

生体ストレス指標をとりいれた交通機関選択モデルに関する考察

芝浦工業大学大学院 学生会員 小泉 健一
 芝浦工業大学大学院 学生会員 土川 奏
 芝浦工業大学工学部 正会員 岩倉 成志

1. はじめに

幹線交通の行動分析において、生理的要因であるストレスと交通行動の関係を明らかにした研究は存在しない。西脇・岩倉¹⁾は AHS-a 導入によるドライバーの精神的、肉体的ストレスが軽減されると考え、心拍間隔 RRI の実測による運転ストレスの定量化及び AHS 導入後の交通機関選択行動の分析を行った。この結果、ストレスが交通機関選択行動に有意な影響を与える可能性があることを報告した。しかし、この研究では、計測実験を自動車(運転席、助手席)のみで行ったため、代替交通である航空機や優等列車等の幹線交通機関に長時間乗車した際のストレス指標が用意されていなかった。また、ストレスの個人差について考察が不十分であった。

こういった課題を受けて、土川ら²⁾は各幹線交通機関別の乗車ストレスを、概日リズムを考慮して定量化した。本研究では、以上の課題と土川ら²⁾の実験結果を踏まえ、幹線交通機関選択モデルを再度構築し、パラメータ特性を考察することとした。

2. 心拍間隔 RRI を用いたストレス関数の構築

まず、土川ら²⁾に示すように、自動車、航空機、新幹線の長距離乗車時の心拍間隔 RRI を計測した。次に安静時の心拍間隔 RRI を測定し、概日リズムの計測を行った後、長距離乗車時の心拍間隔 RRI を概日リズムで除して RRI 変化率の指標を得た。つまり、この指標が 100% を超えると安静時よりもストレスが低く、100% を下回るとストレスがかかっていることになる。

次にこのストレス指標は不連続なデータであることから、連続した時系列指標とするために、RRI 変化率 (RRI index) を被説明変数、乗車時間 (T) を

表 - 1 K 氏における推定変化率解析結果

	運転席	助手席	新幹線	航空機
	係数 (t 値)	係数 (t 値)	係数 (t 値)	係数 (t 値)
切片	80.2 (-47.2)	94.5 (-28.8)	108.156 (-48.3)	93.0 (-46.1)
T ²	-5.29E-04 (-7.1)	7.24E-04 (-4.9)	-1.02E-03 (-7.5)	7.41E-04 (-3.7)
T	0.254 (-5.7)	-0.247 (-2.8)	0.503 (-7.4)	-0.418 (-5.4)
√T	-1.82 (-3.4)	2.01 (-1.9)	-4.36 (-5.8)	4.10 (-5.5)
1/T	-3.88 (-1.4)	-0.39 (-0.1)	-3.60 (-1.1)	2.41 (-0.8)

表 - 2 重相関係数

	運転席	助手席	新幹線	航空機
H氏	0.776	0.839		
K氏	0.779	0.834	0.703	0.761
T氏	0.634	0.750	0.796	0.818

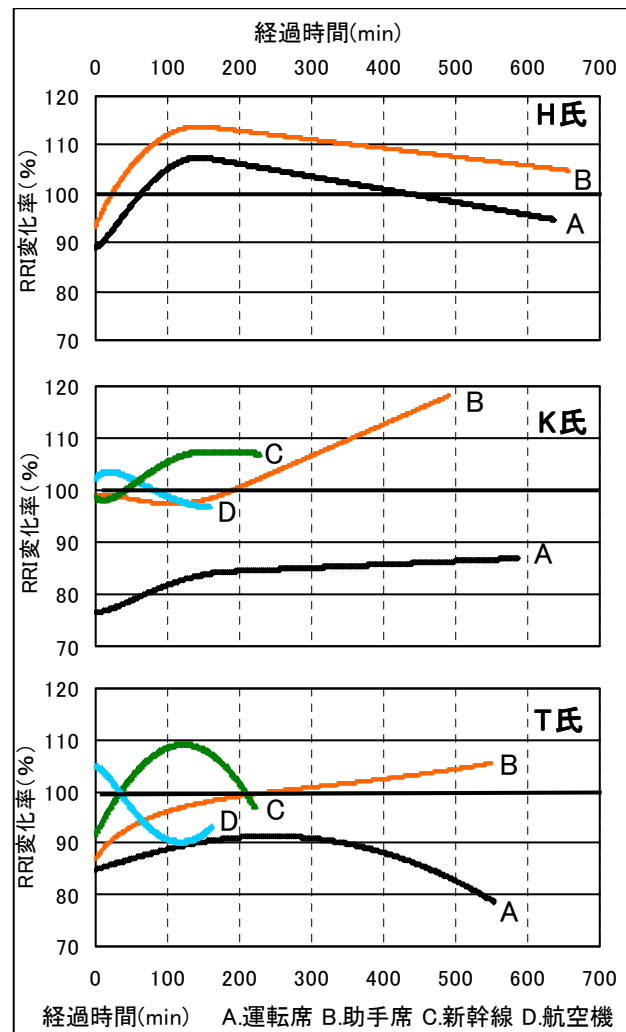


図 - 1 各交通機関における RRI 変化率推定図

キーワード：生体ストレス，心拍間隔，RRI，幹線交通機関選択モデル

連絡先：〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 Tel:03-5476-3049 Fax:03-5476-3166

説明変数とする以下の回帰モデルの構築をした．

$$RRIindex = const. + \alpha T^2 + \beta T + \gamma \sqrt{T} + \eta T^{-1}$$

被験者は一昨年度の1名（H氏）に加えて，昨年度2名（K氏，T氏）である．一例として，交通機関ごとに得られたK氏のパラメータを表1に，3名の重相関係数を表2に示す．RRI変化率は，微少時間内で変動することから，精度高いモデルは構築できなっていないが，RRIの変化をおおむね表現できたと考える．3名のモデルをもとに各交通機関の乗車時間とRRI変化率の推定値を示したものが図1である．いずれも自動車の運転時にかかるストレスが強く，次に高速移動を伴う航空機のストレスが強い，そして新幹線，助手席乗車時のストレスが低い結果が表現できている．個人差については，H氏とT氏の自動車乗車時の変化は似たような傾向にあるが，K氏の助手席時のストレス負荷が相対的に低い結果となっている．また，航空機と新幹線を比較すると，K氏に比べて，T氏のRRI変化率の差分が大きい結果となっている．

3．幹線交通機関選択モデルの構築

平成7年幹線旅客純流動調査を用いて，説明変数に3名のストレス指標を組み込んだ効用関数を非集計ロジットモデルにより推定した．西脇・岩倉¹⁾で使用したデータと同一のRPデータを用いてパラメータ推定をおこなった結果を表3に示す．なお，H氏のストレスデータは，航空機に助手席時のRRI変化率のもっとも小さな値を一律に入れ，鉄道には新幹線の代わりに助手席のデータを当てた．また，実測の乗車時間を超える一部のトリップには，それ以降のすべて時間帯に対して，最後の時間の推定値を当てはめてデータを構築した．

表3には，H氏，K氏，T氏別のパラメータが示されているが，個人モデルという意味ではなく，純流動調査から抽出した3000サンプルの乗車時間データを媒介として，2.示した各人のRRI変化率推定値をデータを作成し，パラメータ推定を行ったという意味である．

いずれのモデルも尤度比，t値とも有意といえる．昨年度同様に，追加した2名のデータでも幹線交通機関選択にストレスの影響が有意に効くことがわか

表 - 3 パラメータ推定結果

	H氏	K氏	T氏
時間(分) (t値)	-1.08E-02 (-21.2)	-1.23E-02 (-28.5)	-9.22E-03 (-19.7)
費用(円) (t値)	-3.39E-05 (-3.5)	-2.19E-05 (-2.3)	-4.40E-06 (-4.8)
ストレス(RRI変化率) (t値)	2.23E-02 (1.9)	2.72E-01 (5.1)	7.14E-02 (7.2)
定数項(Rail) (t値)	1.23 (-16.5)	-1.37 (-2.7)	0.37 (2.8)
定数項(Car) (t値)	2.38 (16.4)	5.69 (8.1)	1.95 (16.5)
初期尤度	-3295.8	-3295.8	-3295.8
最終尤度	-2228.1	-2217.4	-2205.7
尤度比	0.324	0.327	0.331

った．

次に個人間でのパラメータの比較をおこなう．所要時間，移動費用のパラメータは概ね安定した結果となった．一方で，ストレスを表すRRI変化率のパラメータは，K氏がH氏の約12倍，T氏がH氏の約3倍になり，K氏はT氏の約4倍に変化するという結果となった．ストレスに対する感度は，H氏，T氏，K氏の順で高くなっていることがわかる．3名とも22歳の健康な男子であるが，パラメータにある程度の幅が発生することが明らかになった．ただし，K氏は運動能力が非常に卓越しており，RRIの変動係数が他の2人に比べて非常に低い実験結果であった．いずれにせよ，年齢層の幅を広げて，実験を行い，どの程度の相違があるのかを調査する必要は高いと言えよう．

4．まとめ

自動車と代替する幹線交通機関のRRI変化率を組み込み，個人間のRRI変化率の相違を把握した．また回帰モデルによって得られたRRI変化率の関数を交通機関選択モデルに組み込み，パラメータ推定を行った結果，生体ストレスが幹線交通機関の選択に有意に影響することを再度確認した．ただし，個人間でパラメータ感度が異なることから，先見事項ではあるが，対象者の属性を広げて実験データの蓄積を行う必要があることが明らかになった．

参考文献

- 1) 岩倉・西脇・安藤：長距離トリップに伴う運転ストレスの測定，土木計画学研究・論文集 No.18, pp.439-444, 2001
- 2) 土川・古山・岩倉：心拍間隔指標を用いた長距離運転時のストレス計測実験，第57回年次学術講演会，投稿中，2002