

研究報告書表紙

厚生科学研究研究費補助金

厚生科学感覚器障害研究事業

網膜投影ディスプレイ装置による視覚障害者の社会復帰に関する研究

平成14年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 白木 邦彦

平成15(2003)年4月

研究報告書目次

目 次

I. 総括研究報告	
網膜投影ディスプレイ装置による視覚障害者の社会復帰に関する研究-----	1
白木邦彦	
(添付資料1) 改良型頭部搭載網膜投影ディスプレイ装置	
(添付資料2) 瞳孔検出装置付き機能残存網膜検査装置	
II. 分担研究報告	
1. 視力障害回復に関する患者満足度評価システムの開発に関する研究----	4
中村 肇	
2. 次世代機への改良に関する研究 -----	5
志水 英二	
3. 次世代機への改良に関する研究 -----	6
高橋 秀也	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表 -----	7
IV. 研究成果の刊行物・別刷 -----	8

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）  
総括研究報告書

網膜投影ディスプレイ装置による視覚障害者の社会復帰に関する研究に関する研究

主任研究者 白木 邦彦 大阪市立大学医学研究科教授

研究要旨

視覚補助装置としての頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置を改良し、低視力者が使いやすいものにするとともに、拡大読書機としてだけでなく、中距離から遠距離までの視覚補助装置とした。また本装置の臨床評価方法をより客観的なものにした。さらに、残存網膜の有効利用のための機能残存網膜部位検出装置を改良して検査しやすくするとともに、検査ソフトをユーザーフレンドリーなものに改良した。

戒田真由美・大阪市立大学大学院医学研究科助手  
中村 肇・大阪市立大学大学院医学研究科助教授  
志水英二・大阪市立大学工学研究科教授  
高橋秀也・大阪市立大学工学研究科助教授

A. 研究目的

ロービジョン（低視力）者用に近距離から遠距離用まで目標物を拡大視できる視覚補助装置を開発して、低視力者の社会復帰を補助する。また残存網膜機能を有効に利用するために、ロービジョン（低視力）者において機能残存網膜部位を検査する装置をマックスウェル視の光学系を用いて開発する。今年度では、①平成13年度に作成した頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置の臨床評価を行う。②低視力者が扱いやすいように頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置を改良するとともに、両眼に使用できるようにする。③中距離用および遠距離用のカメラを装着して、その映像を頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置でみれるようにする。④頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置の臨床評価について、より客観性のある評価法を導入する。⑤機能残存網膜部位検出装置の検査を誰でも実施可能なものとする。⑥検査できる視野範囲の拡大と呈示指標の輝度を増加させる。

⑦検査中の瞳孔の動きの検出を試みるとともに、瞳孔が生理的な固視微動などわずかな瞳孔の動きに対応できるようなホログラムの可能性を検討する。

B. 研究方法

①平成13年度に作成した頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置を従来のフェイスマウント式ビデオ型拡大読書機と比較する。②頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置の頭部固定バンドの改良と、装置の再設計により装置の可動部の改善と装置全体の軽量化をはかる。またディスプレイ装置部については左右に着脱可能なように設計する。③中距離用と遠距離用のカメラを網膜投影ディスプレイ装置の頭部固定バンドに装着できるようにし、中距離用と遠距離用のカメラよりの映像を切り替え機で切り替える。④MN-READJに準じた最大読書速度を測定できるように、各種文字サイズの文章を網膜投影ディスプレイ装置に呈示できるようにする。⑤機能残存網膜部位検出装置の検査ソフトウェアをユーザーフレンドリーなものにする。⑥ホログラム材料の銀円系感光材と撮影方法の改良により回折効率を上げる。⑦瞳孔検出装置を機能残存網膜部位検出装置に付加するとともに、ホログラムの光線入射角について56度から74度で調節を加えることにより、仕様のホログラムを作成する。

（倫理面への配慮）

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）  
総括研究報告書

網膜投影ディスプレイ装置による視覚障害者の社会復帰に関する研究に関する研究

主任研究者 白木 邦彦 大阪市立大学医学研究科教授

網膜投影のための光量は米国のディスプレイモニターに課されている安全基準内であり、本装置を使用する一連の臨床研究（受付番号225）は平成13年7月5日付けで当大学医学部倫理委員会において承認されている。なお、結果の公表に際しては、個々の視覚障害者の情報は保護される。

C. 研究結果

①7症例について平成13年度に開発した頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置を試用したが、装置の可動部分の安定が悪く被検者の眼前に適切な位置で保持しにくかった。平成14年度にて改良した網膜投影ディスプレイ装置を使用できるようになってからは、安定して検査可能となった。その間の8例のうち4例についてビデオ型拡大読書機と同等またはそれ以上の読書速度を得た。②頭部ベルトを双眼倒像鏡方式に変更し、水平方向および垂直方向の回転可動部が適度な堅さを伴って動くようになるとともに、網膜投影ディスプレイ装置部は適宜左右眼のいずれかの側に着脱可能となった。

（添付資料1）②中距離、遠距離用の小型CCDカメラを頭部ベルトに取り付け、網膜投影ディスプレイ装置全体の重量を520gにおさえた。そして中距離、遠距離用のカメラからの入力を切り替える装置を作成した（添付資料1）。③コンピューター画面上に文脈のない文章を各種文字サイズで表示できるようにした。大きな文字の文章から順次小さな文字の文章について各の文章の読書時間を測定し、読書時間が低下した文字サイズを判定するMN-READJに準じた最大読書速度が測定できるようになった。この方法で最大読書速度を測定した4症例中4例で、従来のビデオ画面による拡大読書機を使用した場合よりも頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置の方が見やすい結果を得た。④機能残存網膜部位が検出できるように、従来の自動視野計の検査手順に即し

た簡易視野検査をウィンドウズ画面上で作成した。⑤瞳孔検出装置（添付資料2）により電子的に検査中の眼球の動きをモニターするとともに、水平視野角90度、垂直視野角60.6度、回折効率最小値平均16%最大値平均24%を得、より効率の良い検査が可能となった。⑥ホログラムの収束点の位置を光軸に対して約±3mmの範囲で移動させることができた。

D. 考察

平成13年度に作成した頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置に比べて、装置の鏡筒部分を被検者自身が保持する必要がなくなり、安定した見え方の中で検査できるようになった。しかしながら、角膜表面から接眼レンズまでの距離や、接眼レンズ部からの光以外の光を遮る遮光アイピースの有無など、より見えやすくするための更なる改良が必要と思われた。また機能残存網膜部位検出装置は、平成13年度の試作段階よりは検査指標がみやすくなったが、眼の少しの動きで検査指標を呈示できないところが多いため、今年度で試作したホログラムを用いて更なる改良が必要と思われた。しかし、本検査装置は機能残存網膜部位に任意の文字を網膜に投影できるため、偏心固視の訓練が実施しやすくなる可能性が考えられた。

E. 結論

低視力者のための視覚補助装置としての頭部搭載用網膜投影ディスプレイ装置は、近距離から遠距離までの拡大装置として日常生活の使用に即したものとすることができた。またマックスウェル視を用いた機能残存網膜部位検出装置を、臨床使用に即したものにすることができた。

F. 健康危険情報

なし

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）  
総括研究報告書

網膜投影ディスプレイ装置による視覚障害者の社会復帰に関する研究に関する研究

主任研究者 白木 邦彦 大阪市立大学医学研究科教授

G. 研究発表

1. 論文発表

白木邦彦、戒田真由美、安東孝久、中村 肇、山口成志、田淵仁志、安成隆治、高橋秀也、志水英二 白色発光ダイオードを用いた頭部搭載型網膜投影装置 臨床眼科第57巻掲載予定。

2. 学会発表

- ① Shiraki K et al. A new device for a low vision aid: retina projection system with Maxwellian view. 第7回 国際ロービジョン学会 ゲーテボルグ（スウェーデン）2002年7月23日にて発表。
- ② 志水英二、安東孝久、白木邦彦 網膜投影型ディスプレイの開発と臨床応用の可能性 第12回国際網膜世界会議 幕張（千葉）2002年8月3日にて発表
- ③ 白木邦彦、安東孝久、中村 肇、山口成志、田淵仁志、安成隆治、高橋秀也、志水英二 白色発光ダイオードを用いた頭部搭載型網膜投影装置 第56回日本臨床眼科学会 盛岡（岩手）2002年9月26日にて発表
- ④ 戒田真由美、白木邦彦、田淵仁志、中村 肇、安東孝久、山口成志、高橋秀也、志水英二 網膜投影装置による視覚補助装置の開発 第3回日本ロービジョン学会 仙台（宮城）2002年10月14日にて発表
- ⑤ 戒田真由美 網膜投影型ディスプレイのロービジョンへの応用 第4回日本ロービジョンへ学会 シンポジウム 博多（福岡）2003年6月1日 予定

3. その他

- ① 「おはよう日本」（日本放送協会：NHK）にて頭部搭載網膜投影ディスプレイ装置（取材場所：大阪市立大学大学院工学研究科および医学研究科）が放映された。平成15年3月19日

H. 知的財産権の出願・登録状況  
（予定を含む。）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）  
分担研究報告書

視力障害回復に関する患者満足度評価システムの開発に関する研究

分担研究者 中村 肇

大阪市立大学医学研究科助教授

研究要旨

平成13年度で作製したデータベースを改良し、患者さんの必要とする実際のテレビ画像やPCでプログラムを作成し、大きさが容易に変更できる文字提示システムやスピードが変更できる文字提示システムを開発し、検査を行った。その結果、本網膜投影ディスプレイ装置が視力障害者に有用であることが証明できた。

A. 研究目的

平成13年度に引き続き、中心暗点を有するロービジョン患者にマックスウェル視を用いた網膜投影装置と従来からのフェイスマウントディスプレイ型の補助装置との有用性を比較する方法を検討する。

B. 研究方法

昨年作成したデータベースを利用し、本年度は読書文字速度および文字の読みやすさに加え、テレビ画像をデジタル化し提示する、また文字の大きさや移動速度を自由に变化でき提示するシステムを開発し従来のフェイスマウントディスプレイとの見え方の差を比較検討した。

(倫理面への配慮)

該当せず

C. 研究結果

24名の患者についてデータを収集し検討した。比較対照装置と同等あるいはそれ以上の成績が18例で見られ最大読書速度と限界文字サイズで得られ、6例では比較対照装置のほうが良好な成績を示した。

D. 考察

文字の読書速度比較データ収集の面では優位さは見られなかったが、患者の意識上では優位があり、線が明瞭に見えるとの意見がある。今後客観的に比較する

ためのデータ項目を追加する必要があると考えられた。

E. 結論

患者の現在の症状や経過、生活歴、新しい装置に対する積極性などが結果に大きな影響を及ぼすことが判明し、今後症例数を増やす事により、さらに客観的な結果を得ることが出来る。ロービジョン患者の場合には、少しの視力の向上がQOLの大幅な上昇につながる事が確認されているために、主観的評価もデータ化する予定である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）  
分担研究報告書

次世代機への改良に関する研究

分担研究者 志水 英二 大阪市立大学工学研究科教授

研究要旨

平成13年度で作製した機能残存網膜部位を調べる検査装置に眼球運動追尾用センサを搭載する改良を行った。新機構の頭部搭載用ヘッドセットに中・遠距離用カメラCMOSを搭載したヘッドマウントディスプレイを試作した。

A. 研究目的

平成13年度に製作した機能残存網膜部位を調べる検査装置に偏心固視の状態をモニターできるように眼球運動追跡機能を追加する。中距離、遠距離の外界を撮影した映像を網膜投影表示できるようにCMOSカメラを搭載したヘッドマウントディスプレイを試作する。

B. 研究方法

検査器の接眼光学系として使用しているHOEの前に眼球運動追尾用CCDカメラセンサーを装備する。CCDカメラで撮影した瞳孔の動きを連続的にパソコンに取り込んで画像処理することで、偏心固視状態を観察できるようにする。中距離、遠距離用の2台のカメラを頭に装備できるように頭部搭載機構を軽量化する。観察位置が容易に調整できるように、光学系の小型化と使用感を改善したヘッドセットを開発する。

(倫理面への配慮)  
該当せず

C. 研究結果

HOEを通して観察者の眼球運動を計測することができる小型CCDカメラセンサーを検査器に組み込んだ。中・遠距離カメラ搭載、片眼用光学系で左右両眼使用の切り換えが可能な頭部締め付けバンド方式のヘッドマウントディスプレイを全重量520gで実現した。

D. 考察

検査器に組込んだCCDカメラで瞳孔の動き撮影する際に、被験者毎のキャリブレーション、瞳孔照明の最適調整が必要となる。新機構のヘッドセットと小型軽量光学系により、眼球内の任意の残存網膜領域にCCDカメラ撮影像を安定して呈示できるようになった。

E. 結論

HOEを使った検査器において眼球運動を測定することが可能となった。残存網膜部位に網膜投影像を効率よく呈示できる中・遠距離撮影用小型カメラ搭載型のHMDを実現した。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）  
分担研究報告書

次世代機への改良に関する研究

分担研究者 高橋 秀也 大阪市立大学工学研究科助教授

研究要旨

平成13年度で作製した機能残存網膜部位を調べる検査装置の接眼光学系を構成するホログラフィック光学素子(HOE)を改良し、回折効率16%~24.2%を達成した。また、HOEへの光線入射角を調整することで、収束点の位置を光軸に対して約±3mm移動できることを確認し、眼球の動きに追隨できる可能性を示した。

A. 研究目的

平成13年度に作製した機能残存網膜部位を調べる検査装置の接眼光学系を構成するHOEの改良と、収束点の位置を移動させることによって眼球の動きに追隨できる検査装置の実現可能性の確認を目的とする。

B. 研究方法

HOEの材料である銀塩系感光材の変更と撮影方法の改良をし、回折効率15%以上を実現する。また、HOEへの光線入射角を調整することで、収束点の位置を光軸に対して垂直な方向に移動する手法を確立する。

(倫理面への配慮)  
該当せず

C. 研究結果

半導体レーザー(635 $\mu$ m)再生で、全体サイズ77mm×45mm、焦点距離38.5mm、水平視野角90°、垂直視野角60.6度、回折効率の最大値は平均24.2%、最小値は平均16.0%の反射型HOEを製作し、検査装置に組み込み、良好な検査用画像を確認できた。また、HOEへの光線の入射角度を56°~74°(設計値は64°)の範囲で調節することにより、収束点の位置を光軸に対して垂直方向に、-3.34mm~+3.05mmの範囲で移動させることができた。

D. 考察

回折効率は最低でも15%を越え、十分な明るさの検査用画像を投影することができた。また、収束点の位置を光軸に対して約±3mmの範囲で移動させることができ、わずかではあるが眼球の動きに追隨できる可能性を確認できた。

E. 結論

HOEを改良し、実用に耐えうる検査装置の接眼光学系を実現することができた。また、収束点の位置を移動させることによって眼球の動きに追隨できる可能性を確認できた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし

III. 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし	なし		なし				

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
白木邦彦、戒田 真由美、安東孝 久、中村 肇、 山口成志、田淵 仁志、安成隆 治、高橋秀也、 志水英二	白色発光ダイオード を用いた頭部搭載型網 膜投影装置	臨床眼科	第57巻	掲載予定	2003年

20020670

以降は雑誌/図書に掲載された論文となりますので、  
P.7の「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。