

## データ同化にもとづくオーロラ活動指数変動の推定

# 山本 凌大 [1]; 三好 由純 [2]; 町田 忍 [3]; 上野 玄太 [4]; 能勢 正仁 [5]; 宮下 幸長 [2]; 塩田 大幸 [6]  
[1] STEL; [2] 名大 ISEE; [3] 名大・ISEE; [4] 統数研; [5] 京大・理 地磁気センター; [6] 名大宇宙地球研

### Estimation of the auroral electrojet index using the data assimilation

# Ryota Yamamoto[1]; Yoshizumi Miyoshi[2]; Shinobu Machida[3]; Genta Ueno[4]; Masahito Nose[5]; Yukinaga Miyashita[2]; Daikou Shiota[6]

[1] STEL; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] ISEE, Nagoya Univ.; [4] ISM; [5] DACGSM, Kyoto Univ.; [6] ISEE, Nagoya Univ.

The auroral electrojet indices (AU, AL, AE) are a proxy of substorm as well as auroral activity, so that the forecast of these indices are important for the space weather forecast. In this study, we develop a data assimilation code to estimate the AU index based on Goertz et al. [1993] model. The state space model consists of the system model and the observation model. The model of Goertz et al. [1993] is used as the system model, which calculates time variation of the AU index using the electric fields of the solar wind. The state vector includes the AU index and coupling parameters for solar-wind, magnetosphere and ionosphere. The AU index provided from WDC-C2, Kyoto University is used as the observation vector. The sequential data assimilation includes the following three steps; prediction, filtering, and smoothing. We use the particle filter that can apply for non-linear/non-gaussian problems. Furthermore, we use the particle smoother as the smoothing scheme. The particle degeneration is often observed in the data assimilation using the particle filter, which means that the number of particles is not enough to guarantee validity of the particle approximation of the probability distribution. In order to reduce the particle degeneration problem, we develop a code using the parallel computer to use many particles as ensemble members. The effective sample size is also used as a proxy to indicate the number of particles that can contribute to the particle approximation of the probability distribution. Using the developed code, we estimate the AU index from 1998 to 2015. Using the data assimilation, the dynamical estimation of the coupling parameters is possible, which significantly improves the forecast performance. The estimated coupling parameters have semi-annual modulations as well as the long-term modulations. According to Goertz et al. [1993], the coupling parameters are a function of the ionospheric conductance, so that it is expected that the estimated seasonal and yearly variations of the coupling parameters from the data assimilation correspond to the seasonal and yearly variations of the ionospheric conductance.

オーロラ活動及びサブストームの指標としてオーロラ活動指数 (AU, AL) があるが、その変動の予測を行うことは今後の宇宙環境の変動を把握することにもつながるため、宇宙天気予報の観点から重要な課題である。本研究では、オーロラ活動指数の高精度予測を目指して、データ同化を用いたオーロラ活動指数の計算を行っている。データ同化を行うためには、システムモデルと観測モデルから構成される状態空間モデルを定義する必要がある。本研究では、システムモデルとして、Goertz et al., [1993] で提案された太陽風の電場データを入力とし、オーロラ活動指数を推定するモデルを用いた。本研究におけるシステムモデルでは、AU 指数および Goertz et al. [1993] で提案されているカップリングパラメータを状態変数ベクトルとしている。また、観測モデルでは、京都大学から公開されている AU 指数を観測ベクトルとして用いた。通常、逐次型のデータ同化は、「予測」「フィルタリング」「平滑化」の3つのステップから構成される。ここでは、フィルタリングの手法として、非線形、非ガウスの問題にも適用可能な粒子フィルタを用いている。また、平滑化計算においても、粒子スムーサを用いた計算を行っている。なお、粒子フィルタでは、退化と呼ばれるアンサンブルを構成する粒子の縮退がしばしば発生する。この問題を回避するために、本研究においては、並列コンピュータによって、アンサンブルを構成する粒子数を可能な限り多くするとともに、Effective Sampling Size と呼ばれる指標を導入して、退化の発生を監視する方法を取り入れている。開発したコードを用いて、1998年から2015年までの期間についてのデータ同化計算を行った。データ同化によってカップリングパラメータの動的な推定を行ったところ、Goertz et al. [1993] モデルで提案されているパラメータを用いた計算に比べて、AU 指数の再現能力が大きく向上した。また、推定されたカップリングパラメータの解析を行ったところ、カップリングパラメータは季節および年によって値が異なることが明らかとなった。Goertz et al. [1993] によれば、これらのカップリングパラメータは、昼側電離圏の電気伝導度に依存することが示されている。本研究のデータ同化で抽出された、カップリングパラメータの季節、年依存性は、電離圏の電気伝導度の変化の季節、年変化に対応したものである可能性が示唆される。