

加算網膜電位図の三次元的検討 (XY 平面, 時間因子): 定型的, 非定型的網膜色素変性症における分析

川島 幸夫*・筒井 純* (*川崎医科大学眼科学教室)
宮田 典男**・楠牟礼正和** (**宮田眼科病院)

要 約

われわれは各種網膜色素変性症に対して ERG topography による検討を行った結果いわゆる paradoxical localization (病変側皮膚領域の ERG 諸成分の高振幅化と反対側皮膚領域の低振幅化あるいは逆転現象) を a 波, b 波, 30Hz フリッカー成分, ROP の各成分に共通して検出が可能な症例が存在することを発見した (検出率60.8%)。そのような症例では蛍光眼底検査よりも視野検査により検出可能な病変の優位な部位が必ず存在しそれらに電位分布がよく一致して偏位していた。本症の後極部への進展様式は30Hz flicker ERG topography により明瞭に画像表示され中心視野所見に一致した (検出率65.2%)。これら特徴的な電位分布の変化は視野障害を認めない早期例, 高度求心性視野狭窄を認める末期例, 併発緑内障による視野障害例においては検出されなかった。網膜色素変性症はその経過において局所的な優位病変が存在しそれは自覚的には視野検査法, 他覚的には ERG topography により検出可能であった。この特徴を用いて本症における病的網膜の機能的画像診断が可能となり, 疾患の進行程度の他覚的評価や併発白内障, 緑内障発症時の視機能の評価に多大な情報を提供するものと考え。 (日眼会誌 93: 1114-1125, 1989)

キーワード: 加算網膜電位図, 三次元的検討, 機能的網膜画像診断, 他覚的視野測定, 網膜色素変性症

Evaluation of Typical and Atypical Retinal Pigmentary Dystrophy by Three Dimensional Analysis (XY Plane and Time) of Averaged Electroretinograms

Sachio Kawashima*, Jun Tsutsui*, Norio Miyata**
and Masakazu Kusumure**

*Kawasaki Medical School

**Miyata Eye Hospital

Abstract

Retinal functional imaging of patients with typical and atypical retinal pigmentary dystrophies was investigated by three dimensional (XY plane and time) analysis of ERG topography by comparing visual field and fluorescein angiographic findings. The three dimensional analysis revealed that the area of maximal amplitude deviated to the skin area closest to the dominant location of the retinal pigmentary dystrophy (the so-called paradoxical localization). In patients with temporo-inferior sectorial retinal pigmentary dystrophy, for example, the maximal amplitude of the a-, b-waves and

別刷請求先: 701-01 倉敷市松島577 川崎医科大学眼科学教室 川島 幸夫
(平成元年1月23日受付, 平成元年8月22日改訂受理)

Reprint requests to: Sachio Kawashima, M.D. Dept. of Ophthalmol., Kawasaki Medical School
577 Matsushima, Kurashiki 701-01, Japan

(Received January 23, 1989 and accepted in revised form August 22, 1989)

retinal oscillatory potentials deviated toward the temporoinferior side on the surface topography. These characteristic phenomena of a- and b-waves were found in 60.8% of all patients. Flicker topography with a stimulus frequency of 30 Hz was especially successful in showing the existence and location of paramacular involvement of retinal dystrophy within the area surrounding temporal vascular arcades. The detectability of macular asymmetric involvement was 65.2%. No significant topographic changes were detected in cases in the early stage with no remarkable visual field defects, or in the end stage with remarkable concentric field defects and complicated glaucomatous visual field defects. A comparative study of topographic changes, visual field changes and fluorescein angiographic findings showed that topographic changes in the a-, b-waves, retinal oscillatory potentials and 30Hz flicker components coincided more closely with visual field changes than fluorescein angiographic findings. We proposed that retinal pigmentary dystrophy is not a homogeneous lesion in its progression and believe that the ERG topography method can, by the imaging of dominant locations, detect this disease as well as visual field testing. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 93: 1114-1125, 1989)

Key words: Averaged electroretinography, Three dimensional analysis, Functional retinal imaging, Objective retinal perimetry, Retinal pigmentary dystrophy

I 緒 言

網膜色素変性症は早期より他の臨床所見と一致せず、単一刺激 ERG の諸成分の高度の振幅低下を認め、この事実が本症を定性的に診断する一拠とされている^{1)~4)}。発症後の病状や進行の程度その他覚的評価は単一刺激 ERG でもある程度可能とする報告者⁵⁾もいるが、実際には ERG が消失すると以後の評価は困難になる。近年、電算機の発達により本症の微小な電位を加算平均法により記録可能であることが報告³⁾⁵⁾⁶⁾された。永田⁷⁾は加算平均法による ERG がある程度残存視機能と相関することを報告した。われわれは^{8)~10)} ERG topography 法を用いて機能的網膜画像診断を試みているが加算平均法が有用で、周辺部網膜を病変の主座とする本症に対して検討を行うことは意義があると考え、本症は一般的には周辺部網膜の瀰漫性障害として考えられているが視野検査等で長期間経過観察され

た結果¹¹⁾によれば周辺部視野障害の進展様式は必ずしも一様ではない。これらの点にわれわれは着目し本症の病的網膜の機能的画像化を試みた。

II 記録方法と分析方法

記録方法と分析方法の詳細は前報^{8)~10)}に準じるが固視監視が可能な Ganzfeld 型刺激装置 (Goldmann 視野計にキセノンランプを照射し固視状態を視野検査法のごとく観察する方法)を用いて明所視 (刺激頻度 30Hz) および暗所視優位 (刺激頻度 2Hz) の条件で反復片眼刺激を施行し、瞼裂幅を基準にして、国際 10/20 法の電極位置と同等に関電極を眼球周囲皮膚上に 12カ所設置し、それらより得られた反応波を EEG 1A-98 (NEC-Sanei) にて増幅後、Signal processor 7 T18 (NEC-Sanei) により 256回加算平均を行った。不関電極は両耳朶を短絡したものを使用し、接地電極は前額部に設置した。sampling clock は 0.1msec であ

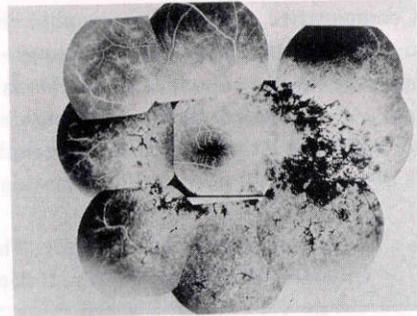
表 1 代表的 6 症例まとめ

症 例	M. K.	M. Y.	E. K.	T. O.	H. N.	S. Y.
年 齢	33	55	47	52	60	50
性 別	女性	女性	女性	男性	女性	女性
診 断	原発性網膜色素変性症 (初期)	区画型網膜色素変性症	原発性網膜色素変性症 (中期)	原発性網膜色素変性症 (中期)	原発性網膜色素変性症 (末期)	原発性網膜色素変性症 (初期)
中心矯	右 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5
正視力	左 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
単一刺激 ERG	a 波 b 波 op 波欠如	a 波 b 波 op 波低振幅	a 波 b 波 op 波低振幅	a 波低振幅 b 波, op 波欠如	a 波 b 波 op 波欠如	a 波 b 波低振幅 op 波欠如

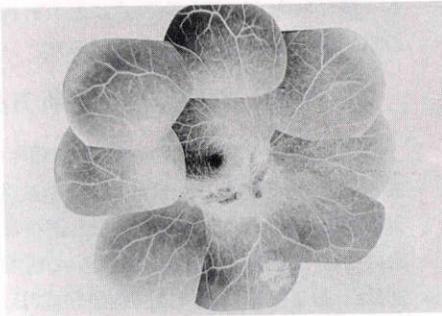
る. 時定数0.1および0.001秒, HCF 120および3,000Hz
を使用し, 刺激後100msecを分析した. Artifact reject
levelは183.3 μ Vに設定した. 三次元的分析は主要成

分の上行脚(主要成分の中で時間経過と共に陽性化する部分), 頂点(主要成分の電位が最大となる時間, 各チャンネルにより異なることがある.), 下降脚(主要

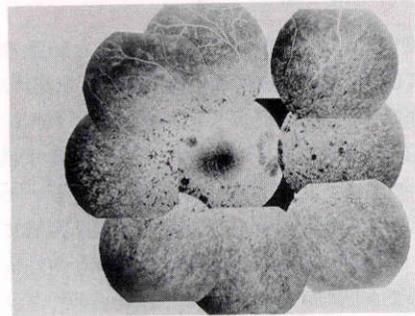
Case T.O.



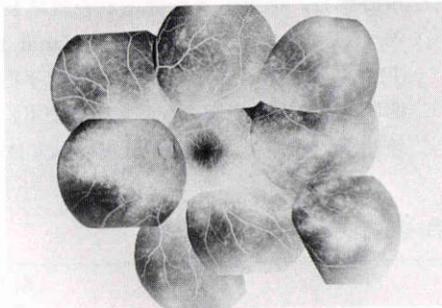
Case M.Y.



Case H.N.



Case E.K.



Case S.Y.

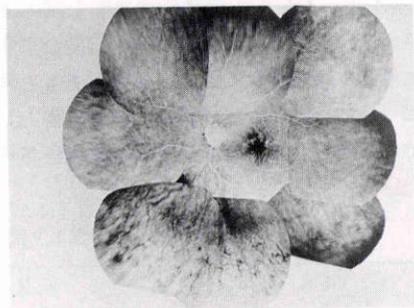


図1 代表的6症例の蛍光眼底造影所見. 症例 M.Y. の右眼底において下耳側網膜動
静脈領域に限局して低蛍光領域を中心にしてその周囲を過蛍光領域が取り囲むよう
な変性領域を認めた. 症例 E.K. の左眼底において赤道部網膜に優位に過蛍光を認
めた. 上半網膜と下半網膜の障害程度の差異は検出されなかった. 症例 T.O. の右眼
底において鼻側及び下鼻側網膜の過蛍光を認め鼻側に著明な色素沈着を認めた. 症
例 H.N. の右眼底においては周辺部網膜の全てが過蛍光を示し上下網膜動静脈に
沿って輪状の色素沈着を軽度で認めた. 症例 S.Y. の左眼底においては周辺部網膜は
瀰漫性に過蛍光を認めた.

成分の中で時間経過と共に陰性化する成分)を一定の時間間隔で眼球周囲皮膚上の電位分布の変化を観察する方法を用いた。電位分布の誤差は一般的に電極間の距離が短くなれば単位面積あたりの情報量が増え少な

くなるが、眼球周囲の骨軟部組織による誤差の混入は無視できない。

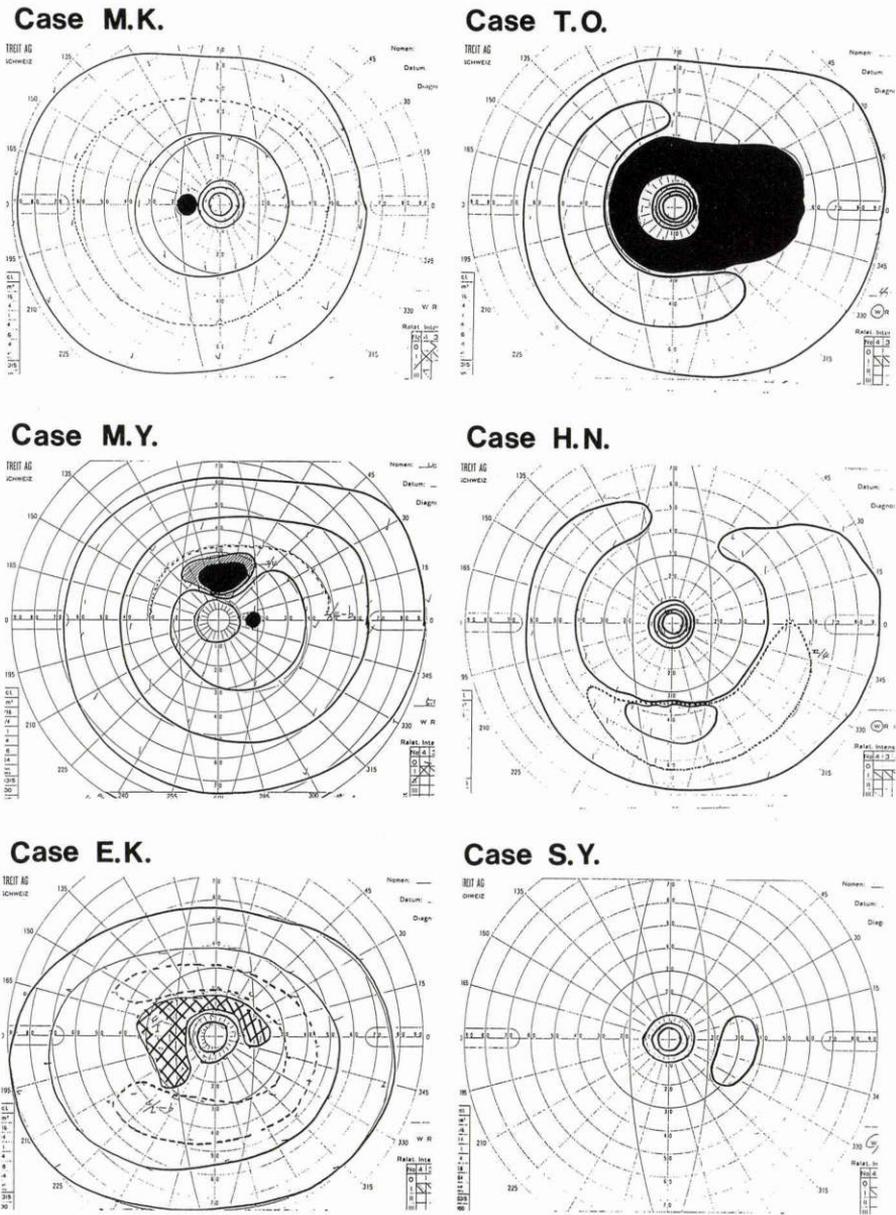


図2 代表的6症例のGoldmann動量的視野所見。症例M.K.の左眼視野は内部イソプターの沈下を認めた。症例M.Y.の右眼視野は中心部30度以内に孤立暗点を認めた。症例E.K.の左眼視野は中心部30度以内に不完全な輪状の比較暗点を認めた。症例T.O.の右眼視野は耳側優位の輪状絶対暗点を認めた。症例H.N.の右眼視野は輪状暗点が上方の外部イソプターに穿破した。症例S.Y.の左眼視野は中心部および傍中心部に島状の残存視野を認めた。

III 症 例

症例は定型的網膜色素変性症 (TPD) 18例36眼, 非定型的 (区画型) 網膜色素変性症 (APD) 5例10眼の計23例46眼である。可能な限り全ての患者は単一刺激ERG (20J, コンタクト関電極), Goldmann 動量的視野検査, 蛍光眼底造影検査を施行した。代表的な6症例を表1に呈示する。図1は代表的5症例 (1例は検査に同意せず) の蛍光眼底所見である。図2は代表的6症例の Goldmann 動量的視野所見である。症例 S.Y.は TPD に緑内障性視神経萎縮を合併した症例で病的対照として提示した。

IV 電気生理学的結果

1) 正常対照

正常人における詳細な電位分布は前報⁸⁾⁹⁾を参照されたいが、本論文における比較対照データとして図3に2Hz, 30Hz 刺激時の12ch 同時記録原波形を記載する。正常人の2Hz (暗所視優位) および30Hz (明所視優位) 刺激時の各主要成分は眼球に最も近い5,6,11,12ch にて最大振幅を記録し以後眼球に遠ざかるにしたがって振幅の漸減を認めた。耳側, 鼻側電極間の電位差や極性の逆転した成分は検出されなかった。

2) 代表症例 E.K. の原波形

本例の12ch 同時記録原波形を示す。暗所視優位の条件 (図4) においては加算波形において正常で認められる a1, a2波の分峰化が消失し単一な頂点の形成を認めた。12ch における a 波の潜時は29.63msec (正常 a 波平均潜時15.73±2.79msec) と延長し, b 波の潜時は48.15msec (正常 b 波平均潜時44.47±4.61msec) と延長を認めなかったのに対して11ch の極性の逆転した a 波の潜時は32.4msec, 逆転した b 波潜時は53.70 msec とそれぞれ延長を認めた。注目される所見は眼球より下部電極 (7,8,9,10,12ch) ではほぼ正常な a 波 b 波であるのに対して眼球より上部電極 (1,2,3,4,11ch) では a 波 b 波ともに極性の逆転した波形となっている点である。明所視優位の条件である30Hz フリッカー成分 (図5) では12ch に示すごとく先行刺激により誘発された陽性成分の頂点潜時が延長し次回掃引に出現を認めた。さらに暗所視優位の条件と同様に眼球より下部電極 (7,8,9,10,12ch) と眼球より上部電極 (1,2,3,4,11ch) とでは極性が逆転した波形となっていた。暗所視優位の条件における網膜律動様小波 (図6, 12ch 矢印) は P1, N1, P2 と波形の単純化を認め潜時の延長と低振幅化を認めた。a 波, b 波, 30Hz フリッカー成分と同様に得られた成分が眼球より下部電極 (7,8,9,10,12ch) と上部電極 (1,2,3,4,11ch) との間に極性の逆転を認めた。今回の研究で23例中20例 (86.9%) において眼球周囲皮膚上より ERG が記録可

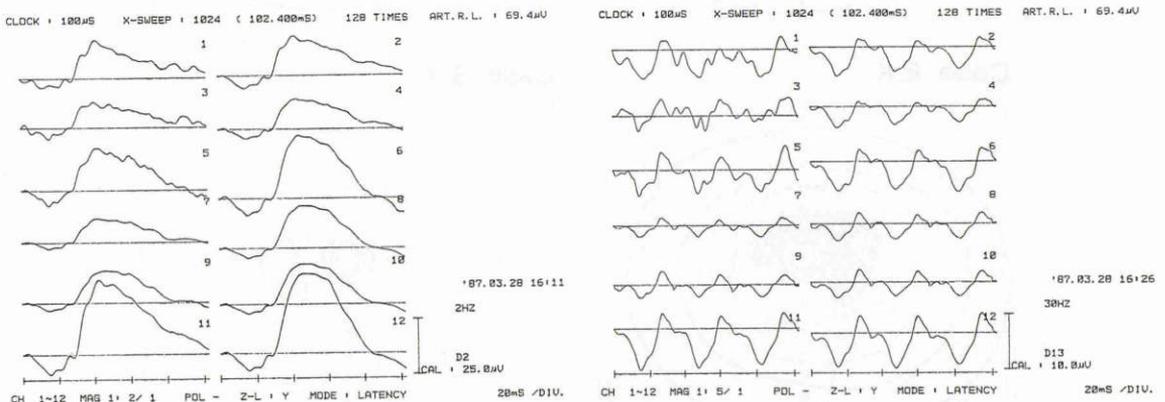


図3 正常人の右眼における刺激頻度2Hz (左), 30Hz (右) の12ch 同時記録原波形。各誘導ともに上方への振れが陽性を表す。分析時間102.4msec (20msec/div.) である。各波形の右に記した番号が関電極の位置を表し右眼の場合は電極番号1が耳側前額部, 2が正中前額部, 3が上耳側部, 4が上鼻側部, 5が外眼角部, 6が内眼角部, 7が下耳側部, 8が下鼻側部, 9が耳側頰部, 10が鼻側頰部, 11が上眼瞼部, 12が下眼瞼部である。左眼の場合は耳側と鼻側が逆となる。キャリブレーションは右下の垂線で表す。

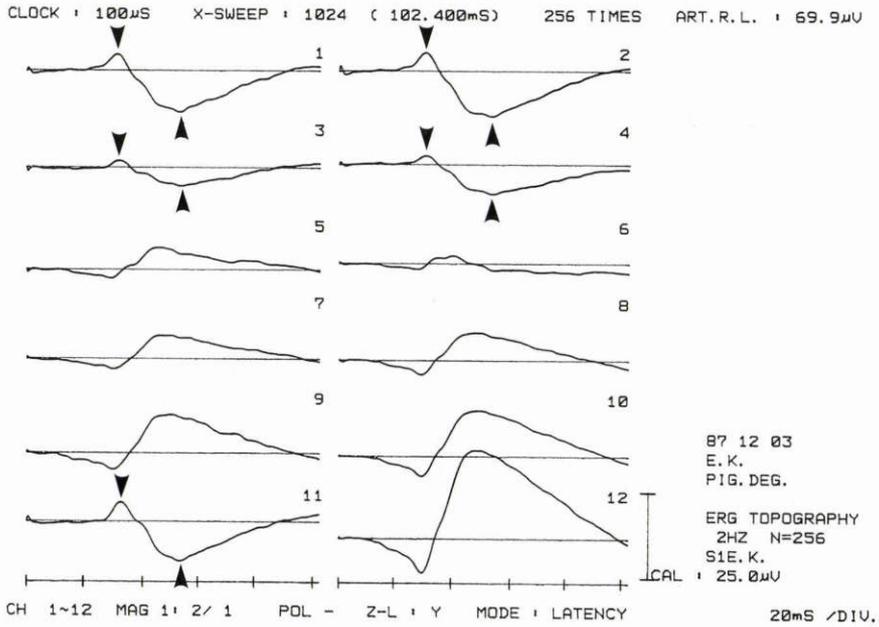


図4 代表症例E.K.の暗所視優位で左眼刺激の条件(2Hz)でのa波、b波原波形。各誘導ともに上方への振れが陽性を表す、分析時間100msec(20msec/div)である。各波形の右に記した番号が関電極の位置を表し右眼の場合は電極番号1が耳側前額部、2が正中前額部、3が上耳側部、4が上鼻側部、5が外眼角部、6が内眼角部、7が下耳側部、8が下鼻側部、9が耳側頬部、10が鼻側頬部、11が上眼瞼部、12が下眼瞼部である。左眼の場合は耳側と鼻側が逆となる。キャリブレーションは右下の垂線で表す。矢印は眼球より上部電極(1, 2, 3, 4, 11ch)で記録された逆転されたa波b波を示す。

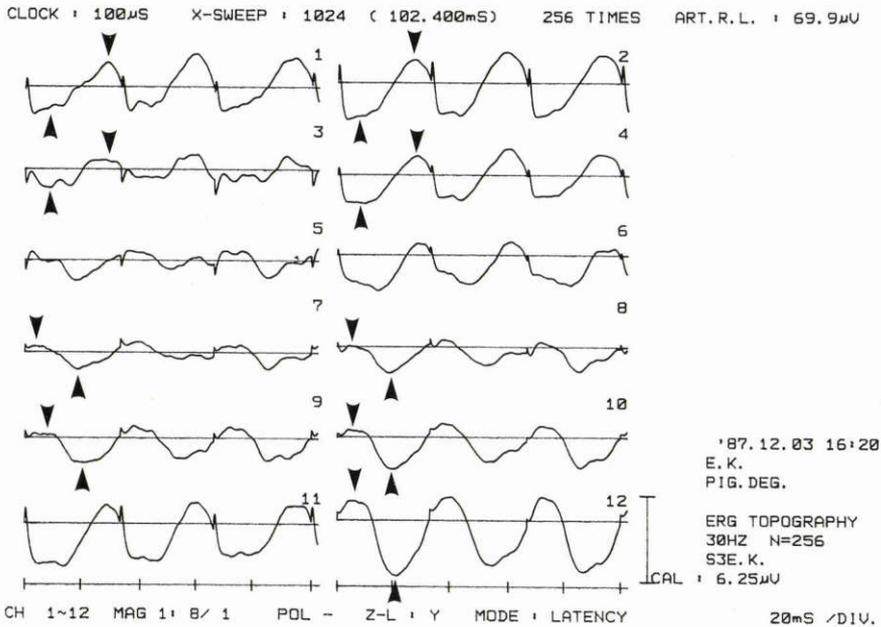


図5 代表症例E.K.の明所視優位で左眼刺激の条件(30Hz)でのフリッカー成分原波形。波形の表示方法は図4と同じである。眼球より下方の電極(7, 8, 9, 10, 12ch)において陽性-陰性成分(矢印の部位)を記録したのに対して眼球より上部電極(1, 2, 3, 4ch)では陰性-陽性成分に逆転した波形を記録した。

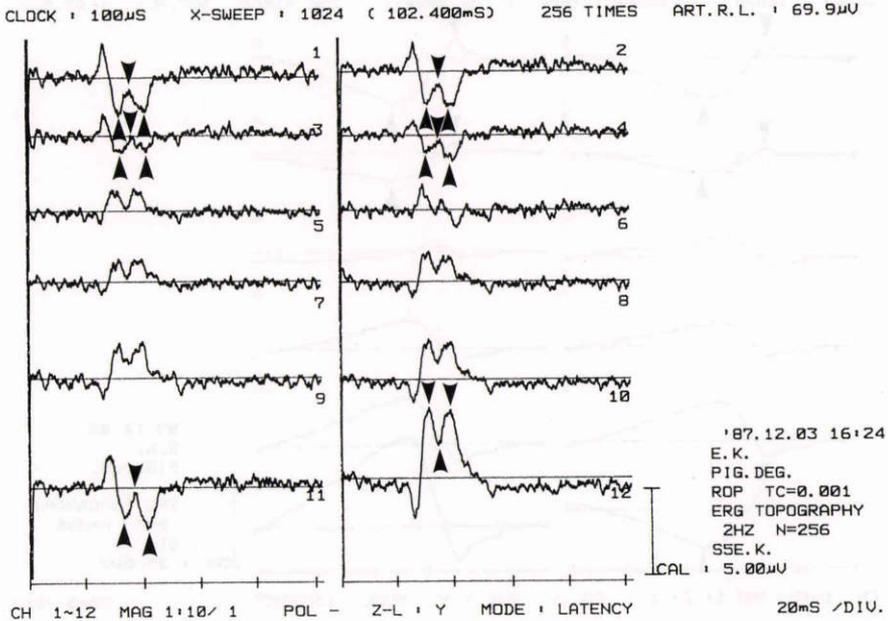


図6 代表症例E.K.の暗所視優位で左眼刺激の条件(2Hz)での網膜律動様小波原波形。波形の表示方法は図4と同じである。下眼瞼電極(12ch)においてP1, N1, P2(矢印)に単純化した網膜律動様小波を記録し、眼球より上部電極(1, 2, 3, 4, 11ch)においてこれらの逆転したN1, P1, N2(矢印)を記録した。

能であった。

3) 代表症例E.K.の三次元的分析

本例の左眼加算ERG各主要成分の三次元的表示を図7に示す。a波の下降脚頂点上行脚(図7上段矢印)は眼球より下方(頬部)皮膚への陰性成分(a波)の極大の偏位と反対側である眼球より上方(前額部)皮膚にa波の逆転した陽性極大の分布を認めた。b波の上行脚、頂点、下降脚(図7下段矢印)は眼球より下方(頬部)皮膚への陽性成分(b波)の極大の偏位と反対側である眼球より上方(前額部)皮膚にb波の逆転した陰性極大の分布を認めた。

30Hz flicker ERGの三次元表示(図8上段)をアーチファクト混入による動的表示の中断を避けるため便宜上先行刺激に起因する陽性成分より示した。この陽性成分及び続く陰性成分は同様に眼球より下方皮膚上にそれらの極大が偏位し反対側の眼球より上方の皮膚上に極性の逆転(陰性及び陽性成分)した成分の分布を認めた。

網膜律動様小波の主要成分であるP1, N1, P2成分(図8下段)においても同様に下方に主要成分の偏位を認め同時に反対側に極性の逆転した成分の分布を認めた。

4) 蛍光眼底所見とa波b波の電位分布の比較検討
障害程度が異なる症例間において電位分布の変化(図9)と蛍光眼底所見(図1)の比較検討を行った。症例M.K.左眼は初期例で蛍光眼底所見に著変を認めなかった。a波b波の頂点潜時の電位分布においても著変を認めなかった。症例M.Y.右眼は乳頭から下耳側網膜動静脈領域に局限した非定型PDである。a波b波は病変部位によく一致して下耳側皮膚領域へ偏位し反対側に逆転した成分を認めた。症例E.K.左眼は上下耳側鼻側網膜動静脈を中心とした輪状に変性所見を認める症例である。蛍光眼底所見では上半および下半網膜の変性程度の差異は明瞭には認められなかった。しかしa波b波ともに下方へ偏位を認め反対側には極性の逆転した成分を認めた。症例T.O.右眼は変性がさらに進行した症例で鼻側優位に色素沈着を認めた。a波b波の電位分布は下鼻側に偏位し上耳側に逆転した成分の分布を認めた。症例H.N.右眼は蛍光眼底所見では優位病変の部位が推定困難なほど瀰漫的な変性所見を認めた。a波b波の電位分布は明らかに下方偏位していた。症例S.Y.左眼は広範な変性所見を蛍光眼底所見において認めた。しかし電位分布には異常を認めなかった。このように蛍光眼底所見で同定され

S1EK

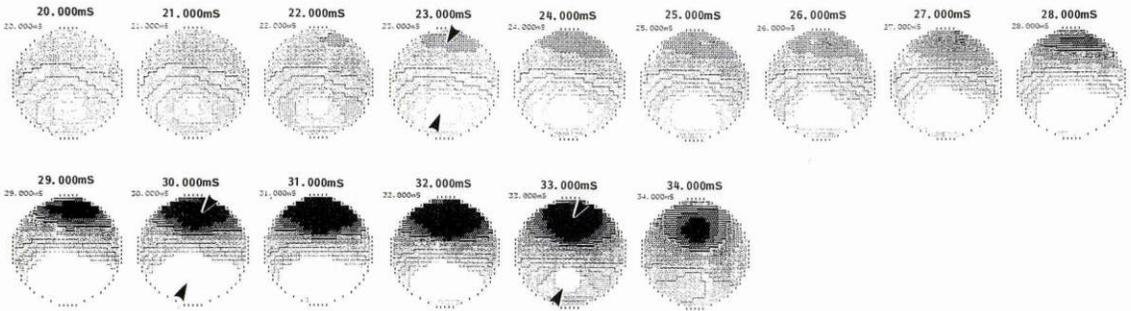
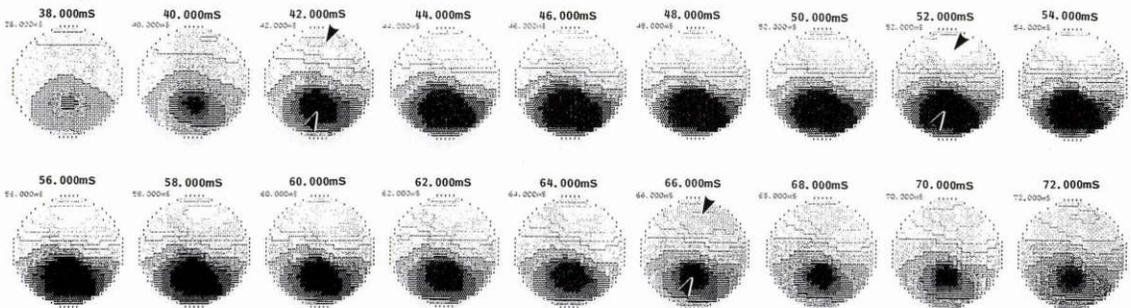
a wave 0.59 μ V/stepb wave 2.00 μ V/step

図7 代表症例E.K.の暗所視優位で左眼刺激の条件(2Hz)でのa波, b波の三次元的表示, 等振幅の領域を示す1stepは上段が0.59 μ V/step, 下段が2.00 μ V/stepである。時間間隔は上段が1msec, 下段が2msecである。矢印は各成分の上行(下降)脚, 頂点, 下降(上行)脚を示す。白色系は陰性成分, 黒色系は陽性成分を示す。a波, b波の上行脚, 頂点, 下降脚(矢印)に共通して主要成分の下方偏位と反対側における逆転した成分(paradoxical localization)を認めた。

た病変部位と電位分布における主要成分の偏位部位が一致した症例が9例中2例22.2%と大変少なかった。

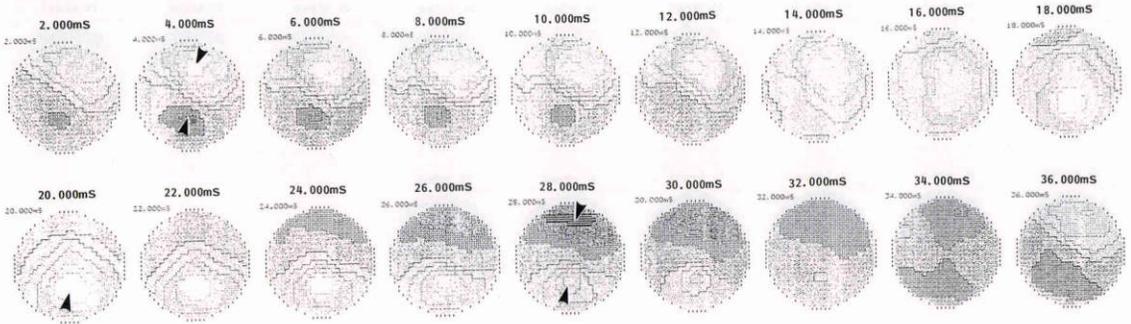
5) Goldmann 動量的視野所見とa波b波の電位分布の比較検討

電位分布の変化(図9)と視野所見を比較検討すると図2にあげた4症例(症例M.Y., E.K., T.O., H.N.)において暗点や視野狭窄が高度に存在する責任病変が存在する皮膚領域に主要成分の電位分布が偏位して認められた。このような一致性は23例中14例60.8%に認められ蛍光眼底所見よりも一致性が高いと考えられた。さらに詳細に検討すると症例M.Y. 右眼は偏位したa波およびb波の電位分布の形状が下耳側に扇状でマリOTT氏盲点と病変による暗点が結合した形状であった。この二つの分離は困難であった。症例E.K. 左眼も電位分布は下耳側に扇型に偏位しマリOTT氏盲

点の拡大に伴う影響を示唆した。症例T.O. 右眼は耳側優位の輪状暗点で従って電位分布は鼻下側へ偏位した。上, 下半網膜だけでなく鼻側, 耳側の優位病変が推定可能なことを示した。しかし今回の検索では一般的な輪状暗点による輪状の電位分布の検出は困難であった。症例H.N. 右眼は輪状暗点が上方の外部インプターに穿破した症例であるが, やはり電位分布は優位病変が存在すると考えられた下方に偏位を認めた。一方症例M.K. 左眼のごとく初期例は振幅の低下を認めたが電位分布の異常は検出されなかった。また高度進行例は加算平均法でも波形の検出が困難な場合が多く, 視野所見との一致性に乏しかった。症例S.Y. 左眼は併発した緑内障性視神経萎縮による視野障害のためa波b波電位分布と一致性に乏しかった。

6) 30Hzフリッカー成分の電位分布と蛍光眼底所

S1EK
30Hz flicker 0.50 μ V/step



ROP 0.25 μ V/step

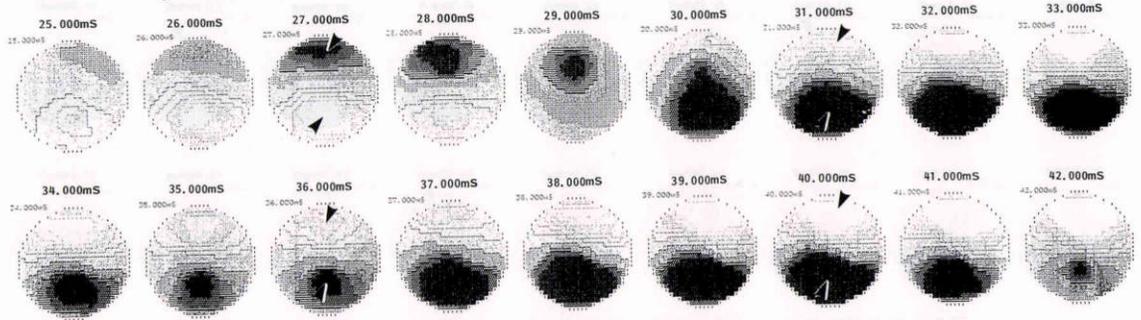


図8 代表症例 E.K. の明所視優位で左眼刺激の条件 (30Hz) でのフリッカー成分 (上段) と暗所視優位の条件 (2Hz) 網膜律動様小波 (下段) の三次元的表示. 等振幅の領域を示す1stepは上段が0.50 μ V/step, 下段が0.25 μ V/stepである. 時間間隔は上段が2msec, 下段が1msecである. 上段矢印は各成分の上行(下降)脚, 頂点, 下降(上行)脚を示す. 下段矢印はa波, P1, N1, P2成分の電位分布を示す. 白色系は陰性成分, 黒色系は陽性成分を示す. フリッカー成分および網膜律動様小波のN1, P1, N2, P2成分(矢印)はそれぞれ主要成分の下方偏位と反対側皮膚領域に逆転した成分の分布(paradoxical localization)を認めた.

見や視野所見との比較検討

全代表症例(図1)の蛍光眼底所見で何らかの程度でvascular arcade内の後極部網膜に病変が及んでいた. 症例 M.Y. 右眼は後極部の下方網膜に明らかに優位な病変を認めた. 代表症例の視野所見では何らかの程度で中心部の視野異常の検出が可能であった. 症例 M.Y. 右眼, E.K. 左眼では中心部15度以内で暗点が上方に局在していた. その他の症例は中心部15度以内の視野狭窄や沈下を認めたがほぼ円形の残存視野を呈した. 30Hzフリッカー成分の電位分布は症例 M.Y. 右眼, E.K. 左眼でのみ中心部の優位網膜病変側へ偏位を認め中心部視野所見とよく一致した. 蛍光眼底所見では症例 M.Y. 右眼では電位分布や視野所見から推定さ

れる中心部網膜病変が確認されたが症例 E.K. 左眼では中心部の網膜病変の上下の優位性は同定不能であった. このように30Hzフリッカー成分の電位分布と中心部の視野所見と一致する症例が23例中15例65.2%に認められた. 30Hzフリッカー成分の電位分布と中心部の蛍光眼底所見と一致する症例は9例中5例55.6%で, a波b波電位分布の場合のごとく視野所見の方が一致性が高かった.

7) 網膜律動様小波の電位分布と蛍光眼底所見や視野所見との比較検討

一般的に本疾患では加算網膜律動様小波は電位が低振幅で波形の単純化が著明で判定が困難な症例が認められたが代表症例に示したごとく主要成分の電位分布

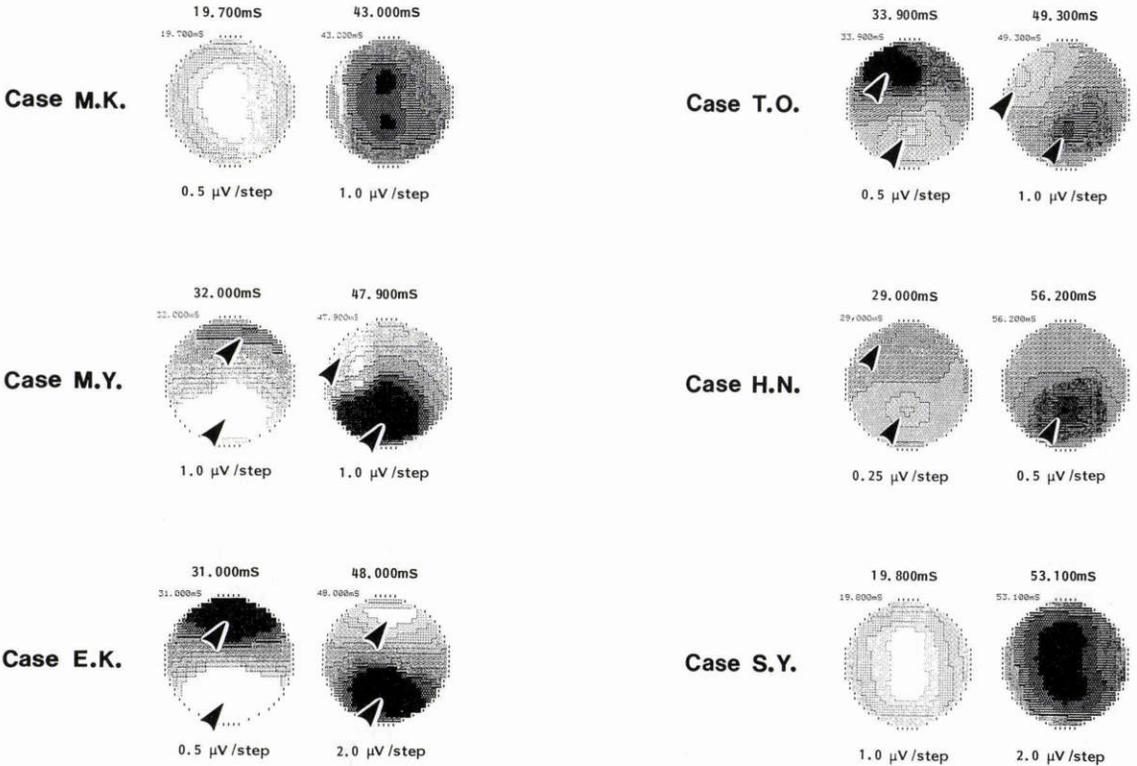


図9 代表的6症例におけるa波b波頂点潜時における眼球周囲皮膚上における電位分布. 各電位分布の上方に示すのは頂点潜時, 下方に示すのは一つの等電位線が表す電位振幅を示す. 白色系は陰性成分, 黒色系は陽性成分を示す. 症例M.K.は左眼, 症例M.Y.は右眼, E.K.は左眼, 症例T.O.は右眼, 症例H.N.は右眼, 症例S.Y.は左眼周囲の電位分布を示す. 症例M.Y., E.K., T.O., H.N., のa波, b波(矢印)において主要成分の偏位と反対側皮膚領域に逆転した成分の分布(paradoxical localization)を認めた.

は優位病変側へ偏位した. 各主要小波成分間で電位分布に解離を認めず異常電位分布の際は同様の傾向であった. 視野所見との一致を認めたのは23例中11例47.8%であるのに対して蛍光眼底との一致例は9例中4例44.4%で視野所見との一致性が蛍光眼底のそれより若干高かった.

V 考 按

われわれは前報^{8)~10)}において報告したERG topography法を用いて網膜色素変性症における残存視機能を客観的かつ定量的に評価を行った. 本疾患は早期より角膜電極による単発刺激ERGの主要成分の高度の振幅低下あるいは喪失を来し^{1)~3)}他の残存視機能と不一致を示す事が本症の特徴⁴⁾とされた. よって診断確定後の経過観察や残存視機能の評価を単一刺激

ERGで行うことは困難と考えられる. 永田⁷⁾は加算網膜電図(角膜関電極)によると本症の微小な電位の記録が可能で残存視機能との相関を認めると報告した. 本研究においても眼球周囲皮膚よりの加算網膜電図の記録は末期症例は記録不能であったが, 23例中20例86.9%の症例で可能であった. 一方, 眼球周囲皮膚における電位分布の検討は前報¹⁰⁾で示したごとく網膜局在性診断の検出に有用であることが判明している. 網膜色素変性症の経過においても視野障害の検討より病変は周辺部の網膜において一様ではなく¹¹⁾初期より中期にかけては優位病変が存在しやがて瀰漫性に進展するものと考えられる. その類縁疾患である区画性網膜色素変性症等はその病変の局所性が視野検査や蛍光眼底所見で確認可能である. よって本症の局所的な優位病変の検出及び経過観察には視野検査法と同等に

ERG topography 法は有用な方法であると考えられた。

前報¹⁰⁾において我々は網膜病変が優位に存在する皮膚領域に主要成分の電位分布が偏位し反対側皮膚領域は低電位化あるいは逆転した電位の分布を認める現象 (paradoxical localization) を報告したが、今回検索を行った網膜色素変性症において同様の現象を a 波, b 波, op 波, 30Hz フリッカー成分において確認することが出来た。その出現頻度は限局性網膜剥離の際の 90.6%¹⁰⁾ に比べてそれぞれ劣るがこれは疾患自体が瀰漫性の病変でその経過中に局所的な優位病変側を検出し得たためと推察された。区画性網膜色素変性症の異常検出率は他の限局性網膜病変例のそれと同等に高率であった。近年、本症の病理学的所見において視細胞の変性所見において不均一性が認められる事¹²⁾や、電気生理学的に斑状の病変 (patchy disease) の存在する事¹³⁾が報告されているが、本症の進行過程において発生すると考えられる優位な変性部位 (完全な網膜ユニットの消失した領域) が非対称性視野障害や ERG topography における paradoxical localization を発生させたものと考えられた。

このような機能的網膜画像診断として示し得た優位病変の妥当性を他の臨床検査法と比較検討を行った結果、蛍光眼底所見より Goldmann 視野所見によく一致したことは興味深い。その理由として、蛍光眼底所見で観察しているのは主に網膜色素上皮や脈絡膜、網膜血管系のバリアー機構でいわば視覚の成立機序に対して間接的所見である点、それに対して視野検査や局所 ERG は残存網膜ユニットの機能状態を直接的に観察しているためと考えられた。このような機能と形態との解離は VEP topography と CT scan 等においても臨床的によく経験する¹⁴⁾。

網膜色素変性症において中心視野は比較的末期まで温存されるが、本症の vascular arcade 内の後極部への進展様式を 30Hz フリッカー刺激を用いた ERG topography は機能的画像診断として描出することが可能であった。これを用いることにより併発白内障例における術後の視力の予想も可能と考えられる。

前報¹⁰⁾において網膜光凝固術と網膜冷凍凝固術後の電位分布の変化を示したが、これらが本症の実験モデルとなり得る。網膜冷凍凝固術後は a 波 b 波 op 波の全ての成分が病変側へ偏位したがアルゴン網膜光凝固術後早期では全ての成分が病変側へ偏位し、長期観察例では a 波 (a2) の異常は残存し b 波 op 波の異

常は回復するといった解離現象を認めた。病理学的に脈絡膜と全網膜に病変が存在する網膜冷凍凝固術と網膜色素変性症が近似した電気生理学的変化を来したものと考えられる。アルゴン網膜光凝固は凝固斑が疎らでしかも網膜色素上皮層に変性所見が局限しているためこのような解離現象を発生させたものと考えられる。網膜局所の病変による局所 ERG の低電位化が電位分布の異常を来すと考える。今後の問題点として本症はその進展過程において一様ではなくまた進行の速度も病期により異なっていると考えられ、同一症例における長期経過観察による電位分布の変化を調査する必要があると考えられる。また末期例で加算法によっても記録不能例において何等かの方法で他覚的に評価出来る方法の開発が必要と思われる。輪状暗点の検出は本法では困難と考えられ、記録方法の改善が必要と思われる。本法で検出された限局性の優位病変に対して三宅¹⁵⁾が報告した local ERG による評価も興味ある点である。

VI 結 論

われわれは ERG topography 法を用いて本症のその進行過程において限局性病変とも言える優位に変性が進行した領域を初めて他覚的に画像として描出することが出来た。この領域は蛍光眼底所見よりも視野所見によく一致していた。この特徴を用いて本症における病的網膜の機能的画像診断が可能となり疾患の進行程度の他覚的評価や併発白内障、緑内障発症時の視機能の評価に多大な情報を提供するものとする。

本研究は、日本私学振興財団昭和63年度学術研究振興資金、平成元年度川崎医科大学プロジェクト研究費 (1-602)、公益信託三島濟一記念眼科研究国際交流基金等の援助を受けた。記して謝意を表します。

文 献

- 1) Karp G: The basis of clinical electroretinography. Acta Ophthalmol 24(Suppl): 1-45, 1945.
- 2) Jacobson JHJ: Clinical electroretinography. Charles C. Thomas, Springfield, 1961.
- 3) 今泉亀徹: 網膜色素変性の電気生理学的検索. 日眼会誌 73: 2347-2496, 1969.
- 4) 永田 誠: Photopic ERG の研究. 日眼会誌 66: 1614-1673, 1962.
- 5) Armington JC, Gouras P, Tepas DI, et al: Detection of the electroretinogram in retinitis pigmentosa. Exp Eye Res 1: 74-80, 1961.
- 6) 窪田靖夫: 網膜色素変性症の ERG に関する研究

- (続報) その経年変化について, 日眼会誌 73: 93—102, 1969.
- 7) 永田 誠: 網膜色素変性症における残存視機能と加算 ERG との関係, 臨眼 23: 689—701, 1969.
 - 8) 川島幸夫, 筒井 純, 宮田典男他: 加算網膜電位図の三次元的検討: 臨床応用に必要な正常像と雑音の検討. 日眼会誌 92: 1287—1298, 1988.
 - 9) Kawashima S, Tsutsui J, Miyata N, et al: A three dimensional analysis for averaged electroretinogram. —Normal appearance and artifacts—. EEG Topography ed. by Tsutsui J. pp77—84, 1987, Neuron Publishing, Tokyo.
 - 10) 川島幸夫, 筒井 純, 宮田典男他: 加算網膜電位図の三次元的検討 (XY 平面, 時間因子): 裂孔原性網膜剝離と関連病態について, 日眼会誌 93: 40—53, 1989.
 - 11) 遠藤成美, 原沢佳代子: 網膜色素変性症の視野変化. 眼科 Mook No. 26. pp31—51, 1985. 窪田靖夫編, 金原出版, 東京.
 - 12) Szamoer RB, Berson EL: Histopathologic study of an unusual form of retinitis pigmentosa. Invest Ophthalmol Vis Sci 22: 559—570, 1982.
 - 13) Bird A: X-linked retinitis pigmentosa. Brit J Ophthalmol 59: 177—199, 1975.
 - 14) 松浦雅史: 視覚誘発動的脳電位図法と X 線 CT の病的表現の異同に関する研究. 日眼会誌 89: 919—927, 1985.
 - 15) 三宅養三: 黄斑部疾患の基礎と臨床: 黄斑部局所 ERG の研究. 日眼会誌 92: 1419—1449, 1988.