

# AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

眼科写真 (2014) 31:25-29.

光干渉断層撮影法 (Optical Coherence Tomography) En face 画像で観察する黄斑疾患

間瀬 智子, 石子 智士, 福井 勝彦

# 光干渉断層撮影法 (Optical Coherence Tomography) En face 画像 で観察する黄斑疾患

間瀬 智子 石子 智士 福井 勝彦  
旭川医科大学

## 1. はじめに

眼科における眼底画像検査は、眼底写真撮影に、眼微小循環の情報が得られる蛍光眼底造影など、網膜を正面から観察する検査法が基本である。しかし、光干渉断層撮影法 (Optical Coherence Tomography; 以下 OCT) が登場し、網膜を断面図 (以下 B-scan 画像) として捉えられることが出来るようになった<sup>1)</sup>。網膜の断層を観察することで、立体的に病変を把握でき、今や網膜病変の評価において臨床不可欠の検査の一つである。

最近の OCT の撮影スピードの高速化、画像の高解像度化によって、網膜の断層像において詳細な網膜層ごとの評価が可能となった。さらに、一定領域における複数の断層像を連続的に撮影することで OCT による網膜の立体画像を得ることも可能になった。この情報から、眼底を正面から捉える En face 画像が再構築できる<sup>2)</sup>。この画像では B-scan 画像では捉えにくかった病変の位置と広がりをもより詳細に捉えることができる。例えば、最近の技術として OCT angiography は造影剤なしで血管構築を描出できる方法として注目されているが<sup>3)</sup>、これは OCT の情報を再構築した血流のある血管の En face 画像である。

今回我々は、黄斑疾患に対して OCT から得られた B-scan 画像と En face 画像による評価を行い、他の画像検査と組み合わせることで、病態の把握に有用であった症例を紹介する。

## 2. OCT での En face 画像

最近の OCT 装置では、B-scan 画像で得た断層像を連続的に繋ぎ合わせて、正面から見た像、すなわち En face 画像を再構築できる。この En face 画像には 2 種類の画像表示方法があり、眼球の前額断で網膜の層構造に関わらず断層面を構築する画像と、網膜層の形状に沿ったラインで構築する画像がある。いずれの En face 画像も病変の種類や形状によって使い分けることにより B-scan 画像では分かりにくい情報が得られる。後者では図 1 に示すように各網膜層を分離して立体的に表示することが可能である。正常眼の En face 画像を図 2 に示す。青・緑・黄・赤のそれぞれのラインが任意の

網膜層の基準線で (自動的にトレースされる)、それに対応した平面画像が色分けされて表示される。

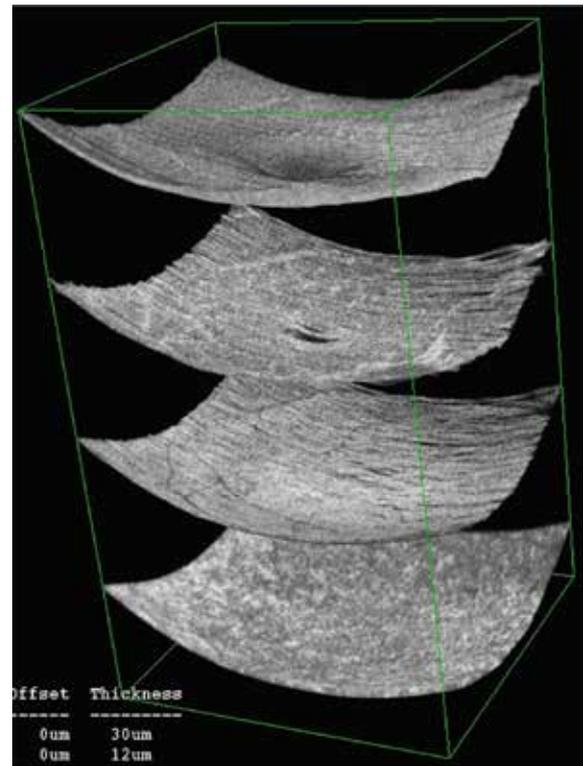


図 1 正常人網膜の層別 3D 画像

上から順に内境界膜、内網状層、網膜色素上皮、脈絡膜の厚みを一定にして切り取った画像。

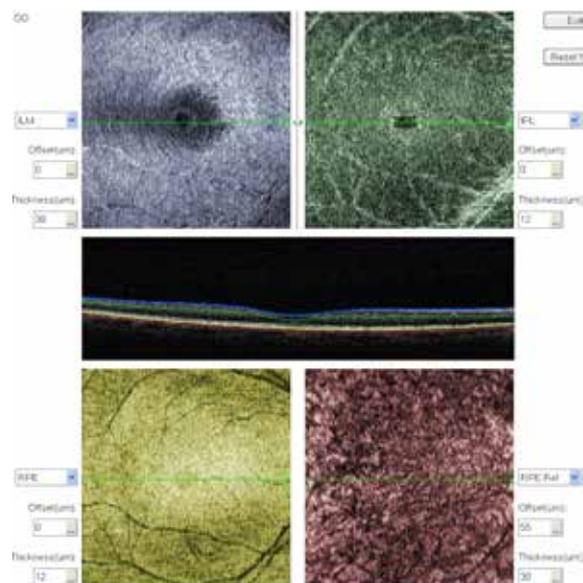


図 2 正常眼 En face 画像

### 3. 方法と対象疾患

撮影機種として、Optvue 社の RTvue-100 を用いた。通常の断層撮影に加え、3D Macular の撮影モードで検査を行った。結果表示の際には、自動的にトレースされた網膜層のラインを選択した。次に、表示する層の厚みを選択し、その部分での En face 画像を表示した。病変の網膜層での部位や、形状によってこれらの条件を変化させた。

また、カラー眼底写真、蛍光眼底造影検査（フルオレセイン蛍光眼底造影検査；以下 FA、インドシアニングリーン蛍光眼底造影検査；以下 IA の同時撮影）を用い、各所見と照らし合わせて En face 画像を観察した。

対象疾患は、中心性漿液性脈絡網膜症、融合ドルーゼン、網膜中心静脈閉塞症、黄斑上膜、加齢黄斑変性の 5 つの黄斑疾患とした。

### 4. 症例と解説

#### 1) 中心性漿液性脈絡網膜症 (CSC)

黄斑部に漿液性網膜剥離 (SRD) を認め、上耳側に漏出点を呈した中心性漿液性脈絡網膜症の症例を示す。まず、本症例の SRD 所見を用いて、En face 画像の解析方法を示す。図 3 に示す様に 4 種類の画像が表示される。それぞれ異なる網膜層レベルの En face 画像で、デフォルトでは左上・右上・左下・右下の画像順で網膜浅層から深層の En face

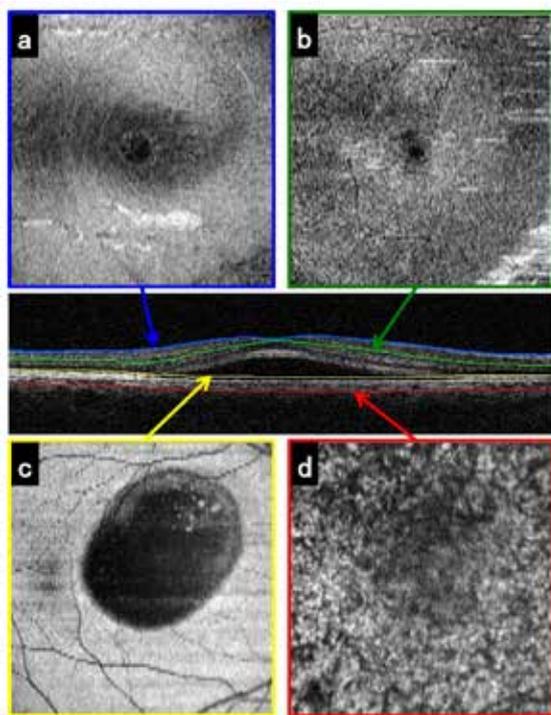


図 3 En face 画像 (CSC)

a: 内境界膜 b: 内網状層  
c: 網膜色素上皮 d: 脈絡膜での画像を構築

画像が表示される。中心にある B-scan 画像上の 4 本の線は、各 En face 画像の網膜層での深さを示している。図 4 では同じラインを用いて左上から右下の画像順に画像構築の深さレベル (offset) を変化させた En face 画像であり、表示する深さによって病変の見え方が変化する。図 5 は offset を固定し、表示する厚みの範囲 (thickness) を変化させた En face 画像で、左上が最も薄く右下が最も厚い画像である。この設定で 1 枚の画像に反映される情報量が増え、薄いほど情報量が少なく、厚いと多くなるため、病変の深さの方向の広がりを見て設定する。

En face 画像では、通常の断層像と同様に、選択面においてシグナルの強いものは高反射、弱いものは低反射として描出される。図 6 では高反射部

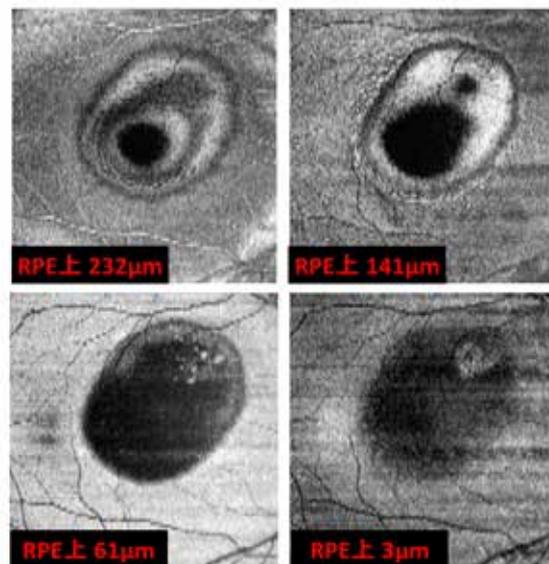


図 4 En face 画像での offset の変化

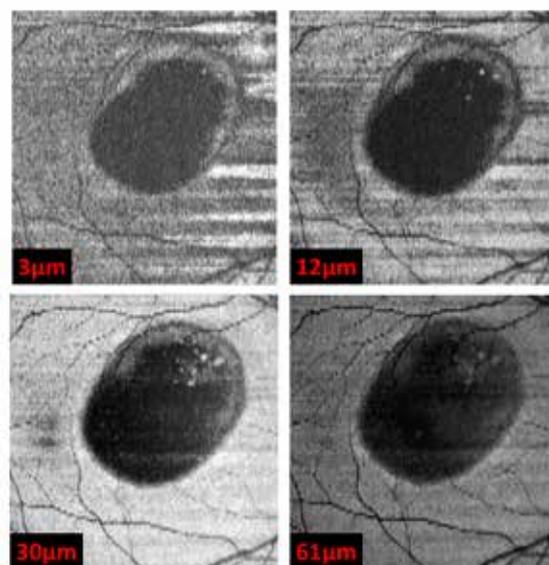


図 5 En face 画像での thickness の変化

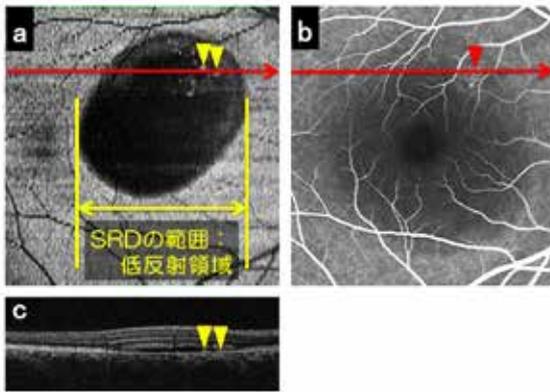


図6 CSCの画像所見

黄色矢印：高反射の2点を認めた。  
 b：FA 63秒 赤色矢印：高輝度の漏出点を認めた。  
 c：a,bの赤色直線のB-scan画像  
 黄色矢印：RPEの隆起を認めた。

位がB-scan画像の網膜色素上皮隆起部と一致していた。このように中心窩外に所見がある場合、En face画像で病変の位置を同定し、局所的にB-scanを行うと効率的に病変を捉えられる。また、En face画像では高反射部位が2カ所、FAでは漏出点が1カ所認められた。よって、FAは活動性の評価に有用であるが、En face画像では造影検査で捉えられない活動性の低い病変も描出することが可能であった。以上より、従来からの評価方法であるB-scan画像やFAにEn face画像を組み合わせることにより詳細な評価が可能であることがわかる。

## 2) 融合ドレーゼン

黄斑部に大型の融合ドレーゼンを認めた症例を示す。黄斑部のB-scan画像にて網膜外層に高反射を認めた(図7)。眼底写真ではドレーゼンの輪郭が不鮮明であり、B-scanでもその広がり不明である。しかし、図8bに示すとおり網膜色素上皮レベルのEn Face画像では、ドレーゼンの辺縁が高反射のリングとなって描出され形状が明瞭となった。また、B-scan画像で認めた高反射部を網

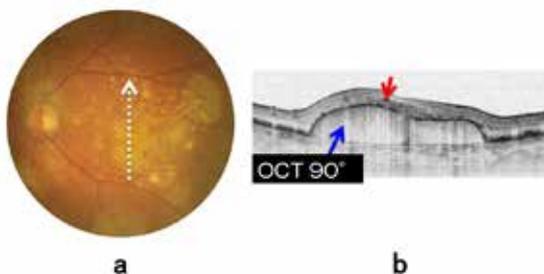


図7 融合ドレーゼンの画像所見①

a：カラー眼底写真  
 b：aの白破線部のB-scan画像  
 赤矢印：網膜外層に高反射を認めた。  
 青矢印：融合ドレーゼン

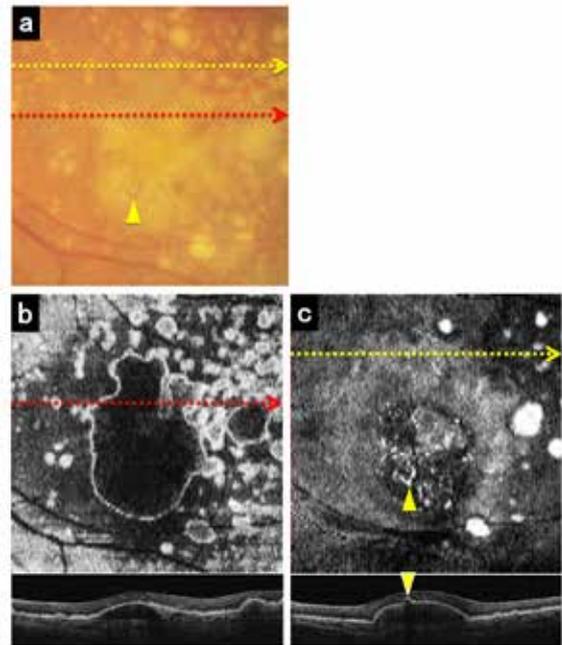


図8 融合ドレーゼンの画像所見②

a：黄斑部カラー眼底写真 黄矢印：楔形の色素沈着部  
 b：上) RPEレベルのEn face画像  
 下) 赤色破線のB-scan画像  
 c：上) 網膜外層レベルのEn face画像  
 下) 黄色破線のB-scan画像  
 黄矢印：aの色素沈着部に一致した高反射部位

膜外層レベルのEn face画像でみると、楔形の高反射がみとめられた(図8c)。これをカラー眼底写真と照らし合わせたところ茶褐色の色素沈着部位に一致していた(図8a)。以上のようにOCT所見とカラー眼底写真の色情報と組み合わせると、詳細な所見の評価が可能となることがわかる。

## 3) 網膜中心静脈閉塞症 (CRVO)

網膜中心静脈閉塞症の症例を示す。B-scan画像では内顆粒層の囊胞様変化と、外網状層の網膜膨化が認められた(図9)。En face画像では、内顆粒層レベルの囊胞様変化領域に蜂の巣状の高反射が描出されていた(図10a)。また、その下の外網

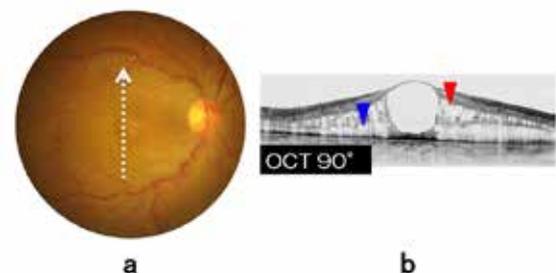


図9 CRVOの画像所見

a：カラー眼底写真 b：B-scan画像  
 赤色矢印：内顆粒層の囊胞様変化  
 青色矢印：外網状層の網膜膨化

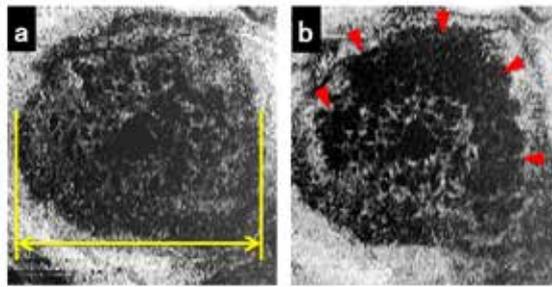


図 10 CRVO の En face 画像所見

a: 内顆粒層レベルの画像 黄矢印内: CME の範囲  
b: 外網状層レベルの画像 赤矢印: 網膜膨化領域

状層レベルの網膜膨化領域は境界不鮮明な低反射領域として捉えられた (図 10 b)。よって、B-scan 画像と En face 画像を組み合わせることで各層における病巣の広がりや形状が明瞭となることがわかる。

#### 4) 黄斑上膜 (ERM)

白内障を有する患者の黄斑上膜の症例を示す。カラー眼底写真ではかすかに皺襞が観察可能であるが、白内障により不明瞭となっている (図 11 a)。B-scan 画像では網膜上膜による網膜表面の凹凸が

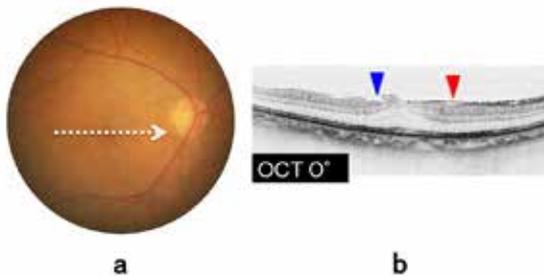


図 11 ERM の画像所見

a: カラー眼底写真 b: B-scan 画像  
赤矢印: ERM 青矢印: ERM による皺襞

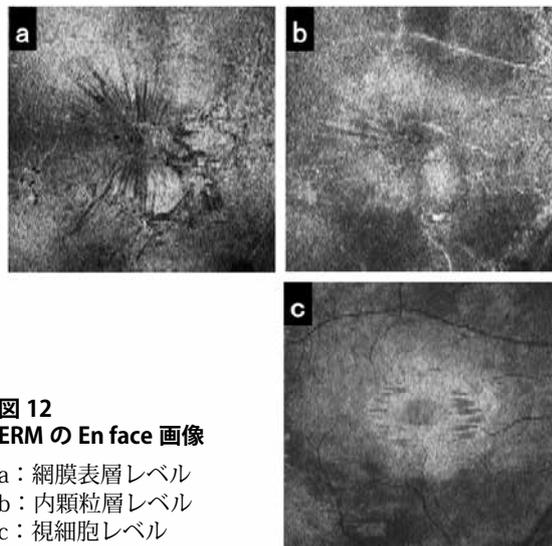


図 12 ERM の En face 画像

a: 網膜表層レベル  
b: 内顆粒層レベル  
c: 視細胞レベル

認められたが、その範囲や広がりや不明である (図 11 b)。しかし、網膜表層レベルの En face 画像では皺襞の広がりや凹凸が鮮明に描出された (図 12 a)。また、B-scan 画像では網膜表層の皺襞は明瞭だが、その下の網膜層への影響は捉えることが出来ない。En face 画像では内顆粒層レベルにおいても皺襞が認められ (図 12 b)、視細胞層レベルでもわずかに皺襞の形成が認められることから (図 12 c)、網膜深層まで ERM の影響が及んでいることがわかる。したがって、B-scan 画像では捉えられない所見が En face 画像では観察できる症例があることがわかる。

#### 5) 加齢黄斑変性 (AMD)

滲出型加齢黄斑変性の症例を示す。黄斑部に網膜下出血を伴い、蛍光眼底造影検査にて黄斑部に新生血管網が認められた (図 13 a)。IA 画像で認められた新生血管網の左上と右下にある脈絡膜血管を En face 画像と比較すると、網膜色素上皮下の浅いレベルでは、左上の脈絡膜血管のみが描出された (図 13 b)。更に深いレベルでは、左上の脈絡膜血管は認めず、右下の脈絡膜血管のみが描出された (図 13 c)。IA では異なった深さの情報が一度に撮影されるため、所見の深さは把握出来ない。しかし En face 画像では、任意の深さでの血管走行の情報を得ることが可能であり、病変の深さを評価することが出来る。

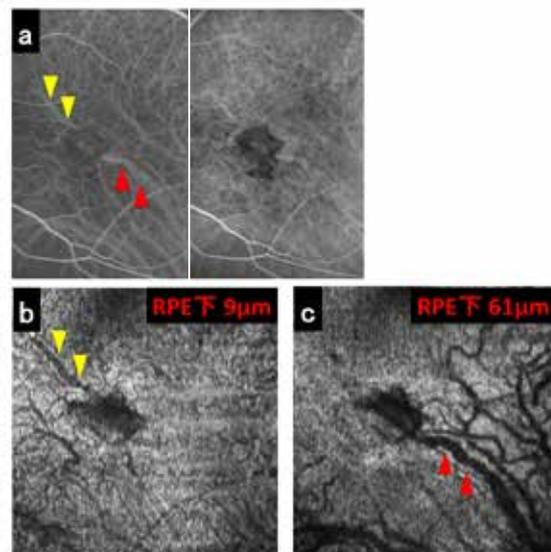


図 13 AMD の画像所見

a: IA 画像 (左: 46 秒, 右: 606 秒)  
b: 脈絡膜浅層の En face 画像  
黄矢印: a で示す血管と一致  
c: 脈絡膜深層の En face 画像  
赤矢印: a で示す血管と一致

## 5. まとめ

今回、黄斑疾患を対象に、一般的な画像検査に加えて En face 画像を合わせて用いることが有用であった症例を紹介した。その有用性を5つ示す。1つめは、En face 画像を FA 画像と組み合わせることにより、病変部における活動性部位と非活動性部位の特定ができる症例があること。2つめは、En face 画像をカラー眼底写真と組み合わせることで、両者が対応した病変部位の色彩情報が分かること。3つめは、En face 画像を B-scan 画像と組み合わせることで、病変を立体構造として捉えやすいこと。4つめは En face 画像は病変部位やその広がりを持しやすいのみならず、B-scan 画像では捉えられない所見を観察出来る症例があること。5つめは、En face 画像を IA 画像と組み合わせることで、脈絡膜血管の立体構造が把握出来ることである。以上から、En face 画像では症例の特徴に合わせて、他の画像検査と組み合わせることで、より多くの情報が得られ、病変の詳細な評価が可能であることがわかる。

現在ではプログラムのバージョンアップや Swept Source-OCT によるスキャン速度の高速化等によって、撮影時間の短縮や画像構築の性能も上がり、患者の負担は軽減され、明瞭な画像を得ることが出来るようになってきている。しかし、En face 画像の質は OCT のスペックに加え、患者の条件にも依存する。本装置では撮影時間が3～4秒であるが、患者の固視不良によって病変がうまく描出できない場合もあるため、あらかじめ患者に検査の所要時間や内容を充分理解させ、撮影直前まで瞬きを促し、タイミングを合わせて撮影することが撮影のポイントである。また、通常の OCT 撮影と同様に中間透光体の混濁によってシグナル低下の影響を受けるが、ジョイスティックでアライメントを調整し、混濁を撮影部位から回避することで明瞭な画像が得られることがある。

今回実際に En face 画像による評価をするにあたり、画像解析に最も重要であったのは、適切な条件 (offset, thickness) の設定であった。観察したい病変の大きさや深さを把握して、これを適切に行うことで後の病変検索をスムーズにし、詳細に所見を観察することができた。OCT による En face 画像は B-scan 画像と同様に、侵襲性がなく情報量が多い。加えて、一度撮影を行えば撮り残しをすることなく、後日、必要な断面の画像を適切な条件の設定で描出できる。そして、中心窩と病変部の位置関係がわかりやすいのも利点である。

以上、黄斑疾患の形態評価における En face 画像の有用性について解説した。通常の OCT B-scan 画像に加え En face 画像で形態を評価することは、網膜病変評価の一助となるため、積極的に行うことをお勧めしたい。

## <参考文献>

- 1) 丹野直弘：OCT. 前田直之ほか編：眼科診療プラクティス 71 診療に役立つ眼科学. 文光堂, 東京, 108-109, 2001.
- 2) Sakamoto S, Ikuno Y, Fujimoto S, et al: Characteristics of the Retinal Surface After Peeling in Highly Myopic Eyes. Am J Ophthalmol 158: 762-768, 2014.
- 3) Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ: Retinal Vascular Layers Imaged by Fluorescein Angiography and Optical Coherence Tomography Angiography. JAMA Ophthalmol. Published online doi: 10.1001, 2014.