

## あけぼの衛星 VLF/WBA 長期観測データの統計解析による雷起源ホイストラ観測頻度分布のローカルタイム・季節依存性

# 大池 悠太 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]  
[1] 金沢大

### Statistical analyses of local time and seasonal dependence of lightning whistlers observed by VLF/WBA onboard AKEBONO

# Yuta Oike[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]  
[1] Kanazawa Univ.

<http://www-cie.is.t.kanazawa-u.ac.jp/>

AKEBONO (EXOS-D) was launched in 1989 to observe particles and plasma waves in the auroral region and the plasmasphere. AKEBONO has been operated for more than 24 years, which are 2 cycles of solar activity or 1 cycle of solar magnetic polarity reversal. Therefore, analyses of the data obtained by AKEBONO enable us to study how the magnetosphere varies depending on the local time, season and solar activity.

The WBA (Wide Band Analyzer) is one of subsystems of the VLF instruments onboard AKEBONO. It measures one component of electric or magnetic analogue waveform at frequency band of 50 Hz - 15 kHz. Lightning whistler is one of typical waves frequently observed by the WBA, and their dispersions depend on their path length and electron density profile along their propagation path.

We have been developed an automatic detection system of lightning whistlers from the spectrogram of the WBA receiver. In the present study, we statistically analyzed the data received at Uchinoura Space Center from 1989 to 2005, and got spatial and time distribution of lightning whistlers by the system. First, it was found that lightning whistlers were mainly observed only inside the plasmasphere with L-value below 4. Next, we studied MLT (Magnetic Local Time) and seasonal dependences of occurrence frequency of the lightning whistlers. It is noted that the coverage of MLT and season of the AKEBONO orbit changes simultaneously, but we could successfully identified the MLT and seasonal dependences separately analyzing the long term observation data. It is found that lightning whistlers were mainly observed in the night-side (from 16 to 4 in MLT), while their occurrence frequency becomes quite small in the dayside (from 7 to 15 in MLT). Presumably this is caused by the condition of the ionosphere. In the dayside, it is difficult for whistler-mode wave to propagate into the plasmasphere but it can easily propagate in the night-side. In the seasonal dependence, we found two peaks of occurrence frequency of lightning whistlers. One is from December to January and another is from June to July. Lightning whistler is generated by lightning discharge and propagates along the geomagnetic field lines from northern to southern hemisphere and vice-versa. It is generally known that occurrence frequency of the lightning becomes maximum in summer, and thus we can find two peaks of occurrence frequency which correspond to the lightning whistlers propagating from summer hemisphere to winter hemisphere.

As a future work, we will study solar activity dependence of lightning whistlers. By normalizing the bias caused by MLT and seasonal dependences of lightning whistler based on the present study, it is expected to clarify the occurrence frequency independent of the MLT and seasonal variation.

磁気圏観測衛星あけぼのは、オーロラ領域やプラズマ圏内の粒子とプラズマ波動の観測を目的として1989年に打ち上げられ、現在も運用が継続されている。搭載された観測機器も一部を除いて稼働を続けており、観測データを地上に送信している。あけぼのは、11年を周期とする太陽活動度2周期分、及び太陽磁場極性の反転周期22年を超えた継続観測を達成しており、そのデータ解析によって、あらゆる太陽の状況に応じた磁気圏の変動に対して重要な知見を得ることが期待される。

広帯域受信機 WBA はあけぼの搭載の観測機 VLF のサブシステムのひとつで、50Hz-15kHz の電界もしくは磁界1成分のアナログ波形を測定する。WBA では、特徴的なスペクトルを持つ波動が頻繁に観測されており、その内のひとつである雷起源ホイストラは、伝搬距離とその経路上の電子密度分布により分散 (dispersion) が変化する。

本研究において我々は、WBA データから雷起源ホイストラを自動検出するシステムを開発し、その利用によって、空間・時間的なホイストラ観測頻度分布を得た。解析には、内之浦宇宙空間観測所 (旧鹿児島宇宙空間観測所) で受信された1989年から2005年までのデータを用いた。まず、あけぼのによるホイストラ観測位置を衛星高度・磁気緯度によって分割し、各位置での観測頻度を調べたところ、ホイストラはL値4以下のプラズマ圏内でのみ観測されることを確認した。次に、ローカルタイム・季節による観測頻度の変動を調査した。あけぼのの周回軌道の関係上、ローカルタイムと季節は連動するが、長期観測データの解析により、両パラメータの依存性を独立に明らかにすることができた。ローカルタイムに対しては、朝-昼間の07-15時頃は観測頻度が極めて低く、夕方-深夜の16-04時頃に観測頻度が高いことが示された。これは、昼間は電離層電子密度が高く、電離層からプラズマ圏に向かって伝搬するホイストラモードの波が大きく減衰するのに対し、夜間は減衰が小さく、より大きな強度のホイストラ波がプラズマ圏に向かって伝搬しやすいためであると考えられる。季節に対しては、観測頻度のピークが年間に6-7月、12-1月の2回見られた。ホイストラの波源となる雷は、一般的に夏に多く発生し、逆に冬は発生しにくいことが知られている。プラズマ圏内を伝搬するホイストラは、北-南

半球間を一方から反対半球へと、地球磁場に沿うように伝搬するため、プラズマ圏内を南北に横切って飛翔するあけぼのでは、両半球からプラズマ圏に注入される雷起源ホイスラを観測可能である。このため、あけぼの衛星で観測される年2回のピークは北半球・南半球のどちらかが夏になる時期に該当すると考えられる。

今後は、太陽活動周期によるホイスラ観測頻度の変化を調査する。太陽活動度に応じてプラズマ圏の状態が変動するため、ホイスラの観測頻度もそれに準じて上下すると考えられるが、あけぼのの軌道の関係上、年によって観測領域のローカルタイム・季節に偏りが発生する。そこで、今回の統計解析結果を基に、ローカルタイム・季節依存性による観測頻度の偏りを正規化するような重みを設定することで、ローカルタイム・季節変化に寄らない年毎の観測頻度を明らかにしたい。