

4月15日(木)

第5会場 ホールB5(2)

世話人：藤本 尚也(千葉大)

9:00~10:20 シンポジウム Frequency doubling technology(FDT)

座長：藤本 尚也(千葉大)、高橋 現一郎(東京慈恵医大)

- 1 FDT論文review  
○藤本 尚也(千葉大)
- 2 マスクリーニングにおけるFDTの使用経験  
○岩瀬 愛子(多治見市民病院)
- 3 開業医の立場から見たFDTの位置づけ  
○吉川 啓司(吉川眼科クリニック)
- 4 フリッカー視野とFDT  
○松本 長太(近畿大)
- 5 SWAPとFDTによる緑内障性視野異常検出能力の比較  
○山崎 芳夫(日本大)
- 6 原発開放隅角緑内障における視神経乳頭形状とFDTの関係  
○松尾 寛(東京大)
- 7 Humphrey Matrix  
○高橋 現一郎(東京慈恵医大)

10:20~10:40 総合討論

10:40~11:30 特別講演

座長：岩瀬 愛子(多治見市民病院)

視野測定の世界を振り返って—未来に向かって

○可見 一孝(滋賀医大)

## 1 FDT論文review

○藤本尚也 (千葉大)、高橋現一郎 (東京慈恵医大)

1982年 千葉大医学部卒業  
 1995年 千葉大学眼科講師  
 1999年 千葉大学眼科助教授  
 現在に至る

1997年にChris Johnsonによって発表されたFrequency doubling technology (FDT) は当初緑内障スクリーナーとして開発された。10度視標サイズの縦横白黒反転正弦波様25Hzフリッカー刺激で、コントラスト感度測定という特殊な視野計である。緑内障スクリーニングとしてどうか、多治見スタディの結果、また開業における初期診療についてふれていただく。また閾値検査では従来のHumphrey視野計(HFA)を凌駕する異常検出結果も報告されている。同様にHFAを上回るとされる時間周波数測定フリッカー視野計との比較、青色短波長刺激のSWAPとの比較について解析していただく。また視神経乳頭や網膜神経線維層の異常とFDTとの強い相関がいわれているが、レーザーを使用した新しい眼底検査装置の結果との比較をしていただく。また近年新たに開発された視標サイズを5度にしたHumphrey Matrixについても紹介していただく。従来のFDTスクリーニングおよび閾値検査の臨床的位置づけをし、Matrixの将来性について展望したい。

## 2 マスクリーニングにおけるFDTの使用経験

○岩瀬愛子 (多治見市民病院)

1980年 岐阜大学医学部医学科卒業  
 1990年 多治見市民病院眼科医長・岐阜大学非常勤講師  
 1995年 多治見市民病院眼科診療部長  
 2000年 多治見市健康福祉部保健センター管理医師 (兼任)  
 2001年 岐阜大学医学部客員臨床系医学助教授

Frequency Doubling Technology (FDT) perimetryは、その開発コンセプトから“網膜神経節細胞の余剰性”を利用し、Standardized Automated Perimetry : SAPとしての通常のW/Wの視標による自動視野計より早期例を検出しようとしており、活用の場としては1) 日常臨床における緑内障性視神経症の早期同定、またその簡便性より2) 検診などにおける視野スクリーニングにおいての活用などが想定される。

日本緑内障学会多治見疫学調査(多治見スタディ)では視野のスクリーニング検査にFDT (ver.2.6 プログラム C-20-1) を使用した。今回は、その結果及び結果より考えられること、また、スクリーニング検査及び日常臨床でFDTを使用するにあたり、その特性などから考えられる注意事項などを挙げて考察してみたい。

## 3 開業医の立場から見たFDTの位置づけ

○吉川啓司 (吉川眼科クリニック)

1976年 日本医科大学 卒業  
 1976年 東京女子医科大学 眼科  
 1987年 オリンピア・クリニック 眼科  
 1994年 町田市にて開業

【目的】開業医では、自らが緑内障を発見することが求められるため、「緑内障スクリーニング」を日常的に行う必要がある。さて、スクリーニングに際しては、特に視神経乳頭(乳頭)診断が注目されるが、治療の側面からは、「視野スクリーニング」がより重要となる。そこで、今回、「緑内障スクリーニング」におけるFDTの位置づけを検討した。

【方法】初診患者428例のうち、開放隅角で乳頭所見から緑内障を疑った87例にHeidelberg retina tomograph (HRT) を施行し、緑内障(HRT緑内障)と正常(HRT正常)に分けた。このうち、55例110眼にFDTのScreening C-20 program検査を、34例68眼にはHumphrey 30-2 programによる静的視野検査(CP)を施行した。

【結果】FDTで1箇所以上の感度低下域を認めた頻度は、HRT緑内障では58眼中28眼(48.3%)だったが、HRT正常52眼中では11眼(21.2%)に留まり、有意差( $\chi^2=8.86, P<0.003$ )を認めた。CPが施行できた34例68眼について調べると、FDTで1箇所以上の感度低下域を認めたのは、CP緑内障でCP正常に比べ明らかに高頻度だった(CP緑内障: 21眼中19眼(90.5%)、CP正常: 47眼中14眼(29.8%)、 $\chi^2=21.40, P<0.001$ )。

【結論】FDTは緑内障疑い例につき、さらなる検査および治療開始の必要性を判断する際に有用であり、開業医の「緑内障スクリーニング」における位置づけは高いと考えた。

## 4 フリッカー視野とFDT

○松本長太 (近畿大)

1983年 近畿大学医学部卒業  
 1985年 近畿大学医学部大学院  
 1989年 多根記念眼科病院  
 1992年 近畿大学医学部 講師  
 1998年 The Johns Hopkins Hospital,  
 The Wilmer Eye Institute 留学  
 国際視野学会 Board member  
 1999年 近畿大学医学部 助教授  
 現在に至る

フリッカー視野には、大きく分けて周波数を一定にしてコントラスト感度を測定する時間変動感度とコントラストを一定にして周波数を変化させフリッカー融合頻度(Critical fusion frequency, CFF)を測定するものがある。我々は、自動視野計OCTOPUS 1-2-3ならびにOCTOPUS 300シリーズを用いて中心30度内視野の各部位におけるCFFを求める自動フリッカー視野測定法を開発してきた。CFFは心理物理学的検討から網膜神経節細胞の中でも主にM-Cell系の機能をよく反映すると考えられており、網膜神経線維欠損を有する緑内障症例を対象とした検討では、視感度が30 dBから20 dBに低下するとCFFは、40Hzから5Hzまで急激に低下し、緑内障性視神経障害をより鋭敏に検出可能であることが示されている。さらにフリッカー視野は、屈折異常や中間透光体の混濁の影響を受けにくいことも大きな特徴とされている。一方Frequency doubling technology (FDT) もまた、M-Cell系の機能を反映するとされ、緑内障性視神経障害の早期発見、ならびに検査時間の短さから検診などで近年広く用いられている。本シンポジウムでは、この同じM-Cell系を評価すると考えられるフリッカー視野ならびにFDTを用い、緑内障性視神経障害の検出能力の違い、白内障など中間透光体の混濁の影響について比較検討する。

## 5 SWAPとFDTによる緑内障性視野異常検出能力の比較

○山崎芳夫 (日本大)

1980年 日本大学医学部卒業  
1986年 British Columbia大学緑内障クリニカルフェロー  
1993年 日本大学医学部眼科学教室講師  
1996年 British Columbia大学客員講師  
2002年 国際視野学会 Board Member  
2004年 日本大学医学部眼科学教室助教授

緑内障眼についての形態学ならびに電気生理学的研究から、早期緑内障では胞体径が大きい網膜神経節細胞が眼圧上昇に対し脆弱であることが明らかとなり、従来の白色背景光白色視標(W on W)による明度識別視野測定に代わり、緑内障の新しい早期視野異常検出法としてShort-Wavelength Automated Perimetry (SWAP)とFrequency Doubling Technology (FDT)が注目されている。SWAPは網膜神経節細胞のP細胞系の中で胞体系が大きく青錐体系を伝達するsubtypeの機能を反映し、FDTは低空間周波数域と高時間周波数域を司るM細胞系の一部のMy細胞の機能を抽出するとされている。

緑内障の早期視野異常検出能力について、W on W、SWAP、FDTを比較検討する目的で、正常眼、高眼圧症、早期POAGを対象に前述の3つの視野検査とHeidelberg Retina Tomograph (HRT)による視神経乳頭形状測定を3か月以内に施行し、視野検査結果とHRTによる乳頭parameterとの関係について検討した。

その結果、Cup/Disc Area RatioとMD値との相関はW on W ( $r=-0.16$ ,  $p=n.s.$ )、SWAP ( $r=-0.38$ ,  $p=0.001$ )、FDT ( $r=-0.44$ ,  $p=0.000$ )、Cup VolumeではW on W ( $r=-0.18$ ,  $p=n.s.$ )、SWAP ( $r=-0.27$ ,  $p=0.022$ )、FDT ( $r=-0.41$ ,  $p=0.000$ )であり、他の乳頭parameterとの相関でも、W on W < SWAP < FDTの傾向で、視神経乳頭形状変化との対応ではFDTが最も優れていることが明らかとなった。

本シンポジウムでは、同一症例に対する3つの検査を用いた長期観察例を呈示し、視野異常出現予知能力についても報告したい。

## 6 原発開放隅角緑内障における視神経乳頭形状とFDTの関係

○松尾 寛、富田剛司、新家 眞 (東京大)

1994年 香川医科大学医学部卒業  
東京大学医学部 眼科学教室入局  
1995年 関東労災病院眼科 医師  
1997年 東京大学医学部 助手  
現在に至る

Frequency Doubling Technology (FDT)は緑内障の初期において網膜神経節細胞のM細胞系の障害がより早く起こる事を応用した自動視野計で早期診断に有用と考えられているが、測定結果の評価は眼底所見を考慮して慎重に行う必要がある。一方、最近の画像診断装置の進歩によりHeidelberg Retina Tomography (HRT)、Nerve Fiber Analyzer (GDx)、Optical Coherence Tomography (OCT)などの器械に代表される様に視神経乳頭形状や網膜神経線維層厚の定量が可能となり、その定量結果とFDT測定結果は、従来の視野計によるそれよりもよく相関したとの報告もある。

本講演ではFDTと眼底画像解析結果との関連を文献的に総括するとともに、原発開放隅角緑内障 (POAG) 眼の視神経乳頭陥凹をHRTを用いて三次元的に解析し、得られた乳頭パラメーターとFDTのパラメーターとの相関について解析した自験例についても合わせて述べる。

## 7 Humphrey Matrix

○高橋現一郎 (東京慈恵医大)

昭和61年 東京慈恵会医科大学卒業  
平成10年 東京慈恵会医科大学眼科学教室講師  
平成14～  
15年 Discoveries in sight lab, Devers Eye Institute留学  
平成15年 東京慈恵会医科大学眼科学教室講師

緑内障の診断におけるgold standardは、眼底検査と視野検査である。さらに視野検査においては、通常の静的視野検査であるstandard automated perimetry (SAP) に異常を認めることがgold standardとされてきた。しかし、SAPに異常がみられる以前に眼底に緑内障性の異常が認められたり、視神経節細胞の障害が認められたりすることが指摘され、より早期に視野異常を検出する方法が求められてきた。近年、青色検査視標を黄色背景野に呈示するShort wave-length automated perimetryやFrequency doubling technology perimetry (FDT) は、SAPより数年早く緑内障性視野異常を検出することが報告されている。

Matrixは、低空間周波数と高時間周波数を組み合わせた縦横白黒反転正弦波を呈示する手法はFDTと同様であるが、視標を小さくしSAPの24-2 (30-2) プログラムと同等の検査点での測定を可能とした視野検査法である。一般により小さな視標を用いることで、視野異常の検出率が高くなることが指摘されている。FDTでは10度の視標を用いているが、Matrixではより高い視野異常の検出を目指して5度の視標が採用されている。

本公演では、まずプロトタイプの視野計による約4年間のデータを元にSAPに対する視野異常の予測能について紹介する。さらに、FDTやMatrixで測定されているメカニズムの最近の知見やFDT及びMatrixで採用されている閾値決定法についても概説する。

かに かずたか  
可児 一孝 (滋賀医大)

1963年 神戸医科大学卒業  
1968年 神戸大学大学院修了  
1968年 神戸大学助手  
1969年 神戸大学学内講師  
1972年 兵庫医科大学講師  
1977年 兵庫医科大学助教授  
1987年 滋賀医科大学助教授  
1989年 滋賀医科大学教授

### 視野測定の世界を振り返って ー未来に向かって

疾患によって視野異常をきたすことは紀元前から知られていたといわれる。1668年、Mariotteが盲点を発見、1800年、Youngが視野の広さを角度で表した。19世紀になると、視野についての詳細な研究が行われ、臨床で診断に役立つようになった。Von GraefeやBjerrumなどである。彼らの測定は、中心部の異常な見え方を調べるというやり方で、平板視野計が使われていた。有名なBjerrum暗点は彼の診察室の扉で測ったものといわれている。一方、Foersterは弓状視野計を作り、これから視野の限界が広い狭いということが一般化したのであろう。

20世紀になると、Roenneによりイソプター概念ができ、1945年、Goldmann視野計が作られ、動的にイソプターを測る方法が確立された。これより前、1936年、Sloanは臨床で静的視野の測定を行っている。Tuebinger視野計など静的測定のための器械が開発されたが、一般に普及するのは、Octopus以降、自動視野計が広く使われるようになってからである。

現在、最も一般的な測定法は、Humphrey視野計の30-2のプログラムによる閾値測定である。全世界での莫大なデータがあり、情報処理技術を用いた視野解析のプログラムも完備されている。しかし、演者はこの測定法が必ずしも良いものとは考えていない。視標の大きさ、配置、bracketing法による閾値の決定法、グレイスケールによる表記法など、多くの点で改善の余地がある。

演者は、視野に関して、眼底視野測定、自動視野計の開発、神経回路コンピュータによる視野の自動診断、瞳孔運動視野計、心理物理学の見地から受容野特性の研究などを手がけてきた。最近力を入れているのは、受容野の大きさより小さな視標を用いた測定法の開発である。これは、神経節細胞の減少に対応した視野の微小な欠損を検出することができるものである。

視野測定の世界を振り返り、演者の関係した視野測定のことを述べながら、これからの視野測定の進歩を模索したい。