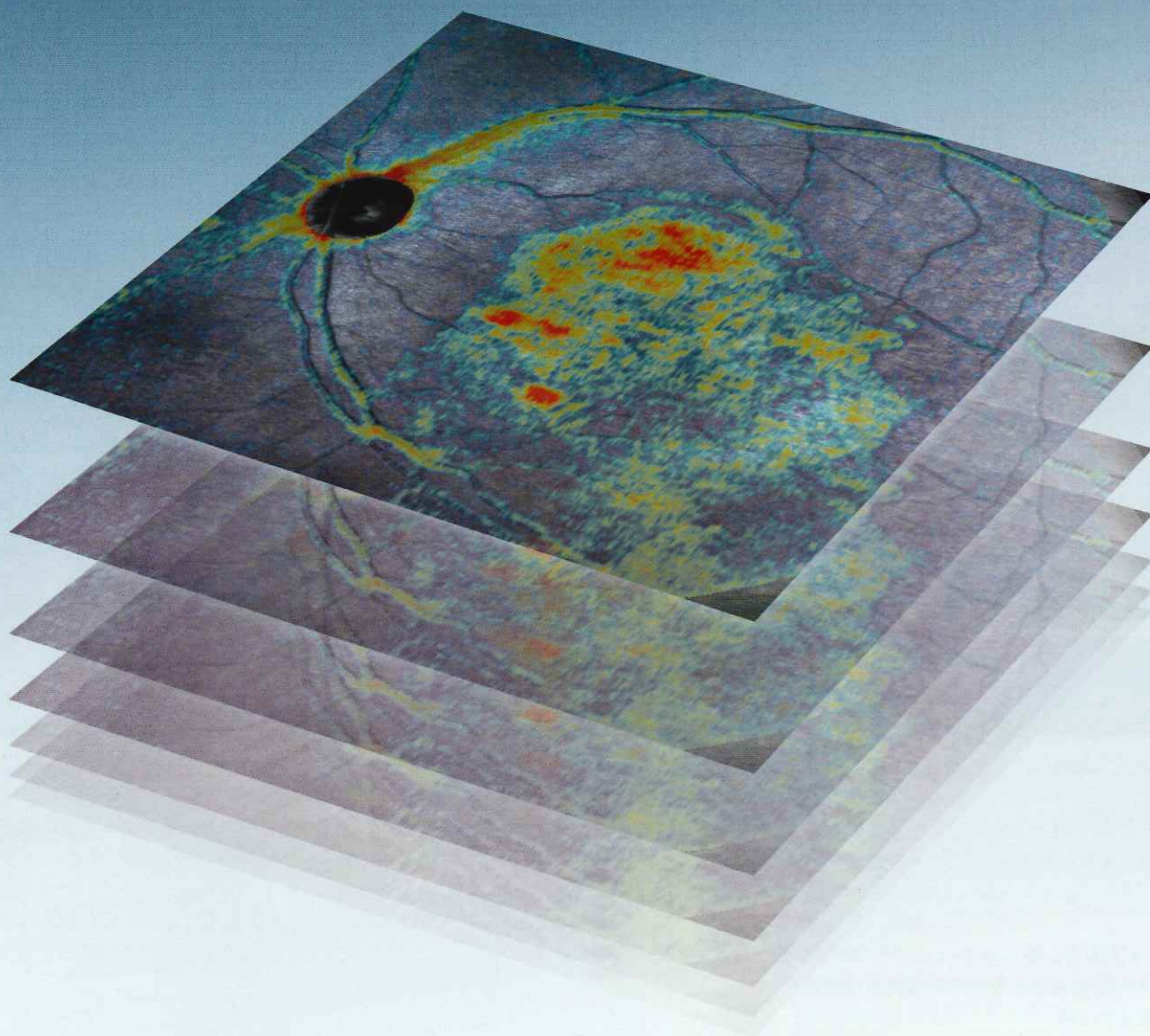




# SN Map

Optical Coherence Tomography

OCT Viewer for NAVIS-EX

## 読影ガイド

Glauvas / Mirante

## SNマップ (Structural normality map) の目的とは？

# 「診断の信頼性」を損なわずに「ワークフローを高速化」する

網膜光干渉断層計 (OCT) は日常診療において重要な役割を担っています。

GlauvasではOCTに求められる5つの柱を実現するために

1. 操作性、2. 緑内障、3. 血管、4. 網膜、5. 分析

それぞれを見直し、次世代に向けた新たな検査の提案を示してくれます。

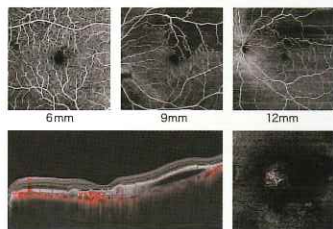
### Glaucoma&Retina

Glauvas 網膜マップ 15×12mm  
水平B-scan+GCC+RNFL



### OCT-Angiography

OCT-Angiography ※オプション



ORCC

※Glauvasとは、GlaucomaとVascularを語源とした造語です

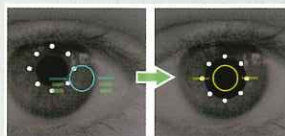
## Glauvas



250,000 A-scans/s  
SD-OCT  
Scan Rate 250,000 A-scans/s  
HIGH SPEED

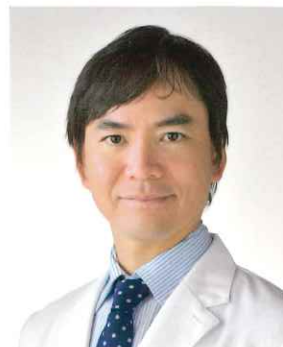
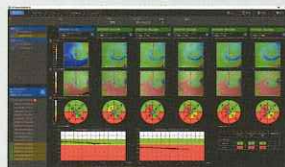
### Anterior 3D Auto Alignment

前眼部3Dオートアライメント機構



### Follow up Analysis

フォローアップ解析【緑内障】  
黄斑マップ (Progression)



医療法人明星会  
鹿児島園田眼科・形成外科 院長  
鹿児島大学眼科 客員教授

園田 祥三 先生

鹿児島  
そのだ眼科  
形成外科

## 目次

- SNマップは「DL(ディープラーニング\*)」セグメンテーション (以下DLS) における予測の不確実性の定量化」をおこなっている

\*1 設計段階でのみ用いており、製品での自律学習はいたしません

- 従来のOCT(厚みマップ解析)との違い

- 正常眼に現れるSNマップの「アーティファクトパターン」A B C を把握する

- 日常で使える読影ポイント

- ・網膜硝子体界面の観察、ならびに網膜深層の変化
- ・NPDR

- 経過観察の読影ポイント

- ・Pachychoroid CSC、無治療自然寛解例
- ・PCV
- ・ERM術前後の変化
- ・MH術前後の変化

- 新たな発見となる読影ポイント

- ・AZOOR
- ・RP

## WAYFINDING AI: A NEW WAY TO DETECT RETINAL DISEASE

A new approach may one day help clinicians better identify abnormalities overlooked with current imaging modalities.

By Taiji Sakamoto, MD, Shozo Sonoda, MD, PhD, and Hideki Shihara, MD



Artificial intelligence (AI) is attracting attention for its potential to make highly accurate diagnoses. \*1 But a major drawback of AI is its inability to demonstrate the specific clinical findings that are the basis of the diagnosis, known as

AI algorithm was developed to identify the location of findings, such as pigment epithelial detachments, on OCT images of AMD suspects. \*2 However, the algorithm requires a large graphic processing unit and is time-consuming. Our algorithm is simple, can be implemented using current OCT machines, and requires low computation time (Figure 1).

引用: Taiji Sakamoto, MD, Shozo Sonoda, MD, PhD, and Hideki Shihara, MD. "Wayfinding AI: A New Way to Detect Retinal Disease." Retina today, 2023. pp1-2. <https://retinatoday.com/articles/2023-apr/way-finding-ai-a-new-way-to-detect-retinal-disease>

「医師の診断の手助けとなるようなAI」

すなわちAIと協力して診断にあたると言う概念が「Wayfinding AI\*2」と呼ばれている

\*2 Adler-Milstein J, Chen JH, Dhaliwal G. Next-generation artificial intelligence for diagnosis: from predicting diagnostic labels to "wayfinding". JAMA. 2021;326(24):2467-2468.

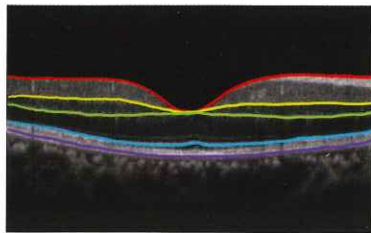
## SNマップ開発に至る着想～開発ストーリー～

網脈絡膜組織は、その機能を体現するため我々が知る組織構造を呈しています。疾患眼では、病状形成の過程で正常組織の破壊がおきるため、形態観察によりその状態を推察することに繋がります。OCTは組織断層像を観察できるので、昨今眼底疾患の評価に欠かせない機器となっています。

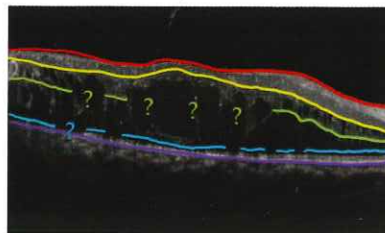
しかしOCT検査にも問題があり、全ての網膜断面を観察できておらず、微細な変化は見落とされている可能性があります。この課題を鹿児島大学医学部眼科学教室とニデックとの共同研究として協業する中で、DLSを使ってその変化を検出できないかと考えました。DLSを導入するにあたって、もう1つ注意した点があります。DLSによって疾患を診断するのではなく、正常構造からの逸脱を検出しアラートさせることです。結果のみを提示するBlack Box AIではなく、医師の診断を手助けするサポートAI (Wayfinding AI) であれば、医療現場も受け入れしやすいのではないかと考えました。

## SNマップは「DLSにおける予測の不確実性の定量化」をおこなっている

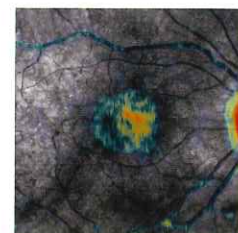
網膜を構成する細胞は、細胞内器官が整然と配列しているため、OCTでは10層の層構造が確認できます。層境界を検出させるプロセスの中で、網膜構造変化を検出できないかと考えました。



正常眼では層境界が明瞭



疾患眼では層境界が不明瞭



SNマップ (RPE/BM)

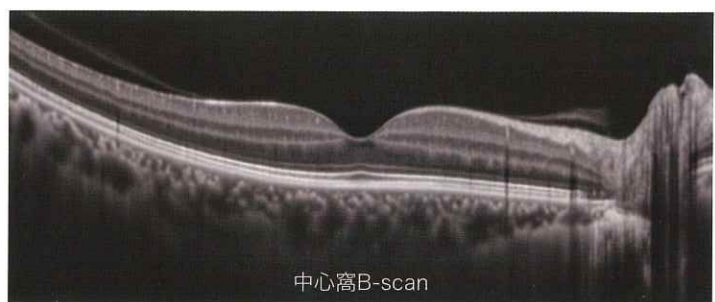
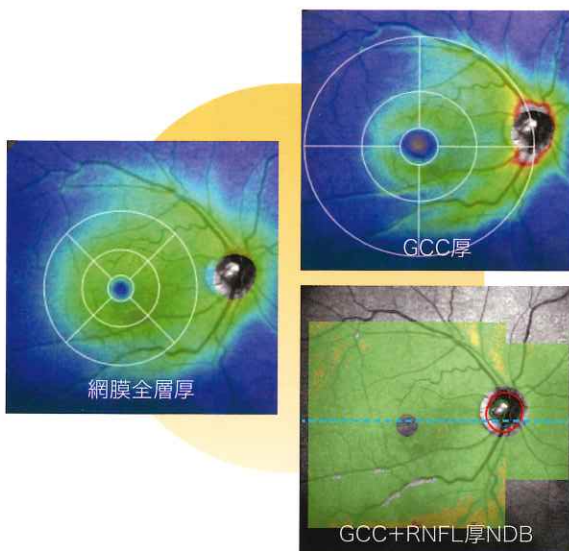
正常眼は網膜構造に異常がなく、層境界が明瞭であるため解析においても層境界検出が成功しやすいことが確認されています。一方、疾患眼では傷害部位の構造変化によって層境界が不明瞭なため層境界検出が難しく、構造変化の程度によっては複数の層にまたがって影響が現れているためさらに検出が困難になります。層境界検出の難しさは、DLSにおいては予測の不確実性として現れます。SNマップでは、この不確実性をDLSの出力を解析することで数値化し、カラーマップとして表現します(以降、「シグナル」とします)。\*3  
SNマップを用いることで層境界が不明瞭な領域を可視化することができます。

\*3 Shiihara H, Sonoda S, Terasaki H, Fujiwara K, Funatsu R, Shiba Y, et al. (2023) Wayfinding artificial intelligence to detect clinically meaningful spots of retinal diseases: Artificial intelligence to help retina specialists in real world practice. PLoS ONE 18(3): e0283214. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283214>



## 従来のOCT(厚みマップ解析)との違い

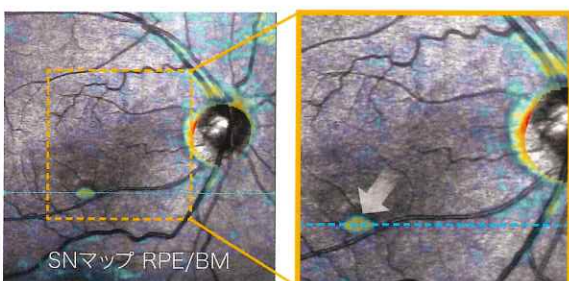
OCTにおける従来の解析は、網膜全層やGCC (Ganglion cell complex: 神経節細胞複合体) など複数の層を統合して厚み解析するのが一般的であり、局所的な構造変化を見つけ出すことが困難な場合があります。また、大量のB-scan画像を取得するため、そのすべてを読影するのは時間がかかり、小さな変化を見落とす可能性もあります。SNマップは、網膜の層ごとに構造変化を可視化することができるため、構造変化がどの層のどの位置にあるか、全体像を一目で把握することができ、読影すべきB-scan画像を瞬時に見つけ出すことができます。従来では、利用されていなかった膨大なデータから、注意すべきポイントを提供するSNマップは、診断の信頼性を損なわず、ワークフローを高速化できる可能性があります。



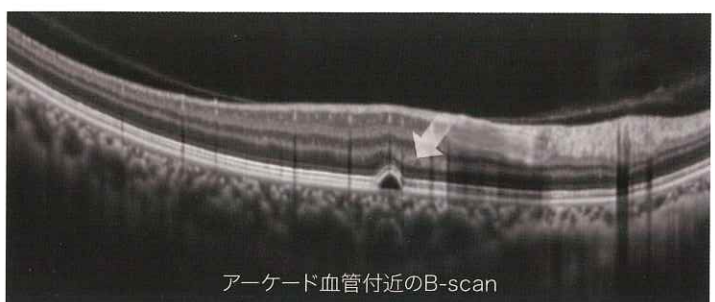
中心窩B-scan



従来では簡単に気付くことができなかった僅かな変化を示せる可能性



SNマップ RPE/BM



アーケード血管付近のB-scan

## 正常眼に現れるSNマップの「アーティファクトパターン」A B C を把握する

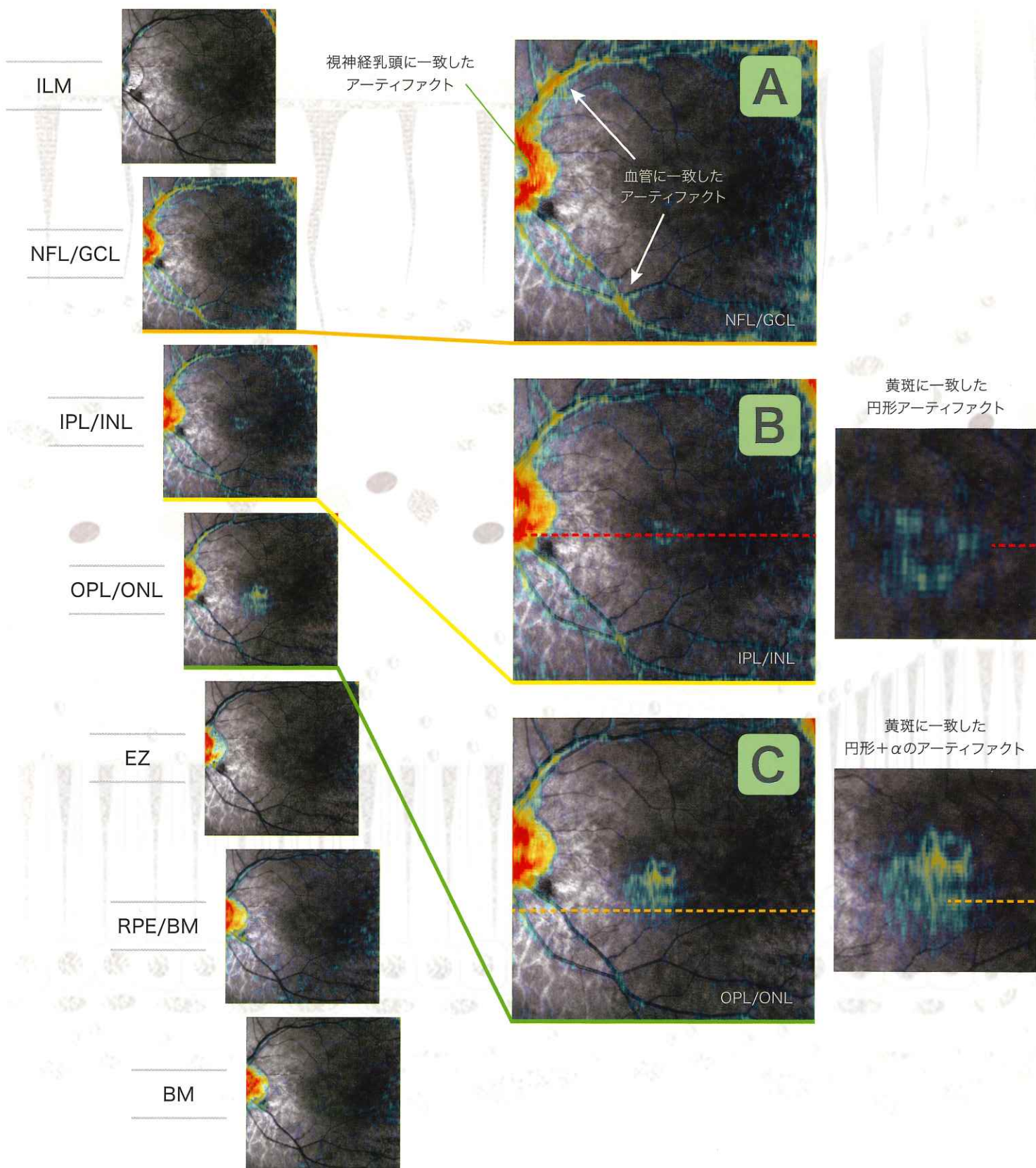
**A** 視神経乳頭/血管に一致したアーティファクト

**B** 黄斑に一致した円形アーティファクト **C** + $\alpha$ のアーティファクト

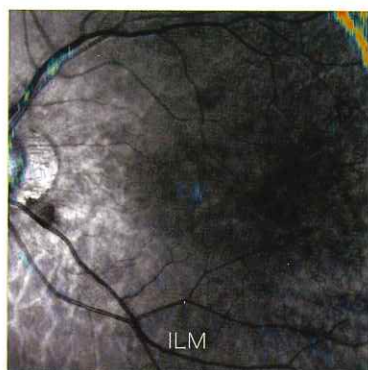
SNマップは「黄斑マップ/網膜マップ」の「黄斑疾患」タブで表示され、7層の各境界線を基にそれぞれのマップを任意表示することが可能です。赤外光による眼底画像上に、前述の不確実性の数値が色で表示されます。寒色系から暖色系になるにつれ不確実性が高値になっていくことを示しています。

※初期の表示設定では5つ(ILM,IPL/INL,EZ,RPE/BM,BM)のSNマップが表示されます

### SNマップ(正常眼)



正常眼



Point



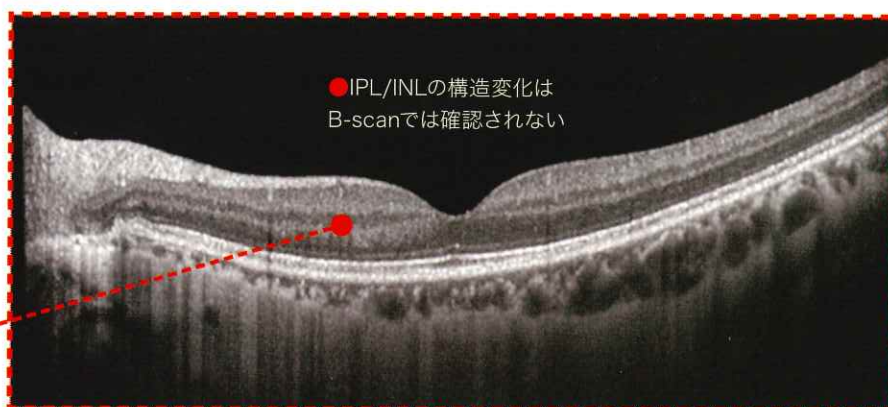
正常眼でも見られるアーティファクト **A B C**

左「ILM」に示したような、OCTで正常の網膜構造を示す部位では、SNマップに色表示はされない。

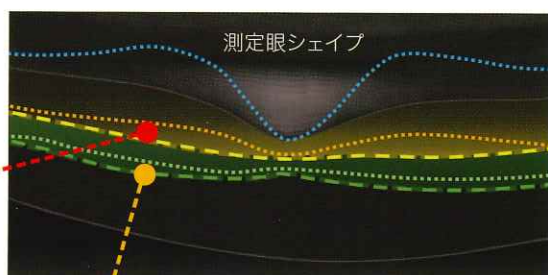
しかし正常構造でも、網膜血管に一致する部位では血管による影響の場合 **A** と、黄斑部もその陥凹構造によって陥凹構造を構造変化として捉えてしまう場合 **B** **C** は、不確実性が高値になる。

※これらのアーティファクトはSNマップの原理上疾患眼でも観察される

正常眼 中心窩B-scan イメージ



黄斑部イメージ



正常眼 黄斑付近+αアーティファクトのB-scan イメージ



Point



正常眼でありかつ年齢が低い症例ほど、黄斑部OPL/ONLで見られるアーティファクトに加えて、淡い緑色で表現されたアーティファクトが観察される。

これはOCTで観察できるヘンレ層に一致していると考えている。

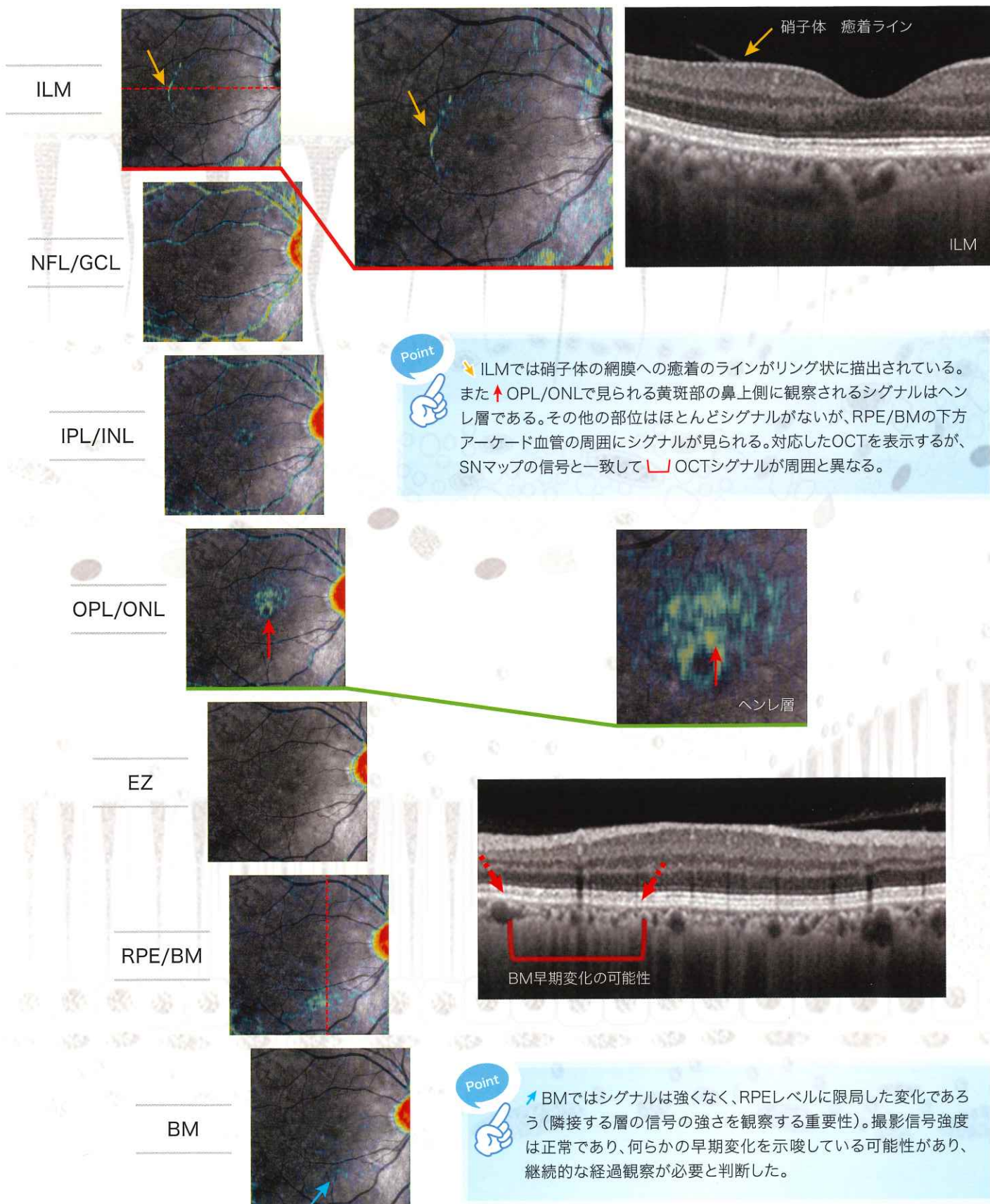
正常眼でも見られるアーティファクトを理解し読影ができると、異常が疑われる部分を特定しやすくなる。

## 日常で使える読影ポイント

### Early detection: 観察時点での気づき 1

「黄斑マップ/網膜マップ」の撮影を実施した際、中心窩のB-scan⇒網膜厚マップ⇒GCCマップの流れで各解析結果を観察し、最後に「SNマップ」で確認をすることで、短時間で眼底の潜在的な問題を把握することが可能です。

#### 網膜硝子体界面の観察ならびに網膜深層の変化



非増殖性糖尿病網膜症 (NPDR)

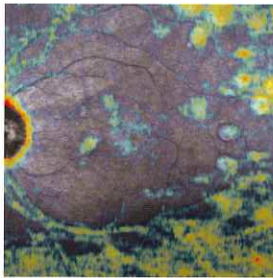


Point



左の眼底像から、網膜光凝固が施行されていることがわかる。光凝固はRPEの色素にエネルギーが最も吸収されるので、RPE並びにBMにレーザー痕が高シグナルで観察される。興味深いことに、EZや網膜内層にもレーザー痕よりも広い範囲でシグナルが観察されている。レーザーによる局所RPE障害による影響が、二次的に網膜内層にも及んでいることを捉えていると考えられる。

IPL/INL

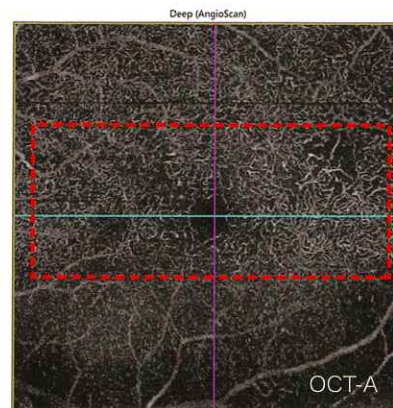
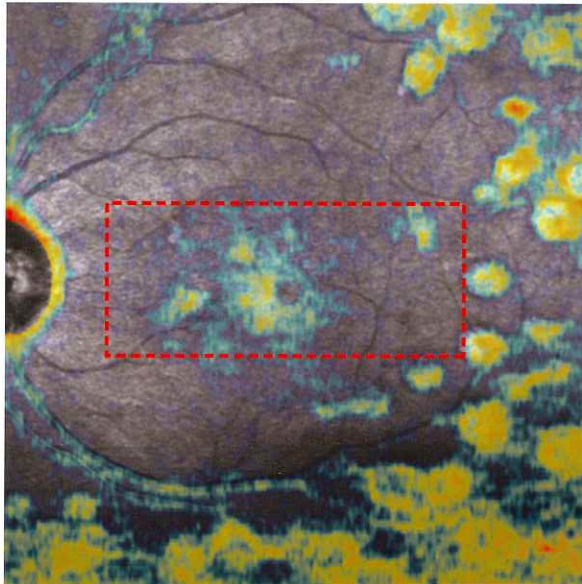


Point

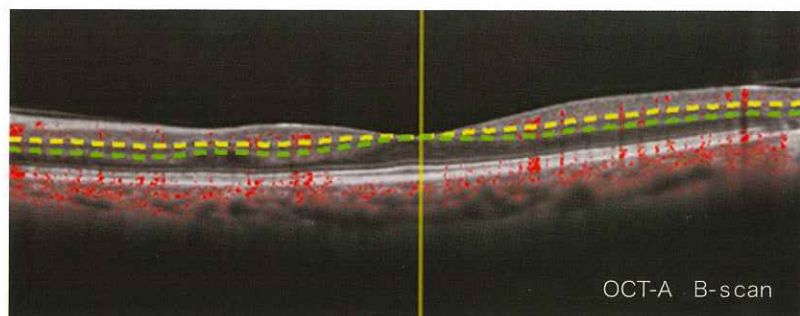
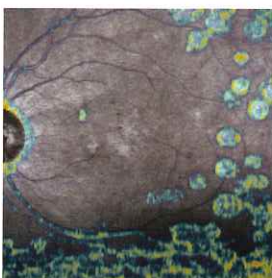


またIPL/INL並びにOPL/ONLに注目すると 黄斑近傍 を中心に広がりをもった斑状の高シグナルが観察される。OCT-Aと対比すると、OCT-Aの低反射領域に一致してSNマップでもシグナルが確認できる。OCT-Aでも初期変化はdeep layerに強くみられることは知られており、SNマップでも、OPL/ONLの方がよりシグナルが強くなっている（隣合う層のシグナル強度の確認）。DRの早期変化を正確に把握する可能性を示す症例といえる。

OPL/ONL



EZ

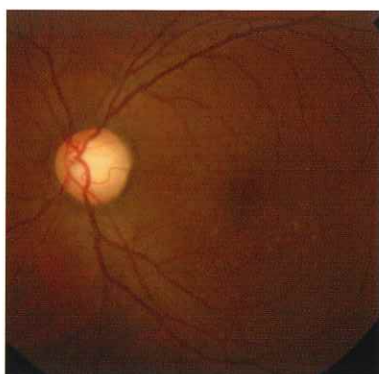
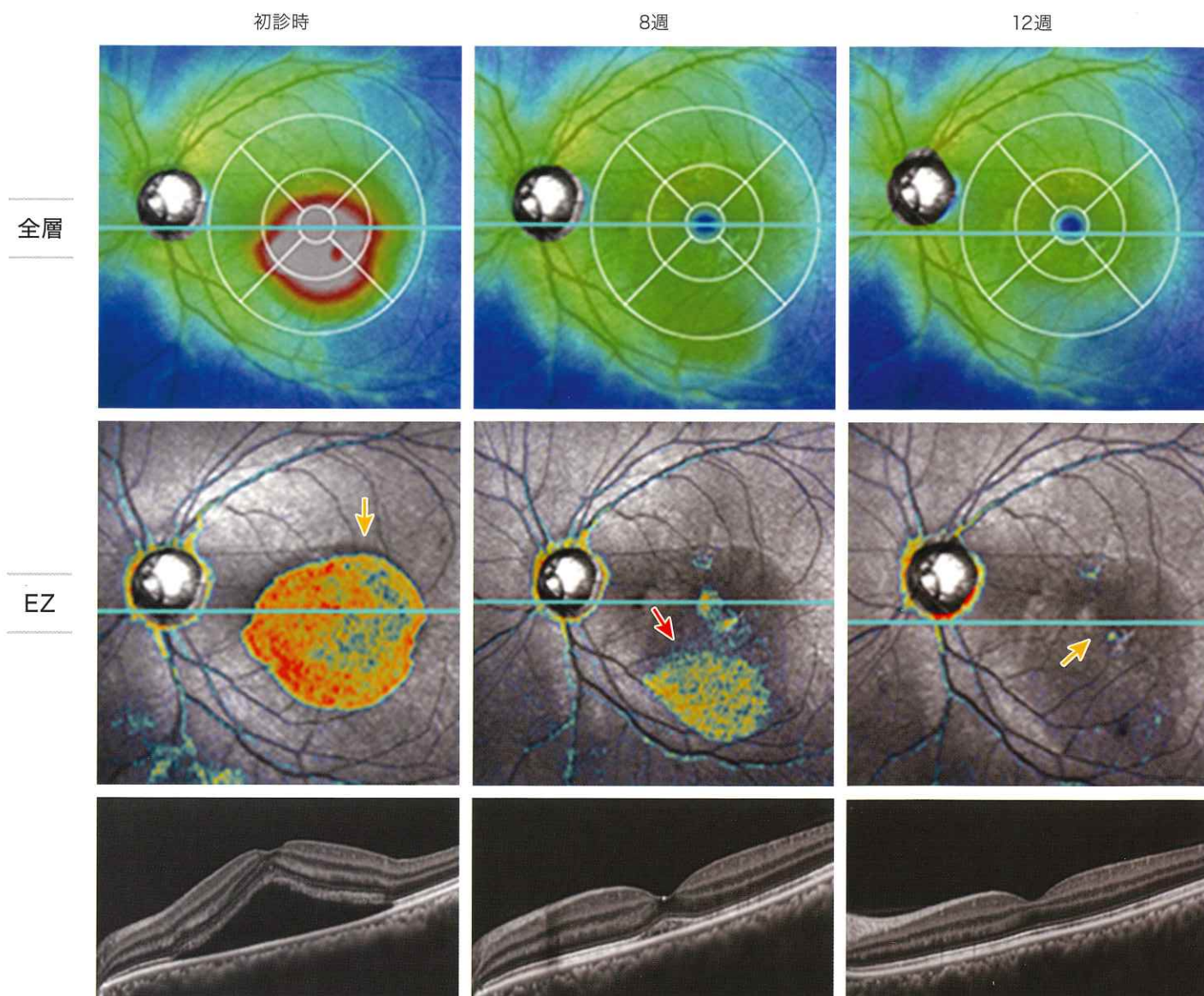


## 経過観察の読影ポイント

経時変化の読影精度向上に寄与：従来の観察法やスケールを変えることで気づきを与える ①

Pachychoroidスペクトラム疾患群を背景に合併した中心性漿液性網脈絡膜症(CSC)症例。視機能に直結するEZに注目すると、初診時、OCTで漿液性網膜剥離(SRD)に一致した部位に⚡高シグナルが観察されます。

### Pachychoroid CSC、無治療自然寛解例



Point

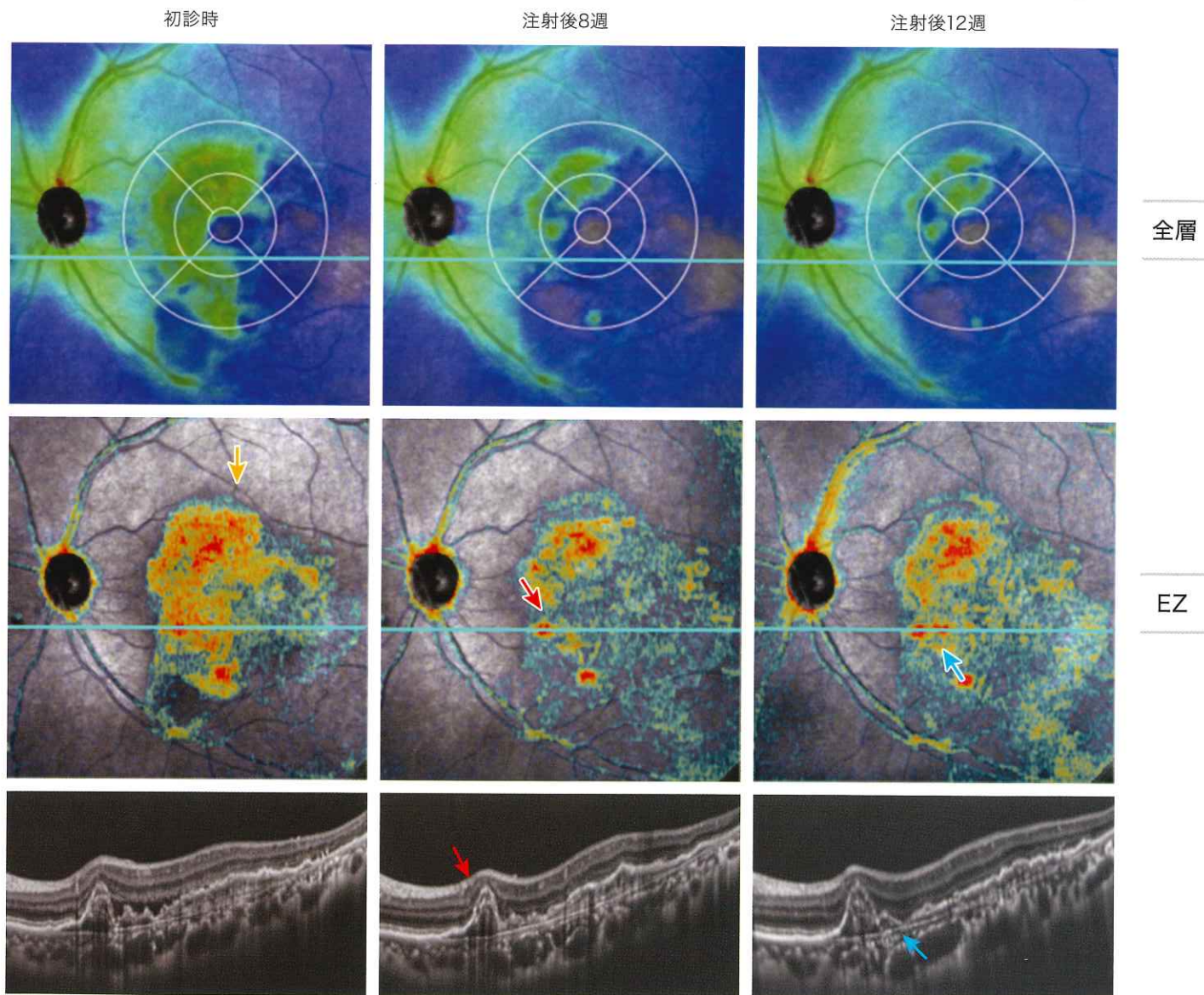


8週OCTではSRDはかなり吸収しているが、SNマップは⚡漿液が存在する部位、EZの障害部位を示してくれている。12週には漿液は完全に消失している。この時点でシグナルが残る⚡黄斑耳下側の部位が漏出責任部位であった可能性がある。

## 経時変化の読影精度向上に寄与: 従来の観察法やスケールを変えることで気づきを与える 2

ポリープ状脈絡膜血管症(PCV)症例の経時変化。大きなCNVを背景として、CNV辺縁部位に複数のポリープが形成される、いわゆるPolypoidal CNV型。RPEやBMでは全体がCNVに一致して高シグナルとなりますが、EZで観察すると、丈が高いポリープ病変に一致して、特に強いシグナルとして観察されます。

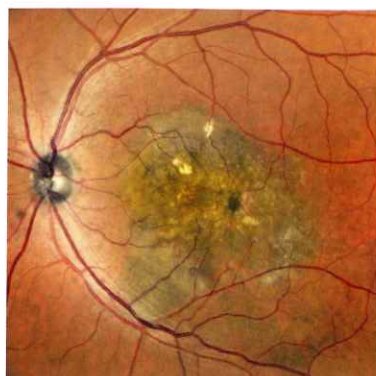
### ポリープ状脈絡膜血管症(PCV)抗VEGF治療後の経時変化



#### Point



本症例では、初診時ではSRFの存在により、EZでも ↓ 広範囲に黄色から赤のシグナルが観察される。抗VEGF治療をおこなうと、SRFは速やかに消失した。一方、注射から8週では ↓ SRFの消失に伴い、ポリープ病変が明確にわかる、12週では ↓ ポリープの拡大が観察され再び抗VEGF治療をおこなった。AMDの経時変化観察にもSNマップは有用である。

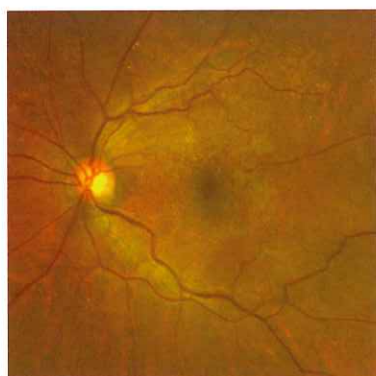
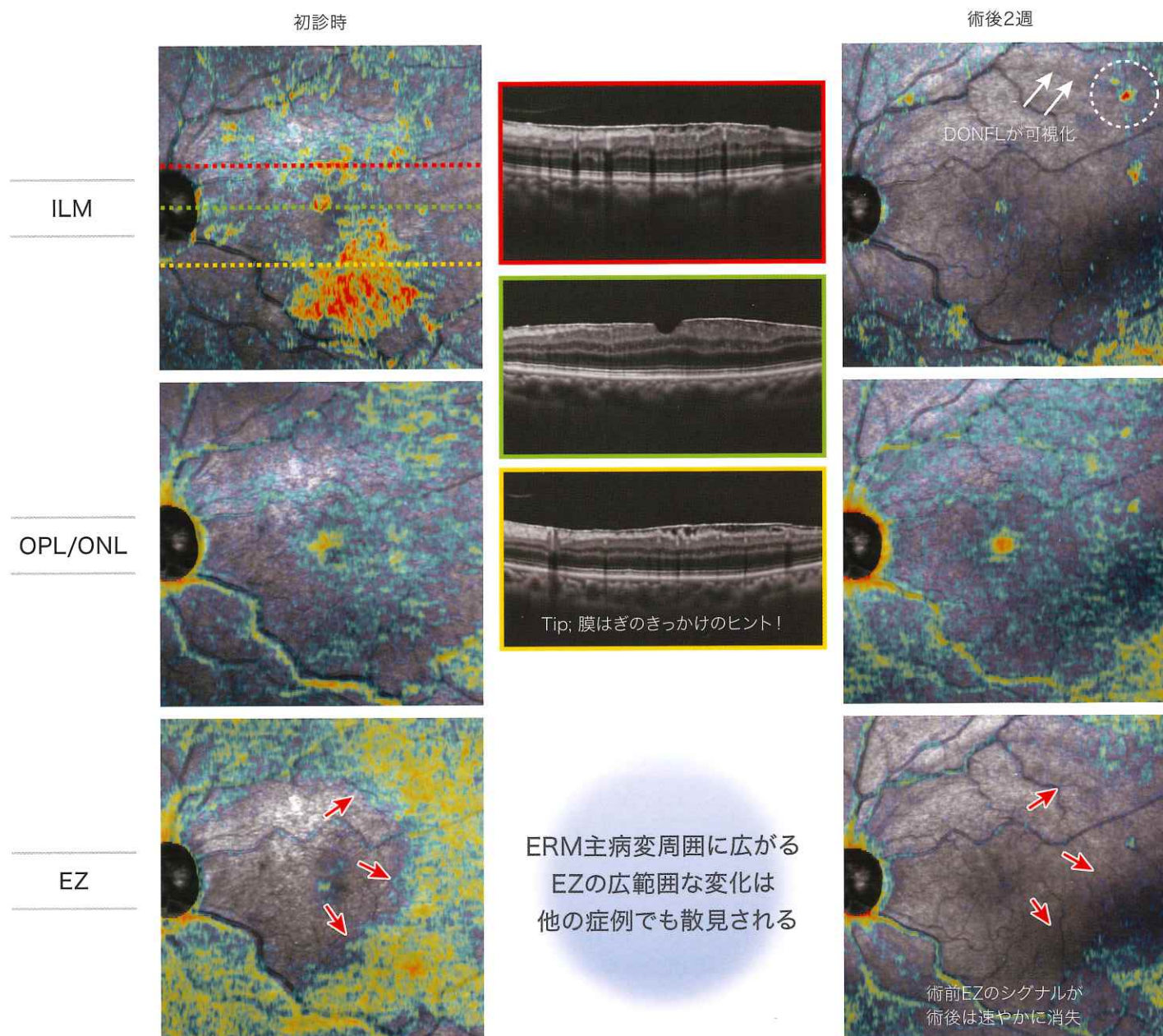


## 経過観察の読影ポイント

経時変化の読影精度向上に寄与：従来の観察法やスケールを変えることで気づきを与える [3]

網膜前膜症例の硝子体手術前と術後2週間の比較。ERMは後極全体に分布していますが、ILMのSNマップのシグナルの強度にはグラデーションがあります。これはERMとILM面との接触の程度と関係があると考えています。ILM面にべったりとはりついている部位ではシグナルは弱く、ILM面とのスペースがあるほど、シグナルが強くなる傾向があります。

### ERM術前後の変化



Point



ILMの情報を活用し、シグナルが強い部分から手術時のERM剥離を開始するきっかけ作りの参考となる。

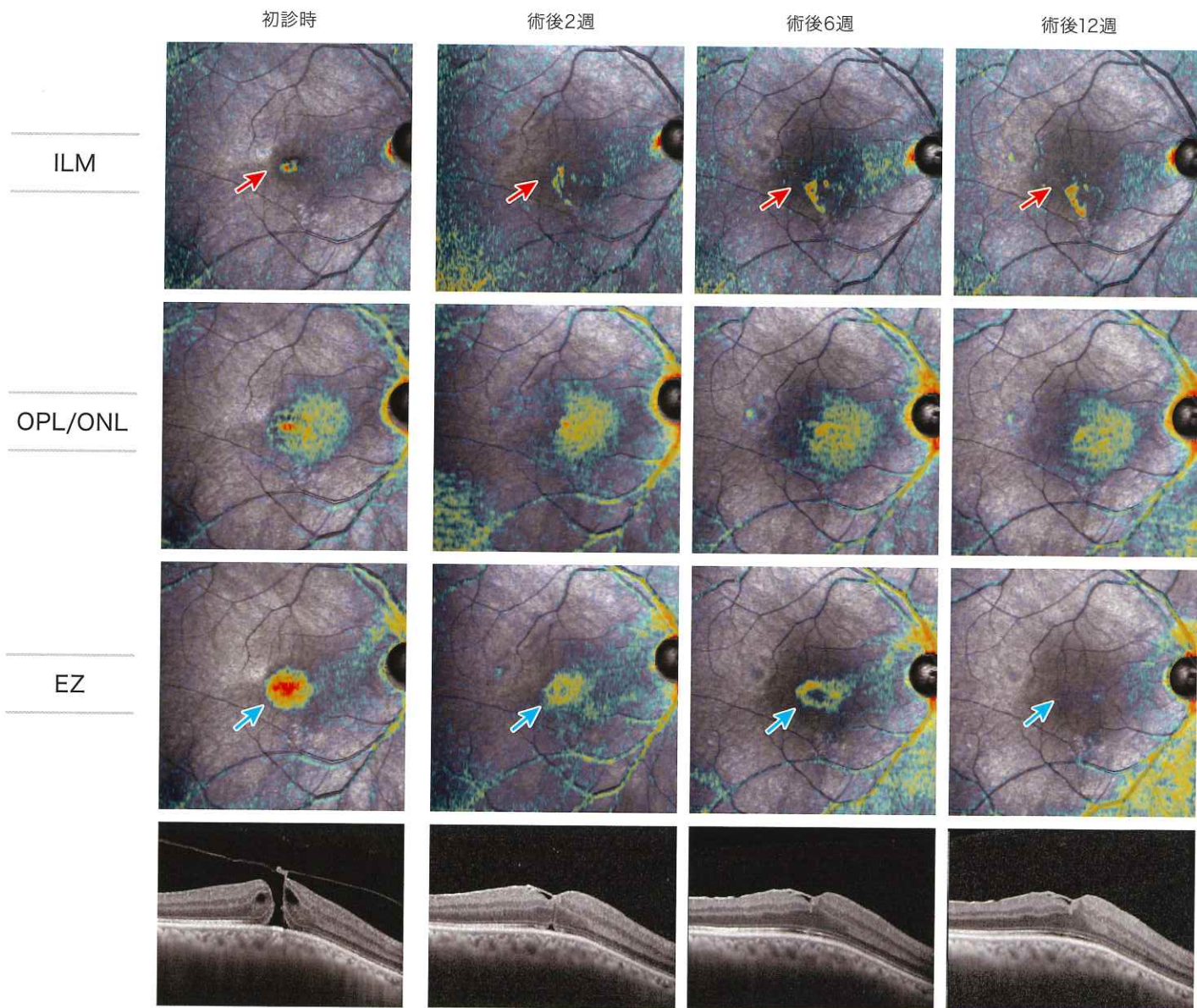
↑ EZとではERMで黄斑形態が術前変化していることを示唆しており、手術によってそれが速やかに解除されている。また一致している斑状のシグナルが確認できるが、手術によりOPL/ONLではERM領域が低減している。EZやOPL/ONLでのSNマップの変化は、ERMの新たな定量評価へつながることを期待している。

※本症例において、SNマップ(ILM)では、手術時、ILM剥離のために○で示す部位を鑷子でつかんだ際のDONFL(術後網膜神経繊維層欠損)を明確に確認できた

## 経時変化の読影精度向上に寄与：従来の観察法やスケールを変えることで気付きを与える 4

黄斑円孔術後の経時変化。手術後時間経過と共に黄斑円孔はB-scanで閉鎖が確認できます（最下段）。SNマップのEZ面でも、黄斑円孔閉鎖過程が確認できます。今後MH術後の視機能評価の1つの指標となるかもしれないことを示す症例です。

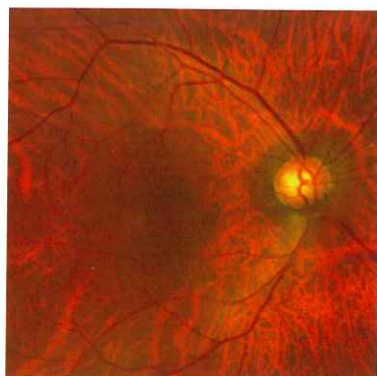
### MH術前後の変化



#### Point



SNマップのILMを観察すると、手術中にILMを剥離しているが、本症例では、術後、急速にグリア細胞が増殖してきている。B-scanでも確認はできるが、SNマップの方が面的にグリア細胞の増殖が広がっていく様子を確認できる。黄斑下方に向かって細胞増殖が強いことがわかる。



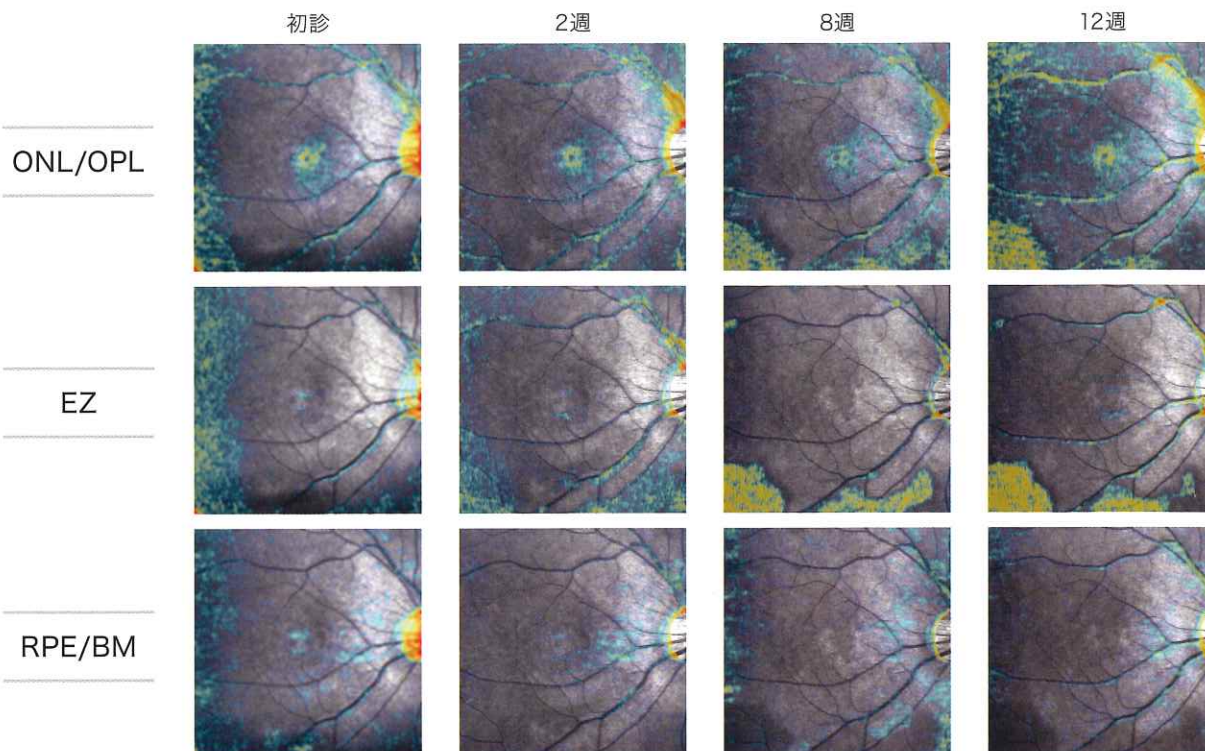
## 新たな発見となる読影ポイント

EZのシグナル有無は重要

経過観察、手術決定の補助や術後経過観察への応用

急性带状潜在性網膜外層症(AZOOR)関連疾患の経過観察。眼底自発蛍光では過蛍光領域は消失しており、視力も改善。これまでの経過観察法では軽快と判断されます。しかしSNマップEZに注目すると異常シグナル領域は拡大しています。SNマップを活用して視細胞レベルでの変化を面的に評価できる可能性があります。

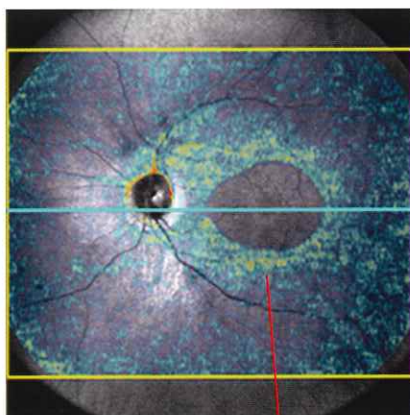
### 急性带状潜在性網膜外層症(AZOOR)関連疾患



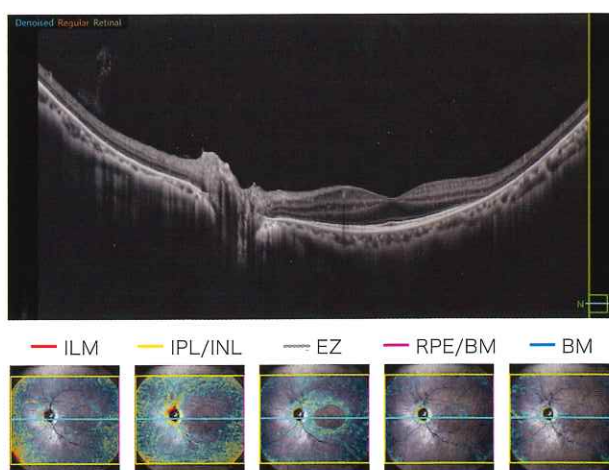
### 網膜色素変性症(RP)

網膜色素変性の症例。OCT B-scanでも傷害の有無は判断できますが、SNマップのEZ面の観察をおこなうと、視細胞傷害の程度が、経時的に面的に評価できる可能性があります。

#### EZ: 構造マップ



EZ: 視細胞破壊領域の境界が明瞭

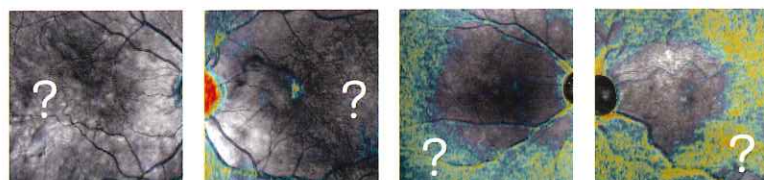


視細胞破壊された領域の網膜内層の構造異常を描出し、傷害を可視化

#### Point

#### SNマップの活用

まだまだ分からないことが多い。  
さらに症例に対して理解を深めて、OCT解析画像表現による疾患読影観察に注目していくなど、OCTによる新たな観察手法の道を開きたい。



販売名: 光干渉断層計 RS-1

販売名: 共焦点走査型ダイオードレーザ検眼鏡 Mirante

販売名: 画像ファイリングソフトウェア NAVIS-EX

※性能改善のため外観および仕様は予告なしに変更されることがあります。