

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月18日現在

機関番号：37116

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500674

研究課題名（和文）光学的視覚刺激装置の開発と調節緊張緩和と近視の予防に関する研究

研究課題名（英文）Development of a new intervention for accommodation insufficiency and preventive effects of myopia

研究代表者

岩崎 常人（IWASAKI TSUNETO）

産業医科大学・医学部・講師

研究者番号：90160100

研究成果の概要（和文）：遠方視力の低下や近視の原因が、近業による焦点調節機能の緊張、つまり眼球内にある毛様体筋の緊張が一因であるといわれる。そこで、薬理学的方法を用いずに毛様体筋の緊張を緩和することを目的に、光学的視覚刺激装置を試作した。実験的に近業を負荷した後に、試作した装置を施行すると、近業によって生じた遠方視力の低下と一時的な近視化が改善した。また、遠方視力の低下した臨床例に対して施行した結果、裸眼視力の上昇と屈折値の改善が認められた。

研究成果の概要（英文）：It is said that one of the factors which induced a loss of distance vision and progress of myopia is accommodative insufficiency or contraction following a sustained nearwork. This study was to investigate whether a new visual intervention with optical and binocular vergence demands prevents accommodative insufficiency and myopic shift without medication. The obtained results suggest that the new intervention device is effective for the treatment of accommodative insufficiency that follows sustained periods of nearwork, and consequently, the loss of distance vision and myopic shift induced by accommodative insufficiency may decrease.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：近視・調節・調節緊張・輻湊・開散・光学的視覚刺激

## 1. 研究開始当初の背景

近視の発症が15歳以前のもものを early-onset myopia (EOM; 早発近視)、15歳以降のもものを late-onset myopia (LOM; 晩発近視) と呼び、前者は遺伝的な素因に基づき、後者は後天的因子によると考えられている。本邦でみられる生徒や学生、さらにそれ以上

の年齢層での近視の発症または進行は、年齢的に LOM に属し後天的因子によるものと考えられる。

LOM の後天的因子の筆頭は、環境要因が作用する焦点調節機能への影響であると考えられている。近方視を継続した後に tonic accommodation (TA; 生理的な調節緊張) を再

測定すると、近方視を行う前よりも、TAが明らかに近方に移動し、調節緊張が亢進していることが分かっている。

近業継続後に、TAの近方移動ばかりでなく、屈折度そのものの近視化がみられ、この近視化は nearwork induced transient myopia (NITM) と呼ばれている。調節の緊張持続が原因となって生じる NITM も、やはり LOM 群では、正視群や EOM 群よりも大きい事や、近視の発症率が高い黄色人種では、白色人種よりも近業後の NITM の持続時間が長い。

これらの結果より、近視の進行と調節の緊張が強く関係すると考えられている。近視の進行に調節が強く関与するならば、調節によって眼球脈絡膜の基底複合版である Bruch 膜が牽引され、赤道部より前方では脈絡膜の伸展圧が硝子体を通じて後極部にかかり、眼軸が延長するという説が想起される。

## 2. 研究の目的

そこで本研究は、二つの視機能への刺激を光学的方法で行い、調節を弛緩させる装置を開発する。刺激の一つは、調節本来の刺激である遠方刺激である。また他の一つは、調節が、解剖学的神経経路及び調節・輻湊制御系モデルからすると、眼を寄せて単一視する機能である輻湊からの刺激を非常に強く受けていること、また、近見時にプリズムを基底内方に与えて、眼位(いわゆる視線)を外側へずらす開散刺激を行うと、調節は調節域内では弛緩する事が報告されていることから、輻湊・開散からの刺激の両者を合わせ持つ光学的方法で、調節緊張を能動的に緩解させる装置を開発する。

次にこの装置を用いて、近方視で生じる NITM による毛様体筋の緊張を回復させる事を実験的に証明する。さらに、この装置を用いて、近視の予防への有用性の有無を検討し、それらの結果から、近視の発症と調節との関係を考察する。

## 3. 研究の方法

### (1) 光学的刺激装置の開発

#### ① 試作機の開発

光学的刺激装置(以下、装置)は、他覚的屈折度計と左右両眼用の視標呈示システムから構成される。システム内の両視標は、被験者の屈折度より求めた各調節遠点の位置を起点として、一定の速度で遠視側に、また、近視側へと遠近に移動する。遠視側への移動時、両視標は、外よせ方向に離反移動し融像下に開散運動を誘導する。同時に片眼の屈折度を測定し、遠点が偏位した場合には、両視標をその偏位分に応じた位置に移動させ、再び同様の動きを繰り返す。

#### ② 試作機のコンパクト化

上記の使用呈示方法を含んだ装置のコン

パクト型を作成する。小型筐体に内蔵された液晶画面上の風景画像を単一明視させた。画像は、内蔵されたシフトレンズにより、被験者の遠点位置近傍で遠方および近方に表示されると同時に、眼位の解剖学的安静位方向への開散運動を誘導するように水平に移動した。調節刺激量と輻湊・開散刺激量は、(1)-①と同じであった。

### (2) 装置の有用性の検討

#### ① 実験的検討

屈折異常のない健常な学生を対象とし、近業を視作業として負荷し、調節緊張を人為的に誘導した。負荷前後で、視力検査と他覚的屈折検査及び調節機能検査を行い、装置施行群と未施行群で比較した。最も効果のあった視標移動量と速度及び刺激の長さを決定する。実験に使用する視作業は、調節緊張を発症する事が過去に明らかになっている視覚負荷を選択した。

#### ② 臨床的検討

健診で遠見裸眼視力の低下を指摘された例と、遠見裸眼視力の低下を自覚して外来を受診した症例を対象とした。装置は、3. (1)-①で試作した装置を用いた。視力測定は、5 m 視力表を用いた自覚的屈折検査で行い、本装置施行前後の2回検査した。

## 4. 研究成果

### (1)-① 試作機の開発

試作した装置は、他覚的屈折計と視標呈示システムから構成される(図1、重量:約30Kg)。システム内の視標は、各被験者の両眼の屈折度から求めた調節遠点の位置を起点として+0.2 D 遠視側に移動し(移動速度 0.25 D/s)、その位置で+0.5 D の距離に相当する方向に、



図1 試作した光学的視覚刺激装置

さらに水平に離反移動し開散運動が誘導される。次に遠点に対して $-0.25\text{ D}$  近視側の位置まで輻湊を伴いながら移動し、その位置で1秒間停止した後、再び前述の遠点位置まで移動する(図2)。この正弦波様の移動視標を90秒注視する間、片眼の屈折度が測定され遠点が偏位した場合には、両視標をその偏位分に応じた位置にフィードバック移動させる。

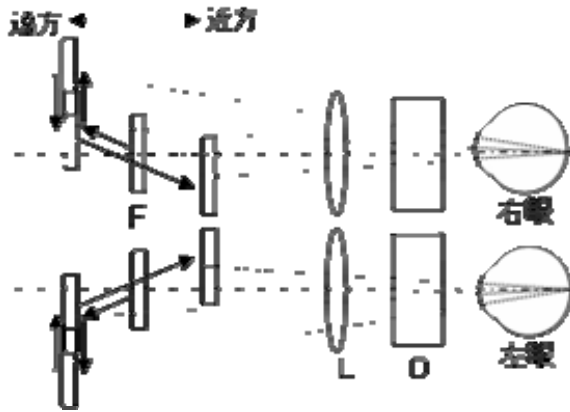


図2 調節と輻湊開散刺激を与える視標の動き  
F:見かけの遠点 D:ダイクロイックミラー  
L: Badal レンズ系

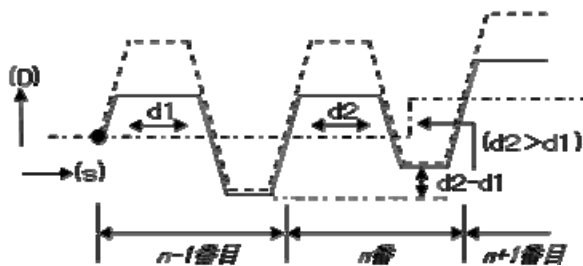


図3 視標の動作制御原理  
—— 遠近方向の動き (調節刺激)  
----- 水平方向の動き (輻湊開散刺激)  
 $d_1, d_2$ :視標が一定時間停止している時の屈折度の中央値

図3に視標のフィードバック動作制御原理図を示す。視標注視時の屈折度は、オートレフによって測定されている。視標が、最も遠方で最も開散側に移動したとき、視標の移動を一定時間停止させ、この間の屈折度が測定される。 $n-1$  番目の周期での屈折度の中央値  $d_1$  に対して、 $n$  番目の周期での屈折度  $d_2$  が+側に偏位した場合(調節弛緩の場合)には、 $n+1$  番目の周期では、両眼それぞれにフィードバックさせ、+の偏位分 ( $d_2-d_1$ ) を加え調節及び開散刺激量を増し、より調節を弛緩させる方向へ刺激した。

以上のように視標の遠近移動によって、調節に対して距離の刺激を与え、視標の水平移動によって輻湊・開散刺激を与えた。(5. 主要な発表論文等の雑誌論文の①参照)

## (2)装置の有用性の検討

### ①実験的検討

4. (1)-①で開発した装置によって、有用性を検討した。

健常な学生を対象 ( $n=14$ 、平均年齢 20.1 歳) として、3-D ディスプレイ上で視作業を20分間負荷し、その直後に試作した装置による調節・輻湊系に対する光学的刺激を90秒間与えた。視作業負荷前および装置による光学的刺激後、調節機能検査と自覚症状調査を行った。対照として、光学的刺激の代わりに90秒間の閉眼安静を与えた(対照群)。

その結果、対照群では、閉眼安静後、平均調節緊張時間は1.13秒から1.68秒へ、平均調節弛緩時間は1.36秒から1.60秒へといずれも延長し、平均近方調節 lag も  $0.50\text{ D}$  から  $0.65\text{ D}$  へと増大した。また、“見え難さ”に関連する自覚的訴えの訴えも増加した。しかし、試作した装置で光学的刺激をした群では、調節時間と調節 lag、自覚症状ともに対照群と比較して有意な変化は少なかった。

これらのことから、今回試作した装置は、視作業負荷によって生じる調節機能緊張症を回復させることが分かった。

### ②臨床的検討(1)

視力低下と遠見障害を自覚する患者 42 例を対象として、本装置を90秒間施行しその前後で、5m 視力検査を行った。その結果、7歳から24歳までの42例では、施行前の平均裸眼視力、右  $0.30$  左  $0.34$  と、矯正視力右  $0.94$  左  $0.96$  が、施行後、前者が右  $0.41$  左  $0.44$ 、後者が右  $1.10$  左  $1.08$  と有意に上昇した。各視力値とも施行前後で有意差はなかった。

若年者で遠見視力値が裸眼・矯正ともに上昇したことから、今回試作した装置で調節の緊張が緩和されると考えられた。

### ③臨床的検討(2)

遠見裸眼視力の低下を自覚するか、または健診で指摘された25例(7歳~17歳)を対象として、本装置を90秒間施行した。施行した前後に5m 視力検査を行った。その結果、平均視力は、装置施行前が、右 =  $0.57 (1.30 \times S -0.65\text{ D})$ 、左 =  $0.60 (1.28 \times S -0.58\text{ D})$  であり、施行後は、右 =  $0.78 (1.31 \times S -0.49\text{ D})$ 、左 =  $0.82 (1.27 \times S -0.37\text{ D})$  であった。両裸眼視力は有意に上昇し、矯正レンズ度数は有意に遠視化した。矯正視力値に有意差はなかった。

これらの結果から、本装置の光学的視覚刺激法は、調節緊張に原因すると考えられる遠見裸眼視力の低下と近視化に対して改善効果のあることが分かった。

### (3)装置のコンパクト化

実際の学校などの現場で、装置が有する視覚刺激法の有用性を検討するため、開発した装置の小型軽量化を計った(図4、5)。

図4は、実際にコンパクト化した装置を施行している。図5は、装置内部の模式図を表す。コンパクト化によって、図1の装置が有しているフィードバック機構は削除された。



図4 コンパクト化した装置

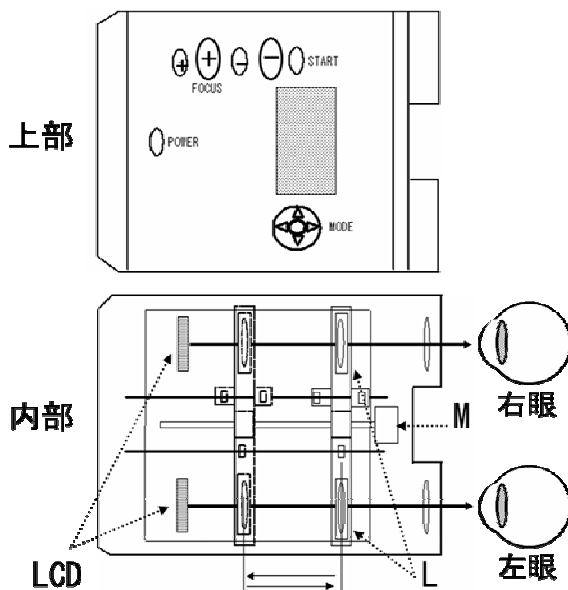


図5 コンパクト化した装置の模式図

LCD: 0.44inch 液晶画面, 23.5万画素,  
固視目標

L: シフトレンズ M: ステッピングモータ

### (4)研究成果の総括

視作業によって生じる調節緊張を緩和する光学的視覚刺激装置の開発という、第一目標は達成することができた。しかし、この装置を施行した場合の、調節への長期影響を検

討ができなかった。その結果、近視の成因が調節にあるか否かという問題が残された課題となった。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計6件)

① Iwasaki T, Nagata T, Tawara A, Potential Preventive Effects of a New Visual Intervention for Accommodative Insufficiency and Asthenopia due to Sustained Near Task. Ophthalmologica, 査読有, 2012年1月, online published.

DOI: 10.1159/000334621

② 岩崎常人, 3D映像と眼精疲労、日本の眼科、査読無、2010、Vol. 81、pp. 1420-1424  
<http://www.gankaikai.or.jp/>

〔学会発表〕(計10件)

① 岩崎常人, 3Dと眼精疲労、第52回日本視能矯正学会、2011年11月20日、パシフィコ横浜、横浜

③ 岩崎常人, 視機能からみた立体映像の安全性—両眼視差—、日本人間工学会第52回大会、2011年6月7日、早稲田大学、東京

③ 岩崎常人 他、調節緊張が原因する眼精疲労に対するイブジラストの効果、第115回日本眼科学会総会、2011年5月12日、東京フォーラム、東京

④ 岩崎常人 他、VDT作業での眼精疲労に対する簡易型光学的視覚刺激装置の有用性、日本人間工学会第51回大会、2010年6月20日、北海道大学、札幌

⑤ 岩崎常人 他、鏡検作業を主とする細胞検査士の屈折の長期変化、第51回日本産業・労働・交通眼科学会、2009年11月28日、宇都宮大学、宇都宮

〔図書〕(計4件)

① 岩崎常人, 克誠堂出版、眼科(2) 斜視・弱視(両眼視機能異常). 臨床病理レビュー特集新改訂病気をもちながらどこまで働けるか—疾病と就労の臨床判断—、2010、146号、246頁(p. 212)

② 岩崎常人, 中山書店、産業用保護眼鏡・専門医のための眼科診療クオリファイ1屈折異常と眼鏡矯正、2010、327頁(p. 188-191)

③ 岩崎常人, 中山書店、度付きゴーグル・専門医のための眼科診療クオリファイ1屈折異常と眼鏡矯正、2010、327頁(p. 192-194)

〔産業財産権〕

○取得状況(計1件)

名称: Amplitude of Accommodation Measuring

Apparatus

発明者：Iwasaki T, Tawara A

権利者：University of Occupational and  
Environmental Health, Japan

Nikon Vision Co., Ltd.

種類：特許

番号：US, 123, 356 B2

取得年月日：2012年2月28日

国内外の別：米国

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岩崎 常人 ( IWASAKI TSUNETO )

産業医科大学・医学部・講師

研究者番号：90160100