

CT 画像特集号の刊行にあたって

金沢大学大学院医学系研究科 保健学専攻 (CT 画像特集号ゲストエディタ) 市川 勝弘

我が国における X 線 CT 装置の普及台数は、全世界の普及台数の 1/3 以上に当たる約 1 万 3000 台に昇ると言われている。そのため、X 線 CT 検査件数は非常に多く、CT 画像が診断に大きく寄与する状況にある。従来、X 線検査においては、単純撮影を 1 次検査として、CT 検査は精密検査に位置すると考えられてきたが、今では、その位置づけは 1 次検査に近づき、以前より顕著に多い頻度で検査オーダーが発生し実施されている。特に最近急速に普及してきたマルチスライス CT は、検査スループットを大幅に押し上げただけでなく、薄層かつ高画質な画像が X 線画像診断の世界に大きなインパクトを与え、高精細なボリュームデータから得られる 3 次元画像は、診断だけでなく、手術や検査の支援にも多大な貢献をしている。このような高度化された CT 装置の普及時期において、今回 MII で、CT の最新研究及び技術を中心とした CT 画像特集号が刊行されることは非常に有意義なことと考える。

CT の技術革新は、1990 年初頭のヘリカル CT の開発を機に、留まることを知らずに進んできた。単純にスキャン範囲とスキャン時間で換算するならば、数百倍以上の高速化が現在までに実現されたと言われている。ヘリカル CT では、CT の基本の方式である寝台固定によるスキャン方式を打ち破り、寝台を連続的に移動させてスキャンして飛躍的に速度向上を成し遂げた。しかし、当初は、その画質の低下に論議が集中した。この現象はそれほど異常なものではなく、スキャン速度やその他のメリットに対する研究が増え始めるまで一時において、単に一枚一枚の画像を従来と比較して、現に発生していた画質低下に診断医の目が集中してしまっただけであり、その後、造影効果を中心とした高速スキャンのメリットや 3 次元画像構築の利点が次々と報告されて、画質低下は容認され、この大きな利点が注目されるようになった。

CT 画像の画質に関する研究は、このヘリカル CT を契機に活性化され、従来のスライス面重視の傾向から体軸方向 (z 方向) の特性をも考慮に入れた評価手法が取り入れられた。これらの研究から、CT 画像は、ある厚みのスライス画像としての従来の位置づけから、z 方向のサンプリングとして捉えられるようになり、z 位置におけるスライス感度分布を重視するようになった。ヘリカル CT は、このように CT 画像に対する評価に対しても、大きな変革を与えたのであり、その意味でも、ヘリカル CT (寝台連続移動によるスキャン方式) の開発は、非常に大きな break through であったと言える。

ヘリカル CT の開発からまもなく、CT 開発者はすでにマルチスライス CT の開発に着手していたものと推測されるが、臨床現場では、ヘリカル CT のスキャン速度に限界を感じ始めていた時期に、ほぼタイミング良くマルチスライス CT が世に送り出された。CT 装置の基本である寝台固定のスキャンという原則をヘリカル CT で打ち破ったそのすぐ後に、マルチスライス CT では薄層ビームによる再構成原理の近似を、またさらに打ち破り、ある程度厚みのある (Cone Beam にはまだ至らない程度の) ビームと複数列の検出器によるスキャンを敢行して見せた。その結果、1 枚 1 枚の画質はさらに低下したものの、X 線の利用率

の大幅な上昇によって、1 mm 以下の薄層取得を目的としたスキャンをほとんどの部位で 10 秒以内で実現するという驚異的な速度向上を実現した。この性能は、現在の CT 検査の位置づけを不動のものとしており、MRI を代表とする他のモダリティに対して、検査の簡便性や安全性 (被曝と造影剤副作用に関して論議はあるが) を考慮すると高空間分解能と高時間分解能ともに追従を許さない状況にある。特に高分解能なボリュームデータの収集能力は、高精細な 3 次元画像の提供につながり、他のモダリティにその優位性を渡していた任意断面の画像取得をついに CT 装置が手に入れたことは、大きなインパクトであった。そしてボリュームレンダリングなどの 3 次元画像再構成を専用に受け持つための 3 次元画像ワークステーションの発展を促すきっかけとなり、ヘリカル CT 時代には、未来像として考えられていた手術シミュレーションなどを、通常の PC 環境下で施設ごとに行なえる環境が今や整いつつある。

このマルチスライス CT の開発は、Data acquisition system (DAS: データ収集機構) の数が高速化の度合いとして注目され、開発当初の 4DAS から僅か数年で飛躍的に増加し、今や 64DAS の装置が製品化され普及している。そして、DAS 数や検出器列の増加だけでなく、X 線制御技術も発展し、電子ビームの電磁偏向による焦点スキャンングにより、検出器の倍化をはかる技術も実用化され、高分解能化とアーチファクト抑制が実現されるに至っている。また、被曝軽減に対する開発も DAS の増加とともに積極的に行われた。これは、人体の各部位の吸収に合わせてリアルタイムに X 線量を制御する技術であり、これまで過照射状態であった部位に対しては飛躍的に被曝の低減が実現された。このような被曝低減技術の開発は、人体にとって害となり得る X 線を使う以上、必須の技術であるが、高速化、高画質化の中で、ともすれば軽視される傾向にある。マルチスライス CT に盛り込まれている革新的な技術は、枚挙にいとまがないが、機器開発において常に新しい被曝低減技術が盛り込まれていることは、敬意に値すると考える。

CT 装置に関するもっとも最近の開発で注目を集めているのは、Cone Beam CT と Dual Source 化であろう。Cone Beam CT においては、フラットパネル検出器を用いた血管撮影装置の回転機構を用いた開発もあるが、CT 専用に開発されたものでは、256 列の検出器で 128mm というカバレッジを有する装置が多くの関心を集めている。この装置ではヘリカル機構を用いずにカバレッジ内のボリュームデータをタイムラグなしに取得することができ、従来より格段に正確な動態解析を可能にし、CT 装置の新世紀の幕開けを感じさせるものである。ただし、現在のところ、広範囲な X 線照射に対する散乱線の抑制など、多くの技術課題を抱えており、実用的なカバレッジの実現などと合わせて、さらなる開発によって臨床機として実用化されてくるものと推測する。この実現時期は、現在の技術革新の速度が非常に早いことから、皆の推測を遙かに裏切りごく将来に実現するのではないかとの見方も多い。また、Dual Source (2 管球) CT は、既に製品として実用化された技術であるが、その利用方法として多くの可能性を秘めるという点では、まだまだ開発途上にある開発である。Dual Source CT

は、2つのファンビーム機構をお互いに90度だけ異なるジオメトリにて実装したCTであり、通常のCTでは1スキャンに最低限で半回転は必要であるところを、その半分の90度回転とし、飛躍的な短時間スキャンを可能にした。現在の実現されている装置では、64DASの機構を2つ有し、マルチスライスCTかつDual Sourceとなっており、驚異的にすら感じられる機器構成である。このDual Source CTの第一の目標は、マルチスライスCTになって実用化された心臓の心電図同期スキャンの画質向上であり、既に導入された施設の報告によると、心拍安定化のための薬剤投与を必要とせず、ほぼ確実に冠動脈を撮影することができるということである。またDual Sourceの利用方法として注目されているのは、Dual Energy スキャンである。これは、2管球それぞれから線質の違うX線を照射して、スキャンするものであり、我々の期待するところでは、CT値的には同じ物質を、エネルギー依存性の違う物質として区別し画像化することである。もしこれが実現できれば、CT診断の新しい領域が切り開かれることとなり、その可能性が一気に広がることになる。

本特集号では、CTに関する研究論文とともに、たゆまない技術開発によって生み出されたCT機器や3次元画像

ワークステーションを提供する機器メーカーからの招待論文を掲載させていただいた。GE 横河メディカルシステムズの仲野らは、新しい心臓撮影技術について報告した。東芝メディカルシステムズの穴見らは、現在国内で最も普及している64DAS CT装置に実装されている新技術について、フィリップス社の小酒部氏は、革新的なデータ処理及び画像処理技術について紹介した。シーメンス社伊藤氏は、Dual Source CTの機構や性能について紹介し、注目されるDual Energy CTについても若干触れている。それぞれのCT装置メーカーの論文から、CT装置の技術革新が非常に高度な科学技術の粋を集めたものであることが、よく理解できるであろう。また3次元画像ワークステーションの論文は、アミン社玉井氏、AZE社帆足氏、テラリコン社清水氏より、それぞれの新しい開発によるアプリケーションについて、報告した。これらの論文からは、3次元可視化技術が非常に高度化していることがよく理解でき、開発者の技術だけでなく臨床サイドとの密な連携が感じられ、あらためて医療における3次元画像の有用性と必要性を痛感する。最後に、このCT画像特集号に論文を投稿していただいた方々、そして、本号の刊行に多大な支援をいただいた本学会の関係者の方々に深謝いたします。