

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo. B1-2-18

地熱発電導入拡大研究開発/環境保全対策技術開発/

気象調査代替手法および新たな大気拡散予測 手法の研究開発

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 瀧本 浩史

団体名 (一財)電力中央研究所、(学)近畿大学

問い合わせ先 (一財)電力中央研究所 瀧本

E-mail: h-taki@criepi.denken.or.jp

プロジェクト概要

地熱発電所の環境アセスでは、**通年の気象観測**(地上・高層)が実施されるが、発電所の規模に比べて**多大な費用**を要している。また、気象調査完了後に硫化水素等の拡散予測を行うため、**アセス期間の長期化**につながっている。

研究開発項目①

気象調査代替手法の研究開発

気象調査に要する**期間を1/2以下**に短縮するとともに、**費用を1/2～1/3に低減**させる。

研究開発項目②

新たな大気拡散予測手法の研究開発

気象モデルの出力を活用した拡散予測手法を開発。**24時間値の予測**を可能にする。

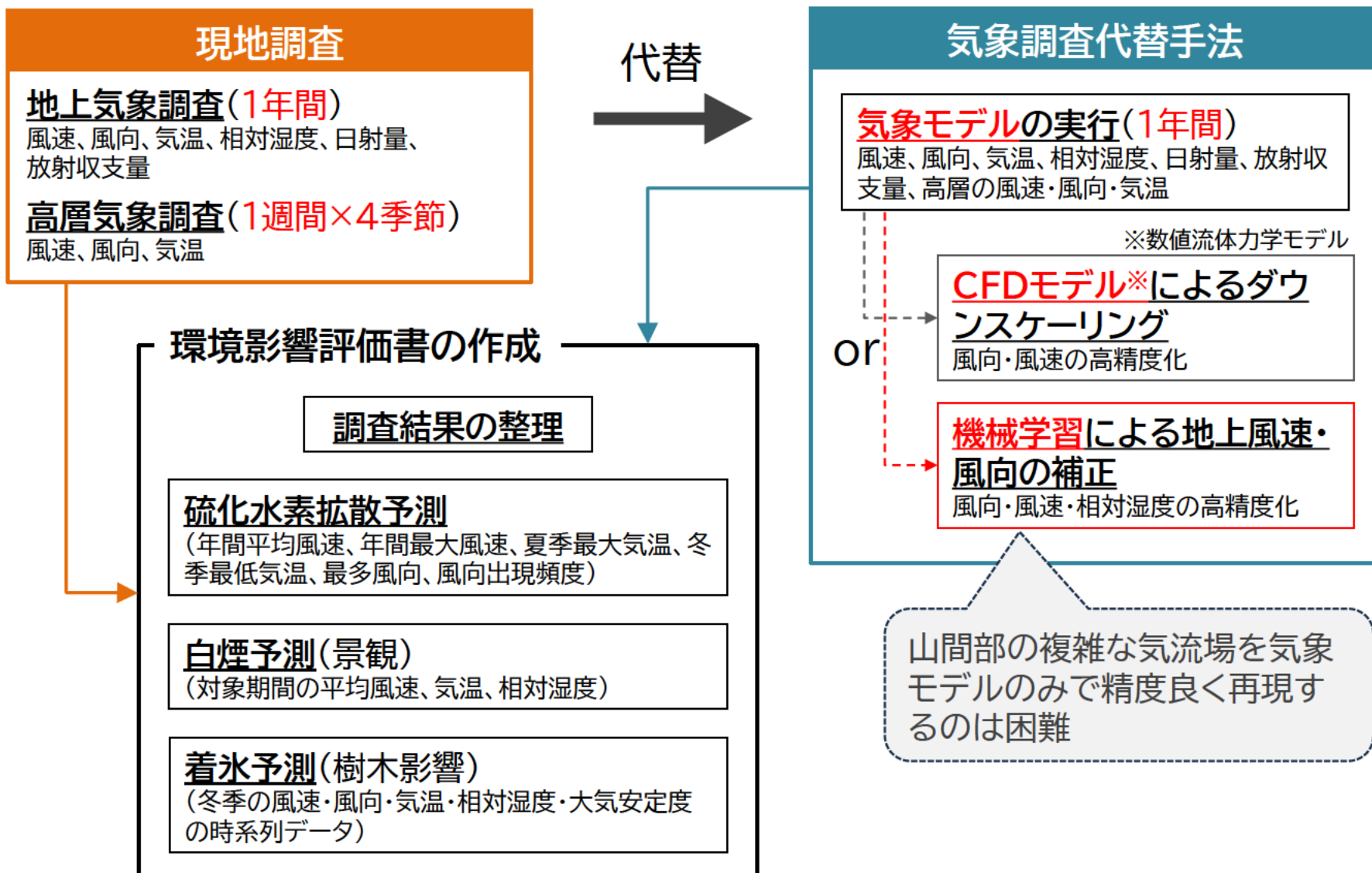
WHOの健康影響に対する硫化水素濃度の指針値(24時間平均値)との比較が可能な濃度



出典:資源エネルギー庁

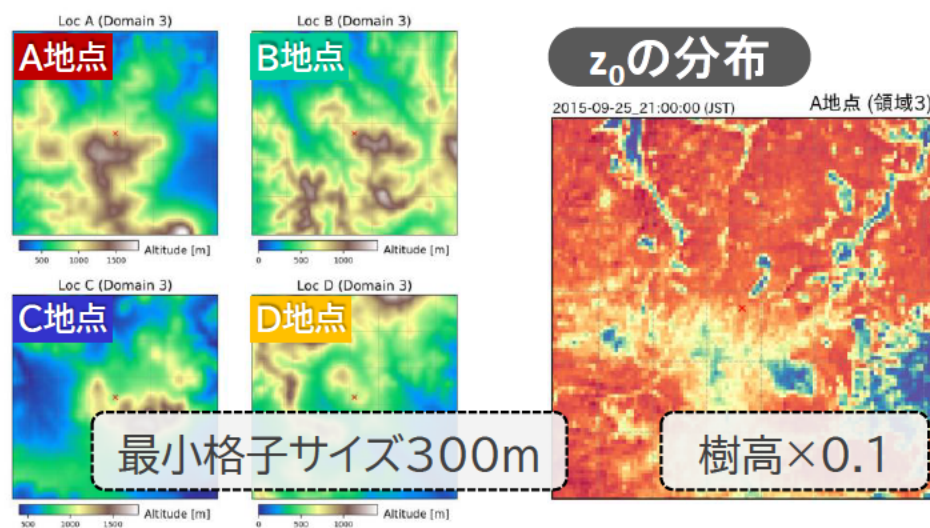
電源のない山間部での観測、**冬季積雪時**の観測など、現地調査には様々な課題がある。

気象調査代替手法のイメージ



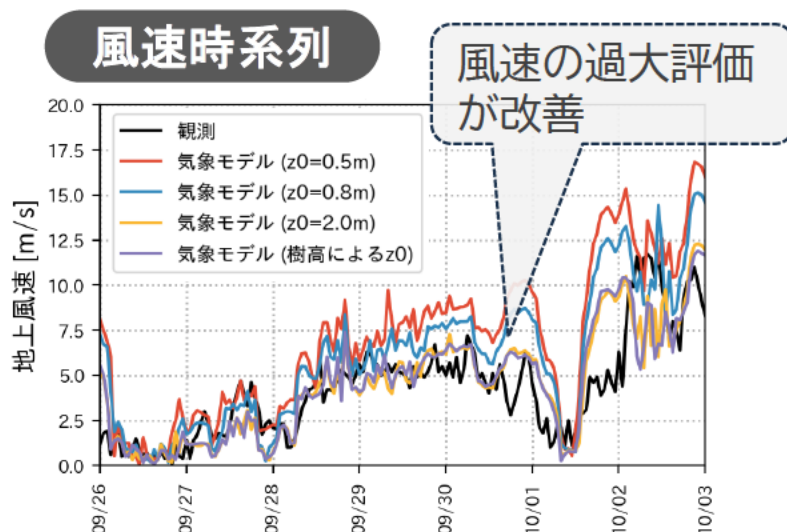
気象モデルの妥当性確認と最適化

- 気象モデルWRFをベースとして、気象モデルの最適な設定を検討し、観測値との比較により妥当性を確認
- 当初は地上風速の過大評価傾向が見られたが、森林の運動量粗度の最適化により改善



4地点を対象に検証。
各地点1年間の再現計算を実施

森林の運動量粗度(z_0)の最適化により、風速再現精度が大幅に改善



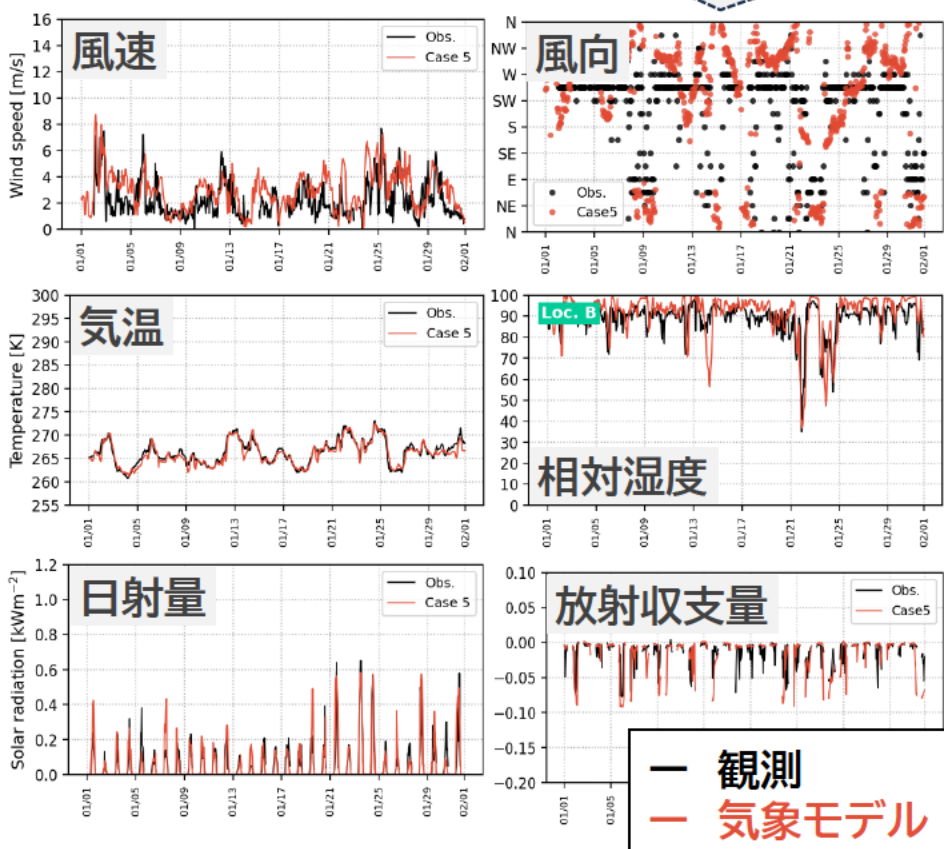
気象モデルの妥当性確認と最適化

各気象変数に対する再現精度を定量的に評価し、気象モデルの適用性を確認

各気象変数の時系列

地上風向は気象モデル
単体での再現が困難。機
械学習との併用を検討

各気象変数に対する整理



変数	気象モデルの再現精度	用途
風速	良好	H ₂ S、白煙、着氷予測の入力 大気安定度の算出
風向	地点に依存 高度50 m以上は 良好	H ₂ S予測の風向(最多など) 着氷予測の入力
気温	過小評価傾向だが 良好	H ₂ S、白煙、着氷予測の入力
相対湿度	地点に依存	白煙、着氷予測の入力
日射量	過大評価傾向だが 良好	大気安定度の算出
放射収支量	過小評価傾向	大気安定度の算出
大気安定度	良好	硫化水素拡散予測の大気安定度条件

拡散予測への適用性は後述

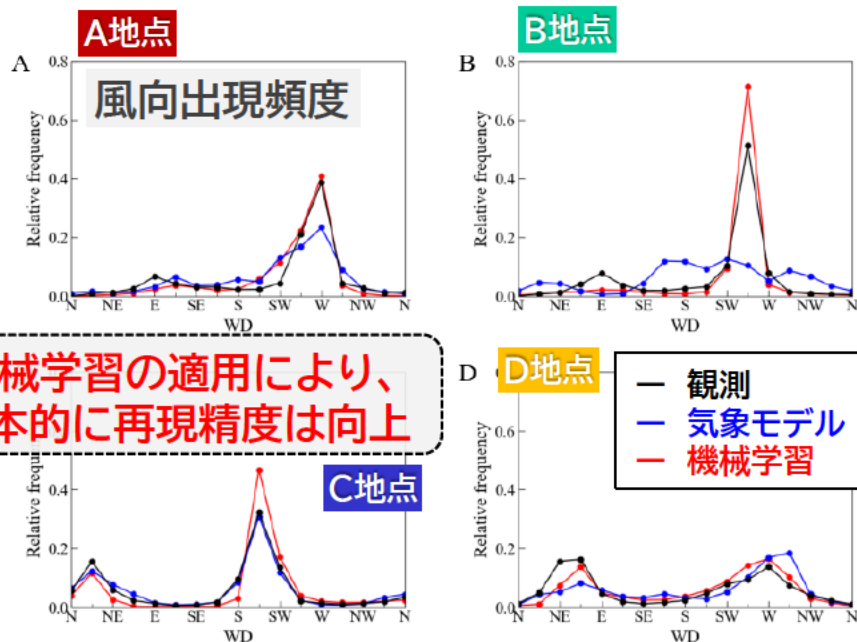
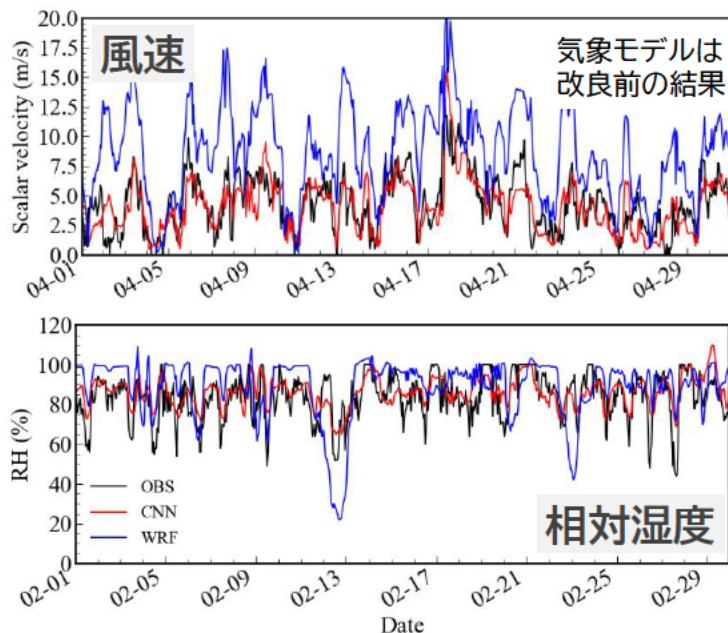
機械学習モデルによる補正

拡散予測で特に重要となる風速・風向・相対湿度に対して、機械学習による補正方法を確立。1か月間の観測が必要となるが、観測期間は大幅に短縮。

気象モデルの出力 + 1か月間の現地観測データ

→ 機械学習により残り11か月分のデータを予測

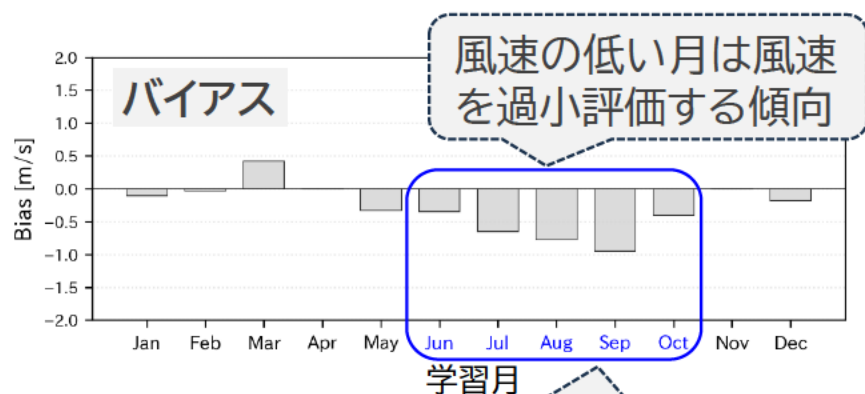
機械学習による補正結果



観測時期(学習月)の影響

学習に用いる観測データ取得時期の影響を確認。風速については、高風速となる時期が学習に適している。

学習月別¹⁾の風速再現精度

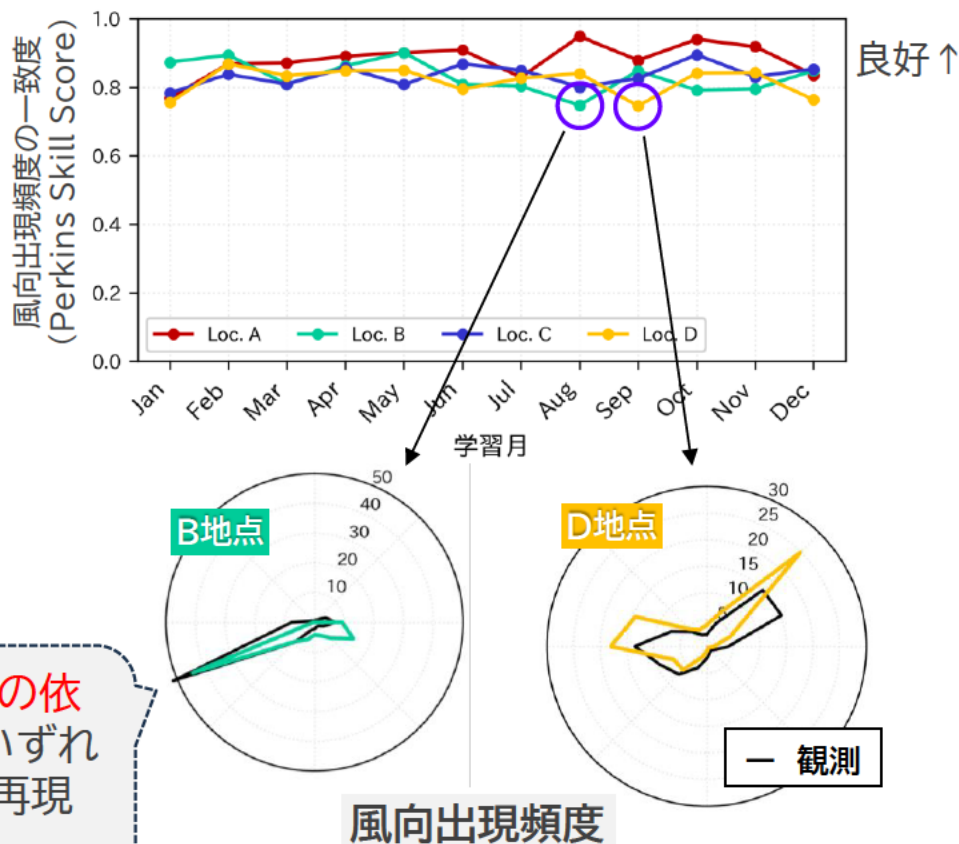


青字は月平均風速が年平均風速よりも小さい月。気象庁のデータなどから事前に確認可

1) ある学習月のデータにより構築した機械学習モデルにより、1年分の予測を行った場合の精度

風向は学習月への依存性が小さく、いずれの月であっても再現精度が良好

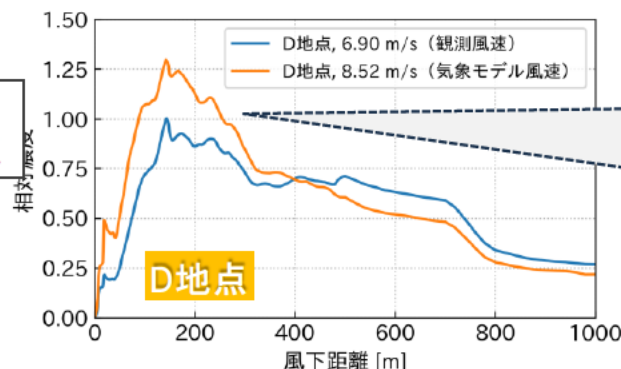
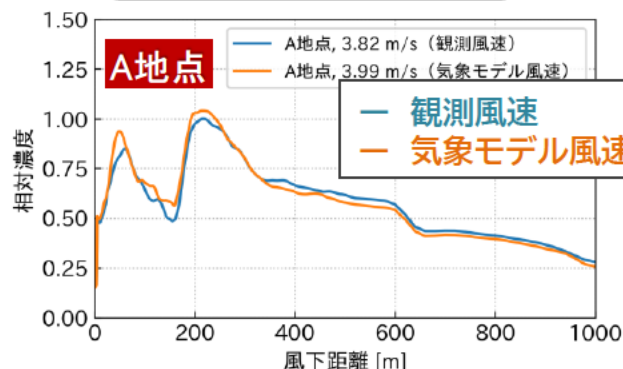
学習月別の風向再現精度



拡散予測への適用性確認

現地調査および気象調査代替手法に基づく硫化水素拡散予測を実施。硫化水素拡散予測に対する気象調査代替手法の適用性は高いことを確認。

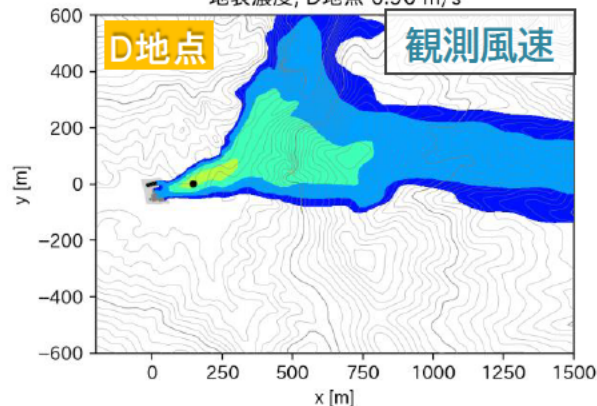
地表煙軸濃度分布



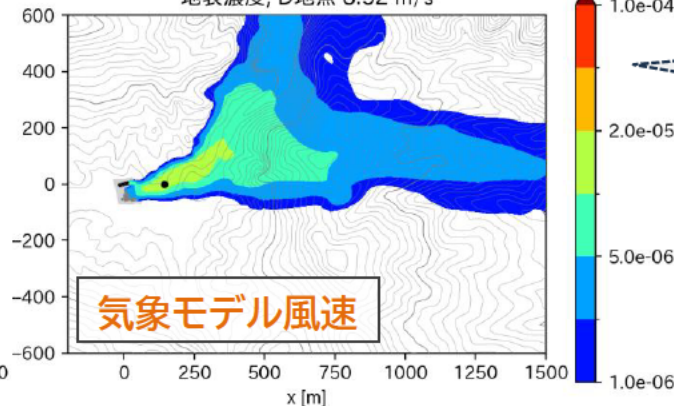
両入力条件による最大着地濃度の差は最大で25%程度と限定的

地表濃度分布

地表濃度, D地点 6.90 m/s



地表濃度, D地点 8.52 m/s

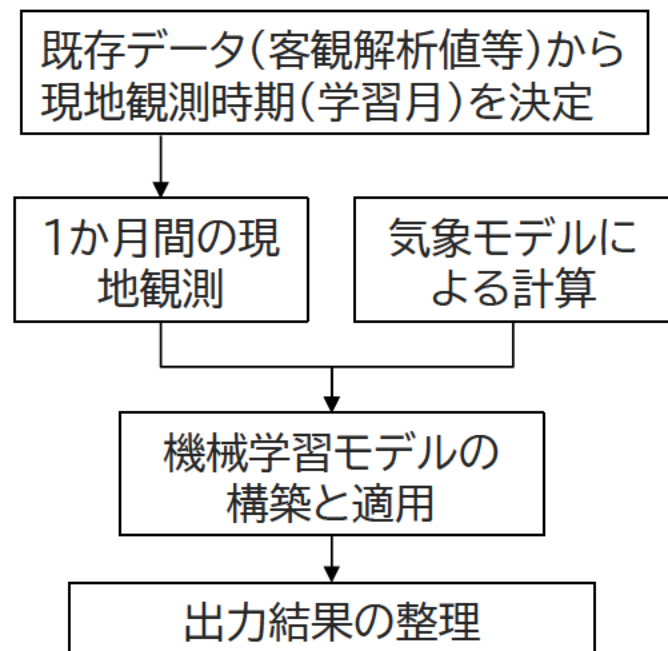


地表濃度分布も類似

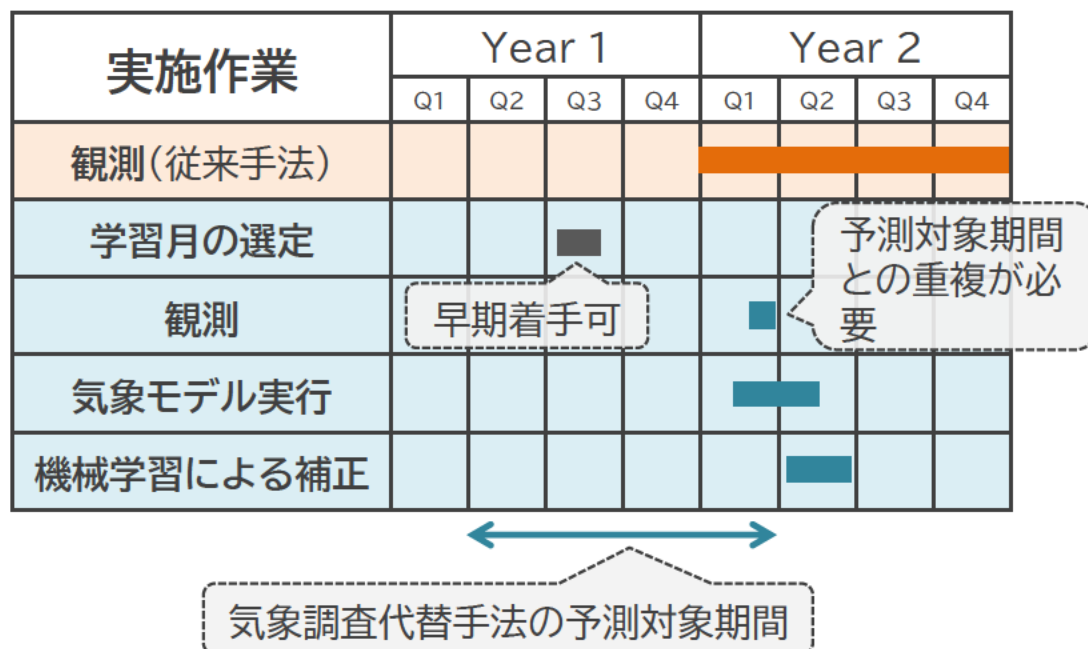
気象調査代替手法の実施手順と工程

- 1か月間の現地調査を含めても、調査にかかる**期間は半減**、**費用は1/2～1/3に低減**できる見込み。
- 気象調査代替手法の実施手順は、ガイドラインとしてとりまとめる。

実施手順



工程イメージ



拡散予測手法の整備・開発

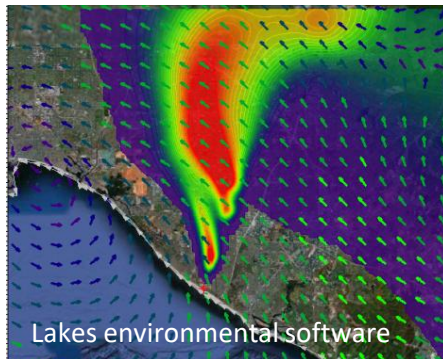
気象モデルの出力を利用し、24時間平均濃度の予測が可能な拡散予測手法を整備(再現精度・計算負荷に応じた2種類の予測手法)

現行の硫化水素拡散予測モデルは3分程度の短時間平均濃度を予測するモデル¹⁾



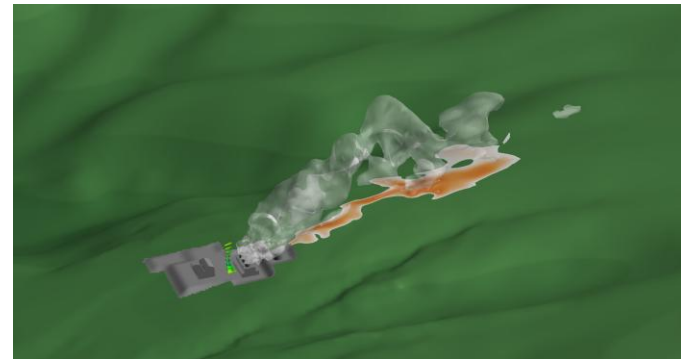
WHOの健康影響に対する硫化水素濃度の指針値と比較可能な24時間値予測のニーズ

24時間平均濃度予測パフモデル



1年間の計算も可能

24時間平均濃度予測CFDモデル



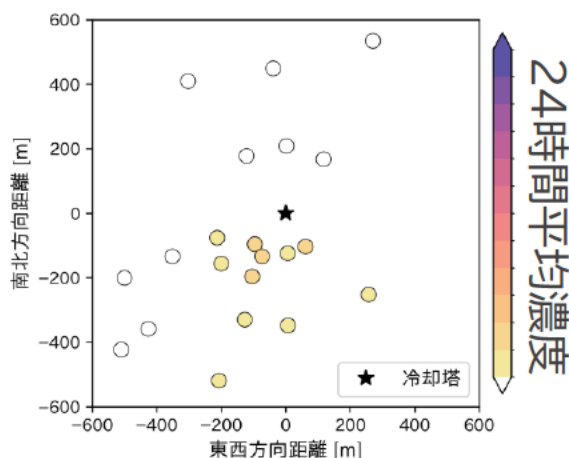
地形・建屋影響を精度良く考慮可能

1) 小野ら,地熱発電所から排出される硫化水素の大気拡散予測のための数値モデル開発(2017)

拡散予測手法の妥当性確認

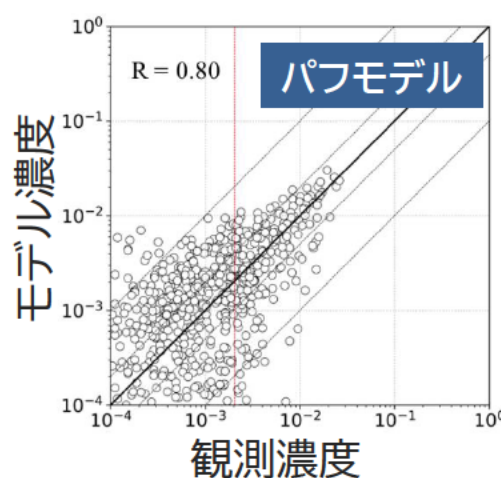
発電所を対象とした現地観測との比較により、拡散モデルの妥当性確認を実施。開発手法による予測結果は、観測値のおおむね**0.5～2倍の範囲**に収まることを確認。

実測濃度分布の例

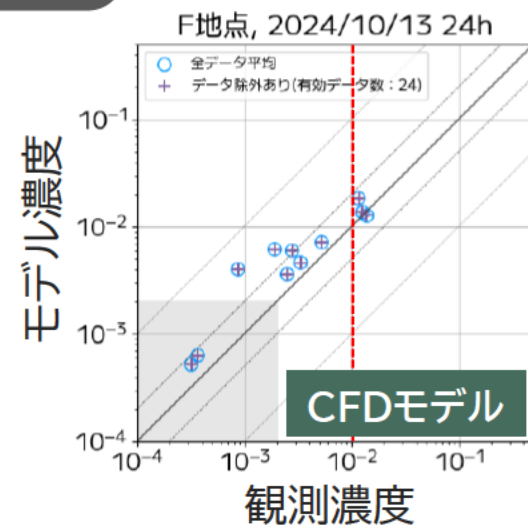


地形特性の異なる発電所**2地点**を対象に、硫化水素濃度の**長期連続測定**を実施

24時間平均濃度の比較



低濃度域を除いて、観測値のおおむね0.5～2倍の範囲で予測が可能。

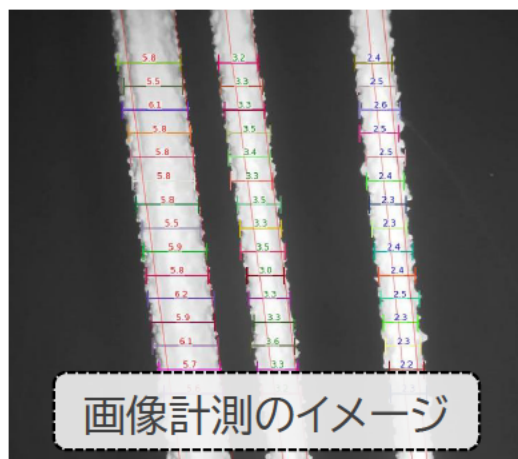


→モデルの使い分け等は24時間平均濃度予測手法の活用ガイドとしてとりまとめる

着氷予測手法の高度化

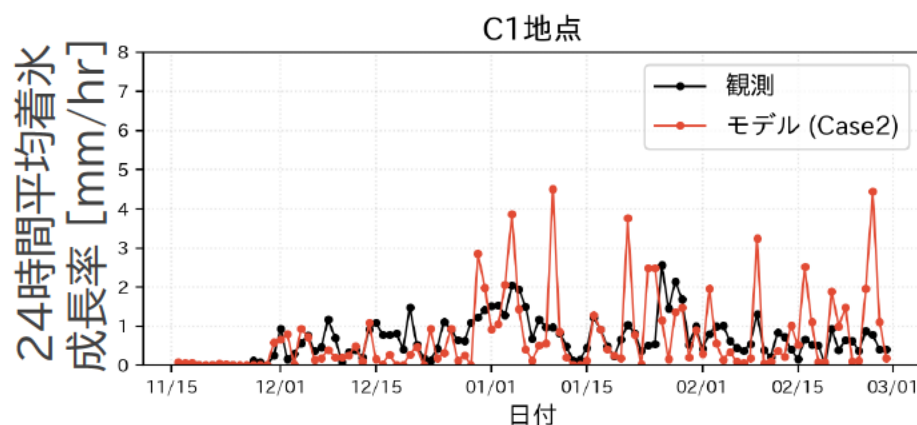
着氷成長率の実測値に基づき、着氷予測モデルの改良を実施。実測値のおおむね**0.5～2倍の範囲**で、24時間平均着氷成長率の予測が可能に。

着氷成長率の実測



発電所において、画像計測や凍結検知センサを用いた着氷観測を実施

着氷成長率の妥当性確認



①着氷成長率の推定式の改良、②気流乱れの強さを考慮した拡散パラメータの最適化により、予測精度が改善。

まとめ

- 気象モデルと機械学習手法による気象調査代替手法を開発し、目標であった現地気象調査にかかる期間・費用の半減を達成できる見込み
- 24時間平均濃度が予測可能な拡散モデルを整備・開発し、観測との比較からその妥当性を確認

→これらの予測手法・手順は、ガイドラインとしてとりまとめ、アセス手法への反映を目指す。