

低加入度眼鏡装用での調節負荷の軽減

ワールドオプティカルカレッジ

第一眼鏡科 3年 奥本 達成

チューター 近藤 正己

< 諸言 >

スマートフォン（以下スマホ）やタブレット機の急速な普及により、近業作業距離が近くなり調節へ負荷が強くなっているのではないかと懸念される。それに伴い、眼鏡店では若年者向けに調節力補助レンズや低加入度眼鏡が提案されることがある。三好氏の先行研究にて調節機能解析装置アコモレフ Speedy-i を用いて、0D, 1D, 2D, 3D の調節負荷時の調節機能と+1.00D の低加入眼鏡装用時の調節機能を比較すると、低加入度数で調節への負担が軽減できたと報告されている¹⁾。しかし、村上氏によると若年者のスマホ使用距離は平均 26.3cm と報告されていることから²⁾、今回実際のスマホ使用時の調節負荷に近い 4D,5D の調節刺激を加えて低加入眼鏡装用でどの程度効果があるのか検証した。

< 調節機能解析装置 アコモレフ Speedy-i（ライト製作所製：図 1）について >

オートレフラクトメータと同様の屈折測定に加え、瞳孔サイズ測定、レトロ測定、加入度測定等を有した他覚的屈折測定装置である。今回の研究では、視標の距離が光学的に無限遠方から徐々に近づき、オートレフで測定された屈折値（SCA）を基準として、1D, 2D, 3D, 4D, 5D と調節刺激を与えた際の調節反応量と毛様体筋の緊張度を他覚的に測定する調節微動解析モードを採用した。

（図 2）



図 1 アコモレフ Speedy-i

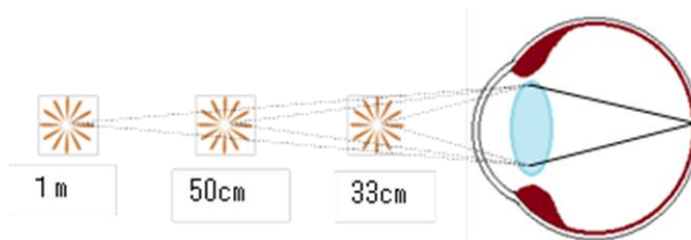


図 2 SCR モードの視標提示位置

< FK-Map (fluctuation of kinetic refraction map) とは >

人の眼は一定の距離にピントを合わせている時にも屈折値は静止しておらず、絶えず揺れ動いている。これは調節微動と呼ばれ、意味ある周波数成分として、0.6Hz 未満の低周波数成分と 1.0~2.3Hz の高周波数成分に分けられる。低周波数成分は調節運動そのものによるもので、高周波数成分は毛様体筋の震え（緊張）を反映する。高周波数成分の出現頻度（high frequency component 以下 HFC）を 1 枚のグラフに示したものが FK-Map である。横軸は視標提示位置を表し、縦軸は調節反応量を表している。カラーバーは HFC によって赤、黄、緑に色分けされ

る。調節微動の周波数が高い値を示す場合、つまり毛様体筋に負荷がかかっている時は、FK-Map では赤く表示される。(図 3)

<方法>

1.測定モード

2種類の測定モードがあり、1つは、遠見屈折値を起点に視標を ∞ , 1 m, 50cm, 33 cm と光学的に移動させ、被験者に 0D, 1D, 2D, 3D, 4D, 5D の 6段階の調節刺激を与え、測定する SCR (スクリーニング) モードである。

他方は、眼後 200cm, ∞ , 2m, 1m, 67cm, 50cm, 40cm, 33cm と 0,5D 刻みで調節刺激を与える AMF モードである。今回の研究では、既存の調節状態を分類する早見表のモードに合わせて SCR モードとした。複数回測定することによる被験者の疲れの観点からも SCR モードが適切と考えた。

2.被験者

20~28歳の調節力が一定以上ある9名9眼を対象とした。(右眼測定後、左眼測定時に調節力が回復している可能性が考えられるため、右眼の測定データのみを使用)

3.測定手順

測定手順は、以下の通りである。

- ① テスト枠で被験者の遠見屈折値を測定する。
- ② スマホ使用前の調節機能を SCR モードで測定する。調節刺激は 0D, 1D, 2D, 3D, 4D, 5D とする。
- ③ 被験者がテスト枠に遠見完全補正度数を装用した状態で 30cm の視距離でスマホを 60 分間連続使用する。スマホ使用直後の調節機能を SCR モードで測定する。画面の内容は被験者が普段見ているもの(動画、小説等)とする。
- ④ 後日、完全補正度数に+1.00Dの低加入度眼鏡を装用した状態でスマホを使用後の調節機能を SCR モードで測定する。

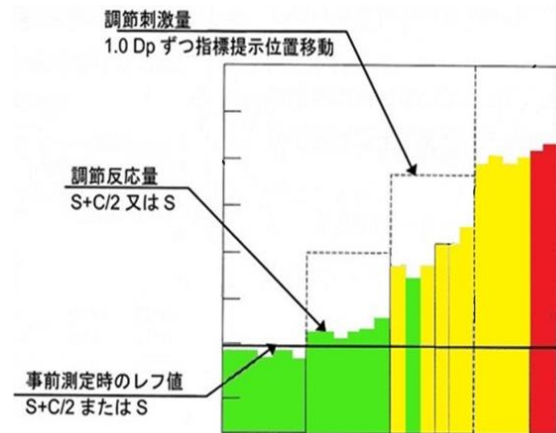


図 3 FK-Map (SCR モード)

4.判定方法

客観的に調節機能への負荷程度を検証するため、グラフ判定を点数化した。調節刺激 0D, 1D を A (遠方)、2D, 3D を B (パソコン)、4D, 5D を C (スマホ) と分類し、HFC の出現頻度が低い場合を 0 点、中度を 1 点、高い場合を 2 点とし、完全補正度数装用時と+1.00D 加入度装用時を点数化して比較した。(図 4)

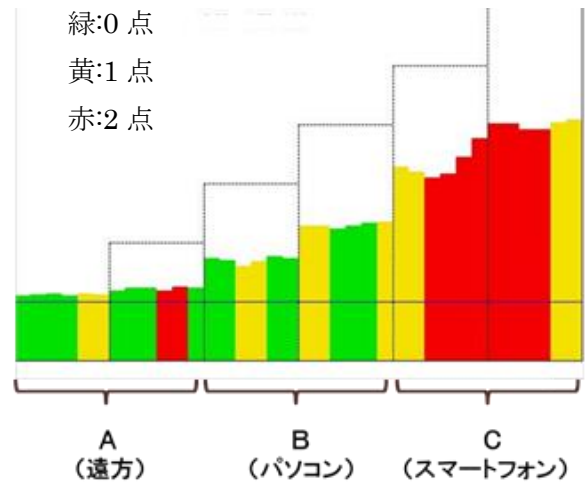


図 4 FK-Map の点数化

<結果>

図 5、図 6 に、被験者 A の完全補正度数装用下と+1.00D 加入度数装用下それぞれでのスマホ使用後の判定結果を示した。遠方の調節機能への負荷程度を示す数値は変わらず、B のパソコン使用距離での負荷程度は 20 点から 17 点に低下し、C のスマホ使用距離では 24 点から 18 点まで低下した。パソコン使用距離、スマホ使用距離で HFC 値の軽減効果がみられ、+1.00D の低加入度眼鏡装用の効果がある事が分かった。

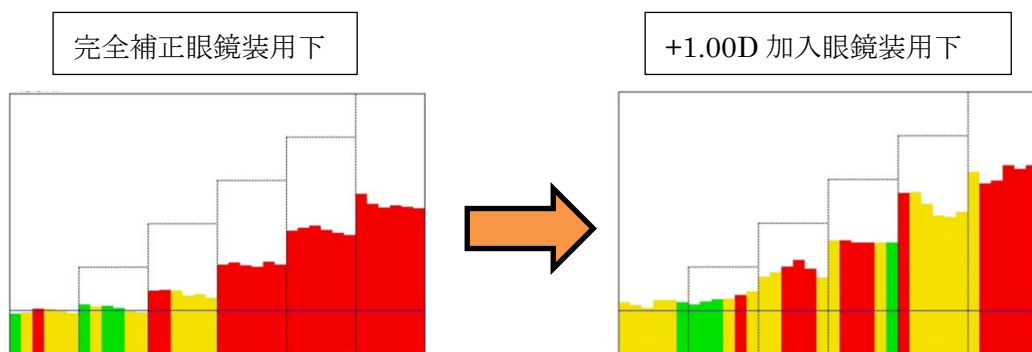


図 5 被験者 A の FK-Map

Aさん	完全補正度数装用下	+1,00D加入度数装用下
A(遠方)	9	9
B(パソコン)	20	17
C(スマホ)	24	18
小計	53	44

図 6 被験者 A の FK-Map の点数化

図 7 は、被験者 9 名の完全補正度数装用下に対して低加入度数装用下でのスマホ使用後の HFC 軽減効果を B (パソコン)、C (スマホ) の距離ごとに比較したグラフである。低加入度眼鏡を装用した時は点数が低く、HFC 値の軽減効果があったものを効果あり、同数か完全補正のほうが高く出たものを効果なしとして表したグラフである。パソコン距離は全員効果があったのに対して、スマホ距離では効果にばらつきがあり、軽減効果があるとは言えない結果となった。

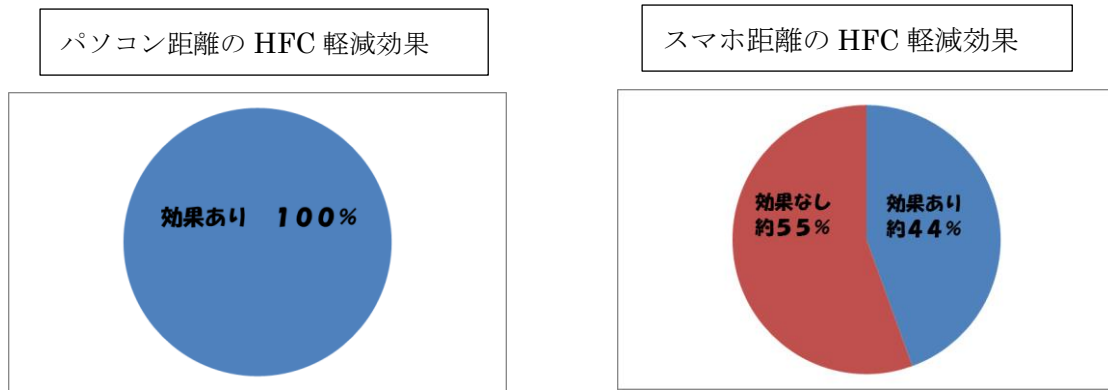


図7 HFC値軽減効果の有無

図8は、被験者9名の点数化した数値を距離ごとに合計してグラフ化したものである。

パソコン距離では、完全補正度数装用下に対し低加入度数装用下でHFC値の軽減が顕著にみられるが、スマホ距離では、スマホ使用前の完全補正度数装用下の点数が最も高い結果となっている。

これは被験者のうち1名にスマホ距離で飛びぬけて高い点数が出た者があったことに原因があると考えられる。

完全補正度数装用と低加入度数装用でのスマホ使用直後の調節機能を使用距離ごとにT検定を行った結果、パソコン距離は有意に差があり、+1.00Dの低加入度眼鏡の効果があるという結果になったが、スマホ距離では有意差なしとなり、効果があるとは言えない結果となった。

遠方においては、スマホ使用後にHFCの出現頻度が高くなる傾向がみられた。

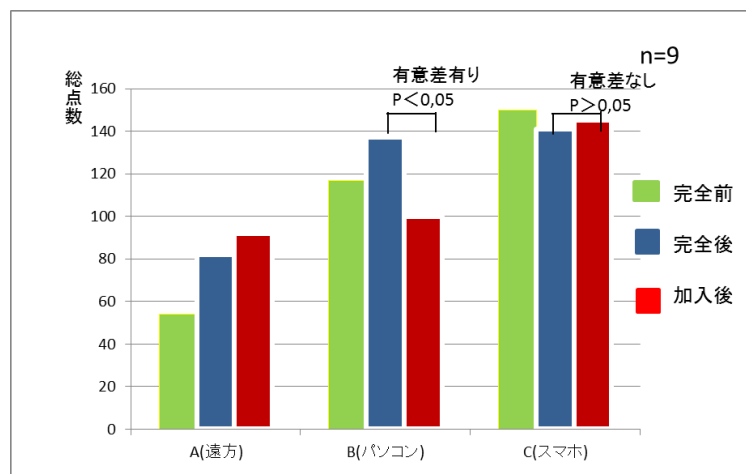


図8 スマホ使用前後及び装用度数別調節機能の比較

<考案>

梶田氏による先行研究では、調節負荷のピークは3Dから5Dの調節付近であるとされている³⁾。

+1.00Dの加入度数では3D(使用距離33cm)のHFC値は軽減できたが、4D、5D(使用距離25cm、20cm)のHFC値は軽減効果が得られなかった。これらの軽減には+1.00Dの加入度数ではなく、+2.00D前後の加入度数が必要と思われる。

村上氏による先行研究では、若年者の平均スマホ使用距離は26.3cmとされており、スマホ使用距離を30cm以上とすれば、低加入度眼鏡装用との相乗効果が期待できると考えられる。(図9)

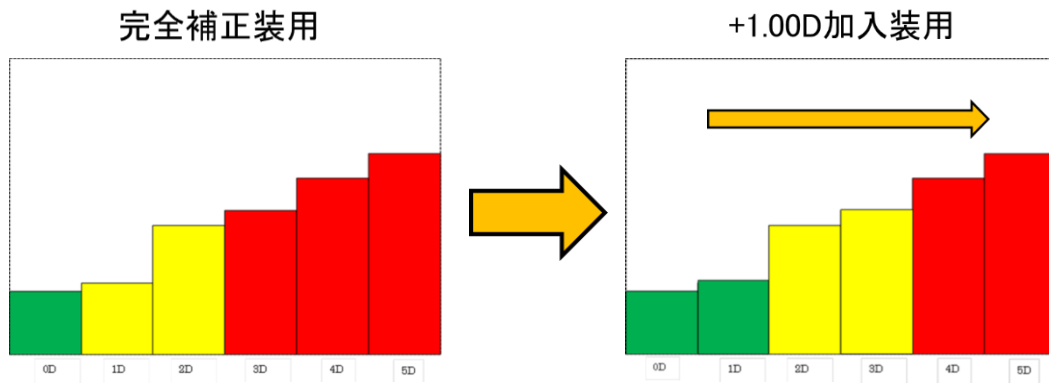


図9 +1.00D 加入による FK-Map の変化

近年、スマホの普及に伴い、スマホ老眼が話題に上がるようになってきている。スマホ老眼とは医学的には調節緊張と呼ばれるもので、近距離でスマホを見続けることで生じる調節機能への負荷による疲れや調節機能の低下がみられる。また、長時間近くにピントを合わせ続けていると、スマホから顔を上げたとき瞬時に遠くにピントが合わず、ぼやけて見づらいつと感じる。このように老視に似た症状が現れることからスマホ老眼と呼ばれている。

スマホ使用時に HFC の出現頻度が特に高かった被験者においては、スマホ使用後の遠方でも HFC の出現頻度が高く、スマホ老眼の要素が測定結果に現れたと推測される。他の被験者においても、スマホ使用後に遠方での HFC 出現頻度が高くなる傾向がみられ、長時間のスマホ使用後の調節解除に負荷がかかることを示唆している。

<結論>

低加入度眼鏡を装用すればパソコン使用距離の調節負荷が軽減され、スマホ使用は距離を 30cm 以上離すことで調節刺激を少なくし、さらに低加入眼鏡との相乗効果で調節負荷を軽減できる可能性を示した。

<参考文献>

- 1) 三好由華：低加入度数装用時の調節機能の変化 2012 年 WOC 卒業研究論文
- 2) 村上尚希：スマートフォン使用が調節機能に与える影響 2015 年度 WOC 卒業研究論文
- 3) 梶田雅義：眼精疲労と調節異常 <http://www.kajitaganka.jp/policy-accmo01.htm>
 新しい調節機能解析装置 視覚の科学 VoL27 :303 - 308 2010
 屈折矯正における調節機能の役割 臨床から学んだ眼精疲労の正体
 視覚の科学 第 33 巻:138 - 146 2012

<質疑応答>

Q:被験者の自覚症状はどうだったか？

A:「完全補正度数装用よりも+1.00D の低加入度数のほうが楽にスマホを見ることができた。」と皆さん言っていました。