

# CARDM

Computer Aided Diagnosis of Medical Images

# NewsLetter



コンピュータ支援画像診断学会

2004.9

No.42

## 横断型診断支援技術とそのロボティクス外科への寄与

東京農工大学 大学院 共生科学技術研究部 小畑秀文

### 1. はじめに

コンピュータ外科学会と CADM とが合同で大会を開催するようになってから 10 年が経過した。昨年の大会が 10 周年というわけである。筆者が大会長を勤めたのがその最初であった。この合同開催が両者にまたがる研究を促進するのに役立っていると思われるが、それが期待通りかどうかは、判断のわかれるところであろう。以下では計算機支援診断 (CAD) とコンピュータ外科あるいはロボティクス外科 (CAS) とを一つの側面から対比し、技術の現状を通して両者の関係を改めて考えてみたい。それを踏まえ、CAD 技術の新しい流れに基づいて、両者の結びつきがより緊密化するであろうことを示してみたい。

### 2. CAS と CAD 技術の対比

CAD と CAS との間には意外に大きな相違がある。両者の相違点の中で重要なところを対比してみると表 1 のようになる。

現状の CAD システムは単能機であり、ある特定の臓器の特定の疾病 (特にがんが中心) を対象としている。したがって、極論すると、対象臓器以外のものは考慮の対象外といってよい。また病変部に注目すると、病変部分の領域の正確なセグメンテーションはそれほど重要視されているわけではなく、病変部分の位置が正しく指摘でき、大体の大きさが求められれば、診断支援システムとしては、少なくとも現状では、合格となる (特徴量の抽出などを考えれば、領域推定の精度が高いほどよいことは当然ではあるが、その精度が表立ってシステム性能を左右するものとはなっていない)。また、異常陰影を含む臓器の内部構造、特にその近傍領域の内部構造を正確に求めることも、表立ったシステムの要求事項とはなっていない。

病変部分に外科的処置を施すことを考えると、上記のように CAD システムが特に重要としていない部分 (言い方を変えると、CAD 技術がカバーしきれていない部分) が逆に非常に重要度が高くなっていることがわかる。外科的処置では病変部がどこまで

及んでいるのか、その範囲を正しく判別することがまず重要である。またその切除などを考えたときに、血管や神経など、影響の大きなものを傷つけずにメスを入れようとすれば、病変部近傍の臓器構造を正しく把握することが極めて重要になる。さらに、対象臓器を含み、その周辺の臓器のセグメンテーションはもとより、それらの三次元的配置を正しく把握することは手術を施すうえで重要な情報となろう。

このように考えると、現状においては CAD システムがロボティクス外科に直接寄与できる部分は非常に少ないといわざるを得ない。距離は意外に大きいわけである。逆に、ロボティクス外科の分野において、研究対象としてこれらの課題が重要なものとして認識され、組織的な取り組みがなされたかという点、必ずしもそうではなかったといえそうである。将来の期待としては、CAS と CAD とが補完的な関係になり、両者が融合することであるが、現状はそれからはかなりの隔たりがあるといつてよい。

### 3. CAD の新潮流

CAD システム開発に新しい潮流といえるものが現れつつある。文部科学省科学研究費補助金 特定領域研究 として「多次元医用画像の知的診断支援」が採択され、平成 15 年度より 4 年間の予定で研究がスタートした [1], [2]。CAD 関係では初めての大型プロジェクトといつてよい。このプロジェクトの狙いは、現在の CAD システムが単能機であるのに対して、多臓器・多疾病を対象としたシステムの実現を目指すものである。それは、「電体新書」と「電脳医学大全」を基礎にした臓器・疾病横断型 CAD システムの開発を目的としている。電体新書とは解剖学的知識を電子化したものであり、各臓器のモデルや空間的なネットワーク構造などをデータベース化したものをいい、画像データから臓器構造を理解する基本をなす。電脳医学大全とは診断学を電子化したデータベースである。正常な臓器の内部構造を把握し、疾病による画像上の変化などの知識を網羅したもので、正常構造を理解し、正常状態から離れた部分がいかなる疾病であるのかを判断する多疾病診断の基礎をなす。これら 2 つを基礎にして、臓器構

造のモデリングを行い、実際の入力画像の正確なセグメンテーションを実現し、正常構造の正確な認識・理解に基づいた CAD システムの開発を目的にしている。ここでは、画像化された人体の臓器は等しくセグメンテーションの対象となり、その正常構造から外れた部分を異常領域として、その病変の特定を行うシステムを目指す。この未来型 CAD システムの構成を示せば図1のようになろう。そこで必要とされる処理技術の中で、特に臓器のモデリングと正確なセグメンテーション、各臓器の内部構造の理解などを目指すことから、現状の CAD と対比すると表1の「次世代の CAD」の欄のように変化すると期待される。それが実現すると、CAD 技術の成果はロボティクス外科が要求するものとマッチし、CAD と CAS とがシームレスにつながるといい。すなわち、臓器・疾病横断型 CAD システムの開発とロボティクス外科に必要とされる技術の共通基盤が特定領域での主要な目標の一つとなっている。それはロボティクス外科の分野との融合に向けた技

術開発への大きな一歩ともいえる。

4. おわりに

CAS と CAD との大会の合同開催の実が挙がるのは、やはり両者の関係が蜜になったときとあってよい。現状はそれからは距離のある状態と思われるが、CAD の新潮流は両者の距離を一挙に短縮する可能性を持っている。特定領域の研究のスタートを機に両者の連携がより密になることを望みたい。

本研究の一部は文部科学省科研費特定領域研究の援助による。

参考文献

[1] <http://www.future-cad.org/fcad/index.htm>  
 [2] 小畑：医用画像の計算機支援診断技術の現状と動向、医用画像情報学会誌、Vol. 21, No. 1, pp. 11-18, 2004.

表1 CAS と CAD 技術の対比

機能	CAS	現状の CAD	次世代の CAD
臓器の内部構造の把握	重要	無関係	不可欠
他臓器の認識	重要	不要	不可欠
病変部の範囲の同定	厳密さを要求	厳密でない	高精度
実時間性の要求度	低い	高い	高まる
ナビゲーション	重要	重要	重要

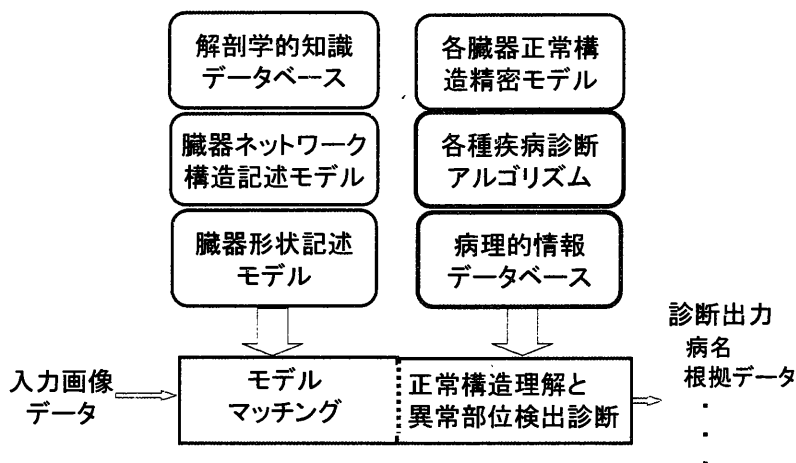


図1 次世代型 CAD システムの構造

# 仮想化内視鏡システムと コンピュータ外科・コンピュータ支援画像診断

森 健策

## 1. はじめに

最近の医用イメージング装置の発達は目覚しく、数年前のそれとは比較にならないほど、非常に高精度な3次元医用画像の撮影が可能となってきた。多列検出器型CTを用いれば、わずか20秒間に、0.5mmの解像度で広範な部位の3次元等方解像度画像を取得できるようになった。実時間でのボリュームレンダリングに代表される「高速・高精度可視化手法」、「各種モダリティ画像間の位置合わせ(レジストレーション)手法」、人体の変形をシミュレーションする「3次元画像変形処理手法」、3次元画像から種々の情報を取り出す「3次元画像解析技術」など、3次元画像処理技術自身もますます高度化している。これらは、コンピュータ支援医用画像診断(CADM: Computer Aided Diagnosis for Medical Images)、コンピュータ外科(Computer Assisted Surgery)の両分野に対して大きな影響を与えている。外科手術の分野において3、「3次元医用画像の高精度化」ならびに「3次元画像処理手法の進展」の2つの相乗効果により、次元画像を利用した高度な術前シミュレーション、術中ナビゲーションなどが可能となっている。一方、一度の撮影で約1000枚近いCT像を撮影することが可能であることから、大量の画像を計算機上で解析しわかりやすい形で提示、あるいは、画像中に含まれる臓器に関して異常の有無を検出しその結果を提示するコンピュータ支援画像診断に対する期待が高まっている。コンピュータ外科ならびにコンピュータ支援画像診断は一見独立した分野のように見受けられる場合もある。しかしながら、各患者の人体内部の状態を表す画像を撮影し、それを基に診断、判断、手術計画の策定、手術の遂行、術後の経過観察、という一連の流れを見て明らかのように、両分野は画像を核とした密接なつながりがある。そこで本稿では、筆者が所属する研究室において精力的に研究・開発を進めてきた「仮想化内視鏡システム」を中心に据え、CASおよびCADM分野の連携を探る。

## 2. 仮想化内視鏡とCAD・CADM

仮想化内視鏡システム(VES: Virtualized Endoscopy System)は3次元医用画像を基にあたかも内視鏡で観察したかのような画像を生成するシステムである(Fig.1)<sup>2)</sup>。基本的な手法は1994年頃にその第1報が報告されている。大腸鏡、気管支鏡といった実内視鏡と比較し、仮想化内視鏡システムは、(1)患者に苦痛を与えない観察が可能、(2)任意位置・方向からの観察が可能、(3)半透明表示することで対象とする臓器のみでなくその背後にある臓器まで観察可能、といった利点を持つ。仮想内視鏡システムは多くの病院で活用されており、医用画像観察手法の一つとして定着した。

一般的に、手術は人体内部を観察しながら行われるため、人体内部の形状をそのまま描画する仮想化内視鏡システムは最も基本的な手術支援画像を生成するシステムであるともいえる。半透明処理表示、スライス像との対応付け表示等の機能を利用することで、仮想化内視鏡システムから生成される画像だけでも十分な手術支援画像となり得る。一方、コンピュータ支援画像診断においても、臓器内部の状態を可視化し医師に対して提示することは非常に重要である。スライス像のみではわかりづらい管腔臓器内壁面の形状を的確に可視化することで、画像診断に必要な情報を提示することができる。また、壁面の形状特徴に応じて壁面を色付けし、かつ、リアルタイムでのさまざまな方向からの観察を可能とすることによって、医師の診断過程を増強(情報の増強)することも可能とする。もちろん、病変部自動検出機能と仮想化内視鏡を組み合わせることにより、大腸ポリープ、胃がんなどの病変部を自動検出し、その箇所を医師に提示する機能も実現できる。

## 3. 仮想展開像とCAS・CADM

仮想化内視鏡システムは、3次元CT像などに基づいて臓器内部の様子を忠実に再現することを目的として開発されてきた。入力される3次元CT像を積極的に変形することで、よりわかりやすく臓器形状を可視化する手法も存在する。胃、あるいは、大腸など比較的大きな管腔臓器内部を観察する場合、数多くの視点位置・視線方向の変更をしなければならない。このような場合には、臓器を切開し平面上に展開して観察した方が、臓器壁面上のひだパターンなどを観察しやすい場合もある。そこで、3次元CT像より臓器領域を取り出し、それを弾性変形することで臓器の仮想展開像を生成する手法<sup>3)</sup>、臓器芯線に沿って展開像を生成する手法などが提案されている。これらの手法により得られた展開像の例をFig.2に示す。これらから、展開像上において胃壁ひだの走行の様子を的確に把握可能であることが確認できる。実世界において、このような展開結果の観察は切除後にしか行えないが、これらの手法を用いることで、あらかじめ展開標本像上で病変部の位置・形状、胃壁ひだの走行状況などを診断することができ、よりの確な胃切除術等が遂行可能となることが期待される。

## 4. 仮想化腹腔鏡とCAS・CADM

最近では低侵襲手術の一つとして、腹腔鏡下手術が数多く行われてきている。腹腔鏡下手術の場合、腹腔鏡が撮影可能な範囲は非常に限られており、術者はこの限られた視野の画像を見ながら手術を行わなければならない、病変と他臓器との関係を把握するのが困難な場合もある。一方、仮想化内視鏡システムでは、視点位置・視線方向に対する制限



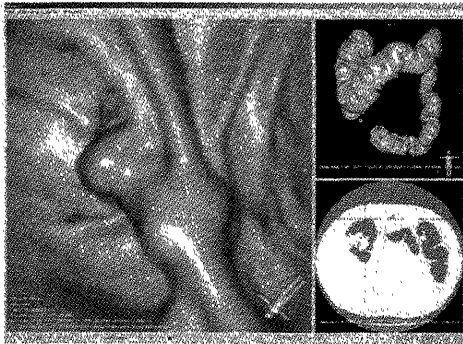


Fig. 1 A screenshot of Virtual Endoscopy System

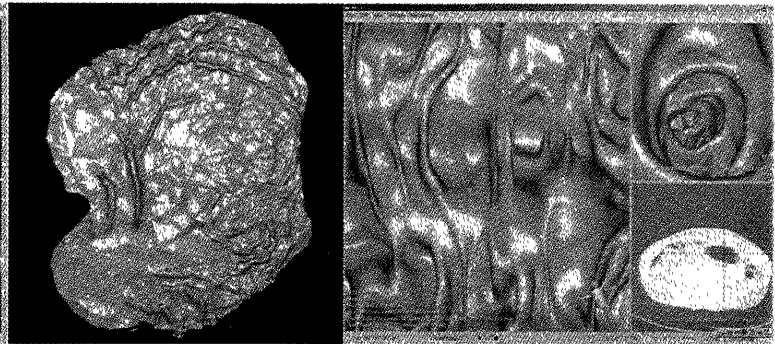


Fig. 2 Stretched views of (a) the stomach and (b) the colon

がなく、さまざまな方向からの内視鏡画像を生成することができる。従って、仮想化内視鏡システムにより生成される仮想化腹腔鏡像を腹腔鏡下手術中の補助的なビューとして提示することにより、腹腔鏡下手術を支援することができる。そこで、気腹前の状態で撮影されたCT像から仮想的な気腹により腹壁を持ち上げ、仮想化腹腔鏡像を提示する手法が報告されている<sup>1)</sup>。この仮想化腹腔鏡において、CADM分野における研究成果である各種臓器セグメンテーション結果を用いることで、各臓器に対してそれぞれ異なった色を割り当てることで、よりの確かな手術支援画像を生成することができる (Fig. 3)。

5. 軟性内視鏡ナビゲーションシステムとCAS・CADM

気管支鏡・大腸鏡といった軟性内視鏡を用いた検査は、画像取得中(内視鏡カメラによる撮影中)に様々な判断を求められる画像診断法であるともいえる。このような内視鏡検査は、リアルタイムでの画像診断支援機能(CADM分野)、および、現在内視鏡により観察している部位の検査・手術前画像への表示、臓器壁面下に存在する重要臓器(大動脈など)の表示、目的とする部位までの誘導、などといった検査・手術ナビゲーション機能(CAS分野)の両者が必要とされる。気管支鏡・大腸鏡といった軟性実内視鏡と仮想化内視鏡を融合し、CAS・CADM両分野での研究成果を統合することで、より高度な軟性内視鏡ナビゲーションシステムを実現できる (Fig. 4)。このシステムを実現するために、画像間位置合わせと仮想化内視鏡を利用した内視鏡カメラ動き推定手法、現在観察している壁面下に存在する構造物を実内視鏡像に重ね合わせて表示する手法、3次元胸部CT像から抽出された気管支領域の各枝に解剖学的名称を対応付ける手法と組み合わせ実気管支鏡による観察時に解剖学的名称を重ね合わせ表示する手法の研究がそれぞれ行われている。



Fig. 3 Virtualized laparoscope Fig. 4 A screenshot of flexible endoscope navigation system

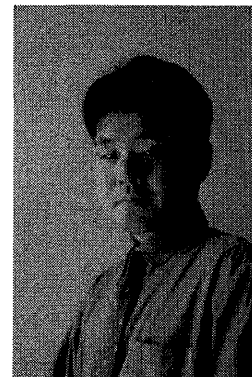
6. むすび

本稿では、コンピュータ外科と画像診断支援技術の連携の観点から、仮想化内視鏡システムを中心とした種々のトピックスを取り上げた。CASならびにCADM両分野において、診断・手術の的確な遂行を支援するための画像を生成する手法の開発は非常に重要な研究課題といえる。今後、仮想化内視鏡システムが診断・手術支援画像を生成する核となるシステムとしてより 層発展することを望む。

謝辞 日頃医学的見地からご指導頂きます九州大学橋爪誠先生、札幌医科大学名取博先生、札幌厚生病院森雅樹先生、北海道恵愛会南一条病院高島博嗣先生、国立がんセンター東病院縄野繁先生、藤田保健衛生大学片田和廣先生、名古屋大学木永研究室諸氏に深謝します。本研究の一部は文部科学省・日本学術振興会科学研究費補助金・21世紀COEプログラム、厚生労働省がん研究助成金によった。

参考文献

- 1) 片田和廣, 16列マルチスライスX線CT像による人体の形態・機能検査, 生体医工学, 2003; 41 (第42回日本エム・イー学会大会特別号); 21
- 2) 森健策, 鳥脇純一郎, 仮想化内視鏡システム 電子情報通信学会誌, 2001; 84; 294-298
- 3) Oka H, Hayashi Y, Mori K, Suenaga Y Toriwaki J, A method for generating unfolded views of organ and its comparison with virtual endoscopy based on endisplayed Region Rate, Proc. of SPIE (SPIE Medical Imaging 2003), 2003; 5031; 99-101
- 4) 林雄一郎, 大田圭亮, 宮本秀昭, 森健策, 末永康仁, 鳥脇純一郎, 橋爪誠, 腹腔鏡下手術支援のための仮想腹腔鏡像作成手法の検討, 第12回日本コンピュータ外科学会大会・第13回コンピュータ支援画像診断学会大会合同講演論文集, 2003; 印刷中



## CAD システムの医療への展開

国立がんセンター東病院 縄野 繁

### 1. はじめに

日本の放射線診断医数は欧米と比較して数が少なく、大病院においても全ての放射線（画像）診断を担当している所は少ない。大量の症例を短時間で読影しなければならない検診においても読影医の不足が懸念され、不足する読影医の代わりにコンピュータで補う「自動診断」の発想が20年以上も前に生まれた。昭和59年からは厚生省がん研究助成金による自動診断に対する研究班が組織され、平成15年度から厚生労働省がん研究助成金・縄野班として引き続き研究・開発が続けられている。また、平成4年にはコンピュータ支援画像診断学会（CADM）も設立され、読影医の不足を補い、医療費の削減と精度向上のために、医学と工学の分野の研究者が協力して研究を行う体制が整えられた。

一方、CAD(Computer-aided Diagnosis)の概念もこの20年間に少しずつ変わり、コンピュータが読影医の代わりにする自動診断から、解析結果を第二の意見として読影医に呈示することにより、診断精度の向上を目指す方向に変化してきた。そして、1998年には米国のR2 Technology社が開発したImageCheckerというフィルムスクリーン・マンモグラフィーに対するCAD装置がFDAから認可を受け、いよいよCADが医療現場へ展開される時代となってきた。

本稿では、私が関与してきたCADの開発を通して、日本におけるCADシステムの医療への展開の現状について述べることにする。

### 2. FCR マンモグラフィーCAD システムの開発

1991-2年より国立がんセンター東病院、東京農工大学・小畑研究室、富士写真フィルムと共同し、Fuji Computed Radiography (FCR)を利用したマンモグラフィーに対するCADの開発がスタートした。開発当初よりデジタルマンモグラフィーによるCADをターゲットとし、撮影したデータはダイレクトにCADシステムに送られ、読影モニターでCADを併用しつつ読影を行うスタイルを想定して開発が進められた。また、石灰化に対する強調処理を行い、CADが検出した領域を自動的に拡大して表示する機能を付加することで

読影時間の短縮を目指した。CADの計算はいわゆる「乳癌腫瘍」と「微細集簇石灰化」に分けて行われるが、乳癌腫瘍には「非対称影」や「濃度の差」しか所見を示さないような乳癌がんも対象に含めた。

1995年には実験機1号が完成し、国立がんセンター東病院に設置された。この装置ではSUNのワークステーションを使用し、2304x1728、8ビットの高精細ブラウン管モニター2台を備えていた。1症例4枚のマンモグラフィーの処理時間は20分であった。

1996年1月から1997年9月の間に国立がんセンター東病院で左右計4枚が撮影された全ての症例（乳癌237例を含む1037例・4148枚）についてCAD結果の解析をおこなった。なお、CADの正解は、「乳癌腫瘍」では病理学的に悪性が証明されたものとし、微細集簇石灰化ではフィルム上で読影専門医が確認したものとした。乳癌腫瘍に対する正診率(TP)は90%、拾いすぎ(FP)は1画像当たり1.4個であり、集簇石灰化のTPは93%、FPは1画像当たり0.4個であった。さらに、この装置を使用して当院の外科系レジデント5人に対し読影実験を行ったところ、有意にCAD併用読影の成績が優れていた結果が得られた。

その後は特に腫瘍に対するTPの向上を目指しソフトの改良が進められたが、TP増加に伴いFPも増加する傾向があった。(表1)

表1 ソフト改良による抽出力の変化

Version	乳癌腫瘍 %	← FP/画像	集簇石灰化%	← FP/画像
2.0	74	1.2	83	0.9
2.5	77	1.4	84	0.6
3.0	82	1.8	89	0.5

2000年には実験機2号が完成した。コンピュータをPCベースとし、2.5kx2k、10ビットブラウン管モニターを2台備え、4枚のマンモグラフィーの計算時間は4分に短縮した。(図1)

この装置は当院を含め日本全国の9カ所の施設に設置され、各施設で実際にCADの成績が調査された。この結果、撮影装置のグリッドの性能によりCADの検出結果に差が出ることが判明したが、ファントムデータやFCRのS値やL値を使用して閾値を自動的に変動する処理を組み込むことでCADの成績のばらつきを最小限にすることを可能とした。

この時のCADシステムを使用した医師の意見では、①多少FPが多くても広い落としを減らした方がよい。②明らかな乳癌に印が付かない場合があると、このCADシステムの信頼性が低下する。③乳癌腫瘍の候補はFPが多く、信用できない。④FPを大幅に減らして、確実な乳癌だけに印を付けて欲しい。というものであった。①と③は全く逆の意見であり、読影医もどのようなCADシステムが理想なのかつかみ切れていないという印象であった。

2002年には市販を前提とした最終プロトタイプが完成した。大きな特徴は読影画面を20.8インチ・3Mの医療用高精細液晶モニター2台としたことである。また、2001年には1ピクセルが50ミクロンと、従来の1/2になった新しいFCRマンモグラフィ専用装置が開発され、CADシステムこれにも対応することとした。(図2)

このシステムの画面では、まず初めに4枚のMMGがCAD無しで表示され(図3)、次にマウス左をクリックすると乳癌腫瘍の候補領域は矢印で、微細集簇石灰化の候補領域は白枠で表示される。(図4)さらに、もう一度左クリックすると、石灰化領域が拡大されて画面脇にあらわれる。(図5)図6は微細集簇石灰化を所見とする乳癌、図7は腫瘍型乳癌の症例である。

プロトタイプCADシステムが開発され、CADを併用して読影することでどれだけ見落としが低減できるかを確かめるため本格的な大規模読影実験を計画したが、前段階として予備実験を試行した。参加した医師は7名、フィルム、液晶モニター、液晶モニター+CADの3種類であり、一人がそれぞれの装置で異なる25症例ずつを読影した。この時のCADソフトはVer.4.0であり、乳癌腫瘍と集簇石灰化のTPはそれぞれ95%、92%であり、FPは1画像当たり0.88と0.43であった。この実験では、読影セットによって診断の難易度が異なってしまったため、残念ながらCAD併用読影の有意差が得られなかったが、いくつかの重要な知見が得られた。それは、CADを併用することで読影レベルが高い医師でも拾い上げが増したが、診断が非常に難しいがんは見落とされていた。一方、これらの診断の難しい症例で

も80%はCADが指摘していた。CADが検出できなかった典型的乳癌腫瘍を見落としした医師はいなかった。また、乳癌腫瘍と集簇石灰化のFPをあわせた数が1.2個/画像では、読影する上でFPが多すぎる印象であった。

以上の結果より、当面は①診断が難しい症例では、たとえCADが病変として指摘しても読影医師は病巣とは考えないため、CADでは典型例からやや難しい症例までを検出することが重要。②たとえ典型例をCADが検出できない場合でも医師は病変を指摘可能であり、典型例が診断できないような医師はマンモグラフィーの読影資格が無いとしても大きな問題とはならない。と判断し、TPを多少犠牲にしても大幅なFP低減をおこなひ、医師がCADに対し拒絶反応を示さないようなシステムを目指すことに方針変換した。

### 3. 見落としの考察

CADは見落としの低減を目的として開発が進められているが、いわゆる「見落とし」といわれる事態を4段階に分けて考察する。

#### A. 病巣を読影医師が見ていない

読影医は全ての画像を隅から隅まで見なくてはならないが、全てを見ないで読影を終了してしまったために、結果的に病巣が見落とされてしまう場合である。誘因としては、急いだ読影、読影中の電話、私的な考え事など注意力の低下が大きい。また、今までの検査で病巣が発見されていない症例では、「今回も異常は無いだろう」という思いこみで読影が行われやすく、逆に注目すべき病巣や部位が記載されていると、それ以外の場所の注意がおろそかになることが多い。さらに、読影医自身が気づいていない読影のくせのために、決まってある領域の観察がぬけてしまっている場合もある。

#### B. 読影医師が病巣と認識できない

一つは、読影医の能力が低いために病巣を認識できない場合であり、もう一つは、診断医がじっくりと所見を取れば異常と診断できる病巣が不十分な観察のために病巣としてピックアップされないような場合である。

#### C. 正常範囲や問題なしと判断

診断が難しい症例で、通常は「異常なし」、「問題とならない良性病変」とするような場合である。

#### D. 後で見ても病巣が全く不明

モダリティーの限界か撮影範囲に病巣が入っていない場合である。

上記のAからDにおいて問題となるのはA、Bであり、C、Dはいわゆる「見逃し」にはあたらないと考えられる。しかし、明らかとなった病巣が写っている写真と過去の画像を比較した時、過

去の画像上に容易に病巣を発見できることはしばしばあり、実際にはどの段階を見落としと判定するかは難しい。

一般的に読影医は「自分は最善を尽くしており、見落としはしていない」と思っている。したがって「CAD は見落としを低減させる」と正面から言われると、読影医が CAD に対し否定的な意見をもちやすくなるため、CAD 開発者は「CAD 併用読影ではより多くの病巣が発見される」とアピールした方が良くかもしれない。

通常 CAD の有効性が発揮されるのは A、B の場合であるが、もし過去画像と比較可能な CAD が付加されれば C の病巣も拾い上げ可能であり、今後の研究が重要であると考えます。

#### 4. 読影フィルムが津波のように押し寄せてくる

上記のフレーズは CADM News Letter 2000 年 1 月号 (No28) に筆者が使用したものである。

(図 8)

ここ 4-5 年の間にマルチスライス CT が導入され、読影しなければならないスライス数が大幅に増加した。ちなみに当院における 1999 年度の CT 画像数は 1125834 スライスであり、4 列 CT が 2 台導入された 2000 年では 2218503 スライスと倍増した。

このような事態は当院だけでなく世界中でも発生し、4 列から 16 列へと CT の多列化が進むにつれ放射線診断医の読影負担増加が大きな問題となっているため CAD に対する要望も高まってきた。

検診 CT における肺癌検出のための CAD はすでに研究がおこなわれているが、体幹部 CT に対する開発は未着手であった。このため、腹部 CT 検査の主目的である肝腫瘍の検出と鑑別に対する CAD 開発を促進するため、2001 年 11 月に開催された第 11 回 CADM 学会大会から、「肝臓 CT CAD コンテスト」を開始した。このコンテストは、各参加者が開発したプログラムを用いて当日入力した未知データを計算して表示し、開発者名がわからないようにしたうえで 3 人の臨床医が総合判定するという「一発勝負」形式で行われている。また、コンテストの優勝者には館野賞として賞金 10 万円が授与されるため、参加者のみならず参加施設単位で熱い戦いが行われている。現在は「肝臓の領域抽出」までであるが、肝細胞癌の検出や肝腫瘍の鑑別を行い、将来は腹部臓器全体の CAD を目指す予定である。

#### 図 9 肝臓の自動抽出

(東京農工大学 清水昭伸先生データ)

#### 5. これからの CAD 開発

今後の開発の中心となるモダリティは CT であり、超大量画像をモニターで読影する際に使用される CAD である。また、過去画像との比較読影のための CAD も必要になると思われる。

(図 10) さらに、医師一人一人の読影の癖をコンピュータが学習し、その読影医の弱点を補うような個別 CAD システムも開発されるかもしれない。

医師と CAD システムが良きパートナーとして手を組むことで、正確な診断が行われ、より良い医療が展開されることを確信している。

以上



図1 FCR-MMG CAD システム 実験機2号



図2 最終プロトタイプ



図3 基本画面(右乳癌)

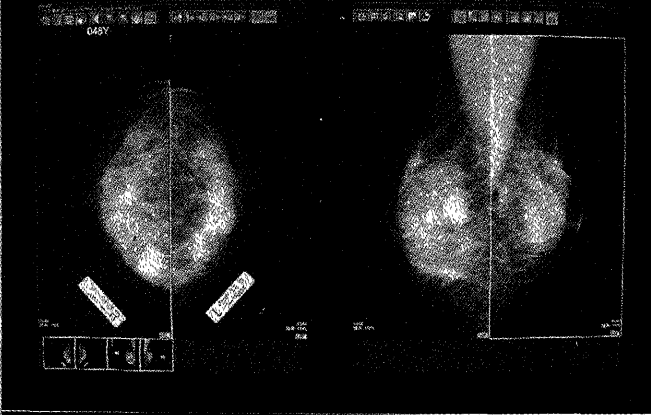


図4 CAD結果

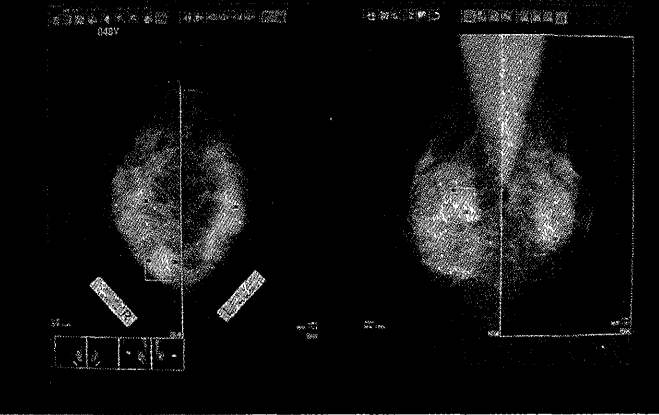


図5 石灰化拡大画像

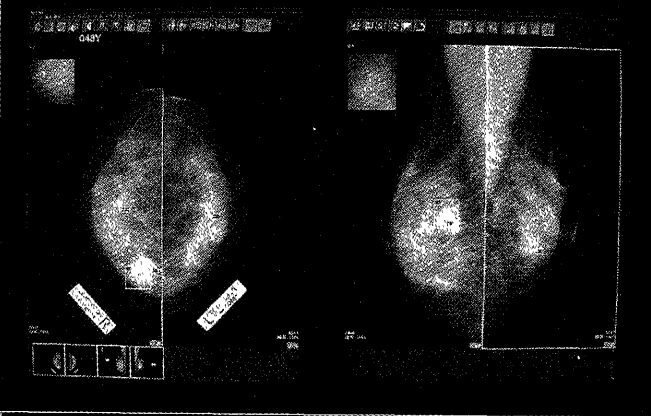


図6 石灰化タイプの乳癌

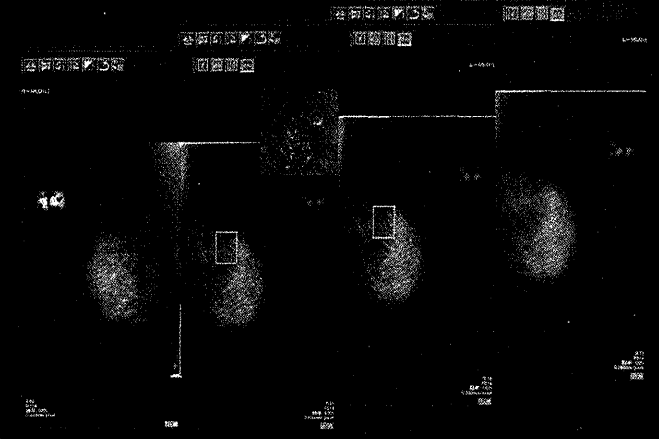


図7 腫瘤型乳癌

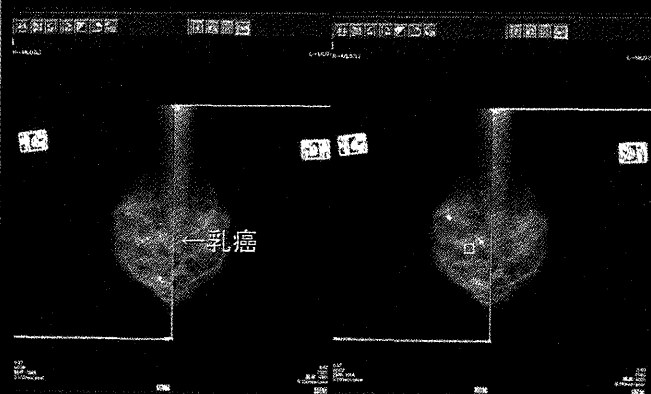


図8 CADM News Letter 2000.1 No.28

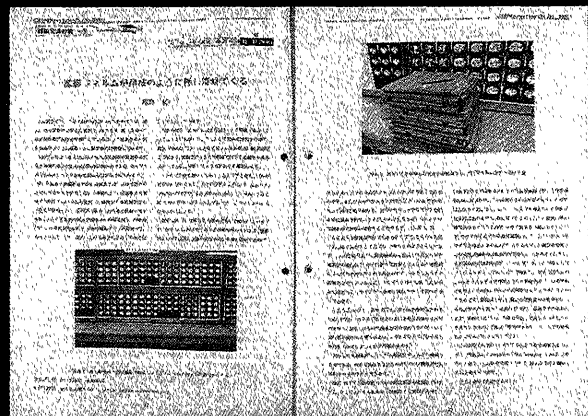
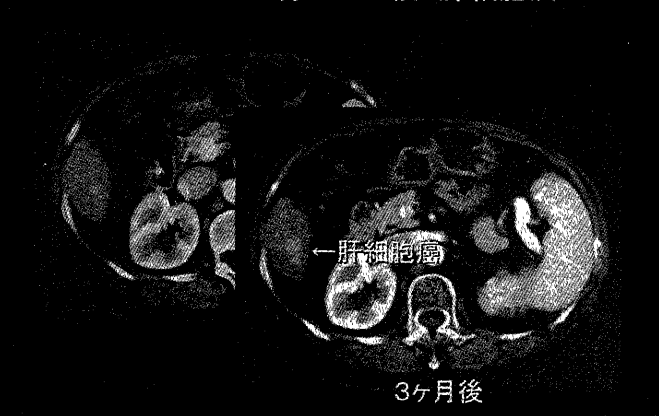


図9 肝臓の自動抽出



図10 過去画像との比較 肝細胞癌



学術講演会情報

## 第14回コンピュータ支援画像診断学会 (CADM)大会のご案内

(第13回日本コンピュータ外科学会(CAS)大会との合同開催)

第14回コンピュータ支援画像診断学会(CADM)大会を下記のとおり開催致します。  
奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

第14回コンピュータ支援診断学会大会長 加藤久豊

1. 会期 : 2004年12月11日(土)、12日(日)  
[日本コンピュータ外科学会(CAS)大会は12月10日(金)~12日(日)]
2. 会場 : 早稲田大学理工学部大久保キャンパス 55・57号館  
〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1
3. 会費 : 参加費: 会員 6,000円 非会員 8,000円 学生会員 3,000円  
合同懇親会費: 4,000円 学生会員 2,000円

#### 4. 学術プログラム

##### 1) 合同特別講演

「作家が見たロボット文化とヒューマニティ」

瀬名秀明 先生(薬学博士, 作家)

(「パラサイト・イヴ」で第2回日本ホラー小説大賞を受賞)

##### 2) コンピュータ外科学会との合同シンポジウム

「ロボティクス外科の体系的開発と画像診断支援技術の連携」

##### 3) パネルディスカッション

「コンピュータ支援画像診断システムの本格的な実用化と普及へ向けて」

##### 4) 一般講演

コンピュータ支援画像診断に関する演題を広く公募しております。

##### 5) 肝臓抽出コンテスト 準備日 12月10日(金) 本評価 12月11日(土)

##### 6) 合同懇親会 12月11日(土)夕刻

#### 5. 演題締切 : 2004年9月30日

#### 6. 演題申込 : 方法等は本大会HPに掲載されていますのでご覧ください。

本大会 HP <http://www.tuat.ac.jp/~khbase/CADM.htm>

本学会 HP <http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/japanese/index.html>

#### 7. 問合せ先: 出来る限り e-mail にてお願い致します。

〒250-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台 798

富士写真フイルム株式会社 機器商品開発センター 志村一男

電話: 0465-85-4651 Fax: 0465-85-2043

Email: [kazuo\\_shimura@fujifilm.co.jp](mailto:kazuo_shimura@fujifilm.co.jp)

プログラムは演題締切り・編集後、HPに掲載いたします。

## 学会研究会情報 (CADM-CAD ワークショップ)「開催案内」

世話人： 松原 友子\*

本年度も、電子情報通信学会・医用画像研究会，日本医用画像工学会・JAMIT Frontierとの共催のもと，CADM-CAD ワークショップを開催いたします。  
皆さま奮ってご応募ください。

日 時：平成17年1月

場 所：沖縄県（琉球大学）

詳細は、以下のウェブページを御覧ください。

<http://www.nagoya-bunri.ac.jp/~tomoko/cadm2005.html/>

※：名古屋文理大学情報文化学部情報文化学科 〒492-8520 稲沢市稲沢町前田 365

**事務局だより**

・ 会員の現況

(1) 新たに次の方が入会されました。

会員番号	氏名	所属
220	土井 章男	岩手県立大学
221	江澤 英史	放射線医学総合研究所
222	下瀬川 正幸	群馬県立医療短期大学
S-023	北邨 憲司	東京工業大学大学院総合理工学研究科

(2) 次の方が退会されました。

小川 亙

(3) 会員の現況 (2004年7月27日現在)

賛助会員	3社3口
正会員	157名
<u>学生会員</u>	<u>10名</u>
	170

※ お願い： 住所、勤務先等に変更がありましたら、事務局までご連絡下さい。

## インターネットで論文を投稿しませんか？

CADM論文誌編集委員長 長谷川 純一

若いCADM学会にふさわしく、電子論文方式のCADM論文誌が刊行されています。この論文誌を皆様方からの積極的な投稿により優れた論文誌に育てて行きたいと思っておりますので、ご協力をお願い致します。ところで電子論文は、概ね下記の手続きで掲載されます。

1. 投稿原稿は著者自身によって完全な論文フォーマット（そのまま印刷できる形態）に完成していただく。
2. 完成させた原稿はインターネットを介して、または電子ファイル化して郵送していただく。
3. 論文査読は他学会の論文誌同様に厳正に行う。
4. 採録決定となった論文は、学会が開設するwwwホームページに適宜登録する。これが従来の論文誌の印刷、配布に代わる手段となる。
5. 会員、非会員ともにこのホームページにある論文を随時閲覧したり、印刷することができる。

上記の形態を採ることの投稿者側から見たメリットは何でしょうか？私は次のようなことが考えられると思っています。

1. 早い。  
投稿から掲載までの時間が大幅に短縮されます。査読者次第ですが、1、2カ月以内も夢ではありません。
2. 安い。  
完全な論文フォーマットで投稿いただく場合は、論文投稿料は数千円以内で済みます。
3. 広い。  
英文で投稿された場合には、全世界の研究者がインターネットを介して見る事が出来ます。
4. マルチメディア化できる。  
これは少し先の課題ですが、動画像とか、音声とかを論文付帯の情報として付加し、よりリアルな論文に出来る可能性を秘めています。

この論文誌の投稿規定を下記に記しますが、執筆要項については、

<http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/Journal/index.html>

を参照していただきたいと思います。なお、不明な点は編集事務局、

hasegawa@sccs.chukyo-u.ac.jp までお問い合わせ下さい。



# 投稿規定

1996年10月制定版

- [1] 本誌は会員の研究成果の発表およびこれに関連する研究情報を提供するために刊行される。本誌の扱う範囲はコンピュータ支援画像診断学に関係する全範囲、ならびにこれに密接に関連する医学、工学両分野の周辺領域を含むものとする。
- [2] 本誌への投稿原稿は、下記の項目に分類される。
  - (1) 原著論文・資料：新しい研究開発成果の記述であり、新規性、有用性等の点で会員にとって価値のあるもの、または会員や当該研究分野にとって資料的な価値が高いと判断されるもの。
  - (2) 短 信：研究成果の速報、新しい提案、誌上討論、などをまとめたもの。
  - (3) 依頼論文：編集委員会が企画するテーマに関する招待論文、解説論文等からなる。
- [3] 本誌への投稿者は原則として本学会会員に限る（ただし依頼論文はその限りにあらず）。投稿者が連名の場合は、少なくとも筆頭者は本学会会員でなければならない。
- [4] 投稿原稿の採否は、複数の査読者による査読結果に基づき、編集委員会が決定する。なお原稿の内容は著者の責任とする。
- [5] 本誌への投稿は、あらかじめ完全な論文フォーマット（そのまま印刷できる形態）に完成させたものを、インターネットを介して、または電子ファイル化して郵送することを原則とする。なお、上記以外の通常手段による投稿を希望する場合は編集事務局に事前に相談するものとする（この場合、電子化に要する作業量実費を負担いただく）。
- [6] 採録決定となった論文は、本学会論文誌用wwwページに随時登録される。本誌はCADM会員はもちろん他の人々にも開放され、インターネットを介して随時内容を閲覧し、印刷することが出来る（ただし、著作権を犯す行為は許されない）。また論文の登録状況はニュースレターでも紹介するものとする。
- [7] 採録が決まった論文等の著者は、別に定める投稿料を支払うものとする。なお別刷りは原則として作成しない（特に要望のある場合は有償にて受け付ける）。

# インターネット論文誌

<http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/Journal/index.html>

## 掲載論文:Vol.1

No.1 1997/8

動的輪郭モデルを用いた輪郭線抽出手順の自動構成と胸部X線像上の肺輪郭線抽出への応用  
(清水昭伸, 松坂匡芳, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 鈴木隆一郎)

No.2 1997/11

画像パターン認識と画像生成による診断・治療支援  
(鳥脇純一郎)

## 掲載論文:Vol.2

No.1 1998/5

ウェーブレット解析を用いた医用画像における微細構造の強調  
(内山良一, 山本皓二)

No.2 1998/6

3次元頭部MR画像からの基準点抽出  
(黄恵, 奥村俊昭, 江浩, 山本眞司)

No.3 1998/7

肺がん検診用CT(LSCT)の診断支援システム  
(奥村俊昭, 三輪倫子, 加古純一, 奥本文博, 増藤信明)  
(山本眞司, 松本満臣, 館野之男, 飯沼武, 松本徹)

No.4 1998/10

A Method for Automatic Detection of Spicules in Mammograms  
(Hao HIANG, Wilson TIU, Shinji YAMAMOTO, Shun-ichi IISAKU)

## 掲載論文:Vol.3

No.1 1999/1

直接撮影胸部X線像を用いた肺気腫の病勢進行度の定量評価  
(宋在旭, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 森雅樹)

No.2 1999/4

マンモグラム上の腫瘍陰影自動検出アルゴリズムにおける索状の偽陽性候補陰影の削除  
(笠井聡, 藤田広志, 原武史, 畑中裕司, 遠藤登喜子)

No.3 1999/11

Discrimination of malignant and benign microcalcification clusters on mammograms  
(Ryohei NAKAYAMA, Yoshikazu UCHIYAMA, Koji YAMAMOTO, Ryoji WATANABE,  
Kiyoshi NANBA, Kakuya KITAGAWA, and Kan TAKADA)

## 掲載論文:Vol.4

No.1 2000/5

3次元画像処理エキスパートシステム3D-INPRESS-Proの改良と  
肺がん陰影検出手順の自動構成への応用  
(周向榮, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

No.2 2000/6

3次元画像処理エキスパートシステム3D-INPRESSと  
3D-INPRESS-Proにおける手順構成の性能比較  
(周向榮, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

**掲載論文:Vol.5**

No.1 2001/1

コンピュータ支援画像診断(CAD)の実用化へのステップ ――考察  
(飯沼武)

No.2 2001/4

胸部X線CT画像における肺がん病巣候補陰影の定量解析  
(滝沢穂高,鎌野智,山本眞司,松本徹,館野之男,飯沼武,松本満臣)

No.3 2001/8

平成13年度第一回長谷川班の印象  
(飯沼武)

No.4 2001/8

厚生省がん研究助成金プロジェクト:多元デジタル映像の認識と可視化に基づくがんの  
自動診断システムの開発に関する研究成果報告  
(長谷川純一)

No.5 2001/8

―平成13年度第一回厚生省がん研究助成金・長谷川班研究報告―  
胸部X線CT画像からの肺がん陰影の自動検出  
(滝沢穂高, 山本眞司)

No.6 2001/9

X線像の計算機支援診断の40年  
(鳥脇純一郎)

No.7 2001/10

第40回日本エム・イー学会大会論文集コンピュータ支援画像診断[CAD]の最前線

No.8 2001/11

厚生省がん研究助成金プロジェクト  
長谷川班:多元デジタル映像の認識と可視化に基づくがんの自動診断システムの開発に関する研究  
(長谷川純一)

No.9 2001/12

人体断面画像からの3次元肺血管・気管モデルの構築  
(滝沢穂高, 深野元太郎, 山本眞司, 松本徹, 館野之男, 飯沼武, 松本満臣)

No.10 2001/12

厚生省がん研究助成金研究班「がん診療におけるコンピュータ応用」関連の歴史[1968-2000]  
(飯沼武)

**掲載論文:Vol.6**

No.1 2002/12

可変形状モデルを用いた腎臓領域抽出法の改良と評価  
(TSAGAAN Baigalmaa, 清水昭伸, 小畑秀文, 宮川国久)

**掲載論文:Vol.7**

No.1 2003/2

3次元PCNNを用いた3次元領域分割  
(渡辺隆, 西直也, 田中勝, 栗田多喜夫, 三島健稔)

**掲載論文:Vol.7**

No.2 2003/5

分散計算機システムを用いた高速ネットワーク読影支援システム

(滝沢穂高, 山本眞司, 藤野雄一, 阿部郁男, 松本徹, 館野之男, 飯沼武)

No.3 2003/6

4次元超曲面の曲率を用いた領域拡張法と胸部CT像からの血管抽出への応用

(平野靖, 国光和宏, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

No.4 2003/6

特集:肝臓領域抽出アルゴリズム(2002年度)

1. 非剛体レジストレーションを適用した多時相腹部造影CT画像から肝臓領域自動抽出法  
(榎本潤, 佐藤嘉伸, 堀雅敏, 村上桌道, 上甲剛, 中村仁信, 田村進一)

2. Leve I set method を用いた肝臓領域抽出手法の開発と評価

(一杉剛志, 清水昭伸, 田村みさと, 小畑秀文)

3. CT値の分布特徴を利用した3次元腹部X線CT画像からの肝臓領域抽出

(横山耕一郎, 北坂孝幸, 森健策, 目加田慶人, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

4. 領域拡張法を用いた多時相腹部X線CT像からの肝臓領域自動抽出手段

(渡辺恵人, 瀧剛志, 長谷川純一, 目加田慶人)

## 目 次

### 特集

#### 第13回CADM大会より

- 横断型診断支援技術とそのロボティクス外科への寄与  
小畑秀文 (東京農工大学大学院共生科学技術研究部) ... 2
- 仮想化内視鏡システムとコンピュータ外科・コンピュータ支援画像診断  
森健策 (名古屋大学大学院情報科学研究科メディア科学専攻) ... 4
- CADシステムの医療への展開  
縄野繁 (国立がんセンター東病院) ... 6
- 学術講演会情報  
第14回コンピュータ支援画像診断学会(CADM)大会のご案内  
加藤久豊 (富士写真フイルム株) ... 10
- 学術研究会情報  
CADM-CAD ワークショップ「開催案内」  
松原友子 (名古屋文理大学情報文化学部情報文化学科) ... 11
- 事務局だより ... 12

### CADM News Letter

発行日 平成16年9月15日

編集兼発行人 縄野 繁

発行所 CADM コンピュータ支援画像診断学会

Japan Society of Computer Aided Diagnosis of Medical Images

<http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/japanese/index.html>

〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16 Tel. & Fax. (042)387-8491

東京農工大学大学院 生物システム応用科学研究科 小畑研究室内