

## IPS 観測による g-value の日平均値を用いた地球での太陽風擾乱予測の可能性

#永井 美帆<sup>1)</sup>, 徳丸 宗利<sup>2)</sup>, 藤木 謙一<sup>3)</sup>

(<sup>1</sup> 名大, <sup>2</sup> 名大 ISEE, <sup>3</sup> 名大・ISEE)

## Possibility of predicting the solar wind disturbances with daily-averaged IPS g-value

#Miho Nagai<sup>1)</sup>, Munetoshi Tokumaru<sup>2)</sup>, Kenichi Fujiki<sup>3)</sup>

(<sup>1</sup> Nagoya univ., <sup>2</sup> ISEE, Nagoya Univ., <sup>3</sup> ISEE., Nagoya Univ.)

IPS (interplanetary scintillation) is a phenomenon in which radio waves from radio sources are scattered by solar wind plasma. IPS observations have the advantage of providing information on the solar wind over a wide area in a relatively short period because they include information on solar wind velocity and density fluctuation. The g-value, an index of electron density fluctuation obtained from IPS observations, is particularly useful for detecting solar wind disturbances, and we are currently conducting basic research on its application to space weather forecasting. Here, g-value is the normalization of the IPS intensity observed daily for each radio source to the average IPS intensity that changes with the solar elongation angle, and it is an index to evaluate the increase or decrease of solar wind density fluctuations along the line of sight. As solar wind disturbances pass through the line of sight, they appear as an increase in g-value. In a previous study, the correlation between g-value and the magnetospheric disturbance index Ap obtained from IPS observations at 81 MHz in Cambridge during 1990-1992 was studied. The results show a slightly better correlation coefficient between g-value calculated to the east of the Sun and Ap, which is comparable to the correlation coefficient with the Space Environment Service Center (SESC) Ap prediction. However, it has been pointed out that IPS data may show higher correlations during periods of low solar activity, as they are better suited to predict disturbances arising from co-rotating structures (Lucek et al, 1996).

In this study, we analyze g-value data obtained from IPS observations by ISEE at Nagoya University for the period 1997-2020 and compare them with solar wind data near Earth orbit. The solar wind data used in this study are daily averaged proton density and bulk velocity data from OMNI ([https://pdf.gsfc.nasa.gov/pub/data/omni/low\\_res\\_omni/omni\\_m\\_daily.dat](https://pdf.gsfc.nasa.gov/pub/data/omni/low_res_omni/omni_m_daily.dat)). ISEE g-value data are obtained from multiple radio sources each day, so daily mean, maximum, and minimum values were calculated for the entire sky, east of the Sun, and west of the Sun, respectively. The OMNI data were then shifted with respect to the g-values by  $\pm 7$  days, for a total of 15 days, and their correlations were examined. In order to evaluate the solar activity cycle dependence, the analysis was performed separately for two solar activity cycles (SC23 and SC24). First, in comparison with the density data in SC23, the largest positive correlation was found with OMNI leading by 0 day. The maximum and minimum values show a similar trend, but there is a large variation. A similar comparison between east and west of the sun showed the same trend, but the west showed more variation in correlation. In the east, the maximum of the positive correlation was shifted to 1 day, and the change in correlation was less clear. Then, for the velocity data, the correlation became negative with OMNI leading by -2 days, followed by a maximum positive correlation on 1 day. A similar analysis was performed for SC24, which showed a slight trend similar to that of SC23, but little correlation. From the present analysis, we can't confirm that the correlation coefficients are better when only the east side is used, as reported by Lucek et al. (1996). However, it should be noted that the correlation coefficient of the present results is very small. We plan to examine the periodicity from the Fourier analysis in the future.

Reference: Lucek et al, Ann. Geophysicae 14, 139-148 (1996) (issue 2) "The use of various interplanetary scintillation indices within geomagnetic forecasts"

IPS (interplanetary scintillation) とは、電波天体からの電波が太陽風プラズマによって散乱される現象である。地上で観測すると強度変動として現れるため、地上から太陽風の情報を得ることができる。IPS 観測データは太陽風速度、密度擾乱の情報を含むため、比較的短時間に広範囲の太陽風の情報を取得することができるという利点がある。特に IPS 観測から得られる電子密度擾乱の指数である g-value は、太陽風擾乱の検出において有効であり、現在、我々は宇宙天気予報へ応用するための基礎研究を行っている。ここで g-value とは、電波源ごとに日々観測された IPS の強度を太陽離角とともに変化する IPS 強度の平均値に対して規格化したもので、視線に沿った太陽風密度揺らぎの増減を評価する指標となる。太陽風擾乱が視線を通過すると、g-value の増加となって現れる。先行研究では 1990~1992 年のケンブリッジにおける 81MHz での IPS 観測から得られた g-value と磁気圏擾乱指数 Ap の相関について研究が行われている。その結果は、東側のみの g-value と Ap の相関係数はやや良くなるが、これは宇宙環境サービスセンター (SESC) の Ap 予測との相関係数と同程度であった。しかし、IPS データは共回転構造から生じる擾乱を予測するのにより適しているため、太陽活動が低い時期により高い相関を示す可能性が指摘されている (Lucek et al, 1996)。

本研究では長期間の地球での太陽風擾乱と g-value の相関を調べるために 1997 年から 2020 年までの期間に名古屋大学 ISEE の IPS 観測から取得した g-value データを解析し、地球軌道付近の太陽風観測データと比較した。本研究で用いた太陽風データは OMNI ([https://pdf.gsfc.nasa.gov/pub/data/omni/low\\_res\\_omni/omni\\_m\\_daily.dat](https://pdf.gsfc.nasa.gov/pub/data/omni/low_res_omni/omni_m_daily.dat)) のプロトン密度、バ

ルク速度の1日平均値である。ISEEのg-valueデータは毎日複数の電波天体から得られるため、日ごとの平均・最大・最小値を全天、太陽の東側、西側それぞれで計算した。続いてOMNIデータをg-valueに対して日付を±7日間、合計15日間ずらし、それぞれの相関を調べた。なお、太陽活動周期依存性を評価するため、2つの太陽活動周期(SC23、24)に分けて解析を行った。まず、SC23における密度データとの比較では、両者のずれが0日の場合に最も大きな正の相関が見られた。最大値、最小値は同様な傾向があるものの、ばらつきが大きい。太陽の東西で同様な比較をすると、同じ傾向がみられたが、西は相関の変化がより大きく出ていた。東は正の相関の最大が1日目にずれこんでおり、なおかつ相関の変化がはっきりとは出なかった。続いて速度データについては、-2日で相関が負の相関となり、その後1日にかけて正の相関の最大値になった。同様に東西で比較すると、密度と同様、西の方がはっきりとした相関がみられた。SC24についても同様な解析を行った。SC23と同様な傾向はわずかに見られたものの、ほとんど相関はなかった。今回の解析より、Lucek et al. (1996)の東のみの値を使用すると相関係数が良くなることを確認することは確認できなかった。しかし、今回の結果の相関係数は非常に小さいことに留意する必要がある。今後、フーリエ解析より周期性の検討を行う予定である。

参考文献：Lucek et al, Ann. Geophysicae 14, 139-148 (1996) (issue 2) “The use of various interplanetary scintillation indices within geomagnetic forecasts”