

複数波長のオーロラ画像を用いたオーロラコンピュータトモグラフィ解析手法の開発と評価

#吹澤 瑞貴¹⁾, 田中 良昌²⁾, 小川 泰信²⁾, 細川 敬祐³⁾, Kauristie Kirsti⁴⁾, Raita Tero⁵⁾

(¹ 極地研, (² 国立極地研究所/ROIS-DS/総研大, (³ 電通大, (⁴ フィンランド気象研究所, (⁵ オウル大学ソダンキラ地球物理観測所

Development and evaluation of Aurora Computer Tomography using multiple wavelength auroral images

#Mizuki Fukizawa¹⁾, Yoshimasa Tanaka²⁾, Yasunobu Ogawa²⁾, Keisuke Hosokawa³⁾, Kirsti Kauristie⁴⁾, Tero Raita⁵⁾

(¹NIPR, (²NIPR/ROIS-DS/SOKENDAI, (³UEC, (⁴Finnish Meteorological Institute, (⁵Sodankyla Geophysical Observatory, University of Oulu

Auroral computer tomography (ACT) is a method for reconstructing the three-dimensional structure of auroral emission intensity and the two-dimensional distribution of precipitating electrons from auroral images at a single wavelength observed by cameras installed at multiple locations on the ground. The method we have developed has used only auroral images of nitrogen molecular ion emission at 427.8 nm wavelength. Since the peak altitude of auroral emission varies with wavelength, the emission intensity ratio between different wavelengths contains information on the characteristic energy of the precipitating electron flux. Sharp structures will also be reconstructed using brighter auroral emission images. Therefore, ACT using auroral images at multiple wavelengths can provide more reliable reconstruction results.

In this study, auroral images of oxygen atom emission at wavelengths of 557.7 nm were incorporated into the ACT analysis method using the GLOW model. The auroral emission intensity at 557.7 nm is several times brighter than that at 427.8 nm. We used auroral images at 427.8 nm obtained from Abisko (geographic latitude (glat): 68.36, geographic longitude (glon): 18.82), Kilpisjarvi (glat: 69.05, glon: 20.78), and Skibotn (glat: 69.35, glon: 20.36) and those at 557.7 nm from Kilpisjarvi, Skibotn, and Tromsø (glat: 69.58, glon: 19.23). The relative sensitivities between the six images were determined by the five-fold cross-validation method. The golden segmentation method was implemented to reduce the computational cost, whereas a trial-and-error method was previously used to narrow the search area by a grid search method. Using this newly developed ACT with multi-wavelength images, we plan to reconstruct the 3D distribution of emission intensity of discrete and pulsating auroras and show the dependence of the upper and lower limits and peak altitudes of auroral emission on auroral morphology and magnetic local time.

オーロラコンピュータトモグラフィ (ACT) は、地上多地点に設置されたカメラによって観測された単一波長のオーロラ画像からオーロラ発光強度の 3 次元構造や降下電子の 2 次元分布を再構成する手法である。これまで我々が開発してきた手法は、波長 427.8 nm の窒素分子イオン発光のオーロラ画像のみを使用してきた。オーロラ発光のピーク高度は波長によって異なるため、異なる波長間の発光強度比は降下電子フラックスの特性エネルギーの情報を含む。また、波長によって発光強度が異なるため、より明るい波長のオーロラ画像を使用することで、シャープな構造を再現できることが期待される。したがって、複数波長のオーロラ画像を用いて ACT を行うことで、より信頼性のある再構成結果を得ることができる。

本研究では、GLOW モデルを用いることで、波長 427.8 nm のオーロラ発光よりも数倍明るい発光強度を持つ波長 557.7 nm の酸素原子発光のオーロラ画像を ACT 解析手法に組み込んだ。427.8 nm の画像は Abisko (68.36° N、18.82° E)、Kilpisjarvi (69.05° N、20.78° E)、Skibotn (69.35° N、20.36° E)、557.7 nm の画像は Kilpisjärvi、Skibotn、Tromsø (69.58° N、19.23° E) に設置された全天カメラで取得されたオーロラ画像を使用した。6 枚の画像間の相対感度を 5 分割の交差検証により決定した。これまでではグリッドサーチにより探索範囲を随時狭めていくトライアンドエラー法を用いていたが、計算コストを下げるために黄金分割法を実装した。今後は、この新たに開発した多波長画像を使用した ACT を用いて、ディスクリートオーロラや脈動オーロラなどの発光強度 3 次元分布を再構成し、オーロラ発光の上限・下限・ピーク高度のオーロラ形態の依存性や磁気地方時依存性などを調査した結果を示す予定である。