

ニューラルネットワークを用いた静止軌道の高エネルギー電子フラックスの変動予測

Prediction of high-energy electron flux at geosynchronous orbit using a neural network method

徳光 政弘 [1]; 亘 慎一 [2]; 北村 健太郎 [2]; 堀 智昭 [3]; 石田 好輝 [1]

Masahiro Tokumitsu[1]; Shinichi Watari[2]; Kentarou Kitamura[2]; Tomoaki Hori[3]; Yoshiteru Ishida[1]

[1] 技科大; [2] 情通機構; [3] STE 研

[1] TUT; [2] NICT; [3] STE-lab.

静止軌道の高エネルギー電子は、軌道を周回する人工衛星に対して、帯電放電現象などの様々な悪影響を及ぼすことが知られている。静止軌道の高エネルギー電子フラックス値は、太陽風速度や惑星間空間磁場などと相関があることがわかっており、CME やコロナホールの影響で大きく変動する。変動予測ができれば、危険なレベルに達する前に人工衛星に対して被害を最小限にとどめる対策を施すことができる。本研究では、太陽風パラメータの1時間平均値を入力とするニューラルネットワークを用いて、24時間先の高エネルギー電子の変動予測を行った。そして、予測値と観測値との比較を通して最適な入力パラメータ及びニューラルネットワークの設計について検討を行った。

まず、本研究では24時間先の高エネルギー電子フラックスを予測するために入力パラメータの検討を行った。ニューラルネットワークの入力を、太陽風の速度、惑星間空間磁場の南北成分、現時点の電子フラックス値、イプシロンパラメータの積分値(過去72時間分)、世界時の5入力とした。ニューラルネットワークは3層のフィードフォワード型を採用し、入力層にニューロンを5個、中間層に10個、出力層に1個のニューロンを配置した。ニューラルネットワークの出力は24時間後の高エネルギー電子フラックス値とした。

高エネルギー電子の変動は本来、時系列データとして処理し、リカレントニューラルネットワークを使用するのが好ましい。しかし、電子フラックス変動の太陽風側の要因は定性的にはわかっているので、本研究では過去の変動に関する情報をイプシロンパラメータの積分値に集約することにした。過去72時間の磁気擾乱の情報はイプシロンパラメータの積分値に内包される。学習データに関して、太陽風の速度、惑星間空間磁場の南北成分はOmniデータ(NASA/NSSDC)、高エネルギー電子フラックス値に関してはSPIDR(NOAA/SEC)からGOES10の2MeV以上の電子フラックスデータを用いた。

次に、今回作成した5入力のニューラルネットワークを用いた場合に、どの程度高エネルギー電子フラックス値を予測できるのか検証するために、1998年から2006年までのデータを使って学習させ、2003年1年間を内挿で予測させた。その結果、高エネルギー電子フラックス値の予測値は磁気嵐主相での急減少には追従できないものの日変動、及び回復相におけるフラックスの増大は予測値と観測値でよい一致が得られた。次に、どの入力パラメータが高エネルギー電子フラックス値の予測に大きく寄与するか、5入力からそれぞれ1つだけパラメータを外して4入力での学習、予測させ5入力の結果と比較した。その結果、太陽風速度と現在の高エネルギー電子フラックス値の影響が強いことがわかった。