

# CT 臨床アプリケーション Pointer シリーズの開発

The Development of Application Software for CT Image

後藤 良洋 <sup>1)</sup>	Yoshihiro Goto	角村 卓是 <sup>1)</sup>	Takayuki Kadomura
中島 邦佳 <sup>1)</sup>	Kuniyoshi Nakashima	中川 徹 <sup>2)</sup>	Toru Nakagawa
草野 涼 <sup>2)</sup>	Suzushi Kusano	山本修一郎 <sup>2)</sup>	Syuichiro Yamamoto
名和 健 <sup>3)</sup>	Takeshi Nawa	中村英一郎 <sup>4)</sup>	Eiichiro Nakamura

- <sup>1)</sup>株式会社日立メディコ 技術研究所  
<sup>2)</sup>株式会社日立製作所 日立健康管理センタ  
<sup>3)</sup>株式会社日立製作所 日立総合病院  
<sup>4)</sup>産業医科大学 整形外科

Pointer シリーズの最初のソフトウェアとして、肺がん候補陰影をコンピュータにより自動的に検出する“canPointer<sup>\*1)</sup>”を開発した。また、肺がん検診用に撮影したCT画像を有効に活用するものとして、riskPointer<sup>\*2)</sup>、fatPointer<sup>\*3)</sup>、musclePointer、osteoPointer<sup>\*4)</sup>を開発した。

We have developed Computer-Aided Detection system for lung cancer (“canPointer<sup>\*1)</sup>”) as the first of the Pointer series, which supplements exhaustible radiologists with second opinion.

The CT images obtained for lung cancer screening have much information: body fat, lung emphysema, osteoporosis and so on. We have developed also riskPointer<sup>\*2)</sup>, fatPointer<sup>\*3)</sup>, musclePointer and osteoPointer<sup>\*4)</sup>.

**Key Words:** CAD, Lung Cancer, Visceral Fat, Pulmonary Emphysema, Osteoporosis

## 1. はじめに

肺がんによる死亡者数は、がんによる男性死亡者数のなかで1992年から第1位を占めている。最近では、X線CT装置が肺がん検診に使われるようになり、特に、マルチスライスCT装置が普及したため、発生する画像データ数が増大した。読影画像数の増加による医師の負担を軽減するには、異常陰影箇所をコンピュータにより検出(Computer-Aided Detection : CAD)するシステムが有効であるとみなされるようになってきた<sup>1)</sup>。

胸部CT検診で撮影される範囲は、図1の黄色線の領域であるが、同じデータを用いて肺気腫領域の計測も可能である<sup>2)</sup>。さらに、胸部CT検診の撮影範囲に臍部分(図1の赤線部分)のスライス一枚追加して撮影すれば、体脂肪の計測や大腰筋の面積計測も可能である<sup>3)</sup>。異常箇所の検出結果や計測結果は、比較読影ビューワで観察可能である。

以下では、肺がんCAD(canPointer<sup>\*1)</sup>、肺気腫計測(riskPointer<sup>\*2)</sup>、体脂肪計測(fatPointer<sup>\*3)</sup>、大腰筋計測(musclePointer)、骨粗鬆症の進行度推定(osteoPointer<sup>\*4)</sup>および比較読影ビューワについて説明する。

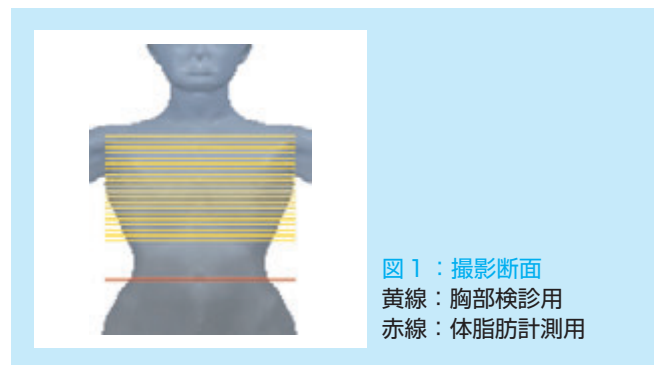


図1：撮影断面  
黄線：胸部検診用  
赤線：体脂肪計測用

## 2. Pointer シリーズ

### 2.1 canPointer (肺がん候補陰影の検出)

肺がん陰影の技術的分類を図2に示す。すりガラス状陰影、血管に連結している陰影等を検出するため、コンピュータプログラムには独自の特徴量を用いた判別処理を組み込んでいる。

図3に異常陰影の抽出処理のフローを示す。例えば図3の“充実陰影の検出”処理では、初めに異常陰影の検出処理の

対象となる画像に対して肺野CT値を規格化する処理を行う。次に規格化画像に対してしきい値を設定し、二値画像を作成する。二値化後の画像は一般に、血管と異常陰影が連結しているが、陰影解析の都合上、連結部分を切断して陰影の孤立化を行う。その後、異常陰影のほかに炎症による陰影や血管の陰影などが混在しているため、血管などの正常陰影を取り除く。そして残った陰影を肺がん陰影候補として読影医に提示する。

日立製作所日立健康管理センタにおいて1998年4月から2001年3月の間に撮影され、肺がんと確定診断のついた78症例(80病変)に対して、本CADシステム“canPointer”を用いてがん陰影検出処理を行った。対象となった陰影は7mm～30mmの大きさである。検出性能を表1に示す。

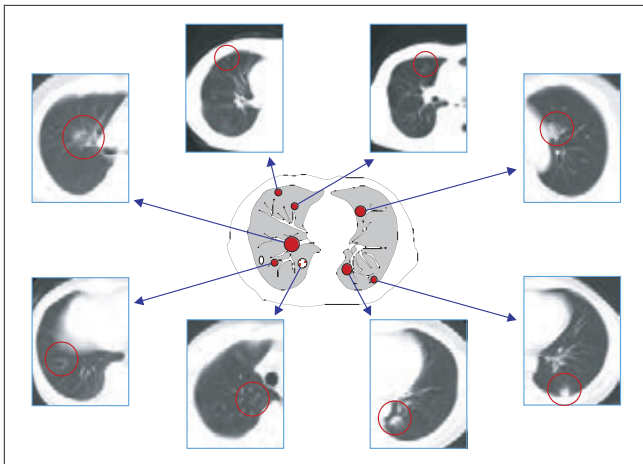


図2：異常陰影の技術的な分類

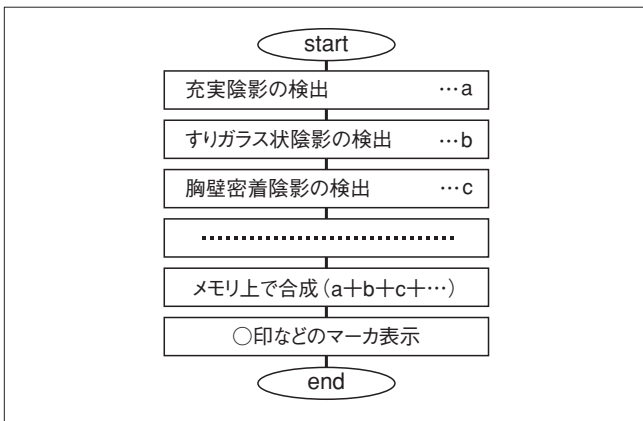


図3：検出処理手順

表1：検出性能(78症例使用)

真陽性率	98.7% (79病変/80病変)
偽陽性数	10.9個/1症例
偽陰性数	1個

## 2.2 riskPointer(肺気腫計測)

慢性閉塞性肺疾患(COPD)は、日本社会の高齢化や欧米に比べ喫煙習慣に寛容なことから、今後急激に増えると予想されている。

COPD患者の多くは慢性経過で肺の破壊(肺気腫)を生じる。

肺気腫は胸部単純X線では早期発見できないが、低線量らせんCTを用いた胸部検診画像では、COPD発症以前の肺気腫(以下、CT肺気腫)が頻繁に観察される。特にCTの低吸収領域(Low Attenuation Area: LAA)やLAA面積の肺野面積に対する百分率(%LAA)が病理的な肺気腫の進行をよく反映することが報告されている<sup>4)~6)</sup>。マウスで手動トレースする代わりに、コンピュータにより肺野およびLAA領域を自動抽出するソフトウェアの開発が要望されていた。

図4に%LAAを自動的に算出する処理手順を示す。まず肺野領域を抽出し、次に、しきい値処理により抽出した肺野領域内のLAA領域抽出処理をして%LAAを算出する。

また、図5にCT肺気腫80症例に対して、HRCT(High Resolution CT)で撮影した画像を手動で計測した結果と、同症例の胸部CT検診画像をコンピュータで自動計測した結果との関係を示す。その結果、相関係数は0.89であった<sup>2)</sup>。

図6にCT肺気腫領域(黄色部分)の経年変化を示す。(a)は1999年8月10日に25mAで撮影した画像により計測したも

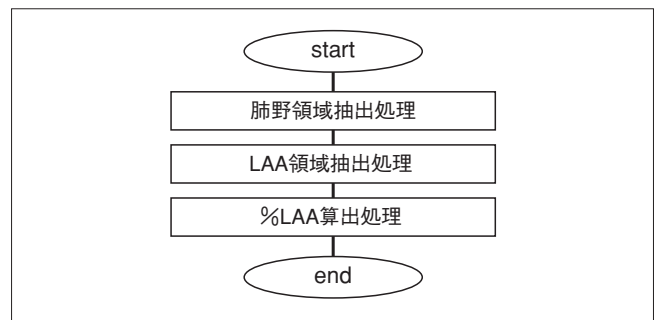


図4：%LAAを自動的に算出する処理手順

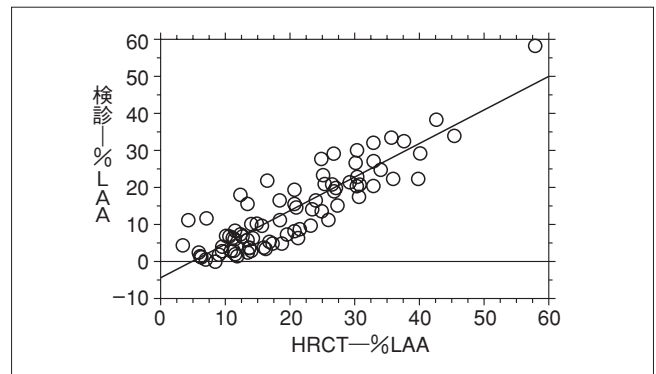


図5：手動計測と自動計測との相関

横軸：手動、縦軸：自動

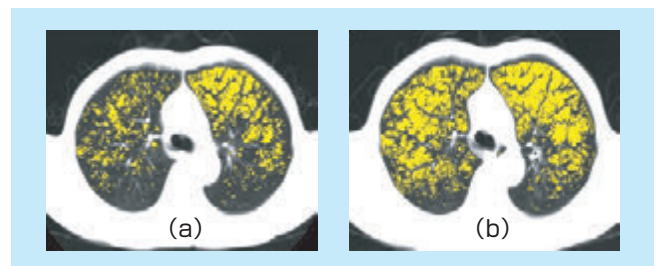


図6：CT肺気腫の経年変化

(a) 1999年8月10日に25mAで撮影。

表示画像の%LAA：24.2% 全画像合計%LAA：14.7%

(b) 2005年6月10日に同じく25mAで撮影。

表示画像の%LAA：46.7% 全画像合計%LAA：26.7%

ので、%LAAは24.2%であるが、2005年6月10日に同じく25mAで撮影した画像を用いて計測した(b)では、%LAAが46.7%と増加している。

### 2.3 fatPointer(体脂肪計測)

食生活やライフスタイルの欧米化に伴い肥満人口は近年増加傾向にある。

肥満の診断において、脂肪量の量的差異よりも、脂肪のつき方の質的差異がより重要であることが明らかとなっている。特に、内臓脂肪の蓄積が動脈硬化など種々の合併症に密接に関連していると言われている<sup>3)7)</sup>。

図7に体脂肪を自動的に計測する処理フローを示す。骨と

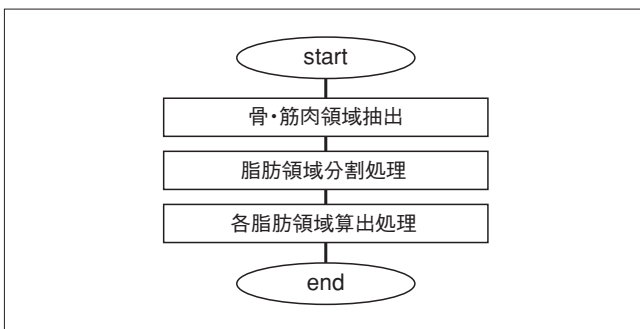


図7：体脂肪自動計測処理の手順

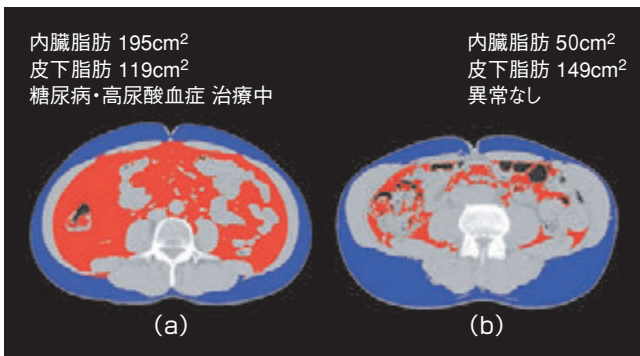


図8：仰臥位ウエスト周囲長はどちらも同じ86cmであるが内臓脂肪の量は異なる例



図9：プリントされた検査報告書の例

筋肉の領域を求め、内臓脂肪領域は、この筋肉領域の内側の領域として算出する。また、筋肉の外側から皮膚内側までを、皮下脂肪領域として算出する。図8には体脂肪計測結果例を示す。(a)(b)ともに仰臥位ウエスト長は86cmであるが、内臓脂肪と皮下脂肪の割合は全く異なっていることが分かる。図9には結果をプリントした検査報告書例を示す。

### 2.4 musclePointer(大腰筋計測)

大腰筋が衰えてくると歩行中に脚が上がりにくくなるため、転びやすく怪我をする割合が高くなるといわれている。

図10に、臍位置でのマウストレースによる大腰筋面積の計測結果を示す。赤で表示した領域の筋肉面積は1597.3mm²、筋肉中の脂肪面積は62.1mm²を示す。同じく、水色で表示した領域の筋肉面積は2378.2mm²で筋肉中の脂肪面積(水色の欠けている領域)は274.8mm²であった。

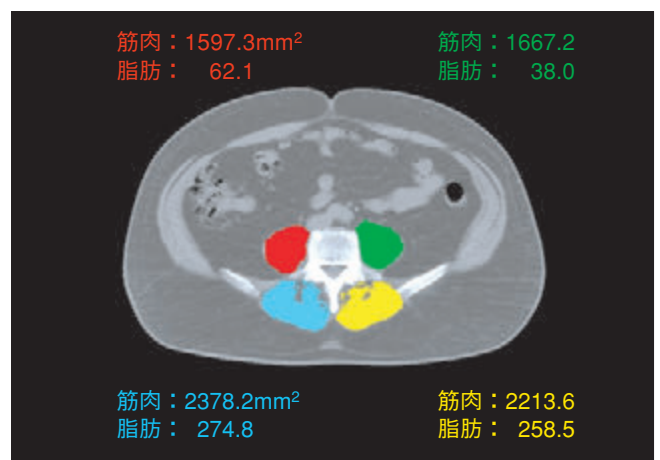


図10：大腰筋の計測結果例

### 2.5 osteoPointer(骨粗鬆症進行度の推定)

閉経後に多く見られると言われる骨粗鬆症進行度を計測するためのゴールドスタンダードとしてはDXA法が知られているが、CT装置ほどは普及しておらず、同じ施設で同時に受診できない場合もある。

このため、胸部CT画像を有効に活用して骨粗鬆症進行度を推定し、他施設でのDXA法による受診をアドバイスする際に用いたいとの要求が出てきた。

図11に胸椎骨断面の模式図を示す。海綿骨の平均CT値は

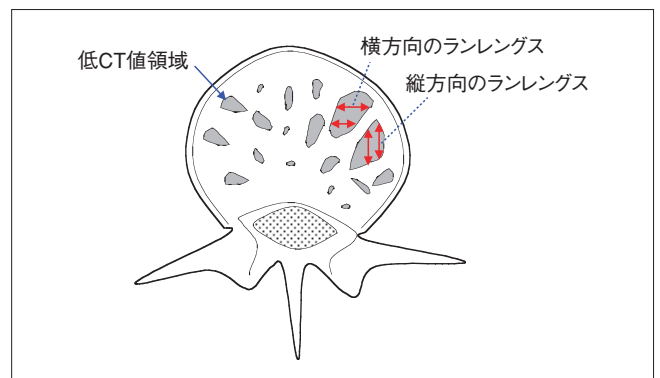


図11：胸椎骨断面の模式図



低いほど、さらに、低濃度な微小領域部の面積が大きいほど骨粗鬆症が進行していると思われる。そこで、海綿骨の平均CT値以外に、低濃度な微小領域部の直交する二方向のランレングスの平均値などを用いて“すかさか度”を定義して計算すると、図12のようになる。図の横軸はCT画像で表す。(a)はすかさか度が小さく、(b)は大きな値を示し、CT画像から直に目視判定した場合と同じ傾向を示す。

図13には、胸椎骨“すかさか度”の年齢依存を示す。

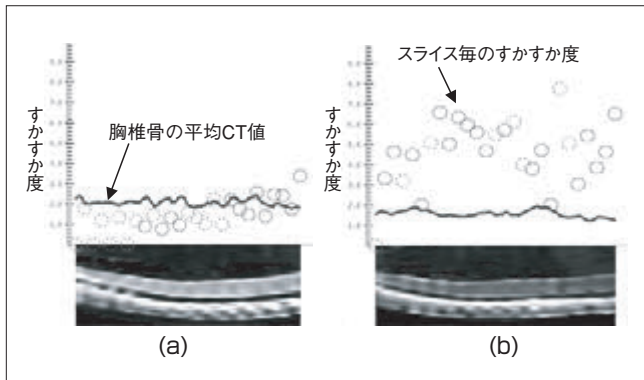


図12：CT画像から計測した“すかさか度”の例  
(a)正常例 (b)骨粗鬆症例

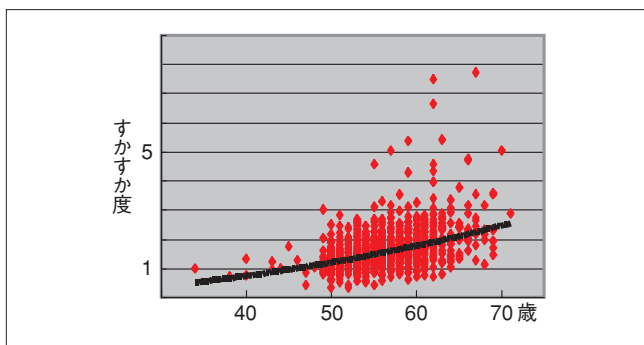


図13：胸椎骨すかさか度の年齢依存  
女性1069名のCT画像データを使用

## 2.6 比較読影ビューワ

一般に、検診施設では同一受診者の逐年データを蓄積している。この逐年データと同一受診者の当日撮影データとを比較しながら読影する「比較読影」を行うことにより、経過観察や診断の精度向上が図れる。

そこで、当日撮影データと逐年データを同一モニタ上に表示することのできるPC版比較読影ビューワを開発した。二つの画像の並列表示には、同一位置での画像を表示する必要がある。呼吸などの影響が比較的少ないと言われる気管支分岐部で最初に位置合わせをして、次に画像間相関により精密な位置合わせをしている。

比較読影ビューワはDICOM通信によってCT装置やDICOMサーバなどと画像の送受信が可能であり、例えばCT装置から当日撮影データ、DICOMサーバから逐年データを受信し、双方を同一モニタに並列表示することができる。

さらに、CAD演算前後の画像の並列表示も可能であり、図14には、左側に原CT画像を表示し、右側にはCAD演算後にがん陰影候補に丸印をつけた画像を表示した例を示す。

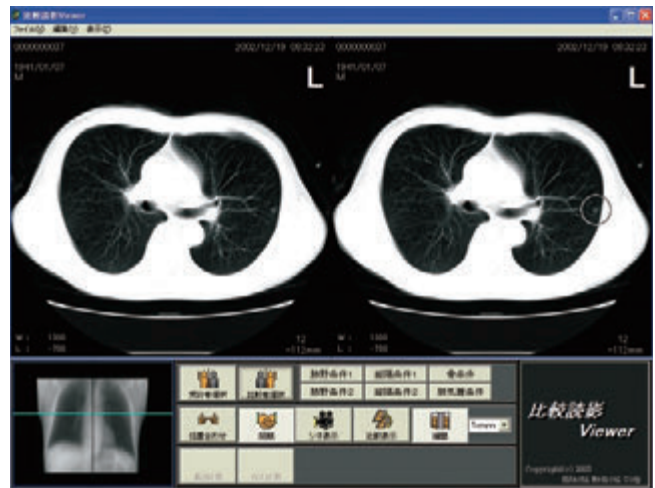


図14：比較読影ビューワ  
左：原CT画像 右：CAD演算後の丸印付き画像

## 3. まとめ

CT検診支援を目的とする、Pointerシリーズを開発した。このシリーズには、CAD(canPointer)、肺気腫計測(riskPointer)、体脂肪計測(fatPointer)、大腰筋計測(musclePointer)、骨粗鬆症の進行度推定(ostePointer)などがある。演算結果は過去画像などとともに比較読影ビューワで並列表示が可能である。

※1 canPointer、※2 riskPointer、※3 fatPointer、※4 ostePointer  
は株式会社日立メディコの登録商標です。

## 参考文献

- 1) T.Nakagawa, et al : “Computer-Aided, Diagnosis System for Screening of Lung Cancer”, Lung Cancer29 (suppl.1), 248-249, September, 2000.
- 2) 中島邦佳, ほか : “胸部CT検診画像における肺気腫計測アルゴリズムの開発”, 日本放射線技術学会誌, Vol.58, No.9, 1160, 2002.
- 3) 山本修一郎, ほか : CTによる内臓脂肪面積自動診断開発と初期使用経験. MEDIX, 41 : 15-20, 2004.
- 4) 人見滋樹, ほか : 肺気腫－病態生理と臨床－ : (株)金芳堂, 1998.
- 5) 日本呼吸器学会 COPDガイドライン作成委員会 : COPD(慢性閉塞性肺疾患)診断と治療のためのガイドライン : メディカルレビュー社.
- 6) 名和健, ほか : 「CT肺気腫」定量評価ソフトウェアの開発 : 胸部CT検診, Vol.11 No.2 : 104-107, 2004.
- 7) 吉田俊秀 : 肥満に弱い日本人 : 日経サイエンス11月号, 26-32, 2002.