

科学技術振興費

地域防災対策支援研究プロジェクト

②研究成果活用の促進

～フェーズドアレイ気象レーダーによる超高速3次元観測リアルタイムデータを活用した局地的風水害の防災・減災対策支援～

(平成28年度)

成果報告書

平成28年9月

文部科学省 研究開発局
国立大学法人 大阪大学

本報告書は、文部科学省の地域防災対策支援研究プロジェクト委託事業による委託業務として、国立大学法人大阪大学が実施した平成28年度「フェーズドアレイ気象レーダーによる超高速3次元観測リアルタイムデータを活用した局地的風水害の防災現減災対策支援」の成果をとりまとめたものです。

科学技術振興費

地域防災対策支援研究プロジェクト

②研究成果活用の促進

～フェーズドアレイ気象レーダーによる超高速3次元観測リアルタイムデータを活用した局地的風水害の防災・減災対策支援～

(平成28年度)

成果報告書

平成28年9月

文部科学省 研究開発局
国立大学法人 大阪大学

まえがき

平成 23 年 3 月の東北地方太平洋沖地震を契機に、地方公共団体等では、被害想定や地域防災対策の見直しが活発化しています。一方で、災害の想定が著しく引き上げられ、従来の知見では、地方公共団体等は防災対策の検討が困難な状況にあります。そのため、大学等における様々な防災研究に関する研究成果を活用しつつ、地方公共団体等が抱える防災上の課題を克服していくことが重要となっています。

しかしながら、防災研究の専門性の高さや成果が散逸している等の理由により、地方公共団体等の防災担当者や事業者が研究者や研究成果にアクセスすることが難しく、大学等の研究成果が防災対策に十分に活用できていない状況にあります。

また、防災分野における研究開発は、既存の学問分野の枠を超えた学際融合的領域であることから、既存の学部・学科・研究科を超えた取組、理学・工学・社会科学等の分野横断的な取組や、大学・独立行政法人・国・地方公共団体等の機関の枠を超えた連携協力が必要であることや、災害を引き起こす原因となる気象、地変は地域特殊性を有することから、実際に地域の防災に役立つ研究開発を行うためには、地域の特性を踏まえて行うことが必要であること等が指摘されています。

このような状況を踏まえ「地域防災対策支援研究プロジェクト」では、全国の大学等における理学・工学・社会科学分野の防災研究の成果を一元的に提供するデータベースを構築するとともに、大学等の防災研究の成果の展開を図り、地域の防災・減災対策への研究成果の活用を促進するため、二つの課題を設定しています。

- ① 研究成果活用データベースの構築及び公開等
- ② 研究成果活用の促進

本報告書は「地域防災対策支援研究プロジェクト」のうち、「②研究成果活用の促進」に関する、平成 28 年度の実施内容とその成果を取りまとめたものです。

「研究成果活用の促進」のため、本業務では「フェーズドアレイ気象レーダーによる超高速 3 次元観測リアルタイムデータを活用した局地的風水害の防災・減災対策支援」をテーマとし、具体的には、研究開発成果であるフェーズドアレイ気象レーダー（以下、「PAR」と記す。）で局地的大雨等を精度よく監視できるようにし、観測データのデータベース化をするものです。また、観測データに基づき局地的大雨（ゲリラ豪雨）をもたらす積乱雲の発生・発達に関しモデル化を試行します。さらに、観測データを利用しながら、局地的大雨等によって短時間に発生する浸水被害等に対する防災・減災対策支援に必要な情

報、情報の受け方等の検討を行い、その検討に基づき、防災・減災に資するよう観測データの演算・表示・伝達方法の検討、必要な予測手法の確立、システム化の検討及び構築を行います。

本研究の成果は、(研) 防災科学技術研究所のホームページ等で公表するとともに、他自治体においても活用できるようにします。なお、地域防災対策に最新の知見を有効に活用するため、大阪市福島区役所他、地方自治体との連携を強化し、本業務を遂行します。

目次

1. プロジェクトの概要	6
2. 実施機関および業務参加者リスト	7
3. 成果報告	8
3.1 PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明	8
3.2 局地的大雨等早期探知・予測システム開発	29
3.3 防災・減災体制、対策の早期構築の検討	42
3.4 手法の汎用化	57
3.5 その他	67
4. 活動報告	71
4.1 会議録	71
4.2 对外発表	84
5. むすび	87
5.1 PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明	87
5.2 局地的大雨等早期探知・予測システム開発	88
5.3 防災・減災体制、対策の早期構築の検討	89
5.4 手法の汎用化	90

総合報告書

付録

1. プロジェクトの概要

背景

○近年、我が国では大規模積乱雲による 1 時間 100mm を超える局地的大雨（ゲリラ豪雨）が増加しており、神戸市都賀川（写真 1 参照）を始めとし、各地で中小河川のはん濫被害が多発している。低平地にある大阪市福島区でも浸水被害が懸念されている。

○局地的大雨が発生すると、中小河川では、急激に河川水位が上昇し、浸水防止施設操作や避難行動が間に合わない事態が生じている

○局地的大雨をもたらす大規模積乱雲の構造や発達の詳細は、現在、把握されていない。大規模積乱雲の詳細な構造や発達過程を解明し、成果を防災・減災対策に活用することは、中小河川や内水はん濫被害軽減対策上、極めて重要な課題である。



写真 1 2008 年 7 月 28 日の神戸市都賀川急水害事故

写真：新聞：神戸新聞

概要

局地的大雨をもたらす大規模積乱雲の詳細観測可能な最新の超高速 3 次元フェーズドアレイ気象レーダー(PAR)を利用して、大規模積乱雲の発生・発達に関しモデル化する。モデル化を行う過程で、防災・減災対策に効果的な必要情報・情報伝達方法をまとめ、情報伝達システムを構築し、短時間の浸水被害軽減に資する。図 1 に業務の全体像を示す。

【成果目標と業務方法】

【a. PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明】

・局地的大雨をもたらす大規模積乱雲の発生・発達に関するメカニズムの解明を行い、モデル化する。

【b.局地的大雨等早期探知・予測システムの構築・3次元データで検討】

・大阪市福島区役所とのコミュニケーションを通じた開発を行い、監視・予測システムの開発をする。



図 1 業務の全体像

【c.防災・減災体制、対策の早期構築の検討】

・大阪市福島区役所が局地的大雨発生時においてどのタイミングでどのような情報を必要としているかを明らかにし、ユーザライクな防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段を検討し情報伝達システムを構築する。

2. 実施機関および業務参加者リスト

実施機関名 国立大学法人大阪大学大学院工学研究科

所属機関	役職	氏名	担当業務
大阪大学大学院工学研究科	准教授	牛尾 知雄	研究総括, 3.1

実施機関名 株式会社気象工学研究所

所属機関	役職	氏名	担当業務
(株)気象工学研究所	技師長	大藤 明克	3.4、3.5
(株)気象工学研究所	部長代理	大平 貴裕	3.2、3.4、3.5
(株)気象工学研究所	主任	吉田 翔	3.2
(株)気象工学研究所	課長	石田 俊介	3.3

業務協力者 (平成28年度)

所属機関	役職	氏名	担当業務
大阪市福島区役所	課長	小林 卓示	運営委員会委員
大阪市福島区役所	係長	大野 雄司	運営委員会委員
神戸大学大学院	教授	大石 哲	リスクコミュニケーションに関する指導
情報通信機構電磁波計測研究所	主任研究員	佐藤 晋介	運営委員会オブザーバー
(株)東芝	主務	水谷 文彦	運営委員会オブザーバー

3. 成果報告

3.1 PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

大規模積乱雲等を立体的かつ詳細に観測可能な PAR 観測により、局地的大雨をもたらす大規模積乱雲の構造を、高度別に把握し、モデル化を行うこと。

(b) 平成 28 年度業務目的

PAR 観測データの蓄積を行い、観測データを用い監視する必要がある積乱雲について高度別に解析すること。解析結果から、積乱雲の発生・発達メカニズムをまとめ、予測手法の検討を行うこと。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
大阪大学大学院工学研究科	准教授	牛尾 知雄

(a) 業務の要約

- (b) 業務の成果

a) PAR 観測データ蓄積基準

a. 図 3.1-1 に示す PAR 観測範囲内のアメダス地点において、

- ① 1 時間降水量が 40mm 以上かつ、各年の上位である事例
- ② ①の条件が都市部あるいは都市部周辺で観測された事例

b. PAR 観測範囲内で浸水被害が発生した事例

[illegible]

9

表 3.1-1 平成 28 年度の PAR 観測範囲のアメダスの 1 時間雨量上位 20 位の観測値と順位

順位	観測所名	観測所番号	月	日	時	雨量	降雨原因
1	京田辺	61326	8	16	19	47.5 mm	大気不安定
2	京田辺	61326	8	16	18	45.5 mm	大気不安定
3	熊取	62131	6	21	06	44.0 mm	梅雨前線
4	大阪	62078	6	25	02	40.0 mm	梅雨前線
5	京北	61251	6	25	02	39.5 mm	梅雨前線
6	京田辺	61326	6	23	04	39.5 mm	梅雨前線
7	豊中	62051	6	23	03	39.0 mm	梅雨前線
8	河内長野	62111	6	21	06	35.5 mm	梅雨前線
9	西宮	63477	8	05	21	34.0 mm	大気不安定
10	信楽	60026	6	23	04	32.5 mm	梅雨前線
11	長岡京	61306	6	24	14	29.5 mm	梅雨前線
12	枚方	62046	6	23	04	29.5 mm	梅雨前線
13	後川	63346	5	16	20	29.0 mm	寒冷前線
14	枚方	62046	6	23	03	28.5 mm	梅雨前線
15	能勢	62016	8	14	18	28.0 mm	大気不安定
16	生駒山	62081	6	25	02	27.5 mm	梅雨前線
17	西宮	63477	5	16	20	26.5 mm	寒冷前線
18	関空島	62101	6	21	06	26.0 mm	梅雨前線
19	西宮	63477	6	23	03	26.0 mm	梅雨前線
20	長岡京	61306	6	23	03	25.5 mm	梅雨前線

表 3.1-2 上位 3 位までの浸水・冠水の発生地域

順位	年月日	浸水の発生地域
1	2016 年 8 月 16 日	顕著な浸水・冠水の発生なし

※大阪管区气象台、神戸海洋气象台、京都地方气象台、奈良地方气象台 HP 資料、大阪府、京都府 HP 資料及び Twitter 掲載情報を参考にした

平成 28 年 4 月～平成 28 年 8 月 24 日の期間で、もう 1 事例データ蓄積・解析対象を選択するため、平成 27 年度と同様、以下の条件で選択した。

- ① 大気不安定（積乱雲が発達しやすい気象条件）であった事例
- ② ①の条件を満たし、図 3.1-1 に示す PAR 観測範囲内のアメダス地点において、10 分降水量で上位 2 位までの降水量が観測された事例

10 分雨量上位 20 位までのアメダスデータを表 3.1-3 に示す。表 3.1-3 には、上記①の条件を確認するため降雨原因も示した。降雨原因は、地上天気図を参照して決めた。この表より、条件を満たす事例は

1 位 2016 年 8 月 14 日

2 位 2016 年 8 月 16 日

となった。よって表 3.1-4 に示す 2 事例を今年度のデータ蓄積及び解析対象事例とし、表 3.1-5 に示す期間を PAR の観測データ蓄積期間とした。

表 3.1-3 平成 28 年度の PAR 観測範囲のアメダスの 10 分雨量上位 20 位の観測値と順位

※8 月 24 日まで

順位	観測所名	観測所番号	月	日	時	分	10 分雨量	降雨原因
1	能勢	62016	8	14	17	10	20.5 mm	大気不安定
2	京北	61251	6	25	01	20	17.5 mm	梅雨前線
3	大阪	62078	6	25	01	40	17.5 mm	梅雨前線
4	京北	61251	6	25	01	10	15.5 mm	梅雨前線
5	京田辺	61326	8	16	17	40	14.0 mm	大気不安定
6	西宮	63477	8	05	20	40	14.0 mm	大気不安定
7	長岡京	61306	6	23	02	40	13.5 mm	梅雨前線
8	京田辺	61326	8	16	18	00	13.0 mm	大気不安定
9	京田辺	61326	8	16	18	10	12.5 mm	大気不安定
10	豊中	62051	6	23	02	20	12.5 mm	梅雨前線
11	枚方	62046	6	23	23	00	12.5 mm	梅雨前線
12	信楽	60026	7	14	15	30	12.0 mm	梅雨前線
13	長岡京	61306	6	23	06	30	12.0 mm	梅雨前線
14	熊取	62131	6	21	05	30	12.0 mm	梅雨前線
15	信楽	60026	6	23	03	40	11.5 mm	梅雨前線
16	京田辺	61326	6	23	03	00	11.5 mm	梅雨前線
17	三田	63411	5	11	00	50	11.5 mm	寒冷前線
18	大津	60216	7	15	15	00	11.0 mm	梅雨前線 低気圧
19	信楽	60026	6	24	14	30	10.5 mm	梅雨前線
20	大津	60216	6	23	03	10	10.5 mm	梅雨前線

青字：8 月 14 日、赤字：8 月 16 日

表 3.1-4 解析対象事例

事例	年月日	解析対象時間	発生原因	積乱雲形態
事例 1	2016 年 8 月 14 日	14:00～19:00	大気不安定	孤立積乱雲
事例 2	2016 年 8 月 16 日	13:00～8/17 1:00	大気不安定	孤立積乱雲

表 3.1-5 平成 28 年度 PAR 観測データ追加蓄積期間

平成 28 年度追加蓄積した期間
2016 年 8 月 14 日 14 時 00 分 00 秒 ～ 19 時 00 分 00 秒
2016 年 8 月 16 日 13 時 00 分 00 秒 ～ 8 月 25 日 01 時 00 分 00 秒

b) PAR 観測データフォーマットの検討

i) レーダーデータ処理・編集

フェーズドアレイ気象レーダーの諸元、レーダーデータ処理・編集方法については、平成 25 年度報告書 6 ページを参照されたい。

ii) PAR データ蓄積フォーマット

データの蓄積フォーマットイメージは、平成 25 年度報告書 6 ページを参照されたい。

i)、ii) に基づき、表 3.1-5 に示すデータを追加・蓄積した。

2) 大規模積乱雲モデルの見直しとモデル精度向上

a) 解析事例の概況

解析事例は、表 3.1-4 に示す 2 事例とした。以下に解析事例の概況を示す。

i) 事例 1 2016 年 8 月 14 日（大阪府北部から大阪府中部）

2016 年 8 月 14 日の大気の状態を把握するため、図 3.1-2 に地上天気図とアメダス地上雨量分布図（1 時間ごと）、表 3.1-6 に潮岬の高層気温・風及び大気不安定度をそれぞれ示す。高層気温・風及び大気不安定度に関するデータは、大阪に近い気象庁潮岬観測所の値を使用した。気温等の高層観測は、毎日 9 時、21 時の 2 回の観測しかなく、ゲリラ豪雨発生時間が高層観測時間のほぼ中間の時間にあたるため、ゲリラ豪雨発生時間を挟んだ 2 時刻の観測値を示した。

8 月 14 日は、SSI、K-Index からみて、午後から積乱雲が発生しやすい状況になったと推定される。高度 5500m 付近まで風速は 10m/s 以下で風の弱い状況であった。地上雨量観測所では、17 時 10 分アメダス能勢で 20.5mm/10min を観測した、国土交通省 XRAIN 地上雨量からみて、大阪府北部で発生し大阪府中部に移動する積乱雲からもたらされたゲリラ豪雨について、PAR 解析対象とした。

表 3.1-6 潮岬の高層気温・風及び大気不安定度（事例 1）

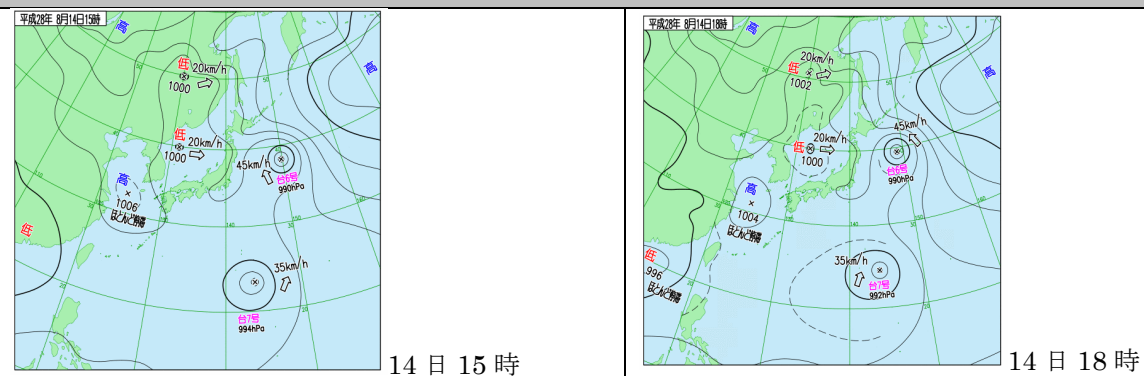
観測時間	2016.8.14 9h			2016.8.14 21h		
項目	気温(℃)	風向(度)	風速(m/s)	気温(℃)	風向(度)	風速(m/s)
地上	28.1	293	2.0	27.6	247	5.1
約 1500m 高度	19.0	30	1.5	20.6	320	5
約 3000m 高度	12.0	345	4.5	10.2	20	6.5
約 5500m 高度	-3.7	0	10.5	-4.1	0	4.5
SSI*1	1.74			-3.82		
K-Index*2	0.30			43.30		

高層データはワイオミング大学 HP より引用 (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)

地上データは気象庁アメダス観測値

- *1 SSI は、大気の不（不）安定度を評価するために用いられる指数で、SSI の値が負の方向に大きな値を持つほど、雷雨の起こりやすい状況である事を示す。実務的には+2～+4℃くらいから雷雨が発生するとされる。
- *2 K-Index は、値が大きいほど雷雨発生の確率が高い。一般的に、15 以下では雷雨発生の可能性はほとんどなく、40 以上ではほぼ確実に雷雨が発生するとされる。

地上天気図



アメダス地上雨量分布図（1 時間ごと）

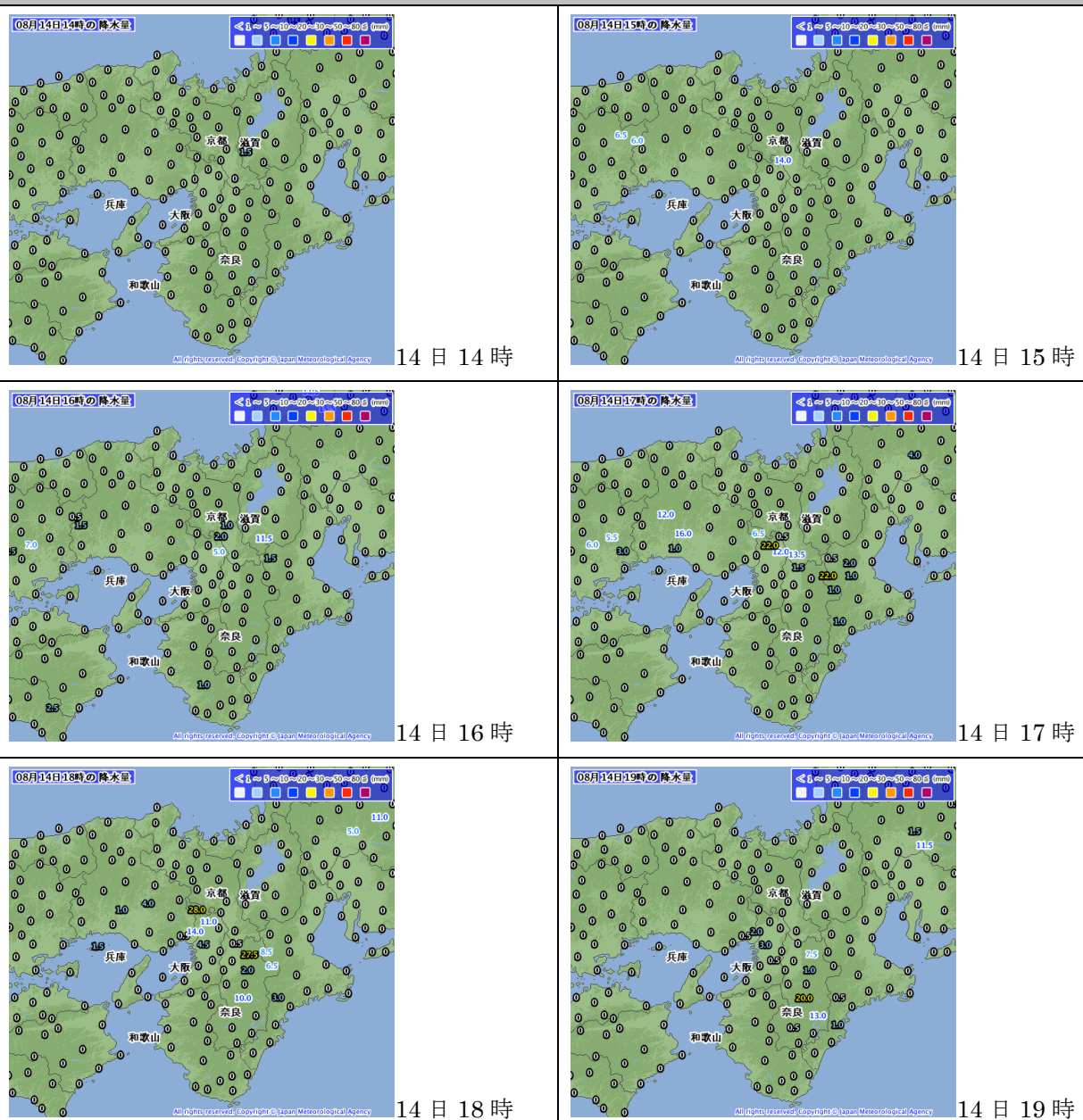


図 3.1-2 2016 年 8 月 14 日の地上天気図とアメダス地上雨量分布図（事例 1）

ii) 事例 2 2016 年 8 月 16 日（大阪府北部～東部、京都府南部）

2016 年 8 月 16 日の大気の状態を把握するため、図 3.1-3 に地上天気図とアメダス地上雨量分布図（1 時間ごと）、表 3.1-7 に潮岬の高層気温・風及び大気不安定度をそれぞれ示す。高層気温・風及び大気不安定度に関するデータは、大阪に近い気象庁潮岬観測所の値を使用した。高層観測は、毎日 9 時、21 時の 2 回の観測しかなく、ゲリラ豪雨発生時間が高層観測時間のほぼ中間の時間からとなっているため、ゲリラ豪雨発生時間帯の観測値を含む 2 時刻の観測値を示した。

8 月 16 日は、SSI、K-Index からみて、午後から夜にかけて積乱雲が発生しやすい状況で、風速は上層から下層までほぼ 5m/以下と非常に弱かった。地上雨量観測所では、17 時 40 分アメダス京田辺（京都府）で 14.0mm/10min を観測した、国土交通省 XRAIN 地上雨量からみて、大阪府北部～東部、京都府南部で発生したゲリラ豪雨について、PAR 解析の対象とした。

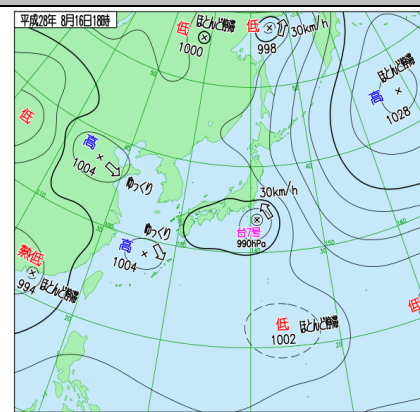
表 3.1-7 潮岬の高層気温・風及び大気不安定度（事例 2）

観測時間	2016.8.16 9h			2016.8.16 21h		
項目	気温(℃)	風向(度)	風速(m/s)	気温(℃)	風向(度)	風速(m/s)
地上	29.9	67	4.9	26.4	315	1.6
約 1500m 高度	19.4	100	2.5	19.6	270	3.5
約 3000m 高度	13.2	357	2	11.6	10	2.5
約 5500m 高度	-0.9	75	2.5	-2.3	325	5.5
SSI	3.00			-0.72		
K-Index	26.30			37.00		

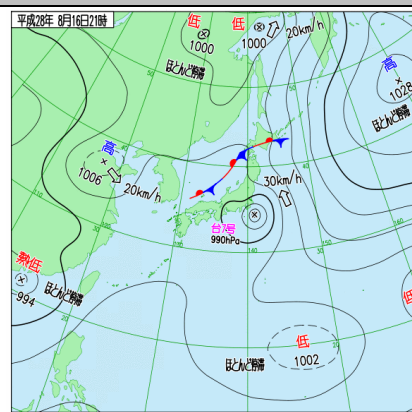
高層データはワイオミング大学 HP より引用 (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>)

地上データは気象庁アメダス観測値

地上天気図

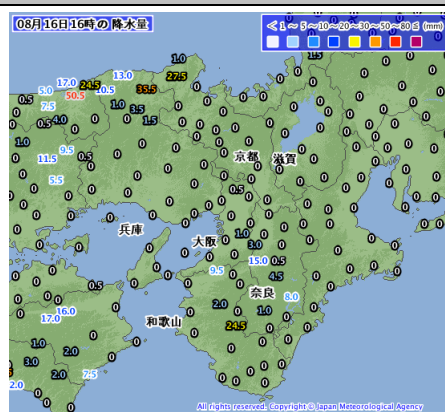


16 日 18 時

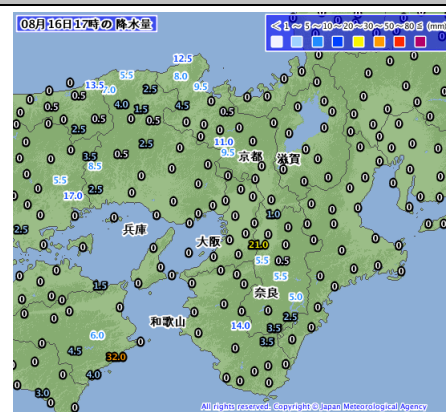


16 日 21 時

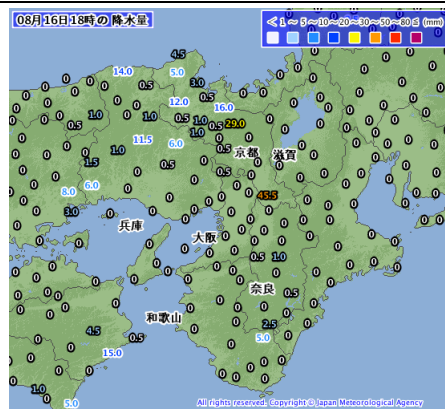
アメダス地上雨量分布図（1 時間ごと）



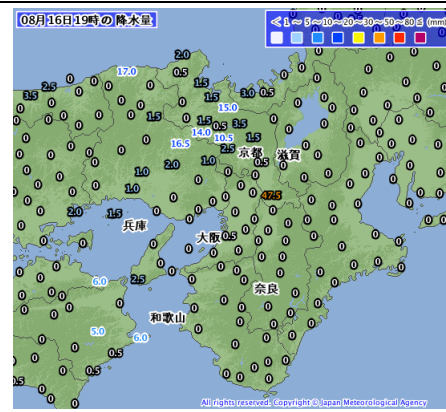
16 日 16 時



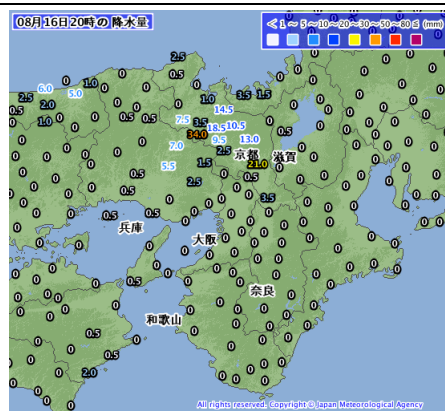
16 日 17 時



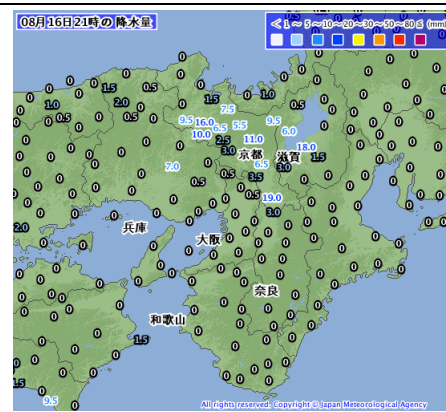
16 日 18 時



16 日 19 時



16 日 20 時



16 日 21 時

図 3.1-3 2016 年 8 月 16 日の地上天気図とアメダス地上雨量分布図（事例 2）

b) 積乱雲の発達メカニズムのまとめ

まず初めに事例 1 において大阪府と京都府の県境付近で発生した積乱雲の 3 次元解析を行った。この積乱雲は発生後、1 時間 30 分以上持続した積乱雲である (図 3.1-4)。

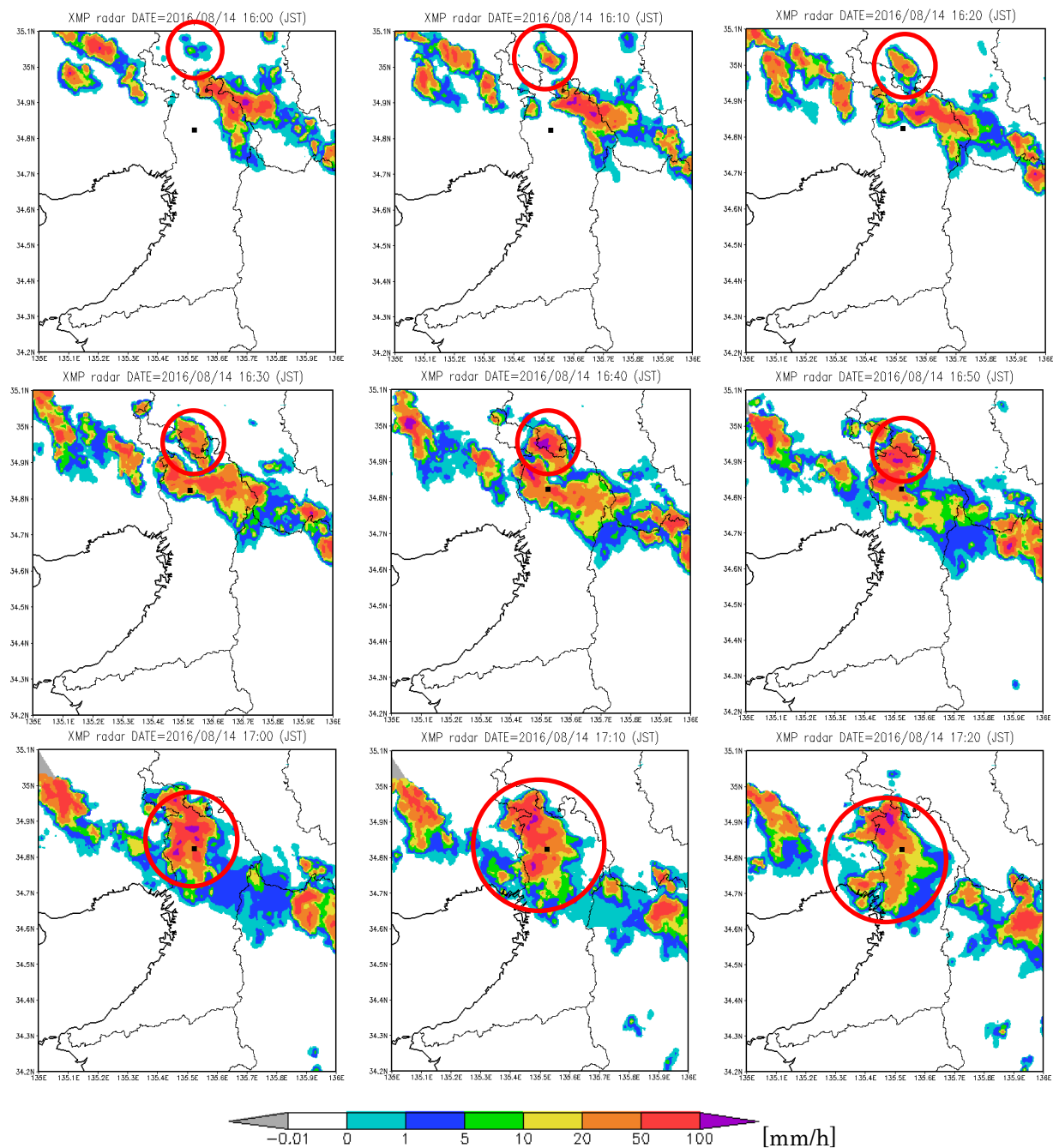


図 3.1-4 XRAIN の観測結果 (事例 1、16 時 00 分～17 時 20 分)

赤丸：解析対象となる積乱雲

図 3.1-5 に PAR の観測結果の時間変化を示す。XRAIN では地上に降雨が観測され始めたのは 16 時 00 分であるが、PAR ではその 7 分前の 15 時 53 分から上空に降水コアが検出された (図中白矢印)。PAR の超高速 3 次元観測結果より、この降水コアが上空で発達し、その後地上に降下する様子が捉えられた。

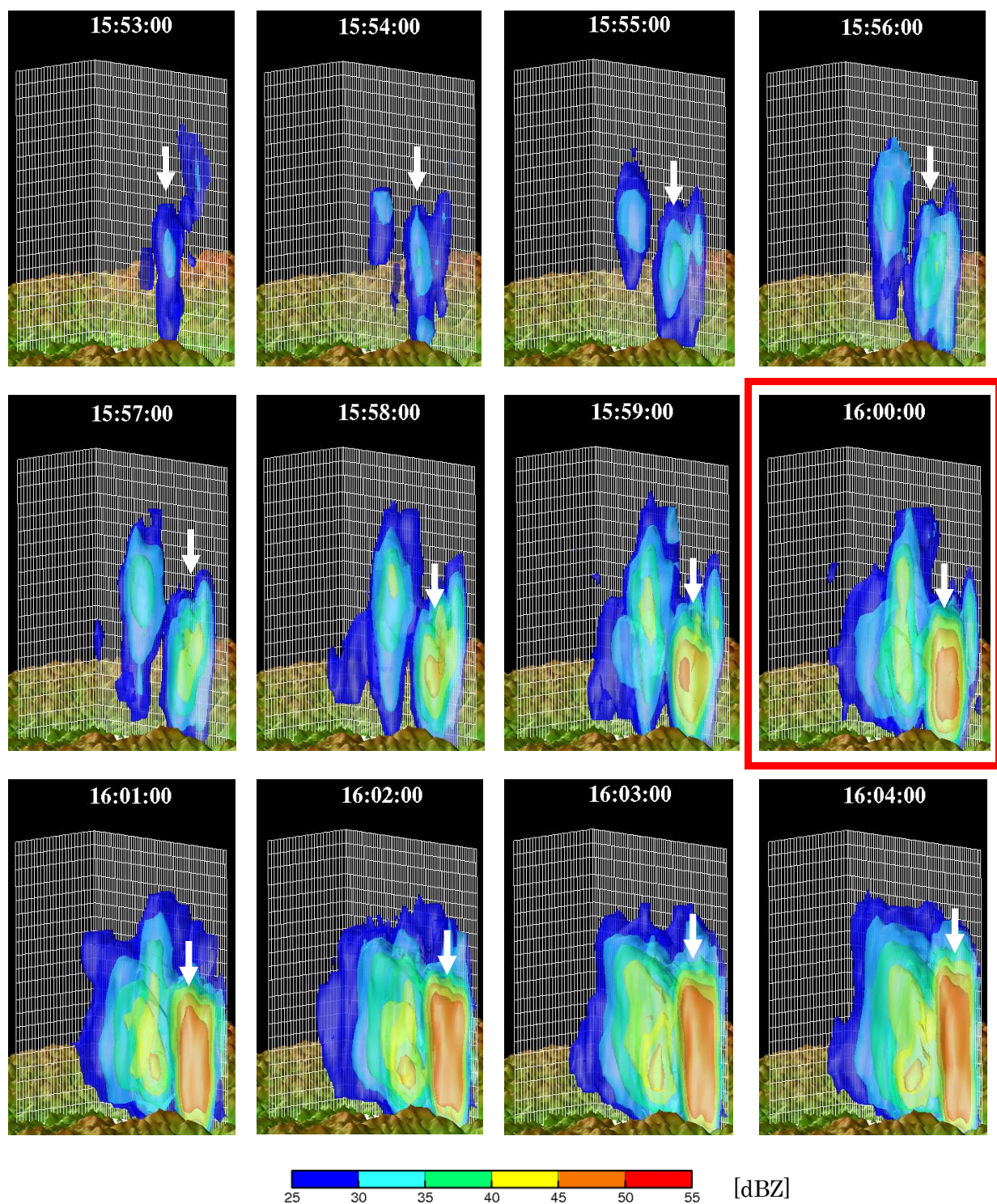


図 3.1-5 PAR で観測した積乱雲の時間変化 (事例 1、15 時 53 分～16 時 04 分)

赤枠：XRAIN で地上に降水域が観測され始めた時刻

次に事例 2 において、同じく大阪府と京都府の県境付近で発生した積乱雲に対して 3 次元解析を行った。この積乱雲も発生してから 1 時間程度持続した積乱雲である（図 3.1-6）。

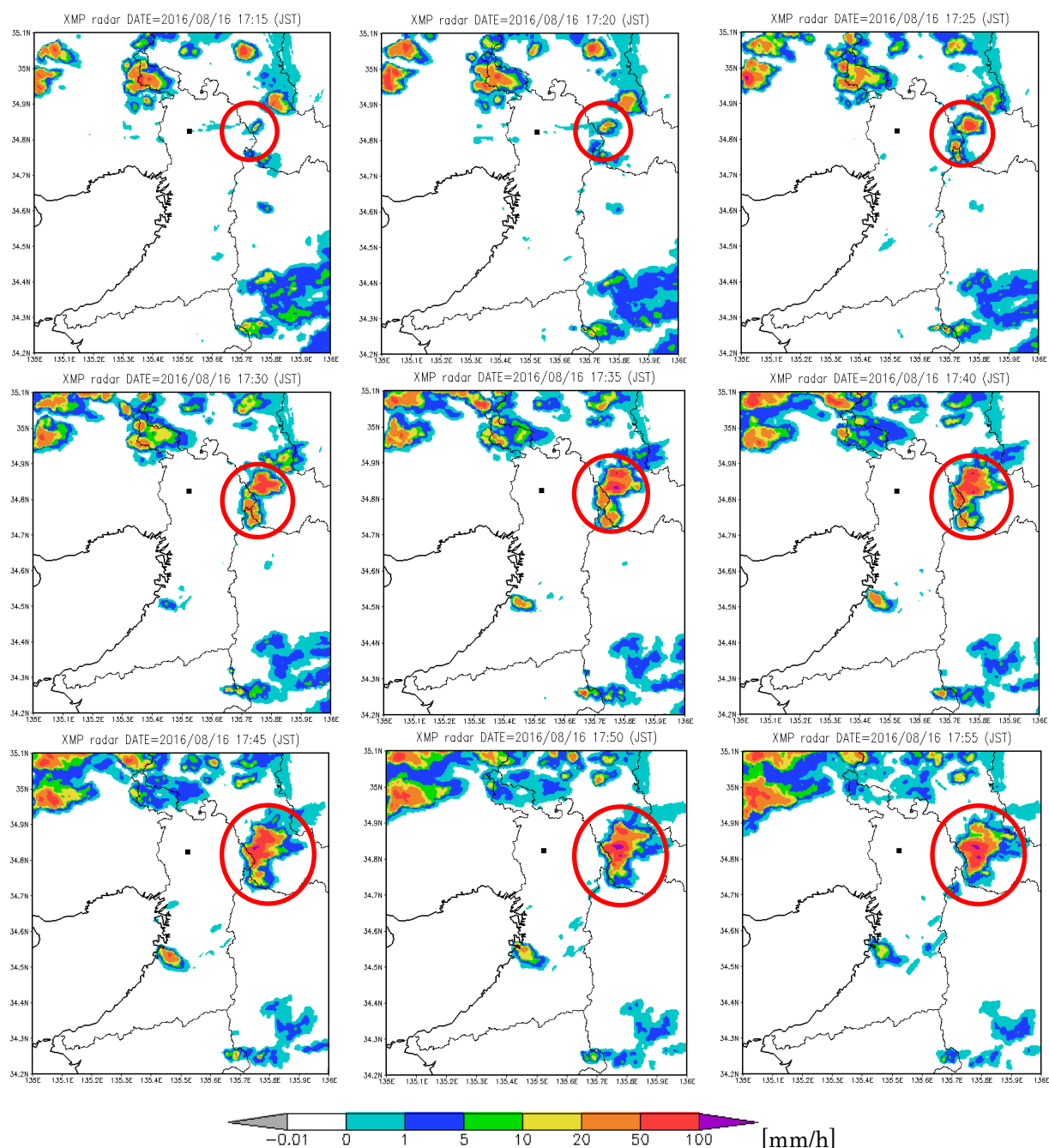


図 3.1-6 XRAIN の観測結果（事例 2、17 時 15 分～17 時 55 分）

赤丸：解析対象となる積乱雲

図 3.1-7 に事例 2 における PAR の観測結果の時間変化を示す。XRAIN で地上に降水域が観測され始める 17 時 15 分の 8 分前（17 時 07 分）に PAR で降水コアが検出され始めた。この降水コアも上空で発達し、その後地上に降水をもたらしたが、17 時 15 分の断面では降水コアはまだ上空に存在しており、その後も高度を維持していた。

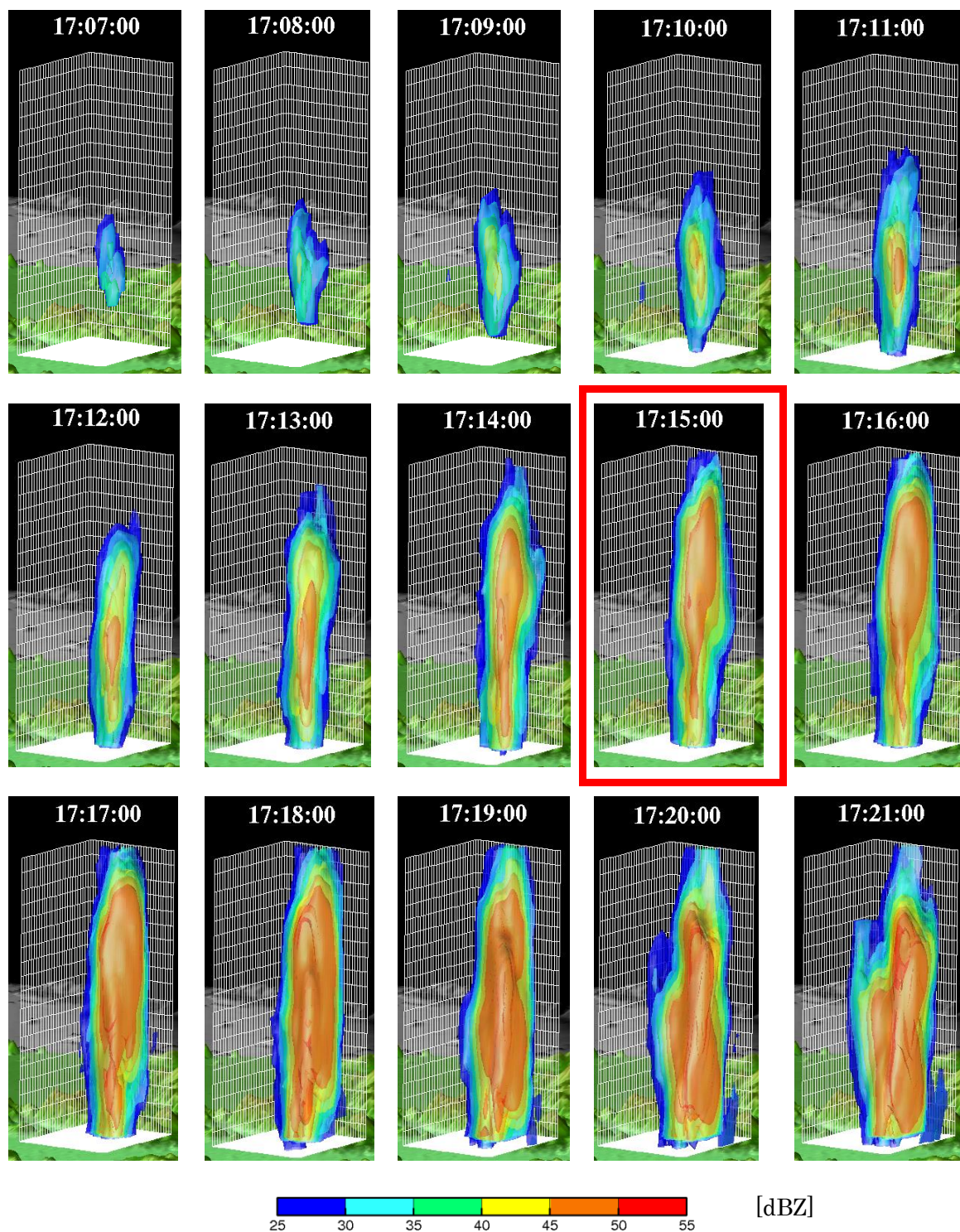


図 3.1-7 PAR で観測した積乱雲の時間変化（事例 2、17 時 07 分～17 時 21 分）

赤枠：XRAIN で地上に降水域が観測され始めた時刻

以上の 2 つの積乱雲に対して、鉛直構造の時間変化を解析した。昨年度の積乱雲の解析結果より、以下の事がわかっている（図 3.1-8, 9）。

- ・ 1 つの積乱雲内では複数の降水コアが発生・発達を繰り返すことで積乱雲自体の
- ・ 1 つの降水コアが上空で発生してから地上へ到達するまでの時間は 15 分程度である。

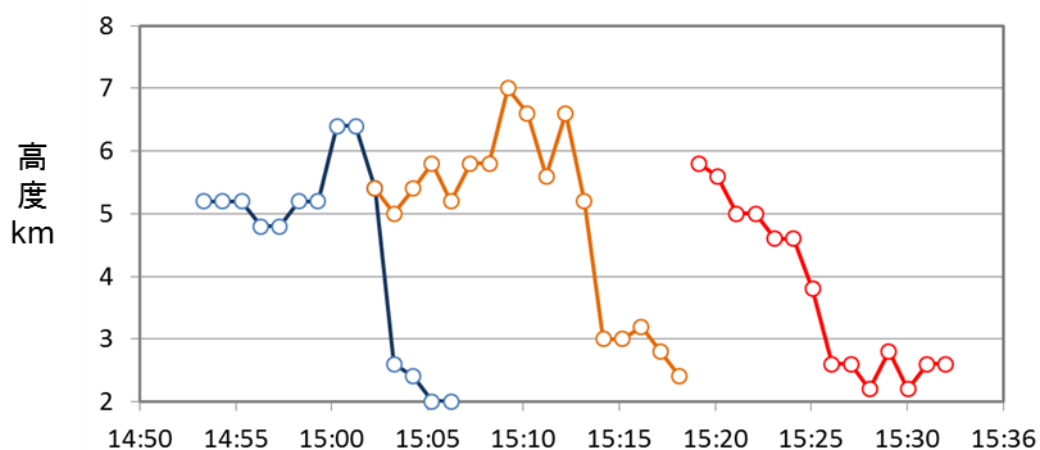


図 3.1-8 検出された降水コア高度の時間変化（昨年度解析事例 3 の積乱雲）

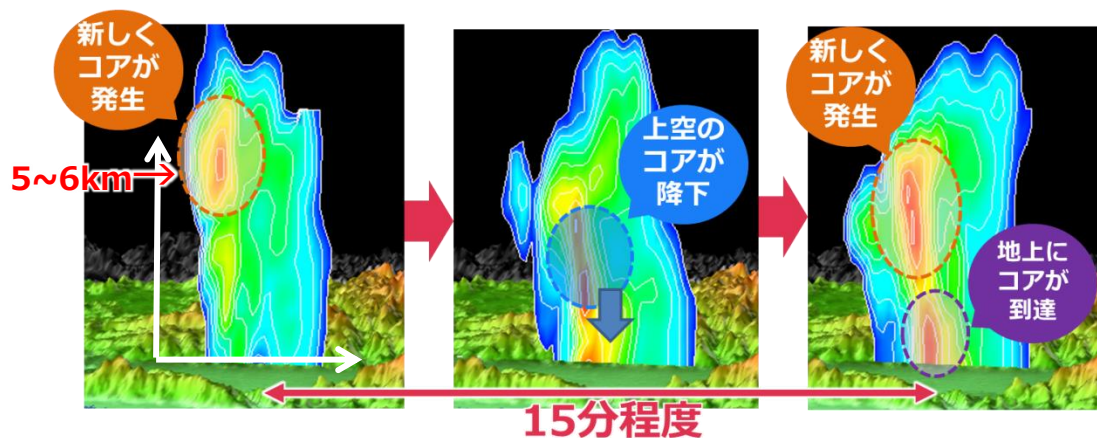


図 3.1-9 PAR の観測から得られた積乱雲のモデル

以上の結果を踏まえて、上述の 2 つの積乱雲内の最大反射強度高度の時間変化について解析を行った。ここで、最大反射強度高度は降水コアの高度と概ね一致するが、降水コアが複数存在する場合はその限りではない。

事例 1 及び事例 2 における積乱雲の鉛直断面図の時間変化を図 3.1-10, 11 に示す。ここで、鉛直断面図とは、ある水平領域における各高度の最大値の事である。事例 1 の積乱雲については、上空 3.5km 付近に降水コアが発生し、最大反射強度高度は徐々に下がっていき、16 時 00 分に高度 1.9km に達した。その後、再び最大反射強度高度は上昇し、16 時 04 分には高度 3.2km となった。その後も高度 3km が維持されていた。また、事例 2 の積乱雲についても降水コア発生直後は事例 1 と同じ様に高度 3km 付近に発生しているが、その後最大反射強度は上昇し、17 時 15 分には高度 5.2km にまで達し、その後は事例 1 の積乱雲と同様に高度を維持していた。

この 2 つの積乱雲はどちらも 1 時間以上地上で強雨をもたらした積乱雲である。個々の降水コアの持続時間は 15 分程度であることから、最大反射強度高度が維持されているのは、単一の降水コアが高度を維持しているのではなく、複数の降水コアが発生・発達を繰り返すことで見かけ上高度が維持されているだけである。しかし、この最大反射強度高度が維持されるという事は、複数の降水コアによって積乱雲のシステムが維持されているとみなすことが出来るので、積乱雲が持続するのか否かを判断する材料になると考えられる。

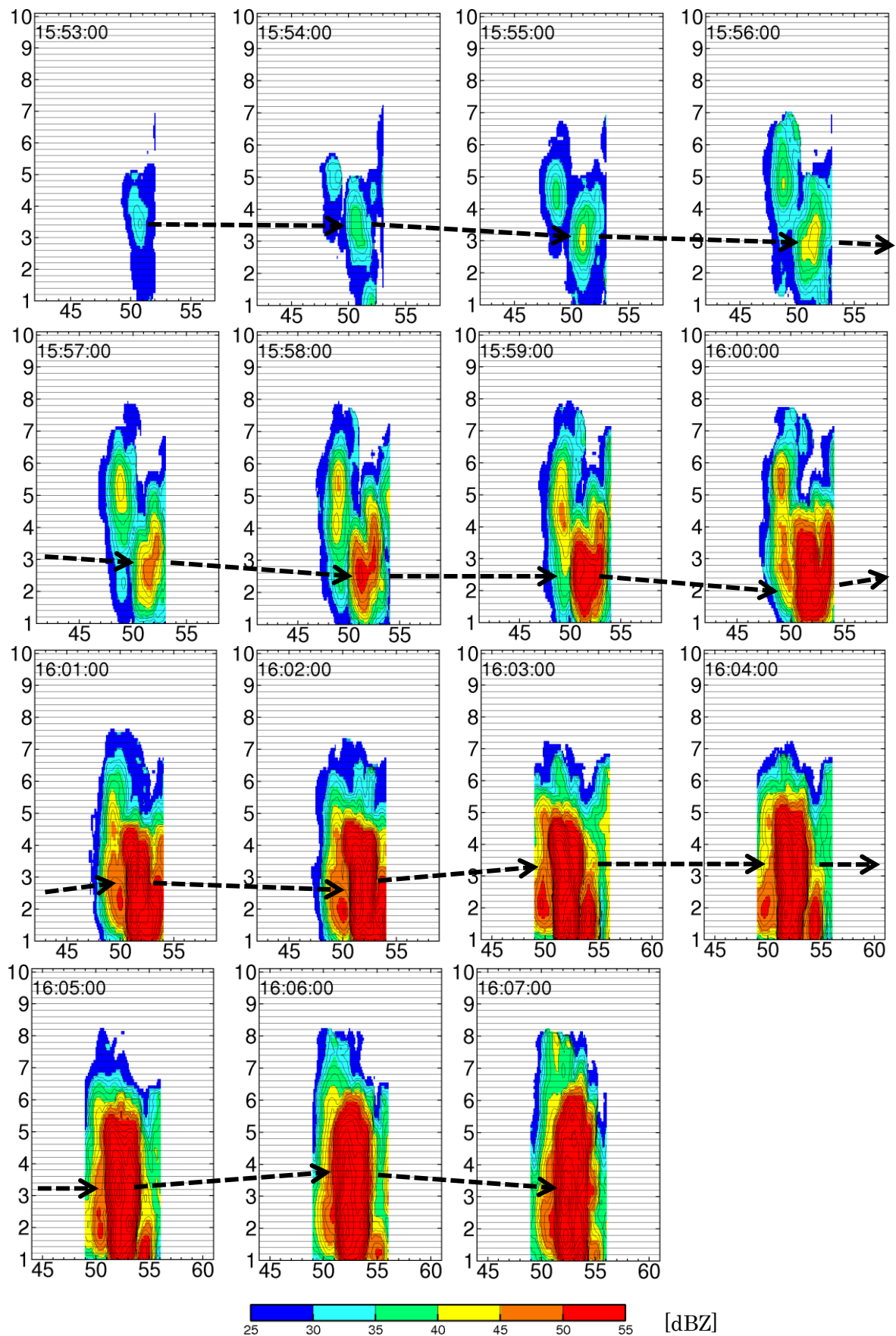


図 3.1-10 事例 1 の最大反射強度高度の時間変化
 (縦軸：高度[km] 横軸：水平距離[km] 矢印：最大反射強度高度の推移)

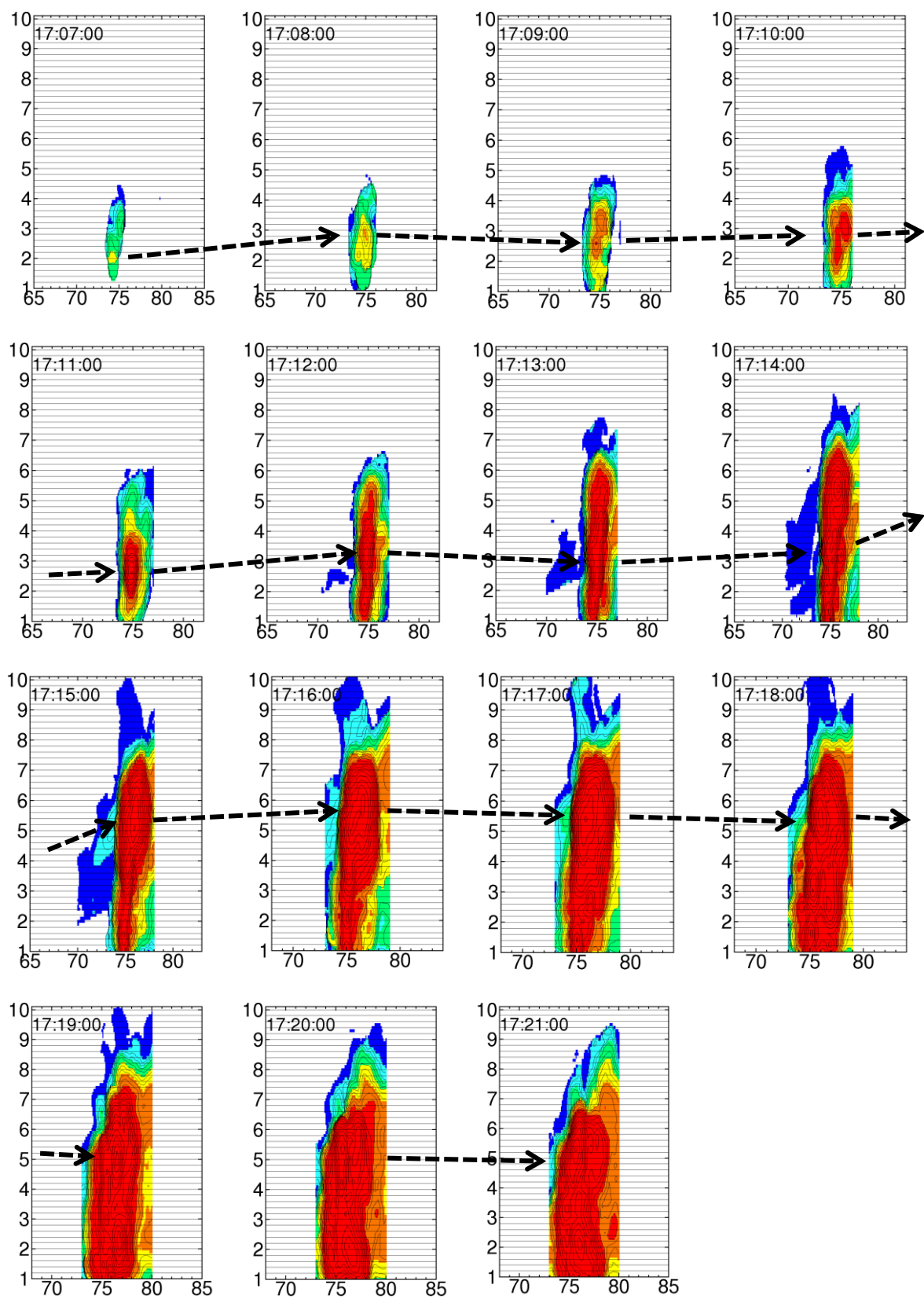


図 3.1-11 事例 2 の最大反射強度高度の時間変化
(様式は図 3.1-10 と同様)

比較的持続時間の短い積乱雲についても同様の解析を行った。対象とした積乱雲は事例 1 で発生したものである（図 3.1-12）。この積乱雲は発生後 25 分程度で消滅した比較的持続時間の短い積乱雲である（事例 1'）。この積乱雲も上記の 2 つの積乱雲と同様に、高度 4.5km の上空に発生し、その後最大反射強度高度は下降している。15 時 10 分に高度が少し回復するが、再び降下し、15 時 12 分以降は高度 2km を維持したまま積乱雲が衰退・消滅した（図 3.1-13）。事例 1,2 と比べてこの積乱雲の最大反射強度高度は低く（事例 1,2 では高度 3km 以上）、持続時間も短いことから最大反射強度高度は積乱雲が持続するか否かの判断材料になり得ると考えられる。

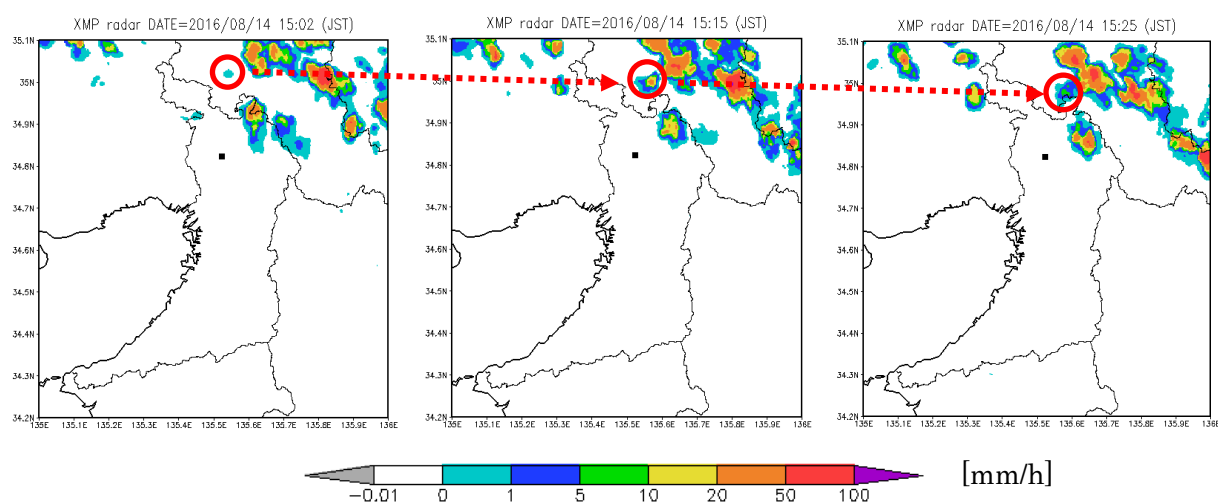


図 3.1-12 XRAIN の観測結果（事例 1、15 時 02 分～15 時 25 分）
赤丸：解析対象となる積乱雲

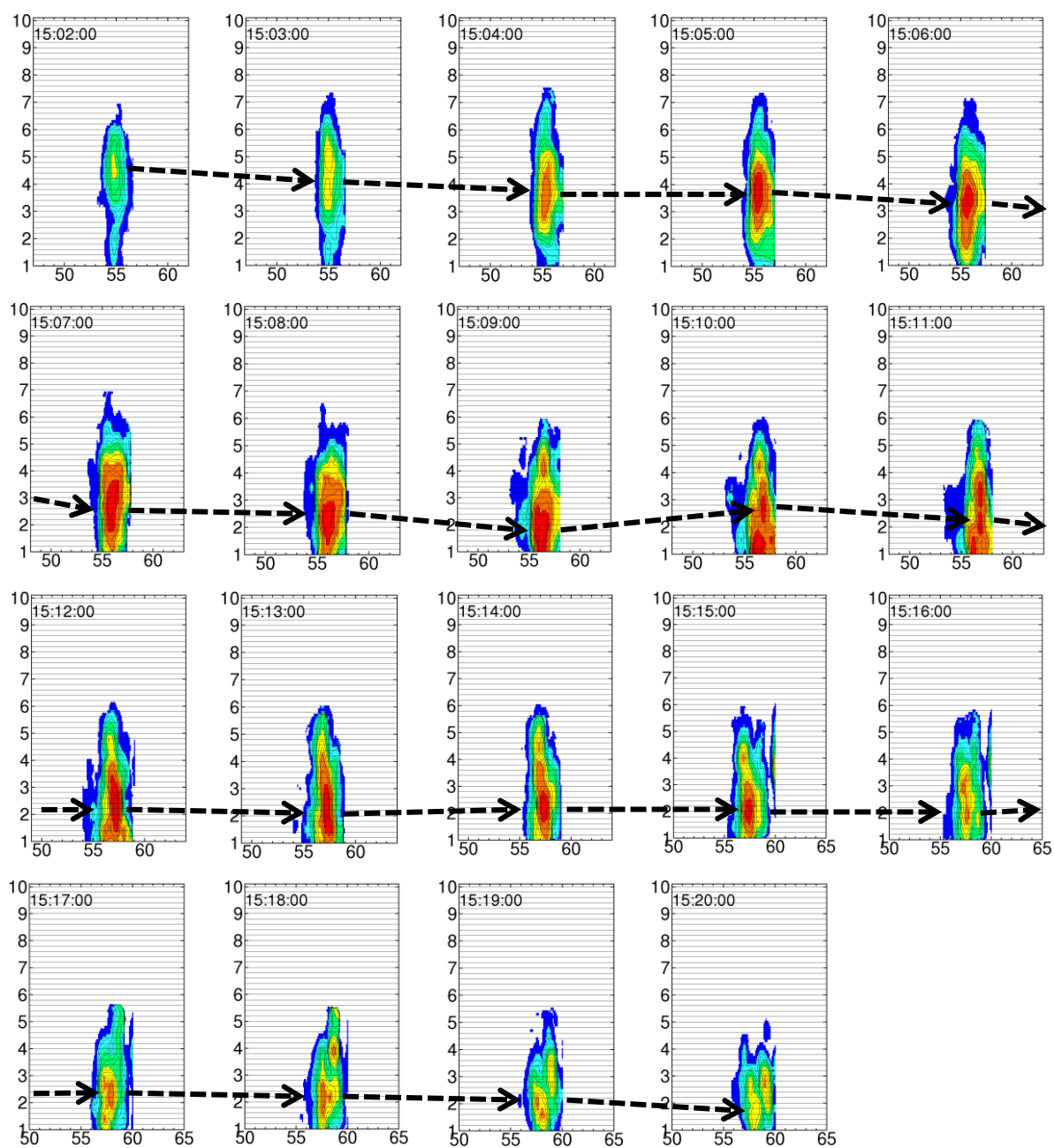


図 3.1-13 事例 1'の最大反射強度高度の時間変化
(様式は図 3.1-10 と同様)

(c) 結論ならびに今後の課題

1) 大規模積乱雲発生・発達時の観測データ蓄積

[結論]

- ・ PAR 観測の蓄積基準に従って、平成 28 年度データの蓄積を行った。

[課題]

- ・ PAR 観測 1 回分のデータ容量が 3～5MB と大きいため、(研) 防災科学技術研究所が課題①で構築している Website へのデータベース化は難しいと考える。当面、サーバに蓄積し、入手希望があれば、DVD 等で必要なデータを送付する予定である。

2) 大規模積乱雲モデルの見直しとモデル精度向上

[結論]

- ・ 積乱雲内の最大反射強度高度と持続時間の間には一定の関係性が見られ、最大反射強度高度が 3km 以上を維持する積乱雲は比較的長時間持続する傾向が見られた。

[課題]

- ・ 最大反射強度高度と積乱雲の衰退との定量的な関係性を導出し、積乱雲の衰退を加味した局地的大雨等早期探知・予測システムを構築する。

(d) 引用文献

特になし

3.2 局地的大雨等早期探知・予測システム開発

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

PAR 観測データを用いた大規模積乱雲の解析結果を基に、自治体（大阪市福島区役所）とのコミュニケーションを通じて、局地的大雨の早期探知・予測システムの開発を行うこと。

(b) 平成 28 年度業務目的

前年度の局地的大雨の早期探知・予測の試験配信によって得られた問題点について見直しを行い、より精度の高いシステムの開発を行うこと。また、得られたシステムを用いて局地的大雨の早期探知・予測システムの試験運用を行うこと。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
(株) 気象工学研究所	部長代理	太平 貴裕
(株) 気象工学研究所	主任	吉田 翔

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

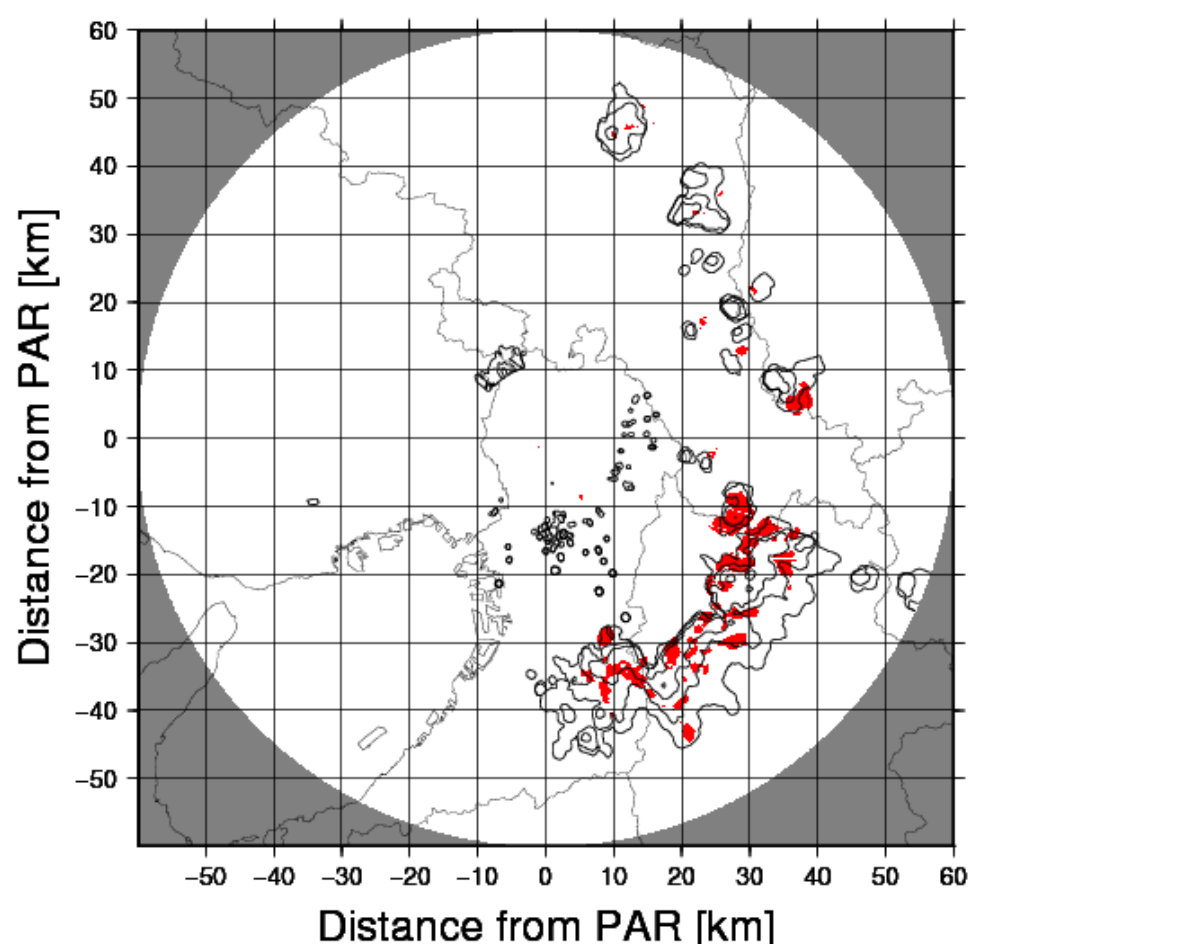
- ・局地的大雨等早期探知・予測データフォーマットを検討・決定した。基準・データフォーマットに従い、平成 28 年 7 月～平成 28 年 9 月までのデータの変換・蓄積を行った。
- ・平成 28 度の事例に対して 3 次元データ解析を行い、昨年度の予測手法の改良を行った。
- ・上記の結果を用い、局地的大雨の監視・予測システムの構築を行い、試験運用を実施した。

(b) 業務の成果

1) 予測データの蓄積

平成 25 年度に検討した蓄積データフォーマットを基に、平成 28 年 7 月から平成 28 年 9 月の局地的大雨に関する予測データの蓄積を行った。予測データのフォーマット例を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 予測データの蓄積フォーマット

プロダクト名	局地的大雨予測領域画像データ
概要 PAR サイトから半径 60km 圏内において上空に強反射強度域があり、30 分以内に局地的な大雨が降ると予測される領域の画像データ。画像の更新間隔は 30 秒とし、蓄積の対象は本プロジェクトで解析を行う範囲とする。大雨予測領域に加えて高度 1km における 10dBZ ごとの等反射強度線も描画する。	
データのイメージ  赤色域：局地的大雨予測領域 コンター：高度 1km の反射強度(10dBZ 間隔)	

2) 局地的大雨等の発生予測手法の改良

昨年度の局地的大雨の監視・予測システムの試験運用の結果明らかとなった課題について、以下の通り予測手法の改良を行った。

a) 降水域の移動ベクトル推定手法の見直し

降水域の移動ベクトルの推定はパターンマッチング手法により推定する。この手法は現在の降水域と過去の降水域の位置を比較し、最も類似度の高い降水域を特定し、その移動距離から移動ベクトルを算出する。しかしながら、この手法はよく似た降水域が隣接しているような場合において、過去の移動履歴を無視して誤った移動ベクトルを導出してしまう場合がある。この様な誤った移動ベクトルが推定されないように、移動ベクトル算出時に過去の移動ベクトルを参照し、急に不自然な向き・速さを持つ移動ベクトルが推定されない様に制限を設けた（図 3.2-1）。

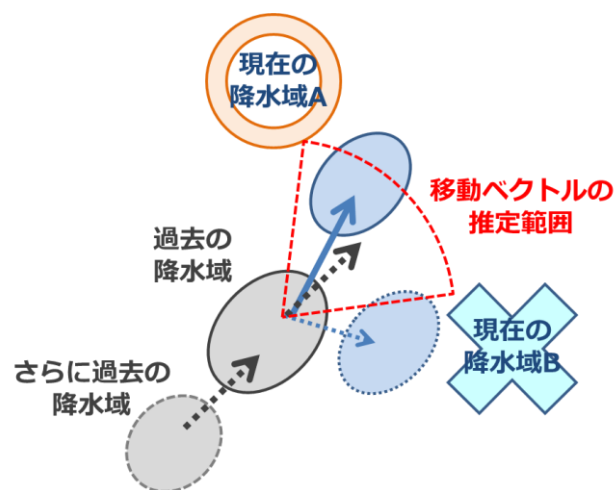


図 3.2-1 過去の移動履歴を参照した移動ベクトル推定手法の概念図

b) ZR 式の逐次的導出

昨年度の試験運用時には、3次元移流予測モデルによる予測地上雨量は高度 1km における予測反射強度分布に一般的な ZR 式 ($Z = 200R^{1.6}$) を適用する事で導出されていた。しかしながら、ZR 式は降雨現象によって大きく変動する事が既往の研究によって知られている。図 3.2-2 に 2015 年 8 月 8 日、13 日及び 9 月 10 日における ZR 式を示す。3 事例共に一般的な ZR 式と比べて大きく異なっていることがわかる。この様に本来 ZR 式は事例によって異なり、さらには降雨の変動に応じて時々刻々と変化すると考えられる。

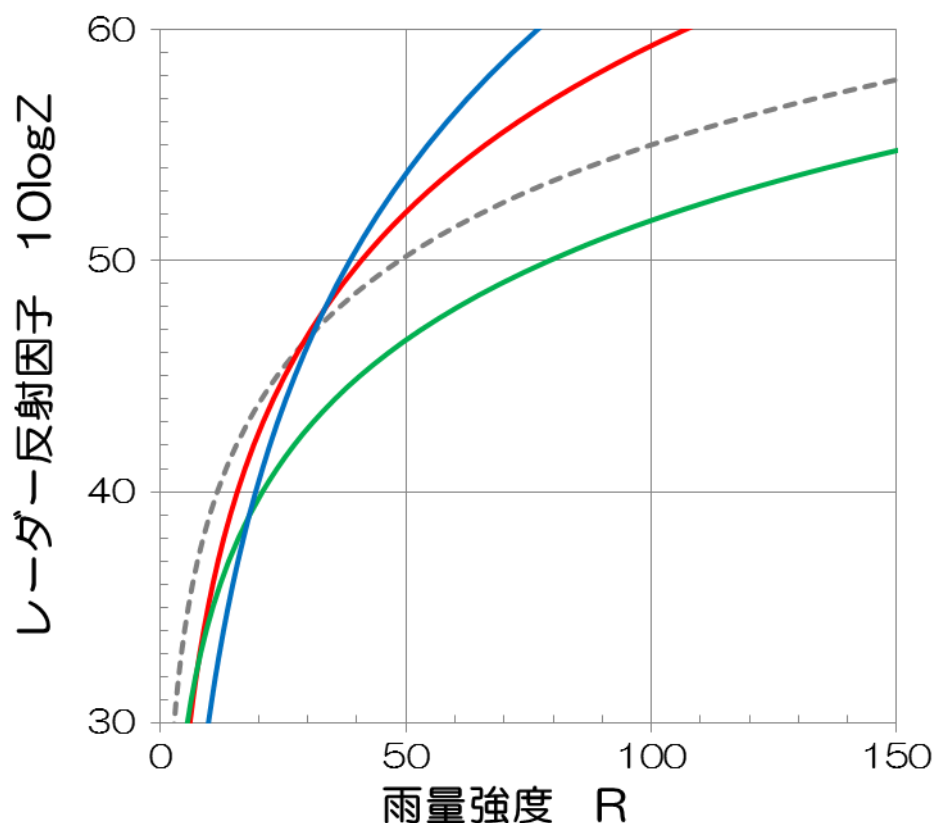


図 3.2-2 事例別の ZR 式

赤：2015 年 8 月 8 日、緑：8 月 13 日、青：9 月 10 日、灰：一般的な ZR 式

そこで、本年度は XRAIN による地上雨量強度を参考にした ZR 式をリアルタイムで導出するアルゴリズムを開発した(図 3.2-3)。PAR で観測された高度 1km の反射強度 Z と XRAIN で観測された地上降雨強度 R の過去 10 分間の平均値を基に層別平均値法によって ZR 式を導出した。この手法を毎分行う事でリアルタイムによる ZR 式の導出が可能となった。

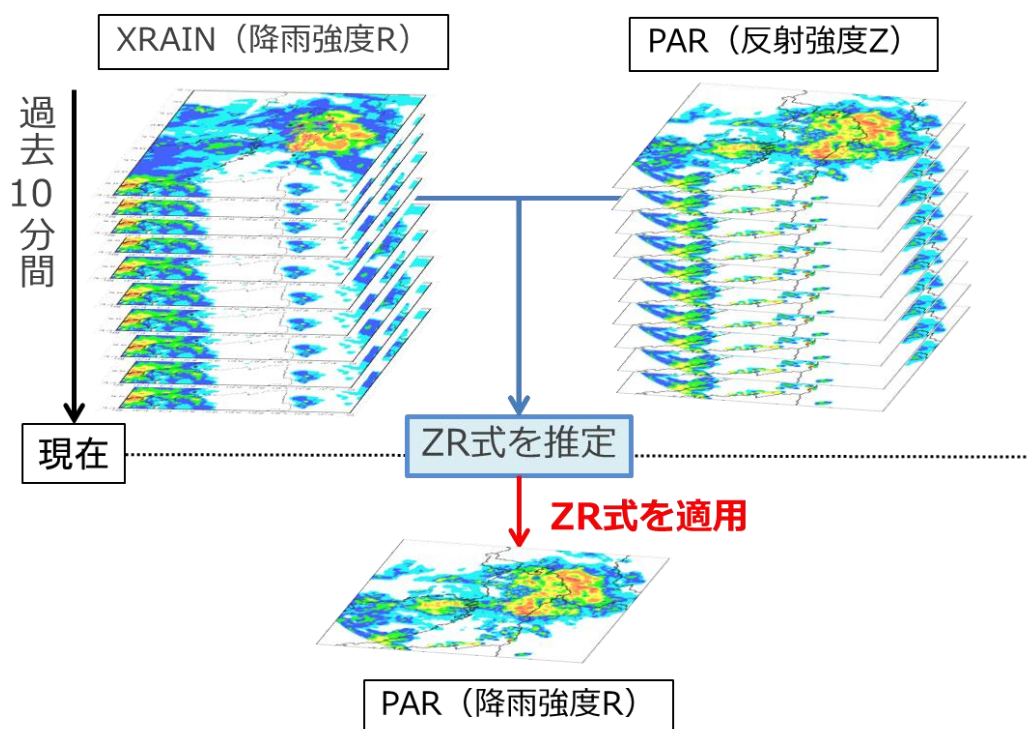


図 3.2-3 逐次的 ZR 式導出手法の流れ

図 3.2-4 に逐次的 ZR 式導出結果の例を示す。2015 年 8 月 12 日 22 時から翌 13 日 7 時において ZR 式を逐次的に導出したところ、ZR 式に非常に大きな変動がある事がわかった。また、一般的な ZR 式を用いた場合と逐次推定による ZR 式を用いた場合の雨量を比較したところ、一部過小推定が見られるものの XRAIN と同等の雨量値が推定されることが確認された(図 3.2-5)。

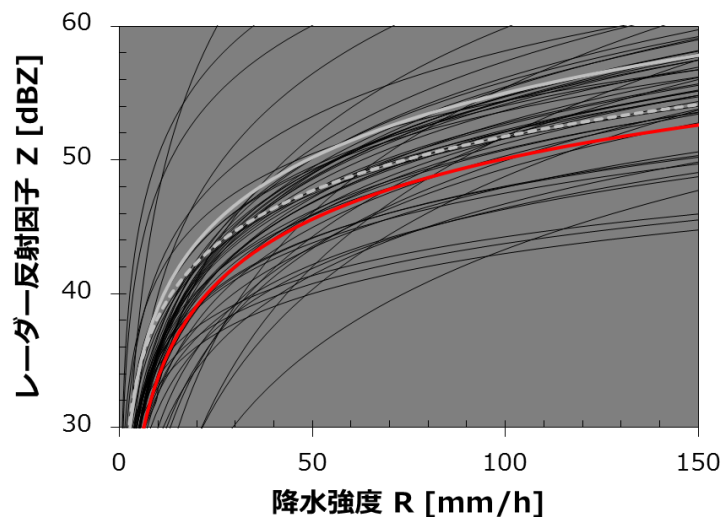


図 3.2-4 ZR 式の逐次推定結果

黒：逐次推定結果 赤：全逐次推定結果の平均値
 灰実線： $Z = 200R^{1.6}$ 灰破線： $Z = 300R^{1.35}$

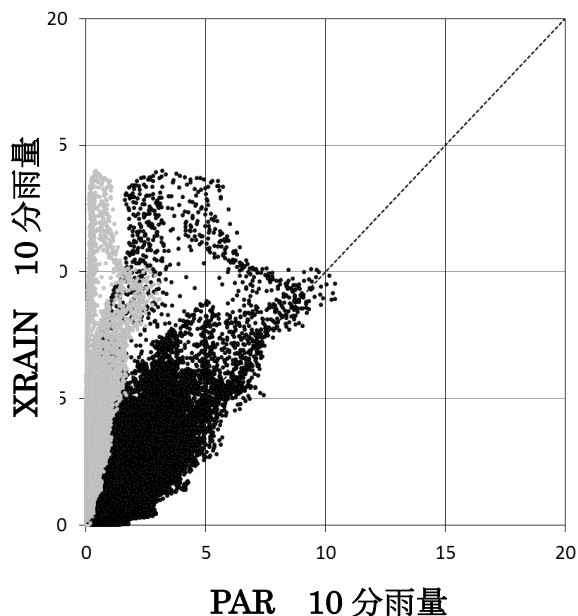


図 3.2-5 ZR 式の違いによる雨量値の比較

黒：逐次推定結果 灰： $Z = 200R^{1.6}$

3) 局地的大雨の監視・予測システムの試験運用

a) 試験運用結果

前節で構築した局地的大雨予測システムを試験的にリアルタイムによる運用を行った。試験運用時は 10 分雨量を最大 60 分先まで予測し、予測の更新は 1 分間隔とした（表 3.2-2、図 3.2-6）。

表 3.2-2 試験運用時の予測設定

項目	詳細
最大予測時間	60 分
予測間隔	10 分
予測計算・配信時間間隔	1 分
予測値	1 時間以内に福島区以内に予測される最大 10 分雨量

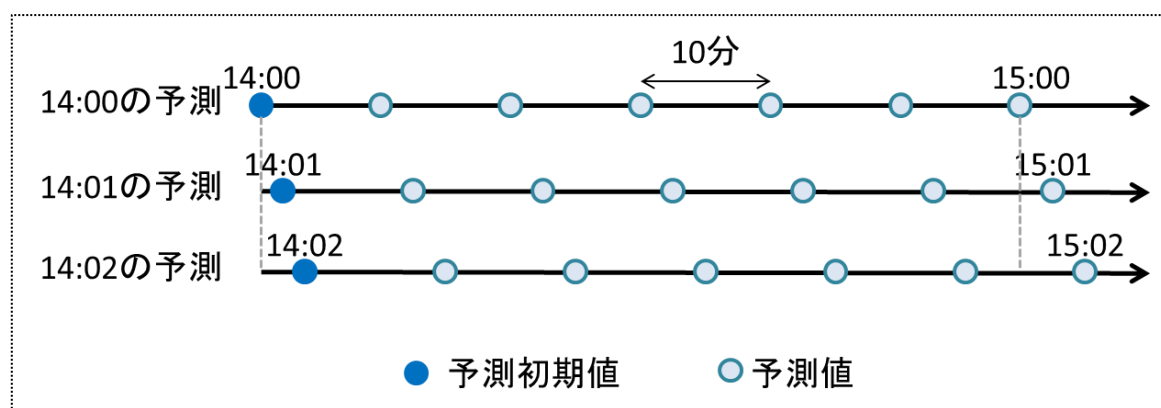


図 3.2-6 試験運用時の予測スケジュール例

試験運用時の予測対象領域は大阪市福島区役所管内に加えて、北区、都島区、此花区の計4区に対して行った（図 3.2-7）。また、福島区及び北区の領域内において豪雨を予測した場合は、携帯端末や PC への予測情報の自動配信を行った。自動配信を行う条件は表 3.2-3 の通りである。気象庁より配信される注意報・警報を併用し、大雨注意報（または警報）と雷注意報の両方が発令されている時に、予測 10 分雨量が 5mm 以上 10mm 未満の場合は『ゲリラ豪雨注意情報』、10mm 以上となった場合は『ゲリラ豪雨警戒情報』として予測情報の配信を行った。また、『ゲリラ豪雨注意情報』ないし『ゲリラ豪雨警戒情報』が配信された後に、それぞれの予測情報配信条件を下回った場合には『ゲリラ豪雨情報解除通知』を配信した。

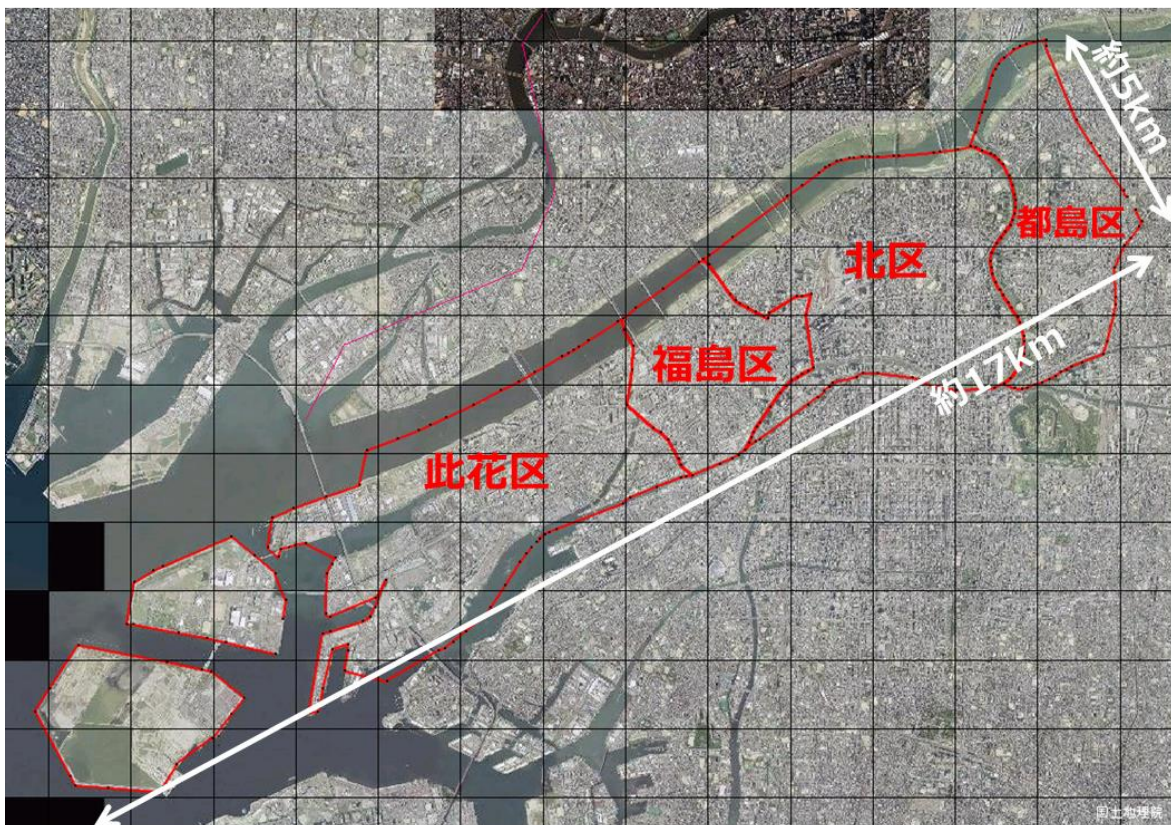


図 3.2-7 予測対象領域

表 3.2-3 予測情報配信条件一覧

メール件名	発表されている注警報*1	予測雨量（10分雨量）*2
ゲリラ豪雨注意情報	大雨かつ雷	5mm 以上 10mm 未満
ゲリラ豪雨警戒情報	大雨かつ雷	10mm 以上
ゲリラ豪雨情報 解除通知	無し	5mm 未満

*1 大雨注意報、雷注意報及び、大雨警報も含む

*2 予測雨量は 1 時間以内に各区内（図 3.2-7）に予測される最大 10 分雨量

試験運用対象期間中（7月15日～8月24日）の予測情報配信日および配信回数を表3.2-4に示す。8月14日および8月24日は比較的配信回数が多く、10回以上の通知があった。

表 3.2-4 予測情報配信事例一覧（着色：配信回数が10回以上だった事例）

No.	日付	福島区			北区		
		配信開始時刻	配信終了時刻	配信回数	配信開始時刻	配信終了時刻	配信回数
1	7月31日	16:39	16:50	3回	16:39	16:51	4回
2	8月3日	18:19	20:50	2回	17:52	20:50	5回
3	8月5日	19:31	21:34	5回	20:32	21:34	5回
4	8月6日	15:38	18:30	3回	情報配信無し		
5	8月14日	16:38	19:07	15回	16:37	19:07	15回
6	8月22日	14:52	17:41	3回	14:51	17:41	4回
7	8月24日	13:30	18:38	3回	13:30	18:38	11回
8		23:05	25日 4:12	5回	22:46	25日 4:12	8回
総配信回数		39回			52回		

b) 試験運用結果の精度検証

図 3.2-8 に 2016 年 8 月 14 日、24 日のゲリラ豪雨情報配信時の 60 分先までの 10 分毎の予測雨量と観測雨量 (XRAIN) の平均値 (福島区は 17 回の予測、北区は 27 回の予測の平均) の比較を示す。福島区では 40 分先予測までは概ね観測値と同程度の予測が行われた。50 分以降は予測値が過大となる傾向が見られた。また、北区については全体的に予測雨量が観測雨量に対して過大となる傾向がみられるが、30 分先までであれば観測雨量と同程度の雨量が予測された。

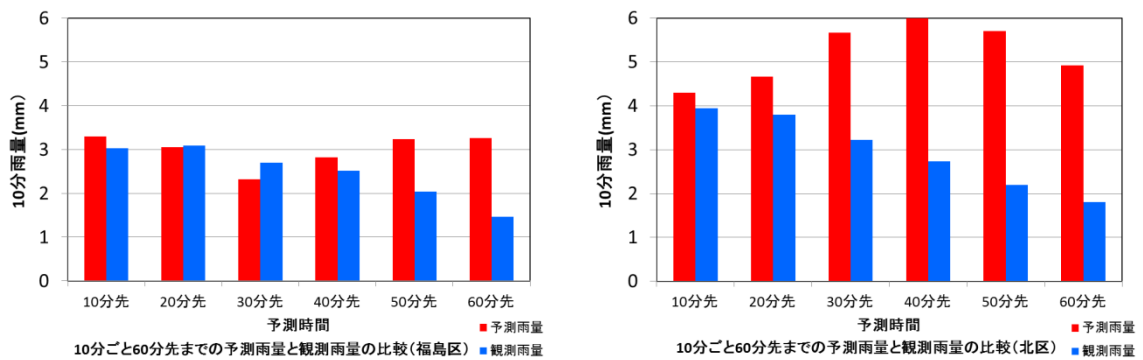


図 3.2-8 予測雨量と観測雨量 (XRAIN) の比較

左：福島区 右：北区

c) 試験運用結果を基にした予測精度向上のための改善案

局地的大雨の監視・予測システムの試験運用の結果、40分先以降の予測雨量が観測雨量に対して過大となる傾向が見られた。この予測結果の要因について考察し、予測精度向上のための対策について検討を行った。

図 3.2-9 に 8 月 24 日の観測雨量 (XRAIN) を示す。ゲリラ豪雨情報が最初に発信された 13 時 30 分時点には北区の東に強雨域が存在しており、これが福島区に到達すると予測された。この時の予測雨量は 50 分先 (14 時 17 分) に 10mm であった。北区の東にあった強雨域は西進して徐々に福島区に近づいて行くが、14 時 10 分頃から衰退していき、最終的にはこの強雨域が福島区に到達する事はなかった。福島区内で 10mm/10 分の非常に激しい雨が予測された 14 時 17 分の実際の雨量は 0.1mm であり、13 時 30 分の予測場は過大予測であった。この様にリードタイムが長くなると積乱雲の時間変化による予測誤差が大きくなる。特に今回の様な過大予測を改善するためには、積乱雲の衰退を考慮した予測が必要となる。

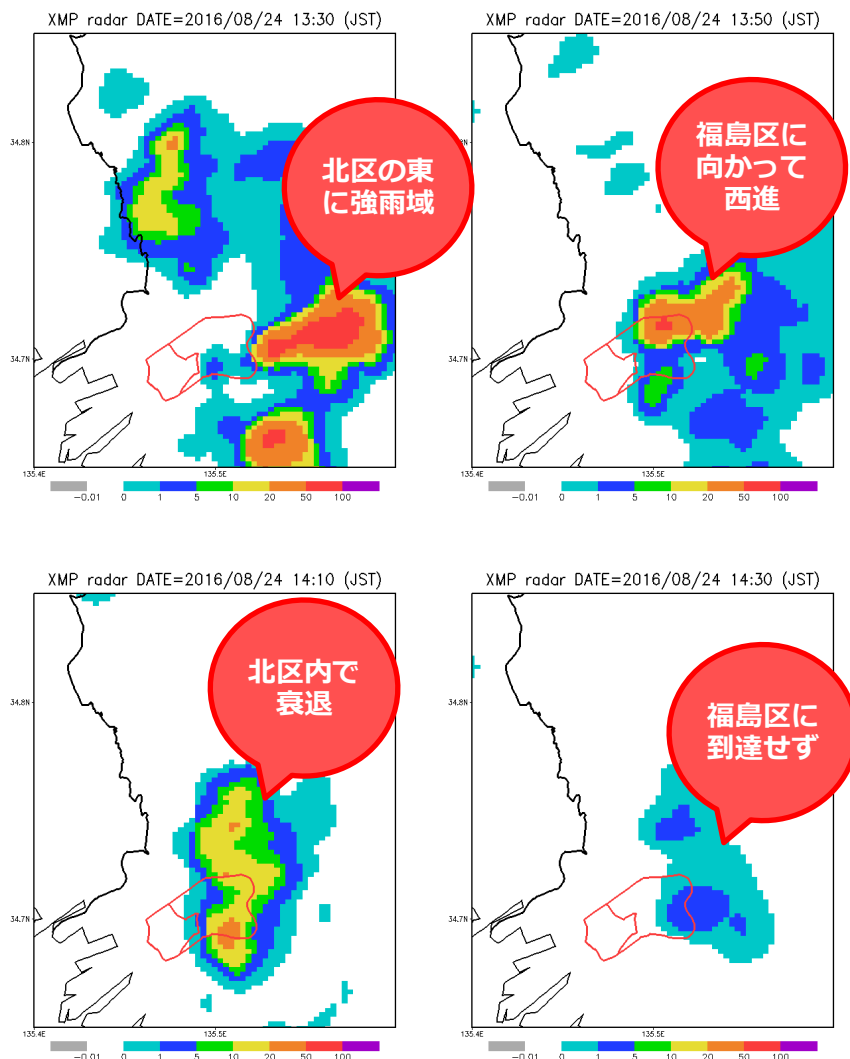


図 3.2-9 8 月 24 日の観測雨量 (XRAIN)

赤枠：福島区 (左) 及び北区 (右)

(c) 結論ならびに今後の課題

1) 予測データの蓄積

[結論]

- ・予測データの蓄積基準に従って、平成 28 年度データの蓄積を行った。

[課題]

- ・予測データも観測と同じく、1 回分のデータ容量が大きいため、(研) 防災科学技術研究所が課題①で構築している Website へのデータベース化は難しいと考える。当面、サーバに蓄積し、入手希望があれば、DVD 等で必要なデータを送付する予定である。

2) 局地的大雨等の発生予測手法の試験と見直し及び精度向上

[結論]

- ・平成 27 年度の局地的大雨の監視・予測システムの試験運用時に明らかになった課題の内、『雨域の移動ベクトルの推定誤差の改善』及び『地上雨量強度推定手法 (ZR 式) の改善』を行った。

3) 局地的大雨の監視・予測システムの試験運用

[結論]

- ・リアルタイムにおける局地的大雨の監視・予測システム試験運用を行ったところ、30 分程度先であれば、観測雨量と同程度の雨量を予測する事に成功した。しかしながら、40 分先以降は予測雨量が過大となる傾向が見られた。
- ・気象庁の大雨警報とゲリラ豪雨情報発信状況を比較したところ、ゲリラ豪雨情報は区単位の予測が可能であり、警報と比べて時間的・空間的により局所的な情報を発信できることがわかった。

[課題]

- ・40 分より先の予測雨量は過大となる傾向が見られ、これは積乱雲の衰退が予測に考慮されていない事が要因の 1 つだと考えられる。

(d) 引用文献

特になし

3.3 防災・減災体制、対策の早期構築の検討

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

大阪市福島区役所が、局地的大雨（ゲリラ豪雨）発生時防災体制の構築や対策において、どのタイミングでどのような情報を必要としているのかを明らかにし、ユーザライクな防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段を検討すること。

(b) 平成 28 年度業務目的

大阪市福島区役所が、局地的大雨発生時防災体制の構築や対策においてどのタイミングでどのような情報を必要としているかを明らかにし、ユーザライクな防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段を検討する。検討結果をシステムに反映できるように業務を実施すること。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
(株)気象工学研究所	課長	石田 俊介

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

大阪市福島区役所が、局地的大雨発生時防災体制の構築や対策においてどのタイミングでどのような情報を必要としているかを明らかにし、ユーザライクな防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段の検討を行った。検討結果をゲリラ豪雨情報システムに反映するため、以下について実施した。

- ・ 試行的に構築した予測システムについて福島区役所に追加し、北区役所、此花区役所都島区役所の各管内に広げ、試験運用結果をもとに、福島区役所及び周辺の区役所の防災・減災対策実施時に判断しやすいシステムに関するニーズ調査を実施した。
- ・ 昨年度までの福島区役所と周辺区役所のニーズ調査結果にもとづき、防災・減災対策方法の課題を整理し、対策について検討した。検討を行うに当たっては、地域防災リーダー連絡会など防災に関わる福島区役所管内の地域住民と区役所で行われる会議等において意見交換を行うなど課題整理に役立てた。
- ・ 上記 2 項目の検討結果から監視・予測システム（監視・予測システム）の課題を抽出し、システム改善案を検討し、システムに実装した。

(b) 業務の成果

1) ゲリラ豪雨予測システム（監視・予測システム）の試行と試行結果

以下、「ゲリラ豪雨予測」を「ゲリラ豪雨情報」と称する。本年度第1回運営委員会の検討結果に基づき、次章に詳述する「システム汎用化」の検討を前提にして、図 3.3-1 に示す予測範囲の拡大（福島区1区から福島区、北区、此花区、都島区の4区へ拡大）と、伝達方法・範囲の拡大を行った。各区へのゲリラ豪雨情報発信条件は、図 3.3-2 の中に示す福島区と同じ基準を使った。

ゲリラ豪雨情報システムの概要を図 3.3-2 に示す。1分ごとに1時間先までの10分単位の雨量予測を行い、大阪市に雷注意報と大雨注意報あるいは大雨警報が発表されており、かつ、対象区内にゲリラ豪雨（注意情報：5～10mm/10分、警戒情報：10mm/10分以上）が発生すると予測された時、ゲリラ豪雨注意情報・警戒情報をメール他で伝達する。

メールは、事前登録した関係者のパソコン、スマートフォン、携帯電話へ伝達した。また、Twitter と Yahoo! JAPAN Web でも伝達した。Twitter はゲリラ豪雨注意情報、警戒情報の区別はせず、注意情報の基準値を超えた場合、ゲリラ豪雨情報として伝達した。

表 3.3-1 ゲリラ豪雨情報の伝達方法、対象区、伝達範囲

伝達方法	対象区	伝達範囲
Web	福島区、北区	プロジェクト関係者、 大阪市福島区、北区防災担当者、 各区の防災に興味のある住民の方
メール	福島区、北区	
Twitter	福島区、北区	防災担当者を含む一般の方
Yahoo! JAPAN Web	福島区、北区、此花区、都島区	防災担当者を含む一般の方

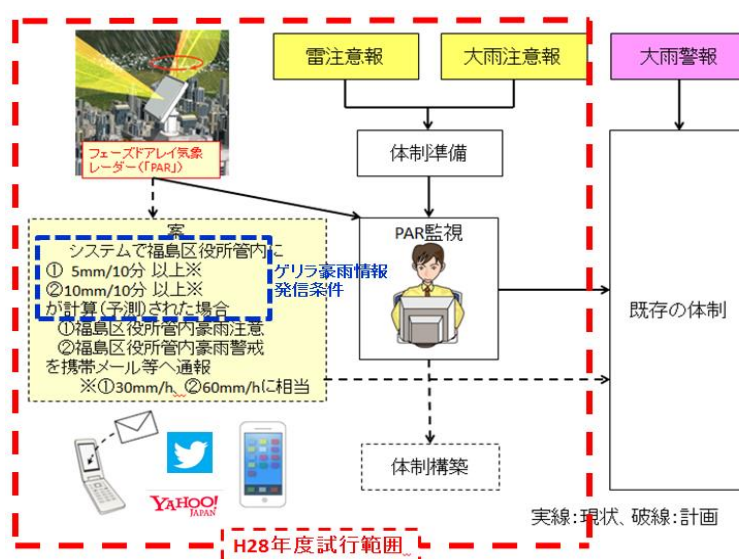


図 3.3-2 ゲリラ豪雨情報予測システム概要と発信フロー

（図中、赤字：平成 28 年度試行範囲、青字：ゲリラ豪雨情報発信条件）

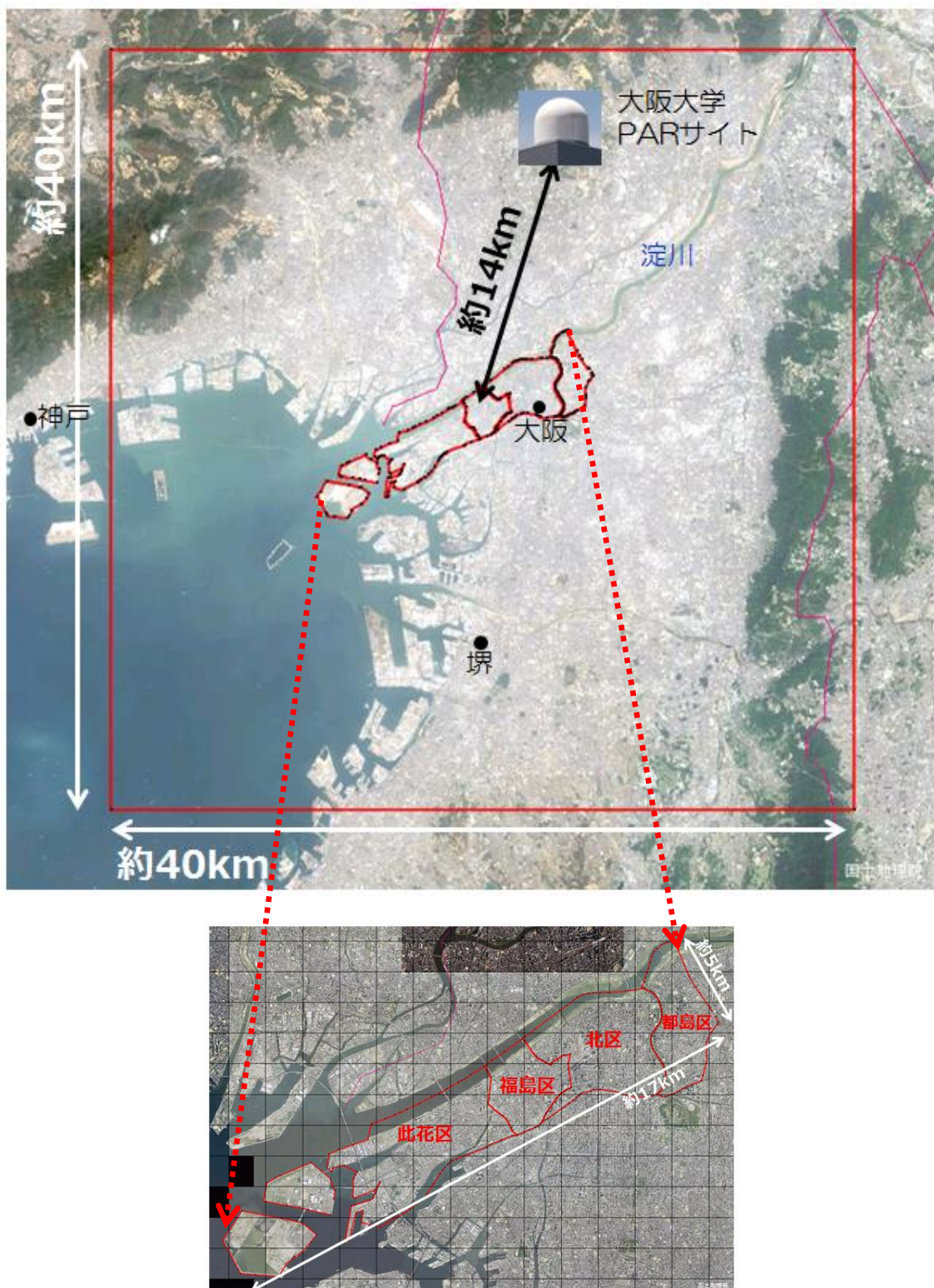
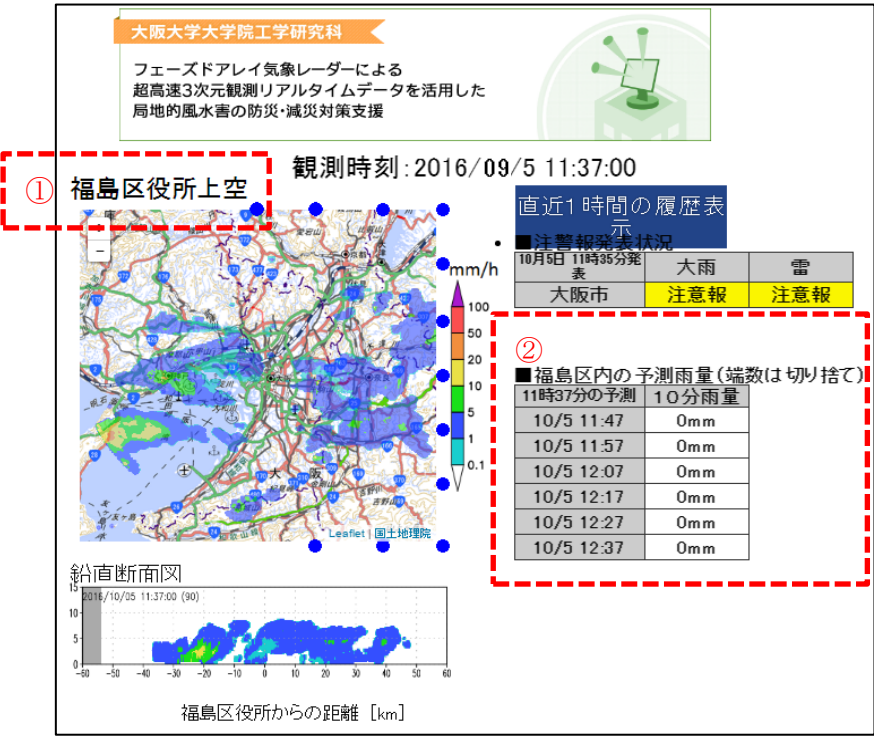


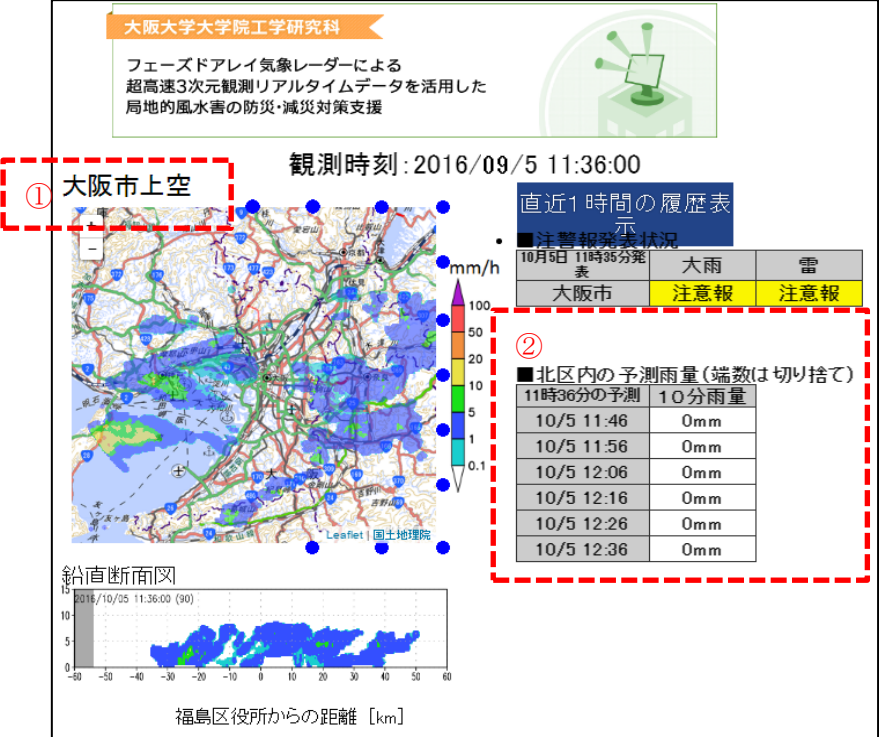
図 3.3-1 予測対象地域（福島区、北区※、此花区※、都島区※）
※今年度予測追加対象区

監視・予測システム Web 画面を複数区に対応させるため図 3.3-3 に示すように福島区と福

島区以外のデザイン（図の下側は北区の例）に分けて作成した。両図の左上の雨量分布図、鉛直断面図は昨年度までと同じように福島区役所が中心となるよう画像化し、インターネットを通じてパソコン、スマートフォンで積乱雲の監視が出来るようにした。



福島区の監視 web 画面



北区の web 監視画面

図 3.3-3 PAR による積乱雲監視・ゲリラ豪雨情報システム、
上：福島区用、下：北区用、①の地域名、②の予測内容は区毎に異なる
ゲリラ豪雨情報通知メールは、複数区に対応できるよう図 3.3-4 に示す対応を行った。図

3.3-4 はゲリラ豪雨注意情報通知メールの例を示しているが、図に示す以外にゲリラ豪雨警戒情報及びゲリラ豪雨解除通知メールがある。Twitter での通知情報の例は図 3.3-5 に示す。

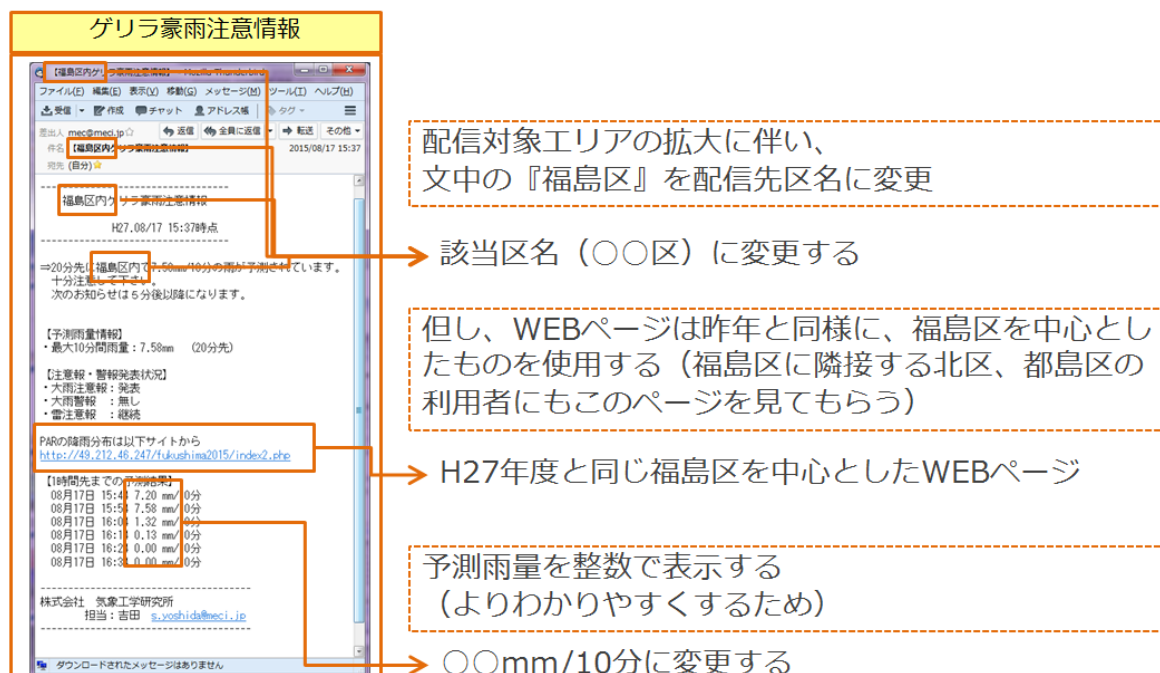


図 3.3-4 ゲリラ豪雨情報の通知メール（ゲリラ豪雨注意情報の例）

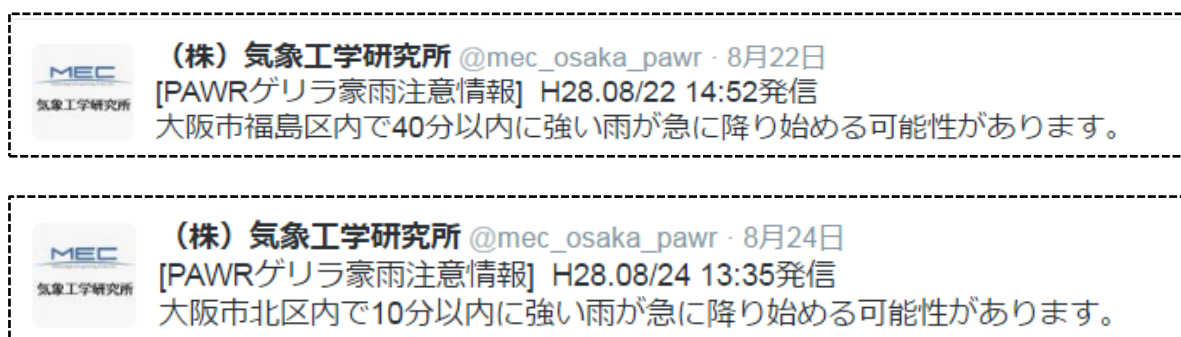


図 3.3-5 ゲリラ豪雨情報の Twitter での伝達内容
上：福島区の例、下：北区の例

Yahoo! JAPAN web^{*}での表示例を図 3.3-6 に示す。Web の閲覧は Yahoo! JAPAN 天気・災害ページから、大阪府の天気に入り、そのページでピンポイント天気の大阪市福島区 or 大阪市北区 or 大阪市此花区 or 大阪市都島区をクリックすると図 3.3-5 の中の①が表示される。図中の「大阪のゲリラ豪雨が降る前に分かる」をクリックすると、ゲリラ豪雨情報画面に移動し、現在の降雨状況 (②) と 60 分先までの 10 分毎の予測雨量 (③) が表示される。



図 3.3-6 Yahoo! JAPAN Web での積乱雲監視・ゲリラ豪雨情報表示例

※Yahoo! JAPAN Web については、ヤフー株式会社からヤフー天気の実験用（ラボ）ページに公開したいとの依頼があり、一方、本プロジェクトでは一般への様々な周知方法の検討を行うことにつながることから、ヤフーへのデータ提供及びシステム連携を行った。

ゲリラ豪雨情報システムの試行運用は、7月15日～9月30日まで行った（本報告書では8月24日までの結果を扱う）。福島区管内、北区管内の参加者数等をそれぞれ表3.3-2(1)と(2)に示す。

表 3.3-2(1) ゲリラ豪雨情報試行参加者と実施期間（大阪市福島区）

参加者カテゴリー	参加者数	期間
防災担当者、自主防災関係者・住民	38 名	2016.7.15～2016.8.24
運営委員	5 名	

表 3.3-2(2) ゲリラ豪雨情報試行参加者と実施期間（大阪市北区）

参加者カテゴリー	参加者数	期間
防災担当者、自主防災関係者	10 名	2016.7.15～2016.8.24

試行運用を行う前に、ゲリラ豪雨の特徴、ゲリラ豪雨情報システムとゲリラ豪雨情報の概要に関する資料（H26 年度 3.3 章末資料を参照されたい）を使い、福島区役所、北区役所から参加者に説明を行った。

表 3.3-3 に試行期間中の 7 月 15 日～8 月 24 日までのゲリラ豪雨情報発信日と発信回数を示す。福島区へは 39 回、北区へは 52 回の発信をした。

本年度のゲリラ豪雨情報発信結果について情報の有効性を確認する目的で、気象庁が発表する大雨注意報・大雨警報の発表時間帯と、ゲリラ豪雨情報発信時間帯について表 3.3-4(1)、(2)に示す。表 3.3-4(1)、(2)から、大雨注意報、大雨警報発表時間帯と比較し、ゲリラ豪雨情報発信時間帯は数時間以上短くなっていることがわかる。表 3.3-5 にゲリラ豪雨情報発信日数と大雨注意報、大雨警報の発信日数を示す。ゲリラ豪雨注意情報発信日数は大雨注意報発表日数 14 日に比べ約 1/2 となっており、ゲリラ豪雨警戒情報発信日数は大雨警報発表日数とほぼ同日数である。気象庁が発表する範囲は大阪市全域、一方、ゲリラ豪雨情報対象範囲は大阪市の一部である福島区や北区を対象とした狭い範囲の情報であることから発信日数も絞られており、ゲリラ豪雨情報は短時間強雨の防災・減災対策にとって有効な情報となっている。

試行の結果、ゲリラ豪雨情報の判定（ゲリラ豪雨発生と判断するしきい値）については、現在設定されている内容で有効であることがわかった。運営委員及び福島区役所、北区役所、自主防災関係者・住民の方々の意見から収集した意見をまとめ、次節に詳述する。

表 3.3-3 試行期間中のゲリラ豪雨情報発信日と発信回数（着色：配信回数が 10 回以上の事例）

No.	日付	福島区			北区		
		配信開始時刻	配信終了時刻	配信回数	配信開始時刻	配信終了時刻	配信回数
1	7 月 31 日	16:39	16:50	3 回	16:39	16:51	4 回
2	8 月 3 日	18:19	20:50	2 回	17:52	20:50	5 回
3	8 月 5 日	19:31	21:34	5 回	20:32	21:34	5 回
4	8 月 6 日	15:38	18:30	3 回	情報配信無し		
5	8 月 14 日	16:38	19:07	15 回	16:37	19:07	15 回
6	8 月 22 日	14:52	17:41	3 回	14:51	17:41	4 回
7	8 月 24 日	13:30	18:38	3 回	13:30	18:38	11 回
8		23:05	25 日 4:12	5 回	22:46	25 日 4:12	8 回
総配信回数		39 回			52 回		

※階級別予測値頻度（上表配信回数には、解除通知が含まれている）

情報配信の内訳（ゲリラ情報注意 5 ～ 10mm/10min

福島区：5 ～ 10mm/10min 未満：28 回、10mm/10min 以上：3 回、

北 区：5 ～ 10mm/10min 未満：35 回、10mm/10min 以上：10 回

表 3.3-4(1) 大阪市大雨注意報・警報発表時間帯とゲリラ豪雨情報発信時間帯

(2016 年 7 月 15 日～8 月 6 日)

月. 日	大阪市大雨注意報・警報 発表時間帯(●:発表、▼:解除、黒:注意報、赤:警報)			ゲリラ豪雨情報発信時間帯			
	時:分		時:分	福島区		北区	
	時:分		時:分	時:分	時:分	時:分	時:分
07. 28	● 15:09	→	▼ 19:51	—		—	
07. 31	● 15:14	→	▼ 18:45	16:39 →	16:50	16:39 →	16:51
08. 01	● 16:36	→	▼ 20:22	—		—	
08. 02	● 16:12	→	▼ 20:15	—		—	
08. 03	● 17:11	→	▼ 20:49	18:19		17:52 →	19:16
08. 04	● 16:23	→	▼ 20:14	—		—	
08. 05	● 19:29	→	▼ 21:32	19:31 →	20:45	20:32 →	20:47
08. 06	● 14:26	→	▼ 18:28	15:38 →	15:43	—	

表 3.3-4(2) 大阪市大雨注意報・警報発表時間帯とゲリラ豪雨情報発信時間帯

(2016 年 8 月 7 日～8 月 24 日)

月. 日	大阪市大雨注意報・警報 発表時間帯(●:発表、▼:解除、黒:注意報、赤:警報)				ゲリラ豪雨情報発信時間帯			
	時:分	時:分	時:分	時:分	福島区		北区	
	時:分	時:分	時:分	時:分	時:分	時:分	時:分	時:分
08. 14	● 16:35	→		▼ 19:05	16:38 →	18:15	16:37 →	18:16
08. 16	● 11:58	→		▼ 翌00:11	—		—	
08. 18	● 17:10	→		▼ 22:09	—		—	
08. 19	● 15:55 → ● 17:13 → ● 18:47 →			▼ 21:06	—		—	
08. 20	● 17:51	→		▼ 20:06	—		—	
08. 22	● 14:10	→		▼ 17:39	14:52 →	14:57	14:51 →	14:58
08. 24	● 12:45 → ● 13:40 →	→		▼ 18:37	13:30 →	13:50	13:30 →	14:15
08. 24	● 22:27	→		▼ 翌04:10	23:05 →	23:50	22:46 →	23:50

※注意報・警報は大阪管区気象台発表情報

表 3.3-5 ゲリラ豪雨情報と気象庁の発表する気象注意報・警報発信日数の比較

項目		7 月 15 日～8 月 24 日
福島区	ゲリラ豪雨注意情報	7
	ゲリラ豪雨警戒情報	2
北区	ゲリラ豪雨注意情報	6
	ゲリラ豪雨警戒情報	3
大阪市	大雨注意報	14
	大雨警報	3

2) ゲリラ豪雨情報の防災・減災対策方法の課題整理と対策の検討

1)で実施した試行から、実際に地上にゲリラ豪雨がもたらされる 30～40 分前にゲリラ豪雨情報を出せることがわかった。ゲリラ豪雨情報発信から 2 分程度で Web 画面の更新及びゲリラ豪雨情報メール、Twitter の着信ができていたことがわかった。Yahoo! JAPAN Web には、同 3～4 分程度後までに情報の更新が出来ていたことがわかった。

昨年度と本年度を通じてゲリラ豪雨情報の配信を実施し、ゲリラ豪雨情報を 30 分程度前には出せることがわかってきた。これらゲリラ豪雨の試行運用成果を前提に、これまで福島区役所でニーズ調査を行った結果について表 3.3-6 にまとめる。

表 3.3-6(1) ゲリラ豪雨情報の防災・減災対策方法の課題整理と対策

番号	H27 年度成果と課題	H28 年度の対応	H28 年度の成果と今後課題
1	ゲリラ豪雨情報は、発生 30 分前に発信できることがわかってきた。	予測雨量が過大となる傾向があるため、観測データ処理手法の改善を行った。	H27 年度と比較し予測精度は向上した。 地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）の作成及び見直しが可能となった。
2	SNS (Twitter) を利用し伝達した。フォロワーは福島区在住者、市議会議員等含め 34 人であった。	・ Twitter を利用し、福島区に加え北区の情報も作成し関係者以外にも発信した。 ・ Yahoo! JAPAN Web を利用し福島区、北区、此花区、都島区の情報に関係者以外にも発信や閲覧ができるようにした。	・ SNS (Twitter) を利用し伝達した。フォロワーは 47 人となった。 ・ Yahoo! JAPAN Web は、平均して 100 人/日規模の閲覧があった。
3	ゲリラ豪雨情報は、計 66 回発信したが、福島区役所管内での浸水はなかった。このことから、ゲリラ豪雨情報発信の現しきい値は、小さい可能性がある。	予測雨量の精度改善は行った。H27 年度、気象庁大雨注意報発信日数と比較し、ゲリラ豪雨情報発信日数は 1/3 程度となっていることから、しきい値は、そのまま用いた。	ゲリラ豪雨情報は、福島区 39 回、北区 52 回発信したが、当該区内での浸水被害はなかった。 気象庁大雨注意報発信日数と比べゲリラ豪雨情報日数は 1/2 程度となっている。 今後、防災・減災対策にさらに有効に活用するためには、ゲリラ豪雨情報のしきい値を大きくする必要がある。
4	ゲリラ豪雨（局地的大雨）の定義をできるだけわかりやすくする。	Yahoo! JAPAN Web でリアルタイムにゲリラ豪雨情報を閲覧できるようにし、アンケートを実施した。	意見に基づき、説明資料の更新を行った。
5	メール、SNS を使用したゲリラ豪雨情報伝達では、タイムラグなく情報を伝達できた。	Yahoo! JAPAN Web で試行運用した結果 3～4 分程度のタイムラグで、観測結果・予測結果を伝達できることまでわかった。	ゲリラ豪雨は、予測可能時間が 30 分程度と短いため、メール、SNS 等での周知が適切である。

表 3.3-6(2) ゲリラ豪雨情報の防災・減災対策方法の課題整理と対策

番号	H27 年度成果と課題	H28 年度の対応	H28 年度の成果と今後課題
6	気象庁から大雨警報が発表されている時のゲリラ豪雨情報発信の必要性があるか否か。	防災機関では、台風や梅雨前線に伴う大雨警報時に発生する短時間の強雨にも関心を持っている。ゲリラ豪雨とは発生のメカニズムは異なるが、情報としては有効であると想定される。	大規模擾乱（台風、梅雨前線、温帯低気圧等）から急に降る短時間強雨については、今後の検討課題となる。
7	ゲリラ豪雨 10 分予測値は、予測時間によって量的な変動が大きい。1 時間積算雨量も対象とした方がよいと想定される。	予測手法の改良を行い、予測する時間が変わっても変動を小さくできた。30 分先までの予測精度に問題がないと想定される。	現在、標準的には 1 時間雨量を前提に様々な防災・減災対応が取られており、防災担当者には 10 分 or 30 分雨量等になじみが薄い。福島区役所では、プロジェクト実施期間を通じゲリラ豪雨情報に 10 分雨量を採用していたので、10 分雨量が実際にどの程度の雨であるかの把握をされていた。浸水被害に確実に結び付く積算時間については今後の検討課題である。

3) ゲリラ豪雨情報システムの改善案

ゲリラ豪雨情報発信試行後、福島区役所、運営委員会において、システムの改善の成果と今後の課題について検討を行った。検討結果について、表 3.3-7 に示す。

表 3.3-7 ゲリラ豪雨情報システムの改善成果と今後の課題

番号	検討項目	これまでの成果と課題	備考
①	ゲリラ豪雨	いつ	地上にゲリラ豪雨をもたらす 30 分程度前までに予測可能
		どこで	2 km×2 km 程度の範囲で予測可能
		どのくらい	・ 10 分で 5 mm 以上（注意） ・ 10 分で 10mm 以上（警戒） ただし、警戒については、値を大きくした方がよい。
②	情報収集方法	・ Web ・ メール等を使い、浸水現場の確認ができるようにした方がよい。	
③	情報監視方法	・ Web、商用 Web ・ メール ・ SNS（Twitter 等）の利用	ゲリラ豪雨情報システムとともに、内水氾濫図、浸水実績図を活用する。
④	体制・対策の検討	・ 浸水を受けやすい住宅地、低地にある公園、アンダーパス、イベント等を事前に把握しておくことと、それら情報は防災関係部署、自主防災組織、住民等との共有を行い、ゲリラ豪雨時の体制を作っておく。 ・ 土のう等の設置場所について、自主防災組織、住民と事前に情報共有をしておく。 ・ 以上、事前の準備をするとともに、ゲリラ豪雨情報システムを利用する。	・ 警報発表時、体制を構築している。 ・ 緊急連絡網はある。 ・ 土のうの準備はしている。
⑤	情報伝達方法	・ Web、商用 Web（PC、スマートフォン） ・ メール ・ SNS（Twitter 等）の利用	メール、Twitter、商用 Web を利用した伝達試行から 3 分程度で情報伝達できることがわかった。

(c) 結論ならびに今後の課題

防災・減災体制、対策の早期構築の検討結果と今後の課題について以下にまとめる。

1) ゲリラ豪雨情報システムの試行と試行結果及び課題

[結論]

- ・ゲリラ豪雨新予測手法の開発により、30 分程度前にゲリラ豪雨が予測できることがわかった。
- ・一般的な防災情報、気象情報でゲリラ豪雨に対応できる体制になっていないことから、PAR を利用して、ゲリラ豪雨情報システムを構築し、昨年度から今年度、情報発信試行を実施した。ゲリラ豪雨の定義や伝達内容・方法については、理解のしやすさ伝達時間からみて良好であることが分かった。
- ・リードタイムが 30 分程度と短いため、伝達手段として、Web やメールだけでなく SNS（ツイッター、フェースブック、Yahoo! JAPAN などの商用 Web 等）の利用及びその他の情報の発信方法についても検討し、理解のしやすさ、伝達時間からみて有効であることがわかった。

2) ゲリラ豪雨情報の防災・減災対策方法の課題整理と対策の検討

[結論]

- ・大雨警報が発表されている時には、豪雨災害への体制が取られているが、警報が発表されていない時には、体制がない。本プロジェクトで、大雨警報級に相当するゲリラ豪雨について 30 分程度前に把握できることが分かってきた。
- ・30 分程度のリードタイムのゲリラ豪雨情報を取り入れることで、防災・減災対策への対応の検討ができるようになった。

3) ゲリラ豪雨情報システムの改善案

[結論]

- ・本年度試行の結果、ゲリラ豪雨情報システムについて、伝達内容、方法は、概ね良好であることがわかった。
- ・過去の浸水発生時の雨量調査から、ゲリラ豪雨情報の雨量として 10 分雨量を採用することが良いと想定される。

[今後の課題]

- ・ゲリラ豪雨情報の精度の更なる改善を図る必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 大阪市防災会議：大阪市地域防災計画＜風水害等対策編＞、pp33、平成 25 年 3 月

3.4 手法の汎用化

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

大阪市福島区役所が、局地的大雨（ゲリラ豪雨）発生時防災体制の構築や対策において、どのタイミングでどのような情報を必要としているのかを明らかにし、ユーザライクな防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段を検討し、支援情報及び伝達手段のシステム化を行うこと。

(b) 平成 28 年度業務目的

大阪市福島区役所及び周辺の 5 自治体程度のニーズを把握した上で、防災・減災対策について検討すること。SNS、商用 Web 等を使用した情報発信内容・方法について検討し、試験運用すること。監視・予測システムについて汎用化を検討すること。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
(株)気象工学研究所	技師長	大藤 明克
(株)気象工学研究所	課長	石田 俊介

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

- ・大阪市福島区役所及び周辺 4 自治体にゲリラ豪雨情報システム運用範囲を広げ、ニーズ調査を行い、防災・減災対策について検討した。
- ・SNS (Twitter) 及び商用 Web (Yahoo! JAPAN Web) を利用し、試行運用を行った。Yahoo! JAPAN Web への発信にあたり情報内容の検討を行い、約 2.5 か月試行運用を行った。
- ・上記の検討にもとづき、監視・予測システムについて汎用化を検討した。

(b) 業務の成果

1) 大阪市福島区役所及び周辺自治体（北区、此花区、都島区）のニーズ調査と防災・減災対策の検討

【大阪市福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査】

手法の汎用化を図るため、福島区役所及び福島区役所周辺の自治体からのヒアリングを行った。本年度のヒアリング内容については昨年度までのヒアリングした内容とほぼ同じ内容であることから、防災・減災対策の課題のまとめ及び検討を行った結果については平成 27 年度報告書 65～66 ページを参照されたい。

【防災・減災支援対策の検討】

PAR の利用でゲリラ豪雨発生 30 分前には予測ができることがわかった。ゲリラ豪雨予測を利用し、自治体の浸水対策の支援策の汎用化を目的として、福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査結果をもとに

「福島区 地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）」

「福島区 局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案」

の作成を H27 年度に行ったところである。

上記各案については、福島区役所管内の自主防災組織等が、災害対策基本法に基づく地区防災計画作成のための検討の場で、福島区役所とのコミュニケーションを行う際、利用されるようになっている。当該コミュニケーションは表 3.4-1 に示すように実施されている。

さらに、本年度、上記各案の中でのリスクコミュニケーションに関することについて、神戸大学大石教授から指導を受け、指導内容を運営委員会で検討し、表 3.4-2 示す見直しを行い、改訂した。改訂した「地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）」及び「局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案」は巻末に付録として添付する。

表 3.4-1 ゲリラ豪雨（局地的）防災対策コミュニケーション実施記録（福島区役所）

実施日	目的	対象組織	参加者
平成 27 年 11 月 30 日	福島地域 地区防災計画への ゲリラ豪雨対策に関する内容 掲載のため	福島地域 地区防災計画策定 検討会	25 名
平成 27 年 12 月 8 日	平成 26 年度試行 ゲリラ豪雨 情報のメール発信の効果確認 のため	福島地域 地区防災計画策定 検討会	23 名
平成 28 年 1 月 20 日	上福島地域 地区防災計画へ のゲリラ豪雨対策に関する内 容掲載のため	上福島地域防災リーダー隊 長・副隊長	5 名
平成 28 年 9 月 15 日	玉川地域 地区防災計画への ゲリラ豪雨対策に関する内容 掲載のため	玉川地域 地区防災計画策定 検討会	14 名

表 3.4-2 「地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）」及び「局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案」の見直し内容

	（専門家からの）指摘事項	見直し内容
①	地域防災計画（ゲリラ豪雨対策）案、局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案には、台風等の大規模なじょう乱に伴う大雨による河川増水、河川氾濫等への注意について簡単に書き加えておいた方がよい。	「台風や温帯低気圧、前線、集中豪雨などに伴う大雨による浸水、洪水への防災・減災対策は、従来どおり、大阪市地域防災計画＜風水害等対策編＞に従って実施する」旨、防災計画案・マニュアル案に追記。
②	リスクコミュニケーションの階層（専門家、防災担当者、住民などの区分け）も考慮し説明資料や教育訓練等の内容はそのレベルに合わせる必要がある。	「防災・減災対策に関し階層（防災担当者、自主防災組織、住民などの別）別に教育訓練を行う。教育訓練内容・成果は、コミュニケーション記録にまとめ、必要があれば地域防災計画案、マニュアル案の内容の見直しを行い改訂する。」旨、マニュアル案に追記。
③	伝達方法はスマートフォンなどを使えないお年寄り等への対処も必要である。	「防犯パトロール車（青パト）による放送を行うことによりゲリラ豪雨情報を伝達する旨」明記している。 「災害時要援護者へは福島区地域防災計画 ¹⁾ に従い対応する。」旨、マニュアル案に追記。

2) SNS (Twitter) 及び商用 Web (Yahoo! JAPAN) を使用した情報発信試行運用

【SNS(Twitter)を利用した情報発信試行】

昨年度、今年度と SNS (Twitter) を使用した情報発信試行運用を行った。SNS (Twitter) を使用した情報発信の詳細については、平成 27 年度報告書 67、68 ページを参照されたい。Twitter 運用アカウント方針²⁾については、平成 27 年度報告書付録 1 を参照されたい。Twitter について、本年度、福島区と北区へのゲリラ豪雨情報の発信を行った。本年度の情報発信の詳細は、本報告書 47 ページ参照されたい。

7 月 15 日～8 月 24 日の期間、ゲリラ豪雨情報解除通知を含め、福島区に 39 回、北区に 52 回発信した。端末への伝達時間は、3～4 分程度の時間を要していた。

【商用 Web (Yahoo! JAPAN) を使用した情報発信試行運用】

本年度、Yahoo! JAPAN Web での情報発信試行運用を行った。Yahoo! JAPAN Web を使用した情報内容の詳細については本報告書 48 ページを参照されたい。資料 3.4-1 に Yahoo! JAPAN Web で実施したアンケート項目及び結果についてまとめる。Web 運用結果及び資料 3.4-1 から以下のようにまとめることができる。

①情報伝達時間は適切かについて

大量データ収集演算処理後、60 先までのゲリラ豪雨情報の一般への周知には 3～4 分の時間を要していた。30 分先位まで精度の高い情報が出せるとすると、現象発生まで 25 分程度の余裕時間があり、一般の方々への情報伝達には有効な手段であると考えられる。

②現象発生前の 30 分程度の余裕時間だが、一般の方に役立つ情報となっているかについて

質問内容 2 のアンケート結果によると、60%の人がそれなりに役立ったとの回答であった。さらに、75%の人が、情報に対して何らかの行動をとっている。

③情報のわかりやすさについて

質問内容 3 のわかりやすさについては、わかりにくいの回答が若干上回っている。この内容を改善するためは、情報提供前に Web 画像の見方等の説明を繰り返し行う必要があると考えている。また、一目見て理解できるようなわかりやすさについてはさらに検討を行っていく必要があるものと考えている。ただし、質問内容 1 では、これまでの一般の天気情報では提供されていない鉛直断面の Web 画像の閲覧が 40%以上あり、Web 画像の情報から現象を理解しようとして頂いているものと解釈できる。

④一般の方の関心がどの程度あるかについて

実施前及び実施中に目立ったプロモーションは実施しておらず、また、閲覧するためには大阪市福島区、北区、此花区、都島区のピンポイント天気 Web からさらに選択してゲリラ豪雨情報画像を閲覧する必要がある。そのような複数選択の煩雑さに関わらず、2.5 か月で約 10800 の閲覧回数 (PV) という結果は、社会的に関心が高いと想定している。

以上、SNS 及び商用 Web を使用し情報発信試験運用を行った結果、多数に情報伝達をするためには、「情報提供者を偽装される。」等の問題への安全対策を確実に行えば、利用には有効な方法であると考えられる。特に構築や伝達のスピード、コストが安いといった観点から、使いやすいツールであると考えられる。

資料 3.4-1 Yahoo! JAPAN Web でのアンケート結果（20 人からの回答を整理）

質問内容 1：新型レーダーの情報の何を主に利用しましたか？

回答 1（複数選択可）

選択肢		人数	割合(%)
1	地図（雨量分布図）	9	31.0
2	10 分毎の雨量	8	27.6
3	鉛直断面図	12	41.4
合計		29	100.0

質問内容 2：新型レーダーによるゲリラ豪雨情報は役に立ちましたか？

回答 2

選択肢		人数	割合(%)
1	とても役に立った	4	20.0
2	役に立った	7	35.0
3	少し役に立った	3	15.0
4	あまり役に立たなかった	6	30.0
合計		20	100.0

質問内容 3：新型レーダーによるゲリラ豪雨情報はわかりやすかったですか？

回答 3

選択肢		人数	割合(%)
1	分かりやすかった	9	45.0
2	分かりにくかった	11	55.0
合計		20	100.0

質問内容 4：情報を確認した時にどのように行動されましたか？

回答 4

選択肢		人数	割合(%)
1	建物、家に入った	6	30.0
2	外に出るのをやめた	6	30.0
3	そのまま外にいた	4	20.0
4	知り合いに連絡した	1	5.0
5	その他	3	15.0
合計		20	100.0

質問内容 5：これまでにゲリラ豪雨を経験したことがありますか？

回答 5

選択肢		人数	割合(%)
1	はい	15	75.0
2	いいえ	5	25.0
合計		20	100.0

本資料はヤフー株式会社より提供を受けたデータを集計した。

3) 監視・予測システムの汎用化の検討

これまでの調査結果及び福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査結果に基づき、積乱雲監視・ゲリラ豪雨情報システム（監視・予測システム）汎用化のための検討を行った。汎用化するための要件と課題を、情報収集、情報監視、情報伝達の別に表 3.4-3 に示す。表 3.4-3 には平成 27 年度報告書にまとめた内容に一部追加している。

Web 画像等については、3 年間にわたる検討の成果として、図 3.4-1 に示す画像が監視しやすいものと考えている。図 3.4-1 の図中に、監視のために必要な情報や、情報内容の検討概要について記載している。福島区以外で実施する場合、図 3.4-1 の左図は、監視を行う場所を中心とするようにする。

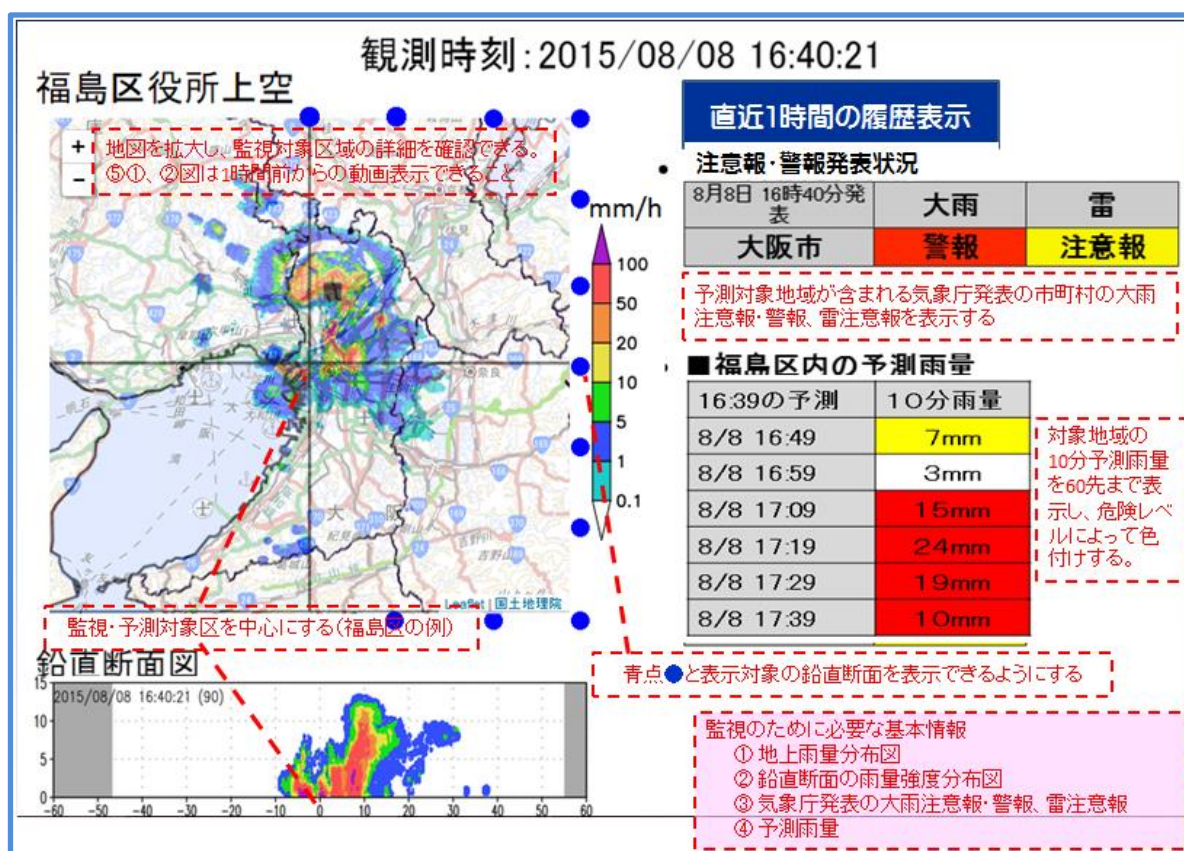


図 3.4-1 ゲリラ豪雨監視・予測システム Web 画像

表 3.4-3 監視・予測システムを汎用化するための要件と課題

項 目	汎用化の要件	汎用化の課題
情報収集	ゲリラ豪雨のように急発生する現象に対する対策には、現場の情報も特に重要となる。メール、SNS からの情報収集等も視野に入れる必要がある。	・ 情報収集機器への対応 スマートフォン、タブレット端末からの情報収集機能の追加。 ・ 情報収集を行う上での注意 ・ メールについては個人情報保護法に抵触する恐れがあるため、個人情報管理を適切に行う必要がある¹⁾。
情報監視	PAR の積乱雲監視画像表示システムが必要である。表示システムは、一般的なパソコン及び IE や FireFox 等のブラウザ、インターネット接続環境があれば見ることができる。	—
	ゲリラ豪雨が発生する場合、大雨注意報あるいは雷注意報が必ず発表されている。気象庁から発表される大雨注意報や雷注意報とともに監視画面上に表示できるようにしておく。 本報告書 46 ページの Web 画像は、プロジェクトで運用・検討してきた成果の一つであり、積乱雲の発達を監視しやすいものと考えている。	—
	ゲリラ豪雨をもたらす可能性のある積乱雲の捕捉をした場合、画面上にアラートを出すなどの工夫をする。	—
情報伝達	パソコン、スマートフォンで実施しているが、災害時の災害現場情報の収集等の計画があることから、今後、タブレットの導入が進行すると考えられる。	タブレット端末でも監視しやすく、ゲリラ豪雨発生前後の情報を収集しやすいシステム作りを行う。
	情報伝達システムはパソコン、スマートフォン、携帯電話へのメールだけではなく、SNS（ツイッターやフェイスブック等）や商用 Web（Yahoo! JAPAN 等）を用いる必要がある。	・ SNS を利用する場合の注意。 ①どこが発信するのかの発信主体の検討 発信者の偽装による偽情報発信への対策を行う必要がある。³⁾ ②SNS は民間サーバを利用するため、サービスが変更されたり、サーバが突然利用できなくなったりする可能性が高い。永続する可能性の高いサービスの選択をする。 ・ 情報伝達をする上での注意 メールについては個人情報保護法に抵触する恐れがあるため、個人情報管理を適切に行う必要がある。³⁾

(c) 結論ならびに今後の課題

手法の汎用化の検討結果と今後の課題について以下にまとめる。

1) 大阪市福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査と防災・減災対策の検討

[結論]

- ・福島区を含む周辺自治体の調査結果、リードタイムが短くても、ゲリラ豪雨情報が必要であることが分かった。
- ・リードタイムが 30 分程度と短いことから、日常的に準備しておくことが重要であることがわかった。ゲリラ豪雨情報を短時間に伝達することで、日常的な準備によって構築している体制により対応する必要がある。このため、「地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）」及び「局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案」の作成を行い、日常的な準備と現象発生時の対応ができるようにした。

[今後の課題]

- ・「地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）」及び「局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案」を、地域の防災コミュニケーション時に利用し、内容の見直しを図っていく必要がある。

2) SNS（Twitter）を使用した情報発信試験運用

[結論]

- ・ゲリラ豪雨情報を Twitter や Yahoo! JAPAN Web で伝達し、一般の方への情報伝達の試験運用をした。Twitter のフォロワーは 47 であった。今年度、福島区とその周辺では顕著な浸水・冠水被害がなかったが、フォロワー数は年々徐々に増えている。Yahoo! JAPAN Web の 7 月 15 日～9 月 30 日までの PV は、PC・スマートフォン合計で約 10800 の PV があった。

[今後の課題]

- ・今後も、Twitter へ発信するとともに、Yahoo! JAPAN 等の商用 Web 等も活用できる環境を構築し、本プロジェクトの成果を定着させていく必要がある。

3) 監視・予測システムの汎用化の検討

[結論]

- ・ゲリラ豪雨発生 30 分程度前に、発生を把握できることがわかってきた。このことを前提とし、情報収集、情報監視、情報伝達に分けてシステムの汎用化についてまとめた。汎用化の検討結果は、本プロジェクトで開発した監視・予測システムにまとめられている。

[今後の課題]

- ・監視・予測システム運用の、継続的な取り組みをする必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 大阪市福島区：福島区地域防災計画、2013 年 9 月
- 2) ツイッター社：自治体における災害時の情報発信と収集に向けて、2014 年 7 月
- 3) 平成 23 年版 情報通信白書：総務省ホームページ、
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/html/nc232340.html>、2015
年 6 月 24 日アクセス

3.5 その他

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

- ・運営委員会を組織し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討すること。
- ・本プロジェクトの課題①で構築される「統合化地域防災実践支援 Web サービス」システムとの連携を図ること。
- ・研究成果を地域で有効に活用するため地域報告会を開催すること。

(b) 平成 28 年度業務目的

- ・運営委員会を組織し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討すること。
- ・平成 28 年度までに収集・整理を行った資料に基づいて、本業務成果が大阪市での今後の検討や他自治体においても活用できるようにするため、課題①「統合化地域防災実践支援 Web サービス」での公開内容の検討を行うこと。Web サービスシステムへのデータベース化については、課題①を担当する（研）防災科学技術研究所との連携を図ること。
- ・研究成果を地域で有効に活用するため地域報告会を開催すること。
- ・文部科学省の成果報告会で成果を報告すること。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
(株)気象工学研究所	技師長	大藤 明克
(株)気象工学研究所	部長代理	大平 貴裕

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

- ・運営委員会を組織し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討した。
- ・平成 27 年度から、協力機関として、河川防災・リスクコミュニケーションに造詣の深い、神戸大学大学院 大石哲教授に参加して頂き、浸水発生を想定したリスクコミュニケーションの指導を仰いだ。
- ・課題①を担当する（研）防災科学技術研究所との連携を図った。
- ・研究成果を地域で有効に活用するため、地域報告会を開催した。

(b) 業務の成果

1) 運営委員会

表 3.5-1 に示す運営委員からなる運営委員会を組織し、防災・減災対策に研究成果の活用を検討するため、運営委員会を 4 回開催した。表 3.5-2 に運営委員会開催日時等を示す。

表 3.5-1 運営委員会の構成

氏名	所属			備 考
	所属機関	部門	役職	
牛尾 知雄	大阪大学大学院	工学研究科	准教授	運営委員会委員長
小林 卓示	大阪市福島区役所	市民協働課	課長	運営委員会委員
大野 雄司	大阪市福島区役所	市民協働課	係長	運営委員会委員
大藤 明克	(株)気象工学研究所	技術グループ	技師長	運営委員会委員
大平 貴裕	(株)気象工学研究所	技術グループ	部長代理	運営委員会委員

表 3.5-2 運営委員会開催日時等

会議名称	開催日時	開催場所
第 1 回運営委員会	H27.6.30	大阪大学中之島センター
第 2 回運営委員会	H28.9.5	福島区役所ミーティングコーナー
	H28.9.8	大阪大学工学研究科ミーティングルーム
第 3 回運営委員会	H28.9.16	大阪大学工学研究科ミーティングルーム
	H28.9.23	大阪市福島区役所会議室
第 4 回運営委員会	H28.9.29	大阪大学中之島センター

第1回運営委員会では、昨年度までの研究成果を用いて、大阪市福島区役所の防災・減災対策にさらにどのように活用していくかについて議論し、H28年度業務計画書に沿って、今年度の取組み方針を決定した。H26年度から試行している局地的大雨予測（ゲリラ情報）システムの改良報告と、今年度の試行計画の説明を行った。

第2回運営委員会では、7月15日～8月24日までのゲリラ豪雨情報（予測情報）の精度検証結果を報告した。H27年度と同様ゲリラ豪雨は30～40分前に予測できていることが報告された。

第3回運営委員会では、第2回運営委員会で報告された予測可能な時間を前提として、H27年度に引き続き防災・減災対策内容について検討し、昨年度作成した地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）、ゲリラ豪雨に対する防災・減災マニュアル案の内容について見直しを行った。

第4回運営委員会では、今年度成果の概要を報告し、全体のまとめの方針について検討した。委員会の検討内容をもとにして、H28年度報告書及び全体のまとめ報告書の作成を行うよう委員長から指示があった。

各運営委員会の議事内容は、4章4.1会議録に掲載した。

2) 地域報告会

地域報告会は、平成28年9月29日、大阪大学中之島センターで開催した。大阪市各区及び周辺自治体の防災担当者等27名（文部科学省1名、運営委員5名を含む）の参加があった。

地域報告会では、大阪大学と(株)気象工学研究所からPAR研究成果及び研究成果の防災・減災への活用について、福島区役所から研究成果を活用したゲリラ豪雨情報を取入れた防災・減災対策試案について報告した。

地域報告会の詳細、報告状況については、4章4.1会議録に掲載した。

3) 成果報告会

なし

(c) 結論ならびに今後の課題

1) 運営委員会

[結論]

- ・運営委員会を4回開催した。委員会での議論の内容を業務に反映し、有効な業務成果に結びつけることができた。

2) 地域報告会

[結論]

- ・地域報告会では、周辺自治体の防災担当者他参加のもと、業務成果の公表が有効にできた。

[今後の課題]

- ・さらに多くの自治体に業務内容を知って頂くようにするため、地域報告会だけでなく Web サービスシステム等も有効に利用していく。

3) 成果報告会

なし

(d) 引用文献

なし

4. 活動報告

4.1 会議録

会議名称	開催日時	開催場所	出席者	会議録掲載 (ページ)
第1回運営委員会	H28.6.17	大阪大学中之島センター	運営委員	72
第2回運営委員会	H28.9.5	福島区役所 ミーティングコーナー	運営委員 業務担当者	74
	H28.9.8	大阪大学工学研究科 ミーティングルーム	運営委員 業務担当者	
第3回運営委員会	H28.9.16	大阪大学工学研究科 ミーティングルーム	運営委員 業務担当者	76
	H28.9.23	大阪市福島区役所会議室	運営委員 業務担当者	
第4回運営委員会	H28.9.29	大阪大学中之島センター	運営委員	78
地域報告会	H28.9.29	大阪大学中之島センター	運営委員を 含め 27 名	79

■日時：平成 28 年 6 月 17 日（金）10:00～12:00

場所：大阪大学中之島センター608 会議室

■出席者（敬称略）

牛尾（大阪大学大学院工学研究科、業務統括者）

小林、大野、松本（大阪市福島区役所）

大藤、太平、吉田、石田（株式会社気象工学研究所）

■議題

- (1) 平成 27 年度プロジェクトの成果と課題及び今後の対策
- (2) 平成 28 年度プロジェクトの計画と目標
- (3) ゲリラ豪雨情報試行
- (4) リスクコミュニケーションへの対応
- (5) 平成 28 年度計画と目標についての議論
- (6) 第 1 回運営委員会のまとめ

■配布資料

- ・資料 1 平成 27 年度実績、成果と課題及び今後の対策
- ・資料 2 平成 28 年度計画
- ・資料 3 ゲリラ豪雨予測方法の改善と予測区域の拡大
- ・資料 4 平成 28 年度ゲリラ豪雨情報試行概要
- ・資料 5 リスクコミュニケーションへの対応

■議事内容

➤業務統括者 牛尾先生からフェーズドアレイ気象レーダーに関する最新動向の紹介

本プロジェクトは 9 月で終了するが、内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）では現在大阪府で実証実験中であり、また、レーダーの偏波化が行われ、来年度から東京での実証実験が計画されている。本プロジェクトの成果は、これらに先行するものと位置づけられる。

1. 平成 27 年度プロジェクトの成果と課題及び今後の対策（報告者：大藤）

資料 1に基づき、平成 27 年度プロジェクトの成果と課題、及び今後の対策について報告を行った。

→成果と課題について、各委員から了承を得た。

〔牛尾業務統括者〕プロジェクト成果については、気象集誌等への論文発表を検討したい。

2. 平成 28 年度プロジェクトの計画と目標（説明者：大藤）

資料 2に基づき、平成 28 年度プロジェクトの計画と目標について確認を行った。

→計画と目標について、各委員から了承を得た。

3. ゲリラ豪雨情報試行（説明者：吉田、大藤）

資料 3に基づき、ゲリラ豪雨予測方法の改善と予測区域の拡大について説明を行った。また、予測区域の拡大に伴う Web 画面の改良についても説明を行った。

→予測方法の改善、予測区域の拡大、Web 画面の改良に関して、各委員から了解を得た。

[牛尾業務統括者] Z-R 関係は、西神戸 PAWR データと合成し、降雨減衰補正アルゴリズムも導入し、X-RAIN の R を用いて、リアルタイムで動的な分析を検討してはどうか。

→その方向で検討する。

資料 4に基づき、平成 28 年度ゲリラ豪雨情報試行概要について説明を行った。

→本年度の試行スケジュール、情報内容、及び Yahoo! JAPAN への情報提供について、各委員から了解を得た。

4. リスクコミュニケーションへの対応（説明者：大藤）

資料 5に基づき、リスクへの対応について説明を行った。

→リスクコミュニケーションへの対応について、各委員から了解を得た。

[大藤委員] 防災関係者とのコミュニケーションはやっているので、記録を残すようにする。

[牛尾業務統括者] ゲリラ豪雨情報としては、従来よりも格段に迅速で分かり易くなり、リスクコミュニケーションに活かせる段階になったことも大きな成果である。これまでとの違いを明確にした説明資料が必要である。

[大藤委員] 観測から人々の行動の根拠となる情報を伝達する仕組みはできているが、実際に浸水害が発生していないので、津波浸水避難成功例のような高評価は得られにくい。

5. 平成 28 年度計画と目標についての議論

[牛尾業務統括者] 具体的な成果を端的に示すものは何なのか。

[大藤委員] 石巻での防災教育は 10 年間のプロセスは評価されていなかったが、実際の津波災害で成果があり、避難が成功したことから現在は高い評価を受けている。本プロジェクトも、将来の成果に対して、現在はプロセスを積んでいる段階であり、このプロセスが重要であると想定している。

6. 第 1 回運営委員会のまとめ

[牛尾業務統括者] リスクコミュニケーションとして、行動を工学的に確率的にモデル化することはできると思うが、それがどう評価されるのか。

[大藤委員] 計画論としては役立つが、災害時の住民の実際の行動とは異なるので評価は難しいと思う。

[小林委員] 地域住民の意見は集めやすい立場なので、今後も協力は惜しまない。

以 上

■日 時：2016 年 9 月 5 日(月) 15:00～16:00

場 所：大阪市福島区役所

2016 年 9 月 8 日 (木) 15:45～16:30

場所：大阪大学工学研究科ミーティングルーム

■出席者：(敬称略)

9 月 5 日

福島区役所 小林、大野、松本

気象工学研究所 大藤、太平、吉田

9 月 8 日

大阪大学 牛尾

気象工学研究所 大藤、太平、吉田

■議題

- 1) 平成 28 年度 ゲリラ豪雨情報精度検証結果
- 2) 地域防災計画[ゲリラ豪雨対策]の見直しについて(地区防災計画の確認)
- 3) 地域での防災訓練時の研修について(研修記録の確認。住民意見の収集。)
- 4) 地域報告会計画
- 5) 大阪市北区様からのヒアリング
- 6) 大阪市観測 10 分雨量入手依頼

■配布資料

資料－1 平成 28 年度ゲリラ豪雨情報精度 検証結果

平成 28 年度地域報告会 リーフレット案、プログラム案

■議事内容

1)平成 28 年度 ゲリラ豪雨情報精度検証結果

資料－1 平成 28 年度ゲリラ豪雨情報精度検証結果に基づき予測精度について説明を行った。

➤吉田業務担当より、昨年度と比較し、予測精度がかなり改善している。今年度 8 月 24 日まで、

積乱雲が発生しても、短時間で移動するものが多く、10mm/10 分以上の豪雨をもたらす事例はなく、ゲリラ豪雨情報(予測)が発信されても浸水には到っていないとの説明があった。

➤本年度データ検証期間は、8 月 24 日までとすることで了解を得た。

[牛尾業務統括者のまとめ]

➤予測精度について、かなり改善していると評価された。

2) 地域防災計画案[ゲリラ豪雨対策]、マニュアル案の見直しについて

➤大藤委員より、次回運営委員会で内容の見直しをしたい旨説明し、神戸大学大石先生の助言による見直しを行うこととした。

[牛尾業務統括者のまとめ]

➤次回の運営委員会でそれぞれの見直しを行うこと。

3) 地域での防災訓練時の研修について

➤小林委員より、今年度5回の住民とのコミュニケーション記録については、次回運営委員会で説明する旨報告があった。

4) 地域報告会開催日

➤地域報告会を9月29日（木）午後実施する。

5) 大阪市北区からのヒアリング

➤プロジェクト成果の汎用化のため、大阪市北区のヒアリング（9月15日 or 16日）実施することとした。ヒアリング日程調整は大野委員に依頼した。

[牛尾業務統括者のまとめ]

➤手法汎用化を行うために、ヒアリング内容を検討すること。

6) 大阪市観測10分雨量

➤ゲリラ豪雨情報の精度検証のため、本年度の大阪市観測雨量の入手することとした。

7. 地域報告会要領の検討

平成28年度地域報告会 リーフレット案、プログラム案に従って実施する。

7) その他

➤ゲリラ豪雨情報のメール・Twitterでの送信は、9月末まで行う予定であるが、北区では評価が高いので延長も検討する。また、Yahoo! JAPAN 情報も9月末まで実施予定だが、延長も検討する。

➤第3回運営委員会（9月15日頃予定）

・地域防災計画の見直し、マニュアル案の見直し

➤第4回運営委員会を地域報告会の前に開催し、資料確認、報告書作成の方針を検討することとした。

以 上

■日 時：2016 年 9 月 16 日（金）15:00～16:15

場所：大阪大学工学研究科ミーティングルーム

2016 年 9 月 23 日（金）13:15～14:30

場 所：大阪市福島区役所

■出席者：（敬称略）

9 月 16 日

大阪大学 牛尾

（株）気象工学研究所 大藤

9 月 23 日

福島区役所 小林、大野、松本

気象工学研究所 大藤、大平

■議題

（1）第 2 回運営委員会のまとめ

（2）平成 28 年度プロジェクト地域報告会資料の検討と議論

・リスクコミュニケーションから検討した地域防災計画案等の検討

■配布資料

第 2 回議事録案

・資料 1 ゲリラ豪雨情報を取入れた防災・減災対策試案

・資料 2 H25～H27 年度防災減災対策に係わる地域報告会資料

■議事内容

1) 第 2 回運営委員会の確認

議事録案で確認し、内容について了解を得た。

2) 地域報告会の資料案について

・資料 1 を大藤が説明。

・福島区役所側の確認および修正の連絡は 26 日（月）中に実施。

・地域防災計画案、対策マニュアルの前回からの見直し内容を 1 枚にまとめ、追加する。

・資料は 27 日（火）に確定させる。

[牛尾業務統括者のまとめ]

➤資料 1 について業務統括者に事前説明を行い、内容について了承を得た。

3) 福島区役所内のゲリラ豪雨対策に関するコミュニケーション

①区役所内の他部署

変わっていない。警報が出た時に電話連絡、ゲリラ豪雨情報ではやっていない。

②自主防や住民

自主防にゲリラ豪雨情報が入るようになった。

コミュニケーション記録としては、年 3～4 回、10 自主防が集まる会議で説明をまとめる。

③区役所内

防災担当者は、大雨注意報が出た段階で、ゲリラ豪雨を意識するようになった。

④連絡体制の見直し

東南海・南海地震津波対応を先行させており、ゲリラ豪雨対策については、本プロジェクトの成果に基づき、今後展開していく。

[牛尾業務統括者のまとめ]

➤コミュニケーション内容については事後報告し、了承を得た。

4)報告書について

10/11 の週に、文科省に送る報告書案原稿を送付するので、確認をお願いしたい。

5)その他

・ゲリラ豪雨情報の発信

ゲリラ豪雨情報のメール・Twitter での送信は、9 月末まで行う。ただし、北区では評価が高いので延長も検討する。

Yahoo! JAPAN 情報は、9 月末まで実施予定。

・第 4 回運営員会

地域報告会の前に予定（13:30～14:45）

- ・地域報告会の内容の確認。
- ・報告書原案の作成方針の確認。

以 上

■日 時：2016 年 9 月 29 日（木）13:45～14:30

場所：大阪大学中之島センター

■出席者：（敬称略）

大阪大学 牛尾

福島区役所 小林、大野、松本

気象工学研究所 大藤、大平、吉田

■議題

(1) 第 3 回運営委員会のまとめ

(2) 平成 28 年度プロジェクト地域報告会資料の検討と議論

・リスクコミュニケーションから検討した地域防災計画案等の検討

■配布資料

第 3 回議事録案

地域報告会資料

■議事内容

1) 第 3 回運営委員会の確認

議事録案で確認し、内容について了承を得た。

2) 地域報告会の資料の説明

・資料 2～資料 4 について、報告会担当者が概要を説明した。

[牛尾業務統括者のまとめ]

➤基調講演から一つの流れになるように進めてほしいとの指示があった。

3) 報告書について

報告書については、H28 年度実施内容に、H25～H28 までに実施した概要書を付加する。

10/11 の週に、文科省に送付予定。それまでに、運営委員で査読する。

4) その他

・ゲリラ豪雨情報の発信

ゲリラ豪雨情報のメール・Twitter での送信は、10 月 7 日まで行う。

Yahoo! JAPAN 情報は、10 月 5 日 or 6 日で終了する。

以 上

[フェーズドアレイ気象レーダーによる超高速3次元観測
リアルタイムデータを活用した局地的風水害の防災・減災対策支援]
開催結果報告

■日時：平成28年9月29日（木）15:00～16:45

場所：大阪大学中之島センター302号室

参加者：27名（大阪市担当者：16名、大阪市以外：5名、運営委員等：5名、文部科学省：1名）

■配布資料

資料-1 地域防災対策支援研究プロジェクトとは

資料-2 ゲリラ豪雨の新予測手法の開発

資料-3 ゲリラ豪雨予測情報（ゲリラ豪雨情報）の試験発信

資料-4 ゲリラ豪雨情報を取入れた防災・減災対策試案

■報告内容

【プロジェクト概要説明】

プロジェクト概要説明

（文部科学省研究開発局 地震・防災研究課 田中 室長補佐）

資料：パワーポイント

内容：地域防災対策支援研究プロジェクトに係る背景、事業概要、プロジェクト課題①、課題②及び課題①と課題②との関連に関し説明（本プロジェクトは課題②）。

【基調講演】

➤15:10～15:25

防災・減災へのPAR利活用に関する最近の動向

（大阪大学大学院 准教授 牛尾）

資料：パワーポイント

内容：PARの性能及び特徴、レーダーデータの防災・減災への用途などに関し説明。また、PARをベースに採択されたSIP（内閣府；戦略的イノベーション創造プログラム）におけるPAR活用に関する取り組みの紹介。

【報告】

➤15:25～15:50

PAR を使った局地的大雨（ゲリラ豪雨）のメカニズムの解明

((株)気象工学研究所 吉田)

資料：パワーポイント

内容：積乱雲からもたらされる豪雨と PAR で観測された積乱雲の構造との関係について説明。PAR 観測データの特徴を生かしたゲリラ豪雨の新予測手法（3次元降雨予測モデル）について説明。

➤15:50～16:10

新予測手法によるゲリラ豪雨情報の試験発信の概要

((株)気象工学研究所 大藤)

資料：パワーポイント

内容：新予測手法に基づいてゲリラ豪雨予測を行い、その結果を防災システムやメール、Twitter に発信されたゲリラ豪雨予測情報の試行に関する説明。

➤16:10～16:35

PAR を使ったゲリラ豪雨情報の防災・減災対策への活用試案について

(大阪市福島区役所市民協働課課長 小林)

資料：パワーポイント、配布資料

内容：ゲリラ豪雨予測情報を取り入れた防災計画案・防災対策マニュアル案の検討経緯と検討の中間結果の説明

➤16:35～16:45

質疑応答

[質問] PAR の運用とゲリラ豪雨情報システムは今後どのようなようになるのかを説明してほしい。

[回答] 今年度で、本プロジェクトについては終了するが、SIP 等他のプロジェクトもあり、できるだけ他のプロジェクトに引き継げるようにし、運用を継続したいと考えている。

以 上



平成 28 年度地域報告会 文部科学省 田中室長補佐からのプロジェクト概要の説明



基調講演 フェーズドレイ気象レーダーの現状と今後
事業統括者（大阪大学大学院工学研究科 牛尾准教授）



報告：ゲリラ豪雨の新予測手法の開発
報告者 ((株)気象工学研究所 吉田)



報告：ゲリラ豪雨予測情報（ゲリラ豪雨情報）の試験発信
報告者 ((株)気象工学研究所 大藤)



報告：ゲリラ豪雨情報を取入れた防災・減災対策試案

報告者（大阪市福島区役所市民協働課 課長 小林）

4.2 対外発表

(1) 学会等発表実績

地域報告会等による発表

発表成果（発表題目）	発表者氏名	発表場所 （会場等名）	発表時期	国際・国内 の別
フェーズドアレイ気象レーダの概要と今後、フェーズドアレイ気象レーダー 研究開発の現状と将来展望	牛尾知雄	気象研究所	H28.1.19	国内
名古屋大学宇宙地球環境研究所公開講演会「嵐を測る」、ゲリラ豪雨を測る	牛尾知雄	名古屋大学	H28.7.30	国内
フェーズドアレイ気象レーダーの現状と今後	牛尾知雄	大阪大学 中之島センター （地域報告会）	H28.9.29	国内
ゲリラ豪雨の新予測手法の開発	吉田 翔	〃	〃	〃
ゲリラ豪雨予測情報（ゲリラ豪雨情報）の試験発信	大藤明克	〃	〃	〃
ゲリラ豪雨情報を取入れた防災・減災対策試案	小林卓示	〃	〃	〃

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果 （記事タイトル）	対応者氏名	報道・掲載機関 （新聞名・TV 名）	発表時期	国際・国内 の別
支えあう防災意識向上	福島区役所 坂本区長	大阪日日新聞	H28.8.18	国内

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果 （発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所 （学会等名）	発表時期	国際・国内 の別
気象用フェーズドアレイレーダの較正手法の検討	牛尾知雄 他	日本大気電気学会	H28.1	国内
Data assimilation experiments of phased array weather radar with 30-second-update ensemble Kalman filter with 100-m resolution,	牛尾知雄 他	日本地球惑星科学連合	H28.5	国内
偏波フェーズドアレイレーダの開発とビーム形成に関する検討	牛尾知雄 他	〃	〃	〃
固定型二重偏波フェーズドアレイレーダにおける観測精度の検討	牛尾知雄 他	〃	〃	〃

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内 の別
Precipitation Nowcasting with Three-Dimensional Space-Time Extrapolation of Dense and Frequent Phased-Array Weather Radar Observations	牛尾知雄 他	Observations, Wea. Forecasting	2016.2	国際
High-Speed Volumetric Observation of Wet Microburst using X-band Phased Array Weather Radar in Japan	牛尾知雄 他	Mon. Weather Rev.	2016.7	国際

(2) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(a) 特許出願

なし

(b) ソフトウェア開発

なし

(c) 仕様・標準等の策定

なし

5. むすび

5.1 PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明

(1) 大規模積乱雲発生・発達時の観測データ蓄積

[結論]

- ・ PAR 観測の蓄積基準に従って、平成 28 年度データの蓄積を行った。

[課題]

- ・ PAR 観測 1 回分のデータ容量が 3～5MB と大きいため、(研) 防災科学技術研究所が課題①で構築している Website へのデータベース化は難しいと考える。当面、サーバに蓄積し、入手希望があれば、DVD 等で必要なデータを送付する予定である。

(2) 大規模積乱雲モデルの見直しとモデル精度向上

[結論]

- ・ 積乱雲内の最大反射強度高度と持続時間の間には一定の関係性が見られ、最大反射強度高度が 3km 以上を維持する積乱雲は比較的長時間持続する傾向が見られた。

[課題]

- ・ 最大反射強度高度と積乱雲の衰退との定量的な関係性を導出し、積乱雲の衰退を加味した局地的大雨等早期探知・予測システムを構築する。

5.2 局地的大雨等早期探知・予測システム開発

(1) 予測データの蓄積

[結論]

- ・予測データの蓄積基準に従って、平成 28 年度データの蓄積を行った。

[課題]

- ・予測データも観測と同じく、1 回分のデータ容量が大きいため、(研) 防災科学技術研究所が課題①で構築している Web サイトへのデータベース化は難しいと考える。当面、サーバに蓄積し、入手希望があれば、DVD 等で必要なデータを送付する予定である。

(2) 局地的大雨等の発生予測手法の試験と見直し及び精度向上

[結論]

- ・平成 27 年度の局地的大雨の監視・予測システムの試験運用時に明らかになった課題の内、『雨域の移動ベクトルの推定誤差の改善』及び『地上雨量強度推定手法 (ZR 式) の改善』を行った。

[課題]

- ・上記の課題の内、『予測時間内における雨域の発達・衰退の考慮』については、前章にて降水コア高度の時間変化の定量的な解析は行ったが、反射強度（雨量強度）の時間変化については解析が不十分であったため、実装に至らなかった。今後、解析を進めることで予測手法に取り入れる予定である。

(3) 局地的大雨の監視・予測システムの試験運用

[結論]

- ・リアルタイムにおける局地的大雨の監視・予測システム試験運用を行ったところ、30 分程度先であれば、観測雨量と同程度の雨量を予測する事に成功した。しかしながら、40 分先以降は予測雨量が過大となる傾向が見られた。
- ・気象庁の大雨警報とゲリラ豪雨情報発信状況を比較したところ、ゲリラ豪雨情報は区単位の予測が可能であり、警報と比べて時間的・空間的により局所的な情報を発信できることがわかった。

[課題]

- ・40 分より先の予測雨量は過大となる傾向が見られ、これは積乱雲の衰退が予測に考慮されていない事が要因の 1 つだと考えられる。

5.3 防災・減災体制、対策の早期構築の検討

(1) ゲリラ豪雨情報システムの試行と試行結果及び課題

[結論]

- ・ゲリラ豪雨新予測手法の開発により、30 分程度前にゲリラ豪雨が予測できることがわかった。
- ・一般的な防災情報、気象情報でゲリラ豪雨に対応できる体制になっていないことから、PAR を利用して、ゲリラ豪雨情報システムを構築し、昨年度から今年度、情報発信試行を実施した。ゲリラ豪雨の定義や伝達内容・方法については、理解のしやすさ伝達時間からみて良好であることが分かった。
- ・リードタイムが 30 分程度と短いため、伝達手段として、Web やメールだけでなく SNS（ツイッター、フェースブック、Yahoo! JAPAN などの商用 Web 等）の利用及びその他の情報の発信方法についても検討し、理解のしやすさ、伝達時間からみて有効であることがわかった。

(2) ゲリラ豪雨情報の防災・減災対策方法の課題整理と対策の検討

[結論]

- ・大雨警報が発表されている時には、豪雨災害への体制が取られているが、警報が発表されていない時には、体制がない。本プロジェクトで、大雨警報級に相当するゲリラ豪雨について 30 分程度前に把握できることが分かってきた。
- ・30 分程度のリードタイムのゲリラ豪雨情報を取り入れることで、防災・減災対策への対応の検討ができるようになった。

(3) ゲリラ豪雨情報システムの改善案

[結論]

- ・本年度試行の結果、ゲリラ豪雨情報システムについて、伝達内容、方法は、概ね良好であることがわかった。
- ・過去の浸水発生時の雨量調査から、ゲリラ豪雨情報の雨量として 10 分雨量を採用することが良いと想定される。

[今後の課題]

- ・ゲリラ豪雨情報の精度の更なる改善を図る必要がある。

5.4 手法の汎用化

(1) 大阪市福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査と防災・減災対策の検討

[結論]

- ・福島区を含む周辺自治体の調査結果、リードタイムが短くても、ゲリラ豪雨情報が必要であることが分かった。
- ・リードタイムが 30 分程度と短いことから、日常的に準備しておくことが重要であることがわかった。ゲリラ豪雨情報を短時間に伝達することで、日常的な準備によって構築している体制をとり対応する必要がある。このため、「地域防災計画案(ゲリラ豪雨対策)」及び「局地的大雨(ゲリラ豪雨)に対する防災・減災対策マニュアル案」の作成を行い、日常的な準備と現象発生時の対応ができるようにした。

[今後の課題]

- ・「地域防災計画案(ゲリラ豪雨対策)」及び「局地的大雨(ゲリラ豪雨)に対する防災・減災対策マニュアル案」を、地域の防災コミュニケーション時に利用し、内容の見直しを図っていく必要がある。

(2) SNS (Twitter) を使用した情報発信試験運用

[結論]

- ・ゲリラ豪雨情報を Twitter や Yahoo! JAPAN Web で伝達し、一般の方への情報伝達の試験運用をした。Twitter のフォロワーは 47 であった。今年度、福島区とその周辺では顕著な浸水・冠水被害がなかったが、フォロワー数は年々徐々に増えている。

[今後の課題]

- ・今後も、Twitter へ発信するとともに、Yahoo! JAPAN 等の商用 Web 等も活用できる環境を構築し、本プロジェクトの成果を定着させていく必要がある。

(3) 監視・予測システムの汎用化の検討

[結論]

- ・ゲリラ豪雨発生 30 分程度前に、発生を把握できることがわかってきた。このことを前提とし、情報収集、情報監視、情報伝達に分けてシステムの汎用化についてまとめた。汎用化の検討結果は、本プロジェクトで開発した監視・予測システムにまとめられている。

[今後の課題]

- ・監視・予測システム運用の、継続的な取り組みをする必要がある。

地域防災対策支援研究プロジェクト

②研究成果活用の促進

～フェーズドアレイ気象レーダーによる超高速3次元観測リアルタイムデータを活用した局地的風水害の防災・減災対策支援～

総合報告書

【概要】

対象地域：大阪市福島区

対象災害：局地的大雨等

事業期間：平成 25 年 11 月～平成 28 年 9 月（2 年 10 か月）

背景：

近年、神戸市都賀川で突発的な水難事故等を引き起こすなど、我が国では大規模積乱雲による 1 時間 100mm 以上の局地的大雨による中小河川でのはん濫被害が多発している。しかし、現在でも、局地的大雨をもたらす大規模積乱雲の詳細は把握されていない。

目的：

大規模積乱雲等立体的に詳細観測可能な最新のフェーズドアレイ気象レーダー（以下、「PAR」という。）観測により局地的大雨をもたらす大規模積乱雲の構造を把握するとともに、自治体での局地的大雨時の課題を抽出・整理し、局地的大雨監視・予測システム構築を行い、はん濫・浸水被害軽減対策に資する。

実施内容（図 2）：

- PAR を使い局地的大雨をもたらす大規模積乱雲のモデル化を行い、新しい局地的大雨(ゲリラ豪雨)予測手法を構築した。
- モデル化の成果を使い福島区役所とのコミュニケーションを通じて局地的大雨等早期探知・予測システム（ゲリラ豪雨情報システム）を開発した。
- 福島区役所等自治体が局地的大雨発生時に必要とする情報を明確にした後、防災・減災対策支援情報と伝達手段を検討し、防災・減災体制等の早期構築を支援した。
- 成果の周辺自治体への利用を拡大した。

成果（図 3）：

- ①大規模積乱雲発生・発達時の観測・予測データの蓄積、観測データを公開した。
- ②大規模積乱雲のモデル化を行った。
- ③大規模積乱雲による局地的大雨発生予測手法を新しく開発した。
- ④ゲリラ豪雨情報システムを構築・運用した。
- ⑤大阪市福島区役所や周辺自治体の防災担当者等が局地的大雨対策に必要な情報や伝達方式に関する課題整理及び対策検討を行った。
- ⑥結果をゲリラ豪雨情報システムへ反映した。
- ⑦ゲリラ豪雨情報システムの汎用化を行った。
- ⑧「福島区地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）」「局地的大雨に対する防災・減災対策マニュアル案」を作成し、地区防災計画検討等に利用できるようにした。

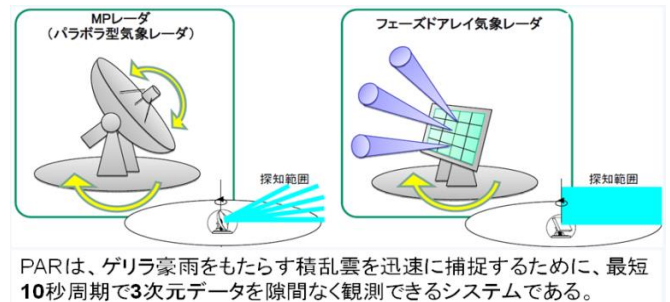


図 1 フェーズドアレイ気象レーダー（右）と既存レーダーの比較（左）



図 2 プロジェクトの実施概要

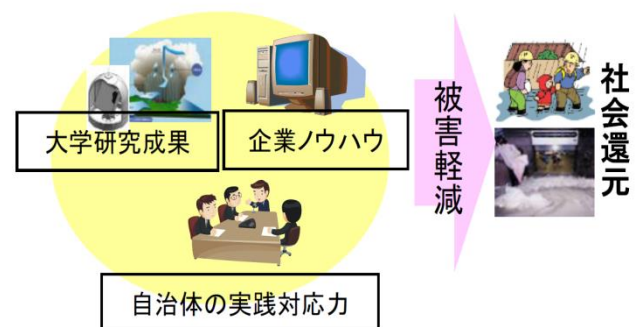


図 3 プロジェクトの成果活用

a. PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明

[成果]

PAR による 3 次元観測データを用いた積乱雲の解析を行ったところ、以下の様な特徴を得た。

- ・ゲリラ豪雨発生時、上空に降水コア（レーダー反射強度の強いところ）が発生し、その後、地上で大雨が観測されることが、PAR 観測データから裏付けられた。
- ・降水コアの定量的な解析により、発生高度は 5~6km であり、単体の降水コアの持続時間はおよそ 15 分程度であることがわかった。
- ・積乱雲内の降水コア高度と持続時間の間には一定の関係性が見られ、最大反射強度高度が 3km 以上を維持する積乱雲は比較的長時間持続する傾向が見られた。

[実施概要]

・概要

PAR による 3 次元観測データを用いた積乱雲の解析を行い、積乱雲の発生・発達・衰退時の鉛直構造を明らかにした。

・結果

既往の研究において、ゲリラ豪雨の様な局所的な豪雨が発生する際には、地上に先行して上空に降水コア（レーダー反射強度の強いところ）が発生する事が示唆されている。しかしながら、上空の降水コアの時間変化は非常に激しい為、この様子を常時観測する手段は今までなかった。本研究では PAR による超高速 3 次元観測によって、ゲリラ豪雨をもたらす積乱雲の時空間的に詳細な構造が捉えられた（図 1.1）。その結果、1 つの積乱雲の内部に複数の降水コアが存在し、個々の降水コアはわずか数分で発生・発達をすることがわかった。

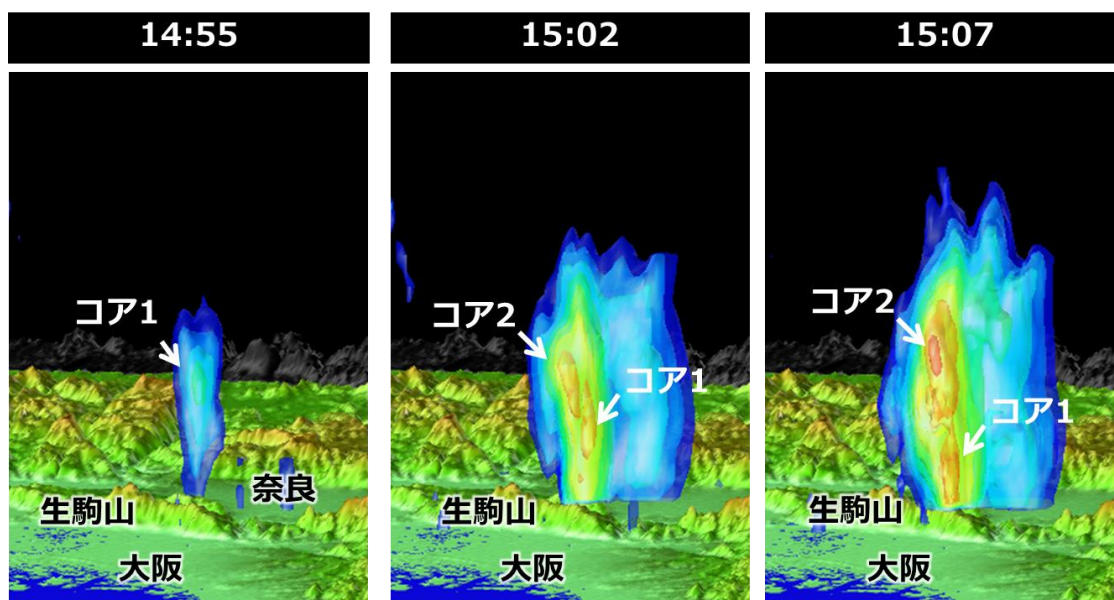


図 1.1 PAR で観測した積乱雲の時間変化
(2015 年 8 月 8 日 14 時 55 分～15 時 07 分)

この様な積乱雲内の降水コアを3次元的に抽出し、降水コア高度の時間変化について解析したところ、以下の様な特徴が見られた。

- ①発生高度は高度5～6km付近に多い。
- ②発生後数分は発生高度を維持（または上昇）するが、その後地上に向けて降下を開始する。
- ③降水コアの寿命はおよそ15分程度で、1つの積乱雲の中で降水コアが発生と降下を繰り返している。

以上のPARの3次元データを用いた積乱雲の解析結果より、積乱雲のモデルとして図1.2の様なものが考えられる。また、降水コア発生のサイクルが積乱雲自体の持続時間に影響しており、積乱雲の中上層（高度3km以上）に降水コアが存在しなくなると、積乱雲の機構を維持する事が出来なくなり、衰退していく傾向も見られた。

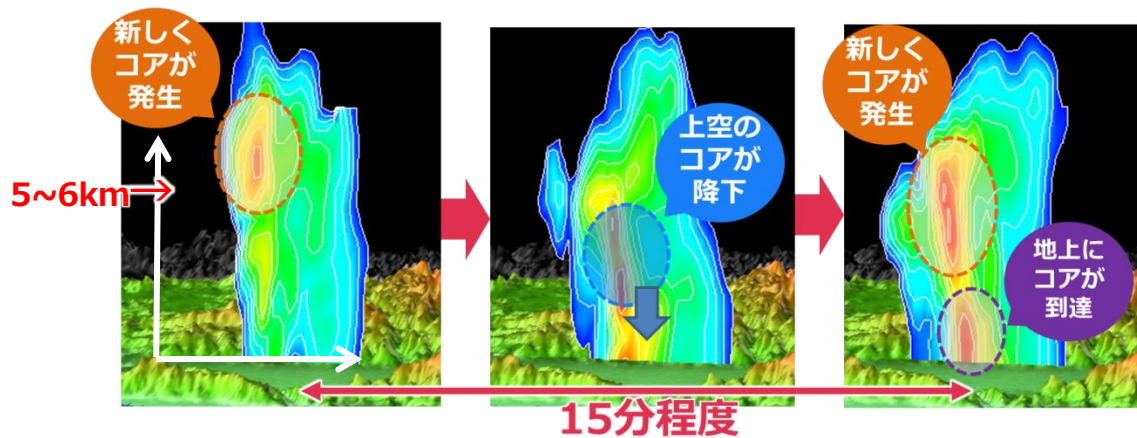


図 1.2 PAR の観測から得られた積乱雲のモデル

[将来展望]

降水コア高度と積乱雲の衰退との定量的な関係性を導出し、積乱雲の衰退を加味した局地的大雨等早期探知・予測システムを構築する。

b. 局地的大雨等早期探知・予測システム開発

[成果]

- ・積乱雲の3次元解析結果に基づいた3次元移流予測モデルを開発し、従来の手法と比べてより早期に地上の強雨が予測する事が出来るようになった。
- ・XRAINを用いた逐次的ZR式導出手法を開発し、PARの反射強度ZからXRAINと同等の雨量強度Rを推定する事が出来るようになった。

[実施概要]

・概要

積乱雲の3次元解析結果に基づいた3次元移流予測モデルを開発した。

・結果

積乱雲の3次元解析結果で得られた降水コアの地上への降下を考慮した3次元移流予測モデルを開発した(図2.1)。PARによる3次元観測データから降水セル(降水コア)を自動検出し、それぞれの降水セルに対して3次元的な移動ベクトルを推定する事で、上空の降水セルの鉛直的な移流も加味することが出来るようになった。従来の2次元移流予測モデルとの予測手法の比較を行ったところ、従来の2次元移流予測モデルと比べてより早期に地上の強雨が予測できることが確認された(図2.2)。但し、降水セルの時間発展(発達及び衰退)は考慮されていない為、40分先以降の予測については精度の低下が見られた。

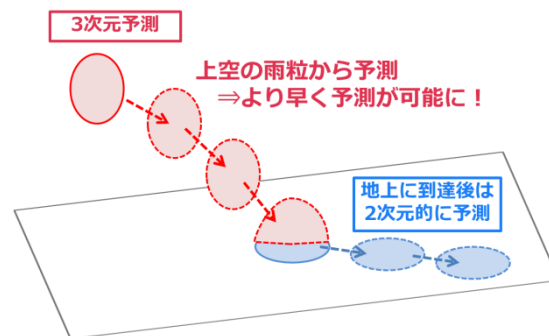
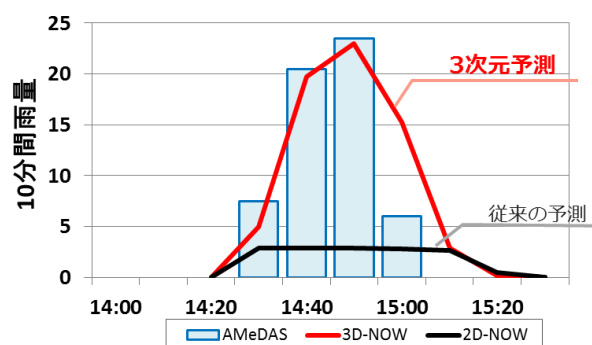
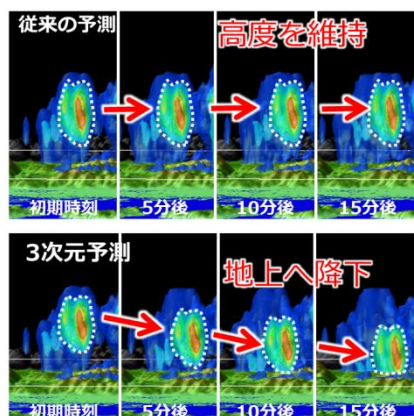


図 2.1 3次元移流予測モデルの概念図



地上雨量と予測結果の比較

図 2.2 予測手法の比較

また、3次元移流予測モデルによる予測地上雨量は高度1kmにおける予測反射強度分布にZR式を適用する事で導出する。しかしながら、ZR式は降雨現象によって大きく変動する事が既往の研究によって知られており、降雨現象の時間変動に応じて時々刻々と変化するものと考えられる。

そこで、XRAINによる地上雨量強度を参考にしたZR式をリアルタイムで導出するアルゴリズムを開発した(図2.3)。PARで観測された高度1kmの反射強度ZとXRAINで観測された地上降雨強度Rの過去10分間の平均値を基に層別平均値法によってZR式を導出することで、リアルタイムによる逐次的なZR式の導出が可能となった

逐次的なZR式導出結果の例として2015年8月12日22時から翌13日7時の期間に対してZR式を逐次的に導出したところ、ZR式に非常に大きな変動がある事がわかった。また、一般的なZR式($Z = 200R^{1.6}$)を用いた場合と逐次推定によるZR式を用いた場合の雨量を比較したところ、一部過小推定が見られるもののXRAINと同等の雨量値が推定されることが確認された(図2.4)。この手法を3次元移流予測モデルに適用する事で、予測反射強度から予測降雨強度への換算誤差が軽減されることが考えられる。

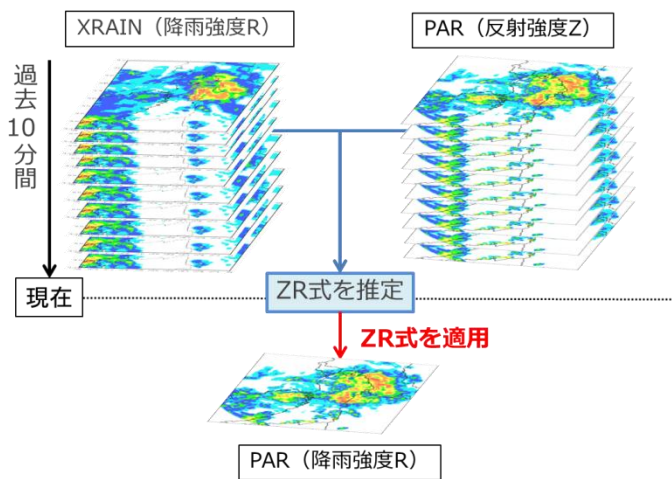


図 2.3 逐次的 ZR 式導出手法の流れ

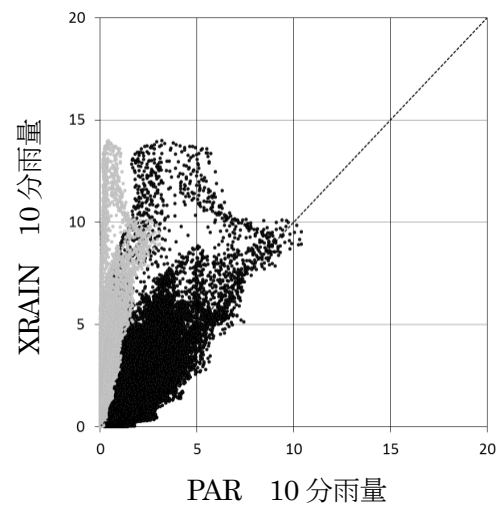


図 2.4 雨量値の逐次推定結果
黒：逐次推定結果 灰： $Z = 200R^{1.6}$

[将来展望]

積乱雲の時間変化(発達・衰退)を考慮した移流予測モデルを開発し、60分先までの予測精度の向上を図る。

c. 防災・減災体制、対策の早期構築の検討

[成果]

- ・ゲリラ豪雨予測システム（監視・予測システム）の試行運用を行った結果、Web、電子メール（PC、携帯電話、スマートフォン）に短時間に予測情報を伝達できることがわかった。
- ・ゲリラ豪雨情報の防災・減災対策方法の課題整理と対策の検討を行った結果、これまでに浸水対策は整備されてきていること、情報伝達時間が迅速であること、情報伝達手段を多様化すること、日頃からの対策及び訓練が必要であること等がわかった。
- ・ゲリラ豪雨情報システムの構築・運用を行いながらシステムの課題を抽出した。課題から抽出した防災・減災判断に必要な情報の実装、表示画像の改修を行い、ゲリラ豪雨の状況が把握しやすいシステムを開発した。

[実施概要]

・概要

大阪府福島区役所が、局地的大雨（ゲリラ豪雨）発生時の防災体制の構築や対策における課題についてまとめ、体制構築や対策に関し、どのタイミングでどのような情報を必要としているかを明らかにし、ユーザーライクな防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段の検討を行った。検討結果をゲリラ豪雨情報システムに反映した。

・結果

- ゲリラ豪雨情報システムを試行的に構築し、当初の課題を解決するため、福島区役所他での運用を行いながら、防災・減災のために必要とする情報や情報入手のタイミングなどの調査を、福島区役所、福島区内の地域防災リーダー連絡会から行った結果を表 3.1 及び表 3.2 にまとめた。
- プロジェクトにおける福島区での調査結果、ゲリラ豪雨情報システム構築と試行運用、試行運用の評価結果など、これまでの成果を活用し、図 3.1 に示す福島区地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）、福島区局地的大雨（ゲリラ豪雨）防災・減災対策マニュアル案の作成を行った。作成した各案は、H27 年度から、福島区内自主防災組織の地区防災計画作成検討時、ゲリラ豪雨の学習、検討資料として活用している。

表 3.1 プロジェクト当初の大阪府福島区役所の課題とプロジェクトの成果

プロジェクト当初の課題	プロジェクトの成果
①これまでは、浸水発生後の対応が中心で、浸水発生前の警戒の体制が整っていない。	ゲリラ豪雨は 30 分程度前までには把握できることがわかってきた。事前把握は 30 分程度前と短時間であることから、日頃からの準備が重要であることがわかってきた。日頃からの準備は、台風や梅雨前線時の大雨による浸水対策（土のうの確保・設置等）をゲリラ豪雨対策に流用できることがわかった。
②計画降雨量等の災害発生想定条件を設定していない。	H20 年以降の福島区内の内水氾濫事例を解析し、ゲリラ豪雨による浸水発生の条件を抽出。10 分雨量で検討する必要があることがわかった。発生条件をもとにゲリラ豪雨情報を作成し、発信試験を行った。
③具体的な防災・減災の計画等を策定していない。	本プロジェクトを通じ、ゲリラ豪雨を事前に把握できることがわかってきたことから、 ①日頃からの準備 ②発生直前の対処（発生直前の判断にゲリラ豪雨情報システムを利用）に分けて検討を行い。 ①、②を取り入れた地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）、局地的大雨（ゲリラ豪雨）防災・減災対策マニュアル案を作成した。

表 3.2 検討項目と成果及び課題

	検討項目		これまでの成果と課題	備考
①	ゲリラ豪雨	いつ	地上にゲリラ豪雨をもたらす 30 分程度前までに予測可能	H27～H28 年度ゲリラ豪雨情報システム試行運用成果から
		どこで	2 km×2 km 程度の範囲で予測可能	福島区、北区、此花区、都島区の各区の予測結果から妥当であると判断。
		どのくらい	・ 10 分で 5 mm 以上（注意） ・ 10 分で 10mm 以上（警戒） ただし、警戒は値を大きくした方がよい。	これまでの試行運用時、浸水の発生実績はない。
②	情報収集方法		・ Web ・ メール、スマートフォン等を使い、浸水現場の確認ができるようにした方がよい。	
③	情報監視方法		・ Web、商用 Web ・ メール ・ SNS（Twitter 等）の利用	ゲリラ豪雨情報システムとともに、作成している内水氾濫図、浸水実績図を活用する。
④	体制・対策の検討		・ 浸水を受けやすい住宅地、低地にある公園、アンダーパス、イベント等を事前に把握しておくことと、それら情報は防災関係部署、自主防災組織、住民等との共有を行い、ゲリラ豪雨発生時の体制を作っておく。 ・ 土のう等の設置場所について、自主防災組織、住民と事前に情報共有をしておく。 ・ 以上、事前の準備をするとともに、ゲリラ豪雨情報システムを利用し、発生の可能性のある時には、各所で即座に情報入手できるようにした。	・ 警報発表時、体制は構築している。 ・ 緊急連絡網はある。 ・ 土のうの準備はしている。
⑤	情報伝達方法		・ Web、商用 Web（PC、スマートフォン） ・ メール ・ SNS（Twitter 等）の利用	e メール、Twitter、商用 Web を利用した伝達試行から 3 分程度で情報伝達できることがわかった。

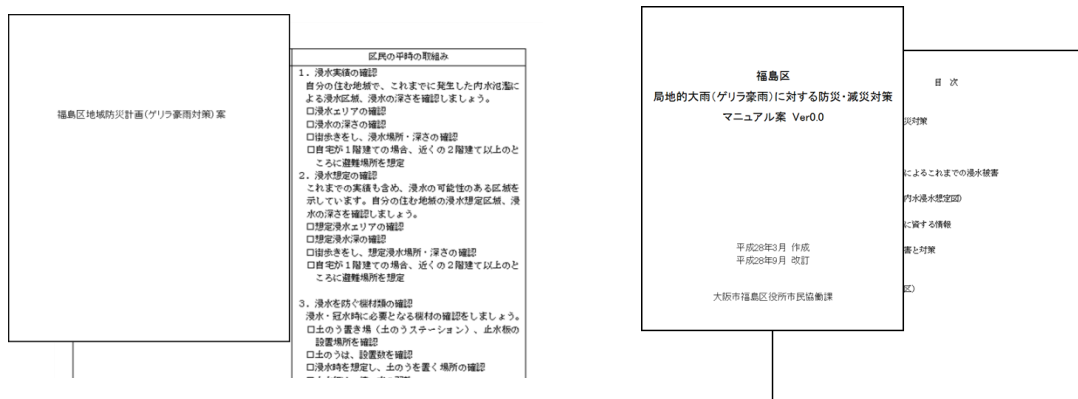


図 3.1 地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）：左、局地的大雨（ゲリラ豪雨）防災・減災対策マニュアル案：右

[将来展望]

ゲリラ豪雨について 30 分程度先まで予測できることがわかり、このことを前提に防災・減災対策に必要な情報内容・伝達方法の試行をし、地域防災計画案、マニュアル案を作成した。ゲリラ豪雨発生時、地域防災計画案等に基づき対策・対応を行えるようにし、不備が生じれば内容の見直し・更新を図っていきたい。

d. その他（手法の汎用化）

[成果]

- ・大阪市福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査から防災・減災対策の検討を行い、地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）、ゲリラ豪雨に対する防災・減災マニュアル案の作成を行うことができた。
- ・SNS (Twitter) 及び商用 Web (Yahoo) を使用した情報発信試行運用を行った結果、3 分程度で端末 (PC, 携帯電話、スマートフォン) に伝達できることがわかった。
- ・ゲリラ豪雨情報システムの運用を行いながら、防災担当者・自主防関係者等からの評価に基づき問題点への対策をシステムに反映させながら汎用化を行った。

[実施概要]

・概要

大阪市福島区役所及び周辺の北区、都島区、旭区、東淀川区役所他のニーズを把握した上で、防災・減災対策について検討した。成果は地域防災計画案他に取り入れた。さらに SNS、商用 Web 等を使用した情報発信内容・方法について検討し、試験運用を行った。ゲリラ豪雨情報システムの汎用化を行った。

・結果

- 大阪市福島区役所周辺の北区、都島区、旭区、東淀川区役所他のニーズ調査結果は、福島区役所と同様であり、表 3.1 にまとめている。福島区以外の 4 つの区はアンダーパスが多いこと、北区は梅田地下街など大規模な地下街があることが特徴である。アンダーパスや地下街などのへの浸水の防災・減災対策を行う上で、ゲリラ豪雨情報は重要な情報である。調査結果は、地域防災計画案、マニュアル案に取り入れた。各案は、見直しを行い、自主防災組織が地区防災計画検討時などの参考になるようにした。
- SNS (Twitter)、Yahoo! JAPAN Web への情報発信について、内容・方法を検討し伝達した。Twitter の情報は、1 時間先までで 5mm/10 分雨量が予測された時（ゲリラ豪雨注意情報）には、図 4.1 に示す内容で伝達した。Twitter のフォロワー数は H28 年度 47 であった。Yahoo! JAPAN の Web は、図 4.3 と同様な画像を表示させている。Yahoo! JAPAN の閲覧回数 (PV) は 1 日あたり 100 程度であった。

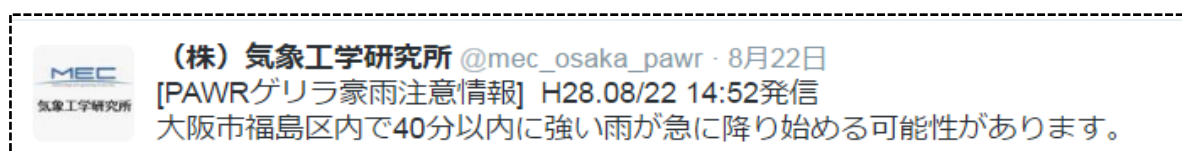


図 4.1 ゲリラ豪雨情報の Twitter での伝達内容（福島区の例）

- ゲリラ豪雨情報システムの概要を図 4.2 に示す。ゲリラ豪雨情報システムは、PAR 観測データ処理、予測計算、Web 画像作成、ゲリラ豪雨情報発信処理から構成されている。PAR 観測データ処理及び予測処理、発信処理に 30 秒程度、Web 画像サーバへのデータ転送や e メール、Twitter の端末への伝達に 1 分 30 秒程度の時間を要している。大容量の PAR 観測データを処理し、情報を作成し伝達するまでに短時間で処理を行えるようデータ処理方法、予測計算方法など工夫をした。また、Yahoo! JAPAN の Web 画像の更新は観測から 3～4 分の時間を要している。リードタイム（現象を予測できる時間）が短いことから、運用中、関係者に評価をして頂いたが、防災・減災対応をする上でデータの更新・伝達時間に問題はなかった。

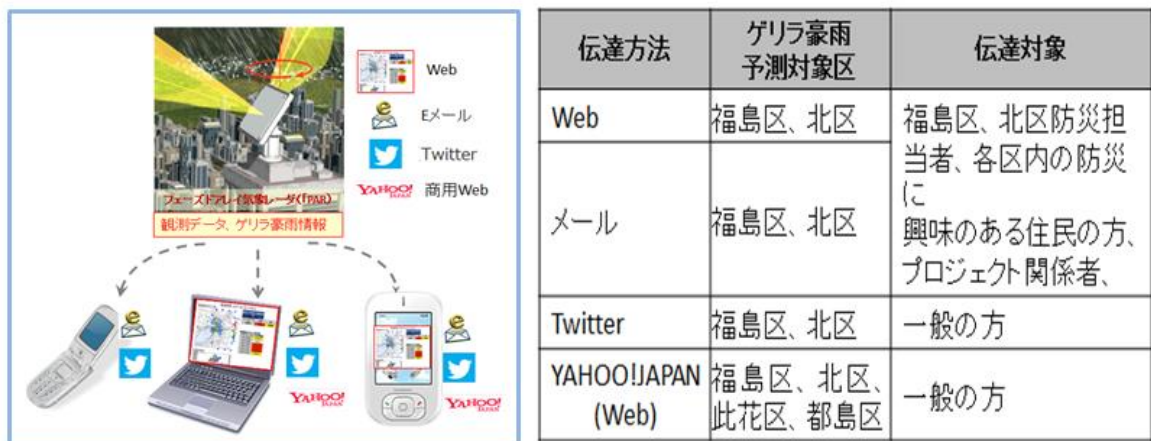


図 4.2 ゲリラ豪雨情報システムの概要

左：各端末で利用できるサービス 右：ゲリラ豪雨情報の伝達方法、予測対象区、伝達対象

➤ゲリラ豪雨情報システムの運用を行いながら、福島区及び周辺区の防災担当者・自主防関係者からのシステムの評価をして頂いた。評価結果を検討し問題のあるところを運用中に改修し実装を行いシステムの汎用化を行った。その結果、図 4.3 に示す監視画像となった。図中の赤破線枠内の記述は、検討を行った主な内容をまとめている。また、ゲリラ豪雨情報は、これまでに説明した e メール、Twitter、商用 Web へ発信、伝達を行い、伝達方法の多様化を図った。

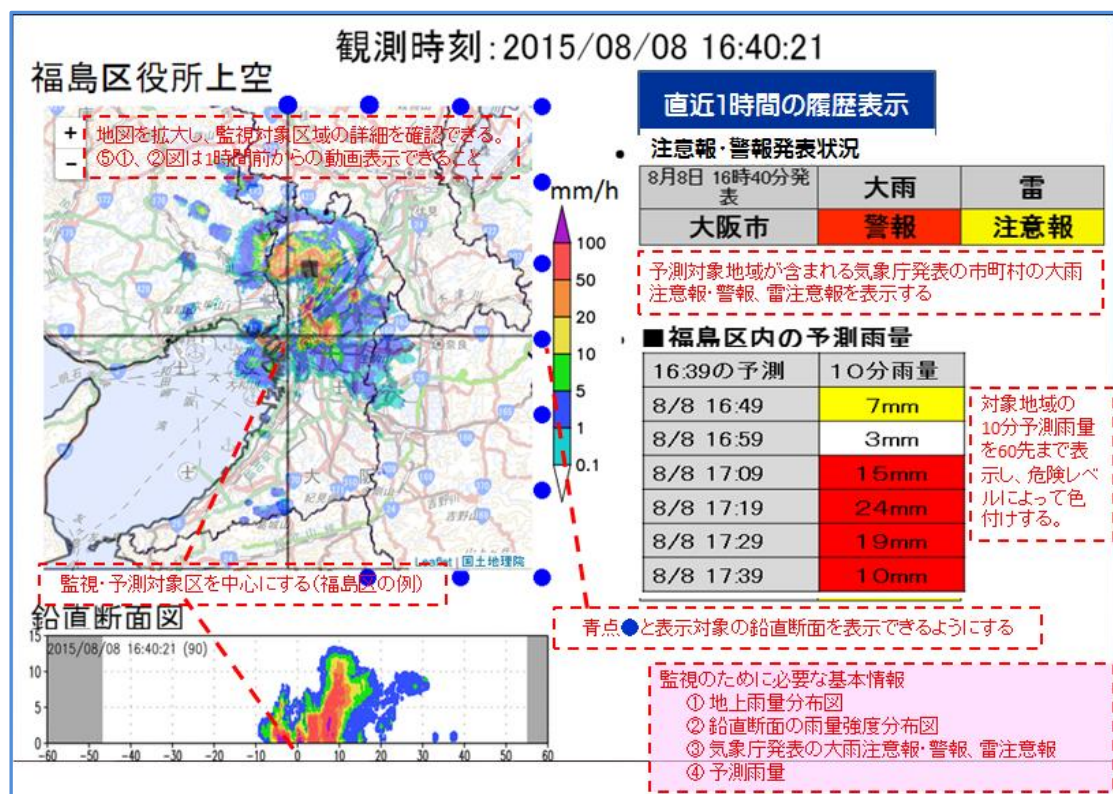


図 4.3 汎用化を行ったゲリラ豪雨情報システムの Web 監視画像

[将来展望]

ゲリラ豪雨の予測可能時間が短いことから多くの人への伝達のために SNS や商用 Web (Yahoo! JAPAN など) を取入れた方が良かったことがわかった。SNS、商用 Web の利用において、自治体防災担当者以外の多くの一般の人が短時間に情報内容の理解できるよう、さらに検討を図りたい。

付録

付録1 福島区地域防災計画案（ゲリラ豪雨対策）

付録2 局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案 Ver0.0

付録1 福島区地域防災計画(ゲリラ豪雨対策)案

2. 平時の取り組み

区役所の平時の取り組み	区民の平時の取り組み
1. 浸水実績の把握 これまでにゲリラ豪雨により浸水や冠水した地域の実績を把握し、実績図を作成し、区民等に周知します。 2. 防災マップ（内水氾濫図）の作成 自宅等にいる場合、危険を感じた時に避難できる避難施設や収用避難施設などをのせたマップを作成、場所や使える時間などを区民等に周知します。 3. 土のう等の浸水を防ぐ機材類の準備 土のうや止水板の準備、設置場所の確保し、設置場所、設置数を区民等に周知します。 4. 情報伝達内容、情報伝達方法の整備 【情報内容】 【例】「この区域では強い雨が（30）分後に降ります。浸水が予想されますので土のうや止水板の準備をして下さい。」 【伝達方法の整備】 防犯パトロール車からの放送、eメール・ツイッター発信の仕組みの整備と運用をします。 5. その他 ・災害時要援護者の把握をします。 ・区域外から来た人にはツイッターを使い情報伝達します。 ・住民で対応できないことを区役所で整理し、区役所で対応できることをまとめ、区民に周知します。	1. 浸水実績の確認 自分の住む地域で、これまでに発生した内水氾濫による浸水区域、浸水の深さを確認しましょう。 ☐ 浸水エリアの確認 ☐ 浸水の深さの確認 ☐ 街歩きをし、浸水場所・深さの確認 ☐ 自宅が1階建ての場合、近くの2階建て以上のところに避難場所を想定 2. 浸水想定の確認 これまでの実績も含め、浸水の可能性のある区域を示しています。自分の住む地域の浸水想定区域、浸水の深さを確認しましょう。 ☐ 想定浸水エリアの確認 ☐ 想定浸水深の確認 ☐ 街歩きをし、想定浸水場所・深さの確認 ☐ 自宅が1階建ての場合、近くの2階建て以上のところに避難場所を想定 3. 浸水を防ぐ機材類の確認 浸水・冠水時に必要となる機材の確認をしましょう。 ☐ 土のう置き場（土のうステーション）、止水板の設置場所を確認 ☐ 土のうは、設置数を確認 ☐ 浸水時を想定し、土のうを置く場所の確認 ☐ 止水板は、使い方の習熟 4. 情報内容の確認、受信手段の確認 ☐ 情報内容の確認 ☐ 受信手段を確認 ☐ 情報受信時の行動の想定 5. その他 地域で要援護者の支援方法を検討しましょう。 ☐ 近所の、要援護者の把握と、災害時の対応方法の確認をしましょう。 ☐ 住民で対応できないことを整理し、区役所に報告しましょう。

3. 災害時の行動（災害応急対策活動）

区役所の災害応急対応活動	区民の災害応急対策活動
1. ゲリラ豪雨情報の収集 フェーズドアレイ気象レーダーで観測された結果を収集します。また、観測から判定されたゲリラ豪雨情報を収集します。 ゲリラ豪雨情報（発生予測）について ・防犯パトロール車 ・登録型メール ・ツイッター で、情報の発信をします。 2. 対応活動 学校、自主防災組織等、事前に登録されところに、メールで情報発信をします。	1. ゲリラ豪雨情報の収集 空の様子をよく観察し、 ・大きな黒い雲が近づいている ・雷鳴が聞こえたり、雷光が見えたりする。 ・「ヒヤッ」とした冷たい風が急に吹き出す。 等し、危険を感じたら身の安全を図って下さい。 ゲリラ豪雨情報は、区役所から発信します。空の様子が異常な時には受信し、必ず確認しましょう。 2. 対応活動 ゲリラ豪雨発生時には、突風や落雷なども発生します。突風や落雷が発生する前に、外での対応活動を終了しましょう。 【機材の設置】 ゲリラ豪雨情報を確認し、浸水の危険がある場合、平時から準備している土のうや止水板等で浸水の対策を実施して下さい。 【避難】 浸水の危険がある区域は、 ➤避難所に避難する時間的余裕がある場合 強い雨が降り出す前に、避難を完了して下さい。 ➤避難所に避難する時間的余裕がない場合 家の中の高い所に避難して下さい。2階以上がない場合、2階建て以上の近くの場所に避難しましょう。

4. その他

台風や温帯低気圧、前線、集中豪雨などに伴う大雨による防災・減災対策は、従来どおり、大阪市地域防災計画<風水害等対策編>に従って実施します。

福島区地域防災計画（ゲリラ豪雨対策）改訂履歴

作成・改訂年月	改訂概要
平成 28 年 3 月 作成	
平成 28 年 9 月 改訂	付－6 4. その他を追記

付録2 福島区局地的大雨(ゲリラ豪雨)に対する防災・減災対策マニュアル

案

Ver0.0

福島区
局地的大雨(ゲリラ豪雨)に対する防災・減災対策
マニュアル案 Ver0.0

平成28年3月 作成
平成28年9月 改訂

大阪市福島区役所市民協働課

はじめに

これまで事前対策を行ってきた台風や温帯低気圧、前線、集中豪雨などに伴う大雨による防災・減災対策は、従来どおり、大阪市地域防災計画<風水害等対策編>に従って実施します。

しかし、近年、ごく狭い範囲に短時間で強い雨が降る「局地的大雨」（一般には「ゲリラ豪雨」と呼ばれている。）により、命を落とす方や建物や地下室、地下街の浸水、道路の冠水などの被害が多発しています。これまでの気象観測機器ではゲリラ豪雨の発生の予測は困難でした。

今回、大阪大学で開発されたフェーズドアレイ気象レーダーを用いて、福島区役所と大阪大学とのコラボレーションにより文部科学省防災減災対策支援研究プロジェクトを実施した結果、30分程度前にゲリラ豪雨の予測ができ、防災・減災対策に有効に活用できることがわかってきました。本実績をもとに、本マニュアル案の作成を行いました。

目 次

1. ゲリラ豪雨の特徴と防災・減災対策
2. 福島区役所管内の地形
3. 福島区役所管内のゲリラ豪雨によるこれまでの浸水被害
4. 内水氾濫による浸水マップ（内水浸水想定図）
5. ゲリラ豪雨の防災・減災対策に資する情報
6. ゲリラ豪雨により発生する被害と対策

様式－1

参考資料（大阪市、大阪市福島区）

改訂履歴

気象庁などでは、局地的に急に短時間に降る豪雨を「局地的大雨」と呼んでいます。本マニュアルでは、以下、報道等で一般的に使われている「ゲリラ豪雨」と呼びます。局地的大雨とゲリラ豪雨とは、まったく同じ現象のことです。

1. ゲリラ豪雨の特徴と防災・減災対策

ゲリラ豪雨の特徴とゲリラ豪雨に対する防災・減災対策の概要についてまとめます。

➤中小河川、低地などで被害が発生しやすい。

ゲリラ豪雨では、大きな河川に雨水が流れる前に、側溝、マンホール、町中にある用水路や比較的小さな川などから水があふれ、周辺の低い土地が一気に水につかってしまいます。

福島区役所では、市民の皆様の住居近くで浸水が発生しやすい個所を確認して頂くことができるよう、内水氾濫による浸水マップを市民の皆様に提供することで、局地的大雨発生時の危険箇所の把握ができるようにしています。

➤短時間で危険な状態になりやすい。

平成20年7月28日、兵庫県神戸市灘区の都賀川が急激に増水し、河川内の親水公園で遊んでいた子供たちなどが流され、その内5人が亡くなりました。上流で降った大雨が原因とみられていますが、この時、水位はわずか10分間で約1.3mも上昇しました。ゲリラ豪雨ではごく短時間のうちに河川の水位が上昇したり、道路の冠水や建物の浸水被害が発生する特徴があります。

福島区役所では、過去に発生した浸水箇所データを浸水マップに記載し、危険箇所の把握ができるようにしています。

➤避難する時間的余裕がありません。

台風などの場合は、長時間降り続く雨による浸水のおそれが予想できるため、行政が比較的余裕をもって避難勧告等を発令することができますし、住民も被害が発生する前に避難所等に早目に避難することが可能です。しかし、ゲリラ豪雨では、道路冠水や住居や地下街への浸水といった被害が非常に短い時間で発生します。これまでは予想することが難しかったため、行政も住民も、時間的余裕がありません状況で防災・減災の応急的対処や避難判断をせざるを得ない状況でした。

福島区役所では、フェーズドアレイ気象レーダーを活用したゲリラ豪雨情報とその伝達方法の開発することにより、被害発生までの時間的余裕ができるようし、少しでも早く防災・減災対策を実施できるようにしました。

時間的余裕がありませんことから、特に、災害時要援護者へは福島区地域防災計画に従い、情報伝達方法や支援者の対応方法について具体的な検討を進めておきましょう。

2. 福島区役所管内の地形

図-1 に福島区役所管内の標高を示します。一部区域で海拔0メートル以上のところがありますが、管内のほとんどの地域で0メートル地帯となっています。その中でも、道路・道路沿いや南西部が特に低くなっています。

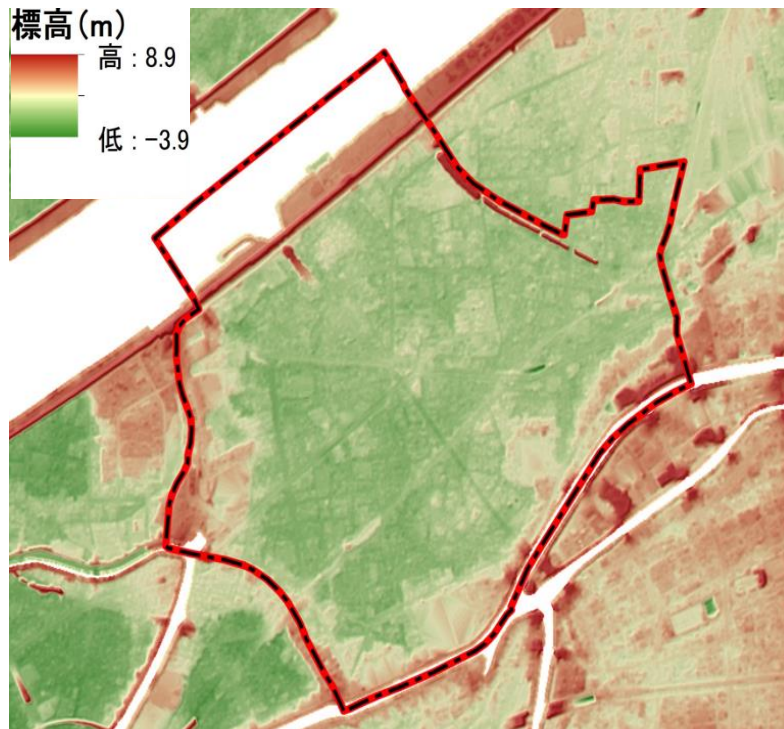


図-1 福島区役所管内の標高（大阪教育大学HPより引用）

3. 福島区役所管内のゲリラ豪雨によるこれまでの浸水被害

福島区役所管内では、これまでの7年の間に3回の浸水や冠水被害が発生しています。浸水や冠水が発生した場所を図-2に示します。また、その時の大阪管区气象台と福島区役所近くの大阪市雨量観測所で10分間に降った雨量を表-1に示します。表-1から、福島区役所管内で浸水や冠水が発生する雨量は、いずれの場合も10分間で15mm以上と推定されます。



図-2 福島区役所管内の内水はん濫防災マップとはん濫実績
緑色：H20.7.28、赤色H24.8.18、オレンジ色：H25.8.25

表-1 福島区役所管内の内水はん濫発生時の10分に降った雨量

観測所名	H20.7.28	H24.8.18	H25.8.25
大阪管区气象台	16.5mm	20.5mm	19.0mm
海老江下水処理場	—	19.2mm	19.2mm
中之島抽水所	—	24.5mm	24.0mm

表-2 に福島区役所管内で内水氾濫が発生した時の被害状況を示します。

表-2 内水発生時の福島区役所管内の被害状況

	H20.7.28	H24.8.18	H25.8.25
床上浸水	戸	2 戸	戸
床下浸水	戸	2 1 戸	戸
地下室（地下鉄、民家地下室）浸水	戸	戸	戸
道路冠水	箇所	箇所	箇所

4. 内水氾濫による想定浸水マップ(内水浸水想定図)

ゲリラ豪雨では、大きな河川に雨水が流れる前に、側溝、マンホール、町中にある用水路や比較的小さな川などから水があふれ、周辺の低い土地（低い場所の住宅地や道路、地下室、アンダーパス（道路の低いところ））などが一気に水につかってしまいます。

福島区役所では、市民の皆様の住居近くで浸水が発生しやすい区域を確認して頂くことができるよう内水氾濫による想定浸水マップ（図-3参照）作成しています。局地的大雨発生時の危険区域の把握ができるようにしています。

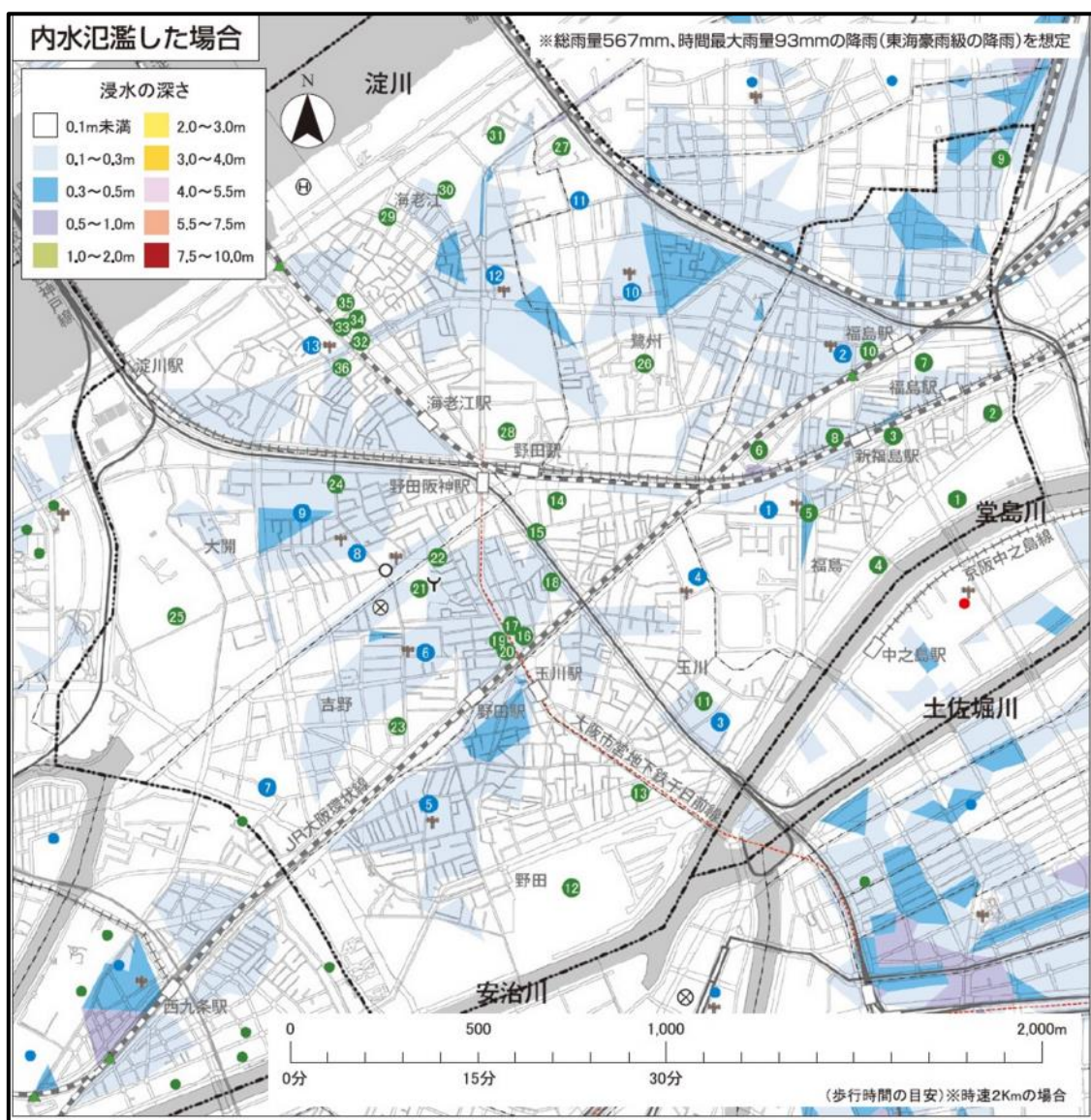


図-3 福島区役所管内の内水氾濫による想定浸水マップ

図-3 から福島区役所管内で浸水が30cm以上になると想定される場所：

	場所		場所
①	福島区〇〇〇〇付近	③	福島区〇〇〇〇付近
②	福島区××××付近	④	福島区××××付近

5. ゲリラ豪雨の防災・減災対策に資する情報

これまでの観測技術では、ゲリラ豪雨に関しては、ピンポイントで場所や時間を特定し、十分な時間的余裕をもって発生を予想することは難しいといわれていました。今回、大阪大学と共同プロジェクトを実施し、30分程度前までに、福島区役所（約2km×2km）の範囲程度に急に強い雨が降り出す事前情報の提供が可能であることがわかってきました。

福島区役所では、大阪大学で開発されたフェーズドアレイ気象レーダーを活用し、福島区役所の範囲にゲリラ豪雨発生の可能性が把握できた時点で、「ゲリラ豪雨情報」を、メールやツイッター、**防災パトロール車（青パト）からの放送**を用いて、一早く市民の皆様に伝達することにより、防災・減災対策に有効に活用します。

プロジェクトで開発した、ゲリラ豪雨情報発信のプロセスの概要を図-4 に示します。

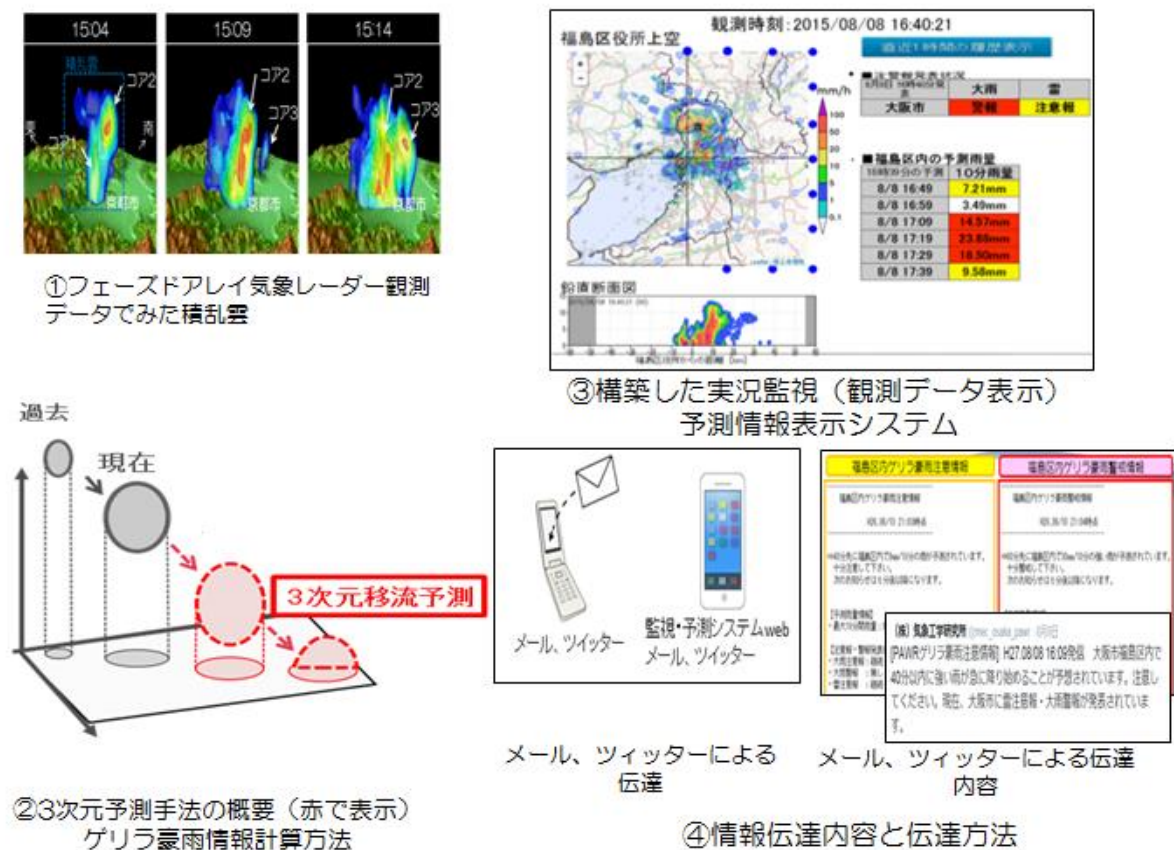


図-4 ゲリラ豪雨情報発信プロセスの概要図

- 【①フェーズドアレイ気象レーダー観測結果の例、②ゲリラ豪雨情報（予測）計算方法、③ゲリラ豪雨情報実況監視・予測情報表示システム、④情報伝達内容と方法】

図-4 の④で示す情報内容は、メール（事前登録型※1・任意登録型※2）、ツイッター、青色防犯車（青パト）を使って発信します。情報伝達フロー図を、図-5 に示します。

※1 メール（事前登録型）とは、管理者が事前に防災関係者、自主防災組織等連絡が必要な方（部署）を事前に把握し、情報が発生した場合に強制的に発信されるものです。

※2 メール（任意登録型）とは、情報を必要される方がメールシステムにアドレスを登録し、メールを受信するものです。

ゲリラ豪雨情報の伝達フロー図

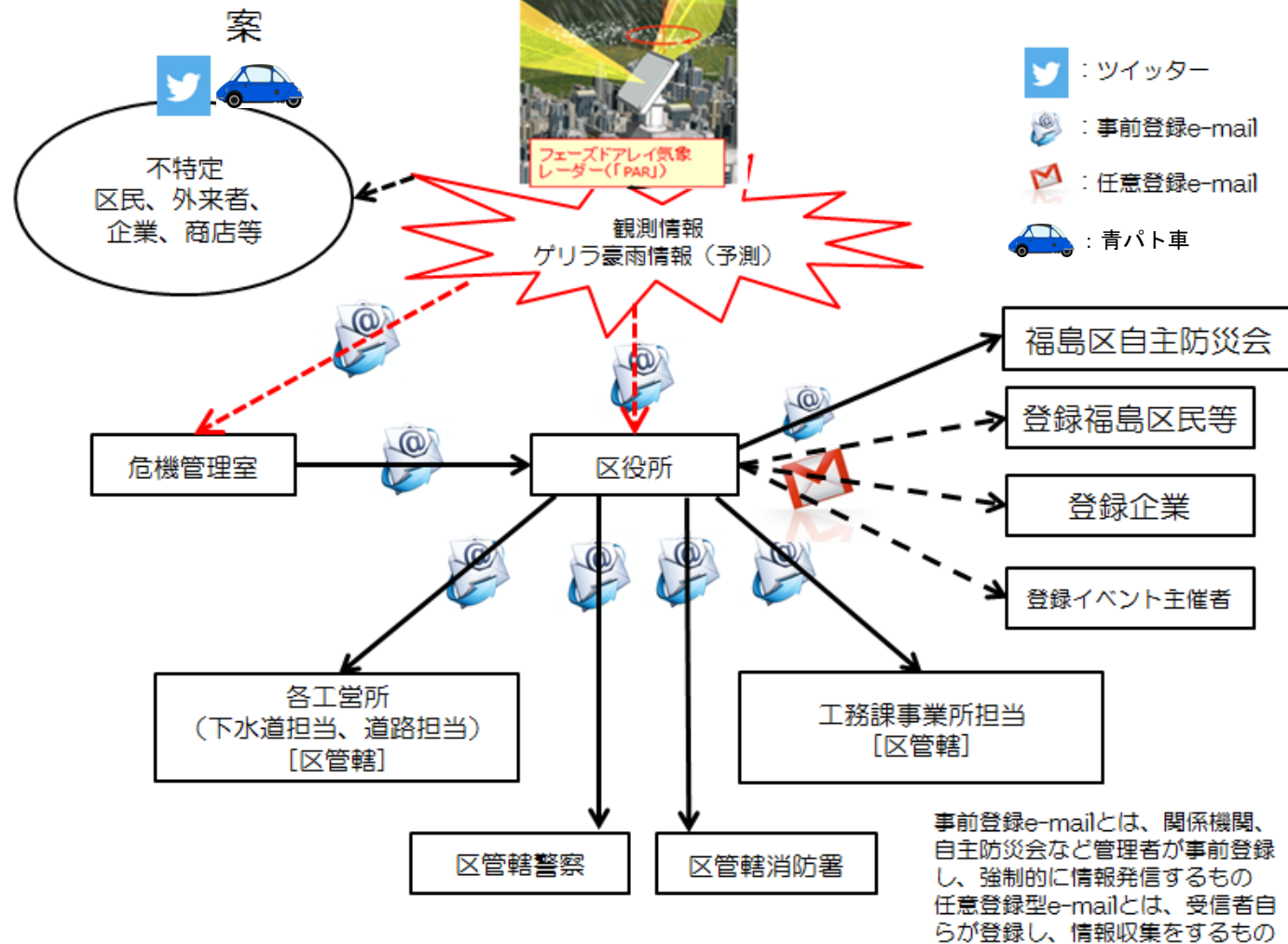


図-5 ゲリラ豪雨情報の伝達フロー図

6. ゲリラ豪雨により発生する被害と対策

6.1 ゲリラ豪雨により発生する被害

ゲリラ豪雨により発生する被害は、次のようなものがあります。一部、被害の様子を図-6に示します。

- ☞川の急な増水により中州に残される。
- ☞低地にある住宅の浸水。
- ☞地下街（地下にある飲食店）や地下鉄の駅、地下室に雨水が流れ込む。
- ☞アンダーパス（掘り下げ式の立体交差）や道路の冠水。
- ☞増水した用水路等に流される。
- ☞地下室に閉じこめられる。

など。



（大阪市HP）

図-6 地下街・地下駅・地下室、アンダーパスに関する注意事項

※ このほか、ゲリラ豪雨が発生するような気象状況下では、「竜巻」や「突風」などが発生することもありますので、自宅の安全な場所、外出時には近くの頑丈な建物などに避難してください。

6.2 ゲリラ豪雨による被害を防ぐための対策

福島区役所ではフェーズドアレイ気象レーダーを活用し、局地的大雨の情報発信を行っています。また、テレビやラジオ、インターネット等でも常に最新の気象情報を入手するようにし、警報・注意報は発表されていないか、実際に外を見て雨雲や雷が近づいてこないかなど周囲の状況の変化に注意を払い、天気の変化に備えましょう。

① 周辺の天気の状態の把握

情報に依存するだけでなく、次のゲリラ豪雨が発生しやすい図-7に示すような天気の変化も把握してください。

- ・真っ黒い雲が近づき、周囲が急に暗くなる。
- ・雷鳴が聞こえたり、雷光が見えたりする。
- ・ヒヤッとした冷たい風が吹き出す。
- ・大粒の雨や「ひょう」が降り出す。



図-7 ゲリラ豪雨時の天気の変化（気象庁）

② 避難等

避難の際は、時間的余裕があるときは避難所への避難が安全ですが、場合によっては自宅の高い場所や、隣近所にあるコンクリート造りなどの頑丈な2階建て以上の建物に避難するなど、現実的な避難をすることも有効な手だてです。また、近隣の要援護者の避難支援も必要です。

外出中にゲリラ豪雨に出くわした場合、水辺にいる時にはすぐに水辺から離れる、浸水・冠水した場所には近づかない、頑丈な建物に避難するなど、危険な場所は絶対に避けるようにしましょう。

地下街や地下にある飲食店、地下室などに長時間いると、雨が降ってきたことに気づかないことがありますので、地下に入る前に空の状況の確認を行い、また、気象情報を確認しておくほか、地下に雨水が流入するなど、危険を感じたときはいつでも外に出られるよう注意を払っておきましょう。

③ 平時からの準備

【機材等の準備】

建物への浸水や地下への雨水の流入を防ぐため、次のような対策をとることも重要です。

- ・建物基礎部分やエアコン室外機等設備機器のかさ上げを行う。
- ・ベニヤ板などで店の入口をふさぐ。
- ・止水板を設置する。福島区役所管内の止水板の設置場所は、表 のとおりです。

止水板設置場所：

①	福島区〇〇〇〇	②	
③	福島区××××	④	
⑤		⑥	

- ・土のうを設置する。福島区役所管内の土のう置き場は、表 のとおりです。

土のう置き場：

①	福島区〇〇〇〇	②	
③	福島区××××	④	
⑤		⑥	

以上、止水板の設置場所や土のう置き場は平時から確認しておくとともに、止水板の取扱い方法、浸水時の土のうを積む場所を決めておきましょう。

【防災訓練・街歩き】

防災訓練等時には、水害に関する訓練も取り入れましょう。例えば、浸水マップ（内水浸水想定図）等をもとに街歩きを実施し、ゲリラ豪雨による浸水場所、止水板設置場所、土のう置き場、土のう積を行う想定場所等の確認を行いましょう。

【階層別の教育訓練】

ゲリラ豪雨の防災・減災対策に関し、本マニュアルの他、階層（防災担当者、自主防災組織、住民などの別）に応じた必要な資料の作成を行い、各階層の教育訓練を危機管理担当者が行う。教育訓練の内容・成果は、防災コミュニケーション実施記録（様式－１）にまとめるとともに、必要があれば地域防災計画（ゲリラ豪雨対策）案、局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案の内容の見直しを行い改訂する。

(様式-1 防災コミュニケーション実施記録様式)

ゲリラ豪雨(局地的)防災対策コミュニケーション実施記録

コミュニケーション の目的	【例】地区防災計画作成のため		
実施日時 場所・参加者数	平成 28 年 4 月 6 日(水)13 時～15 時 〇〇公民館・〇名		
実施対象組織名	〇〇自主防災組織	組織代表者	
実施者	所属名:大阪市福島区市民協働課	名前:	
使用した資料			
実施概要			
質問内容 回答内容			
コミュニケーション の成果	【例】××地区の浸水域への理解が深まった。		
備 考			

※ 記入欄が不足した場合、様式を追加し、必ずページ数を記載して下さい。

参考資料（大阪市、大阪市福島区）

番号	資料名称	発行年月 収集年月等	発行・収集先
①	大阪市地域防災計画〈風水害対策編〉	H26.9	大阪市防災会議
②	津波・水害から命を守るために 防災マップ福島区	H18.3	大阪市
③	大阪市の浸水対策	H27.12	HP 資料
④	福島区地域防災計画	H25.9	福島区役所
⑤	大阪市下水道台帳 地図表示	H25.12	大阪市建設局
⑥	家屋の浸水発生時の伝達フロー図		福島区役所
⑦	上福島地域振興会 防災手帳	H25.12	HP 資料
⑧	上福島地域振興会 連合防災マップ	H25.12	HP 資料
⑨	福島区浸水箇所図	H20.7.28 H24.8.18 H25.8.25	福島区役所
⑩	上福島地区防災計画	H27.10	上福島地区

参考資料（国・都府県等）

番号	資料名称	発行年月 収集年月等	発行・収集先
①	局地的な大雨による被害の軽減に向けた 気象業務のあり方について	平成 21 年 6 月	交通政策審議会気象分科 会
②	中小河川における局地的豪雨対策WG報 告書	平成 21 年 1 月	気候変動に適応した治水 対策検討小委員会
③	地的豪雨による被害軽減方策検討会結果 報告書	平成 22 年 3 月	兵庫県
④	局地的豪雨による被害軽減方策報告書	平成 23 年 6 月	局地的豪雨による被害軽 減方策検討会（近畿地方 整備局）
⑤	局地的な大雨に対する下水道管渠内工事 等安全対策の手引き(案)	平成 20 年 10 月	局地的な大雨に対する下 水道管渠内工事等安全対 策検討委員会
⑥	ゲリラ豪雨に備えて	平成 21 年 4 月	(社)中部経済連合会
⑦	中小河川における水難事故防止策検討W G 報告書	平成 21 年 1 月	気候変動に適応した治水 対策検討小委員会
⑧	局地的大雨から身を守るために	平成21年2月	気象庁
⑨	局地的大雨から身を守りましょう	平成 26 年 1 月 15 日	福島県 HP
⑩	NHK解説委員室ブログ『時論公論 「“ゲリラ豪雨”に備える」』	平成 20 年	NHK HP

福島区役所地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案（ゲリラ豪雨対策）
改訂履歴

作成・改訂年月	改訂概要
平成 28 年 3 月 作成	
平成 28 年 9 月 改訂	はじめに（台風等に伴う防災・減災対策）の追記
	付-12 災害時要援護者への対応の追記
	付-16、付-17 防犯パトロール車（青パト）の追記
	付-20 各階層の教育訓練と防災コミュニケーション実施記録の追記
	様式-1 防災コミュニケーション実施記録様式の追記