

Title	レンチキュラーシートを用いたX線立体透視の実験的研究
Author(s)	西山, 正治; 牧野, 純夫; 渡辺, 広行 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(6), p. 761-772
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17652
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

レンチキュラーシートを用いた X 線立体透視の実験的研究

八戸市 西山胃腸科

西山 正 治

株式会社 東芝

牧野 純夫 渡辺 広行 大野 英丸

(昭和58年3月9日受付)

(昭和58年11月16日最終原稿受付)

An Experimental Study of Stereofluoroscopy Using the Lenticular Sheet

Shoji Nishiyama

Nishiyama Gastrointestinal Clinic, Japan

Sumio Makino, Hiroyuki Watanabe and Hidemaru Ohno

Toshiba Corporation, Japan

Research Code No. : 501

Key Words : Stereofluoroscopic apparatus, Stereoradiography, Stereofluoroscopy, Stereoscopic images

A new X-ray fluoroscopic apparatus is described which permits simultaneous stereoscopic observation by several persons without the use of special spectacles. It is also possible to record four stereo-radiographic images on a single film.

The method relies for its stereoscopic angular projection upon the beam rotation facility of a universal gyrosopic examination system.

An initial image is recorded in a video frame memory and is designated Image A. After a predetermined angular rotation of the beam Image B is recorded in another video frame memory, followed after successive beam rotations by Images C and D. Each of these images is separately displayed utilising four small cathode ray tubes. These four images are then projected through lenses so that they are simultaneously superimposed upon one another on the specially designed double lenticular screen.

The screen is viewed from the opposite side permitting simultaneous stereoscopic observation by several persons.

The angle of beam rotation between the successive stereoscopic images can be selected in accordance with the type of examination. It takes between 0.9 and 1.3 seconds to record one stereoscopic series. Repetitive series may be made and viewed successively.

For direct visual observation there is a scattering membrane between the front and back lenticular sheets. For radiographic recording a special cassette is employed whereby a film is mounted behind the front lenticular sheet. If the film is subsequently viewed with the back lenticular sheet imposed upon it stereoscopic viewing similar to that obtained with the fluoroscopic system becomes possible.

There are numerous clinical applications for this new process. The anatomical relationships in structures outlined by opaque media in such examinations as bronchography and cholangiography become immediately apparent. The orientation of a drainage tube, a catheter or a biopsy needle are

clearly demonstrated. When this technique is combined with a double contrast examination of the colon the necessary adjustments to the position of the patient to bring about the requisite flow of the opaque medium are greatly facilitated.

I. 緒 言

立体透視はX線透視の理想と言われ、諸家により格子法、二色法または偏光眼鏡法などの二像法が試みられ^{1)~13)}、最近ではホログラフィも研究されている^{14)~16)}。私共はレンチキュラーシート(以下LSと略す)を利用し、X線ビームを被写体を中心として回転して4方向から透視したI. I. 映像を立体視する装置を試作した。この装置は透視像を立体視できるばかりでなく、4方向からの透視像4つを1枚のフィルムに写し込む一種の立体撮影もできる。

これらの概略を報告し症例を呈示する。

II. 装置の概略

a. 立体透視

X線装置はジャイロ式万能X線テレビ装置(ジャイロスコープ、以下UGと略す)を用い、X線ビームが左右に回転する機構を利用して透視中に左眼像と右眼像を得る方法をとった。

Fig. 1に原理の概要を示す。透視像を立体視したい時にボタン(図示せず)を押せば、透視のI. I. 映像をテレビカメラを介してICメモリーAに左眼像として蓄像する。次に自動的にX線ビームが回転して所定の角度(任意可変)、すなわち右眼視すべき角度に達した瞬間のI. I. 映像をICメモリーBに蓄像する。同様にして、ICメモリーCとDにも透視像を蓄像するとビーム回転が自動的に停止する。ICメモリーA, B, C, Dの各像を小型ブラウン管(以下CRTと記す)A, B, C, Dにそれぞれ再生し、光学レンズ(図示せず)で二重レンチキュラー板透過形スクリーン(以下DLSと略す)に像の位相を合わせて投写し、反対側で観察すると、像AとB(CRT-AとCRT-Bの像、以下同様)；像BとC；像CとDがLSの作用で、それぞれ一対の像として左眼と右眼で観察されて立体感が得られる。もちろん、特殊な眼鏡は要らない。

4つの透視像を蓄像するに要する時間は、ビー

ム回転角度の多少による。UGでは1度あたり約0.1秒であるから、例えば3度ごとに撮像すれば、約0.3秒ごとに透視像が録画される。したがって、ボタンを押して約1秒後に立体像が観察でき、何回でも断続的に像が変えられる。

研究に用いたUGはアンダーテーブル式X線テレビ装置でありX線管焦点・被写体表面間距離は600mm、X線管焦点・I. I. 入力面距離は800乃至850mmであり、X線条件は被写体により異なるが、通常の透視条件で行った。

本研究はUGのX線ビーム回転機構を利用して、透視像を立体視することを試みた。

X線透視像は多くの場合、被写体に面して、I. I. から被写体の方向に見るように表示される。この像は装置の拡大率により多小の差はあるが、I. I. に近い物体より遠方の物体が拡大されて表示される。しかしこれは近方が大、遠方が小という通常の視空間的経験(リニア・パースペクティブ)に反している。

これは一般に行われているX線立体撮影と同様の方法によるものである。これに対してテレビ撮像管の走査線の走査方向、又はICメモリーでの蓄像方法を変えて、あたかも裏返したがごとき像を得ることができる。この像は被写体をX線管球側から見たものであり、リニア・パースペクティブに反する欠点を解決できる。

b. 立体撮影および立体視

吾々の研究はX線立体透視をほぼ即時的に行えることを意図し、立体透視モニターで像を観察するものであるが、この像を更にフィルムに写して、後日シャウカステンにかけて立体視できる方式も行った。

Fig. 1においてDLSの位置に、Fig. 2に示すように、前面に遮光用引蓋(図示せず)とLSを備え、これにフィルムを密着する特殊なカセット(以下LSカセットと仮称する)を置いて露光すれば、投写されるCRT A, B, C, Dの各像がLSを透し

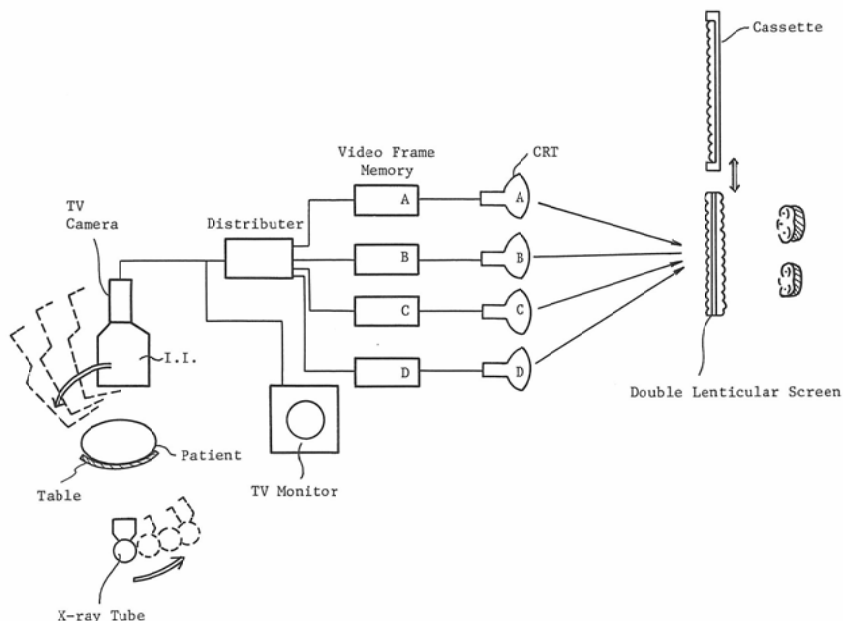


Fig. 1 Block diagram of stereofluoroscopic apparatus. Four fluoroscopic images are picked up at certain rotational angle intervals, and are reproduced on four projection-type cathode ray tubes. These images are projected onto a double lenticular sheet screen of transmission type, the projected image being viewed from the other side of the screen.

てフィルムに写しこまれる。

現像したフィルムをシャウカステンにかけてLSを圧着し、LSのピッチとフィルムに写ったピッチを合わせると、LSの作用で立体像が観察できる。Fig. 3はそのために試作したフィルムホルダー（以下LSフィルムホルダーと仮称する）で、フィルム1枚に4本のCRTにディスプレイされた透視像を分離して撮影するもので、牟田²⁾が提唱した立体間接撮影に相当する。

III. 試作装置

Fig. 4は試作の立体透視モニターで、上部の円形の部分がDLSで、ここで立体像を観察する。この部分は、観察者の眼の高さに適合するように上に向けることもできる。向って右側に立体透視用ボタン、UGのビーム回転の方向選択ボタンとその角度選択ダイヤル等がある。

前記の立体撮影を行う場合は、DLSを手前に移動させ、DLSの元の位置に上からLSカセットを挿入して遮光引蓋を引きあげ、向って左側の撮影ボタンを押せばフィルムに露光される。その他、

輝度やコントラスト調整用ボタンがあるのは一般のX線テレビのモニターと同様である。

このモニターは移動でき、操作室でも透視台の傍でも使用できる。

また、VTRの制御器も開発し、VTRによる立体像の録画と再生ができる。

IV. 解像力、立体感および立体視できる領域

LSを用いたX線立体透視の解像力をシステムの構成から考察する。

X線透視像はI.I.-TV系で走査線525本、30フレーム/秒標準のVideo信号に変換される。

これは通常のX-TV装置と同等であり、システム全体の解像力はここで大きく制約を受ける。

Video信号はA/D変換器でデジタル信号に変換し、ICフレームメモリーに記憶される。A/D変換は8 bit サンプリング周波数10MHz、ICフレームメモリーの容量は512×512×8 bitである。この部分では前記Video信号より特に劣化させる要因はなく、従って記憶された画像情報はVideo信号のレベルで保たれる。デジタル画像

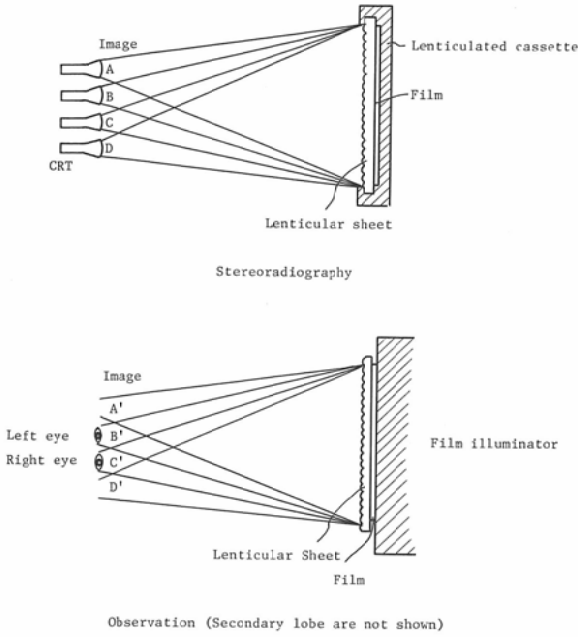


Fig. 2 Lenticulated stereofluorography and stereoscopic viewing. Using the apparatus, a special cassette having a lenticular sheet is set in place of the double lenticular sheet screen shown in Fig. 1, the four images are taken on a single film. When viewed through another lenticular sheet superimposed on the film the images are seen stereoscopically.

情報は D/A 変換器で再び Video 信号に変換し、CRT に表示される。

CRT に再生された画像をレンズを通して DLS に光学的に投影して、その透過像を観察する立体透視モニターは立体感を生じせしめる特徴的な部分であり、その良否は解像力に影響を与える。

Fig. 5(a)は立体透視モニターで CRT からの光が DLS を経て観察者の左右の眼に入る経路を示すもので、Fig. では CRT-B の或部分からの光とそれと同じ位置での CRT-C の部分からの光を代表例として示す。CRT-A および CRT-D からの光も別の光路であるが同じ現象が生じている。Fig. 5(b)は DLS の部分を拡大したものである。

入力口径9" I.I.の画像は CRT で100mm 径の像として再生され、DLS に220mm 径の像として投影される。この数値は9" I.I.の入力面での像にほぼ等しくするように設定した。

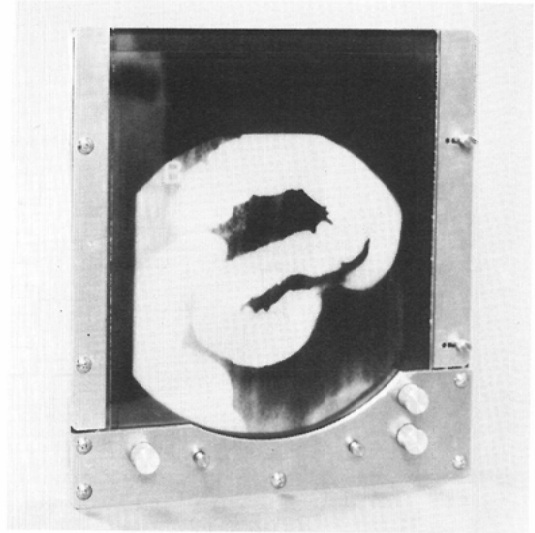


Fig. 3 Lenticulated film holder. The film viewer for stereoscopic viewing has an adjusting knob for precise superimposition of the pitch of the film and lenticular sheet.

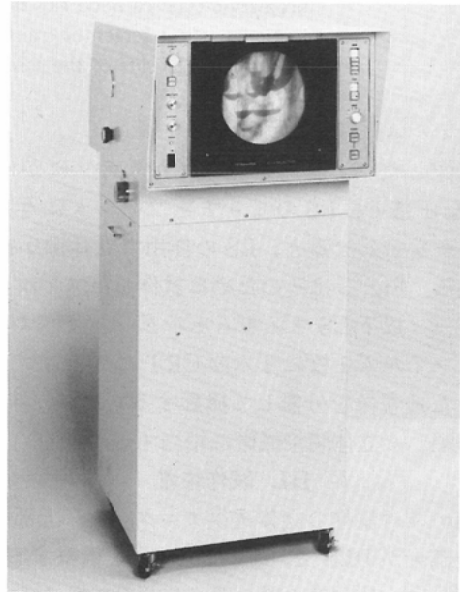


Fig. 4 Stereomonitor. Adjustment of the angle of elevation of the screen to the height of observers' eyes is possible.

LS はシリンダリカルレンズを並行に並べたものと同じで、1つのシリンダリカルレンズの幅(P)をピッチと称する。

CRT から DLS に投映された光はレンズの

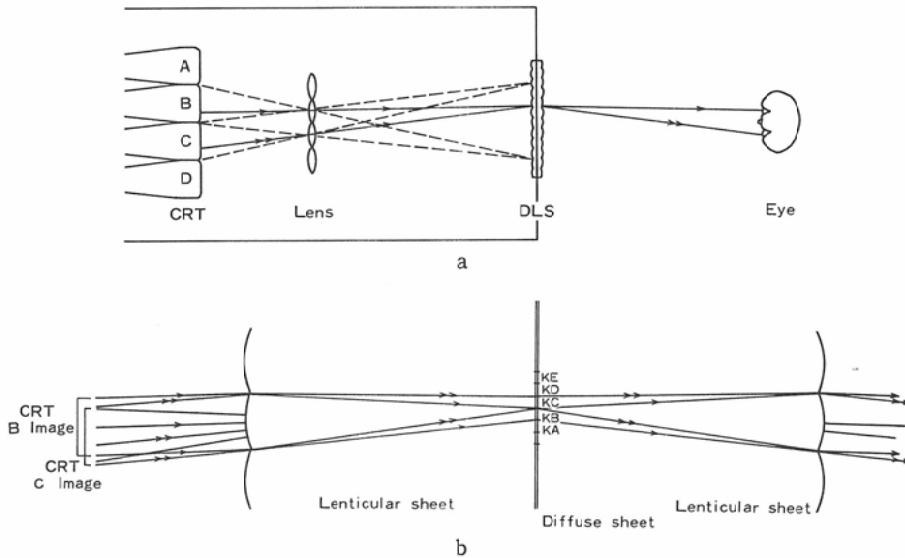


Fig. 5 Geometries for viewing procedures by stereomonitor (a), and geometries for optical path in a double lenticular sheet screen (b).

ピッチPによってサンプリングされ、レンズの作用で拡散膜上に集束しつつ投射される。拡散膜上の像の位置はDLSに入射する光の角度により異なり、Fig. 5(b)ではCRT-Bからの光がKBに、CRT-Cからの光がKCに投射されることを示す。Fig.では光路を示してないが、CRT-Aからの光はKAに、CRT-Dからの光はKDに投射される。KEは後に述べる像の逆転視防止用の像のない部分である。

拡散膜上の像は観察側LSの効果により、各角度の異なった光束となり後で述べる領域で立体視が可能となる。

研究に用いたLSのピッチは0.44mmであり、これはDLSに投影される画像(径220mm)を500本の走査線で作るのに相当している。

システム全体の解像力は理論的には、I.I., レンズ系, テレビ系およびDLS等の解像力の積となるが、そのなかで最も影響を及ぼすのはテレビ系であり、DLSはテレビ系と同等の解像力となっている。

UGの天板面にX線テストチャート(FUNKチャート)を付けた実験では12LP/cmを識別できた。

Fig. 6はX線テストチャートの画像を示す。

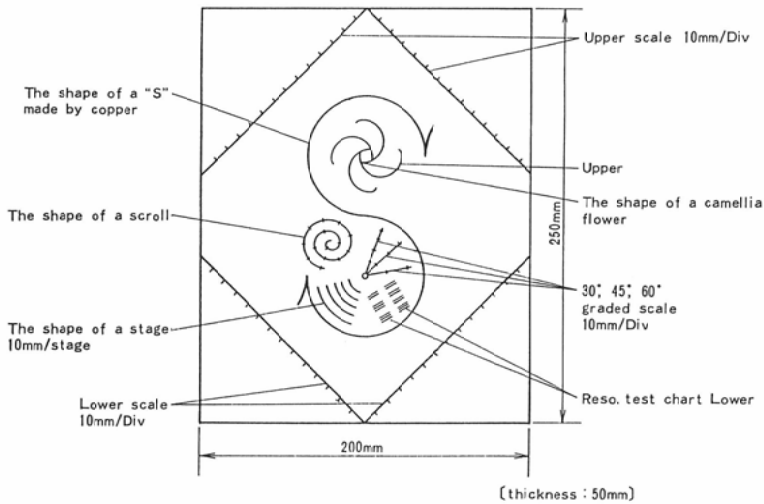


Fig. 6 An image of the X-ray test chart.

本研究では立体的な解像度および立体感の評価のためFig. 7に示すファントムを試作して実験を行った。

Fig. 8はFig. 7に示したファントムの立体透視像で、左眼視すべき像と右眼のそれを並べて示した。

UGのビーム回転角度を増せば立体視の奥行感は増大する。本研究では原則として実際の被検査物に近い立体感を得る方法を行い、特に立体感を増大して見る必要の場合には角度を増して行う。



A phantom for an experimental study of stereofluoroscopy

Fig. 7 A phantom for an experimental study of stereofluoroscopy.

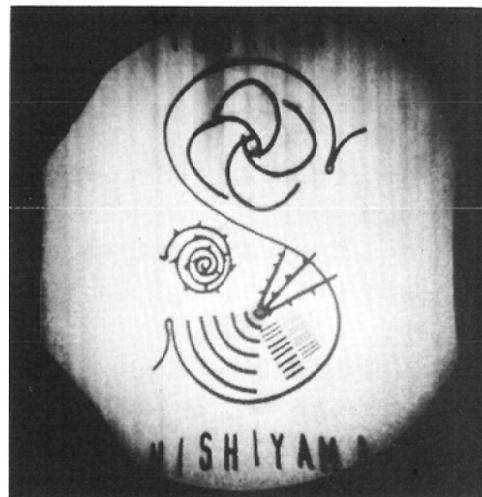


Fig. 8 The images of the test phantom.

ビーム回転角度 3.5° で立体透視を行い、DLSの前65cmで観察するときに見える像の大きさと奥行との関係は、Fig. 6の立体ファントムを用いて行った結果、ほぼ同じ奥行で見ることができた。

特に立体感を強調して見る場合はビーム回転角度を 6° として行った。この場合、例えば実測5cmの奥行のものを見る時、同じく約7.5cmのものを見る時に相当する奥行感が得られ、奥行感が強調される。

Fig. 9において、CRT A, B, C, Dの像のうち、Bの像とCの像を、LSの作用でB'とC'像としてそれぞれ左眼と右眼で見れば、立体感が得られることは周知である。同様に、A'像とB'像およびC'像とD'像でも立体感が得られる。その外に、副ローブのA'', B'', C''とD''像でも同様である。実際には副々ローブもあるが図示と説明を省略した。

例えばA'像とB'像を立体視する位置が限定さ

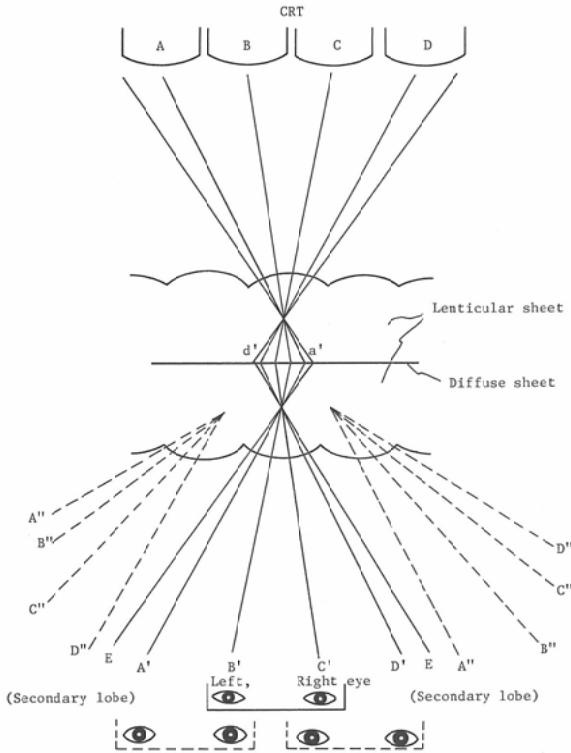


Fig. 9 Principle of stereoscopic viewing by the stereomonitor. When pair of images A'B', B'C', C'D', A''B'', B''C'' and C''D'' are looked at with the left eye and right eye separately, the images are observed stereoscopically. This makes possible observation over a wide angle. However, when image D' or D'' is seen with the left eye and image A' or A'' is seen with the right eye, the image is observed stereoscopically reversed. This is the subject of further development.

れるならば使用上不便となるであろう。実際は上記の制限が緩和されるように設計され、A'B'像の観察位置からC'D'像のそれまでほぼ連続して立体像が観察できるように工夫されている。立体視可能位置の分布はCRT、光学系、およびDLSの仕様と物理的位置で決まる。各CRTからの光量の分布と隣接するCRTからの光による重なり許容限界等は、DLS試作とそれによる立体視を繰返し実験してDLSの仕様を定めた。2像を4像としたためにより広い領域での立体視ができる。

しかしながら、左眼で副ローブのD''像を見、右眼でA'像をみたり、あるいは左眼でD'像を右眼

で副ローブのA''像をみれば、左眼視および右眼視すべき像をそれぞれ反対側の眼でみるから、像の遠近が逆転して立体視される。

これは診断装置としては不都合なので、次の対策を行った。

吾々はD'とA''像の間およびA'とD''像の間に何も像のない領域Eを生ずるようにDLSを設計した。

D'E; EA'; D'E; EA''像はいずれも、左眼又は右眼の片方にしか像が見えないため立体視はされず、従って遠近が逆転して立体視する危険を防止している。

これは副ローブと副々ローブの間においても同様の防止効果が出る。

本研究では4方向からの像A, B, C, Dの隣り合う一組の像AB, BC, CDが立体視でき、AE, DEが立体視できず逆転を防止している。

立体像を観察する位置での各像の間隔は、瞳孔間隔(約6.25cm)に設定してある。

2方向からの方式と比較すると立体視できる範囲は3倍となり、逆転防止領域を見る確率は1/2から1/4に改善される。

更にn方向からの方式について考えるなら立体視できる範囲は(n-1)倍となり、逆転防止領域を見る確率は1/2から1/nとなる。

逆転防止領域をもうけたDLSはFig. 5(b)に示すように、DLSの拡散膜上にどのCRTからの像も映らない領域KEが生ずるよう設計されている。これはCRT、レンズ系、DLSの配置とLSの仕様から設計した。

前記の試作立体透視モニターで立体視できる領域を実測したのがFig. 10である。Fig. 10での位置は観察者の左右の眼の中央を意味している。例えばA地帯の左端は、立体視できる左端である。本研究ではDLSからの視距離を65cmとして設計してある。この値は焦点-被写体間距離に対応し、かつモニターで観察するにも適した値として設定した。Fig. 10は立体視可能な領域を示したもので、最前部が60cmである根拠は特になく、A'B'; B'C'; C'D'像を立体視できる領域がA地帯で、その両側のB地帯は副ローブを立体視できる

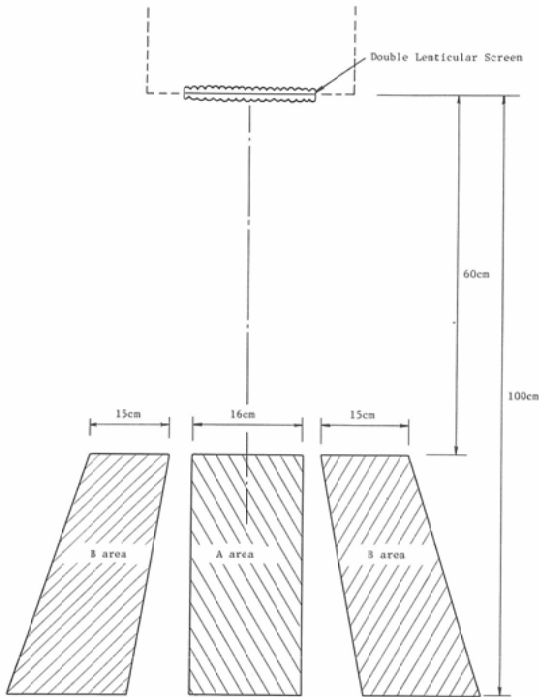


Fig. 10 Observable area. The areas are measured by using the stereomonitor shown in Fig. 4. In area A the object can be viewed from the front and in area B it can be viewed as a secondary lobe. Between areas A and B the image is not observed stereoscopically.

領域であり、副々ロープのそれは省略した。

前記のようなAとB地帯の間で立体視できない領域が狭小ながら存在する。

V. 基礎実験並びに臨床例

透視の立体像を本誌上で供覧するには、特別な技巧によらなければならないので、これを避けて左眼視すべき像と右眼のそれを並べて供覧した。

例1. 犬の血管像

麻醉犬の血管造影を試みたのがFig. 11で、腎臓も造影された。この実験から血管像の立体透視あるいは前記の立体撮影の可能性のあることを示唆するものと思われる。しかしながら、解像力等は直接撮影のそれに及ばないことはもち論である。

症例1. 砂時計胃

症例は73歳の女性で、胃潰瘍の再発再燃で数回入院退院を繰り返して胃の砂時計様変形が認められた。この立体透視像がFig. 12で、胃体部小弯前壁寄りにニッシュが認められ、大弯が湾入して胃体部が狭窄し、その口側が後方に嚢状に膨らみ、肛側が前方に偏位していることがわかった。

症例2. 気管支

症例は79歳の男性で、高齢のためとくに注意を促して嚥下させたにもかかわらず、一口ごとにバ

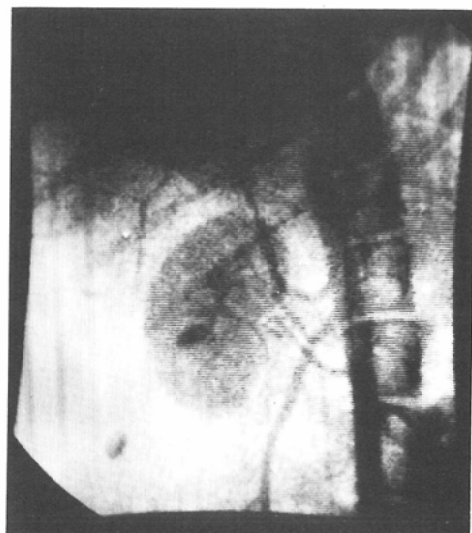
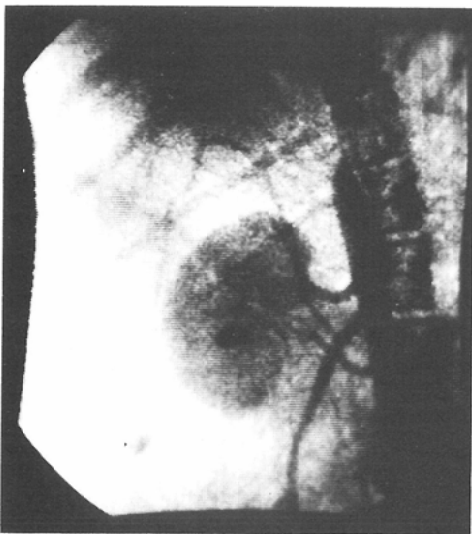


Fig. 11 Arteries and kidney of a dog. The kidney is stereoscopically demonstrated.

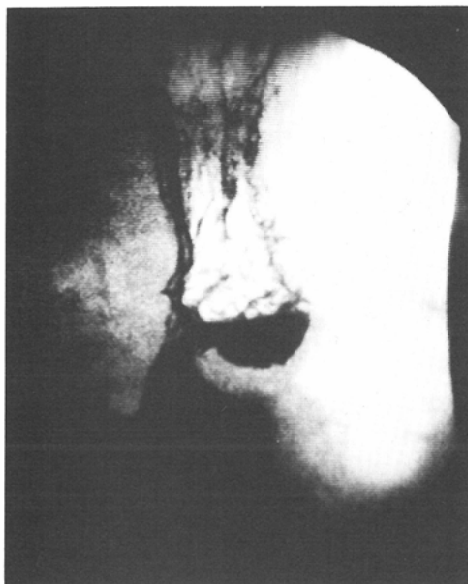


Fig. 12 Hourglass stomach. A stricture is seen distal to the niche in the lesser curvature of the gastric corpus. The proximal part of the stricture is distended backward and is deformed like a sack, and the distal part is displaced forward.

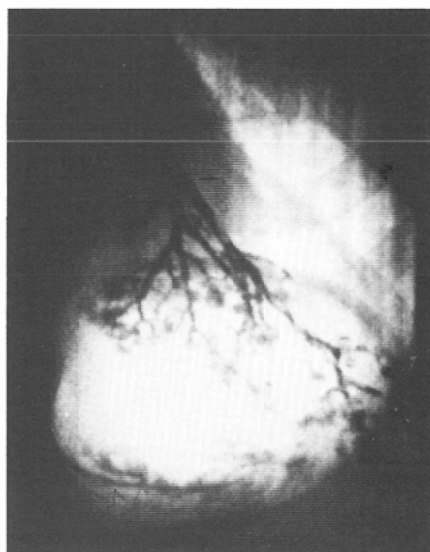
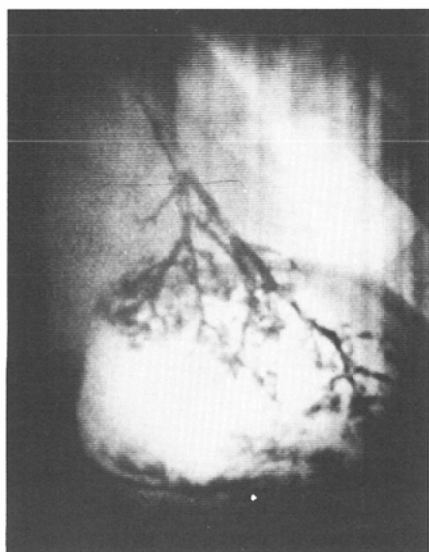


Fig. 13 Bronchogram. This utilises the 9" image intensifier field and demonstrates the appearances in the case of a 79 year old patient who has ingested barium into the bronchus.

リウムが気管に流入し、食道気管ろうを疑った。しかし後日の検査で否定された。

Fig. 13はII.視野9吋の像で、Fig. 14は視野を5吋に変換した拡大像であって、ともに気管支

の走行が立体視できる。

症例3. 肝内胆管

症例は73歳の女性で胆道癌である。Fig. 15はその透視像で、肝内胆管が立体視できる。(症例は

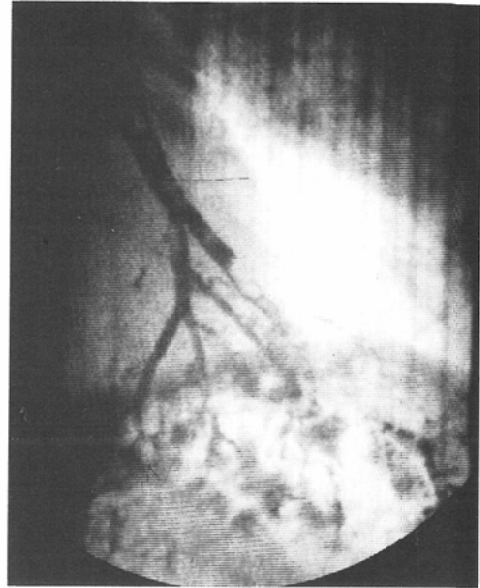
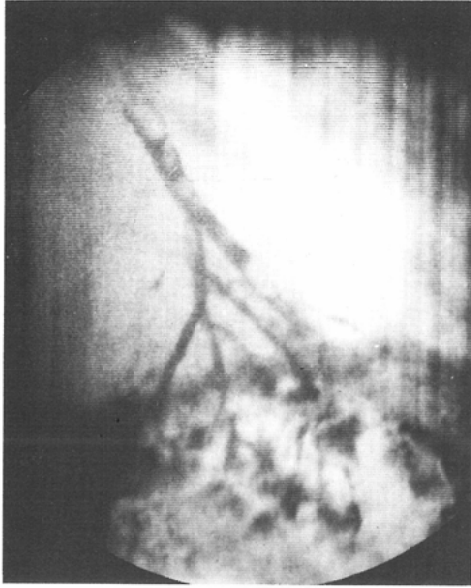


Fig. 14 Bronchogram. Enlarged image of Fig. 13 using the 5" image intensifier field.

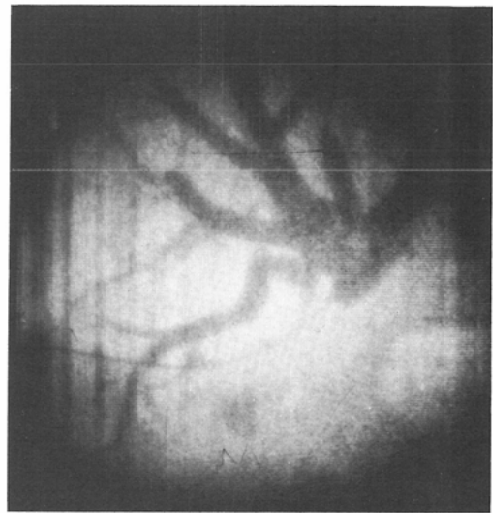
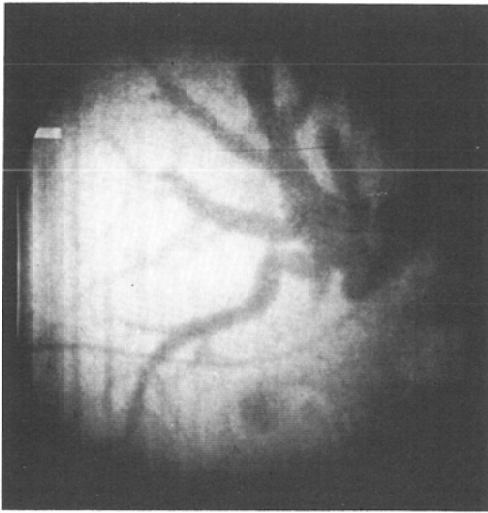


Fig. 15 Cholangiography. Cholangiography of carcinoma of the biliary tract. The intrahepatic tubulus biliferus are observed stereoscopically. (Courtesy of Hachinohe City Hospital.)

八戸市民病院 鈴木博 博士の御好意による.)

以上は経験した症例の一部であって、VTRに録画した立体視像を再生して、35mmカメラで撮影したものである。

VI. 考 察

X線透視映像を立体視する試みは、J. D.

Morgan¹⁾、牟田²⁾および遠山³⁾に始まり、とくにX線テレビ装置が開発されてから多くの報告がある^{4)~13)}。諸家の方法は透視像の2像を眼鏡で立体視するのが主流である。

一方、眼鏡を用いない立体テレビ方式に山口等^{17)~19)}が、立体視についてはS. Herman²⁰⁾、本保

等²¹⁾²²⁾が検討した。また、近年池田等^{14)~16)}のホログラフィーの試みもある。

立体拡大撮影技術については日放技学誌²³⁾でシンポジウムの報告が行われている。

私共の立体透視法の特徴は、4方向からのI. I.透視映像を4像撮影して蓄像し、この再生像をDLSに投写して隣同志の2像を眼鏡なしで立体視するもので、立体視できる位置の限定が緩和され、楽な姿勢で立体像が観察できる。また、牟田の立体間接撮影は、格子法のため像が不連続であったが、我々の方法はDLSを使用しているのので像のとぎれがない。

しかしながら、画素数の制限および立体像が静止画像であって動態的でないなど、今後改良を持ち越した課題がある。

VII. 結 語

X線立体透視装置を作成した。

要約すると：

1. 4方向からの透視像(I. I.映像)を4像蓄像し、その再生像をDLSに投写し、隣同志の2像を立体視する方法によった。

2. 観察される立体像は静止画像であるが、断続的に像が変えられる。

3. 本装置は、1枚のフィルムに4つの透視像(I. I.映像)を写す立体間接撮影もできる。

4. 本装置はテレビ系で限定された解像力であり、フィルムによる立体撮影に比して解像力が低い欠点を有するが、即座に立体像が得られる利点もある。

リニア・パースペクティブの画像歪み等今後更に解決すべき問題がある。

稿を終るにあたり、御懇切な御指導を戴いた恩師癌研付属病院名誉院長 黒川利雄 東北大名誉教授および同病院副院長 斎藤達雄 東北大名誉教授に深謝します。

(本稿の要旨は、第39回および第40回本学会総会、ならびにXV ICR(ブラッセル)で報告した。)

文 献

- 1) Morgan, J.D.: Stero-fluoroscopy. American Journal of Roentgenology, Radium Therapy and Nuclear Medicine, 9: 180—183, 1922
- 2) 牟田信義: 1枚のフィルムに立体写真を同時に写す法。立体透視・同時立体間接撮影。日本医放会

- 誌, 2: 102—113, 1941
- 3) 遠山富也: 同時立体間接撮影の研究。臨牀放射線, 3: 783—790, 1958
- 4) Lindblom, K.: Roentgen television in surgery with special reference to stereo-television. Acta Radiologica, 53: 367—370, 1960
- 5) Webster, E.W. and Smith, L.C.: A system for stereoscopic fluoroscopy involving electronic storage. Radiology, 78: 117—119, 1962
- 6) Stauffer, H.M., Henny, G.C. and Blackstone, A.W.: Stereoscopic televised fluoroscopy. Radiology, 79: 30—34, July, 1962
- 7) 笥 弘毅, 遠山富也, 有水 昇, 植松貞夫, 田中仁, 秋庭弘道: イメージアンプリファイアを使用した可変周期式立体透視装置の試作。Medical Apparatus Culture, 4: 1295—1298, 1963
- 8) 渡辺長盛, 星野文彦, 上村和夫, 井出 昇, 的崎健: テレビ立体透視(第2報)。日本医放会誌第27回総会抄録集, 27: 922, 1967
- 9) 田部貞夫, 津田元久, 岡西節夫, 道家昭彦: X線テレビジョンによる立体透視の試み。日本医放会誌第27回総会抄録集, 28: 853, 1968
- 10) 草間晴之, 矢仲重信, 野田峰男, 木下幸次郎, 井内昭一, 鐔 晃一: 医用立体XTV透視装置の研究。日本医放会誌第28回総会抄録集, 29: 909, 1969
- 11) 本保善一郎, 木村昭哉, 林 邦昭, 草谷晴之, 矢仲重信, 木下幸次郎, 鐔 晃一: CINEXT-HによるX線ステレオ映画撮影ならびに、X線TVステレオ観察について(第2報: 臨床応用への試み)。日本医放会誌第28回総会抄録集, 29: 913, 1969
- 12) 野田峰男, 矢仲重信, 木下幸次郎, 井内昭一, 鐔 晃一: 医用立体X線テレビジョン。テレビジョン, 25: 388—398, 1971
- 13) 津田元久, 平川宗市, 山岡信行: X線立体テレビジョン。島津評論, 28: 1—10, 1971
- 14) 池田茂人, 小野良祐, 金子昌弘, 辻内順平, 鈴木正根: 医用X線ホログラフィックステレオグラムの研究開発。日本医放会誌第36回総会抄録集, 69—70, 1977
- 15) 辻内順平, 鈴木正根, 佐久間貞行, 岩田金次郎, 渡部三郎, 小塚隆弘, 巢組一男: 臨牀シンポジウム「ホログラフィーによるX線像の立体視」。映像情報(M) 12/1979: 1128—1139, 1979
- 16) 小塚隆弘, 前田宏文, 林田孝平, 内藤博昭, 鈴木正根: ホログラフィーによる骨・心血管X線像の立体視。日本医放会誌第39回総会抄録集, 93, 1980
- 17) 山口幸也, 福島邦彦: 立体テレビについて。NHK技術月報, 3: 129—133, 1960
- 18) 山口幸也, 福島邦彦: メガネを用いない立体テレビ方式。NHK技術月報, 4: 132—135, 1961
- 19) 大越孝敬: 三次元映像表示と三次元テレビジョン

- ン. 電子通信学会誌, 51: 1249—1257, 1968
- 20) Herman, S.: Principles of binocular 3D. displays with applications to television. Journal of the SMPTE, 30: 539—544, 1971
- 21) 本保善一郎, 平野長熙, 芦沢 昭, 木下善之, 嶋長陽一, 前田宏文, 高尾隆三郎: X線像の立体視に関する臨床応用上の問題点. 日本医放会誌第32回総会抄録集, 10: 1972
- 22) 大越孝敬: 三次元画像工学. 初版, 1972, 産業図書株式会社(東京)
- 23) 木内繁夫: 第10回放射線技術シンポジウム, 立体拡大撮影技術について. 日放技学誌, 39: 314—371, 1983
-