

# スーパーコンピュータ「富岳」とAI活用による 高解像度でリアルタイムな津波浸水予測

2021年4月21日

富士通株式会社

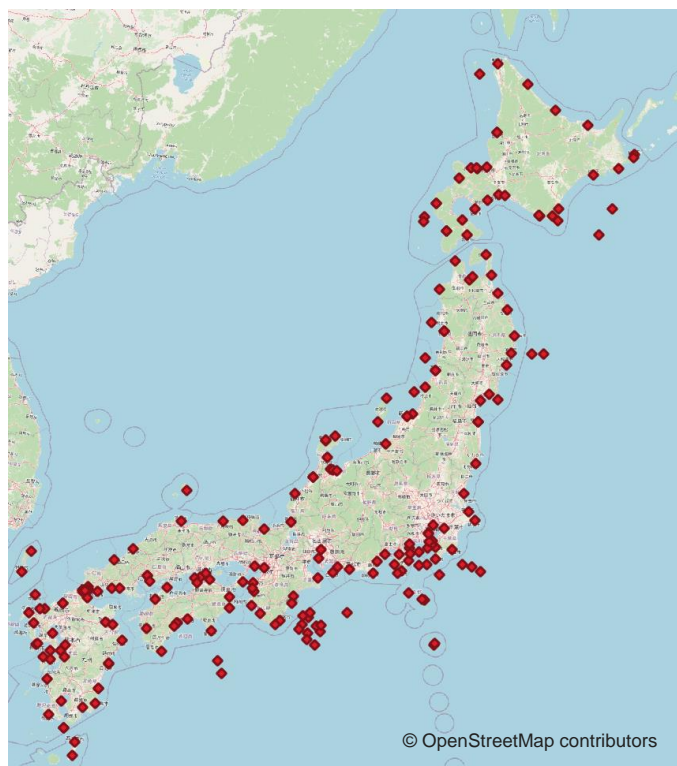
東北大学災害科学国際研究所

東京大学地震研究所

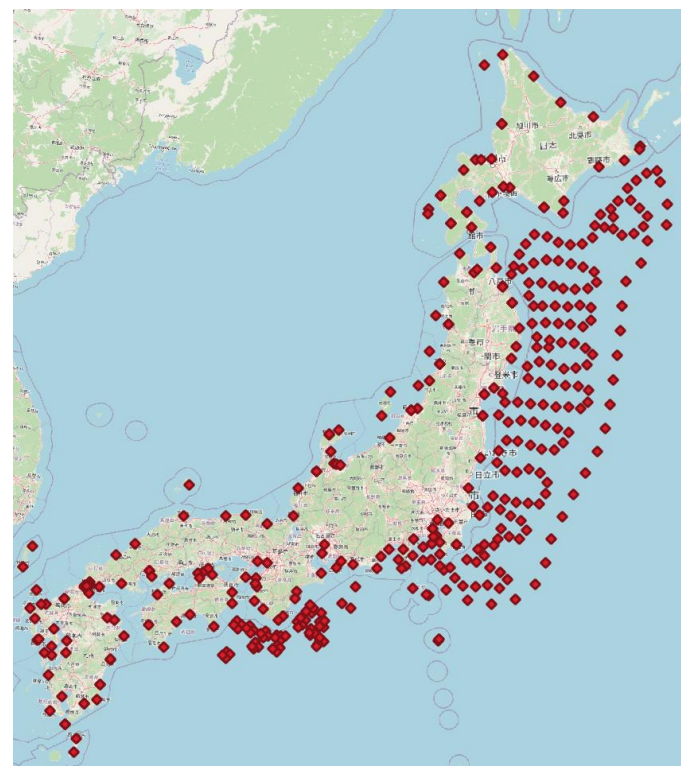
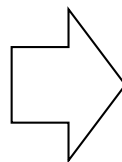
- 東日本大震災では、巨大津波により甚大な被害が生じ、効率的な避難に向けた情報の取得や活用の観点で、多くの課題が残されました。
- その一つである津波予測技術においては、適切な避難行動による被害軽減に向けて、より正確で詳細な予測情報を迅速に獲得する技術の開発が急務となっています。
- 従来の津波予測は、主に沿岸の津波高に関するものでしたが、安全な避難に向けては内陸部への津波浸水の予測情報も有効と考えられます。

# 震災後の津波観測の拡大

2011年



2020年

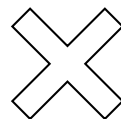


引用：地震調査研究推進本部ホームページ、観測点一覧

東日本大震災以降、日本近海における津波観測網の増強が行われており、また、沖合でのリアルタイム津波観測データを活用した沿岸域における高精度な津波予測の技術開発が活発に進められています。

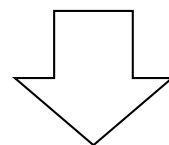
## 富岳

スーパーコンピュータ



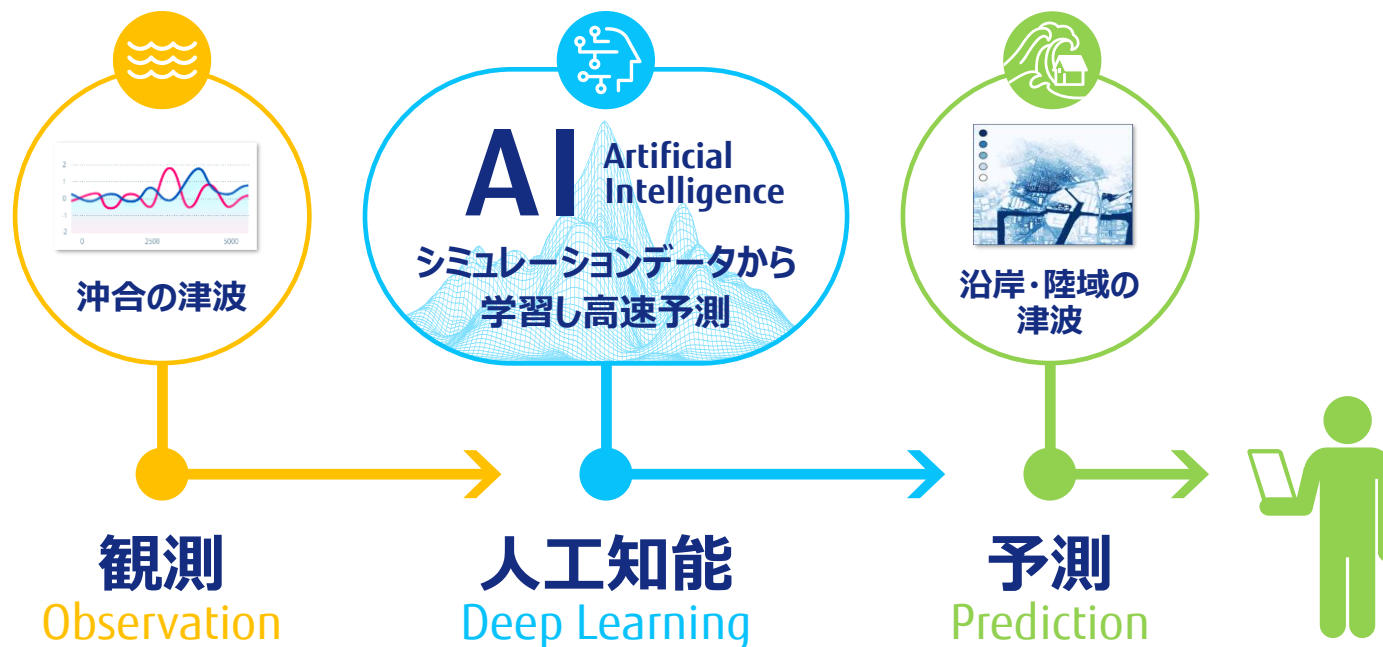
震災10年で数十倍に  
高速化したスパコン

震災後10年で著しく発展した  
人工知能 (AI)



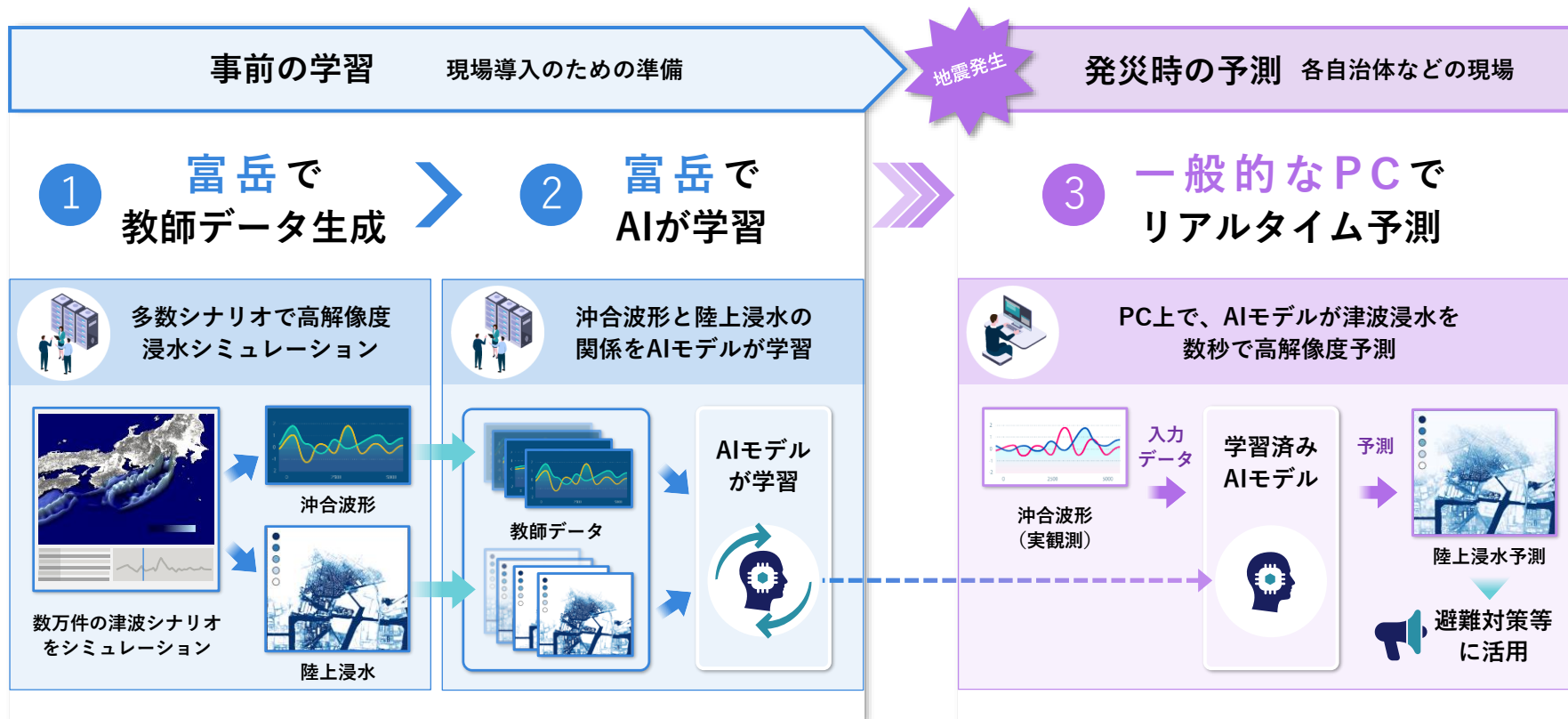
PCで動作する高解像度津波浸水予測の新技術

# 今回構築したAI



今回構築したAIモデルに、地震発生時に沖合で観測される津波波形を入力することで、津波到達前に沿岸域の浸水状況を3m単位の高い空間解像度で予測することが可能となります。

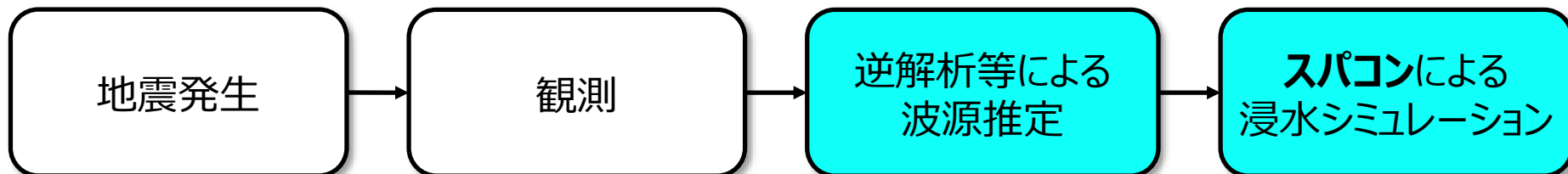
# 今回構築したAI



世界最高の計算速度を誇るスーパーコンピュータ「富岳」により数万件の高解像度津波シミュレーションを実施し、そこから得られた沖合での津波波形と沿岸域の浸水状況を教師データとして、AIモデルを構築しました。

# 従来との比較

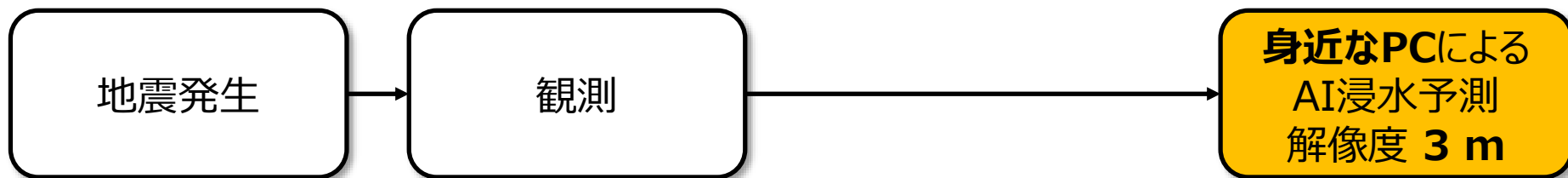
## Before (従来)



- ◆ 浸水の予測には、発災時に**スパコン**が必要 (e.g., Oishi et al., 2015)



## After (本技術)



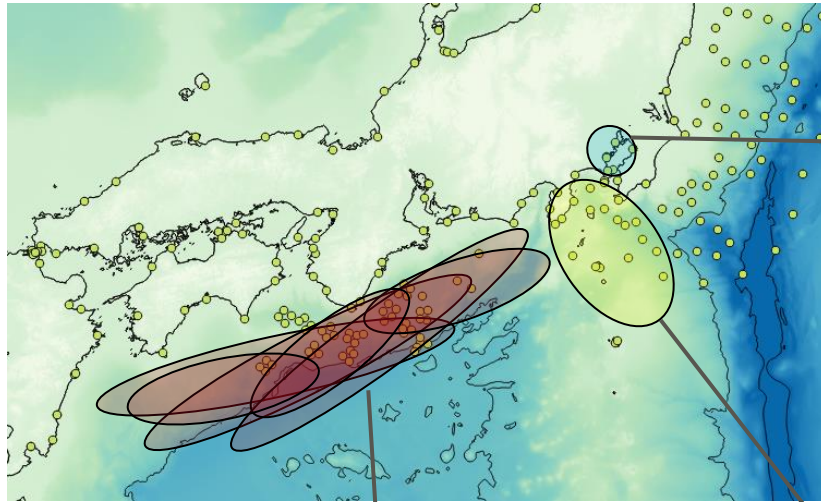
- ◆ 事前に大規模な計算、発災時は**身近なPC**で**3mの高解像度**で予測可能



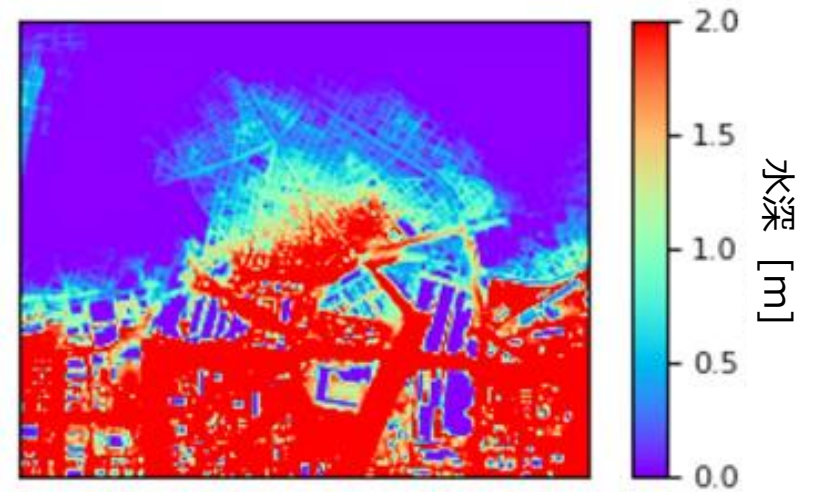
「富岳」を用いて事前に学習したAIモデルは、一般的なパソコン上でも数秒で実行することが可能なため、これまでスーパーコンピュータが必要だったリアルタイム浸水予測システムの構築が容易になります。



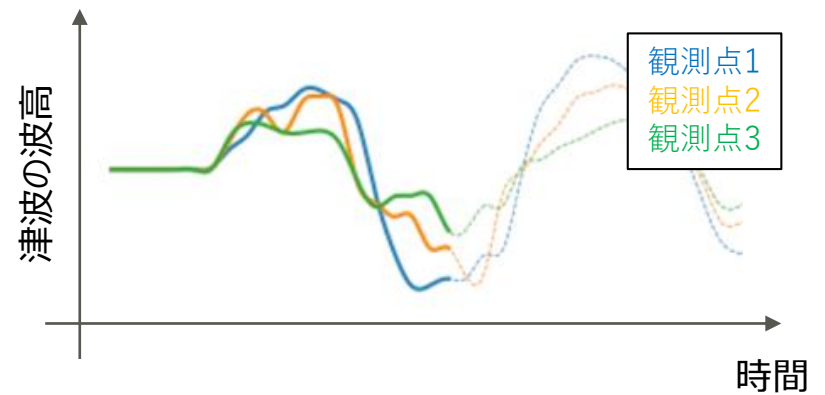
# ① 富岳で教師データ生成



## 陸上浸水



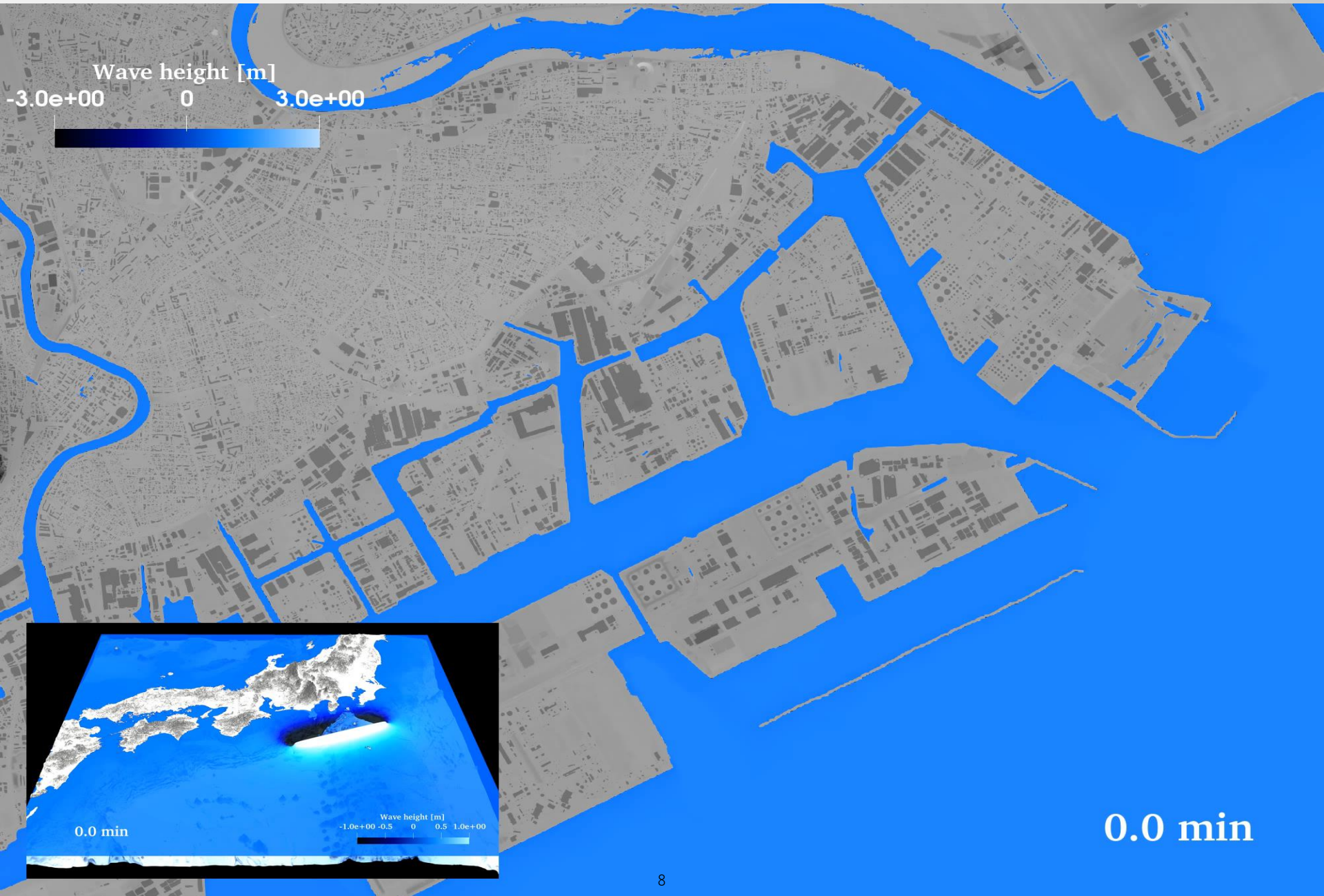
## 沖合波形



様々な津波波源に対して  
非線形長波方程式による  
津波浸水シミュレーションを実施



# 3 m解像度のシミュレーションを2万件実施



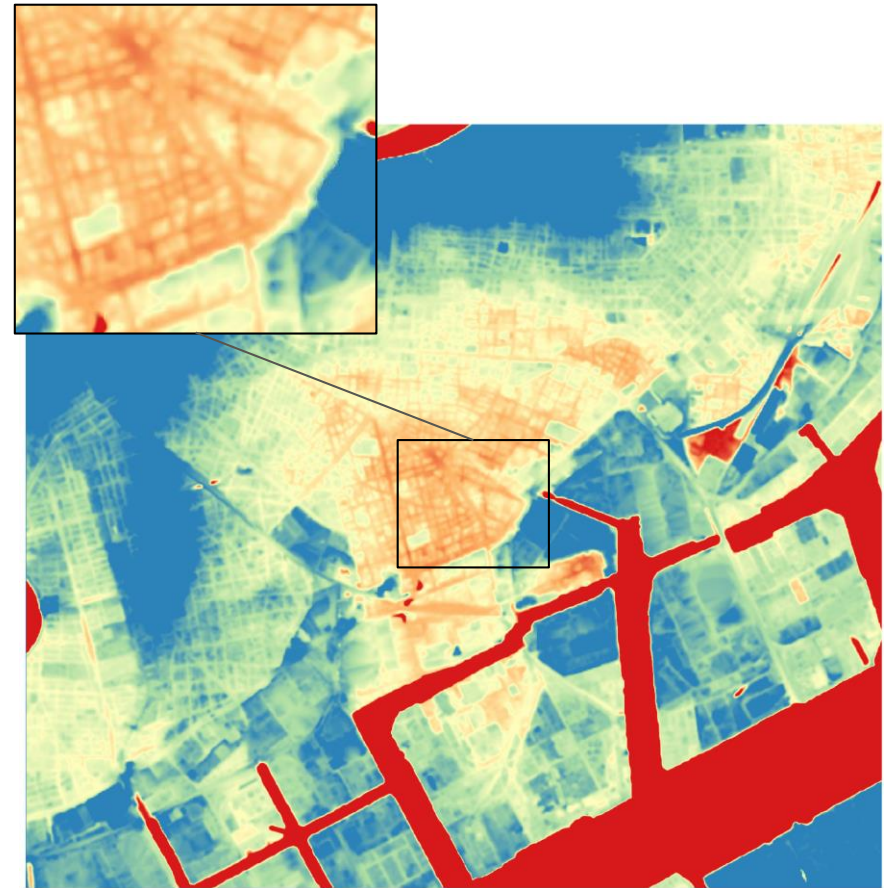
0.0 min



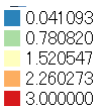
# 3mの解像度で局所的な津波の高まりも再現



解像度 3 m のシミュレーション



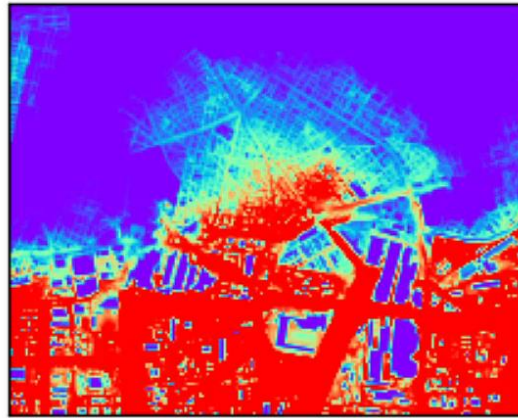
解像度 10 m のシミュレーション



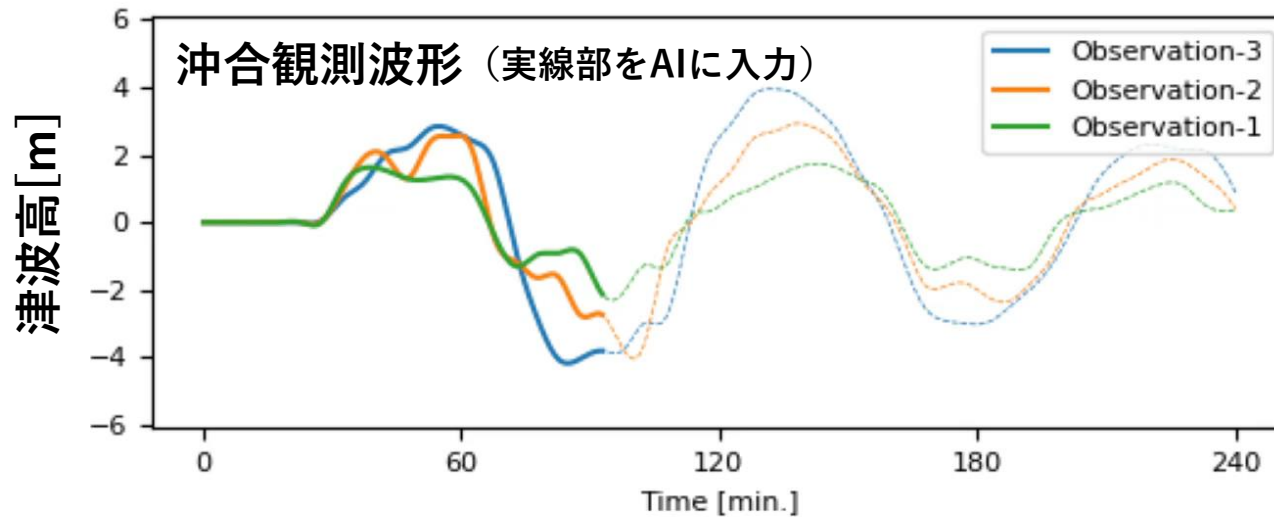
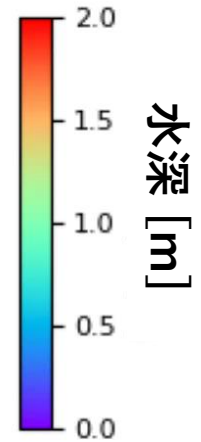
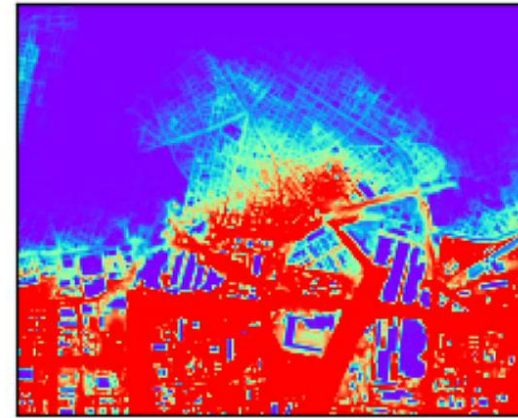
3m単位の高い空間解像度で予測することにより、臨海都市域での建物や構造物、道路などの社会インフラの影響を取り入れた、局所的な津波の高まりなど、区画ごとの詳細な浸水予測情報を把握でき、安全な避難行動を支援できます。

# ② 富岳でAIが学習: 高い学習精度

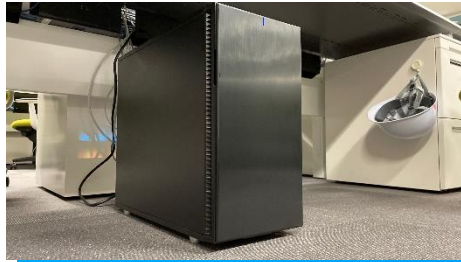
正解データ



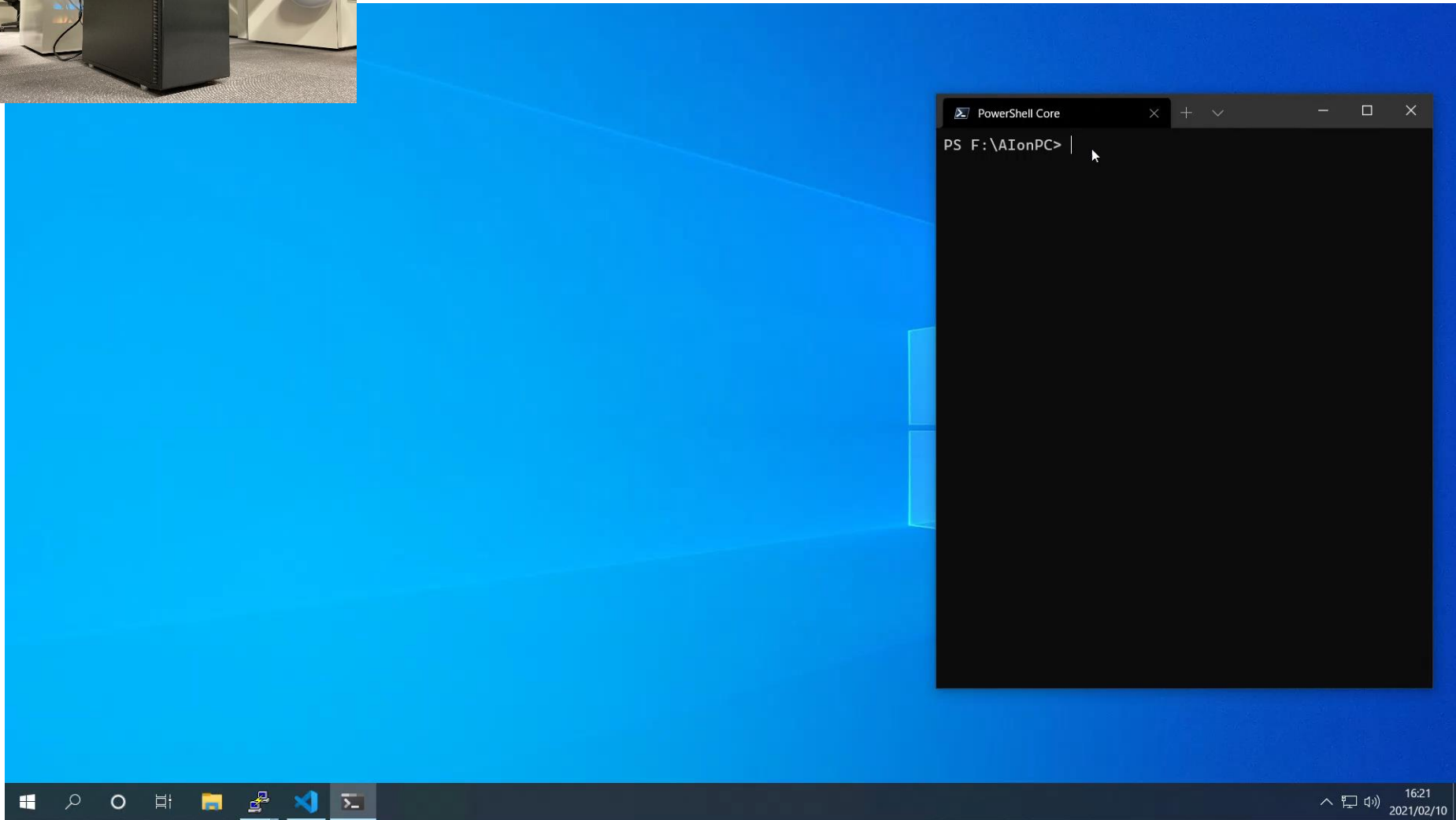
AIによる予測



# ③一般的なPCでリアルタイム予測



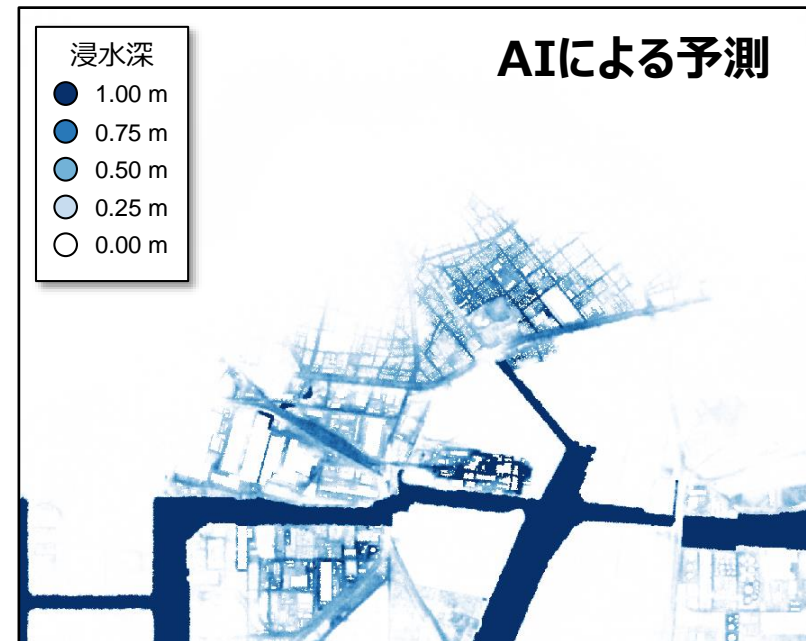
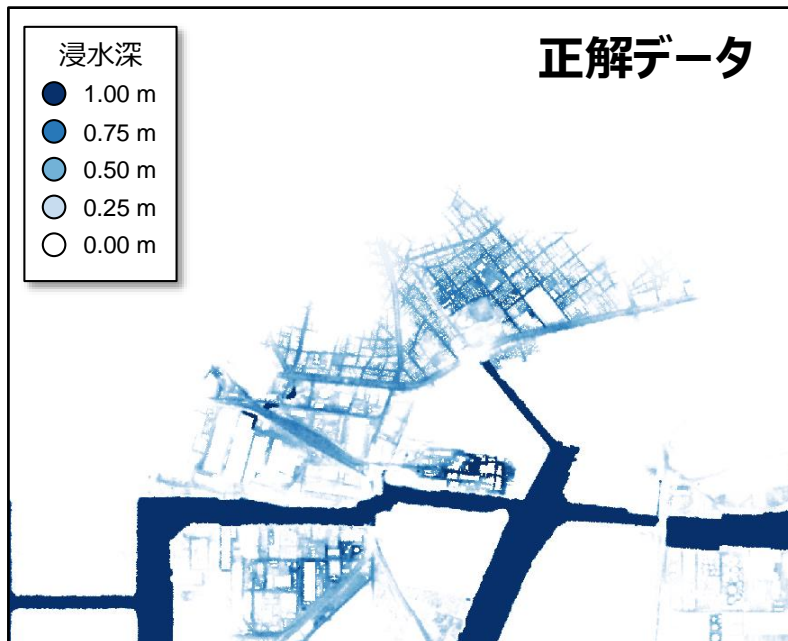
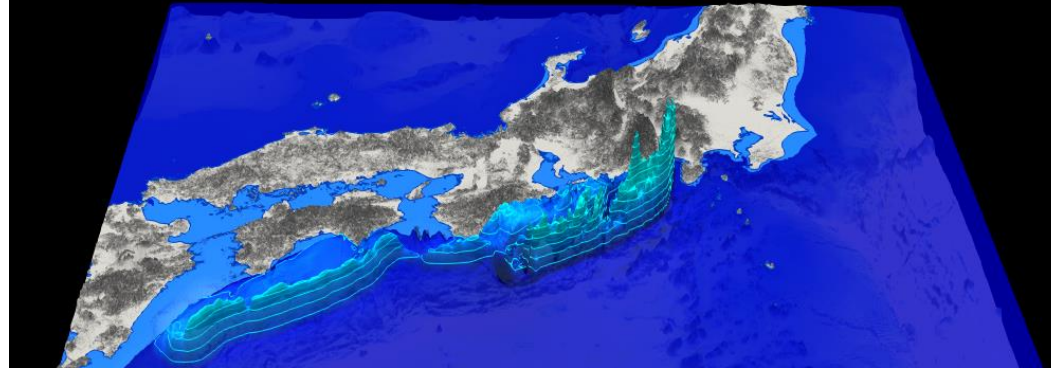
一般的なPCで「数秒」  
比較的ハイスペックなデスクトップPCなら1秒以下





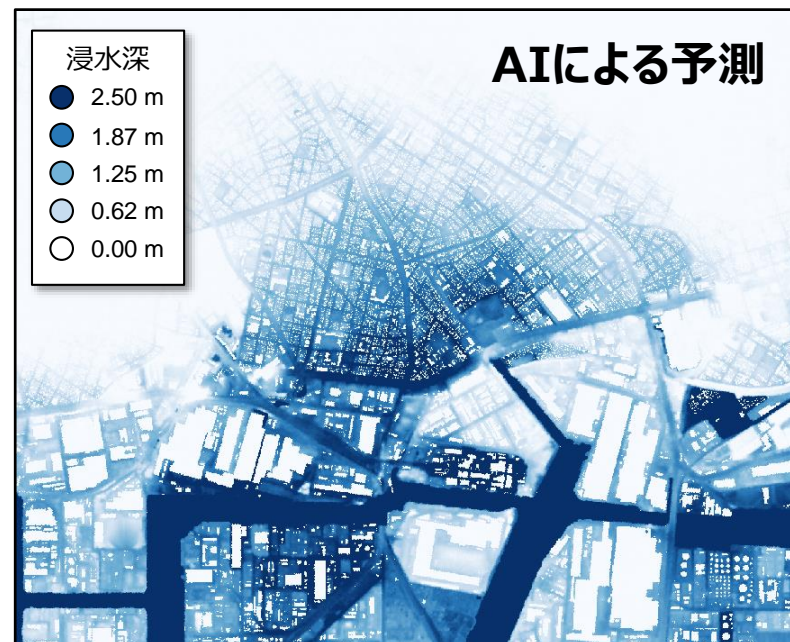
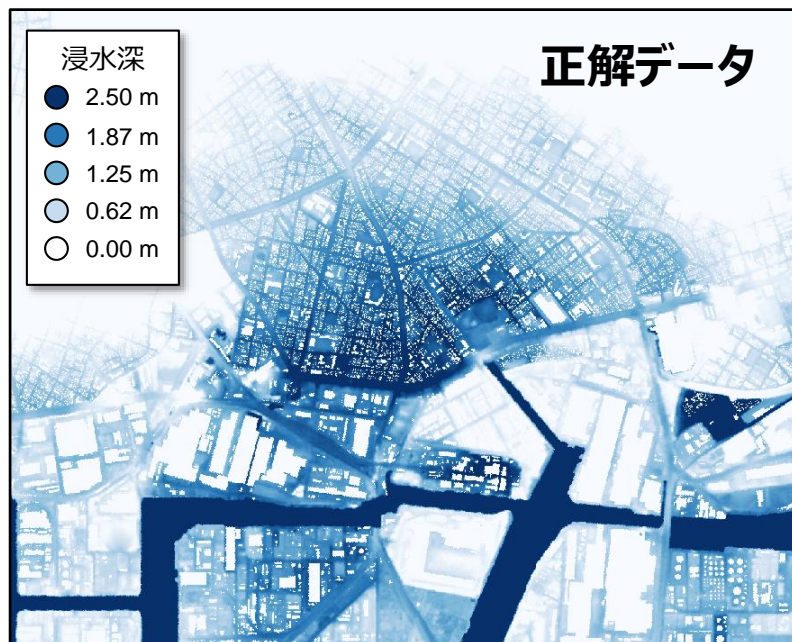
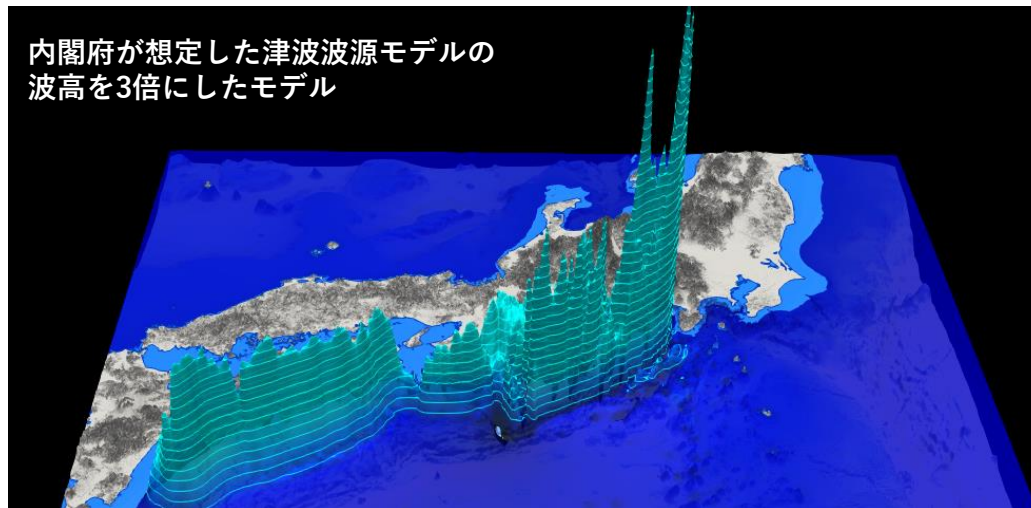
# 南海トラフ巨大地震の内閣府想定ケース

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)



# 南海トラフ巨大地震の内閣府想定の波高を3倍にしたケース

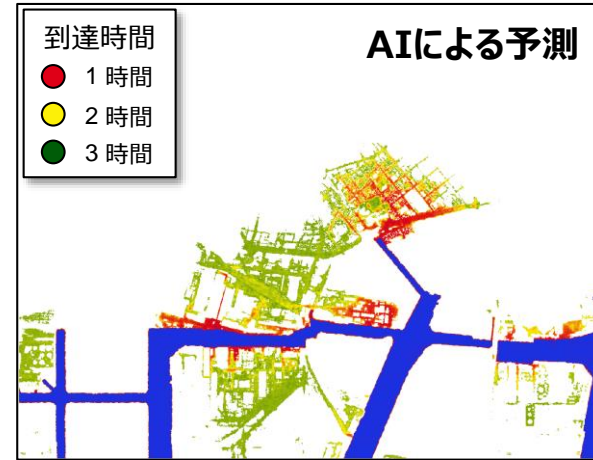
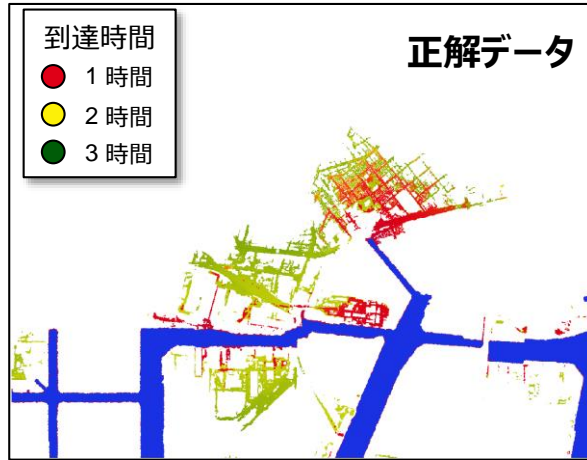
内閣府が想定した津波波源モデルの  
波高を3倍にしたモデル



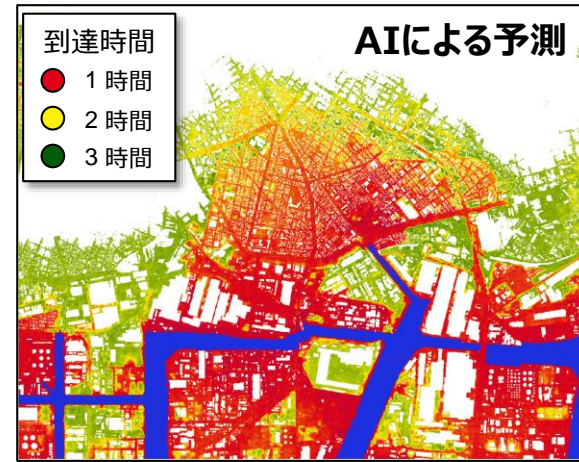
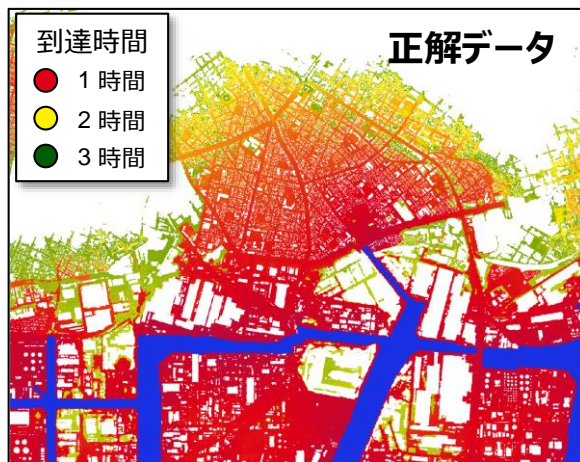


# 津波到達時間も予測可能

(a) 南海トラフ巨大地震の内閣府想定ケース




(b) 南海トラフ巨大地震の内閣府想定の波高を3倍にしたケース





- ◆ 「富岳」の高速性を活用することで、3m単位の高解像度シミュレーションに基づき、2万件の想定津波シナリオに対する教師データを生成しました。この2万件のデータを学習することで、地震発生時に沖合で観測される津波波形情報から陸域の浸水状況を3m単位の高解像度で瞬時に予測できるAIモデルを構築しました。
- ◆ 教師データの生成において、3m単位の高解像度で津波の浸水をシミュレーションすることで、臨海都市域での建物や構造物、道路などの社会インフラの影響を取り入れ、局所的な津波の高まりを含めた浸水状況を高精度に予測することが可能になりました。
- ◆ 本技術を南海トラフ沿いで想定される巨大地震による東京湾内の津波浸水予測に適用したところ、内閣府が想定した津波波源モデルなど、多様な津波シナリオに対して、一般的なパソコンを用いて数秒で、精度良く予測が可能であることが確認できました。
- ◆ 「富岳」の大規模性や高速性を今後さらに活用し、更なる多様な津波シナリオの学習を進めることで、想定外のない津波予測や、より広範囲の津波浸水予測に向けたAI構築が可能となります。

謝辞：本研究は、令和2年度「富岳」試行的利用課題で採択された研究課題「エクサスケールAIによる想定外のない津波予測（課題番号：hp200201）」において「富岳」の共用前評価環境を活用し実施しました。また、本研究のシミュレーションは「内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会」が公開するデータを利用しました。



**FUJITSU**

shaping tomorrow with you