

# 卒業論文要旨

## 小型気球搭載型雷放電方向探知システムの基礎開発

宇宙地球探査システム研究室 吉永 真章

### 1. 背景

高層大気の観測は、科学技術の進歩と共に新たな観測手法が次々と誕生した。その中でも気球観測は他の高層大気観測に比べ低コストであり、搭載機器の制限も少ない。マイコンやセンサーの小型化が急速に進んでいる現在、特に小型気象観測用気球を用いた実験が大学研究室単位で実現可能となりつつある。

### 2. 目的

本研究は高高度気球用観測実験機器の 1 案として小型気球搭載型雷放電方向探知システムの構築を目的とする。

### 3. 雷観測手法

本研究では気球搭載時のことを考慮し、構造が単純且つある程度の強度が見込めるループアンテナ（磁界アンテナ）を用いた観測手法を採用した。方位角算出方法は 2 つのループアンテナ（南北成分、東西成分）から得られた信号強度比となるため、以下の式で求められる。

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{V_{SN}}{V_{EW}}\right) \text{ -----[1]}$$

$\theta$  : 方位角,  $V_{SN}$  : 南北成分電圧,  $V_{EW}$  : 東西成分電圧

### 4. システム開発

開発したシステムの概略を図 1 に示す。1 対の直交ループアンテナ、信号増幅用プリアンプおよびバイアス回路、2 チャンネル A/D 変換器、観測時間取得用の GPS 受信機、データ保存用 SD カードによる構成である。

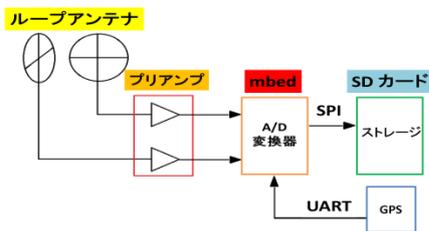


図 1 システム全体の構成

### 5. 放電実験

放電により生じた電磁波をループアンテナが検知できるか放電管を用いた模擬実験を行った。放電管とループアンテナの配置は図 2 に示す。実験の目的は放電管とループアンテナ間の距離の電磁波検知強度との関係およびループアンテナ面に対する放電管の方向を可変した際の信号波形の

方角依存性の確認にある。



図 2 放電実験の様子

電磁波検知強度実験では距離を、0.5 m、0.7 m、1.0 m、1.2 m の順で可変させた。検知された信号強度  $A$  と距離  $d$  を 2 次多項式で近似した結果、 $A = 1.545 \times 10^{-5}d^2 - 3.400 \times 10^{-3}d + 2.126 \times 10^{-1}$  となり、図 3 のような距離  $d$  に対して信号強度は 2 次曲線の形で減衰していた。

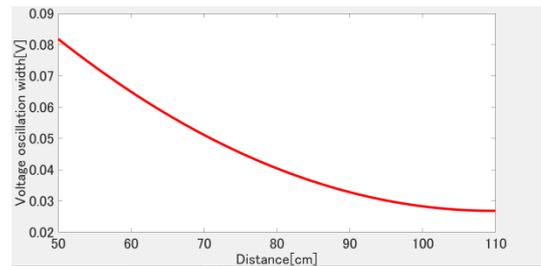


図 3 信号強度と距離関係

方向可変実験は直交ループアンテナを左右  $0 \sim 90^\circ$  まで  $45^\circ$  刻みで回転させた。結果としてループアンテナ 2 チャンネルでの信号波形関係からの方向探知に関しては良好なデータが得られなかった。A/D 変換時に発生する両チャンネル間での信号遅延やノイズが原因と考えられる。

### 6. 結論

製作したシステムは落雷を模擬した放電実験で問題なくデータ収集できた。しかし、本システムによる自然の雷電磁波検出は未だ確認できていない。気球搭載を考慮するとシステムの小型化や高層大気を模擬した環境下での性能実験も必要である。雷には負極性雷と正極性雷といった極性が異なる 2 種類の放電現象があるため、実際の方向探知には極性判別用の電界アンテナを増設する必要がある。

### 参考文献

[1] Thursday Apr.18-Lightning location at LF and VLF using magnetic direction finding and time of arrival, アリゾナ大学, 2013