

LLM 対話型創作支援における 「思考の内面探索」を促す提示手法の検討

Exploring Presentation Methods for Exploring Inner Thought in LLM-Based Creative Writing

原野 響¹大澤 博隆¹Hibiki HARANO¹Hirotaka OSAWA¹¹慶應義塾大学¹Keio University

Abstract: 本研究では、発話内容に応じて背景画像が変化する「思考の鏡」型インタフェースを提案し、LLM との対話による物語創作タスクにおけるアイデアの所有感および連想の広がりへの影響を検証した。その結果、思考の内面探索として知覚される間接的な視覚提示が、主体性を損なうことなく創造性を支援する可能性が示唆された。

1. イントロダクション

生成 AI の登場により、人間の想像力はその支援を受け、共存することが不可避となりつつある。AI を用いて人間の想像力をどのように支援すべきかについては、小説執筆[1-4]や作曲[5]といった創作活動から、ディスカッション支援[6, 7]に至るまで、幅広い分野で技術的な検討が進められてきた。

しかし、従来の LLM エージェントとの対話型創作支援の多くは、テキストによる直接的なアイデア提示や、プロンプト編集といった特別な操作を前提としており、その情報量の多さが、かえってユーザーの注意を散漫にさせ、創作活動を阻害する可能性が指摘されてきた[8-10]。また、LLM の平均的な表現を出力する傾向により、書き手の独創性が損なわれたり、アイデアの所有感が低下したりする問題も報告されている[11]。これらの課題に対して、モデルの改良[12]や、出力トーンをユーザーに合わせて調整する機能の追加[13]などが検討されてきた。しかし、これらは LLM エージェントの能力に焦点が置かれ

ており、ユーザーの想像力そのものを育むような設計ではなく、人間中心の共創を実現するに至っていない[14]。

このことを踏まえ、本研究では、デザインコンセプトである **Speculative Environment** を提案する。**Speculative Environment** は、ユーザーの環境をメディアとして再定義し、間接的な刺激によって、人間の想像力を支援することを目指す。このような、ユーザーの注意を過度に奪わずに働きかける“さりげない(Subtle)”インタラクティブシステムは、ユーザ体験や社会的受容性を向上させうる設計方針として注目されている[15]。背景や環境のような視覚的・空間的表現は、言語的記号と異なり、意味を一意に確定せず、解釈の余地を残し新たな視点からの再構築や発見を可能にする[16]。ユーザーは生成された環境から間接的な影響を受け、そこから新たな着想や気づきを得て、再び発話や入力などの外化を行う。この「外化—環境提示—観察—再外化」という循環的なプロセスを通じて、思考の内面に没入していく体験は、想像力や内省を促進することが期待される

[17]。

本研究では、Speculative Environment に基づいたプロトタイプとして、「思考の鏡」型インターフェースを実装し、LLM エージェントとの対話型創作支援における有効性、およびアイデアの所有感にどのような影響を及ぼすかを、プロット作成タスクを通じて検証する。鏡写しの映像を基盤とした背景を対話内容に応じて変化させることで、ユーザーは視覚支援を環境の変化として体験し、LLM エージェントとの対話型創作支援によって生じがちなアイデアの所有感の低下や注意散漫といった負の影響を軽減できる可能性がある。

以上を踏まえ、本研究では次のリサーチクエスチョンを設定した。

RQ. 環境をメディアとして扱い、視覚支援を間接的に行うコンセプトである Speculative Environment のプロトタイプは、LLM エージェントとの共作においてユーザーの思考体験をどのように形成するのか？

本研究では、上記のリサーチクエスチョンに対する初期的な知見を得ることを目的として、小規模検証 ($n = 12$) を行った。提案システムの使用過程において得られた定性的フィードバックと、参加者の定量的評価を通じて、Speculative Environment が創造的思考プロセスに与える影響を報告する。

2. 関連研究

2.1 LLM エージェントとの共同執筆・創作支援

機械を介在させた創作執筆に関する研究は従来行われてきたが、近年では Transformer や Attention 機構 [18] を基盤とする LLM の発展により、ユーザがエージェントと対話的に協調しながら文章を生成・編集する手法が広く検討されている [1, 4]。これらの先行研究は、アイデア発想や細部の描写生成の点で有用性が報告されている一方で、生成内容がユーザーの発想に過度な影響を与え、想像の自由度やアイデ

アに対する所有感が低下する可能性が指摘されている。こうした課題に対して、LLM 自体の要約能力や一貫性、文脈維持能力の向上に焦点を当てた研究も引き続き行われている [19-21]。しかし、人間と LLM の共創を促進するには、ターンテイキングや、相互的フィードバックといったインタラクション設計が重要であり、LLM の性能向上のみに焦点を当てるアプローチでは十分ではないことが指摘されている [14, 22]。Nichols ら [3] は、人間と AI が交互に一文ずつ物語を書く協調ストーリーテリング・ゲームを提案した。Chopra ら [23] は、物語のキャラクターとの対話型インタラクションプラットフォーム Reality Tales を提案し、臨場感や好奇心を向上させた。これらの研究は、エージェントとのインタラクション形式を工夫し、ユーザーの主観的体験や感じ方に着目して検討を行っている。しかし、言語によるサジェストはユーザーの思考に対する影響力が大きく、単なるアイデア提示にとどまらず、意見や感情の付加を通じて、ユーザーの創作過程や信念形成に影響を与える可能性が指摘されている [24, 25]。共同執筆における LLM エージェントは、ユーザーの創作を代替する存在ではなく、あくまでコンパニオンとして振る舞うことが望ましいとされている。実際に、プロの作家および一般ユーザーの双方から、「主導権を手放したくない」「自分で考えたい部分は自分で考えたい」といった意見が報告されている [11, 26]。このことから、共同執筆支援においては、明示的な提案や直接的な生成を控えた設計が求められている。

2.2 間接的・環境的な支援

コンピュータによる直接的な提示が、ユーザーの注意を過度に引きつけてしまう問題は従来指摘されてきた。Weiser と Brown [27] は、Calm Technology という概念を提唱し、テクノロジーはユーザーの注意を不必要に奪うのではなく、意識の中心と周辺を柔軟に行き来できるように設計されるべきであると述べた。Ishii を中心としたグループは、Tangible User

Interface を定義し[28]、物理的環境を含めて、人間の周辺視野で情報を処理できるようなインターフェースの開発を目指してプロトタイプを作成した[29]。このような「さりげない表現(Subtle Expression)」は、ユーザとコンピュータのインタラクションを調和させるための重要なアプローチとして位置づけられている[15]。この観点を LLM エージェントとの対話型創作システムに応用することで、先行研究で指摘されてきた過度な介入による負の影響を緩和できる可能性がある。

以上の先行研究から、さりげなさや没入を意識した相互作用システムの設計は、創作支援において重要な観点である。本研究ではこの点に着目し、環境を媒介とした間接的な支援という設計方針に基づき、新たなインターフェース概念を提案する。

3. 設計と実装

3.1 Speculative Environment

先述した生成 AI 創作支援と環境的インタラクション研究のギャップを踏まえ、我々は Speculative Environment を提案する。Speculative Environment は、ユーザーの発話や思考内容に応じてリアルタイムに環境が変化することで、画像等を直接的に提示するのではなく、間接的・環境的に反射し、ヒトの想像力を拡張することを目指すインターフェース概念である。ユーザーの創造的思考を代替・主導するものではなく、思考の過程を可視化し、再帰的な内省や再構成を促す補助的存在として設計される(図 1)。

Speculative Environment は、以下の設計原理に基づいて設計されている。

1. 環境化

視覚的な支援を独立した UI 要素として提示するのではなく、背景や空間、雰囲気といった環境要素として統合する設計原理である。明示的な UI 要素は操作対象として知覚されやすく、ユーザーの注意を占有しやすい。環境として提示することで、ユーザーは周辺視や没入的知覚

を通じてさりげない刺激を受け、創作の流れを中断することなく思考を継続しやすくなると考えられる。

2. 間接性

ユーザー(あるいはエージェント)の入力を、具体的な意図や状況を直接表す画像や情報として提示するのではなく、解釈の余地を残した形で環境に反映する設計原理である。創作支援において、直接的な表現はユーザーの注意を強く引きつけ、発想の方向性を過度に固定してしまう可能性がある。これに対し、間接的な反映とすることで、ユーザーは環境を一つの手がかりとして参照しつつも、自身の解釈を介して思考を進める余地が生まれると考えられる。このような設計は、創作における主体性やアイデアに対する所有感を維持することに寄与する可能性がある。

3. インタラクティブ性

環境がユーザーの発話や行為に応じてリアルタイムに反応し、変化する性質を指す。静的な視覚表現では、ユーザーの思考内容との対応関係が一方向的になりやすく、内省的な思考の循環が生じにくい。一方で、環境がリアルタイムに反応することで、ユーザーは自身の発話と環境変化の関係を知覚しやすくなり、思考を試行錯誤的に外在化・再構成するプロセスを支援できると考えられる。

本コンセプトでは、背景を単なる装飾的要素としてではなく、ユーザーやエージェントの内的イメージを外在化し、共有可能な形で提示する補助的メディアとして位置づける。ユーザーは、現実世界の環境と、内的イメージを反映した環境メディア(虚構)のあいだに位置づけられ、環境を介して自身の想像内容を参照しながら創作を進めることが想定されている。



図 1. Speculative Environment のイメージ。思考の内容(左)を環境に反映することで(右)、外在化された環境から間接的な影響を受け、そこから新たな着想や気づきを得るデザインを目指す。

3.2 「思考の鏡」型インターフェース

Speculative Environment の具体的実装として、図 2 に示すプロトタイプを開発した。インターフェースは、チャットエリア、背景エリア、エージェント、ユーザーの 4 つの要素で構成される。チャットエリアでは、ユーザーと LLM 対話エージェントとのテキストチャットが行われ、ユーザーの入力およびエージェントの応答が逐次表示される。「環境化」の設計原理から、チャットエリアにはガウシアンブレンダーを施し、背景画像がぼやけて見えるように設計した。これにより、テキストの視認性を確保しつつ、背景画像が持つ雰囲気や周囲を周知的に提示することを意図している。背景エリアは、ユーザーが存在する環境を示す領域である。対話開始前には、カメラ入力によって取得されたユーザーのローカルな背景が表示される。対話が進行すると、ユーザーの発話内容に応じて背景画像が生成され、1.2s のフェードイン演出を伴って提示される。エージェントは画面内に配置されたキャラクターとして表現され、対話の相手としての存在感を持たせつつ、ユーザーの注意を過度に占有しないよう、静的な振る舞いを基本とした。ユーザーはカメラ入力によって画面上に表示されており、生成された環境の中に存在していることを知覚しやすいように設計されている。カメラ入力から背

景を除去することでユーザーのみを切り抜き、背景画像の変化に関わらずユーザーの表示が維持される。また、ユーザーの手前に写る机をあらかじめ撮影し、ユーザーおよびエージェントの手前に配置することで、背景エリアとの視覚的な奥行き関係を強調する演出を行っている。

背景エリアおよびユーザーの映像は左右反転して表示されており、大型ディスプレイ上で提示することで、鏡のような視覚体験を生じさせることを意図している。さらに、ユーザーの発話内容に応じて背景環境が変化することで、思考内容が視覚的・空間的表現として外在化され、あたかも自身の思考を映し返すかのように知覚される点に着目し、本プロトタイプを「思考の鏡」と呼ぶ。本プロトタイプが「思考の鏡」として機能する点は、ユーザーの思考内容そのものを直接的に可視化するのではなく、発話に応じて変化する環境を通じて、思考の状態を間接的に反映する点にある。環境の変化は、ユーザーの発話と一対一に対応する正確な再現ではなく、意味的な抽象化を伴って生成される。そのため、ユーザーは提示された環境を回答の提示として受け取るのではなく、自身の思考を振り返るための手がかりとして解釈することが想定される。このような設計により、自身の発想を再評価・再構成する再帰的な思考プロセスを支援することを目指している。



図 2. プロトタイプのインターフェース

3.3 システム構成・実装

本節では、プロトタイプの再現可能性を確保するため、主要なシステム実装を述べる。本システムは

Unity プラットフォーム上で構築した。ユーザーのテキスト入力は、Node.js で構築したローカルのサーバーへ送信される。ローカルサーバーは、ユーザーの入力とあらかじめ設定したシステムメッセージを OpenAI API を介して LLM へ送信する。本研究では、生成速度および出力の安定性を考慮し、gpt-4o-mini モデル[30]を使用した。LLM は、ユーザーへのテキスト応答と、背景画像生成のためのプロンプト (scene_prompt) を返す。

ローカルサーバーは、テキスト応答を Unity へ返却すると同時に、scene_prompt を画像生成用のリモートサーバーへ送信する。リモートサーバーでは、画像生成モデルとして SDXL-Turbo[31] を用い、scene_prompt に基づく画像を生成する。SDXL-Turbo は、Stable Diffusion XL を蒸留した拡散モデルであり、1~4 ステップのサンプリングで動作する特徴を持つ。本システムでは、生成品質と生成速度のバランスを考慮し、本モデルを採用した。本構成により、ユーザーの入力から約 1 秒以内にテキスト応答が表示され、生成された背景画像は約 2 秒以内に提示される。静的な画像やプリセット画像を選択する方式ではなく、対話内容に応じて背景画像を逐次生成することで、環境がユーザーの発話に反応して変化する「インタラクティブ性」を実現している。ディスプレイは市販の 65V 液晶モニターを使用した。環境を媒介とした表現による没入的体験を想定し、広い視野角を確保できる大型ディスプレイを採用している。エージェントの外見は、ユーザーの注意を過度に引きつけないことを意図し、3D アニメーション調の成人男性キャラクターとして設計した。エージェントの表情および動作は、Standard 状態と Thinking 状態の 2 種類を用意した(図 3)。エージェントは原則として Standard 状態で表示され、ユーザーの入力が行われた後、処理および応答生成が完了するまで Thinking 状態へ遷移する。



図 3. 使用したエージェント(左:Standard 右:Thinking)

本プロトタイプでは、LLM が (i) ユーザーへのテキスト応答の生成、および (ii) 背景画像生成のためのプロンプト生成を担当した。このうち scene_prompt の生成方針は条件間で操作し、Dramatic 条件と Subtle 条件で指示が異なる。

あなたはユーザーの物語創作を支援するプロ作家です。ユーザーは物語の冒頭を与えられており、起承転結に沿って、ストーリーのあらすじを作成します。以下の 2 つを JSON 形式で返してください:

1. "reply": ユーザーの創作をサポートする返答 (日本語)。ユーザーの要望に応え、次に考えるべきことは何かを誘導してください。

Static 条件: 追加指示なし

Subtle (i2i)条件:

2. "scene_prompt": ユーザーが考えるヒントとして、ユーザーの発話から連想される具体的なアイテムやシンボルを演出するプロンプトを英語で生成する。

例 (クリスマスミステリー小説を考えている場合): "falling snow, winter atmosphere, Magnifying glass, Christmas tree, stocking."

Dramatic (t2i)条件:

2. "scene_prompt": 英語 1 文で、ユーザーの発言から推測される「現在の舞台・雰囲気・テーマ」を生成する。

例: "a futuristic spaceship corridor dimly lit with blue lights"

生成された scene_prompt に対しては、背景表現に限定するための固定プロンプト (例: "Background

only”, “High resolution”, “4k”)を先頭に付与した上で画像生成に用いた。これは、背景画像が過度に意味的・物語的主張を行うことを避けるとともに、生成品質のばらつきを抑制し、間接性や条件間での一貫性を確保することを目的としている。

4. 実験方法

4.1 目的と仮説

RQに基づき、背景環境の変化の度合いを「反応性」として定義し、反応性を操作した次の3条件を設定する。

- 1) **Static** 条件: 背景環境は創作中に変化しない。画面には、対話エージェントおよびチャットUIが表示されるが、その背後に提示される背景は固定されており、参加者の発話内容や創作の進行に応じた視覚的变化は生じない。本条件は、背景環境が創作過程に関与しない場合のベースラインとして設定した。発想や連想が主に参加者の内的思考および対話エージェントとの言語的なやり取りに依存する状況を表す。
- 2) **Subtle** 条件: 参加者の発話内容に応じて、背景環境が視覚的連続性を保ったまま変化する。本条件では、カメラによって取得された参加者の実際の周囲環境を入力とし、**image-to-image**方式の画像生成を用いて背景を更新した。これにより、元の背景画像の構図や主要な色調は保持されつつ、発話内容に関連した要素や雰囲気は反映される。本条件は、思考の鏡において、環境がユーザーの思考を中程度の強さで反射する状態を表している。
- 3) **Dramatic** 条件: 参加者の発話内容に基づき、背景環境が大きく変化する。本条件では、**text-to-image**方式の画像生成を用い、背景全体が別の場面へと切り替わるように設計した。背景の変化は不連続であり、直前の背景との視覚的・意味的連続性は必ずしも保たれない。そのため、背景は創作の雰囲気を大きく変化させる外的刺激

として機能し、参加者の注意や連想の方向性に強い影響を与える可能性がある。本条件は、環境が思考内容を強く、かつ即時的に反射・変形する状態を意図的に作り出している。

以上の条件設定に基づき、以下の仮説を検証する。

H1: 背景環境の反応性が高くなるほど、創作における発想の主導権は、ユーザーの内的思考から環境側へと相対的に移行する。

H2: 背景環境の変化が現実と連続的な **Subtle** 条件では、連想の広がりや物語的一貫性・認知負荷が最も高い水準で両立する。

Static 条件では、発想は主としてユーザーの内的連想に依存すると考えられる。一方、**Subtle** 条件および **Dramatic** 条件では、環境が次の発想の手がかりや方向性を提示することで、創作過程における主導権の所在が変化する可能性がある。特に、背景変化の即時性や強度が高い **Dramatic** 条件では、環境が発想の方向づけにより強く関与することが予想される。本研究では創作の主導権を、発想の主体性とアイデアの所有感の観点から評価する。

創作支援においては、アイデアの発散と、文脈的な一貫性の両立が重要である。**Static** 条件では、環境からの刺激が限定されるため、連想の広がりが制限される可能性がある。一方、**Dramatic** 条件では、大きく不連続的な背景変化によって発散的連想が促進される一方で、創作の文脈が断片化し、一貫性が損なわれる可能性がある。これに対して **Subtle** 条件では、現実的な背景を基盤としつつ、発話に応じた変化が生じるため、内的文脈を保持したまま連想を拡張しやすいと考えられる。また、背景変化が顕著な **Dramatic** 条件では注意の切り替えが頻発し、認知負荷が高まる可能性があるのに対し、**Subtle** 条件では過度な注意分散が生じにくいと予想される。

加えて、本研究では以下の補助的観点についても探索的に検討する。

- 対話エージェントの印象・会話形成: 背景環境が発話内容と整合的に変化することで、ユーザーはエージェントとの間に共通文脈が形成されたと知覚し、理解度や親和性、会話の自然さに関する評価が変化する可能性がある。

4.2 実験環境

本実験では、図4に示す実験環境を構築した。参加者は椅子に座り、デスク上に配置されたキーボードおよびマウスを用いてシステムを操作した。参加者とディスプレイとの距離は約2.0 mとし、Webカメラはディスプレイの直下に設置した。

実験中、実験者はシステム用PCを用いて動作状況をモニタリングするとともに、参加者の様子を観察した。外的な視覚刺激や周囲環境の影響を最小限に抑えるため、実験空間は黄緑色のパーテーションを用いて囲った(図5)。

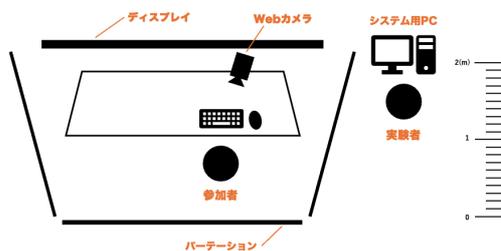


図4. 上から見た実験環境の図



図5. 実際の環境の画像

4.3 実験内容

参加者はまず、実験参加に関する説明書・同意書を読み、内容に同意した上で署名をした。参加者の要

求特性を抑制するため、実験の詳細な目的やインターフェース設計の意図については、事前には開示しなかった。その後、実験者からタスク内容およびシステム操作方法に関する説明を受け、約3分間の操作練習を行った。

続いて、参加者は3つの条件それぞれにおいて、タスクセッションおよびアンケート回答を行った。すべての条件終了後、デブリーフィングとして半構造化インタビューを実施し、実験の目的およびインターフェース設計について説明を行った。

エージェントとの対話内容や、エージェントが提示したアイデアを採用するか否かは参加者の自由とし、創作活動を過度に制限しないため、タスクの説明時、参加者には以下の教示を与えた。

- ・物語のプロットを起承転結のフォーマットで考え、指定のGoogleドキュメントに記入すること
- ・システムのエージェントと少なくとも1回はチャットを行うこと
- ・チャットを使用するタイミングや頻度は自由であること
- ・エージェントに創作の全てを委ねないこと

本実験は、参加者内計画により、一人の参加者が全3条件を体験した。参加者の負担を考慮し、各タスクセッションの制限時間は12分とした。実験操作と無関係な変動を抑制し、参加者がどのようにストーリーを発展させるかに焦点を当てるため、物語の書き出し(起承転結における「起」)を固定し、その後の展開(承・転・結)を考えるタスクとした。成果物の記入には、本研究で用意したGoogleドキュメントを使用した。参加者が記入方法に迷わないよう、口頭での説明内容をテキストとしても記載し、思考の手がかりとなるヒントを付与した。

使用した物語の書き出しは以下の3点である。これらの文章は、執筆者の恣意性を排除し、内容の客観性を担保するため、生成AI (Google Gemini 3 Flash) を用いて複数生成した候補の中から、後続の展開を

特定の方向に強く限定しないものを選定した。

- 1) 「砂の惑星」- 見渡すかぎり砂漠が広がる惑星の片隅で、調査員の主人公は、砂に埋もれた自動販売機を発見した。その自動販売機のボタンを押すと、小さな缶が出てきた。
- 2) 「ある島の伝説」- 豪華客船から放り出された主人公は、数日間の漂流の末、花々が咲き乱れる美しい島へとたどり着いた。そこには独自の文化を持つ先住民が暮らしており、ボロボロのタキシード姿で現れた主人公を見るなり、彼を伝説の「神様」だと信じて跪いた。
- 3) 「退屈な教室」- 退屈な数学の授業中、主人公は机の隅に、小さなスイッチが埋まっているのを見つけた。それを押すと、熱弁を振るっていた先生の動きがピタリと止まり、教室全体が静止してしまった。自分だけが自由に動けることに気づいたが、ドアや窓は動かず教室の外には出られないようだった。

タスクセッションの実施順序による影響を抑制するため、全順序法を用いて条件順をカウンターバランスした。プロットの書き出しの提示順はすべての参加者で固定し、各条件においてプロット内容の違いによる偏りが生じないように統制した。

4.4 評価

各条件におけるシステムの評価を行うため、18項目からなる質問紙調査を実施した。このうち16項目は、「1: 全くそう思わない」から「7: 強くそう思う」までの7段階リッカート尺度を用いて評価を求めた。残りの2項目は、それぞれ単一選択式および自由記述式の質問とした。質問項目の一覧を表1に示す。

加えて、全条件終了後に半構造化インタビューおよびデブリーフィングを実施した。インタビューでは、設計意図の妥当性や質問紙では捉えきれない主観的体験を把握することを目的として、「思考や意図が背景画像に反映されていると感じられたか」「各条件における背景エリアをどのように知覚したか」「背景は

システム使用中に自然と視界に入ってきたか」といった質問を起点に、参加者に自由に感想や意見を述べてもらった。

表 1. 質問項目

	質問内容	カテゴリ
Q1	創作の核となるアイデアは、主に自分が考えた。	
Q2	このシステムとのチャットでのやり取りが、次に何を書こうかを考える方向性に影響した。	主体性・ 所有感
Q3	このシステムのインターフェース（画面提示）が、何を書こうかを考える方向性に影響した。	
Q4	このシステムは、創作の方向性にはほとんど影響しなかった。	
Q5	このシステムに誘導されていると感じた。	
Q6	異なる方向性のアイデアが複数浮かんだ。	
Q7	予想していなかったアイデアが生まれた。	連想
Q8	このシステムが、新しい連想のきっかけをもたらした。	
Q9	物語の流れやアイデアに、一貫性があった。	一貫性
Q10	自分の中の文脈や世界観を保つことができた。	
Q11	創作中、注意が散漫になったと感じることがあった。	認知負荷
Q12	システムの変化・もしくは提示が、創作の流れを妨げると感じることもあった。	
Q13	エージェントは、自分の話や意図を理解してくれていると感じた。	対話エー ジェント の印象・ 会話形成
Q14	エージェントと、同じ世界観や文脈を共有できていると感じた。	
Q15	このエージェントは、親しみやすいと感じた。	
Q16	このエージェントは、賢く／有能に感じられた。	
Q17	アイデアが生まれた瞬間が最も多かったのはいつですか。（単一選択式：システムに入力しているとき、エージェントの返答を読んでいるとき、システムを眺めているとき、システムを見ていないとき、その他）	
Q18	このシステムは、あなたの創作にとって「助け」でしたか、「邪魔」でしたか。その程度と、そう感じた理由を教えてください。（記述式）	

4.5 参加者

本研究には12名が参加した。参加者は次の基準を満たす者とした。(1)日本語の文章の理解および記述が可能であること、(2)実験タスクおよび質問紙への回答を支障なく遂行できる状態であること、(3)チャット形式による入力操作を行えること。

基準(1)は、チャットシステムおよび創作タスクにおいて日本語による対話および記述を前提として設計されているために設定した。言語条件を統一することで、タスク理解や表現能力の差異による影響を最小限に抑えることを目的としている。基準(2)および(3)は、実験手続きの円滑な実施と、個人の状態や操作能力の差による影響を可能な限り排除するために設定した。年齢は21歳から24歳であり($M = 22.4$, $SD = 1.16$)、男性が8名、女性が4名であった。

5. 結果

すべての参加者が実験タスクを最後まで完了し、実験の進行に支障は認められなかったため、12名全員の質問紙およびインタビュー回答を有効回答として分析対象とした。分析にはFriedman検定を用い、有意差または有意傾向が認められた項目についてのみ、Durbin-Conover法によるポストホック検定を実施した。多重比較に伴う第I種の過誤を抑制するため、Holm法による p 値の補正を行った。各項目のアンケート結果を表2及び図6、図7に示す。

Friedman検定の結果、Q3およびQ13において有意な差が確認された。また、Q2、Q7およびQ8においては有意傾向が認められた。その他の項目については、有意な差は認められなかった。事後検定の結果、Q3「このシステムの画面提示が、何を書くかを考える方向性に影響した」では、Dramatic条件の評価がStatic条件やSubtle条件と比較して有意に高かった。同様に、有意傾向が見出されたQ7「予想していなかったアイデアが生まれた」Q13「エージェントは、自分の話や意図を理解してくれていると感じた」では、

Dramatic条件の評価がStatic条件と比較して有意に高かった。また、有意傾向が見出されたQ2は、Static条件よりもSubtle条件の方が、評価が高い傾向にあった。さらに、有意傾向が見出されたQ7「予想していなかったアイデアが生まれた」及びQ8「このシステムが、新しい連想のきっかけをもたらした」については、Static条件よりもDramatic条件の方が、評価が高い傾向にあった。

表2. アンケート結果

項目	$\chi^2(2)$	p	Kendall W	St-Su	Su-D	D-St
Q1	2.513	n.s. (.284)	0.105	-	-	-
Q2	4.937	† (.084)	0.206	† (.097)	n.s. (.596)	n.s. (.189)
Q3	8.419	* (.014)	0.351	n.s. (.379)	* (.047)	** (.009)
Q4	0.941	n.s. (.624)	0.039	-	-	-
Q5	3.389	n.s. (.183)	0.141	-	-	-
Q6	0.970	n.s. (.615)	0.040	-	-	-
Q7	5.282	† (.071)	0.220	n.s. (.399)	n.s. (.249)	† (.067)
Q8	5.550	† (.062)	0.231	n.s. (.314)	n.s. (.314)	† (.053)
Q9	3.250	n.s. (.196)	0.135	-	-	-
Q10	0.194	n.s. (.907)	0.008	-	-	-
Q11	1.267	n.s. (.530)	0.053	-	-	-
Q12	0.560	n.s. (.755)	0.023	-	-	-
Q13	6.200	* (.045)	0.258	n.s. (.191)	n.s. (.330)	* (.036)
Q14	2.056	n.s. (.357)	0.086	-	-	-
Q15	1.448	n.s. (.484)	0.060	-	-	-
Q16	0.500	n.s. (.778)	0.021	-	-	-

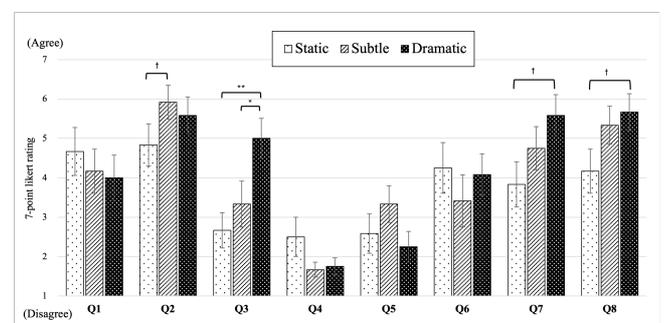


図6. アンケート結果(1)

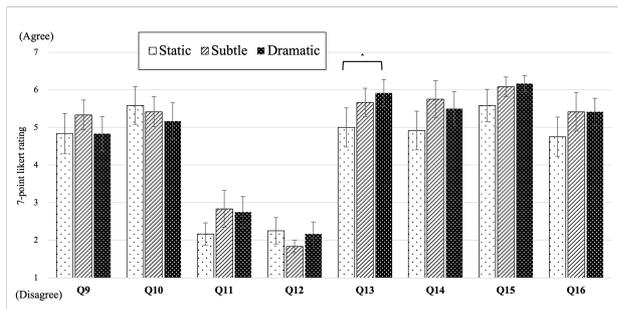


図 7. アンケート結果(2)

表 3 に Q17 の回答の度数を示す。Q17 は、アイデアが生じたと感じたタイミングについて単一選択式で回答を求めた項目である。いずれの条件においても、「エージェントの返答を読んでいるとき」が最も多く選択された(Static: 9名、Subtle: 9名、Dramatic: 10名)。一方で、「システムを見ていないとき」を選択した参加者は Static 条件でのみ確認され、Subtle 条件および Dramatic 条件では該当者は見られなかった。また、「システムを眺めているとき」を選択した参加者は Subtle 条件および Dramatic 条件で確認されたが、Static 条件では確認されなかった。

表 3. Q 17 の回答度数分布

度数	Static	Subtle	Dramatic
システムに入力しているとき	1	1	0
エージェントの返答を読んでいるとき	9	9	10
システムを眺めているとき	0	2	2
システムを見ていないとき	2	0	0

Q18 の自由記述回答については、すべての回答を「助けになった」「少し助けになった」「わからない」「少し邪魔だった」「邪魔だった」の 5 つのコードに基づいてラベリングした。その結果、表 4 に示すような度数分布が得られた。いずれの条件においても、「わからない」と分類された回答は確認されなかった。Static 条件では、「助けになった」および「邪魔だった」の両方に回答が分布していた一方で、Subtle

条件および Dramatic 条件では、「助けになった」に分類される回答が多数を占めていた。また、「少し助けになった」および「少し邪魔だった」といった中間的な評価に分類された回答は、Static 条件においてのみ確認された。

表 4. Q 18 をラベリングした度数分布

度数	Static	Subtle	Dramatic
助けになった	7	11	12
少し助けになった	3	0	0
わからない	0	0	0
少し邪魔だった	1	0	0
邪魔だった	1	1	0

6. 考察

6.1 設計原理が実現できていたか

Speculative Environment の設計原理である 1) 環境化、2) 間接性、3) インタラクティブ性が参加者にどのように知覚されていたかについて、半構造化インタビューの結果を基に考察する。

環境化とは、視覚的な支援を独立した操作対象として提示するのではなく、背景や雰囲気といった環境要素として統合することで、創作の流れを中断することなく思考を継続できるようにする設計原理である。本研究では、背景に対する注意の向け方や没入感に関する参加者の報告を通じて、この設計原理がどのように知覚されたかを検討した。半構造化インタビューにおいて「背景をどの程度意識して見ていたか」について質問をしたところ、Dramatic 条件の方では、6 名の参加者が背景を意識的に見ていたと報告した。これらの参加者は、「意識的に背景を見ており注意が分散した(参加者 8)」「エージェントの返答を待つ間に、アイデアの手がかりを求めて背景を見ていた(参加者 1)」と述べている。一方で、5 名の参加者は、背景を短時間または無意識的に周辺視で捉えていたと報告し、「ストーリーに没入できた(参

加者 3)「壮大なストーリーに適していると感じた(参加者 11)」といった発言が見られた。また、1名は背景の変化に気づかなかったと回答した。

Subtle 条件では、背景を意識的に見ていたと報告した参加者は2名にとどまり、7名は背景を無意識的に周辺視で捉えていたと回答した。これらの参加者からは、「自然と目に入り、世界に没入できた(参加者 2)」「現実に近いストーリーが考えやすかった(参加者 11)」「気を取られすぎず集中して作業できた(参加者 1)」といった発言が得られた。一方で、3名は背景をほとんど見ていなかった、もしくは変化に気づかなかったと報告した。これらの結果から、背景を環境要素として提示する設計は、条件や個人差によって注意の向け方に違いが生じるものの、少なくとも一部の参加者においては、背景が過度に注意を占有することなく創作活動と並行して知覚されていたことが示唆される。特に Subtle 条件では、背景が周辺的に知覚されつつ没入感を支える役割を果たしていたと捉えられる報告が多く見られた。

間接性とは、ユーザーの発話や思考内容を意味が一意に定まる表現として提示するのではなく、解釈の余地を残した形で環境に反映する設計原理である。本研究では、背景画像が創作に与えた影響の捉え方に着目し、この設計原理がどのように受け止められていたかを検討した。インタビューでは、Dramatic 条件において「結末についてチャットで決めきれなかった際に、背景を見てアイデアを思いついた(参加者 5)」「背景によって物語のイメージがしやすかった(参加者 7)」「情景が頭に浮かんだ(参加者 8)」といった発言が見られた。一方、Subtle 条件においても、「背景の変化は感じたが、直接的なヒントを与えられた感覚はなかった(参加者 1)」「背景内の要素が無意識的に思考に影響した(参加者 12)」といった報告が得られた。重要な点として、いずれの条件においても、背景画像から具体的なアイデアや結論を直接的に得たと明示的に述べた参加者はいなかった。これらの結果は、背景が「答え」を提示するものとし

てではなく、参加者自身の解釈を介した発想の手がかりとして機能していた可能性を示している。この点は、間接的な支援を志向した設計原理と整合的である。

インタラクティブ性とは、システムがユーザーの入力に応じて状態を変化させ、その変化が再びユーザーの思考や行為に影響を与えるという双方向的な関係性を指す。本研究では、参加者が自身の発話と背景変化との対応関係をどの程度知覚していたかに着目した。「背景は会話内容に応じて変化していると感じたか」という質問に対し、Dramatic 条件および Subtle 条件の両方について肯定的に回答した参加者は9名であった。Dramatic 条件のみで肯定的に回答した参加者は1名であり、2名はどちらの条件においても背景をほとんど見ていなかったと報告した。これらの結果から、多くの参加者において、背景環境が自身の発話に応じて変化しているという関係性が知覚されていたことが示唆される。ただし、その知覚の強度や意味づけには個人差が存在していた。

以上の結果から、Speculative Environment の3つの設計原理は、条件や参加者によって異なる形で知覚されていたことが明らかになった。特に、Subtle 条件では、背景が過度に主張することなく周辺的に知覚されつつ、発話内容との関係性が感じられるという報告が多く見られた。

6.2 H1: 創作の主導権

H1 は、「思考の鏡型デザイン」によって、発話に応じて変化する背景環境が創作過程に介入し、創作の主導権がユーザーの内的思考から環境側へと相対的に移行することを想定した。本仮説は、発想の主体性・アイデアの所有感に関するアンケート項目(Q1～Q5)を用いて検証した。本節では、これらの結果を基に、背景環境の反応性が創作の主導権に与えた影響について考察する。

質問項目 Q3「システムの画面提示が、次に何を書くかを考える方向性に影響した」において、Dramatic

条件は **Static** 条件や **Subtle** 条件と比較して有意に高い評価を示した。この結果は、発話内容に応じて劇的に変化する視覚的インターフェースが、参加者の発想の方向づけに強い影響を与えていた可能性を示唆しており、発想への介入という観点で **H1** を部分的に支持する結果といえる。

一方で、**Static** 条件と **Subtle** 条件の差については、有意な差は認められなかった。**Subtle** 条件では背景の変化に気づかなかった参加者も存在しており、背景環境の知覚に個人差があったことが、この結果に影響している可能性がある。このように、間接的な視覚支援は、その表現強度や提示のされ方によって、ユーザーに明確に知覚される場合とほとんど意識されない場合が生じ得る。本研究で観察された評価のばらつきは、**Subtle Expression** に関する先行研究において指摘されてきた「さりげなさ」と「気づかれなさ」のトレードオフという課題[15]と整合的であると解釈できる。

また、インタビューでは、**Dramatic** 条件において「背景に引っ張られてステレオタイプのストーリーになってしまった(参加者 12)」といった意見が見られ、視覚的变化の強度が高い場合には、発想の方向づけが強まりすぎる可能性も示された。一方で、**Subtle** 条件では、背景が発想を支配するのではなく、世界観への没入を促す形で機能していたとする報告が多く、主導権が環境側へ一方的に移行する状況は確認されなかった。参加者からは、「無人島に実際にいるかのような気持ちで創作でき、物語の世界観に入り込めた(参加者 6)」という意見が得られた。

さらに、**Q17** の結果からも、条件間で注意の向け方に違いが見られた(表 3)。**Static** 条件では「システムを見ていないとき」にアイデアが生じたと回答した参加者が確認された一方で、**Subtle** 条件および **Dramatic** 条件では該当者は見られなかった。この結果は、背景環境が変化する条件において、参加者の注意がよりシステム全体に向けられていた可能性を示唆しており、発想の方向づけに環境が関与してい

たことを補助的に支持している。

Q2「チャットでのやり取りが次に何を書こうか考える方向性に影響した」では条件間に有意差は認められなかったが、**Subtle** 条件の方が **Static** 条件と比べて評価が高いという有意傾向が確認された。環境の没入感が高まることで、ユーザーがチャットに対して積極的に関わっていた可能性がある。

創作の主体性やアイデアの所有感を直接的に問う項目(**Q1**、**Q4**、**Q5**)において、有意な条件差は認められなかった。この結果は、背景環境の反応性が発想の方向づけに影響を与え得る一方で、参加者が自身を創作の主体として感じる感覚や、アイデアの所有感を損なうほど強く介入していなかった可能性を示唆している。

以上の結果を総合すると、背景環境の反応性が高まることで、発想の方向づけに対する環境の関与は強まるものの、発想の主体性や所有感そのものが環境側へ大きく移行する状況は確認されなかった。したがって **H1** は、「発想の方向づけ」という側面において部分的に支持された一方で、創作の主導権の全面的な移行という強い形では支持されなかったと結論づけられる。

6.3 H2: 連想の広がりの一貫性・認知負荷

H2 では、背景環境の反応性が創作に与える影響について、**Subtle** 条件において連想の広がりと言語的一貫性、および認知負荷が相対的にバランスよく両立することを想定した。本仮説は、連想の広がりに関する質問項目(**Q6**~**Q8**)、一貫性に関する質問項目(**Q9**、**Q10**)、および認知負荷に関する質問項目(**Q11**、**Q12**)を用いて検証した。

連想に関する 3 項目(**Q6**~**Q8**)のうち、**Q7**「予想していなかったアイデアが生まれた」、**Q8**「このシステムが新しい連想のきっかけをもたらした」において **Dramatic** 条件は **Static** 条件と比べ、評価が高いという有意傾向が確認された。この結果は、発話内容に応じて大きく変化する背景環境が参加者の発想に新

たな視点をもたらし、連想の広がりをもたらし、連想の可能性を示している。一方で、Subtle 条件では、連想に関する項目において、Static 条件との差は有意には認められなかった。Subtle 条件では背景の変化が周辺的に知覚されていた参加者が多く、背景環境が強い刺激としてではなく、思考を補助する文脈要素として機能していたことが理由である可能性がある。

物語やアイデアの一貫性に関する項目(Q9、Q10)については、いずれの条件間でも有意な差は認められなかった。半構造化インタビューにおいて「背景の変化が文脈的に不連続に感じられたか」を尋ねたところ、Subtle 条件では 12 名中 1 名のみが不連続に感じたとは回答したのに対し、Dramatic 条件では 4 名が不連続と感じたと回答していた。この結果は、Subtle 条件において、背景変化が文脈的一貫性を大きく損なわずに提示されていた可能性を示唆している。

また、認知負荷に関する項目(Q11、Q12)についても、条件間で有意な差は認められなかった。このことから、少なくとも本研究の条件設定においては、背景環境の変化が過度な認知的負担として知覚されていなかったと考えられる。

以上の結果は、H2 で想定したように、Subtle 条件が連想の広がりを過度に強調することなく、一貫性や認知負荷を大きく損なわずに創作を支援するバランス点として機能する可能性を示唆している。ただし、本研究では条件間の有意傾向に留まっており、今後の検討が必要である。

6.4 エージェントの印象・対話形成

エージェントの印象および対話形成に関する質問項目(Q13~Q16)では、Q13「エージェントは、自分の話や意図を理解してくれていると感じた」において、Dramatic 条件は Static 条件よりも評価が高かった。このことはエージェントの共感性が強化されたことを示しており、これは先行研究の知見を裏付け、拡張する結果である[32]。有意差が確認されなかった

Subtle 条件においては、「背景画像によってエージェントと認識のすり合わせができていたように感じた(参加者 8)」「最初は意図を正しく理解できていないと感じたが、話が噛み合っていくように感じた(参加者 11)」といった反応が得られており、これは他の条件では報告されていない意見である。他の項目では有意差が見られなかったが、どの項目でも Static 条件は平均値が最も低い傾向にあるため、サンプルサイズを拡充したさらなる検証が必要である。このことは、背景環境が発話内容と整合的に変化する場合、エージェントとの共有文脈が形成されやすくなる可能性を示唆している。

6.5 研究の限界と展望

本研究はいくつかの制約を有している。第一に、サンプルサイズが 12 名と小規模であり、定量的な一般化には慎重な解釈が求められる。本研究では、創作過程における主観的体験や思考プロセスに焦点を当て、半構造化インタビューを通じた質的な知見の収集を重視した。そのため、今後はより大規模な参加者数を用いた追試や、統計的検出力を高めた検証が必要である。

第二に、参加者の属性が若年層の大学生に限定されていた点も限界として挙げられる。そのような参加者は、新規な創作支援インターフェースに対して比較的柔軟な態度を持つ創作者層であったと考えられる。したがって、熟練した創作者や専門的な制作プロセスを持つプロフェッショナルにおいては、支援の受けられ方が異なる可能性がある。今後は、創作経験や専門性の異なる参加者を対象とした比較検討が望まれる。

第三に、本研究では創作の成果物そのものに対する定量的な分析を行っていない。成果物は最終的なアウトプットであり、創作過程で生成され、採用されなかったアイデアや思考の変遷を必ずしも反映しない。また、エージェントとのチャットログについても、すべての参加者が思考内容を完全に言語化して

いるわけではない。このため、本研究では成果物評価よりも、創作中の体験や主観的評価に焦点を当てた。物語の独自性や多様性をベクトル表現に基づく類似度指標などで評価する方法も考えられるが、本研究のサンプルサイズでは安定した解釈が困難であると判断し、今後の課題とした。

第四に、本研究では短時間でのストーリープロット作成という特定の創作課題を用いたが、他の創作活動において同様の効果が得られるかは明らかではない。音楽や絵画といった芸術的創作のみならず、ビジネスや研究など、アイデア生成を伴う多様なタスクにおいて、本手法がどのように機能するかについては、今後検証する必要がある。また、本実験は実験室環境で実施されており、日常環境における長期的な使用時の体験についても今後の検討課題である。

最後に、本研究ではキーボード入力を主な入力手段として採用したが、思考を言語化し入力する行為自体が認知的負荷となる可能性がある。より自然なインタラクションとして、音声入力や生理指標、身体動作などを入力として用いる設計も考えられる。また、間接性の度合いについては、画像生成プロンプトの生成を LLM に委ねており、どの程度の抽象度や意味的歪みが適切であるかは十分に検討されていない。これらは今後、設計変数として体系的に検討すべき重要な課題である。

さらに、本研究では比較実験の都合上、背景環境の更新をユーザーの入力タイミングに限定したが、より高頻度な更新や、身体的動きを入力とした環境変化により、インタラクティブ性や没入感を高める可能性がある。計算資源や表示デバイスの制約を緩和することで、動画的表現や VR 環境への拡張も視野に入る。

本研究はユーザーとエージェントとの共作に焦点を当てたが、Speculative Environment の概念は、人間同士のオンライン共同創作やブレインストーミングといった協調的活動にも応用可能である。今後は、そのような文脈への適用と検証を通じて、その汎用

性を明らかにしていきたい。

7. 結論

本研究では、LLM エージェントとの共創的な創作活動において、ユーザーの発話内容に応じて変化する背景環境を用いた「思考の鏡」型インターフェースを提案し、その設計と効果を検証した。

Speculative Environment という設計概念に基づき、環境化・間接性・インタラクティブ性を設計原理として実装された本プロトタイプは、創作の主体性やアイデアの所有感を大きく損なうことなく、発想の方向づけや連想の喚起に影響を与え得ることが示唆された。特に、現実環境との連続性を保った Subtle な背景変化は、急激な刺激による認知的負荷や文脈の断絶を引き起こすことなく、創作体験を支援する可能性を持つことが示された。

本研究の結果は、生成 AI による直接的な言語的サジェストに代わる支援形態として、環境を媒介とした間接的な視覚支援が、創作における人間の主体性と想像力を両立させる設計方針となり得ることを示している。今後は、異なる創作タスクや参加者層への適用を通じて、Speculative Environment の汎用性と設計指針をさらに明らかにしていく必要がある。

謝辞

本研究は JST ムーンショット型研究開発事業「身体的共創を生み出すサイバネティック・アバター技術と社会基盤の開発」(Grant number JPMJMS2013) および公益財団法人トヨタ財団「人工知能と虚構の科学—AI による未来社会の想像力拡張」(D22-ST-0030) の一環として実施されました。

参考文献

- [1] Hiroyuki Osone, Jun-Li Lu, and Yoichi Ochiai. 2021. BunCho: AI Supported Story Co-Creation via Unsupervised Multitask Learning to Increase Writers' Creativity in Japanese. In *Extended Abstracts of the*

- 2021 *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, May 08, 2021. ACM, Yokohama Japan, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3411763.3450391>
- [2] Elizabeth Clark, Anne Spencer Ross, Chenhao Tan, Yangfeng Ji, and Noah A. Smith. 2018. Creative Writing with a Machine in the Loop: Case Studies on Slogans and Stories. In *23rd International Conference on Intelligent User Interfaces*, March 05, 2018. ACM, Tokyo Japan, 329–340. <https://doi.org/10.1145/3172944.3172983>
- [3] Eric Nichols, Leo Gao, and Randy Gomez. 2020. Collaborative Storytelling with Large-scale Neural Language Models. In *Motion, Interaction and Games*, October 16, 2020. ACM, Virtual Event SC USA, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3424636.3426903>
- [4] Ann Yuan, Andy Coenen, Emily Reif, and Daphne Ippolito. 2022. Wordcraft: Story Writing With Large Language Models. In *27th International Conference on Intelligent User Interfaces*, March 22, 2022. ACM, Helsinki Finland, 841–852. <https://doi.org/10.1145/3490099.3511105>
- [5] Adam Roberts, Jesse Engel, Yotam Mann, Jon Gillick, Claire Kayacik, Signe Nørly, Monica Dinulescu, Carey Radebaugh, Curtis Hawthorne, and Douglas Eck. 2019. Magenta Studio: Augmenting Creativity with Deep Learning in Ableton Live. In *Proceedings of the international workshop on musical metacreation*, 2019. 11.
- [6] Shota Imamura, Hirotaka Hiraki, and Jun Rekimoto. 2024. Serendipity Wall: A Discussion Support System Using Real-time Speech Recognition and Large Language Model. In *Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2024*, April 04, 2024. ACM, Melbourne VIC Australia, 237–247. <https://doi.org/10.1145/3652920.3652931>
- [7] Weihao Chen, Chun Yu, Yukun Wang, Meizhu Chen, Yipeng Xu, and Yuanchun Shi. 2025. EchoMind: Supporting Real-time Complex Problem Discussions through Human-AI Collaborative Facilitation. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.* 9, 7 (October 2025), 1–38. <https://doi.org/10.1145/3757587>
- [8] Katy Ilonka Gero, Vivian Liu, and Lydia Chilton. 2022. Sparks: Inspiration for Science Writing using Language Models. In *Designing Interactive Systems Conference*, June 13, 2022. ACM, Virtual Event Australia, 1002–1019. <https://doi.org/10.1145/3532106.3533533>
- [9] Ben Swanson, Kory Mathewson, Ben Pietrzak, Sherol Chen, and Monica Dinulescu. 2021. Story Centaur: Large Language Model Few Shot Learning as a Creative Writing Tool. In *Proceedings of the 16th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations*, 2021. Association for Computational Linguistics, Online, 244–256. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.eacl-demos.29>
- [10] Savvas Petridis, Nicholas Diakopoulos, Kevin Crowston, Mark Hansen, Keren Henderson, Stan Jastrzebski, Jeffrey V Nickerson, and Lydia B Chilton. 2023. AngleKindling: Supporting Journalistic Angle Ideation with Large Language Models. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 19, 2023. ACM, Hamburg Germany, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580907>
- [11] Oloff C. Biermann, Ning F. Ma, and Dongwook Yoon. 2022. From Tool to Companion: Storywriters Want AI Writers to Respect Their Personal Values and Writing Strategies. In *Designing Interactive Systems Conference*, June 13, 2022. ACM, Virtual Event Australia, 1209–1227. <https://doi.org/10.1145/3532106.3533506>
- [12] Nader Akoury, Shufan Wang, Josh Whiting, Stephen

- Hood, Nanyun Peng, and Mohit Iyyer. 2020. STORIUM: A Dataset and Evaluation Platform for Machine-in-the-Loop Story Generation. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.01717>
- [13] Angel Hsing-Chi Hwang, Q. Vera Liao, Su Lin Blodgett, Alexandra Olteanu, and Adam Trischler. 2025. “It was 80% me, 20% AI”: Seeking Authenticity in Co-Writing with Large Language Models. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.* 9, 2 (May 2025), 1–41. <https://doi.org/10.1145/3711020>
- [14] Jeba Rezwana and Mary Lou Maher. 2023. Designing Creative AI Partners with COFI: A Framework for Modeling Interaction in Human-AI Co-Creative Systems. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 30, 5 (October 2023), 1–28. <https://doi.org/10.1145/3519026>
- [15] Henning Pohl, Andreea Muresan, and Kasper Hornb. 2019. Charting Subtle Interaction in the HCI Literature. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2019. ACM, 1–15.
- [16] David Kirsh. 1995. The intelligent use of space. *Artificial intelligence* 73, 1–2 (1995), 31–68.
- [17] Daniel Reisberg and Reed College. 1987. External Representations and The Advantages of Externalizing One’s Thoughts. In *In Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1987. 281–293.
- [18] Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N Gomez, Łukasz Kaiser, and Illia Polosukhin. Attention is All you Need.
- [19] Yufei Tian, Tenghao Huang, Miri Liu, Derek Jiang, Alexander Spangher, Muhao Chen, Jonathan May, and Nanyun Peng. 2024. Are Large Language Models Capable of Generating Human-Level Narratives? <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.13248>
- [20] Tuhin Chakrabarty, Philippe Laban, and Chien-Sheng Wu. 2025. Can AI writing be salvaged? Mitigating Idiosyncrasies and Improving Human-AI Alignment in the Writing Process through Edits. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 26, 2025. ACM, Yokohama Japan, 1–33. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713559>
- [21] Daphne Ippolito, Ann Yuan, Andy Coenen, and Sehmon Burnam. 2022. Creative Writing with an AI-Powered Writing Assistant: Perspectives from Professional Writers. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.05030>
- [22] Nicholas Davis. 2013. Human-Computer Co-Creativity: Blending Human and Computational Creativity. *AIIDE* 9, 6 (October 2013), 9–12. <https://doi.org/10.1609/aiide.v9i6.12603>
- [23] Bhavya Chopra, Khushali Verma, Sonali Singhal, and Utsav Singla. 2021. Reality Tales: Facilitating User-Character Interaction with Immersive Storytelling. In *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, May 08, 2021. ACM, Yokohama Japan, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3411763.3451522>
- [24] Maurice Jakesch, Advait Bhat, Daniel Buschek, Lior Zalmanson, and Mor Naaman. 2023. Co-Writing with Opinionated Language Models Affects Users’ Views. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 19, 2023. ACM, Hamburg Germany, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581196>
- [25] Zhuoyan Li, Chen Liang, Jing Peng, and Ming Yin. 2024. The Value, Benefits, and Concerns of Generative AI-Powered Assistance in Writing. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, May 11, 2024. ACM,

Honolulu HI USA, 1–25.

<https://doi.org/10.1145/3613904.3642625>

- [26] Lauren Winston and Brian Magerko. 2017. Turn-Taking with Improvisational Co-Creative Agents. *AIIDE* 13, 1 (October 2017), 129–135. <https://doi.org/10.1609/aiide.v13i1.12931>
- [27] Mark Weiser and John Seely Brown. 1996. Designing Calm Technology. *PowerGrid Journal* 1, 1 (1996), 75–85.
- [28] B. Ullmer and H. Ishii. 2000. Emerging frameworks for tangible user interfaces. *IBM Syst. J.* 39, 3.4 (2000), 915–931. <https://doi.org/10.1147/sj.393.0915>
- [29] Craig Wisneski, Hiroshi Ishii, Andrew Dahley, Matt Gorbet, Scott Brave, Brygg Ullmer, and Paul Yarin. 1998. Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information. In *Cooperative Buildings: Integrating Information, Organization, and Architecture*, Norbert A. Streitz, Shin'ichi Konomi and Heinz-Jürgen Burkhardt (eds.). Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 22–32. https://doi.org/10.1007/3-540-69706-3_4
- [30] OpenAI. 2024. GPT4-o mini. Retrieved from <https://openai.com/index/gpt-4o-mini-advancing-cost-efficient-intelligence/>
- [31] Stability AI. 2024. stabilityai/sdxl-turbo [fine-tuned model]. *Hugging Face*. Retrieved from <https://huggingface.co/stabilityai/sdxl-turbo>
- [32] Yuki Higashitani, Yuki Okafuji, Haruki Takahashi, and Kohei Matumura. 2025. Emotion Expression Method Using Image Displayed Behind Robot. In *Proceedings of Human-Agent Interaction Symposium '25*, 2025. .