

フェースドアレイ気象レーダーの データ品質管理 ～概要と方針～

佐藤晋介、磯田総子、花土弘、岩井宏徳、中川勝広(NICT)、
水谷文彦(東芝)、牛尾知雄(大阪大)、三好建正(理研AICS)

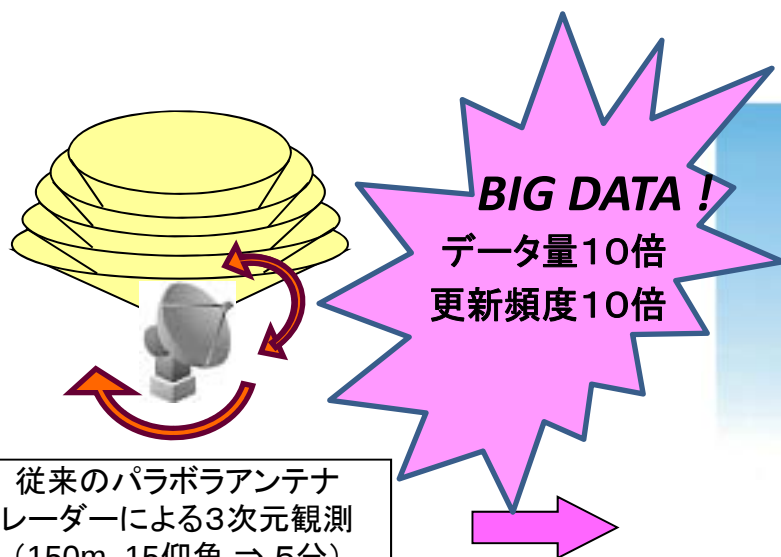
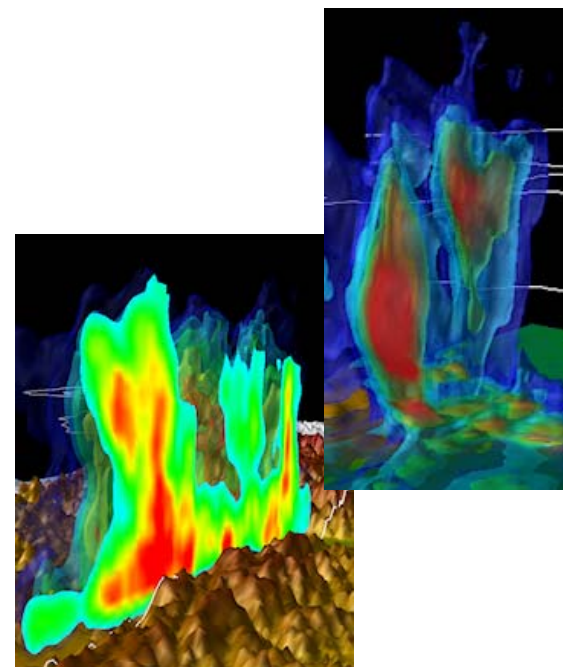
気象学会秋季大会
2015年10月28日 @ 京都テルサ

はじめに

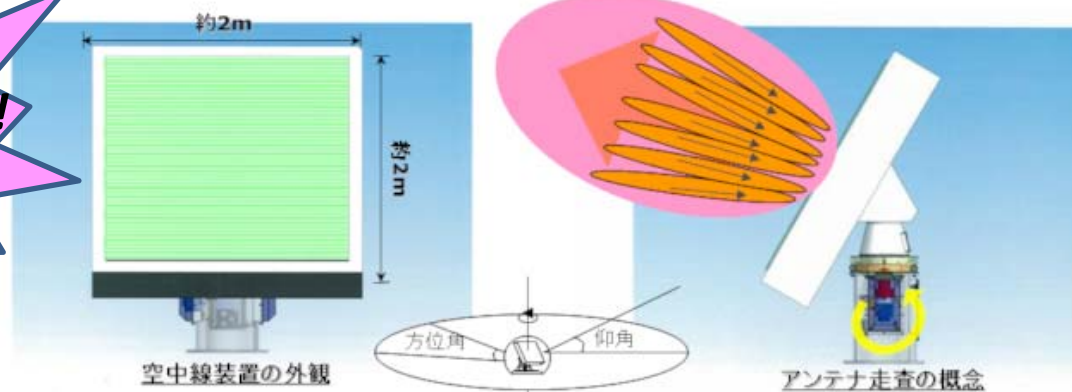
局地的大雨の早期探知と予測を目指して開発したフェーズドアレイ気象レーダー(PAWR)は、詳細な3次元データ(100m分解能、100仰角)を30秒で観測できる。



Webデータ公開、スマホアプリ、データ同化などのデータ利用が進められ、**リアルタイムのデータ品質管理(QC)**が求められている。



従来のパラボラアンテナレーダーによる3次元観測
(150m, 15仰角 ⇒ 5分)



1次元フェーズドアレイレーダーによる
3次元詳細観測(100m, 100仰角 ⇒ 30秒)

フェースドアレイ気象レーダ NICT 情報通信研究機構
リアルタイム観測データ 大阪大学

最新のデータ | 直近のデータ | **過去のデータ** | PAWRについて | トピックス | リンク

雨の情報 | 雨と風の情報

リアルタイム表示
最新の降雨分布

大阪大学吹田キャンパスに設置されたフェースドアレイ気象レーダの観測をもとに、雨量情報(高度2kmのレーダ反射強度)の30秒ごとのリアルタイムクイックルックを表示しています。図は30秒ごとに自動更新されます。

ALT(km) 2.0

2014/09/11 09:45:02

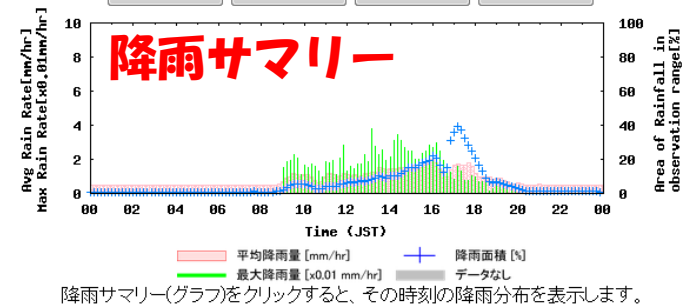
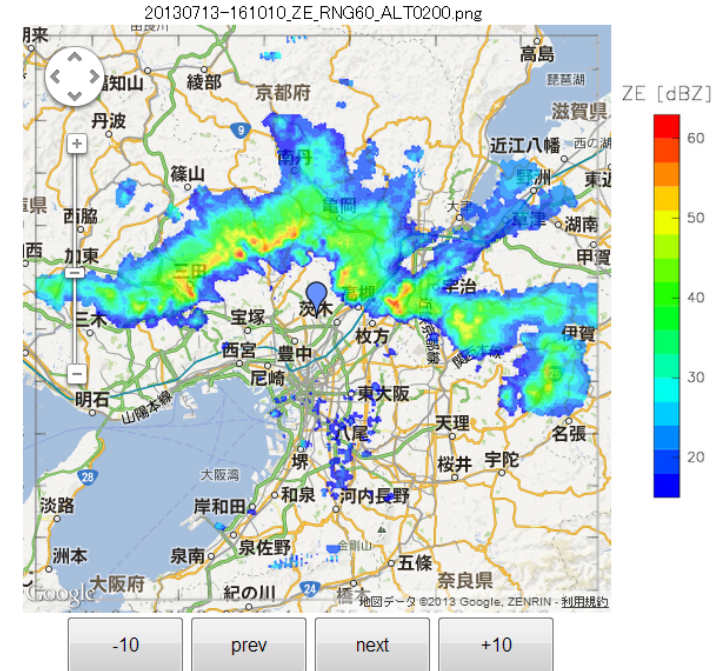
日付を指定
2013 年 5月
日 月 火 水 木 金 土
1 2 3 4
5 6 7 8 9 10 11
12 13 14 15 16 17 18
19 20 21 22 23 24 25
26 27 28 29 30 31

降雨量から指定
2014 年 03 月 表示

**過去データの
利用**

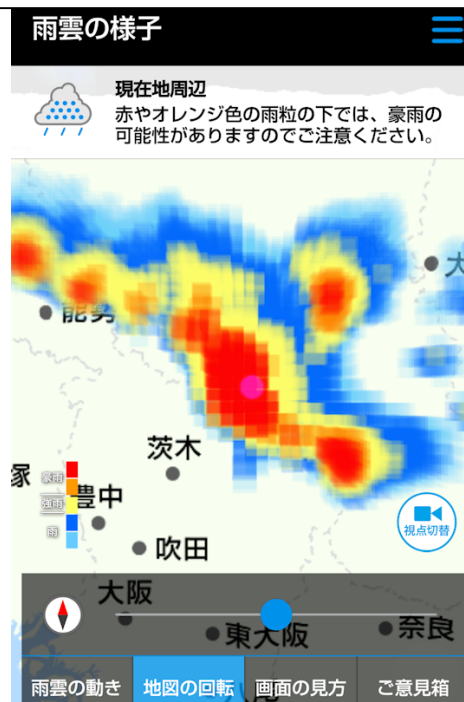
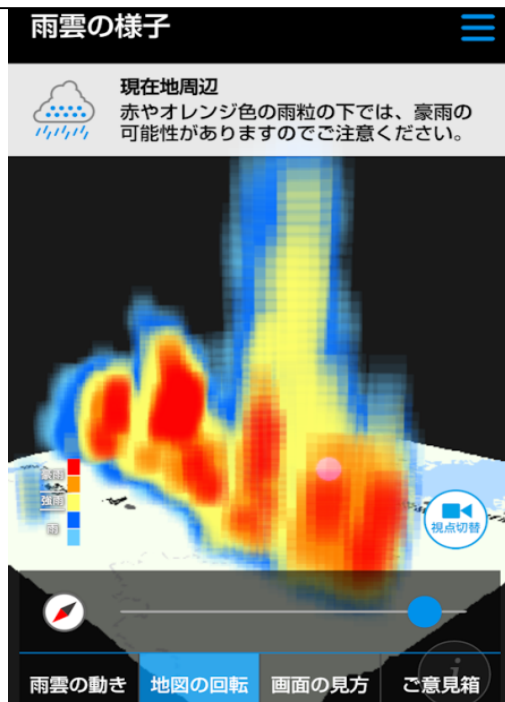
動作環境: Internet Explorer 11, Firefox 29.0, Google Chrome 34.0以上
このページへのご質問・ご意見は、satcho@nict.go.jp にメールをお送りいたします。

2013/07/13 **グーグル**
16:10:10 **マップス表示**

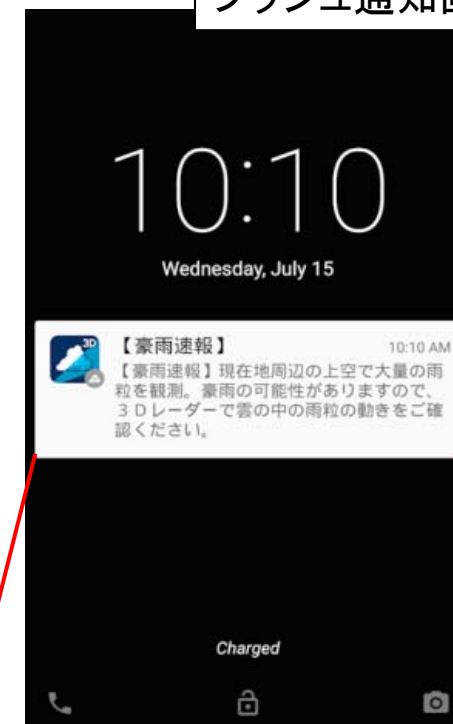


スマホアプリ (3Dナウキャスト)

3D降雨分布のアニメーション表示 (斜め上空からの視点／真上からの視点)



プッシュ通知画面



3D雨雲ウォッチ～フェーズドアレイレーダ～

実証実験期間: 2015年7月21日(火)～

対象地域: 大阪府吹田市を中心とする80 km × 80 km地域

対象端末: Android 4.4以上、iOS 8以上推奨

アクセス方法: Google Play、App Storeで『3D雨雲ウォッチ』
で検索又は<http://pawr.life-ranger.jp> にアクセス

課金額: 無料

【豪雨速報】 10:10 AM
【豪雨速報】現在地周辺の上空で大量の雨粒を観測。豪雨の可能性がありますので、3Dレーダーで雲の中の雨粒の動きをご確認ください。

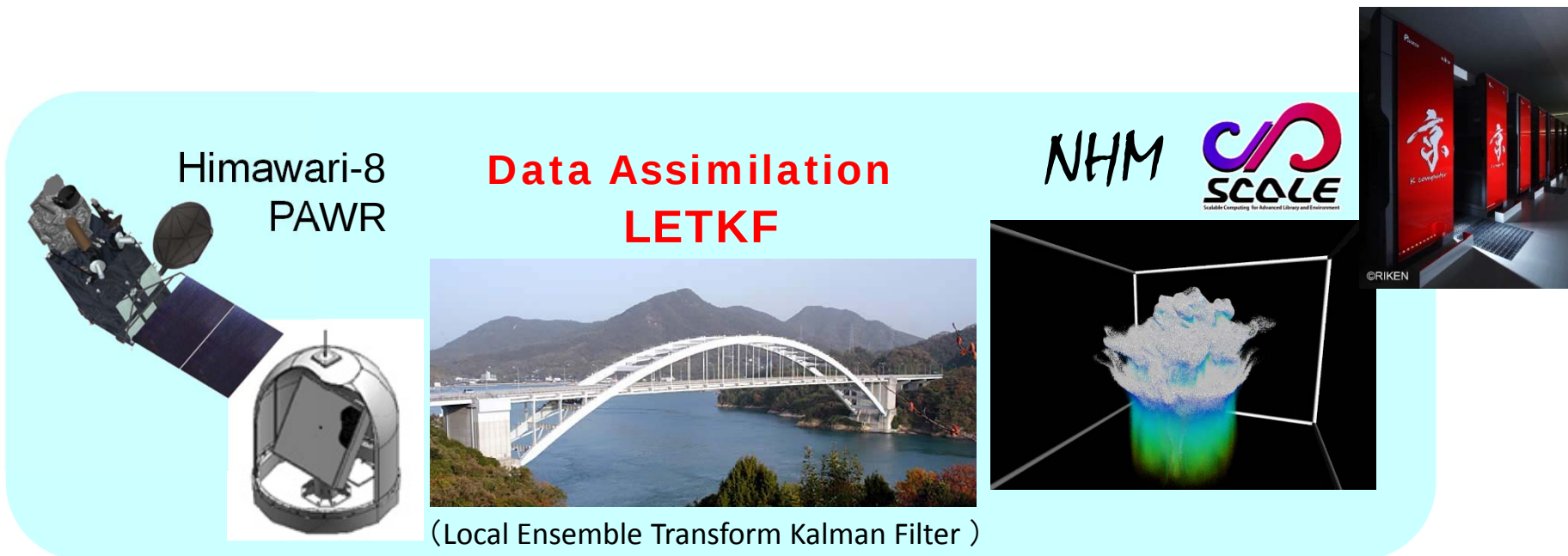
(株)エムティーアイとの共同研究で開発
⇒ 詳細は B355 で発表

CREST研究課題（研究代表者：三好建正@理研AICS）

「ビッグデータ同化」の技術革新の創出によるゲリラ豪雨予測の実証

全体目標： 100m分解能で 30秒毎に更新されるリードタイム30分の数値予報の実証

佐藤G目標： PAWR観測データのリアルタイム品質管理・高速データ処理の研究開発



**Pinpoint (100-m resol.) forecast of
severe local weather by
updating 30-min forecast every 30 sec!**

● リアルタイム処理(→10秒以下目標)

(1) ハードウェアに起因する問題

- ・ 長パルス、短パルスの感度の違いによる不連続
- ・ アンテナパターン(ファンビーム、DBF)の不連続
- ・ 高仰角に現れるクラッタエコー(cross-pol ?)
- ・ 受信強度のキャリブレーション(外部校正)
- ・ 自動折り返し補正のミス(Vr)
- ・ ノイズデータの混入(Vr)

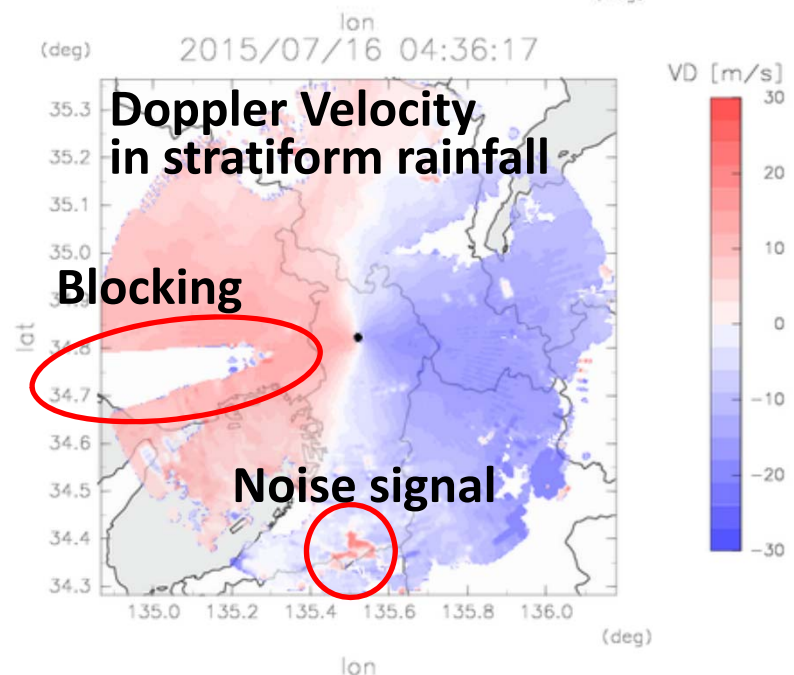
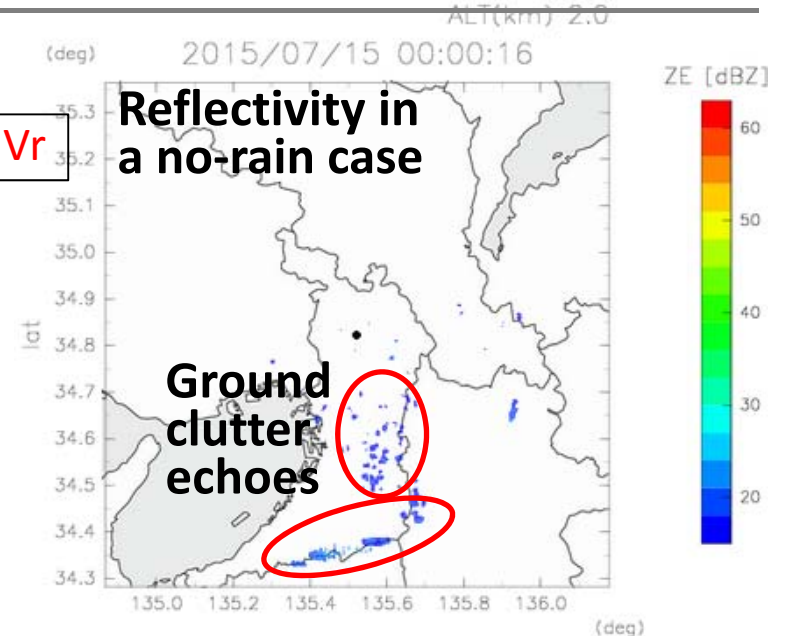
対象: Ze & Vr

(2) クラッタ(非降水エコー)の除去

- ・ Juan Ruiz et al. (SOLA 2015) をベースとして高速化
- ・ 前処理(地形図 + Clutter-Map)
- ・ 全パラメータの見直し(計算時間と効果)
(Speckle filter, Texture, Time corr.,
Radial velocity, VGrad Ze, W, etc.)
- ・ 現状は極座標のままクラッタ除去を実施している
が、直交座標変換と同時にQCを行うことも検討
- ・ 異常伝搬、干渉波、渡り鳥エコー、sea clutter、
船・航空機などは未検討

(3) 降水量推定(QPE)は別途考える

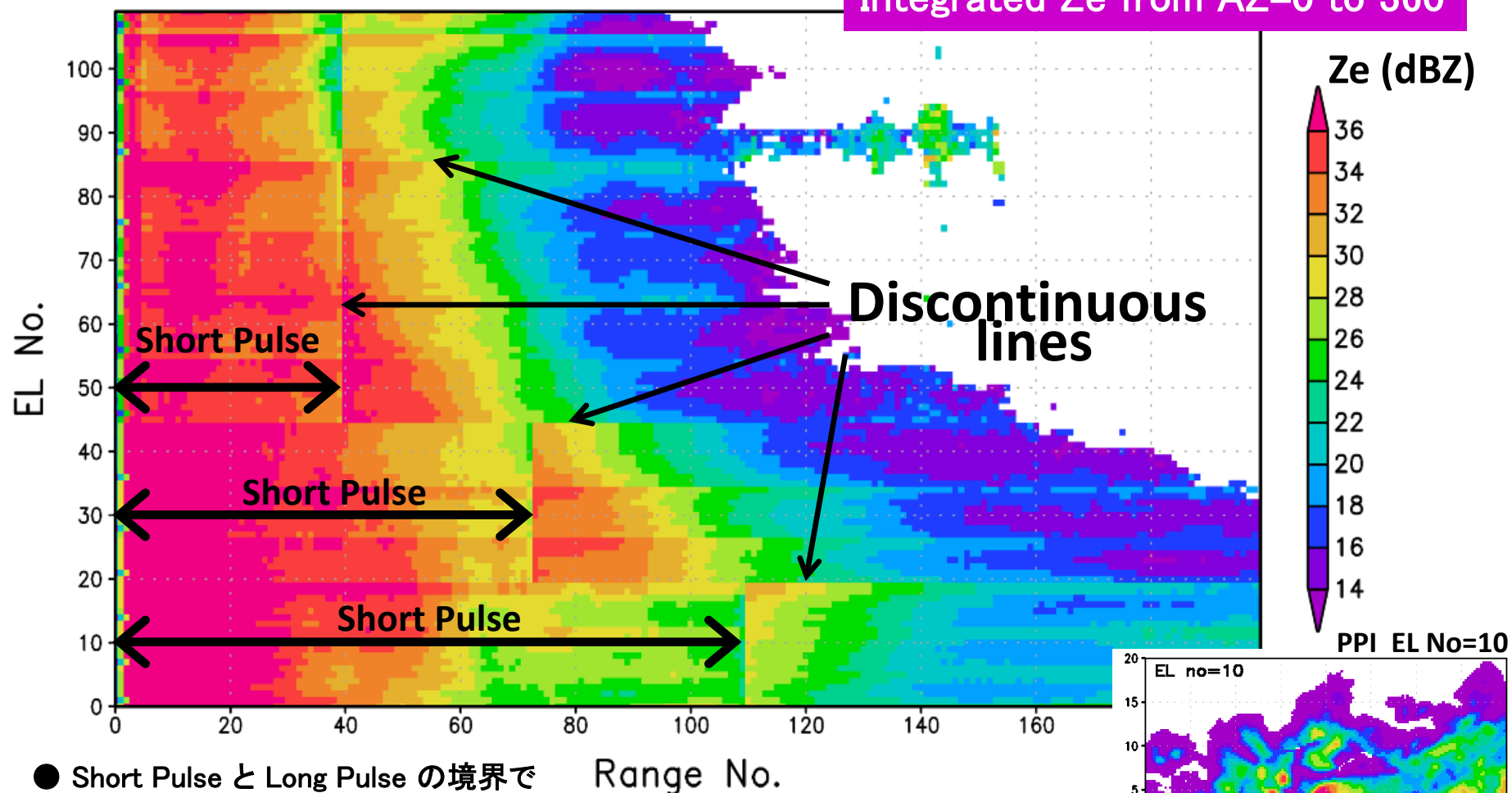
- ・ 降雨減衰エリアはマスキング(データ同化)
- ・ 減衰補正は外部参照が有力(C-band or XRAIN)



PAWRハードウェアに起因する問題

zRT_Ze0_20140911_000002_RT2

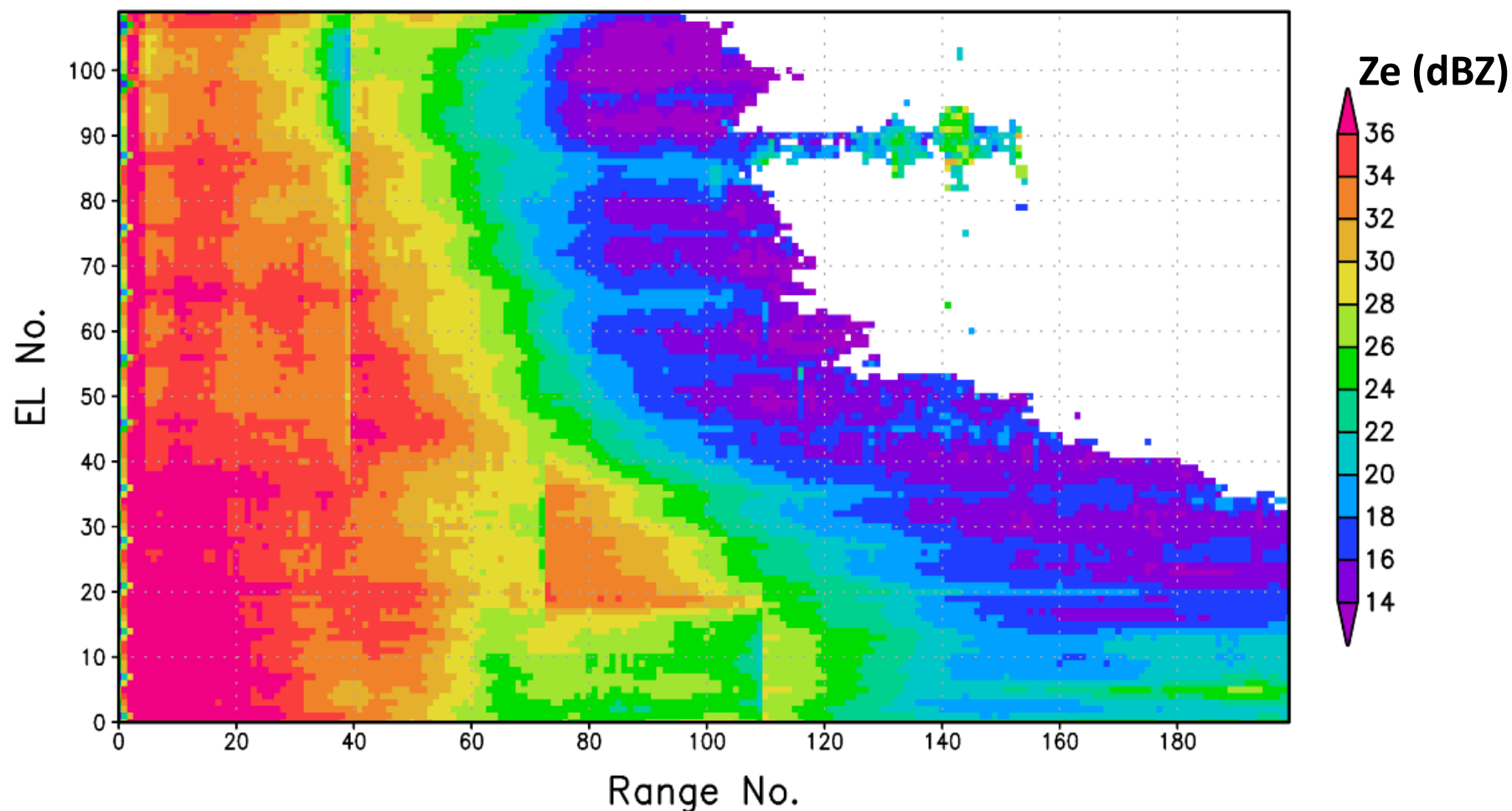
Integrated Ze from AZ=0 to 360



- Short Pulse と Long Pulse の境界で受信感度が異なる (Short Pulseの遠いレンジでは弱いエコーが受からない)
 - ファン送信ビーム端では受信感度が悪いので弱いエコーが受からない
- ⇒ 積分すると不連続線が現れる (EL毎のDBFゲイン補正の見直し?)

EL毎のゲインを補正した結果

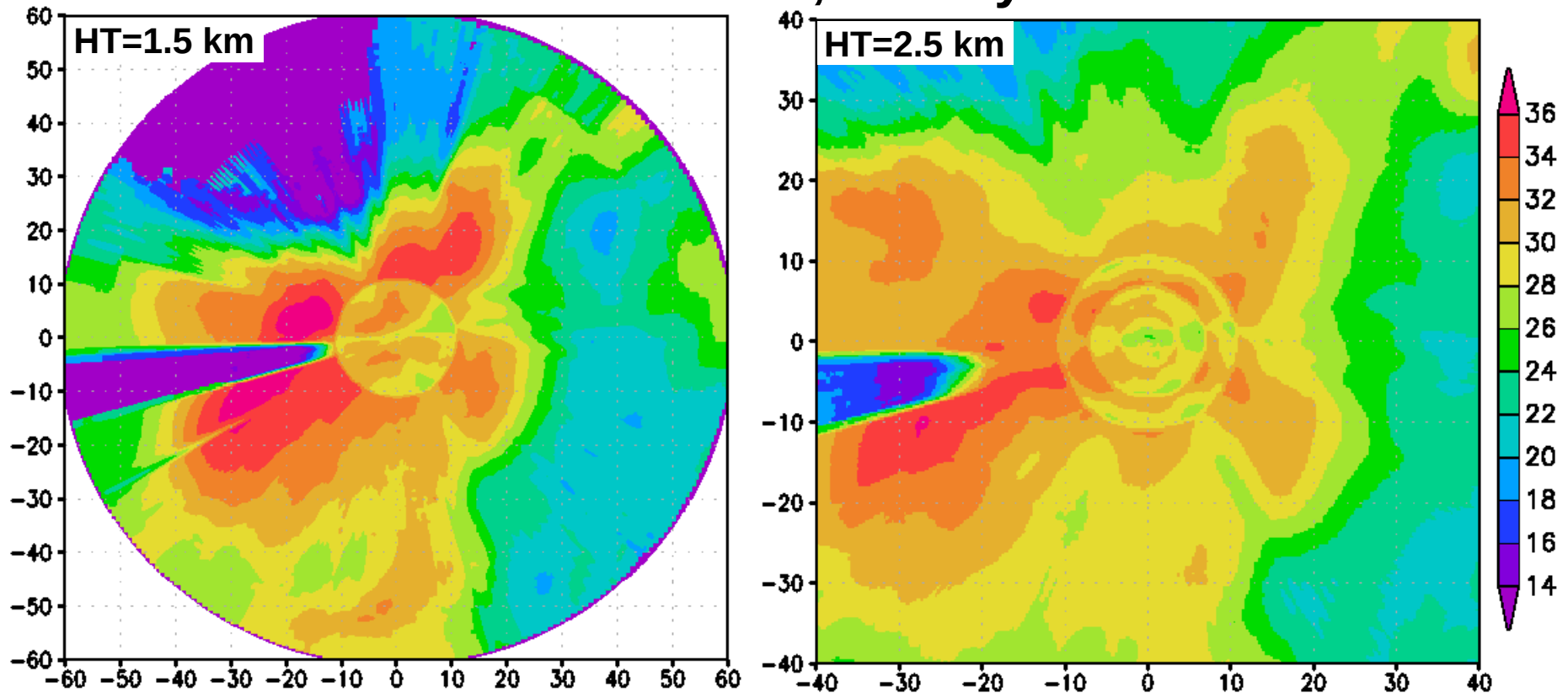
zRT_Ze0_20140911_000002_RT2_corr (Averaged in AZ)



- EL毎の不連続線(横線)は少し緩和することできるが、完全に消すことはできない

層状性エコーの時間積分(例)

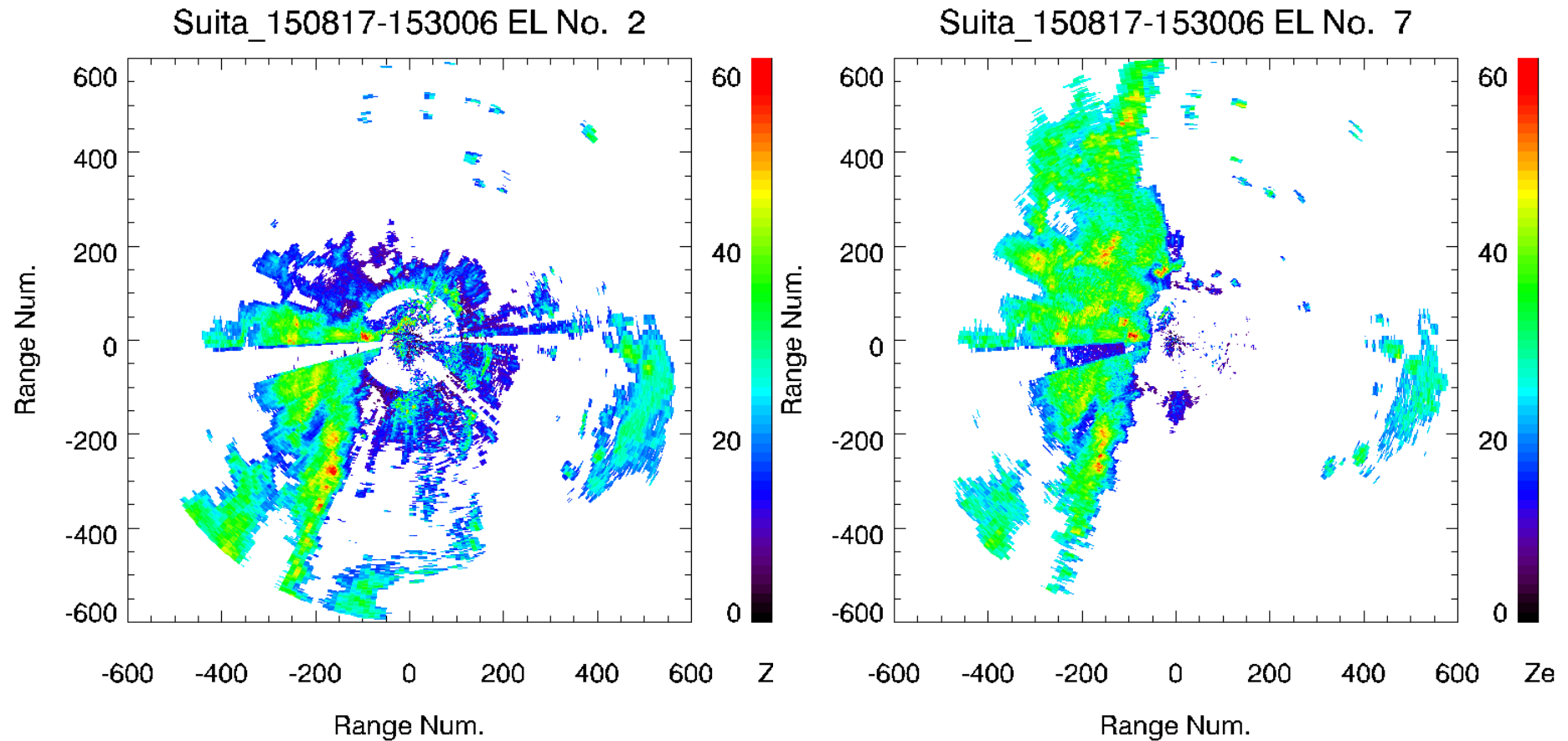
06:00- 12:00JST, 17 July 2015



● Short Pulse 領域の反射強度は定量的な扱いは困難かもしれない...

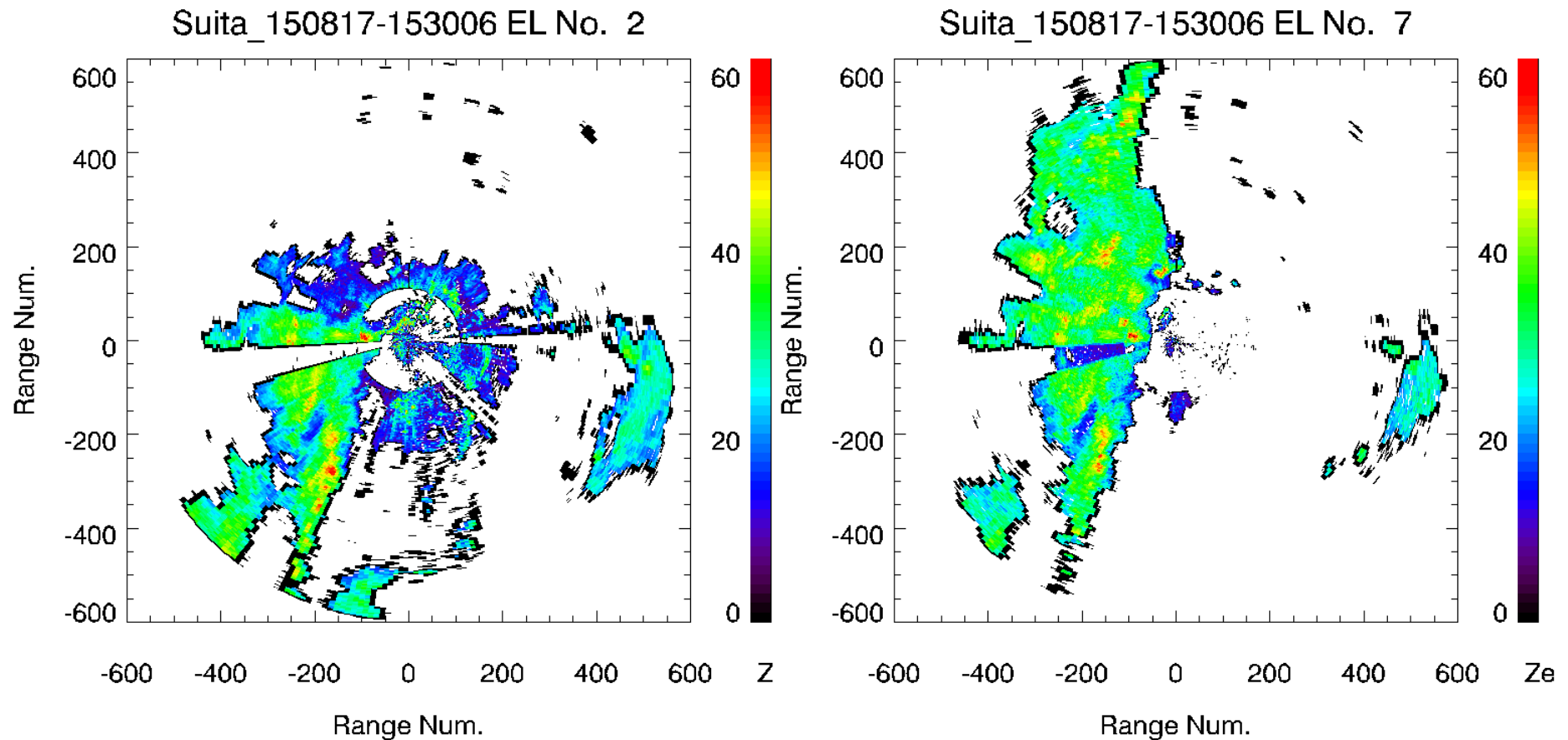


QC test: Original Ze



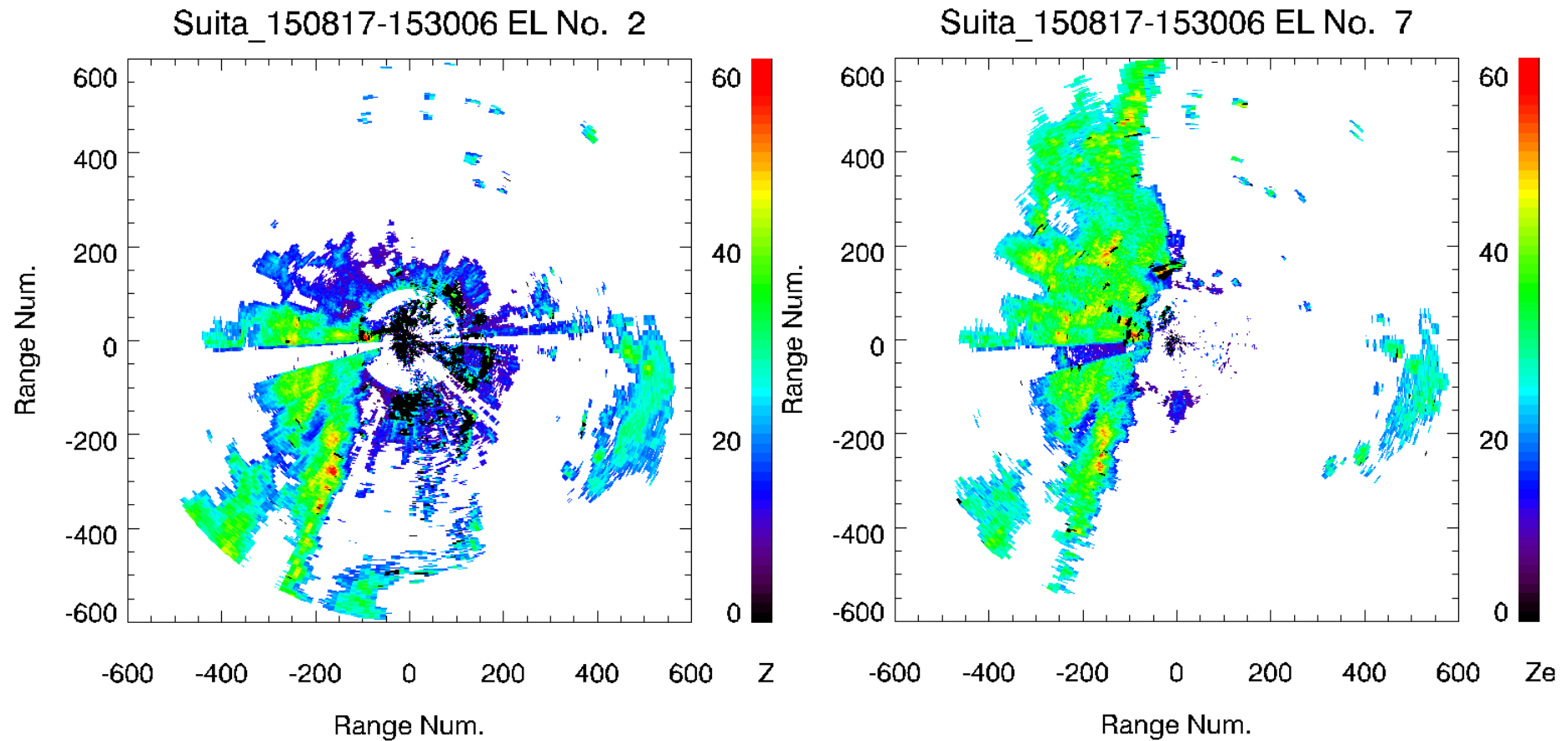
ZeのオリジナルデータのPPI表示。2015年8月17日15時30分。
左は2番目のElevation Angle、右は7番目のElevation Angle。

QC test: Speckle filter



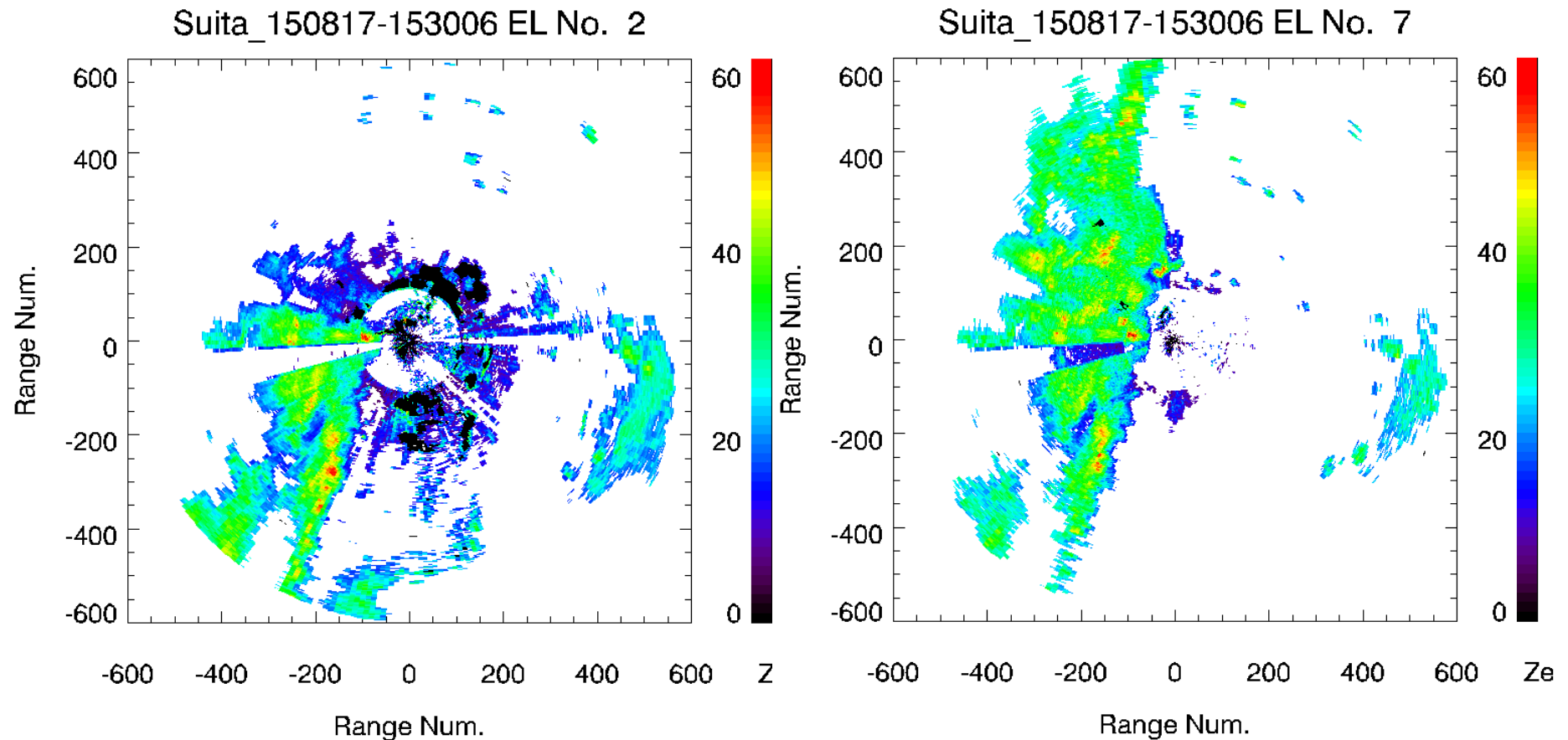
黒い部分はフィルターでカットされた部分。
 スピックルフィルターは、5(azimuth方向) × 11(Rnage方向)で、75%以上missing valueの場合その中心のデータを削除。散乱する小さなエコーは消去できるが、降水エコーのエッジをある程度削ってしまう。計算時間は約7秒。

QC test: Texture filter



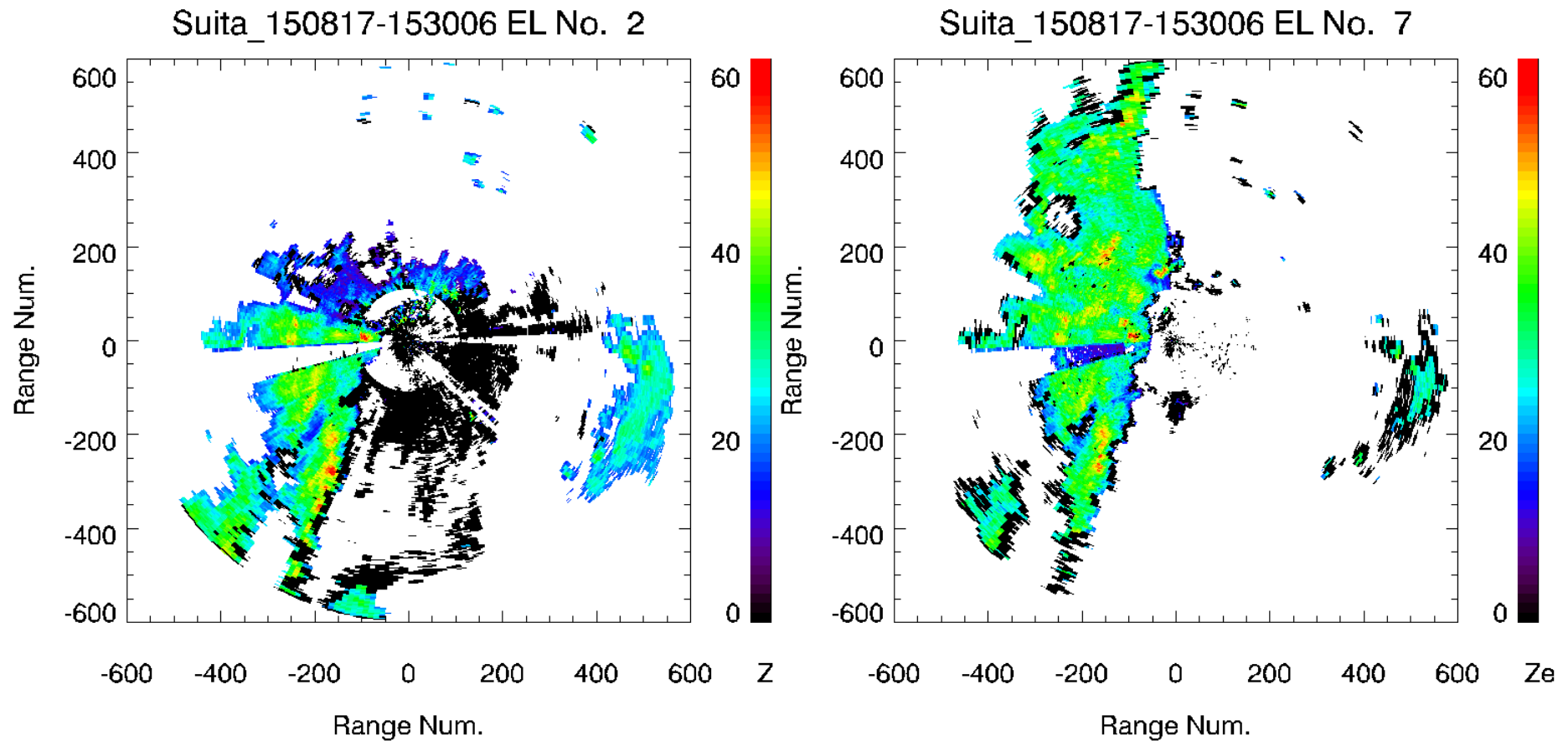
Textureフィルター: Zhang et al.,2004 の式で、 5×11 の格子について、隣のRange, Azimuthのデータとの差の2乗を平均した値が20以上になる場合はその中心のデータを削除する。急激にZeが変化する場合(Range方向も、Azimuth方向でも)は降水エコーでも削ってしまう。計算時間は約8.5秒。

QC test: Radial Vel filter



ドップラー速度によるフィルターの効果: 5×11 の格子でドップラー速度が $\pm 2\text{m/s}$ 以下のものが75%以上のとき、その中心のデータを削除する。速度の小さい降水エコーも削ってしまう。計算時間は約7秒。

QC test: Vertical Gradient (dZ_e/dz) filter



低い高度において、 dZ_e/dz の値を 5×11 格子で平均して-6以下になる場合のデータを消去（ dz は高度は計算せず、同じRange, Azimuthの隣り合うElevationとの値を比較）。降水エコーのエッジも消去してしまう傾向がある（特に高いElevationで顕著）。計算時間は約15秒。

まとめ・今後の課題

- フェーズドアレイ気象レーダのデータ利用（Webデータ公開、スマホアプリ、データ同化）に必要なデータ品質管理（QC）の概要と方針について紹介した。
- PAWRハードウェアに起因する問題として、短／長パルスおよびファン送信ビームの境界で受信感度が異なるため、強度データを積分する際には注意が必要である。
- 地表面クラッタ除去アルゴリズムは、処理時間の短縮を目指して各パラメータの見直しを開始した。
- 今後はリアルタイム処理のための高速なQCアルゴリズムを開発して、多くの事例で検証を行う。