

大規模 We-mode を生起させる視聴者参加型ゲームのデザイン

小林 篤史^{1,a)} 窪田 智徳¹ 佐藤 理史¹ 小川 浩平¹

概要：近年のゲーム配信では、視聴者が配信者と一緒にゲームをプレイできる視聴者参加型ゲームが注目されている。しかし、視聴者が増えるにつれて、視聴者 1 人 1 人の意思をゲームにすべて反映させることは難しくなり、ゲームの達成感や配信者とのつながりを得られない視聴者が生じてしまう。そこで我々は、配信上でゲームに参加している視聴者に、集合的な認知モードである “We-mode” を生起させ、視聴者全員が「私たち」として達成感や配信者とのつながりを得ることができるゲームの実現を目指す。本研究では、視聴者が大人数であっても We-mode を生起させるゲームをデザインし、そのデザインの妥当性を調査した。

キーワード：We-mode, 視聴者参加型ゲーム, ゲーム配信

1. はじめに

近年、ビデオゲームをプレイする様子を配信するゲーム配信は、人気のあるエンターテインメントの形態として急速に発展している。ゲーム配信プラットフォームである Twitch^{*1}では、2020 年の月間アクティブストリーマー数は 690 万人、同時視聴者数は 210 万人であった [18]。

配信に用いられるゲームの中でも、「視聴者参加型ゲーム」が注目されている。視聴者参加型ゲームとは、視聴者が単に配信者がゲームをプレイする様子を視聴するのではなく、プレイヤーとして参加できるゲームのことである。視聴者参加型ゲームは、視聴者にゲームクリアによる達成感などのゲーム体験を提供するとともに、視聴者と配信者とのつながりを強めることができるコンテンツとして人気を得ている [13], [14]。2014 年に配信上で視聴者が「ポケットモンスター赤」[19]をプレイした “Twitch Plays Pokémon” では、約 116 万人もの視聴者がゲームに参加した [11]。

しかし、視聴者が増えるにつれて、視聴者 1 人 1 人の意思をすべてゲームに反映させることは難しくなる。なぜなら、視聴者の数が多くなると意見やプレイスタイルが多様化し、全ての意思を同時にゲームに反映することは現実的ではないからである。これにより、ゲームに影響を与える

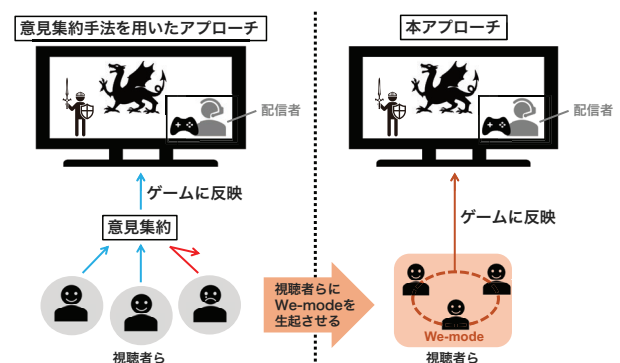


図 1: 本研究のアプローチ

ことができず、ゲームの達成感や配信者とのつながりを得られない視聴者が生じる可能性がある。

この問題を解決するためには、視聴者全員の意思を 1 つにするゲームデザインのアプローチが求められる。しかし、多数決のような意見集約手法では、少数意見は採用されず、全員の意思を汲み取ったとはいえない。よって、一度分かれてしまった意見を 1 つに集約するのは困難だと考えられる。そこで、視聴者に最初から全体としての 1 つの意思をもってもらうアプローチをとる。つまり、視聴者全員が「私」としてそれぞれの意思をもつのではなく、「私たち」として 1 つの意思を共有してもつことができるようなゲームデザインを採用する。

そこで我々は、配信上でゲームに参加している視聴者に、集合的な認知モードである “We-mode” [3] を生起させ、視聴者全員が「私たち」として達成感や配信者とのつながりを

¹ 名古屋大学大学院工学研究科

^{a)} kobayashi.atsushi.s6@s.mail.nagoya-u.ac.jp

^{*1} <https://www.twitch.tv/>

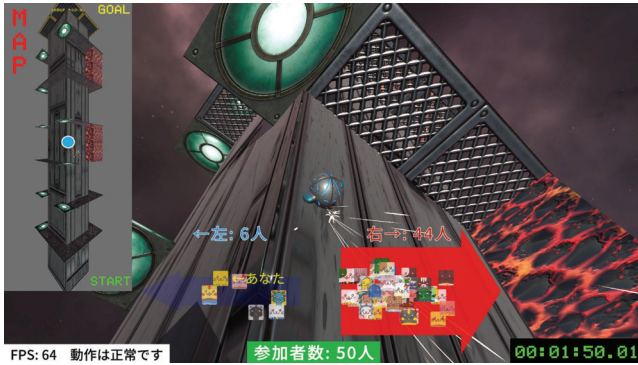


図 2: 提案ゲームをプレイする様子

得ることができるゲームの実現を目指す(図1)。We-modeは共同する人の認知状態を説明する概念であり、簡単に言えば、人と人が心を通わせている状態を表す。視聴者がこの認知状態になれば、「私たち」として1つの意思を共有することができる。ゆえに、視聴者に We-mode を生起させることで、視聴者全員がゲームに影響を与えたと感じることができ、達成感や配信者とのつながりを得ることができる可能性がある。

しかし、多人数での大規模な We-mode を引き起こすことは難しい。なぜなら、共同する人数が増えると、個人の貢献を感じにくくなることから、「社会的手抜き」という作業者の積極性が低下する現象が起こるからである [4], [10]。ゆえに、視聴者全員が達成感や配信者とのつながりを得ることができるゲームの実現のためには、まずは大規模 We-mode を引き起こすことができるゲームをデザインする必要がある。

したがって本研究では、視聴者が多人数であっても We-mode を生起させるゲームをデザインし、そのデザインの妥当性を調査した。先行研究から、大規模 We-mode が生起する条件として、目標が一致していること、個々の貢献がフェアであること、相互に調整し合うこと、同調行為を行うことの4条件を抽出し、それらを満たすような視聴者参加型ゲームをデザインし、実装した。本ゲームのデザインとして、視聴者はプレイヤー(配信者)の足場となるステージを回転させることができ、ステージの回転方向やスピードは視聴者全員の入力によって決定されるというデザインを採用した(図2)。このゲームデザインは、プレイヤーがゴールに向けて進めるように、視聴者全員が一体となってうまくステージの角度や回転スピードを調整することを促す。さらに、参加者に NPC と一緒に本ゲームをプレイしてもらう擬似的な多人数環境で実験を実施し、本ゲームでは参加者が50人であっても We-mode が生起することを示した。

本研究の貢献について述べる。本研究では、視聴者全員が達成感や配信者とのつながりを感じられるゲームの実現を目指し、大規模 We-mode を生起させるという新たなア

プローチを提案した。この試みは、エンターテインメントにおいて重要な要素である「達成感の共有」や「一对多のつながり」、「一体感」を向上させることにつながると考えられる。さらに我々は、大規模 We-mode の生起に必要な条件を先行研究から抽出し、擬似的にはあるが、その条件が50人という大きな規模での We-mode の生起にも有効であることを実証した。この知見は、研究室環境での実証が難しい多人数での We-mode に関する重要な情報を提供し、認知科学分野への貢献を果たすものである。

2. 関連研究

視聴者が配信上のゲームに影響を与えることができるような視聴者参加型ゲームが作られてきた。松浦らは視聴者のコメントを取得し、そのコメント自体をゲーム内オブジェクトとしてリアルタイムで反映する“Cheer Me!”を制作した [20]。これにより、視聴者が配信者を応援または妨害できるようになり、通常のゲーム配信よりも配信への参加意識を向上させた。しかし、コメント数が増えていけば、いずれゲームがコメントのオブジェクトで覆われてしまい、ゲームをプレイできなくなってしまう。近年のゲーム配信では、1つのチャンネルに万単位の視聴者が集まることは多く、全員のコメントを個別にゲームへ反映するのは現実的ではない。

視聴者の入力を効率的に処理し、ゲームに反映するシステムが構築されている。“Choice Chamber”^{*2}では、視聴者の投票によってプレイヤーが装備する武器などのゲーム内要素を決定するシステムが取り入れられた。また“Crowd Chess”^{*}は、視聴者の熟練度に応じて入力を重みづけした投票を行うというより発展した機能を有している [7]。これらのような入力の集約によって、視聴者が多人数であっても入力をゲームに反映できるようになった。しかし、投票による多数決では、少数意見は反映されず、少数意見に投票していた視聴者はゲームに影響を与えることができない。ゆえに、視聴者全員が達成感や配信者とのつながりを得ることができるゲームとはいえない。そこで本研究では、視聴者が多人数でも、1人残らずゲームに影響を与えることができるゲームの実現を目指す。

本研究と同様に、視聴者全員がゲームに影響を与えられることを目標とした研究がある。Wang らは、視聴者参加型ゲームの弱点は、同時に入力されるコマンドの数が多いと、個々の視聴者がゲームへの影響力を感じる事が難しくなることであると指摘し、新たに Bilibili^{*3}に登場した「ダンマク参加型ゲーム」に着目している [16]。ダンマク参加型ゲームでは、視聴者1人1人にキャラクターが与えられ、個人がゲーム内で自由に振る舞うことができる。これにより、各視聴者のゲームへの影響力が大きくなり、より

^{*2} <http://choicechamber.com/>

^{*3} <https://www.bilibili.com/>

達成感が得られることがわかっている。一方で、ダンマク参加型ゲームでは、配信者に依存せずにゲームを進行できてしまうため、配信者と視聴者とのインタラクションの機会が減ってしまう。これは、視聴者参加型ゲームの魅力の1つである、視聴者が配信者とのつながりを得られるという魅力を損なうことにつながる。そこで本研究では、配信者と視聴者とのインタラクションの機会を提供しながら、個々の視聴者がゲームへの影響力を感じられるゲームの実現を目指す。

3. 大規模 We-mode の生起条件

本研究の目標は、大規模 We-mode を生起させるゲームをデザインすることであり、そのためにはまず、大規模 We-mode がどのような条件で生起するのかを調査し特定する必要がある。

これまでの We-mode に関する研究は、共同行為研究を中心に進められており、共同主体性の感覚（「『私たち』がやった」という感覚）が We-mode を生起させることがわかっている [2]。さらに、共同主体性に影響を与える要因に関する多くの知見が得られている [9]。それらの知見をゲームデザインに取り入れることで、We-mode を生起させることの確実性を高めることができる。

そこで、大規模 We-mode を生起させるための条件を特定するために、共同主体性に関する先行研究の調査を行い、以下の4条件を抽出した。

1. 目標が一致していること
2. 個々の貢献がフェアであること
3. 相互に調整し合うこと
4. 同調行為を行うこと

1. 目標が一致していること Le Bars らは、共同行為を行う2人の目標が不一致である場合、目標が一致している場合に比べて共同主体性が低下することを示した [5]。ゆえに、We-mode を生起させるためには、行為者らの目標を一致させる必要があり、「目標が一致していること」を条件の1つとした。

2. 個々の貢献がフェアであること Le Bars らは、共同行為を行う2人の作業への貢献度にずれがある場合、貢献度が同程度である場合に比べて共同主体性が低下することを示した [6]。ゆえに、We-mode を生起させるためには、行為者らの作業への貢献度をフェアにする必要があり、「個々の貢献がフェアであること」を条件の1つとした。

3. 相互に調整し合うこと Bolt らは、共同行為を行う2人のうち片方だけがパートナーに行動タイミングを適応させる場合、両方が行動タイミングを適応させる場合に比べて、共同主体性が低下することを示した [1]。ゆえに、We-mode が生起するためには、行為者らが

相互に調整し合う必要があり、「相互に調整し合うこと」を条件の1つとした。

これらの3条件は2人の共同行為における知見であるが、3人以上の多人数の共同行為にも適用できると考えた。しかし、多人数の共同行為では相互に調整し合うという条件を満たせない可能性がある。なぜなら、共同行為の人数が増えるにつれ、関わる他者を認識しきれなくなり、全員と相互に調整し合うのが難しくなるからである。ゆえに、多人数でも相互に調整し合う感覚を維持する必要がある。そこで、多人数ならではの We-mode の生起条件として挙げるのが次の条件である。

4. 同調行為を行うこと von Zimmermann らは、多人数（30人）での同調行為が相互調整のパフォーマンスを向上させることを示した [15]。当該研究で扱った同調行為は、全員で一斉に単語を音読するという言語的タスクであったが、身体的タスクなど他のモダリティにおける同調行為も、少人数での検証により同様の効果をもつことが示されている [12], [17]。ゆえに、ゲーム内での同調行為も、多人数がより相互に調整し合うようになり、また調整し合う感覚を強くさせるためには有効であると考え、条件の1つとした。

本研究における大規模 We-mode の生起条件はこれらの4条件とし、ゲームデザインに組み込む。具体的なデザインについては4章で詳述する。

4. 提案ゲーム

本章では、大規模 We-mode の生起条件（3章）を満たすように作成したゲームのデザインと、その実装について述べる。まずはゲームの概要について述べ、次に構成要素ごとに具体的な説明を行う。最後に、本ゲームが大規模 We-mode の生起条件をどのように満たすのかを述べる。

4.1 概要

本ゲームは、配信者と視聴者が協力して、ロボットをできるだけ早くステージ最奥にあるゴールにたどり着かせるゲームである。配信者はステージ上を移動する球型のロボットを操作することができ、また視聴者は全員でそのステージを回転させることで、配信者をサポートすることができる。具体的には、ステージ上には壁が設置されており、ロボットが先に進むには壁を避ける必要がある。しかし、壁のない通り道はステージの側面や裏面にあり、配信者のロボット操作のみではたどり着くことができない。そこで視聴者は、通り道が上面にくるようにステージを回転させることで、ロボットが先に進むのをサポートすることができる。

本ゲームの狙いは、視聴者が「私たち」としてステージを回転させ、全員がゲームクリアに貢献したと感じられることである。また本ゲームでは、配信者（ロボット）と視

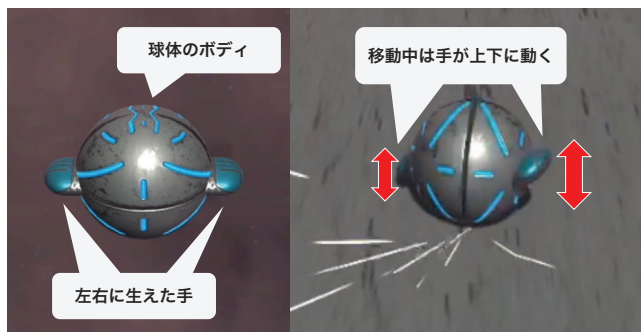


図 3: ロボット



図 5: マグマブロック

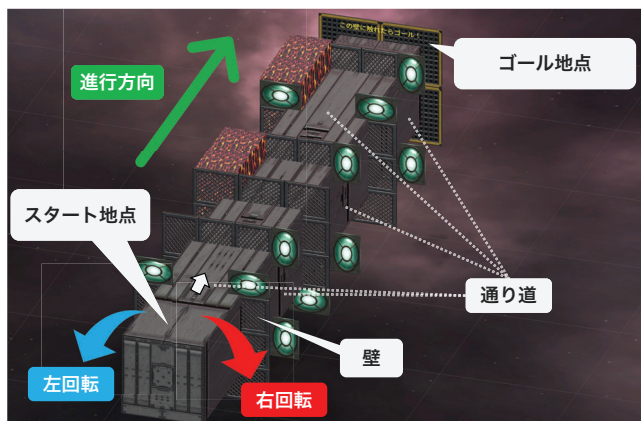


図 4: ステージ

聴者（ステージ）との連携が必須であり、視聴者に配信者とのインタラクションの機会を提供している。

本ゲームは、配信者が操作するロボットと視聴者が回転させるステージ、ギミック、インタフェース、音声の5要素で構成される。各要素について4.2節で詳述する。

4.2 構成要素

本ゲームはUnity^{*4}を用いて3Dゲームとして製作した。

4.2.1 ロボット

配信者が操作するロボットは、球に手が2本生えた形状をしており、前後左右に移動またはジャンプができる（図3）。さらに、移動中はロボットの手が上下に動き、移動速度に応じて手の動きも速くなる。これは、ロボットがどれくらいのスピードで移動しているかをわかりやすくするためである。また、ロボットがステージから落ちるとゲームオーバーとなり、スタート地点に戻る。キーボード入力によってロボットを操作することができ、移動は前が“W”，後ろが“S”，左が“A”，右が“D”のキーであり、ジャンプは“Space”のキーで実行できる。重力などのロボットに関する物理演算に関しては、UnityのRigidbodyの機能を用いて実装した。

4.2.2 ステージ

視聴者が回転させるステージは、正四角柱の形状であり、

進行方向を軸に左右に回転させることができる（図4）。ステージ上には壁が6個あり、それぞれに通りが1つ配置されている。ただし通りは、最短でゴールへたどり着こうとしたとき、ステージを回転させるべき方向が一意に定まるように配置した。つまり、左右どちらに回転させるべきかに正解がある。これは、視聴者全員の回転させたい方向を一致させるためである。キーボード入力によってステージを回転させることができ、左回転は左矢印キー、右回転は右矢印キーである。

個々の視聴者は、1単位分の速度しかステージに与えることはできない。例えば、1人の視聴者が左矢印キーを入力すると、左回転スピードが+1され、その後に右矢印キーを入力すると、左回転スピードが-1され、右回転スピードが+1される。また同じ方向に重複して入力しても、+2以上はされない。

ステージの回転スピードは、左回転を入力した人数と右回転を入力した人数の差によって決まり、人数が多い方へ回転する。回転スピードは1フレームごとに計算され、更新される。また、視聴者数によらず最大の回転スピードは固定とした。左回転を正の方向とすると、具体的な回転速度の計算式は以下である。

$$\text{回転速度} = \frac{\text{左回転の人数} - \text{右回転の人数}}{\text{総視聴者数}} \times \text{最大速度}$$

4.2.3 ギミック

本ゲームにおけるギミックは、マグマブロックと隕石の2種類ある。

マグマブロック ステージ上には壁の他にも、マグマブロックが2個配置されている（図5）。ロボットがこのブロックに触れるとゲームオーバーとなり、スタート地点に戻る。このブロックが無い場合、視聴者は常に一方方向にステージを回転させていれば、いずれ通りが上面にきてしまい、ロボットが先に進めてしまう。しかし、このブロックがあることで、ステージを適宜別の方向に回転させる必要があり、視聴者の緊張感を高めることができる。

隕石 ロボットが先に進むにつれ、ステージに隕石が2回落ちてくる（図6）。ステージ上に隕石がある状態で

^{*4} <https://unity.com/>



図 6: 隕石

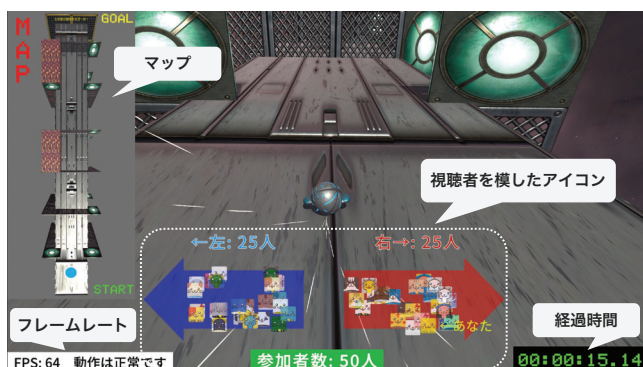


図 7: インタフェース

は、視聴者はステージを回転させることができない。ここで、隕石を取り除くためには、視聴者全員がタイミングを合わせて同じ入力（左か右）を行う必要がある。隕石が落ちてくると、一定のリズムで笛が鳴り始め、以下のメッセージが表示される。

「緊急事態！！隕石が落下してきて、ステージを回転させることができない みんなで笛の音に合わせて左（または右）を入力し、隕石を破壊しよう！」

笛の鳴る前後 0.25 秒間に指示された方向を入力できた視聴者の割合をシンクロ率とし、シンクロ率が 8 割を超えると隕石が破壊される。

4.2.4 インタフェース

本ゲームのインタフェースはロボットとステージを主に表示しており、その上に上書きする形で、下中央に視聴者を模したアイコン、左上にスタート地点からゴール地点までを写すマップ、左下にフレームレート (FPS)、右下にスタートしてからの経過時間を表示している (図 7)。本インタフェースは配信者と視聴者とで共通である。

インターフェースのアイコン部分について詳述する。視聴者はゲームが始まる前に 52 個のアイコンから 1 つを選び、ゲームが始まると、選んだアイコンが画面上に表示される。自分のアイコンは自身の入力に応じて画面上を移動し、左を入力した場合には左の青い矢印上へ、右を入力した場合には右の赤い矢印上へ移動する。また隕石ギミック時に入力を行うと、アイコンがジャンプするかのように上

下に動く。このように視聴者の入力を可視化することで、自分や自分以外の視聴者の状態を認識しやすくした。

ここで 1 つ制限事項がある。それは、本ゲームは配信上で視聴者がプレイできるゲームとしてデザインされたが、本インタフェースは配信上で動作するように実装されていない点である。特に、視聴者が入力してから配信上のステージの速度に反映されるまでのタイムラグは重大な問題であるにも関わらず、本実装では考慮されていない。今回は大規模 We-mode が生起するゲームのデザインに焦点を当てており、配信のタイムラグに対処し、本当に配信上で動作するゲームの実装は今後の課題である。

4.2.5 音声

本ゲームでは音声再生される。まず BGM については、通常 BGM と隕石ギミック時に流れる BGM の 2 種類があり、隕石が落ちてきたときに BGM を切り替えることで、視聴者のタスクが切り替わったことをわかりやすくしている。次に SE については、スタートした時とゴールした時、自身が入力した時、他の視聴者が左を入力した時、他の視聴者が右を入力した時に流れる 5 種類がある。ここで、他の視聴者が入力した時の SE を左右で分けている理由は、音からでも自分以外の視聴者が左右どちらを入力しているのかを認識できるようにするためである。

4.3 大規模 We-mode の生起条件との対応

大規模 We-mode の生起条件 (3 章) ごとに、本ゲームがどのように各条件を満たすのかについて詳述する。

- 1. 目標が一致していること** 本ゲームにおける視聴者全員の目標は、できるだけ早くロボットをゴールへたどり着かせることであり、一致している。また、最短でゴールへたどり着かせようとしたとき、ステージを回転させるべき方向は一意に定まっており、視聴者全員の回転させたい方向はほぼ一致すると考えられる。ゆえに、本ゲームはこの条件を満たす。
- 2. 個々の貢献がフェアであること** 本ゲームにおいて、視聴者はステージを回転させることができ、また個々の視聴者は、1 単位分の速度しかステージに与えることはできない。これにより、ゲームに対する視聴者の貢献度はフェアになるため、本ゲームはこの条件を満たす。
- 3. 相互に調整し合うこと** 本ゲームにおいて視聴者は、ロボットが壁を避けられるようにステージを回転させることで、ステージの角度を調整する。ステージの回転スピードが速すぎるとロボットを振り落としてしまい、逆に遅すぎると先に進むのが遅くなってしまう。ゆえに、視聴者は回転スピードが最適になるように、他の視聴者の入力に合わせて自身の入力を行う必要がある。これにより、視聴者は相互に調整し合うようになるため、本ゲームはこの条件を満たす。

4. 同調行為を行うこと 本ゲームには隕石ギミックが存在し、隕石を取り除くために、視聴者全員はタイミングを合わせて同じ入力（左か右）を行う。これにより、視聴者はゲーム内で同調行為を行うようになるため、本ゲームはこの条件を満たす。

5. 実験

5.1 概要

本実験の目的は、作成したゲームデザインの妥当性を検証することである。ここで、本研究におけるゲームデザインの妥当性とは、ゲームへ参加する視聴者が多人数であっても、We-modeを生起させることができるデザインかどうかである。つまり、ゲームへの参加者が、少人数状況から多人数状況のどのような規模でも We-mode の感覚を得られるかどうかである。ゆえに本実験では、ゲームへの参加者の人数が参加者の We-mode の感覚に与える影響を調査する。

本実験では、参加者に NPC と一緒にゲームをプレイしてもらい擬似的な多人数環境でゲームを行ってもらった。つまり、ゲームへの参加者のうちの 1 人だけが人間であり、その他の視聴者や配信者の役割は人間でないコンピュータが担った。これにより、多人数の実験参加者に集まってもらう必要がなく、実験の実施が容易になる。具体的な実験環境の実装については 5.2 節で詳述する。

5.2 実装

実験環境を構築するためには、4 章で説明したゲームを公開することと、自然な振る舞いをする NPC の実装が必要である。それぞれについて、以下で説明を行う。

5.2.1 ゲームの公開

本ゲームをブラウザからアクセスできる Web アプリケーションとして実装し、公開した。この形式を採用した理由は、PC にアプリケーションをダウンロードする必要がなく、URL をクリックするだけで容易にゲームに参加できるからである。具体的には、Unity で作成したゲームを WebGL で出力し、その出力ファイルを Firebase Hosting^{*5}というサービスを用いて公開した。本ゲームは、デバイスは PC のみ、ブラウザは Chrome のみに対応している。

5.2.2 NPC

NPC は配信者用と視聴者用の 2 種類を用意した。

5.2.2.1 配信者（ロボット）用 NPC

本 NPC は、ロボットがステージの中央に留まりながら前に進むように動きを制御する。前方へは常に一定の力がロボットに加えられており、前進するスピードが徐々に上がるように実装されている。また、左右へはロボットが中

央からずれている度合いに応じて、中央方向へ強い力がロボットに加えられ、できるだけロボットがステージから落ちず、中央に留まるように実装されている。ただし、ロボットが後進やジャンプを行うことはない。

5.2.2.2 視聴者用 NPC

本 NPC は、ロボットがステージのどこに位置しているかと他の視聴者の入力に応じて、各視聴者の振る舞いを決定する。今回は 5 種類の振る舞いを用意した。それぞれにその振る舞いが起こる確率が設定されており、その振る舞いを行う視聴者 NPC は適宜ランダムで選出される。つまり、個々の視聴者 NPC はすべての振る舞いを行う可能性がある。また、それぞれの振る舞いが起こる時間間隔は、視聴者数が多くなっても入力が多くなりすぎないように設定した。視聴者数に応じた時間間隔は以下の式で計算される。

$$\text{時間間隔} = \frac{\text{最大時間間隔}}{\sqrt{\text{総視聴者数}}}$$

振る舞い 1：ノーマル この振る舞いは、ロボットに次の壁の通り道を近づけるようにステージを回転させる振る舞いである。これは本ゲームにおいて普通の振る舞いであり、ゲームの進行は主にこの振る舞いにかかっている。この振る舞いが起こる確率は 7 割に設定した。

振る舞い 2：先読み この振る舞いは、ロボットに次の次の壁の通り道を近づけるようにステージを回転させる振る舞いである。これには先読みを行うことで、より最短でゴールへたどり着こうとする意図がある。この振る舞いが起こる確率は 1 割に設定した。

振る舞い 3：ブレーキ この振る舞いは、8 割以上の視聴者の入力 that 左右のどちらかに偏ってしまった場合に、逆の方向を入力し、ステージの回転スピードが速くなりすぎないようにする振る舞いである。これには視聴者の入力に合わせてあえて少数派にまわることで、ステージにブレーキをかけようとする意図がある。この振る舞いが起こる確率は 2 割に設定した。

振る舞い 4：停止 この振る舞いは、ロボットの正面に壁の通り道があり、直進すべき場合に、視聴者が半分ずつ左右に分かれ、ステージの回転を止めようとする振る舞いである。この振る舞いがなければ、ロボットの正面に壁の通り道があるにも関わらず、ステージを左右へふらふらと回すことになってしまい、不自然な振る舞いになってしまう。ただし、この振る舞いの最中は、他の振る舞いが起こることはない。この振る舞いが起こる確率は 10 割に設定した。

振る舞い 5：隕石破壊 この振る舞いは、隕石がステージに落ちてきたときに、笛の音に合わせて入力をし、隕石を破壊しようとする振る舞いである。しかし、すぐに全員が笛の音に合わせて同時に入力するようになるのは不自然である。そこで、本振る舞いと笛の音に対

^{*5} <https://firebase.google.com/>

する遅延の発生確率を操作することで、徐々に全員の音が笛の音に合ってくるようにした。具体的には、本振る舞いと笛の音に対する遅延の発生確率の初期値をそれぞれ0割、10割とし、それぞれが8割、2割になるまで、笛の音になる度にそれぞれ+1割、-1割されるような実装にした。

5.3 実験条件

5.1節で述べたように、本実験では、ゲームへの参加者の人数が参加者のWe-modeの感覚に与える影響を調査する。ゆえに、本実験の条件は視聴者用NPCの数とし、NPCが1, 5, 9, 49体、つまり視聴者を加えて総参加者が2, 6, 10, 50人の4条件を用意した。ここで、参加者の数がすべて偶数であるのは、「停止」の振る舞い(5.2.2.2節)で左右に半分に分かれることができるようにするためである。

また本実験は、参加者に1つの条件を経験してもらう参加者間実験である。

5.4 実験参加者

本実験はクラウドソーシングサービスであるクラウドワークス^{*6}を用いて行われ、各条件につき10人、合計で40人の参加者を募った。しかし、6人条件の実験の参加者のうちの2人は、後述する実験後のアンケートに正しく回答できなかったため、最終的に得られたのは38人(男性28人、女性10人、平均年齢40.3歳、標準偏差7.73)のデータであった。

5.5 手順

まず実験に参加する前に、自身のPCでゲームが正常に動作するかを確認してもらった。なぜなら、本ゲームはPC負荷が高く、PCスペックによってはゲーム動作が重くなる可能性があるからである。具体的な確認方法は、募集ページに記載されているURLをクリックしてもらい、1人でゲームをプレイしてもらった。このとき、ゲームの左下にはFPS(フレームレート)が表示されており、FPSが40を超えている状態を正常とした。動作確認後、実験に参加してもらい、指定のURLをクリックして、実験ページへアクセスしてもらった。

実験ページにて、まずYouTube^{*7}上にアップロードしてあるゲーム説明動画^{*8}を視聴してもらった。動画では、ゲームの概要と操作方法、ギミックの説明がなされる。また動画内では、ロボットは自律制御されていると説明した。

動画視聴後、本ゲームの操作を練習してもらった。練習ではゲームへの参加者は1人であるが、ロボットはNPCにより制御されている。練習は操作に慣れれば、好きなタ

イミングで終了してよいとした。

練習後、5分間の本番のゲームに参加してもらった。本番では、NPCにより制御された視聴者もゲームに参加する。他の人間の参加者がゲームに参加しているかのように演出するために、ゲーム開始前には他の参加者を待機するマッチング画面を表示した。また、ゲームは5分経過すると強制的に終了するようにした。

実験終了後、主観評価アンケートに回答してもらった。アンケートでは、本ゲームが大規模We-modeの生起条件(3章)を満たすかと、参加者の共同主体性の感覚を調査した。

本ゲームが大規模We-modeの生起条件を満たすかについて調査するのは、本ゲームが大規模We-modeの生起条件を満たすような意図通りのデザインになっているかを確認するためである。ただし、条件の1つである「同調行為を行うこと」については、本ゲームの参加者は隕石ギミックによって同調行為を行うことを強制されるため、本実験では調査しなかった。具体的には、「あなたと他の参加者は『ロボットをゴールへ辿り着かせる』という同じ目標に向かっていたと感じましたか(目標が一致していること)」、「あなたを含めた参加者1人1人の『ステージを動かす』ことへの影響度合いは全員同じであったと感じましたか(個々の貢献がフェアであること)」、「あなたは他の参加者と入力(左か右)のタイミングを合わせて、お互いに調整し合いながらステージを動かすことができたと感じましたか(相互に調整し合うこと)の3個の質問に7段階で回答してもらった。

参加者の共同主体性の感覚について調査するのは、本ゲームにおいてWe-modeが生じたかを確認するためである。なぜなら、3章でも述べたように共同主体性の感覚がWe-modeの生起につながることを示されているからである[2]。つまり、共同主体性の感覚が高ければ、本ゲームでWe-modeが生起したと評価できる。

本研究では、共同主体性の感覚を「共同制御感」と「結果に対する共同貢献感」の2点で評価した。共同主体性とは、自分が他者と一緒に運動とその結果を制御している感覚であり、その調査のためには、タスクに対する共同制御感とその結果に対する共同貢献感を評価する必要があると考えたからだ。まず、ステージ操作に対する共同制御感を評価するために、Le Bars らが用いた操作対象に対する共同制御感を測る指標[5]、[6]を使用し、「ステージを他の参加者と一緒に動かしていたと感じましたか」という質問に9段階で回答してもらった。次に、ゲームクリアに対する共同貢献感を評価するために、Loehr らが用いた結果に対する共同貢献感を測る指標[8]を使用し、「あなたと他の参加者のどちらの貢献により、ロボットがゴールできたと感じましたか」という質問に図8の1~99から選んで数値を入力してもらった。

^{*6} <https://crowdworks.jp/>

^{*7} <https://www.youtube.com/>

^{*8} https://www.youtube.com/watch?v=9_tB0A0w9Pw

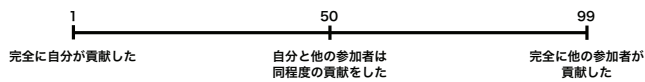


図 8: 結果に対する共同貢献感についての質問で用いた図

またアンケートの最後に、他の参加者の印象について自由記述形式で尋ねた。これは、他の参加者がコンピュータによって制御された NPC であると気づいてしまったかどうかを調査するための質問である。

5.6 結果

アンケートの結果を図 9, 10 に示す。まず、本ゲームが大規模 We-mode の生起条件を満たすかに関しては、すべての質問項目において全条件で中央値が 5 以上であった (図 9a, 9b, 9c)。次に、共同制御感に関しては、全条件で中央値が 7.5 以上であった (図 10a)。また、結果に対する共同貢献感に関しては、全条件で中央値が 50 もしくは 60 であった (図 10b)。最後に、他の参加者の印象に関しては、他の参加者が人間ではないと感じていたような記述はみられなかった。

6. 考察

まず、本ゲームが大規模 We-mode の生起条件を満たすかに関する結果から、すべての質問項目において全条件で評価値が高く、本ゲームは大規模 We-mode の生起条件を満たしていたことがわかる。このことから、本ゲームが意図通りのデザインになっていることを確認できた。

次に、共同制御感に関する結果から、全条件で評価値が高く、すべての条件の参加者がステージ操作に対して共同制御感を感じていたことがわかる。また、結果に対する共同貢献感に関する結果から、全条件で評価値が 50 に近い値であり、すべての条件の参加者が、ゲームクリアに対して他の参加者と同程度の貢献をしたと感じていたことがわかる。以上の 2 つの結果から、すべての条件の参加者は共同主体性を感じていたといえる。したがって、本ゲームでは、参加者が多人数であっても We-mode が生起することが確認され、ゲームデザインの妥当性が示された。

まとめると、本研究で作成したゲームデザインは、先行研究から抽出した 4 つの大規模 We-mode の生起条件を満たし、大規模 We-mode を引き起こすことが実証された。本研究は、We-mode の生起条件である、目標が一致していること、個々の貢献がフェアであること、相互に調整し合うこと、同調行為を行うことの 4 条件を、50 人という多人数での共同行為で扱った初めての例であり、それらの条件が多人数状況における We-mode の生起にも有効であることを示した。また本実験は、ゲーム内 NPC の実装によって擬似的な多人数状況を作り出すことで、多人数での共同行為の実験の実施の困難さを回避しており、多人数での共

同行為のための新たな実験手法の可能性を示している。

本研究で作成したゲームデザインを基に、実際に配信上で動作する視聴者参加型ゲームを実装すれば、視聴者全員が達成感や配信者とのつながりを感じられるゲームを実現できると考えられる。なぜなら、本ゲームデザインでは、ゲームへの参加者が多人数であっても We-mode が生起し、参加者全員が「私たち」としてゲームに影響を与えたと感じられることが示されたからである。配信上で視聴者が与えた影響がゲームクリアにつながれば、全員で達成感を共有でき、また与えた影響が配信者とのインタラクションにつながれば、全員が配信者との一対多のつながりを感じることができると考えられる。また、配信者のチャンネルの視聴者全員が「私たち」としての意識をもつことは、ファンコミュニティとしての一体感を強め、ファンエンゲージメントの向上につながることを期待される。

7. おわりに

本研究では、配信上でゲームに参加している視聴者全員が「私たち」として達成感や配信者とのつながりを得ることができるゲームの実現に向けて、視聴者が多人数であっても We-mode を生起させるゲームをデザインし、そのデザインの妥当性を調査した。ゲームデザインは、先行研究から抽出した大規模 We-mode が生起する条件 (目標が一致していること、個々の貢献がフェアであること、相互に調整し合うこと、同調行為を行うこと) に基づいて作成した。また、作成したデザインの妥当性の調査は、参加者に NPC と一緒にゲームをプレイしてもらう擬似的な多人数環境で実験を実施することで行った。その結果、本ゲームでは、ゲームへの参加者が多人数であっても We-mode が生起することがわかり、ゲームデザインの妥当性が示された。今回の調査対象は大規模 We-mode が生起するかであったが、今後は、本ゲームによって視聴者全員が達成感や配信者とのつながりを得ることができるかを確かめたいと考えている。

謝辞 本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業、JPMJMS2011 の支援を受けた。

参考文献

- [1] Bolt, N. K., Poncelet, E. M., Schultz, B. G. and Loehr, J. D.: Mutual coordination strengthens the sense of joint agency in cooperative joint action, *Consciousness and Cognition*, Vol. 46, pp. 173–187 (online), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2016.10.001> (2016).
- [2] Dewey, J. A., Pacherie, E. and Knoblich, G.: The phenomenology of controlling a moving object with another person, *Cognition*, Vol. 132, No. 3, pp. 383–397 (online), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.05.002> (2014).
- [3] Gallotti, M. and Frith, C. D.: Social cognition in the we-mode, *Trends in cognitive sciences*, Vol. 17, No. 4,

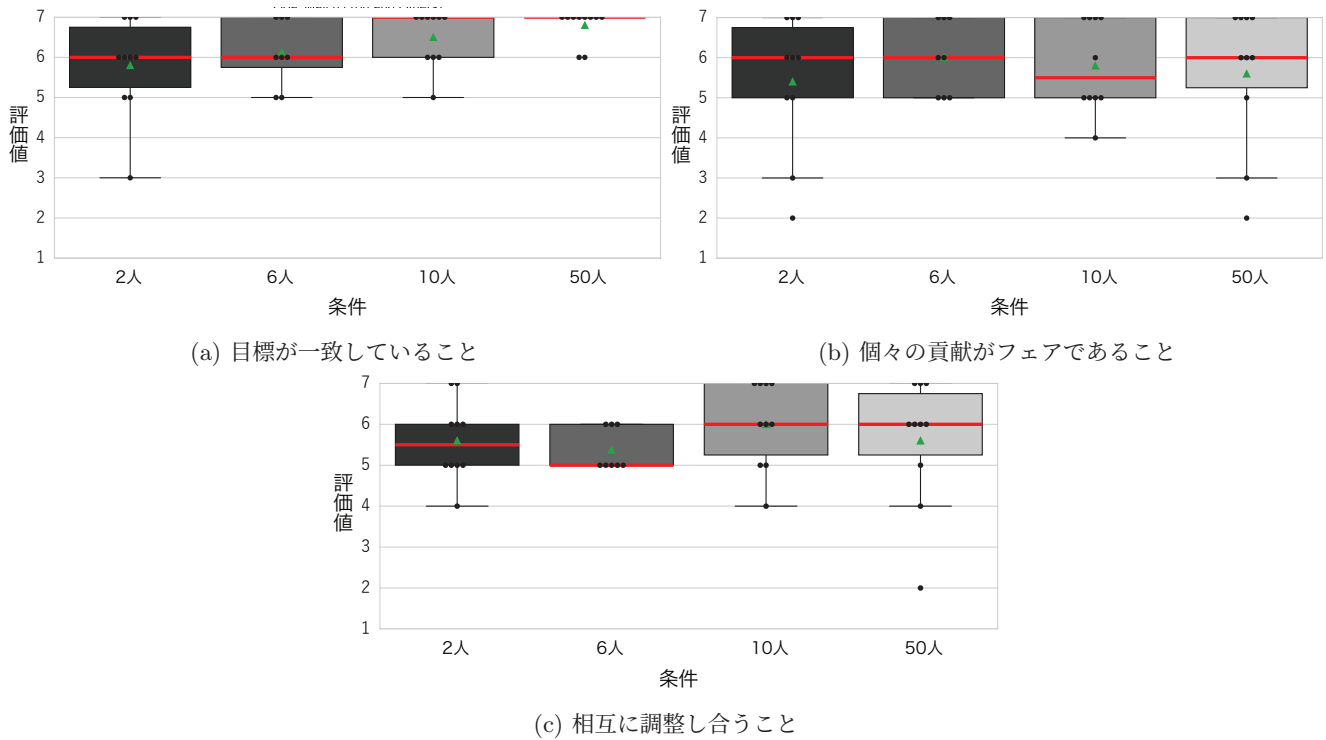


図 9: 大規模 We-mode 生起条件を満たすかについてのアンケート結果

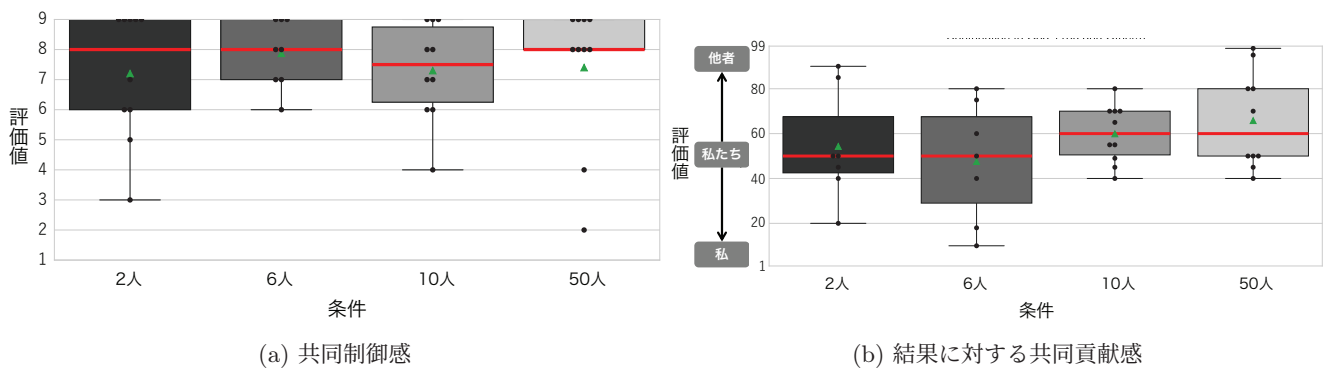


図 10: 共同主体性の感覚についてのアンケート結果

- pp. 160–165 (2013).
- [4] Karau, S. J. and Williams, K. D.: Social loafing: A meta-analytic review and theoretical integration., *Journal of personality and social psychology*, Vol. 65, No. 4, p. 681 (1993).
 - [5] Le Bars, S., Bourgeois-Gironde, S., Wyart, V., Sari, I., Pacherie, E. and Chambon, V.: Motor Coordination and Strategic Cooperation in Joint Action, *Psychological Science*, Vol. 33, No. 5, pp. 736–751 (online), DOI: 10.1177/09567976211053275 (2022). PMID: 35446732.
 - [6] Le Bars, S., Devaux, A., Nevidal, T., Chambon, V. and Pacherie, E.: Agents' pivotality and reward fairness modulate sense of agency in cooperative joint action, *Cognition*, Vol. 195, p. 104117 (online), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104117> (2020).
 - [7] Lessel, P., Vielhauer, A. and Krüger, A.: Crowd-Chess: A System to Investigate Shared Game Control in Live-Streams, *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 389–400 (online), DOI: 10.1145/3116595.3116597 (2017).
 - [8] Loehr, J. D.: Shared credit for shared success: Successful joint performance strengthens the sense of joint agency, *Consciousness and Cognition*, Vol. 66, pp. 79–90 (online), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.11.001> (2018).
 - [9] Loehr, J. D.: The sense of agency in joint action: An integrative review, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 29, No. 4, pp. 1089–1117 (online), DOI: 10.3758/s13423-021-02051-3 (2022).
 - [10] Piezon, Sherry L. ; Ferree, W. D.: Perceptions of Social Loafing in Online Learning Groups: A study of Public University and U.S. Naval War College students, *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, Vol. 9, No. 2, pp. 1–17 (online), DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v9i2.484> (2008).
 - [11] Ramirez, D., Saucerman, J. and Dietmeier, J.: Twitch Plays Pokemon: A Case Study in big G games, *In Proceedings of DiGRA*, pp. 3–6 (2014).
 - [12] Reddish, P., Fischer, R. and Bulbulia, J.: Let's Dance

- Together: Synchrony, Shared Intentionality and Cooperation, *PLOS ONE*, Vol. 8, No. 8, pp. 1–13 (オンライン), DOI: 10.1371/journal.pone.0071182 (2013).
- [13] Seering, J., Savage, S., Eagle, M., Churchin, J., Moeller, R., Bigham, J. P. and Hammer, J.: Audience Participation Games: Blurring the Line Between Player and Spectator, *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, DIS '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 429–440 (online), DOI: 10.1145/3064663.3064732 (2017).
 - [14] Striner, A., Webb, A. M., Hammer, J. and Cook, A.: Mapping Design Spaces for Audience Participation in Game Live Streaming, *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '21, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3411764.3445511 (2021).
 - [15] von Zimmermann, J. and Richardson, D. C.: Verbal Synchrony and Action Dynamics in Large Groups, *Frontiers in Psychology*, Vol. 7 (online), DOI: 10.3389/fpsyg.2016.02034 (2016).
 - [16] Wang, P. and Lu, Z.: Let's Play Together through Channels: Understanding the Practices and Experience of Danmaku Participation Game Players in China, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 7, No. CHI PLAY (オンライン), DOI: 10.1145/3611059 (2023).
 - [17] Wiltermuth, S. S. and Heath, C.: Synchrony and Cooperation, *Psychological Science*, Vol. 20, No. 1, pp. 1–5 (online), DOI: 10.1111/j.1467-9280.2008.02253.x (2009). PMID: 19152536.
 - [18] Wolff, G. H. and Shen, C.: Audience size, moderator activity, gender, and content diversity: Exploring user participation and financial commitment on Twitch.tv, *New Media & Society*, Vol. 26, No. 2, pp. 859–881 (online), DOI: 10.1177/14614448211069996 (2024).
 - [19] 株式会社ゲームフリーク：ポケットモンスター赤，任天堂株式会社 (1996).
 - [20] 松浦 悠，児玉幸子：Cheer Me!: 生放送に対するコメントを用いた視聴者参加型ゲーム，エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集，Vol. 2017, pp. 201–204 (2017).