SENDAI BOSAI TECH

仙台BOSAI-TECHカンファレンス

VR津波避難シミュレーターの試作開発と試験展示
～あなたの避難体験が安全な街づくりのヒントに～

登壇者：Tsunami　Balloon（成田峻之輔）

Tsunami Balloon

Ⓒ City of Sendai All Rights Reserved.

Tsunami Balloonの活動内容

日本

Tsunami Balloon

宮城県仙台市青葉区

かつての広告塔「アドバルーン」を津波避難の誘導灯に！
より早くより簡単に津波から避難できる街づくりを目指す東北大学発のプロジェクトです。VR（仮想空間）で津波避難を体験できる場をみなさまに提供しつつ、蓄積した避難体験に基づいて避難誘導のさらなる効率化を図ります。地域や世代を超えた産官学連携により、震災後の東北から「震災前」の全国・全世界に通用する防災の波及を実現します。

担当者

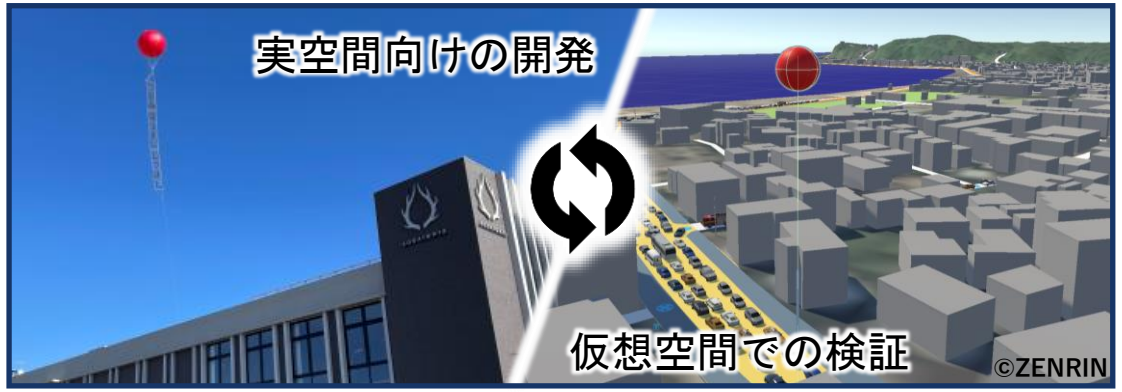
代表
成田峻之輔

東北大学大学院工学研究科
（津波工学研究室 修士2年 博士進学予定）

Keywords

津波災害 | 避難誘導 | アドバルーン | 仮想現実(VR) | デジタルツイン

津波避難誘導ツール（Tsunami Balloon）の開発と検証



防災の社会への浸透力を高めるために
Tsunami Balloon は 4つのポリシーを掲げています

実装型 防災	防災活動による効果が**当事者に直接届く**取り組みを目指します
共創型 防災	市民参画の機会を創出し**地域全体で創る防災**を目指します
多目的 防災	防災に副次機能を持たせ**普段使いできる形で**普及を目指します
強いない防災	個々の**防災意識に依拠しすぎない**仕組み作りを目指します

© City of Sendai All Rights Reserved.

要約

タイトル	VR津波避難シミュレーターの試作開発と試験展示　～あなたの避難体験が安全な街づくりのヒントに～
会社名	Tsunami Balloon

１．解決を目指す防災・減災課題と解決方法

津波避難の設計側（行政・研究等）の課題
1）避難誘導方法の検証には時間・場所・人員の面で制約が大きい.
2）過去の災害における避難行動の分析では，その対象が常に成功事例（生存者）に偏る.
【解決方法】
津波避難を体験できるVRコンテンツによって検証に要する時間・場所・人員を大幅にカットし，仮想空間での避難行動のログに基づいて成功・失敗を問わず遍く避難を分析する.

津波被災リスクを持つ側（市民等）の課題
1）被災経験のない未災者が自発的に災害を学ぶためのインセンティブ創出が難しい.
2）過去の災害における避難行動の分析では，その対象が常に成功事例（生存者）に偏る.
【解決方法】
津波避難を体験できるVRコンテンツによって検証に要する時間・場所・人員を大幅にカットし，仮想空間での避難行動のログに基づいて成功・失敗を問わず遍く避難を分析する.

２．実施内容

VR津波避難シミュレーターの試作開発
実際には実装されていない津波避難誘導ツールを沿岸部の街に設置して津波避難を体験できる仮想空間を構築する.

VR津波避難シミュレーターの試験展示
試作開発した津波避難シミュレーターを以下の場所で試験的に展示し，VR避難を体験してもらう.
・多賀城中学校（対象者：120名程度）
・仙台市役所（対象者：27名）
・多賀城市役所（対象者：18名）

避難行動データ収集・アンケート調査
仮説A：仮想空間に蓄積した避難行動データから避難誘導改善の知見を得られるのか？
検証A：仮想空間に再現した多賀城市で避難誘導ツールが避難行動に及ぼす影響を調べる.
仮説B：VR体験は災害学習以外の動機で津波災害を学ぶきっかけをもたらすのではないか？
検証B：体験動機や学びの内容，学びに繋がった体験についてアンケート調査を実施する.

３．実施結果

検証A
全体的な傾向として，アドバルーン→旗→一般的な標識の順番で津波避難ビルが認識されやすい（つまり，想定浸水域外への避難中により多くの選択肢を持った状態で柔軟に避難できている）ことが分かった．ただし，この傾向の大小は津波避難ビルによって異なる.

検証B
VR津波避難シミュレーターは，災害学習よりもＶＲ体験自体の方が強い体験動機になり，災害学習の機会が災害学習以外の魅力によって普及・継承されることが期待できる．4つの体験を取り入れたVRコンテンツで，新鮮みのある体験と，学びに繋がる体験は一致せず，同一コンテンツに様々な体験内容を組み合わせることによって魅力的な楽しい学びを実現できることがわかった.

以上により，VR津波避難シミュレーターは津波避難誘導の改善と災害学習機会の提供を両立できるコンテンツになることが期待される.

４．今後の展開

本プログラムで試作開発・試験展示したVR津波避難シミュレーターを用いて，「自治体向け」と「市民向け」のサービスを今後提供する予定.

自治体向けのサービス形態
①自治体が要望・提案する津波避難誘導手法を仮想空間に構築してその効果を検証する.
②十分な効果を確認できた津波避難誘導ツールを開発・提供する.

市民向けのサービス形態
①学校や災害学習関連施設等をターゲットとして　VR津波避難シミュレーターを提供する.
②VRを楽しみたい体験希望者個人をターゲットとしてVR津波避難シミュレーターを提供する.

エンタメ要素（楽しい，面白い要素）を付加価値としてVR津波避難シミュレーターをすることで防災への需要を単なる社会的コストとしない形態でサービス提供を目指す.

© City of Sendai All Rights Reserved.

1． 解決を目指す防災･減災課題と解決方法

■解決を目指す防災･減災課題

津波防災の設計者側が抱える課題
（行政や研究機関等）

①避難誘導方法の検証には
時間・場所・人員の面で制約が大きい.

津波の避難誘導を改善するための検証がしづらい

②過去の災害における避難行動の分析では
その対象が常に成功事例（生存者）に偏る.

避難の失敗事例から教訓を得ることが難しい

津波防災の当事者側が抱える課題
（沿岸部の市民等）

①被災経験のない未災者が自発的に
災害を学ぶためのインセンティブ創出が難しい.

未災地・次世代に災害学習が浸透しづらい

②防災教育の受け手によるフィードバックが
その提供者側に届く機会が多くはない.

防災のインタラクションが生じづらい

© City of Sendai All Rights Reserved.

1．仮想現実（VR技術）をもちいた課題解決

提案

実空間では検証しづらい避難誘導を
仮想空間に構築して検証する

学習

仮想空間での津波避難体験を通して
津波からの避難について学べる

分析

蓄積した避難行動データから
避難誘導を改善するための知見を得る

動機

新鮮みのあるＶＲ体験によって
災害学習のインセンティブを創出

VR津波避難シミュレーターを津波リスクのコミュニケーションツールとして用いることで
防災の**設計者と当事者が一体となって**安全な街づくりを目指す

© City of Sendai All Rights Reserved.

2．実施内容

■実施概要（試作開発･実証実験の内容･実施方法）

A

防災の設計者
（行政・研究機関など）

防災の当事者
（沿岸部の市民等）

B

【仮説A】
仮想現実（ＶＲ）の技術を用いた津波避難シミュレーターから**避難誘導改善に繋がる知見**を得られるか？

【検証A】
仮想空間にアイデア段階の避難誘導ツールを再現しそれが避難行動に及ぼす影響について調べる.

【仮説B】
ＶＲ技術によって防災教育にもたらされる新鮮みは災害学習の**新たな動機付け**として成立するのか？

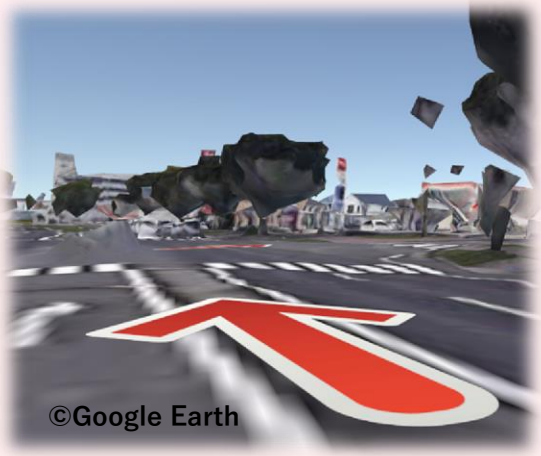
【検証B】
VR津波避難シミュレーターの体験動機や学びついて体験者を対象にアンケート調査を実施する.

© City of Sendai All Rights Reserved.

2．実施内容

■開発物：4つの体験ができるVR津波避難シミュレーター

①避難



【MISSION】
多賀城市の浸水想定区域から
最短経路で避難せよ！

※最短で避難するための移動方向は仮想空間の避難中に随時確認できる.

②発見

【MISSION】
避難経路周辺の津波避難ビルを
なるべく多く発見せよ！

※身を守るための選択肢をいかに多く保持した状態で避難ができるかを検証

③確認

【MISSION】
仮想空間で巨大化して
自らの避難経路を確認せよ！

※避難体験中の移動経路は記録され仮想空間内に黄色のラインで示される

④観察

【MISSION】
津波襲来の様子を
上空から観察せよ！

※多賀城市における津波襲来の様子と自分の避難経路を俯瞰して観察できる
（多賀城市が公開する津波シミュレーションを使用）

仮想空間だからこそ提供できる体験内容

© City of Sendai All Rights Reserved.

2．実施内容

デモ動画

© City of Sendai All Rights Reserved.

2．実施内容

■具体的な検証作業・手順

VR津波避難シミュレーターの体験会実施

実施場所：多賀城中学校，仙台市役所，多賀城市役所（※参加者は総勢170名程度）

約2~3分/人	約4~6分/人	約2~3分/人
体験内容の事前説明	VR津波避難体験 ①避難 → ②発見 → ③確認 → ④観察	アンケート回答 （市役所職員のみ）

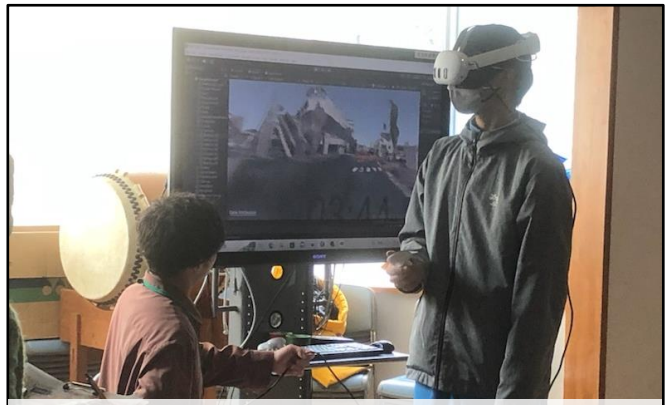
データ収集　　データ収集

検証

A：避難誘導ツールの効果　⇄　B：防災教育の効果

「津波避難誘導の改善」と「災害学習機会の提供」の両立

体験会実施の様子（多賀城中学校）



仮想空間で津波避難を体験している様子

避難体験をクラス全員で確認している様子

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説A）

A

防災の設計者
（行政・研究機関など）

防災の当事者
（沿岸部の市民等）

B

【仮説A】
仮想現実（ＶＲ）の技術を用いた津波避難シミュレーターから**避難誘導改善に繋がる知見**を得られるか？

【検証A】
仮想空間にアイデア段階の避難誘導ツールを再現しそれが避難行動に及ぼす影響について調べる.

【仮説B】
ＶＲ技術によって防災教育にもたらされる新鮮みは災害学習の**新たな動機付け**として成立するのか？

【検証B】
VR津波避難シミュレーターの体験動機や学びついて体験者を対象にアンケート調査を実施する.

© City of Sendai All Rights Reserved.

３．実施結果

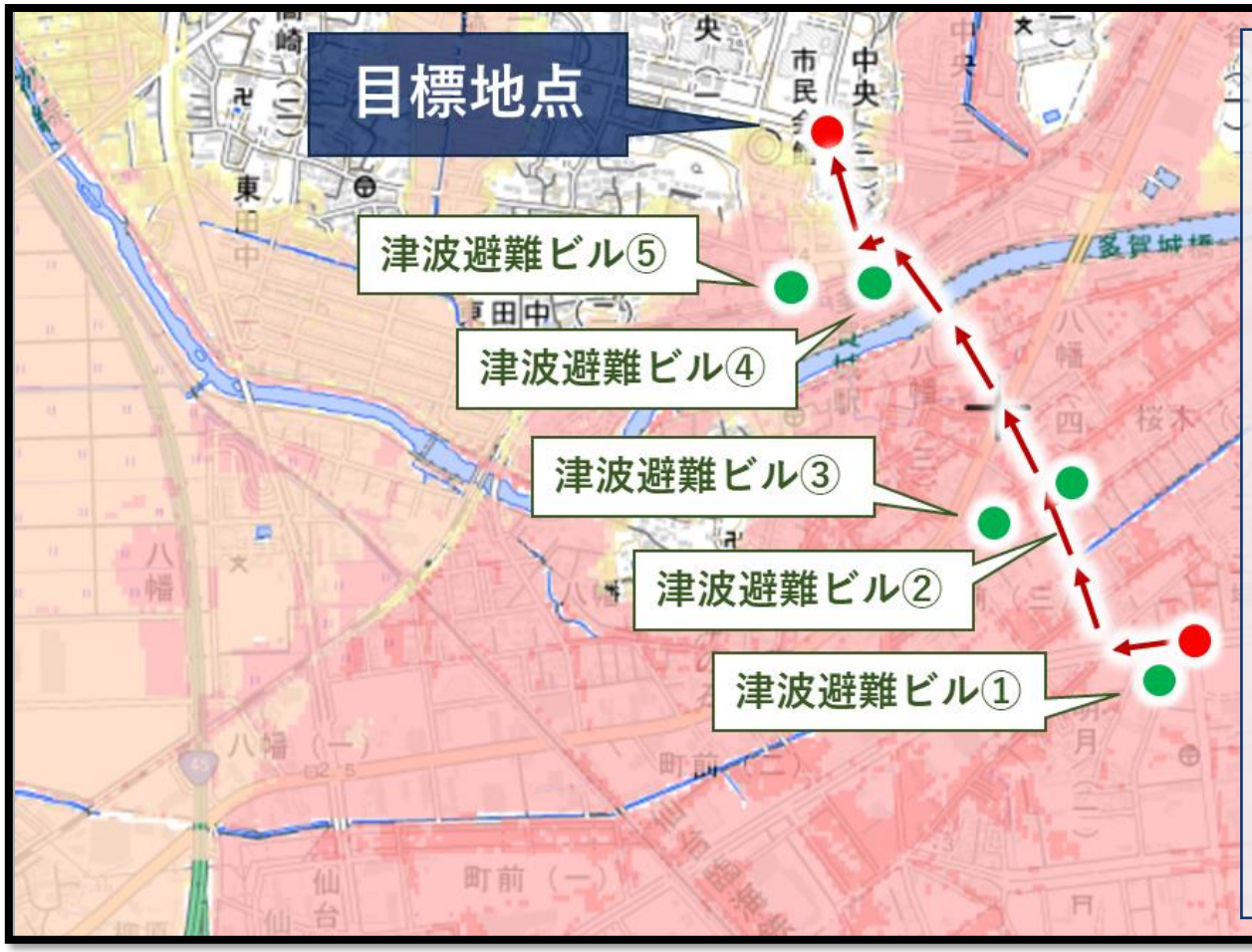
■仮想空間に再現された多賀城市と実在しない（未実装の）避難誘導ツール

VR没入体験を提示するのに十分な仮想空間と未実装の避難誘導ツールを再現

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説A）

■本体験の津波避難経路とその周辺の津波避難ビル



Q.津波の想定浸水域外への避難中に
どれだけ津波避難ビルに気づくことができたか？
（切迫時に逃げ込める場所をどれだけ認識できたか？）

3つの避難誘導ツールを比較

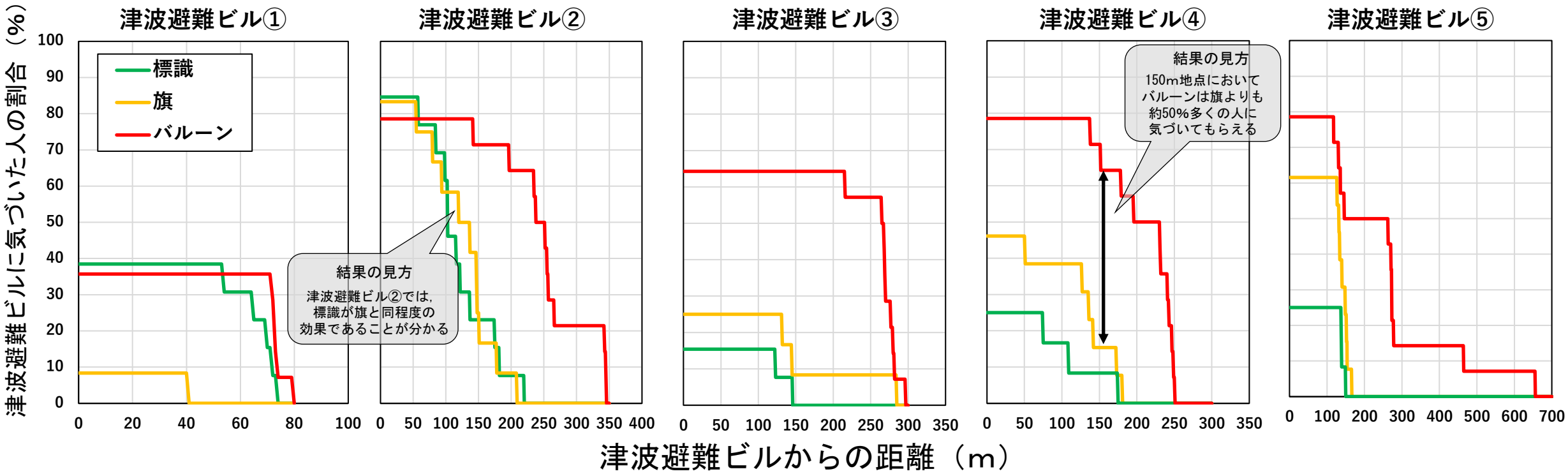
Aグループ	Bグループ	Cグループ
津波避難ビル上部に一般的な標識を設置	津波避難ビル屋上に旗を設置	津波避難ビル屋上にアドバルーンを設置

避難者が身を守るための選択肢をより多く保持することで
避難の柔軟性が向上するとみなして誘導ツールを評価する

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説A）

■仮想空間での避難体験から避難誘導ツールの気づかれやすさを抽出

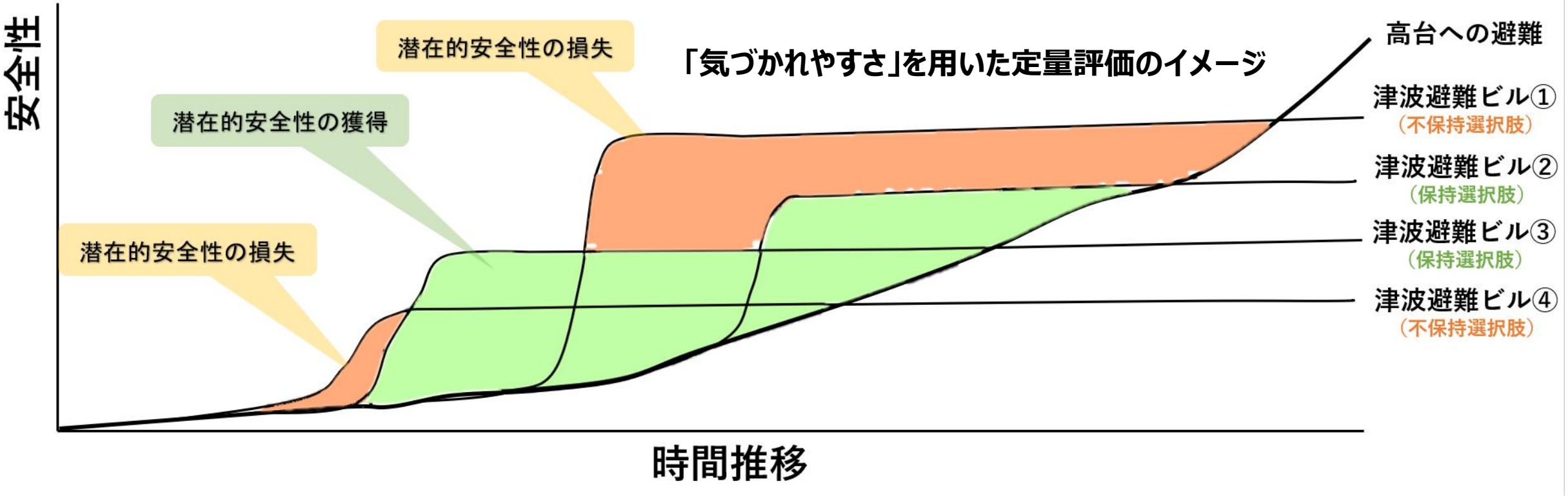


全体を通して**バルーン→旗→標識の順番で津波避難ビルが気づかれやすく**なる傾向にあることが分かるが，その差の大きさは津波避難ビルによって異なる．該当の津波避難ビルが避難誘導を対象とする範囲に応じてその差を見る必要がある．例えば，津波避難ビルから十分に離れた地点で差が確認されたとしても，それだけ離れた場所の避難者にとっては別の避難先が適している場合は，その差が持つ意義は小さいと考えられる．

© City of Sendai All Rights Reserved.

３．実施結果（仮説A）

■「津波避難ビルの気づかれやすさ」はどのように評価できるのか（今後の取り組み）

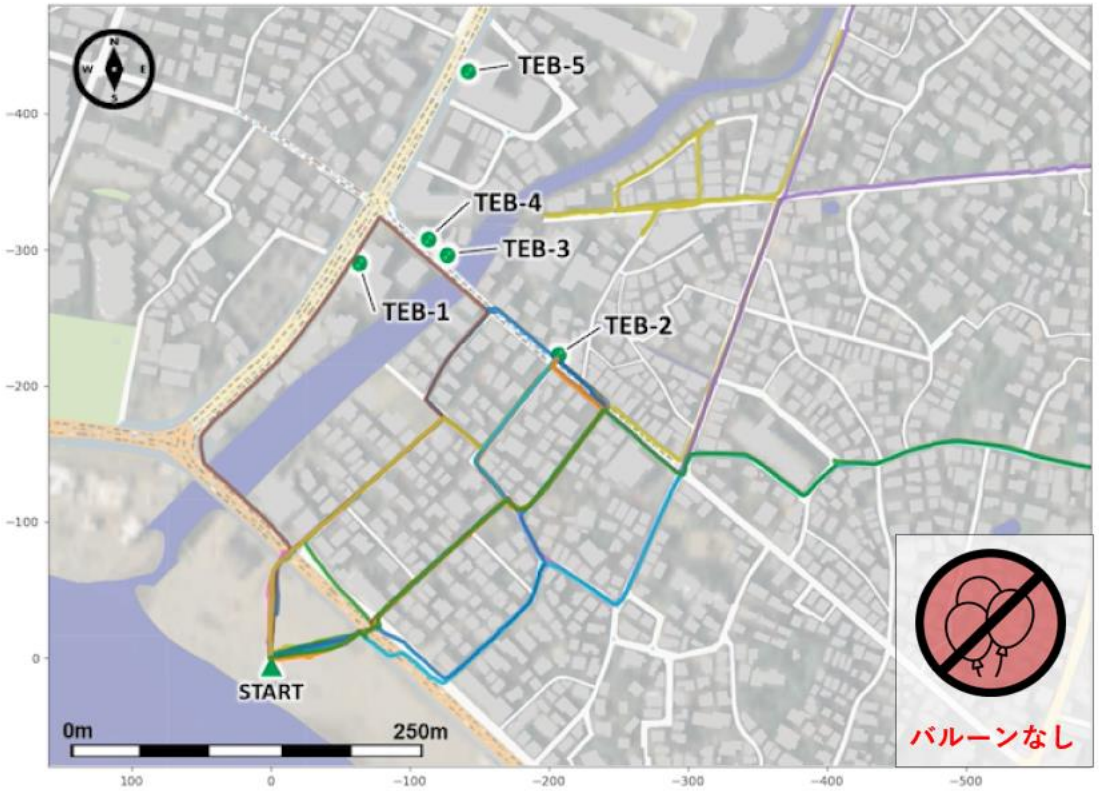


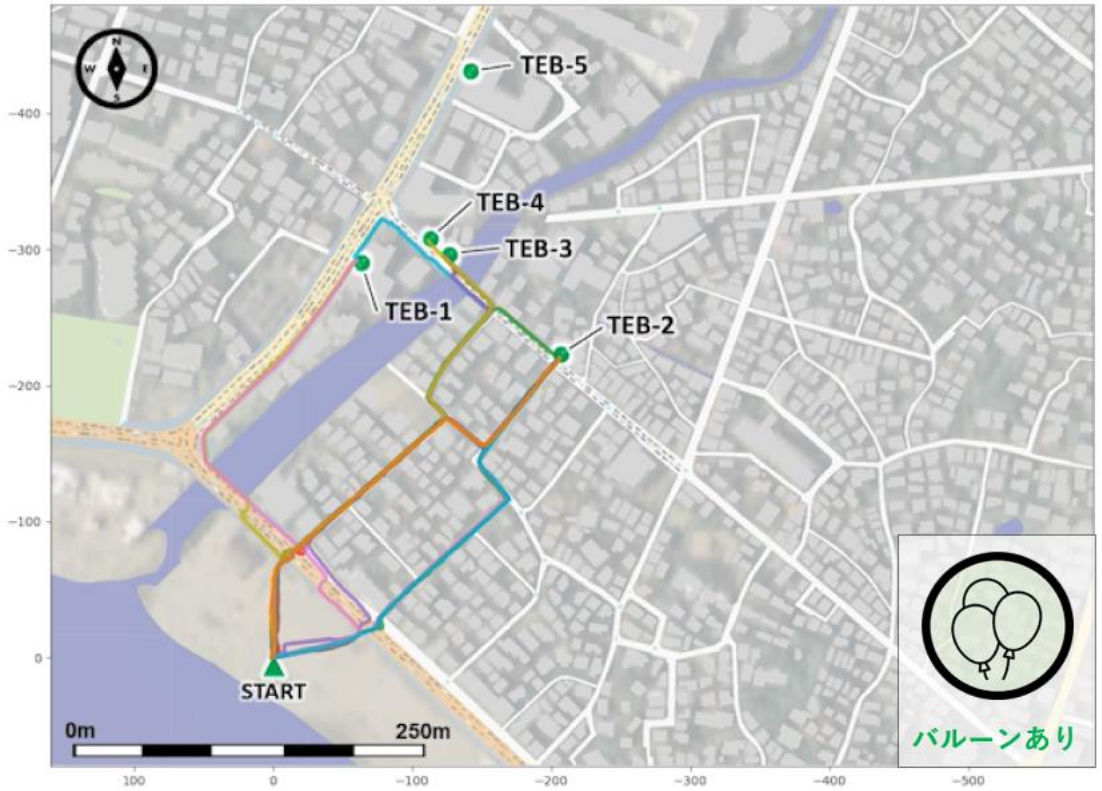
避難者がその津波避難ビルに気づけたことによって獲得した潜在的安全性を評価することができる.

（気づけなかったこと）　（損失した）

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．東北大学での研究事例（登壇者による修士研究から抜粋）



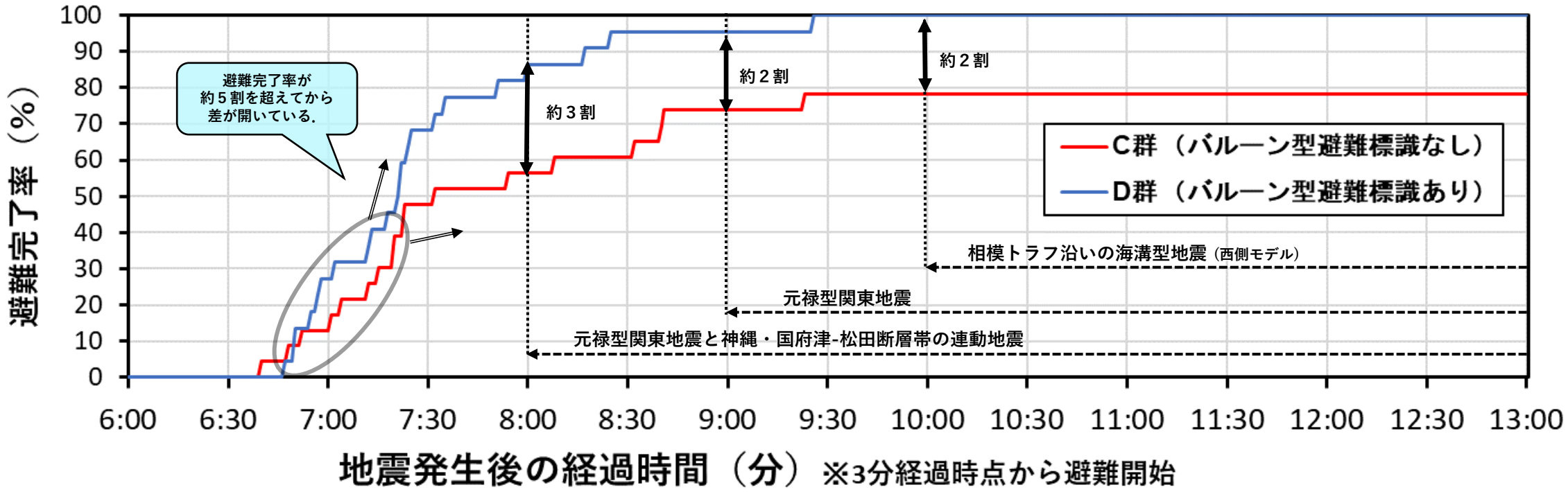


アイデア段階の避難誘導手法が避難行動にもたらす影響を実装前に解析

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．先行事例（東北大学での津波避難研究事例）

避難の成功・失敗（生存・犠牲）を問わず避難者全体の傾向を分析



© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説B）

A

防災の設計者
（行政・研究機関など）

防災の当事者
（沿岸部の市民等）

B

【仮説A】
仮想現実（ＶＲ）の技術を用いた津波避難シミュレーターから**避難誘導改善に繋がる知見**を得られるか？

【検証A】
仮想空間にアイデア段階の避難誘導ツールを再現しそれが避難行動に及ぼす影響について調べる.

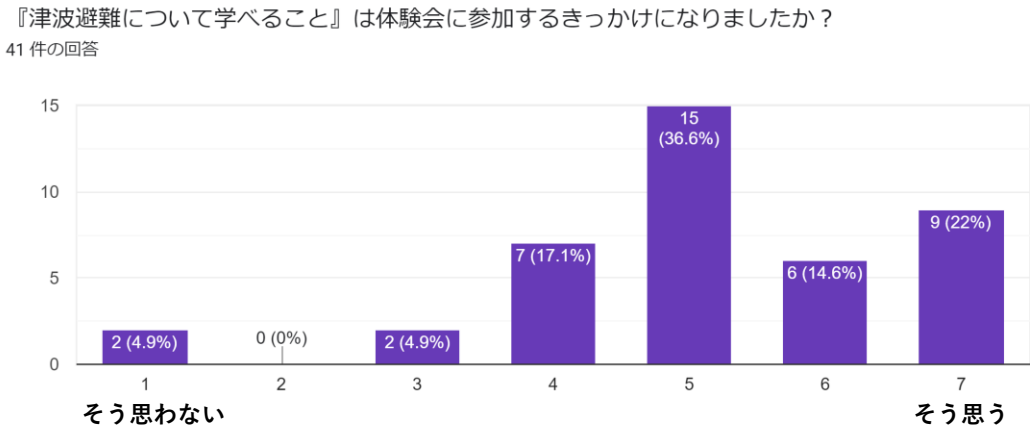
【仮説B】
ＶＲ技術によって防災教育にもたらされる新鮮みは災害学習の**新たな動機付け**として成立するのか？

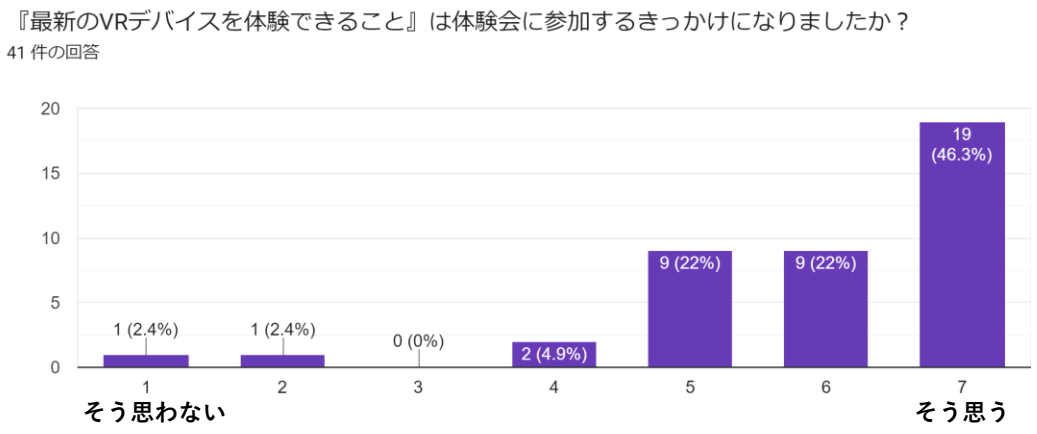
【検証B】
VR津波避難シミュレーターの体験動機や学びついて体験者を対象にアンケート調査を実施する.

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説B）

■体験会に参加したきっかけ　「津波災害を学びたい」vs「VRデバイスを体験したい」





本体験会の参加動機は「災害学習」よりも「VR体験」の方が上回っている

平均値：5.12　　**平均値：5.93**

「VRを体験したい！」という動機が津波災害を学ぶきっかけになる可能性

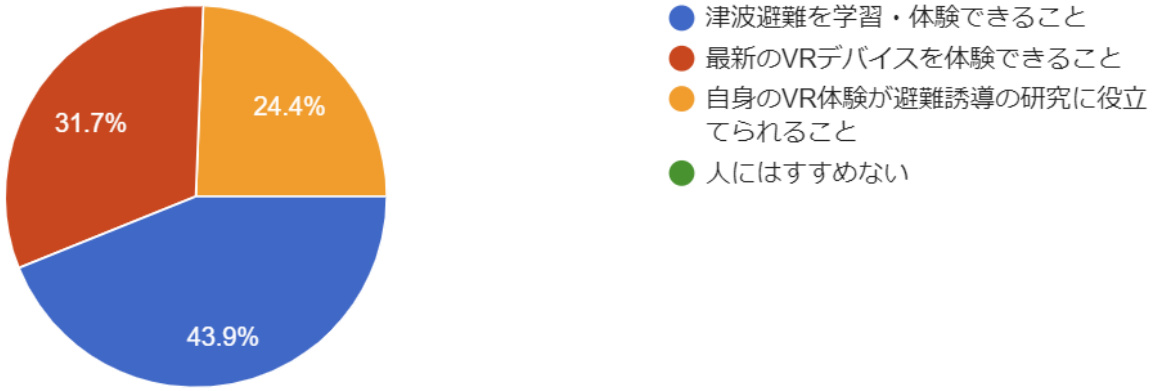
© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説B）

■本体験会を他者に薦める理由

このVRコンテンツを人に薦めるとしたら以下の中でどれが**最も大きな理由**になりますか？（１つだけ選択してください）

41 件の回答



「災害学習」以外の動機が他者に薦める理由になることは
災害学習を広く普及・長く継承させることを目指す上で重要である.

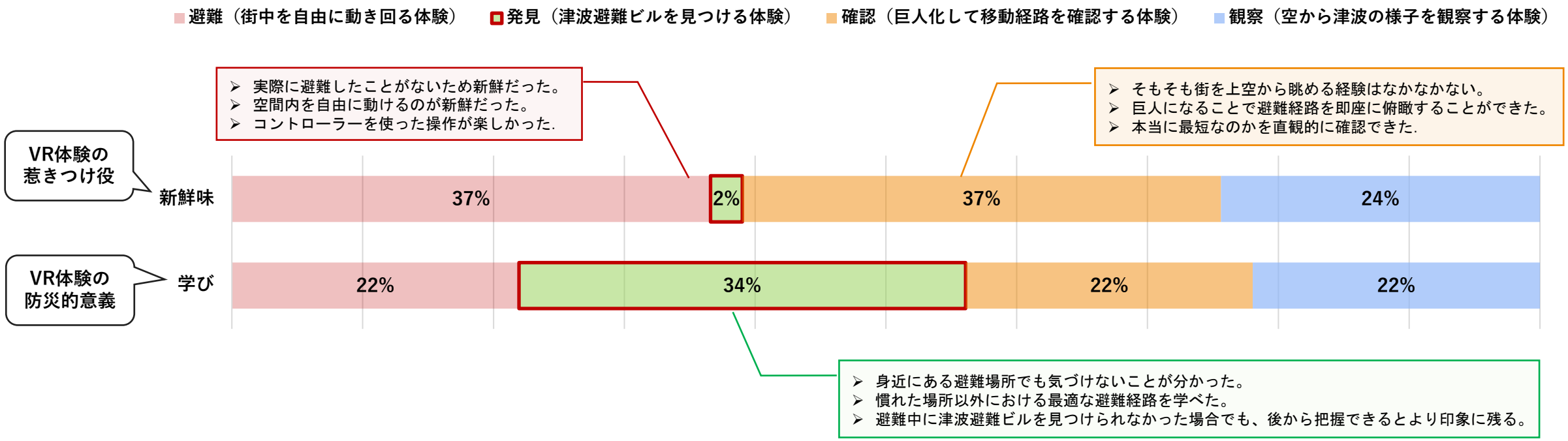
（お堅いイメージの根強い防災教育に新たな付加価値を持たせることで間口を広げられれる）

© City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説B）

■4つのVR体験の印象　「新鮮味のある体験」≠「学びのある体験」

VRコンテンツに多様な体験を組み込むことで「新鮮み」と「学び」を両立できる



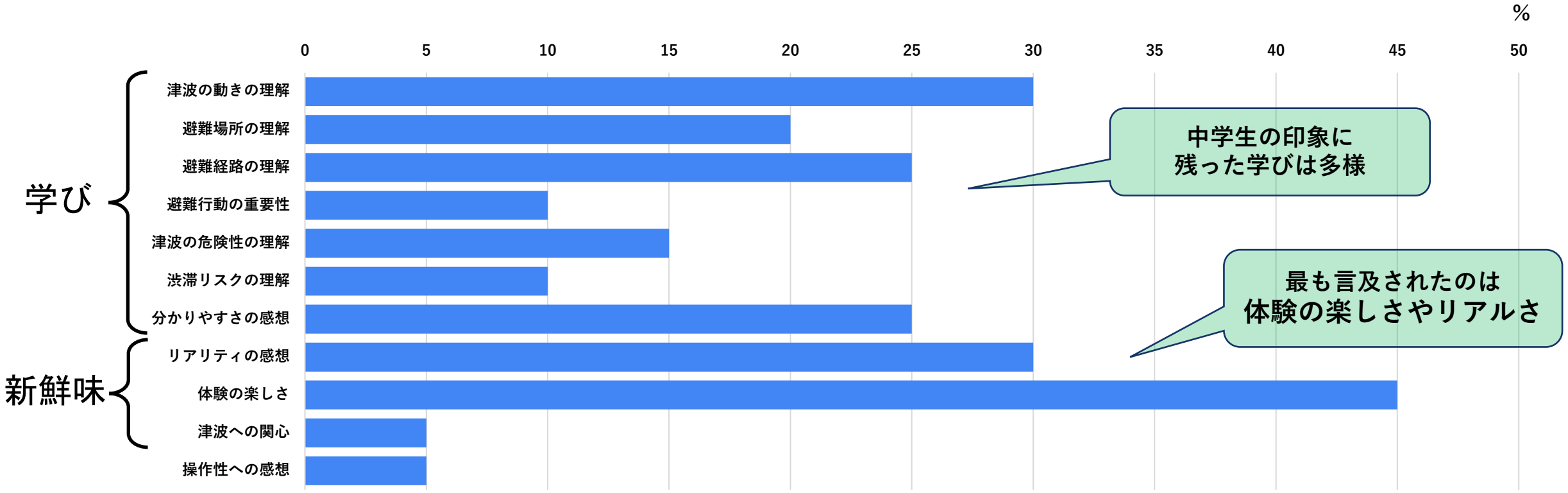
「避難体験・確認体験」は惹きつけ役、「発見体験」は学び役

Ⓒ City of Sendai All Rights Reserved.

3．実施結果（仮説B）

■多賀城中学校の生徒の皆さんによる体験会の感想コメント

感想コメントの中で言及されていた項目とその割合（有効回答数=20）

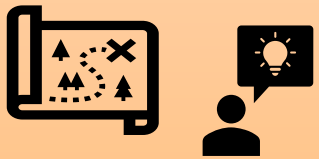


© City of Sendai All Rights Reserved.

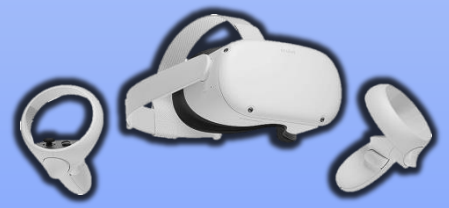
４．今後の展開

■社会実装・事業化に向けた可能性、今後の取り組み

沿岸部の自治体
（防災の設計者）



Tsunami Balloon



沿岸部の市民等
（防災の当事者）

想定するサービス形態

①自治体や企業が要望・提案する避難誘導手法仮想空間に構築してその効果を検証する.

②十分な効果を確認できた津波避難誘導手法を開発・提供し実装する.

想定するサービス形態

①学校や災害学習関連施設等をターゲットとしてVR津波避難シミュレーターを提供する.

②VRを楽しみたい体験希望者個人をターゲットとしてVR津波避難シミュレーターを提供する.

エンタメ要素（楽しい，面白い要素）を付加価値としてVR津波避難シミュレーターをすることで**防災への需要を単なる社会的コストとしない形態**でサービス提供を目指す.

© City of Sendai All Rights Reserved.

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

市民にVR災害学習機会を提供しつつ

仮想空間に蓄積した避難行動データを解析する

↓

津波避難誘導の設計を最適化し

地域防災の意思決定者（自治体）に提示

© City of Sendai All Rights Reserved.

THANK YOU!

SENDAI BOSAI TECH