

小型気球搭載型雷放電方向探知システムの基礎開発

Basic development of direction finding system for lightning discharge at small balloon

*吉永 真章¹、山本 真行¹*Masaaki Yoshinaga¹, Masa-yuki Yamamoto¹

1.高知工科大学

1.Kochi University of Technology

1. はじめに

高層大気観測では、科学技術の進歩と共に新たな観測手法が次々と誕生しており、中でも気球観測は他の高層大気観測手法に比べ低コストで、搭載機器の制限も少ないということから、近年JAXA（宇宙航空研究開発機構）などが運用する大気球において様々な萌芽的実験が行われている。マイコンやセンサーの小型化が急速に進んでいる近年では、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も実現可能となりつつある [1,2]。

本研究では、高高度小型気球用観測機器の 1 案として小型気球搭載型雷方向探知システムの提案・基礎開発を行った。現在日本での雷観測は、気象庁や落雷情報提供を専門とするフランクリン・ジャパン株式会社などが行っている。雷観測の一般的手法として地上局と気象観測用衛星がある。しかし、雷雲が発達する高度域（約 5 km~10 km）を通過する観測はほとんど行われてこなかった。そのため、高高度気球に気象観測用として雷観測システムを搭載し、高頻度にその場観測することで科学的に有用なデータが得られると考えられる。本発表では今回は小型雷方向探知システムの設計・検討および今後の展望について報告する [3]。

2. システム開発

雷方向探知手法としては気球搭載時のことを考慮し、単純な構造で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）による電磁波検出型を採用した。開発したシステムは 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、観測時刻取得用のGPS 受信機、データ保存用SD カードによる構成となっている。

3. システム評価実験

開発した $\phi 100$ mm \times 90巻の小型ループアンテナシステムが磁界の変化を検知できるか確認するため、放電管による放電を微小人工雷と見立てた実験を行った。実験目的は放電管とループアンテナ間の距離による電磁波減衰ならびにループアンテナ面に対する放電管の方向を可変した信号波形の方位角依存性の確認にある。電磁波強度の距離減衰実験では、距離を0.5 m、0.7 m、1.0 m、1.2 mの順で可変させた。また、方位角依存性実験は直交ループアンテナを左右 0~90°まで45°刻みで回転させ、放電管とループ面の方向関係を疑似的に変えた。

4. 実験結果・考察

電磁波検知強度実験で検知された信号強度 A は距離 d による 2 次多項式で近似できた。放電管からの受信は微弱であるが、定量的に検知できていると言える。一方、ループアンテナの方向可変による検知信号の波形には法則性が認められず方向探知は出来なかった。これは今回用いた mbed マイコンによる A/D 変換サンプリングレート不足のために発生した両チャンネル間での信号遅延が主な原因と考えられる。

5. まとめ

製作したシステムは落雷を模擬した微小放電実験で問題なくデータ収集できた。しかし、本システムの屋外設置は試みておらず自然の雷電磁波検出は未確認である。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り、また、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であるダイポールアンテナを増設する必要がある。

参考文献

[1] 河野博基, 小型気球搭載型テレメータおよび簡易運用システムの開発, 平成 25 年度 高知工科大学 卒業研究報告, 2014.

[2] 枝本雅史, パラfoilを用いた小型飛翔体自律誘導システムの基礎開発, 平成 26年度 高知工科大学 卒

業研究報告, 2015.

[3] 吉永真章, 小型気球搭載型雷放電方向探知システムの基礎開発, 平成 27 年度 高知工科大学 卒業研究報告, 2016.

キーワード: 雷、電磁波、気球

Keywords: Thunder, Electromagnetic wave, Balloon