



Dr.Salmon Newsletter

World News & Views

-Letters from Dr.Salmon, NSU-

先月7,8日に東京国際フォーラムにて日本コンタクトレンズ学会総会が開催されました。今回は第50回という記念すべき学会ということもあり2800名が参加され、盛況な学会だったように思います。内容も、これまでのコンタクトレンズの歴史から新しい素材、新しいレンズ評価方法まで盛りだくさんで大いに勉強することができた学会だったと思います。

また、クーパービジョンが共催したモーニングセミナー「乱視矯正の羅針盤」も多くの皆様にご参加いただきました。乱視やその矯正についての正しい知識を多くの皆様と共有できた有意義なセミナーが開催できたと思っております。

Dr. Salmon newsletterも第3回目となりました。学会とは違った視点からまた新たな知識を吸収していただけたら幸いです。

クーパービジョン・ジャパン株式会社
プロフェッショナルサービスグループ

VIA AIR MAIL

Dr. Salmon newsletter
Volume 1, Number 3
August 2007

7月7,8日に東京国際フォーラムで開催された日本コンタクトレンズ学会総会に参加する機会を与えてくれたクーパービジョン・ジャパン(CVJ)に感謝します。日本の眼科の先生方の講義や新しい研究報告を聞いたことは私にとって良い経験となりました。また、展示ブースでは多くの CVJ スタッフと会うことができ、楽しむことができました。CVJ スタッフに古い友人である荻原さん(下の写真)がいたことに驚きました。彼は現在広島地域のセールスとして働いていますが、20年前に彼と私は大阪の同じ職場で働いていたのです。

学会の後には、CVJのスタッフと現在進行している研究に対する仕事をし、東京、大阪、京都で眼科の先生方と研究について意見を交し合う機会を持つこともできました。また、今回の来日ではたくさんのおいしい和食を楽しみました。忙しい2週間でしたが、とても楽しくすごすことができました。また日本に来られることを楽しみにしています。

Sincerely,
Thomas O. Salmon, OD, PhD



アベロメトリ --- PartIII

復習

前回までに以下のことを学びました。

- ・ アベロメータは、従来のオートレフラクトメータと比較し、より詳細に屈折異常を測定できる新しい機器である。
- ・ それは球面度数や乱視だけでなく、高次収差も測定することができる。
- ・ 眼光学系を通過した光の波面の形を測定する。
- ・ 波面の形を解析することで、屈折異常を測定できる。
- ・ **Shack-Hartmann 法**は光学的な波面を測定するアベロメータに最も多く使われている方法である。
- ・ **Shack-Hartmann 式アベロメータ(波面センサー)**は眼科分野だけでなく、天体望遠鏡にも使われている。
- ・ **Shack-Hartmann 式アベロメータ**は眼光学系に光線を送り、眼から出てきた光線を測定する。

詳細は前回までの **Newsletter** を参照してください。

Shack-Hartmann 式 --- 測定原理

前号にも書いたように、**Shack-Hartmann 法**は 1600 年代初頭から屈折異常の診断に使われてきた **Scheiner's disk** の原理を基本としています。**Hartmann** は 1900 年頃に天体望遠鏡の鏡を試験する機器を開発し、1970 年頃に **Shack** がその技術を改良しました。その結果が **Shack-Hartmann 波面センサー (Hartmann-Shack センサーとも呼ばれています)** です。図 1 に **Shack-Hartmann 波面センサー**の概略を示します。眼球に入射した光線(図には描かれていません)は網膜上の小さな点に焦点を結びます。図 1a は、網膜上の点光源からの光線の経路を示します。その光線は 2 つの大きなレンズを通過した後、多数の小型レンズ(小さな円形)を透過します。小型レンズはそれぞれ網膜の点のイメージをビデオセンサー(**CCD**)に投影します。小型レンズが多数あるため、ビデオカメラで受け取るイメージは多数の点になります(図 1b)。

図 1c も同じ装置を示していますが、目などを省略して簡略に書かれています。この図は、**Shack-Hartmann** の光学機器により、小型レンズの配列上に眼から出た波面の像が平面を形成していることを示しています。図 1c に示された関係は、図 1a で示した光の経路にも当てはまります。したがって目から出た波面は小型レンズの配列上に平面に形成されるということです。そして一つ一つの小型レンズは、眼から出た波面を分割して測定します。

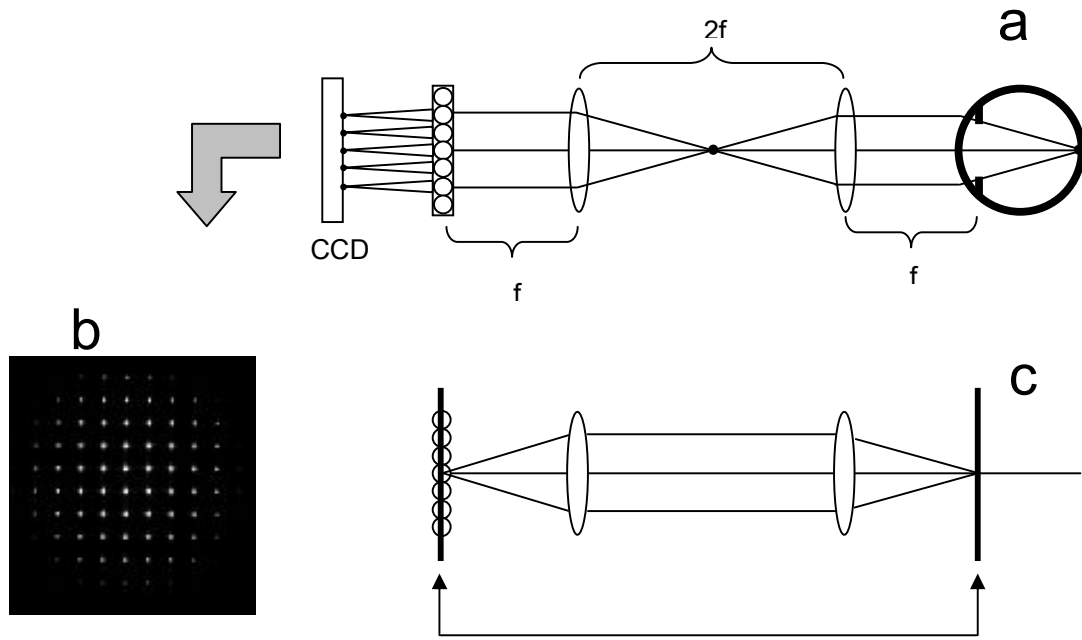


図 1. Shack-Hartmann の光学システム。a) 網膜から CCD センサーまでの光路 b) CCD 配列が受け取った点像 c) 眼から出た波面は小型レンズの配列にコピーされる

図 1a に示したように眼から出る光線が平行であれば、つまり屈折異常がなければ、図 1c や図 2a のように眼から出る光の波面は平面になります。平面の波面は小型レンズの配列に入ると、小型レンズはそれぞれが小さな光の点を形成します(図 2a)。CCD センサーは等間隔の規則的なパターンを受け取ります(図 2a、1b)。もし眼に屈折異常があれば、眼から出る波面は曲がるか歪められます。そして歪んだ波面が小型レンズの配列に入ります(図 2b)。このような場合、小型レンズは図 2a で示した位置とは異なる場所にそれぞれ焦点を結ばせます。それらの点の位置をそれぞれ記録することで、波面の形を計算することができます。波面の形がわかれば、球面度数、乱視度数、高次収差までを含むすべての屈折異常を知ることができます。

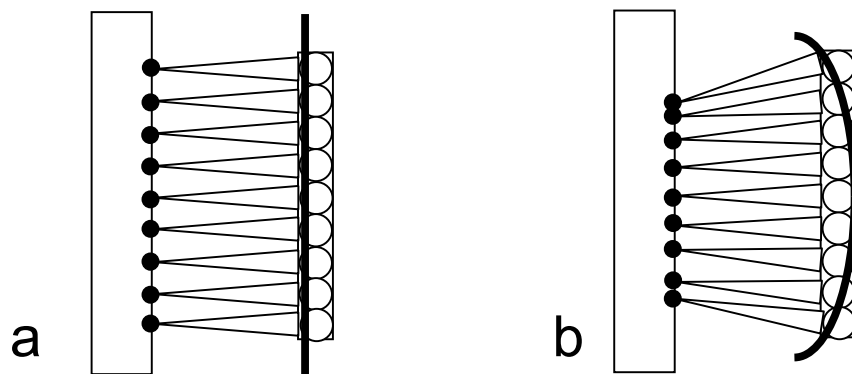


図 2. a) 収差のない眼が示す点像パターン

b) 屈折異常がある眼の点像パターン。b の点は a での点の位置がずれたものである

次号では、光の点の位置からどのようにして波面の形を知ることができるのかについて説明します。

Contact lens news briefs

AMO が WaveFront Sciences 社を吸収

国際的眼科手術用製品メーカーの AMO は今年初めに WaveFront Science 社を吸収合併しました。WaveFront Science 社は Shack-Hartmann アベロメータ(製品名: COAS)により、視覚研究や眼科手術の領域でよく知られた会社です。COAS は Northeastern State University (NSU: Dr. Salmon の働いている大学)の眼光学研究所で使われているアベロメータです。広く使われているアベロメータに VISX 社製の Wave Scan もありますが、2005 年に AMO は VISX を買収しました。その結果アメリカで現在最も人気のある 2 種類の Shack-Hartmann アベロメータを AMO が持つこととなります。VISX 社および WaveFront Science 社という技術資源を得ることと研究により、AMO は次世代アベロメータを開発する準備ができています。AMO は最近、ボシユロムの買収交渉やコンタクトケア用品のリコールによってニュースに頻繁に登場しています。

NSU における日本人とアメリカ人の屈折異常の比較

Northeastern State University (NSU) はオクラホマ州の北東に位置する比較的小さな大学です。NSU には日本からの留学生が多く在籍しています。最近の臨床研究の期間中に私は日本人留学生の屈折異常を測定する機会がありました。すると、明らかに矯正されていない屈折異常を持つ日本人学生が少なからずいることに驚きました。彼らの数人は眼鏡を持っていますが、あまりかけていませんし、コンタクトレンズも使っていません。他には、眼鏡は持っているが低矯正である場合もありました。その結果、日本人学生の数人は 0.4 以下の視力しかありませんでした。アメリカと比較すると、眼鏡が必要なアメリカ人はほとんど眼鏡をかけます。そして 1.0 近くに矯正しています。おそらく、この理由の一つにはアメリカ人のほとんどが運転すると言うことが挙げられます。運転免許を取得するために 0.5 以上の視力も必要になります。また、日本人では 0.75D より大きい乱視眼が比較的少ない(おそらく約 15%)であることにも気づきました。アメリカ人には 0.75D の乱視は比較的普通にあります。

これらは単純な比較ですが、いつか日本人とアメリカ人の学生の屈折について調査できればと考えています。

正常眼における瞬目後の高次収差の連続測定

Author: Koh, Maeda, Hirobara, et al.,

Investigative Ophthalmology and Visual Science in August 2006, p. 3318-3324.

大阪大学の高らによるアベロメトリを用いた面白い研究があります。20 名の正常眼を対象に瞬目後の高次収差を 1 秒ごとに 30 秒間測定しました。測定開始から 10 秒後と 20 秒後にも瞬目させていますので、10 秒間の測定を 3 回連続して行ったということです。涙液は角膜を乾燥から守る重要な働きがあり、また光学的特性に対しても重要な働きを持ちます。滑らかで均一な涙液層は通常の眼光学系において重要な役割を果たします。アベロメータは眼の微妙な光学的異常を測ることができるので、瞬目後の微妙な涙液層の変化を観察できるのではないかと仮定しました。被験眼の多くは時間経過による高次収差の変化はほとんどありませんでしたが、20%の被験眼は瞬目後 10 秒間で収差が増加していました。特に増加していたのはコマ収差でした。これは瞬目後 10 秒間に角膜の上方と下方で涙液の厚みが徐々に変化することで説明できます。筆者らは「これらのことから眼の高次収差を連続的に測定することは、瞬目後の涙液動態を非侵襲的かつ客観的に評価する有効な手段になるかもしれない」と結論付けました。

単眼三重視を訴える白内障患者の波面収差解析

Author: Kim, Bessho, Okawa, et al.,
Ophthalmic and Physiological Optics 2006, p. 65-70.

大阪大学医学部眼科の医師グループは、異常な視覚を訴える患者の診断にアベロメトリを使用しています。この研究は、単眼で三重視を訴える6名9眼の高次収差を測定したものです。彼らはトプコン社製 Shack-Hartmann 波面センサーを用い眼全体の光学的収差を測定し、それに付属する機能であるビデオケラトスコープ(角膜トポグラフィ)で角膜単独の収差を測定しました。測定したすべての眼で特定の2つの収差が健常眼より有意に大きいことがわかりました。その2つは斜め方向の trefoil 収差 ($Z(3, -3)$) と負の球面収差 ($Z(4,0)$) でした。これらの収差はビデオケラトスコープではなく、アベロメータで検出されました。これらの眼に初期の白内障があることが原因であると考えられます。コンピュータが生成したシミュレーションイメージは、収差が大きいことにより三重視の症状を示していました。面白いことに球面収差あるいは trefoil 収差単独でシミュレーションしたイメージは三重視を示しません。2つが組み合わさって初めて三重視になります。白内障術後には三重視の症状は現れませんでした。これはおそらく白内障に起因する水晶体中の不整により三重視が表れたことを示しています。筆者らは「波面収差解析は三重視の眼の客観的評価に有用である」と結論づけました。

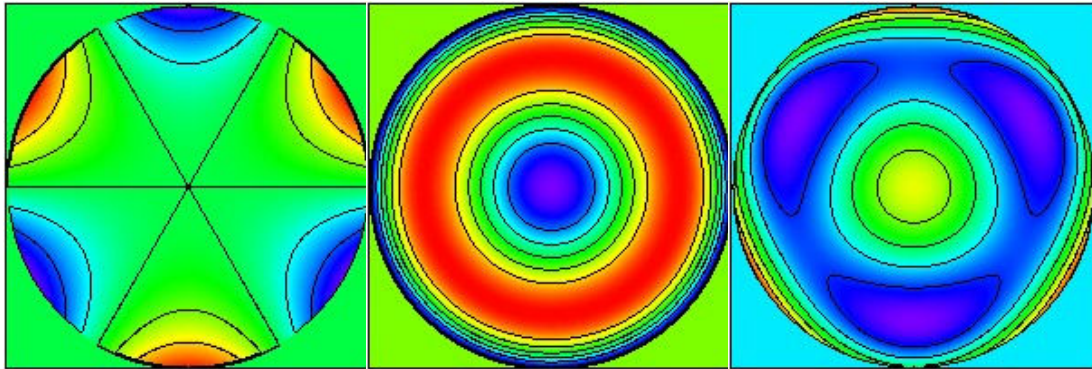


図3. a) trefoil 収差 b) 球面収差 c) 2つの収差の組み合わせ のそれぞれは面収差カラーコードマップ
組み合わせることにより三重視の症状が現れる