精神的ストレスを指標とした カラーシーケンシャル表示方式の評価(1)

○柴田隆史、金相賢、河合隆史、鶴飼一彦（早稲田大学）

Evaluation of color breakup in field sequential color projection system
with biochemical indices of stress response (1)

Takashi SHIBATA, Sang hyun KIM, Takashi KAWAI, Kazuhiko UKAI (Waseda University)

1. はじめに

近年、プロジェクタの小型軽量化、高解像度化が進み、価格も低くなってきていることから、ビジネスやホームシアターなど、さまざまなシーンでのプロジェクタ利用が増加している。さらに、第3の薄型テレビとして、画面の大型化が可能であるリアプロジェクションテレビが注目されている。プロジェクタは、使用する表示デバイスにより分類することができるが、カラーシーケンシャル表示方式を用いたプロジェクタは、単板を用いて時間順次的に3原色を表示しているため、サッケードなどの急速な眼球運動による観察の際、3原色の分離が知覚される。それをカラーブレイクアップ現象と言うが、それにより観察者に違和感や不快感を与え、ひいては視覚負担を発生させる可能性がある。

これまでの筆者らの検討より、観察者の視線移動を促すプレゼンテーション用途において、カラーブレイクアップ現象による視覚負担が発生しやすいことが分かり、さらに、カラーブレイクアップ現象を自覚している観察者は、映像観察において不快感をもっていることが示唆された¹⁾。そこで本研究では、カラーシーケンシャル表示方式の特徴的な問題であるカラーブレイクアップ現象を対象とし、呈示方式の違いによる観察者への影響を検討することを目的として、精神的ストレスおよび視覚負担に関する評価を行った。

2. 精神的ストレスの測定

従来、ストレス検査では主にコルチゾールまたはカテコールアミンがストレスマーカーとして利用されてきたが、最近、唾液中クロモグラニンA（以下、CgA）の利用が注目されている²⁾。CgAは、副腎髄質クロム親和性細胞や交感神経ニューロンから分泌される主要な蛋白質の一種であり、カテコールアミンとともに細胞外へ共分泌されることが知られている。

CgAは、反応性や感度が高く、精神的ストレスのみに反応するという特徴があり、測定も低侵襲であ

るため、本研究における精神的ストレスの指標として用いることにした。

3. 方法

プロジェクタの呈示方式には、前面投射型のプロジェクタと、背面投射型であるプロジェクションテレビを用い、それらを実験条件とした（表1）。条件1から3は、カラーホイールの周波数が異なるDLPプロジェクタ（DLP）であり、条件4は、LCDプロジェクタ（LCD）であった。また、条件5は、DLP方式プロジェクションテレビ（DLP-PTV）、条件6は、液晶方式プロジェクションテレビ（LCD-PTV）であった。

表 1 実験条件

条件 1	2 倍速 (120Hz) DLP
条件 2	3 倍速 (180Hz) DLP
条件 3	5 倍速 (300Hz) DLP
条件 4	LCD
条件 5	DLP— PTV
条件 6	LCD— PTV

呈示刺激には、カラーブレイクアップ現象が顕著に発生する単純刺激を用いた。呈示時間は5分間で、画面内の左右の位置に5秒間隔で、3種類の図形をランダムに呈示した。被験者には呈示された図形を注視させることで、5秒ごとに水平方向の眼球運動を行わせた。そして、正円形が呈示されたときに、手元のマウスをクリックさせ、その反応時間を測定することで、被験者が確実に刺激を観察していることを確認した。

評価項目としては、唾液中CgAを指標とした精神的ストレスの測定、および眼精疲労の自覚症状調査を行った。唾液の採取と眼精疲労の自覚症状調査は、呈示刺激の観察前後に行った。なお、眼精疲労の自覚症状は、カラーブレイクアップ現象が発生する観察において評定点が顕著に上昇する5項目を使用した³⁾。具体的には、症状「眼が疲れる」、「眼の圧迫

感」、「眼の奥が痛い」、「眼が重い」、「チカチカする」の5つの症状項目に対し、5件法での回答を求めた。1日に実施する実験は2条件を限度とし、1日に2条件を行う場合には、2時間以上の間隔を設けることで、次の実験に影響を与えないよう配慮した。なお、実験は被験者ごと個別に6条件に対してランダムな順序で行った。被験者は、薬物等を服用してなく、心身ともに健康で色覚異常でない男性の大学院生8例であった。女性はホルモンの分泌が唾液中CgAの測定値に影響を及ぼす可能性があることから、本実験における被験者からは除外した。

4. 結果および考察

測定した唾液中CgA濃度は、総蛋白濃度によって補正し、mg蛋白あたりのモル濃度で示した。そして、観察後の測定値を、観察前の測定値を基準とした変化率に変換し、検討を行った。図1に、条件ごとの平均変化率の結果を示した。

図1 唾液中CgAの平均変化率の結果

結果より、プロジェクタを使用した条件1から4では、カラーDLPの3条件において周波数が高くなるほど変化率が低くなり、さらに、LCDの条件4は、プロジェクタ4条件の中で最も変化率が低かった。また、プロジェクションテレビを使用した条件においては、条件6のLCD-PTVの方が、条件5のDLP-PTVよりも変化率が低く、プロジェクタ条件と同様の傾向がみられた。また、眼精疲労の自覚症状「チカチカする」の項目において、CgA変化と同様の傾向がみられた（図2）。

以上より、カラーブレイクアップ現象を伴った映像は、観察者に精神的ストレスを与えることが示唆された。5分間という短時間であっても、カラーブレイクアップ現象が顕著に起こる映像を観察することで、精神的ストレスの変化が認められた。

図2 症状「チカチカする」項目の結果

5. まとめ

精神的ストレスに関する評価より、前面投射型プロジェクタおよびプロジェクションテレビのいずれの呈示方式においても、カラーブレイクアップ現象が発生しないLCDプロジェクタ条件において、ストレス変化が小さかった。また、DLPプロジェクタ条件では、周波数が高くなるほどストレス状態が軽減される傾向にあった。それより、カラーブレイクアップ現象の発生により、観察者は精神的ストレスを受けることが示唆されたが、ストレス状態の変化は観察者により差がみられたため、被験者数の増加や詳細な検討が、今後の課題としてあげられた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、セイコーエプソン株式会社、および、早稲田大学大学院国際情報通信研究科修士の梅澤恵美さんの、多大な協力を得ました。ここに感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 梅澤恵美, 柴田隆史, 他: “カラーシーケンシャル表示方式を用いたプロジェクタの人間工学的評価”, 人間工学, Vol. 40, 特別号, pp. 428-429 (2004)
- 2) 中根英雄: “特集バイオ技術の環境・人間分野への応用 新規精神的ストレス指標としての唾液中クロモグラニンA”, 豊田中央研究R&Dレビュー, 34(3), pp. 17-22 (1999)
- 3) Emi Umezawa, Takashi Shibata, et al: “Ergonomic Evaluation of a Projector using Field Sequential Color Projection System”, Proceedings of The 11th International Display Workshops, pp. 1531-1534 (2004)

柴田隆史

〒367-0035 埼玉県本庄市西富田大久保山1011

早稲田大学大学院国際情報通信研究科

tshibata@ruri.waseda.jp