

地上隣接2観測点での磁場の差分データを用いた、MSTIDに伴う地上磁場変動の統計解析

大筆 想 [1]; 河野 英昭 [2]; 津川 卓也 [3]; 西岡 未知 [3]; 塩川 和夫 [4]; 大塚 雄一 [4]; 魚住 禎司 [5]; 阿部 修司 [6]; 吉川 顕正 [7]; MAGDAS/CPMN グループ 吉川 顕正 [8]
[1] 九大・理・地惑; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 情報通信研究機構; [4] 名大宇地研; [5] 九大・イクセイ; [6] 九大・ICSWSE; [7] なし; [8] -

Statistical analysis of magnetic-field variations associated with MSTIDs using data difference at two adjacent stations

Sou Ofude[1]; Hideaki Kawano[2]; Takuya Tsugawa[3]; Michi Nishioka[3]; Kazuo Shiokawa[4]; Yuichi Otsuka[4]; Teiji Uozumi[5]; Shuji Abe[6]; Akimasa Yoshikawa[7]; Akimasa Yoshikawa MAGDAS/CPMN Group[8]
[1] Earth and Planetary, Kyushu Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] NICT; [4] ISEE, Nagoya Univ.; [5] ICSWSE, Kyushu Univ.; [6] ICSWSE, Kyushu Univ.; [7] ICSWSE/Kyushu Univ.; [8] -

MSTID (Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbance) is a phenomenon in which disturbances in the ionospheric electron density propagate. Nightside MSTIDs generally propagate in the southwest direction and have wavelengths of 100 to 300 km, moving speeds of 50 to 100 m/s, periods of 0.5 to 1.5 h, and amplitudes of 5 to 15% [Shiokawa et al. 2003]. For an MSTID event, Shimono [master thesis, 2016] performed cross-correlation analyses of sets of two TEC timeseries data [acquired from NICT GPS-TEC database] above a magnetometer; as a result, he obtained a propagation speed consistent with that estimated from the 2D movie of TEC, as expected. On the other hand for the magnetic field, he used the difference between the data from two adjacent magnetometers; the reason for using the difference was to eliminate global-scale perturbations. By using these magnetic difference data, he obtained the propagation speed which was the same, within the error range, as that obtained from the TEC data.

In this study, we removed some arbitrariness existing in the above-summarized previous research. The method to remove the arbitrariness was to include error estimates in the calculation. As the method to estimate errors, we used the bootstrap method. As a result, in selecting a peak in the calculated cross-correlation function, it became reasonable to select one of the peaks whose error bars overlapped.

Improvements were also made in the method of calculating the propagation speed. That is, we calculated the correlation function of two sets of difference data from two adjacent station pairs, the time lag from the correlation function, and the propagation speed from the distance between the two station pairs and the time lag. (In Shimono [2016], the distance between two station pairs was not considered in selecting station pairs for propagation-speed calculation.)

In this paper we analyzed an event different from the event of Shimono [2016]. The number of magnetic-field stations used for the analysis was seven.

At the meeting we will also present the analysis results of 12 other events, and we will compare the results from the 13 events.

MSTID (Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbance; 中規模伝播性電離圏擾乱) は、電離圏電子密度の擾乱が伝搬する現象である。日本上空で夜間に出現する MSTID は一般的に南西方向に伝播し、波長 100~300km、移動速度 50~100 m/s、周期 0.5~1.5h、振幅 5~15% である [Shiokawa et al. 2003]。

先行研究 [下野、修士論文] において、MSTID 1 イベントについて、日本国内の磁力計のデータの解析、また、磁力計上空の TEC データ [NICT GPS-TEC データベースより取得] の解析、がそれぞれ行われ、その MSTID の伝搬の性質が調査された。2 点ペアの TEC データ間の相互相関関数を複数の 2 点ペアについて計算し解析した結果、同イベントの 2 次元 TEC movie から見積もられるのと同様の伝搬速度が得られた。一方、磁力計のデータについては、2 点ペアの磁場データ間の相互相関関数が最大となる時間差は全ての 2 点ペアにおいてほぼゼロとなった。先行研究では、これはグローバルな磁場変動成分の重畳によるものと考え、2 点ペアでの磁場データの差分を複数ペアについて求め、それを用いて相互相関解析を行ったところ、期待される伝搬性が得られ、その伝搬速度は上記 TEC データから求めた値と誤差の範囲で一致した。しかし、先行研究の時点では、相互相関解析過程において若干の恣意性が残っていた。

本研究では、その恣意性の除去を目的として解析法の改良を行った。具体的には、まず、相互相関関数 (MSTID の周期に近い周期で増減を繰り返す) の各極大値について、その誤差 (エラーバー) を計算するルーチンを追加した。誤差の計算方法としてはブートストラップ法を使用した。この結果、エラーバーがオーバーラップする全ての極大値 (ピーク) は同等の有意性を持つと判断でき、ピークの選択の有意性を定量的に評価できるようになった。

また、伝搬速度計算のための磁場観測点ペアの組み合わせ法にも改良を行った。具体的には、先行研究ではまず基準点となる観測点ペアを決め、全観測点ペアについてその差分データと基準点ペアでの差分データから相互相関関数を計算していたが、本研究では、全観測点を (TEC から決定した) MSTID 波面の法線方向に沿って並べ、隣接する 2 観測点でペアを作って対応する差分データを求め、さらに、隣接する 2 ペアそれぞれの差分データから相互相関関数を計算するようにした。これは、一般に距離が大きいほど誤差も大きくなる為である。

本論文では、先行研究のイベントとは別のイベント 1 例についての解析結果を報告する。また、更に別の 12 イベントについても解析し、その結果を (異なるイベント間の比較も含め) 報告する。