

日本冬季雷によるスプライト発生の数値計算

Numerical Simulation of Sprites Generated by Winter Lightning above Japan.

平木 康隆[1], 福西 浩[2], 藤原 均[3]

Yasutaka Hiraki[1], Hiroshi Fukunishi[2], Hitoshi Fujiwara[3]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理・地物, [3] 東北大学大学院理学研究科

[1] Graduate School of Science, Tohoku Univ., [2] Department of Geophysics, Tohoku Univ., [3] Graduate School of Science, Tohoku University

日本の冬季雷を引き起こす雷雲は、アメリカの夏季に発生する雷雲(Mesoscale Convective System, MCS)と比較すると、発達メカニズムやスケールが異なることが観測的にわかっている。そして、MCS同様、日本冬季雷に伴って、スプライト(Sprites)と呼ばれる中間圏発光現象が発生することが、東北大学の観測によって明らかになっている。そこで我々は、Pasko et al.(以下、PA97)のQuasi-Electrostatic (QE)モデルに基づく数値コードを開発し、日本冬季雷によるSprites発生の数値計算を行った。

QEモデルでは、雷放電によって、雷雲内から電荷が取り除かれると、雷雲上空に準静的な大電場が作り出される。その大電場によって加速を受けた電子(あるいはイオン)が中性粒子と衝突を繰り返した結果、中間圏高度において絶縁破壊が生じる。絶縁破壊に伴って、フラッシュ的に生じる発光がSpritesであると考えられている。QEモデルにおいて重要な物理過程は、電子の生成・消滅プロセスである。今回の計算では、PA97同様、生成項としてN₂とO₂分子のイオン化、消滅項としてO₂分子との解離二体付着を考慮している。

我々は、日本冬季雷の特徴をモデル内に取り入れるために、QEモデルにおけるパラメータのうち、1. 電荷分離によって生成する電荷の高度、2. 電荷量(クーロン)、3. 電荷分布の空間スケール、4. 雷放電時間を観測結果に基づいて決定した。初期条件として与える中性大気数密度は、北陸冬季における平均的なプロファイルとしてMSISE-90大気モデルから得た。また、電子数密度初期高度プロファイルは、同じく北陸冬季の夜間の平均的なプロファイルとしてIRIモデルから得た。

以上の仮定の下に数値計算を行った結果、冬季雷に伴って、Spritesが発生することが確かめられた。今回計算したのは、N₂-1P、及びN₂-2Pバンドの発光強度である。また、その結果を東北大学の観測データのうちSprite Haloと呼ばれるディフューズな発光現象のデータと比較し、発光の時間・空間スケール、Haloの特徴である発光領域の下方伝搬特性について考察した。