



Dr.Salmon Newsletter

# World News & Views

-Letters from Dr.Salmon, NSU-

夏が終わり、Northeastern State University (NSU)では秋の新学期が始まります。新しい学生が入学し、また夏休みを日本で過ごした日本人学生たちが戻ってきます。わたしはこの時期が大好きです。また、今はサッカーシーズンの始まりでもあります。NSU の日本人学生たちはサッカーが大好きで、私も息子と一緒に彼らとよくサッカーを楽しんでいます。



サッカー日本代表のユニフォームに身を包む Dr. Salmon(中央)と彼の息子(右)、NSU の日本人学生(左)

今回の newsletter でアベロメトリのシリーズは最終回となります。アベロメトリは視覚、光学の研究で最先端の技術です。わたしは 10 年間、主にアベロメトリの研究をしてきました。科学者たちは人の目をよりよく知るためアベロメトリを使い、角膜屈折矯正手術などに臨床応用してきました。アベロメトリはコンタクトレンズの研究や臨床にも使われています。

先月の newsletter の次回予告で、Shack-Hartmann アベロメータがどのように波面を計算するのかについて説明すると書きました。しかしそれは必要以上に専門的過ぎると考え、その代わりにアベロメータのデータがどのように表示され、それが何を意味するのかについて説明しようと思います。また、アベロメトリの臨床応用についておさらいもします。

この記事が皆さんのお役に立ちますように。

Sincerely,  
Thomas O. Salmon, OD, PhD

**VIA AIR MAIL**

## Aberrometry part4

### 復習

前回までに以下のことを学びました。

- ・ 収差とは屈折異常のことであり、屈折異常にはたくさんの種類があります。それには球面(近視、遠視)、乱視、高次収差が含まれます。
- ・ 高次収差とは、球面(近視、遠視)と乱視以外の屈折異常の事を指します。
- ・ アベロメータは、屈折異常を測定する機器です(図1)。オートレフは球面度数と乱視のみを測定しますが、アベロメータはそれに加え高次収差を測定することができます。
- ・ アベロメータは眼の中を通った光の波面を測定します。このため波面センサーと呼ばれることもあります。
- ・ 収差のない理想的な光学系では、光の波面は平面になりますが、屈折異常があれば波面の形はゆがみます。
- ・ 波面の測定法の中で最も一般的なものは Shack-Hartmann 式です。この方法は、きれいに並んだたくさんの点の画像を取り込むことで測定します(図2)。
- ・ この点の位置を解析することで、波面の形がわかります。



図 1. アベロメータ測定風景

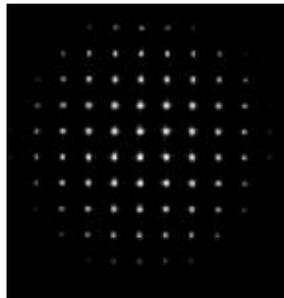


図 2. 測定された生データ

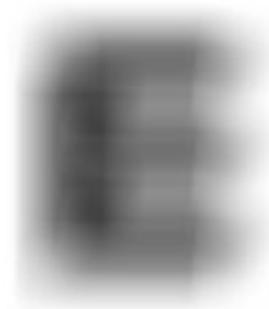


図 3. 近視眼が視力表の E 視標を見たときのシミュレート画像

### 波面

波面には眼に関するたくさんの情報が含まれています。波面の形をみれば、眼の中でどのように像が作られているかがわかり、網膜に映る像をシミュレートすることもできます(図3)。

波面の形は、カラーコードマップ(図4)や3Dマップ(図5)でも表示されます。アベロメータのカラーコードマップと角膜トポグラフィのカラーコードマップを混同しないように注意しなければいけません。アベロメータのマップは光の波面の形を表し、角膜トポグラフィは角膜表面形状を表します。

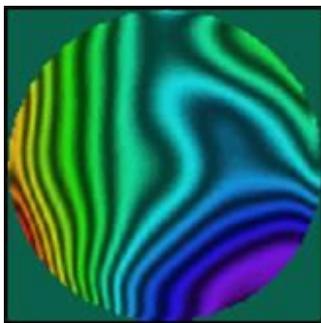


図 4. アベロメータ カラーコードマップ

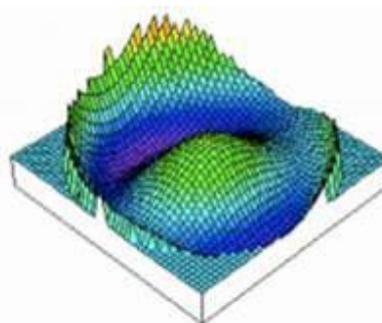


図 5. 3D マップ

## 個々の収差

屈折異常(収差)の種類により、波面の形が異なります。図6は4種類の収差のそれぞれ波面の形です。これら個別の収差が組み合わさって眼の収差になります。

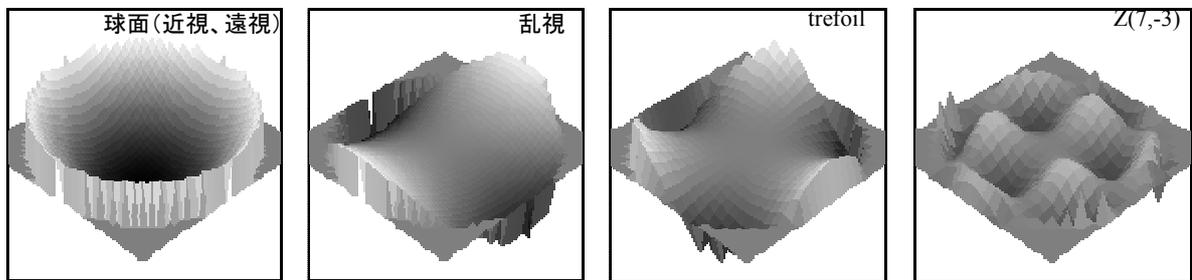


図6. 4種類の収差の形。一番右のZ(7,-3)は典型的な高次収差

アベロメータは15種類、50種類、あるいはもっとたくさんの種類の収差を機械の設定によって測定することができます。あまりにも多くの種類があるため、通常はZ(7,-3)やZ(4,0)のように二つの数字を組み合わせた記号で収差の種類を表しています。通常、測定後に2つのカラーコードマップと表で示された結果を印刷します。一つのマップは球面度数と乱視を含むすべての収差が入ったもので、もう一つは高次収差だけのマップです。表には収差の記号とそれぞれの大きさが示されています。また測定時の瞳孔の大きさも重要な要素ですので記録されます。図7に日本でよく使われているトプコンの波面センサーで測定した収差の測定結果を示します。

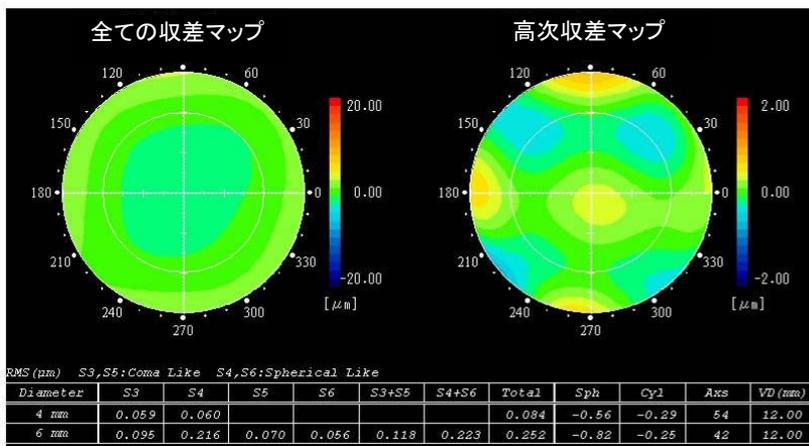


図7. トプコン社製波面センサーの表示例

## 臨床応用

視力不良の原因が高次収差によるものであると考えられるときや、高次収差を矯正しようと考えたとき、アベロメトリは有用な情報を与えてくれます。例えば、健康な眼の矯正視力が1.0未満であれば、高次収差の影響が大きいと考えられますし、また暗い場所で瞳孔が開いているときに視力が悪くなれば、高次収差の影響が大きいと考えられます。アベロメトリは、下のような場合の診断に特に有用です。

- 屈折矯正術後の視力不良
- 白内障が原因で片眼で複視がある
- 白内障術後(IOL挿入を含む)の視力不良
- 円錐角膜などの不正乱視
- 非球面コンタクトレンズの光学特性評価

高次収差を矯正する波面収差を応用した屈折矯正術(wavefront-guided LASIK などと呼ばれています)はすでに行われていますし、アメリカのメーカー数社は、高次収差を矯正するコンタクトレンズや眼鏡を作っています。アベロメトリはそれらのレンズを開発するために必要で、それらの効果を評価するのにも使われています。

大阪大学の研究者グループはアベロメトリを涙液層の評価に使っています。これはドライアイ診断の新しい方法になり、コンタクトレンズの表面の評価にも使えます。また、彼らは特注の眼底カメラでより高解像度の眼底写真を得るためにアベロメトリを使用しています。

## Contact lens news briefs

### AMO が 8 月から MPS の販売再開

Advance Medical Optics (AMO)は、アカントアメーバに対する有効性への懸念によりコンプリートモイスチュアプラス(日本販売名:コンプリートアミノモイスト)を5月に自主回収しました。このリコールは広範囲で実施され、アメリカや日本を含む多くの国々の市場に大きな影響を与えました。AMOは第2四半期に\$1億6700万の損失があり、約\$4800万がリコールによるものであると報告しました。AMOは2007年の8月下旬に改良したMPSの販売を開始する予定です。このMPSには患者への注意書きが添付され、コンタクトレンズをすすぐ時のこすり洗いの重要性が強調されています。これはアメリカオプトメトリ学会、アメリカ眼科学会が推奨するものです。ボストンで行われたアメリカオプトメトリック協会でのAMO後援の記者会見でDr. ブライアン ホールデンはこすり洗いの重要性を強調しました。彼は「NO rub makes NO sense(こすり洗い不要は不要である!)」と発言し、AMOは9月の下旬には世界の市場へ出荷を再開するだろうと述べました。

### アメリカにおける1日使い捨てレンズ市場

2007年第1四半期にアメリカの1日使い捨てレンズの売り上げがソフトレンズ全体の10%に達したと、チバビジョンが報告しました。この1日使い捨てレンズ市場は急速に拡大しています。ちなみに日本での1日使い捨てレンズの売り上げは、ソフトレンズ全体の52%です。

### アメリカでのクーパービジョンのレンズ

この夏、クーパービジョン USA は新製品をいくつか発売しました。Proclear Multifocal XR (プロクリア マルチフォーカル XR)と Biofinity (バイオフィニティ) シリコンハイドロゲルレンズ、そしてパラメータが拡大した Proclear Multifocal Toric (プロクリア マルチフォーカルトーリック)です。Proclear Multifocal XR は強度近視と遠視に対応したカスタムメイドのマルチフォーカルレンズです。球面度数は±20.0Dまで、近方加入度数は(球面度数にもよりますが)+4.0Dまでが製作可能です。このレンズは球面と非球面を組み合わせた光学設計で、DレンズとNレンズの2種類のデザインがあります。Dレンズは中央に遠用光学部が、周辺に近用光学部があります。またNレンズは中央に近用光学部が、周辺に遠用光学部があります。1ヶ月交換レンズで、素材は水濡れ性と装用感の良さに定評のあるPCハイドロゲルの omafilcon A です。

Biofinity はシリコンハイドロゲルレンズで、Dk値128、含水率48%、他のシリコンハイドロゲルレンズと比較して弾性の低い(軟らかい)ことが特徴のレンズです。ジェイムズガードナー(球面レンズマーケティングディレクター)は「表面が疎水性であることや硬さなどのシリコンハイドロゲルレンズの問題は Biofinity には無縁です。Aquaform technology は酸素と水の関係を最適化し、より軟らかく、より柔軟な素材を作ります。そしてそれは1日を通した快適性につながります。Biofinity は、これまでシリコンハイドロゲルでは成しえなかった快適なレンズ装用を提供します。」と述べました。終日装用で1ヶ月交換として承認されています。クーパービジョンでは、来年の初めに2週間交換のシリコンハイドロゲルレンズを、2008年の終わりにはシリコンハイドロゲルトーリックレンズの発売を予定しています。

Proclear Multifocal Toric の製作範囲は、球面度数が±20.0D、円柱度数が0.5Dステップで-0.75Dから-5.75Dまで、軸は5°ステップで全方向にあります。近方加入度数は、0.5Dステップで+1.0Dから+4.0Dまで、BCは8.4と8.8mmの2種類です。終日装用で1ヶ月交換レンズとして承認されています。

## Reviews

### カナダでのコンタクトレンズ処方傾向

これは 2000 年から 2006 年までのカナダにおけるコンタクトレンズ処方傾向を調べるために 1008 人のオプトメトリストを対象に行った調査です。この 7 年間のコンタクトレンズ処方の内、新規処方が 28% で 72% が再処方でした。93% がソフトレンズで、それ以外はガス透過性ハードレンズでした。ソフトレンズの 60% が球面、29% がトーリック、10% が遠近両用でした。2006 年にはソフトレンズの 70% は 1 ヶ月交換レンズになりました。またシリコーンハイドロゲルレンズの使用は増え、2006 年にはソフトレンズ処方の 43% になりました。シリコーンハイドロゲルの 80% はコンティニューアスウェア（長期間連続装用）ではなく、終日装用で処方されていました。シリコーンハイドロゲルレンズは 2 週間か 1 ヶ月交換レンズとして処方され、2006 年のデータでは 60% が 1 ヶ月交換、40% が 2 週間交換として処方されていました。ソフトレンズ使用者の 90% は MPS を使用していました。

ガス透過性ハードレンズの比率は期間中変化することはありませんでした。しかし、高 Dk 素材、連続装用、オルソー K などの処方が増加傾向にありました。

(Woods CA, Jones DA, et al. A Seven Year Survey of the Contact Lens Prescribing Habits of Canadian Optometrists. Optometry and Vision Science, Volume 84, June 2007, p. 505-510)

### 網膜像の質を向上させるために瞳孔の大きさは調整されるのか？

瞳孔の大きさの変化は、高次収差を含む屈折異常が矯正されていないときに、網膜像の質や視覚に影響します。瞳孔が大きくなったとき見え方は劣化し、小さくなれば良くなります。眼の機能は明るさへの反応として瞳孔の大きさを活発に変化させます。埼玉の理化学研究所 脳科学総合研究センターの研究者たちは、目の機構が網膜像の質を最適化させるため瞳孔の大きさをコントロールするかもしれないと考えました。これを確かめるため、20 症例（右眼のみ）の瞳孔の直径 6mm における収差を測定し、網膜像の質を表す数値を計算しました。被験者の網膜像にはあらゆるものがありました。良好な像を作る場合も、そうでない場合もありました。また彼らはさまざまな明るさで被験者の瞳孔の大きさを測定しました。良好な網膜像を得られる被験者の瞳孔の大きさは大きい傾向があることがわかりました。このことより、矯正しても残る収差は瞳孔の大きさに影響する可能性があるかと結論付けました。収差の少ない眼は網膜像の質が良好なため、瞳孔を小さくする必要がないとする彼らの理論を裏付けるものです。反対に言えば、画質の悪い眼の場合、瞳孔を小さくすることに利点があります。これは近くのものを見るときに、縮瞳と調節が同時に起こることの説明にもなります。

(Sakai H, Hirata Y, Usui S. Relationship Between Residual Aberration and Light-Adapted Pupil Size. Optometry and Vision Science, Volume 84, June 2007, p. 517-521)

### ソフトコンタクトレンズの装用感に対する要因

アメリカではコンタクトレンズ装用者の約 10% が装用感不良のため装用を中止しています。この記事では Dr. Kading がソフトレンズが装用感不良を起こす 5 つの原因について、また問題解決の方法について書いています。

**ドライアイ：** コンタクトレンズ装用者の約半分はドライアイ症状を経験し、15% は 1 日の終わりに重度の乾燥感を訴えます。医師はまず根本的な問題、例えばアレルギー、眼瞼の障害、ドライアイの原因になる薬剤について考えなければなりません。ドライアイ症状を低減するため、人工涙液点眼や環境管理を行います。患者に水をたくさん飲ませることが有効かもしれません。中程度の症状には、局所用のステロイド、栄養剤、軟膏、シクロスポリン A が必要になることがあります。

**アレルギー：** 眼のアレルギーはよく見られる症状です。多くの患者は OTC のアレルギー点眼剤を自身で使用しています。しかし、抗ヒスタミン剤や肥満細胞スタビライザーのような処方薬の方がより効果的です。連続装用の患者は終日装用に変更したほうが良いでしょう。1 日使い捨てレンズもお勧めです。睡眠前にシャワーを浴びる、枕カバーを交換する、人工涙液で眼を洗浄する、症状の緩和のために冷感シップを使用することも有効かもしれません。

**眼瞼の障害：** シリコーンハイドロゲルレンズによる GPC が増加しています。患者が症状を訴えた場合、医師は上眼瞼を翻転し観察しなければいけませんし、こすり洗いやすすぎを含むレンズ洗浄について患者を教育する必要があります。レンズケア用品やレンズ素材を変更したり、1 日使い捨てレンズを使用させたりすることが有効かもしれません。

**レンズ材料：** よい光学的矯正、よいフィッティング、よい濡れ性を示すレンズ素材を選びましょう。

**レンズケア用品：** レンズケア用品により角膜ステイニングや角膜障害が起こることがあります。また、特定のレンズとの組み合わせで特に問題が起こることがあります。患者にケア用品の変更をさせたほうが良い場合もあります。できれば、レンズ表面の濡れ性を改善するものを選びましょう。医師はこすり洗いやすすぎの重要性を強調しなくてはいけません。

(Kading DL. A Comprehensive Guide to Soft Lens Comfort. Contact Lens Spectrum, August 2007, p. 20-27)