

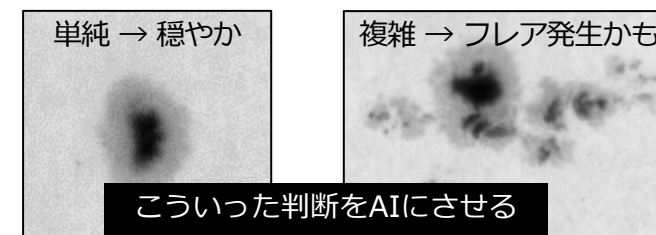
太陽フレア深層学習予測モデル (Deep Flare Net)

世界初の深層学習を用いた太陽フレア予報運用システム (2019年4月～、5年運用中)

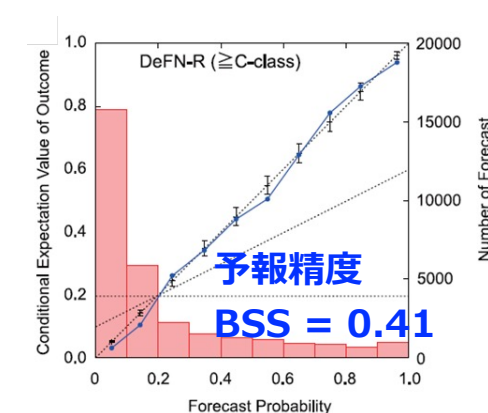
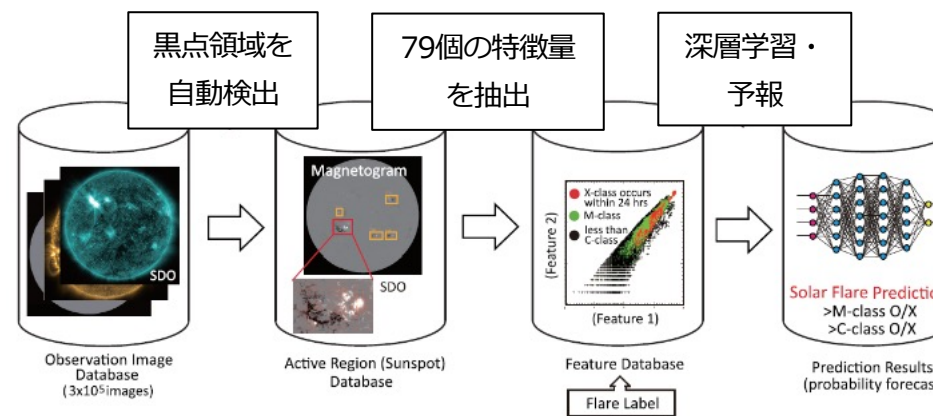
特許 : 第7199075号 「予測システムおよび予測方法」 (特願2018-090085)

- ・ 深層学習を用いた予測モデルを開発、TSSを評価尺度に性能向上
- ・ ヒトの情報処理能力を超えて、複雑なデータを分類&予測可能に
- ・ 予報運用形式のリアルタイムデータを用いた精度評価を実施

人の目による判断の場合：黒点の複雑さをチェック



Deep Flare Net予報運用ページ
<https://defn.nict.go.jp/>



- ・ 太陽画像/物理特徴量のいずれかを入力
- ・ 過去6年分**30万枚**の太陽画像(4k×4k)で学習
- ・ 1日の衛星データ：**1.5TB**以上

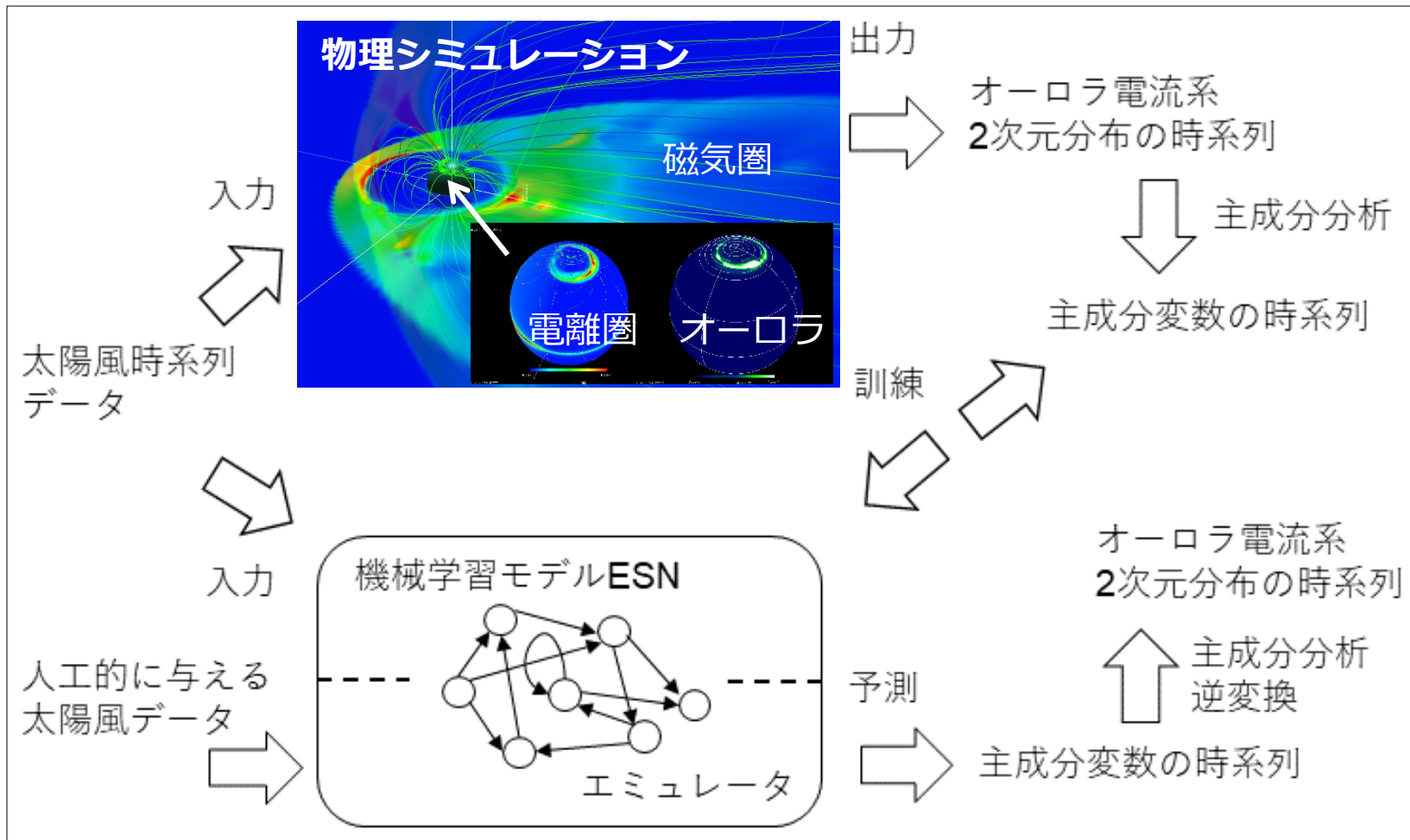
➡ 決定論的予測、確率予測、回帰予測を実行

関連資料

- ・ [NICT研究報告、宇宙環境計測・予測技術特集、vol.67, No. 1, 2021, 4章 太陽・太陽風研究, 4-3節 太陽フレア発生予測](#)
- ・ [Nishizuka et al., ApJ, 2017](#)
- ・ [Nishizuka et al., ApJ, 2018](#)
- ・ [Nishizuka et al., EPS, 2021](#)

エミュレータによるオーロラ電流系の高速計算

- 太陽風データを入力とした物理モデルにより、地球周辺の宇宙環境をリアルタイムでシミュレーション
- 宇宙天気予報・オーロラ予測・衛星帯電推定などに活用



従来モデルの課題

シミュレーション実施には高速計算システムが必要



太陽風データ（入力）とシミュレーション結果（応答）の関係を学習させたエミュレータを構築

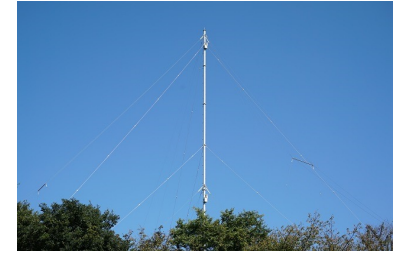
→ **物理モデルより約100万倍高速かつ少ないリソースでオーロラ予測計算が可能に**

関連資料

- [Kataoka, R., Nakamizo, A., Nakano, S., & Fujita, S. \(2024\). Machine learning-based emulator for the physics-based simulation of auroral current system. *Space Weather*, 22, e2023SW003720.](#)

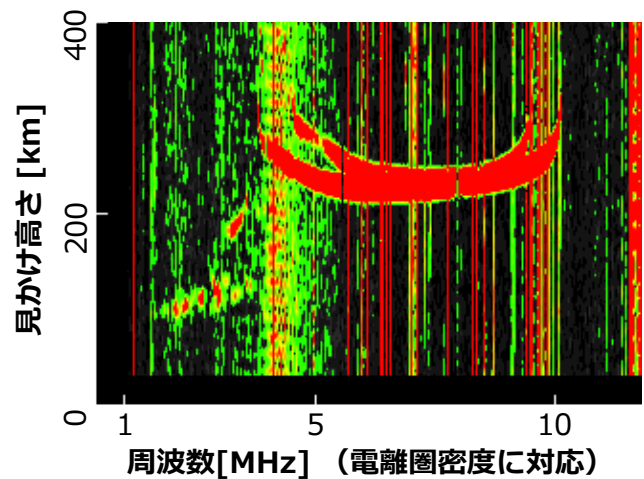
機械学習を用いたリアルタイム電離圏監視システム

- 高度 60-1,000 kmに位置する超高層大気（電離圏）の状態は、短波通信や衛星測位に影響を与える（参考：<https://wdc.nict.go.jp/Ionosphere/>）
- イオノゾンデによる電離圏観測結果から、物体検出モデルを用いた電離圏エコーの自動読取手法を開発し、電離圏状況のリアルタイム配信に活用

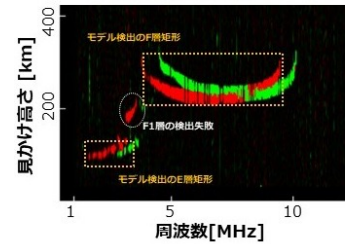


イオノゾンデ (小金井)

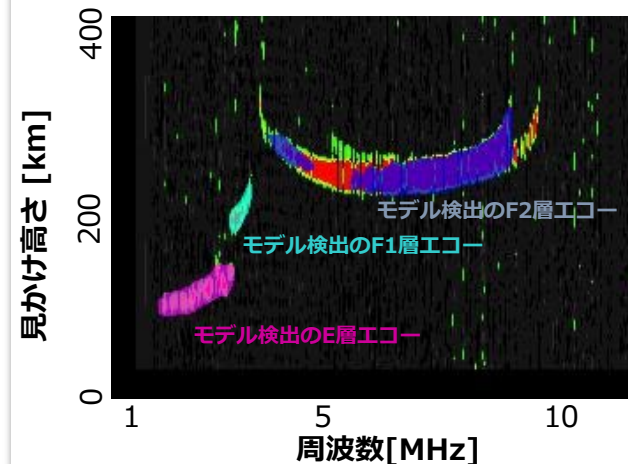
イオノゾンデによる電離圏観測画像



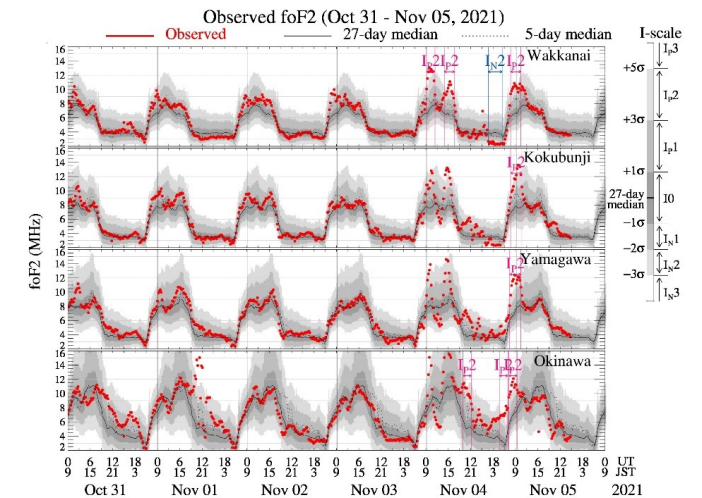
改良前AI手法
(矩形検出手法)



改良後AI手法
(セマンティック・セグメンテーションモデル)



電離圏の乱れ（電離圏嵐）をリアルタイムで検出・配信
(<https://swc.nict.go.jp/trend/ionosphere.html>)

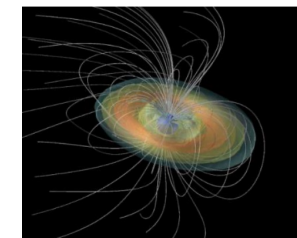


関連資料

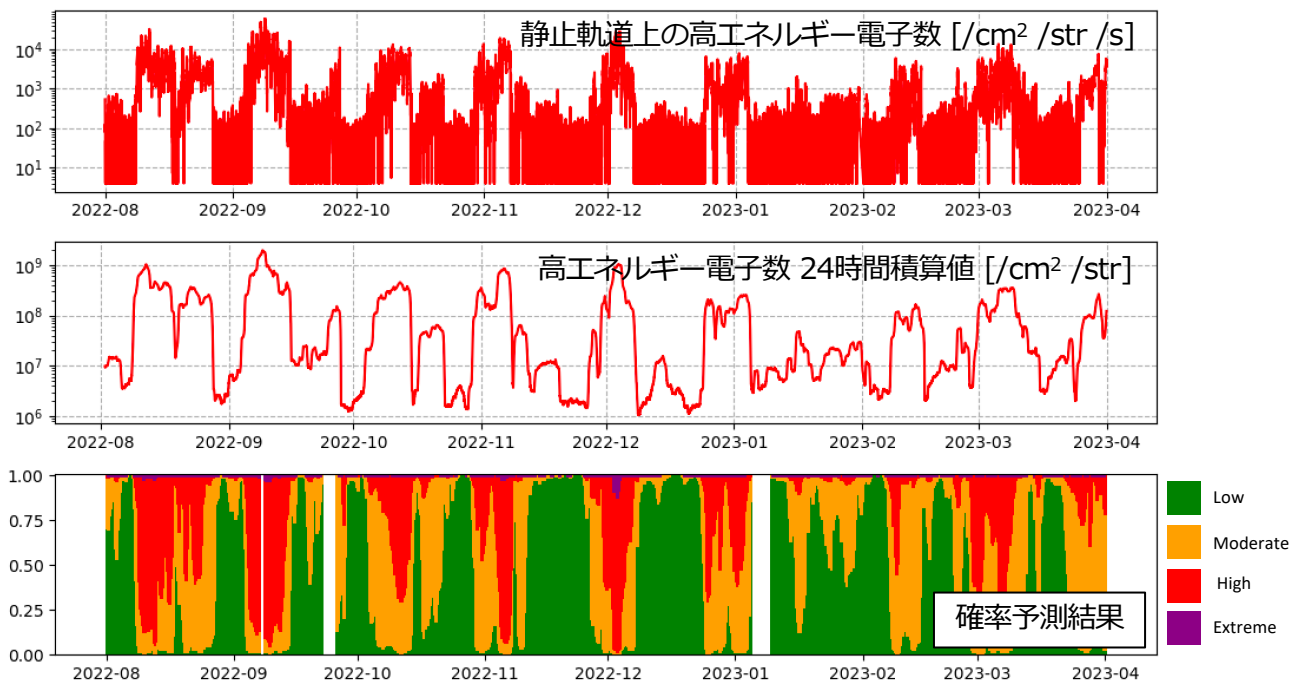
- [NICT 研究報告、宇宙環境計測・予測技術特集、vol.67, No. 1, 2021, 2章 電離圏観測, 2-1節 VIPR2 による国内電離圏定常観測](#)
- [Nishioka et al. \(2017\), A new ionospheric storm scale based on TEC and foF2 statistics, Space Weather, 15, 228-239, doi:10.1002/2016SW001536.](#)

高エネルギー電子数レベルの深層学習モデル RadeAI (Radiation belt electrons - A.I.)

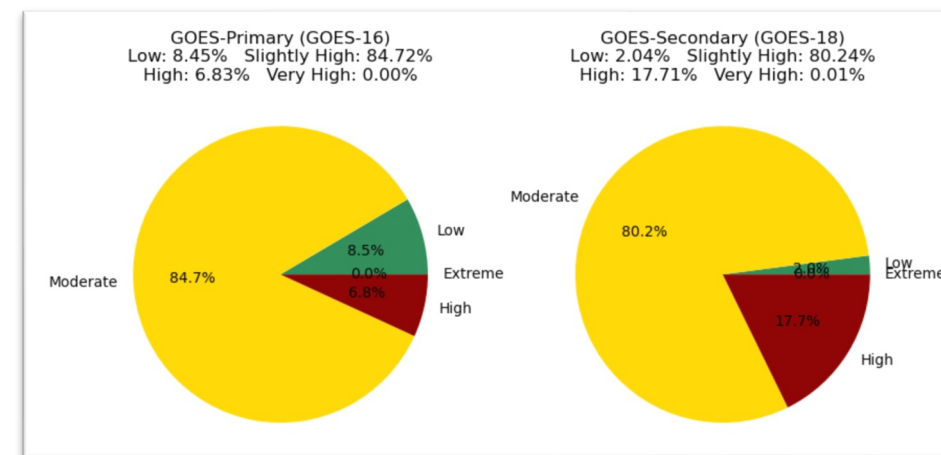
- 宇宙空間の高エネルギー電子は、人工衛星の電気電子機器に影響を与え、不具合や障害の原因となる
- 静止軌道上の高エネルギー電子（光速の約90%程度の速さをもつ）が24時間で人工衛星に当たる数を4段階のレベルごとに確率として予報



地球周辺に高エネルギー電子が分布
= 放射線帯 (参考: <https://radi.nict.go.jp/radio/>)



RadeAIによる 24時間後の高エネルギー電子数レベルの確率予報



関連資料

- [NICT 研究報告、宇宙環境計測・予測技術特集、vol.67, No. 1, 2021, 3章 磁気圏研究, 3-2節 放射線帯粒子シミュレーション](#)
- [静止軌道上の高エネルギー電子数の現在の観測値](#)