

K-033

弱視者の視認を支援する HMD (補視器) のフィッティング手法の開発 Development of the fitting method of HMD (eyesight aid) to support visibility of low vision

村井 保之⁽¹⁾ 巽 久行⁽²⁾ 徳増 眞司⁽³⁾ 宮川 正弘⁽²⁾
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Shinji Tokumasu Masahiro Miyakawa

1. はじめに

弱視者の視認を支援する補助器具を開発している（聴力を補う補聴器に対して視力を補う補視器と呼ぶ）。これまでの研究^[1]より、レーザ網膜走査型 HMD が補視器の要件を全て満たすことがわかった。このタイプの HMD は、液晶パネル（LCD）を利用する既存の HMD と比べ、高輝度・高色再現性・広視野角で像の大きさと位置を自在に設定することができる。また、網膜に直接画像投影するので、近眼や老眼などの視力に関係しないフォーカスフリーという特徴をもつ。この HMD を弱視者が利用するためには、補聴器と同様に、弱視の程度にあった調整（フィッティング）が必要となる。補視器におけるフィッティングは HMD の表示部を見えやすい位置に調整すること、表示される画像のサイズや位置および背景と前景の表示色の調整である。本報告ではレーザ網膜走査型 HMD の解説と補視器のフィッティング手法を提案する。

2. レーザ網膜走査型 HMD

本研究では HMD が弱視者にとって利用可能となるような仕様を次のように定めた。

HMD の表示部が、

- (1) 垂直方向および水平方向へ移動、
 - (2) 水平方向に回転（スイング回転）、
 - (3) 垂直方向に回転（チルト回転）
- できる。

しかし、既存の HMD にはこれらを全て備えたものがなく、また、表示される画像までの仮想視距離は、最少で 25cm～30cm、最大で数十 m の範囲に設定され（弱視者がスマホ等のディスプレイに目を近づける距離は約 1cm～5cm）その点でも補視器の要件を満たさなかった。

レーザ網膜走査型 HMD は、表示部を垂直方向に移動する機構を備え、水平方向の移動に関しては、画像表示位置をソフト的に調整することで可能であり、回転および画像までの表示距離に関しては、網膜に直接投影するフォーカスフリーにより不要となった。このようにレーザ



図 1 レーザアイウェア（投影部）

- (1) 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University
- (2) 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology
- (3) 神奈川工科大学, Kanagawa Institute of Technology

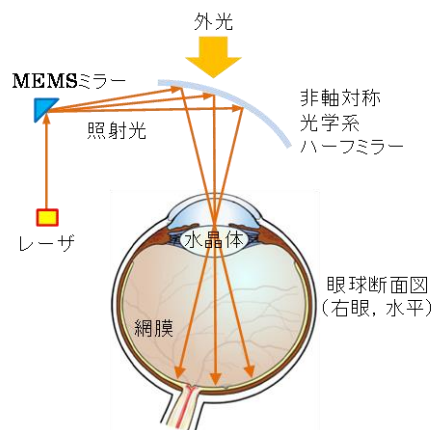


図 2 レーザアイウェア表示原理

網膜走査型 HMD は補視器の要件をすべて満たしている。

図 1 は、QD レーザ株式会社が試作した「レーザアイウェア」と呼ばれる網膜走査型 HMD で、図 2 にその表示原理を、図 3 にシステム構成を示す。この HMD は、赤緑青の三原色半導体レーザ（LD）の光（クラス 1 の安全性に属し、その最大許容露光量に対して、1/40(青)、1/400(赤、緑) 以下である）を MEMS ミラーで反射・走査して、瞳孔を通して網膜に映像を描画する^[2]。照射光は眼前の非軸対称光学系ハーフミラーにより、高視野角（約 50 度）にも拘わらずに機器が小型（構造も単純）で、光は瞳孔近傍で収束するのでフォーカスフリーで網膜に投影される。さらに、光が網膜に届く経路で拡散せず（結果、省電力である）、網膜に直接 RGB の光が入るので色再現性も高い。照射光は眼球の状態に関係なく網膜に入り描画するので、視力に依存しない像が得られ、また、網膜が機能している位置にピンポイントに投影できるので、視野にも依存しない。

レーザアイウェアは一般向けの HMD として開発されている。我々は、これを QD レーザ社と共同で弱視者向けの補視器として改良を加え Laser Eyewear for Low Vision と称している。また、補視器以外に、眼科医療機器（例えば視野計測機器）などへの展開も期待できる。但し、光が

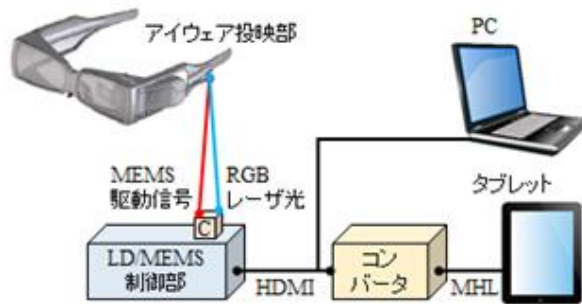


図 3 レーザアイウェアシステム構成

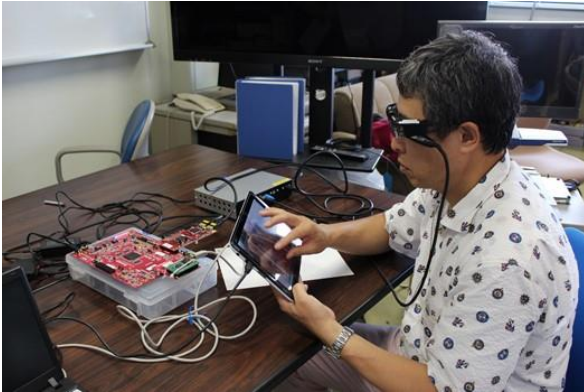


図4 レーザアイウェア視認実験

途中でかすむ病気（例えば、水晶体が濁る白内障など）や、光の軌跡がずれる病気などは、光が網膜に入り辛いので見え難い。図3に、レーザアイウェアの視認実験の様子を示す。弱視者にレーザアイウェアを装着して視認調査をしたところ、圧倒的に視認が向上することが確認できた。

3. フィッティング

補聴器を利用する場合、利用者の聴力に応じた調整や聞こえ方の確認が必要で、これを「フィッティング」という。補視器においても弱視者の視力や視野などに合わせて表示する画像を調整し、見え方を確認するフィッティングが必要となる。

利用するレーザ網膜走査型 HMD は直接網膜に画像を描画するためフォーカスフリーであるが、読みやすい文字の大きさは人それぞれであり、他の障がいの影響も考慮すると表示サイズの調整は必須となる。また、視野に問題がある場合は、例えば、自分の正面にある物を見るために、首を傾けたりして視野に入るように調整するため生活上さまざまな不便を生じており、視野の調整も必要となる。提案するフィッティング手法は、補視器の表示エリアに左上から順に、弱視者の見えやすいサイズや色で、視力検査で利用されるマーク（ランドルト環）や文字を順次表示し「見えた」「見えない」位置を記録し視野の測定を行い、その結果をもとに表示する画像のサイズや色、表示位置の調整を行う。具体的な手順は以下の通りとする。

1) 表示する記号や文字のサイズを決める。その際、見やすいサイズ、ギリギリ見えるサイズの2サイズを決定する。2) 弱視者の申告により見やすい背景色と前景色を設定する。3) 表示画面全体に決定したサイズと色で表示し見えやすさの確認と調整を行う。4) 決定したサイズと色で、表示画面左上から記号や文字を順次表示し「見える」「見えない」を判定、視野の確認を行う。なお、視野の



図5 フィッティング画面

確認は、決定した2サイズと、それらを基準にサイズをプラス・マイナス変えて何度か実施する。5) 決定した、サイズ、色、視野に基づき、画像の表示サイズや色、表示領域（視野に自分の正面のもの、見せたいものが映るように）調整を行う。

これらの作業は、利用者は補視器（レーザアイウェア）を装着し、フィッティング担当者は補視器に接続されたフィッティング用 PC を操作して行う。また、1) 2) は、利用者はフィッティング担当者の指示に従い画像を確認し、見えやすさを答え、それに応じてフィッティング担当者がサイズや色を順次変更しサイズや色を決定する。3) は、フィッティング担当者の操作で開始し、利用者は順次表示される記号や文字について、フィッティング用 PC に接続されたキーボード（USB 接続のテンキー等）で「見えた」「見えない」を指定されたキーを押して答える。キーボードを押したタイミングで次の記号や文字を表示する。これを左上から右下まで順次行い、表示が全て行われたら自動的に終了し回答を記録し視野マップを作成する。

4. まとめ

レーザ網膜走査型 HMD（レーザアイウェア）は網膜に直接投影するフォーカスフリーの特徴より補視器の要件をすべて満たしている。レーザアイウェアは晴眼者向けに開発された機器のため、本研究で調達した試作機は弱視者向けに、表示位置を調整できる機構、メガネ部分を180度回転させ表示位置を左右どちらにも設定できる機構などいくつかの改良がおこなわれている。さらに、現在 QD レーザ社によりさらなる改良が進められている。補視器用 HMD が調達できたので、この HMD を対象としたフィッティング手法の開発が可能となった。現在、弱視者によるフィッティング手法の検証実験に向け研究倫理の観点も含め準備を進めている。

開発の次の段階として、補視器のソフト面の強化がある。補視器は弱視者が視認したい対象や視認させたい対象をカメラでとらえた視界映像の中から、対象を検出し弱視者に見えやすいように表示する必要がある。現在、ピクトグラムの検出など一部開発を進めているが、補視器実用化のためには、これをさらに進める必要がある。

謝辞： 本研究は、平成 25 年度科学研究費補助金（基盤研究(C), 25350292：“ヘッドマウントディスプレイを用いた弱視支援の補視器の開発”）の助成を受けて行われている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 村井, 巽, 徳増, 宮川: “弱視支援を組み入れたヘッドマウントディスプレイの開発”, 第 13 回情報科学技術フォーラム (FIT2014), Vol.3, No.K-022, pp.425-426, 2014.
- [2] NE レポート: “網膜にレーザーを当てる HMD, QD レーザらが実用化へ”, 日経エレクトロニクス, 2014 年 7 月 7 日号, pp.19, 2014.