

# 感情誘発語を含む短文聴取時の感情生起に対する確信度と記銘しやすさの 関係

Relationship between confidence in emotions during listening to sentences containing emotion-induction words and ease of memorization

長谷川 渉<sup>†</sup>  
Sho Hasegawa

森谷 隼介<sup>†</sup>  
Shunsuke Moriya

北島 宗雄<sup>†</sup>  
Muneo Kitajima

中平 勝子<sup>†</sup>  
Katsuko T. Nakahira

## 1 はじめに

中央教育審議会が平成 24 年に示した「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて」という答申において、“生涯にわたって学び続ける力、主体的に考える力を持った人材を育成するためには、従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、学生が主体的に問題を発見し解を見いだしていく能動的学修(アクティブ・ラーニング)への転換が必要である”と述べられている [12].

学生の能動的学修を支援する策の一つとして、受講者の興味を喚起しやすいコンテンツ作成が挙げられる。かかる支援に対する一つの視点として、田中 [7] は、興味と感情の関係を指摘し、以下の知見を紹介している: 1) 学習場面においては継続的な努力が必要なため、課題に内在する価値を高く認知している状態である「価値の認知」が学習の継続を支える役割を果たす、2) ただ価値を強調するだけでは深い興味には繋がりにくいと考えられるため、浅い興味を喚起し知識を与えて、深い興味に深化させるという、興味の深化プロセスを踏まえることが不可欠、3) 授業導入時にポジティブ感情を生起させることで浅い興味を喚起させ、課題への関与を高める土台を整えることが効果的である。

田中が示した感情と興味の関連から、学習者に興味を喚起しやすい感情要素を用いた教育コンテンツの作成手法として、一定の感情価、覚醒度を持つ感情誘発語 (ANEW; Affective Norms of English Words) を含めた聴覚情報を提案する。聴覚情報に注目したのは、自身の視野に捉えなければ知覚することができない視覚情報に比べて意識の有無にかかわらず知覚する可能性が高いと考えたからである。しかし、先に挙げたような教育コンテンツを使う全ての学習者に必ずしも同程度の効果が表れるとは限らない。

コンテンツの効果を最大化するためには、学習者の特性によって最適化する必要がある。以上のことを実現するために、近年進化した生体情報計測技術やウェアラブル技術、学習結果、アンケートなどを組み合わせて適用することで、学習者特性に合わせたリアルタイム教育コンテンツ最適化を図ることが可能となると予測する。そのためには、学習時の生体情報と学習結果の関連を解明し、モデル化する必要がある。本稿では、学習者の興味を喚起する教育コンテンツ設計の基礎研究として、自身の感情に対する確信度とそれらの感情に伴う記憶の明瞭さに焦点を当て、ANEW を含む短文で構成された聴覚刺激により生起された感情に対する確信度・視行動・記憶の関係について

分析する。

## 2 本研究における仮説構築

### 2.1 感情と記憶の関係

感情と記憶には一定の関係があることが知られている。Nakahira らの研究では、 $n$  個の音声パケットからなる聴覚情報における検索段階で知識概念に付随した感情をワーキングメモリに渡し続ける状況が予想されること、それらが統合される場合とされない場合があり、統合されることにより感情と知識概念のネットワークがより深化することが示唆されている [4]。以上のことから、外部から受け取る聴覚情報と関連付けられる情報として感情があり、それによる感情生起は記憶性能の向上させる要因になると考えられる。

### 2.2 確信度と記憶の関係

日常生活では、再認判断の正確さとその判断に対する確信度には正の相関関係が成立すると思われることが多い。Keren [2] によれば、再認の正確さと確信度が対応しており、確信度が低ければ正答率も低く、確信度が高ければ正答率も高くなることが示唆されている。しかし、場合によっては再認判断の正確さと確信度に関連性が生じなくなる可能性なる場合があるという報告もいくつかなされている [5][8][9]。また、日隈と漁田によれば、意味情報と感覚情報の両方が再認照合に利用できる場合、再認の正確さと再認判断の確信が明確に対応することが示されている [13]。伊東らは、確信度を記憶の正確さの指標として用いるのであれば、バイアスなどがかからない方法で記録する必要があるとしている [15]。

### 2.3 確信度と視行動の関係

視線情報は、認知処理を知るための手掛かりとして有効だとされ [11]、行動分析や心的状態の推定にも応用されている [1][3]。小島らによると、被験者に多肢選択問題への回答とその回答及び選択肢に対するアンケートを行わせ、問題回答時の視行動と確信度との関係を分析したところ、すべての選択肢に視線が推移するまでの初期走査において、確信が高い時は「一つの選択肢を注視」、「選択肢を 1 から順に走査」、低い場合は「すべての選択肢を同程度注視」、「選択肢への走査が順番通りに行わず、複雑化」という傾向が見られた。他に見られた視行動の傾向としては、確信が高い場合に「選択肢の走査を途中で打ち切る」、低い場合に「問題文への視線の再推移」が見られた [6]。

### 2.4 仮説の構築

ここまでの関連研究から得られた知見は、記憶・確信度・視行動について以下のようにまとめられる。

<sup>†</sup> 長岡技術科学大学

### 感情生起と記憶の関係

入力された知覚情報が長期記憶にある感情とワーキングメモリ上で統合されることにより、感情が生起され記憶性能が向上する。

### 自身の感情生起に対する確信度と記憶の関係

特定の条件下において、自身の記憶に対する確信度と記憶の正確さには一定の関係がある

### 確信度と視行動の関係

確信度によって視行動の特徴に違いが見られる

以上のことから、次のような仮説を立て、実験を行う。

“聴覚刺激聴取時における感情生起に対する確信度は、視行動と一定の関係が見られ、確信度は記憶性能に何らかの影響を与える、”

## 3 実験デザイン

実験方法は森谷 [10] の研究を参照している。本実験では、2つの日本語訳 ANEW を含む短文を聴覚刺激として呈示し、刺激に対する印象評価と覚えている聴覚刺激の内容を口頭で答えてもらう記憶再生テストを参加者に行ってもらった。

### 3.1 呈示短文の作成方法

今回の実験で呈示する日本語訳 ANEW は本間 [14] を参照し、この中から2つの日本語訳 ANEW を使用し、短文を作成した。日本語訳 ANEW を選択する際の基準は、感情価が 7.70-9.00(高ポジティブ,  $V_{++}$ ) もしくは 1.00-1.99(高ネガティブ,  $V_{--}$ )、覚醒度は 1.00-6.99(中・低覚醒度) とした。中・低覚醒度の単語を選んだのは、本間による ANEW リスト内にポジティブかつ高覚醒度の単語が少なく、統計的な分析が難しいためである。ANEW が短文内に2つ存在する場合、呈示間隔によってそれぞれの ANEW により生起された感情の干渉程度が変化すると考えられる。ワーキングメモリの容量は一般的に7チャンク前後、半減期は約7秒前後とされている。従って、2つの日本語訳 ANEW 間のインターバルについては1秒、7秒の2種類とした。日本語訳 ANEW 以外の単語や文章に関しては、インターバルごとにそれぞれ用意した。インターバル1秒の短文では2つの日本語訳 ANEW 間に5文字の単語・文章を、再生後に約9秒、45文字の文章を用意した。インターバル7秒の短文では2つの日本語訳 ANEW 間に35文字の単語・文章を、再生後に約3秒、15文字の文章を用意した。短文の総数は各感情価・インターバルの組み合わせが4文ずつ、計32文用意した。

### 3.2 実験手順

実験手順を以下に示す。

- (1) 被験者に実験概要を説明し、実験の内容について理解してもらう。この際、記憶再生テストを定期的に行うことを説明する。
- (2) 練習問題として3つの音声を呈示し、それぞれに対して印象評価を行い、実験の流れについて理解してもらう。
- (3) 視線測定機器のキャリブレーションを行う。キャリブレーションや視線の測定には、Tobii 社の角膜反射法を用いた測定機器である Tobii Pro Nano と生体計測解析ソフトウェアの Tobii Pro Labo を使用する。
- (4) 聴覚刺激呈示用のプログラムを起動し、実験を開始する。

- (5) 日本語訳 ANEW を含む聴覚刺激が1つ呈示され、呈示されるごとにポジティブ・ネガティブの程度を7段階+「理解できなかった」で印象評価を行う。印象評定時は図2のような画面が表示される。選択肢をクリック後、「次へ」をクリックすることで評定値が確定する。刺激は計32個の中からランダムに呈示される
- (6) 1試行を図1に示すように聴覚刺激の呈示・刺激に対する印象評価とし、8試行ごとに記憶再生テストを行う。記憶再生テストは口頭で自由再生法を用いて行った。
- (7) 聴覚刺激は計32個あるため、8文呈示・文ごとの印象評価・記憶再生テストを1セットとして4セット行う。

## 3.3 実験諸元

実験は、他の音が聞こえにくい防音室内で行った。視行動の測定には、非侵襲で角膜反射法を用いる Tobii 社製の Tobii Pro Nano を使用した。聴覚刺激呈示のためのスピーカーとして Jabra Speak 750、モニターは DELL 社製の S2440L を使用した。また、記憶再生テスト時の音声の記録には、Sony 社製の PCM-D10 を使用した。

被験者は20代の大学生の男性14名を対象に行った。分析対象とするのは、記憶再生テストを正しく行えなかった1名を除外した13名とした。

## 4 分析方法

今回の分析では、選択肢確定前、最終的な評定値に該当する選択肢をクリックする直前までの視線データを分析対象とした。日本語訳 ANEW の感情価の組み合わせ、ANEW 間の間隔:  $dT$ 、被験者  $p$  の聴覚刺激  $i$  に対する印象評定値:  $S_{i,p}$ 、記憶再生テスト時における日本語訳 ANEW の想起の有無によってタイプ分けを行った後、以下のような特徴量の中央値に注目して分析を行った。

### 印象評価時間 (ms): $t_{i,p}$

被験者  $p$  の聴覚刺激  $i$  における印象評価時間。正確には「聴覚刺激の聴取終了」から「『次へ』ボタンをクリック」までにおける経過時間。この値は、聴取した文への印象の明瞭さに影響を受けると考える。

### 印象評価中の総停留時間 (ms): $t_{i,p}^f$

被験者  $p$  の聴覚刺激  $i$  における印象評価中における視線が停留した時間の総和。この値は、印象評価時に画面表示された視覚情報を印象評価の決定プロセスに利用した時間と考える。

### 印象評価時間内における総停留時間の割合: $T_{i,p}^f$

$t_{i,p}^f$  は実時間だけ比較すると、比較的時間がかかったのか特定の条件下でのみ時間がかかっているのかを区別するのが難しいため、割合に変換した。

### 印象評価中の停留点数: $n_{i,p}^f$

被験者  $p$  の聴覚刺激  $i$  における印象評価中に視線が停留した回数。この値は、印象評価時に選択肢を探索した回数とみなす。

### 印象評価中の総サッケード時間 (ms): $t_{i,p}^s$

被験者  $p$  の聴覚刺激  $i$  における印象評価中に視線が推移した時間の総和。この値は、印象評価時に選択肢の選別に要した時間をみなす。

### 印象評価時間内における総サッケード時間の割合: $T_{i,p}^s$

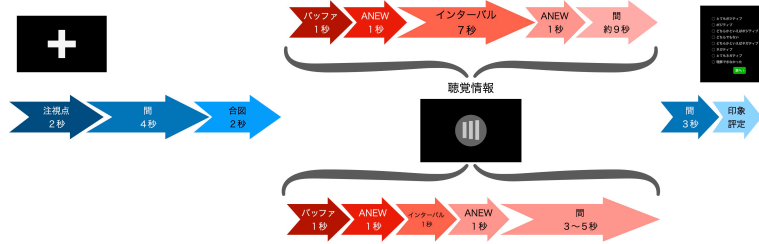


図1 1試行あたりの流れ

表1 印象評価中における視行動特徴量のタイプ別中央値

		num of data	num of recall	recall ratio	$t_{i,p}$	$T_{i,p}^f$	$t_{i,p}^f$	$n_{i,p}^f$	$T_{i,p}^s$	$t_{i,p}^s$	$n_{i,p}^s$	$ S_n - S_{i,p}  < 1$	$1 \leq  S_n - S_{i,p}  < 2$	$2 \leq  S_n - S_{i,p} $
$dT$	1	205	71	0.346	3258	0.34	1012	4	0.062	189	6	0.056	0.066	0.02
	7	205	73	0.356	3064	0.29	856	4	0.059	197	6	0.075	0.051	0.015
recall	Yes	144	144	-	3020.5	0.35	997	4	0.058	183	6	0.054	0.052	0.016
	No	266	0	-	3230	0.298	908.5	4	0.064	199	6	0.064	0.056	0.016
type of evaluation	VES	101	46	0.455	3067	0.238	741	3	0.054	167	5	0.016	0.036	0.017
	V1ES	7	2	0.286	3174	0.455	1450	6	0.075	267	9	0.079	0.123	0.063
	V1LS	12	0	0	3649.5	0.43	1217	6.5	0.076	370.5	12	0.16	0.118	0.069
	V2ES	92	29	0.315	2869.5	0.299	811	4	0.05	142	5	0.056	0.016	0
	V2LS	65	27	0.415	3384	0.343	1066	5	0.064	214	7	0.119	0.107	0.026
valence pair	$(V_{++}, V_{++}, dT = 1)$	52	23	0.442	3392	0.33	1050.5	4	0.062	192.5	6	0.016	0.062	0.052
	$(V_{++}, V_{++}, dT = 7)$	52	19	0.365	3092.5	0.241	720	4	0.065	208.5	6.5	0.043	0.046	0.038
	$(V_{++}, V_{--}, dT = 1)$	50	21	0.42	3010	0.368	1015.5	4	0.064	181	6	0.083	0.054	0
	$(V_{++}, V_{--}, dT = 7)$	51	13	0.255	2908	0.335	973	4	0.067	209	5	0.119	0.052	0.006
	$(V_{--}, V_{--}, dT = 1)$	51	14	0.275	3117	0.367	900	4	0.061	183	6	0.058	0.072	0.016
	$(V_{--}, V_{--}, dT = 7)$	51	29	0.569	2853	0.267	759	3	0.044	116	5	0.035	0.01	0.009
	$(V_{--}, V_{++}, dT = 1)$	52	13	0.25	3403.5	0.31	1074.5	5	0.059	207.5	7	0.056	0.086	0.042
	$(V_{--}, V_{++}, dT = 7)$	51	12	0.235	3201	0.287	1057	5	0.058	199	7	0.125	0.055	0.055

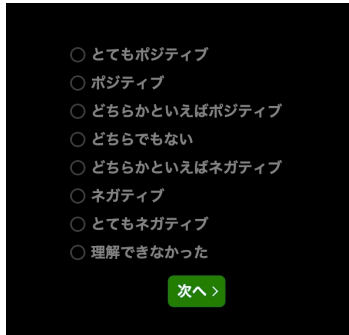


図2 印象評定時の画面

表2 選択肢領域と印象評定値の対応表. 図中の記号は以下の通り.  $V_{+++}$  は“とてもポジティブ”,  $V_{++}$  は“ポジティブ”,  $V_+$  は“どちらかといえばポジティブ”,  $V_N$  は“どちらでもない”,  $V_-$  は“どちらかといえばネガティブ”,  $V_{--}$  は“ネガティブ”,  $V_{---}$  は“とてもネガティブ”. また, “--SS--” は, 行間を示す.

$j$	$Z_j$	$S_j$	$j$	$Z_j$	$S_j$
1	$V_{+++}$	1.0	8	$V_N$ SS $V_-$	4.5
2	$V_{+++}$ SS $V_{++}$	1.5	9	$V_-$	5.0
3	$V_{++}$	2.0	10	$V_-$ SS $V_{--}$	5.5
4	$V_{++}$ SS $V_+$	2.5	11	$V_{--}$	6.0
5	$V_+$	3.0	12	$V_{--}$ SS $V_{---}$	6.5
6	$V_+$ SS $V_N$	3.5	13	$V_{---}$	7.0
7	$V_N$	4.0			

$T_{i,p}^f$  と同じ理由により, 割合に変換.

印象評価中の総サッケード数:  $n_{i,p}^s$

被験者  $p$  の聴覚刺激  $i$  における印象評価中に視線が推移した回数の総和. この値は, 印象評価時に選択肢の選別を行った回数とみなす.

印象評価中における選択肢停留時間の割合

選択肢停留時間の割合は, 視線が停留している  $j$  番目の選択肢領域  $Z_j$  における評定値  $S_j$  と被験者の評定値  $S_{i,p}$  の差の絶対値によって以下のように分類した.

- $|S_j - S_{i,p}| < 1$
- $1 \leq |S_j - S_{i,p}| < 2$
- $2 \leq |S_j - S_{i,p}|$

画面に表示される選択肢と選択肢領域  $Z_j$ , 評定値  $S_j$  の対応は表2の通り.

印象評定値  $S_{i,p}$  による分類は, 本問らの感情価基準 [14] における印象評定値  $S_{i,p}^h$  に  $S_{i,p}$  を変換した後, 2つの日本語訳ANEWの感情価:  $V_1, V_2$  との差の絶対値によって分類した.

$S_{i,p}^h$  への変換方法については以下の通りである.

1.  $S_{i,p}$  は「とてもポジティブ」が1, 「とてもネガティブ」が7となっているため, 「とてもポジティブ」を7, 「とてもネガティブ」を1とする  $S_{i,p}'$  に変換する.
2.  $S_{i,p}'$  の最大値, 最小値  $S_1, S_{13}$  と本問の研究 [14] における感情価の最大値, 最小値  $V_{max}, V_{min}$  を用いて以下の式で計算した.

$$S_{i,p}^h = \frac{(S_{i,p}' - S_1)(V_{max} - 1)}{S_{13} - S_1} + V_{min}$$

$V_1, V_2$  との差の絶対値による分類方法については以下の通りとした.

- VES :  $|V_1 - S_{i,p}^h| < 1, |V_2 - S_{i,p}^h| < 1$
- V1ES :  $|V_1 - S_{i,p}^h| < 1, |V_2 - S_{i,p}^h| \geq 2$
- V1LS :  $1 \leq |V_1 - S_{i,p}^h| < 2, |V_2 - S_{i,p}^h| \geq 2$
- V2ES :  $|V_1 - S_{i,p}^h| \geq 2, |V_2 - S_{i,p}^h| < 1$
- V2LS :  $|V_1 - S_{i,p}^h| \geq 2, 1 \leq |V_2 - S_{i,p}^h| < 2$
- N/A :  $|V_1 - S_{i,p}^h| \geq 2, |V_2 - S_{i,p}^h| \geq 2$

## 5 結果

4章に従って行った分析結果を表1に示す。本稿では、“type of evaluation”, “valence pair”ごとに $t_{i,p}$ を確認し、最も値が大きかった $V1LS$ , ( $V_{--}, V_{++}, dT = 1$ )および最も値の小さかった $V2ES$ , ( $V_{--}, V_{--}, dT = 7$ )に着目してその傾向を述べる。

$V1LS$ については、以下の通りである。 $|S_n - S_{i,p}^h| < 1$ ,  $1 \leq |S_n - S_{i,p}^h| < 2$ の値はほぼ同程度、 $2 \leq |S_n - S_{i,p}^h|$ の値が最も小さいという結果だった。また、 $T_{i,p}^s$ および $n_{i,p}^s$ も最も高い値を示した。 $(V_{--}, V_{++}, dT = 1)$ においては、 $|S_n - S_{i,p}^h| < 1$ ,  $2 \leq |S_n - S_{i,p}^h|$ の値がほぼ同程度、 $1 \leq |S_n - S_{i,p}^h| < 2$ が最も高いという傾向がみられた。サッケード関連では、 $n_{i,p}^s$ が“type of evaluation”中で最も高い値を示した。

$V2ES$ については、以下の通りである。 $|S_n - S_{i,p}^h| < 1$ が最も高く、 $1 \leq |S_n - S_{i,p}^h| < 2$ が2番目、 $2 \leq |S_n - S_{i,p}^h|$ が3番目に高いという結果だった。また、 $T_{i,p}^s$ ,  $n_{i,p}^s$ 共に“type of evaluation”中で最も低かった。 $(V_{--}, V_{--}, dT = 7)$ においては、 $|S_n - S_{i,p}^h| < 1$ が最も高く、 $1 \leq |S_n - S_{i,p}^h| < 2$ が2番目、 $2 \leq |S_n - S_{i,p}^h|$ が3番目に高いという結果だった。 $T_{i,p}^s$ ,  $n_{i,p}^s$ は共に“valence pair”中で最も低かった。

## 6 考察

先の結果から、印象評価時間が長くなるほど注視する選択肢が増加し、印象評価時間が短くなるほど特定の選択肢を注視する傾向があることが示唆された。印象評価時間が長くなる原因として、「選択肢の場所がわからない」、「選択肢の理解に時間がかかる」、「評定値の選択に迷いが生じている」の3つが考えられる。今回は、事前に本実験と同じ形式で練習問題を行ってため、「選択肢の場所がわからない」、「選択肢の理解に時間がかかる」が印象評価が長引く原因になるとは考えにくい。このことから、印象評価時間が被験者の迷いの程度、確信度を表す指標としてみなせるのではないかと考えた。以上のことから、印象評価時間と確信度に正の相関があると仮定すると、確信度が高ければ最終的な回答となる選択肢のみを注視し、確信度が低いほど複数の選択肢を注視するようになると思われる。また、“valence pair”内で $t_{i,p}$ が最大な場合と最小な場合でANEWが想起されたデータ数を比べたところ、最大な場合の方がデータ数が多い傾向が見られた。このことから、自身の感情生起に対する確信度とANEWの記憶性能の間に正の相関がある可能性が考えられる。

## 7 まとめと今後の課題

今回、2つの日本語訳ANEWを含む聴覚刺激を呈示し、刺激に対する印象評価を回答した際の視行動を分析したところ、確信度と視行動、記憶に一定の関係がある可能性が示唆された。今後は、タイプ間もしくは特徴量間で有意差があるのか確認、確信度と聴覚刺激の種類について調査、確信度と実際の感情生起の度合いについて聴覚刺激聴取時の瞳孔反応を用いて分析を行う。

## 謝辞

本研究の一部は科研費JSPS(22K12284, 代表: 岐阜工業高等専門学校・小川信之, 23K11334, 代表: 長岡技術科学大学・中平勝子)および経営改革促進事業(代表校・長岡技術科学大学)の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Cooper D. G. Bursleson W. Woolf B. P. Muldner K. Arroyo, I. and R. Christopherson. Emotion sensors go to school. *Proceeding of the 14th Intenational Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp. 17–24, 2009.
- [2] Gideon Keren. Calibration and probability judgements: Conceptual and methodological issues. *Acta Psychologica*, Vol. 77, pp. 477–493, 1991.
- [3] Christopherson R. Atkinson R. Muldner, K. and Bursleson W. Investigating the utility of eyetracking information on affect and reasoning for user modelings. *Proceedings of the 17th International Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization*, pp. 138–149, 2009.
- [4] K.T. Nakahira, M. Harada, and M. Kitajima. Local-Global Reaction Map: Classification of Listeners by Pupil Response Characteristics when Listening to Sentences Including Emotion Induction Words - Toward Adaptive Design of Auditory Information -. In *COGNITIVE 2023 : The Fifteenth International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications*, pp. 79–85, 2023.
- [5] W. A. Wagenaar. Calibration and the effects of knowledge and reconstruction in retrieval from memory. *Cognition*, Vol. 28, pp. 277–296, 2003.
- [6] 小島一晃, 村松慶一, 松居辰則. 多肢選択問題の回答における視線の選択肢走査の実験的記述. *教育システム情報学会誌*, Vol. 31, No. 2, pp. 197–202, 2014.
- [7] 田中瑛津子. 興味の深化を促す授業方略の検討. *教授学習心理学研究*, Vol. 9, No. 1, pp. 12–28, 2013.
- [8] 高橋晃. 再認の正答率と確信度評定の関連について. *心理学研究*, Vol. 69, No. 1, pp. 9–14, 1998.
- [9] 高橋晃. 繰り返し項目についての再認の正答率と確信度評定の関連. *心理学研究*, Vol. 79, No. 5, pp. 439–445, 2008.
- [10] 森谷隼介, 小竹元基, 北島宗雄, 中平勝子. 感情誘発要素を含む聴覚情報聴取時の瞳孔変化と感情・記憶の関係分析. FIT2024(第23回情報科学技術フォーラム), 2024.
- [11] 大野健彦. 視線から何がわかるか. *認知科学*, Vol. 9, No. 4, pp. 565–579, 2002.
- [12] 中央教育審議会. 新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて 生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ, 2012.
- [13] 日隈美代子, 漁田武雄. 再認の正確さと確信度評定の関連性の主観的および名義的新旧反応率による分析. *認知心理学研究*, Vol. 13, No. 1, pp. 1–11, 2015.
- [14] 本間喜子. 単語の感情価と覚醒度にもとづいた単語刺激の作成. *愛知工業大学研究報告*, Vol. 49, pp. 13–24, 2014.
- [15] 伊東裕司, 矢野円郁. 確信度は目撃記憶の正確さの指標となりえるか. *心理学評論*, Vol. 48, No. 3, pp. 278–293, 2005.