

# 瞬目同期を引き起こす映像の力の再構成

## Reconstructing the Time-Varying Appeal of Videos That Induce Blink Synchronization

野村亮太<sup>†</sup>, 佐藤豪<sup>†</sup>  
Ryota Nomura, Go Sato

<sup>†</sup>早稲田大学  
Waseda University  
nomuraryota@waseda.jp

### 概要

映像の訴求力は、表現そのものだけで決まるのではなく、視聴者の情報処理も関与するため、直接観察することはできない。本研究では、瞬目情報だけから瞬目同期を引き起こす共通入力としての訴求力の再構成を試みた。再構成にあたって、パラメータの影響は大きくはなかったが、再構成された共通入力のピークは必ずしも印象に残ったシーンとは対応していなかった。今後、訴求力の性質に応じた生理指標データに適用していくことが有益である。

キーワード：瞬目同期(blink synchronization), 訴求力(appeal), 非線形力学系(nonlinear dynamical systems),

### 1. はじめに<sup>1</sup>

本研究の目的は、自発性瞬目（以下、単に瞬目と呼ぶ）を視聴者の認知システムの出力として捉え、瞬目率時系列の情報だけから、視聴者に瞬目同期を生じさせる映像の力の各時刻での強さを同定することである。

人間は平均して1分間に約20回の瞬目を行っているが、これは瞳の表面の乾燥を防ぐために必要な1分間に4回程度と比べて格段に多い[1]。こうした高頻度の瞬目は、視覚的注意と関連することが指摘されている。特に、動画を視聴する際の瞬目は、視聴者の認知過程に連動して制御されている[2]。それゆえ、瞬目生起のタイミングは視聴者により異なるはずだが、実際には同じ映像を視聴し、意味内容を理解しようとすることで思考の流れがガイドされ、結果として複数の観客間で類似したタイミングで瞬目が生じる[3]。

ところで、CMや地方PR動画のような映像作品は、視聴者にメッセージを伝えることが目的である。一般にこうした作品が「目を引く」というのは、対象が人の注意を惹きつけ、興味や関心を抱かせる様子を指す

比喩的な表現である。だが、多くの人の「目を引く」ということは、行動に着目すればその言葉の通り、瞬目を抑制してよく見ることを意味するかもしれない。これは映像の訴求力とも関連するだろう。通常、CMや地方PR動画の訴求力とは、視聴者の態度を変容させ、購買行動等を導く力のことである。だが、実験のように短い時間に数回だけ曝露することでそこまでの影響力があるとは考えにくい。ここでは、より実際的な意味として、映像が視聴者の瞬目行動を誘導し、その時間あたりの頻度である瞬目率の増減を同期させる力を指して限定的な意味で訴求力と呼ぶ。

この訴求力は、表現そのものだけで決まるものではなく、視聴者の情報処理も関与するため、直接観察することはできない。入力を直接観察できないとき、それを知りうる手段として、近年、個体差を有する複数のシステムの出力の情報から、これらのシステムに共通して与えられる入力を再構成する手法が開発されている。重畳リカレンスプロット (superposed recurrence plot, 以下 SRP) 法[4]と呼ばれるこの手法の基本的な発想は、出力に含まれる共通のダイナミクスを非線形力学系理論に基づき抽出するというものである。入力を受ける1つのシステムからの出力は、共通入力のダイナミクスとシステムのダイナミクスの両方を反映している。このため、個体差のある複数のシステムの出力は入力のダイナミクスを共通に含んでいる。ゆえに、共通入力の状態をSRPにより抽出できる。これを古典的多次元尺度構成法で時間軸上に配置し直すことで、各時点での入力の時系列の振幅が得られる[4]。本研究でも、視聴者の瞬目点過程から算出した瞬目率にこの再構成手法を適用し、直接は観察することができない訴求力の再構成を試みる。

### 2. 方法

#### 2.1. 実験参加者

実験参加者は18歳から25歳（平均年齢22.75歳、標

<sup>1</sup>本研究では、第2著者が実験を計画・実施し、第1著者が分析を行った。分析は新たに行ったが、方法などの文章は、第2著者が提出した早稲田大学人間科学部2023年度卒業論文(未公開)に加筆・修正を行ったものである。

準偏差 6.74 歳)の社会人学生を含む大学生・大学院生 44 名 (男性 22 名, 女性 22 名)であった. 実験参加募集は早稲田大学に所属する学生が閲覧できるポータルサイトにて行った. 募集では, 15 分ほどパソコンの画面を注視する際に問題がないこと, 実験時の撮影協力を同意できることを参加の条件とした. 実験参加者には, 文章を提示しながら研究内容を説明し, 全ての参加者から研究協力の同意を得た. 実験のすべての手続きは, 早稲田大学の人を対象とする研究に関する倫理審査委員会より承認を受けた (映像視聴行動の予測に関する研究, 承認番号 2021-311).

## 2. 2. 映像刺激

映像刺激として, 長野県小諸市の地方 PR 動画である「小諸がアツ・イーシリーズ」の第 1 弾と第 2 弾の計 2 本を使用した. 「小諸がアツ・イーシリーズ」の第 1 弾は 2016 年に YouTube にて公開された. 小諸市職員によって予算 9500 円で制作された地方 PR 動画としてマスメディアにも取り上げられ, 2024 年 7 月現在, 6.7 万回以上再生されている. 第 2 弾も第 1 弾と同様に小諸市職員によって制作され, 2017 年 6 月に公開された. 2024 年 7 月現在, 1 万回以上の再生回数を記録している. 権利者である小諸市から使用の許諾を得て, 実験を行った.

## 2. 3. 瞬目開始時刻の同定

動画視聴時の瞬目は ELAN 6.1 を用いて評定者による目視にて同定した. 動画視聴中の顔を含む上半身の動画は, iPhone13 のカメラを動画再生用のディスプレイ前にスマートフォンスタンドを使用して設置して撮影した. なお撮影した動画から地方 PR 動画が再生されるタイミングを特定するため, iPhone13 の外側カメラと内側カメラで同時に撮影 (ワイド撮影) することができるアプリケーションを使用した.

なお, 瞬目の開始時刻の同定については, 文献[5]を参考に基準を定めた. 具体的には, 瞳孔が瞼によって隠されることを瞬目と定義し, 瞼が瞳孔にかかった時点を瞬目の開始点, 瞼によって隠れていた瞳孔の全体が再び視認できた時点を瞬目の終了点とした. 以上の判定基準に基づいて ELAN 6.1 のアノテーション機能で瞬目の開始時刻と終了時刻を特定した.

## 2. 4. 手続き

実験参加者には一人で実験室に来てもらった. 実験室に入室後, 映像の視聴に先立ち, 実験の内容や音声や画像を取得すること, 個人情報取り扱いについて説明を行い, 研究協力への同意を求めた. 動画再生用

ディスプレイの前に置いたスマートフォンスタンドに iPhone13 を設置し, 動画の撮影を開始した. 動画撮影開始から 5 秒経過後, 1 本目の動画を提示した. 順序効果をなくすために 2 本の動画の提示順を実験参加者ごとに入れ替えた.

なお, 日常的な動画視聴状況においては, 動画のタイトルやサムネイルを見て期待を抱き, 再生したものの, 「内容がおもしろくなくて途中で視聴をやめる」ということが多々ある. このため, YouTube 上での実際の視聴状況に近づけるため, 動画を提示する前に当該動画のサムネイル画像を 15 秒間提示した. 視線計測および瞬目同定のため動画撮影を行いながら地方 PR 動画を提示し, 質問紙調査を実施した. 質問紙は印象に残ったシーンを自由記述による回答を含む.

同様の流れで 2 本目の動画視聴および各データの計測, 収集を行った. 以上の手続きの後, 実験参加者の利き目の調査を口頭にて行い, 実験を終了した. 実験の説明と同意確認に 10 分程度, キャリブレーションに 30 秒程度, 動画視聴に 4 分程度, 質問紙への回答に 10 分程度を要し, 1 人当たりの実験時間は合計 30 分程度であった.

## 2. 5. 再構成手法

瞬目開始時刻の点過程時系列を用いて, 5 秒の時間窓を 1 秒ごとにオーバーラップを認めてスライドすることで瞬目率を求め, SRP 法[4]を適用した. まず, 出力の時系列データを特定の次元の遅れ時間座標系に埋め込み, 全ての参加者についてそれぞれリカレンスプロット(以下, RP)を作成した. 次に, 作成した RP の共通部分を同定した. 本研究で新たに導入する, 重畳数を考慮した重畳リカレンス・マトリクスの  $(i, j)$  番目の要素  $SR_{ij}^q$  を

$$SR_{ij}^q = U \left\{ \left( \sum_{k=1}^N R_{ij}^k(\epsilon_k) \right) - q \right\}, i, j = 1, 2, \dots, N, (1)$$

である. ただし,  $N$  は参加者の総数,  $k$  は各実験参加者の瞬目率時系列データである. また,  $R_{ij}^k(\epsilon_k)$  は閾値  $\epsilon_k$  のときのリカレンス・マトリクスの  $(i, j)$  番目の要素である.  $U(\cdot)$  は単位ステップ関数であり, 引数が 0 以上であれば 1 を返し, 引数が 0 より小さければ 0 を返す. つまり, 式 (1) は, 重畳数  $q$  と比較して, それ以上の個数の  $R_{ij}^k(\epsilon_k)$  が 1 となったかを判定する. これは少なくとも  $q$  個のシステムにおいて,  $R_{ij}^k(\epsilon_k) = 1$  となっているとき  $SR_{ij}^q$  上の  $(i, j)$  番目の要素が 1 になり, そうでなければ 0 となることを意味する. 例えば  $q = 3$  では, 少な

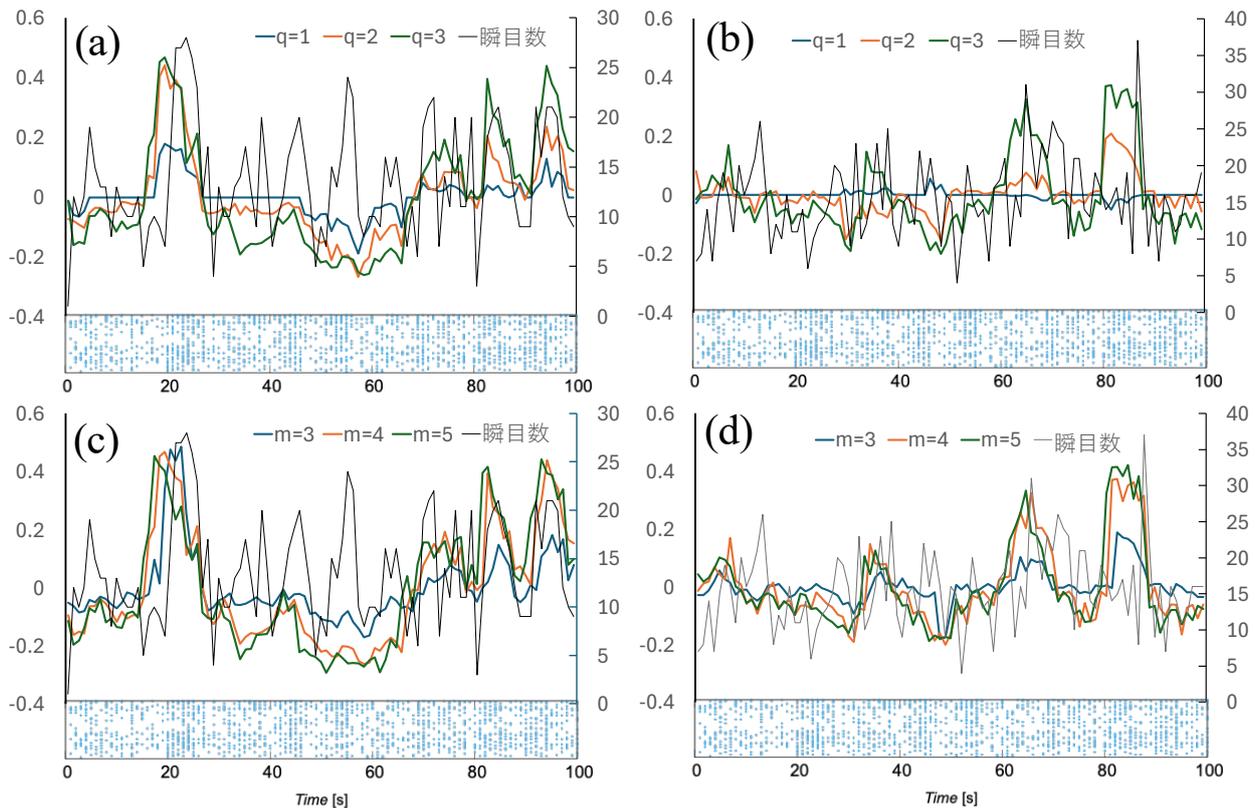


Figure 1 第1弾 (左)と第2弾 (右)について再構成された共通入力および瞬目のラスタープロット。(a), (c)  $m = 4, q = 1, 2, 3$ のとき。(b), (d)  $m = 3, 4, 5, q = 3$ のとき。また、青色の点は、その時刻に瞬目開始時刻点過程を示している。瞬目数は60秒当たりの回数を参加者で平均した値。なお、二つの動画の結果を比較できるように、動画全体の長さを100としてプロットしている。

くとも3個のシステムで $R_{ij}^k(\varepsilon_k) = 1$ とならなければ、 $SR_{ij}^q$ の $(i, j)$ 番目の要素は1にならない。 $R_{ij}^k(\varepsilon_k) = 1$ となる要素の状態は、共通入力のダイナミクスにおいても近傍であり、かつ、個々のシステムのダイナミクスでも近傍である。それゆえ、ある時刻の状態が少なくとも $q$ 個のシステムで近傍にあるとき、その時刻の状態が共通入力のダイナミクスにおいても近傍である可能性が高い。なお、式(1)は、 $q = 1$ のとき先行研究でのSRP法[4]の定式化と一致する。

また、時間遅れ座標系への埋め込みのパラメータは、先行研究[5]に基づいて決定した。具体的には、埋め込み次元 $m = 3, 4, 5$ 、時間遅れ $\pi = 1$  (1秒)とした。また、重畳数 $q = 1, 2, 3$ とした。

なお、再構成される共通入力は、スケールの情報が失われるため、単位は任意である。また、正負の向きも任意であるが、本研究では解釈のしやすさから瞬目数の増加する向きを正と定めた。

### 3. 結果

#### 3.1. 再構成された共通入力のパラメータ依存性

いずれのパラメータでも共通入力は再構成することができた。ここでは、紙幅の都合上、埋め込み次元と重畳数を固定した場合の結果を報告する。

まず、第1弾の動画について、重畳数 $q = 1$ のとき、再構成された共通入力の振幅が小さかった。 $q > 1$ のときと比べ、平坦であり変動を適切に捉えられていないと考えられる。これは、 $SR_{ij}^q$ のほとんどの要素が1であり、共通部分というよりも個々のシステムのダイナミクスが反映されたためだと考えられる。 $q = 1$ のときの傾向は、第2弾においても同様であった。

一方、 $q > 1$ であれば、再構成された共通入力のピークは、パラメータにあまり依存していなかった (Fig. 1(a), (c)). 重畳数を固定して埋め込み次元を検討した場合 (Fig. 2(c))では、 $m > 3$ のとき、再構成された共通入力の振幅に大きな違いはなかった ( $r \approx .90$ ). この傾向は、第2弾の動画でも共通していた。文献[4]によれば、この手法はカオス的応答を示すシステムの出力に適用した場合にも、ピークは適切に検出することができという。このため、ここで見出されたピークは映像が有する力を反映していると考えられる。

### 3.2. 再構成された共通入力と瞬目数の関係

再構成された共通入力では、第一弾の動画では、3つのピークが見出された。また、第二弾の動画では、2つのピークが見出された。瞬目数（60秒あたりの平均値）が $10^0$ 秒オーダーの短い期間で変動を繰り返していたのとは対照的に、再構成された共通入力は、 $10^1$ 秒オーダーでゆっくりと変動を示した。

第1弾について、再構成された共通入力の最初のピークでは、瞬目数の増加にやや先行して増加していた。これは印象に残ったシーンとして挙げられたものの1つ（9秒~17秒）の直後に相当する。再構成された共通入力のあとの2つのピークでも瞬目数は増加していたが、その値は他の場面でも見られる程度のものであった。このため、その値だけから瞬目数のピークであるか否かは、弁別できない。

第2弾について、再構成された共通入力のピークは、瞬目率の増加との間で明確な対応は見られなかった。また、再構成された共通入力は、印象に残ったシーンとも対応していなかった。

## 4. 考察

本研究では、直接には観察することができない訴求力を、視聴者の瞬目反応という出力の情報だけから共通入力として再構成することを試みた。その結果、瞬目率の変動よりも遅い変動の共通入力が見出された。特に $m > 3$ のとき、再構成された共通入力の概形は変わらないことが明らかになった。非線形力学理論では、十分な次元が確保されれば埋め込みができることが示されており、この場合、 $m = 4$ が十分な次元であった可能性がある。

本研究では、再構成された共通入力のピークは、印象に残ったシーンとして挙げられた場面との対応関係はほとんど見られなかった。ただし、対応がないことは、瞬目数においても同様であった。このため印象に残るという事後の記憶の強度については、そもそも逐次的な情報処理に関連する瞬目行動とは必ずしも対応していなかった可能性がある。

こうした結果がもたらされた一つの理由は、印象強さの測定方法にあると考えられる。本研究の手続きでは印象に残るシーンを自由記述で回答してもらったために、言及されたシーン以外の印象強さは不明であった。このため今後の研究では、感情評価ダイアル[6]のような装置を用いることで連続的に主観的な評価

を行ってもらおうといった方法を取り入れることで、再構成された共通入力の秒オーダーで統計的な関係性を明らかにすることもできるだろう。

再構成された共通入力と瞬目数時系列との間の相関は大きくなかった。もしこの結果が、共通入力が適切に再構成されたものの、視聴者の認知システムの個人差により出力が多様であったことを意味するならば、今後の研究では、個人差を組み込んだ瞬目モデル[2]に再構成された共通入力を一斉に与えることで、この結果が再現できるかを検討するのも有益であろう。

本研究のSRP法は、分析の背景に特定の正規分布などの統計的な仮定を置かないため、非定常的な時系列データにも幅広く適用できる[4]。それゆえ、瞬目以外にも、脳波、心拍、体表温度、皮膚電位、呼吸など、他の生理指標データにSRP法を適用することで訴求力に直接的に迫ることも可能かもしれない。共通入力は時系列として再構成されるので、訴求力としての共通入力によって生じる同期[7]の検討だけではなく、影響力の予測や因果推定など、幅広い応用が期待される。

## 文献

- [1] Nakano, T., Yamamoto, Y., Kitajo, K., Takahashi, T., & Kitazawa, S., (2009). "Synchronization of spontaneous eyeblinks while viewing video stories", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1673), 3635–3644.
- [2] Hoppe, D., Helfmann, S., & Rothkopf, C. A., (2018). "Humans quickly learn to blink strategically in response to environmental task demands", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(9), 2246–2251.
- [3] 野村亮太・岡田猛, (2014) "話芸鑑賞時の自発的なまばたきの同期", *認知科学*, 21(2), 226–244.
- [4] Nomura, R., Fujiwara, K., & Ikeguchi, T., (2022). "Superposed recurrence plots for reconstructing a common input applied to neurons", *Physical Review E*, 106(3), 034205.
- [5] Nomura, R., & Maruno, S. (2019). Rapid serial blinks: An index of temporally increased cognitive load. *PLOS ONE*, 14(12), e0225897.
- [6] Ruef, A. M., & Levenson, R. W., (2007). "Continuous measurement of emotion", In *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*, 286–297.
- [7] Nomura, R. (2024). "Reliability for music-induced heart rate synchronization", *Scientific Reports*, 14(1), 12200.

## 謝辞

本研究の一部は、吉田秀雄記念事業財団研究助成金ならびに科学研究費補助事業（基盤研究(C), 基盤研究(B), 課題番号：21K12093 および 24K03013, いずれも研究代表者：野村亮太）の支援を受けた。