

# 肺縦隔悪性腫瘍における三次元画像診断の意義

吉井 新平、松川哲之助、橋本 良一、  
保坂 茂、中込 博、上野 明

山梨医科大学 第二外科  
山梨県中巨摩郡玉穂町下河東1110

## 要旨

生体の三次元画像処理がコンピュータ技術を駆使して試みられているが、種々な理由から広く臨床応用に至っていない。当科ではCT画像を利用した簡易実物大立体像作成法を開発し、胸部外科領域、特に肺癌、縦隔腫瘍、胸壁腫瘍の診断や術式、アプローチの検討に用いたところ、当初の予想を上回る重要な情報を与えてくれることが判明した。

簡易実物大立体像作成法の方法論と現在行われている代表的な三次元画像処理技術との比較はすでに他誌で報告した。本稿ではその要約を述べ、また有用であった疾患と症例を呈示し、三次元画像診断の臨床応用につき報告した。

## はじめに

生体の三次元画像処理がコンピュータグラフィック(CG)技術を駆使して試みられているが未だ問題が多く、広く臨床応用には至っていない。当科ではCT画像を利用した実物大立体像作成法を開発し、大動脈弓を対象に試みている<sup>1-4)</sup>。一方肺縦隔外科領域の診断や術式、アプローチの検討においても実物大立体像の作成は当初の予想を上回る重要な情報を与えてくれることが判明した<sup>5)</sup>。そこでその方法論を概説し、つぎに代表的な症例を示し、現時点での三次元画像診断の臨床応用につき報告する。

## 断層図再構成による三次元画像処理技術

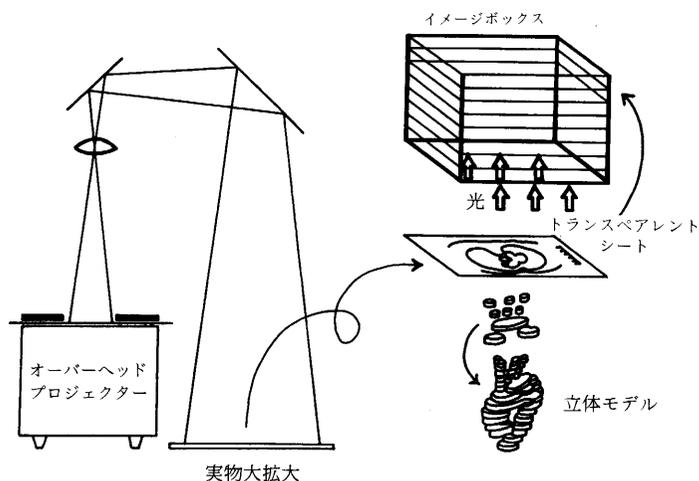
CGを利用した三次元画像処理技術は著者らの研究テーマとは異なるため、本項では一

般に公開されているもの<sup>6,7)</sup>を整理する。生体からの主な情報源はX線CTかMR像で、一部超音波断層図も研究されている。

表示方法は立体のものをそのまま立体に表示するTrue 3D法(立体表示法)と平面上に遠近法を使ったり影をつけたりしていかにも立体的にみせるPseudo 3D法(疑似立体法)の2つに大きく分けられる。

前者にはCGを利用したステレオ図法やホログラムがあるが、我々の行っている実物大立体像作成法も積層法という方法をとっておりまさに立体表示法に属する。後者にはCGを利用したワイヤフレーム法、サーフェス法、ボクセル法などがある。これらは日常テレビでもよく放映されており、なれ親しまれているものである。

なお一般に立体像(True 3D)より立体的な平面図(Pseudo 3D)のほうが大脳による認知的相違から理解が不十分となり疲労が蓄積されるといわれている。



◀図1 実物大立体像・モデル作製模式図  
 オーバーヘッドプロジェクター上にCTフィルムをのせ、トレースするスライス像を中央におき、周囲を覆う。像をレンズと鏡により白色のボードに実物大に拡大投影する。ここに透明シートを位置を合わせておき、臓器別に色分けしてトレースしこれをイメージボックスにスライス幅に応じて差し込み、下方より光を当てることにより空間上に実物大立体像を得る。立体モデルは同じ投影システムを使い正確に位置をあわせて積み重ねていくこともできる。立体像は30～50分、モデルは2時間程度で作成可能である。

### 簡易実物大立体像作成方法

簡易積層法とも呼んでいる我々の行っている方法を示す。基本的な構成機器は市販のオーバーヘッドプロジェクター（OHP）と鏡およびトレースの台、それにイメージボックスと呼んでいる透明度の高いガラス板を5mm間隔で平行に重ねた箱である（図1）。

作成の実際であるが、現在の方法では適度に暗い部屋で行う必要がある。CTフィルムは殆んどどの機種で撮影されたものでも可能で、そのままOHPの上にのせる。通常頭側のスライスから始める。この際約25×25cmで5mmの厚さのゴムシート（市販されている）の中央にCTの一こま分をくりぬいたもので固定すると良い。次にトレースの台に実物大に拡大投影するがCTフィルムに入っているスケールで誤差を5cmにつき1mm以内とする必要があり、拡大率はOHPとトレースの台の距離を変えることにより調節できる。

この台にB4大の透明なシートをCTフィルムの適当な数字やマークを基準として合わせて置き、マグネットで固定し臓器別に色分けしてフェルトペンでトレースする。大動脈や左心系は赤線、血栓や腫瘍は黄色で塗り潰す、静脈、右心系や肺動脈は青、気管、気管支は緑、食道は紫、肋骨、胸膜は黒、体表は細い赤などと統一している。標的とする臓器と周囲は特に詳細にトレースするが、最初はいろいろな臓器をトレースすることにより立体化の要領や楽しさが会得できる。

一枚トレースし終わったらその都度これをイメージボックスにスライス幅に応じて積層していく。時々臓器のつながりに矛盾がないかチェックする。すべて描き終わったらこのボックスをOHPの上に乗せ、下方より光をあて空間上に実物大立体透視像を浮かびあがらせる。

観察は多方向からできるが、真横からできないのが欠点である。勿論三次元像そのものであり、観察には特殊な道具や訓練は不用である。

### 三次元化のメリット

三次元化は特に胸部領域にその威力を発揮する。再構成により見間違いや思い違いが正され、予想以上に臓器相互の立体関係が明らかにされるため、臨床上、また教育、研究面においても数々のメリットを有している。

臨床的には目的とする臓器ないし腫瘤を中心として周囲臓器が手にとるように明らかとなることから、手術のアプローチ、術式、再建方法等がミリメートル単位で検討可能である。誤差は殆どないことから、手術の安全性の向上、普遍化が可能となる。

教育、研究面ではCT像の読影力の向上、患者、家族、コメディカルへの説明が容易、さらに病態生理の解明につながる可能性もある。また近年さかんにおこなわれている経食道超音波像など断層図診断の画像解釈にも有用である。

なおこの簡易積層法とCGによる方法を解

りやすく比較すると、CG法は装置が大変高価で据え置き型、本体とオンラインで撮影処理時間もかかり、習熟も難しくしかも像は平面上に表現されるわけで、見た目は良いが、はっきりいって一般への普及は遠いと思われる。簡易積層法は像が素朴である他はCGの欠点を良くカバーしている。

外科医にとって簡易積層法は誰でもでき理解も容易であるが、CGは繁雑であることから、飽きられることが充分予想される。なお一般の放射線科医がCGで再構成してくれることは殆どないと予測される。一方心拍同期の動きや体積の計測はCGが有利であり、また本会誌のような平面像での表現が難しいのが積層法の或る意味で最大の欠点である。

### 症例

本項では実物大立体像の有用性を経験症例を通して述べるのが目的であるが、文章や図表などの限られた表現手段ではその全容を伝えることが不可能であり、特に有用であった点を術者としての主観を中心に記述した。

#### 〔縦隔腫瘍〕

本腫瘍は縦隔のどの部位からも発生し、既存の臓器を押しつけて発育する。このためアプローチと腫瘍および偏位した周囲臓器との立体関係がとくに重要である。例えば巨大な胸腺関連腫瘍は上下、左右、前後が何にどのように接しているか、また後縦隔の上部から発生する腫瘍や左房壁周囲から発生する腫瘍ではどちらから開胸するか、補助手段はどうするかを立体像で充分検討できる。

症例1：23才男性、胸腺原発悪性リンパ腫、前縦隔上方から左胸腔に突出する巨大腫瘍で肺動脈、右室流出路、大動脈と頸部3分枝、腕頭静脈から上大静脈、気管、肺の圧排、浸潤像が詳しく捉えられ丁寧に安全な手術が可能であった。本例は保坂ら<sup>8)</sup>により本誌で報告されている。

#### 〔胸壁腫瘍〕

発生部位は胸骨、肋骨、肋間、横隔膜、肺尖部近傍等種々である。多くは従来の診断方法で解り易いが立体像では腫瘍の浸潤範囲、

切除予定範囲、欠損範囲と再建方法について詳細に検討できる。また横隔膜腫瘍は時として肺内腫瘍と紛らわしいことがあるが、立体像では明らかに鑑別診断可能である。肺尖部近傍の腫瘍の経験はないが鎖骨、肋骨、重要な脈管、神経との関係があきらかとなり、アプローチに重要な参考となろう。

症例2：26才女性、右胸壁原発の悪性線維性組織球腫。胸壁腫瘍のCT像で右背側の腫瘤が捉えられた。これを肋骨、腫瘤、筋肉等を特に詳しくトレースし、10mmで積層する。三次元像からは肋骨の番号、肋間の状態、正確な大きさが診断され、腫瘍の状況、付着する筋肉との関係、切除後の欠損の大きさも推定可能で切除標本との差は前後に1cmのみであった。

症例3：32才女性、胸骨原発の悪性線維性組織球腫。CTおよびMRI像からの立体像で胸骨柄を中心に胸腔、縦隔内に突出する腫瘤が捉えられ、左無名静脈と肺動脈が圧排されていた。切除範囲と再建方法が術前に詳しく検討できた。なお症例2と3は第7回日本呼吸器外科学会総会(1990, 東京)のビデオセッションで発表した。

#### 〔肺内嚢胞〕

気管支嚢胞ではその存在部位、周囲との関係は立体像で最も明瞭に描出されるが、時にある肺内型では内部や気管支との細かな関係が明らかとなり区域切除か葉切か部分切除で済むかの細かな検討ができる。

症例4：67才女性、右S<sup>2</sup>部分にできた嚢胞でその底部に異常構造物があった。CT像では背部に移動しており、腫瘍ないし感染による腫瘍ではないかと疑われた。立体像ではB<sup>3</sup>とS<sup>3</sup>は正常と思われたが上記の所見より上葉切除とした。病理ではfungus ballを伴った気管支嚢胞と診断された。

#### 〔気管支腫瘍〕

気管、分岐部、主気管支にできる腺様嚢胞癌やカルチノイドではアプローチ、切除範囲と再建方法が最も大切で立体像は有力な情報を与えてくれる。とくに分岐部の場合は5mmスライス像で詳細に検討し気管支鏡所見との緻密な対応をすることにより、経験の少ない

術者でも安全で落ち着いた手術操作が可能である。術中換気をどうするかも十分な準備をもって手術に臨める。

症例5：59才女性、気管分岐部直後から左主気管支を完全閉塞する腺様嚢胞癌。気管支造影、ファイバー所見から分岐部が最も問題となった。CTでは気管支内外の腫瘍の状態と周囲臓器が捉えられたが、アプローチ、切除後の再建方法が問題となった。三次元像では左肺完全虚脱による縦隔臓器の移動、分岐部での気管支内外の浸潤範囲を立体的に完全に把握できた。左開胸のみで分岐部再建は要しないと判断した。術中、分岐部から左主気管支は外見上は腫瘍部と健丈部との区別はまったくできなかったが、立体像では膜様部から左上方は健丈と診断しておりここを残して気管分岐部に切り込んだ。再建はこの健丈部をフラップとした。標本でもこの切離法が必要充分であったことが確かめられた。

#### [その他]

この他にも有用であった症例は先天異常として左肺底動脈大動脈起始症、胸部大動脈瘤をともなった胸椎椎間板ヘルニアでのアプローチ、左房内粘液腫などがある。また手術は施行しなかったが縦隔リンパ節腫脹と肺動脈との紛らわしい鑑別にも有用であった。

一方本稿の主題とは異なるが、心臓、血管外科領域ではとくに先天性心疾患の複雑な症例2例で多いに有用であった。胸部大動脈疾患に有用であり、日常の診療に用いていることはいうまでもない。

#### まとめと今後の展望

本法の特徴は、実物大の立体像を空間上に描出できることから、多方向からの臓器相互の立体関係、とくに上下、斜めの関係が良くわかること、容易、廉価で誰にでもでき、資料の保存も容易、MR画像も同様にできることである。殆ど誤差がないため手術計画が詳細にたてられ、実際の術野では、見えない周辺臓器までイメージ可能で、計画通りに手術を実行できることから安全性向上、手術の普遍化が可能となる。

なお断層図そのものを得るCTやMRIな

どの機器がさらに改良されればよりリアルな立体像作成が可能であろう。

本簡易実物大立体像作成法は新技術事業団を通じて製品として開発中であり、試作品が完成しており現在それに改良を加えているところである。またCGを利用した三次元画像処理も近々手掛ける予定でいる。

#### 文献

- 1) 吉井 新平、神谷喜八郎、松川哲之助、上野 明：胸部大動脈瘤における弓部実物大立体像解析—危険因子としての上行・下行弓部のなす角度—。日外会誌 89：972, 1988.
- 2) 吉井 新平、神谷喜八郎、保坂 茂、鈴木 章司、松川哲之助、上野 明：解離性大動脈瘤発生要因における立体モデル解析と“Y”角の重要性。日心外会誌 19:1104-1106, 1990.
- 3) 吉井 新平、松川哲之助、神谷喜八郎、橋本 良一、秋元 滋夫、古屋 隆俊、保坂 茂、鈴木 章司、上野 明：実物大立体モデルからみた右側大動脈弓の問題点—特にⅢ型解離発生要因としての弓部のヘアピン状カーブ—。心臓 22:515-520, 1990.
- 4) 吉井 新平、神谷喜八郎、岩崎 甫、橋本 良一、鈴木 章司、松川哲之助、上野 明：大動脈解離の進展、血栓閉塞過程における立体モデル解析の意義。日心外会誌 20: 1990. 掲載予定
- 5) 吉井 新平、松川哲之助、橋本 良一、保坂 茂、中込 博、上野 明：肺縦隔外科領域における三次元CT画像解析法とその臨床応用。山梨医学 18: 1990. 掲載予定
- 6) 河野 武：3次元CT診断。医科学大事典。Suppl.6 診断・検査法の進歩 1989. 講談社 東京。33-36, 1988.
- 7) 横井 茂樹：医用3次元画像の表示技法 日本ME学会雑誌 3: (8) 11-17, 1989.
- 8) 保坂 茂、吉井 新平、羽田 真朗、松川哲之助、上野 明：上大静脈合併切除再建を行った縦隔悪性腫瘍の2例。山梨肺癌研究会会誌 1: 23-27, 1988.