

## 【第2回大会特別講演】

## 第2回大会特別講演

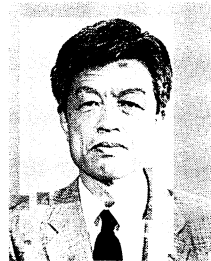
97年9月18,19日に名古屋大学シンポジオンにおいて第2回日本VR学会大会が開かれました。大会の特別講演で、名古屋大学の鳥脇先生から「バーチャルリアリティの医学応用」と題し、医療映像の現場に活用されているVR技術を紹介した講演を、岐阜県科学技術芸術アカデミーの関内先生からは「VRにおける芸術性の問題」と題し、技術と芸術の関わり合いについての講演が行われました。どちらの講演も図をふんだんに用いたものですが、ここでは文章と少々の図で紹介いたします。



# バーチャルリアリティの医学応用 - 仮想化された人体をめぐる -

鳥脇純一郎

名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻



ただ今御紹介に預りました、鳥脇です。

今日はVRの医学応用ということでお話ししますが、これは私共の研究室でやっていることの中で私が一番話しやすいということで選ばせていただきました。早速ですが、スライド、OHP等を使って説明したいと思います。

本来の研究テーマとしましては医学応用なんですけども、まあ、あまり難しい話は止めまして、「仮想化された人体とは何か」ということ、これを使えるようになりますと、どういうことになるのか、そうして、また、どういうことができそうかということ、などを中心に、大まかな話になります。簡単に話させていただきたいと思っております。中には、私が漠然と考えていることも含めてお話ししますので、結論めいたことは不足しているかもしれませんがお許しいただきます。

〔「からだ(体)」とは?〕

さて、人体の話をしていきますから、「からだ(体)」というのはどういう風なものかということから始めます。「体」という項目が百科辞典にあるということは、たまたま見ていましたら初めて知ったんですが、定義しますと、こうい

うことが書いてあります。

「体：生物の個体を一定の構造と機能の統合された完結性、独立性を持つ物体としてみると、これを体という。」(→注1)と難しいことが書いてあります。つまり、広い意味では生物の存在意義としての体、狭い意味ではだいたい人の身体、そういうものを、哲学的といいますか、どう見るかということ、結構それなりの話題があって、昔から議論されているようであります。ですから、これから話します仮想化された人体というものもそれが自由に使える

ということになりますと、この「体」に対する考え方も、それなりの影響を受けてくるのではないかという風に漠然と感じます。

さて、これは、御承知のとおり、ミロのヴィーナス(図1)でルーブル美術館にあるもの、本物ですけども、古来理想的な身体と言われてきたものです。アーティストは、こういうものを



図1

見ながら、それなりにメッセージを込めて人体を扱ってきたのだと思います。メッセージを込めますから、リアルというか実物に近いというのとは相容れないところもあります。段々変形していきますというんなのが出てきます。これも人体。こちらはピカソです。ちなみにやはりパリのポンピドー美術館にあります(図2)。



図2

次に、これも人体ですが、医学的に言いますと何がしたいのでしょうか(図3)。

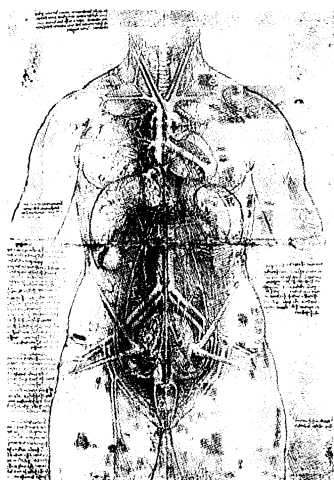


図3

当然、「からだ」の中を見たい。ですから、医学では、長年にわたって人体の中を見るという努力を続けてきました。実際、からだの中を見るという

ことは、医学的には個々のケースではそれなりに目的があるのですが、全体としては、ほとんど究極の目的です。すなわち、からだを傷つけずに(医学ではよく「無侵襲」という言葉を使います)、ありのままの状態を体の中も含めて見るというのが大きな目的なんですけども、これを一般の立場から見ても、それなりの魅力がありますね。それはどういうことかと言うと、例えば素直に、「肉眼で見えない

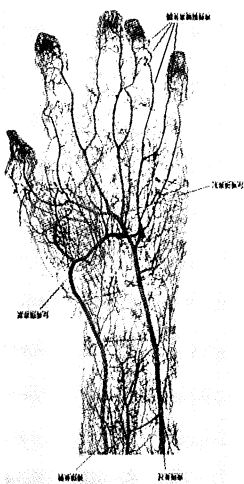


図4

ものの中が見える」というのはすごいことです。それだけに、普段ではなじみのないタイプの絵が作れます。その例はこれからいくつもお見せします。それを見るとやっぱり人体の構造は凄いという、まさしく造形の妙という感慨を持つことも少なくありません。さらに、もう一つ「生きているものを見ることは素晴らしい」。例えば「生命の神

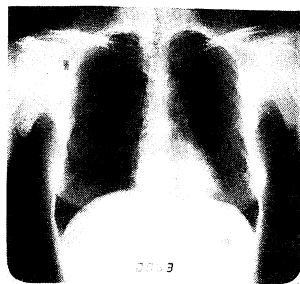


図5



図6

秘」とか言います。実際に生きているものを見ますと、例えば、拍動する心臓とか、お腹の中の赤ちゃんの映像とか、そういうを見ますとやっぱりすごいという感じがしまして、体を見るということは医学的にはもちろんですけど、一般の人にとっても魅力のあるものです。

例えば、いくつか例をお見せします。

これは血管ですね(図4)。手の血管です。皆さんの今日にしているのは絵ですけど、決して書いた絵ではなくて、実は本物の標本です。本物の標本ですけど、プリントしたらバーチャルというのもおかしいんですけど、それはともかく、これを見るとやっぱり、何というか、非常に精密でもありますし、複雑でもありますし、しかし機械的な意味での正確さからいえば不規則の様にも見えますが、やっぱり凄いなという感じが致します。

ところで、医学において人体の中を見るというのはX線の発明(発見ですか?)から始まっています。こういう写真をどこかで見られたことがあるでしょうね(図5)。これは今でも使っている画像です。で図6は約百年前です(→注2)。

以後段々(当時の科学技術のレベルから言えば相当のスピードで)改良されてきました。そして、次の大きなステップが、70年代の初めに計算機断層写真が出て来た時です。技術的に見て面白いのは、最初のX線発見はそれに約50年先行する写真という技術と密接に結び付いていて、次のステップはやはり30年ほど先行した計算機の技術と結び付いていることです。それがいわゆる計算機断層撮影(CT)なんですが、名前の通りコンピュータの存在があって初めてできる画像です(→注3)。

〈イメージング技術の歴史〉

ここで医用画像の、というより人体のイメージングの技術の歴史を見てみますと、こういう感じです(図7)。

大体X線写真の登場が約百年前です。その次にコンピュータが普及し、CTが登場して人体の断面が見えるようになった。これが25~30年くらい前、ついで現在

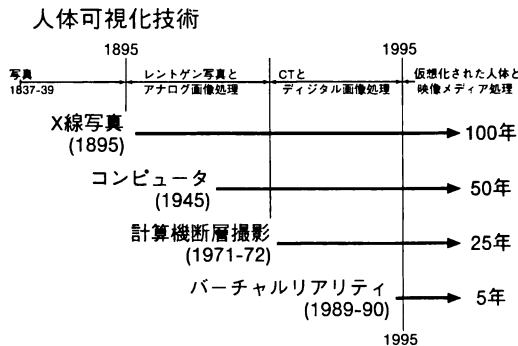


図7

は、それを3次元的にして、VR技術とかをいろいろ組み合わせ合わせて、人体の中を見るという技術の新しい時代に入りかけているのではないかというのが私の感じです。仮に、この流れの前半の方を「レントゲン写真アナログ画像処理の時代」、最近の25年を「CTとデジタル画像処理の時代」としますと、次は何と言ったらいいのか、と思っているんですが、それは我々がその最中にありますから、歴史的な視点から見るというわけにはいきませんが、とりあえず「仮想化された人体と映像メディアの時代」とでも呼んでおきたいと思います。

あまり画像の細かいことを言う時間的余裕はございませんが、普通のX線写真は実はこういう風に見える(図8)。この各点の濃淡が何を示しているかといいますと、

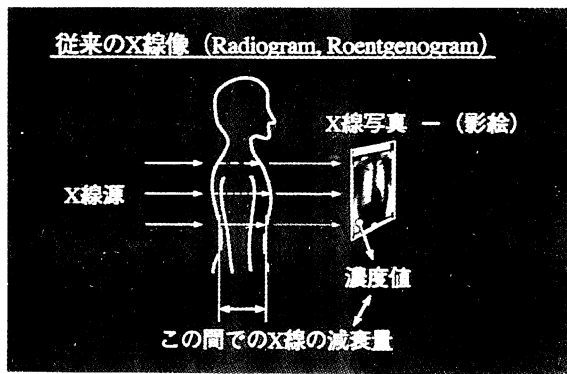


図8

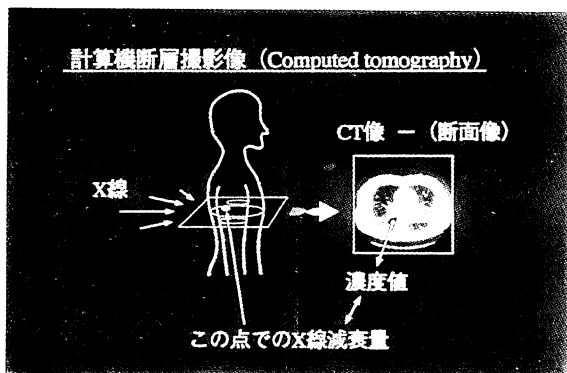


図9

X線をあてますと、このパスの間のX線の減衰の量を示しているわけです。ですから、ある種のパスに沿った積算した情報です。積算した情報は良い点も悪い点もありまして、良い点は積算したものは重なってしまうが、とにかく何か見える。悪い点は積算だからあまり個々のパーツに分離ができない。足し算した結果しか見えない。それに対して、断層撮影像というのは、この一点の値が、この近傍の微小領域の値が、各点の濃淡の値となって反映している(図9)。ですから今度は、積算の値でなく、それぞれの点での値が記録されるということです。映像系の方でしたらとっくにご存知だと思いますけども、VR学会の方はいろんな方がいらっしゃると思いますから蛇足かもしれませんが付け加えます。

この断層撮影を使いますと、こんな風に断面をたくさん作ることができるものですから、結局人体という三次元の物体の断面をたくさん作って重ねることによって、ちょうど空間を微小な要素(画素)に分けて、それぞれの位置での情報をその画素につけている三次元の配列に記録することによって、人体そのものが計算機の中に入っている格好になる。それをとりあえず「仮想化された人体」と名付けることにします。

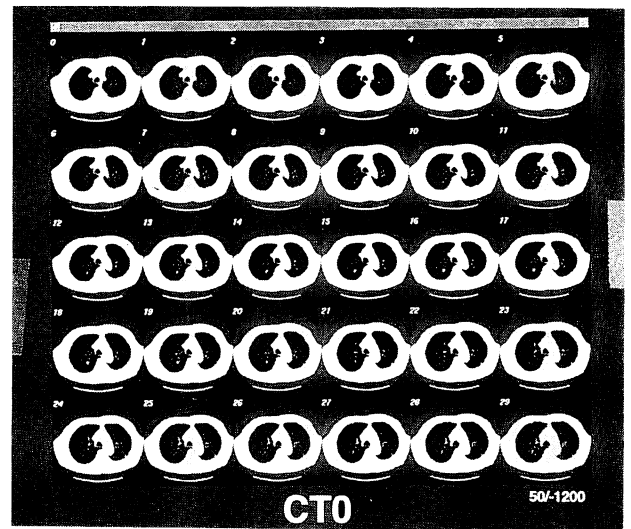


図10

それは、実際やってみますとこうなります(図10)。これは胸の部分なんですけど、全部積み上げていけば、約1mmとか5mmとか10mmの間隔で積み上げることができます。この黒い部分が肺、これは心臓です。背骨はこの辺にあります。という様なことで、人体の全体を記録している。こうして得たデータとして記録された人体は、数値データは数値データですから誰でも触れますし、どんな

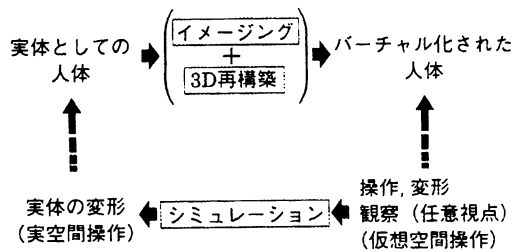


図11

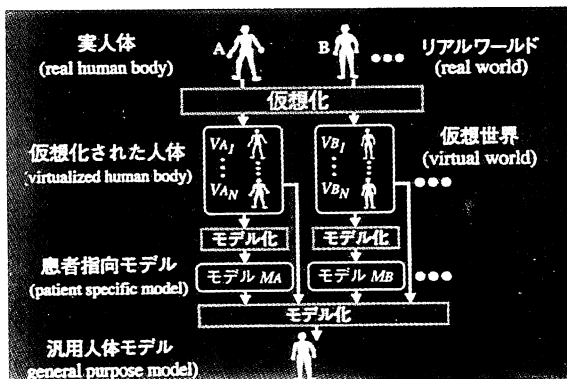


図12

ことでもできるわけです。そういう意味では仮想のものですね。それで仮想化した結果ということになりますが、しかし完全に頭の中で想像したイメージネーションを映像化したものとはまた違います。実在する患者さんの人体としっかり対応がしておりますので、そういう意味でアニメーションやアートのような純粹の仮想世界とは違います。でもまあこれも仮想だろうということで、「仮想化された」という言い方をしております。私がそう言っているだけで、そう決めたわけではありません。

でもこういうのを積み上げたらすぐ三次元の構造が分かるのかといいますと、もちろんお医者さん、プロの方はすぐ分かりますが、我々はそんな簡単には分かりません。さて、これ(図11)が、その仮想化された人体を、いわば利用するためのプロセスなんですけども、実体としての人体がありまして、イメージング技術を使って仮想化して、仮想化された人体を作ります。この上でいろいろな操作をするわけです。

操作を勝手にやりますと(もちろん、何でもできます。何しろコンピュータの中のデータとして扱えるからです)それは、いわば一種のシミュレーションでありまして、そこで現実の世界に戻ることができる、あるいは、戻して差し支えないものでしたら、実際に適用できる。戻せない様な操作は実世界ではやれないものです。

また、これは一種のモデルでもありまして、Aさんという実人体に対して、仮想化された人体、このAさんという具体的な患者のモデルを計算機の中に作ることもあ



図13

ります。ですから、いわば、patient specific model といえることができると思います(図12)。ところで、モデルと言いますと、実は解剖学の教科書に書いてある人体の説明図や人体模型の様なものがあります。あれは全人間をひとまとめにしてその代表的なものをモデル化している(その意味でgeneral purpose modelと呼んでおきます)。だからこう

いうもの(patient specific model)とは違います。これからいろいろな例をお見せしますが、それは個々の人のモデルというレベルでやっている。一般のモデルとは、実際にやってみると非常に違います。

繰り返しますと、これ(general purpose model)は一例についてやっている。これ(patient specific model)は患者さん一人一人についてやる。その点は非常に違うと私は思います。例えばアニメーションの様なものでしたら、一つのモデルですべてを示しているわけです。あまり細かい事は省略しますが、patient specific modelでは個別の患者に対してその人を実際に測定した上でその結果に基づいて仮想化された人体を作っているんですね。そういう意味では1人1人の患者に対応するものですね。さらに一般化したものは、いわば「仮想の人体」だと思います。これは人体という概念の具体化を行って、それを仮想化したものとも見られます。それは例えば絵を見れば、医学の教科書に書いてある、あるいは理科の実験室にある標本、人体模型、こういった様なものになっています(図13)。使い方としましては診断なり治療なりに使う。こちら(general purpose model)は教育、訓練等に使います。もちろんこちら(patient specific model)だって教育、訓練に使えます。その時はまた一般化したものの一つの例としてこれを使います。

〈仮想化された人体の利用法〉

この様なモデルが各患者ごとに個別に作られた時に、それが「からだ」というものの考え方についてどういう影響を与えるかについては、私はもちろんそれにも興味があるんですけど、それは長い時間が経って分かっていくことだと思います。

実際それじゃ、そういう仮想化された人体を医学の中で使うとしたらどういうことが考えられるのか。これは、そのことについて、今私がいろいろな観点から整理して

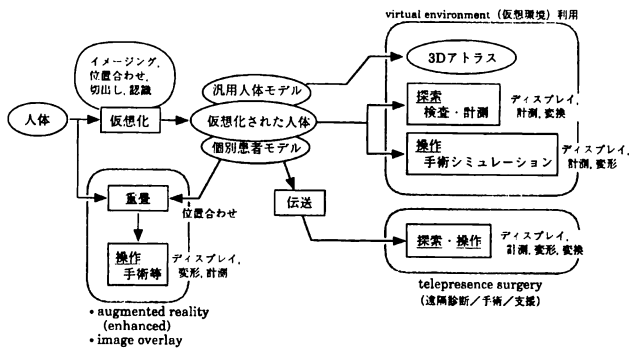


図14

たものです (図14)。

これも人体。これは実世界の患者さん、ですが、イメージングで仮想化された人体が作れる。と同時に、汎用の人体モデルも作れる。どちらも利用でき、それに基づいて作業ができる。

仮想化された人体は、一種の仮想環境でありますから、与えられた仮想環境を探索するということから始まります。始めて見る所は、あっちこちうろろして調べてみる。それは医学的に言えば検査とか、定量的には計測ですね。あるいは、診断に結び付く。それからこの仮想化された人体である仮想環境にいろんなアクションを加えて変形させたりする。これは、例えば手術のシミュレーションなどのような使い方があります。それからもう一つ、仮想化された人体も実人体も同時に使いたいということもあります。オーグメンテッドリアリティ (augmented reality) とかという言葉で言われている領域に属しますが、そういう使い方もあります。例えばそれは、手術中の支援という立場で使われる。こういった感じの使い方も考えられる。

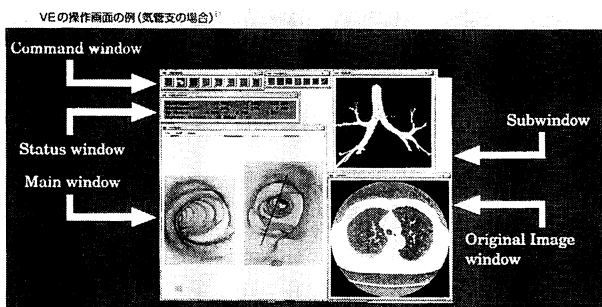


図15

〈仮想化内視鏡システム〉

いくつかの例をお見せしますが、その一番の典型的な例が仮想化内視鏡システムと私達が呼んでいる、私達の研究室でいま盛んにやっているものです。それはこういうものです。3次元の仮想化された人体像からある注目する臓器の境界を抽出しまして、グラフィックスで画面に出

す。画像の生成であります。画面に出す時には、どういう視点から見たものを出すかというのは自由に選べます。どんな風にでもできますから、この臓器の内側も外側も回りを自由にリアルタイムで動き回れる。たわみや変形も加える。計測も必要である。そういうタイプのものです。

こういうものを気管支とか血管とか胃とかにいろいろ適用してまいります。画面はどんな感じになるかといいますと、こんな感じの画面になります (図15)。これは気管支の場合ですが、気管支の全体をこういう風に一種のパターン認識技術で自動的に抽出して、外側から全体を見ております。そしてその中をこういう風に見ている。今自分の見ている視点の所で断面を切ったCT像、そもそもの基になった画像がここにあります。

この内部の画像は、私達のシステムですと、マウスでもっていくらでも好きな方へ行けます。ちょうどゲームをやっているみたいに、人体の中を飛び歩くことができるわけです。そうすると、後でビデオでお見せしますが、いろんな感じの絵が見られます。

—ビデオ (仮想化内視鏡システムの操作例) —

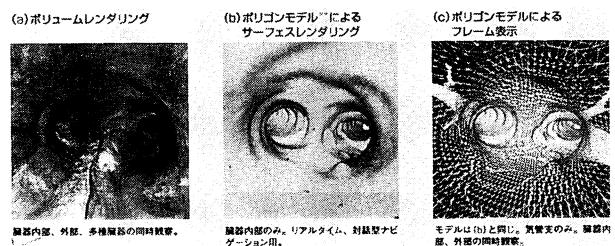


図16

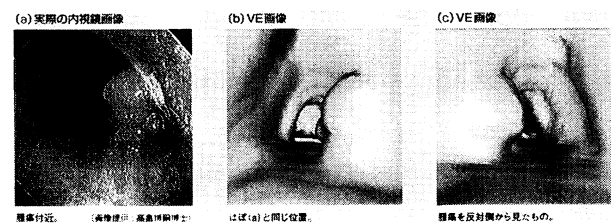


図17

今どこにいるかということは、ポインタで示してありまして、刻々とウインドウに出ているんですが、ビデオに落とすとそれがうまく映ってなくて見にくいんですね、こんな風になっています。いろんな所に行きますと (これから出ますが)、こんな感じになります。それからこちらでポインタを指定して、いろんな距離などを計れます (図15)。これは別の表示法です。網目で表示しています (図16)。網目で表示すると外も見える。これは実物の人体に本当の内視鏡を入れて見た時ですが、それとほぼ同じです (図

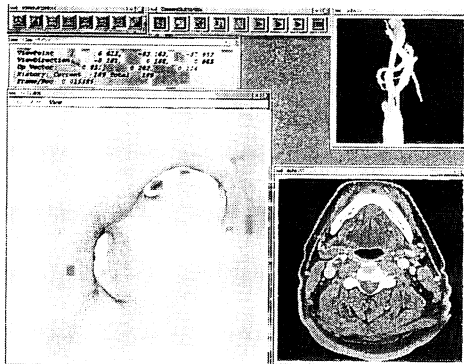


図18

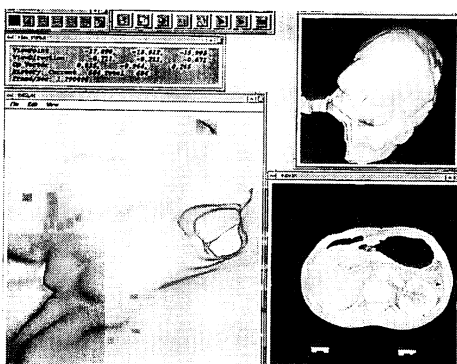


図19



図20

17)。

今の仮想化内視鏡システムで、同じ様なことを動脈あたりの血管でもやってます。血管は複雑な形をしています。断面を見るとこうなります(図18)。今と同じ様に中をいろいろ動かしてやるとこんな感じです。もちろん機能は同じです。対象が違っているだけです。これは気管支と違まして、実際の内視鏡で中を見ることは絶対に来ません。実際は血管の中は血液で満たされていて、血液は不透明ですから中へ入ってしまったら何も見えません。

それから、胃の例ですね(図19)。胃は血管や気管支のようにチューブ状じゃなくて、大きい袋です。ですから、こんな風の中を見ますと、見てもわかった様なわからない様な大きい袋の中に入って、あっちこち天井や床を見ている様なものですけど。ついでにここで、仮想的切開をして、標本を作ったとしたらどんな風に見えるか、実際は胃を分割しますとこういったものを作れますから、そういうことに対応する操作をコンピュータの上でやれないかということで試してみたものです(図20)。まあ、胃壁の状態なんかを、こちらに見えているものが出る様にやっています。これは、目下進行中の研究です。

実際に動いている状態をちょっとお見せしたいと思います。

— ビデオ — (仮想化内視鏡操作例) —

こんな具合です。これは、こちらだけ向きをいろいろ変えて見ているものです。こちら辺にマウスがあって、行きたい方へマウスを持って行って、カーソルを持って行ってクリックすると行けます。これは、実際ビデオ

で編集したわけではなくて、実際のスピードです。これは、あとでオープンラボの時に多分お見せできると思います。もし御関心があるようでしたら、御鑑賞ください。ここも同時に今の視点の位置と断面が常にできるように変えていきます。さっきの網目の様な表示をしますと、これは外の状態が網を通してわかる。これは実際は表面を構成している三角形面の形をそのまま正直に表示しているだけです。それからこれは、外観も見れますよ、こういう計測ができますよ、というものです。実物との比較という意味で、実物もお見せしましょう。実際内視鏡を喉から挿入して、見ているものです。もちろん、患者さんには多少負担がかかりますが、我慢していただいているわけです。ここに大きな腫瘍がある。その近くまで突っ込んでこう覗いて、細いファイバで送ってくる映像をのぞき込んでいるわけですね。それと同じ患者さんのCT像(X線から求めた画像ですね)と比較していただくと分かりますが、形は大体似たものになっていますが、表面の質感はうまく出せない。X線像ですから出ません。

ただこれ(仮想化内視鏡)はどこへも入れます。さっきの実際の内視鏡は、ここは狭いものですからこれより先へは入れないんですね。それからこれは腫瘍の側を通り過ぎて後ろ側から見ている映像で、これは実際には絶対見られない。仮想化内視鏡なら、このカーソルで行きたい方へいきますし、別に壁にぶつかってもらっても結構です。外に出るだけです。外は何もないです。

ところで、こういうアニメはいくらでも作れる。丁寧にやれば作れます。問題は、さっきも申し上げましたが、これを患者さんのデータですぐその場でやろうということですが、それが非常に重要だと思います。一例だけでデモをやるというのであれば、絵を作ればそんなことはできます。

あと胃の内部は、先ほど申し上げた様に、大きいこういう袋ですから、(胃袋というくらいです)、向こうからずーと進んでくるという感じが出ませんで、ほら穴の中に入

ってしまって、あっちこちを見ているという様な感じになります。これは実際は、ここに大きい腫瘍があって、腫瘍で膨れあがっちゃってる。だから、中から入って壁を見ると、非常に空洞が狭くなっている。ただ、これを見ますとさっきの様にチューブの中を走るという感じはありませんから、まあ面白くない。ですけど、それなりの診断の役には立つということです。

それから、もう一つ、今度は、今までは目的とする臓器を切り出してそれだけを表示しましたが、そうではなくて、大体人体全体が、特に内部がどんな風になっているか感じを掴みたい、そういう時にはもう少し別の表示法がありまして、これからお見せする映像は、ある一点から人体の中に、肺ですが、肺の中に侵入して、それで、ぐるっと四方を見たりするものです。

－ビデオ (ボリュームレンダリングとナビゲーション)－

これで、今から人体の中に入ってこんな感じになります。真中辺で止まって、回れ右をする。これでほぼ真上を見て、真後ろを向いて、また元の位置に戻って、上を向いて、それから下へ回って行って、元の所に戻って向こう側へ通り抜けるということです。

こういうタイプの映像は、対象の臓器を決めず、とにかくどんな風になっているのかを見るためのものです。グラフィックスでいうとボリュームレンダリングを使っています。先ほどのサーフェスレンダリングを使っていますが、ですからこの面データ、これを作らないで表示するタイプです。ただ我々が見たのは、現在ではまだ残念ながら時間が非常にかかります。今お見せしたのは、ビデオで編集したもの、コマ取りをやってビデオで編集したも

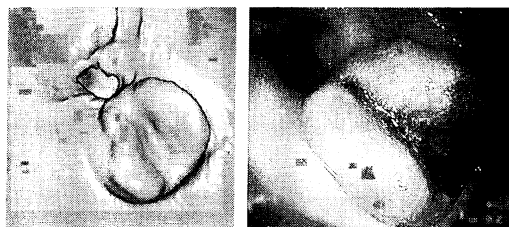


図21

のです。リアルタイムでは、残念ながらやれません。

他に例えば、これは結腸ですね(図21)。

－ビデオ (仮想化内視鏡操作例)－

直腸の一部ですが、この装置がこうやって入ってくる。これが概形で、こちら辺に腫瘍が大きくあります。それが

中ではこんなになっています。実物との比較はこれで、下が実際の内視鏡を入れた映像で、上が仮想化したものです。

〈映画：ミクロの決死圏〉

こういうのお見せしますと、必ずでもないんですけど、昔、SFの映画に、ミクロの決死圏というのがあって、それに似ているということをよく言われます(→注4)。ですから、その絵をついでにお見せします。この中でも、ある年齢以上の方は御覧になった経験がおりになるのではないかと思います。

－ビデオ映画〈ミクロの決死圏〉の説明－

こういう感じですね。こういう宇宙船まがいのもの、これをうんと縮小して、血管の中、人体の中へ入って、脳の中にある腫瘍か癌をレーザーガンでやっつけるというすごいお話です。ですから、こう小さくなった人や宇宙船をどうやって人体の中へ入れるのか、というような真面目なことは置いておいてください。その映画の一部をお見せします。これは、静かな、緩い血流の中へ入るはずが、いきなり激流のところに入ってしまうというところから始まります。

これが肺のモデル解剖図です(図22)。気管支から入って、分岐の5番目までは先のビデオに出てきたものです。これは本物の解剖図です。こちらは標本ですが本物の人体です。中が分からないけれどもここから入って、気管支とつながっています。それから、あのボリュームレンダ

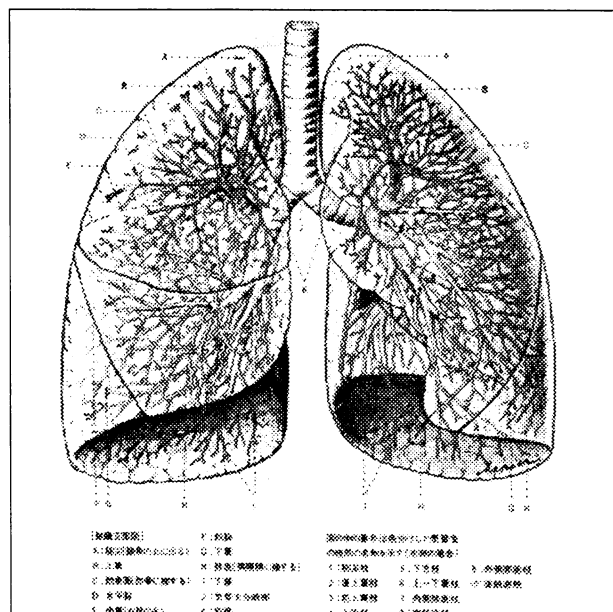


図22

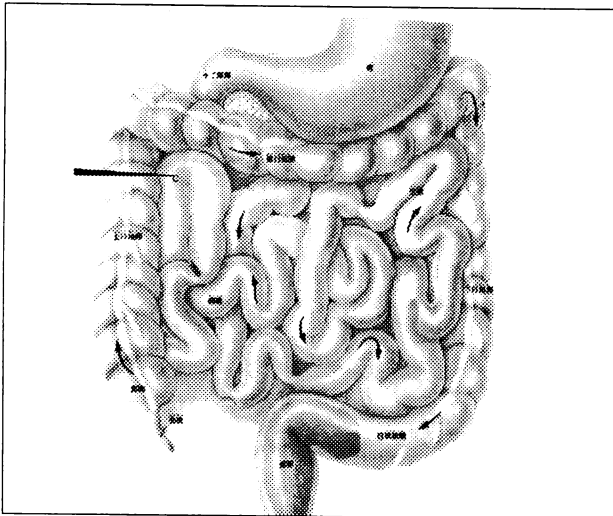


図23

リングでお見せしたのは、この辺から、こういって、この辺から真直入って上下こういうふうに見渡していたのです。どうですか。どんな感想をおもちでしょうか。人体の中をみるのは大変です。

血管はこの辺です。中をお見せします。切開したら、こんなものが見えます。それから、今度はこのS字結腸は、こういう所がありまして(図23)、内視鏡を突っ込んで、ズーッと奥に入っていきます。ですから、こういうこと(内視鏡を体内に入れること)をやらずにさっきのような方法で、X線撮影するだけで検査ができないかどうか、ということが、実際の医療応用の大きな可能性を秘めています。

#### 〈手術シミュレーション—仮想化された人体の変形〉

以上は、臓器の中を動き回っているお話ですが、動き回っているだけでなく、変形をどうやるかということに

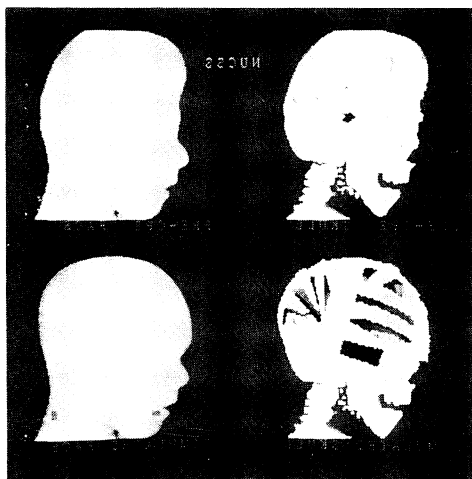


図24

も少し触れます。

これについては、骨の変形手術等のシミュレーションを既に十年ほど前から名大情報文化学部の横井先生たちと一緒にやってきています(図24)。そのころは、仮想化された人体という概念の意識は全くなかったのですが、一つのパイオニア的な役割を果たしてきたものです。今は、もっと質のいい画像が撮れますので、臨床系の先生にはかなり使って頂けるのでは、また、形成外科の先生も手術とかに持って頂けるのではないかと思います。それから世界的にもいま、こちらの方も非常に活発になってきています。コンピュータ外科 (computer aided surgery CAS) と呼ばれる分野の一つです。このような操作をするという実験も私もいろいろやっております。VRの色々な入出力ツールを使いながら次のステップを目指していろいろ研究しております。ここでは、気管支の変形だけお話しします。軟らかい物体の変形の問題ですが。

#### — ビデオ (手術シミュレーション—術前支援) —

#### 〈術中支援—オーグメンテッドリアリティ応用〉

最後に、実人体と仮想化された人体を同時に使うというのは、どんな感じになるかといいますとこういう感じですね。模式図ですが(図25)、実際の人体の上に今のCT像で作った映像を重ねます。これで見ますとこの(今医師が見ている)アングルでは実際にきちんと合っている。今日の前にいる患者のからだの中はどうなっているかということが、実際の患者の人体と一致した所で見えるようにするというようなことをいろいろ試しております。手術するときには、こういう画像を観察しながらやります。例えば、実際にここから針を刺していくというような時に、それが体内ではどの辺に入るのかということが、画像を見ると分かります。それから、場合によっては先ほどのようにHMDのようなもので見たとき、この頭に重複して、実

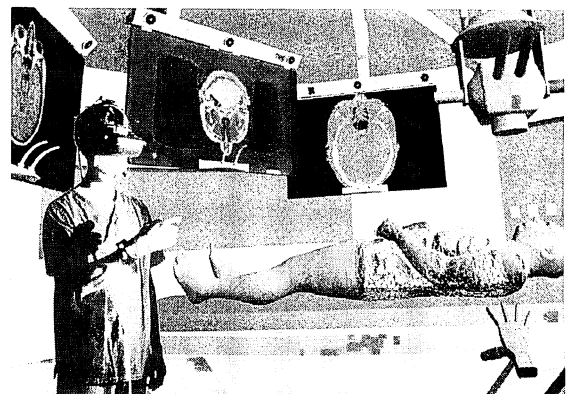


図25



際のあたまの中の映像を重ねて見えるようなものを作るといふようなことも試しております。これは、仮想化された人体と実物を同時に使うというものです。これをやるためには、勿論センシングは重要でありまして、この装置がどこにあって、

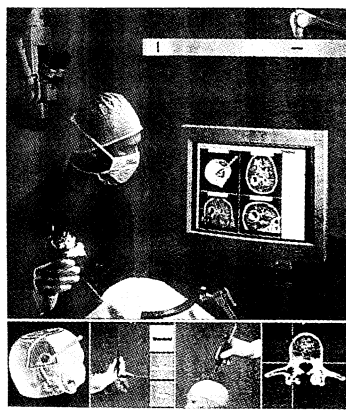


図26

患者さんの体のどこに対応するかということも分からなくてはなりません。そこで、実人体のいろいろな所にセンサが入りまして、センサと光源などの位置を計測して、コンピュータの中で、一つの空間座標系に対しての配置を再構築し、それに合わせて元々こういう方向から撮ったCT画像であるということで、実際の患者の人体をあわせて見せる、というようなことをやれるような仕組みとなっております。これも、勿論いろんな装置が出ておりますが、なお研究途上であることは確かです。これは、装置の一例ですが(図26)、これもセンサとセンサ用の光源のマークがついております。こういうものを使って仮想化された人体と実際の人体を同時に使うということがあるわけです。



図27

〈解剖図〉

ここで、医用画像の中で解剖図がどうなっているか見比べてみます。さっきの肺のモデルはどうなっていたかという、これも、今までの内容を使って新しい3次元の解剖図が出来るのです。解剖図はそう見るとメディアとしてなかなか面白いものがあります。最初は、ダ・ヴィンチなどのものが有名です。それらはスケッチでありました。それに対

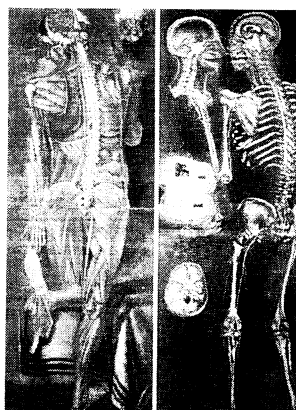


図28

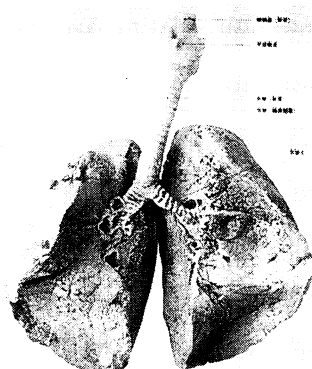


図29

してこれは独自のものですが(図27)、正確なようで必ずしも正確ではありません。次のこれは1500年代のもです。この辺になると、サイエンティフィックと同時にアートとしても非常に興味深いものになっていきます(図28)。そういう線で行くと、色つき

のものも出てきて、すごいアートになるのです。3次元画像を用いますと、これに新しい側面が加わります。まさに仮想化された人体ですけれど、これは、その肺のモデルとして、扱っております。従って、切っても何やってもよいのです。さっきのようにどっかから中に入ることも出来ます。従って絵も非常にリアルになりました。これがさっきのスケッチと勝負できるかどうか、それに3次元の仮想化された人体の方も、自由自在にカットして中も見られますということで、やはり解剖図の方も仮想化された人体という新しい側面が進んでいます。

一方、これは医用画像の中でも実物模型(標本)であります(図29)。これはこれなりにすごくて(→注5)、まさしく、リアル対バーチャルの比較ですが、プラスチックという技術で人体を見事に標本化したもので、決してアルコールづけの瓶の中に入ったものではありません。人体の全身の全断面もみられるし、展示することもできます。これは全身標本です。本物です。これは横方向、縦方向にも見られます。どうぞ触って下さいということで、脳も触ることもできます。

〈むすび〉

この世界、バーチャルとリアルの実験が入りまじって人体そのものを体験するというように非常に状況が変わってきております。昔のスケッチしかなかった時代に比べればめっちゃくちゃ違います。「からだ」(体、身体)というものを私たちはどう体験してそれをどう解釈し、どう理解するかが、いろんな可能性がある時代になりました。人体はその時に存在する物理的なものであります。同時に、物としての人体と、自分の「からだ」は同じかもしれない、違うかもしれない。つまり、感覚ですね。自分のものは自分がよく知っているというのはその自分の感覚があるからでしょう。それから、「からだ」自体が勉強するための概念、それから、感情を構成する要素の人体、そして、今、紹

介した仮想化された人体、いろんな方面、側面から「からだ」(人体)は捉え直されるべき時代になりつつあると思うのです。実際に、否応なしに、なんとなく感覚的に変わってきて、多分初めてX線が登場してそれからすぐ人体への応用があり、それはめっちゃくちゃ速かったわけで、その時は人体の内部をそのまま見えるということで、知らず知らずのうちに、人体を理解するという方向になっていたと思うのです。今は、そういうことが再び非常に激しく変わってきているという感じをもっております。

#### (脚注)

注1) 大百科事典、平凡社、初版、1984

注2) X線の発見は、1895年、レントゲンによる。1995年にはX線発見百年を記念して色々の行事や雑誌の特集などがあつた。

注3) CT=computed tomography

注4) ミクロの決死圏 1966年制作のアメリカSF映画。原題fantastic voyage。縮小した人間(医師、病理学者)が人体の中を微小宇宙船に乗って航行するシーンとがんを直接に退治に行くという奇抜なストーリーで話題となった。

注5) 参考:からだ=未知なる小宇宙、人体の不思議展、ワイブ、1997

本文の図は、講演の時どんな図を参照して話していたかをおおまかに見当を付けていただけるように挿入したものです。カラー画像もすべて白黒にしてあり、どの図も画質は原図とはほど遠いものです。従いまして出典はすべて省かせていただきました。さらに、ビデオ映像は紙数の制約上すべて割愛しました。また、引用した筆者の研究室の研究に関しましては多くの医学関係者のご指導、ご支援を頂いていますがこれもお名前はすべて割愛させていただきました。

#### 略歴

鳥脇 純一郎 工学博士

1939年 愛知県に生まれる。

1967年 名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了  
同上助手(工学部電子学科)

1970年 名古屋大学工学部電子工学科 助教授

1974年 名古屋大学大型計算機センター 助教授

1980年 豊橋技術科学大学情報工学系 助教授

1983年 名古屋大学工学部電子工学科 教授

1985年 同情報工学科 教授

なお、大学組織換えにより、現在は、名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻 教授、また、1994年より名古屋大学大型計算機センター長を兼務。

研究分野: パターン認識、画像処理、コンピュータグラフィックスおよび。それらの医学への応用。医学応用では、X線像の計算機診断、組織標本顕微鏡像の自動計測、手術シミュレーション、仮想化内視鏡等の研究を行う。

学 会: 電子情報通信学会、IEEE、情報処理学会、日本エムイー学会、計算機支援画像診断学会、ISCAS(国際コンピュータ外科学会)、日本バーチャルリアリティ学会、形の科学会、画像電子学会、日本医用画像工学会

著 書: 認識工学(コロナ社)、パターン情報処理の基礎(朝倉書店)、画像理解のためのデジタル画像処理(1)、(2)(昭晃堂)、など。