

前方車両からの情報提供がストレス低減にもたらす効果*

Effects of the reduction of the Drivers' stress by the Information Provision of forward vehicle*

根本 千衣** 浜岡 秀勝*** 清水 浩志郎****

By Chie NEMOTO** · Hidekatsu HAMAOKA*** Koshirou SHIMIZU****

1. はじめに

日本の地方都市間道路は、①片側1車線、②追い越し区間が短い、③信号間隔が長いという特徴を持つ。このような交通環境では、除雪車や作業車の低速走行が原因となる交通流の乱れを発生させやすい。その状況では、後方を走行するドライバーにストレスを与え、無理な追い越しなどの危険行動を誘発する。

ここで、低速車となるのは作業車のみではなく、一部の一般ドライバーや高齢ドライバーにも当てはまる。したがって、多くのドライバーが遭遇するという日常的な問題といえる。このような状況は、特定の場所で生じるものではないため、道路整備というよりは、人間同士のコミュニケーションが有効と考えられる。本研究の最終目的は、低速車からの情報提供による後続ドライバーの危険行動抑止であるが、本論ではその前段階として、情報提供内容と情報提供タイミングのあり方の考察を目的とする。ここでの着目点は、1) 前方の車種が一般車両・作業車両の違いによる後方ドライバーのストレス変化、2) 前方車両が発する情報提供内容による後方ドライバーのストレス変化の2点である。

ストレス発生時、人間は発汗や心拍数の増加、ストレスホルモンの増加など、さまざまな生理的变化が見られ、測定方法は尿中、血中、唾液中のストレスホルモンの採取や心臓血管系の変化をみるものと様々である。本研究では実走行調査によりストレスを分析するため、生理的指標として簡易に測定可能である心拍計を用い、心拍間隔 (RRI) データを用いることとした。

2. これまでのストレス研究と本研究の位置づけ

これまで運転時のストレスに着目した研究は多く見られる。溝端ら¹⁾の研究では高齢者の運転行動として反応時間

に着目し、若年者との差の大きさを示している。こうした分析はストレス発生側に着目したものであり、ストレスを受ける側の運転挙動変化には踏み込んでいない。一方でストレスを受ける側に立つ研究として、岩倉²⁾らの研究が挙げられる。この研究では、運転疲労から発生するストレスを生理的に評価している。しかし、長時間の移動による疲労に着目しているため、低速車への後続という、短期間に発生するストレスは考慮していない。筆者ら^{3) 4)}は、これまでに一般車両が原因となるストレスの軽減対策の提案を目的に、基礎データを取得している。その結果、低速車への後続によるストレス蓄積という基礎的傾向を把握できたものの、ストレス軽減対策までは提案できていない。そこで、原岡ら⁵⁾は筆者らと同様の視点をもとに、情報提供内容の差異による効果を計算している。しかし、車種に対応した情報提供の内容や、その提示タイミングまでは言及していない。

本研究も従来の研究と同じく、効果的な情報提供の提案のあり方の考察を目的とするが、特徴として、前方車両の種類により異なるストレスを考慮することがあげられる。また、従来の研究では、一般車両の低速走行に着目しているが、本研究では冬期の除雪車両にも対応できるよう特殊車両にまで範囲を広げ、各車両に対応した情報提供法の提案も目的としている。

3. ストレス変化の実態調査

(1) 調査に求められる条件

調査を実施するにあたり、必要な条件として以下の3点があげられる。第一は走行速度と調査区間についてである。本研究では、故意に被験者の前方へ低速車を進入させ、ストレスを発生させる。そのとき、ストレスの大きさは、被験者と低速車両の走行速度差に影響されると考えられる。そのため調査対象区間は、見通しがよく、線形の良い区間である必要がある。第二は退避場所についてである。退避の有無や情報提供等とストレス変化の関連性を分析するためには、低速車両は特定の退避場所で退避する必要がある。また、本研究ではストレスの蓄積も見られるため、退避までの距離を長く取る必要がある。第三は調査時間について

* キーワーズ: ストレス, 交通挙動, RRI
** 正会員) 株式会社ケー・シー・エス
(仙台市青葉区本町1-11-2, Tel:022-224-1591
e-mail: nemoto@kcsweb.co.jp)

*** 正会員 博(工) 秋田大学土木環境工学科
**** フェロー 工博 秋田大学土木環境工学科

である。ドライバーは長時間運転すると疲労によるストレスが蓄積されるため、長時間の走行は好ましくない。

これら条件から、本調査では調査区間を国道7号線西目～象潟間とした。この区間には退出箇所に適した簡易休憩施設「もしもしピット」が3～10km間隔に設置されている。当該区間の規制速度は、区間により50～60km/hの間で変化するが、実勢速度は70km/h程度である。低速走行区間は約18kmであり、その際の低速走行速度は50km/hで一定としたため、低速走行時間は20分程度となった。

(2) 低速車両の種類と情報提供内容について

危険行動を低減させる情報提供を考慮するためには、まず後続ドライバーの心理を考える必要がある。ドライバーは低速走行時に、その原因や期限という情報を欲すると考えられる。そこで、本研究では低速走行の原因を提示し、ドライバーに諦めを促す情報（消極的信息提供）や、低速走行の期限を提示しドライバーに安心感を与える情報（積極的信息提供）の2種類の情報提供法を考えた（図-1）。調査では以下の、①「規制速度走行車」、②「もしもしピット調査中」（電光掲示板のない車両）、③「5km先回避します」の3種類の情報を提示した。①は消極的信息提供法、②③は積極的信息提供法に該当する。①②はステッカーを車両後方に貼り提示し、③は退出先（もしもしピット）5km前で1分間、電光掲示により情報を流した。（図-2）

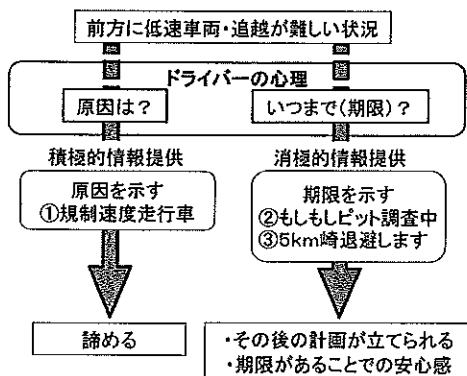


図-1 低速走行時のドライバー心理と情報提供効果

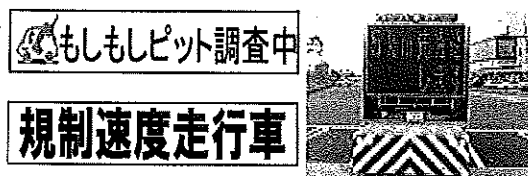


図-2 国道7号調査における低速車からの情報提供内容

(3) 調査の概要

調査では、被験者には心拍計、アイカメラ、車両には加速度計を装着させている。このとき、被験者には国道走行調査というダミー課題を与えた。調査区間は「道の駅西目」～「道の駅象潟」間を往復するコースとし、通常どおりの運転を心がけるよう指示した。また、折り返し地点「道の駅象潟」にて15分程度休憩を取り、被験者の運転疲労によるストレスが発生しないよう配慮した。このような状況のもと、復路途中のもしもしピットにて、ストレスを高めるため一定速度(50km/h)で走行する低速車両を流入させた。被験者は一定区間低速車両を追従することになる。なお、低速車両流入については被験者には伝えないものとする。

「道の駅象潟」間を往復するコースとし、通常どおりの運転を心がけるよう指示した。また、折り返し地点「道の駅象潟」にて15分程度休憩を取り、被験者の運転疲労によるストレスが発生しないよう配慮した。このような状況のもと、復路途中のもしもしピットにて、ストレスを高めるため一定速度(50km/h)で走行する低速車両を流入させた。被験者は一定区間低速車両を追従することになる。なお、低速車両流入については被験者には伝えないものとする。

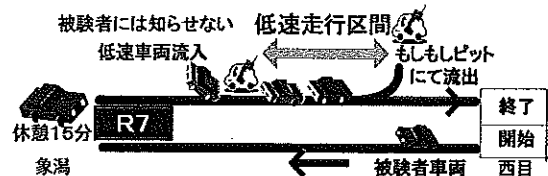


図-3 国道7号調査における調査区間の概要

調査は、2004年9月1日～10月15日にかけて実施した。調査の概要を図-3、表-1、測定データを表-2、低速走行する車両と情報提供内容を表-3に示す。本調査の被験者数は52名であり、これまでの同様の調査と比較して多くの被験者が得られている。なお、表-3において分析数が被験者数より減少したのは、オーディオやカーナビ等の電波障害が要因となり、データ取得できなかったことによる。表-3の追越は被験者が低速車両を追越したことを示しており、以降特異データとして扱う。

表-1 国道7号調査の概要

調査道路	国道7号線 西目～象潟(22.4km)
調査実施日	2004年9月1日～10月15日
調査実施時間	午前①10:00～11:30 午後②13:00～14:30 ③15:00～16:30
天候	晴れ または 曇り
路面状態	乾燥
交通状態	スムーズな走行環境
被験者数	52名(男性33名 女性 19名)
平均走行時間	往路 0:25:13
	復路 0:26:32
	低速区間 0:22:18

表-2 国道7号調査にて測定したデータ

測定機器	測定データ
心拍計	RRI
セイフティレコーダー	前後加速度

表-3 国道7号調査にて設定した状況設定とサンプル数

車両	情報の種類	人数	分析
乗用車(乗)	無し(無)	11	3
	速度(速)	4	3
	回避(退)	4	3
大型車(大)	無し(無)	3	1
	速度(速)	4	2
	回避(退)	5	2
パトロールカー(パト)	無し(無)	6	3
	回避(退)	4	2
	追越	2	2
標識車(標)	無し(無)	5	2
	回避(退)	4	1
		52	24

※カッコ内は省略形であり、以降カッコ内の表記を用いる

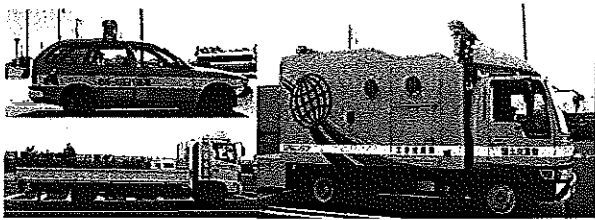


図-4 国道7号調査にて用いた低速車両

4. 情報提供によるストレス変化分析

(1) RRI の考え方

ストレス発生時、人間は発汗や心拍数の増加、ストレスホルモンの増加など、さまざまな生理的变化が見られる。中でも本研究では生理的指標として簡易に測定可能である心拍計を用い、心拍間隔 (RRI) データを得た。本研究ではこの RRI に着目し分析する。ここで RRI とは、心電図波形中の R 波と R 波の間隔を指し、ストレスや身体的な負荷を与えられたとき RRI は短縮する。それは、負荷に抵抗するために心臓交感神経の亢進がおこり、心拍数を増加させることによる。このことからストレスを表す指標の一つとして RRI が使われている。

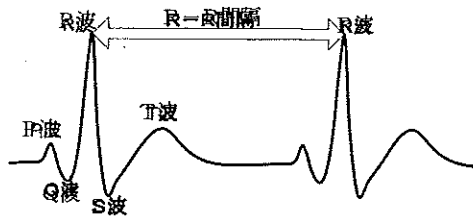


図-5 心電図波形

(2) RRI 値によるストレスの定量化方針

本研究では RRI 値を用いて表-4に示す4種類の分析方針を立て、ストレスの定量化をおこなった。効果的な車種別情報提供法としては、最大・最小 RRI 値記録時間に着目して低速区間を分析している。情報提供の有効性として、単位時間当たりの RRI 変動に着目して復路全区間を分析している。効果的な車種別情報提供法として、RRI 移動平均の近似直線の傾きに着目して低速・低速後区間を分析している。情報提供の有無でのストレス変化として、散布図の広がりに着目して低速・低速後区間を分析している。なお、ここではスペースの制約上、効果的な車種別情報提供法、情報提供の有効性の結果のみを載せる。

表-4 RRI を用いたストレス分析方針

分析	分析方針	分析区間
効果的な車種別情報提供法	最大・最小 RRI 値記録時間	低速区間
情報提供の有効性	単位時間当たりの RRI 変動	復路全区間
車種別情報提供の効果	RRI 移動平均の近似直線の傾き	低速・低速後区間
情報提供の有無でのストレス変化	RRI 値の分散	

(3) 効果的な車種別情報提供法

ここでは被験者の低速走行時 RRI の変動に着目し、RRI データの最大値・最小値を記録した時間から、効果的な車種別情報提供法を明らかにする。RRI の最大値・最小値を記録した順番には表-5に示す2パターンが考えられる。また、図-6は RRI 値の最大値・最小値を記録した時間を表している。パターン1のように、始めにストレスが高まり、RRI 最小値を記録する場合、後続車に対して早い段階で諦めを促すことで、無理な追い越しやあおり行為などの危険行為を抑制出来ると考えられる。よって、初めに最小値を記録する情報提供法が有効と考えられる。なお、RRI データは30区間の移動平均を取ることで、特異値による影響が大きく出ないように考慮している。図-7は RRI 値の最大値・最小値を記録した時間を車種別に示している。この図から、乗用車は情報を与えたとき、最小値が先に記録されるため、情報を与えないときに比べ、諦める傾向にある。また大型車は、情報の有無に関わらず最小が先に記録されるため、諦める傾向にある。一方で標識車は、最大値が先に記録され、ストレスが蓄積される傾向にある。また、それは情報の有無に左右されないこともわかる。次に情報内容別にみると、速度表示の情報提供は車種に関係なく諦める傾向にある。これら車種・情報内容別に見た結果、一般車両 (乗用車・大型車) は速度表示をすることで諦めを促すことにつながり、効果的といえる。標識車は表示の有無に関わらずストレスが蓄積していくため、退避までの時間を考慮する必要がある。

表-5 RRI 記録時間によるドライバータイプ

パターン	RRI 値の記録順	タイプ
1	最小 RRI → 最大 RRI	初めストレスが高まり、その後は諦めるタイプ
2	最大 RRI → 最小 RRI	徐々にストレスが高まるタイプ

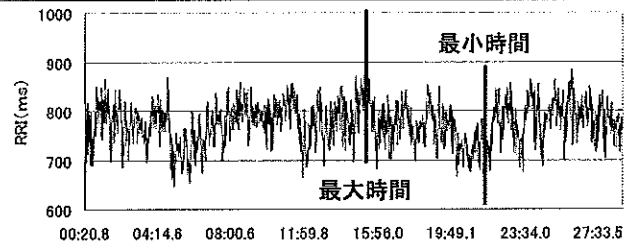


図-6 RRI が最大・最小をとる時間

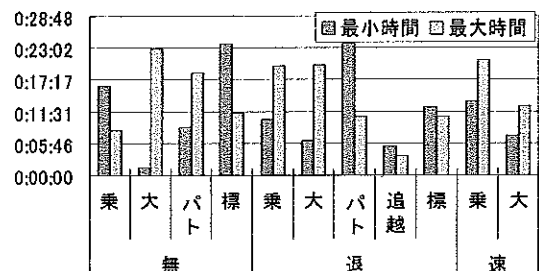


図-7 RRI の最大値・最小値が得られた時間

(4) 情報提供の有効性

ここでは被験者の復路全体の RRI 変動を見る。ストレスが高まる時 RRI 値の変動は大きくなり、全体平均からの差が大きいと考えられる。図-8は移動平均と RRI 平均の差の絶対値を示している。全体平均値からの差が大きくなると、移動平均と全体平均で囲まれた面積が大きくなる。ストレス時 RRI の分散が大きいと考えられるため、面積が大きいきストレスが高まると考えられる。しかし移動平均と全体平均の差には負値もあるため、移動平均と RRI 全体平均値差を二乗した総和を求めている。なおここで使用した移動平均データは、RRI の特異値を考慮し 30 区間移動平均を用いた。

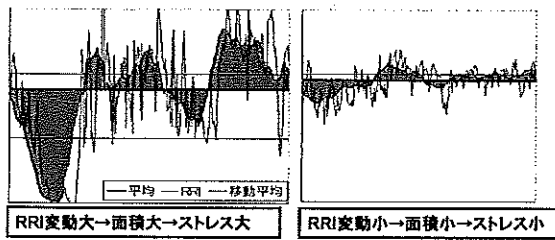


図-8 RRI 移動平均と RRI 全体平均の差

図-9は車種・情報提供により分類した二乗和を示している。この図において、「情報無し・乗用車」を基準にすると、情報を与えた全ての被験者の二乗和および情報を与えない乗用車以外の被験者の二乗和はすべて小さい。これは乗用車の場合、「情報提供無しで乗用車」の場合のストレスは「その他の車種・情報」と比較しても高いことを示している。この結果により、情報提供の効果が把握できた。また、乗用車以外の車両自体が後方ドライバーの諦めを促す効果を持つこともいえる。

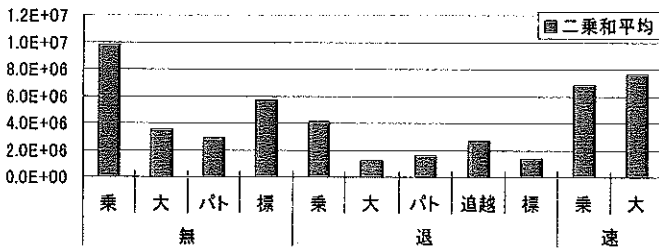


図-9 各状況における二乗和

表-6は各車種別・情報の有無別に比較した二乗和の増加割合を示している。増加割合が負のとき情報提供効果が大きいことを表す。この図から退避による情報提供において面積が小さいことがわかる。これはRRI変動が小さく、安定した心理状況であることを示す。以上の二乗和の比較からストレス減少に効果的な情報提供法は退避であることが明らかになった。逆に大型車両への速度表示はストレスを高める結果となった。

表-6 情報の有無で比較した二乗和の変化割合

	退避	速度	退避
乗用	-58.2	-42.3	パトロール
大型	-65.8	53.5	標識車
			-307.8

5. 本研究のまとめと今後の課題

本研究では、前方車両から提示される情報の効果は車種により異なることに着目した。そこで、実走行による調査を実施し、RRI分析から車種別にみた効果的な情報提供法を把握した。

ストレスが最大となる時間に着目し、RRI最大値・最小値を分析したところ、速度情報の提示が諦めを促すことにつながり効果的であることを明らかにできた。また、車種別に見た情報提供による変化としては、乗用車・大型車の一般車両において速度表示により諦める傾向を示した。一方で標識車では、情報提供の有無に関わらずストレスが蓄積される傾向にあることから、退避までの時間を考慮する必要がある。

RRI値の変動に着目した分析では、情報提供の必要性が言えた。中でも退避による情報提示が効果的との知見を得た。一方で大型車両への速度表示はストレスを高めた。以上の結果を通し情報提供の有用性を示すことが出来た。現段階で有効と思われる車種別情報提供法は、「乗用車-退避」「大型車-退避」「標識車-退避までの時間を考慮した退避情報」といえる。また、これら結果から、積極的な情報提供法が、消極的な情報提供法以上にドライバーから求められることも明らかにできた。しかし、退出情報に関してどれくらいの距離で表示するべきかということまで踏み込めていない。

本研究の課題として、情報提供内容の検討があげられる。また、往路と復路の比較は、RRIデータの機器装着後のストレスと思われるRRI低下により、実施していない。今後は往路データの補正を行い、被験者別に通常運転RRI値を求め、復路との分析を行う必要がある。さらにアイカメラデータ、加速度データの分析を実施し、注視点・加減速・RRIの相互の関係を考察する必要がある。それにより効果的なストレス軽減情報提供法が提案可能と思われる。

《参考文献》

- 1) 溝端光雄、木村一裕、高宮進：高齢ドライバーの標識判読に関する実験的研究、第54回土木学会年次学術講演会講演概要集第4部、pp. 448-449、1999
- 2) 岩倉成志、西脇正倫：長距離トリップに伴う乗車ストレスに関する研究、土木計画学研究講演集、23-1巻、pp. 543-544、2000
- 3) 根本千衣、浜岡秀勝、清水浩志郎：低速走行を強いられるドライバーのストレスと運転挙動に関する研究、平成14年度土木学会東北支部技術研究発表会pp. 476-477、2002
- 4) 根本千衣、浜岡秀勝、清水浩志郎：低速走行を強いられるドライバーのストレスと運転挙動に関する研究、第23回交通工学研究発表会論文報告集、pp. 101-104、2003. 10
- 5) 原岡賢一、浜岡秀勝、清水浩志郎：情報提供内容がドライバーのストレスに及ぼす影響に関する研究、平成15年度土木学会東北支部技術研究発表会、pp. 436-437