

あけぼの衛星によるサウンダー観測結果に基づくMF/HF帯オーロラ電波放射の発生高度と周波数の推定

Frequency and source height of MF/HF auroral radio emissions estimated from the results of EXOS-D/PWS sounder experiments

*三上 和希¹、加藤 雄人¹、熊本 篤志¹、佐藤 由佳²

*Kazuki Mikami¹, Yuto Katoh¹, Atsushi Kumamoto¹, Yuka Sato²

1.東北大学大学院理学研究科、2.国立極地研究所

1.Graduate School of Science, Tohoku University, 2.National Institute of Polar Research

地球のオーロラ帯の電離圏では様々なオーロラ関連電波が放射されており、地上電波観測によってオーロラロアース、MF burst、オーロラロアールといった現象が報告されている[例えば、Sato et al., 2008]。特に、オーロラロアールはMF/HF帯で観測される狭帯域の電波放射であり、その発生過程は静電的プラズマ波動から電磁波へのモード変換過程によって理解されている。オーロラロアールは、下部電離圏を放射源として、広域混成共鳴周波数(f_{UHR})と電子サイクロトロン周波数(f_{ce})の整数倍とが等しくなる($f_{UHR}=nf_{ce}$ 、ただし $n=2,3,4$ and 5) 領域において発生すると考えられている。一方で、この発生条件は上部電離圏でも満足し得ることから、上部電離圏を放射源として宇宙空間へと放射される地球ヘクトメートル波(Terrestrial Hectometric Radiation; THR[Oya et al., 1985])の放射過程として考えられており、実際にあけぼの衛星に搭載されたプラズマ波動観測器PWSにより、オーロラロアールに類似した特徴を持つTHRが観測されている[Sato et al., 2010]。しかしながらTHRに関しては、 $2f_{ce}$ roarに対応する周波数での観測例が報告されている一方で、RX-modeの偏波特性を示す高周波THRを除けば、 $3f_{ce}$ 以上に対応するTHRの報告例はない。この点は、地上観測によって $5f_{ce}$ に対応する放射までの報告例[LaBelle et al., 2012]があるオーロラロアールとは異なる特徴であり、その要因を理解するためには、THR発生領域のプラズマ環境を明らかにする必要がある。

本研究では、2015年3月19日から2015年4月18日の一か月間にわたり実施されたあけぼの衛星によるサウンダー観測データを用いて、上部電離圏におけるMF/HF帯オーロラ電波放射の発生高度と発生周波数の推定を行った。サウンダー観測により得られたイオノグラムを解析して、電子密度の高度分布を求め、その結果と磁場モデルとを用いることにより、 f_{UHR} と f_{ce} の高度分布を導出し、THRの発生高度と周波数を推定する。IRI(International Reference Ionosphere)など経験モデルに基づく電子密度分布ではなく、サウンダー観測によって実際の電子密度分布を求めることにより、より正確な発生高度と周波数の推定が可能である。本研究では特に、解析期間中に地上電波観測が実施されているアイスランド(緯度 $64.67^{\circ}N$, 経度 $21.03^{\circ}W$)とスヴァールバル(緯度 $78.15^{\circ}N$, 経度 $16.04^{\circ}E$)の周辺に着目して、緯度 $50-80^{\circ}N$ 、経度 $50^{\circ}W-50^{\circ}E$ でのサウンダー観測データを解析対象とした。一か月間のサウンダー観測データから、対象領域内で50例の f_{UHR} の高度分布が得られている。その結果から過去の研究により報告例のある $2f_{ce}$ に対応するTHRの発生高度と周波数として、 $f_{UHR}=2f_{ce}$ の条件を満たす高度は約440-1090km、放射周波数は約1.9-2.5MHzと推定された。さらに本研究の結果、50例中2例で $f_{UHR}=3f_{ce}$ の条件が上部電離圏で成立することが見いだされ、 $3f_{ce}$ に対応するTHRが存在する可能性が指摘された。2例の結果より、 $f_{UHR}=3f_{ce}$ の条件を満たす高度は約330-450km、放射周波数は約3.8-3.9MHzと推定された。以上の結果をふまえて本研究では、PWSによる自然電波の観測の解析を実施した。その結果、解析対象とした領域において、THR放射が1例同定され、その周波数はサウンダー観測に基づいて推定した $2f_{ce}$ に対応するTHRの周波数範囲に整合することが確認されている。本研究の成果に基づいて、解析対象期間における地上観測結果との比較や、他の緯度・経度範囲での観測結果、ならびにPWSによる過去の観測例の考察により、MF/HF帯オーロラ電波放射過程の理解に資する結果が得られると期待される。

キーワード：オーロラロアール、地球ヘクトメートル波、あけぼの衛星

Keywords: auroral roar, Terrestrial Hectometric Radiation, AKEBONO satellite