

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：33704

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01083

研究課題名(和文) 生理的指標に基づくデザインの違いによる電子テキストのリーダビリティ評価

研究課題名(英文) Evaluation of readability of electronic texts with different designs evaluated using physiological indicators

研究代表者

鷲野 嘉映 (WASHINO, KAEI)

岐阜聖徳学園大学・看護学部・教授

研究者番号：90220855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、学習者が効率良く読解・理解・記憶可能な、すなわちリーダビリティの高い電子テキストのデザインについて、客観的に示すことを目的とした。検証に用いる指標として、簡便性および被験者への精神的負担を最小限に出来る眼電位が最適であることが示された。テキストデザインの違いによるリーダビリティ評価の検討においては、テキストだけでなくマンガを用いることで被験者の集中度・理解度が上昇することが示された。また、テキストに図を加えることによっても被験者の集中度・理解度が上昇することが示された。読み手が集中して読解することが出来るテキスト配置の詳細については、読み手の背景も考慮し、更なる検討が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

授業形式の多様化に伴い、電子テキストの利用が促進されると考えられる。電子テキストは、コンピューターソフトの利用等で教授者が簡便にテキストを作成することが可能である。その際に重要となるのは、学習者が効率良く学習することが出来ることである。そうした読解・理解・記憶においては、テキストの内容が優れていることはもちろんであるが、テキストのデザインも重要なファクターとなる。本研究は、デザインに着目したテキストについての指針を与える研究である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to show objectively the design of electronic texts that learners can efficiently read, understand, and memorize, that is, have high readability. As an index used for the verification, it was shown that the electro-oculogram which can minimize the mental burden on the subject is the most suitable. In the examination of the readability evaluation by the difference in the text design, it was shown that the use of manga as well as text increased the degree of concentration and understanding of the subjects. In addition, it was shown that the degree of concentration and comprehension of the subjects increased by adding figures to the text. Regarding the details of the text layout that allows the reader to concentrate and read, further consideration is necessary in consideration of the background of the reader.

研究分野：教育工学

キーワード：リーダビリティ 眼電位

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

学習者は、学習時において主にテキストから情報を得て内容を理解することで、知識を増やしていく。また、近年はそのテキストが紙媒体から電子媒体へと移行しつつある。そのため、学習効果を考えた場合に、テキストのリーダビリティ（Readability）を把握することが重要であると考えられる。リーダビリティとは、“読みやすさと理解のしやすさ”と定義することが出来る。リーダビリティについては、海外においては従来から教育学や言語学の分野で研究がなされてきた。リーダビリティに影響を与える要因は多様であるが、主に構文的側面、語彙的側面、構造的側面の三要因に大きく分類することが出来る。特に英語教育、心理教育等においては、言語学的な側面より語彙的側面や構文的側面が検討されてきた。しかしながら、近年教育工学的な立場より、構造的側面に関する研究も見られるようになってきた。関（1996）らは、テキストにおける段落表示が学習者の内容理解を高めることを、岩槻（1998）は、説明文理解において図表が要約よりも理解の促進の役立っていることを示した。その効果判定は、テキスト読解後の記述試験や主観的評価に基づいて実施された。しかしながら、学習後に記述試験を実施して学習効果を計ることが、教育方法や教材の学習効果を真に測定しているかについては疑問のあるところである。また、学習後の試験結果のみでは学習者の理解の過程を示すことは困難である。そこで、岸（2011）らは、非連続型テキスト（文章以外の図表やダイアグラムで示された情報：連続型テキスト（文章で示された情報）と対比される）を含む文章において、眼球運動測定と内容理解度テストを併用し、眼球運動より学習者・学習方法を分類して検討し、図表の効果を示した。吉村（2013）らは、英語の文書理解度を把握するため視点情報を用いて学習者の理解度推定を行った。さらに吉村（2014）らは、近赤外光イメージング装置（fNIRS: Functional Near-Infrared Spectroscopy）を用いて脳活性を測定し、その特徴量より英文文書理解度を推定できることを示した。これらの研究により、学習時におけるリーダビリティ評価の指標として視点情報やfNIRSが有効であることが示されたが、リーダビリティに影響を与える構造的側面を評価するには至っていない。また、評価の指標は、個々の独立した測定法に基づいており、種々の測定法の評価に及ぼす相互影響については検討されていない。本研究は、上記の問題点を解決するために実施される。学習者において、リーダビリティの高いテキストを用いて学習を進め、かつその学習効果を自ら客観的な指標に基づいて知ることが、効果的な学習に大きく寄与すると考える。そのため、本応募研究においては、学習効果を評価するための客観的な生理的・心理的指標を明らかにするとともに、リーダビリティの高い電子テキストデザインについて検討する。本研究は、集団指導のみならず、学習者個人に対応した教育実践に大きく寄与できると考える。

### 2. 研究の目的

本研究は、学習者が効率良く読解・理解・記憶可能な、すなわちリーダビリティの高い電子テキストのデザイン（構文的・語彙的・構造的側面）について、各種生理学的・心理学的データを用いて客観的に示すことを目的とする。検証に用いる指標として、脳血流、心拍変動、眼電位、眼球運動、身体変動、ストレス度等を用いる。得られたデータを統計学的に解析することで、リーダビリティ推定に有効な客観的な指標を明らかにする。さらに客観的な指標に基づくリーダビリティの高いテキストデザインを示す。本研究期間においては、大学の看護系学生が初めて接する難解な医学用語や医学情報の内容に関するテキストを主に検討するが、多分野の学習者に対するストレスフリーで効果的な学習法開発にも繋がると考える。

### 3. 研究の方法

被験者が、学習を妨げることなく、光トポグラフィ装置、視線解析装置、脈波装置、姿勢評価装置を同時に装着して測定可能となるように、装置の調整を図り、リーダビリティの評価が比較的簡単な連続型テキストを用いて、経時的に測定を行い指標（特徴量）を求める。学習後の試験結果と心理テストを踏まえて、測定で得られた各特徴量を統計学的に解析して、理解度の推定に有効な特徴量を求める。つぎに、それらの特徴量を用いて、連続型テキストと非連続型テキストを組み合わせたテキストデザインでのリーダビリティを評価して、特徴量の有用性を確認する。これらの結果により決定された特徴量を用いて、リーダビリティの高いテキストデザインを検証していく。

光トポグラフィ（ETG-4000）は、簡易型（前頭葉2チャンネル）の脳機能測定器（近赤外光イメージング装置）である。一般的に光トポグラフィは多チャンネル測定であるが、今回の研究目的からは前頭葉2チャンネルでの測定データで問題ないと考えられる。眼の動きに関しては、被験者の目の前のカメラから眼球を捉える眼球運動測定機および眼電位測定（JINS MEME Academic Pack）を使用する。眼電位測定は、ウェアラブルなメガネ型の装置であり、眼電位を経時的に測定可能である。ウェアラブル脈波装置および姿勢評価装置については、共同研究者が開発を進めており、本研究目的に対応した機能および形状に変更を加えて使用する。

得られた生理学的、心理学的データを、適宜特徴量として再計算する。理解度テストのデータを目的変数とした多変量解析を実施して、理解度推定に有効な指標を求める。

これらの検討を繰り返すことで、理解度推定に有効な指標の確定に努める。その指標を用いて、種々のデザインの電子テキストを評価する。なお、紙媒体テキストではなく電子テキストを用いることで、同一の内容で異なるデザインのテキストの作成が容易となり、かつ比較検討の実施も可能となる。

#### 4. 研究成果

##### (1) リーダビリティの評価法

リーダビリティの評価法について検討した。図に示すように、被験者に眼電位、近赤外光イメージング装置、ウェアラブル脈波装置および眼球運動測定機を同時に装着させて、同時測定により被験者のテキスト読解時の変化を検討した。結果、被験者に心理的・身体的負担を減らすためには、同時に多くの測定機器を用いての評価は好ましくないことが示された。また、リーダビリティ評価においては、心理的データからは有意な変化を認めることは出来なかった。よって、評価に用いる装置は、可能な限り被験者の読解時における行動を制限することなく、体動等による雑音を減じられる装置によって実施されるべきであることが示された。すなわち、テキスト読解中の被験者の内的状態を経時的に評価するにおいては、眼電位装置により示される瞬きおよび簡易的な目の動きの変化を用いることが有用であることが示唆された。



図 測定装置外観

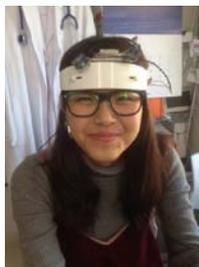


図 装着時

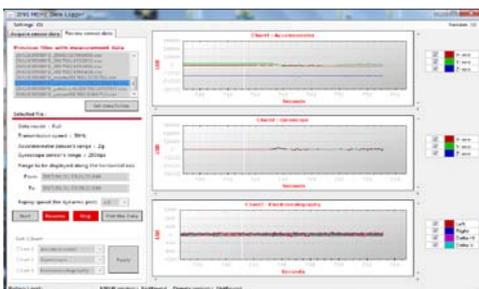


図 眼電位測定結果例

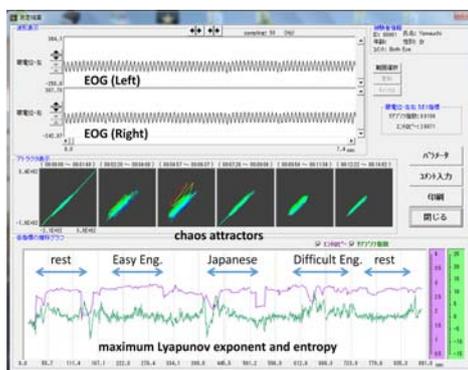


図 眼電位カオス解析例

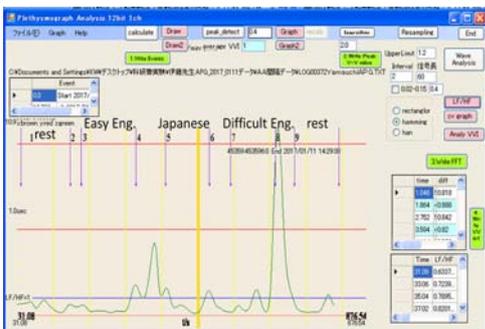


図 脈波周波数解析例

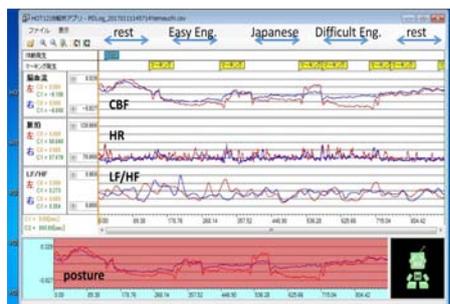


図 脳血流測定例

また、眼電位による評価は、非拘束的かつ非侵襲的であるが、アーチファクトの影響を受けやすい欠点も有している。そのため、得られたデータの移動平均値を用いることで、簡便に被験者の内的状況、すなわちリーダビリティを評価することが可能となった。

研究当初の計画における複合的指標によるリーダビリティ評価については、眼電位での評価を基本として、今回検討した指標以外の簡易的な生理学的測定方法を追加することで更に検討していきたい。

##### (2) テキストの違いによるリーダビリティ評価

テキストデザインの違いによるリーダビリティを評価するために、図の配置やマンガの影響等について検討した。結果、テキストだけでなくマンガを用いることで被験者の集中度・理解度が上昇することが示された。また、テキストに図を加えることによっても被験者の集中度・理解度が上昇することが示された。なお、図の左右・上下等への配置においては、一定の傾向は認められず、被験者の読みの癖が反映されることが示された。読み手が集中して読解することが出来るテキスト配置については、読み手の背景も考慮して更なる検討する必要があること

が示された。本検討の遠隔授業での重要性を鑑みて更なる検討を加えていく予定である。

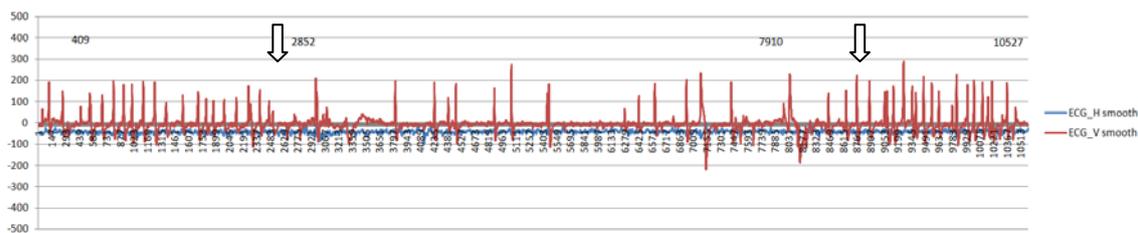


図 単語羅列テキストにおける眼電位の変化（矢印間で読解）

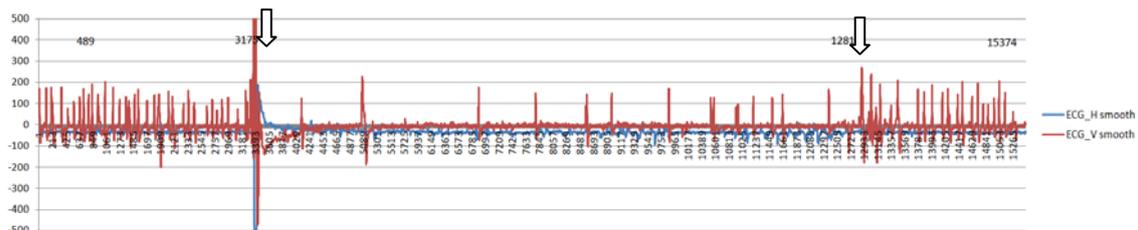


図 単語に図をプラスしたテキストにおける眼電位の変化（矢印間で読解）

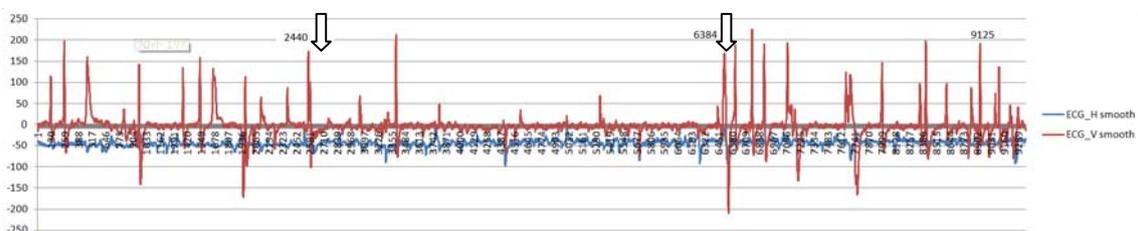


図 マンガ説明時の眼電位の変化（矢印間で読解）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 大石晴美、足立望、鷲野嘉映	4. 巻 40
2. 論文標題 リーディングストラテジー指導の効果（英語力と視線行動より）	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 教育工学論文集	6. 最初と最後の頁 59-61
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件／うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Itou Satoshi, Otsuka Yoko, Washino Kaei and Inoue Shoshi
2. 発表標題 Extraction of human behavior information from movie with camera by image analysis
3. 学会等名 2018 Joint International Conference on Science, Technology and Innovation, Mandalay by IEEE（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shoshi Inoue, Toshiyuki Nagoshi, Mayumi Yoshioka, Kaei Washino and Satoshi Itou
2. 発表標題 Terrain characteristic function for prediction of wind farm power generation
3. 学会等名 2018 Joint International Conference on Science, Technology and Innovation, Mandalay by IEEE（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kaei Washino, Satoshi Itou, Harumi Oishi and Shoshi Inoue
2. 発表標題 Utility of wearable electro-oculogram for evaluating readability
3. 学会等名 2018 Joint International Conference on Science, Technology and Innovation, Mandalay by IEEE（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤 敏、鷺野嘉映、大塚容子
2. 発表標題 動画から顔の動きを抽出する試み -対話解析・修学行動評価への適用を目指して-
3. 学会等名 教育システム情報学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤敏、大石晴美、鷺野嘉映
2. 発表標題 唇検出による英語発音指導教材への適応可能性
3. 学会等名 教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kaei Washino, Satoshi Itou, Oishi Harumi and Shoshi Inoue
2. 発表標題 Practical Usefulness of Wearable Electro-Oculogram for Measuring Intelligibility of Text
3. 学会等名 The 2017 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Itou Satoshi, Oishi Harumi, Washino Kaei, Inoue Shoshi
2. 発表標題 Obtaining Human Behavior Information from Movies With Cameras using Image Analysis
3. 学会等名 The 2017 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shoshi Inoue, Takako Fujimoto, Kaei Washino and Satoshi Itou
2. 発表標題 Trial of Scattering Media Tomography using Convolutional Neural Network
3. 学会等名 The 2017 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wang Linlin, S Itou, K Washino, S Inoue
2. 発表標題 Breathing detection using an inertial sensor
3. 学会等名 2016 Joint Academic Forum between Thai-Nichi Institute of Technology and the Japan University & Company Research Group, Thai-Nichi Institute of Technology (TNI), (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Washino K, Itou S
2. 発表標題 Practical usefulness of wearable electrooculogram for understanding how the nursing students keep up with course content
3. 学会等名 AAPINA 14th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤敏、王琳琳、鷺野嘉映、井上祥史
2. 発表標題 慣性センサを用いた行動検出試行
3. 学会等名 育システム情報学会 (JSiSE) 2016年度第2回研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 王琳琳、伊藤 敏、鷺野嘉映、井上祥史
2. 発表標題 慣性センサを利用した呼吸検出の試み
3. 学会等名 第64回 日本教育医学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤 敏、王 琳琳、鷺野 嘉映、井上 祥史
2. 発表標題 慣性センサを用いた呼吸計測の試み
3. 学会等名 第41回 教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊藤 敏  (ITOH SATOSHI)  (80130946)	岐阜聖徳学園大学・経済情報学部・教授   (33704)	
研究分担者	大石 晴美  (OISHI HARUMI)  (50387479)	岐阜聖徳学園大学・教育学部・教授   (33704)	
研究分担者	小林 純子  (KOBAYASHI SUMIKO)  (50222766)	岐阜聖徳学園大学・看護学部・教授   (33704)	