

## 自動車の 3 時間連続運転時における生体負担の経時変化

## Study on temporally changing of physiological workloads for three hours continuous automobile operation

○中村政也<sup>1</sup>, 松田礼<sup>2</sup>, 町田信夫<sup>3</sup>\* Masaya Nakamura<sup>1</sup>, Hiroshi Matsuda<sup>2</sup>, Nobuo Machida<sup>2</sup>

Abstract: The purpose of this study was to measure physiological response and psychological response of drivers during automobile driving and to examine temporally changing of driving fatigue. We conducted an experiment to drive circulation course of about 400 m per lap for 3 hours. Physiological workload of driver was measured during a simple turning operation or operation to stop at random within the course. We report the examination results of investigating the time course of driving fatigue by physiological response and psychological reaction measurement during automobile driving.

## 1. はじめに

近年の交通事故発生件数のうち 7 割以上が安全不確認や漫然運転等の安全運転義務違反であり、その一因には運転疲労によるヒューマンエラーが関係していると考えられる。しかし、現在までに運転疲労と生体反応との関係性は明らかではなく、主な指標や疲労の判断基準は確立されていないのが現状である<sup>[1]</sup>。

本研究では自動車運転時における運転者の生理・心理反応を測定し、運転疲労と生体反応との関係を明らかにすることを目的としている。本報では、3 時間の連続運転における運転疲労の経時変化について実車走行実験により検討したので報告する。

## 2. 実験概要

## 2.1 実験条件

本研究は日本大学理工学部交通総合試験路に設置した、Figure1 のような 1 周約 400m (直線区間 150m, コーナー部半径 15m, 道幅 3m) の周回コースを 3 時間連続で運転させる実車走行実験を行った。実験協力者は健康な 21~22 歳の男子大学生 10 名で運転に習熟した者で行った。直線区間は時速 40km/h の定速走行, コーナー部では任意の速度で走行する条件で運転をさせた。実験は周回コースを運転するだけの単調な運転 (タスク無) と, コース内の 2ヶ所に 2 個 1 組の停止指示灯を設置し, 点灯時に急制動とならないように目標位置に停車させるタスクを課した運転 (タスク有) を行った。停止指示灯の点灯パターンはランダムで点灯のタイミングは自動車が停止目標位置手前 30m を通過した時とした。このタスクは運転者が運転疲労により停止指示灯の認知が遅れた場合, 急制動を得るためのブレーキ操作を行わせることを意図している。点灯パターンやタイミングは運転者に教示せずに実験を行った。両コースとも 3 時間の連続運転後, 実験を終了した。

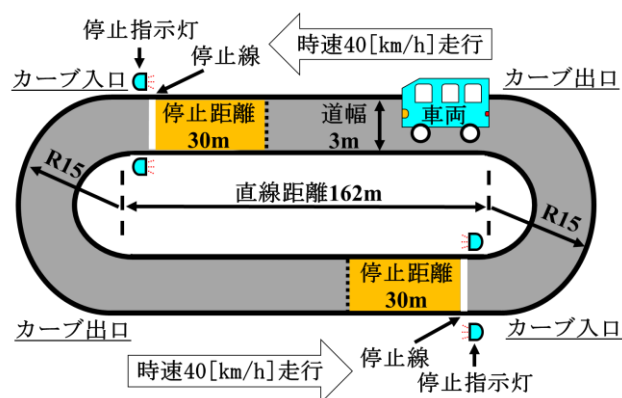


Figure1. Outline of experimental course

## 2.2 測定項目と評価方法

心電図と皮膚表面温度は 3 時間の実車実験を通して連続で測定し, 唾液アミラーゼ, フリッカー値, 単純反応時間は 1 時間ごとに測定した。また自覚症しらべと NASA-TLX により心理反応を測定した。自動車の車速と加速度は GPS からの位置データより解析した。

心電図と皮膚表面温度は自律神経系の活動度を調べることを目的として測定した。これらは運転前の安静時間 3 分間を基準値 (100%) として運転中の変化比率を算出した。心電図からは心拍数と LF/HF を測定した。心拍数と LF/HF は安静時に対して増加した場合は交感神経優位, 減少した場合は副交感神経優位と判断した。皮膚表面温度は額部温度を基準としたときの鼻頭部との温度差を指し, 交感神経が優位に働くと鼻頭部の毛細血管への血流量の減少により額部との温度差が大きくなり, 副交感神経が優位に働くと鼻頭部への血流量が増加し額部温度との温度差が小さくなる。また, ストレス評価指標として広く用いられている唾液アミラーゼ (SAA 値), 精神的疲労の指標として脳の覚醒度を評価できるフリッカー値 (上昇法, 下降法), 刺激を提示してからそれを認知して行動するまでの時間であ

1 : 日大理工・院 (前)・精機

2 : 日大理工・教員・精機

3 : 日大名誉教授

る単純反応時間を運転の前後で測定した。

心理反応の測定には、自覚症しらべ（日本産業衛生学会産業疲労研究会，2002 年度版）と NASA-TLX を用いた。自覚症しらべは作業に伴う主観的疲労感の変化を捉える質問用紙である。本研究では運転前の測定値を基準値（100%）として運転後の変化比率を算出した。主観的な作業負荷を評価する NASA-TLX は運転後に実施した。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 生理反応の結果

Figure2 はタスクの有無による生理反応測定項目変化比率を 1 時間ごとの経時変化でまとめたものである。縦軸は、運転前 3 分間の平均値を基準値（100%）としており、心拍数、LF/HF、皮膚表面温度においては、100%を超えると交感神経が優位に働き、唾液アミラーゼではストレスが増加したことを示す。皮膚表面温度と LF/HF において変化比率が運転前を超え、運転 3 時間目には安静時の 1.5 倍以上となっている。以上の結果から交感神経が優位に働いている、すなわち運転によるストレスの影響が現れたと考えられる。唾液アミラーゼでは変化比率の経時的な上昇は認められたが運転前後で最大 5% の上昇と変化比率が小さく、他の指標よりも標準偏差が大きいため運転の影響によるストレス判断は困難であるといえる。心拍数において、1 時間ごとの運転では変化比率の増減は認められず、タスクの有無で比較した時も変化は認められなかった。

Figure3 に、3 時間連続で測定した皮膚表面温度の変化比率の経時変化を示す。結果から運転開始直後は交感神経優位状態となり運転時間の経過と共に変化比率が高い割合で上昇する結果となった。

#### 3.2 心理反応の結果

Figure4 に運転前を基準とした、運転 1 時間ごとの自覚症しらべの変化比率と NASA-TLX の AWWL 得点測定結果を示す。この結果から運転時間が長くなると全群平均変化比率、AWWL 得点共に増加する傾向がみられた。自覚症しらべを群別でみると不快感、だるさ感、ぼやけ感が経時的に高い割合で上昇する傾向があった。NASA-TLX を項目別でみると身体的要求、作業成績、フラストレーションの素点が他の項目と比較して高かった。しかし、心理反応の解析結果からはタスクの有無による有意差はほとんど認められなかった。したがって、3 時間連続運転を行った場合の主観的疲労感と作業負荷はタスクの有無よりも運転時間による影響が大きいと考えられる。

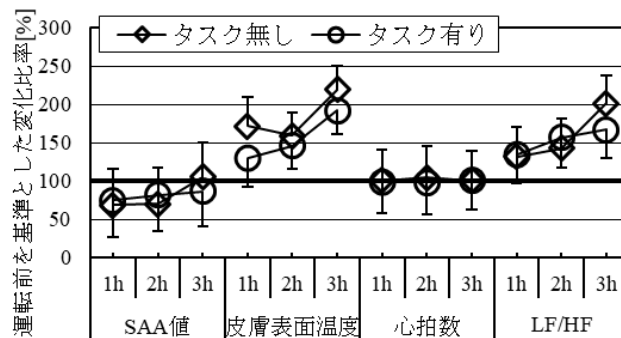


Figure2. Change ratio of physiological response

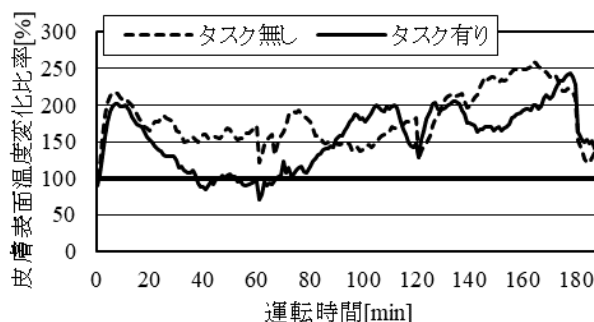


Figure3. Skin temperature change ratio

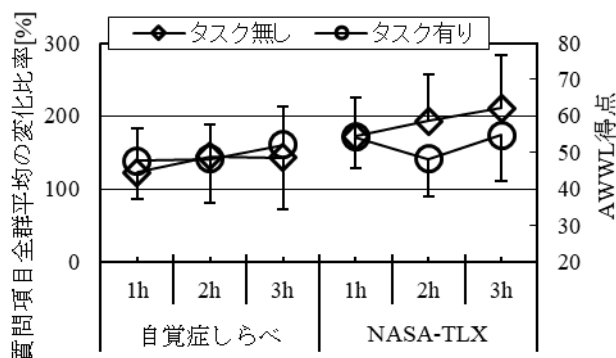


Figure4. Temporally changing of Jikaku-sho shirabe and NASA-TLX

### 4. おわりに

生理反応の結果から、鼻部表面温度と LF/HF は交感神経が優位に働く傾向がみられ、運転によるストレスの影響が現れたと考えられる。また、心理反応測定の結果から、運転の作業負荷と疲労感は運転時間が長くなると増加する傾向がみられたが、タスクの有無による違いは認められなかった。

今後は生理反応の経時変化と生理・心理反応の相関について詳細な検討を進める予定である。

### 5. 参考文献

[1] 荒木武蔵 他：“自動車運転時の疲労と生体負担に関する研究”，第 52 回日本交通科学学会・学術講演会講演集 vol.16,pp.144-145,2016.