

[総説・解説]

視野を測る

前田 史篤

キーワード：視野，視野計，緑内障，トレーニングシステム

Measurement of the visual field

Fumiatsu Maeda

Keywords : visual field, perimeter, glaucoma, training system

視野と緑内障

視野とは視覚の感度分布である¹⁾。眼を動かさずに見える範囲の限界と表現されることもあるがそれは古い定義である。視力検査が最も感度の高い注視点（視野の中心部分）の感度を求めているのに対し、視野検査では注視点を含む見える一定の範囲内について感度の低下がないかを調べていることになる。

両者は似ているようで実は大きな違いがある。例えば視野異常を呈す代表的な眼疾患に緑内障²⁾がある。緑内障は日本の失明原因³⁾の常に上位を占める眼疾患であり、視神経が障害される。2000から2002年に岐阜県の大規模な緑内障疫学調査（多治見スタディ）⁴⁾が実施され、40歳以上の日本人における緑内障の有病率が5.0%であることが明らかになった。眼の病気なので眼が見えにくいなどの何らかの異常を感じているように思うかもしれないが、驚くべきことに89.5%の人が無自覚であった。緑内障の自覚症状としては視野の中心部分から外れた領域における暗点（感度が低下し、見えにくい場所が存在）の出現や視野狭窄（見える範囲が狭くなる）が一般的である。しかし両眼を開放して生活している日常において、暗点や視野狭窄を感覚することは困難⁵⁾である。視力が低下した場合は異常に気づきやすいが、その頃には緑内障がかなり進行していることも少なくない。視野異常は視覚の質と生活の質に大きく関係している⁶⁾。

これらの理由から緑内障の早期発見と管理において、視野を測ることはとても重要である²⁾。視野の歴史を紐解きながら、視野検査の現状と課題について述べる。

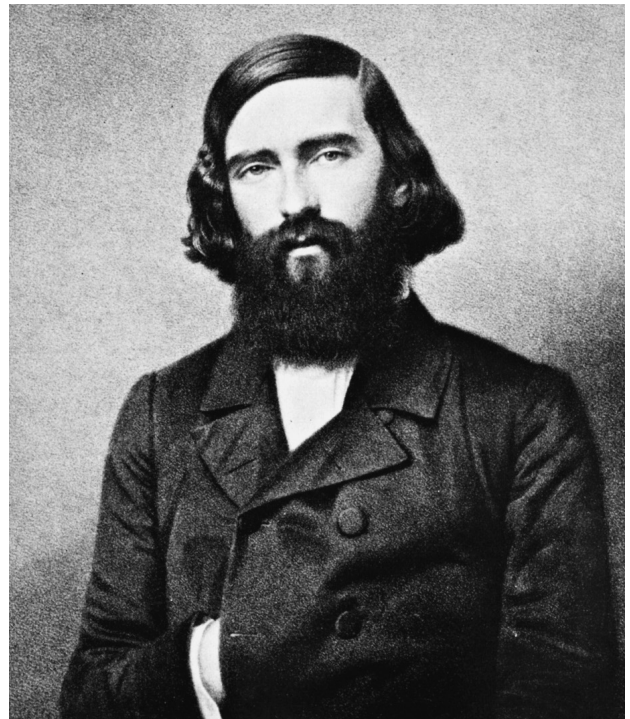


図1 Albrecht von Graefe [1828-1870]



図2 Harry Moss Traquair [1875-1954]

視野と視野測定 of 歴史

視野についての歴史は古い⁷⁾⁻⁹⁾。紀元前5世紀の頃にはHippocratesが半盲を知っていたとの記述が残っている⁷⁾⁻⁹⁾。紀元前150年、Ptolemyは視野の拡がりほぼ円形であることを示したとされる⁷⁾⁻⁹⁾。時代は変わって1602年になると、Ulmusによって視野に関する具体的な記述がなされた⁷⁾⁻⁹⁾。1668年にはMariotteが視野のなかに完全に見えない盲点を発見した^{7),8)}。1800年代の初めにはYoungが正常者の視野の広さを正確に測定し、その角度が上方50度、下方70度、鼻側60度、耳側90度であることを示した^{7),8)}。1708年、Boerhaaveは暗点の存在を見出し^{7),8)}、1817年にBeerが暗点の生じる位置や形を示した^{7),8)}。

1856年にはvon Graefe¹⁰⁾ (図1)が平板視野計を臨床に導入した。これが最初の臨床的な視野検査であったといえる。von Graefeは近代眼科学の父と呼ばれた人物¹¹⁾であり、一連の測定から、求心性視野狭窄、Mariotte盲点の拡大、中心暗点、耳側半盲、鼻側半盲の存在を明らかにした。さらに視標のコントラストを変化させ、比較暗点(見えにくい領域)と絶対暗点(見えない領域)を精度よく検出し、視野中心部の感度に注目していた。1862年、Förster¹²⁾が弓形視野計を發明、周辺視野の計測を実用化させた。その結果、周辺視野の見える範囲が重要視されるようになり、von Graefeが強調していた視野中心部の微細な変化が忘れられるようになった。1889年になるとBjerrum¹³⁾が診察室のドアに平板視野計を吊るして視野検査を行った。弓状暗点を描出し、視野中心

部の感度の変化を測ることの重要性を改めて明らかにした。1909年にはRonne¹⁴⁾が種々のサイズの視標を用いて感度の分布を測定し、イソプタ(等感度曲線)の概念を確立させることになった。測定の際には注意深く黒色の背景を定め、その上に白色の留め針を呈示し、緑内障の特徴的な視野異常である鼻側階段を検出した。1927年、Traquair¹⁵⁾ (図2)は著書の中で視野のことを「an island of vision or hill of vision surrounded by a sea of blindness」と表現した。以降、「視野の島」(図3)は視覚の感度分布をよく表す呼称として量的視野測定 of 概念とともに世界に広く浸透することとなった。

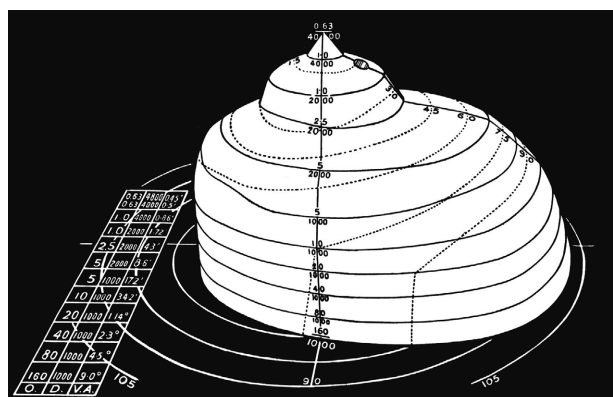


図3 Traquairが考案した視野の島の立体的模式図

Goldmann視野計の開發

視野測定がはじまった頃は実在視標を用いて周辺視野の限界が主に測定されていた。その後、中心視野の感度の変化を半定量的に測定する試みが進んだ。1945年、Goldmann¹⁶⁾ (図4)によって視標投影式の半球状視野計が開発された。このGoldmann視野計(Goldmann perimeter以下、GP)は、人工照明を用いて均一な背景の上に鮮明な視標を投影し、それを自由自在に動かすことが可能である。視標の動きが非常に滑らかであり、視標を動かしながら視野を測定するのに適した画期的な視野計であった。視標を動かしながら視野を測定することを動的視野測定¹⁷⁾というが、GPは動的視野検査の世界標準器となった。

Goldmann視野計検査の現状と課題

2015年に実施された公益財団法人日本視能訓練士協会による視能訓練士実態調査¹⁸⁾では、視能訓練士の91.7%が動的視野検査に従事していると回答している。動的視野検査は視能訓練士が担う主要な検査の一つであることから、全ての視能訓練士養成校で実習指導が行われている¹⁹⁾。

GP検査は検査に対する検者の技量が結果に影響する²⁰⁾といわれ、難しい検査である。視能訓練士学生は視



図4 Hans Goldmann [1899-1991]

野異常に対するイメージが十分でない²¹⁾こと、さらに実際に視野異常がある症例に対してGP検査を実習する機会が少ない。これらはGP検査の技術向上を阻む大きな問題であると思われる。

GP検査のトレーニングについて、小林²²⁾はGP検査のテクニカルチェックシートを作成し、検者に対して基本的な検査手技を確認し、指導する内容を明確化させることに有用であったことを報告した。またSchieferら²³⁾は、OCTOPUS 101視野計を用いた動的視野検査のトレーニングシステムを開発し、動的視野検査の技能向上に役立っている。Ubukataら²⁴⁾はGPの実機を用いたGP検査のトレーニングシステム(図5)を開発し、視能訓練士教育に導入している。

Goldmann視野計検査のトレーニングシステム

従来GP検査では検者が記録した検査プロットやインプタのみを検査用紙に記録している。そのため検査用紙をみても検査結果に至るまでの手技の振り返りができなかった。本システムではペンタブレット上のタッチペンの動きを常に記録することで、患者が応答した位置だけでなく、検者が動かした視標の軌跡も記録することができる。Ubukataら²⁴⁾は本システムに記録された情報を視能訓練士学生へのGP検査の実技指導に活用し、検査結果の用紙からだけでは捉えることができない視標を動かす手技についても具体的に指導している。特に視野測定中の視標の軌跡を把握することは検査手技の改善に向けた具体的な指導につなげることができるため、視能訓練

士学生および指導者の両者にとって有益であった。

また本システムの大きな利点として、練習用の症例データを作成しておくことで繰り返し同じ視野に対する検査の独習が可能である。また、各種の症例データを用意することで、様々な異常視野に対して視野検査の練習ができる。視能訓練士学生が臨床の現場において実際の症例に対してGP検査の経験を積むのは難しい。本システムを利用すれば繰り返しGP検査を練習することが可能であり、技量の向上を目指して教育している。

GPは製造元のHAAG-STREIT社が製造を終了したものの、他メーカーが基本原理をほとんど変えることなく同型のGPを製造し、現存するオリジナル型とともに現在でも臨床で使用されている。近年、視野検査は自動視野計による検査が主流となってきている^{25),26)}が、機械的な自動測定ではうまく検査できない高齢者²⁷⁾やGPであれば小児であっても視野が測定できる場合がある²⁸⁾。視能訓練士としてはGPが存在し続ける限り、その測定技能を常に磨いておきたい。

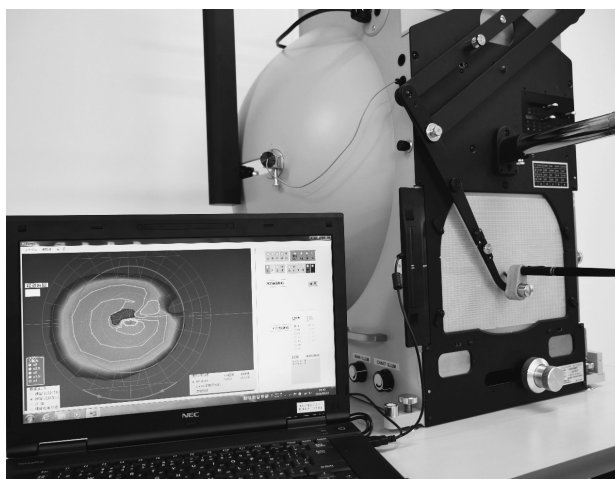


図5 Goldmann視野計検査のトレーニングシステム

ノートパソコンにはGoldmann視野計検査の練習ソフトウェアが搭載されている。Goldmann視野計にはペンタブレットのセンサーが挿入されている。視標を動かすパンタグラフの先端にはタッチペンが取り付けられ、その動きのデータがノートパソコンに記録される。詳細については文献24を参照のこと。

文献

- 1) 可見一孝：視野測定，日眼会誌，105：273-285，2001。
- 2) Jonas JB, Aung T, Bourne RR, et al.: Glaucoma, Lancet, 390: 2183-2193, 2017。
- 3) 若生里奈, 安川力, 加藤亜紀ら：日本における視覚障害の原因と現状，日眼会誌，118：495-501，2014。
- 4) Iwase A, Suzuki Y, Araie M, et al.: The prevalence

- of primary open-angle glaucoma in Japanese: the Tajimi Study, *Ophthalmology*, 111: 1641-1648, 2004.
- 5) 赤池なぎさ, 小林昭子, 斉藤重子ら: 視野異常の自覚に関する分析 緑内障について, *日視会誌*, 23: 69-75, 1995.
 - 6) 福地健郎: 緑内障と quality of vision/quality of life, *日眼会誌*, 122: 801-814, 2018.
 - 7) Johnson CA: Psychophysical factors that have been applied to clinical perimetry, *Vision Res*, 90: 25-31, 2013.
 - 8) Johnson CA, Wall M, Thompson HS: A history of perimetry and visual field testing, *Optom Vis Sci*, 88: E 8 -E15, 2011.
 - 9) Lascaratos J, Marketos S: A historical outline of Greek ophthalmology from the Hellenistic period up to the establishment of the first universities, *Doc Ophthalmol*, 68: 157-169, 1988.
 - 10) von Graefe A: Ueber die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affectionen, *Graefes Archiv fur Ophthalmologie*, 2: 258-298, 1856.
 - 11) 大庭紀雄, 丹沢慶一, 佐藤奈美: 視野研究の原典: Albrecht von Graefe, Bjerrum, Rornne, Traquair, *神経眼科*, 36: in press.
 - 12) Förster R: *Ophthalmologische Beiträge*, Berlin, T. C. F. Enslin, 1862.
 - 13) Bjerrum J: Om en tilføjelse til den sædvanlige synsfeltundersøgelse samt om synsfeltet ved glaukom, *Nordisk Ophthalmologisk Tidsskrift*, 2: 141-185, 1889.
 - 14) Rønne H: Über das Gesichtsfeld beim Glaukom, *Klin Mbl Augenheilkd*, 47: 12-33, 1909.
 - 15) Traquair HM: *An introduction to clinical perimetry*, 1st ed. London: Henry Kimpton, 1927.
 - 16) Goldmann H: Ein selbstregistrierendes Projektionskugelperimeter, *Ophthalmologica*, 109: 71-79, 1945.
 - 17) 可児一孝: 視野の歴史－動的測定と静的測定－, *神経眼科*, 4: 285-290, 1987.
 - 18) 公益社団法人日本視能訓練士協会: 勤務状況, 視能訓練士実態調査報告書2015年, 内川義和(編), 公益社団法人日本視能訓練士協会, 15-19, 東京, 2016.
 - 19) 田淵昭雄, 前田史篤: 視能訓練士学校教育, *眼科プラクティス*29 これでもいいのだ斜視診療, 丸尾敏夫(編), 文光堂, 215-224, 東京, 2009.
 - 20) 橋本茂樹, 松本長太: 動的視野検査, *眼科*, 58: 1341-1344, 2016.
 - 21) 小林昭子, 深井小久子: 視能訓練士教育における Goldmann視野計による動的視野計測の実態, *日視会誌*, 38: 321-328, 2009.
 - 22) 小林昭子: Goldmann視野計テクニカルチェックシートを用いた動的視野検査の技術指導法, *日視会誌*, 41: 221-227, 2013.
 - 23) Schiefer U, Nowomiejska K, Krapp E, et al: K-Train—a computer-based, interactive training program with an incorporated certification system for practicing kinetic perimetry: evaluation of acceptance and success rate, *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 244: 1300-1309, 2006.
 - 24) Ubukata H, Maeda F, Osamu M, et al: Development of a training system for manual kinetic perimetry using the Goldmann perimeter, *Niigata journal of health and welfare*, 18: 10-17, 2018.
 - 25) 松本長太: 視野検査の過去・現在・未来, *眼科*, 58: 179-187, 2016.
 - 26) 野本裕貴, 松本長太: 視野検査の新しい流れ, *臨床眼科*, 71: 147-152, 2017.
 - 27) 山田裕子: ゴールドマン視野計, *OCULISTA*, 55: 55-65, 2017.
 - 28) 池田仁英, 湯川英一, 宮崎大介ら: 小児頭蓋内疾患患者に対する動的視野測定の可能性, *あたらしい眼科*, 26: 848-852, 2009.