

TaleShaper: 複数のエンベロップで形作る ストーリー創作システム

本間 大一^{1,a)} 宮下 芳明¹

概要: 本論文では、登場人物や鑑賞者の心の動きを表す複数のエンベロップを操作することで、ストーリー構築と編集を可能にするシステム「TaleShaper」を提案する。本システムでは、大規模言語モデルを用いて物語のエンベロップを生成する。さらに、エンベロップを操作することで、LLM を通じて既存の物語を生成・書き換えることができる。ユーザは、細かなテキストの編集を行うことなく、柔軟に物語全体を形作ることが可能である。

1. はじめに

ストーリー創作において、登場人物や鑑賞者の心の動きは重要な要素である。実際の制作現場でも、脚本執筆段階で鑑賞者の興奮度を表す曲線が使用されている [7]。番庄らは、こうした心の動きを数値として収集するツールを提案し、収集した主人公の幸福度情報を用いてプロットや演出の変化を表現できることを示した [8]。このように心の動きによってストーリーを数値的な時系列情報として記述することが可能である。

この特性を利用し、Chung らは、主人公の幸運度の時系列変化をスケッチで表現してストーリーを創作する「TaleBrush」を提案した [1]。TaleBrush では、ユーザーがスケッチによって主人公の幸運度とストーリーの意外性の変化を描画し、大規模言語モデル (LLM) がその数値変化に沿ったストーリーを生成する。ストーリーを幸運度の変化として数値化することで、従来のテキストインタラクションとは異なるスケッチによるストーリー創作を可能にした。

しかし、既存システムでは主人公の幸運度とストーリーの意外性のみを制御可能であり、登場人物や鑑賞者の複数の心の動きを同時に表現することができない。ストーリーにおいては通常、登場人物間の関係は変化し、互いに影響を与え合う。また、前述したように鑑賞者の心の動きも重要な指標となる。そのため、複数の登場人物と鑑賞者の心の動きを組み合わせることで、より柔軟にストーリーを表現できると考える。さらに、既存システムでは幸運度という単一のパラメータのみを制御可能だが、心の動きには多様な種類が存在する。例えば、自信、他者

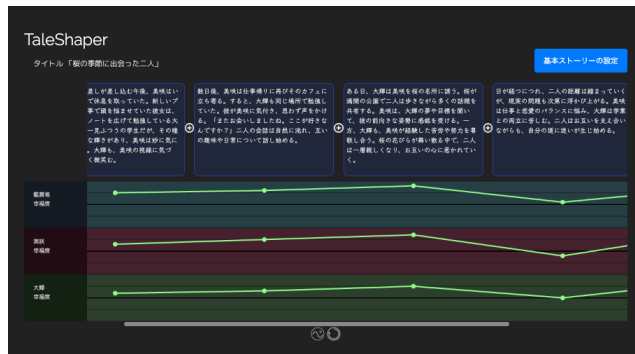


図 1 TaleShaper のメイン画面。画面上部には編集中のストーリーを、画面下部には各エンベロップを表示する。

への好意、不安、怒り、期待などが挙げられる。そして、創作するストーリーの種類や目的によって、操作したいパラメータは大きく異なるだろう。そのため、ユーザーが適宜操作したい心の動きを追加できるのが望ましいと考える。

そこで本研究では、鑑賞者と複数の登場人物の多様な「心の動き」を操作してストーリーを創作可能にする「TaleShaper」を提案する (図 1)。インターフェースには音楽制作ソフトにおいて音量の時間的変化を表すエンベロップを採用し、エンベロップで鑑賞者と登場人物の心の動きを表現する。ユーザーは複数のエンベロップを同時に操作可能で、自由にエンベロップを追加することもできる。これにより、登場人物間の関係性や物語の盛り上がり、ドラマ性を制御しながら柔軟にストーリーを創作できる。

本稿では、複数のエンベロップを組み合わせる新しいストーリー創作手法を提案し、ヒーローストーリーとロマンスストーリーの 2 つの作例から、エンベロップによるストーリー創作の具体的な形について考察する。

¹ 明治大学

^{a)} ev220526@meiji.ac.jp

2. 関連研究

2.1 心の動きの観点からの時系列コンテンツの分析

Reagan らは、感情分析ツールを用いて既存の物語から感情の起伏を抽出し、統計的手法を用いた分析を通して、物語は6種類の感情の起伏に支配されることを主張した [5]。また、この知見は物語生成の研究においても重要な知見となりうると主張している。

番庄らは、感情曲線を収集するツール Emonotate を開発した [8]。Emonotate では、人間が映像に合わせて感情の時系列変化（感情曲線）を入力することで、主観的な感情曲線を収集できる。パイロットスタディでは、アニメに対して収集を行い、収集した感情曲線からプロットに依存した典型的なカーブと演出の微妙な違いによる細かな変化を発見することができた。

物語の視覚化と分析においても、感情変化は重要な要素となる。Hipson らは、特に登場人物ごとの感情変化に着目し、映画の脚本から登場人物ごとに感情語彙を抽出し、その一致度を分析し視覚化した [2]。分析の結果、感情の一致度が最も低下する時点が映画の全体の長さの約 90% が経過した時点であることが分かった。

2.2 人間と LLM の共同執筆ツール

Osone らは、ユーザによって選定されたキーワードからあらすじとタイトルを生成し、TRPG 形式で生成された選択肢を選びながらストーリーを構築する「Buncho」を提案している [4]。評価実験では、人間のみによる執筆と同等の独創性と面白さを持つストーリーを Buncho が生成できることが示された。また、多くのユーザが Buncho によってストーリーの多様性が広がったと報告し、システムの有効性が確認された。

Suh らは、人間と AI の共同創作において、LLM が生成したアイデアをデザイン空間上に構造化しプロットする Luminare を提案している [6]。デザイン空間とはアイデアを直交座標系にプロットするもので、ユーザはデザイン空間の次元（雰囲気、時代等）をもとに、生成結果を構造化し探索ができる。次元は LLM によって自動的に生成される。ユーザスタディにおいては、次元がアイデアの探索を助けることが示唆された。

Chung らは、LLM を使用したストーリー生成において、直感的な制御を可能にするためにスケッチによるインタラクションを可能にする「TaleBrush」を提案している [1]。TaleBrush では、心の動きに着目し、ユーザが主人公の幸運度の時系列変化をスケッチすることでストーリーを創作することを可能にした。また、幸運度と同時に物語の意外性もスケッチによって設定ができる。スケッチは修正することが可能で、反復的にストーリーの創作が可能である。

3. 提案システム

3.1 システム概要

「TaleShaper」は、登場人物や鑑賞者の心の動きを表す複数のエンベロープを操作することで、登場人物間の関係性、ドラマ性を制御しながら、ストーリーを創作することができるシステムである。本システムのメイン画面を図 1 に、システムの処理概要を図 2 に示す。本システムでは主に、基本となるストーリーの生成・読み込み、ストーリーからのエンベロープの生成、エンベロープの操作とその値を基にしたストーリーの書き換えという流れでストーリーを創作する。また、エンベロープの追加及び新しい章の挿入が可能である。なお、ユーザインターフェースの構築には TypeScript を、エンベロープ生成とストーリーの書き換えに利用する LLM には GPT-4o [3] を使用した。

3.2 エンベロープ

本システムにおいて中心的役割を果たすエンベロープについて説明する。エンベロープは鑑賞者及び登場人物の心の動きを表している。ユーザは、エンベロープを操作することでストーリーを創作していく。各エンベロープは以下の3つのパラメータで構成される。

- 主体：エンベロープが誰の心の動きを表すか（例：鑑賞者、特定の登場人物）
- 心情：エンベロープの表現対象となる心理的または感情的特性（例：自信、好意）
- 尺度：数値化する際の評価基準、最小値と最大値が何を表すか（例：最小値：「嫌い」、最大値：「好き」）

これら3つのパラメータは、エンベロープの数値化手法を定義し、ストーリーからのエンベロープの生成や、エンベロープの値からのストーリーの書き換え時の LLM へのプロンプト内で使用される。

3.3 基本ストーリーの設定

本システムのストーリー創作プロセスでは、最初に編集対象となる基本ストーリーを設定する必要がある。基本ストーリーはユーザ自身がタイプして入力することも、LLM に生成させることも可能である。メイン画面上部のテキストフィールドにストーリーのリクエスト（例：亀とひまわりが主人公の感動的なおとぎ話）を入力すると、LLM がリクエストにあったストーリーを生成し、章分けを行い、画面上部に表示する。

3.4 エンベロープの生成

基本ストーリーが LLM または人間によって設定されると、システムは鑑賞者及び各登場人物の幸福度を表す複数のエンベロープを自動的に生成する。

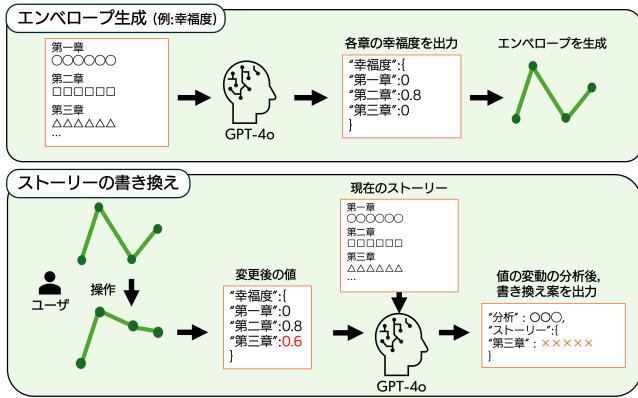


図 2 システムの処理概要

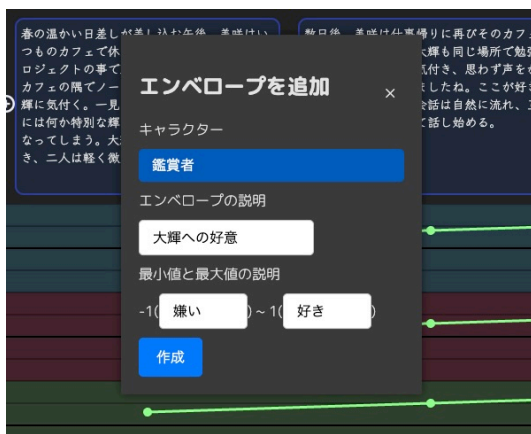


図 3 エンベロップの追加画面

3.4.1 生成手法

エンベロップ生成の流れを図 2 上に示す。まず、ストーリーを章ごとに改行で区切り、先頭に章番号を付与する。得られたテキストとともに、LLMに「各章の[主体]の[心情]を-0.8([尺度-最小値])から0.8([尺度-最大値])の間で表せ」とプロンプティングを行う。[]で囲まれた部分には前述したエンベロップの各パラメータが入る。ここで、-1から1ではなく-0.8から0.8とすることで、後続のストーリー調整プロセスにおいて、ストーリーの修正に余裕を持たせることができる。最後に、得られた数値をもとにエンベロップを各章の下に対応する形で描画する。

3.4.2 エンベロップの追加

ストーリーの内容によって必要となるエンベロップの種類は大きく変わることが予想される。そのため、本システムではユーザが自由にエンベロップを追加することを可能にした。メイン画面下部のエンベロップの追加ボタンを押すとエンベロップ設定画面(図 3)が表示される。ここでは、エンベロップの3つのパラメータ(主体、心情、尺度)を設定する。

まず、上部のドロップダウンメニューからエンベロップの主体となる登場人物または鑑賞者を選択する。次に、エンベロップが表す心情の説明をテキストで入力する(例:自信, 他登場人物への好意等)。最後に、エンベロップの最

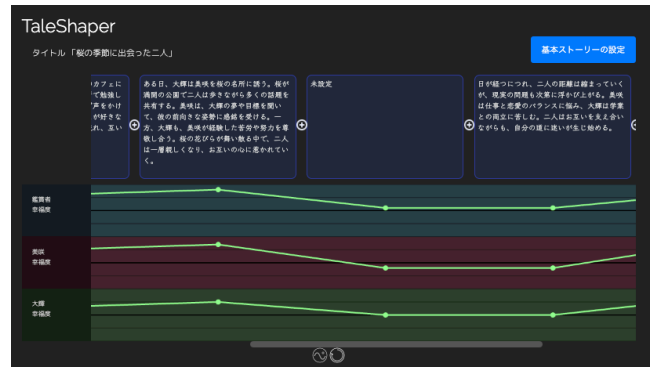


図 4 新しい章の挿入画面

小値(-1)と最大値(1)に対応する単語(例:嫌い, 好き)を設定する。このように、エンベロップを高い自由度で追加することが可能である。下の追加ボタンが押されると、設定された情報をもとにエンベロップを生成し、メイン画面下部のタイムラインにエンベロップを追加する。

3.5 エンベロップの操作とストーリーの書き換え

生成されたエンベロップ上の点は縦にドラッグすることで、-1から1の間で操作することができる。また、複数のエンベロップを同時に調整することができる。エンベロップを調整した後、画面下部にある書き換えボタンを押すことでエンベロップの値に基づいてストーリーを書き換えることができる。具体的な書き換えの流れを図 2 下に示す。現在のストーリーと変更後のエンベロップの値とともに、「エンベロップの動きを分析した後、エンベロップの値に合うようなストーリーの書き換え結果を出力せよ。なお、前後の章とのつながりが自然になるようにせよ。」という旨のプロンプトをLLMに入力し、書き換え案を出力として得る。書き換え案の出力前に、エンベロップの動きを分析、出力させることで、よりエンベロップの動きに忠実なストーリーを生成できる。なお、エンベロップの値が変わった章のみを書き換える。

3.6 新しい章の挿入

メイン画面上部には、章と章の間にプラスマークがあり、プラスマークを押すことで既存の章間に新規の章を挿入することができる。また、図 4 のように、新規の章に対応する点を既存のエンベロップ全てに追加する。追加された点は他の点と同じく操作可能である。これにより、既存の章だけでなく新規に追加した章もエンベロップの操作によって内容を生成することができる。

4. 作例

TaleShaperの作例として、主人公が敵に立ち向かうヒーローストーリーと2人が惹かれ合うロマンスストーリーを示す。作例から、生成されるエンベロップの傾向とエンベ

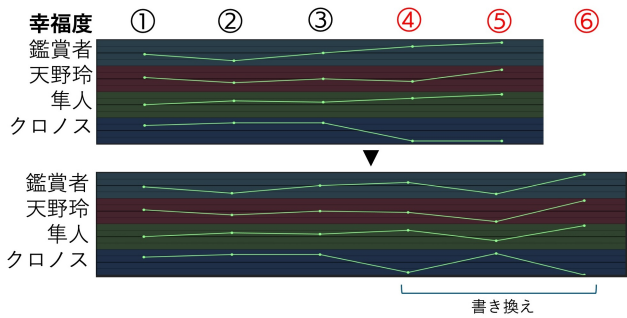


図 5 ヒーローストーリーにおけるエンベロップの変化

ロープの操作が与える影響を次章で考察する。本章では、紙面の制約上、要約したあらすじを用いて TaleShaper 内の操作と書き換えられたストーリーの対応を示していく。

4.1 ヒーローストーリー

まず、「主人公が敵に立ち向かう SF」というリクエストで LLM を用い基本ストーリーを生成した。以下に基本ストーリーの各章の要約を示す。

- (1) 科学者天野玲が研究する未来都市ネオトーキョーに、黄金の目を持つ敵クロノスが出現
- (2) クロノスの襲撃に対し、科学者の玲とエンジニアの隼人が協力して立ち向かうことを決意
- (3) 玲と隼人が秘密基地で特殊装備を開発し、クロノスの弱点を探るデータ解析とプログラム開発に成功。
- (4) 最新装備を身につけた玲と隼人が、クロノスの本拠地に乗り込み最終決戦に挑み、弱点を見つける。
- (5) 玲と隼人がクロノスを倒し、ネオトーキョーに平和が戻り二人の友情が深まる。

TaleShaper 上で生成されたエンベロップ（鑑賞者、天野（主人公）、隼人（仲間）、クロノス（敵）の幸福度）を、図 5 上に示す。主人公と仲間の幸福度は終わりに向かって上昇し、敵の幸福度は下降している。

生成されたエンベロップはどれも起伏が小さい。これに起伏を持たせて物語に面白さを与えるために、エンベロップを図 5 下のように設定した。第四章の第五章の間に新しく章を挿入し、主人公サイドと鑑賞者の値を-1 付近まで下げ、逆に敵の値を 1 付近まで上げた。ストーリーの書き換えは、章追加後の第四章から第六章にかけて行った。以下に得られたストーリーの各章の要約を示す。

- (4) 玲と隼人が特殊装備を使ってクロノスと小規模な戦闘を行い、一時的な勝利を収める。
- (5) クロノスが反撃を開始し都市中心部を破壊、玲と隼人は苦戦を強いられる。
- (6) 決死の覚悟で挑んだ最後の戦いで、玲と隼人がクロノスを打ち倒し、街に新たな希望をもたらす。一時的な勝利を収めるも反撃され劣勢になる。そして最後再び逆転し勝利するというプロットが得られた。

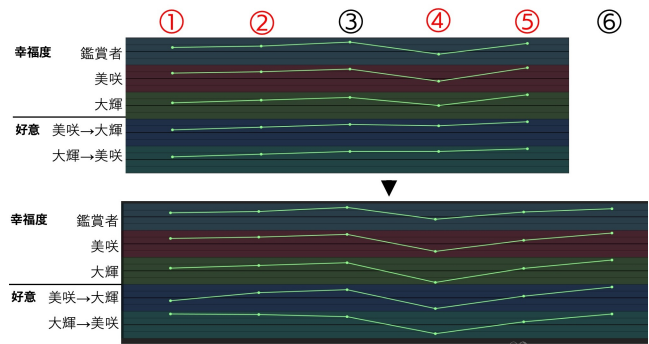


図 6 ロマンーストーリーにおけるエンベロップの変化

4.2 ロマンーストーリー

まず、「甘酸っぱい青春ストーリー」というリクエストで以下に示す基本ストーリーを生成した。

- (1) 美咲と大輝はカフェで出会い、互いに惹かれ始める。
- (2) 同じカフェで再会した二人は自然に会話を楽しむ。
- (3) 桜が満開の公園で二人は親しくなり、互いに惹かれる。
- (4) 現実の問題に直面し、支え合いながらも悩み始める。
- (5) 桜散る中で互いの気持ちを確認し、共に歩む未来を誓う。

TaleShaper 上で生成されたエンベロップ（鑑賞者、美咲、大輝の幸福度）を図 6 に示す。全員の幸福度が第三章にかけて高まり、第四章で低くなり、第五章で高くなっている。また、登場人物 2 人の関係性を操作するために、お互いへの好意を表す以下の 2 つのエンベロップを追加した。

- 主体：美咲、心情：大輝への好意、尺度：嫌いー好き
- 主体：大輝、心情：美咲への好意、尺度：嫌いー好き

編集後のエンベロップを図 6 下に示す。美咲が大輝からのアプローチによって徐々に惹かれていく過程を描くために、美咲の大輝への好意は第三章に向けて上がるように、大輝から美咲への好意は第三章に向けて高いままに設定した。また、第四章に二人の間に大きな亀裂が生まれ、そこから回復していく過程を描くために、第四章のすべてのエンベロップの値を下げた。さらに、第四章の後に新規の章を追加し、第四章から第六章にかけて徐々にエンベロップが上昇するように編集した。

結果、第一章、第二章、第四章、第五章が書き換えられ、以下のストーリーが得られた。

- (1) 春の歓迎会で、大輝が美咲に一目ぼれするが、美咲は新しい職場に不安を感じている。
- (2) 大輝のランチ誘いをきっかけに、二人の関係が少しずつ深まっていく。
- (3) 桜が満開の公園で二人は親しくなり、互いに惹かれる。
- (4) 美咲が大輝と別の女性を目撃し、誤解から二人の関係にすれ違いが生じる。
- (5) 美咲と大輝が再会し、誤解を解くための率直な話し合いを持つ。
- (6) 桜散る中で互いの気持ちを確認し共に歩む未来を誓う。

出会いの過程が大きく変わり、大輝からのアプローチによって関係性が発展するようになった。また、誤解から二人の関係のずれが生まれて、その後回復していく過程が追加された。

5. 考察

5.1 生成されたエンベロープの妥当性

ヒーローストーリーにおけるエンベロープでは、主人公側の登場人物と鑑賞者の幸福度が勝利によって上昇し、敵の幸福度が弱点の発見や敗北によって下降する傾向が見られた。複数回エンベロープを生成した場合でも、値に細かな違いはあるが、この傾向と主人公サイドと敵の対照的なエンベロープの形状は変わらず、登場人物間の関係性を表す妥当なエンベロープを生成できていると考えられる。

ロマンスストーリーにおけるエンベロープでも、互いの関係が深まっていくことによる好意の上昇（第一章～第三章）や、現実の問題に直面したときの幸福度の下降（第四章）を表現することができている。特筆すべきは、第四章の展開とそのエンベロープの動きである。実際に生成された第四章には、以下の記述がある：

美咲は仕事と恋愛のバランスに悩み、大輝は学業との両立に苦しむ。二人はお互いを支え合いながらも、自分の道に迷いが生じ始める

この第四章のエンベロープに注目すると、2人の幸福度を表すエンベロープは低下しているが、互いの好意を表すエンベロープには大きな低下が見られない。このように、複数のエンベロープを用いることで、悩みと相互支援が共存するような複雑な感情状態を効果的に表現できている。

5.2 複数のエンベロープを組み合わせた表現

ヒーローストーリーでは、対立関係にある登場人物（主人公と敵）が主体となる複数のエンベロープを操作することで、ストーリー創作を行った。対立関係にあるエンベロープからは基本的に対照的な変化が見取れる。作例では、主人公と敵のエンベロープに真反対の変化をさせることで、対立関係を表現するとともに、その値の大小関係から優位関係も表現することができている。

対立関係にあるエンベロープにより、戦闘や口論などの対立の流れ（優勢、劣勢、逆転、和解等）をデザインできると考えられる。例えば逆転は、主人公の幸福度エンベロープを下げたあとに上げる、敵の幸福度エンベロープは上げたあとに下げることで表現可能であると考えられる。また、和解は対立のあとに、幸福度エンベロープを共に上げることで表現可能であると考えられる。

一方、ロマンスストーリーでは、主人公と恋愛対象が好意的関係にあり、2人が主体となるエンベロープは全体的に似た傾向を示している。作例では、お互いへの好意を表すエンベロープを追加し、主人公から相手への好意を表す

エンベロープは高いままに、相手から主人公への好意を表すエンベロープを徐々に高くした。これにより、主人公が相手に一目惚れしアプローチ（第一章）、相手も徐々に主人公に惹かれていく（第二章～第三章）流れを表現できている。

このように、関係性を表す複数のエンベロープに対して細かな傾向の違いを与えることで、関係がどのように発展していくかや感情の機微をデザインすることができる。

5.3 エンベロープの傾きによる表現

エンベロープの傾きを調整することで、物語のドラマ性を制御できると考えられる。ロマンスストーリーの作例においてはこの効果が顕著に現れている。第四章では、意図的にエンベロープの傾きを急激に大きくすることで、急展開を生み出した。具体的には、幸福度と好意を表すエンベロープを急激に下降させることで、「別の女性の影」という予想外の展開を導き出し、それまでの穏やかな展開から一転して劇的な展開を描くことができた。

一方、第一章から第三章にかけては、エンベロープの変化を緩やかにすることで主人公と恋愛対象の関係が徐々に構築されていく過程を表現している。これにより、関係性の変化を丁寧に描くことができる。

このように、エンベロープの傾きを適切に操作することで、物語の展開にメリハリをつけ、鑑賞者の興味を惹きつけるドラマティックな展開を生み出せると考えられる。現在は、直線でしかエンベロープを表現できないが、カーブとして表現できるようにすることで、より詳細に物語のドラマ性を制御できるようにすることを展望として考えている。

5.4 生成結果からの触発

同じ形状のエンベロープから考えられる展開は多岐にわたる。そのため、ユーザが想像していた展開と異なる展開が生成され、それによりユーザが触発される可能性がある。ヒーローストーリーの作例では、著者は単一の戦闘内で主人公が優勢、劣勢、優勢になる流れを想定してエンベロープを操作した。しかし、結果として小規模の戦闘で勝利を収めた後、再び大規模戦闘を行い、劣勢になり優勢になって勝利する展開が得られた。得られた展開は想定とは異なるものであったが、この展開から、主人公の成長過程や敵の戦略変更など、より複雑な要素を組み込んだストーリー展開を構想することができた。

この触発を補助するために、書き換え案の複数提示機能の実装や、エンベロープの心情の種類をLLMが自動的に提案する機能の追加を考えている。システム側から心情の種類を提案することで、「このような心情も操作可能なのか」とユーザに新たな気づきを与え、より多様なストーリーを創作でき、触発の機会を増やすことができると考える。

5.5 制約

生成された章が前後の章との整合性を欠く場合があることや、多数エンベロープが存在する場合、すべてのエンベロープの条件を満たすストーリーの生成が困難になることが制約として挙げられる。これらは、今後の言語モデルの性能向上や、ユーザの要望に応じてストーリーをLLMが修正する機能の実装によって解決可能であると考えられる。

さらに、エンベロープを操作した場合、操作した章全体が書き換わってしまうため、ユーザが残したいイベントや設定等が失われてしまう可能性がある。これは、画像編集ソフトにおいて一部分を切り抜いて残す「マスク機能」のように、ユーザが保持したい設定やイベントを選択できる機能を実装することで解決可能であると考えられる。

6. おわりに

本稿では、登場人物や鑑賞者の心の動きを表す複数のエンベロープを操作することで、ストーリーを創作できるシステム「TaleShaper」を提案した。複数のエンベロープ操作によって、登場人物の関係性の変化や、エンベロープの傾きからドラマ性の制御が可能である。

これまでのストーリー表現は、文字を1つ1つタイプするテキストインタラクションが中心であった。鑑賞者や登場人物の心の動きも、作者がテキストを通して構築していた。TaleShaperでは、LLMを用いることで心の動きをエンベロープとして具現化し操作可能にすることで、ストーリーを直接「形作る」体験を可能にした。

物語を始めとする時系列コンテンツには、多くの表現者が関わっている。例えば、アニメ制作では脚本家、アニメーター、声優、監督など、音楽制作では作曲家、演奏者、ミキサーなどがあげられる。また、鑑賞者も異なる属性（例えば、年齢や性別、嗜好など）をもち、それぞれが異なる視点や感性を持って作品を鑑賞する。

現在、TaleShaperでは物語を対象としているが、複数のエンベロープを操作する創作手法は、映画などの他の時系列コンテンツへの応用が考えられる。この応用において、前述したようなコンテンツに関わる表現者を主体とするエンベロープを追加することは、それぞれの表現者の視点を取り入れられる点で有効であると考えられる。さらに、鑑賞者の属性を設定できるようにすることで、多様な視聴者層に対応したコンテンツデザインが可能になると考えている。例えばカップルで映画を見た際に、それぞれが異なるシーンで感動したり、あるいは同じタイミングで感動を共有したりするような、より繊細で多様な時系列コンテンツのデザインが可能になると期待される。

また、作家を対象ユーザとして想定していたが、鑑賞者側が自分好みにストーリーの形を変える、いわばイコライザ的な使い方も考えられる。この新しい応用方法についても、今後研究を進めていきたい。

参考文献

- [1] Chung, J. J. Y., Kim, W., Yoo, K. M., Lee, H., Adar, E. and Chang, M.: TaleBrush: Sketching stories with generative pretrained language models, *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–19 (2022).
- [2] Hipson, W. E. and Mohammad, S. M.: Emotion dynamics in movie dialogues, *PLOS ONE*, Vol. 16, No. 9, p. e0256153 (online), DOI: 10.1371/journal.pone.0256153 (2021).
- [3] OpenAI: Hello, GPT-4o (2024). Accessed: 2024-07-02.
- [4] Osone, H., Lu, J.-L. and Ochiai, Y.: BunCho: ai supported story co-creation via unsupervised multitask learning to increase writers' creativity in japanese, *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–10 (2021).
- [5] Reagan, A. J., Mitchell, L., Kiley, D., Danforth, C. M. and Dodds, P. S.: The emotional arcs of stories are dominated by six basic shapes, *EPJ data science*, Vol. 5, No. 1, pp. 1–12 (2016).
- [6] Suh, S., Chen, M., Min, B., Li, T. J.-J. and Xia, H.: Luminate: Structured Generation and Exploration of Design Space with Large Language Models for Human-AI Co-Creation, *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–26 (2024).
- [7] 新海誠：『君の名は。』脚本執筆時の資料, <https://x.com/shinkaimakoto/status/856512972025233408> (2017). (参照 July. 24, 2024) .
- [8] 番庄智也, 橋田光代, 片寄晴弘ほか: 時系列コンテンツのための心の動き情報入力ツール emonotate による感情曲線データの収集と活用, 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC), Vol. 2021, No. 2, pp. 1–8 (2021).