

# Invitation To Railway Technology

## レーダー雨量の運転規制への利活用に向けた研究開発

### 1. はじめに

近年、増加傾向にある局地的豪雨を的確に捉えて列車運行の安全を確保することが求められています。

当社では運転規制を実施するための情報として自社雨量計の観測値を用いていますが、この設置間隔よりも狭い範囲で降る豪雨を捉える（図1）ことができるレーダー雨量の活用が期待されています。そこで、レーダー雨量の特性や精度、それを踏まえた使い方等について検討しました。これまでの検討結果について、以下に報告します。

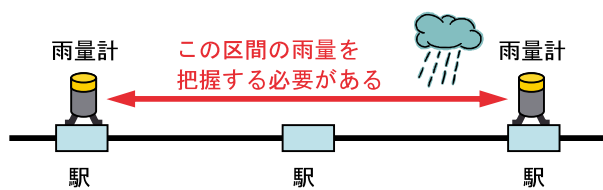


図1：雨量計がない区間の雨量把握イメージ

### 2. レーダー雨量の種類と特性

当社で利用を検討しているレーダー雨量は、気象庁のCバンドレーダー（以下、「気象庁C」という）と国土交通省のXバンドMPレーダー（以下、「国交省X-MP」という）です（表1）。

表1：基本となるレーダー雨量

名称	気象庁Cバンドレーダー雨量	XRAIN
使用するレーダー	気象庁Cバンド（気象庁1km）	国交省X-MP
空間解像度（メッシュサイズ）	1km	250m
更新間隔	5分	1分
長所	<ul style="list-style-type: none"><li>配信遅れ小</li><li>全国均一のデータ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>配信遅れ小</li><li>空間解像度大</li><li>推定雨量の精度大</li><li>急速な雨雲の発達に対応</li></ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"><li>推定雨量の精度低</li><li>実況値のない地域で精度低</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>観測対象地域が限定</li><li>データ量大</li><li>強雨域で電波消散</li></ul>

このうち国交省X-MPは、平成22年から試験運用が開始されたレーダーであり、地上雨量による補正を必要としない精度を確保しています。また、空間解像度が250m、データの更新頻度が1分と、気象庁Cに比べて非常に高性能です。ただし、強雨域において電波消散による欠測の問題があることから、複数のレーダーでネットワークを構築しており、これをXRAINと呼んでいます。XRAINは現時点で当社のエリアをカバーできていないこと、また、前述の欠測の問題もあるため、運用の場面では他のレーダーで補完する必要があります。

一方、気象庁C雨量は精度が低いため、地上雨量による補正を行った「解析雨量」が存在します（表2）。解析雨量は、

補正を行うことで配信までの時間がかかるため、更新間隔を長くする必要があります。また、補正する地上雨量計の数が少なかったり、レーダー雨量を使用したい場所と補正に使う地上雨量計が離れていたりすると、補正効果は低くなることに注意する必要があります。今回、更新間隔の短縮と推定雨量の精度向上を図るため、当社独自の解析雨量（以下、「自社解析雨量」という）を作成しました。

表2：解析雨量の例

名称	気象庁解析雨量	自社解析雨量*
使用するレーダー	気象庁Cバンド（気象庁1km） 国交省Cバンド	気象庁Cバンド（気象庁2.5km）
補正に使う実況値	アメダス、自治体・国交省テレメータ	アメダス
空間解像度（メッシュサイズ）	1km	1km
更新間隔	30分	10分
長所	<ul style="list-style-type: none"><li>推定雨量の精度高</li><li>全国均一のデータ</li><li>6時間先までの予測</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>推定雨量の精度中</li><li>配信遅れ小</li><li>当社均一のデータ</li></ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"><li>配信遅れ大</li><li>更新頻度少</li><li>実況値のない地域で精度低</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>急速な雨雲の発達に対応困難</li><li>実況値のない地域で精度低</li></ul>

\*当社独自の解析雨量。環境が整えば鉄道雨量でも補正する。

### 3. 使用するレーダー雨量の検討結果

前述のようにレーダー雨量には様々な種類と特徴があるため、これらを考慮した最適な活用方法について、近畿統括本部、および和歌山支社管内を対象として検討を行いました。

様々なレーダー雨量について精度や更新頻度、当社管内のカバー方法等を検討した結果、気象庁C雨量で補完したXRAIN（以下、「C補完XRAIN」という）と自社解析雨量を使い分けるのが望ましいとの結果が得られました（図2）。



図2：使用するレーダー雨量の割り当てイメージ

また、鉄道雨量計とその直上に該当するレーダー雨量のメッシュについて、運転規制基準以上の観測値を比較した結果、レーダー雨量は基本メッシュサイズよりも範囲を広げ、雨量値を平均して用いることが望ましいことが分かりました。具体的



には、X-C 補完雨量は1km範囲内の16メッシュの上位12メッシュ平均、自社解析雨量は2km範囲内の4メッシュの上位2メッシュ平均がよい結果となりました(表3)。

表3：レーダー雨量の使用方法

名称	C 補完 XRAIN	自社解析雨量
使用単位	キロポスト	キロポスト
メッシュサイズ	1km (キロポスト中心)	1km (キロポスト近傍)
レーダー雨量の加工方法	16メッシュ(1メッシュ250m四方)の上位12メッシュを平均	4メッシュ(1メッシュ1km四方)の上位2メッシュを平均
データ更新頻度	5分	10分

運用を意識したレーダー雨量の使用単位はキロポスト(以下、「KP」という)としました。これは、局地的豪雨の原因となる雨雲の大きさが数km程度である(図3)ため、これを捕捉する目的に鑑みて決定しました。

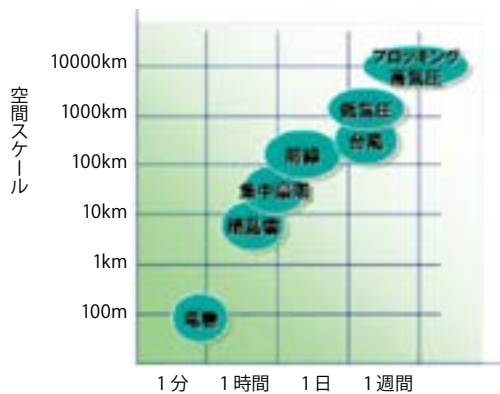


図3：気象現象の空間・時間スケール<sup>1)</sup>

この結果、C補完XRAINは250mメッシュを基本サイズとするため、KPを中心とした1km四方を観測範囲として割り当てることとし、自社解析雨量は1kmメッシュを基本サイズとするため、KP近傍の2km四方を観測範囲として割り当てることとしました(図4)。

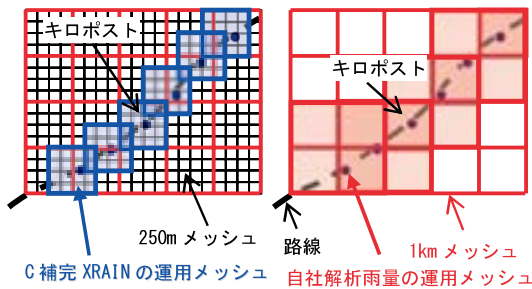


図4：KPへのメッシュ割り当てイメージ

#### 4. 試験システムの構築

レーダー雨量による規制基準超過がどのように起こるか、レーダー情報受信から表示までにどの程度の遅延が生じるか等を

リアルタイム情報により確認するため、試験システムを構築しました。レーダーで雨量を観測してから当社に情報が届くまでのイメージは図5に、画面例は図6に示すとおりです。

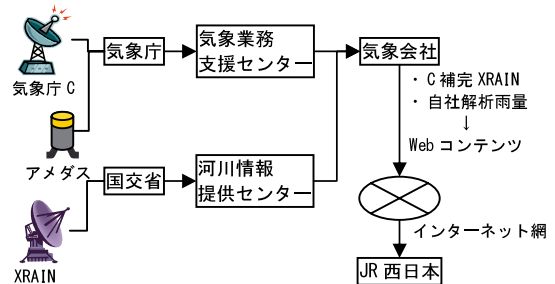


図5：試験システムの情報流れイメージ



図6：試験システムの画面例

レーダー雨量と鉄道雨量の規制基準超過状況をリアルタイムに比較したところ、レーダー雨量が若干早めに規制基準を超過したり、鉄道雨量とほぼ同時に超過する状況が確認できました。一方、鉄道雨量による規制基準超過区間とは異なる区間でレーダー雨量が超過する場合もありました。

なお、レーダー雨量が観測されてから必要な演算が終了してデータベースに出力されるまでにかかる時間は、2～3分程度であることが分かりました。この時間はデータ更新頻度内に収まっており、使用に耐え得る時間となっています。

#### 5. おわりに

レーダー雨量を運転規制に活用するためには、運用ルールを決めた上で、自社雨量計と併せて規制や巡回点検の状態を管理できるシステムを開発する必要があります。また、実運用を行った上で、規制基準値や監視範囲の見直し等を行うことも想定されます。

システム構築に向けて、レーダー技術の進歩にも柔軟に対応できるよう、検討を進めています。

#### 参考文献

1) 気象庁ホームページ さまざまな気象現象  
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/whitepap/1-1-3.html>