

人と地球に優しい医用機器システム

User- and Environment-Friendly Medical Equipment and Information Systems

ファクター 2.29 ~ 3.69 (2006 / 2000)

価値ファクター 1.86 ~ 3.25

環境影響低減ファクター 1.13 ~ 1.49

渡邊 尚史

平久井 克也

加藤 裕

■ WATANABE Naofumi

■ HIRAKUI Katsuya

■ KATO Yutaka

医用機器は、診断の精度と効率の向上、製品維持管理コストのミニマム化など従来からの医療ニーズに加え、検査時間の短縮や被ばくの低減など、被験者の負担軽減にもつながる要求が顕著になってきている。急速に高齢化社会に向かっている現在、予防、健診、診断、治療、フォローアップという診療ワークフロー全体を通して、省エネや省資源などの環境ニーズにも応える、持続可能な社会の構築に向けた医用機器システムの開発が望まれている。

In addition to the conventional needs of healthcare facilities for medical equipment that provides diagnostic accuracy and efficiency as well as reduction of maintenance costs, demand is increasing for equipment that places a lower burden on patients by reducing examination times and exposure doses. With Japan rapidly becoming an aging society, the entire healthcare workflow from disease prevention and screening to diagnosis, treatment, and follow-up must be taken into consideration in medical equipment-related business activities. It is also important to respond to environmental needs such as the conservation of energy and natural resources.

Toshiba Medical Systems Corporation has been addressing these challenges to contribute to a sustainable society through its products.

1 まえがき

医用機器における環境への負荷を見ると、耐用年数が長いこともあって、製造、使用、廃棄段階のうち、使用段階が圧倒的である。そのうえ、多くの医用機器は高機能化に加え、画像データをはじめとする各種データの処理量が膨大になり、IT（情報技術）化が進んではいるものの消費するエネルギーは増加傾向になっている。このため、省エネに対しては特に注力していく必要がある。また、人体が対象である医用機器の小型化には限度があり、製品の大きさから、廃棄段階での環境負荷低減も課題で、有限な資源を有効に活用していくことが重要である。

これら、環境課題への取組みを進めている東芝メディカルシステムズ（株）の医用機器システムの中からX線CT（Computed Tomography）装置、超音波診断装置、及びMRI（Magnetic Resonance Imaging）装置の例を取り上げ、以下に述べる。

2 X線CT装置

X線CT装置は、X線を利用して人体の断面を画像化する装置である。図1に外観を示す。

この装置ではX線を利用するという性質上、被験者はX線を被ばくするというデメリットを被るが、それよりもはるかに大きなメリットとなる臨床上的検査データを得ることができる。そのため医療機関では、インフォームドコンセントを得たうえでこの装置を使用している。近年の環境配慮設計を実現するうえでも、一方的に環境だけが取り上げられ、医療機関におけるバランス



図1. X線CT装置 Aquilion™ 64列システム — 東芝メディカルシステムズ（株）の最上位機種であり、ガントリ、寝台、及びコンソールから成る。ファクター^(注1)は3.69、価値ファクターは3.25、環境影響低減ファクターは1.13である。

Aquilion™ 64-slice X-ray computed tomography (CT) system

が崩れることがないように配慮している。すなわち、機器の性能向上によって被験者及び医療機関にとってのメリットを向上させ、被ばくなど直接的に被験者が被るデメリットを減少させ、更に、装置を操作する医師及び技師の負担を軽減させたいうえで、環境配慮設計を行うという考え方である。

人体の体軸方向に同時に撮影できる断面の数が、ここ数年飛躍的に増加してきた。X線CTは長らく1断面だけを撮影す

(注1) 製品の価値と環境への影響を総合的に評価する東芝独自の環境効率指標で、評価の対象となる製品の環境効率（＝製品の価値／製品の環境影響）を基準となる製品の環境効率で割った値。評価製品の環境効率の改善度が優れているほど、ファクターの値は大きくなる。

る装置であったが、1999年に4断面を同時に撮影できる装置が発売されたのを皮切りに多断面化の波が続き、現在では、同時に64断面の撮影が可能なマルチスライスCT装置(64列システム)を製造、販売している。コンピュータに代表されるデータ処理装置の飛躍的な小型化と高性能化、検出器の微細加工技術の確立、高出力で小型のX線システムの実現、更に、多断面で得られるデータから画像を再構成する演算アルゴリズムの実現など、様々な技術的課題の克服がその背景にある。

この多断面化は環境の面から見ると、省エネに大きく貢献している。X線照射方法の概略を図2に示す。これまでは1断面だけのデータを得る必要があったために、X線管から発生されたX線をコリメータ(注2)で遮断していた。すなわち、幅数ミリメートルのX線だけを使用してデータを収集し、被験者を数ミリメートルずつ移動させてデータ収集を繰り返すというようにしていた。ところが、64列システムの場合は、従来機種では使用していなかった範囲のX線を利用している。そのため、同じエネルギー消費で得られる断面数は1断面のCTと比較すると64倍となる。これは、同じ範囲の検査に必要なX線を照射するために必要なエネルギーが64分の1になったことを意味しており、環境配慮設計を実現することになった。

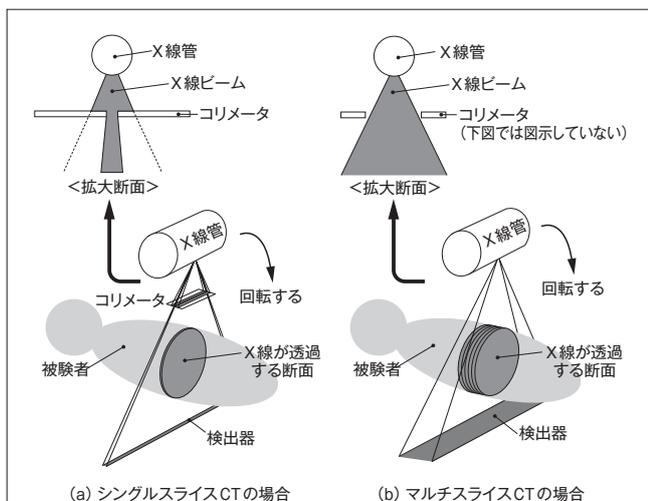


図2. シングルスライスCTとマルチスライスCTのX線照射方法の比較
— シングルスライスCTでは、同じエネルギー消費量に対して利用しているX線量が少ない。

Advancement of scanning method from single-slice to multislice CT

一方、不要な部分にX線が照射されないように従来から鉛材料で遮へいしているが、環境に配慮し、その使用量を必要最小限に抑えている。また、X線管は消耗品のため、使用頻度の高い病院では年間に複数回の交換を行うが、交換後にカバー部材は回収して再利用している。

(注2) X線束が撮影する断面だけを照射するように調整するための機構。

被験者の側から見ると、一度に撮影できる範囲が増えるため検査時間を大幅に減少できることがメリットである。例えば、胸部の検査をする場合、従来の機種では20秒以上の息止めを求められたり、数回に分けた撮影をするために何回も息止めを強いられることがあった。64列システムでは10秒以内で、しかも、より精密な検査ができるようになった。これは特に子供や高齢者、体調のすぐれない被験者にとって大きな効果を発揮し、人に優しい検査を実現している。

一方、検出器性能の向上とともに、得られた画像データに対する種々のデータ処理機能を開発したことで、より少ないX線量で必要な臨床情報が得られるようになり、被験者にとっては、従来の機種と比較して少ない被ばく線量で高度な検査が実現できるようになった。

更に、病院及び医師の視点では、X線を照射してデータを取得(スキャン)するときだけでなく、寝台の動作速度を速めることで検査を準備する時間を短縮したり、画像の再構成やデータ処理、及びでき上がった画像を病院のネットワークで配信するた

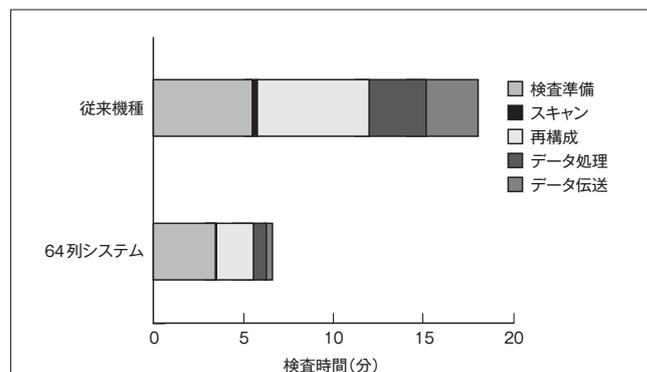
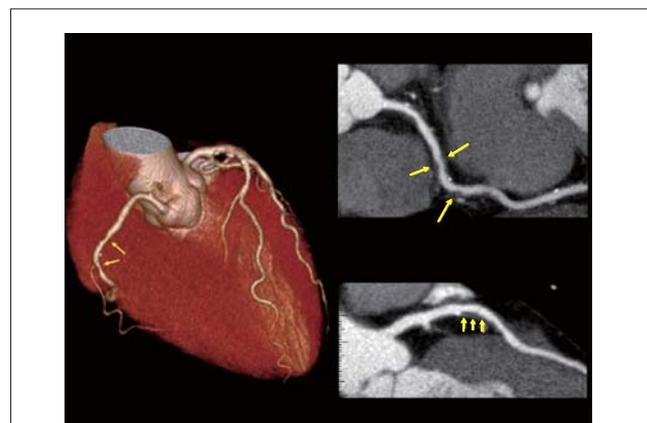


図3. CT検査に要する時間の短縮化 — 従来の18分が6.6分に短縮される。

Shortening of CT examination time



データ提供：慶應義塾大学病院

図4. X線CT装置で得られる心臓画像 — 矢印部に狭窄が見られる。
Heart image obtained by coronary CT angiography

めの時間も短くした。トータルの時間短縮効果は図3に示すように、2000年度のシステムと比較して1/2以下の6.6分となり、病院での検査効率の向上にも貢献している⁽¹⁾。

昨今、高速に撮影できるようになった特長を生かし、心臓検査にもX線CT装置が用いられるようになってきた(図4)。X線CT装置による心臓の冠状動脈(心臓そのものに栄養を供給する血管)の検査では、従来のアンギオ検査と異なり、血管を撮像するためのカテーテルを挿入するような手術が不要となるため、入院しないでできる簡便な検査が安価に非侵襲で実現でき、被験者に優しい検査として注目されている。更に、冠状動脈の狭窄(きょうさく)部には、症状がなくても病変が潜んでいることがあるため、今後、スクリーニング検査としても期待されている。

3 超音波診断装置

超音波診断装置は、生体内に超音波パルスを照射し、組織からの反射信号を利用して生体内の映像を得るものである。

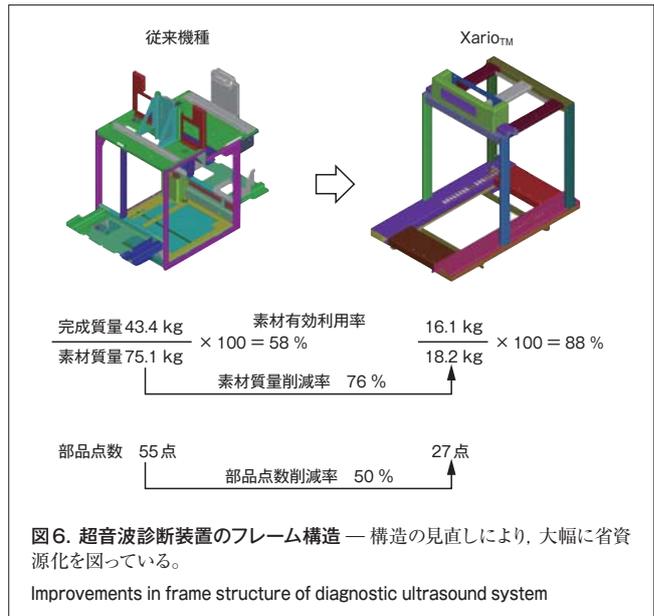
高級機に要求される機能と性能をコンパクトなサイズに収め、検査室だけでなくベッドサイドにおいても精密な診断を提供できるこの装置(図5)では、高速CPUの採用や起動時間の短縮により、機能当たりの消費電力を33%削減した。

大規模FPGA(Field Programmable Gate Array)の採用、構造設計手法の採用、及び機能集約などにより容積を37%減らし、質量は25%削減している。特にフレーム部は、従来機種では75.1kgの素材を投入して完成質量が43.4kgであったのに対し、この装置では18.2kgの素材を投入して完成質量が16.1kgで、素材有効利用率は58%から88%へ30ポイントも向



図5. 超音波診断装置 SSA-660A Xario™ — コンパクトサイズながら画質や操作性を重視した。ファクターは2.77, 価値ファクターは1.86, 環境影響低減ファクターは1.49である。

Xario™ SSA-660A diagnostic ultrasound system



上し、素材投入量は4分の1になっている。部品点数も55点から27点へとほぼ半減化し、基板枚数も20%削減している(図6)。

また、塩化ビニル製カバーの全廃や基板への鉛フリーはんだ適用推進など、環境関連物質の削減も図っている。

4 MRI装置

MRI装置は、人体内に多く存在する水素原子の磁気共鳴現象を利用して、生体情報を画像化するものである。

最新技術に加え、被検者の検査環境への配慮から開放感のある短軸・大口径磁石を採用し、撮像中の不快な騒音を低減させる当社独自の静音機構Pianissimo™を搭載したMRI装置 EXCELART Vantage™(図7)について述べる。



図7. MRI装置 EXCELART Vantage™ — 短軸・大口径磁石を採用した静音型MRI装置であり、ファクターは2.29, 価値ファクターは1.97, 環境影響低減ファクターは1.16である。

EXCELART Vantage™ magnetic resonance imaging (MRI) system powered by Atlas

センサに相当するRF (Radio Frequency) コイルを用いてスクリーニングのような広領域撮像を行うためには、複数のRFコイルを組み合わせるアレイコイルを構築するが、この装置では、被検者の移動を伴うコイル取替え作業が必要な従来の部位別専用アレイコイルではなく、頭部から足先の撮像まで、連続したコイル構成を実現するアレイコイル群を開発した(図8)。

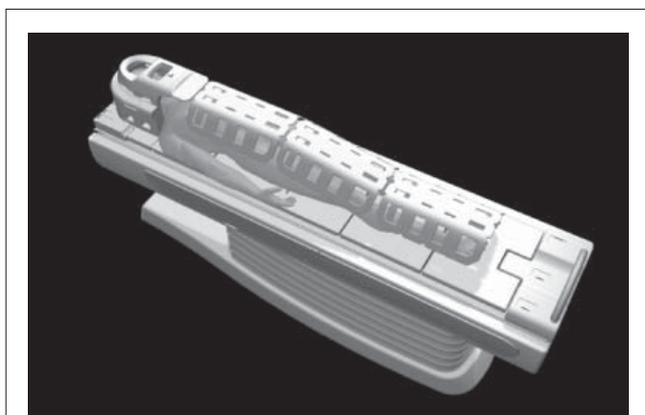


図8. 全身撮像用アレイコイル — 被験者に負荷が掛からない軽量化したコイルで全身をカバーする。

Radio frequency (RF) arrayed coils for whole-body parallel imaging method

これら新しいアレイコイルを用いることで、広領域と高精細の両立だけでなく、パラレルイメージング法^(注3)による高速化も可能となり、撮像時間のいっそうの短縮と、コイルセッティングの容易さからスループット(単位時間当たりの処理能力)の向上も期待できる。

アレイコイルで収集した信号を処理してMR画像を生成するが、高精細画像を得るためには、より多くの独立したRFコイルの各チャンネルから信号を処理する必要がある。

その一つが多チャンネルPAC (Phased Array Coil) に対応したRF受信システムで、新たに開発したMS (Matrix Switch) ユニットを使うことにより最大128の信号入力が可能となり、そこから対象部位に合わせて最適に選択、合成された信号を出力することができる。

チャンネル数増加に伴う処理負荷に対応し、専用再構成ユニット(アレイプロセッサ)を配置するアーキテクチャで処理を高速化した。また、アップグレードビリティ(将来の拡張性)を容易にするシステム構成が可能となっている。

(注3) 被検者からの信号を複数のコイルで並列に受信及び処理することによって、撮影スピードを大幅にアップする技術。

(注4) 血行動態を非造影で描出できる技術。

以上のような技術開発は、環境配慮設計という観点では、省エネや省資源など次のような改善に結び付いている。

- (1) 高速撮影法の開発や最適化設計などにより、機能当たりの消費電力を従来機種比で58%削減
- (2) 短軸磁石の採用とそれに対応する架台の開発により、機能当たりの質量を従来機種比で56%削減
- (3) 交換部品のリユース(再使用)と長寿命化による廃棄物削減、及び架台のFRP (Fiber Reinforced Plastics: 繊維強化プラスチック) カバーを20%減量
- (4) 非造影の新技术として、Time-SLIP法^(注4)で血管を選択的に描出することにより、造影剤といった薬品の使用量削減も可能

5 あとがき

“Made for Life™”(健やかな生活・人生のために)をスローガンに掲げ、ますます多様化する医療のニーズと環境のニーズをトータルに実現できる環境調和型医用機器の創出を推進し、地球環境の改善に貢献していく。

文 献

- (1) Hamada, Y., et al. Analysis and Improvement of 64-slice CT Examination Workflow by Industrial Engineering Methods. Chicago, USA, 2004-12, Radiological Society of North America, Inc.



渡邊 尚史 WATANABE Naofumi

東芝メディカルシステムズ(株) CT開発部 システム開発担当参事。CTの開発に従事。日本放射線技術学会会員。
Toshiba Medical Systems Corp.



平久井 克也 HIRAKUI Katsuya

東芝メディカルシステムズ(株) 超音波開発部 ハードウェア開発担当主任。超音波装置の開発・設計に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.



加藤 裕 KATO Yutaka

東芝メディカルシステムズ(株) MRI開発部 機構開発担当主任。MRIシステムの機構設計・開発に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.