

ISUAL データを利用した ELF ネットワーク落雷位置決定法の改良

吉田 暁洋 [1]; 佐藤 光輝 [2]; 福西 浩 [1]; 高橋 幸弘 [1]; 近田 昌吾 [1]; 足立 透 [1]; Hsu Rue-Ron[3]; Su Han-Tzong[3];
Chen Alfred Bing-Chih[3]; Frey H.U.[4]; Mende S.B.[4]; Lee Lou-Chuang[5]
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 理研; [3] 台湾成功大・物理; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

The method to estimate lightning location by ELF network data improved based on ISUAL optical data

Akihiro Yoshida[1]; Mitsuteru Sato[2]; Hiroshi Fukunishi[1]; Yukihiro Takahashi[1]; Shogo Chikada[1]; Toru Adachi[1];
Rue-Ron Hsu[3]; Han-Tzong Su[3]; Alfred Bing-Chih Chen[3]; H.U. Frey[4]; S.B. Mende[4]; Lou-Chuang Lee[5]
[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] RIKEN; [3] Cheng Kung Univ.; [4] U.C.Berkeley; [5] NSPO

Tohoku University operates world wide ELF observation system, consisting of 4 observation sites at Syowa in Antarctica, Onagawa in Japan, Kiruna in Sweden, and California in US. Each sensor records ELF waveform in the wavelength range of 1-100 Hz continuously. We can estimate the lightning location and charge moments for large scale lightning events, which are the important parameters to investigate the characteristics of parent lightning of TLEs, such as sprites and jets. However, the error in geolocation was up to 2000 km, which causes serious problem in TLE studies. Here we show the results obtained by the new method which was improved based on ISUAL optical data, considering not only the arrival direction of radio waves but also the precise timing of radio wave arrivals at observation sites. Also the sensitivity ratios between the sensors are corrected empirically. The achieved error of 500 km in geolocation is good enough to estimate the charge moment and to discuss the regional dependence of characteristics of lightning.

東北大学では、南極昭和基地、宮城県女川、スウェーデンのキルナ、それに米国カリフォルニアに ELF センサーを設置し、1-100 Hz の電磁波動現象を常時連続で波形記録している。ELF 帯の電磁波はその低い減衰率と導波管伝播する性質から全球へ伝播していくため、これら 4 カ所のネットワークで取得されたデータを解析することで、全世界で起きている電荷モーメントが数 100 Ckm 以上の大規模落雷について、その発生位置と電荷モーメントを推定することが可能である。落雷の電荷モーメントは、スプライトなど中層および超高層大気で見られる過渡発光現象 (TLE) の発生条件や性質に関わる最も重要なパラメータの一つとされ、東北大学の ELF ネットワークは全世界をカバーする唯一の常時稼働システムとして貴重なデータを提供している。しかしながら、これまでのアルゴリズムでは、真の落雷位置と ELF から求められた位置との誤差が平均で 1000 - 2000 km にもなり、電荷モーメントの推定や発生地域の議論をする上で大きな障害であった。

そこで今回我々は、FORMOSAT-2 衛星に搭載された ISUAL 光学センサーのデータを用い、それから測定された落雷位置と ELF から求められる推定位置を比較しながら、アルゴリズムの改良を行った。使用したデータは主に世界の四地域 (アメリカ、アフリカ大陸中部、東南アジア、太平洋中央) で ISUAL と ELF の両方で観測された、約 50 例のイベントである。これまでは、各観測点の ELF 水平 2 成分のホドグラムから求めた電波の到来方向を使って、それらの描く大円の交点から位置を決定していた。今回はそれに各観測地点での電波の到達時間差を加味し、また 2 成分間の実効的な感度比率を補正することで、位置決定精度を全球に渡って 500km 程度まで向上することに成功した。このことにより、発生位置に起因する電荷モーメントの推定誤差を数 10 パーセント以下に押さえることができると期待される。それによって、ISUAL から得られた絶対発光強度と落雷エネルギーの関係を定量的に調べることが初めて可能になり、TLE の発生条件の解明に貢献ができるだろう。また落雷の地域や場所についての性質をより高い精度で検討できるようになるため、特に放電の時定数が大きく異なると予想される、海洋性と大陸性の落雷の性質とそれに伴う TLE の特徴について応用していく予定である。