

同名半盲へのフレネル膜プリズム装着についての新考案

— 自然装用のための「機能」と「外観」 —

株式会社八代眼鏡店 八代 泉

A new next method for mounting Fresnel prism to Homonymous hemianopsia - "Function" and "Appearance" for Natural Wear -

Yashiro glasses shop Izumi Yashiro

1. はじめに

同名半盲の視野欠損に対処する方法としてフレネル膜プリズムの使用が1980年代から米国Optometristの学会や日本でも眼科医及び視能訓練士によって試みられて来た。それらは現在、伝統的方法 (Traditional Method)と呼ばれているが、Peli, Eli 2000³⁾ によって考案された方式は、新方式 (New Method)と呼ばれ、その後、本稿で紹介するような発展を遂げている。現在日本では、ネット上の情報を見る限り、旧方式及び新方式等による同障害への対処が行なわれていないと予想される。新方式の画期的とも言える方法を高く評価しつつ、新たな次の方式 (New Next Method)として、欠損視野を片眼ではなく両眼視し、日常において積極的に装用しうる方法を提案する。

2. 同名半盲とは²⁾

注視点を通る垂直線を境として、両眼の視野の右または左の同側部分 (同名の領域) が見えない視野障害で、視索から後頭葉視覚中枢の間の障害で起こる。右同名半盲と左同名半盲がある。

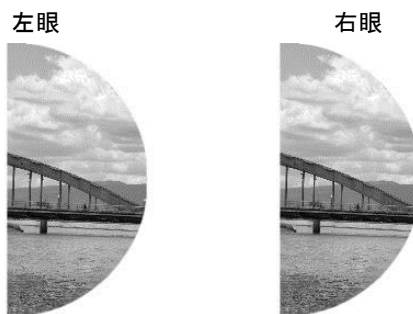


写真1. 左同名半盲の視野

以下、左同名半盲としての説明提案だが、右同名半盲の場合は左右が逆となる。

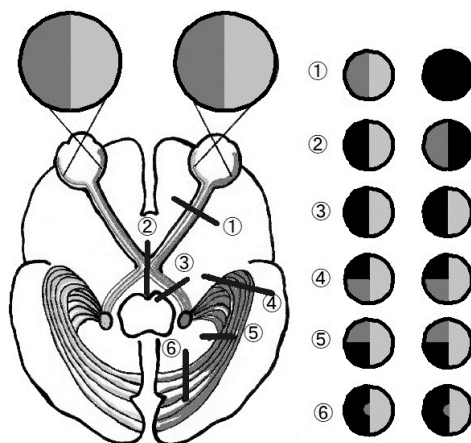


図1. 視路障害と視野変化²⁾

視路の障害部位により種々の視野変化が起こることを示す。①片目失明②異名半盲③黄斑分割された同名半盲。④⑤4分の1半盲⑥黄斑回避された同名半盲。

3. フレネル膜プリズムについて

フレネルレンズの原理を応用した膜プリズムで、薄くて軽い。眼鏡に組み込めないほどの斜視角を持った患者の治療目的に開発されたもので、細かな三角柱のプリズムを膜状に並べたもの。材質は、塩化ビニルで扱い易く眼鏡レンズに水だけで簡単に貼れる。安価。難点は、鮮明度や耐久性に乏しいこと。他に変わる素材が、今のところ無い。日本国内の総需要が年間1万枚弱^{参考資料・表1)}で、大部分が本来の斜視矯正に使用されると予想される。



写真2. 実際像とフレネル膜プリズムによる像

基底を左にしたフレネル膜プリズムによる像には、自転車に乗る人物が右に移動して見えるのが分かる。実際像と比べると後者は、やや解像度が劣っている。

4. プリズムによる欠損視野補充の試み

4.1 眼鏡レンズへの組み込み

半盲側に基底を置く同量のプリズムを左右レンズに加える

図2のように、失われた側の視野を少しでも多く、残された反対側の健全視野に取り込む事で、見えなくなったことで生じる不都合や危険を出来得る限り回避する。これが、プリズム使用の基本的な考え方だが、健全視野をその分使ってしまう

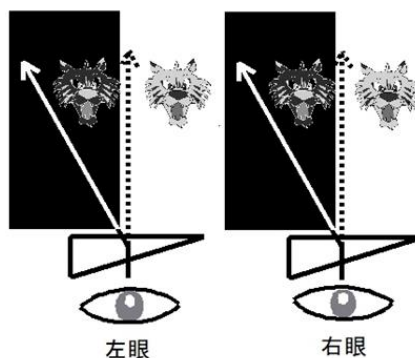


図2. プリズムによる危険発見

危険が潜んでいる可能性を黒で表している。実際には、知覚されないのであって、この図のように半盲領域が黒く見えるわけではない。

ので、当然視野そのものを広げることににはならない。また実際のセンターがずれる。通常レンズに組み込めるプリズム量は、製造可能という側から見て最大でも10プリズム、視線矯正角にして6度角程度なので、斜視の矯正には有効な場合もあるが、半盲側の視野を見せようとする目的には不足する。実際には、5プリズム程度でも下方視線時の像の歪みが顕著に見られる。yungら2018⁴⁾もこのようなプリズムの使用にはなんら有益な事はないと述べている。

4.2 眼鏡レンズへの40プリズムのフレネル膜プリズムの貼り付け

通常入手できるフレネル膜プリズムの最大度数は40△で、角度にして約24°角となる。欠損視野を補充するには、最低でもこの程度の視野角が必要との考えを基に、40△フレネル膜が通常使用される。

健常視野をなるべくそのまま温存し、必要に応じて欠損視野側の情報をいかに取り入れるかについて、以下のような現在では伝統的(Traditional)とも言われる方法がとられた⁶⁾。

4.2.1眼鏡レンズへの貼り付け

欧米諸国の多くは、車両が右側通行なので左側の視野が、重視される。左側に視線を向けてはじ

めてプリズム像が得られるので。ドアミラーに似た使い方となる。

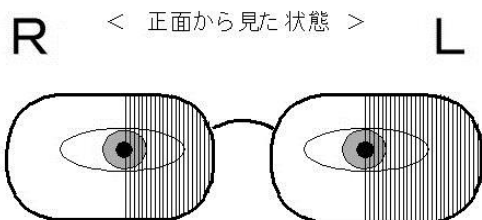


図3. 左右瞳孔中心に境を設定

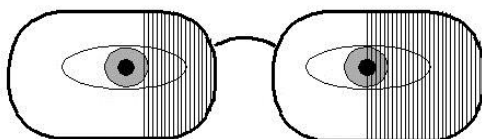


図4. 左のみ瞳孔中心に境を設定

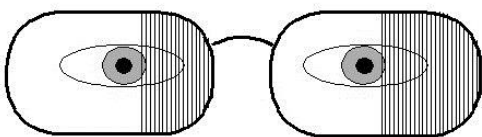


図5. 左右とも境が見えない設定

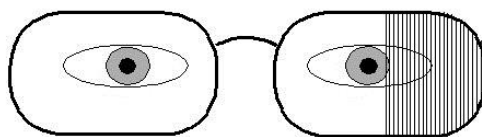


図6. 旧型式の最終形と言える貼り方

4.2.2 小口径プリズムの貼り付け (図7)

フレネル膜プリズムではコントラストの低下が避けられないとして、小口径プリズムレンズの貼り付けも行われている。⁷⁾

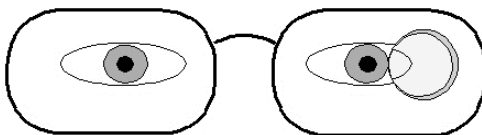


図7. Gottlieb VFAS ⁷⁾

4.2.3 改良プリズム眼鏡

同名半盲の患者が、外斜視化した症例に着目し、仲泊ら1996¹⁾ は、人工的な外斜視を作ることで視野の拡大をもたらすことを考案した。

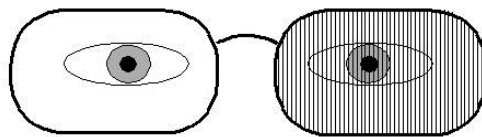


図8. 改良プリズム眼鏡¹⁾

5. 画期的な欠損視野補充の試み

5.1 新方式の貼り付け方法 (図9)

Peli, Eli が2000³⁾ に考案した。左眼虹彩の上下に置かれたプリズムが、半盲方向の視野を健全視野に取り込み、右眼で見る像に対して複視を発生させるが、左右眼の注視における両眼視の鮮明度に比べてはるかに劣るため問題とならない。

従来の方式が、意識的に視線を半盲方向に指向することが不可欠だったが、それなくして視野拡大に成功した。

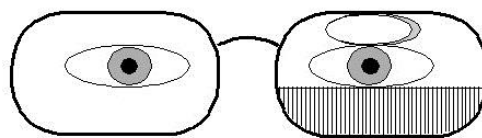


図9. 新方式の貼り付け(発表時)³⁾

5.2 新方式に基づくプリズムセグメント (図10)

8×22mmにカットされたセグメントが、Peli Lens™ として市販されている。⁸⁾

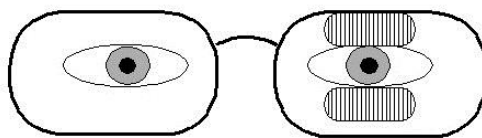


図10. 新方式の貼り付け⁸⁾

"EP" Hemianopic Prism Set \$35.00

“EP” とは、考案者Peli, Eliのこと。

5.3 新方式の貼り付け方法の発展形

Alex R. Bowers 2008⁵⁾ らによって考案された。レンズの中央のプリズムのない領域を通して、途切れなく両眼視する一方、プリズムの貼られた上部および下部の周辺視野で視野拡大が試みられている。多焦点レンズ装用者のためには、図11のように近見部を開放する場合もある。

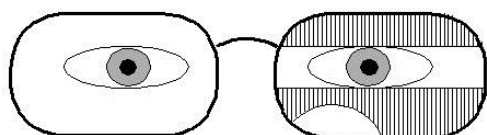


図11. 新方式の発展形⁵⁾

6. 本稿の主題：新たな次の方式へ

Peli, Eli 2000³⁾ が行った半盲側片眼への虹彩を挟むセグメント設置は、まさにコロンブスの卵的な発想の転換が見られ、確かな賞賛に値する。それなくしては、新考案とする次なる方式は、ありえない。本稿が、冗長とならぬよう注意しつつ、順を追って主題を説明する。

6.1 疑似体験

半盲でない者が、半盲を体験せずして半盲が分かる筈がないと考え、左右瞳孔中心を境に左側を黒紙で遮蔽させ、左同名半盲疑似体験を行った。



写真2. 左同名半盲疑似体験

当然だが、正面を注視すると左は見えない。

6.1.2 Peli, Eli³⁾ 方式を確認

左側レンズに、40△ディオプターのタテ11mm x ヨコ38mmのセグメントを配置幅を12ミ

リとし、上眼瞼および下眼瞼際に2枚基底外方で貼りつける。このように準備した眼鏡を装用し、周りを眺め、歩く。

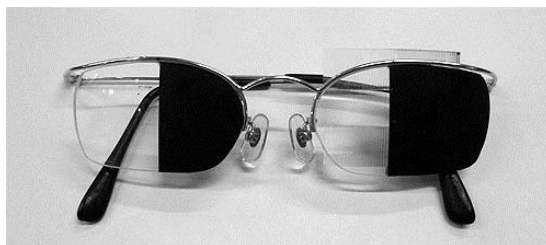


写真3. 発展形式で貼ったPeli, Eli方式体験眼鏡

左眼の上部及び下部セグメントにおいて見えなかった左方向を不鮮明ながら確認する。



写真3. Peli, Eli方式確認中のイメージ

6.1.3 Peli, Eli 3) 方式への私的感想

見えることは見える。これしかないという状況下なら、我慢できようか。Peli LensTMのウェッブページ⁸⁾に「トレーニングが不可欠。12か月後の受け入れ率が50%」と書かれているのも当然と思われる。眼鏡販売に従事する者としては、外観の悪さは、致命的と言える。

6.2.1 八代方式の提案：セグメントを左右両眼瞳孔の上縁に置く（タイプA）

図12のとおり、40△ディオプターのタテ11mm x ヨコ38mmのグメントを半盲側に基底が来るように貼る。セグメントを半盲側の片眼だけで無く、両眼に設置するのがポイントとなる。上下2枚ずつの設置はせずに、1枚ずつ上眼瞼際ではなく瞳孔上際に配置する。

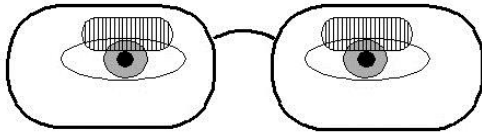


図12. 八代式タイプA

図10と見比べると、一見縦のモノを横にしたにすぎないようにも見えるが、Peli, Eli3) からヒントを得て、考案したことは確かなものの、機能は全く違う。これが、八代として一番目の考案だが、すぐに図13で示す形(タイプB)へと移ることとなった。

6.2.2 最新の八代式(タイプB)

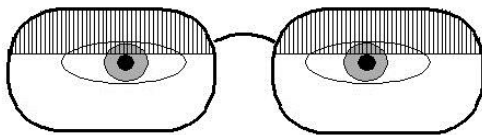


図13. 八代式タイプB

こちらに移った第一の理由は、小さなセグメントの貼り付けは、安価で容易だが外観が悪く、人前で装用しにくいからというもの。結果的には、加工の手間は若干かかるものの、瞳孔上縁を境として上部すべてにプリズムを配置することは、半盲側視野に対する広がりを増し、見やすく使い易いものとなった。これについては、6.3.3で詳しく述べる。

6.2.3 八代式タイプBの装用

実験装用を行った。



写真5. 八代式タイプBで貼った体験眼鏡

左右瞳孔の上部縁にプリズム膜が来ているため容易に本来の注視像から像のコントラストは低いもののプリズム像に切り替える事が出来る。

以上の実験装用は、実際に試みるとその違いが分かるのだが、紙面上での理解が得られ易いように、以下のイメージ写真を作成した。なお、被検者に眼位異常が無く両眼視機能を有することを前提としている。

6.3 Peli, Eli発展形式5)と八代式タイプBの視野の違いについて～被検者側から見た模式像による検討

6.3.1 テストパターンの製作



写真6. テストパターン

写真6のように壁面をレイアウトし、同名半盲の患者がどう見ているかを考え、どう見えたら良いかを考察するためのテストパターンを作った。

写真7の画像は、左同名半盲の被検者が各々右眼と左眼で見えているはずの基本像となる。

左

右

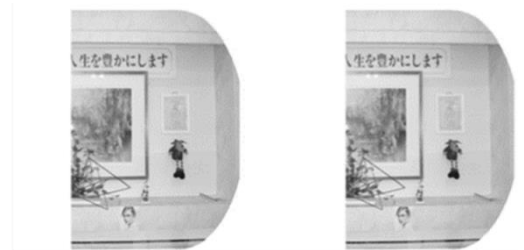


写真7. テストパターンを見た左同名半盲の視野

6.3.2 Peli, Eli 発展形式⁵⁾ の場合

写真8は、左眼には、虹彩を挟んだ膜プリズムが設置されているので上下に失視野が移りこんでいる。

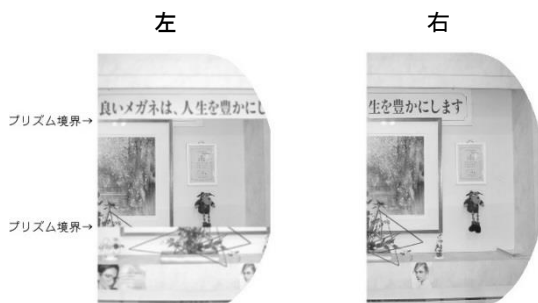


写真8. Peli, Eli発展形式でテストパターンを見る

写真9は、写真8の左右像を融像させた場合の像。上下に複視を発生させている。すなわち視野拡大していることになる。



写真9. Peli, Eli発展形式での融像模式像

次の写真10は、Peli, Eli³⁾ が、トレーニングすると「複視を認知せず半盲内の視野において、プリズムで移動された像は、非プリズム像の延長視野として認知される」と述べている状態を仮想したもの。このように知覚出来たなら素晴らしいはずだ。



写真10. Peli, Eli方式の理想視野像

6.3.3 八代式タイプBの場合

写真11のとおりに、左眼右眼とも瞳孔上縁に設置されたフレネル膜プリズムによって視野上方に左方向の失視野が移動して来ている。

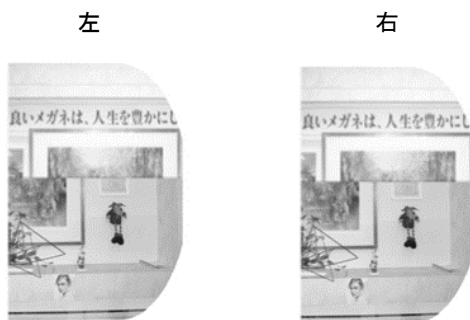


写真11. 八代式タイプBでテストパターンを見る

両眼ともに同じ視野を得ているので、上方視野及び下方視野ともに両眼視が可能となる。



写真12. 八代式タイプBでの第一眼位融像状態

写真12は、写真11の左右の像を融像したもの。下方像は、当然に立体視されている。一方、フレネル膜による上方像は、下方像に比べると解像度が劣り、コントラストも低く、かつフレネル膜プリズム特有の歪みを伴っている。しかし確実に両眼視しうる立体像が得られる。その結果、失視野の左直下以外は、たやすく認識しうるものとなっている。

同写真12は、第一眼位を想定しているが、この写真だけを見ると、半盲となった狭い視野の、そのまた半分を左視野のために使っている状態に見える。しかし先に行った疑似体験による装用試験の結果、次の写真13と写真14に見られるように、簡単な使い方の習得で、残余健全視野をより

有効に使用しうることが判明した。つまり、写真13は、被検者のアゴを上げた状態での視野を示している。



写真13. 八代式タイプBでアゴを上げた状態での視野の融像

このように、フレネル膜プリズムによる視野を上方に押しやることで本来の右方向の鮮明像を最上方を除いて8割方は、確保している状態となる。一方、写真14は、逆にアゴを引き、視線を上げてプリズムによる視野を多く取った状態となる。このようなわずかな所作で、左失視野を多く認識することが出来る。床に顔を向け、同様に視線を上げれば、先に苦手であろうと思えた左側直下視野も容易に認識しうることが判明した。



写真14. 八代式タイプBでアゴを引き上げた状態での視野の融像

6.4 トライアルレンズセットの製作

眼科医・本田治博士（本田さくら眼科医院・院長）の要請により、トライアルレンズの試作を行った。内容は、写真15から写真19のとおり。仮枠にこのトライアルセットを使用することで、同名半盲の障害を持つ患者にヤシロB方式を試みることが出来る。なおかつ、検者や研究者には、付属する2枚のHVO（a Half View Occluder, 半視野

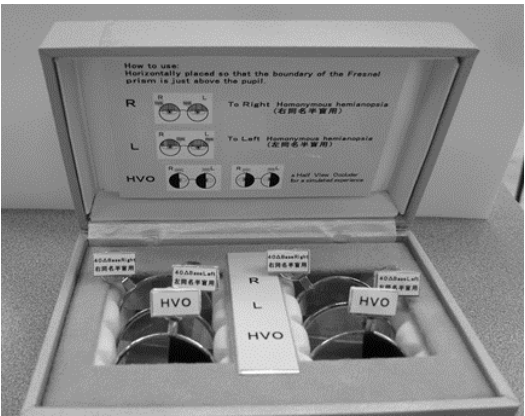


写真15. セット全体写真

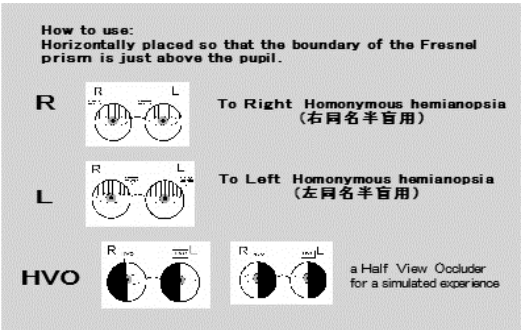


写真16. 裏ボタン貼り付けの使用法説明書き

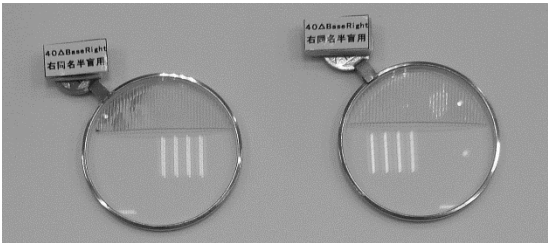


写真17. 右同名半盲用トライアルプリズムレンズ

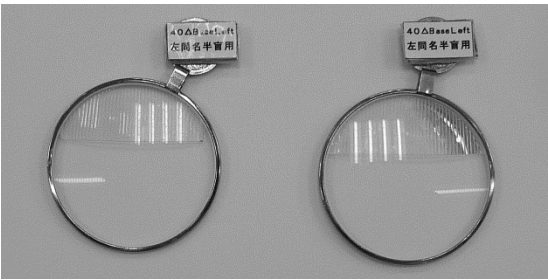


写真18. 左同名半盲用トライアルプリズムレンズ

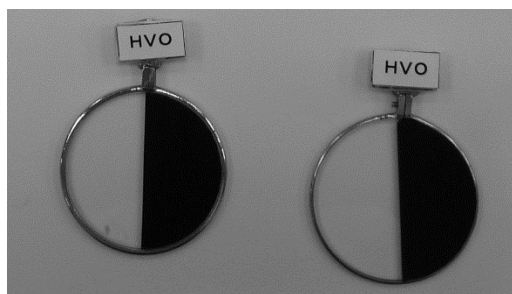


写真19. HVO疑似体験用半視野遮蔽板

遮蔽板)によって左右いずれの同名半盲をも疑似体験することが出来る。前項6.3.3で説明した事例が、より理解しやすくなると考える。これらはどれも眼鏡技術者であれば簡単に製作可能な単純な検査器具だが、現状はどこにも存在しない。量産、販売する場合には、医療器具として薬事法をクリアする必要がある。

7. 八代式タイプB実際のメガネの例

7.1 紳士フレーム

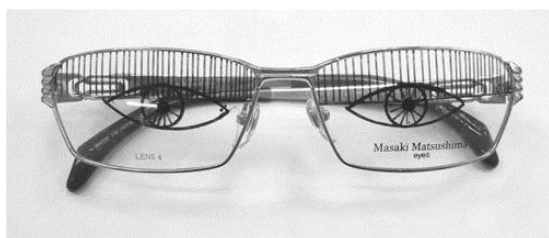


写真20. 紳士フレームに八代タイプB

フレネル膜は、機能とともにメガネの特色あるデザインという位置付けとなる。その意味で、なるべくスポーティなフレームが望ましい。(写真20)

7.2 婦人フレーム（タイプB派生形）

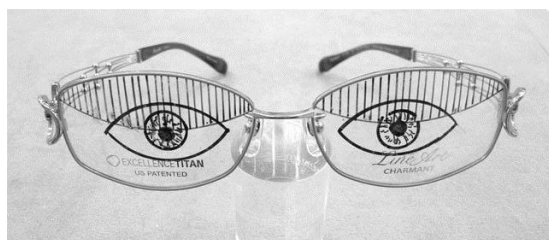


写真21. 婦人フレームに八代タイプB派生形

ご婦人には、エレガントなデザインフレームも好まれる。写真21のようにフレネル膜をカーブさせてカットし張り付けることで直線に貼るのでは出せない優雅さが出る。八代式は、フレネル膜によって移動した像が左右同じであることが条件なので、左右瞳孔に対してシンメトリーなカーブと形状を維持する必要があるが、必ずしも水平直線カットである必要は無い。

7.3 複式アルバイトフレーム



写真22. アルバイトフレームに八代タイプB

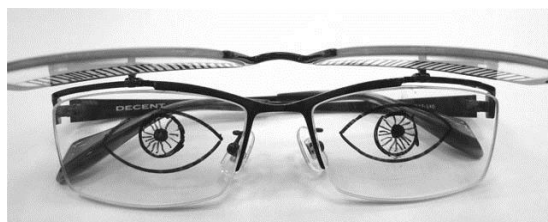


写真23. 複式でハネ上げた状態

八代式タイプBは、装用者にとって使い勝手が良いはずだが、常用できるかと言えば、疑問符が付く。それは、危険や障害物を伴わない状態では装用し続ける必要がないからで、安静時にはフレネル膜が無い方が楽だと思う。そのために、写真22と写真23のアルバイトタイプ使用を提案する。自動車運転時や人混みを歩くときは、フレネル膜を下ろしているが、落ち着いた環境では、跳ね上げると良いだろう。

7.4 単式アルバイトフレーム

半盲の人が、視力補正の必要な人ばかりとは限らない。単式アルバイトフレームは、通常眼鏡不要の人には便利だろう。



写真24. 単式アルバイトに八代タイプB

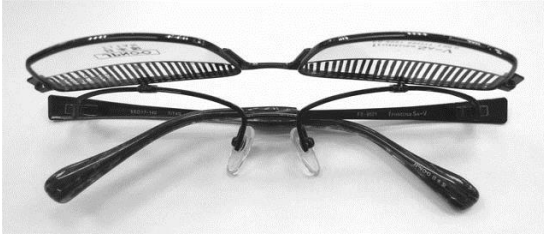


写真25. 単式でハネ上げた状態

7.5前掛け（1つの最終形態）

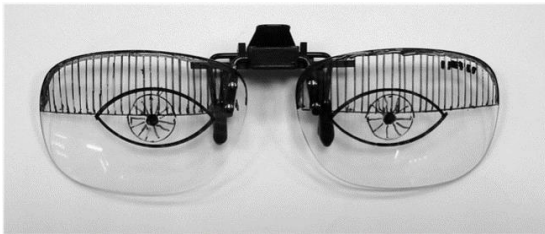


写真26. 前掛けに八代タイプB

写真26のとおり、現状では既製の前掛けにフレネル膜プリズム40△を張り付けるしかないが、プラスチック成型することで、フレネル膜の弱点の耐久性を克服しつつ、50プリズム（ $\approx 26^\circ$ ）以上の視野確保、のみならず歪みの補正も効いた製品も可能と思われる。

現状の課題の一つであるフレネル膜から生じるグレアは、上部エッジを黒塗리することでも改善すると考える。写真26では、フレネル膜境界部分から下が平面部分として残っているが、成型されたレンズを7.4の単式アルバイトフレームへ枠入れする場合以外は、前掛けなら不要だ。

メガネレンズへのフレネル膜貼り付けを論じたが、性能の素晴らしい前掛け製作を課題としたい。

8. まとめと補足

新方式たるPeli, Eli³⁾は、半盲側の片眼へのプリズム膜貼り付けにこだわっている。それは視野拡大させることを目的とし、リハビリとトレーニングによって機能回復を目指すからであろう。

一方八代タイプBは、瞬間においての2次元的な視野の拡大こそないものの、アゴの上げ下げ、目線の使い分けなどの単純な所作で、失視野を補いうる機能を提供出来る。片眼の、それもわざと認知を緩やかにするため瞳孔から離れた像と、フレネル像とは言え、両眼視しうる像との鮮明度の違いは、あまりある。

なおかつ強調しておきたいのは、人前で装用可能か否かは、無視できないとても重要な要素だということ。同名半盲の障がい者の多くは、外見的には変わらない。得られる機能が高く、自然装用が出来るものが喜ばれるはずだ。

本稿において、装用報告などの臨床結果が一切ないことは、説得力を欠く一因となるかもしれないが、検者となる医療従事者には、内容を十分理解しうるものと思う。

今回提案した方式は、基本的な構成自体は単純で、使い方の注意と慣れは必要だが、装用者の負担は軽く、さしたるトレーニングは不要と考える。

【参考資料】

（2018年度フレネル膜プリズム売り上げ枚数）

「資料提供ニコンヘルスケア・協力三共社」

	純売上数量
1D	102
2D	487
3D	563
4D	687
5D	671
6D	741
7D	260
8D	975
10D	1,509
12D	797
15D	1,176
20D	898
25D	392
30D	331
35D	142
40D	203
【総 合 計】	9,934

【参考文献等】

- 1) 神奈川リハビリテーションセンター：Head Mounted Display による同名半盲のリハビリテーションの可能性 -その背景と基礎- テレビジョン学会技術報告 20 巻 46 号 p.99-104 (1996)
- 2) 所 敬、金井 淳：現代の眼科学 改訂第8版 p.46-48 (2002)
- 3) Peli, Eli MSc, OD, :Field Expansion for Homonymous Hemianopia by Optically Induced Peripheral Exotropia : Optometry and Vision Science - Volume 77 - Issue 9 - p.453-464 (2000)
- 4) Jung, Jae-Hyun, Peli, Eli, :No Useful Field Expansion with Full-field Prisms:Optometry and Vision Science - Volume 95 - Issue 9 - p 805-813(2018)
- 5) Bowers AR ,Karen Keeney, Eli Peli : Community-Based Trial of a Peripheral Prism Visual Field Expansion Device for Hemianopia : JAMA ophthalmology 126(5) P.657-664 (2008)
- 6)Hoppe E, Perlin RR. : The effectivity of Fresnel prisms for visual field enhancement. : J Am Optom Assoc.64: P.46-53 (1993)
- 7) “Gottlieb Visual Field Awareness System VFAS “ : The Low Vision Centers of Indiana (2016-2017) : <<http://www.eyeesociates.com/gottlieb-visual-field-awareness-system>>,(参照2019年4月10日)
- 8) “ "EP" Hemianopic Prism Set “ : The Fresnel Prism and Lens Co.(2015) : <<https://www.fresnel-prism.com/ep-hemianopic-prism-set>>, (参照2019年4月12日)

※参照した文献等に表示されていた写真及び図は表示統一を図るために再描画した。