

平成 23 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21791724

研究課題名（和文） 自動動的視野測定プログラムの開発と臨床応用

研究課題名（英文） Development and Clinical Usefulness of Automated Kinetic Program

研究代表者

橋本 茂樹 (HASHIMOTO SHIGEKI)

近畿大学・医学部・講師

研究者番号：20388557

研究成果の概要（和文）：自動動的視野測定プログラム(Program K)は、イソプタにおける応答点の外部角度を用いて視野の異常判定を行うプログラムである。本研究では、イソプタ探索、スパイク抑制、暗点探索アルゴリズムを独自に開発した。これらを Program K に内蔵し臨床試験を行った結果、半自動動的視野計と類似した視野変化を短時間で捉えることができた。Program K は今後重要な視野検査法の一つとなることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Our new automated kinetic program (Program K) assess the abnormality of isopter patterns using the external angles of patient response points. In this study, we developed the isopter searching, spike-reduce and scotoma searching algorithm. Next we evaluated our fully automated program using clinical patients. In most of patients, Program K results corresponded well with those of semi-automated kinetic perimetry (SKP). Test duration for Program K is appropriate for most patients. Program K was shown to be useful for assessing a variety of visual field defects.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	700,000	210,000	910,000
2010 年度	2,500,000	750,000	3,250,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：視野、緑内障

キーワード：自動動的視野、Octopus、Program K

## 1. 研究開始当初の背景

視野測定法には、視標のサイズ、輝度を固定し視標を動かしてイソプタ(等感度曲線)を求める動的視野測定法と、視標の呈示位置を固定し輝度を変え測定点毎の視感度を求める静的視野測定法の2種類がある。近年、自動

視野計の普及により静的視野測定が視野検査の主流となっており、緑内障の診断や経過観察においては一般的に中心 30° 以内を静的に測定するプログラムが好まれて用いられている。その理由は、緑内障の初期視野異常の約 90%が中心 30° 内視野から始まるこ

と、また測定時間の制限で全視野を測定できないこと、ならびに周辺視野は中心 30° 内視野と比較し感度の変動幅が大きいこともその要因であると考えられる。しかし残存する視野をもつ緑内障後期において、中心 30° 外の周辺視野の情報を得ることは、その診断や治療はもとよりロービジョンケアにおいても極めて重要なことである。また半盲等の視野欠損を呈する神経眼科疾患、種々の網膜疾患においても同様のことが言える。Goldmann 視野計を用いた動的視野測定は、中心を含めた周辺視野を短時間で測定することができ、またその測定結果は視野全体を一目で把握できる利点から現在でも広く用いられている。しかしながらその測定結果は検者の技量に大きく影響を受け、施設間での比較や経過観察において多くの問題点がある。また、高い技術を持つ検査員を確保することも現実には困難なために Goldmann 視野計を有する施設は本邦のみならず世界的に減少傾向にある。

一方、自動視野計を用いた動的視野測定は Perimetron をはじめ自動視野計の開発当初から多数試みられてきた。しかし、患者応答のばらつきや測定アルゴリズムの問題によりその測定結果は、経験豊かな医師や検査員が Goldmann 視野計を用いて手動で測定した結果と比べ満足度のいくものではなく今日においても普及していない。また 2003 年に Haag-Streit 社は Goldmann 視野計の製造を中止し、自動視野計(Octopus101)を用いて動的視野測定ができる SKP(semi-automated kinetic perimetry)を発売した。ただ、SKP では従来の Goldmann 視野計で行われているように、検者の判断により視野探索が進められるため、測定結果に検者の技量が大きく影響され現状では完全な自動動的視野測定とは言い難い。そこで完全自動動的視野測定を開発するには、これまでになかった新しい測定アルゴリズムが必要であると考えられた。

視野測定において、1 つの測定条件下で得られる網膜感度の等しい応答点を線で結ぶとイソプタが形成される。正常のイソプタは楕円形状を示すが、視野変化があるとその形状が歪む。そこで、われわれはこの形状の変化を応答点が形成する外部角度を用いて正常異常判定するアルゴリズムを独自に開発した。このアルゴリズムを基盤にして開発した自動動的視野測定プログラム(Program K)は、コンピュータが自動で視野変化部位を認識し、さらに視野探索をすすめるプログラムである。また自動動的視野計の開発を行う上で動的視野測定における正常者の特性を知る必要があり、イソプタの内部面積、外部角度を用いて個体内、個体間での各種測定条件が測定結果に及ぼす影響について、平成 13 年

度～平成 14 年度科学研究費補助金(基盤研究(c)(2)、研究代表者:奥山幸子(近畿大学医学部講師)、課題番号:13671859)の助成により検討を行った。

## 2. 研究の目的

本研究では現行の Program K の問題点であるイソプタ探索アルゴリズムを改良し、変動抑制アルゴリズム、暗点探索アルゴリズムを独自に開発した後、測定時間を短縮しつつ、临床上実用可能なプログラムの開発を最終目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 現行の Program K の問題点の解決を行う。まず、1. イソプタ探索アルゴリズムの改良に関しては、応答がばらつくと一部イソプタが交差する現象が生じる。一度イソプタが交叉を行うと角度判定が正常に行えず、追加経線が増加し不整なイソプタが形成される。またこれに伴い測定時間も延長される。この問題に対しては、線が交差する時点でコンピュータにその部位の測定を中止させるプログラムを作成し、交叉が改善されるか検証を行う。2. 変動抑制に関しては、まず偽陽性(見えていないところで応答をする)では、固視や視力の不良な症例ではスパイクを形成する不適切な結果を生じることがある。偽陽性を抑制するため、まず視標呈示を従来の時計回り(反時計回り)からランダムに変更できるようにし固視不良を抑制する。また、モニターを用いた固視監視を強化し、固視不良があった場合は測定を途中で中止し、その部位のみを再測定できるプログラムを作成する。患者応答がばらついた時は、図 1 で示すようにその応答点が形成する外部角度に異常がでる。異常角度を示した経線は 2 回目の経線測定を行う、1 回目と 2 回目の応答点の間隔が 20° 以上拡大した場合は、3 回目を測定し隣接する 2 点の平均応答点を最終応答点とするプログラムを作成した。

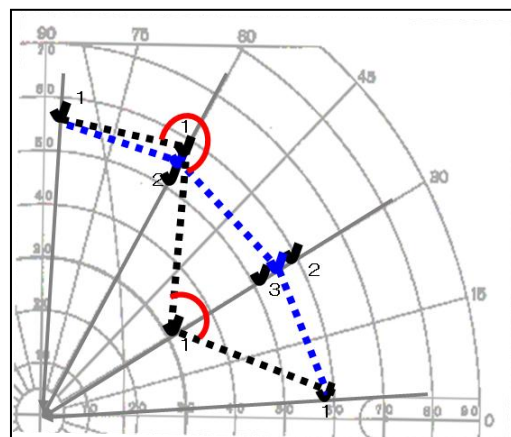


図 1. イソプタ変動抑制アルゴリズム

3. 暗点探索アルゴリズムの改良に関しては、図2に示すようにイソプタ探索が終了した後にイソプタ間の間隔の広い部位を抽出し静的に暗点チェックした後、イソプタ探索アルゴリズムの逆の探索方法、つまり見えない部位から遠心的に視標を動かし暗点を探索する。また暗点の境界点が描くイソプタの内部角度を用いて正常異常判定を行いさらに追加探索を行うこととする。

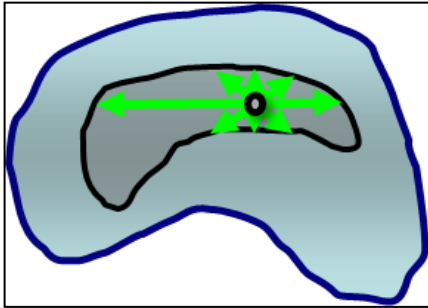


図2. 暗点探索アルゴリズム

4. 測定時間の短縮に関しては、初期の Program K では、患者応答のばらつきを制限するためすべての測定経線を2~3回測定しその平均座標を最終応答点としてきた。また最外周のイソプタ測定の始点は機器の呈示可能な最周辺座標が用いられていた。そのため症例によっては片眼約30~40分の測定時間を要することがあった。改良型の Program K では定点測定を行った後、異常角度を生じた応答点部位のみを再測定することとし、また測定開始座標も隣接する応答点座標を考慮して決定できるように変更する。このアルゴリズムに変更することにより、従来のプログラムと比較し約半分の時間で測定が可能になることが予測される。

(2) Octopus101 視野計の後継機種として平成19年に発売された Octopus 900 視野計を用いて、Program K を起動させ臨床実験を行った。まず Octopus 900 視野計のコントロールソフトである EyeSuite 上で Program K を可動できるようにし、次に正常被検者を対象に動作確認を十分行った後、実際患者を測定し Program K の臨床的有用性を検証する。対象は、緑内障性視野障害を有する10例10眼、求心性狭窄や輪状暗点を有する網膜色素変性症例4例4眼、半盲あるいは4分の1盲を有する神経眼科疾患症例4例4眼(平均年齢:54.3±3.6才)である。すべての患者を対象とし測定を行い Program K の臨床的有用性を検証した。測定方法は半自動動的視野測定計である SKP と、Program K の2種類の動的視野検査を同一条件下で測定し比較検

討を行った。また検討項目は大きく分けて、各視野の一致率と測定時間の比較の2つとした。視野の比較には図形の相似性を用いて検討する方法として、図3に示すように2つの視野を重ね合わせ、その結合面積(Union area)と共有面積(Intersection area)を求め、その比で位置と面積を指標とした一致率を算出する方法を採用した。また、測定時間に関しては、各視野計の視標輝度サイズ等の測定条件を一致させた上で測定時間の比較検討を行うものとする。

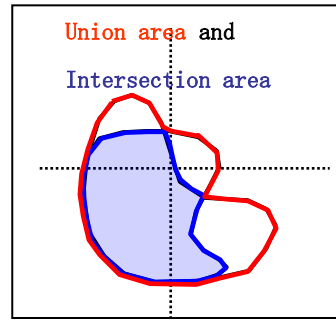


図3. 視野の重ね合わせ

#### 4. 研究成果

(1) 前年度の補助金による購入したコンピュータを用いて、イソプタ探索アルゴリズム、変動抑制アルゴリズム、暗点アルゴリズムの3つの新しいアルゴリズムを内蔵した自動動的視野測定プログラム(Program K)を Visual Basic を用いて作成した。視標サイズはV-I、輝度は4-1、a-e、視標速度は秒速5-1度から選択でき、探索分岐回数、外部角度の正常範囲、視標の呈示方法(ランダム呈示)、暗点探索モード、レンズ警告、イソプタ交叉警告モード等が初期設定として可変できるようになっている。(図4)

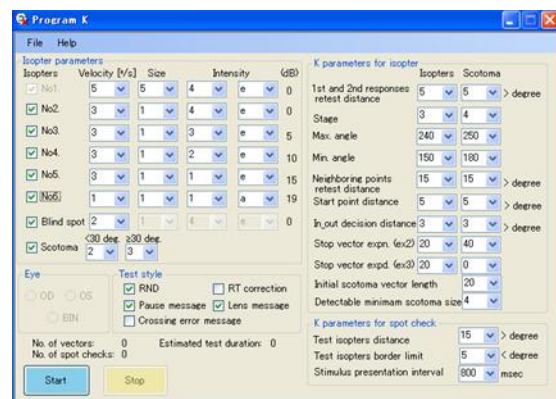


図4. Program K 測定画面

次に Octopus 900 視野計にて Program K を可

動できるようポートの開設を Tuebingen 大学、RE medica にポートの開設を依頼し、新しいポートを作成した。次にソフトウェアである Program K を用いて Octopus900 視野計をコントロールできるようにした。

(2) 正常被検者を対象に Program K が Octopus 視野計で十分問題なく作動することを確認した後、実際患者を測定し Program K の臨床的有用性を検証した。緑内障性求心性視野狭窄例では、図 5 に示すように半自動である SKP では約 7 分で視野障害が検出できた。一方 Program K では SPK と同様の視野変化が約 5 分と短時間で検出することができた(図 6)。また両測定結果の視野の一致率は 81.3%であった。

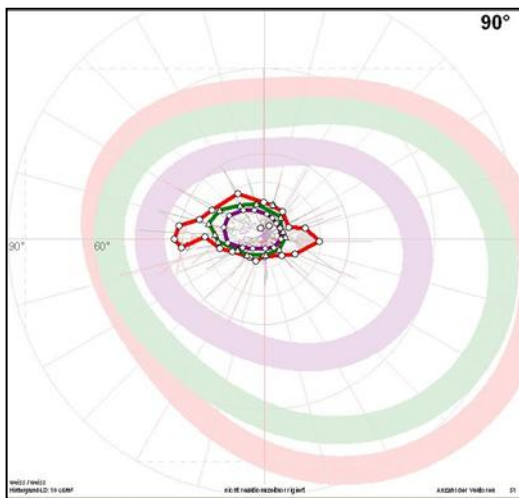


図 5. 求心性視野狭窄 (SPK)

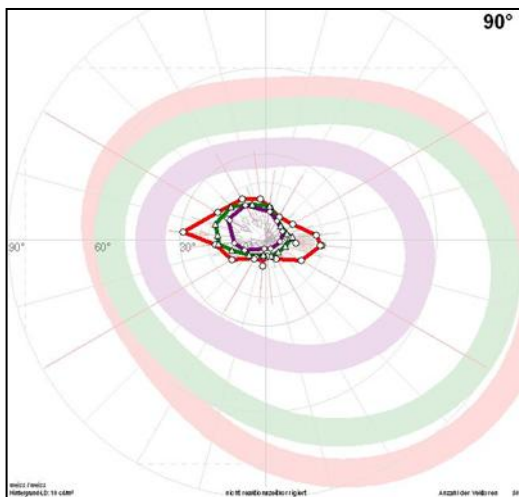


図 6. 求心性視野狭窄 (Program K)

4 分の 1 盲を有する神経眼科疾患症例では図 7 に示すように SPK では約 12 分で 4 分の 1 盲

が検出された。Program K では SPK と同様の 4 分の 1 盲が約 16 分で検出でき(図 8)、一致率は 74.3%であった。

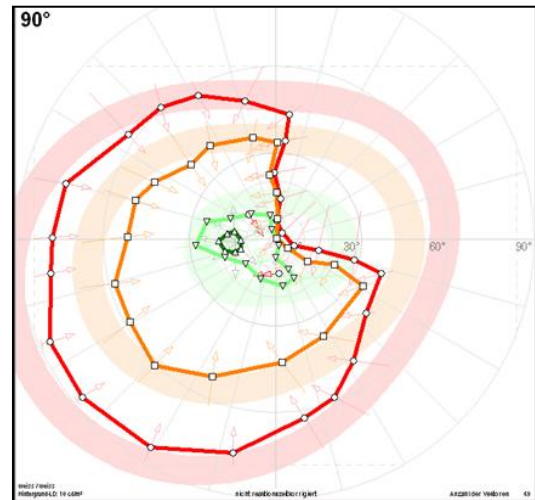


図 7. 4 分の 1 盲 (SPK)

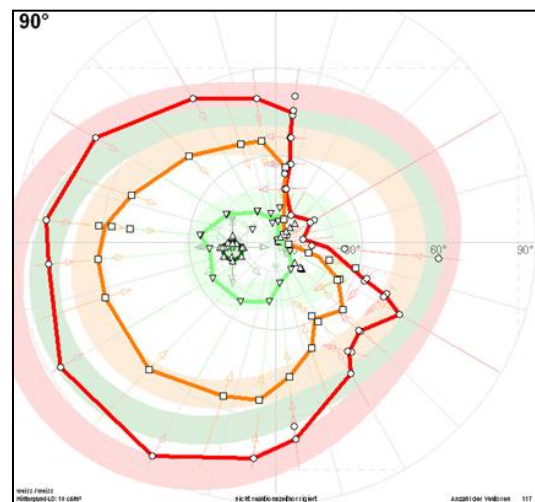


図 8. 4 分の 1 盲 (Program K)

他の症例に対しても半自動動的視野計である SKP と、完全自動動的視野測定計である Program K の 2 種類の動的視野計で同一条件の下測定し視野の比較検討を行った。測定したすべての症例において SKP と Program K の視野を重ね合わせた結果全一致率は平均 69.6%であった。また、動的視野測定で問題となるスパイクも軽減することができた。測定時間に関しては、平均 SPK では 9.3 分、Program K では 11.6 分であった。この結果は Program K が臨床上使用することができうる精度を備えていると推測され、今後自動動的視野測定プログラム (Program K) は、視野異常を有する患者における重要な視野計の一つになる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

①橋本茂樹、自動動的視野測定におけるインプタのスパイク形成について、日本緑内障学会、2010年9月24日、福岡

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋本 茂樹 (HASHIMOTO SHIGEKI)

近畿大学・医学部・講師

研究者番号：20388557

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：