

# CADM

Computer Aided Diagnosis of Medical Images

# NewsLetter



コンピュータ支援画像診断学会

1995. 9

No. 13



## バーチャルリアリティと医学の出会い — (2) 実例からみた応用可能性

鳥脇純一郎\*

### 1 まえがき

本稿(1)において、バーチャルリアリティ(virtual reality VR)とは何か、ということについて考え方に重点をおいて詳しく述べた[鳥脇95a]。今回はこの基本的な意味を念頭におきながらこれまでの実験例を検討し、実際にVRの医学への応用としてどのようなことが考えられるのかを述べてみたい。

前回にも述べたように、「VRは、仮想的な環境をリアルな感覚で体験する技術」である。その意味では現在の関連する技術はこれを完全に実現できるだけのレベルに達していない。従って、ここであげる例も本来理想とする目標からみればごく一部を実現できるにすぎないことを予めお断りしておく。さらに、ある技術がVRであるか否かの判断には多分に主観的なものが伴う。これは、VRの要素に「リアルな体験」が含まれることから避け難いものである。いわゆる人工的な環境に没入する感じ(immersion)はVRには必須の要因としてとりあげられるが、かなり主観的な「感覚」であろう[Loeff93]。それはまた、VRが一旦実

現されてしまうとVRとはみなされない(“VRはこんなレベルのものではない”という議論が必ず出てくる)という傾向にもつながる。このあたりは、かつての人工知能(artificial intelligence AI)と似た状態にあるといえるかもしれない。

現在試みられているVR応用の事例をみると、おおむねVRの要素技術の1つ(あるいは未完成ではあるが複数の要素の組み合わせたい)に重点がおかれて、そこから将来の可能性を探るといった形のものが多い。そこで、以下ではこの重点をおかれる要素に注目した分類に基づいて応用例をみてみよう。

### 2 仮想環境としての「仮想化された人体」の利用

本稿(1)[鳥脇95a]で述べたように、計算機内に再構築された3次元人体像は、VRの観点からみると仮想環境の1つとみなされる。これを前稿では「仮想化された人体(バーチャル化された人体)」と呼んだ。VRの医学における最も直接的な応用はこの仮想化された人体の探索と操作にある(図1)。

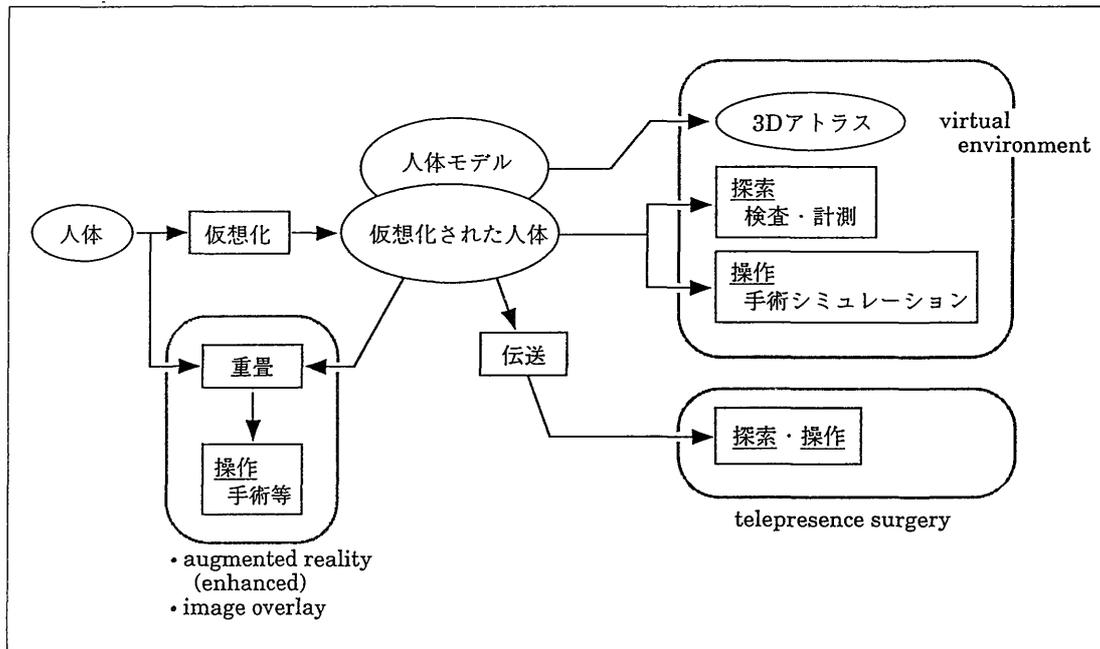


図1 仮想環境としての人体の利用

※：名古屋大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 〒464-01 名古屋市千種区不老町

## 2.1 仮想環境の探索

仮想化された人体の探索は、人体の状態を調べるという意味において検査のシミュレーション、もしくは仮想検査とみなされる。

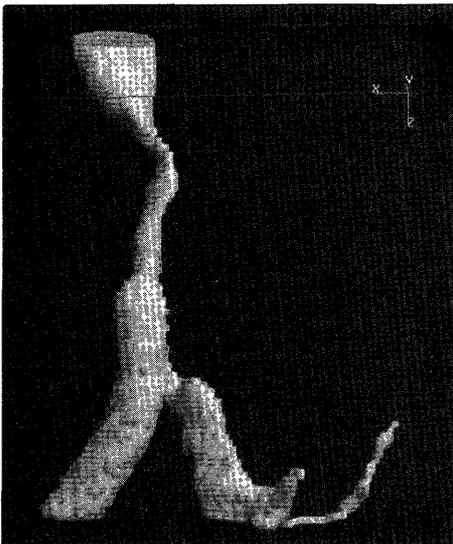
仮想検査の利点は、①対象物のみを自由に抽出できること（観察対象器官のみを抽出することができる）、および、②視点の位置を自由に選べることにあろう。その意味ではCTに基づいて再構成された器官の3次元像（脳、心臓、骨、血管、等）を表示し、観察することはVR応用の第一段階とみなされるが、現在既にありふれた画像診断であってVRとして意識されることは少ないであろう。あるいは、既に従来のX線写真と同程度のレベルに達して特に「仮想」とはみえないということもあるかもしれない。しかしながら、可視化技術の高度化は急速に進んでいるため、今後さらに強いインパクトを与える映像が現れる可能性も十分にあり得る [特集94b、95]。

次に、視点が器官の内部にあり、かつ、連続的に（ある程度の滑らかさで）移動できる（ナビゲーション）ようになると、VR応用としての認識が高まってくる。その代表例として、鳥脇・片田らによる仮想化気管支内視鏡（virtualized endoscopy）がある（図2） [Mori95、森95b]。これは既に前稿でも紹介した

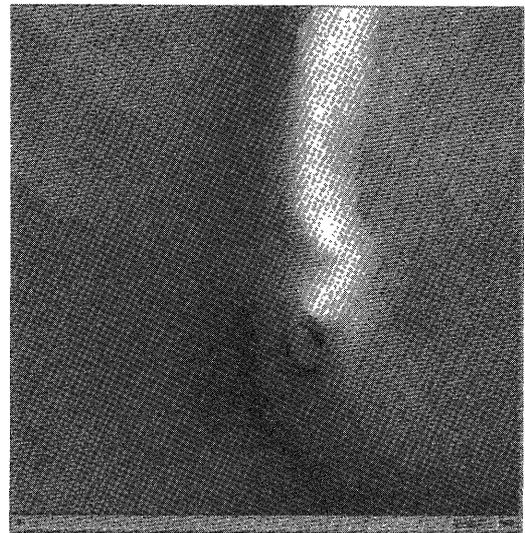
が、仮想化人体の気管支内部を探索するもので、いまのところ使える情報は形態情報に限られるが、シミュレーションの新しい可能性として期待されている。また、各種器官の内壁に沿って移動しながら観察すること、とりわけ細い管状の器官においてはそれに沿って自由に移動しつつ観察することは新しい診断ツールになり得る [Mori95、Adam95]。この技法の特色は、リアルタイムで人体内部を自由に移動するという体験を得られることにある。従って、それを可能にする高速、高精度の映像処理ができなくてはならない。

映像の生成と体験を工夫することによって、その他様々な効果をもたらさう。例えば、HMD（頭部搭載型ディスプレイ、展覧会などで周知のゴーグル様のもの（前稿図3））によって現在直接にみている人体部位の上に重ねてその内部を示す映像を表示することによって、人が直接に人体内部を透視している感覚を生じさせる可能性がある（2.3も参照）。超音波画像を用いた例はその可能性を示唆する [横井94、Boman95]。

また、立体視を組み入れることはリアリティを高める上では当然有効であるが、画像生成などのソフトウェアの負荷と立体視用のめがね（液晶シャッターめがね等）をつけることの煩わしさが伴う。



(a) 気管支外観（気管に狭窄あり）



(b) 気管支内部（狭窄付近）

図2 仮想化された人体の内部のナビゲーション [Mori95、森95b]  
—仮想化気管支内視鏡の場合（症例：高島博嗣博士提供）

仮想化人体の探索中において定量的な特徴量の計測ができることは計算機利用の大きな利点である。そのためには仮想化人体の体験中に必要を生じたらその都度適当な指示を入力して所要の特徴量を計測できる機能がなくてはならない。このときの問題点の1つは、2次元の画面を介して3次元オブジェクトに関して計測したい事柄をどのように指示(入力)するかであり[鳥脇95c]、次に、その計測を実現する方法の問題がある。例えば、前記の仮想化気管支内視鏡の場合には、「気管支壁に沿って2点間の最短距離を計測すること」が望まれるが、その場合、まず「計測すべき2点を指示すること」が必要であり、次に、実際に「気管支壁に沿っての最短距離を求める」手段が要求される[森95a](図3)。

最後に、これらのすべてを実行する大前提として、観測対象の器官の3次元像(仮想化された環境そのもの)が構築されていなくてはならない。例えば、上記の仮想化気管支内視鏡の場合には、気管支をCT像から切出して、3次元像として組立てておく必要がある[Mori95]。これは各患者ごとに行わなくてはならないから、もし手作業で行うとすると相当の作業量になり、できれば正常な組織については切出しの自動化が望まれる。一方、病変部(例えば腫瘍の部分など)については、その範囲の最終的判定は専門医によってなされなくてはならない(筆者の共同研究者片田は、この種の作業は診断と同義になると述べている)。従って少なくとも各スライス上での病変部の切り出し、そして必要ならば探索の結果を参照しつつ切り出しを対話的に修正していくことが、専門医によって柔軟に行えるようになっていなくてはならない。これらの自動、および、対話型の切り出し(セグメンテーション)に関しては多くの研究がなされているが、今後の研究に待つべき点はなお多い。

## 2. 2 仮想化された人体の操作

仮想化された人体に何らかの変形を加えて結果をみる(すなわち仮想環境の操作)は、もう1つの大きな応用分野をつくる。その代表的な例として外科手術のシミュレーションがある。

手術シミュレーションは、文字通り、仮想化された人体に対して手術をシミュレートする処理を適用してみるものである[特集94a]。いうまでもなく、処理の内容を変えて何回でも試行できるため、色々の案を適用してみて最適の手術計画を選択することに役立つ。

筆者らは既に1980年頃から頭部形成外科の手術への応用を試み、NUCSS-V2と呼ぶシステムを開発して実用に供してきた[安田86,Yasuda90]。現在ではコン

ピュータ外科学会、シミュレーション外科学会などの学会が新しく発足し、それらの重要な対象分野を占めるに到っている[論文集94]。現在までのところ、仮想環境の構築および操作が共にやり易い「骨」への適用が大半であり、頭部、及び股関節部において比較的多くの研究がみられる。

軟部組織に関しては、やはり筆者らが早くから手がけたが(図4)[金88]、それ以後の進展は極めて少ない[土肥94,Hashimoto91]。全体的に元になる画像の質的向上は著しいが、対話的操作の内容からみると当時の論文と比べて現在でもそれほど大きく向上しているわけではないように見える。

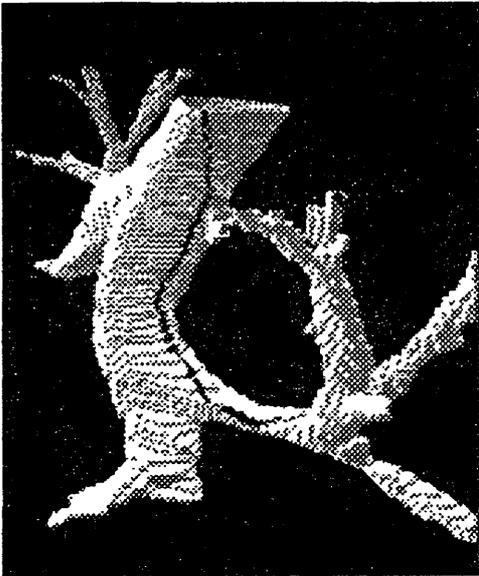
これらの限界を明らかにし、さらに高いレベルに進めるのが今後の課題である。ここでは3次元ボクセル構造データの操作が柔軟、かつ、容易にできるために、計算機ハードウェアおよびインタフェースの大幅な性能向上が望まれる[鳥脇94,北川94]。目下のところ、原画像のもつ精度を保つためにはボクセルデータを、術中支援などのようにリアルタイム応答性を高めるにはポリゴン近似などのCG向きデータ構造を使いわけているようである[鳥脇94,青野95]。その他、例えば、放射線治療において、照射法とそれに対応する線量分布を仮想化人体上に重ねて表示する、というような応用もある。

軟部組織の操作に関しては、組織の物理的性質に関する情報の蓄積が必要である。それがないと仮想化された人体の応答がリアリティを欠き、操作とその結果が現実世界において意義を見出しにくくなる(逆変換が保証されない)。また、細い血管等の配置を扱えるためには、イメージング系の能力の一層の向上が望まれる。

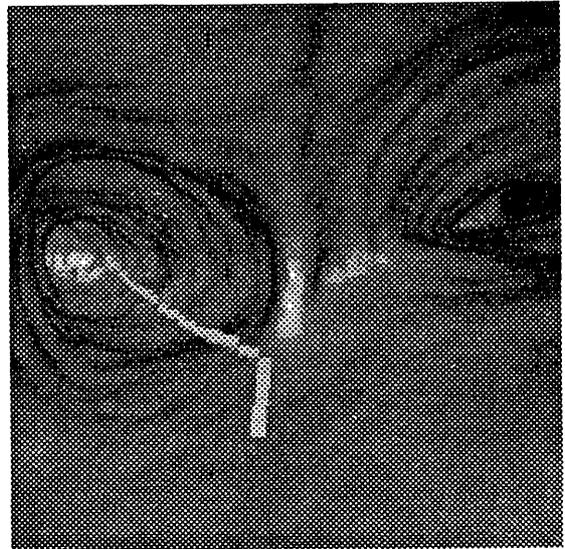
なお、ここでふれた研究の大部分は通常のディスプレイ端末を介して仮想空間(人体)をさわるものであって、3次元仮想空間に入っているという感覚(没入感immersion)は無い。その意味でVRの重要な因子を1つ欠いていると言われるかもしれない。

## 2. 3 現実世界と仮想空間の重畳

2. 1、および、2. 2で述べたVR応用は、ある一時点においては現実世界と仮想環境のどちらか一方しかみていない。それをもう一歩進めて両者を同時に体験できるようにすることも当然考え得る。例えば、実物(実空間の人体)の上に、その内部構造の像(可視光以外の手段で観察、記録した人体像)を正確に重ね合わせて表示し、2種以上の画像情報と実際の人体を(ちょうど操作している場所において)同時に観察し、処理するようにする。いわば、実際の人体を操作しつつ、同時にそれに対応する仮想化された人体の探

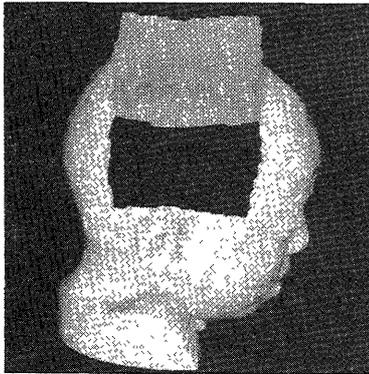


(a) 外部からの計測

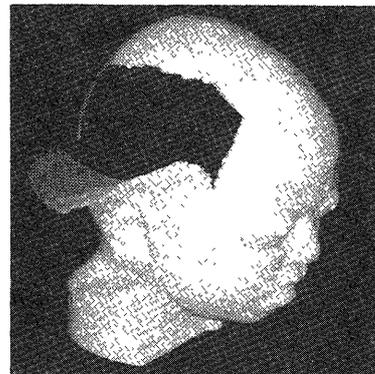


(b) 内側での計測

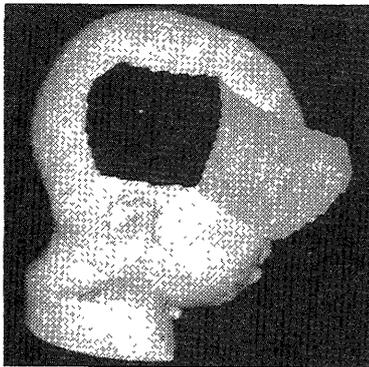
図3 仮想化気管支内視鏡システムにおける気管支壁に沿っての最短パスの計測 [森95a]



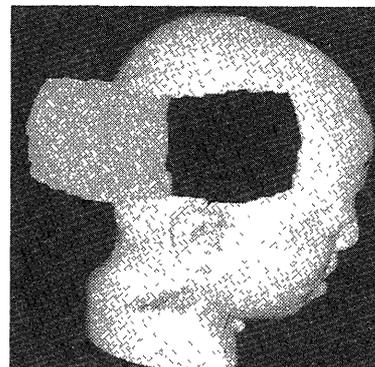
切開後上方に開く例



切開後下方に開く例



切開後右に開く例



切開後左に開く例

図4 手術シミュレーション 一皮膚切開の例 [金88]

索や操作を行なうものである。コンピュータ外科における画像による術中支援（ナビゲーション、など）はこれに近いが〔土肥94〕、構想の段階であって仮想環境の体験にまでは至っていないように思われる。

このような考え方（現実世界のシーンの上に仮想環境として別の情報をのせて体験させる）は、コンピュータ・ビジョンの領域でも最近注目され始め、enhanced reality、augmented reality、image overlayなどの言葉で呼ばれている〔Ayache95、Uenohara95a,b、Grimson95、Colchester94、Lavallee95〕。但し、臨床的意義を評価できるような組織的な実験はまだ報告されていないようである。また、この用途は次節に述べるテレグジスタンス(teleexistence)、テレメディシン(telemedicine)とも密接な関係をもつ。

#### 2. 4 テレグジスタンスとテレメディシン

遠隔地の状況を目前に構築し、体験できるようにする技術は、しばしば、テレグジスタンス（遠隔体験、teleexistence）と呼ばれる〔館91,92〕。あるいは、臨場感通信（telepresence）とも関係が深い〔館92〕。これは、体験している人にとっては仮想化された（しかし、対応する世界は確実に実在する）環境の体験である。もちろん、理想的にはその環境をリアルタイムで操作することが目標となる。例えば、海底での作業をあたかも自分がそこにいるかの如き感覚でロボットを操縦して実行するようなケースである。この場合には、シミュレーションではなくて、リアルタイムで対応する実世界を操作していることが重要な特色である。

これを医療の世界にあてはめて考えると、遠隔地にいる患者に対してロボットを操縦しつつ手術を行う（実行している医師は仮想化された人体を体験していること、目の患者にふれているという感覚をもつ）という状況が想定できる。いわゆるテレメディシン（遠隔医療 telemedicine）の一部であり、tele-presence surgery ということばもみられる〔Jiang94、Satava95〕。これを直ちに実現することは容易ではないが、基礎実験は既に始まっている〔館92、Satava95〕。

このとき、仮想化された人体（仮想環境）の方はスケールの変換が自由にできるから、例えば実際は極めて微小な部位・組織の手術（微細な血管や神経等）であっても、仮想環境は十分大きくして操作をやり易くすることなども考えられる（マイクロサージェリーの支援）〔館92、Sagar94、Hunter95〕。

さらに、将来はこの仮想化された同一の環境内で、互いに別の場所にいる複数の医師が協力して作業を行うことも考えられる。これは、仮想空間における協調

作業の応用であり〔宮里95、岸野94、館92、Benford94〕、工学においては注目されている問題であるが、医用応用はこれからである。

このような考え方をさらに発展させると、ある人が体験している仮想空間に対応する実空間は1ヶ所ではなくて、複数の地点にあることも起り得る。実際、既に実験例もある臨場感通信に基づく遠隔会議では仮想空間に集まる出席者は実空間では全く異なる場所に居る。あるいは、別の見方をすれば、前稿で仮想空間は計算機内部に存在すると述べたが、それはネットワークでつながれた複数の計算機内、あるいは、むしろ計算機ネットワーク上にあるというケースの可能性が出てくるということである。これを積極的に用いると、様々の機能（専門の異なる医師、薬局、等）をネットワークで結んで、それにアクセスするユーザからは1つの病院のように機能する「ハイパーホスピタル」の概念が出てくる〔古田94〕。各ユーザの手元にはちょうど1つの病院にアクセスするように見える仮想環境（3D映像、など）を構築しておくことができるであろう。ここでは、仮想空間がネットワークで結ばれた「機能群」にアクセスする1つのインタフェースとして機能している点が面白い。このようなネットワーク上のメディアにつくられる仮想空間、VRという考え方は改めて注目を集めている〔Rheingold93〕。

#### 3. モデル化された人体の利用

前節で述べた仮想環境の重要な特徴の1つは、それが個々の具体的な患者に対応しているということである。それに対して、特定の具体的な事例に対応するよりは一般的なモデルとして構築された仮想環境としての人体が当然有り得る。例えば、現在の人体模型に対応するものである（厳密に言えば対応する実物が存在するとは限らないから、通常のVRと同じ意味での仮想人体である）。これは、丁度現在の医学の教科書や実体模型と同じように、教育・訓練に利用できるであろう。

例えば、解剖図（アトラス）を考えてみると、従来は「スケッチ」から「スケッチ+写真」へと進み〔養老87〕、これに実物模型や病理標本が適宜組合せられてきたと思われる（注1）。近年は、さらに、CTの普及と共に断面の写真が新しい視点を提供している。これにさらに最近のコンピュータ・グラフィックス技術を組合せることによって、解剖学的構造に関する様々の説明を入れた仮想人体、すなわち、「3Dアトラス」を構成することができる〔Hohne95、Voxel95〕。これは、予め用意された表示法のみならず仮想人体を操作することによって、見たい対象や視点の位置、見る方向などを自由に選べる。例えば、最

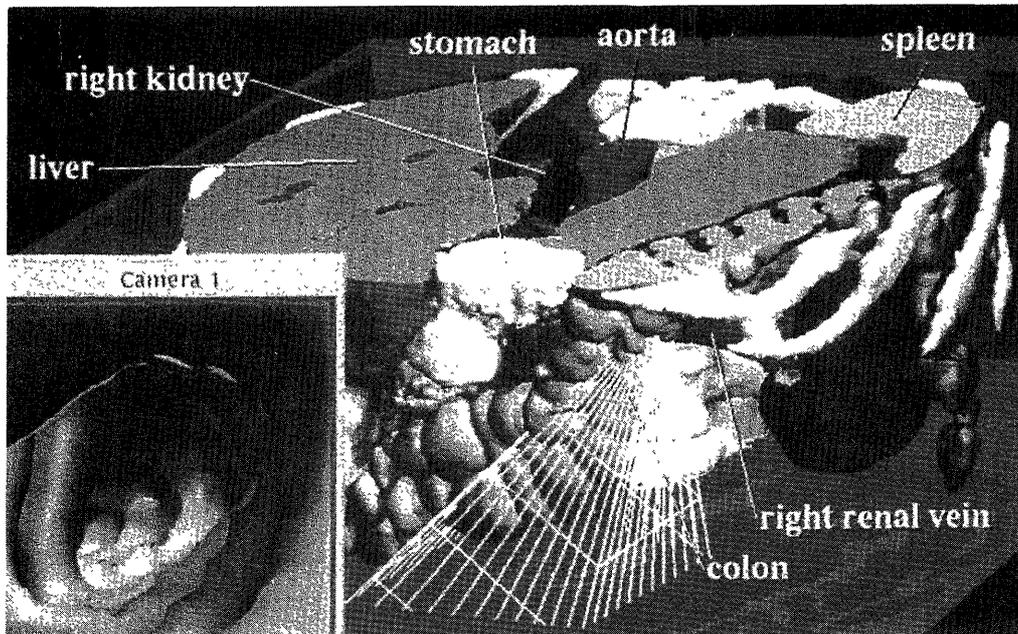


図5 3Dアトラスの画面の例 [Hohne95]

画面下部の直線群は可能な視線方向。この選択によって、左下の窓の中にその方向からの形状が出る。今の場合には結腸の内部が出ている。

近の3Dアトラスの1つでは2. 1で述べたものと同様に器官内部に視点を選ぶこともできる [Hohne95] (図5)。さらに、任意の臓器、骨などをとりはずし、手にもってみることもできるものがある [Kruger95, Flohlich95]。前出の手術シミュレーションも、実際の手術の計画にまでは使えないとしても教育用には役立つという意見もある。もっとも、応用面での術前のシミュレーション、術中支援、および、トレーニング、仮想環境の面での個々の患者の人体の仮想化、および、モデルとしての仮想人体、といった諸要因の間には色々の組合せがあり得るから、2節と3節の内容の区切りも明確なものではない。

(注1) 解剖図、人体標本については、筆者は全くの専門外であるが、情報学的にみて以下の3点は極めて重要な発展として注目している。

- ①ヘリカル型CT等による人体3D像の取得とCGによる3次元再構築：これは上述の通り、VR応用アトラスを可能にした。
- ②米国NLM (National Library of Medicine) による「The Visible Human Project」：X線CT、MRIおよび実際の人体の切断像(カラー写真)をデジタル化して、一定の条件で一般に提供する [館92の応用編6]。VRに関連して言えば、仮想環境としての人体を構築するベースになる [Visible95]。

③プラスティネーション (plastination) 標本の導入：標本作製法一種で、例えば人体を3mm～30mm程度の厚さに切って永久保存できる。持ち運び可能で極端な場合胴体全体の縦断薄片もつくられる。人体標本保存の諸問題をほぼ解決したと言われる [張94, Hagens87, 増田95]。VRと対照させる意味で実空間の人体を体験する有用な手段と考えられよう。

#### 4. 一般の仮想世界の利用

通常の仮想環境の利用法の中にも当然医学において役立つものも有り得る。ここではその中から2種類のものを取りあげる。1つは都市計画における景観シミュレーションや製品開発過程における「仮想体験による評価」、あるいは、仮想体験を通しての設計にみられるように、様々のスケールの人工物を設計開発する際に、実物をつくることなしに体験する機会をつくることである。体験は開発する側のみでなく、ユーザや顧客にも可能である。すなわち、販売の場においても利用される。

他の1つはVRにおける仮想環境の体験じたいを医療に役立てようとするものである。

##### 4.1 医療環境設計への応用

上に記したように、医療用機器から病院などの施設にいたる様々のレベルでの施設、設備、製品の設計に

において、計画中のものを仮想環境として実現できれば開発側、利用者側ともにそれを体験し、評価することができる。このような考え方に先鞭をつけたものとして、システムキッチンのショールームに用いられて話題を呼んだ例がある〔日経92〕。また、医療においても、CT室の設計に応用された例がある〔土井93,94〕。ここでは、患者、医師、技術者それぞれの視点から3次元環境を体験できることに大きな利点が見出される。

また2.2で述べた手術のシミュレーションにつながるものとして人工骨の設計への応用が検討されている〔周93〕。現在のところ、VR体験としては、患者の仮想化人体の一部にはめ込むことを医師が画面で試みる程度にとどまるが、将来は力の作用も伴ってもう少しリアルな体験が可能になる。このように人体の一部に埋込んだり、装着するものの開発においてVRの応用は大いに期待される。実際、産業界においては、衣服のデザイン、めがねの選択、ヘアスタイルなどのようなファッション的な意味をもつ分野においては、2次元画面上でならば個々の製品を装着した状態を見られるシステムの開発が試みられている。これらの応用では利用者（顧客や患者）が定まり、かつ、仮想化もされれば2.1と同じ状態になる（個々の具体的な人の仮想化）。それより以前の設計・開発段階や仮想化が難しい場合はモデル化された人体を用いての本節のような利用となろう。

#### 4.2 一般の仮想環境体験の応用

適切に設計された仮想環境の体験は、環境の内容じたいは普通の3次元世界であっても（むしろ自然のものであるが故に）、広い意味の治療、予後等に役立ち得ることも考えられる。

例えば、ある種の情景の3次元（的？）映像の体験が高所恐怖症の克服に使われたという報告がある〔Boman95、Hodges95〕。また、色々の障害があつて自由に外出できない児童に動物園の3D映像を体験させた作品「動物園へ行こう」は治療とは言えないかもしれないが、精神的な影響の効用を十分評価されており、類似の応用例も色々と試みられている〔特集93、谷口94〕。

さらに、ゴルフやスキーのシミュレータ、車や飛行機の操縦シミュレータなどは様々の催し物で人気を集めているが、概念的にも技術的にもリハビリテーションや色々の教育・訓練に（そして診断、治療支援にも）利用できる可能性を示している〔館92、Kuhlen95〕。2.1で述べた仮想化気管支内視鏡は本物の内視鏡検査の訓練や内視鏡診断の教育に使えるかもしれない。カテーテル使用への応用の構想もある

〔新井94〕。

抽象的数値データ（データベース）、論理データ（プログラムなど）もその構造を3次元時空間の形式にあてはめて表現できれば仮想環境として体験できる。ソフトウェア解析に応用した例があるが、例はまだ少ない。医学への応用例はまだ無いが、医学データベースの可視化にも使える可能性はある〔特集93、Boman95、日経95b〕。

#### 5. VRとは何か—再考

以上、様々の形のVR応用の例（あるいは期待される形）と思われるものをあげてみたが、ここで「VRとは何か」（VRの定義）についてもう一度ふれておきたい。

まず、現在のところ、VRの明解な定義があるわけではない。また、前稿ではふれなかったが、仮想環境（virtual environment）という言葉もしばしば使われている〔Boman95、Comp95a〕。「仮想の環境」の意味も色々あることが、これまでの応用からみてとれる。例えば、次のようなケースがあげられる。

- ・完全な空想の（有り得ない）世界（アニメ、SF）
- ・実在するが体験はできない世界（人体内部、等）
- ・実在し得るが体験はできない（したくない）環境（危険、災害）
- ・実在し、体験もできるかもしれないが今この場ではできない環境（テレグジステンス）
- ・それに近いものは実在し、体験もできるが今、目の前にはなく、また実体験は手間がかかる環境（スキー、ゴルフシミュレータ）
- ・過去に実在したが現在は存在しない環境（遺跡や歴史的建築物の再現）

現時点でVRの実現をうたうものは、上記のいずれかの意味で体験に値する環境の存在と共に、体験としての3次元性や立体視（リアリティ）、その環境に入り込んでいるという感覚（没入感（immersion）、移動（ナビゲーション）、相互作用、ある種のリアリティ）、のような要因の存在を強調するようである。しかし、本文でふれた応用の範囲には、実はこれらの要因をいずれも備えていないものも含まれている。極論すれば、何らかの仮想環境と何らかのそれをさわる手段のみが確実に存在する。例えば、手術のシミュレーションが既にそうである。しかし、現時点では本文でふれた程度の範囲のものはVRの可能性の1つとして視野に入れておいてよいのではないかと考えている。その大きな理由の1つは、VR関連分野が今急激な発展途上にあるということである。このことは、VRの構想に比べて、実現に利用できる技術がいまのと

ころ極めて未熟なレベルでしかないということをも意味する。恐らく、近い将来VRの考え方もより明確になり、それと共により限定的に、より狭い意味になるのではないかと予想している（例えばAI、パターン認識、等の例をみよ）。

ちなみに、実在の絵画をデジタル化し、様々に加筆、変形することを介して作品の理解を深めようとする試みを、[西岡95]は次のように述べている：「あくまで、その目的は、画中に遊ぶ心境で名画の空間を疑似的に「体験」し、作品を描く画家の心中に結ばれた画像を疑似的に「目撃」することで・・・作品理解を深めることにある。・・・」（下線は筆者）。これをVRに入れるかどうか。この著者が、「・・・空間を疑似的に体験する」という表現を用いている点ではVRと言ってもよさそうであるが、上述の諸要因からはかなり離れているようにも思われる。

## 6. むすび

前稿の後をうけて、本稿ではVRの医学への応用の可能な形態について、これまでの研究報告にみられる事例を参考にして簡単に整理してみた。

VRは極めて新しい技術であり、その医学への応用もまた初等的な段階にある。その反面、VRはどちらかと言えば概念的なもの、コンセプトとして、あるいは、技術をみる視点として新しいものであって、具体化された個々の事例は、少なくとも現時点において

は、既にかなり前から出ていた技術（例えば、コンピュータ・グラフィックス、CAD、ロボティクス、シミュレータ、など）の延長上にあるものとも言える。そのみでなく、仮想的世界をリアリティをもって体験させるという試みは、映像の世界においてさえ極めて古くからあったと思われる。例えば、15世紀のイタリアにおける一種の透視装置（注2）は見る人に実世界の光景を見るような幻想を与えて夢中にさせたということである[辻95]。プロジェクタ（注3）で舞台装置の中に発生する濃い煙の上に静止像を投影したり、大きなガラス板に舞台下から静止像を写し、観客からはガラスの背後で演技する実際の人物が投影像と重なって見えるように工夫したショーはファンタスマゴリアと呼ばれ、18世紀のパリで大いに人気を博したということである（図6）[イマジ95]。後者はまさしく2.4で述べたaugmented reality、もしくは、image overlayである。しかし、それも1895年（ちょうど100年前—奇しくもX線発見と同じ年—）に登場した映画の普及と共に消え去る運命にあった。

現在のVRも今の技術の最先端ではあっても、もしかするとこの幻燈機レベルのものであるかもしれない。そうであるとすれば次世代の“本命”となるべき技術の登場と共に消え去る運命にある（もちろん、生残る可能性も十分ある）。それならばその次の世代の技術は何かと問われても筆者にもわからない。あえて

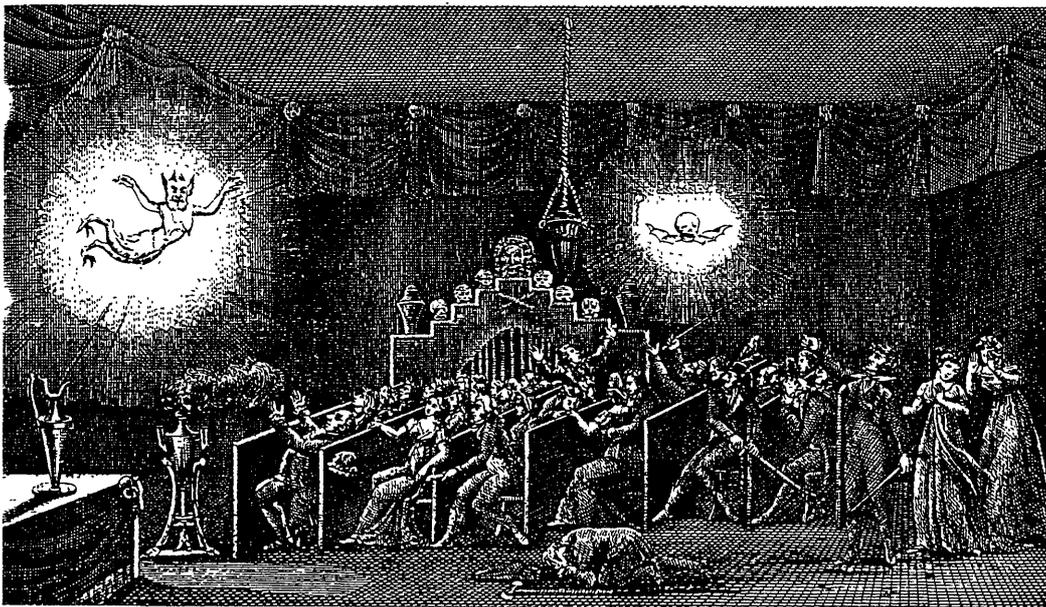


図6 18世紀の映像ショー —ファンタスマゴリア—の情景

いまからみれば image overlay, バーチャルリアリティの一種とみられなくもない（[イマジ95]より引用）

言えば、現在の医学におけるVR応用の中心がCTに基づく3次元画像にあり、その内容の主力は形態情報のみにあるという点が気になる(注4)。そうになると、次のステップは3次元画像による動画、それもほとんどリアルタイムで生体の機能に関する情報をもたらすものではなくてはならない。その意味で本年の医学放射線学会におけるシンポジウム「KINEMATIC RADIOLOGY」は示唆に富むものであり、その中で片田が提示した映像は1つの可能性を具体的に示唆している[シンポ95]。

さらに、VRという技術に関する評価—いわゆるテクノロジー・アセスメントの重要性についてもふれておかねばならない。もちろん、現時点でのVRは極めて未熟であるから、その欠点を指摘することは容易である。逆に夢物語的な世界を掲げることもできるであろう。いずれにしても興味本位の議論で健全な発展を阻外しないことを願うものである。そのうえで、問題を生じそうなポイントを早い段階から明らかにしておくことが望ましい。一例をあげれば、3D画像の画質評価の問題がある。それは仮想環境を構築するベースとしてどのような画像を用いたかに関係する。さらに他の例をあげれば、どのような処理が診断もしくは治療という行為とみなされるか、ということがある。既に本文中でもふれたように、仮想環境構築のベースとなる組織、器官の切り出し、とりわけ病変部の切り出し(セグメンテーション)という処理はどう考えられるであろうか。いうまでもなく、VRの諸技術そのものの人体に及ぼす影響は最も重要である[杉岡94,特集93]。例えば、シミュレーションの限界はユーザーで

ある医師に正しく理解されていなくてはならない。そして、新しい医用技術の導入に際しての常として道義的、倫理的な問題も生じてこよう[Whalley95]。

終わりに、本シリーズは《解説》という分類名称を頂いているが、既に確立した基礎技術をわかり易く説明したという意味の《解説》ではなく、むしろ、筆者が現時点で了解している事柄を自由に記したものであることをお断りしておく。ただ、前稿と違い今回は事例の紹介を多数含むため一応参考にした文献は挙げているが、それも組織的に調査したものではなく、たまたま筆者の目に触れたものにとどまる。恐らく、筆者の誤解、見落としていた応用の可能性や問題点、なども多々あるであろう。それらをご了解頂いたうえで、会員諸兄の今後の研究、あるいは、議論の材料を提供できたならば誠に幸いである。

最後に、日頃御討論頂く研究室の諸氏に深謝する。

(注2) 針穴写真機に似た装置を工夫したもののようなものである。

(注3) 幻燈機、ファンタスコープと呼ばれた。今のスライドプロジェクタ、もしくはオーバーヘッドプロジェクタというところか

(注4) 形態情報はもちろん重要であるし、そこにこそ現象の本質があるという立場もある(形の科学、など)。ここで言いたいのは機能情報が欠落しているということの方である。

#### 【参考文献】

- [青野95] 青野雅樹、大淵竜太郎、宮澤達夫：仮想環境における脳手術シミュレーション、情報処理学会グラフィックスとCAD研究会資料、グラフィックスとCAD74-8(1995.5)
- [新井94] 新井史人、伊藤正広、福田敏男、他：知的医療支援システムに関する研究—能動カテーテル操作のための知的支援システム、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション研究会資料、HC94-12(1994.5)
- [イマジ95] 東京都庭園美術館編；イマジネーションの表現、東京都庭園美術館、1995
- [岸野94] 岸野文郎；空間共有形協調作業環境の課題、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション研究会資料、HC93-86、(1994.3)
- [北川94] 北川英志、岡田稔、横井茂樹、鳥脇純一郎：手術シミュレーションのための仮想空間操作システムの開発、Medical Imaging Technology、12、5、pp.619-625(1994.9)
- [金88] 金秀一、安田秀美、横井茂樹、鳥脇純一郎、片田和廣：CT三次元画像を用いた脳外科手術における皮膚切開シミュレーション、医用電子と生体工学、26、6、pp.231-234(1988-12)
- [周93] 周欣欣、安田孝美、横井茂樹、他：股関節整形手術における人工股関節選択支援システム、電子情報通信学会論文誌、J76D-II、2、pp.374-381(1993.2)
- [シンポ95] シンポジウム1「KINEMATIC RADIOLOGY」、第54回日本医学放射線学会発表会抄録集、日本医学放射線学会雑誌、55、2(1995.2)

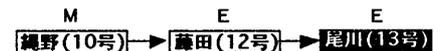
- [杉岡94] 杉岡由喜子、須藤三徳、後藤源太、他：仮想現実システムの人体に対する生理学的及び衛生学的影響、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション研究会資料、HC94-11 (1994.5)
- [館91] 館暉：テレグジスタンス、テレビジョン学会誌、45、4、pp.480-487 (1991.4)
- [館92] 館暉、広瀬通孝監修著：バーチャル・テック・ラボ、工業調査会、1992
- [谷口94] 谷口雅昭：バーチャル・プレイグランドによる院内環境の改善、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション研究会資料、HC94-69 (1994.11)
- [張94] 張静華、養老孟司、布施英利、吉田稔、増田弥生：プラスティネーション標本の製作とデータベース化、形の科学会報、9、1、pp.18-21 (1994)
- [辻95] 辻茂：遠近法の誕生—ルネサンスの芸術家と科学、朝日新聞社、1995
- [土井93] 土井美和子、福井美佳、西田委甲子：仮想被験者のための動作生成手法、第9回NICOGRAPH論文コンテスト論文集、pp.270-280 (1993.11)
- [土井94] 土井美和子、福井美佳、加藤伸子：医療機器配置の仮想試作システム、東芝レビュー、Vol.49、No.1、pp.32-34 (1994)
- [特集93] 特集：バーチャルリアリティ最前線、日経サイエンス、1993年10月号、日経サイエンス社 (1993.10)
- [特集94a] 特集：手術支援と医用画像処理、Medical Imaging Technology、12、5 (1994.9)
- [特集94b] 特集：新しいCT、BME、8、8(1994)
- [特集95] 特集2：生体放射、Medical Imaging Technology、13、1 (1995)
- [土肥94] 土肥健純：コンピュータ外科と画像処理、Medical Imaging Technology、12、5、pp.612-618 (1994.9)
- [鳥脇94] 鳥脇純一郎：手術計画支援システムの機能とソフトウェア、Medical Imaging Technology、12、5、pp.585-592 (1994.9)
- [鳥脇95a] 鳥脇純一郎：バーチャル・リアリティと医学の出会い—(1) バーチャルリアリティとは何か、CADMニュースレター、No.12、pp.8-14 (1995.6)
- [鳥脇95b] 鳥脇純一郎：3次元医用画像処理の現状と将来、3次元画像コンファレンス'95講演論文集、pp.130-139 (1995.7)
- [鳥脇95c] 鳥脇純一郎：ヒューマンインタフェースと画像処理、コロナ社、1995
- [西岡95] 西岡文彦：マルチメディア美術館、NTT出版、1995
- [日経92] 仮想現実感システム、実用へ向けて前進、日経エレクトロニクス、No.558、1992年7月6日号、pp.145-155 (1992.7)
- [日経95a] “VR散歩でリハビリ”、日経産業新聞、1995年5月5日号 (1995.5)
- [日経95b] “映画「ディスクロージャー」に登場するバーチャルリアリティ空間”、日経CG、1995年5月号、pp.119-121 (1995.5)
- [古田94] 古田展康、五十嵐久子、新藤邦元、他：電子情報ネットワーク上に展開され、仮想現実をインターフェースとする新しい医療空間(Hyper Hospital)のシステム設計と試作、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション研究会資料、HC94-13 (1994.5)
- [増田95] 増田弥生、本宮かをる、吉田稔：解剖Plastination画像データベースのコンピュータデモンストレーションのビデオ化、形の科学会報、10、1、pp.20-21 (1995)
- [宮里95] 宮里勉、岸野文郎：臨場感通信会議におけるマルチモーダルインタラクション、情報処理学会音声言語情報処理研究会資料、音声言語情報処理 7-1 (1995.7)
- [森95a] 森健策、長谷川純一、鳥脇純一郎：医用3次元画像における物体表面上の最短距離及び経路の計測、電子情報通信学会パターン認識・理解研究会資料、PRU95-64 (1995.7)
- [森95b] 森健策、長谷川純一、鳥脇純一郎、安野泰史、片田和宏：3次元胸部CT像に基づく気管支内視鏡シミュレーションシステム(仮想化気管支内視鏡システム)、医用電子と生体工学(印刷中)
- [安田86] 安田孝美、萬淳一、横井茂樹、鳥脇純一郎、片田和広：3次元グラフィックスを用いた頭部CT像3次元表示の手術計画への応用、医用電子と生体工学、24、1、pp.22-27 (1986.2)
- [安田91] 安田孝美、原田浩二、横井茂樹、鳥脇純一郎：3次元画像処理を用いた頭蓋内容積の自動計測の一手法、電子情報通信学会論文誌、J74-DII、4、pp.560-568 (1991.4)
- [養老87] 養老孟司、布施英利：解剖の時間、哲学書房、1987

- [横井94] 横井茂樹：バーチャルリアリティの医学応用の動向と展望, *Medical Imaging Technology*, 12, 5, pp.606-611(1994.9)
- [論文集94] コンピュータ支援画像診断学会第4回学術講演会講演論文集、第3回日本コンピュータ外科学会学術発表会合同講演論文集 (1994.10)
- [Adam95] J.Adam : *Medical Electronics*, *IEEE Spectrum*, 32, 1, pp.80-83 (1995.1)
- [Ayache95] N.Ayache ed.:*Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine*, *Lecture Note in Computer Science*, 905 (1995)
- [Benford94] S.Benford, J.Bowers, L.E.Fahlen, J.Mariani and T.Rodden : *Supporting cooperative work in virtual environments*, *The Computer Journal*, 37, 8, pp.653-668 (1994)
- [Boman95] D.K.Boman:*International Survey:virtual-environment research*, *IEEE Computer*, 28, 6, pp.57-65 (1995.6)
- [Colchester94] A.C.F.Colchester, J.Zhao, C.Henri, et al.:*Craniotomy simulation and guidance using a stereo video based tracking system*, *Proc. of International Conf. on Visualization in Biomedical Computing*, *SPIE Vol.2359*, pp.541-551 (1994)
- [Comp95a] *Special issue on Virtual Environments*, *Computer*, 28, 7, *IEEE Computer Society* (1995.7)
- [Comp95b] *Special issue on Virtual Reality for Medicine*, *Computers in Biology and Medicine*, 25, 2 (1995.3)
- [Flohlich95] B.Frohlich, G.Grunst, W.Kruger and G.Wesche: *The responsive workbench: a virtual working environment for physicians*, *Computers in Biology and Medicine*, 25, 2, pp.301-308 (1995.3)
- [Grimson95] W.E.L.Grimson,G.J.Ettinger,S.J.White,P.L.Gleason,T.Lozano -Perez,W.M.WellsIII,R.Kikinis: *Evaluating and Validating an Automated Registration System for Enhanced Reality Visualization in Surgery*, in N.Ayache ed.: *Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine* , *Lecture Note in Computer Science*, 905, pp.3-12, Springer- Verlag, 1995
- [Hagens87] G.von Hagens,K.Tiedeman and W.Kritz:*The current potential of plastination*,*Anatomy and Embryology*, 175, pp.411-421 (1987)
- [Hashimoto91] D.Hashimoto, T.Dohi, M.Tzuzuki, Y.Horiuchi, K.Chinzei, M.Suzuki and Y.Idzeki : *Development of a computer aided surgery system: Three dimensional graphic reconstruction for treatment of liver cancer*, *Surgery* (1991), pp.589-596 (1991)
- [Hodges95] L.F.Hodges, R.Kooper, T.C.Meyer, B.O.Rothbaum, D.Opdyke, J. I.de Graaff, I.S.Williford and M.M.North : *Virtual environments for treating the fear of heights*, *Computer*, 28, 7, pp.27-34(1995.7)
- [Hohne95] K.H.Hohne, B.Pflessler, A.Pommert, M.Riemer, Th.Schiemann, R.Schubert and U.Tiede : *A new representation of knowledge concerning human anatomy and function*, *Nature Medicine*, 1, 6, pp.506-511 (1995.6)
- [Hunter95] I.W.Hunter, L.A.Jones, M.A.Sagar, S.R.Lofontaine and P.J.Hunter: *Ophthalmic microsurgical robot and associated virtual environment*, *Computers in Biology and Medicine*, 25, 2, pp.173-182 (1995.3)
- [Jiang94] E.Jiang, L.Zamorano, W.I.Grosky, M.Kadi, and F.Diaz : *Tele-presence and virtual reality in computer-assisted neurological surgery : basic theory and a prototype*, *Proc. of International Conf. on Visualization in Biomedical Computing*, *SPIE Vol.2359*, pp.574-593 (1994)
- [Kuhlen95] T.Kuhlen and C.Dohle: *Virtual reality for physically disabled people*, *Computers in Biology and Medicine*, 25, 2, pp.205-212 (1995.3)
- [Kruger95] W.Kruger, C-A.Bohn, B.Frohlich, H.Schuth, W.Strauss, and G. Wesche : *The responsive workbench : A virtual work environment*, *Computer*, 28, 7, pp.42-48 (1995.7)
- [Lavallee95] S.Lavallee, P.Cinquin, R.Szeliski, O.Peria, A.Hamadeh, G.Champlebouxa and J.Troccaz : *Building a hybrid patient's model for augmented reality in surgery: a registration problem*, *Computers in Biology and Medicine*, 25, 2, pp.149-164 (1995.3)
- [Loeff93] C.E.Loeffler : *Virtual Realities-Anthology of Industry and Culture*, *Van Nostrand Rheinheld*,1993 (カール.E.ロフラー編、安木正美、福高忠和監訳：ヴァーチャル・リアリティーズ、技術評論社、1993)

- [Mori95] K.Mori, J.Hasegawa, J.Toriwaki, Y.Anno, and K.Katada : Extraction and visualization of bronchus from 3D CT images of lung, in N.Ayache ed.: Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine , Lecture Note in Computer Science, 905, pp.542-548, Springer-Verlag, 1995
- [Rheingold93] H.Rheingold : The Virtual Community, John Blockman Associates, Inc., New York, 1993 (H. ラインゴールド著、会津泉訳：バーチャルコミュニティ、三田出版会、1995)
- [Sagar94] M.A.Sagar, D.Bullivant, G.D.Mallinson, P.J.Hunter and I.W. Hunter : A virtual environment and model of the eye for surgical simulation, Computer Graphics SIGGRAPH94 Conference Proceedings, pp.205-212 (1994)
- [Satava95] R.M.Satava: Virtual reality and telepresence for military medicine, Computers in Biology and Medicine, 25, 2, pp.229-236(1995.3)
- [Uenohara95a] M.Uenohara and T.Kanade : Vision-based object registration for real-time image overlay, in N.Ayache ed.: Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine , Lecture Note in Computer Science, 905, pp.13-22, Springer-Verlag, 1995
- [Uenohara95b] M.Uenohara and T.Kanade: Vision-based object registration for real-time image overlay, Computers in Biology and Medicine, 25, 2, pp.249-260 (1995.3)
- [Visible95] 詳細はインターネットの [www.nlm.nih.gov](http://www.nlm.nih.gov) を参照。
- [Voxel95] VOXEL-MAN - The novel hypermedia system for UNIX workstations, Springer 社カタログ (1995)
- [Whalley95] L.J.Whalley: Ethical issues in the application of virtual reality to medicine, Computers in Biology and Medicine, 25, 2, pp.107-114 (1995.3)
- [Yasuda90] T.Yasuda, Y.Hashimoto, S.Yokoi, and J.Toriwaki : Computer system for craniofacial surgical planning based on CT images, IEEE Trans. on Medical Imaging, 9, 3, pp.270-280 (1990.9)



## 技術交流の輪— 1



# 「M」側からの基礎的な疑問に込えて —ニューラルネットワークは期待に応えられるか?—

尾川 浩一\*

このNews Letterでは「M」と「E」とのさまざまな議論が行なわれていますが、縄野先生の文章に応える形で「E」側の意見を書いてもらいたいというお話があり筆を取った次第です。ちょうど、No. 12号のなかで藤田先生がニューラルネットの応用に関して述べていましたので、私も最近の経験をふまえてニューラルネットに関しての私見を述べさせていただきたいと思います。

ニューラルネットの研究は古くは、1943年のMcCulloch, Pittsのニューロンモデルの提案に始まり、1962年のRosenblattのパーセプトロン（パターンの学習、認識装置）の提案、1986年のRumelhart, Hintonによるバックプロパゲーション（学習方法）の提案などによって基礎研究が行なわれてきました。現

在、ニューラルネットワークの応用研究として行なわれているもののほとんどは、入力層、中間層、出力層というように3層ないしは4層にニューロンを模したユニットをならべ、これらのユニット間を線で結び、個々のユニット間の線の太さ（結合の強さ）を、ある学習アルゴリズム（バックプロパゲーション）で変化させることによって、入力パターンと出力パターンが一致するまで学習を行なって行くというものです。このバックプロパゲーション（日本語では誤差逆伝播法）というアルゴリズムは、あるネットワークに特定の入力パターン（ベクトル）を与えて、そのネットワークから出てくる出力パターン（ベクトル）を教師信号であるところの出力パターンと比較して、その誤差の大きさに基づいて出力層から入力層側へ向かっ

\*：法政大学 工学部 電子情報学科 〒184 東京都小金井市梶野町3-7-2

て、各ユニット間の結合の強さを変化させていくというものです。このアルゴリズムは数学的には最急降下法というものと同じであり、ちょうど砂浜でたくさんの山をつくり、そのどこかの位置にテニスボールを落としたときを想像すると分かりやすいと思います。ボールは重力によって、山の斜面の最も急な方向に向かって転がりはじめ平坦部にたどりつきます。今、山の高さを前述した誤差の大きさに対応させると、この最急降下法では傾きが0（平坦部）になるところまでユニット間の結合係数を変化させていくというわけです。

現在、最もよく使われているニューラルネットの構造的な問題点をさきに述べた山の例で考察してみます。第1番目は、先ほどの山の例において、山と山が近接していたり、山腹に窪みがあったらどうなるのでしょうか？ ボールはその位置で止まってしまうでしょう。これは最急降下法における到達点が極小値と最小値のどちらかになることに対応しています。極小値は、微分係数が0となる位置であって必ずしも最小値ではありません。つまり、ニューラルネットの学習をバックプロパゲーションで行なったとき、それが最もよい出力ベクトルを出すという保証はないわけです。第2番目は、山がたくさんあった場合を考えますと、ボールを落とす位置によってボールが最終的にとどまる位置が決定されてしまいます。ここで、ボールを落とす位置は結合係数の初期値に対応するのですが、初期値（ベクトル）をどう選ぶかで、ニューラルネットの構造（結合係数）が変わってきてしまうわけです。この点も、学習に際して気をつける必要があります。第3番目は、ニューラルネットの構造（中間層の数、ユニット数）についてですが、山のモデルでは次のように説明ができます。ニューラルネットの構造は山の位置や高さに対応しています。ネットワーク構造をどの様にするかで学習の速さや出力ベクトルの正確さが決定されます。このようなネットワーク構造を一画的に決めるような理論は現在のところありません。したがって、試行錯誤で中間層の数やユニット数が決められています。第4番目の問題点は「過学習」の問題です。これは、学習したパターンに偏りがあると任意のパターンをいれた場合、その影響によって正確なパターン認識が行えなくなることです。第5番目の問題点は学習の「汎化性」に関することです。学習した入力ベクトルと全く異なったベクトルが入力された場合、いったい何が起きるのでしょうか？ ニューラルネットは一応の解（出力ベクトル）を出しますが、学習の行なわれていない群に関して適当な解が出されているという保証は全くありません。このように述べてくるとニューラルネットには多くの問題が内在して

いることがわかりただけかと思えます。それでもなお、ニューラルネットがさまざまな分野で利用されているのは、正確な答えがでなくてもほぼ正しい答えができればそれでいい、単純なパターン認識能力（信号検出能など）は人間より優れている、少々雑音が入ってもrobustである、先験的知識がなくても学習によってシステムのモデルを推定することができる、などの有用な面があるからです。

次に、このようなニューラルネットを医療に応用し診断を行なう場合の問題点に関して述べたいと思います。まず第1はニューラルネットへ何を入力すべきかということですが、これは問題に応じて2分されると考えます。すなわち、原画像のパターンから何かの診断を行ないたい場合と、ある処理を行なったあとのパラメータで記述された画像から診断する場合です。後者の場合は、パラメータの空間的分布が問題となるので、ニューロへの入力として画素値を用いるのは問題ないと思われませんが、前者の場合はよく考える必要があると思います。すなわち、画像データからニューラルネットを用いて何かの結論を導き出す際、画素値そのものの入力は果して意味があるのかということですが、これは用いている画像の画質に依存するわけですが、ダイレクトに画素の値そのものを入力するのはあまり好ましくない場合が多いように見受けられます。画素値を直接入力すると、全体の素子数が莫大な数になるばかりでなく、学習にも時間がかかり、その結果としてニューロの出力精度も向上することはあまり期待できません。この意味で、なんらかの画像処理を施した後の画像から特徴抽出を行いニューラルネットで判断するのが賢明かと考えています。本来ならば、ダイレクトに画素情報を入力し、この特徴抽出の部分をニューロに任せべきですが、われわれが今までに培ってきた知識、例えば平均値、分散などの一次統計量に始まり、2次統計量やさらに高次の統計量を用いることは画像のパターン認識にもとづいた診断ロジックをニューロに埋め込む意味で利用すべきものであると考えます。第2の点は用いる教師データの質の問題です。ここで、質というのは教師データが本当に正しいのかということです。たとえば、肝実質性疾患をエコー画像からニューラルネットを用いてステージを行なう場合を考えます。このとき、ニューラルネットには、様々なステージにおける肝臓のエコー画像を入力し、教師データとしてその進行のステージや疾患名を与え学習することになります。ところが、確定診断には細胞診を行なう必要があり、さまざまなステージでの正確な教師データを大量に得ることは至難の技となります。さらに、あるステージが決められても、サンプルした画像の位置やスライス面が異なれば統計

量が異なることになります。このように、教師データの質が分散してしまうことは医用画像特有のことかと考えます。もちろん、教師データの数の問題もありますが、これに対しては特別な方法で回避することが可能ですのでシリアスな問題点ではないと考えます。第3の点は、もっと本質的な問題なのですが、診断に用いている画像の物理量の問題です。これはニューロの使用とは無関係ですが、ニューラルネットを用いた診断が医用画像の発生装置（X線CT、MRI、X線写真、SPECT、PET、超音波エコーなど）から生成された画像にもとづいているのでここで敢えて問題点として提起しました。すなわち、上記の医用画像発生装置では一体どんな物理量が画像として映像化されているかということです。私は、「医用画像を取り扱う場合には、その物理現象まで立ち戻って処理方法を考察しなければ、何等本質的な情報を引き出すことができない」と常々思っているわけですが、工学的な意味での一般的な画像処理（画像強調、圧縮、復元、認識、領域分割など）よりも、さらに画像を映像化するための波源は何か、何を映像化しているのかを強く意識する必要があると考えます。例えば、X線CTでは各組織におけるX線の吸収係数が映像化されていることになっていますが、各元素はX線のエネルギーに応じて異なった吸収係数を持ち、使用しているX線は連続スペクトルですから、再構成された画像は何を意味しているのか十分に考える必要があります。したがっ

て、X線CTの画像から得られる数値そのものを何かの診断に用いるとか、解析することは非常に危険です（もちろんCT画像から経験に基づいてパターン認識〔診断〕を行なうのは良いと思いますが・・・）。SPECTやPETの場合でも同様のことがいえます。SPECTでは映像化しているものは放射性同位元素の量なのですが、その画像は放出されるガンマ線と体内の元素との相互作用（光電効果、コンプトン散乱、コヒーレント散乱）と密接な関係があります。すなわち、正確な吸収補正や散乱補正のない画像をいくら処理しても、そこからは正確な診断ができないと考えています。PETにしても同様で、様々な補正を「きちり」と実行しなければ、いくらモデルを作成して画像から動態解析を行なっても、本質的な研究にはなり得ないと思っています。

本稿では「ニューラルネットに何ができるか」に関して、その問題点を思いつくままに書きましたが、私自身はニューラルネットの医学応用を否定しているわけではなく、事実、応用研究も行なっております。しかしながら、ニューラルネットといっても万能でなく、様々な点を工学者はもちろんのこと、これを利用する立場の臨床の先生も認識すべきことであると考えましたので、あえて「ニューラルネットワークは期待に応えられるか？」と懐疑的な主題とし、アンチテーゼを述べさせていただきましたことをご了解ください。



## 技術交流の輪—2



M E M  
森久保(10号) → 飯沼(12号) → 森久保(13号)

# 「乳腺腫瘍超音波像のコンピュータ—解析」 CADとしての位置付

森久保 寛\*

今回は飯沼先生よりCADに対するお考えをまとめて頂き合わせて私の乳腺腫瘍超音波画像のコンピュータ—解析に対して貴重なご意見を頂きましたので今回はM側の一人として乳癌画像診断におけるCADシステムの位置付けについて考えてみたいと思います。

御存じのように乳癌は最近増加傾向にありわが国の健康増進事業（老健法）の重点課題の一つでありま

す。市町村を中心として乳癌検診事業の普及推進が計られ現在対象人口の5～10%の受診率で総受診者数は全国で約100万人に昇ります。乳癌検診における画像診断の導入は検診精度と効率の向上および均一化のため是非とも必要とされるわけではありますがそのモダリティ—の選択運用方法には種々意見の別れるところでもあります。私は超音波の組織センシティブティ—

\*：珪肺労災病院 放射線科 〒321-25 栃木県塩谷群藤原町高德632

の良さから乳腺腫瘍の検出および質的診断には超音波検査を検診レベルにも応用すべきと考え栃木県における乳癌検診をお手伝いしてまいりました。私どもの行なっております乳癌検診は小型の超音波診断装置を車に乗せて各市町村を訪れ検査技師さんにより静止画像を記録して頂き、光磁気ディスクにして持ち帰って私ども超音波専門医が読影する形で行なっております。静止画像のディスクによる読影は大変に効率がよく一人あたりの読影は約10秒前後で可能です。CADが登場して欲しい場面はここにあります。すなわちこの10秒間でほしい4~12枚程度の画像を診るわけですがその中に乳癌を示唆する所見があるかないかを判断します。この作業をすべてコンピューターで行なうのはまだまだ不可能なことと思えますが乳癌の多くは低エコーの腫瘍として検出されますのでそのような領域を抽出してさらにその特徴量から乳癌らしさを算出することになります。この乳癌らしさ指数を提供することがまさにCADシステムの役割になるわけですがこの場合は飯沼先生がご指摘の「誤診を少なくする」ためにより有効に作動することが求められます。すなわち癌検診が要求されるより高い正診率とより低いFP・FNが実現されなければなりません。また上述した10秒間にCADシステムが介在するわけでこの時間が大幅に増えるようでは「医師の負担を少なくする」CADの目的に反します。したがってCADシステムに要求される性能は極めて高度なものと考えられがちですが実際には読影作業の中で部分的にCADを作動させることにより簡易で現実的なシステムが出来ると考えております。

先程乳癌の多くは超音波画像上低エコーの腫瘍像として描出されると申し上げましたが乳癌全体からみてその頻度は、これは私見ですが80%程度と考えております。それ以外の乳癌、すなわち超音波上腫瘍を形成しないものについては画像上複雑な要素を含んでおり現時点ではアルゴリズム化出来るものではないと思っております。したがって全ての画像を医師が読む作業は回避出来ませんが低エコーの腫瘍像を呈するもののなかで明らかに良性の変化と明らかに悪性の病変

は別として判断に迷う所見の場合、CADシステムを導入し有効に作動させられる可能性があります。私の御紹介した「乳腺腫瘍超音波像のコンピューター解析」はこのような限定した場におけるCADシステムを目指したものでありますが指摘されますいくつかの問題点を解決し作業効率の大幅な向上も計られれば実際に利用し得る可能性をもつと考えております。

超音波画像上低エコーの腫瘍像を呈するものの内乳癌との鑑別を要するものはエコーを発する内容物を含んだ嚢胞、腫瘍形成型の乳腺症、正常乳腺組織内の脂肪組織の混入、それに良性の腫瘍である線維腺腫が代表的であります。乳癌以外は全て良性の変化で画像上それぞれいくつかの特徴的パラメーターがあると考えております。このなかで線維腺腫と乳癌の鑑別についての解析が私のテーマでありましたが同様に他の病変についてもパラメーターの設定は可能であろうと思えます。前回は問題点として触れましたように私の解析の中では幾何学的なパラメーターは比較的有効に作動したように思いますが悪性・良性を普遍的に表現出来るようなパラメーターを発見し有効に作動させることが出来ればと考えております。どう言うことかと申しますと本来秩序性を持たない癌細胞が形成する腫瘍の超音波画像はその中に非秩序性を示すなんらかの特徴量を持つと言うことでもあります。このことは常に私にとって癌の画像診断のCADを考える大きな柱として頭を離れません。秩序性を表わす物理量としてのエントロピー、ある特性を持った要素つまり癌細胞が造り出す癌病変におけるフラクタル性の解析など概念としては可能性を感じさせるものばかりです。画像上のどのパラメーターをこうした物理量に変換していくかは腫瘍の生物学的特徴をよくつかんだ上で、つまり従来の診断学をよく整理した上で効率の良いパラメーターを見つけていくことが一般的なポイントになると思います。

以上、乳癌検診におけるCADの位置付けを私のシステムを例に述べさせて頂きました。引き続き皆さんより乳癌の画像診断におけるCAD等についてご意見、御紹介を頂ければ幸いです。



探索を始めるのではなく、まず3次元的な正常構造物を逐一抽出することから始める。例えば縦隔部分に対する気管、気管支を認識し、血管を認識し、心臓を認識し、一方で体表、肋骨を認識し、その上で上記縦隔部分の各種情報と体表周辺情報を用いながら始めて肺野内の各種の情報抽出に入り、一通り正常組織らしきものを抽出する。その上で残ったものがあるかどうかを調べたら後に何も残らなかった。しからば、この症例は正常です、と言う、実に回りくどい論理をあえて組むべきではないかと言うことです。

そこで質問ですが、医学生教育現場ではこの点どうなっているのでしょうか？解剖学に関する座学の段階では仮に居眠りをしてすり抜けたとしても、臨床現場に臨んで否応なく3次元的な解剖学的知識を頭にたたき込まれ、実際の診断にあたってはこれが非常に大きなベースとなって作用しているのではないのでしょうか？現在の計算機にはこの蓄積が決定的に不足していると思うのです。

では、何故こんな事になっているのでしょうか？その原因は3次元形態としての解剖学的情報をどのように計算機に教え込めば良いのか、実は良く判らぬと言うことでしょうか。そしてさらには、各部が正常であるかどうかと言うことを判断させる基準をどう構築すればよいか、これも結構難題です。難題ですが、こういう立場からの研究をじっくり腰を据えて始めないといけない時期に来ているのではないかと考えていますが、如何でしょうか？

このような教育を計算機にきちんとしていないのは、そもそも我々技術屋が解剖学的知識を十分把握していないせいもあるかもしれません。我々が解剖学的知識を良く把握していないで、計算機にこれを教え込む手法を開発することなど無理なのかも知れません。診断支援システムが遅々として進まない原因が、案外この辺りにあるように最近思えて仕方ありません。

以上は、論点をはっきりさせるためにやや極端な言い方をしました。おそらく実際のソフトでは、正常組織をきちんと正常と認識する部分と、異常性を認識し、その程度分けをする部分とが同居し、相互に協調動作をしないと、医師に近い診断精度は得られないでしょう。それに対して、現状の診断支援研究は異常性の抽出にあまりにも目がいきすぎてしまい、正常組織を正しく認識する努力がほとんどなされていないことに疑問を感じ、やや誇張した表現を致しました。

次に、2番目の多角的なアプローチ、深みのある論理についての問題に移ります。医師は1つの病巣らしきものを最終決定する上で、実はいろいろと多角的に考えているのではないのでしょうか？例えば、孤立性のびかりと光る陰影にまず視線が行ったとします。私共の手法で言えば、QUOIT処理に相当します。さて、これが病巣か、そうでないか、先ず発生場所から見て、過去の経験上血管である可能性も非常に高い。もし血管であるとすると、さらに何を確認すべきか？あれを調べ、これを調べる。どうやら血管ではない、しからばそれ以外の正常組織がこの患者の場合変形して表現されていることはないか？それもない。とすると、こりゃ、異常だ。さて異常とするならば、これはどういう類の異常に属するか？過去に経験した例はあったか無かったか？等々を、ベテラン医師はともかく、新人医師は1通り自らの脳内スキャンをやった後、”異常あり”と結論しているのではないのでしょうか？すなわち沢山の性質の違うソフトが相互に競合しながら検討し、時には大いに迷い、最後にそれらを統合するポストソフトみたいな奴が最終決定しているような、奥の深い決定機構になっていないのでしょうか？

それに対して現在の診断支援屋がやっていることは、論理がただ1つの、単調な？決定規則に従っているだけで、競合ソフトもポストソフトもない、人間の高次の精神活動に相当するものは何も無い、と言うレベルでしょう。こうした奥の深い決定機構に踏み込んでいないのは、勿論技術的に難しく、踏み込みたくてもなかなか足場が見つからないというのが本音でしょう。しかし、そろそろこうした険しい山登りに挑戦しないとイケないと思うのです。そのための具体策は何か？それを真剣に考えて見る時期ではないでしょうか？

第3の、CGやVRの応用の問題は実はまだ漠然と考えている程度で、どう考えれば良いのかイメージが固まりません。私は第1の問題点と密接不可分な関係にあり、ひょっとすると同じ問題の表と裏なのかなという予感がしないでもないですが、...どなたか、お知恵をお貸し下さい。新しい議論のきっかけとして、とりあえずこのあたりで、竜頭蛇尾のまま無責任に放り出します。みなさまからの御意見をいただきながら、引き続き考えてみたいと思いますので、どうぞよろしくお願い致します。



## 「手術シミュレーションとVR」

小山 博史\*

### I. はじめに

手術に関する検討方法は、現在、画像の立体化による位置関係の把握からシミュレーションの時代へと進化しつつある。なぜ、外科手術のシミュレーションが必要なのであろうか。

”バーチャルリアリティ（以下VR）技術は人間の知性を増幅させる。”知性は、知識から獲得され、知識は情報から生まれ、情報はデータから処理され生ずる。VR技術は人間の知性を増幅させ得るか。この命題に関して、著者は、外科手術用シミュレーションにVR技術を利用した外科手術支援システムを構築した経験から、VR技術が人間の感覚を正確に再現する

だけでなく、さらに増幅させる可能性を有し新しい認知世界を人間に提供しうるのではないかと考えている。つまりコウモリが超音波を使い物体を認識するように、今まで人間が捕えられなかった情報を種々のセンサー等の進歩にともない、VR技術を融合させることにより新しい知覚を作り人間の感覚を拡大することが可能になると考える。これは新しい診断機器の開発や手術法の開発を行う上で検討されるべき重要な視点となるであろう。今回は、その中でも手術シミュレーションへのVR技術の応用と外科医の手術検討の思考過程を分析しVR技術の有用性に関して言及してみる。

### II. システム構成

システム構成に関する仕様に関しては以下の通りである。

#### (1) インフラストラクチャー：

- 1) ハードウェア：画像処理用コンピュータONYX+RealityEngine 2台  
仮想空間制御用コンピュータIndigoII+Extreme  
磁気センサー(Polhemus センサー)  
DataGlove 左右  
Head mounted display  
Boom3C

2) ネットワーク：HIPPI, FDDI, Ether net

3) 形状入力：Cyberware, 3Space 3Draw

#### (2) データベース：

- 1) 形状データベース（Cyberware等の形状データ入力装置からの画像登録）
- 2) CTやMR等からのVR用画像データベース
- 3) VR用データベース（VR空間に表現される画像）

#### (3) プロトタイプアプリケーション

- 1) 顕微鏡を用いない脳神経外科開頭腫瘍摘出手術
- 2) がん情報シアター

※：国立がんセンター中央病院 第2外来部 脳神経外科 がん診療総合支援システム 総括班（VR担当）  
〒104 東京都中央区築地56-1-1

### III. 手術検討とシミュレーション

手術後の検討は、今までビデオやハイビジョンが利用されてきた。たしかに、平面の画像だけでも人間は立体的に認識することが可能であり手術検討には有効である。しかし、やはり手術の細かい操作や臓器、血管や神経の立体関係を正確に認識する上ではやはり立体撮影による検討がより効果的であると考えられる。

昨年、医療用VR手術支援システムを構築し脳腫瘍の摘出術のプロトタイプアプリケーションを報告した1)。実際の患者の画像データからつくった仮想手術を行ってみると、脳腫瘍の摘出手術に関するシミュレーションは手術の前の検討に必要であるだけでなく、手術後の手術の方法の評価検討にも有用であると考えられた。

現在、手術画像とVRシミュレーションを同時に使用できるシステムを構築し、手術手技に関する検討が手術前には仮想空間での手術シミュレーションを行い、手術後には術中に撮った画像を見ながら同時に仮想空間でのシミュレーションを行うことができ、より細かい手術手技に関する検討が可能なようなシステム化を行っている。

具体的に外科医がある患者の手術に関する検討を行う時の思考過程を考えてみる。まず外科医は患者個人の医療画像情報から実際の癌の存在部位や浸潤範囲やリンパ節の腫脹の有無を予測する。これに患者自身の体調を考慮した上で外科手術の術式等の術前手術計画を立てる。これは、図のように外科医個人が今まで培った経験からの知識ベースが基本となるが、その知識ベースの下層には一般的に教科書的な手術の標準的な知識ベースが存在する。外科医個人の知識ベースは経験及び文字学習量によって制限される。これを補強するものが、専門医の多くの経験に基づいた知識ベースである。外科医は手術計画を立てるときに自分の知識の範囲を超えていると思われる場合、自分よりも多くの経験を積んだ先輩の専門医の意見を聞くことが多い。つまり、知識の拡大を計り問題を解決するような思考を行う。実際の手術では、さらにこのような思考回路がリアルタイムに問題が生じた場合瞬時に何度でも繰り返され問題を解決していく。実手術の特徴は、予期できない状況が瞬時に起こり、それに応じた対応がすぐに求められるということである。また、自分の経験に基づいた知識だけでは対応できない場合が少なくなく、同じ手術に加わっている経験の豊かな専門医の知識を必要とする場合が多い。このように考えると、外科のシミュレーションには2つのカテゴリーが存在することがわかる。つまり、できるだけ現実の手術に必要な人体の病変に関する正確なモデルをつくり手術計画に役立てるもの。もう一つは、実際の手術を

仮想手術を行うことによりいろいろな手術に関する自分の経験を拡大させ手術に関する危険性を軽減させるもの。仮想空間はこの2つのシミュレーションを実現する意味からもきわめて重要である。今回のシステムは、仮想空間では陥りやすい自己学習の補正を、立体的手術実画像を同時に切り替えながら見ることにより正確な外科医個人の経験上の知識ベースを拡大することを狙ったものである。

### IV. VR外科手術支援システム

外科医は手術前にシミュレーションを行う。これはCTあるいはMRからの画像を立体化することにより、癌の局在診断、進展度診断、転移診断等を実際の癌を仮想世界に表現することにより実際の手術計画の支援を行う。この立体画像は、Clippisでセグメンテーションを行ったあとAVSでモデリングし、でき上がった画像をPerformerでリアルタイムレンダリングを行いながら、いろいろな角度から病巣を観察する。この場合のポリゴン数は、約5万ポリゴンまで画質を上げて観察するほうが腸管等の観察の場合には望ましい。

次にポリゴンを減少させたあとに、仮想世界のなかで仮想手術を行う。現状では、まだ血管系をあわせて仮想空間のなかで表現していないためシミュレーションとしてはまだ不十分である。ただ、処理の順番や切除範囲等の検討を行う。

第3に術前検討として仮想世界をもちいて検討を行った後、手術の模様の立体撮影を行う。特に難しい処置が必要なところや外科医の知識だけでは術前検討できなかった操作について録画する。

手術が終わった後のカンファレンスで、再び実際の手術の立体画像を見て、手術する上で問題になった操作について仮想空間での仮想手術を用いて専門医が、あたかも実際の手術をしているかのように最適な手術操作や操作自体の意味を伝えることが可能となる。これにより、経験の少ない外科医は実写立体手術と仮想空間での手術を体験することにより具体的に手術に関する経験による知識ベースを拡大させることを狙っている。

現在、システムを構築し実際のカンファレンスシステムとしての有用性についての検討を行いはじめている。外科医の印象としては、仮想世界の手術シミュレーションのみでは、実際の手術検討として十分ではないが、実際の立体画像をとり入れることにより手術の立体的位置関係が理解しやすいとの評価を得つつある。今後客観的評価を行うことが必要であると考えている。その評価項目としては、術者の手術件数、術前シミュレーション体験時間、術後シミュレーション体験時間、立体撮影による同時検討の有無、手術術式、

手術時間、出血量、合併症の有無、患者の在院日数、再発の有無等を総合評価する計画である。

手術計画を立てる上でどのような利点が認められたかについて客観的なデータをとることが必要であるが、そのためにはいろいろなカテゴリーのがん手術に関する分析が必要である。また、外科医個人の経験を増幅させることを評価することは、今後その外科医をフォローアップすることにより可能になると考えている。

## V. まとめ

医学は経験の学問であるといわれてきた。定性に始まり定量化することによって医術は科学となっていたが、他の学問とことなり、臨床医学は手術に象徴されるような実学的色彩が強い。定性は、各種画像診断機器によって急速に進歩し、定量は各種分析機器によっていろいろな病態の解析が進んだ、しかし、一方実学としての医学を進歩させる方法が今までなかった。VRは、その問題を全てではないにせよ解決できる方法として期待されている。手術に関しても、すでに述べたように経験の学問である。特に、癌に関する手術は困難で難しい場合が少なくない。経験ある医師が、正確に手術することが必要とされる。医師の手術の経験に基づく技術が患者の予後を規定する最大の因子であることはいままでもないことである。

今回のシステムは、この医師の手術の経験に基づく知識を増幅させることを目的として構築した。現在、手術や内視鏡の立体撮影を行い手術手技に関する検討を行うことが行われ成果を生んでいる。しかし、この方法は手術中の操作の簡易性の強化を目的としたシステムであるのみで、術前の検討や術後の検討を想定されていない。これでは、この手術によって得られる経験は一例分のみであって経験自体が増幅されることはない。実際の手術を行ったのち、手術後に行った手術の立体画像を見ながら、実際の手術上問題となった部分に関して類似したような症例を仮想空間の手術室に再現することによって経験の増幅が可能になると考える。

現在、以上の様な論拠に基づいて症例を選び研究を進めているところである。今後このようなVRシステムが実際の医療に役立つことを願っている。

## References

- (1) H. Oyama et al, Surgical simulation support system. Interactive Technology and Healthcare, 439-444: Edited by R. M. Satava et al., IOS Press and Ohmsha, 1995.

## Acknowledgements:

The work was supported in part by Grant for Scientific Research Expenses for Health and Welfare Programs and the Foundation for the Promotion of Cancer Research, and by the Comprehensive 10-year Strategy for Cancer Control.



## マンモグラフィ・データベースの使用経験

藤田 広志\*

### 1. はじめに

待望の医用画像データベースの第1段として、マンモグラフィ・データベースが本CADM学会から本年3月末に発刊された。医用画像解析用として国内では初の画期的な試みであろう。そこで、マンモグラフィのコンピュータ支援診断(CAD)システムの開発に取り組んでいるわれわれは[1-8]、早速注文した。CD-ROM版を希望したためか、入手できたのはゴールデン・ウィークも過ぎた頃であった。まず、驚かされたのは、単にデジタル画像データのみならず、40例すべての症例のFCRのX線フィルム出力、OHPシート上に専門医が描いたスケッチ画像、そして130ページに及ぶ解説書(医師の所見や最終診断結果、乳房撮影法の説明、FCR解説等)が含まれており、その量に圧倒された。

われわれのこれまでのマンモCAD解析の経験は、ある施設に限定された画像データを用いたもので、かつすべてがフィルム画像をレーザスキャナでデジタル化したものについてであった。今回のような異なった2施設(国立がんセンターと神奈川がんセンター)からの直接デジタル像が得られるFCR画像の解析は初めてであり、どのような結果が得られるのか、大変楽しみであった。さっそく配属されたばかりの4年生の卒研のトレーニングを兼ねて、学生2名が解析を開始した。本稿では、このようなCADMデータベースの初期の解析結果について、簡単に報告する。

### 2. マンモCADシステム

われわれがこれまでに開発してきたマンモCADシステムは、(1)X線フィルム画像のデジタル化(空間分解能:0.1mm, 濃度分解能:10 bits), (2)ピラミッド構造に基づく画像の階層的な縮小処理[6], (3)乳房領域の自動抽出[1], (4)腫瘤陰影の検出[3,6,8], (5)微小石灰化像のクラスタ領域の検出[2,5-7], (6)候補の良悪性鑑別処理[4,6], (7)結果表示, の一連の処理で構成されている。本システムを用いて約300症例で性能評価を行った結果は、腫瘤陰影の検出では真陽性(TP)率が95%で画像1枚当たりの偽陽性(FP)候補の

数が0.61個、また微小石灰化クラスタの検出ではTP率が86%で画像1枚当たりのFP数は0.55個であった[6]。各処理法の詳細は、文献を参照されたい。なお、デジタル画像の分解能に関しては、今回のFCR画像の場合と全く同じであり、そのまま解析ができる。

### 3. 乳房領域の自動抽出

今回の症例では、1枚の画像中に単一乳房ではなく左右乳房が撮影されたものが多く含まれていた。このような場合にも対処できるようにアルゴリズムの簡単な改良を行い、また、乳房辺縁を決定するパラメータの若干の調整の結果、今回のすべてのケースについて良好に乳房領域の自動抽出ができるようになった。しかし今後、多くの異なった施設で得られた画像データに対して適応的に問題なく自動対処できるように、さらなる改良が必要になると予想される。しかし、この改良は決して難しい問題ではない。

### 4. 腫瘤陰影の検出

今回のデータベースには、12症例の腫瘤ケースが含まれている。まず、われわれの従来のデジタル化されたフィルム画像用にチューニングされたパラメータを、しきい値をいじらずにそのまま用いて解析を行った。その結果、85%のTP率で、画像1枚当たりのFP数は0.38個であった。ここで、検出部と偽陽性候補削除部の特徴量解析におけるしきい値を少し“甘い方向”に変更した後、再度解析を試みた。その結果、100%のTP率となったが、このとき画像1枚当たりのFP数は0.73個に増加した。

### 5. 微小石灰化クラスタの検出

今回のデータベースには、11症例のクラスタのケースが含まれている。まず、上記同様、従来のデジタル化されたフィルム画像用にチューニングされたパラメータをそのまま用いて解析を行った。その結果、91%のTP率で、画像1枚当たりのFP数は0.08個であり、非常に少ないFP数であった。こ

\*: 岐阜大学工学部電子情報工学科 〒501-11 岐阜市柳戸1-1

ここで、検出部の3重リング・フィルタのしきい値とクラスタ化判別部の二つのしきい値を変更した後、再度解析を試みた。その結果、100%のTP率となり、画像1枚当たりのFP数は0.37個に増加した。

## 6. 考 察

われわれが開発してきたマンモCADで、「デジタル化されたフィルム画像データ」用にチューニングされたパラメータをしきい値の変更もなく単純に用いただけでも、今回のCADM画像データベースに対して非常に良い検出率を示した。また、簡単なしきい値の調整で、100%の検出率が許容範囲内のFP数で達成された。このとき特に施設の依存性は見られなかった。これらのことから、われわれの開発しているCADシステムの性能の高さが示されたとも解釈できるし、また今回の画像データベースが比較的わかりやすい症例で構成されていたためであるとも解釈できる。

FCRの撮像パラメータについて、いわゆるS値とL値が添付されていた。前者は感度に、後者はラチチュードに関するCRの撮像パラメータである。今回のデータベースでは、特にS値のばらつきが大きく、また施設間での傾向の相違が見えられた。これらの結果が、CADシステムにどのような結果を及ぼすのかわ不明であるが、例えば、微小石灰化の検出において、L値が大きいと画像のコントラストが小さくなり、CADの検出結果が難しくなり、逆にL値が小さくなるとコントラストが大きくなり、CAD検出時のFP数が多くなるという傾向が見られた。現在、詳細を検討中である。

腫瘍陰影検出時に、われわれのシステムではまず乳房画像を乳腺の量に応じて「画像の自動3分類処理」を行って、その分類に対応して検出時に異なったしきい値を用いていた。今回のデータベース画像では、これまでにフィルム画像とはヒストグラムの形状などが異なり、最終の検出には影響されなかったが、3分類が必ずしも適切に処理されていなかった。これらについても、現在検討中である。

今回のデータベースは比較的”初心者用”であったと考えられるが、CADM学会で第2段の”中級者用”マンモ・データベースが計画されるとしたら、次のような点が考慮されることを望みたい。すなわち、症例数が200例以上の規模になり、病変の変化により幅があり、それらに難易度が付いていることである。画像データをある程度チューニング用に使用する必要があるので、最低100例はほしい。また、撮影条件としてのX線管電圧と付加フィルタなどの条件も添付されていることを希望したい。

## 7. おわりに

本データベースは”バックグラウンド”がしっかりしており、CAD研究をこれから始める研究者にとって基本的にすばらしいデータベースであると信ずる。本データベース作成に尽力された関係各位に感謝申し上げます。なお、現在詳細な解析を行っており、その結果については第5回学術講演会で報告する予定である。

## 【文 献】

- [1] 桐戸 徹, 藤田広志, 遠藤登喜子, 他: 乳房X線写真における微小石灰化クラスタの自動検出アルゴリズムの開発, 医用画像情報学会雑誌, 11(1), pp.7-12 (1994).
- [2] 平子賢一, 藤田広志, 遠藤登喜子, 他: 濃度勾配解析に基づくマンモグラム微小石灰化検出フィルタの開発, 医用画像情報学会雑誌, 11(3), pp.96-100(1994)
- [3] 原 武史, 藤田広志: 遺伝的アルゴリズムによる濃淡画像のテンプレートマッチング, 電子情報通信学会論文誌, J78-D-II (2), pp.385-388 (1995).
- [4] 上田 斉, 藤田広志, 遠藤登喜子, 他: 乳房X線写真における腫瘍のスピキュラ自動検出, 医用画像情報学会雑誌, 12(2), pp.68-73 (1995).
- [5] 平子賢一, 藤田広志, 遠藤登喜子, 他: 3重リングフィルタ解析と領域成長法を組み合わせた乳房X線写真における微小石灰化候補領域の抽出法, 医用画像情報学会雑誌, 12(2), pp.82-90 (1995).
- [6] H.Fujita, T.Endo, T.Matsubara, et al.: Automated Detection of Masses and Clustered Microcalcifications on Mammograms, Proc. of SPIE (Medical Imaging 1995: Image Processing), 2434, pp.682-692 (1995).
- [7] 平子賢一, 藤田広志, 原 武史, 他: 乳房X線写真における微小石灰化検出フィルタの開発—濃度勾配と3重リングフィルタ解析に基づく方法—, 電子情報通信学会論文誌, J78-D-II (9), 印刷中 (1995).
- [8] 松原友子, 藤田広志, 遠藤登喜子, 他: 乳房X線写真における腫瘍陰影検出のためのしきい値法に基づく高速処理アルゴリズムの開発, 投稿中.



## コンピュータ支援画像診断学会 第5回学術講演会 案内

今回は、第4回日本コンピュータ外科学会との合同開催であり、両学会の研究発表が平行して行われます。参加登録された方は、日本コンピュータ外科学会の講演会にも自由に参加できます。

1. 会 期：1995年10月12日（木）、13（金）
2. 会 場：東京都中央区築地5-1-1 国立がんセンター内  
国際交流会館（第1会場）、研究所セミナールーム（第2会場）
3. 特別企画  
特別講演 12日 11:00~12:00 第1会場

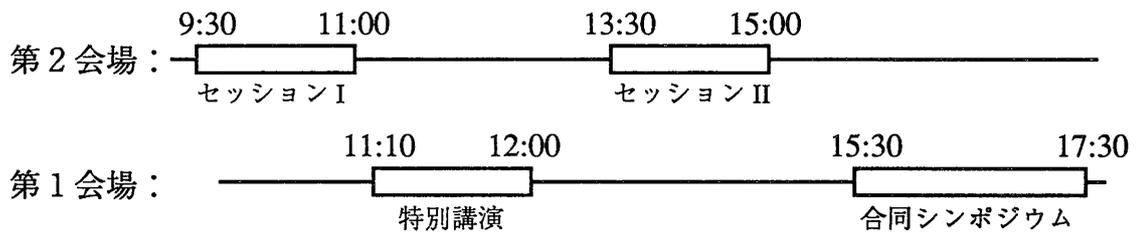
“Robotic surgery-past, present and future-Russel Taylor,  
PhD IBM Watson Research Laboratory”

合同シンポジウム 12日 15:30~17:30 第1会場  
「三次元画像診断と外科治療への応用」

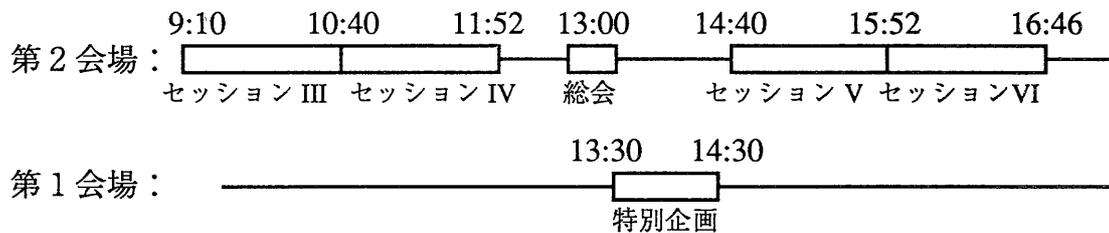
合同特別企画 13日 13:30~14:30 第1会場

4. 受付  
参加登録のための総合受付は国際交流会館1階で行います。参加者はまず総合受付にて参加登録を済ませて下さい。  
参加費：会員および非会員3,000円、学生1,000円  
論文集：会員2,000円、非会員4,000円  
懇親会費：一般3,000円、学生1,000円
5. スライド受付  
スライドを利用する方はセッション開始20分前に、研究所セミナールーム第2会場前のスライド受付にて受付を済ませて下さい。
6. 発表時間  
講演時間は一件当たり18分です。15分の発表と3分の質疑応答を標準とします。OHPとスライドプロジェクターは準備してあります。その他の機器が必要な場合には学会連絡先まで事前に申し出て下さい。
7. 講演スケジュール  
一般講演の他、特別講演およびコンピュータ外科学会との合同シンポジウムが予定されております。また合同特別企画として、国立がんセンター中央病院と東病院間でのテレラジオロジーデモ、総合画像システムのデモなどが行われる予定です。  
CADMの一般講演は研究所セミナールーム（第2会場）、特別講演および合同シンポジウムは国際交流会館（第1会場）で行います。

12日(木)



13日(金)



## 8. 懇親会

12日(木) 18:00~20:00

スエヒロ (国立がんセンター前)

TEL. 03-3548-3951

## 9. 会議

・理事会：11日(水) 18:00~21:00 スエヒロ (国立がんセンター前)

・評議会：12日(木) 12:00~13:20 スエヒロ (国立がんセンター前)

・総会：13日(金) 13:00~13:30 国立がんセンター研究所1階セミナールーム

## 10. 学会連絡先：国立がんセンター中央病院放射線診断部

〒104 東京都中央区築地5-1-1

TEL. 03-3542-2511 (内線 2320)

FAX. 03-3542-3815

E-mail: kushio@gan2.ncc.go.jp

大会期間中連絡先：国際交流会館

TEL. 03-3542-2511 (内線 4122)

FAX. 03-3542-3815



## 第5回学術講演 プログラム

第1日(10月12日)

セッション I 胸部CT・他(1) 9:30~11:00 セミナールーム  
座長 館野 之男(放射線医学総合研究所)

- I-1 モルフォロジー処理によるCT画像からのじん肺陰影の抽出  
奥野 晋<sup>1)</sup>、小畑秀文<sup>1)</sup>、志田寿夫<sup>2)</sup>  
1) 東京農工大学、2) 珪肺労災病院
- I-2 3次元集中度を用いた胸部X線CT像における腫瘤影の良悪性鑑別  
平野 靖<sup>1)</sup>、目加田慶人<sup>1)</sup>、長谷川純一<sup>2)</sup>、鳥脇純一郎<sup>1)</sup>  
1) 名古屋大学工学部、2) 中京大学情報科学部
- I-3 集検用ヘリカルCT画像を用いた肺がん検診支援システム  
久保 満<sup>1)</sup>、金沢啓三<sup>1)</sup>、仁木 登<sup>1)</sup>、佐藤 均<sup>2)</sup>、大松広伸<sup>3)</sup>、江口研二<sup>3)</sup>、森山紀之<sup>3)</sup>  
1) 徳島大学工学部、2) 東芝医用機器技術研究所、3) 国立がんセンター
- I-4 Helical CTによる3次元胸部画像の経過観察処理アルゴリズム  
田原 岳<sup>1)</sup>、河田佳樹<sup>1)</sup>、仁木 登<sup>1)</sup>、大松広伸<sup>2)</sup>、江口研二<sup>2)</sup>、森山紀之<sup>2)</sup>  
1) 徳島大学工学部、2) 国立がんセンター
- I-5 間接撮影胸部X線像の経時変化の検出のための異常候補領域の対応づけ  
清水昭伸<sup>1)</sup>、長谷川純一<sup>2)</sup>、鳥脇純一郎<sup>1)</sup>、鈴木隆一郎<sup>3)</sup>  
1) 名古屋大学工学部、2) 中京大学情報科学部、3) 大阪府立成人病センター

特別講演 (日本コンピュータ外科学会企画) 11:10~12:00  
座長 吉本高志(東北大学医学部脳神経外科)

Robotic surgery-past, present and future-  
Russel Taylor, PhD IBM Watson Research Laboratory

セッション II 画像抽出・解析 13:30~15:00 セミナールーム  
座長 山本真司(豊橋技術科学大学知識情報工学系)

- II-1 胸部X線正面写真における肺門陰影の“Lights Out法”による読影実験:  
アイカメラによる解析(第2報)  
柿沼龍太郎<sup>1)</sup>、松本 徹<sup>2)</sup>  
1) 国立がんセンター東病院呼吸器科、2) 放射線医学総合研究所医療情報室
- II-2 コーンビームCT像による血管病変候補の検出  
河田佳樹<sup>1)</sup>、仁木 登<sup>1)</sup>、隈崎達夫<sup>2)</sup>  
1) 徳島大学工学部、2) 日本医科大学
- II-3 複数の情報を併用した3次元領域拡張法による頭部MRI画像からの軟部組織の自動抽出  
松下 聡<sup>1)</sup>、奥村俊昭<sup>1)</sup>、江 浩<sup>1)</sup>、山本真司<sup>1)</sup>  
1) 豊橋技術科学大学知識情報工学系

## II-4 MRI情報による脳磁場源の推定アルゴリズム

三野一学<sup>1)</sup>、仁木 登<sup>1)</sup>、中里信和<sup>2)</sup>

1) 徳島大学工学部知能情報工学科、2) 広南病院脳神経外科

## II-5 画像解析と人工知能の病理診断への応用の試み

福嶋敬宜<sup>1)</sup>、新島弘之<sup>2)</sup>、佐藤 敦<sup>2)</sup>、向井 清<sup>1)</sup>

1) 国立がんセンター研究所支所臨床腫瘍病理部、

2) 日本電気(株)情報メディア研究所

## JS: 合同シンポジウム 15:30~17:30 国際交流会館

座長 土肥健純(東京大学工学部精密機械工学科)

西谷 弘(徳島大学医学部放射線科)

## 「三次元画像診断と外科治療への応用」

## JS-1 術前検討のための三次元CT画像

小林尚志<sup>1)</sup>、林 宏光<sup>1)</sup>、隈崎達夫<sup>1)</sup>

1) 日本医科大学放射線科

## JS-2 肝臓の画像三次元構成とその臨床応用

橋本大定<sup>1)</sup>

1) 東京警察病院

## JS-3 手術用三次元視モニタリングシステムの開発

辻 隆之<sup>1)</sup>、橋本大定<sup>2)</sup>、福与恒雄<sup>3)</sup>

1) 国立循環器病センター研究所、2) 東京警察病院外科、3) 新興光器製作所

## JS-4 3次元画像のバーチャルリアリティー(VR)への応用

若尾文彦<sup>1)</sup>、小山博史<sup>1)</sup>、関口隆三<sup>1)</sup>、牛尾恭輔<sup>1)</sup>、森山紀之<sup>1)</sup>、

1) 国立がんセンター病院

## JS-5 コンピュータ外科・バーチャルホスピタルの将来展望

伊関 洋<sup>1)</sup>、高倉公明<sup>1)</sup>、土肥健純<sup>2)</sup>

1) 東京女子医大脳神経センター脳神経外科、2) 東京大学工学部

## 第2日(10月13日)

## セッション III 乳房・心 9:10~10:40 セミナールーム

座長 小畑秀文(東京農工大学工学部電子情報工学科)

## III-1 乳房X線像上の濃度分布解析を用いた乳癌の自動診断

村上正行<sup>1)</sup>、小畑秀文<sup>1)</sup>、縄野 繁<sup>2)</sup>、中島延淑<sup>3)</sup>、武尾英哉<sup>3)</sup>

1) 東京農工大学、2) 国立がんセンター東病院、3) 富士写真フイルム(株)

## III-2 CR画像上の微小石灰化像抽出システムとその適応化

奥野健一<sup>1)</sup>、小畑秀文<sup>1)</sup>、縄野 繁<sup>2)</sup>、中島延淑<sup>3)</sup>、武尾英哉<sup>3)</sup>

1) 東京農工大学、2) 国立がんセンター東病院、3) 富士写真フイルム(株)

## III-3 コンピュータ診断支援システムによるCADM学会マンモグラフィ・データベースの解析

藤田広志<sup>1)</sup>、遠藤登喜子<sup>2)</sup>、加藤元浩<sup>1)</sup>、笠井 聡<sup>1)</sup>、平子賢一<sup>1)</sup>、松原友子<sup>3)</sup>、原 武史<sup>1)</sup>、堀田勝平<sup>4)</sup>、木戸長一郎<sup>5)</sup>、池田 充<sup>6)</sup>、石垣武男<sup>6)</sup>

1) 岐阜大学工学部、2) 国立名古屋病院・放、3) 名古屋文理短、

4) 愛知がんセンター、5) 県立愛知病院、6) 名古屋大学・医

III-4 体脂肪分布と動脈硬化危険因子および虚血性心疾患との関係

高須準一郎<sup>1)</sup>、伊谷寧崇<sup>1)</sup>、田口理恵<sup>1)</sup>、丹野美穂<sup>1)</sup>、高梨一紀<sup>1)</sup>、大西正記<sup>1)</sup>、渡辺 滋<sup>1)</sup>、増田善昭<sup>1)</sup>

1) 千葉大学第三内科

III-5 ヘリカルCT画像を用いた冠状動脈石灰化検診アルゴリズム

鶴飼裕司<sup>1)</sup>、仁木 登<sup>1)</sup>、佐藤 均<sup>2)</sup>、大松広伸<sup>3)</sup>、江口研二<sup>3)</sup>、森山紀之<sup>3)</sup>

1) 徳島大学工学部知能情報工学科、2) 東芝医用機器技術研究所、  
3) 国立がんセンター

セッション IV 胃・その他 10:40~11:52

座長 縄野 繁 (国立がんセンター東病院放射線部)

IV-1 零交差にもとづく胃X線二重造影からのバリウム溜り領域の識別

福島重廣<sup>1)</sup>、山内 健<sup>1)</sup>

1) 九州工業大学情報工学部

IV-2 動的輪郭を用いた胃X線二重造影からの胃領域の識別

福島重廣<sup>1)</sup>、井上弘樹<sup>1)</sup>

1) 九州工業大学情報工学部

IV-3 胃X線二重造影からのがん検出のための二つの集中度の性質

目加田慶人<sup>1)</sup>、長谷川純一<sup>2)</sup>、鳥脇純一郎<sup>1)</sup>、縄野 繁<sup>3)</sup>、宮川国久<sup>4)</sup>

1) 名古屋大学工学部、2) 中京大学情報科学部、  
3) 国立がんセンター東病院放射線部、  
4) 国立がんセンター中央病院放射線診断部

IV-4 インターネットツールを用いたネットワーク型画像データベースシステム

森本耕治<sup>1)</sup>、柳楽真佐実<sup>1)</sup>、笹川紀夫<sup>1)</sup>、山本和子<sup>1)</sup>、藤井俊之<sup>2)</sup>、下井睦男<sup>2)</sup>

1) 島根医科大学医療情報学講座、2) 大阪府産業技術研究所、  
3) 国立大阪病院放射線科

※IV-5 マルチスタディCTによる肝臓の3次元合成画像処理

関口隆三<sup>1)</sup>、中屋良宏<sup>1)</sup>、佐竹光夫<sup>1)</sup>、森山紀之<sup>1)</sup>、縄野 繁<sup>1)</sup>、村上康二<sup>1)</sup>、岩田良子<sup>1)</sup>、林 孝行<sup>1)</sup>、若尾文彦<sup>1)</sup>、小山博史<sup>1)</sup>、佐野耕一<sup>2)</sup>、上田 治<sup>3)</sup>

1) 国立がんセンター病院、2) 日立製作所、3) 日立西部ソフトウェア

※次の特別企画の1つとして、遠隔学会発表形式で行います。

合同特別企画 13:30~14:30

国立がんセンター総合画像システム  
(テレラジオロジーデモ、画像データベース等)

1. 国立がんセンター院内画像データベースシステムの紹介
2. 国立がんセンター中央病院・東病院間診療情報ネットワークシステムの紹介
3. テレカンファレンスのデモストレーション
  - A. 1対1ハイビジョンテレラジオロジーシステムを利用した症例検討会
  - B. ハイビジョン画像先送りによる多地点対応テレカンファレンスシステムを利用した遠隔演題発表

IV-5 マルチスタディCTによる肝臓の3次元合成画像処理

## セッション V 胸部CT (II) 14:40~15:52

座長 飯沼 武 (埼玉大学工学部基礎工学課程)

## V-1 胸部X線CT画像からのモデルによる肺野領域同定法

見口良輔<sup>1)</sup>、富田稔啓<sup>1)</sup>、奥村俊昭<sup>1)</sup>、江 浩<sup>1)</sup>、山本真司<sup>1)</sup>、松本満臣<sup>2)</sup>、館野之男<sup>3)</sup>、飯沼 武<sup>4)</sup>、松本 徹<sup>3)</sup>

- 1) 豊橋技術科学大学、2) 東京都立医療技術短期大学、3) 放射線医学総合研究所、
- 4) 埼玉工業大学

## V-2 Snakeを用いた胸部X線CT像からの肺野輪郭抽出

奥村俊昭<sup>1)</sup>、江 浩<sup>1)</sup>、山本真司<sup>1)</sup>、松本満臣<sup>2)</sup>、館野之男<sup>3)</sup>、飯沼 武<sup>4)</sup>、松本 徹<sup>3)</sup>

- 1) 豊橋技術科学大学、2) 東京都立医療技術短期大学、3) 放射線医学総合研究所、
- 4) 埼玉工業大学

## V-3 肋骨の骨格形状を利用した3次元胸部X線CT像からの肺野領域自動抽出

遠藤和彦<sup>1)</sup>、森 健策<sup>1)</sup>、長谷川純一<sup>2)</sup>、鳥脇純一郎<sup>1)</sup>、安野泰史<sup>3)</sup>、片田和廣<sup>3)</sup>

- 1) 名古屋大学工学部、2) 中京大学情報科学部、3) 藤田保健衛生大学

## V-4 Thin Slice CT画像による胸部構造解析とその応用

戸崎哲也<sup>1)</sup>、河田佳樹<sup>1)</sup>、仁木 登<sup>1)</sup>、江口研二<sup>2)</sup>、大松広伸<sup>2)</sup>、森山紀之<sup>2)</sup>

- 1) 徳島大学工学部知能情報工学科、2) 国立がんセンター

## セッション VI 胸部CT (III) 15:52~16:46

座長 仁木 登 (徳島大学工学部知能情報工学科)

## VI-1 胸部ヘリカルCT像を用いた肺血管の構造認識

高島博嗣<sup>1)</sup>、森 雅樹<sup>2)</sup>、笹岡彰一<sup>3)</sup>、小場弘之<sup>4)</sup>、名取 博<sup>4)</sup>、鈴木英夫<sup>5)</sup>、稲岡則子<sup>5)</sup>

- 1) 南一条病院、2) 札幌厚生病院、3) 市立室蘭総合病院、4) 札幌医大第三内科、
- 5) 日本アイ・ビー・エム

## VI-2 遺伝的アルゴリズムによる胸部X線CT画像のスライス面自動分類

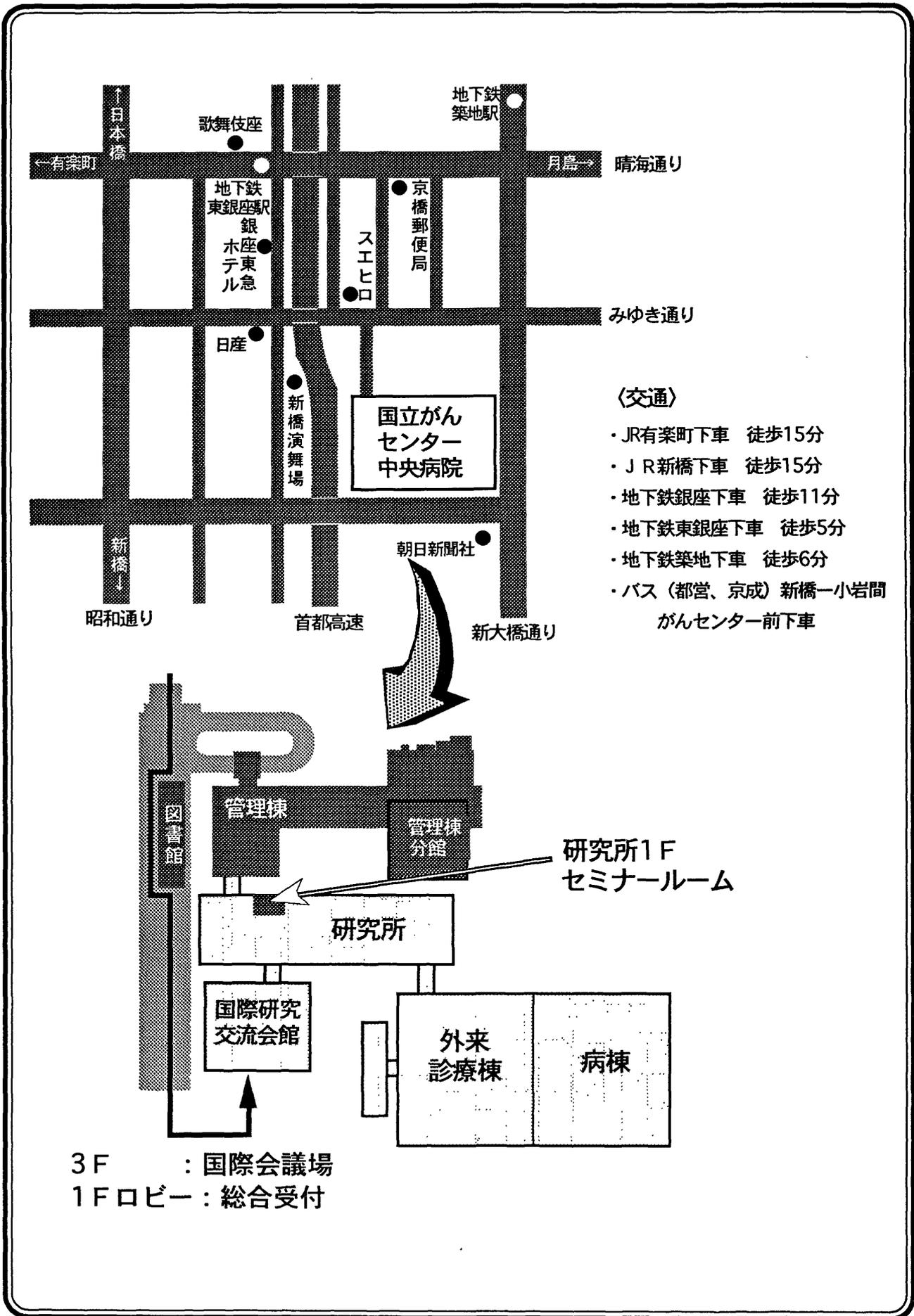
原 武史<sup>1)</sup>、藤田広志<sup>2)</sup>、津坂昌利<sup>2)</sup>、澤田道人<sup>3)</sup>

- 1) 岐阜大学工学部電子情報工学科、2) 名古屋大学医療技術短期大学部、
- 3) 安城更生病院放射線技術科

## VI-3 肺癌X線CT画像における縦隔リンパ節の自動検出システムの開発

津坂昌利<sup>1)</sup>、藤田広志<sup>2)</sup>、原 武史<sup>2)</sup>、小山修司<sup>1)</sup>、前越 久<sup>1)</sup>、小幡康範<sup>1)</sup>、石垣武男<sup>3)</sup>

- 1) 名古屋大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科、
- 2) 岐阜大学工学部電子情報工学科、3) 名古屋大学医学部放射線医学教室



## 学会研究会情報



- 学会名 : 第36回日本肺癌学会総会 (会長 山口 豊教授)
- 開催日 : 1995年10月17~18日
- 開催場所 : 幕張メッセ 国際会議場 (千葉市美浜区中瀬2-1)
- 連絡先 : 〒260 千葉市中央区亥鼻1-8-1  
千葉大学医学部肺癌研究施設外科内 第36回日本肺癌学会総会事務局  
Tel: (043) 222-7171, ext.5463 Fax: (043) 226-2172
- コメント : 肺癌に関するあらゆる分野の演題が発表される。画像診断の中で肺癌陰影のCT三次元表示に関する演題も発表されると思います。(札幌厚生病院:森)

- 学会名 : MRCAS '95 (2nd International Symposium on Medical Robotics and Computer Assisted Surgery)
- 開催日 : 1995年11月5~7日
- 開催場所 : Baltimore, Maryland, USA
- 連絡先 : MRCAS '95 Program Office, Shadyside Medical Center Suite 309, 5200 Center Avenue,  
Pittsburgh, PA 15232, USA  
Tel: 412-623-2673 Fax: 412-623-1108  
E-mail: mrcas@ortho.cor.ssh.edu
- コメント : 医療用ロボットとコンピュータ外科学に関する国際シンポジウム。今回のスポンサーは Johns Hopkins Institutions など。(中京大学:長谷川)

- 学会名 : 第66回日本超音波医学会
- 開催日 : 1995年11月22~24日
- 開催場所 : パシフィコ横浜
- 連絡先 : 〒223 横浜市港北区日吉3-14-1  
慶応義塾大学理工学部電気工学科 Tel:045-563-2045
- コメント : 医療のあらゆる分野から演題が集まる。超音波関連医用機器展示やファイヤーサイドトークも楽しみ。(珪肺労災病院:森久保)

- 学会名 : SPIE 96 (Medical Imaging 96)
- 開催日 : 1996年2月10~15日
- 開催場所 : Newport Beach, CA USA
- 連絡先 : P.O. Box 10, Bellingham, WA 98227-0010  
Tel:360/676-3290 Fax:360/647-1445 E-mail:spie@spie.org
- コメント : SPIE(Society for Photo-Optical Instrumentation Engineers)の主催するMedical Imagingに関する国際会議。北米放射線学会(RSNA)が臨床面中心の医学会であるのに対して、本学会は医療画像の形成・処理ネットワーク通信に渡る技術面中心の工学会である。当学会でも岐阜大/藤田先生やソニー/日下部さん等が研究発表している。(富士フィルム:中島)

- 学会名 : VBC '96 (4th International Conference on Visualization in Biomedical Computing)
- 開催日 : 1996年9月29日～10月2日
- 開催場所 : Hamburg, Germany
- 連絡先 : Institute of Mathematics and Computer Science in Medicine (IMDM), University of Hamburg  
Martinistrasse 52, 20246 Hamburg, Germany  
Tel: +49-40-4717-3652 Fax: +49-40-4717-4882  
e-mail: vbc96@uke.uni-hamburg.de
- コメント : 画像処理、CG、仮想現実の方法論から診断・治療における可視化応用まで幅広い範囲をカバーする国際会議。(中京大学:長谷川)

- 学会名 : 3rd International Workshop on Digital Mammography
- 開催日 : 1996年6月9日～12日
- 開催場所 : Chicago, Illinois U.S.A.
- 連絡先 : e-mail:mammo@uchicago.edu Fax:312-702-0371  
3rd International Workshop on Digital Mammography  
Department of Radiology MC2026  
The University of Chicago  
5841 S. Maryland Avenue  
Chicago, Illinois 60637  
U.S.A.
- コメント : 第1回のワークショップからマモグラフィーのCADに関する演題が多く、最近の研究者の増加を考えると、多くの発表があると予想される。岐阜大学の藤田先生がScientific Committeeに参加されています。アブストラクトの申込締切は11月15日。投稿要領などの詳しい情報は上記連絡先へ。(東芝:江馬)



## AAPM '95に参加して

石田 正光\*

AAPM (American Association of Physicists in Medicine) の第37回学術大会が、7月23日(日)から7月27日(木)までボストンで開催された。本学会は毎年夏のこの時期に全米各地を持ちまわりで開催されており、家族と一緒に参加する人もかなりいる。学会もこれに応えるべく、家族のためにほぼ毎日ボストン市内や郊外のツアーが用意されていた(毎年寒いシカゴで開催されるRSNAとは大きな違いである)。私自身もシカゴ大のRossmann研究室にお世話になっていた1982年にニューオリンズでの本学会に家族と一緒に参加したことがあり、仕事と家族サービスを両立できる学会の気配りに感謝した記憶がある。しかし今回は仕事一本槍。教育講演(画像処理を中心としたFCRのOverview)とシンポジウム(放射線検出器としてのイメージングプレート)での発表、AAPMのTask Groupでの打合せ、FCRの顧客との討論などスケジュールが一杯つまっていた。

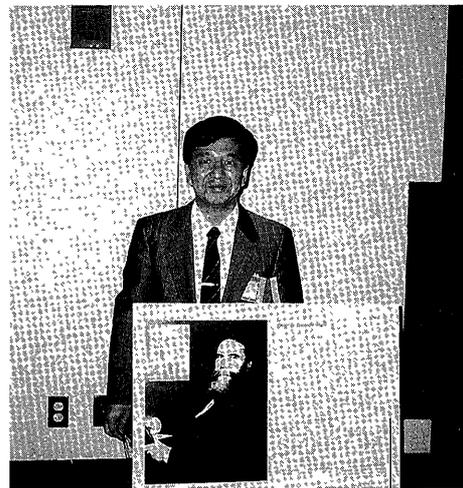
AAPM学会は、口述と展示からなる一般発表、教育講演(なんと朝7時30分より開始)、シンポジウム、若手研究者のシンポジウム及び機器展示から構成されている。若手研究者のシンポジウムは本学会の大きな特徴であり、“若手研究者を暖かく、かつ厳しく育てて行こう”と学会全体がサポートする姿勢には感心させられた。また、今年はレントゲン博士によるX線発見100年目にあたり、これを記念して放射線分野(医療分野には限定せず)の進歩に多大な貢献をした人々約40名の業績を示したパネル展示が行われていた。写真はレントゲン博士のパネルの前で撮影したものである。ともかくこのような年にAAPM学会に参加できたことは感慨深いものであった。

一般発表は総数約600件で、口述と展示がほぼ半々であった。発表分野はTherapyが最も多く全体の約60%、次いでDiagnosticが30%、Nuclear Medicineが10%であった。依然としてTherapy中心ではあるが、1982年に比べて明らかにDiagnosticの発表が増加しており、この分野の研究にたずさわる私としては心強い気持ちにさせられた。Diagnostic分野の発表ではMammography(マンモと略す)に関する発表が

2割強を占め、品質管理、デジタルマンモシステム、画像処理、CADと広範囲にわたり活発な議論が行なわれていたのが印象深い。米軍がマンモのプロジェクトにお金を出していることの影響だろうか?

本CADM学会と直結するCADの発表は全部で11件あり、そのうち6件がマンモ対象で、テクスチャー解析、ウェーブレット、ニューラルネットワークなどの手法により性能が着実に向上しているようである。ただ気掛りなのは、CAD発表の大部分がシカゴ大のグループ及びその出身者でほとんど占められていたことである(他のグループはSPIE、CAR、RSNAなどで発表しているのか?)。彼等は大きな成果を確実に上げているが、特定のグループからだけに偏った発表はCAD技術全体の発表の為には必ずしも好ましい傾向とは思えない。これは彼等の問題ではなく、世界のCAD研究者が一堂に会した国際会議がなんとか開催できればと強く感じた次第である。

今回の学会参加は時差ボケがなかなか直らず、何とか調子をとりもどせたのは学会終了目前であった。○の所為だろうか?そのため、浮世絵のコレクションで有名なボストン美術館になんとか時間を切りつめて行こうとの渡米前のもくろみはたせなかったのは、何とも残念であった。



\*: 富士写真フイルム(株) 宮台技術開発センター 〒258 南足柄市開成町宮台798



## 医用（研究）支援画像システム

西川 雅裕・丸山 智\*

医療分野における医療とコンピュータの結びつきは、今後益々重要となっていく中で、未だ有効な治療方法が見つからない難しい疾患の研究や疾患の早期発見を手伝い迅速かつ確かな診断を行うためにもコンピュータの機能を活かした医療システムの必要性は不可欠となります。そこで、近年デジタル化した医用画像を利用する医用画像情報システムは、医療（研究）現場においての期待はさらに膨らんでいきます。

旭化成情報システム（株）では、自社開発した医用（研究）画像処理支援ソフト「Dr. View」により、様々な医療画像データ情報を取り込み、表示、編集、計測、解析等の機能により、医療画像解析に威力を発揮しています。また、Dr. Viewの大きな特徴の一つとして、ユーザーである先生方が独自に開発した解析処理や計算処理プログラムを容易に組み込むことができます。これにより、施設間での解析計算プログラムのやり取りを可能にし、他の施設（ユーザー）で開発した計算処理プログラムが、あたかも、

Dr. View上で起動しているような動作環境が提供できます。

また、最近では、Dr. Viewを用いて歯科分野においても活用の範囲が広がりつつあります。

ここでは、Dr. Viewを利用した顎顔面頭蓋の三次元形態の自動分析への応用を示します。顎顔面頭蓋での形態計測は従来セファログラム上で行われていますが、人為的要因のため誤差が入りやすくなります。そこで計測点を自動分析する研究が行われてきています。しかし骨構造が重なりあった部位での自動認識は二次元画像では困難でした。そこで頭蓋構造をX線CT画像から得ることで骨構造の重なりを防ぎ、5種類の解剖学的特徴点を自動抽出しました。

Nasion(鼻根正中点)、Sella(鞍背正中部)、Basion(大後頭孔前縁の正中点)に関してはCTスライスから人手で抽出した正中矢状面に対して、これらの特徴点抽出を自動で行います。

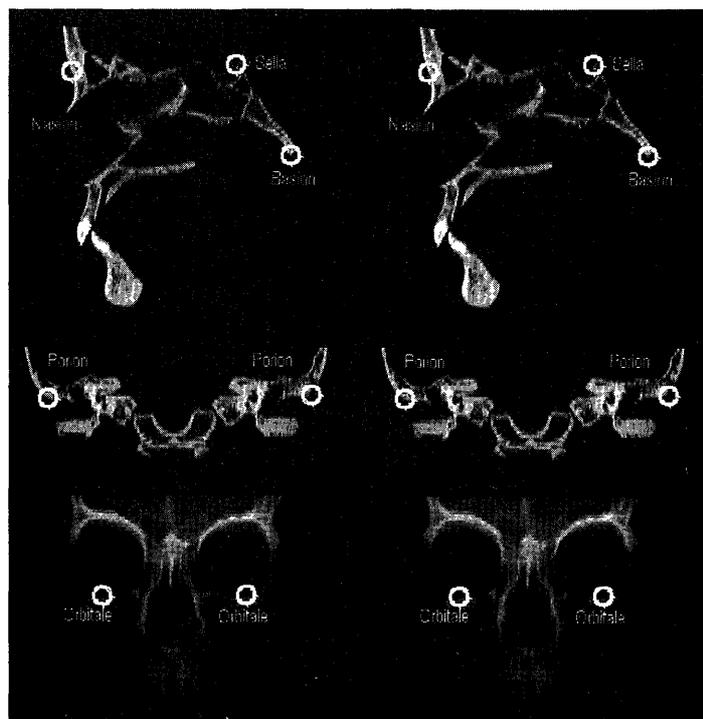
Nasionは顔面輪郭上で縫合線に相当する点になるため、抽出の範囲を絞ったのち部分体積効果を利用してカウント値が最小になる点を求めます。SellaとBasionに関しては、それぞれの部位の候補領域から曲率や位置の最大最小を利用して点を認識します。

Porion(外耳道孔上縁にある点)に関しては、再構築した冠状面にたいして輪郭抽出から外耳道部位の認識、曲率判定によるポリオンの認識を自動でおこないます。Orbitale(眼窩最下点)に関しては、再構築した冠状面の範囲で最大値投影像(MIP)を作り、その像から眼窩を認識して最下点を決めます。

以上のアルゴリズムを1.5mmスライスの乾燥頭蓋に適用した結果を写真に示します。

現在のシステムの課題としては、より多くの特徴点への適用、3次元からの完全自動抽出の実現などがあります。

これらの技術が診断や治療支援に役立つことを目指しております。



データご提供：愛知学院大学歯学部歯科矯正学教室

\*：旭化成情報システム（株） 〒104 東京都中央区入船1-8-2 住友入船ビル2号館



## コンピュータ支援画像診断学会総会のご案内

本年度の定例総会が本学会の定期講演会の折りに以下のように開催されます。  
正会員の皆様の積極的な参加をお願いいたします。

- 1.日時：平成7年10月13日（金） 午後1時～1時半
- 2.場所：学術講演会場（国立がんセンター内）

なお、これに先立ち、理事会と評議会が以下の日程で開催予定です。  
理事会：平成7年10月11日（水） 午後6時より9時まで  
評議会：平成7年10月12日（木） 正午より13時半まで  
（会場は講演会場から近いところを予定）



事務局日より

(1) 会員の現況（1995年9月8日現在）

賛助会員	8社（8口）
正会員	126名
学生会員	4名
合計	138

(2) 新たに次の方が入会されました。

会員番号	氏名	所属
0134	江馬 武博	東芝メディカルエンジニアリング（株）
0135	近藤 正	徳島大学医療技術短期大学部
0136	菊池 務	北海道大学医学部附属病院 放射線部
0137	佐井 篤儀	岐阜工業高等専門学校 電気工学科
0138	清水 昭伸	名古屋大学 工学部 情報工学科（学生会員より移行）

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。

### 編集委員会より



技術交流の輪（MとEのキャッチボール）を中心としたニュースレターも今回で第13号となります。  
編集委員会ではニュースレター及び本学会に対する会員の皆様の声を反映し、さらにより良いニュースレターを目指したいと考えています。

ご意見・ご要望その他何でも結構ですので、お気軽に下記宛へご連絡下さい。

電子メール：cadm-commit@toriwaki.nuie.nagoya-u.ac.jp

FAX : 0423-87-8491 CADM/編集委員会行

## CADM News Letter (1995年度 第13号)

発行日 平成7年9月25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 Med

〒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