



a : CT axial view



b : CT coronal view



c : CT sagittal view



d : MR sagittal view

図3 術前膀胱浸潤が疑われた症例-1
RS 癌の女性。矢印の部分での腫瘍の膀胱浸潤が疑われた

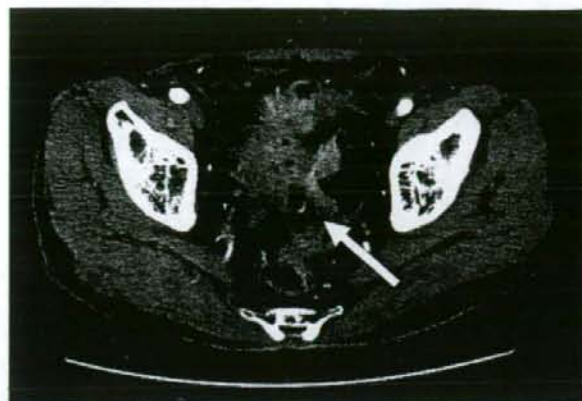
RS 癌の男性。画像上は腫瘍の膀胱浸潤は否定的であった(図4矢印)。手術中の触診にて浸潤を疑い、膀胱合併切除(回腸導管による尿路変更)を行った。病理組織検査の結果、膀胱への浸潤が認められた。

従来は、他臓器浸潤の画像診断は、MRが有用とされてきた。sagittal viewが可能であり、膀胱や子宮、周辺脂肪織との区別が可能となるからである。しかしながら、近年MD-CTが普及し、詳細な分解能が得られるばかりか、sagittalやcoronalといった任意の面での読影が可能になってきた。この結果、CTの他臓器浸潤診断能がかなり向上してきているのが現状である。なお、他臓器浸潤の場合の術式選択については、後に再発直腸癌の項でもふれる。

5. センチネルリンパ節を用いたナビゲーション

大腸癌のセンチネルリンパ節については、いくつかのデータが集積されてきているが⁶⁾、現時点では直腸癌の術式選択に影響を与え得るような確たる証拠は得られていない。基本的に中枢方向のD3郭清とD2郭清では術式に大きな差がなく、予後にも差があるかどうか不明であるからである。

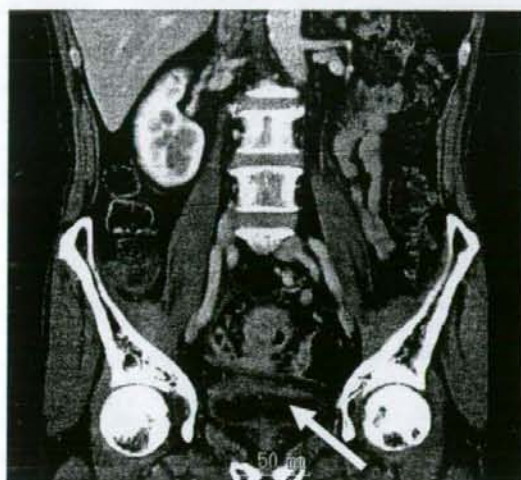
ただし、側方郭清を追加するかどうかの決定は大きな問題である。センチネルリンパ節を術中迅速病理診断することがその判断に役立つ可能性はある。すなわち、転移陽性であれば側方郭清を行うが、陰性なら省略できるという考え方である。この考え方を確立するためには、現在行われている側方郭清の意義に関する



a : CT axial view



b : CT sagittal view



c : CT coronal view

図4 術前膀胱浸潤が疑われた症例-2
RS 癌の男性。画像上は腫瘍の膀胱浸潤は否定的であった (矢印)

多施設ランダム化比較試験 (JCOG 0212) の結果を待つ必要がある。また、トレーサーとして用いる物質 (放射性物質か色素か) や標識の仕方など、今後検討すべき課題も残されている⁵⁾。

再発直腸癌の手術

直腸癌局所再発では、診断から治療法選択、術式選択に至るまで、さまざまな modality の特徴を生かしながら戦略を立てる必要がある。生命予後を向上させるのはもちろんであるが、疼痛緩和や QOL 維持も大きな問題であるため、あらゆる治療の可能性を模索すべきである。

治療法については、新しい全身化学療法、さまざまな放射線照射 (外照射、組織内照射、重粒子線など)、ラジオ波焼灼などの非侵襲的治療の成績が報告されて

きているが、いまだに切除可能なものに対しては切除がもっとも良好な成績を示している⁶⁾。

遠隔転移がないか、あっても良好にコントロールされていて、再発腫瘍の浸潤範囲が限局している場合に外科的治療の適応となる。「限局している」とは、Suzuki の分類で 1 方向または 2 方向までと考えてよい⁷⁾。直腸癌局所再発は、再々発率も低くないことから、術前の正確な浸潤範囲の見極めはきわめて重要である。一般に、前方向への浸潤 (膀胱、前立腺、子宮、膣、小腸など) の場合、浸潤臓器合併切除は比較的容易であり、拡大切除を積極的に考慮すべきであるが、側方向または後方向 (すなわち骨盤壁) への浸潤例では、慎重に手術適応を考慮すべきである。仙骨や坐骨神経の切除は QOL を著しく損なうことがあるためである。

骨盤壁への浸潤例の切除範囲は、周辺の正常臓器が骨であるため、腫瘍と正常臓器の境界を手術中の触診

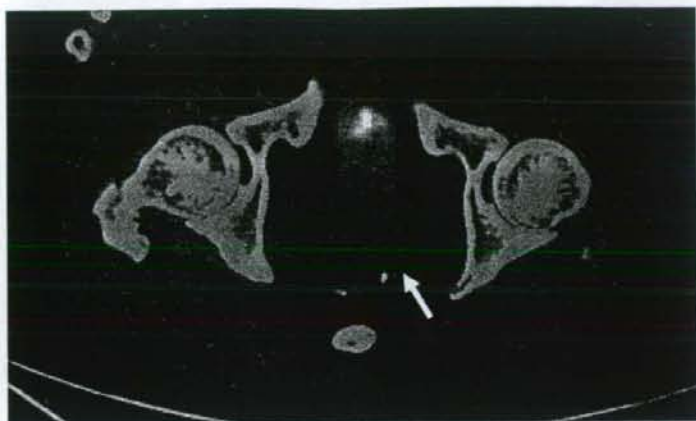


図5 PET-CTによる局所再発真陰性例
矢印の部分に腫瘍を認めたが、PET-CTではFDGの取り込みが認められない

で判断すること（触覚ナビゲーション）が困難な場合が多い。さらに、再発巣に対して放射線治療が行われている場合、組織の癒着化があり、触診に頼ることは危険である。したがって術前画像診断が大きなウェイトを占める。

局所再発は通常、自覚症状がない場合、MD-CTにてスクリーニングされることが多い。直腸癌の術後に定期的に骨盤MRIを行っている施設もあるが、「大腸癌治療ガイドライン」では「必要に応じて」となっている。MD-CTにsagittal viewを加えることで精度は増すと考えられる。近年、後述するPET-CTが普及し、大腸癌の再発スクリーニングの目的にPET-CTを用いる施設も増えてきている。しかしながら、費用が高額であり、腫瘍マーカー上昇など高リスクの患者に限って行うべきであろう。

MRIはCTに比して空間分解能は劣るが、組織分解能が高い。拡散強調画像ではとくに組織分解能が高く、腫瘍をコントラスト高く描出できる。MRIは被曝がなく、PET-CTにみられる尿路系の高信号がないため、新しい撮影技術の普及に伴い、とくにリンパ節転移の検出への貢献が期待されている⁸⁾。ただし、MRIは施設によって画像にばらつきがあり、術後サーベイランスにルーチンに組み入れるかどうかは、今後の検討課題である。

1. 再発（他臓器浸潤）直腸癌に対するさまざまな術式
再発直腸癌（または他臓器浸潤直腸癌）に対しては、その浸潤範囲に応じてさまざまな術式が考えられる。仙骨や小腸の合併切除を含む骨盤内臓全摘、通常の

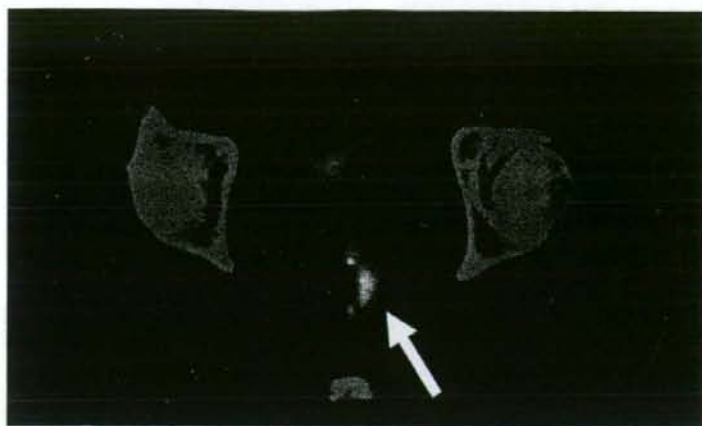
骨盤内臓全摘、前方骨盤内臓全摘（男性では膀胱、前立腺と直腸、女性では子宮、膣と直腸の摘除）、仙骨や尾骨の合併切除を含む直腸切断などがある。それぞれの術式の特徴を理解したうえで、過不足のない術式を選択すべきである。ただし、再発の場合は、初発に比して良好な剥離面が得がたく、また、すでに再発しているという悪性度の高さも考慮して、一般に拡大切除の傾向があるのはやむを得ない。

近年、新しい薬剤を含む大腸癌の化学療法が進歩しており、直腸癌の局所再発もある程度はコントロールされることが多くなった。筆者らは、QOLの低下する術式を選択する場合には、一定期間化学療法を行い、遠隔転移の有無を見極めたい（watchful waiting）、手術を行う方針をとっている。その場合でも、人工肛門、尿路変更（いわゆるダブルストマ）となる手術をできるだけ回避するよう心がけている。

2. PET-CTによる局所再発診断

FDG-PETは、大腸癌では主に再発診断のために使われている。CTとのfusion画像を用いてより正確な部位診断ができる⁹⁾¹⁰⁾。直腸癌術後局所再発疑い症例42例に対し、造影CT、FDG-PET、PET-CT合成画像の三者で診断能を比較したところ、造影CT 79%、FDG-PET 88%、PET-CT 93%であった¹⁰⁾¹¹⁾。質的診断と部位診断が同時にできる点で、PET-CTは大変優れている。とくに、直腸癌局所再発では、初回手術による影響で本来の解剖とは異なる状況となっているため、初発例よりも意義が大きい。

このように現時点では再発直腸癌の画像診断には



a: 家族性大腸腺腫症にリンパ節転移のある進行結腸癌を合併していた症例の大腸全摘術後。PET-CTで回腸直腸吻合の吻合部にFDGの強い取り込み(矢印)が認められた



b: 大腸内視鏡にて、取り込み部位は回腸パウチの盲端部分であり、発赤を伴う粘膜の炎症が認められた(矢印)

図6 PET-CTによる局所再発偽陽性例

PET-CTがもっとも優れていると考えているが、他の modality 同様、PET-CTにも偽陰性、偽陽性がある。術後早期や、穿破を伴っている場合は偽陽性(false positive)となるし、粘液成分の多い癌の場合は偽陰性となることが知られている。

図5の症例は、StageⅢ上部直腸癌術後の男性。吻合部に発生した腫瘍で、術後に比してCTフォローで経時的に増大したため、再発を疑いPET-CTを行ったが、陰性であった。内視鏡所見やMR所見、触診を総合し、吻合部に発生した粘液貯留(mucous lake)と診断した。ただし、粘液を多く含む癌の再発であることを完全には否定できないため、厳重なフォローアップを行っている。

図6の症例は家族性大腸腺腫症にStageⅢの結腸癌を合併していた男性の大腸全摘術後である。CTにて吻合部に腫瘍様陰影を認め、PET-CTでも回腸直腸吻合の吻合部にFDGの強い取り込みが認められた。吻合部再発を疑ったが、大腸内視鏡にて、取り込み部位は回腸パウチの盲端部分であり、発赤を伴う粘膜の炎症が認められたが、悪性所見はなかった。その後厳重フォローアップにて1年6カ月経過しているが、画像上も増大傾向なく、偽陽性であったと考えられた。

図7の症例はRS癌StageⅢ術後の男性。側方郭清は行っていない。フォローアップのCTにて内腸骨動脈リンパ節の腫大を指摘され、PET-CTを施行したところ、取り込みがみられた。手術を前提に、他臓器



a : PET coronal view



b : PET sagittal view



c : PET-CT coronal view



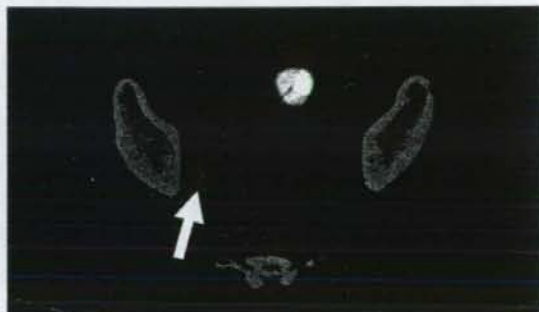
d : PET axial view



e : CT axial view



f : PET-CT axial view



g : 化学療法後のPET-CT axial view

図7 PET-CTによる局所再発真陽性例



a: PET-CTにて腔壁後方に腫瘍形成とFDGの集積を認める



b: Endoplan system®による実体モデル

図8

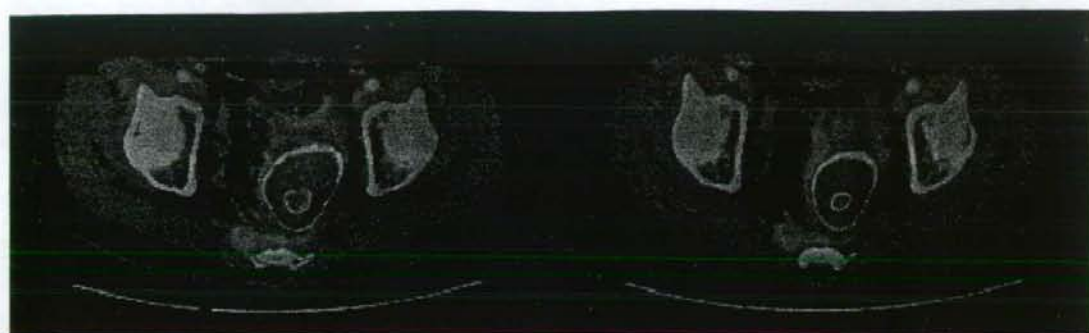
転移の有無を検索しつつ全身化学療法(mFOLFOX6)を行ったところ、腫瘍は縮小し、1年後のPET-CTでも取り込みが消失した。画像上はCRだが、再燃の可能性も高いと考え、厳重フォローアップを行っている。

3. 実物大骨盤実体モデルを用いた直腸癌局所再発手術のナビゲーション

造影CT画像から3D画像を合成し、さらにEndoplan system®のワークステーションにて情報処理することにより三次元実体モデルを作成することができる¹⁶⁾。ポリウレタンのブロックを掘削することで実

物大の骨盤腔が作成される。これは、形成外科の頭蓋骨欠損の術前シミュレーション¹⁵⁾や、口腔外科領域で利用されてきたものであり、本来骨軟部組織のモデルである。直腸癌局所再発で腫瘍が仙骨に浸潤している可能性がある場合、どのようなアプローチで仙骨合併切除を行うか、実際に術前に触知しながらシミュレーションできるため有用である。

図8の症例は、54歳女性。直腸切断術後、CEAの上昇から再発を疑われた。PET-CTにて腔壁後方に腫瘍形成とFDGの集積を認め、直腸癌局所再発と診断確定した。Endoplan system®にて実体モデルを作成し、図のようなラインで尾骨および腔壁を合併切除

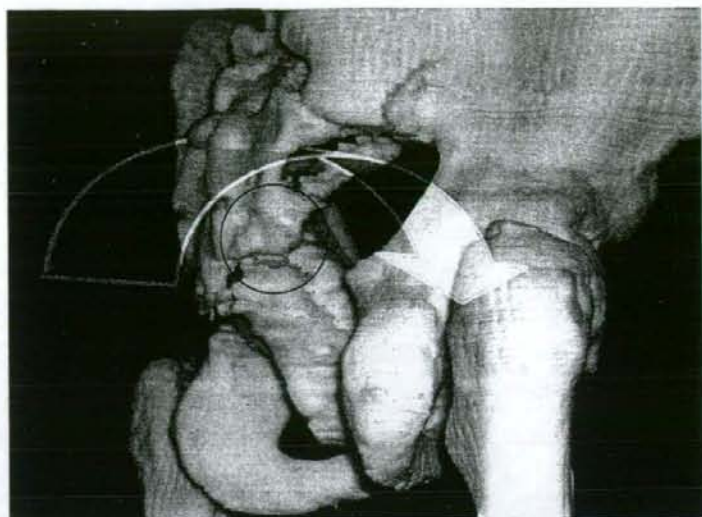


a : PET-CTにて仙骨前面右寄りに中程度のFDG集積を認める(矢印)

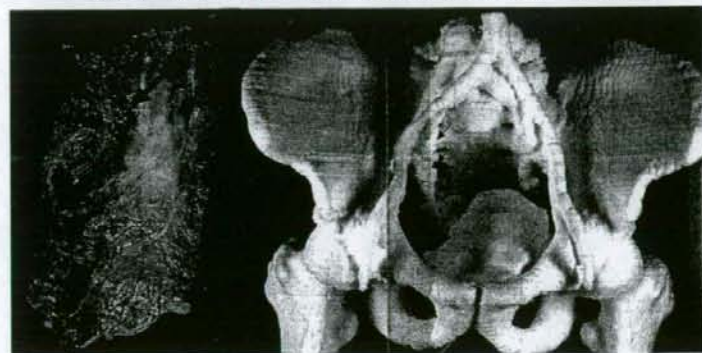


b : Endoplan system®による実体モデル。右内腸骨動脈(矢印)に腫瘍(丸で囲まれた部分)が浸潤

図9-1



c: S4以下の仙骨と内腸骨動脈合併切除を伴う骨盤内臓全摘を施行



d: 摘出標本の固定後矢状断。右内腸骨動脈(矢印)に腫瘍が浸潤

図9-2

する術式を計画，施行した。

図9の症例は，66歳男性。直腸切除術後で疼痛にて局所再発を疑われた。PET-CTでは仙骨前面右寄りに，中程度のFDG集積を伴う腫瘤陰影を認めた。Endoplan system®の実体モデルにて，右内腸骨動脈(矢印)に腫瘍(丸で囲まれた部分)が浸潤していることが明らかとなった。手術は，S4以下の仙骨と内腸骨動脈合併切除を伴う骨盤内臓全摘を計画，施行した。摘出標本を正中から約2cm右側で矢状断すると，右内腸骨動脈(矢印)への浸潤が確認された。

術式選択のためのプロセスについて

直腸癌術式選択決定のプロセスについて述べたい。適切な術前診断によって過不足のない安全な手術を行うことがもっとも大切であり，そのためには術前症例

検討会にて他臓器を専門とする外科医，内科医，放射線科医，病理医による術式検討を綿密に行う必要がある。場合によっては放射線技師や他施設の協力が必要となることもある。

こうして決定された方針に従って手術に取り組むが，前述した例のように手術中に予想に反する癌の進展に遭遇することもある。その場合は，熟練した術者の触診と，切離面の術中迅速病理診断に従って柔軟に術式を変更すべきである。

直腸癌の場合，予定していなかった人工肛門の造設を行うこともある。また，泌尿器科医や婦人科医の意見を聞くことや，手術応援を依頼することがある。少しでも可能性のある場合には，前もってこれらの科の医師に画像をみてもらっておく必要がある。回腸導管や尿管皮膚瘻など，尿路変更の可能性がある場合には本人に十分な説明をしておき，ストマサイトマーキン

ングをWOCナースとともに行っておく。

術後診断が術前診断と異なった結果となった症例では、最終病理結果が出た時点で、術前症例検討会と同メンバーにて術後症例検討会を行い、フィードバックをかける。この繰り返しによって施設の術前診断精度が上がっていくことを強調したい。

おわりに

直腸癌の画像ナビゲーションについて概説した。長年にわたって、直腸癌の手術は、熟練した外科医の触診によって術中ナビゲーションされてきたといえる。近年、腹腔鏡下手術が直腸癌に導入され、下部直腸と周囲の括約筋の解剖的理解が飛躍的に進んだ。と同時に、腹腔鏡下手術では触診による術中ナビゲーションは不可能となったため、今後さらに画像ナビゲーションが進歩するものと予想される。

一方、他臓器浸潤や局所再発症例では、本稿で述べた術前画像ナビゲーション（シミュレーション）とともに、触診による術中ナビゲーションもいまだに不可欠である。現時点では、画像ナビゲーションの分野は施設によって保有する modality と使いこなすマンパワーに差があるのは事実である。

大切なことは、症例ごとに適切な術式が安全に行われることであり、慣れない新しい画像ナビゲーションに拘泥するよりも、各施設の設備に応じた最良の術前診断、術前シミュレーションを行うことが重要であると考えられる。出発から目的地到達までの道筋が頭に入った状態で手術に臨み、道に迷ったときにナビゲーションを用いるというのが現実的であろう。

文 献

- 1) 永田浩一, 遠藤俊吾, 工藤進英: 下部消化管疾患. 日外会誌, 109: 95-100, 2008.
- 2) 三好正義, 上野秀樹, 橋口陽二郎, 望月英隆: 直腸癌の術前診断と術式選択. 外科, 69: 153-160, 2007.
- 3) 森谷宜皓: 進展様式に基づく直腸癌術式の選択と手術のコツ. 日外会誌, 106: 302-305, 2005.
- 4) Saha, S., Dan, A. G., Viehl, C. T., Zuber, M. and Wise, D.: Sentinel lymph node mapping in colon and

- rectal cancer: Its impact on staging, limitations, and pitfalls. *Cancer Treat. Res.*, 127: 105-122, 2005.
- 5) 板橋道朗, 吉田孝太郎, 亀岡信悟: 大腸癌, 癌と化学療法, 32: 557-560, 2005.
 - 6) 関本貢嗣, 山本浩文, 池田正孝, 野村昌哉, 竹政伊知朗, 門田守人: 局所再発の診断と治療法の選択. *消化器外科*, 30: 1377-1388, 2007.
 - 7) Suzuki, K., Gunderson, L. L., Devine, R. M., Weaver, A. L., Dozois, R. R., Ilstrup, D. M., Martenson, J. A. and O'Connell, M. J.: Intraoperative irradiation after palliative surgery for locally recurrent rectal cancer. *Cancer*, 75: 939-952, 1995.
 - 8) 松本充: 大腸癌に対する三次元CT, MRI: 診断から手術支援へ. 別冊医学のあゆみ「消化器疾患 state of arts I 消化管(食道・胃・腸) Ver. 3」, 2006, p. 259-264.
 - 9) 竹政伊知朗, 池田正孝, 山本浩文, 関本貢嗣, 門田守人: 直腸癌の進展範囲: 術前診断. *外科*, 67: 1145-1151, 2005.
 - 10) 小西健, 竹政伊知朗, 野村昌哉, 池田正孝, 山本浩文, 関本貢嗣, 濱田星紀, 門田守人: PET画像による大腸癌の術前評価と術式決定に及ぼす影響. *日消外会誌*, 40: 1207, 2007.
 - 11) Fukunaga, H., Sekimoto, M., Tatsumi, M., Ikenaga, M., Ohue, M., Seshimo, I., Higuchi, I., Takayama, O., Yasui, M., Ikeda, M., Yamamoto, H. and Monden, M.: Clinical relevance of fusion images using ^{18}F -2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography in local recurrence of rectal cancer. *Int. J. Oncol.*, 20: 691-695, 2002.
 - 12) Fukunaga, H., Sekimoto, M., Ikeda, M., Higuchi, I., Yasui, M., Seshimo, I., Takayama, O., Yamamoto, H., Ohue, M., Tatsumi, M., Hatazawa, J., Ikenaga, M., Nishimura, T. and Monden, M.: Fusion image of positron emission tomography and computed tomography for the diagnosis of local recurrence of rectal cancer. *Ann. Surg. Oncol.*, 12: 561-569, 2005.
 - 13) Terai, H., Shimahara, M., Sakinaka, Y. and Tajima, S.: Accuracy of integration of dental casts in three-dimensional models. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 57: 662-665, discussion 666, 1999.
 - 14) Karcher, H.: Three-dimensional craniofacial surgery: Transfer from a three-dimensional model (Endoplan) to clinical surgery: A new technique (Graz). *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 20: 125-131, 1992.
 - 15) 中西雄二, 中島龍夫, 吉村陽子, 西山智広: 骨・軟部組織を統合した実物大立体モデルの作製と手術シミュレーションへの応用. *MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY*, 13: 165-169, 1995.