

## 単眼視が自動車運転パフォーマンスにおよぼす影響について

蒲山 順吉, 平松 類, 山口 幸寿  
植田 俊彦, 小出 良平

昭和大学眼科学教室

(平成 21 年 9 月 24 日受付)

**要旨**：単眼視と両眼視で先行車との車間距離のとり方にどのような相違があるかを，ドライビングシミュレーターを用いて検討した．対象は屈折異常の他には両眼視機能に異常のない自動車運転歴 5 年以上の 5 例（年齢平均  $32.0 \pm 7.1$  歳）とした．

自車の速度の増加に伴い，両眼視では 5 例ともに車間距離を保つことができた．単眼視では，3 例においては両眼視のときと同様に速度に応じて適切な車間距離を保って運転することができたが，2 例では，速度が上昇した時に適切に車間距離を保つことができなかった．単眼視では，速度の上昇による注意力の上昇のために有効視野が狭くなり，対象物との距離感を捉えることが困難になったことが原因の一つと考えられた．この実験結果から，高速道路など高い速度で運転する場面では，単眼視のドライバーによる運転には危険を伴う可能性があることが示唆された．

(日職災医誌, 58:116—119, 2010)

### —キーワード—

単眼視, 自動車運転, ドライビングシミュレーター

### はじめに

自動車運転時の情報はほとんどが視覚情報であり事故原因の 44% が知覚によるものとされている<sup>1)</sup>．しかし，高齢人口の増加と共に，視覚障害者は年々増加することが予想される．普通運転免許を取得または更新できる条件は，「両眼での矯正視力が 0.7 以上で，そのうち片眼の視力が 0.3 に満たない場合は他眼の水平視野が 150 度以上であること」(道路交通法規則第 23 条)と規定されている．すなわち一眼が失明しているドライバーでも，他眼の視力と視野が規定を満たせば運転免許の取得が可能であり，日常的に自動車を運転できるのである．

単眼視であっても安全に運転できるという報告<sup>2)</sup>がある．一方では，有効視野が減少するため自動車運転事故増加と相関するという報告もある<sup>3,4)</sup>．このような単眼視と自動車運転との関係は未だ十分な検討がなされていない．

そこで本研究では，単眼視と両眼視で先行車との車間距離のとり方にどのような相違があるかを，ドライビングシミュレーターで比較検討した．

### 方 法

#### 対象

自動車運転歴 5 年以上，屈折異常の他に眼科的に異常のない 5 例（25 歳から 43 歳：平均  $32.0 \pm 7.1$  歳）を対象とした．特に，眼位，眼球運動，立体視機能を含め両眼視機能に異常はない．実験手順は，最初に両眼視で 3 回練習後に測定を行い，60 分以上休憩した後に片眼を遮蔽した．遮蔽状態になれるために短くとも実験 10 分前には遮蔽した．片眼の場合も同様に 3 回練習後に，測定を行った．練習の測定結果は，被験者にはフィードバックしなかった．

#### 実験装置

実験装置にはドライビングシミュレーター（以下 DS と略）を用いた．DS は，スクリーン，乗用車を改造した実車とデータ収集やコンピュータグラフィクス（以下 CG と略）を制御するコンピュータから構成される．このコンピュータ制御により DS はドライバーの運転パフォーマンスと CG とが相互反応できるように警察庁科学警察研究所で開発されたものである．すでに，本 DS は西田ら<sup>5)</sup>によって，先行車との車間距離を保つタスクにおいて実際の運転と差がなくシミュレート可能であることが報告されている．正面 2m に 160 度の曲面スクリーンを

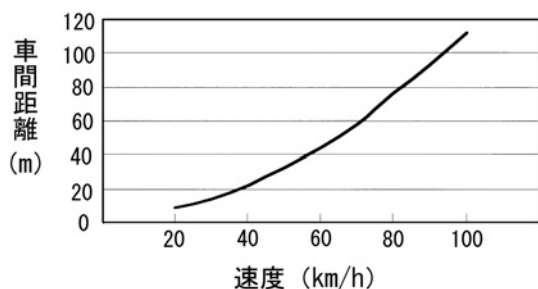


図1 推奨される速度と車間距離との関係：縦軸を自車と先行車との車間距離 (m)，横軸を自車の速度 (km/h) とし，推奨される速度と車間距離との関係を示す。

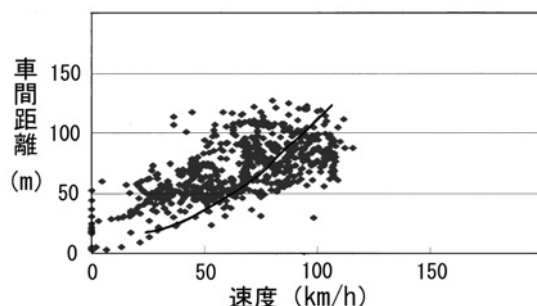


図3 単眼視での運転速度と車間距離 (被験者1)：縦軸を自車と先行車との車間距離 (m)，横軸を自車の速度 (km/h) とし，被験者1の単眼視での運転速度における車間距離の実測値をプロットし，図1のグラフと比較した。

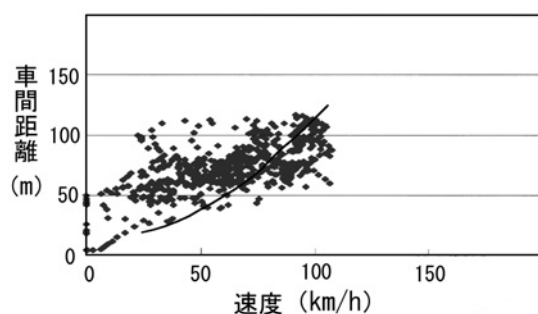


図2 両眼視での運転速度と車間距離：縦軸を自車と先行車との車間距離 (m)，横軸を自車の速度 (km/h) とし，両眼視での運転速度における車間距離の実測値をプロットし，図1のグラフと比較した。

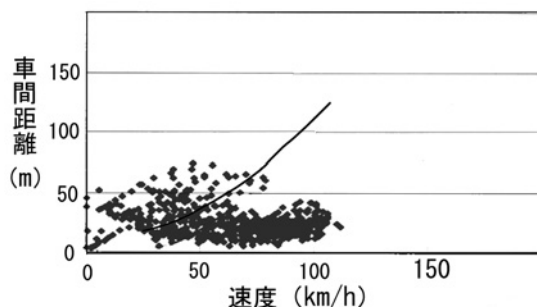


図4 単眼視での運転速度と車間距離 (被験者4)：縦軸を自車と先行車との車間距離 (m)，横軸を自車の速度 (km/h) とし，被験者4の単眼視での運転速度における車間距離の実測値をプロットし，図1のグラフと比較した。

設置してあり，3台のビデオプロジェクターから前景が投影される。バックミラーとサイドミラーは液晶モニターで同じく車外の風景が表示される。自車速度，車間距離，ハンドリング，ブレーキ，加速度，スタート地点からの距離をモニターすることができ，計測データはコンピュータに蓄積される。タスクとして，被験者は走行速度に応じた適切な車間距離をとりながら先行車を追走するように指示され，運転シミュレーションを行った。先行車のスピードは，プログラムに応じて時速50~100 km/hの間で任意に変化するよう設定されている。

## 結 果

### 両眼視の場合

5例全例において，自車の速度の増加に伴い車間距離を広げることができた。自車の速度が40km/hの時に平均車間距離が70mで，速度80km/hの時に84mとなった。これは，道路交通法で推奨される車間距離を満たしていた (図1, 2)。

### 単眼視の場合

3例 (被験者1, 2, 3) において，自車の速度が40km/hの時に，平均車間距離が56mで，速度80km/hの時に，平均87mとなり (図3)，両眼視のときと同様に速度に応じて適切な車間距離を保って運転することができた。しかし，1例 (被験者4) では，自車の速度が40km/hの時

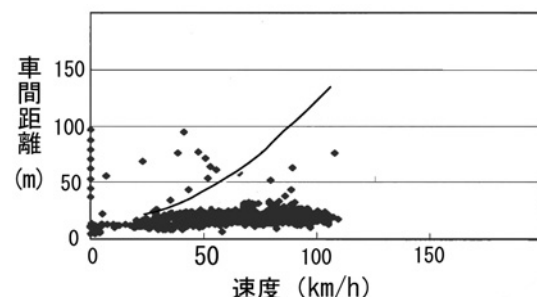


図5 単眼視での運転速度と車間距離 (被験者5)：縦軸を自車と先行車との車間距離 (m)，横軸を自車の速度 (km/h) とし，被験者5の単眼視での運転速度における車間距離の実測値をプロットし，図1のグラフと比較した。

に平均車間距離34mで，速度80km/hの時に20mとなり (図4)，速度と車間距離の間に一定の傾向は認められず，速度が上昇した時に適切に車間距離を広げることができなかった。他の1例 (被験者5) では，自車の速度が40km/hの時に平均車間距離16mで，速度80km/hの時に23mとなり (図5)，速度の上昇に関係なく，低い速度での車間距離を持続して走行を続けた。

## 考 察

走行速度に応じた適正な車間距離は，警視庁管内自動

車交通の指示事項<sup>6)</sup>、および普通自動車運転教本<sup>7)</sup>を参考にグラフにすると図1のような曲線になる。実験で得られた結果をこれと比較した。

両眼視で実験した場合には、5例とも、図1のグラフのように、速度に応じて適切な車間距離をとることができた。西田らが報告しているように、確かに本装置を使用して実際の運転と差がなく車間距離を保つことができた。それに対して単眼視の場合では、明らかに図1のグラフと異なり5例中2例が速度を上げた時に車間距離を適切に広げることができず、低い速度での車間距離と変わらないまま走行を続けた。この結果から、単眼視では両眼視と比較して、先行車との車間距離を速度に応じて適切に保持することができない可能性があることが示唆された。

距離感の認知に必要な因子の一つに両眼での立体視が挙げられる。人間は両眼視の際に生じる視差により対象物を立体的に捉えて遠近感を知覚し、対象物との距離を認知している。本装置では、スクリーンに投影された二次元のCG映像を見ているため、両眼であっても、単眼であっても立体視という点ではあまり関係ないと思われた。しかし、西田らの報告にあるように、本装置で先行車との車間距離を保つタスクにおいて実際の運転と差がなくシミュレート可能であった。立体視感覚には、両眼視差の他にも、移動速度や対象物の大きさ、質感、色、過去の経験や学習した知識などが複合的に関連しあって成り立っている。したがって、自動車運転時における車間距離の認知においては、必ずしも両眼視による立体視のみではないと考えられる。

視覚機能と自動車運転とは有効視野が最も関与していると種々の報告がある。有効視野とは、周辺視野のうち、認知に寄与する部分のことをいう。中心視すると同時に認知できる範囲であり、注視点の周りで比較的明確に意識される範囲である。有効視野には注意力が上がると深さが狭くなる関係がある<sup>8)</sup>といわれている。単眼視で速度が上昇した時に適切な車間距離を広げることができなかったのは、速度の上昇による注意力の上昇のために有効視野が狭くなり、対象物との距離を捉えることが困難になったことが原因の一つと考えられる。両眼視では単眼視に比べてももとの有効視野が広いため、速度の上昇により有効視野が狭窄しても距離の知覚に影響を及ぼさなかったと思われる。

今回の研究の問題点として、まずDSと実地での運転との違いが挙げられる。西田ら<sup>5)</sup>はこの実験で用いたDSが、先行車との車間距離を保つタスクにおいて実際の運転と差がないことを報告しているが、事故を起こすことへ危機感を考えれば、実地での運転とDSでの運転を容易に同等として扱うことはできない。そのため、実地運転での実験によってさらに検討を加えていくことが必要と考えられる。

次に、被験者に関して、単眼視を模擬した健康者と実際に一眼が失明した患者との違いも重要である。Lyneら<sup>9)</sup>の研究では、実際に一眼が失明した患者を被験者とし、実地での運転環境下において単眼視でも安全に運転できることを報告している。単眼視でも、対象物の相対的な大きさや質感などを手がかりに深度を推定し知覚することができ、運転においてその認識は問題なくできると考察されている。そのような患者は単眼視である期間が長く、その認識の精度は、健康者が単眼視を模擬するのに比べてより高いと考えられる。そのため、今回のわれわれの結果をそのような一眼が失明した患者に適用することは難しいと考えられる。

ただ、今回の実験結果を考慮すると、高速道路など高い速度で運転する場面では特に、単眼視のドライバーによる運転は危険を伴う可能性があることを示唆することができた。また、日常の眼科診療において、患者が片眼に眼帯をして帰宅するといった光景はよく見かけるが、そのような患者に自動車を運転して帰ることが安全ではないということを警告することができる。今後、さらに被験者を増やして統計学的な意義を高め、検討を加えていきたい。

## 文 献

- 1) Hills BL: Vision, visibility, and perception in driving. *Perception* 9: 183—216, 1980.
- 2) Johnson CA, Kelter JL: Incidence of visual field loss in 20,000 eyes and its relationship to driving performance. *Arch Ophthalmol* 101: 371—375, 1983.
- 3) Owsley C, Ball K, Sloane ME, et al: cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychol Aging* 6: 403—415, 1991.
- 4) Goode KT, Ball KK, Sloane M, et al: Field of view and other neurocognitive indicators of crash risk in older adults. *J Clin Psychol Med S* 5: 425—440, 1998.
- 5) Nishida Y: Driving Characteristics of the Elderly Based on Field Experiment and Simulator Experiment. *JSAE Spring Convention Proceedings* 15: 13—16, 1999.
- 6) 野下文生：執務資料 道路交通法解説。12訂版。道路交通執務研究会執務編。東京、東京法令出版、2002、pp 262—267.
- 7) 全日本交通安全協会編。警視庁交通局監修：交通の教則。2008年11月改訂版。東京、全日本交通安全協会、2008、pp 35—36.
- 8) Crundall D, Underwood G, Chapman P: Driving experience and functional field of view. *Perception* 28: 1075—1087, 1999.
- 9) Racette L, Casson EJ: The Impact of Visual Field Loss on Driving Performance: Evidence From On-Road Driving Assessments. *Optometry and Vision Science* 82 (8): 668—674, 2005.

**Reprint request:**

Junkichi Kabayama  
 Department of Ophthalmology, Showa University School of  
 Medicine, 5-8, Hatanodai 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo-to,  
 142-8666, Japan

**The Influence That Monocular Vision Gives to Driving Performance**

Junkichi Kabayama, Rui Hiramatsu, Yukihiisa Yamaguchi, Toshihiko Ueda and Ryohei Koide  
 Department of Ophthalmology, Showa University School of Medicine

Using a driving simulator, we investigated whether there are differences in the way the distance from a vehicle ahead is perceived with monocular vision or binocular vision. Subjects were 5 individuals (mean age of  $32.0 \pm 7.1$  years) with at least 5 years of driving experience with no abnormalities in binocular vision other than ametropia.

With binocular vision, all 5 subjects were able to maintain the distance between vehicles in accordance with an increase in vehicle speed. With monocular vision, 3 subjects were able to maintain an appropriate distance between vehicles in accordance with speed as they did with binocular vision, but 2 subjects were not able to appropriately increase the distance between vehicles when the speed increased. With monocular vision, the effective visual field narrows as a result of increased alertness due to an increase in speed, and this may cause difficulty with the sense of distance from an object. Results of this experiment suggested that a driver with monocular vision may present a risk when driving at high speeds, such as on highway.

(JJOMT, 58: 116—119, 2010)