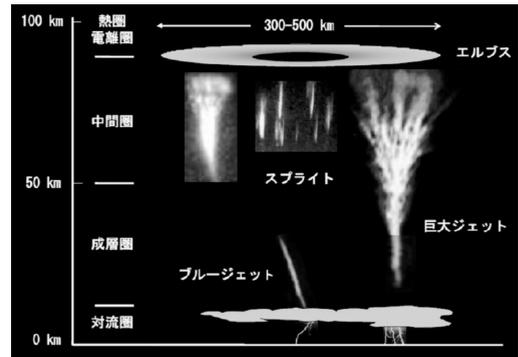


スプライト

雷雲と地表間の雷放電の際、雷雲上方の成層圏や中間圏でさまざまなタイプの放電発光現象が発生することが最近分かってきた。それらは過渡的発光現象 (TLE: Transient Luminous Event) と総称される。その中の最も代表的な発光現象はスプライト (Sprite) と呼ばれる中間圏発光現象である。この現象は、1989年、ミネソタ大学の J. R. Winkler 教授の研究グループがロケット搭載観測機器のテスト中に偶然撮像に成功したもので (Franz *et al.* 1990)、それ以来スプライトの研究は急速に発展している。スプライトと命名したのはアラスカ大学の D. D. Sentman 教授で、シェイクスピアの「真夏の夜の夢」に登場するいたずら好きな小妖精スプライト・パックからとったものである (Sentman *et al.* 1995)。赤色の発光なのでレッド・スプライトとも呼ばれる。発光領域は高度50-90 km の中間圏で、第1図に示すように、形状は多数のカラム (円柱) が並んだタイプやニンジン状の発光などが代表的である。水平のスケールは10-50 km 程度である。ニンジン状のスプライトの中心部 (高度60-75 km) はヘッドと呼ばれ、多数のストリーマー (線状放電) からなる複雑な内部構造をもつ。しかしヘアと呼ばれる上部 (75 km 以高) はストリーマー構造がない様な発光となる。スプライトの頂上部に凸レンズ状の発光が見られることがしばしばあり、スプライト・ハロー (Sprite Halo) と呼ばれている。スプライトの発光時間は数ミリ秒から数10ミリ秒で、正極性落雷に伴って発光することから、雷雲上部の正電荷の消失によって中間圏に2次的に作り出された準静電場によって大気の絶縁破壊が起こり発光するモデルが考えられている。日本では冬季に北陸で正極性落雷が高い頻度で起こっており、これに伴ってスプライトが観測されている。グローバルなスプライトの発生分布はFORMOSAT-2衛星に搭載されたISUAL観測器によってとらえられており、アフリカ大陸や南北アメリカ大陸の上空で発生頻度が高い



第1図 雷雲・地上間の雷放電に伴って雷雲上方の成層圏、中間圏、電離圏下部に出現する過渡的発光現象 (TLE) の種類と発光高度。

(Chen *et al.* 2008)。

雷雲上方の成層圏ではブルージェット (Blue Jet) と呼ばれる放電発光現象が観測されている。青色のジェット状の発光からこの名前がついた (Wescott *et al.* 1995)。発光は雷雲の頂上部から始まり、高度40-50 km 付近までビーム状に高速 (100 km/s 程度) で進展する。ブルージェットとスプライトをつなげたような雷雲頂上部から高度85 km 付近まで達するより大規模な放電発光現象があり、巨大ジョット (Gigantic Jet) と呼ばれている (Su *et al.* 2003)。さらに高度90 km 付近には水平スケールが300-500 km もある巨大なドーナツ状の発光現象が落雷に伴って発生することが発見され、著者と気象学者の W. A. Lyons 博士がエルブス (Elves) と命名した (Fukunishi *et al.* 1996)。この名前は Emissions of Light and Very Low Frequency Perturbations from Electromagnetic Pulse Sources の頭字語である。エルブスの発生機構として、落雷の際に雷雲・地上間に流れる強い鉛直電流から放射される VLF 帯の電磁パルスが上方に伝播し、電離層下部 (高度90 km 付近) で反射される際にこの高度の大気の絶縁破壊を引き起こし発光させるモデルが考えられている。エルブス (Elves) が

頭字語であることから、単数形としては Elf ではなく Elve が用いられている。

参 考 文 献

- Chen, A. B., C.-L. Kuo, Y.-J. Lee, H.-T. Su, R.-R. Hsu, J.-L. Chern, H. U. Frey, S. B. Mende, Y. Takahashi, H. Fukunishi, Y.-S. Chang, T.-Y. Liu and L.-C. Lee, 2008 : Global distributions and occurrence rates of transient luminous events. *J. Geophys. Res.*, **113**, A08306, doi : 10.1029/2008 JA013101.
- Franz, R. C., R. J. Nemzek and J. R. Winckler, 1990 : Television image of a large upward electrical discharge above a thunderstorm system. *Science*, **249**, 48-51.
- Fukunishi, H., Y. Takahashi, M. Kubota, K. Sakanoi, U. S. Inan and W. A. Lyons, 1996 : Elves : Lightning induced transient luminous events in the lower ionosphere. *Geophys. Res. Lett.*, **23**, 157-2760.
- Sentman, D. D., E. M. Wescott, D. L. Osborne, D. L. Hampton and M. J. Heavner, 1995 : Preliminary results from the Sprites94 aircraft campaign : 1. Red sprites. *Geophys. Res. Lett.*, **22**, 1205-1208.
- Su, H. T., R. R. Hsu, A. B. Chen, Y. C. Wang, W. S. Hsiao, W. C. Lai, L. C. Lee, M. Sato and H. Fukunishi, 2003 : Gigantic jets between a thundercloud and the ionosphere. *Nature*, **423**, 974-976.
- Wescott, E. M., D. D. Sentman, D. L. Osborne, D. L. Hampton and M. J. Heavner, 1995 : Preliminary results from the Sprites94 aircraft campaign : 2. Blue jets. *Geophys. Res. Lett.*, **22**, 1209-1212.

(日本学術振興会北京研究連絡センター 福西 浩)