

GPM(全球降水観測計画)衛星搭載の 35.5GHz 帯降雨レーダの 地表面クラッタ特性の評価

田川 哲也 (大阪府立大学大学院)、花土 弘 (通信総合研究所)、岡本 謙一 (大阪府立大学大学院)

1. 研究の背景と目的

TRMM 衛星を継承する GPM 計画が地球全体の降水を観測するために計画されている。GPM 計画は、13.6GHz と 35.5GHz 帯を用いる二周波降水レーダを搭載するコア衛星とマイクロ波放射計を搭載する複数の子衛星からなる衛星群として計画され、合計 9 機程度の衛星による高頻度な降水観測が可能になる予定である。35.5GHz 帯降雨レーダには、降雨を高い感度で観測できる性能を持つ事が求められ、その最小検出感度は降雨強度 0.3mm/h である。

衛星搭載レーダによる降雨観測における問題の一つは、レーダが地球表面に降る降雨を観測するとき、地球表面からの強いエコーと雨からのエコーを同時に受信してしまう事である。花土弘氏と井原俊夫氏は TRMM 打ち上げに先立って、TRMM の 13.8GHz 帯降雨レーダの降雨エコーに及ぼす地表面クラッタの影響を評価している。この発表では同氏らの方法に基づいて、35.5GHz 帯能動型導波管スロットフェーズドアレイ降雨レーダの場合の地表面クラッタの影響評価について論じる。

2. S/C 比(降雨エコー対地表面からの受信電力の比)の計算

2.1 計算方法

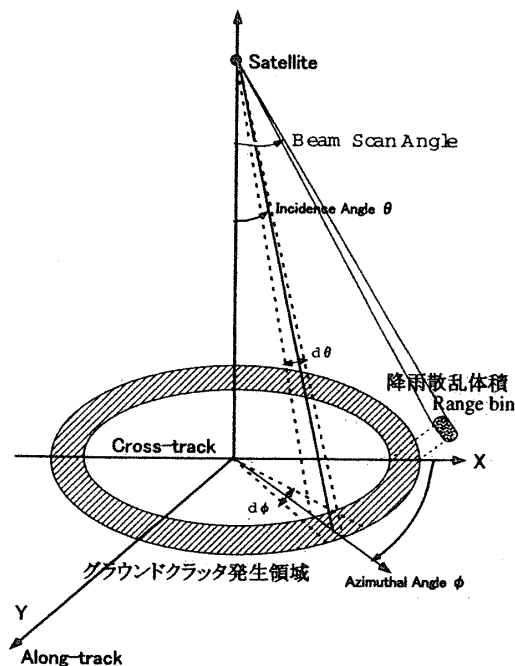


Fig.1 グラウンドクラッタ計算のための模式図

降雨エコー P_r 、地表面からの受信電力を P_s として、クラッタの影響評価指標 S/C 比は次式で表される。

$$S/C = P_r / P_s \quad (1)$$

$$P_r = \frac{P_t G_0^2 \lambda^2 c \tau \theta_h^2}{2^{10} \pi^2 r^2 \ln 2} \eta A_r \quad (2)$$

$$P_s = \frac{P_t \lambda^2}{2^6 \pi^3} \iint_S \frac{G^2(\theta, \phi) \sigma^0}{r^4} A_s dS \quad (3)$$

ここで、 P_t :送信電力、 G_0 :アンテナピークゲイン、 λ :電波の波長、 c :光速、 τ :送信波のパルス幅、 θ_h :アンテナビームの電力半値幅、 η :反射係数、 A_r, A_s :降雨減衰項、 $G(\theta, \phi)$:アンテナパターン、 σ^0 :地表面の後方散乱係数、 S :クラッタ発生領域(Fig.1)を示す。

2.2 計算条件

高度 10km 以下での一様な強さの降雨を仮定し(2)式から雨滴からの受信電力 P_r を計算する。地表面からの受信電力 P_s は(3)式から計算される。(3)式の $G(\theta, \phi)$ は導波管スロットフェーズドアレイアンテナに給電される励磁電流をテイラー分布(サイドローブレベル-35dB、 $n=6$)で与えて計算する。テイラー分布で重み付けする事で低サイドローブ化を実現しているのである。

3. 計算結果とまとめ

Fig.2 に海面クラッタを受けるケースの計算結果を示す(降雨強度 0.3mm/h、海面風速 5.0-7.5m/s を仮定)。35.5GHz 帯降雨レーダの場合、13.8GHz 帯レーダに比べて波長が短い事により、クラッタの影響が弱いという結果が得られた($S/C \propto 1/\lambda^4$ が成り立つ)。35.5GHz 帯レーダではクラッタの影響をより受けにくい降雨観測を遂行できると考えられる。

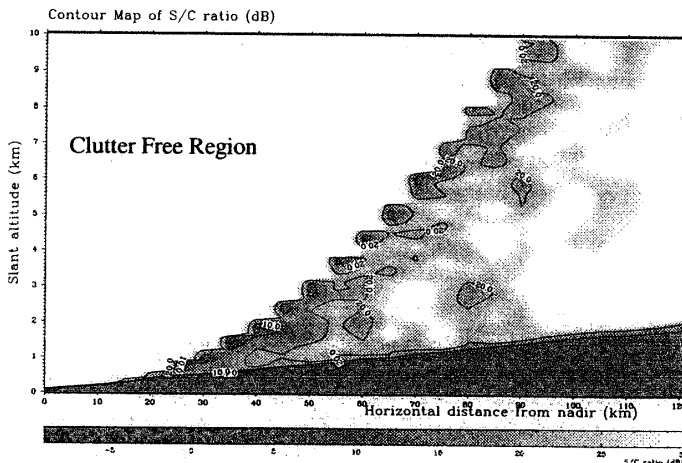


Fig.2 ある降雨観測シーンでの S/C 比分布図。色が黒色に近いほどクラッタの影響を強く受けている事を示す。