

## スキャンニングフォトメータを用いたプロトンオーロラの観測研究

# 望月 崇光 [1]; 小野 高幸 [2]; 門倉 昭 [3]; 佐藤 夏雄 [3]  
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 極地研

### Observation and Study of Proton Aurora by using Scanning Photometer

# Takamitsu Mochizuki[1]; Takayuki Ono[2]; Akira Kadokura[3]; Natsuo Sato[3]

[1] Geophys. Sci., Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] NIPR

The proton auroras have significant differences from electron auroras in their spectral shape. They show Doppler-shifted and broadened spectra: the spectra have Doppler-shifted (~0.5 nm shorter) peak and both bluewing (~2-4 nm) and redwing (~1.5 nm) extending. Energy spectra of precipitating protons have been estimated from this shape. Recently it is found that the intensity in the extent of the blue wing reflects more effectively by the change of the mean energy of precipitating protons than the shift of peak wavelength [Lanchester et al., 2003]. Another character of the H-beta aurora is that it is diffuse form because a proton becomes hydrogen atom due to a charge-exchange reaction with atmospheric constituent and then possible to move across the magnetic field line. By using a scanning photometer, the movement of the proton auroral belt and change of a spectrum shape associated with the variation of proton source region due to storm and substorm were reported, however, not discussed in detail yet [Deehr and Lummerzheim, 2001].

The purpose of this study is to obtain the detail characteristics of H-beta aurora for understanding of source region of energetic protons in the magnetosphere. For this purpose, a new meridian-scanning photometer (SPM) was installed at Husafell station in Iceland in last summer season and Syowa Station, Antarctica. It will contribute to investigate the distribution of energetic protons and plasma waves which cause the pitch angle scattering in the magnetosphere. The meridian-scanning photometer is able to observe at five wavelengths for H-beta emission. One channel is to measure the background level. By analyzing the data obtained by the SPM, the H-beta spectrum can be estimated by fitting a model function with it. Then it is possible to obtain distribution of precipitating protons in north-south direction. It is also possible to estimate an energy spectrum of precipitating proton, simultaneously. The instrumental parameters of the SPM is defined by the transmission characteristics of the interference filters; they are 485.7 nm (FWHM: 3.0 nm), 484.5 nm (0.6 nm), 485.5 nm (0.6 nm), 486.5 nm (0.6 nm) and 487.5 nm (0.6 nm) for H-beta auroras, and OI 630 nm (0.6 nm), N<sub>2</sub> 1PG 670.5 nm (5.0 nm) and OI 844.6 nm (0.6 nm) for electron auroras.

We analyzed the event at 2100 UT 23rd June, 2009 observed at Syowa station. This is typical auroral breakup event. And in this event, breakup occurred in FOV of the photometer and expanded to poleward. Then NS aurora appeared and pulsating aurora occurred. We calculated Doppler profile and each parameter is below. The peak intensity is 80 R/nm, wavelength at peak intensity is 486.0 nm, HWHM of bluewing is 1.7 nm and HWHM of redwing is 0.9 nm. These value are within past studies, although the Doppler shift of peak intensity is 0.1 nm and shorter than the average of past studies (0.5 nm). And intensity and Doppler profile of proton aurora changed with equatorward moving in substorm growth phase. This suggests that the source of precipitating proton moves Earthward and its energy increases, and correspond to the result of Deehr and Lummerzheim, 2001. We are going to report the more detailed result of this event and new events of proton aurora.

降下プロトンによるオーロラは降下電子によるオーロラには見られないドップラーシフトとドップラーブロードニングを呈する。例えばプロトンオーロラのHベータのラインスペクトルは0.5 nm程度ドップラーシフトしたピークを中心に長波長側に約1.5 nm、短波長側に約2-4 nm広がった形をしている。この形状から降下プロトンのエネルギースペクトルを推定する研究がなされ、最近の研究ではドップラーシフトしたピーク波長のズレよりも極めて短波長側(~484.5 nm)での強度が降下プロトンのエネルギーを表しているという報告がある [Lanchester et al., 2003]。また、プロトンは電離圏中性粒子と電荷交換反応で水素原子になり磁力線を横切って降下しながら発光するため、ディフューズな構造を示す。さらに、スキャンニングフォトメータを用いた観測で見られるプロトンのソース域の移動や構造の変化はリングカレントからプラズマシートにかけてのプロトンの分布やダイナミクスを反映していると考えられている [Deehr and Lummerzheim, 2001]。

本研究では、掃天フォトメータでプロトンオーロラの南北方向の動きと降下プロトンのエネルギースペクトルの変化から磁気圏内部のプロトンのエネルギー分布及びピッチ角散乱を起こすプラズマ波動の分布を調べ、プロトンソース領域の構造の変化の特徴を明らかにすることを目的としている。そのために、アイスランド・フッサフェルと南極・昭和基地に設置されている掃天フォトメータを用いる。この装置では、全8チャンネルのフォトメータのうち5チャンネルをプロトンオーロラ観測用に用いている。バックグラウンド計測用のチャンネルの他に、透過特性の異なるフィルターを用いた4チャンネルでの発光強度測定からスペクトル関数をフィッティングさせて、Hベータオーロラのスペクトルを推定することができる。この計測を南北方向にスキャンしながら行うことによってオーロラを発光させている降下プロトンのエネルギースペクトルを推定する。掃天フォトメータの視野は3度、スキャン時間は10秒、データ取得サンプリング周波数は20Hz、南北方向の角度分解能は0.9度とした。各カメラに取り付けられたフィルターの中心波長と半値幅(FWHM)は、Hベータオーロラ用に485.7 nm(3.0 nm), 484.5 nm(0.6 nm), 485.5 nm (0.6 nm), 486.5 nm(0.6 nm), 487.5 nm(0.6 nm), 電子オーロラ用に OI 630 nm(0.6 nm), N<sub>2</sub>1PG 670.5 nm(5.0 nm), OI 844.6 nm(0.6 nm) が使用されている。

今回は2009年6月23日2100 UTに昭和基地で観測されたオーロラの解析を行った。このイベントはフォトメータの視野内でブレイクアップし、poleward Expansion、NSオーロラ、パルセイティングオーロラと続いた典型的なオーロラ

レイクアップのイベントであった。このときのブレイクアップ時の磁気天頂でのドップラープロファイルの各パラメータは以下の通りである。ピークの発光強度が 80 R/nm、ピーク波長が 486.0 nm、Bluewing の HWHM が 1.7 nm、Redwing の HWHM が 0.9 nm であった。ピークのドップラーシフトが 0.1 nm とこれまでの観測の平均値 (0.5 nm) より小さい値であるが、ほかのパラメータも含め概ね過去の観測結果の範囲内である。またサブストーム成長相において、プロトンオーロラの Equatorward motion と共に発光強度とドップラープロファイルの変化がみられた。このことから磁気圏における降下プロトンソース域の地球側への移動とエネルギーが増加していることがわかった。また新たに観測されたプロトンオーロライベントについても紹介を行う。