

Stokes-QUV プロファイルの非対称性とその分布の特徴

2004. 12. 22 Wed.

京都大学飛騨天文台

上野 悟

【目的】

ASPなどのインバージョンコードで取り扱う事が困難な、非対称性の強いストークスQUVプロファイルが分光式ポラリメータでは時々観測されているが、このようなプロファイルの形成される領域は、その領域特有の太陽大気のなんらかの物理的特徴や活動と関連しているのか、或いは単に磁場構造物と視線方向との幾何学的位置関係により、ある特定の磁場配置において必然的に見られるものなのか、を区別する事を目的とした。

今回はとりあえず、まず非対称性を定義し、ASPの2000年11月15～22日の間の活動領域NOAA 9231のスキャンデータを用いて、Q, U, V各々について非対称性が強く分布している領域にどのような特徴があるかを調査した。その結果についての定性的な考察について、清原さんから2成分大気を扱えるインバージョンコードなどを用いて解答を出して頂く事を期待しています。

【非対称性の定義】

まず、各地点において6302.5吸収線のセンターを求める。

V/Iプロファイルの最大値が

0.006以下 → Iプロファイルから吸収線中心を2次元フィッティングで計算

0.006を超える → Vプロファイルの青側のピーク波長と赤側のピーク波長との
中点を取る事で吸収線中心を算出

■ Q, Uについて

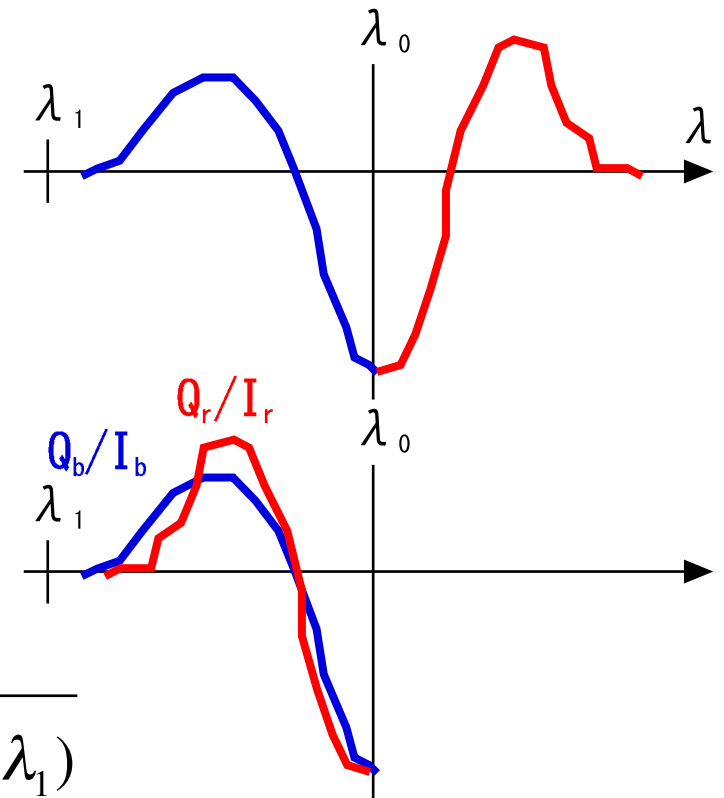
Q/I, U/I 各々について、各地点での
プロファイルを上で求めた吸収線中心を
境に折り返し、青側と赤側のプロファイル
の差を下記の式のように定義。

非対称性 A (Qの場合) ;

$$A = \frac{\sqrt{\int_{\lambda_1}^{\lambda_0} \{Q_b(\lambda)/I_b(\lambda) - Q_r(\lambda)/I_r(\lambda)\}^2 d\lambda}}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_0} \{|Q_b(\lambda)/I_b(\lambda)| + |Q_r(\lambda)/I_r(\lambda)|\} d\lambda / (\lambda_0 - \lambda_1)}$$

ただし、分母 (平均値) が 0.002 未満の磁場成分の
大変弱い地点については計算を行わない事とする。

Uも全く同じ。

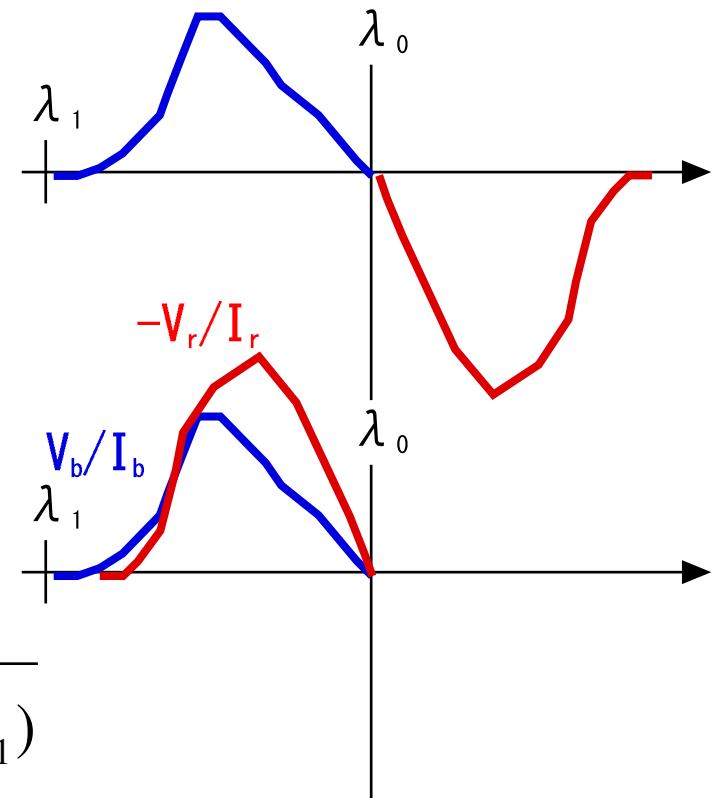


■ Vについて

Q, Uと同様、V/I について、各地点でのプロファイルを上で求めた吸収線中心を境に折り返し、青側と赤側のプロファイルの和を用いて下記の式のように定義。

非対称性 A ;

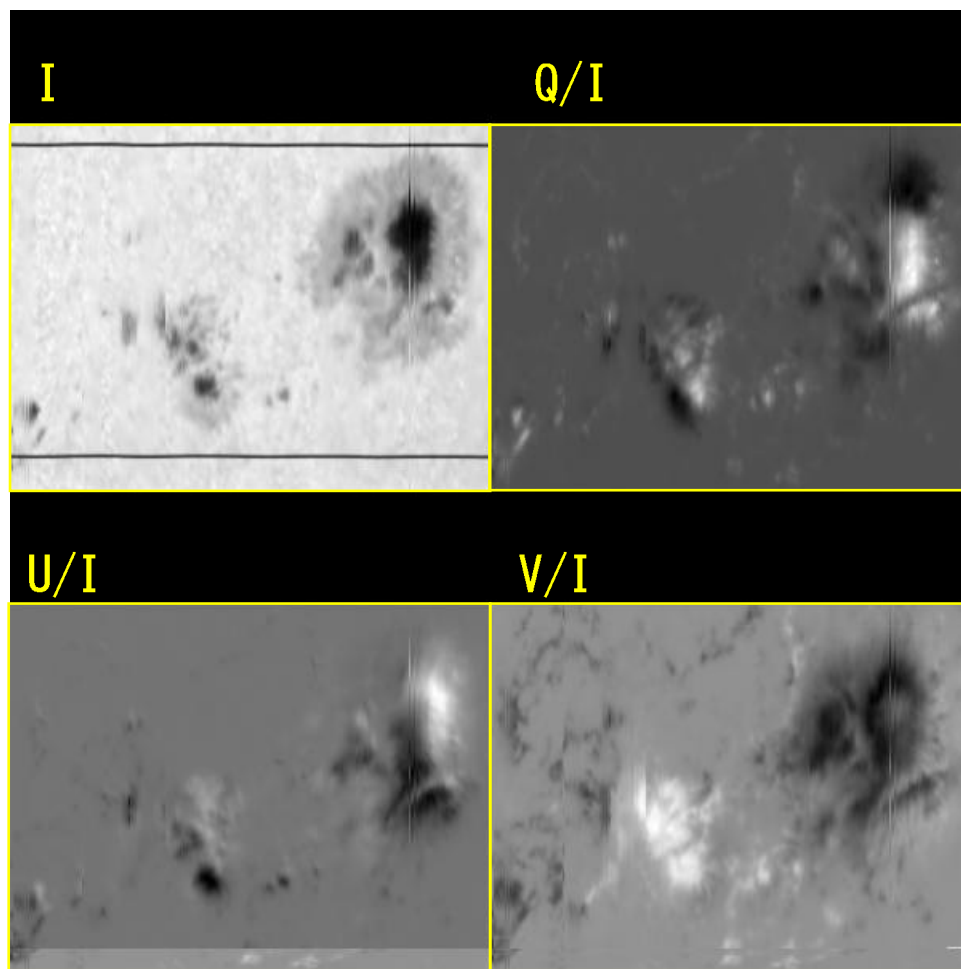
$$A = \frac{\sqrt{\int_{\lambda_1}^{\lambda_0} \{V_b(\lambda)/I_b(\lambda) + V_r(\lambda)/I_r(\lambda)\}^2 d\lambda}}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_0} \{|V_b(\lambda)/I_b(\lambda)| + |V_r(\lambda)/I_r(\lambda)|\} d\lambda / (\lambda_0 - \lambda_1)}$$



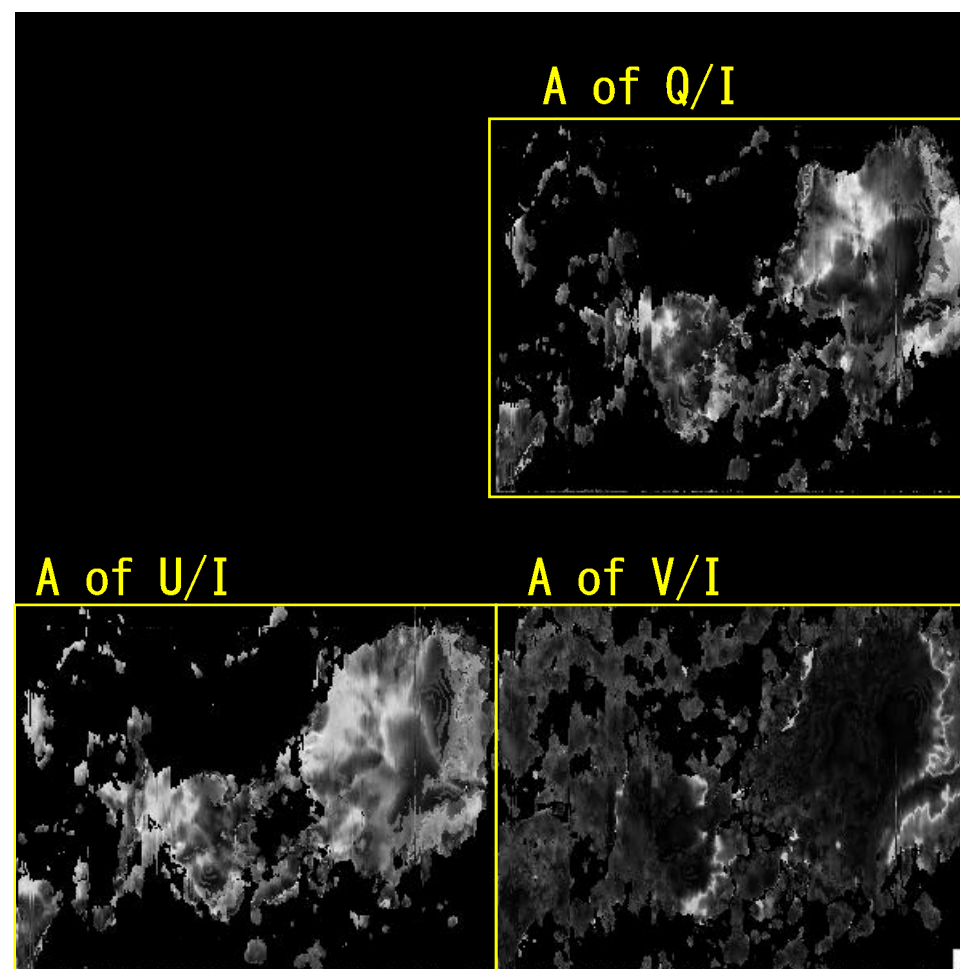
ただし、分母（平均値）が 0.002 未満の磁場成分の大変弱い地点については計算を行わない事とする。

【結果／ある時間のデータから】

- 特徴 1. Q, U, V 共に、非対称性はランダムに存在するのではなく、黒点領域
周辺で塊状、或いはリボン状に存在する。
Q, Uは塊的に、Vはリボンの的に分布する傾向がある。



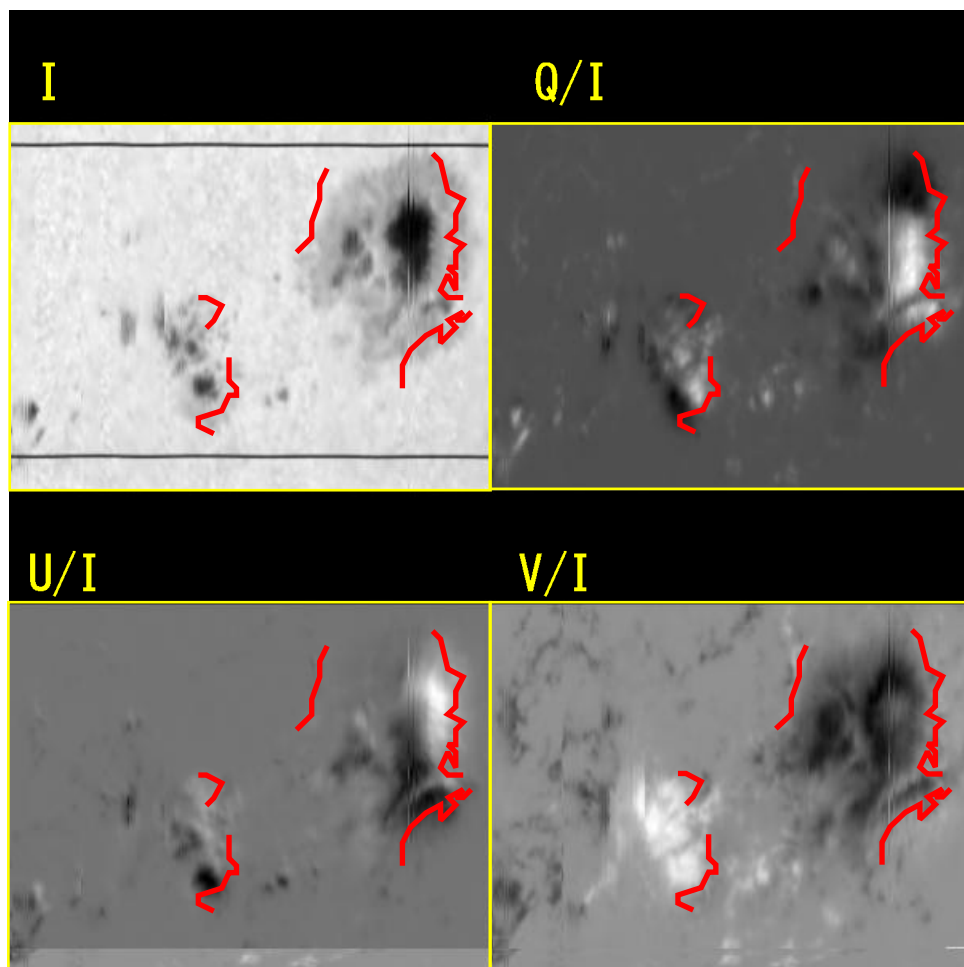
ストークスマップ



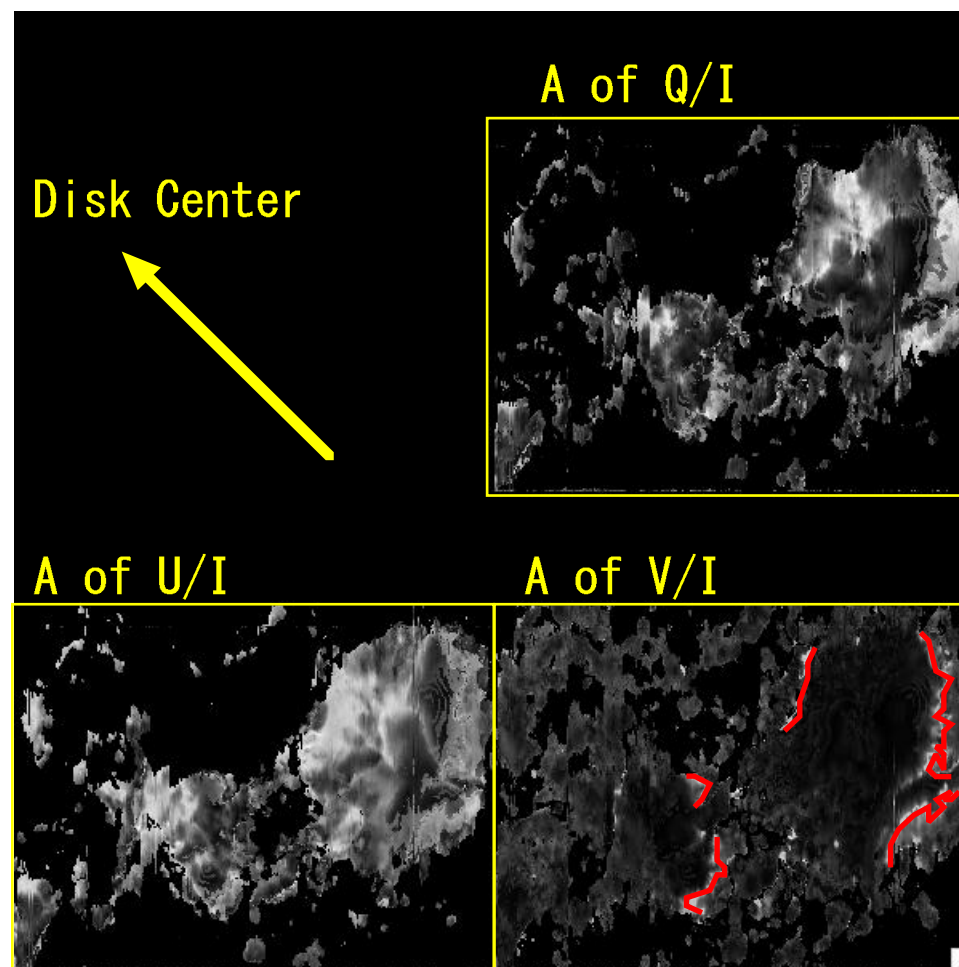
非対称性マップ

特徴 2. リボン状のVの非対称領域は、視線方向磁場の見かけの中性線に沿っているものがほとんどである。

特徴 3. さらに、Vのリボン状非対称領域は、概して Disk Center 方向に対し直交して並んでいる。

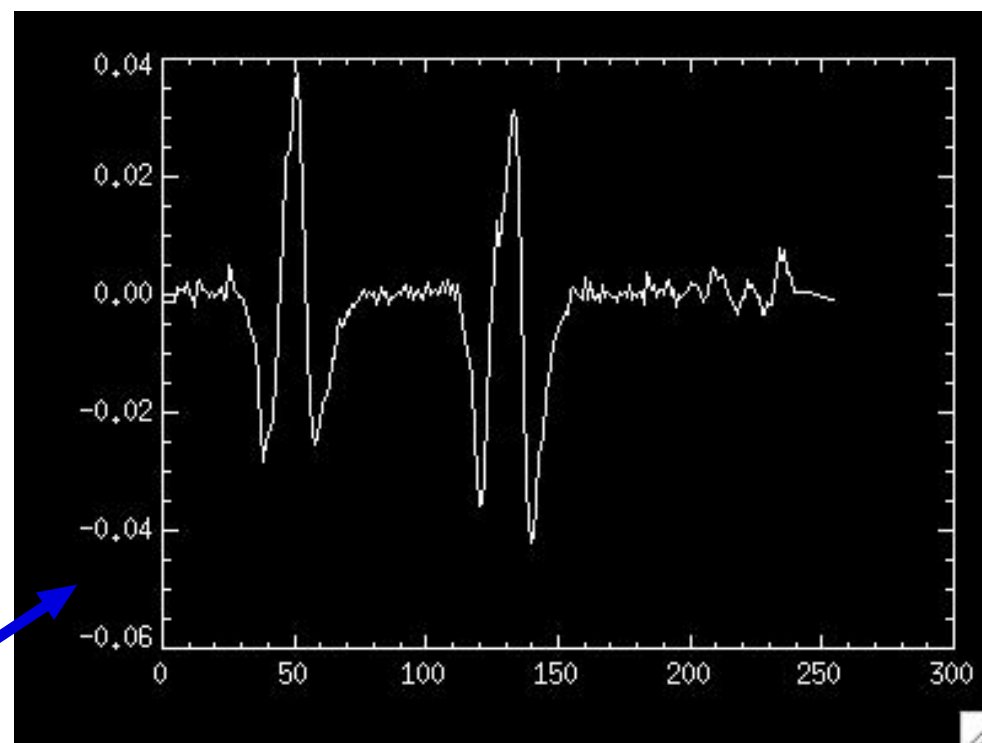
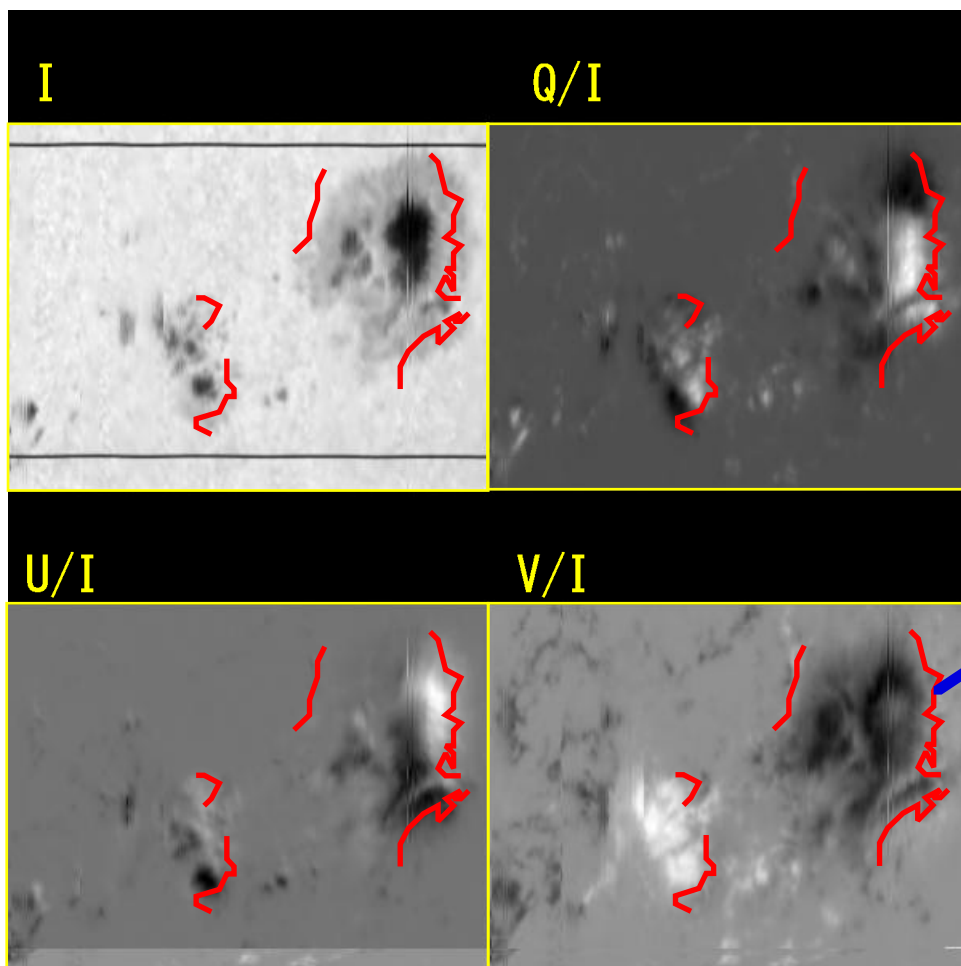


ストークスマップ



非対称性マップ

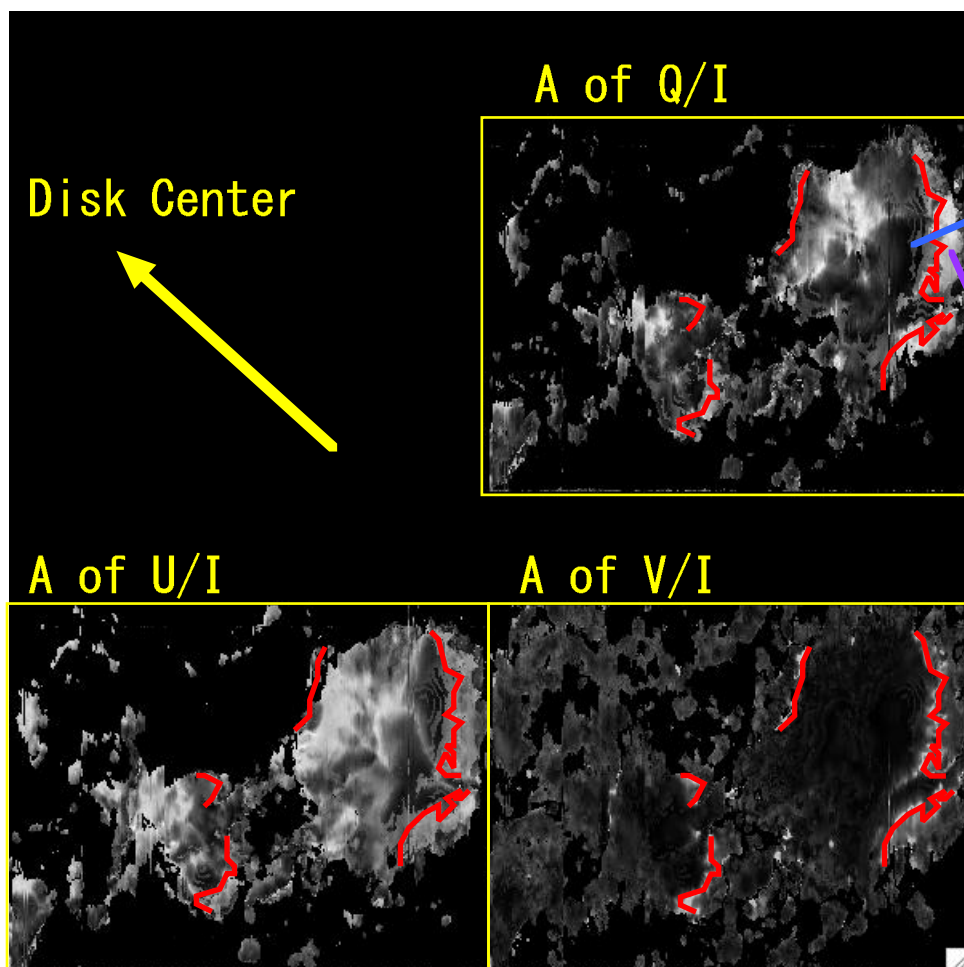
特徴 4. Vのリボン状非対称領域におけるV/Iのプロファイルは、下図のような逆極性のVプロファイルを大きくドップラーシフトさせて重ね合わせたような、Q/U的な形をしている。(この時のV/Iのピーク値は、同じ領域でのQ/I、U/Iのピーク値の大体30%程度である。)



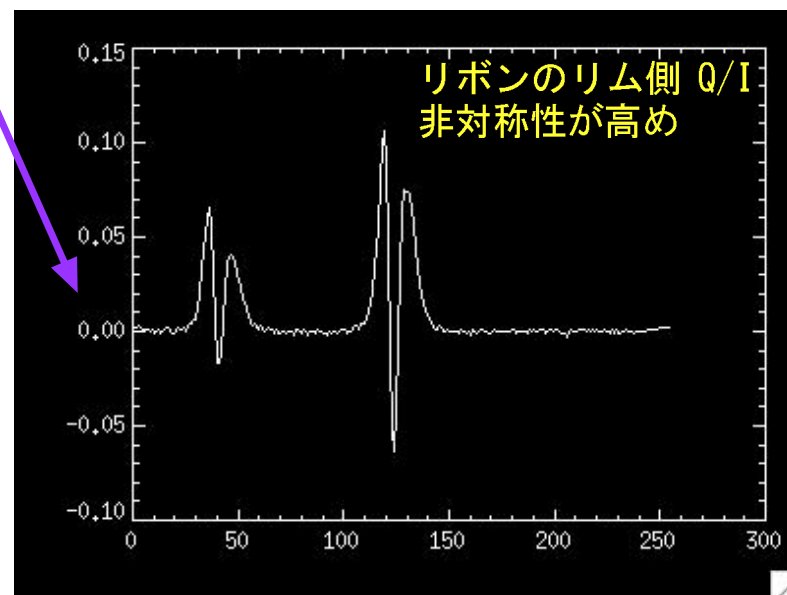
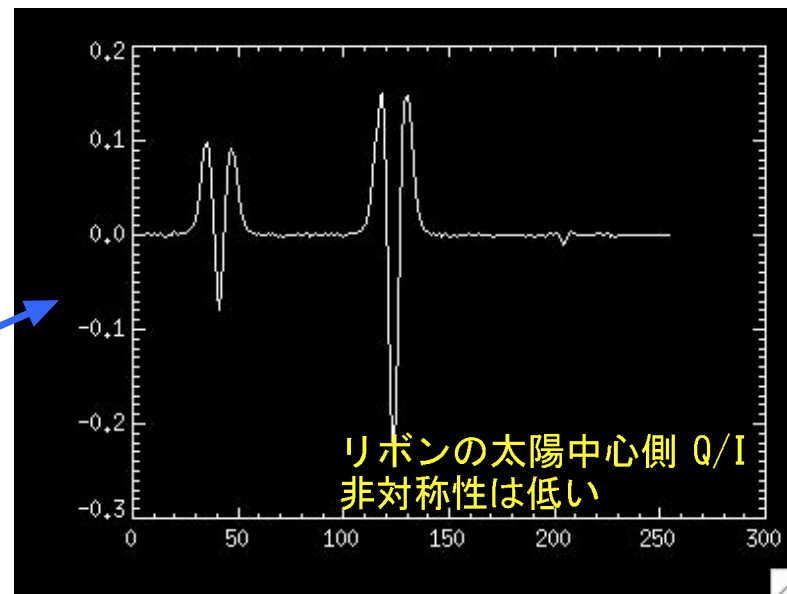
リボン状非対称領域中のV/Iプロファイル例

ストークスマップ

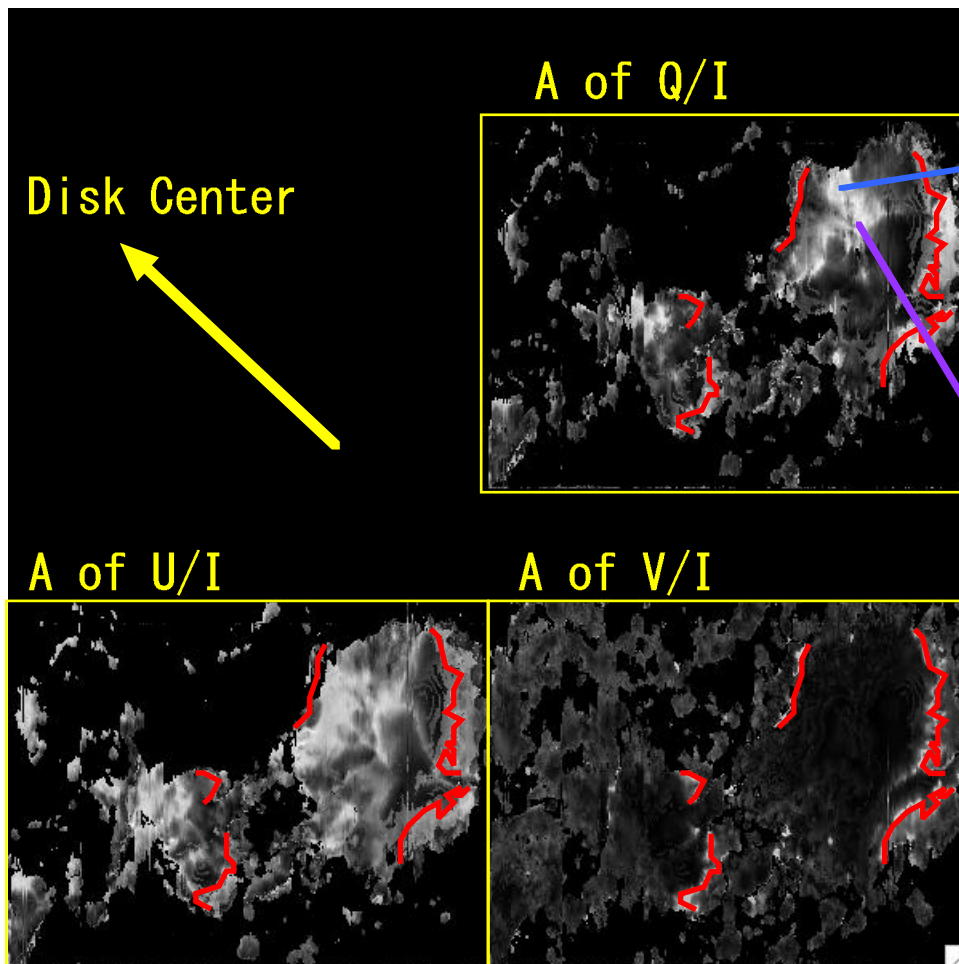
特徴5. Vのリボン状非対称領域を境として、Q/I、U/Iの非対称性は、不連続的に変化する。
概してリボン領域のリムサイドで非対称性が高くなる。



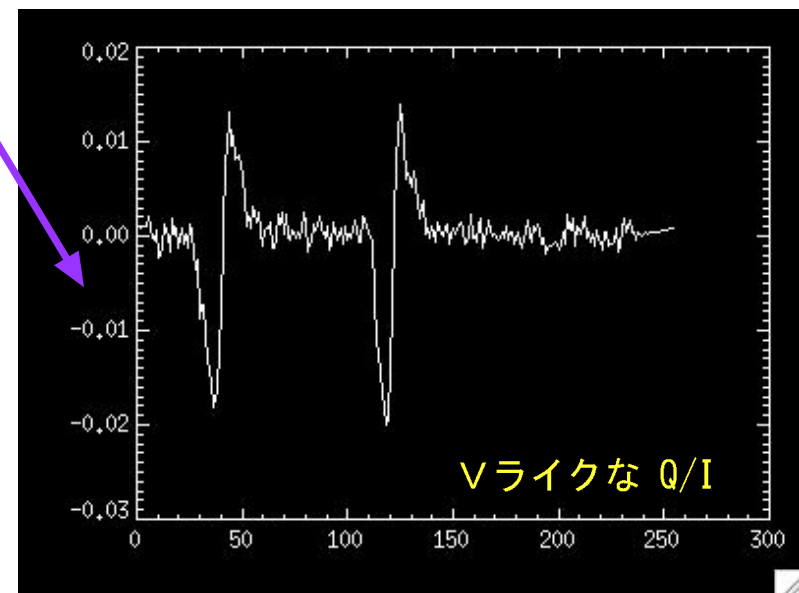
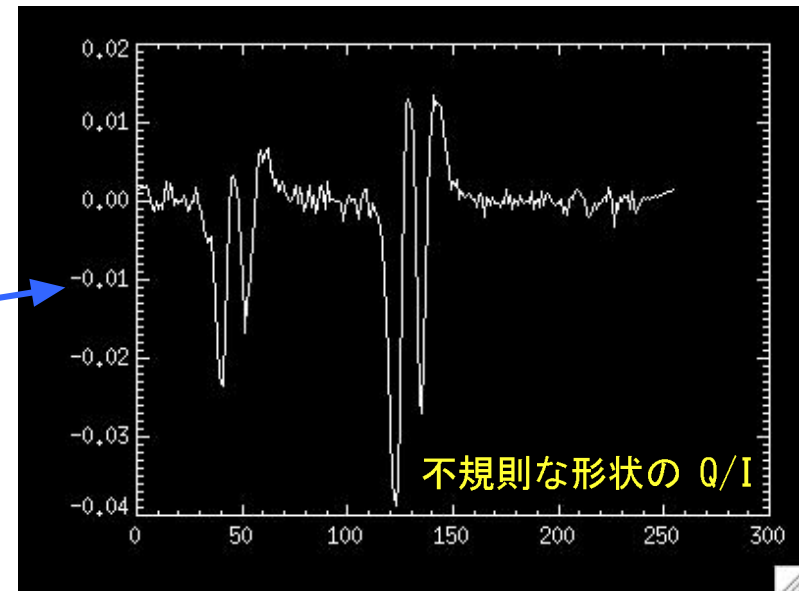
非対称性マップ



特徴6. リボン状領域とは別に塊状に分布するQ U非対称領域におけるQ/I、U/Iのプロファイルは、下図のような不規則な形や、Vライクな形をしている。このような領域は、概してQ、Uの信号は弱く、Vは信号が強かつ対称的なプロファイルの領域に相当している。(この時のQ/I、U/Iのピーク値は同じ領域でのV/Iのピーク値の大体5%程度である。)



非対称性マップ



【非対称プロファイルの解釈】

解釈 1 : 「**望遠鏡等による Q U ⇔ V クロストーク**」

上述のように、

- ・ V の非対称領域は V 信号が小さく、逆に Q U が大きい事。
- ・ Q U の非対称領域では Q U 信号は小さく、逆に V が大きい事。
- ・ 形状も V が Q U 的に、Q U が V 的に出る場合が多い事。

という結果から、クロストークがある場合の特徴と類似点が多い。

ただ、そうだとすると、

Q U → V のクロストークは 30% 程度

V → Q U のクロストークは 5% 程度

発生している事になる。

長年経験を積んでいる ASP でこのような大きなクロストークは考えにくいのか？

解釈 2 : 「**V の非対称性は逆極性かつ逆速度場を持った 2 成分大気の重ね合わせ**」

非対称 V プロファイルの形状は、この解釈で再現できると思われる。

ただ、見かけの中性線近傍（磁場が視線に対して直角に近い領域）に限ってこの現象が発生するのは不自然？

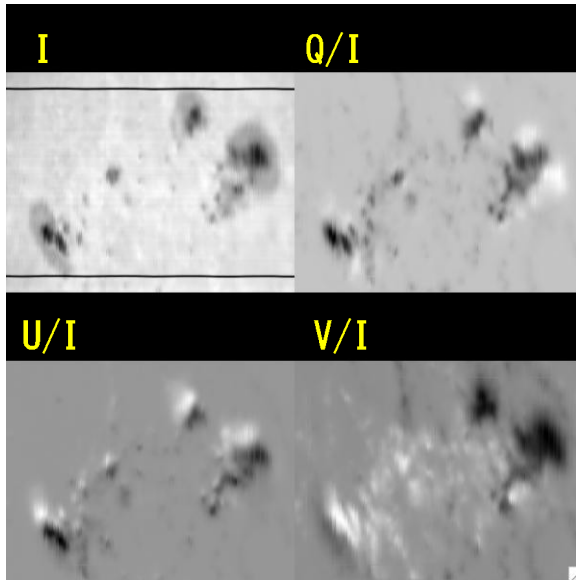
解釈 3 : 「**Q U の非対称性は直交しかつ逆速度場を持った 2 成分大気の重ね合わせ**」

この解釈で、Q U プロファイルを V 的にすることは可能ではあるが、その地点の Q U V 全てをこれで説明できる解が存在するか、またそのような解が黒点領域の現実的な構造に対応しているか、は 2 成分大気を扱ったインバージョンの結果を見なくては判定が難しい。

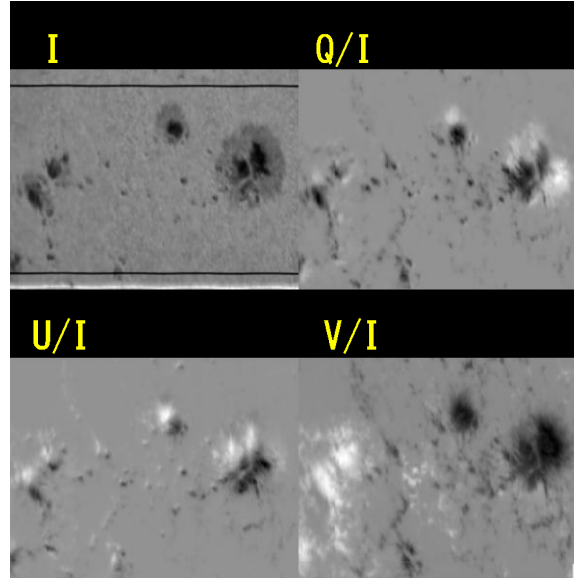
【追加資料】

上述の6つの特徴が、異なる日時においても見られる事の確認資料として、11月15日～22日の同領域のストークスマップ、非対称性マップを下に添付します。

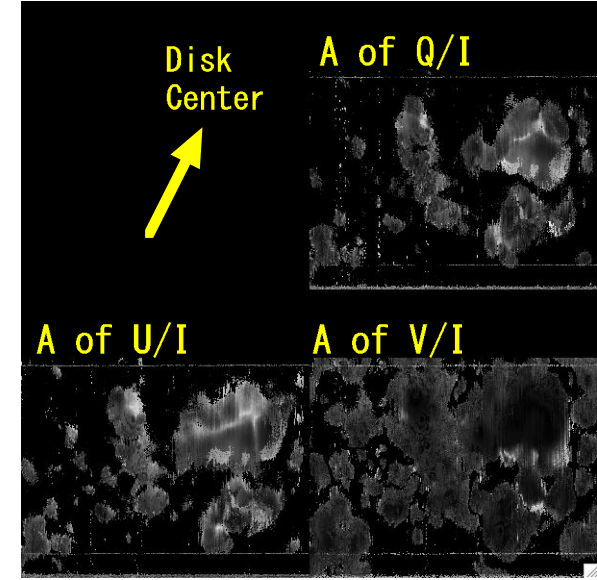
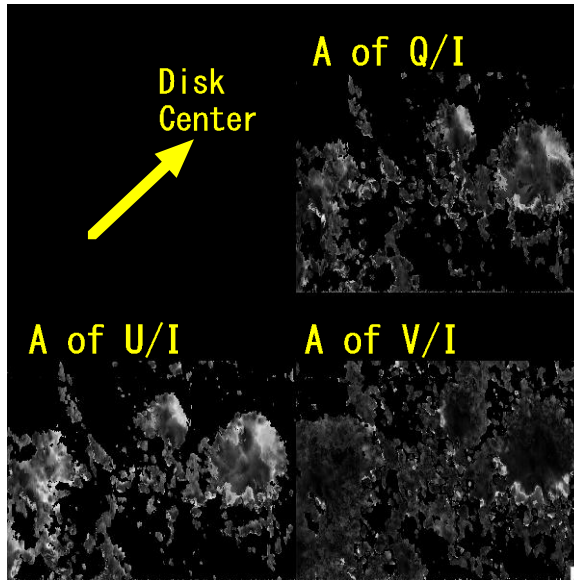
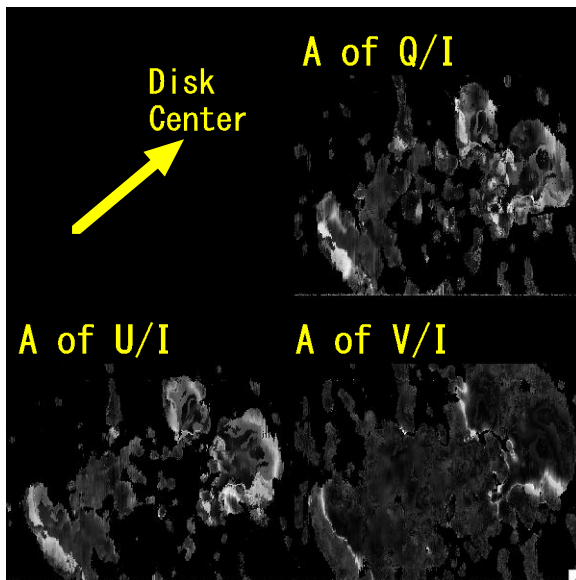
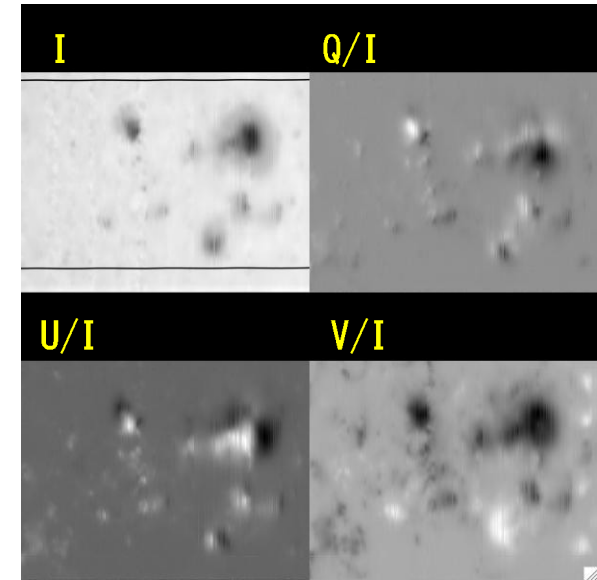
2000. 11. 15



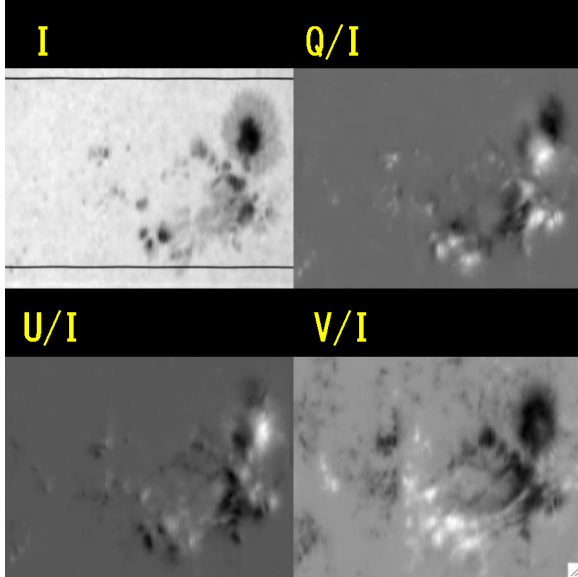
2000. 11. 16



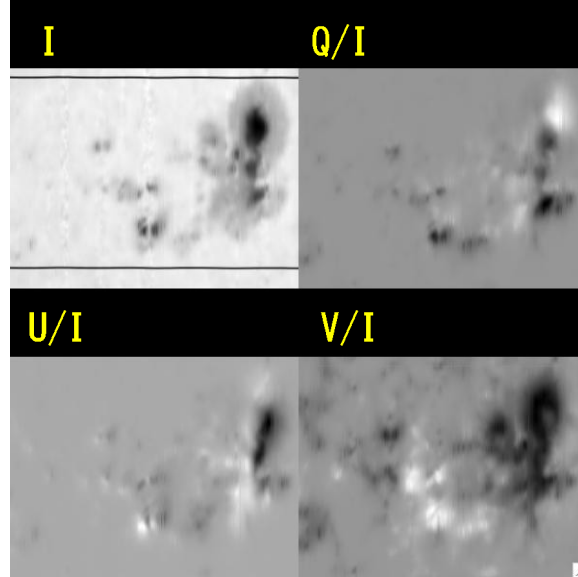
2000. 11. 17



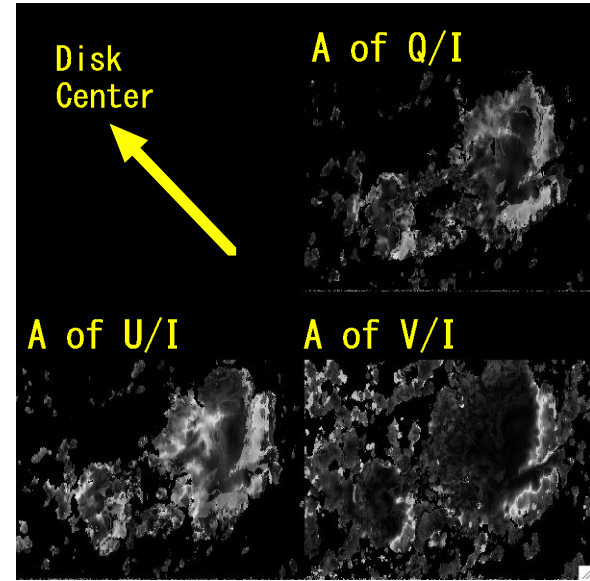
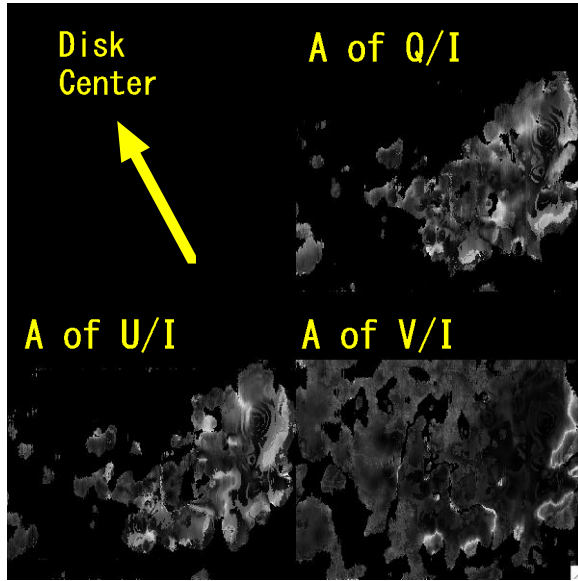
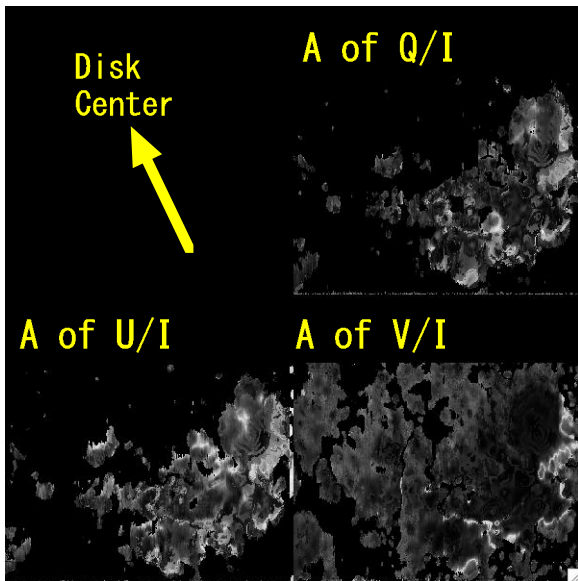
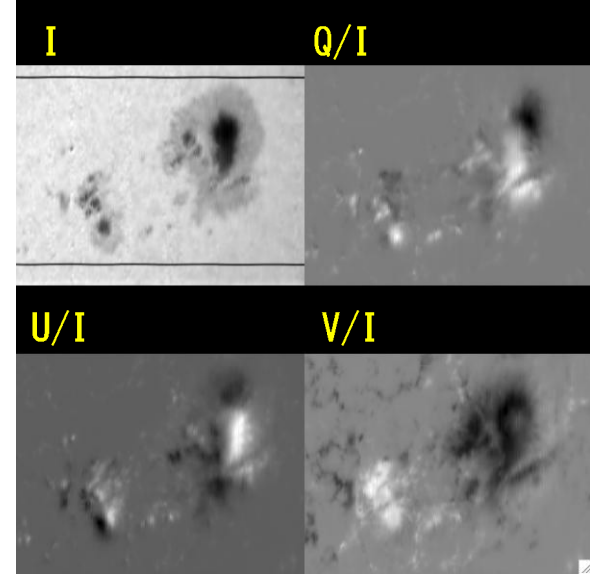
2000.11.19 op01



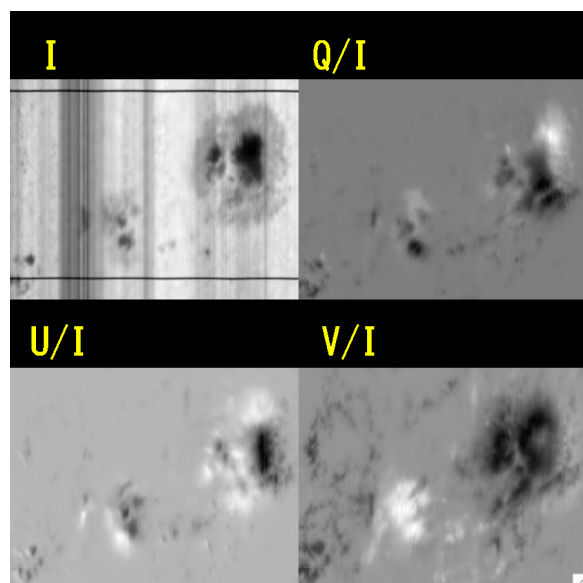
2000.11.19 op12



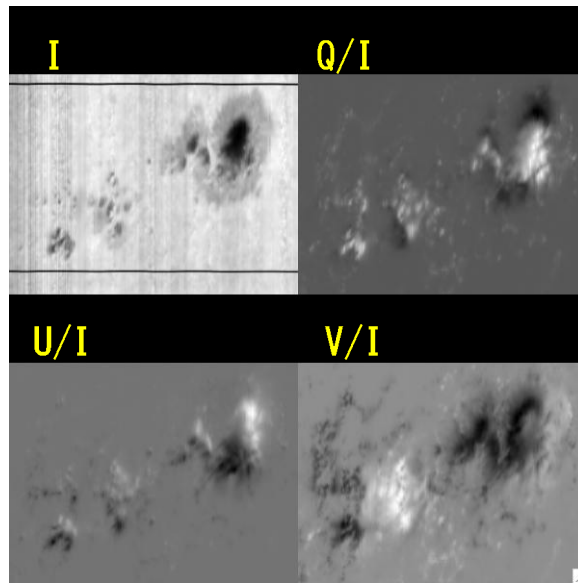
2000.11.20 op01



2000. 11. 20 op13



2000. 11. 21



2000. 11. 22

