

## 赤道域のプラズマ密度構造を考慮した低緯度ホイスラーの伝搬解析

## Propagation analysis of low latitude whistlers with equatorial plasma density structures

佐脇 豊[1], # 松尾 敏郎[2]

Yutaka Sawaki[1], # Toshio Matsuo[2]

[1] 京大・工・電気電子工, [2] 京大・情報学・通信情報システム

[1] Electrical and Electronic Eng., Kyoto Univ, [2] Communications and Computer Eng., Kyoto Univ.

磁気緯度が20度以下の低緯度で観測されたホイスラーはダクトをベースとした伝搬と考えられている (Nakamura, 1993 ; Tanaka and Hayakawa, 1985)。しかし、ダクト伝搬するためには非常に高い電子密度増加のダクトを必要とするのに、このようなダクトは報告されておらずダクト伝搬とする解釈は難しいと考えられる。ノンダクト伝搬したホイスラーが地上で観測可能かどうかを、赤道域特有の電子密度構造である赤道異常と、イオンの遷移高度を使って検討した。

## 赤道異常の効果

赤道異常は磁気赤道に対して非対称であるが、本研究では簡単のため対称な電子密度モデルを作りレイ トレーシングで伝搬解析を行った。周波数は0.5~10 kHzまで0.5 kHzの間隔で波を高度110kmから垂直に打出した。ホイスラーモード波の伝搬方向は、背景の媒質と磁場勾配の大きさと極性によってコントロールされている。赤道異常の外側(高緯度側)から出たホイスラーは電子密度の緯度勾配が効いて、ホイスラーは、より強力に低緯度側に曲げられ、その伝搬通路は磁気赤道に対して非対称になり、且つ、その波面法線方向はトランスミッションコーンに入らない。ホイスラーの出発点が赤道異常の内側(低緯度側)の時は正の緯度勾配の領域を通過するので、その間ブレーキがかかり、大きく曲げられず、反対半球の電離圏でのコーンに入ることが可能である。

## イオンの遷移高度変化による屈折効果

イオンの高度分布は昼と夜では大きく異なり、正午では酸素イオンとプロトンの遷移高度は約1,000 kmで、深夜では約600km (IRIモデル)である。ホイスラーの出発点を同じにし、昼間と夜間のモデルを用いてホイスラーがトランスミッションコーンに入りうるかどうかを計算した。昼と夜では遷移高度と電子温度が異なり、昼側ではF層トップサイドの高度方向の電子密度勾配は小さく、夜側では大きくなる。このため同一緯度から出発しても波面法線を曲げる力に差がでて、昼間では、電離圏に垂直な方向に対して大きな角度で到達する。これに対して夜側ではPL伝搬的になりトランスミッションコーンに入りうるようになった。

## 結論

赤道異常は電子密度の緯度と高度方向の勾配が大きく、 $k$ -ベクトルを強力に磁力線の内側に曲げる作用がある。これにより、低緯度(15度)でもノンダクト伝搬したホイスラーが反対半球の地上で観測しうるようになった。しかし、赤道異常の位置、形状などにより、伝搬通路、電離圏から地上への出口での波面法線角は異なるので、今後、これらを考慮して昼と夜間の伝搬の相違をみる必要がある。

また、イオンの遷移高度はダクトが無くても、ホイスラーを地上に伝搬させうるプラズマ密度構造であることが分かった。本研究では、両者を別個に扱い、媒質のもつ波の伝搬方向を曲げる能力を評価し、低緯度ホイスラーの伝搬解析を行った。しかし、両者の関係は不可分で、今後、モデルとして統一し詳細に検討する必要がある。