〔第39回総会シンポジウム〕

4. 放射線医療技術学研究のあり方 —X線テレビ断層撮影法の研究の立場から—

東北大学医療技術短期大学部

片 倉 剛

Key words: X-ray TV system, Tomography, Image Processing

PRINCIPLE OF MULTI-SECTIONS OF PLANE OR AXIAL TRANSVERSE TOMOGRAPHY USING RECORDED FLUOROSCOPIC IMAGES

TSUYOSHI KATAKURA

Department of Radiological Technology, College of Medical Sciences, Tohoku University.

Summary

In the studies of radiological technology, it is very important that we should research for improved functions of conventional equipment.

The experimental study has been performed as to the possibility for the application of X-TV system for the synthesis of plane or axial transverse tomographic images. By this method, it is possible to obtain any of multi-section images which are constructed from the video-images recorded during one linear, circular or one rotary motion of the X-ray tube.

On the plane tomographic method, each recorded images are displaced following to exposure angle and height-ratio of the plane, therefore, multi-tomographic images can be obtained on the storage tube surface when recorded images are synthesized reversely to cancel displacement.

On the transverse tomographic method, selected slit-signals from each of the recorded frames are back-projected on the storage tube surface and are reconstructed as tomographic images. Therefore, other slit-signals from the same video images reconstruct another tomographic section.

We have shown the synthesized images obtained with chest, lead wire and dried lumbar bone.

1. はじめに

現在の医療界における放射線技術の進歩はめざましく、これを実践するわれわれの先導的な努力によって、適正に、また広範囲に社会への普及がなされた。

このような放射線技術の維持と発展は、この学会によって推進されて来たことは、周知のことである。

この間、放射線医療技術学の研究には、新しい理論の導入と急速な電子技術の応用などが進められて、この学

会の使命もますます重要なものとなっている。他方、研究設備など、多くの会員が共通に持つ悩みも多く、研究基礎の広がり障害になっている。

すなわち、このシンポジウムの命題は、この学会がいかに高度化し、いかに研究層を厚くするかの点にあると思える。

シンポジウムの中では、副題との係わりなどから、十分な討議にまでには至らなかったが、2, 3の具体的な提示を補追し、副題の起点と現況について、報告する。

2. 研究の目的と内容について

放射線医療技術研究の立場としては、放射線と患者の関連から、放射線の安全な利用が前提とされ、技術の意味から、役立つことが必要と思われる。

研究者の多くは、自分のおこなった研究成果を日常業務で「役に立たせたい」と考え、「学界で認められたい」と思い、「多くの施設に利用させたい」と願うであろう。したがって、例外はあるが、研究したものを実際に使ってみよう、と思うことが、研究の目的の第一歩と考える。はじめから、使用する意志のない研究は意味をなさないものであり、一方、本当に実施された研究は、どんな理論的批判にも耐え得るであろう。

この意味においては、研究のテーマは、周囲に数多くあり、小さな研究でも技術の向上となり、次の発展に続くものとなる。

研究の内容とは、実施までの経過であり、論文は、その報告技術の一つに過ぎない。

3. 研究の環境について

必要とされる研究環境は、その研究内容によっても異なるが、診療の場にあっては、診療の装置以外、測定器など殆んど設置されてない所が多い。極端に言う、A1階段や濃度計のない所も数多くある。

診療の実務に携る者は、研究の対象（予算的に）にならないと言う一般的な考え方がある。しかしながら、何千万、何億円の高額の装置を、最大の放射線医療技術を駆使して守ることは、社会に対するわれわれの使命であるが、これにたいする理解は非常に乏しい。

このような研究環境は、すぐに改善されるとは思われないが、われわれの研究成果が個人的な栄誉の範囲に留ることなく、広く社会的認識を得るように努力し、また研究障害を乗り越える方法を討議すべきものと考え、2, 3 気付く点について述べる。

(1) 施設の規模に応じた基本的研究設備のモデルを作る

研究とは本来自発的なものであり、またその研究に必要な機器の整備も各人が努力すべきものであるが、学会として、各種施設あるいは各地域からの共通データを必要とすることが予想され、また高額な機器を共同で利用する体制も有効と考える。

(2) 実用的実験法の規格化

研究には精度が要求されるが、実用の目的範囲において、広く、共用できる方法を研究する。この場合、誤差

と適用範囲を確立し、各人の研究データが学会の場で安心？ して使えるようにする。現状では、何かデータの精度のみ批判され、本来の放射線技術への適用が忘れられているように思う。

また現状の測定器類も、他分野の研究目的のものが使用されていることが多く、もっとわれわれの研究目的に集約された測定器、計算機の開発が必要でなからうか。

(3) 模擬実験法を普及させる

電子部門は近年ますます発展し、コンピュータも個人の範囲で使えるようになった。本学会での理論系もマイコンで体験できるものも多いはずで、そのソフト系と模擬データを公表、交換する。

(4) 学会誌にノート別刷を設ける

学会雑誌は学会の顔である。したがって、投稿審査も厳しいものとなる。しかし、審査ではずされたものの中には、独創性がありながら、論文形式を満してないものも多いと思われる。これ等を予稿集の形式で別刷にまとめる方法はないだろうか。（たとえば、「わが施設のアイデア特集」など）

(5) 高度化する医療技術への対応

現在の高度化した医療と将来への対応を考えた場合、診療の場では果し得ないものもある。これらの理論系は、本学会の先導的研究者によって進められているが、集中された研究所の設置など、本誌の著者らの指摘が見れる。

4. 画像形成の研究について

現在の放射線診断部門においては、前述のように強力な画像形成技術によって進められている。これらの先端装置の開発は、その研究規模から言っても、われわれの手の届くところにはなく、受動的立場に置かれている。これらの新しい画像は、これまでにない診断的知見を生み、経済性以上の貢献を成しとげた。この分野では、われわれのハード的参加を許さない様相さえ見せているが、現在の電子技術の推移を見るとき、あきらめてはならない部門の一つと思える。たとへば、ここ数年の間でメモリ素子や A/D 素子の価格は 1 けた近く下っている。

このような画像形成研究の目的の一つは、現状の画像への教育的理解のためであり、もう一つは、われわれの身近にある適用対象を探索し、われわれにしかできない部門を確立するためである。現状の大型装置の稼働率は、必ずしも大きなものでなく、その恩恵を得る患者の数には限度がある。むしろ、今後かなりの長期にわたって、現状のフィルムなどの受像系が主役をなすものと予想さ

れ、これらの維持と改良発展が一層大切であると考ええる。

この画像形成の研究には、電子技術の導入の他、撮影技術、装置、各種補助具、感材系も含まれるが、画像評価においては物理量のみでなく、評価された画像を提示することがこの部門での条件ではなろうか。

5. X線テレビについて

テレビ技術が医療放射線に導入されてから20年余りになるが、この間、主として透視法のみで使用されて来た。

テレビ像の静止画の利用法に関する研究はわずかであったが、ここ2、3年の間に、デジタルラジオグラフィとして Kruger¹⁾²⁾³⁾によって発表されてすぐ実用化され、本邦にも普及し始めている。この実用化への意欲は見習うべきもので、これがわが国

で育なかった原因の一つは、テレビ画像の画質に対する偏見であり、また適用対象への洞察不足から来るものであろう。

デジタルラジオグラフィは、画像検出器としての撮像部が、原理的に、従来のものと大きく変わっていないので、今後、放射線画像に適する撮像部の開発が待たれる。

テレビ画像のデジタル化は、その画像の高速性と絵素数に要するメモリ容量などにより、現状では経済的に、研究対象にしにくい面があり、当分の間、アナログとの併用が有利と思われる。

われわれが、テレビ画像を研究の対象とするのは、この画像がフィルム画像と共に、われわれの周囲で最も得やすい放射線画像の一つだからである。

6. X線テレビ断層法の研究

著者らがX線テレビ多層断層法を発表^{4)~9)}してからすでに9年になり、またX線テレビ多層横断法を発表^{12)~14)}してから、5年も経ている。

この間の遅れの理由は、周辺機器によいものがなかったことと、やはり研究費的な要素も大きい。

本研究は、現状の画像で充分診療に耐えるとは言いが、画像形成過程で改良すべき技術要素も多く、今後の課題とする。

以下、本研究の概要を述べる。

(1) X線テレビ多層断層法

この研究の目的は、1回の直線、または円軌道の録画

$$l = \frac{2e(r_1 + r_2)\sin\theta}{r_1\cos\theta - e}$$

Fig. 1. Geometric principle of linear tomography.

$$r_2 = 0$$

$$l = 2e\tan\theta \cdot \frac{1}{1 - \frac{e}{r_1\cos\theta}}$$

Fig. 2. Geometric principle of experimental method.

像から、任意の多層断層像を得ることにある。

断層法の原理は、周知のように、各入射角からの投影像のうち、受像面に固定されたものが断層像を形成し、他は、ぼけ像となる。(Fig. 1)しかしながら、このぼけ像も、実は他の断層面の情報源であり、ぼけ像の移動 l を何等かの方法で停止させれば、このぼけ像は他の断層面を形成する。この点に着目すれば、受像系を必ずしも動かさなくともよく Fig. 2 のように固定することができる。このように受像面を固定することは、重量ある I-I 系と TV カメラを可動にする機構が不用となり、装置構成を大幅に簡易化できる。すなわち、管球のみを移動させればよいので、可搬型等として使用することもできる。

この研究に類する国外での研究は、Bailey¹⁰⁾¹¹⁾によっておこなわれているが、これは従来の断層撮影装置を使用したもので、本法の撮像原理は全く異なるものである。

Fig. 1 において受像系を固定することは、 $r_2 = 0$ と等価のものであり、Fig. 2 を得る。この場合の各層の移動量は $l = 2e \cdot \tan\theta$ となる。したがって、この各入射角からの録画像について、 $l = 0$ になるように電子制御を施し、重ね合わせる(蓄積管による合成)と断層像が得られる。この移動量 l は、層面の高さ e の関数であるから、 l を変化させることにより、任意の層面を選択できる。

装置の構成は、テレビカメラを固定し、各入射角からのテレビ像(36フレーム)を一たんディスクレコーダに録画し(以後患者不用)、この録画像に前記の移動操作

〔第39回総会シンポジウム〕 放射線医療技術学研究のあり方—X線テレビ断層撮影法の研究の立場から— (片倉)

を施し、蓄積管装置で合成し、得れた断層像をモニタ視する。

Fig. 3 a, b, c, d は、本法による胸部断層像の1例で

Fig. 3. Fluoroscopic images of chest: a. recorded chest image (A-P), b. reconstructed tomographic images 4 cm height, c. 8 cm, d. 13 cm.

Fig. 5. Fluoroscopic images of five lead wires in each edges of 1 mm displacement: a. lateral image in 36 recorded frames, b. c. d. cross-section images of selected slice position, showing individual lead wire edges.

Fig. 4. Schematic diagram of reconstructed process for cross-section tomographic images.

あり、各層の合成時間は、10秒程度である。

(2) X線テレビ多層横断法

横断面を合成するための基本原理は、体軸に対して回転ばく射をおこない、各回転角でのスリット信号を合成面(メモリ、蓄積管など)に逆投影することである。

この原理をテレビ信号に適用すれば、テレビ画像の1フレームは、多数のスリット信号(走査線など)により構成されていることに着目し、スリット信号の選択により、多層の横断面を得ることができる。

このスリット信号を抽出する場合、水平走査線を使用する方法と垂直方向

にサンプリングする方法とがあるが、本法においては、サンプリング速度の優性により、後者を採用し、クロックとして水平同期信号の遅延パルスを使用した。

これらに関する国外の研究は、C. KAK¹⁵⁾, R. M. Harrison¹⁶⁾, らによっておこなわれているが、録画像からの多層性については、何等言及していない。またデータ抽出は、水平走査線を使用している。

Fig. 4は、本法の原理構成図であり、撮像は、180°につき5°間隔で36フレームの録画像を使用した。

Fig. 5は、1 mm 間隔に先端位置をずらした鉛線で、本法の多層横断法により各層を充分に分離している。

Fig. 6は、腰椎乾燥骨の実写例で、同一録画像からの多層性が証明された。

Fig. 6. Fluoroscopic images of lumbar vertebra (dry bone): a. plane image, b. c. d. reconstructed cross-section images.

7. 結 論

本稿は、本題としての放射線医療技術学研究のあり方に充分答え得たとは思えない。

むしろ、本学会員の小さな意見の一つに過ぎない。したがって、機会があれば、各人がまた別の観点に立って論じるべき事柄であろう。ただ、ここで最も重要なこと

は、自分のおこなった成果が、どれ程身近な放射線医療技術に貢献できたか、ということであり、これが研究を喜びとする原点でもあると考える。

謝 辞

今回のシンポジウムの副題の研究にあたり、電気系を担当された本短期大学部 大石幹雄助手と機械製作の大半を担当された同 木村吉和技官に心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) Kruger R A, Charles A, Mistretta, et al.: Computerized Fluoroscopy in Real Time for Noninvasive Visualization of the Cardiovascular System. *Radiology*, **130**, 49-57, (1979).
- 2) Kruger R A, Mistretta C A, Riedere SJ, et al.: Computerized Fluoroscopy Techniques for Noninvasive Study of Cardiac Dynamics. *Investigative Radiology*, **4**(4), 279-287, (1979).
- 3) Show C G, Ergun D L, Kruger R A, et al.: Intravenous Angiography Using Computerized Fluoroscopy. *IEEE Transaction on Nuclear Science*, **NS-27**(3), 1042-1046, (1980).
- 4) 片倉 剛, 大石幹雄, 他: X線テレビによる多層断面観察法, 断層撮影会誌, **2**(1), 75-78, (1974).
- 5) 渡辺長盛, 片倉 剛, 清野 浩: X線テレビによる多層断面観察法, 日本医放会誌, **35**(6), 1-11, (1975).
- 6) 片倉 剛, 渡辺長盛, 清野 浩: 多層断面観察法におけるディスクレコーダの応用と現出能の検討, 日本医会誌, **35**(11), 969-979, (1975).
- 7) 片倉 剛, 大石幹雄, 他: X線テレビによる多層断面観察法 (第二報), 断層撮影会誌, **3**(1), 102-105, (1975).
- 8) 大石幹雄, 片倉 剛, 他: X線テレビによる多層断面観察法 (第三報), 断層撮影会誌, **4**(1), 23-25, (1976).
- 9) 大石幹雄, 片倉 剛, 他: X線テレビによる円軌道・多層断面観察法 (第四報), **8**(1), 1-6, (1980).
- 10) Bailly N A, et al.: Electro-fluoroplanigraphy, *Radiology*, **107**, 669-671, (1973).
- 11) Bailly N A, et al.: Fluoroscopic Tomography, *Inv. Radiology*, **9**, 94-103, (1974).
- 12) 片倉 剛, 大石幹雄, 他: X線 TV による多層横断面の合成法, 日本医放会誌, **39** (臨時増刊号), 75,

〔第39回総会シンポジウム〕 放射線医療技術学研究のあり方—X線テレビ断層撮影法の研究の立場から— (片倉)

- (1979).
- 13) 片倉 剛, 大石幹雄, 他: X線 TV による多層横断面の合成法, 日本医放会誌, **41** (臨時増刊号), 2, (1981).
- 14) 片倉 剛, 大石幹雄, 他: X線 TV による多層断面の合成法, 断層撮影会誌, **11**(1), 投稿中, (1983).
- 15) KAH ac, et al.: Computerized Tomography Using Video Recorded Fluoroscopic Images. IEEE Transaction on Biomedical Engineering, **BME-24**, 157-169, (1977).
- 16) Harrison RM, et al.: The determination of anatomical cross-sections using a radiotherapy simulator. British Journal of Radiology, **51**, 448-453, (1978).