

# インフォーマル学習指向文章設計のための感情誘発語—記憶の関係分析

An Analysis of the Relationship between Emotion-Induction Words and Memory  
for Informal Learning Oriented Text Design

伊藤 健人<sup>†</sup>  
Kento Ito

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

生涯学習とは、一般には人々が生涯に行うあらゆる学習、すなわち、学校教育、家庭教育、社会教育、文化活動、スポーツ活動、レクリエーション活動、ボランティア活動、企業内教育、趣味など様々な場や機会において行う学習の意味で用いられており、社会が「人生 100 年時代」、「超スマート社会 (Society5.0)」に向けて大きな転換点を迎える中にあって、文部科学省は生涯学習社会実現のため取組を進めている [12]。

そのための方策として、社会人の学びの推進や多様な学習機会の提供などが行われている。生涯学習社会の実現のためには、大学などの教育機関で行われる「フォーマル教育」のみならず、多様な場で行われる「インフォーマル教育」にも目を向けなければならない。ここで、「フォーマル教育」とは、高度に制度化され、年齢によって構造化され、階層的に構成された、小学校から大学に至るまでの教育を意味し、実際には学校における教育を指す。また、「インフォーマル教育」はあらゆる人々が、日常的経験や環境との触れ合いから、知識、技術、態度、識見を獲得し蓄積する、生涯にわたる過程を指す。組織的、体系的教育ではなく、習俗的、無意図的な教育機能である。具体的には、家庭、職場、遊びの場で学ぶ、家族や友人の手本や態度から学ぶ、ラジオの聴取、映画・テレビの視聴を通じて学ぶなどがあげられる (以上生涯学習研究 e 辞典 [11] より引用)。加えてノンフォーマル教育といったものも存在するが、本稿では、ノンフォーマル教育は広義のインフォーマル教育に包括される概念と考える。

人生の学習時間をフォーマル教育下での学習、フォーマル学習とインフォーマル教育下での学習、インフォーマル学習に分類すると、大半を占めるのはインフォーマル学習である [1]。インフォーマル学習では、日常生活をはじめとする実経験を介して、多様な文化や価値観にふれ見識を広げることができるが、フォーマル学習と異なり、インフォーマル学習の学習デザインには質保証がなく、学習効果については個人の経験による差が大きい。また、テストなどの想起練習の機会が確保されていないという問題がある。

記憶の過程は、符号化、貯蔵、検索の三段階に分けることができる [9]。仮に「シンリガク」という単語が聴覚的に呈示されたとすると、「シンリガク」という音声を心理学という意味に符号化し、その意味を貯蔵する。そしてそれを思い出すように求められた場合に、それを検索し、再び「シンリガク」という音

声または「心理学」という文字に変換して出力する。想起練習はこのうち検索のステップに位置し、Karpicke[2] は適度に想起練習を行うことで学習効果が向上することを報告している。しかし、インフォーマル学習の場合、必ずしもその機会を与えられておらず、外部からの情報を記録する段階で工夫が必要だと推察される。そのための記録方略として、感情と記憶の相互作用を利用できないかと考えた。感情と記憶の相互作用を明らかにし、学んだことを長期間忘れないようなコンテンツを作成できれば、インフォーマル学習はより充実したものとなる。生涯学習の大半を占めるインフォーマル学習の質を向上させることは、生涯学習社会の実現にも寄与する。

本稿は、効果的なインフォーマル学習コンテンツを作成するため、第一段階として感情と記憶の相互作用に着目し、その機構を明らかにすることを目標とする。

## 2 感情・瞳孔反応と視行動・記憶の関係

### 2.1 感情と記憶の関係

ラッセルの円環 [6] によれば、感情は感情価 (valence) と覚醒度 (arousal) という二つの尺度で位置付けられ、これらは感情に関連する研究ではしばしば用いられている。感情価は軸の両端に快 (ポジティブとも) と不快 (ネガティブとも) を持ち、感情の質的な違いを規定する概念であり、ポジティブ、ネガティブ、どちらでもないニュートラルに分類可能である。覚醒度は軸の両端に高覚醒と低覚醒を持ち、感情が引き起こす身体的・認知的喚起の程度を示す概念であり、高覚醒、中覚醒、低覚醒に分類可能である [13]。

先行研究では、感情は記憶の定着を促進・抑制する効果があることが知られており、このことから感情が記憶に与える影響が研究されている。例えば、神谷 [10] は刺激によって喚起される感情の違いが記憶に及ぼす影響について調査した。その結果、快感情が喚起されるエピソードは、不快感情が喚起されるエピソードよりも会話内容の記憶成績が高い結果となり、感情がエピソード記憶に影響を及ぼす可能性が高いことが示唆された。

実験参加者の感情喚起を目的として感情誘発語を用いた先行研究としては、以下の様な例がある。Murakami ら [3] は視覚コンテンツを補足する音声ガイドで使用される感情誘導語が記憶に与える影響を調査した。その結果、ポジティブおよびネガティブな感情誘導語を提示された実験参加者は、ニュートラルな単語を提示された実験参加者に比べて、内容をよりよく記憶していることが示された。

<sup>†</sup>長岡技術科学大学

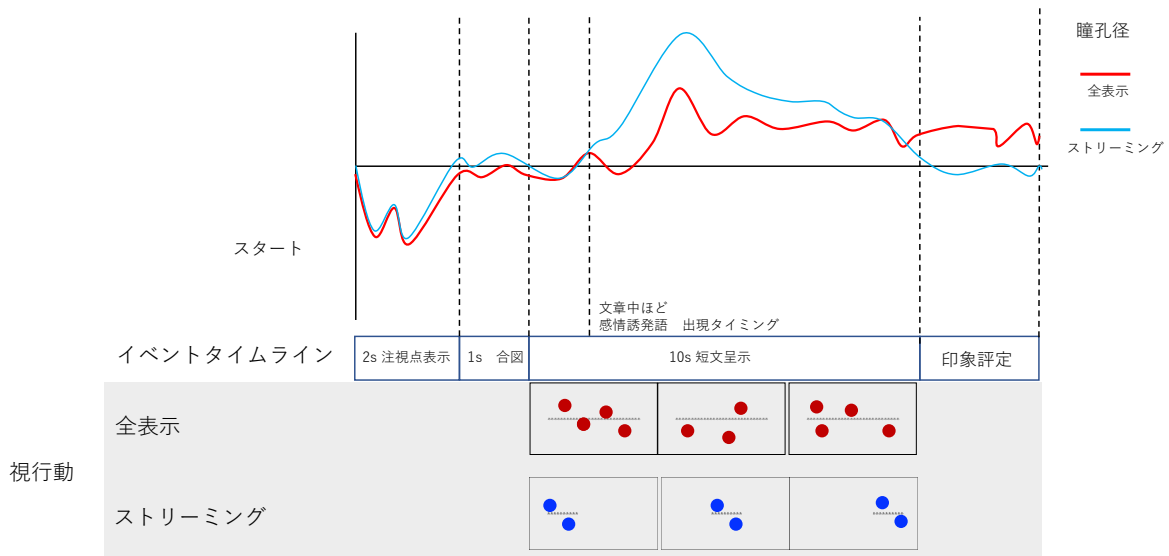


図1 実験タイムライン上の視行動-瞳孔径の関係予測図

## 2.2 感情と視行動について

先行研究では、被験者の感情状態の判別のため、生体情報である瞳孔径が利用できる可能性が示唆されている。瞳孔径は非接触測定が可能であり、近年様々なアイトラッキング技術が開発されていることから、計測する情報として有用だと考えられる。Nakakoga et al. [4] は、ポジティブ、ネガティブ、ニュートラルな感情を喚起する画像を実験参加者に呈示し、その後の聴覚刺激に対する瞳孔反応を調査した。その結果、ニュートラルな感情を喚起された実験参加者と比較し、ポジティブ及びネガティブな感情を喚起された実験参加者は、瞳孔反応の初期成分が大きくなったなど、感情状態によって瞳孔反応が変化する可能性が示唆された。また、Partala and Surakka[5] はポジティブ、ネガティブ、ニュートラルな感情を喚起する聴覚刺激を実験参加者に呈示し、呈示中と呈示後の瞳孔径変化を調査した。その結果、ポジティブ及びネガティブな聴覚刺激は、ニュートラルな聴覚刺激と比べて実験参加者の瞳孔径が有意に大きくなることなどが分かった。

感情誘発語を用い、瞳孔径を測定した研究は以下の様なものがある。原田ら [7] は感情誘発語を有する文章を聞いた際に起こる聞き手の瞳孔径変化に着目し、聞き手の感情に与えた影響を推定するための特徴量抽出を行った。その結果、ネガティブな感情を与える文章を聞き取った実験参加者の瞳孔変化に特徴の傾向がうかがえた。また、森谷ら [8] は村上らの研究を踏まえたうえで聴覚情報に着目し、感情誘発語聴き取り時の瞳孔径変化速度と記憶の関係を検証した。その結果、ネガティブかつ高覚醒度の聴覚情報は記憶に残りやすいこと、単文聴き取り時に実験参加者がネガティブと感じた際、縮瞳傾向が見られることなどがわかった。

また瞳孔径のみならず、視線などの視行動を測定することも有用と考えられる。アイトラッカーで視線を測定することにより、視線の動きや停留点、瞬きの頻度や間隔、サックードなど

のデータが得られる [14]。また、停留点の順序関係から認知処理の種類を分析するような研究もおこなわれている。

本稿では呈示刺激は視覚情報に限定し、実験では感情誘発語を含む単文を参加者に黙読してもらう形式をとる。このような文章読解は実際にはかなり複雑な高次認知処理だが、視線データとの対応付けをおこないやすいという特徴を持つ。本稿では、アイトラッカーを用いて視線データを測定することで、

- 実験参加者は文中のどの部分からどの順番で停留し、情報を取得しているか
- 文中のどのタイミングで瞳孔径に変化が現れるのか、感情誘発語に停留しているか
- その際感情生起はどうなっているか、停留位置と停留時間にはどのような関係があるのか

などについて検討できると考えられる。

また、上記を踏まえて、刺激の呈示方法を変えることによって、感情誘発や記憶の再生率にどのような変化が起こるか調査するため、感情誘発語を含む単文の呈示方法を、

1. 単文をまとめて画面上に表示する
2. ストリーミング形式 (画面上に徐々に文字が現れ、徐々に消えていく) で表示する

の2つに分けて実験することとした。これは、視覚情報として感情誘発語を含む単文を呈示する場合、実験参加者が文意を理解しようとして感情生起が妨げられる可能性があるためである。ストリーミング形式は、疑似的に聴覚情報を模した形式となっている。以後、1を全表示形式、2をストリーミング形式と呼ぶこととする。

## 2.3 本稿における仮説

以上を踏まえ、本稿で考える視行動・瞳孔径・呈示刺激、の関係を示す枠組みは、図1の様記述できる。全表示形式では、

文章全体が画面上に表示されるため、実験参加者は自由な箇所から文章を読み進めることができる。そのため、視線の動きや停留点の位置、瞳孔径変化や感情生起のタイミングなども実験参加者や試行毎にある程度変化すると考えられるが、図では左から読み進めると仮定した。全表示形式では文章理解のため、ストリーミング形式と比較して感情生起が弱まり、そのタイミングも遅れ、散瞳速度や瞳孔径最大値も低くなると考えられる。ストリーミング形式では視線はあまり動かず、表示されている文章付近にはほぼ停留し、瞳孔径変化や感情生起のタイミングは、全表示形式と比べてある程度一定の範囲に収まり、瞳孔径変化・感情生起ともにより大きな変化を示すと推察される。

このことから、本稿で示す枠組みから以下の仮説を立てた。

### 1. 全表示形式の方が記憶に残りやすい

前述した2つの呈示形式において、全表示形式では文全体を通じて文章理解を深めることができるが、その分感情の生起は弱まると考えられる。対してストリーミング形式では感情は問題なく生起すると思われるが、文脈を辿れないため文章理解が不十分になる可能性がある。文意をきちんと理解すること、文章によって感情が誘発されること、これらはいずれも精緻化と捉えることができる。全表示形式は前者の、ストリーミング形式は後者の働きが強まると考えられるが、どちらが記憶成績より良い影響を与えるかについては、予測が難しい。ここで、文意を理解できる/理解できない×感情を誘発される/誘発されない、の4パターンに文章を分類すると、

1. 文意を理解可能で感情が誘発される文章
2. 文意を理解可能だが感情が誘発されない文章
3. 文意が理解不能だが感情が誘発される文章
4. 文意が理解不能で感情が誘発されない文章

全表示形式の場合、時間の経過とともに2→4に変わり、感情生起は緩やか、または遅れることとなり、ストリーミング形式の場合、1に近くなり、感情は生起するものの文意の理解度は低くなると予想した。そして、印象の強さはストリーミング形式のほうが上回るが、記憶の再生率は全表示形式のほうが高くなるのではないかと結論付けた。

### 2. 感情価と覚醒度には適切な組み合わせがあり、ネガティブかつ高覚醒度の感情が最も記憶を促進する

先行研究によって、どのような感情が記憶を促進するかについて、一貫した結果は得られていない。このことから、「ポジティブ/ネガティブな感情が記憶を促進/抑制する」「高覚醒度/低覚醒度の感情が記憶を促進/抑制する」といった一意な見解は得られず、感情価と覚醒度の組み合わせにより、感情の記憶に対する影響は異なると考えられる。

また、森谷ら [8] の研究では、聴覚情報に限定した実験系において、ネガティブかつ高覚醒度の感情誘発語が最も記憶を促進する結果となった。本稿は呈示刺激を対象的に視覚情報に限定しているが、感情誘発語のもつ効果については、聴覚刺激に含ませた場合と比較して弱まる可能性はあるものの、最も記憶を促進する感情価・覚醒度の組み合わせ (= ネガティブかつ高覚醒度) については変化しないと考えられる。

## 3 仮説検証へ向けた呈示刺激設計

仮説を確認するためには、以下の様な実験が必要となる。本稿では、そのデザインまでを説明する。

アイトラッカーを用いて単文読み取り時の瞳孔径変化と視行動を読み取り、実験参加者の感情生起との関連を分析する。また、本稿では実験者に呈示する刺激は視覚情報に限定しているが、その場合意味理解によって実験参加者の感情生起が妨げられる可能性もあると考え、刺激の呈示方法については、通常通り呈示する方法と疑似的に聴覚情報を模して呈示する方法の2つに分けて実験する。実験では、感情誘発語を含む単文を二パターンで呈示し、その印象を実験参加者に七段階で評価させる。全単文の呈示終了後、休憩をはさみ、再生テストを行った。また、実験中の参加者の視行動と瞳孔径を Tobii pro を用いて測定し、分析した。

### 3.1 実験環境

実験参加者になるべく自然に実験に集中できるように、実験は雑音を排除した減音室内で行った。また、室内の照明の状態は一定に保ち、外光による瞳孔径の変化はないものとした。瞳孔径と視行動の測定には、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。実験参加者は、アイトラッカーから 60±10cm ほどの位置で、座視状態でディスプレイに表示される単文を黙読するものとした。

### 3.2 呈示する単文

呈示する単文を作成する際、いくつかのルールを規定した。使用する感情誘発語は本間 [13] を参考にした。各感情価、覚醒度を表1のように分類した。

その中から、各感情価、覚醒度による差異を観察しやすくするために、高ポジティブ、ニュートラル、高ネガティブと、高覚醒度、低覚醒度をそれぞれ組み合わせた文章を作成した。文章は感情誘発語のほかに難解な単語を含んでおり、実験参加者が一定時間内に読み取れるよう文章は30文字前後とし、1つの文に現れる感情誘発語は1つとした。

各感情価と覚醒度の組み合わせは表2に示すように、高ポジティブ&高覚醒、高ポジティブ&低覚醒、ニュートラル&高覚醒…と計6個の組み合わせを、それぞれ6文、合計36文作成した。

また、文章作成の際は、感情誘発語以外に感情を誘発するような単語を使用しないこと、文末によって別の感情が誘発されること、あるいは感情誘発が促進されること、妨げられることのないよう留意した。

### 3.3 実験の流れ

実験手順を以下に示す。

1. 実験参加者に実験概要を説明し、参加の同意を得る。
2. 実験の目的とテストについて説明し、心的準備を済ませる。
3. 練習問題として3つの文章を呈示、印象を評価し、実験の流れを把握してもらう。
4. 視線測定機器のキャリブレーションを行う。
5. 感情誘発語を含む文章を全表示形式で1つ呈示し、1回ご

表 1 感情価および覚醒度の分類. 感情価において, +/++/+++ はポジティブ, -/--/--- はネガティブ, Nu はニュートラルを示す.

感情価						覚醒度
+(7.00 - 9.00)		Nu(4.00 - 6.99)		-(1.00 - 3.99)		
7.70 - 9.00	+++	6.00 - 6.99	+Nu	3.00 - 3.99	-	7.00 - 9.00 高覚醒度
7.35 - 7.69	++	5.00 - 5.99	Nu	2.00 - 2.99	--	4.00 - 6.99 中覚醒度
7.00 - 7.34	+	4.00 - 4.99	-Nu	1.00 - 1.99	---	1.00 - 3.99 低覚醒度

表 2 作成する単文の組み合わせ

高ポジティブ	ニュートラル	高ネガティブ
高覚醒 6	高覚醒 6	高覚醒 6
低覚醒 6	低覚醒 6	低覚醒 6

とに印象評定を 7 段階で行う. これを 18 回行う.

- 5 分間の休憩により短期記憶のリセットを行ったうえで, 記憶に残っている単語を可能な限り書き出してもらい, 確認する.
- 10 分間の休憩をはさみ, ストリーミング形式で 1~5 を行う.

1 試行あたりの実験の流れを以下に示す.

1. 十字の注視点を 2 秒間表示する.
2. 文章呈示前にカウントダウンのアニメーションを表示し, 合図する.
3. 文章を呈示する.
4. 呈示終了後, 印象評定の選択肢が自動で表示される.
5. 印象評定の選択肢を選んだうえで次へボタンを押す.
6. 1 に戻る.

#### 4 まとめと今後の課題

本稿では記憶に残るインフォーマル学習用コンテンツの作成を目指して, 視覚情報に着目し, 感情誘発語を含む単文を異なる形式で呈示する実験系を設計し, 瞳孔径や視行動, 感情生起の関係性を検証することとした. 感情は実験参加者の気分や環境に大きく左右されること, 本稿では刺激の呈示方法を二つに分け実験することなどから, 実験を行う際は実験内容や目的の説明, 実験環境の整備などを適切に行う必要がある. 現在は, 呈示刺激である感情誘発語を含む単文を作成中であり, 準備が整い次第実験を行っていく.

#### 5 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の助成を受けたものである.

#### 参考文献

- [1] The LIFE Center, University of Washington, Stanford University, and SRI International. Learning in and out of school in diverse environments: Life-long, life-wide,

life-deep. <https://education.uw.edu/cme/LIFE>.

- [2] Jeffrey Karpicke. *Retrieval-Based Learning: A Decade of Progress*. 12 2017.
- [3] Mashiho Murakami, Motoki Shino, Munenori Harada, Katsuko T. Nakahira, and Muneo Kitajima. *Effects of Emotion-Induction Words on Memory and Pupillary Reactions While Viewing Visual Stimuli with Audio Guide*. Springer International Publishing, Cham, 2023.
- [4] Satoshi Nakakoga, Kengo Shimizu, Junya Muramatsu, Takashi Kitagawa, Shigeki Nakauchi, and Tetsuto Minami. Pupillary response reflects attentional modulation to sound after emotional arousal. *Scientific Reports*, Vol. 11, , 08 2021.
- [5] Timo Partala and Veikko Surakka. Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 59, pp. 185–198, 07 2003.
- [6] J.A. Russell. A circumplex model of affect. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 39, No. 6, pp. 1161–1178, 1980.
- [7] 原田宗玄, 村上増穂, 北島宗雄, 小竹元基, 中平勝子. 瞳孔径変化に着目した聞き手感情推定のための特徴量抽出手法. 情報処理学会第 84 回全国大会予稿集, 第 4 巻, pp. 51–52, 2022.
- [8] 森谷隼介, 原田宗玄, 村上増穂, 小竹元基, 北島宗雄, 中平勝子. 感情誘発語を含む単文聴取り時の瞳孔径変化速度と記憶の関係. 情報科学技術フォーラム講演論文集, 第 21 巻, pp. 327–330, 2022.
- [9] 森敏昭, 井上毅, 松井孝雄. *グラフィック認知心理学*. サイエンス社, 1995.
- [10] 神谷俊次. 会話内容の記憶に及ぼす感情喚起の効果. *心理学研究*, Vol. 69, No. 5, pp. 376–383, 1998.
- [11] 日本生涯教育学会. 生涯学習研究 e 辞典. <http://ejiten.javea.or.jp/>.
- [12] 文部科学省. 文部科学白書 第 2 部 文教・科学技術施策の動向と展開 第 3 章 生涯学習社会の実現.
- [13] 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.