

## 雷放電より放射されたVLF空電の近距離伝搬特性

\*長野 勇 [1],八木谷 聡 [1],宮村 和俊 [1],牧野 諭志 [1]

金沢大学工学部[1]

### Short-distance propagation characteristics of lightning-generated sferics

\*Isamu Nagano[1] ,Satoshi Yagitani [1],Kazutoshi Miyamura [1]  
Satoshi Makino [1]

Kanazawa University[1]

A lightning discharge radiates intense VLF electromagnetic waves (sferics), which then propagate in the earth-ionosphere waveguide as well as up in the lower ionosphere. In this study we calculate three-dimensional propagation characteristics of a VLF electromagnetic pulse radiated from a lightning discharge, by using a full-wave technique. Special features such as a resonance line and its harmonics and whistler-type frequency dispersion appear in the frequency-time structures of the sferics, when they propagate in the vicinity of the lightning source. We will show these features in detail and discuss the short-distance propagation characteristics of lightning-generated sferics.

雷放電から放射される電磁波パルス(空電)において、特にVLF(数kHz)成分は、異方性不均質電離層と大地の導波管中を伝搬することにより、トウイークとして数千km以上の遠距離でも観測される。トウイークは、数kHzにわたる広帯域インパルス波の低域カットオフ(1~2kHz)付近が遅れて観測される分散性や、また電離層の反射高度により決まる導波管モードのカットオフ周波数に対応して、幾つかの周波数に特徴的なひげのような波動を持つ。このような空電波形やスペクトルに表れる構造は、雷から比較的近距离(< 数百km)においても、伝搬距離に依存して顕著に変化するものと考えられるが、従来は厳密に計算することが困難であった。本研究では、雷放電から放射されるVLF空電の波形およびスペクトル変化をFull wave計算法を用いて解析し、その近距離伝搬特性を解明することを目的とする。

雷放電電流から放射される電磁波パルスは球面波として伝搬し、一部は電離層 - 大地導波管内を伝搬し、残りはホイストラとして電離層をつき抜けて磁気圏へと伝搬していく。Full wave計算法を用いれば、特に雷から近距离(水平距離~1000km以下)において、電離層 - 自由空間 - 大地全ての境界条件を同時に満たして、球面波パルスの時間空間変

化を厳密に解くことができる。Full wave計算により空電波形を求めた結果、電離層 - 大地間の多重反射による数kHzおよびその高調波や、ホイストラ伝搬による周波数分散など、特徴的な時間 - 周波数変化が顕著に現れることが分かってきた。これらの構造は雷波源からの伝搬距離に依存して変化するため、空電観測による雷放電の位置推定にも応用できると考えられる。また、特に雷上空における空電波形の変化を詳細に解析すれば、SpritesやElves等の雷放電に関連した発光現象の解明にもつながると期待される。

発表では、雷近傍における空電波形およびスペクトルの波源からの距離(観測点の位置)依存性を紹介し、雷波源からの直接波および電離層、大地からの反射波による影響等、雷空電の近距離伝搬特性を議論する。