



World News & Views

-Letters from Dr. Salmon, NSU-

Dr. Salmon Newsletter の第 2 回目です。

実は第 1 回目の Dr. Salmon Newsletter を発行したちょうどその頃、Dr. Salmon が働いている **Northeastern State University (NSU)** に出張してきました。訪米の目的は、NSU で実施している臨床試験の結果解析と今後の計画を練るためです。NSU はアメリカの真ん中より少し下にあるオクラホマ州タレクア (Tahlequah) にあります。小さな町ですが緑が多く美しいところです。Dr. Salmon は NSU の中の **College of Optometry** (オプトメトリーの大学) で准教授として学生を教えています。NSU は、ちょうど夏休み期間に入ったこともあり、学生がほとんどいなくて (日本人留学生はいましたが) 静かでした。滞在中、NSU の **College of Optometry** の学長先生やコンタクトレンズを専門にされている先生、Dr. Salmon のご家族にも会うことができ、有意義に過ごすことができました。

今月の Dr. Salmon Newsletter のトピックは波面収差の第 2 回目です。また、今月もアメリカのコンタクトレンズニュースも伝えていただきます。

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



NSU の校舎 時計台があります



1 番左が Dr. Salmon、
右から 2 番目が Dr. Foster (学長先生)

Dr. Salmon newsletter
Volume 1, Number 2
July 2007

今頃、日本は梅雨の時期だと思います。私の住んでいるオクラホマでも今年は異常に雨が早く雨期の様です。しかしまもなく雨期は終わり、オクラホマの暑い夏が始まります。夏には40°C近い気温になります。

まもなく日本コンタクトレンズ学会が開催されますが、私も学会に参加するつもりです。日本におけるコンタクトレンズ処方や研究についてさらに学ぶことができると期待しています。日本とアメリカのコンタクトレンズ処方に大きな違いがないことは想像に難くありません。しかし、**Northeastern State University**で日本の学生に接した経験から、両者にいくつかの興味深い違いがあることもわかってきました。この **Newsletter** で将来これらの知見を皆さんと共有したいと思っています。

ただ、今のところは波面収差に関する基本的な部分について解説していきます。この **Newsletter** が皆さんに役立つものになること、また日本コンタクトレンズ学会で皆さんとお会いできることを望んでします。



Sincerely,
Thomas O. Salmon, OD, PhD

Shack-Hartmann 式(シャック-ハルトマン)波面収差測定

復習

アベロメトリ(収差測定)は光学的収差の測定のことを言います。目の収差を測定する機器をアベロメータまたは波面センサーと言います。今回はアベロメトリの基本的な原理についてお話ししました。

- ・アベロメータ(波面センサー)は近視や遠視、乱視、高次収差までを含む、目の屈折異常を測定するものです。
- ・高次収差は自覚的屈折検査やオートレフラクトメータでは測定できません。
- ・アベロメータは目の中を通った光の波面の形を測定することで屈折異常を測定します。
- ・測定値は通常、瞳孔内全体の屈折異常を示すカラーマップで表示されます。
- ・カラーマップは測定した波面が完全な正視の波面とどの程度ずれているかを瞳孔内のあらゆる点において示します。

アベロメトリの目的

図1は臨床で使われているアベロメータの一例を示します。これはオートレフラクトメータによく似ています。眼光学系を通った波面の形を測定し解析することで、高次収差を含むすべての屈折異常を測定することができます。したがってアベロメトリの目的は目の



図1. 波面センサー
COAS (WaveFront Sciences 社製)

中のレンズで屈折させられた光の波面を測定することです。

Shack-Hartmann 式

視覚の通常のプロセスでは、光は目の中に入り、角膜や水晶体により屈折します（図2）。もし、目の中に波面センサーを入れて測定できたら、水晶体で屈折された後の波面を直接測定することができるでしょう。しかし、波面センサーを目の中に入れることはできません。したがって科学者たちは目の中を通る光を分析する他の方法を見つけなければなりませんでした。

光は目に入るときも目から出るときも同じ経路をたどります。したがって通常とは反対の、つまり網膜から発せられて水晶体、瞳孔、角膜という順序で通ってきた光を測定することでも屈折異常に関する情報を得ることができます。この場合、目の外側に波面センサーを設置することができ、簡単に測定ができます。これは Shack-Hartmann 式波面センサーの基本的な測定方法です。まず、細い光線を目の中に入れます。その光線は網膜上の小さな光の点になります。その光の点は目の中の点光源の働きをします（図3）。Shack-Hartmann 式波面センサーは、目の外に出た光を集めて、波面の形を測定します。波面の形を分析することにより、詳細な屈折異常について知ることができます。Shack-Hartmann 式は目の波面収差を測定する最も一般的な方法です。

Shack-Hartmann 式波面センサーの歴史

最も簡単なアベロメトリの原理は 1600 年頃に発明された Scheiner's disk の原理です。ピンホールで 2 本の細い光を分離することにより、目の中を通る光の軌跡をたどり、屈折異常を評価することができます（図4）。1900 年に Hartmann は望遠鏡の光学的評価をするために、たくさんのピンホールのついたスクリーンを使用しました。そして 1970 年頃、Shack と Platt はピンホールを使っていた Hartmann の方法を改良し、ピンホールの代わりに小さなレンズを使用しました。これが、Shack-Hartmann 式波面センサーになりました。これはソビエトの偵察衛星を地上の望遠鏡から監視するシステムを改良するために開発されました。1980 年代には世界の主要な天文台が望遠鏡を光学的な改善をするために Shack-Hartmann 波面センサーを設置し始めました。これは天文学の画像を劇的に改善しました

（図5）。1990 年に Junzhong Liang（図6）が Shack-Hartmann 式波面センサーを初めて目の屈折異常を測定するために使用しました。私は博士号を取る期

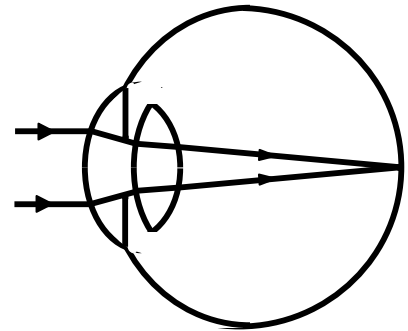


図2. 光線が角膜や水晶体を通り、網膜に焦点を結びます。

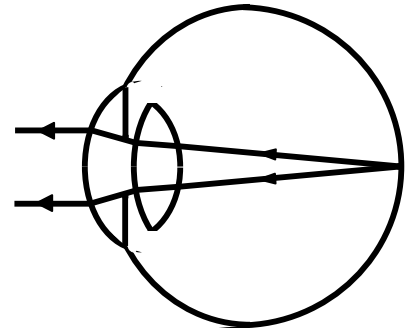


図3. 光線は網膜で反射し、点光源の働きをします。その光は目を通して目の外に出ます。

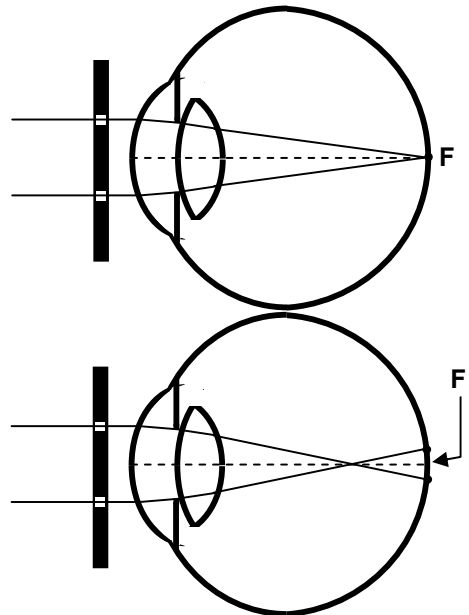


図4. Scheiner's disk
ピンホールで分離された光の軌跡を追うことで屈折異常が評価できます。

間に Liang の仕事に興味を持ち、1996年にインディアナ大学で Shack-Hartmann 式波面センサーを作りました。それから 10年もしないうちに、Shack-Hartmann 式波面センサーは目の高次収差を測定する最も一般的な方法になりました。それは LASIK 屈折矯正手術で使用され、今後はコンタクトレンズデザインの開発にますます重要になっていくでしょう。

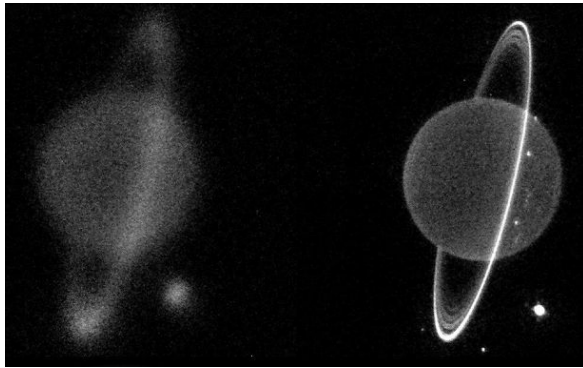


図 5. 天王星の写真(ハワイのケック天文台にて撮影)
左)波面収差補正なし 右)波面収差補正あり

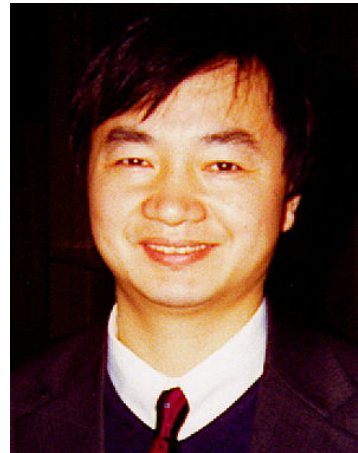


図 6. Dr. Junzhong Liang
波面センサーのパイオニア

次回は Shack-Hartmann 波面センサーがどのように波面を測定するのかについて解説します。

Contact lens news briefs

American Academy of Ophthalmology からコンタクトレンズ使用者への助言

AMO のコンプリートモイストチュアプラスの回収を受けて、American Academy of Ophthalmology (アメリカの眼科学会) はコンタクトレンズ使用者に向けて声明を出しました。細菌性角膜炎のリスクを最小限にするため、1日使い捨てレンズ以外のコンタクトレンズ使用者は以下に示す方法でレンズを清潔に保たなければなりません。

- ・ コンタクトレンズに触れる前に石鹸と水を使って手を洗うこと。
- ・ レンズを保存する前には必ずこすり洗いをして消毒液ですすぐこと。たとえそれが「no-rub(こすり洗い不要)」と書かれて売っているものであっても、こすり洗いをしなければなりません。
- ・ こすり洗いの後、水道水ではなく、承認された消毒液ですすぐこと。
- ・ レンズを装着したら、古い溶液は完全に捨てること。また、レンズケースを消毒液で洗浄し、空気乾燥すること。
- ・ 少なくとも3ヶ月に1回レンズケースを交換すること。

1日使い捨てレンズはアメリカよりも日本で多く使用されています。1日使い捨てレンズは眼感染症のリスクを減らすことができます。

NSU におけるコンタクトレンズ処方傾向

NSU Oklahoma College of Optometry のコンタクトレンズ担当の教授である Dr. Latricia Pack に NSU のクリニックにおけるコンタクトレンズ処方傾向についてお聞きしました。Dr. Pack によると、現在 NSU のコンタクトレンズ患者の内、60%がシリコーンハイドロゲルレンズ、30%が通常のソフトレンズ、10%がガス透過性ハードレンズを使用しているとのこと。彼女は、現在ほとんどの新患に最初のレンズとしてシリコーンハイドロゲルを勧めるそうです。レンズ交換時期に関しては、10%が1日使い捨て、85%が2週間か1ヶ月交換のどちらか、5%が1年に1回交換するレンズを使用しています。Dr. Pack は、1日使い捨てレンズ使用者がもっと増えることを望んでいます。しかし、価格が高いため、多くの患者は1日使い捨てレンズを使用しませんが、(日本ではソフトレンズユーザーのおよそ30%が1日使い捨てレンズを使用)。老眼ではないコンタクトレンズユーザーのおよそ30%はトーリックレンズを使用しています。弱度から中程度の屈折異常があり、乱視が0.75D以上あれば、Dr. Pack はトーリックレンズを考慮に入れます。強度の遠視あるいは近視患者で弱度から中程度の乱視があれば、球面か非球面レンズを処方します。数年前まで、トーリックレンズは特別なレンズであると考えられていました。しかし今日ではトーリックレンズは乱視患者の標準的なレンズになっています。連続装用している患者はNSUのソフトレンズユーザーの10%にすぎません。Dr. Pack はNSUのコンタクトレンズ処方傾向はアメリカ全体の処方傾向の典型例であると考えています。



Dr. Pack のオフィスにて(中央が Dr. Pack)

コンタクトレンズによる角膜浸潤の疫学

Stapletonらの論文がOptometry and Vision Scienceの2007年4月号に掲載されました。それはコンタクトレンズ使用者の細菌性角膜感染症と無菌性角膜浸潤の発生率に関する141の論文を通して、科学的知見をまとめたものです。以下に要約を示します。

ソフトコンタクトレンズユーザー10,000人の内、細菌性角膜感染症の発生率

- ・ ソフトコンタクトレンズ終日装用: 4
- ・ ソフトコンタクトレンズ、シリコーンハイドロゲルレンズ連続装用: 20

ソフトコンタクトレンズユーザー10,000人の内、細菌性角膜感染症で失明

- ・ ソフトコンタクトレンズ終日装用: 0.5
- ・ ソフトコンタクトレンズ 連続装用: 3
- ・ シリコーンハイドロゲル連続装用: 3.6
- ・ LASIKの長期的な失明: 4 (LASIK術後10,000人の内、比較のためのデータ)

以下に細菌性角膜感染症のリスクファクターを示します。

- ・ オーバーナイト装用
- ・ ゴーグルなしでの水泳
- ・ 手を洗わない
- ・ こすり洗いやすすぎをしない
- ・ 消毒しない
- ・ ケースを洗浄しない
- ・ 煙草をすう

1日使い捨てコンタクトレンズは、これらのリスクファクターをなくし、細菌性角膜感染症のリスクを減らすことができるに違いありません。しかし、彼の論文は大規模で症例管理された研究により明確に示されたものではありません。

年間の無菌性角膜浸潤の発生率

- ・ ソフトコンタクトレンズ終日装用: 0.5-3.3%
- ・ シリコーンハイドロゲル連続装用: 5%

無菌性角膜浸潤は感染によるものではないコンタクトレンズの合併症です。無菌性角膜炎の相対的な危険率を以下に示します。

- ・ ソフトコンタクトレンズ終日装用: ガス透過性ハードレンズの2.3倍
- ・ ソフトコンタクトレンズ連続装用: ガス透過性ハードレンズの4.6倍
- ・ シリコーンハイドロゲル終日装用: ソフトコンタクトレンズ終日装用の0.85倍
- ・ シリコーンハイドロゲルレンズ連続装用: ソフトコンタクトレンズ連続装用の2.2倍

いくつかの研究でソフトコンタクトレンズの連続装用と比較して、シリコーンハイドロゲルレンズ連続装用のほうが無菌性角膜浸潤の発生率が高いことが示されました。他の点では、コンタクトレンズ装用中の急性充血(contact lens acute red eye (CLARE))や周辺部角膜潰瘍(contact lens peripheral ulcer (CLPU))はシリコーンハイドロゲルが低い発生率を示していました。細菌性角膜感染症のリスクファクターの多くは無菌性角膜浸潤のリスクを増加させるものです。