

フィールドミルによる大気電場および95GHz雲レーダFALCON-Iによる雲の同時観測の初期結果

中森 広太 [1]; 鈴木 康樹 [2]; 大矢 浩代 [3]; 鷹野 敏明 [4]; 河村 洋平 [5]; 中田 裕之 [6]

[1] 千葉大・工・人工システム・電電; [2] 千葉大・工・人工システム・電子電子; [3] 千葉大・工・電気; [4] 千葉大・工; [5] 千葉大・工; [6] 千葉大・工・電気

Simultaneous observations of atmospheric electric fields and clouds using a field mill and a 95-GHz cloud radar FALCON-I

Kota Nakamori [1]; Yasuki Suzuki [2]; Hiroyo Ohya [3]; Toshiaki Takano [4]; Yohei Kawamura [5]; Hiroyuki Nakata [6]

[1] Electrical and Electronic, Chiba Univ.; [2] Electrical and Electronics Engineering, Chiba Univ.; [3] Engineering, Chiba Univ.; [4] Chiba Univ.; [5] Engineering, Chiba Univ.; [6] Grad. School of Eng., Chiba Univ.

It is known that lightning and precipitations of rain droplets generated from thunderclouds are a generator of global atmospheric electric circuit. In the fair weather, the atmospheric electric fields are downward (positive), while they are upward (negative) during lightning and precipitations. However, the correlations between the atmospheric electric fields, and the cloud parameters such as amount of clouds, the cloud top height, and cloud bottom height, have been not revealed quantitatively yet. In this study, we investigate the correlations between the atmospheric electric fields and the cloud parameters using a field mill, the FALCON (FMCW Radar for Cloud Observations)-I and all-sky camera observations.

In this study, we installed a Boltek field mill on the roof of our building in Chiba University (Geographic coordinate: 35.63 degree N, 140.10 degree E, the sea level: 55 m) on the first June, 2016. The sampling time of the atmospheric electric fields is 0.5 s. On the other hand, the FALCON-I has observed the cloud parameters far from about 60 m of the field mill throughout 24 hours every day. The vertical cloud profiles and the Doppler velocity of cloud particles can be derived by the FALCON-I with high space resolutions (the height: 48.8 m, the horizontal angle: 0.18 degrees = 15.7 m at 5 altitudes) (Takano et al., 2010). In addition, the images of the clouds and precipitations are recorded with 30-s sampling by an all-sky camera using a CCD camera on the same roof during 05:00-22:00 JST every day. The distance between the field mill and the all-sky camera is 3.75 m. During 12:45 UT, 12 June - 08:50 UT, 13 June, 2016, we found that rain droplets fell with the rate of about 5.53 m/s from about 4 km altitudes from the vertical cloud profiles with the FALCON-I. The atmospheric electric fields were 0.47 kV/m at 15:27 UT, when was 3 hours and 2 minutes after the precipitation onset. After that, the atmospheric electric fields decreased down to be -5.86 kV/m at 23:37 UT, during 8 hours and 10 minutes. The upward atmospheric electric fields could be caused by the attachment of the negative ions to the bottom of the rain clouds or the charged precipitations. However, the cause of the time difference of 3 hours and 2 minutes between the precipitations and the decrease in the atmospheric electric fields has not been revealed. Moreover, we analyzed the RGB color values in the observed images and estimated the amount of the clouds during observations. The fair weather was assumed that the amount of the clouds was less than 10%. During the first June - 10 July, 2016, 20 days were in the fair weather, and we picked up the atmospheric electric fields in time slot when the amount of the clouds was less than 10%. The mean electric fields were large (1.12 kV/m) during 01:00-04:00 UT, while they were less (0.836 kV/m) during 18:00-20:00 UT. The Carnegie curve, the standard diurnal variations in the atmospheric electric fields in the fair weather, has the peak of the atmospheric electric fields at 18:00 UT (Whipple and Scrase, 1936), although our data had the peak at 01:42 UT. That is, our data was not similar to the Carnegie curve. The cause may be insufficient data amount, so it is necessary to continue to observe the atmospheric electric fields in the future. In this session, we will explain the simultaneous observations using the field mill, the FALCON-I, and the all-sky camera. Then we will show the correlations between the atmospheric electric fields and the cloud parameters in detail. In addition, we will also report the variations in the atmospheric electric fields during usual precipitations, local heavy precipitations, and lightning.

雷雲から生成される雷や雨は、グローバルサーキットと呼ばれる地球上の大規模な回路の発電機となることが知られている。通常、フェアウェザー時には大気電場は下向き、雷、降雨時には上向きとなるが、大気電場と雲との定量的相関は明らかになっていない。よって本研究の目的は、フィールドミルによる大気電場と、千葉大学で独自に開発された95GHz雲レーダFALCON(FMCW Radar for Cloud Observations)-Iおよび全天カメラによる雲の同時観測を行い、それらの比較をすることで、大気電場と雲量や雲頂、雲低高度との相関を明らかにすることである。

本研究では、Boltek社のフィールドミルを2016年6月1日に、千葉大学建物の屋上(地理座標 35.63 degree N, 140.10 degree E, 海拔高度 55 m)に設置した。サンプリングタイムは0.5 sである。一方、FALCON-Iはフィールドミルから約60 m離れた地点で、毎日24時間、雲の定常観測を行っている。FALCON-Iは、高い空間分解能(高度方向 48.8 m, 水平方向 0.18 degree, 度角 = 15.7 m at 5 km height)で雲の鉛直プロファイルや雲粒子のドップラー速度を観測できる(Takano et al., 2010)。また CCD カメラを用いた全天カメラにより、フィールドミルと同じ建物の屋上にて毎日 05:00-22:00 JST の間、30 s ごとに上空の雲・雨を画像データとして保存している。フィールドミルと全天カメラとの距離は 3.75 m である。2016年6月12日 12:45 UT - 6月13日 08:50 UT に、FALCON-I による雲の鉛直プロファイルから雨が約 4 km 付近から速度約 5.53 m/s で降っていたことが確認された。大気電場は降雨開始から 3 時間 2 分後の 15:27 UT で 0.47 kV/m で、それから 8 時間 10 分にわたって減少し、23:37 UT には -5.86 kV/m となった。この大気電場の減少は、雨雲の下端に負イ

オンが吸着し、上向き大気電場が発生することによるもの、または雨粒が電荷を運搬することによるものであると思われるが、大気電場変化が降雨の3時間2分後に開始したことはまだ原因が分かっていない。また観測期間の全天カメラによる雲画像のRGB値を解析し、雲量を推定した。ここで、雲量が10%以下であればフェアウェザーであると定義した (Minamoto and Kadokura, 2011)。2016年6月1日から2016年7月10日の期間、フェアウェザーだったのは20日間であり、雲量が10%以下だった時間帯のみを抜き出して平均をとったところ、01:00-04:00 UTで大気電場が最大1.12 kV/mと大きくなり、18:00-20:00 UTは最大0.836 kV/mと小さかった。フェアウェザー時の大気電場の日変化としてよく知られているカーネギーカーブでは、日変化のピークは18:00 UTであるが (Whipple and Scrase, 1936)、本研究での最大値は01:42 UTであり、カーネギーカーブとの類似度は低かった。これは、まだ統計的にデータ量が十分ではないことが原因であると考えられるため、今後データ数を増やしていくことが必要となる。セッションでは、大気電場および雲の同時観測方法についての説明と、大気電場と雲量や雲頂、雲低高度との相関について詳細な報告を行う。また、降雨、集中豪雨および雷発生時の大気電場の時間変動について初期結果を報告する。