



**事業化・社会実装プログラム（自治体課題解決型） 2025年度
成果報告書**

仙台市の3D都市モデルの防災分野での利活用

**～水害危険エリアにおけるマルチユーザー対応の避難シミュレーションを活用した
市民参加型の情報収集と認知バイアス低減に向けた取り組み～**

鹿島建設株式会社

要約

タイトル	水害危険エリアにおけるマルチユーザー対応の避難シミュレーションを活用した 市民参加型の情報収集と認知バイアス低減に向けた取り組み
------	---

会社名	鹿島建設株式会社 協力: クラスター株式会社
-----	-----------------------------

1. 解決を目指す防災・減災課題と解決方法

<課題>

近年の急激な地球温暖化による線状降水帯発生頻度の増加と規模が拡大しており、仙台市内中心部でも浸水被害が発生していることから、水害対策の検討が課題

<解決方法>

- ・水害時の避難については、事前の想定・学習と災害発生時の早期避難が不可欠
- ・デジタルツイン(PLATEAU+メタバース)環境を活用して、大人から子供までの幅広い年代を対象に、水害発生シミュレーションを多人数で同時体験することにより、危険個所の把握や事前避難に直結する各自の気づきを深める
- ・車いすを利用した避難行動を同時に体験することにより、要配慮者への支援と安全かつ迅速に避難する体験が可能になる
- ・水害時の早期の避難行動の必要性を各人が認識することが重要であり、地域住民に正しく理解してもらい、災害情報の認知バイアス(「この程度なら、避難は不要」と誤認すること)の低減に繋げる

2. 実施内容

<デジタルツイン(PLATEAU + メタバース)を活用した災害シミュレーション>

- ① 水害ハザード想定エリアにおける避難体験
(VRゴーグル、スマホ、PCのマルチデバイス対応)
 - ・対象エリア: 長町一丁目駅から市立病院周辺
 - ・水位の上昇により、歩きにくくなる状況を体感
 - ・坂道や道路の段差、障害物による危険性の認知
- ② 車いす利用者を想定した体験シミュレーション
- ③ 想定避難所までのルート設定と移動体験
 - ・危険ポイントの回避
 - ・関係者での危険情報の共有と活用

<シミュレーションを活用した防災意識の向上>

- ① 災害時の認知バイアス低減のための情報提供方法の検討
- ② 住民による体験のアンケート実施(シミュレーション体験の前後) 認知バイアスについての説明も実施

<地域関係者へのアンケート実施>

- ① 構築したデジタルツインのメタバース空間を体験いただいた地域関係者にアンケートを実施

3. 実施結果

参加者: 仙台市役所 関係部局の皆様
NPO仙台バリアフリーツアーセンター

<デジタルツイン(PLATEAU + メタバース)を活用した災害シミュレーション> <シミュレーションを活用した防災意識の向上>



<地域関係者へのアンケート実施>

- ・水害避難に関するメタバース活用のメリット
- ・車いす利用者視点での有効性検証

4. 今後の展開

1. 災害意識を高めるコンテンツとしての活用及びユーザー体験事例の収集による機能向上
→ ① 仙台防災テックだけでなく、スマートフォントピア協議会とも連携し、ユーザーからの意見収集とシステム改善を継続
② 学校防災教育での活用の可能性を検討
2. 対象エリアを長町地区に拡大することや人が集まるエリア(仙台駅周辺)での追加事業の可能性を検討
→ インクルーシブで安心できる都市空間を整備し、住民満足度向上と観光客増加へ
3. メタバース空間を活用した防災関連情報の発信の可能性を検討
 - ・避難誘導情報の効果的な出し方を検証
 - ・付箋機能で収集した「まちの気づき(バグ)」データの分析・活用方法の検討
 - ・詳細なハザード分析による被災想定高度化
4. 地方自治体の公共施設アセットマネジメントと連携した、災害発生時の人流予測と避難所や基幹病院などの立地分析と配置適正化

1. 解決を目指す防災・減災課題と解決方法

- ・災害時において、確実な避難行動をとるためには、自助・共助の防災意識に基づいた市民の行動変容が重要
- ・本実証事業では水害を対象に、PLATEAUを活用したメタバース空間での避難シミュレーションを体験することにより、早期避難や要配慮者の避難支援の重要性と避難路の危険箇所の情報共有の重要性を学ぶものである

災害時における
確実な避難行動

【防災意識向上】
行動変容を促す



【デジタルツイン・PLATEAUの活用】

- ① 災害情報の認知バイアスの解消
 - ・事前避難の重要性
 - ・要配慮者の避難支援の重要性
- ② 市民参加型
関連データの収集・活用

【防災システム】
行政からの避難指示
(防災無線・防災アプリ)

※ 今回は対象外

【技術的な課題】

PLATEAU
(一定の専門知識やスキルを要する)
参加人数(数万人規模での同時参加)

【解決策】

メタバース(誰でも参加可能)
マルチデバイス対応
(PC、タブレット、VRゴーグル)

2. 実施内容

■ 実施概要（試作開発・実証実験の内容・実施方法）

1. エリア選定

- ・地域住民の人口とアンダーパスの状況、公共交通機関との関連性に加え、市立病院は要配慮者も含めて多くの市民が利用していることからデジタルツイン化対象エリアを選定（地下鉄南北線 長町一丁目駅～仙台市立病院）
- ・また、エリアの中に、斜路が多く、歩道の仕上げも複数あるため、路面状況の検討にも適している



2. 3Dモデル作成

- ・仙台市で整備済みのPLATEAU LOD1のデータを使用し、クラスター株式会社のクラウド上にメタバース空間を構築



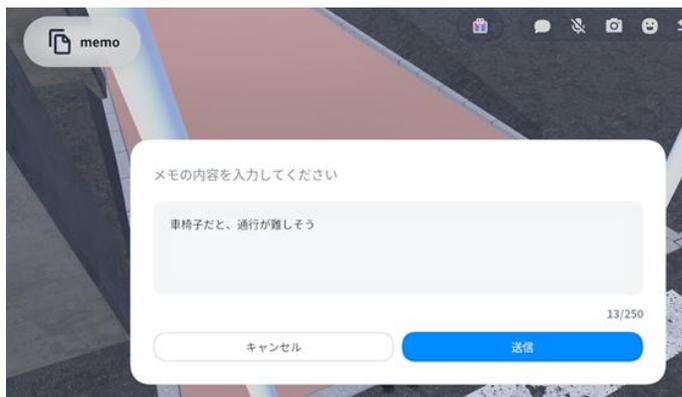
2. 実施内容

■ 実施概要（試作開発・実証実験の内容・実施方法）

3. 車いすアバター作成とアルゴリズム設定
・動作制御(速度、傾斜地での動作、段差等の条件設定)の設計



4. 情報共有のための付箋機能作成



市民から、側溝の壊れや倒壊しそうなど
「街」のバグの回収を行うことも可能
自分だけではなくハンディキャップを抱える方の目線
や体験からも、
気づきや学びを行政側にフィードバックすることで
相互コミュニケーション可能な防災システムへ

2. 実施内容

■ 実施体制と役割



▼事業者 推進体制

役割	所属・部署	氏名	担当
共同PM	鹿島建設・技術研究所(デジタル推進室)	北垣 太郎	全体統括(防災関連)、実証(つくば)
	鹿島建設・技術研究所	岩前 伸幸	防災情報の住民共有、合意形成
	鹿島建設・東北支店	安永 臣吾	仙台市ほか地元対応
共同PM	クラスター	亀谷 拓史	全体施策・プロジェクトマネージャー
	クラスター	茨 真徳	技術開発担当責任者
	クラスター	高津戸 勇紀	技術開発担当者

2. 実施内容

■ 具体的な検証作業・手順

2/16(月) 対象エリアの現地確認(鹿島建設、NPO仙台バリアフリーツアーセンター)

・対象エリアの地理的特性を把握し、メタバース空間の再現性を確認するために、対象エリアの現地視察を実施
“「街のバグ:市民の声」”の回収可能性確認



車止め等の障害状況の確認



上り坂での介助者負担の確認



路面損傷による走行支障の確認



歩道仕上げの違いによる乗り心地の確認



道路傾斜状況の確認



車いす、白杖ともに支障の可能性

2. 実施内容

■ 具体的な検証作業・手順

2/17(火) メタバース空間の体験(仙台市役所、NPO仙台バリアフリーツアーセンター)

- ・メタバース空間(長町一丁目駅付近)にて、タブレットやVRゴーグルを使用した避難シミュレーションを体験するもの。浸水が無い状態と浸水により歩行困難となる状況を合わせて体験
- ・10分程度アバターを操作して、徒歩や駆け足、車いすによる避難行動を体験



車いすによる避難体験を検証



関係部局より参加



VRゴーグル2台、タブレット3台を用意

2. 実施内容

■ 防災教育での活用検討

・提案事業者(鹿島建設)が協力している小学生向けの防災教育イベント(※)にて、同時に10名が同一のメタバース空間を体験し、気づきを集約

・防災教育におけるVR体験の定性的効果を確認できた。今後は定量的な調査により有効性の確認が必要

※ 1/31(土) つくば市立秀峰義務教育学校において約200名が参加



VRゴーグル2台、タブレット10台を用意

【感想アンケートより】

- ・ 車椅子の人は水たまりでも動かなくなってしまうと分かったから、次は助けてあげたいです。
- ・ 簡単には逃げられないから道を覚えておく。
- ・ 足元が見えないから転ばないように気を付ける。
- ・ 車椅子の人を助けたいけれど、自分のことがまず大切。周りが見えづらいことが大変なので傘などで足元を確認するといい？
- ・ リアルな映像でびっくりしました。水害の準備を考えます。

3. 実施結果

■ 仙台市役所及びNPOからの参加者の主な意見

※ APPENDIX(1)、(2)記載のアンケートを基に、主要意見を再構成

(1) システム面における課題

- ・VR酔いや操作性の課題(旋回速度が速すぎる、タブレットでは坂がわかりにくいなど)。
- ・現実との差異(車両の存在やマンホール・側溝などの再現不足)。
- ・浸水深や路面状況の再現性不足。
- ・障害物との遭遇時のアクション改善要望(例:動けなくなる時間の設定など)

(2) 避難シミュレーションに関する感想

- ・障害物(段差など)の把握ができた
- ・車椅子での避難の困難さが理解できた

<提案・要望事項>

- ・堤防決壊時のケースを再現する提案
- ・「通やすさ」に関する要素
道幅や通路幅、段差、傾斜、車の交通量の多寡による安全性情報
- ・路面の状況(凹凸、タイルの滑りやすさ、砂利道など)
- ・夜間の明るさ(街灯情報)や危険な交差点の情報
- ・エレベータへのアクセス性

(3) メタバースを活用した避難体験について

- ・実感を伴う体験で、動画や伝聞以上のリアリティを感じた
- ・避難路の事前把握の重要性が認識された
- ・健常者と物理的バリアの影響を共有できる点が評価された
- ・防災以外での活用や、商業イベントでの可能性も期待されている

(4) 今後の対象エリア拡大について

- ・長町駅や一次避難所を含むエリアへの拡大の要望
- ・仙台市内の他の災害危険地区でのデータ整備の要望

(5) 車いす等の要配慮者の避難支援について

- ・周囲の手助けが必要、要配慮者の避難支援を考えることの重要性
- ・地域の繋がりが必要
- ・近所で垂直避難ができる仕組みも必要
- ・避難所運営スタッフ(予定)の事前訓練は必要

(6) その他の意見・提案

- ・宮城県防災アプリとの連携による避難経路確認のゲーミフィケーションの可能性
- ・車椅子に優しいルート案内を組み込んだ道案内アプリ
- ・ARを活用した現実空間での避難訓練の可能性
- ・車椅子や白杖利用者のための路面点検・補修の重要性
- ・子どもが災害時の危険性を学べる機会の提供

3. 実施結果

■ 得られた結果/新たに見えてきた課題

1. システム・デジタル空間構築の課題

- ・デジタル空間への反映
どこまで再現性を持たせるか？（路面素材・性状・摩擦、歩車道段差など）
ユーザーからのニーズに合わせる必要がある
横断歩道上の小さな穴・ひびなど(車いす・白杖)
- ・避難所を含む広域エリアの方が望ましい
- ・夜間停電時など、どのレベルまでの極限状態を再現するか？
- ・メタバース空間構築におけるPLATEAUデータの更新頻度と更新時のデータ取込み(コスト・手間)

2. シミュレーション条件

- ・水害ハザードマップでは浸水深が変化する時間軸が不明
→ 一定の想定に基づく詳細な浸水シミュレーションのニーズ

3. 防災教育での活用

- ・児童の防災教育を通じて要配慮者支援の大事さを伝える重要性
- ・避難訓練を現実感の高いデジタル空間で行うことの可能性
(いつもで、誰とでも、何度でも)

4. 全体を通じた課題

- ・要配慮者と健常者が同じ空間で同じ体験をすることによる
お互いの理解促進と相手に対する気遣いの醸成が重要
(自助・共助の具体化)
- ・メタバース空間を使った“「街のバグ:市民の声」”の回収可能性
は確認できた
→ 共有された情報の分析と現実空間での対応方法が次の検討
課題
(例 : 路面損傷情報→道路補修)

4. 今後の展開

■ 社会実装・事業化に向けた可能性、今後の取り組み

1. 災害意識を高めるコンテンツとしての活用及びユーザー体験事例の収集による機能向上

- ① 仙台防災テック参加の自治体の皆様にも、防災事業でのご活用を検討いただく
- ② 仙台スマートフロンティア協議会(※)のレジリエント分野の活動とも連携し、ユーザーの意見収集とシステム改善を継続

※ 仙台市と東北大学が大胆な規制改革の推進や先端サービス創出のため、2022年1月に設立し、民間企業も参画

<https://www.city.sendai.jp/project/supercity/sendaisupercity.html>

③ 学校防災教育での活用の可能性を検討

2. 対象エリアを長町地区に拡大することや人が集まるエリア(仙台駅周辺)での事業の可能性を検討

- インクルーシブで安心できる都市空間を整備し、住民満足度向上と観光客増加へ

3. メタバース空間を活用した防災関連情報の発信の可能性を検討

- ・避難誘導情報の効果的な出し方を検証
- ・付箋機能で収集した「街の“バグ”(気付き)」データの分析・活用方法の検討
- ・詳細なハザード分析による被災想定高度化(まち丸ごとシミュレーションの活用など)

4. <将来的> 地方自治体の公共施設アセットマネジメントと連携した、災害発生時の人流予測及び避難所や基幹病院などの立地分析と配置適正化の検討

5. APPENDIX

(1) 仙台市役所からの参加者の主な意見

(1) システム面における主な意見

- ・VR酔いが心配
- ・旋回の同さが速すぎる
- ・タブレットだと、坂がわかりにくい
- ・車がなく、現実の状況と差異がある
- ・再現性が不足(建物、マンホールや側溝などの開水路、水の流れ、身動きの難しさ、路面の仕上げ状況)
- ・水が透明すぎる
- ・障害物との遭遇時のアクション改善(数秒間動けなくなる等)
- ・浸水深による動きづらさの変化がわからなかった

(2) 避難シミュレーション

- ・段差などの障害物の把握・理解が出来た
- ・水害時の車いすによる避難が難しいことが良く理解できた
- ・堤防決壊時のケースを再現してはどうか？

(3) メタバースを活用した体験の有用性

- ・概ね前向きな意見が多かった
- ・防災以外での活用の可能性
- ・メモ機能により災害に関する地域の伝承を伝えられないか？
- ・動画や人からの伝聞よりも実感できた。
- ・リアリティがあった。
- ・避難路の事前把握の重要性
- ・複数人の同時体験により現実感が向上した
- ・リスクを避ける適切な避難経路の設定が必要
- ・商業者による賑わいイベントなどでの活用の可能性
- ・ITに疎い高齢者にも情報を伝えやすいと感じた

(4) 今後の対象エリア拡大について

- ・長町駅や一次避難所を含むエリアへの拡大に期待する声も複数あった
- ・仙台市内の他の災害危険地区でのデータ整備の意見も複数あった
- ・市内全域に拡大し、小学生などを対象に身近な道路に潜む災害時の危険性を学ぶ機会を検討してはどうか？
- ・太白区は障害者や若年層が多いため、長町付近へのエリア拡大は有効

(5) 車いす等の要配慮者の避難支援について(市役所職員のみアンケート)

- ・周囲の手助けが必要、要配慮者の避難支援を考えることの重要性
- ・地域の繋がりが必要
- ・近所で垂直避難ができる仕組み
- ・避難所対応予定者の事前訓練は必要

5. APPENDIX

(2) NPO仙台バリアフリーツアースターの参加者からの主な意見

(1) システム面における主な意見

- ・傾斜、段差の情報についての感知機能
- ・時間軸の追加と一時避難所までの経路
- ・道路、歩道の段差情報
- ・1時間当たりの降雨量(ミリ情報)
- ・路面の状況、段差
- ・足の感覚、車いすの振動、抵抗に違和感
- ・水の広がり方とタイミング
- ・パニックになった人混み等の再現 があると良い

(2) 必要な追加情報 (NPOのみにアンケート)

- ・道幅、通路幅、開口幅など
- (車いすではアクセス方法を事前検討し、アクセス可能な場所に行く)
- ・段差、傾斜情報
 - ・路面の状況(凹凸、タイルの滑りやすさ、砂利道など)
 - ・交通量、安全性の情報
 - ・「通りやすさ」に関する要素
- (歩道幅、交通量、危険な交差点、夜間の明るさ(街灯情報))
- ・段差、路面状況、スロープ角度
 - ・エレベータ位置

(3) メタバースを活用した体験の有用性

- ・健常者と物理的バリアの影響を共有しやすくなる
- ・健常者との摩擦が減り、課題解決のスピードアップにつながる
- ・避難訓練以外の用途もあるのではないか
- ・時間を気にせず、(自分のペースで)避難経路を誰でも確認することができる
- ・事前に危険箇所、移動難易度が把握できる

(4) 今後の対象エリア拡大について

- ・全般的にエリア拡大の意見
- ・避難施設を中心に拡張してほしい
- ・避難所、危険箇所を含む

(5) 他

- ・地域包括支援センターや障害者相談支援事務所、各地の自立支援協議会などでのデモを検討してはどうか？
- ・宮城県防災アプリと連携させてゲーム感覚であらゆる角度から避難経路を確認してもよいのでは
- ・ARを活用した現実空間での避難訓練の可能性
- ・道案内アプリで車いすにやさしいルート案内が欲しい
災害避難時についてもぜひ必要
- ・歩行空間の路面仕上げによる車いすの乗り心地の違い(アスファルト>スクラッチタイル>同左 市松模様)
- ・横断歩道内の道路路面損傷の補修レベルについて
車いすや白杖の利用者も念頭に、段差やポットホール、ひび等の点検補修は非常に重要

5. APPENDIX

市役所での体験会の感想(ヒアリング)

- ・VR酔いのため長時間操作するのが厳しい
- ・ハザードマップとは別に、どの程度の雨だとどのような浸水状況になるか、というのが分かるようなコンテンツがあると良い。
- ・浸水の時間的な進行が体験できるようなものが良い。
- ・水がきれいすぎる。もっと濁った感じだと実際の氾濫のイメージと合う。
- ・コントローラでなく、レーシングゲームのように車椅子自体で操作できるようなものを作れないか。
坂や水に入ったときなど、単にスピードが遅くなるのではなく、負荷が増すのを体感できるとよい。
- ・コントローラでの操作であることも酔いの原因かも。タイヤを回すとその分進む、というようなインターフェースであれば、感覚とのずれが少ない。
- ・もっと低い浸水深でも動けなくなる。電動車椅子だとバッテリーが水につかるとダメなので10cmくらいでもNG。
- ・防災だけでなく、バリアフリー観光にも使って欲しい。観光地の中には砂利道しかないなど、車椅子だと行けないところもある。行けないところを体験できるような活用の仕方。
- ・避難のシミュレーションとしては、避難ルートを教えてくれるような仕組みがあるとよい。
- ・通行のしづらさ、振動など触覚フィードバックがあると分かりやすい。
路面によって感じる抵抗？摩擦？感が違う。
- ・このような技術で避難を事前体験できると、防災への意識付けになる。

THANK YOU!



SENDAI BOSAI TECH