

道路空間の再構築に伴うドライバーのストレス計測に関する研究（その3） -心拍変動を用いたドライバーのストレス軽減効果の検証-

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○鈴木 崇之
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 大森 陽一
 北海道工業大学 正会員 石田 眞二
 札幌市建設局土木部 賀澤 友晴
 札幌市建設局土木部 佐藤 ゆき

1. はじめに

前稿（その2）では、車線再配分整備に伴う旅行時間および旅行速度の向上効果について被験者車両プローブデータ・交通量調査データ・タクシープローブデータの結果より、その向上効果について整理を行った。

本稿では、ドライバーのストレス軽減効果を検証するため、まず、心拍変動を用いたストレス計測について概要および指標特性の整理を行った。さらに、RRIを活用したストレス軽減効果の検証として、整備前後におけるストレス指標計測値の差分を算出し、走行実験で得られたその他の要因等とストレス指標を照合させることでストレス軽減効果の検証を行うことを目的とする。

2. ストレス指標の検証

2-1. 心拍変動を活用したストレス計測の概要

ストレスとは、外から加えられた何らかの刺激（ストレス）によって一定に保たれていた体に乱れが生じる事や、その刺激を防御するために起こす体の反応の事である。

本研究では、ストレスについて自律神経活動として医学的研究においても活用されている心拍計測を用い、運転しているドライバーの心拍変動を心電図におけるR波とR波との間隔（RRI）データを解析し、 RRI_M 、TSV、LP面積といったストレス指標を用いて定量的評価を検証した。

2-2. ストレス指標の特性

1) RRI_M (R-R Interval Median)

RRIとは、心電図の波形の中で最も波の高いR波とR波の間隔のことで、身体的・精神的にストレスの指標となる事が多くの既往研究においても示されている。

またRRIは、興奮やストレスによって身体を活性化させる交感神経と休息を要求する副交感神経に支配される。

身体は、興奮やストレスを感じるとき交感神経が作用して心拍数が増加する。一方、休息等により副交感神経が作用するときは、身体を休めようとするため、心拍数は減少する。したがって、心拍数が増加（心拍の間隔が狭くなる）することでRRIが短縮することから、ストレスを表す指標となる。

RRI_M とはストレスの強弱のことで、本研究では評価対象

運動時の RRI_M 値と時間単位でのRRI値との差分を計測し、その差分の数値が大きくなるとき、「ストレス負荷が大きい（増加）」と判断した。

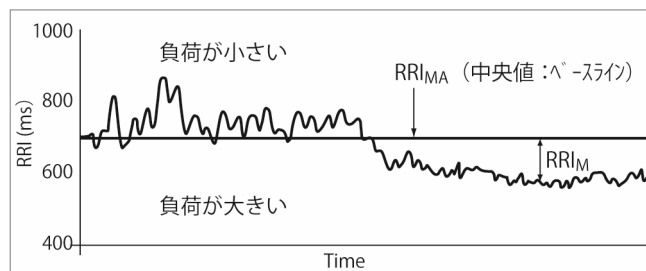


図1. RRI_M 模式図

2) TSV (Total Stress Value)

TSVとはストレスの総量のことで、 RRI_M の総量であり、ベースラインである RRI_M と評価対象であるRRIの差分（乖離幅）を30秒の間隔で時間積分を行い、合計したもののことである。

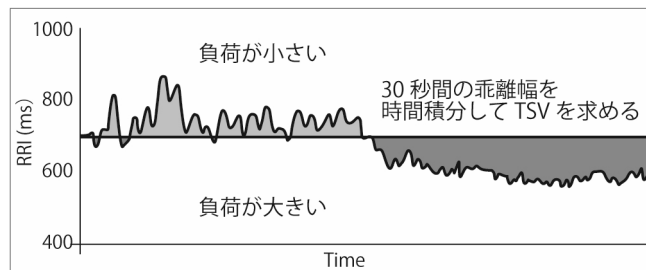


図2. TSVと RRI_M との関係

3) LP (Lorentz Plot) 面積

LP面積とはストレスの分散安定性（ばらつき・分布特性）のことで、ばらつきが大きいときはストレス値が分散されている状態のため、比較的平常時の感覚であるが、ばらつきが小さいときはストレス値がある程度一定となり、何らかの負荷がかかっている状態となる。

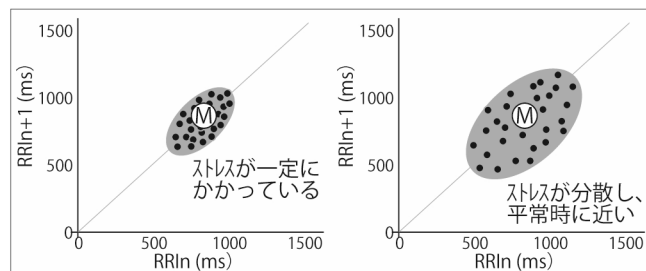


図3. LP面積

【キーワード】 ストレス計測、車線再配分、社会実験、アンケート調査、プローブ調査、交通量調査

【連絡先】 〒060-0807 北海道札幌市北区北七条西1丁目2番地6 (TEL) 011-700-5224 (FAX) 011-709-0628

3. ストレス軽減効果の検証

3-1. ストレス指標の計測値による軽減効果

車線再配分整備の前後で行った走行実験にて得られた心拍データより、整備前後における各ストレス指標の計測値をとりまとめ、その差分を算出することでストレス軽減効果を検証した。

1) ΔRRI_M (整備前 RRI_M - 整備後 RRI_M)

ストレス強度の推定として、整備前後における RRI_M の差 (ΔRRI_M) を図4に示す。その結果、82% (9/11人) が整備後の走行において減少した結果となった。

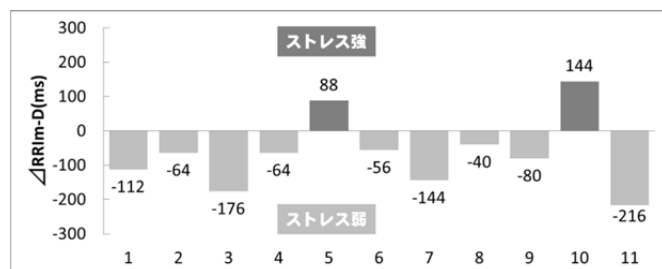


図4. ΔRRI_M 計測値

2) ΔTSV (整備前 TSV - 整備後 TSV)

ストレス総量の推定として、整備前後における TSV の差 (ΔTSV) を図5に示す。その結果、73% (8/11人) が整備後の走行において上昇した結果となった。

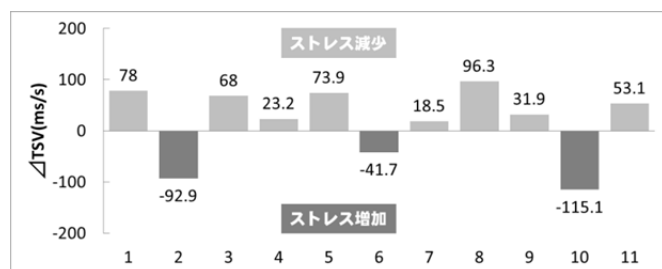


図5. ΔTSV 計測値

3) ΔLP 面積 (整備前 LP 面積 - 整備後 LP 面積)

ストレス分散安定性の推定として、整備前後における LP 面積の差 (ΔLP) を図6に示す。その結果、64% (7/11人) が整備後の走行において拡大した結果となった。

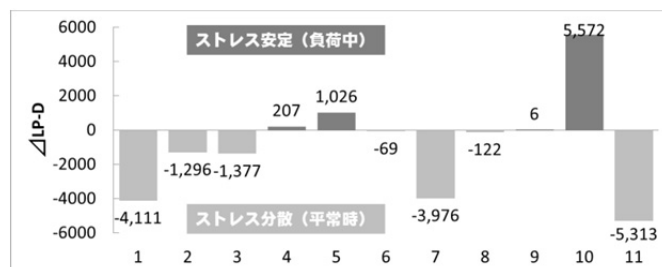


図6. ΔLP 面積計測値

4) ストレス指標の計測値による軽減効果のまとめ

車線再配分整備の前後における各ストレス指標の計測値の差分を算出した結果、ストレス強度・総量・分散安定性のすべての指標においてストレスが減少したと考えられる被験者が約6~8割と一定のストレス軽減効果が認められた。

3-2. ストレス指標とその他要因との関係

走行実験時に取得したプローブデータや室内動作確認データなどから、ドライバーの直接的な身体活動を伴う停止回数・ハンドル操作とストレス指標との関係を下記に整理した。

1) 停止回数とストレス指標との関係

整備前後の比較において停止回数が減少している場合、 ΔRRI_M 、 ΔTSV ともにストレスが減少する被験者が多い傾向が図7より確認できた。

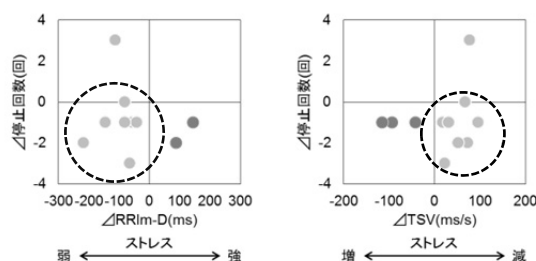


図7. 停止回数とストレス指標との関係

2) ハンドル操作とストレス指標との関係

整備前後の比較においてハンドル操作が減少している場合、 ΔRRI_M 、 ΔTSV ともにストレスが減少する被験者が多い傾向が図8より確認できた。

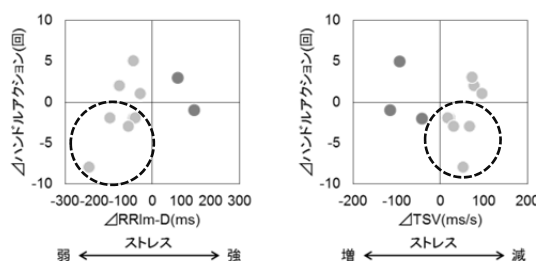


図8. ハンドル操作とストレス指標との関係

4. まとめ

本稿では、札幌市道幌北線を対象に、産官学が一体となった取り組みとして、車線再配分整備前後における走行実験結果より、被験者ドライバーの心拍変動を用いてストレスを定量的に評価する手法を検討し、整備前後におけるストレス軽減効果の検証を行った。

その結果、 RRI_M ・ TSV ・ LP 面積といった各ストレス指標において、被験者の約6~8割が整備後の走行でストレスが軽減されている結果を得ることができた。また、停止回数・ハンドル操作が整備後において減少する場合、ストレス指標の計測値も同じく減少している被験者が多い傾向を把握することができた。

今後は、交通量や実験環境などが異なる道路環境および歩行者や自転車といった異なるモードを対象としたデータ計測を実施することで、より多くのパタにおけるデータ構築を試みる所存である。

参考文献

- 1) 藤澤清・柿木昇治・山崎勝男編, 1998, 新生理心理学, 北大路書房.
- 2) 林博史編, 1999, 心拍変動の臨床応用, 医学書院.