



羽田空港

WEATHER TOPICS



冬季号

通巻 第78号

2019年(平成31年)

1月31日

発行

東京航空地方気象台

空港気象ドップラーレーダーによるエコー強度プロダクトの改善について

1. はじめに

WEATHER TOPICS 第59号(2016年3月)では、羽田空港の空港気象ドップラーレーダーを最新鋭の二重偏波レーダーに更新し、今後は、二重偏波情報を利用して、雨や雪の強さをより正確に観測できるようになる、とお伝えしました。

今回は、2018年10月11日(木)15時より提供を開始しました、二重偏波情報を利用した新たな手法によるエコー強度プロダクトについて、具体例を含めてご紹介します。

2. 二重偏波レーダーについて

気象レーダーは大気中に電波を送出し、降水粒子から反射して返ってくる電波を解析する事により降水の位置や強度を推定しています。

電波は空間を波の様に振動して進みますが、この振動の向きが地面に対して水平に振動して進む電波を「水平偏波」、垂直に振動して進む電波を「垂直偏波」と言います。

従来の気象レーダーでは水平偏波のみを使用していましたが、二重偏波となった新しい空港気象ドップラーレーダーでは水平と垂直、二つの偏波の電波を使用する新たな手法により、降水強度をより正確に推定する事が可能となりました。

3. 新たな手法について

1) 降水強度を推定する手法

従来の気象レーダー(図1)では、降水粒子から反射して返ってくる電波の強度(反射強度: Z)から降水強度(R)を推定していました(Z - R 法)。

これに加えて二重偏波レーダーでは、水平と垂直、二つの偏波の電波が反射して返って来た際の波のずれ(位相差)からも降水強度の推定が可能です(図2)。

電波は大気中と比較して水中では進行速度が遅くなります。また、降水粒子の形は、小さいものはほぼ球形ですが、大粒になるほど空気抵抗を受けて扁平になります。

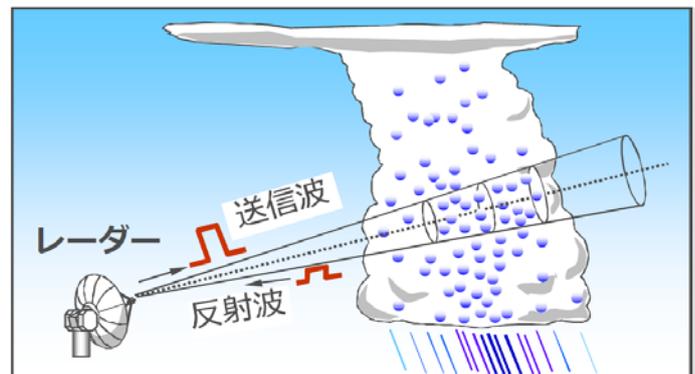


図1 反射強度から降水強度を推定(Z-R法)

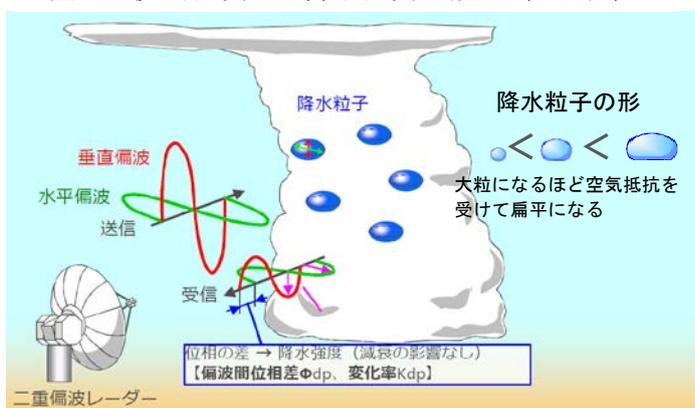


図2 偏波間位相差変化率から降水強度を推定(Kdp-R法)

これらの特性により、水平偏波と垂直偏波を同じ周期で同時に送出した場合、扁平の降水粒子（大粒の雨）が多くある領域を通過すると、水平偏波は垂直偏波より遅れて進むため、水平偏波と垂直偏波の波にずれが生じます。このずれの大きさを位相差と言います。

位相差は扁平な降水粒子が多くある領域を通過するほど大きくなりますので、位相差を調べる事により降水強度を推定する事が可能です。なお、位相差は降水域を通過するごとに積算されますので、降水強度の推定には単位距離あたりの位相差の変化率（偏波間位相差変化率：Kdp）を使用して推定します（Kdp-R法）。

2) 従来手法の課題と新たな手法の特徴

従来の手法では、反射強度（Z）と降水強度（R）の関係式（ $Z=BR^\beta$ ）から降水強度を推定しますが、反射強度が降水粒子の大きさに強く影響されるため、正確な推定には降水形態により係数（B、 β ）を変える必要があります。しかし、観測領域内の降水形態を判定し、係数を変えながら即時データ提供する事は困難なため、気象庁のレーダーでは層状性降水に対しての係数を使用して降水強度を推定しています。

この結果、対流性降水などで降水強度を過小に評価する傾向がありました（図3）。

一方、偏波間位相差変化率から降水強度を推定する手法では、降水粒子の大きさによる影響が小さいため、従来手法と比較して観測精度が改善されます。

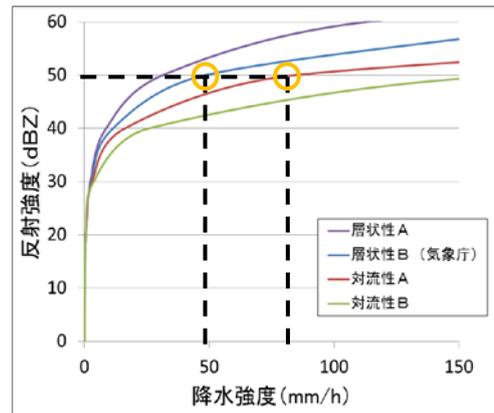


図3 降水形態毎のZ-R関係（一例）

反射強度が同じ50dBZでも降水形態の違い（層状性B・対流性A）により降水強度が異なる

もう一つの課題として、電波は降水粒子により減衰するため、レーダーに近い場所で強い雨が降っていると、その先で降っている降水粒子から反射してくる電波の強度が弱くなり、結果として、反射強度から降水強度を推定する従来の手法では、実際に降っている降水よりも強度が過小に評価される場合があります。

この様な場合でも、位相差情報には影響がないため、偏波間位相差変化率から降水強度を推定する手法では、正しく降水強度を推定する事が可能です（図4）。

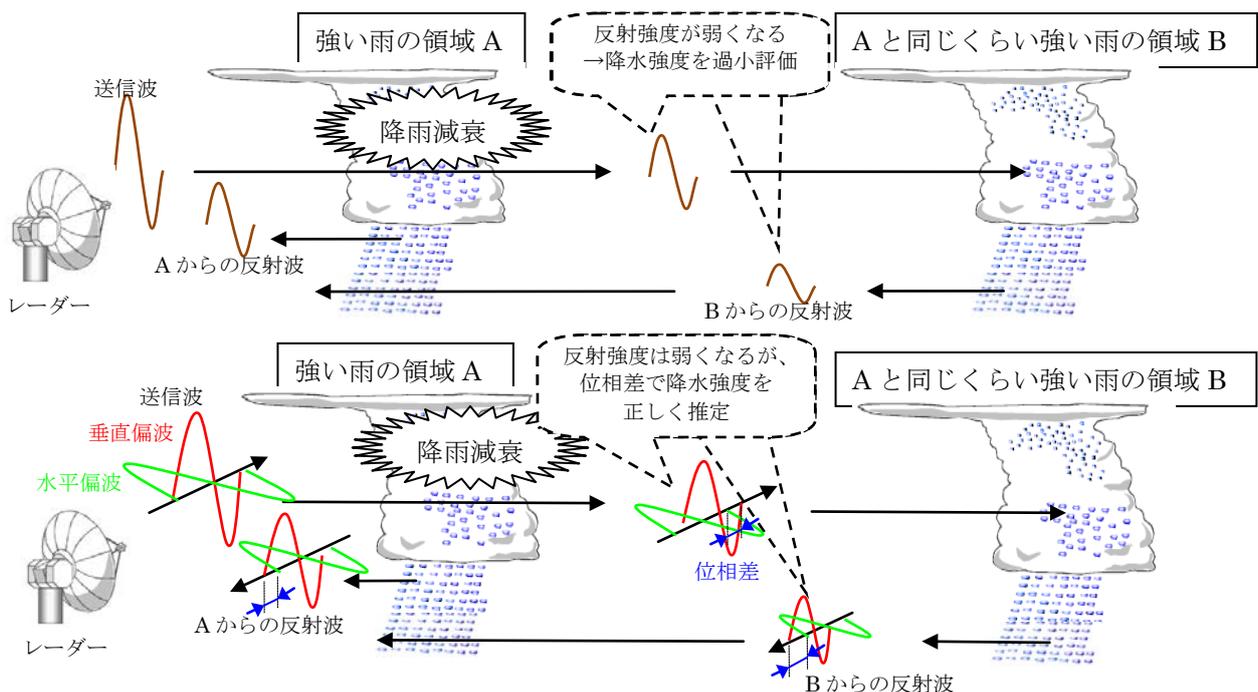


図4 降雨減衰による影響 上：Z-R法（影響あり） 下：Kdp-R法（影響なし）

ただし、偏波間位相差変化率は、弱い雨に対して品質が安定しないと言う短所があるため、新たな手法では、弱い雨の領域は従来と同じく反射強度を使用し、強い雨の領域は偏波間位相差変化率を使用して降水強度を求め、両者を合成することにより精度向上を図っています（図5）。

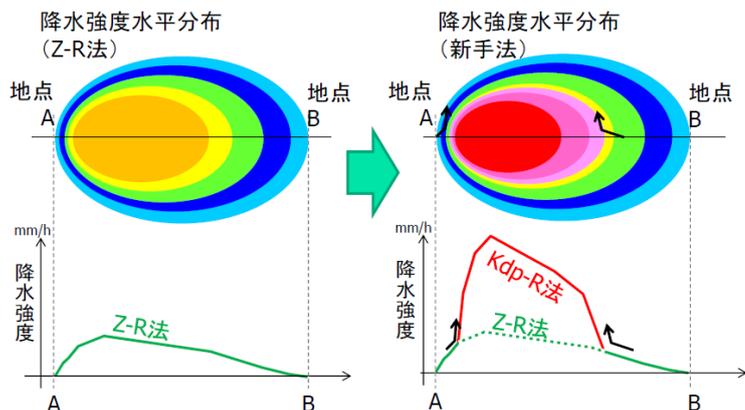


図5 従来手法 (Z-R法) と新手法 (Z-R法+Kdp-R法)

3. 従来手法と新手法との比較

1) アメダス観測値による検証

過去の降水事例について、レーダー観測とアメダス観測での10分積算雨量の相関及び誤差を従来手法と新手法で比較したところ、いずれも新手法の方がアメダスとの対応が良いという結果が得られました（図6）。

2) 事例ごとの比較

同じ日時の観測データを基に、従来手法で降水強度を推定したものと、新手法で降水強度を推定したものを比較して示します。

ア. 積乱雲による降水 (2017年7月18日)

上空寒気の影響により積乱雲が発達、雷雨が観測された事例です。

従来手法と比較して新手法では、強い降水の領域でエコー強度がより強く推定されており、対流性降水でのエコー強度の推定が改善されています（図7）。

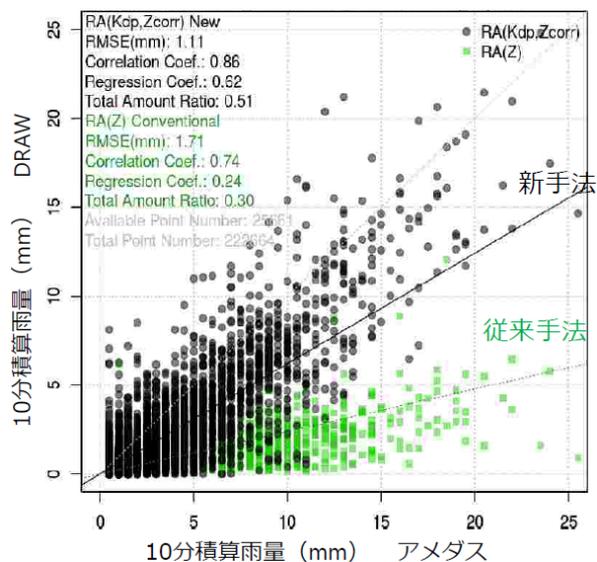


図6 レーダーとアメダスとの相関及び誤差

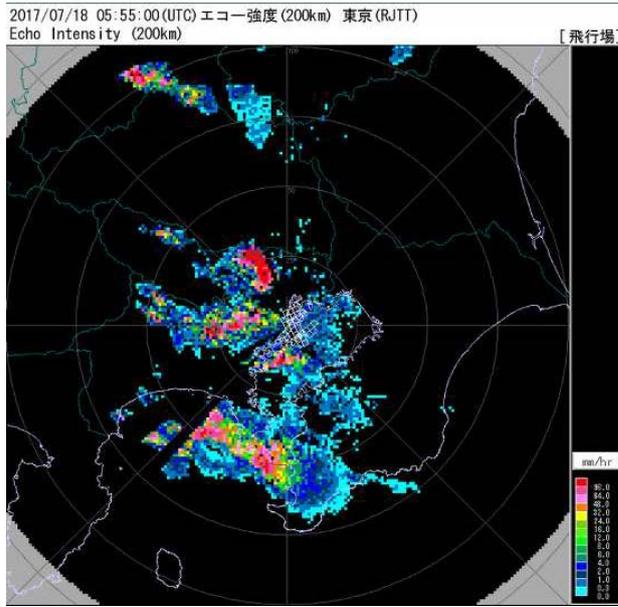
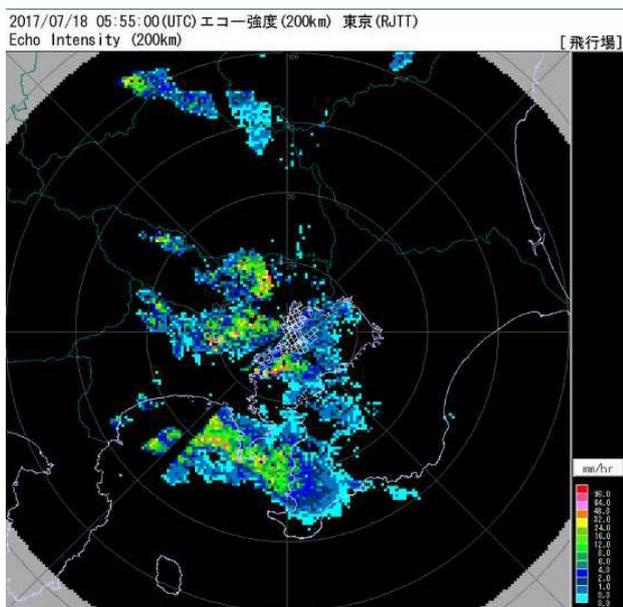


図7 エコー強度 (200km) 左: 従来手法 右: 新手法

イ. 台風による降水（2016年8月22日 台風第9号）

台風によるらせん状の降水エコーも積乱雲による降水エコーと同じく、強い降水の領域でエコー強度がより強く推定されています（図8）。

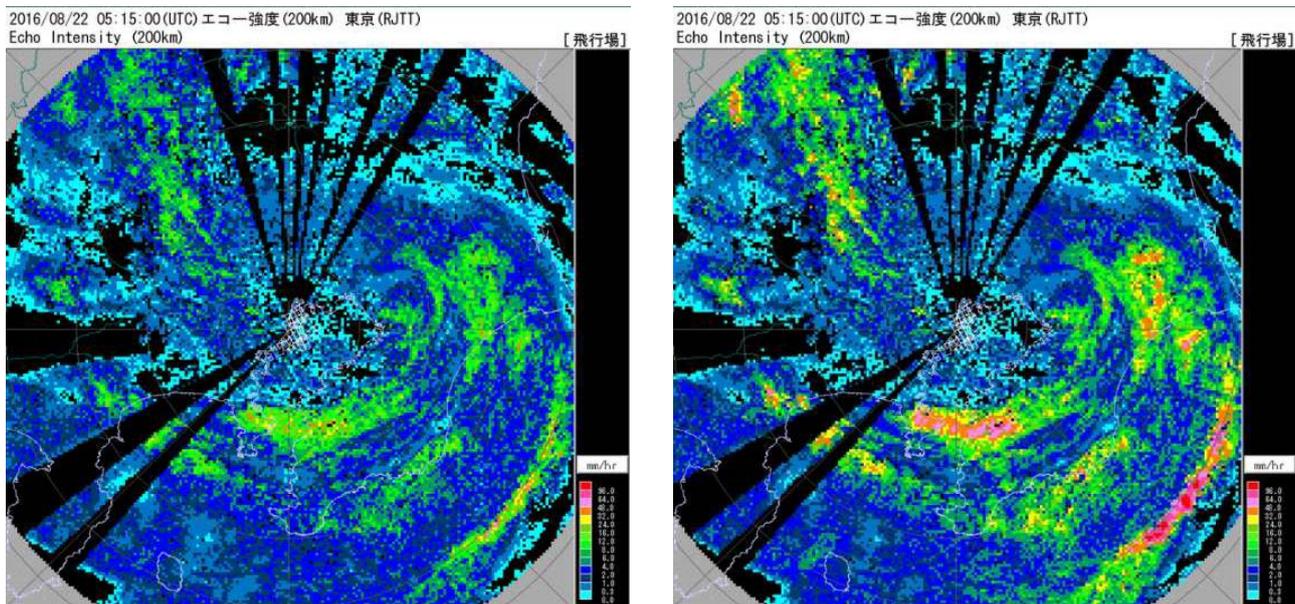


図8 エコー強度（200km） 左：従来手法 右：新手法

4. データ提供について

新たな手法によるエコー強度データは、羽田空港以外にも既に二重偏波レーダーとなっている関西空港及び成田空港で、羽田と同じく2018年10月11日（木）15時より、那覇空港では、同年12月13日（木）15時より、航空気象情報提供システム（MetAir）等により提供を開始しております。

なお、今回の改善は従来からのエコー強度データを新たな手法により精度向上したものであり、新しいプロダクトとして配信されるものではありません。MetAirではこれまで通りの「エコー強度」として提供しています。

（東京航空地方気象台観測課）