

運転支援におけるドライバ状態への影響に関する基礎的研究

日大生産工(学部) ○山田 和明 日大生産工 栗谷川 幸代
本田技研 塚田 竹美

1. まえがき

近年、自動運転技術の発展に伴い、運転支援システムが普及しているが、自動運転レベル2ではドライバに常時周辺監視義務が課されている。そのため、運転操作軽減による身体的負担軽減が期待される一方で、覚醒水準の低下や眠気の誘発も懸念される。塚田ら¹⁾が実施した先行研究では運転（あるいは運転支援システム使用）前後における主観評価や生体反応の分析から自動運転レベル2の運転支援システムによる疲労軽減効果が示唆され、眠気に有意な差はないと報告された。

そこで本研究では、運転前後ではなく手動運転中と運転支援システム使用中の生体反応の分析を行い、運転支援システムによるドライバ状態への影響を確認する。また、ドライバ状況把握のために実験中に実施した副次タスクがドライバ状態へ影響を与えていないかどうか併せて確認を行う。

2. 実験方法

手動運転（以下、LO）と運転支援システム（以下、L2-A：ドライバのハンドル操作を主体として前後方向及び横方向の車両制御を組合せた方式）の比較を行うため、下記の実験を実施した。

2.1 運転状況

(1) 走行コース 東北自動車道矢板IC～本宮ICの区間の往復（206km）を平日の日中に走行させた。疲労等の影響を考慮してLOとL2-Aは別日に設定したが、道路環境や実験参加者の日内変動を考慮して、同じ時間帯で実施した。

(2) 運転タスク 走行中は安全運転で法令遵守を基本とし、設定車速、走行車線、ハンドル把持及び保舵方法は普段通りとするよう教示して、水分補給や音楽聴取等も任意とした。なお、助手席と後部座席にそれぞれ計測員と観察員が同乗して、実験時の安全に配慮した。

(3) 副次課題 運転時の情報処理の余裕度を計測する回転文字判別課題と数字列読み取り課題の2種類を実施した。いずれもNAVIディスプレイに視覚課題として提示した。回転文字判別課題は、画面上に回転した”b”または”d”が表示され、それがb, dのどちらであるかを

判別するものでピープ音と同時に提示した。数字列読み取り課題は、一度の視認ではすべて読み取れない7桁×3行の数字列を複数回の視認で読み取るタスクで、回転文字判別に続いて提示した。いずれの課題も口頭で回答させた。

2.2 生理指標

生体計測は心電図と筋電図をポリメイトプロMP6000（ミユキ技研）を用いた。心電図は胸部誘導で計測し、サンプリング周波数 1kHzで記録した。筋電図は本概要では述べないため詳細を割愛する。

(1) 指標の種類

計測した心電図から時間領域および周波数領域の指標として、mean Heart Rate（以下、mean HR）、Standard Deviation of RR intervals（以下、SDNN）、Root Mean Square of Successive Differences（以下、RMSSD）、HRVのHigh Frequency（以下、HF）を算出した。mean HRは平均心拍数[bpm]を、SDNNは全区間のRRIの標準偏差[ms]を、RMSSDは隣接するRRIの差の二乗平均平方根[ms]を、HFは0.15–0.40 Hzの周波数帯域のパワー[ms²]を示す。ここでは全ての指標において、ドライバの運転等に対する活性度が低下するとこれらの指標は低下すると思われる。

2.3 実験参加者

実験参加者は評価対象とする運転支援機能に十分慣れた連名者の所属する社員の男性3名である。

3. 実験結果

3.1. 副次タスク前後の状況比較

始めに、ドライバ状況把握のために実験中に実施した副次タスクがドライバ状態へ影響を与えていないかを確認するため、各走行条件において副次タスク前後の心拍情報の比較を行う。具体的には、副次タスク直後とそれから時間経過して次の副次タスク直前の心拍情報の比較を行った。解析区間は副次タスク終了時点から5秒後を起点として2分間の区間と次の副次タスク開始前の5秒前を終点として2分間の区間を抽出した。

Fig.1にL0、Fig.2にL2-Aにおける実験参加者3名の実験結果を示す。

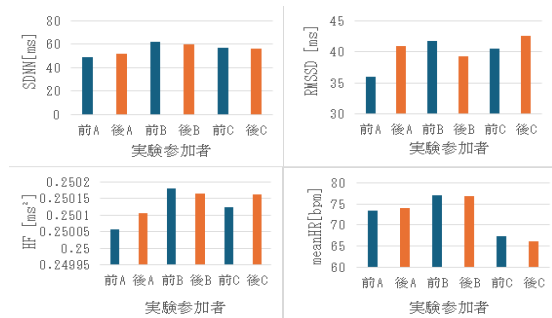


Fig.1 L0副次タスク前後の心拍情報結果

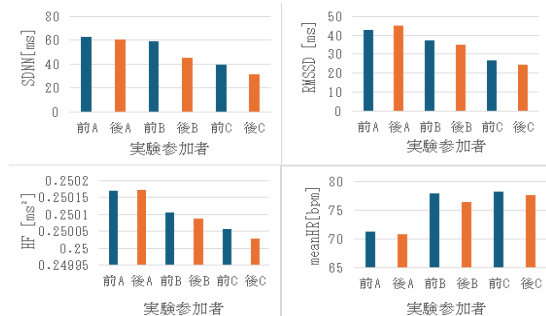


Fig.2 L2-A 副次タスク前後の心拍情報結果

図より、各指標において個人差はあるものの条件間での差は見られない。これらの結果から、L0及びL2-Aにおいて副次タスクによって実験参加者が活性化されるような状況にはなかったことが確認された。

3.2 運転支援システム使用の影響

副次タスクが実験参加者の活性に影響を与えていないことが確認できたため、実験前半と実験後半の副次タスク後における心拍情報を比較する。計測開始地点である東北自動車道矢板IC付近の計測開始直後と60分間走行後にコースを折り返す前である本宮IC付近の計測終了前を対象とした。解析区間は前述と同様にそれぞれ副次タスク終了時点から5秒後を起点とした2分間の区間を抽出した。Fig.3にL0、Fig.4にL2-Aにおける実験参加者3名の実験結果を示す。

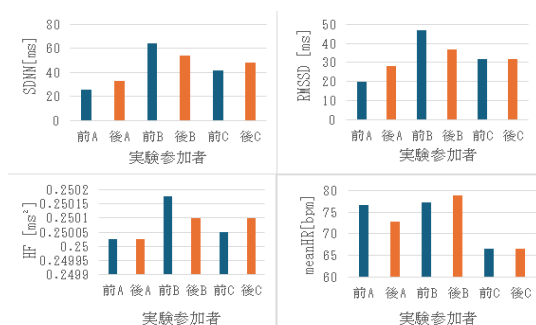


Fig.3 L0矢板ICと本宮IC付近の心拍情報結果

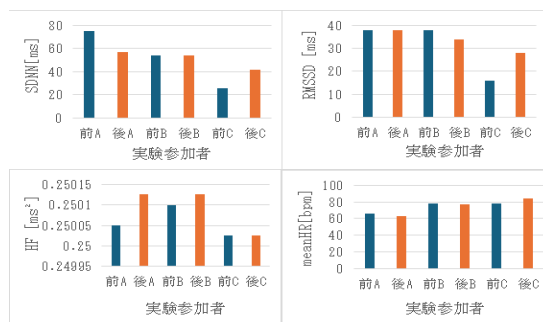


Fig.4 L2-A 矢板 IC と本宮 IC 付近の心拍情報結果

図より、各指標において個人差はあるものの条件間での差は見られない。L2-AはL0に比べてドライバの活性度が低下している可能性もあると考えていたが、実験前半と実験後半でL0とL2-Aにおける心拍情報から読み取れるドライバ状態には差が見られなかった。

4. まとめ

手動運転中と運転支援システム使用中の心拍情報への副次タスクの影響を確認した結果、副次タスクに対する慣れや副次タスクを実施したことによる影響はないことを確認した。

参考文献

- 1) 塚田 竹美, 糟谷 賢太郎, 久保田 裕康, 岡田 周一, 栗谷川 幸代, 石橋 基範, 運転支援機能の違いによる運転負担軽減効果等の比較, 学術講演会予稿集 (秋) (2023), p1-6
- 2) 塚田 竹美, 戸田 明祐, 石川 峻也, 藤木 有司, 石橋 基範: 運転支援におけるハンズオフ機能による運転負担軽減の有効性評価, 自動車技術会論文, 53巻3号(2022), p541-548
- 3) Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use, *Circulation*, 93巻5号 (1996), p1043-1065.