

人々の健康生活を支える医用画像診断装置

Latest Medical Imaging Systems Supporting People's Health

橋本 敬介

■ HASHIMOTO Keisuke

渡邊 尚史

■ WATANABE Naofumi

金澤 仁

■ KANAZAWA Hitoshi

がんや心臓病をはじめとする生活習慣病は、死亡原因の上位を占める病気で、年々増加している。これらの病気を患っても、初期の段階で発見して治療することで快適な暮らしが続けられる。医用画像診断装置は、小さな病変も明瞭(めいりょう)に三次元画像として映し出すことで、病気の早期発見に大いに役だっている。最近では、臓器の三次元画像は診断だけでなく、治療の方針決定や手術シミュレーション、患者やその家族への治療方針の説明などにも利用されており、様々なシーンで人々の健康生活を支えている。

Lifestyle diseases such as cancer and cardiac disease are leading causes of death and their incidence is increasing. Even if one suffers from such a disease, however, a high quality of life can be maintained by early detection and treatment of the condition. Medical imaging systems are extremely useful for early detection of disease. Three-dimensional images generated by medical imaging systems are utilized for decision making and procedure simulation in treatment as well as informed consent by patients and their family members, providing a better understanding of disease. Medical imaging systems thus support people's health in a variety of settings.

1 まえがき

ストレスの多い現代社会では、食習慣の変化、運動不足、喫煙や飲酒などの健康阻害要因も加わって、健康を維持することは容易ではない。がん、心臓病、脳卒中などの生活習慣病は、死亡原因の上位を占める病気で、年々増加している。しかし、これらの病気も、早期に発見し治療することで、快適な生活を続けられる。

初期のがん細胞や小さな動脈瘤(りゅう)、血管の狭窄(きょうさく)といったわずかな体の変化を見つけ出し、苦痛や経済的負担の少ない処置で治りたい。これは、人々の願いである。

これら病気の診断には、様々な医用画像診断装置がおおいに役だっている。近年のコンピュータ技術やエレクトロニクス技術の著しい進化によって、医用画像診断装置の技術も急速に進歩し、データ収集速度と画像処理性能の向上により、短時間に臓器や血管の精密な三次元画像を収集できるようになった。臓器や血管は立体的な広がりを持っているので、三次元画像は病変を発見するのに有益である。

更に、三次元画像を利用して治療する前に仮想的に治療のプロセスをシミュレーションしたり、治療を受ける患者とその家族に病気の状態と治療方針を説明するなど、医療の様々なシーンで役だっている。

東芝メディカルシステムズ(株)は様々な医用画像診断装置を開発しているが、ここでは近年進歩の著しいX線CT(Computed Tomography)装置、MRI(Magnetic Resonance

Imaging)装置について述べる。

2 最新医用画像診断装置

2.1 X線CT装置

X線CT装置(以下、CTと略記)は、X線管と検出器を回転させながらデータを収集することによって、精密に人体の断面画像を得る装置で、大病院から診療所まで広く普及している。

呼吸によって撮影中に体が動くと、撮影した画質が劣化してしまう。このため、通常は呼吸を停止して撮影を行う。しかし、病気を持つ患者にとって長い時間の呼吸停止は大きな負担であり、撮影中に呼吸をしてしまうことがある。



図1. マルチスライスCT Aquilion™ 64 — 64列の検出器で同時にデータを収集し、肺全体を6秒程度で撮影できる。

Aquilion™ 64 multislice computed tomography (CT) system

短時間に広い領域を高画質で撮影できるマルチスライスCTは、検査中の負担を大きく軽減する患者に優しい装置である。

最新の64列マルチスライスCT Aquilion™ 64(図1)は、同時に64断面の画像を収集できるため、成人の肺全体を6秒程度で撮影する。患者はわずかな時間だけ呼吸をがまんすればよく、大変、喜ばれている。

2.1.1 心臓病診断への適用 狭心症や心筋梗塞(こうそく)に代表される心臓病(虚血性心疾患)は、心筋に栄養を送る冠状動脈の狭窄などによって引き起こされる。症状が現れてから診断、治療を受けるのではなく、その前に兆候を発見して治療することによって発症のリスクを低減できる。

虚血性心疾患を診断するには、拍動し続ける心臓の静止画像を収集し、冠状動脈の細い部分に起こる狭窄の程度を計測する必要がある。

心臓はX線管と検出器を1回転させて撮影できる領域よりも大きいため、患者を移動させながら数回の拍動にわたってデータを収集する。撮影データから単純に三次元画像を生成すると、拍動の影響で精密な画像を作成できない。そこで、撮影時に心電信号をいっしょに記録し、心臓の動きを考慮しながら画像を生成している。

2002年11月に製品化した16列マルチスライスCTでは、約30秒の撮影時間が必要であったため、呼吸停止が難しい患者への適用が困難であった。また、心臓の拍動にはゆらぎがあるため、長時間の撮影では精密な画像を得られない場合があった。

Aquilion™ 64は、約7秒で撮影を完了できるため、多くの患者が楽に呼吸停止ができ、心臓の拍動のゆらぎが小さくな

るため、心臓の精密な三次元画像を撮影できるようになった。

Aquilion™ 64で撮影した心臓の三次元画像を図2に示す。この三次元画像は0.35 mmの空間分解能を持っており、冠状動脈の基幹部はもちろん末梢(まっしょう)までよく描出されている。

狭窄した冠状動脈を血管内で治療する方法として、ステント留置術がある。冠状動脈内にステント(金属製網状の筒)を留置し、心筋への血流量を確保するとともに、再狭窄を予防する効果がある。Aquilion™ 64で得られた精密な三次元画像は、冠状動脈の狭窄状況の判定だけでなく、狭窄部位に留置するステントの長さや径を術前に決定できる。

2.1.2 患者への優しさの追及 今までは、撮影時間を短くすることを優先し、広い領域の検査を行う場合には粗い間隔で画像を収集し、異常が見つかった場合には、再度、撮影領域を絞り込んで精密な画像を収集していた。しかし、Aquilion™ 64では、細かな間隔で画像収集を行っても短時間に撮影が完了でき、検査時間が短縮されるので、患者と医療スタッフに優しい装置である。

2.1.3 CTの将来像 撮影範囲の広域化、撮影速度の高速化、空間分解能の向上をいっそう推進していくことによって、新しい臨床価値を創造できると期待している。

例えば、より大きなサイズの検出器を用いて、X線管と検出器を1回転させるだけで肺のような大きな臓器全体を撮影できるようになり、呼吸停止が事実上不要になる。更に、X線管と検出器を連続回転させることにより、臓器の動きや血液(造影剤)の流れを観察できるようになり、より高度な機能検査も可能になる。また、検出器の高精細化により、肺胞などのより細かな臓器構造の観察や、冠状動脈のより細い部分の狭窄も判定ができるようになる。

加えて、診断と治療が一体化するなかで、動きを観察できる精密な三次元画像を用いて、患者に負担の少ない低侵襲治療が安全に行えるようになる。

2.2 MRI装置

MRI装置(以下、MRIと略記)は、磁気共鳴現象を利用して人体内部の断層画像を収集する装置である。当社の最新MRI EXCELART Vantage™(図3)は、様々な高速撮影技術により、短時間で臓器の三次元画像を撮影できる。

2.2.1 がん診断への適用 がんは遺伝子の病気で、死亡原因第1位の疾患である。がん細胞は発生した臓器で増殖するだけでなく、他の臓器に転移するため、転移する前に発見して治療するのが望ましい。

がん細胞は、正常細胞に比べて水成分の拡散の程度が小さくなることが多い。水成分のランダムな動きを強調して映像化できる拡散強調画像を用いると、がん細胞と正常細胞を明瞭なコントラストで区別できる可能性があり、現在多くの研究がなされている。

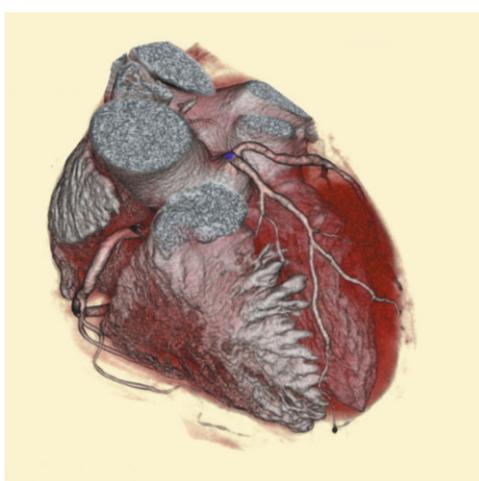


図2. CTによる心臓の三次元画像— Aquilion™ 64で収集した心臓の三次元画像。冠状動脈が末梢まで描出されている。
(データ提供: 岩手医科大学付属循環器医療センター)

3D image of heart



図3. MRI装置 EXCELART Vantage™ — 静磁場強度1.5Tで高速に三次元画像を収集できるMRIシステムである。
EXCELART Vantage™ magnetic resonance imaging (MRI) system

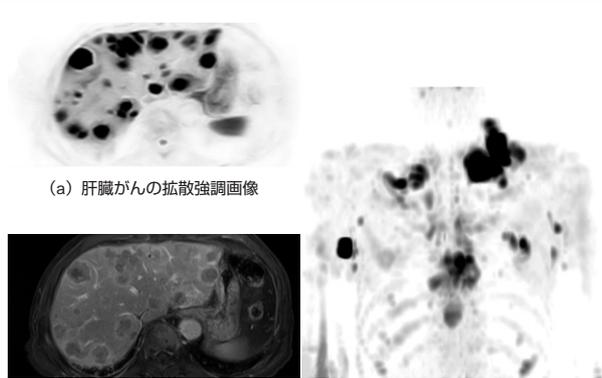


図4. MRIによるがん細胞の映像 — 拡散強調画像(a)で撮影した肝臓がんは、通常撮影画像(b)よりも明瞭なコントラストで診断できる。胸部に転移した肝臓がんも拡散強調画像(c)で明瞭に描出されている。
(データ提供：顕正会 蓮田病院)
Diffusion-weighted images of tumors

EXCELART Vantage™で撮影した肝臓がん、胸部リンパ節に転移したがんの画像を図4に示す。がん細胞は黒く映し出されており、がん細胞の位置と転移の有無が容易に識別できている。

EXCELART Vantage™は、患者の乗る寝台天板を移動させて撮影を繰り返し、収集した複数の画像を貼(は)り合わせるステッチングと呼ぶ画像処理で1枚の画像に合成できる。広範囲に転移したがん細胞を1枚の画像で確認できるため、効率よくがんの診断ができる。

2.2.2 患者への優しさの追求 MRI検査には、時間が長い、音がうるさい、狭いという問題があった。EXCELART Vantage™では、これらの問題を次に示す方法で解決して

おり、快適に検査を受けられる患者に優しい装置である。

- (1) 検査時間の短縮 傾斜磁場系能力の向上に加え、受信コイルの多チャンネル化と高速撮影法(SPEEDER法)により撮影時間を短縮⁽¹⁾し、1枚の画像を最短0.1秒で収集できるようになった。
- (2) 騒音の低減(静音化) 騒音を発生する傾斜磁場コイルを真空容器に封入した独自の静音化機構Pianissimo™⁽²⁾を採用し、ジェット機並みの騒音を90%カットして、快適に検査を受けられるようになった。
- (3) 開放性の向上 患者が閉塞(へいそく)感を感じるトンネル状の超伝導磁石の長さを短縮し、業界最短の1.4mとした。これによって、患者はトンネルの外を眺められるようになり、検査時の開放感が大きく高まった。

2.2.3 MRIの将来 磁場強度の向上と受信チャンネル数の増加をいっそう推進して受信感度を向上させることによって、様々な臨床的価値を創造し提供することを狙っている。より広い領域を、より短時間で、より高画質な画像を撮影できるようになるだけでなく、認知、感覚、知覚など高次脳機能を映像化できるようになる。また、当社の独自技術による温度計測技術は、超音波やレーザーによる、乳がんや子宮がんなどの温熱療法での応用が期待されている。

3 医用イメージングソリューションの将来

医療制度も膨大な医療費の抑制のために、今までの出来高払い制から、入院を伴う急性期疾患や悪性疾患では定額払い制(DPC: Diagnosis Procedure Combination)が導入され、更に適用拡大が計画されている。病気を発症してから診断や治療を行うのではなく、病気の兆候や芽を発見して必要な処置をする早期診断や予防医学により、総医療費の抑制が期待できる。不幸にして病気が発見された場合でも、患者に負担の少ない低侵襲治療によって、早期に社会復帰でき、病気の発症前と変わらない生活の質(QOL: Quality Of Life)も維持できる⁽³⁾。

このような環境の下、医用画像診断装置は、診断を目的とする利用法から、治療プロセスのシミュレーションや治療効果の判定、フォローアップまでを包含する医療のワークフローの中で有効に活用されていく。将来のユビキタス社会において、当社が予測する医療の未来像を図5に示す。

病院の中では、病院情報システム、情報医療データベース、医用画像診断装置など、あらゆる機器やシステムがネットワークで結ばれ、サイバーホスピタルが形成される。

医用画像診断装置を用いて患者から得られる画像情報には、次の三つがある。これらは患者の身体及び健康に関する最新の状態を表す医療情報である。

- (1) 骨や臓器などの形態情報

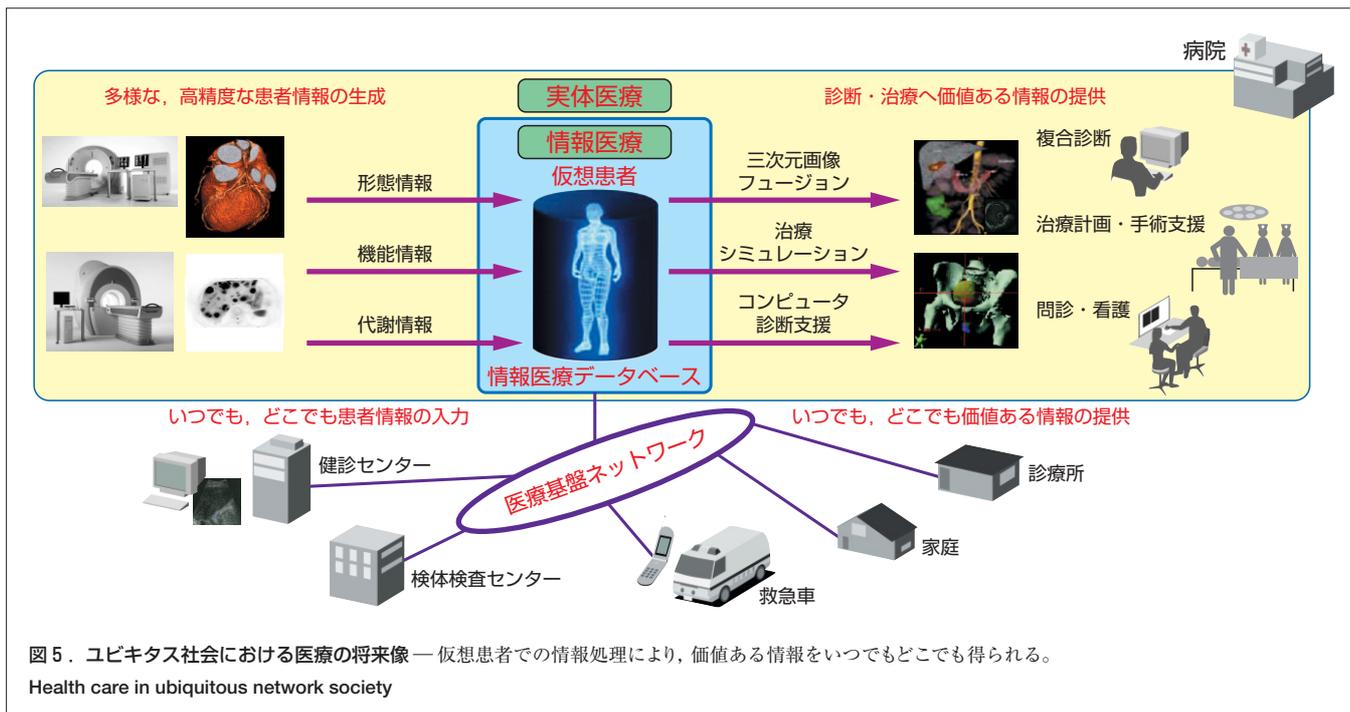


図5. ユビキタス社会における医療の将来像—仮想患者での情報処理により、価値ある情報をいつでもどこでも得られる。

Health care in ubiquitous network society

- (2) 心臓の動き、血液の流れなどの機能情報
- (3) 臓器のブドウ糖代謝量などの代謝情報

したがって、これら医療情報を集積した情報医療データベースは、実体医療における患者に対応して、情報医療(仮想空間)における患者の分身(仮想患者)ととらえられる。そうすると、医用画像診断装置は情報医療データベースへの入力機器と位置づけられる。

情報医療データベースへ入力、保存した画像情報は、医療のあらゆるシーンに最適な情報へと処理、加工される。そして、実体医療における患者への医療行為と同様、情報医療における仮想患者への医療行為に用いられる。

例えば、複合診断では、異なる医用画像診断機器で撮影した形態・機能・代謝画像を合成(フュージョン)して診断に役だてられるようになる。また、コンピュータが病気と疑われる領域を探索した仮想患者に対して医師が診断することで、見落なく初期の病気が発見できる。外科手術では、事前に画像情報から作られた仮想患者を利用して仮想手術を行い、医師は手術スタッフと安全、正確に実施するための手順を確認し合うこともできる。

ユビキタス社会においては、病院、診療所、検査センターなどの医療機関だけでなく、家庭から救急車までが社会インフラとして整備された医療基盤ネットワークで結ばれ、個人の医療履歴情報はサイバー空間で厳重なセキュリティの下、いつでも、どこでも共有される。

このように、実体医療を情報医療が支えることで、質の高い医療、患者の負担の少ない治療が更に高度化し、安心な健康生活を送ることができる。

4 あとがき

最新の医用診断装置は、高精細な三次元画像を短時間に収集することで、患者に優しい医療を支えている。今後も、医療ニーズを起点として、画像情報の高精細化や高感度化など、患者に優しい医用画像診断機器の技術開発を推進するとともに、情報医療の実現を目指していく。

文献

- (1) 白井嘉行, ほか. 新しい高速撮像技術が拓くMRI診断. 東芝レビュー. 57, 2, 2002, p.17-20.
- (2) 吉田智幸, ほか. 革新的な静音化を実現したMRIシステムEXCELART™. 東芝レビュー. 54, 11, 1999, p.62-65.
- (3) 朝比奈 宏, ほか. “人にやさしい医療” — 多様な医療ニーズにこたえる医用ソリューション. 東芝レビュー. 57, 2, 2002, p.2-8.



橋本 敬介 HASHIMOTO Keisuke

東芝メディカルシステムズ(株) 研究開発センター 戦略開発部グループ長。医用機器・システムの共通基盤技術の研究・開発に従事。日本医用画像工学会会員。
Toshiba Medical Systems Corp.



渡邊 尚史 WATANABE Naofumi

東芝メディカルシステムズ(株) CT事業部 CT開発部グループ長。医用X線CT装置のシステム開発業務に従事。日本放射線技術学会会員。
Toshiba Medical Systems Corp.



金澤 仁 KANAZAWA Hitoshi

東芝メディカルシステムズ(株) MRI事業部 MRI開発部主査。MRI装置の設計・開発に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.