

川崎市の津波防災～企業・地域での最新科学活用に向けて

～スパコンを用いたシミュレーションとスマホアプリによる災害避難時の自助・共助支援、～

東北大学災害科学国際研究所共同研究「川崎臨海部におけるICT活用による津波被害軽減に向けた共同プロジェクト」

2018年11月5日

国立大学法人東北大学災害科学国際研究所

国立大学法人東京大学地震研究所

富士通株式会社

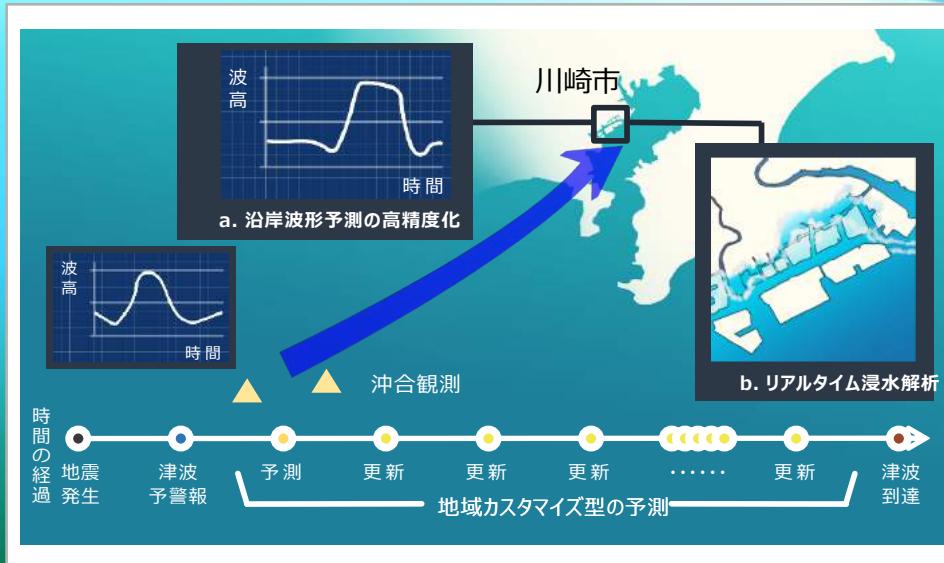
川崎市



東日本大震災での経験と教訓と課題

- 想定を上回る災害への対応=>ハザードマップでの浸水域を大きく上回る
- 気象庁での津波警報・注意報の過小評価(M9クラス地震, 第一報)
- 地震・津波・原発事項などの複合災害への対応 - 時々刻々変化する災害(被害)・影響
- 過去の経験に基づく、対処法的な対応(適用)であり、限界があった。
- この中で；
- リアルタイム観測を活用したリアルタイム解析(起きた地震・津波を正確に把握), 複雑な臨海域での挙動把握
- この解析結果を活用した適切な避難行動への誘導
- 今後、避難シミュレーションと実証実験が必要

共同プロジェクトの取り組み概要



a.

遠く離れた沖合の津波観測点において時々刻々と得られる観測データを用いて、**川崎市臨海部の津波波形を高精度に予測**。

b.

沖合観測データを基に川崎市臨海部における津波浸水を**高解像度にリアルタイム解析**するシミュレーションモデルを構築。

c.

人の行動をモデル化したシミュレーションによって、予測情報の利用により得られる減災効果を評価し情報の有効活用方法を事前に検討。

d.

多様な想定地震に対するシミュレーションを通して、複数の人工運河がある川崎市臨海部において**複雑化する津波の挙動を事前把握**。

地域カスタマイズ型の予測

c. 予測情報の活用方法検討

川崎市



d. 沿岸津波挙動の特徴把握

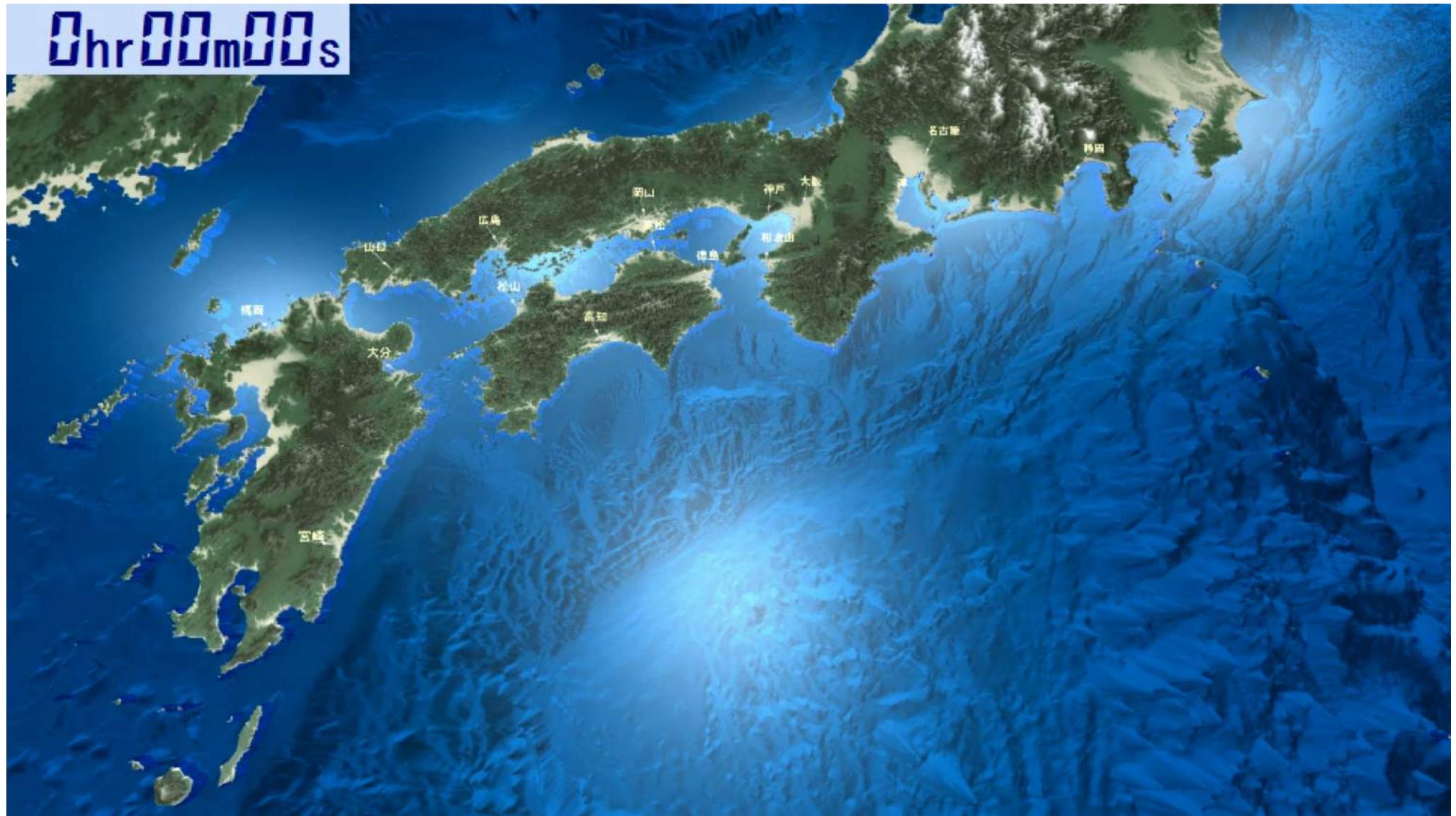
パート1： リアルタイム津波解析と臨海域で 避難シミュレーション(34万人対 象)

スパコンを活用した浸水域と避難行動の評価と予測

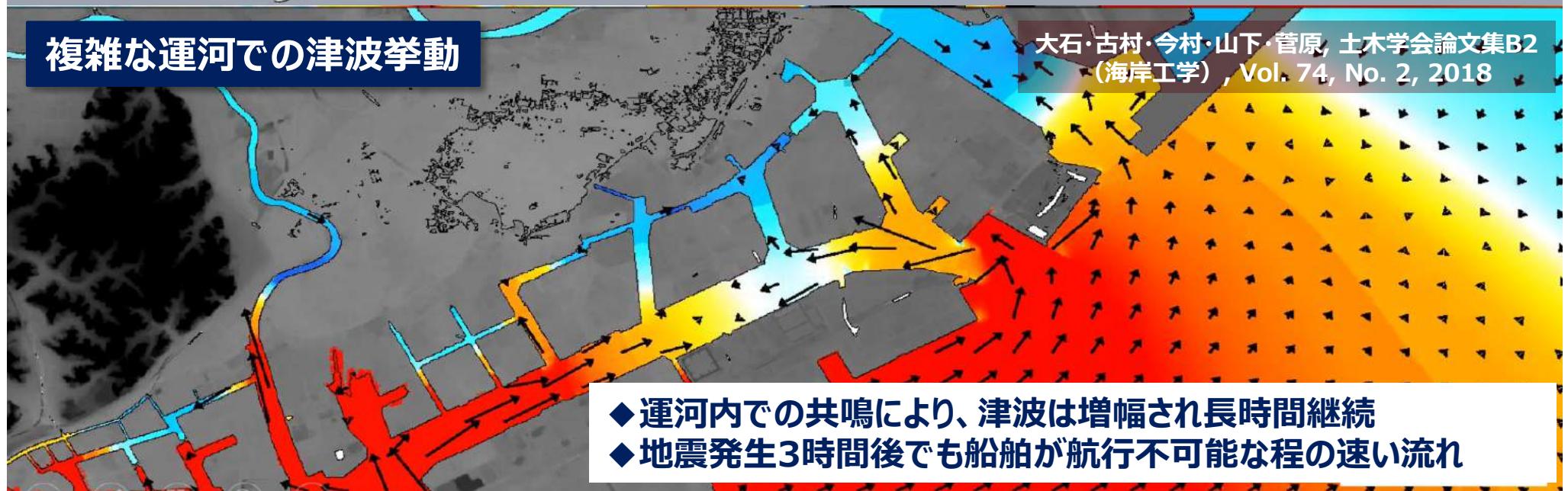
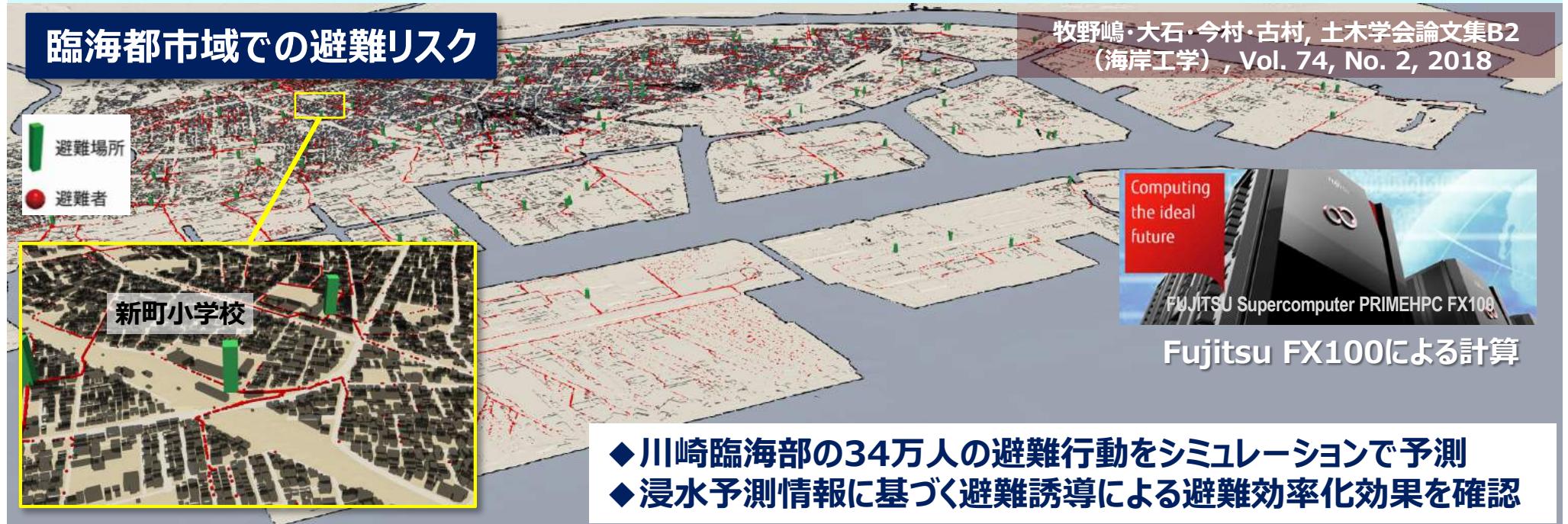
中央防災会議中間報告(2011.12.27)



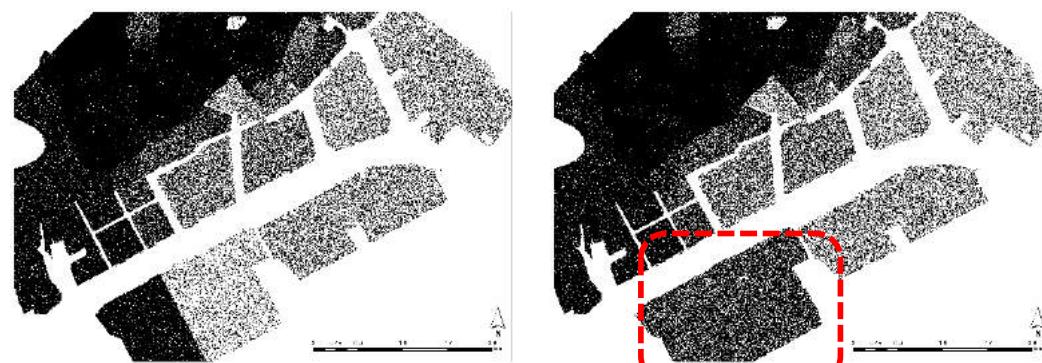
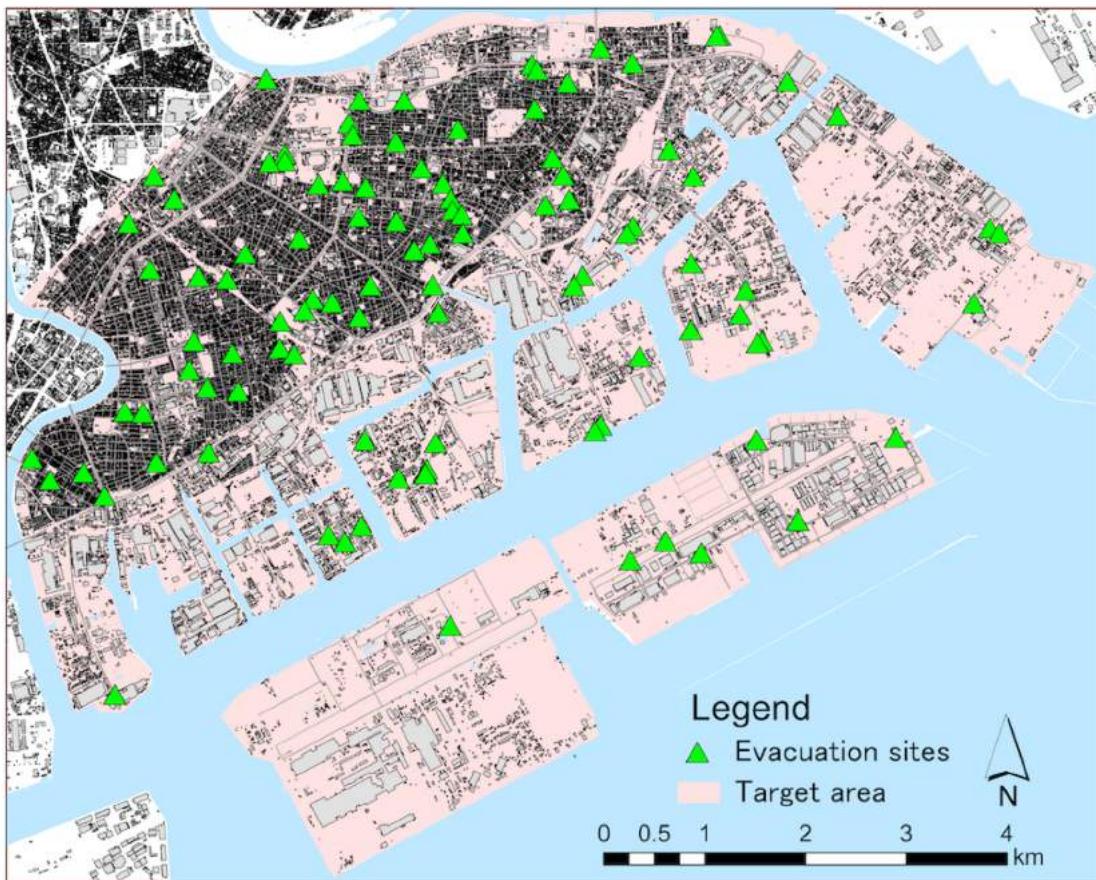
0hr 00m 00s



川崎臨海域での津波研究



避難シミュレーションの入力データ



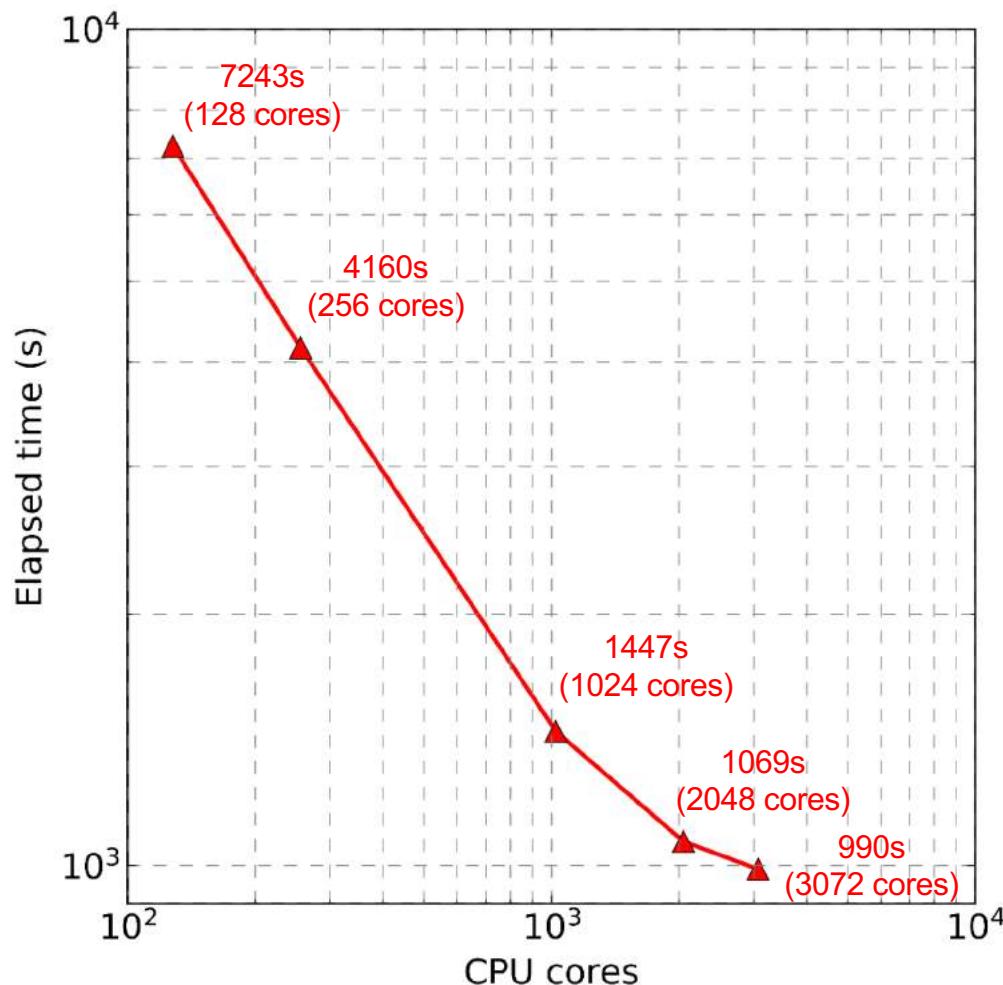
エージェントの初期配置

人工島の分布不均一部だけ、再配置

- 鶴見川と多摩川に挟まれた川崎市
川崎区と横浜市鶴見区の一部
($10.9 \times 8.7 \text{ km}^2$)
- 土地利用区分は基盤地図情報に基づき、道路データはEsri市販データ
を利用(空間格子1mで解像)
- 避難場所は、川崎市避難場所オープンデータと横浜市津波避難施設
(鶴見区)を参考に102か所を設定
- 国勢調査に基づく昼間人口計
337,605人の避難行動を計算
(川崎市は町丁目別、横浜市鶴見
区は人口/対象領域面積で算出)

計算のスケーラビリ(拡張性, 規模透過性)

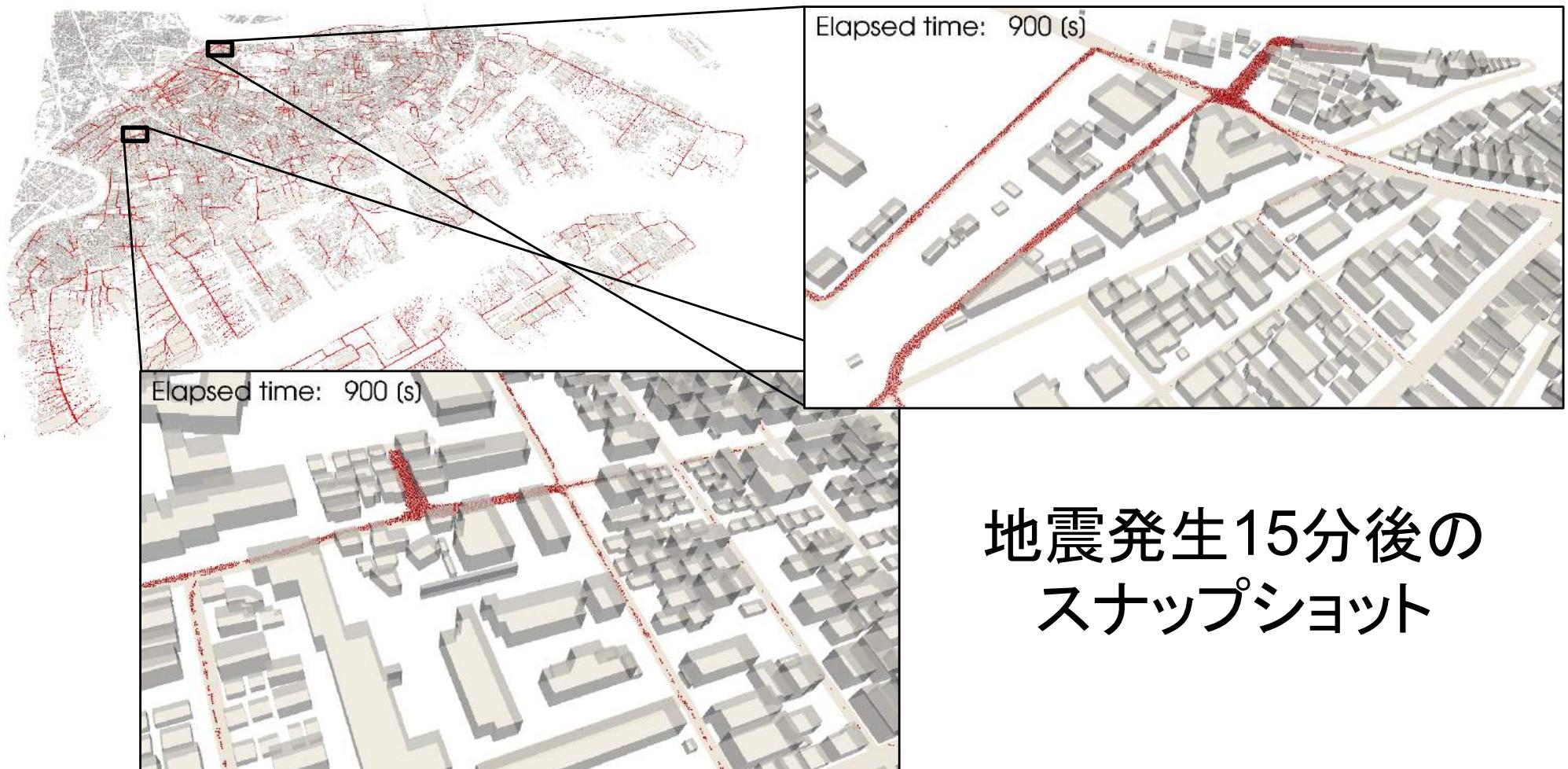
- 時間発展ループの前後で計測(再現時間1h), I/Oは含まない
- 計測のバラつきを防ぐために, 地震発生10分後に一斉避難, 速度は一律に設定



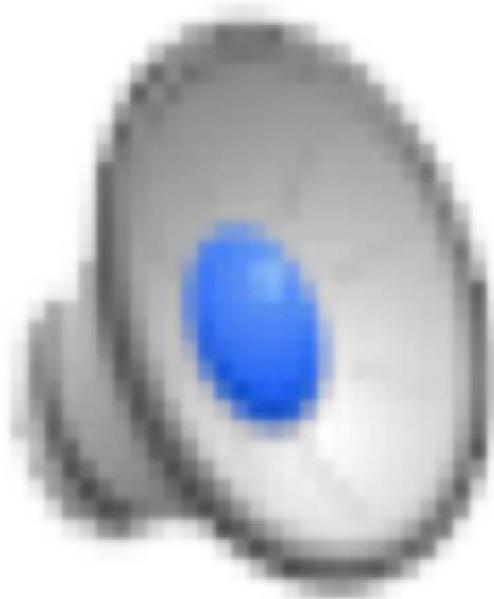
- 3072コアを使った計算で, 再現時間の1/3程で計算終了
- 1000コアを超えたあたりから徐々に性能が悪くなる
- 3000コア以上の計算では, これ以上の高速化は難しい
- 詳細プロファイラでボトルネックを調査+空間分割による並列化(今後)

合理的な避難行動を仮定しても混雑あり

- ・避難開始時間を 10 ± 5 分(牧野嶋ら, 2017)で与えた計算
- ・駅周辺の**高人口密度地域は混雑により避難に遅れ**
(従来のマクロモデルでは再現不可)

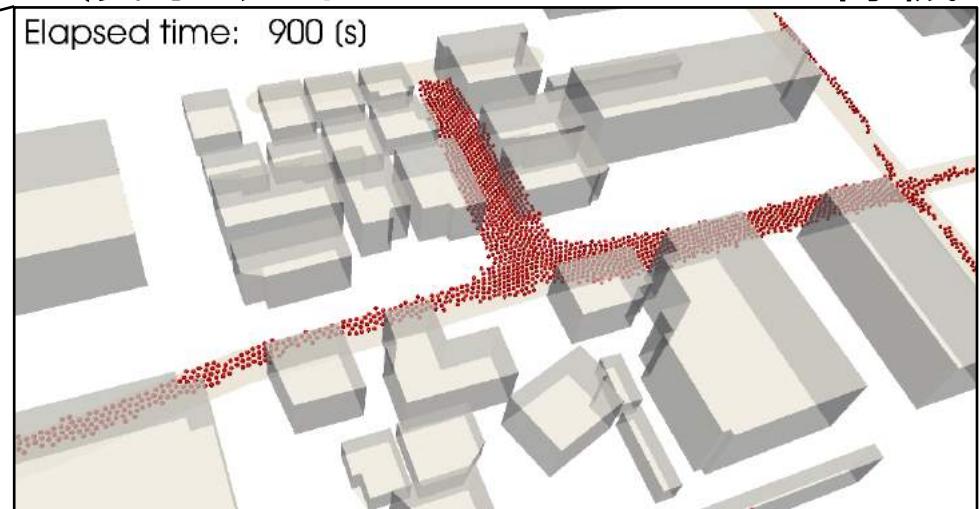


沿岸域での34万人の避難シミュレーション(一斉)
地震・津波発生から73分後(津波到達)の映像
(避難開始は10分前後)

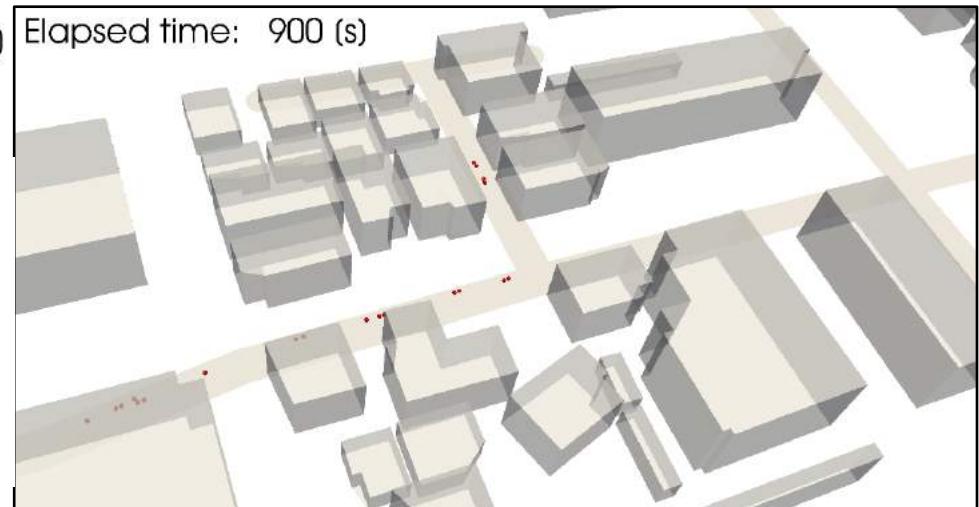


リアルタイム津波情報活用の検討

- 避難開始時間を105分(牧野嶋ら, 2017)で与えた計算
- 予想浸水域外の市民の避難を一時停止(情報配信)
- 計算再現時間は2.5hとし, 2.5h先の浸水域外のエージェントは待機



Elapsed time: 900 (s)

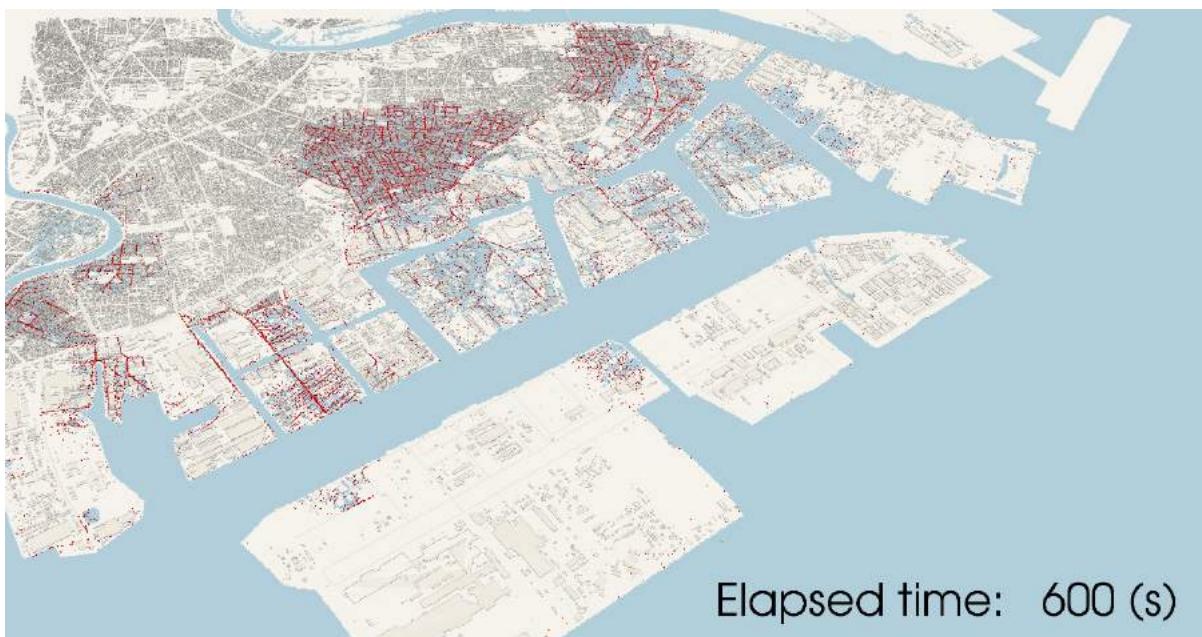


津波浸水域情報に基づく避難の制御
⇒津波から逃れるという観点で不必要的
避難行動が抑制. **不要な混雑が防がれ,**
早期の避難完了, 避難デマンドの減少に
有効

情報配信有無による避難状況の違い



**情報配信なし
(10分後)**



**情報配信あり
(10分後)**

※青色は2.5h先の予測浸水範囲

情報配信有無による避難状況の違い



**情報配信なし
(15分後)**



**情報配信あり
(15分後)**

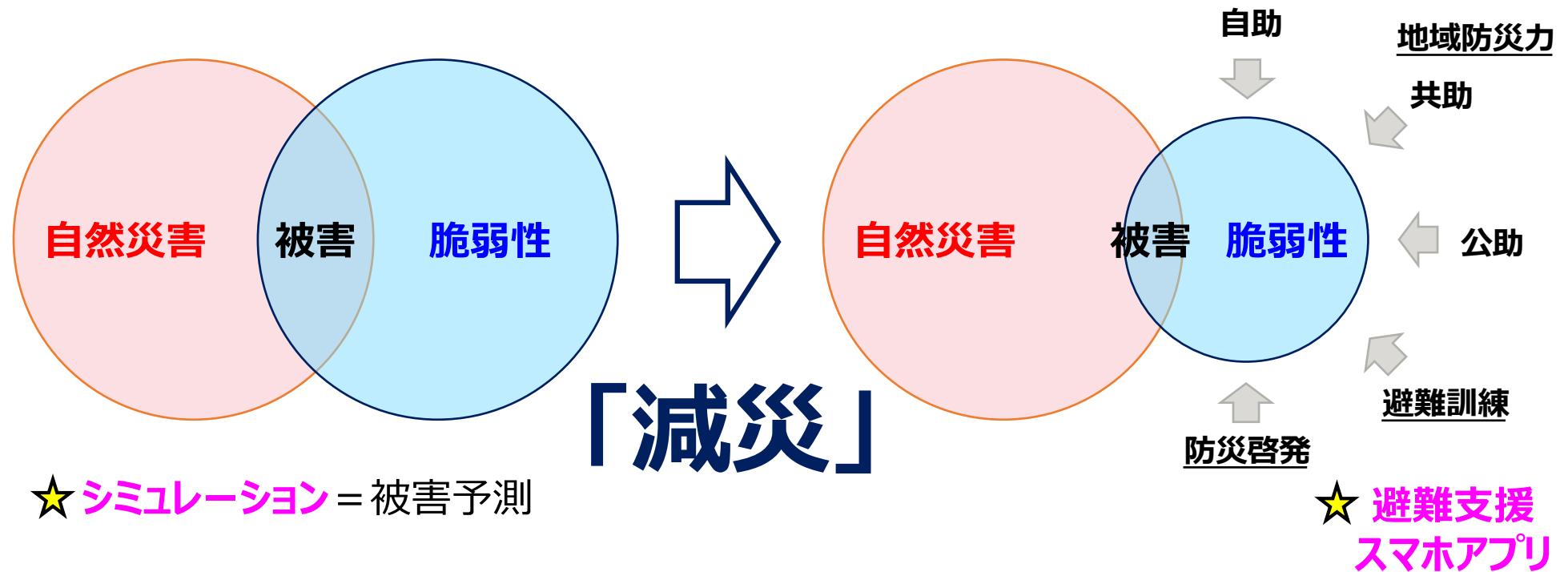
得られた成果のまとめ

- 並列計算を活用することで、大規模かつ詳細な津波避難シミュレーションを実現
- 大都市の人口密集地域では、混雑によって避難が遅れる潜在的な課題を明らかにした（**ミクロモデル、並列計算の必然性**）
- リアルタイムで得られる高解像度の津波浸水情報により避難を制御することで得られる、**避難完了の早期化や避難所デマンドの緩和の効果を定量的に評価**
- 川崎市の場合、**津波の到達前に正確な浸水情報を得て配信を行うことで、避難行動を改善可能**（地域によってリアルタイム浸水情報が非常に有効な場合がある→**地域カスタマイズ**）
- 津波予測の不確実性を考慮していないため、社会実装のためには、これを考慮した避難制御の方法を考えることが必要

パート2： 川崎市避難訓練における実証実 験（情報活用の検証）

先端科学の地域への利用に向けて

減災に向け、住民と協働

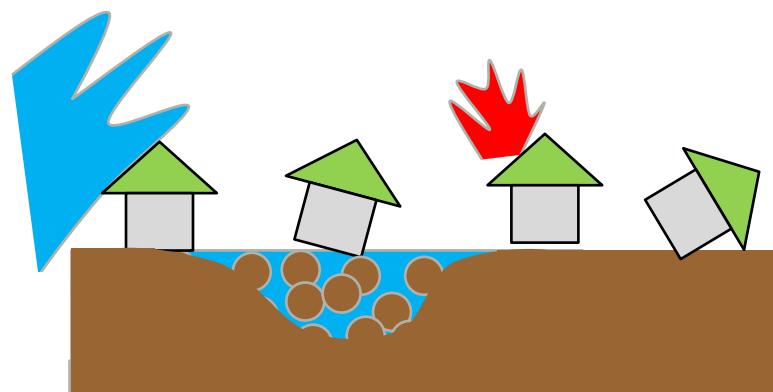


川崎市避難訓練における実証実験の目的

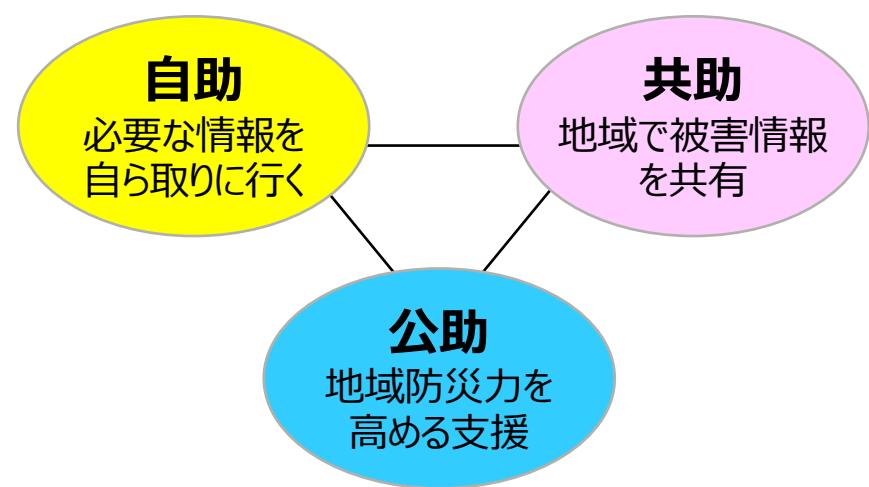
- ① スパコンシミュレーションによる検討結果を活用し防災啓発
- ② 自助・共助を支援するスマホアプリの避難訓練を通した実証
- ③ 避難訓練で得られた行動データでシミュレーションを高精度化

実証実験の概要

- 日 時：2018年12月9日（平成30年度川崎市津波避難訓練と同時開催）
- 場 所：川崎市立新町小学校及び周辺地域
- 参 加 者：約70名を予定
- 被害想定：神奈川県が設定した「慶長型地震」による津波を想定。訓練では、地震の強い揺れによる建物倒壊・火災、津波浸水などによる津波避難における通行困難地点を複数設定します。
- 検証項目：通行困難地点に遭遇した避難者が、避難支援スマホアプリを用いて被害情報を地域住民と共有することで、より安全な避難に向けた効果を確認します。
- 防災啓発：避難支援スマホアプリで取得した避難経路情報を見える化し、かつスパコンによる避難シミュレーションも用いて、避難の課題と対策を住民の方々と共有します。

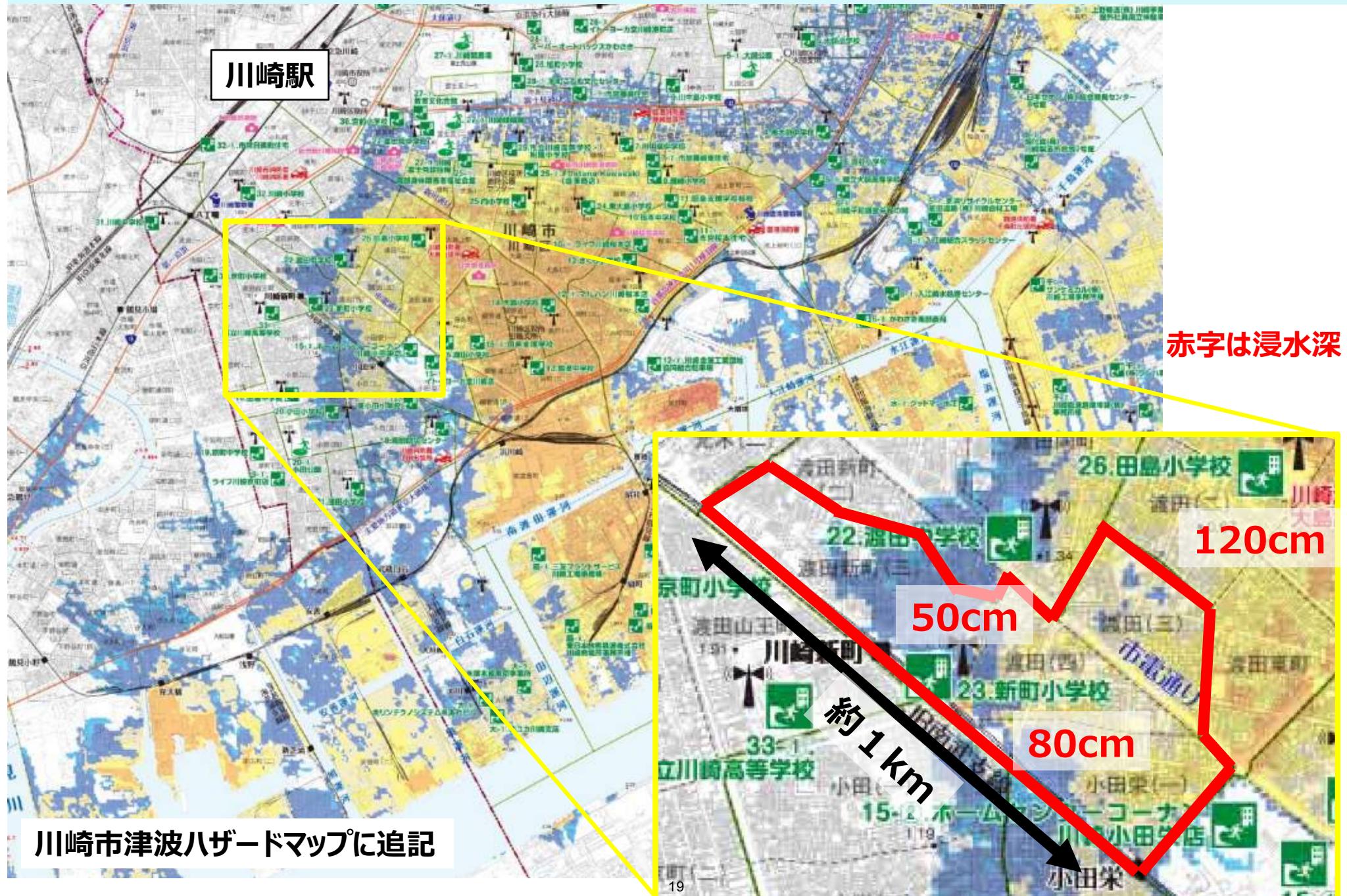


「避難は思ったより時間がかかり、
余裕を持った避難が必要」



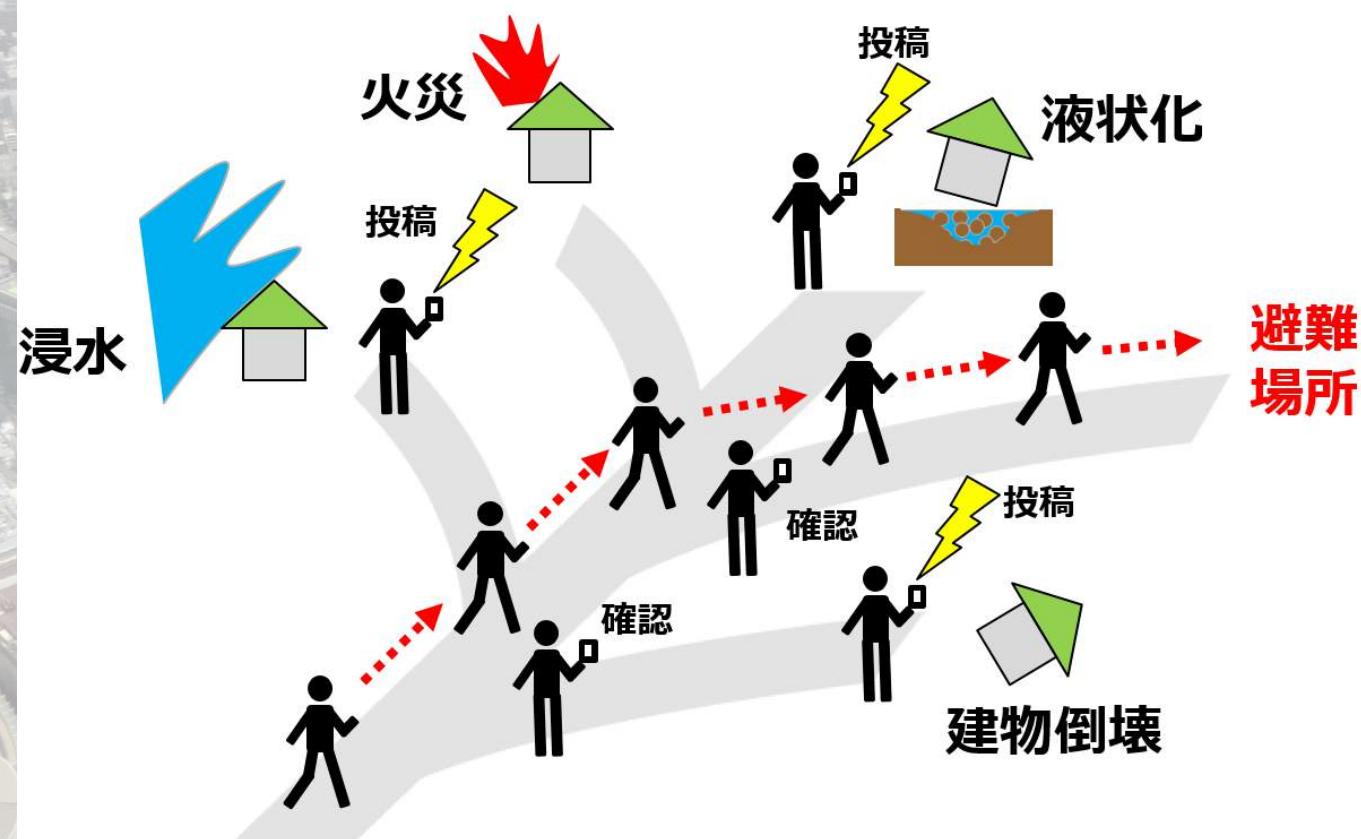
「災害時は、自助共助公助」

実証実験の場所



避難支援スマートフォンアプリの目的

「避難支援スマートフォンアプリにより、被災情報を住民同士で共有することで、危険な地点を避け、より安全な避難を実現」



避難支援スマホアプリの主な機能

機能①

避難者が被害状況
(通行困難地点)
を写真やコメントと共に
投稿する機能



機能②

投稿された避難経路上の被害状況を参照する機能



機能③

地域コミュニティでの災害情報を共有する機能 (掲示板)



機能④

避難経路・時間の取得機能

- ◆避難後の防災講座で住民にフィードバック
- ◆データを避難シミュレーションの高度化に利用



実証実験の流れ(12月9日に向けて)



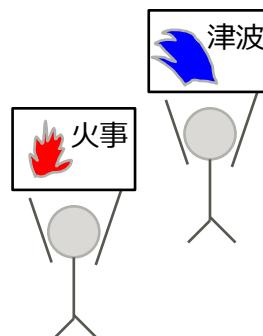
1 アプリをインストール



2 避難訓練開始



3 「通行困難地点」
に出くわす



4 「通行困難地点」
を住民同士でシェア



5 情報を取りながら避難
(歩きスマホ禁止)



6 避難場所到着、
防災講座に参加



7 どうやって逃げたかを
映像化し、振り返り



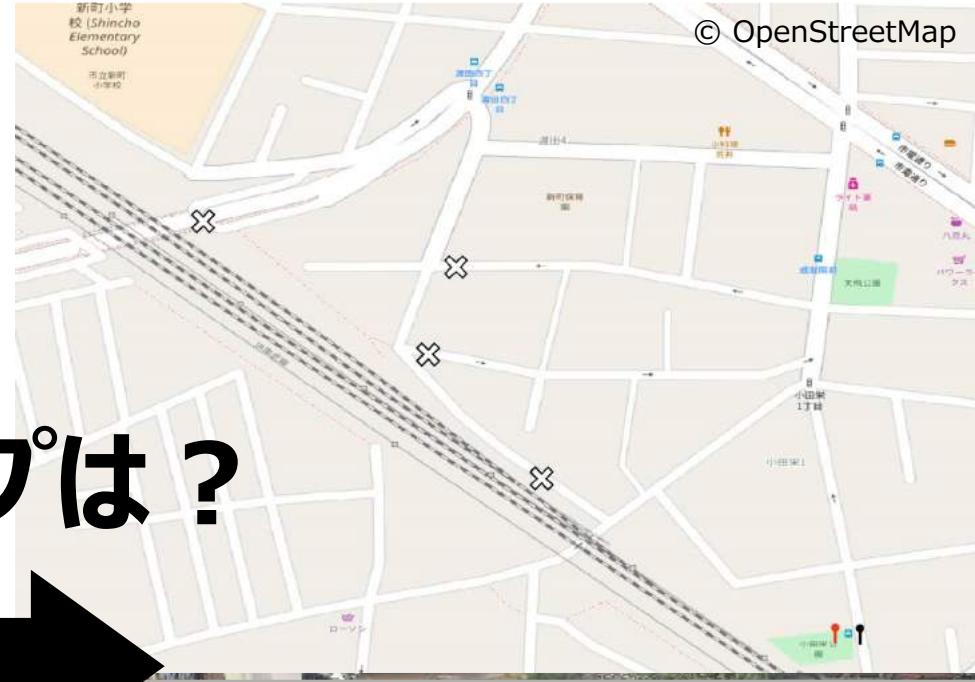
8 シミュレーションで様々
なケースをイメージ



取得した避難行動データをシミュレーション にフィードバック



ギャップは？



今後

- 実証実験で得られたデータや知見は、今後のスマートフォンによる避難支援の効果的手法の検討や、避難行動を予測するシミュレーションモデルの高度化に向けた基礎データとして活用し、川崎臨海部及び他地域の防災力の強化に貢献していきたい



東京大学 古村教授撮影