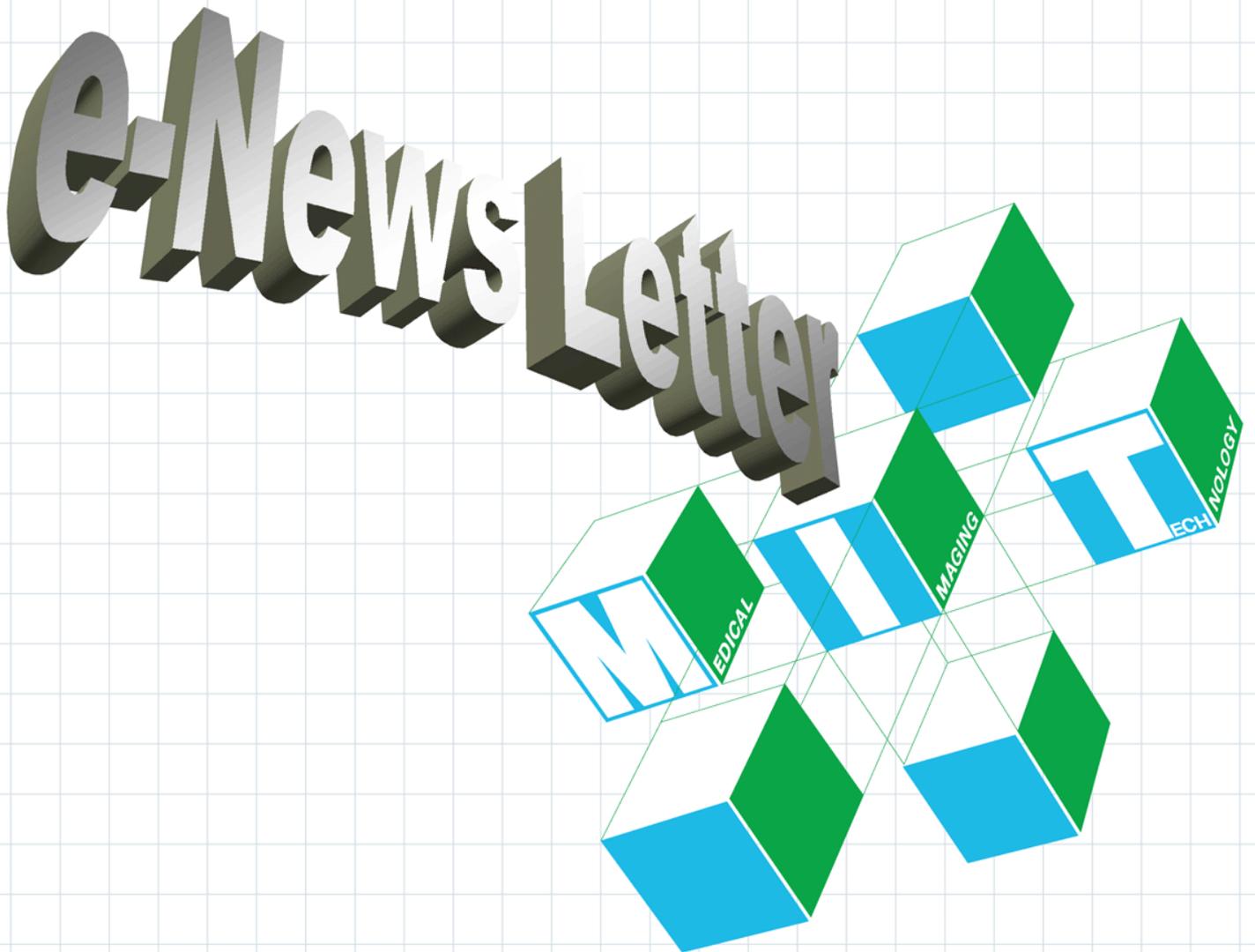


# JAMIT

The Japanese Society of Medical Imaging Technology



日本医用画像工学会

2011. 4 e-ニュースレター NO. 8 (通算62)

# 目次

## 特集「JAMIT 大会開催告知」

第30回 日本医用画像工学会のご案内

勝俣 健一郎 (国際医療福祉大学保健医療学部放射線・情報科学科) ……3

## 特集「JAMIT FRONTIER 大会後記」

International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA)2011 および

JAMIT フロンティア 2011(メディカルイメージング連合フォーラム)

羽石 秀昭 (千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター) ……5

## 技術交流の輪① 非剛体レジストレーション

放射線治療計画における非剛体レジストレーション

上村 幸司 (香川大学医学部附属病院医療情報部) ……9

## 技術交流の輪② 標準脳

アルツハイマー病のMRI診断支援ソフトウェア VSRAD®

松田 博史 (埼玉医科大学国際医療センター核医学科) ……11

## JAMIIT のひろば

近赤外光イメージング装置 OMM-3000 シリーズ

今井 豊 (島津製作所医用機器事業部マーケティング部) ……13

## お知らせ

医用画像データベース

清水 昭伸 (東京農工大学大学院共生科学技術研究院) ……17

## 第30回 日本医用画像工学会のご案内

勝俣 健一郎\*

大震災で被災された方々、またその影響で発生した原発事故で被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

あまりに大きな災害で、なかなか前向きに考えられない状況ではありますが、とにかく新しい年度が始まり、心新たに研究活動に取り組まれていることと思います。第30回を迎えます日本医用画像工学会大会は2011年8月5日（金）と6日（土）の2日間にわたり国際医療福祉大学大田原キャンパスで開催させていただきます。

医師、技師、工学者、メーカーのそれぞれが協力してニーズ、シーズをうまく結び付け、それを世の中に製品として出していき、世の中の医療に貢献していくという、本学会の大きな目標に少しでも貢献できますことを期待しております。

### 特別講演

まず特別講演で本学の学長の北島政樹先生に、本学会の目的である「医用画像工学や、医用画像工学に関連する研究の連絡提携をはかり、学術の発展と人類の福祉に寄与すること」を達成するのに大切な「医工連携」「産学連携」について先生のこの分野における先駆的ご経験を交え

お話をいただく予定であります。

### 企画テーマ

今回この学会のカバーする幅広いジャンルの中から一つテーマを選びだし、特集という形で、そのテーマに関する基調講演に続き関連する一般演題の発表、そしてその後にワークショップを実施するという企画をいたしました。

そのテーマに興味ある方でいままでこの学会にあまり関心のなかった方々にも参加していただくという事で、今回はテーマを「CT Image Wisely」とし、CTで最近最も注目されている被曝低減を前提にして、いろいろな新しい臨床価値をどのように開発していくかという議論をしたいと思います。その中で特にデュアルエネルギー、逐次近似再構成をとりあげ、基調講演、ワークショップを開催します。

是非たくさんの方のご参加をお待ちしております。

### シンポジウム

前述の企画テーマの他にもう一つ、目覚ましい進歩をしているさまざまな医用画像診断機器の中から超音波装置の最近の進歩について「超

音波装置の進歩」というテーマでシンポジウムを計画しています。

### 教育講演

また工学者の皆さん向けに教育講演として「医用画像工学における統計的推定・機械学習」をテーマに行う予定です。

### CAD コンテスト

CADM学会大会で開催されてきたCADコンテストを、今回も JAMIT 大会において実施します。今回のコンテストの課題は、「3次元腹部CT像からの肝血管腫の抽出」です。最優秀アルゴリズムの開発者には、コンテスト実行委員長から賞が授与されます。開発を始めてまだ日の浅い方でも腕試しのつもりで気軽にご参加ください。

### ランチョンセミナー

産学連携を行おうとしたとき、関心のありそうなパートナーを見つけることから始まりますが、どんな会社に可能性があるのか、どのように連絡を取ればいいのかなど分からないと、具体的な一歩が踏み出せません。そこで今回はいろいろな会社から、その会社の紹介、PRをしていただきますので、皆さんが研究、開発のパートナーが欲しいと思った時の参考にいただければと思います。会社の皆さん方にとっても、パートナー探し、製品の拡販はもちろんのこと、学生さんもたくさん参加して下さるので、リクルートの助けにもなるかと思います。

### 工場見学会

大学から10kmほどのところに、東芝メディカルシステムズの本社・工場があります。ここ

ではCTやMRI、超音波装置、各種X線装置など画像診断機器を中心に研究、開発、製造をしています。今回東芝の協力を得て希望者による、工場見学会を企画しております。なかなかこれらの医療機器を製造しているところを見る機会はないかと思います。是非この機会に多くの方が参加されますよう、お待ちしております。なお参加要領については追ってご連絡いたします。



### 場所のご案内

大会の会場になります国際医療福祉大学の大田原キャンパスは、栃木県の北部に位置し、JRの最寄り駅は那須塩原で東京から東北新幹線で1時間15分、そこからバスで20分のところにあります。大会の時にはチャーターバスを用意できるだけ、皆さんの交通の便をサポートしたいと計画しております。車でも2時間くらいですので、車でお越しいただくと便利かと思えます。大学には駐車場はたくさんありますので、駐車場の心配はありません。

那須温泉、塩原温泉や那須ガーデンアウトレットが間近に控えており、大会の前後に、温泉にでもつかり、夏の暑さをしばし忘れゆっくとされると良いかと思えます。多くの皆様方の参加を心よりお待ちしております。

## 特集「JAMIT FRONTER 大会後記」

International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA) 2011 および  
JAMIT フロンティア 2011 (メディカルイメージング連合フォーラム)

羽石 秀昭\*



写真1 : International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA) 2011 の集合写真

## はじめに

2011年1月18,19日に医用画像に関する国際会議 International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA) 2011 が那覇市ぶんかテンプス館で開催され、同じ会場で19日夕から20日にかけて、国内学会であるメディカルイメージング連合フォーラムが開催されました。IFMIAは2007年1月に濟州島で第1回が、2009年1月に台北で第2回が開催され、2年後の今回は、日本開催の運びとなりました。筆者は韓国KAISTのRa教授とともにこの国際会議の General co-chair を担当しました。

一方、メディカルイメージング連合フォーラムは、例年、JAMIT、電子情報通信学会医用画像研究会(MI

研)、医用画像情報学会(MII)の共同主催として、ここ数年は沖縄で開催している会合です。今年は、IFMIAにつなげるかたちで実施しました。なお今年の連合フォーラムには、上記の学会・研究会に日本写真学会(SPSTJ)も加わりました。本稿では、これら2つの会合の開催状況を報告します。なお、IFMIA2011については以下のホームページに、写真も含めて詳細な情報がありますのでご覧ください、

<http://www.cfme.chiba-u.jp/~ifmia2011/>

## IFMIA2011

## 組織運営

IFMIAの過去2回は、主催学会が必ずしも明示的で

はありませんでしたが、今回は、日本医用画像工学会 (JAMIT)、医用画像情報学会 (MII)、日本写真学会 (SPSTJ)、Korean Society of Imaging Informatics in Medicine および Biomedical Engineering Society of the ROC の5学会の共催として明示的に扱っています。

プログラム委員会は日本、韓国、台湾、中国からそれぞれ10~16名程度ずつ、さらにイラン、シンガポール、タイ、インドから各1名で構成しました。プログラム委員長は以下の4名の方です。

Yoshinobu Sato (Osaka Univ., Japan)

Jong Hyo Kim (Seoul National Univ., Korea)

Ruey-Feng Chang (National Taiwan Univ.)

Tianzi Jiang (Chinese Academy of Sciences)

また国内実行委員会も組織しました。JAMITやMI研、MII等で委員や幹事として活躍されている方を中心に構成しました。

アドバイザーはIFMIAの立ち上げに尽力された徳島大仁木先生、第1回大会長の岐阜大藤田先生、JAMIT会長の赤塚先生および韓国、台湾の先生方をお願いしました。

会合の統計・学術発表の様子

IFMIA2011の参加者総数は188人でした。1ページ目の写真1は、1日目午前のセッション終了時に参加者全員で撮った集合写真です。

招待講演は主要4か国から、1国あたり30分を持ち時間とし、日本と中国からは15分×2名、韓国と台湾からは30分×1名で行われました。

一般講演数は110件、うち口頭発表46件、ポスター発表64件でした。このうち当日キャンセルの演題が若干数ありましたが、ほとんど予定どおりに講演が行われました。一般演題の国別、分野別演題数を表1にまとめてみました。なお、国別とは所属機関が属する国を意味しており、日本からの演題でも発表者の国籍は外国という場合も若干あります。一般演題数全体に占める各国の割合はおよそ、日本46%、韓国30%、台湾17%、中国5%、タイ2%でした。また分野別ではImagingとCADが大きな柱になっています。演題数の多い日本、韓国とも、これら2分野が中心のようです。

表1 一般演題の国別、分野別演題数

	日本	韓国	台湾	中国	タイ	計
CAD	15	9	6	2	0	32
CAS	7	1	1	0	0	9
Display, IQ, MI*	5	4	3	1	2	15
Imaging	18	11	4	0	0	33
Image Analysis	6	8	5	2	0	21
計	51	33	19	5	2	110

\*IQ: Image Quality, MI: Medical Informatics

全体の時間枠が少なく、一般講演の口頭発表の時間は7分発表、3分質疑と短くタイトでしたが、講演時間、質疑時間ともほとんどのセッションで時間を守っていただき、大きな遅れが出ずに済みました。筆者の見限り、いずれの演題もよく準備され語学力を含めてプレゼンテーションのレベルは高かったように思います。一方、質疑応答では、意思の疎通ができてないケースも見受けられました。概して、韓国、台湾からの講演者の質疑におけるコミュニケーション力は高く、日本人の参加者には大変刺激になったものと思います。

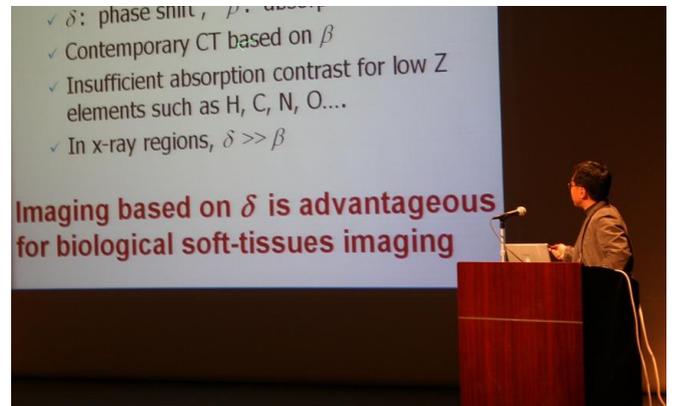


写真2：招待講演をする山形大学湯浅先生



写真3：活発な質疑応答



写真4：ポスターセッション



写真6：エイサーに合わせて壇上で踊る！

### レセプション

口頭発表会場であるテンプスホールにて立食形式で行いました。参加者はそれぞれが他研究者との交流を深めていました。また、この場で、フォーラムの各種役員や招待講演者の紹介を行いました(写真5)。

途中、沖縄の芸能であるエイサーのアトラクションがありました。これは沖縄観光ビューロの支援により地元の芸能団体が演じてくれたものです。太鼓を使った音楽と激しいダンスで参加者を圧倒しました。最後には参加者を壇上に上げての踊りとなり、大いに盛り上がりました(写真6)。

### 表彰およびクロージング

台湾での IFMIA2009 のときと同様に、学生を対象とした優秀ポスターの表彰も行いました。今回は5演題に対してポスター賞が授与されました(写真7)。

会の最後には Ra 教授より、締めあいさつがなされました(写真8)。この中で、2年後に Ra 教授ら KAIST が中心となって韓国で開催するので、そのときまた会いましょう、とあいさつされました。



写真5：レセプションでの招待講演者紹介



写真7:表彰式



写真8:Ra 教授のクロージング

### メディカルイメージング連合フォーラム

1月19日午後から開催しました。JAMIT は JAMIT フロンティア 2011 として、これを共同主催しました。連合フォーラムは他に MI 研, MII, 日本写真学会が共催しています。運営はおもに、MI 研の委員長である京大の杉本先生、幹事補佐の国立循環器病研究センターの原口先生、JAMIT フロンティア世話人である筆者らが主体となって行いました。このフォーラムでは参加費を無料とし、各学会から 2 万円~9 万円程度の支援をいただいて運営しました。JAMIT からは今回 8 万円の支援を行いました。

演題は一般演題 45 演題から構成されました。このうち口頭発表は 21 演題、ポスター発表は 24 演題でした。例年、この連合フォーラムでは招待講演やパネルディスカッションの企画を用意しますが、今年は IFMIA との連続性も考えて一般演題のみとしました。ただし、IFMIA2011 の最後の招待講演のセッションはオープンとして、連合フォーラムの参加者もこの招待講演の聴講を可能としました。

口頭発表は8分発表，7分質疑で行いました。十分な質問時間がとれましたので，ある程度掘り下げた議論ができたように思います。一方，ポスター演題については，ポスター発表に先立ちポスターティーザーを実施しました。ここでは演者は1分間のショートプレゼンテーションを行いました。名古屋大の森先生が司会をし，時には演者にツッコミを入れて笑いをとりながらも，時間どおりにまとめられました。

演題はほとんどが大学等，教育機関からのものでした。IFMIAと同様に，イメージング関係（イメージングのハードウェアおよび再構成などのソフトウェア），画質改善のポスト処理，さらにCAD等の検出や認識，位置合わせ法など，多岐にわたっています

なお，今回，日本写真学会側からの演題として，富士フィルムからステレオマンモグラフィー装置の開発に関する発表がありました。口頭発表で行われましたが，実機を使ったデモも行われ（写真9），多くの人の関心を集めていました。連合フォーラムに日本写真学会が加わり，医用画像工学の研究分野がより広がっていく予感がします。

## おわりに

1月に開催されたIFMIA2011およびメディカルイメージング連合フォーラムについて報告しました。国内の医用画像工学の研究は，特に教育機関を中心にし

て一定のアクティビティーを保っていると思います。演題集めでそれほど苦労することなく，むしろ3日間の日程の中で多数の演題をどう編成するか悩ましいこともありました。しかし，アジア，特に韓国の研究活動の活性化は日本の上をいくように感じられます。世界に目を向けるのはもちろんですが，アジアの中でも中心的な役割を担っていけるように，われわれJAMIT会員はいっそう研究を推進し，力をつけていく必要があると感じました。



写真9：デモステレオマンモグラフィーのデモ

技術交流の輪-1  
非剛体レジストレーション

## 放射線治療計画における非剛体レジストレーション

上村 幸司\*

### はじめに

がんの放射線治療後に局所再発した場合、以前治療した部位と近接しているため、再発病巣に新たに放射線治療を行うことは、照射の重複による放射線障害のリスク上、困難な場合が多かった。

近年、強度変調放射線治療(IMRT)や重粒子線治療などの高精度な照射方法が開発され、複雑な形状の病巣に放射線を集中照射し、かつ周辺の正常組織にはなるべく照射しない治療が可能になってきた。そのため、放射線治療後の局所再発患者への、再度の放射線治療が可能なケースも増えてきている。

局所再発部位に対して新たな治療計画を行う場合、なるべく過去の線量分布と重複しないように計画しなくてはならない。その場合、治療計画を行う医師が、過去の治療計画で作成した3次元線量分布の情報を、正確に把握する必要があり、そのためには、過去の線量分布を現在の治療計画CT画像と3次元的に位置合わせし、融合表示することが有効である。しかし、胸・腹部にお

いては、同じ患者であっても、時期が異なれば、体位や患者の状態により、治療計画CT画像の形状も異なるため、単純に剛体レジストレーションを用いて、線量分布の位置合わせを行うことは不可能である。

さらに、現在、自動的な手法は存在しないため、放射線腫瘍医は、過去の線量分布と現在の治療計画CT画像を別々に参照し、頭の中で重複をイメージしながら手動で新たな治療計画を行っており、その作業は非常に煩雑であり主観的になりがちである(図1)。

本稿では、胸・腹部に複数回放射線治療を行う際、非剛体レジストレーションを放射線治療計画に適用した例を紹介する。

### 過去の線量分布と現在の治療計画CT画像の融合

複数回放射線治療を行う場合、過去の治療計画を参照しながら新たな治療計画を行う。そのため、過去の治療計画で作成された線量分布を、これから治療計画を行うCT画像上に融合表示できれば、

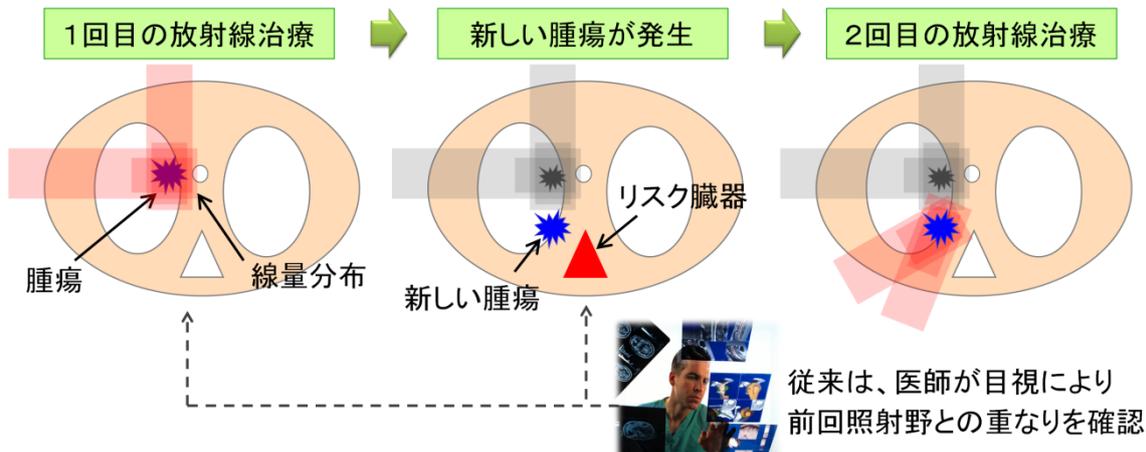


図1. 2回目の放射線治療を行う場合の治療計画

非常に有用である。

まず、過去の治療計画のため撮像された CT 画像を現在の CT 画像に位置合わせするために、非剛体レジストレーション[1, 2]を適用し、変形パラメータを得る。次に、過去の治療計画 CT 画像に対応した DICOM-RT の PLAN/DOSE 情報から、任意の座標における線量値を画素値に持つ線量分布画像を作成し、変形パラメータを適用して、現在の治療計画 CT 画像に位置合わせする。最後に、位置合わせされた線量分布画像を、DICOM-RT の PLAN/DOSE 情報に再変換することで、DICOM-RT ビューワ上で、過去の線量分布と現在の治療計画 CT 画像を融合して表示することができる。

## 実験結果

図 2 に、同一患者で時期の異なる腹部 CT 画像に、非剛体レジストレーションを適用した結果を示す。左：axial 画像、右上：coronal 画像、右下：sagittal 画像の結果であり、互いの画像の差分をとり、位置があわず差分が生じている部位に、色をつけて表示している。赤のグレースケールは正の差分値、青のグレースケールは負の差分値を表している。腸管や胃などの管腔臓器では、若干差分が見受けられ、位置合わせが不十分な部分が認められるが、全体的には非常によく位置合わせができています。解剖学的に特徴的な基準点を複数点定めて、エキスパートによる目視評価を行った結果、両画像間の基準点のずれは平均 1.13 mm となり、放射線治療で求められる 3 mm の精度は満たしていた。

次に、2 回放射線治療を行った患者の、1 回目の線量分布 (左) を非剛体レジストレーションし、2 回目の線量分布 (右) と治療計画 CT 画像に融合表示した結果を図 3 に示す。その結果、1 回目と 2 回目の線量分布の位置関係や、各部位の照射線量が明確に把握できた。

## おわりに

胸腹部に複数回放射線治療を行う患者の、過去

の線量分布に非剛体レジストレーションを適用した結果、過去の線量分布を現在の治療計画 CT 画像に融合表示することが可能になった。その結果、新たな治療計画を行う際、過去の線量分布を正確に参照しながら、照射方向や照射線量などを設定することができる可能性が示された。

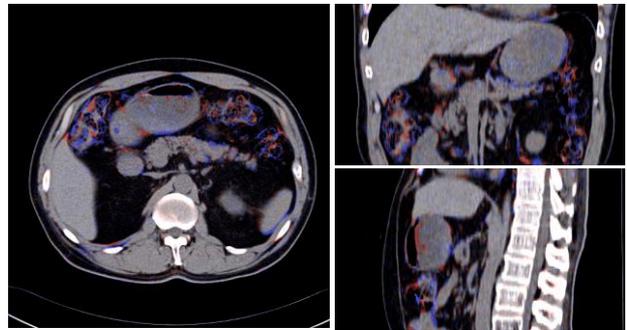


図 2. 腹部 CT 画像の非剛体レジストレーション

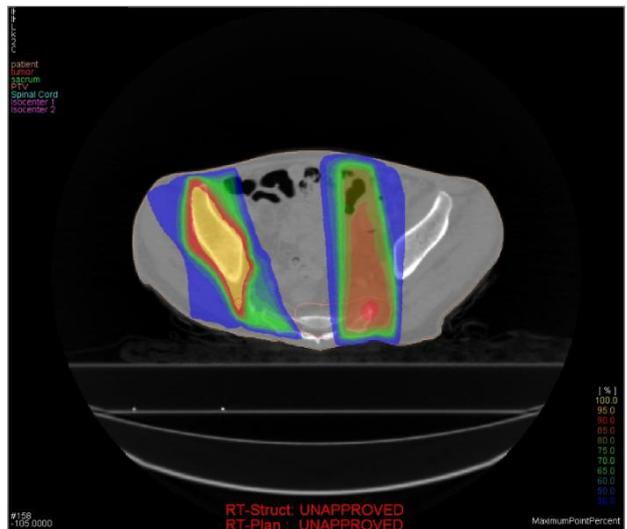


図 3. 2 回の線量分布と CT 画像の融合結果

## 参考文献

- [1]. N. J. Tustison, B. B. Avants and J. C. Gee, Directly manipulated free-form deformation image registration, IEEE Trans Image Process, vol.18, no.3, pp.624-635, March 2009.
- [2]. D. Ruechert, L. I. Sonoda, C. Hayes, D. L. Hill, M. O. Leach and D. J. Hawkes, Nonrigid registration using free-form deformations: application to breast MR images, IEEE Transactions on Medical Imaging, vol.18, no.8, pp.712-721, August 1999.

## アルツハイマー病の MRI 診断支援ソフトウェア VSRAD<sup>®</sup>

松田博史\*

エーザイ、ファイザー両株式会社の支援の元に、われわれが大日本印刷株式会社と共同開発した Magnetic Resonance Imaging (MRI) によるアルツハイマー病の補助診断を目的とした解析ソフトウェアである Voxel-based Specific Regional analysis system for Alzheimer' s Disease (VSRAD<sup>®</sup>) について紹介します。

### アルツハイマー病での MRI の必要性

MRI は、脳の詳細な構造を良好な組織コントラストで画像化することができ、放射線被ばくもないため認知症の診断に広く使われています。認知症の中で最も頻度が多い疾患はアルツハイマー病であり、原因疾患の 50% 近くを占めます。アルツハイマー病では、側頭葉の内側部が最初に選択的に萎縮することが知られており、この部位の萎縮を正確に検出することが早期診断につながります。ただし、側頭葉の内側構造は容積が小さく、内側構造の中でも最も早く萎縮を示すとされる嗅内皮質は両側あわせても 1cc 前後しかありません。その次に萎縮がみられる海馬でも両側あわせて 6cc 前後しかありません。全脳容積は 1,300cc ぐらいですから、嗅内皮質と海馬を両方あわせても、全脳の 0.5% 程度の萎縮をみつけない限りならぬこととなります。しかし、高齢になると脳は萎縮しますので、加齢による生理的な萎縮か病的な萎縮かを目で判断することは難しいことが多くあります。目で診断することを補う意味で、海馬や嗅内皮質の輪郭をコンピュータ画像上に手でトレースすることにより、容積測定

を行うこともできます。ただし、数十スライスの撮像断面にトレースすることは長い時間を要し、内側側頭構造の専門的知識も必要となります。これらのことから、アルツハイマー病の MRI による診断は、長い間、専門家の目による判断に頼らざるを得ない状況が続いてきました。

### 画期的な解析法の開発

今世紀にはいってロンドン大学の Ashburner 博士が Voxel-based Morphometry (VBM) という MRI を用いた新しい容積解析法を発表しました。この手法では、まず MRI から、神経細胞が多く存在する灰白質、神経線維が多く存在する白質、脳脊髄液成分を抽出します。この抽出には、各成分の信号値の違いと、あらかじめ多数の正常例で得られたそれぞれの成分の分布様式を参照として使います。次に灰白質成分画像を、標準脳脳図譜の形態に線形変換と非線形変換手法により変形します。この変形により、すべての被検者の灰白質画像が 3 次元的に同じ位置を持つことになるわけです。さらに、これらの画像に平滑化処理を行います。多数の健常者から得られた灰白質画像データベースを作製し、アルツハイマー病患者脳から得られた灰白質画像を標準脳脳図譜上で統計学的に処理すれば、コンピュータを用いて自動的に脳萎縮部位が評価できるわけです。この VBM の解析には Matlab という高額な画像の数値演算ソフトウェアが必要でしたが、VSRAD<sup>®</sup> は Windows PC 上で単独で VBM 解析を行うソフトウェアとして開発されました。

\* 埼玉医科大学国際医療センター核医学科 〒350-1298 埼玉県日高市山根 1397-1

## VSRAD®の主な特徴

### 1) ユーザーフレンドリーネス

VBM 解析は、もともと Matlab 上で動く Statistical Parametric Mapping (SPM) と呼ばれるフリーソフトウェア上で解析されます。SPM は研究用に開発されているためもあり、解析項目、統計処理項目の設定が複雑で、難解です。また、何ステップも入力操作を行わなければなりません。その上、個々の患者の萎縮を評価する目的では設計されていません。VSRAD®では Ashburner 博士の許可のもとに、SPM の灰白質成分画像の抽出、標準脳形態への解剖学的標準化、平滑化などのモジュールが移植され、自動的に処理が進むようになっていました。また、健常者の画像データベースとの統計検定においては、画像データベースの平均画像と標準偏差画像を用いて、脳局所ごとに個々の患者の灰白質濃度が健常者の平均濃度から何標準偏差離れているかを示す Zスコアが算出されます。この Zスコアは、カラーマップとして標準脳または被検者脳の断層面または脳表上に表示されます。ある画素の Zスコアが 2 であれば、正常データベースと比べて統計学的に危険率 5%未満で有意に萎縮していることとなります。VSRAD®では、いったん被検者の MRI を入力すれば、統計処理から結果表示まで自動的に進むわけです。処理時間はコンピュータの性能にもよりますが、1 症例 5~10 分程度です。さらに、複数例の処理も自動的に可能です。

### 2) 正常データベースを標準装備

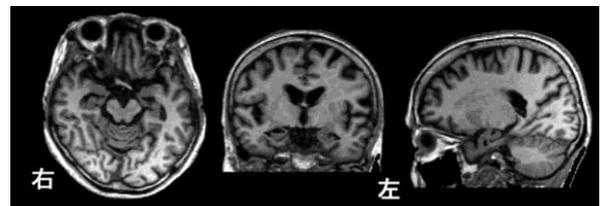
VSRAD®には 54 歳から 86 歳の健常者 80 例からなる良質の画像データベースが装備されています。これらの健常者は神経心理学的に正常であり、MRI で明らかな脳梗塞がなく、糖尿病や高血圧などの治療も受けていない方たちです。

### 3) 進化し続ける解析技術

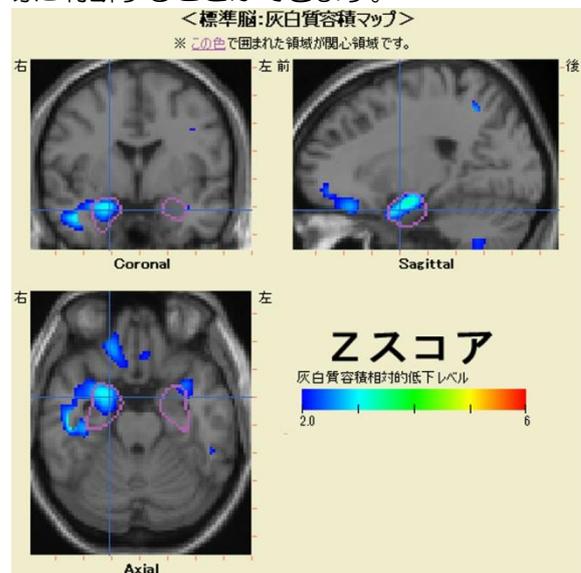
VSRAD®は 2005 年に最初のバージョンが開発されました。その後、2009 年に表示方

法などについてマイナーバージョンアップがなされ、現時点では全国約 1,900 施設で用いられています。さらに、大幅なバージョンアップを 2011 年内に行う予定です。今回のバージョンアップでは、灰白質成分の抽出および解剖学的標準化の精度が向上しており、アルツハイマー病の診断精度が数%向上しています。また、白質の萎縮評価も可能となり、アルツハイマー病のみならず、認知症を来す他の疾患の診断にも威力を発揮するものと期待されます。さらに、従来の VSRAD®では著しい脳室拡大などのために解析不能であった症例も、処理可能となります。懸念されるのは、処理時間ですが、コンピュータの性能は日進月歩で向上しているため、1 症例 10 分程度で処理できると考えています。ご期待ください。

70 代女性、アルツハイマー病の MRI 内側側頭部の萎縮判定は困難です。



同症例の VSRAD®解析  
萎縮を示す Zスコアのカラーマップが右側頭葉内側に認められます。萎縮程度を客観的に容易に判断することができます。



## 近赤外光イメージング装置 OMM-3000 シリーズ

今井 豊\*

### 1. はじめに

近赤外法の医学応用とは、近赤外光が高い生体透過性を有し、酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンが近赤外領域で異なる吸収スペクトラムを持つことを利用して、生体組織内の酸素状態を測定することが可能であることを利用して診断に供することである。その中で、最近、注目を集めているのは、脳神経活動と脳血流変化とのカップリング原理に基づいて、脳の賦活状態を測定する手法であり、機能的近赤外分光法 (functional NIRS : fNIRS) と呼ばれている。

fNIRS の臨床応用には、1) 言語野関連病変 (側頭葉腫瘍等) 又は正中病変における外科手術に当たり言語優位半球を同定する必要がある場合、2) 難治性てんかんの外科的手術に当たりてんかん焦点計測を目的に行われた場合について、各手術前に 1 回保険適用となっている。最近では、うつ状態の鑑別診断補助として第 2 項先進医療に承認されている。

fNIRS 装置の特長は、脳機能を測定する他のモダリティである MRI や PET 装置と比較して、以下の点があげられる。

- 1) 微弱な近赤外線を使用しているため、無侵襲である。
- 2) 小型で装置を移動することができ、特殊な検査室を必要としない。
- 3) 被検者を寝台に固定する必要がなく、自然な状態で測定できる。

上述の特長を活かして、新生児をはじめ未熟児や児童の発達に関する研究、脳卒中患者のリハビリ

テーション効果、高次脳機能障害に関する研究など、幅広く研究に使用されており、これからも適用範囲は広がっていくと期待できる<sup>1)</sup>。

島津製作所では1985年より、生体組織内の酸素状態の測定を目的としたNIRSの研究を始め、1991年には、日本初の臨床装置としてOM-100Aの製品化に成功した。この装置は主に手術中の脳内酸素状態の監視、運動負荷試験における筋肉への血液供給のモニタなどに使用された。その後、2ヶ所を同時測定可能な2チャンネル型OM-220から多チャンネル型OMM-2001へと、ユーザの要求に基づき、開発を進めてきた。脳の科学は未踏の領域が広く、そのためfNIRS装置は、脳機能測定の様々な用途に対応する必要があり、高い性能や拡張性が要求されている。本稿では、島津製作所のfNIRS装置である近赤外光イメージング装置OMM-3000シリーズの特長について、以下に述べる (図1. 1) (図1. 2)。

### 2. 特長

#### 2.1 光源と光検出器

fNIRS装置では、光源から出力された近赤外光が送光ファイバを介して頭表より脳内に照射され、大脳皮質で吸収・散乱を受けた近赤外光が受光ファイバを介して光検出器で検出される。したがって、fNIRS装置の重要な構成要素としては、光源と光検出器があげられる。本装置は、安定な光出力が得られるよう、光源に半導体レーザを採用している。また、3波長方式を用いることにより、安定した高精度な測定を実現している。光検出器には光電子増倍管を採用しており、これはダ

\*島津製作所 医用機器事業部マーケティング部 〒604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町 1

イナミックレンジが広いこと、光の通りやすい新生児から、光の通りにくい毛根密度の高い被検者に対してまで広く適用できる。また、光電子増倍管は感度が高く、光ファイバの長さを10m以上に延長することができ、MRIとの同時測定やリハビリテーションの歩行時計測など、被検者と装置本体を離して測定をすることが可能である。一方、送光の仕方にはレーザ光に変調をかけて同時に



図 1.1 OMM-3000 外観

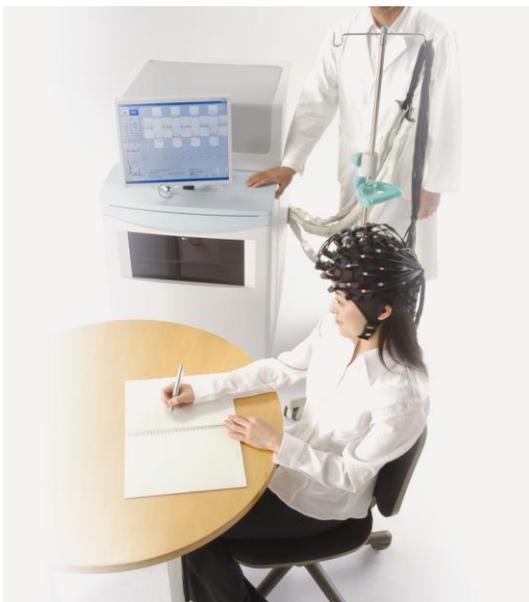


図 1.2 OMM-3000 と被験者

点灯することでサンプル時間を短くする方式があるが、復調時のクロストークノイズはゼロにはならないので、本装置はサンプル時間を少々犠牲にしても順次点灯によるクロストークノイズゼロを求めた。可能な限り信号の質をあげる工夫を行っている。

本装置は、送光ファイバと受光ファイバの数が異なる4タイプがあり、用途に応じて、タイプを選択することができる(表1)。

表 1 装置構成

装置名	送受光 ファイバ数	測定チャン ネル数
OMM-3000/4	4 組	10
OMM-3000/8	8 組	24
OMM-3000/12	12 組	38
OMM-3000/16	16 組	52

## 2.2 ネットワーク統合機能

ネットワーク統合機能(オプション)は、多くの測定チャンネル数が必要な場合に、2 台の装置をネットワークで接続し、1つのシステムとして統合する機能である。この機能を用いると、測定チャンネルを 100 チャンネル以上に拡張できる。2 台の装置のうち1台をマスター装置、他方をスレーブ装置として、マスター装置の画面で全チャンネルのデータをリアルタイムで観測することができる。このネットワーク統合機能では、多チャンネルの測定が可能でありながら、装置を大型化することなく、NIRS 装置の特長である機動性を保つことができる。測定時には必ずしも常にすべてのファイバを使うわけではないため、分離すれば1台ずつ独立した装置としても使用でき、装置の稼働率を上げることができる。

## 2.3 自在調整曲面ホルダ

自在調整曲面ホルダ (FLExible Adjustable Surface Holder : FLASH) は、様々な形状の頭部に密着させることができる島津独自の構造を持つファイバホルダである。安定したデータを取得

するためには、送受光ファイバの距離を等間隔に保持し、頭部にしっかり密着させる必要がある。ファイバホルダは成型タイプや伸縮タイプが考えられるが、成型タイプは原理的に曲率の異なる曲面に配置することはできない。頭部の局率（個人差によって異なるため、送受光ファイバが頭部に密着できない場合が発生する。伸縮性タイプは近似的に曲率の異なる曲面に配置させることはできるが、送受光ファイバ間距離が変化する可能性がある。我々が開発したFLASHは、ガウス・ボンネの公式を曲面上の四角形に適用することに基づいている。その公式から、四角形を様々な曲面にフィッティングさせるためには、四角形の内角の和を曲率に応じて変更できる機構が必要であることが導かれる。基本構造を送受光ファイバ4つで四角形を形成すると考えると、四角形の辺に相当する部材に、伸縮性は有せず可撓性（曲げやすさ）を有する素材とし、その辺の両端に送受光ファイバを保持するソケットを設け、各辺が回転可能で回転角を保持できる構造とする。この基本構造により、辺の可撓性と協調によって、四角形の内角の和を変更でき、ソケット構造により、任意の曲面を保持することができる。本装置では、FLASHを用いた頭頂用ファイバホルダ、側頭用ファイバホルダを標準装備している（図2）。これら

のファイバホルダに送受光ファイバを自由に配置できることから、目的部位を容易に計測することができる。全頭用ファイバホルダ（オプション）では、シームレスに全脳測定が可能である。また、ホルダキット（オプション）を用いて、ユーザが独自のホルダを作成することができる。

#### 2.4 新生児ホルダ

新生児ホルダは新生児専用の小型のファイバホルダ（オプション）である（図3）。NIRSは無侵襲であることから新生児にも使用することができるが、新生児では特に安全性に配慮する必要がある。この新生児ホルダは、装着面がフラットで、突起のない構造とし、新生児の非常にデリケートな皮膚に対応した。ファイバホルダ形状が小さいことから、ファイバホルダの周囲を形状可変ワイヤで構成し、自在に形状を変更可能である。また、厚さ5mmの薄型直角の送受光ファイバを開発し、小型軽量で、新生児の小さな頭部への装着が容易である。

#### 2.5 GLM統計ソフトウェア

GLM統計ソフトウェアは、一般線形モデル（General Linear Model : GLM）を用いた統計的検定評価を行う解析ソフトウェアである。GLMはMRI信号のような時系列データに対処可能に一般化され、脳機能画像の標準的な統計解析法として

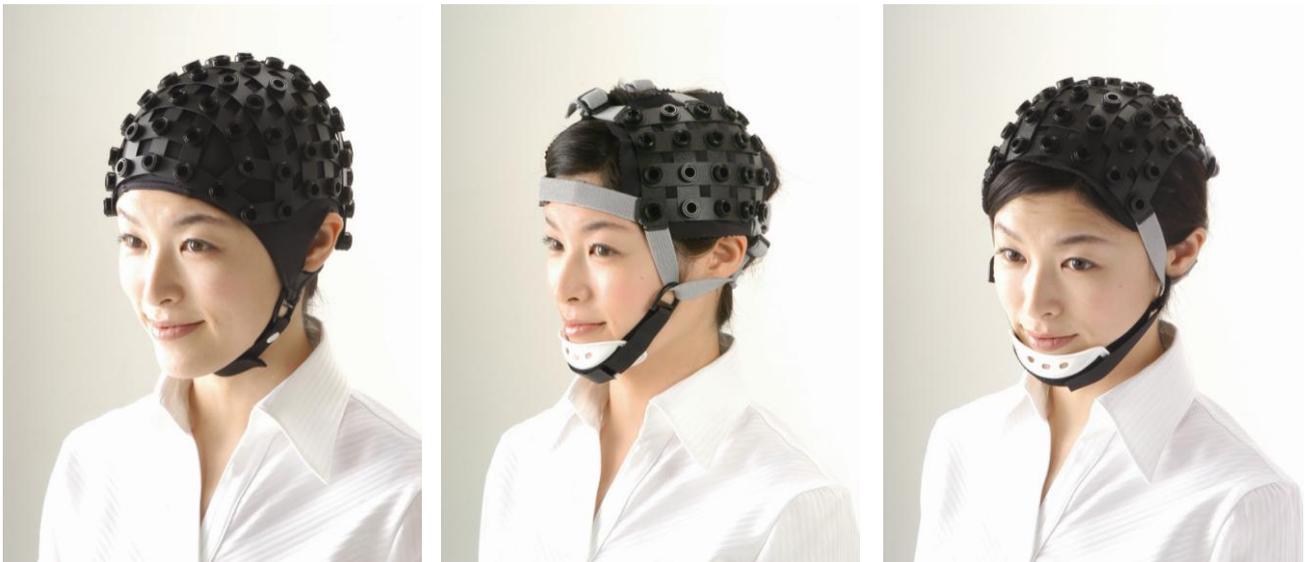


図2 頭頂用（左）、側頭用（中）、全頭用（右）のファイバホルダ

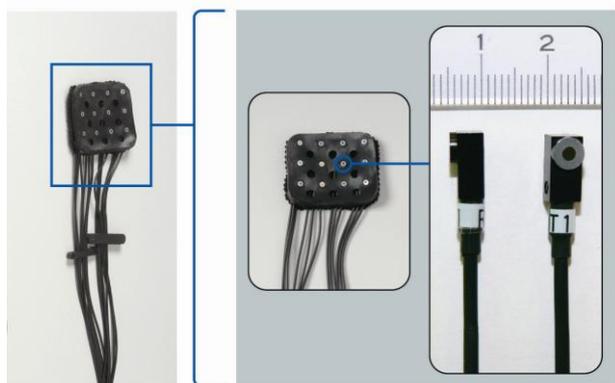


図3 新生児ホルダ

定着している手法である。本ソフトウェアでは、あらかじめ設定された統計的パラメータや応答関数によって、検定ボタンを押すだけで、有意差のあるチャンネルを色付けし、視覚的に表示することができる。応答関数として、デルタ関数、ガウス関数、2パラメータガンマ変数関数が選択でき、応答遅れや時間シフトなどのパラメータ設定も可能である。また、平均値、標準偏差やt値などの統計データや統計モデルから得られたフィッティングカーブをグラフ表示し、検定結果の確認をすることができる。さらに、より視覚的にわかりやすくするために、t値や有意差の統計検定のマッピング表示をすることも可能である(図4)。

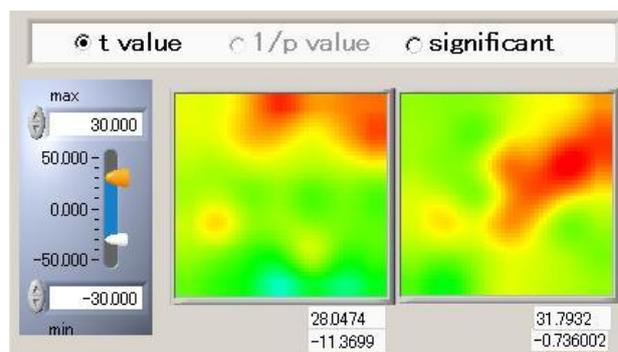


図4 t値マッピング表示

### 3. むすび

近赤外光イメージング装置 OMM-3000 シリーズの特長について紹介した。本装置が、臨床診断の一助となることができれば幸いである。今後とも、より充実した機能を拡張していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 片山容一、酒谷薫：臨床医のための近赤外分光法(日本脳代謝モニタリング研究会). 振興医学出版社, 2002

製造販売認証番号

21600BZZ00195000	機能検査オキシメータ [近赤外光イメージング装置 OMM-3000シリーズ]
------------------	----------------------------------------

\* \* \*

お知らせ
------

## 医用画像データベース

清水 昭伸\*1

JAMIT の正会員や賛助会員を対象に、以下の医用画像データベースを販売しています。確定診断や重要な画像所見以外にも、一部には解剖構造や疾患領域をマークしたデジタルデータも添付され、CAD や CAS の研究に最適です。また、このデータベースは CAD コンテストや CAD 勉強会などの CAD 委員会の活動 (<http://www.jamit.jp/cad-committe/outline>) とも深く関係し、今後は臓器の確率アトラスなどの統計アトラスの配布も予定されています。この機会に是非ともお求め下さい。

1. マンモグラフィーデータベース  
解説書とスケッチつき 価格 : 20,000 円 画像数 : 40
2. 胃 X 線二重造影データベース  
解説書とスケッチつき 価格 : 20,000 円 画像数 : 76
3. 間接撮影胸部 X 線像データベース  
解説書とスケッチつき 価格 : 10,000 円 画像数 : 50
4. 胸部 CT 像データベース  
簡単な説明書つき 価格 : 20,000 円 画像数 : 82
5. 腹部 CT 像データベース  
簡単な説明書つき 価格 : 30,000 円 CAD コンテスト参加者は 5,000 円  
画像数 : 60, 症例数 : 15  
各症例 4 時相 (造影なし, 早期相, 門脈相, 晩期相) の画像を含む)

※お申し込みは以下の HP から可能です。なお、上記の価格や仕様は 2009 年 10 月時点のもので  
す。最新情報は必ず HP でご確認下さい。

<http://www.jamit.jp/cad-committe/caddbinfo>

## JAMIT e-News Letter No.8(通算62※)

発行日 平成23年4月15日

編集兼発行人 安藤 裕

発行所 **JAMIT** 日本医用画像工学会

The Japanese Society of Medical Imaging Technology

<http://www.jamit.jp/>

〒113-0033 東京都文京区本郷 6-2-9

モンテベルデ第二東大前 504 (有)クァンタム内 日本医用画像工学会事務局

TEL: 03(5684)1636 FAX: 03(5684)1650 E-mail: [office@jamit.jp](mailto:office@jamit.jp)

※本誌の前身であるCADM News Letterからの通算号数です。