



Title	連続回転立体撮影法-新放射線診断法 第II報 シネ撮影法の応用並びにシネフィルム立体視法
Author(s)	乙供, 通則
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1983, 43(8), p. 1036-1043
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20762
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

連続回転立体撮影法—新放射線診断法
第II報 シネ撮影法の応用並びにシネフィルム立体視法

青森労災病院脳神経外科

乙 供 通 則

(昭和58年3月31日受付特別掲載)

(昭和58年5月23日最終原稿受付)

Serial Rotatostereography-A New Diagnostic Method
II. Experimental Study for Cineangiography Utilizing New Method
for Stereoviewing Cineangiograms with Clinical Application

Michinori Ottomo

Department of Neurological Surgery, Aomori Rosai Hospital

Research Code No.: 501.4, 503.4

Key Words: *Stereography, Rotatography, Cineangiography,*
Cerebral angiography

A model brain representing normal cerebral arteries was made using brass wires, and then placed into skull cavity. The Reid's base line of the skull was kept vertical to the floor, and placed in an electrical rotating device. The model skull was then placed in the center point, between the x-ray tube and image intensifier which is a device for cardiovascular angiography utilizing an Arritechno 35 mm cinecamera. The film speed of the camera was set at 20 frames per second (FpS), and x-ray pictures were taken at various speeds ranging from 1 to 42 revolutions per minute (r.p.m.).

Investigation was carried out to determine if one revolution of the skull in 3.6 seconds was sufficient to see cerebral arteries in continuous stereoscopic view. A speed of one revolution per 3.6 seconds and an exposure rate of 20 FpS, resulted in 72 frames at five degree intervals. A five degree interval between frames is a suitable angle for stereopsis in the magnification method. Thus it was confirmed that 72 frames can show continuous stereoscopic views of the cerebral arteries through 360 degrees.

New stereoviewers for 35 mm cinefilms and 16 mm cinefilms must be made in order to view these pictures. A Stitz SV-1 stereoviewer was altered in order to view 16 and 35 mm cinefilms. An automatic stereoviewer for 16 mm cinefilms was constructed using Asahi Pentax Stereoviewer Type II.

Nac Dynamic Frame 16-B was altered so as to project the adjacent two frames simultaneously. In order to project two frames simultaneously in the horizontal position, a Vanguard XR-35 Prism was placed between the projector and viewing screen. A horizontal projection can also be obtained by lying the projector on its side. The projected pictures, ranging in speed from 0–24 FpS, were viewed by an observer using stereoviewers (Stereo Scope W-101 and S Type Stereomirror).

A C-arm device (CH-41) using for cardiovascular angiography was employed in this study. The center point lying between the x-ray tube and image intensifier is the "center point" as defined in this study. It is necessary to move manually the rotating C-arm so as to keep the "center point" in view at all times. An experimental study and clinical application was then performed. In order to make this procedure clinically useful, a Gantry with x-ray tube and image intensifier that rotate at a speed of one revolution per 3.6 seconds must be constructed for rotatostereography.

I. はじめに

頭蓋内疾患のうちでも、血管性病変たとえば脳動脈瘤や脳動静脈奇形においては、大きさが大きくなればなる程、その流入流出血管の詳細な把握はむずかしく、同様の事は血管に富む頭蓋内腫瘍性病変においても言える。このような流入流出血管の術前の詳細な把握の目的で、連続回転立体撮影法を開発応用してきた¹⁾⁻⁵⁾。しかし、本法においては、脳の血管を連続的に立体視しながら180°追跡するには、等倍拡大撮影法で17回、拡大撮影法では20回の造影剤の注入を要し、注入回数の多い事が問題であった⁵⁾。そこで、注入回数を減らす目的で、シネ撮影を応用すべく基礎実験を行っ

た⁶⁾⁻⁹⁾。又、シネフィルム立体視の為の機器を試作し、更に16mmシネ映写機より投影し、立体視するように改良を行った。

II. 実験方法

i) 35mm シネ撮影法

造影剤を脳の血管に注入した状態の頭蓋ファンтомを作製し(Fig. 1a, b)，これを毎分42回転まで、自在に回転数を変える事のできる頭蓋支持器に、Reid の Base line が垂直になるようにセットした。これを天井走行式 C 型アーム懸垂装置 CH-41の検診台の横のストレッチャー上におき、X線管球(以下管球と略す)とイメージインテンシファイア(以下イメージと略す)の中央にファン

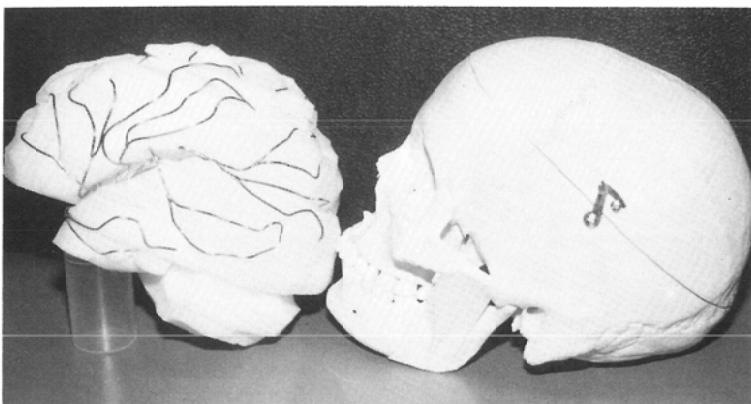
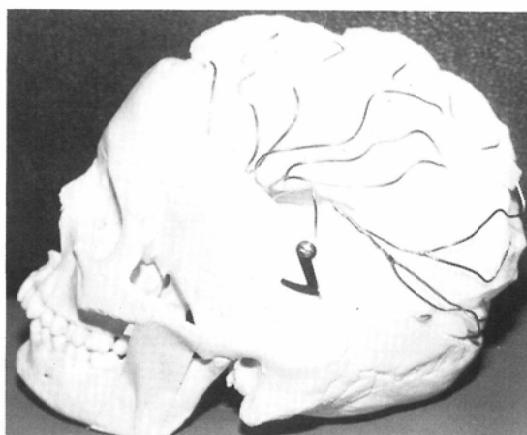


Fig. 1: Model skull

a) Brass wires were soldered and then placed on a model brain made from polyurethane foam.



b) The model brain was placed into a skull cavity.

トムがくるようにし、撮影はアリテクノ35mmシネカメラを用い、フィルムは秒間20コマ数で送りながら、1回転ずつファントムの回転数を変えて撮影した(Fig. 2)。

ii) 立体視器の試作

得られた35mmシネフィルムを、16mmシネフィルムにリダクションし、これらのフィルムを手動で送りながら立体視するために、Stitz SV-1立体視器を改良した(Fig. 3)。16mmシネフィル



Fig. 2: Rotatostereocineradiography was carried out using a CH-41 and rotating head supporting device occupied a model skull.



Fig. 3: Stereoviewer altered Stitz SV-1
16mm and 35mm cinefilms are able to viewed in this stereoviewer by altering the size of the film holder.

ムを、電動にて自動的に送りながら立体視できるように、アサヒペンタックス立体視器II型を用いて、16mmシネフィルム自動連続立体視器を試作した(Fig. 4)。更に、ナック解析用映写機Dynamic Frame-16Bを、像を上下に二コマ投写できるように改良し、像の90°横転にはVanguard XR-35mm Projectorのプリズムを使用した。プリズムにより横に二コマ並んだ像を、ナックDynamic Screen Boxに投写し、Screen上の像をStereo Scope W-101を用いて立体視した(Fig. 5)。像の横転にはプリズムを使用せず、映写機を横転して直接スクリーン上に投影し、S式ステレ



Fig. 4: Electric stereoviewer using Asahi Pentax Stereoviewer Type II
16mm cinefilm is able to be viewed at speed up to five FpS.



Fig. 5: Two adjacent horizontal pictures are produced by placing a Vanguard XR-35 Prism between the Dynamic Frame 16-B and Screen box. An observer is then able to view the pictures utilizing a stereoviewer.

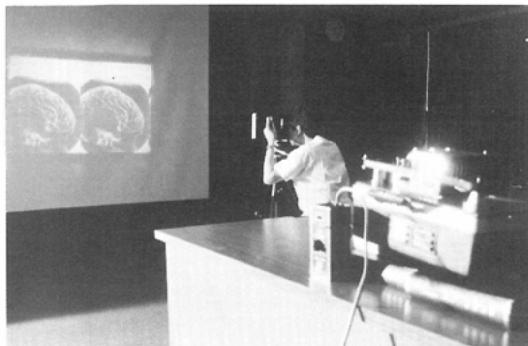


Fig. 6: Two adjacent horizontal pictures are also produced by simply lying the projector in its side.

オミラーを用いて立体視する事も可能であった (Fig. 6).

III. 実験結果

秒間20コマ数でフィルムを送り、脳血管ファントムを1回転3.6秒以下で回転しながら撮影した場合、得られた像の回転角度はそれぞれ5°以下となり立体視が可能であった。Fig. 7aには、基礎実験より得られた拡大撮影時の立体視許容角度と、5°ずつ回転させながら撮影した場合の関係を示し、Fig. 7bには、同条件にてPangiomanを用いて得られた拡大撮影像を示したが、隣接する像をそれぞれ1と2、2と3、3と4……と連続的に

立体視しながら、脳の血管を180°追跡できる。

IV. 臨床応用

臨床には、まだ連続回転立体撮影専用の装置、すなわち管球とイメージを高速に移動できるGantryを製作していないので、今回はC形アーム懸垂装置CH-41を手動で回転移動しながら応用する事とし基礎実験を行った。Cアームを回転移動する際に、管球とイメージの回転中心が、Cアームの回転中心と異なるために、撮影する時は両者の中心を一致させるように、Cアームの回転と同時に、アームの回転中心を、管球とイメージの中心に一致させるべく、透視像がディスプレーのテレビ画面上よりはみ出ないように、移動しながら撮影しなければならない。このようにするために、二人の技師が基礎訓練を充分行う必要があった。Fig. 8には、正面より側面まで、患者の頭部を中心にCアームを移動させながら撮影を行い(a)、得られた像を示した(b)が、隣接する像を立体視しながら、脳の血管を90°連続的に追跡できた。秒間20コマでフィルムを送りながら撮影する場合、管球の移動が90°だけであれば、0.9秒で移動すると隣接する像の回転角度が5°となるが、手動ではおよそ2倍の2秒弱かかり、それぞれの回転角度は半分のおよそ2.5となっている事に留

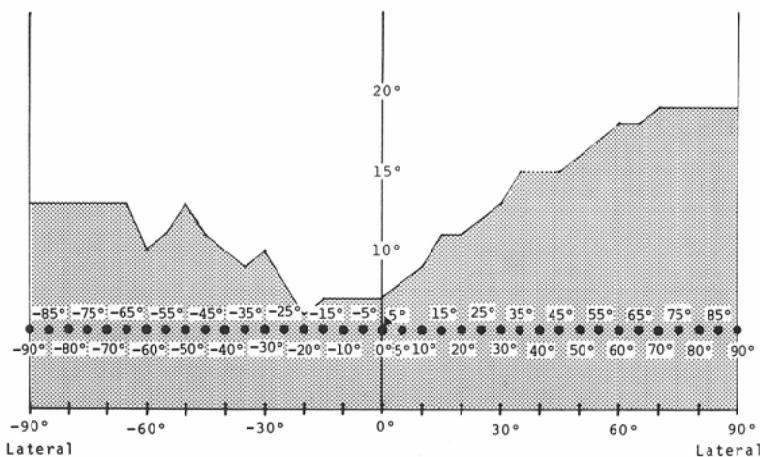
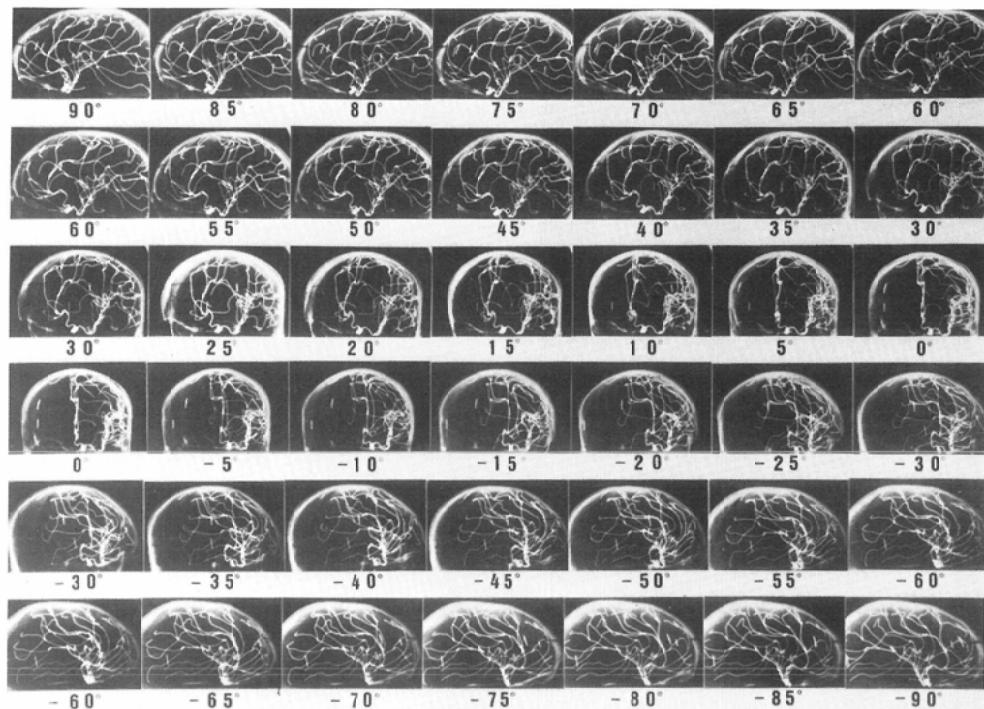


Fig. 7: a) Maximum permissible angle limit for stereopsis in magnification stereography from experimental study.

Black points show the angle changes every 5 degrees from left lateral to right lateral through A-P projection. All black points are within the permissible angle for stereopsis.



b) Pictures taken at 5 degree intervals using the Pangiomax (Focal spot 0.1 mm : 70—74kVp, 30mA, 0.04sec., Focal spot 0.2mm : 65—68kVp, 45mA, 0.04sec.) These rotatostereograms show the continuous stereo-scopy views from left lateral to right lateral through A-P projection of the cerebral arteries.

意する必要はあるが、臨床的には、血管の走行あるいは流入出血管の把握がなされば良いわけで問題はない。臨床では、2秒弱の動脈相を得るために、15mlの造影剤の注入を要したが、Fig. 8bに示したように、正面より側面にいたるまで良く造影されている。

V. 考 察

脳の血管を、側面より正面を通して対側側面まで 180° を、連続的に隣接するフィルムを立体視するためには、等倍拡大撮影や拡大撮影において、大四ツあるいは大角のフィルムを用いて撮影した場合、17回あるいは20回の造影剤の注入を要した⁵⁾。この事は、実際に臨床での応用は可能であるが、注入回数が多いために、そのための合併症が懸念された。そこで、注入回数を減らす目的で、シネ撮影を本法に応用できないかを検討した。

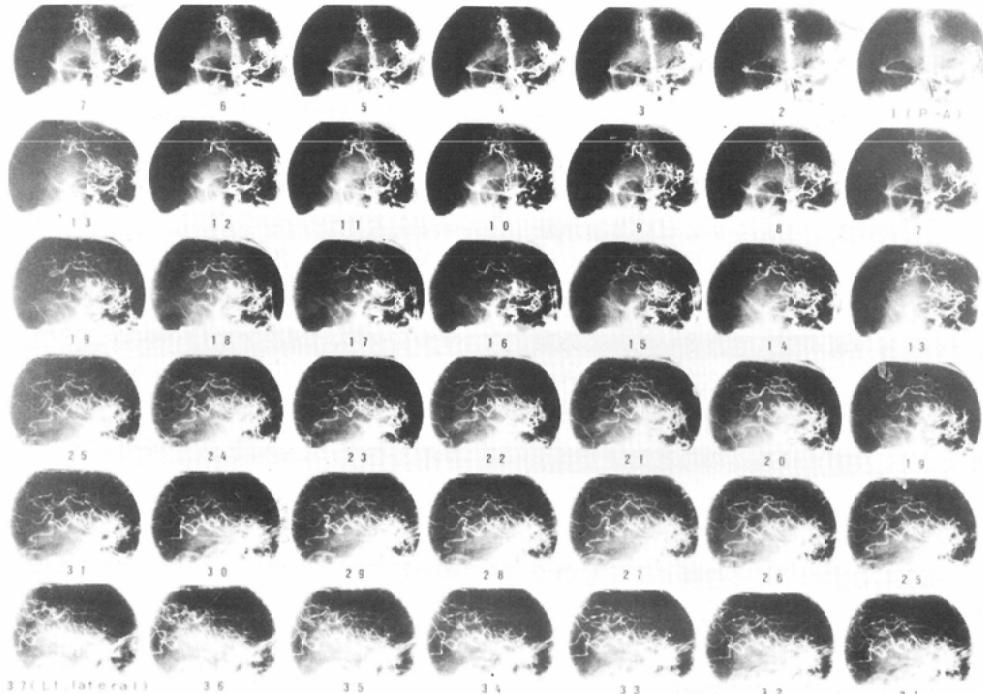
シネ撮影により脳の血管を 180° 造影するためには、臨床ではCTにおけると同じように、管球と

検出器をGantry上を移動させながら行わなければならぬが、実験では、相対的に管球とイメージは固定し、脳血管ファントムを必要とした速ご回転しながら撮影することができる。そこで、実験より得られた拡大撮影時での立体視許容角度(Fig. 7a)をみると、逆斜位 20° の時 6° と最も小さいので、それより更に 1° 小さくして、回転角度を 5° で像を得れば、すべて立体視が可能となる事がわかる。この条件の像を、シネフィルム上に像として得るには、秒間20コマでフィルムを送り、脳血管ファントムを1回転3.6秒で回転しながら撮影すれば良い事が求められ、実際のシネフィルム上で検討したところ、脳の血管を連続的に立体視しながら、 360° 追跡できる事が確かめられた⁶⁾⁻⁹⁾。

高橋¹⁰⁾は、立体視する時、被写体をM倍に拡大撮影した場合、高さ、幅方向ともM倍であるべきだという立場より、観察距離を70cmとした場合、管球の焦点間距離は40—45mmが適切であると



Fig. 8: a) Clinical application showing the need to manually move the C-arm of the CH-41 so as to maintain the "center point" for continuous viewing. This C-arm is equipped with 0.8mm focal spot x-ray tube (Circlex 0.6W/0.8PG 38B) and 9inch image intensifier (Philips 9/5 High Lens) with Arritechno 35R90 using Kodak CFS 35mm cinefilm.



b) 37 pictures showing continuous stereoscopic views of the cerebral artery during a single injection of 15ml contrast media while the C-arm was manually rotated from 0 to 90 degrees (70kVp, 150mA, 10msec.)

し, Pangiomanx では40mmを採用している。この40—45mmの管球焦点間距離によってつくられる角度は、被写体中心部から管球までの距離510mmにおける回転角度として求めることができます。すなわち

$$\sin \alpha = 40/510 \approx 0.0784314 \quad (\sin 4^\circ 30' = 0.0784591)$$

$$\sin \beta = 45/510 \approx 0.0882353 \quad (\sin 5^\circ 04' = 0.0883148)^{11})$$

の計算より、回転角度はおよそ $4^\circ 30'$ — $5^\circ 04'$ が至適立体視角度となり、今回提唱した 5° も高橋の求めた角度内に入っている事がわかる。ただ拡大率2倍の場合、3次元方向での正確な立体視を求めるならば、高橋の $4^\circ 30'$ では、同氏の示した図¹⁰より、観察者からフィルムまでの距離はおよそ79cmとなるが、 5° で得られた像を見る場合は、72cmが至適観察距離となることを念頭におく必要があろう。

ところで、Fig. 7a に示した立体視許容角度が、順斜位方向側面(90°)では 19° 、逆斜位方向側面(-90°)では 13° と異なるところに奇異を感じる事もあると思う。この差は、実験ではファントムを中心にして、 1° ずつ回転撮影しながら 180° まで、合計181枚までしか撮影していない事から生じている。それは、たとえば順斜位方向は 71° までは立体視が確かめられているものの、それ以後のフィルムは撮影していないので、同じ角度までの立体視は可能であろうという推定値が記入されている。この理由は、正面より側面にむかうにつれ、立体視許容角度が大きくなるからである。同様に、逆斜位方向も 77° までしか、実際には確かめられた値ではない。側面像を注入側から見ようと、対側から見ようと、その立体視許容角度は同じであるはずであるが、ここに生じたずれは以上の事によるものである事を付記したい。

さて、回転角度 5° でシネ撮影すると良い事がわかり、シネフィルムに像を得る事ができたが、今度はこれを立体視する装置を種々工夫しなければならなかつた。 35mm シネフィルム、あるいは 16mm シネフィルムを直接立体視する装置を製作したが、像が小さすぎたために、 16mm 映写機で

投写する事とした。Cine Projector は、フィルムのコマ送り、遅送あるいは随時停止の可能なナック DF-16B が最も適しており、これを改良した。まず、像を縦方向に二コマ投影できるように、アバーチャープレートを上下に半分ずつひろげたところ、像は真中に一コマと、上に半分下に半分投影された。これをフレームの位置微調整で二コマとしようとしたが無理であった。そこで、 35mm シネフィルムを 16mm シネフィルムにリダクションする際に、従来より $1/2$ コマ分ずらして撮影してもらった。しかし、得られた像は、左半分と右半分の合成写真となり、像の真中に線が入るために不都合であることがわかった。次に、アバーチャープレートを片側方向にだけ、もう一コマ分大きくし、ここから隣接する像を投写しようとしたが、上下するレバーアームが邪魔して像が欠けることがわかった。そのために、フィルムが $1/2$ コマずれて停止するように、フィルム送り機構の変更を余儀なくされ、(株)ナックに依頼した。又像を Vanguard XR-35 のプリズムを透すために、投影像を一度小さくしなければならないので、レンズを EL-Nikkol 63mm の集束レンズに換えた。

以上述べた方法で、像をナックの Dynamic Screen Box に投影する事により、像は大分拡大されるようになった。しかし、大きさも実物大の大きさまで拡大させたい理由より、直接スクリーンに投影したが、像がプリズムを透過するために暗くなつた。そのため、Projector そのものを横転し、直接スクリーン上に像を投影し、それをステレオミラーにて立体視した方が、最も良い事が確かめられた。Screen Box を使用すると、Projector と観察者が X, Y 方向に直角になるために、観察者が像を投影する際の妨げにならないメリットがあったが、この場合でも Projector を高所に設置する事により問題はなかった。

現在心臓血管造影像の解析に使用されている 35mm シネフィルム解析装置ナック 350とか、ヴァンガード XR-35 あるいはタガーノ CX-35 等を、像が二コマ投影されるように改良すれば、これらの機種には、フィルムの遅送、停止、逆送りなど、今回の目的に合致するような機構を種々備えてい

るので、最も便利と考え、ナックに依頼製作中である。

さて臨床に応用するのに、今回はC型アーム懸垂装置を、Cアームを回転かつ回転中心を管球とイメージの中心に一致するように移動しながら行ったが、Pangiomaxの管球とイメージをもつと高速に動くように改良するか、あるいは植松ら¹²⁾¹³⁾がホログラフィックステレオグラムを得る装置として開発した立体映像用X線連続全周撮影装置を血管撮影用に改良するか、あるいは全く新しく製作が必要なのか、向後の問題としてあげられるが、現在本法専用のGantryの製作を依頼交渉中である。

本法にシネ撮影の応用が可能である事を示し、臨床応用例を示したが、シネフィルムは現像に時間がかかる事が向後問題となってくると思われ、本法へのVTRの応用も考え、すでに実験を行い発表の予定である⁹⁾。

VI. 最後に

連続回転立体撮影法にシネ撮影を応用する事により、脳の血管を1フレーム目の像と2フレーム目の像、2フレーム目の像と3フレーム目の像、3と4……と順次立体視しながら、360°追跡できる事がわかった。すなわち、秒間20コマ数でフィルムを送りながら、Gantry上を1周3.6秒の速さで管球とイメージを移動させながら撮影すれば良く、このような機構を備えた装置の製作が急務であると思われた。

稿を終えるにあたり、御助言、御協力を賜わった弘前大学医学部脳神経外科岩渕 隆教授並びに教室員一同と、実験と機器の製作に全面的に御協力をいただいた江渡商事八戸所長須藤 茂氏、16mmシネ改良をして下さった(株)ナック清橋一英氏、写真撮影に御協力いただいたサンコー大久保 明氏、及び表森労災病院放射線科竹下 元先生、沢田正夫技師長以下スタッフ一同に深く感謝いたします。

尚、本研究は、労働福祉事業団特別研究費にて行われた。ここに関係各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 乙供通則、斎藤和子、椿坂英樹、中岡 勤：Ster-

eoangiography の新方法—Rotating Serial-Stereoangiography—. Neurol. Med. Chir., (Tokyo) : Suppl., 178—179, 1980

- 2) 乙供通則、中岡 勤、斎藤和子、椿坂英樹：回転性連続立体撮影法、弘前医学、33：第92回弘前医学例会抄録、190, 1981
- 3) 乙供通則、中岡 勤、斎藤和子、椿坂英樹、淀野 啓：回転性連続立体撮影法の試み—脳疾患への応用—。日本医学会誌、41：第40回日本医学会放射線学会学術発表会抄録集、37：1981
- 4) Ottomo, M., Nakaoka, T., Saitoh, K. and Tsubakisaka, H.: A New Method of Stereo Cerebral Angiography-Rotating Serial Stereo-Angiography. Neurological Surgery, Abstracts of the 7th International Congress of Neurological Surgery, (Supplement to Neurochirurgia), 401, 1981
- 5) 乙供通則：連続回転立体撮影法—新放射線診断法。第I報、脳血管撮影法並びに脳室造影法への応用。日災医誌、31：1983、投稿中
- 6) 乙供通則：Rotating Serial-Stereoangiography-Cineangiography の頭蓋内疾患への応用—。日災医誌、30：第30回日本災害医学学会（学術大会）プログラム。抄録集、164, 1982
- 7) 乙供通則：Rotating Serial-Stereoangiography. 頭蓋内血管性病変診断へのCineangiographyの応用。日本医学会誌、43：第42回日本医学放射線学会学術発表会抄録集、158：1983
- 8) 乙供通則、引地基文、椿坂英樹、高橋敏夫：Serial Rotatostereocineangiography の試み。第97回弘前医学例会、弘前市、1983年2月
- 9) 乙供通則、高橋敏夫、引地基文、椿坂英樹：連続回転立体撮影法—新放射線診断法。第II報。Cine並びにVTRの頭蓋内疾患応用の為の基礎実験。第7回北日本脳神経外科連合会、福島市、1983年7月発表予定
- 10) 高橋睦正：神經放射線診断の新しい方向。日本医学会誌、42：203—222, 1982
- 11) 万能数表編集委員会1955：集成万能数表、第1版第25刷：60—61, 1976、森北出版、東京
- 12) 植松卓夫、宇野公一、有水 昇、繩野 繁、伊丹 純、荻野 尚、岡田淳一、遠山富也：立体映像用X線連続全周撮影装置の研究。日本医学会誌、43：第42回日本医学放射線学会学術発表会抄録集、250：1983
- 13) 植松卓夫：立体映像法の臨床応用。臨放、28：329—331, 1983