

地磁気共役点観測を目指したプロトンオーロラスペクトログラフの開発

高橋 優希 [1]; 田口 真 [2]; 門倉 昭 [3]

[1] 立教大・理・物理; [2] 立教大・理・物理; [3] 極地研

Development of a proton aurora spectrograph for geomagnetic conjugate aurora observation

Yuki Takahashi[1]; Makoto Taguchi[2]; Akira Kadokura[3]

[1] Rikkyo Univ.; [2] Rikkyo Univ.; [3] NIPR

Electron auroras have been mainly studied by optical methods, because they are bright. However, proton auroras can also be a target of optical observation as the technology in optical measurement of a faint object has progressed. For example, A. V. Roldugin et al. (2014) showed that the H-alpha (656.3nm) emission of January 22, 2012 was caused by solar wind protons. The emission was determined with a spectrometer, which obtained the meridian arc spectrum image. However, when the brightest proton aurora H-beta (486.1nm) is observed, emissions from nitrogen molecular ions by an electronic origin may be a contamination. They cannot be completely eliminated even using a bandpass filter. For the observation of H-beta it is necessary to evaluate the contamination due to the emission of electron auroras. Two all-sky monochromatic imagers (PAI1 and PAI2) have been operated at Showa Station for observation of proton aurora. They have passbands of H-beta and the background, respectively. Use of these data enables us to extract proton aurora from the observed image which depicts mixture of proton and electron auroras. In this study proton aurora has been extracted using the data obtained by PAI1 and PAI2, and they have been evaluated in the point of view whether the features characterized by proton auroras are seen or not.

The data analyzed in this study was obtained from February 25 to July 11, 2013 and from February 26 to October 15, 2014. The size of images is 512 * 512 pixels, and pixel counts are increased by 8 * 8 pixel binning. Since the cameras and optical systems of PAI1 and PAI2 are identical, we have only corrected shift and rotation of the field of views of the two imagers using stars identified in the images. Sensitivities of the two imagers have been calibrated taking the difference between the transmittances of the two filters into account. As a result of subtracting the background we obtained a proton aurora image. However, the images show no characteristic features of proton aurora except for the all-sky proton aurora similar to those observed by Takahashi et al. [1995]. In addition, in this way of analysis of all-sky image data, it is difficult to quantitatively discuss contamination of electron aurora in the proton aurora image. It is concluded that precise evaluation of proton aurora using only all-sky images is impossible and that we should obtain a spectrum in the wavelength range that includes the wavelength of proton aurora in order to precisely eliminate the background.

According to the results of analysis we developed a proton aurora spectrograph (PAS), which will be installed it at the optical observation site at Tjornes in Iceland in early September 2016. PAS has a narrow field-of-view along the geomagnetic meridian and disperses light into the field-of-view by a diffraction grating. An image of space vs wavelength is obtained. An example of the obtained data will be introduced. In the future a long-term observation will be conducted and geomagnetic conjugate proton aurora will be investigated using the data obtained by PAS.

オーロラ光学観測はこれまで明るい電子起源のオーロラを主な観測対象としてきた。しかし、観測技術の向上により、暗い陽子起源のオーロラ（プロトンオーロラ）も観測されるようになってきた。例えば A. V. Roldugin et al. (2014) によれば、2012年1月22日のH-アルファ（656.3nm）の発光を地磁気子午線に沿った視野で分光観測した結果から、この発光が太陽風の陽子により生じたことを示している。しかし、陽子起源のオーロラで最も明るいH-ベータ（486.1nm）の発光を観測する場合、電子起源の窒素分子イオンの発光が混入する。これはバンドパスフィルターを使用しても完全には除去できない。H-ベータの観測を行う上ではこの電子起源の発光の寄与を見積もる必要がある。昭和基地で稼働しているプロトンオーロラ観測用の二台の全天単色イメージャー PAI1、PAI2 は、それぞれ H-ベータとそのバックグラウンドの観測を行っており、これらのデータを用いることで H-ベータの発光強度を抽出可能となっている。そこで、本研究ではまずこれらの装置で得られたデータを用いて、プロトンオーロラの抽出を試み、その特徴が見られるかどうかを調査した。

使用したデータは2013年2月25日から7月11日まで、2014年2月26日から10月15日までの期間の観測データである。画像は512pixel*512pixelのサイズで得られ、弱い発光のプロトンオーロラを短時間に十分なカウント数で観測するため、8*8のビニングを行っている。解析では、PAI1、PAI2の光学系と使用しているカメラが一致していたことから、星を用いて二つの装置の視野のずれを補正する視野補正と、使用するフィルターの透過率の違いを用いて装置の得られる光量を一致させる感度補正を行った。これらの補正を行ったうえでバックグラウンドを除去した結果、プロトンオーロラらしきオーロラ画像を得られた。しかし目的としていたプロトンオーロラ特有の特徴は見られず、例えば (Takahashi et al., 1995) といった過去の全天観測結果と同じような特徴のオーロラが見られるのみであった。また、全天観測のみの場合、プロトンオーロラに対してどの程度電子オーロラが含まれていたかといった定量的な議論が困難である。最終的に全天観測のみでのプロトンオーロラの厳密な抽出は難しく、プロトンオーロラを含む波長領域のスペクトルを取得して、バックグラウンドを除去する方法を採用すべきであると結論付けた。

この結果を受けて、スペクトル取得のための分光観測装置 (Proton Aurora Spectrograph: PAS) を2016年9月初めにア

イスランド・チョルネスにある観測拠点に設置した。PAS は地磁気子午線に沿った細長い視野を持ち、視野内の発光を透過型回折格子で分光して、空間 1 次元、波長 1 次元の 2 次元画像を得る。ここで得られたデータについても可能であれば一部紹介する。今後は長期間の観測を行い、プロトンオーロラのイベントを抽出、調査していく予定である。