

グローバルサーキットと福島原発事故

鴨川仁¹、門倉昭²

¹ 東京学芸大学物理学科

² 国立極地研究所

Global electrical circuit and Fukushima power plant accident

Masashi Kamogawa¹, and Akira Kadokura²

¹Department of physics, Tokyo Gakugei University

²National Institute of Polar Research

Radioactive contamination occurred due to Fukushima power plant accidents on March 11, 2011. In this study, we investigate atmospheric electric field variation associated with radioactive material which affected global electric circuit. The observed data of atmospheric electric field, air-earth current, and radiation agree with global electric circuit model through the circuit simulation.

地球は、電気伝導度の高い下部電離圏と大地および海洋で 0.5F 程度の容量を持つコンデンサーを形成している。このコンデンサーは雷雲活動および降雨をはじめとした気象活動による発電作用で充電されるため、下部電離圏の電位は約数百 kV 高い。一方、空地電流と呼ばれる大気圏における数 pA の微弱電流は晴天領域におけるコンデンサーの放電を生じさせる。この電流は、宇宙線起因小イオンによる僅かな大気中電気伝導性から生じている。全球的な晴天領域での放電電流は合計 1 kA のオーダーになる。電離圏電位は、充電作用に依存するため、対流圏における落雷および降雨の総量によって変化する。また、電離圏電位の変動は晴天静穏時の地表大気電場や空地電流等でも起る。そのため、全世界の落雷活動の日変化と晴天静穏時の大気電場の日変化は類似していることなどから地球規模の電気回路 (グローバルサーキット) の概念は形成され今日に至る。この日変化における大気電場値の最大は世界時の 18 時あたりにみられ、これらは落雷活動が活発なアフリカの夕刻時にあたることからこの概念は統計的範疇においては正しいとされる。現在ではこの日変化をカーネギーカーブと呼ぶ。

昭和基地で行われている大気電場計測は 3、4、5、10、13 次隊および 44 次隊以降に行われている。51 次より大気電

場観測を増設し、BOLTEK 社製フィールド・ミルで多点観測を行った。本データを用いた晴天静穏時における大気電場の解析では、平面校正された大気電場絶対値を用いて Minamoto and Kadokura (2011) で与えられている晴天時決定の条件より若干強固にし、毎分ごとに風速 5m/s 以下を満たすことを選定基準とした。また、各 1 時間において条件を満たすデータの中央値、第一および第三四分位数を求めた (Figure 1)。解析では 2011 年 1 月から 3 月のデータを用いた。その結果、カーネギーカーブは得られ、データの信頼性を確認した。

2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震 (M9.0) では、発生した津波がきっかけで福島第一原子力発電所に水素爆発事故が生じ、放射性汚染が東日本を中心に広域に生じた。この事故の影響により 2011 年 3 月中旬から下旬にかけて気象庁・柿岡地磁気観測所 (原発から南

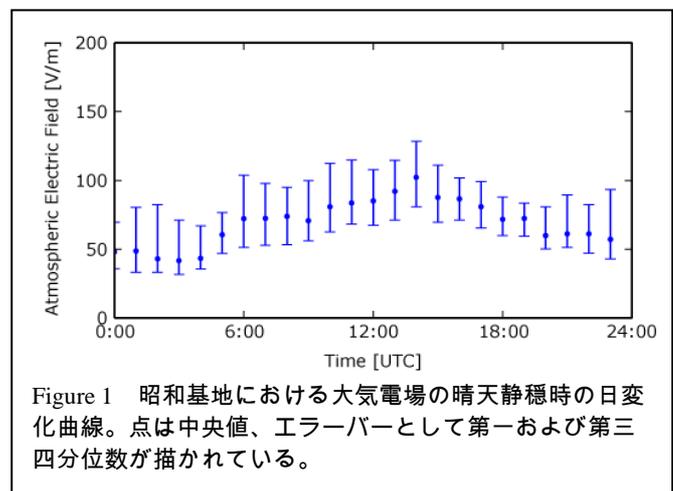


Figure 1 昭和基地における大気電場の晴天静穏時の日変化曲線。点は中央値、エラーバーとして第一および第三四分位数が描かれている。

に 152km) の地表大気電場観測値が一桁以上減少した 4)。文献 4)によればこれらは放射性汚染物質の移流拡散により影響を受けたと考えられている。その後、移流拡散した放射性物質は東日本の多くの大地に沈着し数カ月以上にもわたって放射線が測定された 5)。沈着した放射線は、南西方向について言えば、埼玉県秩父などでも大きな値として検知されている。我々は、これらの放射性物質の発生による大気電気の変動を調べ、これらの変動がグローバルサーキット内でどのような影響を示すか調べた。

まず、柿岡・地磁気観測所での大気電場データでは生じた一桁以上の晴天静穏時の地表大気電場値減衰は、徐々に復活するものの 2011 年 7 月においても定常状態にはなっていなかった (Figure 2a)。一方、小笠原父島、南極昭和基地などの遠方では晴天静穏時の大気電場変動には同様な変動が見られない (Figure 2b,c)。これらの変動は、地表沈着放射線線量の減衰 (Figure 2a) に伴っていることから、地表電気伝導度の上昇により電場値が減少するというこ

とであると考えられる。また、我々は空地電流測定を放射線汚染の影響が見られる東京都小金井市（原発から南西に 235 km）でも行っていたが、空地電流変動には原発前後で有意な変化が見られなかった(Figure 2d)。

References

Minamoto, Y. and A. Kadokura, Extracting fair-weather data from atmospheric electric-field observations at Syowa Station, Antarctica, Polar Sci., 5, 313-318, 2011.

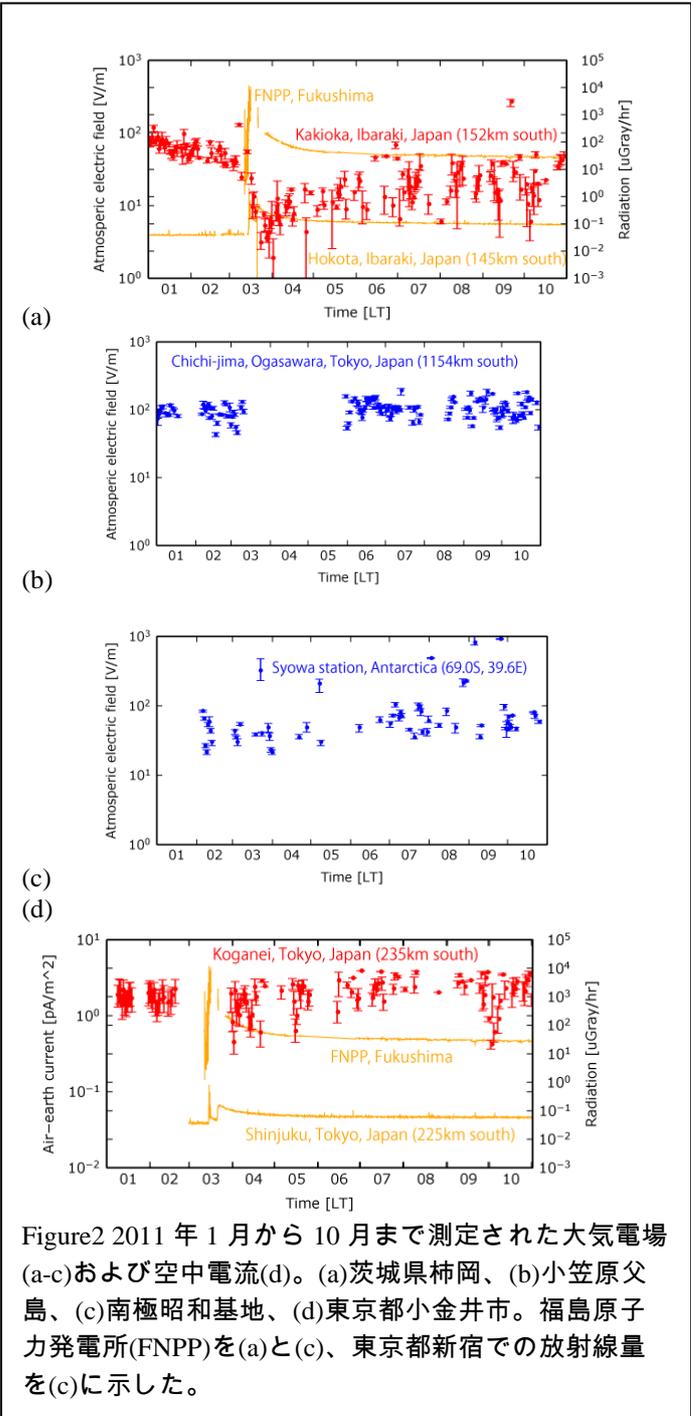


Figure2 2011年1月から10月まで測定された大気電場 (a-c)および空中電流(d)。 (a)茨城県柿岡、(b)小笠原父島、(c)南極昭和基地、(d)東京都小金井市。福島原子力発電所(FNPP)を(a)と(c)、東京都新宿での放射線量を(c)に示した。