

狭路走行時の苦手意識の違いに伴う生体情報変化に関する研究

日大生産工(院) ○島村 未菜
日大生産工 栗谷川 幸代

1 はじめに

近年,安全性や快適性の向上を目的とした自動車の運転支援システムが開発されている.それらは多種多様な機能を持つが,支援が必要となる状況や望まれる支援内容はドライバーにより異なる.さらに,同一のドライバーであっても気分や体調等によって必要とする支援は変化すると考えられるため,ドライバーの特性や状態に合わせた支援が提供されることが望ましい.これより,適切な運転支援を提供するためには,ドライバーの状態を把握することが重要であると考え.

これまで筆者らは,ドライバーが感じる苦手や危険な場面の検出手法構築を目指し,苦手や危険な場面に遭遇した際の自律神経指標の変化を検討してきた.ドライビングシミュレータおよび実車実験から,心拍変化を用いて苦手場面の検出が可能であることを示した¹⁾²⁾.しかし,苦手場面の中にも運転に大きく負担を感じる場合や,集中・努力により乗り越えられる場合など,ドライバーの苦手意識にも違いがあり,支援受容の観点から支援方法を変える必要があると考える.現状でこのようなドライバーの苦手意識の違いを考慮したドライバーの状態推定や支援方法の検討は行われていない.

そこで本検討では,ドライバーの苦手意識に合わせた運転支援を提供するために,特定場面に対してドライバーが感じる苦手意識の違いと生体情報変化の関連性およびその特定場面において求められている支援について検討する.

2 狭路走行実験

本検討では,特定場面として栗谷川らの調査³⁾において,特に高齢ドライバーの苦手場面の1つとして挙げられた「狭路」に着目し,実車実験を行った.ドライバーによって道路幅を変更することで,苦手意識の違いを誘発し,その際の生体情報を計測し,評価を行った.なお,本検討は,日本大学生産工学部人を対象とする研究

倫理審査委員会(承認番号S2014-005-1)の承認を得て実施している.

2. 1 方法

2. 1. 1 実験車両と走行コース

実験車両は図2.1に示す国産の普通乗用車で,車幅は1.8[m]である.走行コースは,日本大学理工学部総合交通試験路を使用し,図2.2のようにパイロンを並べ,狭路を再現した.狭路入口の100[m]手前から走行を開始し,位置調整を行い狭路に進入する.道路幅は,ドライバーの苦手意識が変化するように1.6[m]~3.2[m]で各々の走行に対し設定した.

2. 1. 2 実験参加者

実験参加者は,普通自動車の運転免許を保有する20代男性5名(21.7歳±0.47)である.実験について十分な説明を行い実験参加の許可を得た.



図2.1 実験車両

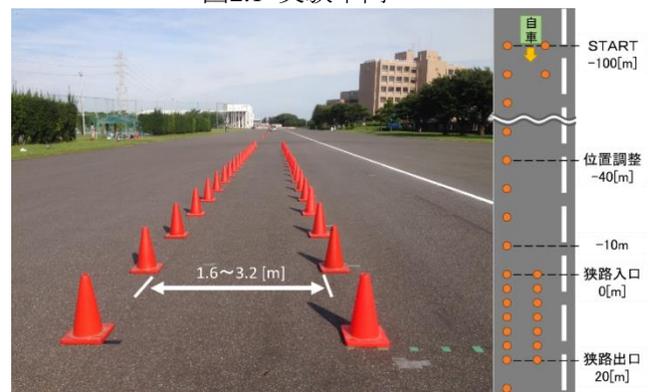


図2.2 走行コース

A study on the biological information changes associated with differences in the weak of the perception that the driver feels on narrow road

Mina SHIMAMURA, Yukiyo KURIYAGAWA

2. 1. 3 実験条件

狭路に遭遇した際の反応を得るため、スタート前はフロントガラスを布で覆い、前方が見えないようにした。走行速度は、具体的な数値の指示は行わず、スタートから狭路走行が行える速度を保つよう教示した。速度を意識しすぎないように、スピードメーターを隠した状態で走行を行った。加えて、狭路への進入可否の判断はドライバに一任し、進入不可の場合には狭路手前で停止し、申告するよう教示した。また、走行回数は提示せず、実験参加者が各苦手意識を感じたところで終了し、本検討での走行回数は3~5回であった。体調の悪化や危険等を感じた場合には、速やかに申告するように伝えている。

2. 1. 4 計測項目

これまでの検討から有用な知見を得ている心拍変化を観察するため、TEAC社のPolymateを用いて、胸部誘導によるドライバの心電図を計測した。また、ドライバの様子をとらえるドライバの正面、運転中の周辺環境を把握する前方およびドライバ側、アクセルブレーキの様子を観察するため足元にCCDカメラを設置し、撮影を行った。これらの装置はドライバの運転の妨げにならないように、安全に十分注意した。

走行後には、苦手意識の調査として、狭路を見たとき、位置調整を開始するとき、狭路に進入するときの3か所での苦手意識を“恐怖を感じず問題なく通ることができる”“恐怖を感じるが注意集中して頑張っている”“恐怖で通りたいが、通らなくてはならない”の3つからそれぞれ選択しアンケートに記入してもらう。なお、狭路への進入がなかった場合には、狭路直前の苦手意識について回答を得た。加えて、各状況で運転支援が必要であると感じた場合には、視覚的、聴覚的、触覚的な支援の中から、どの運転支援を望むか(複数選択可)、そして具体的にどのようなものを望むか回答を求めた。

2. 2 解析方法

2. 2. 1 心電図

一般に苦手意識が強い事象では、交感神経の賦活により1[min]当たりの心拍数(Heart rate: HR)は上昇し、事象に注意集中し情報を取り込もうとするときには低下することが知られている⁹⁾。そのため、狭路走行に対するHRの変化様式を観察する。

心電図の時系列データからR波の検出を行い、一拍ごとにR波の間隔を求めて心拍数を算出し、スプライン補間を行うことにより当時間隔のHRを得る。加えて、ローパスフィルタ(遮

断周波数: 0.08[Hz])をかけて呼吸性およびMayer Wave性心拍変動成分を除去する。

2. 2. 2 主観評価

映像とパルス信号から同期を行い、狭路を見たとき、位置調整を開始するとき、狭路に進入するときの3か所での苦手意識を前節で述べた3段階で回答してもらい、生体指標であるHRと苦手意識の違いを重ね合わせて評価を行う。なお位置調整の開始は、実験参加者統一で狭路から40[m]手前を基準にしている。

2. 3 結果

実験参加者A, B, EのHR変化および苦手意識を図2.3~2.5に示す。苦手意識は図下部に、“恐怖を感じず問題なく通ることができる”場合を緑色(A)、“恐怖を感じるが注意集中して頑張っている”場合を黄色(B)、“恐怖で通りたいが、通らなくてはならない”場合を橙色(C)で示している。また、実験状況とドライバ行動の参考として、映像から目隠しの布を除去した瞬間を*, アクセルの踏み込みが安定したときを○, 位置調整地点を□, 狭路手前10[m]地点を+, 狭路入口・出口をそれぞれ<>で示している。右側の括弧内の数値は各走行の道幅である。

実験参加者Aの1度目の計測については、目隠しを除去した瞬間を映像でとらえられていなかったため記載していない。図2.3より、3回の走行を通して、目隠し除去またはアクセル操作が安定した後、HRが低下している。狭路を見たときから苦手意識を感じ、狭路入口では走行したくないほどの強い苦手意識であった1度目の走行において、HRは狭路に近づくにつれ上昇し、持続的に高い状態が続いている。頑張っているように感じる苦手意識を感じた2度目の走行においては狭路入口に向かい、緩やかなHRの上昇が見られた。3度目の走行は苦手意識を感じておらず、HRは前の2回に比べ小さな変動が多いが急激な変化は見られない。

図2.4より実験参加者Bは、1度目の走行において目隠し除去後から狭路入口までHR上昇が続き、主観では狭路を見た時点で“恐怖を感じるが注意集中して頑張っている”と回答している。2度目、3度目はHRの変化に似た傾向が見られ、アクセルの安定後低下し、狭路に近づくにつれ上昇している。どちらも強い苦手意識を感じており、狭路に進入した3度目においてはHRの高い状態が続いている。4度目は苦手意識がなく、HRは安定的で変化が小さい。

実験参加者Eは、図2.5より1度目の走行において苦手意識がなく、HRの変化も小さく安定的である。2度目についてもHRの大きな変化はないが、狭路進入に向け若干上昇している様子

も見られる。苦手意識に関しては、はじめから位置調整をするまで苦手を感じてはいるが、狭路走行には感じていない。3度目は狭路を見たときには苦手意識はないが、狭路に近づき位置調整を行うときには強い苦手意識を感じている。HRは変化が小さく安定的なところから、狭路直前である10[m]手前の位置を過ぎると急激に上昇している。

実験参加者C, Dについては、1部で計測不備が見られたため割愛した。表3.1に全参加者のHR変化の概略とアンケートで得た苦手意識、求める支援をまとめる。加えて、実験参加者が狭路走行に対して求めた運転支援内容を表2.2にまとめる。

2. 4 考察

2. 4. 1 苦手意識とHR変化

全参加者を通し、目隠し除去またはアクセル操作が安定した後のHR低下は、狭路走行や速度調整に注意集中したことで生じたと考えられる。

実験参加者Aは、苦手意識の強さに関わらず、苦手を感じたときにHRの上昇が見られ、走行したくないような強い苦手意識により、HRの高い状態が持続している。苦手を感じていない場合にはこのような変化は見られないため、苦手意識が影響している可能性がある。

実験参加者Bは、苦手意識を感じているときにHRが上昇しており、苦手意識を感じていない場合には、HR変化が小さく安定的である。また、走行したくないような強い苦手意識を感じる場合（2度目、3度目）に似たようなHR変化をしており、苦手意識とHR変化の関連性が示唆される。1度目の走行において苦手意識を感じなくなってもHRの上昇が続いたのは、狭路に対する反応とは別に、実験参加者の実験自体への緊張が影響していると考えられる。

実験参加者Eは、苦手意識を感じない場合や乗り越えようと思える苦手意識の場合には、HRの変化はあまり見られないが、走行したくないような強い苦手の場合には急激なHRの上昇が見られた。これはスタート時に受けた印象よりも、狭い道幅であったことで狭路に近づくとつれ急激な緊張や苦手意識を感じたと考えられる。そのため、実験参加者Eは苦手意識の違いでHRに変化が現れていることが考えられる。

これらのことより、各実験参加者において、狭路走行に対する苦手意識がHRの変化と関連していることが示唆された。ただし、HRは仮に狭路に対して楽しさや挑戦することへ興奮がある場合にも、交感神経が賦活し上昇する。

そのため、生体情報を用いたドライバの状態推定における信頼度を上げるためには、複数の指標のセンサフュージョンを行う必要がある。したがって、これまで様々な生体指標を用いた検討が行われているが、実用性をふまえた有用な指標を選定し、センサフュージョンを実現していく必要がある。

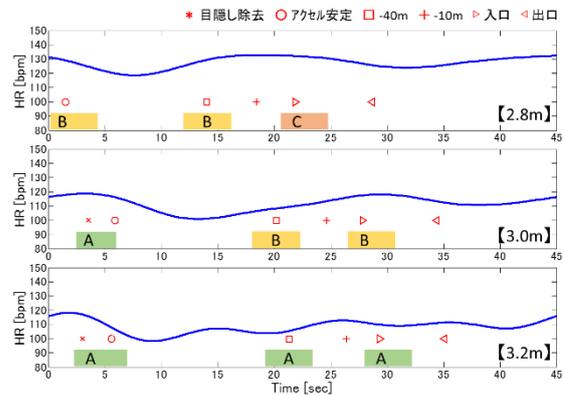


図2.3 実験参加者AのHR変化および苦手意識

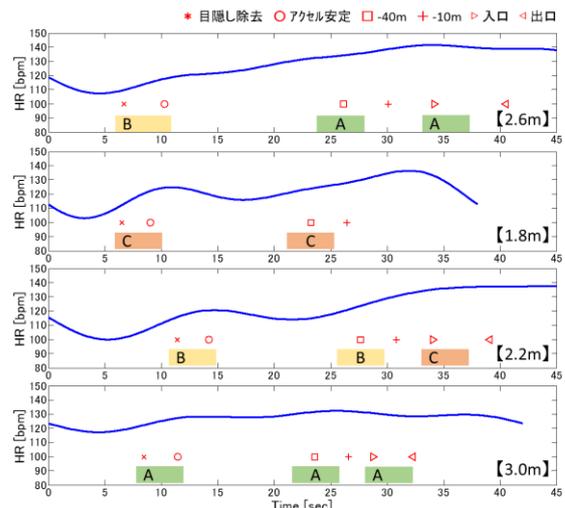


図2.4 実験参加者BのHR変化および苦手意識

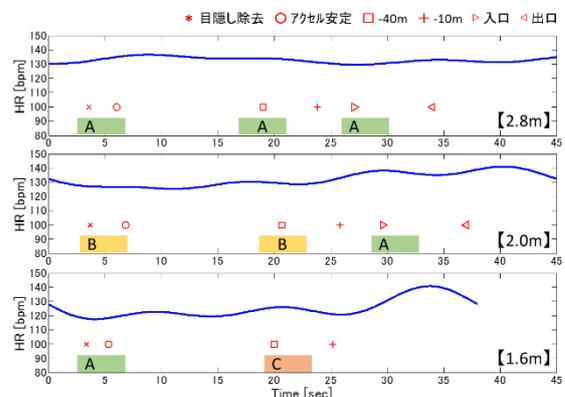


図2.5 実験参加者EのHR変化および苦手意識

2. 4. 2 苦手意識と支援

表2.1より、実験参加者は狭路に対して苦手意識が軽度でもある場合、内容は様々であるが何らかの支援を必要としている。苦手意識の違いによる支援の変化はあまり見られなかったが、本検討はパイロンを置いた簡易的な狭路の走行であり、実際の狭路では住宅や塀等の圧迫感や接触に対してより一層注意することが想定され、そういった場合、求められる支援の変化も考えられる。

支援のタイミングとしては、狭路に近付き、位置調整をする際に最も多く求められている。支援内容は表2.2より、狭路進入や走行への運転操作ではなく、その前段階として狭路があることを知らせる情報提供や走行可否決定の判断を補助するような運転支援である。ドライバは、狭路に対する認知・判断の支援により、事前に狭路走行に向けて備えておきたいのではないかと考えられる。HRの変化も位置調整の際に現れる実験参加者もあり、生体情報と車両情報、位置情報等を組み合わせ、総合的な判断での運転支援提供を目指していくべきである。

3 おわりに

本検討では、ドライバに合わせた適切な運転支援の提供を目指し、ドライバが運転時に遭遇する事象に対して感じる苦手意識の違いとドライバの状態推定に利用される生体情報との関連性を検討した。その結果、個人によって反応は異なるが、走行したくないような強い苦手意識を感じるとHRの高い状態での持続や急激な上昇等、苦手意識がない場合の反応と明らかに異なった。したがって狭路走行における苦手意識とHRの変化に関連性があることが示唆された。また、狭路における支援として、狭路に進入するまでの間に、ドライバへ狭路通過遂行に必要な認知・判断の補助を行うことが望ましいと考える。

本検討は、基礎検討として過去の調査で挙げられた狭路に着目したが、運転支援技術の進展もあり、現在のドライバがどのような場面で支援を求めているのか、苦手なのか、改めて調査する必要がある。実験は実験車両を用意し、試験路にて行ったが、より実際の道路環境に近づけていくことが必要であり、加えて、運転に慣れていない車両の操作に緊張が生じ、要因の異なる反応が影響している可能性がある。よって、苦手意識の影響がより顕著になると考え、運転に慣れた車両を用いて今後の検討を行っていく。

表2.1 HR変化と苦手意識、求める支援

参加者	道幅	見た瞬間	苦手意識	支援	位置調整開始	苦手意識	支援	狭路入口	苦手意識	支援
A	2.8	目隠し除去後に下降、変動しながら上昇	B		変動しながら上昇	B	触覚	若干の下降後、上昇(変動小)	C	
	3.0	アクセルの安定で下降、近づくにつれ上昇	A		緩やかな上昇	B	視覚	緩やかな下降	B	
	3.2	目隠し除去後に下降、緩やかに上昇	A		緩やかな上昇	A		進入直後にピーク、その後下降	A	
B	2.6	目隠し除去後、上昇	B		上昇が続く	A	視覚	進入時にピーク、その後緩やかに下降	A	
	1.8	目隠し除去直前に上昇、アクセルの安定で下降	C	聴覚	緩やかな上昇	C	視覚	狭路直前でピーク(狭路進入なし)	C	
	2.2	目隠し除去直前に上昇、アクセルの安定で下降	B		緩やかな上昇	B	視覚	持続的に高い状態が続く	C	
	3.0	若干の上昇後、安定	A		変動が小さく、安定的	A		変動は小さいが下降	A	
C	3.2	計測不備	A		計測不備	A		計測不備	B	
	2.2	変動しながら緩やかに上昇	B		変動しながら緩やかに上昇	C	視覚	狭路直前で下降(狭路進入なし)	C	視覚
	2.8	変動が小さく、安定的	A		近づくにつれ上昇、40m過ぎで多少下降	B		進入で多少上昇	B	
D	1.8	アクセルの安定後、若干上昇し安定	A		40m過ぎから上昇	B	聴覚	狭路直前で下降(狭路進入なし)	C	聴覚
	1.8	アクセルの安定後、緩やかに上昇	A		緩やかな上昇	B	聴覚	緩やかな上昇(狭路進入なし)	B	聴覚
	3.0	目隠し除去後、上昇、近づくにつれ下降	A		40m手前から上昇し、10m手前をピークに下降	A		計測不備	A	
	2.8	変動が小さく、安定的	A		変動が小さく、安定的	A		変動が小さく、安定的	A	
E	2.0	変動が小さく、安定的	B		狭路に近づくと緩やかに上昇	B	聴覚	狭路直前で下降	A	
	1.6	変動が小さく、安定的	A		変動が小さく、安定的	C	聴覚	10m過ぎ、急激な上昇(狭路進入なし)	C	

表2.2 実験参加者が求める支援

参加者-回数	支援内容
A-1	位置調整地点でもうすぐ狭路であることをハンドルなどの振動で伝える
A-2	位置調整地点で車幅のラインを視覚情報で表示
B-1	ETCレーンのラインのような表示
B-2	位置調整地点前で経路変更の促し、ずれているか表示
D-1	フロントガラスにタイヤが通るべき道筋が表示される
D-2	フロントガラスにタイヤが通るべき道筋が表示される
E-2	本当に通ることが出来るのかを確認する音声、横方向が分かるような表示
E-3	通り抜けることが不可能であることを知らせる音声・表示

謝辞

本検討を進めるにあたり、アンケートや実験等へのご協力、ご参加いただいた皆様に感謝の意を表します。

「参考文献」

- 1) 栗谷川, 大塚, 大須賀, 景山, 運転中の予期緊張によるドライバの生理指標変化, 第24回生体・生理工学シンポジウム論文集(2009), pp.321-322
- 2) 栗谷川, 大須賀, 景山, 心拍変動を用いた高齢ドライバの苦手・危険場面検出をめざして, ヒューマンインタフェース学会論文誌(2007), Vol.9, No.2, pp.117-123
- 3) 栗谷川, 景山, 高齢ドライバの実態調査, 日本機械学会第15回交通・物流部門大会講演論文集(2006), No.06-52, pp.407-410
- 4) 大須賀, 生体計測の手法とその応用, JSAE SYMPOSIUM No.21-13 ドライバ心理・生理・行動特性の評価技術と応用展開(2014), pp.18-24