

赤道大気レーダ EAR と人工衛星 GPM/DPR から得られた降雨強度プロファイルの比較及び検討

Tengfei Ou*, 下舞豊志 (島根大学), 橋口浩之 (京大 RISH)
(島根大学大学院総合理工学研究科)

1 背景・目的

近年では異常気象による被害が頻繁に報道されている。その被害による損失は経済だけに留まらず、人命に被害も及んでいる。降水による被害を抑え込むために、地球全体の広範囲の降水リアルタイムモニタリングを実現しようとしているのが GPM (全球降水観測計画) です。瞬時かつ広範囲で地球観測が可能な人工衛星 GPM/DPR (DPR: 二周波降水レーダ) が用いられて、今までのない降水の観測精度が期待されている。本研究では、地上にある赤道大気レーダ EAR 及び上空 407[km]にある人工衛星 GPM/DPR から同時観測によって、得られた降雨強度プロファイルの比較及び検討し、GPM/DPR による降雨強度プロファイルの精度を確かめることを目的にする。

2 使用機器

地上ではインドネシアの赤道直下にある赤道大気レーダ EAR 及び地上の雨滴粒径分布を観測機器 Parsivel を用いている。

上空では JAXA と NASA が共同開発した地球観測衛星 GPM を用いている。

3 手法

降雨強度プロファイルの比較を行うため、同時、同地域の観測データを選び、地上にある観測機器 Parsivel を用いて、統計的に赤道大気レーダ EAR のレーダ反射因子 Z の校正を行い、校正後のデータ解析^[1]による降雨強度プロファイルを比較する。

本研究では、2014年12月12日17時から19時までのデータを用いて校正を行った。また、GPM/DPR では、EAR 地点における観測時刻は同日の17時21分のデータを用いた。GPM/DPR は軌道上における三次元の

データを所得しているが、本研究では鉛直のデータのみを扱った。

具体的には、EAR の鉛直ビームから観測できた大気スペクトルから雨の情報を抽出した。また、AGL 1725~2025[m], 2025~2325[m]の雨雲を均一の雲として仮定し、雨滴はそれぞれおよそ何分くらいで地上に到達するのかわ、相関係数の計算結果^[2]及び物理法則に従った推定結果を用いて、何時から何時までのレーダ反射因子 Z を用いるのかわを決める。

決めた校正値を用いて、EAR のデータ解析を行い、GPM/DPR による降雨強度の観測結果と比較する。

更に、EAR の観測範囲を疑似的に広げるために、水平風の情報を考慮し、雨は水平風とともに流されることを仮定する。GPM/DPR のフッドプリントである5[km]を移動するためのおよそ需要時間をEARから観測された水平風ベクトル情報を用いて推定する。

4 解析結果

EAR によって推定した上空のレーダ反射因子 Z と地上 Parsivel によって推定されたレーダ反射因子 Z の結果から相関係数を算出した。図1、図2において高度2025~2325[m]では15分前後、1725~2025[m]ではおよそ13分前後で、それぞれピークを迎えている。

また、物理的に考えて、直径1[mm]の雨粒の終端速度を用いて計算した結果、上空2000[m]から地上に到達するまではおよそ15分はかかる。

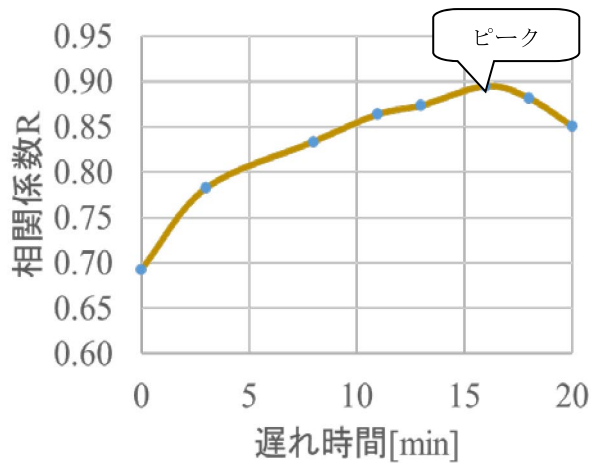


図1 高度 2025~2325[m]から地上に到達するまでの遅れ時間の相関係数の関係

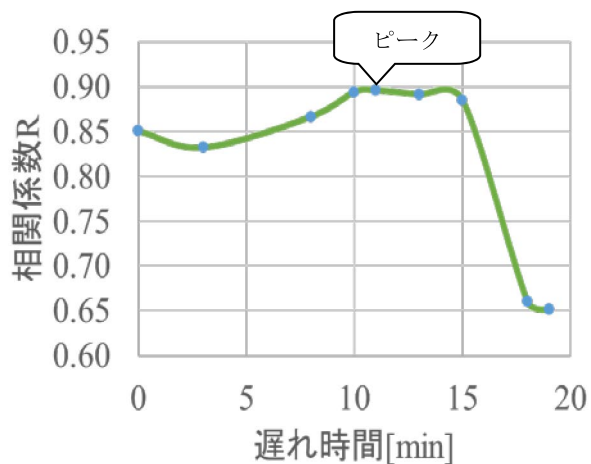


図2 高度 1725~2025 [m]から地上に到達するまでの遅れ時間の相関係数の関係

従って、2025~2325[m]では15分、1725~2025[m]では13分遅れたレーダ反射因子 Z を用いて、校正値を算出した結果、-30.30[dBZ]を得られた。

-30.30[dBZ]を用いて、EAR によるデータの解析を行うと、EAR と GPM/DPR による降雨強度プロファイルの結果を図3、レーダ反射因子 Z の高度プロファイルの結果は図4のように示す。

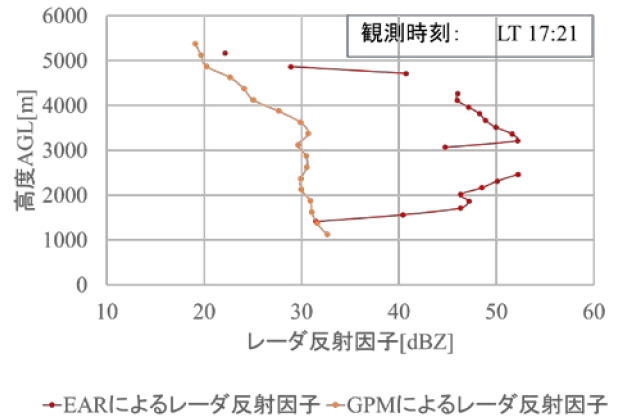


図3 GPM/DPR, EAR による降雨強度の推定結果

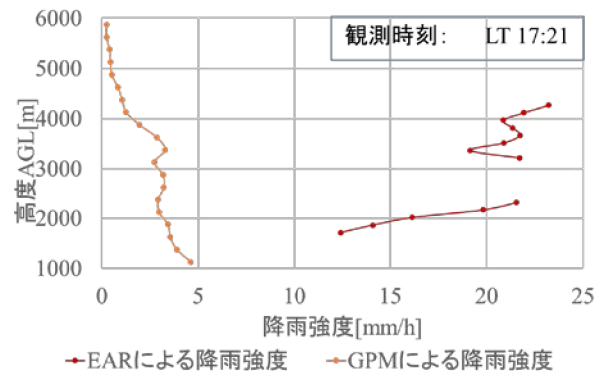


図4 GPM/DPR, EAR によるレーダ反射因子 Z の推定結果

EAR と GPM/DPR による降雨強度プロファイル及びレーダ反射因子 Z の高度プロファイルからでは、いずれも同じような変動が見られなかった。

水平風に乗った雨粒を考慮して、擬似的にEARの観測範囲を広げようとするため、EARによる観測された水平風は周囲の風にも影響し、尚且つ観測されたプロファイルは不変だと仮定する。EARによる水平風の結果観測は図5のように示す。またGPM/DPRによる推定氷結高度、地上のMAWSによる観測気温による氷結高度も示している。

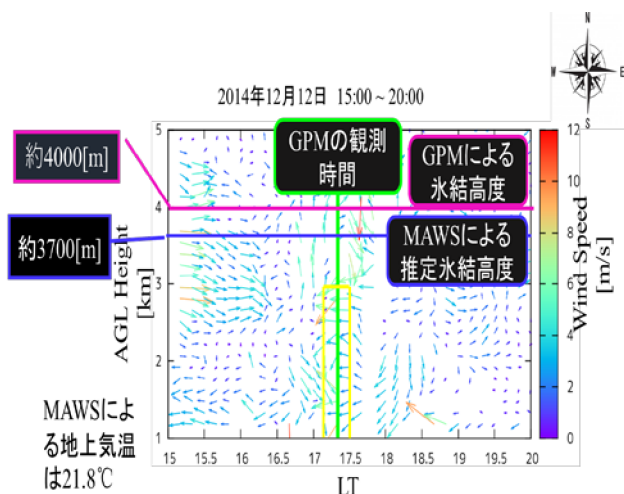


図5 EARによる水平風の観測結果

雨粒の推定結果だけを扱いたいため、MAWSによる推定氷結高度より低い、AGL1200~3000[m], 17:10~17:30の水平風ベクトルを用いて、単純計算した結果、およそ5[km]を移動したという結果を得ている。

5 まとめ

本研究では、同時かつ同地域の降雨のデータを扱い、統計を用いて、EARの校正値を-30.30[dBZ]に確定したが、降雨強度プロファイル、レーダ反射因子Zの高度プロファイルからでは、いずれも、同じような変動を見られなかった。

それは、EARの鉛直方向のビームが照射された範囲と、GPM/DPRによって照射された範囲は異なるからだと考えられる。つまり、雨雲の非一様性によるものだと考えられる。

EARの観測範囲を擬似的に広げるために、水平風を考慮し、ベクトルの単純計算を用いてAGL1200~3000[m]において、17:10~17:30の水平風はおよそ5[km]を移動した。

6 課題

雨粒の移動を考慮し、擬似的に広げたEARプロファイルを合成する。再びGPM/DPRから得られた降雨強度プロファイルの比較を試みる。また周波数の違いに

よる結果の異なりを考慮し、Kuバンドによる観測結果について比較する。

謝辞

京都大学生存圏研究所からのデータ提供、ご協力頂いた方々に深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] T. Kozu Estimation of raindrop size distribution from spaceborne radar measurement[J], pp 18, 1992.
- [2] 前園宜彦, 「概説 確率統計」, サイエンス社, pp. 129, 2007.