

避難誘導のための 3 次元案内システムの構築

史 中超 研究室

1861085 村瀬 永

1861046 庄司 勇人

1861079 前田 裕輝

1. 研究背景・目的

近年、日本では関東大震災・阪神淡路大震災地震、最近では東日本大震災などの地震から将来の災害被害が危惧されている。これから起こるとされている南海トラフ大地震に関しては今後 30 年のうちに発生する確率が 80%程度と言われている [1]。地震によって死亡する原因としては津波による溺死、建物倒壊、火災の 3 点が挙げられる。これらの災害から身を守るためには安全で早急な避難が求められる。また避難する際は建物の倒壊・崖の崩壊等の危険区域を意識しつつ、避難所に向かうことが重要になる。しかし、地震発生直後は焦りから身の回りの危険に気を配ることができず逆に身を危険にさらしてしまう可能性がある。前述で上げた東日本大震災では、50 代以上の死者が半数以上を占めており、高齢者の逃げ遅れが問題だと考えられる [2]。また、死因は 92.5%が溺死となっている。このことから津波被害の対策が将来的に重要であると推測できる。津波から避難できなかった要因としては、避難経路に障害があった、避難場所が遠すぎた、避難所が安全ではなかったなどがあげられている [3]。それらのことから避難のサポートが必要だと考えられる。危険から身を守りつつ、安全な避難がどのような状況下においてもできるよう、3 次元空間による案内システムを構築する。

本研究では、地図アプリやハザードマップのような 2 次元での案内ではなく、3 次元的に案内す

ることで、安全で迅速な避難を促進し、震災による津波での死者を減らすことを目的とする。対象地は神奈川県鎌倉市とし、土地勘がない他県や他国の観光客でも避難を円滑にできることを目指す。

3 次元案内システムの構築の具体的な内容としては、まず 3D モデリングソフトウェアを用いることで、避難経路周辺の建物を立体化させ避難経路を作っていく。次に、作り出した避難経路をアプリケーション開発ソフトで読み込み、実際に歩いているような視点で避難を体験できるようにする。このシステムを活用することで、実際に避難するときに迷わず目的地に行くことができるようになる。

2. SketchUp を用いた 3 次元モデルの作成

SketchUp 上に対象地域の画像を表示させるために GoogleEarth から対象地域のデータをインポートする。

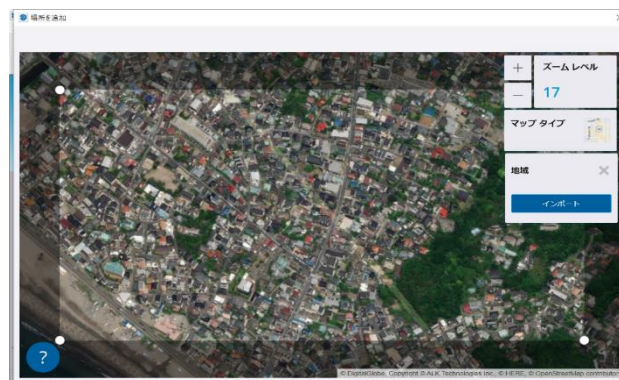


図 1 対象地域画像の取得

まず、場所を追加し選択する。そしてインポートしたい地域を探し、地域を選択した後に、イン

ポートを選択する（図1）。これらの手順で行うことで SketchUp に対象地域の画像を表示することができるようになる。

SketchUp 上に Unity を使う際の基盤となる 3 次元空間を作るため建物を立体化する。立体化させたい対象物の底面を作り、対象物を引き上げ立体化させることで、3 次元空間データを作成することができる（図2）。

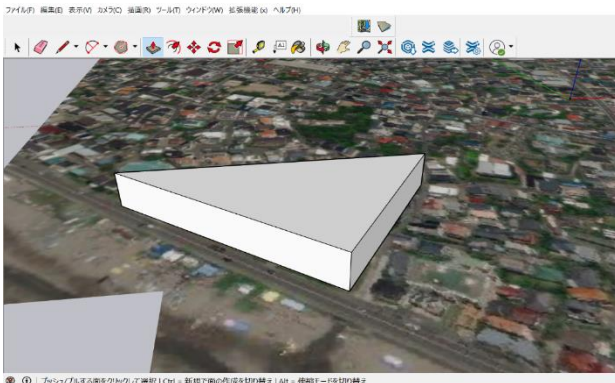


図2 3次元空間データの作成

3. 経路探索システムの開発

アプリ開発ではユニティ・テクノロジーズが開発元である「Unity」を使用する。Unity は windows や macOS だけでなく Android や iOS、スマートフォンといった様々なプラットフォーム向けにゲーム開発ができるゲーム開発エンジンである。

3.1 NavMesh について

Unity には NavMesh という機能がある（図3）。NavMesh を設定することでエージェントを設定した範囲で動かすことや止まらせることが可能となる。3次元空間に歩行可能エリアを設定し、障害物を避けた経路を自動的に探索する機能となっている。避難経路を可視化するためにはこの機能を有効活用することで、避難者に沿った最適な経路を提示することができるようになる。しかし、歩行可能エリアを設定しすぎてしまうと処理が多く

なり処理速度が遅くなってしまいう欠点がある。

Unity では A* (A-star、エースター) と呼ばれる探索に使用される主要なアルゴリズムが用いられている。シーン中の 2 点間を結ぶ経路を探索するには、出発地点と目的地点をそれぞれの地点に最も近いポリゴンにマッピングする必要がある。次に、出発地点から検索を始め、目的地ポリゴンに到達するまで近傍ポリゴンを進んでいく。この際の経路を追跡することで、出発地点から目的地までのルートを導き出し、最短で結ぶことができるアルゴリズムである。

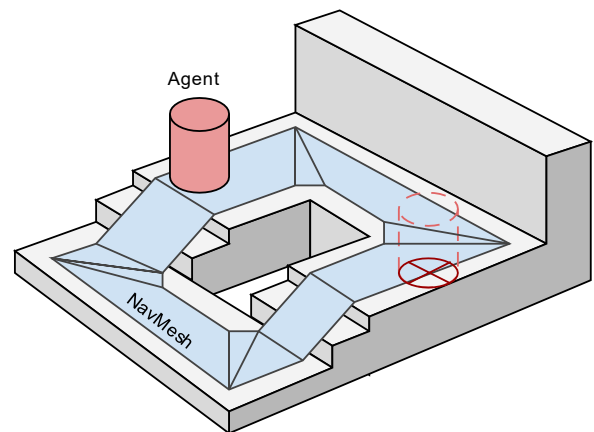


図3 歩行可能エリア

3.2 歩行可能エリアの設定

Unity にインポートした避難経路データ（図4）に歩行可能エリアを設定していく必要がある。歩行可能エリアを設定することで、三次元空間上で歩行することや静止すること、目的地に向かうことなどが可能となる。歩くスピードを変えることも可能であるため、避難者の状況に合わせたシミュレーションができる。また、カメラの視点も工夫することができ、歩行者の目線に合わせることや、俯瞰してみるができる。こういった機能を最大限利用することで様々なシチュエーションに対応することができる。

作業手順としてはまず、Inspector ウィンドウ

の Static の Navigation Statics を選択し適用させる。次に、歩行可能エリアを設定するため、Navigation ウィンドウを設置し、Bake 画面から歩行可能エリアの設定をする。

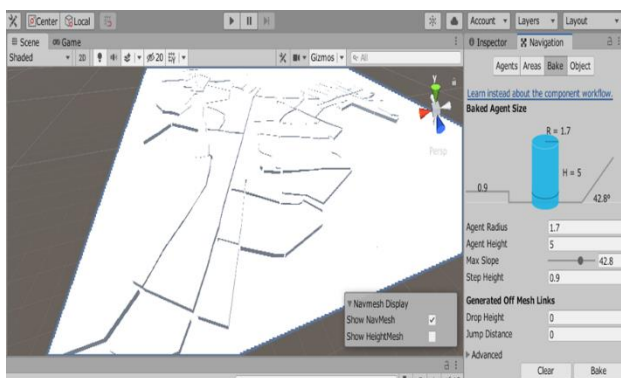


図4 歩行可能エリア設定前

bake を行った後、水色で歩行可能エリアが表示される (図5)。エージェントは水色の場所を経路探索して移動することができる。

上記の設定を行うことにより、Sketchup で作成した道だけを歩ける設定になる。

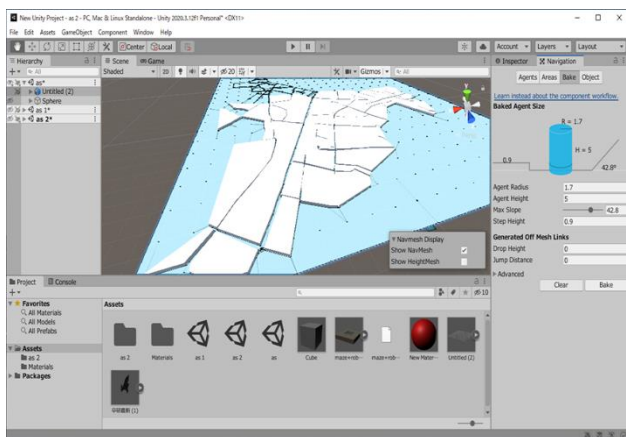


図5 Bake 後の歩行可能エリア

3.3 エージェントの設定

3次元空間内を移動するためのエージェントを3次元空間上に設定する必要がある (図6)。今回はエージェントを Cylinder、目的地を cube として行った。またエージェントを赤色に着色することで誰からでも、どこから見ても見やすいものにした。

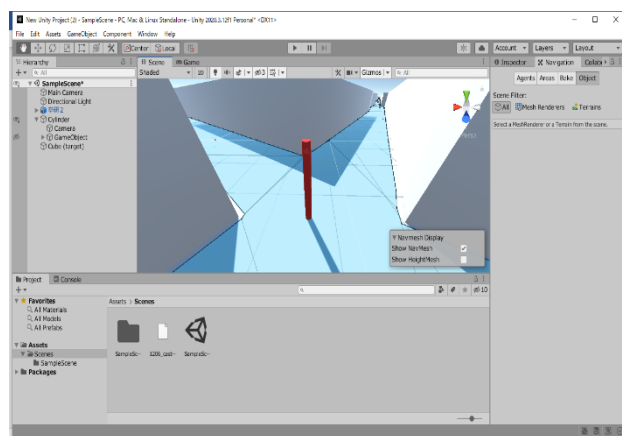


図6 エージェントの表示

エージェントの子オブジェクトとしてカメラを付けることでエージェントと同時にカメラも移動するようにしたことにより、一人称視点で3次元空間内を移動できるようになった (図7)。俯瞰的な視点と一人称的な視点の2つの視点があることで避難経路や現状の位置を分かりやすくなる。また Nav Mesh Agent を追加することによってエ

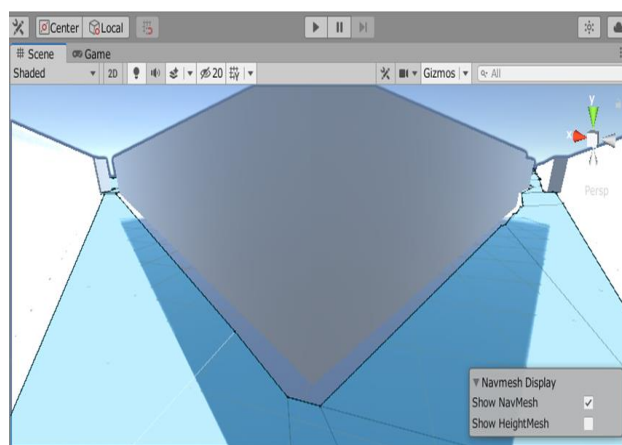


図7 エージェント視点

ージェントの移動速度を設定することができ高齢者や若者などで速度を変えて表すことができる。

エージェントを目的地まで動かすためのスクリプトを今回は C# を活用して作成する。ターゲット (cube) を指定し、その座標に向かってエージェントが移動するというスクリプトを使用した。今回スクリプトしたことによって反映された画面が図8となっている。

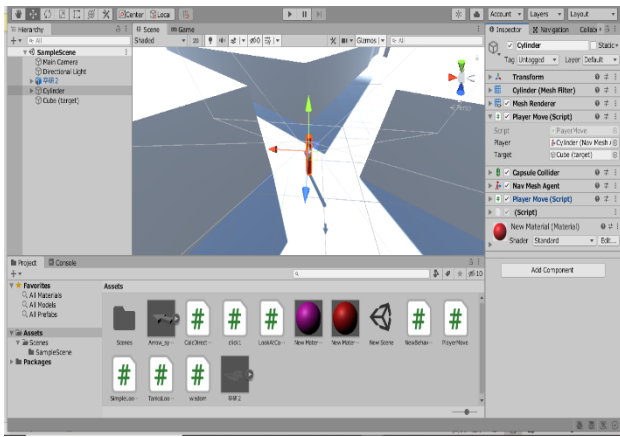


図8 エージェントの移動反映画面

書いたスクリプトはオブジェクトに設定しなくてはならない。このスクリプトをエージェントに設定し、スクリプトを設置する。

ターゲットを指定し Navigation ウィンドウを開いたまま play すると歩行可能エリア内の経路が scene 画面で赤色の線で表示される (図9)。

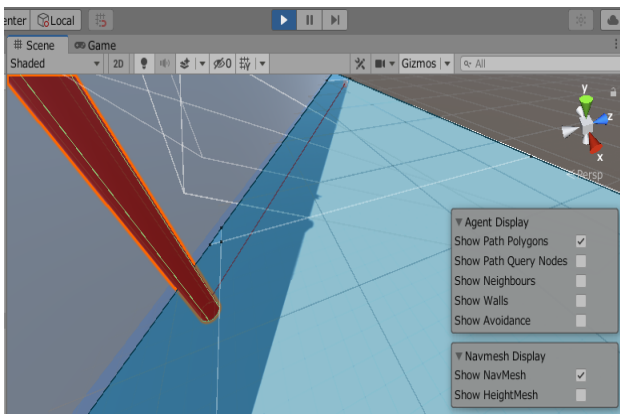


図9 経路の表示

4. 実証と検証

本研究では、主要避難路を主に用いてシミュレーションを行った。このシミュレーションでは総務省消防庁が取りまとめた「津波避難計画策定指針」を参考に避難可能距離を最長 500m 程度に設定する。また歩行速度は 1.0m/秒に設定した。これは身体障害者や乳幼児は速度が 0.5m/秒に低下すること、東日本大震災での避難速度が 0.62m/秒であったことなどを考慮し成人の歩行速度より

かなり低く設定されている。また、この研究では避難先を主に津波避難ビルに設定している。図10では、黄色で経路を示した。距離はおよそ 500m で、避難開始からおよそ 8 分程度で到着することが分かった。

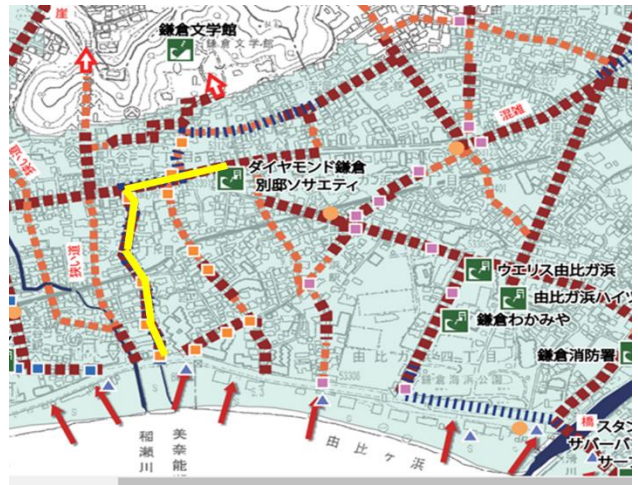


図10 避難経路の表示

5. まとめ

本研究では、3次元空間を利用した避難誘導の案内を試みた。安全で迅速な避難を促進することで津波による死者を減らし、土地勘がない他県や他国の観光客でも避難を円滑にしていくことを目的として取り組んだ。

今回作成したシミュレーションに、音声による案内やカメラ機能を活用した案内などを追加することでより良くすることは可能であり、改善の余地があることは課題として残っている。

6. 参考文献

- [1] 神奈川新聞カナロコ南海トラフの大津波確率
<https://www.kanaloco.jp/news/social/entry-252254.html>
- [2] 日本経済新聞 東日本大震災の死者
<https://www.nikkei.com/article/DGXNASDG1902Z710C11A4CC1000/>
- [3] ウェザーニュース東日本大震災津波調査結果
https://weathernews.jp/ip/info/tsunami2011_research/research_06.html