化により肺野のコントラストが低下し、肺野末梢の淡い陰影、比較的境界明瞭な陰影にかかわらず、異常影の描出能が低下するものと思われた。

### 2) 肺門部肺癌

plain CR については、末梢部肺癌における検討と同様に単純 CXR と同等ないし優れる結果となった。wide CR では高周波強調による辺縁の明瞭化等により周囲の血管影や関与する気管支の描出能において単純 CXR と同等ないしやや優れる結果が得られたが、wide CR が plain CR より優れる項目は見られず、肺門部肺癌における plain CR の有用性が示された。CR 断層と CXR 断層の比較では、いずれの項目においても plain CR-TOMO 及び HE-CR-TOMO は CXR 断層より優れており、CR 断層の有用性が示された。肺門部肺癌の診断においては特に病変と気管支との関連が問題とされるが、CR ととりわけ CR 断層では、エッジ強調効果により腫瘍辺縁の明瞭化とともに気管支の辺縁が鮮明となり、診断能の向上につながったものと思われた。

### 3) 肺癌診断における最適な画像処理法

肺野、縦隔の観察に関しては、現在行われているように、肺野については plain CR、縦隔については wide CR と選択するのではなく、1 枚の画像で肺野のコントラストを保ちつつ縦隔の描出にも優れる画像処理法が理想である。CR の画像処理法によるアプローチとしては、阿南らの縦隔のみのダイナミック・レンジを圧縮する画像処理法、Dynamic-range Conversion Processing (DCP)<sup>31)</sup> や阿部らの選択的画像強調処理法<sup>32)</sup> がある。一方、ES においても S/N 比を改善し、misregistration artifact を減少させた粒状改善エネルギーサブトラクション (fine energy subtraction) の開発が行われており、撮影線量の低減や画像処理の自動化等が可能になれば、ES は、plain CR を補うルーチンの画像処理法として一般化するものと思われる。将来的には、縦隔及び肺野双方のコントラストに優れる画像処理を

行ったCR画像と末梢肺野の病変の検出を目的としたESとの組み合わせが理想であるが、現時点では、plain CRとESの組み合わせが肺癌診断には最も適当と考える。

## V. 結 論

1. 肺癌診断におけるCRの有用性について、CXRと各種画像処理を行ったCRとをアンケートによる主観的評価を中心に比較検討した。

2. 正常構造の検討においては、いずれのCR画像も単純CXRと同等ないし優れていた。特にplain CRは全ての検討項目において単純CXRよりかなり優れ、単純CXRに代わり得る画像と思われた。ESとwide CRの比較では、ほとんどの項目でESがwide CRと同等ないし優れており、plain CRを補完する画像としては一般に用いられているwide CRよりもむしろESが適当と思われた。CR断層については、plain CR-TOMO及びHE-CR-TOMOのいずれもがCXR断層よりかなり優れており、CR断層はCXR断層にとって代わり得ると思われた。

3. 末梢部肺癌の描出能については、plain CRとESが単純CXRより優れており、特にESは腫瘍影の存在診断のみならず性状の観察にも有用と思われた。肺門部肺癌の描出能については、plain CRが単純CXRより優れており、CR断層もCXR断層と比べかなり優れていた。CR断層では、エッジ強調効果により腫瘍辺縁の明瞭化とともに気管支辺縁も鮮明となり良好な結果が得られたものと思われた。

本研究の一部は、厚生省がん研究助成金河野班の援助を受けた。本研究の要旨は第49回日本医学放射線学会総会(京都)及びSociety of Thoracic Radiology annual meeting (1991, Toronto)で発表した。

## 文 献

- 山崎克人：胸部X線写真のデジタル化画像に関する研究，日本医放会誌，49：327-334，1989
- 土井邦雄：デジタルラジオグラフィの基礎と将来の可能性，日本医放会誌，49：1-14，1989
- Fraser RG, Sanders C, Barnes GT, et al：Digital Imaging of the Chest. Radiology 171: 297-307, 1989
- 加藤久豊，宮原諄二，高野正雄：新しいメモリ型蛍光材料を用いたコンピュータド・ラジオグラフィ，医用電子と生体工学，20-特別号：28-29，1982
- Sonoda M, Takano M, Miyahara J, Kato H：Computed radiography utilizing scanning laser stimulated luminescence. Radiology 148: 833-838, 1983
- 高野正雄：輝尽性蛍光体を使った新しいComputed Radiography，日本臨床，41：1395-1403，1983
- 韓玉成，山崎克人，河野通雄：X線フィルム画像のデジタル化に関する画像工学的研究(2)空間分解能に関するComputed Radiographyとの比較検討，Medix，22：61-62，1992
- 東田善治，松本政典，吉岡仙弥，他：コンピュータドラジオグラフィ（CR）による低コントラスト物質の検出能に関する研究，日本医放会誌，49：1411-1419，1989
- Newall JD, Seeley D, Hagaman RM, et al：Computed Radiographic Evaluation of Simulated Pulmonary Nodules Preliminary Results. Invest Radiol 23: 267-270, 1988
- Oestmann JW, Greene R, Rubens JR, et al：High Frequency Edge Enhancement in the Detection of Fine Pulmonary Lines Parity Between Storage Phosphor Digital Images and Conventional Chest Radiography. Invest Radiol 24: 643-646, 1989
- 鬼塚英雄：輝尽性蛍光体イメージング・プレートを用いた胸部デジタルラジオグラフィの診断能，日本医放会誌，49：177-190，1989
- 小田純一：胸部X線撮影におけるFCR (Fuji Computed Radiography) の画像評価，日本医放会誌，50：1485-1498，1990
- 多部田弘士，瀧澤弘隆，黄麗芬，他：胸部単純X線撮影におけるFCRの画像特性，日胸疾会誌，28：935-943，1990.
- 上村良一：Digital Radiography (Fuji Computed Radiography) を用いた胸部単純X線写真による上部気道病変の診断，日本医放会誌，52：308-319，1992
- Schaefer CM, Greene RG, Hall DA, et al：Mediastinal Abnormalities: Detection with Storage Phosphor Digital Radiography. Radiology 178: 169-173, 1991
- Fajardo LL, Hillman BJ, Pond GD, et al：Detection of Pneumothorax: Comparison of Digital and Conventional Chest Imaging. AJR 152: 475-480, 1989
- Buckley KM, Schaefer CM, Greene R, et al：Detection of Bullous Lung Disease: Conventional Radiography vs Digital Storage Phosphor Radiography. AJR 156: 467-470, 1991
- Schaefer CM, Greene R, Llewellyn HJ, et al：

- Interstitial Lung Disease: Impact of Postprocessing in Digital Storage Phosphor Imaging. *Radiology* 178: 733-738, 1991
- 19) 河野通雄: コンピューテッド・ラジオグラフィーによるがん診断の有効性の確立, 厚生省がん研究助成金による研究報告集: 403-407, 1990
- 20) Whalen E: Society of Thoracic Radiology Ninth Annual Meeting and Postgraduate Course, May 1991. *AJR* 157: 875-881, 1991
- 21) 糸氏英一郎, 山崎克人, 遠藤正浩, 他: 胸部の Computed Radiography (CR) におけるエネルギーサブトラクション法の有用性について, *Pharma Medica*, 9: 47-52, 1991
- 22) Ergun DL, Mistretta CA, Brown DE, et al: Single Exposure Dual-Energy Computed Radiography: Improved Detection and Processing. *Radiology* 174: 243-249, 1990
- 23) 高野正雄: CR システムの原理と技術, 臨床画像, 5 (7): 8-22, 1989
- 24) 高木廣文: 臨床研究のための統計学 II, 対応のある場合の 2 標本の比較, 臨泌, 40: 623-628, 1986
- 25) 河野通雄, 原眞咲, 鈴木啓史, 他: 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
- 26) 高島力, 伊藤広, 生垣茂, 他: Computed Radiography (FCR) を用いた肺癌集検について, 肺癌, 27: 341-347, 1987
- 27) Niklason LT, Hicky NM, Chakraborty DP, et al: Simulated Pulmonary Nodules: Detection with Dual-Energy Digital versus Conventional Radiography. *Radiology* 160: 589-593, 1986
- 28) Ho JT, Kruger RA: Comparison of Dual-Energy and Conventional Chest Radiography for Nodule Detection. *Invest Radiol* 24: 861-868, 1989
- 29) Ishigaki T, Sakuma S, Ikeda M: One-Shot Dual-Energy Subtraction Chest Imaging with Computed Radiography: Clinical Evaluation of Film Images. *Radiology* 168: 67-72, 1988
- 30) 上村良一, 高島力, 小林健, 他: 肺癌スクリーニングにおける CR の応用—特に一回撮影エネルギーサブトラクション法の有用性—, 肺癌, 30: 319-326, 1990
- 31) 阿南充洋, 大谷匡史, 加藤博之, 他: Dynamic-range Conversion Processing の開発, 映像情報, 23 (15): 39-45, 1991
- 32) 阿部克己, 桂川茂彦, 佐々木康夫: 胸部デジタル写真における選択的画像強調処理法の画像評価 (ROC 解析), 日本医放会誌, 52: 164-171, 1992