

Title	消化管のステレオ2重造影とその拡大観察
Author(s)	山崎, 武; 藪本, 栄三; 坂本, 力 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1981, 41(10), p. 946-952
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19472
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

消化管のステレオ2重造影とその拡大観察

滋賀医科大学放射線医学講座

山崎 武 数本 栄三 坂本 力 浜中大三郎
 川西 克幸 古西 博明 村田喜代史 西村 一雅
 富樫かをり 青木 茂 芥田 敬三 陶山 純夫

(昭和56年2月9日受付)

Double contrast magnification stereoradiography and three
 dimensional interpretation of the
 gastrointestinal tract

Takeshi Yamazaki, Eizou Yabumoto, Tsutomu Sakamoto, Daizaburou Hamanaka,
 Katsuyuki Kawanishi, Hiroaki Furunishi, Kiyoshi Murata,
 Kazumasa Nishimura, Kaori Togashi, Shigeru Aoki,
 Keizou Akuta and Sumio Suyama

Department of Radiology, Shiga University of Medical Science School of Medicine

 Research Code No.: 512

Key Words: Magnification stereoradiography, Gastro-
 intestinal tract, 3-D interpretation, Visual il-
 lusion, Double contrast study

This report concerns to some basic and clinical studies upon double contrast magnification stereoradiography and 3-D interpretation of the digestive tract. Results are the followings: 3-D interpretation of the gastrointestinal mucosal surface may be possible to some extent by the monocular depth perception (psychological 3-D vision), however, confusions occur at times by the intervention of many visual illusions. The similarities between object and geometrical 3-D visual image were analyzed for both direct and indirect magnification stereoradiography. Since monocular psychological 3-D vision may be independent of geometrical 3-D vision of binocular stereoscopy and of higher order than the latter, one should view the stereo pair films so that both 3-D visions may co-operate each other. In this way, one can see the detailed and non-distorted in vivo 3-D surface structures with his own eyes different from thinking or imagination. Another merit of stereoradiography impossible with fiberoptic endoscopy is that both front and rear surface of the mucosa are observed with either orthoscopy or pseudoscopy. For the slight unevenness such as area gastricae or Ilc etc., wide angle (90° or more) shift stereography may be reserved, which allows X10 or more times magnification only in the direction of depth.

I. 緒 言

最近における内視鏡診断の著しい進歩に比肩するため、筆者らは消化管の微細X線像について検討して来たが^{1)~3)}、現在のX線TV技術では患者被曝を増大させずにこれ以上の微細情報を得る

ことは不可能なことを知った。情報量のみを増大する残された方法は3次元診断⁴⁾⁵⁾にあるとの観点から、これに関する実験的、臨床的^{6)~8)}検討を進めている。ホログラフィなど先進光学領域における3次元画像技術はX線画像技術にも及びつつ

あり^{9)~14)}, 拡大ステレオ撮影も血管造影の領域でかなり報告が見られる様になった^{15)~17)}. しかし消化管の3次元診断に関するものは^{18)~21)}少く, また単眼視の場合の奥行診断やステレオにおける表面画像の考察はほとんど見られない. 以下では単眼および2眼による消化管粘膜面の3次元微細診断について研究経過を要約して述べる.

II. 単眼による奥行診断

2次元画像の観察に際して現われる多くの錯視現象は²²⁾, 視覚固有の性質(法則)²³⁾に基づいてX線画像の観察にもしばしば現われる. 2重造影像の3次元的読影において, 単眼視の奥行判断に関する視覚の性質はほぼ次の4要素に分解されるであろう. 1. 面の知覚, 即ち点, 線の排列によって面の傾斜を感じる性質. 2. 上遠・下近感, 即ち視野の上部は遠く, 下部は近くにあると判断する性質. 3. linear perspective. これは orthoscopy, 即ち画像を撮影時と同じ geometry で焦点位置から観察することによって遠近大小関係が正しく知覚されることを意味する. 4. 図と地に関する白凸(黒凸)感. 白凸感とは面の凹凸を明暗によって判断する場合, 明るい部分を凸の図に, 暗い部分を凹の地と感じる経験的な性質で, 黒凸感にはネガあるいは逆光の感覚である. 通常 Barium は流動して形をもたない白い地に, 胃壁は黒い図となり, 視覚の性質に反した黒凸感で観察しているが, 白凸感と上記の上遠・下近感とが加重して, 時に図地が逆転し, Barium は図に, 胃壁は地となり, 粘膜表面と裏面が逆転して見える錯視が起る. 詳細については既報⁶⁾⁷⁾参照. 重なり現象 overlapping による遠近の判断は透視画像であるX線像には全く適用できない. 無意識に適用すると, いわゆる不可能図形(impossible figure)^{24)~26)}を生じる. 以上は単眼視の場合の心理的3次元視覚像(以下 PV)であるが, 両眼によるステレオ視では左右眼それぞれの2次元視覚像(以下 2DV)の融合によって, 1個の幾何学的3次元視覚像(以下 GV)が PV より先に形成される.

III. 両眼によるステレオ診断

微細な被写体のステレオ診断においては, 撮

影・読影の両面で次の様な多くの問題がある.

1. 撮影距離 (FFD) と観察距離 (EFD) のずれ.
2. 焦点シフト (IFD) と瞳孔間距離 (IPD) のずれ.
3. フィルムを左右へずらせた時の GV の変化.
4. pseudoscopy の問題⁴⁾⁷⁾²⁷⁾.
5. FFD, IFD の大小による GV の変化.
6. 直接・間接拡大ステレオ撮影フィルムの観察法.
7. GV と PV 間の相互の影響.

A. 実験的検討

phantom 実験と幾何学的解析(高梨氏)²⁹⁾, 作図をもとに, ステレオ撮影と読影の geometry を検討し, 歪みのない正確な粘膜面の3次元実体診断法を求めた. Fig. 1 に近似実体視のための, IFD/FFD 比, 焦点シフト角度および EFD 間の関係を示す. 100 μ 近くまで微細に描写された 2

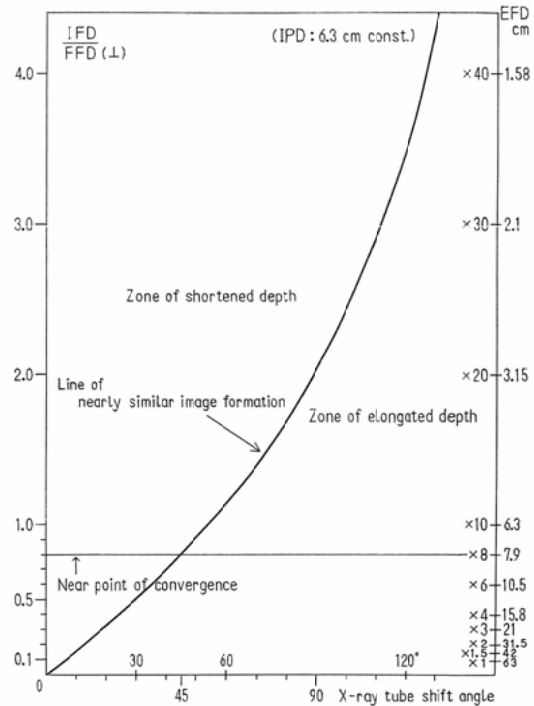


Fig. 1 Calculated relation between eye-film distance (EFD) and x-ray tube shift angle for the similar geometrical visual image formation. Interpupillary distance 63mm. X-ray tube parallel shift to films. Visual magnification is based on 63cm EFD.

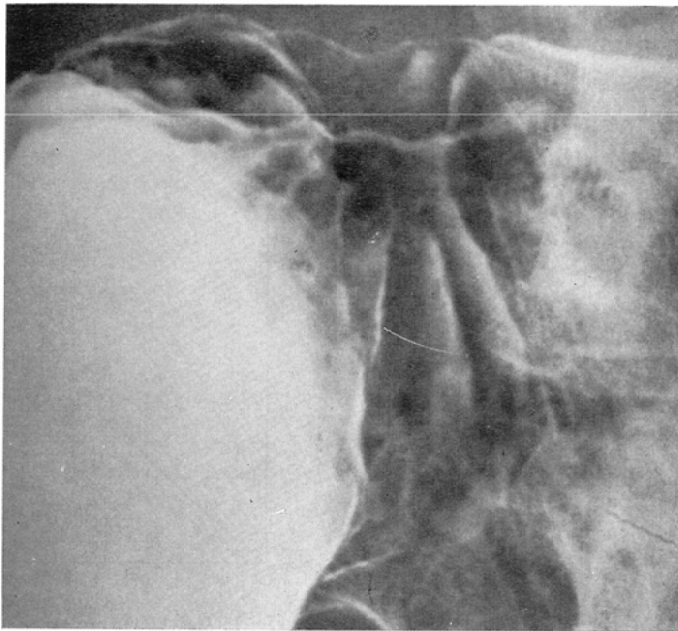
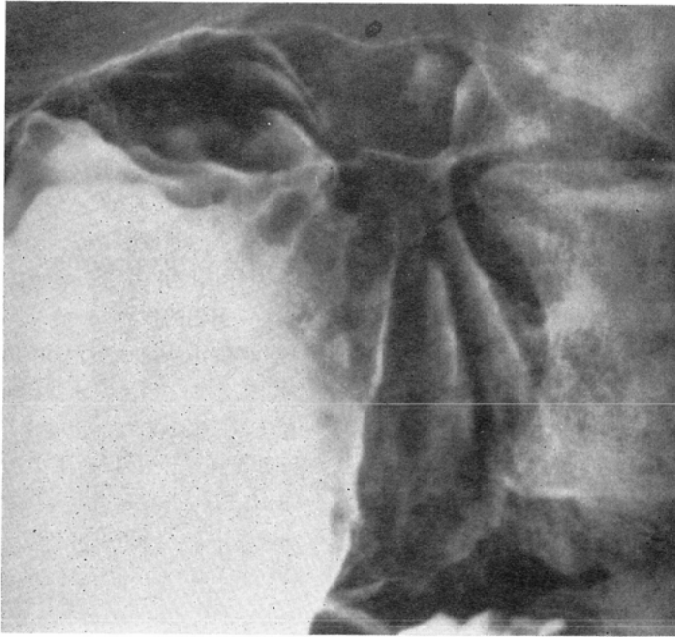


Fig. 2 R, L : Double contrast 8.5° shift stereoradiograms of a IIc type early gastric cancer in the posterior wall near greater curve of the angular portion supine, AP projection.

重造影像を観察する場合は眼の輻湊近点近くまでフィルムに接近するが、この場合の焦点シフト角度は 45° 、日常診断の EFD 42 (25)cm では、 8.5° (14°) が適正角度となる。撮影系と観察系の geometry を3次元とも完全に相似にしない限りGVの歪みはさげられないが、 $FFD/IFD=EFD/IPD$ の状態にすれば、狭い範囲では近似的に実体視可能となり、これが Fig. 1 の近似実体視線である。この線より左上(右下)の領域は奥行の短縮(延長)する領域である。1/10シフトと云うのは EFD 63cm 位に相当する。既報の如く、単眼撮影・単眼視においても拡大撮影、一般撮影を問わず $FFD \neq EFD$ の場合 PV は必ず歪むが、ステレオ拡大撮影における GV の歪みは大きい。ステレオ視の GV と単眼視の PV との関係について検討した結果、Julesz 氏²⁸⁾ の flow diagram の如く先行する GV と、より高次の PV とは相互に作用し合い、両者の強弱が総合されて3次元形態判断(以下 3DV)が成立すると思われた。従って GV, PV が加重されるような撮影・読影法が良い。これを仮りに代数的に表わすならば、 $3DV \cong GV + PV$ となる。

B. 臨床経験

島津 overtube X-TV, USZ 30 のX線管傾斜機構(頭尾方向)を自動化し、押しボタン一つで 8.5° シフトの簡易ステレオスポット撮影が3.5秒間隔で行えるようにした。これを昭和53年12月から現在までの2年間日常診断に使用し約200例の臨床経験を得た。その結果を要約すると次の如くである。

1. 通常の2重造影像は奥行の次元をゼロにしたもので、ステレオ診断によって2重造影像の見かたが変る。病変の内視鏡像や切除標本像を考え、あるいは想像しながらX線像を読影するあいまいさもなくなり、内視鏡よりも歪みの少い病変像を眼で感じることができる。

2. 単眼視で白凸・黒凸感に乏しい造影面は、ステレオでもX線束に対する傾斜の少い垂直面で、単眼の PV によって奥行を知覚できることが実証される。

3. 単眼では fold の山、谷の凹凸度は Barium 層の厚さによる白黒の明暗度によって推測しているが、これは極めて主観的である。同じフィルムでも、2次元的な単なる明暗として感じる 2DV よりも PV の白凸・黒凸感を加えた奥行知覚の方が白はより白く、黒はより黒く感じる。造影面の傾斜が強いほどこの PV は強く現われる。ステレオの GV が加重された 3DV ではこの明暗差はさらに増強して感じられる。

4. 単眼では強い斜面の場合にのみ可能な粘膜裏面視が、ステレオでは pseudoscopy (overtube X-TV)としてすべての部分について可能となり、表裏両面の観察とともに、遮られて見えない部分も生じない。これは内視鏡では困難な所である。広視野で焦点深度の大きいこともX線の利点である。

5. fold, area などの texture によって、前後壁を分離して同時に観察でき、造影面の湾曲、傾斜、凹凸度を定量的に判定できる。腹臥位、仰臥位とも前壁は後壁に比しかなり平坦である。profil~en face 中間の画像の判断ができる。cardia, pylorus,

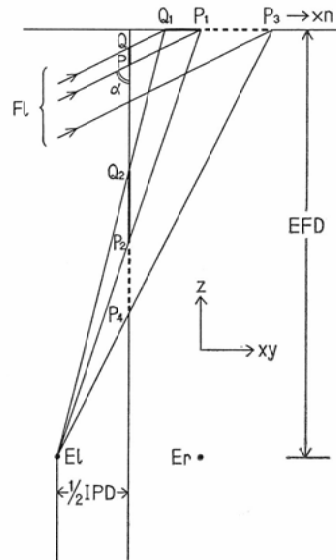


Fig. 3 Selective magnification of the third dimension (depth axis) with both wide shift angle stereoradiography and photographic magnification of the films.

胃角, 大小弯線附近の読影に役立つ。

6. レリーフ像では前後壁は互に接着状態に近く, 充満像では右眼と左眼は各別の輪郭線を見ており, いずれもステレオ視し難い。

7. 体位変換による Barium の流動と変形, 他の部分の重なり等で分り難い時に有利である。粘膜下～壁外病変, 骨, 腸内ガス, 肝, 脾の輪郭, ベッツの排列など粘膜下との3次元的位置関係が分り易い。Ingesta, Bezoar の浮遊・沈下, Schümmerung の状態等も良く分る。

8. 前後壁中央附近の area, II c 等微細な凹凸に対してはシフト角度を大きく取って奥行方向のみを拡大し, 逆に全体を概観するにはシフト角度を小さく取って, これを縮小すればよい。

9. 上述の GV と PV の加重と云う点からは, film を posi に反転 (白凸感優位) して orthoscopy (上遠下近感優位) によるのが最も3次元視し易

いが, 複雑なため, これが簡単にできるステレオ観察装置が望まれる。Fig. 2 に II c の一例を示す。

C. 広角度ステレオ撮影による微細凹凸の拡大観察

上述の近似実体視でステレオ効果が少く, 3次元判断の困難な造影面の微細凹凸に対しては, 8.5° 以上 120° 位までの広角度ステレオによって, 実体視ではないが, 奥行方向のみの選択的な拡大観察ができる。これは眼の奥行方向の分解能を補う一方法と思われる。その概略を Fig. 3 に示す。図においてフィルムの光学的拡大倍率を n , 焦点シフト角度を 2α とすると, フィルム面に垂直な微小線分 PQ は, P_1Q_2 に拡大して観察され, 奥行方向の拡大率は

$P_1Q_2/PQ \approx n \cdot \tan \alpha \cdot EFD/l/2IPD$ となる。過去長い間3次元診断の基本は, 正面・側面 90° 2

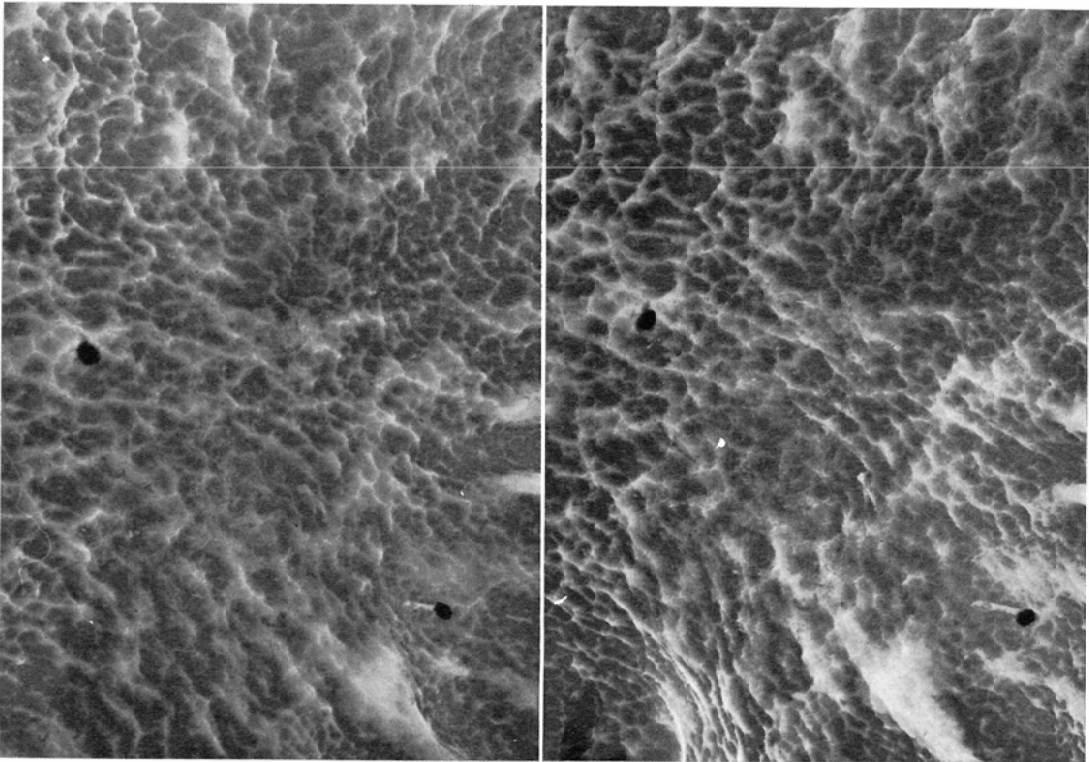


Fig. 4 R, L: 90° shift contact stereo-microradiograms of a barium coated normal gastric mucosal surface. Dissected fixed specimen, pylorus is above the top of figures.

方向撮影にあったが、この場合は両フィルムを別々に両眼で観察している。両眼視差の極めて小さい微小な凹凸については、90°ステレオ撮影フィルムの各々を左右両眼で別々に観察すると、両者は融合してステレオ視可能である。Fig. 4は胃切除標本粘膜面の contact microradiogram (既報)²⁾で、90°ステレオ撮影を行っている。area, foveola 等が十数倍に過大な凹凸としてステレオ視される。

IV. 総括ならびに結論

overtube X線TVによる消化管の簡易ステレオ2重造影とその3次元的拡大観察について基礎的ならびに臨床的検討を行なった。単眼の奥行知覚(心理的3次元視覚)によっても、ある程度の3次元的読影は可能であるが、諸種の錯視現象を伴う。直接・間接拡大ステレオ撮影における被写体とその幾何学的3次元視覚像間の相似性を検討した。単眼の心理的3次元視覚像はステレオの幾何学的3次元視覚像と独立した高次のもので、両者が相互に加重されるような観察法がよい。これによって思考や想像ではなく、視覚の実感として粘膜面附近の生体内での3次元形態が歪み少く、微細に判断できる。orthoscopy, pseudoscopy によって、粘膜面の表裏両面が観察できることも内視鏡では得がたい利点である。ステレオ効果の少ない微細な凹凸は広角度(90°)ステレオによって奥行方向のみ選択的に高倍率に拡大される。

本論文の要旨は、日本医学放射線学会第177回(昭和54年7月)、第181回(昭和55年3月)関西地方会および第39回総会(昭和55年5月)において発表した。

文 献

- 1) 山崎 武, 清水秀祐, 金城武忠, 速水昭宗, 香川 威: 消化管微細撮影法の至適術式について. 日本医放会誌, 33: 773—785, 1973
- 2) 山崎 武, 川西克幸, 高見元敏: 消化管切除標本粘膜面のX線実体像について. 日本医放会誌, 39: 35—47, 1979
- 3) 山崎 武, 川西克幸, 高見元敏: 胃癌切除標本粘膜面のX線実体像と病理組織所見との対比. 日本消化器病学会雑誌, 76: 1417—1426, 1979
- 4) Schinz, H.R., Baensch, W.E., Friedl, E. and Uehlinger, E.: Roentgen Diagnosis, 2nd Am. Ed., Vol. 1, pp. 44—76, 61—63, 154—156, 1968. Grune & Stratton, New York & London
- 5) 江藤秀雄, 吉村克俊, 佐藤幸雄: X線写直の基礎知識, p. 235—241, 1965, 克誠堂, 東京
- 6) 山崎 武: X線透視によって物体表面を観察する場合の視覚の法則. 日本放技会誌, 33: 483—489, 1977
- 7) 山崎 武: 3次元X線診断のルーチン化と読影の問題. 映像情報 Medical, 11: 415—419, 1979
- 8) 山崎 武, 陶山純夫, 小水 満, 近藤康雄: X線拡大ステレオ撮影とその読影に関する若干の検討. 日本放技会画像分科会画像通信, 3: 10—11, 1980
- 9) Garrison, J.B., Grant, D.G., Guier, W.H. and Johns, R.J.: Three Dimensional Roentgenography. Am. J. Rönt., 105: 903—908, 1969.
- 10) Groh, G. and Kock, M.: 3-D Display of X-ray Images by Means of Holography. Appl. Optics, 9: 775—777, 1970.
- 11) 浜崎襄二, 横田和丸: エックス線立体映像の直接撮像とその再生(その2). 放射線像研究, 8: 205—212, 1978
- 12) Irwin, G.A.L., Maitem, A., Steinberg, I. and Fouquart, J.J.: Evaluation of three-dimensional radiography in clinical radiology. Radiology, 107: 81—82, 1973
- 13) Kasahara, T. and Kimura, Y.: Stereoradiography using holographic techniques. Japan. J. Appl. Phys., 8: 124—125, 1969.
- 14) 遠山富也, 池田茂人 他: 臨床シンポジウム, ホログラフィーによるX線像の立体視. 1979, 東京
- 15) Doi, K., Rossmann, K. and Duda, E.E.: Application of longitudinal magnification effect to magnification stereoscopic angiography: A new method of cerebral angiography. Radiology, 124: 395—401, 1977.
- 16) 松井孝嘉, 天野恵市, 喜多村孝一, 佐野圭司, 大島太市: Microstereo-angiography. 脳と神経, 25: 307—313, 1973
- 17) Takahashi, M. and Ozawa, Y.: Routine biplane cerebral angiography with stereoscopic magnification. Radiology, 136: 113—117, 1980
- 18) 松永藤雄: 放射線診断学. 第2巻: p. 271—272, 1967, 南山堂, 東京
- 19) 永井義衛, 毛利快晴: 拡大立体撮影の消化器系呼吸器系への応用. 日本放技会総会予稿集, p. 53, 1979
- 20) 佐藤敬明: 平面撮影立体撮影を併用した胃腸レントゲン診断法について. 日本医放会誌, 32: 626—628, 1972

- 21) 立入 弘, 重松 康: 放射線医学入門. p. 281, 1978, 南山堂, 東京
- 22) Lanners, E.: Illusionen. C.J. Bucher, 1976, Luzern, Switzerland
- 23) Metzger, W.: Gesetze des Sehens, 視覚の法則, 第2版, 盛永四郎訳, 岩波書店, 1972, 東京
- 24) Penrose, L.S. and Penrose, R.: Impossible objects: A special type of visual illusion. Brit. J. Psychol., 49: 31—33, 1958
- 25) Schuster, D.H.: A new ambiguous figure: A three-stick clevis. Am. J. Psychol., 77: 673, 1964
- 26) 山崎 武, 青木 茂, 芥田敬三: 不可能図形, 多義図形と X線読影の 対比考察. 放射線像研究, 10: 222—225, 1980
- 27) Rock, I.: An Introduction to Perception. pp. 96—115, 1975, Macmillan, New York
- 28) Julesz, B.: Foundation of Cycloplan Perception, pp. 94—95, 1971, University of Chicago Press, Chicago
- 29) 高梨恒光: レントゲン立体像の光学理論. 日本放技会誌, 20: 193—202, 1964