

木星における雷放電現象

Lightning Discharge on Jupiter

高橋 幸弘 [1]

Yukihiro Takahashi [1]

[1] 東北大・理・地球物理

[1] Dept. Geophysics, Tohoku University

Voyager 1号、2号とGalileo探査機は、木星の夜側の可視光による撮像から点状の発光を観測し、Galileoプローブに搭載された電波検出器は、降下時に大気中の放電によると思われる信号を受信した。木星における激しい雷放電活動は疑いの余地のないものになったが、これから更に雷放電観測を発展させることは、放電発生メカニズムや電磁気学的な役割を調べることに止まらない。雷放電の頻度・規模は下層の見ることの難しい大気の力学的活動を示す優れた指標になる可能性がある。また、放電の大気に与える化学的な影響も無視できないといわれている。本発表では地上及び衛星による高時間分解光学観測を新たに提案する。

雷放電があるだろうと予想される惑星はいくつかあるが、実際に光学観測による確かな証拠が得られているのは現在のところ木星だけである。Voyager 1号 及び2号とGalileo探査機は、木星の夜側を可視光による撮像を行い点状の発光を発見している。また、Voyager 1号の木星磁気圏におけるプラズマ波動計測は、イオのプラズマトラス付近でホイッスラーモードの波動を捕えている。これは地球磁気圏での観測との類似性から、木星雷放電の存在を裏付けている。さらにGalileoプローブに搭載された電波検出器は、降下時に大気中の放電によると思われる信号を受信した。そのデータから推測される放電頻度は地球雷放電における年間平均の約100倍であり、一回の放電による電気ダイポールモーメントの変化も地球の場合の100倍という非常に大きな値であった。

木星における激しい雷放電活動は疑いの余地のないものになったが、これから更に雷放電観測を発展させることにはいくつかの重要な意味がある。まず、雷放電そのものの発生メカニズムと電磁気学的な役割を明らかにすることである。現在、下方で発生した雲間放電による発光が、表面を覆うアンモニア雲を透かして見えていると考えられているが、地球におけるスプライト現象のように電離圏との間の発光を直接観測している可能性も高い。2番目に、雷放電は大気力学的な活動度の指標として使える可能性がある。放電前に電荷分離が起きているのは下層の水雲領域と推測されるが、その高度はアンモニア雲に邪魔されて直接撮像することが困難であり、雷放電発光はその高度の力学情報を得る有力な方法の一つとなるだろう。3番目に、雷放電の大気に与える化学的な影響を見積もることである。HCN、C₂H₂などは雷放電による生成を考えないと存在量を説明できないとする説がある。また雷放電があれば有機物の生成もおきていると考えられ、定量的に推定木星の表面の模様の説明も可能になるかもしれない。

以上のような有用な情報を引き出すには、これまでの探査機による撮像観測に加えて多様な手段で観測を行っていく必要がある。雷放電の活動を定量的に推定するには、高時間分解能で観測を続け、発生頻度と発光強度をモニターしなければならない。そのためには、フォトメータによる高速測光あるいは高速CCDカメラによる観測が有効である。スペクトル測光も重要な情報をもたらす。木星大気を模した室内実験から、雷放電による輝線の強度比や線幅は発光高度（気圧）によって変化することが示されている。また、これまでの撮像は地球から直接見えない夜側領域に限られているが、もし昼側の雷放電発光の位置や頻度が分かれば、地上あるいは地球周回軌道上の望遠鏡から得られる雲、中でも高高度に発達する雲の分布との関係がはっきりすることが期待される。木星磁気圏におけるプラズマ波動観測を高速光学観測と同時に実施することは、電離圏構造の理解に多大な貢献をもたらすと思われる。本発表では、地上（地球周回）望遠鏡及び探査機を用いた木星雷放電観測について提案する。