

公立はこだて未来大学 2025 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2025 Systems Information Science Practice

**Group Report**

プロジェクト名

拡張する文字体験のデザイン

**Project Name**

Designing an Expanded Textual Experience of Written Language

グループ名

インタラクション

**Group Name**

Interaction

プロジェクト番号/**Project No.**

17

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

稲船悠斗 Haruto Inafune

グループリーダー/**Group Leader**

木下瑠理 Ruri Kinoshita

グループメンバー/**Group Member**

鶴川秋縁 Akiyori Tsurukawa

木下瑠理 Ruri Kinoshita

佐藤希乃花 Nonoka Sato

圓子歩菜 Ayuna Maruko

指導教員

角康之 塚田浩二 渡邊拓貴

**Advisor**

Yasuyuki Sumi Tukada Koji Watanabe Hiroki

提出日

2026 年 1 月 21 日

**Date of Submission**

Jan. 21st, 2026

# 目次

概要.....	3
<b>Abstruption.....</b>	<b>4</b>
<b>1章 はじめに.....</b>	<b>5</b>
1.1 プロジェクトの背景と目的.....	5
1.2 前期活動の概略と後期への継続.....	5
<b>第2章 後期制作に向けた議論とコンセプト決定.....</b>	<b>5</b>
2.1 コンセプトメイキングのプロセス.....	5
2.2 関連研究.....	6
2.3 役割分担.....	6
2.4 関連する専門科目との関連.....	6
<b>第3章 後期成果.....</b>	<b>7</b>
3.1 プロダクト概要.....	7
3.2 実現した機能とデモンストレーション.....	11
3.2.1 文字入力と送信.....	11
3.2.2 ハモリ判定と可読化制御.....	11
3.2.3 履歴蓄積と鑑賞表示.....	12
<b>第4章 考察.....</b>	<b>12</b>
4.1 成果物の評価と「拡張される文字体験」への貢献.....	12
4.2 まとめと今後の課題.....	13
参考文献.....	14

# 概要

本プロジェクトは、文字を情報の伝達手段として捉えるだけでなく、その造形や読み書きの身体的プロセスに焦点を当てた「新しい文字体験」の提案を目的としている。我々インタラクション班は、文字の可読性を動的に変化させる表現を試みた。具体的には、音の調和(ハモリ)によって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)」を開発した。体験者がタブレットに文字を書き、生成された音に合わせて発声すると、音程の調和度に応じて文字の形が崩壊・復元する。通常は個人の「知識」に依存する文字認識のプロセスを、「技術」による操作へと置き換え、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した。この体験を通じ、可読性は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新たな見方を提示する。

キーワード 音声インタラクション, ハモリ, 可読性, 動的タイポグラフィ, 文字体験

# Abstract

This project aims to propose a “new experience of written language” that focuses not only on text as a medium for transmitting information but also on its visual form and the physical/sensory processes of reading and writing. Our interaction team explored expressions that dynamically alter the legibility of characters. Specifically, we aimed to redefine the state of “being able to read” by replacing the implicit process of character recognition—which typically relies on internal “knowledge”—with an external, operable “skill.” To realize this concept, we developed “Harmojoy,” an installation where legibility changes through vocal harmony. When a participant writes a character on a tablet and sings along with a generated sound, the character's form collapses or restores itself based on the degree of harmonic alignment. Through this experience, we present a new perspective: legibility is not a fixed property of text, but a fluid state that shifts according to the situation and the participant.

**Keyword** voice interaction, harmony, readability, readability typographic deformation, experiencing written language

# 1章 はじめに

## 1.1 プロジェクトの背景と目的

通常、文字は言葉を構成し、意味を伝達するための効率的な手段として用いられる。しかしその伝達効率が重視されるあまり、文字そのものの造形や、読み書きに伴う身体的・感覚的なプロセスに意識が向けられる機会は少ない。本プロジェクト「拡張される文字体験のデザイン」では、文字を単なる情報の器としてではなく、身体の動きや音、触覚を伴う体験の対象として再定義することを試みる。文字を扱う際のフィジカルな要素に焦点を当てることで、日常的な行為の中に驚きや発見、そして深い没入感を生み出すことが本プロジェクトの目的である。

## 1.2 前期活動の概略と後期への継続

前期活動においてインタラクション班は、各メンバーが文字に対する個別の関心に基づき、二度の個人制作を実施した。その結果、「身体の動きを通じて意味が生まれる文字表現」や「視覚的な読み書き以外の方法で情報伝達ができる文字」への強い関心に気づいた。これを受け、後期活動ではインタラクティブな文字体験の創出を目指し、グループ全体で一つのプロダクト制作に取り組んだ。本報告書では、インタラクション班が後期に議論した新たな文字体験の提案について詳述する。

# 第2章 後期制作に向けた議論とコンセプト決定

## 2.1 コンセプトメイキングのプロセス

本プロジェクトの制作は、長期的なコンセプト決定期間と、その後の短期的な集中実装という二段階のプロセスで進めた。8月から11月下旬にかけては、技術的な実現性と体験の新規性をどう両立させるべきかについて、木下・鶴川を中心に粘り強く議論と施策を重ねた。

8月から9月の間は、DR (Diminished Reality) を用いて文字を見えなくするというアプローチを検討した。日常にあふれる文字をあえて消すことで、文字が人々に与えている情報や影響に気づかせることを目的とした。この議論の過程で、筒井康隆の小説『残像に口紅を』を参考に、コンセプトを発展させた。「文字が消えると、その文字を含む名前を持つ存在自体も世界から消失する」という世界観をオマージュし、単なる文字の消去ではなく、「文字を消すことで、その文字に関連するオブジェクト自体も見えなくする虫眼鏡」というアイデアへ転換した。しかし、現実空間における物体のリアルタイムな消去は技術的難易度が高い上、体験の流れをデザインすることが困難であると判断したため採用されなかった。

10月以降に注目したのは、文字が単なる視覚情報であったことや、文字を言葉の構成要素として捉えてしまう不思議さである。これらを再確認できる体験を設計するために、慣れ親しんだ形の文字を歪ませることが有効であると考えた。そこで前期の個人活動における鶴川作品「テルミン文字」を足がかりに、音をトリガーとして文字を歪ませる方法を議論した。

提案されたアイデアの一つは、文字を空気中で音として保存し、環境音と混ざったものを再度文字として変換することで文字を歪ませるというものだった。文字、特に日本語における仮名文字は、文字そのものに発音の情報が含まれているが、ここではその音を使用しない。手書きの文字を二次元平面上の点の集合として捉え、無機質な二次元情報に変換し、それぞれの軸に振幅と周波数を対応させることによって音として保存することを考えた。

このような議論を重ね、最終的には「ハモリ(合唱)を用いて文字の可読性を動的に調整する」というコンセプトに行き着いた。

## 2.2 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 [1]。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进行操作できるインスタレーションである [2]。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 [3]。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、文字の動きを用いて読字体験を再設計する試みである [4]。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、可読性が刹那的に立ち上がっては崩れる繰り返しの状態を提示する [5]。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、本提案では提示された音声の音程に対して協和する音程の音声を発声する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。

## 2.3 役割分担

プロジェクトの核心となる理論構築とコンセプトの決定、またそれを具体的なシステムへと落とし込むプロセスは木下と鶴川が主導した。UI の実装や議事録作成、報告書全体の編集は圓子が担った。また、佐藤は UI のデザインや発表用スライドの作成を通じて視覚的なアウトプットを支えるとともに、最終的な報告書の体裁整理といった後方支援を担った。前期の課題であった「適材適所」を実践し、それぞれの得意分野を活かして制作に取り組んだ。

## 2.4 関連する専門科目との関連

本プロジェクトと関連する本学の専門科目とその専門科目とプロジェクトの関係を以下の表 1 に示す。

関連する専門科目	関係
認知科学	どのように情報が心に表象され、処理されるかに注目する点
現代デザイン論	デザインを学際的に捉える点
情報表現入門	「観察・分析・様式化・再構築」のプロセスとの一致
情報表現基礎Ⅰ	感性による情報表現とプロトタイピングの実践を行う点
情報表現基礎Ⅱ	人と“モノ”のインタラクション設計の視点
情報処理演習Ⅱ	身体・物理的なインタラクションを拡張するための技術基盤
認知心理学	行動観察とデータ分析の手法習得
ヒューマンインターフェース	人間中心設計と認知特性の理解
ユーザセンタードデザイン	ユーザの体験を中心に捉えた設計思想

表1 関連する専門科目とその科目との関係

## 第3章 後期成果

### 3.1 プロダクト概要

音の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).



図1 波文字の展示の様子

以降では、提示された基準音に対し、協和音程となる目標音程(表2)を選定し、その目標音程で発声する行為を「ハモリ」と呼ぶ。またその行為の名詞を「ハモリ」と呼ぶ。入力音程と目標音程の差 $d_{\min}$ の算出式を式1に示す(単位は対数単位セント。  $f$ が参加者の発する音程、 $f_0$ が提示された音程、 $r$ が $f_0$ に対する協和音程を計算する係数)。

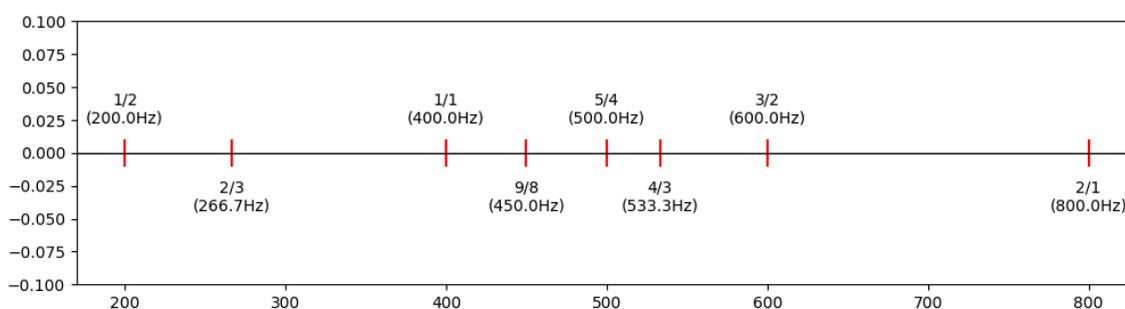


表2 400Hzを基準とした場合の目標音程

$$d_{\min}(f) = \min_{r \in R} \left| 1200 \log_2 \left( \frac{f}{f_0 r} \right) \right| \quad \text{式1}$$

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によって、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。



図2 波文字の体験フロー

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、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。音高は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。

そして次に、参加者は、再生される音に対してハモる。参加者が発声する声の音高と目標音程の差がで文字の歪みアニメーションと連動し、文字の形状が変化する(図3)。



図3 文字の歪みの例

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)。

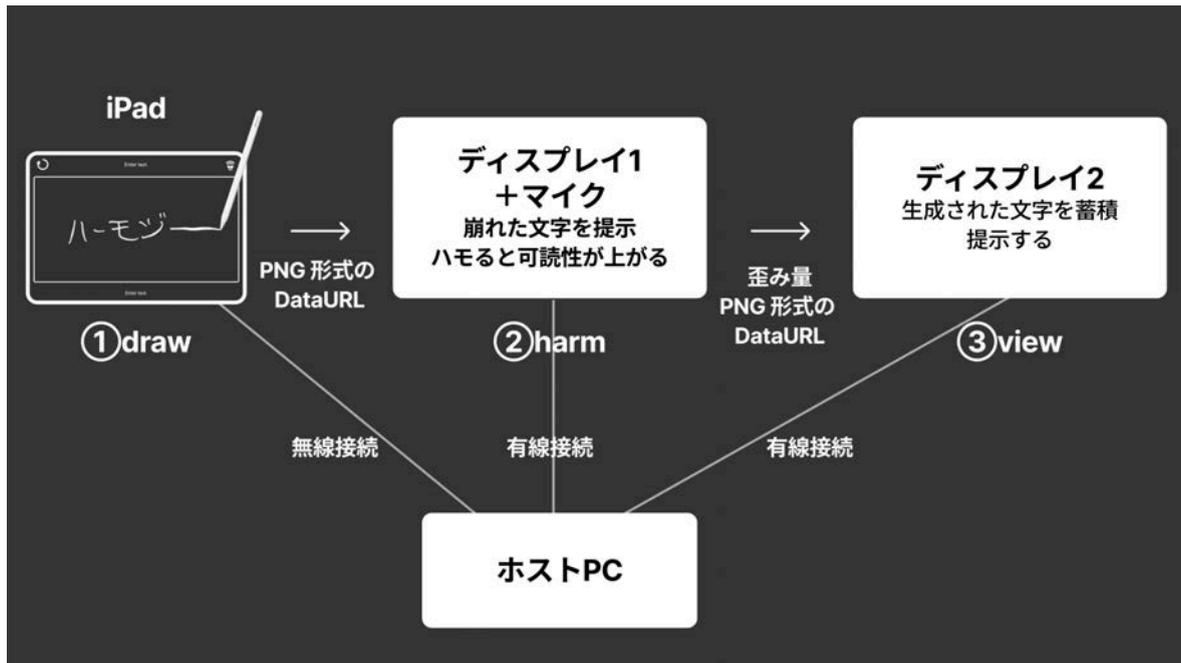


図4 システム構成図

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PC1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。

## 3.2 実現した機能とデモンストレーション

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。

### 3.2.1 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るようにした。

### 3.2.2 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。

### 3.2.3 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。

## 第4章 考察

### 4.1 成果物の評価と「拡張される文字体験」への貢献

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 [6]。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た。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した。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)」を提案した。

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した。

## 4.2 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。今後の課題として、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。

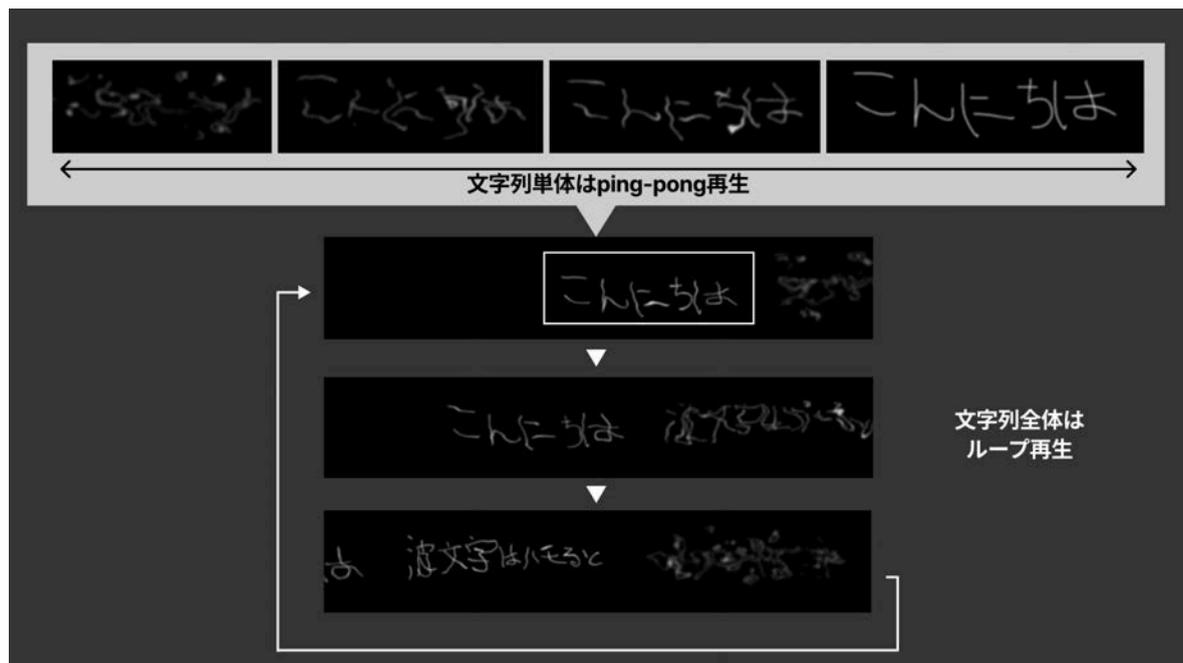


図5 view画面の横スクロール提示

## 参考文献

- [1] Levin, G., Lieberman, Z., Blonk, J., LaBarbara, J.,Messa di Voce, 2003.  
<https://www.flong.com/archive/projects/messa/index.html>(参照日 : 2025年12月20日).
- [2] Levin, G., Lieberman, Z., Re:MARK, 2002.  
<https://www.flong.com/archive/projects/remark/index.html>(参照日 : 2025年12月20日).
- [3] Achituv, R., Utterback, C.,  
Text Rain, SIGGRAPH 2000 Art Gallery, 2000.
- [4] 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.
- [5] Eggert, A.,NOW, 2012.  
<https://www.aliciaeggert.com/pages/now.html>  
(参照日 : 2025年12月20日).
- [6] Reicher, G. M., “Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material,”  
Journal of Experimental Psychology,  
Vol. 81, No. 2, pp. 275–280, 1969.