

医学博士高橋信次君の「X線による生体病理解剖の研究」に対する

授賞審査要旨

在来のX線検査は生体の透視所見を裸眼視するやり方であった。それは死後の病理解剖による結果と比べ甚しく劣っている。

高橋信次君は、生体にX線というメスを入れて解剖し、精密な所見を得て死後の病理解剖に肉迫するところまで断を高めたところに本研究の意義があり、国内のみならず国外からも広く高く評価されている所以である。

在来のX線検査では、実際の身体は三次元の構成をもっているが、X線フィルムもしくは受像面上のX線像は二次元のもので奥行き次元がない。従来の立体撮影は紋理のあるもののみ可能であり心臓などを立体視することは出来ない。死後の解剖では任意の方向の断面を作って病巣を捜すが、従来の断層撮影では截面が体軸の方向に限られ、横断面像は窺い知ることさえ出来なかった。その結果、生体の実際の構成を知ることが、むづかしかった。

また、解剖もしくは病理解剖では、診断の最終決定は顕微鏡などを用いた拡大視による。X線検査は裸眼視であり、従来の方法では、微細な所見を明らかにすることは出来ない。

さらに解剖または病理解剖は身体内景を色で識別し、組織は染色する。それに対しX線像は黒白である。

これらを考え合せるとX線検査は病理解剖に比べて劣っている。しかし、X線は生体に応用出来るのであるから、

X線検査のこの三つの欠点を少しでも改善して、その検査所見を病理解剖に近づけようとする目標が定められる。この目標こそX線診断技術の最も基礎的で、且つ最も追求されなければならない問題である。問題解決の為、どう工夫され、開発され、それがどの様に臨床面で役立って来たか、またその成果が周辺領域の発達によって、どのように応用され、発展していったかを考えるとき、その功績は極めて大である。国内での評価の具体的な表現としては、一九五七年中日文化賞受賞、一九七二年日本医師会医学賞の受賞、国外では一九六七年米国防射線学会、一九七五年ドイツ放射線学会の名誉会員（通信会員）推挙などを挙げる事が出来る。

一、人体を立体そのものとして観察し、さらに任意の割面をつくり検査するX線的方法（X線原体撮影法とX線回転撮影法）

X線は管球焦点から発出し、人体内を通過すると強弱不均質となり、焦点を頂点とした錐体を形成している。通常のX線撮影では、フィルムはこのX線錐に直角におかれて撮影されるが、X線フィルムは平面であり、この錐が平面として記録される。そこでは人体の奥行の次元は全く消えている。これが在来のX線撮影の特徴でもあり、欠点でもある。このように実際の三次元的なX線像は勿論、人体横断面は在来の方法では知ることが出来なかった。ところが、X線管球と数個の回転台を順に並べ、管球焦点とそれぞれの回転台の回転軸を鉛直面に含まれるようにする。X線管球に最も近い台上に物体をのせ、X線を照射しながらこれらの回転台を同期的に回転させる。これが回転撮影法である。そうすると物体をのせた回転台以外の回転台の上には物体のX線像が物体そのままの三次元的構成をもった原体として結像していることが判った。此は高橋君の重要な発見である。原体像はX線像であるから目に見えない。

これを証明するにはX線フィルムを幾層かに重ね、回転撮影を行いX線フィルム上のX線像を切り抜き、フィルムの順に重ね合わせると立体像が出来る。これは原体に比べると拡大しているが歪みはない。これを原体像と呼びその方法を原体撮影法という。この原理を治療に応用した結果が、一九六五年、Conformation Radiotherapy, Rotation Techniques as applied to Radiography and Radiotherapy of Cancer. (Acta Radiologica (ストックホルム) から著書として刊行された。

回転撮影法には人体横断面を知るために次々と発展した八つの方法がある。これは総べて高橋君の独創になるものである。すなわち、断続回転撮影法、流動回転撮影法、流動横断撮影法、直接横断撮影法、回転横断撮影法、直接横断撮影法(改良法)、断続横断撮影法(間接法)である。これらの成果は一九五七年 Rotation Radiography として Jap. Soc. Promot. Sci. より刊行された。その後、拡大断続横断撮影法がこれに加わり八法となった。この八つのうち、高橋君とは独立に第五の回転横断撮影法のみは、外国でも体軸横断断層撮影として行われた。外国の方法は断層撮影法より発展したものであるが、本邦のものは回転撮影法から誘導されたものである。しかし、本邦の回転横断撮影法は外国のものに比し優れた点が多いので本邦の装置は欧米やソ連、オーストラリアの重要な大学病院、がんセンターなどに約七十台、本邦でも約六十台備えつけられるに至っている。一方、人体の横断面のX線所見で知り得た成果は、Axial Transverse Tomography and its Clinical Application (1969年 Springer-Verlag から刊行され、一九七〇年にはスペイン語に、一九七二年にはイタリア語に翻訳され、それぞれマドリッド、ローマから出版された。

回転撮影法の他の七法のうち、最も合理的な方法は断続横断撮影法（間接法）である。

最近、エポック・メーカーキングな装置として急速に普及しているCT（コンピュータ断層撮影装置）は、回転撮影法の原理に基づき、画像処理をコンピュータで行ったもので Lindgren の一九七五年の著書の中で、Edholm は Takahashi Tomogram と呼びその源流として紹介している。各種の撮影法を通じて、今後横断面は、仰臥せる患者を尾方より観察する仕方に国際的に略々合意がなり立ったのはこの著書が与って力がある。人体横断面をX線の知る方法をかくも多彩にしかも独創的に研究しつくしたのは高橋君の功績である。

二、人体内景を拡大視する方法（X線拡大撮影法）

この方法には二つある。その一つは間接拡大撮影法で鮮鋭なX線像をフィルムに撮り、これを光学的に引き伸ばす方法である。これは歯牙等臨牀的に用いられる範囲に限りがある。もう一つは直接拡大撮影法であり、X線が管球焦点から拡散して進行する性質を利用するものである。この為には、微小な焦点のX線管を必要とする。戦後フィリップスは○・三ミリの焦点管球を市販したが、真の拡大撮影をするには難点があった。この為、高橋君は独自の創案により一五〇ミクロンの大きさの焦点を有するバイアス管球を初めて手製試作した。それは改良により現在では二十五ミクロンの体内微小組織を観察し得るに至っている。このバイアス管球により三〜八倍の直接拡大撮影が臨床応用され、従来の方法では明らかにし得なかった微細X線像を得ることが出来、癌の微細な血管や、珪肺の微細な変化を早期に検出することが可能になった。この方法は最近になって漸く世界各国に認められ、この方式による管球は、シーメンス（独）、フィリップス（蘭）、マクレット（米）等でも製作を始めたので、高拡大X線撮影が急速に拡まろう

としている。これに先立ち高橋君の成果は *Magnification Radiography* として、一九七五年 Springer-Verlag から刊行された。

CT (コンピュータ断層撮影) が組織の吸収係数の僅かな差を明らかにして病変を示すのに対して、拡大撮影法は微細な生体の構造をX線像として検出、疾病の早期発見の手掛りとなるところに意義がある。

三、人体内景を色別けしてX線視する方法 (多色撮影法)

体内組織又は病巣の識別に色覚を利用するため、一九五一年、高橋君は生体のカラーX線撮影をする研究を始めた。在来のX線フィルムに代りカラーフィルムを使用するものであったが、当時はフィルムの感度が低く大線量を要し実用化には至らなかった。近年になりX線フィルムが両面乳剤塗布であることに着目し、異なる発色乳剤を利用し、また多色撮影用カセットと自動現像機を開発し、臨床応用への道を拓いた。その成果はいくつかの論文となって発表されている。

高橋君は、この他 *Excerpta Medica, Section 14 (Radiology)-Amsterdam, Strati-grafia-Genova, Der Radiologe-Berlin, Neuroradiology-Berlin, Journal of Computer Assisted Tomography-New York* の編集委員やつとめ、またWHO放射線専門委員会委員、国際放射線防護委員会の主委員会及び専門委員会委員として放射線防護に関する活躍し、この方面の研究にも多くの優れた業績を挙げている。

主要な著書および論文目録

(A) 主要な著書

1. 高橋信次：断層撮影と廻転断層撮影，医学書院，東京（1954）。
2. Takahashi, S.: Rotation Radiography. Jap. Soc. Promot. Sci., Tokyo (1957).
3. Takahashi, S.: Conformation Radiotherapy. Rotation Techniques as applied to Radiography and Radiotherapy of Cancer. Acta radiol. Suppl. 242, Stockholm (1965).
4. Takahashi, S.: An Atlas of Axial Transverse Tomography and its Clinical Application. Springer-Verlag, Berlin (1969).
5. Takahashi, S.: Tomografía Axial Trasversa y sus Aplicaciones Clinicas. Editorial Ciempifico-medica, Madrid (1970).
6. Takahashi, S.: Atlante di tomografia assiale trasversa e sua applicazione clinica. Edizioni PEM, Roma (1972).
7. Takahashi, S. & Sakuma, S.: Magnification Radiography. Springer-Verlag, Berlin (1975).

(B) 主要な論文

(一) X線原体撮影法とX線回転撮影法関係

1. 高橋信次：X線廻転撮影法の研究。青森県学術振興研究発表，第1輯（1948）。
2. 高橋信次：X線廻転撮影法の研究（第2報）。流動廻転撮影法の理論的研究。日医放会誌 9/5, 26-35（1950）。
3. 高橋信次，今岡睦麿，篠崎達也：廻転撮影法の研究（第13報）。廻転断層撮影法。日医放会誌 10/1, 1-9（1950）。
4. 高橋信次：X線廻転撮影法の研究（第18報）。廻転断層撮影法に於ける暈及び線影像の生成に就いての実験的研究。日医放会誌 12/2, 42-48（1952）。
5. 高橋信次，松田忠義，二階堂武彦：X線廻転撮影法の研究（第19報）。胸部廻転断層撮影にあらわれる障害

- 陰影に就いて。日医放会誌 12/7, 10-18 (1952).
6. 高橋富次, 松田忠義: 廻転撮影法の研究 (第46報) 同時多層横断撮影法。日医放会誌 18/2, 191-195 (1958).
 7. Takahashi, S.: Cross-section radiography, an improved method of rotatography (Prel. report). Tohoku J. exp. Med. 51/1-2, 70 (1949).
 8. Takahashi, S.: A method to take radiograms of the transsection of the body at any inclination and curvature (Prel. report). Tohoku J. exp. Med. 52/1-2, 138 (1950).
 9. Takahashi, S. and Nikaido, T.: A method to take a radiogram of the body in three dimensions (Prel. report). Tohoku J. exp. Med. 52/1-2, 144 (1950).
 10. Takahashi, S.: Study of the technique of the radiographic delineation of the body (Study on rotatography and crossgraphy). Tohoku J. exp. Med. 54/3, 269-282 (1951).
 11. Takahashi, S., Imaoka, M. and Shinozaki, T.: Rotatory crossgraphy (Study on the rotatography). Tohoku J. exp. Med. 54/1, 59-66 (1951).
 12. Takahashi, S. and Nikaido, T.: Solidography. A method to take a radiogram of the body in three dimensions (Study on the rotatography, 4. report). Tohoku J. exp. Med. 54/2, 121-127 (1951).
 13. Takahashi, S. und Shinozaki, T.: Über zwei Methoden der Kymographie des Herzens in seinem horizontalen Querschnitt (Studien über Rotatographie, 5. Bericht). Fortschr. Röntgenstr. 75/1, 1-8 (1951).
 14. Takahashi, S., Anzai, S. and Obara, J.: Rotatory cross section radiography of ventricles and subarachnoid cisterns (Studies on rotatography, 6. report). Tohoku J. exp. Med. 56/1-2, 161-165 (1952).

15. Takahashi, S. and Obara, J.: Rotatory crossgraphy (Rotatory cross section radiography) of head (Studies on rotatography, 7. report). Tohoku J. exp. Med. 56/4, 311-317 (1952).
16. Takahashi, S. and Obara, J.: Rotatory crossgraphy (Rotatory cross section radiography) of the neck (Studies on rotatography, 8. report). Tohoku J. exp. Med. 57/1, 17-20 (1952).
17. Takahashi, S. und Kubota, Y.: Ein Versuch der kontinuierlichen Kreuzaufnahme. Eine Methode, die Querschnittsfläche aufzunehmen, ohne das Prinzip der Tomographie anzuwenden (Studien über Rotatographie, 10. Bericht). Fortschr. Röntgenstr. 77/6, 736-741 (1952).
18. Takahashi, S.: Theory of blurring of X-ray images and occurrence of obstructive shadows in rotatory cross section radiography (Studies on rotatography, 9. report). Tohoku J. exp. Med. 58/1, 63-68 (1953).
19. Takahashi, S. and Matsuda, T.: Clinical evaluation of rotatory cross section radiography (rotatory crossgraphy) applied to chest diseases (Studies on rotatography, 11. report). Tohoku J. exp. Med. 58/2, 179-183 (1953).
20. Takahashi, S., Kubota, Y. und Yoshida, M.: Über die Vergrößerung des Querschnittbildes des Körpers mittels Röntgenstrahlen. Ein Versuch zur diskontinuierlichen Aufnahme (Studien über Rotatographie, 12. Bericht). Fortschr. Röntgenstr. 80/3, 387-392 (1954).
21. Takahashi, S. and Shinozaki, T.: Solidography of the heart. Acta radiol. 41/5, 435-440 (1954).
22. Takahashi, S. und Kitabatake, T.: Über einen Versuch zum ständigen Kontrollieren des Krankheitsverlaufes bei der Rotationsbestrahlung mit Hilfe des Prinzips der transversalen Schichtaufnahme (Studien über Rotatography, 14. Bericht). Nagoya J. med. Sci. 17/6, 461-463 (1954).
23. Takahashi, S.: Discontinuous rotation radiography in high magnification (Prel. report). Nagoya J. med. Sci. 21/1, 53-54 (1958).

24. Takahashi, S. and Matsuda, T.: Axial transverse laminagraphy applied to rotational therapy. *Radiology* 74/1, 61-64 (1960).
 25. Takahashi, S., Kitabatake, T., Morita, K., Okajima, S. und Iida, H.: Methoden zur besseren Anpassung der Dosisverteilung an tiefliegende Krankheitsherde bei der Bewegungsbestrahlung. *Strahlentherapie* 115/3, 478-488 (1961).
 26. Takahashi, S.: Tomography in four times magnification. Beam focus radiography applied to conformation radiotherapy. *Atti del 5° Corso Internazionale sulla Tomografia*. Genova, 22-29 Sept. 1963, 148-152 (1964).
 27. Takahashi, S., Koga, S. und Kato, H. T.: Der Rotatograph für transversale Schichtaufnahmen am liegenden Patienten. *Der Radiologe* 9/2, 49-53 (1969).
 28. Takahashi, S.: Vivisection by means of X-rays. *Jap. J. Med.* 9/2, 67-69 (1970).
 29. Takahashi, S. and Takenchi, A.: Distortion of image due to limited range of rotation of X-ray tube in axial transverse tomography. *Tohoku J. exp. Med.* 107/5, 337-344 (1972).
- (二) X線拡大撮影法関係
1. 高橋信次, 小見山喜八郎: X線拡大撮影法の研究 (第5報)。自己バイアス又微小焦点を用いる直接拡大撮影。日医放会誌 14/3, 220-226 (1954)。
 2. Takahashi, S., Komiyama, K. and Tanaka, M.: A fixed anode tube with a very fine focus made with autobiasd electron beam. Its application to enlargement radiography (Studies on enlargement radiography, I. report). *Tohoku J. exp. Med.* 62/3, 253-259 (1955).
 3. Takahashi, S. and Yoshida, M.: Roentgenography in high magnification. Reliability and limitation of enlargement. *Acta radiol.* 48/4, 280-288 (1957).

4. Takahashi, S., Watanabe, T. and Shiga, K.: Rotating anode tube with very small focal spot (Direct enlargement radiography study, 2. report). Nagoya J. med. Sci. 20/3, 231-236 (1958).
5. Takahashi, S. and Yoshida, M.: Radiographic effects influencing image formation in high magnification (Direct enlargement radiography study, 3. report). Nagoya J. med. Sci. 21/2, 115-127 (1958).
6. Takahashi, S., Sakuma, S. und Sugie, Y.: Vierfache direkte Vergrößerungsaufnahmen der Lungen bei gesunden und bei frühen silikotischen Personen. Fortschr. Röntgenstr. 92/3, 294-301 (1960).
7. Takahashi, S., Sakuma, S., Kaneko, M. and Koga, S.: Angiography at fourfold magnification with special reference to the examination of tumours. Acta radiol. (Diag.) 4/2, 206-216 (1966).
8. Takahashi, S., Sakuma, S. und Ayakawa, Y.: Die vierfache direkte Vergrößerungsaufnahme. Der Radiologe 8/7, 217-221 (1968).
9. Takahashi, S., Sakuma, S. und Watanabe, T.: Makroradiographie mit hoher Vergrößerung. Rad. diagn. 12, 300-312 (1971).
10. Takahashi, S., Sakuma, S., Ayakawa, Y., Maekoshi, H. and Ohara, K.: Radiation levels of macroradiography: Radiation exposure and image quality. Radiology 112/3, 709-713 (1974).
11. Takahashi, S.: Very small focal spot tube and its clinical application. SPIE 56, 134-138, (1975). Medical X-ray Photo-Optical Systems Evaluation.

(三) 多色撮影法関係

1. 高橋信次, 大谷信吉: X線多色撮影法。日医放会誌 12/1, 27-29 (1952).
2. Takahashi, S.: Chromatoroentgenography (Color roentgenography). A method of taking the

- colored roentgenogram on the multilayer color film. *Tohoku J. exp. Med.* 56/1-2, 43-45 (1952).
3. Takahashi, S. and Tanaka, Y.: Chromatoroentgenogram with conventional medical X-ray film. *Tohoku J. exp. Med.* 98/3, 213-214 (1969).
 4. Takahashi, S., Tanaka, Y., Fujimaki, M. and Hoshiai, S.: Chromatoroentgenography by means of medical X-ray color film. *Sakura X-ray photogr. Rev.* 20/6, 6-10 (1969).
 5. Takahashi, S. and Tanaka, Y.: Chromatoroentgenography conducted by means of medical X-ray color film. *Tohoku J. exp. Med.* 101/2, 199-203 (1970).