

磁気北極付近における大気光観測を用いた CME, CIR 発生に伴う極冠パッチの性質

岡村 紀 [1]; 細川 敬祐 [1]; 塩川 和夫 [2]; 大塚 雄一 [2]
[1] 電通大; [2] 名大宇地研

Characteristic of patches during CME and CIR interval by optical observations near the northern magnetic pole

Kazu Okamura[1]; Keisuke Hosokawa[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Yuichi Otsuka[2]
[1] UEC; [2] ISEE, Nagoya Univ.

Polar cap patches are regions of high electron density in the polar cap F region ionosphere. Patches are produced by the interaction between the spatial distribution of the dayside high-density plasmas and their anti-sunward transport across the polar cap by the high-latitude plasma convection. Patches are known to be often observed during intervals of southward interplanetary magnetic field (IMF) conditions. However, it has not been discussed the relationship between the variations of IMF and the characteristics of patches. In this study, we focus our attention on the difference in the variation of IMF between periods of CME (Coronal Mass Ejection) and CIR (Co-rotating Interaction Region). During intervals of CME, plasma convection efficiently transports the high-density daytime plasma towards the polar cap by the expansion of the high-latitude convection due to the prolonged southward IMF; thus, huge and bright patches should be observed. In contrast, during intervals of CIR, there are observed lots of fluctuations in the IMF orientation, then the corresponding frequent changes in the high-latitude convection can chop the TOI (Tongue of Ionization) into small patches. The purpose of this study is to clarify the dependence of the characteristics of patches on the variations in the IMF by comparing patches during CME and CIR.

In this study, we make use of measurements by two all-sky airglow imagers of Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs), one at Eureka, Canada (80.5 N, 273.6 E, 88.5 MLAT), which was newly installed in October 2015, and the other at Resolute Bay, Canada (74.7 N, 265.0 E, 82.9MLAT). We are able to carry out 24h continuous measurement at an almost fixed point near the magnetic pole.

In this study, we analyze two intervals on December 10, 2015 under the influences of CIR and December 14, 2015 under the influences of CME during which patches were observed in Eureka and Resolute Bay simultaneously. The method of the analysis is 1) make keograms, which is time-series of the north and south cross-section of all-sky images, and movies from all-sky images, 2) extract patches from all-sky images and keograms by visual inspection, 3) find the number of patches, average luminosity and average occurrence interval and compare these values between the cases of CME and CIR. On December 10, 2015, the number of patches is 27, the average luminosity is 208 Rayleigh, and the average occurrence interval is 24 min. On December 14, 2015, the number of patches is 20, the average luminosity is 265 Rayleigh, and the average occurrence interval is 22 min. We predicted that the occurrence interval of the patch can be different due to the difference in the variation of IMF between the cases of CME and CIR. However, it was found that the observed number of patches, average luminosity and average occurrence are almost the same between the two cases.

Regarding the average luminosity, of course the IMF variations during the CME and CIR can affect the characteristics of the high-latitude plasma convection, but in both cases the convection expands large enough to capture the daytime plasma into the polar cap; thus, there is almost no difference in the characteristics of patches between CME and CIR. During interval of CME, plasma convection stably transports the high-density daytime plasma towards the polar cap by the expansion of the high-latitude convection. Even during intervals of CIR, plasma convection regularly transports the high-density daytime plasma towards the polar cap from one direction by the stable of the positive IMF By. Because stable transportation of the high-density dayside plasma is possible in both cases, there is almost no difference in the number and average occurrence of patches during the CME and CIR period.

This result suggests that the characteristics of patches depend more on the location of terminator than the variations in IMF.

極冠パッチは、極冠域 F 領域電離圏で観測される高電子密度領域であり、太陽からの極端紫外線により電離された日照域のプラズマが極冠域のプラズマ対流によって反太陽方向へと輸送されることによって生じると考えられている。また、極冠パッチは、反太陽方向のプラズマ対流が強まる IMF (Interplanetary Magnetic Field) が南向きの時間帯に高い頻度で観測されることが知られている。しかし、これまでの研究では、IMF の変動、特に CME (Coronal Mass Ejection) や CIR (Co-rotating Interaction Region) といった強い太陽風の擾乱の特性と極冠パッチの性質の関係性について十分に議論がされてこなかった。そこで、本研究では、CME と CIR の時間帯で IMF の変動パターンが異なることに着目し、それらがパッチの性質に何らかの違いをもたらすかどうかを調べた。CME 発生時は IMF $B_z < 0$ の状態が長く続くことによりプラズマ対流が広がり、多くの日照域プラズマを極冠域に取り込むことができるため、発光強度の高い巨大なパッチが観測されると考えられる。また、CIR 発生時は IMF B_z の時間変化が激しいことによってプラズマ対流の時間変化が激しくなり、TOI (Tongue of Ionization) を細かく分断し、極冠域に取り込むため、発光強度の低い細かいパッチが観測されると考えられる。本研究の目的は、このような CME と CIR の時間帯で発生する IMF の変動パターンの差が極冠パッチの性質の違いをもたらすという仮定の検証を行うことでパッチの生成メカニズムを議論する。

2005 年から継続しているカナダ・レゾリュートベイ (74.7 N, 265.0 E, 82.9MLAT) における観測に加える形で、2015 年の

10月から磁気北極により近いイウレカ (80.5 N, 273.6 E, 88.5 MLAT) において、OMTIs (Optical Mesosphere Thermosphere Imagers) 全天大気光イメージャの観測を開始した。30秒の露光時間で2分毎に630.0 nm 大気光の撮像を行っている。イウレカでは、MLAT/MLT 極座標系においてほぼ定点と考えられる場所での24時間連続観測が可能である。

本研究では、イウレカとレゾリュートベイ両方においてパッチが観測可能かつ、CIRの影響が到来した2015年12月10日とCMEの影響が到来した12月14日の1200-2400 UTに着目して解析を行った。この2つの事例は、日付が近いことに加え、解析ではUTの時間幅を限定して考えるため、パッチのUT依存性、季節依存性については無視して議論を行うことができる。解析は、1) 全天画像から南北断面の時系列データであるケオグラムと動画を作成し、2) 動画とケオグラムを比較して目視でパッチを検出し、3) 各期間において、検出個数、平均発光強度、平均発生間隔を求め比較を行う、という3段階からなる。2015年12月10日に検出されたパッチは計27個、平均発光強度は208 Rayleigh、平均発生間隔は24分であった。同様に12月14日に検出されたパッチは計25個、平均発光強度は287 Rayleigh、平均発生間隔は21分であった。CMEとCIRではIMFの変動パターンが異なりパッチの主な生成要因であるプラズマ対流に影響を与えるので、パッチの発生頻度に差が生じると予測していたが、CMEとCIR時ではパッチの平均発光強度、発生個数、平均発生間隔に多少の差はあるものの、大きな差はないことが判明した。平均発光強度に差が生じなかったのは、IMFの成分によってプラズマ対流の振る舞いは異なるが、双方ともIMFの強度は十分に大きく、プラズマ対流が日照域にまで拡大したために、高密度プラズマを効率良く極域に取り込んでいるためであると考えられる。また、CME発生期間では、対流が広がることにより日照域プラズマを極冠域へ安定的に供給できるのに対し、CIR発生期間では対流の大きさは変化するが、IMF Byが正でほぼ一定であったことにより一方向からの安定的な供給が可能である。このように双方とも安定した日照域プラズマの供給が可能であるので発生個数と平均発生間隔に差が生じなかったと考えられる。以上より、パッチの性質はIMFよりも時間によって変化するターミネータの位置に依存することが示唆される。

発表では、CMEとCIR時における極冠パッチの発生頻度に関する解析をもとに、生成メカニズムについての議論を行う予定である。