

独立成分分析を用いたサポートベクター回帰による前日日射予測の検討

高松尚宏¹、大竹秀明^{1,2}、大関崇¹
 1産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、
 2気象庁 気象研究所

1. 研究背景

- 太陽光や風力などの変動性再生エネルギー（VRE）の送電系統への導入が世界中で拡大
- 系統運用者（TSO）は、需要とVRE発電の残差需要を補償できるように、需給調整市場にて調整用電源を前日以前の段階で調達
- 調整用電源の調達量の決定に、VRE発電の予測誤差（ 3σ 誤差）を用いることが日本でも検討されている^{*1}
- 効率的な系統運用のために、調整用電源の調達コストの抑制が必要

VRE発電予測の平均的な精度に加え、大外しを抑制した日射予測技術の開発が必要

*1 資源エネルギー庁、再エネ予測誤差に対応するための調整力確保費用（access on 22 October 2021）, https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/022_03_00.pdf

- 1-3日前の段階において、数値気象予報（NWP）による日射予測が比較的優位
- NWPデータの後処理に機械学習をもちいることで、空間解像度等に起因する誤差を補正し精度改善が可能
- しかし、NWPには予報外れが生じるため、そのようなノイズに対しても大外しを抑制できる頑健な予測モデルを構築する必要

本研究では、日射予測の大外し（ 3σ 誤差）抑制を目的として、サポートベクター回帰（SVR）に以下の手法を適用

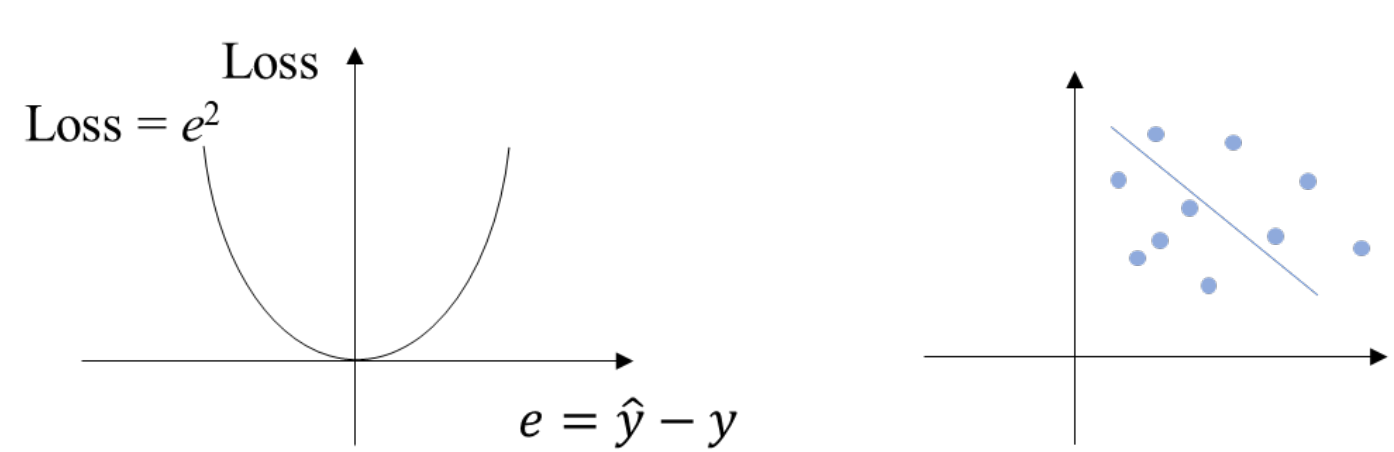
- 独立成分分析（ICA）による次元削減
- 分位点回帰をもちいた分位点予測値の出力

関東地域のエリア平均日射予測を実施、各手法の有効性を検討

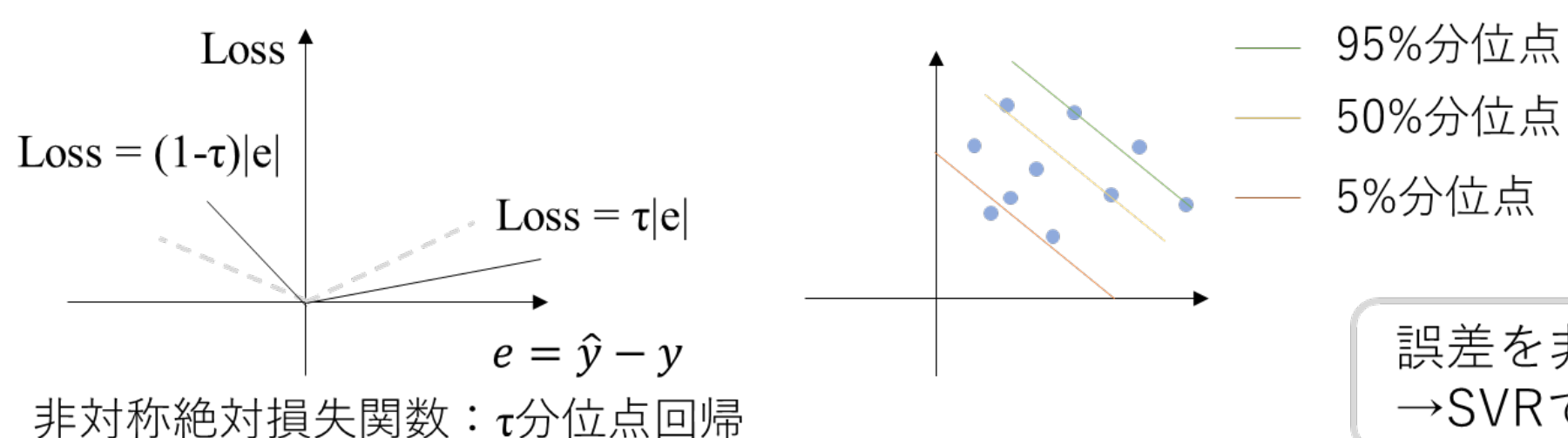
2. 研究手法

分位点回帰

最小二乗法：誤差の二乗和を最小化する回帰曲線を決定（平均相当）



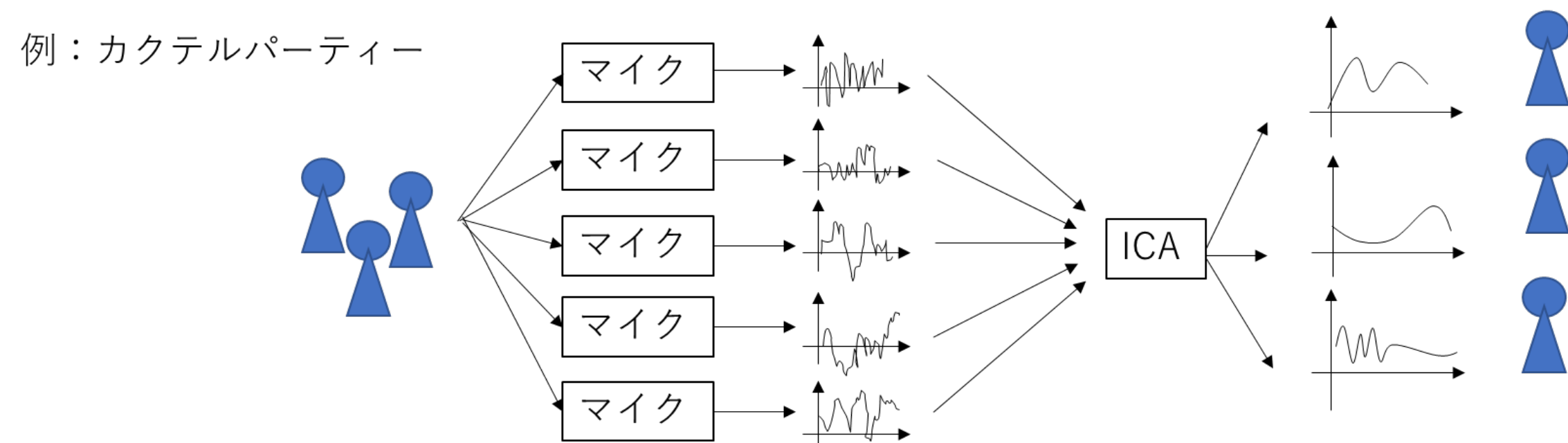
分位点回帰：誤差に重みをつけて損失を評価し分位点を推定



誤差を非対称絶対損失関数で評価 → SVRで分位点回帰が可能

独立主成分分析

- 多数の観測データが直接観測されない少数の独立な信号源から構成されるときに、信号源を推定する分析手法
- 予測モデルの構成において説明変数の次元削減に用いられる手法のひとつ
- 説明変数の次元削減により、機械学習モデルの表現力を適切な範囲に抑制することが可能

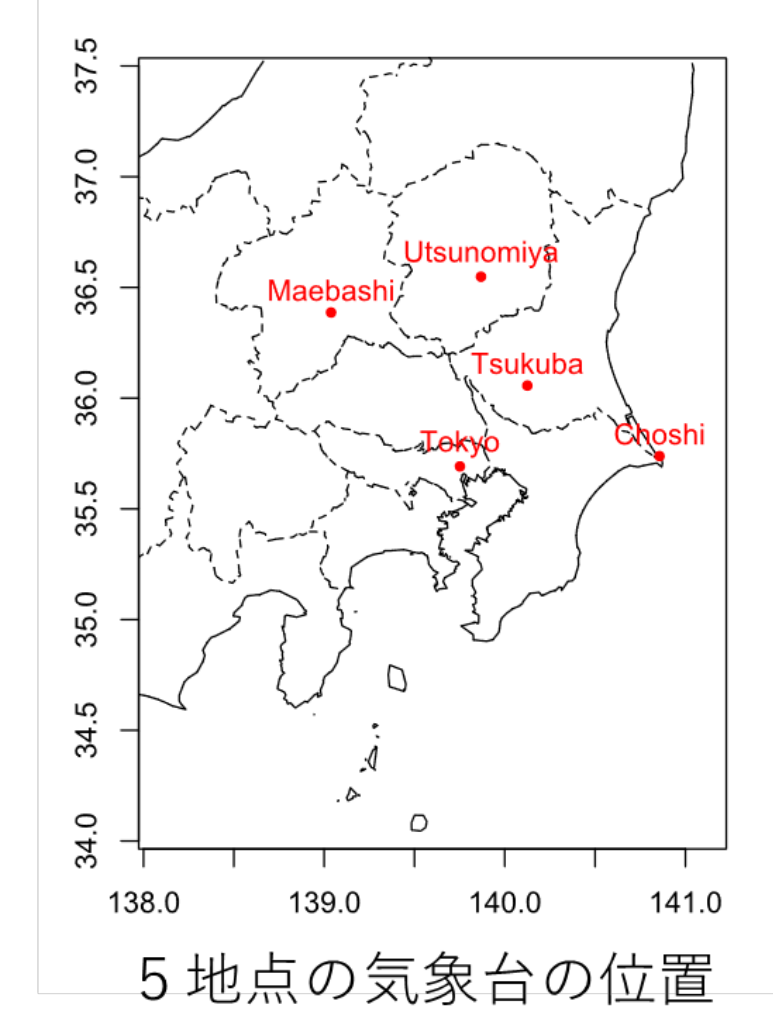


3. データ・評価手法

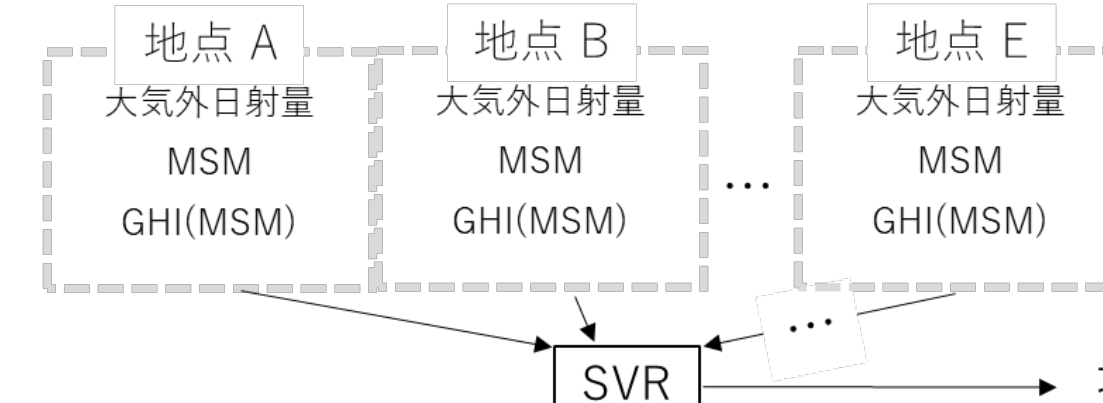
使用データ

対象地点：関東地域5箇所の気象台データ（つくば、宇都宮、前橋、東京、銚子）
 対象期間：2018/06/06 - 2018/10/06

- 説明変数
- 大気外日射量（計算値）
 - MSM-GPVデータ（JST15時）
 - 気温
 - 相対湿度
 - 上層・中層・下層雲量
 - 水平面全日射量（予報値）
- 目的変数
- 水平面全日射量（地上観測データ）



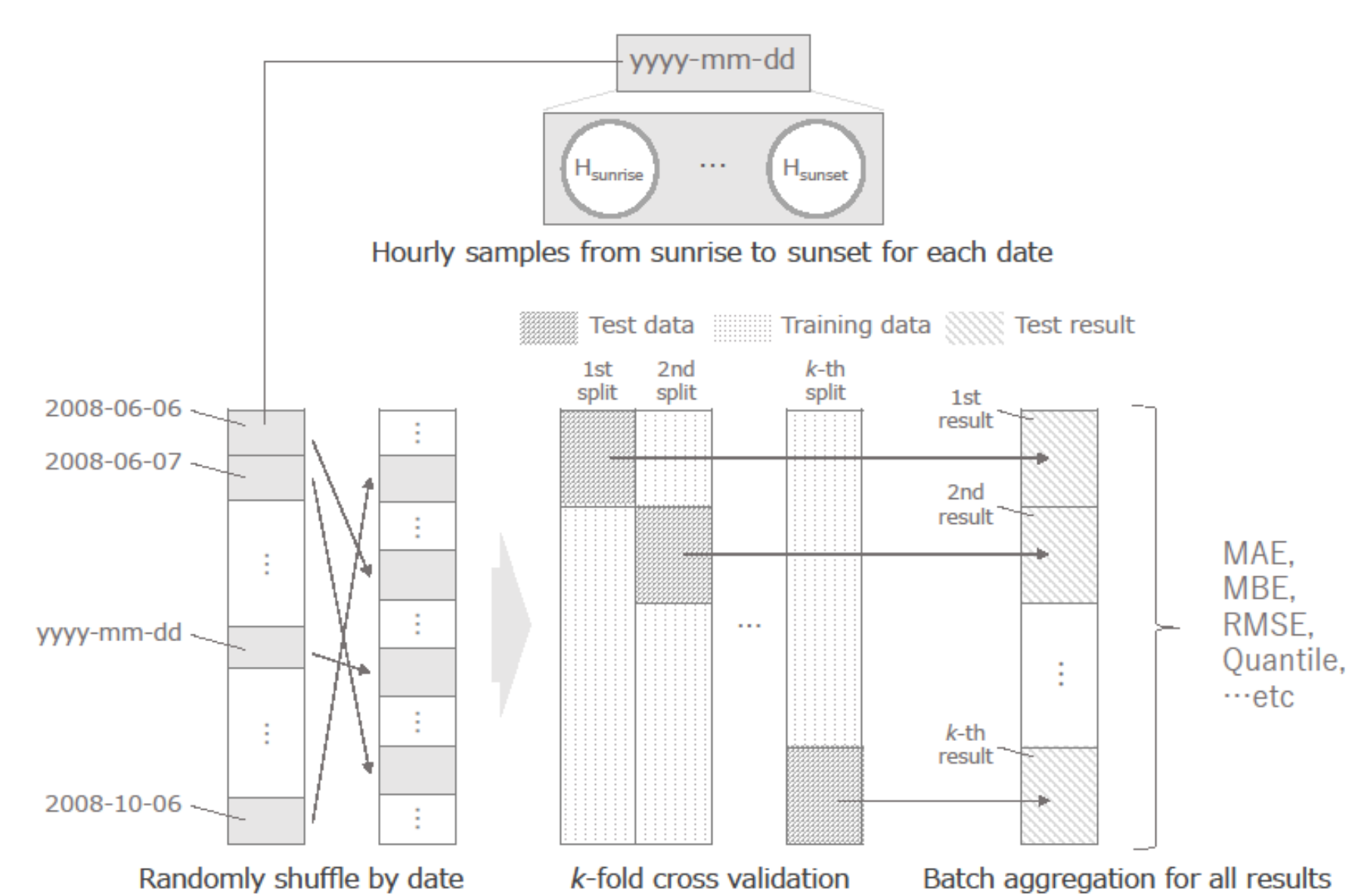
学習機の構成（SVR 1機による地域日射量の直接予測）



SVR → 地域日射量予測

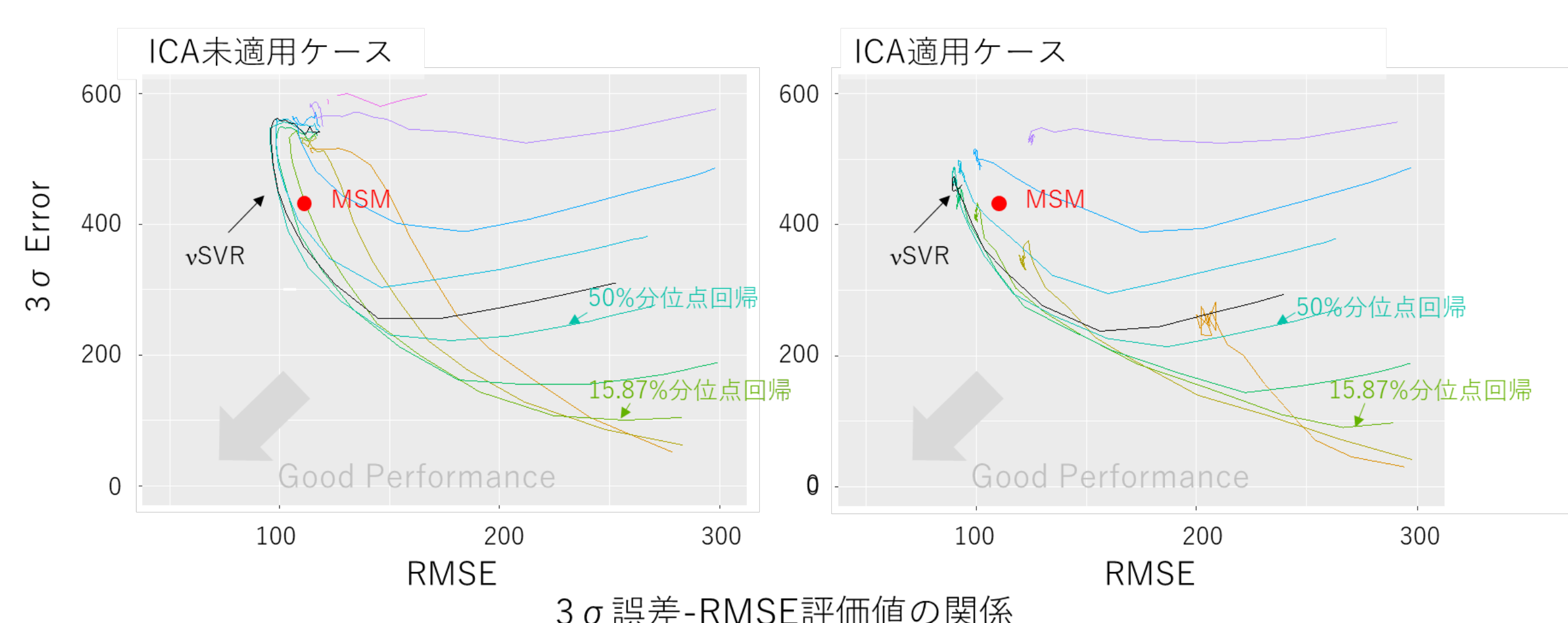
評価手法

- 4-fold交差検証法
- 日付ごとにデータをランダムにシャッフル
- テスト結果を一括して評価・集計



予測評価のデータ処理プロセス

予測結果



- ✓ 次元圧縮により、RMSEと過大な大外しをともに抑制可能
- ✓ 学習が抑制的なモデルでは分位点回帰で日射のより保守的な予測が可能

結論

- 本研究では、ICAと分位点回帰をSVRへ適用することで日射予測の大外し低減可能性について検討
- 関東5地点のエリア平均GHI予測に本研究の予測モデルを適用したところ、ICAによって予測のRMSEと 3σ 誤差の抑制が同時に達成される
- RMSEの増加を許容した場合、分位点回帰を適用することでv-SVRに比較し 3σ 誤差を抑えた保守的な日射予測値が得られる
- オンラインでパラメータを更新するモデルにおいては、モデルの予測誤差が満たすべき性質を設計要件とし、各手法の適用やパラメータ設定を決定するといった運用も可能