K6-29

脳波による倒立振子型車両乗車時におけるライダの不安感評価法の検討

Study of anxiety evaluation method of rider on inverted pendulum vehicle by Electroencephalogram

○青野匠悟[1]，　富永茂[2]，　岡野道治[2]
*Shogo Aono[1], Shigeru Tominaga[2], Michiharu Okano[2]

Abstract:The purpose of this study is to try to establish relationship between electroencephalogram (EEG) and anxiety by measuring EEG under circumstance make feel forcibly anxiety. In evaluating anxiety, evaluation method of questionnaire to the users has problem that is easy to receive influence of subjective view and ability, and often result in being obscure. So we try to evaluate anxiety by measuring EEG. We think it is necessary to inspect relationship between EEG and anxiety and examine to give what influence to EEG when anxiety reduced by superimposing the number of times. Then we measured EEG under circumstance make feel forcibly anxiety. As the results, we could confirm that EEG power value increased compared at rest under circumstance feel anxiety. Also we could confirm that EEG power value decreased in the result of anxiety reducing by superimposing the number of times.

１．はじめに

近年，地球環境保全，高齢化社会への対応，移動権の確保といった観点から，個人の新しい移動手段となる乗り物，パーソナルモビリティ・ビークル（以降 PMV）の研究・開発が進んできている．PMV は，街路，歩道，施設内などの移動空間において使用される可能性があり，人にも環境にも優しく構築されることが期待されている[1].

しかしながら，PMV の中でも倒立振子型車両はそれ自身では自立不能であり，走行中ライダに転倒への不安感を与えることが考えられる．また，倒立振子型車両に乗車した際のライダの不安感と車両制御の関係性を定量的に示した研究は未だ行われていない．

従って，我々は不安感というものに着目した．不安感を評価するにあたって，ユーザへのアンケートといった評価法では，ユーザの記憶に依存した曖昧なものとなりがちであり，評価を行う人物の主観や能力の影響を受けやすいという課題がある[2].

そこで我々は，脳波を用いて評価を試みる．脳波は，頭皮上から記録される中枢神経系の生理活動を反映する電気的指標であり，計測時の姿勢・動作が比較的自由であることや，容易に計測できるというメリットがある．

しかしながら，脳波と不安感との関係性を明らかにした先行研究は未だ少なく，中でも不安神経症患者を対象にした研究が多く，健常者を対象にした研究は少ないとされている[3].

以上のことから，健常者の脳波と不安感との関係性を明らかにすることで，人が不安を抱かずに乗ることができる乗り物を開発する上での評価指標として役立つと考える．

２．１．脳波

脳波は脳の電気活動であり，複数の波を合成した波形で表される．臨床医学の分野においては **Table 1** に示すように，波の周波数帯ごとに分類され，その意味も異なる．

本研究では脳波のうち，緊張，ストレス，不安，興奮などの心理状態時に顕著に出現するとされている β 波を対象に研究を行う．

Table1 Sorts of EEG

Type	Frequency[Hz]	State of brain
δ wave	0.5～3	Non-REM sleep
θ wave	4～7	REM sleep
α wave	8～13	Relaxation
β wave	14～30	Stress,Nervous
γ wave	30～	Fear

２．２．不安に関与する脳部位

不安の神経機構に関与する脳部位を探った先行研究[4]によると，前頭葉皮質などが不安に関係深い重要な脳部位として挙げられている．

２．３．解析方法

脳波信号処理の手順は以下の通りである．

１）脳波データにデジタルフィルターをかけ，ノイズの除去及び，β 波の抽出を行う．なお，β 波帯域は 14～30[Hz]とされているが，武者によると瞬きなどのノイズの影響は，20[Hz]以上の周波数成分では小さいと判断していることから，デジタルフ

ィルターを用いて 20～30[Hz]以外の周波数成分を除去した．また，脳波データにノイズ成分が多い場合には，なるべくノイズ成分が少ない範囲を用いた．

2）窓関数にはハニング窓を用い，高速フーリエ変換（FFT）を行う．

3）FFT で得られたフーリエスペクトルを２乗してβ波帯域のパワースペクトルを算出する（**Fig.1**）．

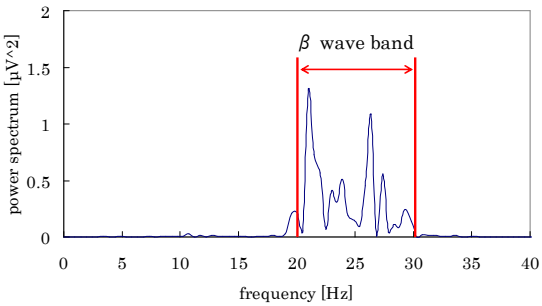

Fig.1 Power Spectrum

4）パワースペクトルにおけるβ波帯域上の積分値を(1)式より求め，脳波パワー値 P[μV^2]とする．

$$P[\mu V^2] = \int_{x_1}^{x_2} (f(x))^2 dx \quad (1)$$

ここで，$f(x)$は脳波信号値$[\mu V]$であり，積分区間は，$20 \le x \le 30[Hz]$とした．

また，安静時の脳波パワー値と不安を感じた際の脳波パワー値と比較を行い，脳波と不安感との関係性を検証した．

３．これまでの研究

これまでに行った２種類の実験について，共通の実験条件，目的，それぞれの実験方法，得られた結果を以下に示す．

３．１．共通の実験条件

脳波計測には携帯型生体アンプ PolymateⅡを用い，サンプリング周波数は 250Hz で計測した．

脳波の計測部位は，不安と関係が深いとされる前頭部２ヶ所とし，国際脳波学会で標準化されている 10-20 電極配置法に基づき電極を配置した．

また，安静時の脳波パワー値を計測して基準とし，実験タスク時の脳波パワー値の変化率を算出した．

３．２．目的

強制的に不安を感じさせる実験場面を設定し，その際の脳波を計測することで，脳波と不安感との関係性を検証する．また，回数を重ねることで不安感が低減した場合，脳波に影響が生じるか検討する．

３．３．実験１

1）倒立振子型車両に乗車し，強制的に不安を感じさせる状況下として開眼・閉眼状態を１０秒毎交互に行い，アイドリングをする実験タスクを行った．

2）不安感の有無をアンケートにて回答してもらった．

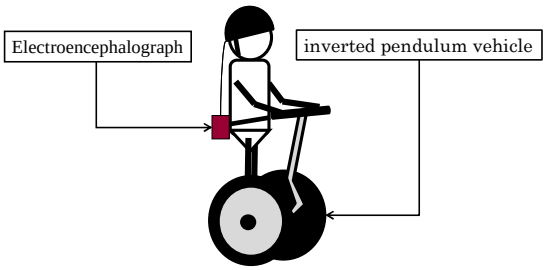

Fig.2 Experimental Equipment

３．４．実験２

1）強制的に不安を感じさせる状況下として閉眼状態で階段を下りる実験タスクを行い，その際の脳波を計測した．また，階段を下りる時間も計測した．

2）不安感の有無と感想をアンケートにて回答してもらった．

３．５．実験結果

・安静時に比べ，不安を感じる状況下では脳波パワー値が増加することが確認できた

・回数を重ねることにより不安感が低減し，その結果脳波パワー値も低下する傾向が確認できた

４．今後の展望

今年度は，実験２を再度実施し，再現性を確認することで脳波と不安感との関係性を検証することを目的とする．また，これまでの研究にて課題として脳波パワー値の個人差を補正することが挙げられており，再実験を行い被験者数を増やすことで個人差の補正に繋がるかを検討する．

５．参考文献

[1] 中川ほか：「パーソナルモビリティ・ビークルの大きさと歩行者の親和性に関する実験的研究」，日本機械学会論文集（C 編），78 巻，794 号，2012 年

[2] 田垣内博一：「感性によるソフトウェアのユーザビリティの評価」，UNISYS TECHNOLOGY REVIEW，64 号，2000 年

[3] 脇坂佳子：「個人の不安特性が作業負担時の注意資源配分に及ぼす影響」，2005

[4] 植木ほか：「不安の脳神経機構」，臨床精神医学，21（4），651-659，1992