

### 3 種類の緑内障視野進行判定プログラムの比較検討

吉川晴菜 森 和彦 池田陽子 上野盛夫 木下 茂

京都府立医科大学大学院医学研究科視覚機能再生外科学

#### Comparison among Three Visual Field Progression Programs in Normal Tension Glaucoma Patients

Haruna Yoshikawa, Kazuhiko Mori, Yoko Ikeda, Morio Ueno and Shigeru Kinoshita

Department of Ophthalmology, Kyoto Prefectural University of Medicine

Humphrey 自動視野計により経過観察中の正常眼圧緑内障 30 例 60 眼を対象とし、3 種類の視野進行判定プログラム、NAVIS P4G (P4G ver.2.1.1, NIDEK), Guided Progression Analysis (GPA, Carl Zeiss Meditec), Progressor (Pgrsr ver.3.5, Medisoft) を用いて緑内障進行判定を行い、結果を比較検討した。検討項目は VFI (visual field index) slope と MD (mean deviation) slope の比較 (GPA と P4G/Pgrsr), 進行ポイントの比較 (GPA と Pgrsr) である。その結果、P4G と Pgrsr 双方で MD slope が計測できた 54 眼では、両者の MD slope 値はよく相関した。VFI slope と MD slope の間にも有意な相関が確認できたが、両者が一致しない例も存在した。Pgrsr で進行ポイントが判定可能であった 6 例 7 眼のうち GPA の進行ポイントと一致したものは 3 例 4 眼であった。以上より 3 種類のプログラムのそれぞれの特徴を認識しつつ臨床に活用していくことが必要であると考えられた。

Three visual field progression programs [NAVIS P4G (P4G), Progressor (Pgrsr) and GPA] were compared using visual field datasets from 60 eyes of 30 normal tension glaucoma patients, followed by Humphrey automated perimeter. MD (mean deviation) slopes obtained from 54 eyes using P4G or Pgrsr were well correlated. There were also significant correlations between MD slope and VFI (visual field index) slope, while some cases showed discrepancies. Of 7 eyes (6 patients) that developed progressive points as assessed by Pgrsr, only 4 eyes (3 patients) matched the results from the GPA program. It is important to use these programs while recognizing their respective characteristic.

[Atarashii Ganka (Journal of the Eye) 29(6) : 840~843, 2012]

**Key words :** プログレッサー, GPA, P4G, 視野進行判定, progressor, GPA, P4G, visual field progression.

#### はじめに

緑内障性視野障害は不可逆性であることから、緑内障診療において現在行われている検査や治療は視野障害の進行を防止、患者の quality of vision を守ることを目的としている。視野検査の重要な評価項目の一つとして、複数の視野測定結果から行う進行判定がある。近年、緑内障性視野障害の進行判定のために global index を用いた MD (mean deviation) slope, 各測定点での局所変化のイベント解析である Glaucoma Progression Analysis, 中心視野に重み付けがなされた VFI (visual field index) を用いた Guided Progression Analysis (GPA, Carl Zeiss Meditec), 各測定点のトレンド

解析である Progressor (Pgrsr ver.3.5, Medisoft) など、各種の視野進行判定プログラムが開発されてきている<sup>1-7)</sup>。Global index は視野全体の変化や進行状態を把握するのに便利である一方、各測定点における微細な変化は見逃されてしまうため、詳細な進行判定をするにはポイントワイズ解析の結果を加味する必要がある。逆に、測定点別解析のみではそれぞれの測定点の誤差を捨てる可能性が多い。今回、正常眼圧緑内障症例に対して NAVIS P4G (P4G ver.2.1.1, NIDEK), Pgrsr の 3 種類の緑内障視野進行判定プログラムを用い、それぞれの視野進行判定能力を比較検討した。なお、P4G は Humphrey 自動視野計 (HFA) の検査データの取り込み、

【別刷請求先】 森 和彦 : 〒602-0841 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町 465 京都府立医科大学大学院医学研究科視覚機能再生外科学

Reprint requests : Kazuhiko Mori, M.D., Department of Ophthalmology, Kyoto Prefectural University of Medicine, 465 Kajii-cho, Kawaramachi, Hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto 602-0841, JAPAN

HFA 検査データの表示と印刷, 時系列グラフ表示, データ比較表示, 検査データの CSV ファイル出力などを行うことが可能な NAVIS オプションプログラムである。

## I 対象および方法

対象は当科において経過観察中の正常眼圧緑内障症例のうち, 平成9年6月から平成23年4月までの間に信頼性のある HFA 検査が4回以上施行可能であった30例60眼である。対象の内訳は男性13例, 女性17例。平均年齢は64.1±14.2歳, 平均観察期間は75.4±35.2カ月, HFA 平均測定回数8.2±3.5回であった。HFA 検査結果をもとに P4G, GPA, Pgrsr の3種類の視野進行判定プログラムを用いて緑内障進行判定を行い, それぞれの判定能力を比較検討した。検討項目は VFI slope と MD slope の比較 (GPA と P4G/Pgrsr), 視野進行ポイントの比較 (GPA と Pgrsr) である。それぞれのプログラムの進行判定におけるデータ採用基準は, P4G/Pgrsr では偽陽性/偽陰性ともに33%未満, 固視不良20%未満, GPA では偽陽性15%未満である。Pgrsr における進行ポイントの判定基準は  $p < 0.01$  の有意水準で 1.0 dB/year (内部ポイント), 2.0 dB/year (周辺部ポイント) より早いものとした。GPA のベースラインは基本的には自動選択された検査結果 (初回・2回目) の平均化したものを用いた。顕著な学習効果が得られた場合, 初回と2回目の検査の間に明らかな治療変更を行った場合, 信頼係数が低い場合などではベースラインデータの変更が推奨されており, 今回の検討においてもこれらの推奨基準に従った。

## II 結果

P4G, Pgrsr, GPA それぞれのプログラムによる global index の分布を図1に示す。P4G と Pgrsr はいずれも MD slope を計算可能であったが, P4G のほうに異常値が多かった。P4G と Pgrsr 双方で MD slope が計測できたのは60眼中54眼であり, 両者の MD slope 値には有意差なく, よく相関していた ( $r=0.953$ )。一方, GPA による VFI slope と MD slope との間にも有意な相関 ( $r=0.631, p < 0.00001$ ; 図2) が認められたが, MD slope ではほとんど変化がないにもかかわらず, VFI slope では大きな変化をきたしていた症例が存在していた。

Pgrsr の局所トレンド解析において進行ポイントありと判定されたものは6例7眼, GPA で「カノウセイタイ」と判定されたものは3例3眼, 「カノウセイアリ」と判定されたものは12例15眼であった。Pgrsr において進行ポイントが判定可能であった6例7眼のうち GPA の進行ポイントと一致していたものは3例4眼であった。経過中に視野進行をきたした59歳, 女性の GPA による進行判定結果を図3に, Pgrsr による判定結果を図4に示す。GPA による VFI は右

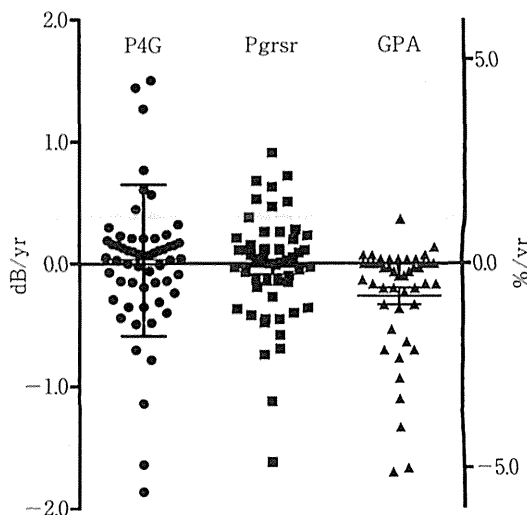


図1 3種のプログラムによる global index の差

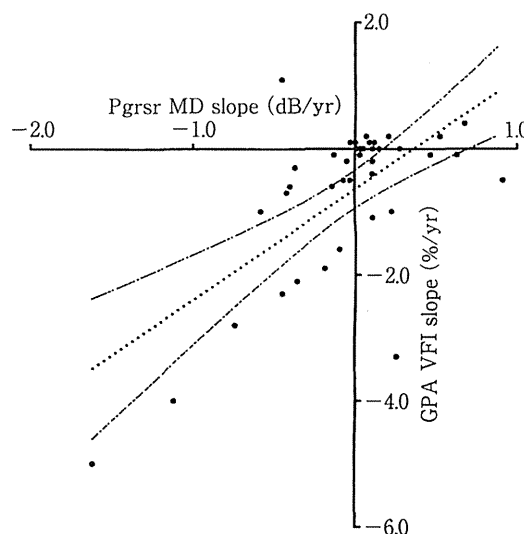


図2 VFI slope と MD slope の相関

眼52%, 左眼70%, 両眼ともに「進行ノカノウセイアリ」の判定であり, ベースラインと比較して5%未満の確率で感度低下のみられたポイント (△) は右眼4点, 左眼8点, 連続2回感度低下のみられたポイント (▲) は両眼とも3点, 連続3回認められたポイント (▲) は右眼のみ1点であった。一方, Pgrsr では経過中に一度でも有意な進行を示したポイントが右眼9点, 左眼5点 (図4上, 赤色バー), 全体を通して判断した局所トレンド解析での進行ポイントは右眼3点, 左眼1点であった (図4下, 赤網)。局所イベント解析である GPA の進行ポイントと Pgrsr における経過中に有意な進行を示したポイントの解析結果とは一致傾向を示したが, 全体を通した局所トレンド解析との比較では右眼は一致したが左眼は必ずしも一致しなかった。

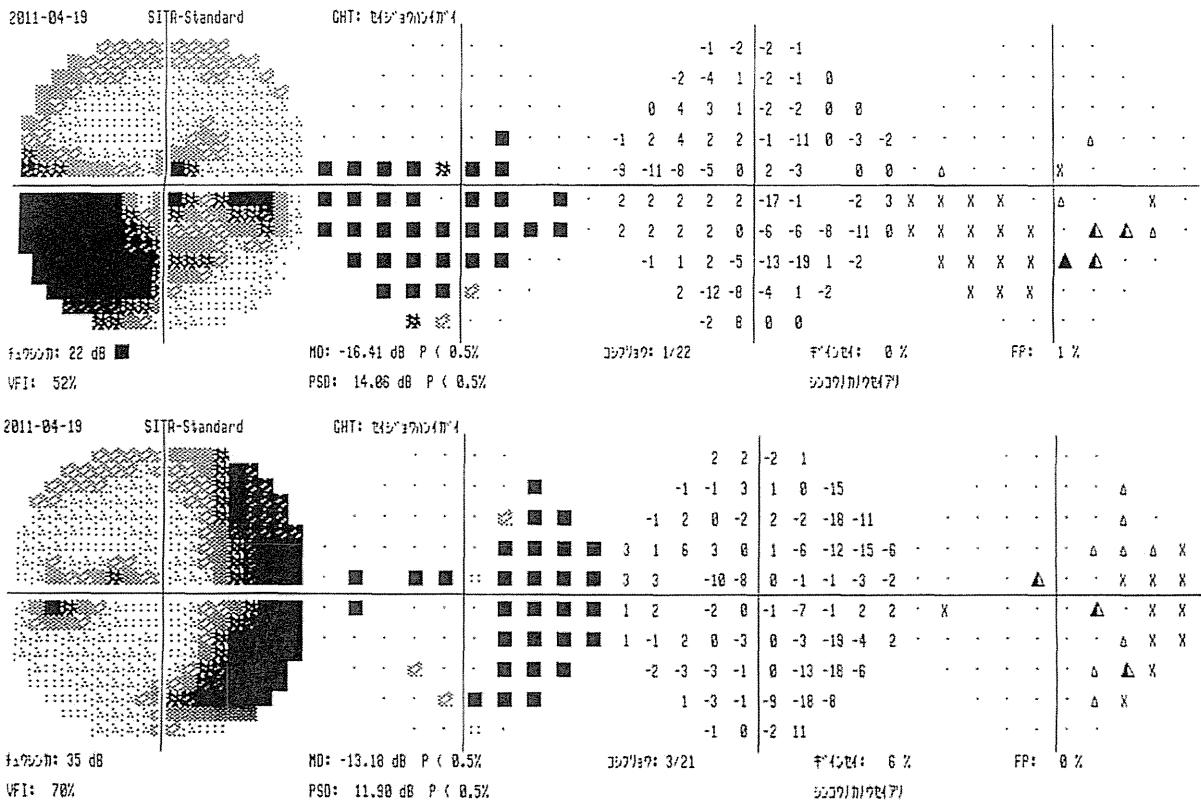


図3 GPAによる進行判定(59歳, 女性)

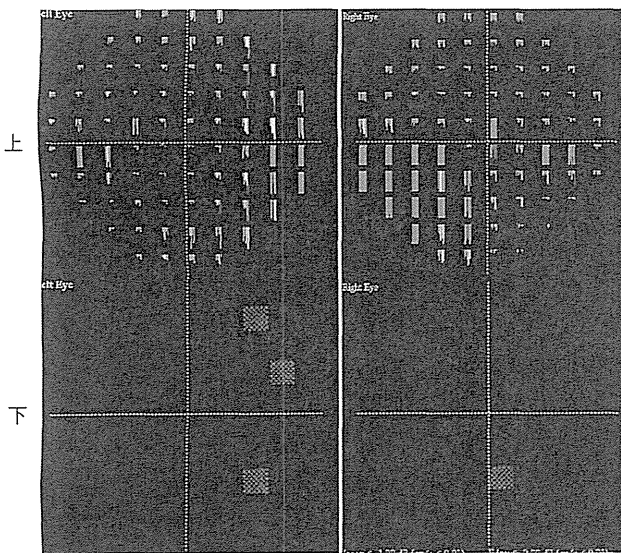


図4 同一例のProgressorによる進行判定

### III 考 按

近年、各測定点における微細な変化も捉えることのできるポイントワイズ解析法を応用した緑内障進行判定プログラムが開発されてきている。HFAに搭載されたGPAは中心視野に重み付けがなされたVFIという指標を用い、また測定点における局所変化のイベント解析が可能である。一方、英

国モアフィールド眼科病院で開発され世界的にも用いられているPgrsrは、測定点ごとの感度を直線回帰分析して進行判定するトレンド解析を行うことができるため、より詳細な視野進行の判定ができる可能性がある。今回、正常眼圧緑内障症例を対象にglobal indexをもとにしたP4G、局所イベント解析であるGPA、局所トレンド解析であるPgrsr(Medisoft)の3種類の緑内障視野進行判定プログラムを比較検討した。

Global indexをもとにしたMD slopeはP4GとPgrsrの各プログラムによって得られた傾きが微妙に異なったが、両者の相関は良好であった。これは両者の視野結果の判定方法に差があるためであると考えられた。一方、GPAにおける新しい指標を用いたVFI slopeはMD slopeと比較するとその変化量も大きく、MD slopeではほとんど異常がないにもかかわらずVFI slopeでは大きな変化を認めた症例が存在した。このような症例では周辺視野に比較して中心視野が障害されている傾向があり、VFIでは中心視野を重視しているために、中心視野が障害されやすい正常眼圧緑内障においてMD slopeよりも早期に進行を捉えることができている可能性があると考えられた。

各ポイント別の進行判定については、局所イベント解析であるGPAの進行ポイントとPgrsrにおける経過中に有意な進行を示したポイントの解析結果とは比較的一致していた

が、Pgrsrの全体を通した局所トレンド解析結果とでは必ずしも一致しなかった。その原因としてはイベント解析とトレンド解析の進行判定法の差によるものと考えられた。すなわち、イベント解析では進行判定の感度が高く、より早期に進行を捉える可能性が高いが、偽陽性も多くなる傾向があるのに比して、トレンド解析では判定するまでに複数回の検査が必要であって時間がかかる一方、特異度が高く確実な進行を捉えていると考えられる。

本研究の限界としては、長期にわたって同一施設で定期的な経過観察を継続できる症例が限定されてしまうため、単一施設では症例数をなかなか増やせなかったことである。なかでも進行が比較的緩徐な正常眼圧緑内障において、進行症例を集積することは非常に困難を伴った。今後は症例数を確保するために多施設において視野進行判定プログラムの評価をしていく必要がある。幸いProgressorは過去の検査結果をそのまま使用して解析することができるため、汎用性という観点から有用であると考えられた。

慢性疾患である緑内障では同一プログラムで長期にわたって経過を見続けることが非常に大切であり、緑内障の視野進行判定においては全体ならびに局所のイベント解析とトレンド解析の特徴と違いを認識しつつ、活用していくことが重要であると考えられた。

## 文 献

- 1) Viswanathan AC, Fitzke FW, Hitchings RA : Early detection of visual field progression in glaucoma : a comparison of PROGRESSOR and STATPAC 2. *Br J Ophthalmol* 81 : 1037-1042, 1997
- 2) Crabb DP, Viswanathan AC : Integrated visual fields : a new approach to measuring the binocular field of view and visual disability. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 243 : 210-216, 2005
- 3) Viswanathan AC, Crabb DP, McNaught AI et al : Interobserver agreement on visual field progression in glaucoma : a comparison of methods. *Br J Ophthalmol* 87 : 726-730, 2003
- 4) Spry PGD, Johnson CA : Identification of progressive glaucomatous visual field loss. *Surv Ophthalmol* 47 : 158-173, 2002
- 5) Fitzke FW, Hitchings RA, Poinosawmy D et al : Analysis of visual field progression in glaucoma. *Br J Ophthalmol* 80 : 40-48, 1996
- 6) McNaught AI, Crabb DP, Fitzke FW et al : Modelling series of visual fields to detect progression in normal tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 233 : 750-755, 1995
- 7) Mikelbelg FS, Schulzer M, Drance SM et al : The rate of progression of scotomas in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 101 : 1-6, 1986

利益相反：利益相反公表基準に該当なし

\* \* \*

# トラベクトミー①

森 和彦

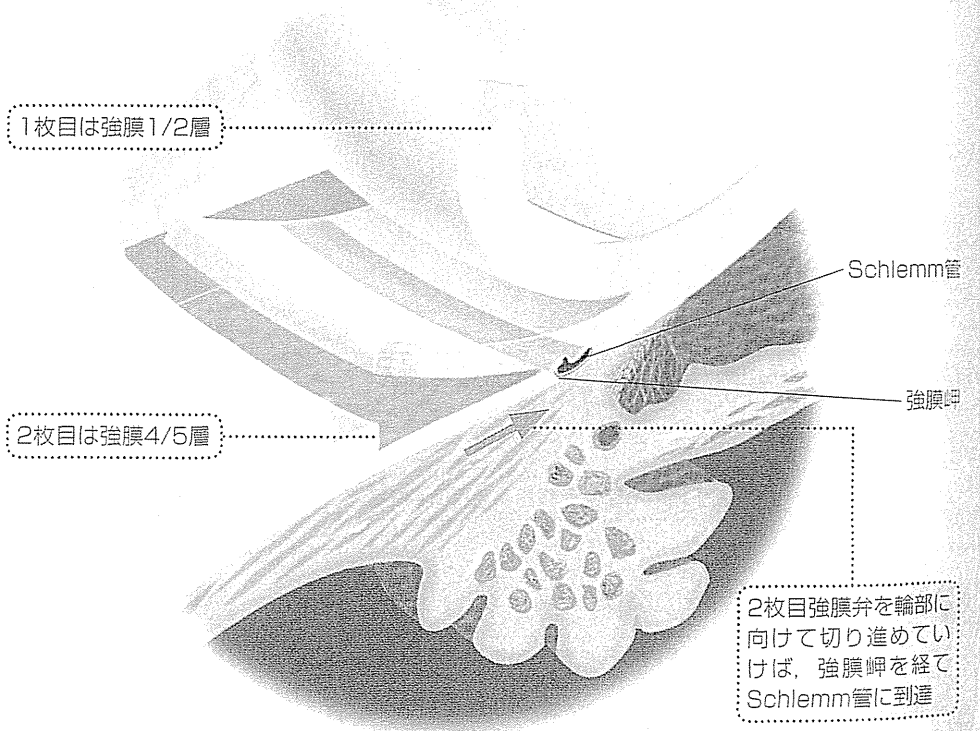
京都府立医科大学眼科学講師

❷ Schlemm管がうまく見つかりません。どこを直したらよいのでしょうか？

❶ Schlemm管発見のコツは、十分な深さでぶどう膜が透見でき、かつ凹凸のない深層強膜弁を作製し、強膜線維の走行と強膜岬の位置に注意することである。

トラベクトミーにおいてSchlemm管発見は成功の必要条件である。Schlemm管を確実に発見するためには、強膜弁（特に深層強膜弁）を基本通りに作製することが基本となる。すなわち強膜の4/5層の深さ（ぶどう膜が透けて見える深さ）で凹凸のない強膜弁を作製すれば、必ずSchlemm管に到達することができる（❶、❷、❸）。

## ❶ 強膜弁とSchlemm管の位置関係



## ❷ 強膜弁作製

1枚目は強膜1/2層

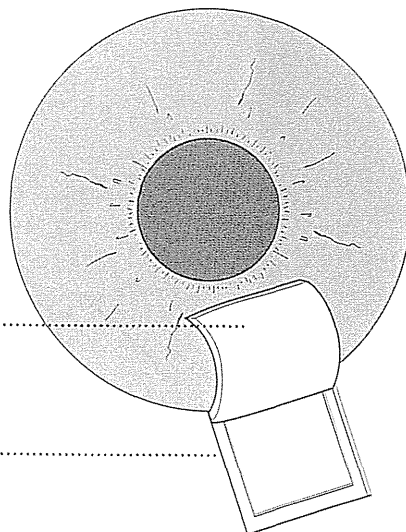
2枚目は4/5層

### 二重強膜弁法

- ・一重強膜弁法に比べて1枚目強膜弁が薄くなるため、角膜側に倒したときでも安定
- ・レクトミーと共通化(術式安定)

### 強膜弁作製のポイント

- ・強膜に垂直でしっかりとした縁取り切開(エッジを立てる)
- ・均一な深さの層間剥離(洗濯板を避ける)
- ・角膜輪部近くまで十分に剥離



## 天国と地獄：天国編

### 逆流血液が示すSchlemm管

先天線内障で牛眼となっている場合、Schlemm管の位置が思いのほか後方へずれていることが多い。特に前部ぶどう腫を形成しているような場合には強膜も薄く引き延ばされており、なかなか発見しづらい。このような場合にいったん前房穿刺を行って眼圧を下降させると、上強膜静脈からのblood refluxを利用して発見できることがある。あたかも苦難の先に光明が見えるかのようなものである。

洗濯板のように強膜床の凹凸が激しいと色調の差や線維の走行がわからなくなり、Schlemm管に達する前に上強膜腔をそれと見誤る「雪山遭難」することになる(④)。

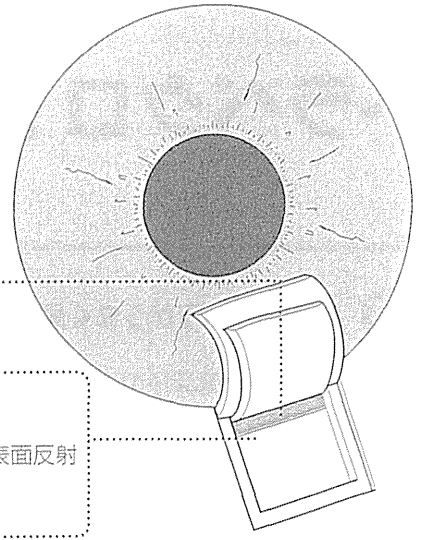
強膜線維の走行は強膜岬に近づくに連れて輪部に平行に集まり、Schlemm管はさらに先にあるため、その先まで十分に強膜弁を剥離する(①、③、⑤)。なお強膜弁作製の際に乾燥させてしまうと厚みの評価が困難となるため注意が必要。

Schlemm管に辿り着くことなく角膜まで達してしまった場合には、強膜弁の厚みが足りなかったと判断できるので、もう1枚強膜弁を作製して再度試みる必要がある(⑥)。

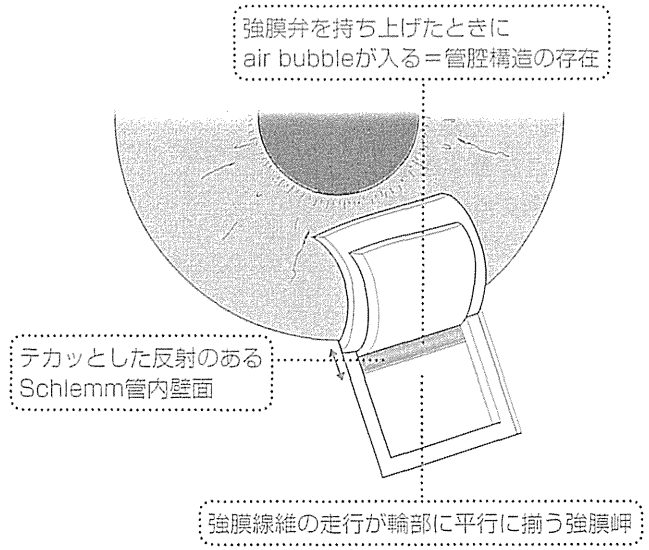
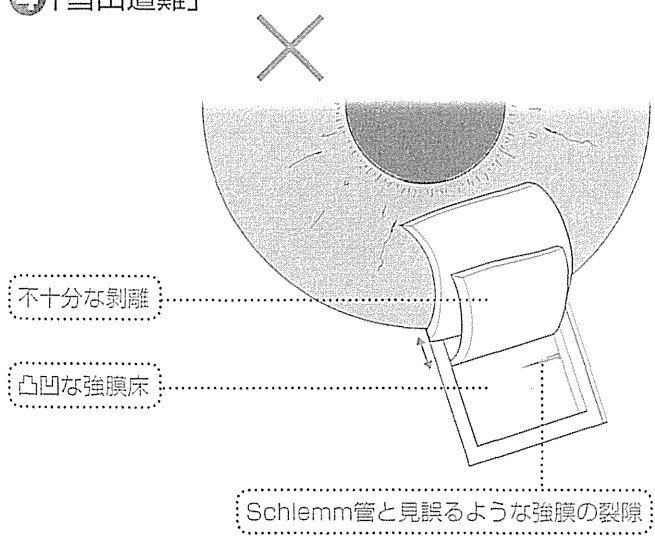
### ③ Schlemm管同定

Schlemm管同定のポイント  
 ・ぶどう膜が透見できるしっかりした深さの深層強膜弁  
 ・凹凸のない均一な深さの層間剥離  
 ・乾燥させると薄くなってわかりにくい  
 ・Schlemm管目の「雪山遭難」に注意

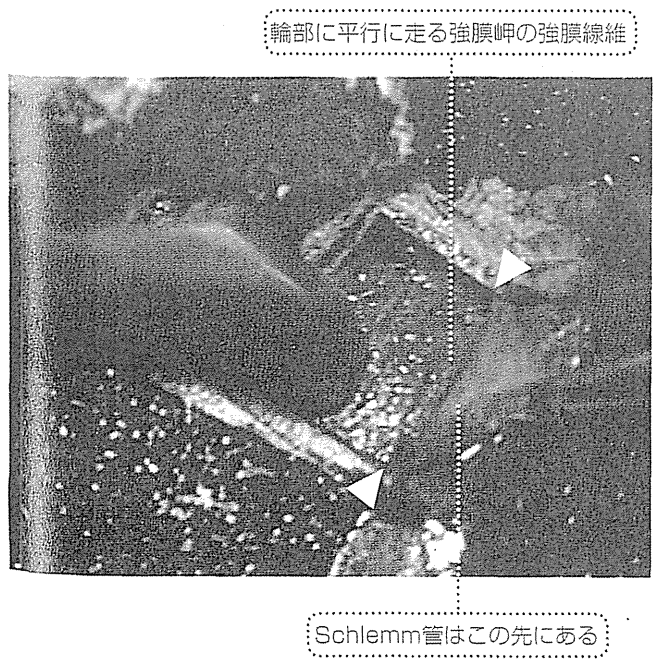
Schlemm管の確認方法  
 ・強膜線維の走行と強膜岬  
 ・特徴的なSchlemm管内壁の表面反射  
 ・Schlemm管内の空気バブル  
 ・blood refluxの応用



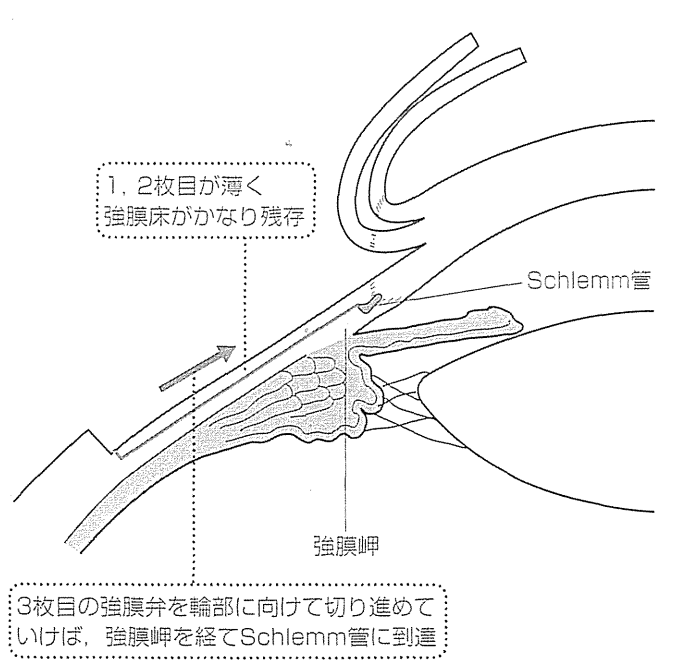
### ④ 「雪山遭難」



### ⑤ 強膜床の線維走行の実際



### ⑥ 見つからずに角膜まで到達してしまったとき



# トラベクトミー②

森 和彦

京都府立医科大学眼科学講師

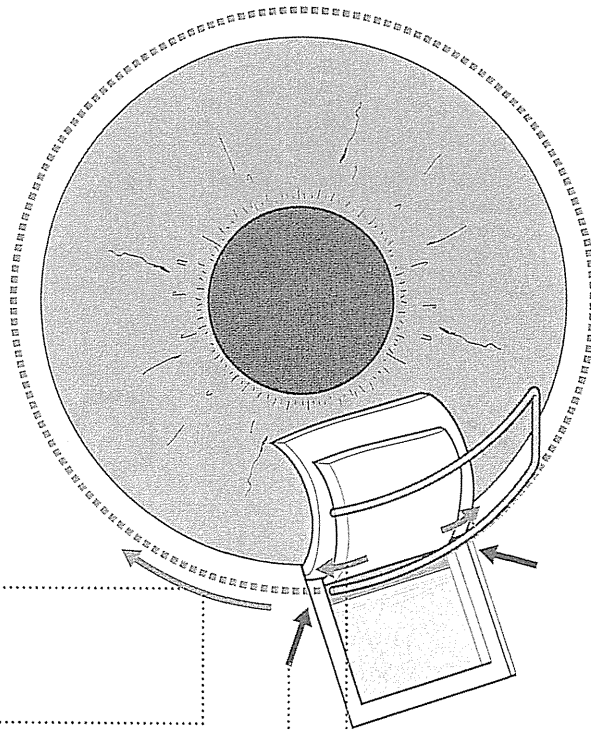
Q トラベクトームがうまく回転できません。どこが悪いのでしょうか？

A トラベクトーム回転のコツは、①Schlemm管内に確実にトラベクトームを挿入し、②虹彩面に対して平行ではなく角膜側へ落とし込む感覚で回転することである。

トラベクトームがうまく回転できない理由の1つには、トラベクトームが確実にSchlemm管内に入っていない場合がある (①, ②)。

回転時の抵抗が大きい場合や虹彩根部が動く場合は無理をせずに、まずは隅角鏡を用いて確認すべきである (⑤)。

## ① トラベクトーム挿入



**確認法**

- ・ トラベクトームの立ち具合
- ・ 軽く回したときの抵抗
- ・ 手術用隅角鏡による観察
- ・ 線維柱帯を介した金属光沢反射

Schlemm管走行方向と平行に挿入

早期穿孔は挿入部で起こしやすい

**挿入のポイント**

- ・ 挿入方向と角度が重要
- ・ 破れたら外壁に沿わせて挿入 (高度テク)
- ・ 曲率半径が異なると途中で穿孔
- ・ 上脈絡膜腔に入ってしまうとなかなか難しい



## ② 回転のポイント

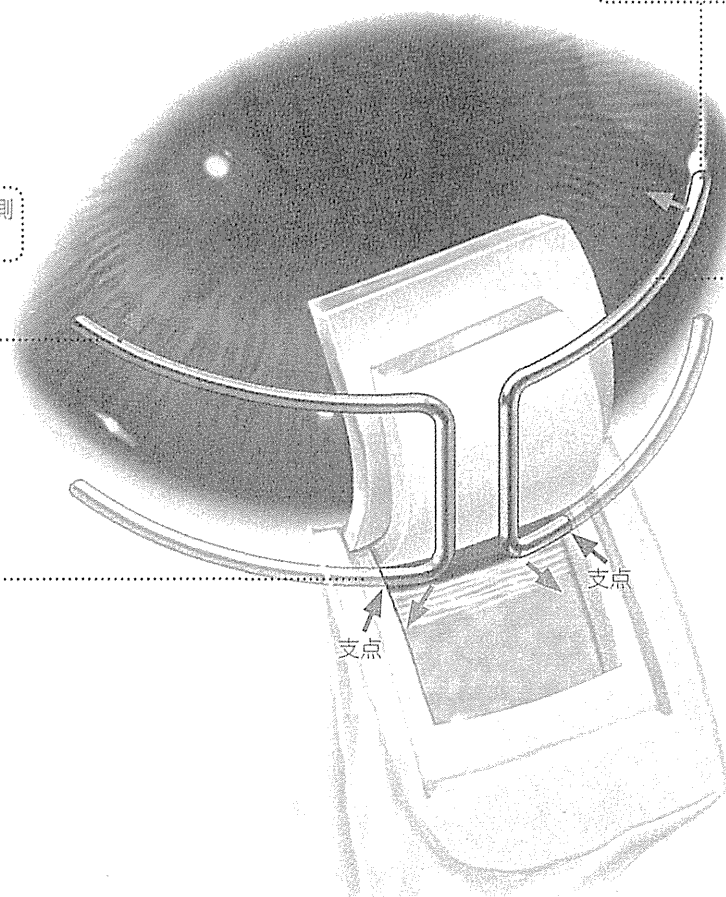
### 回転のポイント

- ・まず眼位をまっすぐにする
- ・虹彩面と平行ではDescemet膜剥離を起こしやすい
- ・先端だけ先に出す方法もある
- ・どうしても硬ければ内側から切りに行く

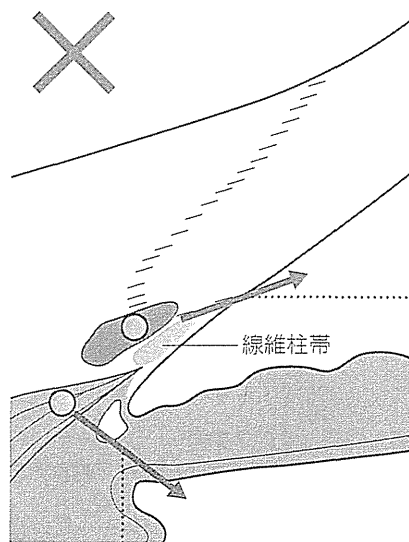
角膜根部が動くときは要注意!  
←毛様体解離のリスク

どちらかというとも角膜側に落とし込む感覚

少し引き戻し、刺入を支点として上脚と支持部を逆方向に回転

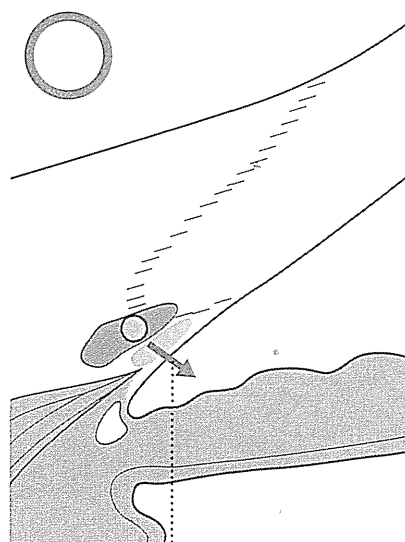


## ③ トラベクロトム回転のコツ



虹彩面に平行ではDescemet膜剥離を起こしやすい

虹彩根部が動くときはSchlemm管ではなく上脈絡膜腔に入っており、無理に回せば毛様体解離を起こして大出血



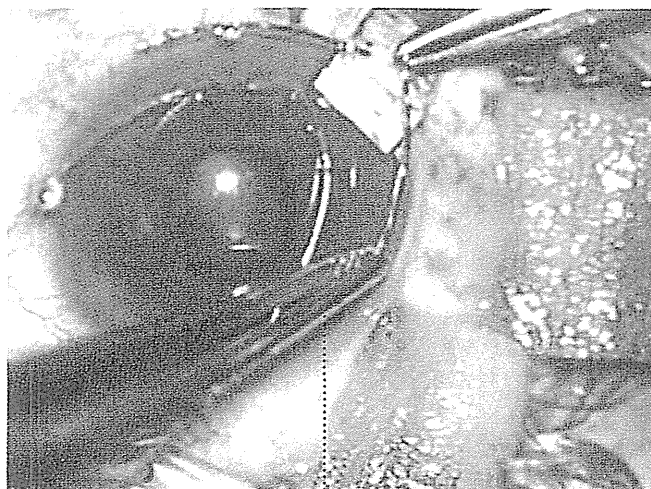
角膜側へ落とし込む感覚



隅角鏡を用いた確認でSchlemm管内の金属光沢反射が確認できれば、間違いなく入っているので、少し引き抜いてから刺入部を支点に先端を出さず要領で回転する。回転方向は虹彩面に対して平行に行うとDescemet膜剥離を起こしやすいので、どちらかといえば上脚が角膜に当たるぐらいに角膜面に落とし込む感覚で回転させる(②, ③, ④)。

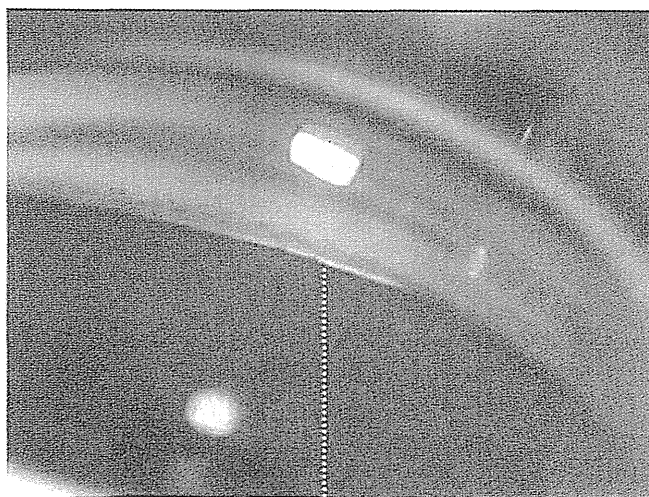
トラベクロームのカーブがSchlemm管のカーブとぴったり合致してしまった場合には、回転抵抗が強くてうまく回せないことがある(⑥)。その場合にはいったん引き抜いて先端だけ早期穿破させるか、内部からVランスを用いて部分的な線維柱帯切開(trabeculotomy ab interno, ⑦)の後に回転させれば、切開部が線ではなく点となるので抵抗を少なくできる。

#### ④ トラベクローム回転の実際



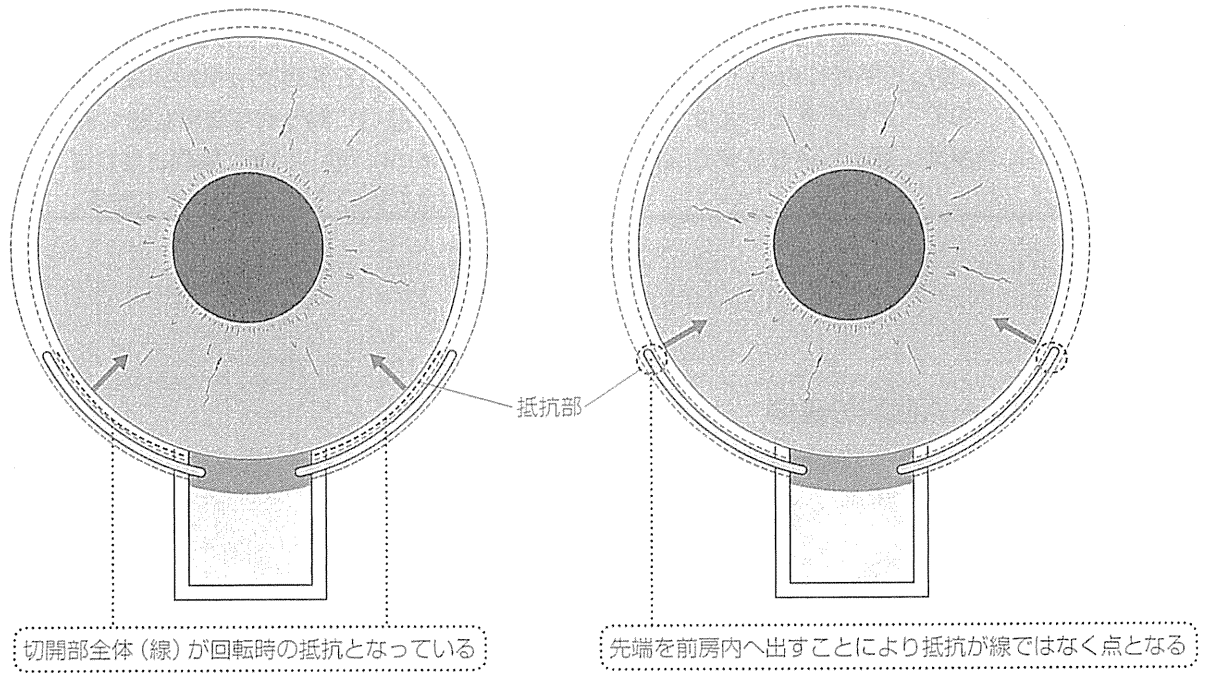
回転の支点側を持針器、上脚側をThorpe鑷子で把持。両者ともに持針器でも可能

#### ⑤ 隅角鏡による確認

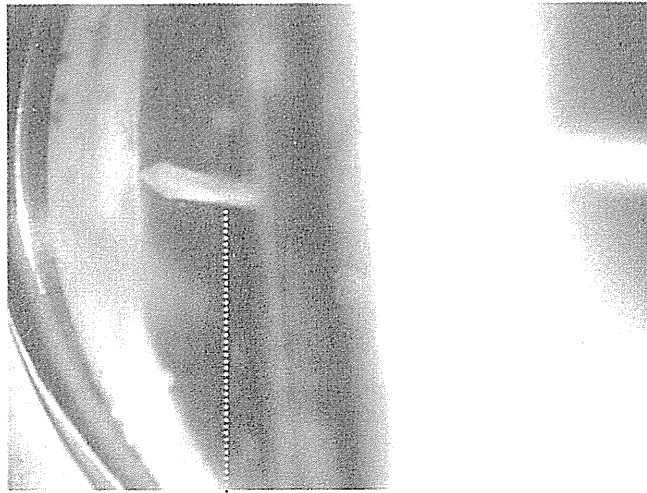


線維柱帯を介してSchlemm管内のトラベクロームの金属光沢が透見可能

## ⑥ 回転時抵抗の点と線



## ⑦ 隅角鏡下線維柱帯切開



Vランスによりトラベクロームとの間の線維柱帯を切開 → 回転時の抵抗を解除

### 私の一押し

トラベクロームを挿入しておいて隅角切開

トラベクロームが回転できないときの対応策として、隅角鏡下にVランスで対側から隅角を切開する方法がある。通常の隅角切開術ではSchlemm管の外壁から集合管を傷つけてしまうリスクがあるが、この方法ではちょうど包丁とまな板の関係で切りすぎることがない。さらに手技が上達すればトラベクロームの上下に切開を入れて内方から線維柱帯を紐状に切除することも可能。電気焼却するトラベクトームよりは組織のダメージが少なく、また高額な機器代もかからない。