

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 -

芝浦工業大学大学院 学生会員 土川 奏
 (株)山本工業 古山 昌浩
 芝浦工業大学工学部 正会員 岩倉 成志

1. はじめに

AHS a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。昨年度、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、トリップ長の違いとストレスの強さの関係、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。昨年度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1日の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になると多くの既存研究で示されている。図-1に示すように、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。

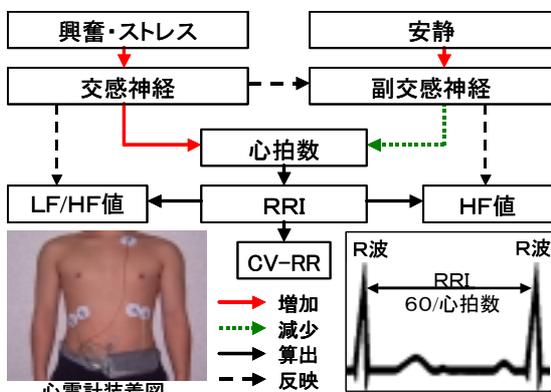


図-1 心拍間隔とストレスの関係

3. 本研究における検討事項

本研究では既往研究のレビューをもとに以下のような項目を検討・考察する。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~6時頃に最低となる。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、緊張感を表すCV-RR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

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月下旬から2月上旬に行った。

表-1 調査日程

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21日		新幹線	秋田~東京
10月31日	運転	助手席	東京~豊田~東京	12月13日		バス	東京~福岡
11月5日	助手席	運転	東京~豊田~東京	12月15日		バス	福岡~東京
11月7日	運転	助手席	東京~静岡~東京	12月6日		航空機	東京~沖縄
11月9日	助手席	運転	東京~静岡~東京	12月8日		航空機	東京~東京
11月12日	運転	助手席	東京~豊田~東京	12月19日		航空機	東京~沖縄
11月14日	助手席	運転	東京~静岡~東京	12月21日		航空機	沖縄~東京
11月16日	運転	助手席	東京~豊田~東京	11月23日		安静時	自宅
11月26日	助手席	運転	東京~豊田~東京	11月25日		安静時	自宅
11月28日	運転	助手席	東京~静岡~東京	12月11日		安静時	自宅
1月10日	助手席	運転	東京~岡山	12月17日		安静時	自宅
1月12日	運転	助手席	岡山~東京	1月9日		安静時	自宅
1月15日	助手席	運転	東京~岡山	1月20日		安静時	自宅
1月17日	運転	助手席	岡山~東京	1月31日		安静時	自宅
11月20日		新幹線	東京~秋田	2月1日		安静時	自宅

キーワード： AHS-a 運転ストレス RRI 概日リズム 心拍間隔

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

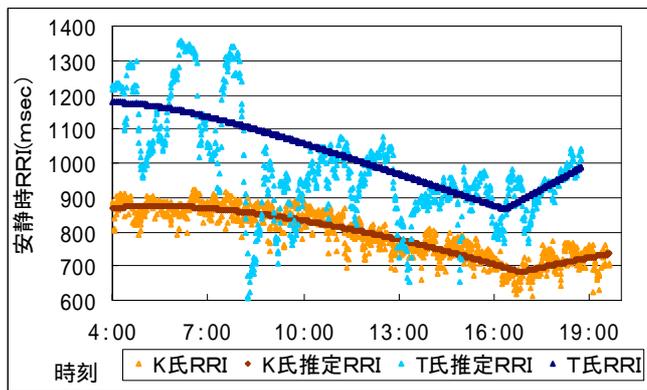


図 2 概日リズムの RRI 推定結果

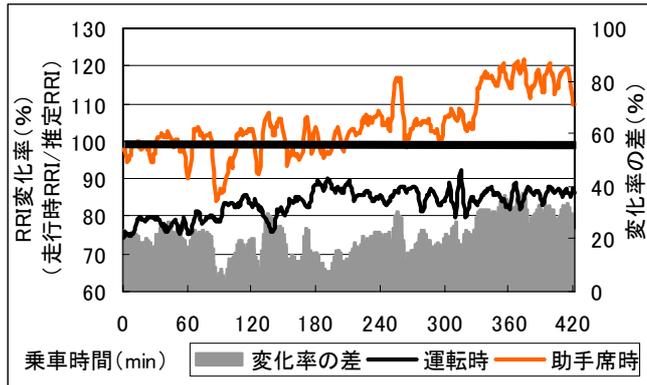


図 3 K氏における RRI 変化率

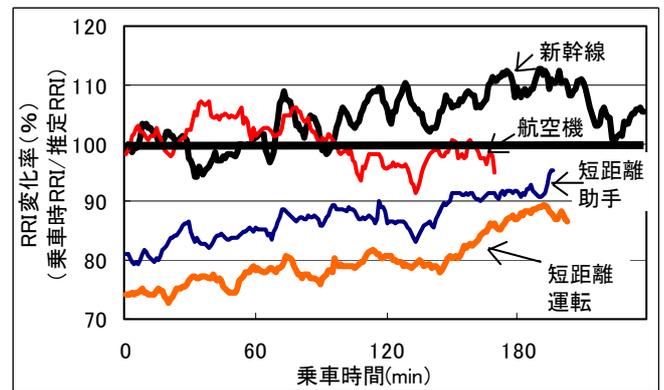


図 4 K氏における交通機関別の RRI 変化率

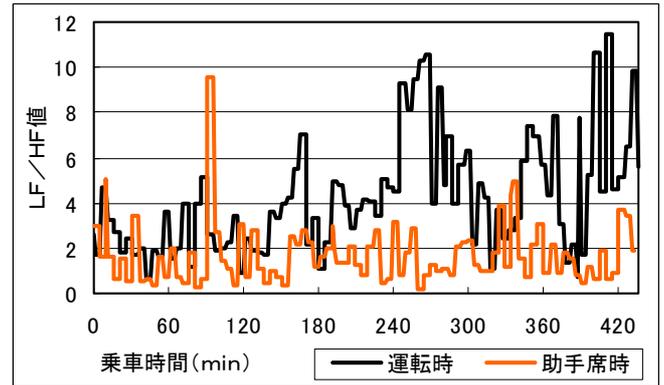


図 5 K氏における長距離乗車時の LF/HF 値

5. データの解析結果

(1) 概日リズムを考慮した推定 RRI

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-2 に示す。概日リズムの RRI は 16～17 時頃 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結果と一致した。

(2) 乗車時の RRI 変化率指標

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。K 氏の RRI 変化率を図-3 に、交通機関別の RRI 変化率を図-4 に示す。尚、RRI 変化率は 100% 以下が乗車ストレスといえる。休憩時間を省いた被験者 2 名のストレス指標を算出した結果、両名とも運転席の方が RRI は短く、運転席と助手席ではストレスの差が見られることが明らかであり、240 分以降では変化率の差が増加している結果となった。また、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。これらの結果より、運転開始から数時間は環境適応期、240 分以降は運転疲労期であるという既存の研究と一致し、昨年の結果とも整合している。さらに、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。航空機の方が、新幹線よりも心拍数が高い要因として、加速負荷が大きいこと、高速移動を行うこと、気圧の変動があることが考えられる。

(3) 周波数解析より得られる指標

最後に、長距離乗車時の LF/HF 値のグラフを図-5 に示す。LF/HF 値は心臓交感神経を反映し、ストレスが増加すると LF/HF 値も増加する。運転時の方が高い値を示し、RRI 変化率と同様、乗車開始から 240 分以降から増加している。また、LF/HF 値のほか、心臓副交感神経を反映する HF 値、RRI の変動係数で緊張感をあわす CV-RR について、両名とも解析を行った。LF/HF 値、HF 値、CV-RR ともストレス指標としての有用性を示したが、RRI 変化率指標に比べ、指標の精度に疑問が残る結果となった。ただし RRI 変化率指標を細かく分析する上での補助的な指標としての有効性を否定するものではない。

6. まとめ

概日リズムを考慮した RRI 変化率指標により、長距離乗車時の運転席、助手席にストレスの違いが明確に見られ、長距離トリップに伴うストレスの蓄積を確認することができた。尚、本研究は、文部省科学研究費(奨励研究(A)12750485)の研究助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。