

自動車の運転操作と生体負担に関する研究

Study of the relationship between the driving behaviors of automobiles and mental stress during vehicle operation

○大島崇史<sup>1</sup>, 松田礼<sup>2</sup>, 町田信夫<sup>2</sup>

\*Takafumi Oshima<sup>1</sup>, Hiroshi Matsuda<sup>2</sup>, Nobuo Machida<sup>2</sup>

Abstract: Today, car accident has decreased. There is a need for a warning system in response to the situation and monitoring of the physical and mental state of the automobile driver to ensure safety. Reference and indicator of the psychosomatic state of the biological reactions and fatigue which a driver feels is not clarified. In this study, we report the results of the longitudinal acceleration/deceleration of automobiles are the basis of operation measured physiological psychology reaction for the influence and mental stress which are exerted on the driver.

1. はじめに

近年、交通事故件数は安全技術の発展や法律の強化によって減少傾向にあり、安全に運転できる環境が整いつつある。更に高い安全性を確保するために自動車運転手の心身状態のモニタリングや状況に応じた警告システムの必要性が高まっている。しかし運転手が感じる疲労感や生体反応等の運転手の心身状態を表す指標や基準は明らかになっていないのが現状である。自動車運転は様々な運転行動から成り立っており、それらに伴い運転手は生理、心理的負担を受けている<sup>[1]</sup>。本報では自動車運転の基本的な操作である加減速操作に着目し、運転行動における心身状態を表す指標及び運転操作と生体負担について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2-1. 実験方法及び条件

本実験では被験者に一般道を運転させ、同時に生理、心理反応を計測した。走行場所は加減速操作以外の運転行動や渋滞をできるだけ排除するよう配慮し、千葉街道国道 14 号線(幕張~千葉付近、片道約 8.8km、運転時間片道 20 分往復 40 分)を選定した。被験者は健康で運転技術に習熟した 21 歳~22 歳の大学生 5 名で行った。運転は原則キープレフト、速度は法定速度内で走行させた。実験時の天候は晴れ、車内温度は気温などによる運転手への影響を避けるため 22°C~26°C の範囲で設定した<sup>[2]</sup>。また走行 1 時間前からの喫煙、食事は禁止とし前日には十分な睡眠をとらせた。

2-1. 計測項目及び解析方法

心理反応の計測に、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)を用い、運転前と運転後に実施した。自覚症しらべとは、作業に伴う疲労状況の経時的変化をとらえることを目的とした質問紙で、

Table1 に示す 25 個の質問項目で構成されており、I 群(ねむけ感)、II 群(不安定感)、III 群(不快感)、IV 群(だるさ感)、V 群(ぼやけ感)の 5 つに分類できる。各質問項目に対して「1. 全くあてはまらない」~「5. 非常によくあてはまる」までの 5 段階で評価させ、それぞれに 1 点から 5 点の得点をつけ、群毎のスコア平均値を求め、運転前を基準とした運転後との増加率を求めることで、心理反応を評価した。

生理反応の計測に心電図とサーモグラフィを用いた。心電図は R 波と R 波の間隔時間(RRI)を計測し、瞬時心拍数(心拍数)を算出した。サーモグラフィは鼻頭部の皮膚表面温度(皮膚温)を熱画像から計測する。心電図とサーモグラフィを用いることで自律神経活動を評価することができる。自律神経系は交感神経系と副交感神経系から成り立っており、緊張、興奮状態になると交感神経系が優位に働き、心拍数は上昇、皮膚温は低下する。睡眠、休息状態になると副交感神経系が優位に働き、心拍数は低下、皮膚温は上昇する。本実験では被験者 5 名の値を平均し、運転前の値を基準として、時間毎の変化率を求めることで生理反応を評価した。

Table1. Questionnaire for items

	質問項目	
I 群 (ねむけ感)	ねむい	やる気がとぼしい
	横になりたい	全身がだるい
	あくびがでる	
II 群 (不安定感)	不安な感じがする	いらいらする
	ゆううつな気分だ	考えがまとまりにくい
	落ち着かない気分だ	
III 群 (不快感)	頭がいたい	頭がぼんやりする
	頭がおもい	めまいがする
	気分がわるい	
IV 群 (だるさ感)	腕がだるい	足がだるい
	腰がいたい	肩がこる
	手や指がいたい	
V 群 (ぼやけ感)	目がしょぼつく	目がかわく
	目がつかれた	ものがぼやける
	目がいたい	

1 : 日大理工・院(前)・精機 2 : 日大理工・教員・精機

### 3. 実験結果及び考察

#### 3-1. 自覚症しらべの結果及び考察

Figure1 は、I～V群のスコア平均値を求め、運転前を基準として運転後の増加率を算出した結果である。運転時間による違いを検証するため、往路の運転時間 20 分と復路の運転時間 40 分を比較している。ほぼ全ての群の増加率が 0%以上であることから運転手は疲労感を感じていることが分かる。運転時間で比較すると 20 分間の運転では疲労感をあまり感じていないが、40 分運転すると疲労感の増加率は往路に比べ 2 倍以上になる傾向がみられた。加減速操作の多い環境での運転では、特にだるさ感やぼやけ感を感じる事が分かった。また、質問項目からだるさ感は身体的疲労感、ぼやけ感目は疲労感ではないかと考える。

#### 3-2. 心電図計測の結果及び考察

Figure2 は時間経過に伴う、心拍数の変化率を 2 分おきに算出した結果である。運転開始数分で交感神経系が優位に働き、緊張状態になり心拍数が 15%程度上昇し、その後は減少して心拍数の変化率が 1 に近づく傾向がみられた。つまり、運転開始時は交感神経系が優位に働き、緊張状態になり、30 分を過ぎたあたりで安静状態まで回復したと考えられる。また自覚症しらべの I 群のねむけ感と心拍数との間に中程度の相関関係がみられた( $R^2=0.58$ )。以上の結果から運転手が感じるねむけ感、心拍数計測によって推測できる可能性が示唆された。

#### 3-3. サーモグラフィによる鼻頭皮膚温計測の結果及び考察

Figure3 は時間経過に伴う、皮膚温の変化率を 2 分おきに算出した結果である。変化率が 1 以下の場合、皮膚温は低下したことになる。運転開始数分で皮膚温は交感神経系が優位に働き、緊張状態になり皮膚温が低下する傾向がみられ、運転時間が 20 分を超えたあたりから大きく減少した。よって、40 分間の運転中において交感神経系に働き、緊張状態が持続したと考えられる。また自覚症しらべの V 群のぼやけ感と皮膚温との間に強い相関関係がみられた( $R^2=0.75$ )。以上のことより、皮膚温が 5~8%程度の低下をみせると、運転手はぼやけ感を感じるのではないかと考えられる。

### 4. おわりに

本研究では運転時の加減速操作の影響や生体負担について生理、心理反応の計測により検討した。その結

果、心理反応では運転手は疲労感を感じ、特にだるさ感やぼやけ感を感じる事が分かった。生理反応では、心拍数は増加し、皮膚温は低下する傾向がみられたことから、加減速操作を含む運転操作によって生理機能支配のバランスが変化し、一時的に交感神経系が優位に働いたと考えられる。また、皮膚温や心拍数をリアルタイムで測定することで、ぼやけ感やねむけ感を評価できる可能性が示唆された。

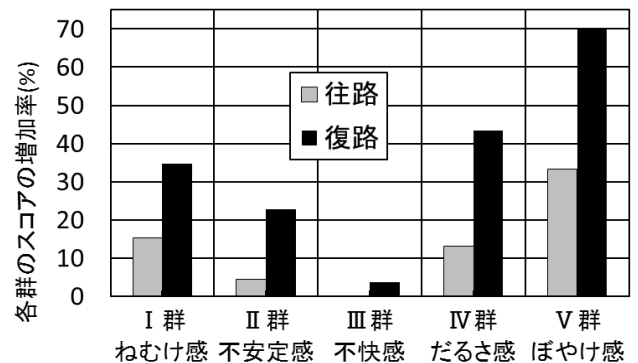


Figure1. Result of Questionnaire

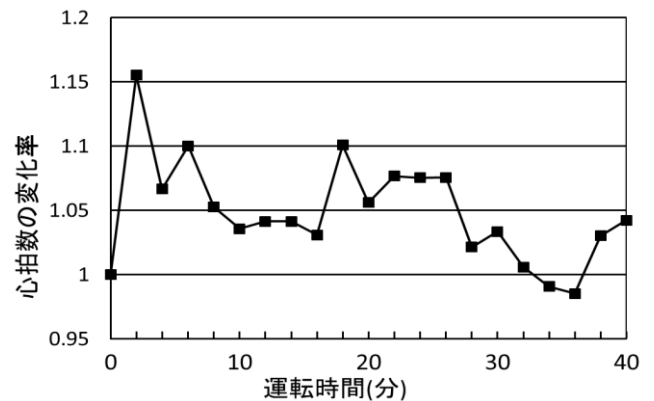


Figure2. The time variation of heart rate

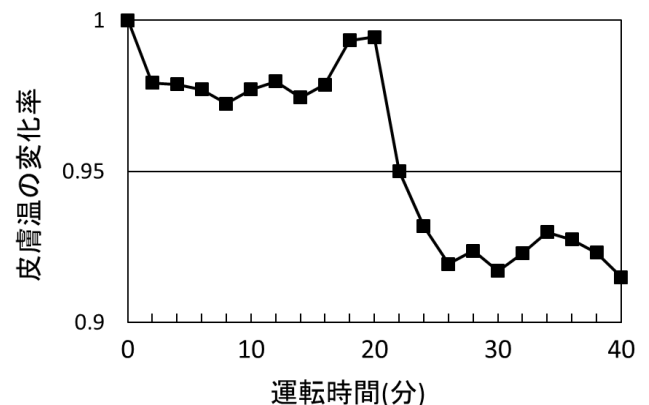


Figure3. The rate of change of skin temperature

### 5. 参考文献

- [1] 寺崎弘幸：「自動車運転時における疲労感の計測と評価」
- [2] 野沢昭雄：「サーモグラフィによる感性の計測」, 感性工学会誌 Vol1, No1, 2012