

様式 8

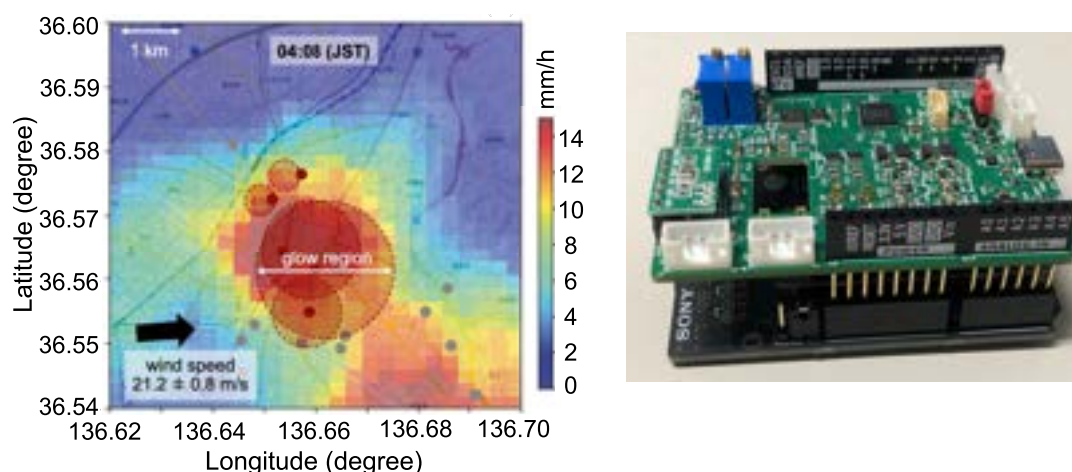
## 令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：宇宙線と雷雲の相互作用と電場による粒子加速を解明するシチズンサイエンス「雷雲プロジェクト」  
英文：Citizen Science "Thundercloud Project" to elucidate the particle acceleration and interaction between cosmic rays and thunderclouds

研究代表者 榎戸輝揚(京都大学/理化学研究所)  
参加研究者 鶴見美和(京都大学), 辻直希(京都大学), 一方井祐子(金沢大学), 中澤知洋(名古屋大学), 藤井俊博(大阪公立大学), 鷺見貴生(国立天文台), 塚隆志(東京大学), 土屋晴文(日本原子力研究開発機構)

## 研究成果概要

私達の研究グループでは、日本海沿岸の冬季雷雲や乗鞍岳などの高山で、雷雲の電場で加速された電子が大気に衝突して制動放射で発生するガンマ線を測定するシチズンサイエンス「雷雲プロジェクト」などの多地点計測で観測する計画を進めている。2023年度は、これまでに開発してきた MeV 帯域に感度のあるガンマ線モニタ Compact Gamma-ray Monitor (Cogamo)を金沢周辺に約 70 個設置し、冬季の雷雲下で発生するガンマ線(gamma-ray glow)の観測を継続した。また、過去に観測されたデータ解析により、雷雲からのガンマ線が観測されている領域の上空、つまり雲内の電場による電子加速が発生している領域から、雷放電が発生している事象を見つけ出し、レーダーによる雲の観測や電波による放電路の解析と組み合わせて、論文として出版できた (Tsurumi, Enoto, Ikkatai, et al., "Citizen Science Observation of a Gamma-Ray Glow Associated With the Initiation of a Lightning Flash", Geophysical Research Letters, Volume 50, Issue 13, e2023GL103612 2023)。この結果は、京都大学ほかからプレスリリースを行った(シチズンサイエンスで挑む雷の謎—宇宙線と雷雲の相互作用は、雷の始まりに影響を与えるのか?—)。さらに、今後の放射線測定器の改良や、シチズンサイエンスでの自作検出器のアウトリーチ活動も見越して、Sony が発売しているボードコンピュータ Spresense に組み合わせて、2チャンネルの放射線測定ができる PENGUIN((Physics and Engineering Utility Introduction)ボードを独自に開発し、放射線モニタとして動作させることができた。今後は、京都大学での学部教育に活用するとともに、これを雷雲からのガンマ線の測定ができるようにパッケージ化し、金沢や乗鞍岳の観測所に設置することを目指している。2024年度は、シチズンサイエンスの観測を継続するとともに、高山観測を実施し、中性子の測定なども狙っていくことを検討している。



図(左) 市民科学「雷雲プロジェクト」で記録された、雷雲からのガンマ線の照射領域を金沢の地図に重ね、レーダーで推定された降雨領域と比較した図 (鶴見ほか、GRL、2023)。 (右) Arduino 互換ボードコンピュータ Sony Spresense 用に開発された PENGUIN (Physics and Engineering Utility Introduction) ボード。

整理番号 D08