

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：82118

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K18926

研究課題名（和文）ゲリラ豪雨の予兆の予兆の観測による早期予測

研究課題名（英文）Early prediction of sudden downpour by observation of the slight signs

研究代表者

平木 雅彦（HIRAKI, Masahiko）

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・機械工学センター・教授

研究者番号：20282676

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：大気水蒸気量と降雨の関係を明らかにするために、まず、これらのデータを集めることを行った。田島治氏、長崎岳人氏が試作機を用いて高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパスにおいて観測した2016/12/25～2017/3/31の約3ヶ月間のデータから大気水蒸気量を抽出し、気象庁よりつくば市館野の降水量のデータを入手した。しかし、降水量がほとんど無く、これらのデータから特徴量の抽出を行うことはできなかった。また、試作機の改良と追加のテスト観測については、試作機が新たな実験に用いられることになったこと、時間の制約の関係で行うことができなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は従来の気象レーダーでは観測できないゲリラ豪雨の予兆である雲の発生のさらに予兆である大気中の水蒸気量の変化（予兆の予兆）を観測することで、豪雨の1時間以上前にゲリラ豪雨の予測を行うことを目的としている。宇宙マイクロ波背景放射（CMB）の観測技術を応用した試作機により、降雨前の水蒸気量の増加の例が観測されており、予測が実現すれば防災の点で社会的意義は大きい。しかし、残念ながら試作機の改良と追加のテスト観測を行うことができなかった。

研究成果の概要（英文）：To determine the relationship between atmospheric water vapor and rainfall, we firstly collected these data. Atmospheric water vapor was extracted from data measured by Dr. Tajima and Dr. Nagasaki at the KEK Tsukuba campus using a prototype system for about 3 months, from 25 Dec. 2016 to 31 Mar. 2017, and precipitation data at Tsukuba was obtained from the Japan Meteorological Agency. However, precipitation was almost nonexistent and it was not possible to extract features from these data. Improvements of the prototype system and additional observations could not be carried out because the prototype system was to be used for a new experiment and due to time constraints.

研究分野：ロボティクス

キーワード：ゲリラ豪雨 データ処理

1. 研究開始当初の背景

(1) 高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・実験的宇宙物理研究グループでは、宇宙誕生後 10 のマイナス 36 乗秒の世界を探るために、地上から宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の偏光成分を精密観測する GroundBIRD 実験を行っている。CMB は、わずか 2.7K (ケルビン = 信号強度) の微弱なミリ波として検出されるため、例えば大気中の酸素分子 (50 ~ 60GHz) や水分子 (22GHz 周辺) 由来の放射信号強度の強い周波数帯域では観測ができない。このことを逆に利用し、22GHz 周辺 (例えば、20 ~ 30GHz) に注目すると大気中の水分子、すなわち水蒸気を検知することが可能となる (図 1)。

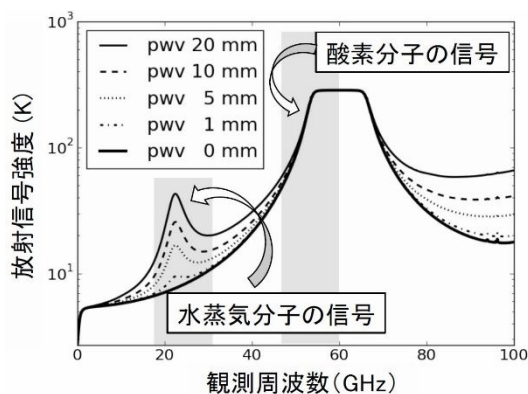


図 1 放射信号スペクトル

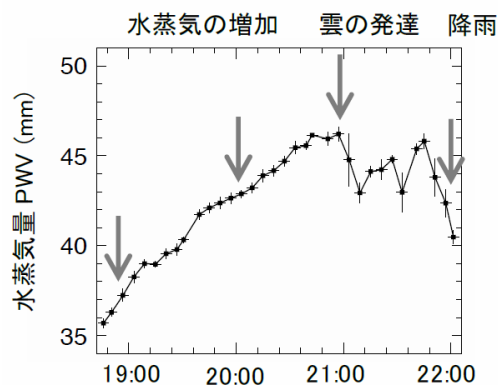


図 2 水蒸気量の変化

(2) 田島らは、GroundBIRD 実験のための実験装置を開発する過程で、試作機を製作し、屋外に設置し水蒸気量の測定を行った。その結果、図 2 に示すように降雨の 3 時間くらい前から水蒸気量が増加し、雲の発生につながっている例が観測された。水蒸気量と実際の雲量や降雨情報の関係は、まだはっきりとは分かっていないため、長期間に渡って多くの地点で観測を行い、データを蓄積するための装置開発と、蓄積したデータから水蒸気量と雲量、降雨情報の関係性を見出し、実際にゲリラ豪雨予測を行う本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、従来の気象レーダーでは観測できない、ゲリラ豪雨の予兆である雲の発生のさらに予兆である水蒸気量の変化 (予兆の予兆) を観測することで、豪雨の 1 時間以上前に予測を行うことを目的とする。すでに、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の観測技術を応用した試作機により、降雨の前の水蒸気量の増加の例が観察されている。しかし、水蒸気量と降雨の関係がまだはっきりと分かっていないことから、(A) 試作機を元に装置の小型化をはかり、いろいろな場所で観測データを蓄積し、(B) 観測データを元に深層学習により水蒸気量と降雨の関係を見出し、豪雨予測を行う。

3. 研究の方法

(1) 装置製作：シグナルアナライザ、真空ポンプ等の真空関係、冷凍機、電源は既存の試作機のものを用い、放射信号を受け取るミラー、ミリ波アンテナ、アンプ類を格納する真空チャンバーは小型のものを製作する。また、これらの部品を載せるための架台、屋外に設置するための防水カバーも製作する。遠隔地に設置することも想定して、連続運用が可能な仕様とする。

(2) テスト観測：1 ~ 3 月は降雨量が少ないため、高エネルギー加速器研究機構内でテスト観測を行う。主に信号処理とデータ蓄積が正常に行えるかどうかの確認のためのテスト運用である。

(3) 観測：日本気象協会の研究者から過去のデータからゲリラ豪雨が起きやすい時期と場所の助言をもらい、製作した装置を設置し、データを取り続ける。

(4) メンテナンス・改良：基本的にメンテナンスフリーな装置を目指し開発を行うが、設置場所を変えるタイミング等で、メンテナンスや改良を行う。

(5) データ処理：観測データはインターネットを通じて逐次転送が可能な状態にする。水蒸気量からゲリラ豪雨を予測するために、深層学習 (ディープラーニング) を適用し、水蒸気量の変化のパターンと降雨の有無との関係を導く。

4. 研究成果

(1) 大気水蒸気量と降雨の関係を明らかにするために、まずこれらのデータを集めることを行った。試作機を用いて高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパスにおいて、2016 年 12 月 25

日～2017年3月31日の約3ヶ月間に観測したデータから大気水蒸気量を抽出した(図3)。また気象庁より、同時期のつくば市館野の降水量のデータを入手した(図4)。しかし、この時期のつくば市は降水量がほとんど無く、これらのデータから大気水蒸気量と降水量の関係を導くには十分なデータではなかった。

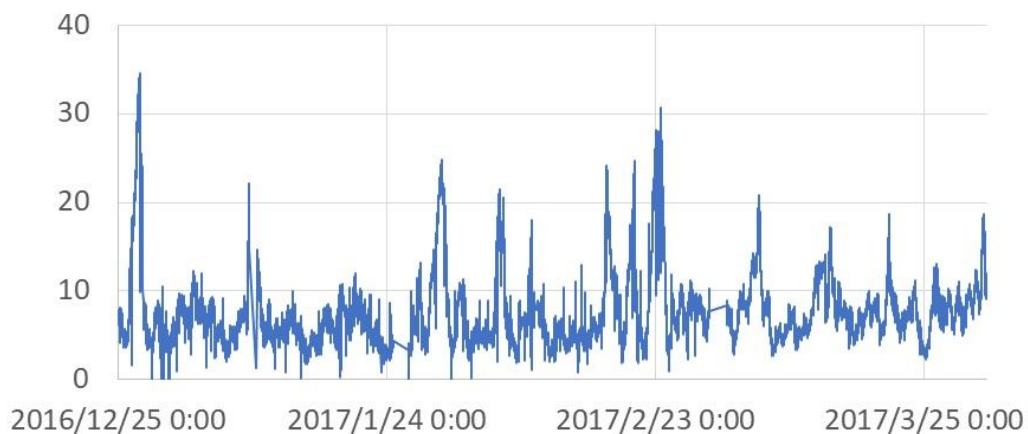


図3 大気水蒸気量データ

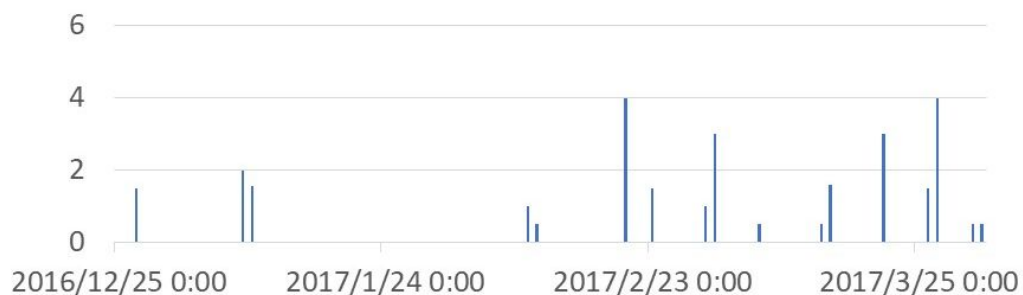


図4 つくば市館野降雨量 (mm)

(2) また、試作機の改良と追加のテスト観測については、試作機が新たな実験にもちいられることになったこと、研究代表者の異動に伴う時間の制約の関係で行うことができなかった。

(3) 謝辞：大気水蒸気データの元データは現京都大学・田島治氏、高エネルギー加速器研究機構・長崎岳人氏、データ処理は高エネルギー加速器研究機構・藤井啓文氏の協力によるものであり、ここに感謝の意を表します。また、本研究のきっかけを与えてくれた現新潟大学・高島徹氏に感謝いたします。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------