

CADM News Letter

コンピュータ支援画像診断学会

1993. 2 No.4

じん肺診断の初夢—CADMによる標準写真の作成—

細田 裕*

1970年後半に英国の友人からPatonを紹介され日本のじん肺学者達は初めてコンピュータ画像診断に接した。私が持ち帰った1980年版のILOじん肺エックス線標準写真候補100余枚について小畑らがCAD研究を行ったのもその後まもなくだった。以降、名大鳥脇、東京農工大小畑グループのじん肺診断への貢献は高く評価されている。じん肺は、がんなどと違って、補償を伴う職業病であり、地方じん肺診査医（各県2-3名）が診断し、都道府県労働基準局長がじん肺ありなしを決定する。時には診断をめぐる、裁判沙汰にもなる社会的な要素を持っている。

じん肺の重さは医学的には小陰影の数（密度0、1、2、3型の大区分）で決められ、どの区分も診断の難易は等しい筈だが、上記の理由によって0型かどうか、簡単に言うとじん肺ありか、なしかの境だけがむやみに強張されることになる。この細かい境を決めるための専門医の国際協同研究も行われたが、悲しいことに、読影結果にばらつきがあり過ぎて、この細区分の標準写真は未だに決められていない。

じん肺診断では長年、ILOの標準写真が世界の物差しとして用いられている。じん肺研究に於けるCADM



の宿命は、人の眼で決めた標準写真尺度にCADMが合うか合わないかの検討から始まる点であろう。数多くのじん肺写真を小陰影の密度の軽いものから重いものまで順に並べれば何処にも区分はなく連続的であるのに、人工的にはっきりと4区分したところに問題が生じている。1950年代の標準写真の小陰影の粒状影密度0、1、2、3型は、肺のなかの埃の重量によく関連していた。その後、1型位の軽い変化

は、じん肺以外の病気でも屢々起きると言うクレームがでたので、1960年代以降の標準写真は1型を少し重いほうにシフトさせた。このため、0、1、2、のあいだの間隔は均等でなくなってしまった。しかし2型と3型の間隔は変わっていない。またこの4区分は点でなく夫々相当の幅を持っている。1型標準写真は1型区分の midpoint のようなものでこれを mid-category と呼ぶ。しかし0型と1型を区別するには両者の境を示す boundary film を作成したほうがよいとする Jacobsen の提唱もある。しかし、これでも59点ならじん肺なし、60点ならじん肺ありとする矛盾がでてくるのは避けられない。

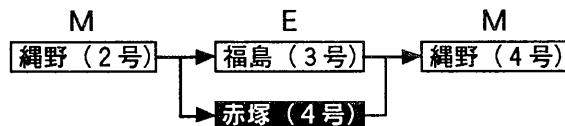
また小陰影の分布が左右、上、中、下の6肺野の

間であまり不均等であると、6肺野を総合して密度(型)を決定する際に診断医間のばらつきが大きい。ILOは著しく密度の低い肺野は無視して判定することと決めているが、これも主観のばらつきを生む理由となっている。1993年に改訂予定のILO標準写真は一枚のフィルムを4分割して(quadrant film)、その各々に肺野の上半分(粒状影)または下半分(不整形影)の画像を入れ込む計画がある。これは目新しいことでなく、すでに我が国の標準写真は、私達の研究を基にquadrant filmを採用している。小陰影がどの肺野にも均等に分布しているような標準写真を作るには大きなfull sizeの写真よりも部分画像のquadrant filmのほうが容易であるが、実際の読影に際しては全肺野の影を判断することになるので、やはり同じような不都合が繰り返されるだろう。

今後、じん肺専門医がCADMの立場で考えられるのは、CTによる標準写真とシミュレーションによる標準写真の作成の2方向であろう。CTについては研究の場で、すでにこれを越えて三次元画像にまで到達しようとしている。CTの標準写真が要求される例

として石綿起因の広範な胸膜斑のために、肺野が全くみえない場合があげられる。しかし、じん肺診断は半世紀にわたり背腹像を基本として体系づけられたものだから、CTによる体系は胸膜斑のない例の背腹像との関連を保ち、かつ国際的理解を得ながら慎重に作られなければならない。作成には低被ばくのCT、代表的なスライスの位置決めなどについてMとEの協同作業が必要であり、最近初めて公的な研究班発足の気運がある。もう一つの方向、シミュレーション画像は、森久保、志田が数年前から手掛け粒状影についてはかなりの線に達している。これが完成すれば人の眼に頼らない本当の物差しができるわけで、現在のILO標準写真に新しいインパクトを与えることになるだろう。米国NIOSH(National Institute of Occupational Safety and Health)やACR(American College of Radiology)グループも大きな期待を寄せている。諸外国ではDigital radiographyの使用に制約があり、この分野で我が国が世界のリーダーシップをとることが望まれる。CADMによるじん肺標準写真の作成は私の初夢であるが、正夢ではないだろうか。

技術交流の輪 - 1



「M側からの提言 (第2号：縄野先生)」に答えて

赤塚 孝雄*

1. はじめに

縄野先生の、胃X線写真診断法の提案を拝見して、22年程前に国立癌センター病院の高谷先生達と試みたことを思い出します。

私達は、集団検診の間接撮影像の機械読み取りを専門家レベルで安定にしかも迅速に行うにはどうしたらよいか、人間の認識過程の一部でも機械的に実現できないかという二つの興味から始めました。8k語のコアメモリーのミニコンピュータがやっと使えるようになった頃ですので、手製のフライングスポットスキャナーに多少の処理回路を附加し、ミニコンピュータで制御しながら必要な情報のみを計算機に取り込む方法をとりました。充盈像の輪郭の追跡はうまくいき、二重造影の局所的なひだの強調程度まではこのハイブリッドシステムで行いました

(映像情報 (M)、Vol.8-16, 78/84, (1976))。

数年して、関係者がそれぞれに職場を変え、データを入手し難くなったこともあって、その後あまり発展しませんでした。画像データに含まれる情報の最大限の抽出、運動画像、3次元形状などに興味を持って、種々な対象の画像化と画像解析は続けております。

その時の問題点はいまだに残されているように思えますが、近年、計算機の機能は大幅に向上し、画像処理技術も発展し、撮像技術も向上しているでしょうから、縄野先生の提言にもあります問題に挑戦する良い機会かと思えます。とはいえ、似顔絵抽出処理と似顔絵描きの違いは未だに大きいのです。診察室での医師は、我々にはとても頼もしい存在ですが、”チェックポイント”の抽出でも、かなり高

※：山形大学電子情報工学科 〒992 山形県米沢市城南4-3-16

次の判断をしているわけで、”言葉で言い表せない微妙な特徴”を機械的にパターン化する手法の獲得が我々の課題となります。

2. 鑿影の工学的な手法と問題点

画像の読みとりでは、情報の欠落のない画像化に始まって、雑音除去や強調処理、対象の切り出し、識別のための特徴の抽出といった手順が取られますが、低次の前処理と思われるところにも高次の処理が必要になってくることも少なくありません。撮像状態がばらついてしまう対象については、特に高次の処理が要求されることになります。人間が診るに

も、経験と訓練が不可欠なのですから。

実際、対象のスケッチが完成すれば、その後の処理は比較的容易です。胃の充盈像の輪郭の抽出で、古い資料で恐縮ですが、図1に示す正面像から縄野先生の図1のスケッチを得る方法を考えてみます。一定の閾値で切り出すと、その値を変えてみても、図2のように一部を切り出したり背景と区別がつかなくなったりします。ここでは、走査小円を輪郭に沿って追跡させていますが、輪郭検出の閾値を走査場所にに応じて自動的に変化させ、輪郭線方向の性質をその判断に組み込むことで図3の結果を得ています。

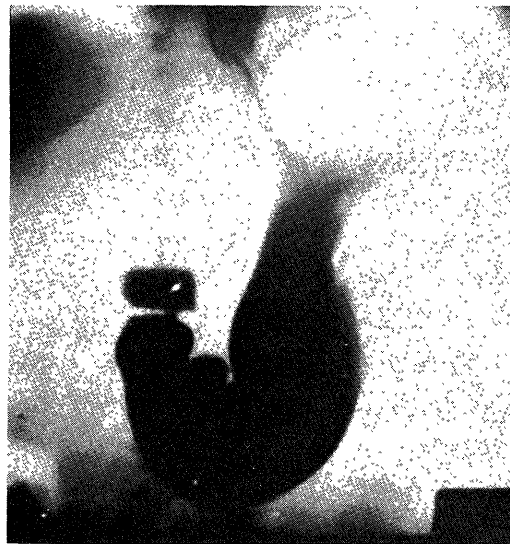


図1 胃X線充盈像（間接撮影，立体正面像）

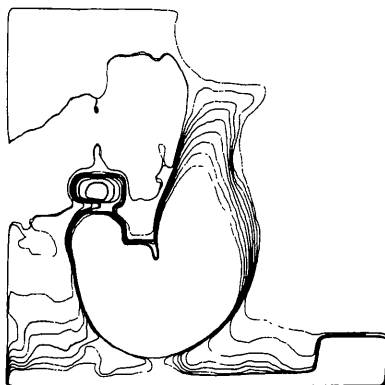


図2 固定しきい値による輪郭の読取り

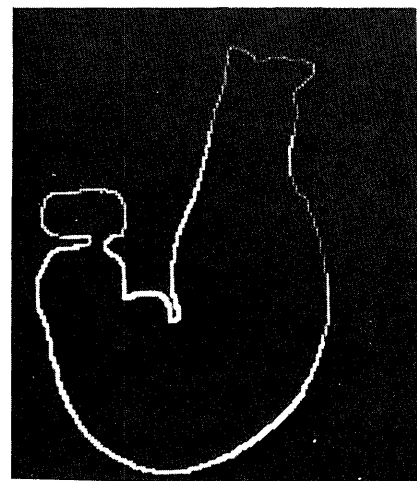


図3 適応しきい値による輪郭の読取り
(デジタル像の表示。輪郭線の明るさは輪郭部のコントラストを表わす)

このとき同時に輪郭線のコントラストが検出できるので、これを輝度で表示して”硬い輪郭部”の識別や、長さや曲率の計測評価が行えることとなります。

ところが、背景との重なりなどで輪郭を見失ったときにはこれだけではどうにもならず、モデルなどに基づく大局的な判断が要請されます。胃泡部のようなコントラストが十分でない領域のスケッチを、微分画像情報を手がかりに、空気で膨らんだ形として取り出す試みも行ってみました。目視ほど旨くは行きませんでした。

胃壁の”ひだ”の場合には一層厳しいこととなります。これを描出するために撮影時にもご苦労があるとお聞きしておりますし、”僅かな手がかりからの読影”、”辺縁像からの正面像推定”といった、熟練者によって行われていることの実用的な実現は容易ではありません。

そこで私達の試みでは、薄い造影剤を充満させて出来るだけ多方向から撮像した画像から輪郭を求めて面を構成することを考えました。東京大学音声言語研究施設のX線マイクロビームをデジタルに制御できる装置をお借りし、胃のファントムで実験してみたのです。実際の場ではシステムティックに撮像する方法が問題かも知れません。1方向からの辺縁像だけから正面像を構成するのは無理だと考えてしまうのですが、ある種の性質だけ再現するのでしたら、適当なモデルを持てば可能な気がします。

3. 診断支援システムの実現のために

人間の認識機能そのものの実現は困難とはいえ、対象を限定し撮像法などを基準化することで、何とか実用に耐える工業用目視検査システムなどが実現できるようになってきました。臨床的な対象では、標準データが得にくい、規格化された手順などが当てはめにくく変動要因が多いといった問題にすぐ突き当たります。実際のデータのばらつきや広がりなどの程度なのかは、熟練者の頭の中のみ表現困難な形で整理されていて、もどかしい思いをする事もあります。これを表現可能なものにするためにも、臨床的な目標が定まったら、”多数の症例による経験”を機械も経験できるようなデータベースの整備が早急に望まれるところです。

これまで十分に利用してこなかった情報の活用も大切です。動画像に着目すれば形態を明瞭に捕らえると同時に機能的な評価の可能性もあります。胃についても動きの評価を志しました(臨床ME、Vol.7-

4,452/457,(1983))が、データが得にくいこともあって中断したままです。対象に関連した知識や多角的に得られる情報を総合して、対象を理解する手法が必要です。3次元形態の標準モデルを用意し、観測データとの照合を行うといった柔軟で知的なアルゴリズムの開発に努力しなければならないと思っています。

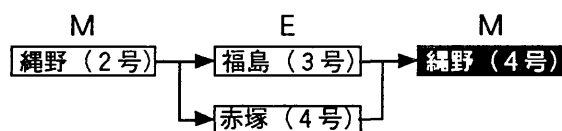
多数の症例を見せるだけで識別能力が向上してゆく手法などは、魅力的ではありますが実現にはほど遠い状況です。この実現を待たなくても、実現すべき目標を明確にすれば、実用に耐える支援システムもっと作れる環境はできているように思います。

4. むすびにかえて

このところ毎年1泊コースの人間ドックに入って、毎年のように胃の精査を命じられていました。二重造影や圧迫像で、わずかな手がかりをも逃すまいとご苦心が回転台の上からも分かります。私の場合、今年からは初めから内視鏡検査になり、噴門部に軽い炎症があるが大丈夫でしょうとのことでした。信頼性の高い読影は被験者にとって切実な問題です。

最終目的が、病変の早期検出だということにたち帰ってみますと、よりよい検査法を考えてみることも重要に思えます。例えば、これも高谷先生とも話し合ったことですが、影絵でみるよりは小さな目であっても、被験者に何の苦痛も与えず胃の中に侵入して、壁面の色や起伏を含めた情報を送ってくるといったシステムの方が有力ではないでしょうか。瞬時の視野が狭くても、漏れなく全壁面を走査して、コンピュータのグラフィック表示へ変換すればいいわけです。この時得られるカラーや3次元の情報は診断の有力な手がかりとなるでしょう。胃壁面の硬さを機械的に計ろうなどと考えたこともあります(計測と制御、Vol.14, 281/292, (1975))。この”目”の場合には、画像の表示だけでも良い支援になると思いますが、X線像と同様に画像の解析と評価を部位や関連情報を参照しながら実施することになります。

これという解決法を示せないのはもどかしい限りですが、実際の役にたつ診断の支援システムの実現にも種々の方式が考えられます。処理は高速で、読影能力も専門家のレベルが要求されます。現状ではまだ”鳩”にも及ばないのかもしれませんが、専門家との共同作業を通して、実用的な意味でも実現に近づけたいものと思っています。



福島先生(3号), 赤塚先生(4号)からの回答に答えて

縄野 繁*

1. はじめに

ニューズレターの第2号に、胃癌を例にとり「M側からの提言」を發表させていただいたところ、早速2名のE側の御先生方より回答が寄せられました。今回、ここに御礼を申し上げますとともに、E側の先生からの御質問に御応えさせていただくことにします。なお、ここでは以前の論文についての内容は割愛させていただきますので、ニューズレターの第2号、3号を参照していただくと幸いです。

2. 福島論文に答えて

a. 小彎線と大彎線の長さの比較について

小彎線と大彎線の長さを比較する画像としては、立位（または腹臥位）の充盈像、臥位の二重造影像が好ましいと考えられる。充盈像についてはすでに福島先生が施行されているので、二重造影像について述べることにする。一般的な1枚撮りの臥位の二重造影像では、右上に大きなバリウム溜まりがあり、その左辺縁より小彎が発生し、右辺縁より大彎が発生する。そして幽門部でそれらが合流する。したがって、どちらの長さもバリウム溜まりとの交点を基始点とし、幽門部を終点としてよいと考える。長さの精度に関しては「日本全図」程度のもので十分である。あくまでも、「小彎の短縮」は胃角に潰瘍性病変がある場合の「間接所見」であり、病変を見落さないための一つの指標であるので、精密さよりは手軽さや早さが要求されると思われる。

これに対して、辺縁平坦化は腫瘍や潰瘍が辺縁にある場合の「直接所見」であるので、ある程度慎重に取り扱う必要がある。ただしその平坦部の長さが

1-2 cmの場合は、「病変疑い」の診断ランクとなり、2 cmを越えたものを「病変」と考えるというような長さの基準が必要であろう。（1 cm, 2 cmが適当かどうかは未検討である）

壁の変形は「間接所見」に相当する。蠕動との鑑別は、もし蠕動であればその胃の別の場所にも似たような変形があるのが普通であり、最終的には他の画像で恒常性が無いことを確認する必要がある。

b. 閉じた領域について

我々が読影をするとき、病変部が的確に描出されていれば問題はない。ところが、どことなく周囲と模様の異なる部分があった場合、そこを病変としてチェックすべきかどうか迷うことがある。この時、我々はそこを異常と仮定して、その近傍に似たような模様がないかどうか丹念に調べる作業をおこない、もし存在すればそこも病変と考えていく。どんどん際限無く広がっていく場合は、始めに異常と仮定したことが過っている場合が多く、ある一定領域にのみ限定している時は（閉じた領域）病変の可能性が高いと考える。すなわち、病変として認定するには閉じた領域であることが必要とされるわけである。

また、病変が小さい場合は確かに円として近似できるかもしれない。しかしながら、癌の浸潤範囲は蟹が足をのばしたごとく（cancerは蟹が原義）広がっていることが多く、蟹のbodyをチェックした場合は、再度足まで見つける別のプログラムが必要であると思われる。

c. 病変の接線像から正面像を作成する

これが可能となるためには、コンピュータにかなりの学習が必要である。X線写真の場合、「線」として描出されているものは撮影方向に対して接線となっているものである。我々は一つの病変に対して多方向からの撮影された多数の症例経験により、接線像から正面像を類推している。ここでも、ある形を設定した後再度その接線像を見直し、他の写真も比較して理屈に合わない線があるかどうか確認をする。多数の代表的な症例のデータベースがコンピュータにも無いと、この変換は難しいのではないと思われる。ただ始めから難解な形をシュミレートする必要はなく、「癌に似たドーム型（図1）や阿蘇山型のようなもの、またたとえば小さい蛸のような物体などが茶づつのなかに張付いているとした時、どのような接線像として描出されるか」をデータベースとして蓄える機能を整備するほうが早いかもしれない。

*：国立がんセンター東病院 放射線部 〒277 千葉県柏市柏の葉6-5-1

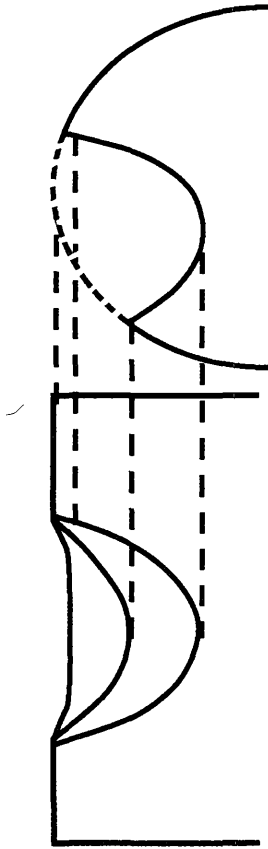


図1 辺縁にかかるドーム型の接線像

d. 画質について

コンピュータで画像処理をする場合も人間が診断する時も、問題となるのは画質が悪い場合である。胃の検査のような造影検査の場合、画質が悪いと言うことは十分に造影剤（バリウム）が病変に付着していないことが大半である。我々が読影する場合でも、撮影時に病変に気付いていないと十分な情報を含んだ写真が得られず、必然的にランクの低い診断になってしまう。それでもチェックできればまだいい方であり、経験年数が少ない先生は簡単に見落してしまうし、熟練した先生でも体調が悪ければ見落してしまうこともある。造影検査の場合は、検査中に異常候補を術者に知らせないと根本的な画質の向上は望めないであろう。検査後の場合は、多少画質が悪くてもなんとか異常候補を拾い上げるプログラムがどうしても必要であると思われる。

いつも考えることは、コンピュータを使ってなんとか検査後の画質を向上できないかということである。スパイ衛星や天体観測衛星から送られてくる画像というのは、それ自身ではボケた画像であるが、コンピュータで「画像処理」を施すことにより、非常に精密な画像に変身するといわれている。どのような手法によるのかは素人には解らないが（だれか一度教えて下さい）、その事実は我々M側に大きな

期待をいだかせるのである。また、映画やテレビではあたりまえの技術となったコンピュータグラフィックスの世界では、あるものから別のものに連続的に姿や形を変えてゆくことが可能である。そのような画像を見ていると、いろいろな変形の理論をコンピュータに組込むことによって、正常な胃の形が病気によって変形してゆく過程も見ることができないのではないか。そして、その逆引きから病変を推定できるのではないか、とまたまた期待をいだいてしまうのである。（テレビでよく見るコンピュータグラフィックスの手法についてもだれか教えてください）

3. おわりに（赤塚論文に添えて）

患者さんに苦痛を与えることなく精密な検査を可能とすることは我々M側の願いである。カプセルを飲んでいただいて、口から肛門までの画像を撮影してくるという技術は、病院で検査する必要も無く痛みもないので多数の患者に喜ばれるであろう。しかし、問題はその画像を誰が診断するかということである。今でも超音波診断や内視鏡診断では一度ビデオに撮影し後で検討をすることが可能であるが、その検討する時間が膨大となるためにあまり施行されてはいない。また、微小な癌の診断にはどうしても細胞を取って直接診断する必要がある。このとき癌かどうかを顕微鏡で診断するのも「画像診断」のひとつであり、正確に診断しようとするほどその量も増えてくる。診断をするうえでデータが大量になれば症例をしぼる作業が必要となり、コンピュータによる自動診断が必要となる。その過程では画質の悪い画像も発生するのでその補正も必要と思われる。つまり、今我々が直面している問題は「診断」という作業があるかぎりいつも登場してくる問題なのである。

ある画像から目標を取り出し、解析および認識を行ない判断をするという作業は「計算」という範疇を越えているかもしれない。私が小さい頃のSFマンガではコンピュータという言葉ではなく、「電子頭脳」という言葉が使われていた。そこには「知識や判断」という概念が加わっていると思われる。

鳩から鉄腕アトムではないが「電子頭脳による自動診断」をめざして、今後ともEやMの皆様の御協力を得ながらこの仕事を続けていきたいと思っています。

遠藤先生 (3号) からの回答に答えて

椎名 毅*

1.はじめに

E側からの提言という重厚なテーマについて口火を切るように言われ、さて医用画像の自動診断に共通した問題は何かと考えたが、第2号において、パターン認識や言語情報の取扱いに適した手法として、ニューラルネットワークとファジィ理論をとりあげて気ままに述べさせて頂いた。紙面の制約もあり少し概念的過ぎたのではと懸念していたところ、遠藤先生から5頁にもわたる回答を頂きました。ここにお礼を申し上げます。

遠藤先生はマンモグラムによる乳癌診断について診断基準と、専門家の言語表現について詳細にかつE側にも分かりやすく記して頂いた。そこで、本稿ではマンモグラムによる乳癌診断を例にとり、ファジィ理論を用いたエキスパートシステムの概要を自動診断のあり方も含めて意見を述べてみたいと思う。

2.ファジィとエキスパートシステム

診断を下すとは、一般には患者からその状態を表す様々な情報を取り出し、それを長年の経験で蓄積された知識に照らし合わせて、病名や治療法を推論することであるが、どの様な情報を如何にして取り出し、どの様にして推論するかは医師共通のものがある。むろん診断の目的からすれば、他人にはどうやっているのかさっぱり分からないが、易者の様に「名医」の前に「黙って座れば、ピタリと当たる」でも、正しい診断が行われれば良いとも言える。しかし、これは教育とか後継者育成といった点からは困るし、自動診断は必ずしもこのような「名医」を目指すものではない。

自動診断の役割を問うた場合、様々な意見があろうが、私としてはやはり次の二点が重要と考える。一つはスクリーニングのように正常者を含む多人数の診察に対し一次診断としての診断支援であり、もう一つは経験が浅い医師や専門外の医師に対し専門医としてのコンサルタントの役割を果たすことである。この観点からは、自動診断のシステム構成にはブラックボックス的なものを作るよりも医師の一般

的な診断論理に沿った手法をとる方が望ましいといえる。また、この場合、診断結果と共に診断のプロセスも示されることで、専門家による結果の検証とシステムの修正も容易になる。

この場合、診断は対象からの情報の抽出と知識ベースに基づいた推論の二つの部分よりなるが、以下にそれぞれについて考えてみる。

《情報の抽出》

診断情報は主に、検査情報、画像情報、問診情報として得られる。検査情報は、血圧や肝機能検査のGOTやGPTのように数値として客観的に得られるものが多い。これに対し問診情報は「疲れ易い」「胃が痛む」とかのように言語的で、主観的である。また、画像情報は、腫瘍の大きさを測定して数値化する場合もあるが、所見としては「星芒状や境界不明瞭な腫瘍陰影」「まわりがゴツゴツ」など言語的で主観的であるといえる。ただし、問診情報と異なるのは、典型的な像に対しては専門医であれば同じ評価を下すという点であり、これは画像の二次元的な濃淡分布から客観的な特徴を抽出し、それを言語表現に置き換えているためである。言語表現を用いる利点は情報に幅をもたせられる点であり、数値のような一次元ではなく、多くの属性を持ちかつ多様性のある特徴を容易に表せる。これは、「ねこ」と「いぬ」の違いを多くの特徴を並べても完璧に表現するのは難しいが、幼児でも両者を間違えることはないのを考えればわかる。

もちろん、所見で用いられる言語表現とは独立に、画像の特徴を数値データ化し、推論のための情報として用いる方法も考えられるが、ここではファジィ推論の利用という観点から言語表現に即した処理について考えることにする。

言語で記述された情報の処理にはファジィ理論が適していることは、第2号前で述べた通りである。しかし、ファジィ推論の多くは、図1に示すように情報の入力と結果の出力は共に数値である。

結局、画像情報をコンピュータで扱うには、数値データとして表現する必要がある。その数値は次に行う、言語表現との対応関係が明確になるものが良

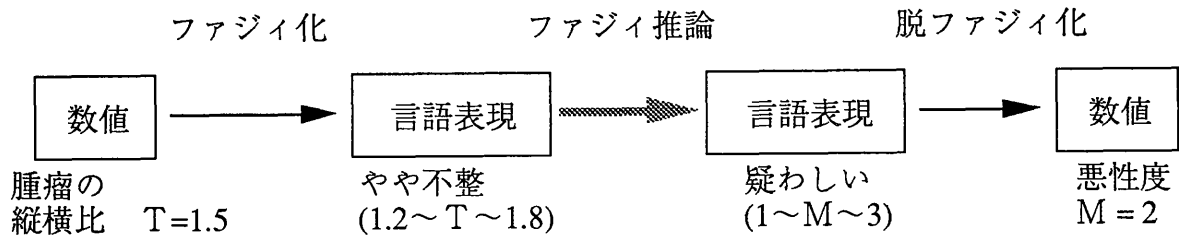


図1 ファジィシステムにおける情報表現の変化

い。例えば「まわりがゴツゴツ」という表現に対しては、「まわり」とはどの部分か「ゴツゴツ」とはどのような状態を指すのかを医師に示して頂き、工学的にどのような手法を用いれば、その状態を表現できるかを検討することになる。遠藤先生の文によれば「腫瘍性病変は高吸収領域」であるので、濃度差を利用して腫瘍部の境界を検出し、周囲の様子は接線の傾きの変化を調べる方法や、腫瘍像が丸い場合は、回転方向に対する半径の変化の高周波数成分を見る方法などが考えられる。次に数値化された特徴量と所見にある「ゴツゴツ」の程度を突き合わせて適切なメンバーシップ関数を表すことになる。

このように書くと簡単のように見えるが、画像診断の自動化のなかで最も重要でかつ難しいのは、この部分特に画像からの特徴抽出であろう。まず、単に周囲との濃度差だけでは、乳腺など腫瘍以外の部分も抽出してしまう可能性がある。こういう場合に用いられるのは、a priori(先験的)な知識の導入である。つまり、「腫瘍はある程度の塊をなし、悪性のものは浸潤のため星芒状をなす」という知識があれば、それを積極的に用いることで、腫瘍部の抽出率が高まる。これはいわゆるパターン認識の問題であり、放射状の特性を強調するようなオペレータで処理するなど幾つかの方法があげられる。また学習によりパターン認識能力を高めていくニューラルネットワークの利用なども考えられる。

以上は腫瘍の場合であるが、乳癌の重要な指標になるという石灰化の特徴抽出についてはどうだろうか。マンモグラムを詳しく診たことがないので推測でしかないが、石灰化した部分は周囲にくらべ濃度も高く変化も急峻(コントラストが大)であるとすれば、その部分の抽出は比較的容易なように思われる。この場合の問題は抽出した石灰化像から悪性石灰化の指標となる「集簇して存在する」とか、良性石灰化に見られる「丸い、かたまり、単発性」など分布の特徴をどう数値化するかである。これも、実際の画像の多数例を見、医師はどのような状態を

このように表現しているのか理解することから具体的な処理法選びが始まるわけである。

《知識ベースと推論》

自動診断のように、与えられた情報に対して専門家と同等の判断を下すことを目的としたものは、いわゆるエキスパートシステムと呼ばれるが、これは一般には図2のように、知識ベースと推論機構、推論過程説明部、知識獲得支援部からなり、それにユーザと専門家がアクセスする形をとる。知識ベースは、専門家の経験で得られた知識を、「もし…ならば…である」といったルールとして蓄えている。乳癌の診断で言えば、「もし、腫瘍のまわりがゴツゴツならば悪性である」といった診断基準の集合に相当する。推論機構はユーザからのデータと知識ベースからのルールをもとに推論を行う。推論過程説明部は推論過程を説明することで、ユーザはその結果の妥当性を評価して最終決定を下すことができ、また専門家が推論の誤りを調べ、システムを再調整するのに役立つ。一般に作られたエキスパートシステムは専門家の使用に供して、何度かの修正の後に優れた性能を発揮するものといえる。さらに再評価を繰り返しているうちに、専門家が無意識に使っていた知識が表にでてくることがある。

これまでに成功したエキスパートシステムとしては、感染症の診断および投薬を支援する「マイシン」や緑内障の診断治療を支援する「カスネット」が有名であるが、これらは診断基準が明瞭でルール化が容易であったこと、入力が検査データのように数値化されたものであったことが成功の要因である。

画像診断の場合について考えると、まず入力データは画像の特徴抽出の方法に依存する。ルールの条件部「まわりがゴツゴツ」も結論部「やや悪性」も言語表現である点が異なる。このような言語表現のデータを扱うために考えられたものにファジィ・エキスパートシステムがある。これは、知識ベースと

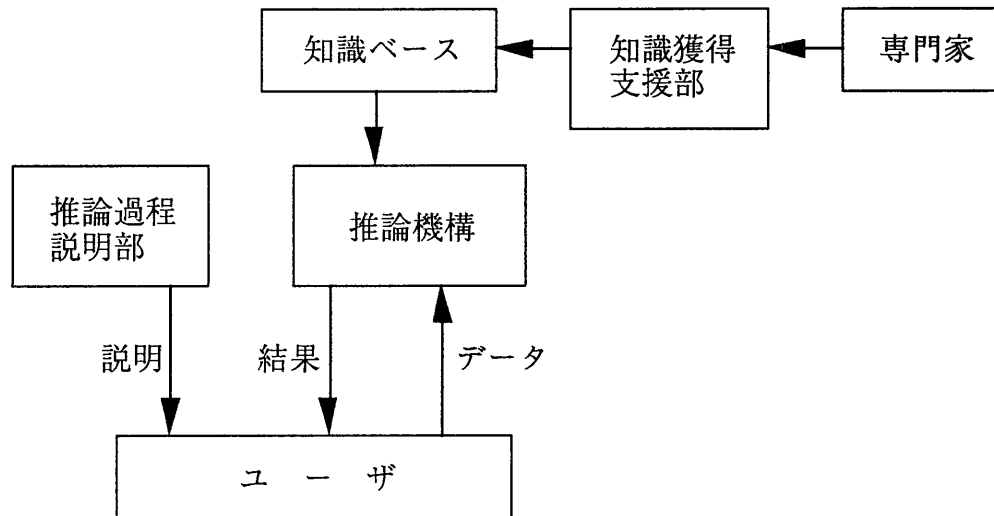


図2 エキスパートシステムの基本構成

して、ファジールールとメンバシップ関数を加え、推論機構にファジィ推論を加えたものである。画像の自動診断システムを考えると、このファジィ・エキスパートシステムは、現実的な構成法の一つと考えられる。

3. おわりに

医師がX線写真などの画像を見る場合も、病巣部の微妙な陰影がよく現れている画像と、撮影条件が悪く肝心の部分がおぼろげにしか分からない場合があると思われる。自動診断も後者の場合は極めて困難になる。師匠の専門家が見ても分からないものは弟子のコンピュータが理解できないのも無理はないであろう。人間、機械を問わず画像診断の最大のポイントは、如何に質のよい、つまり必要な情報が含まれた画像を得ることといえる。このためには、自動診断も撮影まで踏み込んだものでなければならないことになる。

しかし、これはかなり大変な作業である。得られた画像を瞬時に診断し、病巣の疑いがあれば、最も良く捉えられる撮影条件などを決め、再度撮影するといったことをリアルタイムで行う必要がある。現在は、まだ画像診断を問題にしている段階であり、この実現はかなり先になりそうである。別な対応策としては、すでにCT像や超音波像で研究されているが、様々な角度から撮影した多数の画像を用いる方法もある。データは大量になるが、コンピュータにより三次元像を構成するのは容易なので、これにより病巣部の見落とす危険性が少なくなるし、必要に応じて指定した断面の像を再構成することも可能である。

人間の脳に比べれば、コンピュータによる自動診断はまだ賢い赤ん坊に過ぎない。しかし、ハードおよびソフトウェア技術の進歩はめざましく、21世紀には上記のような真の意味での自動診断も夢ではないと思われる。医学者と工学者が良き両親になって正しい自動診断への道へ導いてやりたいと思う。

「M」からの提言....ヘリカルCTの胸部診断応用

大松広伸¹⁾ 江口研二¹⁾ 金子昌弘²⁾ 平野裕志²⁾

1. はじめに

1972年にX線CTが発明されて以来、CTは技術的な進歩と共に全世界に普及した。最近、高速CT、超高速CTという言葉が使われているが、前者はスリッピング技術が可能としたヘリカル（スパイラル）CTであり、後者は電子線走査型CT（イマトロン）であり、現時点でのCT診断におけるトピックスとなっている。ここでは、ヘリカルCTを胸部領域でどのように臨床応用し、今後どのような展開を期待しているかについて述べたい。

2. ヘリカルCTの特徴

ヘリカルCTの利点、欠点を表1に示した。理論上やむを得ないのであるが、スライスプロフィールが矩形ではなく裾野の広がったガウス曲線様になり、ピーク値は減少しスライス幅は厚くなる。従って、読影する側にとっては濃度分解能と体軸方向の空間分解能が減少し、partial volume effectの多いthick slice CTとなってしまう。最近では、新しい補間再構成アルゴリズム（対向ビーム補間 or 180度補間）により、ある程度改善されている。

3. 胸部領域への応用

肺癌の死亡者数は年間3万人をこえ年々増加しつつあるが、我が国では末梢肺野に発生する腺癌が肺癌の約7割を占める。残念ながら現在の検診システムで、早期肺癌として発見されることは少なく、実際には1年以上前から陰影があるのに指摘されていなかったり、指摘されても結核などの炎症性病変として経過観察され、進行癌の状態での肺癌の診断を受ける例も多い。胸部単純写真では指摘不能で偶然にCTで発見される、いわゆる単純写真オカルト（無所見）肺癌もふえてきている。

ヘリカルCTは従来の胸部X線写真に比べ肺野腫瘍指摘能力は優れていることが証明され、pilot studyとして民間の検診団体などでヘリカルCTによる1次スクリーニングが始まろうとしている。

4. 新読影システムの必要性

胸部単純写真による従来の検診では、読影の対象は1症例につき1枚、1画面の平面写真であった。ヘリカルCTでは、仮に肺尖から横隔膜下まで約

30cmの範囲を1回で撮影し、1cmおきの画像を再構成すると、1症例で30枚のスライス画面をみることになり、1症例あたりの読影労力は著しく増してしまう。改善案としては2つあり、ひとつはフィルムによる読影ではなく、ランダムに画像を体軸方向に連続移動することができる独立診断装置（ワークステーション）上で診断する方法である。視線の移動を最小限におさえられ、体軸方向の連続性をよく把握できる。画像の保管もフィルムではなく光磁気ディスクなどの大容量記憶媒体に圧縮保存し、データベース化も容易となる。将来的には、CTを搭載した検診車で施設検診を行い、その場で得られたデータは光磁気ディスク等に保存して、読影者は後でコンピューターの画面上で読影するようなシステムになるのが理想的と考えられる。

もうひとつは、コンピュータによる自動診断である。1次スクリーニングにCT画像を使う場合の労力、人的コストを考えると、自動診断はさけては通れない課題である。ヘリカルCTのデータは3次元のvolume dataであるため、肺野腫瘍を他の解剖学的構造と分離して認識することが可能となる。また、もともとデジタル情報であるため、データの扱いも容易であろう。

2次元の絵をコンピュータで分析する際には、画面上のx,y軸の他に、第3の軸としての深さ（CT値）を持っており、コンピュータで腫瘍を認識するための処理には3次元的なパターン認識が必要である。図1(a)は、胸部CT画像であるが、CT値に従ってz軸を加えたのが図1(b)である。ヘリカルCTのデータは更にvolumeを持ったデータであり、体軸方向への構造の連続性等の評価が必要であるため、更に4th dimensionの分析が必要である。即ち、ヘリカルCTの自動診断は4次元のパターン認識となる。実際我々読影医は、様々なCT値を持ったpixelの集合である2次元画像を見て腫瘍候補領域を認識し、連続的に何枚かの断層面を見て体軸方向の分析をし、他の構造との鑑別、空間的な位置関係を認識している。

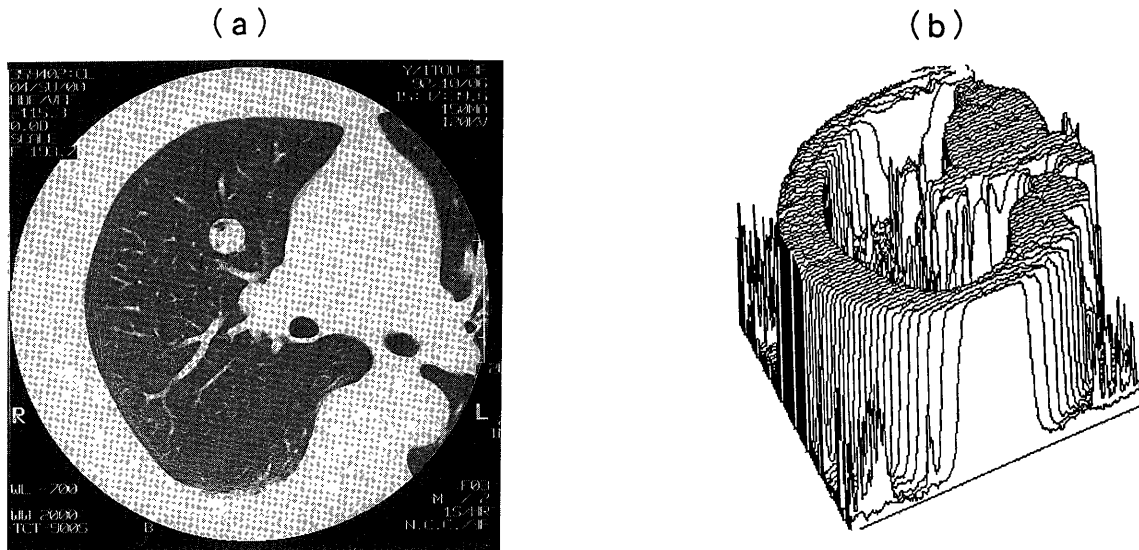
5. 将来展望

表1に示したように、ヘリカルCTは色々な利点

1): 国立がんセンター 呼吸器内科 〒104 東京都中央区築地5-1-1

2): 同上 内視鏡部

図1 自動診断のプロセス



を持っており、今後ルーチン検査の中に占めるヘリカルスキャンの割合は増加していくものと思われる。Thin slice CTは、肺野の腫瘍や陰影の精密検査として利用されることが多いが、1回の息止めで目的とする範囲をすべて撮影することはむしろ困難であるため、息継ぎによるデータ連続性の悪化が生ずる。ビーム幅2mm、テーブル移動速度2mm/secのヘリカルスキャンおよびズーム再構成を行えば、30秒の連続撮影で6cmの範囲のHigh resolution imageが得られる。立体的な構造の把握が容易となる。図2に肺野腫瘍影の癌非癌鑑別診断のための所見を示した。これらの所見をコンピュータでパターン認識し、それぞれの所見を多変量解析して重みづけすることによって、ある程度の質的診断も自動診断できる可能性がある。また、通常のconventional CTがヘリカルスキャンに変わりうるかどうかは、その前に、どのような撮影条件、再構成アルゴリズムで画像を作ればconventional CTと同等以上の画像が得られるかを、ファントム実験および臨床的な検討で確かめる必要がある。

ここ数年の間に医用3次元画像のプログラムが急速に進歩しつつあり、CTのコンソールの中に標準装備されるにいたっているが、これもヘリカルCTのvolume dataが可能とした技術のひとつである。整形外科、形成外科などでの治療計画やシミュレーション、経静脈的に造影剤を投与しながら血管造影に匹敵する画像が得られるようになりつつある。しかし、患者への説明や、医学教育には役立つが、胸部領域での有用性はまだはっきりしていない。中枢気道に病変があって内視鏡でその末梢を観察できないような場合、CTの3次元再構築によって内視鏡的に内腔を観察することは可能となる。

ヘリカルCTは様々なポテンシャルをもったnew modalityであり、恐らく数年さきにはごく普通にルー

チンワークとして検査が行われているものと思われる、周辺のハード、ソフト両面からのサポートの充実がより一層必要をますであろう。M側からの疑問提言に対するcooperativeな作業により初めて効率的な機器の進歩が期待しえる。

表1 ヘリカルCTの利点

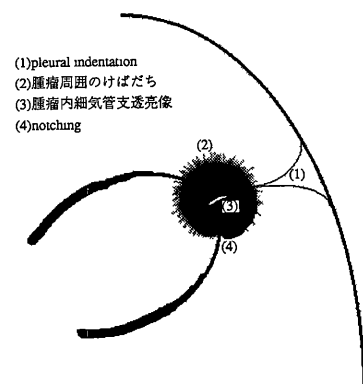
1. 高速スキャン..... 1回の呼吸停止で広範囲のスキャン
2. 造影剤の造影効果増強と使用量の低減
3. 被曝量軽減
4. 任意の位置で再構成可能
5. データの連続性 (MPRや3次元画像に有利)

MPR: multi-planner reconstruction

表2 ヘリカルCTの欠点

1. 体軸方向の分解能が減少
2. partial volume effectの増加
3. 大容量管球が必要

図2 癌、非癌の鑑別...癌の所見



コンピュータ支援画像診断学会

第2回(1992年度)学術講演会報告

同上大会長 鳥脇純一郎*

標記学会は、下記の要領で行われました。

日時：1992年10月20日(火)

場所：名鉄コンピュータサービス多目的ホール

演題：一般講演11件。

特別講演 『コンピュータによる画像診断支援への期待』

(名古屋大学石垣武男教授)

後にプログラムを添えておきます。

参加者：約50名

懇親会：当日夕刻。参加者約25名

一般講演は、X線像の計算機診断関係8件(胸部3、胃2、乳房3)、その他3件でした。本学会講演会は第二回となっていますが、前回は発会式をかねて予め依頼した発表のみでしたから、会員から公募した研究発表としては今回が初めてです。各発表とも講演時間20分、質疑の時間10分というこの種のいわゆる年次(全国)大会としては長めの時間を用意したためか、参加者が発表内容によく追従でき、質疑も活発に行われて、参加者からは好評でした。内容に関する詳細は論文集に譲りますが、医用画像の計算機診断に関する研究を行っている代表的な研究グループからそれぞれ独自の研究が発表され、それぞれの関連分野の研究状況を知る上で極めて有用であったと思います。ただし、実行委員会側の能力の限界もあって余り事前の案内も行っておりませんでしたし、学会自体ができて日が浅いこともありますから、演題数や発表テーマの分布などについては多くを論ずる段階ではないと思います。

会場として、名古屋市繁华街の中心に丁度この学会の一年ほど前にできたばかりの新しいビル

(NHK放送センタービル)の会議室を借りられたことは誠に幸いでした。

なお、次回(1993年度)の大会は、大会長を徳島大学西谷弘教授にお引受け頂き、ほぼ同じ時期に開催する予定になっております。益々大勢のかたのご参加と演題応募をお願い致します。

最後に、ご援助、ご協力を賜りました会員諸氏、並びに、会場の便宜を計って頂いた(株)名鉄コンピュータサービス水野徳重氏に深謝致します。

注：本講演会の論文集はまだ残部があります。入手希望者は学会事務局までご連絡ください。

プログラム

- 【大会長挨拶・開会の辞】** -10:00~10:05- 鳥脇純一郎 (名大・工)
- 【一般講演】** -10:05~12:10- 司会 松本 徹 (放医研)
- 1) 孤立性陰影抽出用Quoitフィルタの乳房X線陰影抽出への応用 ----- 2
○大久保なつみ、磯部義明、山本真司 (豊橋技科大)、鳥脇純一郎 (名大・工)、
小畑秀文 (東京農工大・工)
- 2) 乳腺腫瘍超音波像の画像解析による鑑別診断—乳癌と線維腺腫の鑑別— ----- 3
○森久保寛 (珪肺労災病院・放射線科)
- 3) デジタルX線像処理による乳房の悪性腫瘤影の自動検出 ----- 4
金華栄、○小畑秀文、(東京農工大・工)
- 4) 胃X線二重造影像からの特徴抽出 ----- 9
白石達也、○福島重広 (九工大・情報工学)
- 5) 胃X線二重造影像からのがん病変部抽出—非均一性尺度の導入 ----- 10
○目加田慶人 (名大・工)、長谷川純一 (中京大・情報科学)、
鳥脇純一郎 (名大・工)
- 【総 会】** -13:10~13:40-
- 【特別講演】** -13:45~14:25- 司会 館野之男 (放医研)
コンピュータによる画像診断支援への期待 ----- 1
石垣武男 (名大・医)
- 【一般講演】** -14:25~15:40- 司会 森久保寛 (珪肺労災病院・放射線科)
- 6) 肺癌検診用CT (LSCTにおける診断支援)
—モフォロジカルフィルタによる病巣自動抽出— ----- 5
○千田昌弘、田中一平、山本真司 (豊橋技科大)、館野之男、飯沼 武、
松本 徹 (放医研)、松本満臣 (群馬大・医)
- 7) 間接撮影胸部X線像における線状影の局所特徴を用いた異常陰影判定手順 ----- 7
○清水昭伸 (名大・工)、長谷川純一 (中京大・情報科学)、
鳥脇純一郎 (名大・工)、鈴木隆一郎 (大阪成人病センター)
- 8) デジタル胸部X線像における肺腫瘍影の検出
—医師による読影と自動検出システム— ----- 6
○森 雅樹 (札幌医大)、高島博嗣 (恵愛会南一条病院)、笹岡彰一、名取 博、
阿部庄作 (札幌医大)、鈴木英夫、稲岡則子 (日本アイ・ビー・エム)
- 休憩 —————
- 【一般講演】** -16:10~17:25- 司会 山本真司 (豊橋技科大)
- 9) CRを用いた新しいエネルギーサブトラクション処理法の開発 ----- 8
○中島延淑、伊藤 渡、志村一男、石田正光、加藤久豊 (富士フィルム)
- 10) ファジィ素子による軟部組織の高速境界抽出と3次元像自動再構築の試み ----- 11
○鈴木直樹 (慈恵医大)、小山田浩、松下 聡、日下部正宏 (ソニー)
- 11) 心筋SPECT画像のためのコンピュータ診断支援システムの開発 ----- 12
○藤田広志 (岐大・工)、片渕哲郎 (国循センター)、篠田光生 (岐大・工)、
植原敏勇、西村恒彦 (阪大・医)
- 【学会長挨拶・閉会の辞】** -17:25~17:30- 館野之男 (放医研)

ひと・もの・そしき・情報システム

— たえず新しい課題に向かって

日本アイ・ビー・エム株式会社医療システム事業部 松崎 純一*

日本アイ・ビー・エム(株)はご存知の方が少ないかもしれませんが戦前からの会社です。昭和12年に『日本ワットソン統計会計機械(株)』の社名で米国IBMの日本法人としてスタートしました。社員約25,000人、事業所約100ヶ所、3研究所と2製造工場が現在の概要です。世の中の情報化の進展に伴い、現在の製品は、ワーク・ステーション、パソコン、オフコン、汎用大・中型システム、ネットワーク機器、磁気ディスク他周辺機器等々のハードウェア、およびOS、データベース、ネットワーク、適用業務等々のソフトウェアです。業種としては製造・販売のいわゆる『メーカー』に分類されます。

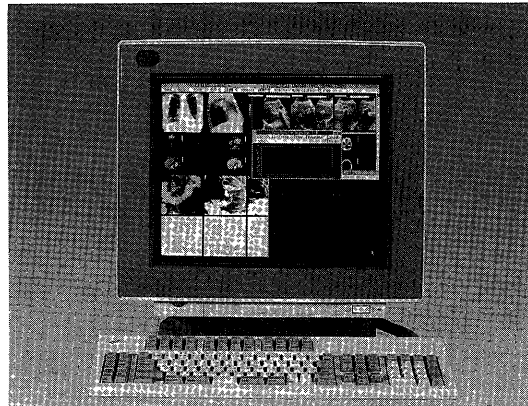
このコラムの表題の”ひと・もの・そしき”を見て思うのですが、どうも『メーカー』という言葉があてはまりにくい気がいたします。冒頭に書きましたが、55年前にスタートした時も今も一貫してお客様の”仕事の仕組み/方法”がテーマでした。事務、研究、生産、販売、サービス、経営—これらの現状を分析し、明日の時代、経営環境に向けた昨日までとは違う”新しい仕組み”づくりのご相談にのること。そしてSEが”新しい仕組み”を成立・支援させるためのコンピュータ適用業務を定義し、設計し情報システムとして構築する。もちろん絶えず最新鋭の技術のハード/ソフトは当然ですが、どちらかというと言ふコンサルティング的なものが私共のビジネスのひとつの本質の部分のような気がします。

さて、肝心の医療の分野ですが、'92年1月に医療システム事業部を発足させ、お客様からのご要望に迅速・的確に対応できる体制強化を行ないました。私共の医学・医療分野への取組みは1960年代からスタートしました。当初は医学研究面と医療事務の分野を手がけました。'70年代になりますと先進的なお客様ではオンライン(今ではあたり前ですが)により窓口予約、検査指示等を含めた病院トータル・システムづくりが始まりました。'80年代初頭にオーダリング・システムを総合的なものとしては日本で最初に当時新設の高知医科大学と共同で開発しました。”3時間3分”と言われている患者待ち時間の大幅な短縮と病院

内各部門の情報の一元管理、それによる大幅な省力効果も実現させました。診察室にディスプレイが登場したのもこの時代からです。その後多くの病院でシステム構築を行なってまいりました。

そして'90年代。いま私共は4つのテーマを持っております。第一は、医療の現場における『診療支援』、第二は医療機関そのものの『経営管理支援』、第三は社会の仕組みとしての『地域医療』、そして最後が治療の前後の工程である『医療関連サービス』の分野です。

ここで診療支援システムの概要をご紹介させていただきます。当件は今から4年前に「診察・診療時に医師が必要としている情報を提供できるシステムとは何か?」というテーマから出発しました。現在、例えば当学会の専門である医用画像診断の分野において、コンピュータ支援による自動診断の研究が進行中です。また各種モダリティの近年の自覚ましい技術革新と普及が進みPACSの導入も進行中です。さらに臨床検査分野においても機器および



データ収集の自動化、精度管理等個々の分野におけるコンピュータの利用は急速に進行中です。

しかしながら、診察の現場においてはカルテ、フィルム、チャート等々の形態で情報が提供されており、これらの管理のため多くの人手がかかっております。診断・診療のため必要な時に医師の思考パターンに沿って受診者の過去のすべてのデータが整理された形で検索できること。このことを基本要件として開発し、IDSS(統合診療支援システム)の名称で'91年8月に発表いたしました。文字・数字データ、イメージ・データ(フィルム、手書き)、グラフの統合、また既存のオーダリング・システムとの統合を可能とするシステムです。

最後に私共日本アイ・ビー・エム(株)は、「個人の尊重」「お客様への卓越したサービス」「完全性の追及」という3つの信条を社是としております。

現在の4つのテーマを進め、来たるべき21世紀の日本の医療・福祉の実現に少しでも役立ちたいと願っております。

臨時総会報告

臨時総会報告

1. 日時 1992年10月20日(火)
2. 場所 NHK名古屋放送センタービル14階
名鉄コンピュータサービス多目的ホール
3. 出席者 正会員21名、委任状50通で成立
4. 議題
 1. 定款改定の件
「第14条 会計年度は毎年1月1日に始まり12月31日に終る。」
を
「第14条 会計年度は毎年10月1日に始まり翌年9月30日に終る。」に改定 … 承認
 2. 平成4年度事業報告および決算報告の件 … 承認
 3. 平成5年度事業計画および収支予算の件 … 承認
 4. 第4回大会会長選任の件 … 小畑秀文氏を選任

平成4年度事業報告

平成4年度事業報告

本年度は設立初年度であり、学会の運営がようやく軌道にのって来たところである。本年度の主な事業内容は次のとおりである。

- a. 第一回学術講演会の開催
平成3年12月20日 学士会館 分館にて
- b. ニュースレターNo. 1およびNo. 2の発刊 (No. 3は10月16日発送済み)
- c. 会員名簿の発行
- d. 画像データベースの公開に向け、検討委員会を発足

平成4年度決算報告

平成4年度決算報告

(平成3年11月から平成4年9月30日まで)

I. 収入の部		II. 支出の部	
会費収入		1. 人件費	101,640
1. 正会員		2. 通信費	26,409
(入会金なし)	315,000	3. 郵送費	74,813
(入会金あり)	156,000	4. 消耗品費	76,831
小計	471,000	5. 設備費	74,984
2. 学生会員		6. 会議費	15,561
(入会金なし)	6,000	7. 出版費	112,100
(入会金あり)	4,000	8. 研究会補助	0
小計	10,000	9. 大会運営費	28,426
3. 賛助会員	630,000	10. 予備費	0
雑収入		支出合計	510,764
1. 利子	1,429		
2. 雑収入	0		
小計	1,429		
収入合計	1,112,429	III. 当期収支差額	601,665

資産

流動資産：銀行普通預金	201,665
銀行定期預金	400,000

(単位：円)

平成5年度予算

平成5年度 (H4.10~H5.9) 予算

収入の部

前年度繰越金	601,665
会費	
正会員	694,000
学生会員	30,000
賛助会員	840,000
雑収入(利息)	6,000
計	2,171,665

支出の部

事務経費	
人件費	200,000
通信費	60,000
郵送費	210,000
消耗品	100,000
設備費	120,000
会議費	100,000
出版費	500,000
研究会補助	100,000
学術講演会補助	60,000
予備費	721,665
計	2,171,665

平成5年度事業計画

平成5年度事業計画

本学会は設立2年目を迎えた。会員数は約100名の小規模の学会であるが、潜在的な会員は多数に上るとされる。会員の大幅増により、学会の財政基盤の強化をはかると共に、事業内容の拡大と質的向上をめざし、本学会の設立趣旨の実現に向けて一層の努力を傾ける。

1. ニュースレターの定期的発行
2. 学術講演会 (於 徳島大学)
3. 画像データベースの整備と著作化
4. 研究会活動の活発化

本学会が協賛する会議案内

—— 本学会が協賛する会議案内 ——

日本医用画像工学会 第12回 大会

開催日時 1993年7月8日(木)、9日(金)
 会場 国立がんセンター内 国際研究交流会館
 講演申込期限 1993年3月15日(月)
 問い合わせ先 日本医用画像工学会事務局
 〒113文京区湯島1-6-2 おむろビル5F
 日本放射線機器工業会内
 Tel. 03-5684-0701, Fax. 03-5684-0702

日本医学物理学会 第10回 研究発表会

開催日時 1993年7月22日(木)、23日(金)
 会場 東京医科歯科大学
 講演申込期限 1993年4月30日(金)
 問い合わせ先 日本医学物理学会第10回研究発表会事務局
 〒113文京区湯島1-5-45
 東京医科歯科大学 歯科放射線学教室内
 Tel. 03-3813-6111(ext.5261), Fax. 03-5684-4234

第3回学術講演会案内 ●●●●●

コンピュータ支援画像診断学会
第3回学術講演会開催案内および論文募集

日時：平成5年10月22日（金曜日），23日（土曜日）

場所：長井記念ホール

徳島市庄町1丁目78番地の1

徳島大学蔵本キャンパス内

電話：0886-312-3111 (ext.6135)

演題締切：平成5年8月31日

演題送付先及び問い合わせ先

〒770 徳島市蔵本町3丁目18の15

徳島大学医学部放射線医学教室

西谷 弘

電話：0886-31-3111 (ext.2375)

FAX：0886-33-1916

※なお、詳細なご案内は第5号に掲載します。

事務局だより ●●●●●

(1) 会員の現況（1993年2月12日現在）

賛助会員 8社（9口）
正会員 104名
学生会員 4名
合計 116

(2) 新たに次の方が入会されました。

会員番号	氏名	所 属
0102	今井 正治	豊橋技術科学大学 情報工学系
0103	久保田光博	東海大学 医学部 第2外科
0104	寺内 陸博	広島大学 工学部 第2類
0105	松田 豪	福井医科大学医学部附属病院

お願い：名簿に誤りやその後の変更などがありましたら、事務局までご連絡下さい。

会員の皆様へのお願い！

第2号より「技術交流の輪」と題して、2つのテーマでMとEによる議論のキャッチボールを掲載しております。本号ではさらに1テーマが増えました。これらの提言および回答に対するご意見・ご質問等がございましたら、下記の学会事務局（東京農工大学工学部、小畑研究室内）までお問い合わせ下さい。

編集委員会としては、より多くの会員の皆様が本企画への参加されることを期待しております。

CADM News Letter (1993年度第4号)

発行日 平成5年2月20日

編集兼発行人 加藤久豊

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 Im

〒184 東京都小金井市中町2-24-16

東京農工大学工学部 小畑研究室内 Tel. & Fax. (0423) 87-8491