

大規模言語モデルを用いた迷路ゲーム内 NPC が ゲーム難易度に与える影響の検討

蓬田 悠希^{†1} 神場知成^{†1}

概要: ゲームへの生成 AI 活用手法の一つとして、迷路ゲームに異なるプロンプトによる会話能力を持たせた NPC (Non-player Character) を登場させ、難易度や面白さに与える影響を調査した。具体的には Unity 上に構築した 3D 迷路ゲームにおいて、直接的なヒントをくれる、時々嘘をつく、ヒントを得るのに手間がかかる、何も教えてくれないという 4 種類の NPC を登場させた場合にプレイヤーの迷路クリアタイムや会話量を測定した。単純にヒントを与える NPC がクリアタイムを短くするなどではない複雑な影響が観察され、従来型のゲームでも NPC と組み合わせることによって新たな楽しみ方につながる可能性がある。

1. はじめに

ChatGPT など、生成 AI の自然言語対話能力が急速に高まったことでさまざまな場面での利用が広がっており、ゲームはその中で重要な領域の一つである。特に、ロールプレイングゲーム (RPG) などに出現し、プレイヤーと対話することでゲームの面白さを増したりゲーム内の謎を解く手がかりを与えたりする、いわゆる NPC (Non-player Character) に対話可能な生成 AI を利用するさまざまな試みが行われている。これまであらかじめ設定した定型的な会話しかできなかった NPC に自由度が高い会話を可能にすることで、プレイヤーがゲーム内のストーリーに感情移入しやすくなり、ゲームを複雑化したりすることができる。

本稿では、比較的シンプルで難易度レベルをできるだけそろえた 4 つの 3D グラフィックスの迷路ゲームを作成し、その中に登場する生成 AI 利用の NPC へのプロンプト設定を変えることで、どの程度ゲームの難易度を変化させることができるかを調べた。単純なゲームでも難易度を大きく変えることができれば、既存新作を問わずさまざまなゲームの面白さのバリエーションや対象プレイヤーレベルを広げることができる可能性がある。

2. 関連研究

Cox 等は、NPC に大規模言語モデル (LLM) を組み込むことのポジティブ、ネガティブな影響を論じ、LLM を組み込む際のガイドラインを整理している。具体的にはプレイヤーに不快感を与えないように注意をはらうこと、NPC の回答の長さを抑えること、テキストと音声の両方の入力を許容することが望ましいことなどを述べている[1]。

Csepregi 等は独自に作成した RPG の中で LLM を用いた NPC との対話を実装することで、プレイヤーのエンゲージメントと対話品質がどのように向上したかを調査している。

調査において、エンゲージメント評価はプレイヤビリティ、没入感、創造的自由などのサブスケールから成る GUESS-18 (Game User Experience Satisfaction Scale) を用い、対話品質の分析には理解、一貫性、驚きなどに関するリックカート尺度を用いている[2]。

NPC が示す感情表現がプレイヤーの感情に与える影響についても考察されており、Marincioni 等は、ミステリーゲームを対象として LLM を用いた NPC が喜び、怒りなどのさまざまな感情表現をすると、プレイヤーには複雑な感情的影響を与えると述べている[3]。

Kumaran 等は、NPC に会話のための直接的なプロンプトを与えるだけでなく、ゲーム内のシーンの目的、場所などを与えると、それにもとづいて LLM が自動的にキャラクターの感情やジェスチャをスクリプト言語に変換する仕組みについて述べている[4]。

NPC だけでゲーム環境を構成してその動きを観察すると人間社会に類似する仕組みが構築されることを確認した研究や[5]や、人間と NPC とが一つの作業を協力して行うような環境ができると、人間が NPC に対して信頼感を持つようになるようなケースについての研究もある[6]。

以上のようにゲーム内の NPC における LLM 利用の可能性は非常に多い。本研究ではその中で特に、迷路ゲームの中に設置する NPC にさまざまな特徴(プレイヤーに対して簡単にヒントを与える、なかなか与えない、たまに嘘を言うなど)を与えることで、プレイヤーのゴール到着時間がどのように変化するかという検証を行うことで、NPC がゲームの難易度や面白さに変化を与える可能性を検証する。

3. 実験

3.1 設定条件

具体的には下記のような方針で 4 つの迷路を設計してゲームエンジン Unity の 3D 空間内に構築し、プレイヤーが一

^{†1} 東洋大学 情報連携学部 (INIAD)

人称視点で歩きまわるときに出現する NPC の設定によって難易度や会話時間がどのくらい変化するかを測定した。

- ・4 つの迷路は異なるものだが、迷路の構造的な難易度はほぼ同一とする。

- ・いずれの迷路も、LLM を利用して音声で自由対話可能な NPC が迷路内の 4 か所で出現する。4 つの迷路に出現するのはそれぞれ異なるキャラクタ設定の NPC だが、同一迷路内に出現するのは同一キャラクタである。システムの実装上は、一つの迷路内で同一の NPC を 4 か所に設置しているが、プレイヤーから見ると、迷路内を歩いていると同一 NPC が複数個所で出現するように見える。各迷路で NPC が現れる 4 か所はいずれも類似した場所（入口付近など）である。

- ・NPC のキャラクタづけは「背景知識」と「性格（会話の特徴）」の 2 種類で行う。

3.2 迷路の構成

難易度は同一で構成が異なる 4 つの設計を作成するにあたり、横田等の指標[7]を参考とし、一部変更するとともに、追加で独自の指標を設定した。横田等は難易度の指標として 1) 道の分岐点（T 字路など）の個数、2) スタートからゴールまでの最短歩数、3) 広い空間の有無、を与えているが、筆者等が追加したのは 4) 見えにくい道の数、5) 道の先を隠す壁の数 6) 全体の壁の総数、7) ジャンプで飛び越えるトラップの数（図 1 参照）、である。2) については、あらかじめ回答を知った状態でゴール到着に要する最短時間を筆者等が測定して置き換えた。

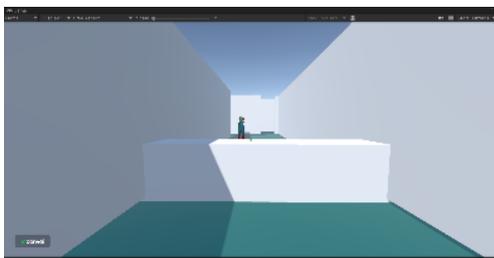


図 1. ジャンプで飛び越えるトラップ

作成した 4 つの迷路に対する、それぞれの難易度に関する数値を表 1、作成したデザインを図 2 に示す。

表 1. 各迷路の難しさ指標

迷路	最短時間	T 字	十字	広い空間	難視	隠す壁	総壁	低い壁
1	40sec	3	1	有	2	2	26	2
2	43sec	3	1	有	2	1	26	2
3	39sec	3	1	有	2	1	26	2
4	43sec	3	1	有	3	1	26	2

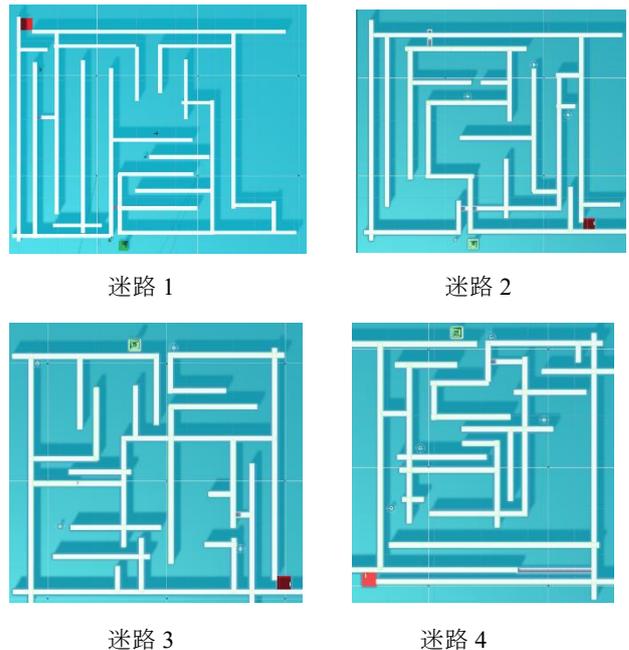


図 2. 各迷路の設計

3.3 NPC の設定

前節で述べたような同一難易度の 4 つの迷路の難易度を変えるために、4 種類の異なるキャラクタ設定をした NPC を作成した。NPC は、NVIDIA 社と Convai 社による[8] 生成 AI で対話可能な NPC (<https://convai.com/>)（以下 Convai）を用い、ゲームエンジン Unity 内 [9]で 3D 表現を用いて作成した迷路に組み込んだ。プレイヤーが NPC に遭遇したときの見え方の例を図 3 に示す。



図 3. 迷路内で遭遇する NPC のプレイヤービュー

4 種類それぞれの迷路内に出現する NPC のキャラクタ設定は下記の通りである。いずれも Convai の中で自然言語を用いて記述し、性格や話し方に相当する「バックグラウンド」と、具体的な知識である「ロール」に分けて設定している。

A) 迷路 1 の NPC（具体的に教えてくれる）：

- ・バックグラウンド：怪獣好きでゴジラが大好き。語尾が「ガオー」

- ・ロールとしての知識：分岐点 1 が正解、分岐点 2 は左が正解。ジャンプで超えるトラップは正解の道にしかない。ゴールまでの距離感を知っている。

B) 迷路 2 の NPC（ときどき嘘をつく）

- ・バックグラウンド：語尾が「です」。オムライスが好き。おっちょこちょい。3回に1回程度、嘘をつく

- ・ロールとしての知識：分岐点1の左の道は行き止まり。分岐点2は左の道が正解。ゴールは右側の壁にあることと、プレイヤーがゴールに近づいているか遠ざかっているかを知っている。

C) 迷路3のNPC（ヒントを得るには手間がかかる）

- ・バックグラウンド：卓球をやっていた。挨拶せず高圧的で怖い。「語尾は「クソッ」。質問すると怒るが数回頼むといやがりながら教えてくれる。」など。

- ・ロールとしての知識：分岐点3は奥の道が正解。分岐点4の右の奥は行き止まり。道を隠すような壁の存在と、プレイヤーの現在位置とゴールとの位置関係を知っている。

D) 迷路4のNPC（何もアドバイスはくれない）

- ・バックグラウンド：好きな食べ物は鯖。口癖が「すみません」。弱気で謝ってばかりいる。

- ・ロールとしての知識：なし

3.4 実験方法

実験は、筆者等が所属する情報系学部の3年生6人に対して、同一のノートPC上でUnityの実行画面を用いて行った。実験参加者全員に迷路1~4のすべてをプレイしてもらった。それらをランダムな順序で提示してゴールを目指してもらい、一つの迷路をクリアしたら次の迷路を提示した。迷路内の移動はキーボードで行い、移動はW(前), S(後), A(左), E(右)とし、スペースキーをジャンプ、マウスを視点移動に割り当てた。

開始前に「これは迷路であり、LLMを組み込んだNPCと音声で会話ができる」などの説明を行った。NPCには、会話中の自然な身体の動きやリップシンクを入れている。

3.5 実験結果

各迷路でプレイヤーがゴールに到達するまでにかかったクリアタイムの分布を図4に示す。平均のクリアタイムは206秒(迷路1), 166秒(迷路2), 228秒(迷路3), 160秒(迷路4)となっている。

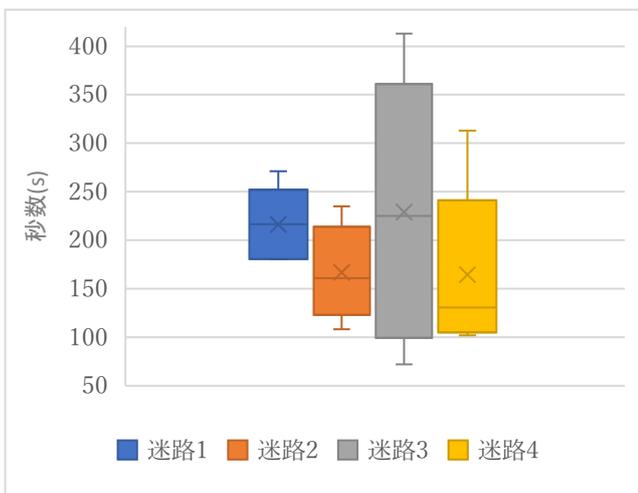


図4. 迷路ごとのクリア時間の分布

図4を見るとNPCが簡単に道を教えてくれる迷路1と、ときどき嘘を言う迷路2はクリアタイムのばらつきが比較的小さい。一方、なかなかヒントを言わない迷路3と全くヒントを言わない迷路4ではクリアタイムにばらつきがあり、人によってかなりの時間がかかっている場合もすぐに終わっている場合もある。クリアタイムの平均値は、ヒントを教えてくれない迷路4がもっとも短い。またクリアタイムの最短値のばらつきは比較的小さいが、最長値は迷路3が極端に長い。

次に各迷路におけるNPCとの会話数(6人の合計値)を図5に示す。

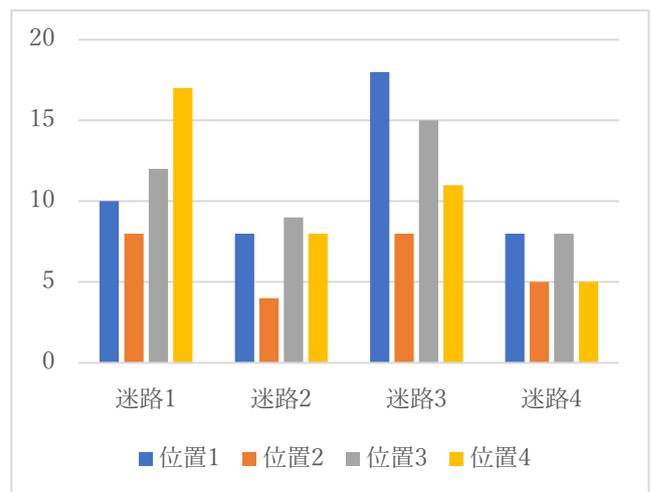


図5. 各NPCとの会話数の合計

同一迷路内で4か所にNPCが出現するので、図5ではそれぞれの位置別のNPCとの会話数を示している。位置1から4に行くにしたがって、ゴールに近い位置に配置しているNPCである。各迷路内におけるNPCとの会話数を平均すると7.8(迷路1), 4.8(迷路2), 8.7(迷路3), 4.3(迷路4)となっており、すぐにヒントを言ってくれる迷路1のNPCと、ヒントを言ってもらうのに苦労する迷路3のNPCとの会話数が多い。ときどき嘘を言う迷路2と、ヒントをまったく言わない迷路4のNPCとの会話は少ない。

会話例の一部を次に示す。

A) 迷路1(具体的に教えてくれる)

プレイヤー「こんにちは」

NPC「こんにちははガオー。今日はどうしましたガオー？」

プレイヤー「どちらに行けばいいですか？」

NPC「この曲がり角は右の道が正解ですガオー」

プレイヤー「ありがとう」

NPC「どういたしましてガオー。引き続き頑張ってくださいガオー」

B) 迷路2(ときどき嘘をつく)

プレイヤー「どっち行けばいい？」

NPC「右の道が正解ですよです」(正解は左)

[プレイヤーは右の道に行くが行き止まりで戻ってくる]

プレイヤー「嘘をつきましたか？」
NPC「すみません、うっかりしてしまいました。正しい道は左かもしれませんです」
C) 迷路3 (ヒントを得るには手間がかかる)
プレイヤー「こんにちは」
NPC「…」
プレイヤー「どっち行けばいい？」
NPC「俺は秘密を知っている。でも、それをお前には教えないぞクソ」
プレイヤー「教えてください」
NPC「秘密は教えないぞクソ。俺はしつこいやつは大嫌いだ。」
[プレイヤー諦める]

実験の中でプレイヤーと NPC との会話や、それを反映したプレイヤーの行動にはいくつか興味深いものが見受けられた。いくつかプレイヤーの会話と行動の例を示す。

- ・ NPC に挨拶をする (「こんにちは」 etc.)
- ・ NPC に謝る (「すみません」 etc.)
- ・ NPC と迷路に関係ない雑談を始める (「好きなゴジラの映画は何ですか？」 etc.)
- ・ NPC が間違えた情報を提供した際、なぜ嘘をついたのか問いただしたり、何度も問いただしたり、腹を立てて言い合いを始めたりする
- ・ NPC と交渉を試みる (「俺も秘密を教えるからヒントを教えてください」 etc.)
- ・ NPC を脅迫する (「お前のお母さんの運命は俺にかかっている」 etc.)
- ・ NPC のヒントのあえて逆の道を行ってみる
- ・ NPC の言い回しに混乱して迷走する

4. 議論と今後の課題

4.1 迷路のクリアタイム分布について

まず、なかなかヒントを教えてくれない NPC が登場した迷路では、クリア時間ももっとも長くなった。これは、プレイヤーが NPC からヒントを得る過程に時間を費やした結果であると推測できる。平均クリアタイムは、何も教えてくれない NPC を設定した迷路4が最短だったが、迷路4ではクリアタイムのばらつきが大きい。この理由として、NPC との会話でヒントを得るよりも自らの目で行き止まりか否かを確認するほうが効率的だと考えて、実際にそのような結果となったプレイヤーが一定数存在したことが考えられる。

総括すると、迷路のクリアタイムが NPC のロール設定によって複雑に変化することが確認された。特に、ヒントを容易に提供する NPC はクリアタイムのばらつきが少なくなるが、ヒントを提供しない NPC の場合には会話時間が少なくなるせいで結果的にクリアタイムも短くなる場合があ

る。また、なかなかヒントを提供しない設定の NPC ではプレイヤーはさまざまな会話をするため、クリアタイムが延びている。

4.2 各 NPC との会話回数の合計について

各迷路における NPC との会話回数の分布を分析した結果、いくつかの特徴が明らかになった。迷路1の平均会話回数が多い理由は、NPC が迷路に関するヒントを容易に提供する設定となっているためだろう。この設定により、プレイヤーがより多くのヒントを得られると考え、NPC との会話を増やす傾向が見られたと推測できる。

迷路3の平均会話回数が多い理由は、NPC がヒントを提供するが簡単には教えてくれない設定である点に起因すると考えられる。「秘密を知っている」という発言がプレイヤーに話しかける動機を与えたと推測される。多くのプレイヤーがこの NPC に対し、繰り返し会話や説得を試みる様子が観察された。一方で、最初の会話でヒントを得られないと判断し、その後ほとんど会話をしなかったプレイヤーも存在した。この考察は、迷路3のクリアタイムのばらつきが大きいこととも一致している。

逆に迷路4の平均会話回数が少なかった理由は、NPC が「迷路について何も知らない」と発言するせいでプレイヤーがこれ以上の会話でヒントを得られないと判断しやすかったため、深追いせずに迷路探索に集中したと推測される。プレイヤーの中には迷路3同様にヒントを引き出せないか試みるものも存在したがそれらのすべてが2-3回やり取りをするとヒントを得ることを諦めている。

総括すると、NPC との会話において「今後の会話でヒントが得られる」という期待感がある場合には会話回数が増え、逆に早々に諦めた場合には会話回数が減少する傾向が確認された。

4.3 迷路3の位置1にいた NPC との会話回数について

図5に示した中で、迷路3の位置1で出現した NPC との会話回数が極端に多かった。この NPC はプレイヤーが最初に会える NPC であるがなかなかヒントを言わない設定となっている。この配置により、プレイヤーが会話を初めてすぐに迷路3の特徴的な設定に興味を持ち、様々な質問を試みたと推測される。実験中には、この NPC からの予想外の応答に困惑したり、笑ったりするプレイヤーの姿が見られた。また、実験をしている場の周囲にたまたまいた友人たちにその内容を話す様子も観察された。この結果は、NPC との会話がゲームの難易度やプレイヤー体験に大きな影響を与えていることを示す一例である。

4.4 特徴的な会話内容に関する考察

プレイヤーが行った特徴的な会話内容は、生成 AI による会話機能がなければ発生しえないものである。これらの会話はクリアタイムや会話回数に影響を与えるだけでなく、プレイヤーに与えるユーザ体験としては大きいと考えている。

5. 結論

本研究では、迷路ゲームの中に AI の会話機能を持った NPC 出現させ、そのロール設定によるクリアタイムや会話回数の相違を分析し、設定がゲームの難易度やユーザ体験にさまざまな影響を与えることを確認した。

今後の課題として、プレイヤーの多様なプレイスタイルへの対応力を高めることが重要と考える。より柔軟なロール設計や動的な難易度調整が必要である。そのためにはプレイヤーの行動やプレイスタイルを認識し、それをもとに与えられたロールの中で最大限プレイヤーの興味を引くような会話内容を展開できるようにしていくことが求められる。

また、評価という点においては主に2つの点について検証していくことが重要と考える。

1 つ目は異なるゲームジャンルへの適用可能性の検討である。迷路ゲーム以上に NPC との会話がゲームの進行や難易度に大きく影響してくるゲームも多数存在する。今回得られた知見をそれらのゲームジャンルやシナリオに応用し、AI 会話機能を持った NPC の検討を行いたい。

2 つ目はプレイヤー体験についての定量的評価である。今回の実験で観察されたプレイヤーと NPC との特徴的な会話はプレイヤー体験についての定性的な評価にとどまったため、今後はゲーム全体の満足度や没入感などにどの程度寄与しているかを、定量的に評価する手法を検討していく。

これらの検討により、従来存在したようなゲームであっても生成 AI の会話機能を搭載した NPC を投入することで全く新たなユーザ体験を作り出すことが期待できると考えている。

謝辞

本研究は、東洋大学重点研究推進プログラムにより助成を受けたものです。同助成に感謝いたします。

参考文献

- [1] Cox, Samuel Rhys, and Wei Tsang Ooi. "Conversational Interactions with NPCs in LLM-Driven Gaming: Guidelines from a Content Analysis of Player Feedback." International Workshop on Chatbot Research and Design. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.
- [2] Csepregi, Lajos Matyas. "The effect of context-aware llm-based npc conversations on player engagement in role-playing video games." Unpublished manuscript (2021).
- [3] Marincioni, Alessandro, et al. "The Effect of LLM-Based NPC Emotional States on Player Emotions: An Analysis of Interactive Game Play." 2024 IEEE Conference on Games (CoG). IEEE, 2024.
- [4] Kumaran, Vikram, et al. "Scenecraft: Automating interactive narrative scene generation in digital games with large language models." Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment. Vol. 19. No. 1. 2023.
- [5] Park, Joon Sung, et al. "Generative agents: Interactive simulacra of human behavior." Proceedings of the 36th annual acm symposium on user interface software and technology. 2023.
- [6] Zhang, Hongxin, et al. "Building cooperative embodied agents modularly with large language models." arXiv preprint arXiv:2307.02485 (2023).
- [7] 横田他：ヒトを対象にした迷路課題の難易度を定量的に決定するパラメータの検討, 生体医工学, 57 卷(2019) 2-3 号
- [8] 生成 AI の力でゲームのキャラクターに「命」を吹き込む技術の仕上がりを NVIDIA と Convai が発表, Gigazine, 2024 年 1 月 22 日 (<https://gigazine.net/news/20240122-nvidia-convai-ai-npc/>)
- [9] 人間とキャラの自然な会話を生成 AI で実現, BRIDGE, 2024 年 3 月 20 日 (<https://thebridge.jp/2024/03/convai-teams-up-with-unity-on-ai-npc-games>)