

# 共通細密レーダ降雨情報 システム技術に関する研究

## 1. 研究の目的

近年の局地的な異常降雨に対しては、下水道が整備された都市部に於ても、ポンプ施設などの雨水排水施設の対応が間に合わずに、浸水被害の発生や公共水域の汚濁が問題になってきている。そのために雨水排水施設の拡充と共に、既存雨水排水施設の機能を最大限に活かした対応策が必要となっている。よりの確かな雨水排水対策を行うには、時々刻々の詳細かつ正確な降雨データを把握する必要がある。

そのため、一部の自治体においては既に、より詳細かつ正確な降雨データを入手するために、細密レーダシステムを個別に導入しているが、全国規模から見ると断片的なものとなっているのが実情である。

降雨情報をより広域的かつ詳細にリアルタイムでとらえるため、都市間の降雨情報の相互融通が必須であり、レーダを持たない近隣都市に対しても、降雨データを配信することも必要である。

具体的には信頼性の高い降雨情報を確保するためには、広域的な下水道降雨情報システムを実現するためのレーダ技術、通信技術、流出解析計算のためのデータ仕様統一等の標準化を行ない、レーダ降雨情報システムの普及を促進する必要がある。

このような必要性から、全国共通の細密レーダ降雨情報システムの確立に向けて、細密レーダ運用上の課題を考察し、その課題に対する改善方針、具体的改善対策等を検討した。これに基づき全国共通のレーダシステムの方式、構成、及び今後これを全国

に展開する場合についての計画について研究、考察を行なった。

## 2. 共通細密レーダ降雨情報システムに期待する効果

細密レーダの運用上の課題は、観測範囲の限定、データの非互換、システム仕様の相異、電波割当の困難にある。従って全国的な計画配置、観測技術及びシステム仕様の標準化、電波申請等の手続の統一のための対策を検討する。

### 2.1 基本システム形態の仮定

細密レーダを全国的に建設した場合、全国を一つの単位として考えるのは現実的でない。従って、運用上関連の強い地域を1単位としたブロックをいくつか考える必要がある。

ブロックの考え方としては、レーダサイト（例えば5ヶ所）と、そのデータを共通利用するユーザ（例えば20ヶ所）と、共通データの管理と集配信を行うセンター1ヶ所で1ブロックとする。つまり1ヶ所のセンターで管轄する地域を1ブロックとして考える。同様の形態（サイト・ユーザの数は異なる）のブロックを計画的に配置して全国を網羅する。またブロックの境目にもデータがあるので、各センター同士の集配信も行う。（図-1）

このようなシステム形態を前提に検討を進める。

## 2.2 具体的な改善策と期待する効果

基本方針として、

- a. 広域的な計画配置
- b. 観測技術の標準化
- c. システム仕様の標準化
- d. 申請手続の統一と省力化

を挙げて、それぞれに期待する効果を検討し、さらに全体的な事業効果を検討する。

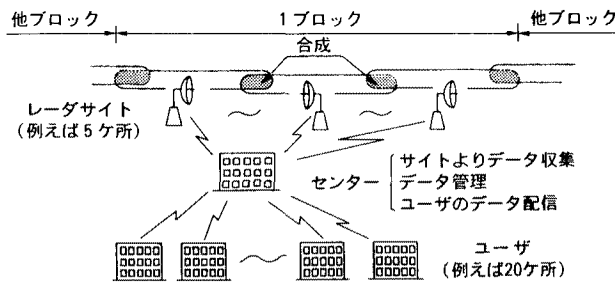


図-1 基本システム形態概念図

### 2.2.1 広域的な計画配置

#### (1) 観測データの相互補完

雨量レーダを広域的に配置し、データを融通することで、単独システムで生じた遮蔽部等の補完ができる。また、観測半径外のデータも得ることができ、雨域等の情報をいち早く入手することができる。(図-2)

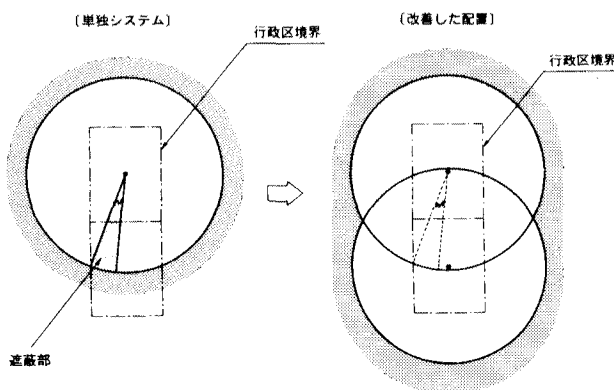


図-2 雨量レーダの配置

#### (2) 広域的なキャリブレーション

現状では、個々の自治体が単独で入手できる地上雨量計のデータが少ないので、キャリブレーションの範囲はレーダの観測範囲に比べて狭い。

しかし広域的な計画配置を行えば、センター経由で周囲の都市の地上雨量計データも入手可能となり、広域的なキャリブレーションを実現できる。(図-3)

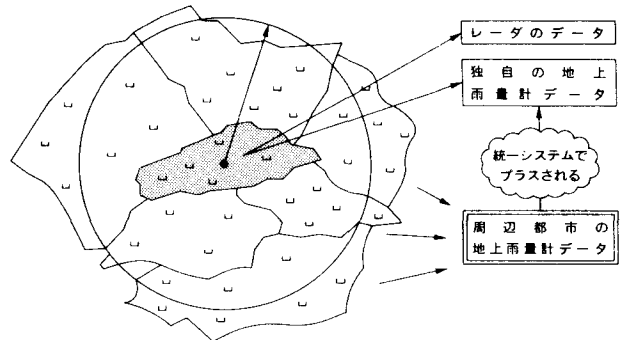


図-3 広域的なキャリブレーションの概念図

#### (3) 建設費・維持管理費の低減

全国に細密レーダを計画的に配置することで、観測範囲の重複等が避けられ、建設費が低減できる。また、現状の維持管理費は細密レーダ所在地の自治体がすべて賅っているが、広域配置の場合はデータを共有する各自治体が費用を負担するため、維持管理費の大幅な低減が図れる。

### 2.2.2 観測技術の標準化

計測方式・解析方式を統一することによって以下のような効果が期待できる。

#### (1) 雨量レーダ構築の時間短縮、費用低減

標準仕様を定めることにより、製造者による差異も防止でき、設計、製造、調達の時間短縮につながる。また、構築費用も低減でき、早く安く規格・機能が同じものを製造することができる。

#### (2) データの相互融通

データを全国で統一すると、共通のデータとして融通することができる。従って、単独計画に比べ隣接都市間での観測範囲重複部に於てデータの相互融通によりデータの有効活用が可能となる。

(図-4)

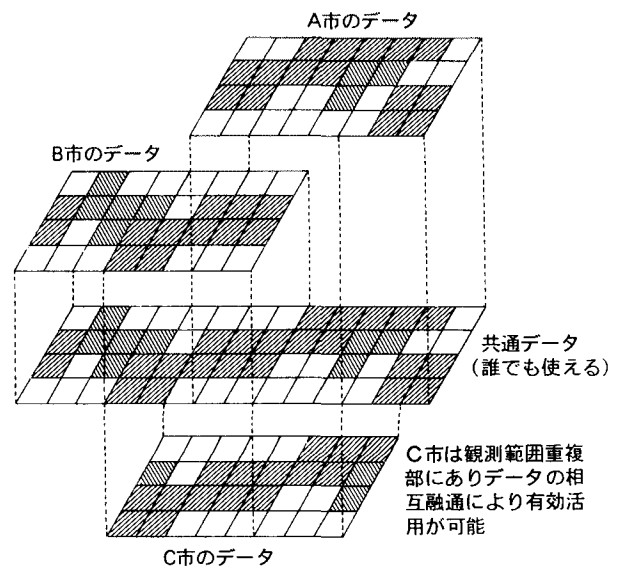


図-4 データの相互融通

### 2.2.3 システム仕様の標準化

ハードウェア・ソフトウェアの仕様を標準化することによって以下のような効果が期待できる。

(1) システム構築の時間短縮，費用低減

システム仕様を標準化することにより，任意の計画に係るシステム構築の時間短縮，費用低減が図れる。

(2) 開発アプリケーションの流用

開発アプリケーションを流用でき，ソフト開発後はシステム構築の時間が大幅に削減できる。

(3) 下水道施設運転管理に必要な雨量情報の取得

雨量レーダを所有しない自治体でも，センターを介しデータを入力することができる。従って，どの自治体でも共通仕様で降雨情報が取得でき，自治体個々に最適な下水道施設の運転管理が行える。

(4) 維持管理の省力化，費用低減

仕様の標準化によって，レーダシステム自身の維持管理の項目，時期が明確になり，作業が簡素化できる。

また，標準作業となるので費用も安価であり，作業時間も節約できる。

### 2.2.4 申請手続の統一と省力化

電波割当等の各種申請・手続を統一すると，許認可時間が短縮できる可能性がある。

センターが全国的な長期計画を示すことによって，共通細密レーダ用の割付枠が用意される可能性がある。また，各自治体の記入要領もかなり簡素化できる。

## 3. 共通細密レーダ降雨情報システムの検討方式

### 3.1 サブシステムの定義とレベル設定

共通細密レーダ降雨情報システムの方式検討の前提として，ユーザの利用形態を定義する。

サービス対象となるユーザは，利用形態によって以下4つのレベルに区分する。(図-5)

レベル0：レーダ雨量計システムを持ち，自前レーダの観測範囲外のデータが必要となるユーザ（広域ユーザ）

レベル1：自前のキャリブレーションシステムで，特定の範囲の降雨データ精度を向上させ，活用したいユーザ（個別ユーザ）

レベル2：降雨データを2次加工せずにそのまま応用分野へ活用したり，端末を何台も設置し，活用していきたいユーザ（利用ユーザ）

レベル3：降雨データをそのまま表示するだけのユーザ（表示ユーザ）

図-5中で「広域」とは，センターが管理する地域全体のデータを用いて行う処理を示す。また，「狭域」とは，センターが管理するデータのうち，一部のデータを用いて行う処理を示す。この定義は，センターが行う処理，レーダサイトが行う処理，各ユーザシステムが行う処理の全てに適用する。

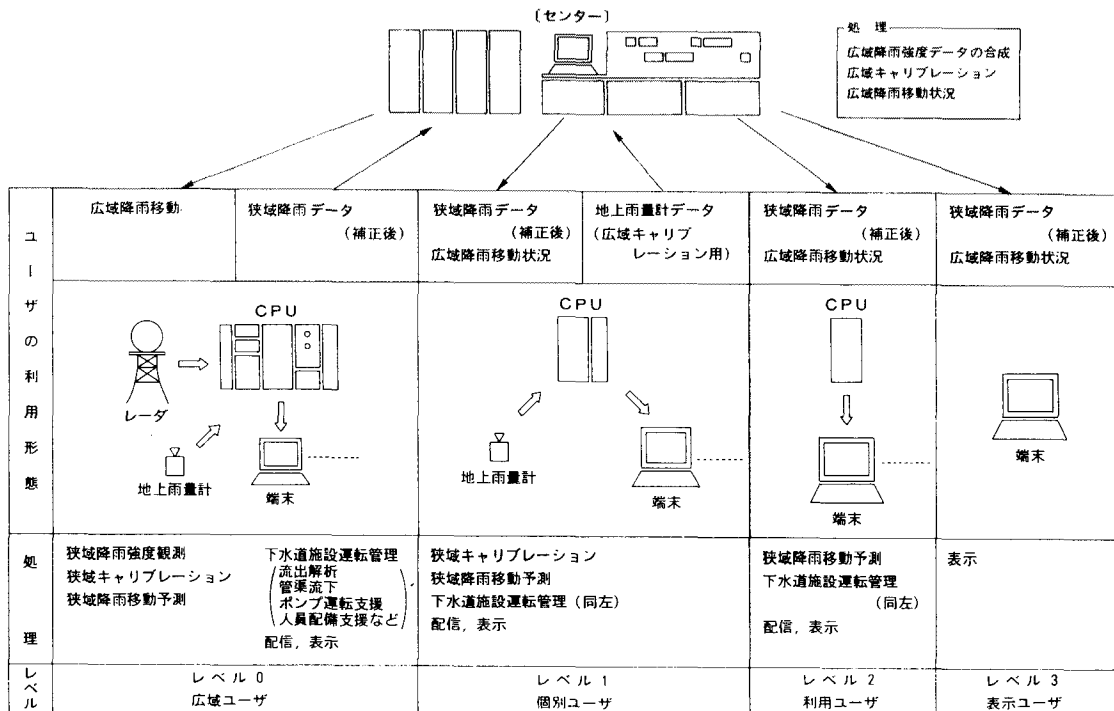


図-5 レベル設定 (事業サービス内容)

### 3.2 レーダサイト・センター設置箇所の検討

広域のレーダ網を構築するためには、レーダの設置数を極力少なくし、レーダ間の相互干渉等が発生しないように計画する必要がある。また、センターから多くのユーザに降雨データを配信するために、その管轄範囲なども含めた検討を行った。

#### 3.2.1 レーダサイト設置基準

レーダサイト設置位置は、レーダ建設候補地点を定め、山岳や近隣の高層建築物等による遮蔽を考慮し、必要な観測高度を保てるかどうか検討する。

本研究では、以下の仮定に基づき設置箇所の検討を行った。

##### (1) 観測高度を2000m以下に保てる地域

観測半径におけるビーム幅を考慮し、標高1500m以下の地域とする。

##### (2) レーダは極力標高の高い地域

1つのレーダから観測可能な地域を極力広くする。

##### (3) レーダの数が極力少なくなる様にする

標高の高い盆地で雨水観測が重要なとき、または、山間の谷間に人口密度の高い都市があるときなど、必要に応じて、個別に設置方法等の検討を行う。

これらを仮定した上で、全国での設置個数は83箇所以上という検討結果となった。

#### 3.2.2 センター設置基準

センターの管轄範囲を大きくすると、データ管理・配信費用の面で不利になる。逆に小さくすると、センターの数が増加し、要求する観測の広さも得られない。ここでは、以下の仮定に基づき設置箇所の検討を行った。

##### (1) 回線費用が急激に高価とまらない範囲

##### (2) 回線費用が有利な地理的中心となる都市

センターは管轄範囲の中心となる都市とする。

これらを仮定した上で、全国での設置個数は16箇所以上という検討結果となった。

### 3.3 データベース検討

共通細密レーダでは、種々のデータが大量に発生する。これらのデータをどのように管理していくのがシステム上最も有利となるか検討を行った。

#### 3.3.1 保存内容

システムを運用管理する上で必要最低限のデータを保存することとする。ここでは解析に必要な観測によって直接得られたデータと降雨表示に用いたデータに限定して保存することとした。

#### 3.3.2 保存場所

センターにてデータを集中保存し、ユーザの要求

ごとに伝送すると、センターのデータ処理、及び伝送管理の負荷が過大になり、処理しきれない。

従って、システムごとによく使用するデータを、レーダサイトを中心に分散して保存することとした。

#### 3.3.3 保存媒体

永久保存が必要な1次データは、一時的に任意の期間磁気ディスクに保存し、順次光ディスクに保存する。降雨表示データは一定の保存期間磁気ディスクに保存し、特に必要と思われる降雨のみをカートリッジ磁気テープに保存することとした。

#### 3.3.4 保存期間

保存期間は、各々のシステムが処理に用いるために必要最低限の期間とする。

受信電力及び地上雨量は光ディスクに永久保存する。

#### 3.3.5 フォーマット

レーダ雨量データは非常に大量であるため、データを圧縮して保存する方法とした。

### 3.4 ネットワーク検討

下水道施設の運転管理に必要なデータ入手スピードや、ランニングコストの観点から検討を行った。

#### 3.4.1 ネットワーク形態

各システムは、遠隔地に配置されるため、多地点を相互に接続するWAN（ワイド・エリア・ネットワーク）の形態となる。ユーザシステムの増減が随時発生することが予想されるため、専用回線増加の拡張性が高く、センターシステムの改造も容易な形態とする。

#### 3.4.2 伝送路

##### (1) 重要度の高い伝送路

レーダサイトからセンターへの伝送データは、広域降雨データを生成する基データであり、高い信頼性が要求される。また、センターからユーザへの伝送も遅滞なく行う必要がある。

したがって、レーダサイト～センター間、及びセンター～ユーザ間の伝送路には、高速大容量のデータ伝送が可能なNTTスーパーデジタル回線64kbpsを採用する。

##### (2) その他の伝送路

その他の伝送データは、経済性を重んじNTT一般専用回線9600bpsとする。

##### (3) 自営光通信LAN

自営光通信LANは高速通信が可能であり、下水道管渠を利用した有効な通信ネットワークとなりうる。また、既に構築が進んでいる自治体も一部ある。将来は、自営光通信LANを徐々に利用

できるよう考慮する。

### 3.4.3 伝送方式

#### (1) 重要度の高い伝送路の伝送方式

レーダサイト～センター間、及びセンター～ユーザ間は、高信頼性を得るため、データの誤り検出再送機能を持つ伝送方式とする。

#### (2) その他の伝送路の伝送方式

その他の伝送路は、経済的に効率良く伝送するため、同時通信による伝送方式とする。

## 3.5 レーダ雨量計主要諸元検討

レーダ雨量計の主要諸元を下水道施設の運転管理、気象の性質、レーダ雨量計の能力の観点から検討した。

### 3.5.1 観測メッシュサイズ

メッシュサイズとしては雨水排水区ごとの十分な運用管理を実現できるきめ細かさが要求される。

方位方向のメッシュは0km地点で約250m、20km地点で約500m、40km地点で約1000m、距離方向の分解能は250～500mとする。(図-6)

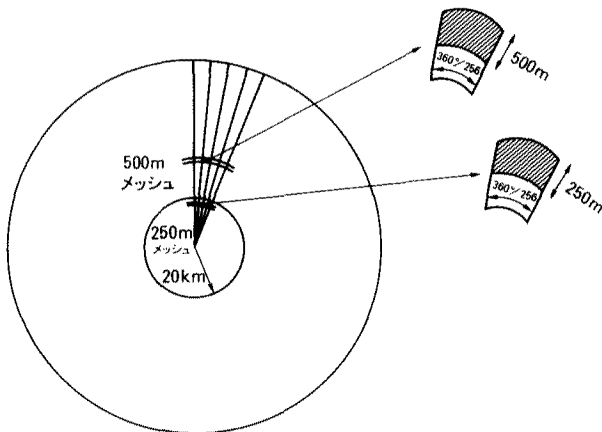


図-6 観測メッシュサイズ

### 3.5.2 観測周期

雷雨等の発生から消滅までの短い現象も正確に観測できるように観測周期は極力短くする必要があるが、観測周期を2.5分より短くすると高価なシステムとなり、コストパフォーマンスが急激に悪化する。従って、観測周期は最もコストパフォーマンスが良いと考えられる2.5分とした。

### 3.5.3 観測範囲

レーダの特徴は1台で広範囲の雨量観測を行えることにある。従って、この特徴を活かしつつメッシュサイズの要求を最低限維持できる範囲とする必要が

ある。下水道施設運転管理のためのメッシュサイズは500m程度が適しているため観測半径は50kmとした。

### 3.5.4 観測高度

観測高度は、ブライツバンドの回避、ビーム充填率の確保、地上雨量計との整合を考慮すると低いほど良いが、低すぎるとグランドクラッタ、遮蔽物の影響を受ける。従って、観測高度はこれらの条件を満足できる上限の2km以下とした。(図-7)

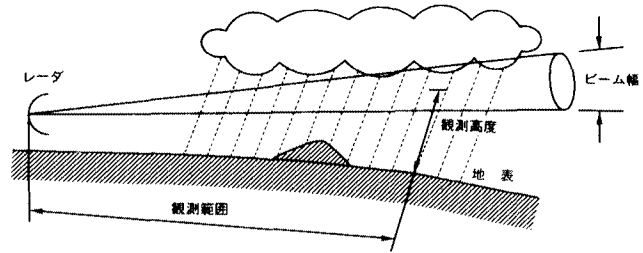


図-7 レーダ雨量計の観測高度

### 3.5.5 周波数

本システムでは、電波行政上許可を受けやすいXバンド(周波数9300/9700MHz帯、波長3.2cm)を採用する。

## 4. 今後の普及計画についての提案

### 4.1 今後の普及へ向けての準備(ユーザ意識調査)

現在、各自治体が雨水排水施設の運転に対し、レーダ雨量システムへの理解度がどの程度あるか、また雨量データ配信以降のサブシステムをどの程度必要としているのかを調査する必要がある。調査項目には、本システムの評価指標を提示する必要がある。

### 4.2 今後の普及に向けて

#### 4.2.1 導入の順位

レーダ雨量システムの普及・展開を図る場合、全国一律に普及を図ることは得策ではない。地域の要求度によって、普及順位を判断する必要がある。

本システムを必要とする都市の導入順位としては、一般的に大都市が高くなりその後、地方の中核都市、さらに地方へと広がる。

#### 4.2.2 モデル的事業の計画

雨量レーダシステムの普及展開を図るために、モデル的事業として、大都市等からの導入を図る。モデル的事業の発注・設計・施工は、県または市が行

うことを原則とする。

それ以後は、モデル事業センターを試運用し、ユーザの募集、事業の拡張を行った結果、事業評価から改良、調整を行い、全国展開へつなげる。

#### 4.2.3 既導入都市システム統合計画

既に雨量レーダを導入している都市は、導入しているレーダの仕様が夫々異なるが、メッシュサイズや座標軸を統一し、ユーザへ統一したデータの提供が可能な統合システムを運用する。

#### 4.2.4 全国的展開

全国をブロック分割する。各ブロックにはセンターを設置し、センター間でデータ融通し、ブロック内では、全国自治体へデータを配信する。(図-8)

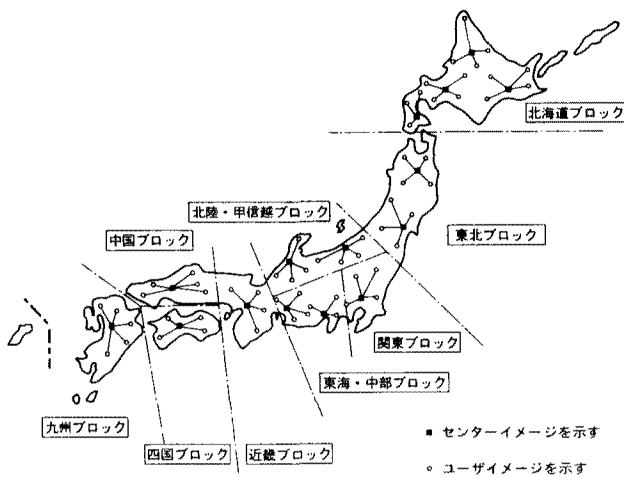


図-8 全国ブロック分割イメージ

この図はイメージ図であり、具体の都市を示すものではない。

## 5. まとめと今後の予定

### 5.1 今後の課題

共通細密レーダ降雨情報システム技術における今

後の課題は、どのようにして本システムで得られる情報を高度な雨水排水対策へ結びつけていくかにかかっている。

特に、下水道施設の運転管理に必要と認められるレーダ自体の精度を認識し、現在導入されているレーダの精度を調査、整理した上で、観測精度、キャリブレーション精度などについて実現可能な技術目標を設定し、整合を図る努力が求められる。

そのためには、以下の事項の課題を解決していく必要がある。

#### (1) 要求レーダ精度

雨水排水対策上、必要となるレーダ精度への要求を、現在の施設運転管理の観点から整理する。

#### (2) レーダ雨量補正技術

共通細密レーダの全国展開により、可能となる補正技術を研究する。

### 5.2 今後の予定

今年度は、全体構想及び基本システムを研究した。次年度は、今年度の研究内容を踏まえ、以下の内容について研究していく予定である。

#### (1) 課題の解決手法の研究

#### (2) 設計標準仕様の作成

##### 1) 設計指針の作成

##### 2) 一般仕様書の作成

##### 3) 施工指針の作成

#### (3) モデル的事業の実施設計

## 6. 研究体制

本研究は、株式会社 東芝と本機構の共同で実施した。

### ● この研究に関する問い合わせは

研究第二部長	藤田 昌一
研究第二部主任研究員	赤石 進
研究第二部主任研究員	田中 一朗
技術部研究員	高岡 俊司