

# 大気電気学のススメ

岐阜大学 工学部 電気電子工学科 教授 高木 伸之

Professor Nobuyuki Takagi  
Department of Electrical and Electronic Engineering,  
Faculty of Engineering, Gifu University



## はじめに

「大気電気」という言葉をご存じだろうか。「大気」と「電気」は誰もが知っているが「大気電気」はあまりなじみのない方が大半なのではないだろうか。当初は文字通り大気中の電気現象を研究の守備範囲としていたが、現在では地球内部や大気圏外の磁気圏も含めた地球周辺での電磁気環境を取り扱っている。研究分野は大きく分けて3つ、雷・大気イオン・大気雑音である。近年のホットな研究活動としては「低周波電磁波による地球温暖化のモニタリング」、「雷雲上部から電離層への放電現象」、「電磁波による地震予知」「落雷の予知」等がある。火の玉(ball lightning)も研究テーマの一つである。大気電気学は地球環境(大氣的、電磁的)の基礎的解明を通してよりよい人間社会へと貢献することを目指している<sup>(1)~(3)</sup>。以下ではクイズを通して大気電気学を紹介する。

## 大気電気クイズ その①

雷が電気現象であることを最初に発見したのは誰か？

- A. フランクリン(アメリカ人)
- B. ダリバール(フランス人)
- C. 橋本曇斎(日本人)
- D. リッチマン(ロシア人)

凧揚げ実験で有名なフランクリンよりも約1ヶ月早くダリバールは1752年雷が電気現象であることを証明する実験に成功していた。大地と絶縁された導体棒を設置し、接地線と導体棒間で火花が飛ぶことを雷雲下で観測している(第1図)。ただし、ダリバールはフランクリンの「雷光と電気火花との類似性」という仮説(1749年)<sup>(4)</sup>を知った上で



第1図 ダリバールの実験<sup>(2)</sup>

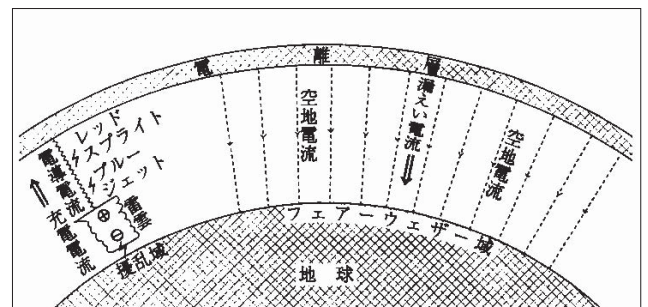
実験を行っているので、実質的な第一発見者はフランクリンであると言える。Dのリッチマンは同様の実験をして死亡している。ご注意を。

## 大気電気クイズ その②

晴天時に屋外で地上1mと2m間の電位差を測定した。その値はおよそ何ボルトか？

- A. 0V
- B. 1V
- C. 100V
- D. 10000V

地上約100km付近から上では紫外線等の電離作用により電子密度が急激に増加する。この領域は電離層と呼ばれている。電離層も大地も導電性は高く、第2図に示すように電離層下面と大地表面間は一種のコンデンサと見なすことができる。このコンデンサは雷雲により絶えず充電されており、コンデンサ内で電界が発生する。晴天時に地上付近では100V/m程度であるが上空に行くほど低下する。またコンデンサー内の媒質すなわち大気の抵抗率は無限大ではないために $10^{-12}A/m^2$ 程度の電流が流れている。雷雲による充電がなければ7分程度で電流は流れなくなる。この電流機構を電気回路に見立ててグローバルサーキット(第2図)と呼んでいる。



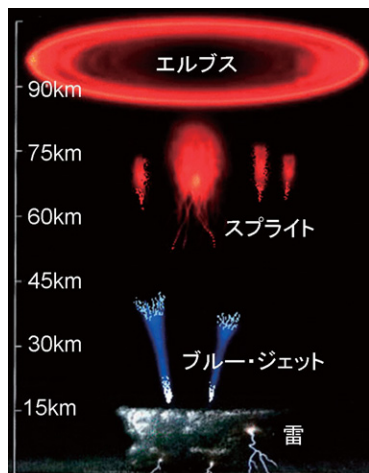
第2図 グローバルサーキット<sup>(1)</sup>

## 大気電気クイズ その③

次の高層大気中の発光現象の内、雷雲が原因となって発生するものはどれか？

- A. オーロラ
- B. 流れ星
- C. スプライト
- D. 夜光雲

1989年高感度カメラによって偶然撮影された高層大気中の発光現象は多くの科学者をその虜にした。スプライトと命名されたこの発光現象は高度60kmから90kmにかけて発生し、赤く光り、雷放電が先行していることがわかった。他にもブルージェット(高度20kmから40kmにかけて発生し青色に発光)やエルブス(高度90km付近でドーナツ状に発光)といった発光現象もあることがわかっている(第3図)。



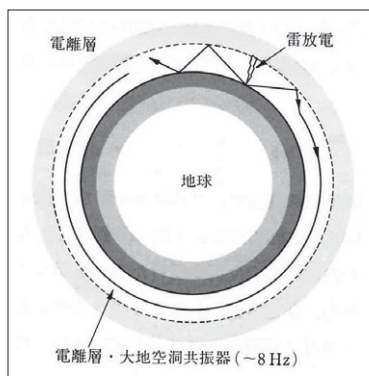
第3図 電離層への放電現象

#### 大気電気クイズ その④

地球が温暖化すると雷放電の数はどうなるか？

- A. 増える
- B. 減る
- C. 当初は増えるがその後減少する
- D. 無関係

低周波数領域では電離層と大地は完全導体と見なすことができ電磁波は減衰することなく地球を一周伝搬し、空洞共振現象が生じる。この現象はシューマン共振と呼ばれ、共振周波数は約8Hzである(第4図)。この電磁波の発生源は世界中で毎秒約100個程度発生する雷放電である。雷の多い熱帯地方での温度が1℃上昇するとシューマン共振強度が2倍増加することが報告されている。すなわち雷で気候変動をモニタリングすることが可能だということである。

第4図 シューマン共振<sup>(1)</sup>

#### 大気電気クイズ その⑤

大気中の浮遊微粒子エアロゾル(大きさは0.1~10μm。密度は約107個/m<sup>3</sup>。)の動きはどれか？

- A. 健康被害をもたらす
- B. 雨滴の種になる
- C. 気候を冷却化する
- D. 気候を温暖化する

エアロゾルは海水起源(NaCl)、燃焼生成物、土壌粒子等が発生源である。ディーゼル自動車から排出される微粒子は社会問題化した。水蒸気が凝結して雲粒になるには核となるものが必要でこの役割をするのがエアロゾルである。また、エアロゾルは日射を反射・吸収・透過するので気候変動に大きな影響を与える。温暖化効果も冷却化効果もあるがトータルでは冷却化効果の方が高い。

#### 大気電気クイズ その⑥

雷からの避難場所として誤っているものは？

- A. ビルの横
- B. 配電線・送電線の下
- C. 車の中
- D. 木の下

落雷は雷雲内からの放電によって開始され、放電は地上に向かって進展している。従って高いものほど避雷しやすくなり、A~Dいずれも人間以外の場所にまず落ちる。しかし、木は導電性が悪いため電流が流れると幹や枝は高電位となり木の下でのゼロ電位の人間との間で放電する。これを側撃雷(第5図)といい、木の下に避難した大勢の人が亡くなっている<sup>(5)</sup>。



第5図 側撃雷

#### おわりに

全てを紹介できなかったが、少しでも興味を持っていただけたら幸いである。

#### 【参考文献】

- (1) 大気電気学会編: 大気電気学概論、コロナ社(2003)
- (2) 北川信一郎編著: 大気電気学、東海大学出版会(1996)
- (3) 日本大気電気学会ホームページ:  
<http://www1a.comm.eng.osaka-u.ac.jp/~saej/>
- (4) 宮地蔵: 雷を電気と認めた時代と科学者の回想、電気学会誌、121-5、p326-329(2001)
- (5) 大気電気学会編: 雷から身を守るには、日本大気電気学会(2001)

#### 高木 伸之(たかぎ のぶゆき)氏 略歴

昭和60年3月 名古屋大学大学院博士後期課程満了  
 昭和60年4月 岐阜大学工学部助手  
 平成 2年4月 岐阜大学工学部助教授  
 平成19年3月 岐阜大学工学部教授  
 平成19年6月~21年5月 日本大気電気学会会長