

低軌道衛星観測による太陽プロトン侵入の地方時およびピッチ角依存性の磁気嵐変化

浅井 佳子 [1]; 島津 浩哲 [2]; 長妻 努 [3]; 三好 由純 [4]
[1] 情報通信研究機構, 宇宙環境計測 G; [2] 情通研; [3] NICT; [4] 名古屋大・太陽地球環境研究所

Local time and pitch angle dependences of solar proton penetration changing for geomagnetic disturbance

Keiko T. Asai[1]; Hironori Shimazu[2]; Tsutomu Nagatsuma[3]; Yoshizumi Miyoshi[4]
[1] Space Environment G., NICT; [2] NICT; [3] NICT; [4] STEL, Nagoya Univ.

Solar energetic particles can be penetrated to the high latitude region of the Earth's magnetosphere. Since July 2002, the polar orbiting NOAA/POES satellites (N15, N16, N17, and N18) have observed particles in a wide range of local time at altitudes of about 850 km. The onboard radiation monitors give the data of solar protons of perpendicular component (pitch angle of 60-120 deg) and those of precipitating component (pitch angle of 0-30 deg or 150-180 deg) in the two energy channels (0.8-2.5 MeV and 2.5-6.9 MeV). The observations show local time dependence of the solar protons detected at the low altitudes with the time resolution of 1.5 hours which is near the orbital period of about 100 min. We analyzed time variations of latitudinal effect of solar proton penetration for the twenty-two events since July 2002. Flindt 1970 and its references described that the penetrated solar protons in the local noon have anisotropic distribution which explained by the quasi-trapped effect. It is found from our analysis that the anisotropic distribution of solar protons in the dayside sector (09-15 MLT) become isotropic during main phases of geomagnetic storms and these intensity is almost the same as that in the nightside sector (03-21 MLT).

太陽フレアに伴って太陽面から放出される太陽高エネルギー粒子 (solar energetic particles, SEP) は、地球に到来する宇宙線と呼ばれるエネルギー粒子の中では比較的エネルギーの低い部類になり、古くからの地上観測によってその侵入が地磁気活動に伴って変動することが知られている。宇宙開発が盛んに進められている近年では、SEP の及ぼす危険が懸念されるため、太陽活動によって突発的に発生し、強度が非常に強く継続時間も長い SEP の監視が急務となっている。

低高度極軌道衛星 NOAA/POES 衛星 (高度約 850 km) の観測では、異なる地方時を周回する同シリーズの衛星 3-4 機によるデータを統合解析することによって、地方時依存の時間変化を調べることが出来る。衛星シリーズ搭載の放射線モニターは、太陽プロトンをカバーするエネルギー帯、0.8-2.5 MeV および 2.5-6.9 MeV の 2 チャンネルで、視野方向が 90 度ずれた検出器のペアでプロトン観測をする。本研究では、太陽プロトン侵入の緯度変化に注目し、磁力線に垂直な成分 (ピッチ角 60 - 120 度) と、磁力線に沿って降下する成分 (ピッチ角 0 - 30 or 150 - 180 度) とを解析し、粒子の異方性の時間変化を調査した。NOAA 衛星 3 機以上の同時観測が可能になっている 2002 年 7 月以降現在までに、太陽プロトン現象は 22 イベント発生しており、その約半数が磁気嵐と重なって起こっている。

古くからの研究によって知られているように、磁気圏外部から到来する荷電粒子は高緯度の領域のみに侵入することができる。過去の研究によれば、磁気圏内部へ侵入する太陽プロトンのピッチ角分布は、磁気圏磁場の構造によって支配される侵入経路によって異なっており、ピッチ角 90 度の成分のフラックスが卓越することが報告されている。磁気圏の夜側から侵入したプロトンが地球磁場に補足され地球周回ドリフトに入って昼側に到達するために、昼側ではピッチ角異方性が卓越すると説明される。[Flindt, 1970 とその参考文献]

本研究において、NOAA 衛星観測による地方時をよく網羅したデータの解析により、以下の事実が判明した。磁気活動の静穏な期間には、過去の報告どおり、夜側セクターではピッチ角異方性はごく少なく、昼側セクターで大きな異方性を示して観測されることが確認された。一方、磁気嵐の初相から主相にかけて、ピッチ角の異方性がなくなって等方的になり、昼夜の非対称性も消滅する。これらを NOAA 衛星による 30-80 keV プロトンのピッチ角解析と比較したところ、太陽プロトンのピッチ角変化は、環電流プロトンの降下現象と伴に発生していることがわかった。この新たな事実は、磁気圏活動による擾乱が、磁気圏に侵入して補足された太陽プロトンを降下させていると解釈できる。