

労災疾病等13分野医学研究・開発、普及事業
分野名「粉じん等による呼吸器疾患」

新たな画像診断法 経時サブトラクション法



平成20年4月1日

独立行政法人 **労働者健康福祉機構**
じん肺に合併した肺がんのモデル診断法の研究班

発刊にあたって

同一患者の時間的に異なる2枚の胸部X線写真を目の前にしたとき、我々はそれらを時系列的に並べて読影する。特に肺がんの早期発見の場合には両者間の変化を見出すために多大な集中力と読影時間を投入することになる。経時サブトラクション法はこのような場合を想定して考案された技法であり、前回と比較して今回新たに肺野に出現した悪性新生物などの異常陰影の診断能の検証が待たれていたものである。この場合、陰影の質を問う以前に、先ずはその存在を捉えることが肝要である。

じん肺症の臨床では初診時から既に大小、濃淡さまざまの陰影が全肺野に散在しているため、そのなかに新たに出現した異常陰影を効率よく特定しなければならないが、胸部平面X線のみによる場合、その作業には独特の困難を伴うことが稀ではない。従って、じん肺症の症例でこの方法の有用性が検証されれば、本検査法の評価のうえで最も厳しい条件をクリアしたことになる。

当労働者健康福祉機構では平成16年度から「じん肺に合併した肺がんのモデル診断法の研究・開発・普及」をテーマとしてプロジェクト研究を推進しており、先般、その基礎的段階の成果として“画像で診る今日の職業別じん肺症例選集”を取りまとめたところである。今回は、上記の新しいX線処理技法を用い、われわれ5施設の実症例を持ち寄ってその実用性・有用性を検討するという貴重な体験をすることができた。限られた期間ではあったが読影初心者においてもじん肺専門医においても異常陰影の検出感度を有意に高め、しかも時間を短縮するという初期の目的はほぼ達せられたので、ここで本研究に一区切りつけることとなった。

今後この方法が読影医師への負担、被験者への放射線被曝量、費用対効果等も考慮したうえで、臨床の場へ、そして健診の場へと普及し、関係各位にひろく活用されることを期待するものである。

平成20（2008）年4月

前「じん肺に合併した肺がんのモデル診断法の研究・開発・普及」研究総括責任者
北海道中央労災病院 名誉院長 加地 浩

目 次

発刊にあたって	1
研究者一覧	3
I . 経時サブトラクション技術について	5
II . 経時サブトラクションの有用性に関する研究	11
III . 症例提示	19
IV . 経時サブトラクションに関する座談会	52

「粉じん等による呼吸器疾患」研究者一覧

主任研究者：独立行政法人労働者健康福祉機構 北海道中央労災病院 院長 職業性呼吸器疾患研究センター長	木 村 清 延
分担研究者：独立行政法人労働者健康福祉機構 旭労災病院 副院長	宇佐美 郁 治
独立行政法人労働者健康福祉機構 神戸労災病院 副院長	大 西 一 男
独立行政法人労働者健康福祉機構 岡山労災病院 副院長	岸 本 卓 巳
独立行政法人労働者健康福祉機構 北海道中央労災病院 副院長	中 野 郁 夫
独立行政法人労働者健康福祉機構 富山労災病院 アスベスト疾患センター長	水 橋 啓 一
共同研究者：独立行政法人国立病院機構 近畿中央胸部疾患センター 院長	坂 谷 光 則
独立行政法人労働安全衛生総合研究所 健康障害予防研究グループ部長	森 永 謙 二
元独立行政法人労働者健康福祉機構 珪肺労災病院 内科部長	斎 藤 芳 晃
独立行政法人労働者健康福祉機構 岡山労災病院 呼吸器科部長	玄 馬 顕 一
独立行政法人労働者健康福祉機構 旭労災病院 呼吸器科部長	加 藤 高 志
独立行政法人労働者健康福祉機構 関東労災病院 放射線科技師長	高 城 政 久
独立行政法人労働者健康福祉機構 北海道中央労災病院 病理科部長	岡 本 賢 三
北海道中央労災病院 第三内科部長	大 塚 義 紀
北海道中央労災病院 放射線科部長	五十嵐 毅
北海道中央労災病院 診療放射線技師	本 田 広 樹
森川内科クリニック 院長	森 川 清 志
北海道大学大学院医学研究科 病態内科学講座呼吸器内科学分野 教授	西 村 正 治
癌診断治療学講座腫瘍内科学分野 教授	秋 田 弘 俊
病態情報学講座核医学分野 教授	玉 木 長 良
方波見医院 院長	方波見 基 雄
総括研究ディレクター：独立行政法人労働者健康福祉機構	関 原 久 彦
研究アドバイザー：北里大学医学部附属北里臨床研究センター 副センター長	佐 藤 敏 彦

I. 経時サブトラクション技術について

富士フイルム株式会社 大 沢 哲
志 村 一 男

1. はじめに

コンピュータを用いて医師の読影を支援するCAD (Computer Aided Detection) 技術は、読影医の診断精度向上と読影時間短縮に大きな効果をもたらす技術として期待されている。

我々は、胸部領域の診断支援技術として「第2の画像」として読影を支援する「バネ拘束方式を用いた経時サブトラクション技術」を開発し、同技術を搭載した画像処理ユニットCR-IR348CL-Tを既に発売している。

以下、富士独自方式による経時サブトラクション技術について紹介する。

2. 経時サブトラクションとは？

経時サブトラクション技術とは、撮影時期の異なる同一患者の胸部放射線画像間で差分処理を行い、経時変化部分を強調表示する技術である。読影時に原画像とともに経時サブトラクション画像を参照することにより読影精度が向上することが報告されている¹⁾。

差分処理といっても、撮影時期の異なる画像間では患者の姿勢変化や撮影装置の違い等により、画像中の被写体全体の位置や骨や血管等の各臓器の位置が一致しないため、単純な差分処理では位置ずれアーチファクト（偽像）が発生し肝心の経時変化部

分を検出する事が難しくなってしまう場合が多い。そこで、両画像中の構造物の位置関係を一致させるため、一方の画像を局所領域毎に、変形させる処理（ワーピング処理）を行った後に差分処理を行う経時サブトラクション技術（図1参照）が提案されている^{2,3)}。

3. バネ拘束方式を用いた経時サブトラクション技術

経時サブトラクション処理により病変等の経時変化を明瞭に描出するためには、画像間の位置を精密に合せることが重要となる。富士独自方式による経時サブトラクション処理では「バネ拘束方式を用いた段階的局所位置あわせ方法」により精密な位置あわせを実現している。また、段階的に局所位置あわせを行い、各部分の位置ズレ量を算出した後、一度のワーピングで画像を変形させることにより、処理時間の短縮を図っている。図2に処理全体の流れを示すとともに以下、詳細について紹介する。

(1) 後肋骨重視グローバル位置合わせ

局所的な位置合わせ処理の前に、まず2画像間の全体的な位置ずれ量を検出して大まかな位置合わせを行う。位置あわせ精度を向上させるために、背中側の肋骨である後肋骨を強調した画像を用いて画像全体の位置ずれ量を算出し、過去画像全体を平行

移動及び回転させている。

(2) バネ拘束方式を用いた段階的局所位置ずれ量の算出

2 画像間の局所的な位置ずれ量を検出する部分である。まず、現在画像の胸郭内に矩形の「探索ROI」を等間隔に設定し、過去画像内に現在画像中の「探索ROI」と同じ中心位置を持ちサイズが小さい「テンプレートROI」を設定する(図3)。各「テンプレートROI」を対応する「探索ROI」内で平行移動させながら最も相関の取れる位置(正規化相互相関最大位置)を検出して各ROI位置での位置ずれ量を決定する。

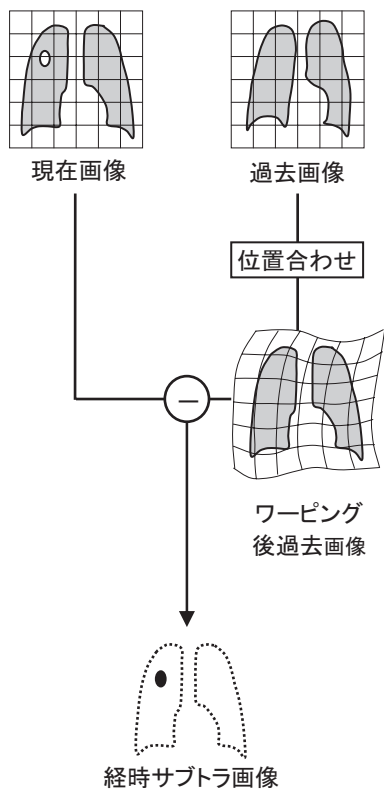


図1 自動位置あわせ手法を用いた経時サブトラクション技術

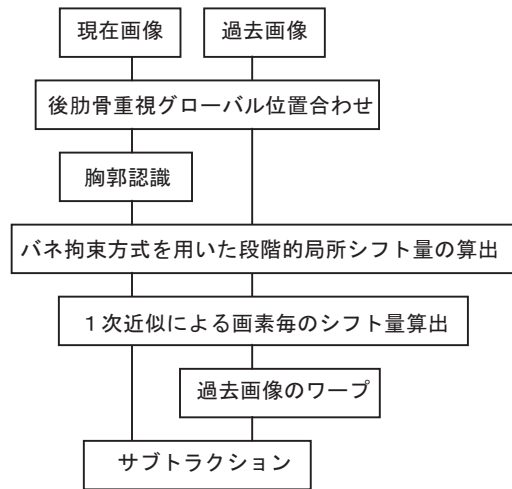


図2 バネ拘束方式を用いた経時サブトラクションの処理フロー

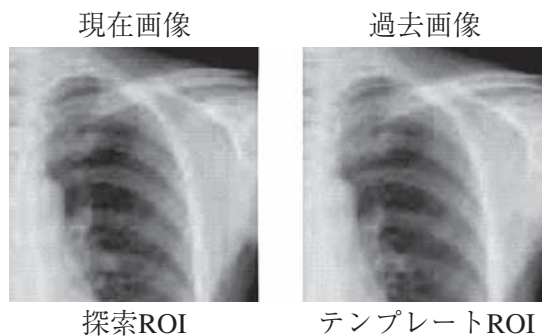


図3 現在・過去画像におけるROI

次に、図4に示すように各ROI間のシフトベクトルを仮想的なバネで結ぶ。そして、各ROIの位置ずれ方向に向かおうとする力が平衡する位置で収束させる「バネ拘束による平滑化」を行なう。最終的な位置ずれ量は、ROI毎の位置ずれ量の算出とバネ拘束による平滑化を3段階に変化させて実施する。

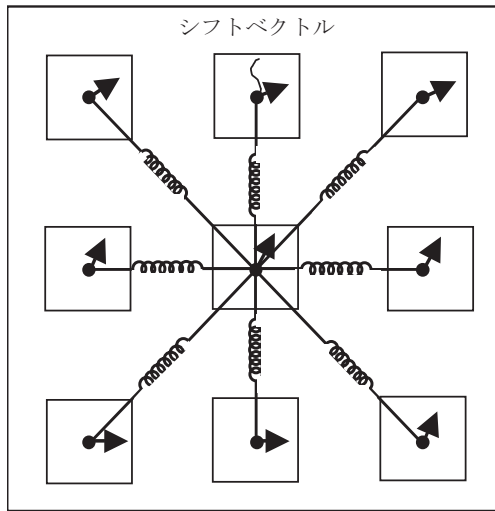


図4 8近傍とバネで結んだ例

(3) ワーピングとサブトラクション

画像を変形させるためには画素毎に位置ずれ量を算出する必要がある。そのため、各ROIで求めた位置ずれ量は「テンプレートROI」の中心画素での値とみなし、それ以外の各画素の位置ずれ量は、4近傍の位置ずれ量から1次近似により算出している。そうして得られた位置ずれ量を元に過去画像をワーピング処理（非線形変形処理）することにより、過去画像と現在画像の解剖学的構造の相対的位置をほぼ一致させることができる。その後、現在画像とワーピング処理された過去画像との差分処理を行ない経時サブトラクション画像を作成する。

図5に現在画像、過去画像、ワーピング後の過去画像、ワーピング有り無し時の経時サブトラクション画像の一例を示す。位置あわせを行わずに作成されたサブトラク

ション画像中には位置ずれアーチファクトが発生し、病変が見にくくなっている。一方、局所位置ずれ量に基づくワーピング処理を用いた経時サブトラクション画像ではアーチファクトが少なく、病変が明瞭に描出されている。

また、位置ずれ方向の集中や不連続により経時サブトラクション画像中に“病変と紛らわしいアーチファクト”が発生する場合があるが、本方式の場合、そうした紛らわしいアーチファクトの発生が低レベルに抑えられている。

4. 経時サブトラクション処理の適用例

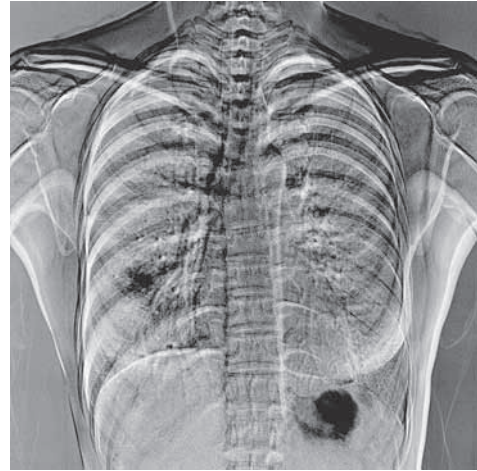
今回の経時サブトラクション処理の適用例として図6に同一患者に対する撮影時期の異なる3枚の胸部画像とそのサブトラクション画像を示す。現在画像では、サブトラクション画像を用いなくても左肺の異常を容易に指摘することができるが、その1ヶ月前の画像中で異常を指摘するのはきわめて困難である。

しかし、そのさらに1年前の画像とのサブトラクション画像中には何らかの経時変化を示す陰影が描出されており、経時サブトラクション画像を用いることによりこのような淡い病変を早期に指摘できる可能性を示唆している。

また、図7に心臓後背部に肺炎がある症例を示す。心臓と重なった病変は見落としやすいため、このようなケースでは経時サブトラクション画像が有用である。



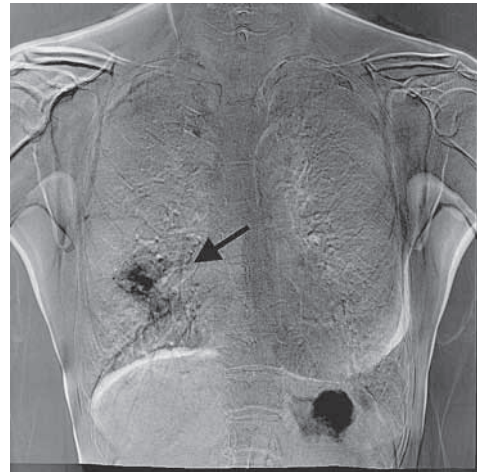
(a)



(d)



(b)



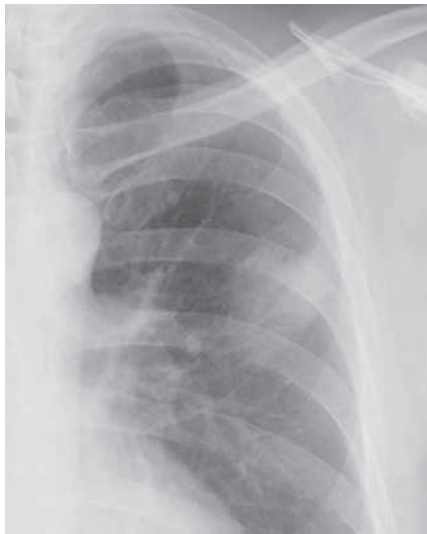
(e)



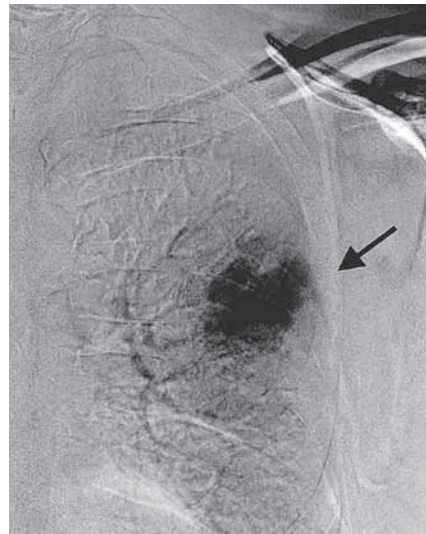
(c)

図5 時系列画像と経時サブトラ画像

- (a) 現在画像
- (b) 過去画像
- (c) ワーピング後の過去画像
- (d) ワーピング無し時の
経時サブトラ画像
- (e) ワーピング有り時の
経時サブトラ画像



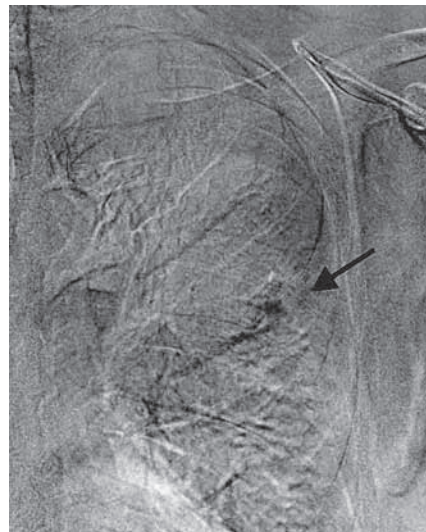
(a)



(d)



(b)



(e)



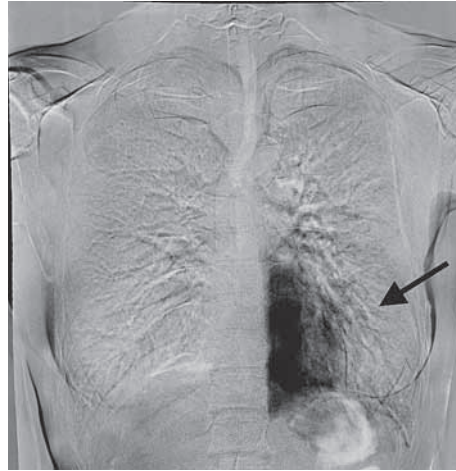
(c)

図6 経時サブトラクション処理の適用例（その1）

- (a) 現在画像
- (b) 1ヶ月前の過去画像
- (c) 1年前の過去画像
- (d) aとbの経時サブトラ画像
- (e) bとcの経時サブトラ画像



(a)



(c)



(b)

図7 経時サブトラクション処理の適用例（その2）

- (a) 現在画像
- (b) 過去画像
- (c) aとbの経時サブトラ画像

5. おわりに

経時サブトラクション技術は被写体の経時的変化を明瞭に描出する技術であり、腫瘤等の孤立性病変だけでなく、びまん性病変の検出や経時的変化の診断等、適用範囲は広い。

本技術が臨床現場に広く導入され、肺がんの早期発見や病変の経過観察等様々な画像診断の精度向上に寄与することが期待される。

参考文献

1. Matthew C. Difazio, et al., "Digital Chest Radiography : Effect of Temporal Subtraction Images on Detection Accuracy," Radiology, vol. 202, pp. 447-452, 1997. 11.
2. J. H. Kinsey, et al., "Application of Digital Image Change Detection to Diagnosis and Follow-up of Cancer Involving the Lungs," Proc. SPIE, vol.70, pp. 99-112, 1975.
3. Akiko Kano, et al., "Digital image subtraction of temporally sequential chest images for detection of interval change," Med. Phys. 21, pp. 453-461, 1994.3

Ⅱ．経時サブトラクション法の有用性に関する研究

はじめに

CRによる経時サブトラクション診断法（TS：テンプルサブトラクション、Temporal Subtraction）は、肺に基礎疾患のない症例のびまん性陰影や孤立性の新たな陰影を診断する精度を向上させることが期待されている。しかしじん肺のようにびまん性でかつ結節状陰影をとまなうような症例に合併する肺がんの診断においての有効性は検証されていない。

これまでCRを含む胸部レントゲン検査は、異常影が骨や心陰影に隠れて読影が困難な場合があり、肺がんの早期発見にはCT検査が優れていると考えられてきた。経時サブトラクション法は、撮影時期の異なる2枚のCR画像をコンピュータ処理することにより、新たに出現した異常影を自動的に際立たせて読影しやすくする試みであり、じん肺に合併した肺がんの早期発見に有用な診断法になる可能性が期待できる。

じん肺における肺がんは、新たに認定された重要な合併症であり、じん肺患者は低肺機能例も多いことから、肺がんと診断されても手術による根治治療が困難な例が認められることは周知の事実である。したがって可能な限り早期に診断する必要がある。一方早期診断の観点から、平成15年度から導入されたヘリカルCTによる診断は、スクリーニング検査法としては簡便さに難点があるばかりでなく読影に多大な時間を要し、さらにレントゲンの被曝量の観点からも問題がないとは言えない。

研究の目的

多彩な陰影を有するじん肺例で、サブトラクション法の肺がん診断における有用性が確認された場合には、第一にこのサブトラクション法の呼吸や体位によるブレという技術上の問題点を解決したことが確認されたこととなり、その結果、この診断法を用いることにより読影の精度向上が得られ、じん肺診療に長年携わってきた医師と経験の浅い医師との読影精度の格差を狭め得ることに繋がる可能性がある。

また仮にじん肺に合併した肺がん診断の有用性が得られた場合には、現行のヘリカルCTに代えてCRによる経時サブトラクション診断法を採用することにより、被検者のレントゲン被曝量を軽減し、さらに検診の費用対効果を改善することが可能となる。また経時サブトラクション画像の特性から、検診での診断に要する時間の相当な短縮も期待される。さらには単にじん肺に止まらず、一般肺がんのハイリスクグループやびまん性肺疾患を基礎に有する症例の経年的な肺がん検診に大きく貢献することに繋がると考えられる。

予備的な検討から、経時サブトラクション法はエネルギーサブトラクション法の有効性を含めた診断技術であることが示唆されたことから、経時サブトラクション法の有効性に絞ってその有効性を検討した。

方法

過去画像に対してCT上変化の無い画像25例、新たな変化の認められる25例（その中18例は肺がんの確定診断が得られ、残りの7例は肺がんが否定された例）の計50例を読影実験の対象画像として選定した。なおこの50例はPR1から4Cまで、すなわち軽症のじん肺から高度に進展した例までを満遍なく含むように選定した。読影は研修医（卒後1年から3年目）、呼吸器専門医（呼吸器を専門として7年間以上診療に従事しているもの）、じん肺専門医（5年間以上じん肺の診療をしているもの）の各群10名ずつからなる3群で行った。読影実験方法は対象の50例の画像をCR画像群（過去と現在のCR画像を比較して診断する群：以下CR群）とサブトラクション画像群（現在のCR画像とサブトラクション画像を用いて診断する群：TS群）の2群に分類した。各読影者群をCR群の症例No1～No25とTS群の症例No26～No50を読影する者と、他方はCR群の症例No26～No50とTS群の症例No1～No25を読影する者との2分した。3週間以上の期間を置いてこの逆の方式で読影を行い、最終的に読影者はCRとTS両群の全画像を読影した。読影については新たな異常陰影の有無を判定し、有りと判定した場合はその部位を回答用紙に明記することとした。新たな陰影の有無に関してその部位も併せて、回答の正誤を判定してその感度、特異度を検討した。さらに新たな陰影ありと回答した例については肺がんの可能性の判定も求めた。すなわち①肺がんの可能性がない、②肺がんの可能性は否定的、③肺がんの可能性を否定できない、④肺がんの可能性が高い、⑤肺がんの5段階のいずれかの回答を選択することとした。臨床的にはこの③～⑤を選択した場合には、肺がんの可能性を疑って精査することが一般的であると考えて、この回答を選択した場合、肺がんを診断したことと判定して肺がんに関する感度、特異度を検討した。

成績

成績の一覧を表に示す（表1～表4）。

表1. CRによる新たな陰影に対する感度特異度

	感度		特異度	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
呼吸器専門医	0.652*	0.144	0.564	0.271
研修医	0.476*	0.151	0.632	0.164
じん肺専門医	0.576	0.144	0.676	0.253

* $p < 0.05$

表2. TSによる新たな陰影に対する感度特異度

	感度		特異度	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
呼吸器専門医	0.784	0.132	0.632	0.278
研修医	0.708	0.164	0.604	0.264
じん肺専門医	0.724	0.149	0.744	0.230

表3. CRによる肺がんに対する感度特異度

	感度		特異度	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
呼吸器専門医	0.583	0.168	0.791	0.136
研修医	0.428	0.180	0.772	0.161
じん肺専門医	0.528	0.215	0.822	0.161

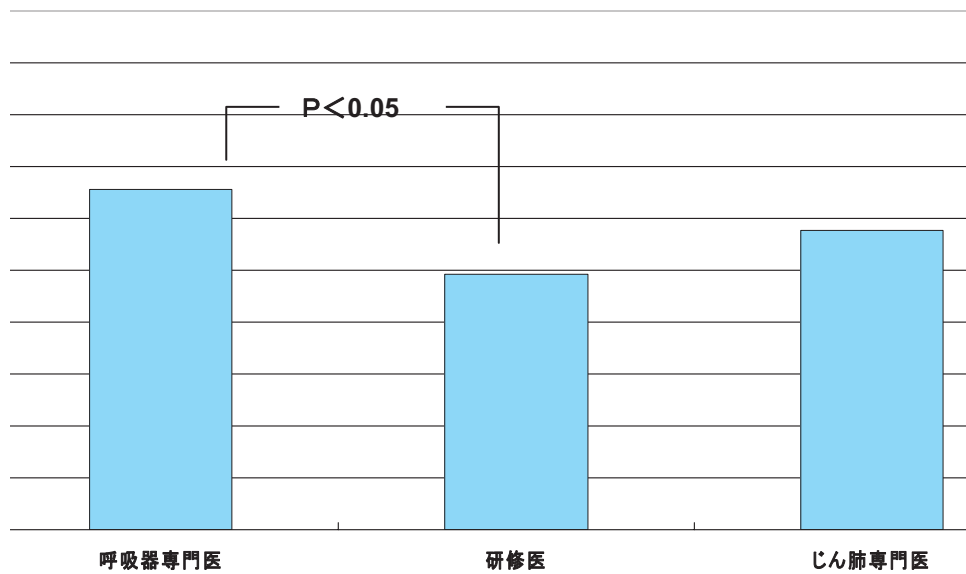
表4. TSによる肺がん陰影に対する感度特異度

	感度		特異度	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
呼吸器専門医	0.606	0.199	0.715	0.182
研修医	0.467	0.208	0.731	0.201
じん肺専門医	0.556	0.227	0.841	0.103

結果

結果1：呼吸器専門医、研修医、じん肺専門医の3群間における、過去と現在のCRのみを比較（CR群）して新たな陰影の有無を検討した結果では、呼吸器専門医は研修医に比較して有意に診断の感度は高かった（ $p < 0.05$ ）。しかしじん肺専門医と他の2群間には感度の差はなかった（図1）。

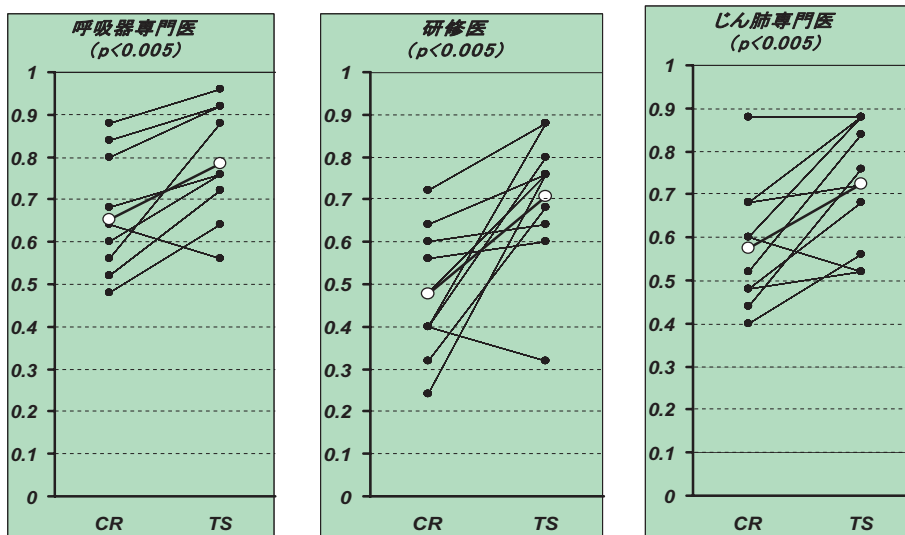
図1. CRのみによる新たな陰影に対する感度



結果2：呼吸器専門医、研修医、じん肺専門医の3群間におけるCR群の新たな陰影に関する特異度（表1）、およびCR群における肺がんに対する感度・特異度には差はなかった（表3）。TS群においては、新たな陰影に対する感度・特異度（表2）、肺がんに対する感度・特異度（表4）の全てにおいて呼吸器専門医、研修医、じん肺専門医の3群間に差はみられなかった。

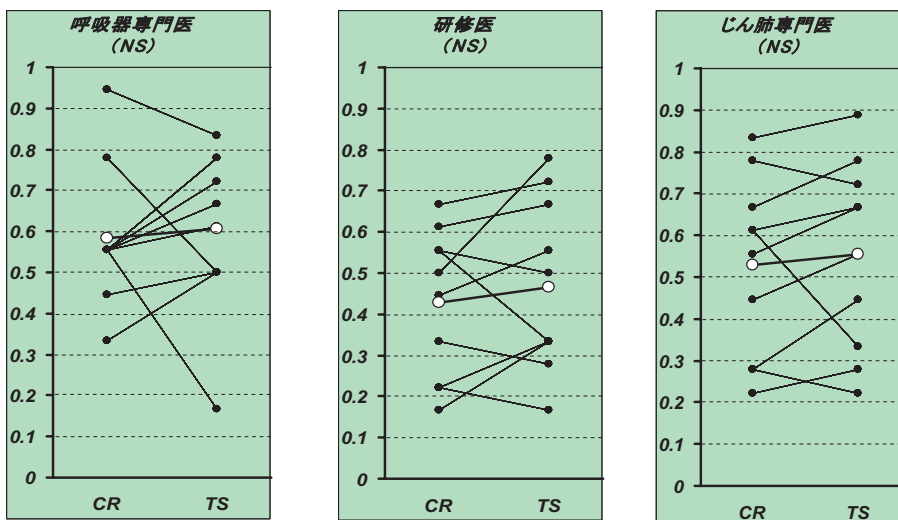
結果3：一方医師3群間のCR群とTS群の新たな陰影に対する感度・特異度、および肺がんに対する感度・特異度を比較検討した。新たな陰影に対する感度をCR群とTS群で比較すると、全ての医師群においてTSで有意に感度が上昇した（図2）。

図2. 感度
(新たな陰影に関して)



しかし肺がんに関しては呼吸器専門医、研修医、じん肺専門医の3群間でCR群、TS群の感度には差はなかった (図3)。

図3. 感度
(肺がんに関して)



特異度においては新たな陰影に対しては3群間に差はみられなかった(図4)。一方肺癌に対しては、呼吸器専門医ではTS群で特異度が低下した($p < 0.05$)が、研修医とじん肺専門医両群ではCR群とTS群で差はなかった(図5)。

図4. 特異度

(新たな陰影に関して)

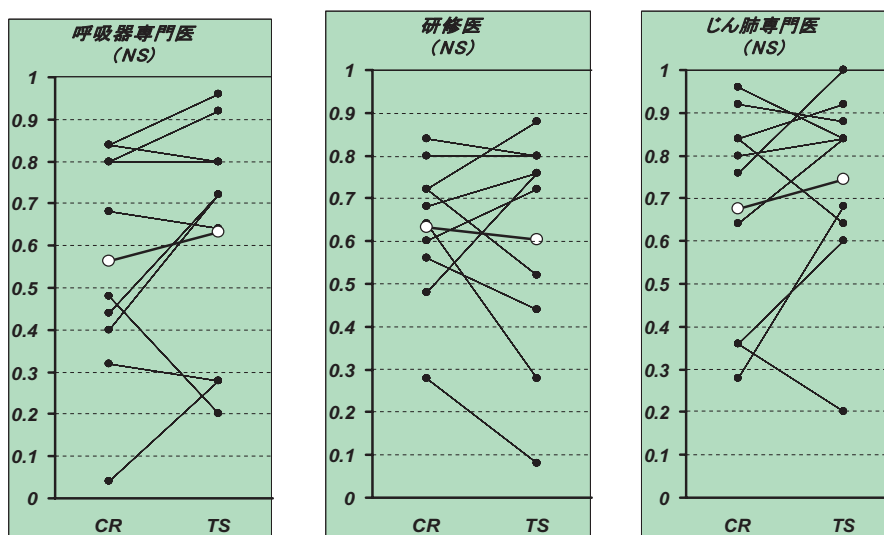
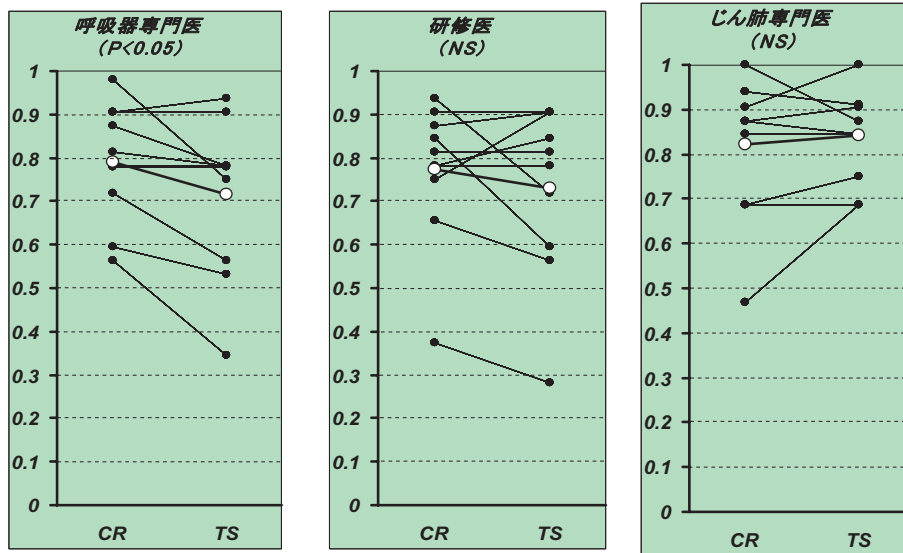
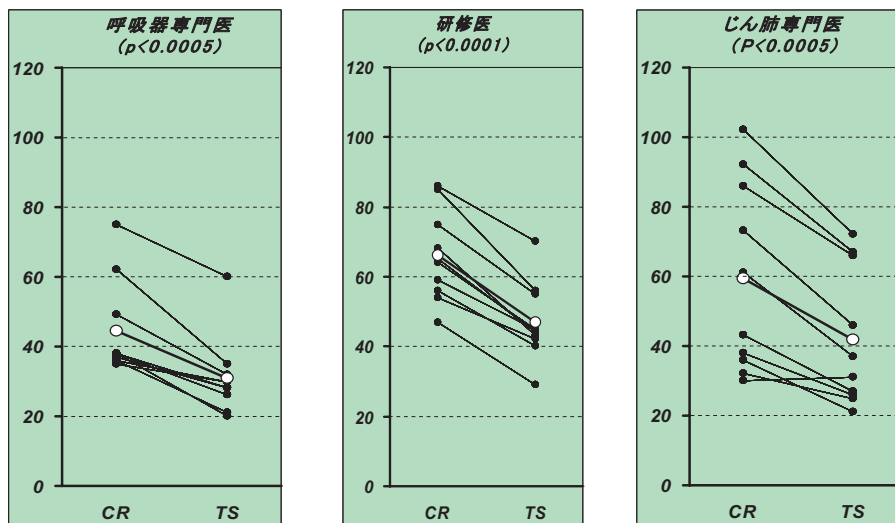


図5. 特異度
(肺がんに関して)



結果4：最後にCR群とTS群の50例（各100画像ずつ）を読影するのに要した時間を比較した。図に示したように呼吸器専門医、研修医、じん肺専門医全ての群で読影時間がおよそ30%短縮した。

図6. 読影時間



考案および成績のまとめ

今回の成績を見て何よりも意外であったことは新たな陰影に対して呼吸器専門医と研修医間で呼吸器専門医においてCRで感度が17%高かった他は、新たな陰影に対する特異度や、肺癌に対する診断の感度・特異度で3群間に差の見られなかったことである。この成績をどう評価するかは簡単ではないと思われるが、じん肺のように複雑・多彩な既存病変を有する例に新たな陰影が加わった場合は、経験豊富な専門医といえども容易ではないことを示しているのではないかと考えられる。事実ヘリカルCTを併用したじん肺肺癌検診を行っていても、振り返ってみるとより早期に診断することが可能であった例を経験している。

TSを用いた読影実験結果で新たな陰影に対しては全ての医師群において診断感度が21%~45%も上昇したことは特筆される。この場合TS群ではCR群で認められた呼吸器専門医と研修医との感度の差が無くなっていく。また有意の差は得られなかったものの、肺癌に対しても全ての医師群においてTSで感度が上昇する傾向を示した。しかし肺癌に対する特異度は期待されたような成績は得られなかった。すなわち新たな陰影が肺癌であるか否かの質的な診断にはTSは適していないことが示唆された。その反面今回の成績を見る限り、TSを用いることにより、殆ど経験を有さない医師であってもじん肺のような複雑な陰影のある疾患群（肺癌）の肺癌スクリーニング検査を行うことが可能であることを示したものであると言えよう。

さらに全ての医師群で読影時間が30%以上短縮していた事実は、従来の報告と一致した成績であり、検診に係わる医師の負担を相当軽減することも予測できる成績であった。

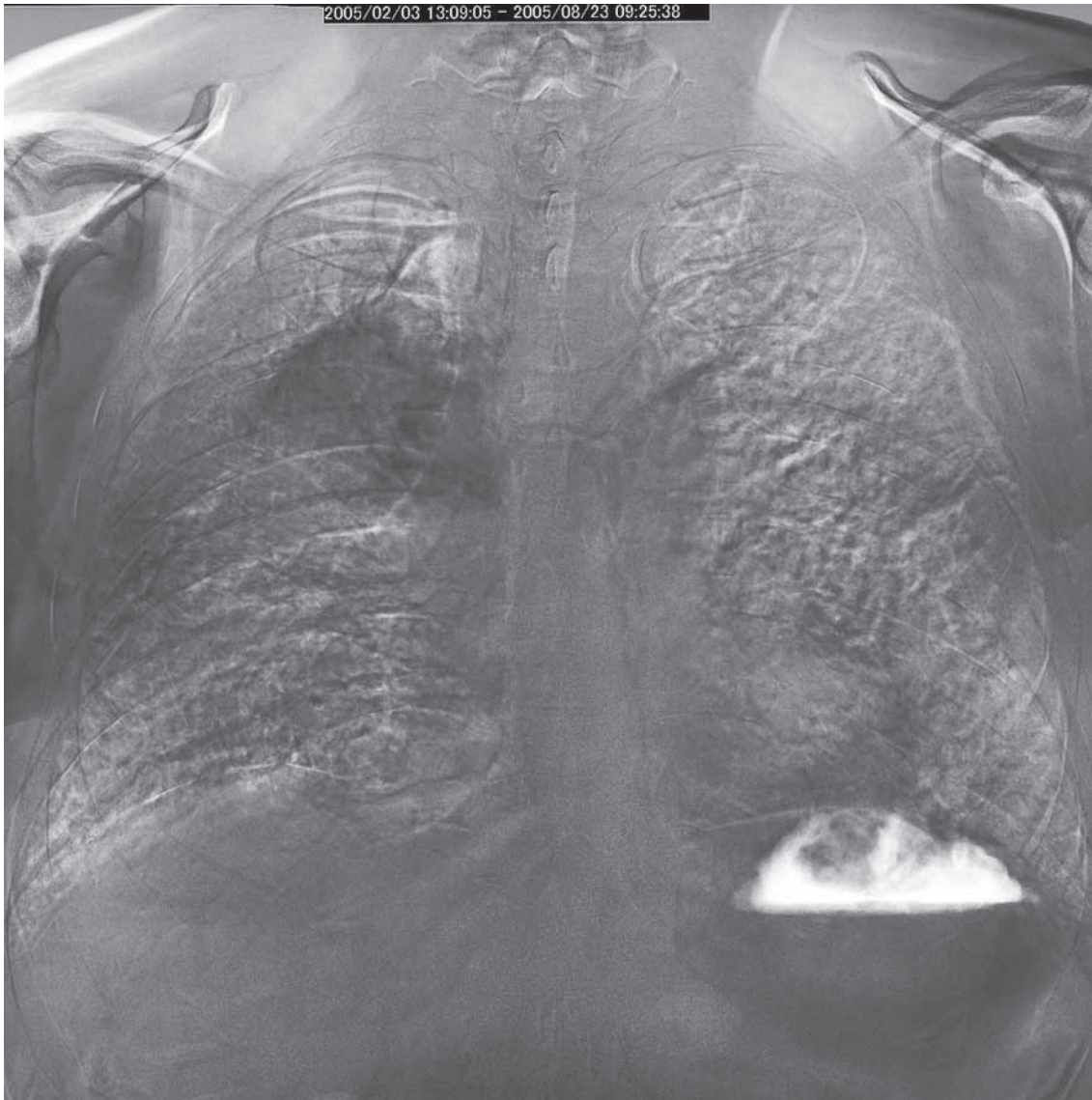
最後に今回の読影実験に参加した医師は、これまでTS画像に触れたことはなく、いずれも読影をする直前に15分程度の短時間でTS画像の解説を受けたに過ぎなかった。これを考慮すると、今後TSをより習熟することにより今回の成績を上回るTS診断の有効性が期待可能と考えられた。

【謝辞】

今回の研究の読影実験に協力をいただいた旭川市立病院呼吸器内科岡本佳裕先生始め諸先生、帯広厚生病院山本真先生ならびに研修医の諸先生、千歳市三上内科呼吸器科医院三上洋先生、旭川市四条はらだ医院原田一暁先生、北海道中央労災病院研修医の諸先生に感謝申し上げます。

Ⅲ 症例提示

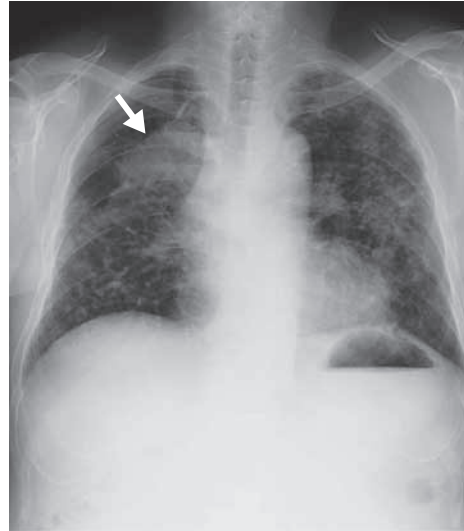
症 例 1



症例1 66歳、男：炭坑（掘進、採炭）41年、PR4B
TS画像



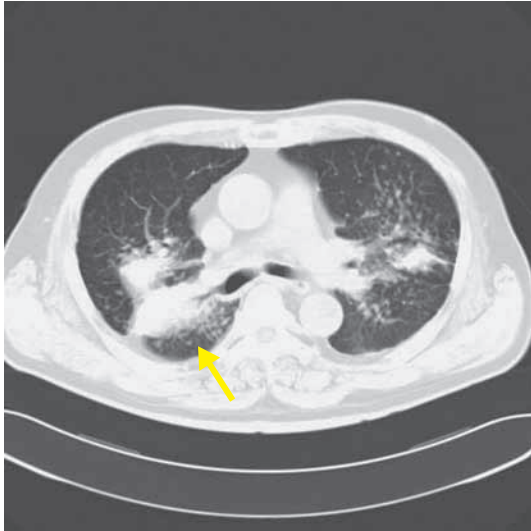
過去画像：2005年 2月



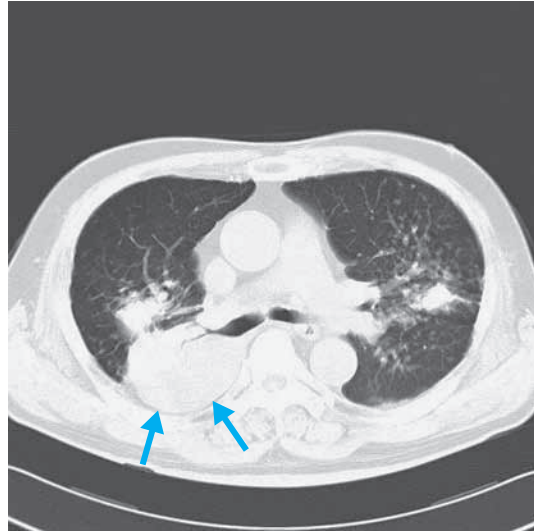
現在画像：2005年 8月



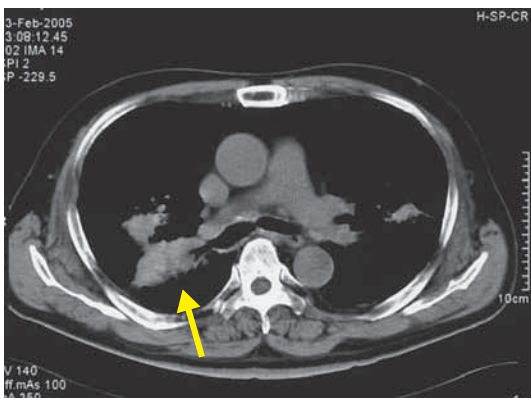
TS画像では→部分に陽性所見が明らかである。CRの現在画像を過去画像と比較すると右上肺部のじん肺大陰影と思われる部分の上外側部辺縁境界が明瞭になってきており、濃度も上昇している。読影医師群合計30名中同部を正しく指摘できたものはCR群で14名（呼吸器専門医・じん肺専門医は各6名、研修医では2名：合計47%）、TS群では23名77%であった。精密検査の結果右S6の大細胞癌であった。



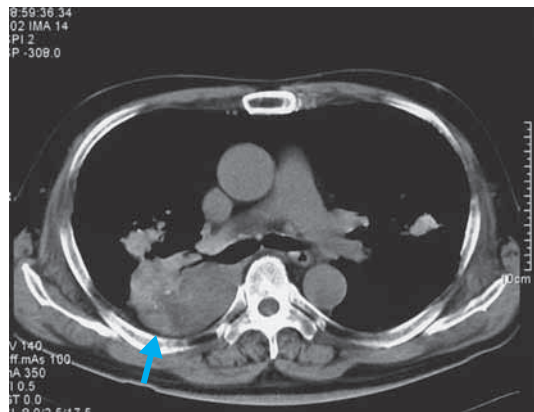
2005年2月の胸部CT（肺野条件）



2005年8月の胸部CT（肺野条件）



2005年2月の胸部CT（縦隔条件）



2005年8月の胸部CT（縦隔条件）

CTでは石灰化を伴った既存の大陰影（黄色矢印：左側CT画像）の背側に連続する腫瘍（青色矢印：右側CT画像）が認められる。

症 例 2



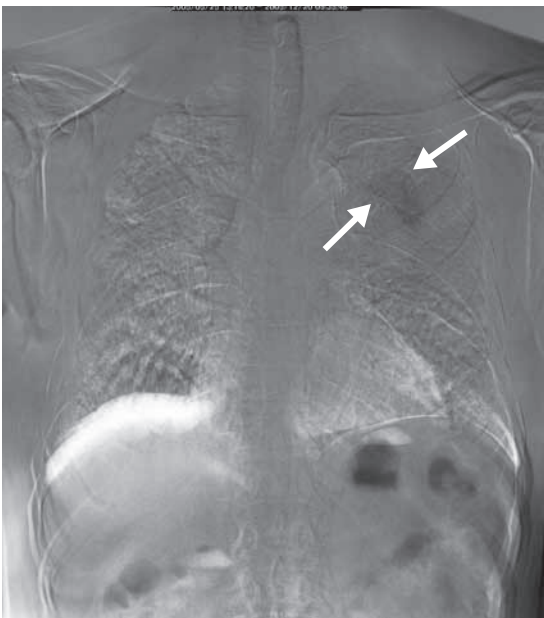
症例2 68歳、男：炭坑（掘進、採炭）31年、PR4C
TS画像



過去画像：2005年 5 月



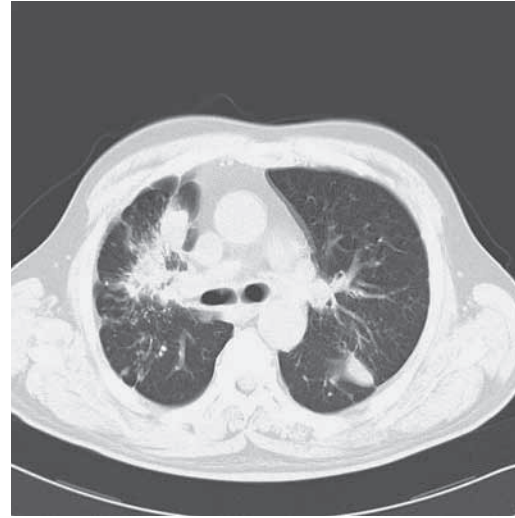
現在画像：2005年12月



TS画像では左上肺部に淡い陽性所見を認めるが、CRの過去、現在画像を比較しても同部の差異は明瞭に指摘することは難しい。



2005年5月の胸部CT（肺野条件）



2005年12月の胸部CT（肺野条件）

ほぼ同様のスライス部位のCT画像では、葉間裂部に一致して均等な濃度上昇を示す陰影を認める。葉間胸水であった。この例ではCR群では読影した30名の医師中10名しか同部の異常を指摘することができなかった。一方TS群では27名の医師が同部の異常を正しく指摘した。CR群とTS群の診断率の差が最も大きかった症例であった。この陰影は縦隔条件では殆ど描出されない淡い濃度の上昇であったために、CRでは正しく診断することが困難であったものと思われるが、TSを用いることによりこのような例も診断を容易にしている。

症 例 3



症例3 67歳、男：土工 13年、PR4B
TS画像



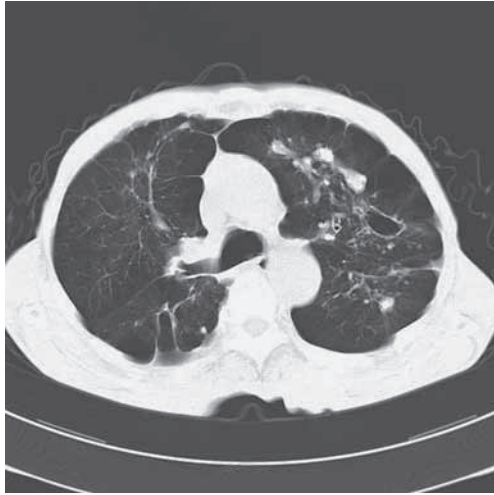
過去画像：2004年11月



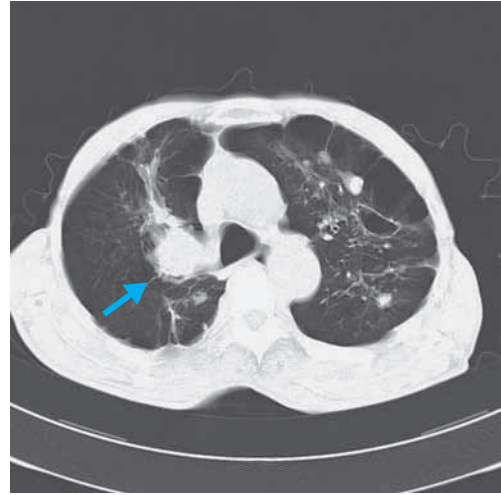
現在画像：2005年5月



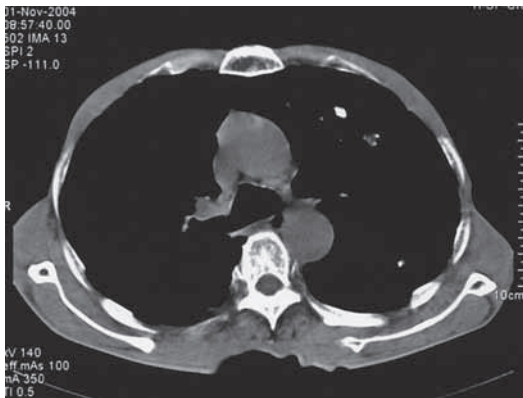
2005年5月と2004年11月との差分で作成したTS画像では右上縦隔部に明らかな陽性像を認める。CR画像では同部の大陰影の濃度上昇が認められるが、大きさの変化は明らかではなく、この所見から異常を指摘することは容易でない。



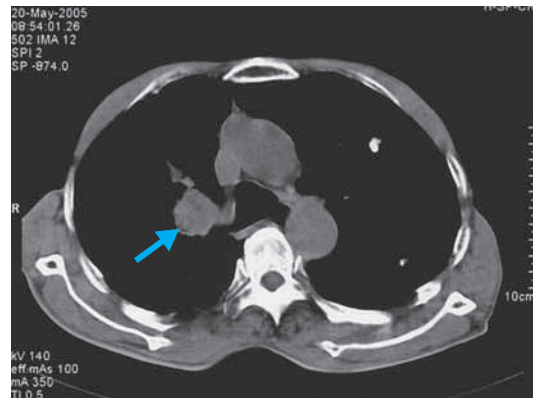
2004年11月の胸部CT（肺野条件）



2005年5月の胸部CT（肺野条件）



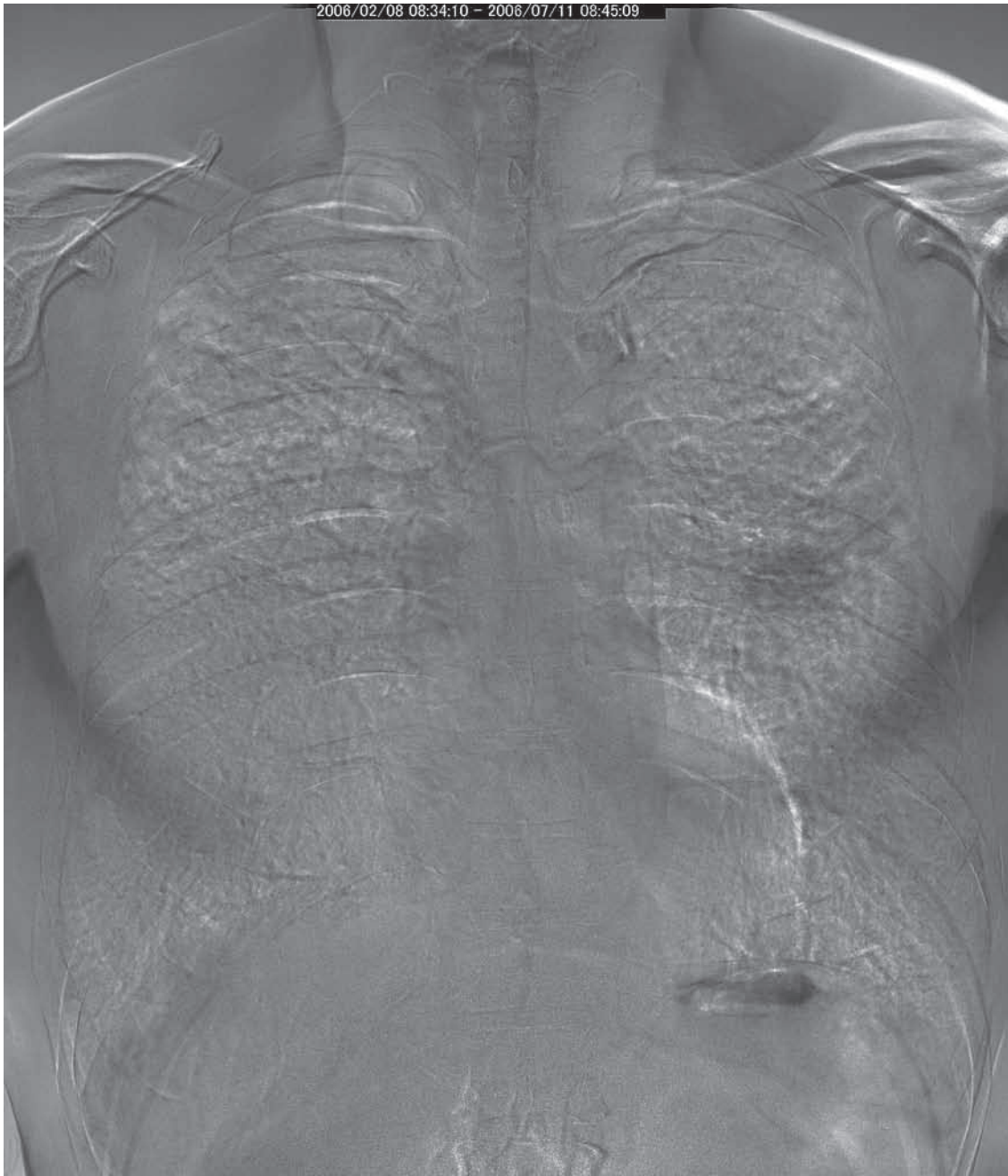
2004年11月の胸部CT（縦隔条件）



2005年5月の胸部CT（縦隔条件）

CTで比較すると気管分岐部よりやや頭側の右主気管支に沿った腫瘍が明らかである（右S1の小細胞癌）。しかし既存のじん肺病変のためにCR画像では腫瘍の存在を確実に指摘することが難しかった症例である。この例ではCRで正しく異常を指摘できた医師は18名（60％）に止まっていたのに比べ、TSでは28名（93％）が正診できた。

症 例 4



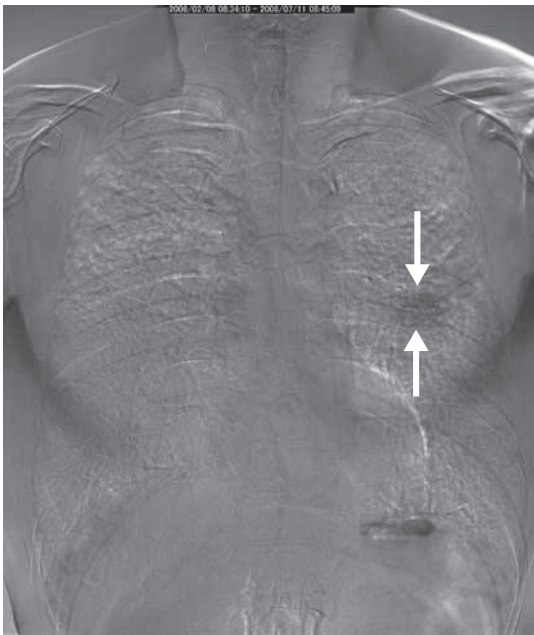
症例 4 62歳、男：炭坑 28年、PR3・2q
TS画像



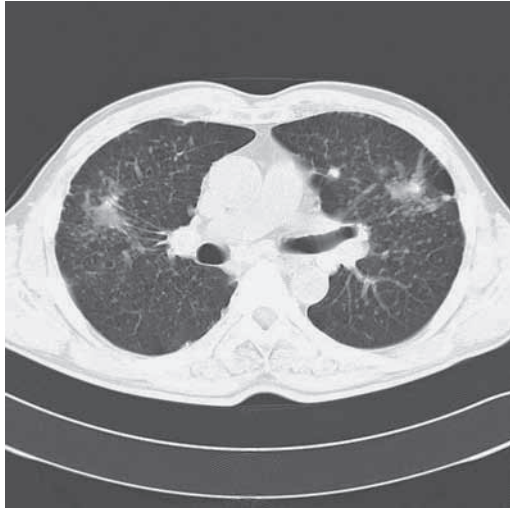
過去画像：2006年2月



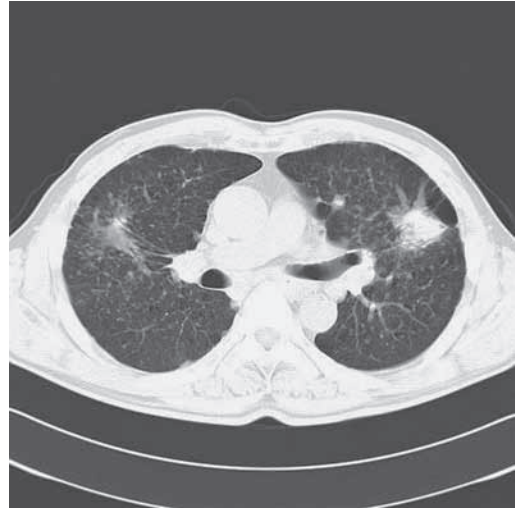
現在画像：2006年7月



TS画像では左中肺野外側部に淡い陽性所見を認める。このTSを参考にしてCR画像を比較すると、TSで示唆された部位の結節状陰影の変化が疑われるものの、この部位の他に多彩なじん肺陰影が肺全体に存在することから、TSのガイドなしにCR画像を比較してこの変化を把握することは難しい。読影実験ではCRでこの変化を指摘した医師は10名（33%）であったが、TSでは25名（83%）が新たな陰影があると診断した。



2006年2月の胸部CT（肺野条件）



2006年7月の胸部CT（肺野条件）



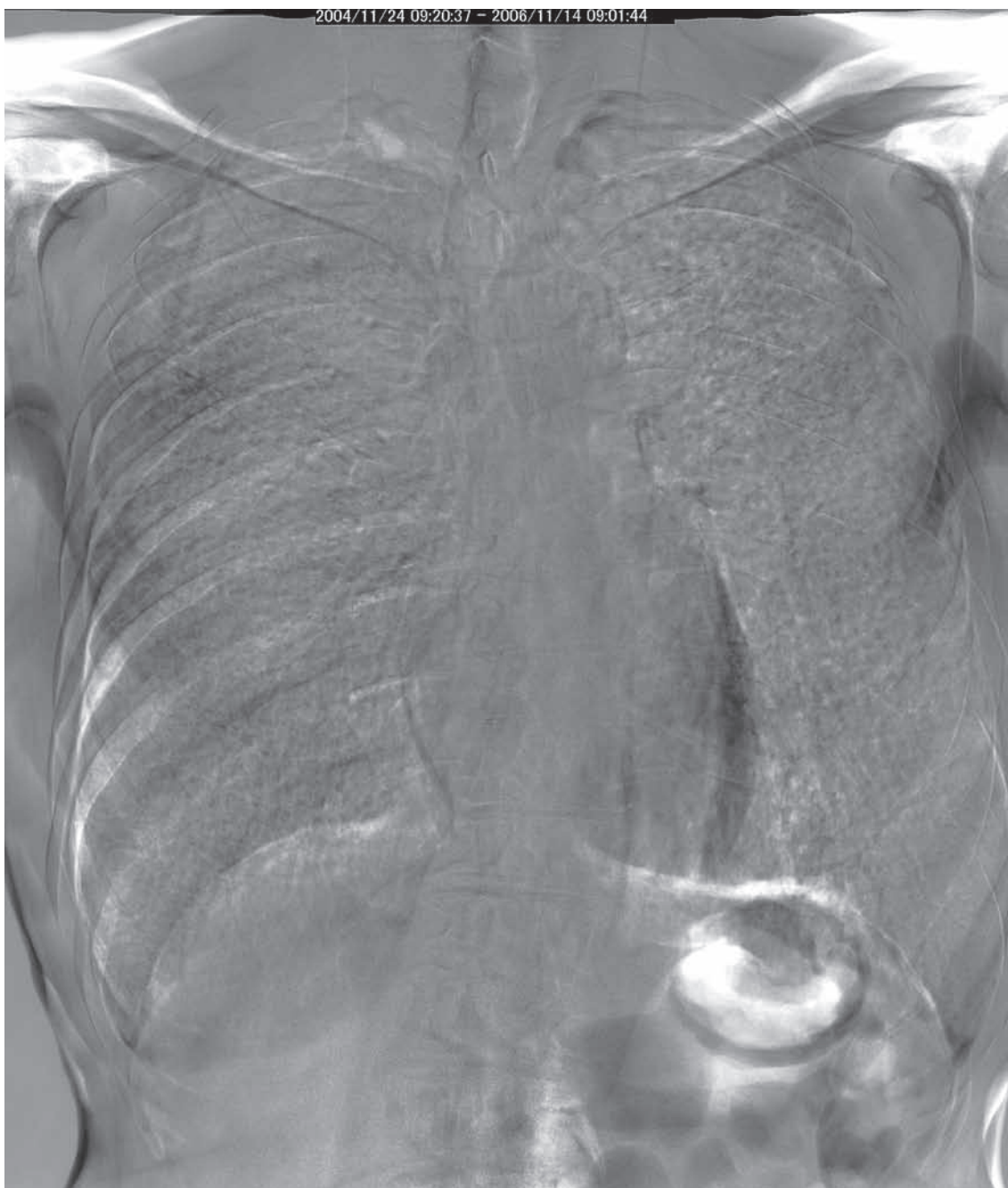
2006年2月の胸部CT（縦隔条件）



2006年7月の胸部CT（縦隔条件）

このCTをみると左S4に新たな陰影の出現が確認できる（この陰影はその後完全に消失し、炎症性変化と診断した）。

症 例 5



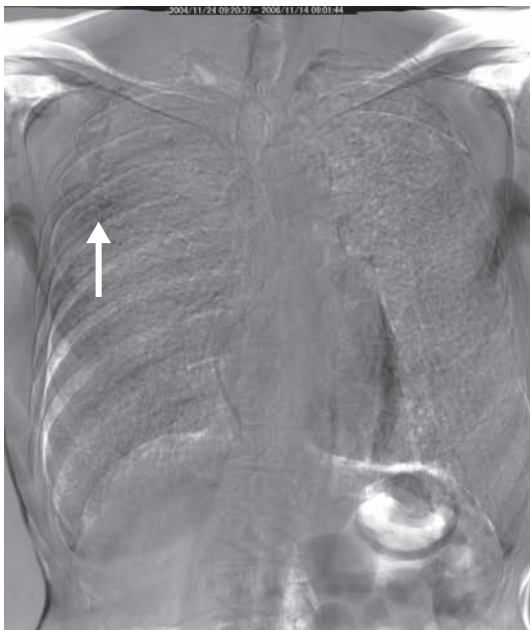
症例 5 77歳、男：炭坑（掘進、採炭）37年、PR4B
TS画像



過去画像：2004年11月

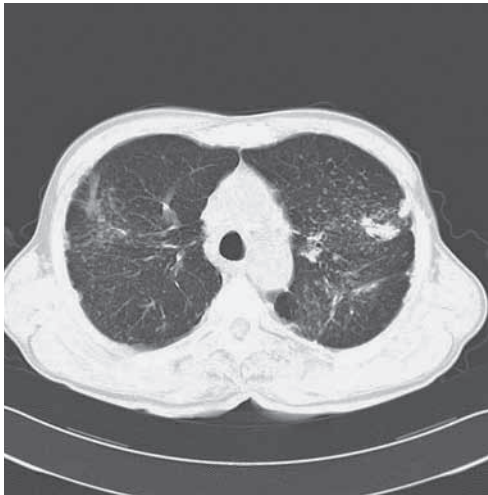
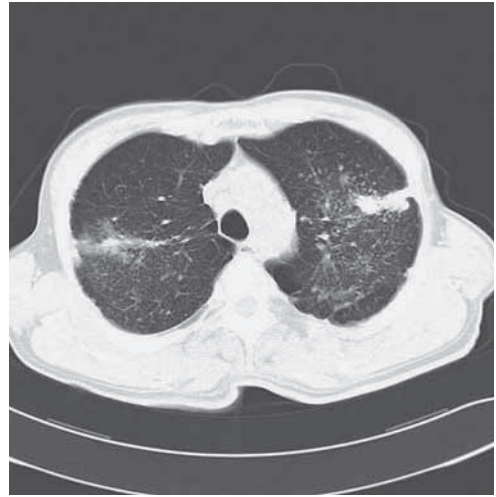
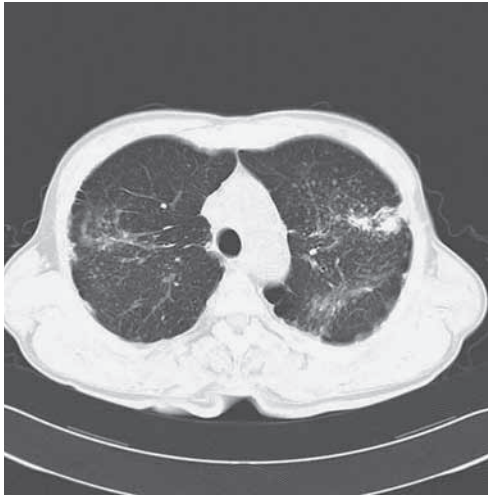
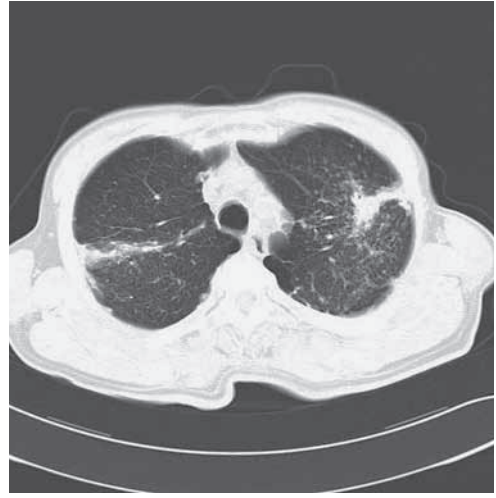
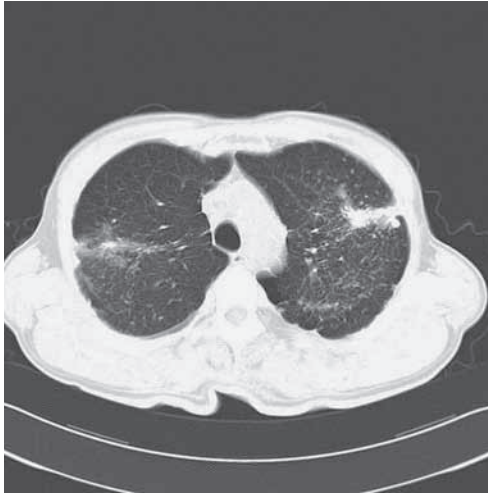


現在画像：2006年11月



2006年11月と2004年11月間のTS像で矢印部位に淡い陰影を認める。

上部の過去・現在のCR画像では新たな陰影の存在を疑うことはできない。TS画像では陽性所見として捉えられる。



2004年11月CT画像

2006年11月CT画像

この症例ではCRで読影参加者の16名（53%）が、一方TSでは21名（70%）が同部の陰影を新たな陰影があると診断した。CT画像のスライス部位が微妙に異なっているが、新たな陰影の存在はCTでも確認することができなかった。現時点ではTSによる偽陽性所見と考えている。

症 例 6



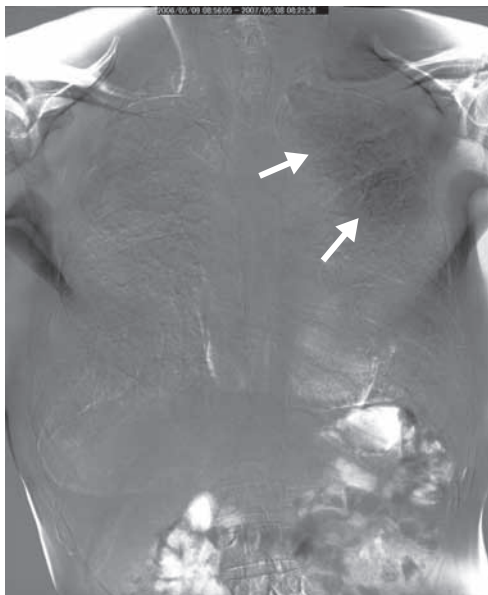
症例6 77歳、男：炭坑（掘進、採炭）40年、PR4C
TS画像

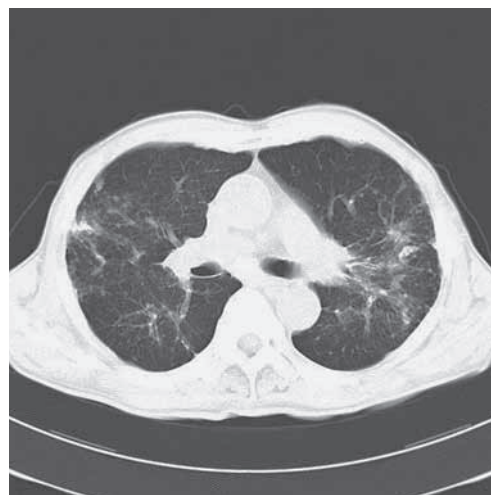
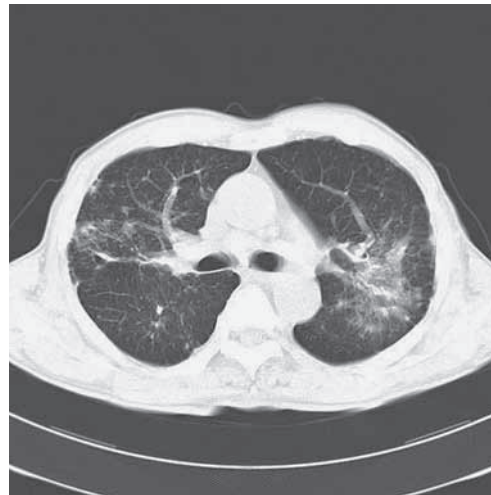
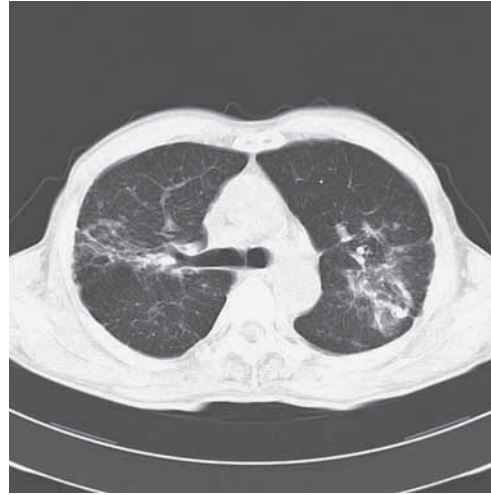
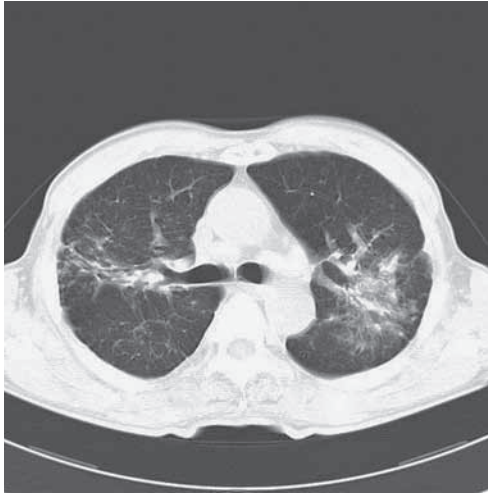


過去画像：2006年 5 月



現在画像：2007年 5 月





2006年5月の胸部CT (肺野条件)

2007年5月の胸部CT (肺野条件)

本例ではTS読影者の29名（97%）が左上葉に一致する部位に陽性所見が認められると指摘した。やはり微妙にCTのスライス部位が異なっているために正確な指摘は困難であるが、TSで疑われるような左上葉全体に及ぶ新たな異常陰影の存在は認められない。したがって本研究では新たな陰影が無い症例として判定した。しかしこのTS画像の陽性部位は左上葉に一致しており、またそのほかの部位にアーチファクトを示す所見が認められないなど、単純にアーチファクトと判断するには問題が残る。無気肺には至っていない僅かな含気の低下を示している可能性もあり、非常に興味深い症例と考えられる。

症 例 7



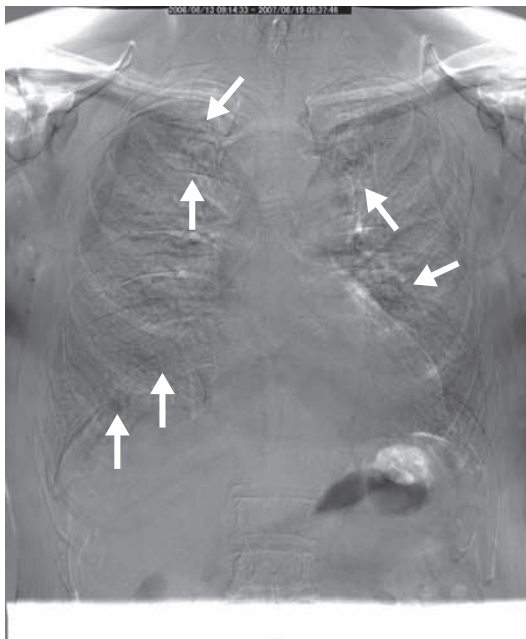
症例7 68歳、男：グラインダー、炭坑 24年、PR1/0p
TS画像



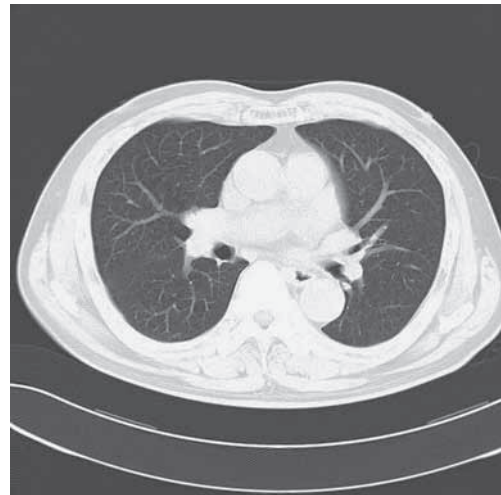
過去画像：2006年6月



現在画像：2007年6月



TSでは数箇所にも陽性所見が疑われる。しかし矢印で示した全ての部分は肋骨に重なった陰影であり、特に第一肋骨でその陰影が強く描出されており、疑似陰影であることが診断可能である。



2006年6月の胸部CT（肺野条件）

2007年6月の胸部CT（肺野条件）

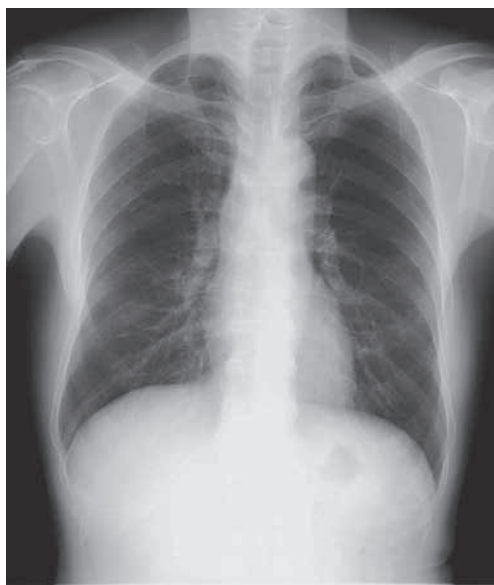
CTを2スライス部分で提示したが、新たな陰影は認められない。読影実験では、本例はCRで5名（17%）、TSで10名（33%）が偽陽性と診断された。しかしTSに習熟した場合には偽陽性の診断をかなり減らすことのできる症例であると考えられた。

以上のTSが非常に有力であった症例1～症例4と、TSで偽陽性の多かった症例5～症例7を提示した。最後に今回の読影実験には含まれていなかった症例の中から、興味深い症例を1例提示する。

症 例 8



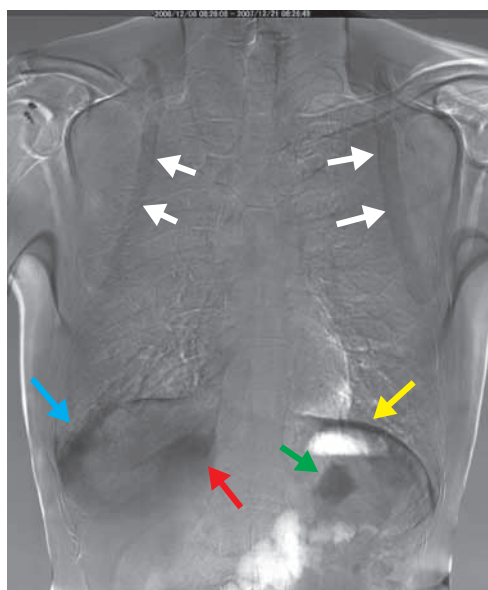
症例8 68歳、男：解体作業 54年、PR0/1
TS画像



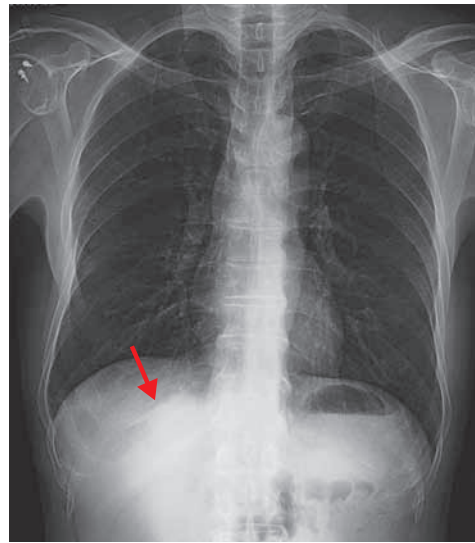
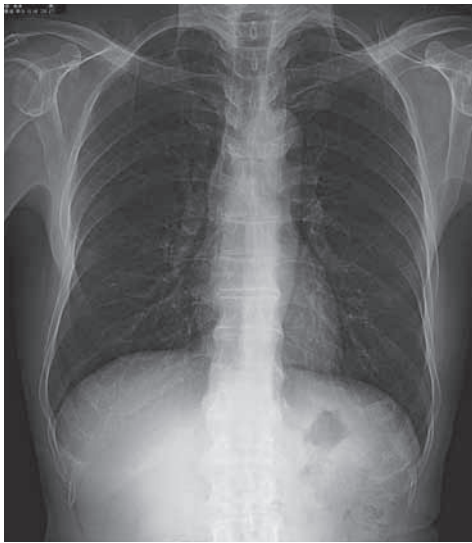
過去画像：2006年12月



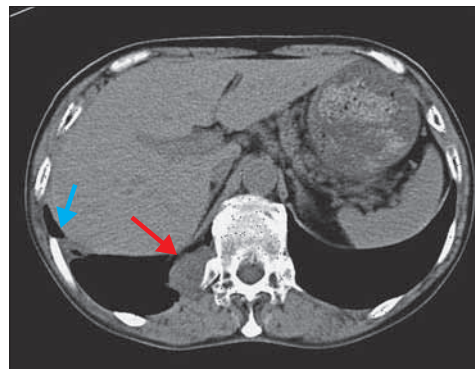
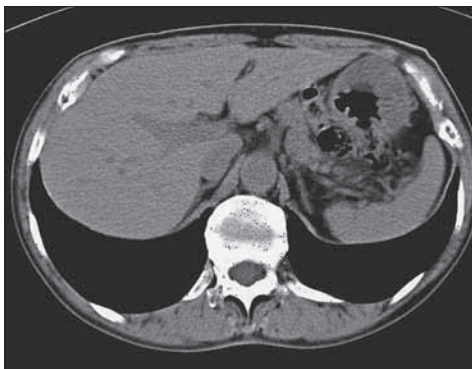
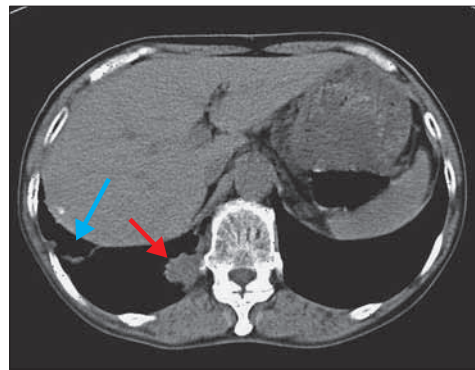
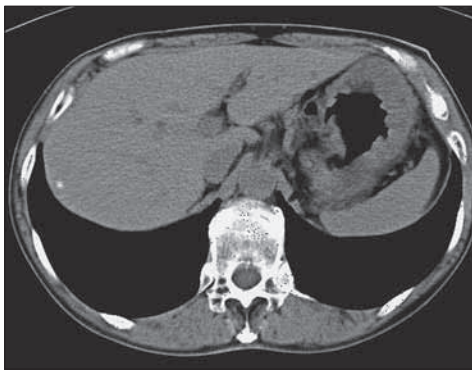
現在画像：2007年12月



TS画像では白矢印は肩甲骨、黄矢印は横隔膜のブレによる疑似陰影であることが容易に理解できる。また緑矢印は前回画像では同部にあった筈の腸管内ガス像が消失したことによる陽性疑似陰影である。その他の青および赤矢印はTS上陽性所見と捉えることができる。



そこで肺野条件を無視した強調画像を作成して過去と現在画像を比較すると、TSで赤矢印で示した部位に以前には見られなかった陰影が出現していることが分かる。



2006年12月の胸部CT（縦隔条件）

2007年12月の胸部CT（縦隔条件）

CTで過去と現在画像を比較すると赤矢印部に腫瘍陰影の出現が明らかで、TSでの赤矢印と一致した陰影であることが理解できる。なおTSで青矢印で示した部位にも、新たな陰影が生じていることがCTで示されている（この青矢印の陰影はCR画像でも診断可能）。

まとめ：

症例1～症例4はCT等で新たな陰影があることが明らかになった後に、振り返ってCR画像を詳細に検討すると、新たな所見のあることを疑うことが可能である。しかし実際の臨床の場では今回示したように多彩な既存の陰影を有するじん肺のような症例の健診では、CR画像を比較するのみでは診断が難しい例のあることが明らかになった。一方TSを用いることにより、じん肺健診において短時間に新たな陰影を診断する場合に有効であることが示唆された。また症例8の場合は通常の条件下のCRでは診断することは不可能と考えられる例であり、それをTSでは有所見として疑うことが可能であることを示した貴重な症例と考えられた。

Ⅳ. 経時サブトラクションに関する座談会

(司会) 関原 久彦 (独立行政法人労働者健康福祉機構総括研究ディレクター)

出席者 (敬称略 五十音順)

木村 清延 (独立行政法人労働者健康福祉機構北海道中央労災病院院長)

黒崎 敦子 (前国家公務員共済組合連合会虎の門病院放射線診断科医長)

志村 一男 (富士フィルム株式会社 R & D 統括本部

ソフトウェア開発センター画像技術部主席研究員)

高城 政久 (独立行政法人労働者健康福祉機構関東労災病院放射線科技師長)

中村 克己 (医療法人共愛会戸畑共立病院放射線科部長)



司会 関原 久彦氏

関原 それでは始めさせていただきます。私どもの労働者健康福祉機構では、平成16年から労災疾病13分野の臨床医学研究を始めましたがもう4年が経過して、様々な成果が出ていますが、最近私たちが注目している成果の一つに、北海道中央労災病院の木村先生が主任研究者を務めておられる『粉じん等による呼吸器疾患分野』というのがあります。そこから、経時サブトラ

クション法というものが、じん肺の患者さんの診断に有用であるという成果が出てきました。今日はこの分野のご専門の先生方にお集まりいただいて、経時サブトラクション法というものはどういうものかということをお話し合ってみたいと思います。ご出席いただいたのは、北海道中央労災病院院長の木村先生、木村先生と一緒に仕事をされ現在は関東労災病院放射線科技師長の高城先生、戸畑共立病院の中村先生、それに前虎の門病院の黒崎先生、そしてこの経時サブトラクション法を開発された富士フィルムの志村先生です。経時サブトラクション法とはどういうものであるか、臨床的にどのように使ったら有用かについて先生方のご経験をお話いただければと思います。

最初に、木村先生からお願いいたします。岩見沢というと、いまは炭鉱がなくなってしまいましたが、かつては炭鉱の町で、非常にじん肺の患者さんが多くて、先生方も非常に苦勞されておられたようですね。炭鉱がなくなってしまいましたが、じん肺は過去の病気であると考えがちですが、実際に木村先生たちは炭鉱のあった時代にじん肺になられた患者さんを多数抱えておられます。

時間が経過するにつれて、そういう患者さんに肺癌が併発したりするということで、日常診療でどうやっておられるのか。じん肺がありますから、すでにいろいろな複雑な影がありますが、そのなかに発症してきた肺癌を早期に見つけるということに非常に苦勞されていると思いますが、そういう観点からこの経時サブトラクション法が有用なのか先生のご経験をまずお話しただければと思います。



木村 清延氏

木村 今回の経時サブトラクション法をじん肺肺癌の診断に使えないかと考えた一つの理由は、平成15年に肺癌はじん肺の合併症であるということに法的に決まりました。そういうことで、合併症である肺癌をどうやって適正に診断していくか。いま関原先生がおっしゃったように、じん肺というのは、先生方もご存じのとおり、背景に多彩な影がある。そして、低肺機能であることが多いということで、見つけても進行している場合にはなかなか根治手術が難しい。

そういう背景があるものですから、何とか効果的に診断できないだろうか。平成15年に合併症になったときに、いちおう喀痰細胞診とヘリカルCTを医師が必要な場合には使っているということになりました。ですから、背景にそういう多彩な影がありますので、医師としては見逃すのはいやですから、じん肺の所見のある人に対しては、喀痰細胞診とヘリカルCTをやっているというのが現状です。

しかし、先生方ご存じのとおり、喀痰細胞診はともかくとして、ヘリカルCTを年に1回やっていっていいのかどうか。特にいま現役で働いている年齢の若い人に、毎

年そうやってやっていくのが正しいのかどうか。実際に臨床の場ではCTをやっても実はかなり見逃すこともある。

私がこの経時サブトラクションという方法に注目したのは、たぶん平成15年の肺癌学会ではなかったかと思います。平成16年からこの13分野の研究が始まったんですが、是非じん肺でこのサブトラクションの有効性を確かめてみたい。私が当初考えていたのは、じん肺のように多彩な背景のあるもので、うまくサブトラクトできるのか。そういうことが私のいちばん興味のあるところでした。

じん肺でもし効果的にサブトラクトできて、新たな影をしっかりと見いだすことができれば、ほかの一般の検診で有効なのは当たり前だろうという考えです。じん肺の患者さんで労災になっている患者さんが400名、じん肺という所見でまだ労災になっていない人が700名ぐらい当北海道中央労災

病院にいます。そういう人たちの検診をいつもやっているものですから、じん肺にはもちろん有効でしょうし、一般のものにも普遍的に使える検査法ということになります。このように考えられるのではないかとということで、これを研究テーマとしました。

まず最初に、私たちの研究の結果を先生方にお示ししたいと思います。「経時サブトラクションの有用性に関する研究」ということでお手元に行っていると思いますが、この結果を簡単に説明させていただきたいと思います。

これは呼吸器専門医と研修医とじん肺専門医、それぞれ10名ずつ読影者になっていただいて、じん肺の進展度の非常に軽いものから非常に重いものを適当にばらつかせた50症例の画像を読んでもらうようにしました。50例の画像は、25例がCTで判定して新たな変化がないだろうというもの、残

図1 CRのみによる新たな陰影に対する感度

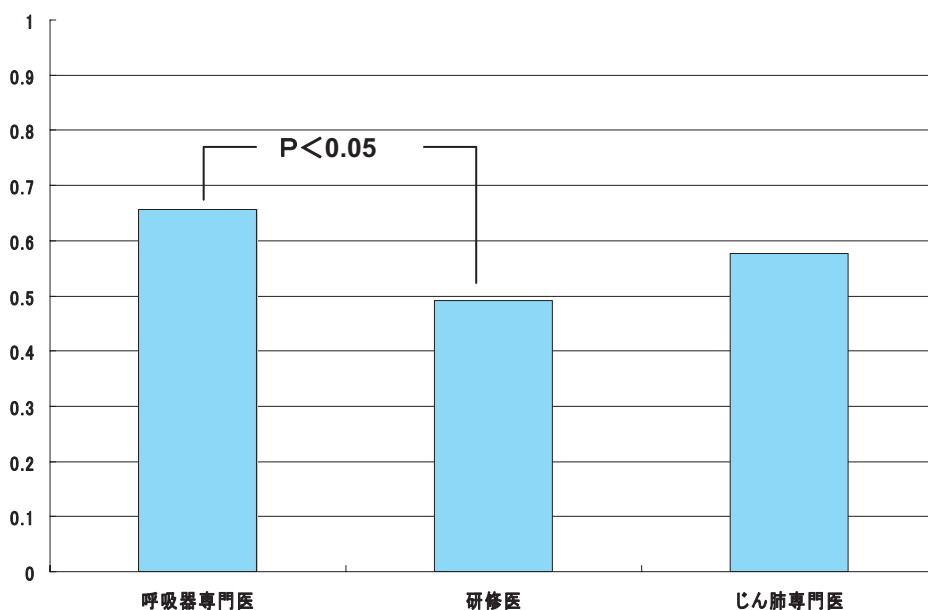
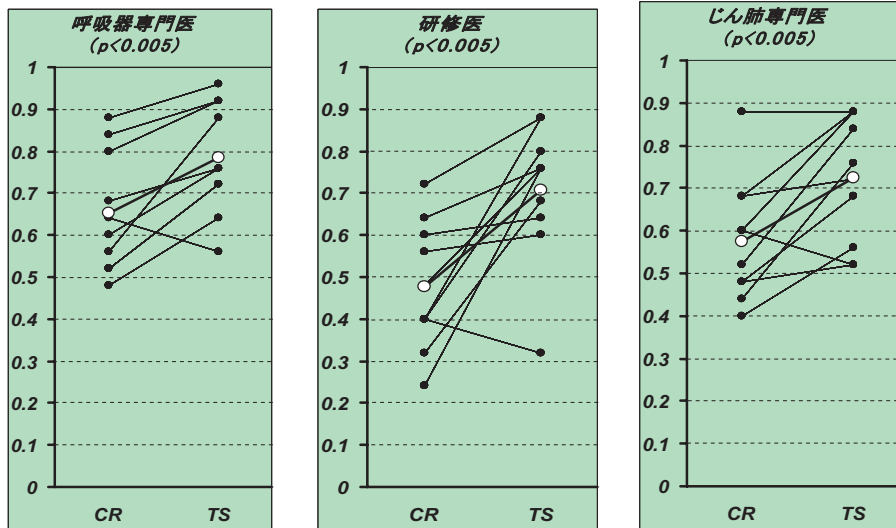


図2. 感度
(新たな陰影に関して)



(TS: Temporal Subtraction 経時サブトラクション法)

りの25例はCT上新たな変化がある。そのうち18例は肺癌だということが確認されている。それ以外の7例は肺癌ではないことが確認されている例について読影実験をやりました。

詳細は省きますが、CRで新たな陰影に対する感度で見ると、図1に出ているように、呼吸器専門医と研修医とでは若干感度に差がある。ただし、じん肺専門医との間には差がないという結果でした。見ていただきたいのは次の図2です。肺癌だけではなく、非がん例も入ることになりますが、新たな陰影に対しては呼吸器専門医も研修医もじん肺専門医もこのt検定の結果、すべてにおいて感度がこのように上がっています。

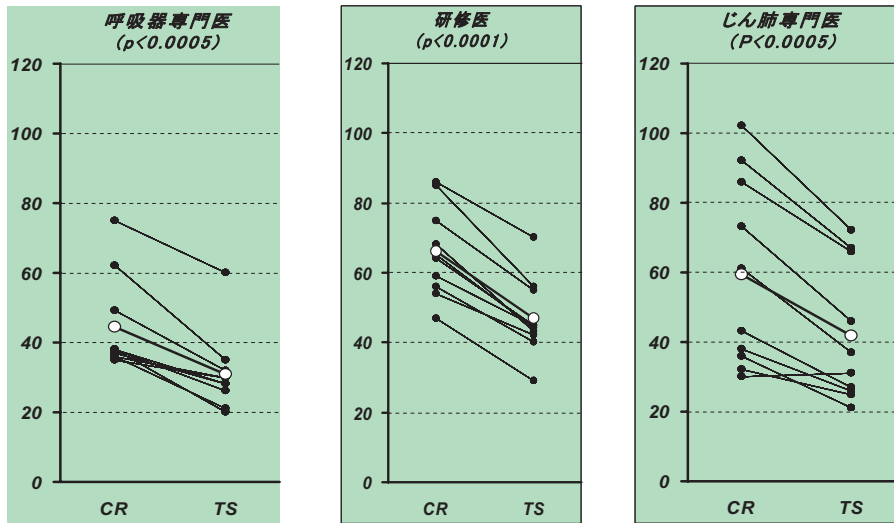
CRでは研修医と呼吸器専門医では新たな陰影に対する感度に差がありましたが、サブトラクションを使うとこの差もなくなってしまって、一様に感度が高まっていま

す。ただし、肺癌かどうかということの感度とか、特異度ということになると、そのあとずっと図で説明していますが、差は出てきませんでした。私どもの実験で見ると、特異度に対しては、サブトラクションはあまり有効ではなかったのではないかと思います。

図の3で読影時間を示していますが、すべての群で30%以上短縮しています。これは、じん肺だということ複雑な影であるからこそ、これくらい大きい差がついたということもあるかと思いますが、呼吸器の専門医であれ、じん肺専門医であれ、これだけ差がみられたということは、非常に意味があるのではないのでしょうか。

こういうことで新たな影に対して感度が上がるということであれば、これを一次のスクリーニング検査にして、ここで引っかかった人をCTに回すということであれば、余計な被曝も避けられるし、見落とし

図3. 読影時間



もかなり少なく、効果的なCTを交えた検診ができるのではないかと。そう考えることのできる今回の研究結果だったのではないかと思います。簡単に報告させていただきました。

関原 どうもありがとうございました。そうすると、複雑な影のあるところに肺癌で新しい影が出てきても、2枚の写真を見比べて診断をつけるというのはなかなか難しかったわけですが、この新しい手法を用いることによって、比較的簡単に、いままでよりは短時間に、しかも新しい影を発見する確率が高くなったと考えてよろしいでしょうか。

木村 それは言えると思います。ただ問題としては、それで見つけたものがどの程度根治手術につながるような腫瘍であるのかとか、次のステップはもちろんあるだろうと思います。

関原 高城技師長がおられますので、ちょっとお聞きしたいと思います。この新しい方法は良いということですが、技師さん

達の仕事が増えてしまったのではないかと思いますか。

原理や何かはのちほど志村先生からいろいろお話を伺いたいと思いますが、実際に日々の診療のルーチンの業務として、この経時サブトラクション法の画像を作るのに、何かご苦労があったとか、これは大変なんだというか、そういうことはございますか。



高城 政久氏

高城 特にこのTSを使って苦労したということはありません。ただ、サブトラク

ションを研究に使うようになってから、逆に胸部X線写真を基本に立ち返って撮影をしなければならぬということ、再確認いたしました。

実はTSを使い始めてからアーチファクトという壁にぶち当たって、いかに偽陽性を作らないかを検討してきました。そのためには、ワーピング処理とか、バネ拘束方式という新しい分野のソフトが開発されてきましたが、いかんせん元画像が悪ければ、やはりそこまでソフト上で修正がきかないだろう。

したがって、基本に立ち返った肩甲骨を抜く、体軸の偏位を修正する。それから、しっかりと呼吸をさせて息止めをさせるということを慎重に行わなければならない。最近またそういうことを思いはじめたというところです。

関原 そうすると、2枚の写真を引き算するわけですから、アーチファクトとか、ぶれとか、それが起こらないようにすることは大事ですよ。それは大変な仕事なのではないかと思いましたが、『基本に立ち返る』ことが大切なのです。

要するに基本というのは、胸のレントゲンを撮るときに位置とか、肩甲骨とおっしゃいましたが、そういう基本をきちっと守ってさえいれば、あとは志村先生たちが開発されたソフトで、だいたい画像がきれいに処理されると考えてよろしいのでしょうか。

高城 はい。いままで経験したところではそういうことです。肩甲骨のずれや、横隔膜の呼吸位相差がアーチファクトにつながったり、どうしても心臓の近く、縦隔の部分がずれによって濃度差が出て、アーチ

ファクトとなる。それが誤診の原因ではないかと、木村先生と話し合っておりました。もう一つ言わせていただければ、じん肺のああいふ多彩な陰影がよく打ち消されたなというのが実感です。

関原 そうすると、こんなことはやっていられない、もう勘弁してよというような泣き言みたいなことをおっしゃるかと思いましたが、そういうことはないみたいで、非常によくこのソフトが作られているということで、基本さえ守ればちゃんとした画像ができるということですね。

高城 いい支援システムだと思います。

関原 それでは次に、志村さんから、富士フィルムの立場とか、プロの立場から、経時サブトラクションというのはどういう方法なのか。さっきから話題になっているぶれの問題がありますが、それを是正するのにソフトを開発された。そのぶれをどのように補正するのか。そのあたりについてわかりやすくお話しいただけますか。



志村 一男氏

志村 まずサブトラクションという、いちばん医療の分野で使われているのは、digital subtraction angiographyといって、血管造影のところ、造影されたものと造影

する前でライブとマスクを引き算します。そうすることによって血管像だけが残るといったものがあります。

この経時サブトラクションはdigital subtraction angiographyと同じといえば同じなんですけど、一つは撮影している時期が全然異なる。例えば1年前である。そうすると、当然、人間の体も1年間の間に変わっていますし、ポジショニングも若干は変わるのでしょうし、心臓も動いていますし、肺も止めたといってもあるタイミングのずれはあります。それをいかに抑え込むかということが、この経時サブトラクション処理を行うソフトウェアの技術です。

それがうまくいくと、非常にきれいに消えて、その変化だけが残る。それがうまくいかないと、変化しているところと本来は変化すべきではないところと両方残ってしまうということです。

当初われわれがこの課題に取り組んだときに、もともと人間の体は三次元的にできていますし、それが投影された二次元画像をいくらじっても位置ズレのないサブトラクション画像を得るのは原理的に無理なのではないかと思ってやってみたら、意外にきれいに消えてしまうということが、逆に技術者としても驚きであったというのが正直なところなんです。技術者というのはどちらかというと頭でっかちなものですから、三次元的に動いているものを二次元的にいくらじっても無理だろうと考えましたが、それが意外にうまく消えた。まず最初の結果がよかったということ覚えてます。

結果が良かった理由の一つは高城技師長からお話がありましたが、たぶん撮影され

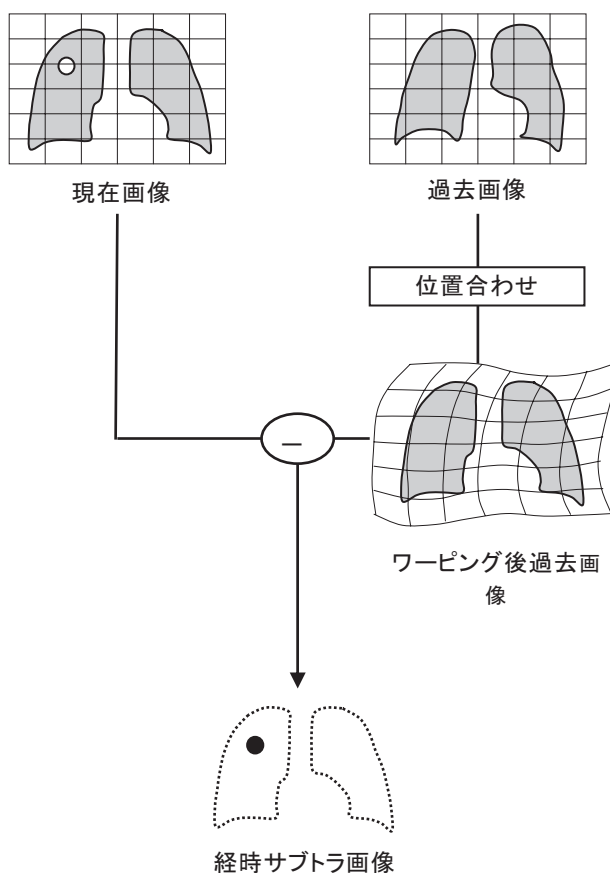
た技師さんのテクニックがまずよかったためではないだろうかと思います。つまり三次元的な歪みを二次元に投影された画像で補正するというのは、ソフトの技術が半分、残り半分は撮影のときのポジショニングをいかに再現性よくやっていただくか。この二つのものが合わせて、はじめていいサブトラクション画像が得られるのではないかと思います。

比較診断というのは、医療の分野でも非常に多く行なわれていると思います。定期健康診断、あるいは病気になられた方の経過観察等、いろいろあると思いますが、もともと持っている構造が複雑であればあるほど、単独の絵を見ただけでは差がよくわかりにくい。ただ、そこをうまく引き算ができると、そのもともとの構造が非常にビジーなケース、例えばこのじん肺で非常に肺野が複雑なケースであっても、その差が非常にわかりやすく表現されるということがあると思います。

このサブトラクション技術のいいところは、一つは腫瘍状病変のようにある形状を持ったものがわかりやすいということと、全体的に濃度が上がったり下がったりする変化をつかまえる。木村先生のご報告にもあった新たな陰影という言葉が非常にキーワードだと思いますが、とにかく変化があれば、その変化を描出してくれる。そのあと先生方にじっくり画像を見ていただくこと、あるいは追加の検査をしていただくことで、正しく病気の診断がされるという効果があるのではないかと考えています。

さて、技術的なお話ですが、いま資料を配らせていただきました。図4に簡単に経時サブトラクション処理の原理が書いてあ

図4 自動位置あわせ手法を用いた経時サブトラクション技法



ります。現在画像、過去画像という2枚の画像がありますが、これを位置合わせしてワーピングする。ワーピングというのは画像を歪ませる画像処理です。

例えばこれが1年前に撮影された画像であるとすれば、そのときと今回で、人間の体形の変化や呼吸の変化、心臓の拍動の変化等々があります。もちろんポジショニングの若干のずれもありますが、画像を歪ませることによって、それを現在画像に最も近い画像を作成して、それで引き算をすることによって位置ずれ (motion artifact) をなるべく抑えた経時サブトラクション画像を作成する。こういう処理です。

その際にどう歪ませるかというところが

ポイントになります。まず大まかな構造を合わせた上で、細かい構造を合わせる。そういう処理をしています。つまり例えば胸郭の形状とか、そういった大きなもの、グローバルな位置合わせをした上で、徐々に局所、小さな領域の位置ずれを補正していく。そうすることによって、大きな構造はピタッと合う。細かいところは徐々に合わせていくという処理がなされています。

その際に、それぞれの場所が独立にバラバラに動くのではなくて、あるバネで結ばれたように、隣のところが若干ずれているのであれば、そのずれ量というのはなめらかに変化するだろう。つまりあたかも場所と場所がバネで結ばれているような仕組み

を使って、歪ませ方を決めています。そうすることによって、二つの撮影時期の異なる画像をなるべく位置ずれの少ない画像に位置合わせをすることができます。

ポイントは、本来の病変のずれ量は残したまま、体の構造の大きなずれを補正する。そのところがミソになります。位置合わせがあまりにもうまくゆきすぎて、病変の変化すら見えなくなってしまうということになっては、元も子もありませんので、病変の変化はちゃんと残しつつ、大きな変化を補正する。それがこの経時サブトラクション技術のキーです。

関原 いま志村先生のお話を聞いていて非常に感銘を受けましたが、最初に木村先生が経時サブトラクションをやるとおっしゃったときに、ぼくらの常識からいくと、違ったときに撮った2枚のレントゲンがピタッと合っていないければ、アーチファクトができてしまうわけですから、そのずれをどうやって補正するのか。本当にできるのか。そう考えましたが、実際にそれが可能だということを高城先生が証明してくださった。

いま志村先生のお話を聞いていて、その補正のしかたというか、大まかなところを補正すれば、細かいところはあとからついてくるというか、その補正の原理というのは、要するに人間の体が補正を受けやすいようにできているということですよ。そういうことではないんですか。

志村 まず位置ずれについては、大きな構造に関してはなるべくピタッと合わせた。細かいところは、実は肋骨と肋骨のなかの肺の血管というのは、実は時間が異なると、動いている方向が逆だったりするこ

とがあります。そこを無理やり合わせてしまふとかえって変な絵になりますので、まず大きな構造を合わせる事が重要だろう。無理に細かい構造を合わせすぎないということが、また重要なのではないかと考えています。

関原 そうすると、大まかなところを合わせてしまえば、小さいところはそれにつれてピタッと合うとか、そういうことではないんですか。

志村 画像によります。もともとの絵が非常に近ければ、いま先生がおっしゃったように、大まかな構造が合って、次に合せて、次に合つてと徐々に行くと、ほとんどピタッと合つて何も変化がないところはまったくきれいな画像になります。呼吸のタイミングがずれるとか、いろいろな理由があると、どうしてもアーチファクトが存在します。ただ、そういうときにでも、なるべく大きなアーチファクトが起きないようにするために、このアプローチを取っています。

関原 どうもありがとうございました。この際、先生方から志村先生にお聞きしておくようなことはございますか。よろしいでしょうか。

いま志村先生から経時サブトラクションの原理についてお話ししていただきました。先ほど高城先生は、大丈夫である、ぶれはないとおっしゃいましたし、志村先生も、開発された段階からいろいろご苦労なさって、あまりアーチファクトのことは気にしないでいい。人間の体はうまくできているというお話ではないかと思いますが、先生方もこの経時サブトラクション法というのはどういうものであるかというのは、

だいたいおわかりいただいたと思います。

それでは、この方法のじん肺における有用性については木村先生、高城先生からお話を伺いましたが、中村先生と黒崎先生から、呼吸器内科の一般診療、じん肺以外のところでこの方法をいろいろお使いになって、非常にいい方法であるというご経験がありましたらお話しいただきたいと思います。中村先生からお願いいたします。



中村 克己氏

中村 私も過去、この経時差分に比較的長い時間かかわってきて、いろいろな領域に試してみました。じん肺に発生した肺癌も一時期検討したことがあって、その結果は木村先生がお示しになったものと同じものでした。背景陰影が非常に多彩だと、胸部単純X線写真の読影で微妙な変化を検出するというのは、とても大変ですよ。読影者にかかる心的負担も大きい。そういうなかで、経時差分というのは非常に有用な方法だと思いました。

私たちもこのようなかたちで読影実験を行いました。それでもやはり検出感度は、経験のある者も、経験が少ない人に対しても、どちらも非常に有効に働いたという経験が過去にあります。

それ以外に試したものとしては、じん肺ではなくて、検診やその他で偶然に見つかったような肺の結節陰影、肺癌、あるいは肺癌に限らず肺転移その他を含んだ肺の結節陰影の検出に関しても、やはりこの手法は非常に有用であると思います。

そのときは二つほど検討しましたが、原発の肺癌だけに限ったものは、肺癌ですから、不整形の陰影が多く存在しました。それらをSCRのみと、CRプラス経時差分で検討しましたが、やはり経時差分を使ったほうが読影者の検出感度は上がるというかたちでした。肺転移についても、わりと境界が明瞭な腫瘍、小さいものまで含めて、やはりこの手法を使ったほうが検出感度は上がるという結果でした。

それ以外には、肺炎のような限局性陰影なども当然、有用なんです。特に新たな陰影というか、結節以外なものが存在するというのは、おそらく肺炎か、何かの陰影だったと思いますが、私が検討したなかでは、間質性肺炎が存在した症例に、新しい陰影が出現したというのがあります。それは間質性肺炎の急性増悪であったり、あるいは感染の合併でありということなんです。間質性肺炎もこのじん肺と同様に、やはり背景陰影が非常に多彩で、新しい陰影の検出がなかなか難しい。それにはかなり有用だったと思います。

もう一つは、逆に免疫不全患者にカリニ肺炎など、ごく淡い陰影が出現してきます。これは単純X線だけではなかなか診断が難しい。CTを撮って、それも高分解のCTで撮らないと、淡いすりガラス陰影はなかなかわからないということがありますが、この経時差分は、この淡い濃度変化を

検出することができます。

経時差分というのは、薄い濃度変化にかなり強い。撮影条件などで視覚的にはわかりにくいようなものも、この経時差分を使うとわりとよく検出されたという経験があります。ですから、胸部における結節、限局性陰影、びまん性の浸潤陰影などに関しても、この手法は有用な方法ではないかと思っています。

関原 どうもありがとうございました。そうすると、腫瘍だけではなくて、間質性肺炎とか、カリニ肺炎とか、そういう炎症性の変化でも、差が出るということですね。

中村 そうですね。

関原 黒崎先生はいかがですか。



黒崎 敦子氏

黒崎 本日は昨年4月に開催された日本医学放射線学会学術集会で発表した2つの演題に関する内容を説明させていただきます。一つは肺野結節に関するTSの基礎的な検討、もう一つはその臨床的評価です。

皆さんご存知のように、最近肺癌が非常に勢いで増加しています。そして生存率向上のためには、小さい肺癌や薄い肺癌を見つけることが大事な事柄と考えられていま

す。

小さい肺癌というのは径2 cm以下の小型肺癌、薄い肺癌とは肺胞上皮置換型肺癌といって癌巣の中に本来の肺胞含気をまだ残した状態の癌です。そういう早期と思われる肺癌を見つけることが生存率の向上ばかりでなく、医療費の削減にもなりますので、現在医療者は一生懸命発見しようと努力しています。

その方法の主なものとしてCTが挙げられますが、CTですとどうしても対象者数が限られますし、医療費も被爆量も多くなりますので、なんとか単純写真でできないかというのが、TSに対する期待となってきます。

基礎的検討では、径1 cm以下の模擬腫瘍に関するファントム実験がなされています。ソリッドな腫瘍やすりガラス濃度の腫瘍に模した、アクリル樹脂で作成した模擬腫瘍を胸部ファントムに貼り付け、回旋や前後屈させた状態で撮影してTSの評価をしています。その結果は、径5 mmのソリッドな腫瘍、あるいは径10 mmのすりガラス濃度の腫瘍に関しては、回旋や前後屈が±2度以内であれば、TSで発見可能というものでした。

臨床的評価はそういう基礎的検討結果をふまえておこなっています。北海道中央の先生方にもご協力いただきまして、今年の時点で6症例7結節の径2 cm以下の肺癌が集まり検討したところ、TSを用いることで病変の認識率や診断の確信度が向上するということがわかりました。

お手元に実際の症例がありますが、腫瘍径が小さい、解剖学的に他の構造物と重なる、複数の病変が存在する、既存肺病変が

並存するなどの場合に、TSの併用で確信度が向上する可能性が示唆されました。ですから、いきなりCTを撮影する前にTSを用いることで、小型肺癌を見つけられる可能性がかなり高いという結論が出せたと考えています。

関原 どうもありがとうございました。いまの中村先生、黒崎先生のお話でも、じん肺以外の症例でも非常に有用であること、臨床の現場で使うと診断精度が上がっていくのではないかというお話でした。

2枚の写真を目できちっと見てやる判断と、経時サブトラクションの場合には引き算した絵を見るということですが、先ほどの木村先生のお話では、経時サブトラクションのほうがずっといいというお話でした。経時サブトラクションのほうがすぐれていると考えてよろしいのでしょうか。2枚のレントゲンを読み比べるのと、引き算した画像をパッと見るのと、どちらがすぐれているのでしょうか。

中村 経時サブトラクションの画像というのは、あくまでも参照画像だと思います。木村先生のこの結果でも、比較したのはCRの現在画像、過去画像の2枚と、それからCRの現在画像と経時差分の2枚ですから、経時差分画像を見て異常陰影があるかないかの候補陰影の部位を検出して、作業としてはおそらく現在画像をもう一度見るということですよ。どうしてもアーチファクトが不可避ですので、本当にあるかどうか見る。

ですから、経時差分をはじめとするコンピュータ支援診断というか、コンピュータを使った画像処理のなかの一方法なんです。異常があるか新しく何かが出ているか

どうか。そういう異常の候補陰影を示唆する画像、参照画像であって、それを用いて元の画像を見て、医師が診断する。そういうことに用いられると思います。

当然そのなかには、読影時間が短縮されるというのは、効率性の面で非常に重要な要素であり、それは今回お示しになった結果のように、短縮されると思います。

関原 そうすると、いまの先生のお話で非常に大事な点は、サブトラクションした画像を見るのはあくまで参考であって、元の2枚の写真を見ながら引き算したものをよく見て、3枚をよく見比べることによって診断精度が上がってくる。早く診断できるし、精度も上がるのではないか。サブトラクションの絵だけで診断してはいけない。

中村 ええ、それだけで診断するものではないのだと思います。

関原 木村先生、どうぞ。

木村 先生がおっしゃるとおりだと思います。サブトラクションはやはり参考画像である。ただ、過去と現在のCRまで必要かどうか。だいたいはそれにサブトラクションを見ているという方法が多いんですが、私たちはより実践的というか、より簡略化して、現在画像とサブトラクション画像で読影実験をしています。

要は、いまある影、新しくサブトラクションで引っかかった影が一致するような影があるのかどうか。それで相当推定できると思います。必ずしもさらにそれ以前のCRに戻る必要はないのではないかと思います。

関原 木村先生は、現在のものとサブトラクションを見比べれば相当なことがわか

るということですね。

木村 あくまでもスクリーニングという観点に立てば、それでいけるのではないか。

関原 最初の画像は必要ない。実践的な場では大事なことだと思いますが、いかがでしょうか。

中村 私が過去にやったのは、すべて現在画像、過去画像、サブトラクションの3枚を見るという方法でしたが、もちろん3枚見るとそれだけ時間がかかるので、木村先生がなさったように、2枚であればそれだけさらに時間が短縮されると思います。

関原 精度はどうでしょうか。

中村 ぼくは検討していないので何とも言えないんですが、それで精度が担保されるのであれば、さらに進んだよりよい方法であると思います。

関原 黒崎先生はいかがですか。これは今後、サブトラクションを広めていくために非常に大事な点だと思います。

黒崎 私も読影実験の経験はないので、精度に関しては何も言えないんですが、いまフィルム読影がほとんどなくなってきて、ビューアといってモニター診断になってきました。前は中村先生がおっしゃったように、現在画像、過去画像、その他にもう1枚、あるいは画像が小さくなってしまっても3枚とか、どうしてもフィルムの数が増えていたと思います。それがモニター診断ですので、フィルムのお金はかからずにモニターだけで診断できます。それもこのTSを広める上で役に立つというか、ちょうど時流に乗っているのではないかと思います。

関原 要するに以前は引き算した画像を

作るので、フィルムが1枚多くなるということですね。しかし、その引き算した絵はフィルムではなくてモニターで出てくる。

黒崎 現在画像も過去画像も、いまはほとんどモニターになっています。

関原 モニターで全部できるから便利である。

黒崎 しかも、ハンギングをする必要もなく、ちょっとカーソルを動かすだけで行ったり来たりできます。

関原 そうですね。

木村 ただ、じん肺の場合は、現行法ではフィルムに落とさないとだめなんですよ。いまはまだそういうふうになっていません。

関原 そうすると、お3人の先生方も、高城先生も技師の立場から、この方法は今後非常に普及というか、皆さんの間で広く使われるようになるであろうという結論でよろしいですね。

木村 私どもの実験のサブトラクションに関しては、皆さんほとんどなじみがないものですから、ここにも書いてあるとおり、せいぜい15分間ぐらいしかオリエンテーションをしていないんですよ。要するにサブトラクションというのはこういうものである。こういう場合、こういうところにアーチファクトが出る。これはアーチファクトである。心臓の周りは気をつけてくださいとか、そういう説明しかしていない。

要するに陽性所見は黒っぽく出る。症例も何例しか見せないで15分ぐらいしかやっていません。そういうかたちで行った実験の結果です。ですから、サブトラクションをもう少し勉強すれば、時間もさらに短縮

しますし、もっといい成績というとおかしいんですが、もっとよくなるのではないかと思います。

関原 そうすると、今後は一般の肺癌の検診とか、そういうところで広く利用すべきであるとお考えになりますか。そのへんについて一言ずつ、お話しいただければと思います。黒崎先生からお願いします。

黒崎 結論からいうと、そういうかたちになると思います。今回は淡い陰影について臨床的に検討できませんでしたが、先ほど言ったように、肺癌の診断に関しては小さいもの、淡いものを見つけなければいけないというところに入っていますので、TSを用いることでCTに行く前に、よりそういうものを見つけられる可能性が出てきたのではないかと考えています。

関原 単純を撮ってみておかしかったらサブトラクションでやってみて、CTの前にサブトラクションをやったほうが良いということですね。

黒崎 はい、存在診断として使うということですね。

関原 中村先生はいかがですか。

中村 胸部のスクリーニングに関しては、いまはCTもかなり広く行われるようになってきて、検診もCTというかたちになってきていますよね。また、医療機関の診療においてもCTが普及してきて、わりと容易に撮れるようになったという部分もあって、胸部のスクリーニングではCTでやれるようになってきたのは事実だと思います。

そういうなかで、胸部単純X線写真がどのような位置づけで今後も撮影されるか。これがなくなることはないと思います。非

常に確立された有用な手法ですし、なくなることはないと思いますが、位置づけがどのように変わってくるかというときにおいて、この経時サブトラクションをはじめとするCAD、特にこの経時サブトラクションの技術を参照することで、胸部単純X線写真の診断能を向上させる可能性が十分にあると思います。

ですから、単純写真が撮影される領域であれば、過去画像がありさえすれば、この画像が参照できるというかたちになってきますし、参照することで、木村先生がお示しになったように、あるいは過去いくつか発表があったように、確実に診断能を向上させていますので、単純写真の能力を高めて、診断能を高める。読影に有意に働く。こういうことが言えると思います。

関原 木村先生、何かございますか。

木村 中村先生がおっしゃるとおりだと思います。医者トレーニングされた目で見ても、どうしてもわからないものがあります。先ほどちょっと中村先生が触れられたかと思いますが、腫瘍に限らず、本当に淡い陰影とか、逆に含気の違いを表しているのではないかと思うようなものがあります。

今回私どもはCTの前後でその違いがわかりませんでした。サブトラクションで黒い画像、陽性所見として左の上葉の肺に黒く出ているものを、false positiveという答えを用意したんですが、このへんなどは私どもで分からないものをサブトラクションでとらえているのではないだろうか。

今回、最近経験した1例を紹介したいと思いますが、CRではどうしても診断することができない陰影を、サブトラクション

ではしっかりとらえています。肝臓の後ろにある影なんです、これはどう見ても普通のCRではわからない。側面を撮ってもたぶんわからないと思いますが、それをしっかりサブトラクションでとらえています（症例呈示の症例8：P48-50）。

ですから、もし前の写真があってサブトラクションできる背景にあれば、十分スクリーニングできる。CTをどこに入れるのか。CTはあくまでもそれをやった後に入るのか。そのへんは大事なところなのだろうと思いますが、じん肺などの場合は全員にCTを撮るという方向は、検診方法としてはどうなのかという問題があります。先ほどいろいろ指摘されている点から、サブトラクションは専門の放射線科医を超えた相当な力量があるのではないだろうか。

最近経験した例を持ってきていますので、ぜひ見ていただければと思います。先生方も同じような例を経験されているのではないかと思います。

中村 先生がおっしゃるとおりだと思います。特にサブトラクションが有効なのは、人間の目が間違えやすいところ、見落としやすいところをとらえる。横隔膜に重なる陰影とか、心臓に重なる陰影、肺門に重なる陰影、肋骨の上に乗っていてわかりにくいとか、こういう正常構造に重なる陰影というのは、どうしても人間は見落としやすい。ぼくが過去経験した例では、こういうところの有用性があると思います。肺野の真ん中にポツンとあるものは、注意深く見るとわりと見つけやすいんですが、どうしても正常構造に重なるところは見落としやすくなる。

サブトラクションの技術でこの正常構造

が消えてしまうと、そういうところの肺癌が見つかる。横隔膜に重なるところとか、心臓の後ろの陰影などは、進行癌でさえも見落としますよね。肺野のものはそうなんです、進行癌でさえも容易に見落としてしまう。これはペナルティが大きいと思いますが、こういうところの検出能を上げることが可能になると思います。

関原 志村さんにお聞きしたいと思いますが、例えばいま木村先生がおっしゃったような肝臓に重なっている場合、1枚の写真ではわかりませんよね。しかし、サブトラクションすると出てくる。ということは、現在の写真で見たときに、よく見ると、先ほど先生は淡い影という表現を使っていたらっしゃいましたが、何かそういうものがあって、見落としていると考えればいいのか。レントゲンには写っているということでしょうか。

志村 これは表示の条件の問題もあると思いますが、特にいまの横隔膜の下とか、心臓あるいは縦隔部というのは、どうしても通常のX線の表現のしかたをすると非常に白くて、わかりにくいところ。表示された画像からは非常にわかりにくいところなんです、データそのものにはやはり存在しています。

関原 ですから、人間の目の感度をもっと上げる必要がある、レントゲンには写っているんですよね。それをわれわれ読影者が気づかないだけの話であると考えてよろしいのでしょうか。

志村 あとはこちらの装置としても、そこをもっとわかりやすく表示するような表示条件というのがありますので、その工夫というのもまた必要だと思います。

中村 見えていないものは現れてこないと思うんです。見えにくいものがわかりやすくなる。だから、見落としを少なくする。大半の例は、サブトラクションをやった気がついて見直してみると、「ああ、ここにあるね」という感じです。まったく見えていないものが見えるようになるというのは、ちょっと言い過ぎではないかと思えます。

関原 なるほど。見えにくいものを見えやすくする。

中村 ええ、そうです。

関原 そうすると、このサブトラクションというのは今後非常に普及するのではないかということですが、今後の夢というか、志村先生たちはこれをもっとレベルの高いものにしていかれるのだと思います。先ほどから黒崎先生が淡い影ということで、「淡い」という言葉をお使いになっていますし、いまの中村先生のお話でも、見えにくいものが見えるようにするとおっしゃいましたが、非常に薄いとそこに淡い影があっても見落とししてしまうことがありますよね。

でも、その淡い影を1000倍にするとか、そういうことは技術的に可能ですよね。そうしたら、非常に初期の、現在だと淡くてなかなかわからないような、あるかないかわからないようなものも、将来はそういうものを増幅して濃くすることによって、診断が可能になるのではないかと思います。いかがでしょうか。

志村 たしかに淡いものを増強していくというのは非常に重要なことだと思います。そのときにいちばん問題となるのはやはりアーチファクトの問題ですので、アー

チファクトをいかに抑え込むか。その技術開発は今後とも重要だと思っています。例えばある場所を限定して、このあたりをピタッと合わせたい。ちょっとおかしいんだけど、既存のソフトウェアではうまくいかない。もう少しここだけ合わせたいとか、そういった目的に合ったようなサブトラクションの技術も重要になります。

また、先ほどからお話がありましたように、じん肺ではモニター診断がまだ許されていないということではありますが、モニターというのは様々な画像を表示するという意味では、非常に自由度を持っています。ですから、このサブトラクション画像を自由に表示したいとか、あるいはそこに応じてオリジナルの画像の表示条件を変えて、縦隔部、あるいは横隔膜下の画像をより見やすくしたいとか、そういった単純X線画像を見る、あるいは経時サブトラクション画像を見る、そうした機能を合わせたトータルな観察システムの開発が、われわれの課題ではないかと考えています。

関原 どうもありがとうございました。サブトラクションについていろいろお話いただきましたが、外国におけるサブトラクションの状態はどうか。わが国ではこういう状態であるということがよくわかりました。今後いろいろ発展させていくことになると思いますが、例えば欧米ではいまだどんな状況なのか。中村先生はアメリカにおられたときに、これに関与されたというお話も伺っていますが、いかがでしょうか。

中村 最初に経時サブトラクションの技術が発表されたのはシカゴ大学からで、1994年に「Medical Physics」という論文に加野先生、現在コニカに勤めておられる方

ですが、日本人の方がシカゴ大学に留学されているときに、シカゴ大学で研究開発されて、それを発表されています。

それ以降、シカゴ大学で改良が進められています。アメリカではこういう画像処理装置はなかなかFDAを通らなくて、現在アメリカでは発売されていませんよね。

志村 そうですね。

中村 現在、アメリカではあまり活発には研究がなされていません。私がシカゴ大学に行っているときにちょうど使用する経験があって、日本に帰ってきてからもそのシカゴ大学の装置を使ってある程度研究をやりました。先ほどお話ししたのはだいたいそのときに経験したのですが、その後日本では、三菱スペース・ソフトウエアという会社が商用の機械を出して、それが全国の大学にそこそこ入っているのではないかと思います。その後、富士フィルムのシステムも商用化されたという状態です。

ですから、その点では日本が進んでいる。現在でいえば、この経時差分の臨床応用というかたちでは、日本が世界のトップではないかと思います。

関原 世界で日本がトップである。

中村 ええ。

関原 そうすると、ぜひ今後、ここにお集まりの先生方が中心になって、わが国における経時サブトラクション法の普及とか、そういう面ではパイオニア的な役割を果たしていただければと思いますので、よろしく願いいたします。

最後に、この座談会を日本の若い先生方に読んでいただくような冊子にまとめたいと思いますので、先輩として、この経時サブトラクション法の有用性について、若い

先生方にメッセージを送っていただければと思います。中村先生からお願いいたします。

中村 現在はIT化時代で、医療にもいやおうなしにこういうコンピュータ技術が投入されてきています。経時サブトラクションのような技術を用いることによって、胸部単純X線写真という長年医療のなかでは確立した手法が、新しい付加価値を付け加えられて、さらに診断能が増すということになります。若い先生方はこういうコンピュータの技術に親しみやすいと思いますので、積極的にこれらを取り入れてますます医療の発展に寄与していただければと思います。

関原 黒崎先生、よろしく願いいたします。

黒崎 私は、あまりコンピュータに詳しくない、画像診断を専門にやっている医者です。どんな画像を見る際にでも一番大事なことは、可能ならば過去画像と比較することです。そういう意味では、TSはコンピュータが現在画像から過去画像を差し引いた結果を画像として瞬時に見ることができるといふ大きな利点があります。もちろんコンピュータの結果を100%鵜呑みにしてはいけませんが、注意を促すという点ではかなりの助けになるものですし、画像診断医にとっては非常に有用だと思います。

もう一つ言うべきこととして、胸部のスクリーニングを全部CTで行うとなると、最近のCTは多列検出器型CTですので、数百枚という膨大な枚数の画像が収集されます。それを読影するのも大変なのですが、過去画像の比較もしなければならぬとな

ると、画像診断医には非常なストレスがかかります。

それに比べるとたった一面のビュー上で、びまん性の変化、局所の変化が観察できる単純写真+TSはストレスを少なくしてくれると思います。

関原 木村先生、お願いします。

木村 いま黒崎先生がおっしゃったように、じん肺でCTを撮って過去画像と比較するということになると、時間がいくらあっても前に進まない。なおかつ見落とししてしまう。ですから、サブトラクションでスクリーニングしておけば、びっくりするような見落としはまず防げるはずですし、相当効率的な診療ができるのではないかと思います。ですから、経年的に検診をやっていくものには、ぜひこのサブトラクションを入れるのが現実的ではないかと思えます。

関原 高城先生は全国の放射線技師の方に、この方法についてのメッセージを送っていただければと思います。

高城 いままで私たちはレトロスペクティブな検証をしてきました。その研究が今後はプロスペクティブな方式に切り替わっていく。私はそれを希望したいと思っています。ドクターの診断の負担を軽減するようなソフトになるのではないかと思いますので、そういう劇的な医療画像の変化がわれわれのモチベーションにつながればいいのではないかと思います。放射線技師の立場としては、そういうことをアナウンスしたいと思っています。

関原 ぜひよろしく願いいたします。最後に志村先生、素晴らしい方法を開発された立場から、この方法を今後どのように

改良されていくのか。こんなことも可能だとか、先生の夢を若い人に語っていただけますか。

志村 先ほどの中村先生のお話にもあったように、胸部X線画像というのは非常に基本的なもので昔からありますが、未来もなくなるものだと思います。それをさらに有効な検査にしていくために、われわれメーカーとしても、いろいろな画像処理や診断支援と呼ばれている技術をまだまだ開発していかなければいけないのではないかと考えています。

この分野というのは、先ほど日本が中心であるというお話がありましたが、日本をもうちょっと広くいうと、実はアジアがリードしていく分野ではないか。胸部X線検診なども積極的に行なわれています。そういう意味から、世界に対しても日本から発信できるいい分野ではないかと思っています。私はメーカーの立場から、ぜひ新しい技術を今後とも開発して先生方に使っていただきたいと思っています。

関原 ぜひがんばっていただきたいと思えます。いま先生はアジアとおっしゃいましたが、これからわが国はアジアの国々にいろいろ情報提供をしたり、リーダーシップを発揮したりしていくべきだと思いますので、ぜひ今回作る冊子も英訳して配布したいと思えます。志村先生、またいろいろとご支援をいただければと思いますので、よろしく願いいたします。

何かほかにございますか。この際にここでぜひ話しておきたいということがあればお願いいたします。

高城 よろしいでしょうか。この画像診断支援システムのなかでもう一つエネルギー

ーサブトラクション法があります。われわれは、第1肋骨の付近に陰影があるものが誤読されやすいということを経験しています。そのエネルギーサブトラクションを利用することによって、骨を消去した画像同士のTSが可能になれば、もっとストレスのない画像になるのではないかと思います。アーチファクトの問題も改善されると思います。今後、検討をお願いいたします。

また、セカンドオピニオンのいろいろな先生方が、例えばTSをやってみてくださいと言われても、装置メーカーが違うとなかなかTSができないというジレンマもありますので、そのへんも開発の努力をしていただきたいと思っています。

関原 エネルギーサブトラクションも、ぜひよろしくをお願いいたします。

志村 そうですね。

中村 エネルギーサブトラクションとか、経時サブトラクションとか、その経時サブトラクションの画像のさらに結節検出とか、画像処理技術については要素技術がたくさん開発されてきていますので、それを組み合わせることによって、さらに診断能が上がるようになってくると思います。

私がもう一つ付け加えたいのは、高城先生がおっしゃった基本に立ち返るという部分が、この技術には最も重要なことの一つであると、最近とみに感じています。胸部単純X線写真がきれいに再現性のあるように撮影されていて、仮に前回とまったく同じに撮られていたら、たぶんバネ拘束方式の画像処理はまったくいらなくて、単純に引き算すればいい。

それは不可能だと思いますが、できるだ

け一定の条件で同じように撮られているほうが、サブトラクションの結果がいいということがわかってきていますので、撮影系にかかる要素というのが、志村さんもおっしゃったように、やはり半分はある。実際にそのように思いますので、画像処理が進んだからこそ、その元になる写真のクオリティを高めていかないと、有効な処理技術はできない。ですから、基本に立ち返るとい言葉は非常にいい。あらためてこれがわかったということだけでも、非常に重要なことではないかと思います。

関原 今日の座談会の一つの収穫でございますね。基本に立ち返る。いまの中村先生のお話では、ソフトでいろいろ修正しているけれども、そうではなくて、本来はそういうものをしなくても基本的な撮影をしっかりやって、2枚の写真を引き算したらパッと新しい絵が出てくる。本来そうあるべきであるということをおっしゃったのだと思いますが、高城先生、どうでしょうか。

高城 先生のおっしゃったとおりだと思います。それがわれわれに課せられた最大の業務の一つだと思っています。先ほどのわれわれが後輩たちに何を伝えられるかというなかに一つ入れておきたいのは、基本に忠実な胸部X線写真を撮ることに尽きると思います。

関原 そうですね。経時サブトラクションとか、エネルギーサブトラクションとか、そういういろいろな技術が進歩すればするほど、基礎に立ち返った原画を作る必要があるということだと思います。

ほかにございますか。よろしいでしょうか。それでは、今日はお忙しいところをお

集まりいただきまして、経時サブトラクションについて先生方の貴重なご経験をお話しいただきまして、どうもありがとうございました。

私は昭和40年に医学部を出てずっと内科医をしていましたが、この間のわが国における画像の進歩というのは画期的なものではないかと思えます。私が学生時代、あるいは医者になりたてというのは、例えば臍臓とか、解離性大動脈瘤とか、まったく診断がつかないで、解剖してみてもはじめて心筋梗塞の原因が解離性大動脈瘤によってcoronaryの入り口がふさがってしまっている。それによって心筋梗塞を起こしたという症例とか、苦い経験をたくさん積んでいます。

そしてCTが登場してきて、画期的な技

術だと思いました。医療の世界をかなり変えたと思います。いま先生方のお話を伺って、この経時サブトラクションもそれに匹敵するような技術に今後発展していくのではないかと思います。

これを機会に木村先生、中村先生、黒崎先生、志村先生、高城先生が協力されて、次の革命というか、新しい診断技術としてこの方法が広く普及して、肺癌の患者さんについて早期発見が可能になり、命を救うことにつながっていけば、非常に素晴らしいことではないかと思えます。そういう意味で、今後ともぜひご尽力いただければと思います。今日はお忙しいところをお集まりいただきまして、どうもありがとうございました。これで座談会を終わらせていただきます。

本誌執筆者一覧

独立行政法人労働者健康福祉機構	
北海道中央労災病院院長	
職業性呼吸器疾患研究センター長	木村清延
北海道中央労災病院副院長	中野郁夫
独立行政法人労働者健康福祉機構	
関東労災病院放射線科技師長	高城政久
独立行政法人労働者健康福祉機構	
旭労災病院副院長	宇佐美郁治
独立行政法人労働者健康福祉機構	
神戸労災病院副院長	大西一男
独立行政法人労働者健康福祉機構	
富山労災病院アスベスト疾患センター長	水橋啓一
独立行政法人労働者健康福祉機構	
岡山労災病院呼吸器科部長	玄馬顕一
独立行政法人労働者健康福祉機構	
北海道中央労災病院第三内科部長	大塚義紀
北海道中央労災病院放射線科部長	五十嵐毅
北海道中央労災病院病理科部長	岡本賢三
北海道中央労災病院名誉院長	加地浩
森川内科クリニック院長	森川清志
富士フィルム株式会社	大沢哲
	志村一男

本研究は、独立行政法人労働者健康福祉機構「労災疾病等13分野医学研究・開発、普及事業」によるものである。