

機械学習によるPi2地磁気脈動の検出とリアルタイムサブストーム警報システムの構築

Detection of Pi2 geomagnetic pulsation by machine learning and development of real-time substorm warning system

酒井 悠輔¹、*能勢 正仁¹、市原 寛²、上野 玄太³、中野 直人⁴

Yusuke Sakai¹, *Masahito Nose¹, Hiroshi Ichihara², Genta Ueno³, Naoto Nakano⁴

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学大学院 環境学研究科附属地震火山研究センター、3. 情報・システム研究機構 統計数理研究所、4. 京都大学 国際高等教育院

1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate school of environmental studies, Nagoya University, 3. Institute of Statistical Mathematics, Research Organization of Information and Systems, 4. Institute for Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

地磁気脈動の一つであるPi2脈動は周期40-150秒の減衰波形を持つものである。オーロラの発生や増光の時に現れる現象であると知られており、オーロラを直接見ることでない低緯度であっても、Pi2地磁気脈動の発生により、オーロラの発生を推定することができる。この性質により、リアルタイムでPi2地磁気脈動の自動推定ができれば、オーロラが発生する極域やその励起エネルギー源である磁気圏の様子を把握することに寄与できる。本研究では低緯度の地磁気データよりPi2地磁気脈動を自動で検出するために機械学習を用いた。

データは稲武観測所で取得されたものを用いた。2020年2月の一ヶ月間の地磁気観測データをプロットし、学習データとして、3000-5500枚の画像を用意した。これらの画像データには、人間の判断によって、Pi2地磁気脈動が発生しているかそうでないかのラベルが付与されている。このラベル付き画像データを使って、機械学習の一つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に、Pi2脈動が存在するかしないかを判断できるように学習させた。CNNモデルとしては、自作のモデルとResnet50を用いた。画像データセットはPi2を含む画像の比率を上げたものの方がPi2をより感度良く正確に判断できた。最も性能が良かったのはResNet50で93%の精度を示した。

将来の課題は、稲武観測所よりリアルタイムで継続的にデータを転送し、本研究の成果を適用してPi2を検出することである。Pi2の発生時にはサブストームの警報を出すようなシステムの構築を予定している。

キーワード：機械学習、畳み込みニューラルネットワーク、Pi2地磁気脈動、オーロラ、サブストーム

Keywords: machine learning, convolutional neural network, Pi2 pulsations, aurora, substorm