

数値気象予測と局所観測データのハイブリッドによる日射強度の日内予測

柿元 満¹, 進 博正¹, 河原 智一¹, 小林 英樹¹, 日下 博幸², 岡田 牧⁴, 秋本 祐子², 高根 雄也³, 池田 亮作², 大高 早苗²

1 東芝研究開発センター,

2 筑波大学大学院 生命環境科学研究科

3 独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 大気環境評価研究グループ,

4 日本気象協会

© 2015 Toshiba Corporation

内容

1. はじめに

- 背景、目的

2. 手法

- ハイブリッド
 - ・ (数値気象シミュレーション+地上観測データからの回帰)

3. 結果

- 性能指標(RMSE)比較

4. 議論

- ハイブリッド化の効果

5. 結論

1. はじめに

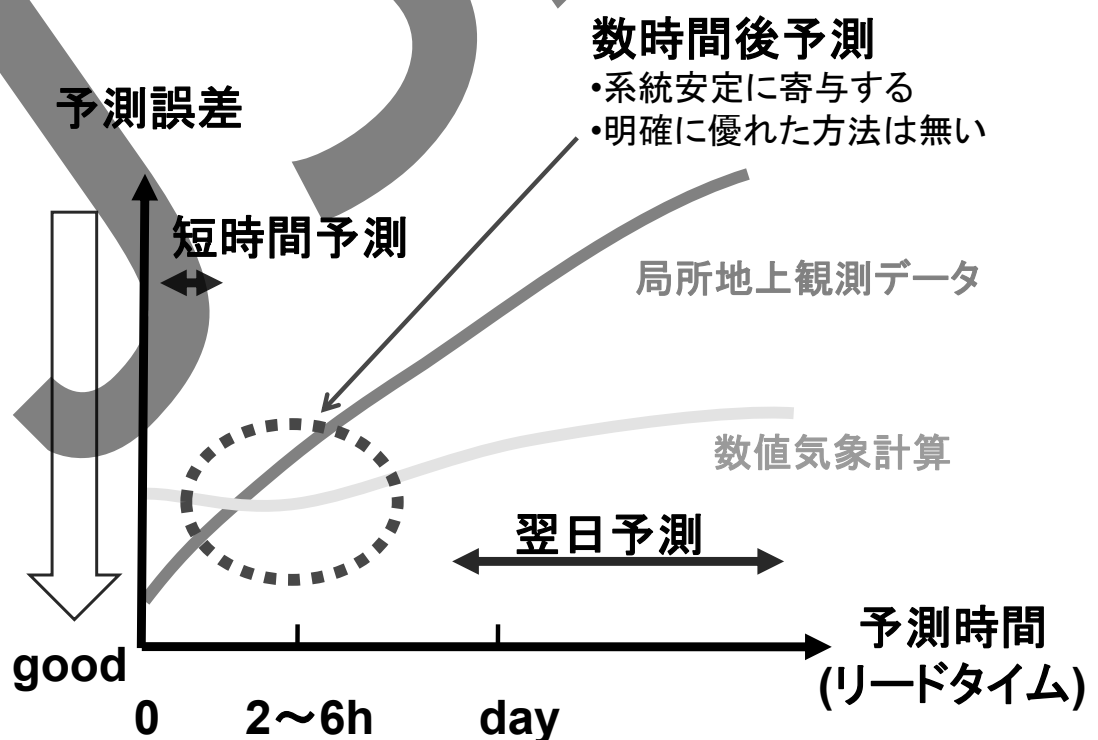
• 背景

- 太陽光発電導入量の増加.
- 出力の不確定性.
- 日内(数時間後)予測は太陽光発電の持つ不確定性を緩和する上で重要.
(例: 火力発電スケジューリング).

• 目的

- ハイブリッド手法の効果評価
 - 数値気象計算(+補正)
 - 局所地上観測データの利用
 - 回帰分析
 - 両者の組み合わせ(ハイブリッド)

1. はじめに: 何故ハイブリッドか?



2. 予測手法:観測データ

- 観測場所

- 東京都府中市 東芝府中事業所内

- データの種類

- 日射強度
- 気温
- 風向、風速

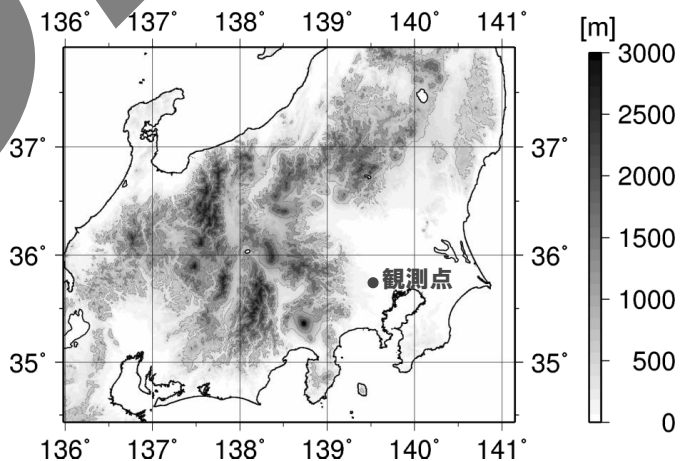
データは毎秒観測されるが10分平均にして利用

- 観測期間

- 2013/04/01 - 2013/09/30

2. 予測手法(1):数値気象シミュレーション

使用モデル	WRF 3.1.1
初期値・境界値	NCEP-GFS + MSM-GPV
入力データ間隔	3hours
空間分解能	2 km
鉛直方向分解能	50層
計算出力時間	気温・日射量 10min それ以外 60min
積分時間	21hours 前日21:00~ 当日18:00
陸面モデル	Noah - LSM
雲物理モデル	WSM6
短波放射モデル	Dudhia
長波放射モデル	RRTM
境界層モデル	MYNN 2.5

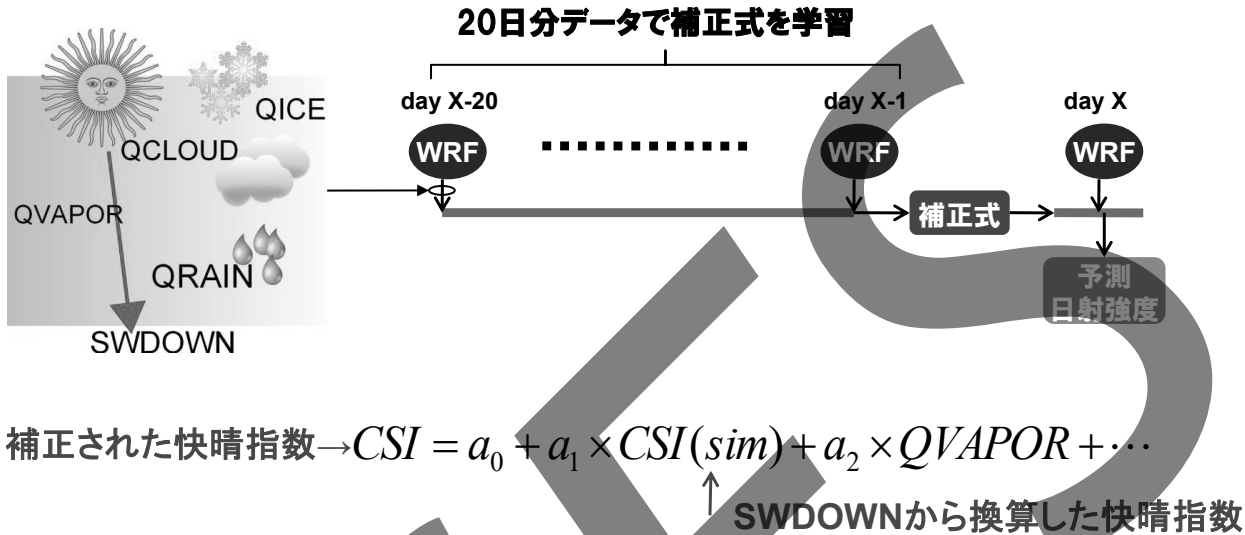


計算対象領域

期間:2013/04/01-2013/09/30

2.予測手法(2):数値気象シミュレーションの補正

- 線形回帰式を用いてWRF数値予測を補正
- 予測日直前の20日分のデータで回帰式を学習
- 日射強度は快晴指数(CSI)に変換してから利用
- 説明変数は
 - SWDOWN,QVAPOR,QICE,QRAIN,QCLOUD



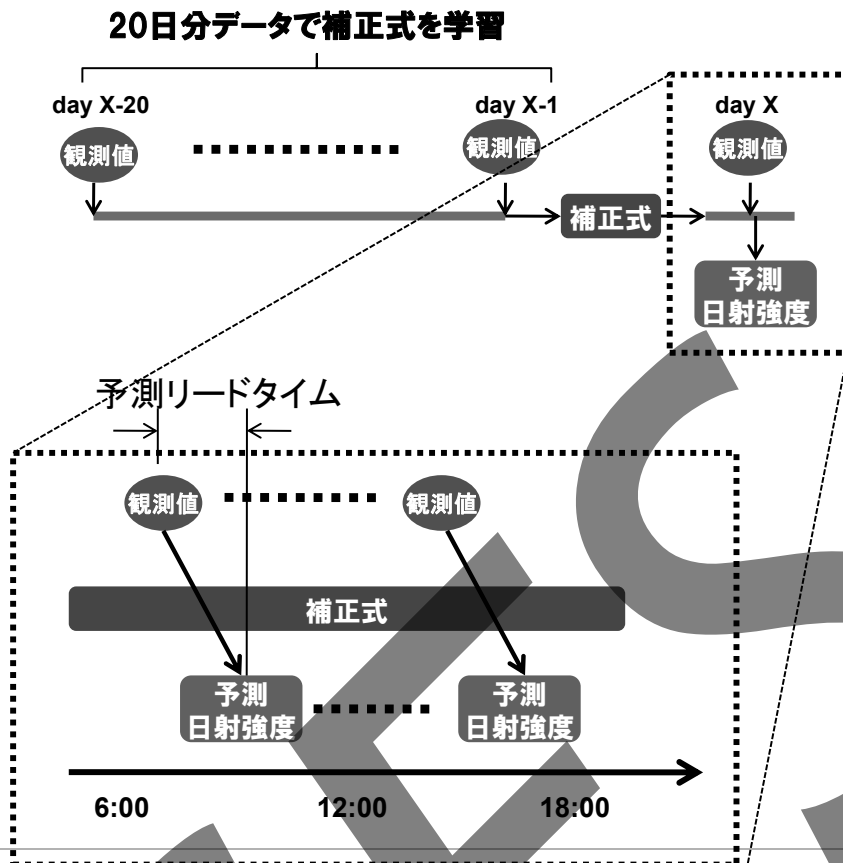
2.予測手法(3):地上観測からの予測 その1

- 線形回帰式を用いて観測値から予測を作成
- 予測日直前の20日分のデータで回帰式を学習
- 日射強度は快晴指数(CSI)に変換してから利用
- 説明変数は
 - CSI、気温、風速・風向

地上観測データから予測される快晴指数 → $CSI = a_0 + a_1 \times CSI(-2H) + a_2 \times Temp + \dots$

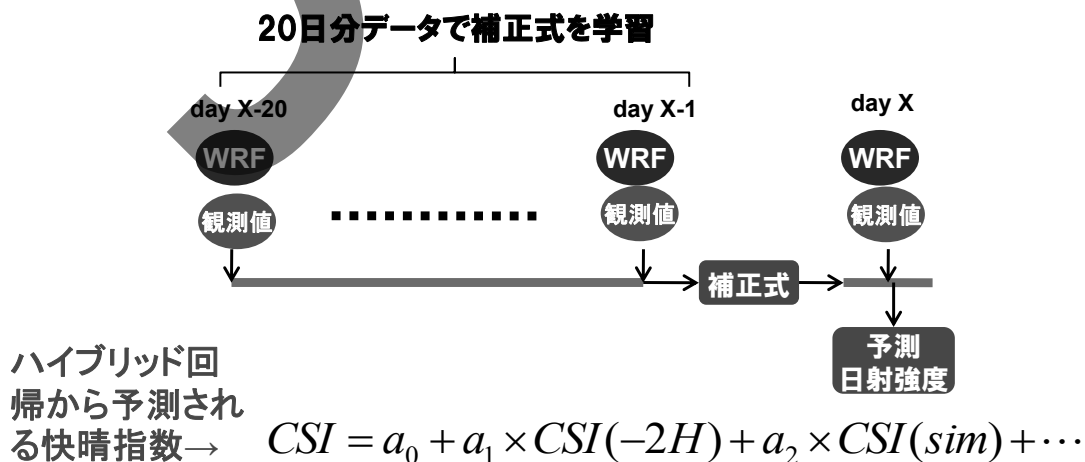
↑
二時間前快晴指数

2.予測手法(3):地上観測からの予測 その2



2.予測手法(4):ハイブリッド

- 線形回帰式を用いて数値気象シミュレーション・観測値から予測を作成
- 予測日直前の20日分のデータで回帰式を学習
- 日射強度は快晴指数(CSI)に変換してから利用
- 説明変数は
 - $CSI(sim), QVAPOR, \dots, CSI(-nH)$, 気温(-nH)、風向(-nH)、風速



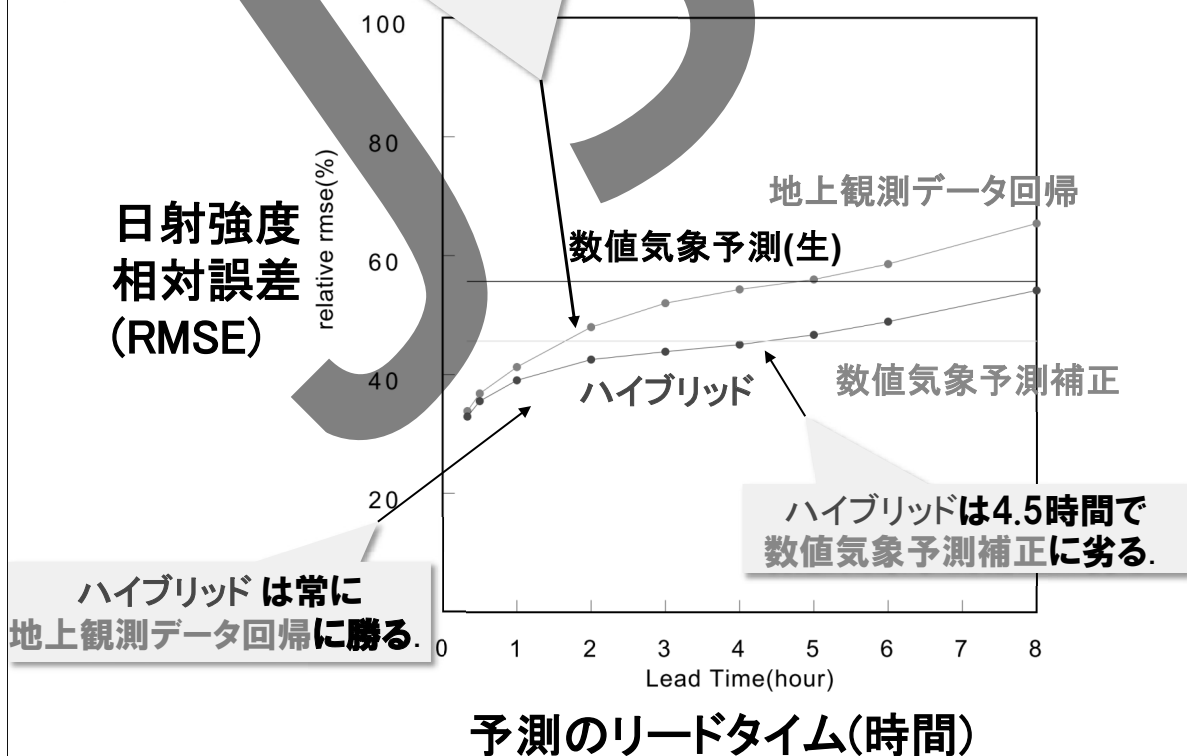
3. 結果 手法のまとめ

名前	種類	予測モデル	説明変数
数値気象予測(生)	翌日	WRF 補正無し	SWDOWN
数値気象予測補正	翌日	線形回帰	SWDOWN, Q-values
地上観測データ回帰	数時間後	線形回帰	局所地上観測データ
ハイブリッド	数時間後	線形回帰	SWDOWN, Q-values, 局所地上観測データ

Q-values: QVAPOR, QRAIN, QCLOUD, QICE

3. 結果: 予測性能比較

地上観測データの価値は約2時間まで。



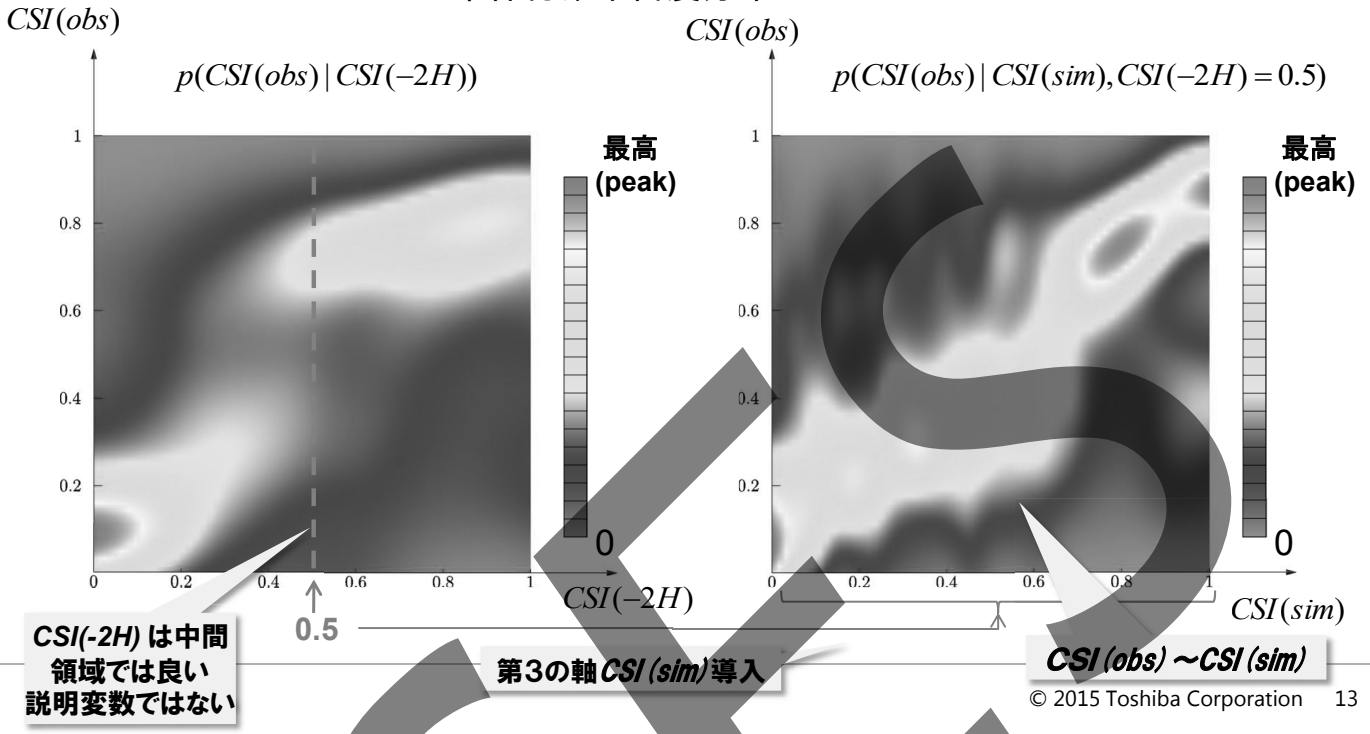
4. 議論:ハイブリッド化の効果

$CSI(obs)$: 観測快晴指数 (Clear Sky Index)

$CSI(sim)$: 数値気象計算

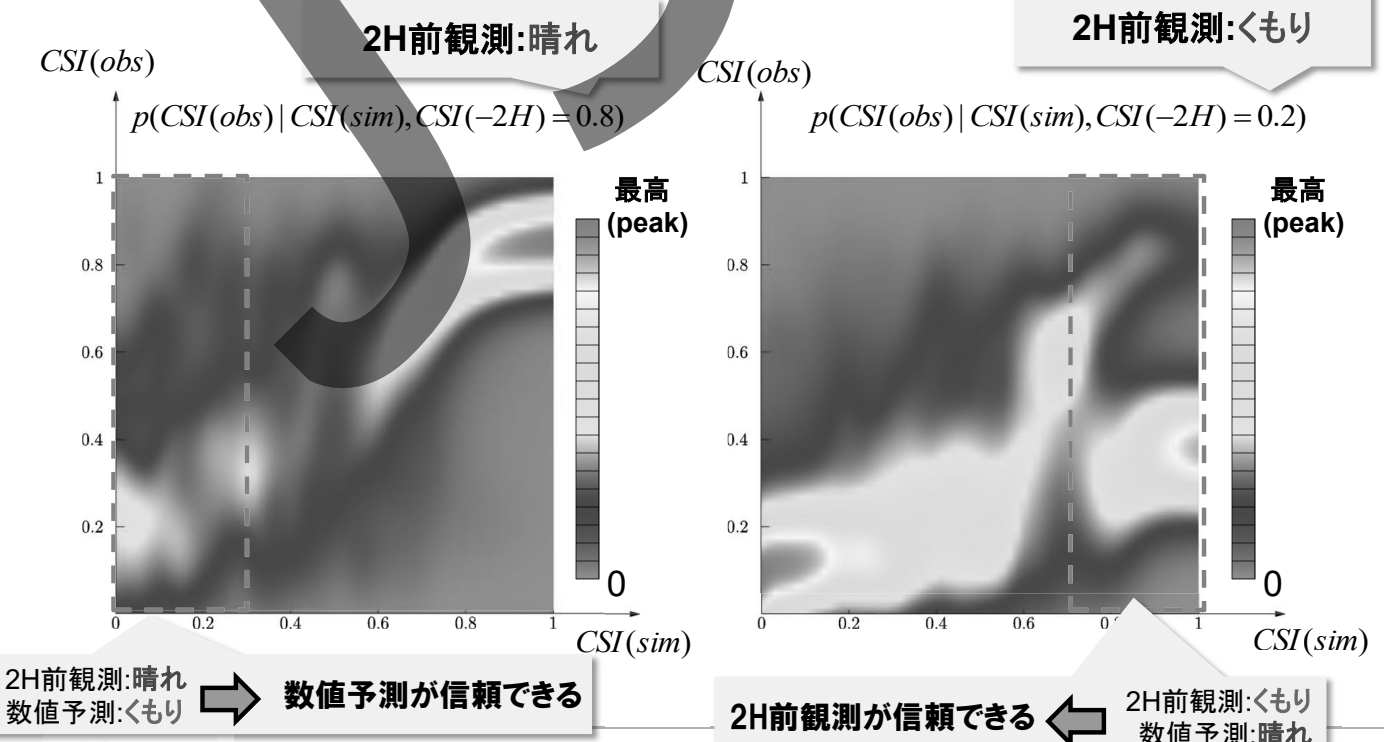
$CSI(-2H)$: 2時間前観測値

条件付確率密度分布



4. 議論 「2H前観測≠数値気象予測」のケース

条件付確率密度分布



5. 結論

- 数値気象計算と地上観測データのハイブリッド化により、性能の向上が得られる
- 予測リードタイムが短時間(20分)の場合でも、ハイブリッド化の効果を得ることができる。
- 数値計算と地上観測データ
 - 「どちらに重きをおくべきか？」は状況次第
 - →今後の課題