

高齢ドライバーの動体視力に関する実験的研究

長 濱 友 治*

An Experimental Study on the Kinetic Visual Acuity of Aged Drivers

Tomoharu Nagahama

Kinetic visual acuity is a very important visual function for drivers in running vehicles to recognize approaching objects straight toward them. In this study, we have made a comparative experimental study of the kinetic visual acuity of a group of aged drivers and that of a group of student drivers.

As a result of experiment, it was made clear that the kinetic visual acuity of the aged drivers' group (the average age was 70.3 years old) was 0.4, showing remarkable decline to the half of its static visual acuity, 0.8. Further, normal kinetic visual acuity obtained by two-dimensional judgement, using static visual acuity and kinetic visual acuity, is classified into five ranks, A~E, by evaluation. From the experiment, it was found that the percentage of unsatisfactory ranks (D+E) for the aged drivers' group was 67.9% and especially E rank, the most dangerous rank, occupied nearly 40%, showing worse result than expected in comparison with the result for students' group.

Finally, we processed the data, such as the difference in kinetic visual acuity of both group, etc., by using a series of inductive statistical techniques and showed experimental results quantitatively and clearly.

1. ま え が き

わが国は、急速に高齢化社会を迎えている。自動車社会においても高齢ドライバーの急増とともに、これらのドライバーが第1当事者（加害者）となる事故増加率が、最近10箇年の統計をみると他の年代層に比べて顕著に高い。警察庁においては、高齢ドライバー対策を重点課題として位置づけ、現在、具体的な施策の検討を行っている。著者は先に「高齢ドライバーに関する総合的研究」の一環としてDCIS-IVシステムによる運転適性に関する実験的研究を行い、その実態を

* 建設工学科 土木工学専攻

明らかにした¹⁾。結果的には、運転不適率が52%に達し憂慮すべき事態であった。この事は、高齢者の運転機能、知覚機能の衰えを定量的に明確に示したものである。

視点を変えて運転行動を分析すると、Man-Machine-Environmentの中で「認知」→「判断」→「操作」のフィードバックによって行われる。この内、「認知」は最も重要な行為であり、眼によって外部の情報を取り入れることである。すなわち、刻々と変化する運転環境の情報中、90%以上が眼によって得られるが、特に直線的に動く物を認知する動体視力の良否は事故発生に大きく関与していると考えられる。わが国では、鈴木博士が1960年代に動体視力計を試作し業績を残している²⁾。博士の死去後、計測機器の改良が進み、現在コーワAS-4C型が一部の運転適性検査機関に配置されているが検査データは機密とされ研究者に公開されていない。

本研究では、動体視力計（AS-4C型）を使用して高齢ドライバー群の動体視力を学生ドライバー群と対比して比較論的に研究を行い実態を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

被験者として対象としたのは、福井県警の協力を得て参加された腕自慢の65才以上の高齢ドライバー群28名（平均年齢70.3歳）と本学の学生ドライバー群68名（平均年齢20.8歳）である。動体視力の測定には、最新のコーワAS-4C型動体視力計（静止視力の測定も可能）を用いたが、本測定装置は移動プリズムが上下に移動し実際には前進、後退に見えミラーで調整されている。光学上の視標移動範囲は3m～50m、移動速度は30km/hである。この速度で近づく視標の切れ目の方向が見えたとき、ボタンを押すと視力値が得られるようになっている。

動体視力（両眼）は、5回測定し平均値を被験者の動体視力とした。なお、正規の動体視力の判定は、静止視力（両眼）との2次元で行われるので同時に静止視力（両眼）も測定したが、免許基準の0.7未満のサンプルは除外した。

写真-1は、高齢ドライバーの動体視力測定状況を示す。ここで測定手順について詳述すると、まず本体の側面にある動体視力スイッチを押すと視標の方向が自動的に設定され、光学上50mの位置から30km/hの速度で近接する。このとき動体視力値は、視標移動範囲によって1.6～0.1の間で変化する。このときの視標輝度は、500rlxである。被験者は、視標の切れ目の方向が確認された瞬間、ハンド式応答スイッチを押し切れ目の方向を答える。動体視力値は、本体側面の表示部に表示されこの値を判定カードに記録する。ここで注意すべきことは、被験者によって良い結果を得ようとして視標の切れ目の方向が確認不十分の状態で応答する場合である。よって誤答が3回続いたとき測定を中止し、注意を行った後、再検査する。



写真-1 高齢ドライバーの動体視力測定

なお、練習は2回のみとして本検査を実施する。これは、DCIS検査のときと同様、練習を繰り返すと馴れも生じ正確な値が得られないので特に注意を要すると考えられる。

3. 実験結果と推計学的処理

図-1は、全被験者の静止視力（学生○高齢者△）と動体視力（学生●高齢者▲）の差について各被験者ごとに表わしたものである。両群とも静止・動体の視力差にかなりの個人差がみられるとともに、測定動体視力値のみから危険とみられる視力値0.5以下の実態が明らかとなった。

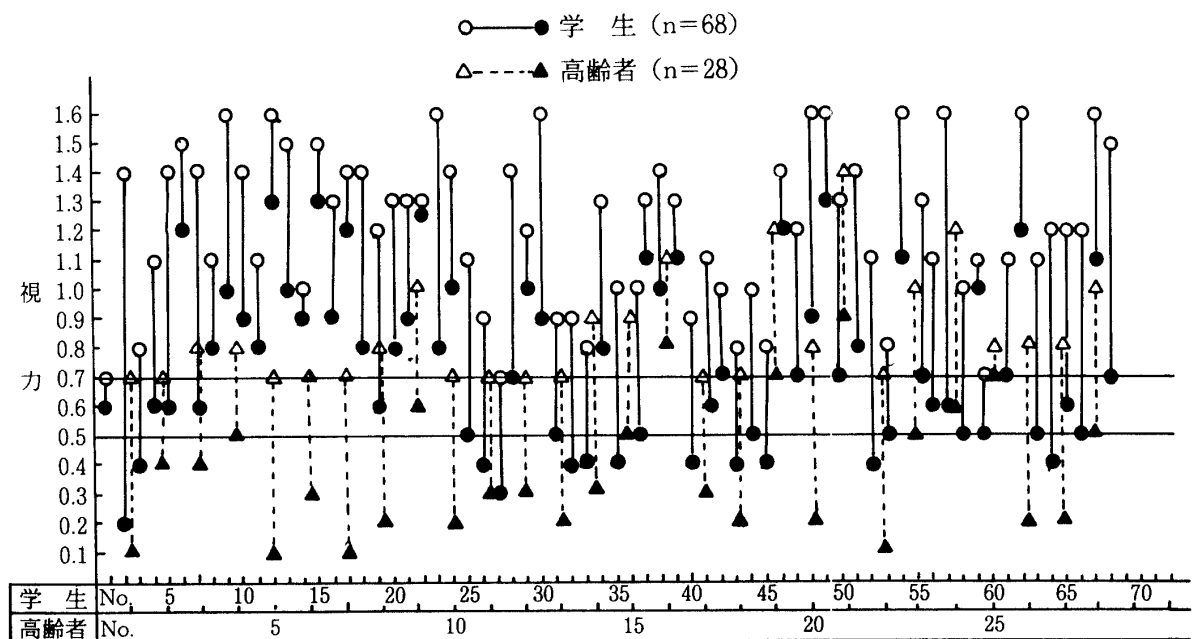


図-1 静止視力と動体視力の差

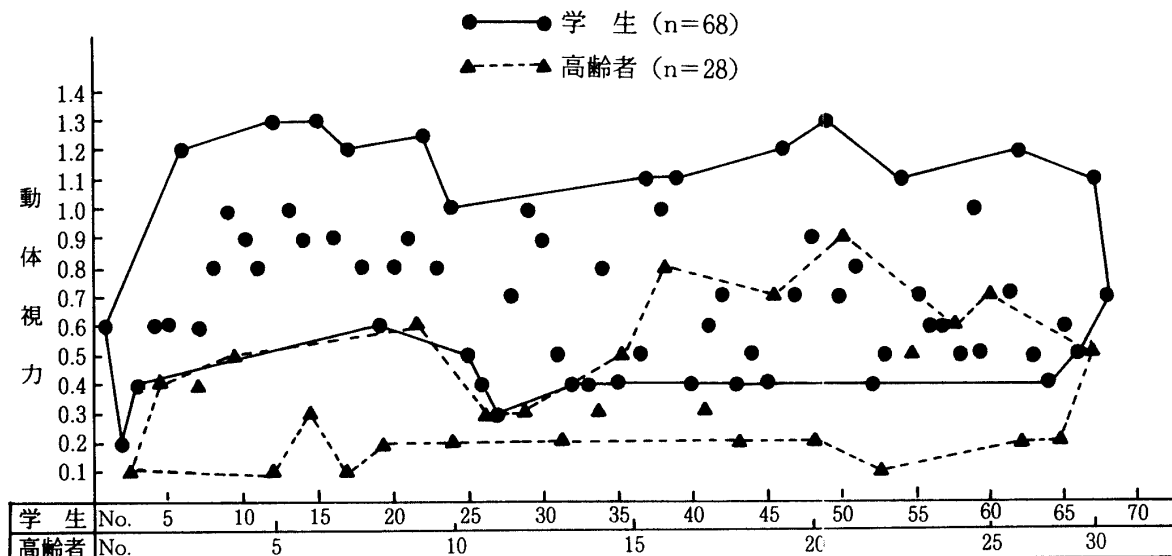


図-2 動体視力の分布比較

山地³⁾は、大阪府警におけるドライバーについて視覚機能から検討し、事故多発者群が正常者群と比較して、静止視力と動体視力の差が大きい者に多発者が多く、また、事故多発者群に動体視力0.5以下の人数の占める比率が大なることを実証している。

図-2は学生・高齢者の両群について動体視力の分布を比較したものであるが、高齢者群は低い領域の分布が顕著である。

表-1は、被験者
両群の検査結果の統計値を示したものである。この結果から
両群の視力の平均値
を比較すると高齢者

表-1 被験者(群)の静止・動体視力検査結果

区分 被験者	平均年齢 (歳)	サンプル数	静止視力 (平均値)	動体視力 (平均値)	標準偏差	不良率 (%)
学 生	20.8	68	1.2	0.8	0.264	26.5
高齢者	70.3	28	0.8	0.4	0.192	78.6

の動体視力は学生の1/2に過ぎず、また、静止視力に比べ動体視力の低下率は、高齢者が顕著に高い。さらに、その動体視力値0.4は、前述の事故多発者群の領域である。

次に、表-1の結果から推計学的処理⁴⁾を行うが、まず両群の動体視力の測定値をそれぞれ正規確率紙にプロットした結果、両群とも測定値は、正規分布しているものとみなせる。

(1) 両群の動体視力値の母平均における差の検定

まず両群の母分散に差があるか否かF検定を行った結果は次のとおりで差のないことが確認された。

$$F_0 = 0.575 < F(\phi_1 = 27, \phi_2 = 67, \alpha/2 = 0.005) = 2.22$$

よって、学生群： $\bar{x}_A = 0.8$ 、高齢者群： $\bar{x}_B = 0.4$ の差についてt検定を行った結果は

$$t_0 = 6.54 > t(\phi = 94, \alpha = 0.01) = 2.64$$

これより \bar{x}_A (学生群)が1%の高水準で \bar{x}_B (高齢者群)よりも大きいといえる。

(2) 両群の動体視力値0.5以下(不良率)の差の検定

学生群： P_A 、高齢者群： P_B とする。両群とも測定値は正規分布とみなせるので

$$|u_0| = 4.48 > u(\alpha = 0.01) = 2.33$$

この結果から P_B (高齢者群)が1%の高水準で大きいといえる。

(3) 両群の動体視力値の母平均区間推定

$$\text{上限値 } \mu_U = \bar{x} + u(\alpha) \cdot \sigma/\sqrt{n}$$

$$\text{下限値 } \mu_L = \bar{x} - u(\alpha) \cdot \sigma/\sqrt{n}$$

(a)学生群： $\mu_U = 0.86$, $\mu_L = 0.74$ (b)高齢者群： $\mu_U = 0.47$, $\mu_L = 0.33$ となる。

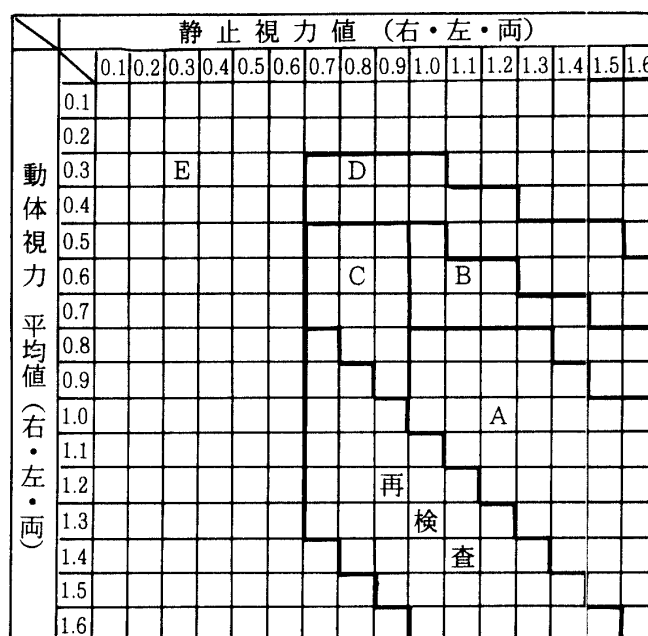
(4) 両群の動体視力値不良率の区間推定

F分布による推定法の結果、次の値を得た。

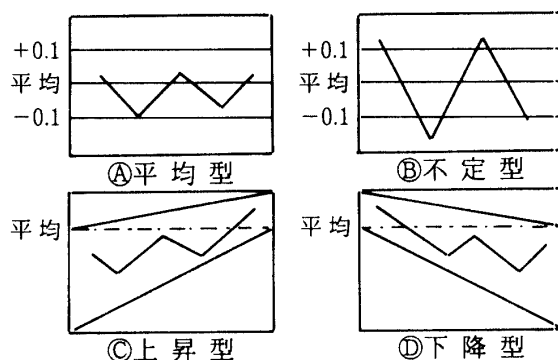
(a)学生群： $P_U = 0.388$, $P_L = 0.165$ (b)高齢者群： $P_U = 0.917$, $P_L = 0.589$

4. 動体視力の総合判定

図－3 の(a)図は、静止視力と動体視力の2次元による判定領域図を示す。



(a) 静止・動体視力の2次元による判定



(b) 動体視力のパターン判定

図－3 動体視力の判定図

A～Eの5段階にランク付けされた領域を表わしているが、A～Cは、運転適性として合格であるが、DおよびEは、要注意（不適性）である。鈴村ら⁵⁾は、動体視力の合理的判定法として静止視力と動体視力の視力差に着目し、多数の被験者について検討を行って標準値を定めている。

判定の基準としては、静止視力の1.0 (log) 以上、動体視力0.7 (log) 以上とし視力差0.3 (log) 以下とした。

判定例を示すと、静止視力1.0で動体視力0.8の場合、視力差0.2でA判定であるが、静止視力1.5もあるが動体視力0.7であり視力差0.8の場合は、D判定（要注意）となる。さらに、現行の

運転免許基準では、両眼の静止視力0.7以上となっているが、1.0以下の場合には、なんらかの眼の異常があるものとして、0.9～0.7では、C判定以下の低い判定となっている。

5段階A～Eの内容について特記すると次のとおりである。

(1) A判定

動体視力は特によく全く問題がない。動体に対する感覚が勝れている。ただし、高速運転や疲労時には視覚能力が低下することがあるので注意を要する。

(2) B判定

動体視力は普通で問題がない。動体に対する感覚は普通であるが、静止視力に比べ動体視力の低下が、やや強い。動体視力0.6以下の場合には、薄暮時などに低下するので注意を要する。

(3) C判定

動体視力は場合により問題がある。特に疲労時および夜間等に視覚能力の低下があるので慎重運転が必要である。

(4) D判定

要注意判定であり、動体視力に問題がありよくない。静止視力に比べ動体視力が、きわめて悪い場合である。運転行動において視覚による「認知」に誤りを生じる場合が多い。

(5) E判定

要注意判定であるが動体視力に問題があり特に悪い。視覚関係に問題があり、距離感覚、注意配分能力、夜間視力等が不良となり事故誘発の危険度が高い。

表－2は、図－3の(a)図による学生・高齢者群の判定結果の比較であり、両群のA～EランクおよびA+B（優良）とD+E（要注意）の分布実態が明らかとなった。両群の差は、きわめて大きく学生群の優良率が67.6%で過半数を占めているのに対象的に、高齢者群の要注意率が同様な比率(67.9%)で顕著に悪い。特に最悪のE判定が39.3%と、ほぼ4割に達していることは重大な結果と言わざるを得ない。

次に図－3の(b)図は、動体視力の5回測定によるパターン判定であるが、これは動体視力そのものと次元は異なるが、眼と全身疲労の有無の状態を知る手がかりとなる⁶⁾。

表－3は、両群のパターン判定の結果を示す。④平均型は、特に問題はなく両群とも過半数を占めている。他のパターンは、

表－2 動体視力判定結果

判定 被験者	A	B	C	D	E	A+B (優良)	D+E (要注意)
学 生 (n=68)	27 (39.7%)	19 (27.9%)	4 (5.9%)	17 (25.0%)	1 (1.5%)	46 (67.6%)	18 (26.5%)
高齢者 (n=28)	2 (7.1%)	5 (17.9%)	2 (7.1%)	8 (28.6%)	11 (39.3%)	7 (25.0%)	19 (67.9%)

表－3 動体視力のパターン判定 (単位：%)

判定 被験者	④ 型	③ 型	② 型	① 型
学 生	67.9	21.4	3.6	7.1
高齢者	52.9	30.9	7.4	8.8

疲労の存在が判定されるが、㉔上昇型は、動きに対する順応が不良のため軽い疲労が考えられるが問題は少ないとみられる。しかし、㉕不定型は、眼精疲労などの原因となる心身の病的状態の存在する場合が多く、きわめて注意を要する。両群とも高い比率を示しているが、特に高齢者群は、運転競技直後の心身疲労によるものと考えられ、病的状態とは考えにくい。㉖下降型は、動体視力値が平均値でよくても、眼、全身疲労の潜在している場合が多いと判定され注意を要する。結局、表-3のパターン判定結果は、両群が各型の比率において、ほぼ似た傾向を示しているのは興味深い。

5. 結 論

高齢ドライバーの急増とともに、事故の第1当事者となる比率が顕著に高くなり交通行政において重大な社会問題となっている。警察庁においても、平成9年10月30日より75歳以上の高齢ドライバーに対して、シルバーマークの使用を推奨するなど諸対策を行っているが特効的効果は難しい。人間は、老化とともに心身機能が低下し、これが運転能力に大きく影響するものと考えられるが、特に視覚能力の低下は外界の情報を取り込む上から最も重要である。

本研究では、「高齢ドライバー研究」の継続研究として視覚機能の内、最も重要な動体視力について実験、検討を行い最新情報を得た。すなわち平均的に70歳の高齢ドライバー群の動体視力(0.4)は静止視力(0.8)の1/2となり、学生ドライバー群と比較し、静止視力に対する動体視力の低下度が、きわめて大きい。また、「動体視力の判定」では、最も危険なE判定が約4割を占め、憂慮すべき事実が明らかとなった。しかし、個人差のあることも特記したい。

全国的見地から免許更新が、静止視力のみで判定が行われていることに問題がある。優良ドライバーであっても、すべての高齢者を対象として動体視力の検査を実施し、異常者に対する注意、警告が必要な時代を迎えていると思う。

なお、本研究では、直線的に動く物体の視覚能力kinetic visual acuity (KVA)について検討を行ったが、交通の場面においては、同時に左右に動く物体の視覚能力dynamic visual acuity (DVA)も重要であり、現在、測定機器の研究開発が進んでいる。

本研究にあたり、興和オブチメドK.Kの見永明也氏には、動体視力に関し貴重な討議を頂いた。さらに、積極的に参加された高齢ドライバーの方々、また、その機会を設けて頂いた福井県警の方々に、ともに厚く御礼を申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) 長濱友治：高齢ドライバーの運転適性に関する人間工学的研究，福井工業大学研究紀要 第22号，1992.
- 2) 例えば，鈴木昭弘：空間における動体視知覚の動揺と視覚適性の開発，日眼，75，1971.
- 3) 山地良一：自動車運転と眼，あたらしい眼科，Vol.2，No.8，1985.
- 4) 横井三郎 外3名：推計学入門演習，産業図書社，1966.
- 5) 鈴木昭弘 外2名：動体視力計による視覚適性検査法，1969.
- 6) 鈴木昭弘：動体視力，日医ニュース160号，1968.

(平成9年9月26日受理)