E-14

自動車運転時における運転者の生体反応と疲労に関する研究

Influence of driving fatigue on physical and psychological response during automobile driving

○荒木武蔵[1],松田礼[2],町田信夫[2]
* Musashi Araki[1],Hiroshi Matsuda[2], Nobuo Machida[2]

Abstract: The relationship between physiological and psychological response and driver's fatigue during a car driving is not clarified in the previous research. In this research, the influence of physiological and psychological response in fatigue condition by car driving was examined.

1. はじめに

交通事故の原因の多くは，漫然運転や脇見運転等の運転疲労によるヒューマンエラーが関与している．よって，交通事故を減らすためには，運転手の疲労状態をモニタリングし状況に応じて警告するシステムが必要になると考えられるが，現時点では運転手の運転疲労を評価する方法は確立されていない[1, 2]．

本研究では，自動車運転者の生理・心理反応を定量的に計測し，運転疲労の評価指標の確立を目指している．本報では，自動車運転により被験者を疲労状態に誘導した際の生理・心理反応について検討した結果を報告する．

2. 実験概要

2. 1　実験条件

実験は日本大学理工学部内の交通総合試験路に設置した Fig. 1 のような 1 周約 450m の周回コース（直線区間 150m，コーナ半径 50m，道路幅 3m）で実施した．被験者には一般道の走行を想定して運転してもらい，直線区間は時速 40km/h の定速走行，カーブは任意の速度で走行させた．被験者は健康な 22~24 歳の男子大学生のべ 8 名で行った．直線区間に 2 ヵ所設けた停止指示灯は 2 個 1 組で，間隔は 3m である．停止目標位置手前 25m を自動車が通過したとき，2 個の停止指示灯のどちらかが点灯したら停止，どちらも点灯しない場合はそのまま通過してもらった．点灯パターンはランダムで点灯タイミングは自動車が停止目標位置手前 25m を通過した時とした．

本実験では，運転者が疲労し判断力等が鈍り適切な運転操作ができなくなった時を終了条件とした．具体的な判断基準として，自動車の先端が停止目標位置を超える，もしくは減速度が 0.4G 以上の急制動をした場合とし，これらの運転操作を計 2 回行った時点で実験終了とした．

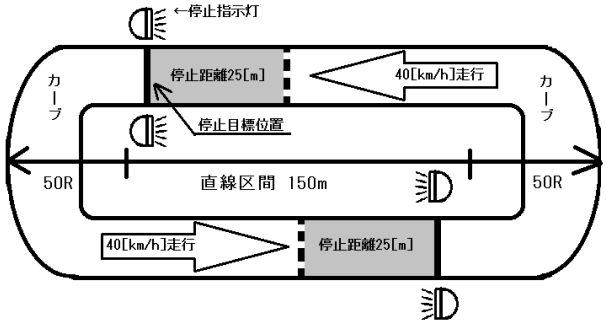

Fig1. Outline of experimental course

2. 2　測定項目，評価方法

生体負担は，生体反応や精神的負荷を生理・心理学的手法により測定するのが一般的である．本研究では，心拍数，皮膚表面温度，唾液アミラーゼ活性値，単純反応時間，及びフリッカー値により生理反応を，自覚症しらべと NASA-TLX により心理反応をそれぞれ測定した．本報では，皮膚表面温度，心拍数，フリッカー値，唾液アミラーゼ活性値，自覚症しらべの結果について述べる．

皮膚表面温度と心拍数については，運転中と運転前に安静時間を 3 分間設けて測定し，運転疲労における自律神経系の活動度を評価した．本研究における皮膚表面温度は鼻頭の温度を指し，交感神経が優位に働くと毛細血管への血流減少により温度は低下し，副交感神経が優位に働くと血流が増加し温度は上昇する．この温度変化はサーモグラフィカメラで測定し，安静時を基準として運転中の皮膚表面温度の変化率を算出した．心電図から測定される心拍数は，交感神経優位の際は上昇，副交感神経優位の際は低下する．解析は皮膚表面温度測定と同様，安静時を基準として運転中の心拍数の変化率を算出した．また脳の覚醒度を表すフリッカー値と，ストレス評価の指標とされる唾液アミラーゼ活性値を運転の前後で測定した．心理反応測定には，自覚症しらべ（日本産業衛生学会産業疲労研究

1：日大理工・院（前）・精機　2：日大理工・教員・精機

会 2002 年度版）を用いた．自覚症しらべはねむけ感，不安定感，不快感，だるさ感，ぼやけ感の 5 群から構成され，作業に伴う疲労感の経時的変化を捉える質問紙である．本実験では運転前の値を基準とし運転後の変化率を算出した．

3. 実験結果と考察

Fig.2，3 の縦軸は運転前の安静時を 100%としたときの，運転中もしくは運転後の測定値との割合である．

3．1　皮膚表面温度と心拍数

Fig.2 に，ある被験者の皮膚表面温度変化と心拍数変化の一例を示す．皮膚表面温度は運転開始直後は急激に低下し，その後徐々に上昇し，運転前より高い温度で一定となった．これは，ほぼ全ての被験者で同様の傾向がみられた．運転開始直後の皮膚表面温度の低下は，緊張のために交感神経が優位に働いていたことを表しており，その後，運転に慣れ始めたため緊張がほぐれ副交感神経が優位に働き，副交感神経が優位のまま一定の緊張を保ち運転したために温度変化が少なくなったと考えられる．

また，心拍数変化をみると，運転開始直後は心拍数が一時的に高くなっているが，その後は低下傾向を示し，運転前の安静時付近まで心泊数が低下した．したがって，心拍数も皮膚表面温度と同様，副交感神経が優位に働きだし始めたときに，終了条件を満たす傾向を示した．

3．2　フリッカー値

フリッカー値は，全被験者の平均をとると運転前後で 3%程度低下しており，運転によって脳の覚醒度が低下することが示唆された．

3．3　唾液アミラーゼ活性値

唾液アミラーゼ活性値は，全被験者の平均で 15%程度低下がみられ，運転前と比べてストレス度合いの低下を示した．

3．4　自覚症しらべ

Fig.3 の自覚症しらべの結果より，本実験のような周回コースにおいて発進と停止を繰り返すという単調な運転操作の場合ではⅠ，Ⅲ群は増加し，反面Ⅱ群は他に比べ増加が少ない傾向がみられることが分かった．なおⅠ群のねむけ感の上昇は，フリッカー値低下が示す覚醒度の低下としても表れていた．またⅣ群は，自動車運転は長時間同じ姿勢をとっているため増加したと考えられる．Ⅴ群は，コース上の停止指示灯や停止目標位置などを注視していたため増加していたと推察される．

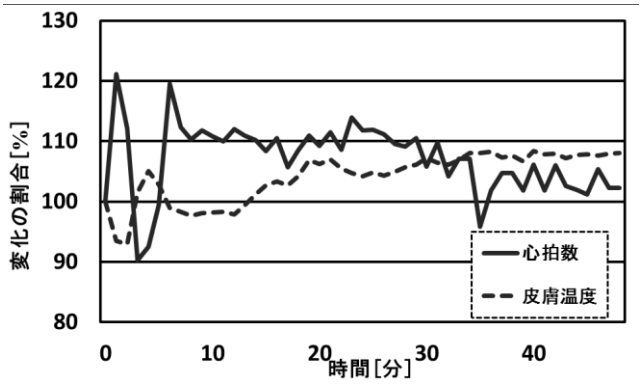

Fig2. Change ratio of heart rate and skin temperature

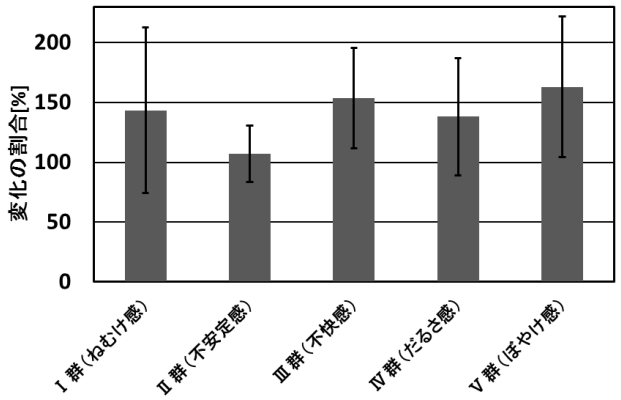

Fig3. Change ratio of each group of Jikaku-sho shirabe

4.　おわりに

周回コース内で被験者を疲労状態に誘導した際の，生理・心理反応の結果から，以下の結論を得た．

(1) 皮膚表面温度の結果から，副交感神経が優位であることを示し，かつ温度が一定になった際に終了条件を満たす傾向がみられた．

(2) 心拍数変化の結果から，副交感神経が優位になり始めた際に終了条件を満たす傾向がみられた．

(3) フリッカー値の結果より，ほとんどの被験者で運転後に脳の覚醒度低下が見られた．

(4) 唾液アミラーゼ活性値から，運転後はストレス度合いの低下を示した．

(5) 自覚症しらべの結果から，終了条件を満たした時点で被験者自身も疲労感を自覚していた．

5.　参考文献

[1] 荒木武蔵,松田礼,町田信夫: “自動車運転時の生体反応に及ぼす運転疲労の影響”,日本人間工学会第 56 会大会講演集,190-191,2015.

[2] 大島崇史,野口尚志,松田礼,町田信夫: “市街地走行における運転手の生体負担に関する研究”,日本人間工学会第 55 会大会講演集,310-311,2014.