

土木分野におけるAI技術の事例と役割

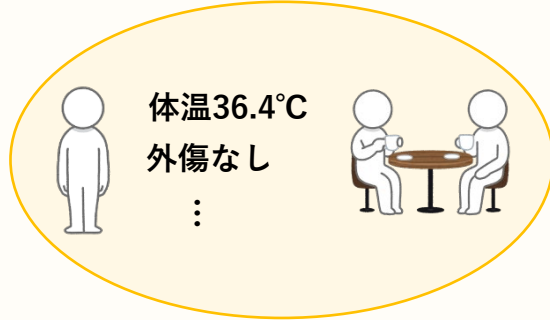
：物理とAIの接点の側面から

山梨大学 工学部土木環境工学科 宮本 崇

超スマート社会とAI

フィジカル空間

ヒトの状態や活動



都市・交通・環境

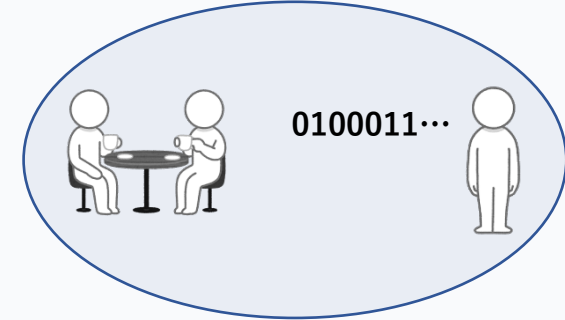


データ収集 (IoT)

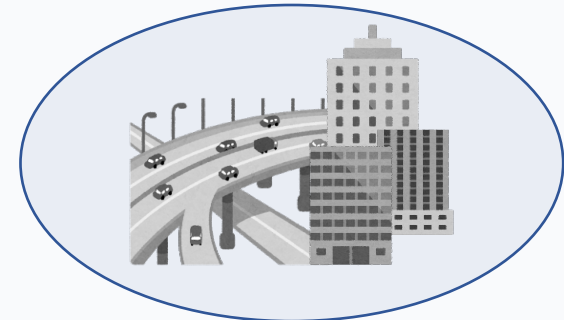


サイバー空間

人間活動のモデル



現実空間のモデル



最適制御・自動制御 (AI)



異常の予兆発見 (AI)

実現が期待される技術事例

都市システムの効率的運用

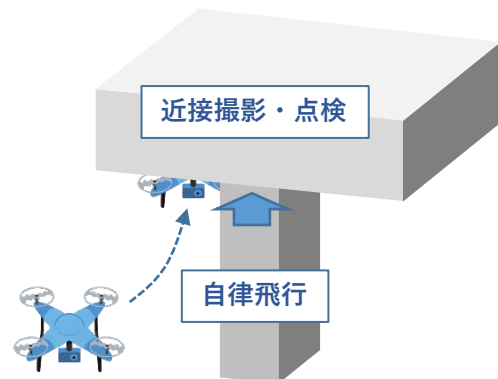
自動運転車による 高齢者移動支援

- 自動運転技術
- 新しい公共交通システム



センサロボットによる 自律点検

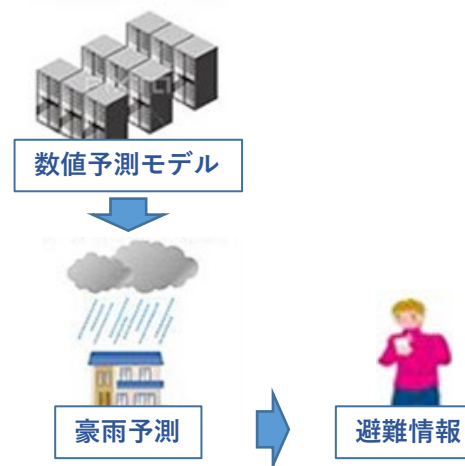
- ロボット制御
- 異常検知技術



防災体制の効率的運用

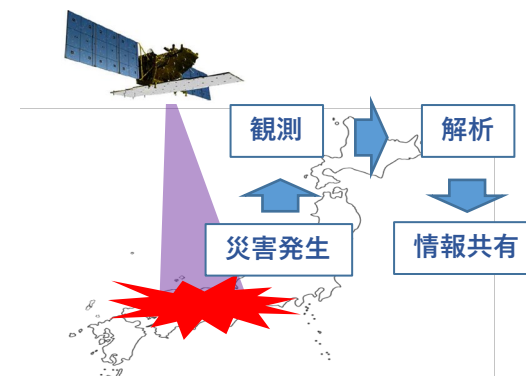
避難遅れゼロのための リスク予測・情報システム

- 自然現象の高精度予測
- 情報の提供システム



被災状況の即時把握

- 観測からの被害検知



技術開発時に直面する課題例

学習データの不足

- 1点物としてのインフラの性質
- 異常・重大事故・大災害の発生頻度



データの収集体制の強化

- データ収集のためのIoTとAI活用
- 事前知識・物理技術の併用による対応

意思決定に足る説明性の不足

- ディープラーニングのブラックボックス性
- 例外的な事象に対する脆弱性



AIの説明性の向上

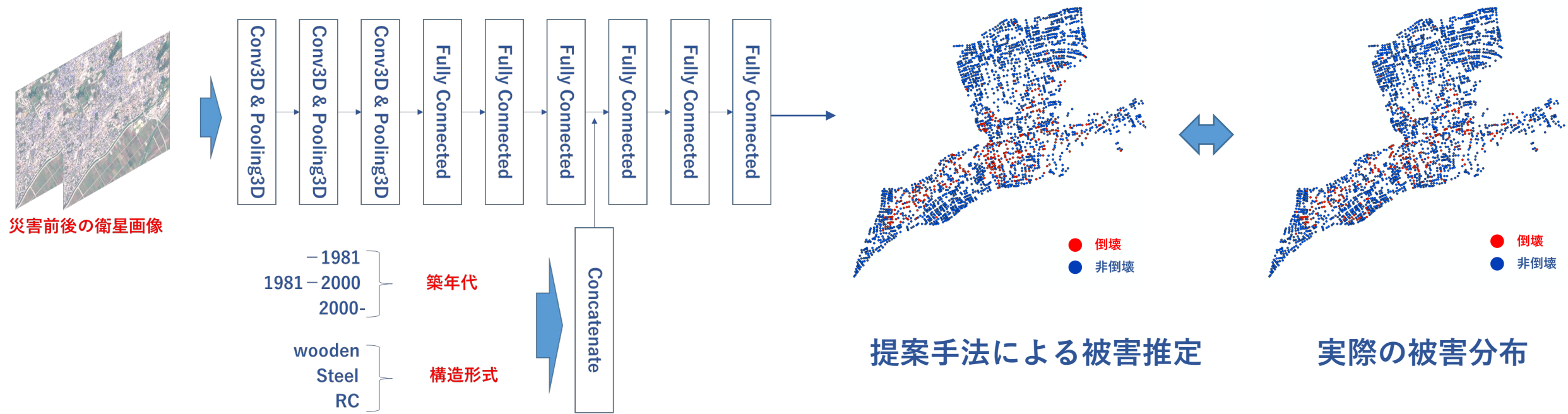
- 説明可能AIへの取り組み
- 事前知識・物理技術の併用による対応

事例 1：様々な情報を統合判断するAIによる地震被害の検知

Miyamoto, T+ (2020) Proceedings of IGARSS 2020, accepted

様々な情報のマルチモーダルラーニング ⇒ 建物被害分布の検知

-衛星撮影画像+構造物情報 - 88% 精度で実際の被害と一致



事例 2 : AIと物理の併用による短期降雨予測（ナウキャスト）

Miyamoto, T+ (2020) arXiv preprint arXiv:2006.02064

降雨の従う基礎方程式の分解と， AI・物理の併用による予測

⇒ 説明性・信頼性の確保， 精度の向上

$$\boxed{\frac{\partial R(x, t)}{\partial t}} = \boxed{\frac{DR(x, t)}{Dt}} - \boxed{v(x, t) \cdot \nabla R(x, t)}$$

物理量の変化 = 実質的变化 + 流体的な運動

データサイエンス手法
(クープマンモード分解)

$$\{R\}_{t+1} = \sum_{k=1}^N a_{k,t} \lambda_k \{\phi_k\}$$

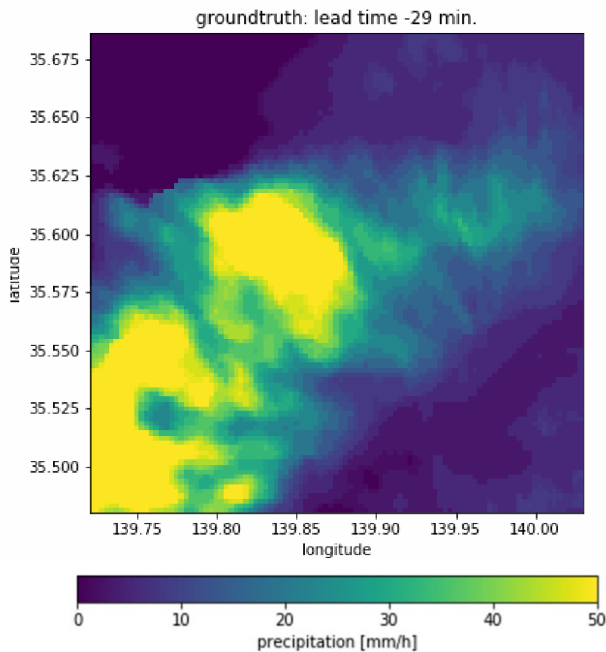
物理的手法

$$v = \oint -\frac{1}{\rho} \nabla p + v \Delta v + g$$

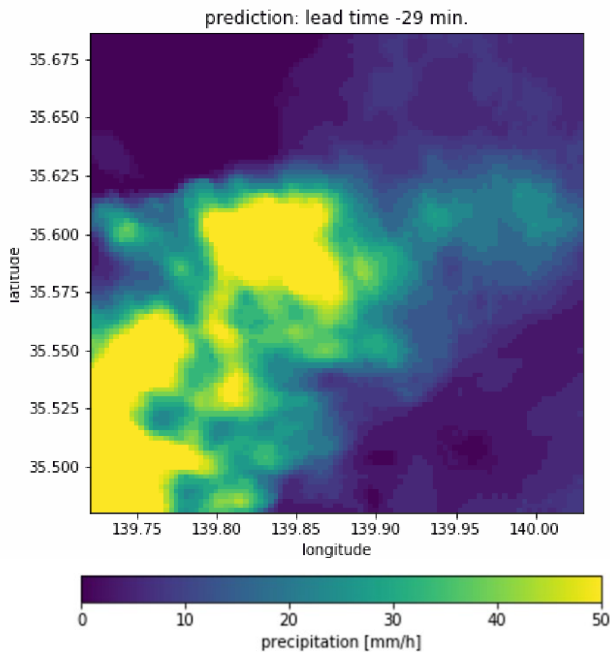
or

$$v = \underset{v}{\operatorname{argmax}} (R(x, t_1) * R(x + v \Delta t, t_2))$$

観測値



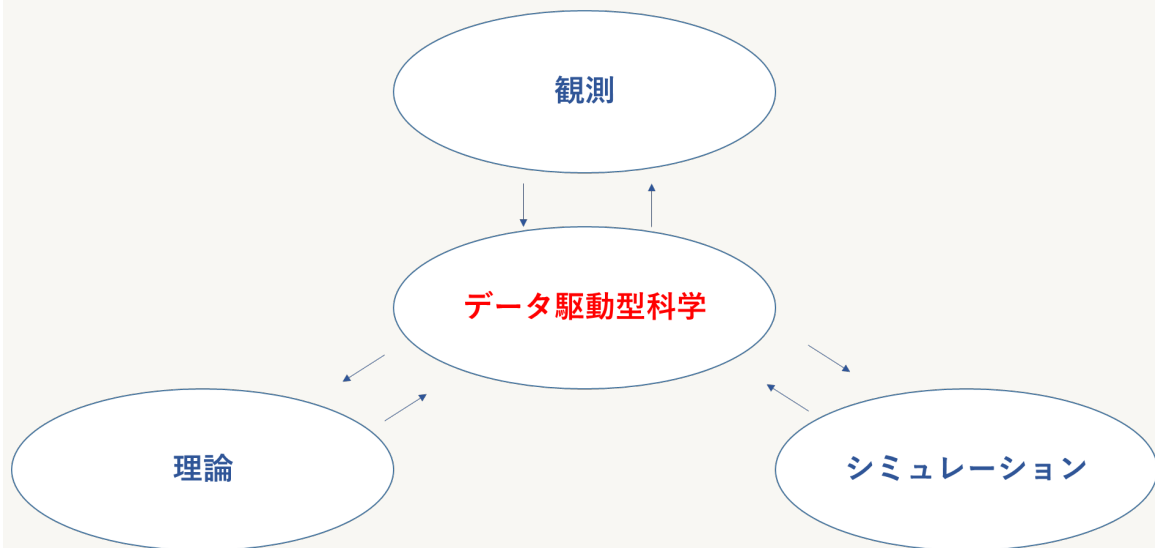
提案手法による予測値



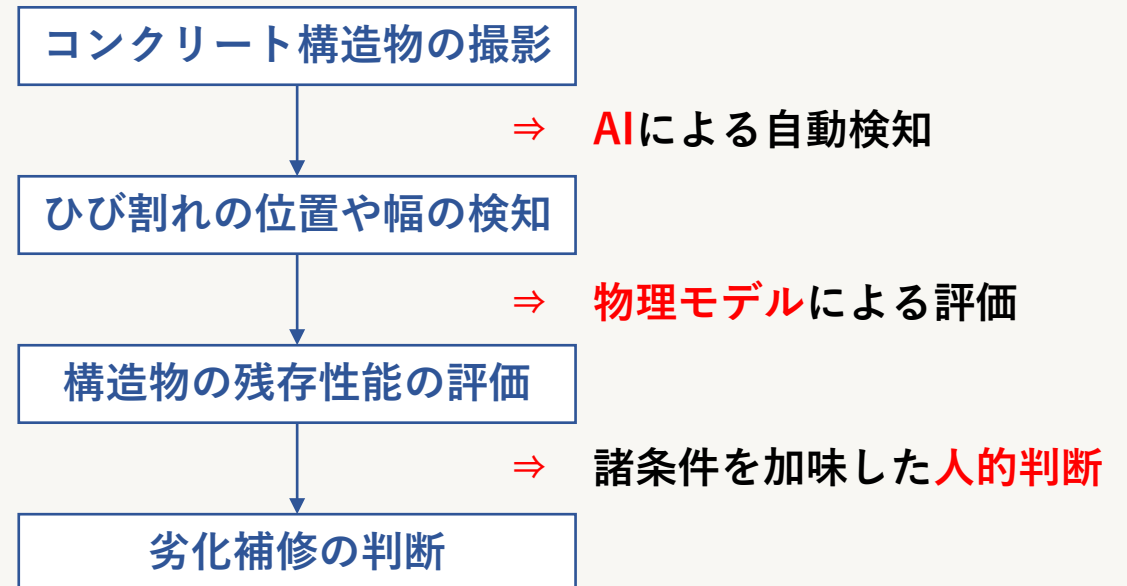
AI手法と非AI手法の協調

- AIの得意な分野・AIに任せられる分野はAIへ
- 従来の知見を活かすべき分野・人間の判断が必要な分野は非AIへ

要素技術レベルでの協調イメージ



業務フローレベルでの協調イメージ

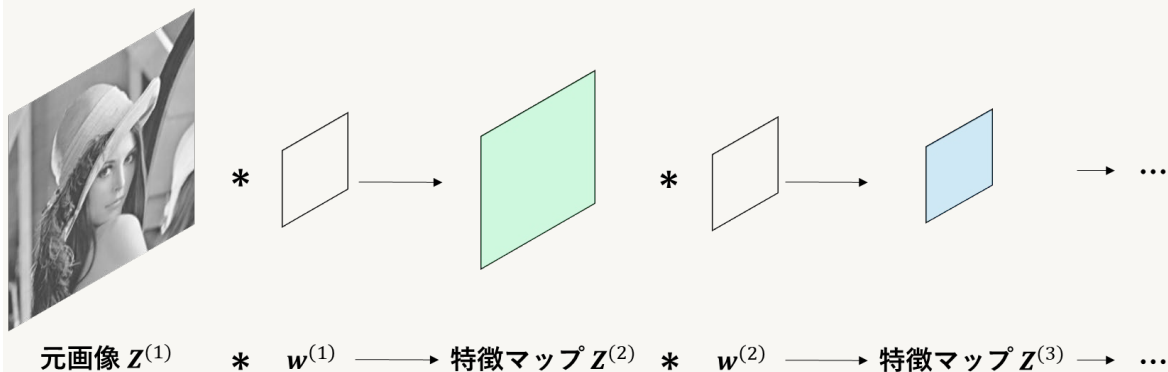


AIの得意な分野と役割

データ科学の本質＝膨大なデータ・複雑なデータ間に内在する規則・関係性の抽出

⇒ 自然や社会に対する知見の創出や、社会的課題の解決のための新たな選択肢としての確立を期待

画像内の重要な特徴の抽出（畳み込みNN）



現象に内在するパターンの推定（動的モード分解）

