

日本での CT 1 号機—EMI scanner と当時の神経放射線画像診断

小野由子¹⁾ 江島光弘²⁾ 吉田滋俊³⁾

東京女子医科大学 画像診断学・核医学講座¹⁾ ・
中央放射線部²⁾
前 脳神経センター神経放射線科^{1,2,3)}

初めての CT 画像

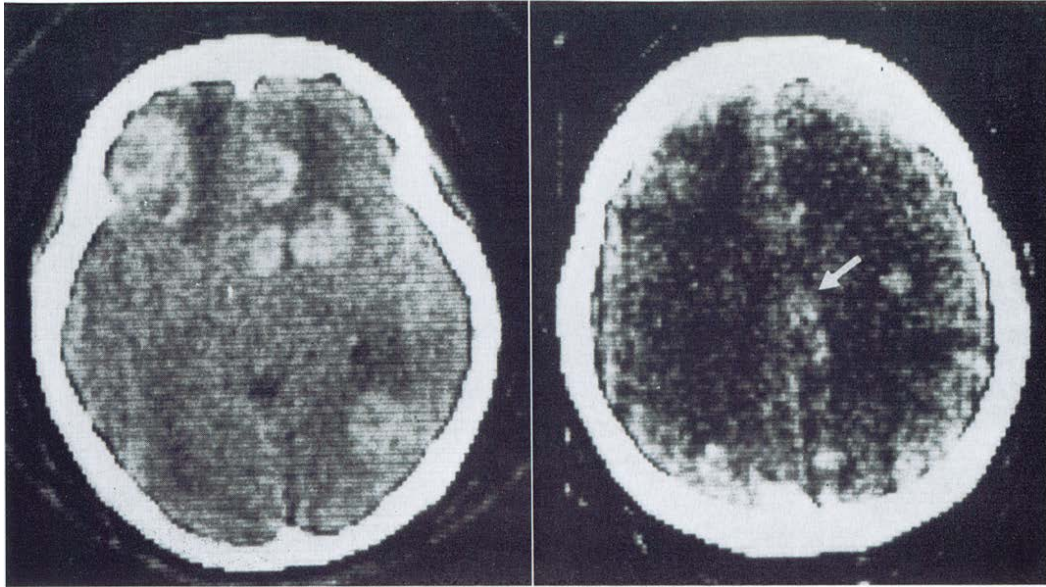
1975 年 8 月 26 日の夕方に、東京女子医科大学脳神経センター神経放射線科に日本で初めて設置された EMI スキャナー（頭部 X 線 CT）によって、脳の画像診断には天地がひっくり返ったような出来事が始まった。

その日、翌日に悪性黒色腫の脳転移の手術を控えた患者さんに、やっと設置・調整が終わったばかりの頭部 CT 検査が施行された。痙攣発作で発症し、脳血管撮影で血管に富む 2 個の転移巣が見つかった。

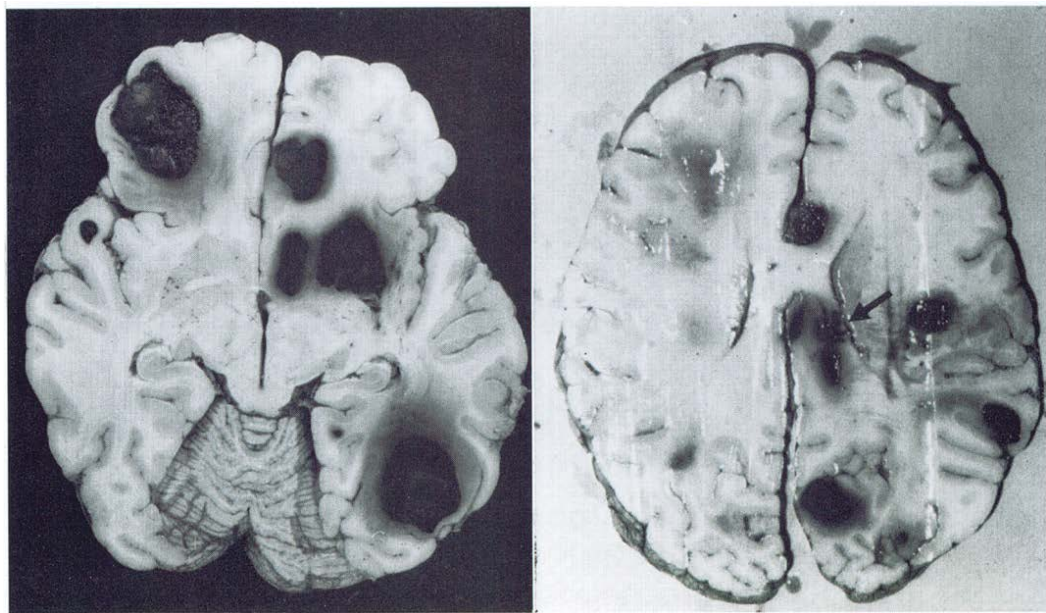
1 回のスキャンで 2 スライス画像を得るのに 4 分半、13mm 厚スライスという画像であったが、単純 CT で テント上下に多数の腫瘍と周囲の浮腫が見てとれ、造影剤投与により大小の多数の腫瘍が濃染してはっきりみられた。(図 1- a,b)

当時のセンター長の喜多村孝一教授をはじめ脳外科医にとって、それまでの脳の画像診断は血管撮影で脳の形と動静脈の状況を知り、気脳撮影でくも膜下腔と脳室の形をみるものであった。その時、脳を輪切りにした画像が多数の腫瘍とともに目前にあった。脳腫瘍手術の経験が豊富で、EMI の情報も得ており、既に米国の学会で何枚かの EMI 画像を経験した医師たちであったが、実際に多数の転移性腫瘍と周囲の浮腫を手取るように見るのは初めてで、その衝撃は相当なものだった。正に別世界の脳の診断法の始まりの瞬間であり、あっという間に検査室は脳外科医だけでなく院内の何十人もの教授・医師が集まり、検査室には人が溢れていた。

この貴重な 1 例の画像は 1 コマずつポラロイドフィルムに撮影され、その画像が翌日には日本中に広まっていた。電子メールなど世の中に存在せず、ファックスさえない時代で、複数の人間（おそらく MR さん）がその画像のコピーを持って、日本中へ飛んだのである。



(図 1-a, b : 造影 CT
 大小の多数の造影効果を呈する腫瘍と周囲の浮腫、腫瘍内壊死が見られる。)



(図 1-c, d : 剖検脳 CT と同レベルのスライス。
 小さな腫瘍も当時の CT でとらえられていたことが証明された。)

CT 出現までの脳の画像診断

CT 導入の直前の 1975 年 第 2 回医英国医療機器展（東京）で開催された技術セミナー「EMI スキャンナー」でのテキストに東京女子医科大学脳神経センター所長、脳神経外科学喜多村孝一教授による「神経放射線の歴史を中心に脳神経外科の立場から見た EMI スキャンナー¹⁾」、神経放射線科の小林直紀講師（当時）による「神経放射線科の立場から見た EMI スキャンナー²⁾」が掲載されている。CT 出現前の脳外科手術に利用された神経放射線領域の画像診断と CT（EMI スキャンナー）への大きな期待が述べられている。喜多村はそれまでの血管撮影、気脳撮影を主とした画像診断、脳手術、術後管理などの多大な経験から、CT から確実に得られるもの、可能性のあるものを的

確に指摘した。小林は当時出ていた CT に関する論文内容を把握し、CT の原理も臨床の中で必要な情報もすべて理解し、それまでの画像診断の経験と合わせて CT 診断の詳細なイメージが出来上がっていたと思える。当時は生体の脳の中を見る手段がなかったにもかかわらず、脳外科医、神経放射線科医として、血管撮影と気脳撮影から判断する診断能の高さと先見の明の確実さに敬服する。

当時の脳疾患に対する画像診断法は、単純 X 線撮影、血管撮影、気脳撮影、脊髄撮影と核医学の脳および脳槽シンチグラフィがすべてであった。X 線診断のほとんどは脳外科医によって施行され、診断されていた。その時代に神経放射線科を設立し、フランスで神経放射線の経験を積んだ当時の小林直紀講師に画像診断を任せ、CT 第 1 号機を導入し新しい臨床と研究の場を与えてくださった脳神経センター長の喜多村孝一教授、そして多くの期待に応えて日本の神経放射線科領域の画像診断をリードし、国内外の多くの医師・技師を指導された小林直紀教授、故人となられたお二人への感謝の気持ちを込めて、日本での頭部 CT 第 1 号機と当時の神経放射線領域の画像診断の状況を紹介します、記録としたい。

CT 導入前後の脳の X 線画像診断法

<頭部単純撮影及び断層撮影> 外傷による骨折の診断は当然として、頭蓋内圧亢進、下垂体及び周辺の腫瘍、くも膜嚢胞、聴神経腫瘍、錐体骨の炎症、内耳奇形、副鼻腔の炎症・腫瘍、頭蓋底への腫瘍浸潤等、単純写真で診断しなければならない病態は多く、断層撮影を加えることで診断能は向上した。

<脳血管撮影> EMI が導入される頃まで、カテーテル法はわずかで、頸動脈撮影は主に直接穿刺により順行性に、椎骨動脈撮影は肘動脈穿刺によって逆行性に造影剤が注入され、フィルムでの連続撮影が施行された。その後 1・2 年で徐々にカテーテル法での脳血管選択撮影に移行した。

サブトラクション画像とは現在の DSA ではなく、造影剤の入らない画像の通常の X 線写真のネガフィルムを反転してポジフィルムとする。この、ネガとポジの写真を重ね合わせ骨を消したものをマスクとする。次に血管が造影されフィルムの上にこのマスクを載せ、生フィルムに焼き付ける。すると骨が消え、造影剤が入った血管のみが浮き出して、サブトラクション画像となる。

1 コマずつ、動きがあればマスクの位置をごく僅かに動かしながら補正し、診断に必要な情報を得るために技術と時間をかけた。条件が整っていれば美しいサブトラクション画像得られた。ただし、そのためには血管撮影が終わったあとで長時間暗室にこもり、マスクにより骨を消す作業に最新の注意を払ってサブトラクションを作った。1980 年代後期に血管撮影が DSA となった時には、もう暗室にこもらなくてすむということが最初に頭に浮かんだものである。

<気脳撮影> 頭部精密断層装置である MIMAIII (テーブルはベット型にも椅子型にもなり、椅子は 360 度の回転、管球は縦横 180 度の回転が可能) を用いて、腰椎穿刺によりくも膜下腔へ空気を注入した。その空気を脊椎レベルから頭蓋内へ一塊として

移動させ、目的とした脳室・脳槽が最も高い位置になるような体位を維持すれば、必要な部位は空気で満たされる。断層撮影を加えると脳室・脳槽の形と、その中の腫瘍や神経などの形が明瞭に得られた。15-20ml 程度の空気を目的とした場所に入れることが最大の技術であり、空気が刺針部位から硬膜下に漏れたり、脳表のくも膜下腔内に散れば激しい頭痛をきたし、目的とした部位の“形”を知ることができなかった。

CT、MR が通常の検査である現在では信じられないが、髄腔内に入れられる造影剤もまだなかった時代に、脳の画像診断法はこれらが全てであった。侵襲的で危険もあり、医師も技師も特別な技術の訓練が必要であった。

CTが稼働する2か月前から神経放射線の勉強をはじめた小野にとっては、単純撮影、脳血管撮影、気脳撮影と小林神経放射線科でのお家芸である air myelography（気脊髄撮影）も、どれもこれも新鮮で興味が尽きず、技術の習得に苦労しながらも初めて経験する各画像に感激の日々を過ごしていた頃であった。その中で、本邦初の EMI の画像も初めての感激のひとつであった。それからは CT 上の髄液腔と気脳撮影で空気の入るルートを合わせて考え、脳血管を脳表に重ねて考え、脳の解剖を立体的にとらえることが楽しかった。CT が出現しても血管撮影は減ることがなかったが、気脳撮影が頻繁に行われていたのは EMI が稼働して 4-5 ヶ月程度だった。最初こそ、CT と気脳撮影の所見とを比較していたが、くも膜癒着やくも膜嚢胞、類上皮腫、小さな聴神経鞘腫などを除いて、気脳撮影の必要性はなくなった。気脳撮影・古い時代の血管撮影と手作りの DSA・当時最新の CT を同時に学べたことは、大変貴重な、感謝すべき経験であったと思う。

X 線 CT の出現まで

X 線 CT は突然世の中に出てきたわけではなく、長年の学者たちの必要にかられてのアイデア・基礎実験・試行錯誤の積み重ねと、企業の協力、投資、市場の開発により、医療機器として市場に出てきたものである。この辺の歴史と詳細は当時の東芝メディカルエンジニアリング社長の著書「企業存滅のキーワード-X 線 CT ビジネスの実践例から」に詳しく紹介されている³⁾。

この中で、私たちが覚えておくべき 3 人の偉大な学者について簡単に述べさせていただく。その中に日本の高橋信次先生（1912-1985）（名古屋大学医学部教授 放射線医学）が 1 番にいらっしゃることを誇りに思う。

CT が出現した 1973 年の 25 年前の 1948 年に、その先駆といえる X 線廻転撮影法がこの高橋信次教授によって考案され、手作りの装置で実験が行われ、生体の横断面の X 線画像が得られていた。1957 年には CT の原理としての廻転横断撮影法の基礎実験結果をまとめた ROTATION RADIOGRAPHY⁴⁾を公表された。二次元の X 線写真、体軸方向の断層撮影画像が X 線画像であった時代に、「物体を回転しながらあらゆる方向から撮影すれば、横断面はわからないにしても、その輪郭の一部は X 線像になるはずである。それを組み合わせれば物体の横断面を X 線的に知ることができるはずである。」との考えから、木製の手作りの廻転横断撮影装置で実験を重ね、回転横断写真を発表

した⁵⁾。1966年に臥位式横断撮影装置(360度廻転)(Axial Transverse Tomograph of Horizontal Type)として完成し、後のX線CTの先駆としてTakahashi-Tomographyと呼ばれ、この機器は日本国内のみでなく、海外の多くの重要な病院で使用された。国内では当時、駒込病院副院長の松田忠義先生へ受け継がれ、改良が重ねられてCT普及後も1980年代まで放射線治療計画時に使われていた。

2人目はカリフォルニア大ロサンゼルス分校の脳外科医であるProf. W.H. Oldendorfである。「脳外科医として確実な脳の情報を得たい、それが患者に苦痛をあたえるものでなく・・・」というところから始まった実験である。

装置の四角板の辺縁部に円形に鉄ピン群を配置し、その中央に鉄ピンとアルミニウムのピンを1本ずつ置き、外側の一方にγ線ビーム、対側に検出器を設置した。ピン板の周囲を回転しながらγ線ビームを照射することにより、中央の鉄ピン、アルミニウムを回転軸に沿って描き出そうとするものであった。第1世代のCTの基本となる発想であり、フィルム上でのX線吸収差を観察することよりも、透過X線量を数値で表すことの意味を示した⁶⁾。

3人目はProf. A.M. Cormackである。マサチューセッツ州メドフォード市のタフツ大学の数学者であった。高橋、Oldendorfの考え方を数学的に解析し、CT概念を証明し、その成立を予言した。Cormackは後述のHounsfieldとともに1979年にノーベル賞を受賞している。その対象となった第1論文⁷⁾は、「あらゆる領域を横切るすべての直線に沿って線積分して得られるその領域平面内の実際の係数を見つける方法」についてのものであり、物体の断面に関するX線吸収値の測定の基本となる方法の数学的証明である。

一方で、1967年にG.N. HounsfieldはEMI社の中央研究所で、電子医療技師としてコンピュータによる自動パターン認識の応用研究に従事している中で、γ線かX線の多方向スキヤニングにより断面を求める方法を考案した。当時のEMI社はビートルズにより巨大の富を得ており、その資金がCTの研究の基盤となっていたと言われている。そう考えると、ビートルズの影響を大きく受けた世代として感慨深いものがある。

1968年には英国政府の補助金を得て、Computed Axial Tomographyが開発された。1969年にEMI中央研究所にCT試作第1号機が設置され、動物実験や人頭(死体)などによる基礎研究がなされた。1970年には神経放射線診断用スキャナー(Neuroradiological Scanner)が発表され、臨床第1号機は1971年には脳外科としてリーダー的存在であるアトキンスモーリー病院に設置され、James Ambroseによって臨床治験が開始された。ここで、それまで誰も見たことがない脳の中の様子が画像となり、脳外科手術に即利用され、驚異的な成果が積み重ねられた。1972年4月19日にHounsfieldはEMI Scannerの原理を新聞発表し、TV、ラジオにも報道された。数日後、英国医学放射線学会(British Institute of Radiology)にAmbrose, Hounsfieldの共同研究⁸⁾として報告した。

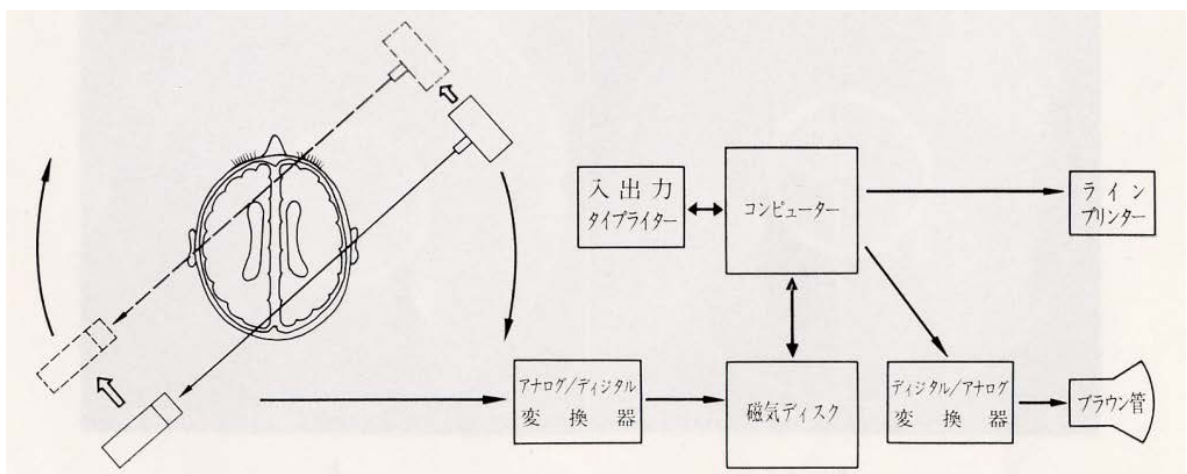
EMI Scanner は 1972 年の RSNA (Radiological Society of North America) に展示され、大変な反響を得た。1973 年には米国 Mayo Clinic, Massachusetts General Hospital(MGH)ほか、計 3 台の機器が設置され、稼働した。同年に Hounsfield⁹⁾は X 線 CT の技術を紹介した初めての論文を *British Journal of Radiology* に発表した。1979 年に Cormack とともに受賞したノーベル生理学・医学賞の対象となったものである。

一方、MGH を訪れる専門家たちは CT (当時は EMI Scanner と呼ばれた) の画像を見て、次々と需要が広がった。EMI 社 London 工場は拡張され、多くの従業員を新規採用して Scanner 制作にあたり、米国では Emitronix 社を設立して販売とサービスを開始した。いろいろな経緯があり、日本では東芝医用グループが EMI 社の販売代理店となった。

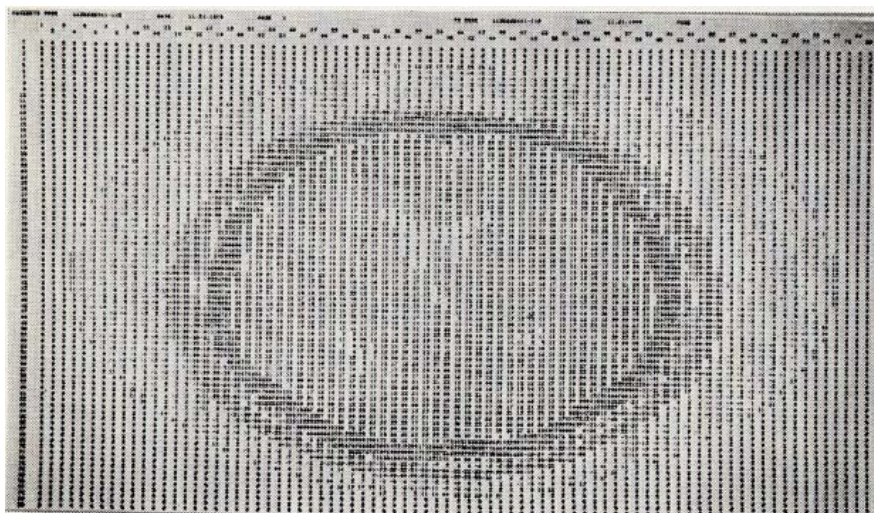
そして日本での EMI Scanner 1 号機が東京女子医科大学脳神経センター (喜多村孝一所長) に設置された。そのいきさつは前述の牧野純夫著³⁾に詳しく書かれているが、それによると、東京海上火災が利益の社会還元として医療機関へ毎年寄付をする計画があり、その寄付で設置されたということである。EMI 社が米国に 3 台しか供給できなかった時期に極東の日本へ設置するためには EMI 社と東芝の間で相当な苦労や努力があったであろうと推察される。

EMI scanner

EMI scanner^{10), 11)} (図 2-a) は頭部専用機であり、細い X 線管球から照射される 3mm 幅の pencil beam とよばれる細い X 線束と、対向するヨウ化ナトリウム結晶による検出器がひと組となり、撮像面水平に直線上に走査し、頭部を中心に 1 度ごとに角度を換えて 180° にわたり、つまり 180 回繰り返された。1 回のスキャンで 24cm 間を 240 点について透過 X 線が測定され、 $240 \times 180 = 43,200$ のデータはコンピュータ処理され再構成された水平断層は、line printer (図 3) 及びブラウン管上に描写された。line printer は印刷機と、頭部各部の X 線吸収係数をタイプで打ち出したもの(図 2-b) の両方を意味した。ただ数字だけが並んだロール状の印刷紙であるが、それを見れば各部位の X 線吸収値を知ることが出来た。



(図 2-a : 原理の模式図)



(図 2-b : line printer で印刷された各部位の CT 吸収値)



(図 3 : 装置全景)

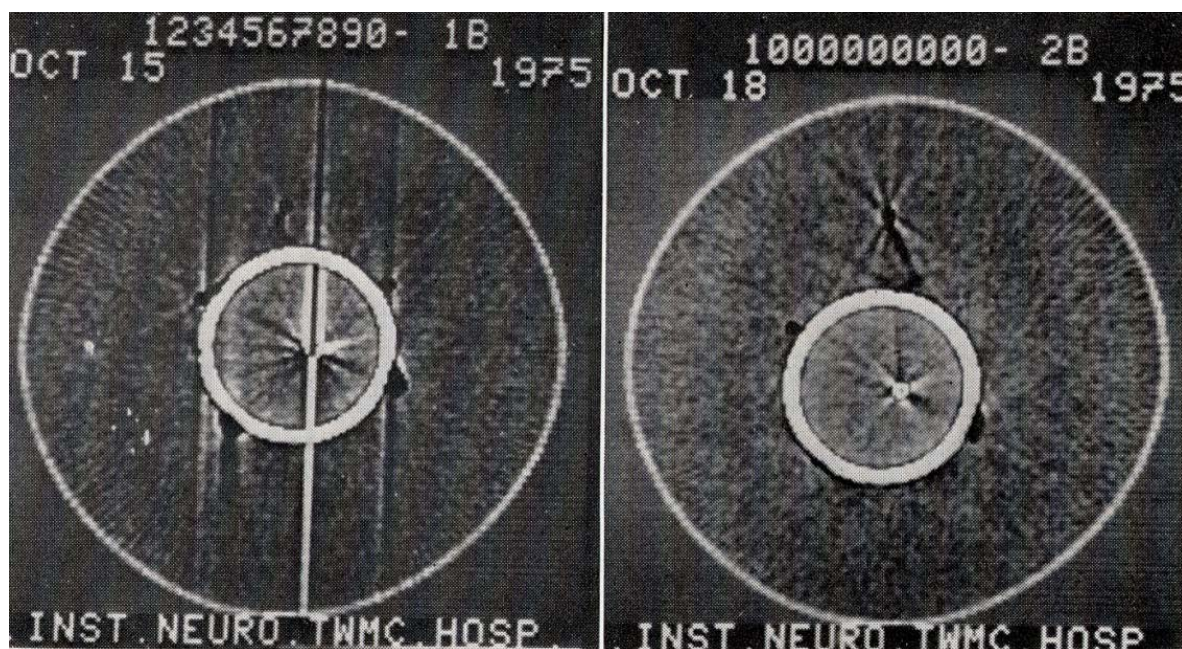
右から撮影装置・line printer・演算機・データ保管用の磁気テープ装置
左端がモニターに装着されたポラロイドカメラ)

当時の撮影装置、演算機、磁気テープを用いたデータ保存用、など、今から見ると CT 装置 (図 3) は頼りないが、当時は新しく、重装備に見えた。

断層の厚さは用いる X 線 beam の高さによって決まり、X 線管球の前方に装着する 8mm または 13mm の高さの slit の変換によって選定され、それぞれの厚さの断層像が得られた。

X 線管球は 100、120、140kVp の 3 つが選定され、slit の高さによって選定される。管電流は 30mA でスキヤニング中は X 線は持続して曝射されていた。撮影に要する時間は約 4 分 30 秒であった。

被写体の動きに対する補正は、通常 180 回の線スキヤニングに対して 225°、225 回の線スキヤニングを行い、これによって得られた余分な情報は被写体の動きを補正するために利用された。これは patient movement conservative (PMC) とよばれ、撮影時間は 6 分かかったが、動きによる artifact や前述の overshooting effect 補正にも有効であった。(図 4- a, b)



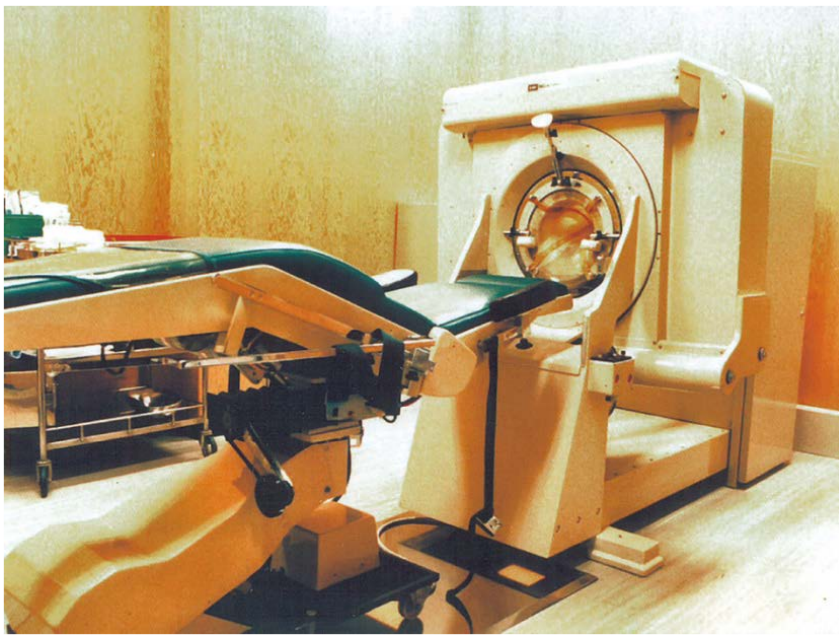
(図 4- a, b: ファントムを用いた artifact (over-shooting effect) の補正
a: 通常の 4 分のスキャン b: PMC (patient movement conservative) を利用した 6 分半のスキャン。artifact は軽減している。)

検出器は体軸に対して上下に 2 個並んでおり、1 回のスキャンで上下 2 層の断層像が得られた。ただし、1 回の線スキヤニングに要する時間は約 1.7 秒、1 回のスキャンで 2 面の断層データを得るのに、通常約 4 分 30 秒、詳細な再構成には 6 分かかった。

画像の表示は 24cm 四方が 160x160 の画素に分割された。各画素に相当する一定容積 (例えば 8mm 高の slit を用いる場合には 1.5x1.5x8.0 の四角柱として) の X 線吸収値は一方では line printer 上に数値で、もう一方はブラウン管上に画像として表された。X 線吸収度は各画素での EMI number (EMI 常数) として、10 bit 2 進法で水が 0、空気が -500、骨が +400~500 として表された。水の X 線吸収度に対する 0.2% を 1 として設定された値である。髄液が +1~12、脳実質が +13~21 で表された。これは -500~+500 吸収度の範囲を表現できたものである。画面上に白から黒までを濃度を 10 段階の違いとし

て表わすGray scaleがあり、吸収値の大まかな違いを判断できた。（その後、EMI 以外の全身CTに対してCT 値はHounsfield Unit : HU として表わされた。水を0とする基本はかわらず、12bit 2進法で-1024~+3072までとされた。現在、多くの教科書でCT 値 (HU) は、水を0、空気を-1,000、緻密骨を+1,000と書かれており、一般的にそのように理解されているが、この根拠となる原本は見つからなかった。骨や金属を一定の数値にすることは不可能なはずで、義歯や体内埋め込みの金属が+1000以上の高いCT 値を呈することは周知である。

EMI scanner の検査テーブル (図 5-a) は現在のものとは全く異なっていた。ガントリーは垂直で、中に大きな氷嚢のようなゴム製の袋 water bag あり、その中に被検者の頭が入るようにテーブルの上に寝かせ、氷嚢には水を入れて膨らますとこの氷嚢 water bag が頭部を全体的に包み込み、うまい具合に固定するものである (図 5-b)。



(図 5-a: ガントリーと撮影台全景)



(図 5-b: 実際の体位と waterbag による頭部を固定した状態)

必要なスライス角度は患者の固定により決まった。目的とした構造に合わせて、顎を引き、あるいは顎をあげた角度で頭部を固定した。 テント上は cantho-meatal line に並行、後頭蓋窩はこれに 15° 後方へ傾けた角度、視神経は前方に 15° 傾けた角度等である¹¹⁾。 大脳の検査は最下のスライスが cantho-meatal line の上方 1.0-2.5cm になるようにして、13mm 厚で通常は 3 回のスキャンを行い、6 枚の画像を得た。連続する断層の位置決定には、スキャンごとにベッドを足方向または頭方向へ手動で動かす必要があった。

Water bag を使用した人も、使用された人も、あと 20-30 年のうちにはいなくなり、忘れ去られるであろうが、理にかなった方法であった。なぜならば頭部は外側に吸収値の高い骨構造、直下に中耳腔、乳突蜂巣、副鼻腔、鼻腔などの含気構造があり、その内側に脳脊髄液と脳実質という解剖学的特徴があるが、吸収値の大きく異なる構造物を直線的に通過する X 線の走行に沿って、帯状の低吸収域が overshooting effect として見られるからである。Water bag を用いることで、X 線が外側の空気層から吸収値の高い頭蓋骨に直接的に入ることによって透過 X 線測定値の誤差を減ずるとともに、水ファントムとして EMI 常数が 0 になるように X 線吸収値の補正を行いながらスキャンすることを目的としている。

また、EMI-scanner では透過 X 線を測定する 2 コの検出器のほかに、もう 1 コの検出器が X 線管球側に置かれており、常に入射 X 線量を測定して、正確な X 線吸収値を得るようになっていた。また電源の事故等に対して X 線量の急激な変化を避けるために独自の発電装置を内蔵していた。

画像再構成の方法は明らかにされていなかったが、単純重ね合せ法、行列法、代数的再構成法、逐次近似法（最小 2 乗法）、Fourier 変換法などが考えられた。平尾¹³⁾によれば、初期 CT には「代数的再構成法」が用いられたとされている。

X 線被曝量は実際の測定上、表面線量として前頭部で平均 1.66R、頭頂部で平均 2.74R であり、頭部の 1 回の X 線撮影とほぼ同等であった。

CT が稼働すると、最新の画像診断法ではあったが、所見の理解には解剖と病理、血管撮影、気脳撮影の知識がそのまま役に立った。ただし、まだ CT の教科書がない時代であり、血管の支配領域が予想と違う部分があったり、同じ組織の腫瘍でも造影効果がさまざまであったり、既往がないのに梗塞巣が見られたりした。脳神経センターでの多彩な症例を反映して、当時の文献では見つからなかったような画像が毎日山ほどであった。Artifact は想像以上で、リング状、シャワー状、帯状など様々なものがよく見られた。それらの理由を知るために患者側、機器側などあらゆる可能性をチェックした。

当時の画像はブラウン管に装着したポラロイドカメラで 1 枚ずつ撮影し、初期にはそれらのフィルムに定着液を塗って乾かす作業が必要であった。そのため多量に出てくるポラロイドフィルムのために、網のような引き出しを重ねた棚を特注した。画像の撮影と検討をしながら定着液を塗り、棚において乾かし、乾いたものをもう一度見ながら読影レポートを手書きかタイプライターで作成し、フィルムと報告書を袋に入れて 1 例終了。当時は猛烈なスピードで一連の作業をしているつもりであったが、今から見ると、検査から読影終了まで、気の長いことであった。

EMI 後の CT の進歩

EMI scanner が世に出て、それまでの脳の画像診断は外から見るものから内部を見るものに 180 度変化し、あっという間にそれが当然となってしまった。世界中の放射線科医、脳外科医、神経内科医の注目を集めた初代の CT、EMI scanner であったが、米国・日本をはじめ各国で猛烈な勢いで CT 機器の開発が進み市場での競争が激しい状況の中、EMI 社は急激な需要に供給態勢が追いつかず、衰退消滅してしまうとは思ってもよらないことであった。またその後に出現して、当時評価されていた外国産・国産のいくつかの CT もいつの間にか消えてしまった。

頭部専用であった EMI scanner の water bag が外され、CT は全身用のものとなった。CT の開発・進歩にも日本の学者が大きく関わっていることも誇るべきと思う。最初の全身用 CT の ACTA scan¹⁵⁾の開発者の一人は日本からジョージタウン大学に留学していた帝京大学の松井孝嘉助教授（当時）である。

EMI 1 号機の約 1 ヶ月後に国産の CT（日立メディコ社製）が藤田保険衛生大学に導入された。この後の日本の CT 開発に大きく貢献したのは、当時の放射線医学の片田和広医師（現先端画像診断共同研究講座教授）である。片田は脳外科医としてスタートし、1974 年に米国での神経放射線セミナーで X 線 CT 装置に触れ、安全で容易な検査法として脳の中の重要な情報を提供することに大きな衝撃を受け、自身の専門を放射線医学に変更した。被曝低減、helical CT、多列検出器 CT (MDCT: multi detector-row CT) に対するアイデア、要望を国内の CT 開発チームに提供した。1980 年代後半からは MRI が出現して脚光を浴び、その機器と撮影法が猛烈な勢いで進歩している状況であったが、この時代を通して東芝メディカル社と CT の共同開発を続け、現在の area detector CT に至るまで「日本の CT」が世界をリードすることに大きく貢献している¹⁶⁾。

終わりに

1990-2010 頃までは MRI が最高の検査と理解されることが多かったが、helical scan と多列検出器により収集した莫大なデータは高速演算機の発達によって短時間での解析が可能となり、thin slice による空間分解能・コントラスト分解能の著明な向上と任意の断面の再構成画像、短時間での検査という大きなメリットをもって、各臓器の画像診断に十分な役割を果たせる CT が再び注目されるようになった。CT に伴う医療被曝は避けられないが、電圧・電流の軽減、撮影時間の短縮等様々な工夫で軽減が図られている。

特に 320 列の面検出器 CT は三次元画像の画質の驚くべき向上に加えて、心拍動や血流の 4 次元情報という MR を超える情報が得られる。これから様々な病態が 4 次元の CT で解明されていくことが期待される¹⁷⁾。

日本で CT が初めて臨床に使われてから 38 年がたち、当初の機器、画像と比較すると、人間の能力の高さ、医学に対しての貪欲さがこれほどまでに CT の能力を高めたことに感慨を覚える。医学として必要な情報の要求と多方面からの助言をしつづけてきた多くの医師と放射線技師、機器自体の開発に関わった技術者、その間に入って意見

の調整に関わった方々、これらのすべての人々に心から敬意を表す。CTの初期からその進歩と共に歩んできた私たちは、その性能を診療の中で十分に役立て、それを次世代に伝えていく使命があると考えている。

参考文献

- 1) 喜多村孝一：神経放射線の歴史を中心に脳神経外科の立場から見た EMI スキャナー、第2回医英国医療機器展技術セミナー、1975、東京
- 2) 小林直紀：神経放射線科の立場から見た EMI スキャナー、第2回医英国医療機器展技術セミナー、1975、東京
- 3) 牧野純夫：企業存滅のキーワード—X線 CT ビジネスの実践例から—、日本プランニングセンター、東京、1987.10
- 4) Takahashi S: ROTATION RADIOGRAPHY, Japan Society for the Promotion of Science 1957.
- 5) Takahashi S: Conformation radiotherapy. Rotation technique as applied to radiography and radiotherapy of cancer. Stockholm: Acta Radiol. Suppl. 242, 1965.
- 6) Oldendorf W. H: Isolated flying spot detection of radiodensity discontinuities-Displaying the internal structural pattern of a complex object. IRE, Transactions on Biomedical Electronics, 8: 68-72, 1961.
- 7) Cormack A.M: Representation of a function by its line integrals, with some radiological applications. J. Appl. Physics 34: 2722-2729, 1963.
- 8) Ambrose J: Computerized transverse axial scanning(tomography) Part 2. Clinical application. Brit. J. Radiol, 46: 1023-1047, 1973
- 9) Hounsfield G.N: Computerized transverse axial scanning(tomography). Part 1. Description of system, Brit. J. Radiol. 46:1016-1022, 1973.
- 10) 小林直紀：EMI-Scannerの原理と実際、映像情報 8 (2): 23~29, 1976

- 11) 小林直紀、小野由子;EMI-Scanner の原理と実際-450 例の経験-:臨床放射線 21 (2): 147-162, 1976
- 12) 吉田滋俊, 江島光弘他: 第 34 回日本放射線技師学会シンポジウム II CT における技術的諸問題: 日本放射線技師学会誌, 34(4): 424-430, 1978
- 13) 平尾芳樹: 医療用 CT 技術の系統化調査報告。国立博物館 産業技術史資料情報センター 技術の系統化調査 第 12 集、p83-161、2003.3
- 14) 小林直紀、小野由子;EMI-Scanner の原理と正常 EMI-Scans 像: 日本臨床 34 (4): 4-11、1976
- 15) 松井 孝嘉 他.ACTA Scanner の完成とその経験. 臨床放射線 21 (2): 163-168, 1976
- 16) 片田和広: CT 機器開発の理念-ADCT の開発までと未来予想. 第 9 回 CT Technology Forum 2010.10.18、東京、アールティ 53、2011、エーザイ株式会社
- 17) Y. Ono, K. Abe, K. Suzuki et al: Usefulness of 4D-CTA in the detection of cerebral dural sinus occlusion or stenosis with collateral pathways. NRJ (The Neuroradiology Journal) 26(4): 428-438, 2013