

マルチメディア工学 4 / 4

田村進一

<http://www.image.med.osaka-u.ac.jp/tamuras/>

医用画像記録通信システム

PACS

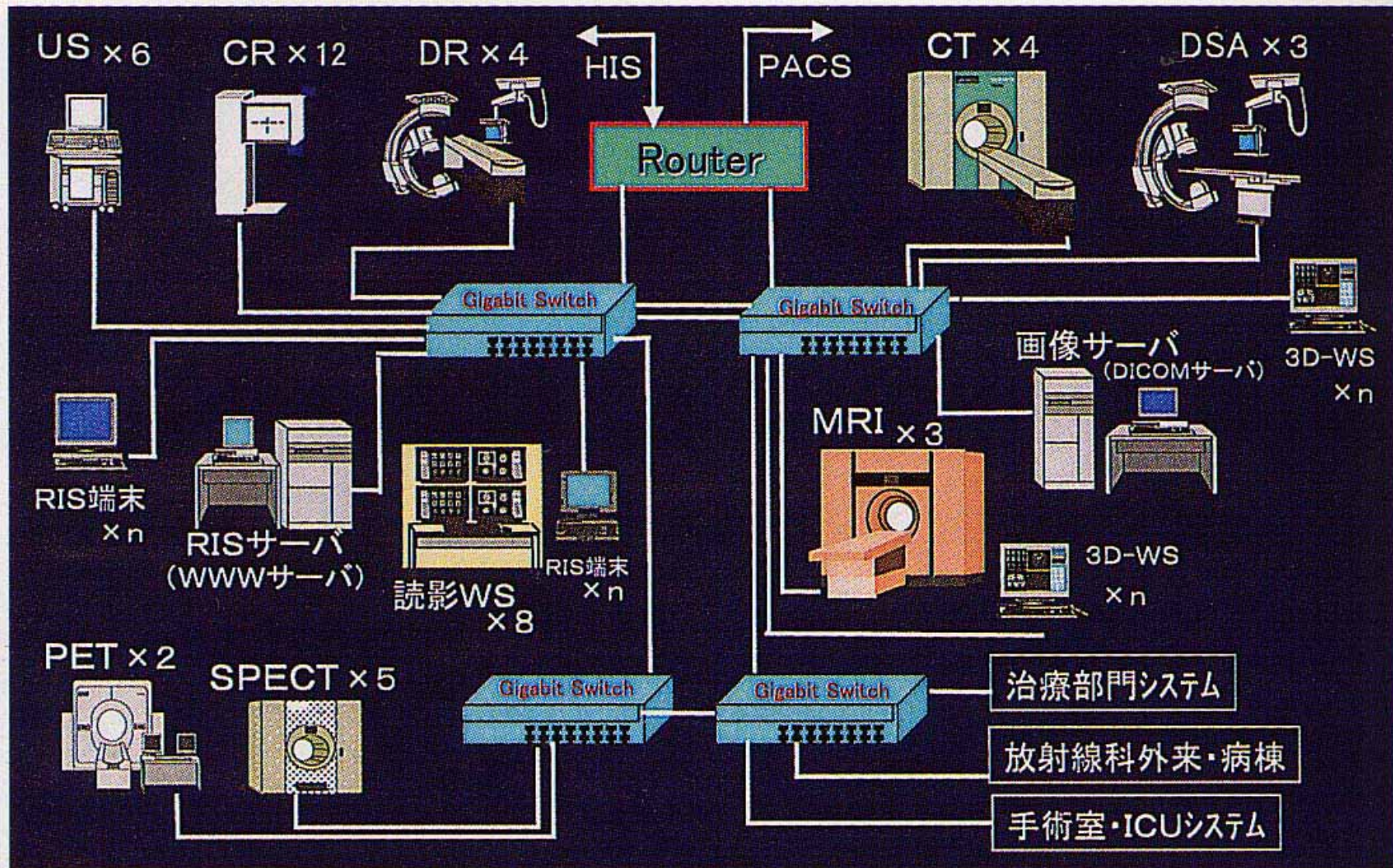
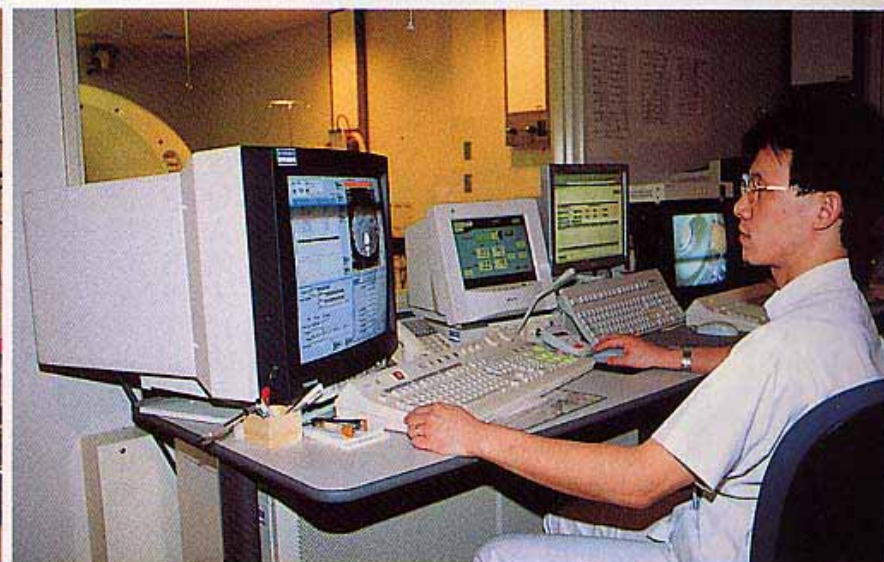


図 3 放射線部門デジタル画像情報処理システム

医用画像記録通信システム(PACS)



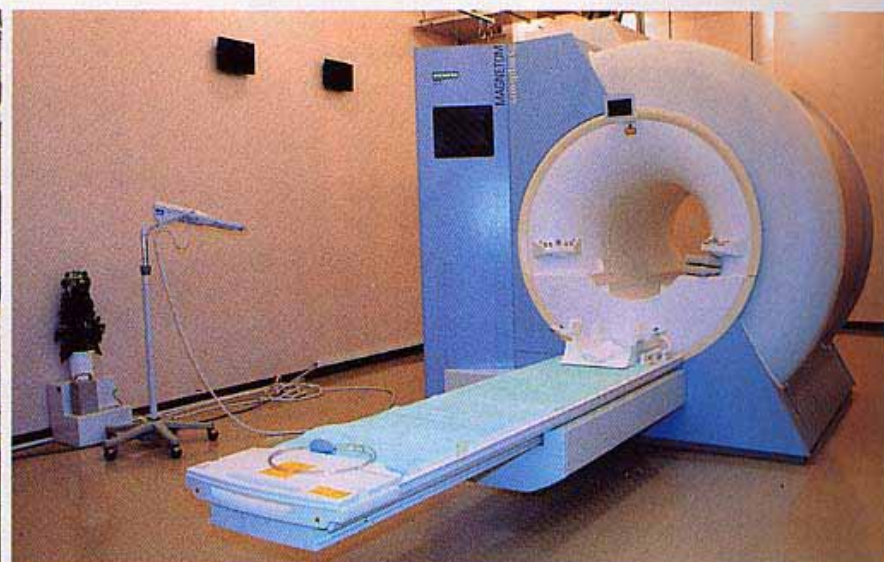
マルチスライス CT は 2 台設置



画像は DICOM 規格で統一



CT-Angio の活用も積極的。笹木工技師



MR は 4 台稼働

各種医用画像撮影装置



画像情報はフィルムレスで運用

PACS読影端末

コンピュータ支援診断

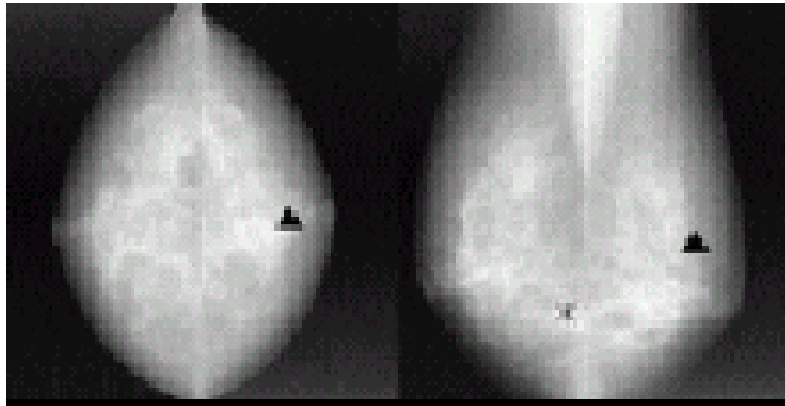
コンピュータの得意な処理 の利用

- (1) 2次元画像からの3次元画像再構成と
それらを機動的に提示する技術,
- (2) 3次元画像計測・定量化とそれらを利用した診断指標の提示,
- (3) 3次元空間中を丹念に辿る脈管追跡による動静脈の識別,
- (4) 時間的空間的に比較しやすい状況を作り,
比較読影の支援を行う,
- (5) シミュレーションを行って状況予測を行う.

そのためには

データ蓄積, モデル化

多様な変形に多重的対応 (文字認識などが参考になる), 空間推論

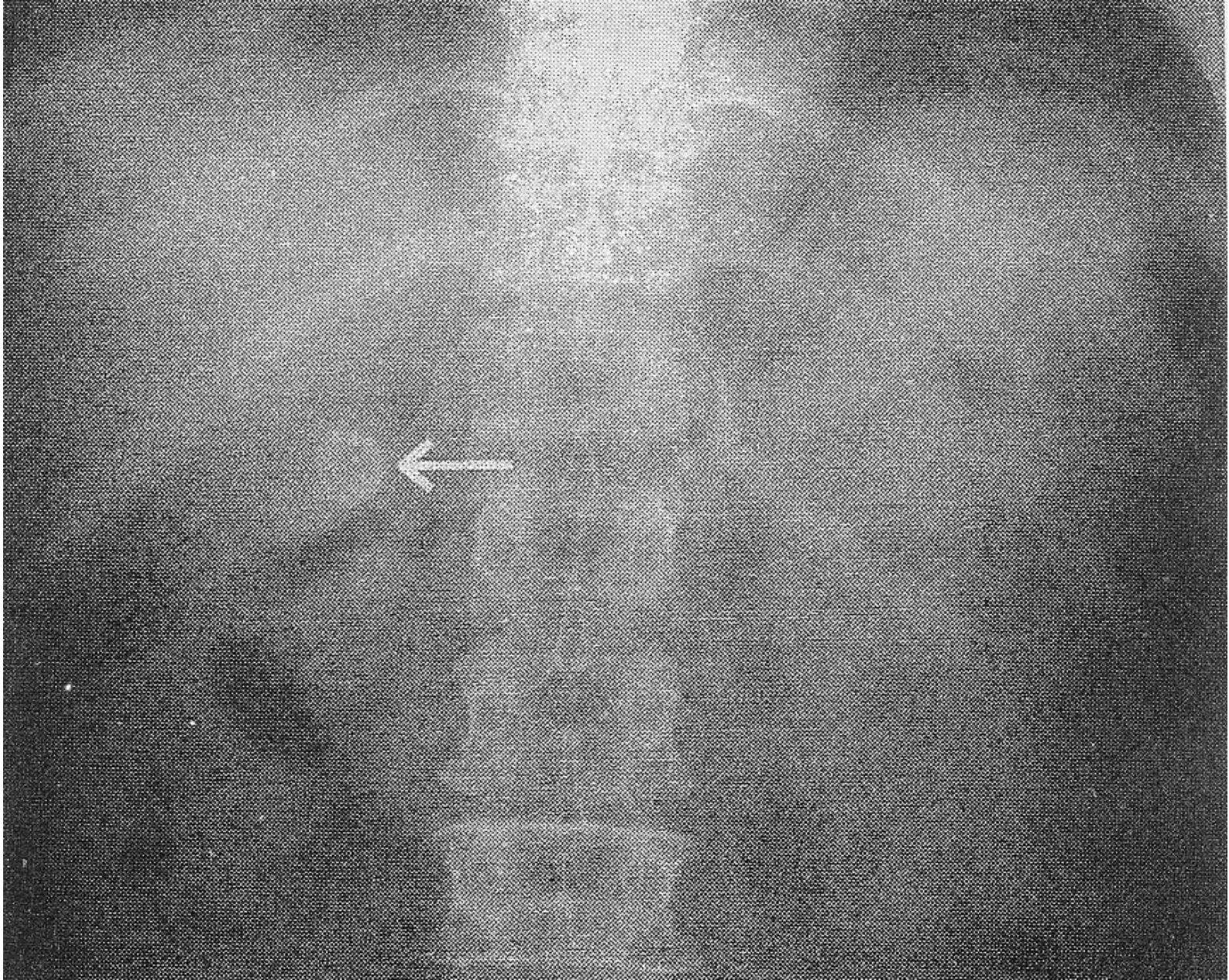


乳癌画像診断支援 R2 Technology 社 ImageChecker

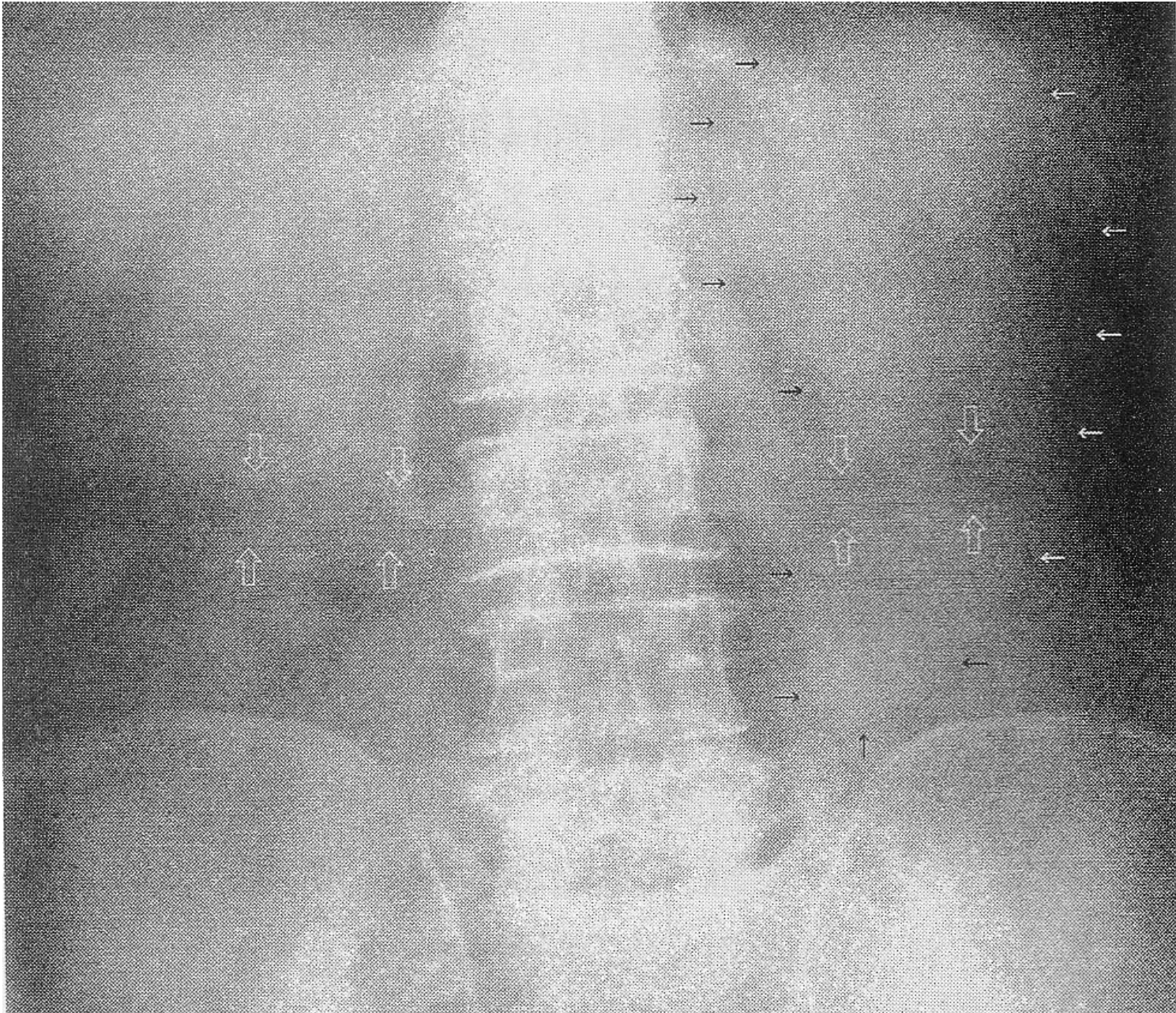


結節状陰影検出 RapidScreen

<http://www.deustech.com/>



明瞭な陰影 名大石垣



腎臓

よく見ると何か影が

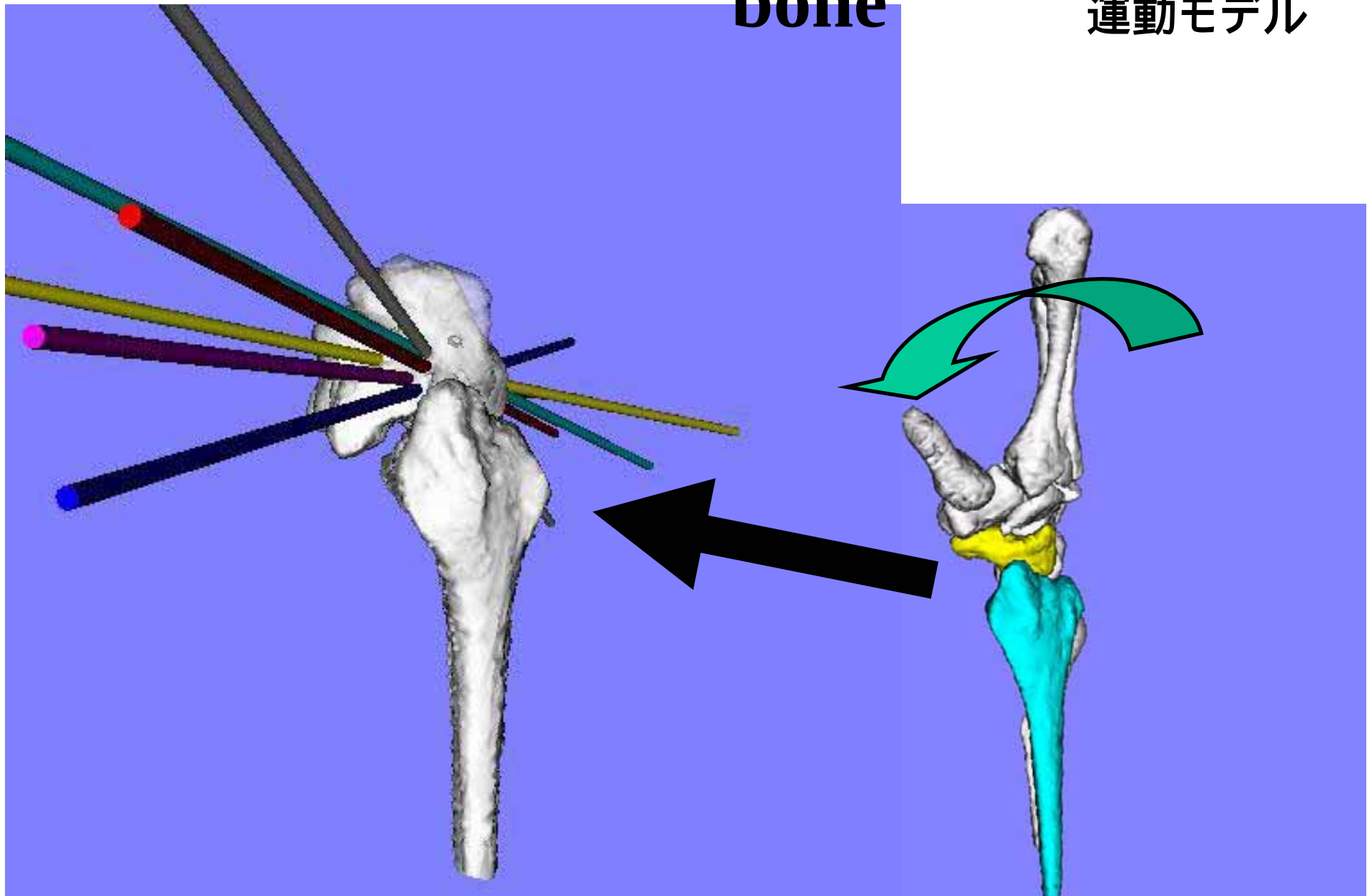


妻と祖母

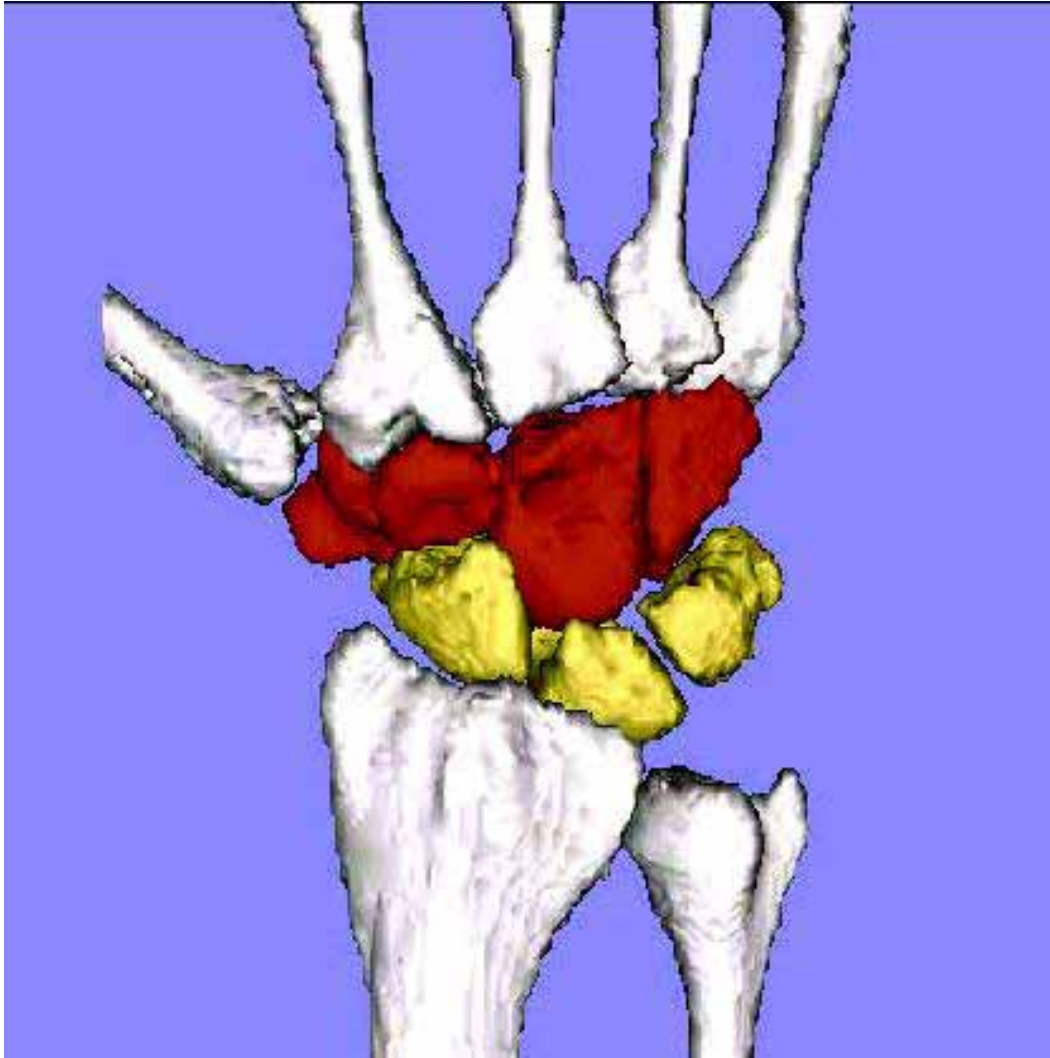
生体モデル化と画像生成

Excursion of Rotation Axis of one bone

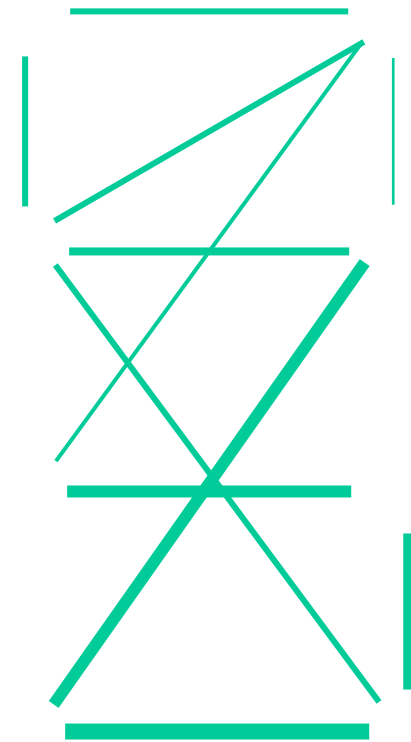
運動モデル



Anatomical Constraint



Motion Constraint Model
(Example)



お互い拘束を受けながらの運動

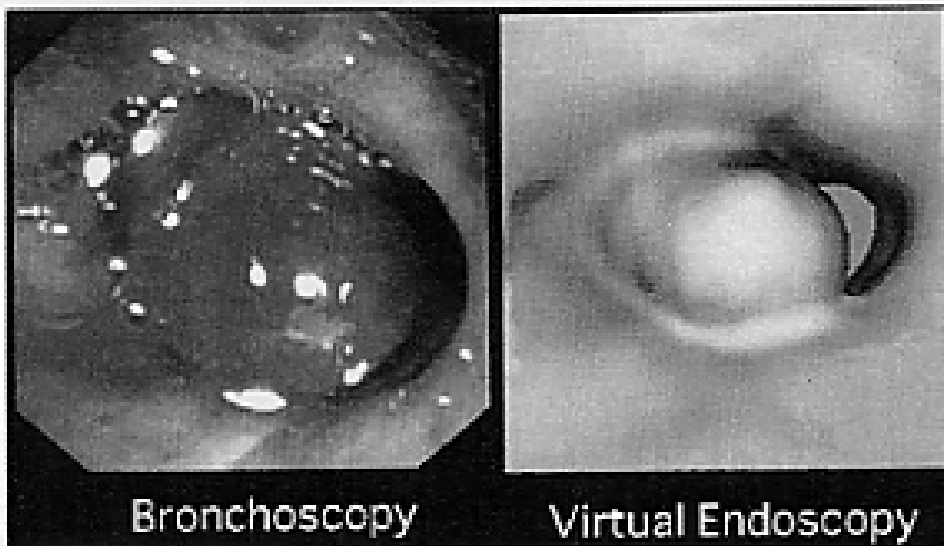


図4 気管支内腔に突出したカルチノイド

仮想内視鏡

実内視鏡画像(左)と
仮想内視鏡画像(右)
の比較

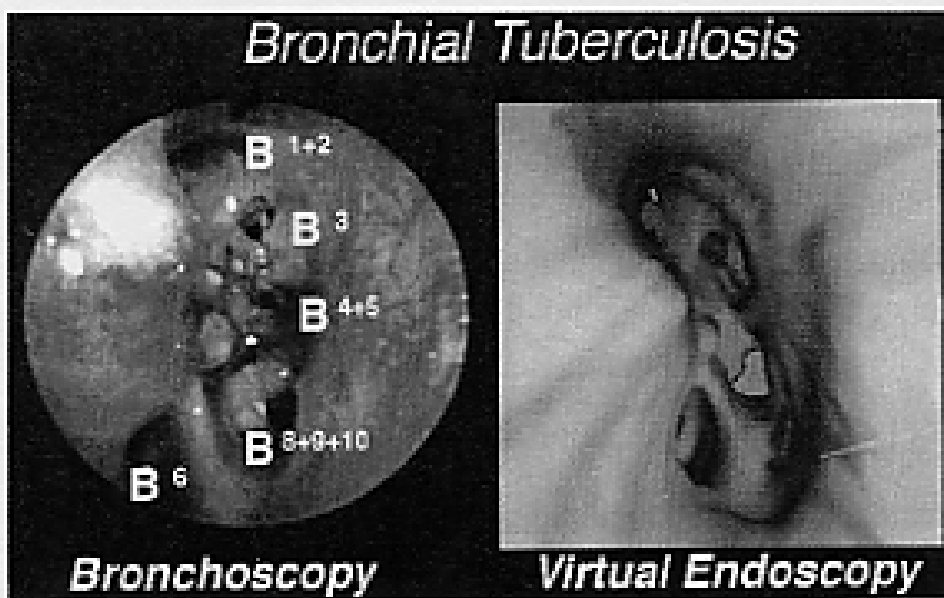
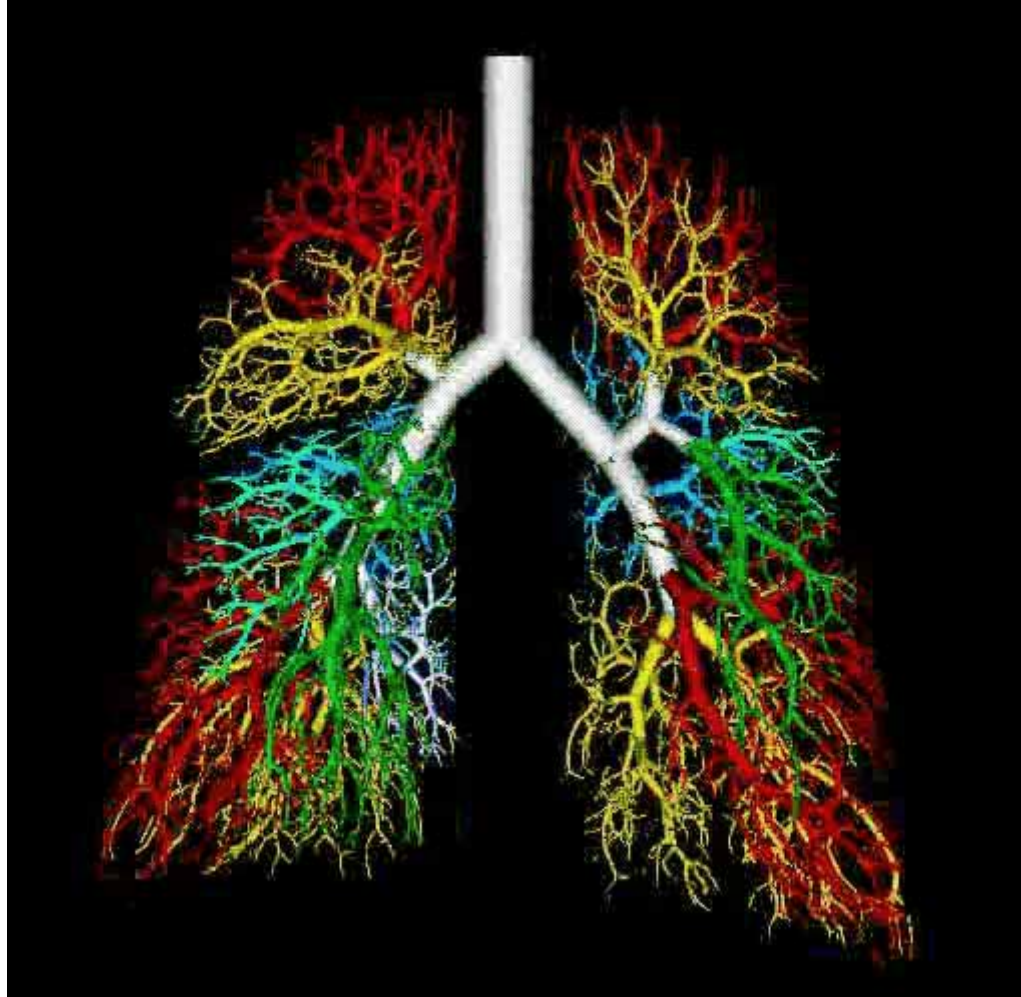
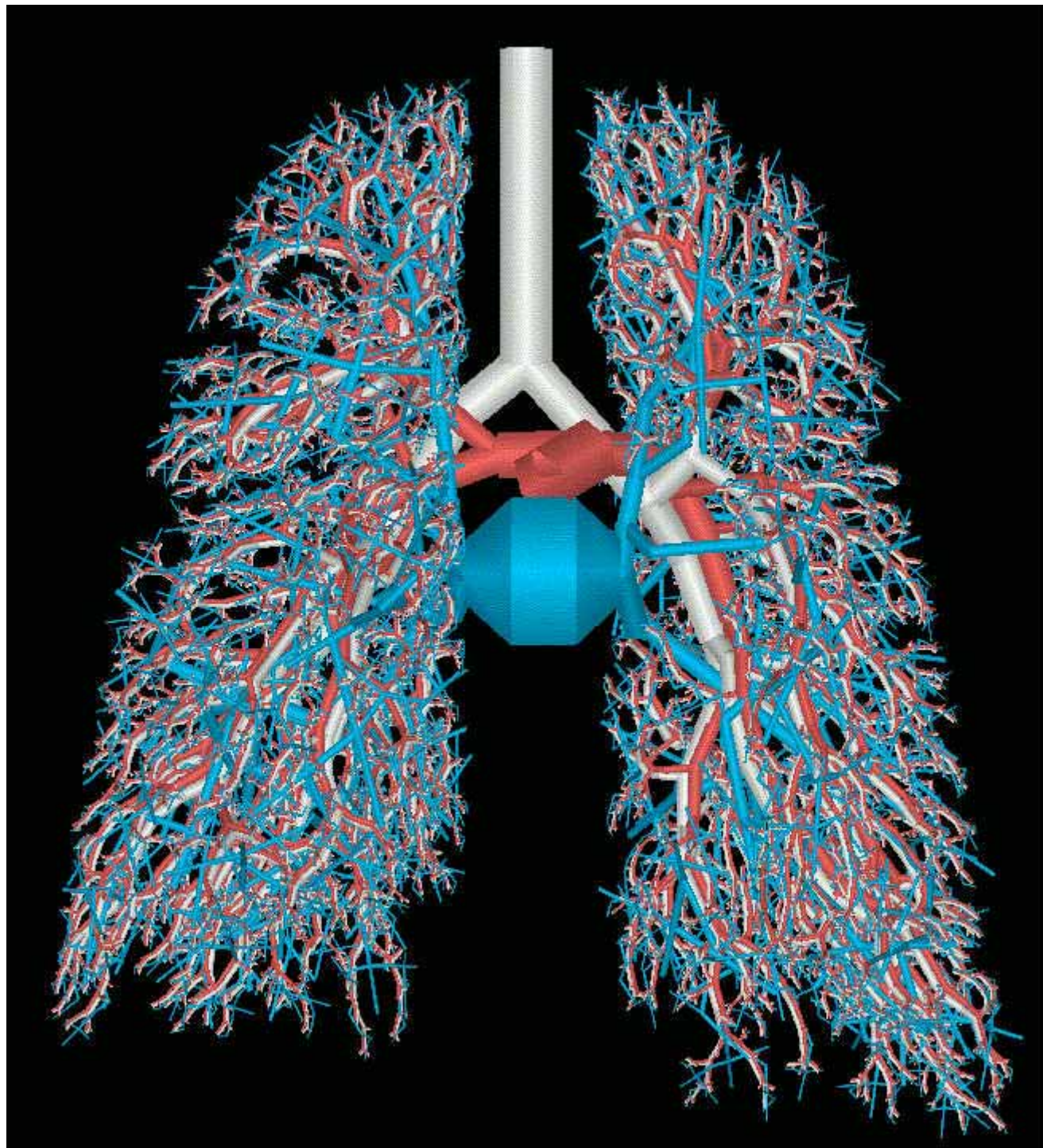


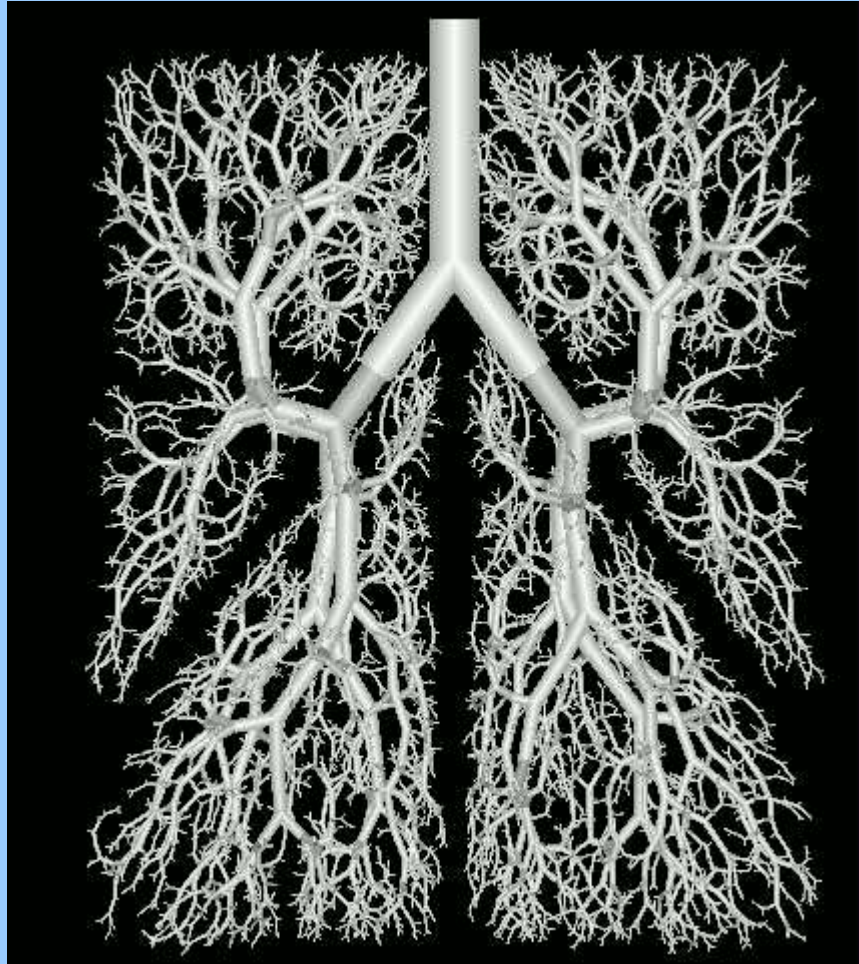
図5 気管支結核



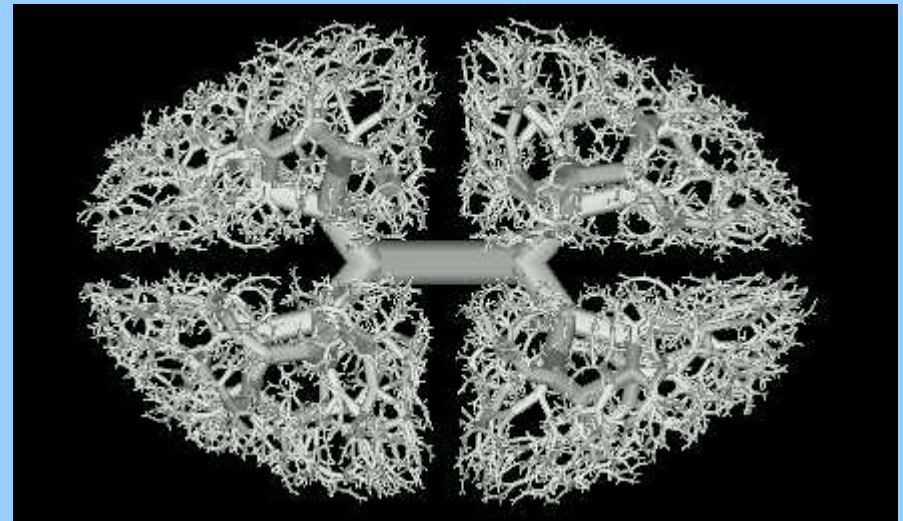
By H.Kitaoka



Cylindrical lung



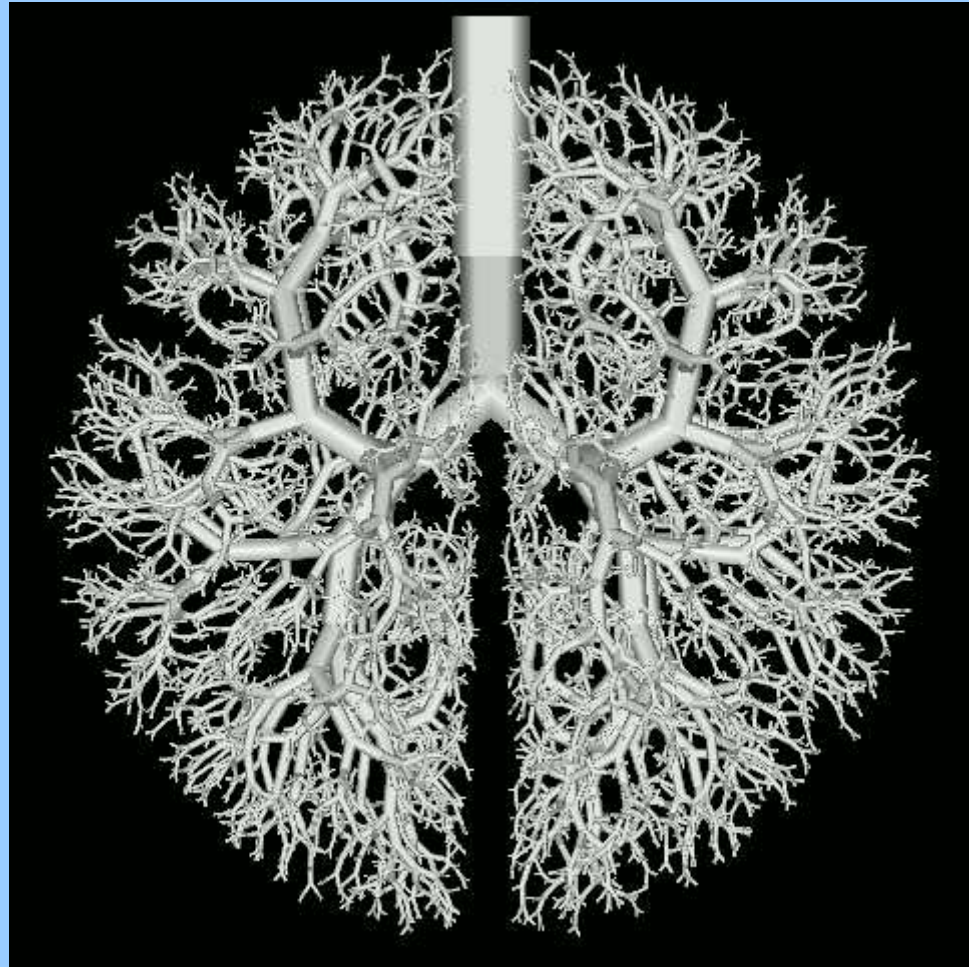
Front view



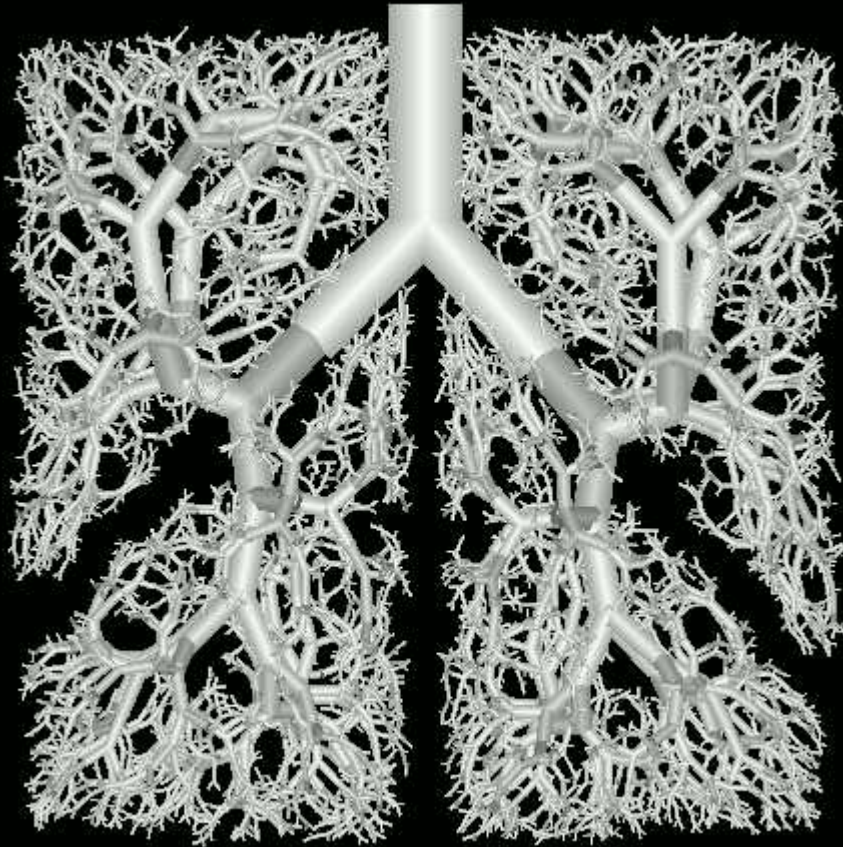
Top view

もし胸郭が楕円柱だったら

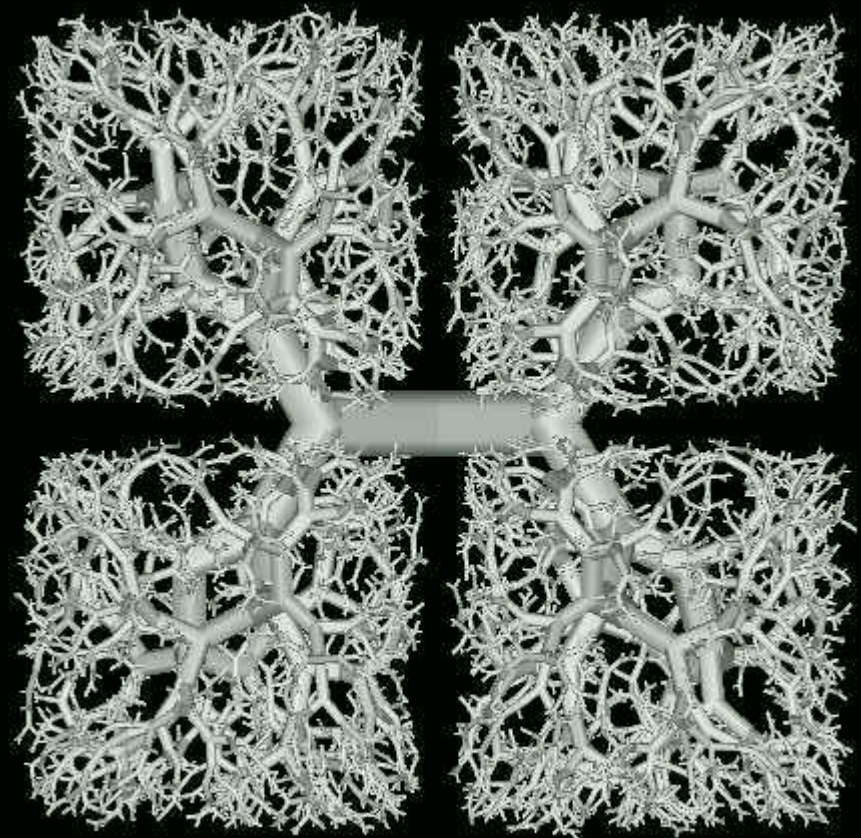
Generated spherical lung



Generated cubic lung

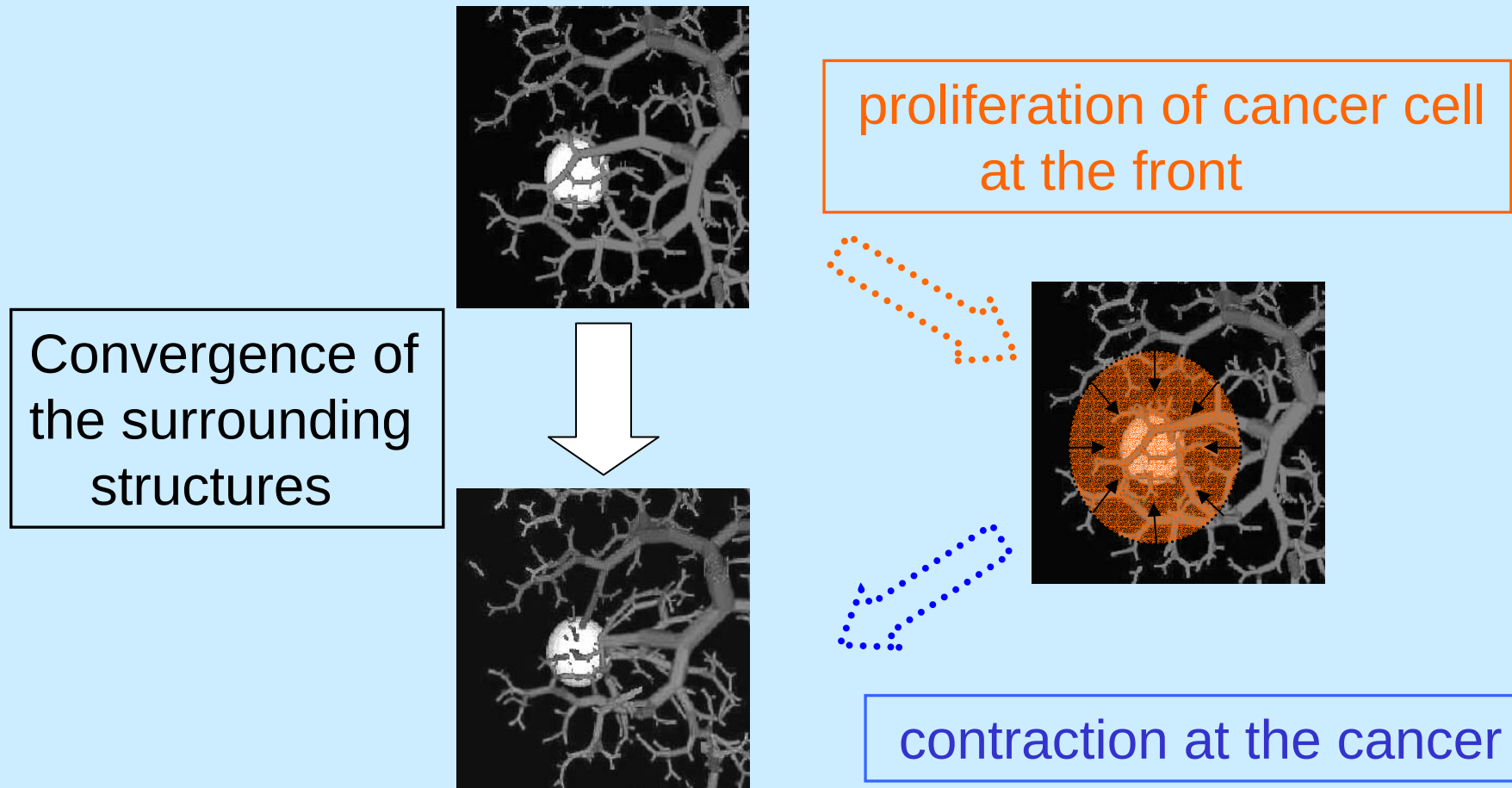


Frontal view



Top view

Mechanism of the Displacement



肺は空気領域が多いため、癌が成長しても見かけ上は、あまり大きくならない

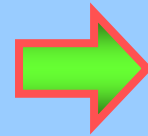
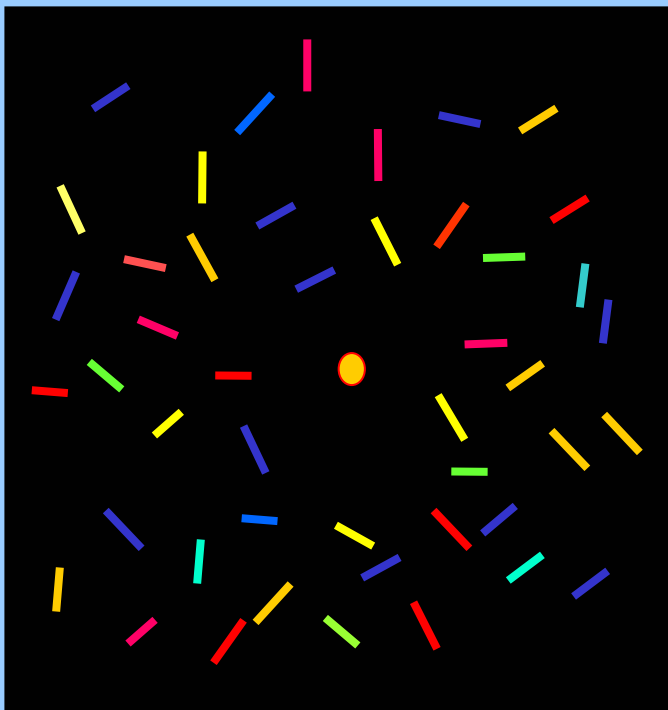
Spatial Distribution of Line Segments

[degree] randomly distributed

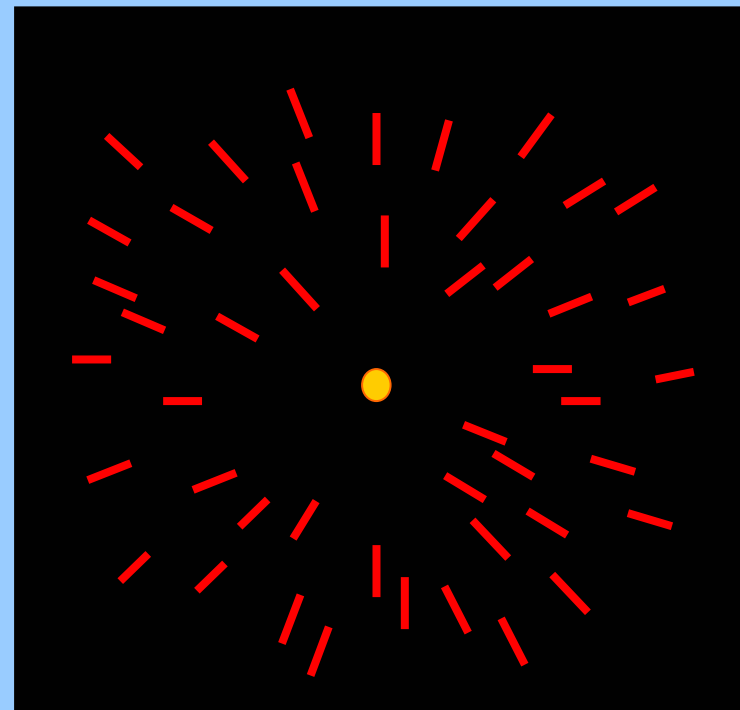
90

45

0



convergence



$$0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$$

$$\alpha' \approx 0^\circ$$

この違いを利用して、癌の識別可

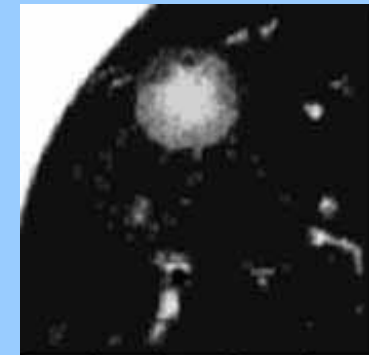
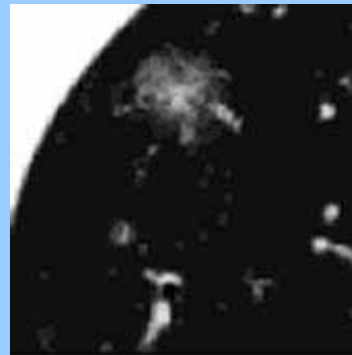
時間経過 →

CT



Real CT Images with Lung Cancer

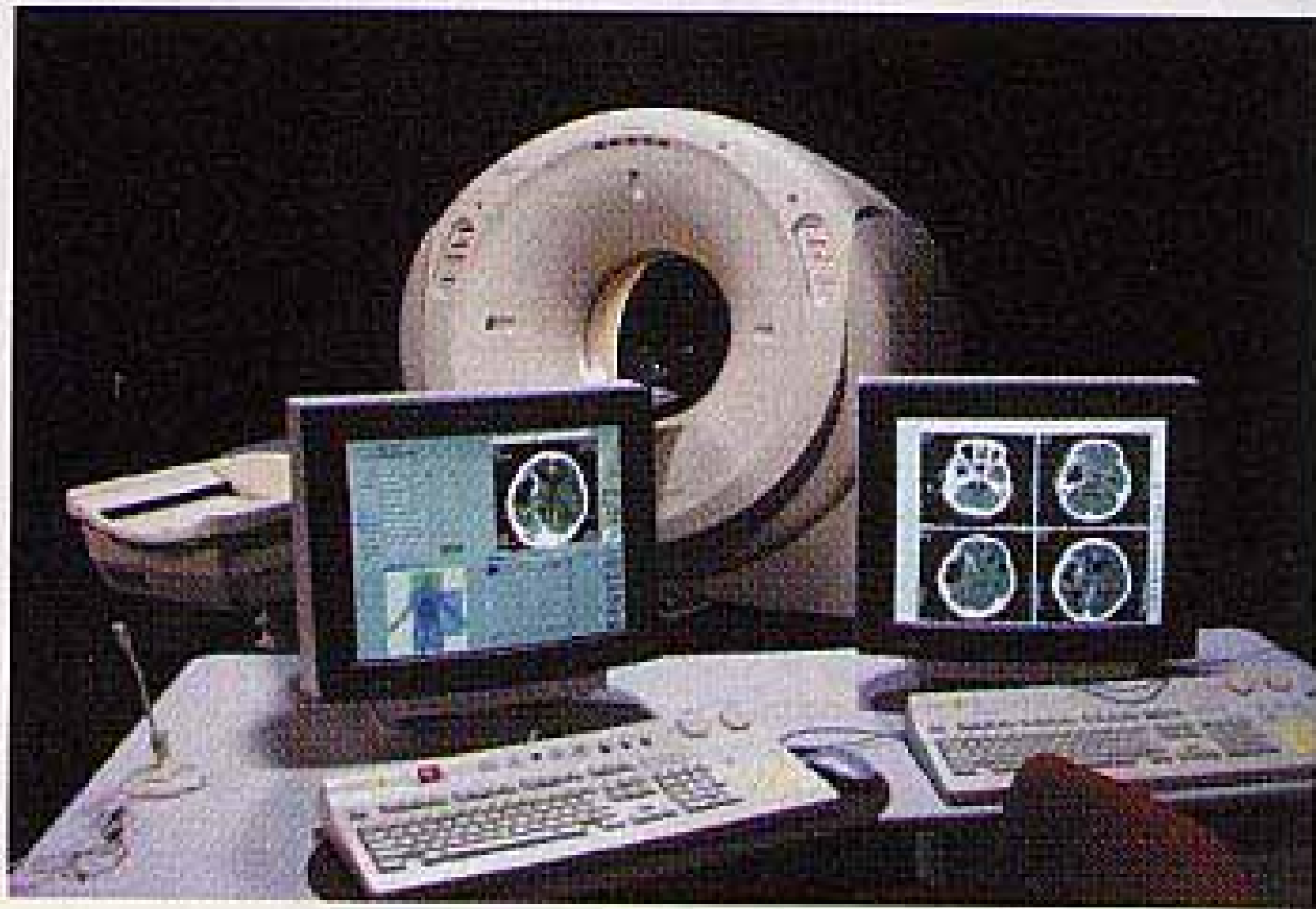
モデル



Computational Pathology: Virtual Images

肺癌の進行: 実際のCT像とモデル

3次元データ獲得



Aquilion with V-detector

マルチスライスCT

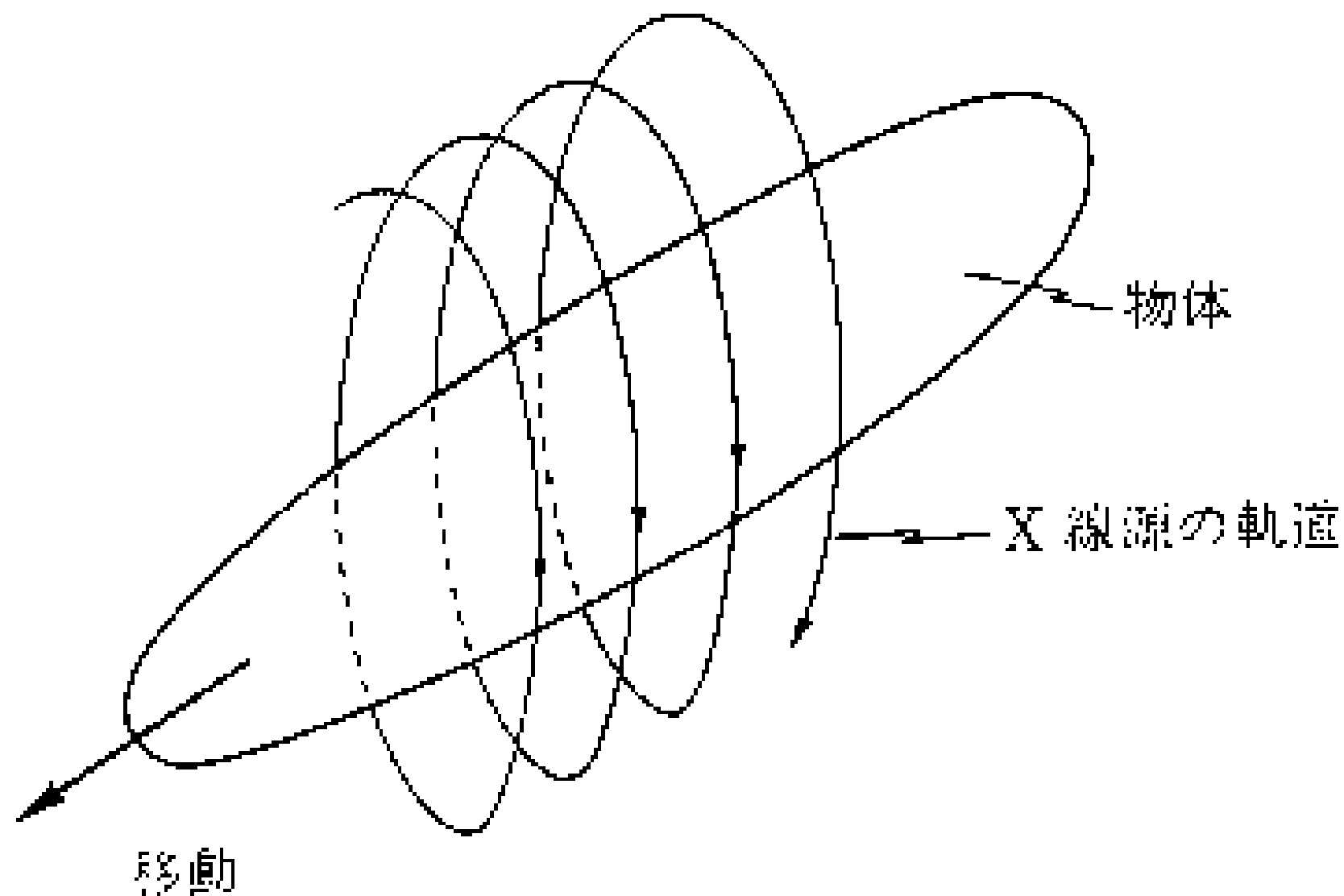


図18 ヘリカルスキャンの概念図、実際には、投影系ではなく、物体が移動する。

Volume Rendering 表示

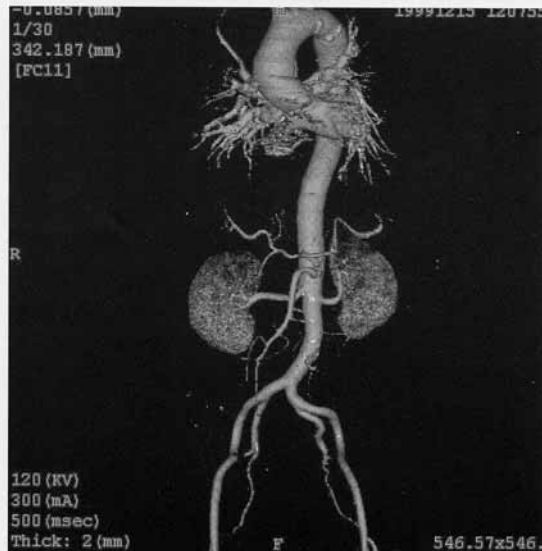


a 元のVolume rendering像

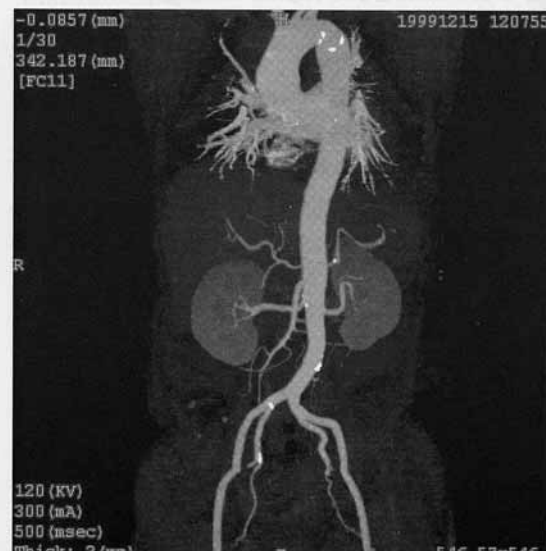


b 骨の閾値でのマスク像

造影部 Volume rendering 表示



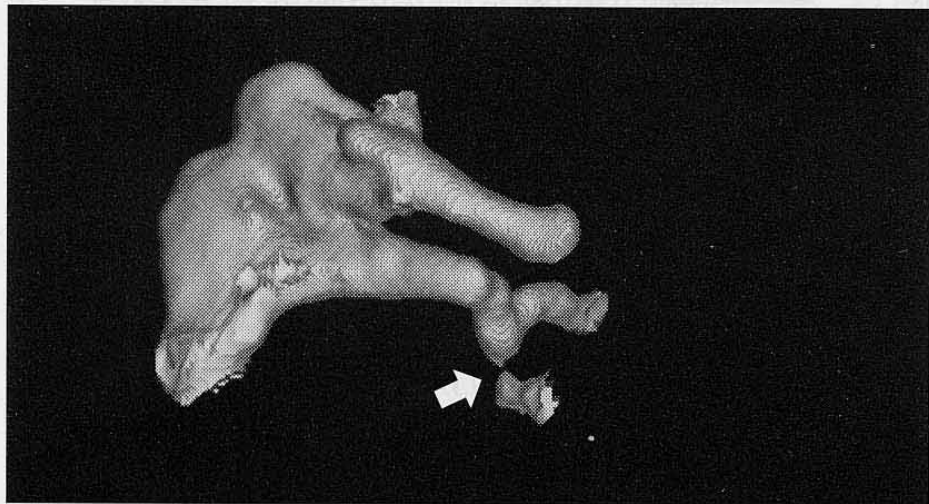
c 全体像から、拡大したマスクを減算した Volume rendering画像。



d 上記のMIP画像。Single sliceの時代と比べかなり細かい血管まで描出できる。

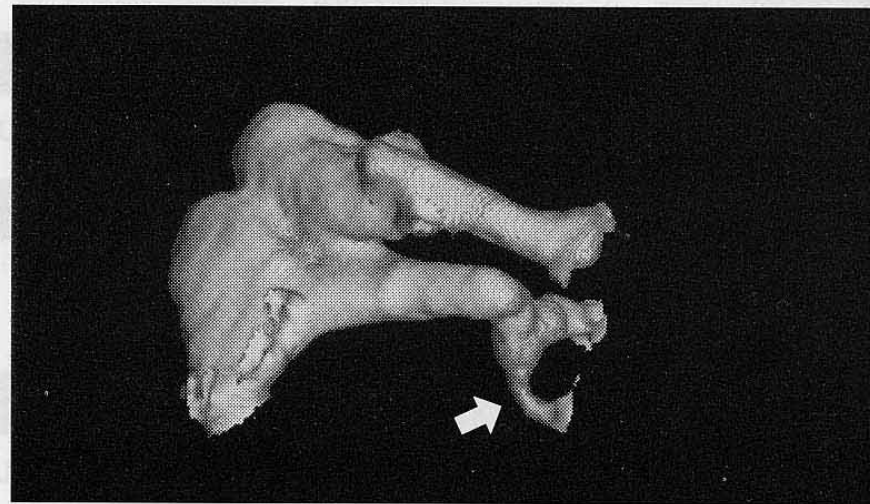
CT値による骨抽出

造影部 MIP表示



a : Xvigor改

シングルスライス (1mm厚)



d : Aquilion multi

マルチスライス (0.5mm厚)

あぶみ骨 3D画像

耳の中の音を伝える骨



図5 下顎骨骨折



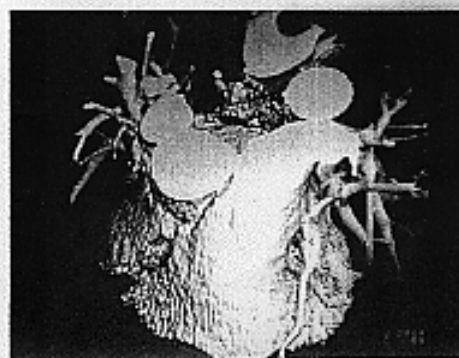
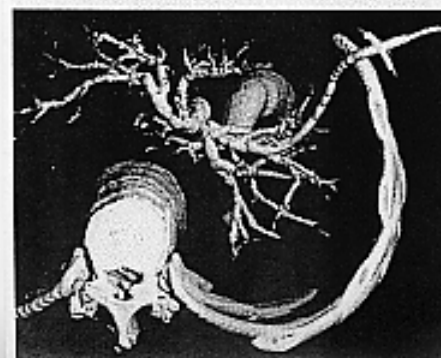
図8 脳底動脈上部動脈瘤：イオパミロン300を4cc/秒で60cc注入、ディレイ17秒



図6 膝高部

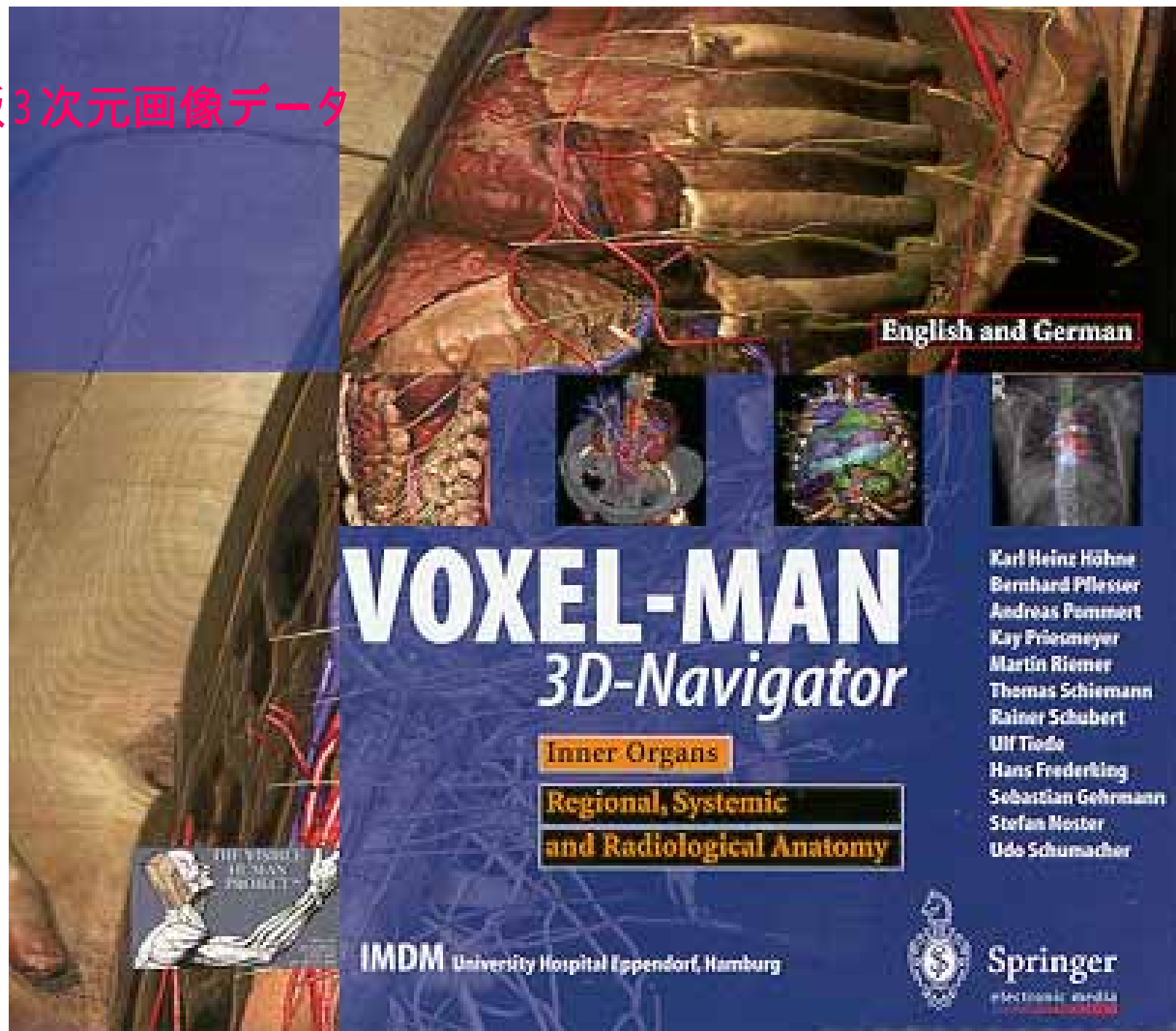


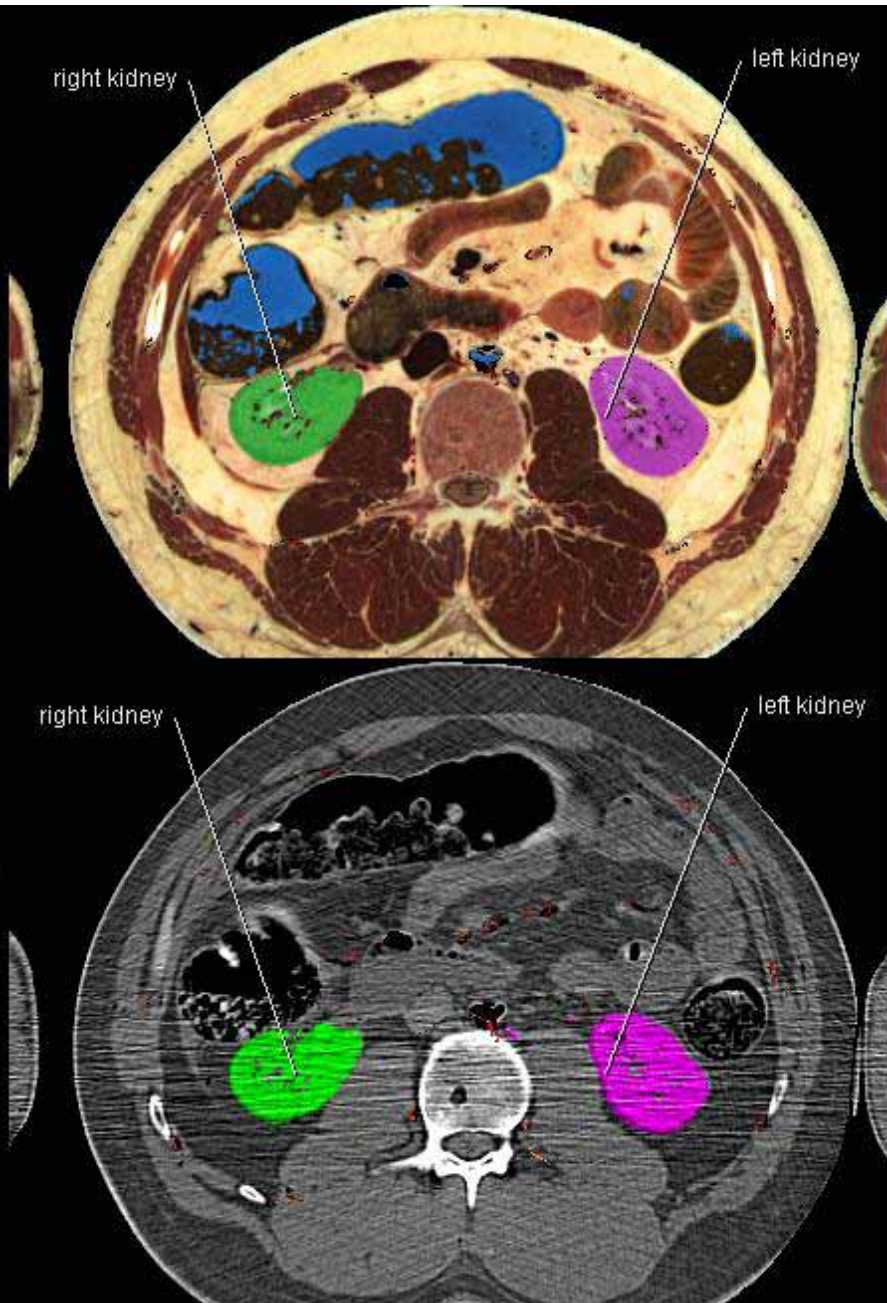
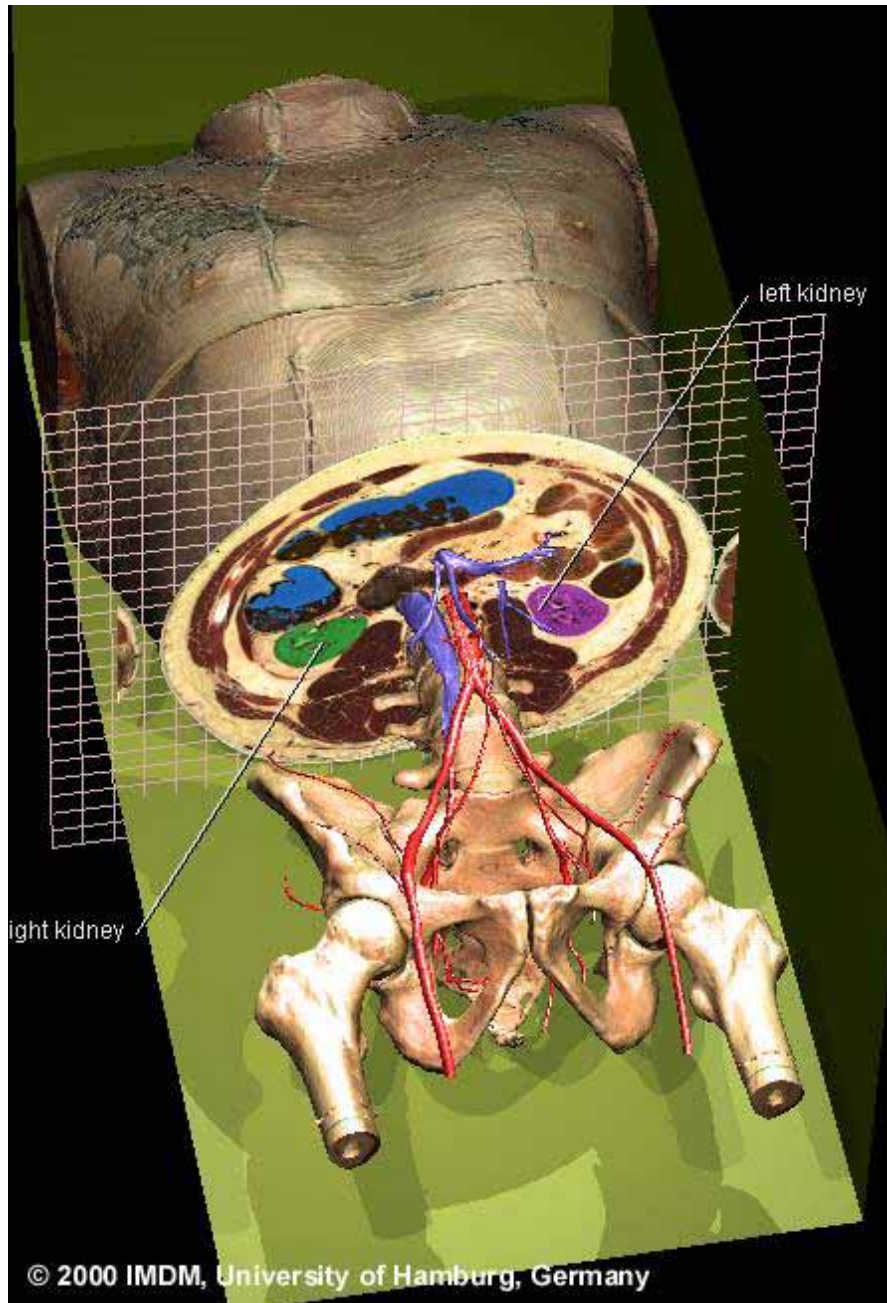
図9 左中大脳動脈拡張像：イオパミロン300を4cc/秒で60cc注入、ディレイ17秒

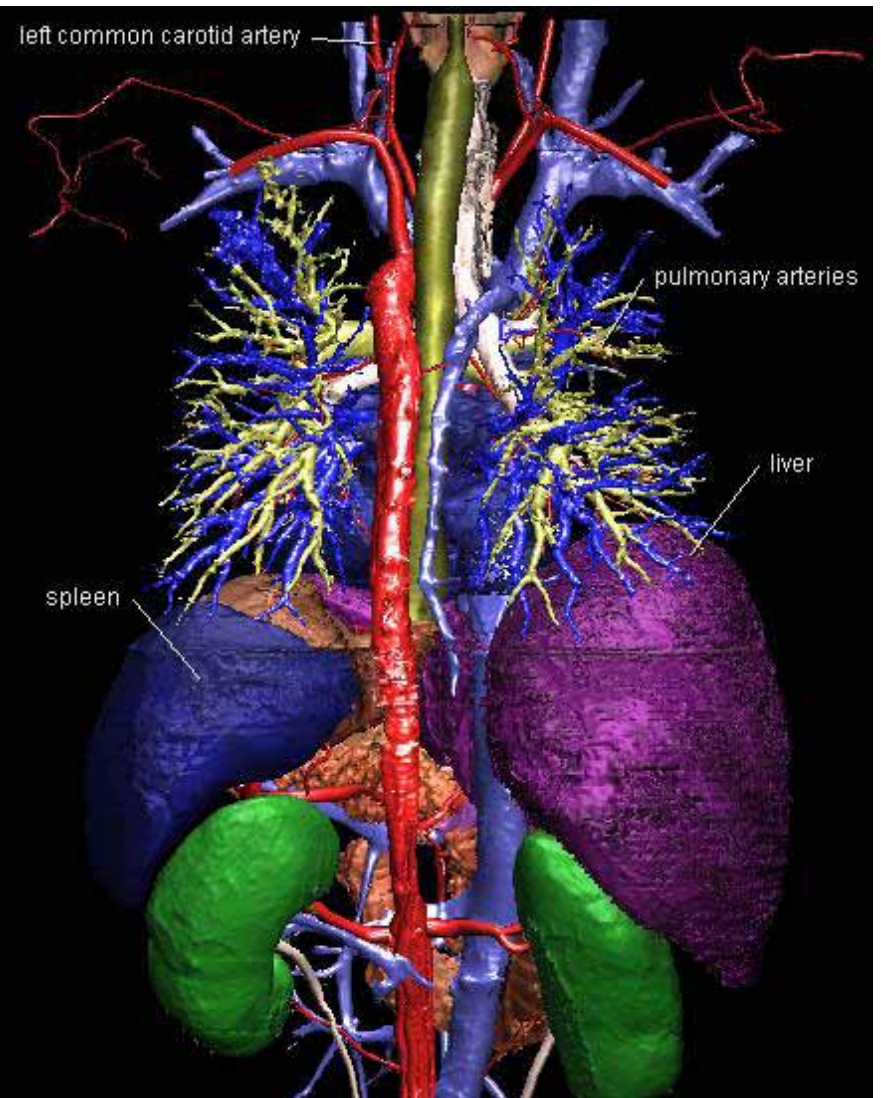
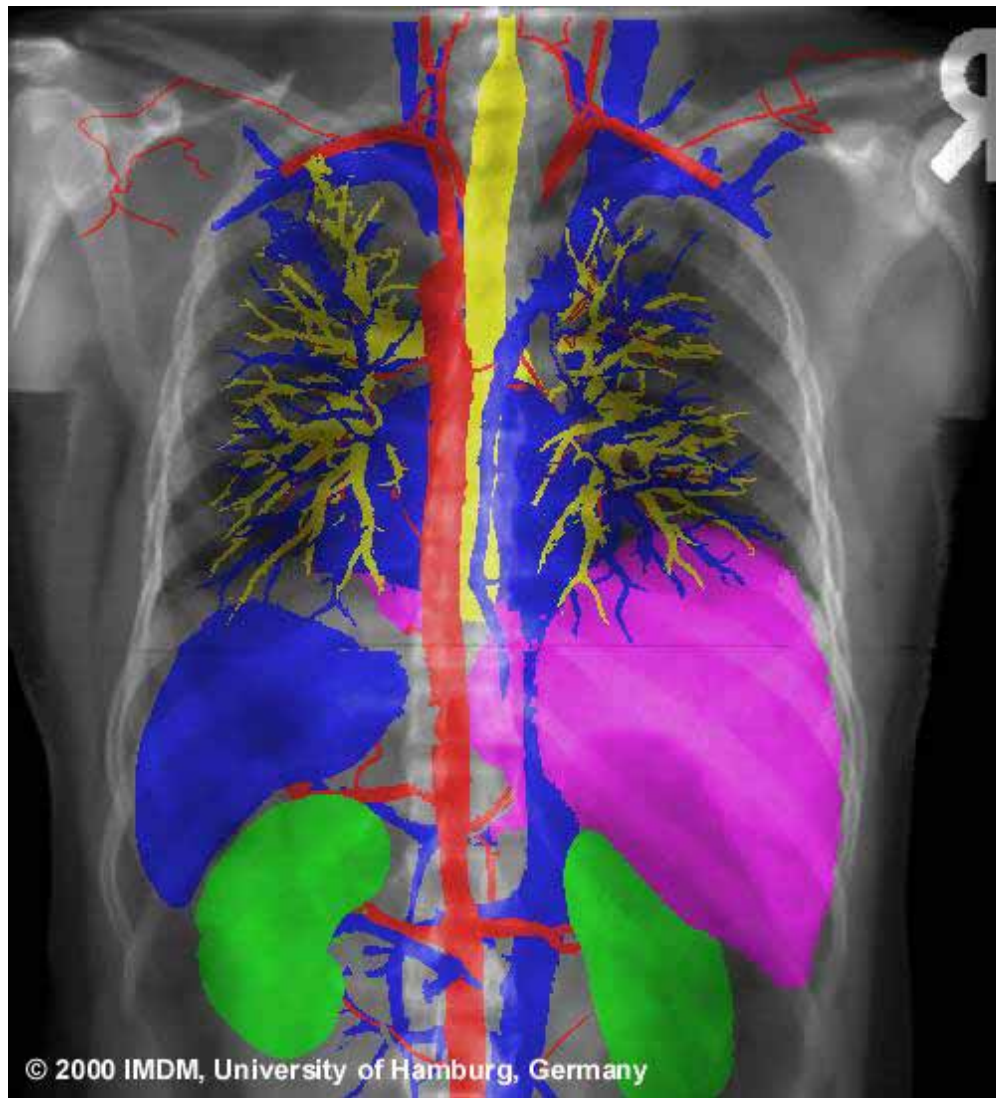


3次元画像

市販3次元画像データ



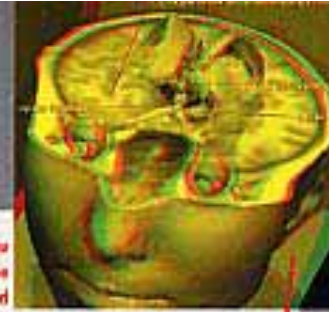




3-D atlas for teaching and studying anatomy and its radiological appearance.

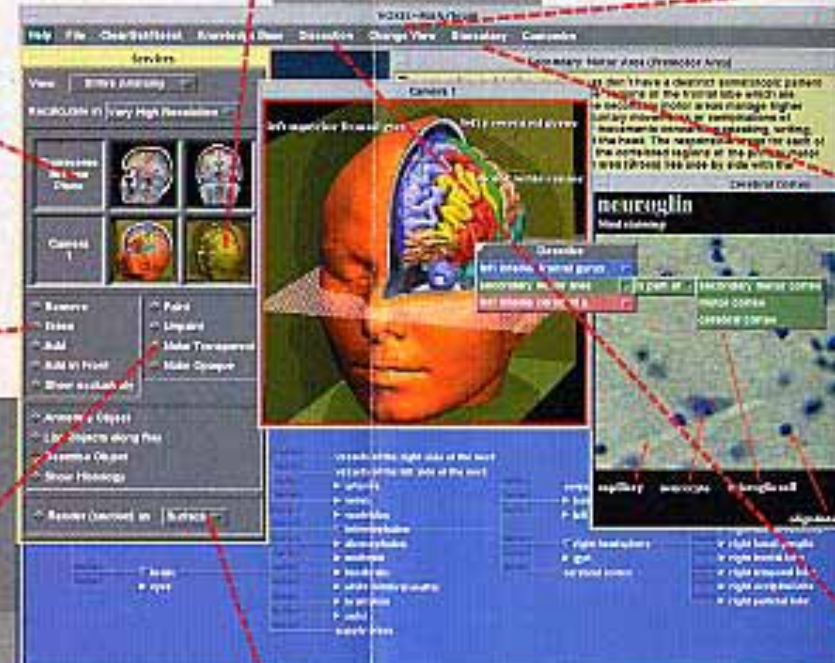


Any view may be displayed in red/green 3-D stereo. Use red/green glasses to view this picture!



Anatomy may be posed or decomposed and viewed even from unusual directions.

Anatomy may be „browsed through“ in the three orthogonal planes.



The „ERASE“ feature mimics preparation.

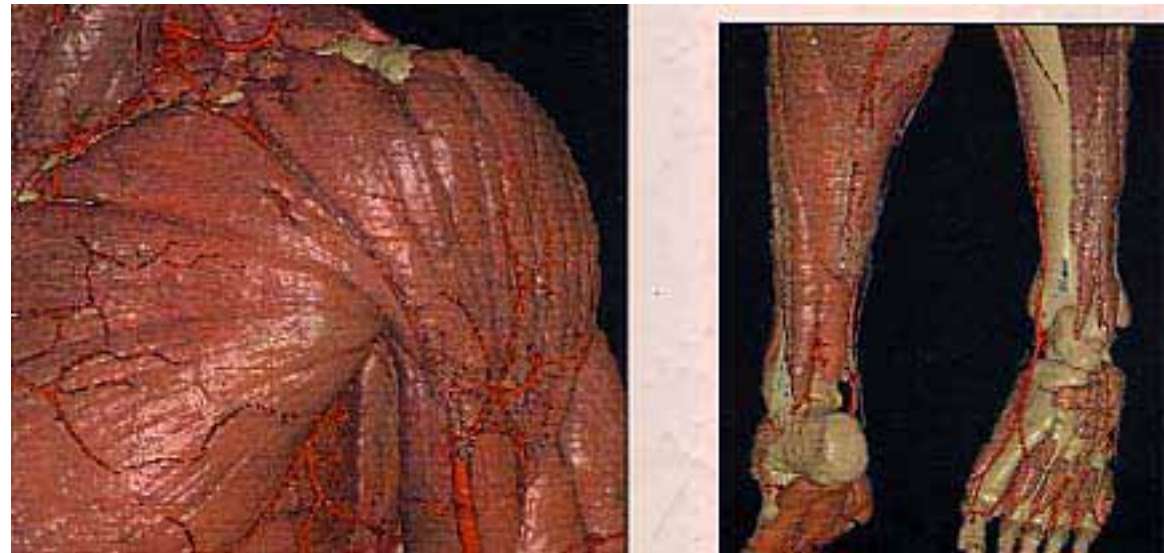
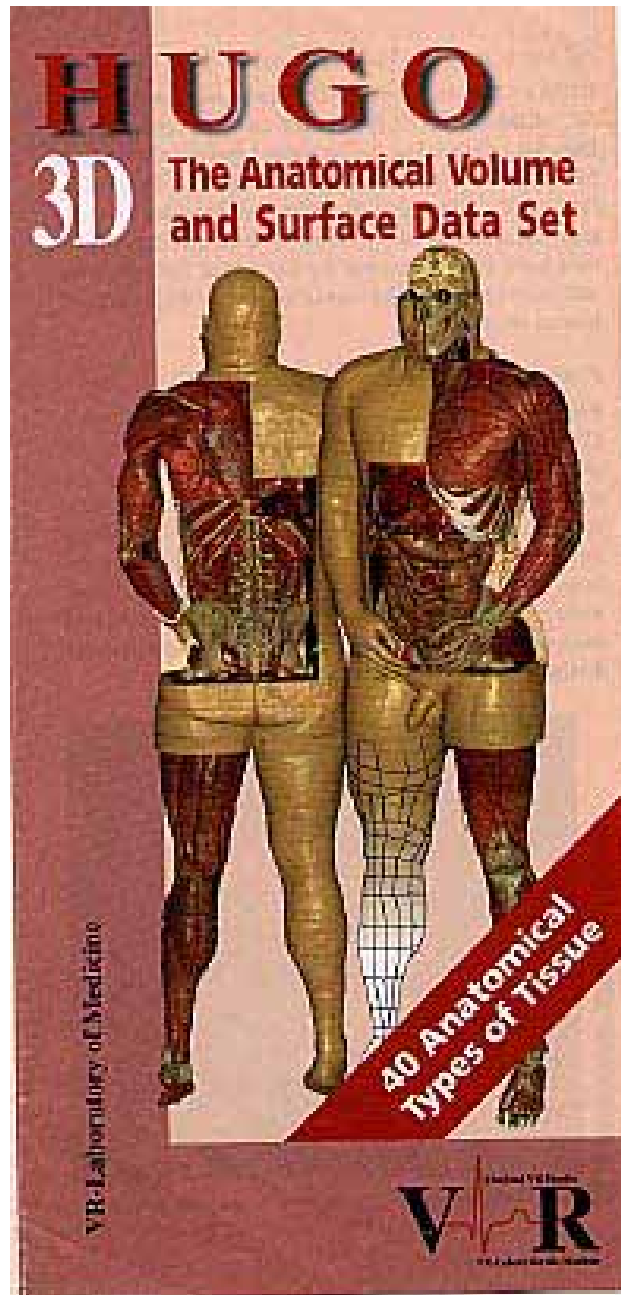


Any anatomical

Understanding MR-images is facilitated by „rib“ images.

In the „X-ray“ mode artificial X-ray images can be generated.

電子教科書

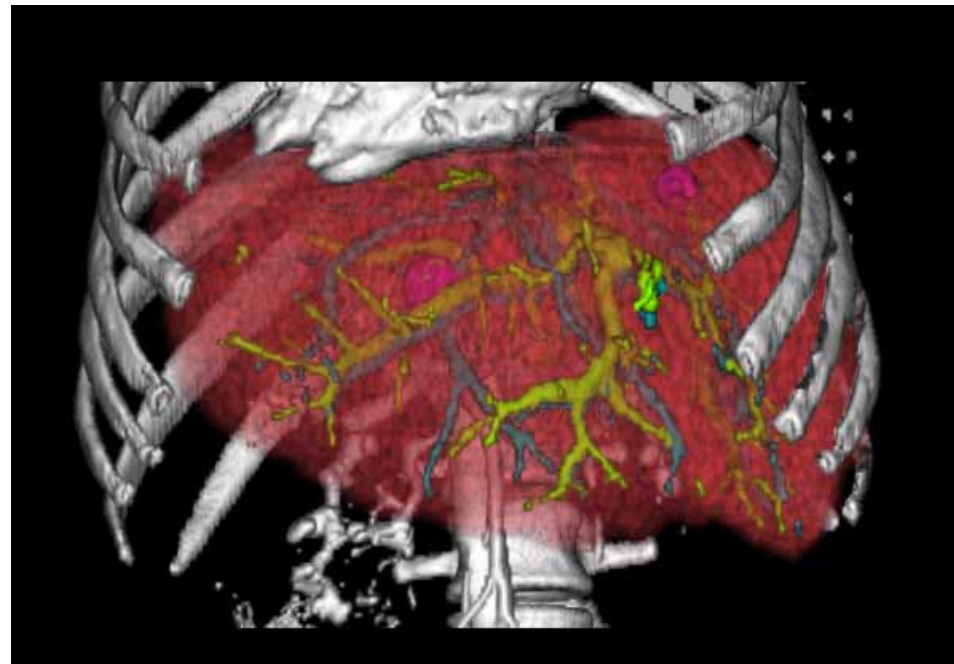
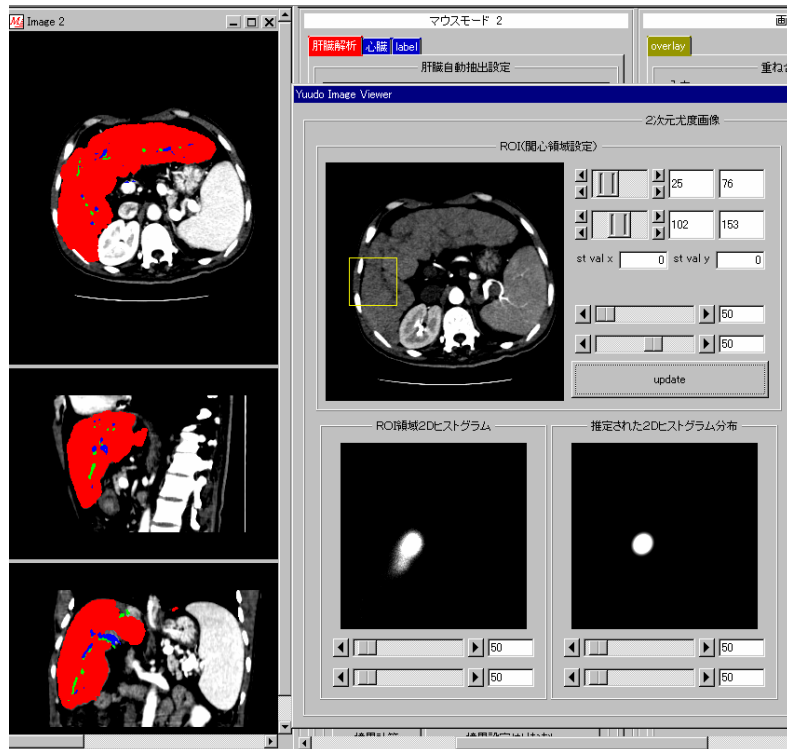


Visible Human Data

田村研究室

医学系研究科 多元的画像解析教室

情報科学と医用画像工学の融合





人体の仮想化

手術ナビゲーション

コンピュータ外科の目標

正確な手術
侵襲の少ない手術

開発項目

見えないところも正確に見える**超眼**

手が届かないところにも回り込んで精密に動く**超手**

手を超えた手

手の動きのスケールダウン(微小動作化)

手ぶれ補正 心拍補正も可能

低侵襲 小さな開創

超視野

拡大視, 拡張現実

患者の利益

手術の質の向上

術後のQOL向上

治癒期間短縮 社会的負担軽減

問題点

手術室の設備・設計が対応不十分

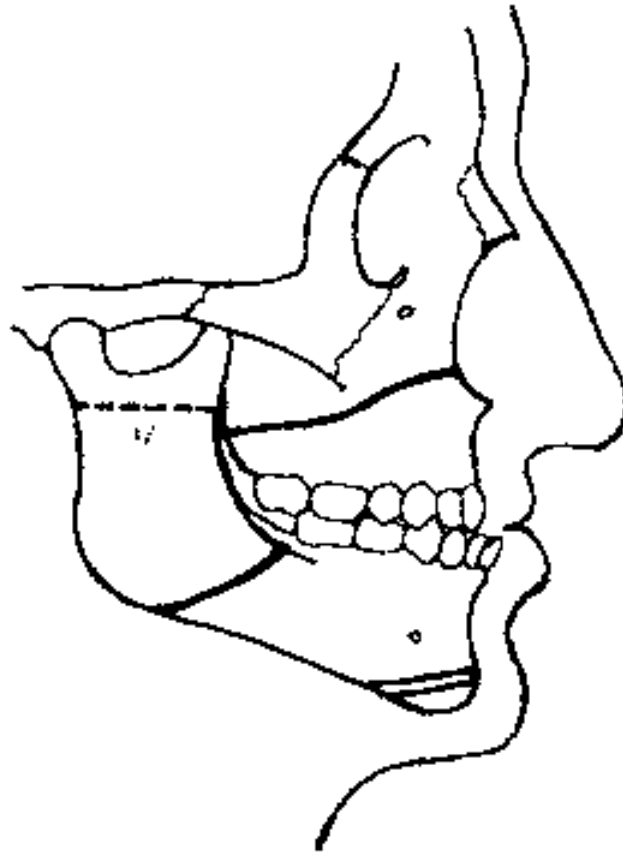
術者などが不慣れ

トラブル時の対応不十分

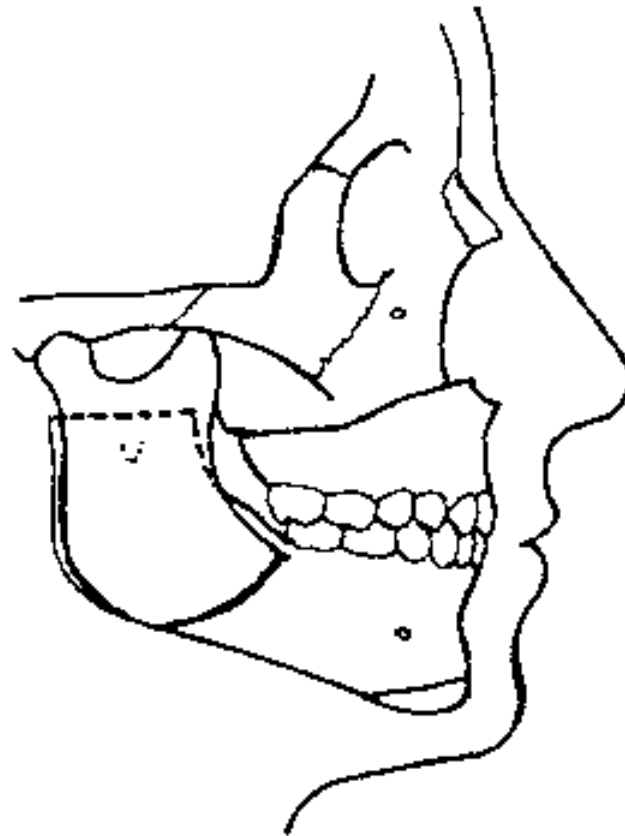
感光性樹脂モデル

低次手術計画

術前

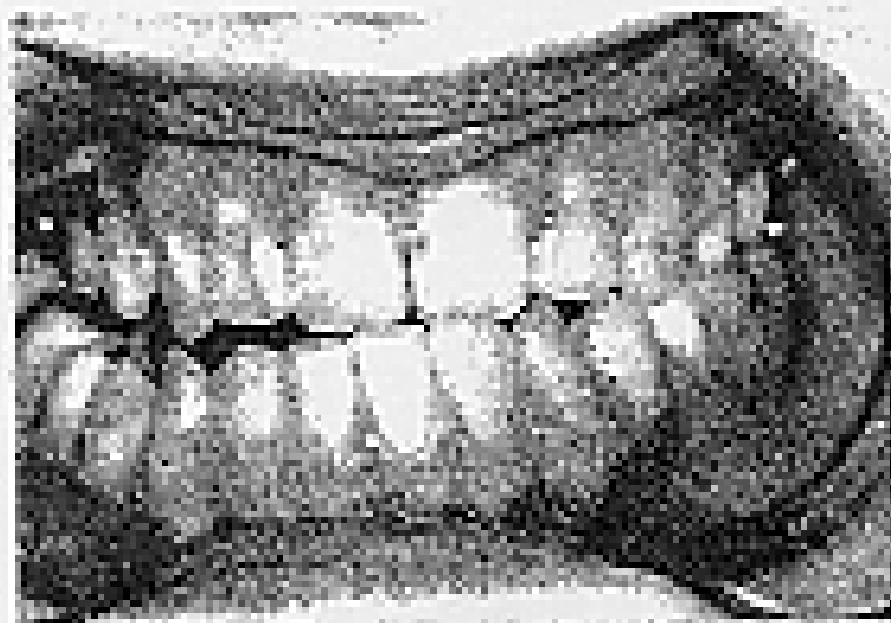


術後

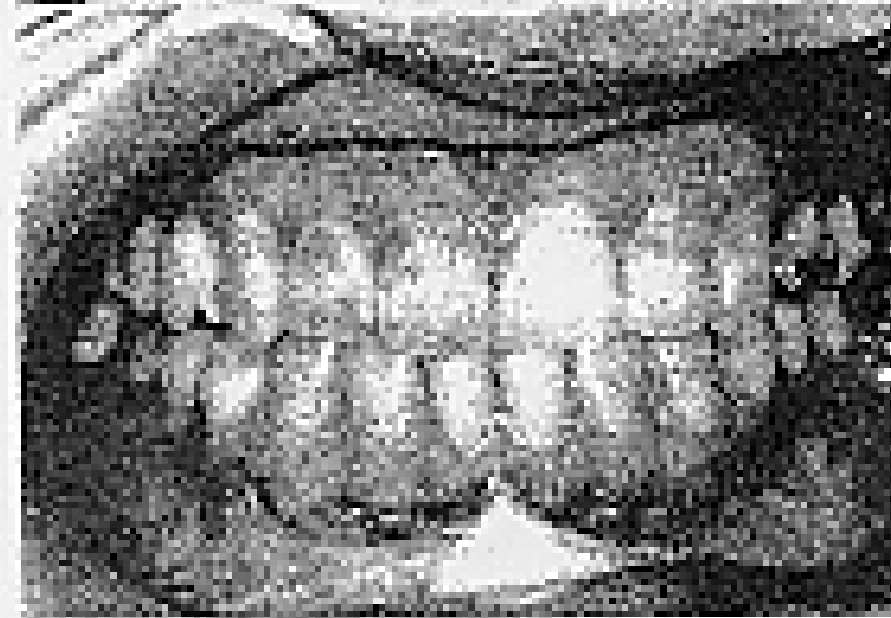


紙上術前計画(従来法)

術前



術後





術前



術後

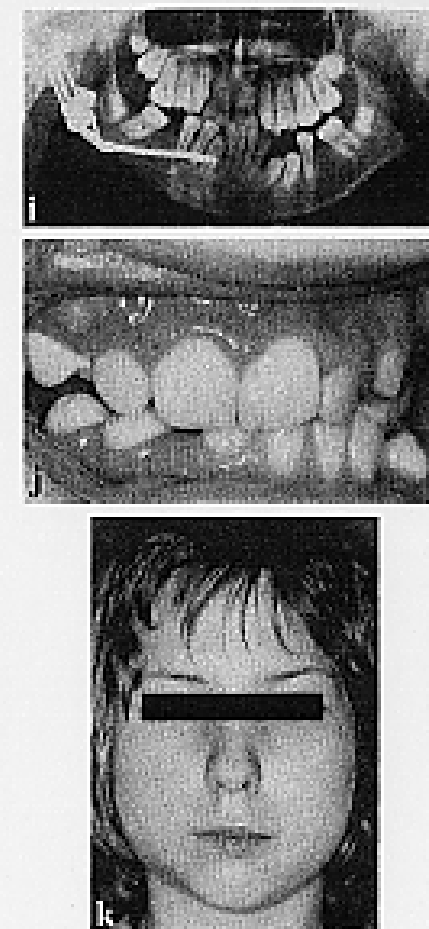
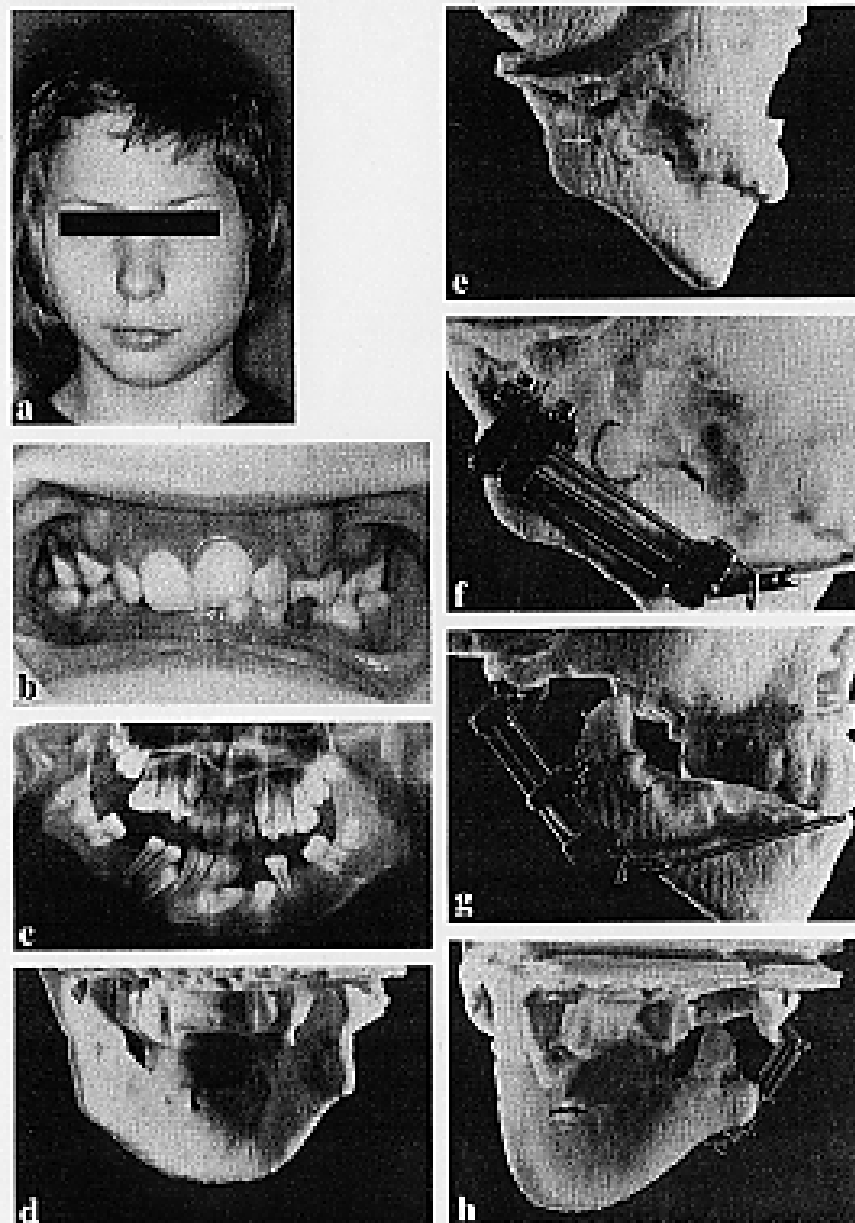
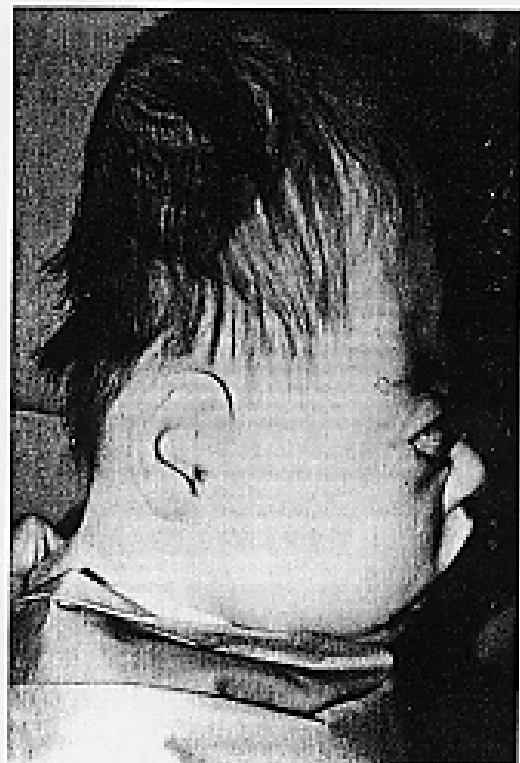


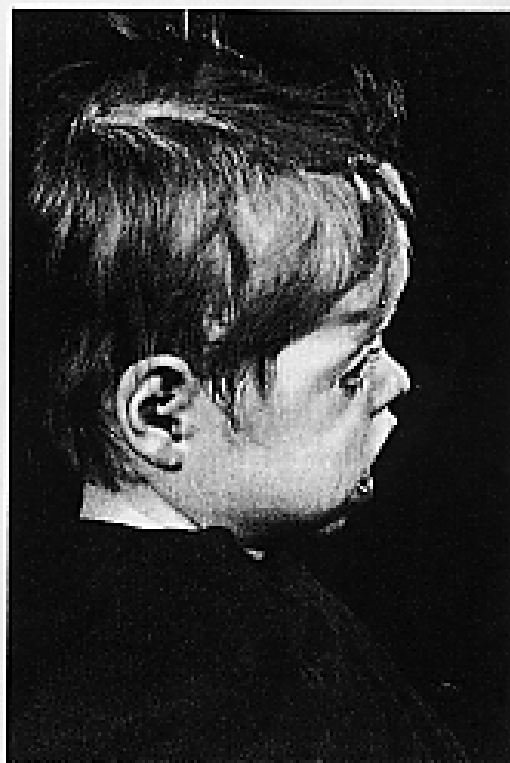
Fig. 1. A 5-year-old hemifacial microsomia patient. a: The chin is deviated to the affected right side, and the epiglottic and jaw angle is underdeveloped. b: The midline in the upper jaw is shifted to the affected side. c: The ascending ramus on the right side is reduced; there is no contact to the skull base. d: The condylar neck is shortened, and the axis of the condyle is tilted laterally and corrected during placement of the distraction device. e: The course of the mandibular canal and the position of the tooth germs (arrowheads) cannot be visualized on filled 5-D models. They can be transferred onto the surface of the model with the aid of panoramic X-rays (the arrow is the mandibular foramen). f: The distractor device and arrowheads are placed without affecting these structures. g: Activation of the distraction device controls the direction and length

造形機による口蓋手術計画

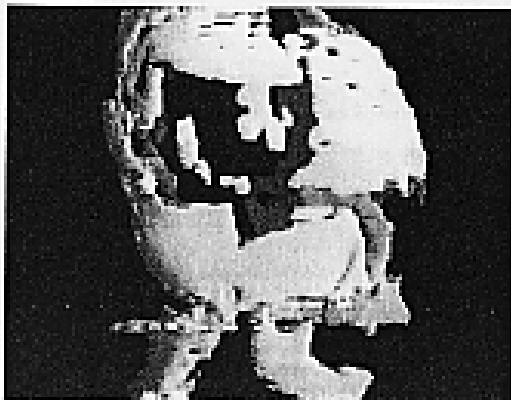
プラスチック
モデルの利用



(a)



(b)



(c)

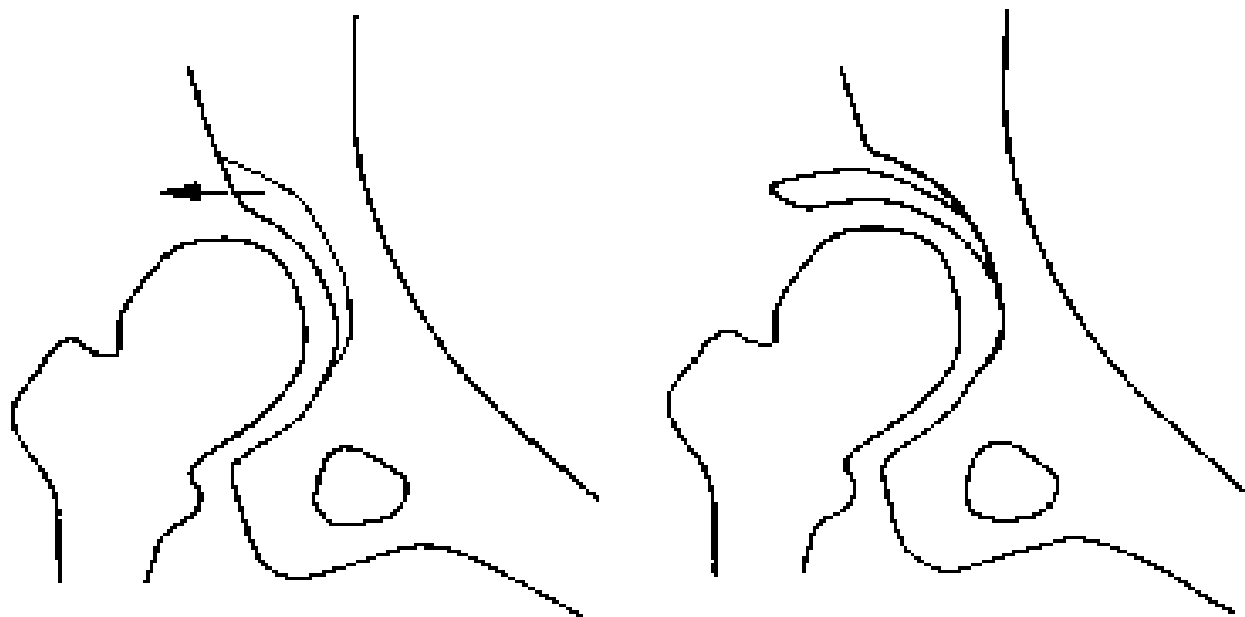


(d)

コンピュータ による 頭蓋形成

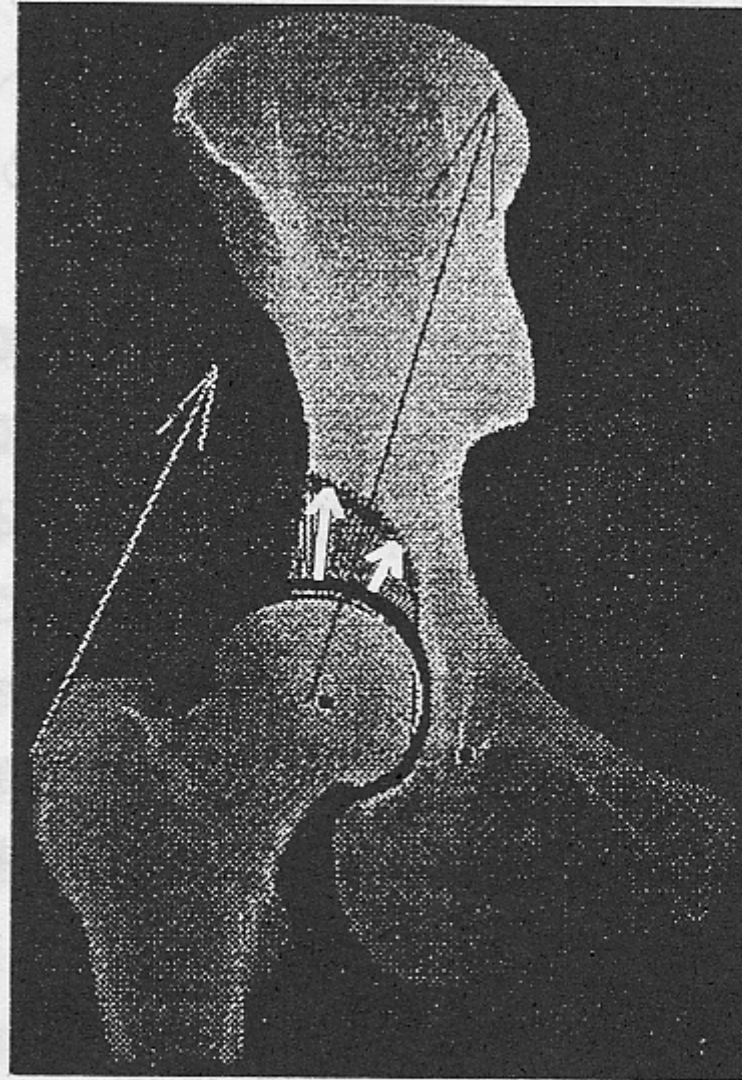
骨盤回転骨切り術

臼蓋回轉骨切術



(a) 術前

(b) 術後



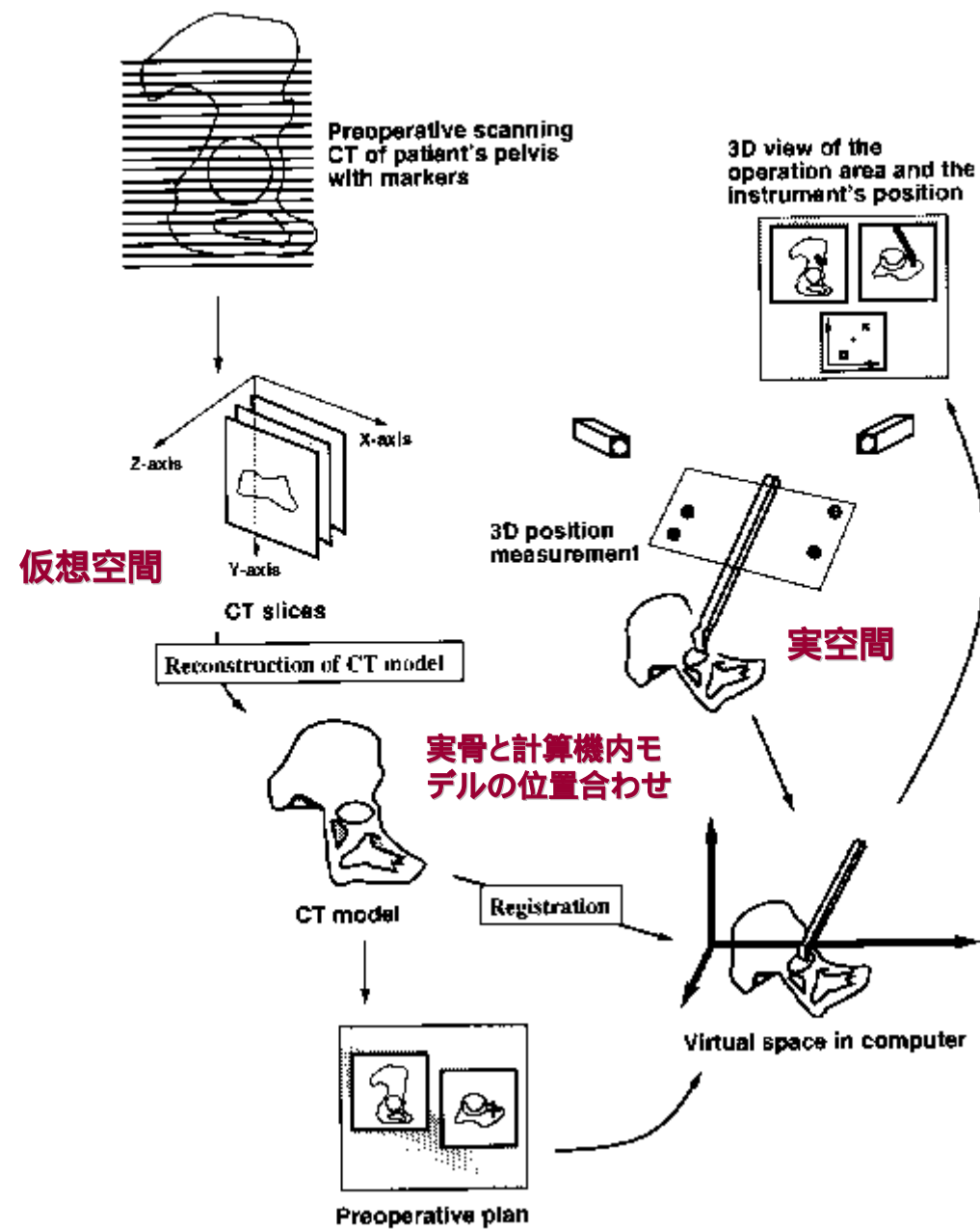
一部に荷重
かかり過ぎ

17 変形性股関節症における荷重分布¹⁴⁾
中央付近に白矢印で強調。

手術支援基本手順

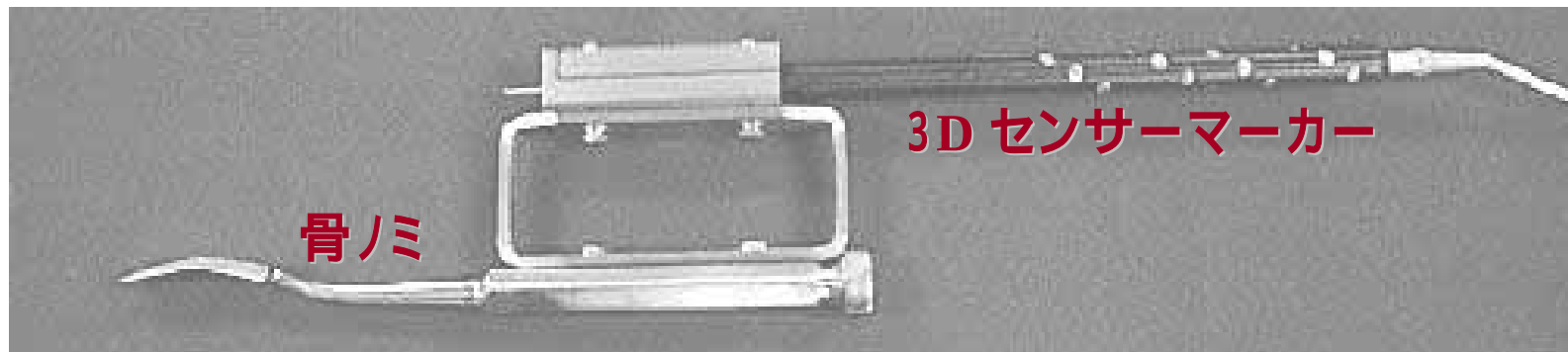
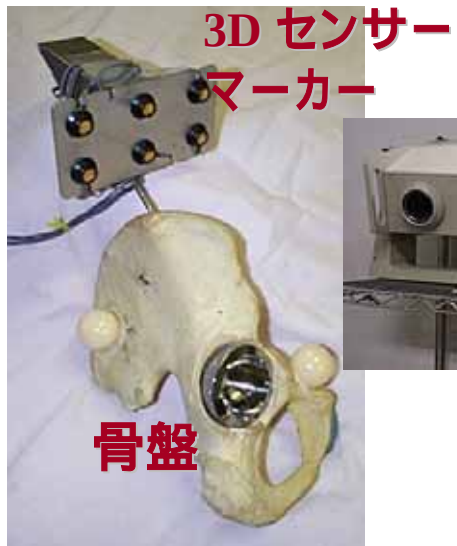
3D画像に基づく術前計画

術中トラッキング
(術中計画修正)

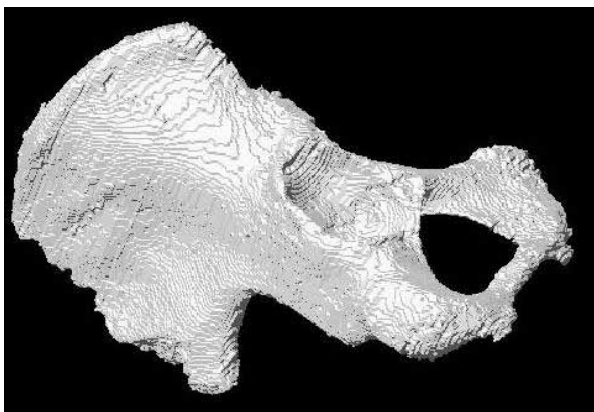


臼蓋回転骨切術ナビゲーション

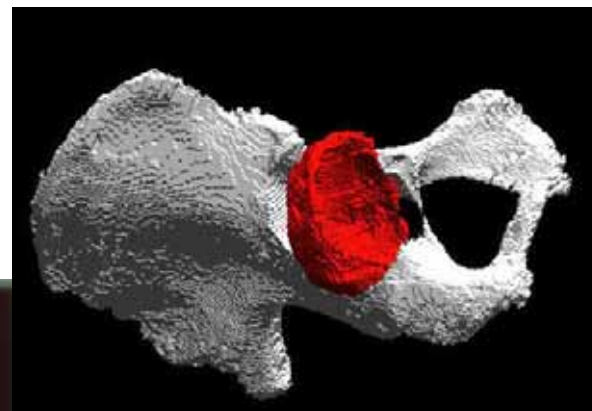
臼蓋回転骨切術



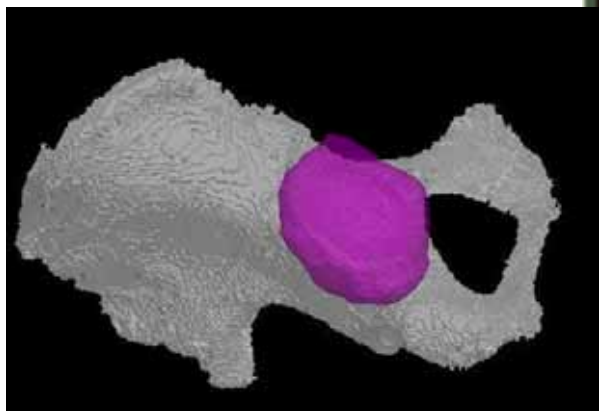
骨盤骨切り術



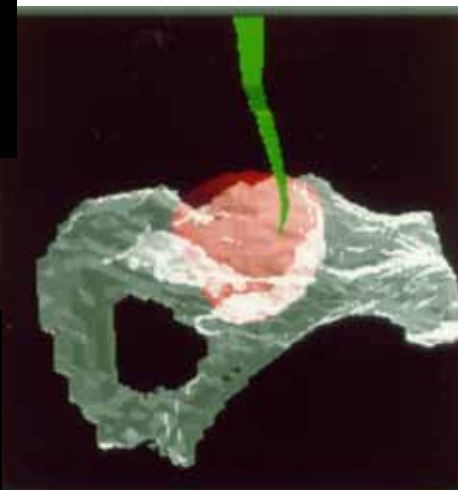
術前CTモデル



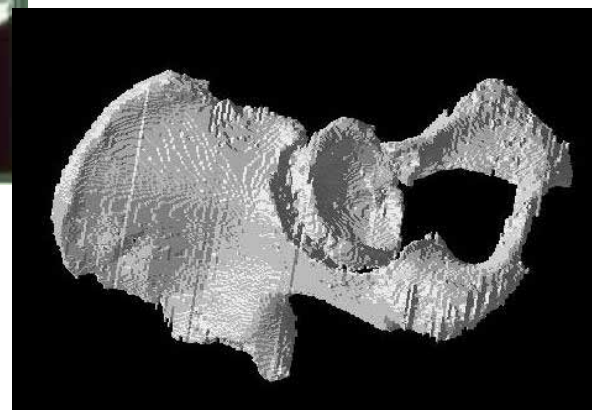
実際の切断面と骨片移動
に基づく術中モデル



実際の術中切断面



術中骨ノミ位置と
術前計画の切断面

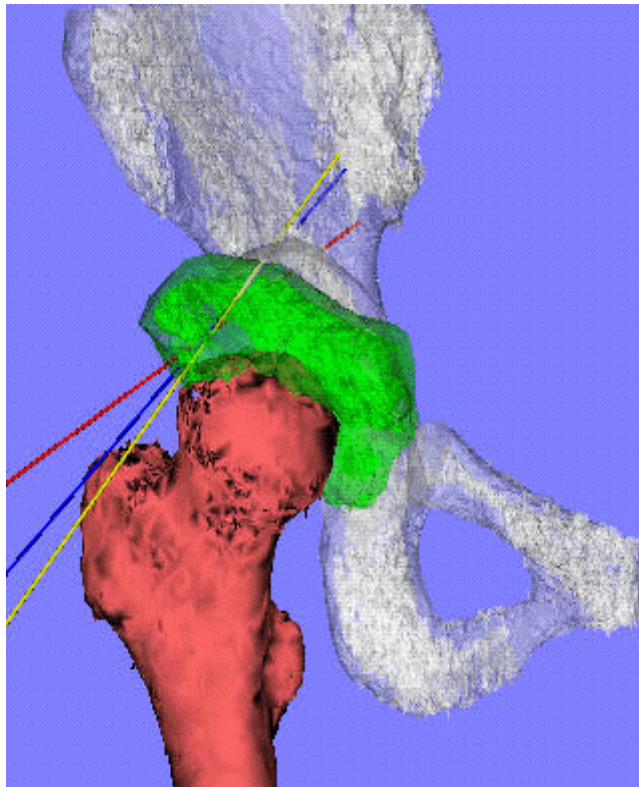


術後CTモデル

術中画像処理：手術モニタリング(術中変形の追跡)

骨盤骨切り術モニタリング

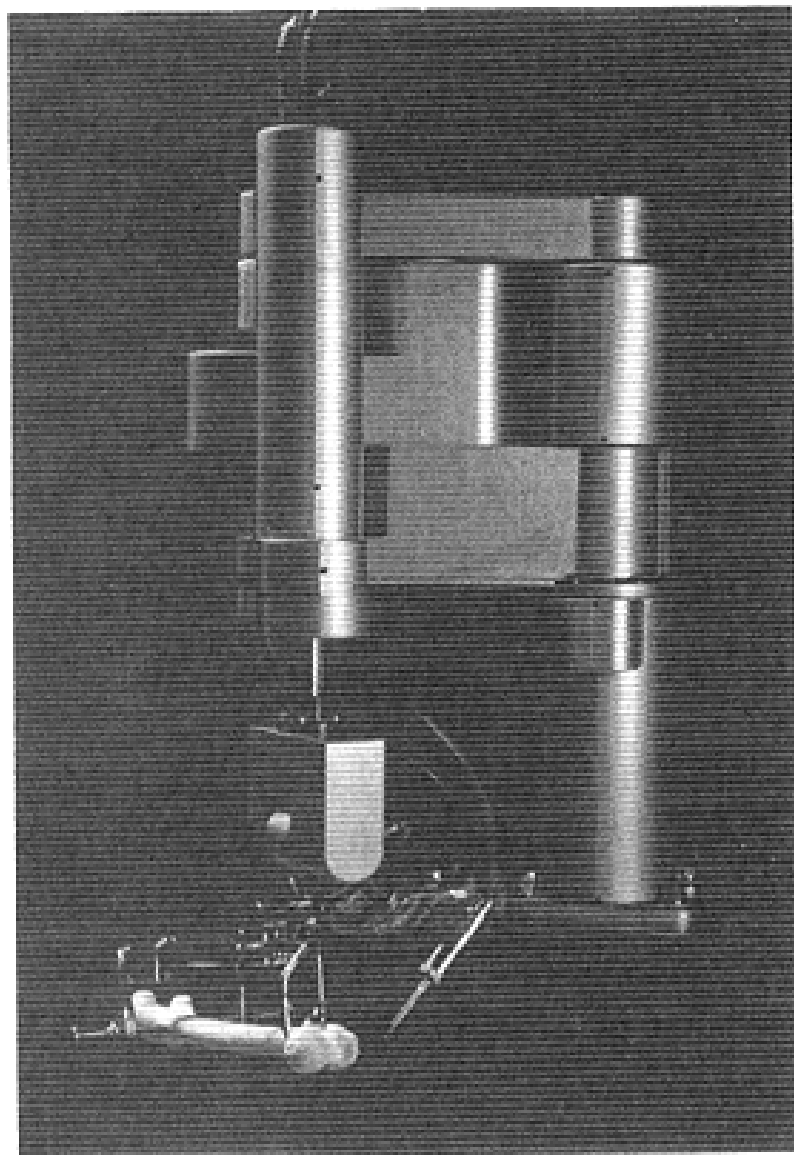
術前モデルと術中3次元データの
統合に基づく再構成画像



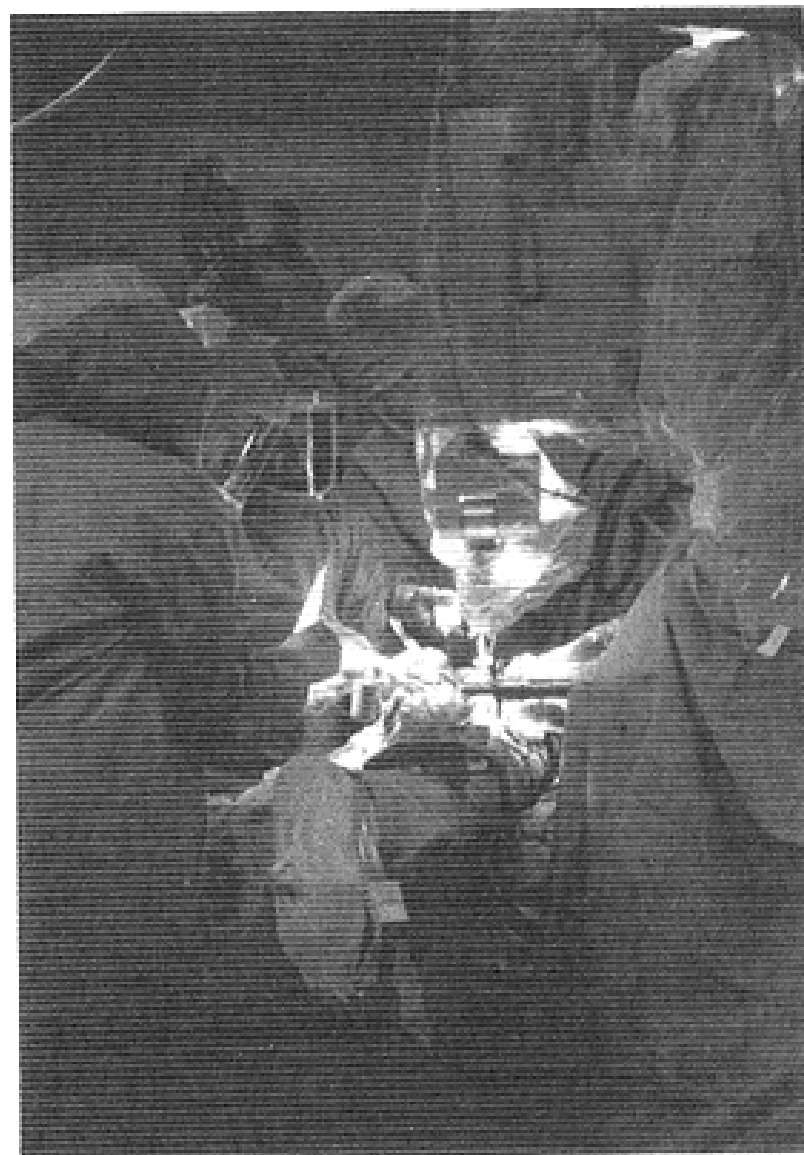
術後X線画像



人工股關節



(a) 外 観



(b) 術 中

図1 関節手術ロボット Robodoc™ 7)

関節手術ロボット Robodoc

ロボット穿孔

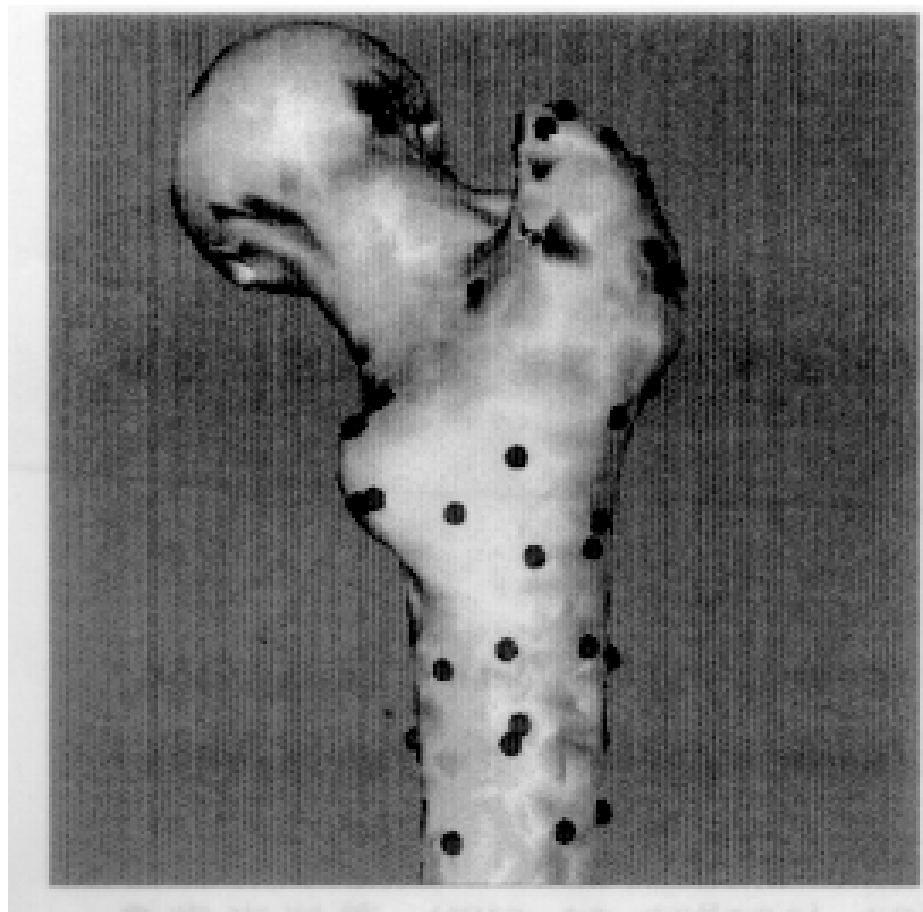
(a) 手作業

(b) **ROBODOC**

きれいに穿孔でき, 人工関節との密着度高く,
最初から力をかけられ, 回復早い

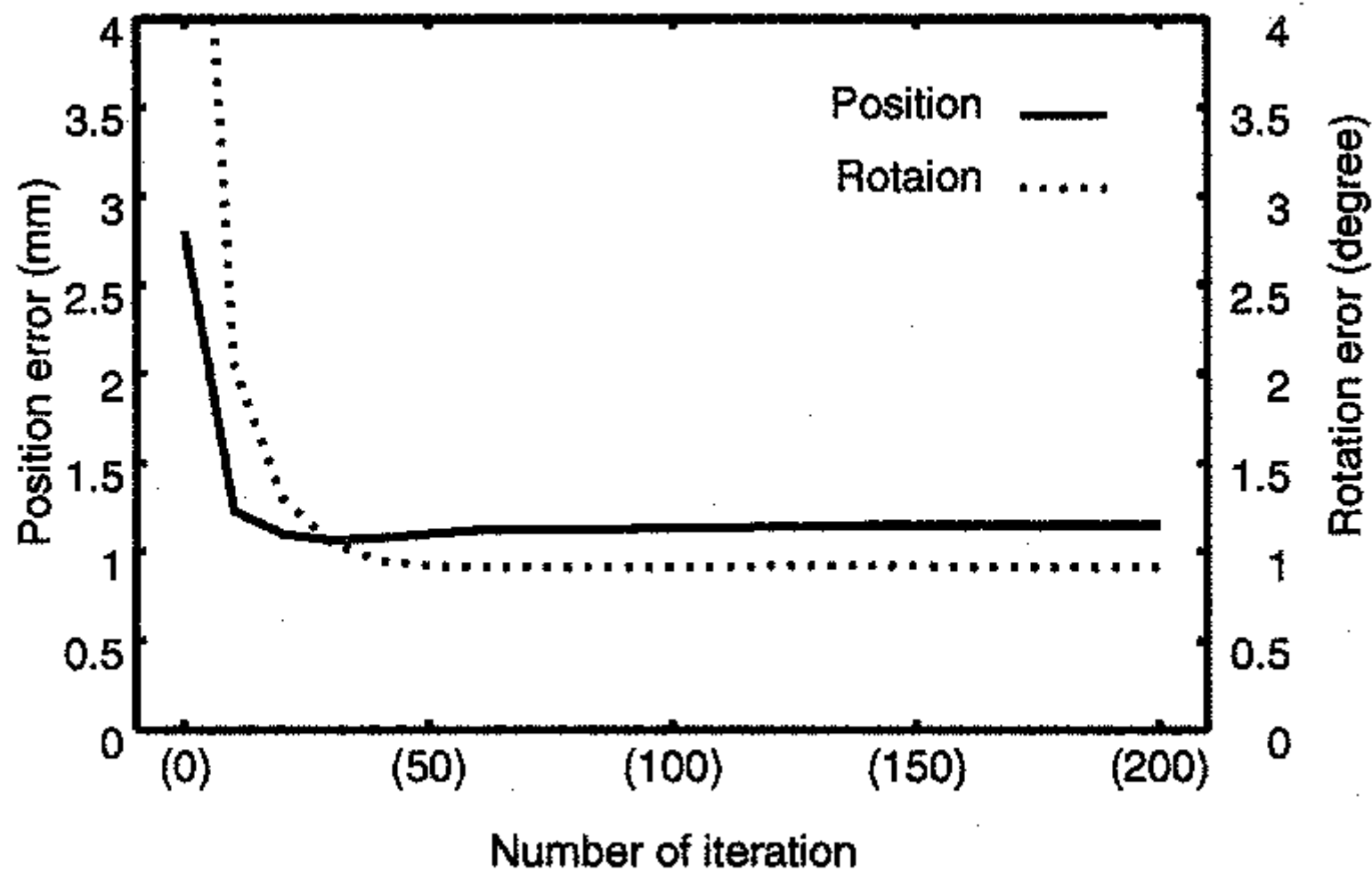
図4 従来の手作業による穿孔(a)とロボットによる穿孔(b)¹⁰⁾

骨盤・大腿骨
同時ナビゲーション



表面指示点

骨表面をなぞるようにいくつかの点を指示し, その分布形状と一番よく一致する計算機内モデルの場所を求める



表面マッチング法

人工股関節置換術



光学式3次元センサ (精度 0.1 mm)



人工関節部品(カップ)設置用器具

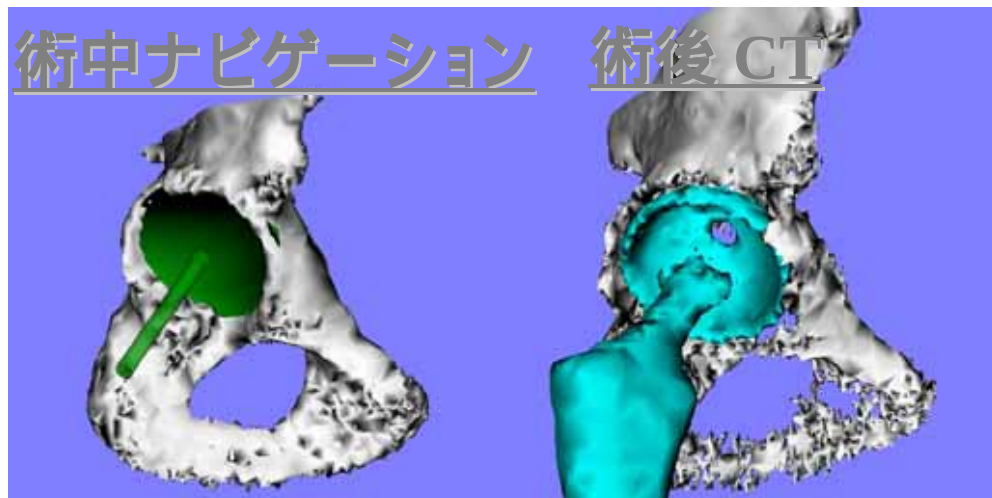
人工股関節置換術



手術室のセッティング



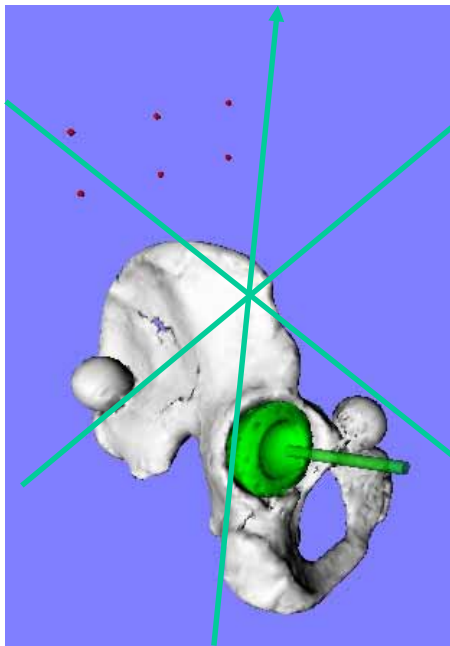
位置合わせデータ取得



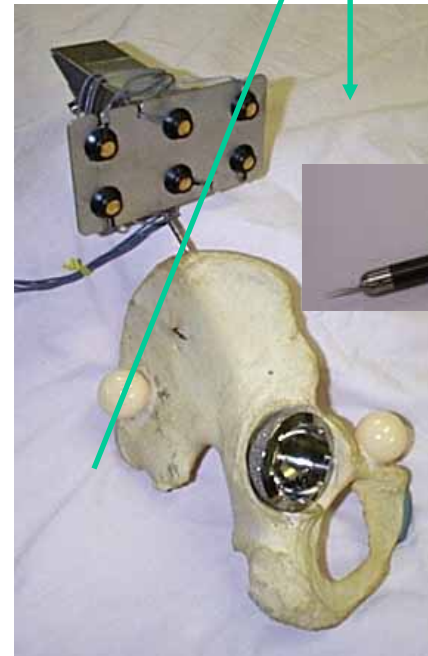
Intraoperative registration

3D sensor coordinate system

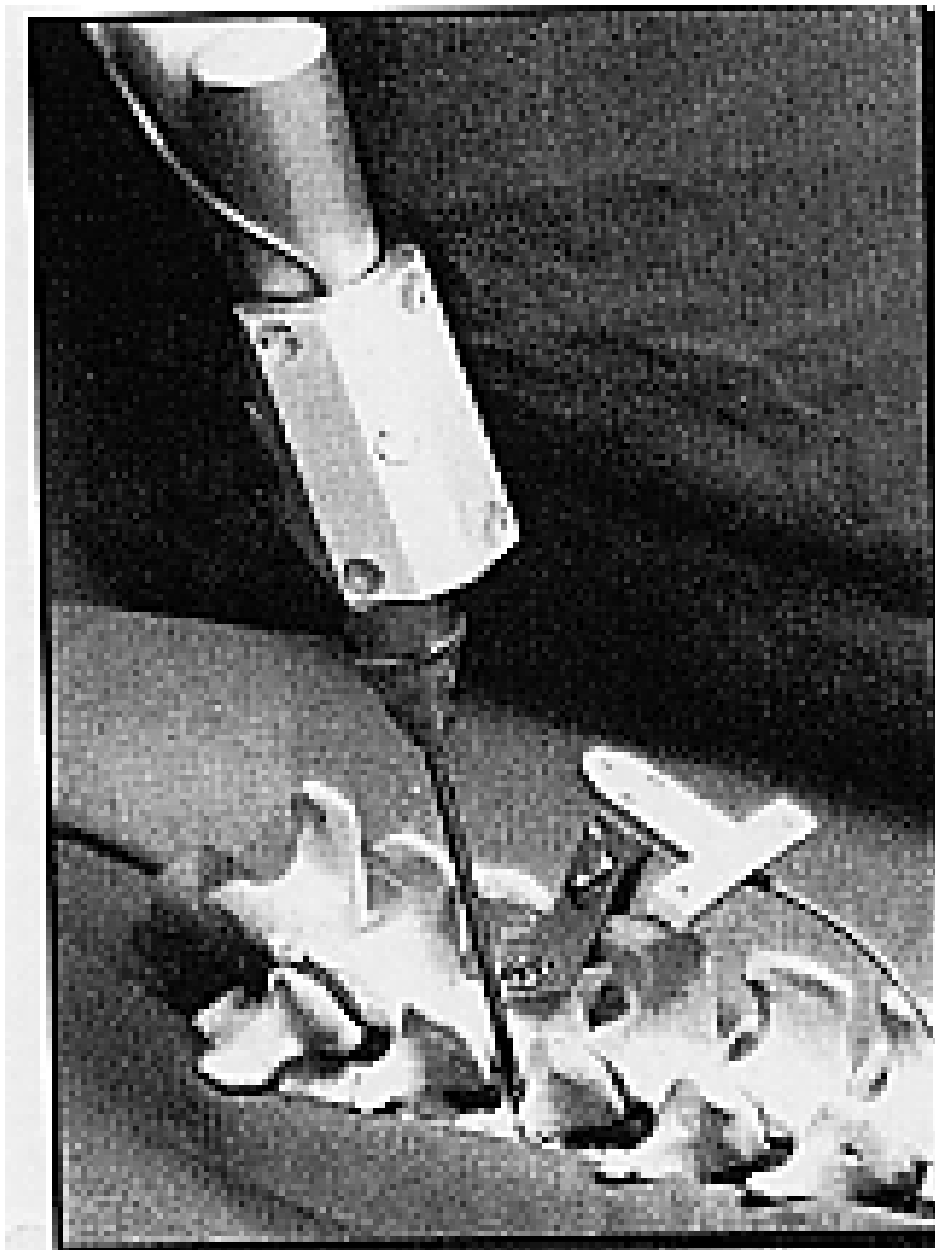
CT model coordinate system



Iterative
closest
point
algorithm



Digitizer



脊椎手術支援

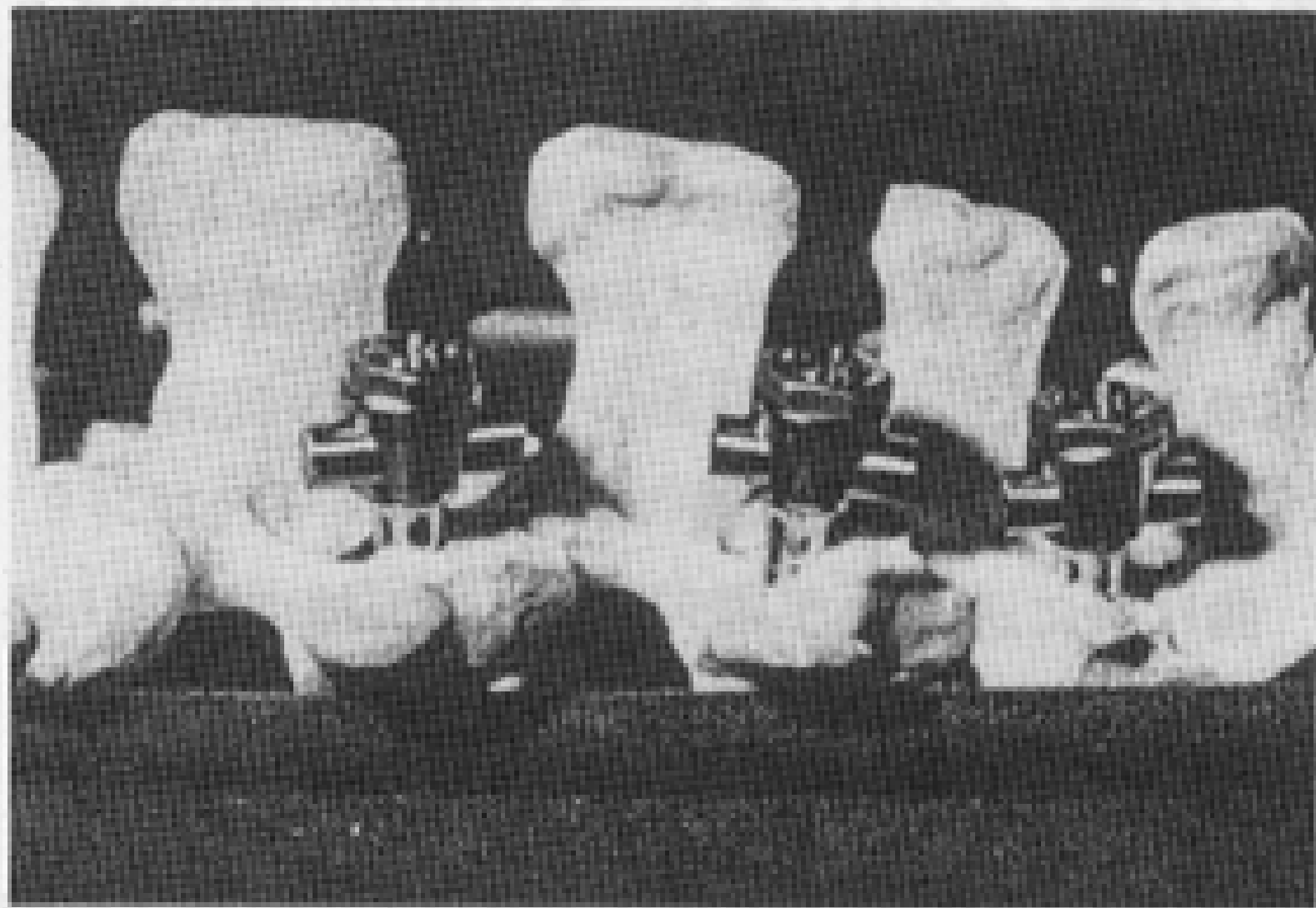


図 6 椎骨に取り付けられたネジ¹²⁾



ROBODOC: 関節手術ロボット

ROBODOCによる関節置換手術例



軟組織

乳癌手術ナビゲーション

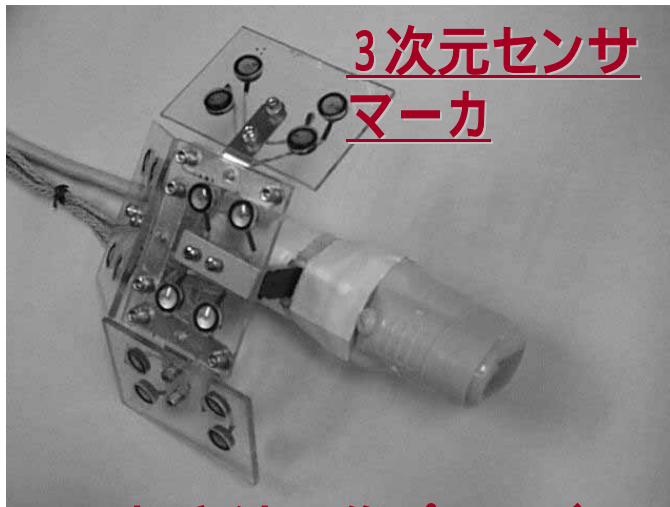
大阪・吹田市

大阪大学附属病院

拡張現実手法を用いた 乳房温存乳癌手術



3次元センサー



3次元センサ
マーカ

超音波画像プローブ

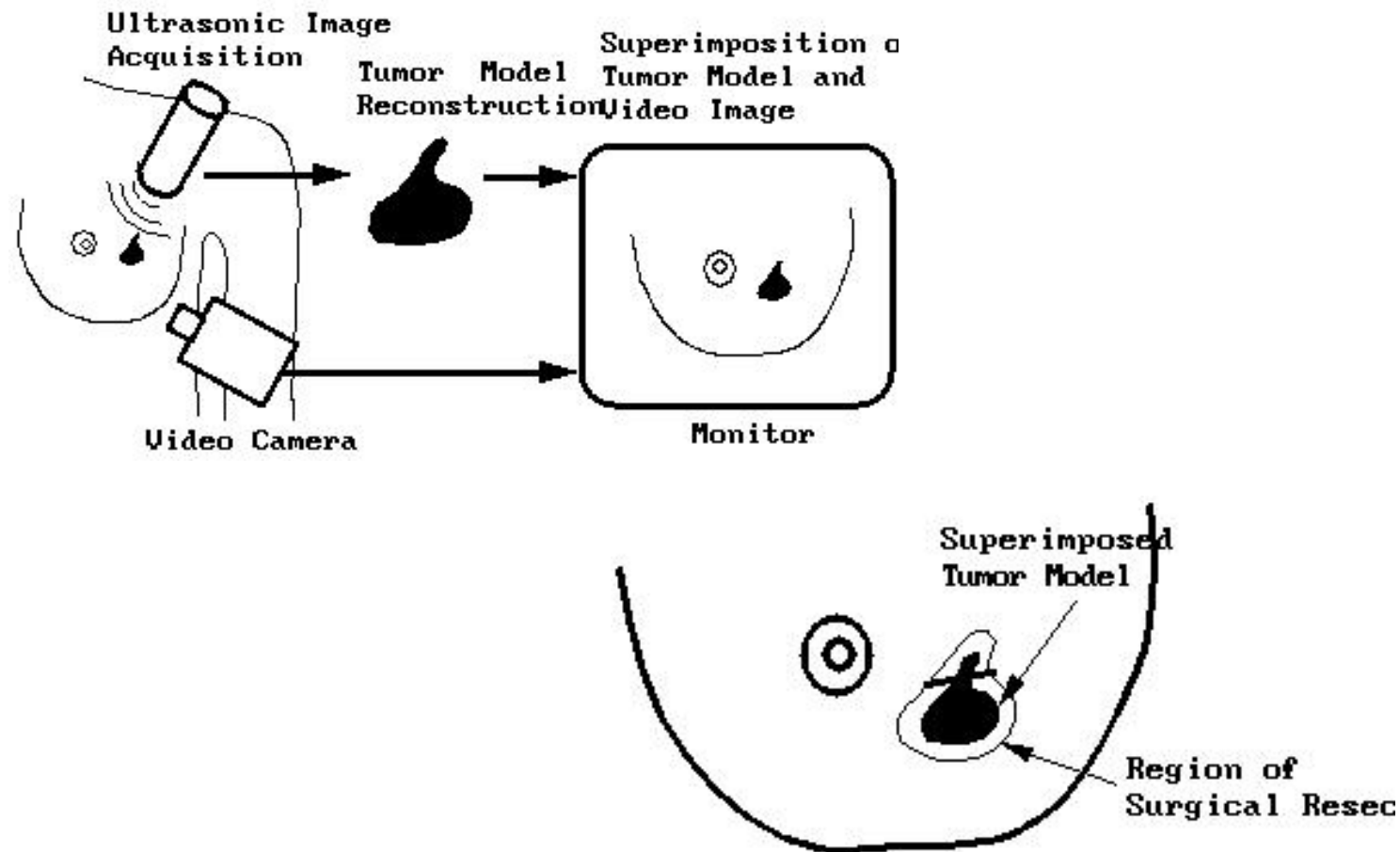


3次元センサーマーカ

ビデオカメラ

Computer aided breast cancer surgery

Resecting-region decision support system in breast-conservative cancer surgery



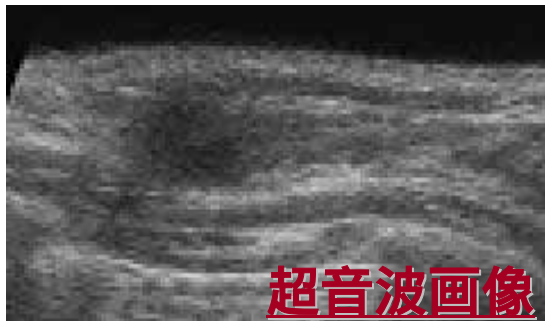
乳房温存乳癌手術

3次元センサ

ビデオ画像獲得



手術室でのセッティング



超音波画像

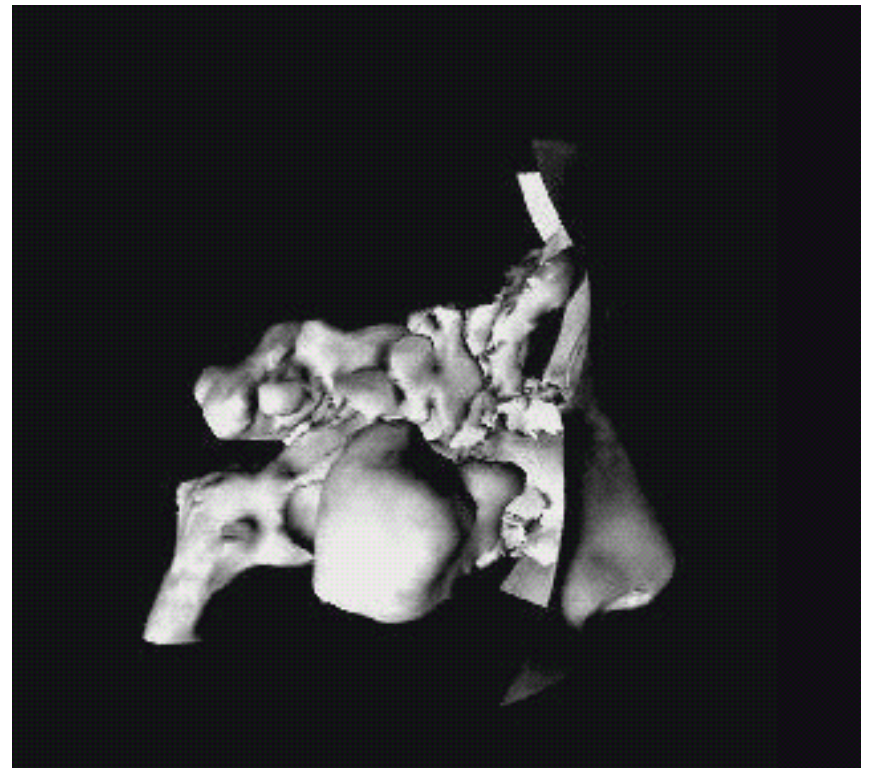


超音波画像獲得



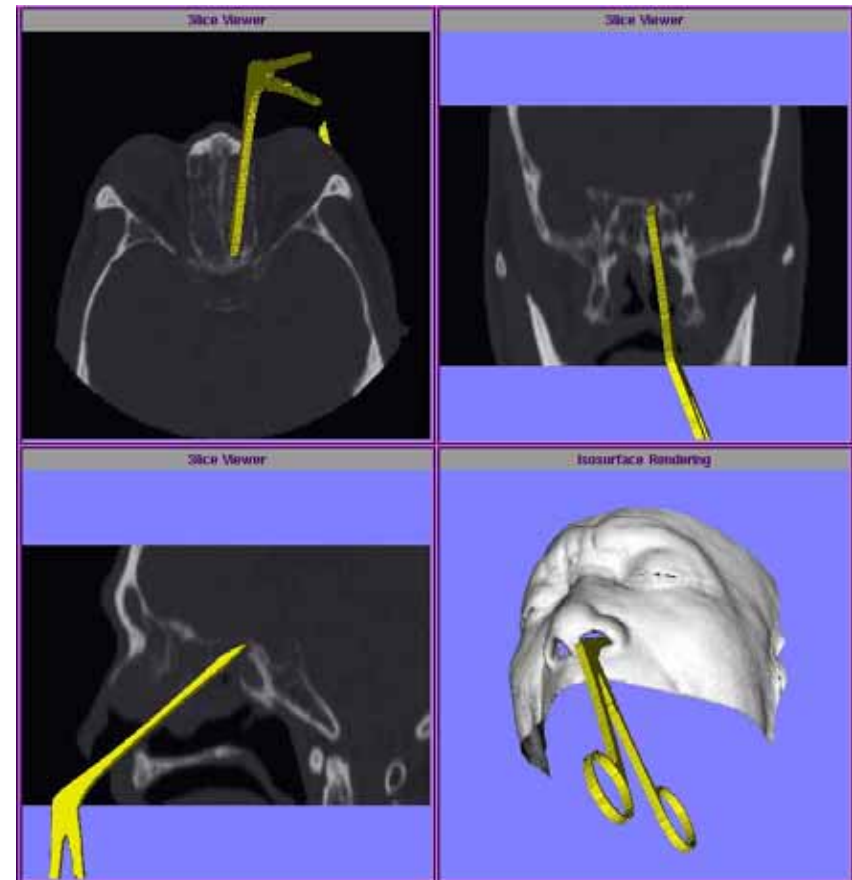
3次元超音波画像と
ビデオ画像の統合
(拡張現実感)

内視鏡下副鼻腔手術



臨床実験

- 全身麻醉 3 症例
- 局所麻醉 5 症例

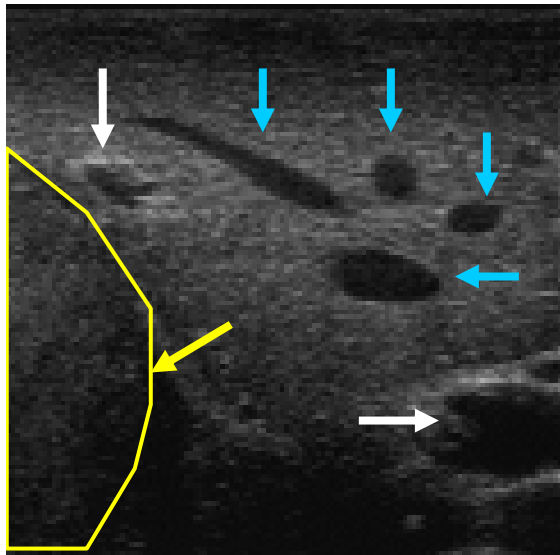


適用例2 肝癌切除ナビゲーション

目的: **血管を避けて**安全に腫瘍を切除

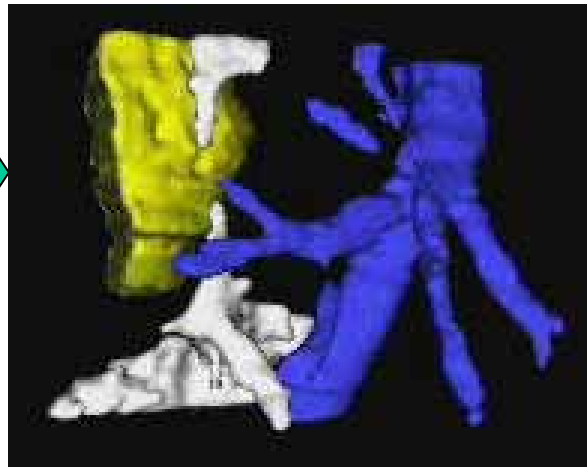
血管の走行方向と腫瘍の位置関係の正確な把握が必要

術中超音波画像

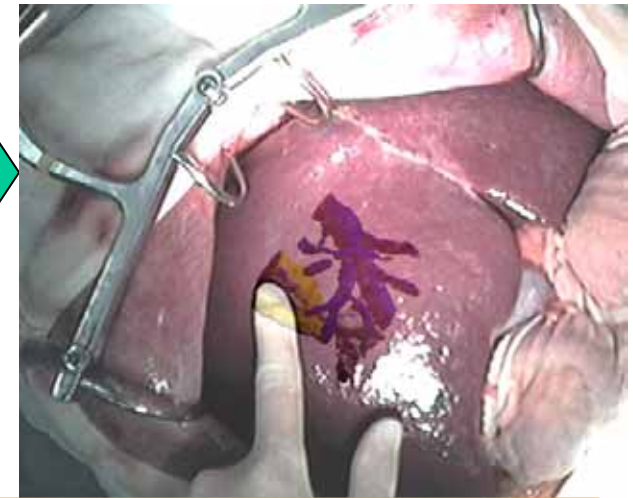


白:門脈, 青:肝静脈, 黄:腫瘍

術中3次元超音波
血管・腫瘍モデル



拡張現実感表示



2種類の血管と腫瘍の
位置関係を可視化



ロボット手術装置 da Vinci

©2017 株式会社 日立製作所

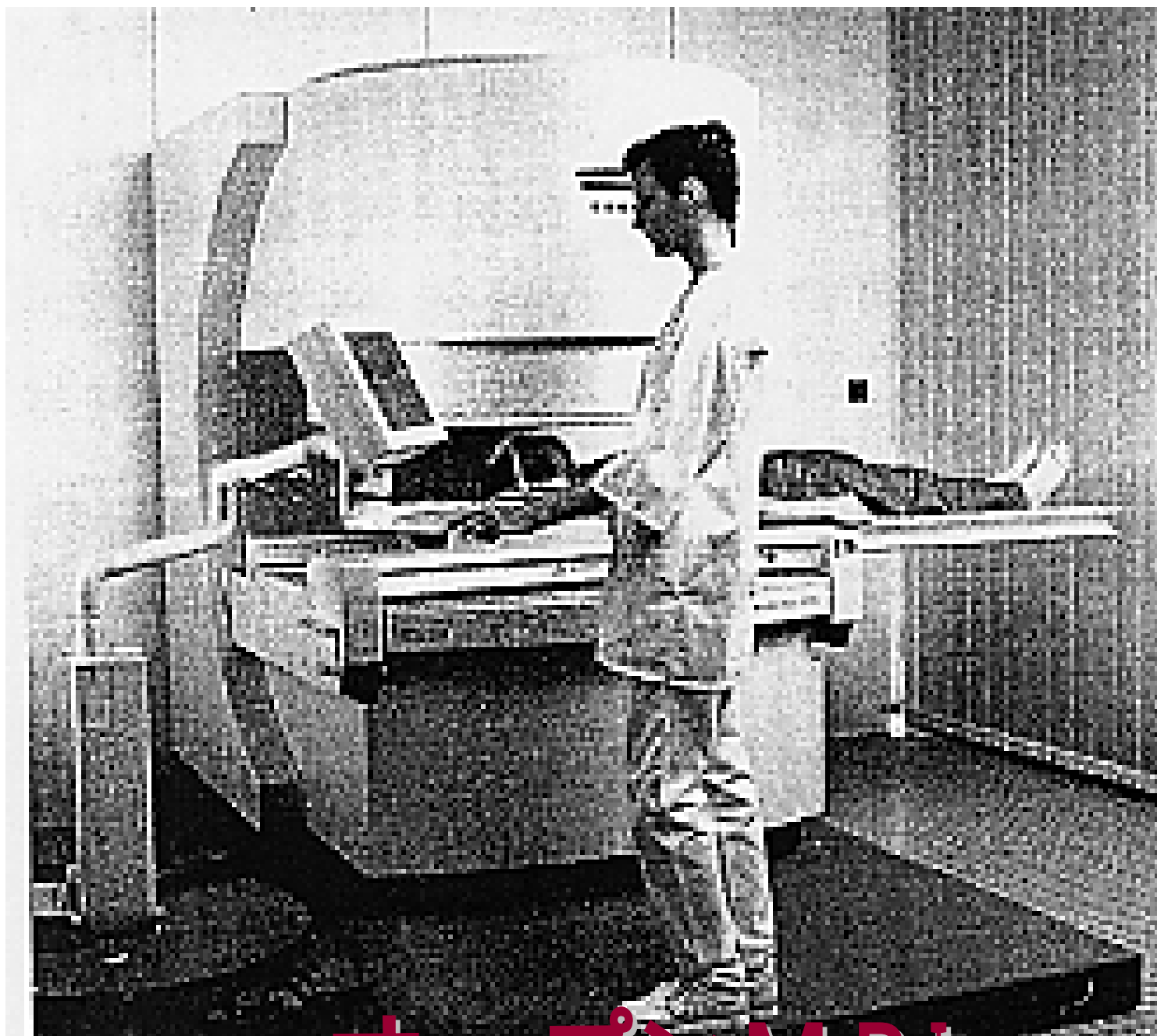
内視鏡手術ロボット



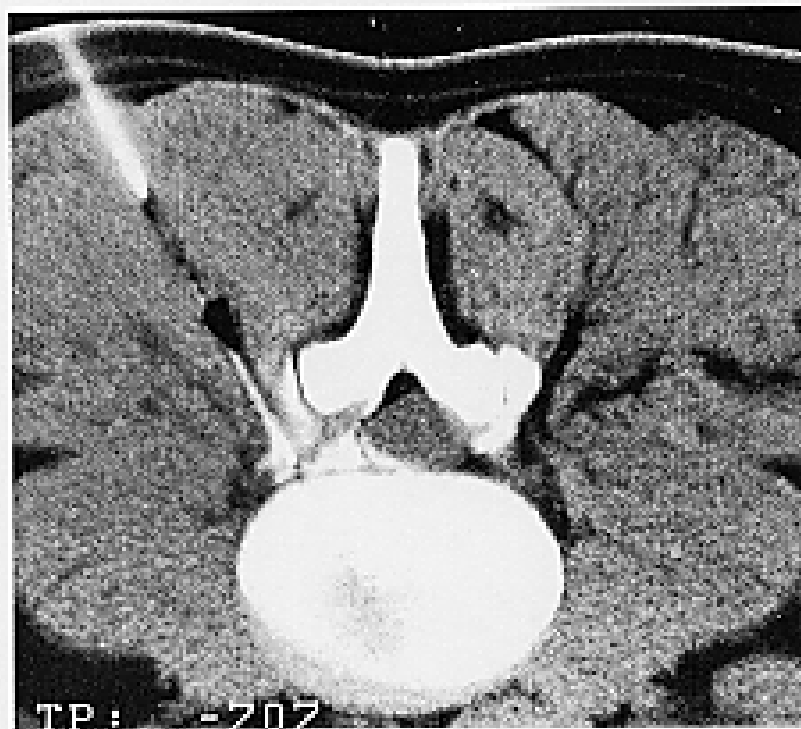
遠隔手術ロボット



オープンMRI下 検査・手術

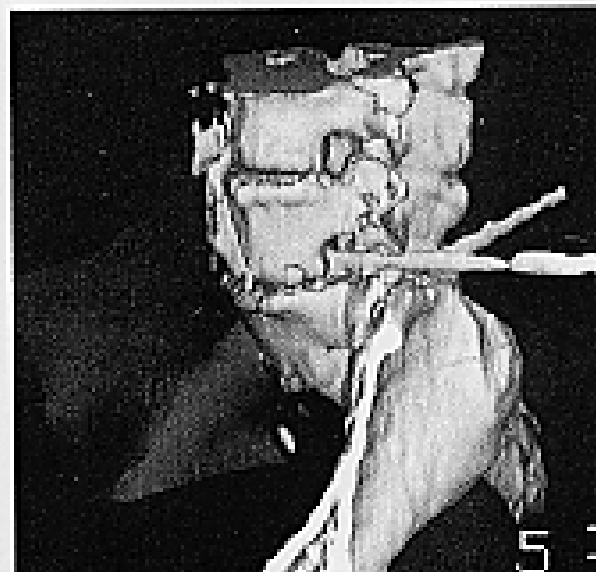
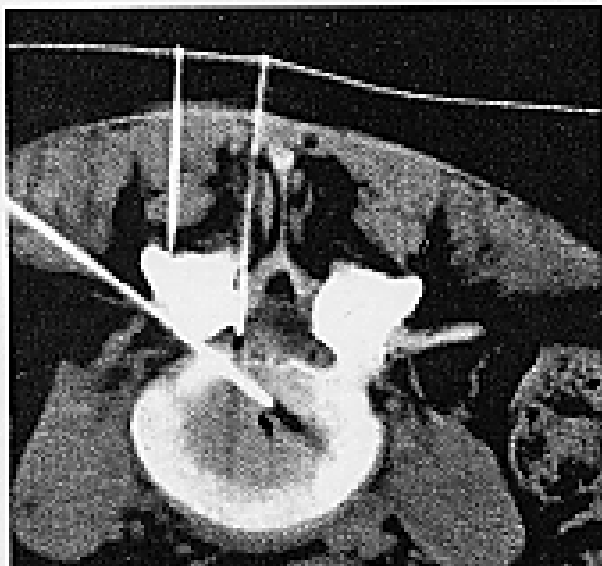


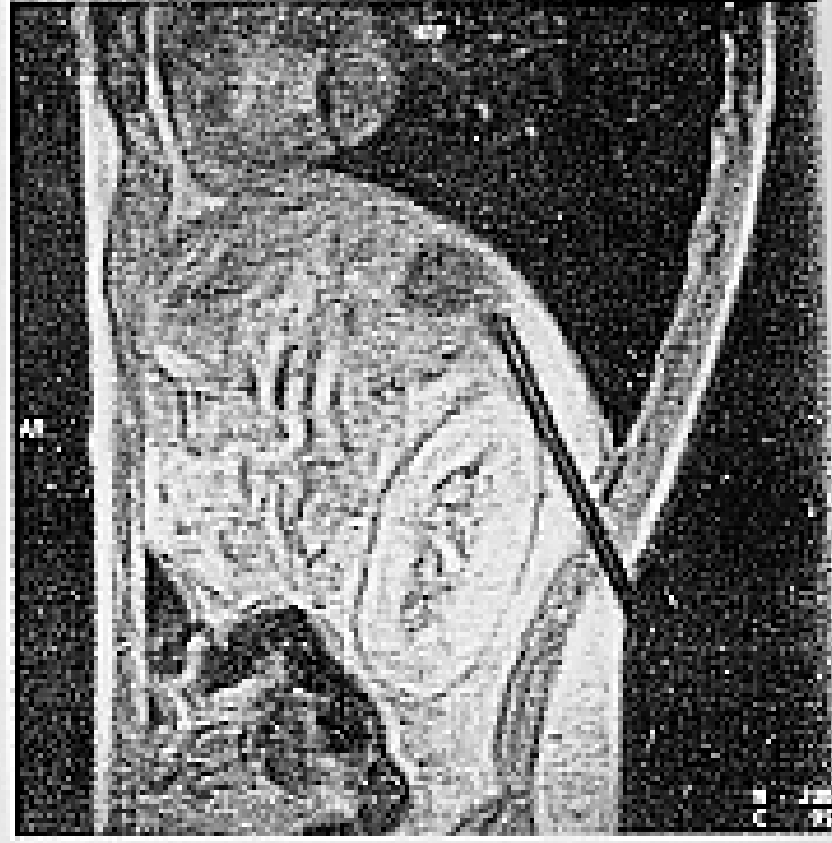
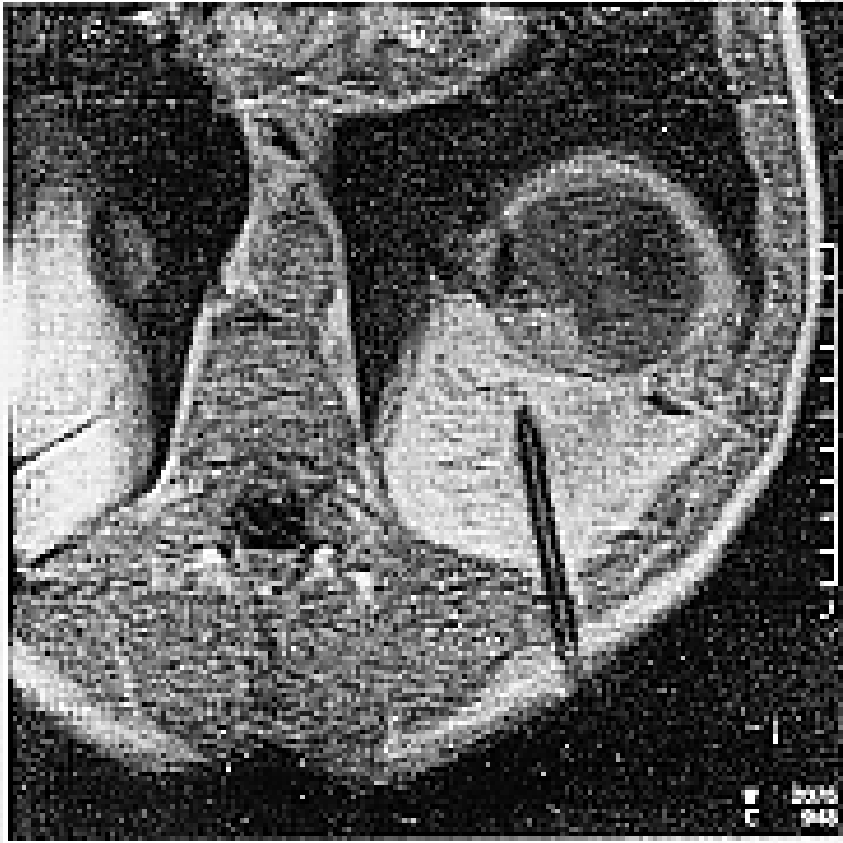
オープンMRI



術具を見ながら
施術可能

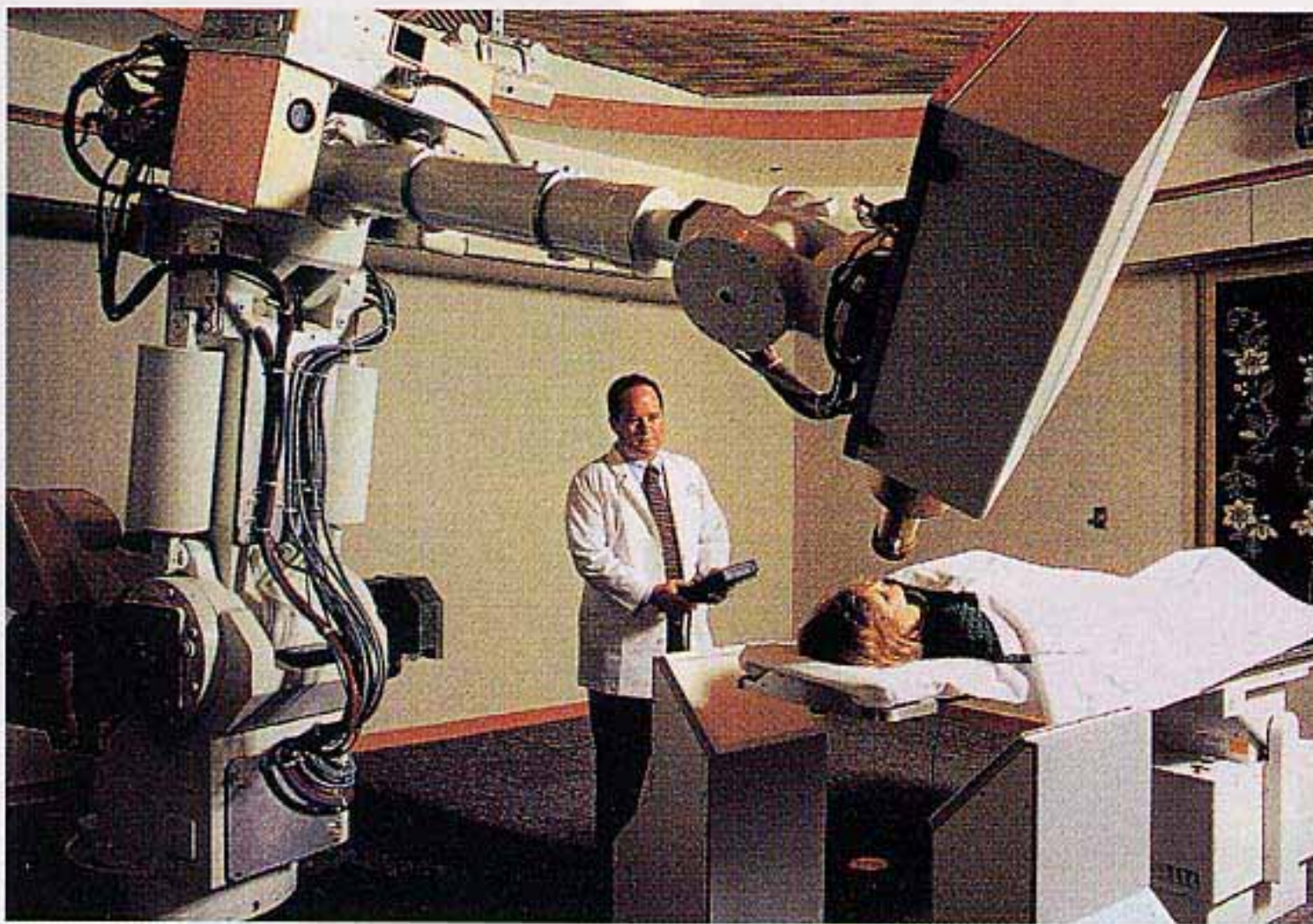
Figure 3
Painradicular Therapy: distribution of contrast media and drugs epidurally inside the spinal canal.

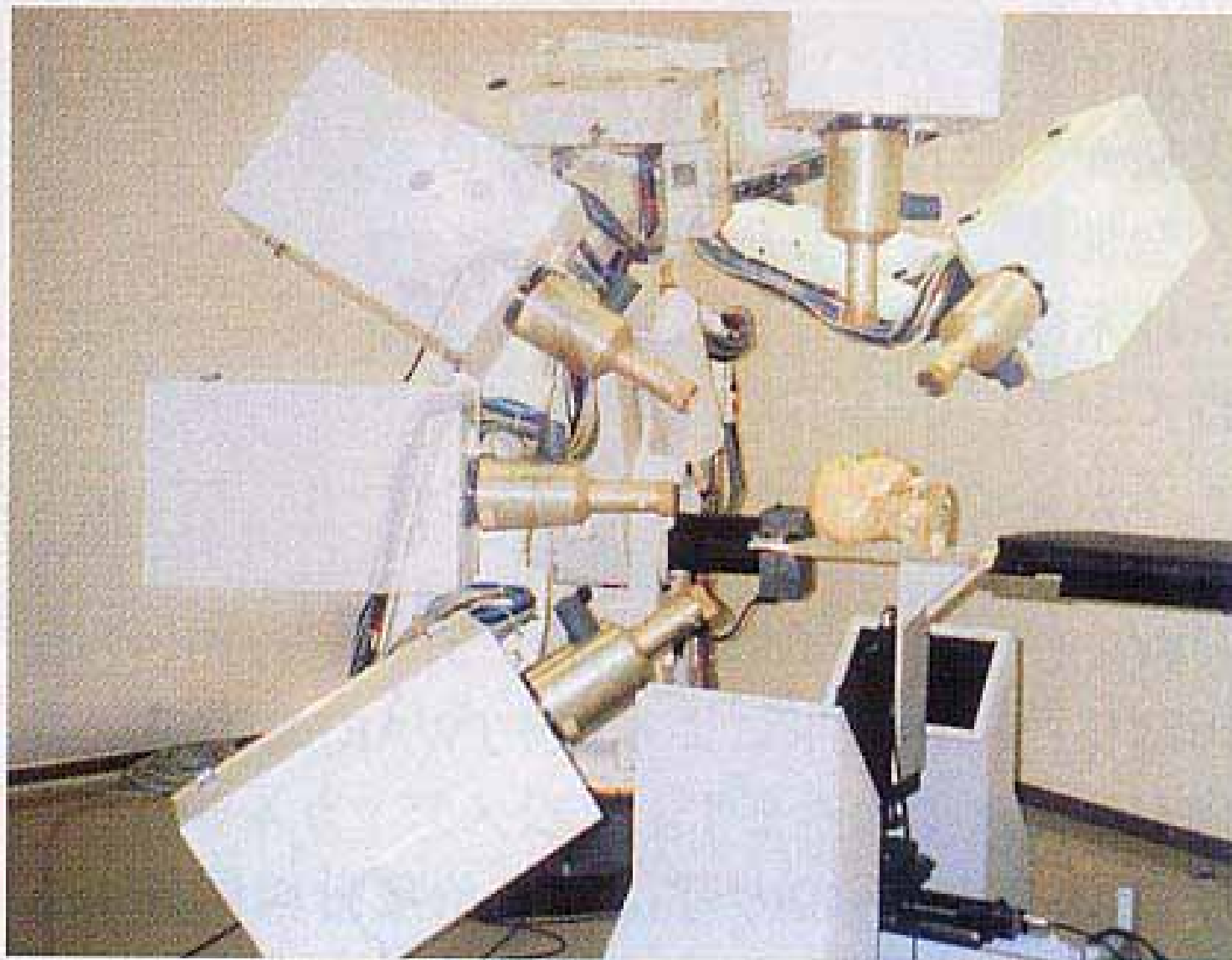




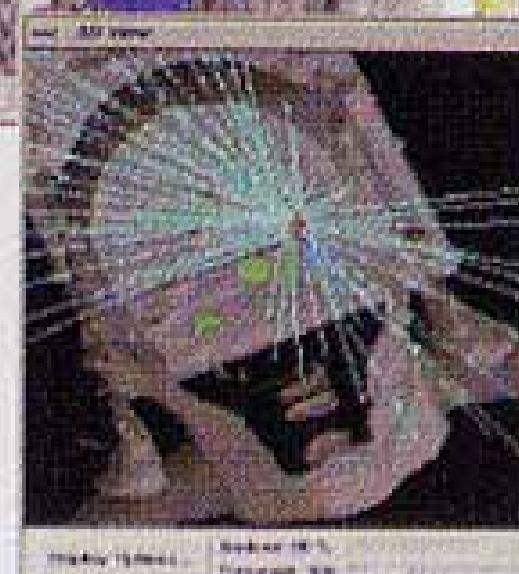
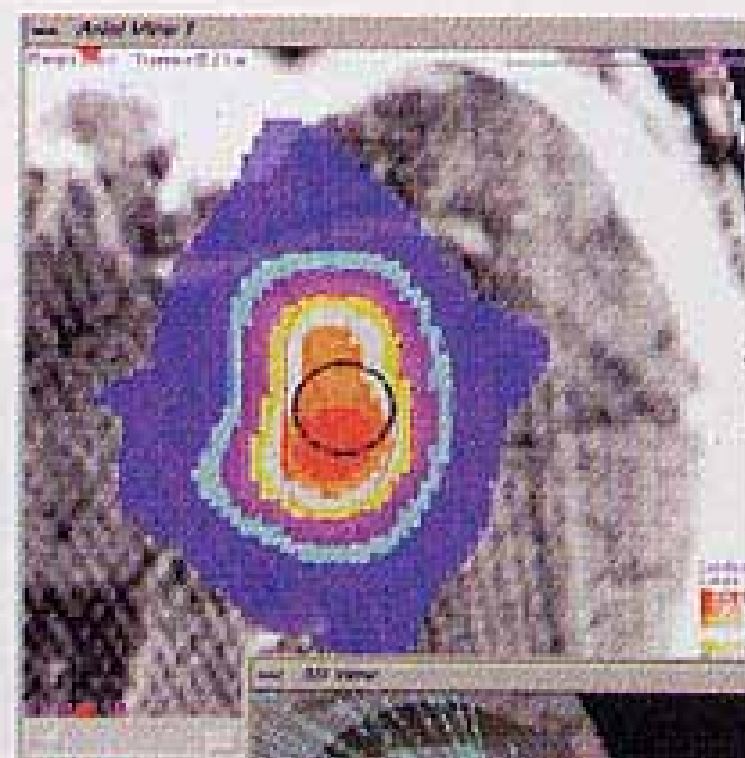
放射線照射ロボット

サイバーナイフ





小型軽量リニアックと6軸ロボットアーム
(多重重ね合わせ図)



線量分布を、病巣形状に合わせて最適化可能

