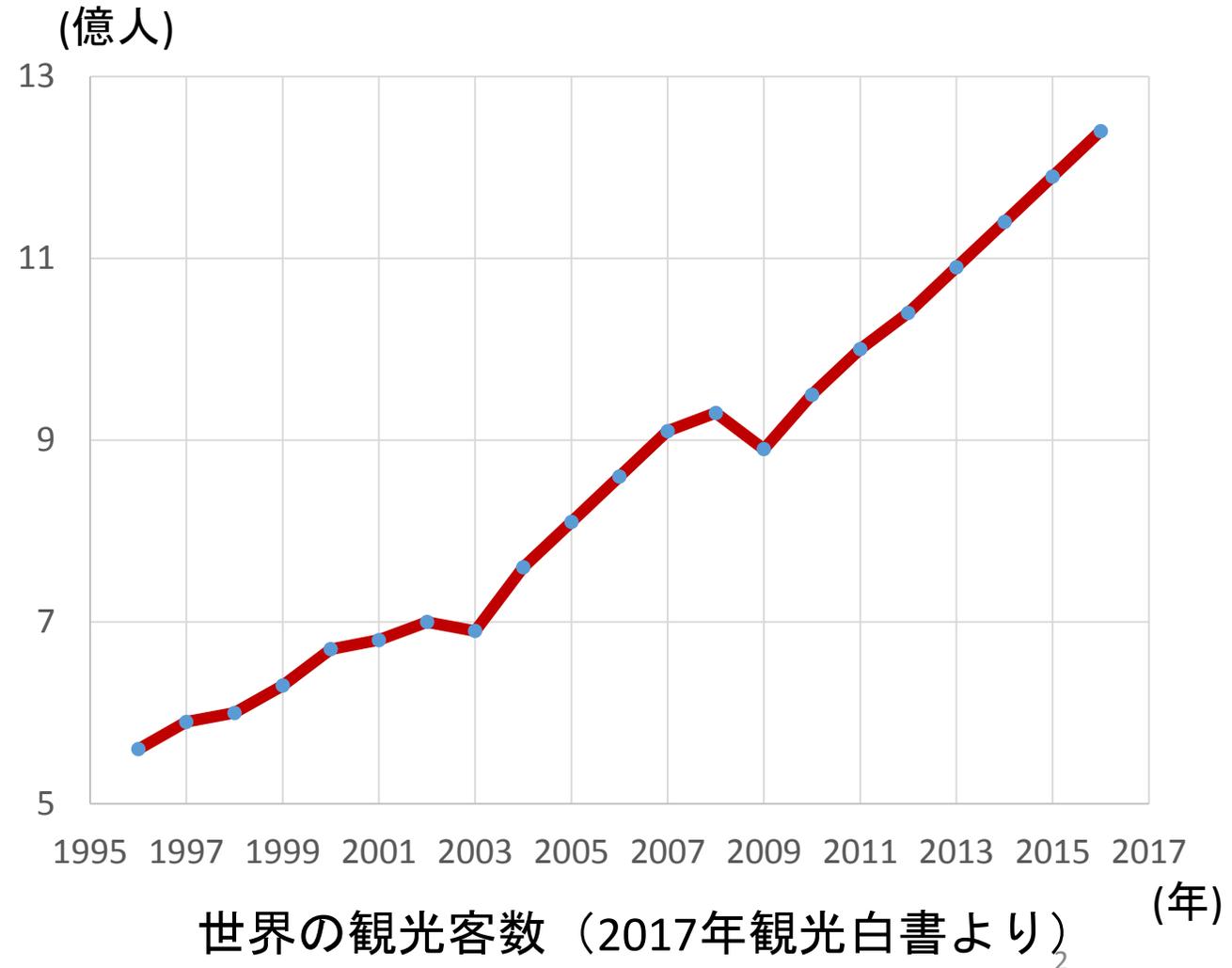


エージェントシミュレーションを用いた 観光地の参加型避難計画策定手法に関する研究

C) 歴史文化都市の防災デザイン研究部会
立命館大学OIC総合研究機構 酒井宏平

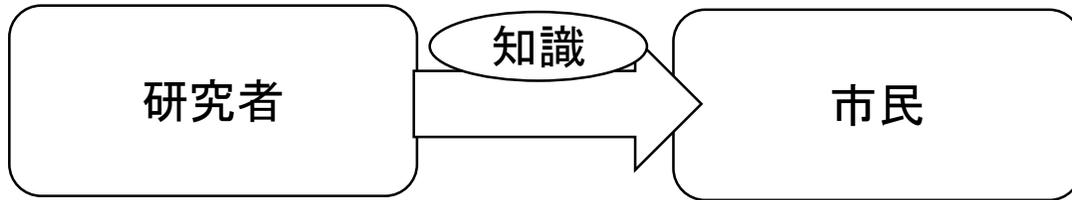
背景

- 観光客
 - 数が多い
 - 土地勘がない
- 観光客や観光地が台風や地震による被害を受ける事例増加
- 今後起こりうる大地震などの災害から、災害脆弱性の高い観光客を守ることは重要

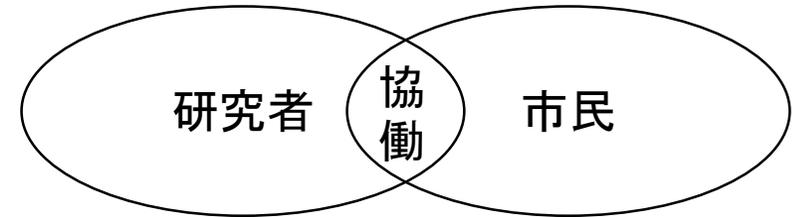


背景

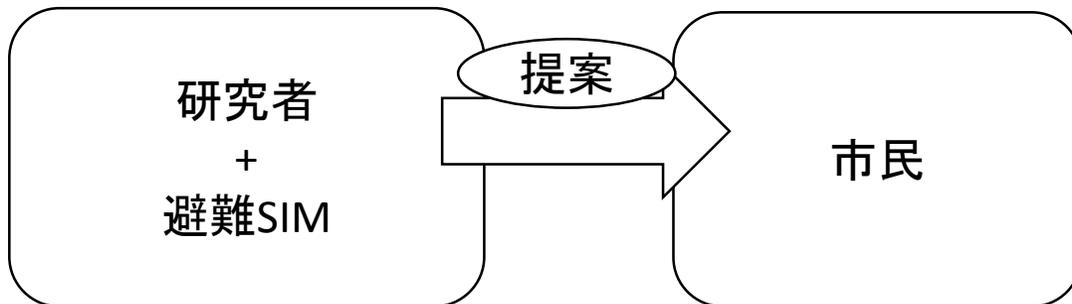
Public Understanding of Science



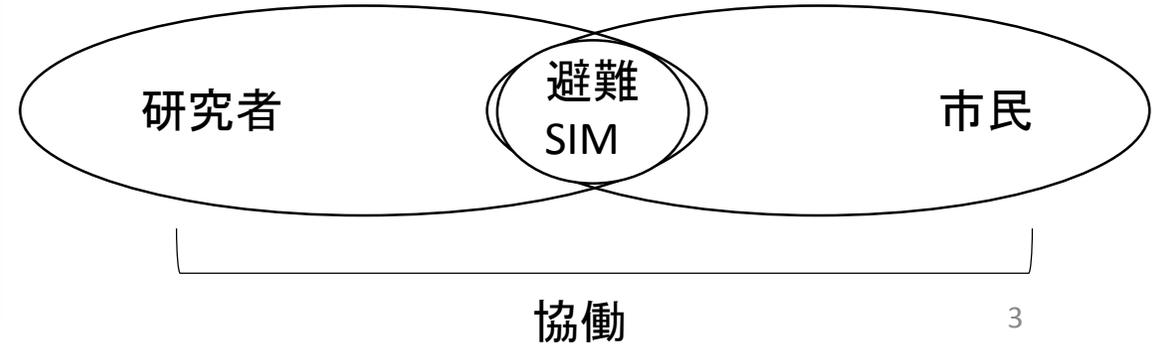
Public Engagement with Science



従来の研究



シミュレーションを用いた
参加型避難計画策定手法



サイエンス
コミュニケーション

避難シミュレーション
研究

背景

- 防災において研究者と市民との協働を実現するためには・・・
 - 矢守(2013)は、専門家が市民を支援するという構図ではなく、市民による正統的周辺参加が必要であると地域防災の分野を事例に述べている。
- 正統的周辺参加とは、
 - 災害時に役立つ実践的な防災活動に（正統的）、
 - 行政職員、住民、観光客などのさまざまな市民が専門家でない立場として（周辺）、
 - 関わること（参加）

目的

- 市民(行政職員、施設管理者)が考えた観光地の避難計画を、
- 研究者が開発したエージェントシミュレーションという手法を用いて避難計画を評価することによって、
- 市民の正統的周辺参加が可能であることを明らかにする。

エージェントシミュレーションを用いた参加型避難計画策定手法

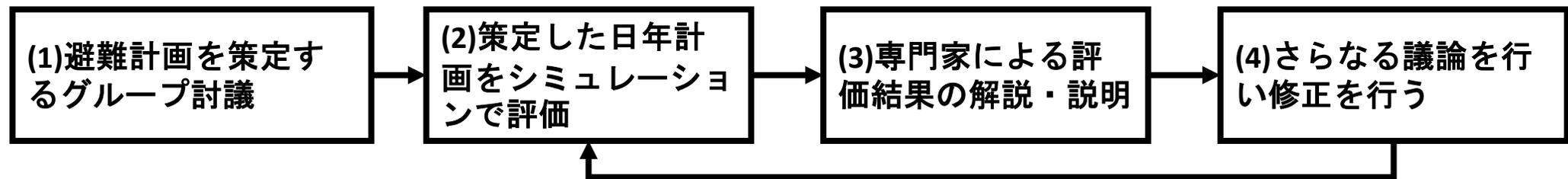


図 エージェントシミュレーションを用いた参加型避難計画策定手法

関連研究

- 開発した津波避難シミュレーションの結果を市民に提示することで、津波に対する意識や避難意向に対して教育効果があることを明らかにした研究(片田ら 2004)
- シミュレーションを利用した市民参加型のリスク・コミュニケーションの可能性を明らかにした研究(桑沢ら 2006)
- 水害時における地域状況を表現するシミュレーションを用いることで、防災教育の効果があることを示した研究(川鳶ら 2006)
- 事例地域の市民に対して開発したシミュレーションを用いて避難に関する課題を紹介し、定性的な効果の測定を行なっている研究(中居ら 2013)

従来研究では・・・

評価基準：教育効果や学習効果

対象：地元地域、地元市民

本研究では・・・

評価基準：研究者と市民との協働

対象：観光地、行政職員や施設管理者

エージェントシミュレーションを用いた参加型避難計画策定手法

・シミュレーションの概要

- ・ SOARS
- ・ 対象事例を架空の城
- ・ 2秒ごとに1名入城
- ・ 地震発生後は観光客の入場を止めて、退場のみを行う。
- ・ 門の幅による流入の制限
 - ・ 平常時は0.5人/m・s
 - ・ 避難時は1.5人/m・s
- ・ 歩行速度は
 - ・ 観光時は0.5m/秒
 - ・ 避難時は1.5m/秒

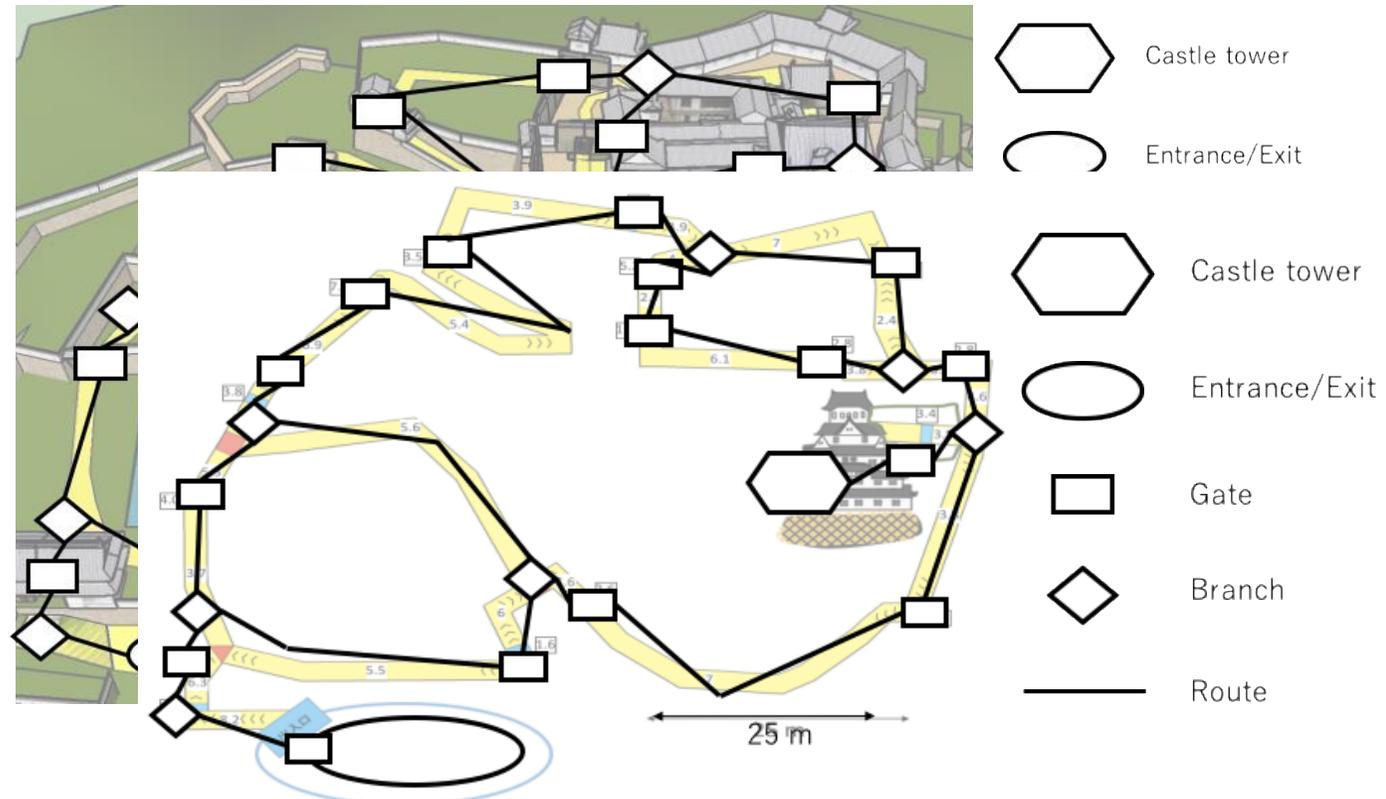


図 経路ネットワーク

エージェントシミュレーションを用いた参加型避難計画策定手法

・ シミュレーションの概要

- ・ エージェントの行動ルールは、観光客の観光客の避難行動意図調査(酒井ら(2014))より構築。

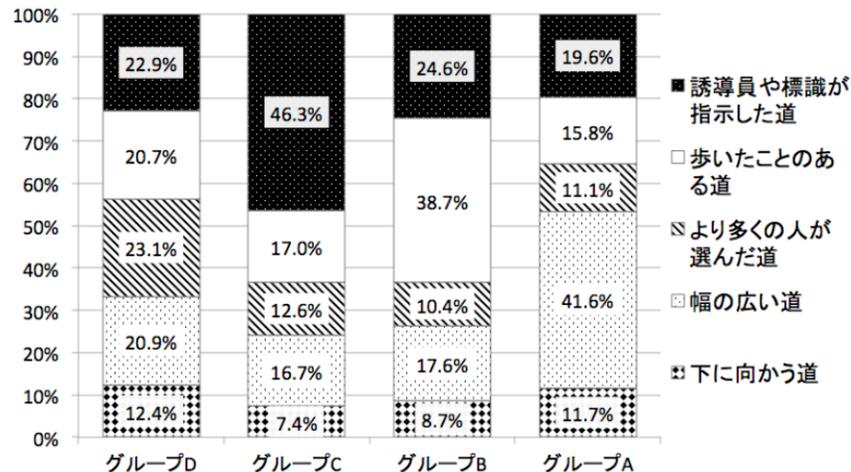


図 経姫路域における経路選択の際に重視する評価基準の重要度(酒井ら 2014)

表 経路選択の意思決定における観光客の分類(酒井ら 2014)

グループ	人数	パーセント	グループ名	内容
A	19	9.9%	道幅重視志向	道幅の広い道を重視するグループ
B	23	19.0%	歩行経験重視志向	歩いたことのある道を重視するグループ
C	121	63.3%	公式情報（経路選択）重視志向	掲示板や誘導員などの公的に近い情報を重視するグループ
D	28	14.6%	バランス（経路選択）志向	3つの情報をバランスよく重視するグループ。

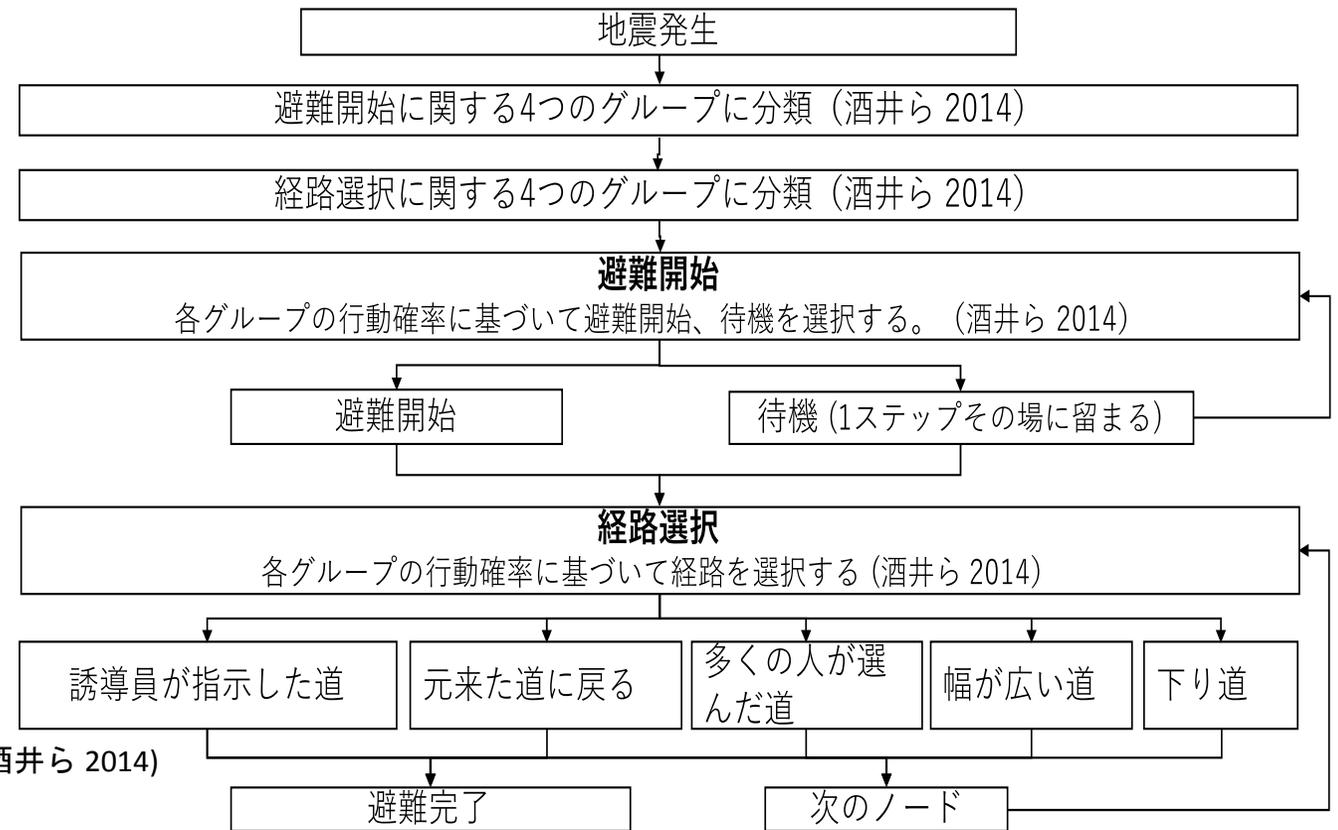


図 エージェントの行動ルール

エージェントシミュレーションを用いた 参加型避難計画策定手法

- 参加型避難計画策定手法

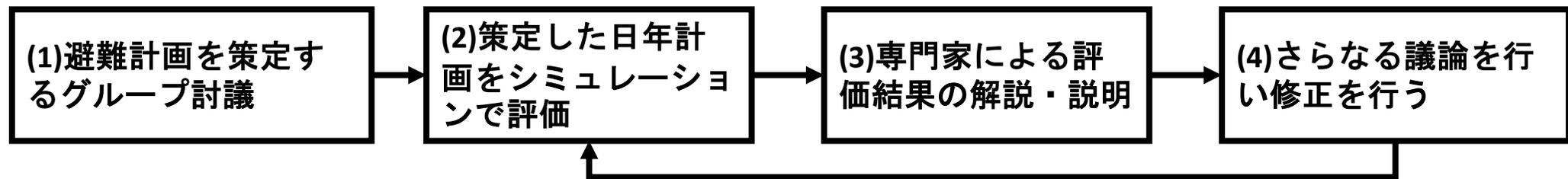
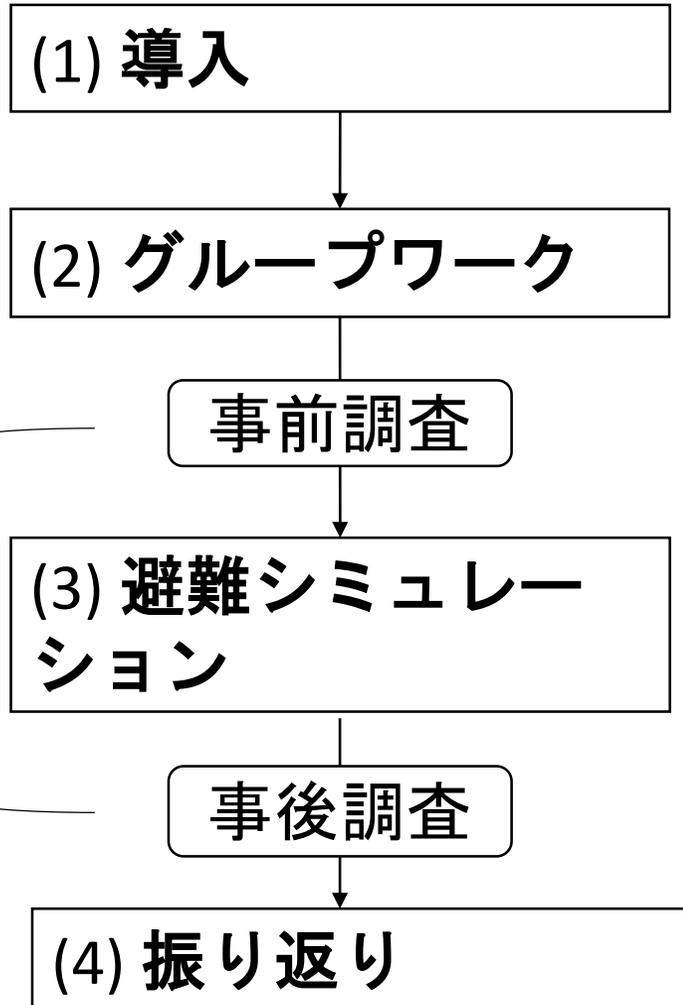


図 エージェントシミュレーションを用いた参加型避難計画策定手法

調査概要

被験者（政策科学部学生）は、シミュレーションに関する知識や開発経験はない。

事前
事後
比較



	実験 1	実験 2	実験 3
日にち	2017年12月 21日	2017年12月 25日	2018年1月17 日
対象者	学部生	大学院生	学部生
人数	14名	5名	13名
場所	講義中 (地域防災 に関する講 義)	講義中 (スタート アップ講 義)	講義中 (地域防災 に関するゼ ミ)
時間	90分		
手法	調査票		

調査概要：導入

(1) 導入

(2) グループワーク

事前調査

(3) 避難シミュレーション

事後調査

(4) 振り返り

- 観光地が抱える問題、特に避難における課題を紹介
- 避難計画策定グループワークの説明

観光客避難における課題

観光客で混雑するが、観光客は短時間



Kinkakuji-Temple

観光客避難における課題

避難計画

- 詳細や具体性がない。

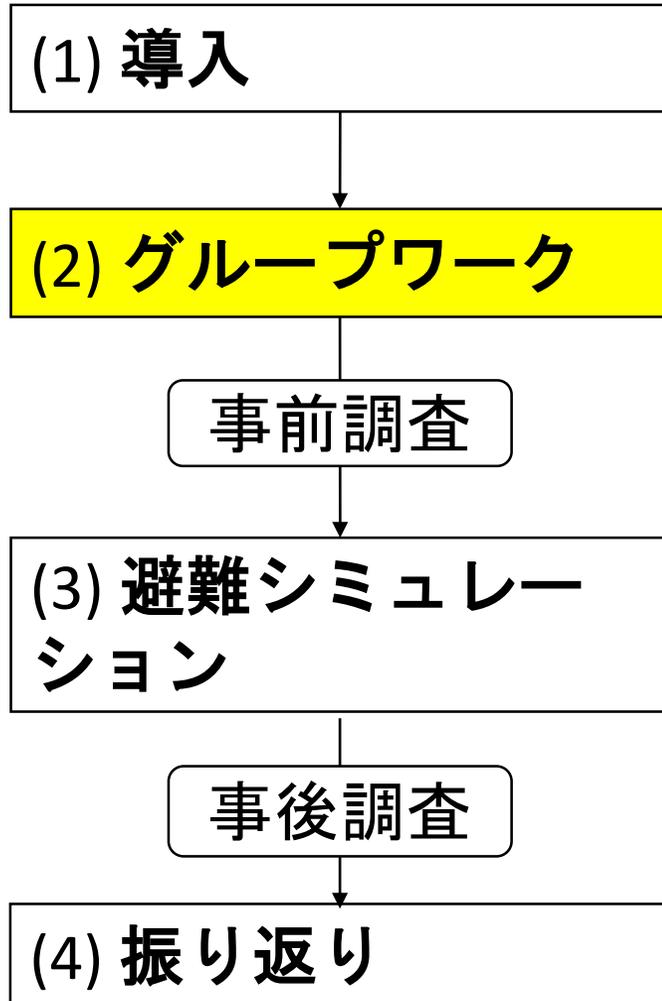
避難訓練

- 観光客の特徴を考慮できていない

- 実践的で具体的な避難計画
- 観光客の特性を考慮した避難計画

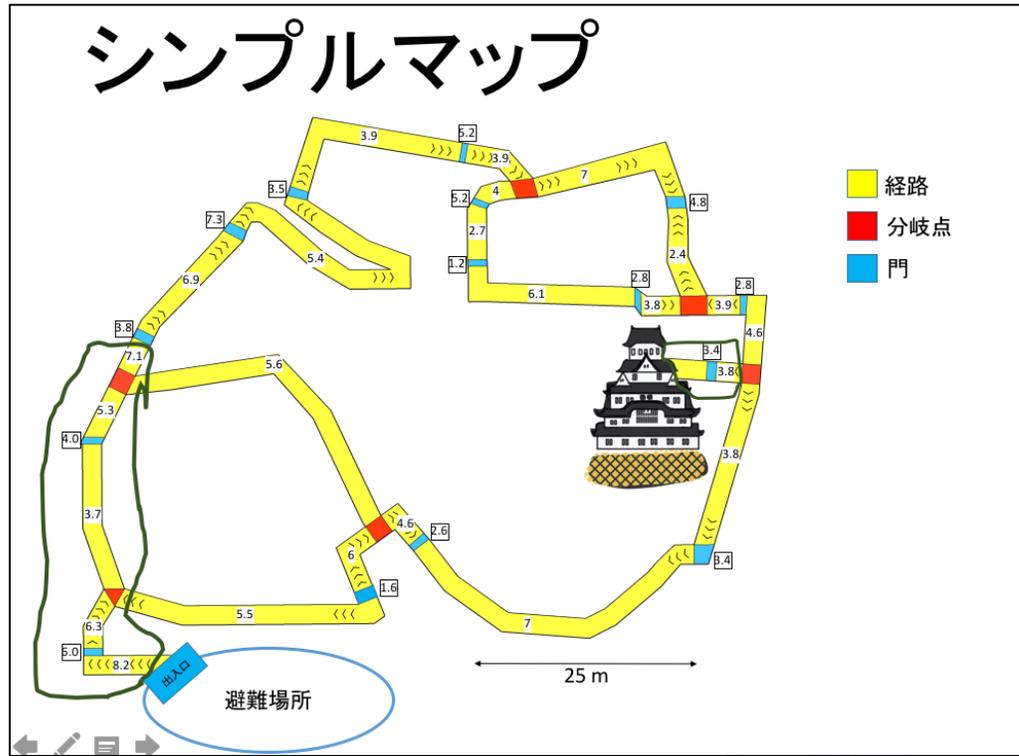
2つの要素を持つ避難計画が必要

調査概要：グループワーク



- 大地震の可能性が指摘されている架空の都市|市の行政職員になりきって|城の避難計画を策定する。
- 配布物
 - 観光客の避難行動特性についての説明文
 - 地震発生時に予測される城内の状況（滞留する観光客数、建物の被害など）についての説明文
 - 城内部の地図
- グループワークで決めること
 - 観光経路の事前設定
 - 2名の避難誘導員の設置場所と誘導方向
 - 避難開始のアナウンスのタイミング

調査概要：グループワーク



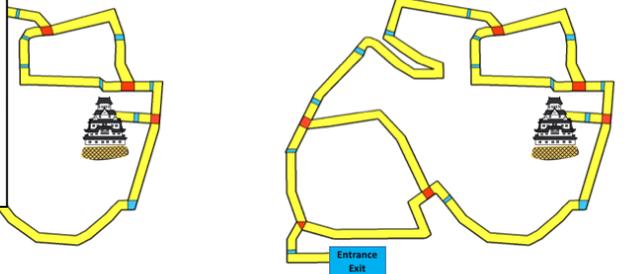
- 観光客が歩行する経路
- 観光客侵入禁止
- 観光客侵入禁止

シグネージ

避難開始のアナウンスのタイミング(○で囲んで下さい)

- 地震発生直後
- 3分後 • 12分後
- 6分後 • 15分後
- 9分後 • 18分後

避難誘導員の設置と誘導方向



- 1名、または2名の避難誘導員を分岐点に設置
- 1名のガイドは1つの道へしか誘導できません。

- 入口からスタート
- 天守に必ず行く
- 出口までで終わり
- 同じ経路を二度使用することは禁止(ただし、緑の枠内は可能)

調査概要：グループワーク

観光客 A

特性

この茨木城には初めて訪問しましたので、何も知りません。

避難の際は、この観光客は歩いたことのある道を使って避難したい観光客です。
なぜなら、「もし避難が必要になっても、歩いてきた道をたどっていけば、この城の出口にたどりつくことができるから」です。

観光客C

特性

この観光客は、避難時は、多くの観光客の選んだ道を選択して避難します。なぜなら、この観光地域のことを知らないからです。

このような避難行動特性は、珍しく、あまり一般的ではありませんが、無視できるものではありません。

観光客B

特性

この観光客は、避難時には、より道幅の広い経路を通して避難したいと考えています。なぜならテレビで「より道幅の広い経路は安全だ」と言っていたからです。

観光客D

特性

この観光客は「下り道を歩いていけば、いつか出入り口にたどり着くと考えています。なぜなら、この観光地は天守閣が一番高いところにあり、出入り口が一番低いところにあるからです。」

そのため、避難時には下り道を優先して選びながら避難します。
しかし、この避難行動特性は珍しいです。でも、無視することのできない行動特性です。

調査概要：グループワーク



図グループワークの様子

調査概要：事前調査

「大変そう思う」5点、「そう思う」4点、「どちらでもない」3点、「そう思わない」2点、「まったくそう思わない」1点として分析

(1) 導入

(2) グループワーク

事前調査

(3) 避難シミュレーション

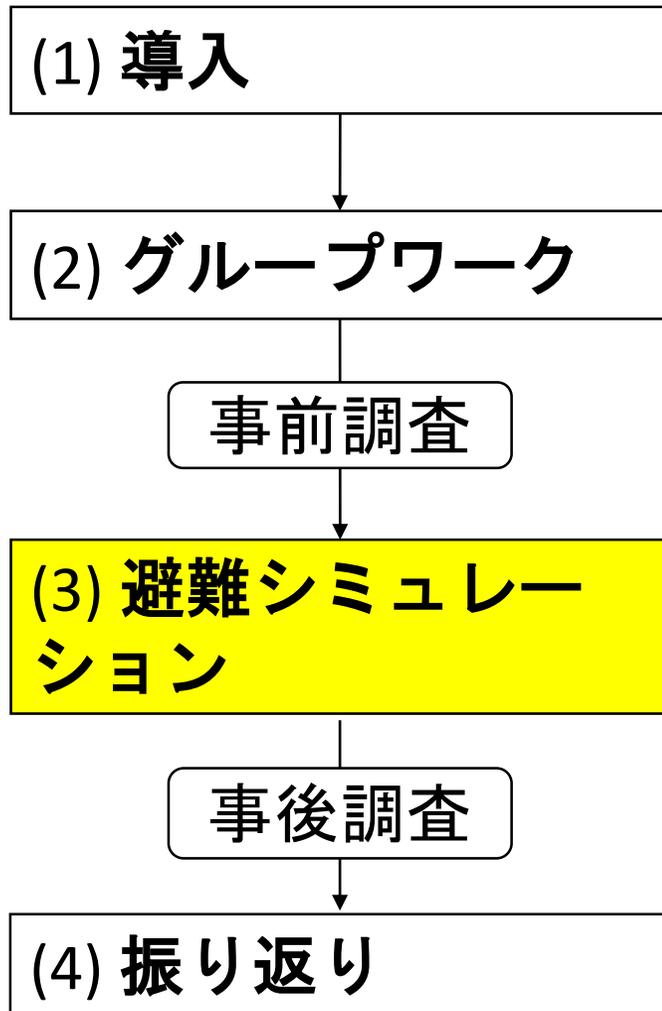
事後調査

(4) 振り返り

・グループワークに対する質問内容

- ・「実践的な防災活動への参加」に関する質問（正統的参加）
 - ・ 専門的な手法を使っていると感じた
 - ・ 本物の避難計画を作っていると感じた
- ・「さまざまな市民が専門家でない立場での参加」に関する質問（周辺参加）
 - ・ 避難計画策定において特別な知識やスキルが必要だと感じた
 - ・ 避難計画策定について学生という立場で理解できた

調査概要：避難シミュレーション



- 各グループの避難計画の結果(避難完了者数推移や混雑具合など)をグラフや数値を使って示しながら、実験者が解説する。

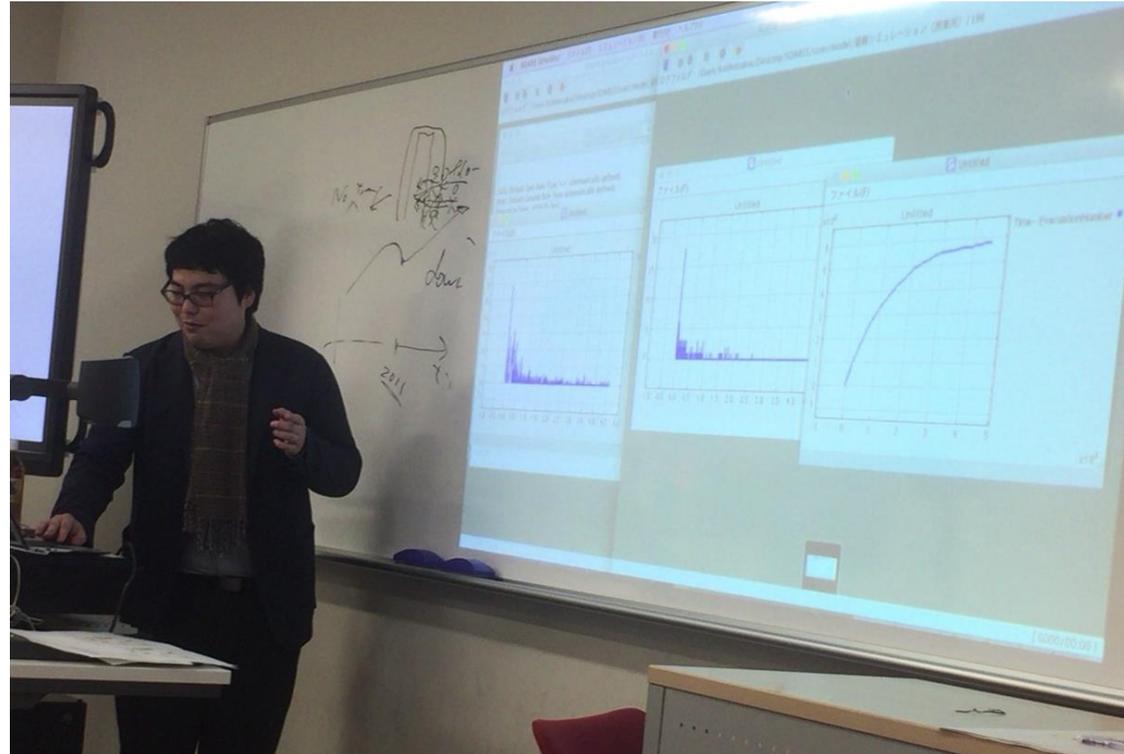


図 解説の様子

調査概要：事後調査

「大変そう思う」5点、「そう思う」4点、「どちらでもない」3点、「そう思わない」2点、「まったくそう思わない」1点として分析

(1) 導入

(2) グループワーク

事前調査

(3) 避難シミュレーション

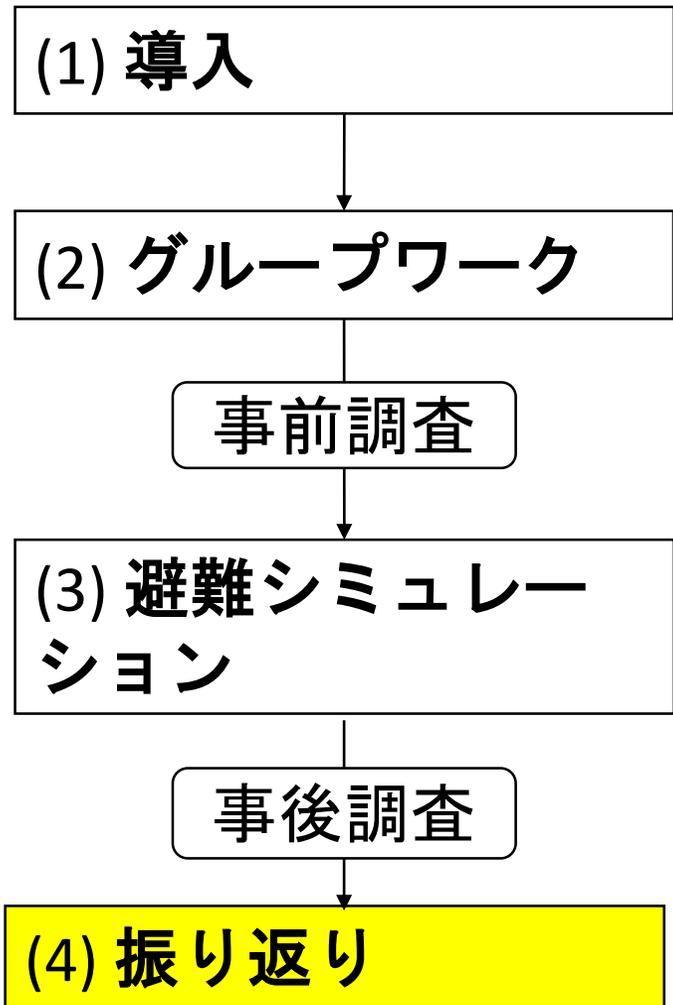
事後調査

(4) 振り返り

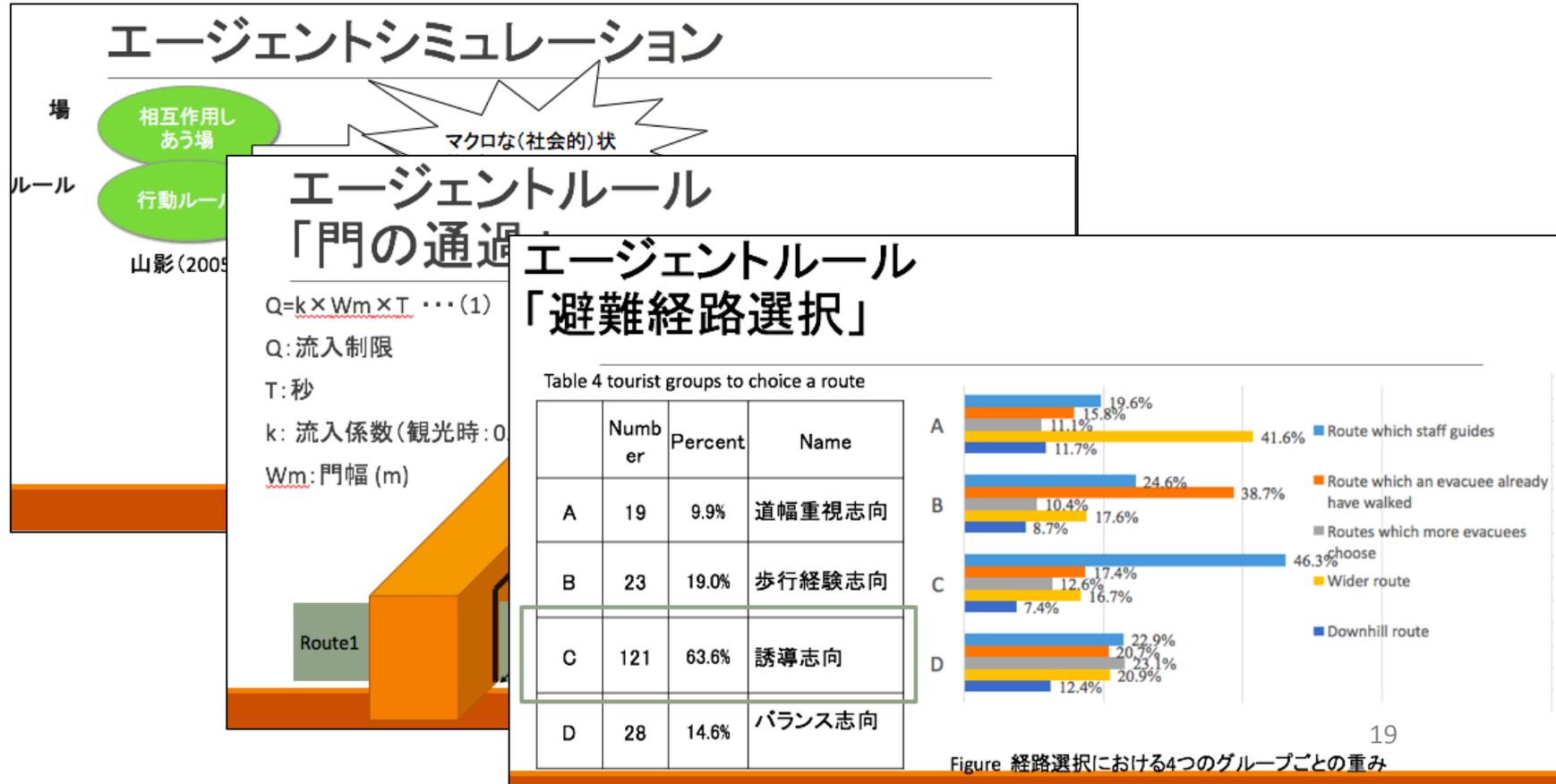
・シミュレーションに対する質問内容

- ・「実践的な防災活動への参加」に関する質問（正統的参加）
 - ・ 専門的な手法を使っていると感じた
 - ・ 本物の避難計画を作っていると感じた
- ・「さまざまな市民が専門家でない立場での参加」に関する質問（周辺参加）
 - ・ 避難計画策定において特別な知識やスキルが必要だと感じた
 - ・ 避難計画策定について学生という立場で理解できた

調査概要：振り返り



- 現実の観光客避難と、避難計画策定やシミュレーションでの観光客避難の比較



調査概要：振り返り

(1) 導入

(2) グループワーク

事前調査

(3) 避難シミュレーション

事後調査

(4) 振り返り

- 現実の観光客避難と、避難計画策定やシミュレーションでの観光客避難の比較

観光客の行動

表. 避難者の経路選択特性 (Yoshiteru Murosaki(1993). 建築防災・安全(4th ed.). Tokyo: Kajima Institute Publishing)

行動	説明	今回のシミュレーション
帰巢行動	入ってきた経路を逆に戻ろうとする傾向で、特にはじめに入った建物で、内部を知らない場合に多く現れる	歩行経験
追従行動	先行する避難者や、他の人が逃げる方向についていく	追従行動
日常動線への回帰	日頃から使い慣れている経路や階段を使って逃げようとする	
安全装置への固執	認識している安全な避難階段等の経路、あるいは、自分が安全だと考えた経路に向かう	
易視経路選択	目につきやすい避難口や階段に向かう、あるいは、目についた誘導標識の方向に向かう	
直進性	見通しのきく真っ直ぐな経路を逃げる、あるいは突き当たるまで経路を直進する	
至近距離選択	一番近くの階段や経路を選択する	

エージェントルール設計「エージェントモデリング」



調査概要：振り返り

(1) 導入

(2) グループワーク

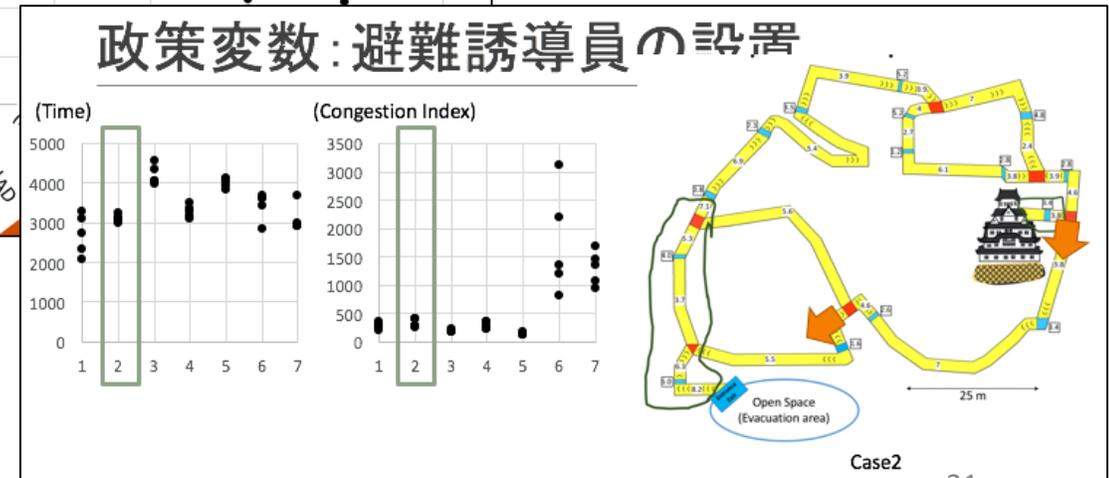
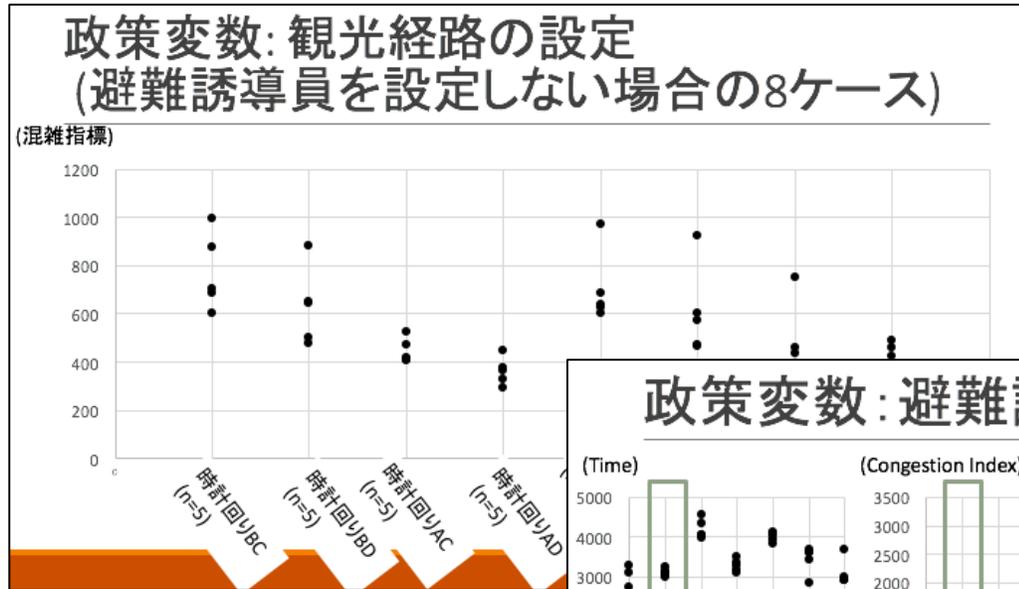
事前調査

(3) 避難シミュレーション

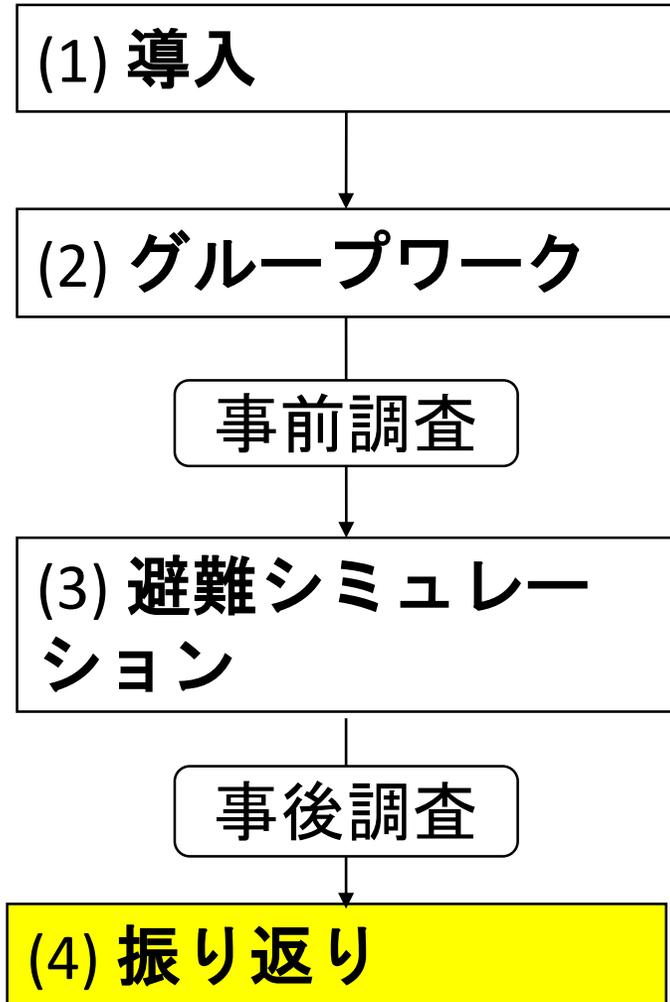
事後調査

(4) 振り返り

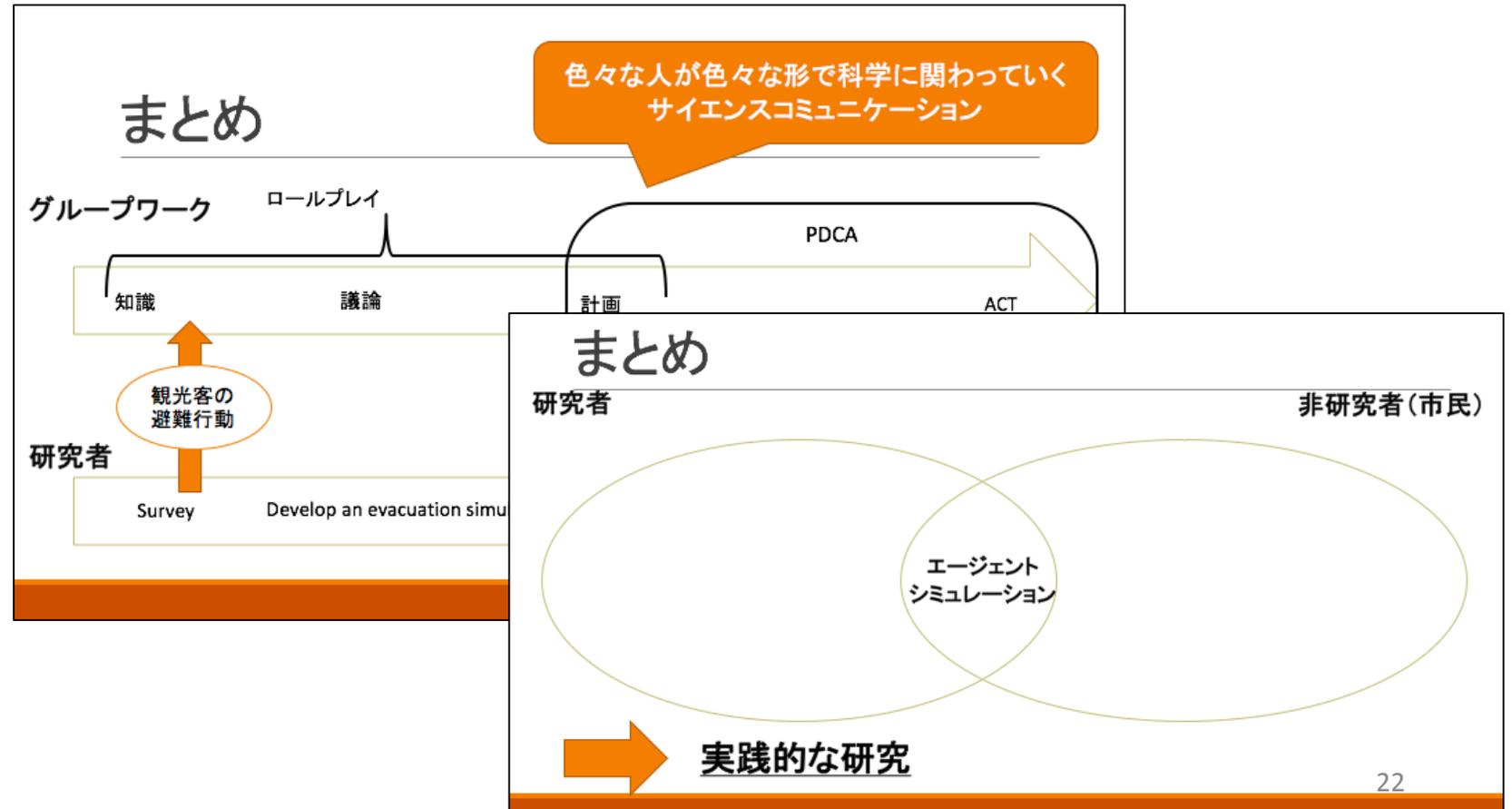
- さまざまなケースの結果



調査概要：振り返り



• PUSからPESへ



調査結果

- 専門的な手法を使っていると感じた。

表 事前事後結果 (Wilcoxon signed rank test) N=32

事前		事後		p値
平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
2.656	0.814	3.593	0.896	0.0002

有意な差
→シミュレーション手法の方がより専門的と感じている

- 事後の自由記述

- 「コンピュータのシミュレーションを使っているから」
- 「今まで、シミュレーションという手法を知らなかったから」
- 「計算方法がわからず難しそうだから」
- 「自分がコンピュータに詳しくないので、自分ではできないなと感じたから」
- 「ディスカッションだけでは細かな点まで予測できないから」
- 「専用ソフトを使用していたから」
- 「グループで話し合ったことがシミュレーションの結果として見ることができるから」
- 「自分に専門的知識がないため」

避難シミュレーションやコンピュータなどの専門的なツールを使用しているということにより、専門的な手法であると感じている

調査結果

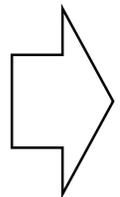
- 本物の避難計画を作っていると感じた

表 事前事後結果 (Wilcoxon signed rank test) N=32

事前		事後		p値
平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
2.781	0.959	3.312	0.9164	0.017

有意な差
→シミュレーション手法の方が本物と感じている

- 事後の自由回答
 - 「コンピュータを使ったシミュレーションを見ることにより、現実味がわき対策をする気になった」
 - 「具体的な数値が出ていたから」



シミュレーションで計画を評価することにより結果を客観的に見ることができると感じ、現実味を感じ、本物の避難計画を作っていると感じている

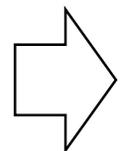
調査結果

- 避難計画策定において特別な知識やスキルが必要だと感じた
表 事前事後結果 (Wilcoxon signed rank test) N=32

事前		事後		p値
平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
3.125	1.053	3.156	0.971	0.829

有意差なし
→グループワークとシミュレーションとではほぼ同等の知識、スキルが必要

- 事後の自由記述
 - 「データ分析や解釈が難しかった」
 - 「データを出したり、変数を作ったり、難しそうだ」
 - 「他のグループでは、学生でもかなり実用的な避難計画を作成していた」



シミュレーション手法は、難しいと感じるものの、知識やスキルを特別必要だとは感じていない

調査結果

- 避難計画策定について学生という立場で理解できた

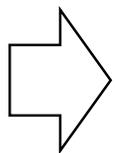
表 事前事後結果 (Wilcoxon signed rank test) N=32

事前		事後		p値
平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
3.843	0.711	3.718	0.759	0.378

有意差なし
→グループワークとシミュレーションとではほぼ同等の理解

- 自由記述

- 「避難計画を作ってから、避難シミュレーションの説明が行われたため、避難計画を作らずに説明を受けるよりも理解できた」



シミュレーション手法を用いたからといって、学生の立場として、理解が下がることはない

まとめ

正統的参加

専門的な手法を使っていると感じた ○

本物の避難計画を作っていると感じた ○

周辺参加

特別な知識やスキルが不要 ○

避難計画策定について学生という立場で理解 ○

- 学生を被験者とした実験より、
- エージェントシミュレーションを用いた参加型避難計画策定手法は、観光地のような地域の避難計画策定においても、市民の正統的周辺参加が実現可能であることが示唆された。

まとめ

- 課題
 - 被験者に関する課題
 - シミュレーション手法との比較対象
 - 結果のグラフ、数値のみの表示

参考文献

- Yamori, K.: Improving disaster risk communication: a paradigm shift in disaster information research. Minerva Publishing (2013).
- Katada, T., Kuwasawa, N., Kanai, M., Hosoi, K.: Disaster Education for Owase Citizen by Using Tsunami Senario Simulator And Evaluation Of That Method. Sociotechnica. 2, 199–208 (2004).
- Kuwasawa, N., Katada, T., Oikawa, Y., Kodama, M.: Development of Comprehensive Scenario Simulator in Flood Time And Its Application To Disaster Education. J. Japan Soc. Civ. Eng. 64, 354–366 (2008).
- Kawashima, K., Tatano, H., Hatayama, M.: A Flood Risk Communication Support System to Promote Safe Autonomous Evacuation. Infrastruct. Plan. Rev. 23, 309–318 (2006).
- Nakai, F., Hatayama, M., Yamori, K.: Construction of Tsunami Evacuation Evaluation System for Support to Make Evacuation Planning. IPSJ SIG Tech. Rep. 2013, 1–8 (2013).
- Sakai, K., Honda, A., Monkonkerd, S., Toyoda, Y., Taniguchi, H., Kanegae, H.: A Study on Evacuation Behavior Pattern of Tourists after Earthquake in Himeji Castle : A Survey of Consciousness Based on Multicriteria Decision Making. J. Disaster Mitig. Hist. Cities. 8, 189–194 (2014).