

# 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

- AHS の需要予測にむけて -

H98052 古山 昌浩  
H98079 土川 奏  
指導教員 岩倉 成志

## 1. はじめに

AHS a (高速道路における完全自動走行) が導入されることによって渋滞緩和, 事故減少, 環境改善などの効果が期待されている。当研究室では, これらの効果に加えて, 長距離運転のストレス軽減効果に着目した研究を行い, 完全自動走行による運転ストレスの軽減が, 交通機関選択行動に有意な影響をもたらすことを報告した。しかし, (1)トリップ長の違いとストレスの強さの関係や, (2)新幹線等の代替交通機関における乗車ストレスの把握が不十分であった。このため以上の二つの課題に対応したストレス計測および分析を行うこととした。昨年と同様にホルター心電計を用いた心拍間隔の分析を行ったが, 特に周期的な生体リズムの解析や, 心拍間隔をベースにした複数のストレス指標の有用性についても考察を加えて研究を進めた。

## 2. 心拍間隔とストレスとの関係

心電図の波形 R 波と R 波の間隔である RRI が身体的・精神的ストレスの指標となると多くの既存研究で示されている。RRI は, 身体的・精神的負荷に対して抵抗するため, 体を活性化させる心臓交感神経と休息・休養を要求する働きを持つ心臓副交感神経の二重支配を受けている。身体的・精神的負荷により, 心臓交感神経の亢進が起これば, 心拍数は増加し, RRI が短縮することから, ストレスを表す指標となる。

## 3. 本研究で設定した仮説

本研究では既往研究のレビューをもとに以下のような仮説を立てて, 検証を行う。

人間には概日リズム(24 時間の生体リズム)が存在し, 体温, 血圧, 心拍数は夕方最高となり, 午前 3 時頃に最低となる。

短距離乗車時の心拍変動は長距離乗車時の心拍変動と同様の軌道を描く。

交通機関・距離・乗車時間・速度によって乗車ストレスは異なる。

心臓交感神経を反映する LF/HF 値, 心臓副交感神経を反映する HF 値とも RRI 同様, ストレスを反映する指標として有効である。

## 4. 実験概要

表 - 1. 調査日程

調査は, 22 才の男性 2 名で行い, 幹線交通機関(自動車, バス, 航空機, 新幹線)の乗車時の心拍間隔をホルター心電計で計測した。自動車乗車時は運転席, 助手席ともに計測し, (助手席での環境を AHS a 導入時と仮定している)また, トリップ長短によるストレスの傾向を把握する為に約 650km と約 300km の距離を高速道路で計 14 回走行した。測定時は 1 時間半おきに主観的疲労度を一般的疲労症状・心的疲労症状・身体症状の項目ごとに申告した。概日リズムを考慮するため自宅での安静なデータと睡眠のデータを計測した。調査日程は表 1 のように 10 月後半から 1 月中旬に行った。

日程	K氏	T氏	経由地	日程	K氏	T氏	経由地
10月29日	助手席	運転	東京-静岡-東京	11月20日		新幹線	東京-秋田
10月31日	運転	助手席	東京-豊田-東京	11月21日		新幹線	秋田-東京
11月5日	助手席	運転	東京-豊田-東京	12月13日		バス	東京-福岡
11月7日	運転	助手席	東京-静岡-東京	12月15日		バス	福岡-東京
11月9日	助手席	運転	東京-静岡-東京	12月6日		航空機	東京-沖縄
11月12日	運転	助手席	東京-豊田-東京	12月8日		航空機	沖縄-東京
11月14日	助手席	運転	東京-静岡-東京	12月19日		航空機	東京-沖縄
11月16日	運転	助手席	東京-豊田-東京	12月21日		航空機	沖縄-東京
11月26日	助手席	運転	東京-豊田-東京	11月23日		安静時	自宅
11月28日	運転	助手席	東京-静岡-東京	11月25日		安静時	自宅
1月10日	助手席	運転	東京-岡山	12月11日		安静時	自宅
1月12日	運転	助手席	岡山-東京	12月17日		安静時	自宅
1月15日	助手席	運転	東京-岡山	1月9日		安静時	自宅
1月17日	運転	助手席	岡山-東京	1月20日		安静時	自宅

## 5. データの解析結果

概日リズムを考慮するため、複数の日常の実測 RRI を移動平均したデータを用いて、重回帰分析により、RRI の概日リズムの推定した結果を図 1 に示す。

次に交通機関の乗車は、実測値を上記で推定した概日リズム RRI で除した変化率をストレス指標とする。休憩時間を省いた被験者 2 名のストレス指標の算出結果を図 2, 3 に示す。T 氏は心拍数が休憩後から概日リズムに安定するまでの時間を要するため、安定するまでの RRI を次式で補正した。

$$RRI = 2.56t + 678.3 \quad t: \text{回復時間(分)}$$

最後に、各交通機関の変化率を図 4 に示す。

RRI 変化率は 100% 以下が乗車ストレスといえる。以上の結果から両名とも運転時の方が RRI は短く、運転時と助手席時では乗車ストレスの差が見られることが明らかであり、乗車時間 240 分以降では変化率の差が増加しているという結果になった。この結果は昨年の研究結果とも整合している。

## 6. 仮説の検証

概日リズムの RRI は 16 時～17 時頃に RRI が最小値となり、またその後徐々に上昇することから既存の研究でいわれている概日リズムと一致した。

図 2, 4 の比較から、短距離乗車時と長距離乗車時の心拍変動はほぼ同様の軌道を描くことが確認できた。これは、既存研究で言われている、運転開始から数時間は環境適応期であり、ストレスとは関係がないことが裏付けられる。

図 4 より乗車ストレスは交通機関によって異なることが確認された。航空機では加速負荷が大きく高速移動を行うこと、気圧の変動があるため、新幹線より心拍に影響を与えた要因と考えられる。

以上の RRI 指標以外に周波数解析によって得られる LF / HF 値、HF 値を分析したがストレスを反映するデータであると立証できなかった。

## 7. 今後の課題

心拍間隔から得られる LF / HF 値、HF 値を含む、他の指標についても分析を深度化し、ストレスを精度よく定量化できる指標の検討を行う。

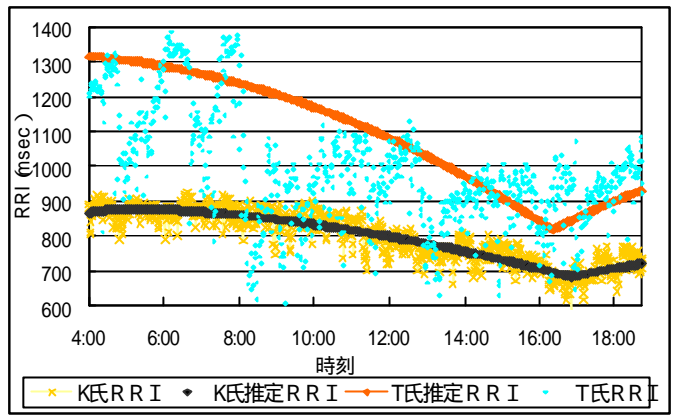


図 - 1 . 概日リズムの RRI 推定結果

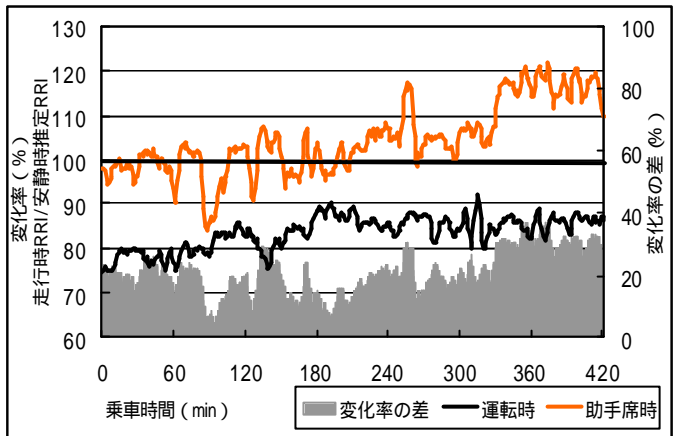


図 - 2 . K 氏における RRI 変化率

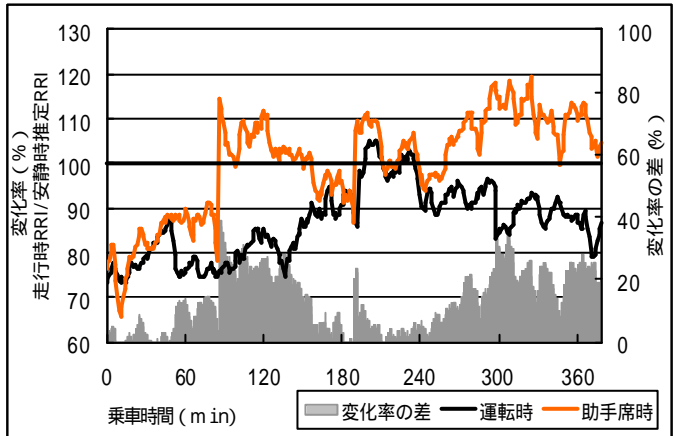


図 - 3 . T 氏における RRI 変化率

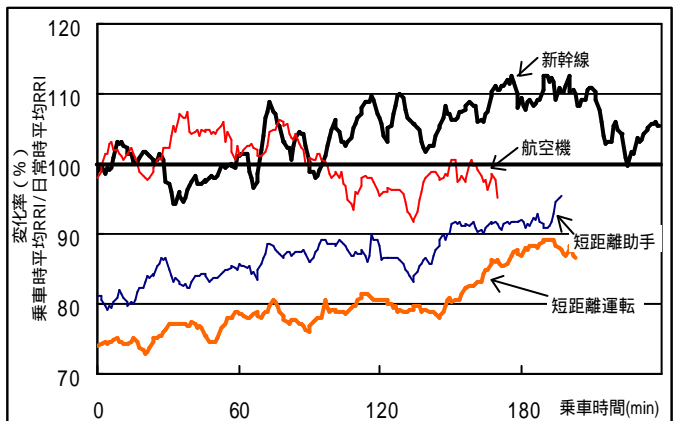


図 - 4 . K 氏における交通機関別の RRI 変化率