

生体情報解析によるニューマチックシートの生体負担度低減効果の評価

○孫 璋（名古屋市立大学大学院・院生）、横山清子、（名古屋市立大学大学院）、
小木曾隆（アイシン精機（株））

**Evaluation of the Reducing Effect of Mental and Physical Workload During Sitting on the Pneumatic
Sheet Based on the Biological Information Analysis**

**Son I (Nagoya City University), Kiyoko Yokoyama (Nagoya City University),
and Takashi Ogiso (Aisin Seiki Co.)**

1. はじめに

現代生活において、自動車は主要な交通手段の一つである。仕事や旅行に出かける時、長時間の連続運転は避けられないものである。長時間の連続運転は、疲労運転の原因となる。

運転疲労は運転者の注意、感覚、判断、意志、決定などに影響する。疲れを感じてもなお運転を続けていると、眠気や脱力、集中力の低下、判断力の低下、操作ミスの危険要因となり、交通事故の原因ともなる。交通事故による死傷者数のさらなる低減のためには、予防安全技術開発の推進が必須である。

予防安全の一つとして運転時の疲労軽減技術の開発が必要と考える。市販自動車の一部には、運転疲労低減に寄与するために、シートにリフレッシュ機能を追加している。リフレッシュ機能は、運転中に身体に適度な刺激を付与して、運転中の心身の活性化をはかり、身体負担を軽減すると同時に、運転者の快適性を高めることによる、疲労軽減に寄与する。

疲労や覚醒度評価の先行研究として、心拍や呼吸に注目している例がある。心拍変動の周波数成分による自律神経活動バランスの評価、心拍と呼吸の位相同期（Cardio-Respiratory Phase Synchronization）による覚醒度推定、被験者の心拍変動パラメータによる主観的疲労感のモデル化などである¹⁾²⁾。

本研究ではリフレッシュ機能を付加した自動車用シートを対象として、その疲労軽減効果を複数の生体情報を測定して多面的に評価することを目的とする。先行研究との相違点は、測定項目として、筋電図、座面圧変化のデータ収集を心拍、呼吸、SpO₂、主観評価に追加している点である。リフレッシュ効果による身体的な疲労感低減効果の評価を意図したため、前述の測定項目を付加した。

2. 方法

本研究では空気袋が搭載された自動車用シートを対象とする。同様の機能を搭載した製品説明に依れば、このシートのヒップサポートは身体とシートの隙間がしやすい尻後方をサポートし、減速中や旋回中でも骨盤を安定させ、姿勢保持に寄与する。クッションサイドサポートはクッション左右の土手部を立ち上げ、高いホールド性を確保することで、旋回時の操縦安定性に寄与する。シートバックおよびシートクッション内のエアブラダー（空気袋）を膨張させることで、乗員の背中から大腿部までを押圧し、心身のリフレッシュに寄与する。全身（求心〈末端から心臓へ〉、遠心〈心臓から末端へ〉）と部位別（上半身、下半身、腰）にマッサージの種類は選択できるようになっている。

測定信号は、心電図、呼吸、酸素飽和度(SpO₂)、腹直筋筋電図、座面圧分布である。測定開始時と終了時に日本産業衛生学会の「疲労の自覚症しらべ」と「疲労部位しらべ」を疲労の主観評価として測定した。

心電図からは心拍R-R間隔時系列を算出し、LF/HFとHFを自律神経活動バランス評価指標として解析する。R-R間隔時系列と呼吸波形のデータから、心拍呼吸位相同期（CRPS）を覚醒度の評価指標として算出する。血液中の酸素飽和度（SPO₂）のデータからも覚醒度を評価する。腹直筋の筋電図により、姿勢保持に伴う筋疲労を評価する。座面分布から運動動作中の姿勢変化や主観的な疲労感を解消するための運転者の意図的な姿勢変換を検出する。

実験方法は、自動車シートで座位姿勢を保ち、10分間安静状態とし、その後1時間ゲーム用のステアリング+ペダルとドライビングシミュレータゲーム(CityDrive)により模擬運転動作を行う。

前方5mに設置されたスクリーン(3m×2m)にプロジェクタから投影された走行コース画面を見て、模擬運転作業を行う。運転動作終了後15分間安静状態を保つ。10~20人の実験参加者を対象とする予定である。リフレッシュ機能を付加した場合と同じシートでリフレッシュ機能は付加しない場合を同一実験参加者で異日同時刻に測定し、疲労度、覚醒度、運転への注意集中を比較する。ニューマチックの作動は、15分間隔で行うものとし、運転開始時15分は作動なし、15分~30分作動、30~45分作動なし、45分~60分作動とする。被験者は運転動作を継続する。

3. 結果と考察

図1に測定の様子を示す。図2は実験参加者1例の疲労の自覚症しらべの25項目の質問に対する測定開始時と測定終了後の回答の差を示している。リフレッシュ機能を作動させた時(オレンジの棒)は、疲労の訴えの項目は6項目に対して、作動させなかった時(青の棒)は19項目となり、この例ではリフレッシュ機能を作動させたことで主観的な疲労感は大きく軽減する結果であった。

図3は心拍変動時系列から求めたrRMSSDの時間変動を示す。これは時間領域で算出し、副交感神経活動を評価する指標である。青色の丸が作動無、オレンジ色の四角が作動有を示す。60分以降は、運転動作を終了した後のリカバリーを示すが、リフレッシュ機能を作動させた時に値が大きくなっており、副交感神経活動が亢進している、すなわち、生体負担度が低減している結果といえる。

SpO2の変動について、実験開始時と実験中の測定値との差を求めた結果、リフレッシュ機能を作動させた時は0.5%~1%の値の増加が特に運転



図1 実験の様子

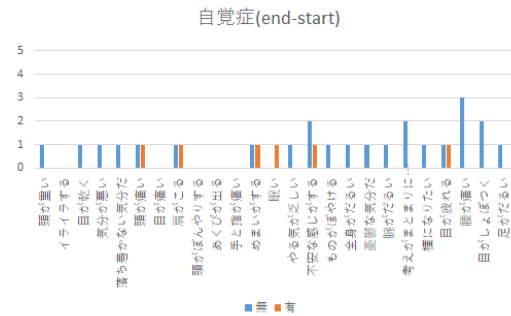


図2 疲労の自覚症しらべ リフレッシュ機能 青：無、オレンジ：有

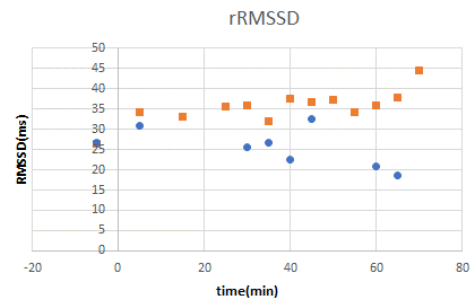


図3 心拍rRMSSDの変動 リフレッシュ機能 青：無、オレンジ：有

動作後半に顕著にみられたが、機能を作動させなかった時は開始時より運転動作中の方が減少する傾向であった。

4. まとめ

実験参加者数が少なく可能性検証実験が終了した段階であるが、今後被験者数を増やし、姿勢変化などの分析も進めていく予定である。

参考文献

- 1) 横山清子、高橋一誠：心拍変動時系列による自動車運転時の主観的疲労感推定の基礎的検討、電子情報通信学会論文誌 A Vol.J96-A No.11 pp.756-762 (2013)
- 2) Issey Takahashi, Tetsuo Takaishi, Kiyoko Yokoyama : Overcoming Drowsiness by Inducing Cardiorespiratory Phase Synchronization, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol15, No.3, pp.982 - 991 (2014)