低価格で高倍率の光学補助具について

Optical aids of low cost and high power

小田　浩一（東京女子大学　現代教養学部）
藤田　京子（愛知医科大学　医学部）
小林　　章（日本点字図書館　自立支援室）
小林　　巌（東京学芸大学　特別支援教育・教育臨床サポートセンター）

Koichi ODA（Tokyo Woman's Christian University School of Arts and Sciences）
Kyoko FUJITA（Aichi Medical University School of Medicine）
Akira KOBAYASHI（Japan Braille Library）
Iwao KOBAYASHI（Tokyo Gakugei University SCSC）

要旨：

目的：ロービジョン用の光学補助具は文具店などで購入できる拡大鏡に比べると高価で、入手を躊躇する事例が少なくない。オンライン量販店では LED 照明付きで比較的高倍率のものが低価格で提供されているので、機能を実測して可能性について考察する。
方法：5,10,16 倍という表示倍率が比較的高い製品を取り寄せ、レンズメーターで屈折力を照度計で LED 照度を実測し実用性について検討した。
結果：10, 20, 30D という屈折力があり、5cm で 1200lx という照度があった。
考察：表示倍率と屈折力の関係は通常想定されるものとは異なったが、30D という比較的高倍率の拡大鏡で LED 照明つきのものが文具店で購入する水準の低価格でオンライン量販店で入手できることは、コストが制約となりえるロービジョンサービスに対しての有効な解決策となりえることが分かった。低コストでロービジョン補助具を提供する方策を模索することも必要である。

キーワード：ロービジョン、光学補助具、低価格、高倍率

Abstract：

Purpose: Optical aids for low vision are more expensive than magnifiers sold as common stationary, thus the cost makes them difficult to provide in clinical cases. There are products sold inexpensively in online stores that have both high power and a LED illumination. We study its functionality and potential use in low vision services. Methods: We obtained products of 5x, 10x, 16x magnification and tested their optical power with a lens meter and illuminance by a photometer. Results: Their power were10, 20, 30D respectively and illuminance was 1200 lx at 5cm. Discussion: Despite their expressed magnification did not match with actual optical power, these low cost

連絡先：k-oda@lab.twcu.ac.jp　受稿：2021/1/6

products with relatively high power and LED illumincation would be an useful solution in low vision services, where cost could be the negative factor to the delivery of services. It is necessary to seek ways in provision of low vision aids at lower cost.

Key Words：low vision, optical aids, low cost, high power

1．目的

ある衝撃的かつ残念な逸話がある。ロービジョンの患者に対して読書評価をし、拡大するための補助具について説明しても、すでに文具店で安く購入した拡大鏡があるからそれで十分だとして、適切な拡大補助具を試さずに終わってしまうことが何度となくあるということだった。文具店で入手できる拡大鏡は口径は大きめだが、拡大率は２～３倍と低倍率のものが多い。ロービジョン用の拡大鏡は高価で、おおまかに言って数千円から１万円という価格帯なのに対して、文具店などの一般的に入手できる拡大鏡は 1,000 円程度で購入できる。

もう１つの課題は、非球面レンズをつかった光学エイドにまつわる問題である。最近のロービジョン用の拡大鏡は非球面レンズを使ったものが多くなっている。非球面のレンズデザインは広い視野内でゆがみが少ないというすぐれた光学的特性を発揮するという望ましい側面がある一方で、課題もある。通常の球面レンズは広い視距離の範囲で見え方が等質なので、利用者が使い方を変えてもある程度安定した拡大像を提供する。非球面レンズでは、良い光学的特性を発揮する範囲が狭いので、その使用範囲を外してしまうとかえって劣悪な拡大像になってしまう。利用者が利用方法を厳格に守る必要があるのである。このような拡大鏡の光学的特性についてあまり知識も技術ももっていない高齢のロービジョンの患者が使うことを想定すると、球面レンズを使った拡大が望ましい場面も多いのであるが、ロービジョン用の専用の拡大鏡として販売されているものは多くがレンズデザインの特殊な非球面レンズになってしまっている。

文具店で購入できるような 1,000 円程度の拡大鏡で、単純な球面レンズをつかっていて、それでいて、ロービジョンの人たちの拡大のニーズに応えられるような拡大率の高い、照明つきの拡大鏡という最善の組み合わせがあれば、高齢のロービジョンの人たちでも、ポケットマネーで生活を改善することができるはずである。文具店で買った拡大鏡とロービジョン専用の拡大鏡のどちらかをチョイスするのでなく、両者の良いところ取りをした、自分の視覚機能にあった拡大鏡を文具店の価格で使うという選択肢があれば望ましいということである。

オンライン量販店で「ルーペ」や「拡大鏡」というキーワードで検索してみると、LED 付きの拡大鏡が 1,000 円代でも入手できることが分かった。記載されている倍率として 16 倍というような、ロービジョンの拡大のニーズにも答えられそうな高倍率のものもあった。その中から LED 照明部分とレンズ部分を取り替えて使用でき、４つの異なる倍率のレンズがそろっている商品があった。１例として購入して測定・試用してみたので報告する。

2．方法

具体的な商品は、「PALMOO 最新版手持ちルーペ拡大鏡 LED ライト付読書ルーペ５倍 10 倍レンズ交換可能」と「IDEAPRO の手持ちルーペ LED ライト付き 2.5 倍、5 倍、16 倍拡大鏡」であった（それぞれ図１の左右）。この２つの商品は別のブランドとして別の会社が販売しているが、グリップ部分が同じで、レンズの構成と乾電池が付属するかどうかが異なっていた。両方合わせると５倍のレンズが重なってしまうが、４種類の倍率の異なるレンズを揃えることができた。オンライン量販店にリストされている商品は、今後商品名や会社名などは今後変わってしまう可能性がある。まず、レンズ交換の機構、電池交換の方法などの使い勝手を調べたのち、レン

図１　低価格でLED照明のついた拡大鏡のセット２種類

ズの屈折力をレンズメーターTopcon LM-T3で測定した。レンズメーターで測定できる上限が20Dであったので、それを超える場合には-6Dの検眼レンズを１枚、あるいは２枚合わせて測定し、得られた値に6Dか12Dを加算した。最後にLED照明の明るさはMinoltaデジタル照度計T-1で5cmの距離から測定した。これは、ロービジョンの利用者が拡大鏡を使って読む場合、かなりの接近視をすることがあるからであった。

３．結果

まず、製品の概要について簡単に記載する。交換可能な４つのレンズは単純な樹脂製の球面レンズを使っており、グリップ部分に倍率の異なるレンズを挿げ替えて利用できた。レンズとグリップ部分のロックは一体形成された２つの樹脂のバネによっていた。二本の指でロック部分の突起を挟んで抑えるとレンズが外れる直感的で簡単な機構であった。レンズを着脱するグリップの下部に２つのLEDが付いており、グリップを開いて中に単４電池を３つ取り付けると、グリップ上部のスライドスイッチで照明を点灯できた。レンズを使って拡大してみると、倍率の高いレンズでは、周辺部分に色収差が見られた。同じ製品が複数の会社から提供されており、組み合わせも異なるものがあった。オンライン量販店で入手できた２つのセット（図１の左の２つと右の３つ）では、５倍のものが同じレンズであったので、全体では４種類の倍率の異なるレンズが利用可能であった。また、日本のオンライン量販店からはできなかったが、海外のオンライン量販店を使うと４つのレンズのすべてをまとめた１つのセットとして取り寄せることも可能であった。

拡大率をレンズメーターで測定した結果を表１に示した。表には晴天の屋外で定規をつかって太陽光が焦点を結ぶ距離を目測した値も併記した。LED照明の照度を測定した結果は、およそ1200 lxであった。

表１　表示倍率と屈折力（ディオプター値）

表示倍率	屈折力（ディオプター値）	焦点距離の目測値
2.5x	3.75D	–
5x	9.5D	10cm
10x	18.25D	5cm
16x	29D	3.5cm

４．考察

実測した屈折力と倍率の関係は、後述するような4:1の関係ではなかった。標準的な読書距離を50cm(2D)と想定したときの倍率とみなすことができるかもしれない。利用者を高齢者と仮定し、つまり視対象を離して読む習慣ができている人が使うことを仮定すると妥当性のある想定かもしれないが、ロービジョン用の拡大鏡の表示倍率が通常、屈折力のディオプター値の1/4になっていることから、他の拡大鏡と同列にしたときに表示倍率から期待される拡大は望めないのでこの表示倍率は望ましくないというできであろう。４つの拡大鏡の屈折力の目標値としては、それぞれ4D, 10D, 20D, 30Dというキリの良い数値であった可能性が考えられるし、実効的にはそうみなしても差し支えないであろう。太陽光をつかって焦点距離を定規を使いながら目視した結果もこれにほぼ一致した。この屈折力の測定結果から、表示倍率と整合性が低いものの、ディオプター値で30Dという比較的高倍率の球面レンズの拡大鏡がLED照明つきで1000円代で入手できることができることが分かった。

LED照明は1200lxという照度があり、これはむしろ明るすぎて、ロービジョンの利用者には眩しさを感じさせてしまう可能性がある。通

図２　LED を暗くするフィルタの貼りつけ

常、倍率の高い拡大鏡を使う場合、焦点距離が短いために読書材料に接近して使う必要があるが、そうすると拡大鏡や利用者が読書材料に影をつくってしまい、せっかく拡大ができても視野が暗いために読めなくなってしまう。この問題を避けるためにロービジョン用の拡大鏡では照明が付属するものがよく使われている。しかし、照度が高すぎる場合、読書材料に接近して使うとその照明が読書材料の紙面に反射して目に入ってくるため眩しくてかえって邪魔になってしまう可能性がある。LED の前に透過率の低いフィルタをつければ解決するであろう（図 2）。

低価格の製品についてはいくつかの課題がある。その中で特に重要なのは、製品の性能や品質管理への懸念であり、もう 1 つは安定供給への懸念である。まず、品質管理についてであるが、樹脂製の球面レンズは高度な品質管理技術を要するものとは言えない。コーティングで収差を最小限にしたり非球面にデザインしたりというような高度な技術を要するものではない。結果のところで書いたように屈折力の高いレンズでは視野の周辺部分で色収差がはっきりと出てくるが、文字を読んだりするのに障害となるわけではない。Rees ら（2006) は、低価格の拡大鏡と標準的なロービジョン用の拡大鏡を 44 人のロービジョンの参加者に使わせて読み時間と誤読数を比較したが、両者に違いは見られなかった。今回報告している拡大鏡でも、同様の結果が得られると考えることができる。

もう 1 つの懸念は、このような廉価な商品が安定供給されるかどうかという点である。著者らが購入・試用を始めてから、少なくとも 1 年の間は安定して供給されている。同じ商品が複数の会社名でリストされていることをみると、同じ商品が供給元を変えながら継続的に提供される可能性があるように思われた。また、社会の高齢化にともなって拡大鏡の商品リストが拡大していることから、この特定の商品が品切れになったとしても、同様の安価な拡大鏡は提供され続けていく可能性が高い。年金生活をしていて高価なロービジョン専用の拡大鏡が購入できないような高齢の事例、とくに障害者手帳で適切な補助具を取得できないような対象者に対して、読み書き能力を十分に支援できる光学補助具を提供する場合、文房具店などの一般に入手できる拡大鏡では拡大が足らない場合も少なくないであろう。その場合、本報告で紹介したような拡大鏡を紹介するのはロービジョン・サービスの 1 つの選択肢、引き出しとして有用であると考えられる。

ロービジョンサービスの中では、生活を楽にするいろいろな低価格の道具が紹介されている（斉之平真弓，2018）。いわゆる「便利グッズ」である。これらの中には百円ショップで売っているものもあるが、商品が売り切れてしまうと全く同じものが入手できないことがしばしばある。安価な拡大鏡も、便利グッズと同様の考え方をとれば安定供給にこだわる必要はなくなるかもしれない。安いのだから安定供給がなくなることも致し方ない、供給がなくなったら、また別の製品が出てくるのを待つ、あるいは同等の商品を探すという方針で臨むのである。その場合、拡大鏡の場合は大事な拡大性能について量的に把握する必要があるので、商品の正しい屈折力については把握しておく必要がある。表示倍率があてにならないのは本報告の測定結果からも明らかであるし、さらに後述する理由もある。表示倍率をあてにしない場合、太陽や 5m 以遠にある照明などを使って、簡単に焦点距離を調べることができる。屈折力は、その焦点距離 (m) の逆数として簡単に求めることができる（式 1 ）。

屈折力（ディオプター）＝ 1 ／焦点距離 (m) ---------- (式 1)

例えば、4cm の焦点距離ならば屈折力は 25D ということになる。いわゆる倍率は、この屈折力を 4 で割った値ということになっているが、元来英国での標準読書距離 25cm（4D）を基準にした比率であるため、標準読書距離が異なる場合（例えば日本は 30cm）などでそのまま用いるのは妥当とは言えない（Jackson and Wolffsohn, 2009）。ロービジョン補助具を適切に選択するときには等価屈折力 (Equivalent Viewing Power, EVP) としてディオプター値を直接使う方が適切である（Jackson and Wolffsohn, 2009; 田中 , 2019）ので、基本的には屈折力を確認しておけば良いし、表示倍率の情報より有用である。

ロービジョン・エイドは高価であるため、発展途上国ではロービジョンサービスが普及しにくいという課題がある。拡大読書器はもちろんのこと、拡大鏡であっても数千円という価格は利用の障害になりえる水準である。この課題を解決するために、アジア地域では、ローコストの補助具の開発・普及が行われてきた。例えば、香港盲人輔導会のカタログ (香港盲人輔導会 , 2020) には、LED 付きで 12 米ドルの拡大鏡がリストされている。1 ドル 100 円換算で 1200 円の価格である。香港盲人輔導会の中には 2003 年に「Vision 2020 ロービジョンリソースセンター」が設置されて、質の高いロービジョン補助具を比較的低価格で提供している（香港盲人輔導会，2016）。以前国際学会で香港盲人輔導会からの参加者とこの安価な補助具について話したことがあるが、途上国向けであって日本からの利用はできないとのことであった。日本点字図書館の用具部では、より低価格の拡大補助具にも関心を向けて取り扱い始めた。Covid-19 の影響で貧困層が拡大する状況にあっては、本報告で取り上げたような低価格の補助具を紹介することがロービジョンの人たちの生活の困難を解消するために有用であろう。また、補助具のコストは今後も課題でありつづける。ロービジョンサービスが成功するためには、このコストを誰がどのように持っていくのかということが鍵になる（Carter, 2017）。英国のように基本的に貸し出しをして、不要になったら返却をさせる（Sheffield Teaching Hospital, 2019）という提供方法も検討していく必要あるであろう。

謝辞

本報告は AMED 障害者対策総合研究開発事業感覚器障害分野 2018-2020 年度の助成を受けた。

文献

Carter, H. (2017) Cost prevents use of low vision aids. https://www.optometry.org.au/workplace/cost-prevents-use-of-low-vision-aids/, (2021/1/1).

香港盲人輔導会（2016）Vision 2020 Low Vision Resource Centre. https://www.hksb.org.hk/en/product/61518/Vision2020LowVisionResourceCentre/, (2021/1/1).

香港盲人輔導会（2020）2020 Product Catalogue. https://www.hksb.org.hk/upload/media/file/2020LVRCCatalogue202010Final_2487.pdf, (2021/1/1).

Jackson, A.J. & Wolffsohn, J.S.（2007）Low Vision Manual. Elsevier. 小田浩一監訳（2010）ロービジョンマニュアル . オー・ビー・エス , 182-192.

Rees, G., Ferraro,J.G., Lamoureux,E., & Keeffe, J.E.（2006）Evaluation of Low Cost Low Vision Devices. Investigative Ophthalmology and Vision Science, 47(13), 4403.

斉之平真弓（2018）非光学的補助具．山本修一・加藤聡・新井三樹（編）新しいロービジョン ケア．メジカルビュー社，56-65.

Sheffield Teaching Hospital（2019）Magnifiers and other low vision aids. https://publicdocuments.sth.nhs.uk/pil2437LP.pdf, (2021/1/1).

田中恵津子（2019）視覚補助具を的確に選定しよう．ポイントマスター！ロービジョン ケア外来ノート．神戸愛センター病院（編）三輪書店，41-56.