

命を守る津波避難のシミュレーション

- 災害時交通モニタリングと避難シミュレーションの最前線 -

開催趣旨

津波から命を守る有力な手段は地震直後の避難である。しかし、地震発生から津波到達までの限られた時間で、交通の現況を把握し事態の推移を予測して最適な避難戦略を選択することは決して簡単でない。

本セミナーでは、最初に災害時の交通モニタリング、そのリアルタイム化、データの融合活用に向けた取り組みを紹介し、自治体の避難支援策を交通シミュレーションにより評価した事例を紹介する。次に、シミュレーション技術の災害と避難への適用を解説し、シミュレーションの活用事例を紹介する。併せて、避難シミュレーションの信頼性確保に向けた取り組みも紹介する。

日時： 2016年2月5日 10時30分～12時

場所： パシフィコ横浜 アネックスホール G会場

主催： 公益社団法人 日本地震工学会

後援： 国土交通省関東地方整備局

プログラム

【基調講演】

災害時の交通モニタリングと避難シミュレーションの最前線

東北大学大学院情報科学研究科 桑原 雅夫 氏

【講演 1】

シミュレーションで考える、災害と避難の関係

(株)構造計画研究所 荒木 秀朗 氏

【講演 2】

津波避難シミュレーションの活用事例

(株)ベクトル総研 末松 孝司 氏



公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

基調講演: 災害時の交通モニタリングと避難シミュレーションの最前線

本講演では、災害時の交通モニタリングと避難支援策の評価について最近の研究を紹介する。まず については、プローブ車両などの移動体データを用いた東日本大震災直後の交通モニタリングについて紹介するとともに、モニタリングのリアルタイム化、データの融合活用に向けた DOMINGO 共同研究体の取り組みを概説する。次に については、避難インフラや災害時の交通管理を評価するための取り組みとして、石巻市と連携して行った交通シミュレーションによる避難支援策の評価について紹介する。また、災害時の交通シミュレーションに必要な機能やベンチマークとなる規範的モデルについて概説する。

講師 桑原 雅夫 (くわはら まさお)

- 1977年 早稲田大学理工学部土木工学科 卒業
- 1981年 東京大学大学院工学系研究科土木工学専攻 修了
- 1985年 カリフォルニア大学バークレー 博士課程修了
- 1987年 東京大学生産技術研究所 助教授
- 2000年 東京大学生産技術研究所 教授
- 2009年 東京大学先進モビリティ研究センター センター長
- 2010年 東北大学大学院情報科学研究科 教授
東京大学生産技術研究所 教授(兼任)
- 2015年 東京大学 名誉教授

専門分野: 交通工学

主な学会・社会活動: 土木学会, 交通工学研究会



災害時の交通モニタリングと避難シミュレーションの最前線

平成28年2月5日 「震災対策技術展」横浜 セミナー

第6回震災予防講演会, 主催 (社) 日本地震工学会

命を守る避難の課題
—災害時の交通モニタリングと避難シミュレーションの最前線—

東北大学大学院情報科学研究科
桑原 雅夫

社会的ニーズと研究目的

- 人命を守る減災のためには、**迅速なモビリティ支援**が重要
 - 避難インフラ, 交通マネジメントの効果的な事前立案
 - 被災状況と交通状況の迅速な市民・自治体への提供

研究目的

- ① 人々の避難行動を理解した**避難支援策の設計・評価ツール**開発
- ② 自然現象, 被災状況, 交通状況の**リアルタイムモニタリング**



2011.3.11
東日本大震災



2012.10.28
ハリケーンサンディ

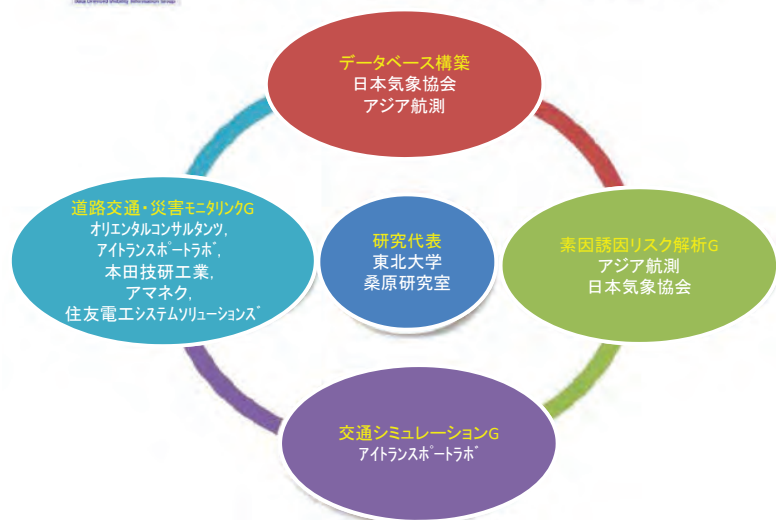


2014.2.16
甲信地方豪雪



データ指向型モビリティ情報生成グループ

【 DOMINGO PROJECT 】 Data Oriented Mobility Information Group



① 避難支援策の設計と評価



- 災害時の避難行動の理解(どこに, いつ, 何を使って避難しようとするのか)
- 災害時の交通現象の解明(歩車錯綜, 信号減灯の交差点挙動など)
- 避難インフラ(避難道路, 避難ビル, 避難所など), 交通管理策の設計と評価

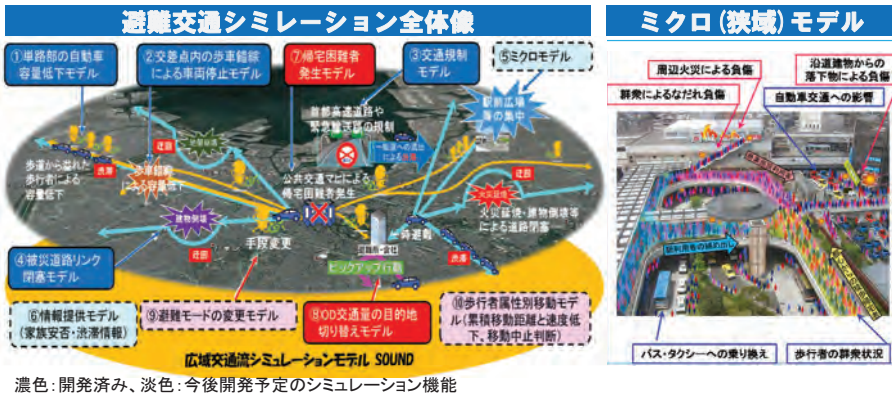
避難交通シミュレーション開発状況

- これまで、首都圏直下型地震時に想定される交通課題を表現する避難交通シミュレーションを開発
- 交通、気象、災害リスク等の災害ビッグデータを入力することで、避難交通の事前評価が可能
- 東日本大震災及び予測データを開発システムに入力し、東京23区を対象に実施検証

【入力データ】
交通・気象・災害リスクデータ

【避難交通シミュレーション】
避難者・帰宅者の行動予測

【避難施策の評価】
道路速度、旅行時間 等

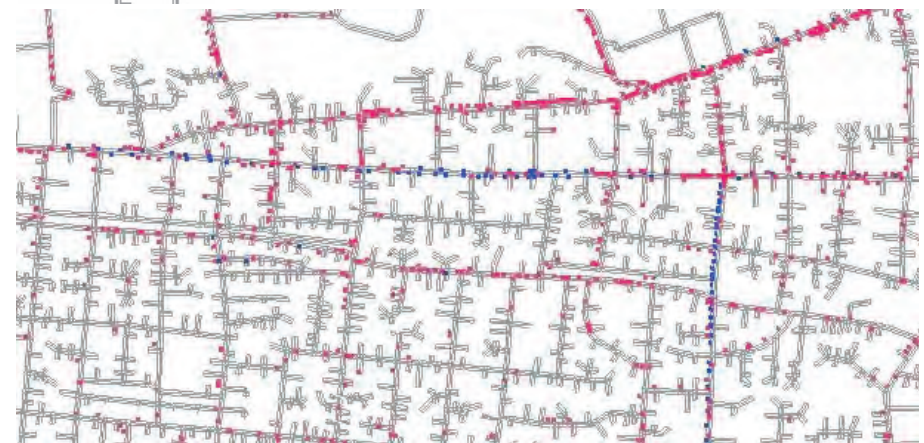


5

避難交通シミュレーションの開発状況

Time 14:40:43

14:46:00 地震発生、避難開始したケース



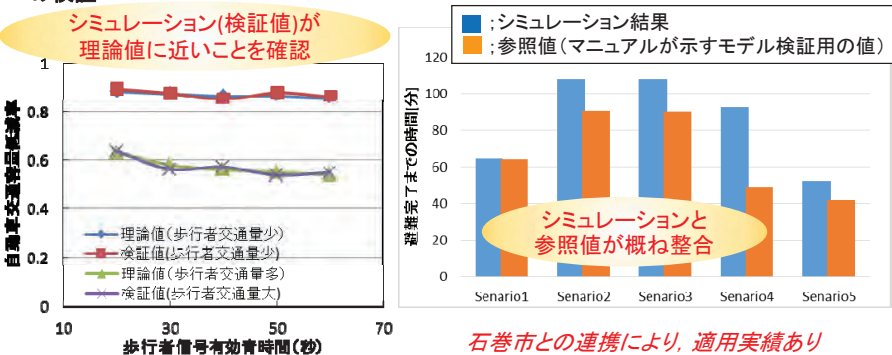
凡例 ■; 歩行者 ■; 自動車

6

避難交通シミュレーションの開発状況

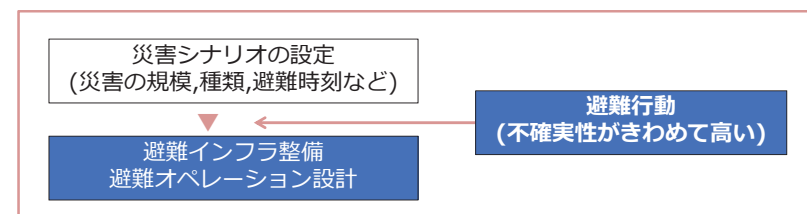
- (社)交通工学研究会、(社)日本地震工学会の避難シミュレーションマニュアルに示される方法に従い、モデルの「動作検証」及び「妥当性の検証」を実施

◆歩車錯綜による自動車容量低減率※1 ◆様々な避難シナリオに基づく避難完了時間の検証の検証



7

規範的避難行動による避難ベンチマーク



避難行動の不確実性を除く

→ 避難行動を最適に制御した場合の避難パフォーマンス(ベンチマーク)

避難インフラ整備、避難オペレーション設計には、ベンチマークが必要

8

規範的避難行動による避難ベンチマーク

避難行動の最適制御 = **経路と避難開始時刻**を最適に制御
(待ち行列を作らせない)

線形計画問題(柔軟なモデル化)

目的関数

- 総避難時間の最小化
- 避難完了時間の最小化
- 危険場所存在人数の最小化

トリップ行動

- 避難トリップ
- 避難以外のトリップ
- ピックアップ行動(トリップチェーン)

9

9

規範的避難行動による避難ベンチマーク



石巻市中心部における規範的行動モデル

10

10



20分後

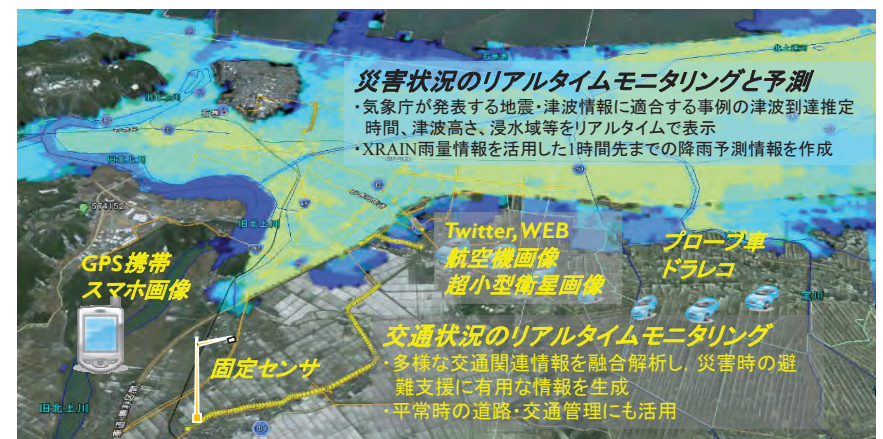
■自動車

石巻市中心部における規範的行動モデル

11

11

②自然・交通・被災状況のリアルタイムモニタリング

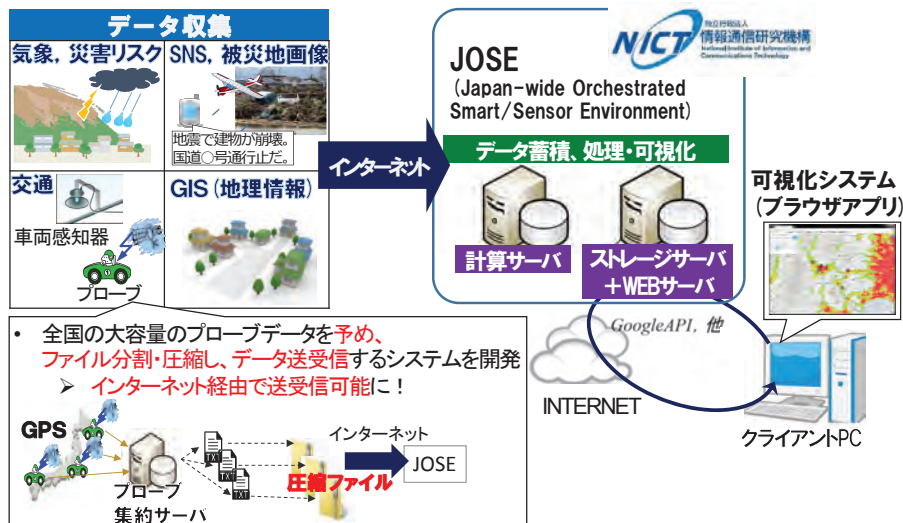


- ・ 災害時は、迅速に災害情報や交通状況を提供し、適切な避難を支援
- ・ 平常時は、エリアワイドな交通情報を迅速に提供し、快適な移動を支援

12

リアルタイム・データ収集・可視化システム

- 各種センサーデータをリアルタイム処理・可視化するシステムを開発



リアルタイム・データ収集・可視化システム



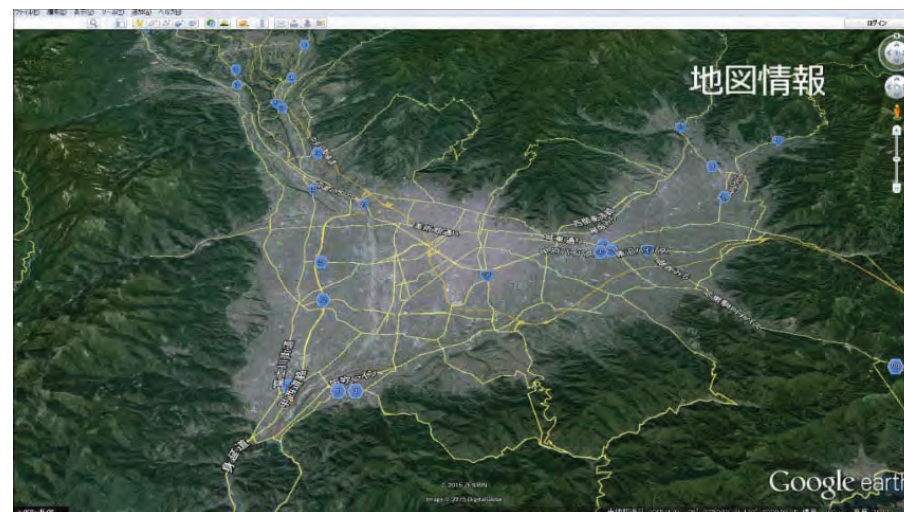
収集データの解析技術

- 目的: 大規模災害を対象にモビリティの視点から防災・減災に資するシステム開発
- 内容: 災害時の被災状況や交通状況のリアルタイム把握のため、従来型の固定センサや気象情報に加え、プローブデータ、カメラ画像、SNSなどの速報性の高い多様なデータを融合し、被災・交通状況のモニタリング手法を構築

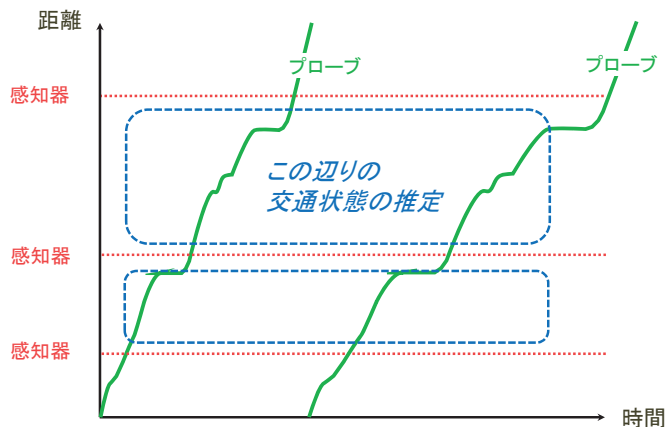


災害	事例	本研究の対象	融合データ				
			気象	プローブ	ツイッター	画像	地形
豪雪	2014年2月;山梨	広域	○	○			
		中域		○	○		
		詳細			○	○	
地震	2011年3月;首都圏			○			
豪雨	2014年8月;広島	土砂災害	○			○	

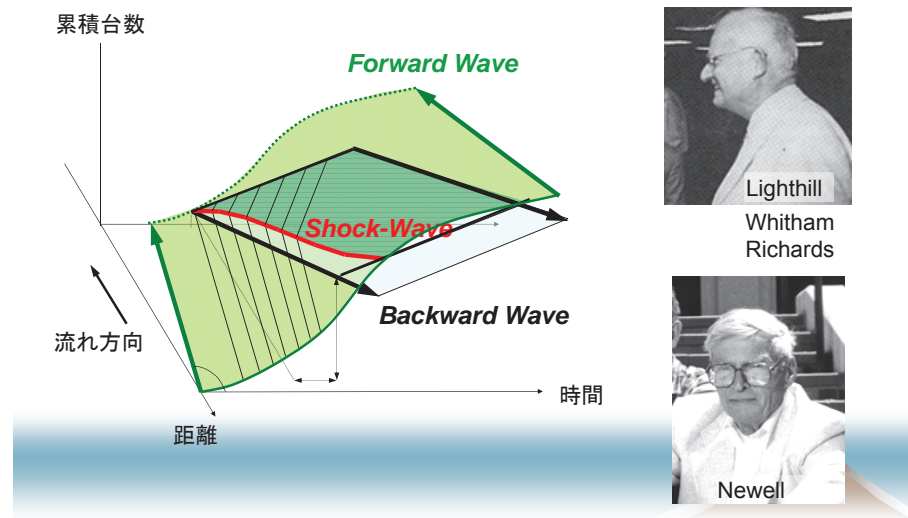
甲府豪雪災害;デモ



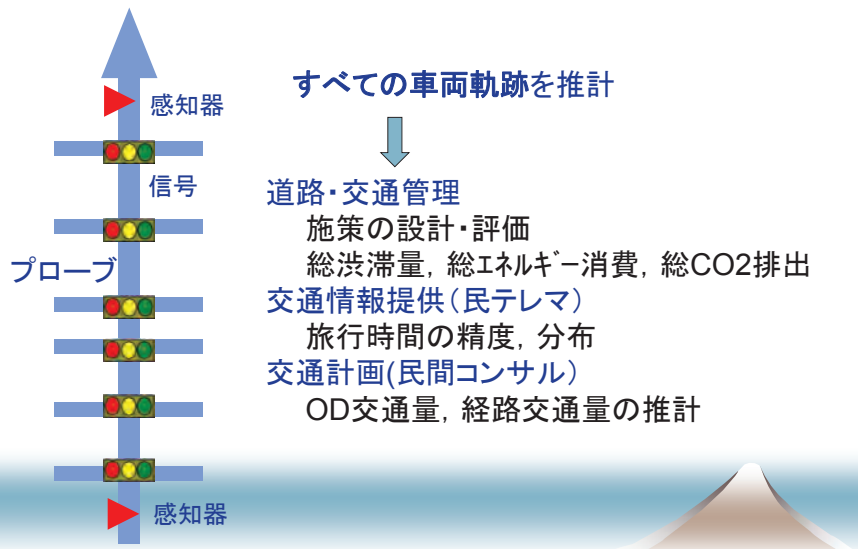
車両感知器とプローブデータ



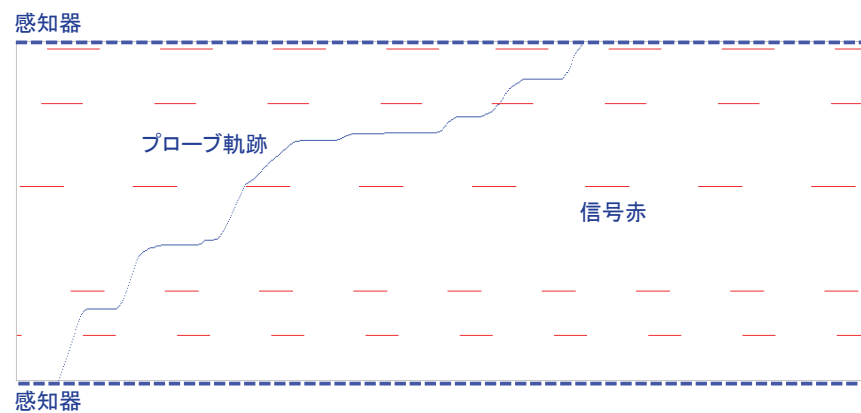
Kinematic Wave Theory と 累積図の関係



融合解析例 (都内の信号交差点を含む一般街路)

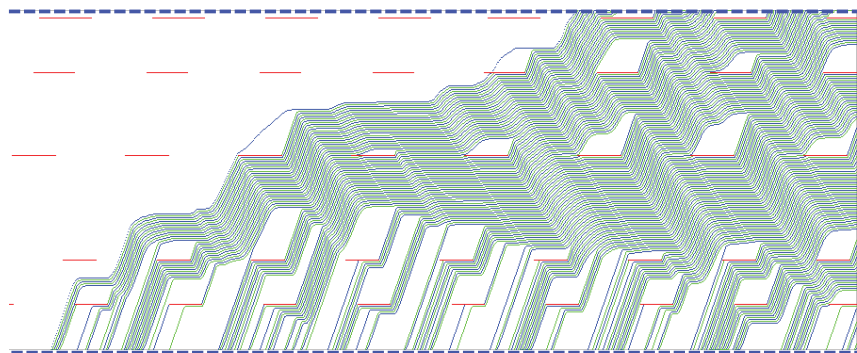


Probe + 感知器 + 信号データの融合解析



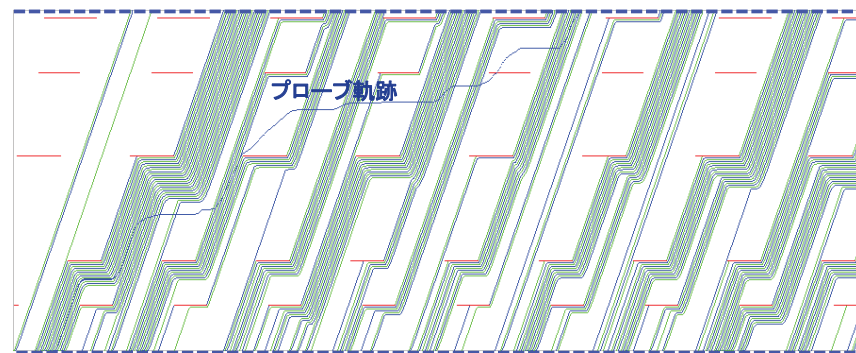
Probe + 感知器 + 信号データの融合解析

感知器データ, プローブデータ利用



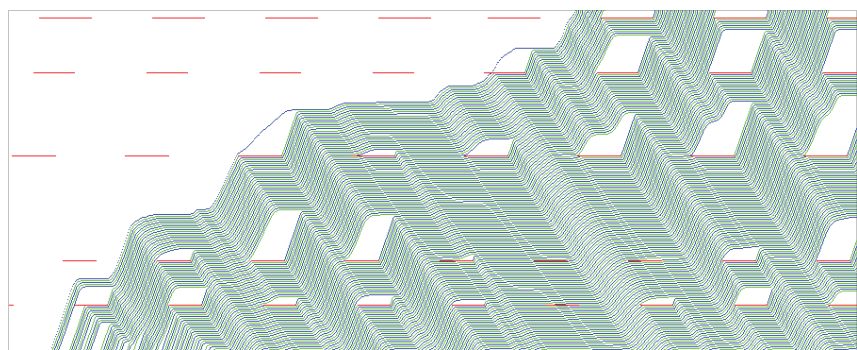
Probe + 感知器 + 信号データの融合解析

感知器データのみ利用



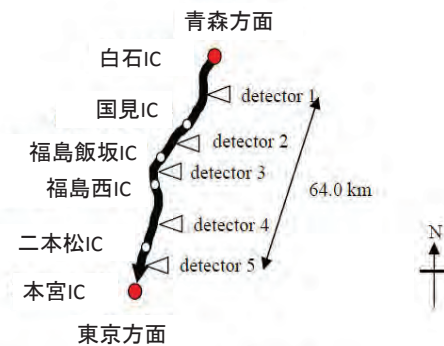
Probe + 感知器 + 信号データの融合解析

プローブデータのみ利用



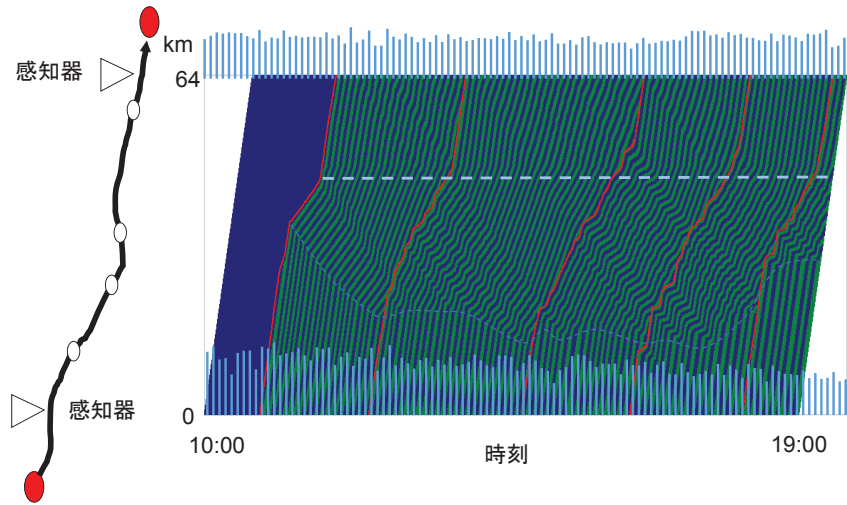
都市間高速道路への適用

東北自動車道 上り : 白石IC → 本宮IC
2012年8月14日



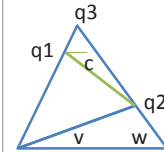
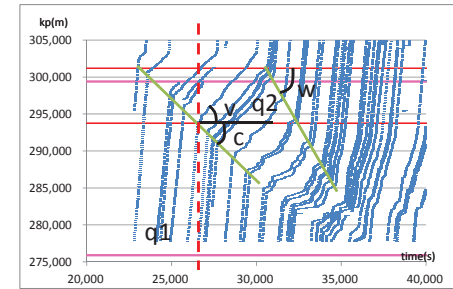
全車両の走行軌跡の推定

始端・終端の車両感知器データ+5台のプロブ車両データ



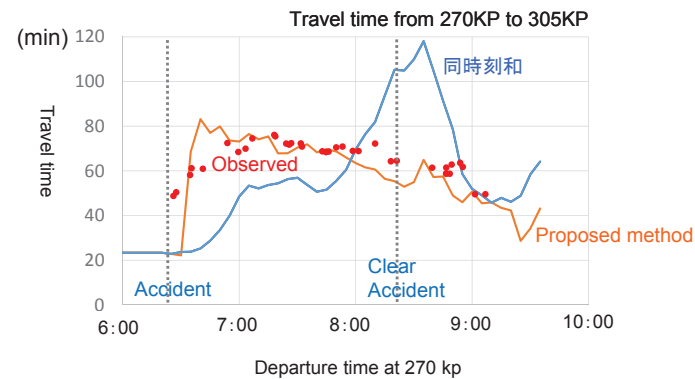
異常事象時の旅行時間予測

Probe and Detector data

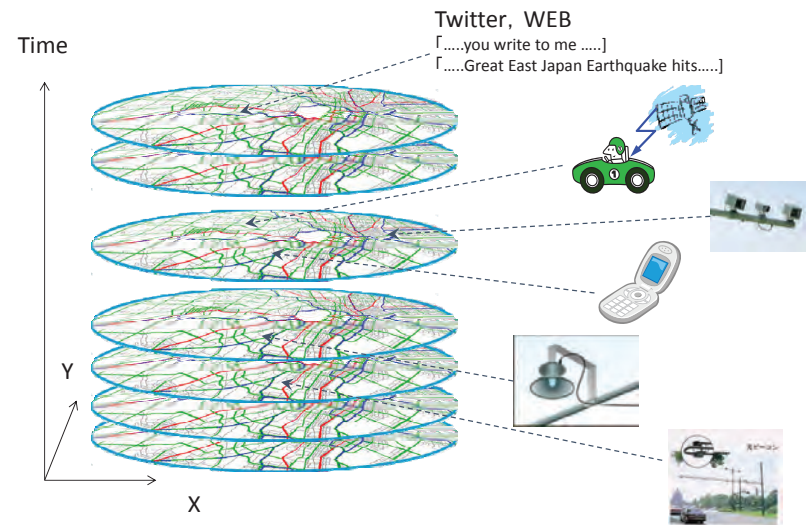


異常事象時の旅行時間予測

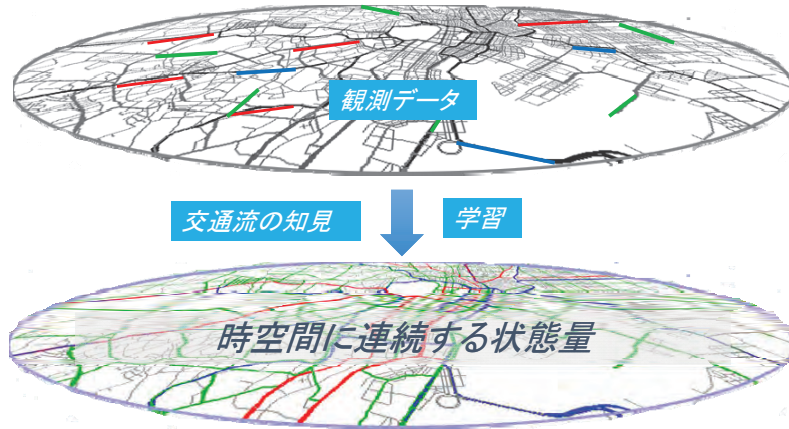
東北自動車道におけるケーススタディ



(1) 多様なセンシングデータの時空間マッピング技術



(2) 交通状態の内挿・外挿
(時空間に連続的なナウキャストとフォアキャスト)



- 要件1:リアルタイム性(データ収集+編集+提供)
- 要件2:信頼性(十分な検証, 信頼性指標の算定)
- 要件3:柔軟性(その時利用できる観測データを活用)

DIGITAL から INFORMATIONへ

DIGITAL

- 車両感知器
- AVI
- ETC
- VICS
- プローブ
- GPS携帯
- 画像データ
- ツイッター
-
-
-

解析技術



INFORMATION

- 交通状態
- 渋滞状況
- 異常事象検出
- 事故
- 故障車
- 環境
- CO2排出量
- NOx 濃度
- 災害
- 浸水
- 崩壊
- 倒壊
-
-

講演1:シミュレーションで考える、災害と避難の関係

本講演は、自然災害と人々の避難を組み合わせた避難シミュレーションの事例を紹介する。避難計画の策定の際には、さまざまな災害想定の下で最も適切な避難方法や誘導方法を検討する必要がある。個々の災害によって規模や被災地域等が大きく異なるため、いろいろな災害シナリオに基づく被害状況を計算し避難者の行動を模擬する計算を組み合わせたシミュレーションが検討には適切である。津波や火災などいくつかの災害とマルチエージェントモデルを組合せて避難シミュレーションを行った事例と、火山噴火や土石流などの様々な自然災害への適用可能性について説明する。

講師 荒木 秀朗 (あらか ひであき)

1987年 熊本大学工学部資源開発工学科 卒業

1989年 熊本大学大学院工学研究科資源開発工学専攻 修了

1989年 株式会社構造計画研究所 入社

2003年 株式会社構造計画研究所 耐震技術部長

2009年 株式会社構造計画研究所 執行役員 経営企画部長

2013年 株式会社構造計画研究所 常務執行役員 営業本部長

専門分野 : 地震工学

主な学会・社会活動 : 日本地震工学会



シミュレーションで考える 災害と避難の関係

2016/02/05
(株)構造計画研究所 営業本部
常務執行役員 荒木 秀朗

<お願い>

・この資料およびその内容を、弊社に無断で使用、複写、破壊、改竄すること、
ならびに第三者へ開示すること、漏洩すること、あるいは使用させることは、固くお断り申し上げます。

本日の内容

1. 避難におけるシミュレーションの効用
2. 災害シミュレーションの事例
3. 活用事例
4. まとめ

1. 避難におけるシミュレーションの効用

避難におけるシミュレーションの効用

1. 住民への教育・啓蒙
 - 災害の進行と避難の流れを視覚的に確認でき、防災意識の向上・合意形成が図れる
 - 前提となるパラメータを変更することで、関係性の仕組みを理解できる
2. 防災計画の検討・検証
 - 訓練では分からない状況から問題を把握
 - 防災、減災対策への投資効果を検証

当社が考える避難計画の重点

避難シミュレーションだけの検討：
→ 災害の進行と避難行動の相互作用が分からない



自然災害(=物理力学) + 避難行動(=人間行動学) を
同時に再現するシミュレーション で初めて、
本当の課題が見えてくる。

具体的な効用例

例 1. 5.5m の防波堤を12mにする計画は無駄か？

13mの津波が来ると浸水域は同じ。ただ開始まで15分の避難時間を稼ぐことができた。15分の避難で何人の人命を救うことができたのか。防災→減災への議論の転換

例 2. ビル火災時のエレベータ利用は是か非か？

超高層ビルでの火災避難は、非常階段避難が従来の消防法。この混雑による避難リスクをシミュレーションすることで政策提言。(現在は、要支援者の避難に限り利用可となる)

2. 災害シミュレーションの事例

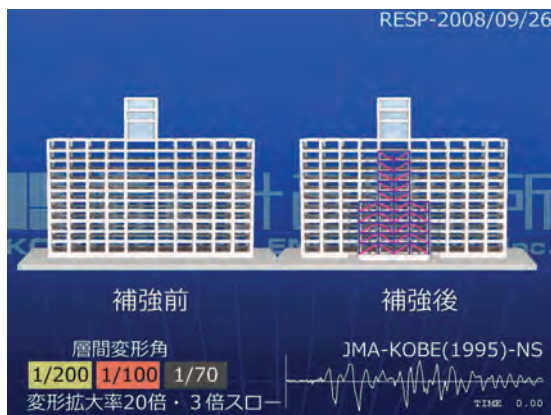
避難計画の立案における災害想定的重要性

避難計画の立案

自然災害がどのように振舞うのかを把握することが重要
自然災害のシミュレーションにより、人の社会、生活への影響度を把握する

- 津波や洪水の進行と速度
- 地震の揺れの大きさと建物構造物の被害
- 有害物質等の大気拡散範囲と速度
- 土石流の衝撃
- 火災延焼速度、etc…

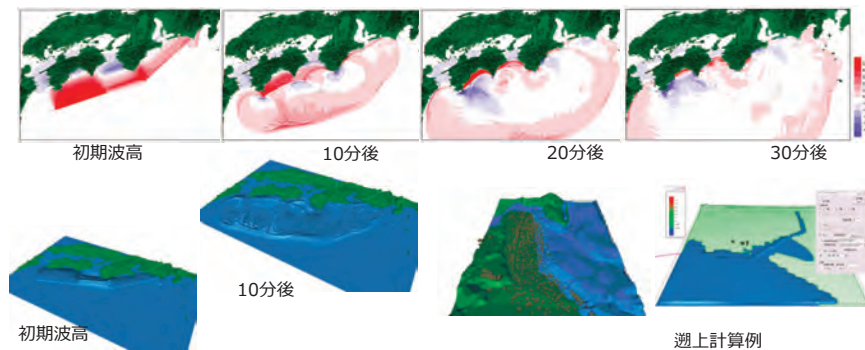
災害シミュレーション (地震動)



- ・地震の特性(揺れ方)と建物の構造特性から被害をシミュレーション
- ・耐震診断では分からない共振現象や破壊箇所を推定。

災害シミュレーション(津波)

東海・東南海・南海地震 3 連動を想定した津波解析評価事例

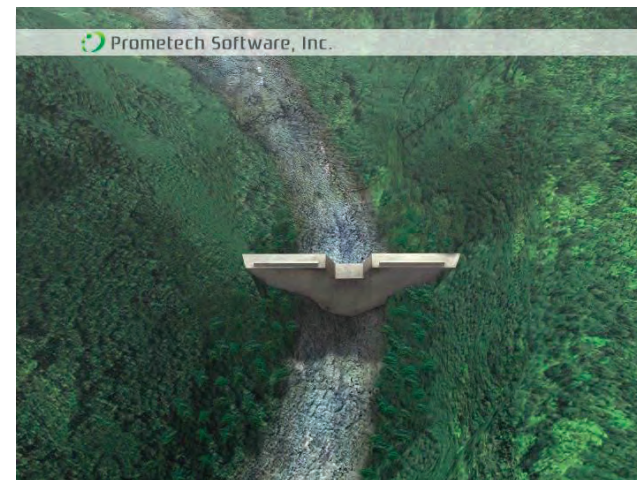


- ・津波の遡上(海岸から内陸にさかのぼる状態)を計算することで、どれくらい逼迫した状態(時間感覚)かが把握出来る

災害シミュレーション (津波)

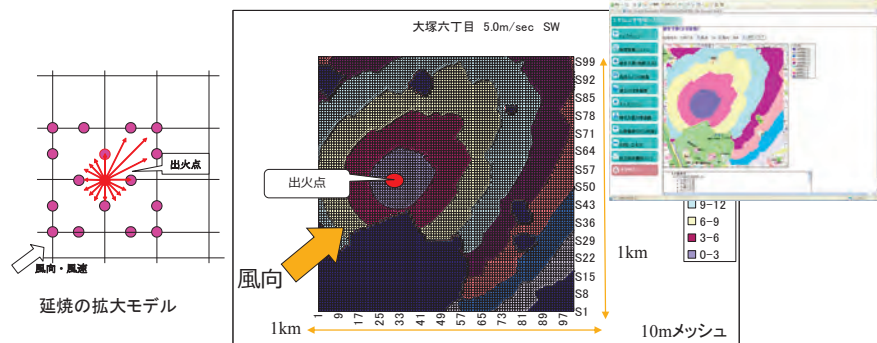


災害シミュレーション (土石流)



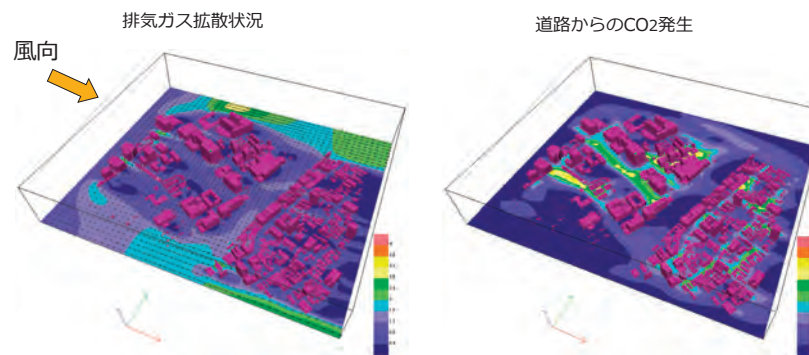
災害シミュレーション (火災延焼)

大塚六丁目 南西の風、風速5m/secと10m/sec、湿度35% 防災対策ホームページ(文京区)



- ・発火点の数、延焼方向、延焼速度が大きく影響

災害シミュレーション(大気拡散)

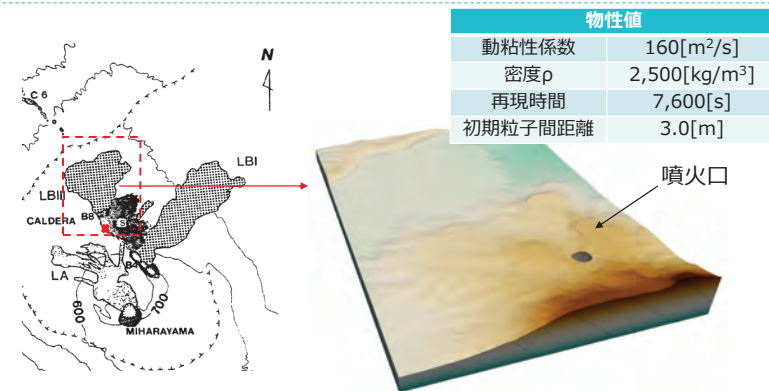


- ・大気拡散とは、・・・大気中に放出された汚染物質が正常な空気と混合、拡散し、希釈される現象
- ・風向・風速・気温・物質の比重等に影響

災害シミュレーション(河川氾濫)

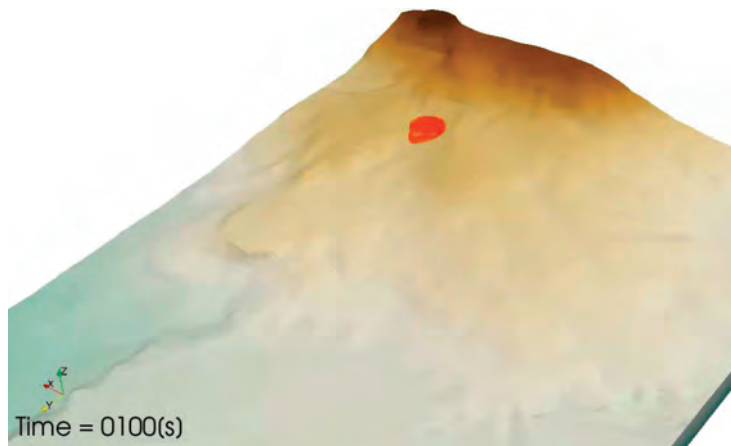


災害シミュレーション(溶岩流)



1986年伊豆大島三原山溶岩流の再現解析 (地形は噴火後の地形)

災害シミュレーション(溶岩流)



3. 活用事例

活用事例の紹介

自然災害と避難の組合せで実施した具体事例を2つ

1. 鎌倉市防災計画策定

津波 + 避難シミュレーション

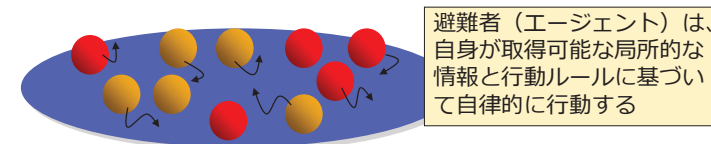
2. 火災避難シミュレーション (内閣府)

火災 + 避難シミュレーション

※エージェントベースのアプローチを採用

補足：エージェントベースシミュレーション (ABS)

エージェントベースモデル



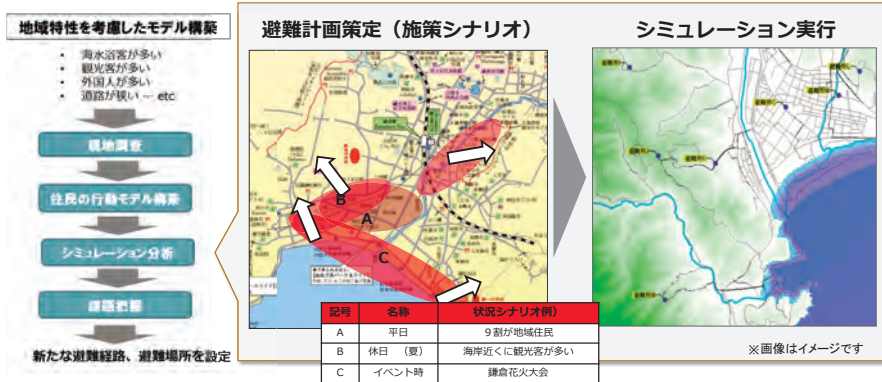
避難者（エージェント）は、自身が取得可能な局所的な情報と行動ルールに基づいて自律的に行動する

<考慮可能な特性>

1. 多様性 … 年齢／観光客などの特性
2. 情報の局在性 … 限られた情報のみを参照する
3. 限定合理性 … 全体最適ではない行動をする
4. 相互作用 … 周囲の行動や災害の進行に影響

事例紹介 1 : 鎌倉市防災計画策定(1)

- 鎌倉市の津波の被害状況および地域特性や避難者行動を考慮しシミュレーション
- この結果は、鎌倉市沿岸地域における津波避難の課題点の抽出や、それに対応した新たな避難経路や避難場所などの施策検討に活用するとともに、ウェブで公開し、住民の津波被害や避難に関する関心と理解度の向上に役立っている



事例紹介 1 : 鎌倉市防災計画策定(2)



- 避難者視点で避難時に考慮されるポイントの把握
- 避難路として利用できる道路、利用できない道路の抽出
- 津波計算のための地形的特徴の把握

事例紹介 1 : 鎌倉市防災計画策定(3)



- 災害時の仮想的な環境をコンピュータ上に構築
- 現地調査の結果を反映
- 鎌倉市の地域特性 (避難者行動、地理的要因、イベント等) を考慮

事例紹介 1 : 鎌倉市防災計画策定(4)



- 津波の浸水状況を時系列に計算
- 各避難者の出発点から避難場所までの避難行動を模擬
- 津波の到達状況と避難状況を同時に表現

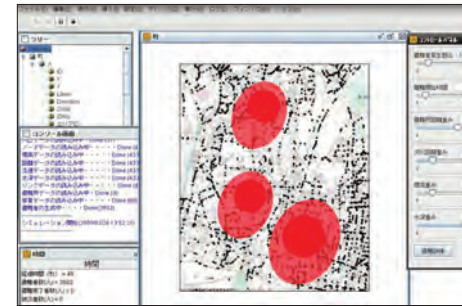
事例紹介 1 : 鎌倉市防災計画策定(5)



神奈川県 鎌倉市 防災HP →
https://www.city.kamakura.kanagawa.jp/sougoubousai/tsunami_simulation/index.html

事例紹介 2 : 火災避難シミュレーション(1)

- 首都直下地震時に、同時多発的に発生する火災によって発生する人的被害の検証
- 火災発生パターンや発生時刻、気象条件の違いによって、避難者の行動にどのような変化が現れるのか、様々な条件の組み合わせで検証し、被害発生程度のバラツキ、被害を最大化する要因の抽出などの検討を行った。



- 何処に避難するか (避難すべき場所を知っているか?)
- いつ避難するか
- 避難場所までの経路で行くか
- どの程度の距離まで 火に近づいたら引き返すか
- 混雑に遭遇したらどうするか
- 災害情報端末の可能性はどこまで?

経験のない現象に遭遇した場合、人はどのような行動をとるのか?

- 内閣府 火災延焼による地震危険度の適確な把握、情報提供等に関する検討業務
- 東京大学生産技術研究所 加藤孝明准教授との共同研究

事例紹介 2 : 火災避難シミュレーション(2)

大火による被害 :

- ▶ 関東大震災(1923年) ... 212,353棟消失、焼死者91,781人
- ▶ 阪神・淡路大震災(1995年) ... 7,036棟全焼、焼死者 403人
- ▶ 函館大火(1934年) ... 11,105棟焼損、焼死者 2,166人

首都直下地震時に予想される人的被害予想(内閣府) : 2万3千人
 → 2004年想定との2倍。火災による逃げ惑いが考慮された。

「逃げ惑い」

- 避難経路が、地震や火災(熱・煙)で封鎖された結果、逃げ遅れる人が大量に発生する現象。
- 大火災で大量死を発生させる原因と言われている。

近年では市街地の不燃化対策が進み、火災事態の発生確率は小さくなったと言われる。しかし被害拡大の可能性とメカニズムを明らかにすることで、耐震ブレーカ(通電火災の予防)の有効性を理解してもらう。

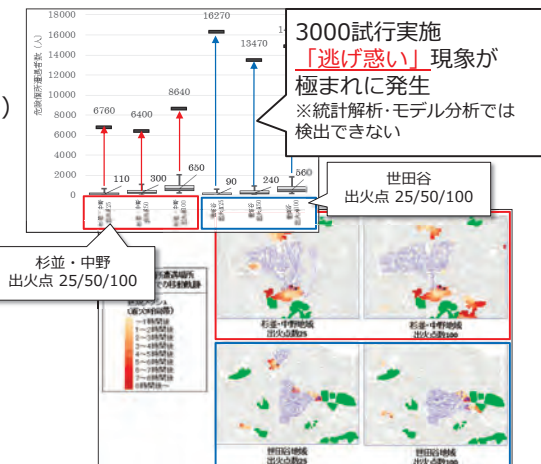
事例紹介 3 : 火災避難シミュレーション(2)

<火災延焼モデル>
 建物種別により選択
 (浜田式、堀内式、室崎式等)

地形 :
 建物の密集度
 構造別の延焼度

出火点 :
 住宅、飲食店など用途の違いにより乱数で出火

条件 :
 冬の18時、風速8m/s
 風向は北北西



各条件における危険箇所遭遇者箇所の様子

事例紹介 2 : 火災避難シミュレーション(3)

火災+避難シミュレーション (危険ケース)



事例紹介 2 : 火災避難シミュレーション(4)

<本研究の関連ニュース情報>

NHK総合1: NHKスペシャル

「震度7 何が生死を分けたのか〜埋もれたデータ 21年目の真実」

<http://www6.nhk.or.jp/special/>

阪神・淡路大震災での火災「通電火災」の可能性も NHKニュース

<https://www.youtube.com/watch?v=JskPLvan8HI>

山梨大学 秦先生によるNHK報道に関する補足

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~yhada/electricfires160118.html>

4. まとめ

まとめ

- ▶ シミュレーション上の災害と避難の検討
 1. 時間考慮: 災害進行と避難行動の時間比較
 2. 空間考慮: 発災地点、進行方向と避難者位置
 3. 組み合わせ: 災害パターンと人の行動特性の組み合わせ

- ▶ 活用目的
 1. 住民への教育・啓蒙
 - ▶ 被害状況と避難状況を具体的にみせることによる防災意識の向上と合意形成
 2. 防災計画の検討・検証
 - ▶ 訓練では分からない想定外の状況から問題を把握
 - ▶ 防災、減災対策への投資効果を検証

講演2:津波避難シミュレーションの活用事例

本講演は、建物内や比較的狭い地域を対象として、施設計画や周辺エリアの安全検証を目的としたミクロ群集避難シミュレーションの活用事例を紹介する。避難の様子を示すアニメーションを使った、直感的に分かり易い事例である。各事例に対して、シミュレーションが意図された背景、目的、ケース設定、評価基準等について説明を加え、避難シミュレーションの有効性と適用範囲を示す。同時に、入力されるデータの質によってシミュレーションの精度にばらつきが出る等の限界も示し、シミュレーションの限界の解決に向けた展望も説明する。

講師 末松 孝司 (すえまつ たかし)

1984年 広島大学工学部第四類土木工学科 卒業

1984年 東急建設(株)入社

1988年 ミズーリ州セントルイス大学経営大学院(MBA)派遣留学

1994年 (株)東急総合研究所に出向・転籍

2005年 九州大学工学府大学院 都市環境システム工学専攻 (博士)

2005年 ベクトル総研 取締役就任(2007年より代表取締役)

2007年 東京工業大学 非常勤講師(2011年より連携教授)

専門分野: 群集流動・避難・道路交通シミュレーションシステム開発と防災教育

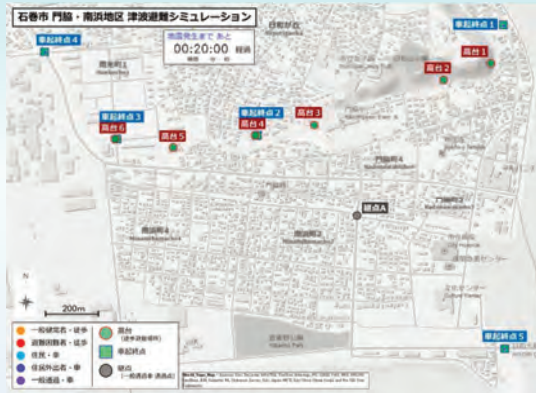
主な学会・社会活動: 日本地震工学会



「震災対策技術展」横浜 併催セミナー

命を守る避難の課題

事例報告2 津波避難シミュレーションの活用事例



2016年2月5日

末松孝司

(株)ベクトル総研 代表取締役

東京工業大学大学院 総合理工学研究科 連携教授

「本日の内容」

- 1 シミュレーションの概要
・活用目的、事例紹介
- 2 避難シミュレーションの概要
・位置づけ、事例、機能
- 3 現状の課題とニーズ、取り組み
・データ管理、精度、効果、普及
・モデルの精度
・継続性と協力の促進

各種事業におけるシミュレーションの背景、位置づけ

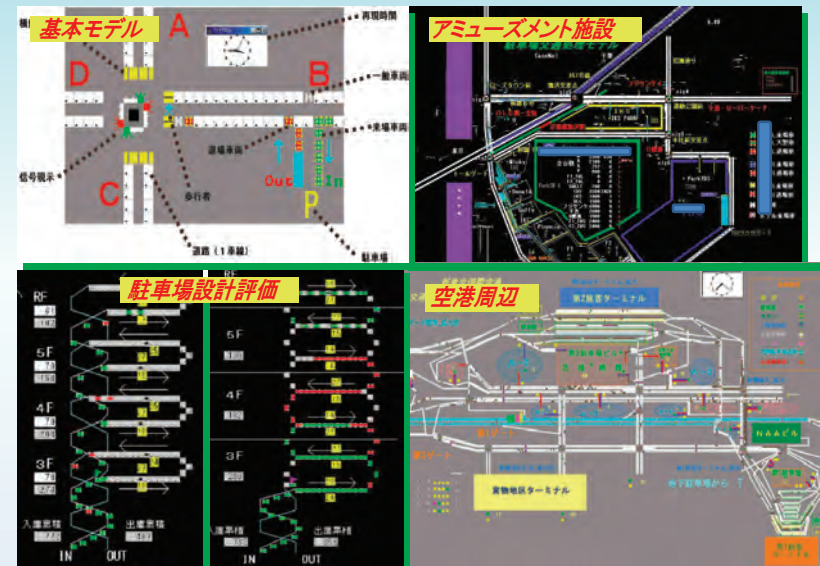
これまで地域や施設管理は、一律的基準や経験・勘で計画、管理されてきた。

しかし、対象の大規模化・複合化や管理効率化に伴い、**利用特性**に合致した**安全確保とコストダウン**のニーズが高まり、科学的根拠のある指標、手法が不可欠となっている。

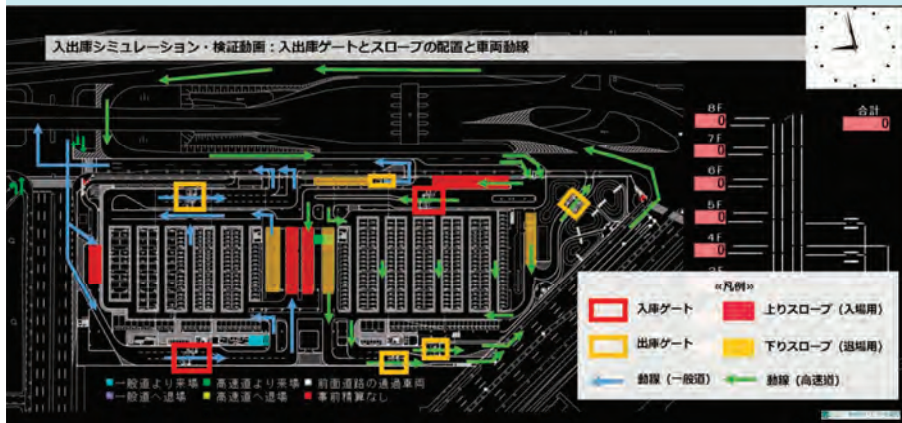


- ✦ **いくつもの想定ケースを評価する必要性**
(需要予測値、処理効率精度のばらつき)
- ✦ **多角的、相関的視点からの判断の必要性**
(部分的、断面的、平均的な検証の限界)
- ✦ **計画/管理権者の状況(動的)認識共有化**
(計画策定業務の効率化、コスト削減)
(リアルタイム管理、教育への応用)

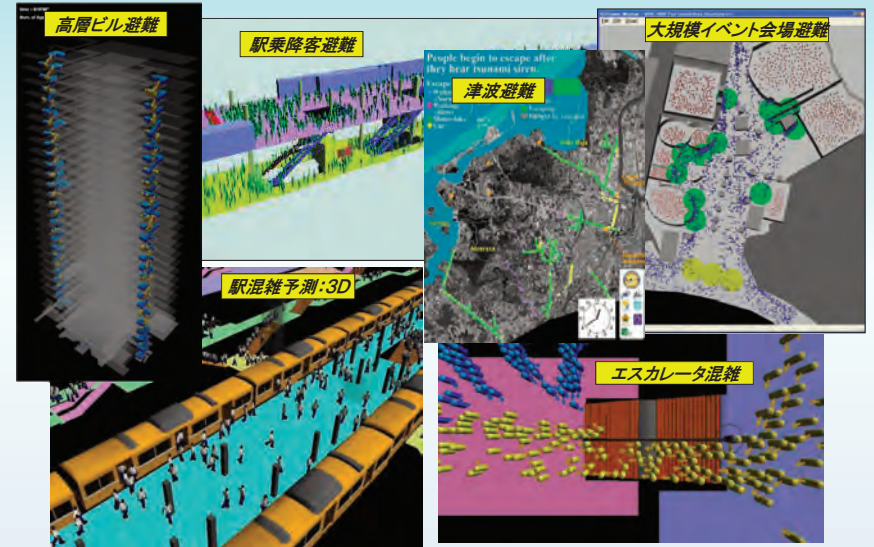
道路交通、駐車場シミュレーション



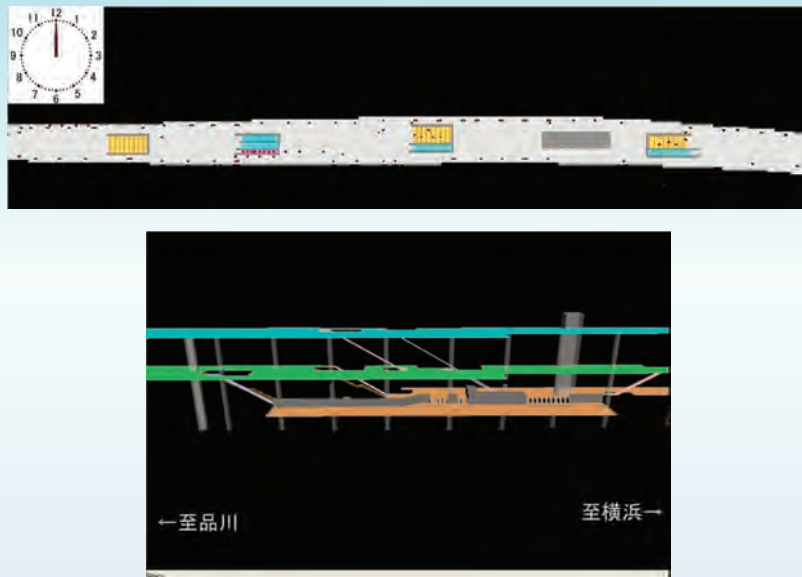
駐車場シミュレーション (商業施設)



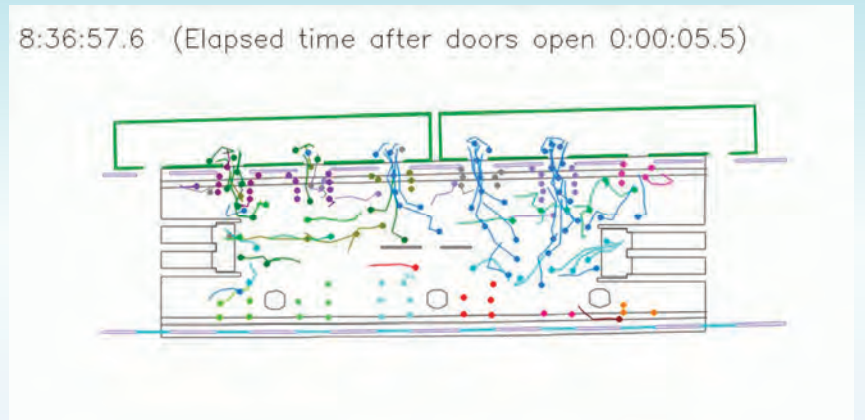
群集シミュレーション



事例紹介 (駅ホーム改良に伴う混雑度評価)



事例紹介 (駅ホームドア設置に伴う流動処理評価)



- 狭隘部での旅客動線の確保を確認
- 列車待ち徒列方法
- 再現精度確認済み (95%)

シミュレーションの活用マップ

人やモノ、情報の動きを捉え、現状課題や改善効果を効率的に検証

A エリアモジュール モデル

対象エリアを分割したブロックで捉える
各ブロックの混雑や処理時間を数値計算
適正規模やボトルネックを多ケース検証
俯瞰的な一次検討や管理教育用に適合

- A1 緊急施設、高層ビル
- A2 駅全体、改札
- A3 駐車場、トイレ

各種施設や狭域

ブロック間で、数値処理
同時に結果出力

都市部や広域

M ターミナル周辺の混雑

実況、備置の適正供給

B ネットワーク モデル

対象エリアをノードとリンクで捉える
移動体はリンク上を設定ルールで移動
各リンクでの混雑状況を動的に表現
広域エリアでの経路手段の検討に適合

- B1 津波からの避難(狭域) 約1km四方
- B2 木造密集地の延焼避難 約3km四方
- B3 津波からの避難(広域) 約10km四方
- B4 管理、合意形成用の一次検討津波避難システム

C マルチエージェント モデル

独自のOD(発生地-目的地)推計技術とカメラ画像解析技術でサポート

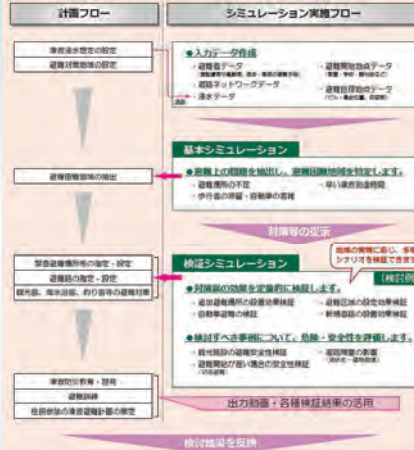
対象エリアを実座標やメッシュ上で捉える
移動体は互いの動き、情報や設備に影響
瞬間的、リアルな状況を動的に再現
狭域エリアでの精緻な施設検討に適合

- C1 流動性評価(階段、エスカレータ、ホームドア)
- C2 駅ホームの改良計画
- C3 地下街の避難(火災、洪水)
- C4 地域用津波避難ビルの検討

避難シミュレーションの位置づけ 地域防災計画の支援

津波防災の計画をサポート

避難上の問題点を的確に抽出し、有効的な対策を導出できます。



津波避難の計画に活用できる出力項目

- シミュレーション動画: 津波発生時の状況や、避難上の問題点を、避難経路の抽出、避難時間の算出、避難経路の最適化などから抽出し、映像として出力できます。
- 「詳細な」避難経路区域: 「津波発生時の状況」や「避難経路の抽出」から抽出された避難経路の抽出が可能です。
- 自動車避難の限界値: 避難経路の抽出や、避難時間の算出、避難経路の最適化などから抽出し、安全に避難できる自動車避難限界値を算出できます。
- その他の評価指標: (例) 避難完了、避難完了率、避難完了率の推移など。

計画時のケーススタディサポート

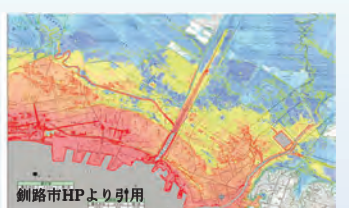
- 追加避難場所(避難タワーなど)の配置: 避難経路抽出・避難時間算出などから抽出された避難経路の抽出や、避難時間の算出、避難経路の最適化などから抽出し、避難経路の抽出が可能です。
- 避難区域の設定: 避難区域を設定する単位を設定できます。避難区域の設定により、避難経路の抽出や、避難時間の算出、避難経路の最適化などから抽出し、避難経路の抽出が可能です。

津波避難計画の策定 / 津波防災まちづくりの計画策定
ハザードマップの作成 / 津波避難ガイドラインの作成

避難シミュレーションの機能

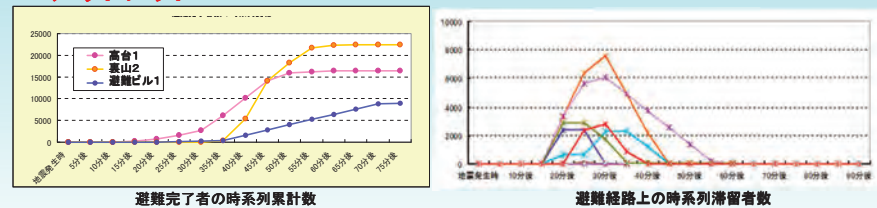
インプット

項目	必要データ	付随して必要な情報
(1) 昼夜間人口データ	① 住宅データ ② 学校データ ③ 観光地データ ④ 商工業施設データ	位置、世帯ごと人数、町丁目居住数 位置、児童、教職員数 位置、就業者、観光客数 位置、就業者数、客数
(2) 現行の避難計画データ	① 避難場所データ ② 避難経路データ ③ 津波データ	位置、収容人数 避難経路として想定される経路 津波浸水高、到達時間
(3) 背景地図データ	配布可能なJPGファイル	JPGファイルの四隅の平面直角座標
(4) 逃げにくい方向の設定	想定される避難方向を記載した 特になし 地図データ	



避難シミュレーションの機能

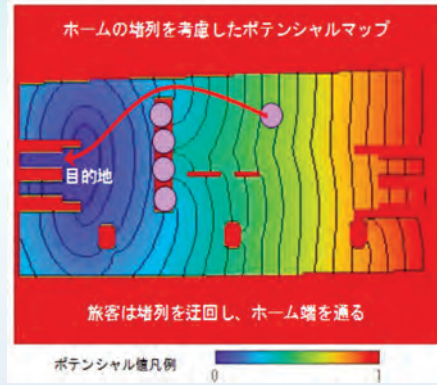
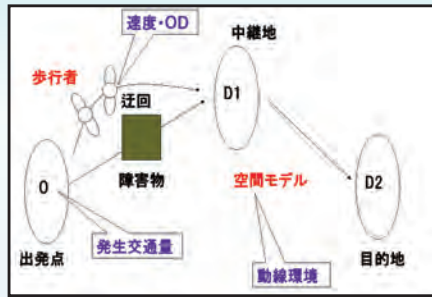
アウトプット



- 避難ビルの必要箇所を検討
- 道路整備箇所を検討
- 避難ビルの収容人数を検討
- 何分で避難可能かを地点別に表示
- 通行量の多い道路を色分け
- 避難先の分担図

エージェントシミュレーションの制御ルール

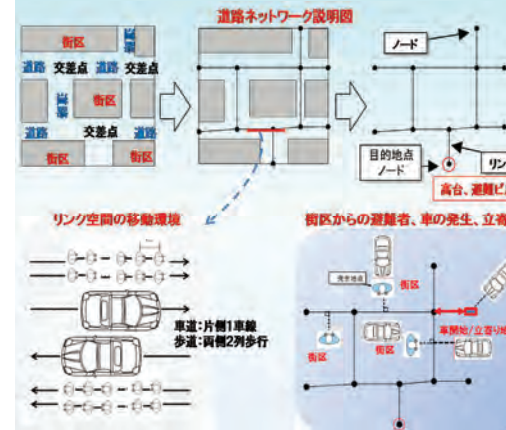
- 歩行者別の属性値設定(目的地、歩行速度など)
- 行動の状態遷移
- 目的地までの経路選択
- 他者や障害物との衝突回避



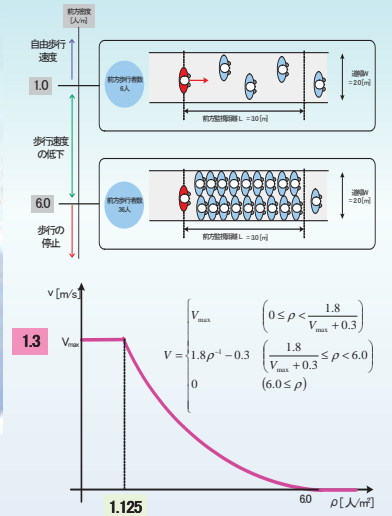
13

避難シミュレーションの制御ルール

モデル構造

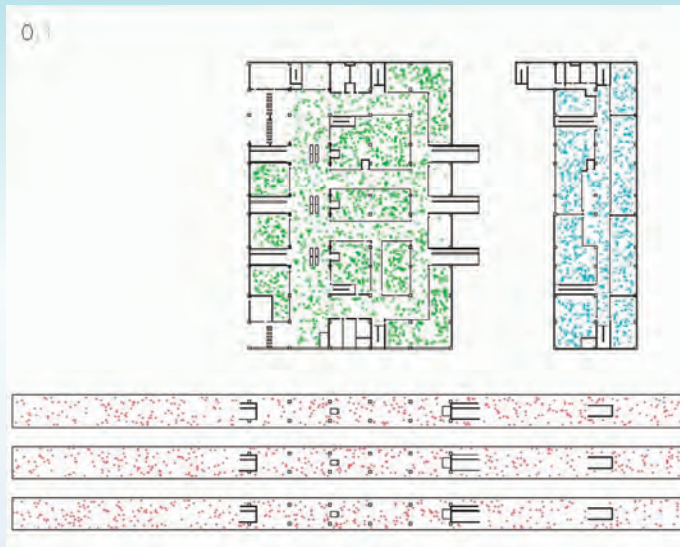


密度による速度低減則



14

駅ナカ施設避難検証 火災避難



15

事例紹介 (地下施設での浸水避難検証)

対策なし

CaseName:d2-i1-p1 ; s1=568 s2=0 s3=0 ; Time:90

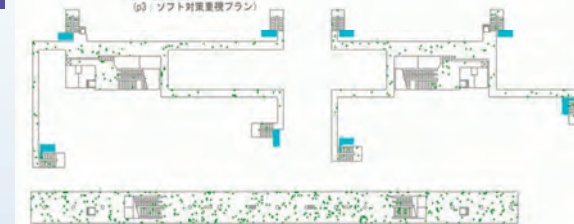
ケース名 d: 浸水ケース l: 避難誘導ケース p: 制御実施プラン (p1: 対策なし)
s1: 避難開始時の旅客数 s2: 避難中の旅客数 s3: 避難完了の旅客数
浸水開始からの経過時間



ソフト対策あり
(非常放送ほか)

CaseName:d2-i1-p3 ; s1=568 s2=0 s3=0 ; Time:90

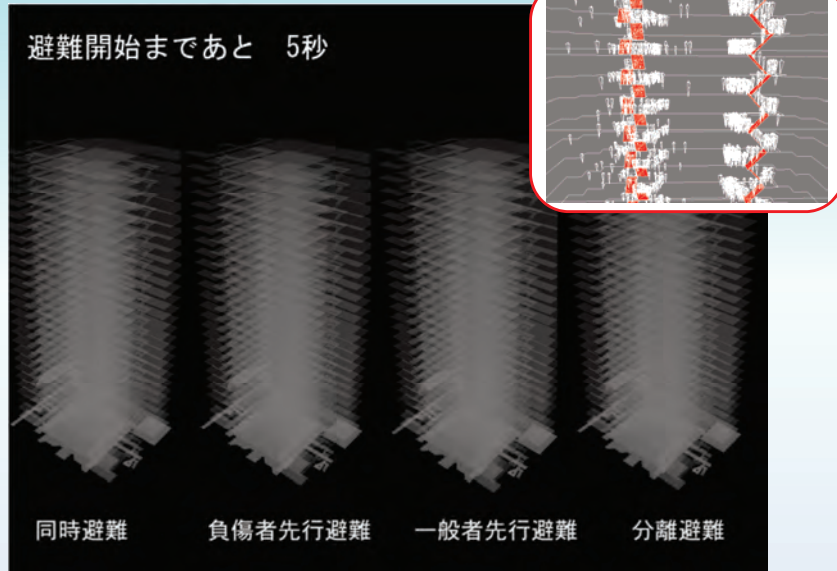
d: 浸水ケース l: 避難誘導ケース p: 制御実施プラン (p3: ソフト対策実施プラン)



16

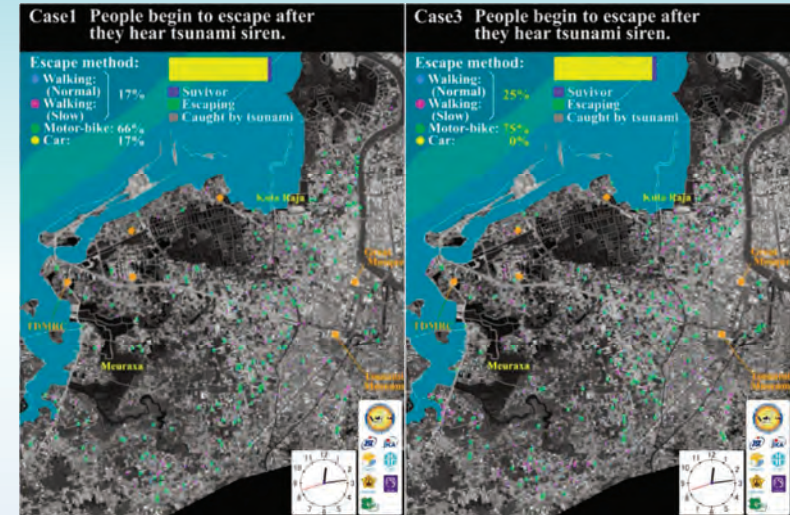
高層ビルの避難検証 避難困難者の誘導方法検討

避難開始まであと 5秒



17

津波避難シミュレーション インドネシア現地住民向け教育ツール



地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS) 防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域
インドネシアにおける地震火山の総合防災策の成果

- 避難手段別（徒歩、バイク、車）の割合変更による被害者数の推計
- 各種ケース別（避難経路、避難開始時間、津波タワーの位置と数）の被害者数の推計

18

広域火災避難シミュレーション 木造密集地での同時多発火災



19

現状の課題とニーズ

- ① 必要な入力データの入手、設定が困難な場合がある。
- ② 実現象との差異検証が困難であるため、予測精度が明確ではない。
- ③ 制御ルールが非開示、アルゴリズム化されていないモデルが存在する。
- ④ ユーザーが自由に想定シナリオや設定条件を変えてケース検討したい。
- ⑤ 安全性能評価の相対的な基準がないため、ケース際限の見極めが難しい。

20

データと各種モデル検証の枠組み整備（課題①、②、③に対して）

各種シミュレーションモデルに対して、
検証（Verification）と妥当性確認（Validation）を行う環境の整備

検証（Verification）

：所定アルゴリズム通りにシミュレーションが実行されること

妥当性確認（Validation）

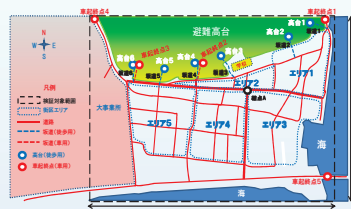
：解析対象となるモデルが実現象に即していること

- ① 混雑の発生
- ② 避難完了時間の確認
- ③ 3.11被災地避難実態調査の活用

日本地震工学会

「津波などの突発大災害からの避難の課題と対策に関する研究委員会」

シミュレーション部会（部会長 堀宗朗 東京大学地震研究所教授）にて運用



21

継続性と協力の促進、評価基準の整備（④、⑤に対する展望）

- 共有性：関係者が共同で安全性能向上を図り、活動を促進、継続する仕組み
- 効率性：行政や施設管理者がデータや安全施策、整備を効率的に検討、更新できる仕組み
- 経済性：現状業務のスリム化、役割分担、ルーチン化により管理コストを削減
- 拡張性：将来的に通常行動分析や各種設備管理（点検、交換）との兼用性を考慮

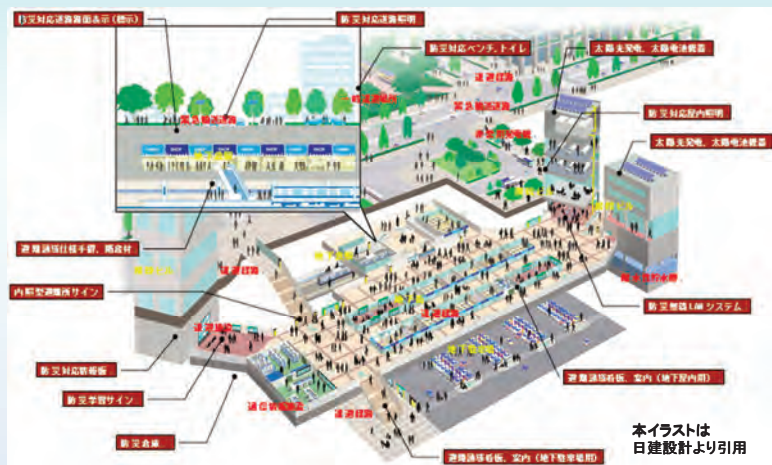


地域安全性能共有プラットフォーム（仮称）の検討

22

都市再生安全確保計画

- 全国の主要な都市再生緊急整備地域における防災力向上に寄与する地域選定（例：東京都新宿区、川崎市、横浜市、名古屋市、大阪市）
- 避難行動時に過度な混雑状況（混乱）が発生する可能性が高い場所やルート（駅、自由通路など）での避難シミュレーション実施



本イラストは
日建設計より引用

23

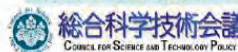
SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）

災害関連情報の共有（レジリエンス情報ネットワーク）・関係機関の災害情報充実
多様なユーザーに対する災害情報の利活用技術・伝達技術の開発



内閣府の総合防災情報システムを始めとする防災システムへの貢献

自治体、企業、個人への災害情報利活用に資する技術の提供



24

日本地震工学会とは

「日本地震工学会(JAEE)」は、地震工学および地震防災に関する学術・技術の進歩発展をはかり、もって地震災害の軽減に貢献することを目的として、2001年1月に設立されました。2010年2月より一般社団法人となり、2013年4月に公益社団法人に移行しています。現在の会員数は約1,260名、法人会員は106団体となっています。

日本地震工学会は、地震そのものや地震による災害に関わるあらゆる分野の人々にとって有益な交流の場であります。これまでに耐震工学に関わってきた地震学、土木工学、建築学、地盤工学、機械工学などの領域の人々は勿論のこと、行政や公益事業に関わる人々、地域計画や社会心理などの人文・社会科学分野の人々、さらには医療関係者など、地震災害の軽減に関わりのある人達が広く連携する組織となることを目指しています。

日本地震工学会は、会誌と論文集の発行、Webによるタイムリーな情報提供、年次学術講演会などの定期的な研究発表会の開催、地震工学・地震防災関連の講習会や研修会の開催、調査・研究プロジェクトの指導・推進、新技術の評価、耐震基準の開発・普及、技術者の生涯教育支援、地震防災施策の提言、地震工学・地震防災分野における国際交流ならびに国際貢献を担う活動、地震災害調査とその成果の公表、などを行っています。

所在地： 〒108-0014 東京都港区芝 5-26-20 建築会館 4F

Tel: 03-5730-2831

連絡先 e-mail: office@general.jaee.gr.jp

ホームページ: <http://www.jaee.gr.jp/jp/>