加齢と精神的負担が自動車運転での安全確認に必要な視知覚機能に及ぼす影響

○野澤 郁丸（日本大学大学院）

栗谷川 幸代、石橋 基範、伊藤 加尉（日本大学）

Effect of aging and mental workload on visual perception function for driving behavior

Ikumaru NOZAWA (Nihon University Graduate School),

Yukiyo KURIYAGAWA, Motonori ISHIBASHI, Kai ITO (Nihon University)

1. はじめに

日本における自動車の交通事故原因として、安全運転義務違反が高い割合を占めている。安全運転義務違反の内訳は視覚認知エラーに起因するものが多く、特に高齢者では「安全不確認」が占める割合が高い。先行研究では加齢による視知覚機能の低下が報告されている⁽¹⁾が、一方で高齢ドライバーは視知覚機能の低下に適応して補償行動を取りリスクを避けるとの報告もある⁽²⁾。これより、通常は視知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知覚機能がさらに低下して、危険状況に陥る可能性が高まると仮説化した。

そこで本研究では、運転中に起こりうる精神的負担を模擬して、精神的負担の感じ方による視知覚機能の低下、また精神的負担により視知覚機能が低下しやすい個人特性を検討した。

2. 実験概要

2.1 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」の承認を得て実施した。

2.2 視知覚機能計測

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(図1)。

- (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で反応する。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。

Fig. 1 視知覚機能計測課題の概要

2.3 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。

2.4 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)の順番で実施した。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。

2.5 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)⁽³⁾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。

3. 結果と考察

3.1 視知覚機能に対する加齢と精神的負担の影響

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く、精神的負担課題の付加によって視知覚機能は全ての指標で低下した。特にOMSでは精神的負担の付加による低下が顕著であった。

3.2 質問課題による眼球運動への影響

質問課題の付加によるOMS成績(見逃し・誤反応数)の低下の程度が小さい群(以下、L群)と低下の程度が大きい群(以下、H群)に高齢者を分けた。低下の程度とは、質問課題の成績からBLの成績を引いたもので、ここでは4回以下をL群とした。

図2-1(a)より、質問課題の回答率に群間で有意差はない。図2-1(b)より、質問課題の負担感H群に比べてL群が高い。これより、OMSと質問課題を両立させる上で、H群はL群に比べて、OMSと質問課題へのリソース配分がバランスよく行えていなかった可能性が推察される。図2-1(c)の各群の認知制御能力の結果より、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OMS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行おうとしたために、OMS成績の低下が顕在化したものと推察される。

3.3 N-Back課題による眼球運動への影響

N-Back課題の付加によるOMS成績(見逃し・誤反応数)の低下の程度が小さい群(以下、L群)と低下の程度が大きい群(以下、H群)に高齢者を分けた。低下の程度は前述の質問課題と同様に算出し、ここでは4回以下をL群とした。

図2-2(a)より、N-Back課題の正答率はH群に比べてL群が高い。図2-2(b)より、N-Back課題の負担感は群間で有意差はない。これより、OMSとN-Back課題を両立させる上で、OMS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。図2-2(c)の各群の認知制御能力の結果でも、群間で有意差は見られなかった。

4. おわりに

質問課題付では複合課題に対する負担感が高いとOMS成績の低下が顕在化し、このような傾向にあるのは認知制御能力の自己評価が高い高齢者群であることが示唆された。一方、N-Back課題付は質問課題付の結果の傾向とは異なっていた。質問課題が思考課題であるのに対してN-Back課題は作業記憶課題であるための違いと思われ、今後は作業記憶能力等との関連性を検討する予定である。

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。

Table1 加齢と精神的負担の視知覚機能への影響

	解析項目	vs若年者BL 成績	検定	vs質問課題付 成績	検定	vsN-back課題付 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

Fig. 2 OMS成績低下度合と負担感および認知特性

参考文献

- 1) Burg, A: "Visual acuity as measured by dynamic and static tests", Journal of Applied Psychology, 50(6), pp. 460-466 (1966)
- 2) 佐藤ら: "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)
- 3) 篠原ら: "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)