

模擬運転テストにおける高齢者の 手掌部発汗・ブレーキ応答特性

岩波 潤¹ 小林正義¹ 佐賀里昭¹ 百瀬英哉² 大橋俊夫³

¹ 信州大学医学部保健学科、² 株式会社スキノス、

³ 信州大学医学部メディカル・ヘルスイノベーション講座

はじめに

高齢者の自動車運転事故が増加しており、運転能力の適性評価が求められている。運転能力の包括的評価として実車前評価（高次脳機能評価、ドライビングシミュレーター等）と実車による路上運転評価が実施されているが、運転可否の判定基準は確立されておらず、運転リハビリテーションの現場では判断に苦慮することが多い。

自動車運転認知行動評価装置（特許第5366248号）¹⁾は、あらかじめ撮影した運転映像をモニターに提示し、被検者に映像の動きに合わせて模擬運転を行わせ、ハンドル、アクセル、ブレーキの操作反応と、危険認知（Hazard perception）によって生じる手掌部発汗反応（Palmar sweating response：PSR）と皮膚電位反射（Skin Potential Reflex：SPR）を評価するもので、現在我々は模擬運転テストの開発に向けて検討を進めている。本研究の目的は、模擬運転テストの危険場面と危険予測場面におけるブレーキ操作、手掌部発汗、皮膚電位反射の応答を高齢者と若年者で比較検討することである。

対象と方法

研究参加に同意の得られた健常高齢ドライバー 30 名（男性 14 名、女性 16 名、平均年齢 69.6 ± 5.8 歳）と健常若年者 32 名（男性 9 名、女性 23 名、平均年齢 21.5 ± 3.2 歳）を対象とした。

常温環境下で被験者に模擬運転テストを行い、ブレーキ、アクセル、ハンドルの操作反応を、発汗計 SKN-2000 と皮膚電位計 SPN-01（SKINOS）の出力信号とともに A/D 変換し、記録用 PC に取り込み解析し

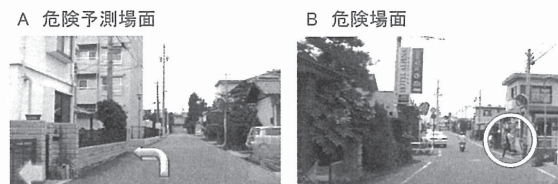


図1 危険予測場面と危険場面
A は細い丁字路を左折する場面、B は人が突然飛び出してくる場面

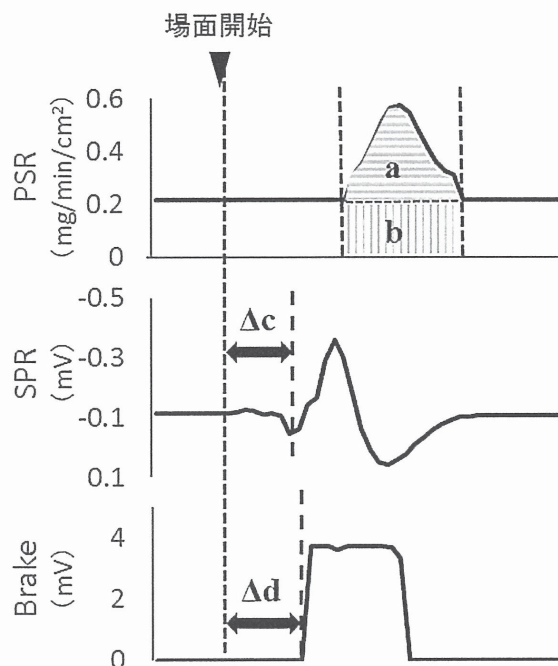


図2 反応性発汗量と SPR・ブレーキ潜時の計測方法
a：反応性発汗量 b：基礎発汗量 a + b=総発汗量
Δ c：SPR の潜時 Δ d：ブレーキ潜時

た。

運転映像は住宅地を走行する映像（約 5 分）を用い、見通しの悪い丁字路を左折する場面を“危険予測場面”、路上に人が飛び出す場面を“危険場面”と定義し（図 1）、ブレーキと SPR の潜時、手掌部発汗反応を分析した。ブレーキと SPR の潜時は、丁字路左折前に減速が始まる時点、人が飛び出した時点から、それぞれの応答波形が立ち上がるまでの時間

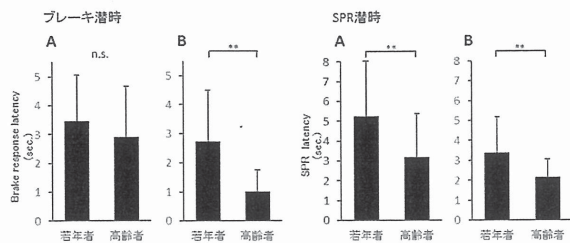


図3 ブレーキ潜時とSPR潜時の比較
A：危険予測場面、B：危険場面、若年者 ($n = 32$)、高齢者 ($n = 30$) Mean \pm SD, Student's t -test ** $p < .01$

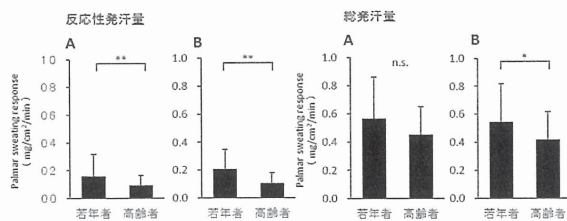


図4 反応性発汗量と総発汗量の比較
A：危険予測場面、B：危険場面、若年者 ($n = 32$)、高齢者 ($n = 30$) Mean \pm SD, Student's t -test ** $p < .01$ * $p < .05$

を計測した。手掌部発汗は場面提示後に生じた反応性発汗量と総発汗量を5求め(図2)、これらのパラメータを高齢者と若年者で比較した。統計解析にはStudent's t -testを用い有意水準は5%未満とした。また、両場面の応答を対応のある t 検定で比較した。本研究は信州大学医学部医倫理審査会の承認を得た。

結 果

ブレーキ潜時(平均 \pm 標準偏差)は危険予測場面では若年者群 3.5 ± 1.6 秒、高齢者群 2.9 ± 1.8 秒で有意差を認めなかったが、危険場面では若年者群 2.7 ± 1.8 秒、高齢者群 1.0 ± 0.7 秒で高齢者の応答が有意に速かった($p < .01$)(図3)。SPR潜時は危険予測場面では若年者群 5.3 ± 2.9 秒、高齢者群 3.2 ± 2.2 秒、危険場面では若年者群 3.4 ± 1.8 秒、高齢者群 2.2 ± 0.9 秒で、両場面でも高齢者群の応答が有意に速かった($p < .01$)(図3)。

反応性変化量($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{min}$)は危険予測場面では若年者群 0.16 ± 0.15 、高齢者群 0.1 ± 0.1 、危険場面では若年者群 0.21 ± 0.1 、高齢者群 0.1 ± 0.1 で、両場面ともに高齢者で反応量が少なかった($p < .01$)(図4)。また、総発汗量も高齢者で少ない傾向がみられ、

危険場面では有意差がみられた($p < .05$)。

危険予測場面と危険場面の比較では、若年者群、高齢者群ともに、ブレーキとSPRの潜時は危険場面で有意に短かった($p < .01$)。また、PSR変化量は、若年者群、高齢者群ともに両場面間で有意差はなかった。

考 察

危険予測場面、危険場面ともにブレーキとSPRの応答は若年者と比較し高齢者で速い傾向がみられた。一般に認知処理速度と視覚探索能力は若年者が優位とされるが²⁾、自動車運転時の危険予測能力に関する先行研究では、熟年ドライバーは若年ドライバーより危険予測反応速度が速いことが報告されている^{3),4)}。本研究の結果はこれらの先行研究を支持しており、運転経験の差が危険認知とブレーキ操作のタイミングに影響した可能性が示唆される。

危険予測場面と危険場面の手掌部発汗量は、反応性発汗量、総発汗量ともに高齢者が若年者より少なかった。手掌部発汗は精神的緊張などの情動変化で生じるが、高齢者ではエクリン汗腺の機能低下⁵⁾や皮膚性状の変化などにより低下するとされ、高齢者の発汗低下にはこれらの加齢変化が影響していると思われる。

危険予測場面と危険場面間の比較では、高齢者群、若年者群ともにブレーキとSPRの潜時は危険予測場面で長かった。危険場面は危険を回避するために咄嗟(反射的)にブレーキを踏む場面であるのに対し、危険予測場面は、見通しの悪い路地を曲がるために徐行する場面であり、個体差を反映しやすく、被験者の潜在的な危険を予測する能力を評価するのに適した場面と思われる。

文 献

- 1) 小林正義：自動車運転認知行動評価装置。J-STORE(オンライン)〈http://jstore.jst.go.jp/nationalPatentDetail.html?pat_id=21912〉(2015.10.08)
- 2) Bashore TR, Ridderinkhof KR, & van der Molen MW: The decline of cognitive processing speed in old age. Current

- Directions in Psychological Science, 6 (6), 163-166, 1997
- 3) Scialfa CT, Deschenes MC, Ference J et al: A hazard perception test for novice drivers. *Accid Anal Prev*, 43(1), 204-208, 2011
 - 4) Wetton MA, Horswill MS, Hatherly C et al: The development and validation of two complementary measures of drivers' hazard perception ability. *Accid Anal Prev*, 42 (4), 1232-1239, 2010
 - 5) Ferrer T, Ramos MJ, Pérez-Sales P et al: Sympathetic sudomotor function and aging. *Muscle & Nerve* 18(4), 395-401, 1995