

波文字：ハモリにより可読性が変化する表現手法

木下 瑠理^{1,a)} 鶴川 秋縁¹ 佐藤 希乃花¹ 圓子 歩菜¹ 渡邊 拓貴¹ 塚田 浩二¹ 角 康之¹

概要：文字は読み手の知識次第でその可読性が変化するメディアである。我々は、文字の可読性をインタラクティブに変化させることに着目し、「ハモリ」をきっかけに可読性が変化する表現作品「波文字（ハーモジー）」を提案する。体験者がタブレットに文字を書き、自動生成された音に対して特定の音程差で「ハモる」ことで、描いた文字の可読性が変化する。具体的には、音程が合っていない場合は文字が崩れて読めなくなり、音程が正しい程、元の文字の形態を保てるようになる。本作品では、従来文字を認識する前提となる「知識」をハモリという「技術」に置き換えることで、文字の性質を再認識させることを狙う。

1. 背景と目的

私たちは日常的に文字を読み書きしているが、「文字が読める」ことは、読み手が持つ知識や経験に支えられている。例えば、同じ言語の文字であっても、単独で提示される場合よりも単語の中で提示される方が認識されやすいことが知られており（単語優位効果）、文字の可読性が読み手側の知識に依存することも示されている [1]。すなわち、文字は読み手の知識次第で可読性が変化するメディアである。

本提案では、文字の可読性をインタラクティブに変化させる表現を試みる。特に通常は文字認識の前提として暗黙に存在している「知識」を異なる「技術」に置き換えて、体験者が動的に操作できるようにすることで、文字が読めるという状態そのものを捉え直すことを目指す。

我々は、「知識」に代わる操作可能な要素として、音の調和である「ハモリ」に着目し、ハモリをきっかけに文字の可読性が変化するインスタレーション「波文字（ハーモジー）」を提案する（図 1）。参加者はタブレットに文字を書き、生成された音に対して発声してハモる。音程が合っていない場合、文字は崩れて読めなくなり、音程が正しいほど、元の文字の形態を保つように変化する。このように、発声によるハモリを通じて「読める／読めない」の境界を操作可能にし、可読性は文字の性質として固定されたものではなく、状況や体験者によって変化するものであるという見方を提示することを目的とする。

2. 関連研究

まず、音声を入力として視覚表現を生成/変形する事例



図 1 波文字の展示の様子

を紹介する。Levin らの *Messa di Voce* は、2 人の声（話し声・叫び声・歌声）をマイクで取得し、リアルタイムに視覚化して投影するパフォーマンス/インスタレーションである [2]。音声の特徴に応じてグラフィックが生成され、声と視覚表現の対応付けを体験させる点に特徴がある。同じく Levin らの *Re:MARK* は、音声解析やモーションセンシングを用いて、発話を文字や図形として表示し、身体の影を介してそれらを操作できるインスタレーションである [3]。これらは「声→視覚表現」を行う点で本提案と関連するが、発話内容や声の特徴を可視化するものである。本提案では、文字の可読性を音声でインタラクティブに調整する点に独自性がある。

次に、文字とインタラクションを行う表現事例を紹介する。Utterback らの *Text Rain* は、参加者の身体で降り注ぐ文字を受け止めることで、詩の断片が一時的に読めるようになるインスタレーションであり、身体的関与によってテキストの意味が立ち上がる体験を提供する [4]。西川らの「動読」は、ユーザーが画面をタップすると文章毎に文字が多様なアニメーションで表示される仕組みであり、文字の

¹ 公立はこだて未来大学

^{a)} b1023081@fun.ac.jp

動きを用いて読字体験を再設計する試みである [5]。Eggert の「NOW」は運動する線分がごく短い瞬間だけ単語を形成する作品であり、可読性が利他的に立ち上がっては崩れる繰り返しの状態を提示する [6]。これらは文字や可読性を動的に変化させる点で本提案と関連するが、本提案ではハモリというある種の技術を用いて、ユーザが動的に文字の可読性を調整する点に特徴がある。

3. 提案: 波文字

音のハモりをきっかけに文字の可読性が変化するインスタレーション「波文字 (ハーモジー)」を提案する。

波文字は、参加者がタブレットに書いた文字が音を発し、その音に対して参加者が発声してハモることで、画面上の文字が崩れた模様から可読な形へと変化する作品である。波文字の利用イメージを図 2 に示す。

体験は主に 3 段階で構成される。参加者はまずタブレット上に任意の単語を書く。次に書いた文字が歪んだアニメーションでディスプレイに表示され、それと同時に音が一定の音程でスピーカから 10 秒間再生される。音程は 100Hz から 600Hz の間でランダムに選択され、単語を書く度に切りかわる。参加者は、再生される音に対してハモる。ハモリの目標音程を複数設定しており、参加者が発声する音が目標音程に近づくにつれて、歪みアニメーションが減り、文字として判読できるようになる (図 3)。最後に、参加者がハモることによって作成された文字の揺らぎの様子は保存され、参加者は自分の文字や過去の参加者の文字が「読める／読めない」の境界で揺れ動く様子を観察する。店に置かれた寄せ書きや交流ノートのような使われ方を想定しており、文字の内容に加え、他者が残した文字の歪みを鑑賞することを含めている。

次にシステム構成について説明する (図 4)。本システムにはディスプレイ 2 台とタブレット 1 台、ホスト PC 1 台を使用する。ディスプレイ 2 台とタブレット 1 台はホスト PC の拡張ディスプレイとして設定する。本システムは端末上で動作する Web アプリケーションとして実装され、役割の異なる 3 つの画面 (draw / harm / view) から構成される。draw 画面では、参加者の文字をキャンバスへタッチ入力として取得し、画像として他画面へ送信する。harm 画面では、参加者が draw 画面で書いた文字に付与する音を提示するとともに、マイク入力から参加者の発声を取得し、ハモリの度合いに応じて文字の歪み具合を連続的に変化させる。view 画面では、参加者がハモることによって作成された文字の揺らぎの様子を履歴として保存し、電光掲示板状の表示として提示する。



図 2 波文字の体験フロー



図 3 文字の歪みの例*1

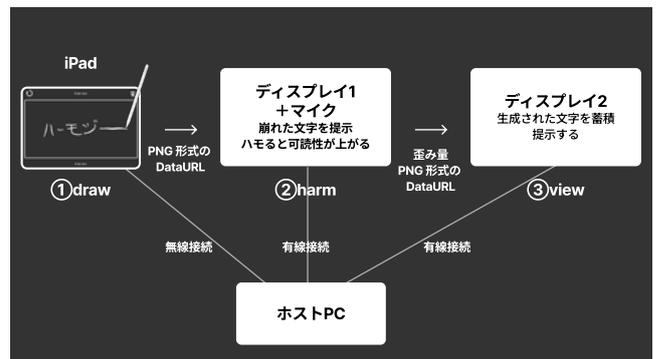


図 4 システム構成図

4. 実装

ここでは実装を「文字入力と送信」、「ハモリ判定と可読化制御」、「履歴蓄積と鑑賞表示」の 3 パートに分けて説明する。

4.1 文字入力と送信

draw 画面では、キャンバス上のマウスポインタの軌跡によって手書きストロークを取得し、ストローク列として保持する。描画内容は PNG 形式の DataURL へ変換し、BroadcastChannel を介して他画面へ送信する。送信された画像は harm 画面では文字画像として、view 画面では履歴表示の要素として利用される。また、送信操作後にキャンバスを消去することで、次の文字列を連続して入力でき

*1 セント (cent) は音程を測定するための対数単位である。ここでは歪み量としてセントを計算し、それを使用した。

るようにした。

4.2 ハモリ判定と可読化制御

harm 画面では、マイク入力を取得し、時間波形に対する自己相関により基本周波数を推定する。同時に、ターゲット周波数を提示し、参加者はこれに対して発声してハモる。人の声域の個人差を考慮して、複数の目標音程を設定した。目標音程は入力周波数とターゲット周波数の比を複数の音程（ターゲット周波数の1オクターブ下～1オクターブ上の範囲の純正律音程）と比較し、誤差（セント）から算出する。複数の目標音程の中で最も誤差の小さいところを参照する。可読化の視覚表現はSVGフィルタにより実現する。SVGフィルタはfeTurbulenceとfeDisplacementMapを使用した。SVGフィルタを用いて文字画像に歪みを与え、ハモりが成立しない状態では歪み量を大きくして模様状に提示し、成立するほど歪み量を減少させて可読な形状へ近づける。歪み量は目標音程との入力音声との差を用いて定義している。また、可読化の度合いに応じてブラー量を調整し、崩れと整いの状態が連続的に遷移するようにした。文字の歪み量の履歴はview画面へ送信し、同一の変化を再現できるようにした。さらに、draw画面から新しい文字列を受け取るとターゲット周波数をランダムに更新し、セッションをリセットすることで、書字ごとに異なる音高条件で体験が進行するようにした。

4.3 履歴蓄積と鑑賞表示

view画面では、送信された書字画像および可読化の変化過程を履歴として蓄積し、参加者間で鑑賞・共有されることを意図して電光掲示板状に横スクロールで提示する（図5）。履歴はlocalStorageに保存し、ページ再読み込み後も一定数の直近データを保持できるようにした。また、harm画面の入出力は常時記録され、パラメータ列（例：可読化度、歪み量、ノイズseed）をフレーム単位で保存するとともに、MediaRecorderによりマイク音声も録音する。文字のアニメーションの変化をスムーズに再生するため、一つ一つの文字列は正再生と逆再生を繰り返す再生（ping-pong再生）を行う。view画面ではping-pong再生された文字列を横に流れる形でループ再生している。音声についてもping-pong再生を行い、体験の余韻として空間に残るようにした。

5. まとめと今後の課題

本提案では、文字の可読性をインタラクティブに変化させることに着目し、「ハモリ」をきっかけに可読性が変化する表現作品「波文字（ハーモジー）」を提案・実装した。従来文字を認識する前提となる「知識」をハモリという「技術」に置き換えることで、「読める／読めない」の境界を操作可能にし、文字の性質を再認識させることを狙う。

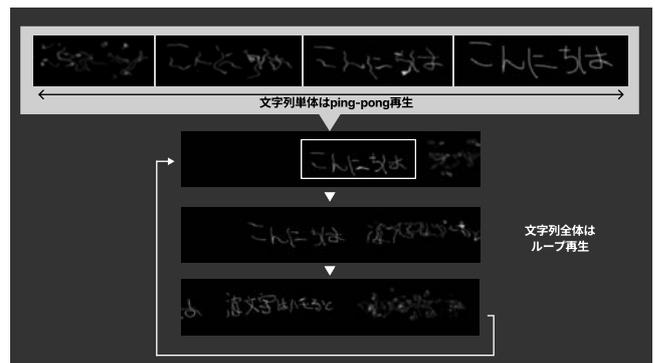


図5 view画面の横スクロール提示

今後の課題として、第一に、ハモリの度合いと可読化（崩れ具合）の対応をより一貫させるため、音高以外の特徴量（声量や倍音構造など）の導入やフィードバック設計の改善を検討する。

参考文献

- [1] Gerald M, Reicher: Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 81, No. 2, pp. 275-280 (1969).
- [2] Golan Levin, Zachary Lieberman, Jaap Blonk, oan La Barbara: *Messa di Voce* (2003). <https://www.flong.com/archive/projects/messa/index.html> (2025年12月20日参照) .
- [3] Golan Levin, Zachary Lieberman: *Re:MARK* (2002). <https://www.flong.com/archive/projects/remark/index.html> (2025年12月20日参照) .
- [4] Romy Achituv, Camille Utterback: *Text Rain*, SIGGRAPH 2000 Art Gallery (2000).
- [5] 西川 拓輝, 富田 誠: 動きを用いた読字方法のプロトタイプ「動読」——リサーチ・スルー・デザインによる「読めなさ」の探索, 日本デザイン学会第71回研究発表大会概要集, PA-32 (2024).
- [6] Alicia Eggert: *NOW* (2012). <https://www.aliciaeggert.com/pages/now.html> (2025年12月20日参照) .