

## 深視力測定法の新しい試み

### An Attempt to Find New Methods for Measuring Depth Perception

石垣 尚 男\*      高 橋      收\*\*      枝 川      宏 \*\*\*  
Hisao ISHIGAKI      Osamu TAKAHASHI      Hiroshi EDAGAWA

#### Abstract

Depth perception is currently measured by the 'parallel' method. As an alternative to this, we have developed two new methods for measuring depth perception. One of them is the 'control' method, in which subjects control the equipment for themselves. The other is the 'momentary' method, in which subjects are required to judge within a moment whether the center one of three target poles is to the rear of the poles on either side. We carried out an experiment to compare these three methods.

1. Both the average value and standard deviation obtained by the control method were smaller than those obtained by the parallel method.
2. Reproducibility in the control method was significantly higher than that using the parallel method.
3. Values obtained by the momentary method did not interrelate with those obtained either by the existing method or by the control method.

These results suggest that the control method is more relevant for measuring depth perception than the parallel method.

#### 1. はじめに

自動車運転免許において、深視力検査は普通二種、大型一種、二種、および特殊二種などの免許希望者に義務づけられている。通常、3回の測定を行い、誤差2cm以内であれば合格とされている。深視力検査の不合格者には交通事故率が高いことが指摘されている<sup>1)</sup>。また、深視力異常者の多くは屈折異常と斜位であり、レンズあるいはプリズムによる矯正<sup>2)</sup>、手術<sup>3)</sup>によって矯正が可能で、これらの矯正によって不合格者の90%が深視力検査に合格したという報告<sup>2)</sup>がある。また、深視力を矯正することによって事故率が減少した<sup>4)</sup>との

報告もある。

深視力検査は三桿計を用い、十分前後を認識できる位置に中央桿を置き、前または後ろに移動し左右桿と併列となったと判断したとき、スイッチ、または声で応答させる方法をとっている。中央桿の移動は手動あるいは電動である。この方法は併列法<sup>5)</sup>と呼ばれている。

併列法の場合、応答した時点での誤差が採用されるため、応答時点が明らかに誤っていたと判断しても被験者は修正できない。このため、被験者からすれば不本意な値が採用されることになる。併列法の場合、このような不本意応答は被験者が測定方法に不慣れ、あるいは無理解の場合に多く起きると思われる。したがって、被験者が中央桿の位置を自身で前後に調整できるようにすれば併列法に伴う不本意な応答を避けることができ、被験者の深視力がより正確に測定できると思われる。

\* 愛知工業大学（豊田市）

\*\* 平成医療専門学校（岐阜市）

\*\*\* 北里大学（神奈川県）

また、自動車の運転を想定した場合、車間距離や前後差の判断は瞬間的にまた無意識になされるのが通常であり、そこでは微妙な前後差を判断する時間的余裕は少ない。したがって、距離や前後差の瞬間的な判断、さらに、前か後ろかといった二者択一的な判断の正確性が求められると思われる。

この研究では、以上のような視点からより良い深視力の測定法を検討するために、被験者が自身で中央桿を移動させ左右桿との誤差を調整できる方法を「調整法」、瞬間的に中央桿と左右桿の前後関係を判断する方法を「瞬間法」とする2つの測定法を考案した。従来の併列法に比較して、被験者の個人間変動、個人内変動、測定の実現性をもとに深視力の測定法として最適な方法を検討した。

## 2. 方法

### 2・1 被験者と測定装置

1) 被験者：19～23才の眼疾患のない大学生 17名(女性 14名、男性 3名)。被験者の左右眼の sphere はそれぞれ +0.25～-6.0、cylinder は -1.0～-0.25 の範囲であった。17名のうち8名が矯正(CL 5名、PG 3名)である。被験者の両眼視力は全員 1.0 以上を有していた。Titomus stereo test (TST) の circle test で立体視機能を検査し、全員、正常と判定された。

2) 装置：(株) トーメー製の深視力計 cp-250 を用いた。調整法のために、コントローラーのボタンを押すことによって中央桿を前後に移動することができるように装置を改造した(写真)。

### 2. 2 測定方法

1) 併列法：深視力計から 2.5m の距離に座位し、左右桿より、前方 100mm、後方 100mm から 25mm/sec の速度で中央桿を移動させた。前方から、後方からを交互に行い、それぞれ 10 回、計 20 回測定した。被験者の反応は手に持ったスイッチ押しである。

2) 調整法：被験者が手に持ったコントローラーのボタンを押して中央桿の位置を調整した。中央桿を左右桿より前方 100mm、後方 100mm に位置



写真 改造した深視力計

コントロールボックスの↑↓を押すことによって中央桿を移動できる

した後、被験者に調整させ被験者が併行と判断した位置を採用した。前方から後方からを交互に行い、それぞれ 10 回、計 20 回測定した。

3) 瞬間法：深視力計の窓に黒いボール紙で覆いをして、三桿が被験者に見えないようにした。あらかじめ左右桿に対し、中央桿を +20mm、0mm、-20mm に位置し、ボール紙を手で瞬間的に跳ね上げ、約 1 秒間三桿を見せた。+20mm の中央桿に対しては「奥」、0mm には「同じ」、-20mm には「手前」と答えるように教示した。それぞれの位置を 5 回、計 15 回測定した。それぞれ 5 回の応答の正解率を採用した。15 回の順序は被験者ごとにランダムである。

4) 再現性の検討：測定法の再現性を検討するため、上記 3 つの測定をおこなった約 2 ヶ月後に、同じ被験者に同じ測定をおこなった。ただし、3 つの測定法の順序は被験者によってランダムとした。

5) 実験室：実験は静粛に保たれた照度約 1000lux の室内で、時間帯は午後 3 時以降に行った。

## 3. 結果

### 3-1 併列法と調整法の比較

#### 1) 個人間変動

図 1 は併列法と調整法について、17 名の被験者の平均値の 20 回の推移を 1 回目、2 回目で示したものである。左右桿と中央桿の誤差 (mm) は絶対値で表示した。1 回目、2 回目とも調整法の方が誤差が少なく、かつ 20 回の間の変動が少ない傾向

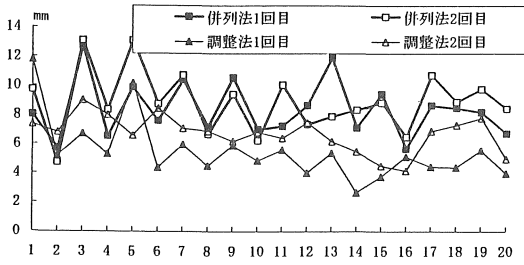


図1 個人間の平均値の推移

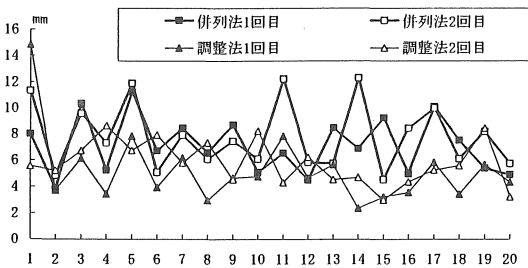


図2 個人間の標準偏差の推移

がある。

図2は同様に17名の標準偏差の推移である。調整法の方が被験者間の測定値のバラツキが少ない傾向がある。

2) 個人内変動

図3は両測定法において、各被験者の20回の平均値の、さらに17名の平均値を併列法と調整法のそれぞれ1回目、2回目と比較し統計検定結果を示したものである。1回目、2回目とも調整法の方が併列法より誤差が少なく、その差は統計的に有意であった(検定結果は図に示す)。

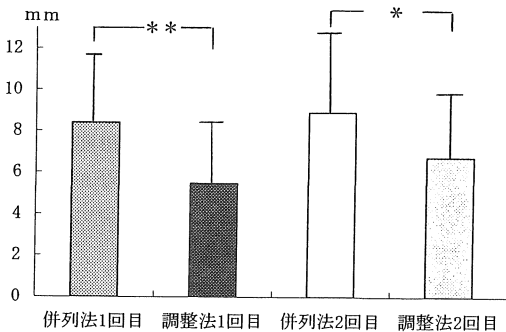


図3 各被験者の20回の平均値の差の検定  
Wilcoxonの符号付き順位和検定

\*\* p<.01 \* p<.05

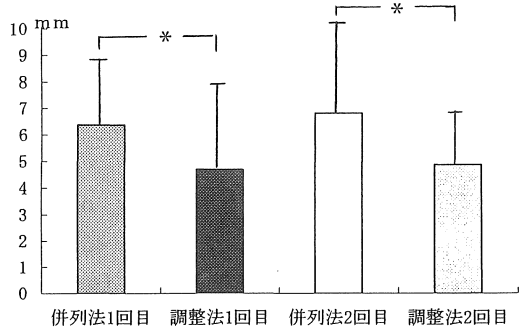


図4 各被験者の20回の標準偏差の差の検定  
Wilcoxonの符号付き順位和検定  
\* p<.05

図4は同じく、各被験者の20回の標準偏差の、さらに17名の平均値を併列法と調整法のそれぞれ1回目、2回目と比較し、差の検定結果を示したものである。被験者個人内の測定値のバラツキは、1回目、2回目とも調整法の方が併列法より有意に少なかった。

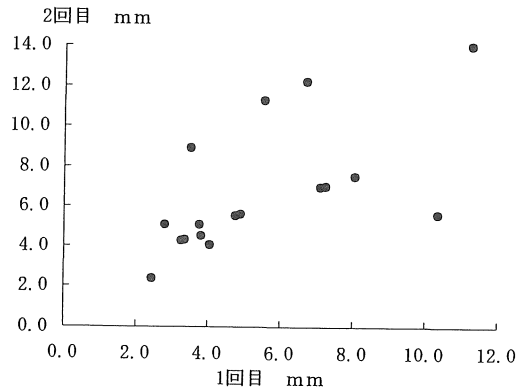


図5 調整法の1回目と2回目の散布図  
R=0.62 p<.05

3) 再現性

図5は調整法における各被験者の20回の平均値の1回目と2回目の散布図である。両群の相関はR=0.62 (p<.05)で有意であった。しかし、併列法の相関はR=0.46 (ns)で有意ではなかった。

3-2 瞬間法

1) 平均値の比較

図6は瞬間法における、+20mm(左右桿より奥)、0mm(左右桿と併行)、-20mm(左右桿より

り手前)の正解率の平均値の検定結果である(検定結果は図中に示す)。1回目、2回目とも0mmの正解率が最も低く、ついで+20mmである。-20mmは2回とも正解率が最も高かった。

## 2) 再現性

瞬間法の1回目と2回目の相関は、0mmが $R=0.62$  ( $p<.05$ )、-20mmが $R=0.52$  ( $p<.05$ )で有意であったが、+20mmは $R=0.27$  (ns)で有意ではなかった。

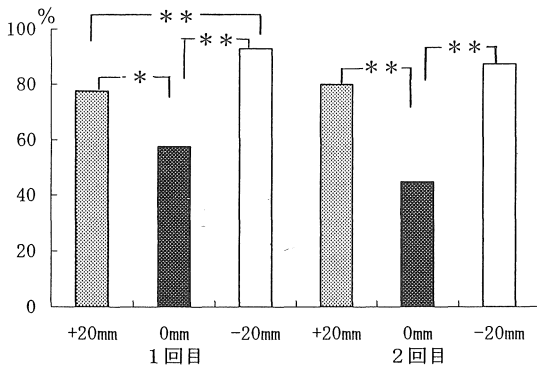


図6 瞬間法の1回目と2回目の差の検定  
Wilcoxonの符号付き順位和検定  
\*\*  $p<.01$  \*  $p<.05$

## 3) 瞬間法と併列法、調整法との相関

各被験者の瞬間法の結果を平均した場合の、瞬間法と併列法、瞬間法と調整法の相関は1回目、2回目とも有意な相関がなかった。

## 4. 考察

深視力は立体視機能の一つ<sup>5)</sup>に位置づけられている。わが国の運転免許の深視力検査は松林<sup>6)</sup>の研究を基礎とし、2.5mの距離から3桿をみたとき中央桿と左右桿との前後差(奥行き)がどの程度あれば判別できるかで調べている。深視力において2cmを合格としているのは、中央桿と左右桿の前後差が2.5mからみたとき視角換算にして約20°に相当することから、好条件下では2°の判別が可能とする松林<sup>6)</sup>の結果から判断して正常眼であれば十分判別可能な奥行き差であるとの理由からである。

しかし、フィールドテストとしての実際の深視力検査では、測定方法の理解もないままほとんど流れ作業的に行われることが多く、正しくその能

力が測定されているか疑問が残る。その一つが併列法による測定である。この測定法の欠点は応答した時点が値として採用されることである。流れ作業的に行われる測定では、測定法への被験者の誤解や無理解により不本意な応答が混入することは避けられない。また、中央桿が他動的に移動することによる反応の尚早、遅延といった要素が加わり、さらに中央桿の移動が手動であれば検者の手の動きをもとに判断するなどの要素もこれに加わる。

これらの要素をできるだけ排除し、正しくその能力を測定するためには、被験者自身により中央桿を移動するという方法が望ましいと考え、これを本研究では調整法と呼び、併列法との比較を試みた。結果は併列法に比較し、被験者間の平均値が小さくなり(図1)、また、バラツキが小さく(図2)なった。また、被験者個人の20回という変動においても、併列法に比較し、平均値(図3)、標準偏差(図4)とも有意に小さかった。さらに、これらの結果は2ヶ月おいての2回目の測定でも同様であった。したがって、調整法は併列法に比べ、誤差(mm)が少なく、かつ、バラツキの少ないデータが得られる測定法ということができよう。

この実験では併列法、調整法とも連続して20回測定している。これは連続測定における変動をみるためである。多人数を短時間で測定するには数回の測定とならざるを得ないが、図1、図2に示すように数回の測定でも調整法は併列法より誤差が小さく、バラツキが少ないことに変わりはない。

また、このような測定法で再現性が高いことが重要である。調整法の相関は0.62であり、有意な高い相関があったのに対し、併列法の相関は0.46であり調整法より低く、かつ有意ではなかった。したがって、調整法は併列法より再現性の高い測定法であるということができよう。

調整法による測定値が誤差が小さく、バラツキが少なく、かつ再現性が高くなるのは、中央桿を自身でコントロールすることにより不本意な応答を排除できるからと思われる。以上のことから、深視力の測定法として、併列法より調整法の方がふさわしいと考える。

瞬間法では中央桿が左右桿に対し、奥にあるか、併行か、手前にあるかという瞬間的な判断を調べた。結果は、「同じ」、つまり、併行であるという判断がもっとも正解率が低く約 50%である。これに対し、中央桿が前後している場合に判別しやすく、奥にある場合で約 80%、手前にある場合で約 90%の正解率である。この正解の順序と正解率は 1 回目、2 回目とも同じである (図 6)。

以上の結果は、奥行き (前後差) がある場合には瞬間的に判断が可能であるが、奥行きがない場合には瞬間的には判断がつけにくいことを示唆している。また、奥行きの判断には中央桿が手前にある方が奥にある場合よりも正解率が高い。これは中央桿が被験者に近いことによって、より奥行きが強調して感覚されるからではないかと思われる。

「同じ」、「手前」の判断の再現性は有意に高いが、「奥」の再現性は低かった。このことは「同じ」という判断は難しいため、また、「手前」の判断は易しいため、それぞれに再現性が高いためと思われる。

また、瞬間法は併列法とも調整法とも有意な相関がなかった。これは 1 回目、2 回目において共通である。つまり、このことは調整法で誤差が少ない被験者でも、瞬間法では誤りが多いこともあり、またその逆もあることを示唆するものである。少なくとも瞬間法に関わる要因と、併列法や調整法に関わる要因が違っている可能性を示唆するものである。

深視力の測定法として瞬間法がいいかどうかは更に検討が必要であろう。

## 5. 要約

より良い深視力測定法を検討するために、調整法と瞬間法を新たに考案した。従来の併列法と比較して以下の結論を得た。

1. 調整法による測定値は、併列法による測定値と較べ、誤差 (mm) が少なく、かつ、個人間、個人内においてもバラツキが小さくなる。
2. 調整法は併列法より再現性が高い。
3. 調整法は深視力の測定法として併列法より適していると思われる。

4. 瞬間法では、奥行きがある場合には判断が容易であるが、奥行きがない場合には正解率は低い。
5. 奥行きのある場合、中央桿が被験者に近い場合に正解率が高い。
6. 瞬間法では、判別が難しい場合と、容易な場合において再現性が高い。

## 文献

- 1) 小林紹泉：職業運転手の深径覚と事故の関連性およびその対策、日眼会誌、71、809-824、1967.
- 2) 山地良一、保倉賢造他：深視力の臨床 (1) 大手前病院における深視力外来患者の統計的観察、眼紀、35、2258-2262、1984.
- 3) 山地良一、保倉賢造他：深視力の臨床 (2) 手術によって深視力異常矯正に成功した症例について、眼科臨床医報、79、990-993、1985.
- 4) 山地良一：視機能からみた自動車・道路システムに関する研究 (3)、日眼会誌、75、1052-1055、1971.
- 5) 大塚 任、鹿野信一編：臨床眼科全書、眼機能 I、245、金原出版、東京、1969.
- 6) 松林綾太：深径覚の研究 (第 7 報) 深径覚の生理的範囲に就いて、日眼会誌、366-377、1938.

(受理 平成 8 年 3 月 19 日)