

## ICHARM研究紹介

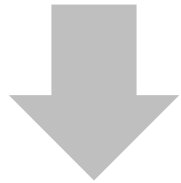
# 仮想洪水体験システムの開発と展望

国立研究開発法人 土木研究所 ICHARM  
上席研究員 新屋孝文

# 研究開発の背景・目的

## 課題

洪水時の**避難の遅れ**による死者や孤立・救助者の発生



## これまでの取組

気象予測の精度向上、予報・警報や避難情報の充実・分かりやすさ向上、  
避難訓練や普及啓発活動...

# 避難の遅れが多く発生した一事例

## 5. 避難の遅れと長時間・広範囲の浸水による多数の孤立者の発生

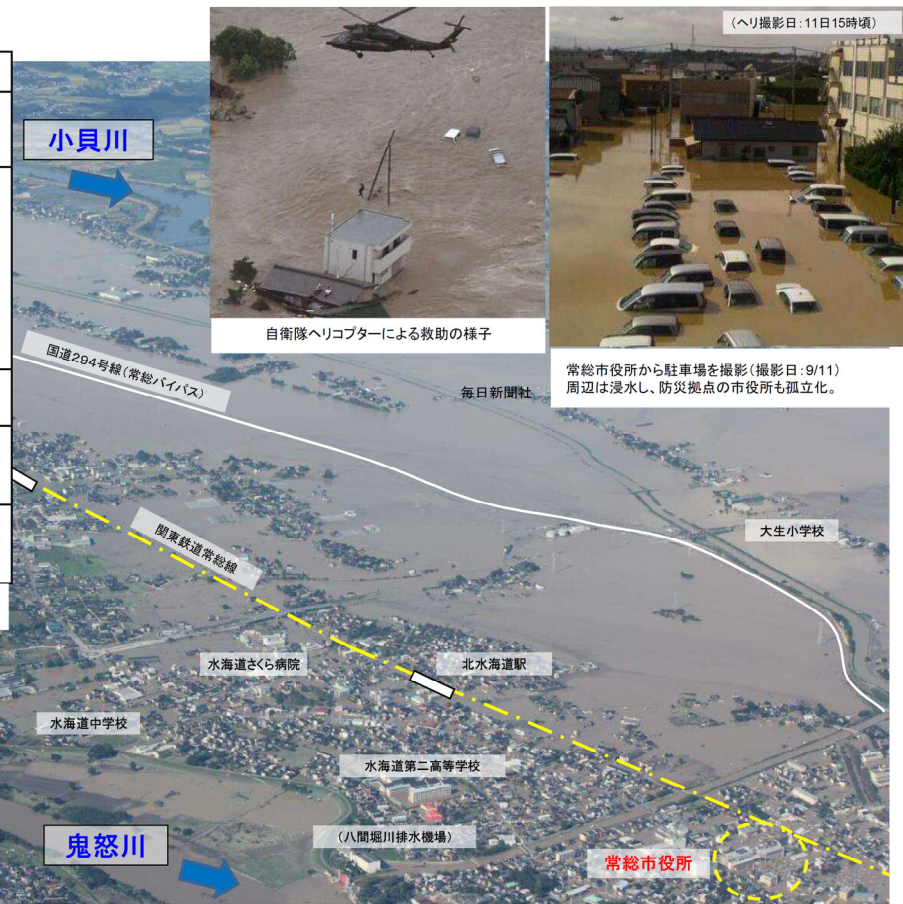
関東地方整備局 下館河川事務所

- 浸水は約40km<sup>2</sup>と広範囲におよび、宅地及び公共施設等の浸水が概ね解消するまでには10日を要しました。
- 浸水により約4,300人が救助されるなど、避難の遅れや避難者の孤立化が発生しました。

### 鬼怒川下流域における一般被害の状況

項目	状況等
人的被害	常総市 (死亡2名、重症3名、中等症21名、軽症20名) (10月30日16時現在)
住家被害	常総市 (全壊53、大規模半壊1,575、半壊3,475、床上浸水148、床下浸水3,072) 結城市 (大規模半壊6、半壊44、床上浸水1、床下浸水155) 筑西市 (大規模半壊68、半壊3、床下浸水18) 下妻市 (全壊1、半壊39、床上浸水16、床下浸水110) つくばみらい市 (半壊13、床上浸水1、床下浸水21)
救助者	ヘリによる救助者数 1,339人 地上部隊による救助者数 2,919人
避難指示等	①避難指示 11,230世帯, 31,398人 ②避難勧告 990世帯, 2,775人 (※9月24日16時現在・常総市)
避難所開設等	避難者数 7,032人 (※9月11日7時現在・常総市及び下妻市)

(茨城県災害対策本部 平成28年1月22日16時以前の発表資料より  
常総市等、関連を抜粋)



自衛隊ヘリコプターによる救助の様子



常総市役所から駐車場を撮影(撮影日:9/11)  
周辺は浸水し、防災拠点の市役所も孤立化。



自衛隊員による救助活動 出典:陸上自衛隊WEBサイト  
[http://www.mod.go.jp/gsd/news/dro/2015/20150910\\_19.html](http://www.mod.go.jp/gsd/news/dro/2015/20150910_19.html)

# 水災害時に、なぜ人は逃げないのか？

一つの大きな要因…

**「正常化バイアス」**  
(正常化の偏見)

# 水災害時に、なぜ人は逃げないのか？

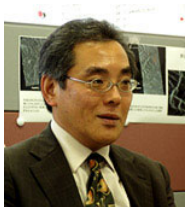
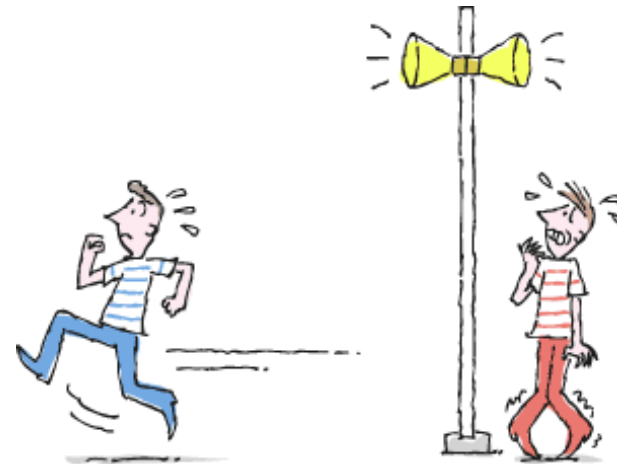
## 「正常化バイアス」 (正常化の偏見)

同じ情報でも都合の悪いことは過小評価し、  
都合のいいことは過大評価する。



「洪水の危険は自分の身にはふりかからない」と考える。

- リスク情報の共有
- 水災害への気づき
- 水災害時の適切な行動の促し
- 「率先避難者」の育成
- 「率先避難者」に導かれた避難



片田 敏孝 特任教授  
東京大学情報学環/東京大学総合防災情報研究センター

# 水災害時の早期避難を実現するには？

早期避難実現に必要な要素	方法
● リスク情報の共有	● ハザードマップ ● 防災情報アプリ
● 水災害への気づき	● 身近なリスクのよりわかりやすい提示 (水災害状況の可視化) ● 水災害状況の疑似体験 ● 水災害時の危険の伝承
● 水災害時の適切な行動の促し	● 水災害時における行動訓練
● 「率先避難者」の育成	● 水災害時における行動訓練により啓発された地域防災リーダーの育成
● 「率先避難者」に導かれた避難	● 地域防災リーダーに導かれた地域住民の早期避難

 従来技術よりも研究・開発が必要

# 水災害時の早期避難を実現するには？

早期避難実現に必要な要素	方法
● リスク情報の共有	● ハザードマップ ● 防災情報アプリ
● 水災害への気づき	● 身近なリスクのよりわかりやすい提示 (水災害状況の可視化) ● 水災害状況の疑似体験 ● 水災害時の危険の伝承
● 水災害時の適切な行動の促し	● 水災害時における行動訓練
● 「率先避難者」の育成	● 水災害時における行動訓練により啓発された地域防災リーダーの育成
● 「率先避難者」に導かれた避難	● 地域防災リーダーに導かれた地域住民の早期避難



近年発展が著しい  
クロスリアリティ(X Reality)技術の活用

# 仮想洪水体験システムの概要

## 【地形や建物】空間データの作成



UAV・地上レーザによる点群データ



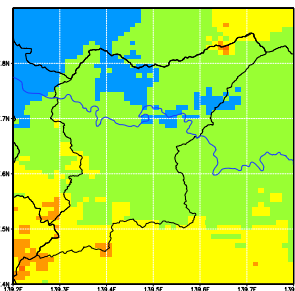
フォトグラメトリを用いた外見画像データ

合成



(参考)Google  
ストリートビュー

## 【水】雨量、流出及び流況解析

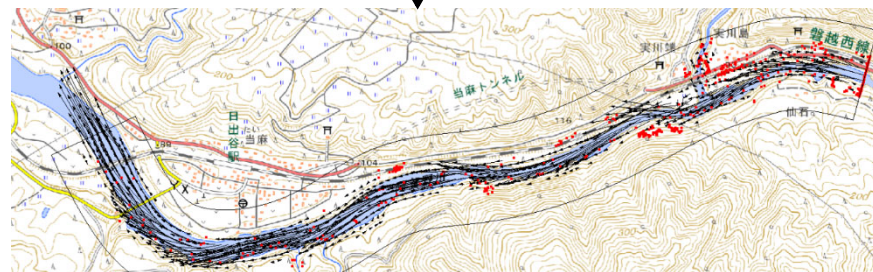


雨量(解析雨量)



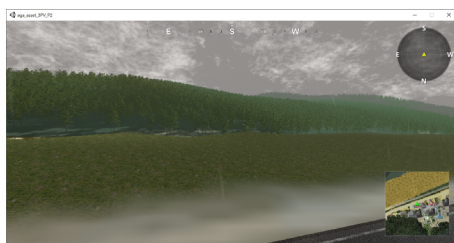
ICHARM RRIモデル(流出～氾濫)

境界条件



iRIC Nays 2DH (河道～浸水域での水の流れ)

ゲームエンジン上で結合



- アバターの機能
- 属性指定
- 行動の制御・記録



# 仮想洪水体験システムでできること

## 洪水の再現・予測

- 洪水状況の定量的な再現・予測
- 臨場感ある洪水体験

## 教訓伝承

- 現地ヒアリングによる洪水時の危険についてVR動画で再現
- 危険や洪水経験を教訓としてまとめ、動画にして共有

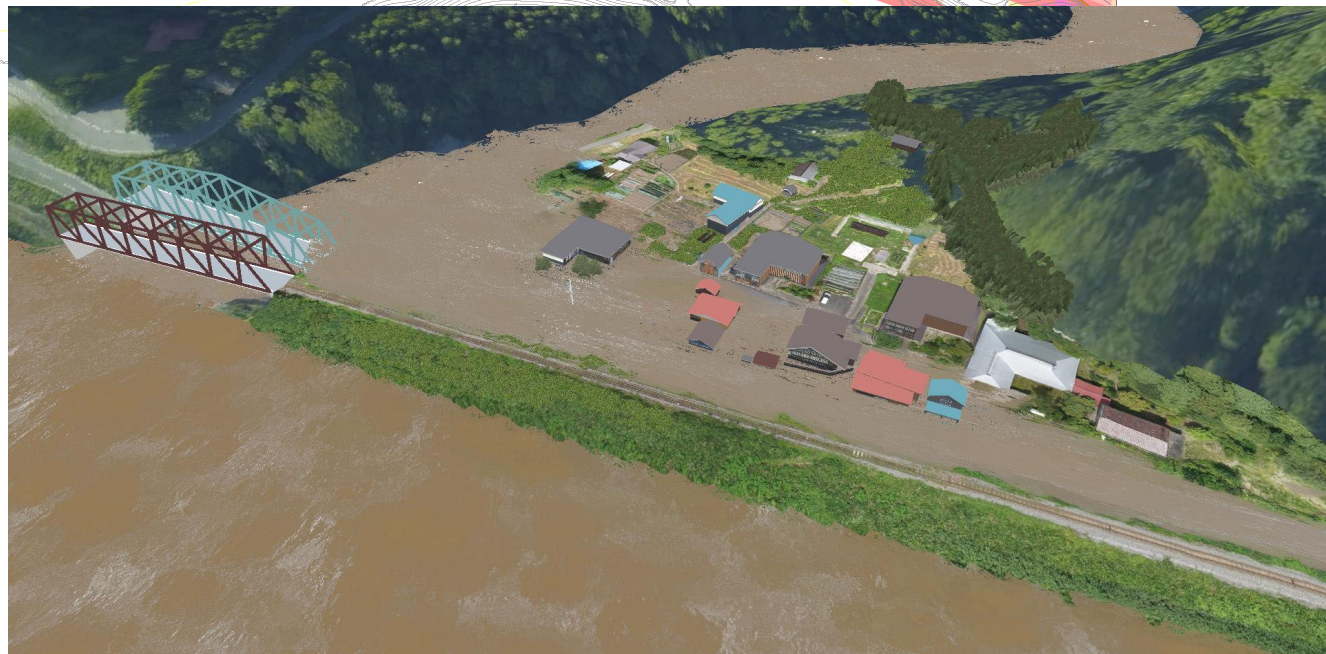
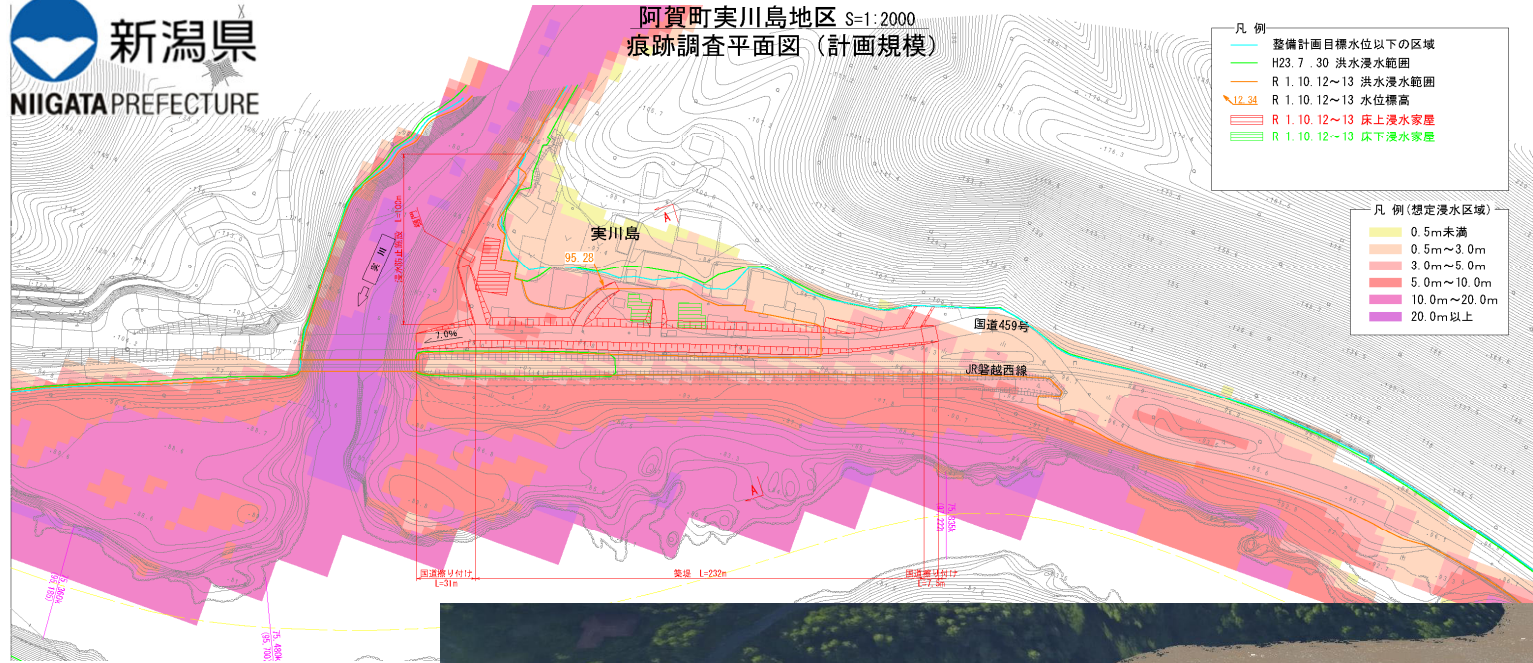
## 避難行動体験

- 再現・予測した洪水状況をアバターを通して疑似体験
- アバターの運動能力をコントロールし、災害弱者の身になって洪水を体験

## 避難行動実験

- 洪水時の適切な行動に関する情報が、避難行動に与える影響等を分析

# 洪水の正確な再現



# 洪水の景観的な再現



実際の洪水状況写真

# 洪水の景観的な再現



仮想洪水体験システム

# 仮想洪水体験システムでできること

## 洪水の再現・予測

- 洪水状況の定量的な再現・予測
- 臨場感ある洪水体験

## 教訓伝承

- 現地ヒアリングによる洪水時の危険についてVR動画で再現
- 危険や洪水経験を教訓としてまとめ、動画にして共有

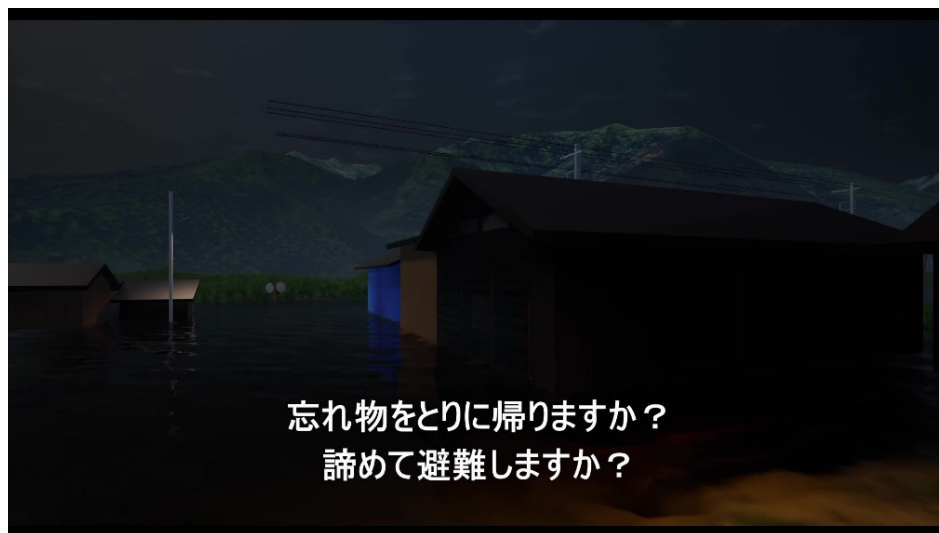
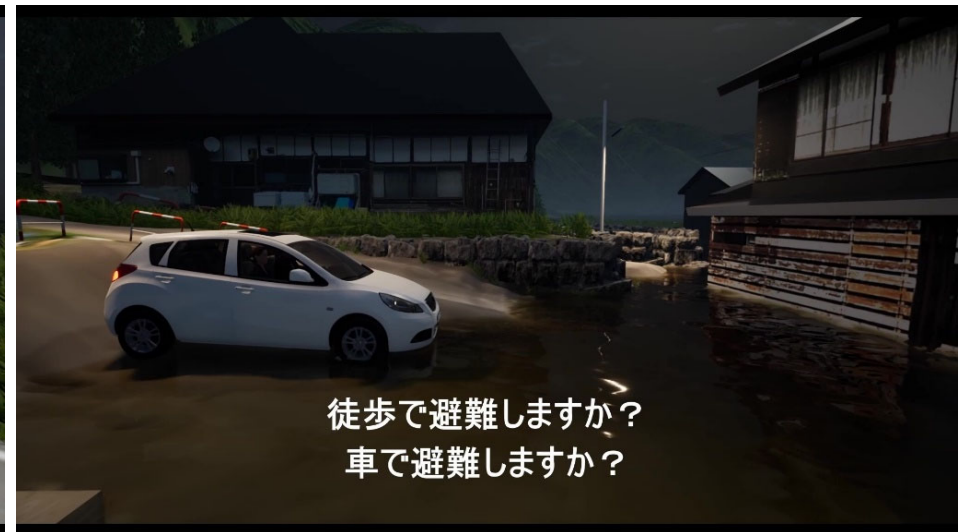
## 避難行動体験

- 再現・予測した洪水状況をアバターを通して疑似体験
- アバターの運動能力をコントロールし、災害弱者の身になって洪水を体験

## 避難行動実験

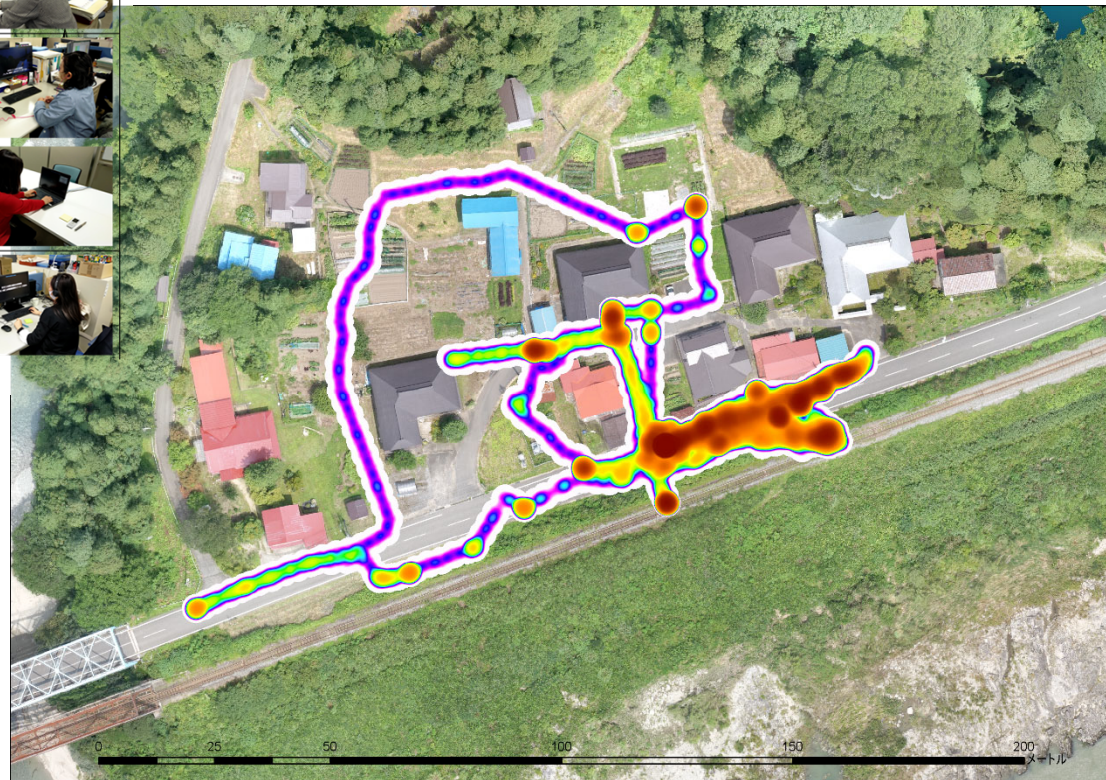
- 洪水時の適切な行動に関する情報が、避難行動に与える影響等を分析

# 洪水時の適切な行動を学ぶ



- 洪水体験者からのヒアリングを通して、洪水時の危険をVR動画化
- インターネット等で共有し、誰でも視聴、クイズ形式で洪水の適切な行動を学習できるサイトを構築

# 仮想洪水体験と避難行動実験



インターネット上で仮想洪水を体験

→ 避難行動を正確に記録し、アンケートと突き合わせることで  
避難行動時の迷いなど「**こころの動き**」を分析できる。

# 今後の可能性

## データの軽量化と活用促進

- 整備・普及が進む3D空間データの活用
  - “連続”にこだわらず、地点を絞った“不連続”でのデータ整備
  - 水理計算過程のサーバー集約化
  - オープンソース化により、地域の企業や学校等が開発に取り組める環境
- ↓
- 高価なPCや機材だけでなく、スマホ等でも体験可能なように

## 生活実態を踏まえた状況付与

- 日常生活での様々な「ほかの用事」、周囲や避難先の状況
- 気象予報・警報や避難情報、メディア、ネット、口づて
- 周り・近隣の人々の行動、目
- 過去の経験

“費用対効果”

“損失回避”

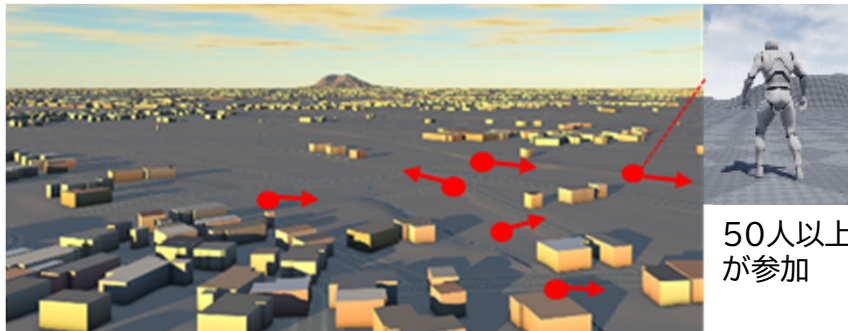
“確証バイアス”

“追認バイアス”

“保守性”

“アンカリング”

## 地域レベルで多人数が同時参加可能なシステム



「こころの動き」を分析  
→ 避難行動の新たな「カギ」の発見

普及・啓発、訓練