

時間的・空間的にまばらな観測による 小領域全体の推定

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

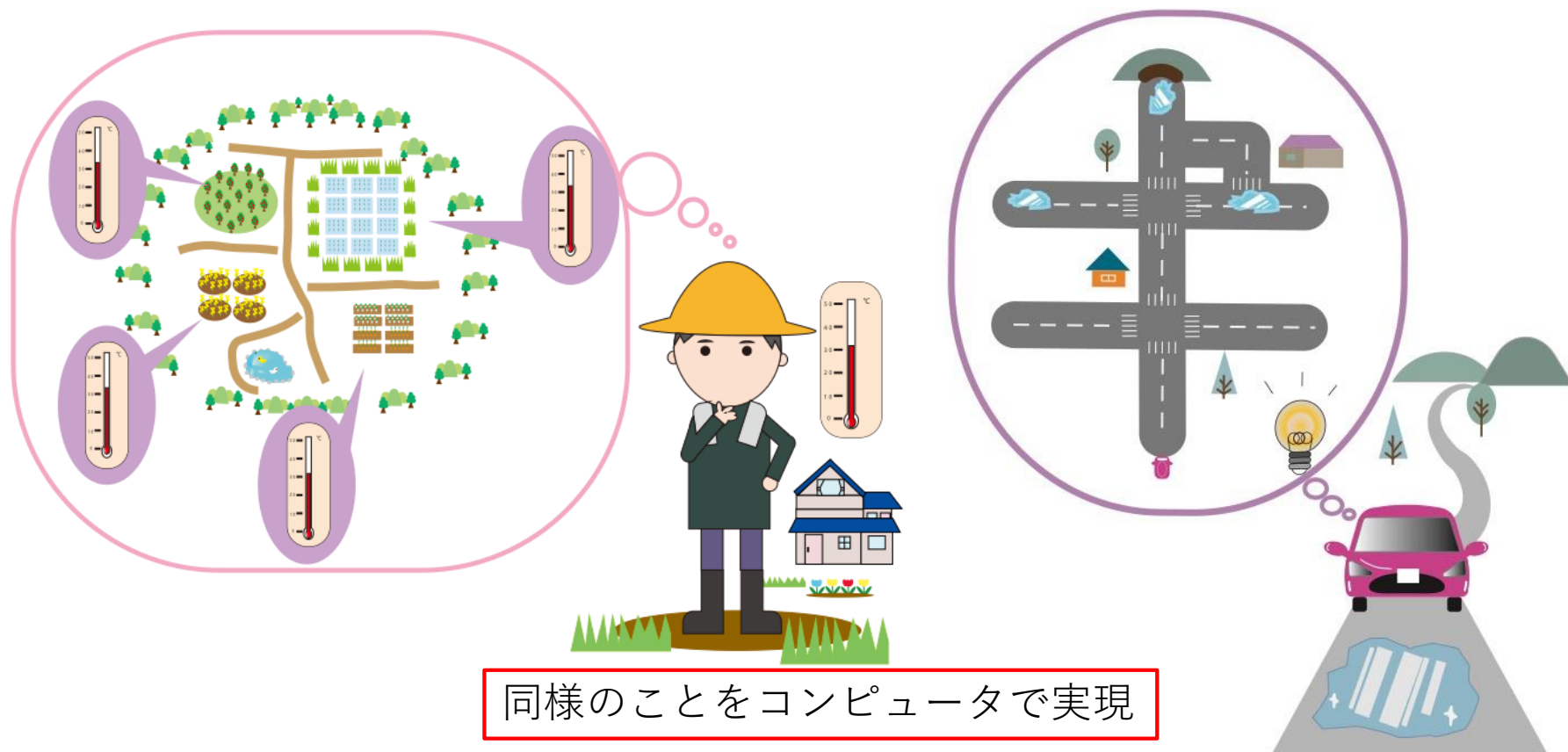
准教授 羽倉 淳

M1 清水拓海

2023年2月16日

本研究の概要

人間は、よく知っている場所であれば、一箇所の観測から多くの情報を推測可能！



説明内容

- 類似技術との比較
- 推定のための準備
- 隣接区画間の推定量間の関係の学習
- 観測による領域内推定
- 予測による領域内推定
- 推定実験
- 予測実験
- 今後の課題など

類似技術との比較

	対象	センシング	計算方式・コスト	精度	学習	空間の性質
提案手法	微小規模から大規模	学習時：多 推定時は1点から	隣接関係の学習 学習時：高 推定時：低	センシング点数に依存	必要 (詳細多量のデータ)	断続的 and/or 連続的
空間内挿法 (クリギング)	中規模	数点から	測定点からの内挿 センシング点数に依存	センシング点数に依存	不要 (空間に関する事前知識が必要)	連続的
物理モデル	大規模	多数	物理モデルによる計算 かなり高	高精度	不要 (物理モデルが必要)	連続的

準備

1. 推定対象となる値・領域を決定
2. 領域を区画に分割（現在手作業）
3. 区画間の隣接関係を定義（現在手作業）
4. 全区画のデータ収集
5. 隣接区間間の関係の学習

領域の区画化と隣接区画の定義



- 推定対象に影響を与える属性が同じになるよう分割
- 区画内は同じ測定値を持つと仮定
- 区画の大きさ・形状は任意
- 各区画について隣接区画を定義（離散地でも可）
- 現在は均等に分割

全区画のデータ収集

全ての区画にセンサー設置



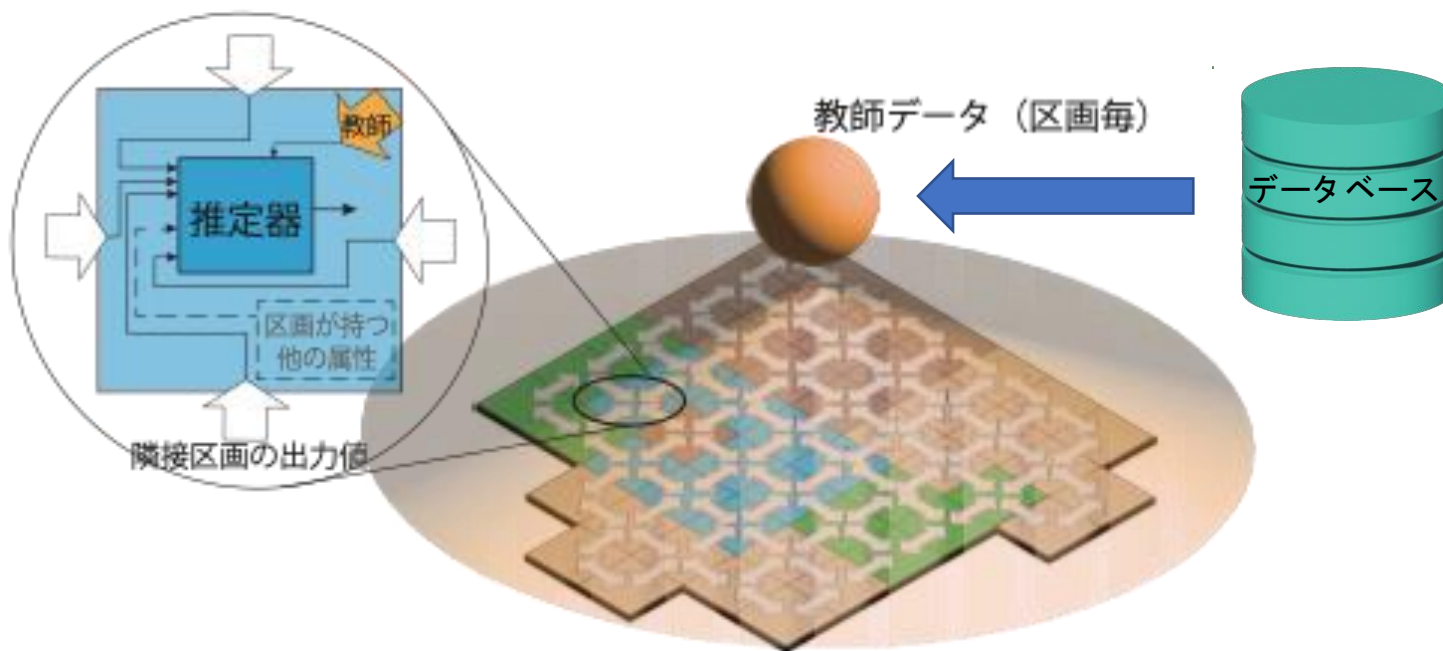
データ収集



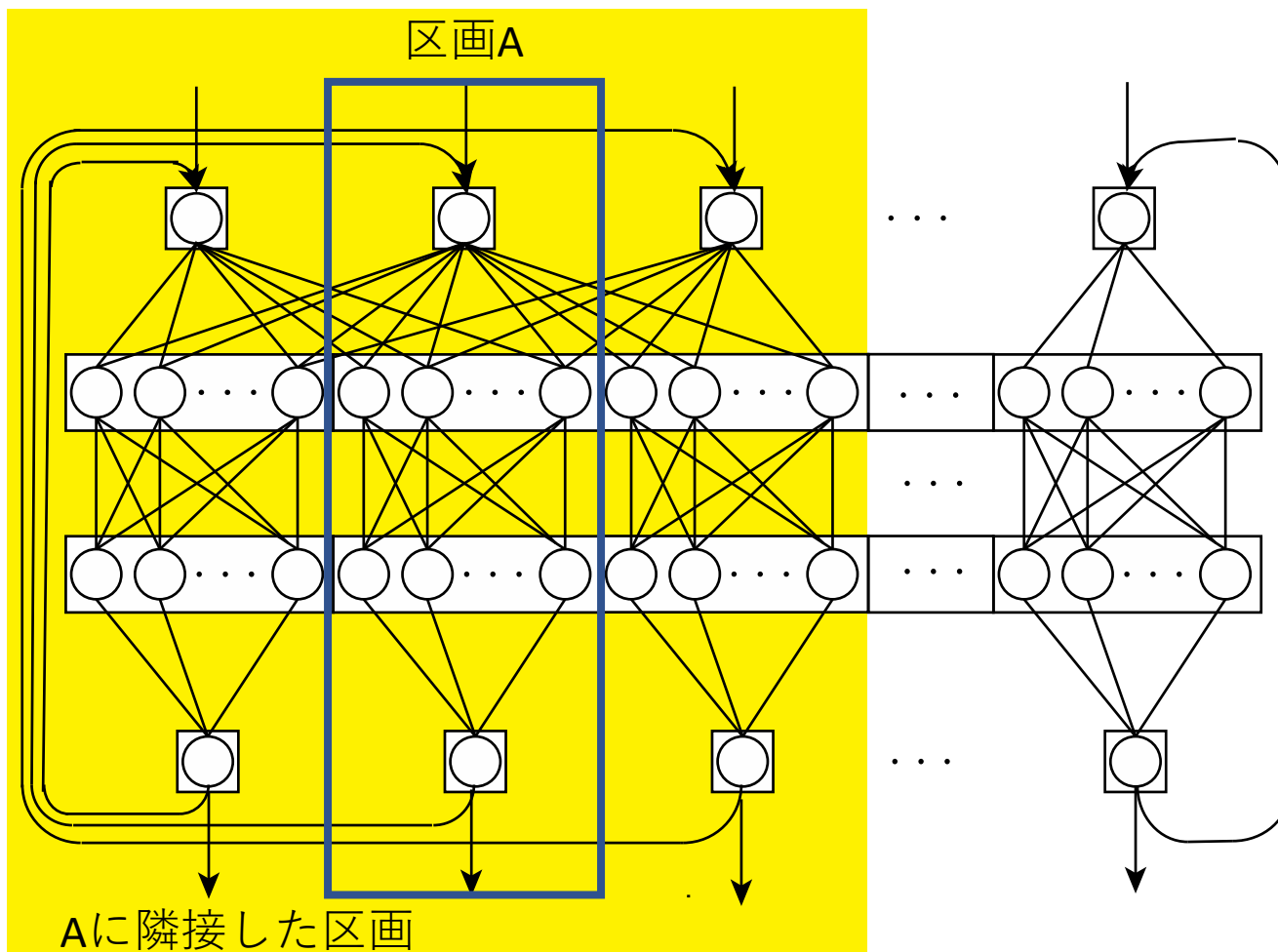
- 区画の隣接関係を学習するために必要
- 領域内の全ての区画にセンサ設置
- 十分にデータを収集後は**センサーを撤収可能**
- 将来的には、データ収集を不要に！

隣接区画間関係の学習

- 収集したデータをもとに，隣接区画間の関係を学習
- 各区画には，推定器が割り当てられ，隣接する区画の推定器の出力を入力として推定値を出力

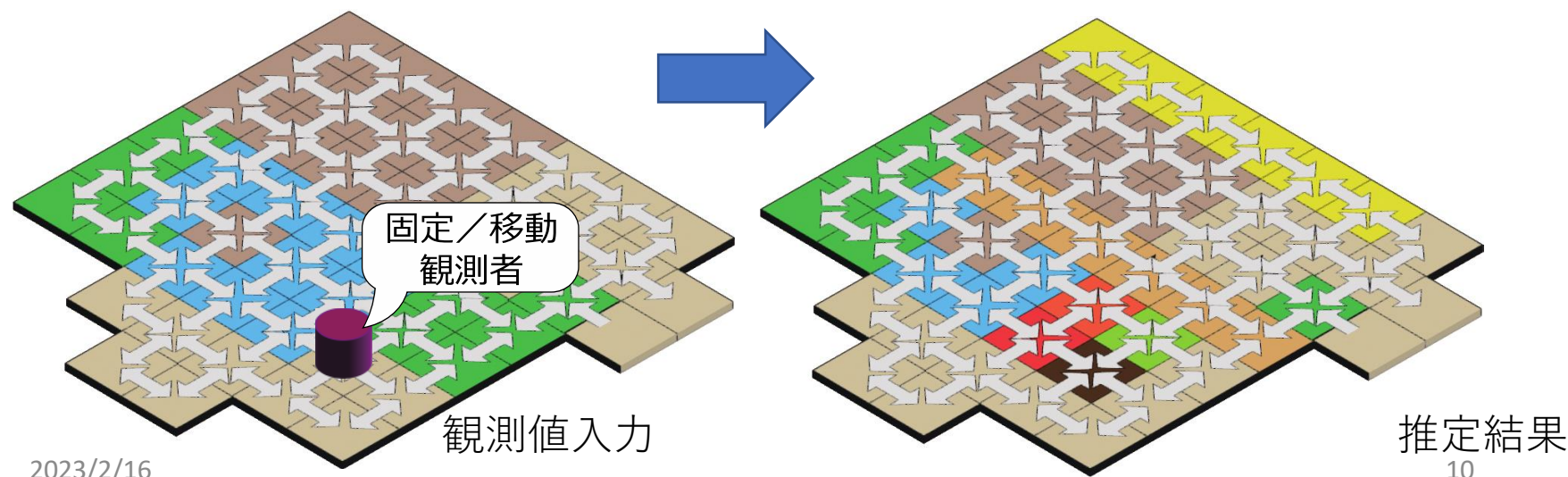


推定器の一例



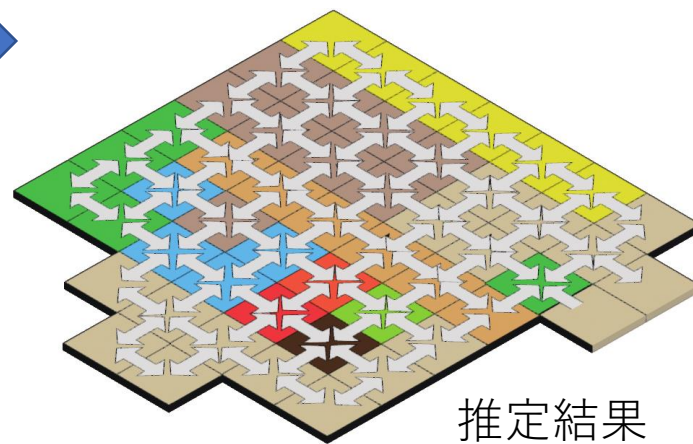
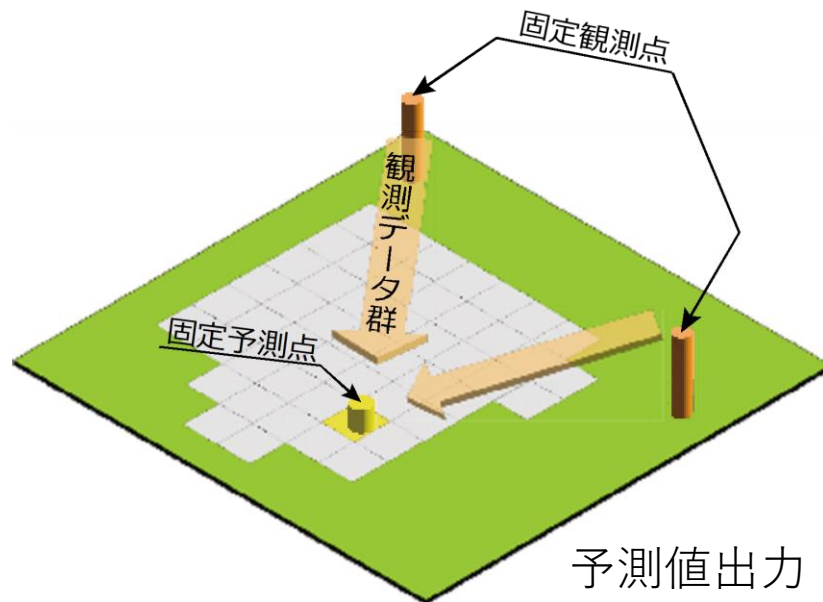
観測による領域の状態値推定

- 学習後は、領域内の**最低一区画**の観測値が得られると、**領域全体**の値を推定可能
- 観測は、領域内の任意の点で**単発的**、**非同期**単発・多発的に実施可能（推定精度に影響あり）

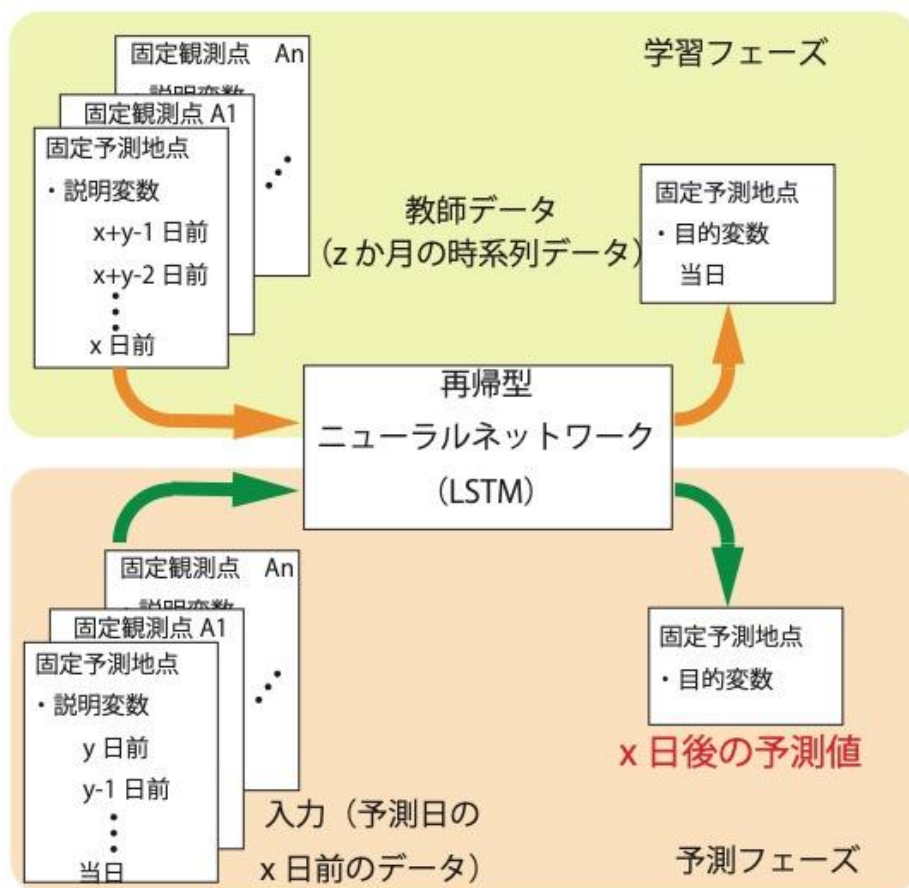


予測による領域の状態値推定

- 定常的に状態量を観測する地点がある場合，領域内の定点の値を予測
- 予測値を観測値として利用することで，領域内の全ての区画の値を推定

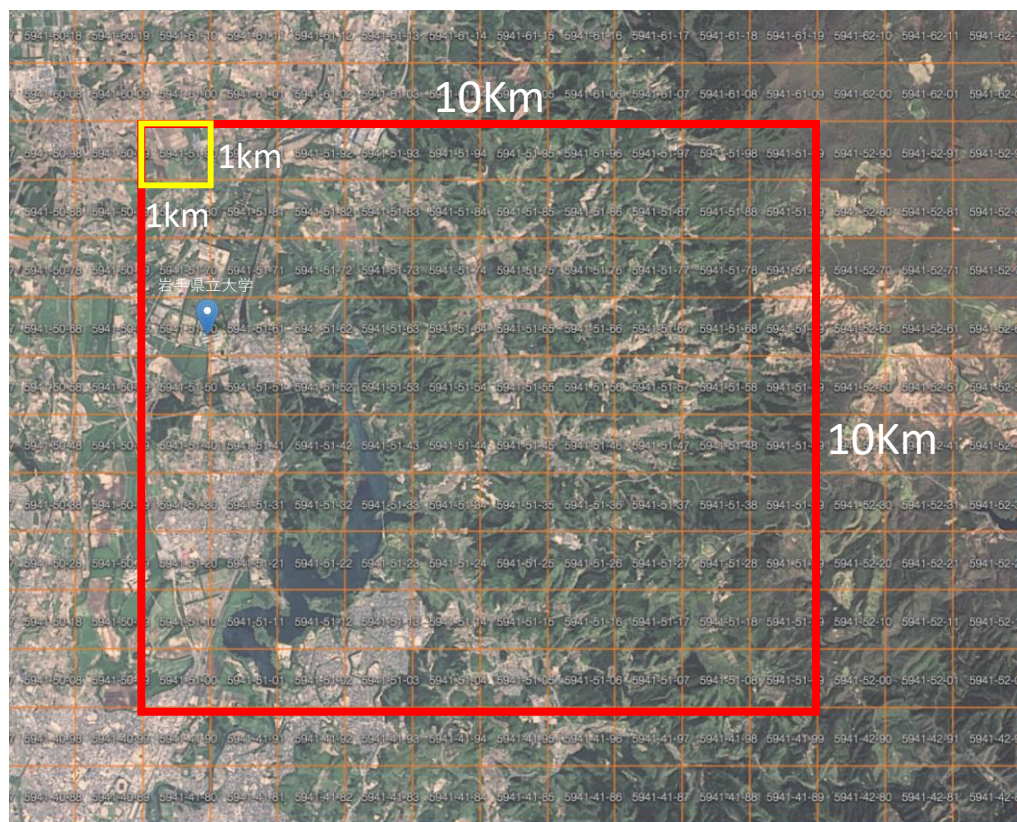


状態値予測器の例



- LSTM,GRUなどの再起型ニューラルネットワークを利用
 - 学習フェーズ
 - x日後の目的変数を予測
 - y日間のデータから予測
 - 目的変数と遂になる説明変数の数ヶ月分の時系列データ
 - 予測フェーズ
 - Y日分の説明変数群の時系列データを入力とし、x日後の目的変数の時系列を予測

推定に関する実験設定

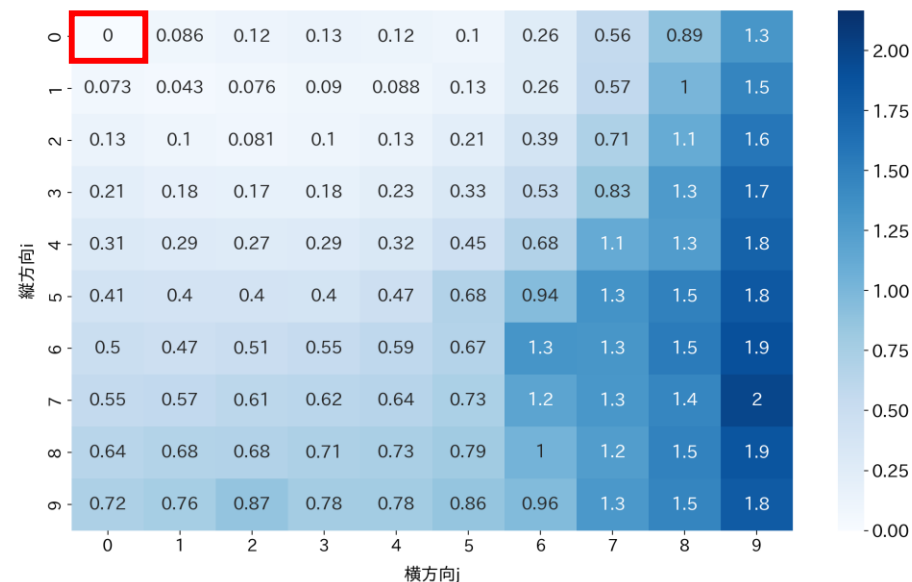


- 左図の10Km四方の領域の気温を推定
- 農研機構提供の1 kmメッシュ農業気象データを利用
- 実験条件
 1. 学習後の測定点数
 2. 学習時期
 3. 推定順序

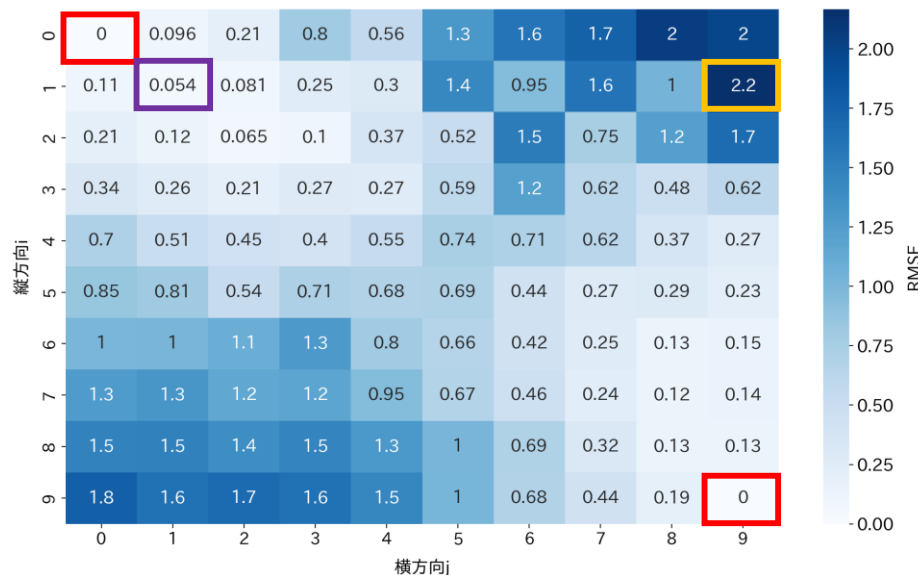
実験 1 : 入力測定点数による 推定結果への影響

左図：2018-01-01 02:00から2018-02-01 02:00までの1ヶ月の1時間おきのデータで学習後，2018-01-08 02:00から2018-02-15 02:00までの1週間について 0 の区画のみ測定．右図：2018-01-01 02:00から2018-01-03 02:00の3日間の1時間おきのデータで学習．2018-01-04 02:00から2018-01-05 02:00の1日を推定．区画ごとのRMSEをヒートマップとして表示

1 区画で気温毎時測定



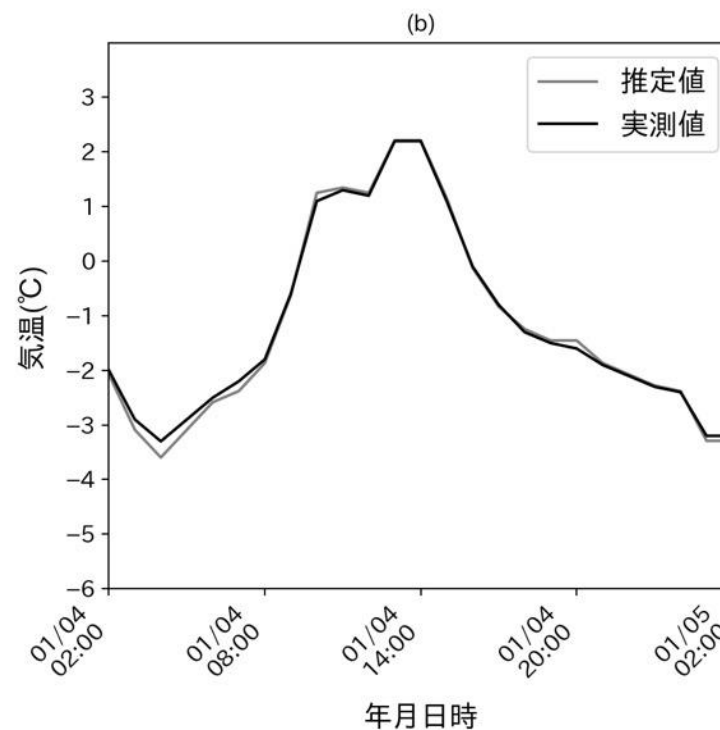
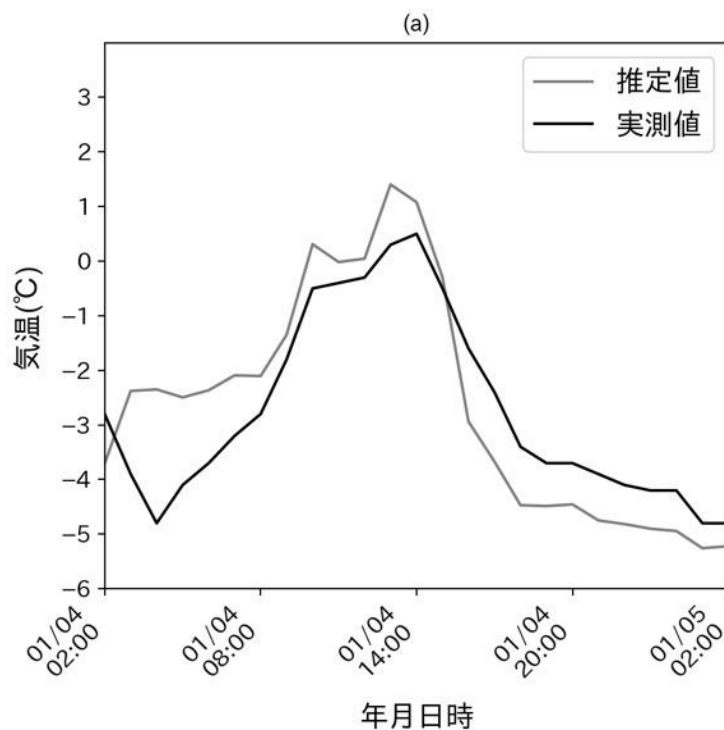
2 区画で気温毎時測定



実験 1 - 補足：1日の推定結果 (worst区画とBest区画)

Worst 区画

Best 区画

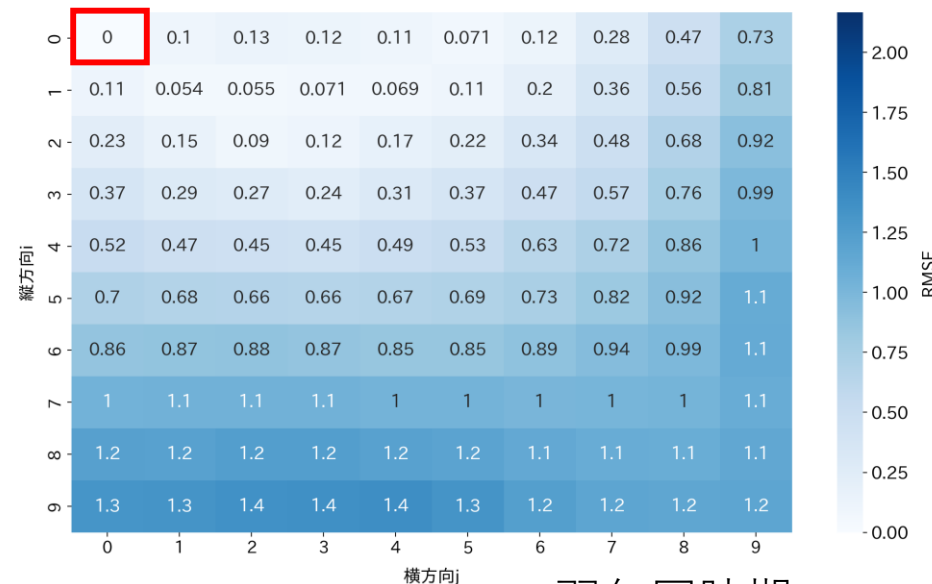


実験 2 : 学習データの時期による 推定結果への影響

2018-01-01 02:00から2018-02-01 02:00までの1ヶ月の1時間おきのデータで学習後, 2018-01-08 02:00から2018-02-15 02:00までの1週間と推定期間が翌年の2019-01-01 02:00から2019-02-08 02:00までの1週間について □ の区画のみ測定. 区画ごとのRMSEをヒートマップとして表示



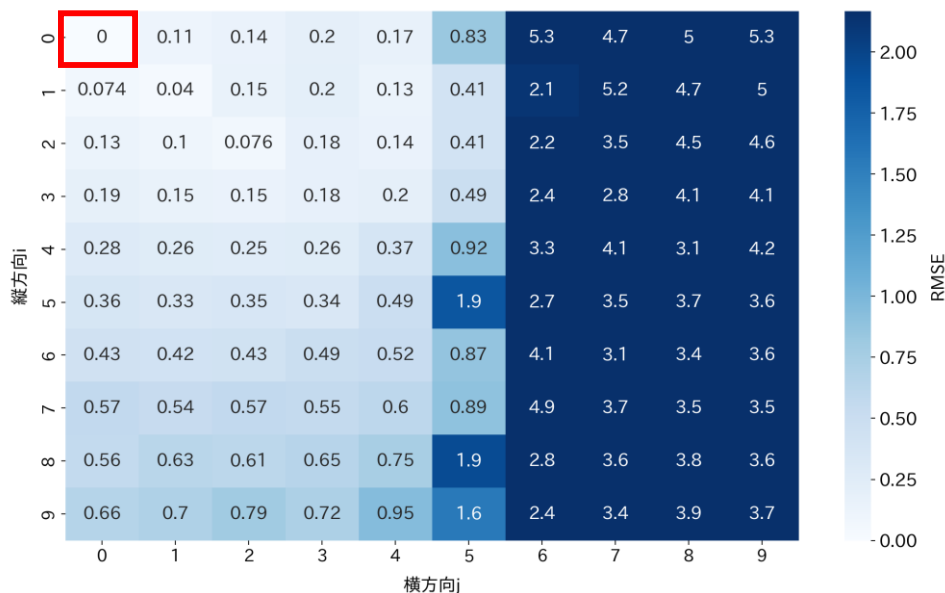
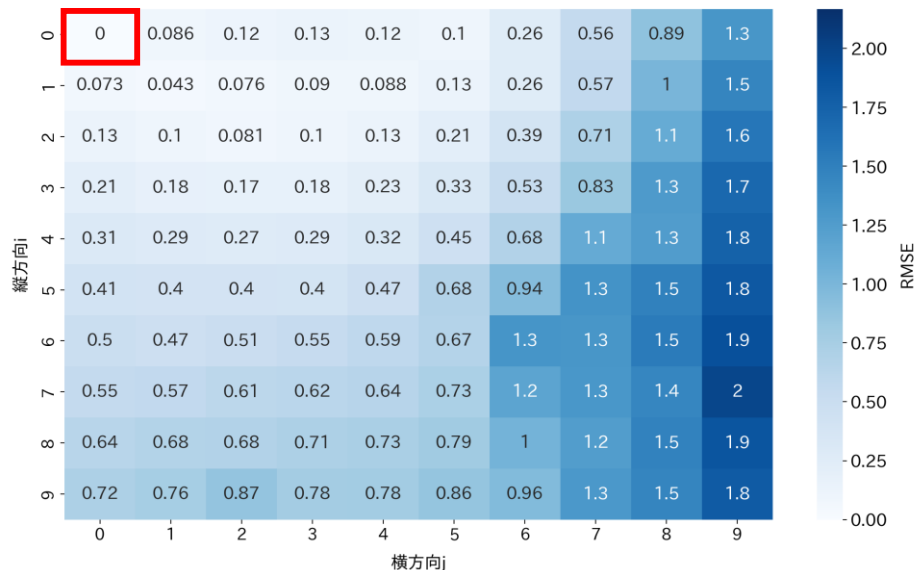
同年別時期



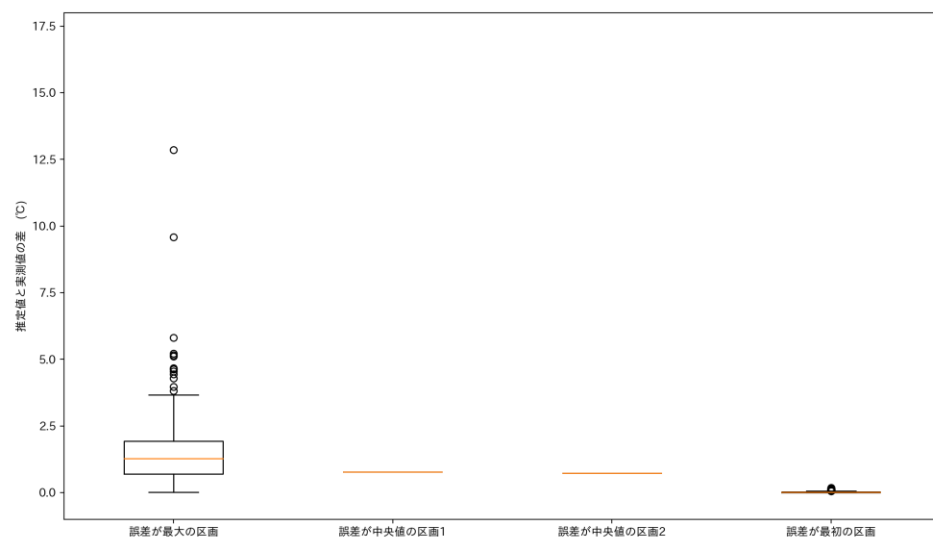
翌年同時期

実験 3 : 時間経過に準じた推定と ランダム推定の比較

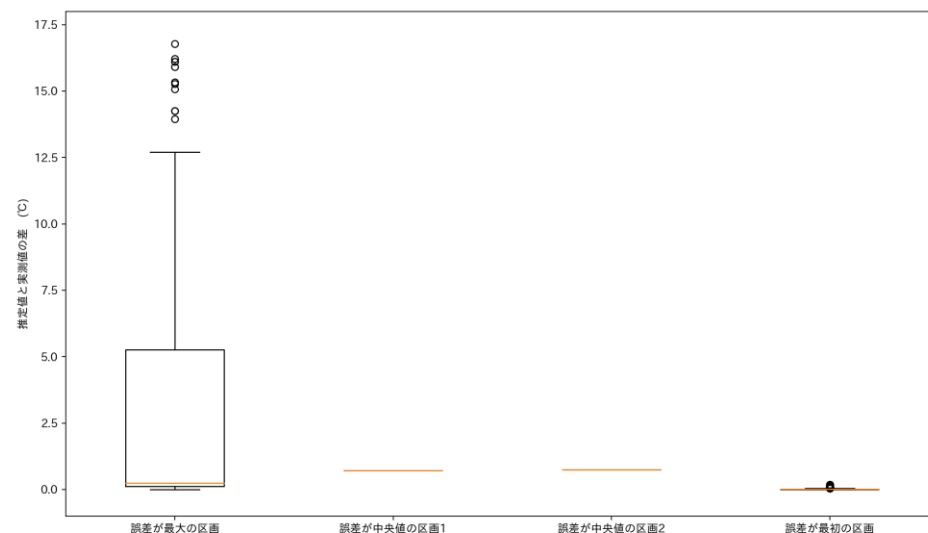
2018-01-01 02:00から2018-02-01 02:00までの1ヶ月の1時間おきのデータで学習後, 2018-01-08 02:00から2018-02-15 02:00までの1週間連続して推定した場合と, 日数を同じくしてランダムに入力した場合の違い



実験 3 -補足：誤差範囲

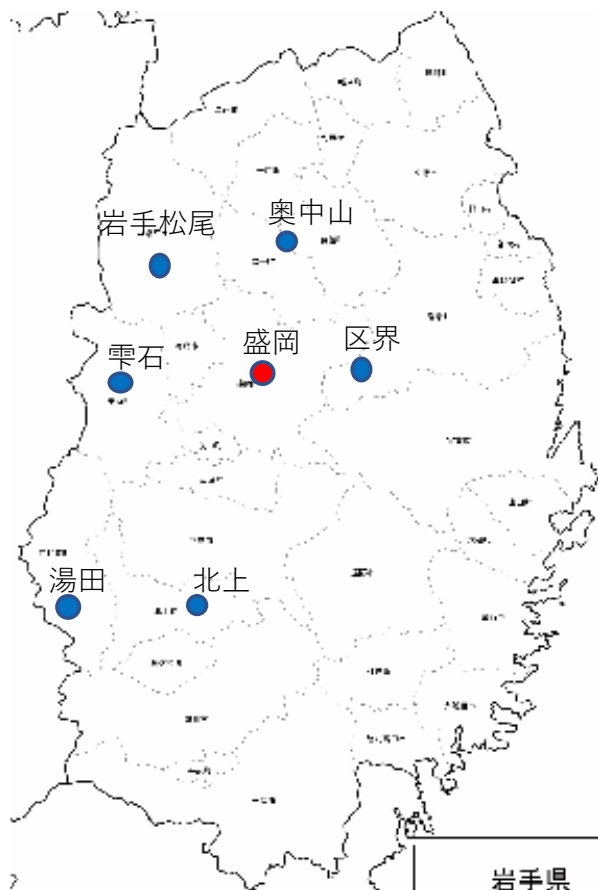


時系列を考慮した順序で測定値入力



ランダムな順序で測定値入力

予測に関する実験設定

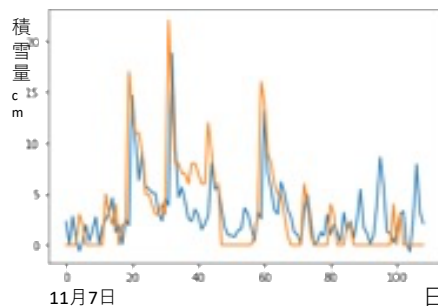


- 左図の 7 箇所の観測点の降雪量，平均・最高・最低気温，日照時間，平均風量を 7 日分，1 時間ごとの時系列データを入力
- 7 日後の盛岡，雫石の日最深積雪を予測
- 気象庁提供の気象データを利用

予測に関する実験結果

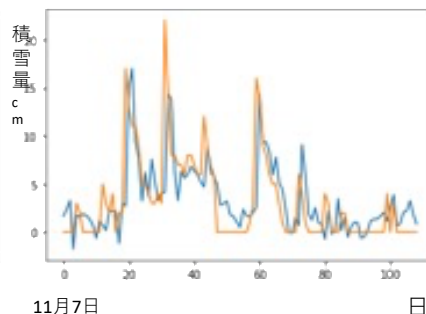
7日後の予測（盛岡）

直近1年分のデータで学習



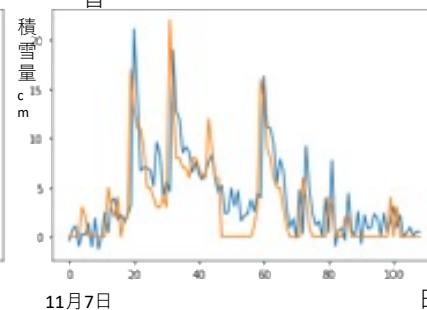
! " # \$ % * & ' () ! " # \$ % * & - ,

直近3年分のデータで学習



! " # \$ % * & ' () ! " # \$ % * & % ,

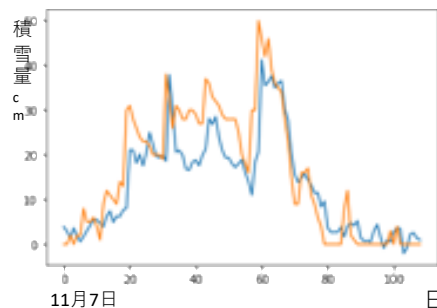
直近5年分のデータで学習



! " # \$ % * & / () ! " # \$ % * & / ,

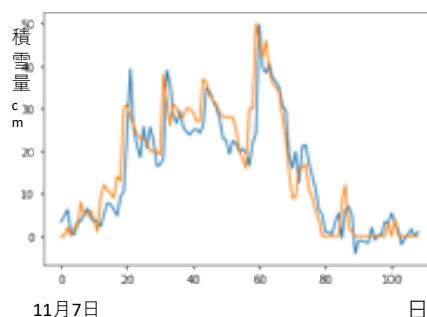
7日後の予測（雫石）

直近1年分のデータで学習



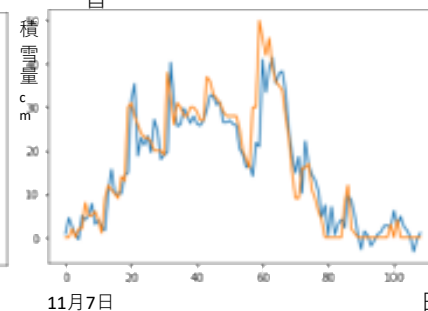
! " # \$ % * & ' () ! " # \$ % * & - ,

直近3年分のデータで学習



! " # \$ % * & ' () ! " # \$ % * & - ,

直近5年分のデータで学習



! " # \$ % * & ' () ! " # \$ % * & - ,

想定される利用法

- 想定される利用例
 - 気温，湿度推定，日射量などの気象推定・予測
 - 事業所内，ハウス内，畜舎などの室内環境推定
 - スキー場内の詳細な積雪深推定・予測
 - 道路の渋滞推定，凍結推定など
 - 地域ごとの児童数推定，人流推定
- 一般的には
 - 領域内の特微量の推定・予測（詳細な区画の推定・予測，常時計測が困難な場所など）
 - 上記情報の提供サービス

実用化に向けた課題

- 現在は、最も簡単な状況で今回示した程度の精度での推定が可能なところまで確認
 - より多くの地点における検証
 - 現実的な状況への適用可能性の検証
 - 推定精度向上のための教師データ条件（数，時期等）の検討
 - 測定地から遠方での推定精度悪化防止策の検討
 - 予測と推定を組み合わせた場合の予測精度の検証
- 実測に基づく推定実験

今後の研究開発の展望

- 「準備」の工程の自動化
 - 領域を区画に分割（現在手作業）
 - 区画間の隣接関係を定義（現在手作業）
 - 学習データの収集，学習なしの推定器実現
- 3次元空間への拡張
 - 室内・屋内環境
 - 大気中の物質推定などへの応用

企業への期待

- 実際の事業所等内での実地における検証場所の提供
- センシング・通信の技術を持つ企業様との共同研究を希望
- その他，どんなことでもご相談ください

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 ：
推定システム、モデル学習システム、推定
方法、モデル学習方法、プログラム
- 出願番号 ：特願2022-190084
- 出願人 ：公立大学法人岩手県立大学
- 発明者 ：羽倉 淳、清水拓海

お問い合わせ先

公立大学法人岩手県立大学
研究・地域連携本部 研究・地域連携室

TEL 019-694-3330

FAX 019-694-3331

e-mail re-coop@ml.iwate-pu.ac.jp