

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

○日本ライトハウス養成部 田邊正明

【目的】

多くの卓上式拡大鏡のカatalogにはレンズの倍率と屈折力のみが記載されている。しかし、卓上式拡大鏡を適切に使うためには、虚像の見かけの大きさの情報が重要である。過去に測定し明らかになった卓上式拡大鏡のデータは以下に示すものがある。

卓上式拡大鏡の既存のデータ:

- 虚像位置、横倍率、屈折力、相対的倍率（参照距離30cm） : 小林(2005)による
- 虚像位置、横倍率、屈折力、等価距離 : Bailey(1994)らによる

しかし、臨床現場には様々な種類の卓上式拡大鏡があり、全てのデータを表にするのは困難である。虚像の見かけの大きさは、レンズの屈折力と調節力の合成屈折力である等価屈折力で表せるので、**臨床現場で簡易にレンズと眼間距離の変化に対応した等価屈折力を求める方法を明らかにする。**

【対象と方法】

1. 対象とした卓上式拡大鏡

日本ライトハウス視覚障害リハビリテーションセンターで所有している卓上式拡大鏡で、小林、Bailey両者の表に掲載されているCoil社製の卓上式拡大鏡4個を用いた。

2. レンズの屈折力と調節力の等価屈折力を求める公式

2-1. 等価屈折力 F_e は、調節力を F_a 、横倍率を β とすると次の公式で求められる。

$$F_e = \beta F_a$$

2-2. 公式の変数である横倍率 β は次式で求めた。 s はレンズと物体間距離であり、レンズ頂点から物体までを定規で計測した。 s' はレンズと虚像間距離であり、5に示す単眼鏡を用いる方法で求めた。

$$\beta = \frac{s}{-s'}$$

2-3. 公式の変数である調節力 F_a は次式で求めた。 d はレンズと眼間距離である。

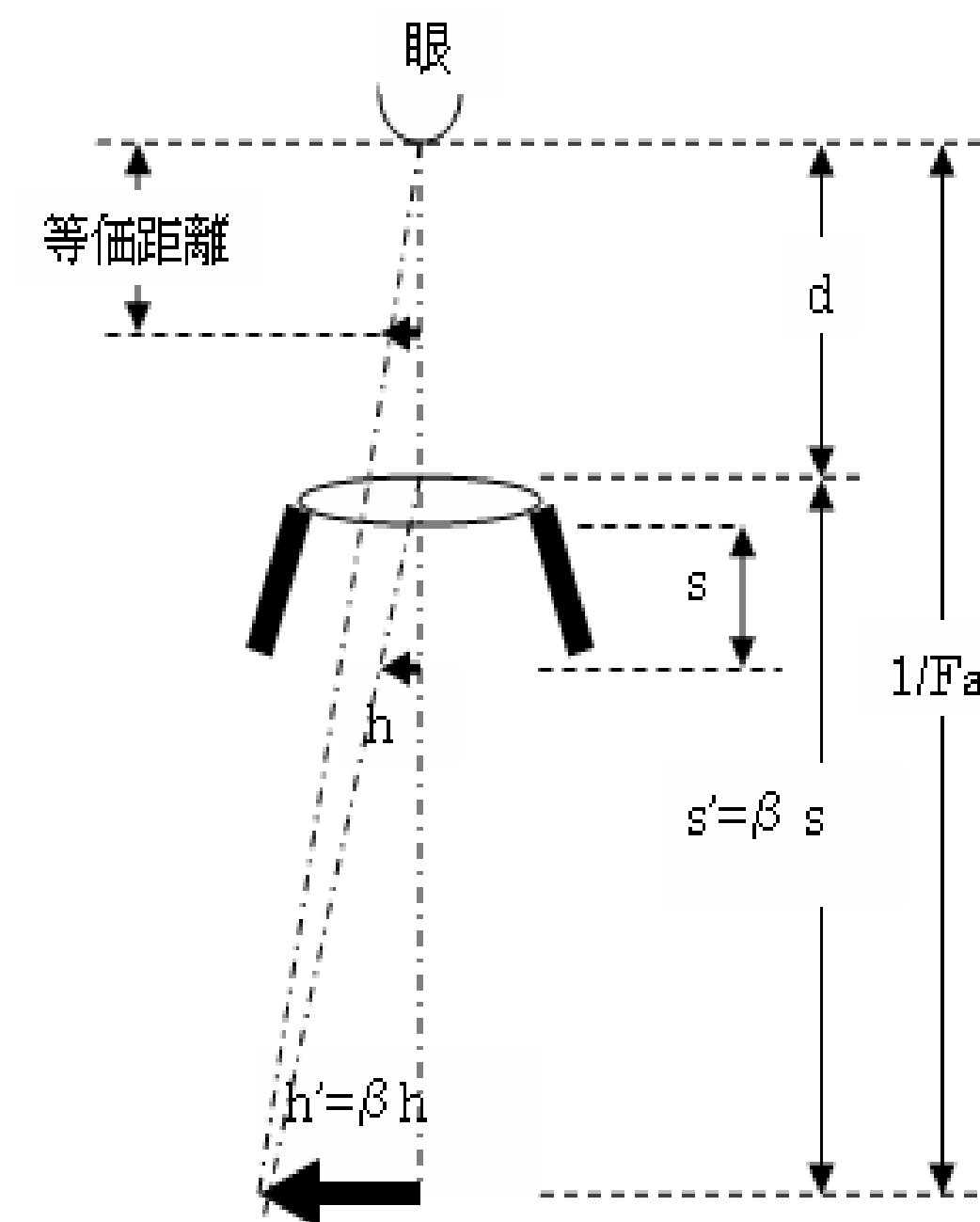
$$F_a = \frac{1}{d-s'}$$

3. レンズの屈折力の求め方

$$F = \frac{1}{s} - \frac{1}{s'}$$

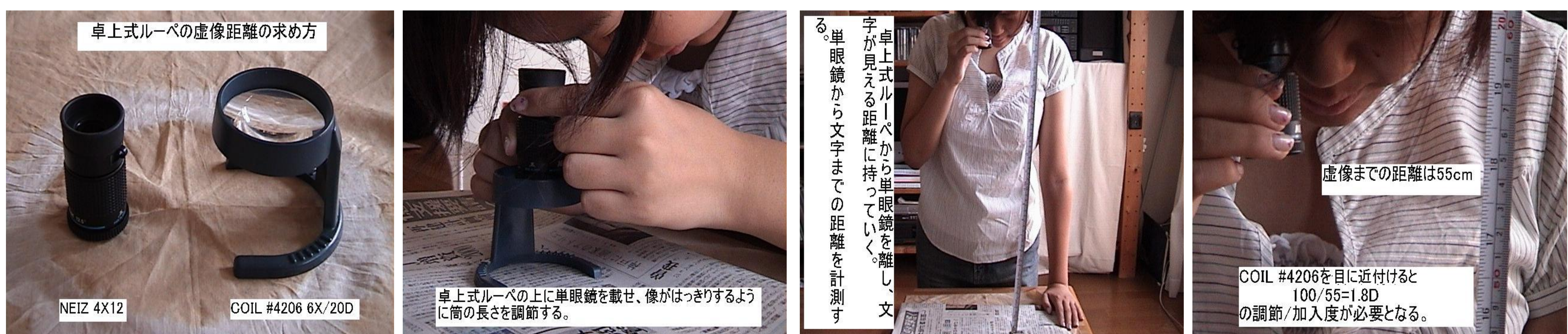
4. 卓上式拡大鏡と物体、虚像位置、眼の位置関係

h : 物体、 h' : 虚像、 s : レンズと物体間距離、 s' : レンズと虚像間距離、 d : 眼とレンズ間距離、 β : 横倍率、 F_a : 調節力。レンズから物体の方向は負、レンズから眼の方向は正の数とした。



5. レンズと虚像間距離の測定方法

卓上式拡大鏡のレンズと虚像間距離は単眼鏡と定規のみを用いれば求められる方法で計測した。手順は以下の通りである。



【結果】

小林、BaileyらによるCoil社の4個の製品のデータを以下のように抜粋し、比較した結果、一致した数値はCoil4210のレンズ度数のみであり、虚像までの距離には大きな違いがあった。

小林による表の抜粋

メーカー	製品名	レンズ度数(D)	物体までの距離(cm)	虚像までの距離(cm)	横倍率	倍率		
						レンズより2.5cm	レンズより10cm	レンズより25cm
Coil	4208	28	3.56	1315.2	369.3	8.4	8.4	8.3
Coil	4210	36	2.72	120.3	44.3	10.8	10.1	9.1
Coil	4215	56	1.76	120.5	68.5	16.6	15.7	14.1
Coil	4220	76	1.31	1315.1	1000.5	22.8	22.6	22.4

Baileyらによる表の抜粋

メーカー	製品名	レンズ度数(D)	虚像までの距離(cm)	横倍率	等価距離(cm)		
					レンズより2.5cm	レンズより10cm	レンズより25cm
Coil	4208	23.4	70.5	17.5	4.2	4.6	5.5
Coil	4210	36	38	12.7	3.2	3.8	5
Coil	4215	40.3	15.6	7.3	2.5	3.5	5.6
Coil	4220	53.6	13.4	8.2	1.9	2.9	4.7

単眼鏡を利用して求めた虚像までの距離を用いて計算したレンズ度数、横倍率、等価屈折力、は次のようになった。Coil4209、Coil4210のレンズより2.5cmにおける等価屈折力がレンズ度数より大きいのは、レンズの焦点距離よりも目がレンズに近づく等価屈折力はレンズ度数よりも大きくなるためである。

メーカー	製品名	レンズ度数(D)	物体までの距離(cm)	虚像までの距離(cm)	横倍率	等価屈折力(D)		
						レンズより2.5cm	レンズより10cm	レンズより25cm
Coil	4208	28.0	3.5	161	46.0	28.1	26.9	24.7
Coil	4210	36.8	2.5	31	12.4	37.0	30.2	22.1
Coil	4215	76.4	1.3	190	146.2	75.9	73.1	68.0
Coil	4220	72.7	1.3	23.5	18.1	69.5	54.0	37.3

【結論】

- レンズメーターなどの計測機器がない臨床現場であっても、単眼鏡と定規さえあれば眼の位置に応じた等価屈折力を求めることができた。
- 卓上式拡大鏡は同じ型番であっても、必ずしも同じ仕様になっていない可能性が考えられた。
- 近視視用読書チャートから求めた必要等価屈折力に応じた卓上式拡大鏡の選択の一助となると考えられた。