

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：32702

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24540310

研究課題名(和文) 銀河宇宙線強度と雲生成の研究

研究課題名(英文) Study of Correlation between the modulation of Galactic Cosmic-ray and the Creation of Cloud

研究代表者

日比野 欣也 (Hibino, Kinya)

神奈川大学・工学部・教授

研究者番号：80260991

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：Svensmarkらが唱える「宇宙線雲仮説」によれば、宇宙線が雲凝固核形成に大きく寄与しているために、銀河宇宙線強度の増減が地球規模での雲生成に影響を与えている可能性がある。我々は、地上(神奈川大学横浜キャンパス)に設置した宇宙線観測装置(空気シャワー観測装置)に、新たに赤外線放射型雲モニターシステムを構築および設置して、雲量や雲高度と宇宙線強度の同時観測を行い、年数回の頻度で起こるとされる「フォーブッシュ減少」期間に低層雲生成率と宇宙線強度の間の関連性を検証することを目的としている。

研究成果の概要(英文)：According to Svensmark's cosmic ray theory of clouds, galactic cosmic rays help to create more microscopic cloud nuclei. It gives a prediction that cosmic rays arriving from the Galaxy are directly involved in the Earth's weather and climate. To validate the evidence, we study a correlation between the modulation of galactic cosmic rays (as Forbush decreases) by the using Kanagawa air shower array and the cloudiness variation by using the Cloud infrared radiometer.

研究分野：宇宙線物理学

キーワード：宇宙線 放射線 モニタリング 気象変動 大気現象

1. 研究開始当初の背景

地球大気に侵入する銀河宇宙線が大気との相互作用で空気シャワーを起こし、その過程で常に大気が電離していることは事実である。Svensmark らが唱える「宇宙線雲仮説」は、この大気電離で発生するイオンがエアロゾルの形成を促進し、そのエアロゾルを介して雲凝固核が形成され、そして雲が生成されるという仮説である。

また、一般に太陽活動の活発さと宇宙線強度に逆相関があることはよく知られている。太陽活動活発時には太陽磁気圏が地球を取り囲み、銀河宇宙線をシールドすることによる影響である。仮に銀河宇宙線が地球の雲生成に関わっていることが事実であるならば、太陽活動が地球の長期に渡る気候変動に影響を及ぼしている可能性を否定できなくなる。肯定する Svensmark らと、それを否定する Sloan and Wolfendale (2008) などと解析結果が対立しており、未だ解決されていない問題となっている。しかしながら、彼らが議論している雲生成率は人工衛星からの観測データを使っており、高層雲に邪魔されて低層雲を定量的に評価していないなど疑問も多い。

2. 研究の目的

銀河宇宙線強度の増減が地球大気の雲生成に影響を与えているという Svensmark らが唱える「宇宙線雲仮説」がある。この仮説を検証するためには、地球で観測される銀河宇宙線が惑星間空間擾乱との相互作用により減少する現象「フォープッシュ減少」と低層雲生成率の気象データを同時に測定することが必要である。本研究では、地上に全天型赤外放射観測型の雲測定装置を設置して、年数回の頻度で起こる「フォープッシュ減少」期間に低層雲生成率と宇宙線強度の間の関連性を検証することを目的とする (図1)。

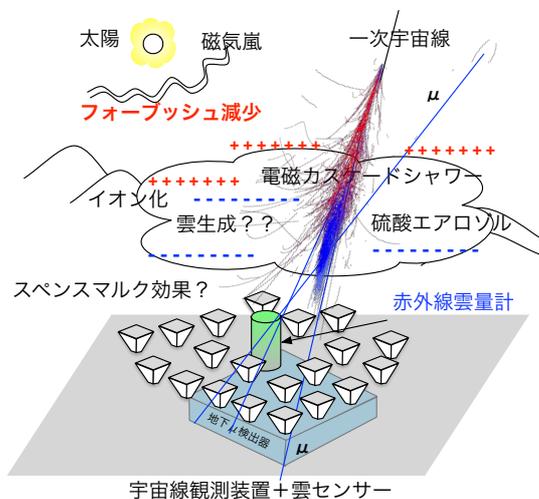


図1 実験の概念図

我々の測定は地上から低層雲の生成率と宇宙線強度を同時観測することができ、これまでの人工衛星観測の高層雲生成データを補完することができる。10~100年という長期的な気候変動を数年の短期観測で結論を出すのは困難であるが、数日程度の変動の宇宙線「フォープッシュ減少」に伴う局所的な雲生成率に関しては何らかの結果を出せると期待している。

3. 研究の方法

本研究は、地上 (神奈川県横浜キャンパス) に設置した宇宙線観測装置 (図2) をベースに、新たに赤外線放射型雲モニターシステム (図3) を構築および設置して、雲量や雲高度と宇宙線強度の同時観測を行う。



図2 神奈川大宇宙線空気シャワー観測装置

赤外放射型雲高センサー部としては英弘精機 (株) の CIR4 を導入した。このセンサーは天空4点 (東西南北) の天空温度を測ることができる。雲高度の見積りは天空温度とセンサー温度との差を換算しており、東西南北の雲底高度が得られる。また4点の雲底高度の時系列解析 (移動平均など) から各雲高クラスの雲量を計算する。天空の詳細な雲の様子までは観測できないが、観測所上空のかなり広い領域の平均的な低層雲の情報を得るには十分な精度であると考えている。

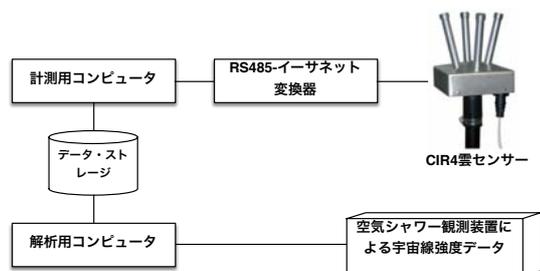


図3 赤外線放射観測型センサーシステム

雲高センサーからの信号はシリアル (RS485) で出力される仕様となっており、これをイーサネット信号 (TCP/IP) に変換し、建屋内部に設置された計測用コンピュータで受信することにする。宇宙線強度測定装置は図 2 に示すように、9 台のシンチレーション検出器からなる空気シャワーアレイが既に設置済みであり、これとの同時観測を行えるようにデータ収集システムを構築する。

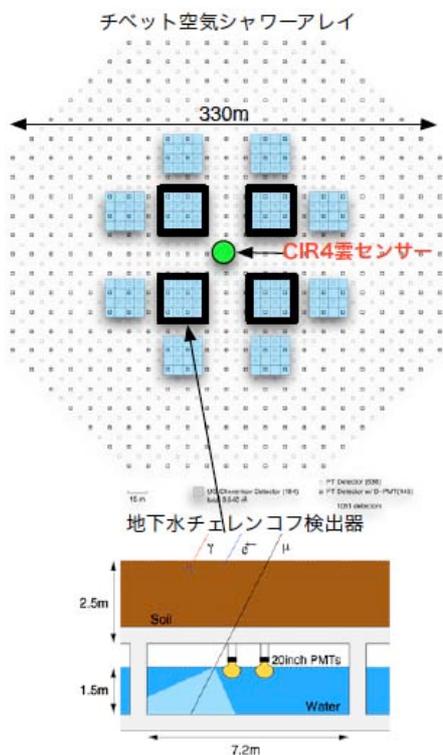


図 4 チベット空気シャワー観測装置と地下ミュオン観測装置。水色のブロックは、地下に下図のようなミュオン検出のための水チェレンコフ検出器が設置する。現在、黒枠の 4 台が稼働中。

将来的にはチベットの羊八井宇国際宇宙線観測所のミュオン観測装置と空気シャワーアレイによる宇宙線強度の観測データと合わせて物理結果を得ることを考え、東大宇宙線研究所グループによる空気シャワーアレイおよびミュオン検出器との連動するために R&D を進める。具体的には図 4 に示すように、チベット空気シャワーアレイ中心部に赤外放射型雲センサーを設置して、アレイの視野内の低層雲のデータを収集するための準備を進めるとともに、地下ミュオン検出器から得られるデータの解析手法を検討する。

4. 研究成果



図 5 設置された英弘精機 (株) の CIR4

本研究の中心となる赤外線型雲高センサーは、予定とおり英弘精機 (株) の CIR4 を導入し、神奈川大学 4 階屋外テラス部分の図 5 のように設置を行った。センサーから信号ケーブルを 30m 敷設して、3 階に用意したデータ収集用のコンピュータに接続した。収集された赤外線データ (天空 4 点の天空温度) は専用のソフトウェアにより、雲高を解析している。図 6 はリアルタイムに雲高を解析して、表示しているモニター画面の様子である。

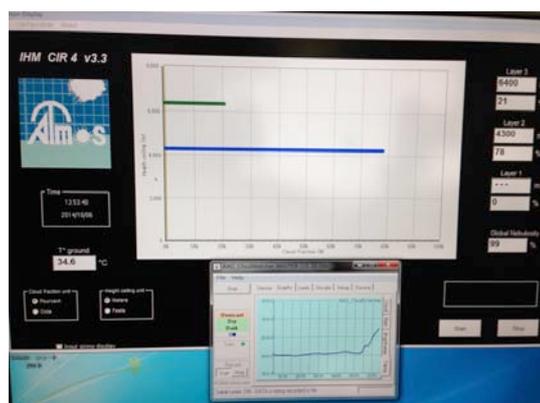
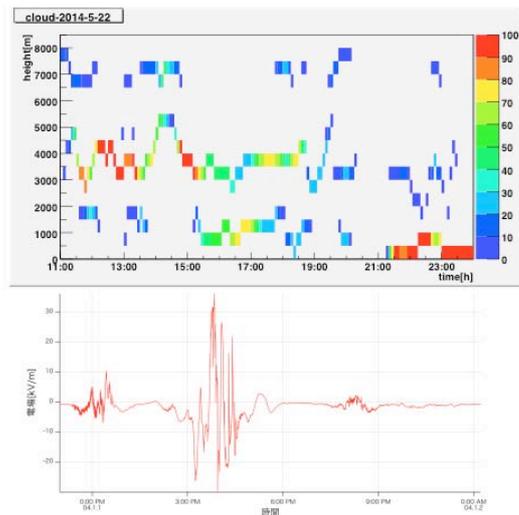


図 6 リアルタイム雲高モニター。青線が高域雲量バー、青線が中域雲量バー。このとき、低域には雲が無い。

図 7 は雷雲の到来とともに雲量・雲高が変化していく様子を示しているデータ解析の一例である。ただ、赤外線型の雲量・雲高モニターの欠点は、雨滴が付着すると正常の値を示さなくなるようであり、雨天時のデータは使用できないことがこれまでの観測結果より判明している。これは今後の検討課題となっている。

現在は、宇宙線空気シャワー観測装置と雲高・雲量観測の同時観測顔こなれており、少なくとも一年程度はデータを集積した後両データの相関を統計的に調べる予定である。



2014 5/22の11:00～23:59雲高と雲量及び電場の時間変化

図7 雷雲到来時における雲量・雲高の変動の一例。下のグラフは電場計のデータ。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

風間光喜、片寄祐作、日比野欣也、多米田裕一郎、有働慈治、「チベット高原における雷雲に関する放射線と宇宙線の観測」、日本大気電気学会第92回研究発表会、2015年1月9日-10日、千葉大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

日比野 欣也 (HIBINO, Kinya)
 神奈川大学・工学部・教授
 研究者番号：80260991

(2) 研究分担者

立山 暢人 (TATEYAMA, Nobuhito)
 神奈川大学・工学部・教授
 研究者番号：30102239

有働 慈治 (UDO, Shigeharu)
 神奈川大学・工学部・助教
 研究者番号：50506714