

「医用画像情報の電子化とそのデジタル診断支援計測ソフトの開発」

software development “The measurement of fat distribution by computed tomography”

中島 二郎¹⁾ 作山 喜秋¹⁾ 中村 正²⁾ 善積 透³⁾ 松澤 佑次²⁾
Jiro NAKAJIMA Yoshiaki SAKUYAMA Tadashi NAKAMURA Tohru YOSHIKUMI Yuji MATSUZAWA

- 1) N 2 システム株式会社 (〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満 3 丁目 5 番 1 0 号 オフィスポート 8 階 E-mail: nakajima@n2sys.co.jp)
- 2) 大阪大学大学院医学系研究科分子制御内科学 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2 丁目 2 号)
- 3) 箕面市立病院中央放射線部 (〒562-0014 大阪府箕面市菅野 5 丁目 7 番 1 号)

Using CT(computed tomography) is the most effective way for measuring abdominal fat, among various ways contrived at present. This software stands out in the point to have made the measurement of abdominal fat so smooth and precise using CT films. This software grasps abdominal fat quantity as the area and measures it to the high precision by means of original algorithm for analysis based on "CT measurement method of abdominal fat".

1. 背景

現在、医用画像は電子化の流れが急速に進み始めている。特に通産省、厚生省の推進する共通規格の普及により、当分野での電子化の流れは確実になりつつある。

しかし、残念ながら我が国の医療現場に目を転ずると、医療機器の画像電子化規格が不統一の為、未だ X 線写真や CT 写真などのフィルム原本による診断が殆どである。全国レベルでの標準化されたデジタル画像検診の実現には、まだまだ時間が必要というのが現状である。

当社 N 2 システム株式会社 (以下当社という) では、大阪大学大学院医学研究科分子制御内科学 (以下大阪大学医学部と略す) と産学共同プロジェクトにより、医用画像情報の電子化とその医療支援計測ソフトの開発及び検証をおこない、商品化を経て全国医療機関への普及を目指す。

本開発ではコンピュータ断層撮影法 Computed Tomography (以下 CT と略す) スキャン写真フィルム及び共通規格 CT 画像をターゲットに、全国どの医療機関 (約 1 万 3 千箇所の病院・クリニック) でも、市販の PC 上での画像解析ソフトの支援による診療がおこなえ、しかもその利用時のコスト、安全性、再現性、共通利用の観点からも優れたソフトウェアを開発する。

また今回、適用業務 (開発アプリケーション) として、厚生省が強力に推進する「生活習慣病」の予防対策を視野に置いた「内臓脂肪の計測」をテーマとし、医療現場での実用化を目指し、糖尿病や心筋梗塞の予防、早期発見、治療などの医療貢献も実現する。

2. 目的

(1) 未標準医用画像の解析

ここ数年、厚生・通産両省の合同プロジェクトにより、この医療機器の共通規格によるデジタル化、オープンネットワーク化が強力に推進されてきた。しかしながら、医療現場の 1 万 3 千台の CT 装置は、それぞれ高価 (数千万円～数億円) であり、且つハードウェア耐用年数も実質 10 年以上であり、新基準対応機種への入替は進んでいない。最新の共通規格に則った CT 装置を導入し

ている医療機関は、残念ながら非常に少ない (約 5 % 程度) のが現状である。

即ち、現時点での日本全国の医療機関に設置されている 1 万 3 千台の CT 装置は、5 社以上 (東芝、日立、横河など) のメーカー毎に、電子媒体 5 種類以上 (Film・MO・OD・FD・8 inFD など) 各々異なり、且つデータ規格も DICOM・IS&C / 共通規格・メーカー独自規格 (非公開であり、機種によっても異なる) と不統一であり、標準化にはほど遠い状態である。このような現状の中で、全国どの CT 装置でも、共通的に電子画像による診断支援を行うことは不可能である。

このようなメーカー、機種ごとに異なる規格の標準化されていない CT 装置の医用画像情報のデジタル診断が、どのメーカー、どの CT 装置であっても実現できること。また、「内臓脂肪の計測」の面では、旧来からの各医師のあいまいな判断や精度検証を行っていない独自の計測方法ではなく、脂肪の自動認識とその分布計測が正確に瞬時におこなうことが出来ることを本開発の目的とした。

(2) 「内臓脂肪」自動解析計測の医学的意義

生活習慣病の根本原因として、肥満、特に内臓脂肪の蓄積の危険性が指摘されている。つまり、内臓に脂肪が溜まり過ぎると健康上の二つ問題が起こる。一つは、血糖値を一定範囲にコントロールする為に膵臓から分泌されているインスリンの働きを悪くすること。その結果、ブドウ糖の処理がうまくいかなくなり糖尿病を引き起こす。二つ目は、脂肪の蓄積が動脈硬化症を発症進行させることである。そして、糖尿病と動脈硬化症は相互に促進し合いながら、ついには心筋梗塞や脳卒中と云った致命的な合併症を引き起こすことになる。

事実厚生省の発表のごとく我が国の糖尿病患者数は急激に増加し、かつ高齢化に伴う動脈硬化症の増加も懸念され、今後これらが社会問題になることは必至である。

今回の開発対象アプリケーションである「内臓脂肪型肥満の X 線 CT 法^[1,2] (大阪大学医学部発表)」 (以下 X 線 CT 法と略す) を実現することにより、上記のような内臓脂肪の蓄積による合併症の予防、早期発見、治療に多大な貢献を果たすのは間違いない。なお、この分野

の研究は世界に先駆けて日本でおこなわれているものであり、その重要性は欧米においてもその意義が認められている。

全国1万3千箇所のCT設置の病院・クリニック全てで、「生活習慣病」の根本原因である「内臓脂肪」の正確な計測が実現し、肥満による糖尿病、心筋梗塞、脳卒中などの合併症の早期予防医療が可能となり、ひいては高騰する医療費の削減も実現できることを、もうひとつの本開発の目的とした。

3. 研究開発の概要

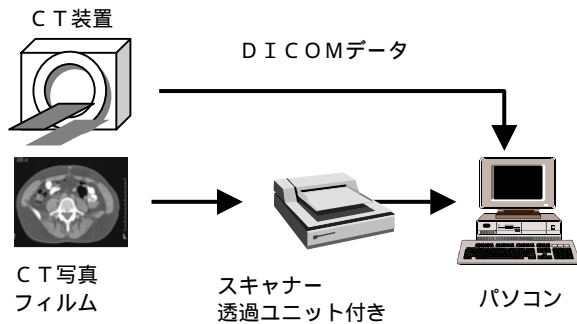


図1. システムの全体構成

(1) PC上でのCT画像計測技術

全国いかなる医療機関でも腹部脂肪のCT計測が出来るという利用者の要求を満足させるために、写真フィルムデジタル化方式、DICOM方式を利用して、CT画像をPCで計測可能とする技術を開発した。

具体的には、CT装置にて撮影した臍レベルの腹部断層写真をフィルム出力し、それをスキャナーで読み込み、PC画面上に表示し、脂肪分布状態と脂肪量の計測を行うことができる技術の開発である。また、フィルムだけでなく、将来の医療機器の標準フォーマットであるDICOM出力データについても、ネットワークからPCに読み込み、PC画面上に表示し、脂肪分布状態と量の計測を行うことができる技術の開発を行い、ソフトウエアプログラムに実装した。

- CT装置での撮影方法開発：撮影部位・スライス枚数・X線条件・管電圧・mA s値・フィールドサイズ・患者条件について、最適となる撮影方法を開発。
- CT装置から出力するフィルムの画像処理方法の開発：処理サイズ・ウインドウレベル・ウインドウ幅・画像スケールについて、最適となる処理方法を開発。
- スキャナーでのフィルム画像の読み込み方法の開発：市販廉価スキャナーの調査・スキャンドライバー調査を実施した上で、イメージタイプ・出力機器タイプ・露出・ハイライト・シャドウ・しきい値・解像度・画像ファイル形式について最適となる読み込み方法を開発。
- DICOM画像データの取込み方法の開発：CT装置から出力されたDICOMデータのフォーマットを調査した上で、ネットワーク（イーサネット）上のDICOMサーバーとの通信・通信ソフトのインタフェース・DICOMタグ情報について、最適となる読み込み方法を開発。
- PC上に表示されたCT画像の色調認識方法の開発：CT画像上のCT値からP I C T形式ファイルデータの256階調への変換・ピクセルが持つ256階

- 調色調の認識について、最適となる認識方法を開発。
- PC上に表示されたCT画像のスケール変換方法の開発：CT画像でのスケール表示の調査を実施した上で、PC上に表示された画像のスケールのポイント・ピクセル数からセンチメートル単位への変換について、最適となる変換方法を開発。
- 内臓脂肪領域（腹腔部領域）の特定方法の開発：計測理論である「X線CT法」を実現するために、内臓脂肪領域（腹腔部領域）でのそのアルゴリズムの実現・トレース方法について、最適となる特定方法を開発。
- ウエスト及び皮下脂肪部領域の特定方法の開発：計測理論である「X線CT法」を実現するために、ウエスト及び皮下脂肪部領域でのそのアルゴリズムの実現・トレース方法について、最適となる特定方法を開発。
- 皮下脂肪部領域の脂肪値範囲の設定方法の開発：脂肪値のヒストグラム表示・標準偏差値の設定・可変な標準偏差値の設定について、最適となる設定方法を開発。
- 各脂肪部領域の可視的表現方法の開発：計測理論である「X線CT法」を実現するために、計測画像上での表示・色変化について、最適となる可視的表現方法を開発。

(2) 腹部CT画像上での脂肪部領域特定の簡素化技術

利用者の簡単に効率的に計測が出来るという要求を満足させる為には、領域ポインティング技術や領域自動トレース技術を利用して脂肪部領域を特定出来なければならない。即ち、計測時に使い手の医師が脂肪部（領域）を特定する際のオペレーションを可能な限り簡便化し、皮下脂肪部、腹腔部と胴回りのその該当領域を自動的に認識判別する技術の開発が不可欠である。またこの課題に加えて、誰が測定しても、同一画像を何回測定しても、同一の測定結果が得られるような計測システムの標準化技術も盛り込む必要がある。

具体的には、本研究開発で胴回り（ウエスト）の自動認識方法の開発、皮下脂肪部のサンプル・データの収集方法の開発、皮下脂肪部領域の自動トレース方法の開発の3要素技術の開発を行い、ソフトウエアプログラムに実装した。

- 胴回り（ウエスト）の自動認識方法の開発：PC上に表示されたCT画像で、自動的にその対象画像の胴回り（ウエスト）部を認識しトレース・ラインを引く技術の開発。
- 皮下脂肪部のサンプル・データの収集方法の開発：皮下脂肪部を自動認識する上で純粋脂肪値の収集が必要であるが、画像上での純粋脂肪値にはばらつきがあり、最適値を求めサンプル・データとして収集する方法を開発した。もちろん、この方法には誰が幾度も計測を繰り返しても同一の計測結果が得られなければ成らないと言う計測再現性の実現方法も含まれている。
- 皮下脂肪部領域の自動トレース方法の開発：PC上に表示されたCT画像で自動的にその対象画像の皮下脂肪部を認識し、トレース・ラインを引く技術の開発。上記の胴回り自動認識技術と基本的には同様であるが、皮下脂肪部領域と云う特殊な部位に関する自動認識であり、開発した技術は腹腔部および胴回りとの関連性も考慮にいれた自動認識技術となっている。

4. ソフトウェア開発の概要

本「腹部脂肪CT計測ソフトウェア」は、1. 患者基本データ及び検査データ入力機能、2. 画像認識、計測及び医学的アルゴリズム計算機能、3. 判定表出力および履歴検索機能の大きく分けて3機能を提供している。

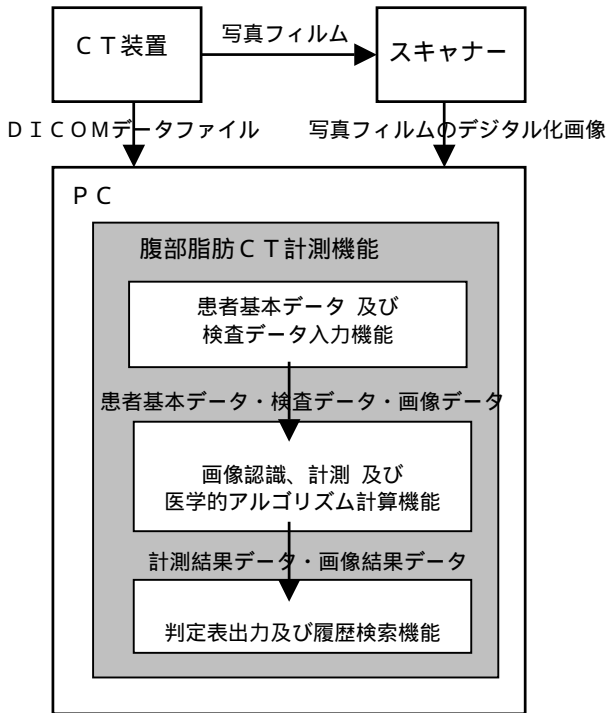


図2. ソフトウェア機能

(1) 患者基本データ及び検査データ入力機能

CT装置より出力された写真フィルムのデジタル化画像、またはDICOM標準規格に対応するCT装置より出力されたDICOMデータファイルを読み込み、画面より入力された患者基本データ及び検査データを付加して、画像認識、計測及び医学的アルゴリズム計算機能へ、受け渡す機能を提供する。

基本データ入力機能：施設病院名、患者名、性別、生年月日、検査日を入力。

検査データ入力機能：計測する画像ファイルを指定。

(2) 画像認識、計測及び医学的アルゴリズム計算機能

患者基本データ及び検査データ入力機能から、患者基本データ、検査データ及び画像データを受け取り、対象とする腹腔部の脂肪の面積を計測し、計測結果データ及び画像結果データを生成する機能を提供する。

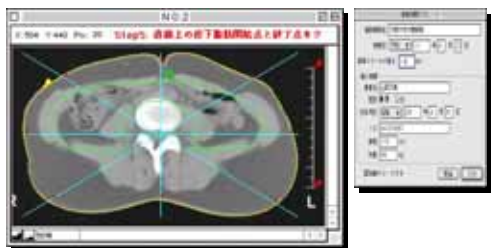


図3. ウエスト自動認識機能

- a) 画像スケール定義機能：基本データ入力画面から入力されたスケールを、CT画像フィルムに焼きつけてあるスケール上で該当する長さを入力することにより画像スケールを定義する。
- b) ウエスト自動認識機能：画像の黒色部分をクリックしてウエストを自動トレースし、トレースした結果を画面上に表示する。(図3)
- c) 皮下脂肪自動認識機能：ウエストラインに外接する四角形の各辺を90分割してそれぞれの点と中心の座標を結ぶ線を中心に向かって探索し、皮下脂肪領域を自動的に認識する。(図4)

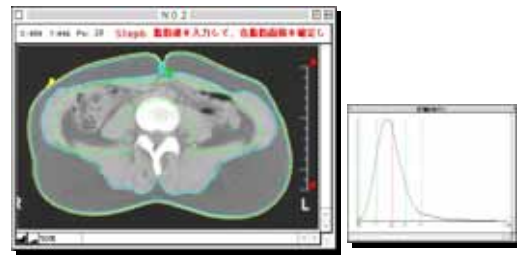


図4. 皮下脂肪自動認識機能

- d) 腹腔部領域設定機能：腹腔部内の脂肪面積を特定するため、操作者がマウスで腹腔部領域をクリックして設定することができる。
- e) 脂肪領域表示機能：脂肪として認識する階調の範囲を標準偏差で入力し、脂肪として認識された脂肪領域を腹腔部領域内とそれ以外(皮下脂肪領域)を色分けして視覚的にわかりやすく表示する。(図5)

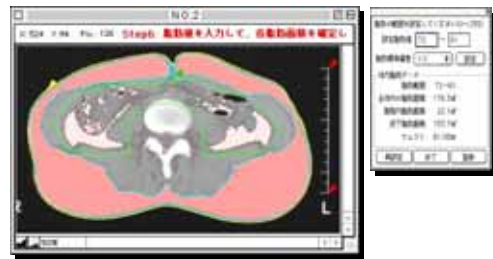


図5. 脂肪領域表示機能

- f) 脂肪知分布標準偏差SD値(以下SD値と略す)変更機能：参考脂肪値から脂肪値として取りこむべき範囲を標準偏差SD値の0.5刻みで指定する。SD値が変更される毎に脂肪領域を表示しなおす。
- g) 面積計測機能：与えられた標準偏差にしたがって、抽出されたピクセルの数を計測し、基準スケールから面積に換算して、腹腔部領域内脂肪面積と皮下脂肪領域に別けて算出する。(図6)
- h) ウエスト長計測機能：自動計測、またはマニュアルトレースで求められたウエスト配列データからウエストの長さを求める。
- i) ウエストマニュアルトレース機能：画像データが自動トレースできない場合や操作者の意向で、ウエ

トラインをマウスでクリックしてトレースすることができる。

- j) 皮下脂肪領域マニュアルトレース機能 : 画像データが自動トレースできない場合や操作者の意向で、皮下脂肪領域をマウスでトレースすることができる。
- k) オペレーションガイド機能 : 次の操作を画面上部に表示し操作者をガイドする。
- l) データベース出力機能 : 脂肪計測結果および計測した画像をデータベースに出力する。

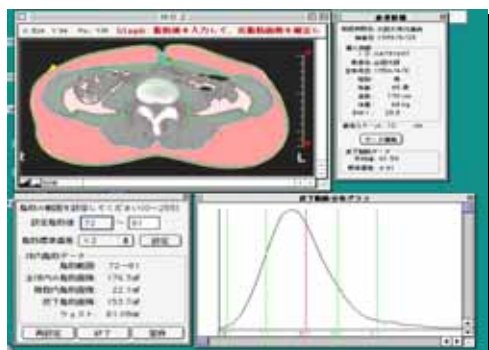


図6. 面積計測機能

(3) 判定表出力および履歴検索機能

画像認識、計測及び医学的アルゴリズム計算機能にて計測された脂肪計測診断結果をもとに、1. 判定表出力するとともに、2. 計測結果の履歴検索ができる。

- a) 判定表出力機能 : 脂肪計測診断結果をもとに、個人別に判定表を出力する。(図7)
- b) 履歴検索機能 : 脂肪計測診断結果を格納したデータベースをキーワードなどで検索することが出来る。



図7. 判定表自出力機能

5. 実証実験の概要と評価

(1) 実証実験の概要

- a) 実証実験期間 :
 - 第1期(平成11年8月1日~平成11年9月末日)
 - 第2期(平成11年12月1日~平成12年2月末日)
- b) 実証実験体制 : 医学監修担当 大阪大学医学部
 精度検証担当 箕面市立病院中央放射線部
 D I C O M 実験担当 大阪大学附属病院放射線部
 利用満足度検証担当 滋賀医科大学・順天堂大学・千里L C 検診センター・市立伊丹病院・佐世保中央病院・仙台星陵クリニック他
 システム検証担当 N2システム社
- c) 実証実験環境 : C T 装置 東芝 Xvigor・東芝 T C

- T - 900S
 スキャナー H P ScanJet CX/T・EPSON ES-8000・EPSON GT-7000 他
 パソコン Power Mac G3・PowerBook Mac・i Mac 他
- d) 実証実施件数 : C T フィルム画像データ40件・D I C O M 画像データ2件・モニター利用調査10件・利用満足度調査8件
- e) 収集データ : 既存C T 値法と当該ソフトウェア、各々の計測結果値、データ項目は脂肪部全体面積値、腹腔内(内臓)脂肪面積値の2項目
- f) 検証手段方法 : システム視覚検証・既存計測値との相関分析・アンケート回答分析

(2) 実証実験の結果評価

本実証実験は、腹部脂肪C T 計測ソフトウェアの、a. ソフトウェアの精度及び実用性、b. システムの利便性及び性能、c. D I C O M データ対応性の、3つの観点から実施した。

- a) 腹部脂肪C T 計測ソフトウェアの精度及び実用性の検証
 - ・ウエスト自動認識トレースの検証 : 40症例においてC T 写真フィルムより得たC T 画像が、腹部脂肪C T 計測ソフト上にて正確にウエストを自動認識し表示できるかを検証した。40症例の表示結果を視覚検証で評価した場合、全て「適確」との評価を得た。懸念事項でもあった脂肪領域のサンプルデータ収集後の利用S D 値において、3ケース(1 S D・2 S D・3 S D)をそれぞれ実験したが、平均差0.26mmであり、通常ウエストの長さ70~100cmを考慮した場合、僅かの誤差の範囲であると判断できた。
 - ・皮下脂肪自動認識トレースの検証 : 40症例において上項同様に、皮下脂肪部領域を自動認識し表示できるかを検証した。サンプルデータ取得後の適性S D 2とした場合に、皮下脂肪自動トレース状態は77.5%が適正と判断された。よって、サンプルデータ2 S D で適性と評価した。
 - ・内臓脂肪面積計測値の検証 : 40症例において上項同様に、内臓脂肪を自動認識し表示できるかを検証し、且つ、その結果が既存のデジタイザー法及びC T 値法と相関するかを検証した。(図8、9) C T 値法に強い相関を示す「皮下脂肪2 S D - 脂肪3 S D」が適正。すなわち、サンプルデータ収集後の皮下脂肪自動トレース時にS D 2でトレースし、脂肪値範囲をS D 3で行った場合(図9)、ゴールドスタンダードのC T 値法との重相関係数は0.9047となり、医学的に見ても十分に実用に値する。

Vis Fat area(2sd-3)

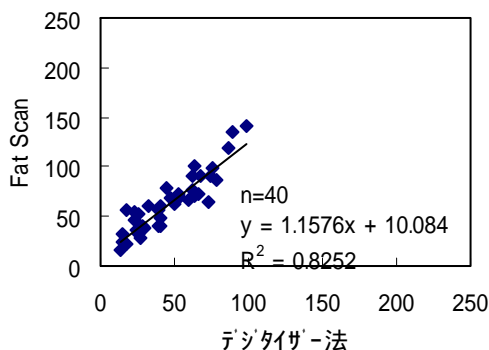


図8. 内臓脂肪面積検証A

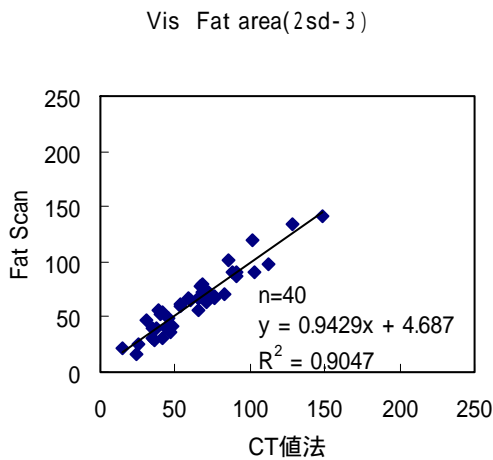


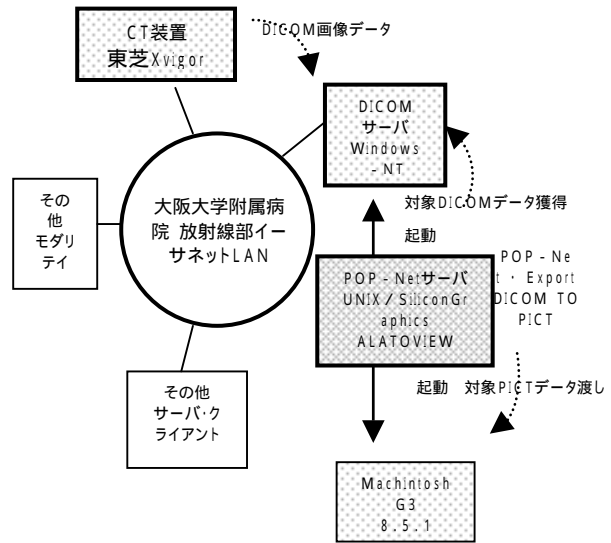
図9 .内臓脂肪面積検証B

b) システムの利便性及び性能の検証

- 計測所要時間の検証: CT写真フィルムをスキャナーで読み取り、当該CT画像が計測完了するまでの所要時間が実用可能であるかを検証した。1症例当たりの平均所要時間は252秒(4分12秒)となり、当初の5分以内と言う目標をクリアし、且つ、既存計測法時の計測時間を大幅に短縮した。
- 計算部及び表示部レスポンスタイムの検証: 腹部脂肪CT計測ソフト上にて計算部及び表示部のレスポンスタイムがシステム性能面で実用可能であるかを検証した。まず、最も計算処理負荷の大きい皮下脂肪部領域の自動トレース時の計算部は、MAX時間5.10秒、MIN時間2.60秒の範囲にあり、平均3.5429秒。次に、表示処理負荷最大の脂肪部分を表示する箇所はMAX時間3.10秒、MIN時間0.60秒の範囲にあり、平均1.7161秒。共に操作者が不便を感じない範囲と判断できた。
- 利便性及びオペレーションの流れの検証: 全国協力医療機関10ヶ所の利用満足度アンケート調査の結果(回答数7施設)、全体では「役に立つ」67%、「役に立ちそう」33%と良い評価を得た。「役に立たない」「使わない」と言った否定的な回答はゼロであり、この面から見て本ソフトウェアの利用満足度は高いと判断できる。オペレーションの流れについては、「慣れて来れば簡単」71%という結果であり、当初のCT撮影法、スキャナー読み取りなどでの戸惑いが見受けられるが、総じて良好な利用満足度と判断できる。しかし反面、「使いにくい箇所」として、スキャー読み3件・データ入力2件・結果保存2件が指摘されており、システム改善の必要性もある。
- 機能性及びインターフェースの操作性の検証: インタフェースについては、「早い」「今で十分」が38%であり、且つ「普通」62%であり、レスポンスには大きな問題ないと判断できる。また、自動認識機能では、「殆ど自動認識不可1施設」・「自動手動半々1施設」とうまく自動認識出来ていない施設も見受けられ、標準CT撮影法の徹底が必要と考えられる。

c) DICOMデータ対応性の検証

- 実験環境: 大阪大学附属病院放射線部のCT装置及びネットワーク環境下で、ボランティア2名の症例を対象に実験を実施した。(図10)
- 実験内容と結果: CT装置から直接出力されたDICOMデータフォーマットの画像データをI&M社POP-Net・ExportによりPICT形式ファイルに変換出来た。上記ファイルを腹部脂肪CT計測ソフトウェアにて開き、読み込み、表示することに関しても全く問題なく実現出来た。上記表示データでの脂肪計測についても、通常のCT写真フィルム画像データと同様に計測実現出来た。以上により、DICOM画像データについても十分に実用性があると判断できた。
- 他施設での実験の必要性: 本実験環境は、DICOM画像の取扱環境について他施設より充実していると考えられる大阪大学附属病院放射線部の環境で実用性が証明されたが、別途他の全国医療機関でのDICOMデータに関する実験を検討する必要があると思われる。特に施設毎に異なるDICOMサーバを持ち、且つ異なる画像変換ソフト(DICOM TO PICT)を利用していると思われる。また、DICOMデータ実利用を考えた場合は、本腹部脂肪CT計測ソフトウェアの対応機能として、どこまで取り込むかと言った問題も含め、検討課題のひとつと考えられる。



6. 評価と考察

図10. DICOM実験環境

(1) CT画像フィルム情報の電子化とそのデジタル診断支援についての考察

本開発の大きなテーマとしてCT画像フィルム情報の電子化がある。これは、現行のCT装置から出力される医用画像が、各機器メーカーごとに出力フォーマット規格が不統一であり、標準化された形での電子化を阻害しているという現状があった。これについて、本開発では、CT装置の写真フィルムから電子化するという方法を確立することが出来た。写真フィルムは、どの機器であっても、どのメーカーであっても、どの機種であったとしても、唯一の共通媒体あり、この写真フィルムから、医用画像として電子化が可能となり、診断支援に活用出来ることが実証された意義は大きいと云える。デジタル診断支援の面においては、腹部脂肪CT計測ソフトウェアの開発を実現でき、実証実験においても評価を得たことにより、

実用化の目処が立つところまで開発が進んだ。

(2) 腹部脂肪CT計測ソフトウェアの開発についての考察

CT装置にて撮影された腹部脂肪CT画像より、市販パソコンでの脂肪分布及びその部位ごとの面積を計測することが実現出来た。これは、当初の目的であった「全国どこの施設でも、誰でも、簡単に、安価に、内臓脂肪の面積を計測する」という要件を満たすものである。

実証実験においても、本ソフトウェアは既存計測法「CT値法」と比べて、非常に高い相関を持ち、計測結果の医学的精度を保っていると判断出来る。これにより、医療現場での臨床計測にも実用化に目処が立ったと考えられる。

(3) 今後の課題について

今後の課題としては、他システムプラットフォーム対応、性能強化、及び、本実証実験で明らかとなったシステム改善点を次期開発として本ソフトウェアに組み込む必要があると考える。具体的には以下の計9項目の新規開発及び改良開発である。

- a) Windows 版開発
- b) MacOS9 対応開発
- c) 自動認識率のアップ
- d) 計測ターンアラウンドタイムの短縮
- e) データ入力機能の改善
- f) 結果保存機能の改善
- g) 手動トレースへの切替え機能の改善
- h) 診断コメントの編集機能の付加
- i) SD マイナス値の補正機能の付加

7. 事業化の現状

(1) 外部公表実績

- a) 医学系学会発表
 - ・ 2000年5月日本糖尿病学会 第43回年次大会
 - ・ 2000年6月日本動脈硬化学会 第32回総会
 - ・ 2000年8月日本人間ドック学会 第41回大会
 - ・ 2000年10月日本肥満学会 第21回大会
- b) 論文発表
 - ・ 松澤佑次：糖尿病発症高危険群におけるインスリン抵抗性とその生活習慣基盤に関する多施設共同追跡調査、健康科学総合研究事業総括研究報告書、p 23-41(2000)
 - ・ 善積透：腹部脂肪分布評価法の規格統一化、肥満研究、2000.VOL.6、p148(2000)

(2) 肥満症診断基準の設定

2000年10月日本肥満学会にて新たな肥満症の診断基準^[3]が設定された。その中で懸案事項であった腹部CT検査による内臓脂肪蓄積の判定が、本研究開発の成果を受けて盛り込まれた。

(3) 商品化と導入実績

- a) 商品化
 - ・ 2000年4月Windows版の開発及び商品化改良
 - ・ 2000年6月腹部CT写真による内臓脂肪計測PCソフト「Fat Scan Ver.2.0」をリリース、正式販売を開始。
 - ・ 2000年10月販売代理店制度発足、東芝メディカル社・千代田メディカル社等。

b) 導入販売実績(2000年12月現在)

- ・ 国内医療機関 55 施設：慶應大学医学部附属病院、東京医科大学、国立金沢病院、鐘紡記念病院、京都予防医学センター、大阪市立大学病院他
- ・ 海外医療機関 4 施設：米国ハーバード大学、米国サウスウエスタン大学、中国医科大学上海医院他

8. 参加企業及び機関

a) 開発及び医学監修

- ・ 大阪大学大学院医学系研究科分子制御内科学
- ・ 箕面市立病院中央放射線部
- ・ N2システム株式会社

b) 実証実験協力

- ・ 大阪大学附属病院放射線部
- ・ 九州大学大学院医学系研究科病態制御内科学
- ・ 滋賀医科大学第三内科学
- ・ 順天堂大学医学部
- ・ 日本医科大学第三内科
- ・ 国立呉病院
- ・ 市立伊丹病院
- ・ 東京通信病院
- ・ 佐世保中央病院
- ・ 仙台星陵クリニック
- ・ 千里LC検診センター

9. 使用特許及び参考文献

- [1]松澤佑次：体脂肪計測装置、特許識別番号 599101070、特願平 11-205233 号、平成 11 年 7 月 19 日
- [2]Tohru Yoshizumi,RT Tadashi Nakamura,MD,phD Yuji Matsuzawa,MD,phD : AbdominalFat:Standardized Technique for Measurement at CT,RADIOLOGY,Vol.211, No.1,p283-286(1999)
- [3]日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会：新しい肥満の判定と肥満症の診断基準、肥満研究、2000.VOL.6、p18-28(2000)

以上