

横須賀太陽電波強度偏波計による太陽マイクロ波スペクトル観測：野辺山強度偏波計の後継に向けた初期検討

#北山 攻学¹⁾, 渡邊 恭子¹⁾, 北島 慎之典¹⁾, 大窪 遼介¹⁾, 城ヶ内 涼佳¹⁾, 安井 顕彰¹⁾, 野原 岳志¹⁾, 辻 将仁¹⁾, 岩井 一正²⁾, 増田 智²⁾, 下条 圭美³⁾

⁽¹⁾ 防衛大学校, ⁽²⁾ 名古屋大学 宇宙地球環境研究所, ⁽³⁾ 国立天文台

Solar microwave spectral observations using the Yokosuka Radio Polarimeter : Initial Findings

#Kogaku Kitayama¹⁾, Kyoko Watanabe¹⁾, Shinnosuke Kitajima¹⁾, Ryosuke Okubo¹⁾, Ryoka Shirogauchi¹⁾, Kensho Yasui¹⁾, Takeshi Nobara¹⁾, Masahito Tsuji¹⁾, Kazumasa Iwai²⁾, Satoshi Masuda²⁾, Masumi Shimojo³⁾

⁽¹⁾National Defense Academy of Japan, ⁽²⁾Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ⁽³⁾National Astronomical Observatory of Japan

F10.7, is solar radio emission with a wavelength of 10.7 cm (frequency 2.8 GHz), is usually used as a very important index that reflects solar activity and the condition of the Earth's upper atmosphere. This is because it is well known that solar radio emissions in the GHz band, including F10.7, correlate well with solar EUV emissions that cause ionization in the Earth's upper atmosphere. Generally, the F10.7 index published by the Dominion Radio Astrophysical Observatory in Canada is used worldwide. In Japan, on the other hand, the (Toyokawa-)Nobeyama Radio Polarimeters (NoRP) have provided highly accurate solar radio fluxes for over 70 years since 1951. NoRP data have been used for the calibration of solar radio instruments around the world, but it is scheduled to cease its observations at the end of the 2027 fiscal year of Japan. Therefore, in order to continue observing solar radio that reflect space weather conditions, a new solar radio observation device was constructed at the National Defense Academy of Japan.

The Yokosuka Radio Polarimeter (YoRP) began the sun tracking in mid-October 2024 and has been observing once a day. YoRP takes in two frequency bands: narrow-band (around 2 GHz) and wide-band (2.7-10.0 GHz), performing spectral observations in each frequency bands. To ensure compatibility with NoRP data, calibration is being performed using NoRP and YoRP data. Since YoRP and NoRP simultaneously observe frequencies at 2, 3.75, and 9.4 GHz, we used the chopper wheel method to derive the solar brightness temperature from YoRP data at these frequencies and investigated the correlation with NoRP's solar flux (SFU). As a result, a very high correlation coefficient of >0.9 is obtained at 3.75 GHz. On the other hand, no correlation is confirmed at 2 GHz. However, detailed analysis of the narrow-band spectrum revealed strong external radio waves believed to be from quasi-zenith satellites near 2 GHz. Therefore, using only data from before mid-March, which was not affected by external radio waves, we were able to confirm a weak positive correlation even at 2 GHz. Furthermore, a positive correlation equivalent to that at 2 GHz is obtained at 9.4 GHz. The conversion coefficients between the YoRP temperature and NoRP solar flux at 2, 3.75, and 9.4 GHz are used to derive the conversion coefficients for all observation frequencies of YoRP. This made it possible to derive the solar radio spectrum from the YoRP data.

In this presentation, we will report on the calibration results of YoRP data and the results of our investigation into the relationship between the solar radio spectrum from YoRP and sunspots.

太陽の F10.7 指数（周波数 2.8 GHz の電波フラックス）は、地球の高層大気に大きな影響を与える太陽 EUV 放射と良い相関を示すことから、太陽活動や地球高層大気の状態を反映する非常に重要な指標としてよく用いられている。一般的には、カナダのドミニオン天文台が公開している F10.7 指数が世界的に使用されている。一方、日本では、豊川-野辺山太陽電波強度偏波計 (NoRP) が 1951 年から約 70 年以上にわたり世界中の太陽電波観測装置のキャリブレーションに用いられているほど精度の高い太陽電波フラックスを提供しているが、NoRP は 2027 年度末に観測の終了を予定している。そこで日本においても、宇宙天気状況を反映する太陽電波のモニター観測を続けるための新たな太陽電波観測装置を防衛大学校内に構築した。

この横須賀太陽電波強度偏波計 (YoRP) は、2024 年 10 月中旬から太陽追尾が可能となり、1 日 1 回の観測を始めた。YoRP には narrow band (2 GHz あたり) と wide band (2.7-10.0 GHz) があり、どちらも観測周波数帯でスペクトル観測を行っている。YoRP の観測データを NoRP の後継データとするために、2024 年 10 月中旬から 2025 年 7 月までの観測データを用いて較正を行った。YoRP と NoRP が同時に観測している周波数は 2, 3.75, 9.4 GHz と限られているため、これらの周波数において、YoRP 観測データからチョッパーホイール法により太陽輝度温度を導出し、NoRP の太陽フラックス (SFU) との相関を調べた。その結果、3.75 GHz においては相関係数が 0.9 以上と非常に高い相関を示した。一方、2 GHz においては相関が確認できなかったが、narrow band のスペクトルを確認したところ、2 GHz を中心とした強い外部電波を受信していることが確認された。これより、外部電波の影響がなかった 3 月中旬以前のデータのみを用いて相関を導出したところ、少々弱いながらも正の相関を確認できた。また 9.4 GHz は高周波数であるため黒点の変動によるスペクトル変動が乏しいが、2 GHz と同等程度の正相関を確認できた。以上の 2, 3.75, 9.4 GHz における YoRP 温度-NoRP 太陽フラックス間の比例係数より、YoRP の全観測周波数における比例係数を導出した。これより、YoRP 観測データから太陽電波スペクトルの導出が可能となった。

本発表では、YoRP 観測データの較正状況と、上記より導出した太陽電波スペクトルを用いて、黒点数や黒点の磁場強度との関係を調べた結果を報告する。