

## 低周波パルサー観測における偏波校正方法の確立

北元、東北工業大学・情報通信工学科

### 1. 研究目的

磁気圏プラズマ中を電波が通過する際、偏波面の回転や遅延が生じる。この性質を用いて、パルサーを電波源として惑星磁気圏のプラズマ分布を推定する試みが着目されている(Withers and Vogt, 2017)。この方法は太陽系内惑星に留まらず系外惑星に対しても適応可能であり、惑星環境のリモートセンシングツールとして有用である。本研究ではその準備段階として、IPRTを用いて偏波観測した際、真のストークスパラメータとの間にどの程度乖離があるかを調査する。

### 2. 研究方法

観測されるストークスパラメータは以下のように求められる(Heiles et al., 2001)。IPRTの325MHz受信系は直線偏波フィードであることから、H方向・V方向の電圧を $V_A, V_B$ とすると、

$$S' = \begin{pmatrix} I' \\ Q' \\ U' \\ V' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \langle FT(V_A)\overline{FT(V_A)} \rangle + \langle \overline{FT(V_B)}FT(V_B) \rangle \\ \langle FT(V_A)\overline{FT(V_A)} \rangle - \langle \overline{FT(V_B)}FT(V_B) \rangle \\ \langle FT(V_A)\overline{FT(V_B)} \rangle + \langle \overline{FT(V_A)}FT(V_B) \rangle \\ -i(\langle FT(V_A)\overline{FT(V_B)} \rangle - \langle \overline{FT(V_A)}FT(V_B) \rangle) \end{pmatrix}$$

となる。ここで山括弧は時間平均を表し、FTはフーリエ変換を意味する。真のストークスパラメータとの間には、ミュラー行列( $\mathbf{M}$ )を用いて、

$$S' = \mathbf{M}S = \begin{pmatrix} m_{II} & m_{IQ} & m_{IU} & m_{IV} \\ m_{QI} & m_{QQ} & m_{QU} & m_{QV} \\ m_{UI} & m_{UQ} & m_{UU} & m_{UV} \\ m_{VI} & m_{VQ} & m_{VU} & m_{VV} \end{pmatrix} S$$

の関係がある。この行列を求めることができれば、真のストークスパラメータを導出することができる。

本年度は、GMRTで採用されている偏波校正方法に着目し、無偏波の天体3C147(52Jy @350MHz)を観測して $m_{II} \sim m_{VI}$ がどの程度の大きさになるか評価する。3C147は、1GHzでの偏波度は $<0.05\%$ であり(Perley and Butler, 2013)、低周波帯でも無偏波の天体として校正に使用されている。周波数は325MHz帯を使用し、VSSP32広帯域データサンプラーを用いた波形計測を行う。観測は32MHzサンプリング、4ch、2bitとした。観測は3/30 19:00JST~21:30JSTに行い、3C147を複数回ドリフトスキャンした。

### 3. 研究結果と考察

A面の観測結果の一部を図1に示す。図1は1秒毎にFFTし、S/N向上のため1MHz帯域を積分したデータを使用して導出した結果である。理想的なフィードであれば、無偏波の天体を観測しているためQ, U, Vは0になるが、測定されたQ, U, Vは0にならず、 $m_{UI} \sim m_{VI}$ が影響していることが確認できた。 $m_{QI}$ はA-B間のゲインの差に比例しており、 $m_{UI}, m_{VI}$ はA-B間のクロスカップリングの振幅と位相に依存している(Heiles et al., 2001)。今回の測定で、これらの影響によるストークスパラメータの変化が見られたため、校正の必要性を再確認することができた。

ドリフトスキャンの中心時刻は10:32頃であるが、UとVのピークがずれていることが確認できる。観測の前後に行った3C144のクロススキャンの結果では、ポインティングのずれが確認されており、このずれがUとVのずれを生んでいる可能性がある。ポインティングを修正し、再度U/Vのずれが発生するかを確認したい。

次のステップとしては、既知の偏波度・偏波角をもった天体を複数のAzimuthで観測し、その他のミュラー行列の成分を求める。

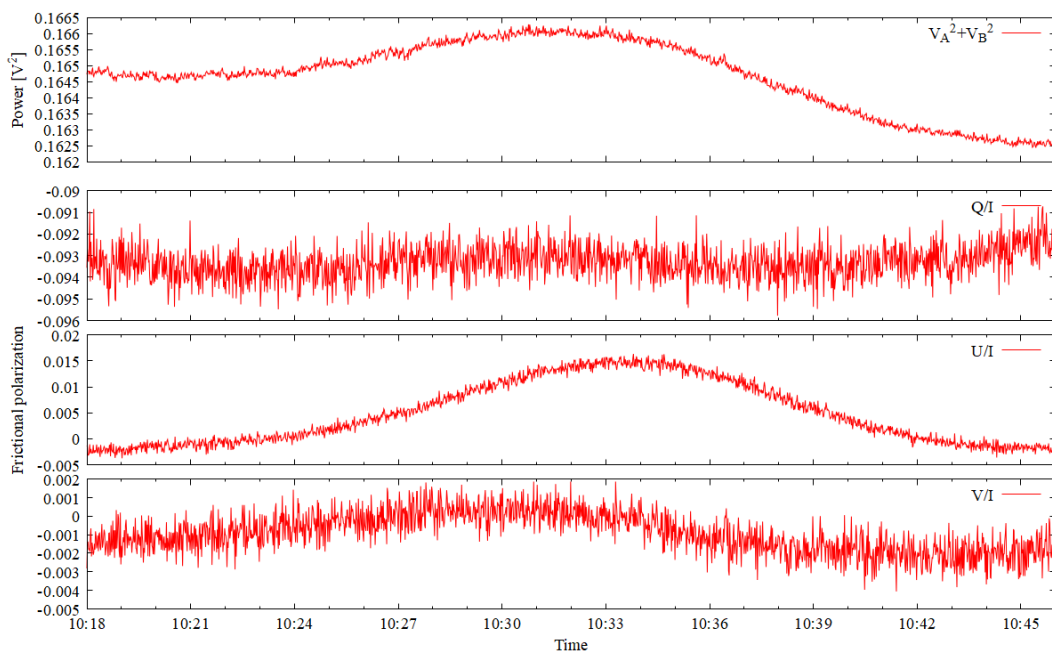


図1, A面におけるストークスパラメータの計算結果。3C147をドリフトスキャンしているため、10:32頃にアンテナの中央を通過している。

### 4. 参考文献

- Heiles C. et al. (2001), PASP, 113, 1274.
- Perley R. A. and Butler B. J. (2013), ApJS, 206, 16.
- Withers P., and Vogt M. F. (2017), Astrophys. J., 836, 114.