

グローバル・サーキットにおける大規模雷放電活動の評価

山下 幸三 [1]; 吉田 暁洋 [2]; 高橋 幸弘 [2]; 佐藤 光輝 [3]
[1] 東北大・理・地物; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 北大

Activities of huge lightning discharge in global electric circuit

Kozo Yamashita[1]; Akihiro Yoshida[2]; Yukihiro Takahashi[2]; Mitsuteru Sato[3]
[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Hokkaido Univ.

Overall picture of global electrical circuit has been thought as the current system including the Earth, atmosphere, ionosphere, and magnetosphere. However, atmosphere, associated with lightning activities, has been main region in the previous studies. Recently, Transient Luminous Events (TLEs), such as sprite, was discovered in middle atmosphere and upper atmosphere. It clearly indicated the electrical connection between atmosphere and ionosphere. Currently, it is necessary to develop the new model in which we can consider the atmosphere-ionosphere coupling.

Circuit in atmosphere has the upper current in the thunderstorm area, and the down current in the fair-weather area. Earth and ionosphere configurate the capacitor, in which Earth is positive and ionosphere is negative. The potential difference between them is estimated about 300 kV. The thunderstorm activities are considered as the main battery of the ionosphere potential and lightning discharge and electrified precipitation are regarded as carrier of charge carrier under the thunderstorm.

Previous circuit model was simplified as 2 dimensions. We try to expand the model to 3 dimensions circuit with the estimation of charge transportation by global lightning activities. We are able to derive it with ELF electromagnetic wave.

Tohoku Univ. group had installed four stations to observed ELF sferics and been obtaining the long-term data. ELF sferics has low attenuation, so it can propagate long distance. Therefore, the detection of Q-burst, which is accompanied with huge lightning discharge, with the several stations allow us to estimate lightning positions and charge moments with arrival time and bearing.

Although ELF sferics have low attenuation, S/N ratio of Q-burst from distant lightning would be not better. Therefore, it is difficult to detect Q-burst globally with the uniform rate. Consequently, the new algorithm was developed to compensate the effect of propagation in Tohoku Univ. group.

First purpose in this presentation is to develop the algorithm, which detect Q-burst with the uniform rate. We will discuss the comparison between ELF-data, which is analyzed with above algorithm, and satellite data for the global cloud and precipitation variation. It enables us to close the mechanism of thunderstorm as the circuit battery.

Second purpose is observational study with the long-term data. We also discuss the seasonal or diurnal variation for the global charge transportation. From these results, it is expected to consider the 3-D mapping of ionospheric potential.

This research is supported by grant-in-aid for scientific research No.19002002.

地球全球における電流系 (Global Electric Circuit、以下グローバル・サーキット) の全容として、大地-大気圏-電離圏-磁気圏に及び電流系が想像されてきた。しかし、従来の研究では雷活動を中心とした大気圏電流系を主に扱ってきた。近年発見されたスプライト等の中層及び超高層における過渡発光現象 (TLE) は、大気圏・電離圏・磁気圏の電氣的結合を明示し、それらの領域を包括する新たなモデル構築を要求するものである。

高度 50km 以下の大気圏においては、電流は雷雲活動領域において上向きに、晴天域において電離圏から地球へ下向きに流れると考えられている。地球は負に、電離圏は正に帯電した球殻コンデンサと見なされ、大地-電離圏間には常時約 300kV 程度の電位差が推定されている。電離圏電位を生み出す主な電流駆動源として雷雲が、雷雲下の電荷キャリアとして雷放電や帯電降雨などが考えられている。

従来のグローバル・サーキットモデルは 2 次元に簡略化したものであった。我々は、ELF 帯電波観測にもとづいて全球雷放電活動による電荷輸送量の三次元的な推定を行い、全球的な三次元モデルへの拡張を図る。

東北大研究グループは、世界 4 観測点に設置した ELF 帯電波観測網を構築し、長期データの取得を世界で初めて実現した。ELF 帯電波は減衰が少なく、長距離伝搬する。従って、少数観測点による Q パースト (大規模雷に伴う過渡波形) 検出により、ELF 帯電波の到来時間と到来方位から雷放電発生位置の推定や雷放電に伴う電荷移動量の導出が可能である。

ELF 帯電波は減衰が少ないものの、観測点から遠方の空電は伝搬によって SN 比が比較的悪くなってしまう。従って、従来の解析アルゴリズムでは、全球の雷放電活動を一様な Q-burst 検出感度で考察することは難しかった。そこで、東北大研究グループでは伝搬による影響を補正する解析アルゴリズムの開発が行われた。

本発表では、上記アルゴリズムを適用し、全球一様な Q パースト検出感度を保った雷放電分布の導出を行うことを第一の目標とする。それにより、各地域における大規模雷放電による電荷輸送量の定量的な評価を行う。さらに、同結果と衛星観測による雲・降雨データを比較する事により、雷雲による電流駆動メカニズムに迫る事を目指す。

第二に、上記の手法を用いて長期間データの解析を行い、地域毎・季節毎に全球雷活動の変化を考察する。これにより、電離圏電位の三次元構造の考察という新たな展開が期待される。

本研究の一部は、科学研究費補助金・特別推進研究「マイクロサテライト・地上観測連携による高々度放電発光と地球ガンマ線現象の解明」(課題番号 19002002) により行われています。