顔面皮膚温による覚醒水準の一評価法

非会員 島田 賢 (青山学院大学)

正員 田中 久弥 (青山学院大学)

正員 井出 英人 (青山学院大学)

Evaluation method of Arousal Levels by Facial Skin Temperature

Satoshi Shimada, Non-member, Hisaya Tanaka, Member, Hideto Ide, Member (Aoyamagakuin University)

キーワード：覚醒水準，顔面皮膚温，ゆらぎ，脳波

1. はじめに

従来，覚醒水準の評価法として脳波や眼球運動などが有効な指標として提案されてきた⁽¹⁾⁽²⁾。

本研究では簡便に計測できるいくつかの生体信号に着目してその同時計測を行った。今回は顔面皮膚温，脳波，皮膚電気抵抗を計測し，覚醒水準の心理指標 VAS (Visual Analogue Scale)⁽¹⁾ との相関分析を行った。その結果，前額部の皮膚温のゆらぎに覚醒水準を反映する指標値を見出した。

2. 実験

実験の流れを図 1 に示す。被験者は 21～23 歳の健常な男女 8 名である。計測は 10:00～18:00 の 1 日 9 回行う。1 回の計測では，生理指標の計測は 5 分間で，座位安静とし，閉眼 50 秒・開眼 50 秒を交互に 3 回繰り返す。計測項目を以下に示す。

(1) 生理指標の計測

顔面皮膚温 自律神経系が血管の収縮に及ぼす影響から，皮膚温度に変化が現れることが知られている⁽¹⁾。今回は非接触・無侵襲で計測の行えるサーモレーサ (TH3102MR (株) NEC 三栄製) (図 2) を用いる。被験者の顔面と 80cm 離れた位置に熱画像カメラを設置し，皮膚温の変化を 28℃～40℃ の範囲で計測する。温度分解能は 0.08℃ である。

脳波 計測は国際 10-20 法に基づいた単極導出法とする。前頭部 (Fp1, Fp2, F3, F4)，頭頂部 (C3, C4)，後頭部 (O1, O2) から自発脳波を導出・記録する。解析周波数は δ 波 (1.0～3.8Hz)， θ 波 (4.0～7.8)， α 波 (8.0～13.8Hz)， β 波 (14.0～20.8Hz) とする。

皮膚電気抵抗 皮膚電気抵抗は，主に精神的発汗によってその量が変わる。ここでは直流通電法によって非利き手小指 (手掌側) 基節-末節間の抵抗値を計測する。精神状態や覚醒水準に対応しておよそ 10K Ω ～1M Ω の変化が観測される。

(2) 心理指標 (VAS) の計測 VAS とは，一般に心

図 1 実験の流れ

Fig. 1. Schedule of experiment

図 2 顔面皮膚温の計測システム

Fig. 2. System for measurement of facial skin temperature

理学で用いられている主観的評価法である。「眠い」「眠くない」を両端に配置した水平線分に「眠い」から被験者のチェックした箇所までの距離を覚醒水準とする。今回は測定の前々 2 回の平均値を採用する。

3. 解析と結果

被験者 8 名についてそれぞれ解析を行い，相関分析を行った (表 1)。今回は性別の違いは考慮していない。

表1 VASと計測値との相関 (n=65)

Table 1. Correlation between VAS and measurements(n=65)

指標	皮膚温度揺らぎ		脳波周波数解析				皮膚電気抵抗 抵抗平均値
	前額部	鼻部	AAT	O2θ	Fp1δ	Fp2θ	
相関係数	0.45	0.23	0.14	-0.26	0.45	0.32	-0.28

図3 5分間の前額部温のゆらぎの一例

Fig. 3. A sample of fluctuation of forehead's temperature in five minutes

〈3・1〉顔面皮膚温 鼻部, 眼周辺部, 前額部について, 5分間の温度トレース波形にFFTを施しゆらぎを求めた。

これより, $0.05\text{Hz} < f < 0.5\text{Hz}$ を白色ゆらぎ, $0.004\text{Hz} < f < 0.05\text{Hz}$ を $1/f^2$ ゆらぎと判断した(図3)。 0.05Hz 未満の $1/f^2$ ゆらぎについてゆらぎ係数 x とVASとの相関を計算した。その結果, 前額部のゆらぎ係数 x とVASに相関 $0.45(p < 0.01, t\text{-test})$ が見られた。

〈3・2〉脳波 α 波を用いた覚醒水準判定にAAT(Alpha Attenuation test)⁽²⁾という手法がある。今回はこれに加えて, 開閉眼50秒ごとに各周波数成分のパーセントパワーを算出し, これらを特性値とした主成分分析から, 元の特性値による一次式で指標値を求めた。その結果, 前頭部の δ 波について相関を示した。

〈3・3〉皮膚電気抵抗 5分間の抵抗平均値を求めVASとの相関を計算したところ, 負の相関を示した。

4. 考 察

表1より前額部温のゆらぎと前頭部の δ 波にVASと高い相関が見られた。これらは日内変動(図4)で比較しても, 一致している。非接触・無侵襲計測という点から, 前額部温のゆらぎは脳波に比べ有効な手法であるといえる。

相関の高い部位が前頭部に集中しているのは, 前頭部に頭部の末梢循環系が集中し, 自律神経機能をよく反映するためと考えることができる。

5. ま と め

顔面皮膚温について前額部温のゆらぎに, 覚醒水準の心理指標であるVASと有意な相関を示す指標値を見出すことができた。

今後の課題として, 生理指標値同士の関連性の検討が挙げられる。

(平成10年7月6日受付)

図4 VASと前額部温ゆらぎ, Fp1 δ の全被験者の平均値の日内変動Fig. 4. VAS, fluctuation of forehead's temperature, and Fp1 δ during a day

文 献

- (1) 日本睡眠学会: 睡眠学ハンドブック. 朝倉書店, 1994
- (2) 萩原 啓 他: 脳波を用いた覚醒度定量化の試みとその応用. BME, Vol11, No1, 86-92, 1997
- (3) 島田 賢, 田中久弥, 井出英人: 脳波, 顔面皮膚温, 皮膚電気抵抗による覚醒水準の評価法. 電気学会計測研究会資料, IM-98-18, 1998
- (4) 井出英人 他: 生体情報工学. 森北出版, 1986

島田 賢 (非会員) 1998年青山学院大学理工学部電気電子工学科卒業。現在, 青山学院大学大学院理工学部電気電子工学専攻博士前期課程。

田中久弥 (正員) 1997年工学院大学大学院工学研究科修士課程修了(情報学専攻)。生体情報, ヒューマンインターフェースの研究に従事。現在, 青山学院大学理工学部電気電子工学科助手。電子情報通信学会, 日本ME学会会員

井出英人 (正員) 1970年工学院大学大学院工学研究科修士課程修了(電気工学専攻)。1985年UCLA応用科学科客員研究員。1986年UCLA脳研究所客員教授。感覚の計測, 感覚代行の研究に従事。青山学院大学理工学部講師, 助教授を経て現在, 同教授。工博。日本ロボット学会, 電子情報通信学会, 計測自動制御学会会員。