



ホログラフィの医学画像への応用

鈴木 正根・齊藤 隆行

富士写真光機(株) T330 大宮市植竹町 1-324

1. まえがき

最近の医用画像は、コンピュータ技術の発達、センシング技術の発達、診断学の発達などに伴い、種類も増えてきているとともに医用画像の利用を容易にするための解析に対する要求も強くなっている。

医用画像の対象のほとんどが三次元的に広がりをもった人体の諸器官からなる構成体であり、これを正確に把握するためには三次元的に記録し、三次元的に表示するほうがよいことはいうまでもない。二眼式ステレオ法、レンチキュラー法をはじめいくつかの方法が提案され、試みられてきているが、医用画像用として定着してきているとはいえない。

頭部X線 CT 出現以来、断層画像が医用画像の中心を占めるようになり、診断の精度が増すとともに、立体表示の重要さが増してきている。立体表示におけるホログラフィの利用について述べる。

2. 医用画像の種類

ホログラフィを対象として医用画像を見ると立体把握に適する画像を構成できるかどうかを中心にして選ぶことになる。立体把握をする場合、もともと立体記録されたものを立体として表示するものと、記録されたものは2次元記録であってもホログラフィ技法によって立体として再構築して表示するものがある。

前者に対応する画像としては、ステレオ X 線画像が代表的である。ステレオ X 線には二眼式のものとレンチキュラーレンズによるものがある。二眼式の場合にはステレオメガネを通常用いるが、メガネの代りにホログラムを利用する方法¹⁾も提案されている。超音波ホログラフィ²⁾も提案されたが現在まだ実用には供されていない。

後者すなわち 2 次元画像を集積して立体表示する画像としては、顕微鏡断層画像(組織標本)、光学断層画像、X 線透視画像、X 線断層画像、CT 画像、超音波断層画像、ポジトロン断層画像、NMR 断層画像などがある。X 線透視画像以外はいずれも断層画像であって、生体の

断面を記録しており、細かく画像を用いて生体の切断面を作り、その画像をならべることによって生体内部を観察することができるが、そのままでは 3 次元的な構成を把握することはむずかしい。

3. ホログラフィによる立体表示技術

ホログラフィの特性である、微小分割記録性、多重記録性を生かして医用画像の立体表示を行なう方法として、円筒型多分割集積記録法、断層面多重記録法の二つが代表的な方法である。

3.1 円筒型多分割集積記録法(円筒型マルチプレックス)

円筒型多分割集積記録法は、視線方向の異なる画像を元の生体の視線方向に対応させて配列し、それらを両眼で順次観察することによって生体の内部、あるいは外部を立体的に見ることができる方法である。具体的に X 線写真による記録を行なう場合には図 1(a)に示すように X 線管と 35 mm シネカメラを回転させて X 線撮影する。次に図 1(b)に示すように原画フィルムの 1 コマをレーザー光を用い結像レンズによりシリンドリカルレンズ上に投影結像させ、この像を 1 枚の短冊状のホログラムに記録する。つぎつぎに映画の駒を交換するとともに、ホログラフィーフィルムも短冊状ホログラムの幅だけ送って、前に記録したホログラムに隣接させてつぎつぎに映画駒に対応させてホログラムとして記録し、観察方向の少しづつ異なる一連の連続する合成短冊状ホログラムとする。合成短冊状ホログラムを作る自動機が作成されている³⁾。でき上がったホログラムを図 1(c)に示すように円筒状にセットし、ホログラム記録時の参照光方向より白色再生光で照明すれば、レインボウホログラムと同様に上下にレインボウ色を生じ、円筒内部に生体の内部の像が立体的に観察される。この方法で表示された立体像は形状歪を生じている。歪量の解析も行なわれており⁴⁾、計測に像を使用する場合には歪量を補正することができる。定性的に見る場合には補正する必要はない。この記録法の特徴は被写体のゆっくりとした動きが

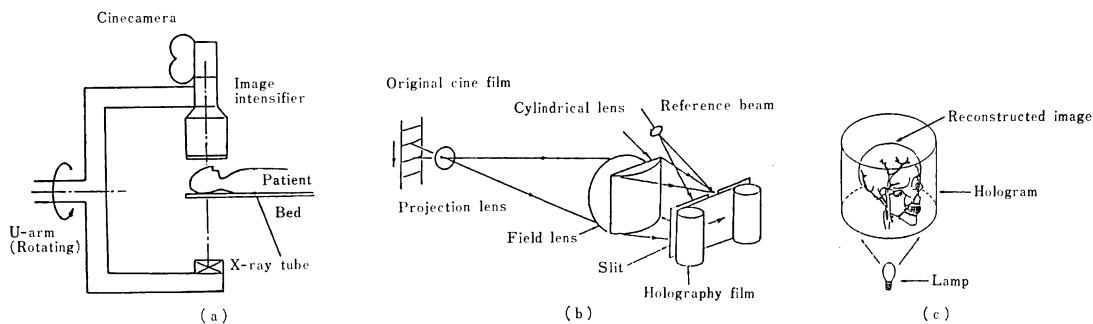


図 1 円筒型マルチプレックスホログラムの(a)原画フィルムの記録、(b)ホログラムの合成、(c)ホログラムの再生

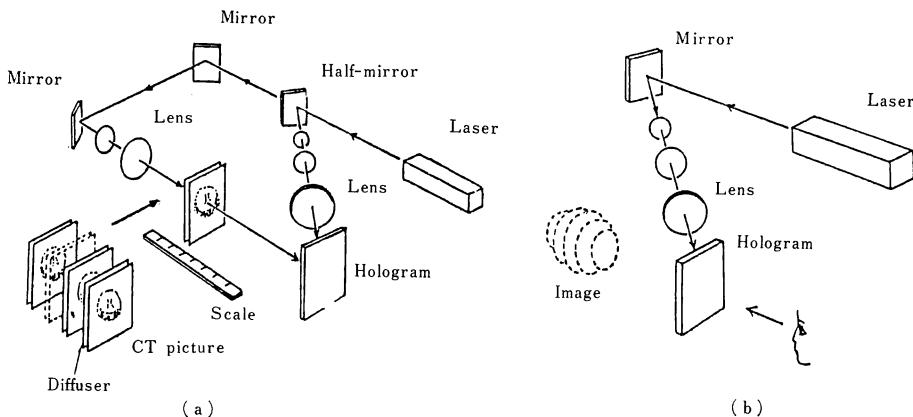


図 2 断層面多重記録ホログラムの(a)合成と(b)再生

入れられる点である。

3.2 断層面多重記録法

断層面多重記録法は、断層画像を記録時の断層面位置に対応させて配列し、多数枚の断層画像を同時に観察することによって生体内部を立体的に見ることができる方法である。具体的にX線CT画像による記録を行う場合には図2(a)に示すように断層透明画像を拡散板に密着させ、背後よりレーザー光で照明し、断層の位置関係を保つようにして複数枚の断層画像を1枚の乾板に順次多重記録してX線CTの断層面多重記録ホログラムを得ることができる。でき上がったホログラムを図2(b)に示すようにセットし、ホログラム記録時の参照光方向より再生光を照明すれば、生体の内部の像が立体的に観察される。合成立体像をステレオ撮影しステレオグラムとすることもできる。

4. 立体表示の実用例⁵⁾

診断学の分野で、臓器あるいは病変部の立体像から3次元的にどういう病気であるかという診断、病変のひろ

がり、さらに治療方針などの診断学上非常に重要な問題を解決するのに利用することができる。ホログラフィによる立体表示は、複数の医師が同時に立体像の観察が可能であり、また生体のすべての臓器について応用が可能で、臨床学上、医学教育の上で有用である。今までに適用された部位のいくつかを記すと次のようになる。

4.1 頭蓋内出血破裂脳動脈瘤(X線CT画像、断層面多重記録)

頭蓋内の視床の出血情況をX線CT画像11枚を断層面多重記録することにより、出血部位の位置、出血の大きさを立体的に把握することができた。

4.2 気管支造影像(X線連続全周撮影、円筒型マルチプレックス)

気管支に造影剤を注入し、X線連続全周撮影を行ない、円筒型マルチプレックスホログラムとし、気管支の立体構造、肺癌の部位の立体的位置を明らかにできた。

4.3 循環器造影像(X線連続全周撮影、円筒型マルチプレックス)

冠動脈、心室に造影剤を注入し、X線連続全周撮影を

行ない、マルチプレックスホログラムとし、冠動脈病変の病理学的検索を行なった。この他脳動脈についても行なった。末梢細枝の像がよく認識でき、立体的病変の把握に役立っている。

4.4 コンピュータグラフィックス (CRT 解析画像の円筒型マルチプレックスホログラム化)

放射線治療における線量分布を CG 化し、全円周からの画像解析を行ない、マルチプレックスホログラムとし、放射線線量の立体分布を把握し、脳腫瘍の放射線治療のシミュレーションに用いた。

4.5 腹部超音波像 (超音波エコー像断層面多重記録)

腹部腫瘍を超音波エコー像とし、断層面多重記録によって腫瘍の立体画像を得、大きさ、臓器との位置関係を明らかにすることができた。

このほか、NMR による腫瘍の立体視、関節運動の立体視、頸椎の立体視、医学標本の立体視などがある。

5. あとがき

ホログラフィによる立体表示は医学界では、比較的安い費用で立体表示ができ、自然な立体感が得られる方法として評価しているが、問題として、まだホログラフィ立体視化装置を市販していないので手に入りにくいことや、撮影してもホログラフィに仕上げるのに 1 週間以上かかり手術などにすぐ応用できないなどの点をあげている⁶⁾。今後の動向としては、まずこれらの欠点をのぞくために、医療現場で利用できるホログラフィ立体視化装置が作られることである。この装置に要望される事項としては、迅速に、たとえば X 線撮影後 30 分程度で立体視用ホログラムが得られることであり、また 3 次元的位置・面積・体積が計測できることである。前者については全自动で得られることが望まれている。ここで大きな障害になるのは X 線画像をはじめ多くの医用画像がインコヒーレント光で表示されるのに対し、ホログラフィによる記録ではコヒーレント光が用いられる点である。

この点の解決のいかんが、ホログラフィの医学用立体表示の今後の動向を左右する。後者の計測についてはポイントライト付き測定子を有する 3 次元測定装置によって 3 次元的に表示されている画像の各点の位置情報を得、コンピュータによって画像処理することが考えられる⁷⁾が、現在のところ実験装置として試作し、試用されたにとどまっている。この理由はポイントライトの大きさを十分に小さくすることができず、また再生像とポイントライトの合致を目測にたよっているため精度的にホログラム面方向では 0.2 mm 程度で奥行き方向では 1 mm 程度の精度でしか測定できない。今後発展させる方法としては、奥行き方向に精度の高いオートフォーカス機構付き測距儀を付し、面方向には自動面内測微装置を組み込んだ全自动 3 次元計測装置を開発することである。これによりホログラムからの数値的情報処理が実用的に可能になる。

本稿作成に当たっては医用ホログラフィックディスプレイ研究会諸先生の意見を参考にさせていただいた。誌面を借りて厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) 本田捷夫、豊福敏之、辻内順平：“ホログラムによるステレオ写真対の立体表示”，光学，10 (1981) 334.
- 2) 大越孝敬：ホログラフィ（電子通信学会，1977）p. 213.
- 3) Japan External Trade Organization：“Apparatus for automatic production of holographic stereogram,” Jpn. Ind. Technol. Bull., 6 (1978) 26.
- 4) 岡田勝行、本田捷夫、辻内順平：“マルチプレックスホログラム再生像の特性”，第 11 回画像工学コンファレンス論文集 (1980) p. 57.
- 5) 池田茂人、ほか：“ホログラフィーによる医学画像の立体視”，映像情報，5 (1983) 237.
- 6) 藤森敏雄：“腹部を 3 次元像で診る夢の立体画像法が応用段階”，日経メディカル，4 月 10 日号 (1985) 40.
- 7) 鈴木正根、金谷元徳、閔 一寿：“ホログラフィーの工業への応用”，機械の研究，4 (1978) 469.

(1985 年 5 月 28 日受理)