

気象用 Ku 帯広帯域レーダネットワークにおける 確率論的降雨減衰補正手法

吉川 栄一*, 家氏 策, 吉田 智, 森本 健志, 牛尾 知雄, 河崎 善一郎
(大阪大学大学院工学研究科)

1. はじめに

近年, 災害に直結する竜巻やダウンバースト等の時間・空間共に局所的な現象の検出を目的として, 高分解能気象レーダを用いたレーダネットワーク観測に大きな注目が集まっている. 当研究グループで開発した気象用 Ku 帯広帯域レーダは, 距離 50m ~ 15km を距離分解能 5m 程度で, 1 分以内に全天スキャンすることが可能な地上設置型高速高分解能気象レーダで, 本レーダを用いたネットワーク観測は前述の小スケールの現象を検出する為に非常に有用である.

降雨減衰は降水プロファイルのレーダ観測においてしばしば大きな負のバイアス誤差を生む. 降雨減衰の補正には種々の方法が提案されているが, 降雨の激しいイベントでは推定値に大きな誤差が発生する為, その正確な補正は多くの降雨レーダにおいて重要な課題であることが知られている. 本レーダでは, Ku 帯電磁波を使用している為, 従来の S,C,X 帯に比して降雨減衰の影響が大きく, より重要な課題となっている. 本発表では, 高速高分解能レーダネットワークにおける新しい降雨減衰補正手法を提案する.

2. 補正手法

レーダネットワーク環境下では複数のレーダによる共通の観測点が存在することが大きな特徴である. 本研究では, 拡張カルマンフィルタを適用した確率的手法を用いて, 図 1 に示すように, 共通の観測点を介して補正を行う. 状態及び観測方程式を以下に示す.

$$Z(r+\Delta) = Z(r) + \sigma_z$$

$$\alpha(r+\Delta) = \alpha(r) + \sigma_\alpha$$

$$Zm(r) = Z(r) - q(r) \pm 2\Delta\alpha(r) \exp[\beta Z(r)] + \sigma_N$$

$$[\because q(r) = Z(r - \Delta) - Zm(r - \Delta)]$$

α は k-Z 関係の線形係数である. また, 観測方程式右辺第 3 項は図 2 に示す Switching point 以前では正, 以降は負となる.

この補正は BBR1, BBR2 それぞれを初期値とした 2 方向での補正 (Correction 1-2 と 2-1) が可能であり, 各レンジビンにおいて 2 つの推定値が得られる. カルマンフィルタでは変数をガウス確率変数として取扱う為, 複数の推定値から最適な値を導出することができる.

$$Z = (\sigma_{21}Z_{12} + \sigma_{12}Z_{21}) / (\sigma_{12} + \sigma_{21})$$

ここでは, 2 台での補正に関して説明したが, 3

台以上のネットワークを仮定するとより高精度となることが期待できる.

3. 性能評価

発表では, シミュレーションモデルを作成し, 性能評価の結果について述べる. シミュレーションモデルは, 雨滴粒径分布をガンマ分布で仮定し, 任意の対流セルを設定する. 作成過程にガウス性ランダム誤差を考慮することで補正手法の持つ, バイアス誤差, 標準偏差について評価する.

また, 図 2 に示すのは C バンドレーダの観測結果 (左図) と BBR の観測結果に本手法を適用したもの (右図) の比較である. これは本レーダ 1 台もよる観測結果で, ネットワーク補正の結果ではないが, 本手法が安定した補正が可能であることを示しているといえる.

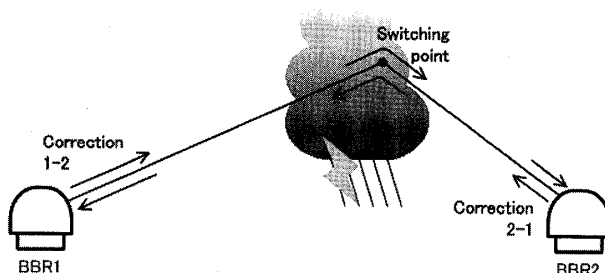


図 1 降雨減衰補正概念図

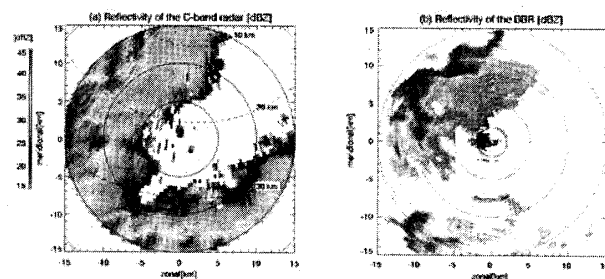


図 2 C バンドレーダとの比較

左: C バンドレーダ, 右: 広帯域レーダに本手法を適用

謝 辞

本研究は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE), 日本学術振興会特別研究員制度, 宇宙航空研究開発機構及び文部科学省科学研究費補助金の支援を受けて行われたものであり, ここに感謝の意を表します.