

運輸政策セミナー

FUJITSU

最新の情報通信技術による 防災の高度化

デジタルツインによる災害時の避難行動最適化の可能性

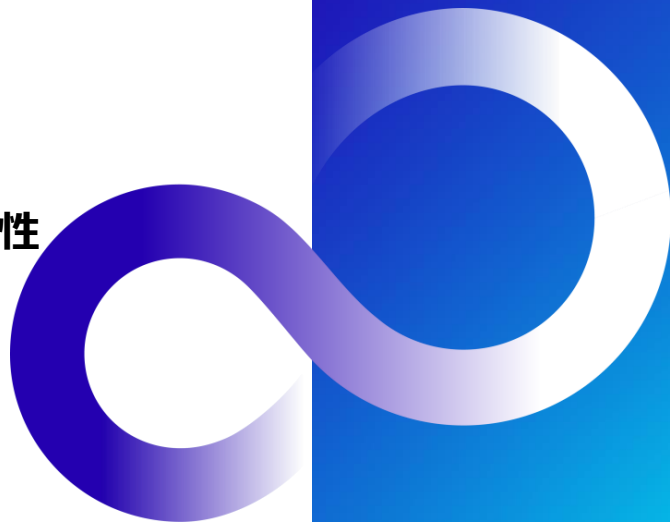
2022.06.13

大石 裕介

富士通株式会社／東北大災害科学国際研究所

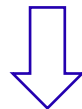
共同研究：東北大学災害科学国際研究所 今村 文彦、菅原 大助

東京大学地震研究所 古村 孝志



- **メタバース** (1992、米国、小説 “Snow Crash”)
 - AR/VR/XR、アバター
- **デジタルツイン** (1991、米国、”Mirror Worlds”)
 - IoT、シミュレーション、AI
- **Society 5.0** (2016、内閣府、日本)
 - 「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会」
 - IoT、ビックデータ、AI、ロボット
- **インダストリー4.0** (2013、ドイツ)
 - IoT、CPS
- **CPS** (2006、米国)
 - IoT、シミュレーション、AI

デジタル空間、サイバー空間、
仮想空間



リアル空間、フィジカル空間、
物理的空間、現実空間

- **第一次人工知能ブーム：**
コンピューターによる「推論」や「探索」
→ 現実社会の課題が解けない
- **第二次人工知能ブーム：**
「エキスパートシステム」が知識を取り込んで推論
→ 膨大な情報全てを人が用意できない
- **第三次人工知能ブーム：**
機械学習が実用化。「深層学習」が登場

	人工知能の置かれた状況	主な技術等	人工知能に関する出来事
1950年代			チューリングテストの提唱（1950年）
1960年代	第一次人工知能ブーム (探索と推論)	・探索、推論 ・自然言語処理 ・ニューラルネットワーク ・遺伝的アルゴリズム	ダートマス会議にて「人工知能」という言葉が登場（1956年） ニューラルネットワークのパーセプトロン開発（1958年） 人工対話システムELIZA開発（1964年）
1970年代	冬の時代	・エキスパートシステム	初のエキスパートシステムMYCIN開発（1972年） MYCINの知識表現と推論を一般化したEMYCIN開発（1979年）
1980年代	第二次人工知能ブーム (知識表現)	・知識ベース ・音声認識	第五世代コンピュータプロジェクト（1982～92年） 知識記述のサイクロプロジェクト開始（1984年） 誤差逆伝播法の発表（1986年）
1990年代		・データマイニング ・オントロジー	
2000年代	冬の時代	・統計的自然言語処理	
2010年代	第三次人工知能ブーム (機械学習)	・ディープラーニング	ディープラーニングの提唱（2006年） ディープラーニング技術を画像認識コンテストに適用（2012年）

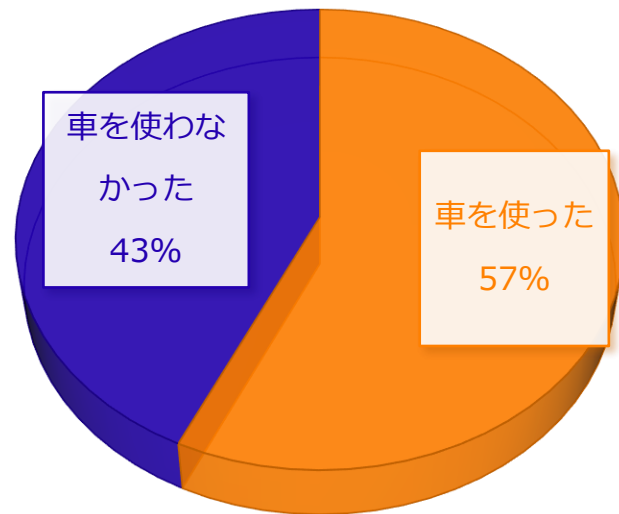
（出典）総務省「平成 28 年版 情報通信白書」



深層学習は、幅広い分野で社会実装

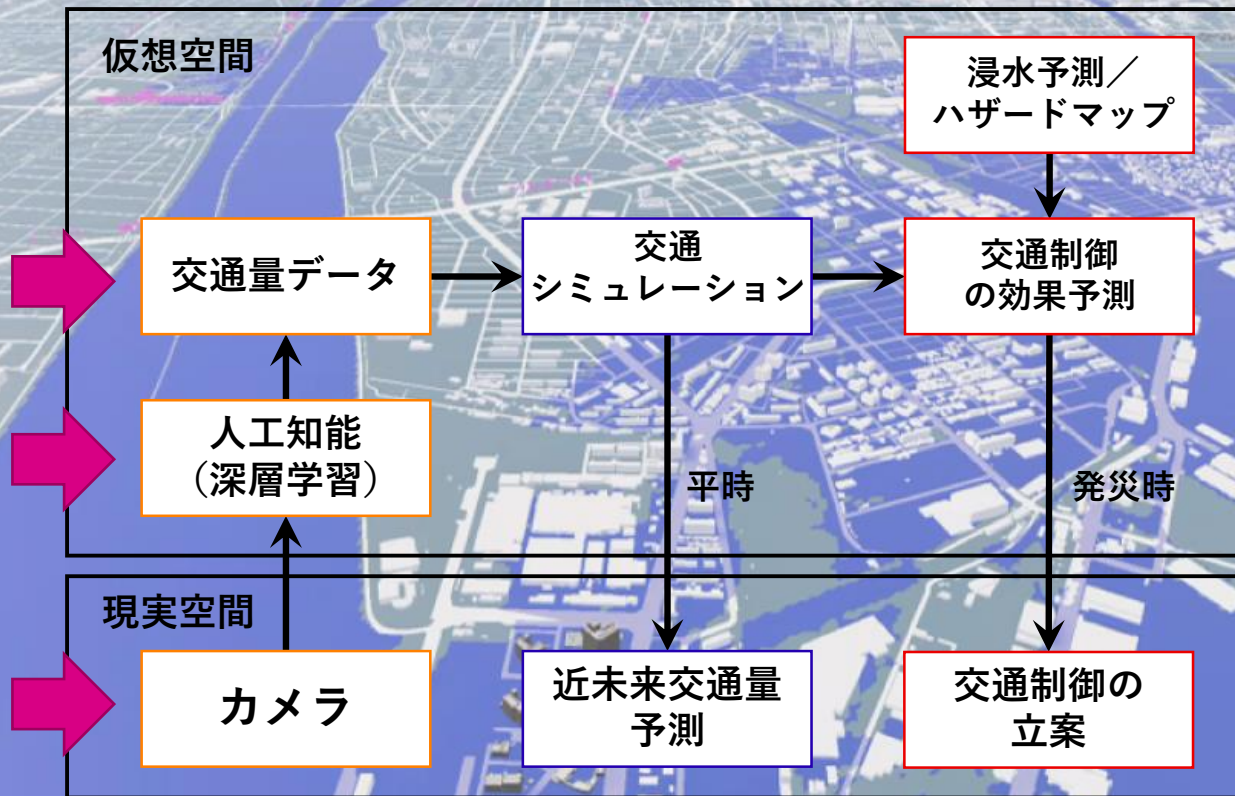
自動翻訳、工場ロボット、チャットボット、監視カメラ解析、交通量計測、河川監視、自動運転、医療画像分析など、

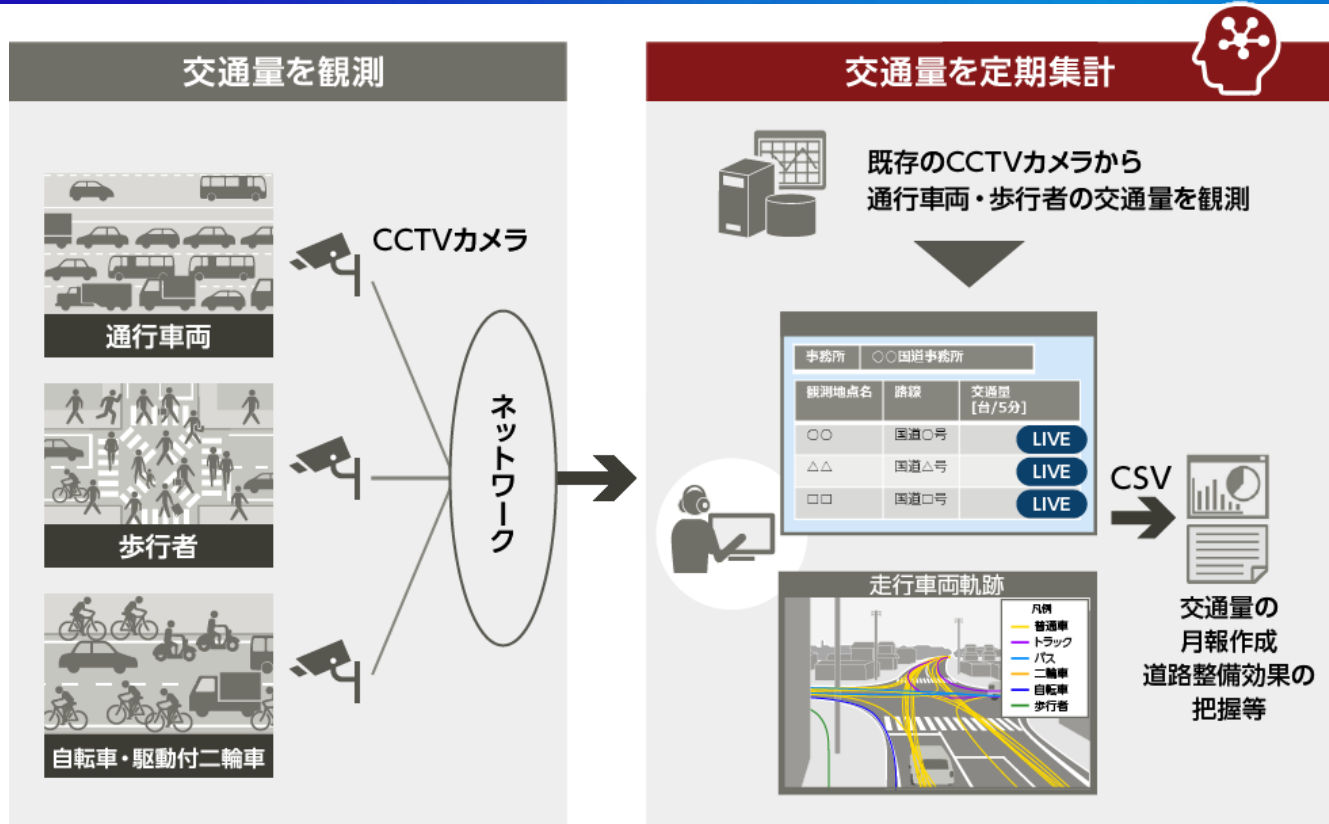
- 津波からの自動車避難は渋滞や交通事故のリスクを高め、徒歩避難者の妨げとなる恐れがあるため奨励されない一方で、東日本大震災では避難者の57%が自動車を使用
- 近い将来に発生が心配される南海トラフ巨大地震の想定津波被災地域には、名古屋、大阪などの人口が密集する臨海都市部が含まれ、自動車避難による大きな混乱が懸念される。
- 自動車避難のリスクを事前評価するとともに、避難時の交通誘導等の意思決定を支援するシステムの整備が必要。



(出典) 内閣府「平成23年東日本大震災における避難行動等に関する面接調査（住民）分析結果」

平時・災害時連動型デジタルツイン





This map illustrates the Nagoya Port Area, highlighting the Ise Bay Coastal Expressway (伊勢湾岸自動車道) in red. The map includes the following features:

- Expressway and Interchanges:** The Ise Bay Coastal Expressway is shown in red, with the **飛鳥JCT** (Tobiko JCT) and **名港中央IC** (Nagahama Chuo IC) marked as key interchange points.
- Urban Area:** The **名古屋市港区** (Nagoya City Ward of Minami-ku) is outlined in pink.
- Rivers:** The **日光川** (Nikkō River) and **庄内川** (Shōnai River) are shown flowing through the area.
- Numbered Points:** Eight numbered points (1-8) are marked with yellow dots and arrows, indicating specific locations of interest within the port area.
- Blue Box:** A blue rectangular box highlights a specific section of the map, likely corresponding to the area shown in the adjacent map.



交通量カウント

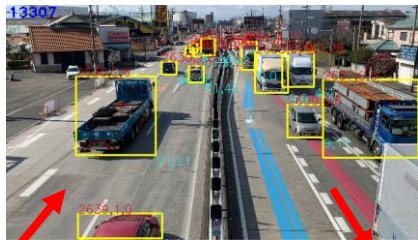
(a) 道路の撮影



5a

5b

(b) 深層学習による自動車検知

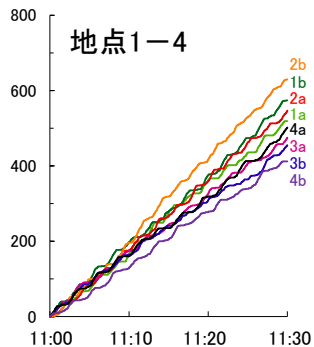


7b

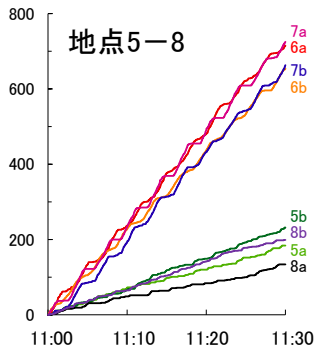
7a

台数

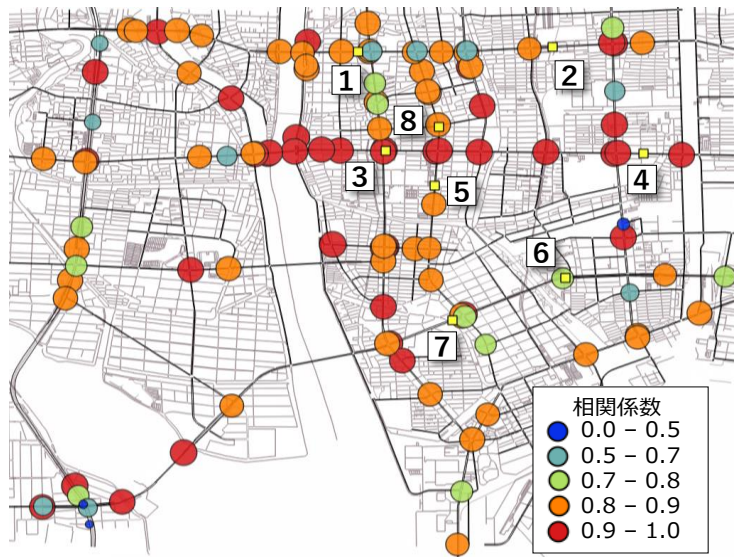
地点1-4



地点5-8

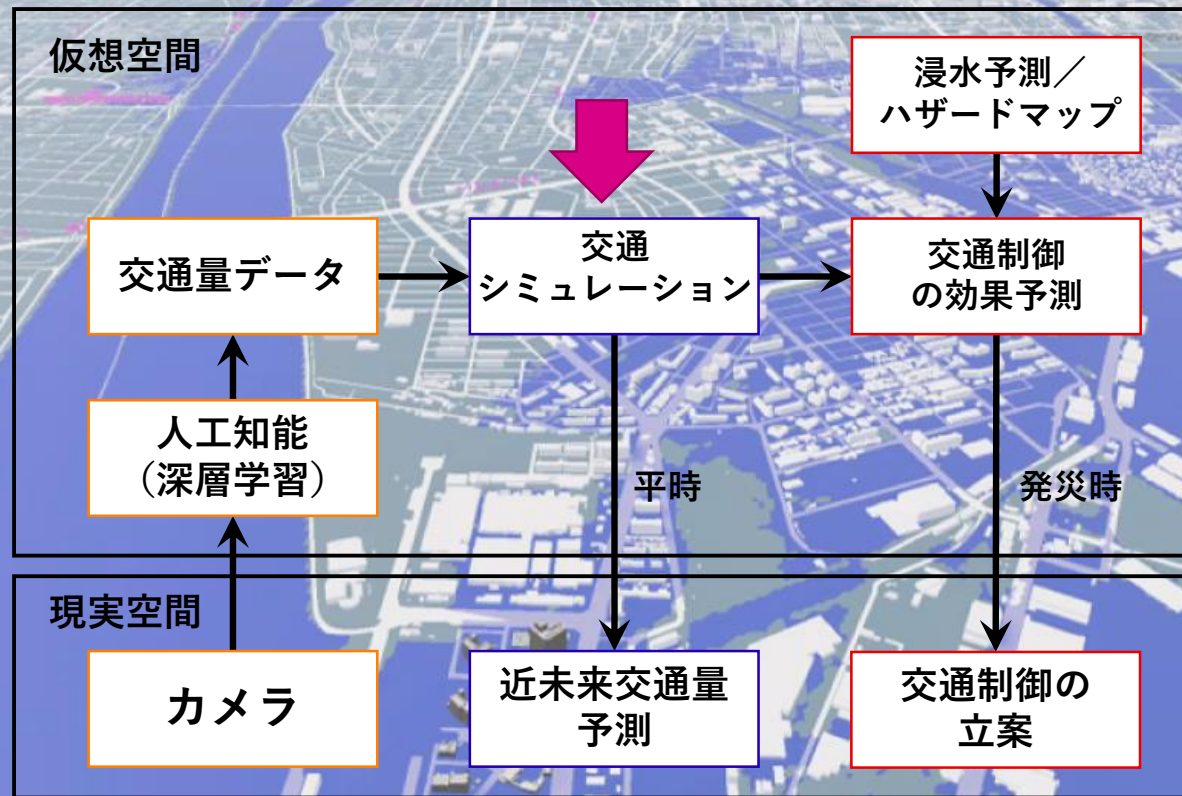


解析対象域全体の交通量推定



全国道路・街路交通情勢調査（国土交通省）のデータを使用

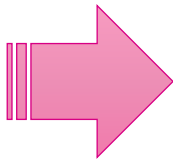
平時・災害時連動型デジタルツイン



各道路地点の
交通量

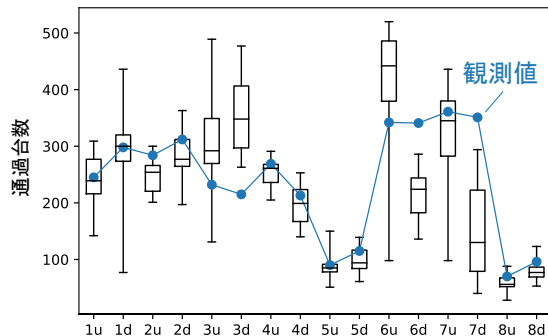
8 地点の交通量から
全体の交通量を推定

道路ネットワーク
データ



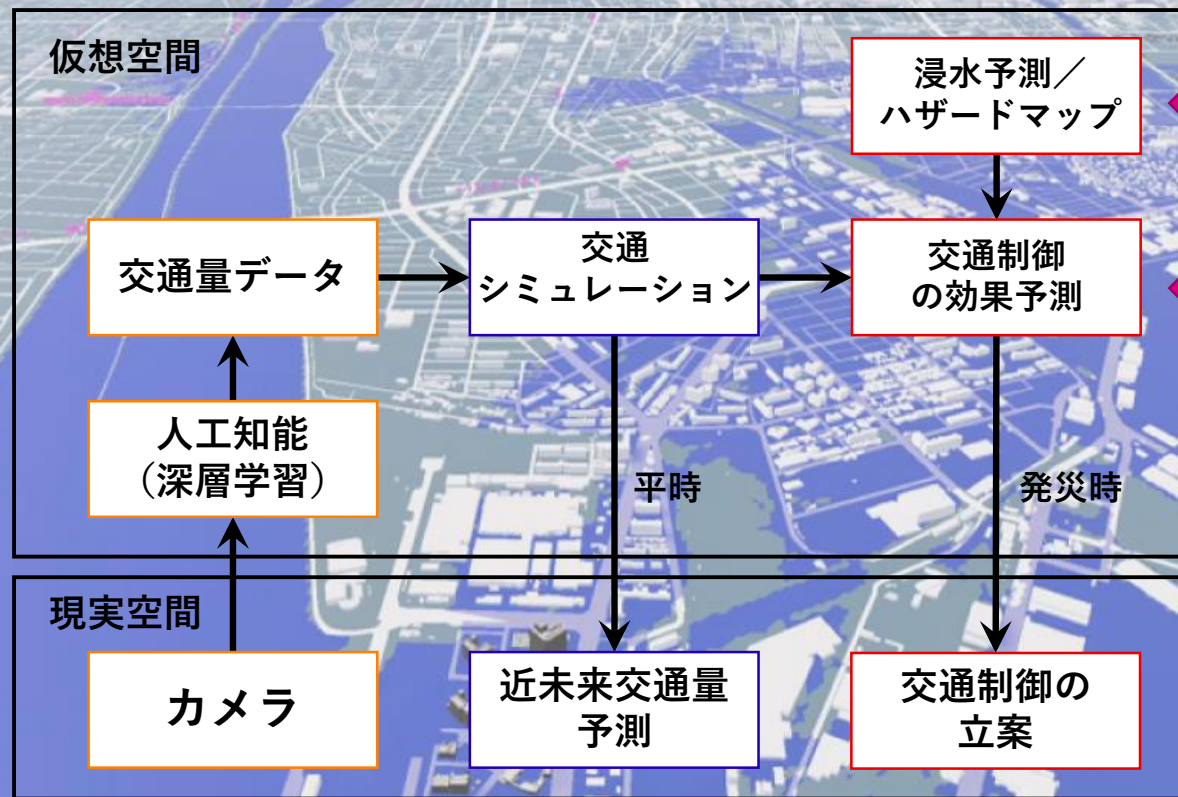
交通シミュレーション

1. 出発点・経由地点・到着地点からなるルート作成
2. 交通量と整合するルートをランダムに選択
3. 信号や道路の混雑をモデル化し、交通流を再現



シミュレーションと観測値の比較

平時・災害時連動型デジタルツイン

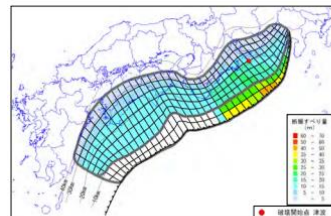


○ 南海トラフ巨大地震の発生シナリオ

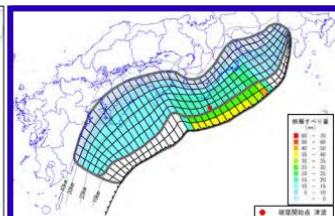
- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」のケース②
- 庄内川の西側に比べ東側で早期の広域な浸水
 - 津波ハザードマップ（名古屋市）の「あらゆる可能性を考慮した最大クラス」と同じ傾向

○ 交通制御

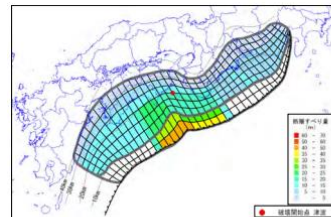
- 庄内川にかかる橋梁のうち、庄内川の東側に向かう側の道路を通行止め



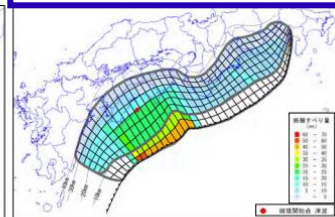
【ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】



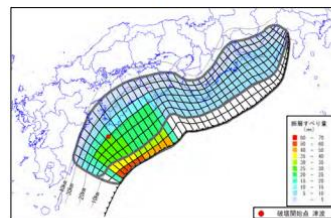
【ケース②「紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】



【ケース③「紀伊半島沖～四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】

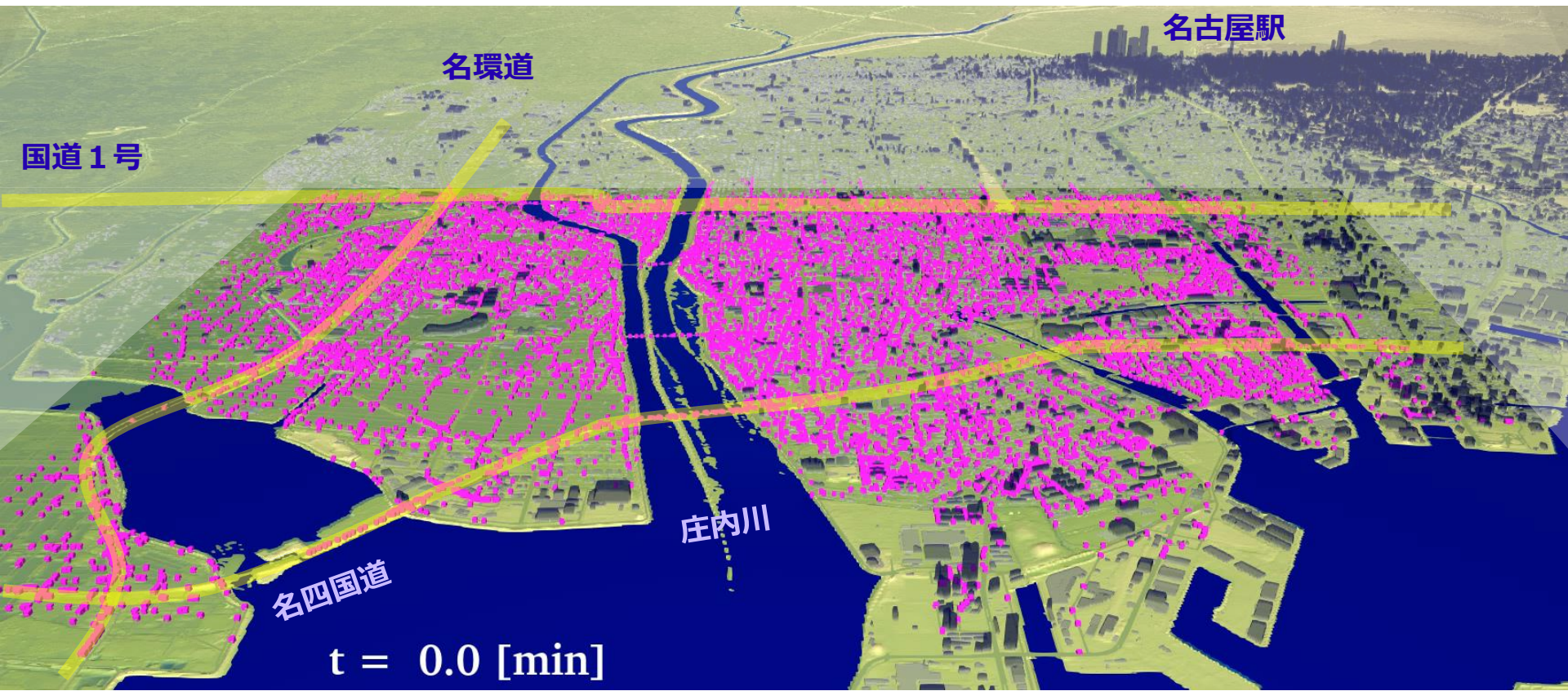


【ケース④「四国沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】

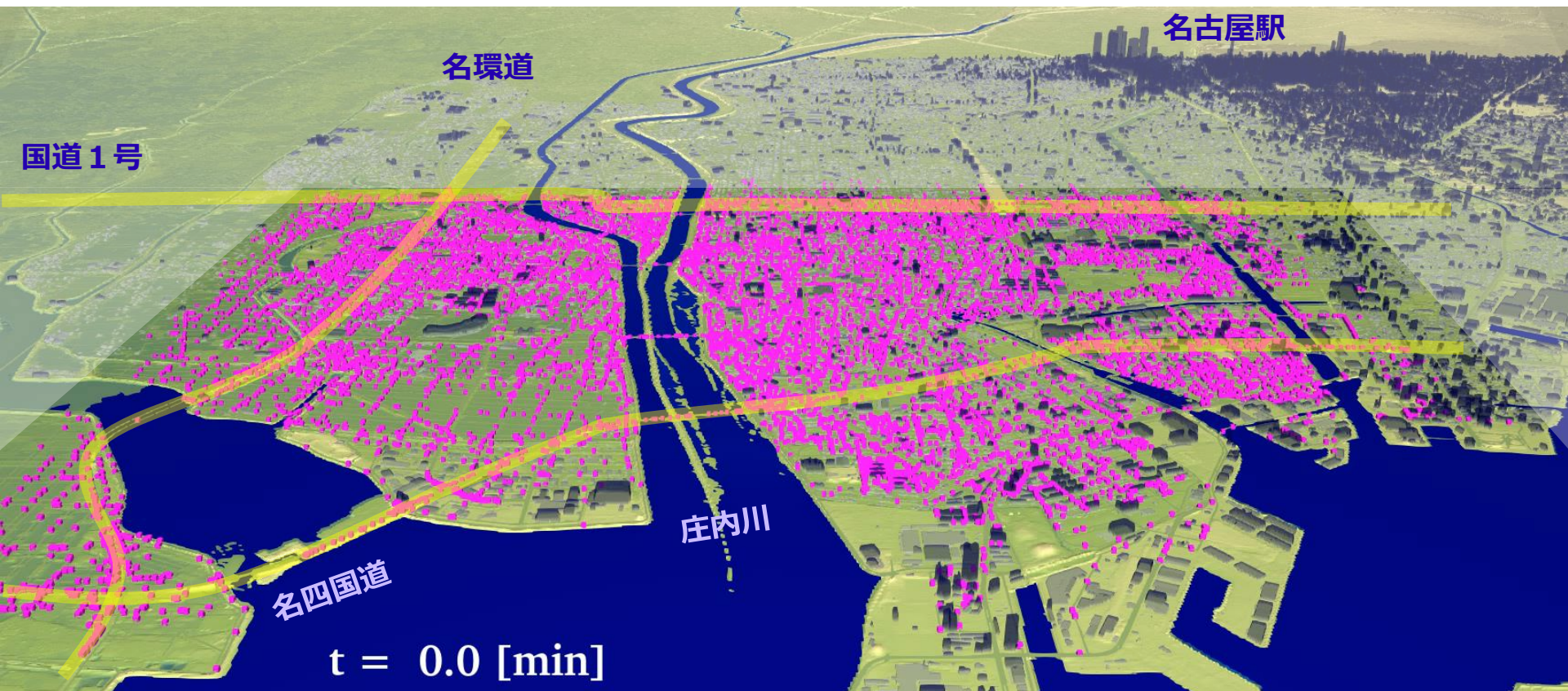


【ケース⑤「四国沖～九州沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】

交通制御なしの「交通+津波」シミュレーション

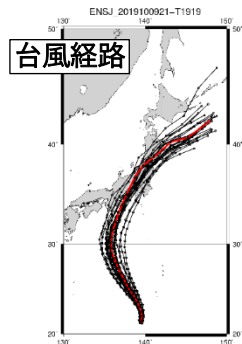


交通制御ありの「交通+津波」シミュレーション



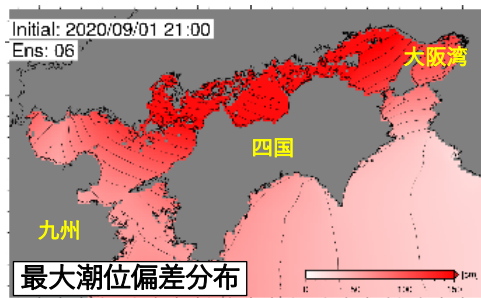
リアルタイム浸水予測に向けて（高潮・高波）

リアルタイム高潮・高波浸水予測システムを開発中

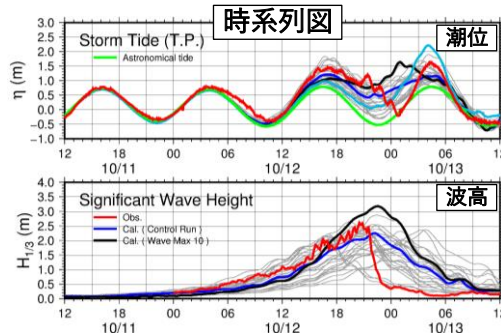


5 日前

台風発生



3 日前



39時間前



24時間前

週間アンサンブル（132時間先まで予測）

メソアンサンブル（39時間先まで予測）

上陸

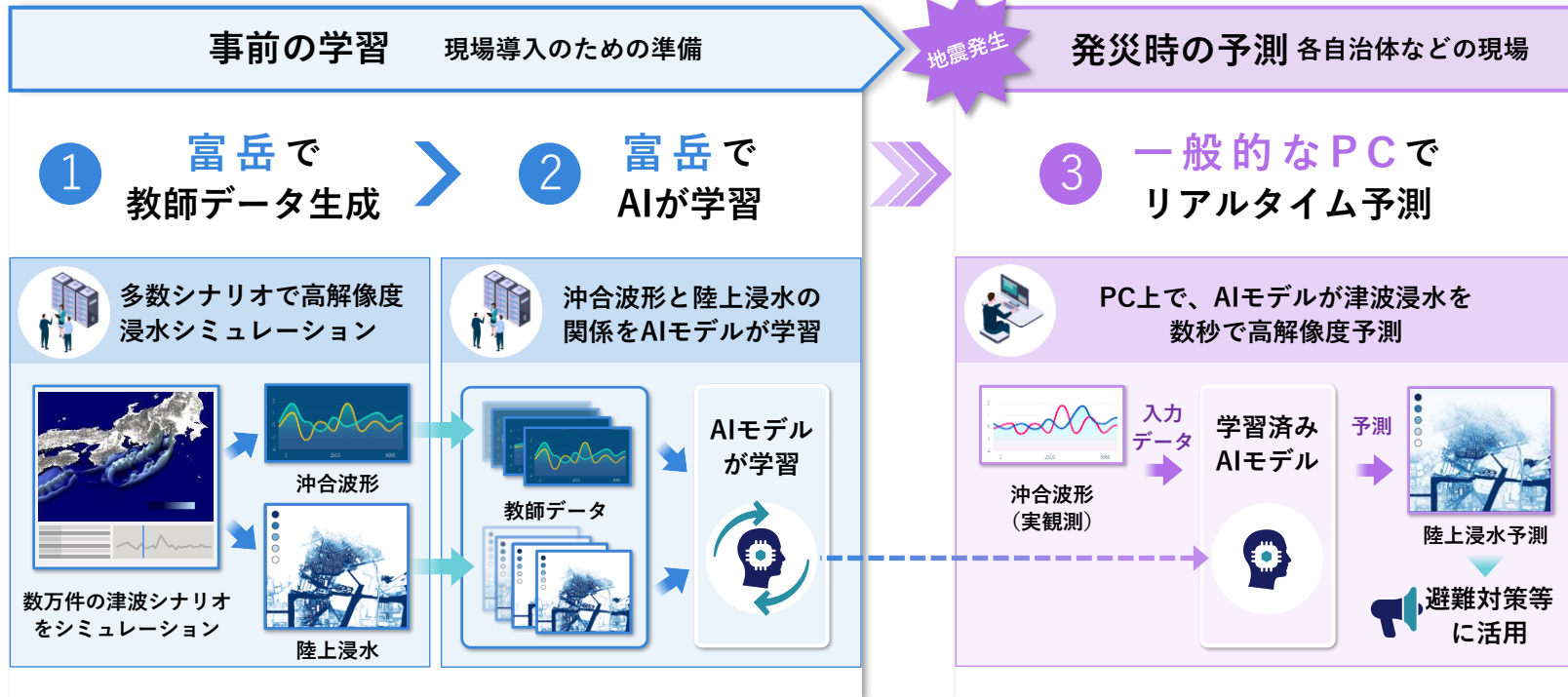


戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)
国家レジリエンス（防災・減災）の強化
VI. スーパー台風被害予測システム開発
サブテーマ1：高潮・高波ハザード予測システム開発

提供：東北大学 菅原大助准教授

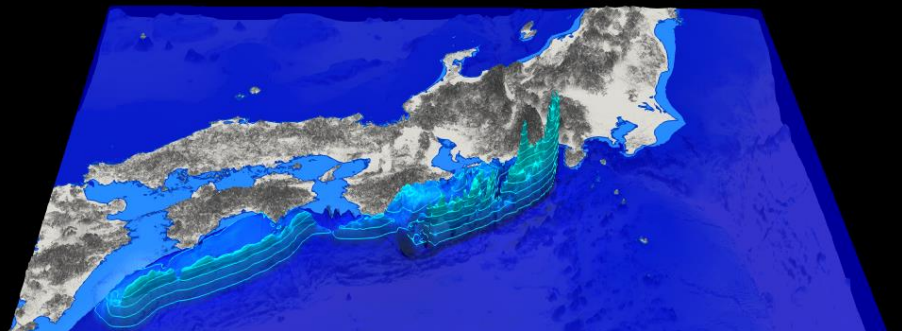
リアルタイム浸水予測に向けて（津波）

スーパーコンピュータ「富岳」を用いた津波のAI予測

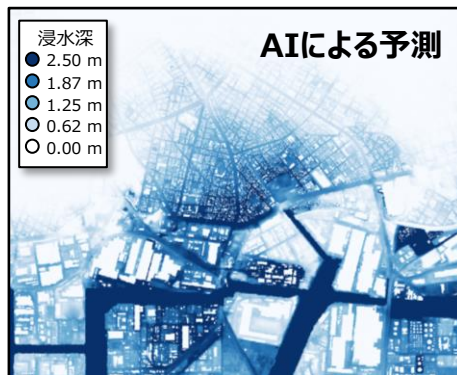
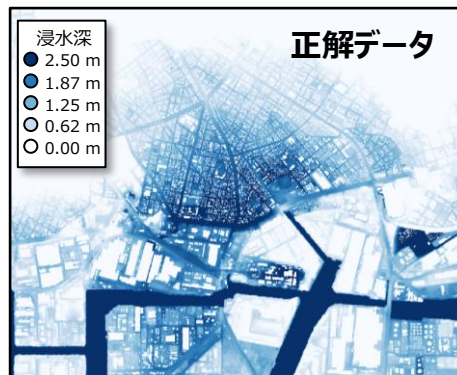
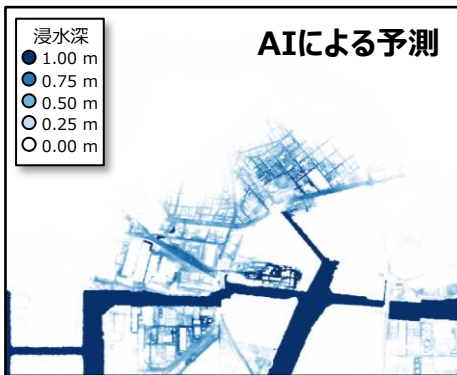
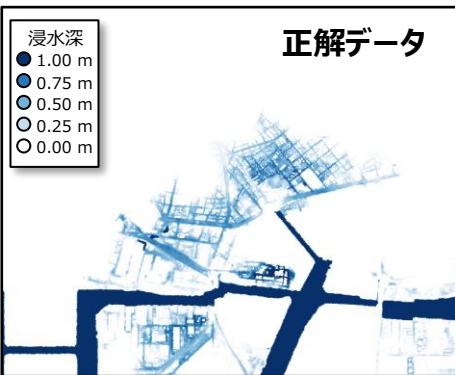
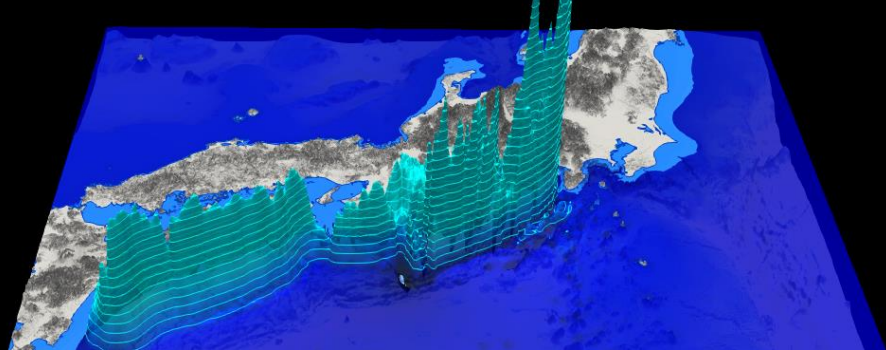


南海トラフ巨大地震への適用実験

内閣府が想定した津波波源モデル
(内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会)



内閣府が想定した津波波源モデルの
波高を3倍にしたモデル



JST未来社会創造事業「デジタル防災コミュニティの市民参加型研究」(2021 -)

3.11
釜石の
出来事

釜石東中の生徒が避難

➡ それに倣って鵜住居小の児童や住民が避難 ➡ 地域で助け合いながら避難し、学校にいた小中学生は全員無事

研究課題

1

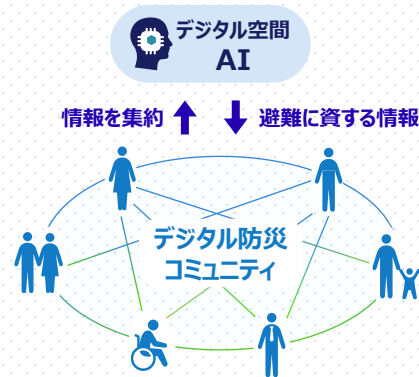
AI防災の実用化

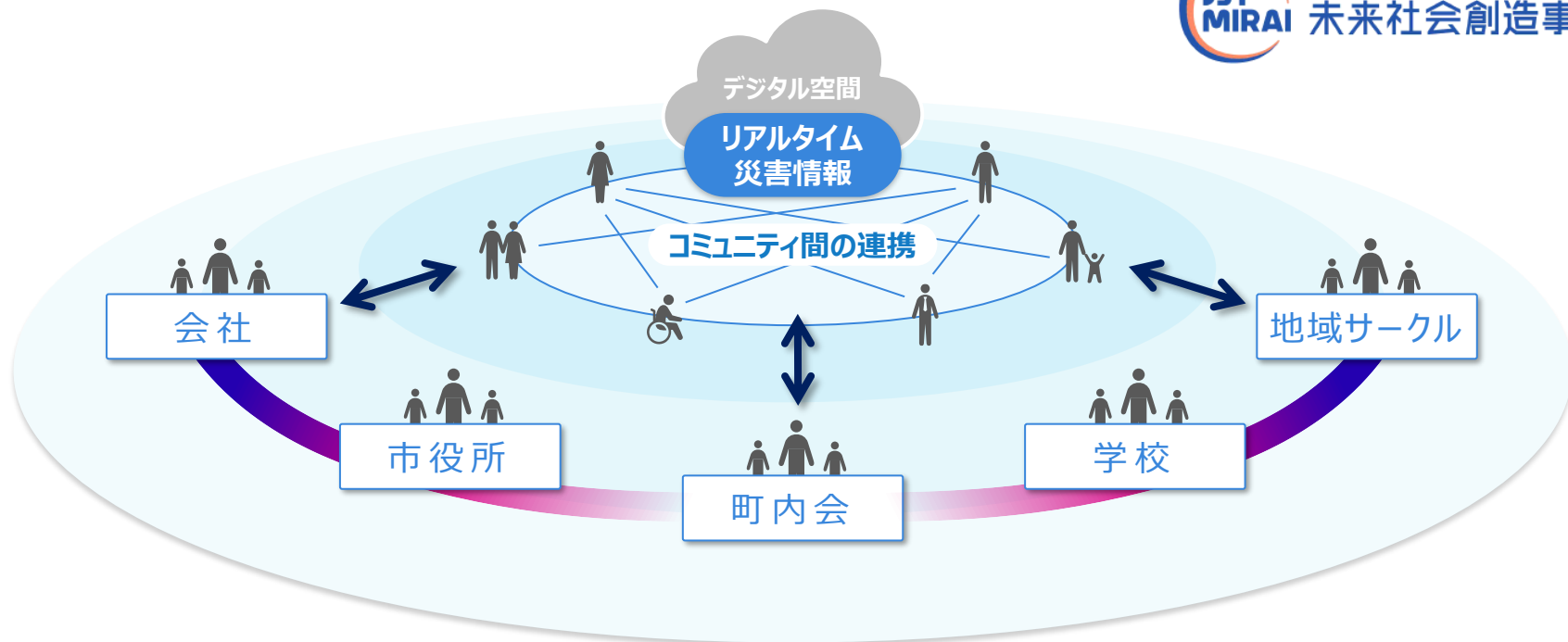
個人の避難に資するリアルタイム災害情報を提供

2

デジタル防災コミュニティの構築

デジタルと繋がることで、災害時の逃げ遅れゼロと平時の地域の助け合いを実現





デジタル避難訓練

従来の避難訓練

訓練
開始

避難所
へ移動

デジタル避難訓練

訓練
開始

避難所
へ移動

振り
回り

デジタル空間

- ① 災害情報 ② 周辺・避難所情報
- ③ 避難呼びかけ



- 人工知能等の最新の情報通信技術をコアとするデジタル空間が、様々な分野での構築されている
- 発災時に、交通デジタルツイン上に災害データと人流・交通流データを重ね合わせることで、交通施策最適化の検討が可能
- 気象データ等を活用し、今後実用化が期待できる浸水予測との組み合わせで効果が期待できる
- デジタル空間情報の市民活用に向けては、情報のコミュニティとしての活用が課題

本研究の一部は、JST未来社会創造事業（JPMJMI21I2）の支援を受けた。

本研究では、HPCI システム利用研究課題（課題番号：hp210220）を通じて、理化学研究所が提供するスーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け「富岳」を利用した。

内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」、国土交通省「PLATEAU」のデータを使用。

Thank you

