

連載

名古屋大学における放射線機器研究開発の沿革

佐久間 貞行

戦前

名古屋大学医学部に放射線医学講座が設置されたのは他大学に比べて遅い。しかし田村学長をはじめ古くからX線機器に関心の深い人々が多く、戦前には当時としては極めて優秀な外国製の大量のX線装置が購入され使用されていた。したがってX線診療に関する業績も多くみられ、わが国で初めての血管造影検査（斉藤真第一外科教授）、X線映画法（三矢辰雄泌尿器科教授）など幾つかの開発研究も行われた。しかし戦災により全てを焼失した¹⁾。

放射線医学講座開講

1954年に放射線医学講座が開講されることになり、高橋信次教授が着任されて新しい教室の歴史が始まった。高橋教授は放射線機器の研究開発に興味を示され、すでに前任の弘前大学においてX線回転撮影法やX線拡大撮影法の研究を始めておられた。

X線による生体解剖

X線回転撮影法はX線管を身体の周りを回転させてX線を出し、身体のなかの情景を原体で見ようとする方法である。方法論として8法を示された²⁾。その中の一つである回転横断断層撮影装置は、弘前大学において立位式と臥位式のプロトタイプが製作されており、その2号機が名古屋大学の開講時に入った。1968年にX線管が360度回転する臥位式回転横断撮影装置が完成して本格的な臨床的応用が始まり、生体による横断図譜も完成した⁴⁾。また放射線治療計画にも応用され、病巣にできるだけ忠実に放射線を照射しようという原体照射の研究にもつながった。放射線治療は開講の1954年に、わが国第1号のコバルト60回転照射装置が導入された。回転撮影の原理を応用した原体照射法の研究が主に行われたが、線量分布を確認するために線巢横断撮影も開発した³⁾。X線CTの原型とも言うべきこの回転横断撮影はやがてX線CTへと発展したが、X線CTの普及によって回転横断撮影それ自体は用いられなくなり、歴史上のも

のとなった。研究というものの姿の一端を示すものであろう。

拡大撮影法はX線が焦点から拡散する性質を利用して、直接撮影部位の拡大像を得る方法である。それにはX線管焦点がより微小であることが必要である。弘前大学ですでに小さいX線管焦点を得る努力がピンホール法、バイヤス法と幾つかのなされていた。1958年に焦点の大きさが $50\mu\text{m}$ のバイヤス式微小焦点回転陽極X線管が完成し、4～8倍拡大撮影の臨床応用がはじまった。さらに、大きな拡大率はとれないがX線管容量が大きく臨床的に用いることが容易な焦点が $100\mu\text{m}$ のX線管の生産が軌道にのり普及しはじめた。文部省の科学研究費によって焦点が $50\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ 、 1mm のX線管を1列に配置、撮影台の水平移動とカセット連続交換装置により4倍、3倍、2倍、通常の撮影ができる拡大連続撮影装置を試作したのもこの頃である。これで骨、肺の単純拡大撮影、気管支造影、血管造影の拡大撮影を行った。また1971年から名古屋市立大学の中央放射線部では骨格系を中心に撮影するX線管左右移動式拡大立体撮影装置、消化管系を中心に撮影するX線管前後移動式拡大透視撮影装置、対向的に拡大撮影用微小焦点X線管と通常撮影用X線管を配置した多軌道式拡大断層撮影装置、X線管を 360 度の範囲で回転或いは水平に対し 45 度斜方向まで移動できる多方向立体拡大断層透視撮影装置、2X線管による立体拡大撮影と2X線管による通常立体撮影のできる撮影台上下式血管撮影装置等を開発し、必要に応じ常時拡大撮影が出来るようにした⁵⁾。 360 度回転できる2倍拡大の透視撮影装置では、1度ずつ回転しながら撮ったI・Iイメージインテンシファイア像から横断像を作成したがデジタル・コンバータがなく、アナログで行ったために濃度がサチュレーションして良い画像が得られなかった。1980年からは名古屋大学で血管造影用の2微小焦点X線管による拡大撮影装置などの整備、文部省科研費による高拡大立体デジタル透視撮影装置などの開発をしたが、消化管の拡大撮影による精査は内視鏡の進歩によって減り、また骨、肺の拡大撮影はX線CTによって必要性が減じた。現在ではIVRのための診断に用いる血管造影拡大撮影が主で、そのほかは2倍拡大で収まる脳血管撮影の殆どの症例と微細血管像の観察が必要であった膵・腎などの腹部血管撮影症例について拡大撮影が行われている。

放射線診断から画像診断へ

高橋教授の研究主眼は、日本医学会賞、学士院賞恩賜賞の授賞理由にもみられるように「生体の内景をX線学的に解剖して描出する」ことにあった。しかし生体の構造を見るには生体物性からみて、さらに機能まで考えるとX線のみ

では不足である。そこで1980年以降は他のモダリティを導入して構造はX線、超音波、MR I、代謝はR I、赤外線、MR Iと現在用い得るモダリティは全て積極的に用いることにした⁸⁾。

X線撮影については、受像系の感度が高く患者被曝量の低減化が計れる事、デジタル化されているためにフィルム管理の容易なこと、サブトラクションなどの画像処理ができること等を考えてF C Rの採用に踏み切った。

回転撮影に代わるX線C Tの研究は、放射線治療計画に用いる事、連続断面を得て画像処理によって3次元再構成を行う事、大容量X線管を装備して連続撮影を行いダイナミックスタディをすること、臨床応用を広く行い適応と限界を明らかにすることに主眼を置いた⁶⁾。X線C Tはその原理から原子レベルの画像といえる。これに対して磁気共鳴画像(MR I)は分子レベルの画像である。

X線装置の利用は、診断から治療すなわちI V Rへとシフトしていった。このときのベットは支持器のない魔法の絨緞式のものが望ましい。天井懸架式のI V R専用装置を設けた。これに超音波断層、レーザー照射を附加した。

MR Iは実験用の超高磁場(6.8T)、診療用の高磁場(1.5T)、中磁場(0.5T)の超伝導磁石装置、低磁場(0.064T)の永久磁石装置を導入して、基礎実験から臨床応用まで幅広く研究できるようにした。特に6.8Tの実験装置では、スペクトロスコープのみならず、解剖学的位置の解釈のためにも画像が得られるようにした。1.5TではMRAとダイナミックスタディ、三次元構成、MR Sを主に対象とすることにした。低磁場装置は磁石が筒型でなく、上下二枚であるため広い空間があり、そのオープン・スペースと連続撮像によるフルオロスコープを利用してI V Rと言うかI V Mと言うべきか語彙については問題であるが、MR I装置内でレーザー照射などの診療や処置を行うことを研究対象とした。この装置は立てることによってトレッド・ミルなど使用できるようになるため心疾患の検査に適する。また立位でかつ動きやすいのでスポーツ医学の検査に応用できる。

核医学画像の本質は代謝の画像化にある。R I領域では、先ずシングルフォトンについて大口径角型シンチレータを二門対向させた装置を開発し、骨シンチグラムの全身スキャンを短時間で行える様にするると共に、回転してS P E C Tを速く撮れるようにした。本来は六門のシンチレータで身体の全周を巡らせることを提案したのであるが、対向二門となったものである。代謝の画像化はR I検査が最も必要とされる場所である。レセプターについて試薬の造りやすいP E Tが導入できたので、全身の代謝の傾向を観るためと局所量を注射なしで推定するために、全身のP E T画像とその三次元表示のプログラム作成を

行った¹⁰⁾。さらにMRIとの整合性のある撮像をして機能と形態の重複観察を行っている。またベビーではあるがサイクロトロンがあるので、中性子線治療を考えた。原型は18 MeVの装置であるが、21 MeVまで性能を向上してもらったので、治療可能な速中性子の発生までは実験的に証明されている。

超音波診断装置は、生検のための電子走査型穿刺用探触子、立体的把握をめざした位置記憶型セクタ式複合走査、測定精度の向上を考えた多方位散乱測定装置等の開発導入をおこなった。さらにカラードップラ装置の導入を計り、腹部疾患への臨床応用とその有用性の評価を行った。またCTと超音波を同時に撮像して、超音波像の歪から弾性率を計算することも行った。異なった検査法から、計算によって新しいディメンジョンの画像を作ることの可能性を求めたものである⁷⁾。一方連続多層撮像からホログラムを作成することも行った。これは液晶の応用などで将来実時間で行える可能性があり、その時には実用化されるであろう。そしてIVR (interventional radiology) やMIS (minimized invasive surgery) に活用されるようになるであろう。

画像情報管理システム

X線、MRI、超音波、RI、赤外線、レーザー等々、多くのモダリティを用いるようになると、いくつかの診断画像を併せて読影、観察する必要がでてくる。また現在行われている診断画像は殆どデジタル化されている。そこでPACS (picture archiving and communication system) の研究を始めた。当初の1980年には、現在行っている研究の規模で100億円という試算であった。当時ICが高価だったからで、1年毎に価額も半減するであろうから5年も経てば手に入らないこともないであろうと考えた。現在では画像情報管理システムとして病院情報システムに接続できるまでになっている。PACSでしばしば問題になるのは読影のしにくいことである。モニタの配列や読影の位置など、人間工学的に考えた医師にとって便利な読影システムが間もなく出来てくるはずである。画像だけ蓄積し管理していても意味がなく、十分に読影されて診断の過程と結果が述べられた良いレポートの必要性がある。レポーティング・システムの研究を始めた⁹⁾。またそれは学生から専門医に至るまで各層に役立つ教育システムにまで高められると考えたからである。

(名古屋大学名誉教授・テルモ研究開発センター長)

文献

1) 名古屋大学医学部名古屋大学史編集委員会編：稿本 名古屋大学医学部百

- 拾五年史、1988.
- 2) Takahashi,S.:Rotation radiography, Japan Society for the Promotion of Science. Maruzen 1957.
 - 3) Takahashi,S.:Conformation Radiotherapy,Acta Radiologica,1966.
 - 4) Takahashi,S.:An Atlas of Axial Transverse Tomography and its Clinical Application,Springer-Verlag,1969.
 - 5) Takahashi,S.,Sakuma,S.:Magnification Radiography,Springer-Verlag,1975.
 - 6) Takahashi,S.,Sakuma,S.,Kaneko,M.ed.:Illustrated Computer Tomography - A Practical Guide to CT Interpretations, Springer-Verlag,1983.
 - 7) Sakuma,S.,Ohara,k.,Ishigaki,T.,Okumura,Y.:The elastic constant of body tissue estimated from computerized tomography and ultrasonography. in Biomedical Imaging ed.by Siraisi and Toritsuka,Takeda Science Foundation,1986.
 - 8) Sakuma,S.,Ishigaki,T.,Takeuchi,T.:Diagnostic Imaging of the Liver, Biliary Tract and Pancreas. Springer-Verlag,1987.
 - 9) Sakuma,S.,Ishigaki,T.,Ikeda,M.:The goal of PACS in Nagoya University Hospital. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 36,143-146,1991.
 - 10) Tadokoro,M.,Ota,T.,Kato,T.,Ito,K.,Ishigaki,T.,Amano,M.,Sakuma,S. :Multidirectional Positron Imaging:Evaluation of Cancer Detection with 2-(F-18)-fluoro-2-deoxy-D-glucose. Radiation Medicine,10:4, 141-144,1992.