

NIRS で検証する Web-based タスクにおける青と白背景色の影響

A Preliminary Analysis of Effects of Blue and White Backgrounds on Web-based Tasks with Near Infrared Spectroscopy

山崎 敦子^{*1}

Atsuko K. Yamazaki

^{*1} 芝浦工業大学

Shibaura Institute of Technology

The effects of background colors on the scores of a web-based English (WBT) test were analyzed by using optical topography. Yamazaki's studies showed that subjects who took the test with blue backgrounds scored higher than those who took the test with a white background. In this study, the authors investigated how a background color can affect the brain functions of WBT-test takers by observing relative changes in hemoglobin (Hb) concentrations in their brains. Two dimensional images of the Hb concentration changes obtained in experiments showed that brain areas associated with memory retrieval tended to have higher Hb concentrations while the subjects were taking the tests with blue backgrounds. On the other hand, the frontal eye field was observed to be more active while they were performing tasks with the white background. These results suggest that white may not be the best background color for a WBT.

1. はじめに

Web ページの色彩が読みやすさに関わる要素であることは、多くの研究が指摘している。特に、画面背景色とフォント色との輝度コントラスト比が重要であるという研究結果が多い。高橋らの研究結果は、アクセシビリティの高いホームページを作るには、背景色と文字色の輝度コントラストが 5:1 以上である必要があることを示した [高橋 11]。また、Hall と Hanna はフォント色と背景色のコントラストが強い方が読みやすい web ページになることを報告している [Hall 04]。彼らの実験では、フォント色と背景色の組み合わせが Web ページユーザーの記憶力に影響することはなかったが、スクリーンの画面背景色がタスクパフォーマンスに関連するとする研究もある。たとえば、Mehta と Zhu の研究では、単語を思い出すなど記憶に関連するタスクについては赤色背景の場合でパフォーマンス結果が良く、創造的なタスクでは背景色が青のほうがより良い結果となった [Mehta 09]。近年、TOEFL® や TOEIC® といった英語試験では、Web 上で受験者のパフォーマンスを測るものが増えている。こうした Web-based test (WBT) で用いられている色彩が、テスト受験者のパフォーマンスに影響を及ぼすのかについての検証は重要と思われるが、関連の研究は少ない。

2. Web-based 英語 test 成績への背景色の影響

山崎は、Web-based 英語 test の色彩効果に注目し、背景色が受験者のパフォーマンスに影響するかを検証するため実験を行った [Yamazaki 10]。実験では、黒文字で書かれた Web-based の英文法問題を異なった 8 色の画面で被験者に与えて一定時間で解答させ、テストの得点が画面色で異なるかを比べた。用いた背景色は、青、赤、白、黄、うす青、ピンク、うす黄、うす緑である。被験者(大学 1・2 年次男子学生 244 名)を実験の前に受験した TOEIC® テストの Reading 部分の点数で、差異がない 8 グループに分けた。おのおのの被験者グループは、それぞれ異なる画面背景色で同じテスト問題を受験した。用いたテストは TOEIC® テストの文法問題を模して作成され、4 択形式の

40 問を 30 分で解答する形式で、テスト問題の文字色は黒である。8 グループのテストスコアから、画面背景色ごとの平均点を求めたところ、各グループ平均点は高い順から、うす青、青、ピンク、うす緑、赤、うす黄、白、黄であった。各背景色グループ被験者スコア間で t-検定を行ったところ、うす青と黄背景色の間でのみ有意な差異 ($\alpha=0.05$, $p<0.05$) が見られた。白と各背景色の間には有意な差は見られなかったが、うす青は白とうす黄より平均点が約 8 点高い結果となった。

テスト終了後、5 段階スケールのアンケートで「自分が解いた問題の背景色が好きか」「集中できたか」「疲れたか」「問題が難しく感じたか」を被験者に回答させた。このアンケート結果とテストスコアには、いずれも相関関係は見られず、各背景色グループの集中度、疲労度の高さとスコア平均の順からも関係性を見いだすことができず、WBT の平均点が青系背景色で高かった理由はアンケート結果からは特定できなかった [Yamazaki 10]。

3. Computer-Based 英語 Test 背景色の影響と NIRS 測定

色彩が脳の働きに影響を及ぼすこと、タスクにより色彩の効果が違うことを示唆する実験結果も多い。酒井は NIRS と fMRI を用いた研究から、英語学習やテストの妥当性の研究には、脳の働きを観測し分析することが重要であると指摘している [Sakai 09]。そこで、上述の実験結果を踏まえ、Computer-based の英語試験を受験している間、その背景色が脳の働きに影響するのかどうかを調べるため、NIRS を用いて受験者の脳内のモグロビン (Hb) 濃度変化を観測した [Yamazaki 11]。

この観測では、1・2 年次の男子大学生 7 人を被験者とし、コンピュータ上で出題される英語文法問題を 4 択で解答させ、日立メディコ社の NIRS (12 チャンネル) を用いて、前頭前皮質部分を中心に Hb 濃度変化測定を行った。被験者 3 名に、白色背景と原色の画面背景色で黒文字の文法問題を、被験者 4 名に白色背景と中間色の画面背景色で黒文字の文法問題を解かせ測定を行った。この実験で用いた画面背景色は、上述の実験とまったく同じカラーコードの白、青、赤、黄、うす青、ピンク、うす黄、うす緑の 8 色で、問題の文字色は黒である。英語問題は TOEIC® Bridge Test の Part IV (4 択の文法問題) の形式と

まったく同じで、難易度も近いもの 15 問を用いた。被験者のスコア平均結果では、前述のパフォーマンス実験結果と同様に青系背景色での正答率が高く、白色背景でのスコア平均が低かった(表 4)。NIRS を用いて得られた被験者の脳内 Hb 濃度変化を 2 次元トポグラフィ画像で分析したところ、青系背景色の場合には作業記憶の中心である前頭前皮質 (BA10 付近) がより活性化される場合が多いことが観察された。それに対し、白や黄色系背景では、それ以外の部位、特に前頭眼運動野 (BA8) 付近での活性が見られ、白や黄色系背景では言語処理以外のタスクに脳がより働いている可能性を示唆した。

表 4. NIRS 実験での背景色毎 CBT 平均スコア (被験者数)

背景色	青	うす青	うす黄色	ピンク	黄色	うす緑	白	赤
平均点	8.67 (3)	7.75 (4)	7.25 (4)	6.75 (4)	6.33 (3)	5.5 (4)	5.1 (7)	5.00 (3)

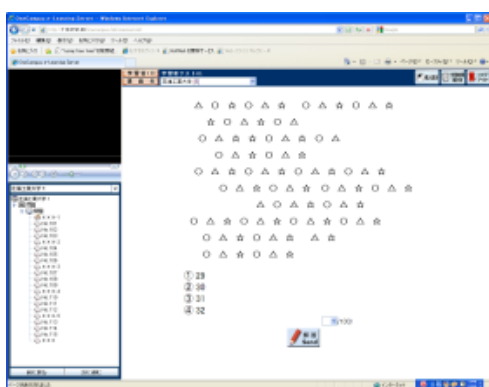


図 1. Web-based の○数えレストタスク画面 (白色背景)

4. Web-based タスク背景色の影響と NIRS 測定

上述の 12 チャンネルでの実験では、前頭前皮質とその周辺の Hb 濃度変化しか測定できず、言語領域と言われるブローカ野 (BA44 と BA45 付近) やウェルニッケ野 (BA22 付近) での変化が観測できなかった。そこで、光トポグラフィのチャンネル数を増して観測部位を広げ、異なった背景色で WBT を解答している間の被験者の脳内 Hb 濃度変化を測定した。この実験では、前述の 2 つの先行研究で平均点が高かった青色背景と、コンピュータを用いた英語テストで頻繁に用いられている白色背景のみを対象とした。被験者に解かせた WBT 英語文法問題の形式は、Yamazaki の実験で用いたものとまったく同様で、文法問題は 40 問から 15 問を選択した。英語問題 3 問の後に、画面の丸の数を数えて 4 択から答えを選ぶレストタスクを挿入した(図 1)。被験者が英語文法問題とレストタスクを行っている間、脳内の Hb 濃度変化を NIRS で観測した。被験者は 19~26 歳の大学学部生と大学院生 13 人で、全て男性で右利きである。被験者の英語文法問題のスコアの正答率は青背景のほうが白背景より高く、レストタスク正答率も青背景のほうが高かった。得られた NIRS の 2 次元画像を青背景と白背景と比較すると、英語問題とレストタスクどちらの場合も、言語領域より BA8 付近での Hb 濃度変化の違いが大きいがわかった(図 3&4)。

背景色	被験者数	平均正答率 ○数え問題	平均正答率 英語問題
青	13	95.38%	57.95%
白	13	80.77%	46.67%

表 5. Web-based タスク実験での色別の正答率

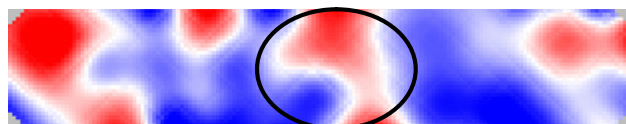


図 2. 白色背景色で丸数えタスクを行っている被験者の NIRS 画像 - BA8 付近(○で表示)より高い Hb 濃度変化



図 3. 青色背景色でレストタスクを行っている被験者の NIRS 画像 - BA8 付近(○で表示)での高い Hb 濃度変化がない

5. まとめ

画面背景色が Web-based タスクに影響を及ぼすかを実験で検証し、青系背景が白色背景より良いタスクパフォーマンスにつながることを示唆する結果を得た。NIRS 実験では、青色背景のほうが被験者の BA10 付近でより活性化が見られ、白色背景では BA8 付近でより高い Hb 濃度変化が観察された。BA10 は認知、意思決定や記憶の取り出しに関連するという研究報告があり、BA8 は視覚野、特に目の動きに関連していると報告されている [Duncan 05][Hu 10]。本研究結果は、英語問題や丸の数を数えるような集中力が必要とされるタスクでは、白色背景と黒文字の組み合わせは視覚への負荷が大きくなり、青系背景より不利である可能性を示している。

参考文献

- [高橋 11] 高橋純, 山西純一, 佐々木和夫コンテンツ開発における配色からみた Web アクセシビリティの世代間比較”, 電子情報通信学会 ET Vol.101, pp.13-20 (2011)
- [Hall 04] Hall, R. & Hanna, P: The Impact of Web Page Text-Background Color Combinations on Readability, Retention, Aesthetics, and Behavioral Intention Citation”, Behaviour & Information Technology, Vol. 23, No. 3, pp. 183-195, (2004)
- [Mehta 09] Mehta R., Zhu, R.: Blue or Red? Exploring the Effect of Color on Cognitive Task Performances”, Science, Vol. 323, No. 5918, pp.1226 -1229, (2009)
- [Yamazaki 10] Yamazaki, A. K.: “An Analysis of background-color effects on the scores of a computer-based English test”, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6277, pp. 630-636, (2010)
- [Yamazaki 11] Yamazaki, A. K and Eto, K.: “A Preliminary Examination of Background-Color Effects on the Scores of Computer-Based English Grammar Tests Using Near-Infrared Spectroscopy”, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6883, pp. 31-39 (2011)
- [Sakai 09] Sakai, K. et. al.: “Distinct roles of left inferior frontal regions that explain individual differences in second language acquisition”, Human Brain Mapping, Vol. 30, pp. 2440-2452, (2009)
- [Duncan 05] Duncan, J., Phillips, L., McLeod, P. (eds.): “Measuring the Mind: Speed, Control, and Age”, Oxford University Press (2005)
- [Hu 10] Hu, X. S., Hong K. S., Ge S. S., Jeong M. Y. : “Kalman estimator- and general linear model-based on-line brain activation mapping by near-infrared spectroscopy”, BioMedical Engineering OnLine, Vol.9, No.82 (2010)