

連載

真夏の夢 —あらまほしき画像診断—

佐久間 貞行

画像の表示法について —二次元から四次元へ—

時・空間の捉え方は思考や実験の領域によって多様で、 n 次元で考えることが妥当と思われるが、単純に空間を3軸、時間を1軸とすると4次元とすることもできる。複雑系である生体现象についても次元の捉え方は考え方によって多様であるが、ここでは単純に1軸の時間、3軸の空間と捉え、4次元で考えることにする。

現行の画像診断は生体现象を身体内部の構造と機能を画像（内景）として診ている。画像診断は、この4次元の内景を時間を固定して平面に投影した2次元（平面）像として診るX線単純撮影像（平面静止画像）からはじまった。X線立体撮影は両眼視機能により、2枚の平面（2次元）画像から視覚的に3次元化して立体感覚（空間静止画像）が得られる。一方で映画などのように時間的に連続撮影された画像は、平面画像ではあるが時間軸が加わっているので次元としては3次元の画像（平面動画像）である。さらにX線透視像や、その発展であるTV画像などは実時間の3次元画像といえる。このTV画像を両眼で立体視すると時・空間の4次元（空間動画像）となる。前回述べた立体的に観察できるTV画像は立体（3-D）TV画像(3-D TV imaging)であるが、4次元（4-D）表示(4-D display)とも呼称することとおきたい。一方断面を積み上げて塑像的3次元の原体像を作ると、体表をはじめ各臓器の輪郭を抽出することで各臓器の表面の画像が得られる。表面画像はほぼ身体或いは摘出したそれぞれの臓器を眼で視た像に似る。表面画像と内景、形態画像と機能画像などの相互の関係を知るには、剖検のように診たい部位の切断面の画像を得るか、仮想現実様に表面画像と内景の重複画像を動いた状態で立体視しなければならず通常の視認の域を超えるもので、かえって実態を認識しがたいこともある。 n 次元の表示法の工夫、さらにはフラクタル次元の表示法が必要になってきたようである。

画像の表示能について ー臓器か、組織か、細胞かー

画像診断の対象が臓器なのか、臓器の一部である組織なのか、さらに微細な細胞なのか、細胞内構造なのか、あるいは病変の大きさがどの程度の広がりなのかによって適用できる画像診断法が変わる。しかし現行の画像診断技術では、空間分解能と時間分解能には限界がある。空間分解能には距離分解能とコントラスト分解能が含まれる。

造影撮影を含む普通のX線撮影では、微小焦点を用いた拡大撮影によって空間分解能の向上を求めてきた。50 μm の焦点ならば4~8倍の拡大で、線吸収の大きなテストチャートのみで散乱体のない場合には25 μm 程度、線吸収の低いものや散乱体の在る場合でも100~200 μm 程度を解像する。幾何学的な拡大や散乱体、微小焦点による出力の低下を補う高電圧によって損なわれるコントラストについては、線量を増すか、画像処理で僅かながら補正できる。拡大撮影によって読影範囲の拡大が期待できる臓器や組織は、ルーペで観察できる程度の肺ならば肺胞レベル、胃ならば胃小区レベル、腸管ならば絨毛レベル、血管ならば細小動脈レベルの変化である。したがって有用な領域や疾病が限られる。現在汎用されているのは頭部、膝などの血管造影検査など微細血管の読みが必要な部位にしばられてきている。

X線吸収係数の分布図であるX線CTの距離分解能はほぼピクセルサイズで決まり1mm程度であり良いとは言えない。しかし組織の判別はMRI（磁気共鳴画像）には及ばないまでも、組織のX線吸収にほぼ近い表示画像であるためコントラスト分解能がよい。肺の精密診断には欠くことのできない検査法であり、とくに治癒可能な微小肺癌の検診を行おうとすればX線CTによる検査が必要である。ヘリカルスキャン、画像処理による精度と処理能力の向上はCTによる集検を可能にしている。実行することが必要である。プロトンの分子構成をふまえた分布図であるMRIは、撮像方法や条件により画像が変化するので検査にあたっては選択を誤らぬようにしなければならない。時間分解能も良いとはいえない。しかし組織、病変の弁別能が殆ど全ての領域で優れ、血管などの流体の描出もできて、CTにくらべ臨床的な応用範囲も広い。臓器、組織の形態の描出については今後とも主力であり続けるであろう。診断精度の向上を伴うような高分解能化への工夫がのぞまれるが、そのためにはさらに高い磁場強度、体内への検出機の挿入など被検者への侵襲性が高くなる事が予想さ

れるので、解決には多くの問題を抱え、時間を要するであろう。

弾性率の分布図である超音波検査は現在のところ装置も操作も簡便な画像診断法といえよう。進歩するとともに装置は単純化の方向をとらず、高機能、多機能と複雑化の方向へと進んだ。しかし簡便性は捨てるべきではない。とくに在宅医療の普及に伴い、分解能に限界があってもこの利便性が必要で重要であろう。もともと超音波は空間分解能、時間分解能ともにそれほどよいものではない。高度な装置では超音波顕微鏡なみの分解能がほしいところである。

いずれにしても現在の画像診断よりももっと微細な構造の描出には、ミクロの決死隊ばりにセンサーかあるいはソースをマイクロマシンに組み込めるようになりつつあるように思っている。

構造と機能 —マルチセンシングの世界へ—

MR Iは機能面でも幾つかの有用な情報を得ることができる。この機能を形態と一体化して画像にできることには意義がある。診断域の拡張にとどまらず治療方針の決定にも影響するだけの情報を提供する。運動機能については動きも記録して表示できる。東芝アメリカの低磁場装置はほぼ実時間約1秒の遅れで運動する態がみられるので、臥位—立位の転換ができるようになればスポーツ医学、リハビリテーション医学領域でとくに有用であろう。生理機能についても情報は皆無ではない。横紋筋の種類と量、筋内脂肪の量と分布などが判るので筋力、適応性のある運動の種類判定などが可能である。

核医学検査は可視化できる代謝機能検査としては有用性が高い。問題は空間分解能のよくないことである。PET（陽電子放出核種CT）のように色々な代謝機能は判るが部位のよく判らない機能分布画像を、あらかじめ付した目印をもとに構造の画像であるMR I、X線CTと組み合わせることで診断精度を向上させている。しかし細胞のレベルまでは読めないで、ときに十分な情報とならないこともある。マイクロマシンの応用などなんらかの工夫が必要である。またDNA異常を可視情報として確認することはこれからの遺伝子治療のためにも必要である。

究極の画像診断 —診断から治療へ—

診断をすることの意義は治療を効果的に行うことにある。診断はしたけれども治療方針の変更にまでは至らない、あるいはQOLの向上に影響がない検査

は行うべきではないとの方向にむいている。

侵襲性のやや高い血管造影は、一部の検査を除き血管内治療を前提として行うことが殆どである。

標的DNAが描出できるようになれば、癌細胞に特異的な放射線増感因子をくみこみ、転移の範囲を確認のうえ少量広範囲照射するなどの新しい遺伝子治療の工夫もできよう。

(名古屋大学名誉教授・テルモ研究開発センター長)