ISSN 0916-8273
略　　称
視覚の科学
Jpn. J. Vis. Sci

Vol.33. No.3 2012

視覚の科学

JAPANESE JOURNAL OF VISUAL SCIENCE

日本眼光学学会誌

視覚の科学　第33巻　第3号　日本眼光学学会

視覚の科学　第33巻3号

目　　次

＜巻頭言＞

学会活動の向上 ……吉澤達也（金沢工業大学）…… 97

＜日本眼光学学会　名誉会員・役員一覧＞ …… 98

＜総　説＞

累進屈折力レンズの性能表示 …… 祁　　華（HOYA㈱ビジョンケアカンパニー）…… 99

眼科のための光学入門（3）

点像強度分布関数と光学伝達関数 ……宮前　博（コニカミノルタテクノロジーセンター㈱）…… 109

＜原　著＞

Visual Display Terminal 作業時の眼精疲労に対する調節誘導型モニタの効果

……前田史篤（川崎医療福祉大学）…… 115

測定距離の違いが不等像視に及ぼす影響 ……本田陽祐（愛知淑徳大学）…… 120

＜留学印象記＞

角膜形状解析 ……前田直之（大阪大学）…… 125

＜学会印象記＞

The 27th APAO Congress in Busan ……井上　真（杏林アイセンター）…… 127

ARVO2012 Annual Meeting ……広原陽子（㈱トプコン）…… 129

＜編集部からのお願い＞

＜会　報＞ …… (13)～(29)

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は，（社）日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は，図書館も著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。
著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は，直接本会へご連絡下さい。

学術著作権協会
〒107-0052　東京都港区赤坂 9-6-41　乃木坂ビル
Phone: 03-3475-5618　Fax: 03-3475-5619
E-mail: info@jaacc.jp

ただし，アメリカ合衆国における複写については，下記へ。

Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA
Phone:（978）750-8400　Fax:（978）750-4744

Notice about Photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Japan Academic Association for Copyright Clearance（JAACC）
6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo, 107-0052, Japan
Phone: 81-3-3475-5618　Fax: 81-3-3475-5619
E-mail: info@jaacc.jp

巻 頭 言

学会活動の向上

吉澤　達也
（金沢工業大学人間情報システム研究所）

ここ数年，工学系の複数の学会において会員数と投稿論文数の減少が学会存続の問題として取り上げられているように感じる。一部の学会を除けば，ほかの学問分野においても同様であろう。

原因の一つは，産業界からの投稿数が年々減少しているからではないかと，ある学会において伺った。ただし，これは研究活動が低下しているためではなく，厳選した内容を，より評価の高い論文誌に絞って投稿するようになり，絶対数として投稿論文数が減ったことが大きな要因であるらしい。学術領域においても資源の集約と資本の集中投下ということであろう。合理的である。

一方で，公的な研究費，例えば，科学研究費補助金は年々ほぼ単調に増加し，2012 年度は約 2,566 億円と 10 年前の 1.6 倍である。多くの研究者は以前より比較的容易に研究費を獲得できるようになったはずであり，論文数が増加（投稿数も増加）してもよいはずである。

更に，博士課程の定員増による大学院生の増加と，ポスドクのポスト増加により，潜在的な投稿数の増加が見込めるはずである。しかし，これらの層の投稿数が年々増えていると聞いた記憶はあまりない。むしろ，全体的にはこの層のアクティビティが伸び悩んでいるとよく聞く。

本学会でも投稿論文数の伸び悩みについては，学会として改善しなければならない大きな問題であろう。競合するほかの学会との差別化をはかるために，論文誌の質の向上，とくに原著論文の質に対する外部評価を向上させることが必至であり，上述した経済的側面にも対応することになるであろう。

そこで，一つの提案であるが（理事会でも検討済みだと思いますが），原著論文をオンライン化し，無料で誰でも閲覧できるようにする。また，投稿を学会員に限定しない。このような形態で運用している論文は最近次第に増えているので，目新しくはないであろう。しかし，本学会の論文が多くの人の目にとまることにより結果的に質と数が上昇することは期待できるであろう。

もう一つの提案は総会での発表資料は英語での作成を推奨し，例えば，Faculty of 1000 などの post-publication peer review のサイトにアップし，世界中の研究者に「視覚の科学」を認知してもらうことはいかがであろう。

このような案がどれほど有効なのかと問われると，それほど自信があるわけではない。このような私見をこの紙面で会員各位にお伝えすることが適切であったかと自問自答をしている。

最後に一言，多くの会員の方々による積極的な活動が最も重要であることは，もちろん，言うまでもないであろう。

名　誉　会　員

池田　光男　　石川　　哲　　岩田　和雄　　大島　祐之　　太田　安雄　　大頭　　仁
大庭　紀雄　　小澤　哲磨　　小野木文雄　　尾羽澤　大　　加藤桂一郎　　金井　　淳
北澤　克明　　湖崎　　克　　西信　元嗣　　佐々木一之　　澤田　　惇　　太根　節直
所　　敬　　中島　　章　　中谷　　一　　永田　　誠　　新美　勝彦　　原田　　清
保坂　明郎　　馬嶋　慶直　　増田寛次郎　　本村　幸子　　松井　瑞夫　　眞鍋　禮三
和氣　典二

役　　員

（任期：2011年1月1日～2012年12月31日）

理　事　長

不二門　尚

理　　事

医学系

大鹿　哲郎　　大野　京子　　梶田　雅義　　根岸　一乃　　長谷部　聡　　前田　直之
村上　　晶　　吉田　晃敏　　吉村　長久

理工系・その他

魚里　　博　　大沼　一彦　　奥山　文雄　　河原　哲夫　　古野間邦彦　　小林　克彦
斎田　真也　　三橋　俊文

視機能

川守田拓志　　松本富美子

監　　事

可児　一孝　　畑田　豊彦

常任理事・役割分担

不二門　尚	理事長	大沼　一彦	副理事長・庶務
魚里　　博	多施設研究	大鹿　哲郎	渉外
奥山　文雄	広報（ホームページ）	小林　克彦	会計
根岸　一乃	企画（前眼部）	長谷部　聡	企画（近視）
松本富美子	視能訓練士	三橋　俊文	編集委員長
吉田　晃敏	企画（後眼部）		

総　説

累進屈折力レンズの性能表示

祁　　華

HOYA株式会社 ビジョンケアカンパニー

How to Showing the Performance of Progressive Addition Lens

Hua Qi

HOYA CORPORATION Vision Care Company

累進屈折力レンズ（累進レンズ）は，レンズ上屈折力が変化し，加齢による調節力の衰えを補うことができ，高齢化社会ではとくに重宝されている。しかし累進レンズの性能は，一般人にとっては専門的すぎてわかりにくいものとなっているのが現状と考える。本文は，わかりやすい性能指標の設定と表示について説明する。

（視覚の科学　33: 99−108，2012）

キーワード：累進屈折力レンズ，平均加入度数，非点収差，明瞭指数，変形指数

The use of progressive addition lenses (PAL) is a matter of increasing importance in this aging society. However the performance of PAL is not easy to explain to the public, because of the expertise requires. This article tries presents performance indexes which are easy to understand and shows them as lens maps.

(Jpn J Vis Sci 33: 99-108, 2012)

Key Words : Progressive addition lens, Mean addition power, Astigmatism, Clearness index, Deformation Index

1. はじめに

累進屈折力レンズ（以下 累進レンズ）は，レンズに上部から下方に向けて屈折力が徐々に増え，加齢に伴う眼の屈折力を補うことのできるレンズである。屈折力が変化するため，レンズ上には必ずボヤケ，ユガミ，ユレを発生する箇所がある。これらものを見るときに感じる不具合の場所，強度を表示することが累進レンズの性能表示の本来の役割である。しかし，現状では多くの場合，レンズ性能に関して入手できる資料は収差等高線だけである。確かに光学的見地からは，眼鏡レンズの光学系は大視野小口径なので，光学収差は平均度数誤差（像面弯曲に相当）と非点収差の2種類に集約できる。しかし，収差分布から見え方の質を想像することは難しいので，直接見え方の質をあらわす指標が必要になる。

一方，収差についても，その測り方によっては種類が多数存在する。とくに最近はレンズマッパーの新製品が次々と発売され，測定原理もその都度変わる。実際のレンズを測って短時間で収差図が出るのでとても便利だが，果たしてその測定結果が累進レンズの性能を正しくあらわしているか否かは疑問である。

本稿では，収差分布図の問題点と，収差分布図の代わりとなる，もっとわかりやすい累進レンズの性能指数についてまとめる。

2. 様々な収差定義

累進レンズの収差の定義は多数ある。以下代表的なものについて説明する。

1）面の屈折力

レンズの度数は近似的に前後面の面屈折力の差で計算される。面屈折力は面の曲率に（n−1）をかける値

別刷請求先：190-0013　立川市富士見町2-33-8　HOYA株式会社 ビジョンケアカンパニー　祁　　華
（2012年5月30日受理）
Reprint requests to: Hua Qi　HOYA CORPORATION Vision Care Company
2-33-8 Fujimi-cho, Tatekawa 190-0013, Japan
(Received and accepted May 30, 2012)

である（n は素材の屈折率）。初期の累進レンズは外面が累進面で，内面が屈折力一定の球面またはトーリック面で構成されている。したがって，累進面の屈折力分布はそのまま累進レンズの屈折力分布と考えられていた。微分幾何学によれば，平滑曲面上一点の曲率構造は法線を含む平面（直截面）との交線の曲率の最大値 C_1 と最小値 C_2 であらわすことができる（図1）。最大曲率の直截面と最小曲率の直截面は直交する。それぞれ対応する最大屈折力と最小屈折力の平均値を平均屈折力（平均度数）といい，最大屈折力と最小屈折力の差を面の非点収差という。このように累進面の屈折力分布は，平均度数 P_{ave} 分布と非点収差 P_{AS} 分布の2種類に分けられる。

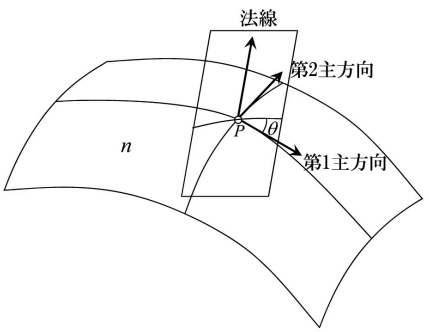


図1　平滑面の平均屈折力と非点収差

直截面曲率 $C = C_1 \cos^2\theta + C_2 \sin^2\theta$

$C = C_1 = C_2$ の場合：微小球面

$C_1 \neq C_2$ の場合：微小乱視面

$$P_{ave} = \frac{1}{2}(n-1)(C_1 + C_2)$$

$$P_{AS} = (n-1)|C_1 - C_2|$$

P_{ave}：平均度数，P_{AS}：非点収差

しかし，レンズの屈折力が前後面の面屈折力の差で近似計算できるのは，前後面が平行で厚みがなく，かつ光線が垂直入射の場合だけである。実際のレンズでは，プリズム値が場所によって変化し，入射光も面に垂直に近い状態を保てるのは，光軸近辺の範囲のみである。したがって，累進面の平均度数分布と非点収差分布が累進レンズの性能を反映しているとはいえない。

2）レンズメータで測る屈折力

でき上がったレンズの屈折力は図2のようにレンズメータで測ることができる。基本的にレンズメータは，レンズ面（前面または内面）に当て，反対面から平行光束が入射した場合の頂点焦点距離 L を測ってその逆数をレンズの屈折力とする。非点収差がある場合は，2経線方向頂点焦点距離 L を別々に測る。

レンズメータは，測定方法によって，入射光線の方向がレンズメータの光軸に平行する IOA（infinit on axis）方式と，焦点がレンズメータの光軸に合致する FOA（focus on axis）方式の2種類ある。IOA 方式と FOA 方式の測定値は微妙に異なる。また前面当てで測る場合と後面当てで測る場合も測定値が微妙に異なる。レンズメータで測る屈折力はほぼ光線がレンズ面に垂直入射の状態の屈折力なので，累進面の屈折力分布に近いといえる。しかし，この光線状態は眼がレンズ越しにものを見るときの状態とかけ離れているので，直接累進レンズの性能をあらわしているとはいえない。

3）装用状態の屈折力－透過収差－

装用状態の累進レンズの屈折力を測るためには，図3の光学系に沿って測定する必要がある。眼がものを見るときは回旋中心点を中心に回旋するので，眼の向

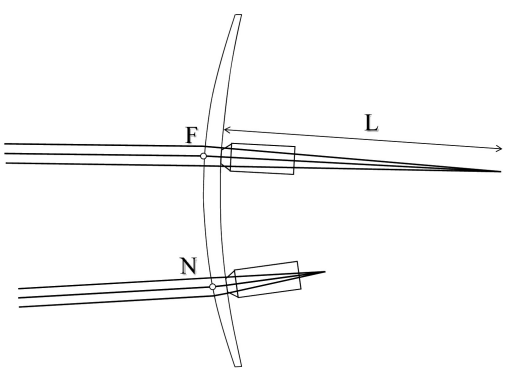


図2　レンズメータで測る度数

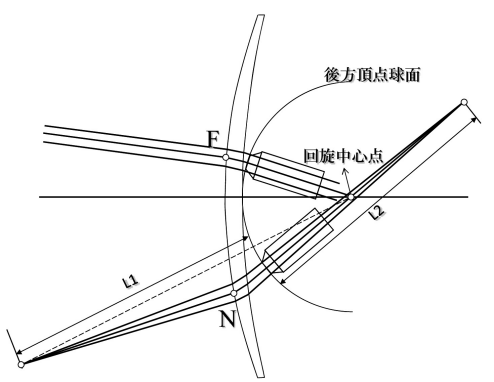


図3　装用状態の屈折力

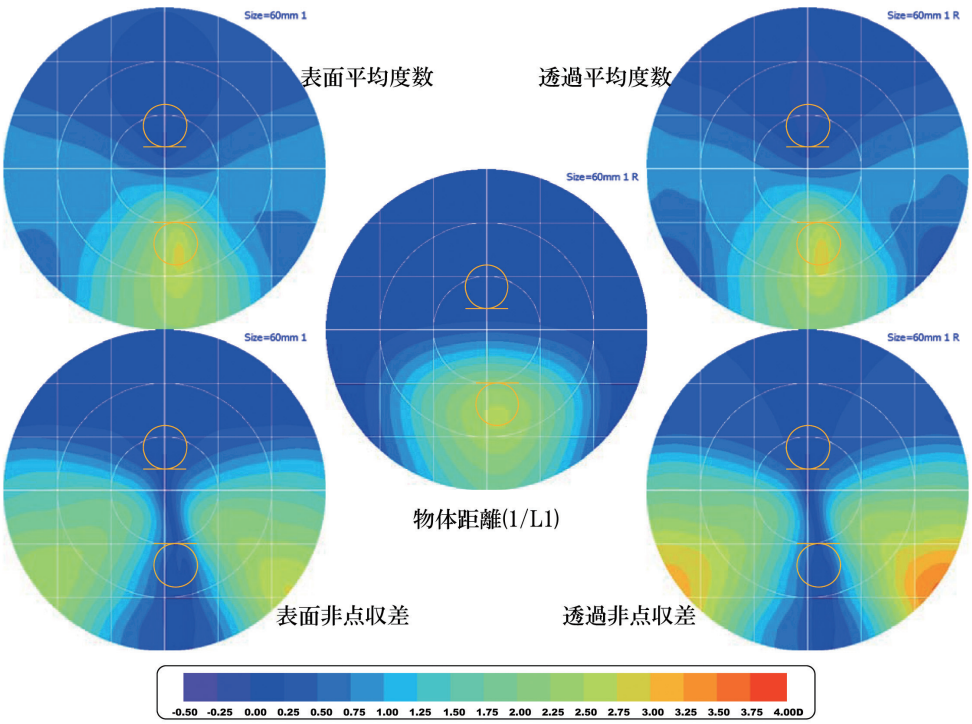


図 4　凸面累進レンズの収差分布の一例（格子線間隔 10mm）

きに沿ってレンズメータの光軸を配置する必要がある。レンズメータの当てる位置はレンズの面ではなく後方頂点球面（図 3）の位置である。入射光束も想定する物体距離によって変わる。図 3 に示したように，レンズ近用部分 N の屈折力を測る場合，想定する物体距離が L1 とする。たとえこの場合の後方頂点球面から焦点までの距離が L2 ならば，N 点における累進レンズの屈折力は 1/L1−1/L2 となる。このように測った収差は透過収差ともいう。

表面収差分布と透過収差分布とはどれほど異なるかについて，図 4 に一例を挙げて説明する。これは S＋0.00D Add2.50D 累進帯長 14mm の凸面累進レンズ（商品名 HOYALUX Summit Premium, HOYA 社）である。左側に凸面（外面）の表面平均度数と非点収差を示している。表面平均度数の値は，y＝8mm の場所（図 4 遠用部リングの中心）の平均度数からの相対値である。この凸面を使って作成した遠用上平の累進レンズの，中央の物体距離分布図で示した物体面に対して求めた透過平均度数と透過非点収差分布が右側に示されている。比較すると，レンズ周辺部で差が大きいことがうかがえる。なお，この例は上平のケースだが，度つきのケースでは表面収差と透過収差との差が更に大きい。

透過収差は，光線追跡計算で求めることができる。実際のレンズ透過収差を測定するには，例えば文献 1）のように，市販のレンズメータを改造する方法がある。ただし，レンズ面上多数点を測った分布図を作成するには，面全体を短時間で測れる装置が望まれる。

4）市販レンズマッパーで測られる屈折力

レンズ面上の屈折力分布を短時間で測ることができるレンズマッパーが市販されている。代表的なものに

・VL3000　Visionix 社製
・Class Plus　Rotlex 社製
・Dual Lensmapper　Automation & Robotics 社製
・NIMO TR4005　Lambda-X 社製

がある。測定原理はそれぞれ異なるが，共通するのはレンズ全体が入る大口径の光束を使って波面収差の分布を計測し，更に解析して屈折力分布を計算することである。ここでは紙面の制限で測定原理の詳しい解説は割愛するが，結果として得られるものは特殊な光学系状態の屈折力分布で，その特殊な光学系状態はいずれも眼鏡の装用状態からかけ離れたものである。した

がってこれらレンズマッパーで得られる屈折力分布は累進レンズの性能評価には使えない。ただし，レンズ製造現場で，レンズが設計どおりにでき上がっているかチェックするには最適な装置である。

以上のように，累進レンズ上一点における平均屈折力および非点収差は，光線の入射角度や物体距離，屈折力を求める位置などの条件によって変わる。累進レンズの性能を評価するための収差としては，レンズの装用状態に沿って計算されるまたは測定される透過収差を採用すべきである。実際累進レンズの設計は1990年代半ばから透過収差を改善するように設計されている（メーカーによっては，非球面設計ともいう）。

しかし，たとえ透過収差図を用いても，やはりこのレンズを掛けてどのように見えるかを想像することはたやすいことではない。もっとわかりやすい評価指標が求められる。

3. 累進レンズの性能評価指数

累進レンズは，レンズに上部から下方に向けて屈折力が連続的に増えるレンズである。屈折力が変化するため，レンズ上は必ずボヤケ，ユガミ，ユレを発生する箇所がある。これらものを見るときに感じる不具合を定量化し，それぞれ明瞭指数，変形指数，ユレ指数と名付ける。以下これらの評価指数の定義と評価例について説明する。

1）明瞭指数

明瞭指数は，ボヤケの程度を定量化する指標である。ボヤケの感覚は，光線が網膜黄斑部に集中せず，ある範囲にバラけることによって引き起こされる。この範囲の大きさを把握すれば，明瞭の程度を測ることができる。

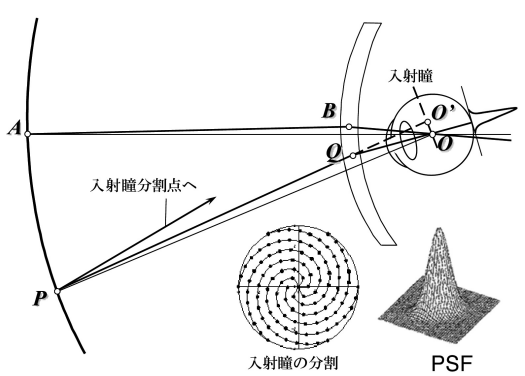


図5　明瞭指数の求め方
PSF：point spread function

図5のように，レンズ上Q点を通して物体側P点を見る場合，P点から発して，入射瞳を均等分割する多数の点を通る光線が最終的に網膜に到達する。これらの点が網膜に光量分布を形成する。この分布はpoint spread function（以下PSF）ともいう。PSFの広がりの大きさが明瞭指数である。この広がりの大きさは，眼が分別できる最小視角（つまり視力）に換算することが可能である。

網膜上の光線分布を取得するには，眼鏡レンズの形状のほかに，眼球の各面の形状や間隔および屈折率のデータを含めた眼球光学モデルが必要である。この眼球モデルは，無限遠方を見るときの状態以外に，任意の調節状態に合わせて変化する水晶体の形状データも可能でなければならない。ここでは，この条件に合致するNavarroら[1]のモデルを採用した。レンズ上Q点を透してP点を見るときの眼球調節度数は，回旋中心Oからの距離とQ点におけるレンズ度数によって，眼の調節力範囲内の最適な値を選んで決める。

このように確定した光学系において，P点から出発し，入射瞳を均等分割する多数の分割点を通る光線を追跡し，網膜上のスポットを求める。スポットの密度はPSFである。

PSFの正確な形状はレンズ通過点位置，物体距離などによって変化するが，ここでPSFを求める目的は光線の分布範囲の大きさを求めることなので，PSFを二次元正規分布関数に近似させてそのパラメータを求めることにする。PSFは下記の式であらわすとする。

$$PSF(\mu,\nu)=\frac{1}{2\pi\sigma_\mu\sigma_\nu\sqrt{1-\rho^2}}$$

$$\exp\left(-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left(\frac{\mu^2}{\sigma_\mu{}^2}-2\rho\frac{\mu\nu}{\sigma_\mu\sigma_\nu}+\frac{\nu^2}{\sigma_\nu{}^2}\right)\right)$$

ここで，μとνは網膜上の位置座標だが，視角に換算されている。σ_μ, σ_ν, ρは分布の大きさをあらわすパラメータで，スポットダイアグラムから下記のように決める。

$$\sigma_\mu=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_i \mu_i{}^2}\qquad \sigma_\nu=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_i \nu_i{}^2}\qquad \rho=\frac{\frac{1}{N}\sum_i \mu_i\nu_i}{\sigma_\mu\sigma_\nu}$$

……（1）

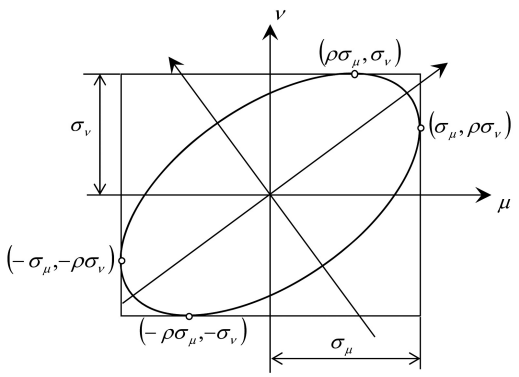


図 6　PSF 分布楕円

式（1）の N は入射瞳分割数，μ_i , ν_i は i 番目の光線網膜通過点座標の視角換算値である。

二次元正規分布から頂点の高さの exp（−1/2）倍（約 0.6 倍）の高さで横切った楕円を PSF 分布楕円とすると，その楕円は

$$\frac{1}{\left(1-\rho^2\right)}\left(\frac{\mu^2}{{\sigma_\mu}^2}-2\rho\frac{\mu\nu}{\sigma_\mu\sigma_\nu}+\frac{\nu^2}{{\sigma_\nu}^2}\right)=1$$

であらわすことができる（図 6）。

この PSF 分布楕円が大きいほど，物体点からの光線が網膜上分散し，視力が低下する。したがって，楕円の大きさは，視力と反比例の関係にある。楕円の大きさをあらわすパラメータとして，$\sigma=\sqrt{{\sigma_\mu}^2+{\sigma_\nu}^2}$ を採用する。σ は PSF 分布の統計的代表半径を意味する。

二つの点を眼で区別できる最小間隔から視力が定義されている。σ はその最小間隔と考えることもできる。σ から計算される視力値は

$$V.A.=\frac{1'}{\sigma}=\frac{1'}{\sqrt{{\sigma_\mu}^2+{\sigma_\nu}^2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

となる。式（2）の 1’ は角度 1° の 1/60 で，視力 1.0 で分別できる最小視角である。

もちろんこの視力値は実際の視力とは異なる。眼の視力は眼鏡や眼球の光学的要素のみならず，網膜や視神経，ないし皮質の複雑な処理にも影響される。式（2）で計算された視力は眼鏡や眼球の光学的要素だけで，しかも PSF 関数を二次元正規分布に近似したときの結果であり，厳密にいうと視力からかけ離れたものとなる。しかし，眼鏡レンズの明瞭さの相対的分布

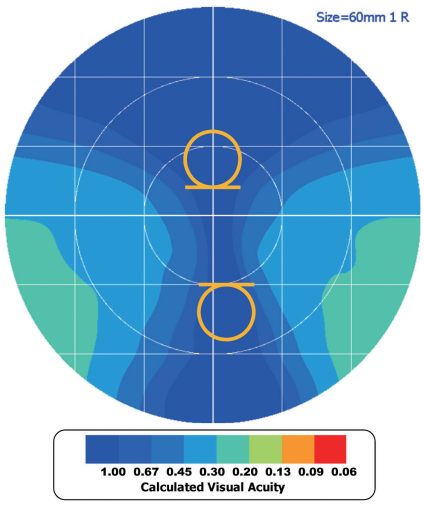


図 7　レンズ上明瞭指数の分布例
HOYALUX Summit Premium S0.00D Add2.50D

をあらわすには十分役に立つと考えられる。ここでは式（2）で計算された視力をレンズの明瞭指数と称する。

視野内のすべての物体点に対してレンズ通過点を光線追跡で求め，眼球が主光線に合わせて回旋し，最適に調節を行った状態で明瞭指数を求める。このようにして視野内の明瞭指数分布が求められる。

図 7 はレンズ上の明瞭指数分布の一例である。レンズは HOYA 社が販売している凸面累進レンズ HOYALUX Summit Premium，累進帯 14mm，S0.00D Add2.50D である。物体距離は近用領域で後方頂点球面から 40cm と設定し，眼球瞳孔径 4mm，調節範囲は 0〜0.25D と設定する。レンズサイズは ϕ60mm で，位置を特定するための格子線，リング線の間隔は 10mm である。累進帯付近は良好な視力が得られ，近用部両側の側方部は視力が落ちる。伝統的な非点収差分布図（図 4）と似ている部分もあるが，もっと直接明瞭さをあらわしていると考えられる。なお，計算視力の目盛間隔はほぼ logMAR 値の等間隔に設定されている。

2）眼鏡倍率楕円と変形指数

伝統的に光学系による像の変形は歪曲収差として扱われる。歪曲収差は基本的に共軸光学系，つまりすべての光学面が同じ直線軸に関して軸対称の場合に，画像全体の歪曲を評価するのに適している。累進レンズの場合，場所によって異なる度数を配分しているの

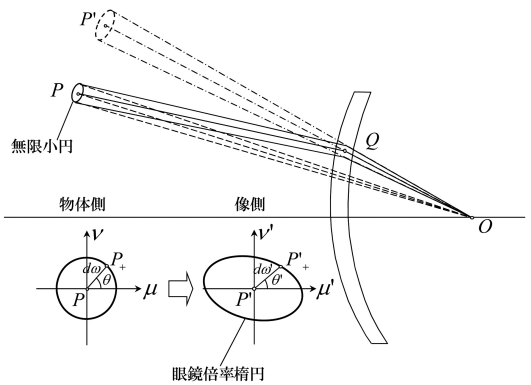


図８　変形指数の求め方

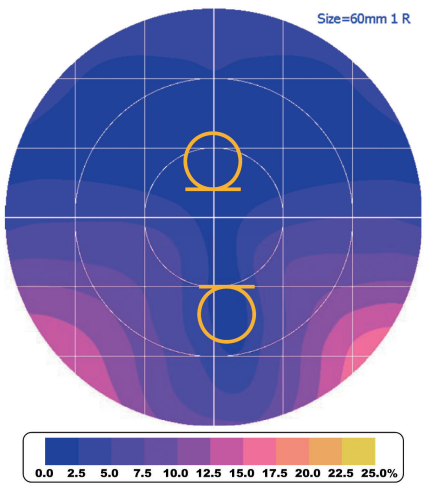


図９　レンズ上変形指数の分布例
HOYALUX Summit Premium S0.00D Add2.50D

で，歪曲収差で像の変形を評価するのは無理である。そこで，レンズ上任意の一点を通過する光線の近傍光線の振る舞いを解析することで，微分領域での像の変形を評価することにした。

図８のように，レンズQ点を通してP点を見るケースを考える。物体側P点の像はOQの延長線上のP'点であるとすると，P点を原点とするローカル座標系 $\mu-\nu$ で近傍点 $P_+(d\mu,d\nu)$ の像は，P'点を原点とするローカル座標系 $\mu'-\nu'$ で $P'_+(d\mu',d\nu')$ であらわすことができる。なお，μ，ν は主方向 OP からそれぞれ横，縦方向の偏角を意味する。μ',ν' も然り。$d\mu'$と $d\nu'$ は下記の式 (3) であらわされる。

$$d\mu'=\frac{\partial\mu'}{\partial\mu}d\mu+\frac{\partial\mu'}{\partial\nu}d\nu=Ad\mu+Bd\nu,$$
$$d\nu'=\frac{\partial\nu'}{\partial\mu}d\mu+\frac{\partial\nu'}{\partial\nu}d\nu=Cd\mu+Dd\nu \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

ここで，偏導関数 $A=\frac{\partial\mu'}{\partial\mu},B=\frac{\partial\mu'}{\partial\nu},C=\frac{\partial\nu'}{\partial\mu},D=\frac{\partial\nu'}{\partial\nu}$ はQ点におけるレンズの形状によって決まっており，光線追跡の手法で値を算出することができる。

式 (3) を極座標形式に変更すると，

$$d\omega'\cos\theta'=Ad\omega\cos\theta+Bd\omega\sin\theta$$
$$d\omega'\sin\theta'=Cd\omega\cos\theta+Dd\omega\sin\theta$$

となり，像側と物体側の偏角比で定義される眼鏡倍率 $\frac{d\omega'}{d\omega}$ と方位角 θ' との関係を求めて整理すると，

$$\left(\frac{d\omega'}{d\omega}\right)^2=\frac{1}{I+L\cos2(\theta'-\theta'_0)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

更に像側方位角は，

$$\tan\theta'=\frac{C+D\tan\theta}{A+B\tan\theta}$$

となる。

ここで定数 I,L,θ'_0 は定数$A=\frac{\partial\mu'}{\partial\mu},B=\frac{\partial\mu'}{\partial\nu},C=\frac{\partial\nu'}{\partial\mu},D=\frac{\partial\nu'}{\partial\nu}$より下記のように計算される。

$$I=\frac{1}{2(AD-BC)^2}\left(A^2+B^2+C^2+D^2\right)$$
$$J=\frac{1}{2(AD-BC)^2}\left(D^2-B^2+C^2-A^2\right)$$
$$K=\frac{-1}{(AD-BC)^2}(BD+AC)$$
$$L=\sqrt{J^2+K^2}\qquad\tan2\theta'_0=\frac{K}{J}$$

式 (4) のように，Q点におけるレンズ形状が一次微分可能で，かつ全反射を起こす光線入射状況でなければ，物体側の無限小円（$d\omega$が方位角 θ にかかわらず一定）の像は像側に楕円として映ることが明らかである（図８参照）。ここではこの楕円を眼鏡倍率楕円と称する。式 (4) は眼鏡倍率楕円の方程式である。

眼鏡倍率楕円は拡大率の情報と同時に，変形具合の情報も含まれている。変形が全くない状態とは，方位角にかかわらず倍率が一定であるということなので，眼鏡倍率楕円は真円である。したがって，眼鏡倍率楕

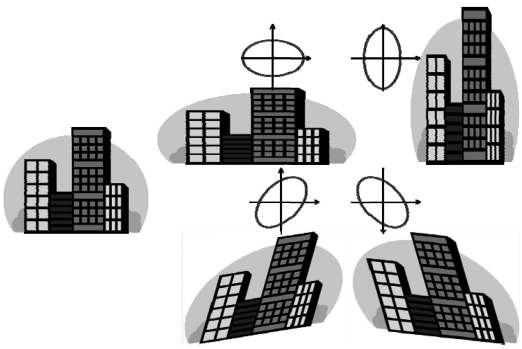


図 10　変形の方向性

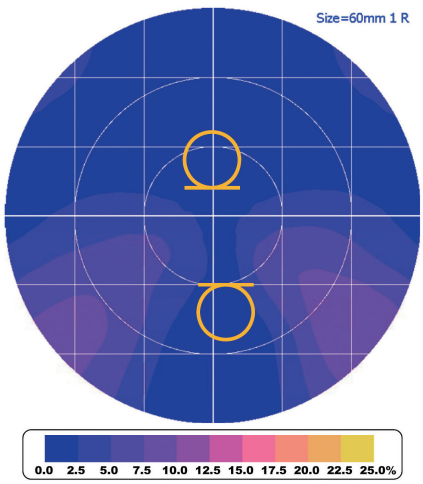


図 11　レンズ上スキュー変形指数の分布例
HOYALUX Summit Premium S0.00D Add2.50D

円の真円からの乖離具合を変形指数として定義し，ユガミを評価することができる。ここでは変形指数を楕円の長軸／短軸比から 1 を引いた値と定義する。つまり，

$$H = \frac{a}{b} - 1$$

変形指数はレンズ上一点を透して見た場合の変形をあらわすが，レンズ上すべての点に対して求めて分布図を描くことができる。図 9 に変形指数分布の一例を示している。レンズは図 7 と同様，HOYALUX Summit Premium，累進帯 14mm，S0.00D Add2.50D である。累進帯付近では変形が少なく，近用に両脇は変形が大きい。

3）スキュー変形指数

変形指数は眼鏡倍率楕円の形状だけを評価し，楕円の長軸の方向の方位角は考慮していない。しかし，たとえ同じ形状の眼鏡倍率楕円でも，楕円の長軸の方向如何によっては，引き起こされる不快の度合いが異なるのである。図 10 では，その状況が示されている。仮に 4 種類の眼鏡があり，変形指数の絶対値が同じで，眼鏡倍率楕円の長軸の方位角がそれぞれ 0，45，90，135° とする。それぞれを透して見たビルの像が示されている。

明らかに 45，135° の場合の不快感が 0，90° の場合の不快感より強く感じるのである。したがって，変形指数だけで評価するのは不十分で，もう一工夫が必要である。そこで，方位角を加味して変形指数を下記のように分解してみた。

$$H = H\cos^2 2\theta'_0 + H\sin^2 2\theta'_0 = H_n + H_s$$

ここで，$H_n = H\cos^2 2\theta'_0$ をノーマル変形指数といい，$H_s = H\sin^2 2\theta'_0$ をスキュー変形指数という。ノーマル変形指数は 0° と 90° 方向つまり縦横方向の変形をあらわし，スキュー変形指数は 45° と 135° 方向の変形をあらわす。スキュー変形指数は変形による不快の度合いを一番的確にあらわしていると考えることができる。

図 11 はスキュー変形指数の分布例をあらわしている。図 9 の変形指数からノーマル変形成分を取り除いて残った成分となる。

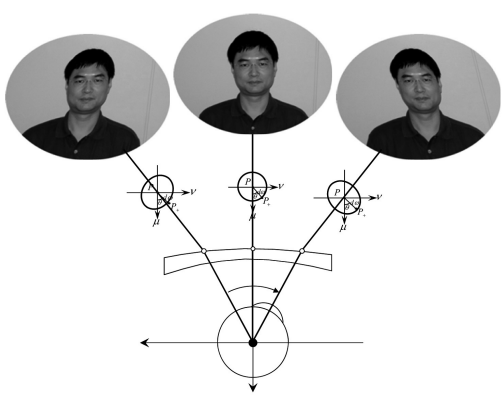


図 12　「ユレ」の現象
ユレとは視線移動時の眼鏡倍率の変化率

4）ユレ指数

「ユレ」はメガネレンズ，とくに累進レンズ独特の現象で，伝統的な収差論では論じられていない。「ユ

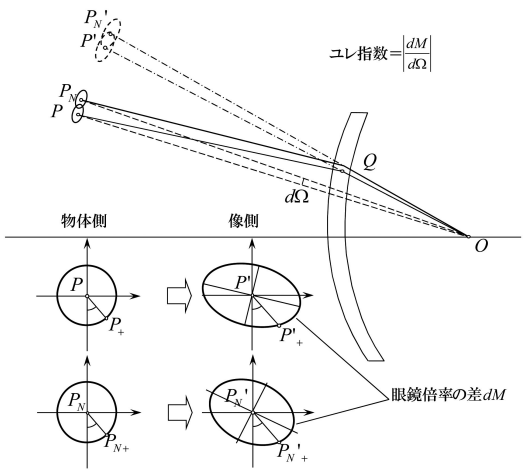


図13　ユレ指数の定義

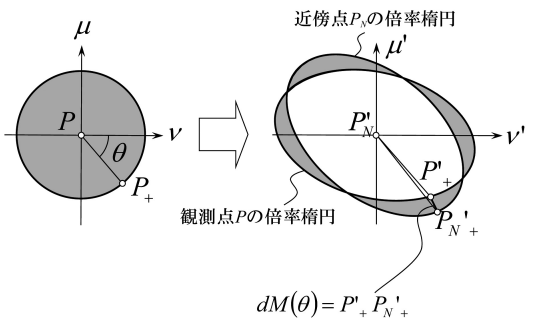


図14　眼鏡倍率差の定義

レ」の強さを評価するためには，まず「ユレ」がどのような現象なのかを確立する必要がある。まずユレとユガミの違いを考える。ユガミは静的なイメージに対し，ユレは動的なものであると考えられる。つまり，ユガミは視線移動しなくても感じるが，ユレは視線移動のときだけ感じるものといえる。

前述のように，レンズ上異なる点を透して見る場合，異なる眼鏡倍率楕円で拡大された像が得られる。したがって，視線がレンズ上移動するときに，見たものの大きさや形が変化する。裸眼では発生しないので，この現象は不快感を引き起こす。図12にはレンズの右，中央，左の部分を透して見た人物の顔（筆者）が異なる様子を示している。視線移動につれて，顔の大きさや形が変化する。眼鏡によるユレは，この現象を指すと考えられる。すると，ユレの強さを評価するユレ指数は，視線移動時に対する像の形や大きさの変化率と考えることができる。

厳密な定義は図13に示される。レンズ上Q点を透してP点を見た場合の像がP'に位置し，眼鏡倍率楕円が確立されている。P点から$d\Omega$だけ視線移動したP_N点においては，多少異なる眼鏡倍率楕円となる。二つの眼鏡倍率楕円の差をあらわすdMを$d\Omega$で割ると，眼鏡倍率の変化率であり，ユレ指数と定義される。

dMは眼鏡倍率楕円の大きさと形の両方の差を反映するものでなければならない。ここでは，すべての方位角に対する眼鏡倍率差のroot mean squareをdMとして定義する。図14ではその定義が示されている。物体側無限小真円の方位角θにおける近傍点P_+に対して，P'の眼鏡倍率楕円の対応点がP'_+，P_N'の眼鏡倍率楕円の対応点が$P_N{}'_+$とする。P'_+と$P_N{}'_+$の距離が方位角θにおける眼鏡倍率差と考えることができる。つまり$dM(\theta)=P'_+P_N{}'_+$。すべての方位角に対して$dM(\theta)$の二乗平均値を求め更にルート計算すると，代表的なdMが得られる。つまり，

$$\overline{dM}=\sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}dM^2(\theta)d\theta}$$

この値は，図14右の図形の陰影部分の面積の平方根にほぼ比例する（厳密には違うが）。

数学式の演繹過程を省略し，結果のみを下記のように記す。

$$Y^2=\left(\frac{\overline{dM}}{d\Omega}\right)^2=\frac{1}{2}\left(\left(\frac{dA}{d\Omega}\right)^2+\left(\frac{dB}{d\Omega}\right)^2+\left(\frac{dC}{d\Omega}\right)^2+\left(\frac{dD}{d\Omega}\right)^2\right)$$
$$=\frac{1}{2}\left(E+F\cos 2\varphi+G\sin 2\varphi\right)$$

ここで，φは視線移動方向の方位角である。定数E，F，Gはそれぞれ，

$$E=\left(\frac{\partial^2\mu'}{\partial\mu\partial\nu}\right)^2+\left(\frac{\partial^2\nu'}{\partial\mu\partial\nu}\right)^2$$
$$+\frac{1}{2}\left(\left(\frac{\partial^2\mu'}{\partial\mu^2}\right)^2+\left(\frac{\partial^2\nu'}{\partial\mu^2}\right)^2+\left(\frac{\partial^2\mu'}{\partial\nu^2}\right)^2+\left(\frac{\partial^2\nu'}{\partial\nu^2}\right)^2\right)$$
$$F=\frac{1}{2}\left(\left(\frac{\partial^2\mu'}{\partial\mu^2}\right)^2+\left(\frac{\partial^2\nu'}{\partial\mu^2}\right)^2-\left(\frac{\partial^2\mu'}{\partial\nu^2}\right)^2-\left(\frac{\partial^2\nu'}{\partial\nu^2}\right)^2\right)$$
$$G=\frac{\partial^2\mu'}{\partial\mu\partial\nu}\left(\frac{\partial^2\mu'}{\partial\mu^2}+\frac{\partial^2\mu'}{\partial\nu^2}\right)+\frac{\partial^2\nu'}{\partial\mu\partial\nu}\left(\frac{\partial^2\nu'}{\partial\mu^2}+\frac{\partial^2\nu'}{\partial\nu^2}\right)$$

である。

なお，式中の2階偏導関数値は，1階偏導関数値

$A=\frac{\partial\mu'}{\partial\mu}, B=\frac{\partial\mu'}{\partial\nu}, C=\frac{\partial\nu'}{\partial\mu}, D=\frac{\partial\nu'}{\partial\nu}$ 同様，Q 点におけるレンズの形状によって決まっており，光線追跡の手法で値を算出することができる。

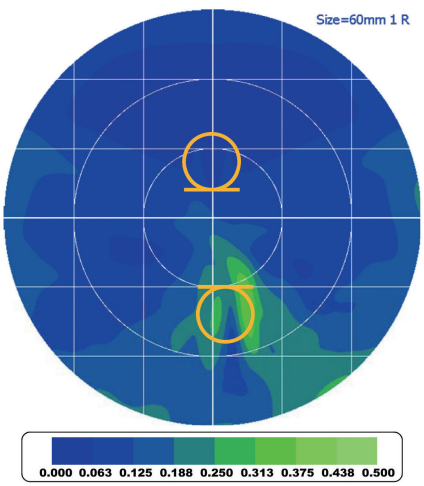


図 15　レンズ上スキュー変形指数の分布例
HOYALUX Summit Premium S0.00D Add2.50D

このように，ユレ指数は視線移動の方向によって変化する，その最大値は

$$Y_{Max}=\sqrt{\frac{1}{2}\left(E+\sqrt{F^2+G^2}\right)}$$

である。とくに断らなければ，ユレ指数はこの最大値を指す。

ユレ指数はレンズ上一点を透して見た場合のユレをあらわすが，レンズ上すべての点に対して求めて分布図を描くことができる。図 15 にはユレ指数分布の一例が示されている。レンズは図 7，9，11 と同じである。図のように，累進レンズのユレは近用部に主にあらわれ，ピークは近用部のやや鼻側にある。そこは度数が一番急激に減少するところでもある。つまり，ユレの程度はレンズ上度数の変化率と強い相関関係にあるといえる。

4. ま　と　め

累進レンズの性能表示手段として，伝統的な収差分布図（とくに透過収差分布図）はレンズ設計者として

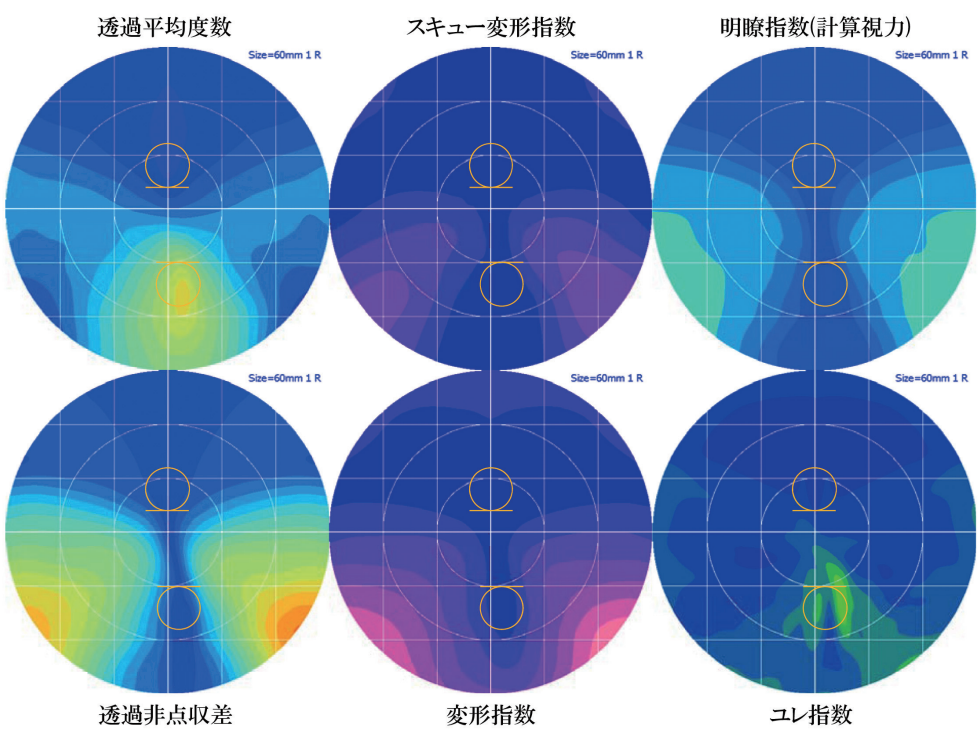


図 16　累進レンズの評価指数一覧
HOYALUX Summit Premium S0.00D Add2.50D

は意味があるものの，累進レンズを装用者に説明する立場にある方および装用者本人にとってはわかりにくいものである。その代わりに，累進レンズを掛けたときに感じるボヤケ，ユガミ，ユレの程度を直接反映する明瞭指数，変形指数，ユレ指数を累進レンズの性能評価指数として開発した。図16はこれらの指数分布図をまとめて示している。これらを吟味することで，累進レンズに対する理解を深めることができると期待する。今回は文字数の制限で紹介できないが，性能評価以外の場面でも評価指数を利用することができる。例えば処方度数，加入度数を少し変更するとどれほど影響があるか，またはアイポイント位置を少し上下する，あるいは前傾角を変更する場合，見え方がどのように変わるかを検討するなどである。

文　　献

1）Navarro R, Santamaria J & Bescos J：Accommodation dependent model of human eye with aspherics. JOSA A 2：1273-1280, 1985.

参 考 文 献

1）白柳守康：可変物体距離回旋レンズメータによる眼鏡レンズの光学性能評価．視覚の科学 18：125-132, 1998.

2）祁　　華，田中郁香他：累進レンズの見え方のシミュレーション．視覚の科学 21：52-58，2000.

3）祁　　華：眼鏡と Quality of Vision．視覚の科学 25：108-113，2004.

総　説

眼科のための光学入門（3）
点像強度分布関数と光学伝達関数

宮前　博

コニカミノルタテクノロジーセンター㈱

Introduction to Optics for Ophthalmology (3)
Point Spread Function and Optical Transfer Function

Hiroshi Miyamae

Konica Minolta Technology Center, INC.

点像強度分布関数（PSF）と光学伝達関数（OTF）について述べる。PSFの形状は光学系の収差，瞳の存在による回折効果，光学系内部の散乱の影響を受ける。収差が回折の影響に比べ大きいときにはPSFは幾何光学的な光線追跡によって直接求めることができるが，収差が比較的小さい場合には波面収差を含む瞳関数を求めフーリエ変換を行う必要がある。OTFはPSFのフーリエ変換であらわされるが，その絶対値としての変調伝達関数と位相としての位相伝達関数の物理的な意味を解説する。（視覚の科学　33: 109−114，2012）

キーワード：点像強度分布関数，Strehl比，光学伝達関数，変調伝達関数，位相伝達関数

Point spread function (PSF) and optical transfer function (OTF) are described. The PSF figure is affected by aberrations of the optics, diffraction effect of pupil and diffraction within the optics. When the aberration effect is smaller than the diffraction effect, the pupil function, together with the wavefront aberration, is transformed to PSF by Fourier transform. When the aberration effect is larger than the diffraction, effect, PSF is obtained directly via ray tracing of geometrical optics. OTF is obtained via Fourier transform of PSF, its absolute value being defined as modulation transfer function and its phase value as phase transfer function. Some physical meanings of these concepts are explained. (Jpn J Vis Sci 33: 109-114, 2012)

Key Words : Point spread function, Strehl ratio, Optical transfer function, Modulation transfer function, Phase transfer function

1. はじめに

今回は，光学系の点像強度分布関数（以下PSF）と光学伝達関数（以下OTF）について概説したい。PSFはその名のとおり点物体の像の強度分布であり，波面収差から比較的容易に計算することができる。またOTFはPSFを空間周波数成分に分けて考えたものとみることができる。ここではあまり数学的な内容に立ち入らずに，できるだけ直感的にこれらの具体的意味を考えてみたい。

2. 点物体の像としてのPSF

図1は点物体が光学系を通して結像された，広がりのある点像（PSF）の様子を模式図であらわしたものである。PSFが広がるのには大きく分けて収差，回折，散乱の影響がある。回折の影響が少ない場合には，前回述べたように非点収差やコマ収差，球面収差などの影響が点像に大きな影響を与える。二つめは回折の影響である。波長をλ，焦点面に集まる光束のFナンバー（＝焦点距離／瞳径）をFとしたとき，光線

別刷請求先：191−8511　日野市さくら町1　コニカミノルタテクノロジーセンター㈱　宮前　博
（2012年7月23日受理）
Reprint requests to: Hiroshi Miyamae　Konica Minolta Technology Center, INC.
1 Sakura-machi, Hino 191−8511, Japan
(Received and accepted July 23, 2012)

収差（横収差）の大きさが$F\cdot\lambda$の数倍程度の場合，回折の影響が収差図形にあらわれる。図2はこの内容の簡単な説明である。

瞳径をDとして，光軸に平行な光を入射させたとき，（一次）回折角は$\Delta\phi\sim\lambda/D$程度になる。この回折光を焦点距離fのレンズで結像したとき，その像高は$\Delta y\sim F\cdot\lambda$となる。横収差がこの量を無視できるほど大きいときには，点像の広がりには回折よりも収差の影響の方が支配的となる。

光線収差が数λの場合の点像の例を図3に示す。前回示した光線の集まりとしての収差図形とは大きく異なることがわかる。

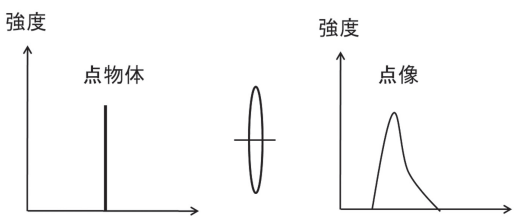


図1　点物体とその光学系による像としての点像強度分布関数（PSF）

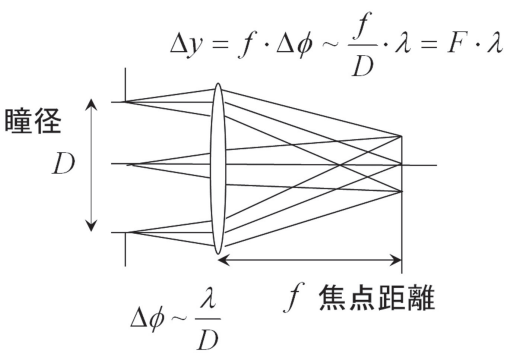


図2　点像に対する回折の影響

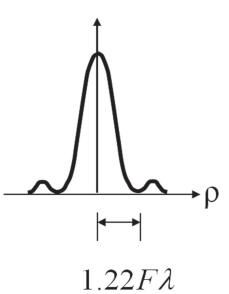


図4　無収差の場合の点像（エアリーディスク）

収差の全くない光学系の点像はエアリーディスク（図4）としてよく知られている。

収差が比較的少ない場合の点像の評価法としてよく知られているものにStrehl比がある。図5のように無収差の場合の点像（エアリーディスク）に対して，収差が存在する場合，点像のピークの値は低くなり，その相対的な大きさ（Strehl比）は，近似的に

$$SR = 1-\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 W_{RMS}^2 \quad \cdots\cdots (1)$$

とあらわされることが知られている。ここでW_{RMS}は波面収差の2乗を瞳面内で積分して，その平方根を瞳面積で割ったもので，波面収差がすでにゼルニケ展開されている場合には，積分する代わりに適当に正規化された係数の2乗和をとればよい（詳しくは文献1）を参照）。

点像の形には上記以外に光学系内部の散乱によるものがあり，点像の裾野を広げる効果をもつことが多い。

3. 広がりのある物体の像

さて，ここまでは点状の物体の結像の評価について

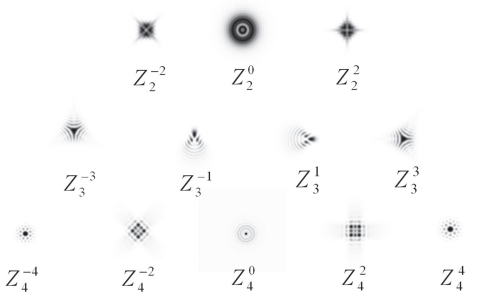


図3　ゼルニケ多項式の各項に対応した点像

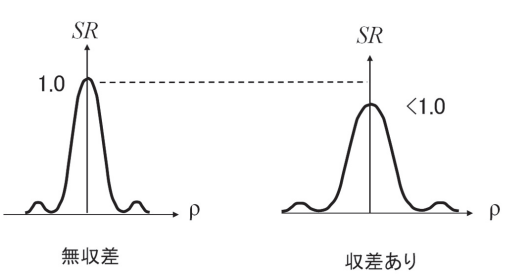


図5　Strehl比（PSFのピークの相対高さ）による点像の評価

述べてきたが，空間的に広がりのある物体の評価についても，基本的にはこの考えを押し進めることができる。図 6（上）には，PSF として広がりが全くない仮想的な場合を考えて，広がりのある物体の強度分布が光学系を通してどのような像の強度分布に変換されるかを示している。広がりのある物体は点物体の集まりであり，それぞれの像がまた点像になることを考えれば，この場合は物体と像の強度分布は（光学系の倍率を 1 と規格化すれば）一致する。図 6（下）には PSF に広がりがある場合を示しており，像の強度分布が物体の強度分布よりなまった形になるプロセスが直感的にわかる。このような演算を畳み込み，あるいはコンボリューションといい，像の強度分布は物体の強度分布と PSF の畳み込みであらわされる，ということができる。この演算のことをここでは⊗という記号であらわすことにする。図 7 は，物体としてランドルト環，PSF としてコマ収差を与えたときの像強度分布の例を示している。

4. Modulation transfer function と Phase transfer function

一般に物体や像の強度分布には色々な空間周波数の正弦波強度成分が含まれていると考えられる（平均的な強度は直流成分と考えられる）。物体や像に周期性がない場合には，一般に連続した空間周波数成分をもつことが知られている。正弦波ごとに振幅や位相は異なっているが，空間周波数に対して物体と像の各正弦波成分の強度比と位相差をとってそれぞれ modulation

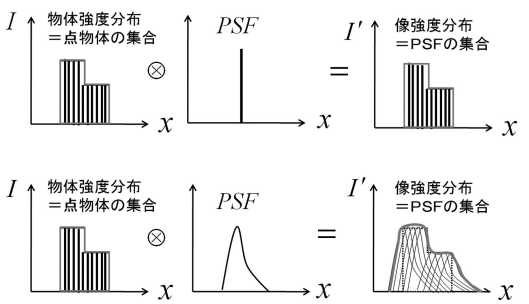


図 6　広がりのある物体の結像
像の強度分布は物体の強度分布と光学系の PSF の畳み込み演算で得られる。

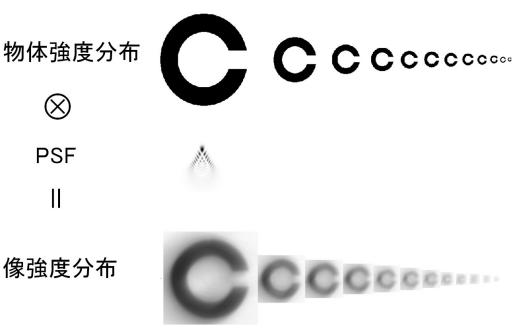


図 7　ランドルト環のコマ収差を伴う結像

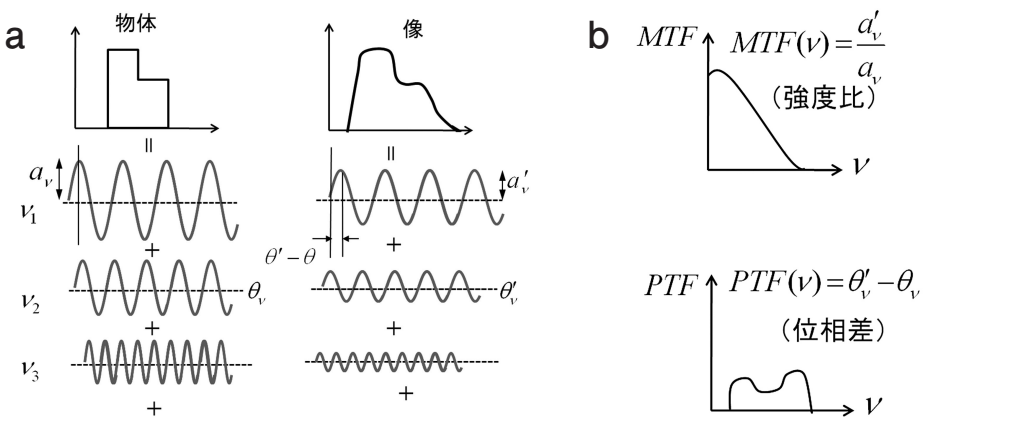


図 8　物体と像の空間周波数分解
a：広がりのある物体や像は一般に連続した空間周波数をもった正弦波の重ね合わせと考えることができる。それぞれの正弦波は異なる振幅と位相をもっている。
b：空間周波数を横軸にとって，縦軸に物体と像の各周波数での強度比（＝ MTF）と位相差（＝ PTF）をとったグラフである。

transfer function（以下 MTF），phase transfer function（以下 PTF）という。これらのことをやや模式的にあらわしたのが図 8 である。

とくに正弦波チャートの像も像倍率を規格化したとき，同じ周波数の正弦波であらわされる（図 9）。またこれらの強度比（＝ MTF）を考えると，それは自然に両者のコントラストの比に等しく，位相差（＝ PTF）が両者の位相ずれに相当する。たとえば倍率の色収差は波長による PTF の差異によって起こると考えてよい。

一般の形状の物体の場合を説明したものが図 10 である。空間周波数ごとの物体の強度（コントラスト）分布と光学系の MTF を掛け算したものが像の強度（コントラスト）分布になり，同様に，空間周波数ごとの物体の位相分布と光学系の PTF を足し算したものが像の位相分布になる。図 10 を図 6 と比較すると，複雑な畳み込み演算が，掛け算や足し算という簡単な演算に置き換わっていることがわかる。変数を空間座標から空間周波数領域に置き換えたことのご利益はここにあるといってよい。

とくに，点物体のコントラスト分布は一定，位相分布は 0 と考えられるので，空間周波数ごとの点像（＝ PSF）の強度（＝コントラスト）分布は MTF そのものであり，位相分布は PTF そのものであることがわかる。一般に PSF は空間座標（図では一次元）に関して非対称な形になるが，もしその PTF が各周波数で 0 であったとしたら，図 9 の説明からもわかるように PSF は左右対称になると考えられる。図 11 に示すように PTF の値が有限であるような空間周波数があるとすると，PSF が非対称になる。

上記の議論からもわかるように，MTF や PTF は光学系だけでなく空間的に広がりのある画像を伝達する各システムに付随するものと考えてよく，たとえばデジタルカメラの撮像素子や画像処理の機能，視覚系の像情報伝達系の機能をあらわすこともできる。視覚系では眼球光学系の MTF（コントラスト感度特性）はローパス型であり，網膜神経系の MTF はバンドパス型となることが知られており，全視覚系の MTF はこれらの積であらわされる（図 12）。

このように複数のシステムが順次タンデムに結合された場合，それぞれのシステムの MTF の積が全体系の MTF となり，それぞれのシステムの PTF の和が全体系の PTF となると考えることができる。ただし，MTF を考えることのできるシステムは入力と出力の関係が線形であって，考えている画像領域での PSF に変化がないことが前提とされていることは念頭にお

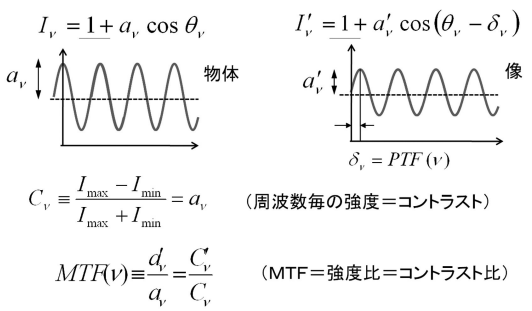


図 9　MTF は物体と像のコントラスト比をあらわす。

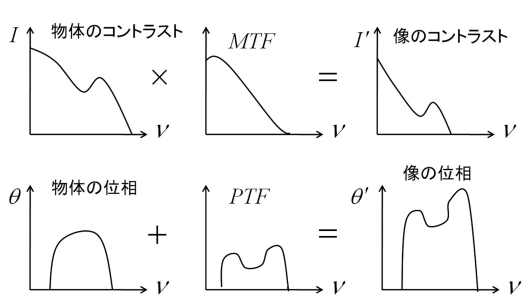


図 10　コントラスト分布と位相分布の結像による変化

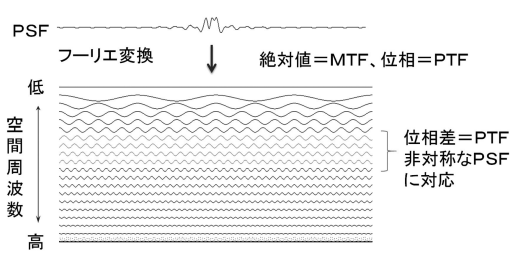


図 11　PTF は非対称な PSF に対応する。

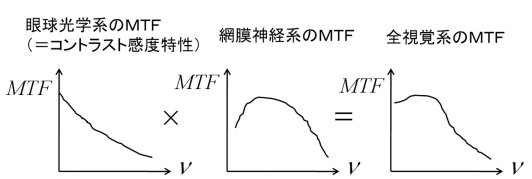


図 12　視覚系の像情報伝達特性（横軸は空間周波数）

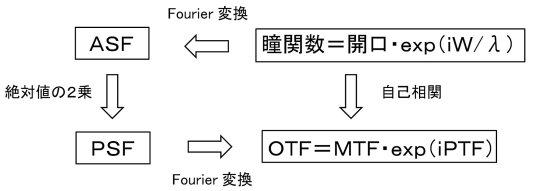


図 13　瞳関数，PSF，光学伝達関数（OTF）の相互関係

く必要がある。

5. O　T　F

前項で MTF と PTF の物理的な意味を述べたが，これらを一度に扱うことのできる道具として「(複素) フーリエ変換」というものがある。図 8 の記号を用いると，物体と像の空間的な強度分布にフーリエ変換を施したものは空間周波数 $\boldsymbol{\nu}$ の関数としてそれぞれ $a_\nu \exp(i\theta_\nu)$，$a'_\nu \exp(i\theta'_\nu)$ となり，PSF にフーリエ変換を施したものは $\mathrm{MTF}_\nu \exp(i\mathrm{PTF}_\nu)$ となり，これを OTF と定義する（見やすくするためここでは変数 $\boldsymbol{\nu}$ を添字で表現している)。これらの間には一般に

$$a'_\nu \exp(i\theta'_\nu) = a_\nu \exp(i\theta_\nu) \cdot \mathrm{MTF}_\nu \exp(i\mathrm{PTF}_\nu) \quad \cdots (2)$$

すなわち

$$a'_\nu = a_\nu \cdot \mathrm{MTF}_\nu,\ \theta'_\nu = \theta_\nu + \mathrm{PTF}_\nu \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

の関係があることが知られている。これは図 10 において説明した内容にほかならない。定義から MTF は OTF の絶対値であり，PTF は OTF の位相成分であることが改めて確認できる。

眼光学では OTF という述語はあまり一般的ではないが，実数である MTF と PTF を複素数としてまとめて取り扱うことができると考えればよく，数学的な取り扱いにはすこぶる便利である。

6. 波面収差と PSF の関係

収差が存在するとき，PSF の形状がエアリーディスクから変形されることは前述した。ここでは波面収差と PSF の具体的な関係について説明しよう。

収差が大きく回折の影響を無視できる場合，波面収差関数がわかっている場合には，瞳座標に関する微分演算によって光線収差を求め，像面上の強度分布を計算することから求められる。波面収差が求められていなくても，光学系の瞳面を等しい小面積に分割し，その各々を代表する光線を光線追跡し，像面との交点を求めスポットダイヤグラムの密度から強度分布を計算することができる（文献 2）参照)。

眼光学では，扱う光束の F ナンバーが比較的大きいため回折の影響を考慮に入れなければならない場合が多い。

このようなときには，波面収差関数から直接 PSF を求める方法がある。波面収差関数を瞳座標 (x, y) を用いて $W(x, y)$ とあらわしたとき，瞳関数は

$$P(x, y) = A(x, y) \cdot \exp\left\{\frac{iW(x, y)}{\lambda}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

で定義される。ただし $A(x, y)$ は開口をあらわす関数で，瞳の内部で 1，外部では 0 と定義する。このとき PSF は瞳関数のフーリエ変換の絶対値の 2 乗になることが知られている。

PSF をフーリエ変換したものが OTF であったから，結局波面収差が知られているとき，OTF を求めるにはフーリエ変換が 2 回必要となる。瞳関数の自己相関関数を計算する別ルートも存在する（文献 3）参照）が，フーリエ変換の高速計算が手軽に行われるようになったため，実務的にはあまり用いられていないようである。

これまで述べてきた PSF，瞳関数，OTF の関係を図 13 にまとめた。なお瞳関数のフーリエ変換は ASF (amplitude spread function＝振幅分布関数）と呼ばれる。

7. ま　と　め

PSF と OTF について基本的な事項をまとめた。PSF の形状は収差だけでなく回折の影響を受けるが，その基準となる量が F ナンバーと波長の積となることは重要である。広がりのある物体の結像に関しては，空間的な像の強度分布が物体の強度分布と PSF の畳み込み演算によって与えられること，また物体と像の任意の一部分を色々な空間周波数成分に展開したときのコントラスト比と位相差がそれぞれその部分の MTF，PTF に相当することを説明した。OTF は MTF と PTF をまとめて複素数としてあらわしたもので，PSF のフーリエ変換と考えることができる。OTF の概念が有用なのは，それが単に光学系だけでなく画像伝達システムに汎用に用いられる点で，たとえば，全視覚系の像情報伝達特性を眼球光学系と網膜神経系の特性に分解して理解することができる。また

波面収差から定義される瞳関数とPSFの関係もフーリエ変換で結ばれている。

次回は，近年眼内レンズとして実用化されるようになってきた回折レンズの原理について解説する予定である。

文　　献

1）M. ボルン，E. ウォルフ，草川　徹訳：光学の原理. 第7版，295，東海大学出版会，東京，2005.
2）久保田　広：光学. 306-309，岩波書店，東京，1964.
3）松居吉哉：レンズ設計法. 72-75，共立出版，東京，1972.
4）宮前　博：光学基礎（2）波面収差. 眼光学チュートリアルセミナーテキスト　2011.

原　著

Visual Display Terminal 作業時の眼精疲労に対する調節誘導型モニタの効果

前田史篤[1)]，鈴木優介[2)]，福島省吾[2)]，可児一孝[1)]，田淵昭雄[1)]

[1)] 川崎医療福祉大学医療技術学部感覚矯正学科

[2)] パナソニック電工㈱先行技術開発研究所（現 パナソニックヘルスケア㈱ R&D センター）

Effect of Accommodation-Inducing Monitors on Asthenopia during Visual Display Terminal Work

Fumiatsu Maeda[1)], Yusuke Suzuki[2)], Shogo Fukushima[2)], Kazutaka Kani[1)] and Akio Tabuchi[1)]

[1)] Department of Sensory Science, Faculty of Health Science and Technology, Kawasaki University of Medical Welfare

[2)] Advanced Technologies Development Laboratory, Panasonic Electric Works Co., Ltd. (Corporate Research & Development Center, Panasonic Healthcare Co., Ltd.)

目的：Visual display terminal（VDT）作業時の眼精疲労に対する調節誘導型モニタの効果について検討した。

方法：調節誘導型モニタとノートパソコン（PC）のそれぞれで 2 時間の VDT 作業を行い，その負荷前後における他覚的屈折値と調節微動高周波成分出現頻度（HFC）について評価した。対象は，器質的眼疾患のない正常有志者 6 名（男性 5 名，女性 1 名）（平均年齢 ± 標準偏差：29.5 ± 7.6 歳），測定眼は右眼とした。

結果：PC による VDT 作業では，負荷後に他覚的屈折値が有意に近視化し，HFC についても有意な上昇を示した。一方，調節誘導型モニタについては PC のような有意な変化はなく，若干の遠視化と HFC の低下を示した。

結論：調節誘導型モニタは VDT 作業中の持続的な毛様体筋の緊張状態を抑制し，眼精疲労に対する予防効果が期待された。（視覚の科学　33: 115−119，2012）

キーワード：調節誘導型モニタ，端末表示装置作業，調節，眼精疲労，自律神経系

Purpose: To examine the effect of accommodation-inducing monitors on asthenopia during visual display terminal (VDT) work.

Methods: The objective refraction value and accommodative high frequency component (HFC) of accommodative microfluctuations were measured both before and after 2 hours of VDT work with an accommodation-inducing monitor and a laptop, respectively. Measurements were made on the right eye. The subjects comprised 6 normal healthy volunteers (5 males, 1 female; mean age±standard deviation: 29.5±7.6 years) with no ophthalmological diseases.

Results: VDT work with the laptop resulted in significantly increased myopia; HFC also showed a significant rise. There was no significant difference in objective refraction value and HFC when subjects used the accommodation-inducing monitor, although the results showed slightly increased hyperopia and decreased HFC.

Conclusions: The accommodation-inducing monitor inhibited persistent contractions of the ciliary muscle during VDT work. The results suggest that use of the accommodation-inducing monitor can therefore provide protective efficacy for asthenopia during VDT work. (Jpn J Vis Sci 33: 115-119, 2012)

Key Words : Accommodation-inducing monitor, Visual display terminal work, Accommodation, Asthenopia, Autonomic nervous system

別刷請求先：701−0193　倉敷市松島 288　川崎医療福祉大学医療技術学部感覚矯正学科　前田史篤
（2011 年 6 月 21 日受理）
Reprint requests to: Fumiatsu Maeda　Dept of Sensory Science, Faculty of Health Science & Technology, Kawasaki Univ of Medical Welfare 288 Matsushima, Kurashiki 701−0193, Japan
(Received and accepted June 21, 2011)

1. 緒　　言

厚生労働省のデータ[1]では，仕事でコンピュータ機器を使用している事務・販売など従事労働者の割合は87.5％にのぼる。仕事上，visual display terminal（以下VDT）作業を行うことで身体的な疲労や症状を感じている労働者の割合は68.6％であり，1日当たりの作業時間や連続作業時間が長くなるほど症状を訴える労働者の割合が高くなっている。

中村[2]は，VDT作業の問題点として外環境要因（眼の使用），視器要因（眼の能力），内環境要因・心的要因（耐える力），疲労回復要因について解説し，それらのバランスが崩れると眼精疲労の発症につながるとしている。また，眼精疲労症例の調節・瞳孔所見を精査した結果，調節安静位の近方化，近方調節時の過剰調節，遠方調節時の調節弛緩の遅れ，縮瞳化傾向，瞳孔動揺の増大を明らかにし，症状の発現には副交感神経系の過緊張による自律神経機能障害の関与を推測している[3]。

調節の緊張持続を避ける試みとして，岩崎ら[4, 5]，Iwasakiら[6]は調節に対する光学的な遠方化刺激を与えることで，視覚負荷による視機能の低下を軽減させることが可能であり，眼精疲労に対して効果的であったと報告している。鈴木ら[7]は，調節の緊張と弛緩を他動的に誘導することが可能な視覚呈示方法を考案し，報告している。本研究では，その視覚呈示方法を応用した調節誘導型モニタを試作し，VDT作業における効果について検討したので報告する。

2. 方　　法

1）対　象

対象は，器質的眼疾患のない正常有志者6名（男性5名，女性1名）（20～37歳，平均年齢±標準偏差：29.5±7.6歳），測定眼は右眼とした（表1）。被検者には実験に先立ち，研究の目的や方法についてインフォームドコンセントを行い，同意を得た。

表1　被検者の基礎データ

#	性別	年齢（歳）	他覚的屈折値（SE, D）
1	男	37	−6.00
2	男	36	−10.00
3	男	32	−5.75
4	男	20	−8.56
5	女	20	−6.93
6	男	32	−3.62

他覚的屈折値を等価球面値で表示している

2）調節誘導型モニタの原理と特性

調節誘導型モニタによるVDT作業の様子を図1に示す。調節誘導型モニタには上部に配置した液晶パネルを上下動させる機構が組み込まれている。これが40 mm上下動することで凹面鏡による虚像の位置が0.5～5.0 mまで変化する。

被検者はハーフミラーと凹面鏡を介して，視覚対象の映像を観察することになる（図2）。虚像の位置は変化するが，像の視角と明るさはほぼ一定[7]である。虚像の位置は，120秒の周期をもって定屈折で変化するように設定した。

先行研究[7]では，調節誘導型モニタ内の映像を注視することで，調節の緊張と弛緩が実際に誘導されていることを両眼開放オートレフラクトメータで確認している。更に本研究では，調節と輻湊の関連性を明らかにするために，調節誘導型モニタ使用時の屈折値と瞳孔間距離の変化を1例測定した。

3）作業端末機とVDT作業の内容

VDT作業の作業端末機には，調節誘導型モニタおよびそれと同等の画角である14インチのノートパソコン（以下PC）を比較対照とした。画面の輝度は，調節誘導型モニタ61.5 cd/m^2，PC 75.1 cd/m^{2}であった。

被検者には，VDT作業として，Microsoft社のWordやPowerPointを使ったパソコン作業，あるいは映画の視聴を2時間負荷した。実験はまずPCによるVDT作業を行い，その後4時間の休憩を挟んで，調節誘導型モニタによるVDT作業を行った。被検者に負荷したVDT作業の内容は，PCと調節誘導型モニタで同一とした。日常的なVDT作業を再現するた

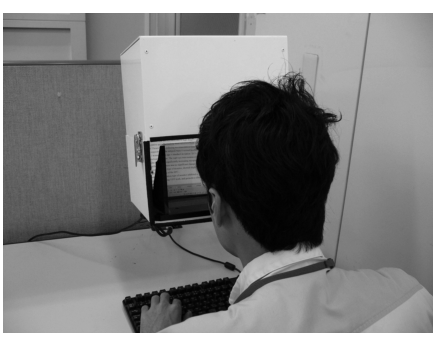


図1　調節誘導型モニタによるvisual display terminal（VDT）作業の様子

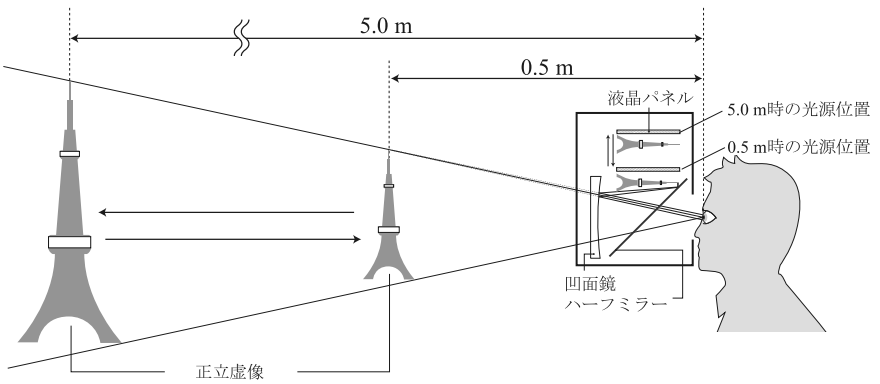


図 2　凹面鏡による虚像の位置の変化
凹面鏡の曲率半径は 300 mm であり, その焦点の位置は 150 mm となる。被検者は, ハーフミラーを介して凹面鏡の焦点の位置に眼を置いている。視覚対象の映像は，上部に配置した液晶パネルに表示される。その映像から発する光線はハーフミラーによって凹面鏡側に反射し，正立虚像を生成する。液晶パネルの位置は 120 秒周期で自動的に 40 mm 上下動し，それに応じて視覚対象の映像が凹面鏡から 105～145 mm の位置に変化する。凹面鏡から 105 mm の位置に視覚対象の映像があるとき, その正立虚像は凹面鏡の後方 0.35 m の位置（被検者の眼から 0.50 m）に生成される。同様に凹面鏡から 145 mm の位置に視覚対象の映像があるとき，虚像は凹面鏡の後方 4.85 m の位置（被検者の眼から 5.00 m）に生成される。その際，虚像の位置と大きさが変わっても，凹面鏡の焦点に位置する被検者の眼からみた視角の大きさは一定である。

め，眼鏡装用者には普段使用している眼鏡を装用させ，非装用者には裸眼の状態で作業させた。

4）他覚的屈折値と調節微動高周波成分出現頻度の測定

VDT 作業の負荷前後には，Speedy-K ver MF-1（ライト製作所）で他覚的屈折値と調節微動の高周波成分出現頻度（high frequency component of accommodative microfluctuations 以下 HFC）を測定した。調節微動[8] とは静止視標を注視しているときの屈折値の揺れである。調節微動には高周波成分と低周波成分があり，前者は水晶体とその支持組織の活動状態，すなわち間接的な毛様体筋の活動状態を示す[9] とされている。鈴木ら[10] は眼精疲労を訴える被検者では，調節努力を必要としない遠方視であっても HFC が上昇していたと報告しており，HFC の測定は眼精疲労の他覚的な定量評価として有用であると考えられている。

測定は操作に習熟した 1 名の検者が担当し，測定モードはスクリーニングモードとした。なお HFC の値については，他覚的屈折値を基準として調節負荷 0.00 D における反応を分析した。HFC の算出は得られた屈折値の連続データに対して，瞬目や固視不良によるデータの乱れをカットし，三次スプライン補間で補正した。その後，ハニングの窓を適用した上で高速フーリエ変換を行い，周波数 1.0～2.3 Hz の区間のパワースペクトルにおける積分値を求めた。

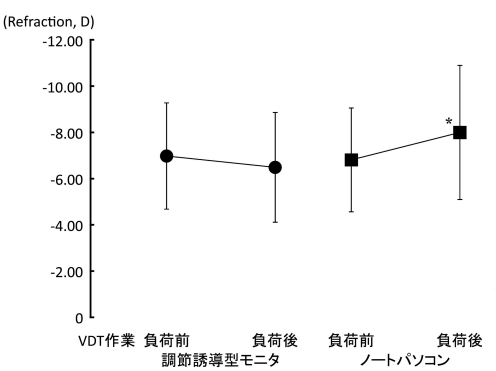


図 3　調節誘導型モニタとノートパソコン（PC）における VDT 作業負荷前後の他覚的屈折値の変化（n＝6）
二元配置分散分析の結果，作業端末機要因と VDT 作業要因には交互作用（p＝0.017）があり，Scheffé の多重比較検定を行うと PC における VDT 作業負荷の前後で 1.19 D の有意な近視化（p＝0.002）があった。調節誘導型モニタについては，VDT 作業負荷の前後で他覚的屈折値が 0.49 D 遠視化した。

5）統計解析

統計解析については他覚的屈折値と HFC のそれぞれに対して，作業端末機要因（調節誘導型モニタと PC の 2 水準），VDT 作業要因（負荷前と負荷後の 2

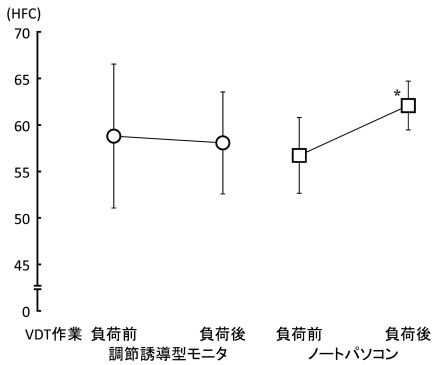


図4　調節誘導型モニタとPCにおけるVDT作業負荷前後の調節微動高周波成分出現頻度（HFC）の変化（n＝6）二元配置分散分析の結果，作業端末機要因とVDT作業要因には交互作用（p＝0.032）があり，Scheffé の多重比較検定を行うとPCにおけるVDT作業負荷の前後で5.4ポイントの有意なHFCの上昇（p＝0.001）があった。調節誘導型モニタについては，VDT作業負荷の前後でHFCの値が0.7ポイント低下した。

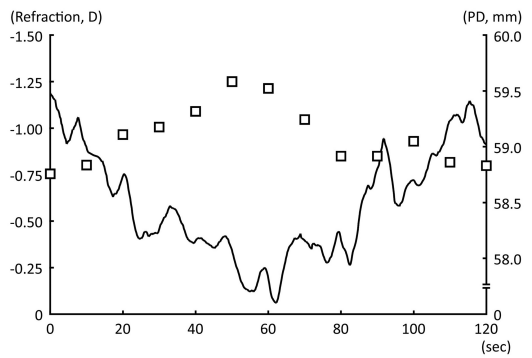


図5　調節の緊張と弛緩に対するよせ運動の変化
左縦軸は屈折値を示し，グラフ中の軌跡は調節の緊張と弛緩をあらわす。右縦軸は瞳孔間距離を示し，□はよせ運動である輻湊と開散の変化をあらわす。横軸は時間の経過を示す。屈折値は両眼開放オートレフラクトメータ（WAM-5500，グランド精工社）で測定し，瞳孔間距離については赤外線カメラで記録した映像を画像解析して求めた。調節の緊張と弛緩に応じて，瞳孔間距離が変化し輻湊と開散が生じている。

水準）について対応のある二元配置分散分析を行った。

3. 結　　果

他覚的屈折値の結果を図3に示す。調節誘導型モニタのVDT作業負荷前の他覚的屈折値±標準偏差は−6.98±2.30 D，負荷後は−6.49±2.37 D，PCのVDT負荷前は−6.81±2.25 D，負荷後は−8.00±2.90 Dであった。二元配置分散分析の結果，作業端末機要因とVDT作業要因には交互作用（p＝0.017）があり，Scheffé の多重比較検定を行うとPCにおけるVDT作業負荷の前後に有意な近視化（p＝0.002）があった。一方，調節誘導型モニタによるVDT作業負荷の前後にはPCのような近視化はなく（p＝0.125），0.49 Dの遠視化を示した。

HFCの結果を図4に示す。調節誘導型モニタのVDT作業負荷前のHFC±標準偏差は58.8±7.7，負荷後は58.1±5.5，PCのVDT作業負荷前は56.7±4.1，負荷後は62.1±2.6であった。

二元配置分散分析の結果，作業端末機要因とVDT作業要因には交互作用（p＝0.032）があり，Scheffé の多重比較検定を行うとPCにおけるVDT作業負荷の前後に有意なHFCの上昇（p＝0.001）があった。一方，調節誘導型モニタによるVDT作業負荷の前後にはPCのようなHFCの上昇がなく（p＝0.560），0.7ポイントの低下を示した。

調節誘導型モニタ使用時の屈折値と瞳孔間距離の変化を図5に示す。屈折値が近視化すると瞳孔間距離は小さくなり，反対に遠視化すると瞳孔間距離は大きくなった。

4. 考　　按

本研究では，調節の緊張と弛緩を他動的に誘導することが可能な調節誘導型モニタを開発し，2時間のVDT作業負荷前後における他覚的屈折値とHFCを評価した。その結果，調節誘導型モニタとPCによるVDT作業負荷前後の他覚的屈折値は後者で有意に近視化し，HFCについては有意な上昇を示した。

VDT研究班による一連の研究成果[11]によると，VDT作業は多様な視機能異常と眼精疲労を引き起こすことが明らかにされている。とくに調節機能については，眼精疲労の強い群で2 Hz付近の微動調節のピークが有意に大きいこと[12]，調節安静位の近方化[13, 14]，調節弛緩時間の延長[14, 15]，縮瞳化傾向[15]が生じたとしている。また，PCに限らず携帯電話によるメールや携帯型ゲームが社会的に普及した今日では，日常的にVDT作業をする機会が増しており，中学生のころから近見反射の異常が多くみられる[16]。

これらは総じて副交感神経系の過緊張状態の持続による自律神経機能異常を示唆[3, 14, 17]するものであり，本研究のPCにおけるVDT作業負荷後の他覚的屈折

値の近視化と HFC の上昇についても同様の機序であることが推察される。一方，調節誘導型モニタでは PC のような変化はなく，わずかではあるが他覚的屈折値の遠視化と HFC の低下を示した。これは遠方調節による交感神経系への作用[18]を示唆し，調節の緊張と弛緩が繰り返されることで毛様体筋の持続的な緊張状態が抑制されていると推測した。

調節の緊張持続を避ける試みとして，岩崎ら[4, 5]，Iwasaki ら[6]は調節に対する光学的な遠方化刺激を与えることで，視覚負荷による視機能の低下を軽減させることが可能であり，眼精疲労に対して効果的であったと報告している。ただし，一部のデータについては遠方化刺激が適切に作用せず，調節が逆に緊張した場合があったため，遠点を近方化させることなく，遠方化させることを課題として述べている。この点について，岩崎らの研究では 15 分間の視覚負荷後に Badal の光学系視覚呈示システムで 2 分間の遠方化刺激を与えているが，調節誘導型モニタではそれ自体を VDT 作業用のディスプレイとして視覚呈示に用いることができるので，VDT 作業中に持続的な調節緊張を強いることがない。

これら調節誘導型モニタの特徴は，従来型のディスプレイにはない新しい機能である。虚像の位置の変化による影響が懸念されるが，調節の緊張と弛緩に応じて輻湊と開散が生じていることを確認し，3D ディスプレイで問題となるような調節と輻湊の距離の不一致[19]は起こりにくいと考えられる。また被検者は虚像の位置の変化を知覚しにくく[7]，日常視に近い状態で VDT 作業を行うことが可能である。

調節の緊張と弛緩を他動的に誘導するということは，副交感神経系と交感神経系のそれぞれに対して刺激と抑制の作用を有する。渥美ら[20]は，VDT 作業者の自律神経機能を調査し，瞳孔，調節といった眼の機能異常に加え，全身的な自律神経系の機能異常の存在について報告している。VDT 作業では，調節を働かせてディスプレイ画面を見るために眼は副交感神経系，心身はアクティブに作業を遂行するために交感神経系を優位に維持する必要があり，この矛盾した関係性は自律神経系のバランスを崩しやすく[21]，眼精疲労になりやすい状態になり得ると考えられる。VDT 作業中に眼の交感神経系を刺激する方法は現在のところない。調節誘導型モニタは自律神経系の働きを整えることで，眼精疲労の予防と視的活動性の向上が期待される。

文　　献

1）厚生労働省：平成 20 年技術革新と労働に関する実態調査結果の概況．1-25, 2009.
2）中村芳子：VDT 作業による眼精疲労．日本の眼科 74: 863-866, 2003.
3）中村芳子，木下　茂：眼精疲労と自律神経障害．自律神経 32: 233-240, 1995.
4）岩崎常人，田原昭彦他：調節に対する遠方化刺激の眼精疲労への効果．日眼会誌 106: 634-641, 2002.
5）岩崎常人，田原昭彦他：調節の緊張緩和と眼精疲労．日眼会誌 107: 257-264, 2003.
6）Iwasaki T, Tawara A et al: Reduction of asthenopia related to accommodative relaxation by means of far point stimuli. Acta Ophthalmol Scand 83: 81-88, 2005.
7）鈴木優介，福島省吾他：眼精疲労の軽減に向けて眼調節を無自覚に誘発する視覚呈示方法の開発．ヒューマンインタフェース学会論文誌 14: 177-184, 2012.
8）Campbell FW, Robson JG et al: Fluctuations of accommodation under steady viewing conditions. J Physiol 145: 579-594, 1959.
9）Charman WN & Heron G: Fluctuations in accommodation: A review. Ophthalmic Physiol Opt 8: 153-164, 1988.
10）鈴木説子，梶田雅義他：調節微動の高周波成分による調節機能の評価．視覚の科学 22: 93-97, 2001.
11）石川　哲：VDT 研究班 3 年間のまとめ（1986～1989 年）．日本の眼科 61: 535-537, 1990.
12）前川　浩，竹田　眞他：VDT 作業前後の微動調節と調節安静位（open loop 測定による検討）．日本の眼科 60: 738-740, 1989.
13）秋谷　忍，岩崎常人：VDT 作業における調節の緊張性．日本の眼科 60: 743-746, 1989.
14）土屋邦彦，青木　繁他：VDT 作業による調節安静位の変動と自律神経機能について．日本の眼科 61: 1322-1324, 1990.
15）橋本禎子，加藤桂一郎他：VDT 作業における調節，瞳孔反応 － Infrared optometer および Iriscorder を用いた step 応答の解析－．日本の眼科 60: 761-764, 1989.
16）Mahmoodi K, Fujiwara A et al: Pupil abnormalities of the near response in children with “Visual display terminal” syndrome. Neuro-Ophthalmol Jpn 25: 421-433, 2008.
17）升田　豊，小嶋良宏他：VDT 作業を中心とする眼精疲労患者の自律神経障害．日本の眼科 60: 765-767, 1989.
18）土屋邦彦，青木　繁他：VDT 作業と調節．眼科 33: 41-49, 1991.
19）岩崎常人：3D 映像と眼精疲労．日本の眼科 81: 1420-1424, 2010.
20）渥美一成，勝　安彦他：VDT 作業者の自律神経機能．眼紀 39: 1890-1896, 1988.
21）梶田雅義：身体と眼の疲れ．あたらしい眼科 27: 303-308, 2010.

原　著

測定距離の違いが不等像視に及ぼす影響

本田陽祐

愛知淑徳大学大学院医療福祉研究科

Effects on Aniseikonia of Differences in Distance Measurement

Yosuke Honda

Graduate School of Medical welfare, Aichi Shukutoku University

目的：測定距離の違いが不等像視に影響するのか否かについて検証した。

方法：屈折度数に左右差のない大学生5名（平均年齢21.4歳，標準偏差1.02歳）を実験協力者とし，サイズレンズの0，2，4%を左眼に装用させて人工的な不等像視を作った。実験協力者にはNew Aniseikonia Test（NAT）とそれをプロジェクターで拡大投影した刺激を，それぞれ50cmと5m離れた位置から観察させ，完全上下法によって不等像視を測定した。

結果：測定距離の主効果について有意差が認められた（$p<0.01$）。そして，遠見の不等像視は近見のそれよりも平均して約1.5倍大きく知覚された。

結論：運転時などの遠見における頭痛や眼精疲労の訴えを扱う際に，臨床現場で得られた近見の不等像視のみで対処するのは注意を要する。

（視覚の科学　33: 120−124，2012）

キーワード：不等像視，ニューアニセイコニアテスト，調節，輻湊

Purpose: The purpose of this study was to examine whether aniseikonia is influenced by differences in distance measurement.

Method: Subjects comprised university students with the same refractive power in both eyes with voluntarily participated in this study. Artificial aniseikonia was produced using afocal size lenses of 0%, 2%, and 4%, added in random order before the left eye. The subjects were then asked to observe the new aniseikonia test (NAT) targets located at 50cm and 5m distance. Aniseikonia was measured by the complete up and down method.

Results: The main effect of difference in distance measurement was statistically significant ($p<0.01$). Aniseikonia in the distance was perceived on average to be about 1.5 times larger than that in the near.

Conclusions: When treating the complaint of headache or asthenopia in the distance, such as in driving, we should not depend only on measurement of aniseikonia in the near.

(Jpn J Vis Sci 33: 120-124, 2012)

Key Words : Aniseikonia, New Aniseikonia Test, Accommodation, Convergence

1. 緒　　言

外界の物体が網膜上に結ばれる像は網膜像（retinal image/optical image）と呼ばれ，その大きさは眼と矯正レンズとからなる光学的因子によって決定される。そして，その網膜像が視細胞から電気的刺激として外側膝状体を経て視覚中枢で処理され，視空間に投影される像は“ocular image”あるいは“psychic image”

別刷請求先：651−0092　神戸市中央区生田町1-2-35 エステムコート新神戸1015　本田陽祐
（2012年3月27日受理）
Reprint requests to: Yosuke Honda
1−2−35 Ikuta-cho, Chuo-ku, Kobe 651−0092, Japan
(Received and accepted March 27, 2012)

などと呼ばれており，どのような不等像視検査においてもこの ocular image の大きさを比較する。これまでに報告された不等像視に関する基礎研究および臨床報告によると，日常視下において不等像視があった場合，それを可能な範囲において中和しようとする感覚的な適応が存在することが示唆されており，そのため，測定値が光学的理論に基づいて得られる網膜像と必ずしも一致しない例がしばしば報告されている[1－6]。

表 1 は，それぞれ理論上 5，10，15，20％の拡大率をもつサイズレンズを正常眼者に用いた実験的不等像視の測定値である。上段が New Aniseikonia Test（以下 NAT），下段がそのほかの測定方法で得られた不等像視を示している。表 1 によると，測定方法の違いにかかわらず，どの不等像視もサイズレンズの拡大率より若干小さい値を示すことは共通しており，更に，下段で得られた不等像視よりも上段で得られた不等像視の方がより小さい値を示していることがわかる。つまり，NAT は不等像視を過小評価する傾向にあることから，NAT とそのほかの測定方法における構造的相違，および測定環境の相違を比較することによって，どのような因子が ocular image の生成に影響を及ぼすかが推測されてきた。今のところ，調節と輻湊，融像背景の有無，網膜の解剖学的要因の三点が ocular image の生成に影響を及ぼす主な因子として考えられているが，いずれも仮説の域は出ていない。

また，不等像視の対処法はサイズレンズを用いて施され，その拡大率の選定に際しては近見で得られた不等像視を参考にする。ともすれば，この状況は調節と輻湊の因子が介入した値に合わせて拡大率の選定が行われていることになり，これらの因子が介入していない遠見眼位では不等像視が十分に補正しきれていない可能性がある。そこで本研究では，コンピュータで制御した自主製作の NAT とそれを遠見用に拡大投影した視標を用いて，測定距離の違いが不等像視に影響するのか否かについて検証した。

2. 方　　法

1）刺　激

近見用の刺激は観察距離 50cm で視角 6.29° となる NAT を，cathode ray tube（CRT）ディスプレイに呈示した。画面の解像度は 1,280×1,024 ピクセルで，赤緑眼鏡を通した際の NAT の平均輝度は 3.15cd/m^2 であった。遠見用の刺激は観察距離 5m で視角 6.29° となる NAT をプロジェクターで拡大投影し，配色パネル上に呈示した。赤レンズを通したときの右半月の平均輝度は 3.81cd/m^2 であり，緑レンズを通したときの左半月の平均輝度は 1.75cd/m^2 であった。また，人工的な不等像視を作成するにあたり拡大率 2％と 4％のサイズレンズを使用した（Carl Zeiss 社）。

2）実験条件

完全上下法によって求められた不等像視を従属変数に設定した。独立変数はサイズレンズ 3 水準（0，2，4％）と，測定距離 2 水準（50cm，5m）とを設定し，上記 2 独立変数を総当たりで組み合わせた 6 条件を実験条件とした。したがって，実験計画は二元配置分散分析モデルであった。

表 1　測定方法の違いによる不等像視の変化

報告者	測定方法	人数（名）	5％	10％	15％	20％
粟屋[3]	NAT	20	3.09％	5.71％	9.98％	13.58％
	位相差ハプロスコープ		4.62％	8.19％	12.43％	14.90％
山本[2]	NAT	10	2.90％	4.80％	8.30％	10.40％
	テレビ		3.20％	8.40％	13.40％	17.00％
福田ら[3]	NAT	22	2.50％	5.40％	8.90％	8.50％
	大型弱視鏡		4.50％	9.50％	15.20％	19.50％
Hirai ら[4]	NAT	16				16％
	Hess Chart					垂直＝ 26％ 水平＝ 24％

NAT：New Aniseikonia Test

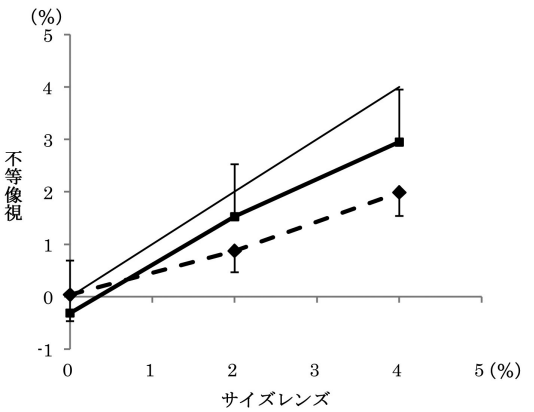


図1　各サイズレンズの測定距離の違いによる不等像視の変化
――――：理論上の拡大率，━━━：検査距離 5m，
------：検査距離 50cm

3）実験協力者

完全矯正値で両眼度数に差のない大学生5名（平均年齢 21.4 歳，標準偏差±1.02 歳）を対象とした。

4）手続き

実験は暗室にて行い，測定は精神物理学的測定法の完全上下法を用いた。実験協力者から見て左側の半月を標準刺激，右側の半月を比較刺激と設定し，比較刺激が標準刺激よりも明らかに小さく見えるところから測定を始め，漸次大きい比較刺激を呈示していく上昇系列と，逆に漸次小さくしていく下降系列とを観察条件ごとに各4回ずつ計8回の測定を行った。なお，1ステップごとにおける図形の拡大率および縮小率は標準的な NAT に従った。

3. 結　　果

図1に，各観察距離条件におけるサイズレンズの拡大率に伴う不等像視の変化を示した。

図1によると，不等像視はいずれの測定距離でも理論上の拡大率より小さい値を示していることは共通しているが，遠見で得られた不等像視よりも近見で得られた不等像視の方がより小さい値を示している。また，2％のサイズレンズを装用した際の遠近との差は 0.65％であったのが，4％のサイズレンズを装用した際の遠近の差は 0.963％と，拡大率が上がるのに伴ってその差は大きくなった。

各観察条件における実験参加者間の平均不等像視に対して二元配置分散分析を行った結果，サイズレンズの主効果が有意であった（$F(2,78)=139.332$，$p<0.01$）。つまり，サイズレンズの拡大率が増加するのに伴って不等像視も増加することが確認された。ただし，物理的に片眼の網膜像が拡大されているため，サイズレンズの拡大率が増加するにつれて不等像視も増加するのは当然の結果であり，注目すべき所見ではない。次に，測定距離の主効果が有意であった（$F(1,39)=19.580$，$p<0.01$）。つまり，測定距離の違いによって不等像視に差があるとはいえ，遠見で理論上の拡大率に近い不等像視が得られ，近見においてそれは過小評価されるといえる。更に，測定距離条件の単純主効果検定を行ったところ，2％と4％のサイズレンズ条件で有意差が認められ（$p<0.01$），統制条件である0％のサイズレンズでは有意差は認められなかった（*n.s*）。最後に，測定距離とサイズレンズの交互作用についても有意であった（$F(2,78)=13.325$，$p<0.01$）。図1に示すように，サイズレンズ装用時では遠見より近見で不等像視が過小評価され，更にサイズレンズの拡大率が増加するのに伴って遠近の差も大きくなった。

4. 考　　察

不等像視の成立機序は複雑であり，最終的に視覚中枢で知覚される ocular image は，網膜上に投影された眼の光学系による網膜像とそれ以後の解剖学的，生理学的，主観的倍率から成り立っている。そのため，所[7]も述べているように外界の物体の実測値と ocular image とが一致することはほとんどない。この ocular image の生成に影響を与える因子として，調節と輻湊，融像背景の有無，網膜の解剖学的要因がこれまでに考えられているが，諸先行研究は比較に用いた不等像視検査が異なるため，両群で得られたデータを等しく扱うことができず，どの因子がどの程度 ocular image の生成に影響を及ぼしているのかは明らかになっていなかった。そこで本研究では，測定距離のみを変化させて両群を等しく扱うことで，調節と輻湊が不等像視に与える影響について検証した。その結果，近見で得られた不等像視は遠見で得られた不等像視よりも有意に過小評価する傾向が認められ，この遠近の差が，先行研究でいうところの調節と輻湊が不等像視を中和させるのに介入した量とみなすことができる。回帰直線によれば，5m 条件の不等像視は $y=0.82x-0.24$，50cm のそれは $y=0.49x-0.01$ とあらわすことができるため，遠見の不等像視は近見のそれよりも平均して約 1.5 倍大きめに知覚される。した

がって，運転時における頭痛や眼精疲労の訴えを扱う際に，臨床現場で得られた近見の不等像視のみで対処するのは注意を要すると考えられる。しかし，この傾きは 0〜4％の拡大率の範囲内，もしくはそれに近い拡大率の範囲内における予測値に過ぎず，拡大率が上がるにつれて実測値とのずれも大きくなることに注意したい。仮に回帰直線を基に 15％のサイズレンズを装用した際に知覚すると思われる不等像視は近見で 7.34％，遠見で 12.06％となり，いずれも表 1 に示した諸先行研究と比べて過小視傾向に偏っている。実際面におけるサイズレンズ処方に反映させるという観点からは，拡大率を上げての再検討が必要と思われる。

さて，本実験結果における考察の本質は，調節と輻湊の働きがどのようなメカニズムで不等像視の中和に関与しているかという成立機序を明らかにすることであり，この点についてはいまだ検討の余地が残されている。粟屋[1]によると，調節や輻湊といった働きが感覚的に中枢系に働きかけ，ocular image を縮小させる機序にかかわっていると推測しているが，本実験のように測定距離の異なる視対象の大きさを判断するという課題は，単に調節と輻湊の運動性情報だけにとどまらず，複雑な要因が密接に結びついている反応という点を見落としてはならない。そもそも視覚情報はほかの感覚器官の情報よりも豊富な情報を含んでおり，例えば空間的位置，色，明るさ，形，奥行き，運動に関するものなど多種多様である。仮に測定距離のみを変化させただけでも空間的位置と奥行きに関する視覚情報が混入してくる可能性があり，これは看過できない要因である。したがって，これらの視覚情報の関与を無視して短絡的に中枢系の関与を仮定する結論を導き出すことには慎重であるべきであろう。そこで，大きさの知覚に対して調節と輻湊が与える影響を心理物理学的に考察してみる。

まず，大きさの知覚を規定する最も大きな要因は網膜像であり，それはすなわち，視角の大きさに依存する。一定の観察距離に提示された対象の客観的な大きさが大きいほど網膜像も大きくなり，同時にその見えの大きさも大きくなることは明白な事実である。

Holway ら[8]は L 字型の廊下の一方に標準刺激を，他方に比較刺激を呈示し，実験参加者には廊下の角に立った状態で両刺激の見えの大きさが等しくなるように比較刺激を調整する実験を行ったところ，距離・奥行きの手掛かりが貧弱な条件では調整値が標準刺激の視角の大きさに一致する方向に回帰したのに対し，距離・奥行きの手掛かりが豊富な条件では調整値が標準刺激の客観的な大きさにほぼ一致した。このことから，視角のみでなく，距離・奥行きの手掛かりも大きさの知覚に影響を与えることが示唆される。また，Oyama[9]は 3D 映画で用いられるのと類似の両眼立体視実験装置を用いて，視対象の大きさが見えの距離に及ぼす効果について検証したところ，視対象の視角が大きくなると視対象までの距離を縮小して知覚する傾向にあると報告し，更に，輻湊角の増大とともに大きさの知覚が減少するということも報告した。両者の比率はほぼ一定に保たれることから，ちょうど，視角と物理的距離が与えられると物理的大きさが計算できるように，人間の大きさの知覚も，視角と知覚した距離により無意識に算出されると結論付けている。この原則に従えば，実測値がサイズレンズの拡大率より小さい値を示すことは合理的に説明できると思われる。

図 2 は，本研究の実験参加者が NAT を観察した際のスクリーンまでの距離と，NAT の直径を示している。

このとき，右眼で見ている NAT は直径 5.5cm（S1），観察距離 50cm（D）であるのに対し，左眼で見ている NAT はサイズレンズの作用で幾分大きくなっている。これを単純計算すると，直径 5.72cm（S_2＝S_1×4％＝5.5cm×1.04）の NAT を，視距離 50cm で見ていることになるが，Oyama[9]が報告したように，我々の知覚は物理的に等距離に位置する二つの視対象があったとしても視角が大きいほど近くに知覚する傾向がある。更に，知覚した距離に対する見えの大きさの比が視角によって一義的に決定されるため，視距離が減ずると同時に視対象の大きさも減じて知覚される。すなわち，実験参加者が基準にしている NAT

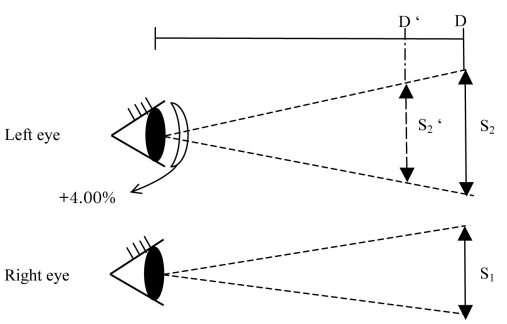


図 2　サイズレンズを通した際の実験参加者が見ている New Aniseikonia Test（NAT）のイメージ

はS_2ではなくD'に位置したS_2'であり，これにS_1の大きさを合わせている可能性がある。ともすれば，理論上の拡大率よりも小さい値を示すことは合理的に説明可能であり，NAT検査は物理的な網膜像の左右差を調べていると思われているが，結局のところ左右眼における距離の錯誤を補正するために必要な網膜像の大きさを決定する検査と考えることができる。不等像視下での主訴である空間の歪みも，左右眼における網膜像の大きさの相違に対する愁訴であるというよりは，左右眼の奥行き知覚の歪みに対する愁訴であると考えることができるのではないだろうか。

一方で，距離知覚を規定することで大きさの知覚を規定したり，あるいはその逆の関係が成り立つという前述の原則は，遠すぎる距離では不正確になることが知られている[10, 11]。すなわち，5mにおいて実験参加者が大きさの知覚を規定する手掛かりは物理的な視角に限定されると考えられ，遠見における不等像視検査には距離の錯誤を埋めるという機能は作用していない可能性が高い。したがって，遠見ではサイズレンズによって拡大された物理的な網膜像の差がありのまま検出されたことによって，理論上の拡大率に近い値が示されたと考えられる。

以上の議論をまとめると，実測値が各サイズレンズの拡大率に比べて過小評価される現象と，測定距離の違いによって不等像視に差が生じる現象は，奥行きの手掛かりが大きさの知覚に混入するか否かがocular imageに与える本質である。あくまでも，調節と輻湊は奥行き手掛かりの成因の一つに過ぎず，これらが直接的に中枢系に働きかけて不等像視を中和せしめているということではない。ただし，遠見においても理論値と実測値とが完全に一致しなかった理由については合理的に説明することができず，このような点に関してわずかながら不等像視を中和しようとする感覚的な適応が働いている可能性はある。また近年，垂直方向よりも水平方向においてより不等像視が過小評価されるとの報告[12−14]もあるため，一経線のみの測定値を全体の不等像視として処理するのには問題があろう。更に，実際面におけるNATは印刷された視標であり，本研究で用いたようなコンピュータ上で制御されたNATとは感覚が異なる可能性がある点や，サンプル数が少ない点は本研究の限界である。これらの問題点を踏まえた上で，今後も引き続き検討する必要はある。

文　　献

1）粟屋　忍：不等像視よりみたCLと弱視・斜視診療．日コレ誌 25：8-18，1983.
2）山本　節：テレビ画像による不等像検査（第一報）．日本弱視斜視学会雑誌 12：169-172，1984
3）福田雅子，大川　忠他：Synoptophoreによる不等像視検査　－第１報 正常人について－．眼科 28：525-530，1986.
4）Hirai T, Sato M et al：Dynamic aniseikonia measurement －Prismatic effect appears on the Hess chart－．Binocul Vis Strabismus Q 19：234-245, 2004.
5）McCormack G, Peli E et al: Different tests of aniseikonia. Invest Ophthalmol Vis Sci 33：2063-2067, 1992．
6）Bradley A, Rabin J et al：Nonoptical determinants of aniseikonia. Invest Ophthalmol Vis Sci 24：507-512, 1983.
7）所　敬：軸性近視矯正による網膜像と不等像視．第15回日本眼光学学会講演論文集　13-17，1979.
8）Holway AH & Boring EG：Determinants of apparent size with distance variant. Am J Psychol 54: 21-37, 1941.
9）Oyama T: Perceived size and perceived distance in stereoscopicvision and an analysis of their causal relations. Percept Psychophys 16: 175-181, 1974.
10）Ueno T: The size-distance invariance hypothesis and the psychophysical law. J Psychol Res 4: 99-112, 1962．
11）Gruber HE: The relation of perceived size to perceived distance. Am J Psychol 67: 411-426, 1954．
12）de Wit GC: Evaluation of a new direct-comparison aniseikonia test. Binocul Vis Strabismus Q 18: 87-94, 2003.
13）Robert PR, Davis AC et al: Comparison of aniseikonia as measured by the aniseikonia inspector and the space eikonometer. Optom Vis Sci 83: 836-842, 2006.
14）Antona B, Barra F et al: The validity and repeatability of the New Aniseikonia Test. Optom Vis Sci 83: 903-909, 2006.

留学印象記

角膜形状解析

大阪大学大学院医学系研究科視覚情報制御学寄附講座　**前　田　直　之**

私は，1992年7月～1994年12月までの2年半の間，米国ルイジアナ州立大学（以下LSU）アイセンターに留学しました。ですので，この話は20年以上昔の話になります。

当時大阪大学眼科では，留学希望者が沢山いて，希望さえすれば誰でも留学できる雰囲気がありました。ですので，みんな留学するのだから自分も行きたいなと漠然と軽い気持ちで留学を希望していて，今の若い先生達のように，しっかりと将来について考えていませんでした。

濱野　光先生のご紹介でLSUに留学することとなり，Stephen D. Klyce教授に師事いたしました（図1）。Klyce先生は，ビデオケラトスコープの父ともいわれる方で，角膜のイオンチャンネルでも有名な先生です。若いころは三島済一先生のラボで実験助手として働いていて，そこで科学を学んだと語っていました。ですので大変な日本人びいきでしたし，留学前に濱野　孝先生からLSUで一番性格のよい先生だと太鼓判を押していただいていましたので，何の不安もありませんでした。

自慢じゃないですが，高校では英語が最も苦手な科目でした。当然のことながら，留学当初は英語が全く通じず，ボスから何を言われてもYesと言っておりました。困ったKlyce先生は，後で会話の内容を文章に書いて私の机の上にそっと置いておいてくれました。その優しさに感謝するとともに，何でもYesと言ってはいけないとわかった瞬間でした。こんな私でも2年もいると日常生活や学会で，英語ではあまり困らなくなりました。

仕事としては，いきなり角膜の教科書の一つのチャプターを書くように言われびっくりしました。断片的な知識しかなかった私は角膜形状に関する英語の論文を片っ端から読みました。おかげで，角膜形状解析の歴史がわかり，研究の流れがわかると将来何が必要になるかがわかることを初めて理解しました（これはDiscussionに書かれていますので当然なのですが，それすら知りませんでした）。

メインの仕事としては，ビデオケラトスコープを用いて円錐角膜の自動診断を行いました。まず円錐角膜の形状の特徴を定量化するために，角膜形状の指数を作成することと，多変量解析の応用，人工知能としてのエキスパートシステム，ニューラルネットワークの開発を行いました。まだlaser in situ keratomileusis（LASIK）が普及しておらず，当然keratectasiaも発見されていませんでしたが，Klyce先生は屈折矯正手術での円錐角膜のスクリーニングの重要性を唱えておられて，その慧眼の恩恵にあずかることになりました。更に，学会のたびに，私の写真をスライドに出し

図1　ラボの仲間と
左端がKlyce教授でその横が筆者

たり，有名な先生に紹介していただくなど，私を売り込んで下さいました。私は運がよいとつくづく思うのですが，性格のよいボスのところに留学することは大変重要だと思います。

プライベートの面では，家内と1歳の娘の3人で渡米したのですが，ニューオリンズで次女が誕生いたしました。留学経験のある先生から「安全は金で買え」と言われていましたので，入口がオートロックになっていて，夜は門番が常駐するコンドミニアムに住みました。家賃は私にとっては高かったのですが，本当に安全で，プールやジャグジーがあり，またポンチャントレイン湖の湖畔に位置していて眺望抜群で，毎日リゾート気分で快適に生活することができました。また，給料が安い分，医師として仕事をしない分，自分と家族以外に責任はなく，学生時代に戻ったようなモラトリアムの状態でしたし，勤務も9時5時で，週末は完全にお休みでした。そのため家族と過ごす時間が増え，アメリカの生活を満喫することができました。

ニューオリンズに留学されている先生や出張している日本人，職場の仲間と友達になり，よく遊びました。家内は，留学当初は子供と家にいて外界との接点がなく，出産もあり大変だったと思いますが，自分で運転して外出できるようになり，子供をナーサリーに預けるころから沢山の友人ができました。家族ぐるみで遊びに出かけるようになってからは大変楽しかったようで，帰国の話が出たときはなぜ帰るのと言うほどでした。また，アメリカは子供を大変大切にする国であり，子供連れで町に出ると見知らぬ人からも大変親切にしてもらいました。

このように私と家族にとっては，留学は大変楽しい思い出です。留学は，自分のサブスペシャリティーを深めるだけでなく，友人を作り，世界の文化や常識を学ぶなど見識を広げる格好のチャンスではないかと思います。貯金は確実に減ってしまいますが，日本の良い点悪い点などにも気がつくようになりますし，ご興味のある方にはお勧めしたいと思います。

最後になりましたが，このような機会を与えていただきました眞鍋禮三先生，故田野保雄先生に深謝いたしますとともに，留学中の研究資金を提供していただいたメニコン株式会社に御礼申し上げます。

学会印象記

The 27th APAO Congress in Busan

杏林アイセンター　井　上　　真

第27回Asia Pacific Academy of Ophthalmology Congress（以下APAO）は2012年4月13〜17日に韓国のプサンで開催された国際学会である（オープニングのビデオはhttp://video.excite.co.jp/player/?id=1beb33679feb0696&title=APAO+Busan+2012+Opening+Ceremony）。会場はBEXCOと呼ばれる巨大なコンベンションセンターであった（図1）。プサンは韓国第二の都市であるが，ソウルにはない巨大なコンベンションセンターを建設して，学会などを積極的に誘致しようという国策が垣間見られるような巨大さであった。世界最大規模のデパートメントストアもあるショッピングセンターに隣接していた。アジア環太平洋といってもヨーロッパ，アフリカ以外の国を含むため，ほぼ地球の半分以上を示していることとなる。学会の規模もあって，内容は各分野のオピニオンリーダーの講演のほかに韓国の文化を紹介する万国博覧会のようなお祭り的なイベントも多かった。

巨大な器械展示とは対照的に一般講演の場所はやや小さめではあったが，その分多方面での充実した討論があった（図2）。なかでも東京医科歯科大学の大野京子先生は女性としての立場から家庭と臨床医，研修者の両立を熱弁されていた。まさしく臨床研究，基礎研究に走り続けている先生にこそアピールできる内容であった。臨床面でも熱心な討論が行われたが，薬剤や器械の認可の違いから使用できるできないの違い，また社会的なバックグラウンドの違いからこのような国際学会にありがちなその国ごとの立場からの討論であり，多少技術的な違いなど，かみ合わない部分もあった。しかしそれを理解した上での国際学会であり，それこそが国際学会の意義でもある。

器械展示のなかではフランス製の補償光学を用いた眼底カメラが展示されていた。本邦でも個人輸入して学会発表されているが，未承認であるため実物をみる機会は少ない。中心窩近傍の視細胞を簡便に明瞭に描出できる。これらの画像システムは収差を補正するという眼光学技術の結晶である。最近認可になった高侵達swept-sourceの光干渉断層計（OCT）が今まで描出できなかった強膜，脈絡膜を含めた網膜深層や視神経乳頭深層が描出でき，疾患の病態解明につながる技術であるとともに今後の発展が期待される。欠点としては補償光学レーザー走査眼底鏡と比べて解像度が劣る点，中心窩そのものは錐体視細胞の配列が密すぎてそれぞれの視細胞そのものは描出できなくなることである。多くの臨床家が視力に最も関与する中心窩の視細胞の分布に興味があるので，今後の発展を期待したい。学会中に話題になっていた網膜光凝固装置があった。カリフォルニアのグループからの発表であったが，蛍光眼底造影で得られた画像を装置が読み込ん

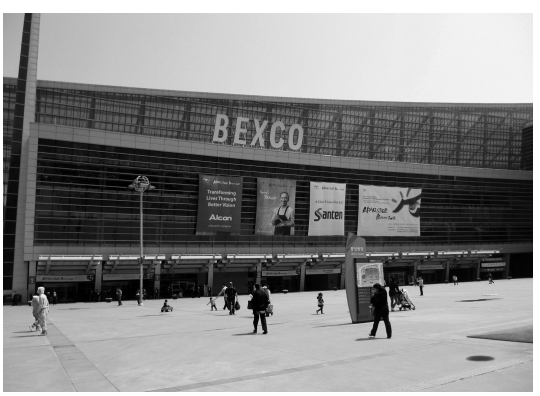


図1　2010APAO in Busan 会場のBEXCO前

図2　会場内の巨大な器械展示場
ポスター会場を兼ねていた。

で，それをガイドとしてあらかじめ装置に凝固部分をプログラムしておき，自動で光凝固を行うというものである。もちろんアイトラッキングが内蔵されており，固視が不良であっても予定どおりの凝固が可能である。黄斑部近傍の微小動脈瘤への光凝固は眼球運動があると困難である。眼球運動によって中心窩に誤照射してしまう可能性があることと，スポットがずれて大きめに光凝固した場合の傍中心部に暗点が出現する危険から，黄斑部内への光凝固は比較禁忌とされていた。この自動制御の光凝固装置なら従来の方法と比べて格段にきめ細かい治療ができそうである。問題となるのは凝固最中の光凝固のエネルギーをどのようにコントロールするかであるが，これもいくつか対策が考えられているようであった。本邦でもいくつかの施設ですでに試験使用されているようであった。

最後に2014年に日本で開催される世界眼科学会（WOC2014）のブースがあった。日本らしく茶屋をイメージしたブースであった。プロモーションビデオが流れていて，2年後の日本開催の学会に対する広告活動を行っていた。しばし足を止めて見入っている人をみかけた。2年後の日本での国際学会が盛り上がるように期待している。

学会印象記

ARVO2012 Annual Meeting

株式会社トプコン　**広　原　陽　子**

Association for Research in Vision and Ophthalmology（以下 ARVO）は，世界最大級の眼科関連の学会である。例年ゴールデンウィークとちょうど重なるころに開催され，今年は 5 月 5 日（日）～10 日（木）に行われた。毎年，演題や参加者が増えてきており，今年は 7,000 件近い演題が出された。開催場所である Fort Lauderdale は，ARVO が 18 回連続で開催された場所であるが，それも今年で最後であり，来年からは年ごとに場所が移動する。眩しい Sun Shine，暑い日々，美しい浜辺，レンタルハウスでの共同研究者とのパーティ，学会会場周りのホテル宿泊費が学会参加者の需要に付け込んでなのか年々上がっていったのも，楽しくいい思い出になるであろう。

機器展示は，以前は地味な感じで参考出展的なものが多かったが，最近はすっかり商業的になり，華やかな展示が多くなってきた。また，発表内容は眼に関する研究に関し多岐にわたっているが，そのなかで私の研究に関連するもの，興味深かったものに関して記す。

まず，分光眼底像とその解析に関する研究のなかで，眼底の酸素飽和度解析を目的とする研究が数件あった。今回は，Special Interest Group（SIG）としても集まって発表されていた。1932 年ごろから，まず 2 波長で行われ，徐々に多波長化して解析が進められているが，血管を対象にした研究がほとんどで，網膜全体での解析を精度よく行えている研究はないように思われる。このシンポジウムでも，これまでの研究の歴史，すでに発表済みの論文の内容について解析方法などを示してはいたが，目新しい内容までは踏み込めていなかったのが残念であった。そんななかで，レイキャビックの Oxymap 社が，血管の酸素飽和度に関して，10 件以上の発表を行い，また展示にも装置を出展していた。結果の信頼性は微妙だが，今後この技術が臨床応用されるか，注目していきたい。

眼の波面収差測定では，前は収差を測ることを目的とした発表が多かったが，装置の普及に伴い収差測定が一般的になり，何らかの診断や検査をするときの一つの判断材料として収差測定がなされるという傾向になってきている。今年は，例年あった Aberration のセッションがなくなったが，収差関連の発表が減ったというよりは，ほかのテーマのセッションで必要に応じて収差測定の内容が組み入れられたという印象がある。今回，私は 3 波長シャックハルトマン波面センサーによる眼の色収差測定に関して発表したが，研究的な収差測定が多岐にわたるだけでなく，日々の臨床で必要となるような様々な波面センサーの応用事例が多く出てくることを期待したい。

収差測定を応用した Adaptive Optics（以下 AO）による網膜の精密観察は，年々画像がよくなり応用範囲も広がってきていた。光学的な観測技術の向上に加

図 1　ARVO2012 会場風景

えて重ね合わせなどの画像処理により，錐体のみではなく杆体の観察も可能になったり（Sulai YN ら），黄斑部付近の毛細血管の詳細な観察をしたり（Chui TY ら），技術の進歩を感じさせる発表も多かった。また，AO-optical coherence tomography（以下 OCT），AO-SLO（scanning laser ophthalmoscope）の組み合わせによる画質の格段によい網膜断面像（Zawadzki RJ ら）も印象的だった。

OCT 関連の発表は毎年多くあるが，年々画像が改善している。眼全体の OCT 画像を動的に取得し，調節時の眼軸長を測定し，眼内の屈折率を測定する（de Freitas CP ら）という発表が大変興味深かった。

また，白内障手術時に，虹彩に引っ掛けるように眼内にチップを埋め込んで，眼圧をハンディタイプの装置で適宜測定する（Jeffery T ら）という発表もあった。埋め込むということに抵抗があるが，高齢化社会に向け，日々の健康管理という意味でいつでも測定できることがよいのかもしれない。

来年から，Seattle に場所が変わって開催される。Fort Lauderdale のように，1 日に 1,000 枚程度のポスターが大ホールに貼られ，足を棒にしながら見て回る状況は変わらないと思うが，場所の移動以外に新たな特色が出るのか楽しみである。少なくとも，興味深い，新しい情報を吸収できる場であることに変わりはないであろう。

◆ 編集部からのお願い ◆

視覚の科学をお読みになったご感想，ご意見などをお寄せ下さい。

送付先：大阪大学大学院医学系研究科応用医工学講座感覚機能形成学教室
〒 565-0871 吹田市山田丘 2-2
TEL 06-6879-3941　FAX 06-6879-3948
E-mail: hisyo10 @ ophthal.med.osaka-u.ac.jp
日本眼光学学会　編集部

◆ 日本眼光学学会入会のお勧め ◆

日本眼光学学会は，医師と視能訓練士，物理，光学，視覚研究者をメンバーとし，眼の機能特に視覚科学，レンズ，光学器械，眼の計測器等に関する基礎的，応用的問題の研究，発展に資することを目的として昭和 40 年に発足し，以来この方面において多大の成果を挙げております。

入会をご希望の方は，次ページ挟み込みの入会申込書に必要事項（特に学歴，現在の専門，紹介者）を漏れなくご記入の上，下記事務局宛にお送り下さい。

◆記入上の注意

※眼科医の方は日本眼科学会の認定番号を備考欄にお書き下さい。

※理工系の場合は，大学教授，施設長のご紹介をいただいて下さい。

※視能訓練士の方で，視能訓練士協会にご在籍の方は，会員番号を備考欄にお書き下さい。

※申込者は，忘れずに捺印し郵送して下さい。

※ 2005 年 4 月より個人の守秘義務に関する法律が設定されました。入会申込書にも記載しておりますが，名簿に記載してよい項目には忘れずに○印をお付け下さい。○印がついていない場合はすべて掲載いたしますのでご了承下さい。

◆会費は，常任理事会にて承認後，改めてご請求いたしますので，折り返しお振込下さい。ご入金が確認できた時点で入会日，会員番号をお知らせいたします。

◆送付先：567-0047 茨木市美穂ケ丘 3-6-302 日本眼科紀要会内
日本眼光学学会事務局

◆問合先：TEL 072-623-7878　FAX 072-623-6060
E-mail folia@hcn.zaq.ne.jp

◆年会費：入会金不要　年会費 (個人) 5,000 円

◆学　会：年 1 回開催。巻末の学会案内をご参照下さい。

◆刊行物：学会誌「視覚の科学」年 4 回発行。

「視覚の科学」編集者

編集委員長	三橋　俊文	(㈱トプコン技術品質グループ)
編 集 委 員	市川　一夫	(社会保険中京病院眼科)
〃	井上　　真	(杏林大学医学系研究科眼科)
〃	魚里　　博	(北里大学医療衛生学部・大学院医療系研究科)
〃	江本　正喜	(NHK放送技術研究所)
〃	大鹿　哲郎	(筑波大学医学医療系眼科)
〃	大沼　一彦	(千葉大学大学院工学研究科)
〃	奥山　文雄	(鈴鹿医療科学大学医用情報工学科)
〃	梶田　雅義	(梶田眼科)
〃	祁　　華	(HOYA㈱ビジョンケアカンパニー開発部)
〃	古野間邦彦	(㈱ニデック)
〃	斎田　真也	(神奈川大学人間科学部)
〃	佐藤　美保	(浜松医科大学眼科)
〃	仲泊　　聡	(国立障害者リハビリテーション病院・東京慈恵会医科大学眼科)
〃	根岸　一乃	(慶應義塾大学医学部眼科)
〃	長谷部　聡	(岡山大学医学部眼科)
〃	畑田　豊彦	(東京眼鏡専門学校)
〃	原　　直人	(神奈川歯科大学附属横浜クリニック眼科)
〃	不二門　尚	(大阪大学大学院医学系研究科感覚機能形成学)
〃	前田　直之	(大阪大学大学院医学系研究科視覚情報制御学)
〃	松本富美子	(近畿大学医学部堺病院眼科)
〃	吉澤　達也	(金沢工業大学人間情報システム研究所)

(敬称略，50 音順)

編　集　後　記

33 巻 3 号です。

ようやく予定通り発行できるようになりました。ということで，編集後期にもその時期の出来事を書けるようになりました。そこで早速最近の学会について書いてみたいと思います。9 月 1，2 日には日本眼光学学会が東京秋葉原で開催されました。順天堂大学の村上　晶教授のご尽力により素晴らしい学会だったと思います。ちなみに参加者は 531 人でした。海外に目を向けると，夏の終わりから眼光学に関係した学会が目白押しです。ヨーロッパでは手術，網膜，心理物理系の学会が開かれ，日本からもそれぞれの研究分野に分かれてたくさんの方が参加されたようです。私はアメリカ，ニューヨーク州ロチェスターで開かれた OSA Vision Meeting（OSA＝Optical Society of America）に参加しました。ARVO や Neuroscience などの巨大学会とは比べるまでもなくこじんまりとした学会で，参加は 100 人程度です。しかし，セッションはオーガナイザーが招待した一流の研究者で構成され，講演時間も 25 分あり，新しい研究をある程度深く知るには絶好の機会です。また，バンケットなども車に分乗していくなど，参加者の交流が図れることもこのような小さな学会のいいところだと思います。今年は参加者が減少してしまったこと，2014 年から隔年開催になってしまうことなど，今後，この学会が消滅してしまうのではないかと心配です。日本からの参加は 3 人と少なく，もっと多くの参加があれば学会全体の活性化にもつながると思います。

視覚の科学に直接関係ないことを結構長く書いてしまいました。視覚の科学では，シリーズものの総説やトピックスを掲載するようにしており，今後もいろいろ考えていきたいと思っております。これまでトピックスではめがねを，総説では光学入門が連載中です。今後の連載企画をするためにもぜひ会員のご意見をいただきたいと思っておりますのでよろしくお願いいたします。

本号の総説はめがねの累進の話です。かなり読み応えのある内容になっているようです。原著は眼精疲労と不同視の 2 件です。それぞれの内容はとても面白いものになっていますが，件数的にはやはり少ないです。会員のみなさんの原著投稿をお待ちしております。

三橋　俊文 記

視覚の科学　第33巻　第3号

2012年9月28日　発行

編集委員長　三橋　俊文

発　　行　日本眼光学学会
567-0047　大阪府茨木市美穂ケ丘3-6　山本ビル302号室
日本眼科紀要会内
TEL　072-623-7878　FAX　072-623-6060
E-mail　folia@hcn.zaq.ne.jp

発 行 所　日本眼科紀要会
567-0047　大阪府茨木市美穂ケ丘3-6　山本ビル302号室
TEL　072-623-7878　FAX　072-623-6060
E-mail　folia@hcn.zaq.ne.jp

日本眼光学学会誌「視覚の科学」投稿規程

原著の投稿規定

1. 投稿論文は他誌に発表されていない論文および学会発表原著で，原則として筆頭著者は本会会員に限ります。
2. 原著論文は査読者の意見を参考に，編集委員会が採否を決定します。なお，査読者の意見により原稿の加筆，修正，削除などをお願いすることがありますのでご承知おき下さい。原稿修正等に要する日数は特に定めませんが，3カ月以上になると取り下げと判断する場合があります。
3. 原著論文は，査読者に送られますので論文原本のほかに必ずコピー2部（原本も含め計3部）を提出して下さい。

原著・総説の執筆要項

1. 別々の用紙を用いて次のように区分して下さい。
   - タイトルページ：題名，Running Head，所属名，著者名を明記し，下段に校正などの連絡先を記入して下さい。
   - 和文要約：400字以内に論文の概要がわかるように書いて下さい。
   - 英文要約（Abstract）：ダブルスペースで打字し，200語以内（1語は5文字に相当）とします。なお，英文の題名，氏名，所属名，住所を明記して下さい。
   - キーワード：日本語のキーワードを，5個以内で重要な順に列記して下さい。
   - Key words：英語の key words は日本語と同じものを，5個以内で重要な順に列記して下さい。
   - 本文：原則として，緒言，方法，結果，考按の各項目に区分して下さい。ただし，内容によってはこの限りではありません。総説の場合，本文の構成は自由です.
   - 文献
   - 表および図（写真および付図）
   - 表および図の説明
2. 論文の長さは原則として，本文と文献を合わせて400字原稿用紙20枚（8,000字）以内とします。ただし，編集委員会が認める場合は，この限りではありません。専門用語以外は当用漢字，現代かなづかいを使用し，句読点を正しく付けて下さい。表および図以外には，頁番号並びに頁左側に行数を付けて下さい。電子媒体による投稿の場合には，本文は Microsoft Word あるいはテキストファイルで，図表は Power Point ファイルで，CD-ROM に記録してお送り下さい。
3. 医学用語は，原則として日本医学会医学用語委員会編「医学用語辞典」Japan Medical「眼科用語集　第4版」Terminology in Ophthalmology（日本眼科学会）1999年によって下さい。外国人名，地名，薬品名は原語で書き，日本語化している外来語はカタカナを用いて下さい。文中の欧米語は固有名詞，商品名，商品名略語および独語の名詞を除き，すべて小文字として下さい（文頭は大文字）。薬品名は一般名を使用し，商品名はカッコ内に入れ（------®）として下さい。
4. 数字は，算用数字を用い，計量単位はできるだけSI単位を用いて下さい。
5. 図と表はそのまま印刷できるように，きれいにトレースしたもの，または写真を用いて下さい。原則としてはA4の大きさ以内にして下さい。
6. 図（写真）と表の挿入希望箇所を原稿内に示して下さい。写真の大きさは名刺版（6 × 8cm）以上の大きさとします。また，間違いをなくすために，写真の裏側に氏名と天地を明記してお送り下さい。カラー印刷を希望される方は，必ずフィルム（ネガまたはリバーサル）をお送り下さい。カラー印刷は製版・印刷の実費を申し受けます。図（写真）と表の説明は別の用紙を用いて書いて下さい。

   なお説明は，読めばその内容がわかるように明記し，本文中に重複して記載しないように注意して下さい。
7. 掲載論文のすべての著作権は著者と日本眼光学学会に属します。
8. 文献は本文中に引用されたもののみを別紙に一括して書き，文献の記載順序は引用順とします。本文中の引用箇所には肩番号を付して照合して下さい。
9. 文献の書き方は，引用番号）著者名：題名．誌名巻：頁（始頁－終頁），発行年（西暦）．の順に書いて下さい。単行本の場合は，著者名：書名．編者名，頁（始頁－終頁），発行所名，所在都市名，発行年（西暦）．の順で書いて下さい。

著者が 3 名以上の場合は最初の 2 名を書いた上で 3 名以降は，他または et al として下さい。

例 1）光学太郎，光学次郎，眼光学一郎：調節の研究．生理光学 1: 1-10, 1990.

例 2）Yamaguchi L, Yamane J & Yagi K: Researches on accommodation. Physiol Opt 1: 1-10, 1990.

例 3）Yamaguchi K: Physiological Optics. 25-30, CV Mosby, New York, 1990.

10. 著者校正は原則として 1 回行いますが，その際大幅な変更はご遠慮下さい。なお，やむを得ず大幅な変更があった場合は実費を申し受けます。
11. 英文要約は，和文要約に沿って書き，あらかじめ英語の堪能な方の校閲を受けて下さい。
12. 英語訳文の原稿も受付けますが，事前に編集委員会にご連絡下さい。
13. 別刷は 30 部を無料とし，これ以上の部数は有料として 50 部単位で受付けます。
14. 筆頭著者が当会会員の場合には，論文掲載料は本誌 4 頁までは無料とし，5 頁からは 1 頁増えるごとに 15,000 円（消費税は含まず）を加算します（目安として本誌 1 頁が 400 字原稿用紙 3.5 枚に，図と表はそれぞれ 400 字原稿用紙ほぼ 1 枚に相当します）。

    依頼による総説の場合，掲載料は無料ですが，カラー印刷のみ実費（1 頁当たり 20,000 円から 32,000 円）を申し受けます。
15. 原稿は下記の住所にお送り下さい。

〒 565-0871 吹田市山田丘 2-2
大阪大学医学系感覚機能形成学
日本眼光学学会編集委員会
Tel 06-6879-3941
Fax 06-6879-3948
E-mail hisyo10@ophthal.med.osaka-u.ac.jp

投稿に必要な「タイトルページ」「著作権譲渡同意書」は，日本眼光学学会のホームページ http://www.gankougaku.gr.jp/ よりダウンロードしてください。

会　　報

16th The IRSJ 2012・第 13 眼科臨床機器研究会
ジョイントセミナー

日　時：2012 年 10 月 13 日（土）13：00 ～ 18：30
会　場：横浜シンポジア
住　所：〒231-0023　横浜市中区山下町 2 番地　産業貿易センタービル 9 階
TEL：045-671-7151
プログラム（予定）：
【16th The IRSJ 2012】 13:00 ～ 15:00
【メインテーマ】屈折矯正とオキュラーサーフェイス（眼表面）
Ⅰ．基調講演　モデレーター；魚里　博（北里大）
「ドライアイと視覚機能異常（仮）」 横井則彦（京都府医大）
「オキュラーサーフェイスの眼光学」 前田直之（大阪大）
Ⅱ．招待講演　モデレーター；清水公也（北里大）
「Refractive Correction and Ocular Surface（仮）」 Thomas O. Salmon（Northeastern State Univ.）
【第 13 回眼科臨床機器研究会】（眼科専門医認定事業申請中）　15:30 ～ 18:30
講演Ⅰ．緑内障インプラント手術　モデレーター；森田哲也（北里大）
Ⅰ-1「Baerveldt 緑内障インプラント（仮）」 演者未定
Ⅰ-2「Express 緑内障フィルトレーションデバイス（仮）」 演者未定
Ⅰ-3「Baerveldt を使用した緑内障インプラント手術（仮）」 徳田直人（聖マリ医大）
Ⅰ-4「Express を使用した緑内障インプラント手術（仮）」 渡邉三訓（社保中京病院）
講演Ⅱ．一般講演（一般公募はありません）モデレーター；柳田智彦（北里大）
講演Ⅲ．新しい眼底カメラ（仮）　モデレーター；市邉義章（北里大）
Ⅲ-1「Nonmyd WX を用いた立体眼底画像による視神経乳頭解析の有用性」 浅川 賢（北里大）
Ⅲ-2「広角眼底カメラ RetCam3 を用いた未熟児診療」 池田哲也（北里大）
Ⅲ-3「超広角走査レーザ検眼鏡 Optos® 200TX（仮）」渡辺五郎（群馬大）
登録料：　（円）

	医師・企業研究員	コメディカル
16th The IRSJ 2012	5,000	4,000
第 13 回眼科臨床機器研究会	5,000	4,000
2 学会共通	9,000	7,000

申込み方法：郵便払込取扱票（事前登録用紙）による事前申込みまたは当日登録
事前登録は 2012 年 8 月 31 日（金）に〆切りました。
事務局：〒252-0374　相模原市南区北里 1-15-1　北里大学眼科内
北里眼科セミナー事務局　担当；齋藤
TEL：042-778-8464 / FAX：042-778-9679
E-mail symposia@med.kitasato-u.ac.jp
IRSJ　http://www.irsj.jp/
眼科臨床機器研究会　http://www.soci.jp/

第 14 回　帝京弱視斜視研究会

日本眼科学会専門医制度生涯教育事業認定（認定事業番号 18953）
日本視能訓練士協会生涯教育制度事業認定（認定事業番号 0022）

日　時：2012 年 10 月 16 日（火）19 ～ 21 時
場　所：帝京大学大学棟 2 階　210 教室
参加費：無料
演　題：

1．蛍光眼底造影所見を究めよう　ー古くて 新しいものー	小林義治（帝京大）
	座長；松岡久美子（帝京大）
2．トーリックソフトコンタクトレンズ装用による残余乱視の比較	中条賢一（帝京大大学院医療系研究科）
	座長；木田淳子（帝京大）
3．症例検討会	オーガナイザー；林　孝雄（帝京大）
4．第 24 回眼科専門医試験　斜視・弱視関連問題検討	オーガナイザー；金子博行（帝京大）
	演者　中島貴友（帝京大）
	中込亮太（帝京大）
	加藤可奈子（帝京大）

担　当：林　孝雄
帝京大学医療技術学部視能矯正学科
〒 173-8605　東京都板橋区加賀 2-11-1
TEL：03-3964-1328　FAX：03-3963-0303
E-mail：ortho@med.teikyo-u.ac.jp
http://www.med.teikyo-u.ac.jp/~ortho/med/index.htm

第 51 回日本網膜硝子体学会総会

会　期：2012 年 11 月 30 日（金）～ 12 月 2 日（日）
会　場：甲府富士屋ホテル
〒 400-0073　甲府市湯村 3-2-30
TEL：055-253-8111　FAX：055-253-5200
会　長：飯島裕幸（山梨大学医学部眼科学教室）
主　催：山梨大学医学部眼科学教室
〒 409-3898　中央市下河東 1110　TEL：055-273-9657
ホームページ：http://51moumaku.jtbcom.co.jp/
プログラム（予定）：
特別講演
教育講演
シンポジウム
盛賞受賞講演
一般講演（口演・ポスター）
各種共催セミナー
機器展示・書籍展示
演題募集：原則として、インターネットでのお申し込みとさせていただきます。
詳細は，本総会ホームページ（http://51moumaku.jtbcom.co.jp/）の演題募集ページをご覧ください。

演題募集は 2012 年 7 月 19 日（木）11：00 に〆切りました。

登録料：（円）

参加登録	当日登録
医師（会員）	15,000
医師（非会員）・企業	18,000
医師以外（コメディカル／その他）	8,000

事前参加登録は 2012 年 9 月 28 日（金）に〆切りました。

事務局：〒 141-8657　東京都品川区上大崎 2-24-9 アイケイビル 3F
㈱ JTB コミュニケーションズ　コンベンション事業局内
TEL：03-5434-8759　FAX：03-5434-8694　E-mail：51moumaku@jtbcom.co.jp

学 会 会 合 案 内

◆　2012 年　◆

開催日	名称	開催場所	問合せ先	演題〆切
10/14（日）～ 10/18（木）	Frontiers in Optics（FiO）2012（OSA）	Rochester Riverside Convention Center/ Rochester, NY	General Attendee Information c/o OSA Customer Service - FiO/LS Management E-mail: custserv@osa.org URL: http://www.frontiersinoptics.com/	
10/23（火）～ 10/25（土）	Optics & Photonics Japan 2012	タワーホール船堀（東京都江戸川区）	㈱アドスリー内 TEL: 03-5925-2840 FAX: 03-5925-2913 E-mail：opj@opt-j.com URL: http://opt-j.com/opj2012/	2012/8/25
10/25（木）～ 10/28（日）	第 66 回日本臨床眼科学会総会	国立京都国際会館（京都府京都市）	株式会社 JTB コミュニケーションズ コンベンション事業局内 TEL: 06-6348-1391 FAX: 06-6456-4105 E-mail: 66ringan@jtbcom.co.jp URL: http://66ringan.jtbcom.co.jp	2012/4/3
11/10（土）～ 11/13（火）	AAO Annual meeting 2012	McCormick Place, Chicago	E-mail: meetings@aao.org URL: http://www.aao.org/meetings/annual_meeting/chicago.cfm	2012/4/10

◆　2013 年　◆

開催日	名称	開催場所	問合せ先	演題〆切
1/25（金）～ 1/27（日）	第 36 回日本眼科手術学会総会	福岡国際会議場、福岡サンパレス、マリンメッセ福岡（福岡市博多区）	株式会社コングレ 九州支社内 TEL: 092-716-7116 FAX: 092-716-7143 E-mail: jsos36@congre.co.jp URL: http://www.congre.co.jp/jsos36/	
2/2（土）～ 2/7（木）	BiOS SPIE Photonics West	Moscone Center San Francisco, CA, USA		

開催日	名称	開催場所	問合せ先	演題〆切
3/27(水)～ 3/30(土)	2012年応用物理学会 春季講演会	神奈川工科大学 (神奈川県厚木市)	㈳応用物理学会 TEL :03-3238-1041 FAX :03-3221-6245 E-mail: technical-meetings@jsap.or.jp URL: http://www.jsap.or.jp	
4/4(木)～ 4/7(日)	第117回日本眼科学会 総会	東京国際フォーラム(東京都千代田区)	株式会社コングレ内 TEL: 03-5216-5318　FAX: 03-5216-5552　E-mail: jos2013@congre.co.jp URL: http://www.congre.co.jp/jos2013/	
5/5(日)～ 5/9(木)	The Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) Annual Meeting	Washington State Convention Center, Seattle, WA, USA	The Association for Research in Vision and Ophthalmology E-mail: arvo@arvo.org URL: http://www.arvo.org	
5/10(金)～ 5/15(水)	Vision Sciences Society 12th Annual Meeting	Naples Grande Hotel 475 Seagate Drive Naples FL, USA	Vision Sciences Society E-mail: VSSMeeting@visionsciences.org URL: http://www.visionsciences.org/meeting.html	
6/9(日)～ 6/14(金)	CLEO 2013	San Jose Convention Center, San Jose, CA, USA	c/o OSA Customer Service - CLEO/QELS Management E-mail: custserv@osa.org Tel: +1 202.416.1907 URL: http://www.cleoconference.org/	
7/5(金)～ 7/8(月)	Asia-Pacific Conference on Vision (APCV) 2013	Suzhou, China	E-mail: yucong@pku.edu.cn	
8/25(日)～ 8/29(木)	European Conference on Visual Perception (ECVP)	Bremen Exhibition and Conference Centre, Bremen Germany	E-mail: contact2013@ecvp.uni-bremen.de.. URL: http://www.ecvp.uni-bremen.de/	
9/16(月)～ 9/20(金)	2013年応用物理学会 秋季講演会	同志社大学 京田辺キャンパス (京都府京田辺市)	㈳ 応用物理学会 TEL: 03-3238-1041 ㈹ FAX: 03-3221-6245 E-mail: technical-meetings@jsap.or.jp URL: http://www.jsap.or.jp	

日本眼光学学会 2012 年第 1 回常任理事会議事録

日　時：2012 年 4 月 7 日（土）12：40 ～ 14：00
場　所：東京フォーラム G 棟　G403
出席者：魚里　博，奥山文雄，大鹿哲郎，小林克彦，根岸一乃，長谷部　聡，不二門　尚，松本富美子，
三橋俊文
オブザーバー　川守田拓志　　事務局　三宅啓子，瀧内咲智子　　計 12 名
欠席者：大沼一彦，吉田晃敏　　（50 音順・敬称略）

議　長：不二門　尚　理事長
議題を始める前に亡くなられた江森先生と山本先生に，黙とうを捧げた。
議　題：

◆　報告事項

1．会員についての現況
・正会員・法人会員・年間購読会員・寄贈について
（2012 年 3 月 16 日現在）　正会員 530 名（うち名誉会員 30 名）・法人会員 25 社
購読会員 19 箇所，寄贈 9 箇所

2．学会開催について
1）第 47 回日本眼光学学会の収支報告　　（根岸会長）
収支報告：登録者が集まったので赤字にならずに済んだ。
2）第 48 回日本眼光学学会の現況報告　　（不二門理事長）
・日時：2012 年 9 月 1 日（土）・2 日（日）
・会場：秋葉原コンベンションホール
〒 101-0021　東京都千代田区外神田 1-18-13 秋葉原ダイビル 4F
TEL：03-5297-0230　FAX：03-5297-5955
・会長：村上　晶（順天堂大学医学部眼科学教室）
・特別講演：梶田雅義先生
・シンポジウム：吉田晃敏先生，村上　晶先生，長谷部　聡先生，仲泊　聡先生
3）第 49 回日本眼光学学会の現況報告
・日時：2013 年 9 月 7 日（土）・8 日（日）
・会場：ウェスティン都ホテル京都
〒 605-0052　京都市東山区三条けあげ
TEL：075-771-7111　FAX：075-751-2490
・会長：吉村長久（京都大学）

3．「視覚の科学」発行予定　　（三橋編集委員長）
・2012 年度第 33 巻 1 号から 4 号の発行予定
1）発行時期：1 号 4 月末発行（当初 3 月予定）
2 号 6 月末予定
3 号 9 月末予定
4 号 12 月末予定
2）1 号の概要：総説 2 件
①後房型有水晶体眼内レンズ Implantable Collamer Lens（ICL）　　小島隆司
②眼科のための光学入門（1）
波面収差とゼルニケ多項式　　宮前　博
原著 2 件

① Gabor パターンの大きさの知覚におけるコントラストの影響　吉澤達也
②白内障術後の被写界深度（偽調節量）の計算
　－視標の種類，視標の大きさ，矯正方法，網膜コントラスト感度の影響－　柏木豊彦
トピックス1件
①累進屈折力レンズの設計タイプの選択方法　畑中隆志
留学印象記1件
①　不二門　尚
学会印象記1件
① European Conference on Visual Perception（ECVP）2011　吉澤達也
江森康文先生追悼文　小林克彦

3）広告が新たに集まった
これまで40万円くらいだったのが，60万円を超えるようになった。
これまでの参天製薬，千寿製薬，ニコン・エシロール，ジャパン フォーカス，中央産業貿易に加えて，ニデック，テイエムアイ，HOYA，トプコンメディカルジャパン，アールイーメディカル，カールツァイスビジョンジャパン，メディカル葵出版，キヤノンマーケティングジャパンなどが増えた。金額的にはあまり増えていない。

4）全国の各大学に視覚の科学を無料送付している件
経費削減のため116箇所に今後も必要かどうか尋ねたが，現在までに19箇所からは欲しいとの，また8箇所からは不要との返事があった。返事のないところおよび不要と返事があった施設には今後送付しない。

5）査読システムの作成について　（川守田理事）
年4回以上発刊していれば，使える東大方式。実際に使ってみてからアップしたいと思う。

4．ホームページについて　（奥山常任理事）
・ホームページの概要について，速やかにアップする。
・オンラインジャーナルについてもアップする。個人のID，パスワードの配布

5．学術奨励賞の推薦依頼について
・原著では，進藤真紀（北里大）氏のみが該当する。
・学会員である。学会発表をした。視覚の科学に投稿する。
・門戸を広げるため，論文賞として自薦，他薦で英語論文（学会員）を選んではどうか。

6．2012眼科チュートリアルセミナー　（小林常任理事）
参加は180名，専門医制度の点数が認められた。
講義内容は毎回アンケートをとっている。
レベルを落とさずに説明を工夫して，難しい感を緩和する。
幾何光学，波面光学，波動光学の違いがわかるようにしよう。
利益が出ているなら，学会に還付する方針。会場を変える，テキストを工夫するなどで利益を出すことを検討。

7．多施設研究報告について　（川守田理事）
視覚の科学に投稿する。次の発展形をどうするか。
アンケートの対象が視能訓練士協会の正会員にフィードバックしてほしい。
今後，視力表を購入するときの目安となる。

8．選挙について　（不二門理事長）
2年に一度の選挙の年である。
20名　医学系10名，視能訓練士2名，その他8名
可児先生に選挙委員をお願いした。秋ぐらいに立候補を募って投票用紙を配る。

9．その他
・名簿はもうすぐ発行できる。

◆協議事項

1．2011 年度会計報告
会員，法人会員額は増えている。
広告料は少しだけ増えている。
学会誌の発行が遅れているため，支出は減っている。

2．2012 年度予算案
繰越金がなくならないうちに学会誌の発刊についてオンラインジャーナル化する。
自動引き落としを検討してみる。大学の場合は大学から払える。

3．2012 年度事業計画
HP については早めにアップして，オンラインジャーナル化する。

4．第 50 回（2014 年）日本眼光学学会について
WOC の年だが，9 月に開催すれば大丈夫。エンジニア系の学会は大学の講堂で実施することが多い。
金沢の吉澤先生にお願いする。50 回の節目の年だが記念誌を出して，記念講演を行うのでよいのではないか。

5．名誉会員について
可児一孝先生，畑田豊彦先生が該当する。お二人とも承諾いただいた。総会のときに名誉会員証を授与する。

6．臨眼のときのインストラクションコースについて
今回は新しく出す。長谷部先生が担当する。眼光学を考えたメガネ処方，タイトルを工夫する。
次回常任理事会の開催について
2012 年の日本眼光学学会会期中を予定している。

日本眼光学学会 2012 年第 2 回常任理事会議事録

日　時：2012 年 8 月 31 日（金）17：00 ～ 18：30
場　所：ザ・ペニンシュラ東京　4F　ザ・イーストルーム
出席者：魚里　博，大沼一彦，奥山文雄，小林克彦，根岸一乃，不二門　尚，三橋俊文
　　オブザーバー　村上　晶　　事務局　三宅啓子，瀧内咲智子　　計 10 名
欠席者：大鹿哲郎，長谷部　聡，松本富美子，吉田晃敏　　（50 音順・敬称略）

議　長：不二門　尚　理事長
議　題：

◆報告事項

1．会員についての現況
・正会員・法人会員・年間購読会員・寄贈について
（2012 年 8 月 16 日現在）　正会員 492 名（うち名誉会員 31 名）・法人会員 25 社
　　購読会員 20 箇所，寄贈 9 箇所
未入金会員を削除したため，大幅に減っている。

2．学会開催について　（不二門理事長）
1）第 48 回日本眼光学学会の現況報告　（村上　晶会長）
秋葉原コンベンションホール
事前登録　会員　91 名，非会員　163 名，研修医・大学院生・コメディカル　89 名
　　合計　343 名
一般演題　31 題　アジアの眼科事情について

2）第49回日本眼光学学会の現況報告　（不二門理事長）（吉村会長）
・日時：2013年9月7日（土）・8日（日）
・会場：ウェスティン都ホテル京都
〒605-0052　京都市東山区三条けあげ
TEL：075-771-7111　FAX：075-751-2490
・会長：吉村長久（京都大学）
3）第50回日本眼光学学会の現況報告
・日時：2014年9月6日（土）・7日（日）（後日他学会と調整の上決定）
・会場：金沢工業大学
〒924-0838　白山市八束穂3-1
TEL：076-274-8250　FAX：076-274-8251
・会長：吉澤達也（金沢工業大学）

3．2011年度会計報告および2012年度予算案　（不二門理事長）
第1回常任理事会（4月7日）ですでに認められている。
修正予算は実態に合わせたので繰越金が少し増えている。

4．「視覚の科学」発行予定　（三橋編集委員長）
・2012年度は順調に発行されている。
1）発行時期：3号9月末予定，4号12月末予定
2）3号の概要：総説2件
①累進レンズの性能表示　祁　華
②眼科のための光学入門（3）
PSFとOTF　宮前　博
原著2件
① Visual Display Terminal作業時の眼精疲労に対する調節誘導型モニタの効果
前田史篤　他
②測定距離の違いが不等像視に及ぼす影響　本田陽祐　他
トピックス1件
①オルソケラトロジーによる眼球光学特性の変化と近視進行抑制効果　平岡孝浩
留学印象記1件
①　前田直之
学会印象記2件
① The 27th APAO Congress in Pusan　井上　真
② ARVO2012　広原陽子
3）査読システムの作成について
川守田理事と東京大学のUMINを使ってテストした。実際に使ってみる。

5．ホームページについて　（奥山常任理事）
ホームページはすでにアップしている（http://www.gankougaku.gr.jp/）
過去の原著，総説に関しては，PDF化を行う予定であるが，相見積もりが必要
抄録に関しては，最終版でないので，PDF化はしない。

6．学術奨励賞について　（三橋常任理事）
編集委員22名で審査を行い，18名が投票し，進藤真紀氏が17票を獲得し，今回は1名とした。
・進藤真紀　24歳（北里大学　現在　東京医薬専門学校）
「ヘッドマウントディスプレイを用いた新しい両眼視機能検査装置の使用経験」

7．2012眼光学チュートリアルセミナー実施報告　（小林常任理事）
今回は5回目である。
会　期：2012年8月25日（土）・26日（日）

会　場：日本薬学会　長井記念館　長井記念ホール
参加者：163 名
人件費を入れると収支はほとんど同じである。眼科医の参加を増やしたくアナウンス方法を見直す。来年度も開催する。

8．多施設研究報告について　（魚里常任理事）
34 万円くらい余ったので返却したい。明日の理事会で決める。

9．選挙について　（不二門理事長）
可児一孝先生，西信元嗣先生，中谷　一先生に選挙管理委員を委嘱した。

10．臨床眼科学会インストラクションコースについて　（不二門理事長）
快適な眼鏡処方－基礎と応用　オーガナイザー；長谷部　聡先生
「眼鏡度数決定のコツと落とし穴」　佐野　研二先生
「不同視へのアプローチ」　不二門　尚先生
「乱視処方の STRATEGY」　長谷部　聡先生
「累進屈折力レンズの種類と適用」　松本富美子先生

11．その他
・名簿はすでに発送した。

◆協議事項

1．第 51 回（2015 年）日本眼光学学会について
大野先生あるいは長谷部先生にお願いしたい。

2．会費値上げについて
季刊誌を発行している学会の会費は CL 学会 10,000 円，IOL 学会 15,000 円，日本視覚学会 8,000 円である。7,000 円くらいではどうか。理事会に諮ってみたい。

3．眼科画像診断（ME 学会の発展形）について
もともと合併した学会なので，ME のことも取り上げてほしい。

4．学術奨励賞のあり方について
視覚の科学に提出される論文では，現在の規定では奨励賞の対象者が少ない。とくに工学系は近年対象者がいない。奨励賞の規定変更と新たに論文賞を設けてはどうか？
・奨励賞　35 歳以下　1 名あるいは特別の場合 2 名　　奨励金 5 万円
前年度の視覚の科学に投稿された原著論文の筆頭著者
・論文賞　30 ～ 45 歳　1 名　　賞金 10 万円
前年度に発行された学術刊行物に発表された眼光学に関する原著論文の筆頭著者。
自薦あるいは大学教授，編集委員による他薦。論文刊行時に日本眼光学学会員であることが条件。日本眼光学学会時に記念講演を行う。

5．日本眼科学会総集会プログラム委員について
石子智士先生を推薦する。

6．オンラインジャーナルについて
ペーパーレスを目指して引き続き検討する。ニュースレターのみの発行，ただし費用の節約のためにメール送付などを考える。

7．その他

8．次回常任理事会の開催について
2013 年 4 月の日本眼科学会期間中を予定している。

日本眼光学学会2012年理事会議事録

日　時：2012年9月1日（土）12：10～13：10
場　所：秋葉原コンベンションホール　5A
出席者：医科系　大野京子，梶田雅義，長谷部　聡，不二門　尚，前田直之，村上　晶，吉村長久
理工系　魚里　博，大沼一彦，奥山文雄，河原哲夫，古野間邦彦，小林克彦，斎田真也，三橋俊文
視機能　川守田拓志
監　事　可児一孝，畑田豊彦
事務局　三宅啓子，瀧内咲智子　計20名
欠席者：大鹿哲郎，根岸一乃，松本富美子，吉田晃敏　（50音順・敬称略）
議　長：不二門　尚　理事長

議　題：

◆報告事項

1．会員についての現況　（不二門理事長）
・正会員・法人会員・年間購読会員・寄贈について
（2012年8月16日現在）　正会員492名（53名減）（うち名誉会員31名）
購読会員20箇所，寄贈9箇所，法人会員25社（1社減）
未入金者を整理したため減っている。

2．第47回日本眼光学学会収支報告　（不二門理事長）（根岸一乃会長）
第47回日本眼光学学会総会
事前登録440名，参加登録総数653名
収支はプラスマイナスゼロであった。

3．学会開催について

1）第48回日本眼光学学会現況報告　（村上　晶会長）
・会期：2012年9月1日（土）・2日（日）
・会場：秋葉原コンベンションホール
〒100-0005　東京都千代田区丸の内1-7-12　TEL：03-6888-8080
・会長：村上　晶（順天堂大学医学部眼科学教室）
事前登録　341名　当日登録（午前）　93名　　計434名

2）第49回日本眼光学学会の現況報告　（吉村長久会長）
・日時：2013年9月7日（土）・8日（日）
・会場：ウエスティン都ホテル京都
・会長：吉村長久（京都大学）
特別講演　　不二門　尚先生
前眼部から後眼部までの教育的なOCTの話を一会場で流す。これを聞けばOCTのことが効率よくわかるように。
理事の先生方からサジェッションをいただけるとありがたい。

3）第50回日本眼光学学会の現況報告　（河原哲夫理事）（吉澤達也会長）
・日時：2014年9月6日（土）・7日（日）（後日他学会と調整の上決定）
・会場：金沢工業大学
・会長：吉澤達也（金沢工業大学）
講義の始まる前の休み中でないと教室が借りられない。
日付は変わる可能性がある。

4．「視覚の科学」発行予定　（三橋編集委員長）

・2012 年度第 33 巻 3 号は 9 月発行予定，4 号は 12 月発行予定と順調に進んでいる。
・査読システムについて　川守田理事が UMIN を使って試用した。
実際に使ってみる。不具合があれば修正してはじめたいと思う。

5．ホームページについて　（奥山理事）
すでにアップしている（http://www.gankougaku.gr.jp/）。
バックナンバーについては，過去 3 年間は PDF でみることができる。

6．学術奨励賞について　（三橋理事）
22 名中 18 名が投票し，進藤真紀氏が 17 票獲得した。
・進藤真紀　　24 歳（北里大学　現在東京医薬専門学校）
「ヘッドマウントディスプレイを用いた新しい両眼視能検査装置の使用経験」

7．2012 眼光学チュートリアルセミナー実施報告　（小林理事）
会　期：2012 年 8 月 25 日（土）・26 日（日）
場　所：日本薬学会　長井記念会館　長井記念ホール
参加者：163 名
視能訓練士が約 70%，眼科医の参加が約 10% と少ないのでもっとアナウンスした方がよい。

8．多施設研究について　（魚里理事）
アンケート調査についてはすでに完成しているので，残金を返金したい。
視力表は 1960 年代のものである。新しい視力表を考えてもよいのではないか，との意見が出た。

9．新名誉会員について　（不二門理事長）
可児一孝先生，畑田豊彦先生が新名誉会員となる。

10. 選挙について
可児一孝先生，西信元嗣先生，中谷　一先生に選挙管理委員を委嘱した。
10 月 19 日が投票締切りの予定。

11. 臨床眼科学会インストラクションコースについて
快適な眼鏡処方―基礎と応用　オーガナイザー；長谷部　聡先生
「眼鏡度数決定のコツと落とし穴」　佐野　研二先生
「不同視へのアプローチ」　不二門　尚先生
「乱視処方の STRATEGY」　長谷部　聡先生
「累進屈折力レンズの種類と適用」　松本富美子先生

12. その他
名簿はすでに発送した。

◆協議事項

1．2011 年度会計報告
収入　600 万円あまりである。
支出　学会誌の発刊が遅れたため少なくなったが，そのしわ寄せが 2012 年度の予算にあらわれている。

2．2012 年度予算案について
支出が問題で，学会誌を多く発刊するため，600 万円くらい赤字である。
このままだと繰越金が減ってくる。会費値上げについて後ほど協議したい。

3．2012 年度事業計画
学会に関すること，教育に関すること，研究に関すること。

4．2015 年日本眼光学学会について
臨床系の先生　長谷部先生にお願いしたい。新しい職場に移ってから見通しが立てばとのことであった。

5．会費値上げについて
年会費を 7,000 円にする。
赤字額 100 万円を埋めようとすれば 2,000 円上げて，7,000 円が妥当ではないか。

参考（季刊誌を発行している学会）：CL 学会 10,000 円，IOL 学会 15,000 円，日本視覚学会 8,000 円

6．眼科画像診断（眼科 ME 学会の発展形）について
前眼部視機能についてのテーマを取り上げる。
来年は継続して画像診断を総会でとりあげる。

7．学術奨励賞のあり方について　－ 論文賞を設けてはどうか
奨励賞　40 歳以下　2 名　奨励金 5 万円
前年度の視覚の科学に投稿された原著論文の筆頭著者
論文賞　50 歳以下　1 名　賞金 10 万円　来年から始める。
前年度に発行された学術刊行物に発表された眼光学に関する原著論文の筆頭著者。自薦あるいは大学教授，編集委員による他薦。論文刊行時に日本眼光学学会会員であることが条件。日本眼光学学会時に記念講演を行う。工学系の大学をどう選ぶか。
総会でアナウンスする。

8．日本眼科学会総集会プログラム委員について
現在は大野京子先生。石子智士先生を推薦する。

9．オンラインジャーナル化について
いずれペーパーレスにするとして，引き続き検討する。ニュースレターはメールにするなどを考える。
また，日本語でよいのか，関連学会（日本視覚学会，IOL 学会など）との連携をしてはどうか，という意見も出た。

10. その他
・多施設研究
視力表は 1960 年代のものが使われている。新しい視力表を提案する。
第二段を行ってはいかがか。字ひとつと LED では少し異なるような気がする。
輝度と照度は測れる。分光特性を測る。川守田理事がたたき台を作成する。
いかに再現性のよい測定法をさぐるか。

11. 次回理事会の開催について
2013 年 9 月 7 日（土）の日本眼光学学会会期中（昼）を予定。

日本眼光学学会 2012 年度編集委員会議事録

日　時：2012 年 8 月 31 日（金）15：30 ～ 17：00
場　所：ザ・ペニンシュラ東京　4F　ザ・イーストルーム
出席者：市川一夫，魚里　博，大沼一彦，奥山文雄，梶田雅義，祁　　華，古野間邦彦，斎田真也，仲泊　聡，根岸一乃，畑田豊彦，不二門　尚，前田直之，三橋俊文，吉澤達也
編集部より三宅啓子，瀧内咲智子　計 17 名
欠席者：井上　真，江本正喜，大鹿哲郎，佐藤美保，長谷部　聡，原　直人，松本富美子　（50 音順・敬称略）
議　長：三橋 俊文

報告事項

1．編集委員の一覧表
住所などを確認した。

2．視覚の科学発刊経過・予定
33 巻
3 号 2012 年 9 月，4 号 2012 年 12 月発行予定
33 巻では宮前氏の眼科のための光学入門と留学印象記を追加した。

3．原著の状況
査読完了したのが 1 編（33 巻 4 号掲載予定）
査読中が 1 編，改変中が 4 編，2 回目査読中が 1 編である。
4．日本眼光学学会学術奨励賞
2012 年度の受賞者は下記の 1 名に決まった。
編集委員 22 名で審査を行い，18 名が投票し，進藤真紀氏が 17 票を獲得した。
・進藤真紀　24 歳（北里大学　現在　東京医薬専門学校）
「ヘッドマウントディスプレイを用いた新しい両眼視機能検査装置の使用経験」

協議事項

1．編集方針について
項目，作業の簡素化
• 学会印象記　1 号 1 件へ　編集委員担当
担当の割り当てについて
4 号の巻頭言は学会担当会長，総説は招待講演の先生
33 巻は村上先生と梶田先生にお願いする。
• 担当表の確認
今後のテーマについて
総説は来年も宮前博氏にお願いする。
• 手術と眼光学　進めたい。大鹿先生と根岸先生にお願いしたい。
• IOL について。メーカーからの情報提供。技術者による評価。心理物理的評価の動向など。
系統立った公開質問状のようなものをつくって，各メーカーから返事をもらう。　市川委員
CL についても同様に。　梶田委員
• 海外を含む眼光学関連の先生方との対談
眼光学研究の歴史，考え方を学ぶ
• チュートリアルセミナーの印象記を視能訓練士の人に書いてもらう。
• 視覚的な認識　仲泊委員
• 心理物理的なもの　吉澤委員
• 膝外認知に関して
• 加齢で収差，色覚に変化が起きる。
2．電子ジャーナル化
理事会で議論する前に編集委員の先生方の意見を伺いたい
いずれ web のみにするとしても，当面は紙ベースで発刊する。
国立国会図書館でも web でよいのかを問い合わせる。
Web になれば別刷は不要。
ニュースレターはメールで配ったらどうか。
年 4 回か随時 update か？
Web との連動
リンクを充実（広告収入も期待できる）
原著
Web のみ随時掲載
関連学会の査読システム，Website を共用できないか
総説
取り扱いをどうするか？　意義，形式的な重要性
3．Web site　（奥山委員）
• バックナンバーの PDF 化

相見積をとる。どういった機能をつけるか。
全件掲載するか。予算を決める必要がある。

- 学会の抄録の版権の件
  学会の抄録は結論が変わることがあったり，実際には発表しなかったりするので，web には掲載しない。

4．査読投稿作業の電子化

- 川守田理事が中心になってシステムを構築（UMIN），作業は完了している。
  理事会での承認の後運用へ
- 投稿規程の修正
  電子投稿システムの運用開始と合わせて提出の仕方を修正する。

5．編集委員の構成について

- 査読のためには，光学や心理物理系の専門家に入っていただきたいので査読委員を増員したい。畑田先生はリタイアしたいとの意向であった。

6．その他

- 来年度の表紙の色
  33 巻は紫色なので 34 巻は赤色に
- 次回編集委員会
  来年の学会前日 2013 年 9 月 6 日（金）15 時半からの予定

2012年9月

監査報告書

日本眼光学学会
代表者　不二門　尚　殿

作成日　2012年3月19日
事務所所在地　神戸市中央区花隈町33-18-301
グラン・フェルティ神戸山手通
事務所名　山内税理士事務所
監査従事者　税理士　山内　良生
（登録番号93774号）

日本眼光学学会の2011年度（2011年12月末期）の財務資料について、一般に公正妥当と認められる監査の基準に準拠し、監査を実施しました。

監査の結果、収支内訳が、領収書等に裏付けられ適正に処理されており、収支の状況を正しく示しているものと認めます。

日本眼光学学会２０１１年度
歳入歳出決算に関する監査報告

２０１２年４月５日

日本眼光学学会
理事各位

本日、2011年度歳入歳出決算に対する監査を実施した結果、帳簿の記載、証拠書類の保存、管理は適切であり、決算の金額など正確であることを認めます。

監事：可児一孝

監事：畑田豊彦

2011年歳入歳出決算報告書（眼光学）

［自2011年1月1日至2011年12月31日］

収　入　　単位（円）

科　目	予算額	歳出額	前年度に比し増減	
個人会費	2,600,000	2,420,000	−	180,000
法人会費	1,300,000	1,350,000	＋	50,000
購読会費	102,000	60,000	−	42,000
学会誌広告料	1,844,000	1,911,000	＋	67,000
著者負担金	200,000	338,800	＋	138,800
雑収入	50,000	97,557	＋	47,557
利息	1,000	294	−	706
収入小計	6,097,000	6,177,651	＋	80,651
前年度繰越金	16,948,552	16,948,552		0
歳入合計	23,045,552	23,126,203	＋	80,651

支　出　　単位（円）

科　目	予算額	歳出額	前年度に比し増減	
学会補助金	500,000	500,000		0
学術奨励賞副賞	222,222	222,222		0
会議費	500,000	344,978	−	155,022
出張旅費	100,000	155,531	＋	55,531
学会誌作成費	6,500,000	2,113,510	−	4,386,490
名簿作成費	250,000	0	−	250,000
多施設研究費	0	1,000,000	＋	1,000,000
印刷費	150,000	227,272	＋	77,272
HP作成料	740,000	0	−	740,000
HP保守年間契約料	189,000	189,000		0
消耗品費	50,000	74,775	＋	24,775
通信・発送費	150,000	164,110	＋	14,110
委託費	950,000	950,000		0
雑費	35,000	68,207	＋	33,207
会計監査料	100,000	180,000	＋	80,000
予備費	1,000,000	0	−	1,000,000
支出小計	11,436,222	6,189,605	−	5,246,617
次年度繰越金	11,609,330	16,936,598	＋	5,327,268
歳出合計	23,045,552	23,126,203	＋	80,651

預貯金明細

（2011年12月31日現在）

単位（円）

区　分	金　額	預入先	金　額
次年度繰越金	16,936,598	三井住友銀行茨木西支店普通預金	382,848
		郵便振替貯金	16,483,290
		現金	70,460
合　計	16,936,598		16,936,598

日本眼光学学会 2012 年度予算案

［自 2012 年 1 月 1 日至 2012 年 12 月 31 日］

収　入　　単位（円）

科　目	2011 年度予算額	2012 年度予算額	前年度に比し増減	
個人会費	2,600,000	2,500,000	−	100,000
法人会費	1,300,000	1,350,000	＋	50,000
購読会費	102,000	60,000	−	42,000
学会誌広告料	1,844,000	2,000,000	＋	156,000
著者負担金	200,000	250,000	＋	50,000
雑収入	50,000	50,000		0
利息	1,000	1,000		0
収入小計	6,097,000	6,211,000	＋	114,000
前年度繰越金	16,948,552	16,911,806	−	36,746
歳入合計	23,045,552	23,122,806	＋	77,254

支　出　　単位（円）

科　目	2011 年度予算額	2012 年度予算額	前年度に比し増減	
学会補助金	500,000	500,000		0
学術奨励賞副賞	222,222	222,222		0
会議費	500,000	500,000		0
出張旅費	100,000	150,000	＋	50,000
学会誌作成費	6,500,000	8,500,000	＋	2,000,000
名簿作成費	250,000	250,000		0
多施設研究費	0	1,000,000	＋	1,000,000
印刷費	150,000	200,000	＋	50,000
HP 作成料	740,000	740,000		0
HP 保守年間契約料	189,000	281,400	＋	92,400
消耗品費	50,000	50,000		0
通信・発送費	150,000	150,000		0
委託費	950,000	950,000		0
選挙費用	0	300,000	＋	300,000
雑費	35,000	60,000	＋	25,000
会計監査料	100,000	100,000		0
予備費	1,000,000	400,000	−	600,000
支出小計	11,436,222	14,353,622	＋	2,917,400
次年度繰越金	11,609,330	8,769,184	−	2,840,146
歳出合計	23,045,552	23,122,806	＋	77,254

日本眼光学学会変更届

移動が生じた場合は、速やかに変更届を FAX (072-623-6060)で事務局へお届けください。
事務局には全て届けていただきますが、名簿に記載しない項目には×印を忘れずお付け下さい。

ご氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

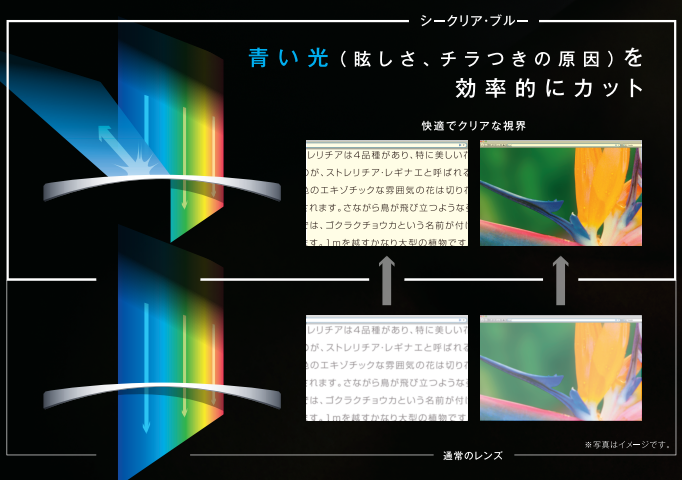
変更の内容 (該当箇所に○を お付け下さい)	1. 氏名　　2. 自宅住所　　3. 勤務先 4. 文書および雑誌送付先　　5. その他（　　）			
ふりがな		ふりがな		会員番号
氏　　名		旧　姓		
新勤務先住所	〒＿＿＿＿＿＿			
新住所ふりがな				
新勤務先名称				
新勤務先英文名				
新電話番号		新FAX番号		
E-mail				
新自宅住所	〒＿＿＿＿＿＿			
新住所ふりがな				
新電話番号		新FAX番号		
E-mail				
文書および 雑誌送付先	1. 勤務先 2. 自　宅	変更届出年月日	年　　月　　日	

連絡先：〒567-0047　茨木市美穂ケ丘 3-6-302　日本眼科紀要会内
日本眼光学学会事務局　　TEL　072-623-7878　　FAX　072-623-6060
E-mail　folia@hcn.zaq.ne.jp

事務局記入欄（記入しないで下さい）	受領日　　年　　月　　日受付

Nikon

そのレンズ、
テクノストレス・オフ。



青色光カットコーティング
ニコン シークリア・ブルー

SEE CLEAR BLUE

株式会社 ニコン・エシロール 130-0026 東京都墨田区両国2-10-8（住友不動産両国ビル） TEL.03-5600-1375 www.nikon-lenswear.jp

HEIDELBERG ENGINEERING

Heidelberg Advanced Technology
ハイデルベルグ スペクトラリス

－治療法の進歩にはテクノロジーの進歩が不可欠です－

新しい治療法が臨床上で確立されるには、早期発見・診断・予後管理のための最高レベルのテクノロジーが求められます。

ハイデルベルグ スペクトラリスは、マルチモダリティの高性能画像、TruTrack™ アクティブ アイトラッキングの精細さ、およびBluePeak™ 代謝マッピングを兼ね備えていますので、現在の治療法に加え新しい選択肢にも一層上手く適応することができます。

今日のテクノロジーの実力をさらに高め、明日の治療法に応えます。

■TruTrack™ アクティブ アイトラッキングシステム
SLO画像の血管照合により眼球の動きを追尾、OCTスキャン位置を常に同一位置へ自動補正します。

■BluePeak™
ブルーレーザによる自発蛍光マップは、網膜からの自発蛍光をとらえる非侵襲の診断モダリティです。

■HRA+OCT
■HRA

■OCT+
BluePeak

■OCT Compact
+BluePeak

医療機器認証番号 220AIBZX00005000

製造販売元
JFC® ジャパン フォーカス株式会社
本社／〒113-0033 東京都文京区本郷 4-37-18（IROHA-JFC ビル） ☎03（3815）2611
大阪／〒541-0053 大阪市中央区本町 4-6-7（本町スクウェアビル） ☎06（6262）1099
URL : http://www.japanfocus.co.jp
製造元 Heidelberg Engineering Gmbh, Heidelberg Germany

総発売元
株式会社 JFCセールスプラン
本社／〒113-0033 東京都文京区本郷 4-3-4（明治安田生命本郷ビル） ☎03（5684）8531（代）
大阪 ☎06（6271）3341 名古屋 ☎052（261）1931 福岡 ☎092（414）7360
URL : http://www.jfcsp.co.jp

10W1

アイプロテクションレンズ
フォトクロミック

We care about your eyes.
いつもあなたの眼のために

HOYA

サンテックで
私はおしゃれにアイケア

紫外線に反応して発色するメガネレンズ

SUNTECH

○ここでいう「アイプロテクションレンズ」とは遮光保護具や保護メガネを意味するものではありません。カラー濃度は紫外線量及び、外気温に大きく影響されます。
レンズ表面温度が高くなると発色は抑えられます。○画像はイメージです。○フレーム：参考商品

HOYA株式会社 ビジョンケアカンパニー
〒169-8661 東京都新宿区高田馬場1-29-9 「HOYAビジョンケアグループお客様相談室」 TEL.03(3207)1111 http://www.vc.hoya.co.jp

CSV-1000HGTi

グレア内蔵型コントラスト感度測定器CSV-1000HGTi

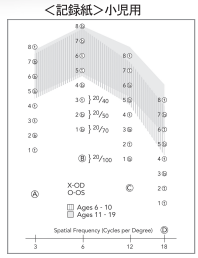
VECTORVISION

標準化されたグレアテストで VECTOR VISION の全ての視標で使用できます。 自動車のヘッドライトがおよそ 45mの距離にある状態でのコントラスト感度を測定します。

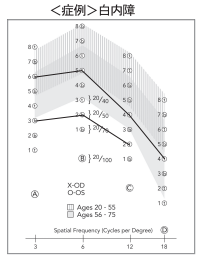
特　徴

- コントラスト感度曲線全域
- 病変の評価と識別
- 機能視力
- テストライトレベルは 85cd/m² にセルフ・キャリブレートされ、標準化されている
- 4 パターンの年齢層を基準にした記録紙
  - 6 ～ 10 歳用
  - 11 ～ 19 歳用
  - 20 ～ 55 歳用
  - 56 ～ 75 歳用

＜記録紙＞小児用



＜症例＞白内障



薬事販売名：グレア内蔵型コントラスト感度測定器 CSV-1000HGTi
届出番号：28B1X10003000077

中央産業貿易株式会社

本社
〒662-0977　兵庫県西宮市神楽町4-7
Tel.0798-26-7889　Fax.0798-26-7858

東京営業所
〒110-0005　東京都台東区上野1-10-8
Tel.03-5812-0825　Fax.03-5812-0824

名古屋営業所
〒456-0021 名古屋市熱田区夜寒町4-6
Tel.052-682-5355　Fax.052-682-7277

http://www.chuosangio.co.jp/

デュアル シャインプルークアナライザー

DSA

ziemer OPHTHALMOLOGY
スイス ジマーオフサルミック社

2台のシャインプルークカメラと
プラチドトポグラファーの
2つのシステムを1台に統合した
高精度なトポグラフィー、
パキメトリーを測定する
新しいコンセプトの器械です。

レーシック後の
IOL度数計算にも
有用です。

届出番号:27B1X00001002001

アールイーメディカル株式会社
R E MEDICAL, INC.

本　　社：〒540-0011 大阪市中央区農人橋2-1-29　TEL.(06)4794-8220(代) FAX.(06)4794-8222
東京営業所：〒113-0034 東京都文京区湯島3-19-11 湯島ファーストビル　TEL.(03)5816-1480(代) FAX.(03)5816-1483
名古屋営業所：〒465-0092 愛知県名古屋市名東区社台2-1128 パティーナ社台　TEL.(052)760-3955(代) FAX.(052)760-3956
福岡営業所：〒812-0014 福岡市博多区比恵町11-7 ニューいわきビル　TEL.(092)437-5180(代) FAX.(092)437-5181

www.re-medical.co.jp

年間予約購読ご案内

眼における現在から未来への情報を提供！

あたらしい眼科

2013 Vol.30

月刊／毎月30日発行 A4変形判 総140頁
定価／通常号2,415円（本体2,300円＋税）
増刊号6,300円（本体6,000円＋税）
年間予約購読料32,382円（増刊１冊含13冊）
（本体30,840円＋税）（年間予約購読の場合は送料弊社負担）

■毎号の構成■

【特 集】毎号特集テーマと編集者を定め，基本的事項と境界領域についての解説記事を掲載.
【原 著】眼科の未来を切り開く原著論文を医学・薬学・理学・工学など多方面から募って掲載.
【連 載】セミナー（写真・コンタクトレンズ・眼内レンズ・屈折矯正手術・緑内障・抗VEGF治療など）／新しい治療と検査／眼科医のための先端医療／My boom 他
【その他】トピックス・ニュース 他

最新情報を，整理された総説として提供！

眼科手術 日本眼科手術学会誌

2013 Vol.26

季刊／1・4・7・10月発行 A4変形判 総140頁
定価 2,520円（本体2,400円＋税）
年間予約購読料10,080円（4冊）
（本体9,600円＋税）（年間予約購読の場合は送料弊社負担）

■毎号の構成■

【特 集】あらゆる眼科手術のそれぞれの時点における最も新しい考え方を総説の形で読者に伝達.
【原 著】査読に合格した質の高い原著論文を掲載.
【その他】トピックス・手術手技のコツ 他

http://www.medical-aoi.co.jp

お申込方法：おとりつけの書店，また，その便宜のない場合は直接弊社あてご注文ください.

株式会社 メディカル葵出版
〒113-0033 東京都文京区本郷2-39-5 片岡ビル5F
振替 00100-5-69315 電話（03）3811-0544

技術革新はいつもルミナスから

Novus Spectra

【グリーンレーザのゴールドスタンダード】

眼科用レーザ光凝固装置
ノーバス スペクトラ グリーンレーザー光凝固装置
承認番号 22000BZX01636000

Novus Varia

【世界初のDPSSマルチカラーレーザ】

眼科用レーザ光凝固装置
ノーバス ヴァリア マルチカラーレーザー光凝固装置
承認番号 22000BZX01637000

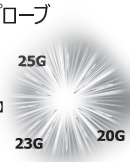
Aura PT

【必要な機能をコンパクトに集約】

眼科用パルスレーザ手術装置
Aura オプサルミック ヤグレーザ
承認番号 22100BZX00016000

Lumenis レーザプローブ

LumeProbe™



【全13種類の豊富なバリエーション】

眼科用レーザ光凝固装置滅菌済みプローブ
Lumenisレーザプローブ
承認番号 22300BZX00417000

Selecta Duet

【SLT and YAG コンビネーション】

眼科用パルスレーザ手術装置
セレクタ オプサルミック レーザシステム
承認番号 22100BZX01111000

RetCam® Ⅲ & Shuttle®

【広画角デジタル眼撮影装置】

眼撮影装置
広画角デジタル眼撮影装置 RetCamシリーズ RetCamⅢ
認証番号：220AFBZX00260000

広画角デジタル眼撮影装置 RetCamシャトル
認証番号：220AFBZX00259000

LUMENIS®
Enhancing Life. Advancing Technology.

製造販売業者 株式会社 日本ルミナス
E-mail:ophlaser.japan@lumenis.com URL:http://www.lumenis.co.jp
本社 〒135-8073 東京都江東区青海2-4-32 タイム24ビル TEL:03-6743-8300 FAX:03-6743-8301
オペレーションセンター 〒135-0064 東京都江東区青海4-4-18 TACS TEL:03-6743-8370 FAX:03-6743-8371

Canon

無散瞳デジタル眼底カメラ

CR-2 PLUS

Digital Retinal Camera

ボタンひとつで簡単モード切換、簡単撮影

FAF（眼底自発蛍光）撮影機能搭載

網膜色素上皮細胞におけるリポフスチンの蓄積状態を観察。網膜色素上皮の代謝亢進や機能低下を非侵襲的に検査する事ができます。

眼底撮影に特化したデジタルカメラ

眼底カメラ専用デジタルカメラ搭載

ノイズを抑え高画質を実現する**ISO200**から、眩しさを抑え低い光量で撮影が可能な**ISO6400**まで、幅広く設定が可能。また、眼底に適した画像パラメータを搭載。高精細な画像で診断をサポートします。

製品に関するお問い合わせは、
医療機器営業本部 〒108-8011 東京都港区港南 2-13-29 キヤノン港南ビル TEL (03) 3740-3354 キヤノンマーケティングジャパン株式会社