

大気電界法を用いた地域の雷観測装置の製作と実験検証

山口県立下関工科高等学校 野村颯汰(3年)、野村裕太(3年)、梅地優斗(3年)、長谷川知輝(3年)、松木拓海(3年)

1. はじめに

地球温暖化が危惧されており、国内では積乱雲の急成長に伴う局所的な大雨、落雷、竜巻による被害が相次いでいる。この積乱雲の成長と相関性が高い雷の発生は、今世紀末までに50%ほど増加する可能性が報告されている。¹⁾ 雷の予報は、気象庁の「雷ナウキャスト」で全国30カ所の観測データ等をもとに短時間予測情報を発表している。しかし、このような広範囲な観測では、局所的で時系列な予測には至っていない。そこで、積乱雲に由来する電磁界信号を事前に検出することにより、雷の発生の実験検証を図り、その予測を通して局所的な異常気象による甚大な災害の回避を可能にする。

本研究は、直径10kmの局所地域において、絶縁キャパシタアンテナ型雷観測装置²⁾(以下、非回転式という)を用いて雷成長過程を捉え、汎用の回転電極型雷観測装置(以下、回転式という)の機能を雷受信観測だけでなく雷の予測機能を加えると共に、LF帯雷信号³⁾の周波数分析により雷の発生短時間予測の実験検証を実施する。

2. 雷観測装置

図1は非回転式で、アクリル挿入のドーナツ状対向電極Aに大気現象により誘導される電位を通信ケーブルBとフィルターCを通してオペアンプDで差動増幅されたアナログ信号が出力端子Eで得られる。

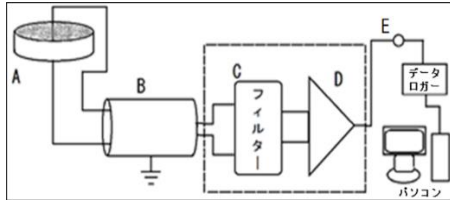


図1 非回転式(S1)の構成

図2は回転電極型雷観測装置である。一方が回転する対向電極Aに大気現象により誘導される電位をBで交流信号に換え増幅し整流した信号を光ケーブルCで階下の観測室へ導き、変換器DとEを経てパソコンに表示される。いずれもデータロガーに収録される。

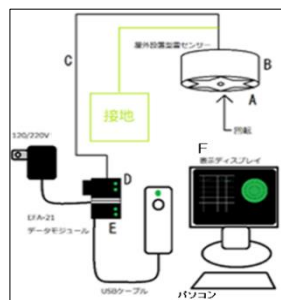


図2 回転式(FM)の構成

図3は、屋上に設置した非回転式(2017年)と回転式(2018年)の雷観測装置、気象観測装置(2019年)および稲妻観察WEBカメラ(2019年)である。



図3 屋上に設置した観測装置

3. 実験検証の方法

図4は雷観測装置による実験検証および雷予測の方法

を示す。図1の端子Eのアナログ信号は、2台のデータロガーでサンプリング間隔20msと1μsでトリガー設定により測定値が収録保存され、積乱雲の成長過程に伴う変動電界の情報を捉える。図2のDにある外部出力端子から2台のデータロガーでサンプリング間隔20msでトリガー設定により測定値が収録保存され、雷雲の接近等に伴い変化する直流電界を捉える。また、落雷や雷雲等の雷の同定を図るため稲光、電波および雷鳴の信号をデータロガーに収録して検証に活用する。さらに、1μsの収録データによる周波数分析(ロガー付属機能)を行いLF帯の雷電界信号を確認する。これらにより相関性を見出して雷予測を確立させる。



図4 実験検証を図る方法

4. 観測結果

図3および4に示す観測を2019年9月から開始したが、落雷がまだない。予定した収録はされている。直近の落雷は8月29日で図5に観測結果を示す。この時点では1μs収録および同定の装置が稼働していないため目視による落雷時刻8:02を図に示す。S1は5V最大を示し、FMはその手前で最も鋭角な立ち上がりを示している。黒色の破線の円で示すS1の周波数分析が実現できればLF帯雷信号を確認できるはずである。大きな雷雲が差しかかる直前の落雷で、それは雷雲の通過がFMの変化から8:49分ごろと考えられるからである。また、下関気象台発表の落雷情報には示されていない。

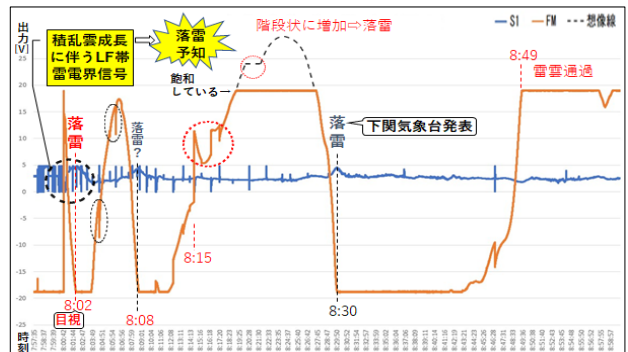


図5 2019年8月29日の観測結果

5. おわりに

測定値の飽和を解決して一年間の実験検証を図り、地域の雷嵐情報提供を実現させるために日々観測である。

謝辞

東海大学岡野大祐教授のご指導に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) [https://www.sankei.com/photo/daily/news\(2014.11.16\)](https://www.sankei.com/photo/daily/news(2014.11.16))
- 2) 岡野大祐 他：大気電界検出装置、特許第6364584号(2018)
- 3) Martin A. Uman: LIGHTNING, p. 253-286, DOVER BOOKS (1984)