



音楽介入が運転操作に及ぼす心理・生理応答の基礎的検証

E-mail: t14me013@yamanashi.ac.jp

奥脇 遼太, 伊藤 安海, 鍵山 善之(山梨大学), 佐藤 桂(至学館大学), 奥谷 知克(株式会社デンソーアイティラボラトリ)

背景・目的

近年, ヒューマンエラーが原因の重大事故があとを絶たない。→自動車の運転など長時間の作業は心的疲労の蓄積に伴う注意集中の低下が起これ心理的にもストレス状態を高めてしまう¹⁾。集中力の低下は重大な事故を引き起こす可能性がある。

従来の研究

- 音楽を介入させ疲労度を評価しているが, アンケートのみの主観評価しか行っていない²⁾
- 脳波による自律神経の活性化を計測しているが, 時間やコストがかかる³⁾



2005年 JR福知山線 脱線事故

目的

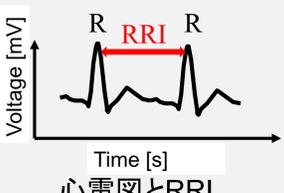
本研究では, 音楽介入を加えた単純作業時及び簡易DSを用いた運転操作時のリラックス度, 集中度を心理・生理指標で検証を実施する。また, 3種類の生体計測機器を用いより簡易的に生理指標を得られるか検証する。

解析方法

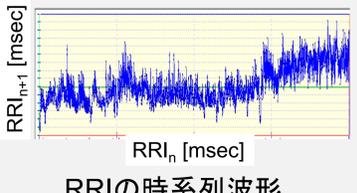
心電図計測装置, 指尖脈波形には専用の自律神経解析プログラムを用いて測定及び解析を行った。一般に交感神経優位であると, 高覚醒・ストレス状態にあり, 副交感神経優位であると低覚醒・リラックス状態にあるといえる。

心電図の解析方法

人間の心臓が拍動する時, その拍動の様子を電気信号として取得することができる。この電気信号を時系列に表したものが心拍波形となる。これが心電図であり, その波形において突出した波形がR波で, R波とR波の間隔がRRIである。このRRIを用いることによって, 心拍のゆらぎを評価することができる。



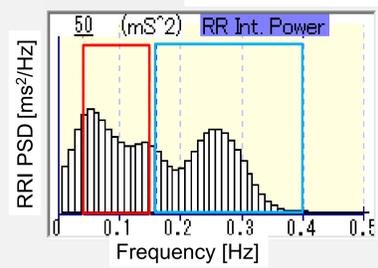
心電図とRRI



RRIの時系列波形

周波数解析

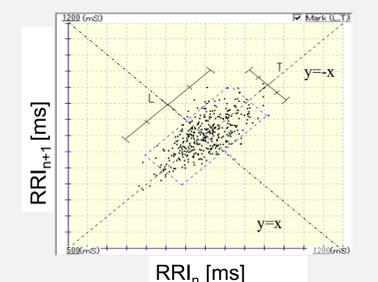
心電図測定によって取得した時系列波形のRRIをサンプリングタイム25秒でフーリエ変換しパワースペクトル密度を求める。0.04 Hz ~ 0.15Hzの範囲を低周波成分Low Frequency (以下, LF), 0.15 Hz~0.4Hzの範囲を高周波成分High Frequency (以下, HF) と定義する。LFは, 交感神経の影響を受け, HFは副交感神経の影響を受けるとため, 自律神経指標である交感神経指標は, LF/HFと定義され, 副交感神経指標は, HF/(LF+HF)と定義される。



RRIのパワースペクトル密度

ローレンツプロット解析

ローレンツプロット解析⁴⁾では, 自律神経指標は, CSI (交感神経指標) とCVI (副交感神経指標) で表される。これらは, 図に示すように横軸にRRI_n, 縦軸にRRI_{n+1}を順にとるローレンツプロットから算出される。L (Longitudinal Axis) はy=xに対して平行方向のデータの標準偏差の4倍分, T (Transverse Axis) はy=xに対して直角方向の標準偏差の4倍分に相当し, このLとTを用いて, CSIとCVIは以下のように算出される。



RRIのローレンツプロット

$$CSI=L/T$$

$$CVI=\log_{10}(L \cdot T)$$

実験条件

被験者	男性6名(22歳~24歳)	
提示条件	音楽なし, 音楽(bpm63) [20代安静時心拍 ⁵⁾], 音楽(bpm95)	
使用音楽	形式	MP3
	ビットレート	128kbps
	サンプリングレート	44100
使用器具	携帯型心電図アンプPolyam (ECG) II	
	指尖脈波装置BacsAdvance	
	WristableGPS SF-850	



暗算課題における音楽聴取時の心理・生理応答

実験概要

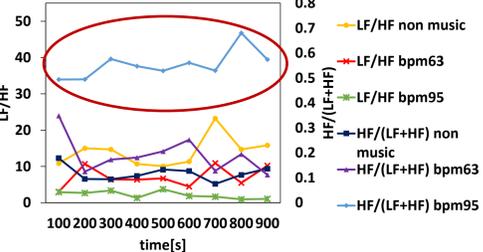
今回暗算課題には内田精神クレペリン検査を用いた。被験者を疲弊させることを目的とし, 音楽なし, bpm63, bpm95のテンポの3条件で15分間行い, その計測中に生体計測を実施した。



クレペリン検査

実験結果及び考察

- ✓ 計算課題をタイピングで行ったため, 慣れが生じてしまい結果に大きく影響してしまった。今後は別の方法を考えるか慣れが生じぬよう調整する必要がある。
- ✓ 音楽の趣向により個人差が生じた可能性がある。今回テンポのみの音楽だがリズムや歌詞などを加えることでさらに差が大きくなる可能性がある。
- ✓ N数が少ないため今後被験者を増やし検討していく必要がある。



被験者Bの心電図による生理指標

音楽に対するアンケート

(得点が高いほど正の印象, 7段階評価)

被験者	音楽なし	音楽が気にならなかった	音楽を意識しなかった
B	bpm63	2	3
B	bpm95	5	5

運転時における音楽聴取時の心理・生理応答

実験概要

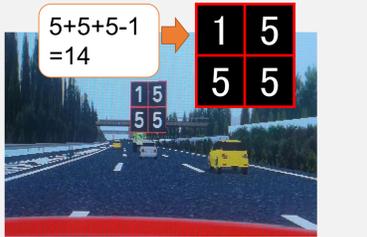
今回簡易DSでは90km/hで障害物を避けるタスクに加えて, 計算課題を行った。先行車両の上に4つの数字がランダムに表示され同数を加算, 残りを減算し, 口頭で回答する。8秒ごとにランダムに切り替わる。これを上記の条件と同様に3条件で行い, 生体計測も実施した。



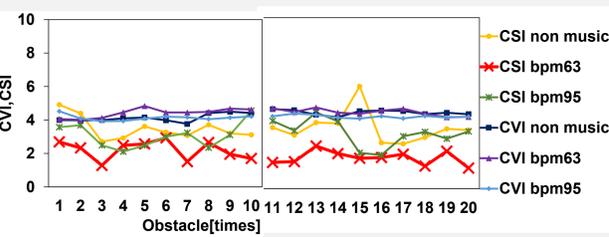
実験参加者から見た走行課題画面

実験結果及び考察

- ✓ 衝突, 誤答回数とは結びついていないが, こちらもアンケート結果と生理反応が結びついていることがわかった。今後はさらなるアンケートや検査を行い, より深い関係性を見出していく必要がある。
- ✓ Bpm63においてローレンツプロット解析では交感神経指標が低下し, 周波数解析では副交感神経指標が上昇する似たような傾向がみられた。



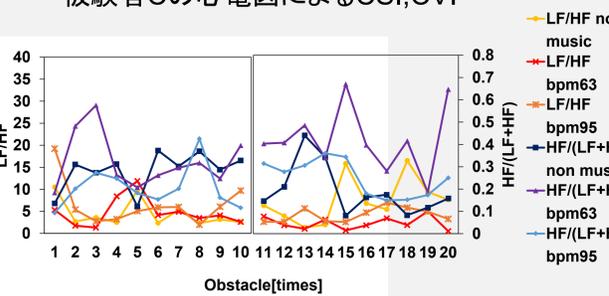
計算タスク



被験者Cの心電図によるCSI, CVI

音楽に対するアンケート

被験者	音楽なし	音楽が気にならなかった	音楽を意識しなかった
C	bpm63	6	6
C	bpm95	5	5



被験者Cの心電図によるLF/HF, HF/(LF+HF)

DS課題, 衝突回数, 誤答回数

被験者	衝突回数	誤答回数		
		1回目	2回目	3回目
C	4	1	0	0
C	12	1	1	10

まとめ

1. 気分調査票による心理評価ではハイテンポ時「緊張と興奮」「爽快感」の因子が少し高く「疲労感」「抑うつ感」「不安感」の各因子が他よりも低い得点になった。心拍よりも速いテンポを流したことにより検査の負の印象が解消された可能性がある。
2. 好みの音楽による自律神経への影響がでており, 個々にあった音楽のリズムがリラックスできるのではないだろうか。
3. 指尖脈波では心電図と類似したグラフが得られ, より簡易に生理計測ができる可能性がある。

1) Summala, H., Mikkola, T.: Fatal accidents among car and truck drivers: effects of fatigue, age, and alcohol consumption, Human Factors, 36, pp.315-326, 1994.
 2) 志水佳和 音千奈 2004 計算課題の遂行に及ぼすBGMの影響について-BGM音楽の歌詞の理解を中心として- 和歌山大学教育学部実践総合センター紀要
 3) 石田健二 2016 ドライバ状態評価における自律神経活動指標の限界と脳機能評価の可能性
 4) M Toichi et al.:Int. Journal of Psychophysiology, 31, p.147-154, 1999
 5) 秋山俊雄 安静時心拍数と予後の関係 J Electrocardiology Vol 31 No.4 2011