

# 災害シミュレーションを実装した 防災VR学習教材の開発

長崎大学大学院 工学研究科 情報工学コース  
瀬戸崎研究室 五輪慧大

## 日本と災害

- ・ 災害が発生しやすい（地理・気象等の特性上）
- ・ 過去の災害：令和2年7月豪雨（熊本豪雨），令和6年能登半島地震など
- ・ 将来の災害：地球温暖化による気象災害の激甚化・頻発化，大規模地震など

防災意識の醸成

&

防災教育の充実

## 防災のポイント

- ・ 自分の身を自分で守る「自助」が重要
- ・ **地域の災害リスクの理解**
- ・ 「**自分事**」として捉え，防災意識が醸成された地域社会を構築することが重要

内閣府(2022)

現在の小学校における防災教育の調査（河野 2020）

- ・ 小学校の防災教育の内容を把握し、特徴を明らかにする
- ・ 地域独自の防災教育展開例がある

防災教育においても地域社会を対象として**実社会に接続**することが重要

身近な河川の環境・防災を融合した体験型学習プログラムの効果検証（平山ら 2020）

- ・ 地域の環境についての学びを取り入れた、ハザードマップの制作活動を実践

地域の課題に気づき、学習者自身が危険な場所を考えるプロセス  
→ 地域の実態と接続させた災害の知識を提供



**学習者の生活圏内の街**を教材とした活動を実践  
→ **実社会との接続**を意図した学びを促し得る

防災教育の現状と課題のアンケート調査（柴田ら2020）

- ・ 全国の学校における防災教育の実情と課題を調査

課題

・ 防災教育の多くが受け身型



**主体的な学び**を促す防災教育が必要

バーチャル環境における街づくりを通じた交通安全教育の実践  
(塩田ら 2020)

- ・ 架空の街を作成したバーチャル環境
- ・ 交通安全教育をテーマとして学習者の制作活動を実践

制作活動に高い意欲・関心をもって主体的に取り組んでいた

バーチャル環境におけるものづくりを通じたSTEAM教育の実践  
(瀬戸崎ら 2020)

- ・ 架空の街を作成したバーチャル環境
- ・ 塩田ら (2020) から得られた知見をもとに制作活動 (防災教育) を実施

バーチャル環境における制作活動が学習意欲を高める



バーチャル環境における**制作活動**  
→ **主体的な学び**を促す

- ・ 実際には存在しない架空の街での制作活動
- ・ **実社会との接続**という点で検討の余地が残る

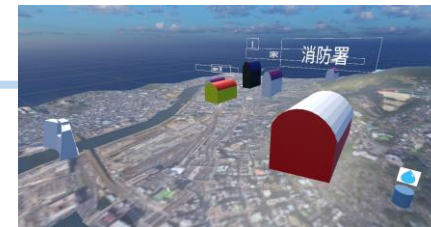
主体的な学習・実社会との接続を意図した防災教育の研究事例

実社会との接続を意図した防災VR学習環境の構築 (五輪ら 2023)

- ・ 学習者が住む街 (長崎市) をバーチャル環境に再現
- ・ バーチャル環境における災害に強いまちづくりを通じた防災教育を実践

・ 防災に対する興味・関心を高める  
・ 実社会と接続した防災学習を促す

- ・ 災害の被害に関する情報が提示されていない
- ・ 自分事として捉えさせるという点で改善の余地あり



## 実社会との接続を意図した防災VR学習環境の構築（五輪ら 2023）

- ・ 学習者が住む街（長崎市）をバーチャル環境に再現
- ・ バーチャル環境における災害に強いまちづくりを通じた防災教育を実践
- ・ 災害の被害に関する情報が提示されていない
- ・ 自分事として捉えさせるという点で改善の余地あり

## 自分事として捉えるという点に関連する研究事例

### VR技術を用いた洪水疑似体験アプリの制作（栗林ら 2020）

- ・ 洪水の脅威を強く感じさせる
- ・ 洪水対策への意欲を向上させる

### VR上での仮想災害体験の効果検証（Jantsje et al. 2022）

- ・ リスク認識を高める
- ・ リスク軽減行動を促進する



VR上でのシミュレーションによる災害体験 → 災害に対する実感を高め自分事として捉えることを促す

## 災害シミュレーションを実装した防災VR学習環境の構築（五輪ら 2024）

- ・ 学習者が住む街（長崎市）をバーチャル環境に再現
- ・ 災害シミュレーションにより災害の被害を可視化
- ・ バーチャル環境における災害に強いまちづくりを通じた防災教育を実践
- ・ 正確なシミュレーションではない
- ・ 現実に即した情報が無い
- ・ 被害を可視化した場所に根拠がなく、想定される災害との整合性に課題が残る

災害シミュレーションを実装した防災VR学習環境の構築（五輪ら 2024）

- ・ 正確なシミュレーションではない
- ・ 現実に即した情報が無い
- ・ 被害を可視化した場所に根拠がなく，想定される災害との整合性に課題が残る

現実との結びつきに改善の余地あり

シミュレーションの質 高 → ハイスペックPCが必要

## 目的

- より現実と結びつき**自分事として捉える**ことを促す防災VR学習教材の開発
  - ・ ハザードマップをもとに**災害シミュレーション**を改善
  - ・ 現実に即した情報として**災害の写真資料**を実装
- 開発した教材を用いた授業実践を通して実践と開発教材を2つの観点から評価
  - ・ 防災教育（主体的な学習・実社会との接続）
  - ・ 自分事として捉えることを促す

## 教材の開発

ゲーム開発用統合ソフトウェア「Unity」  
(Unity2021.3.14f1(64bit))



(<https://unity.com/ja/legal/branding-trademarks>)

## 水害シミュレーション実装

Unity アセット  
「Zibra Liquid」

AIベースの  
リアルタイム  
流体シミュレーション



(<https://assetstore.unity.com/packages/tools/physics/zibra-liquid-266451>)

## 3DCGモデル制作

統合3DCGソフト  
「Blender」

アドオン  
「Blender GIS」



(<https://www.blender.org/>)

Unity アセット  
「Rain Maker」

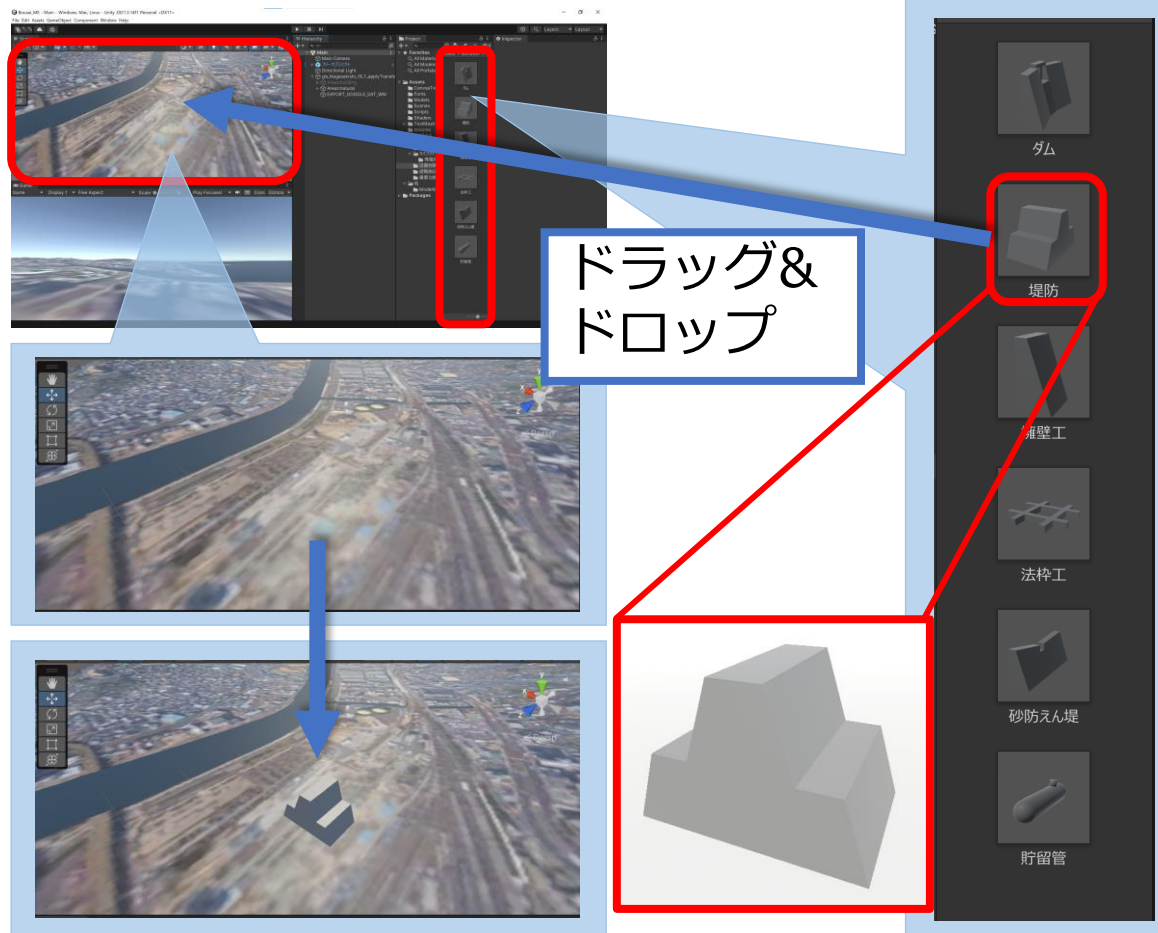
降雨時の状況を  
再現できるアセット



(<https://assetstore.unity.com/packages/vfx/particles/environment/rain-maker-2d-and-3d-rain-particle-system-for-unity-34938>)

## 制作活動を実施するUnityプロジェクト

災害に強いまちづくりを実践




## アプリ「Saigai View」

災害発生時の被害イメージや実際の災害写真を見ることができるアプリ







浦上川氾濫

A satellite map of a coastal town, likely in Japan, showing a river system and surrounding terrain. The map is annotated with several disaster markers. Two blue circles indicate flooding events: one at the top left near the river's mouth and another in the center of the town. Three yellow circles indicate landslides: one in the upper right, one in the lower right, and one in the lower center. A blue circle in the middle right indicates a dam breach. Text labels in blue and brown boxes provide details for each event. A mouse cursor is visible near the center of the town.

片淵・鳴滝土砂崩れ

本河内低部ダム決壊

中島川氾濫

本河内土砂崩れ

矢の平土砂崩れ

被害イメージを見たい災害シナリオを選ぶ



災害シナリオ  
ボタン

クリックするとその災害の被害イメージを見ることができる「災害発生画面」に移動する。ハザードマップをもとに場所を選定。

浦上川氾濫

中島川氾濫

本河内低部ダム決壊

片淵・鳴滝土砂崩れ

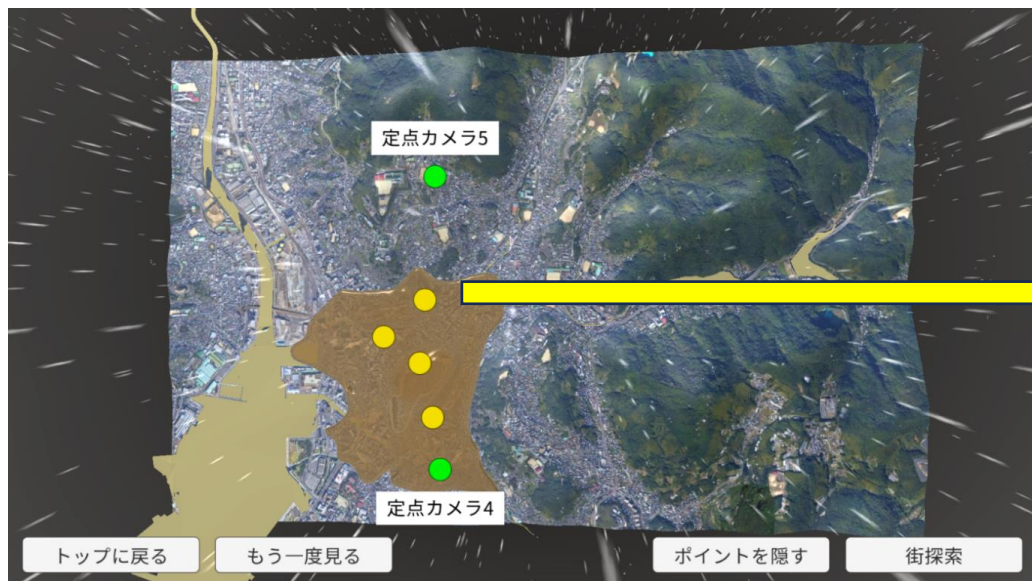
矢の平土砂崩れ

本河内土砂崩れ

▽災害発生画面

被害イメージや実際の災害写真を見る

▽災害写真画面



● (災害写真ボタン)	実際の災害写真を見る(場所は紐づかない)
● (定点カメラボタン)	設置された定点カメラから災害シミュレーションを見る
トップに戻る	トップ画面に戻る
もう一度見る	災害シミュレーションをもう一度最初から見る
ポイントを隠す(表示する)	UIを非表示 (表示) する
街探索	一人称視点で自由に探索する

- ・ 2名1組のグループ (小中学生26名)
- ・ 活動の目的：長崎市での水害を想定した災害に強い街の作成
- ・ 「Saigai View」, 調べ学習, 議論 → 防災について学習
- ・ 学習者は事前にUnityの使い方、水害と対策施設について学び 防災VR学習教材についてスライドで説明を受けた



## 1日目

Unityの操作説明

事前アンケート  
(防災意識尺度)

水害についての説明

活動についての説明  
(Unityプロジェクト・コンテンツ)

災害に強いまちづくり

## 2日目

災害に強いまちづくり

制作物発表

事後アンケート  
(作成したアンケート・  
防災意識尺度)

## ■ アンケート調査（調査対象：小中学生 26名）

### ○ 災害に強いまちづくりに関する調査

- ・ 4件法による回答

・ 主体的な学習    ・ 防災を学ぶコンテンツとして    ・ 実社会との接続

### ○ 「Saigai View」に関する調査

- ・ 4件法による回答

・ コンテンツ全般    ・ シミュレーション    ・ 災害の写真資料  
(シミュレーションと災害の写真資料は共通の質問項目)

- ・ 自由記述による回答

・ シミュレーションの有用性、改善点    ・ 災害写真資料の有用性、改善点

- ・ 4件法による回答：肯定回答・否定回答に分け、直接確率計算（両側検定）
- ・ 共通質問項目：平均値の差をt検定により分析
- ・ 自由記述による回答：類似する回答ごとにカテゴリ分類して集計

## ■ 防災意識尺度：20個の質問(6件法)で選んだ数字をもとに5つの因子の得点が出る

- 被災状況に対する想像力
- 災害に対する危機感
- 他者指向性
- 災害に対する関心
- 不安

**防災意識尺度 ver20180115D**

以下の文章はあなた自身の考えにどのぐらい当てはまりますか？  
右の選択肢から最も近いものを選んで数字に○をつけてください

	あてはまらない	あてはまる	ほとんどあてはまらない	ほとんどあてはまる	あてはまらない	あてはまる
1 災害発生時に人々がどのような行動を取るか具体的なイメージがある	1	2	3	4	5	6
2 自分の利益にならないことはやりたくない	1	2	3	4	5	6
3 災害発生時に必要な物資の具体的なイメージがある	1	2	3	4	5	6
4 色々な友達をたくさんつくりたい	1	2	3	4	5	6
5 災害発生時に町がどうなるか具体的なイメージがある	1	2	3	4	5	6
6 ひとたび災害が起きたら大変なことになると思う	1	2	3	4	5	6
7 自分は心配性だと思う	1	2	3	4	5	6
8 不安を感じることが多い	1	2	3	4	5	6
9 自分の身近なところで起きそうなことだけ考える	1	2	3	4	5	6
10 災害のことを考え始めると、様々なパターンの被害を妄想してしまう	1	2	3	4	5	6
11 普段は災害のことは考えない	1	2	3	4	5	6
12 災害は明日来てもおかしくない	1	2	3	4	5	6
13 個人の努力だけで災害の被害を減らすことは難しいと思う	1	2	3	4	5	6
14 身の周りの危険をいつも気にしている	1	2	3	4	5	6
15 災害対策は耐震補強や防災用品の整備など物理的なもので十分だと思う	1	2	3	4	5	6
16 人とコミュニケーションを取るのが好きだ	1	2	3	4	5	6
17 防災は自分の地域だけで完結するのではなく他の地域との連携も必要だと思う	1	2	3	4	5	6
18 人が集まる場所が好きだ	1	2	3	4	5	6
19 災害発生時に自分ができるような対応をすればよい具体的なイメージがある	1	2	3	4	5	6
20 他の人のために何かしたいと思う	1	2	3	4	5	6

○をつけた数字を□に記入して下さい  
記入したら縦方向に合計して下さい  
Dスコア・総合点を式に従って計算し、  
計算が終わったら裏返して下さい

測ってみよう  
あなたの  
「防災意識」

記入が終わったら開いて下さい

Aスコア Bスコア Cスコア Dスコア Eスコア 総合点

28 - □ = □

A + B + C + D + E = □

「防災意識尺度」は、皆さまの防災意識が平均的な人に比べてどの程度かを定量的に測る「モノサシ」として、防災科研の島崎敦と東京国際大学の尾関美喜が共同開発したものです  
どなたでも自由にご利用いただけますが、利用実績把握のためにご一報いただけますと幸いです  
問い合わせ・感想などは(国研)防災科学技術研究所 災害過程研究部門 katei\_office@bosai.go.jpまで  
関連文献：Ozeki, M., Shimazaki, K. & Yi, T. 2017, Exploring elements of Anti-disaster Consciousness: Based on Interviews with Anti-disaster Professionals, Journal of Disaster Research, 12(3), 631-638.  
島崎敦・尾関美喜 2017/9 防災意識尺度の作成(1), 日本心理学会第81回大会発表論文集, 69.

表面のスコアを見て○をつけてみよう

期間をおいて変化も見てみよう

名前 \_\_\_\_\_ 記入日 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

低い 偏差値 高い

	20	30	40	50	60	70	80
A 被災状況に対する想像力	4	5	6	7	8	9	10
B 災害に対する危機感	8	9	10	11	12	13	14
C 他者指向性	4	5	6	7	8	9	10
D 災害に対する関心	5	6	7	8	9	10	11
E 不安	7	8	9	10	11	12	13
総合点							

行：行政職員平均値  
主：主婦平均値  
学：学生平均値  
リ：防災リーダー平均値  
熊：熊本地震被災者平均値(2017/2時点)

A:被災状況に対する想像力  
災害が起きたらどんなことが起きるか、何が必要か、何をやるかを想像する力です。これが低い人は、災害のことを調べる、被災者の話を聞くなどで災害を知り、想像力を養いましょう

B:災害に対する危機感  
災害をどのくらい深刻に捉えているか、現状ではまずいと思っているかを表しています。これが低い人は、災害は明日来てもおかしくないことを再認識し危機感を持ちましょう

C:他者指向性  
社会や人のために何かをしようと思う心です。災害は地域の人みんなで協力しなければ乗り切れません。これが低い人は共助の大切さを再認識し、他人のことも考えるようにしましょう

D:災害に対する関心  
災害に興味を持ち、災害を自分のこととして捉えている程度です。これが低い人は災害に関心です。まずは災害を自分の問題として捉え、防災のために自分が何をやるかを考えましょう

E:不安  
災害のことを心配している度合いです。不安は災害に対する備えの原動力にもなりますが、A~Dと違って、高すぎてもよくないことに注意が必要です。適度な心配を心がけましょう

総合点  
あなたの「防災意識」の全体的な水準を表しています。自分の防災意識が他の人と比べて高いか低いかを知り、低かった人は今よりも災害や防災のことを考えてみる機会を増やしましょう

偏差値とは、平均値を50、標準偏差を10に変換した値です。例えば、偏差値60とは平均よりも標準偏差1つ分高い値であることを示しています  
この尺度の偏差値は全国から無作為に抽出した618名分の回答値の平均値と標準偏差から算出されています

下から0.1% 下から2.3% 下から15.9% 平均値 上から15.9% 上から2.3% 上から0.1%

MARCH級 早慶上智級 東大理三級

防災意識尺度 検索

実践前後で実施し、因子得点の平均値の差をt検定で分析

# 結果・考察 -災害に強いまちづくりに関する調査-

質問項目	肯定回答		否定回答		結果 (両側検定)
	とても そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	全くそう 思わない	
「まちづくり」は楽しかった	21	5	0	0	**
「まちづくり」に積極的に取り組んだ	17	8	1	0	**
「まちづくり」をもっとしたい	11	12	3	0	**
「まちづくり」を通して新しいことに気づいた	9	14	3	0	**
「まちづくり」を通して防災について考えた	16	9	0	1	**
防災について意識するようになった	9	16	1	0	**
防災についてもっと学びたい	5	13	7	1	†
自分の住んでいる場所での防災を考えるきっかけになった	10	11	4	1	**
長崎市がどんな地形か理解できた	14	8	4	0	**
長崎市にはどんな種類の災害の危険性があるか考えることができた	15	11	0	0	**
長崎市で災害時に安全を守るためにどんな対策ができるかを考えられた	11	13	2	0	**

**実社会と接続した主体的な防災学習を促す**

(\*\*: $p < .01$ ,  
†:  $.05 < p < .10$ )

## ○ コンテンツ全般

質問項目	肯定回答		否定回答		結果 (両側検定)
	とても そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	全くそう 思わない	
興味深いコンテンツだった	13	11	2	0	**
このコンテンツを使うことで積極的に活動に取り組めた	13	10	3	0	**
このコンテンツを使って防災についてもっと学びたい	6	15	4	1	**
このコンテンツが防災について学びたいと思うきっかけになった	4	14	8	0	†
このコンテンツの操作は簡単だった	15	8	3	0	**

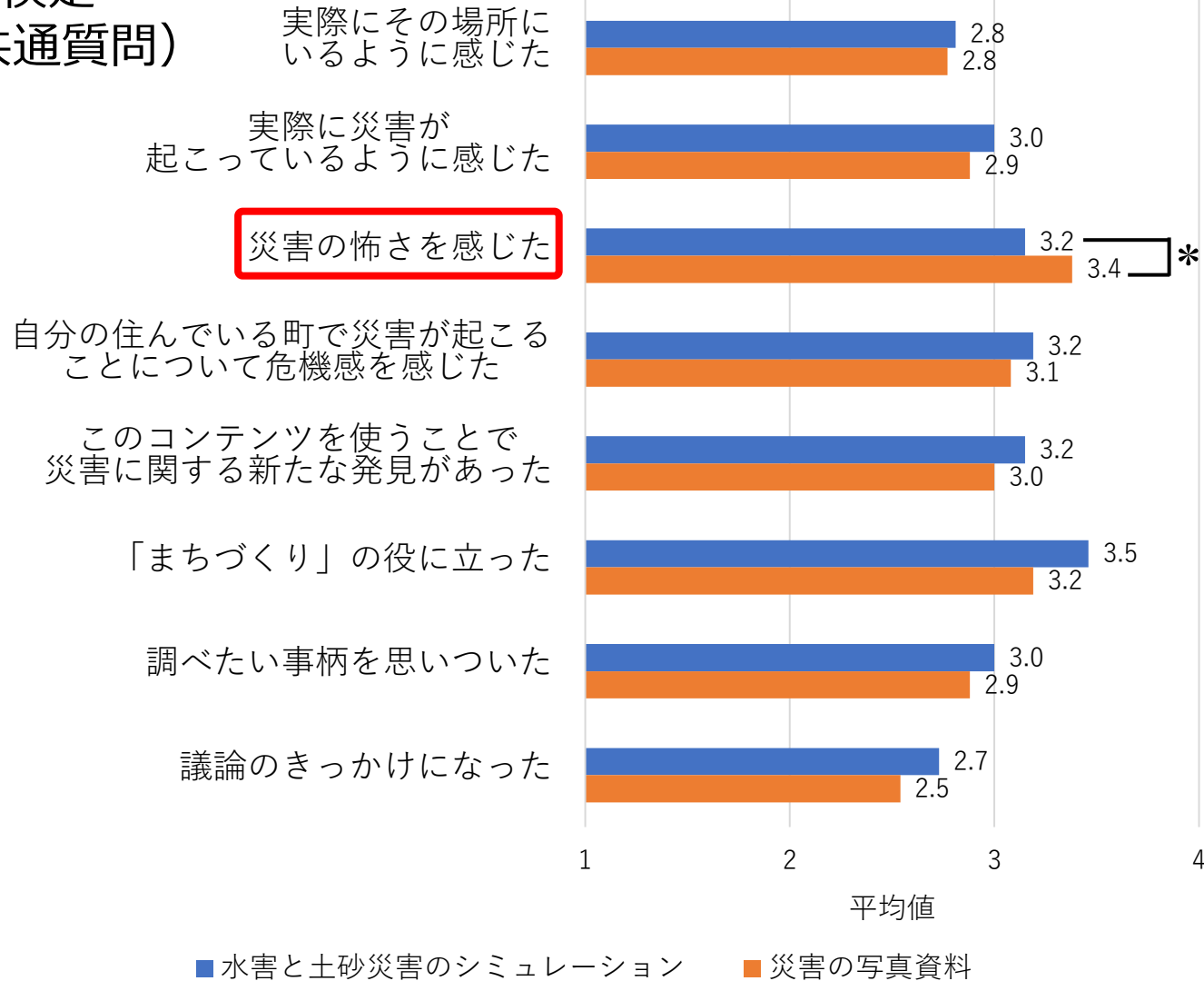
(\*\*: $p < .01$ , \*: $p < .05$ , †: $.05 < p < .10$ , n.s.:有意差なし)

- ・ 制作活動を支援できていた
- ・ 防災に対する興味・関心の喚起という点で改善の余地がある



## ○ t検定 (共通質問)

質問項目



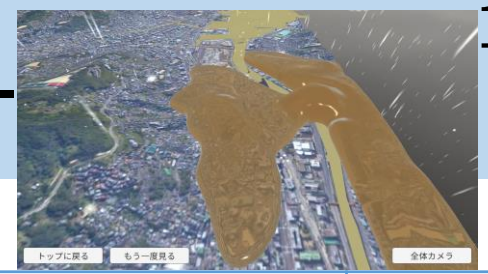
(\*\*: $p < .01$ , \*: $p < .05$ , †: $.05 < p < .10$ , n.s.:有意差なし)

## ○ シミュレーションの課題

カテゴリ名	件数	記述内容例
シミュレーションの精度	3	身勝手な意見となりますが、より細かなシミュレーションが可能となるように改善してほしいということ。
処理の重さ	3	たまに重くなって動きが遅いときがあったりした。

- ・ 災害の写真資料が災害シミュレーションよりも効果的に災害の脅威を伝える
- ・ 災害シミュレーションの精度に課題が残る  
→ 処理の負荷を考慮しつつ改善する必要がある

# 結果・考察 - 「Saigai View」に関する調査-



## ○ 水害と土砂災害のシミュレーション

質問項目	肯定回答		否定回答		結果 (両側検定)
	とても そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	全くそう 思わない	
実際にその場所にいるように感じた	8	6	11	1	n.s.
実際に災害が起きているように感じた	8	11	6	1	*
災害の怖さを感じた	13	5	7	1	†
自分の住んでいる町で災害が起きることについて危機感を感じた	9	13	4	0	**

## ○ シミュレーションの有用性

(\*\*: $p < .01$ , \*: $p < .05$ , †: $.05 < p < .10$ , n.s.:有意差なし)

大カテゴリ	小カテゴリ	件数	記述内容例
災害の想像	場所の想像	12	どこでどのようなことが起こるのかが分かった。
	被害の想像	6	どの場所でどのようなさい害があったか分かった。

学習者がシミュレーションを通して危機感を感じた  
 → VRやシミュレーションの**臨場感**が自分事として捉えることを促す

# 結果・考察 - 「Saigai View」に関する調査-



## ○ 災害の写真資料

質問項目	肯定回答		否定回答		結果 (両側検定)
	とても そう思う	やや そう思う	あまりそう 思わない	全くそう 思わない	
実際にその場所にいるように感じた	6	10	8	2	n.s.
実際に災害が起こっているように感じた	7	10	8	1	n.s.
災害の怖さを感じた	14	8	4	0	**
自分の住んでいる町で災害が起きることについて危機感を感じた	9	11	5	1	**

(\*\*: $p < .01$ , \*: $p < .05$ , †: $.05 < p < .10$ , n.s.:有意差なし)

## ○ 災害の写真資料の有用性

大カテゴリ	小カテゴリ	件数	記述内容例
災害の想像	被害の想像	12	どのようなひ害が起きたかを想像すること

災害の写真資料が災害の脅威や恐怖を伝えることで自分事として捉えさせる

## ○ シミュレーションの課題

カテゴリ名	件数	記述内容例
操作性	2	そうさで地面にめりこんでしまう点
街の再現度	2	町をもっと立体的にしてほしい。

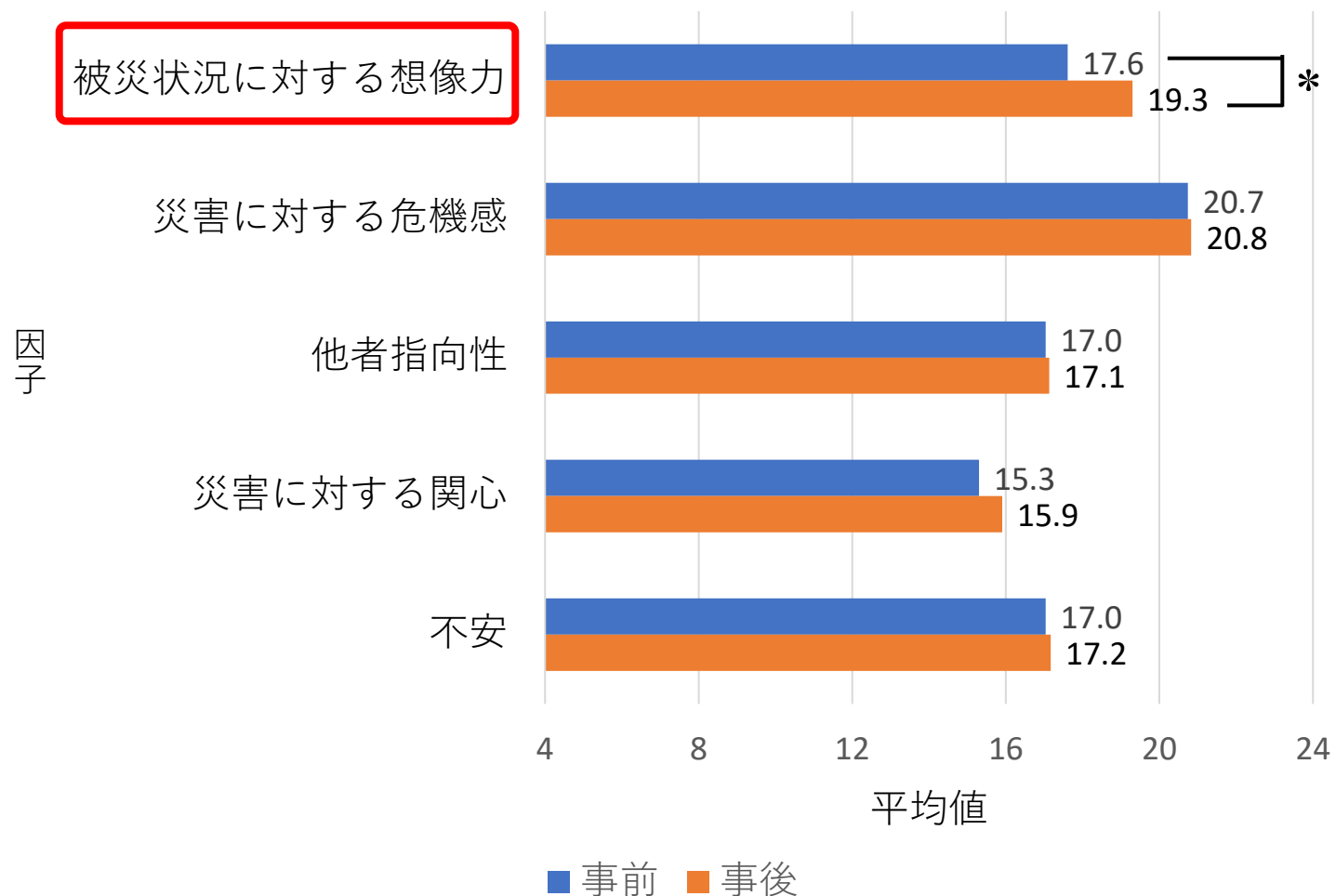
- ・ 一人称視点においてカメラにコライダーが無かったことが要因  
→ 一人称視点のカメラに対するコライダーの追加
- ・ 建物を配置することで再現度が上がり、より実感が高まる

## ○ 災害の写真資料の課題

カテゴリ名	件数	記述内容例
情報の配置	2	どの場所にどんな写真があるかわからなかったからもう1回見たいときに探すのが大変だったときがあった。
情報の追加	2	動画の方が理解が深まる？と思った。

- ・ 災害シミュレーションを再生しないと写真資料が見れない  
→ まとめて閲覧できる機能の追加
- ・ 災害の動画資料の追加

## ○ t検定 (事前・事後)



(\*\*: $p < .01$ , \*: $p < .05$ , †: $.05 < p < .10$ , n.s.:有意差なし)

「Saigai View」の有用性で  
「災害の想像」に関する  
回答があった



実践とアプリが被害を  
想像することを支援し  
想像力を向上させる

## 目的

- ・ より現実と結びつき自分事として捉えることを促す防災VR学習教材の開発
- ・ 開発した教材を用いた授業実践を通して実践と開発教材を2つの観点から評価

## 開発教材

- ・ 制作活動を実施するUnityプロジェクト
- ・ 災害シミュレーションや災害の写真資料を確認する「Saigai View」
  - ・ ハザードマップの情報をもとに災害シミュレーションを実装
  - ・ 現実に即した情報として災害の写真資料を実装

## 結果・考察

- ・ 災害シミュレーション, 災害の写真資料により自分事として捉えることを促す
- ・ 実践とアプリが被害を想像することを支援し想像力を向上させる

## 今後の展望

- ・ 再現度や機能面での課題を改善
- ・ 学習者の興味・関心を喚起する要素の追加