

修士論文

地上 EISCAT レーダー・光学多点観測に基づく
オメガバンド型脈動オーロラと
電離圏 D 領域電離現象の解明

Coordinated EISCAT and optical network imaging
observations of the omega-band type pulsating aurora
and electron density enhancement
in the D-region ionosphere

東北大学大学院理学研究科
地球物理学専攻

近藤 裕菜

論文審査委員

坂野井 健 准教授 (指導教員・主査)
笠羽 康正 教授
小原 隆博 教授
三澤 浩昭 准教授

平成 28 年

要旨

Omega-band オーロラは朝方高緯度電離圏にしばしば現れる大規模（数十–数百 km）な波状構造を持つ特徴的なオーロラであり、その中にパッチ状脈動オーロラを有する複雑な構造をしている。脈動オーロラについては、過去の地上観測から 10 keV 以上の比較的高エネルギー降下電子により生成され、100 km 以下の低高度で発光することが指摘されている。しかしながら、**Omega-band** オーロラの発生機構や降下電子のエネルギー特性は依然として観測例が乏しく、ほとんど理解されていない。

本研究では、**Omega-band** オーロラの詳細な変動と降下電子エネルギー分布ならびに電離圏応答性を明らかにするために、EISCAT レーダーと地上多点光学同時観測データを解析した。

2016 年 1 月 6 日 01:00-02:00 UT と 2016 年 1 月 13 日 01:00-02:00 UT において MIRACLE 全天イメージャーと Tromsø の EISCAT UHF レーダー同時観測から、Tromsø 上空を通過した **Omega-band** オーロラの高分解能(空間分解能 \sim 10 km 以下、時間分解能 \sim 10 秒以下)データを取得した。このデータに基づき、三角測量を用い、**Omega-band** オーロラの 427.8 nm 及び 557.7 nm の発光高度の時間変動を明らかにした。その結果、**Omega-band** オーロラの 427.8nm 発光高度は 92-100 km と低高度であったことが分かった。また、CARD 法を用いて **Omega-band** オーロラ発生時の降下電子のエネルギー分布を求めた。この結果、2016 年 1 月 6 日の **Omega-band** オーロラは 1-100 keV の幅広いエネルギー帯の降下電子によって生成されたことが分かった。一方、2016 年 1 月 13 日の **Omega-band** オーロラの降下電子エネルギー分布は脈動オーロラの降下電子エネルギー分布と同様の 15-50 keV 帯であった。このことから **Omega-band** オーロラを生成する降下電子エネルギーの特性には複数のタイプあることがわかった。この事実は **Omega-band** オーロラの生成メカニズムならびに関連磁気圏現象が複数（少なくとも 2 種類）あることを示唆する。

また、本研究で開発された発光高度推定手法を定量的に評価した。ディスクリートオーロラの発光高度推定結果や、427.8nm と 557.7nm の発光高度差は過去の研究と整合的だった。さらに、三角測量を行う 2 点間の組み合わせについて、オーロラ空間構造と観測点の位置関係を調べ、3 地点観測のうち 2 地点では高度推定誤差が大きい場合でも他の組み合わせでは比較的正確な高度推定が可能であることが分かった。

さらに、高度と三角測量による発光高度の関係を調べた結果、両者には正の相関があることを示した。しかし高度 100 km ではオーロラ発光が電子密度ピーク高度より低い場合が多く、それより低高度では逆に電子密度ピーク高度よりもオーロラ発光高度のほうがより高高度となった。この事実は、高エネルギー降下電子により電離圏電子が増加する高度領域と窒素分子オーロラ生成高度領域が、低高度でより食い違うことを示唆する。