

## 視覚刺激時の瞳孔径変動を用いた特性不安推定法 Estimation of Trait Anxiety Using Pupil Diameter Variation During Visual Stimuli

山川 雄氣<sup>†</sup>  
Yuki Yamakawa

高野 博史<sup>†</sup>  
Hironobu Takano

中村 清実<sup>†</sup>  
Kiyomi Nakamura

### 1. はじめに

不安障害の診断の補助や医薬品の効果の測定、精神療法による不安度の変化を調べる場合などの尺度として、特性不安が用いられる。特性不安とは、比較的安定した不安になりやすさの傾向の個人差を示す尺度である。特性不安を推定する方法としては多くの場合、STAI などの質問紙による方法が用いられている。また、心電変動による自律神経活動反応も不安状態を反映する指標として研究が行われている[1]。質問紙による方法は、比較的簡単に行うことができるが、被験者が意図的に回答を曲げられる点や、被験者の自己評価能力に依存する点、被験者の質問に対する理解が異なる点などの問題がある。一方、心拍変動を用いた方法は、被験者が回答を操作できない生理反応を用いた客観的指標である。しかし、心拍変動を用いる場合、心電計測するための電極の装着が必要となり、装着の煩わしさがあることや時間がかかること、電極の装着自体が心的影響を与えることなどの問題がある。そこで、本研究では瞳孔径変動に着目した。瞳孔径変動は、心拍変動と同様に自律神経の影響を受けており、人の心理状態と関係していると考えられる。

本研究では、非接触で計測可能な瞳孔径変動を用いて、被験者の負担を軽減した特性不安推定法の確立を目標とした。本稿では、被験者に視覚刺激を与えた際の瞳孔径変動を周波数解析し、特性不安との関係を明らかにするための実験法と解析法について検討し、予備的な解析を行った結果を示す。

### 2. 特性不安に関する指標

本節では、本研究で用いる特性不安と関連する指標について述べる。

#### 2.1 STAI による不安推定

人の情動的な不安は、一過性の感情状態の不安である状態不安と、不安になりやすさの傾向である特性不安の2種類の尺度で評価される。STAI とは、この両方を分けて検査できる質問紙法である。回答用紙は特性不安検査と状態不安検査に分かれており、それぞれ質問が 20 項目ずつで構成されている。

#### 2.2 心拍変動と特性不安

心拍変動の周波数特性と特性不安の間には関連があることが示されている。一般的に交感神経指標として心拍変動の LF/HF が、副交感神経指標として HF/(LF+HF) や HF が用いられる。LF, HF とは、心拍変動データより得られたパワースペクトルの低周波成分 LF

( $0.04\text{Hz} < \text{LF} < 0.15\text{Hz}$ ) と高周波成分 HF ( $0.15\text{Hz} < \text{HF} < 0.5\text{Hz}$ ) である。心拍変動による不安評価の研究では、低不安者群に比べ高不安者群は副交感神経指標 (HF) が低い傾向があり、交感神経指標 (LF/HF) は2群間で有意差がないという結果が報告されている。

### 3. 計測システムの構成と実験方法

#### 3.1 計測システムの構成

図 1 に本研究で用いた計測システムの構成を示す。実験中は、状態不安を表す指標として瞳孔径変動と心電図を計測した。瞳孔径計測は、モノクロカメラで目周辺の映像の撮影を行い、DVD レコーダに記録した動画像を用いて解析を行った。また、画像切り替え時の画像呈示信号は目周辺画像の記録用 DVD レコーダには音声として、心電波形記録用 PC にはデジタル信号として出力した。これにより画像呈示と瞳孔径データ及び心電図との同期をとった。実験中は、被験者の頭部を顎台で固定した。なお、心電計測は瞳孔径変動による特性不安推定の正確性の確認に用いる。



図1 測定システムの構成

#### 3.2 実験方法

##### 3.2.1 実験に用いた視覚刺激

本研究では、不安を喚起するための視覚刺激画像として IAPS (International Affective System) 画像[2]を使用した。IAPS 画像は、情動関連の研究のために開発されたカラー画像集であり、Valence, Arousal, Dominance の3次元の評価項目が9段階で評価されている。本実験ではこの評価値を参考に不安刺激画像として Valence が3以下、Arousal が6以上、Dominance が3以下とし、中立刺激画像として Valence, Arousal, Dominance がそれぞれ 5, 3, 6程度としてそれぞれ30枚ずつ選択した。

##### 3.2.2 実験課題

本実験では、中立刺激画像を用いた中立刺激セッションと不安刺激画像を用いた不安刺激セッションを行った。また、事前に特性不安の程度を知るために STAI を用いて

<sup>†</sup> 富山県立大学大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Toyama Prefectural University

特性不安検査を行い、実験中には状態不安の変化を測るために、中立刺激セッション前、各セッション間、刺激画像セッションの後に STAI を用いて状態不安検査を行った。図 2 に視覚刺激課題の流れを示す。実験は被験者のマウスクリックによって開始し、中立刺激画像および不安刺激画像をそれぞれ 30 枚ずつ 1.5s 間隔で連続呈示した。画像呈示順はランダムである。刺激画像呈示の前後にはホワイトノイズ画像を呈示し、この間、被験者には瞬きを自由にしてもらう。しかし、刺激画像呈示の 0.5s 前にビーブ音を鳴らし、刺激画像呈示中の 45s 間は極力瞬きを避けるように教示した。刺激画像は 640×480pixels とし、背景は灰色とした。

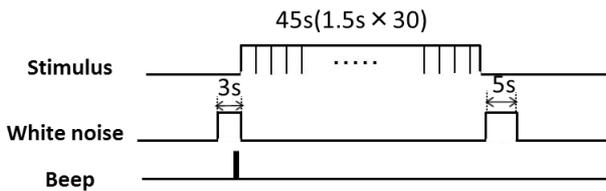


図 2 視覚刺激呈示の流れ

#### 4. 特性不安推定のための解析方法と解析結果

実験により得られた瞳孔径変動データを用いて、中立刺激画像及び不安刺激画像呈示時における瞳孔径変動の周波数特徴を解析した。まず、計測した瞳孔径変動波形には瞬きによってデータの欠損部分があるため、3 次スプライン補間を行い、瞳孔径変動データから瞬き除去を行った。その後、瞳孔の反応潜時を考慮し、刺激画像呈示 2s 後からの瞳孔径変動データを用いて FFT (高速フーリエ変換) により周波数解析を行った。交感神経指標として LF/HF、副交感神経指標として HF/(LF+HF) を用いた。LF は 0.04Hz~0.15Hz、HF は 0.15Hz~0.5Hz と設定した。

本研究では、22 歳の健常大学生、男女各 1 名に対して、実験を行った。被験者 2 人の特性不安スコアは 52 と 30 であり、高不安者と低不安者であった。図 3 に特性不安に差がある 2 者間の刺激強度に対する状態不安を示す。横軸は呈示刺激セッション、縦軸は状態不安スコアである。図 3 より中立刺激セッション (Control) に比べ、不安刺激セッション (Anxiety) の状態不安スコアが両被験者ともに高くなった。このことから、本実験課題によって状態不安を喚起できていると考えられる。

図 4, 5 に両被験者に中立刺激 (Control) と不安刺激 (Anxiety) を与えた際の瞳孔径変動の LF/HF と HF/(LF+HF) を示す。横軸は呈示刺激セッション、縦軸は瞳孔径変動の LF/HF と HF/(LF+HF) である。図 5, 6 より、LF/HF は低不安者の値に比べ、高不安者の値の方が両セッションにおいて大きく、HF/(LF+HF) では逆に低不安者の値が大きいという結果が得られた。また、LF/HF において、低不安者は各セッション間に大きな差は無いのに対して、高不安者は差が大きいという結果が得られた。

#### 5 おわりに

本研究では、瞳孔径変動による特性不安の推定を目的とし実験解析システムの構築を行い、瞳孔径変動の周波数特性と特性不安の関係について調査した。実験の結果、LF/HF と HF/(LF+HF) の値に特性不安の違う被験者間で差

がみられた。しかし、被験者が少なく、確かなことは言えない。今後は、被験者を増やし、結果の信頼性を高める必要がある。また、特性不安と関係があるとされている心拍変動の解析を行い、瞳孔径変動との関係を調べる必要もある。

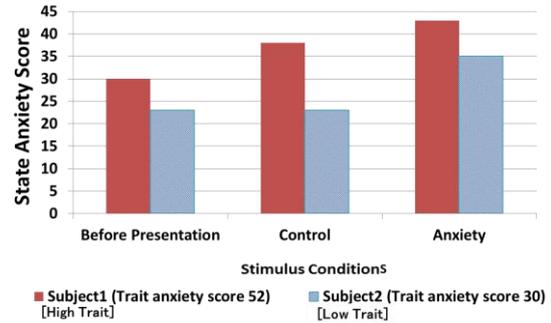


図 3 刺激強度に対する状態不安の変化

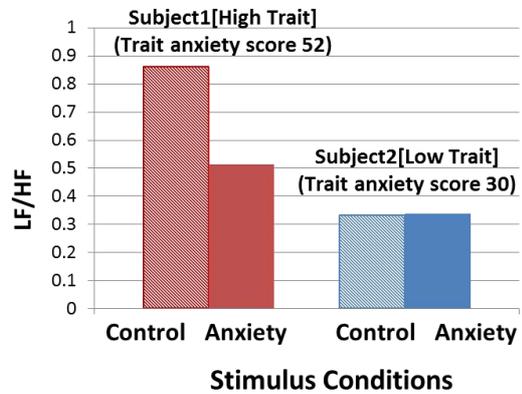


図 4 刺激強度に対する瞳孔径変動 (LF/HF)

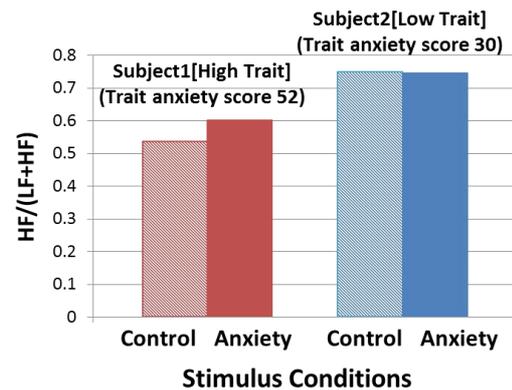


図 5 刺激強度に対する瞳孔径変動 (HF/(LF+HF))

#### 参考文献

- [1] 井川純一, 志和資朗, 中西大輔, 車地美帆, 菊本修, 井手下久登, “心拍変動を用いた不安の自律神経機能評価について”, バイオフィードバック研究, Vol.37, No.2, pp.97-103, 2010.
- [2] P. J. Lang, M. M. Bradley, and B. N. Cuthbert, “International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual”, Technical Report A-8, University of Florida, 2008.