

EUV ジェットに多波長観測

松井悠起
地球惑星科学専攻 修士1年
matsui.y@eps.s.u-tokyo.ac

1 OBSERVATIONS

2007年6月5日04:15UTに活動領域 NOAA 10960(S03,E27)で起きたジェットを観測した。この活動領域では2つの大きな黒点が接近しており、ジェットは西側の黒点付近で起こった。

長さは30分程度でその間何回かジェットが起きた。ジェットの長さはジェットの傾きを考慮しない場合、 6.0×10^4 kmであった。この活動領域では太陽面を横切る間にMクラスのフレアが10回起きているが、CMEを伴うフレアはそのうち2回しかなかった。(Srivastava et al.2010) このジェットの直後にも東側の黒点付近でC1.2のフレアが起こっている。

この活動領域は数多くの望遠鏡が観測していた。それぞれの解析方法は2節で詳しく述べる。

TRACEはこの活動領域を171Åで60秒間隔で観測していた。

「ひので」衛星のEISはこの活動領域を連続でスキャンしていた。このジェットに上手くスリットが当たっていたので、非常に強いブルーシフトを観測することに成功した。次の節でEISについて詳しく述べる。

2 DATA ANALYSIS

2.1 EISでの各波長のintensity, ドップラーマップ

EISは二つの波長帯(170Å-210Å,250Å-290Å)で観測を行っていて、このジェットは17の輝線で観測された。この活動領域をEISは00:45UT-04:29UTの間、連続でスキャンしていたが、ジェットが観測されたのは一番最後のスキャン(04:16UT-04:29UT)だけであった。スリットは縦240秒角、幅2秒角で太陽の南北方向に置かれていて、太陽の東の方向へずらしながら観測した。1回のラスタースキャンで行った観測は120回で東西方向は合計240秒角のデータが得られた。露光が1回5秒でスリットの移動に1秒かかるので、ラスタースキャン1回で12分かかる。ジェットが観測されたのはEISが観測していた領域のうち北西の100秒角四方の領域である。

EISのデータ解析にはSSWのeis_prepを使った。ドップラー速度を求めるためにeis_auto_fitを使いフィッティングを行った。また衛星の軌道による影響を補正するためにeis_orbit_splineを、CCDの傾きを補正するためにeis_tilt_correctionを用いた。フィッティングはすべて1成分で行っている。以上により得られたのが図1である。

温度の低い波長ではブルーシフトがはっきりと出ているが、温度の高い波長ではほとんど確認できない。特にHeIIで強く出ているので、HeIIのブルーシフトについて次の節で詳しく解析する。

2.2 HeII 256Åのライン解析

8万度程度の輝線形成温度をもつHeII256.32Å輝線で強いブルーシフトが観測され、ドップラー速度は約150km/sとなった。しかし256.32Å付近にはSix256.37Å輝線も存在するため、Sixが

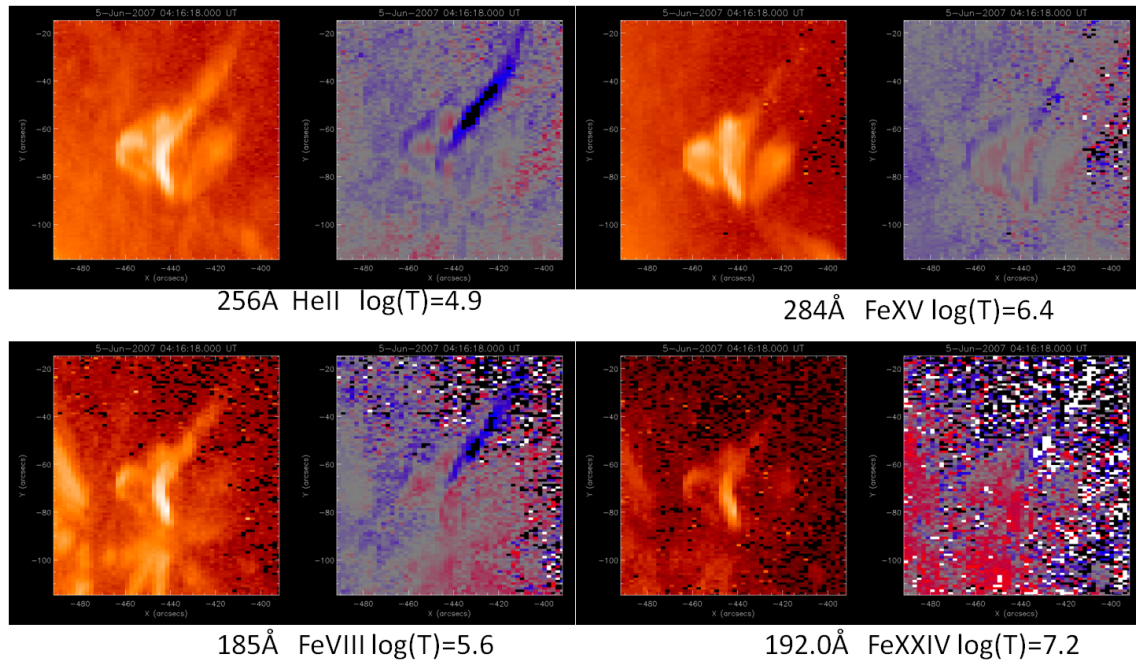


図 1: EIS の各波長

ブルーシフトしている可能性も考えられる。そのため、ブルーシフトしている成分が HeII か Six によるものなのか調べるために、同じ位置での FeXII195.12Å のとの比較を行った (図 2)。195Å で

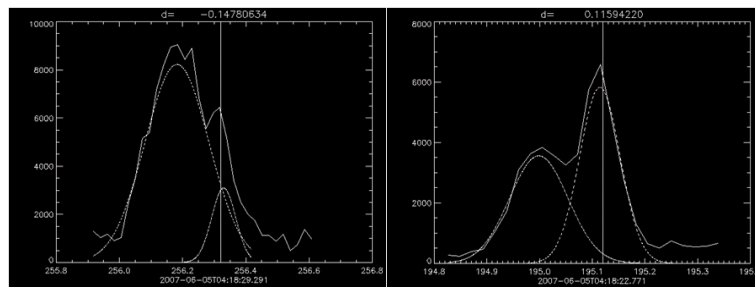


図 2: 左:256Å 右:195Å

は静止している FeXII の成分とブルーシフトしている成分の 2 成分にはっきり分かれているが、ブルーシフトしている成分より静止成分のインテンシティの方が大きい。FeXII と Six は輝線形成温度が同程度なので、同じ運動をしていると考えられる。したがって 256.32Å 付近のブルーシフトが Six だとすると、ブルーシフト成分より大きい静止成分があるはずであるが、そのような成分は見られない。よってこのブルーシフトは HeII によるものと考えられる。

ジェットの加速が彩層蒸発によるものだとすると、速度は音速程度になる。HeII の輝線形成温度は約 8 万度プラズマなので、音速は約 50km/s であるがこの観測から得られたドップラー速度は約 150km/s であった。この速度は彩層蒸発による加速とは考えにくく、磁気リコネクションによる磁気張力によって加速されていると考えられる。

2.3 TRACE によるインテンシティの変化

TRACE からジェットのパワーインテンシティの変化を調べた。TRACE のデータは SSW の trace_prep を用いてデータの補正を行った。

ジェットのパワーインテンシティは exponential になることが知られている。(Shimojo et al. 1996, Shimojo et al. 2001) それぞれの時間でのジェットの方向のパワーインテンシティが図 3 である。ジェットの

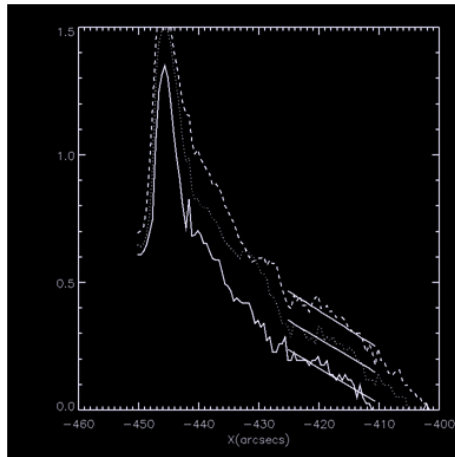


図 3: ジェット方向のパワーインテンシティの変化 実線 : 04:16, 点線 : 04:17, 破線 : 04:18

根元から離れた部分では exponential になっている。

この時間変化はジェットの平面内の速度に対応していると考えられる。速度は 125km/s であった。これで視線方向の速度と観測された平面内での速度がわかったので、次の節でジェットの立体構造の考察を行う。

2.4 STEREO によるジェットの立体構造の解析

STEREO は同じ衛星が太陽を違う角度から観測しているため、STEREO の観測データから 3 次元な構造を得ることが出来る。STEREO はこのジェットを観測したとき約 11° 離れていた。2 機から見たジェットは傾きが違って見える。STEREO のデータは SSW の secchi_prep をつかって補正した。ジェットの傾きの差から角度を求めると、太陽面に対して 18.5° 傾いていることがわかった。このジェットの位置では地球から見ると太陽面が 31° 傾いているので、TRACE と EIS の画像はジェットは 49.5° 傾いていることになる。この角度は EIS による視線速度 150km/s と TRACE で求めた平面速度 125km/s と一致する。ジェット本体の速度は 200km/s となる。

2.5 磁場の構造

SOT はこの活動領域の磁場は観測していなかったため、ひのでからは磁場のデータを得られなかったが、MDI のデータは得られた。TRACE の画像に MDI のコンターを乗せたものが図 4 である。黒点が負の磁場でその周囲に正の磁場があることが分かる。

日本の飛騨天文台にある太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) はこの時間太陽の観測を行っていて、T3: $H\alpha$ 部分像望遠鏡がこの活動領域を観測していた。図 5 の右は T3 の $H\alpha$ での画像に MDI のコン

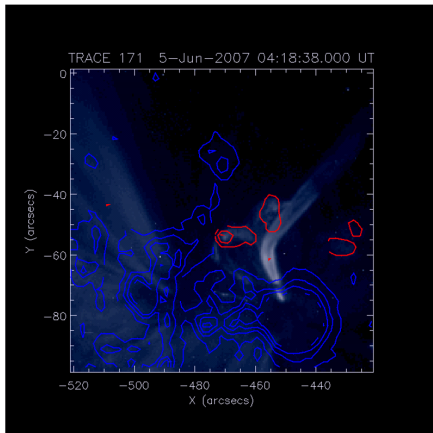


図 4: TRACE に MDI のコンター 赤 : 正の磁場、青 : 負の磁場

ターを乗せたものである。画像の時刻はジェットの後であるが、黒点と正の磁場の間に明るい部分がある。

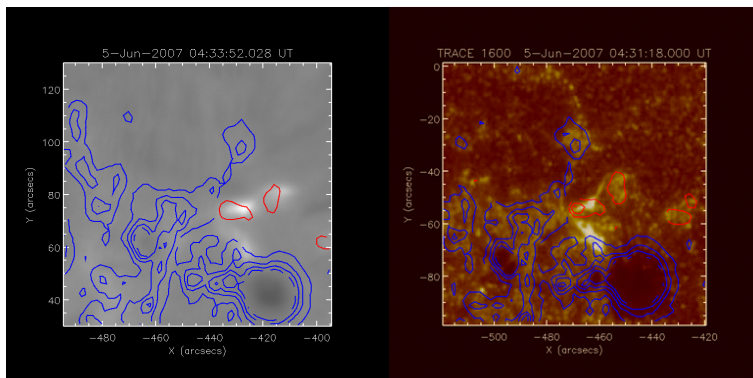


図 5: 左: $H\alpha$ 右:TRACE1600Å コンター 赤 : 正の磁場 青 : 負の磁場

同じ時刻に TRACE は 1600Å で観測している、MDI のコンターを乗せたものが図 5 の左である。 $H\alpha$ で明るい部分と同じ所が白く光っている。 $H\alpha$ や 1600Å では彩層が光っていると考えられるが、図 5 ではジェットの後に光っているのはこれはフレアリボンと考えられる。よって黒点と正の磁場の間にリコネクティブループがあると考えられる。これにジェットの飛ぶ方向などを考慮して磁場のモデルを考えた (図 6)。赤線が正の磁場、青線が磁場を表している、正の磁場から出て負の磁場へ向かう磁力線を黄色線で表している。ジェットの起こる前は図 6 左のような構造をしていて、黒点と黒点のそばの正の磁場を結ぶループが黒点から出た大きな磁力線とリコネクションすることで図 6 右のような構造に変化した。このときジェットは新しくできた磁力線に沿って飛んでいくと考えられる。この形状は TRACE で観測されたものに非常に似ている。またリコネクティブループによるフレアリボンもこのモデルで説明できる。

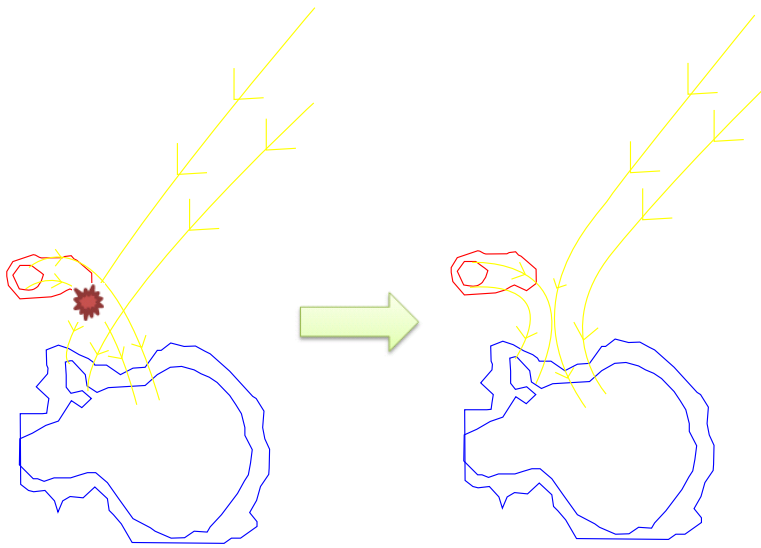


図 6: 磁場のモデル