



CTでスキャンした鯨 (あじ)

編集後記

安倍首相が掲げる「美しい国、日本」は就任以来汚され続けております。高校の未履修問題・次々汚職で逮捕される県知事・毎日報道される傷害殺人事件など枚挙に暇がありません。明らかにこの国は崩れてしまったように見えます。職務に対する責任感・使命感は影を潜め金儲けのみを至上の価値とする拝金主義が国中に広がったように見えます。

医療界においての今年のキーワードは「立ち去り型サボタージュ」です。医療提供者としての使命を尊び、献身的な努力を続ける多くの医師が過度の批判を浴び、身体拘束の無い医師が業務上過失致死で逮捕される様では確かに過重労働から身を引きたくなるのは当然な事ではと思います。又、国は医療費削減を第一目標にしている政策の連続です。水俣病・薬害AIDS・アスベスト汚染等、諸問題では国民の健康より経済の振興を優先し、医療上の必要を経済的利益に譲ってしまったとしか思えない有様でした。ハンセン病に至っては私の医学生時代(約30年前)には既に特效薬が有り隔離の必要が無いことは周知の事実でした。然るべき権限を持つ誰かが決断し、禁止措置を執ってれば事情は随分違っていったと思います。

勇気を持って使命を忠実に遂行していく事が、拝金主義のもとでは一層難しくなりこの国は一体この先どうなるのでしょうか。個々人の意思の持ちようと、それを行動に移す勇気が将来を決定するでしょう。希望を捨てずに過ごして行きたいと考えますが読者の皆様はいかがでしょうか?

JRC:広報委員/本田 憲業



監修 社団法人 日本医学放射線学会
<http://www.radiology.or.jp/public.html>
発行 有限責任中間法人 日本ラジオロジー協会
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-8
王子不動産神田ビル7F
TEL03-3518-6111/FAX03-3518-6139
<http://www.j-rc.org/>
発行日 平成19年2月25日
第5巻第1号通巻8号

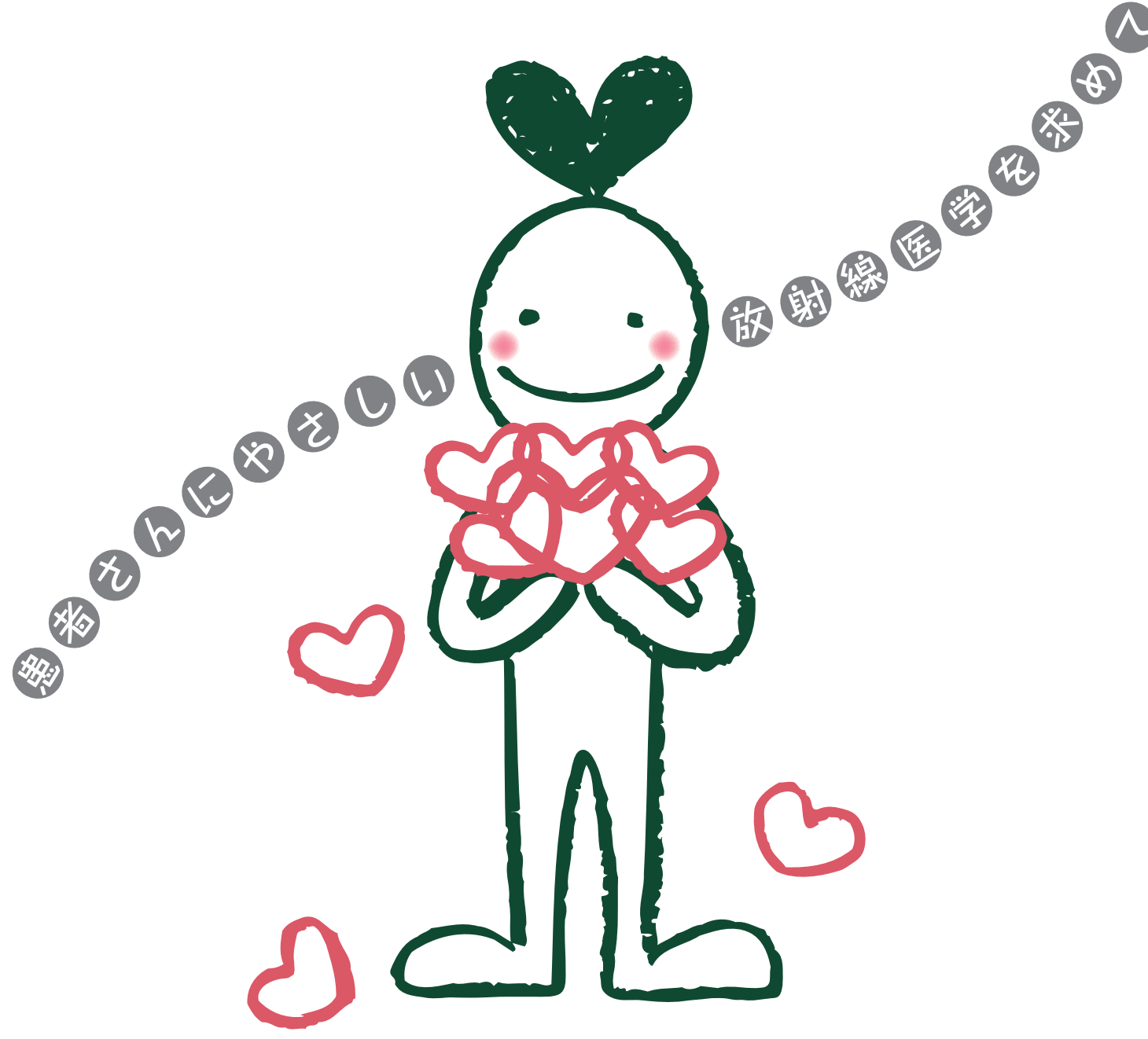
放射線医療と患者さんをつなぐ広報誌

ラジオロジー

NO.8 2007年

目次

- 特集●マルチスライスCTによる心臓の画像診断：
冠動脈の狭窄がCTでみえる……………1
愛媛大学医学部放射線医学教室教授 望月 輝一
- 世界の街角から●米大リーグ観戦……………3
名古屋大学 名誉教授 石垣 武男
- My Hobby●日本と地球の未来についてのお話……………4
大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻 松本 政雄
- 放射線医療●三次元画像の作り方……………5
東京大学医学部附属病院 井野 賢司



<ラジオロジー>とは…
ラジオロジーは体の中を切らずに、見ます。レントゲン写真からはじまり、ここまで来ました。
ラジオロジー (Radiology) とは放射線科学のことです。

日本ラジオロジー協会

[特集]

マルチスライスCTによる心臓の画像診断：
冠動脈の狭窄がCTでみえる

愛媛大学医学部放射線医学教室教授
望月 輝一 (もちづき てるひと)

心臓に栄養を送る冠動脈と狭心症、心筋梗塞

心臓は自らの中に血液を沢山プールしているが、心筋はその血液から酸素やエネルギーを受け取ることは出来ず、大動脈から分岐する冠動脈(図1)によって血流を受けて、その役割を担っている。即ち、冠動脈は心筋が生きて機能していく上で必要な酸素とエネルギー(脂肪酸、ブドウ糖)を供給している。この冠動脈に狭窄や閉塞ができ、血流障害が起こるのが「狭心症」や「心筋梗塞」といった病気(冠動脈疾患)である。近年、食事の過剰摂取、運動不足、喫煙、ストレス、高血圧といった冠動脈疾患のリスクが増加している。冠動脈疾患が疑われた場合には、「冠動脈の狭窄を評価する」ことが必要となる。CTやMRIで冠動脈のイメージングが出来るようになる以前は、「冠動脈の狭窄を見る」ためには、足の付け根、あるいは腕の動脈を穿刺してカテーテル(管)を冠動脈に入れて直接造影剤を注入する、「冠動脈造影=心臓カテーテル検査=心カテ」をしなければならな

った。あるいは心筋血流を評価する心筋血流シンチ(ラジオアイソトープ検査)で心筋の血流を評価して、冠動脈狭窄・閉塞の有無を間接的に診断しなければならなかった。

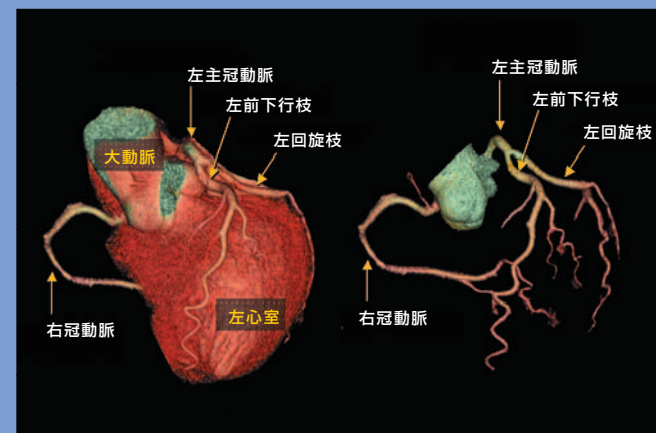
しかし、CTやMRIなどの画像診断機器の発展はめざましく、様々な臓器で病気やその原因(病態)が画像で捉えられるようになってきた。冠動脈のイメージングもその一つである。

CTの発展と冠動脈CTアンギオグラフィ

CTは1998年に被検者の頭足方向に複数の検出器を持ち、1回転で複数イメージの撮像が可能なマルチスライスCT(MDCT)が登場し、それ以来スライス枚数(=検出器数)が4, 8, 16, 32, 40, 64と急速に増加し、短時間でより沢山の薄切り(0.5~0.75mm)データが得られるようになった。

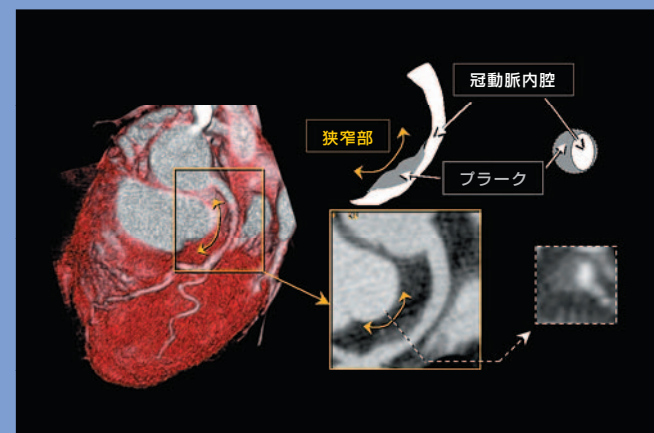
一方、X線管球・検出器ユニット(=ガントリー)の回転スピードも1秒/回転から0.33~0.40秒/回転へと著明な改善が図られた。即ち、カメラのシャッタースピードに当たる1スライスを撮像するデータ収集時間が短くなり、比較的心臓の動きが少ない心時相^{注)}(=拡張期)

図1：64列マルチスライスCTによる冠動脈CTアンギオグラフィ



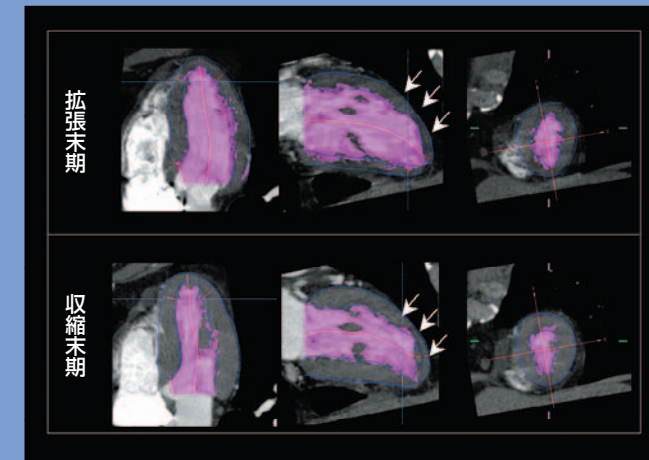
正常例：心臓に栄養を送る冠動脈が鮮明に描出されている。左は心臓の全体画像。右は冠動脈のみを抽出した画像。(冠動脈のイメージング：3次元画像)(拡張期相)

図2：30代男性、急性心筋梗塞症例。



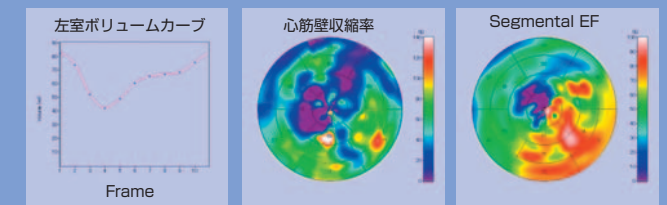
カテーテルによる冠動脈再開通成功2日目後：一度詰まった冠動脈がやや細いながら再開通している。16列マルチスライスCTによる冠動脈のイメージング：左は3次元画像、右は左冠動脈の長軸断面像と短軸=輪切り断面像(拡張期相)左冠動脈、前下行枝に狭窄が残っているため、冠動脈内腔が少し細く見える(矢印)。狭窄部位の断面像では、狭窄の原因である冠動脈壁のプラーク(コレステロール等のかたまり)が見える(冠動脈内腔が造影剤で白く見えているのに対し、プラークは造影されないため灰色に見えている)。冠動脈の輪切り断面では断面積当たりでの程度狭窄しているのがよくわかる。

図3：図2と同一症例の拡張期像と収縮期像。



冠動脈のイメージング用のデータを用いて、心機能を評価することが出来る。心筋梗塞部位は、左心室よりの心筋が黒く、造影剤が十分に心筋に行き渡っていない状態を表している(→)。同部位は拡張期(上段)と収縮期(下段)を比べると心筋の厚みがましておらず、また、左心室内腔も動きが悪い様子がわかる。これらの断面のイメージは実際には動画で観測することが出来る。

図4：図2、3と同一症例の心機能評価。



左は1心拍における心臓の内腔(容量)の変化を表す左室ボリュームカーブ(縦軸が容量ml、横軸が1心周期)。中央は心筋がどれだけ収縮したかを表す心筋壁収縮率のブルズアイマップ(一枚の同心円マップにて、左心室全体の局所心機能を表すことが出来る。中心部よりが心尖部、外側が心基部に相当する。心筋の前壁がブルーで心筋梗塞部位である前壁の心筋の収縮が悪いことを表している)。右が局所左室壁運動ブルズアイ表示(同じく心筋梗塞部位である前壁の左心室内腔の動きが悪いことを表している)。

ではほとんどブレのない冠動脈のイメージが得られるようになった。CTによる冠動脈造影(冠動脈CTアンギオグラフィ)は腹部などの造影CTと同様に、通常は腕の静脈から造影剤を注入し、検査後にはすぐに動けるし止血も出来る。勿論外来で行える検査法であり、急速に臨床の現場に導入されつつある。

動脈穿刺を必要とする心カテをしなくても、16列マルチスライスCTでは約20秒、最新の64列のマルチスライスCTでは5~10秒の息止め造影CTでこれだけの画像で冠動脈の狭窄が診断できるようになった。図2は心臓の拡張期の画像で0.6mm厚の約200枚(頭足方向に12cm)を基に冠動脈の3次元画像および冠動脈の長軸(縦切り)・短軸(輪切り)に再構成した画像である。

最新の64列のマルチスライスCTで冠動脈CTアンギオグラフィを行った場合、診断可能な画像が得られる確率は90%以上であり、冠動脈狭窄の評価に対する成績はおよそ、感度80-90%、特異度95%以上、陽性的中率75~90%、陰性適中率98%程度である。この数字はCTで、「狭窄あり」と診断した場合、高い確率で本当に狭窄があり、「狭窄なし」と診断された場合極めて高い確率で狭窄がない、ということを示している。

冠動脈以外にもいろいろ判る

冠動脈CTアンギオグラフィと同じデータを用いて(即ちもう一度撮影する必要なし)、拡張期のみではなく例えば1心拍に対して10心時相の画像のセットを再構成して、好きな断面や3次元の画像で、心臓が拍動する動画を作製することも出来る。心臓軸断面での動画では心室内腔の動きだけではなくその基である心筋の収縮も観察できる(図3、4)。また、心筋梗塞では血流遮断により、梗塞部位の心筋の染まりが悪い様子もわかる。また、弁の様子も評価可能となってきた。

まとめ

心臓カテーテル検査をしなくても、マルチスライスCTを用いて冠動脈のイメージングが出来るようになり、心臓に栄養を送る冠動脈の狭窄が比較的簡便に、精度良く診断できるようになった。

注)：心時相とは心臓の拍動は、一番拡張した状態の拡張末期から、収縮早期、収縮中期、一番収縮した状態の収縮末期、拡張早期、拡張中期、次の拡張末期へと周期運動をしている。心時相とは、その周期運動の時期(タイミング)のこと。

世界の街角から

米大リーグ観戦

名古屋大学 名誉教授
石垣 武男

9月に留学中の息子をたずねて家族でボストンを訪れた。日本はまだ残暑が厳しい日が続いていたがこちらはずっと涼しい。中日ドラゴンズがセリーグ優勝に向けて秒読み態勢に入ったところである。最近でこそ米大リーグの放映は日本でも普通のことのようにであるが実際に観戦するのは初めてである。

このフェンウェイパーク球場は1901年に建てられ歴史的にも古い。球場外にはレストラン、コーヒーショップ、土産物屋が立ち並ぶストリートがある。入場券は日本のように球場入り口でチェックせずこのストリートの入り口で見せる。人でごった返している(図1)。レッドソックスがワールドシリーズを制した記念のフラッグがずらりと垂れている(図2)。ボストンレッドソックスのユニフォームを着た日本人もいる(図3)。



図1



図2

色々なパフォーマンスも繰り広げられ、ここを歩いているだけでも試合前の興奮が伝わってくる。今日はシカゴホワイトソックスとの対戦。レッドソックスがプレーオフの番外切符の権利を獲得できるかどうかの瀬戸際なので超満員。我々は一塁側内野席。一番後ろの席なので



図3

選手の顔は双眼鏡で見ないと良く分からない。試合は途中まで投手戦。見ている方はあまり面白くない。ホワイトソックスの井口選手が2本ヒットを打つものの得点には結びつかない。淡々と試合が経過したが6回から動きがあった。レッドソックスの選手がホームランを打つ。近くでビールを飲みながら大声で応援していた男性が踊りだす(図4)。



図4

我々の後ろの立見席で応援している若い女性軍団が「レッツゴー!レッツゴー!」と黄色い声援を送る。日本のようにカネ・太鼓はないものの熱狂的な応援である。ホワイトソックスの選手も負けじとホームランを打つ。前に座っていた紳士が突然立ち上がり「ブラボー!」と拍手をする。日本のように一塁側と三塁側で観客が敵味方と分かれているわけではないとのこと。

試合は一点を争うゲーム。延長戦に突入した10回裏にレッドソックスの4番バッターがサヨナラホームランを打って3対2で幕切れ。しばらくは球場内は拍手の渦と化する(図5)。野球は国技というだけあって抜群の人気である。松坂投手が入団したので日本でもレッドソックスの人気が出るであろう。



図5

My Hobby

日本と地球の未来についてのお話

大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻
松本 政雄

私は、これからの日本や地球の未来に何が起るのかについて、非常に関心があり、このことについて書かれた書籍を読むことが現在の趣味となっている。

地球温暖化について

現在、日本及び地球全体では異常気象が年々ひどくなって来ている。これは、われわれ人類の生活や生産活動などで発生する「二酸化炭素の増加による温室効果」が原因の地球温暖化のためと世間一般では言われている。この二酸化炭素の排出を抑制するための京都議定書に、世界一の二酸化炭素の排出国であるアメリカが参加せず、現在でも世界中で採めている。しかし、すでに、南太平洋諸島の国々では、海水位が年々上昇してきており、国土の島々が沈没寸前の事態に陥り、悲痛な叫びをあげている。これは、ほんとうに「二酸化炭素の増加による温室効果」が原因の地球温暖化のためであろうか?

私が最近、読んだ本(渡邊延朗著の「奇跡の日 人類、地球そしてフォトン・ベルト」やエハン・デラウィ著の「フォトン・ベルトの真相」など)によると、わが太陽系が1万1000年ぶりに銀河系に存在する未知のエネルギー地帯であるフォトン・ベルトに突入しつつあるために、そのエネルギーの影響を受けて、太陽が異常な活性化状態になり、太陽から地球に放射されるエネルギーがこれまでの1000倍以上と大きくなったために、地球でも異常気象が発生しており、この影響は地球以外の太陽系の他の惑星でも異常気象としてNASAによって確認されていると述べられている。このことから、地球温暖化の原因は一般にいわれている「二酸化炭素の増加による温室効果」のためではないかもしれない。また、フォトン・ベルトに地球が完全に突入するのは、2012年12月22日であると予想されていて、これを通過するのに2000年かかるといわれている。

それでは、現在からさかのぼって1万3000年前の前回、フォトン・ベルトに突入した時に地球では何が起こったのであろうか?

伝説によると火山の爆発や大地震などの地球の地殻変動が起こって、アトランティス大陸やムー大陸が海中に没し、高度に栄えていた両文明が滅亡したとプラトン著の「ティマイオス」、「クリティアス」やジェームズ・チャー



チワード著の「失われたムー大陸」などが伝えている。それゆえ、このような火山の爆発や大地震などの地球の地殻変動の前に、地球温暖化などの異常気象がその当ても発生していたかも知れない。そうすると、これから2012年12月22日までに、今回も同様な火山の爆発や大地震などによる大陸の海没などといった地球の地殻変動が、近未来の日本や地球のあちこちで起こってくるかもしれない。

これからの日本の使命

現在、地球がこのような状態にあるのは、地球および地球上の人類文明(西洋文明)が危機的転換期を迎えているためであるとも思われる。これを乗り越えるための新しい文明がこの日本で芽生えてきており、これからの新(真)文明を日本が世界に向けて発信していく使命を帯びているものと思われる。その文明は宇宙に開かれた地球文明であり、その思想的背景は、レムリア・ルネッサンス編の「スピリチュアルメッセージシリーズ」で展開されている、人間や宇宙を含めたすべての自然に対する「愛」を中心としたものであり、科学・技術的背景は、船井幸雄著の「本物時代が幕をあげた」や佐藤亮拿著の「フォトン・ベルト襲来!」に解説されている現在の資本主義的科学・技術ではなく、自然に対する「愛」を中心とした本物の科学や技術を活かす文明であると思われる。

これらの著書による「これからの日本や地球の未来についてのお話」に関心を寄せながら、自分の生活設計を考えていきたいと思っている今日この頃である。



IT化の進む現代社会において三次元画像は、3次元コンピュータグラフィックス（3DCG）として、CAD（Computer Aided Design）やアニメーション映画などの製作に広く利用されています。過去には、近未来の技術としてSF小説の中や、その映画などで登場し360度どの方向から見ても、そこに物体が存在している様に見える技術として紹介されていたと思います。これは、人間の視野の差を利用して擬似的に立体的に見える方法として応用され、一部の映画やTVなどで専用メガネをかけて立体的に見る方法でも広く知られています。

現在では、一般的に空間や立体などの3次元情報を、PC（パソコン）の画面に投影し描画された画像や映像が多用されています。実際には、空間上の点をつなぐ線や面を数値で計算を行い物体の位置や形状を決定して、三次元的に描画する手法が一般的です。その際、視点方位、光源方位に応じて変化する素材特有の質感などを考慮して描画することにより手に取るような現実味を帯びた質感表現が行なえます。また、パソコンの性能向上により、物体を構成する頂点を移動させて連続的に画像を生成することにより、空間上を移動・変形する映像を作成することもできます。

これを連続的に表示すれば仮想空間を構築・表現することができるため、一般的に工業製品モデルなどを立体的に描画しモデリングなどを用途や、PCゲーム、映画やアニメなどハリウッドの映画産業などにも広く利用されています。これらの空間や物体などを三次元画像で表現する3DCG技術は医用分野でも大きく発展しており、マルチスライスCT（図.1）やMRIをはじめとする様々な医用画像の処理で応用されています。今回は、三次元画像が頻繁に作成されるCTにおける三次元画像をご紹介します。

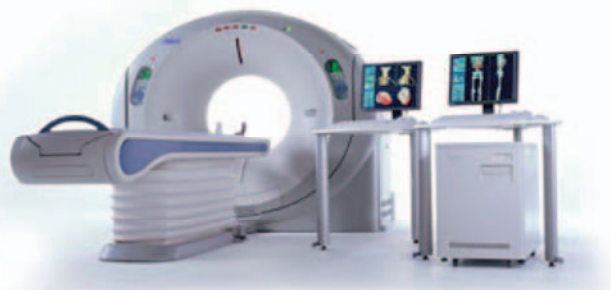


図.1：64列マルチスライスCT

CTの原理と技術革新

X線技術とCTの歴史は、1895年レントゲンによりX線が発見されました。診断に有効なCTはイギリスのEMI社中央研究所のG.Hounsfield氏によって、1970年代に頭部用CTが開発されました。CT撮像は、X線管球と検出器が人体の各断面を回転走査し得られたデータをもとにコンピュータを用いて再構成して画像化を行います。CTのスキャン方式は、第1世代から順次改良され第4世代まで発展し現在も開発は進んでいます。

マルチスライスCTの登場

マルチスライスCTは、寝台を一定速度で動かしながら、X線管球と検出器を回転させ続けるヘリカル撮影方式と、検出器自体をスライス方向にも複数並べた多列検出器の併用により実用化されています。これにより、1回の回転でより広範囲の撮影が行えるヘリカル方式と、1回でより多くの断面が得られるマルチスライスとの両方の利点を活用出来るため、詳細画像が必要な三次元画像作成の臨床ではマルチスライスCTが多くの施設で設置されています。

このX線CTの技術革新はめざましく、高速スキャンとマルチスライス検出器を組み合わせたマルチスライスヘリカルCTの開発によって、人体を高速に広範囲かつ高解像度で撮影し全ての断面で鮮明な三次元画像を取得することができます。

三次元画像の種類

三次元画像を再構築する場合は、通常の画像では体軸方向の解像度が不足するため、目的に応じて適宜に体軸方向に薄い断面像を取得し、解像度の高い断面を積み重ねたひとまとまりのデータを使用して三次元画像作成を行います。これにより必要な詳細情報を得ることができます。

三次元画像の画像表示の種類としては、MPR（多断面再生像）（図.2-a）、MIP（最大値撮影法）（図.2-b）、MinIP（最小値撮影法）（図.2-c）、仮想内視鏡法、SR（表面表示法）（図.2-d）、VR（体積表示法）（図.2-e）などが代表的な表示方法として知られています。三次元画像の画像表示はソフトウェアにより様々あり、これらの三次元画像の表示方法を必要な臨床情報に合わせ使用することになります。

病院における三次元画像作成への取り組み

最近では64列同時収集可能なマルチスライスCTも臨床の現場で使用され、再構成画像数は数百枚～数千枚を超える場合も日常茶飯事になっています。

高解像度の画像を得ることが、一般的に可能となり検査内容と適用範囲が拡大しました。特に三次元画像解析への期待が高くなり、各臨床科からの要望が多くなっています。

膨大な画像を3Dワークステーションなどで適切に三次元画像解析処理を行い提供する為に、東京大学医学部附属病院 放射線部では2003年よりイメージラボ部門（画像解析・画像処理部門）を設置し三次元画像解析処

図.2：腹部大動脈瘤 各種三次元画像表示方法例



図.2-a：MPR

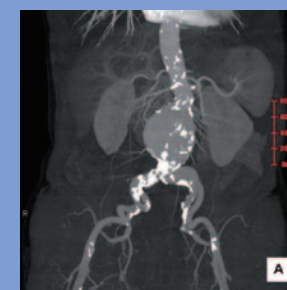


図.2-b：MIP

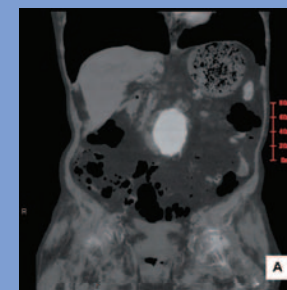


図.2-c：MinIP



図.2-d：SR

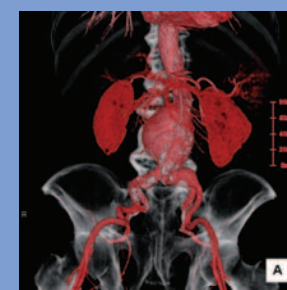
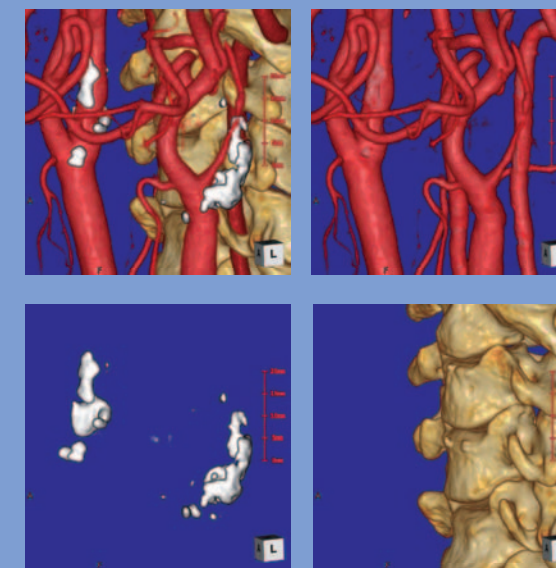


図.2-e：VR

図.3：頸動脈狭窄症例の3DCTA



頸動脈と石灰化および頸椎をパーツ毎に作成し色分けした例。

理を専門業務として行っています。

マルチスライスCTによる三次元画像の有用性としては、低侵襲的に任意方向の断層画像が可能であること、各種臓器／パーツ毎の三次元画像表示（図.3）により病変部位をわかりやすく表示することが出来ることなどです。

最後に

三次元画像を作成するために十分な性能を持ったマルチスライスCTの普及により、扱ふべきデータの量は著しく増大してきております。膨大なデータの中から必要な情報を短時間に得られる三次元画像は、「一目瞭然」の効果を発揮することが広く認知されています。一方で、画像を作成する過程において元データの修飾と作成者の主観に大きな影響を受ける問題点があります。

医用三次元画像とは、単純な人体の輪切りである従来のCT断層像（元画像）と比較して直感的で概観性が高く、万人に受け入れられやすい特長は極めて重要であると考えられています。また、VR画像やMPR画像を使用した三次元画像は、術前の手術計画・術中ナビゲーション・各臨床科とのカンファレンスや多くの診察にも使用されています。詳細に理解しやすい画像を患者様へ提供することを目標としています。