

J-031

e-Learning 学習者の解答行動・眼球運動と感情との関連の分析

Analysis of the Relationship among Behavior Characteristics, Eye Movement and Users' Emotion in e-Learning

繁田 亜友子† 小池 武士‡ 濱本 和彦† 野須 潔†
Ayuko Shigeta Takeshi Koike Kazuhiko Hamamoto Kiyoshi Nosu

1. まえがき

近年、大学や企業等で e-Learning が広く利用されている。e-Learning は、時間や場所の制約がない反面、対面式講義と比較し学習中の様子を把握し指導することができないという問題点がある。そこでわれわれは、使用者の表情や眼球運動などからリアルタイム処理でその使用者の感情や状況を予測し、時々刻々と変化する感情に適合した情報提示、生成を可能にするヒューマンインタフェース機能を有するシステムの実現を目指している[1][2]。本稿では、解答行動時の眼球運動を測定し感情との関連について分析した結果について述べる。

2. 眼球運動と主観評価測定

2.1.1 測定方法

被験者は、大学生4名(男性2名、女性2名)である。e-Learning 学習教材は、初級英語リスニング教材を用い、同レベルの問題を10題出題した(会話音声の平均再生時間8.9秒)。問題は画面に1問ずつ提示し、画面上部に問題、下部に4択で解答を表示、音声再生ボタンで問題文を再生、次の問題ボタンをクリックすると次の問題を提示する。なお、画面スクロールは無く、ボタンの位置も変化しない。また、瞳孔は画面の明るさなどにより変化することが知られていることから、画面の明るさ、コントラストも変化せず一定とした。

- (1) 被験者には、10問の学習問題について1問ずつ「問題再生ボタン」をクリックし、会話音声聞いた後、解答を選択するよう指示した。なお、会話音声の再生回数・解答時間共に被験者が解答するまで制限を与えなかった。
- (2) 被験者が学習している学習用PC端末モニタに表示された教材画面を被験者の後方よりビデオカメラで撮影した。
- (3) 10問の学習終了後直ちに、被験者に(2)で撮影した教材画面の映像を提示し、各問いについて次項で述べる主観評価を実施した。
- (4) 眼球運動の測定は、FreeView 竹井機器工業製(T.K.K.2920)を用いて行った。測定精度は1/30 secである。

2.1.2 主観感情評価項目

各問いに対する主観感情評価は2項目行った。

【評価項目1】

評価項目1は、SD法(Semantic Differential Method)を用い、軸の対極に「簡単-難しい」の感情を配置する。

各問について1~5段階の主観評価を実施し、評価1、2を「簡単」、評価4、5を「難しい」とし、評価3は中立とし評価感情からは除外する。

【評価項目2】

- ① 答えが分かった
- ② 2つまたは3つの選択肢で迷った
- ③ 考えたが答えが分からなかった

上記①~③のうち最も適した項目1つを回答してもらった。

2.1.3 眼球運動測定項目

フレーム(1フレーム1/30 [sec])ごとに以下のデータを取得した。

- ・角度 X (正面を0とした時の横方向の視野角度) [deg]
- ・角度 Y (正面を0とした時の縦方向の視野角度) [deg]
- ・瞳孔径 X (瞳孔の横方向の直径) [dot]
- ・瞳孔径 Y (瞳孔の縦方向の直径) [dot]
- ・移動速度[deg/sec]
- ・注視時間[msec]

なお、本研究では、移動速度が5 [deg/sec]以下を注視している状態と判断する。

3. 眼球運動と感情との関連の分析

3.1 分析方法

今回は、学習者が会話音声聞き終わり解答を選択、もしくは再度会話音声を再生するまでの解答に要した時間(解答所要時間)を分析の対象とし眼球運動測定によって得られたデータ及び、2.1.2の評価項目とを対応付けた。

3.2 瞳孔径と感情との関連

評価項目1について「簡単」と評価した問題の解答時と「難しい」と評価した解答時において、瞳孔径(X,Y)の大きさに有意差があるか検定を行った。ここで、瞳孔径の大きさには個人差があるため、学習前15秒間の平均値を算出し正規化した。図1に瞳孔径(X)の結果を示す。「簡単」と評価した問題の解答時と「難しい」と評価した解答時においてt検定を行ったところ、すべての被験者について有意差が確認された。(p<0.01 両側検定)瞳孔径は「難しい」と評価した問題の解答時のほうが「簡単」と評価した解答時よりも小さい傾向が確認された。瞳孔径(Y)についても同様の傾向が確認された。

3.3 注視領域と感情との関連

学習者が注視している領域と感情との関連を分析するため、図2(a)に示すように教材画面(1024×678ピクセル)を縦、横それぞれを20に分割し解答肢領域(A~D)、行間領域の部分領域としAからDの解答肢領域ごとに注

†東海大学 総合理工学研究科 Tokai University

‡東海大学 開発工学研究科 Tokai University

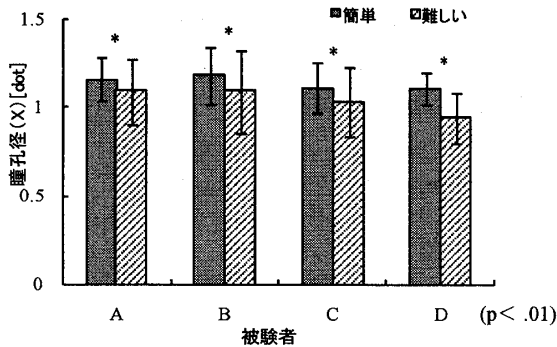
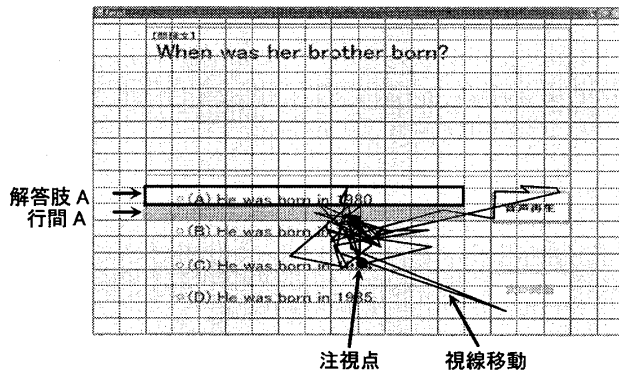
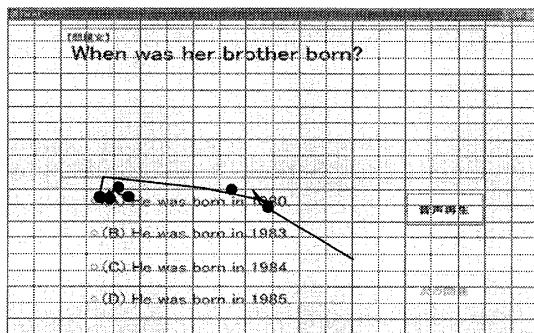


図1 感情別瞳孔径 (x) の平均値



(a) 再生回数1回目の視線移動と注視点



(b) 再生回数3回目の視線移動と注視点

図2 視線移動と注視点の変化

表1 解答状況別注視時間の割合と主観評価

項目 被験者	解答肢				評価1	評価2	解答 選択肢
	A	B	C	D			
II	0	0	0.5	0.5	1	1	C
II	0.11	0.16	0.47	0.26	1	1	C
III	0.31	0.5	0.15	0.04	3	2	B
IV	0.07	0.36	0.29	0.29	3	3	B

視時間の合計時間を求めた。ただし解答肢領域には1、行間領域には0.7の重みを与え合計注視時間を求めた。次に、解答時間の合計注視時間により各解答肢領域の注視時間を正規化した。図2に被験者の解答時の視線移動の一例を示す。この事例では、被験者は3回会話音声再生して解答し、評価目1は「難しい」、評価項目2は「2つまたは

3つの選択肢で迷った」と評価している。図2(a)は1回目の再生が終わった後の(b)には3回目の再生が終わり解答するまでの視線移動と注視点を示している。(a)ではAからDの選択肢に視線が移動しており、合計注視時間に対する選択肢領域の注視時間の割合はA・Bは0.25、Cは0.5であった。一方(b)では、Aのみを注視しており、注視時間の割合はAが1.0であった。また、この被験者は、Aと解答しており眼球運動と主観評価と一致した。表1に他の被験者(II-V)についての結果を示す。他の被験者についても「解答が分かった」と評価した事例では、特定の解答肢を注視し、「迷った」と評価した事例では複数の解答肢を注視する傾向が確認された。

4. 考察

与えられた問題に対して「簡単」と評価した解答時と「難しい」と評価した解答時において、4名の被験者について瞳孔面積に有意差が確認された。「難しい」と評価したときは「簡単」と評価したときと比較し、瞳孔が小さくなる傾向が確認された。

次に解答時の注視領域を推定したところ「2つまたは3つの選択肢で迷った」と評価した事例では、複数の選択肢に注視時間が分散しており、解答肢を互いに見比べていると考えられる。また、「簡単」と評価した場合は、問題領域ではなく、行間領域を注視するだけという傾向も確認された。これは、選択肢を一通り見るだけ、または流し読みするためであると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本稿は、e-Learningの英語リスニング問題を対象に学習者の感情と眼球運動との関連の分析を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 瞳孔径 (X,Y) について「簡単」と評価した問題の解答時と「難しい」と評価した解答時において t 検定を行ったところ、4名の被験者について有意差が確認された。(p<0.01 両側検定) 「難しい」と評価した問題の解答時のほうが「簡単」と評価した解答時よりも小さい傾向が確認された。
- (2) 解答時の視線移動と注視時間を計測したところ「2つまたは3つの選択肢で迷った」と評価した事例では、複数の選択肢を注視する、「簡単」と評価した場合は、問題領域ではなく、行間領域を注視するという傾向も確認された。さらに、解答時に注視している選択肢を実際に選択(解答)する傾向が強いことが確認された。

以上の結果は、眼球運動測定による設問難易度客観評価の可能性を示唆している。今後は、被験者数を増やした分析結果を基に、眼球運動と解答行動から学習者の状況を推定する手法について検討していく予定である。

参考文献

[1] 繁田 亜友子, 小池 武士, 濱本 和彦, 野須 潔 “e-Learning 学習者の顔画像解析による感情推定アルゴリズムの研究”, 電気学会論文誌 C, Vol.129, No.10 pp.1881-1888 (2009)
 [2] Kiyoshi Nosu, Takeshi Koike and Ayuko Shigeta “Time-sequential Emotion Diagnosis based on the Eye Movement of the User in Support of Web-based e-Learning” International Conference on Information Systems, Technology and Management (ICISTM2010)