

## 1章 データ処理プログラムの修正

XRAIN のデータ処理システムは、X-NET<sup>1</sup>で採用されているデータ処理に準じている。また、X-NET と XRAIN を構成するレーダの機器仕様、性能は概ね同様である。XRAIN のデータ処理は、XRAIN のレーダ機器仕様、性能を踏まえて作成されている。しかし、X-NET と XRAIN のレーダの機器仕様、性能が一部で異なるため、レーダ導入当初（2010年4月初旬）、データ処理プログラムに起因する不具合がレーダ画像や合成雨量画像において見られた。本章では、2010年4月初旬のレーダ導入当初において見られた不具合に対応するため、2010年の初期調整時（試験運用開始前）に行われたデータ処理プログラムの修正について述べる。

### 1章1節 レーダ導入当初にレーダ画像の見られた不具合

図 1.1～図 1.9 は、レーダ導入当初（2010年4月初旬）のレーダ本体の機器調整や合成処理局のデータ処理プログラムの修正等を行う前のレーダ雨量<sup>2</sup>画像である。図 1.10～図 1.12 は、同様にレーダ導入当初の合成雨量<sup>3</sup>画像である。レーダ雨量画像では、「レーダ近傍で異常に強い降雨域」、「孤立的な強降雨域」、「雨域の欠落が多い」、「放射状の降雨域」といった不自然な箇所が複数見られる。また、合成雨量画像では、「欠測域（灰色領域）が多い」、「放射状の降雨域」といった不自然な箇所が複数見られる。

レーダ雨量画像の「レーダ近傍で異常に強い降雨域」については、この時点のレーダの観測仰角が比較的低く設定されていたことが原因で、グラウンドクラッタ<sup>4</sup>が混入され易く、特にレーダ近傍では強いグラウンドクラッタが混入し易い状況となっていた。グラウンドクラッタが混入され易いため、MTI 処理等によりグラウンドクラッタが十分に除去されずに消え残り、特にレーダ近傍において異常に強い降雨域が現れていた。

グラウンドクラッタが混入し易い観測仰角であることの他に、この時点のデータ処理プログラムが、強度系のデータを使用するデータ処理は NOR<sup>5</sup>系の信号処理により得られる強度系データを用いるアルゴリズム<sup>6</sup>となっていることが原因で、グラウンドクラッタの影響を受け易くなっていた。

レーダ雨量画像の「放射状の降雨域」については、この時点のデータ処理プログラムは、

---

<sup>1</sup>防災科研を代表とする首都圏の大学や試験研究機関の所有する X バンド気象レーダのネットワーク

<sup>2</sup>レーダ雨量とは、個々の X バンド MP レーダより算定される雨量を示す

<sup>3</sup>合成雨量とは、複数の X バンド MP レーダ雨量を合成した雨量を示す

<sup>4</sup>地上の構造物や樹木等から反射された電波

<sup>5</sup>グラウンドクラッタ除去の信号処理を行わない信号処理系統

<sup>6</sup>位相系に関する観測データが NOR 系の信号処理により得られるデータであるため

Kdp<sup>7</sup>の算出開始距離がレーダから 0m に設定されていたことが原因で、レーダ近傍の異常なデータやグラウンドクラッタによって、レーダ近傍において Kdp が異常に大きい値となり、強い降雨強度の算出や過剰な減衰補正が行われ、放射状の降雨域が現れていた。

レーダ雨量画像の「雨域の欠落が多い」については、この時点のデータ処理プログラムは、何らかの悪影響を受けていると考えられるデータは欠測とする品質管理処理を行っていた<sup>8</sup>。そのため、グラウンドクラッタと判別、またはグラウンドクラッタの影響を受けていると判定されたメッシュは欠測（降雨強度算出を行わない）としていることが原因となっていた。この他に、実際の観測データはノイズレベル（-120~-105dBm）以下では未定義値（データフォーマットで規定されるデータ範囲の最小値（受信電力データの場合は-327.68dBm））となっている。しかし、この時点ではノイズレベル以下においても何らかの数値が入ることを想定していた。そのため、晴天域はグラウンドクラッタと判別されて欠測となり、雨域の欠落が多く現れていた。なお、この雨域の欠落により合成雨量画像の「欠測域（灰色領域）が多い」といったことが生じていた。

レーダ雨量画像の「孤立的な強雨域」については、本来、弱エコー域ではほとんど変化しないはずの  $\phi dp$ <sup>9</sup>に変化が見られ<sup>10</sup>、弱エコー内に孤立的に大きな値の異常な Kdp が算出されたことが原因で、孤立的な強雨域が現れていた。

合成雨量画像の「放射状の降雨域」については、上記の Kdp の算出開始距離の問題の他に、この時点のデータ処理プログラムでは、合成処理の影響円半径が、ビーム幅に比較してやや小さい影響円半径となっていたことが原因で、合成雨量画像に放射状の降雨パターンが現れていた。

以上、レーダ画像、合成雨量画像において不自然な箇所が複数見られた原因が、主に「観測仰角」、「データ処理プログラム」にあると考えられたことから、観測仰角の検討（3章において詳述）とデータ処理プログラムの修正を行うこととなった<sup>11</sup>。

---

<sup>7</sup>偏波間位相差変化率（ $\phi dp$  の距離微分）

<sup>8</sup>観測データにグラウンドクラッタの影響が含まれると、正しい降雨強度算定ができなくなるため、降雨強度算定を行う前に、グラウンドクラッタや他の非降水エコーと判断されるデータを除去している。

<sup>9</sup>偏波間位相差

<sup>10</sup>この原因はグラウンドクラッタの影響、レーダ本体のハードの問題と考えられる。

<sup>11</sup>レーダ本体の機器調整（グラウンドクラッタ除去）が不十分であることも原因の一つであると考えられる。

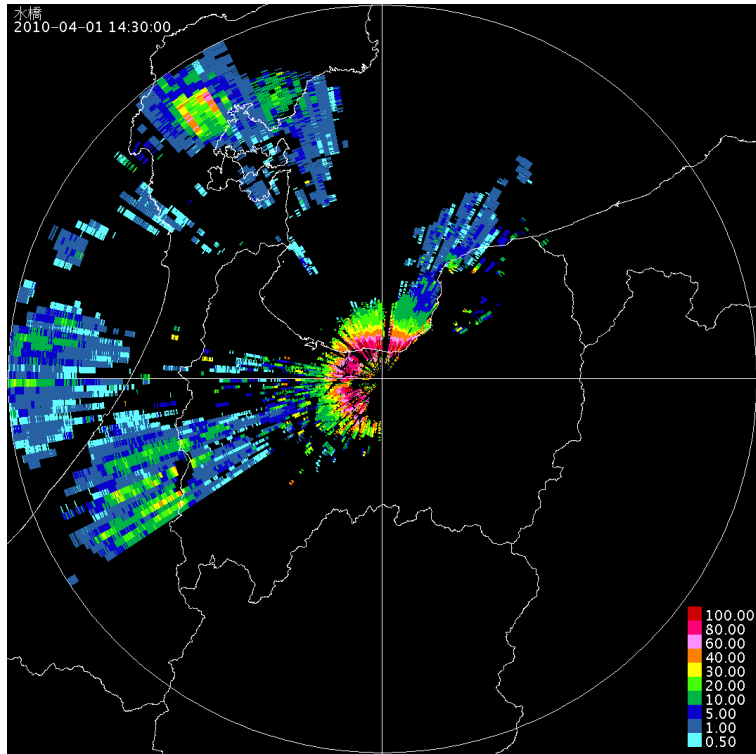


図 1.1 水橋局のレーダ雨量画像 仰角 : 0.8° (2010 年 4 月 1 日 14:30)

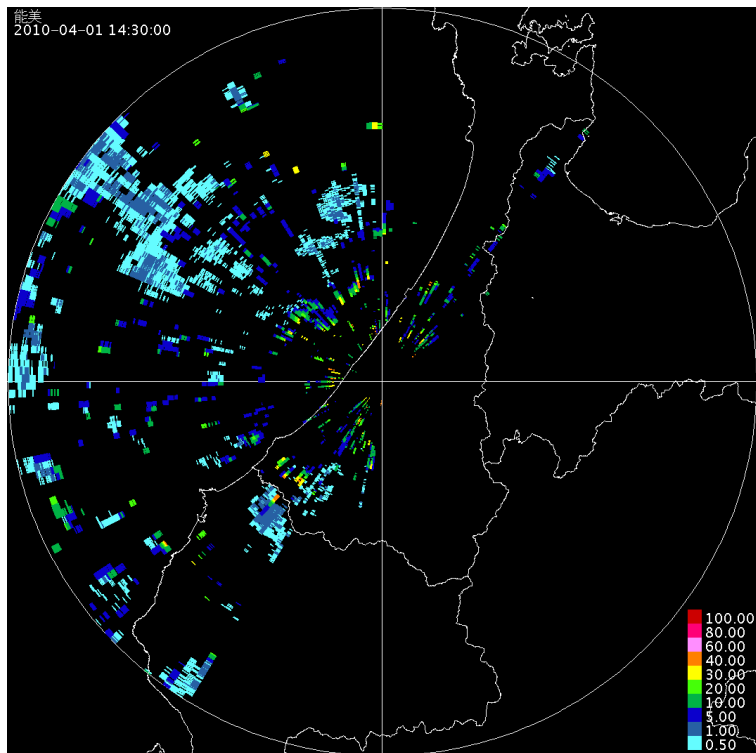


図 1.2 能美局のレーダ雨量画像 仰角 : 0.8° (2010 年 4 月 1 日 14:30)

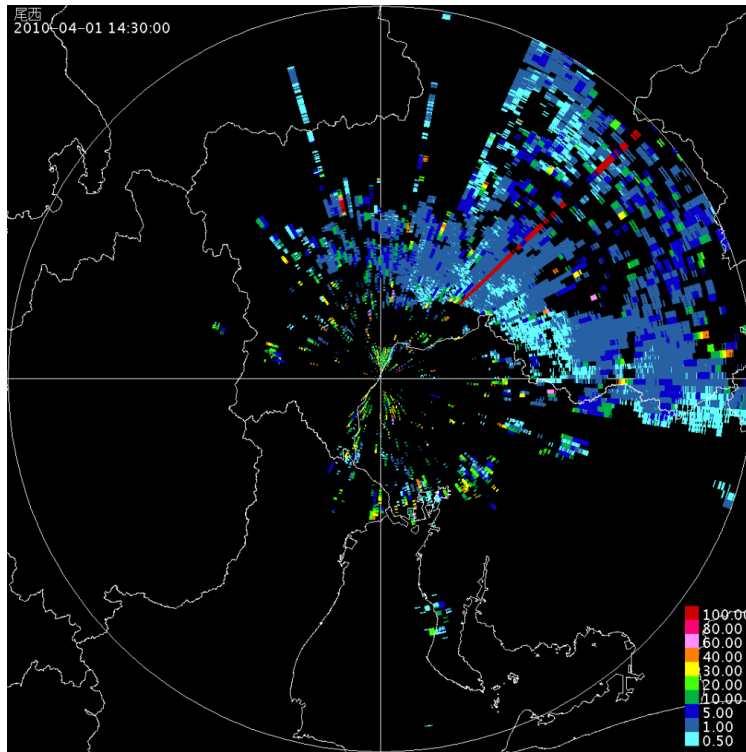


図 1.3 尾西局のレーダ雨量画像 仰角：0.8° (2010年4月1日14:30)

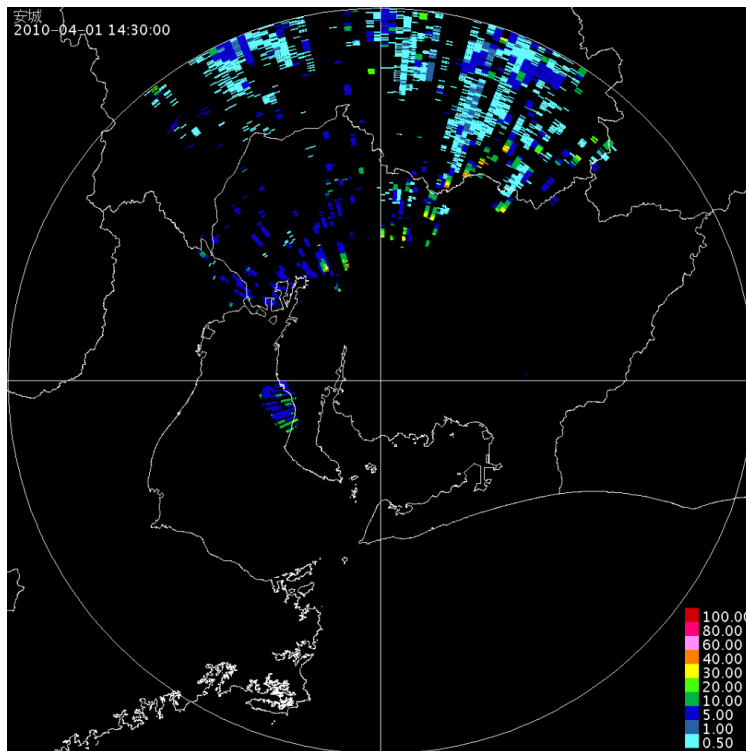


図 1.4 安城局のレーダ雨量画像 仰角：0.8° (2010年4月1日14:30)

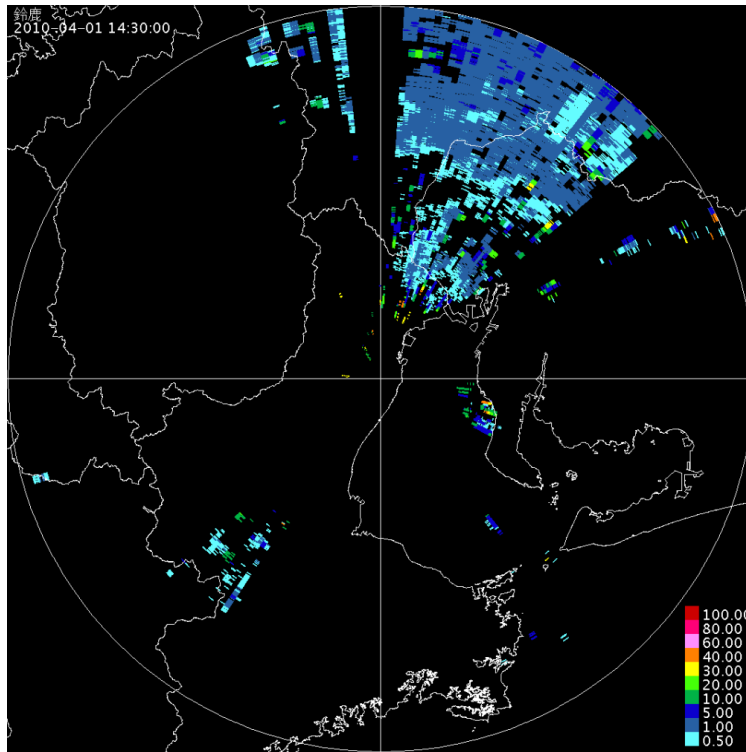


図 1.5 鈴鹿局のレーダ雨量画像 仰角：0.8° (2010年4月1日14:30)

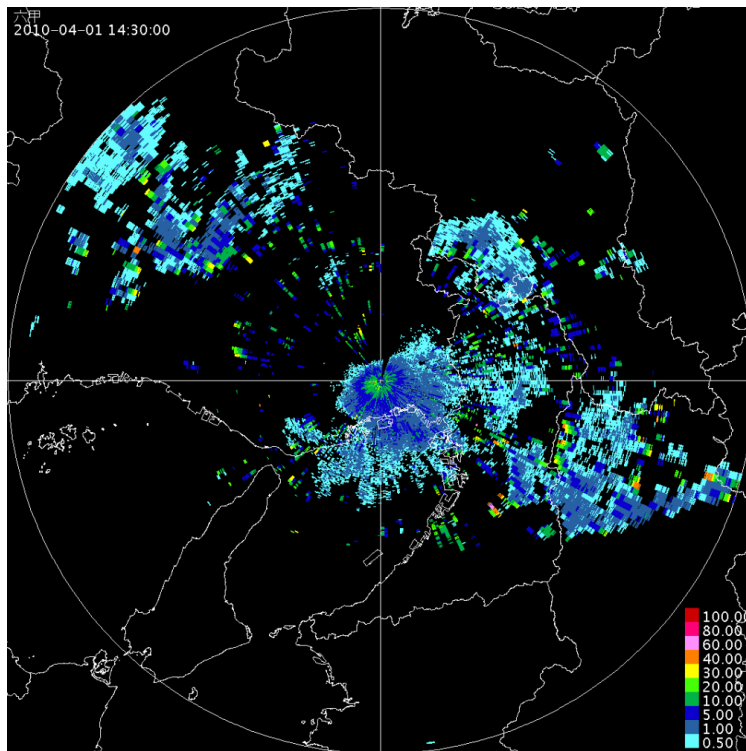


図 1.6 六甲局のレーダ雨量画像 仰角：-0.1° (2010年4月1日14:30)

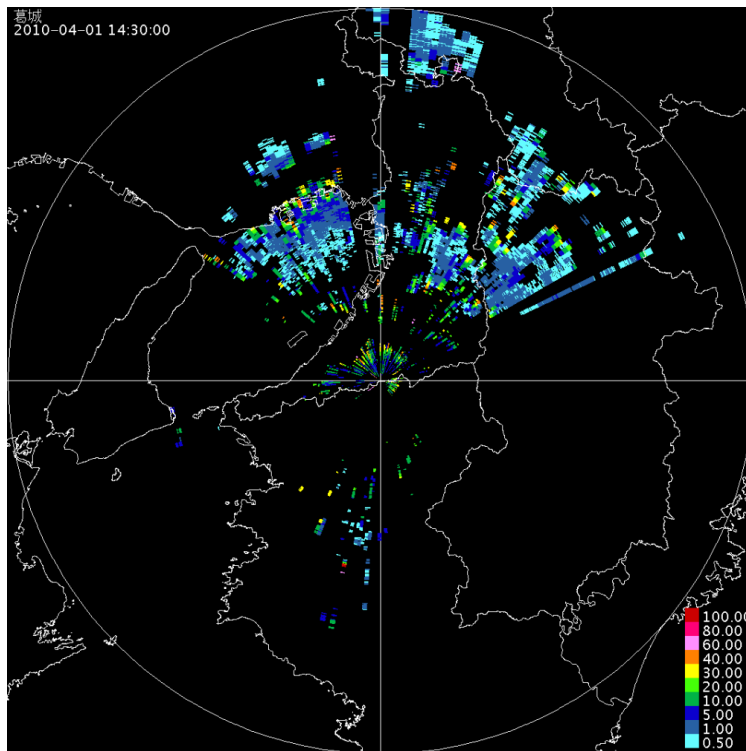


図 1.7 葛城局のレーダ雨量画像仰角：-0.2° (2010年4月1日14:30)

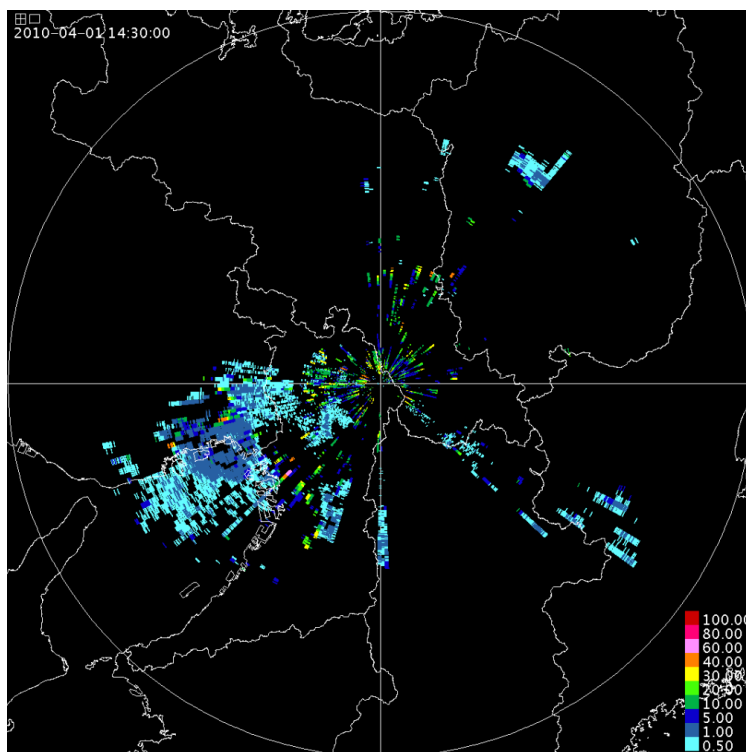


図 1.8 田口局のレーダ雨量画像 仰角：0.9° (2010年4月1日14:30)

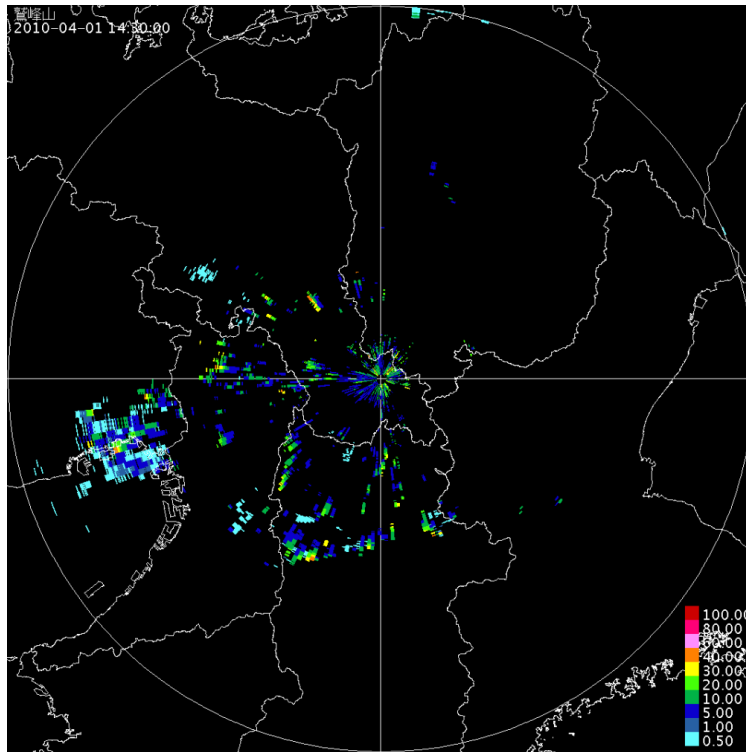


図 1.9 鷺峰山局のレーダ雨量画像 仰角：0.4（2010年4月1日14:30）

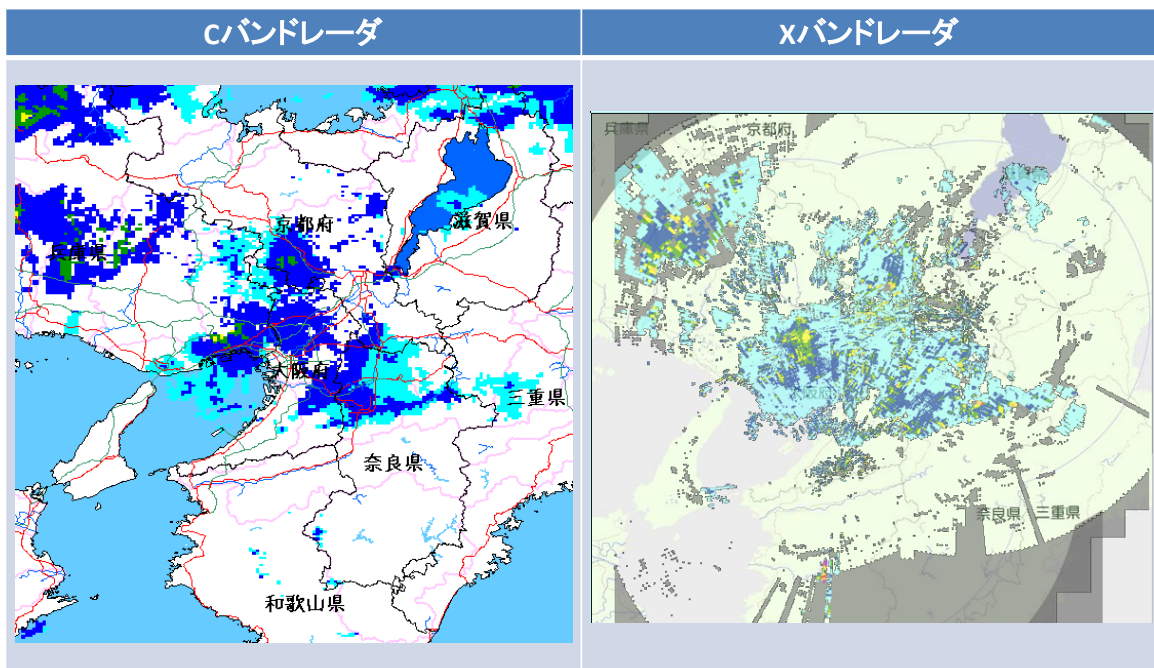


図 1.10 近畿地域の合成雨量画像

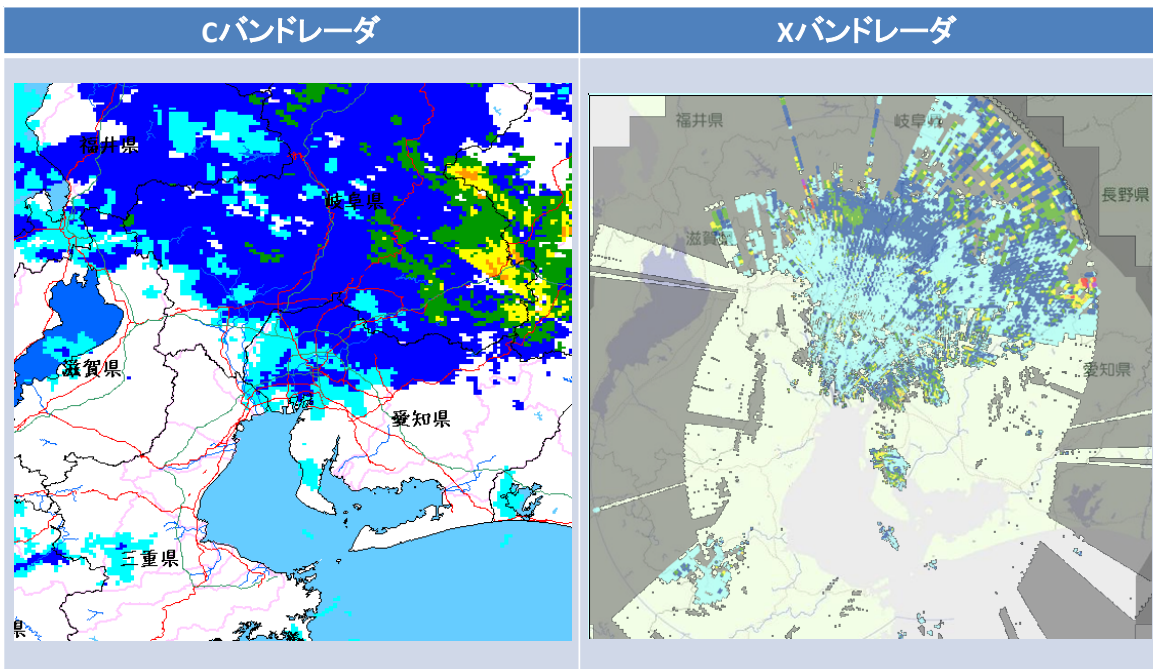


図 1.11 中部地域の合成雨量画像

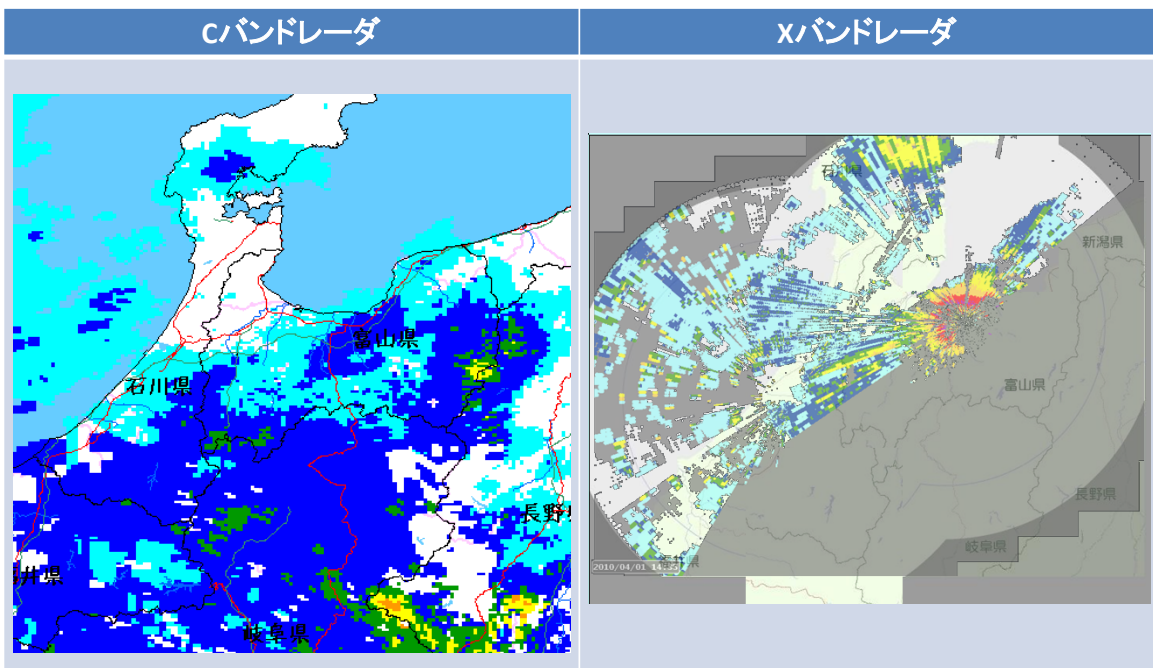


図 1.12 北陸地域の合成雨量画像



## 1章2節 一次処理プログラムの修正

レーダ導入当初の不自然なレーダ画像に対して考えられる原因から、一次処理<sup>12</sup>プログラムについては、以下に示す修正が行われた。

### ■ ノイズレベル付近の未定義値への対処

受信電力データは、ノイズレベル付近においても何らかの数値が入ることを想定していたが、実際は NOR 系も MTI<sup>13</sup>系もノイズレベル付近の場合は未定義の値が入っていた。そのため、当初の一次処理プログラムは、晴天域をすべてグラウンドクラッタと判別していた。これに対処するため、ノイズレベル付近の未定義値を扱えるよう修正した。

### ■ MTI 系の強度データを用いた処理への変更

当初の一次処理プログラムは、Zh<sup>14</sup>や Zdr<sup>15</sup>の算出といった強度系データを使用する処理は NOR 系の信号処理より得られる強度系データ (Prh-NOR<sup>16</sup>、Prv-NOR<sup>17</sup>) を使用していた。そのため、グラウンドクラッタの影響を受け易く、特にレーダ近傍では非降水エコーの強い降雨強度の雨域が現れていた。これに対処するため、強度系データを使用する処理には MTI 系の強度系データ (Prh-MTI<sup>18</sup>、Prv-MTI<sup>19</sup>) を用いる処理に変更した。

### ■ グラウンドクラッタの影響を受けたメッシュの降雨強度算出処理の変更

当初の一次処理プログラムは、NOR 系と MTI 系の Zh を比較してグラウンドクラッタの影響が強いと判定した場合は欠測としていた。このため、多くのメッシュが欠測と判定されていた。これに対処するために、グラウンドクラッタの影響が強いと判定された場合は、欠測としないで、強度系による降雨強度算出 (Z-R 関係式) を行う処理に変更した。なお、グラウンドクラッタの影響が強いと判定された場合、位相系による降雨強度算出 (Kdp-R 関係式) は行われない。

### ■ 降雨減衰補正処理の変更

本来、弱エコー域ではほとんど変化しないはずの  $\phi_{dp}$  に変化が見られ、特にレーダ近辺ではそれが顕著に見られた。弱エコー域での  $\phi_{dp}$  の変化が原因で大きな値の異常な Kdp が算出され、孤立的な強雨が算定されていた。これに対処するため、1) 全ての Kdp により Zh を減衰補正、2) 減衰補正した Zh が 30dBZ 以上のメッシュの Kdp を抽出、3) 抽出した Kdp

<sup>12</sup>一次処理の詳細は付録 B に掲載

<sup>13</sup>グラウンドクラッタ除去の信号処理を行った信号処理系統 (Moving Target Indicator の略)

<sup>14</sup>水平偏波の(減衰補正済み)レーダ反射因子 (レーダ反射強度)

<sup>15</sup>レーダ反射因子差 (レーダ反射強度差)

<sup>16</sup>水平偏波の MTI 処理無し受信電力

<sup>17</sup>垂直偏波の MTI 処理無し受信電力

<sup>18</sup>水平偏波の MTI 処理済み受信電力

<sup>19</sup>垂直偏波の MTI 処理済み受信電力

を用いて減衰補正前の Zh に対して減衰補正、という当初の減衰補正処理に対して 2)、3)の処理が追加された減衰補正処理に変更した。

#### ■ Kdp 算出開始距離の変更

当初の一次処理プログラムは、Kdp の算出開始距離が 0m であり、レーダ近辺の異常なデータや強いクラッタの影響を受けて、異常な Kdp が算出されていた。そのため、レーダ近傍で強雨算出される他に、過剰な減衰補正により放射状の強雨が現れていた。これに対処するために、Kdp の算出開始距離を試行錯誤の結果 1.5km に変更した。

### 1章3節 合成処理プログラムの修正

レーダ導入当初の合成雨量画像から判別される問題から合成処理<sup>20</sup>プログラムについては、以下に示す修正が行われた。

#### ■ 影響円半径の変更

当初の合成処理プログラムは、レーダから 80km の地点において合成処理の影響円半径が 850m に設定され、ビーム幅に比較してやや小さい影響円半径となっていた。そのため、合成雨量に放射状の降雨パターンが現れていた。これに対処するために、レーダから 80km 地点における影響円半径を 1200m に変更し、ビーム幅とほぼ同等となるように変更した。

### 1章4節 まとめ

レーダ導入当初の 2010 年 4 月のレーダ雨量、合成雨量画像には、不自然な箇所が複数見られた。不自然な箇所が見られる主な原因は、データ処理プログラム、観測仰角にあることが考えられ、データ処理プログラムの修正が行われた（観測仰角の検討は 3 章に詳述）。この修正と平行して観測仰角の検討やレーダの機器調整 (MTI 調整等) が行われているため、本章のデータ処理プログラムの修正が適切であることを検証することは難しい。しかし、修正後のレーダ画像、合成雨量画像や精度検証結果を踏まえると適切な修正が行われていると考えられる。データ処理プログラムのパラメータ関係の変更は適宜行われているが、プログラムの変更や修正は、2011 年度にレーダ外縁部の雨量算定処理の追加変更 (10 章 4 節) が行われている他は、主な変更、修正等は行われておらず、ここで修正されたデータ処理プログラムが全てのレーダに実装され雨量算定、合成処理等が行われている。

なお、ここで修正されたデータ処理とレーダ外縁部の雨量算定処理の追加変更を反映した X バンド MP レーダのデータ処理について付録 B に掲載している。

---

<sup>20</sup>合成処理の詳細は付録 B に掲載