



実証実験支援プログラム 2023年度 成果報告書

**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

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	2. 実施内容	3. 実施結果	4. 今後の展開
<p>津波避難の設計側（行政・研究等）の課題</p> <p>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。</p> <p>【解決方法】</p> <p>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・失敗を問わず幅広く避難を分析する。</p> <p>津波被災リスクを持つ側（市民等）の課題</p> <p>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。</p> <p>【解決方法】</p> <p>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・失敗を問わず幅広く避難を分析する。</p>	<p>VR津波避難シミュレーターの試作開発</p> <p>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。</p> <p>VR津波避難シミュレーターの試験展示</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none">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） <p>避難行動データ収集・アンケート調査</p> <p>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。</p>	<p>検証A</p> <p>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（避難中により多くの選択肢を持った状態で避難できるため、避難者の潜在的安全性が向上している）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。</p> <p>検証B</p> <p>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。同一コンテンツ内に4つの体験を取り入れた結果、体験者が「新鮮みがある」と評価した体験と、「学びに繋がる」と評価した体験は一致せず、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。</p> <p>本シミュレーターによって避難誘導の改善と災害学習機会の提供を両立できることが期待される。</p>	<p>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。</p> <p>自治体向けのサービス形態</p> <ul style="list-style-type: none">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。 <p>市民向けのサービス形態</p> <ul style="list-style-type: none">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。 <p>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。</p>

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

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

防災の設計者
(行政・研究機関など)



VR津波避難
シミュレーター



防災の当事者
(沿岸部の市民等)



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

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)



VR津波避難
シミュレーター



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？

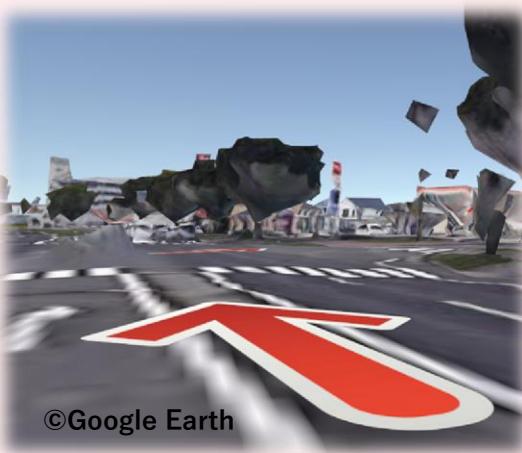
【検証B】

VR津波避難シミュレーターの体験動機や学びについて
体験者を対象にアンケート調査を実施する。

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

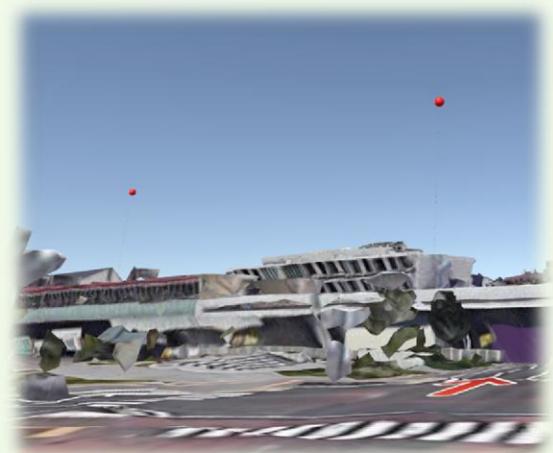
①避難



【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
想空間の避難中に隨時確認できる。

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！

※身を守るために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

2. 実施内容

■ 実施体制と役割

- ・**Tsunami Balloon: VR津波避難シミュレーターの試験開発・試験展示**
体験内容のデザイン，機材調達，チラシ・資料作成
- ・**多賀城中学校: 会場セッティング・リハーサル，中学生の体験会参加**
- ・**仙台市: 実施場所確保，職員方の体験会参加，アンケート調査実施**
- ・**多賀城市: 実施場所確保，職員方の体験会参加，アンケート調査実施**
- ・**仙台BOSAI-TECH事務局: 全体調整，体験会のサポート**

■ 日程・場所

- VR津波避難シミュレーターの開発（2023/9/1～2023/10/31）
- 多賀城中学校での体験会実施：参加者120名程度（2023/11/11）
- 仙台市役所での体験会実施：参加者27名（2023/12/21）
- 多賀城市役所での体験会実施：参加者18名（2023/12/22）

体験者向けに事前配布したチラシ

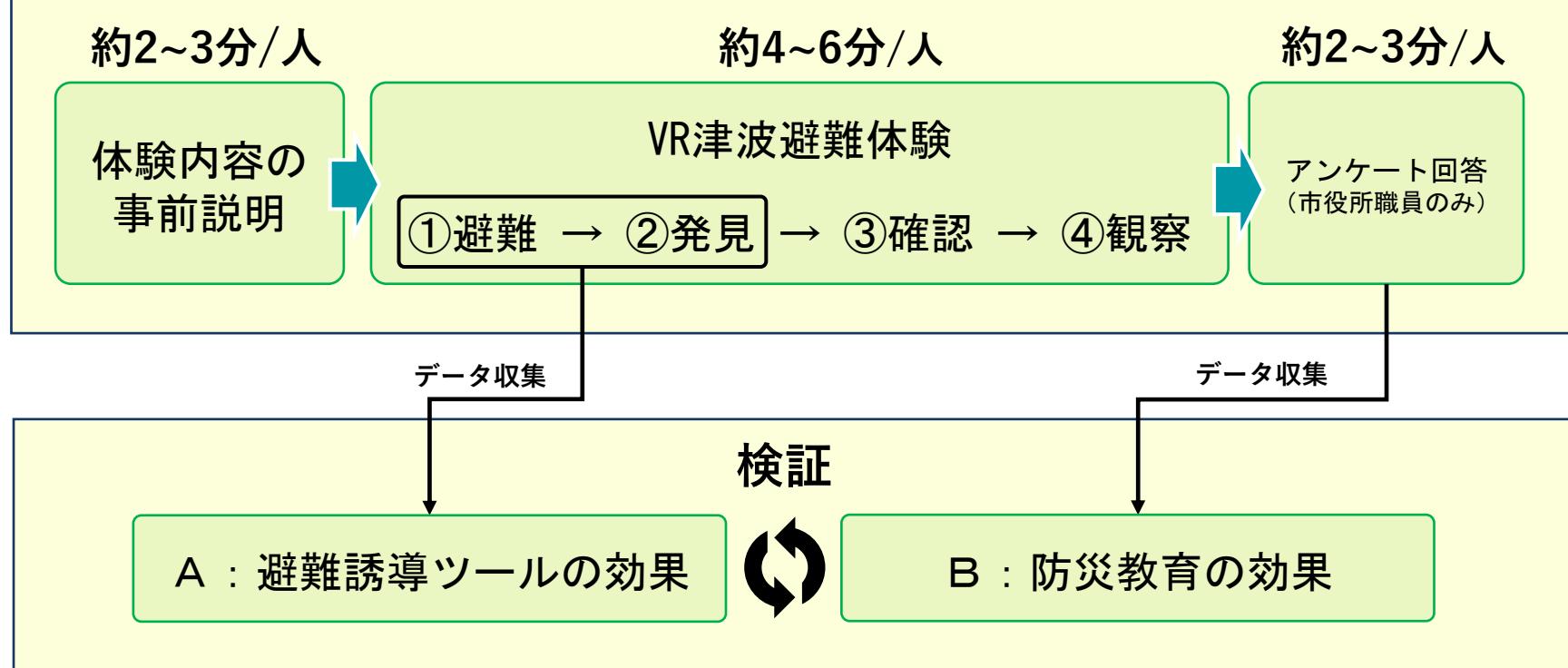


2. 実施内容

■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）



体験会実施の様子（多賀城中学校）



「津波避難誘導の改善」と「災害学習機会の提供」の両立

3. 実施結果（仮説A）

A

防災の設計者
(行政・研究機関など)



VR津波避難
シミュレーター



防災の当事者
(沿岸部の市民等)



【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。

B

【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について
体験者を対象にアンケート調査を実施する。



3. 実施結果

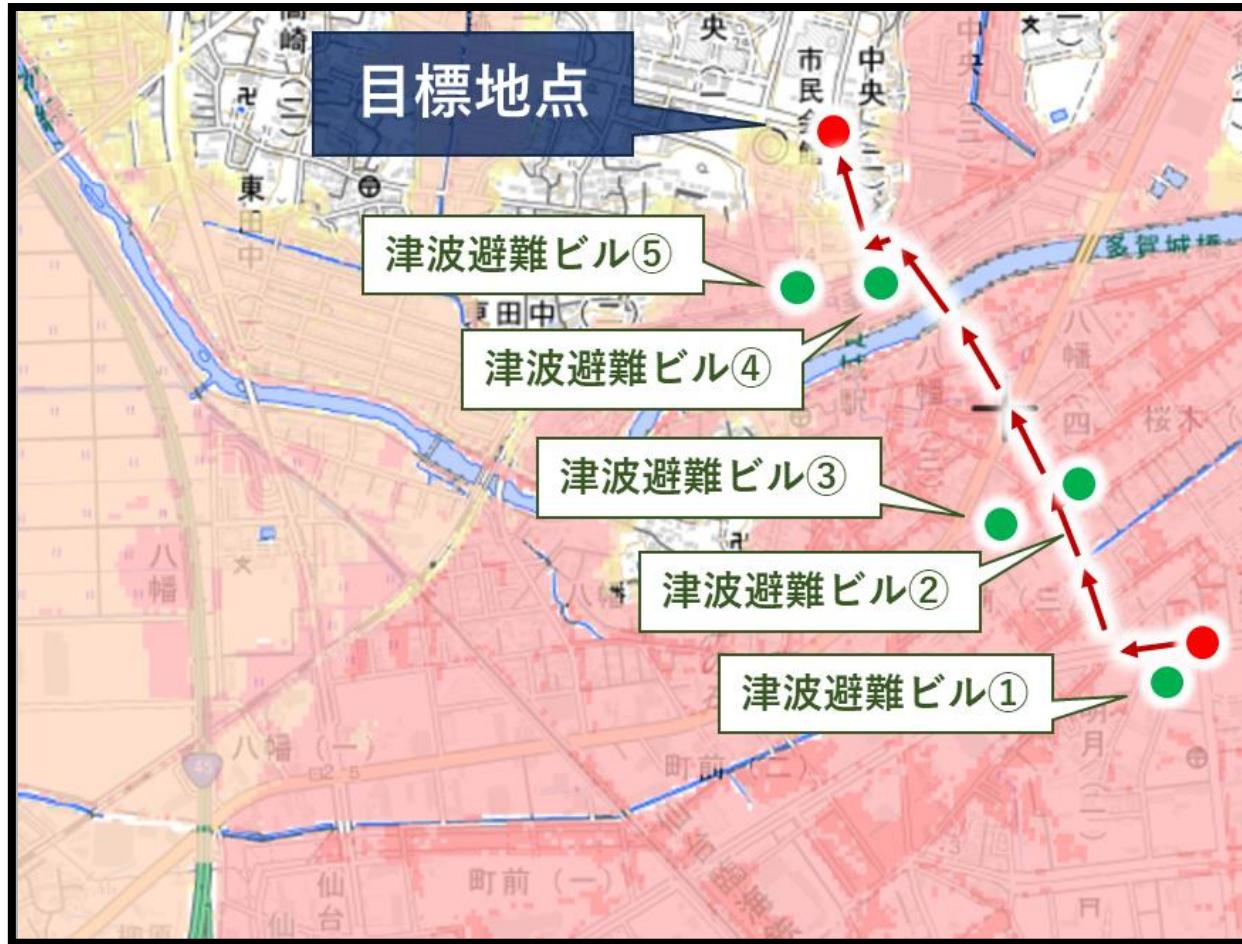
■ 仮想空間に再現された多賀城市と実在しない（未実装の）避難誘導ツール



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

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



津波避難ビル上部に
一般的な標識を設置

Bグループ



津波避難ビル屋上に
旗を設置

Cグループ



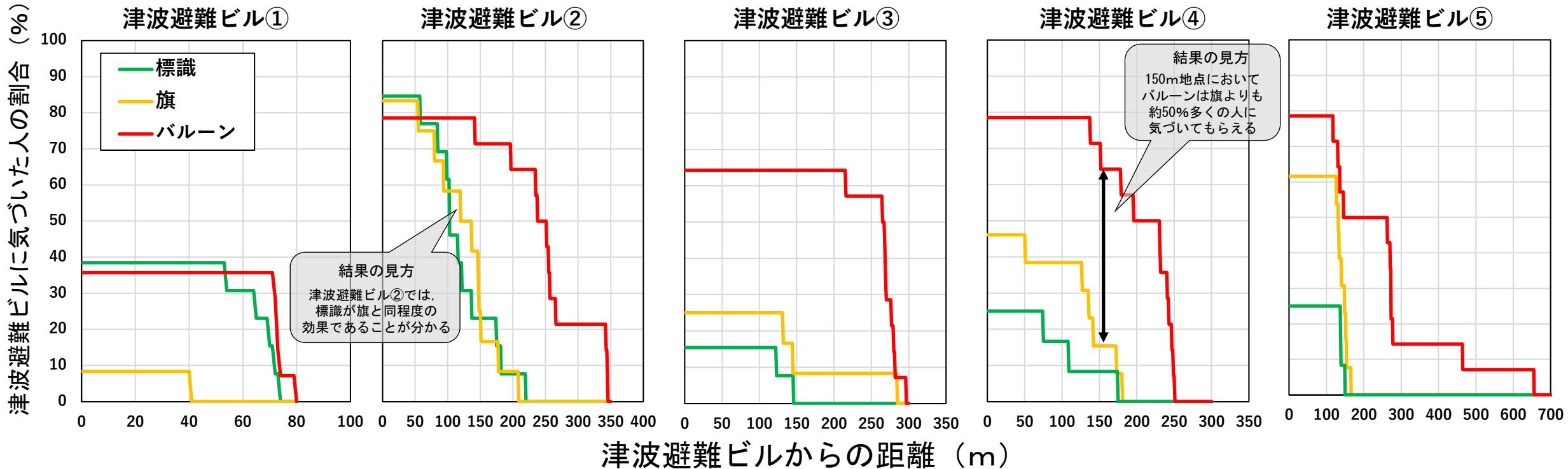
津波避難ビル屋上に
アドバルーンを設置

避難者が身を守るために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

5.0~10m

3. 実施結果（仮説A）

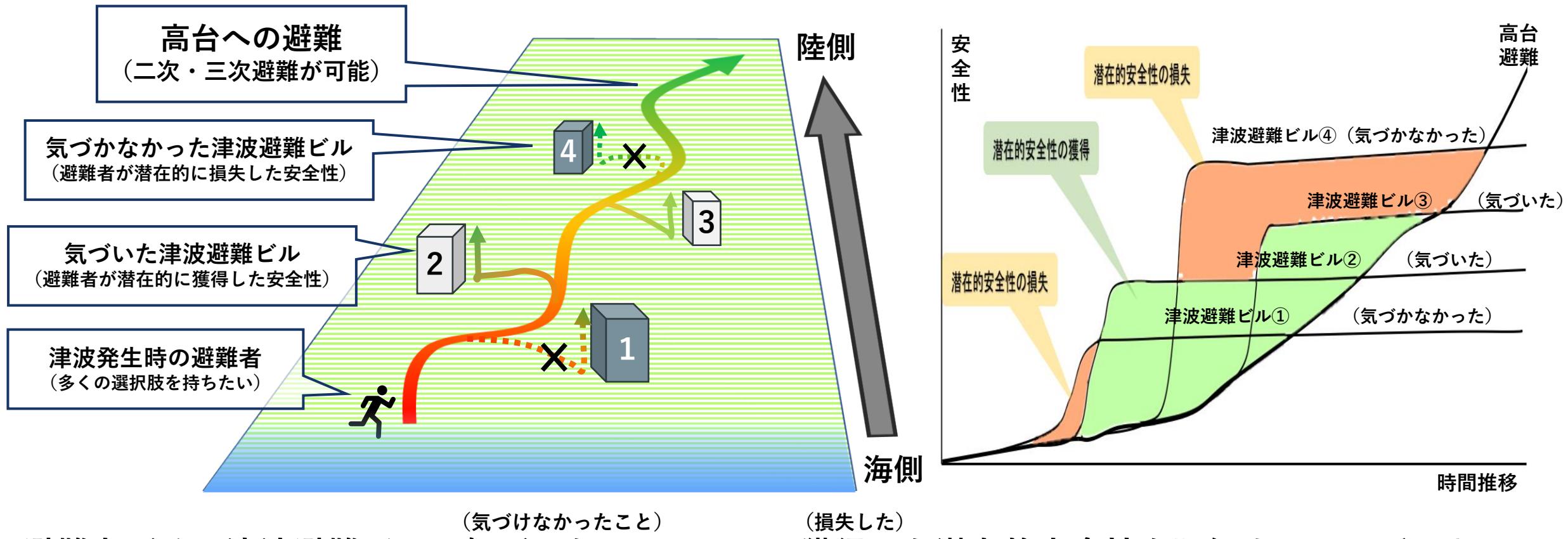
■ 仮想空間での避難体験から避難誘導ツールの気づかれやすさを抽出



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。

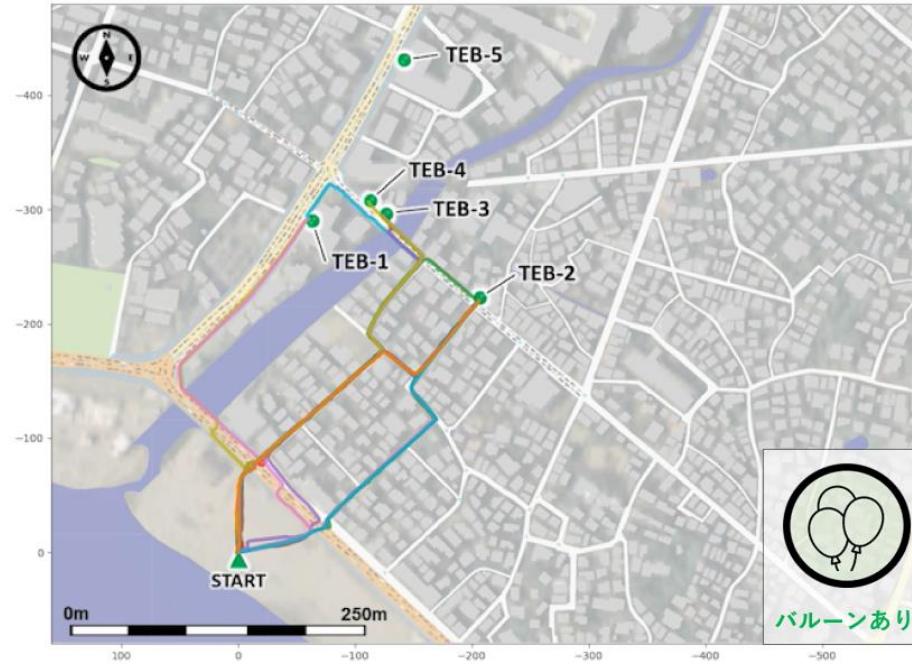
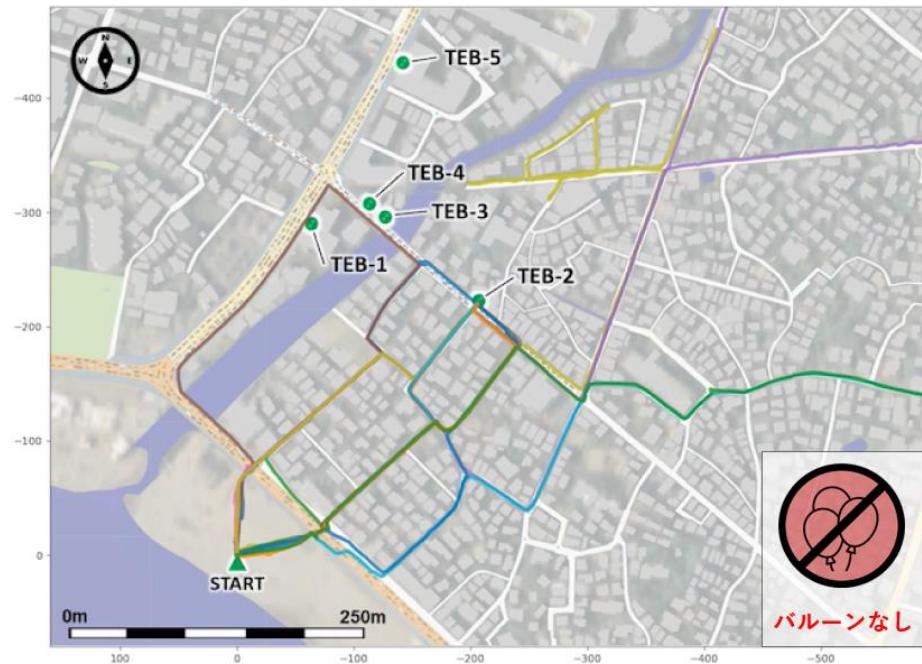
3. 「気づかれやすさ」をどのように評価するか

例：避難者が津波避難ビル② & ③に気づき、津波避難ビル① & ④に気づかなかった場合



3. その他の評価事例（実施者による東北大学での修士研究から抜粋）

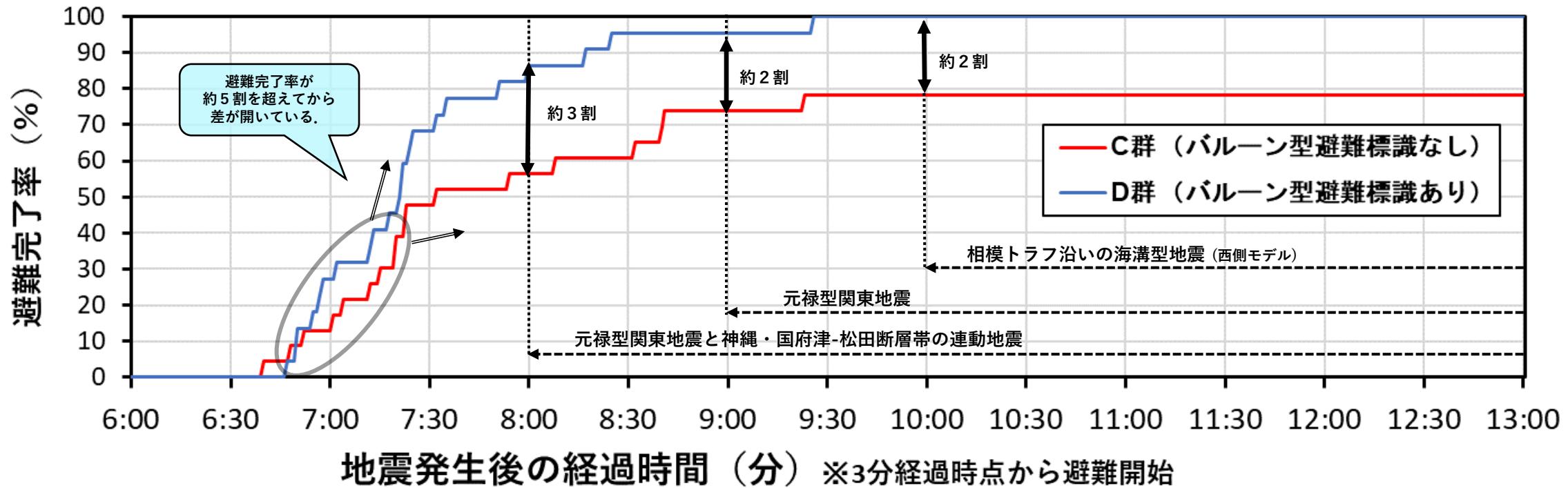
仮想空間に再現した沿岸部（神奈川県鎌倉市）にて
避難誘導用アドバルーンが避難行動に与える影響を検証



避難誘導用アドバルーンによって避難者の移動時間を短縮できることを確認

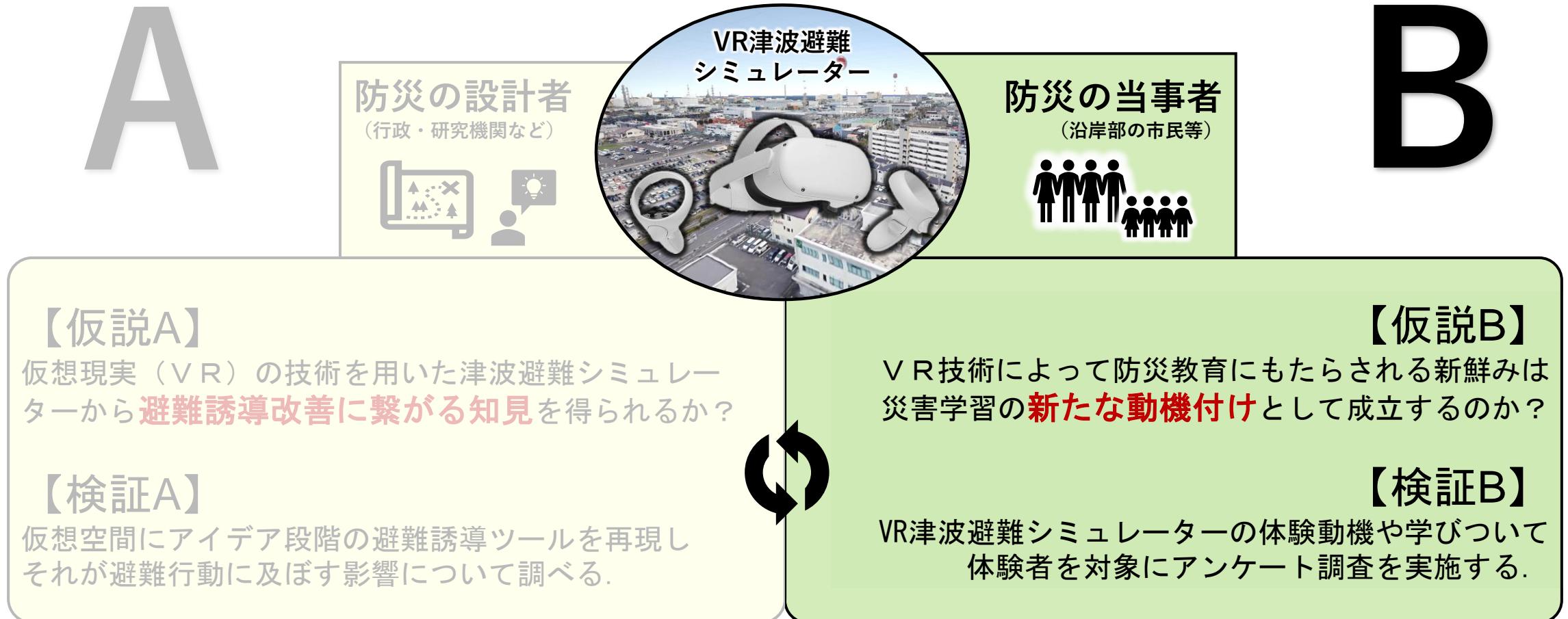
3. その他の評価事例（実施者による東北大学での修士研究から抜粋）

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



鎌倉市想定の津波到達時刻において避難完了率が2～3割程度向上している

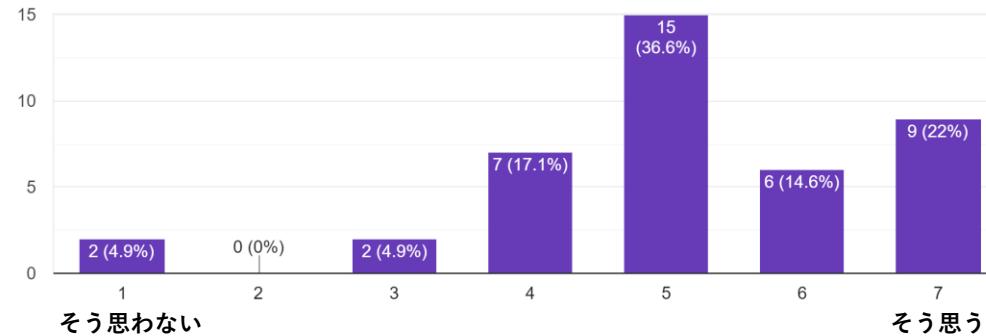
3. 実施結果（仮説B）



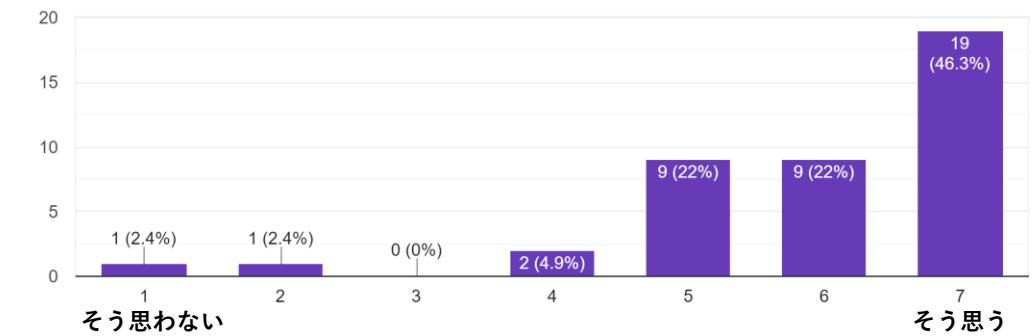
3. 実施結果（仮説B）

■ 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」

『津波避難について学べること』は体験会に参加するきっかけになりましたか？
41件の回答



『最新のVRデバイスを体験できること』は体験会に参加するきっかけになりましたか？
41件の回答



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



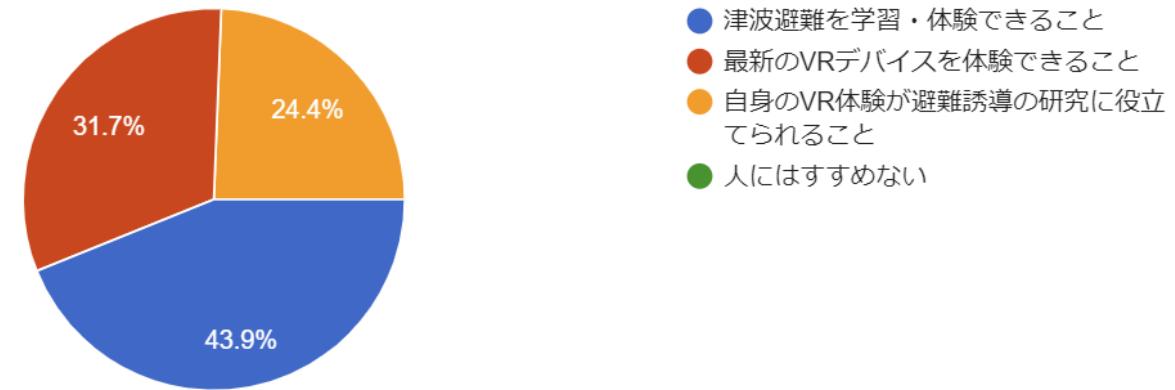
「VRを体験したい！」という動機が津波災害を学ぶきっかけになる可能性

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



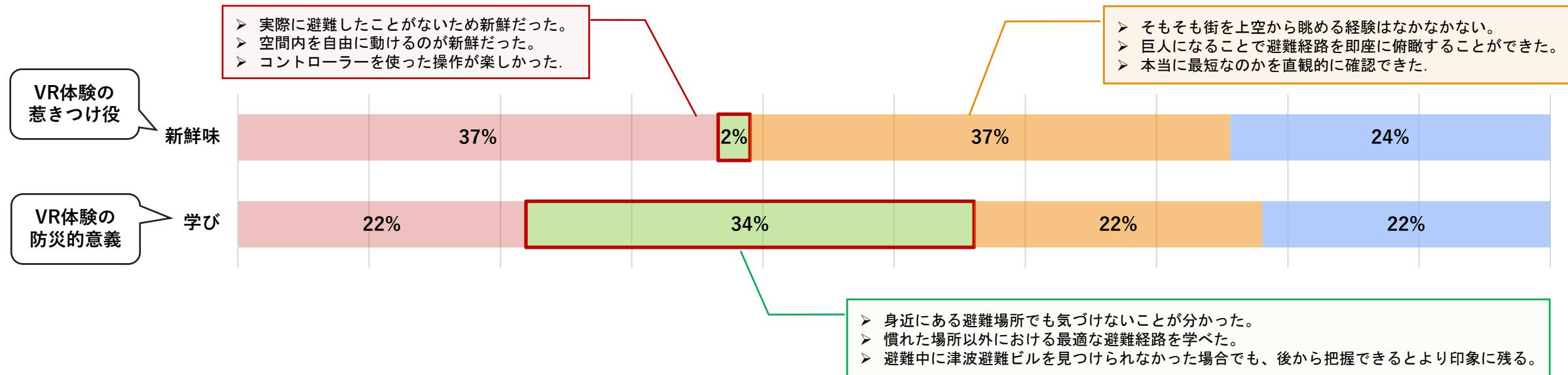
「災害学習」以外の動機が他者に薦める理由になることは
災害学習を**広く普及・長く継承**させることを目指す上で重要である。
(お堅いイメージの根強い防災教育に新たな付加価値を持たせることで間口を広げられる)

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（街中を自由に動き回る体験） ■ 発見（津波避難ビルを見つける体験） ■ 確認（巨人化して移動経路を確認する体験） ■ 観察（空から津波の様子を観察する体験）

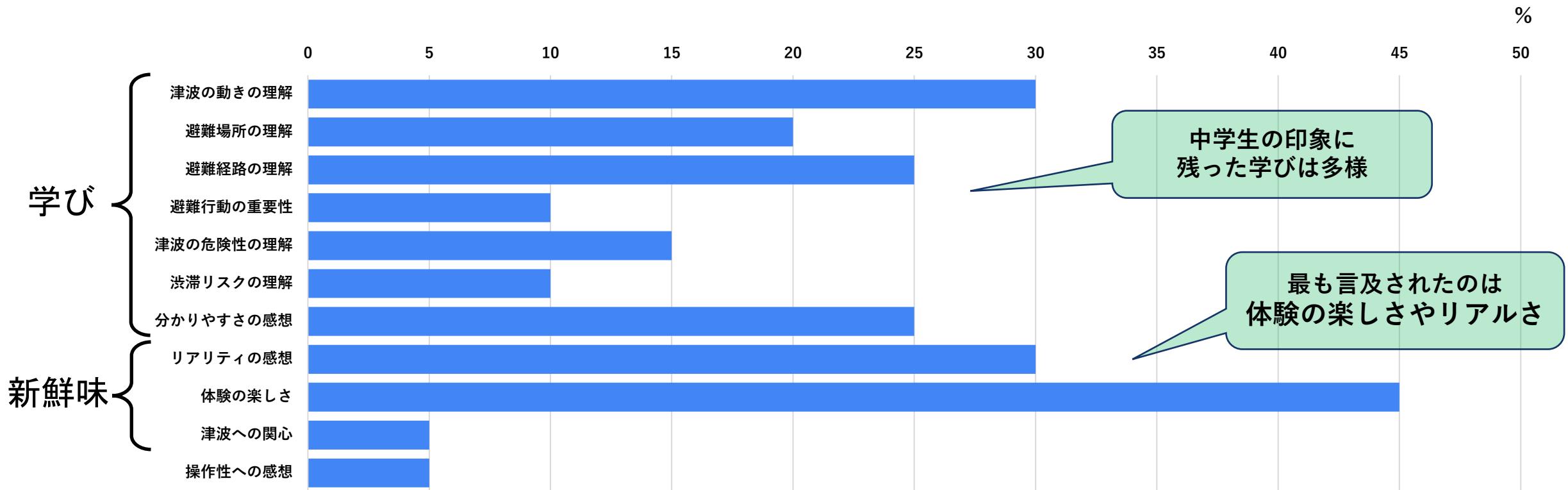


「避難体験・確認体験」は惹きつけ役、「発見体験」は学び役

3. 実施結果（仮説B）

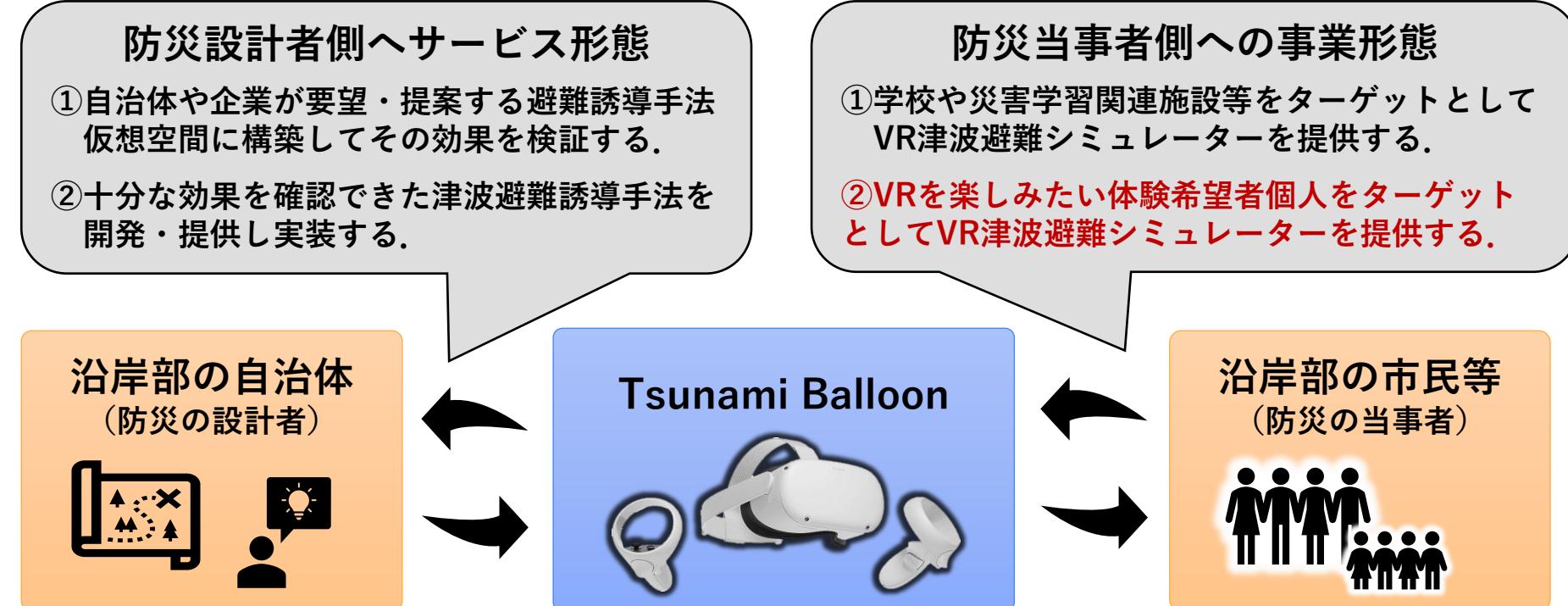
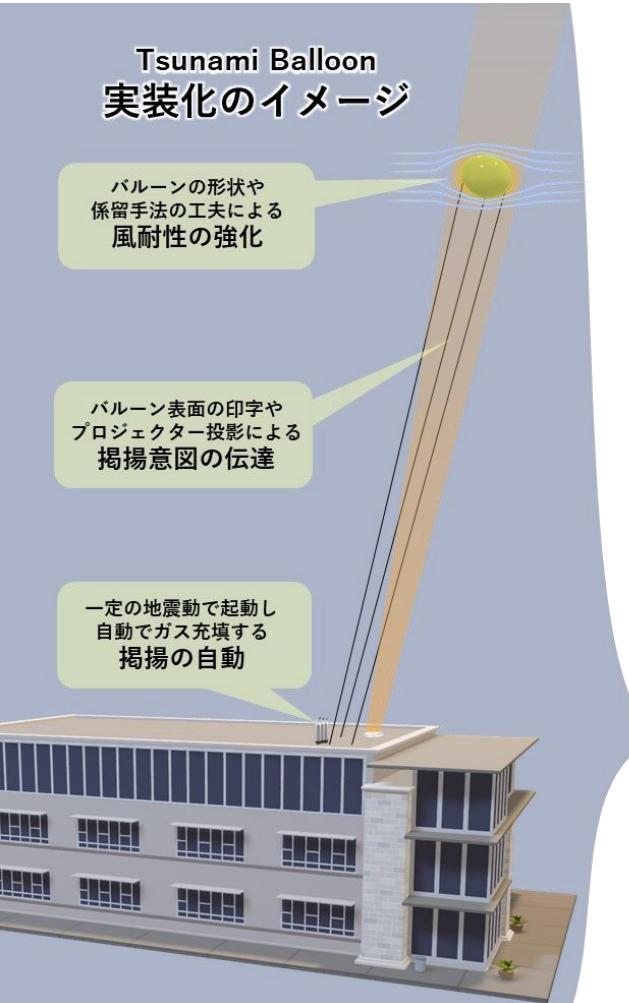
■多賀城中学校の生徒の皆さんによる体験会の感想コメント

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）



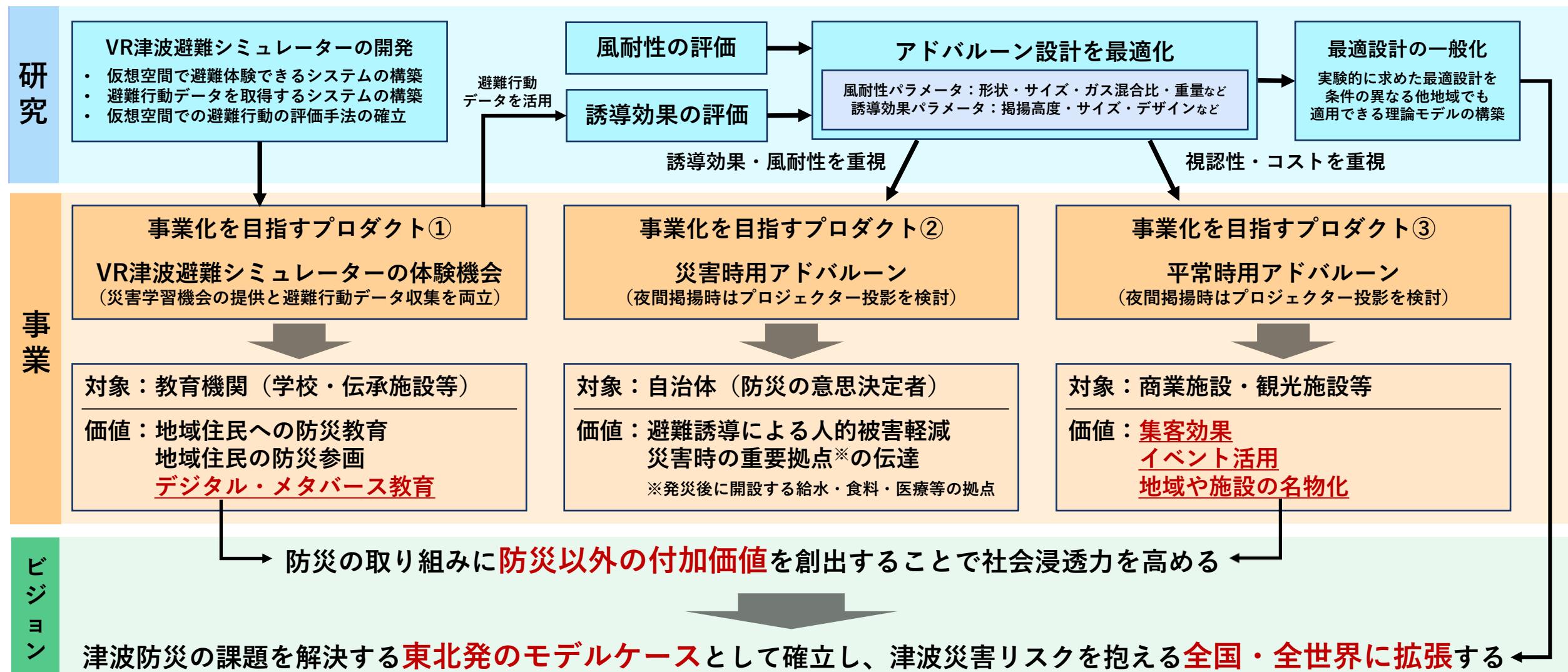
4. 今後の展開

■ VR津波避難シミュレーターの事業化イメージ



VR体験自体のエンタメ的要素を付加価値とながら防災当事者側に提供し
防災への需要を単なる社会的コストとしない形態を目指す。

4. 研究と組み合わせた事業化構想



THANK YOU!



SENDAI BOSAI TECH