

# 位置情報と拡張現実を活用した実空間に対応したゲーム

鈴木克磨<sup>†1</sup> 川合康央<sup>†1</sup>

本研究では、位置情報と拡張現実を活用したゲームの開発を行った。これは現実世界のある特定の位置座標にオブジェクトやイベントを設定して、ユーザーがそれを探索や調査することでゲームを進行させるというものである。本ゲームの特徴は実空間の場所と密接に対応したコンテンツが作成可能な点である。このゲームによって、ある特定の実空間に対応したインタラクティブなエンタテインメント体験やコミュニケーション環境を提供することを目指した。

## Game Linked to Real Space using Location Information and Augmented Reality

KATSUMA SUZUKI<sup>†1</sup> YASUO KAWAI<sup>†1</sup>

In this research, we developed a game that utilizes location information and augmented reality. In this game, objects and events are placed at specific coordinates in the real world, and the user explores and investigates them to progress through the game. The game is characterized by its ability to create content that closely corresponds to locations in real space. With this game, we aimed to provide an interactive entertainment experience and communication environment that corresponds to a specific real-space location.

### 1. はじめに

スマートフォンでの拡張現実の利用が社会生活に浸透してから数年が経過した<sup>[1]</sup>。その潮流が近年ではスマートフォンからゴーグル型端末などと呼ばれるような次世代機器へと広がりつつある。一つの実例として、2023 年 6 月に Apple が VR/AR ヘッドセットを公開したことが挙げられる<sup>[2]</sup>。このような装着している間は常に視覚を覆うタイプの端末は、Meta Quest<sup>[3]</sup> や PICO<sup>[4]</sup> などの VR (仮想現実) デバイスが主流であったが、各デバイスとも外部カメラを用いた拡張現実の機能をサポートするなど、拡張現実の活用は今後のスタンダードになっていくと予想される。

拡張現実の特徴としては、仮想現実と比べて実空間との結びつきが強く、現実中存在するものに対して付加価値となる情報を上乘せすることができるという点が挙げられる。この特徴を活用することで視覚から得られる情報は格段に増え、人間を補助する新たなシステムとして将来の生活に欠かせない主要なものになるのではないかと考える。

そのため我々は拡張現実に着目し、実際に運用する際のシステムとして信頼性を高めるために位置情報と組み合わせるアプローチをとった。これによって拡張現実の実空間との対応を強化し、専用のマーカーなどの端末以外の物理的な要素を用いない形で現実世界と結びついたコンテンツの作成が可能となる。そして本稿では実空間とより強く結びついた拡張現実を活用した事例として、コイン拾いゲームを作成して遊べるアプリケーションを開発した。

### 2. 先行事例の調査

拡張現実と位置情報とを組み合わせるという試み自体は、これまでも様々な形で行われてきた。

山口ら<sup>[5][6]</sup>は位置情報と拡張現実を用いた情報提供システムの提案を行っている。これは位置情報に基づいたデータや情報を拡張現実中に埋め込み、表示から一定時間経過後にウェブサイトへ自動的に遷移するというシステムである。非常にシンプルではあるが、拡張現実と位置情報を組み合わせる際に期待される実空間との関連性を十分に活かしていると言える。そして、この研究から得られる知見としては自動で画面を遷移する機能自体は評価が高いにも関わらず、タッチ操作との比較になるとユーザーから高い評価を得られたのは自動遷移ではなくタッチ操作の方となる点である。このことから拡張現実の操作方法を考える上で自動での遷移が最適であるか、あるいはタッチ操作が最適であるかは処理やインターフェイスに依存しているということが分かる。

藤原ら<sup>[7]</sup>はユーザー同士での拡張現実を通じたインタラクションが行われていないことに着目して、共有可能な拡張現実でのインタラクションのプロトタイプ構築を行なっている。これは現代美術におけるインスタレーションという表現手法から発想を展開する形で実装されており、画像が持つ時間的な要素を実空間の場所と対応させることで場所の変化を端的に表現している。

これら先行事例の他にも同様の研究事例は 2023 年現在も増えている。これまでの研究において位置情報を用いて

<sup>†1</sup> 文教大学  
Bunkyo University

現実の店舗等の情報をシステムに付帯させる形の事例、あるいは空間的な表現を実現するために位置情報を用いてきた事例が多い<sup>8)</sup>。

以上のことを踏まえて、我々は異なるアプローチとしてユーザーがコンテンツを作成して、他のユーザーとも創造や体験が共有可能となるようなコンテンツ、実空間に対応したインタラクティブなエンタテインメント体験やコミュニケーション環境を提供することを目指して開発を行うこととした。

### 3. コイン拾いゲームについて

#### 3.1 コイン拾いゲームの妥当性

位置情報と拡張現実を用いた既存のアプリケーションやシステムは、一般的には開発側の設定したオブジェクトやイベントを体験するという受動的なものがほとんどであった。そのことを受けてユーザーにもオブジェクトやイベントの設定が開かれた形でコンテンツ体験が可能となるようなアプリケーションという方針を定めた。そうした場合、コンテンツに用いるアセットはユーザービリティの観点からなるべく複雑ではなく、ゲーム概要もシンプルである方が望ましいと考えられる。そのような要件を満たすゲームはいくつかあるが、今回は最もシンプルなものとしてコイン拾いゲームを選択した。

#### 3.2 コイン拾いゲームにおいて用いられる単語

今後、本稿ではコイン拾いゲームについて説明する際に「オブジェクト」「イベント」「コンテンツ」という単語を頻繁に用いるが、それぞれゲームに関連した特殊な意味を持つ部分があるため説明する。

##### 3.2.1 「オブジェクト」

「オブジェクト」とは、拡張現実として表示する 3D オブジェクトのことを指す。これは画面上に表示された際にタップすることで消えて、スコアが加算される。またアニメーションが再生される等のインタラクティブな要素を含むものである。

##### 3.2.2 「イベント」

「イベント」とは、設定した位置座標上に接近した際に発火するポップアップを開く処理を指す。これはゲームを補完する目的で実装したものであり、あくまで位置情報だけに基づいた処理である。これによりゲーム説明やチュートリアルを行うことが主な役割である。

##### 3.2.3 「コンテンツ」

「コンテンツ」とは、ゲームステージの単位である。これは複数のオブジェクトやイベントからなり、ユーザーが作成する、もしくは体験するものの単位となる。なおコンテンツという単位はシステム上においてもデータセットの単位となっており、オブジェクトとイベントの保存やコンテンツの共有はこの単位で行われる。

### 3.3 ゲームのサイクルとルール

ゲームのサイクルとしては、ユーザーがオブジェクトやイベントを設定してコンテンツを作成することから始まる。作成したユーザーはコンテンツを共有して他ユーザーに遊んでもらう、もしくは自身で遊ぶことでコイン拾いゲームがプレイされる（図 1）。

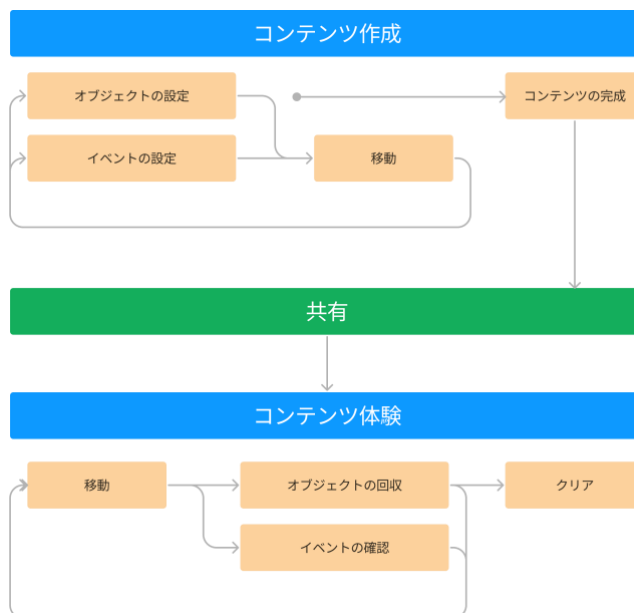


図 1 ゲームサイクルの概略図

Figure 1 Schematic diagram of the game cycle.

コイン拾いゲームのルールとしては、ユーザーが設定した制限時間中に配置されたコインを回収することでゲームクリアとなる。プレイ中にはイベントが発生し、チュートリアルやコインのヒントなどが提示される。

#### 3.4 オブジェクトとイベントの設定について

オブジェクトとイベントの設定操作については、拡張現実を用いたアプリケーションの多くで採用されているタップ操作によって配置する方法を採用した。これよりも以前に位置座標を直接数値として入力させる手法、地図から位置情報を参照させてユーザーに配置させる手法等を経た結果、よりユーザーフレンドリーな操作方法であったためである。内部的な動作としてはタップされるタイミングで、その時点での端末の位置座標を取得している。このような仕組みによりシステム側では、一つのオブジェクトに対して一つの位置情報（緯度経度情報）を一对のセットにして保存することができる。コンテンツ作成ユーザーは同様の操作を、実空間で移動しながら繰り返し行うことで複数のオブジェクトやイベントの配置を行い、一つのコンテンツを作成する。

#### 3.5 コンテンツの保存について

コンテンツを保存する際はタイトル、作成年月日、一对の位置情報とオブジェクトまたはイベントというセットの

複数個から形成された JSON ファイルとして保存される。

このファイルを共有することによって、異なる端末においてもユーザーが作成した同様のゲームを遊ぶことが実現可能となっている。

## 4. 実装

### 4.1 概要

主な実装は Unity 2022 LTS (2022.3.1f1) を用いて行った。拡張現実の実装については AR Foundation を使用した。これにより Android と iOS の両端末に向けたビルドが作成可能である。位置情報の取得は Unity から端末の GPS 情報にアクセスする形で行っている。また堅牢な非同期処理を実現するために UniTask を導入した。

### 4.2 設計

本稿で実装するコイン拾いゲームを大きくパート分けすると、オブジェクトやイベントを設定する「コンテンツ作成パート」、作成されたコンテンツを実際に遊ぶ「コンテンツ体験パート」とで大別することができる。画面遷移図についてはそれぞれ図 2、図 3 に示す通りである。

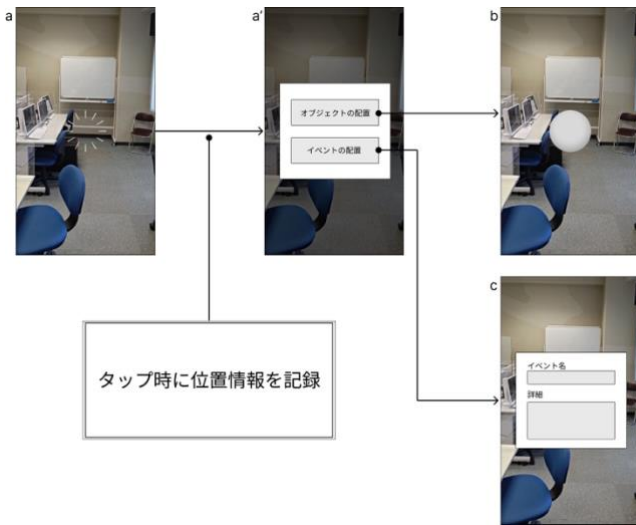
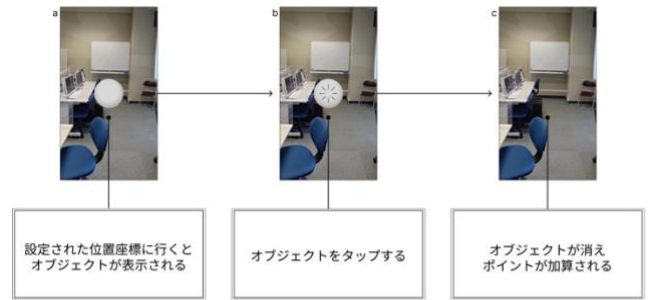


図 2 コンテンツ作成パートの画面遷移図

Figure 2 Screen transition diagram for content creation part.

### オブジェクト配置位置の場合



### イベント配置位置の場合

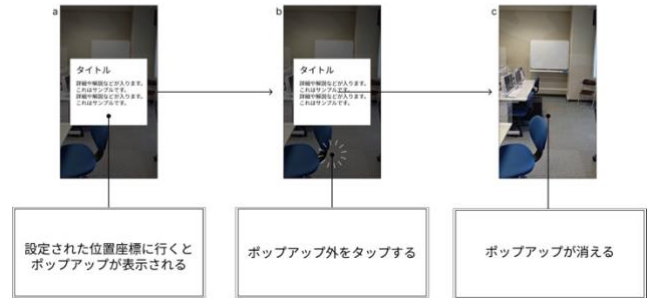


図 3 コンテンツ体験パートの画面遷移図

Figure 3 Screen transition diagram for the content play part.

プログラムとしてはコイン拾いゲーム自体が非常にシンプルなゲームであるため、コードを単純に書いてしまっても特に問題はないと考えたが、今回の実装では今後の拡張性を担保するために Object クラスには処理を直接は記述せず、UnityEvent を用いて Object に登録されたコールバックを実行する形を採った (図 4)。

```

1  using UnityEngine;
2  using UnityEngine.Events;
3
4  public class Object : MonoBehaviour
5  {
6      [SerializeField] private UnityEvent OnDoAction;
7
8      public void DoAction()
9      {
10         OnDoAction?.Invoke();
11     }
12 }

```

図 4 Object クラスの実装

Figure 4 Implementation of Object class.

このような実装を行うことにより、オブジェクトがタップされた際の処理の追加や変更が関数の編集とアタッチという簡単な作業で行えるようになるため、手軽に Object Prefab を増やしてゲームをアップデートすることができる (図 5)。

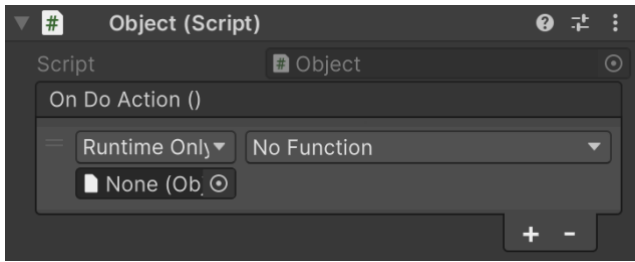


図 5 Unity の Inspector から見た Object クラス  
Figure 5 Object class from the Unity Inspector.

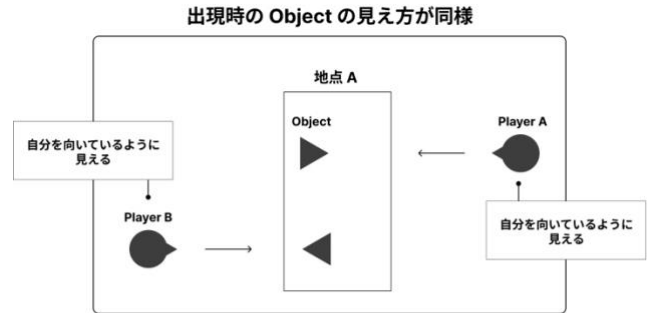
## 5. 結果

### 5.1 オブジェクトの見え方について

オブジェクトの見え方について、いくつかの課題点が分かった。プレイヤーがオブジェクトの設置時に実空間の地点 A で端末の画面をタップして Object を配置する。コンテンツをプレイする際は同様に地点 A でアプリケーションを実行してカメラを向けることでオブジェクトを確認することができる。このときオブジェクトの出現は常にプレイヤーの真正面を向いた状態で発生する。このような処理にしたのは誰が見ても必ず同じようにオブジェクトを見えるようにするためである。オブジェクトは常に正面を向いて表れるため、背後を向いて現れたそれが何であるか分からないという状況を回避できる。

しかし、これにより実空間との対応や意味付けが損なわれるケースが存在する。例としては宝箱を実空間の特定の壁に沿って置いたつもりでオブジェクトを設定した場合だ。コンテンツ作成者は壁に面して宝箱を置いたつもりだが、実際はプレイヤーに対して正面を向くため、必ずしも壁に面して宝箱が出現するとは限らない。現時点で、これを保証するためには必ず同じ方向からオブジェクトを見ることを保証しなければならない。現実的ではない。このことについては図 6 にまとめる。

ただこれに関して、どちらかに優劣があるということではなく表現手法によって適したケースがそれぞれにあると言える。今後の対応としては両方の見せ方が行えるようにオブジェクトの設定項目を増やし、それぞれの見せ方に対応するという形で解決したい。



Player A が想定していた見え方と Player B からの見え方が異なる

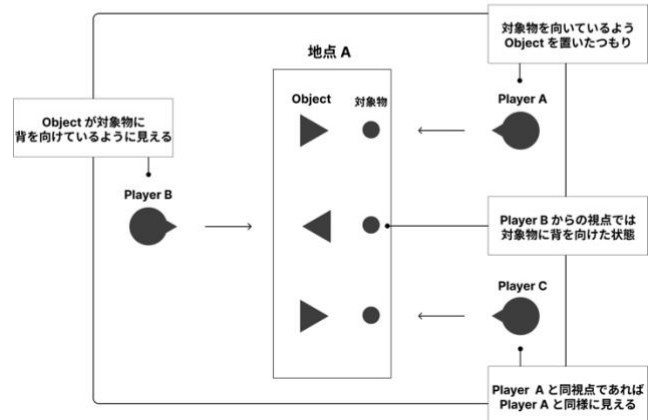


図 6 オブジェクトの見え方について  
Figure 6 About the visibility of objects.

### 5.2 端末ごとによっての高さのズレ

位置情報は端末の GPS に依存しているため、ズレが発生するかもしれないことは懸念していた。しかし、実際に Android と iOS の複数台でテストを行ったところ、プレイした感覚としては有意な差は感じられなかった。ただ、それは緯度経度情報の場合であって、高さの情報も含めてテストを行ったところ結果が変わった。結果として、高さに関してはズレが非常に大きかった。例として iOS 端末を使って建物の 2 階でコンテンツ作成を行ない、Android 端末でそのコンテンツをプレイしてみたところ、本来目線の位置に表示されるべきオブジェクトが足元に表示され、本来表示されて欲しい位置には表示されなかった。

これに関しては値の取り方を変える、補正を行うなどのアプローチを行なったが、解決には至らなかった。そのため現時点でのアプリケーションは高さの情報は取らずに緯度経度情報のみを用いた位置情報で動作している。

## 6. まとめ

本研究では、拡張現実と位置情報を活用した実空間に対応したゲームの設計と実装を行い、それを受けての課題点の整理も行った。コンテンツの作成体験としては概ね良好な反応を得られた。自身の身近な空間をゲームの舞台とし

て拡張していく体験は新しいものであると考える。また拡張現実で執着し過ぎずにイベントのような位置情報にのみ依存した実装もあったが、拡張現実だけで表現するよりもユーザーフレンドリーなゲーム部分の補完が行えた。

その一方で課題点としては、ある地点に設置したオブジェクトを異なる地点から見た場合にオブジェクトの見え方がユーザーの正面と異なっているため、コンテンツ作成ユーザーが意図したものとは異なってしまうというものがあつた。これにより実空間に存在するものとの対応付けや関連が弱まり、結果としてはコンテンツ作成者の表現の幅を狭める要因となってしまった。この課題への対処として考えられる手法は、コンテンツ作成時に取得する位置情報を現在の緯度経度に加えて方位についても情報を保存することで意図した方向に向けて設置することができるのではないかと考える。もう一点の高さに関しては解決の糸口は現段階において見えていないが、問題の解決に向けて継続的に開発を行う予定である。

また今後の展望としては、拡張現実の充実という側面からは藤原ら<sup>7)</sup>が実装を行っていたユーザーの位置によって動的に表示を変化させる位置駆動画像のような仕組みを実装することを検討し、アプリケーション上での表現の幅を広げていきたいと考えている。もう一方で位置情報の精度という側面からは、映像を通じてGPSを補完するような形で位置を特定する仕組みであるVPS (Visual Positioning Service)<sup>9)</sup>を活用することによって、さらにコンテンツ作成者が意図した通りの正確な位置にオブジェクトやイベントを設定できるようにするなどして、より正確で信頼性におけるシステムにも対応できるように位置情報の取得と拡張現実の表示に関わる基盤システムを見直すことで、ニーズに即した形で満足度の高い体験の創出を目指して改善を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 田上慎, 飛澤健太: AR (拡張現実) は、人間が手にした新たな未来: AR の変遷と展望, 情報管理, 58 巻, 8 号, pp.526-534 (2016).
- 2) Introducing Apple Vision Pro: Apple's first spatial computer <https://www.apple.com/newsroom/2023/06/introducing-apple-vision-pro/>
- 3) Meta Quest VR Headsets, Accessories & Equipment | Meta Quest | Meta Store <https://www.meta.com/quest/>
- 4) Live the Game with PICO 4 All-in-One VR Headset | PICO Global <https://www.picoxr.com/global/products/pico4>
- 5) 山口涼太, 伊藤淳子, 宗森純: 位置情報と拡張現実を用いた情報提供システムの提案, 2013 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, 2013 巻 (2013).
- 6) 山口涼太, 伊藤淳子, 宗森純: 空き時間の有効利用をめざす位置情報と拡張現実を用いた情報共有システムの提案, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, 2013 巻, pp.625-631 (2013).
- 7) 藤原稜大, 有川正俊, 高橋秋典, 佐藤諒: 共有可能な拡張現実感における位置駆動画像を用いた空間表現とその活用, 第 84 回

全国大会講演論文集, 2022 巻, 1 号, pp.419-420 (2022).

8) 柴田史久: 応用 1: モバイル AR 位置情報に基づく AR システム, 情報処理, Vol.51, No.4, pp.385-391 (2010).

9) 小森田賢史, Suwichaya Suwanwimolkul, 徐建鋒: 画像に基づく測位技術の研究とシステムの開発実証, 映像情報メディア学会誌, Vol.76, No.1, pp.129-134 (2022).