

## ドライバの視覚認知能力と個人特性に関する研究

日大生産工(院) ○野澤 郁丸 日大生産工 栗谷川 幸代  
日大生産工 石橋 基範 日大生産工 景山 一郎

### 1 緒言

運転時に必要な情報の9割は視覚から得られている<sup>(1)</sup>と言われており、交通事故の対策として視覚認知を支援する技術の開発が進められている。現在の支援技術はドライバの平均特性をベースとして開発されており、個人ごとに特性が異なるドライバ全員への適合は難しく、適合できないドライバは支援技術との間にミスマッチが生じ、事故へと繋がる危険な状況に陥ると考えられる。対策として個人に合わせた運転支援が挙げられるが、個人に合わせるためにはドライバの視覚認知能力の評価方法が必要となる。本研究では視覚認知能力評価を目的とし、評価に必要な個人特性の計測及び特性相互の関係性を検討した。

### 2 高齢者の視機能と特性

交通事故の多くはドライバの一連の運転行動の誤り、不完全性に依存し<sup>(2)</sup>、特に視覚認知エラーに起因するものが多い<sup>(3)</sup>。高齢者では「安全不確認」の占める割合が高く、先行研究では加齢による視覚機能の低下が報告されているが<sup>(4)</sup>、一方で高齢ドライバは視覚機能の低下に適応して補償的な行動をとり、リスクを避けるとの報告もある<sup>(5)</sup>。これより、通常は視覚機能の低下による危険状況は顕在化しないが、補償行動を取りにくい状況下では視覚機能がさらに低下して、危険な状況に陥ると仮説化した(図1)。また、低下の自覚が出来ないことから適応が難しく、補償行動を取りづらい視覚機能を問題視し、加齢による低下が少なく、負担による低下が大きい視覚機能が事故の原因となりえると考えた。

石橋らは、眼球運動と動体視力の視覚機能に着目し、タスクによる精神負担と注意特性の影響を検討した<sup>(6)</sup>。その結果、眼球運動が両者の相互影響を受ける可能性と、その影響が個人の特性により異なることが示唆されている。個人に合わせた運転支援の実現には、単純な視覚

機能だけでなく個人の特性の理解が不可欠であり、多角的な視点からのアプローチが重要となる。

そこで、筆者らは運転中に起こりうる精神的負担を模擬し、合わせて視覚機能の計測を行った。本報告では加齢や精神的負担が視覚機能の低下に及ぼす影響と、個人特性との関係性を明らかにし、補償行動から見た支援の在り方を示すことを目的とする。

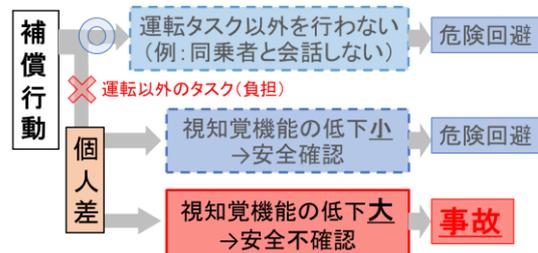


Fig.1 高齢者の視覚認知に関する仮説図

### 3 実験方法

#### 3.1 実験参加者

普通自動車免許を有する20歳代若年者17名(男性17名,平均22.9歳)と60~70歳代の高齢者15名(男性8名,女性7名,平均68.6歳)の計32名とした。本研究は日本大学生産工学部「人を対象とする研究倫理審査委員会」の承認(S2015-014)を得て実施した。

#### 3.2 視覚機能計測

PC用ソフトウェア Visual Training System(以下, VTS)を使用して以下の項目を計測した。

- (1) 奥行き方向の動体視力 (KVA) : 立体視用メガネを着用し、近づいてくるランドルト環の切れ目の向きがわかったらキー押しで反応して口答する。
- (2) 横方向の動体視力 (DVA) : 横方向に移動するランドルト環の切れ目の向きを口答する。
- (3) 眼球運動 (OMS) : 画面上に不規則に緑

A study on the relationship between visual perceptual ability and individual characteristics of the driver

Ikumaru NOZAWA, Yukiyo KURIYAGAWA  
Motonori ISHIBASHI, Ichiro KAGEYAMA

と黄色の点が 50 回現れ(表示時間 0.67s), 頭部固定で眼だけで追跡し黄色点にキー押して反応する. 指標は「黄色点の見逃し」と「黄色点の見逃し+緑色点への誤反応」である.

(4) 瞬間視 (VRT) : 画面上に 6 桁数字が一瞬表示(表示時間 0.1s)され, 数字を紙に書き取る.

以上の視知覚機能課題に併せて, 次節にて述べる精神的負担課題を実験参加者に課した. 視知覚機能計測課題の概要図を図 2 に示す.

### 3.3 精神的負担課題

Text-To-Speech (TTS) のソフトを用いた.

- (1) 質問課題 : 運転中のハンズフリー通話を模擬して, 一義的に答えが決まらない身近な質問に口答する. 質問間の間隔は 3.75s とした.
- (2) N-back 課題 : 電話番号等のカーナビ入力における一時記憶を模擬して, 1 から 9 の数字がランダムに読み上げられ(3.5s 間隔), その数字の 1 つ前の数字を復唱する.

### 3.4 実験手順

実験参加者は, 視知覚機能計測および精神的負担課題をそれぞれ練習した上で, 視知覚機能計測(以下, BL:baseline), 視知覚機能計測に質問課題を加えたもの(以下, 質問課題付), N-back 課題を加えたもの(以下, N-Back 課題付)を実施した. なお, 質問課題付および N-Back 課題付では視知覚機能計測と精神的負担課題でそれぞれの優先度は示さずにこれらを両立して遂行するように教示した.

### 3.5 取得データと解析方法

- (1) 視知覚機能 : 前述の通り.
- (2) 主観評価 : 試行ごとに負担感, 切迫感, 努力, 緊張の感じ方を「ない」, 「少し」, 「わりと」, 「非常に」とその間を含めて 7 段階で評価させた.
- (3) 個人特性 : 日常生活の中での注意の働きを個人特性として調査するため, 篠原らが開発した日常的注意経験質問紙(以下, EAEQ) <sup>7)</sup> を使用した. また, 運転スタイルや負担感受性との関係性を調査するため, 石橋らが開発した運転スタイルチェックシート (以下, DSQ) と運転負担感受性チェックシート (以下, WSQ) <sup>8)</sup> を使用した.

解析にあたり統計的検定にはノンパラメトリック法を採用して, 群間の検定には Mann-Whitney 検定を, 条件間の検定には Wilcoxon 検定を用いた.

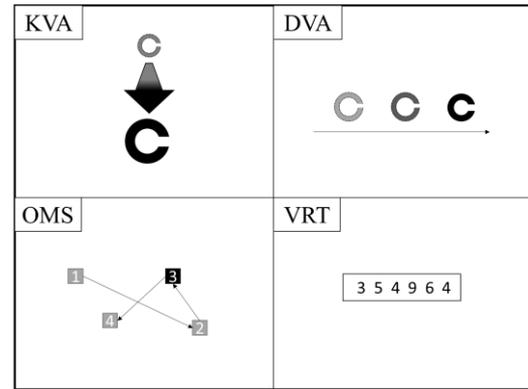


Fig.2 視知覚機能計測課題の概要

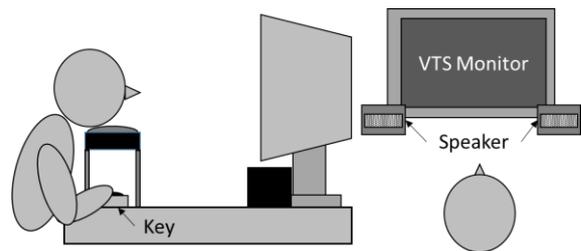


Fig.3 実験環境の概略図

## 4 実験結果

### 4.1 加齢による視知覚機能への影響

高齢者の各視知覚機能BLと若年者BLの比較結果を表1に示す. 表1より, 高齢者は若年者よりも全般的に視知覚機能が低い傾向が見られる. 差が見られた二種動体視力, 及び瞬間視のような視野中での処理に関して低下し, 眼球運動のような眼の動作に差が生じないことから, 眼球運動のような外眼筋を用いる眼を動かすという能力に関しては加齢の影響が少なく, 視界内の認知に関する分解能や処理能力が加齢により低下しているのだと考えられる.

### 4.2 負担による視知覚機能への影響

若年者BLと若年者の精神的負担課題付加時の比較を表2に, 高齢者BLと高齢者の精神的負担課題付加時の比較を表3にそれぞれ示す. 若年者は負担によって低下した指標が少なく, 高齢者は全ての指標で低下している. また, 眼球運動の成績はBLでは若年者との間に成績差が有意に見られなかったが, 負担により若年者より大きく低下する傾向が見取れる. このことから, 補償行動に基づく仮説より, 眼球運動に注目して検討を進めた.

### 4.3 眼球運動と個人特性の関係性

精神的負担課題の付加によって眼球運動成績(見逃し・誤反応数の総和)の低下の程度が小さい群(L群)と大きい群(H群)に高齢者を分けた.

群分けの閾値には、質問・nバック課題共に偶発的な低下ではないと考えられる4回を採用した。群分け後の精神的負担課題の成績、主観評価負担、EAEQ-認知制御能力を図4に示す。

質問課題付について、図4-1(a)より質問課題の回答率に群間で有意差はなく、図4-1(b)(c)より主観評価負担及びEAEQ-認知制御能力に有意差が見られ、いずれもH群が高い。図4-1(b)より、眼球運動と質問課題を両立させる上で、H群はL群に比べて、眼球運動と質問課題へのリソース配分がバランスよく行えず、負担が高くなった可能性が推察される。図4-1(c)より、H群はL群に比べて、日常生活における認知制御能力の自己評価が高いことがわかる。そのため、質問課題が眼球運動計測に付加されても、認知制御能力の自己評価が高いH群は、これらの両立を負担感が高い状況でも行えると過信したために、眼球運動成績の低下が顕在化してしまったものと推察される。

N-Back 課題付について、図4-2(a)よりN-Back課題の正答率に群間で有意差が見られ、図4-2(b)(c)より主観評価負担及びEAEQ-認知制御能力に有意差は見られなかった。これより、眼球運動とN-Back課題を両立させる上で、眼球運動とN-Back課題へのリソース配分が両群で同様に行われたため負担感に有意差が見られなかったものと推察される。

#### 4.4 眼球運動の成績による支援方針の考察

支援の在り方を検討するため、高齢者の実験参加者について、精神的負担課題遂行時の成績からどのような種類の負担に対して眼球運動機能の低下が生じがちか特徴づけを試みる。両負担で成績低下が小さかった群をLL群、両負担で成績低下が大きかった群をHH群、質問課題付のみ低下が大きかった群をHL群、N-Back課題付のみ低下が大きかった群をLH群とし、4群に分けた(図5)。

支援の在り方として、例えば、事故件数の多い交差点進入時の支援を想定するとき、LH群はナビ操作のような一時記憶を付加することで眼球運動を用いた認知の機能が低下するため、進入直前や右左折時等の直前の情報支援を行うことが有効であると考えられる。

逆にHL群のようなLH群と反対の特性を持つドライバには、直前の支援でなく時間的に余裕を持った支援を行い、記憶させたまま進入させるような試みが有効であると考えられる。このように特性による支援方法を行い、個人に合わせた支援を行うことで負担の少ない運転へつながると考えられる。4群に分けたのち、各群の特性を検討する。

Tab.1 加齢の視知覚機能への影響

高齢者BL	解析項目	若年者BL比較	
		成績	検定
KVA	回答距離	<	**
	誤答数	<	n.s
DVA	回答最高速度	<	*
	正答率	<	*
OMS	黄色視標見逃し	<	n.s
	見逃し・誤反応総数	>	n.s
VRT	総正解数	<	*

n.s: 非有意, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01

Tab.2 負担の若年者視知覚機能への影響

若年者	解析項目	質問課題比較		N-back課題比較	
		成績	有意差	成績	有意差
KVA	回答距離	>	**	>	**
	誤答数	>	n.s	>	n.s
DVA	回答最高速度	=	n.s	>	n.s
	正答率	>	n.s	>	n.s
OMS	黄色視標見逃し	>	n.s	>	n.s
	見逃し・誤反応総数	>	n.s	>	*
VRT	総正解数	>	n.s	>	*

n.s: 非有意, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01

Tab.3 負担の高齢者視知覚機能への影響

高齢者	解析項目	質問課題比較		N-back課題比較	
		成績	有意差	成績	有意差
KVA	回答距離	>	*	>	*
	誤答数	>	**	>	*
DVA	回答最高速度	>	**	>	*
	正答率	>	**	>	**
OMS	黄色視標見逃し	>	**	>	**
	見逃し・誤反応総数	>	**	>	**
VRT	総正解数	>	*	>	*

n.s: 非有意, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01

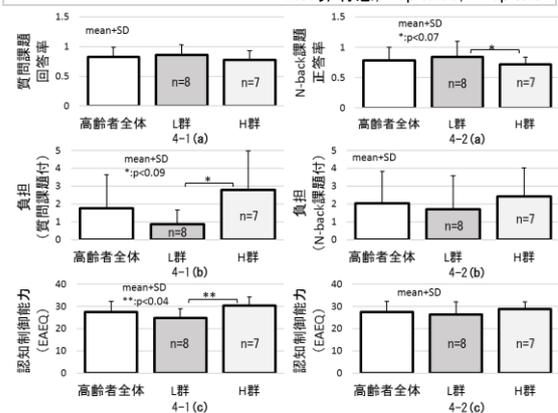


Fig.4 眼球運動と個人特性の関係

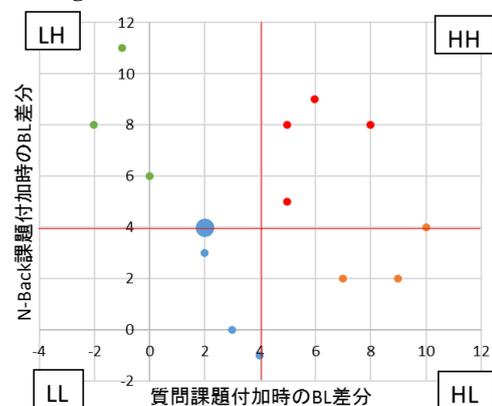


Fig.5 眼球運動成績による群の細分化

#### 4.5 群間の個人特性の比較

各群の二重課題の種類による成績の差を群の特性の差と関連付け整理すべく、先行研究の平均及び標準偏差<sup>(8)(9)</sup>より、平均±0.5SD以内であれば0、+0.5SD以上であれば+0.5、+1SD以上であれば+1、その反対を-0.5、-1として表4にまとめた。

LL群の他群の違いとして、EAEQの認知制御能力、DSQにおける運転スキルに自信がない傾向が見て取れる。LL群は自己評価が低く、日頃の運転から注意のリソース配分を行えており、精神的負担による眼球運動の機能低下を抑えることが出来たのだと考えられる。HH群は認知制御能力や運転スキルに自信があり、リソース配分に工夫をする等の戦略を取らなかったと考えられる。HL群は運転への集中阻害に対する負担を感じやすいと考えたが特徴的な値は見られず、DSQの不安定な運転傾向が低いことから悩みや会話等の思考課題の付加により集中できなくなる自覚が少ない可能性が考えられる。LH群はWSQの経路把握や探索にて負担を感じやすいと考えたが、HL群同様傾向は見られなかった。

機能低下が起こった三群に関して、運転や認知制御能力の自己評価が高い傾向にあり、眼球運動成績から推察される機能低下場面に対する自覚が少ない傾向が見られ、そのためLL群とは異なり課題遂行時にリソース配分等の工夫を行わなかったと推測される。

#### 5 結言

将来的な高次運転支援に向け、高齢者の補償行動に着目し視知覚機能と個人特性の関係性を検討し、以下の実験結果と考察を示した。

- ・加齢により動体視力や瞬間視の機能が低下したが、眼球運動には加齢の影響は見られなかった。

- ・若年者よりも高齢者の方が精神的負担による視知覚機能の低下は顕在化し、特に眼球運動で大きく低下する傾向が見られた。

- ・質問課題を付加し、負担感が高まり眼球運動が機能低下する高齢者は、認知制御能力の自己評価が高い傾向にあった。

- ・眼球運動の低下度合いと低下した精神的負担の種類から群分けを行い、群ごとへの支援の在り方を示した。

- ・各群の特性の検討より、低下に起因する可能性がある個人特性を示した。

今後は、眼球運動をより高分解能で計測し、負担のない状態での眼球運動に年齢差がない

ことの確認と、この結果の妥当性を確認する必要がある。

なお本研究は、日本大学学術研究助成金(総合研究：総15-006)の一部として実施された。

Tab.4 群間の特性の差

		LL (n=5)	HH (n=4)	HL (n=3)	LH (n=3)
EAEQ	認知制御能力	0	+1	+1	+0.5
	注意転導傾向	-1	0	-1	-0.5
DSQ	運転スキルへの自信の有無	-0.5	+1	0	+1
	几帳面な運転傾向	-0.5	+1	-1	0
	信号に対する事前準備的な運転	0	-0.5	-0.5	+0.5
	不安定な運転傾向	+1	0	-1	0
WSQ	交通状況把握	0	0	-0.5	-0.5
	運転への集中阻害	0	0	0	-0.5
	経路把握や探索	0	+0.5	-0.5	0

#### 参考文献

- 1) Hartman.E, Driver vision requirements, Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series, 700392, pp.629-630(1970)
- 2) 土居俊一, 特別寄稿 ドライバ特性を踏まえた運転支援, デンソーテクニカルレビュー, 12,(1) (2007)
- 3) 警視庁, 統計-平成 27 年における交通事故の発生状況 (2016)
- 4) Burg.A, Visual acuity as measured by dynamic and static tests, Journal of Applied Psychology, 50(6), pp.460-466 (1966)
- 5) 佐藤稔久他, 認知的・身体的機能の変化に適応した高齢ドライバーの対処行動の分析, 自動車技術会論文集, 38(4), pp.209-214 (2007)
- 6) 石橋基範他, タスクの精神的負担と個人の注意の特性が眼球運動と動体視力に及ぼす影響, 自動車技術会論文集, 40(2), pp.573-578 (2009),
- 7) 篠原一光他, 日常生活における注意経験と主観的メンタルワークロードの個人差, 人間工学, 43(4), pp.201-211(2007)
- 8) 石橋基範, 自動車運転者の個人特性評価に基づく反応理解手法に関する研究, 香川大学博士論文(2009)
- 9) 大阪大学人間科学部, 32項目版 日常的注意経験質問紙について(2010)