

東アジア地域/日本の夏季の降雨域における、キューブサット TEMPEST-D ミリ波水蒸気観測データの解析

#松本 侑大¹⁾, 前澤 裕之¹⁾

⁽¹⁾ 大阪公立大学大学院理学研究科物理学専攻

Analysis of TEMPEST-D CubeSat Millimeter-Wave Water Vapor Data over Summer Rainfall Regions in East Asia and Japan

#Yudai Matsumoto¹⁾, Hiroyuki MAEZAWA¹⁾

⁽¹⁾Dept. of Physics, Grad. Sch. of Science, Osaka Metropolitan Univ.

Recent global climate change has increased the occurrence of extreme weather events such as localized torrential downpours and linear rainbands, highlighting the growing need for observation networks that can improve forecast accuracy. In addition to conventional ground-based and meteorological satellite observations, wide-area and high-frequency measurements by CubeSats are increasingly regarded as a promising tool. In this study, we analyzed millimeter-wave observations at 87, 164, 174, 178, and 181 GHz obtained by the low Earth orbit CubeSat Temporal Experiment for Storms and Tropical Systems Demonstration (TEMPEST-D) (Reising et al., 2018, Proc. IEEE IGARSS), developed under NASA's Earth Venture Technology program and led by Colorado State University. The analysis focused on the summers of 2019 and 2020, during which heavy rainfall events occurred in Japan. Brightness temperatures in the 181 – 164 GHz range respond to scattering by cloud water and ice particles at altitudes of ~5 – 10 km, as well as to water vapor and atmospheric temperature, and showed good large-scale agreement with infrared data from the Himawari satellite (JAXA) and specific humidity fields from ECMWF Reanalysis v5 (ERA5). Furthermore, cold regions detected in the millimeter-wave channels corresponded well with heavy rainfall areas estimated from the hourly precipitation product of the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP; JAXA). In particular, brightness temperatures approaching 140 K are likely capturing cloud water and ice particles in deep convective systems reaching high altitudes. We also discuss cloud structures and their temporal evolution inferred from comparisons between 181/174 GHz data and hourly precipitation. These results suggest that CubeSats equipped with millimeter-wave sensors can provide valuable information on cloud structures and precipitation characteristics, and have strong potential to improve weather forecasting capability in the Asian region. We gratefully acknowledge the data support from Prof. Steven C. Reising (Colorado State University).

近年、地球規模での気候変動に伴い、ゲリラ豪雨や線状降水帯といった極端な気象事象が増加しており、予測精度の向上につながる観測網の必要性が高まっている。こうした中、従来の地上観測や気象衛星に加えて、超小型衛星による広域・高頻度の観測が有望視されている。本研究では、NASA の Earth Venture Technology プログラムの一環としてコロラド州立大学が主導した低軌道キューブサット Temporal Experiment for Storms and Tropical Systems Demonstration (TEMPEST-D) (Reising et al., 2018, Proc. IEEE IGARSS) による 87, 164, 174, 178, 181 GHz のミリ波観測データを解析した。解析対象は、日本で豪雨が発生した 2019 年および 2020 年の夏季である。181-164GHz 帯の放射輝度温度は、高度 5~10km 程度の水滴や氷晶による散乱、水蒸気量や大気温度に応答し、気象衛星「ひまわり」(JAXA) の赤外データや ECMWF Reanalysis v5 (ERA5; ECMWF) に基づく比湿分布とも大局的に一致していた。また、これらミリ波で捉えられた低温領域は Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP; JAXA) の 1 時間降水量から推定される雨量の多い領域とも良い一致を示した。特に 140K に迫る低温の放射輝度温度は、高高度まで発達した対流雲における水滴・氷晶を捉えていると考えられる。本研究では、181/174GHz と 1 時間降水量の比較から推察される雲の構造と時間発展についても議論する。これらの結果はミリ波センサーを搭載したキューブサットが雲構造や降水特性の把握に有用であり、アジア地域における気象予測能力向上に大きく貢献し得ることを示している。尚、本研究はコロラド州立大学 Reising 教授のご厚意によりデータ利用の許可を頂き実施したものであり、ここに謝意を表します。本発表ではこれら一連の解析結果を報告する。