

等価視屈折力および虚像距離測定装置の開発

Development of measuring instruments of equivalent viewing power and virtual image distance

田邊 正明 (日本ライトハウス養成部)

萩原 博 (株式会社ナイツ)

Tadaaki Tanabe (The instructor course, Nippon Lighthouse)

Hiroshi Hagiwara (NEITZ instruments Co.,Ltd)

要旨：

ロービジョン者は拡大のために拡大鏡を使用するが、適切な倍率の拡大鏡を選定するための測定装置は存在していない。倍率の定義にはさまざまなものがあり、それにとって代わるものに、等価視屈折力 (EVP: Equivalent Viewing Power) が近年提案されており、眼鏡レンズと同様に数値を決定できる。そこで、ナイツ株式会社の単眼鏡ポケビューシリーズの PK-4 の表示目盛を改変したものを今回作成した。その結果、ロービジョン者の等価視屈折力と、卓上式拡大鏡の虚像距離の計測が可能となったので報告する。

キーワード：単眼鏡、等価視屈折力、虚像距離

【はじめに】

単眼鏡は遠方を見るための道具として、学生が学校の授業で板書を見る、講演などで人の顔やスクリーンに映ったスライドを見る、旅行先で駅の時刻表を見る、余興などのときにボーリングのピンの数を見る、などの用途に主に用いるものである。ロービジョン者が使用するための単眼鏡の主な製品は株式会社ナイツから発売されているポケビュー PK シリーズがよく知られている。

ポケビューシリーズは鏡筒を伸ばしていくと近方視ができるようになっていて、その対物レンズと物体間の作業空間の距離 (作動距離) が鏡筒に印刷されているが、あまり知られてはいない。単眼鏡を近方視するために使う用途としては、発熱体 (ガスバーナーの色、アルコール

ランプ、蠟燭などの火元の色など) を距離を離して見る、調理されたものを息を吹きかけないように少し離れて見る、ショーウィンドウの中にある文字を見るなどである。単眼鏡の倍率は遠方視するときには表示された倍率を見ればよく、表示倍率が4倍であれば裸眼で見たときの大きさの4倍の大きさに見える。しかし、近方視するときには裸眼で見たときの物体と眼の間の距離が任意に変化するため、単眼鏡に表示された倍率ではなくなる。単眼鏡は対物レンズと接眼レンズの2枚レンズで構成されており、遠方視したときには2枚レンズの合成屈折力は OD となり、平行光線で対物レンズに入射した光が平行光線で接眼レンズから射出され、観察する人の眼には無限遠からやってきた光として認識される。ところが近方視したときの単眼鏡の対物レンズには平行光線ではなく近方に置かれた

物体から射出される発散光線が入射し、接眼レンズからは平行光線が射出されるようになり、一枚の拡大鏡で見たときと同様の操作を行う。つまり、単レンズ拡大鏡と同様であり、一枚の薄いレンズとして扱うことができ、屈折力（ディオプトリ）で表すことができる。倍率は単レンズと同じように相対倍率を用いることになるので、屈折力／4で求めることができる。

そこで、ポケビューシリーズの鏡筒に作動距離と、その距離に対応した屈折力の表示を印刷した製品を開発したので報告する。

【製品の説明と使用方法】

株式会社ナイツの単眼鏡でポケビューシリーズのPK-4の鏡筒に印刷されている作動距離を改変し、対物レンズと接眼レンズの2枚の合成屈折力である等価視屈折力（EVP: Equivalent Viewing Power）と作動距離の表示に変更した（図1¹⁾）。



図1. PK-4の目盛をDとcmに改変

使用法

1) 使用したい等価視屈折力に合わせる方法

利用したい屈折力が分かっている場合は鏡筒の長さを目的とする屈折力に合わせて、そのときに表示されている作動距離に物体を保持して観察する。単レンズであれば作動距離はレンズの焦点距離となるが、単眼鏡ではそれよりも長くなる。目盛は4Dステップで0D～20Dで表示されているが、その間の目盛や20Dを超える部分については表1を参照して決定する。

表1

等価視屈折力(D)	作動距離(cm)
1	404.7
2	204.7
3	138.1
4	104.7
5	84.7
6	71.4
7	61.9
8	54.7
9	49.2
10	44.7
11	41.1
12	38.1
13	35.5
14	33.3
15	31.4
16	29.7
17	28.3
18	27.0
19	25.8
20	24.7
21	23.8
22	22.9
23	22.1
24	21.4
25	20.7
26	20.1

2) 等価視屈折力を求める方法

この目盛を利用すると、ロービジョン者に必要な等価視屈折力を測定することも可能となる²⁾。ただし、使用の際にはロービジョン者の屈折異常を矯正しておくことが前提となる。手順は以下のようなになる。

- (1) 単眼鏡の鏡筒を最大に伸ばし、等価視屈折力=26Dで視標から20cmの作動距離に近づく。
- (2) 視標が読めたら、少しずつ作動距離を伸ばし、等価視屈折力=20D,16D,12D,8Dと変化させ、鏡筒を縮めながら文字が読みにくくなる場所で止め、等価視屈折力を決定する。
- (3) 目盛以外の値は付属の表1を参照して目測で読み取る。

目盛は印刷できる範囲の都合上20D（25cm）までであるが、鏡筒を最長まで伸ばすと26D（20cm）まで計測ができる。鏡筒に記載されていない数値は表1を参照して目視で求めることになる。

3) 卓上式拡大鏡のレンズと虚像間距離の測定法

卓上式拡大鏡は虚像が有限の距離に生じており、ロービジョン者が卓上式拡大鏡を使用するために必要な近方視用眼鏡の加入度数を知る必要がある。そのためにレンズと虚像間距離を測定する。単眼鏡で卓上式拡大鏡のレンズと虚像間距離を測定する手順は以下の通りである³⁾。

- (1) 卓上式拡大鏡のレンズの上に単眼鏡を置く。
- (2) 鏡筒を回し、文字が鮮明に見えるところに合わせる。
- (3) 鏡筒上に記載されている距離を付属の表1を参照して読み取る。

さらに近方視用眼鏡の加入度と、卓上式拡大鏡と眼の等価視屈折力を計算することも次のような手順で可能である。

- (1) 卓上式拡大鏡の横倍率を求める。横倍率はレンズと虚像間距離とレンズと書面間距離の比である。

$$\text{横倍率} = \text{レンズと虚像間距離} / \text{レンズと書面間距離}$$

- (2) 近方視用眼鏡のための加入度は次の式で求める。

$$\text{加入度} = 1 / (\text{レンズと眼間距離} + \text{レンズと虚像間距離})$$

- (3) 卓上式拡大鏡と眼の等価視屈折力は次の式で求める。

$$\text{等価視屈折力} = \text{横倍率} \times \text{加入度}$$

4) 屈折異常値を求める方法

単眼鏡の作動距離の目盛を30cmに合わせたとき、視標が30cmの作動距離で鮮明に見えれば正視である。近視、遠視眼で見た場合、単眼鏡の鏡筒の長さをそのままにして視標を前後に移動させると鮮明に視標が見え、そのときの作動距離は表2のように変化する。この原理を利用するとおおよその近視、遠視の屈折異常値を計測できる。

表2

屈折異常値(D)	作動距離(cm)
-19	25
-14	26
-9	27
-6	28
-3	29
0	30
2	31
4	32
6	33
8	34
9	35
11	36
12	37
13	38
14	39
15	40

【まとめ】

単眼鏡の鏡筒に屈折力と作動距離を印刷することにより、様々な用途に使える。数値は目視であり、必ずしも精度が高いものではない。しかし、ロービジョン者に対する訓練において福祉や教育の現場での目安とするには十分な装置であろう。今回製造した単眼鏡は市販される予定はないため、使ってみようと思われる方は日本ライトハウス養成部 (Tel: 06-6961-5521) までご連絡ください。

参考文献

- 1) 田邊正明・魚里博 (2010) 単眼鏡の等価屈折力と作業距離用スケールの作成. ロービジョン学会誌, 10, 57-62.
- 2) 田邊正明・魚里博 (2013) 拡大鏡に必要な屈折力の測定—単眼鏡を利用したPilot Study—. ロービジョン学会誌, 14, 38-43.
- 3) 田邊正明 (2011) 卓上式拡大鏡と眼間距離の変化に応じた等価屈折力簡易計算法. ロービジョン学会誌, 11, 88-93.