

徳島大学大学院 学生員○早川晴雄 徳島大学大学院 学生員 中田隆現
 復建調査設計株式会社 正会員 上田 誠 徳島大学大学院 正会員 近藤光男

1. はじめに

超高齢化社会を間近に控え、激増が予想される高齢ドライバーに対する交通安全対策は非常に重要な課題である。高齢ドライバーが事故を起こしやすい背景には、運転に必要とされる基本的な機能である認知・判断能力および操作能力などが加齢とともに低下することが指摘される。特に、視力低下や反射神経の衰えなどの身体機能面の低下ならびに注意力や判断力の低下といった加齢に伴う心理・生理的機能の変化は、かつてない新たなタイプの交通事故を誘発することが懸念されている。

そこで本研究では、ドライバーの心理・生理面に着目し、運転時間の継続に伴う心理・生理的機能の変化過程あるいはそれらを総じて捉えた運転疲労の発現過程に、高齢者と非高齢者の間でどのような差異があるかを実証するとともに、加齢が運転行動に及ぼす影響を定量的に把握する。そして、今後必要とされる高齢ドライバーを対象とした予防安全技術の向上に貢献することを目的とする。

2. 研究の概要

本研究では、まず高齢者の人間工学的特性および運転行動計測の概念について整理し、それに基づき選定した運転行動の計測のための心理・生理・行動指標（以下、運転行動指標と呼ぶ）の時系列変化および運転疲労の発現過程について、高齢・非高齢の差異を仮説した。この指標を計測するための機器を搭載した実験車両を用いて走行実験を行った。その結果取得した種々の運転行動指標の同期データを解析し、高齢者と非高齢者別に指標値の時系列変化を把握した。さらに、指標毎の時系列変化から高齢・非高齢による差異を検証するとともに、指標の総合値として捉えた運転疲労度の時系列変化から高齢・非高齢による差異を検証した。

3. 高齢・非高齢の差異に関する仮説

運転行動計測の考え方（概念）に基づき選定した運転行動指標として、注視の度合や心理的負担の大

きさで表される『注意力』には眼球運動と心拍変動を、覚醒水準や精神疲労といった要素で表される『判断力』には精神疲労尺度を用いることにした。また、運転操作の『機敏性』に対しては反応時間と頭部運動を用いることとした。

次に、これら指標値について、高齢・非高齢でどのような差異があるかについて、次のような仮説を設けた。

- ・指標値の時系列変化の様子から変動期、安定期、疲労発現期、疲労期と分類できる。
- ・高齢者は非高齢者に比べて、各指標値で劣勢傾向を示す。（すなわち、高齢者の方が眼球運動、頭部運動、心拍変動(RRI)が小さい値を示し、反応時間、精神疲労度、心拍変動（標準偏差、変動係数）が大きい値を示すと仮定）
- ・高齢者は非高齢者に比べて、疲労発現が早く、安定期が短い。

上記の仮説をイメージ図としてまとめると図1のように示すことができる。

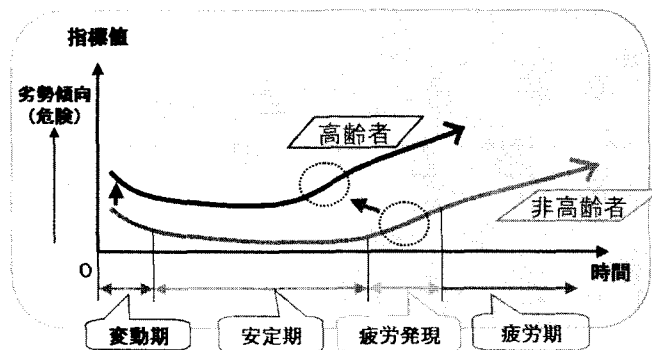


図1 指標値の高齢・非高齢差異に関する仮説

4. 走行実験

上述した仮説を実証するため、別途製作した運転行動指標計測のための実験車両を用いて、非公道での追従走行を条件とした走行実験を行った。（被験者は20歳代、40歳代、60歳代の男女計6名）

5. 計測データの解析結果

実験により取得した各指標の同期計測データを解析して、高齢・非高齢別の時系列グラフを作成した。

ただし、今回の解析では高齢者を 60 歳代男性、非高齢者を 20 歳代男性とした。

それらのグラフから疲労発現過程を読み取り、まとめると概ね、変動期は両者ともに 1～3 サイクル、安定期が高齢者で 4～6 サイクル、非高齢者で 4～7 サイクル、疲労発現が高齢者で 7 サイクル、非高齢者で 8 サイクルとなり、それ以降が疲労期となった。

指標値における高齢・非高齢による差の有無について指標別に行った分散分析の結果、心拍変動 (RRI 平均)、頭部運動は差があり、眼球運動、反応時間は差がないことがわかった。

図 2 および図 3 は、抽出した 5 つの運転行動指標について、指標値の増減と疲労度の増減の方向性を考慮して指標値データの基準化 (0～1) を行って、その時系列変化を高齢・非高齢別に示したものである。この図で示される要素毎の数値が、そのサイクルの運転疲労に対する各要素の影響の大きさを表していることから、その変化状況を見ることで、その周回での運転疲労がどの要素にどの程度強く現れているかを知ることができる。

図 4 は、高齢・非高齢各々について各指標の値の合計、すなわち総合的運転疲労度を同じグラフにプロットして示したものである。この図から、非高齢者より高齢者の疲労度が、運転初期の時点ですでに大きく、その差が運転の継続とともに大きくなっていることがわかる。このことは、高齢者は非高齢者に比べて、もともと道路交通環境に適応する能力が低く、それを維持する能力も早い時間で低下しやすいことを示唆するものといえる。

6. 考察とまとめ

指標値毎に読み取った疲労発現過程において高齢者は非高齢者に比べて疲労発現が 1 サイクル早く、安定期が 1 サイクル短くなっていることから、「高齢者は非高齢者に比べて、疲労発現が早く、安定期が短い」という仮説を裏付ける観察ができた。

指標別に行った分散分析の結果、頭部運動に差があり眼球運動に差がないことから、高齢者は非高齢者に比べて道路交通環境を視覚により認知・把握する範囲が狭いと考えられる。また、心拍変動の RRI の平均に差があることから高齢者は非高齢者に比べて運転行動による心理的負担が大きいと考えられ

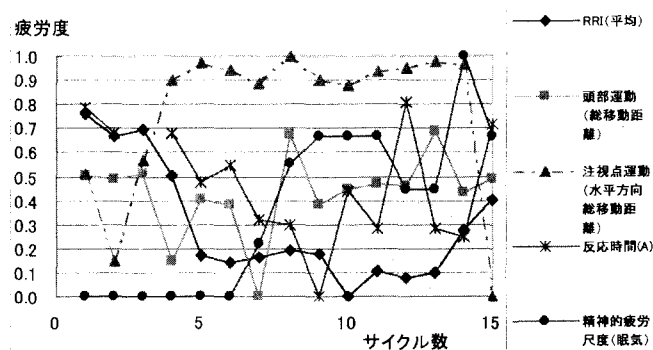


図 2 指標別運転疲労度 (20 歳代男性)

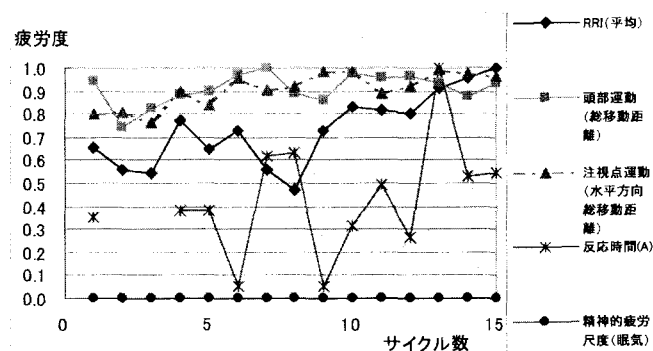


図 3 指標別運転疲労度 (60 歳代男性)

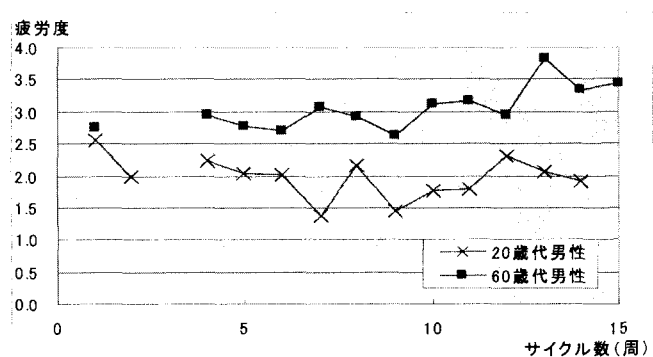


図 4 総合的運転疲労度

る。これらのことから、「高齢者は非高齢者に比べて、各指標値で劣勢傾向を示す」という仮説に相応した結果が得られた。

総合的運転疲労度については、高齢・非高齢両者の疲労発現過程が読み取れ、分散分析により両者間に差があることが確認できた。また、その差は頭部運動 (総移動距離) と心拍変動 (RRI の平均) の数値がともに高齢者の方が非高齢者を上回っていることによるものである。これらが指標別に定性的に捉えた結果と一致していることから、疲労発現過程において他者間での差を知る上で有効といえる。

7. 今後の課題

今後は、残りの被験者について解析を進めていくとともに、曲線区間や交差点について解析を行う予定である。