

# 正規版降水短時間予報における 二重偏波情報Kdpの利用開始について

気象庁 大気海洋部 業務課 気象技術開発室

気象技術開発室では、正規版降水短時間予報の初期値において二重偏波情報のうちKdp(水平偏波と垂直偏波の位相差の変化率)を利用するための開発を行ってきました。その結果、予測精度の向上が確認できたため、令和7年6月4日に利用を開始しました。この内容は「配信資料に関する技術情報第650号」でも紹介しています。

本資料では、Kdpの利用方法、及び、予測結果の概要について紹介します。



# 目次

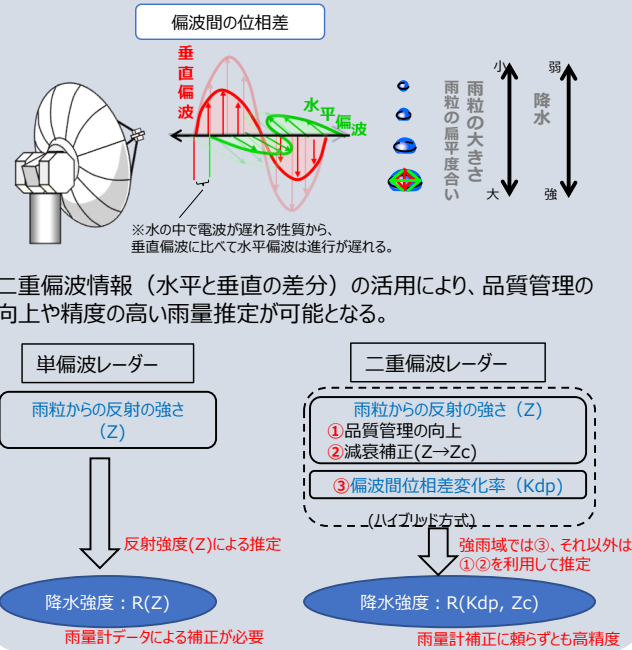
- 概要
- 初期値作成手法と初期値の精度検証
- 統計検証
- 事例検証
- まとめと今後



# 概要

# 二重偏波レーダーによる降水強度推定の概要

## 二重偏波レーダーによる降水強度推定



## 降水強度の推定精度が向上

- 品質管理能力が大幅に向上しノイズと区別した弱い雨の情報を抽出  
弱い降水も精度よく検出 (主に寒候期の恩恵大)
- 雨による電波の減衰の影響(過小評価)を補正  
反射強度Zを補正→Zc  
強雨域後面の推定精度向上
- 雨粒からの反射の強さだけでなく、“偏波間の位相差”のハイブリッドで、特に強雨域の降水強度推定精度が向上

従来 二重偏波情報利用

従来の降水強度R(Zc)の改善

従来 二重偏波情報利用

従来の降水強度R(Zc)の改善

従来 二重偏波情報利用

二重偏波情報を活用した降水強度推定R(Kdp,Zc)

このスライドは、二重偏波レーダーの仕組み、及び、二重偏波を利用することによるメリットを示したものです。

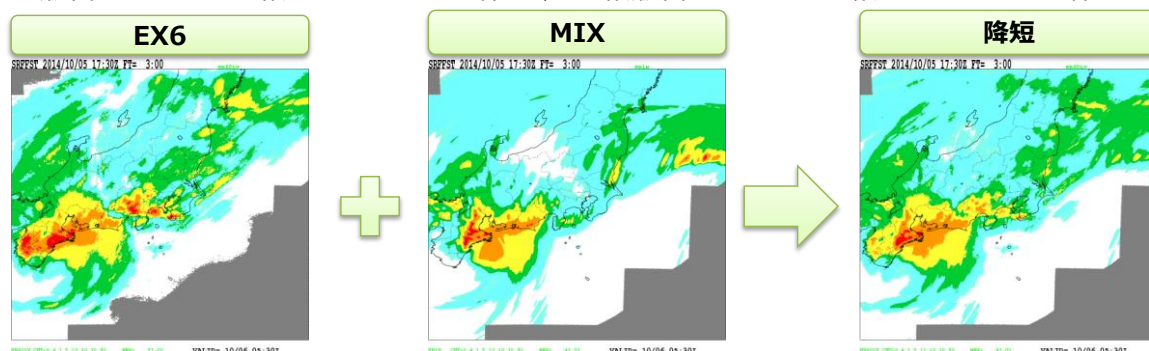
二重偏波情報を利用することにより、品質管理が強化されるだけでなく(右側の①及び②)、強雨域の降水強度の推定精度が向上します(右側③)。

本資料では③による降水短時間予報の精度向上について紹介します。

なお、これら詳細については、『本テキスト「解析雨量の改善について」』を参照願います。

# 降水短時間予報（降短）とは

- 最新のレーダー雨量を初期値とし、過去3時間の解析雨量から求めた雨域移動速度を用い、地形による雨雲の発達や衰弱を加味して予測した降水量（実況補外予測：EX6）と、メソ数値予報モデル(MSM)・局地数値予報モデル(LFM)の予報値を加工して作成した降水量予測値（MIX）とを組み合わせることにより、**6時間先までの1時間ごとの降水量を1km四方で予報**するもの
- 降水短時間予報の作成手法については平成30年度予報技術研修テキスト第7章にも記載
- 正規版降水短時間予報は30分ごとに作成、速報版降水短時間予報は10分ごとに作成



- 速報版降水短時間予報では、令和5年10月から偏波間位相差変化率（Kdp）を用いた初期値の利用を開始（令和5年度テキスト「二重偏波データを利用した速報版降水短時間予報の開発」参照）
- 正規版降水短時間予報でも、令和7年6月からKdpを用いた初期値の利用を開始

はじめに、降水短時間予報の概要について紹介します。

降水短時間予報は、実況補外予測(EX6)と数値予報モデルから作成した降水量予報値(MIX)を組み合わせたものであり、6時間先までの1時間ごとの降水量を1kmメッシュで予測したものです。実況補外予測(EX6)とは、過去3時間の解析雨量から求めた雨域移動速度(移動ベクトル)を用い、地形による降水の発達・衰弱を加味して予測した降水量です。


MIXとは、メソ数値予報モデル(MSM)・局地数値予報モデル(LFM)の予報値を加工して作成した降水量予測値です。

降水短時間予報の作成手法については平成30年度予報技術研修テキスト第7章「降水短時間予報等の改善」にも記載があります。

降水短時間予報には、30分ごとに作成される正規版降水短時間予報、10分ごとに作成される速報版降水短時間予報の2つのプロダクトがあります。

速報版降水短時間予報では、令和5年10月から二重偏波情報の一つである(水平偏波と垂直偏波の)偏波間位相差変化率(Kdp)を用いた初期値の利用を開始しました。この内容については令和5年度テキスト「二重偏波データを利用した速報版降水短時間予報の開発」で紹介しています。

正規版降水短時間予報でも、Kdpを利用するための開発を行ってきました。その結果、予測精度の向上が確認できたため、令和7年6月に利用を開始しました。これについて本テキストで紹介します。



# 初期値作成手法と精度検証

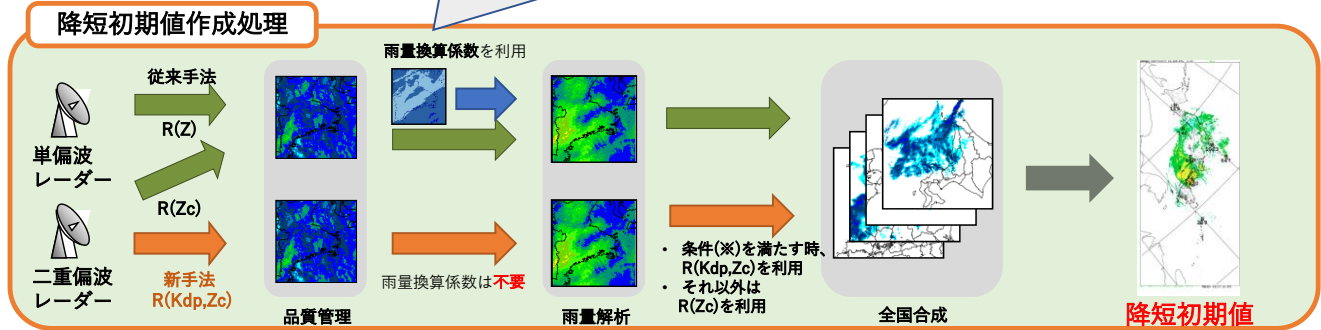
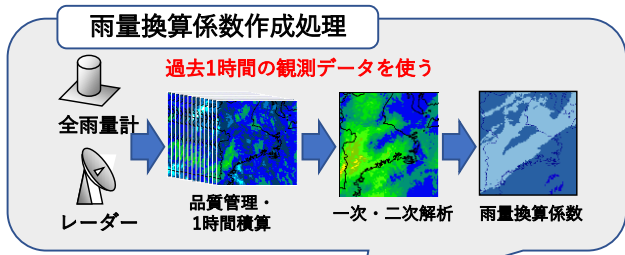
# 降短初期値の作成手法

R(Z) : レーダー反射強度Zから推定した雨量解析値  
 R(Zc) : 減衰補正したZから推定した雨量解析値  
 R(Kdp,Zc) : Kdpを用いた雨量解析値

Kdp を活用した降水強度 R(Kdp,Zc) は、従来の単偏波による降水強度 R(Z), R(Zc) より、高い精度で強雨域の降水強度が推定できる。

R(Kdp,Zc)を利用する条件 (※)

- 6mm/h以上の降水
- R(Kdp,Zc)が、R(Zc)を補正した解析から大きくはずれた解析とならないように利用する (R(Zc)を補正した解析の1.5倍、0.8倍をそれぞれ上限、下限とする)



Kdp利用サイトは10サイト(釧路、仙台、東京、名古屋、福井、大阪、広島、福岡、種子島、室戸岬)

ここでは、降水短時間予報の初期値作成手法について、解説します。

降水短時間予報の初期値は、解析雨量をそのまま利用しているのではなく、品質管理済みのレーダー降水強度に雨量換算係数を適用させる(雨量解析)ことにより作成しています。この雨量換算係数は、解析雨量の処理においてレーダーと雨量計データを用いて作成されるものです。Kdpを利用することにより雨量換算係数を利用しなくても強い降水の精度が向上します。

図の中に記載されている、

R(Z)は、レーダー反射強度Zから推定した雨量解析値

R(Zc)は、減衰補正したZから推定した雨量解析値

R(Kdp,Zc)は、Kdpを用いた雨量解析値

を表しています。

新しい初期値作成処理の流れは次のとおりです。

- ・従来の手法: レーダーの反射強度から推定される降水強度を雨量換算係数で補正した雨量解析値
- ・新手法: Kdpを用いた雨量解析値

の2つのデータを作成し、6mm/h以上の降水において新手法の解析を利用します。ただし、従来手法の解析から大きくはずれた解析とならないように利用します。

(具体的には、従来手法の1.5倍、0.8倍をそれぞれ上限・下限として設定します。)

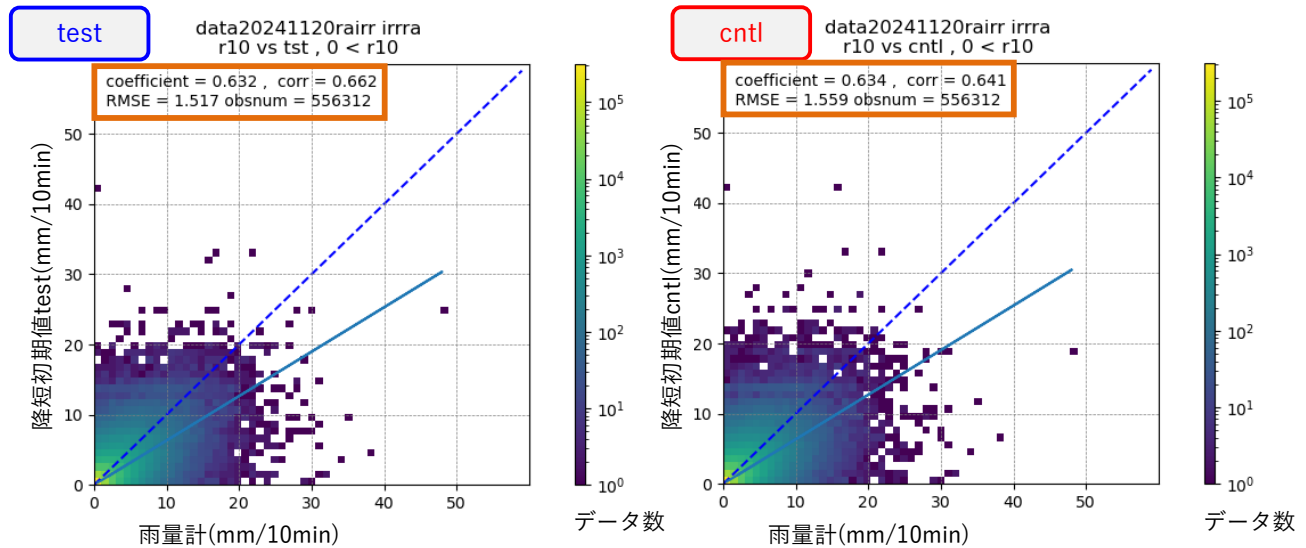
初期値の作成手法は、既に改善が確認されている速報版降短の初期値作成手法とほぼ同じです。

# 降短初期値の検証 2023/6, 7, 8

- 降短初期値を観測精度の高い雨量計観測値と比較するため、時間間隔が最も短い雨量計10分値と降短初期値(降水強度)を10分値換算したものを比較
- Kdpを利用することにより雨量計との対応が良くなっており、初期値の精度が改善している

test : Kdpを利用した初期値  
cntl : Kdpを利用しない従来の初期値

- coefficient : 回帰直線の傾き
- corr : 相関係数
- RMSE : 二乗平均平方根誤差



このスライドでは、降水短時間予報の初期値の精度を確認するため、雨量計10分値と比較した結果を示します。

左図(test)はKdpを利用した結果、右図(cntl)は従来の結果であり、横軸が雨量計観測、縦軸が降水短時間予報の初期値です。

testとcntlの統計結果を比較すると、回帰直線の傾きはほぼ変化がなく、相関係数とRMSEは改善しています。

Kdpを利用することにより雨量計との対応が良くなっており、初期値の精度が改善していることがわかります。



# 統計検証



# 統計検証

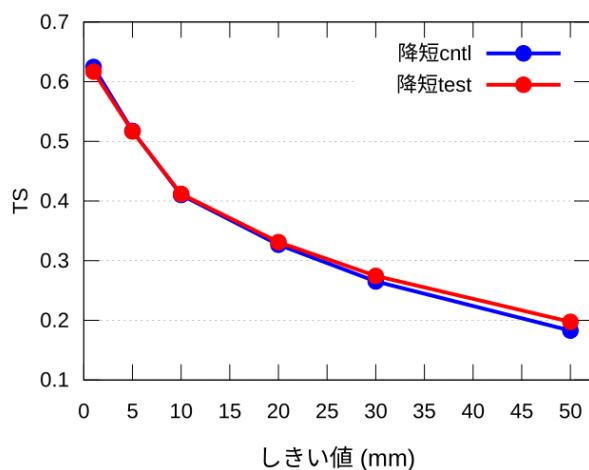
- 検証期間：2023年6～8月（UTC）の3か月間
- 要素：5km平均した1時間降水量
- 対象領域：Kdp利用10サイト周辺200km内の陸上格子
- 検証に用いる指標：スレットスコア、バイアスコア
- 対象：
  - 降短cntl <-Kdpを利用しない予測
  - 降短test <-Kdpを利用した予測
- 真値：
  - 降短testはtest版解析雨量
  - 降短cntlはcntl版解析雨量
- スレットスコア：降水予測が適中した割合を示す指標で、最大値の1に近くなるほど予測精度が高いことを意味する。
  - スレットスコア =  $\frac{FO}{FO+XO+FX}$
- バイアスコア：降水の予測頻度を表す指標で、1のとき予測頻度が実況頻度と一致、1より小さいとき予測頻度が実況頻度より過小、1より大きいとき予測頻度が実況頻度より過大を意味する。
  - バイアスコア =  $\frac{FO+FX}{FO+XO}$

		実況	
		あり	なし
予報	あり	FO	FX
	なし	XO	XX

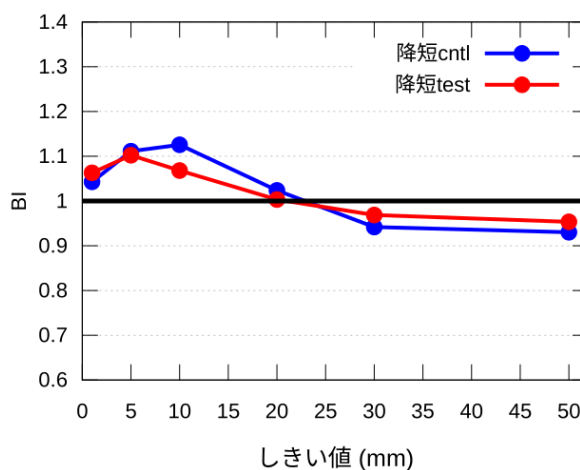
ここからは、統計検証の結果について紹介します。  
検証期間や要素、対象領域等については、スライドに記載されている通りです。

# FT=1におけるしきい値ごとのスコア

スレットスコア



バイアスコア



- 30mm以上の降水で、バイアスコアが上昇（改善）し、スレットスコアが上昇
- 10mm程度の降水で、バイアスコアが低下（改善）

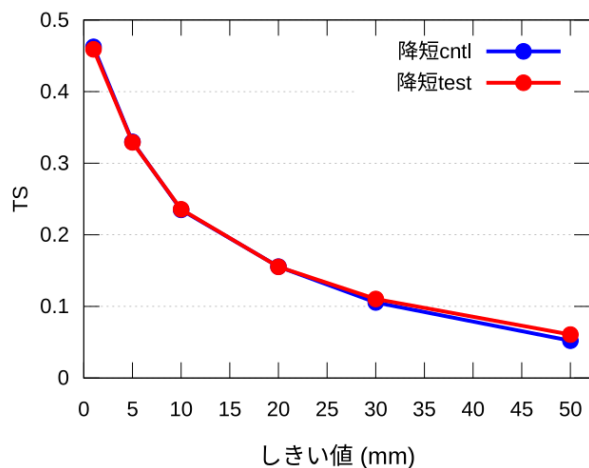
ここでは、FT=1の予測について、降水しきい値ごとに検証した結果を示します。左図がスレットスコア、右図がバイアスコア、赤線がtest、青線がcntlの結果です。また、横軸は降水量のしきい値、縦軸はスコアになります。

30mm以上の降水では、バイアスコアが上昇し、1に近づいて改善しているわかります。また、スレットスコアが上昇し、こちらも改善していることがわかります。

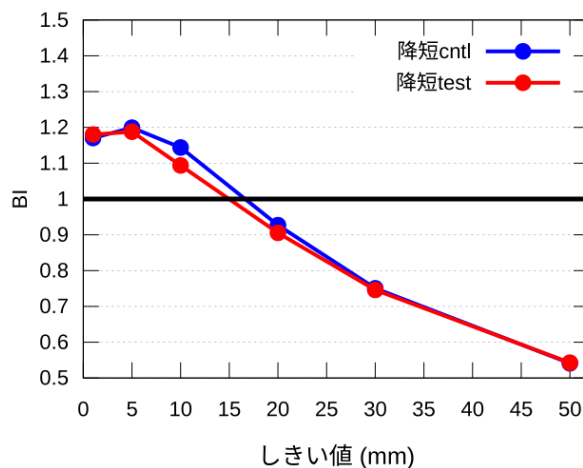
10mm程度の弱い降水では、バイアスコアが低下し、1.0に近づいて改善していることがわかります。

## FT=2におけるしきい値ごとのスコア

スレットスコア



バイアスコア



- 50mm以上の降水でスレットスコアがやや上昇
- 10mm程度の降水で、バイアスコアが低下（改善）

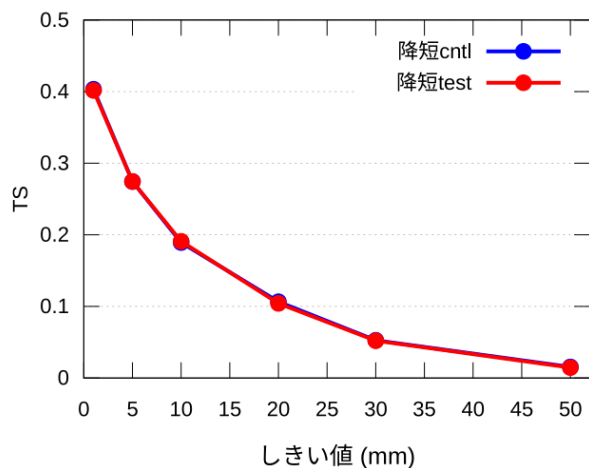
次にFT=2の検証結果を示します。

50mm以上の降水で、スレットスコアがやや上昇し、改善していることがわかります。

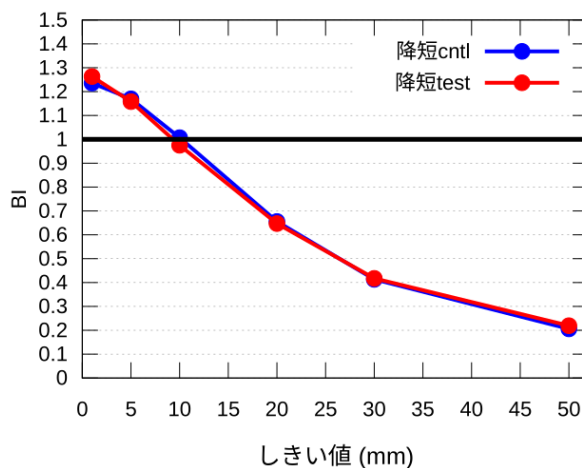
また、10mm程度の弱い降水では、バイアスコアが低下し、1.0に近づいて改善していることがわかります。

# FT=3におけるしきい値ごとのスコア

## スレットスコア



## バイアスコア



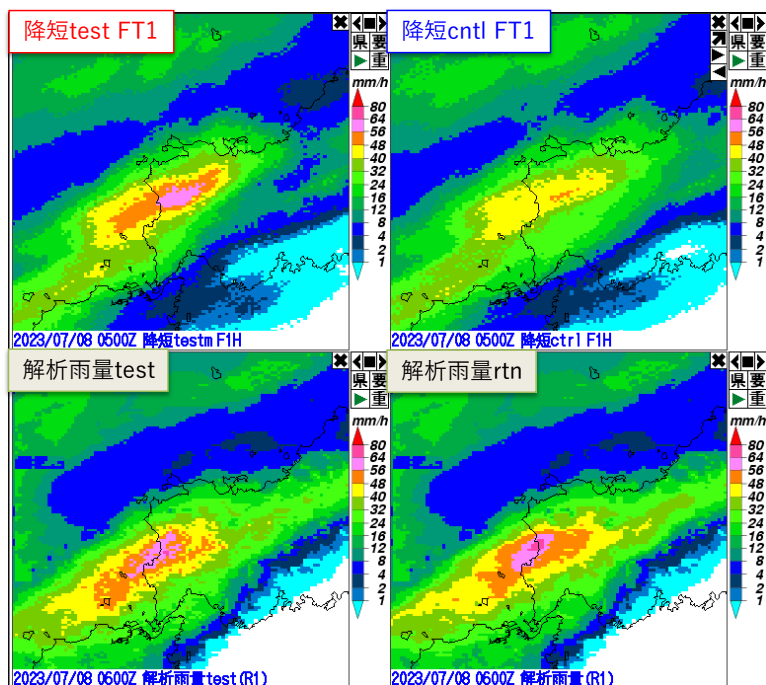
- FT=3ではスコアに大きな変化はない
- FT=4以降も同様 (図省略)

最後にFT=3の検証結果を示します。

初期値の影響が小さくなるため、FT=3ではスコアに大きな変化はありません。FT=4以降も同様です(図省略)。

# 事例検証

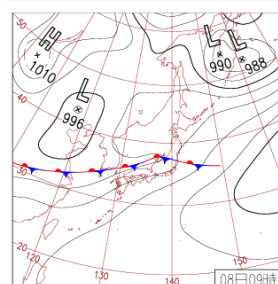
# 事例



7/8 05:00z初期値  
FT=1で比較

梅雨前線上で降水域が南西の海上から陸上に流入する降水を改善した事例 (山口県)

- FT=1で過小な降短cntlの予測をtestで改善
- 雨量計での補正が難しい海上から陸上に移動する降水の精度が高まるのは大きなメリット



7/8 09時JST地上天気図

ここからは、Kdpを利用することにより改善した降水短時間予報の事例を紹介します。

この図は、2023年7月8日05UTC初期値のFT=1の予測結果です。山口県で梅雨前線上で降水域が南西の海上から陸上に流入した事例です。

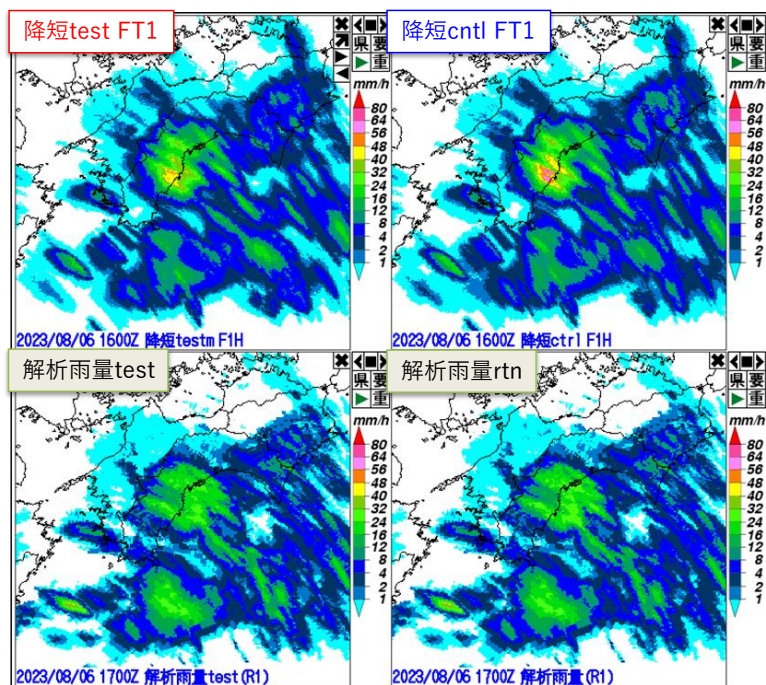
R(Kdp)を利用した予測結果を「降短test」、従来の予測結果を「降短cntl」とします。

「解析雨量test」はR(Kdp)を利用して計算された解析雨量、「解析雨量rtn」はルーチンで作成された解析雨量です。

降短cntlは解析雨量に比べて予測が過小なのに対し、降短testでは解析雨量に近い降水量を予測できていることがわかります。

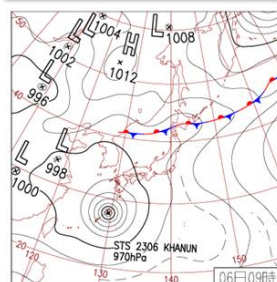
雨量計での補正が難しい海上から陸上に移動する降水の精度が高まるのは大きなメリットです。

# 事例



8/6 16:00z初期値  
FT=1で比較

- 台風東側の暖湿気流入による降水事例（高知県）
- FT=1で海上から入る過大な降短の予測をtestで軽減
  - testでも降水の衰弱傾向は捉えられず、まだ過大な予測
- 海上から陸上に移動する降水の精度を改善



8/6 09時JST地上天気図

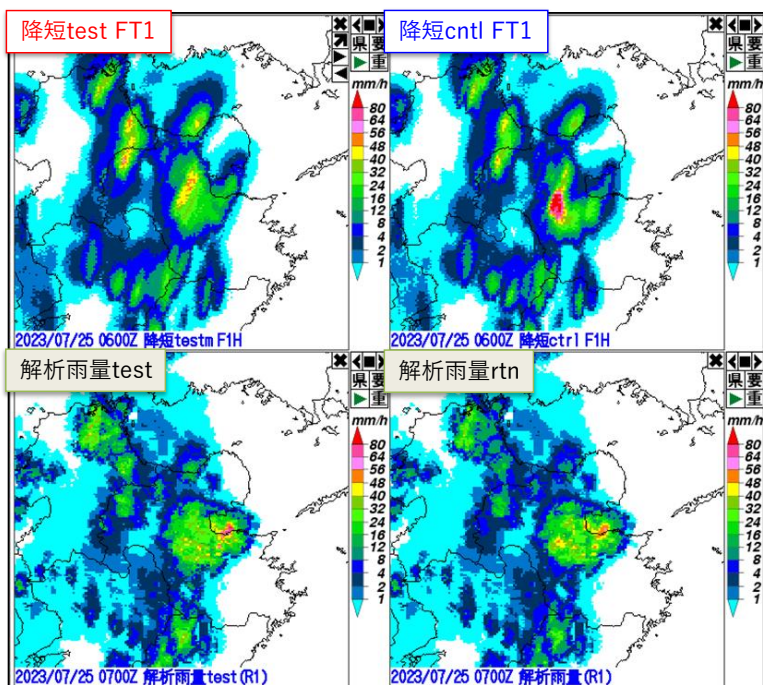
この図は、2023年8月6日16UTC初期値のFT=1の予測結果で、台風東側の暖湿気流入による高知県での降水事例です。

降短cntlでは解析雨量に比べて過大な予測となっていますが、testでは過大な予測が軽減できています。

実況では降水が衰弱しながら陸上に流入しました。降短testでも衰弱傾向は捉えられず、やや過大な予測になりましたが、cntlに比べて過大な予測は軽減できています。

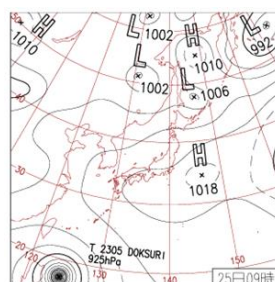
こちらも海上から陸上に移動する降水の精度を改善した事例です。

# 事例



7/25 06:00z初期値  
FT=1で比較

- 不安定性降水の改善事例（大分県）
- FT=1で過大な降短cntlの予測をtestで改善
  - 降短testの予測でも解析雨量の分布とは違いがあるが、過大な予測は回避できている



7/25 09時JST地上天気図

この図は、2023年7月25日06UTC初期値のFT=1の予測結果で、大分県での局地的な不安定性降水の事例です。

降短cntlでは、雨量換算係数による過度な補正が原因で、解析雨量に比べてかなり過大な予測となっていますが、testでは改善されています。


testの予測でも解析雨量の分布とは違いがありますが、強雨の解析精度向上により過大な予測は回避できています。

一方で、福岡豊前市～大分県日田市付近の降水はやや過大方向に改悪となっています。初期時刻から1時間先までの降水の衰弱傾向を降短の予測でうまく表現できていないため、cntlより強い初期値の解析となったtestでは過大な予測になりました。このように事例によっては改悪となる場合もあります。

## まとめ


- 正規版降水短時間予報の初期値にKdpを利用する開発を行い、予測精度の向上を確認。
  - 令和7年6月4日に10サイトで利用を開始
- 統計検証では、スコアは現在と同じかやや改善
  - 1時間30mm以上の降水で、FT=1を中心にバイアスコアが上昇（改善）し、スレットスコアが上昇
  - 1時間10mm程度の降水で、FT=1を中心にバイアスコアが低下（改善）
  - FT=3以降ではスコアに大きな変化はない。
- 事例検証では、強雨の予測を改善した事例を確認
  - 海上から陸上に流入する降水の精度が高まるのは大きなメリット

スライドに記載のとおりです。



## 今後

- 今回利用を開始した10サイト以外のレーダーサイトについては、今後利用に向けた検証が終わり次第、順次Kdpの利用を開始する予定



## 参考文献

- 平成30年度予報技術研修テキスト第7章「降水短時間予報等の改善」
- 令和5年度予報技術研修テキスト「二重偏波データを利用した速報版降水短時間予報の開発」