

# 温故知新 CT技術の発展背景

BBMIL 片倉 俊彦 先生

## 【はじめに】

医療現場は、患者さんの実像と放射線画像とのギャップに悩みつつ、画像を評価し、画像の改善を指向してきた。この医療現場における装置の改善指向は、CT技術発展の担い手であるメーカーに技術進展を促している。メーカーは企業である以上、その基本的動向は市場原理に従うものと思われ、安いコストで、売れる装置を作ること第一義的としている。この売れる装置の決定因子こそが医療現場の評価と、改善のニーズであるべきであり、診療放射線技師のように直接装置に関与しているものの責任は大きいものと思われる。

私は診療放射線技師として黎明期からのX線CT装置との付き合いの中でモダリティ変遷の契機となるいくつかのターニングポイントに遭遇し、X線CT技術の発展に医療現場が大きく貢献してきたと実感している。

戴いた演題は広範囲かつ高度な技術的検討を含むものであり私の手に負えるものではないが、私個人が放射線技師として現場で体験してきたことや感じたことなどの私見を述べ、後輩諸氏の今後の技術発展への貢献活動にエールを送りたい。

## 【技術発展の歴史的背景】

診療用X線装置はX線発見当初より、X線管>被写体>検出器>可視化という流れを踏襲している。そして、X線画像を得る目的も当初より患者さんの解剖学的な構造と動態の把握であった。この目的は、病気を有する患者さんが存在し、患者さんの解剖学的な構造や生理的な動態が変化しない限り不変である。

X線画像による患者さんの状態把握の手法は、X線の医療利用開始と同時に模索され「2方向撮影」、「立体撮影」、更には多方向からの投影データを集積する「断層撮影」、

「回転横断撮影」等が開発された。現在の診断用X線装置に関する基礎的理論の殆どは、1900年代前半には発表されていたものと思われる。X線CTに関する理論も例外ではなく、振り返ればX線CTはコンピュータ等の要素技術の発展に支えられてきたようにも感じられる。

私は1969年から放射線技師として奉職したが、当時の医療現場から装置開発への関与は、医師による試作機に関する臨床的情報の提供もしくはマニアックな医師による直接的開発が主であったように感じられた。この状況から放射線技師も主体的に装置の開発に関与できると実感したのは、医師が提供する情報とは異質の、メーカー開発者にも理解しやすい客観的評価データを提供できたことによる。当時、医療現場でMTF、検出器特性(特性曲線、輝度特性等)、粒状性等の客観的評価データを臨床データと共に提供できたのは殆どが放射線技師であった。

医学専門家の閉鎖的主観評価とは一線を画し、医療現場以外の方々が納得できる客観的データとその臨床的意義に関する臨床現場技術者の評価は、今後も装置改善に大きく寄与するものと確信する。

## 【X線CTの発展】

X線CTの歴史は、X線情報の可視化装置がFilmというリアルな世界からデジタル仮想空間に移行したことに端を発する。1974年に発表されたハンスフィールドの頭部用装置はシングルビームのX線を360度方向の厚みを一定に保つためにWater Bagで覆った被写体を透過させるもので、被写体のX線吸収係数を求めるという意図が強く感じられるものであった。この装置の後継機であるEMI社のCT1010頭部専用機はエリザベス女王のトップセールスにより1975年から76年にかけて30台が全国に配布され福島医大でも患者撮影に供用された。

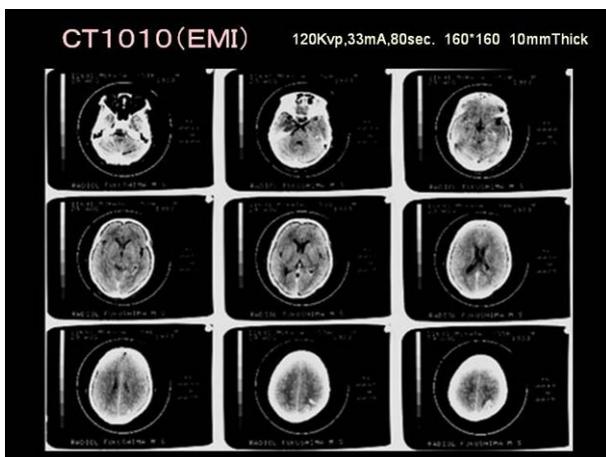


Fig.1 EMI社CT1010画像

120Kvp, 33mA, 80sec, 10mmThick, 160×160Matrix  
当初はポラロイド写真で提供したが、後に6つ切り9コマで提供。画像が小さく不評

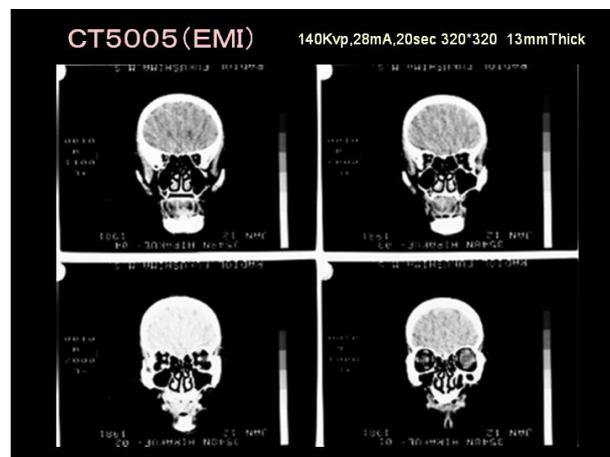


Fig.2 EMI社CT5005画像

120Kvp, 28mA, 20sec, 13mmThick, 320×320Matrix  
当初はポラロイド写真で提供したが、後に6つ切り4コマで提供。頭部には画質不足

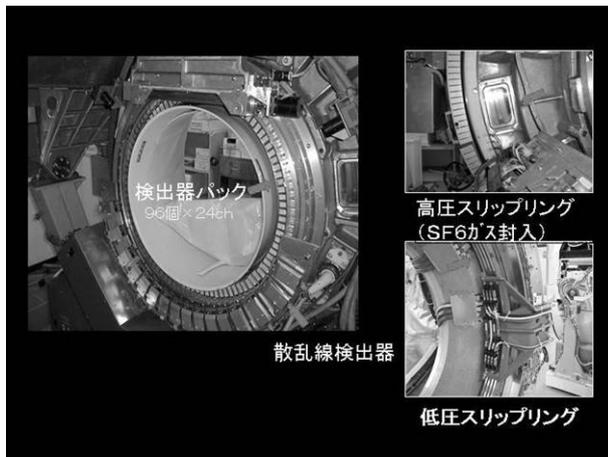


Fig.3 TCT900S

スリッピング方式連続回転型CT。本装置は第4世代型であるが、現在の連続回転型第3世代装置の原型といえる。

私のX線CTとの初めての出会いは1975年EMI社CT5000という、データ28チャンネル、リファレンス1チャンネルの検出器を持つ、1Scan20秒の第2世代の装置であった。この装置は外国メーカーの製品のため装置の改善等に直接寄与した感はないが、臨床に必要な画質や操作性の情報はメーカーも参考にしていただいで、一年後にはCT5005に改良された。この装置導入後、第3世代の装置が開発され装置の完成度が高まったこととMRIの普及によりCTの進歩は停滞した。

1985年TCT900Sの試作器導入に伴い、連続回転1Scan,1秒という装置と開発過程から付き合うことが出来た。このスリッピング方式による連続回転型CT装置は、それまでの往復回転型の第3世代CTの多くが1Scan5秒程度を要していたのに対し、Scan時間の大幅短縮を可能にした。このことは、ダイナミック撮影の範囲拡大や時間分解能の向上に大きく貢献した。その後、既にCT画像の臨床応用が日常的であったこととMRIの多断面情報の魅力からCT装置の進歩は停滞する傾向であったが1989年ヘリカルCTの開発により、再び大きな技術進展が起こった。この連続回転型CTとヘリカルCTの開発はCTの歴史では大きなターニングポイントであった。この開発により、高速3次元画像による診断治療が現実的なものとして捉えられ、更なる高速化が望まれた。これは現在のマルチスライスCT開発の大きなエネルギーとなった。マルチスライスCTの開発では体軸方向のチャンネル数も4チャンネルから320チャンネルの検出器の登場となった。今後、肺野や体幹部が納まる広範囲検出器の開発へと進み、広範囲の4次元画像が日常的になることを期待したい。

#### 【研究活動の動機】

私が装置の評価や改善をしたいと考えた最大の理由は、仕事する際に「容易に良い結果を出したい」と思ったからであり、至極当然のことである。更に、家族、病院の他職種、患者さん、一般社会への「自己アピール」も大きな動機であった。Fig.5は患者さんに対して医療行為を行い得る人の要件を定める法律体系である。医師、看護師、



Fig.4 ヘリカル開発当初の自作ベッドコントロール

スキャン中の寝台をフリーモードにして、ダイナミック撮影を行い、撮影中に寝台に固定した自作のドライブで患者を移動した。

放射線技師以外の職種を束ねた大雑把なもので乱暴な図ではあるが、患者さんに対する医療行為は医師法、歯科医師法のみであり、患者さんに対する療養上の世話および診療補助は保助看法のみである。即ち、患者さんに対する直接的な医療行為は基本的に医師及び看護師しかできないのである。そして他の医療職種の医療行為は放射線技師法2条を除いた殆どの職種において、保助看法37条の診療補助行為の例外規定として存在している。このことは、私の職業である診療放射線技師の社会的存在感の欠如に繋がっているように思われた。家族や恋人に自信を持って己の生業を説明し認知してもらうためには、ひたすらに技を磨き、診療放射線技術の専門性をアピールするのが王道であると信じる。また、オーダリング端末から背中スイッチを押されて動くロボットの環境からの脱出も同様であろう。私のように疎外感に苛まれ、義務的にアピールし続けたいと考える必要もないが、昨今の遠隔操作ゆえに無意識のロボット化が心配である。診療放射線技師の出自は医師の黒子であり、自らの専門性をアピールし続けられない限り、医師法、保助看法に飲み込まれてしまう現状にあると考えるのは杞憂であろうか。

#### 【CT技術発展の背景】

CT装置技術の発展は技術開発の実行者であるメーカーの技術力に依るところが大きい。この医療機器メーカーは企業であることから、利益の追求が第一義的となる。直接的な社会貢献度は大きい業種ではあるが赤字を是とするところは皆無であろう。Fig.6は私たち医療現場と医療機器メーカーの関係を示す。図のように企業は多く売れる装置を目標として、医療現場に支持される機能を開発する。また、医療職は医療現場のニーズを具体化し、機器メーカーに必要性をアピールする。この対峙によって、「患者さんにとって有用な装置」=「売れる装置」の開発が進み、技術の進歩に繋がっていたものと思われる。ここで患者さんにとって有用な装置で売れる装置はどのようにして決定されてきたかを考えてみる。CT装置は非常に高額であり、装置選定の最終決定は病院経営のトップクラスに

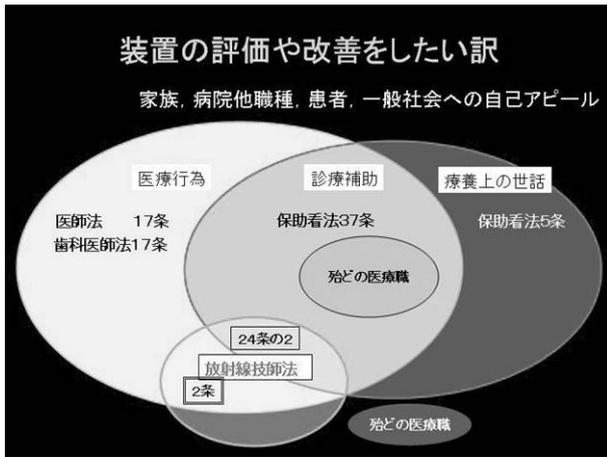


Fig.5 医療関係職種の法体系

患者に対する医療行為を可能とする人の法体系。

よって決められていたものと考えられる。経営トップは概ね医師であり、彼らが最初に臨床に携わった大学病院の影響は大きなものであったと思われる。従って、市場を形成するであろう情報の発信源が数少ない状況でも装置の評価や改善の方向性は一定のベクトルを有していたように感じている。しかしながら、医師の臨床研修の70%が市中病院で行われる現在、医療機器市場の価値観は多様化しているものと思われる。この現状では売れる装置の方向性も定まらず企業は装置の直接的コストダウン指向を加速するのではないかと不安に襲われる。医療現場の技術者がCT技術の発展を支えるためには、多くの施設技師による多くの機種種の同一手法による評価等によって客観的な装置の評価を行い、装置に対する評価を普遍的なものにする努力が必要と思われる。従来、マニアック

【図の説明】

Fig.1 EMI 社 CT1010 画像

120Kvp,33mA,80sec,10mmThick,160×160Matrix  
当初はポラロイド写真で提供したが、後に6つ切り9コマで提供。画像が小さく不評

Fig.2 EMI 社 CT5005 画像

120Kvp,28mA,20sec,13mmThick,320×320Matrix  
当初はポラロイド写真で提供したが、後に6つ切り4コマで提供。頭部には画質不足

Fig.3 TCT900S

リップリング方式連続回転型CT。本装置は第4世代型であるが、現在の連続回転型第3世代装置の原型といえる。

Fig.4 ヘリカル開発当初の自作ベッドコントロール

スキャン中の寝台をフリーモードにして、ダイナミック撮影を行い、撮影中に寝台に固定した自作のドライブで患者を移動した。

Fig.5 医療関係職種の法体系

患者に対する医療行為を可能とする人の法体系。

Fig.6 CT技術発展の背景

CT技術の発展は医療現場のニーズと企業の収益性で決まるものと思われる。現場にニーズが無ければ、企業はコストダウンを指向し技術の発展はない。

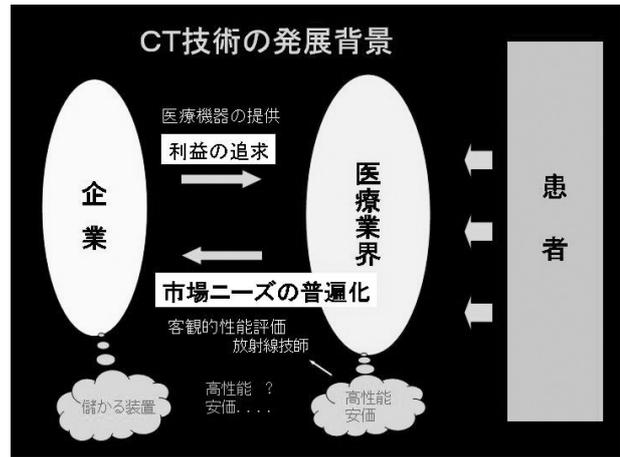


Fig.6 CT 技術発展の背景

CT技術の発展は医療現場のニーズと企業の収益性で決まるものと思われる。現場にニーズが無ければ、企業はコストダウンを指向し技術の発展はない。

な技師によって支えられてきた医療業界側の技術発展アプローチは、CT装置を運用する多くの一般的技師集団によるアプローチによって支えられる時代になっているのである。この時代に対応し、CT装置を進化させ続けるためには、技術学会や技師会を基軸とした集団による研究を推進する等、研究形態の変化も必要かも知れない。オリジナリティに富んだアカデミックな研究は評価も高く、技術発展には大きく貢献すると思われる。しかしながら、オリジナルに対する検証的研究(EBM構築的な研究)も、装置評価の普遍性を高めるうえでは重要であり、CT装置の発展には大きく寄与するものと思われることから、診療放射線技術の分野では高く評価していただきたいものである。