

衛星搭載ドップラー降雨レーダーの実現性評価

A Feasibility Study of Doppler Rain Radar on Board Spacecraft

堤 修一[†], 阪本 卓也[‡], 佐藤 亨[‡]
 Shuichi Tsutsumi[†], Takuya Sakamoto[‡], Toru Sato[‡]

[†]京都大学工学部 [‡]京都大学大学院情報学研究科
[†]Faculty of Engineering, Kyoto University [‡]Graduate School of Informatics

1 はじめに

現在の TRMM 衛星搭載レーダーでは降雨強度のみを推定するため降雨量の正確な推定が困難である。エコー強度から降雨量を推定するためには降雨粒径分布の推定が必要である。そのための有効な方法のひとつとしてドップラーレーダーによる速度推定があるが、様々な誤差要因が考えられる。本研究では、観測データより作成した降雨モデルを用いてシミュレーションを行いこれらの誤差要因について定量的な評価を行う。その結果に基づいて衛星搭載ドップラーレーダーの実現性を評価すると共に、システムパラメータを選定する。

2 手法

衛星搭載ドップラーレーダーによる降雨観測時の誤差の要因としてビーム内降雨不均一性、エリアジング、観測の統計的ゆらぎがある。まずこれらの個々の影響についてシミュレーションにより定量的評価を行う。

図1上のように衛星の速度とビーム幅に起因するドップラーシフトを受けて観測スペクトルは図1左下のようになり広がりをもち、ビーム内降雨不均一性によっての図1右下のようなスペクトルが観測され、速度推定に誤差を生じる。この誤差を低減させるには進行方向のビーム幅を小さくすること、ビームを走査せずに衛星の鉛直下方にオーバーラップさせて観測する方法が有効である。またエリアジングについてはサンプリング周波数の増加が誤差を低減する手段として有効である。

その結果より総合的観測シミュレーションを行い、ビームサイズ、サンプリング周波数などの各条件を与え

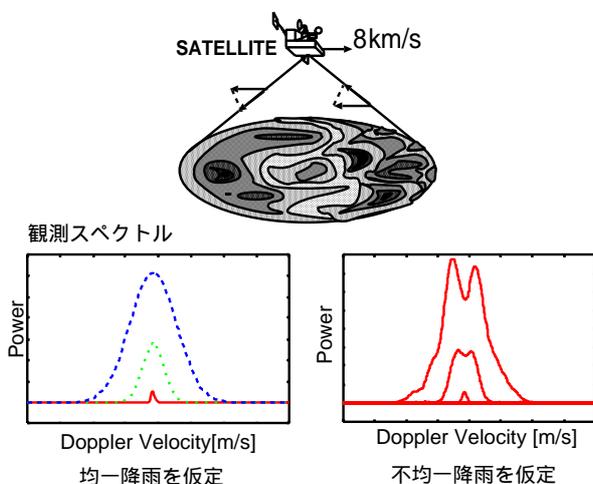


図1: 衛星搭載ドップラーレーダーとビーム内降雨不均一性の概念図

その精度を評価する。そして送信出力、アレイ形状など実際のシステムについて検討を行う。

なお雨滴の落下速度は 5~8m/s であることが知られており、推定誤差を 1m/s 以内に納めることを目標とする。

3 シミュレーション結果

図2は誤差の要因としてエリアジングのみを考慮し、サンプリング周波数によって決まる速度測定可能範囲をパラメータとした場合、降雨不均一性のみを考慮しビームオーバーラップ回数をパラメータとした場合、統計的ゆらぎのみを考慮し観測スペクトルの平均回数をパラメータとした場合のシミュレーション結果を示す。横軸は進行方向のビーム半値幅に対する直交方向のビーム半値幅の比である。現在の TRMM レーダーと同じようにアンテナサイズ 2.3m×2.3m (ビーム半値幅半径 2.2km×2.2km)、サンプリング周波数によって決まる測定可能範囲±30m/s、ビームオーバーラップなしとすると、誤差は非常に大きい。

推定誤差を目標の 1m/s に抑えるためには、例えば各誤差要因が均等に影響を及ぼすとすると、それぞれの標準偏差は 0.6m/s 以内に納める必要があり、そのためにはビームオーバーラップ回数 2 回、観測スペクトル平均回数 7 回、速度測定可能範囲±52m/s となる。

4 まとめ

現在の TRMM レーダーのシステムパラメータのままでは衛星搭載ドップラーレーダーによる速度推定における誤差は目標値を大幅に越えてしまうことがわかった。誤差を低減させる方法はいくつかあるが、それぞれ制約があるので、今後はこの制約も考慮したうえでどのようなシステムパラメータの設定が最も有効であるかを検討する。

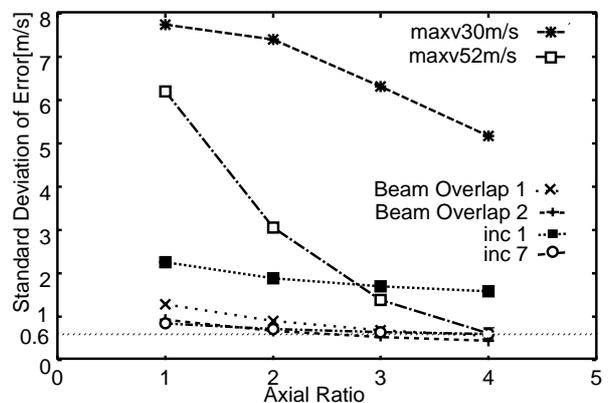


図2: アレイ形状の変化に対する誤差の標準偏差