

原子大気オーロラ輝線 777.4 nm への分子大気オーロラ輝線の影響評価

大山 伸一郎 [1]; 細川 敬祐 [2]; 小川 泰信 [3]; 三好 由純 [1]; 津田 卓雄 [2]; 栗田 怜 [1]; Kero Antti[4]; 藤井 良一 [5]; 野澤 悟徳 [6]; 宮岡 宏 [3]; 田中 良昌 [7]; 水野 亮 [6]; 川端 哲也 [6]

[1] 名大 ISEE; [2] 電通大; [3] 極地研; [4] SGO, Univ. Oulu; [5] 名大・太陽研; [6] 名大・宇地研; [7] 国立極地研究所/総研大

Evaluation of the auroral molecular-emission effects on the atomic line at 777.4 nm

Shin-ichiro Oyama[1]; Keisuke Hosokawa[2]; Yasunobu Ogawa[3]; Yoshizumi Miyoshi[1]; Takuo Tsuda[2]; Satoshi Kurita[1]; Antti Kero[4]; Ryoichi Fujii[5]; Satonori Nozawa[6]; Hiroshi Miyaoka[3]; Yoshimasa Tanaka[7]; Akira Mizuno[6]; Tetsuya Kawabata[6]

[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] UEC; [3] NIPR; [4] SGO, Univ. Oulu; [5] STEL, Nagoya Univ.; [6] ISEE, Nagoya Univ.; [7] NIPR/SOKENDAI

<http://www.soyama.org/>

Auroral electron precipitation and corresponding ionospheric features have been studied using the emission-intensity ratio among various combinations of the auroral wavelengths. Relatively high energetic electron precipitations (a few to a few tens of keV), which mainly ionize neutral particles at the E-region heights, can be represented by the molecular lines, and auroral electrons with lower energies than about 1 keV can be represented by the atomic lines. For example, one of the representative molecular lines at E-region altitudes is 427.8 nm, which is emitted from the molecular nitrogen ion. This line has the advantage of measuring spatiotemporally ununiformed aurora because of the short life time (about 70 ns) and relatively bright emission intensity reaching up to a few kR. It is known that there are many lines from the molecular nitrogen first positive bands (N₂ 1P). Another bright line at E-region altitudes is the atomic oxygen line at the wavelength of 557.7 nm. While this line has been widely used for measuring aurorae, we may need careful treatments in the analysis because of relatively long life time (1s) and unknown excitation/emission mechanisms. Some representative emission lines at the F-region heights are 777.4 and 844.6 nm from the atomic oxygen. While the emission intensity of 777.4 nm is moderately high, emissions from the N₂ 1P (2,0) line and the dissociative excitation of atomic oxygen at the E-region heights contaminate the 777.4-nm line. Such contamination problem is not significant at the 844.6-nm line, but it tends to be darker than the 777.4-nm line. An atomic oxygen line at wavelength of 630.0 nm, which is the brightest line at the F-region heights, is not suitable for measuring spatiotemporally changing aurora because of considerably long life time (about 100s). These emission lines and many other lines have been studied, for example, in evaluation of the precipitating electron energy flux and the ionospheric conductivity.

We began all-sky EMCCD camera observations at several locations in the northern Europe since October 2016 in order to improve our understanding of the precipitating electron energy during the pulsating aurora. One of the stations is the Tromsø EISCAT radar site in Norway, and multiple all-sky EMCCD cameras were deployed in order to select the best combination of the wavelengths for estimating the precipitating electron energy. In this study, a collocated auroral spectrograph is applied for evaluating effects of the N₂ 1P (2,0) line and the dissociative excitation of atomic oxygen on the atomic oxygen 777.4 nm line. The simultaneous EISCAT-measured electron density will be compared with the spectrograph results including the emission intensity at wavelength of 844.6 nm. Results from the comparison study can be applied for assessing the validity of the energy flux estimation process from the optical data.

光学的オーロラ測定値を用いた降下電子や電離圏特性の研究では様々な波長輝線を組み合わせた強度比が計算されてきた。E領域をストップライトに持つ比較的高いエネルギー（数～数十 keV）を持った降下電子の特性は分子大気発光輝線が代表的であり、比較的低いエネルギー（1 keV 以下）の電子降下を反映するF領域発光の輝線としては原子大気発光が知られている。例えば分子大気発光としては窒素分子イオンの427.8nmがあり、発光時定数が70ナノ秒と非常に短く、数kRに達することもあり比較的明るいなど、時空間的に変化が激しいオーロラ現象を捕捉する上で有利である。他にも数多くの窒素分子1Pバンドが知られている。E領域発光を代表する輝線に酸素原子発光の557.7nmもあるが、発光時定数が約1秒あり、また励起発光過程に未解明な部分が残っているなど詳細解析をする際には注意が必要となる。一方、F領域発光を代表する輝線には酸素原子発光の777.4nmや844.6nmがある。777.4nmは比較的明るいものの、輝線近くの窒素分子1P(2,0)とdissociative excitationによるE領域発光があり、これらが高エネルギー降下電子に応答するため、高低両エネルギー帯の降下電子の影響を受けてしまう。844.6nmにはそのような影響は少ないが、777.4nmより相対的に暗い。F領域で最も明るい630.0nm線は約100秒ある発光時定数によって時空間的にスムージングされた測定値となり変動の激しいオーロラ現象解析には向かない。他にも多数の波長が測定・研究されてきたが、E領域とF領域で発光する二つの線の強度比を計算することによって、降下電子エネルギーフラックスや電気伝導度の推定が行われてきた。

2016年10月から我々は脈動オーロラを起こす降下電子エネルギーの特性を理解するためにEMCCD全天カメラを北欧多地点に設置し観測を開始した。中でもノルウェーのトロムソにあるEISCAT観測所には光学フィルターを搭載したカメラを複数台設置し、発光強度比から降下電子特性を推定するために効果的な波長の組み合わせを選択する観測実験を実施した。本研究では併設されたオーロラスペクトログラフを利用し、777.4nm発光強度から窒素分子1P(2,0)と酸素原子dissociative excitationのE領域発光強度を除去する。その結果および一緒に取得される844.6nm発光強度について、EISCATレーダーが同時測定したF領域電子密度の時間変動と比較し、低エネルギー電子降下を代表するのにより

適切な波長を選択する。さらに分子輝線強度との比を計算し、EISCAT 電子密度から計算した降下電子エネルギーフラックスとの比較を行うことで、強度比の応用の妥当性を評価する。