

## 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

Analysis of the relationship between pupil change and emotion/memory during listening to auditory information containing emotion-inducing elements

森谷 隼介<sup>†</sup>  
Shunsuke Moriya小竹 元基<sup>‡</sup>  
Motoki Shino北島 宗雄<sup>†</sup>  
Muneo Kitajima中平 勝子<sup>†</sup>  
Katsuko T. Nakahira

## 1 はじめに

スマートフォンなどのモバイル機器の普及や各種ネットワークサービスの発展により、様々な手段でコンテンツを視聴することができるようになった。その応用範囲はe-ラーニングなどの学習を補助するものやOTTサービスなどの娯楽作品の配信など多岐に渡り、その応用範囲は広い。本研究ではこういったコンテンツ、特にe-ラーニングや博物館等の解説などの教育コンテンツに着目し、コンテンツ作成の基礎研究として記憶に残りやすく、知識習得を促すコンテンツ設計手法の確立を目指す。

設計手法の一つとして、人の認知特性に着目する。聴覚情報に対する人の感情・記録・瞳孔反応に一定の関係があることについては、Murakamiら[2]やMoriyaら[1]によって示唆されている。また、Nakahiraら[3]は感情を生起させる日本語訳ANEW[7]を含む聴覚情報を呈示した際の瞳孔径の動きを被験者の特性ごとに分類可能なことを示唆した。ここから、視聴者ごとの認知特性に応じてリアルタイムで変化するコンテンツを提供することができれば、より良い感情体験、知識習得を促せると考えた。

本稿では、一連の研究成果を発展させ、視聴者の認知特性に合わせてリアルタイムに変化するコンテンツ制作手法の基礎検討として、より実践的な状況を想定し2つの日本語訳ANEWを含む聴覚情報を聴取したときの被験者の瞳孔径を分析し、人の記憶に残りやすい聴覚情報を考察する。

## 2 実験方法

感情・瞳孔・記憶には一定の関係がある。一般的に感情を生起させる刺激の方がそうでない刺激と比較して記憶に残りやすいとされており[5]、感情が生起された際、瞳孔径に散瞳や縮瞳が見られる[1]。本稿ではその時の瞳孔反応の特徴を捉えるため、NakahiraらのLGR-Mapを活用する[3]。

LGR-MapはCIモデル[4]に基づいて設計されており、概要は以下の通りである。ある刺激を受けた時、長期記憶のその刺激に関する情報を検索し、ワーキングメモリに情報が格納されることで感情が生起されると考える。聴覚情報に含まれる日本語訳ANEWによる感情変化(Local Reaction)と、文章全体を聴取した後に生じる感情変化(Global Reaction)の二種類があると想定している。その二種類の感情生起による瞳孔径の変化を二次元上で散布図を作成することで誤差楕円を定義し、分析を行う手法である。本稿では、呈示刺激文章に対して記録の有無を含めてLGR-Mapを使用して分析する。

実験では本間による日本語訳ANEW[7]を2つ使用した短文による聴覚情報全32個を被験者に呈示し、8文呈示するごとに記憶再生テストを行った。また、提示中の瞳孔径の測定も行っ

た。被験者は3名、実験方法・聴覚情報の作成方法は森谷らによる[6]。

## 3 実験結果

聴覚情報に含まれる日本語訳ANEWと文章全体を聴いた時に生起された感情の影響を調査するため、各聴覚情報に対して被験者が印象評価において評価したスコア $S_p$ と聴覚情報に含まれる2つの日本語訳ANEWの感情価( $V_{1/2}$ )の差に基づいてデータを以下のように分類し、グラフを作成した。その結果の一部を図1に示す。なお、データ点数が少ないものは除く。

$$VES: |V_1 - S_p| < 1, |V_2 - S_p| < 1$$

$$V1ES: |V_1 - S_p| < 1, |V_2 - S_p| \geq 2$$

$$V1LS: 1 \leq |V_1 - S_p| < 2, |V_2 - S_p| \geq 2$$

$$V2ES: |V_1 - S_p| \geq 2, |V_2 - S_p| < 1$$

$$V2LS: 1 \leq |V_2 - S_p| \leq 2, |V_1 - S_p| \geq 2$$

$$N/A: |V_1 - S_p| \geq 2, |V_2 - S_p| \geq 2$$

図中の青点は記録が認められた際の瞳孔径総変化量、赤点は記録が認められなかった際の瞳孔径総変化量である。LGR-Mapを用いた分析には以下の二通りの方法を用いた。

- 日本語訳ANEWによる局所的(ローカル)な瞳孔径反応を見るため、 $x$ 軸に1つ目の日本語訳ANEW再生1~2秒後の瞳孔径変化量 $r_{ANEW1}$ と2つ目の日本語訳ANEW再生1~2秒後の瞳孔径変化量 $r_{ANEW2}$ の差を置く。また、文全体を聴取したとき(グローバル)の瞳孔径反応を分析するために $y$ 軸に聴覚情報聴取終了1~2秒後の瞳孔径変化量 $r_{ES}$ を置く。
- ローカルとグローバルの影響を直接評価するために、 $r_{ANEW1} - r_{ES}$ を $x$ 軸に、 $r_{ANEW2} - r_{ES}$ を $y$ 軸にする

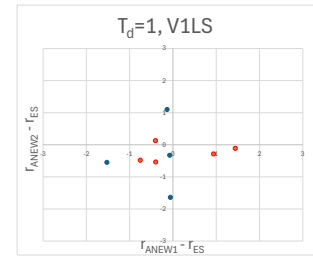
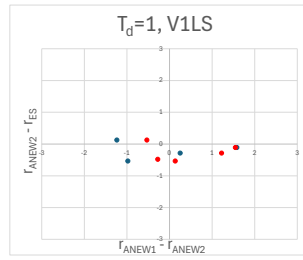
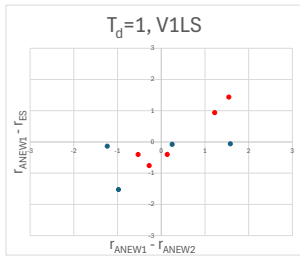
聴覚情報に含まれる二つの日本語訳ANEW間のインターバル $T_d$ ごとにグラフを作成した。

## 4 考察

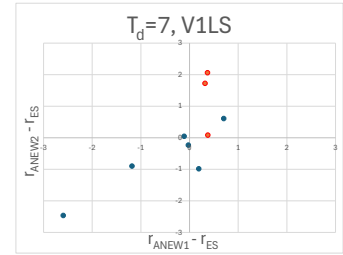
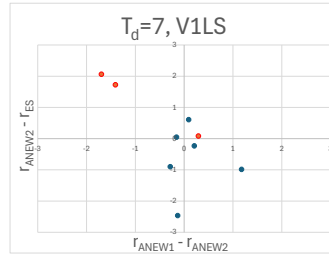
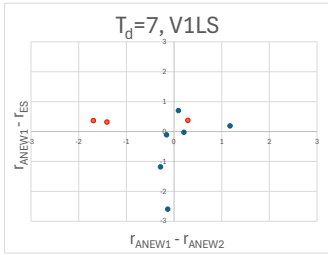
$T_d = 7$ のグラフに着目する。記憶に残っている聴覚情報による瞳孔径変化量の分布は、日本語訳ANEWによるローカルな瞳孔径変化量は聴覚情報を聴取し終えた時のグローバルな瞳孔径変化量より小さい。この瞳孔径の動きはNakahiraらが被験者ごとの認知特性ごとに定義した瞳孔径の動きのカテゴリー分け[3]と等しい。一方、記憶に残っていない聴覚情報による瞳孔径変化量の分布はローカルな瞳孔径変化量がグローバルな変化量よりも大きいか、同等である。このことから、 $T_d = 7$ における記憶に残りやすい聴覚情報は、ローカル反応よりもグローバルな反応が大きくなると考えられる。記憶再生テストにおいて、 $T_d = 7$ の時に最も記憶に残っていた聴覚情報中の日

<sup>†</sup> 長岡技術科学大学

<sup>‡</sup> 東京工業大学



(a)  $T_d = 1, r_{ANEW1} - r_{ANEW2}, r_{ANEW1} - r_{ES}$  (b)  $T_d = 1, r_{ANEW1} - r_{ANEW2}, r_{ANEW2} - r_{ES}$  (c)  $T_d = 1, r_{ANEW1} - r_{ES}, r_{ANEW2} - r_{ES}$



(d)  $T_d = 7, r_{ANEW1} - r_{ANEW2}, r_{ANEW1} - r_{ES}$  (e)  $T_d = 7, r_{ANEW1} - r_{ANEW2}, r_{ANEW2} - r_{ES}$  (f)  $T_d = 7, r_{ANEW1} - r_{ES}, r_{ANEW2} - r_{ES}$

図1 ANEW1, ANEW2, 文末ESに対する瞳孔径の反応度合い  $r_x$

本語訳 ANEW の感情価の組み合わせはポジティブとネガティブといった相反した感情価の組み合わせであり、本グラフにプロットされている結果もこの特性を持った聴覚情報を聴取したときの瞳孔径変化量であった。こういった情報が統合され、感情に関する情報の処理が完了した後に意外性のある(相反した)感情価を持つ単語を聴取することにより、記憶スコアが向上したと考えられる。

一方、 $T_d = 1$  のグラフでは、グローバル、ローカルの瞳孔径変化量の違いは見られなかった。しかし、記憶再生テストにおいて  $T_d = 1$  の時が記憶スコアが最も高かったため、今後は被験者を増やし、更なる傾向分析を行う予定である。

## 5 まとめ

本稿では LGR-Map を用いて記憶に残った聴覚情報とそうでない聴覚情報間において、ローカル・グローバルの瞳孔径変化量について傾向分けが可能か調査した。 $T_d = 7$  で、聴覚情報に含まれる日本語訳 ANEW が相反しており、ローカルな瞳孔径変化量よりもグローバルな瞳孔径変化量が大きいときに記憶スコアが向上することが分かった。 $T_d = 1$  の時については今後分析を行う予定である。

## 謝辞

本研究の一部は科研費 JSPS (19K12246/22K12284, 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] Shunsuke Moriya, Katsuko T. Nakahira, Munenori Harada, Motoki Shino, and Muneo Kitajima. Can pupillary responses while listening to short sentences containing emotion induction words explain the effects on sentence memory? In Alexis Paljic, Mounia Ziat, and Kadi Bouatouch, editors, *Proceedings of the 18th International Joint Conference on Computer*

*Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, VISIGRAPP 2023, Volume 2: HUCAPP, Lisbon, Portugal, February 19-21, 2023*, pp. 213–220. SCITEPRESS, 2023.

- [2] M. Murakami, M. Shino, K.T. Nakahira, and M Kitajima. Effects of emotion-induction words on memory of viewing visual stimuli with audio guide. In *Proceedings of the 16th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2021)*, Vol. 2, pp. 89–100, 2021.
- [3] Katsuko T. Nakahira, Munenori Harada, and Muneo Kitajima. Local-global reaction map: Classification of listeners by pupil response characteristics when listening to sentences including emotion induction words. *International Journal on Advances in Intelligent System*, Vol. 17, No. 1&2, 2024. (in press).
- [4] Cathleen Wharton and Walter Kintsch. An overview of construction-integration model: a theory of comprehension as a foundation for a new cognitive architecture. *SIGART Bull.*, Vol. 2, pp. 169–173, 1991.
- [5] Wanlu Yang, 柏原志保, 中尾敬, 宮谷真人. 聴覚刺激の感情価と覚醒度が再記憶に与える影響. 日本認知心理学会発表論文集, Vol. 2018, p. 41, 2018.
- [6] 森谷隼介, 小竹元基, 北島宗雄, 中平勝子. 複数文で構成される聴覚情報による感情生起が文脈理解と記憶に与える影響と瞳孔径の関係分析. 2023.
- [7] 本間喜子. 単語の感情価と覚醒度にもつ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.