

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27年度)

成果報告書

平成28年5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27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27年度)

成果報告書

平成28年5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27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	32
3.3 防災・減災体制、対策の早期構築の検討	50
3.4 手法の汎用化	62
3.5 その他	73
4. 活動報告	77
4.1 会議録	77
4.2 対外発表	90
5. むすび	93
5.1 PAR を使った局地的大雨等のメカニズムの解明	93
5.2 局地的大雨等早期探知・予測システム開発	94
5.3 防災・減災体制、対策の早期構築の検討	95
5.4 手法の汎用化	96

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。

【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。



図 1 業務の全体像

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
大阪大学大学院工学研究科	助教	金 寛	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27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	小田 篤志	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 27 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。文献調査及び解析結果から、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	助教	金 寛

(2) 平成 27 年度の成果

(a) 業務の要約

- ・ PAR 観測データ蓄積基準・蓄積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 27 年 3 月～平成 28 年 2 月までのデータの変換・蓄積を行った。
- ・ 局地的大雨発生・発達メカニズムの解明方法の検討を行うため、科学的解析手法に関し文献調査を行い、各手法を比較し、効果的な手法を選択した。
- ・ 大気不安定（積乱雲が発達しやすい気象条件）の条件下、レーダー観測範囲内のアメダス地上雨量計の 10 分雨量観測値で多い方から 3 事例（1 事例：30 秒間隔のデータ 3 時間前後）の PAR 観測データを使い、試行的に解析し、結果をまとめた。
- ・ 上記の結果を用い、監視する必要がある積乱雲の特定方法及び特定した積乱雲の発生・発達メカニズムをまとめ、予測手法の検討を行った。

(b) 業務の成果

1) 大規模積乱雲発生・発達時の観測データ蓄積

a) PAR 観測データ蓄積基準

平成 24 年 7 月～平成 27 年 2 月における PAR 観測データの蓄積基準は、下記 a.及び b.の条件を満たす事例とし、データの蓄積を行った。

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

しかし、平成 27 年度は、次ページの表 3.1-1 及び表 3.1-2 に示すように、上記 a.及び b.の両方の条件を満たす事例がなかった。

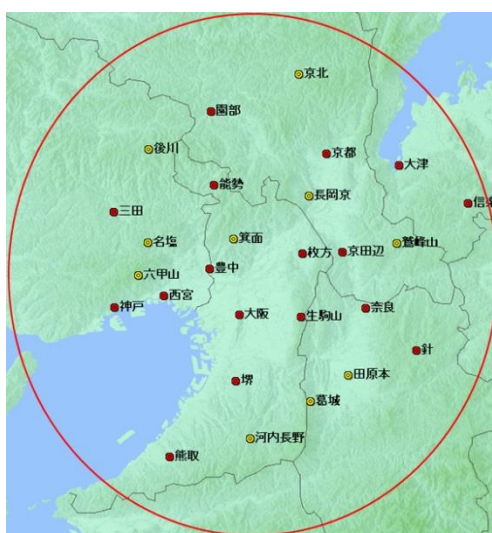


図 3.1-1 PAR 観測範囲内（赤円）のアメダス観測所
（赤丸：雨量、気温、風、日照時間、黄丸：雨量のみ）

注) PAR とは、「フェーズドアレイ気象レーダー」のこと

表 3.1-1 平成 27 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	地点番号	月	日	時	雨量
1	長岡京	61306	6	21	18	49.0 mm
2	能勢	62016	9	1	21	38.5 mm
3	堺	62091	9	9	22	37.5 mm
4	茨木	62037	8	8	17	34.5 mm
5	京田辺	61326	8	29	18	31.5 mm
6	堺	62091	9	9	21	29.5 mm
7	信楽	60026	8	20	6	29.0 mm
8	西宮	63477	8	13	2	28.0 mm
9	茨木	62037	8	17	4	27.5 mm
10	神戸	63518	7	17	8	27.5 mm
11	堺	62091	7	1	11	27.0 mm
12	豊中	62051	8	13	2	27.0 mm
13	京北	61251	8	28	18	27.0 mm
14	河内長野	62111	10	2	2	25.5 mm
15	京田辺	61326	7	10	18	25.0 mm
16	大津	60216	9	10	13	25.0 mm
17	堺	62091	10	2	2	25.0 mm
18	長岡京	61306	8	17	4	24.5 mm
19	豊中	62051	8	17	3	24.0 mm
20	神戸空港	63517	7	17	8	23.5 mm

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	2015 年 6 月 21 日	顕著な浸水・冠水の発生なし
2	2015 年 9 月 1 日	
3	2014 年 9 月 9 日	

※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

そこで、平成 27 年 4 月～平成 28 年 2 月の期間で、下記の条件を満たす事例をデータ蓄積基準とした。

- 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 3 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 2015 年 8 月 8 日

2 位 2015 年 8 月 6 日

3 位 2015 年 8 月 7 日

となった。よって表 3.1-4 に示す 3 事例を今年度の解析対象事例とし、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 27 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

順位	観測所名	地点番号	月	日	時	10 分雨量	降雨原因
1	長岡京	61306	6	21	40	21.5 mm	梅雨前線
2	茨木	62037	8	8	50	19.0 mm	大気不安定
3	河内長野	62111	10	2	50	15.5 mm	寒冷前線
4	堺	62091	10	2	40	15.5 mm	寒冷前線
5	生駒山	62081	8	8	10	15.0 mm	大気不安定
6	八尾	62096	8	6	10	15.0 mm	大気不安定
7	能勢	62016	9	1	50	14.5 mm	温帯低気圧
8	後川	63346	8	17	50	14.0 mm	温帯低気圧
9	西宮	63477	9	1	40	14.0 mm	温帯低気圧
10	大津	60216	9	10	50	14.0 mm	温帯低気圧
11	園部	61242	6	24	10	13.5 mm	梅雨前線
12	能勢	62016	9	1	40	13.5 mm	温帯的圧
13	京北	61251	8	17	20	13.0 mm	温帯低気圧
14	西宮	63477	8	13	50	12.5 mm	寒冷前線
15	園部	61242	8	17	0	12.0 mm	温帯低気圧
16	京都	61286	9	1	10	12.0 mm	温帯低気圧
17	三田	63411	8	17	40	12.0 mm	温帯低気圧
18	長岡京	61306	8	29	20	12.0 mm	停滞前線
19	豊中	62051	8	6	50	12.0 mm	大気不安定
20	京田辺	61326	8	7	50	11.5 mm	大気不安定

赤字：8月8日 青字：8月6日 橙字：8月7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	2015 年 8 月 6 日	13:30-19:00	大気不安定	孤立積乱雲
事例 2	2015 年 8 月 7 日	14:00-21:00	大気不安定	孤立積乱雲
事例 3	2015 年 8 月 8 日	12:00-20:00	大気不安定	孤立積乱雲

表 3.1-5 平成 27 年度 PAR 観測データ追加蓄積期間

平成 27 年度追加蓄積した期間
2015 年 8 月 6 日 13 時 00 分 27 秒 ~ 18 時 59 分 30 秒
2015 年 8 月 7 日 14 時 00 分 01 秒 ~ 20 時 59 分 32 秒
2015 年 8 月 8 日 12 時 00 分 02 秒 ~ 19 時 59 分 51 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) 文献調査

局地的な大雨をもたらす積乱雲の鉛直構造に関する研究は Kim et al.(2008)¹⁾, Shusse et al.(2015)²⁾等で行われている。

Kim et al.(2008)¹⁾ではレーダーで観測された積乱雲の鉛直構造から、降水コア（雨水量の極大域）の数を検出し、降水コアが1つの積乱雲（シングルコアセル）と複数のコアを持つ積乱雲（マルチコアセル）のライフサイクルモデルを示している（図 3.1-2）。このモデルによると、シングルコアセル、マルチコアセル共に高度5km付近で発生・発達し、地上に降下する様子が示されている。また、持続時間についても言及しており、シングルコアセルは30分、マルチコアセルは90分程度であるとされている。ここで、この論文で使用されたレーダーの時間解像度は5分である為、時間変化の激しい降水コアの様子を捉える為にはレーダーデータの時間解像度が不十分であるという事が示唆されている。

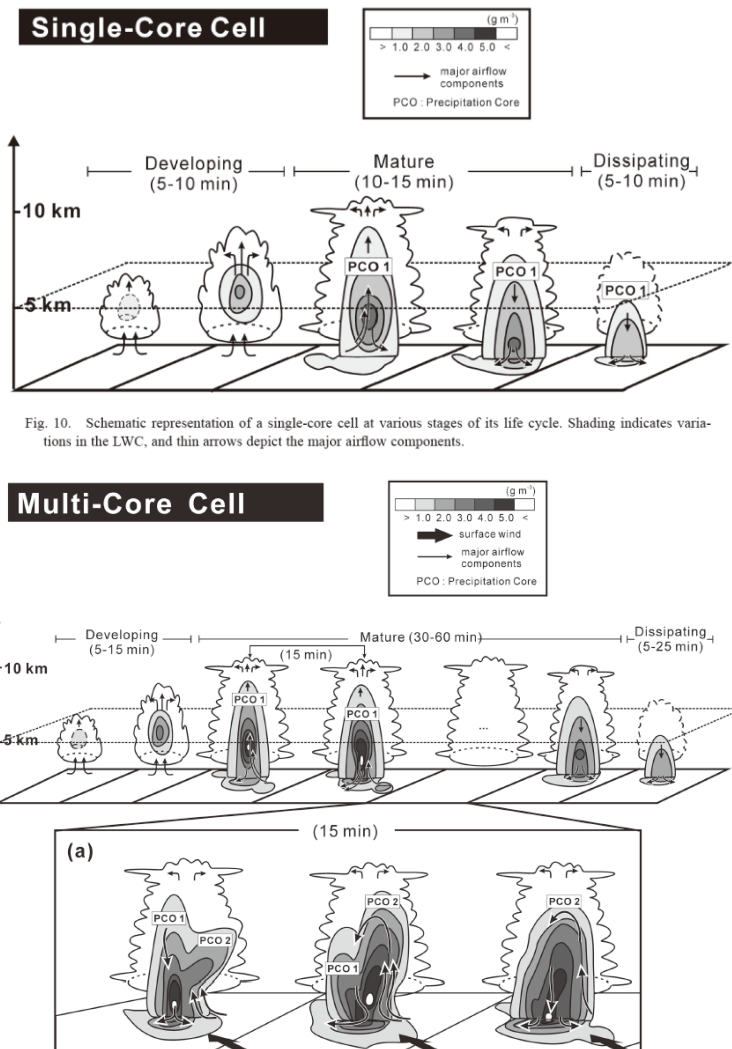


Fig. 10. Schematic representation of a single-core cell at various stages of its life cycle. Shading indicates variations in the LWC, and thin arrows depict the major airflow components.

Fig. 13. As for Fig. 10, but for cell PC1. Thick arrows indicate the environmental wind.

図 3.1-2 積乱雲のモデル図 (Kim et al.(2012)¹⁾より引用)

上段：降水コアが1つの積乱雲 下段：複数の降水コアを持つ積乱雲

Shusse et al.(2015)²⁾も積乱雲内の降水コアの挙動に着目した研究がおこなわれている。この論文では降水コアの急激な変化を捉える為に1分毎に観測されたレーダーデータを使用している。その結果、降水コアの発生高度は5~6kmであることが最も多く、Kim et al.(2012)¹⁾と同様の結果を示唆している(図3.1-3)。また、降水コア毎の持続時間は平均で13.4分とされており、Kim et al.(2012)¹⁾におけるシングルコアセルのモデルと比べると、若干短い。ここで、両者が対象としている事例は異なっているものの、Kim et al.(2012)¹⁾で示されている持続時間と比べて若干短いのは、レーダーの時間分解能が高いことが大きな要因であると考えられる。

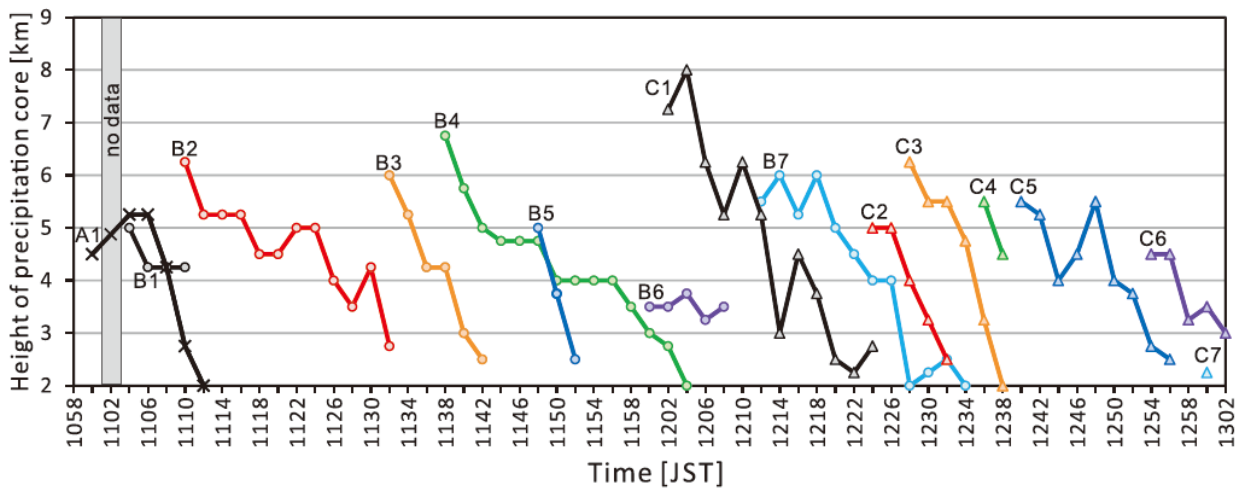


Fig. 6. Time series of height of precipitation core (HPCO) in storms A, B, and C. The HPCO for A1 at 1102 JST was linearly interpolated using data at 1100 and 1104 JST under the assumption of continuance of A1 during that period.

図 3.1-3 降水コア高度の時間変化 (Shusse et al.(2015)²⁾より引用)
それぞれの折れ線が1つの降水コアを表す

b) 解析事例の概況

解析事例は、表 3.1-4 に示す 3 事例とした。以下に解析事例の概況を示す。

i) 事例 1 2015 年 8 月 6 日、大阪府南東部

2015 年 8 月 6 日の大気の状態を把握するため、図 3.1-4 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 6 日は、SSI、K-Index からみて積乱雲が発生しやすい状況で、高度 5500m 付近まで風速は 5m/s 以下で風の非常に弱い状況であった。地上雨量観測所では、15 時 10 分アメダス八尾で 15mm/10min を観測した、国土交通省 XRAIN 地上雨量からみて、大阪府南東部で発生し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）

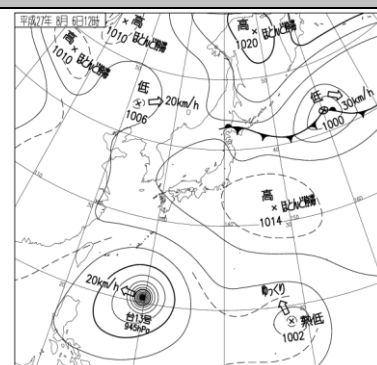
観測時間	2015.8.6 9h			2015.8.6 21h		
	気温(°C)	風向(度)	風速(m/s)	気温(°C)	風向(度)	風速(m/s)
地上	26.7	360	1.8	27.5	110	1.1
約 1500m 高度	18.5	179	6	19.3	157	2
約 3000m 高度	11.0	151	5	11.3	111	3
約 5500m 高度	-4.8	168	3	-5.6	46	5
SSI*1	-2.88			-1.81		
K-Index*2	32.6			28		

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

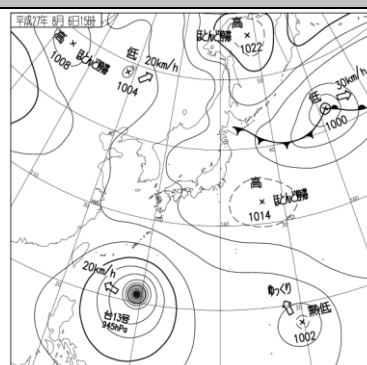
*1 SSI は、大気の不 安定度を評価するために用いられる指数で、SSI の値が負の方向に大きな値を持つほど、雷雨の起こりやすい状況である事を示す。実務的には+2~+4°C くらいから雷雨が発生するとされる。

*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

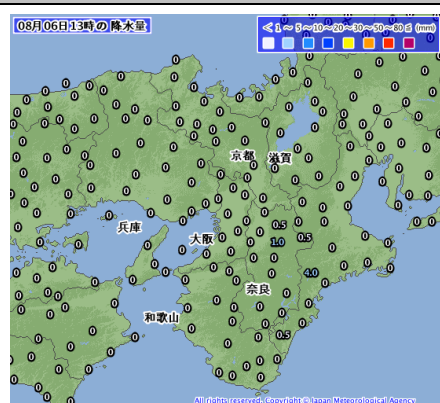


6日 12時

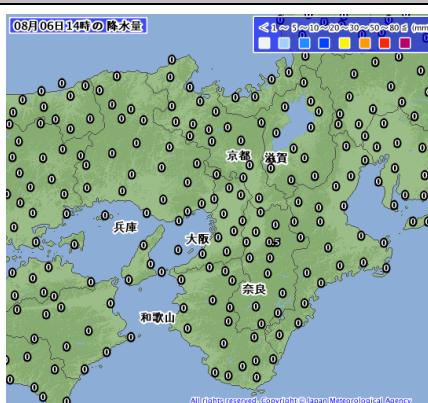


6日 15時

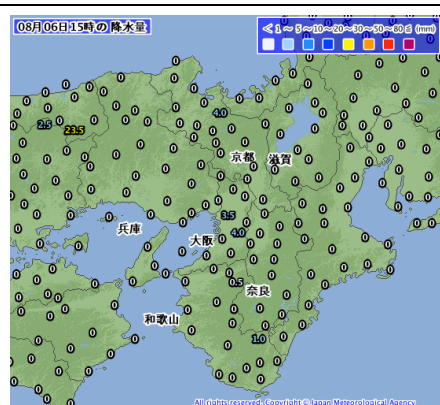
アメダス地上雨量分布図 (1時間ごと)



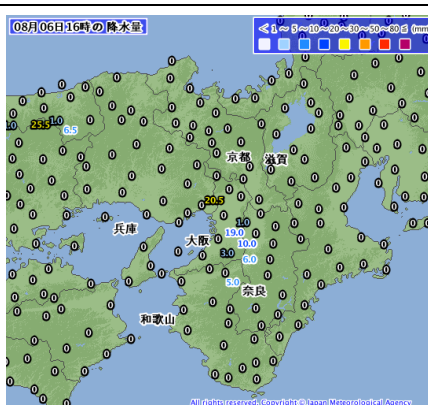
6日 13時



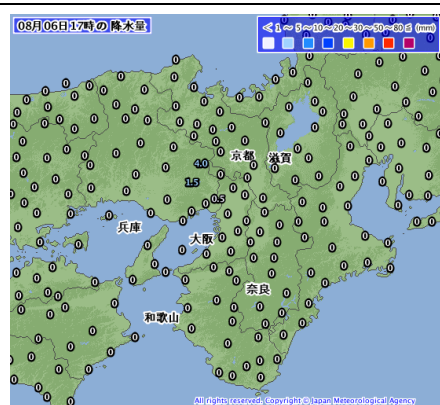
6日 14時



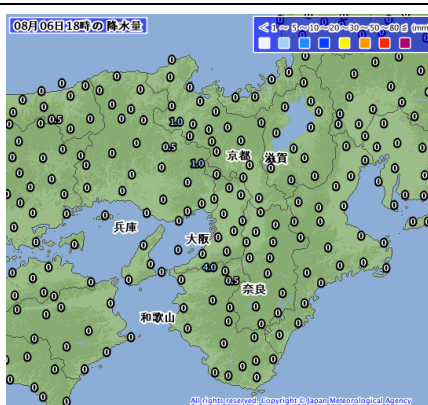
6日 15時



6日 16時



6日 17時



6日 18時

図 3.1-4 2015年8月6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 2015 年 8 月 7 日、大阪府北部から京都府南部

2015 年 8 月 7 日の大気の状態を把握するため、図 3.1-5 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。

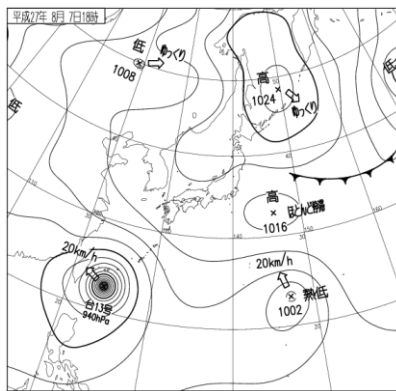
8 月 7 日は、SSI、K-Index からみて積乱雲が発生しやすい状況で、下層では 5m/s 前後、上層では 3m/s 以下と風速は非常に弱かった。地上雨量観測所では、17 時 50 分アメダス京田辺 (京都府) で 11.5mm/10min を観測した、国土交通省 XRAIN 地上雨量からみて、京都府南部から大阪府北部で発生したゲリラ豪雨について、PAR 解析の対象とした。

表 3.1-7 潮岬の高層気温・風及び大気不安定度 (事例 2)

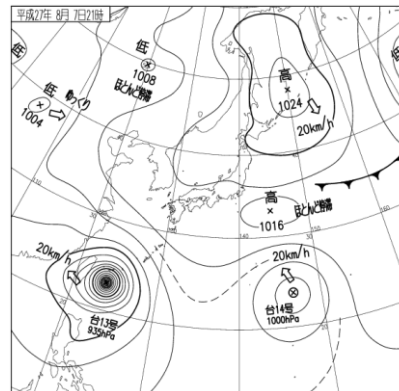
観測時間	2015.8.7 9h			2015.8.7 21h		
	気温(°C)	風向(度)	風速(m/s)	気温(°C)	風向(度)	風速(m/s)
地上	28.5	320	0.8	28.4	270	4.0
約 1500m 高度	19.0	222	2	20.3	40	6
約 3000m 高度	11.3	153	4	11.4	18	1
約 5500m 高度	-5.1	85	3	-5.1	82	3
SSI	-0.62			-5.28		
K-Index	22.7			29		

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

地上天気図

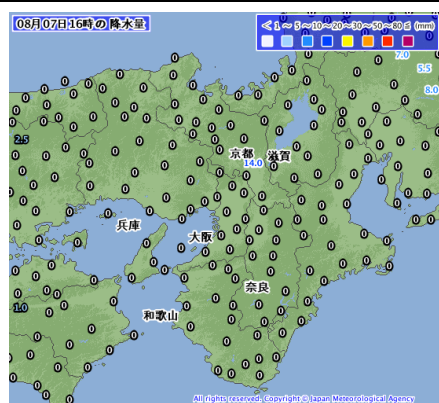


7日 18時

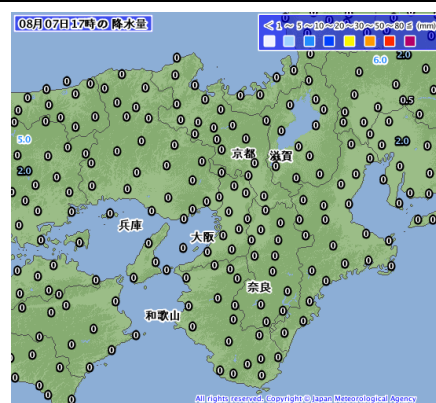


7日 21時

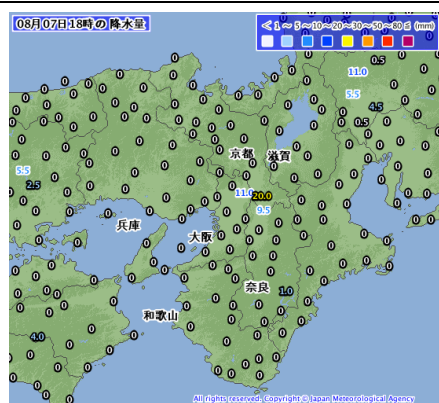
アメダス地上雨量分布図 (1時間ごと)



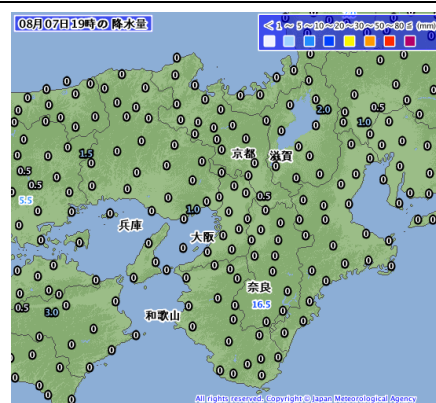
7日 16時



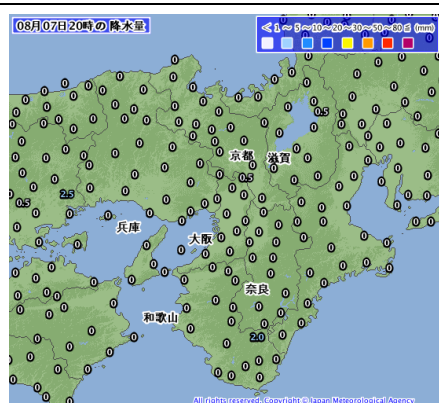
7日 17時



7日 18時



7日 19時



7日 20時

図 3.1-5 2015年8月7日の地上天気図とアメダス地上雨量分布図 (事例2)

iii) 事例 3 2015 年 8 月 8 日、大阪府北部

2015 年 8 月 8 日の大気の状態を把握するため、図 3.1-6 に地上天気図とアメダス地上雨量分布図 (1 時間雨量)、表 3.1-8 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。

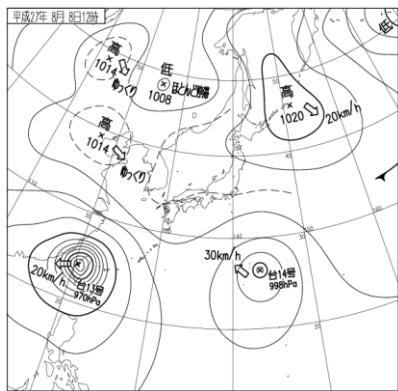
8 月 8 日は、SSI、K-Index からみて積乱雲が発生しやすい状況で、風速は、高度 5500m 付近まで 7m/s 以下と弱かった。地上雨量観測所では、16 時 50 分アメダス茨木 (大阪府) で 19.0 mm/10min を観測した。国土交通省 XRAIN 地上雨量からみて、大阪府北部で発生したゲリラ豪雨について、PAR 解析の対象とした。

表 3.1-8 潮岬の高層気温・風及び大気不安定度 (事例 3)

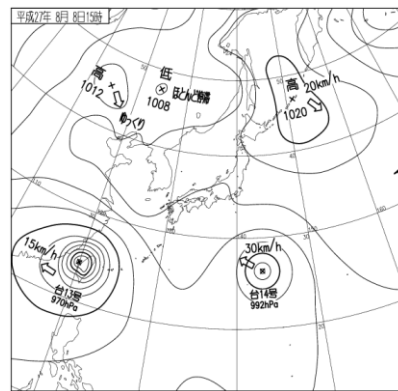
観測時間	2015.8.8 9h			2015.8.8 21h		
	気温(°C)	風向(度)	風速(m/s)	気温(°C)	風向(度)	風速(m/s)
地上	29.1	50	4.6	27.2	60	3.4
約 1500m 高度	19.3	76	9	19.9	65	5
約 3000m 高度	9.8	41	8	10.1	72	7
約 5500m 高度	-4.2	75	2	-5.3	242	1
SSI	1.42			0.5		
K-Index	30.7			25.9		

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

地上天気図

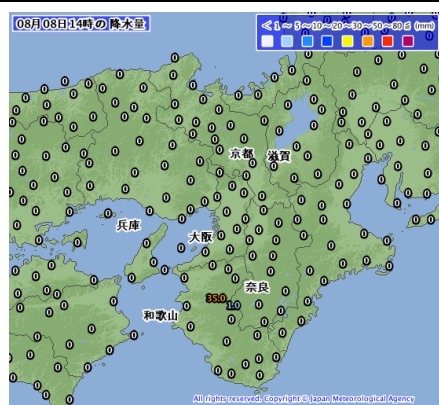


8日 12時

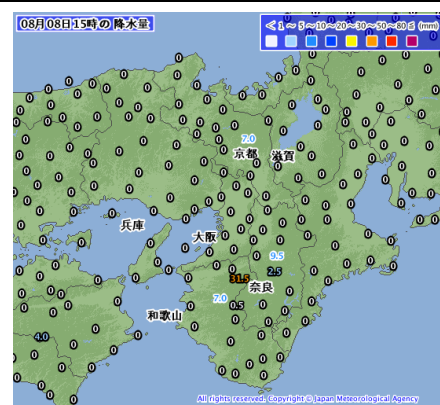


8日 15時

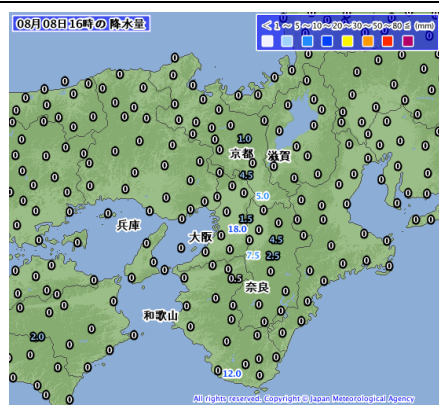
アメダス地上雨量分布図 (1時間ごと)



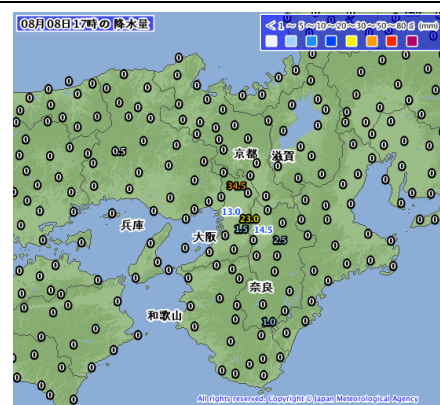
8日 14時



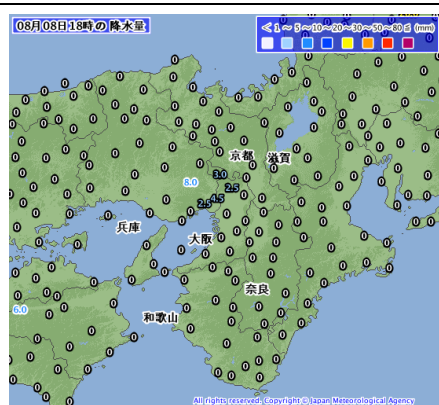
8日 15時



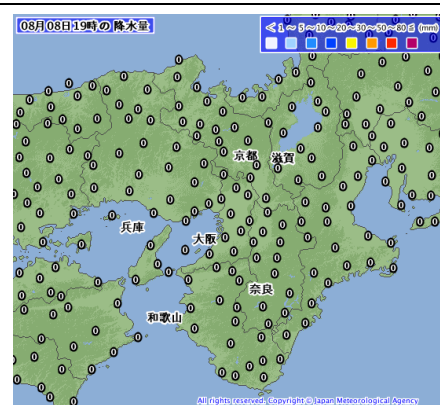
8日 16時



8日 17時



8日 18時



8日 19時

図 3.1-6 2015年8月8日の地上天気図とアメダス地上雨量分布図 (事例3)

c) 積乱雲の発達メカニズムのまとめ

i) 3次元データを用いた定性的な解析

まず初めに事例1において大阪府大阪市周辺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3.1-7)。

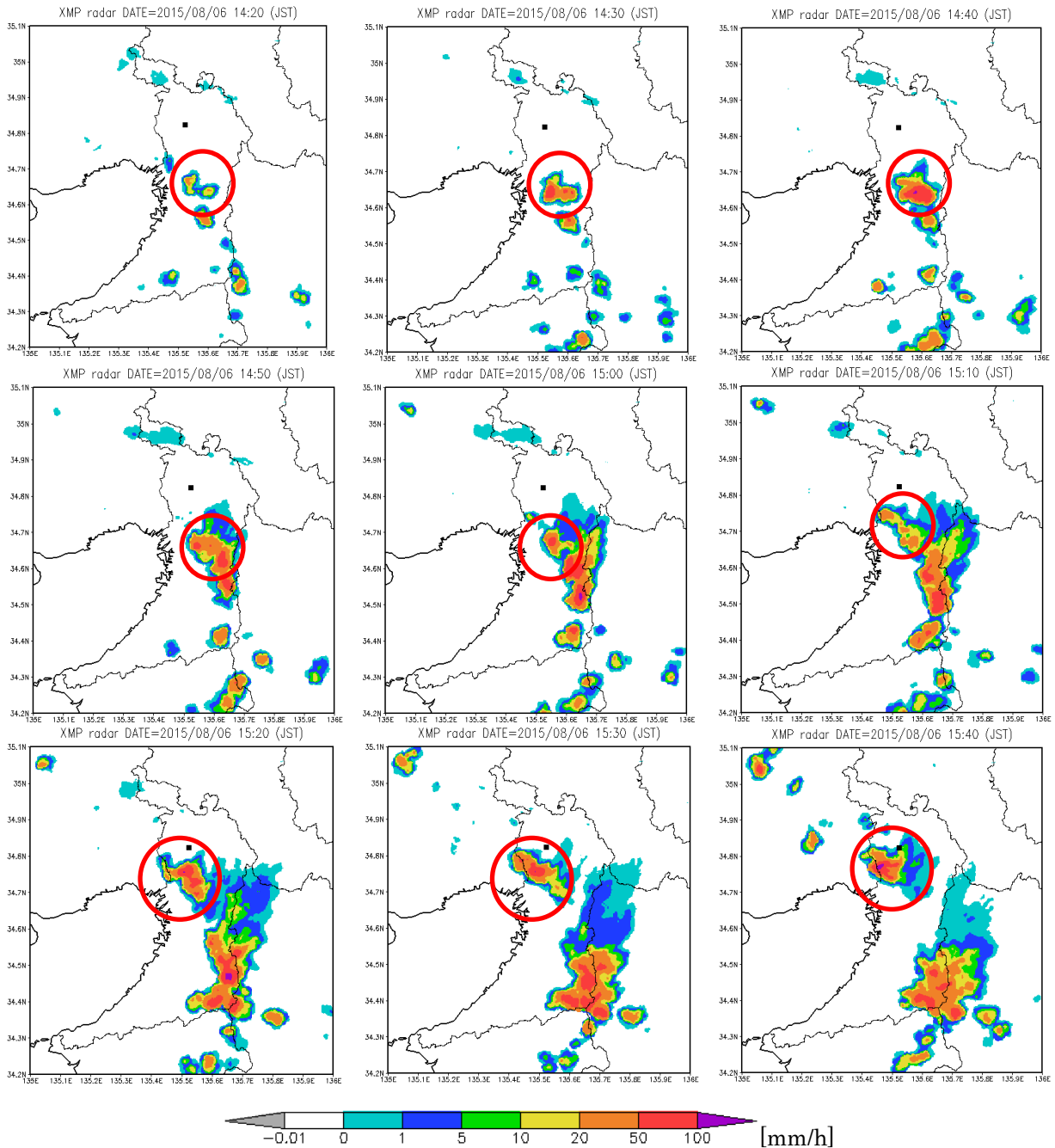


図 3.1-7 XRAIN の観測結果 (事例1、14時20分～15時40分)

赤丸：解析対象となる積乱雲

図 3.1-8 に PAR の観測結果の時間変化を示す。14 時 10 分の段階では上空に弱い降水コアが 2 つ (図中のコア 1 及びコア 2) 存在していることがわかる。その内、コア 1 についてはその後発達を遂げ、14 時 25 分頃から地上に向けて降下を開始した。そして降下開始から約 15 分後 (14 時 38 分) に降水コアの中心部が地上に到達する様子を見ることができた。また、コア 1 の後方 (南東側) には別の降水コア (コア A) が上空にみられる。この降水コアもこの後地上に向けて降下する様子が観測された。

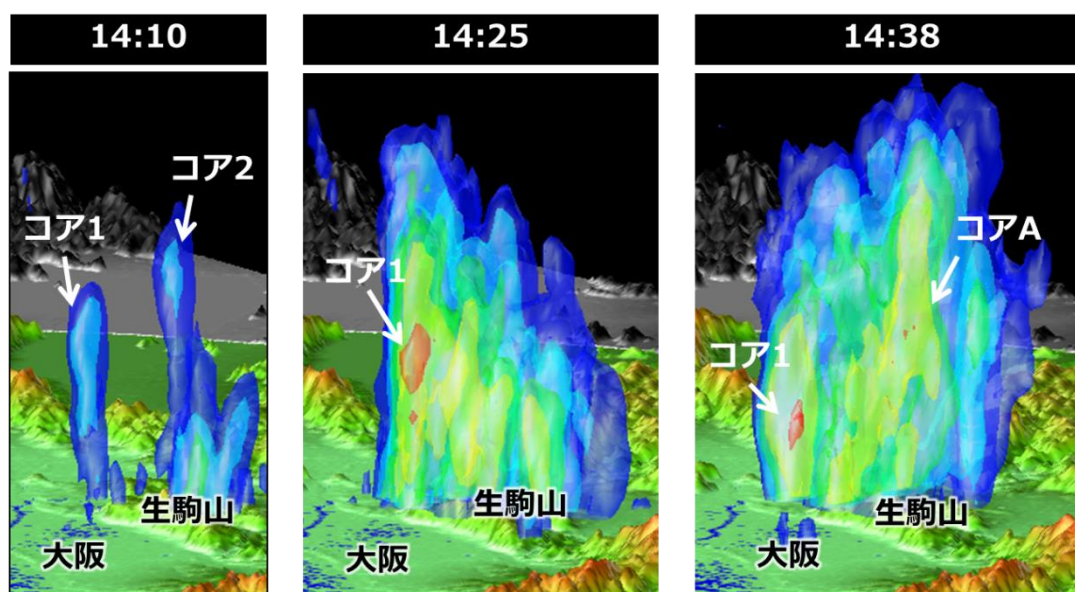


図 3.1-8 PAR で観測した積乱雲の時間変化
(事例 1、14 時 10 分～14 時 38 分)

次に事例 2 において、同じく大阪府内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 30 分程度持続した積乱雲である (図 3.1-9)。

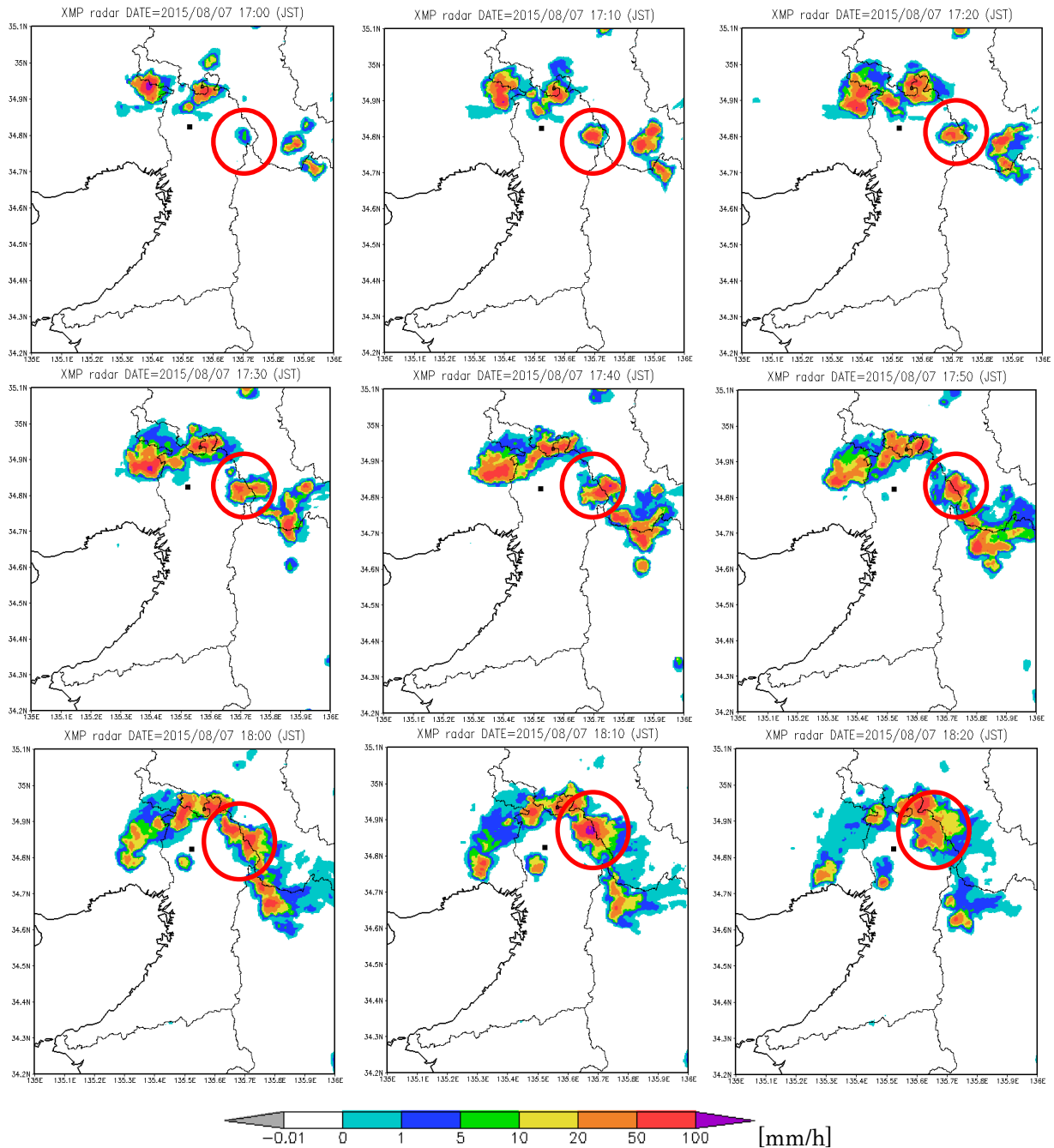


図 3.1-9 XRAIN で観測結果 (事例 2、17 時 00 分～18 時 20 分)
赤丸：解析対象となる積乱雲

図 3.1-10 に事例 2 における PAR の観測結果の時間変化を示す。まず初めに 16 時 53 分頃に上空でこの積乱雲のコア（コア 1）が発生した。およそ 9 分後の 17 時 02 分には発達したコア 1 は地上に降下を開始する様子が捉えられた。また、コア 1 以外にも周辺には降水コアが発生し、1 つの積乱雲の中に複数の降水コアが存在していた（コア 2,3 及び 4）。さらに 8 分後の 17 時 10 分にはこれらの降水コアが併合した状態で地上に到達した。

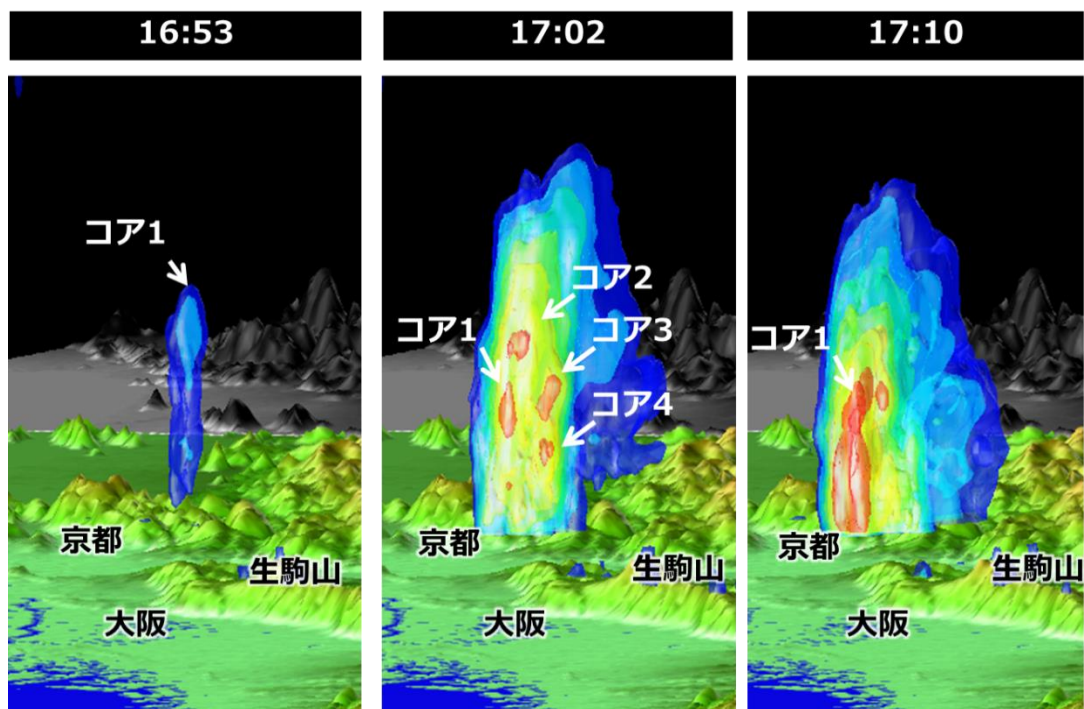


図 3.1-10 PAR で観測した積乱雲の時間変化
(事例 2、16 時 53 分～17 時 10 分)

次に事例3において、大阪府内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2時間程度持続した積乱雲である(図3.1-11)。

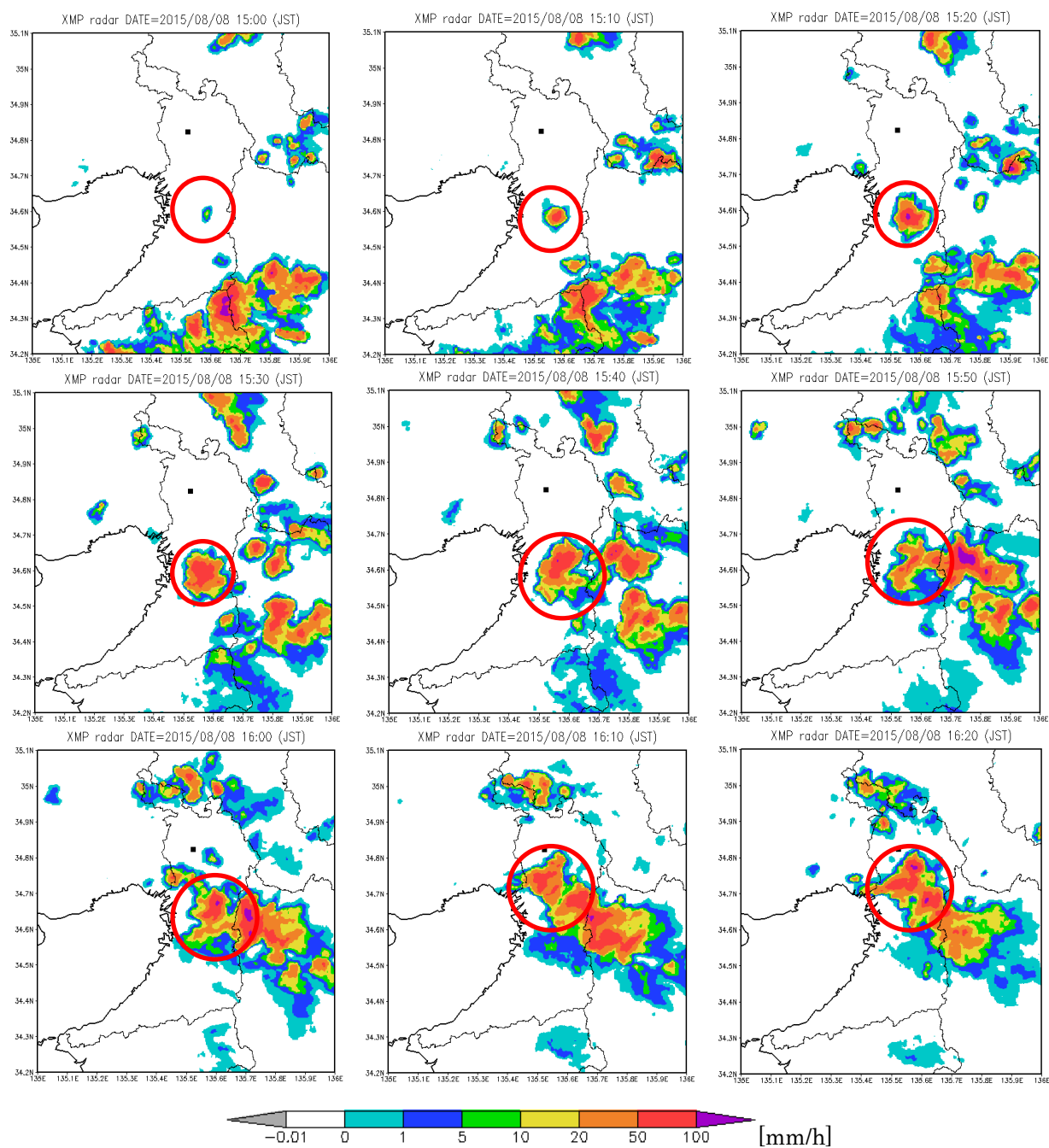


図 3.1-11 XRAIN の観測結果 (事例 3、15 時 00 分～16 時 20 分)

赤丸：解析対象となる積乱雲

図 3.1-12 に事例 3 における PAR の観測結果の時間変化を示す。14 時 55 頃に上空で発生した降水コア（コア 1）は高度を維持しながら発達し、15 時 02 分頃にコア 1 の一部が地上に向けて降下を開始した。5 分後の 15 時 07 分にはコア 1 地上に到達した。一方、15 時 02 分に地上空に残った降水コア（コア 2）はその後も高度を維持し、さらに発達した。

以上の結果から、ある程度の時間（1 時間 30 分以上）持続する積乱雲は複数の降水コアによって構成され、それぞれの降水コアが発生、発達、衰退を繰り返すことで、積乱雲の構造を維持しているという事がわかった。また、降水コアは上空で発生、発達した後に地上に降下する傾向が多く見られた。

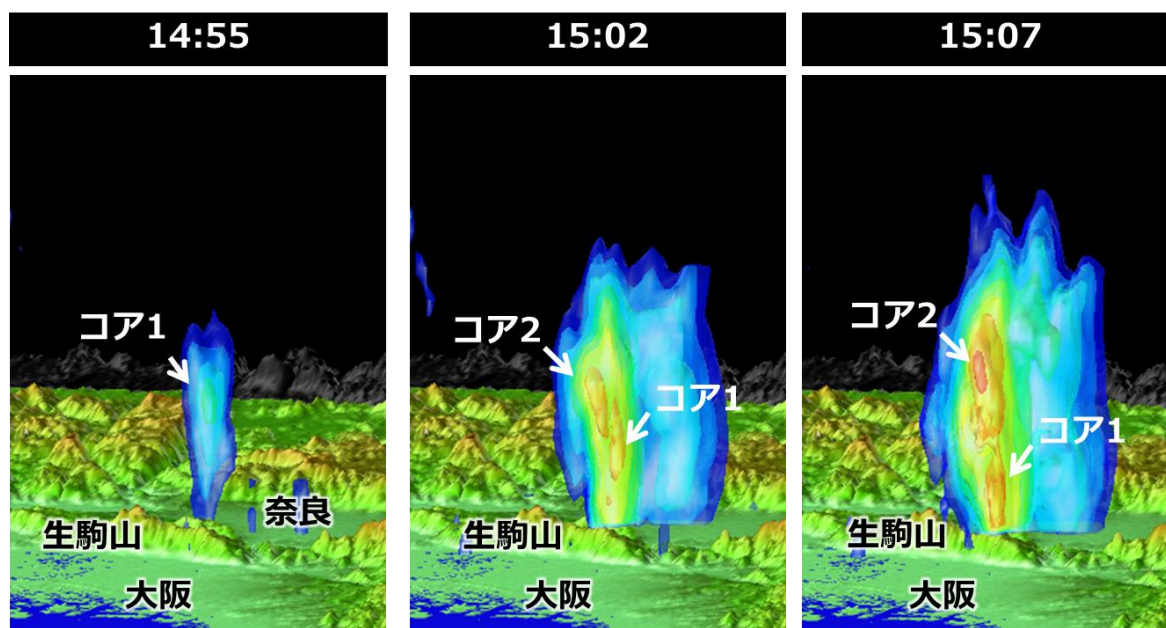


図 3.1-12 PAR で観測した積乱雲の時間変化
(事例 3、14 時 55 分～15 時 07 分)

ii) 3次元データを用いた定量的な解析

このような降水コアの挙動をより定量的に評価する為に、Shusse et al.(2015)²⁾を基に降水コアを以下の通りに定義し、降水コアの追跡を行った。降水コアの検出例を図3.1-13に示す。

●降水コアの定義

- PARの3次元観測から得られた反射強度を観測領域の最大値から30dBZまで1dBZごとに閾値を変化させ、等値曲面が他の等値曲面と接する直前の閉曲面を降水コア候補とする
- グラウンドクラッターやノイズ等を除去する為、a.で定義した降水コア候補の内、 0.5km^3 以上の広がりを持つ閉曲面を降水コアと定義する
- b.の条件を満たせなかった降水コア候補については次の閾値に対して再度a.及びb.の条件を満たしているかの判定を行う

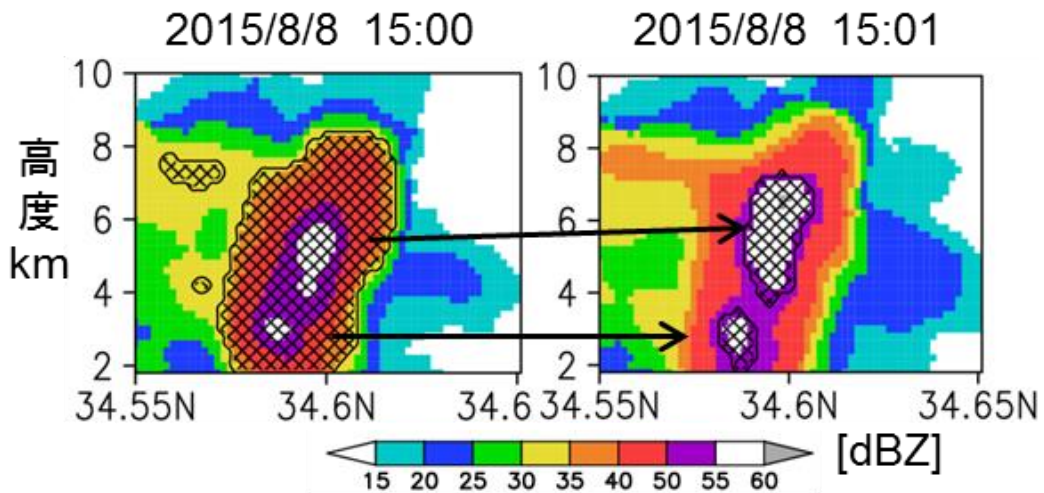


図 3.1-13 降水コア検出例

(色：反射強度 ハッチ：降水コアと定義された領域)

上記手法を事例3の積乱雲（図3.1-12）に対して適用し、検出された降水コア高度の時間変化を図3.2-14に示す。検出された降水コアの特徴として

- ①発生高度は高度5～6km付近
- 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

ということがわかった。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3.1-15の様なものと考えられる。

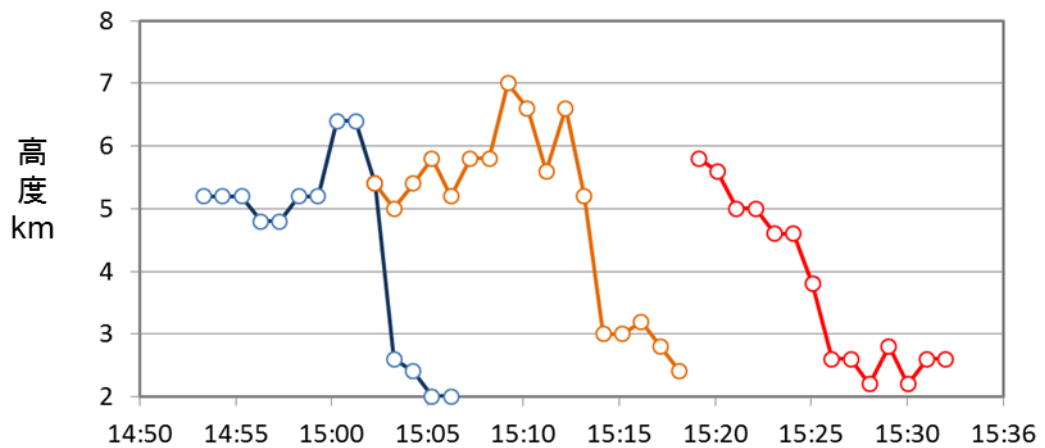


図3.1-14 検出された降水コア高度の時間変化（事例3の積乱雲）

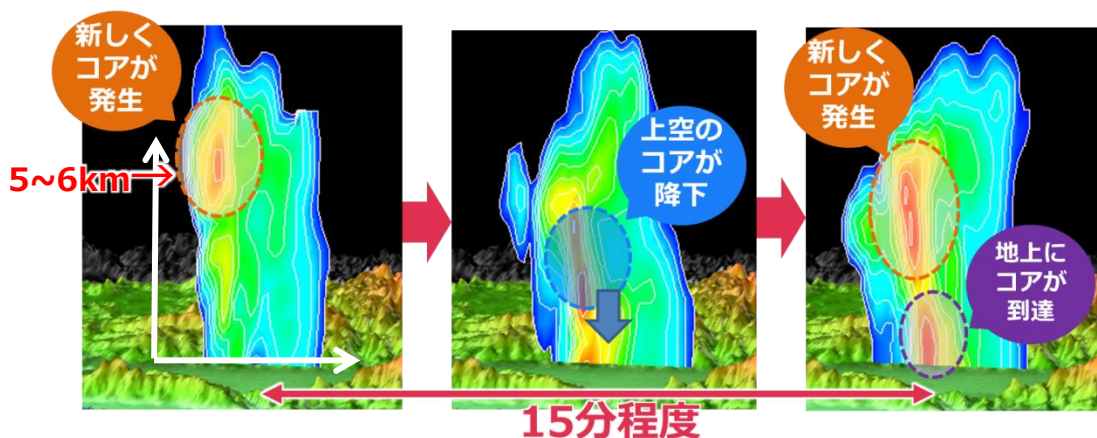


図3.1-15 PARの観測から得られた積乱雲のモデル

(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 27 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]

- ・ 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。

[課題]

- ・ 降水コアの高度や持続時間だけでなく、反射強度の時間変化についても同様の解析を行う事で、降水コア発生から発達までのモデルを構築する。

(d) 引用文献

- 1) D.-S. KIM, M. MAKI, S. SHIMIZU : X-Band Dual-Polarization Radar Observations of Precipitation Core Development and Structure in a Multi-Cellular Storm over Zoshigaya, Japan, on August 5, 2008. *J.Meteor.Soc.Japan*, 90, 701–719, 2012.
- 2) Shusse, Y., M. Maki, S. Shimizu, K. Iwanami, T. Maesaka, S. Suzuki, N. Sakurai, and R. Misumi, 2015: Relationship between Precipitation Core Behavior in Cumulonimbus Clouds and Surface Rainfall Intensity on 18 August 2011 in the Kanto Region, *Japan, J. Meteor. Soc. Japan*, 93, 215–228.

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 27 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 27 年度の成果

(a) 業務の要約

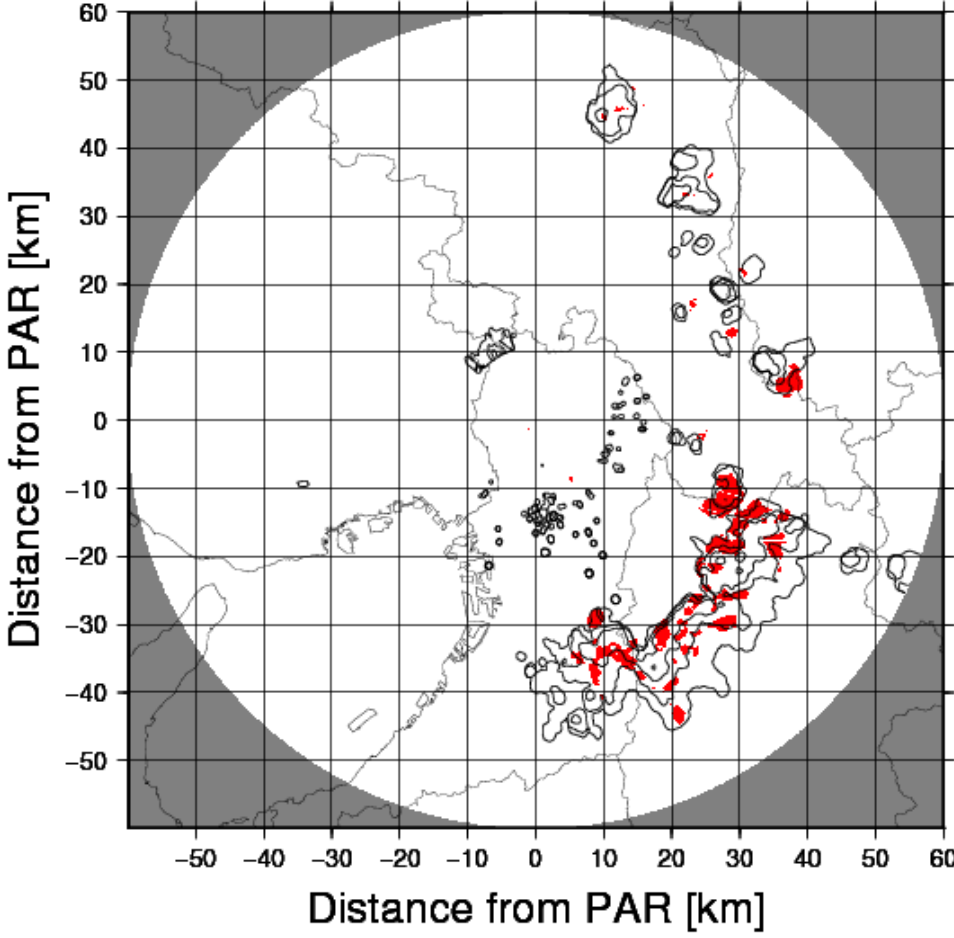
- ・局地的大雨等早期探知・予測データフォーマットを検討・決定した。基準・データフォーマットに従い、平成 27 年 3 月～平成 28 年 2 月までのデータの変換・蓄積を行った。
- ・平成 27 年度の事例に対して 3 次元データ解析を行い、昨年度の予測手法の改良を行った。
- ・上記の結果を用い、局地的大雨の監視・予測システムの構築を行い、試験運用を実施した。

(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 24 年 7 月から平成 28 年 2 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
<p>概要</p> <p>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。</p>	
<p>データのイメージ</p>  <p>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)</p>	

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

局地的大雨予測手法の改良及び試験運用を行った。また、試験運用結果について精度検証を行った。

a) 局地的大雨予測手法の改良

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。

i) 強雨域による電波の減衰補正

レーダーから出た電波は雨粒に当たると電波が減衰する（弱くなる）。この減衰量は雨粒が大きい程（強い雨程）顕著となる。故に、レーダーから見て強雨域の後面にある雨雲の情報を正確に捉えることが出来なくなってしまう。

そこでこの電波の減衰を補正することで強雨域の後面の雨雲の情報を補正する。下記式は Hirschfeld-Borden 法 (Hirschfeld and Borden, 1953¹⁾) による電波減衰補正式である。

$$10\log_{10}Z_m(r) = 10\log_{10}Z_e(r) - 2 \int_0^r k(s)ds$$

ここで $10\log_{10}Z_m(r)$ は補正前の反射強度、 $10\log_{10}Z_e(r)$ は補正後の反射強度、そして $2 \int_0^r k(s)ds$ は電波の減衰量を表す。この手法を用いて減衰補正を行った結果を図 3.2-1 に示す。減衰補正を施す事に依って全体的に反射強度が補正され、強くなっていることがわかる。よって以上の手法を用いる事で予測初期値の精度が向上し、予測結果の精度向上が期待される。

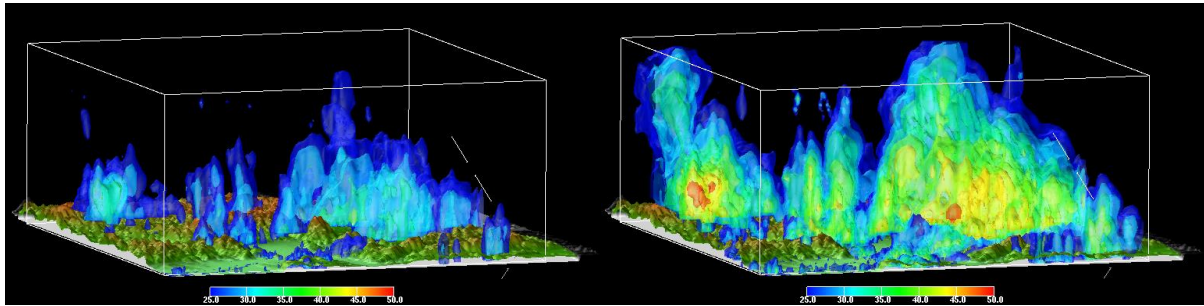


図 3.2-1 電波減衰補正前後の比較

左：減衰補正前 右：減衰補正後

ii) 雨域の移動ベクトルの推定誤差の改善

昨年度の試験運用時には図 3.2-2 に示す様に、水平方向と鉛直方向の移動速度をそれぞれ算出する事によって雨域の水平移動だけでなく、鉛直移動（降下・上昇）を考慮した予測を行っている。但し、水平方向の移動速度は予測対象領域を分割し、高度 1km における雨の分布の時間変化から算出しているため、分割された領域内の雨域は全て同じ移動速度を持つと仮定している（図 3.2-3）。しかし、実際には雨域ごとに移動方向、速度が異なる場合が起こり得るため、雨域ごとの移動方向の推定を行う必要がある。

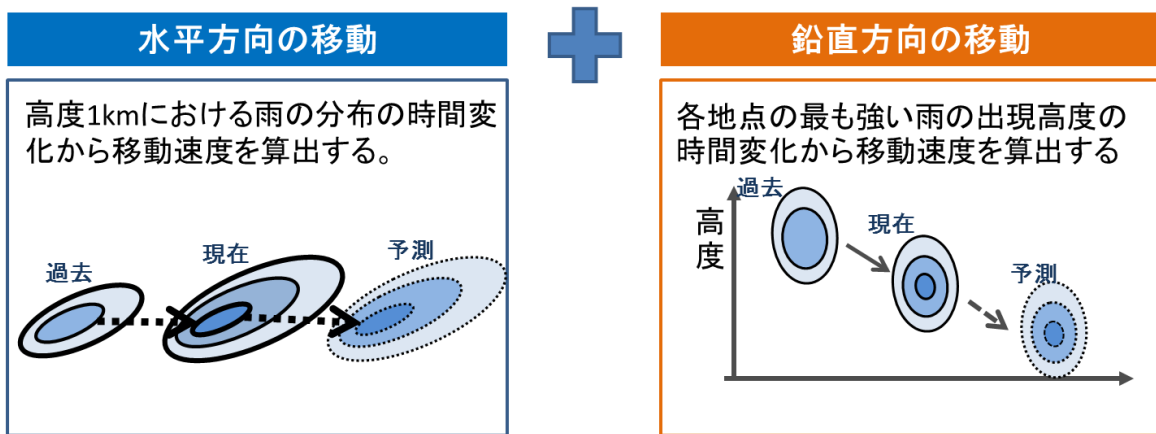


図 3.2-2 水平方向、鉛直方向の移動速度の算出方法の概念図

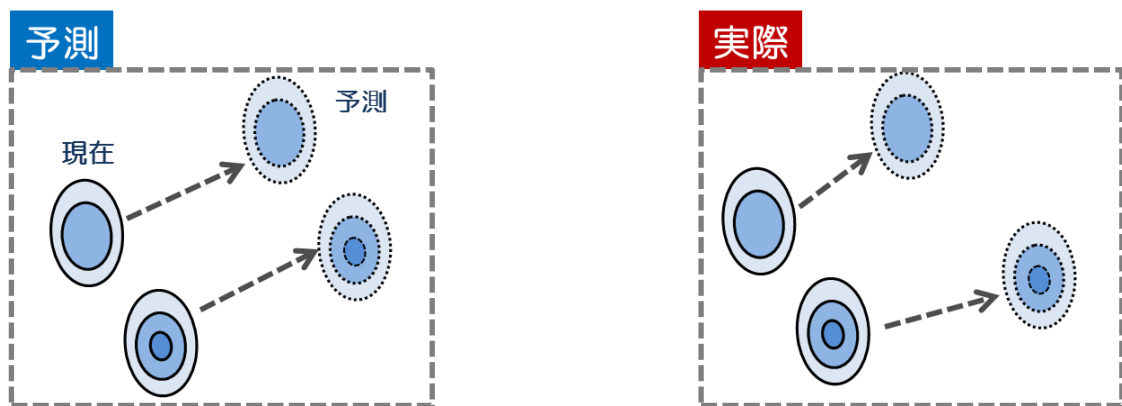


図 3.2-3 雨域の移動予測の概念図

左：試験運用時の予測方法（分割エリア内（灰破線）では雨域の移動速度は全て同じと仮定）
 右：実際に起こり得る雨域の移動方向

そこで、本年は個々の雨域を 3 次元的に検出し、雨域別の移動方向の推定を行った（図 3.2-4）。個々の雨域の定義は 35dBZ 以上の反射強度で囲まれた閉曲面とし、各雨域を 1 分前の雨域との時間変化からパターンマッチング法（Laroche and Zawadzki, 1995²⁾）によって算出した。これにより個々の雨域の 3 次元的な移動を予測に取り入れることが可能となる。

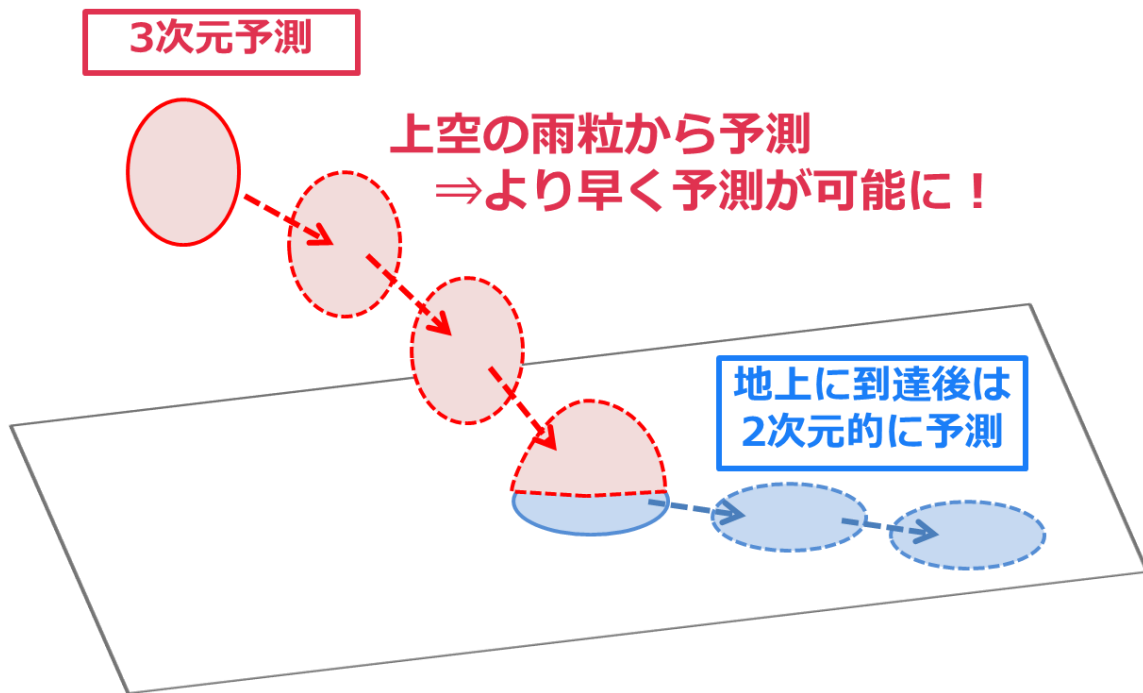


図 3.2-4 改良後の予測手法の概念図

b) 改良後の予測手法の精度検証

改良後の予測手法の精度検証結果を以下に示す。図 3.2-5 は 2013 年 8 月 5 日に奈良県奈良市で豪雨があった事例の XRAIN による降雨分布である。わずか 15 分間で急激に地上雨量が増加していることがわかる。気象庁アメダスによる地上雨量観測においても、短時間の豪雨が観測されており、10 分間に 23mm 以上の豪雨が記録されている (図 3.2-6)。

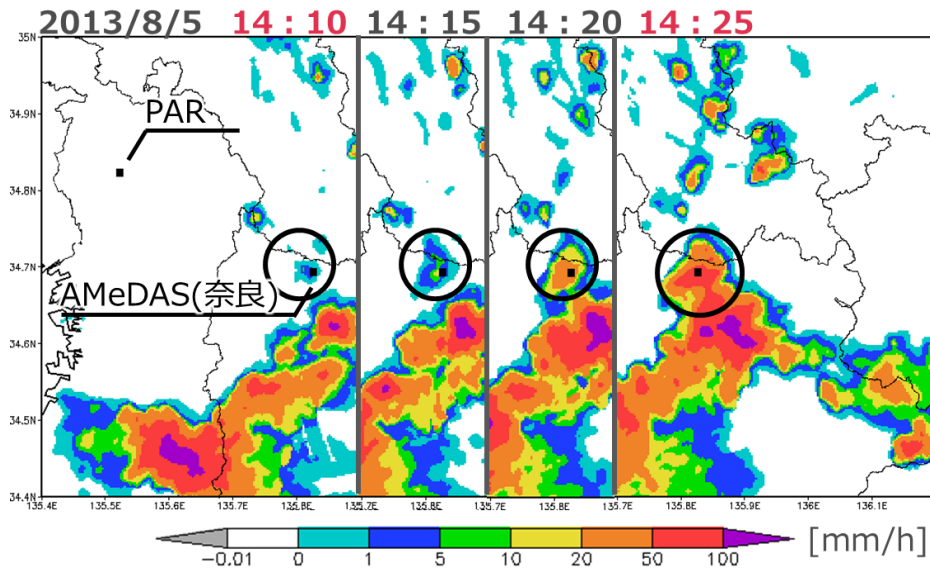


図 3.2-5 XRAIN によって観測された降雨分布

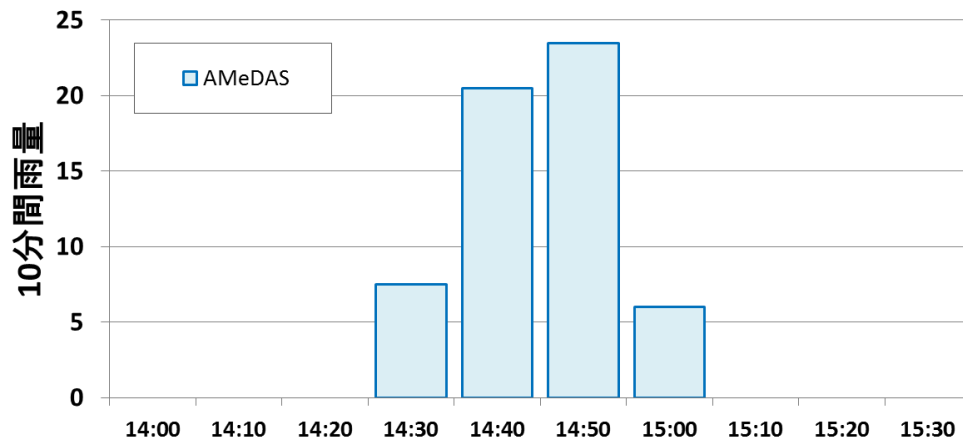


図 3.2-6 気象庁アメダスによって観測された 10 分雨量の時系列

続いて、PARの観測結果を図3.2-7に示す。PARの3次元観測の結果から、地上雨量の増加が始まる前に上空に発達した降水セルが存在していた事がわかる。この事例に対して改良後の予測手法を適用した結果を図3.2-8に示す。改良前の予測では予測できなかった地上雨量の強まりを予測することが出来るようになった。

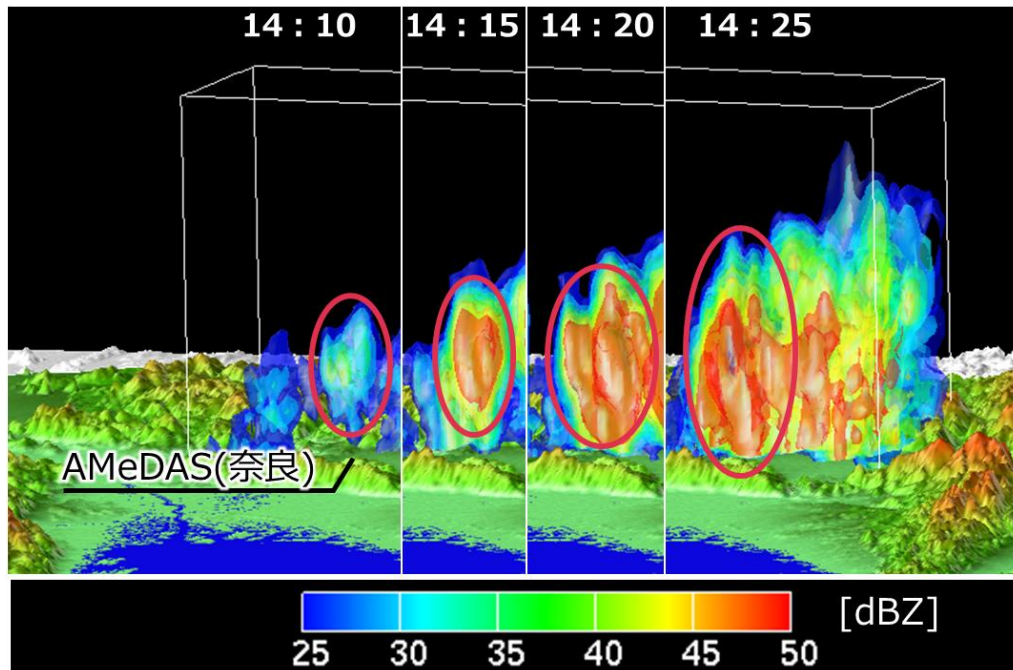


図 3.2-7 PAR で観測された 3 次元降雨分布（単位は反射強度）

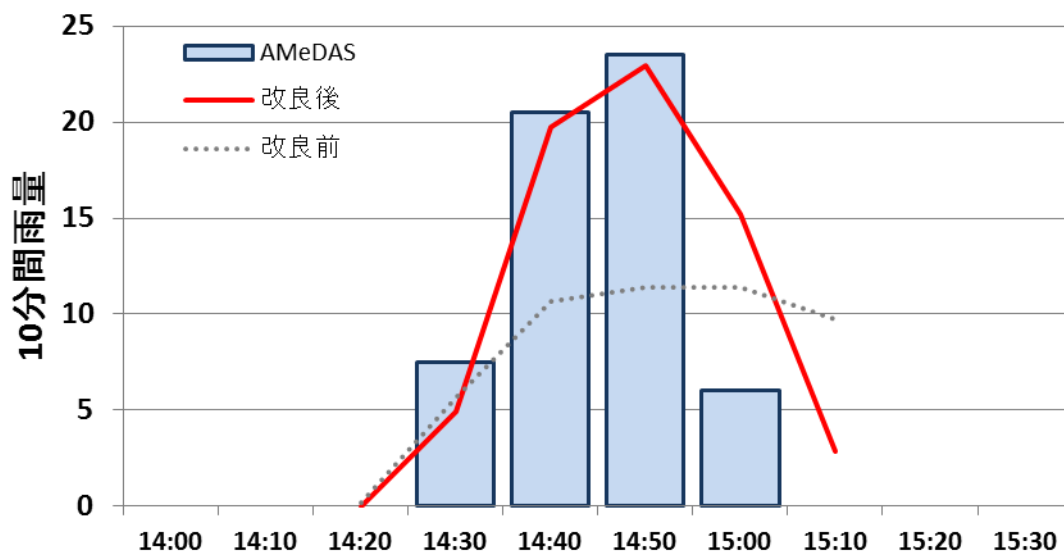


図 3.2-8 予測手法の比較
黒破線：改良前 赤破線：改良後

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 3.2-9）。

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

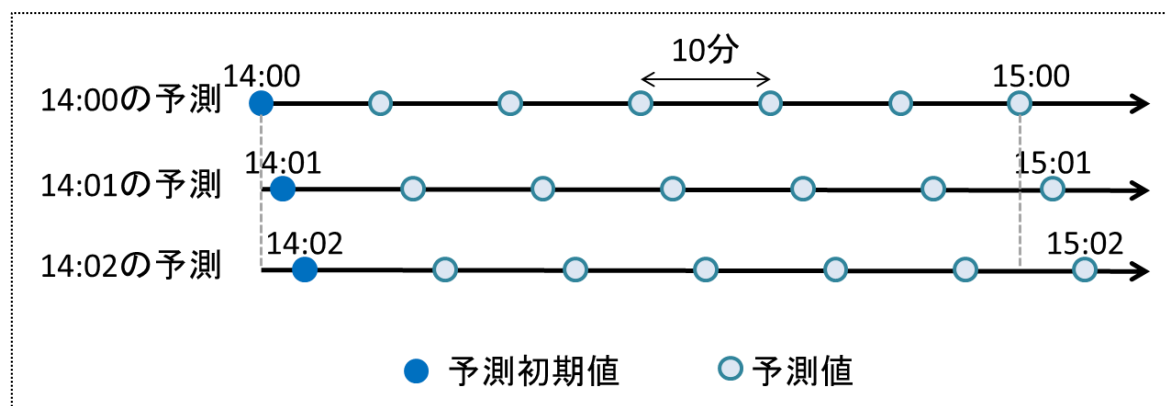


図 3.2-9 試験運用時の予測スケジュール例

試験運用時の予測対象領域は大阪市福島区役所管内（図 3.2-10）とし、こ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の表 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。

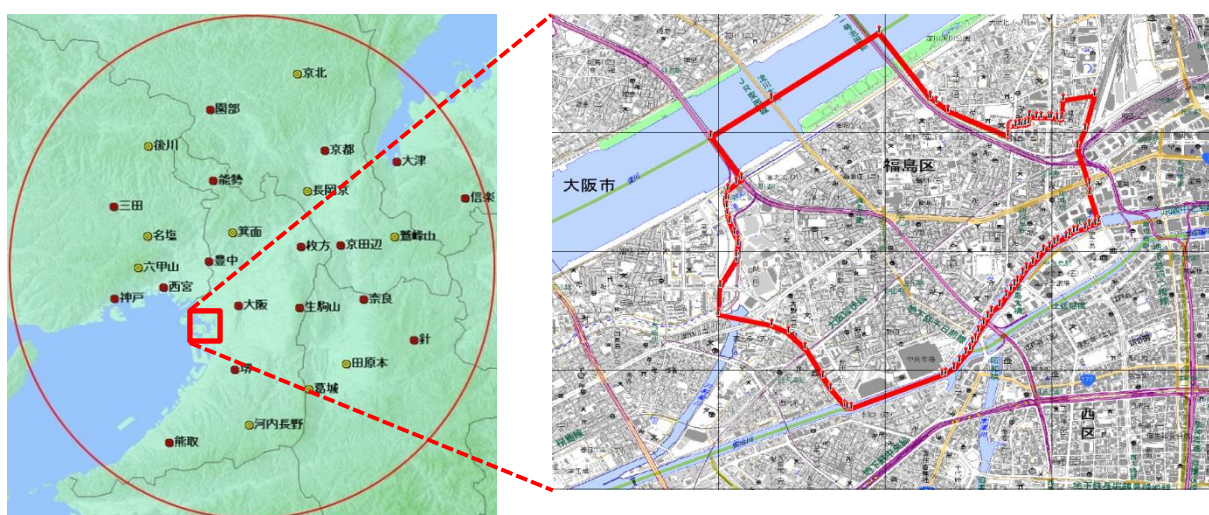


図 3.2-10 予測対象領域
赤枠：大阪市福島区役所管内

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}
福島区内ゲリラ豪雨注意情報	大雨かつ雷	5mm 以上 10mm 未満
福島区内ゲリラ豪雨警戒情報	大雨かつ雷	10mm 以上
福島区内ゲリラ豪雨情報 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 時間以内に福島区内（図 3.2-10）に予測される最大 10 分雨量

試験運用対象期間中（7月1日～10月6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8日、8月21日および9月1日は比較的配信回数が多く、10回以上の通知があった。以降、この3事例について実際の降雨と配信内容の比較検証を行った。

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	配信開始時刻	配信終了時刻	配信回数
1	8月6日	15:19	16:27	2回
2	8月7日	18:25	19:40	2回
3	8月8日	15:59	17:57	16回
4	8月17日	15:27	17:42	5回
5	8月21日	0:01	7:08	14回
6	8月25日	15:10	22:51	5回
7	9月1日	15:11	18:58	10回
8	9月6日	16:49	20:43	2回
9	9月9日	20:34	9月10日 10:50	6回
10	9月10日	11:35	15:34	2回
11	10月2日	2:04	4:32	2回
総配信回数				66回

b) 試験運用結果の精度検証

図 3.2-11 に予測事例 3 (8 月 8 日) における XRAIN で観測された降雨分布図を示す。この事例は福島区の北から強い降水域が南下することで、福島区周辺に強い雨をもたらした事例である。この事例のピーク雨量は 8.6mm/10 分 (16 時 38 分) であった (図 3.2-12)。これに対して予測雨量は全体的に XRAIN の観測結果と比べて過大であり、すべての予測結果の平均は実際の雨量に対して 9.2mm 多かった (表 3.2-5)。さらに、最初の予測配信時刻 (15 時 56 分) はピーク雨量時刻の 42 分前であった。

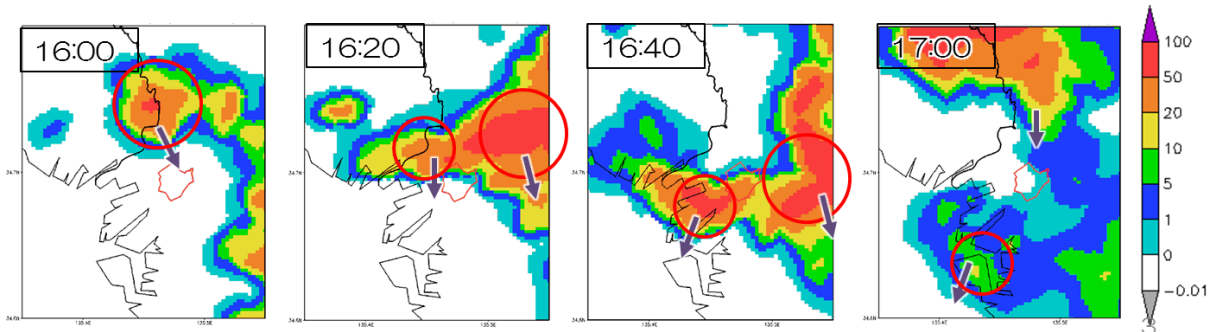


図 3.2-11 XRAIN で観測された雨量分布 (予測事例 3)

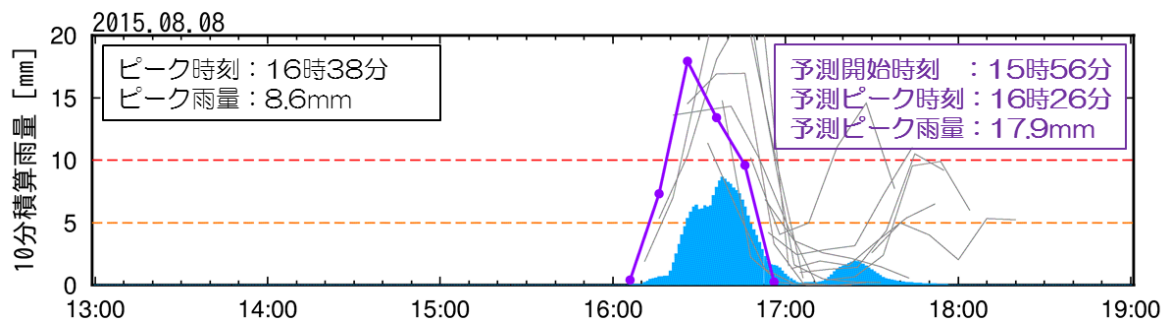


図 3.2-12 予測結果 (折れ線) と XRAIN の 10 分雨量 (棒グラフ) の時系列図

(橙破線：注意情報閾値、赤破線：警戒情報閾値、紫線：最も実績に近かった予測)

表 3.2-5 予測配信時刻と予測内容の詳細

予測開始時刻	予測ピーク時刻	予測ピーク雨量	ピーク時刻の差	ピーク雨量の差
15 時 56 分	16 時 26 分	17.9mm	12 分早い	9.3mm 多い
16 時 01 分	16 時 41 分	27.3mm	3 分遅い	18.7mm 多い
16 時 06 分	16 時 46 分	22.0mm	8 分遅い	13.4mm 多い
16 時 11 分	16 時 41 分	14.3mm	3 分遅い	5.7mm 多い
16 時 16 分	16 時 46 分	17.0mm	8 分遅い	8.4mm 多い
16 時 23 分	16 時 33 分	11.4mm	5 分早い	2.8mm 多い
16 時 28 分	16 時 38 分	14.8mm	差分なし	6.2mm 多い
平均			0.7 分遅い	9.2mm 多い

図 3.2-13 に予測事例 5 (8 月 21 日) における XRAIN で観測された降雨分布図を示す。この事例は福島区の南西から強い降水域が北上することで、福島区周辺に強い雨をもたらした事例である。この事例のピーク雨量は 4.9mm/10 分 (1 時 02 分) であった (図 3.2-14)。これに対して予測雨量は全体的に XRAIN の観測結果と比べてやや過大であり、すべての予測結果の平均は実際の雨量に対して 2.1mm 多かった (表 3.2-6)。また、予測ピーク雨量時刻は実際のピーク時刻に対して平均で 4.5 分早かった。さらに、最初の予測配信時刻 (0 時 08 分) はピーク雨量時刻の 54 分前であった。

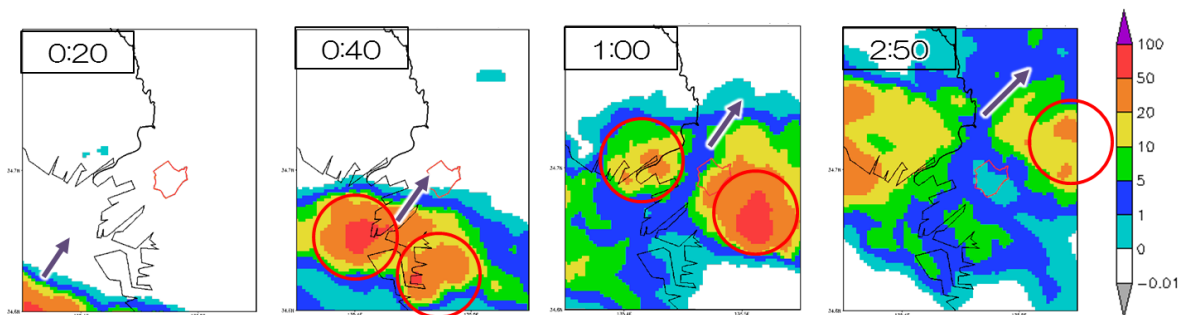


図 3.2-13 XRAIN で観測された雨量分布 (予測事例 5)

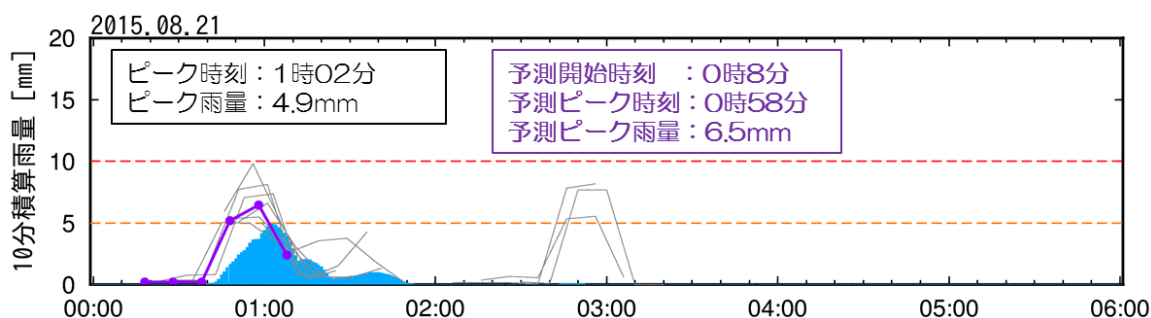


図 3.2-14 予測結果 (折れ線) と XRAIN の 10 分雨量 (棒グラフ) の時系列図 (橙破線：注意情報閾値、赤破線：警戒情報閾値、紫線：最も実績に近かった予測)

表 3.2-6 予測配信時刻と予測内容の詳細

予測開始時刻	予測ピーク時刻	予測ピーク雨量	ピーク時刻の差	ピーク雨量の差
0 時 08 分	0 時 58 分	6.5mm	4 分早い	1.6mm 多い
0 時 13 分	1 時 03 分	7.4mm	1 分遅い	2.5mm 多い
0 時 18 分	0 時 58 分	5.5mm	4 分早い	0.6mm 多い
0 時 25 分	0 時 45 分	5.1mm	17 分早い	0.2mm 多い
0 時 31 分	1 時 01 分	8.1mm	1 分早い	3.2mm 多い
0 時 36 分	0 時 56 分	9.8mm	6 分早い	4.9mm 多い
0 時 41 分	1 時 01 分	6.6mm	1 分早い	1.7mm 多い
平均			4.5 分早い	2.1mm 多い

図 3.2-15 に予測事例 7 (9 月 1 日) における XRAIN で観測された降雨分布図を示す。この事例は福島区の南西から強い降水域が北上し、福島区の西側をかすめていった事例である。この事例のピーク雨量は 5.9mm/10 分 (18 時 22 分) であった (図 3.2-16)。これに対して予測雨量は全体的に XRAIN の観測結果と比べて同程度であったが、18 時 18 分の予測結果のみ、異常に高い雨量が予測されていた。その結果、すべての予測結果の平均は実際の雨量に対して 3.6mm 多かった (表 3.2-7)。また、予測ピーク雨量時刻は実際のピーク時刻に対して平均で 1.6 分早かった。さらに、最初の予測配信時刻 (17 時 38 分) はピーク雨量時刻の 44 分前であった。

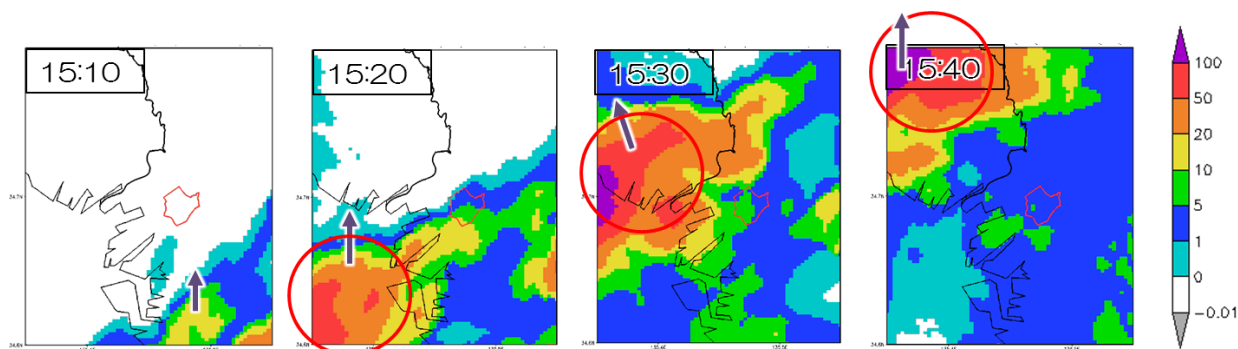


図 3.2-15 XRAIN で観測された雨量分布 (予測事例 7)

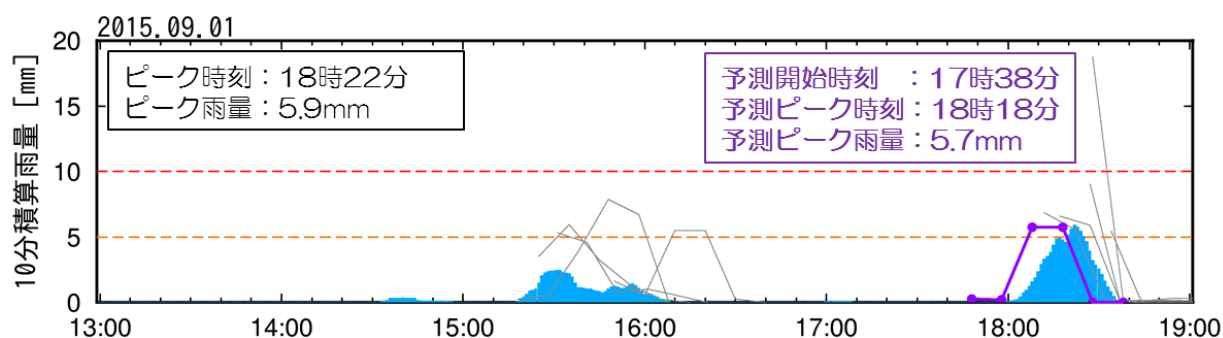


図 3.2-16 予測結果 (折れ線) と XRAIN の 10 分雨量 (棒グラフ) の時系列図
(橙破線：注意情報閾値、赤破線：警戒情報閾値、紫線：最も実績に近かった予測)

表 3.2-7 予測配信時刻と予測内容の詳細

予測開始時刻	予測ピーク時刻	予測ピーク雨量	ピーク時刻の差	ピーク雨量の差
17 時 38 分	18 時 18 分	5.7mm	4 分早い	0.2mm 多い
18 時 02 分	18 時 12 分	6.9mm	10 分早い	1.0mm 多い
18 時 07 分	18 時 17 分	6.6mm	5 分早い	0.7mm 多い
18 時 17 分	18 時 27 分	9.0mm	5 分遅い	3.1mm 多い
18 時 18 分	18 時 28 分	18.8mm	6 分遅い	12.9mm 多い
平均			1.6 分早い	3.6mm 多い

今年度の予測配信回数が比較的多かった3事例（8月8日、8月21日および9月1日）の事例について予測結果と実際の雨量を比較したところ、以下の結果が得られた。

- 雨量がピークとなる時刻（ピーク時刻）の予測誤差は平均で3分程度であった（予測時刻が実際の時刻より早い）。
- 3事例全てにおいてピーク雨量時刻の40分以上前に予測が配信されていた。
- ピーク雨量の予測誤差は平均で3mm程度過大であった（8月8日を除く）。

また、予測結果が実際の雨量と大きく乖離する場合もあった。以下に具体例を示す。

- 8月8日の事例は予測雨量が極めて過大であった。
- 9月1日の事例において、予測値が急激に大きく（過大に）なる場合があった

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、予測事例3(8月8日)及び、予測事例7(9月1日)の一部の予測が実測値と比べて極めて過大な予測結果となった。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。

i) 予測事例3が過大予測となった理由と対策

8月8日の事例における予測雨量が全体的に過大となってしまった原因は大きく分けて2つ考えられる。

まず降水域の移動ベクトルの推定誤差が挙げられる。この事例は福島区の北から南に向けて強い降水域が南下する事例であるが、福島区にかかる前に降水域は東西に分離したため、福島区管内では周辺地域と比べて強い雨は降っていない(図3.2-11)。しかしながら予測においては、このような降水域の複雑な動きを予測することが出来なかったため、実際より過大な雨量を予測してしまったのだと考えられる。このような移動ベクトルの推定誤差を減らす対策として、移動ベクトル推定時に過去の移動ベクトルを参照することが有効だと考えられる。現在の移動ベクトル推定手法は最新時刻のPARの3次元分布と1分前の3次元分布から移動ベクトルを算出している。これに加えて過去の移動ベクトルの経歴を参照する事で、時間的に不連続な不自然な移動ベクトルを推定してしまうことを回避することができる。

また、今年度の予測から取り入れた強雨域による電波の減衰補正が不適切であったことも過大予測の原因の一つである。既に述べたとおり、減衰補正にはHitchfeld-Borden法を採用している。この手法はレーダーのビーム方向に減衰量を積算することで補正を行う手法であるが、減衰量が大きくなると発散してしまうことが知られている。このような場合は減衰補正が効きすぎてしまうため、予測初期値の段階で実績値よりも過大になってしまう。このような場合の対策としては、Hitchfeld-Borden法の減衰量が発散しない様、減衰量の上限を設定する等の手法が考えられる。

ii) 予測事例7の予測が過大となった理由と対策

9月1日の事例における予測結果は、初期時刻に関わらず概ね同様の予測となっている。しかし、18時18分の予測のみ、非常に大きな雨量を予測しており、それまでの予測と比べて傾向が大きく異なっている。このような予測となった原因は、i)と同じように移動ベクトルがそれまでの予測とは全くことなる方向を推定してしまった為である。故に対策としては既に述べたとおり、過去の移動ベクトル推定結果を参照する事で、このような誤った移動ベクトルを推定してしまうことが減ると考えられる。

(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 27 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 26 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、『強雨域による電波の減衰補正』及び『雨域の移動ベクトルの推定誤差の改善』を行い、改善前と比べて予測精度が向上する事が確認された。

[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、豪雨のピーク時刻の 40 分程度前に予測情報の配信をすることに成功した。
- ・しかしながら、予測値が実績値と比べて極めて過大となる時や、予測値が急激に変化する時があり、この様な場合に対する精度向上のための改善案について検討を行った。

[課題]

- ・今年度の試験運用を通して、豪雨の前に予測情報を配信する事には成功したが、予測値の精度についてはまだ改善する余地がある。次年度の運用時には本業務において検討した改善案を実装する予定である。

(d) 引用文献

- 1) Hitschfeld W., and J. Bordan : Errors Inherent in the Radar Measurement of Rainfall at Attenuating Wavelength, *J. Meteor*, Vol.11, pp.58-67, 1953
- 2) Laroche S., and I. Zawadzki : Retrievals of Horizontal Winds from Single-Doppler Clear-Air Data by Methods of Cross Correlation and Variational Analysis, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, Vol.12, pp.721-738, 1995

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 27 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 27 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管内での試験運用結果をもとに、福島区役所の防災・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。
- ・ 本年度までの福島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・予測システムの課題を抽出し、システム改善案を検討した。

(b) 業務の成果

1) ゲリラ豪雨予測システムの試行と試行結果及び課題

以下、「ゲリラ豪雨予測」を「ゲリラ豪雨情報」と称する。

ゲリラ豪雨情報システムの概要を図 3.3-1 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が発表されており、かつ、福島区内にゲリラ豪雨（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・警戒情報をメールで伝達する。メールは、パソコン、スマートフォン、携帯電話、Twitter（次節で記載）で伝達するようにした。また、PAR 観測データを福島区役所が中心となるよう画像化し（図 3.3-2 参照）、インターネットを通じてパソコン、スマートフォンでゲリラ豪雨をもたらす積乱雲の監視が出来るようにした。

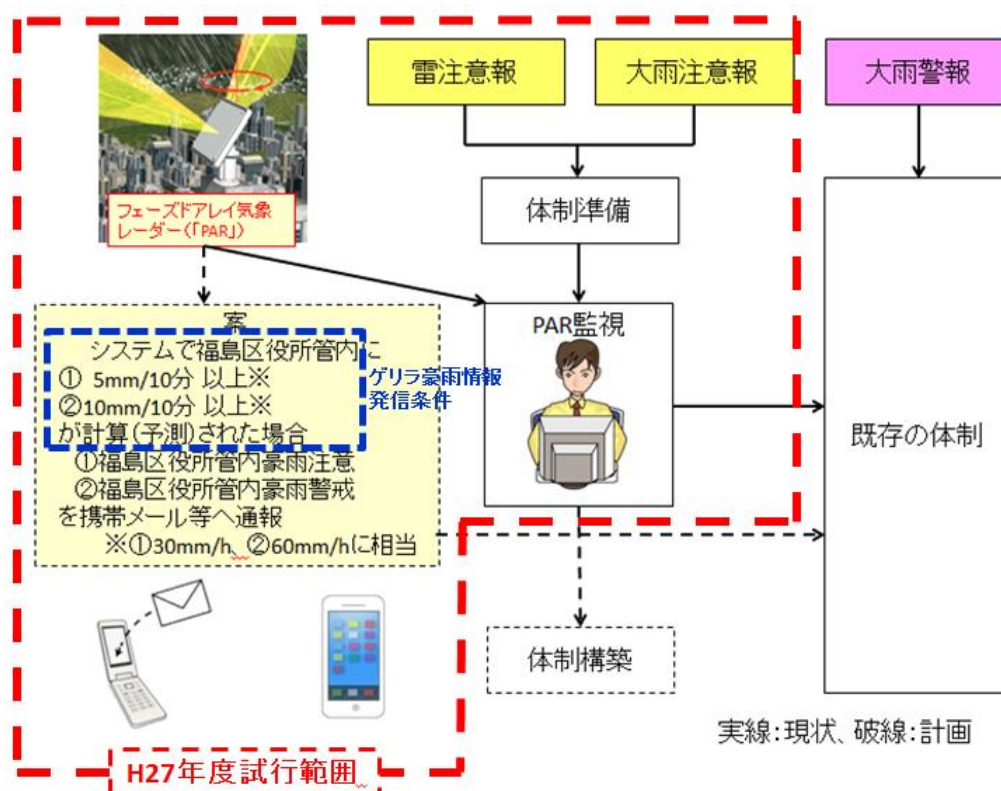


図 3.3-1 ゲリラ豪雨情報システム概要と発信フロー

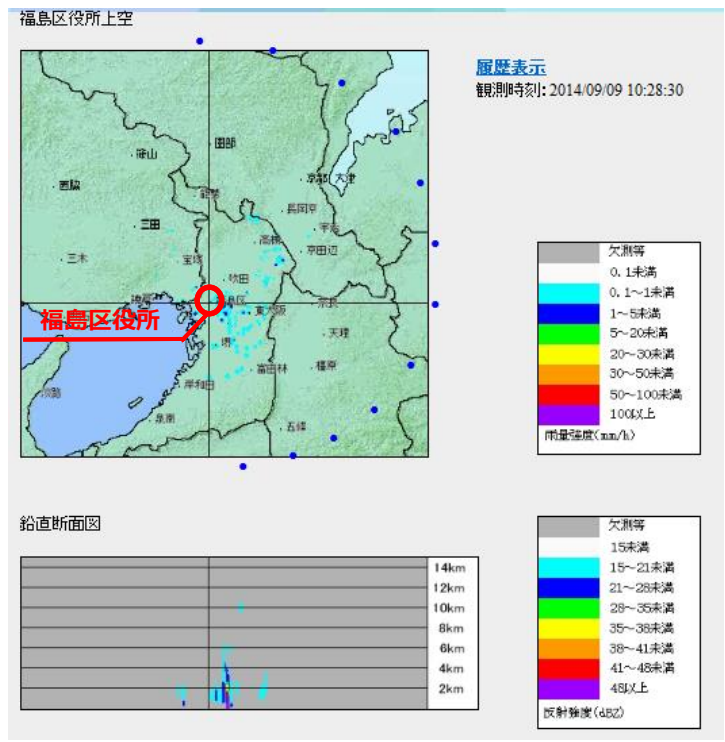
（図中、赤字：平成 27 年度試行範囲、青字：ゲリラ豪雨情報発信条件）

PAR 監視に関し、平成 26 年度の試行結果を踏まえた第 1 回運営委員会の検討結果に基づき、ゲリラ豪雨監視用 Web 画面を改良した。

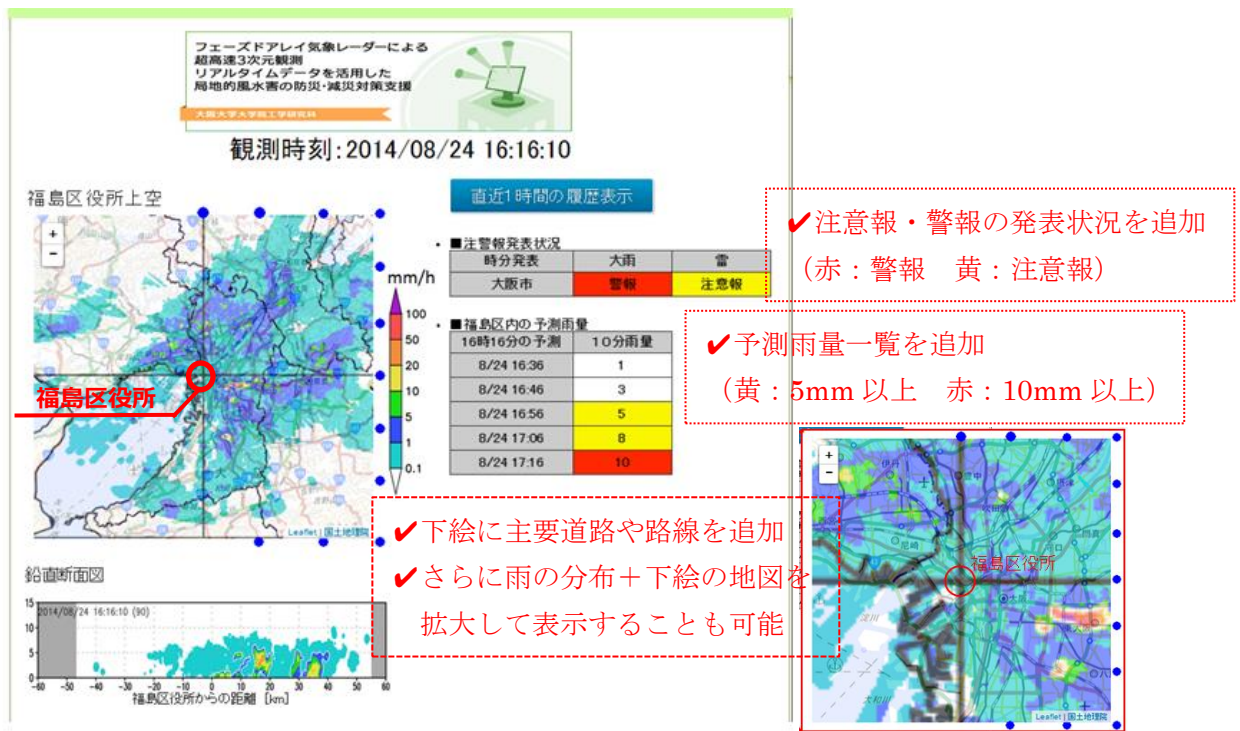
改良内容については、下記のとおりである。

- ・福島区だけでなく、大阪市全体の気象情報が必要（→ 防災体制と結びつくため、大阪市に発表されている大雨注意報・大雨警戒の情報が知りたい。）
- ・予測の内容が PAR 監視 Web 画面に必要。（→昨年度、予測内容がメールでしか確認できなかったため、同じ監視画面で確認したい）
- ・地図に主要道路等の路線図があれば、豪雨の位置を確認しやすい。

以上の検討結果から、図 3.3-2 に示すように改良した。



[改良前：平成 26 年度ゲリラ豪雨情報試行時]



[改良後：H27 年度、赤字破線内に改良内容を記載]

図 3.3-2 改良前後のパソコン、スマートフォン用のゲリラ豪雨監視用 Web 画面

ゲリラ豪雨情報通知メールの内容を図 3.3-3 に示す。

福島区内ゲリラ豪雨注意情報	福島区内ゲリラ豪雨警戒情報	福島区内ゲリラ豪雨解除通知
<p>福島区内ゲリラ豪雨注意情報</p> <p>H26.06/10 21:03時点</p> <p>⇒40分先に福島区内で8mm/10分の雨が予測されています。十分注意して下さい。次のお知らせは5分後以降になります。</p> <p>【予測雨量情報】 ・最大10分間雨量：8mm (40分先)</p> <p>【注意報・警報発表状況】 ・大雨注意報：継続 ・大雨警報：無し ・雷注意報：継続</p> <p>PARの降雨分布は以下サイトから http://49.212.46.247/fukushima/index2.html</p> <p>株式会社 気象工学研究所 担当：吉田 s.yoshida@meci.jp</p>	<p>福島区内ゲリラ豪雨警戒情報</p> <p>H26.06/10 21:04時点</p> <p>⇒60分先に福島区内で30mm/10分の強い雨が予測されています。十分警戒して下さい。次のお知らせは5分後以降になります。</p> <p>【予測雨量情報】 ・最大10分間雨量：30mm (60分先)</p> <p>【注意報・警報発表状況】 ・大雨注意報：継続 ・大雨警報：無し ・雷注意報：継続</p> <p>PARの降雨分布は以下サイトから http://49.212.46.247/fukushima/index2.html</p> <p>株式会社 気象工学研究所 担当：吉田 s.yoshida@meci.jp</p>	<p>福島区内ゲリラ豪雨情報 解除通知</p> <p>H26.06/10 21:55時点</p> <p>⇒福島区内でゲリラ豪雨発生の可能性はなくなりました。</p> <p>【予測雨量情報】 ・最大10分間雨量：2mm (60分先)</p> <p>【注意報・警報発表状況】 ・大雨注意報：無し ・大雨警報：無し ・雷注意報：無し</p> <p>PARの降雨分布は以下サイトから http://49.212.46.247/fukushima/index2.html</p> <p>株式会社 気象工学研究所 担当：吉田 s.yoshida@meci.jp</p>

ゲリラ豪雨注意情報

ゲリラ豪雨警戒情報

ゲリラ豪雨解除通知

図 3.3-3 ゲリラ豪雨情報の通知メール

ゲリラ豪雨予測システムの試行運用は、7月13日から運営委員によるテストを行い、システムに問題のないことを確認した後、7月22日～10月2日まで行った。自主防災組織関係者や住民の方、運営委員やプロジェクト関係者46名への情報伝達を行った。

自主防災組織関係者・住民の方への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、福島区役所から説明を行った。試行参加者及び期間を表3.3-1に示す。試行期間中発信したゲリラ豪雨情報回数を表3.3-2に示す。ゲリラ豪雨情報発信時の時間について気象注意報・警報の発表状況及び天気図とともに図3.3-4(1)、図3.3-4(2)に示す。

さらに、本年度の情報発信試行結果について、気象庁が発表する大雨注意報・大雨警報との比較を行いゲリラ豪雨情報の有効性を確認した。表3.3-3に示すようにゲリラ豪雨注意情報発信日数は大雨注意報発表日数28日に比べ11日と約1/3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を対象とした狭い範囲の情報であることから発信日数が絞られており、防災・減災対策にとって、ゲリラ豪雨情報は有効な情報となっているものと考えられる。

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概ね役立つことがわかった。試行終了後、運営委員及び福島区役所、自主防災関係者・住民の方々の意見から、一部問題のあることが把握できた。次節に収集した意見をまとめ、現状の課題のまとめと課題への対策について検討を行った。

表 3.3-1 ゲリラ豪雨情報試行参加者と実施期間

参加者カテゴリー	参加者数	期間
自主防災関係者・住民	35名	2015.7.21～2015.10.2
運営委員	5名	2015.7.13～2015.10.2 ※7.13～7.20 運用テスト
協力機関を含む関係者	6名	2015.7.21～2015.10.2

表 3.3-2 試行期間中のゲリラ豪雨情報発信回数

No.	日付	配信開始時刻	配信終了時刻	配信回数
1	8月6日	15:19	16:27	2回
2	8月7日	18:25	19:40	2回
3	8月8日	15:59	17:57	16回
4	8月17日	15:27	17:42	5回
5	8月21日	0:01	7:08	14回
6	8月25日	15:10	22:51	5回
7	9月1日	15:11	18:58	10回
8	9月6日	16:49	20:43	2回
9	9月9日	20:34	9月10日 10:50	6回
10	9月10日	11:35	15:34	2回
11	10月2日	2:04	4:32	2回
総配信回数				66回

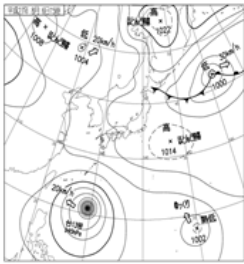
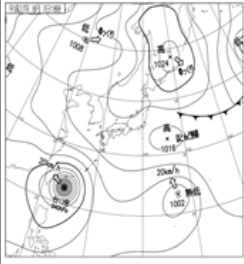
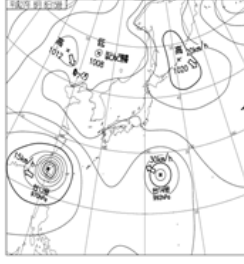
※階級別予測値頻度（上表配信回数には、解除通知が含まれている）

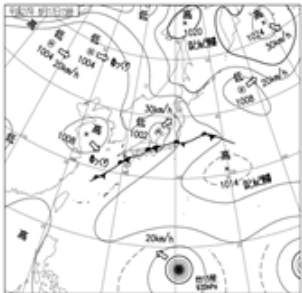
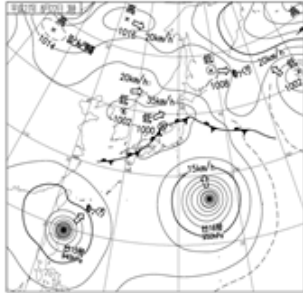
5～10mm 未満：39回、10～15mm 未満：8回、15～20mm 未満：4回、20mm 以上：4回

表 3.3-3 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

		7月 (7/22 から)	8月	9月 (10/2 まで)	合計
福島区	ゲリラ豪雨注意情報	0	6	5	11
	ゲリラ豪雨警戒情報	0	2	1	3
大阪市	雷注意報	7	22	12	41
	大雨注意報	5	14	9	28
	大雨警報	1	2	0	3

※注意報・警報は大阪管区気象台発表情報

月日		8.6					8.7			8.8					
大阪市 注意報	雷	10:25●	→	→	→	20:11	10:09●	→	→	21:24	10:20●	→	→	→	23:25
	大雨	14:44●	15:24●	16:26●	18:33		17:29●	19:38		15:21●	15:57●	17:56●	18:38		
	洪水	14:44●	15:24●	16:26●	18:33		17:29●	19:38		15:21●	15:57●	17:56●	18:38		
ゲリラ豪雨情報	15:19 ゲリラ豪雨注意 16:27 ゲリラ豪雨解除					18:25 ゲリラ豪雨注意 19:40 ゲリラ豪雨解除			15:59 ゲリラ豪雨警戒 16:04 ゲリラ豪雨警戒 16:09 ゲリラ豪雨警戒 16:14 ゲリラ豪雨警戒 16:19 ゲリラ豪雨警戒 16:26 ゲリラ豪雨警戒 16:31 ゲリラ豪雨警戒 16:36 ゲリラ豪雨警戒 16:41 ゲリラ豪雨警戒 16:46 ゲリラ豪雨注意 16:47 ゲリラ豪雨警戒 16:55 ゲリラ豪雨注意 16:58 ゲリラ豪雨警戒 17:07 ゲリラ豪雨注意 17:23 ゲリラ豪雨注意 17:57 ゲリラ豪雨解除						
ゲリラ豪雨情報発信時の地上天気図															
		平成27年8月6日15時					平成27年8月7日18時			平成27年8月8日15時					

月日		8.16		8.17		8.20		08.21		8.22			
大阪市 注意報	雷	15:59●	→	→	→	17:40	22:25●	→	→	→	→	4:46	
	大雨			13:07●	→	17:40	23:56●	→	07:06				
	洪水			13:07●	→	17:40	23:56●	→	07:06				
ゲリラ豪雨情報			15:27 ゲリラ豪雨注意 15:37 ゲリラ豪雨注意 15:38 ゲリラ豪雨注意 15:46 ゲリラ豪雨注意 17:42 ゲリラ豪雨解除						0:01 ゲリラ豪雨注意 0:11 ゲリラ豪雨注意 0:16 ゲリラ豪雨注意 0:21 ゲリラ豪雨注意 0:28 ゲリラ豪雨注意 0:34 ゲリラ豪雨注意 0:39 ゲリラ豪雨注意 0:44 ゲリラ豪雨注意 0:52 ゲリラ豪雨注意 1:59 ゲリラ豪雨注意 2:09 ゲリラ豪雨注意 2:23 ゲリラ豪雨注意 2:32 ゲリラ豪雨注意 7:08 ゲリラ豪雨解除				
ゲリラ豪雨情報発信時の地上天気図													
		平成27年8月17日15時				平成27年8月21日3時							

※注意報・警報は大阪管区气象台発表情報

図 3.3-4(1) ゲリラ豪雨情報配信日の配信時間と注意報・警報、地上天気図
(上図：8/6－8/8、下図：8/16－8/22)

月日		08.25				8.26		
大阪市	雷	11:34●	→	→	→	→	5:45	
	大雨		14:17●	→	22:50			
	洪水		14:17●	→	22:50			
ゲリラ豪雨情報		15:10 ゲリラ豪雨注意 17:52 ゲリラ豪雨注意 17:58 ゲリラ豪雨警戒 18:03 ゲリラ豪雨注意 22:51 ゲリラ豪雨解除						
ゲリラ豪雨情報発信時の地上天気図		<p>平成27年8月25日15時</p>						
月日		09.01				09.06		
大阪市	雷	13:22●	→		18:56	7:15●	→	20:42
	大雨					14:16●	→	20:42
	洪水	13:22●	→		18:56	14:16●	→	20:42
ゲリラ豪雨情報		15:11 ゲリラ豪雨注意 15:18 ゲリラ豪雨注意 15:24 ゲリラ豪雨注意 15:43 ゲリラ豪雨注意 17:41 ゲリラ豪雨注意 18:05 ゲリラ豪雨警戒 18:10 ゲリラ豪雨注意 18:20 ゲリラ豪雨注意 18:21 ゲリラ豪雨警戒 18:27 ゲリラ豪雨注意 18:58 ゲリラ豪雨解除						
ゲリラ豪雨情報発信時の地上天気図		<p>平成27年9月1日15時</p>						
ゲリラ豪雨情報		16:49 ゲリラ豪雨注意 20:43 ゲリラ豪雨解除						
ゲリラ豪雨情報発信時の地上天気図		<p>平成27年9月6日18時</p>						

凡例 ××：××●発表、××：××解除、→継続

月日		09.08				09.09				09.10				10.01		10.02	
大阪市	雷	21:55●	→	→	→	13:23	20:15●	→	→	→	→	15:32	16:28●	→	→	4:30	
	大雨	21:55●	→	→	→	10:59	20:15●	→	→	9:14	11:32●	15:32	16:28●	→	→	4:30	
	洪水			4:48●	→	10:59	20:15●	→	→	9:14	11:32●	15:32	16:28●	→	→	4:30	
ゲリラ豪雨情報		20:34 ゲリラ豪雨注意 20:49 ゲリラ豪雨注意						0:56 ゲリラ豪雨注意 1:18 ゲリラ豪雨注意 1:25 ゲリラ豪雨注意 10:50 ゲリラ豪雨解除 11:35 ゲリラ豪雨注意 15:34 ゲリラ豪雨解除				2:04 ゲリラ豪雨注意 4:32 ゲリラ豪雨解除					
ゲリラ豪雨情報発信時の地上天気図		<p>平成27年9月8日21時</p>						<p>平成27年9月10日9時</p>				<p>平成27年10月2日3時</p>					

凡例 ××：××●発表、××：××解除、→継続

※注意報・警報は大阪管区气象台発表情報

図 3.3-4(2) ゲリラ豪雨情報配信日の配信時間と注意報・警報、地上天気図
(上図：8/25-9/6、下図：9/8-10/2)

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 分～40 分前にゲリラ豪雨情報を出せていることがわかった。ゲリラ豪雨情報発信時点から 2 分程度で Web 画面の更新及びゲリラ豪雨情報メールの着信までできていることがわかった。昨年、本年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。しかし、情報に全く問題がないわけではない。試行の結果、参加者からニーズや課題を聞き取りゲリラ豪雨情報の課題整理と検討を行った内容及び課題への対策について表 3.3-4 にまとめる。

表 3.3-4 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	対策
1	ゲリラ豪雨情報は、発生 30 分前に発信できる可能性のあ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、精度の改善が必要である。
2	SNS（ツイッター）を利用し伝達した。フォロワーは福島区在住者、市議員等含め 34 人であった。	来年度、関係者以外にも発信や閲覧ができるようにし評価精度を高めたい。
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を図る一方、ゲリラ豪雨情報のしきい値についても検討を行う。
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。	来年度、関係者以外にも発信・閲覧できるようにし、「ゲリラ豪雨」の認識に関するアンケートを実施する。
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。	試行システムは情報発信先を 100 人程度と想定しており、発信数が増えた時の、タイムラグについての検討も行う。
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。	台風や梅雨前線に伴う大雨警報はかなり早めに発表されていることから、防災機関向けへのゲリラ豪雨情報発信の必要性についてさらに検討を行う。
7	ゲリラ豪雨予測データから、短時間で観測した 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う。

3) ゲリラ豪雨情報システムの改善案

ゲリラ豪雨情報伝達試行後、運営委員会において、システムの改善案について検討を行った。検討結果について、表 3.3-5 に示す。

表 3.3-5 ゲリラ豪雨情報システムの改善案

	検討項目		これまでの成果	今後の検討事項
①	ゲリラ豪雨	いつ	地上にゲリラ豪雨をもたらす 30分程度前に検知	事例をさらに追加して精度向上を図る
		どこで	2 km×2 km 程度の範囲	
		どのくらい	・ 10分で 5 mm 以上（注意） ・ 10分で 10mm 以上（警戒）	・ 左記、しきい値の検討 ・ 雨量予測精度の向上
②	情報収集方法		・ Web ・ メール	・ SNS 等を利用した収集の試行 ・ 商用 Web からの収集試行
③	情報監視方法		・ Web ・ メール	浸水の可能性のある現地状況の監視の検討
④	体制・対策の検討		・ 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	・ 浸水を受けやすい住宅地、低地にある公園、アンダーパス、イベント等に対する対策 ・ ①の先行時間を前提として、詳細に検討 ・ これまでの浸水対策成果の取り入れ
⑤	情報伝達方法		・ Web ・ メール	・ SNS を利用した伝達の試行 ・ 商用 Web への掲載

(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]

- ・一般的な防災情報、気象情報でゲリラ豪雨に対応できるよう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～今年度、情報伝達試行を実施した。ゲリラ豪雨の定義や伝達内容、伝達方法について、概ね良好であることが分かった。ゲリラ豪雨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可能性が大きいことがわかってきた。

[今後の課題]

- ・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 などの商用のブログ等) の利用及びその他の情報の発信方法についても検討する。

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、豪雨被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可能性のあることがわかってきた。

[今後の課題]

- ・ゲリラ豪雨情報を取り入れることにより、防災・減災対策へ事前情報として利用するようになった時の防災・減災体制についてさらに検討し、体制や行動について規定する必要がある。

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、予測雨量が大きい等の一部問題があるものの、概ね良好であることがわかった。

[今後の課題]

- ・ゲリラ豪雨情報の予測雨量の改善を図る必要がある。
- ・ゲリラ豪雨情報の雨量として10分雨量を対象としている。しかし、堤防や下水設備の設計値としては1時間雨量が使用されていることから、1時間雨量も対象にした方がよい可能性がある。

(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＞、pp73、平成 25 年 3 月

2)交通政策審議会気象分科会：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、pp11、平成 21 年 6 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 27 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、ブログ等を使用した情報発信内容・報報について検討し、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。

(e) 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 27 年度の成果

(a)業務の要約

- ・大阪市福島区役所及び周辺自治体のニーズ調査を行い、周辺自治体程度を含めた、防災・減災対策について検討した。本年度、ゲリラ豪雨情報システムを自治体でどのように活用していくかについての検討を行った。
- ・SNS（Twitter）を利用し、試行運用を行った。Twitter への発信にあたり、発信内容・方法について他事例等を参考にして検討を行った。
- ・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（旭区、都島区、北区、東淀川区、淀川区）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】

これまでの福島区役所での調査から防災・減災対策の現状と課題のまとめ、課題への対処策について表 3.4-1 にまとめる。さらに、周辺自治体への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ヒアリングを行った。周辺自治体のヒアリングから防災・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表 3.4-2 にまとめる。

【防災・減災支援対策の検討】

ゲリラ豪雨発生 30 分前には、PAR の利用でゲリラ豪雨発生予測ができる可能性が高くなった。ゲリラ豪雨予測情報を利用し、自治体の浸水対策の支援策として、地域防災計画へのゲリラ豪雨対策の項目追加案及び局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案の内容の検討を行い、各案を作成した。

PAR 観測情報により、ゲリラ豪雨発生 30 分程度前にはゲリラ豪雨情報を出すことが可能であることがわかってきた。しかし、予測時点から現象発生までの時間的余裕が短いことから、防災・減災対策には、以下イ)、ロ) に分けて対策をする必要があると考えられる。

イ) 日頃からの事前準備

ロ) 発生直前の対処

イ) の日頃からの準備については、①～⑧に記すように自治体など公的機関に重点を置く必要があると考えている。

- ①過去の浸水場所の把握と周知[過去浸水場所把握済]
- ②内水氾らんマップの周知[内水はん濫マップ整備済]
- ③発生前の情報内容、伝達方法・ルート・範囲の取り決めおよび周知
- ④土のうの準備・設置場所の確保、設置場所の周知
- ⑤要援護者への支援内容・支援者の確保。区域外からの来訪者を含む。
- ⑥ゲリラ豪雨による災害発生時を想定し、住民自らで対処できないことを前もって洗い出し、対処方法を区役所で決めておく。
- ⑦上記検討内容を検証するため、ゲリラ豪雨発生時の防災・減災訓練を実施する。訓練時には、参加者が街歩きをすることにより、危険箇所についての認識を深めておく。
- ⑧避難誘導のプロ（警察官、消防署員）との連携方法を検討し、決めておく。

以上の項目のうち、現在ゲリラ豪雨対策を全くしていないわけではなく、①、②に赤字で記すように対策をされているものもある。

一方、発生直前の対処については、以下の①、②に記すように公的機関の現場、自主防災組織・住民に重点を置く必要があると考えている。

①日頃からの準備を実践

[自治体等で対処]

地下街や地下鉄の駅などへの土のう積での止水、アンダーパスの通行止め、野外イベント等への対処、区域外からの訪問者への対処

[住民自らで対処]

自主防管内・住民自宅の土のう積、野外イベント等への対処、避難判断、避難支援判断

②自治体から関係機関や住民への迅速な情報伝達

- ・観測・解析から、即時的に情報伝達を行う（メール、SNS）。
- ・防犯パトロール車（青パト）でのアナウンス。
- ・防災スピーカによる呼びかけ

以上、検討内容をもとに、ゲリラ豪雨に関する「地域防災計画案」、「防災・減災対策マニュアル案」の作成を行った。「地域防災計画案」は現福島区地域防災計画⁷⁾に追加できるようにした。「防災・減災マニュアル案」は、防災訓練時の学習用、「災害対策基本法」に基づく福島区内の地区防災計画作成の際の参考資料となるよう作成した。

「地域防災計画案」、「防災・減災マニュアル案」については、巻末付録として添付する。

表 3.4-1 福島区役所の防災・減災体制、対策の現状と課題

検討項目	現状	課題	対策
局地的大雨発生時の大阪市福島区役所防災体制構築や対策	ゲリラ豪雨に起因する浸水発生時以降の情報伝達フロー及び体制構築については整備されている。しかし、浸水発生前の情報入手内容は、一般的な防災情報、気象情報でゲリラ豪雨に対応できるようになっていないことがわかった。また、ゲリラ豪雨に関する情報内容について、具体的規定はないことがわかった。	ゲリラ豪雨について事前情報として使用できるようにした時の防災・減災体制に関し検討し規定する必要がある。	ゲリラ豪雨発生 30 分前には、ゲリラ豪雨発生が予測できる可能性が高くなった。ゲリラ豪雨予測情報を利用し、浸水対策等の検討を進める。
防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲリラ豪雨発生に関する事前情報の内容や伝達手段について結論づけた。 ・情報収集及びヒアリングから、現状の情報収集内容では、ゲリラ豪雨の事前対策が難しいことがわかった。また、注意喚起内容や安全確保方法について、具体的内容が規定されていなかった。 ・ゲリラ豪雨時、大阪市福島区役所管内の危険箇所が把握できた。 	ゲリラ豪雨に対する注意喚起内容や安全対策について、危険箇所別に実施する必要がある。	福島区では、内水氾濫予想図、内水氾濫実績資料が残っている。既存資料のデータの有効活用を図るようにしていく。
本業務実施内容が防災減災対策に効果的に機能すること	大阪市福島区役所のゲリラ豪雨による内水はん濫発生時の 10 分間雨量が把握できた。この雨量値を用いて、PAR データを解析し、ゲリラ豪雨の発生可能性を情報として発信できることがわかった。	ゲリラ豪雨発生可能性情報の有効性を確認する必要がある。PAR データに基づき、ゲリラ豪雨発生可能性情報についてシステム化を行い、情報の有効性を関係者の中で試験する必要がある。	ゲリラ豪雨情報の有効性の確認はできつつある。PAR は研究用設備であり、プロジェクト終了後の対処方法について検討を進める。

表 3.4-2 福島区役所及び周辺自治体を含めた防災・減災対策の課題及び検討結果

検討項目	課題	ヒアリング検討結果
局地的大雨発生時の大阪市福島区役所防災体制構築や対策	ゲリラ豪雨について事前情報として使用できるようにした時の防災・減災体制に関し検討し規定する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲリラ豪雨情報の必要性 『30分程度のリードタイムがあるのであれば利用価値がありそう。』、『1分前でも情報があればできることがある。』、『1時間以内でも豪雨情報があれば、避難や注意喚起に役立てることが出来有用である。』等、ゲリラ豪雨に関する事前情報は、ほとんどの区で必要な情報と考えられる。 ・情報伝達 『直前情報についてはツイッターやフェイスブックを用いて伝達し、区役所を通さずに通知できた方が速報性を活かすことができる。』等、SNSが注目されていることがわかった。一方、SNSに関し「商用ベースのサーバ利用のため継続性が保証できない。」、「情報提供者を偽装される。」等の問題があり、公的機関として使い難い点がある。
防災・減災対策支援情報の内容と伝達手段	ゲリラ豪雨に対する注意喚起内容や安全対策について、危険箇所別に実施する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・「梅田地下街等の大規模な地下街等がある地区であるが、安全管理は地下街管理者が実施している。」自治体以外の管理者も想定される。 ・各区とも、アンダーパスや川沿いの公園、地下鉄の駅等の浸水しやすい場所がある。ただし、浸水しやすい場所は決まっている地域が多く、対象地域が明確なことは、具体的な対策検討を実施しやすいのではないかと考えている。
本業務実施内容が防災減災対策に効果的に機能すること	ゲリラ豪雨発生可能性情報の有効性を確認する必要がある。PARデータに基づき、ゲリラ豪雨発生可能性情報についてシステム化を行い、情報の有効性を関係者の中で試験する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・情報収集 「10分くらいの詳細な実況雨量が必要。」、「住民からの情報が必要。」、「特に雨の流れる先の場所の情報が必要。」、「雨量（○mm/10分等）で伝達されても市民は理解しづらいので、伝達する内容に工夫が必要。」等があり、PARによるゲリラ豪雨情報伝達だけでなく、情報の効率的な収集についても対策として必要と考えられる。 ・情報伝達 「携帯やスマートフォンで見られるようにしてほしい。」、「淀川区では豪雨などの災害があった場合はTwitterで区民に情報提供を行っている。」、「浸水情報を収集できれば、ツイッター、フェイスブック等のSNSを用い、情報伝達を行う。」等の意見がある一方、「Twitterは即時性が高いため、とても使いやすいが、非利用者（特に高齢者）には情報が伝わりづらい為、如何にして多くの人に情報を伝達するかが課題となっている。」等の対策を検討する必要がある。

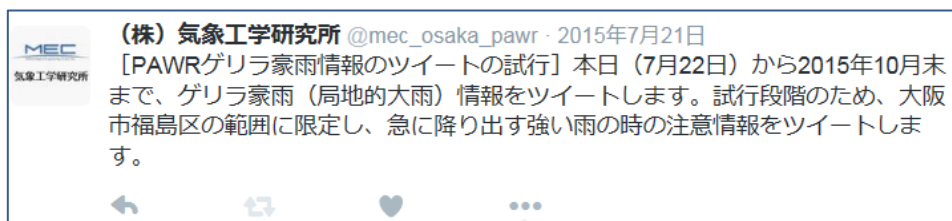
2) SNS (Twitter) を使用した情報発信試験運用

H27年7月22日～10月2日の期間、福島区役所の範囲でゲリラ豪雨が予測される時、3.3節の図3.3-1に示すゲリラ豪雨情報システムから、Twitterへゲリラ豪雨情報の試験的な発信を行った。発信に際し、経済産業省「公共機関ソーシャルメディアポータル」²⁾、「自治体における災害時の情報発信と収集に向けて」Twitter社⁵⁾、「都島区役所ツイッターアカウント運用方針」大阪市都島区役所⁶⁾、その他資料¹⁾、³⁾、⁴⁾を参考にし、ゲリラ豪雨情報ツイッターアカウントを作成し、運用方針とした。ゲリラ豪雨情報運用方針については、巻末資料に添付する。

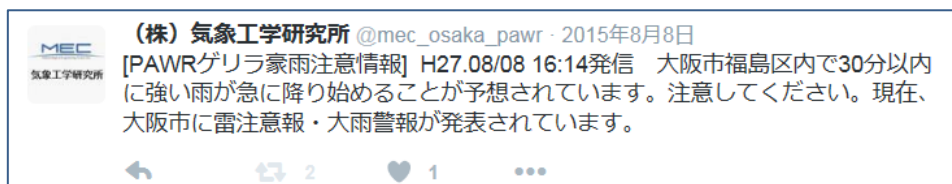
発信内容を図3.4-1に示す。3.1節の図3.3-3に示すメールは、主として防災担当者や関係者の対応を意識して「ゲリラ豪雨注意情報」と「警戒情報」の2種類とした。しかし、Twitterの場合、一般の方が多く含まれることを前提としているため、予測内容は「強い雨が降る」ことをお知らせすればよいものと考え、注意情報と警戒情報は区別せず、発信は「ゲリラ豪雨注意情報」の1種類とした。それ以外の発信内容は、メールと同じである。

ゲリラ豪雨注意情報、解除情報発信回数（ツイート）は、期間中66回であった。フォロワーは開始から徐々に増加し34となった。

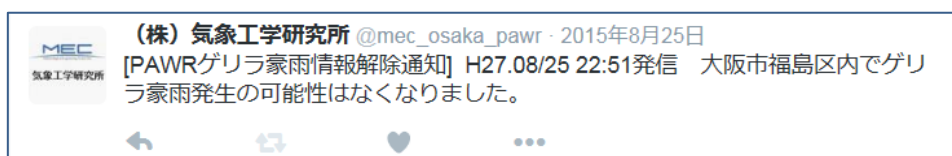
SNSについては、福島区を含めた周辺自治体でのヒアリングから『SNSは必要な手段であるとは考えるが、「商用ベースのサーバ利用のため継続性が保証できない。」「情報提供者を偽装される。」等の問題があり、公的機関として使い難い点がある。』という指摘があり、今後の検討課題である。



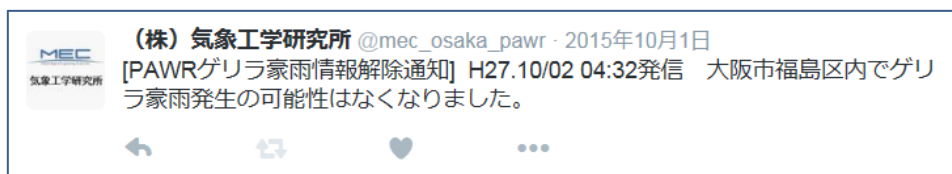
【情報発信開始メッセージ】



【ゲリラ豪雨発生予測情報】



【ゲリラ豪雨発情報解除情報】



【情報発信終了メッセージ】

図 3.4-1 ゲリラ豪雨情報の Twitter への発信内容

(上から順に 情報発信開始メッセージ、発生予測情報、解除情報、情報終了メッセージ)

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、監視・予測システム汎用化の検討を行った。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。

現在、PAR を設置し観測しているのは京阪神地区だけである。PAR が設置されていない他地域において、ゲリラ豪雨に関して予測精度等は低下するもののある程度の精度を確保した状態で、国土交通省 XRAIN データ等から把握可能になるよう検討を進めているところである。他地域で、XRAIN データ等を使用する場合、地域による降雨特性の違いがあるため、XRAIN データを利用するための調査方法の検討が必要である。

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。SNSからの情報収集等も視野に入れる必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・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。	—
	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)を用いる必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・SNS を利用する場合の注意。 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。¹⁾ SNS 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。継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。¹⁾

(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。

[今後の課題]

- ・リードタイムが30分程度と短いため、防災・減災対策にどのように利用するかについて具体的な内容まで踏み込んだ情報はなかった。情報があれば使えるとの回答が複数あったので、今後もヒアリングを継続するとともに、防災・減災の支援対策の検討を行う。

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 へ発信し、一般の方への情報伝達の試験運用をした。フォロワーは34であった。フォロワー数の低さは、H27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ためと考えられる。

[今後の課題]

- ・引き続き Twitter へ発信試行するとともに、Yahoo 等の商用 Web 等も活用し、一般からもアンケート調査を行い、本プロジェクトの取組みに関する評価精度を高める。

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、発生を把握できる可能性の高い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。

[今後の課題]

- ・情報収集、情報監視、情報伝達の各項目に分けて、表 3.4-3 に課題をまとめた。

(d)引用文献

- 1) 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
- 2) 経済産業省：公共機関ソーシャルメディアポータル、<http://smp.openlabs.jp/gov/>、2015
年 6 月 19 日アクセス
- 3) 上野亮他：地方自治体における Twitter 活用状況に関する考察、情報処理学会第 74 回国大
会、<file:///C:/Users/ohtoh/Downloads/IPSJ-Z74-4H-2.pdf>、2015 年 6 月 10 日ア
クセス
- 4) 湯浅懇道：政府・自治体のソーシャル・メディア利用と情報公開、
<http://in-law.jp/archive/taikai/2011/kobetsu2-2-resume.pdf>、2015 年 6 月 15 日ア
クセス
- 5) 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
- 6) 大阪市都島区：都島区役所ツイッターアカウント運用方針、
<http://www.city.osaka.lg.jp/miyakojima/page/0000153566.html>、2015年6月16日
アクセス
- 7) 大阪市福島区：福島区地域防災計画、2013 年 9 月

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。
- ・文部科学省の成果報告会で成果を報告すること。

(b) 平成 27 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 27 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 27 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。
- ・本年度から、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。
- ・文部科学省の成果報告会で成果を報告した。

(b) 業務の成果

4) 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
金 寛	大阪大学大学院	工学研究科	助教	運営委員会委員
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
小田 篤志	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	H28.2.2	大阪大学工学研究科ミーティングルーム
	H28.2.4	福島区役所会議室
第 3 回運営委員会	H28.3.2	大阪大学中之島センター
第 4 回運営委員会	H28.3.14	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大阪市福島区役所の防災・減災対策にどのように活用していくかについて議論し、H27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。昨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、ゲリラ豪雨は30～40分前に予測できる可能性が大きいことが報告された。予測可能な時間を前提として、防災・減災対策について検討した。その結果、これまで福島区役所では、洪水期、浸水対策用に土のう準備等が行われていたりするなど、実際に実施されている浸水に対する事前準備内容を生かせるよう、地域防災計画の中に追加すればよいことがわかってきた。このような検討内容に基づき、地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の内容について検討を行った。

第3回運営委員会では、平成27年度の業務成果を確認し、ゲリラ豪雨情報（監視・予測）の精度検証に関する報告、福島区地域防災計画案へのゲリラ豪雨対策の追加、防災・減災マニュアル案について報告を行った。また、平成27年度地域報告会報告内容の検討、平成28年度の業務計画案の検討を行った。

第4回運営委員会では、今年度成果の概要を報告し、課題と解決策について検討した。委員会の検討内容をもとにして、報告書の作成を行うよう委員長から指示があった。また、平成28年度業務計画内容の確認をした。

各運営委員会の議事内容は、4章4.1会議録に掲載した。

5) 地域報告会

地域報告会は、平成28年3月14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や下水道管理者等20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地域防災計画案、防災・減災マニュアル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。

6) 成果報告会

平成28年3月15日、東京イイノカンファレンスセンターで開催された文部科学省成果報告会において、今年度成果を発表した。

(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、下水道管理者の参加のもと、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

[結論]

- ・文部科学省成果報告会で、全国に向けて業務成果を公表した。

(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	H27.6.30	大阪大学中之島センター	運営委員	78
第2回運営委員会	H28.2.2	大阪大学工学研究科 ミーティングルーム	運営委員	80
	H28.2.4	福島区役所会議室	運営委員	
第3回運営委員会	H28.3.2	大阪大学中之島センター	運営委員	82
第4回運営委員会	H28.3.14	大阪大学中之島センター	運営委員	84
地域報告会	H28.3.14	大阪大学中之島センター	運営委員を 含め 20名	85

■日時：平成 27 年 6 月 30 日（木）15:00～17:00

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、小田（大阪市福島区役所）

大藤、石田（株式会社気象工学研究所）

寺林（株式会社気象工学研究所、事務局）

福島（朝日新聞社）

■議題

- （1）平成 26 年度プロジェクトの成果と課題及び今後の対策
- （2）平成 27 年度のプロジェクトの計画と目標
- （3）ゲリラ豪雨情報試行
- （4）計画と目標についての議論
- （5）第 1 回運営委員会のまとめ

■配布資料

- ・資料 1 平成 26 年度実績、成果と課題及び今後の対策
- ・資料 2 業務計画メモ
- ・資料 3 平成 27 年度計画
- ・資料 4 ゲリラ豪雨予測方法の改善とゲリラ豪雨情報パソコン表示システムの改良
- ・資料 5 平成 27 年度ゲリラ豪雨情報試行概要

■議事内容

牛尾業務統括者より最新のフェーズドアレイ気象レーダーに関する情報の紹介

（1）平成 26 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 26 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。

（2）平成 27 年度のプロジェクトの計画と目標（説明者：大藤）

資料 2、3 に基づき、平成 27 年度のプロジェクトの計画と目標について確認を行った。

[大藤委員] 昨年、福島区内の会議が終わった直後ゲリラ豪雨の情報が発信され、実際に強い雨が降り、良い事例があったとの報告を受けた。

→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: 大藤)

資料 4 に基づき、改良した福島区役所 Web システム案について説明した。

→改良案に関し、各委員から了解を得た。7 月 1 日から、改良システムで運用することとした。資料 5 に基づき、平成 27 年度ゲリラ豪雨情報試行について説明した。

【試行スケジュール概要】

試行期間: 7 月 1 日 (水) ~10 月 30 日 (金)

試験発信: メール ⇒ 7 月 1 日 (水) ~7 月 14 日 (火) [運営委員及び関係者]

正式発信: メール ⇒ 7 月 15 日 (水) 届のあった協力者から順次開始

Twitter⇒ 7 月 15 日 (水) から発信

[小田委員] Twitter 発信元プロフィールで「福島区役所管内」→「大阪市福島区域内」に変更すること。

[大藤委員] Twitter の送信内容等については、7 月 10 日頃までに再検討し、委員の皆様への持ち回りで、了解を頂くようにする。

→上記、小田委員からの意見修正を行うことで、ゲリラ豪雨情報試行について、各委員から了解を得た。

(4) 計画と目標についての議論 (司会: 業務統括者)

[牛尾業務統括者]

- ・資料 4 で説明を受けたアルゴリズム改修 (3 次元手法) によりゲリラ豪雨情報試行を実施することについて了解した。今後、新たに VIL を使って予測する方法も検討したい。
- ・フェーズドアレイ気象レーダーは現時点で国内に 4 台しかないことから、本研究成果を用いて XRAIN など運用中の既存レーダーをさらに有効活用できるよう検討を進めたい。
- ・現在、同時進行中の SIP 業務に本研究成果を有効に生かすことができればよいと考えている。

[牛尾業務統括者] 周辺自治体を回った結果、成果が社会的に役立つ内容があるか。

[小田委員] 浸水の心配のあるアンダーパスは福島区より周辺自治体で数が多い為、提供範囲を広げれば、情報としてさらに有効に使えるのではないかと想定される。

[小林委員] 急に強い雨が降って困る野外イベント (区民祭り、野田藤祭り、ザコ場朝市など) 等にも有効に利用できると想定される。

[牛尾業務統括者] プロジェクト成果の評価について、そろそろ、評価方法を含め、検討を始めた方がよい。

[小林委員] 防災担当部署としては、初動体制を早くとれるようになることがメリットであり、評価につながると考えている。直接、地域住民にメリットがあれば、それも評価につながるのではないかと。

■業務主任者のまとめ

- ① 平成 27 年度業務について計画通り実施すること。
- ② ゲリラ豪雨情報試行について、本日、結論を出した通りに実施すること。プロジェクトの成果が社会的に役立つものとなるように実施していくこと。

■日時 平成 28 年 2 月 2 日（火）15:00~16:00

場所 大阪大学牛尾研究室ミーティングルーム

■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）

大藤、大平、吉田（株式会社気象工学研究所）

■議題

- （1）大阪市福島区地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の検討
- （2）今後の予定検討

■資料

資料 1 福島区地域防災計画一局地的大雨（ゲリラ豪雨）に関する計画案

資料 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

■議事内容

- （1）大阪市福島区地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の検討

- ・大藤委員より地域防災計画案、防災・減災マニュアル案について説明を行った。
地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の内容について、今後、小林委員、小田委員と検討を進め、第 3 回運営委員会において、詳細に検討することで了承を得た。
- ・ゲリラ豪雨情報発信の前提となる 30 分のリードタイム（予測時間）と予測雨量について、精度向上策を検討するよう牛尾統括者から指示があった。

- （2）今後の予定検討

- ・第 3 回運営委員は 3 月初旬を予定する（運営委員会の内容：地域防災計画案、マニュアル案等の検討、地域報告会の準備等）。
- ・地域報告会は 3 月 14 日に開催予定とする。（場所：大阪大学中之島センター）
- ・地域報告会報告内容案やパンフレット案は 2 月 17 日（水）までに作成し、運営委員に検討して頂く。（2 月 25 日頃までに、パンフレット等の作成を行い、参加者募集を予定。）

■日時 平成 28 年 2 月 4 日（木） 15 時~16 時 30 分

場所 大阪市福島区役所市民協働課会議室

■出席者（敬称略）

小林、小田、松本（大阪市福島区役所）

大藤、大平、石田（株式会社気象工学研究所）

■議題

（1）大阪市福島区地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の検討

（2）今後の予定検討

■資料

資料 1 福島区地域防災計画一局地的大雨（ゲリラ豪雨）に関する計画案

資料 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

■議事内容

（1）大阪市福島区役所地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の検討

・案作成にあたっての考え方について大藤委員より次の内容について説明を行った。これまでのプロジェクト実施結果から、以下の方針で案の作成を行った。

➢ゲリラ豪雨は 30 分程度前には予測可能であることがわかってきた。

➢現象発生までの時間的余裕から考えると、津波災害対応（被害規模は津波のように大きくはないが）と同じように考えられる。

➢情報発信後、すぐに対応を求められる現象であることから、平時からの準備や対策が重要になると考えられる。

以上のことを念頭に置き、今回、地域防災計画案、マニュアル案の作成を行った。

・地域防災計画案は、現福島区地域防災計画の様式に準じて、必要事項を記載した。2015.12.14 打合せ内容に基づき、記載した。

・今回の運営委員会で説明を行った地域防災計画案等について、小林委員、小田委員の方で内容の検討を行い修正案等を出して頂き、第 3 回運営委員会で再度検討を行うこととした。

（2）今後の予定

前ページ大阪大学での打合せ内容（今後の予定）に同じで、小林委員、小田委員から了承を得た。

■業務主任者のまとめ

① 現在、検討を進めている地域防災計画案、防災・減災マニュアル案の作成を継続して行い、地域報告会で両案の説明を行うこと。

② 地域報告会は予定通り実施すること。

■日時：平成 28 年 3 月 2 日（水）14:00～15:30

場所：大阪大学中之島センター902 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、小田、松本（大阪市福島区役所）

大藤、大平、石田、吉田（株式会社気象工学研究所）

■議題

- （1）平成 27 年度 文科省への最終報告概要について
- （2）大阪市詳細雨量でのゲリラ豪雨情報の検証
- （3）地域防災計画案、マニュアル案の検討
- （4）平成 27 年度 地域報告会開催概要について

■資料

資料 1 地域防災対策支援研究プロジェクト第 2 回運営委員会議事録案

資料 2 平成 27 年度 最終報告

資料 3 大阪市詳細雨量を使ったゲリラ豪雨情報の検証

資料 4 地域防災計画案・防災減災対策マニュアル案作成検討

資料 5 平成 27 年度地域報告会開催概要（開催概要及びリーフレット）

資料 6 H28 年度業務計画書案

■紹介・報告内容

- ・牛尾業務統括者から SIP（内閣府戦略的イノベーション創造プログラム）でのフェーズドアレイレーダープロジェクト実施概要について紹介があった。
- ・1 月 13 日、東京で行われた文科省地域防災対策支援研究プロジェクトの中間評価について、評価内容の説明があった。

[評価概要]

- ・プロジェクトは適正に実施されているとの評価であった。
- ・防災・減災対策検討時、リスクコミュニケーションモデルを取り入れるようコメントがあった。

■議事内容

(1) 平成 27 年度 文科省への最終報告概要について

- ・大藤委員より、資料に基づき文科省最終報告概要について説明があった。
- ・文科省への最終報告案について了承された。

(2) 大阪市詳細雨量でのゲリラ豪雨情報の検証

- ・大藤委員より、資料に基づきゲリラ豪雨情報の検証報告があった。
- ・牛尾業務統括者より、8月8日の事例で40分前、30分前、10分前の予測ではゲリラ豪雨情報が出ていたが、20分前の予測では出ておらず、予測に時間的な不連続がある理由について質問があった。
→大藤委員より、予測に不連続があるのは、予測に使用するエリアから一度強降雨域が消えていることに起因すると考えられる。時間的な不連続が発生するのを防ぐよう、予測手法の見直しをしているところである旨説明した。

(3) 地域防災計画案、マニュアル案の検討

- ・大藤委員より、資料に基づき大阪市福島区役所地域防災計画案、マニュアル案についてこれまでの検討経緯と素案について説明した。
- ・小林委員、小田委員より、現在、福島区内の地区防災計画を1地区で作成しているところであり、その中にこれまでの検討成果を取り入れたい旨説明があった。

(4) 平成 27 年度 地域報告会開催概要について

- ・資料に基づき、大藤委員より、平成 27 年度地域報告会について説明を行った。開催内容、案内のリーフレットについては、資料の通り了承を得た。

日時：平成 28 年 3 月 14 日（月） 10:00~12:00

場所：大阪大学中之島センター 3F302

- ・地区防災計画へのゲリラ豪雨対策の記載内容について、運営委員会で入手したい旨、大藤委員より依頼があった。

■業務主任者のまとめ

- ① ゲリラ豪雨予測雨量については、手法の見直しを行い精度向上を図ること。
- ② 本プロジェクトの最終成果において、指摘のあったリスクコミュニケーションの考え方を取り入れること。
- ③ 地域防災計画案、マニュアル案について、福島区役所の防災・減災に有効な資料となるようまとめること。

■日時：平成 27 年 3 月 14 日（木）9:00～9:45

場所：大阪大学中之島センター302 会議室

■出席者（敬称略）

牛尾（大阪大学大学院工学研究科、プロジェクトリーダー）

小林、小田（大阪市福島区役所）

大藤、大藤、吉田、石田（株式会社気象工学研究所）

■議題

- （1）平成 27 年度プロジェクト報告書のまとめ方
- （2）文部科学省平成 27 年度「地域防災支援対策研究プロジェクト」成果内容の説明
- （3）大阪市福島区地域防災計画-局地的大雨（ゲリラ豪雨）に関する計画案
- （4）平成 28 年度計画案の確認

■配布資料

資料 1 第 3 回運営委員会議事概要

資料 2 平成 27 年度「地域防災支援対策研究プロジェクト」成果報告書

資料 3 福島区地域防災計画-局地的大雨（ゲリラ豪雨）に関する計画案

資料 4 平成 28 年度計画案

■議事概要

第 3 回運営委員会議事の確認

- （1）平成 27 年度「地域防災支援対策研究プロジェクト」成果報告書の確認、平成 27 年度プロジェクト報告書のまとめ方、
 - ・平成 27 年度「地域防災支援対策研究プロジェクト」成果報告書の内容について確認した。収集資料から抽出した課題に対する解決方法に関し、大阪市福島区役所の防災・減災担当者からのヒアリング実施結果の報告。
→業務統括者（牛尾先生）から、平成 27 年度報告書については、「地域防災支援対策研究プロジェクト」計画書に沿って、まとめるようコメントがあった。
- （4）平成 28 年度業務計画の確認
 - ・文部科学省に提出した平成 28 年度業務計画内容について説明し、業務計画に沿って実施していくことが確認された。
→平成 27 年度業務の課題について、具体的な解決を図る議論の場を新年度早目に持ちたいとのコメントがあった。

■業務主任者のまとめ

- ① この後、開催される地域報告会の成果を H27 年度報告書に取り込むこと。
- ② 予測手法の改善を図り、予測精度の向上をさせ、今年度、ゲリラ豪雨に関する量的に正確な情報が出せるようにすること。

[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3月14日（木）10:00～11:45

場所：大阪大学中之島センター302号室

参加者：20名（大阪市担当者：9名、大阪市以外：4名、運営委員等：7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 ゲリラ豪雨のメカニズムの解明とゲリラ豪雨予測モデルの開発

資料-3 新予測手法によるゲリラ豪雨情報の試験発信の概要

資料-4 地域防災計画案・防災減災対策マニュアル案作成検討

参考資料-1 福島区地域防災計画（平成25年9月）

参考資料-2 福島区地域防災計画－局地的大雨（ゲリラ豪雨）に関する計画案－

参考資料-3 福島区役所局地的大雨（ゲリラ豪雨）に対する防災・減災対策マニュアル案 Ver0.0

■報告内容

【プロジェクト概要説明】

プロジェクト概要説明

（業務統括者 大阪大学大学院 准教授 牛尾）

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】

➤10:15～10:30

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】

➤10:30～10:50

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：PAR 観測データからゲリラ豪雨の特徴を抽出する方法について説明。また、抽出した積乱雲からもたらされる豪雨と積乱雲の構造との関係について説明。

➤10:50～11:10

新予測手法（3次元移流予測）の開発と試運用

（（株）気象工学研究所 吉田）

資料：パワーポイント

内容：3次元降雨予測モデルの概要と予測精度について説明。

➤11:10～11:30

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。

➤11:30～11:45

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

➤11:45～11:55

質疑応答

なし

以上



平成 27 年度地域報告会開会時



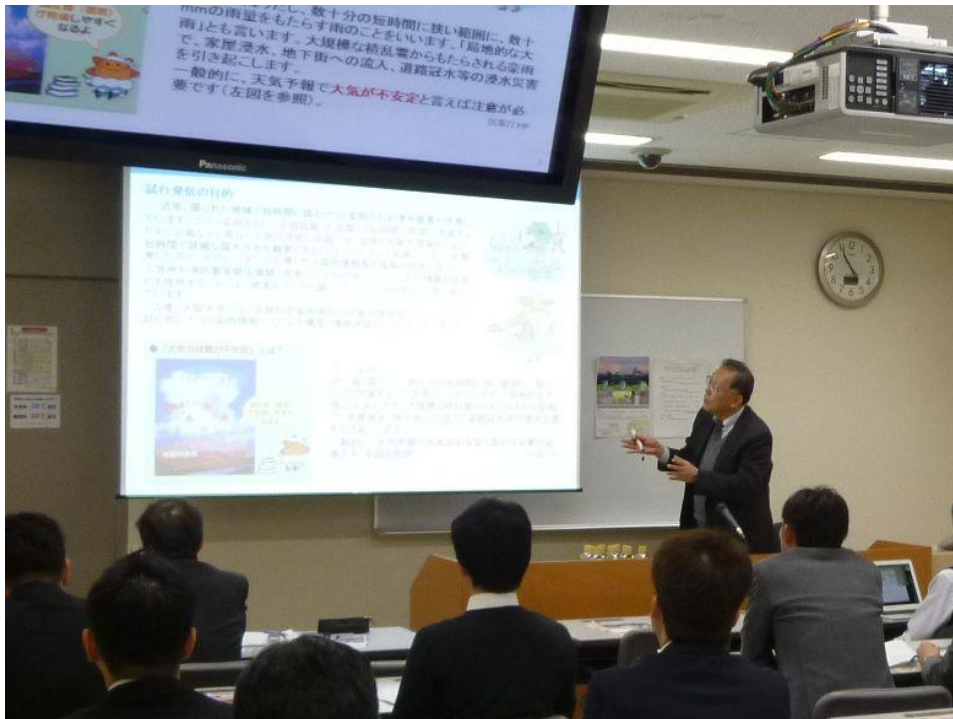
基調講演 防災・減災への PAR 利活用に関する最近の動向
事業統括者 (大阪大学大学院工学研究科 牛尾准教授)



報告：PAR を使った局地的大雨（ゲリラ豪雨）のメカニズムの解明
報告者（(株)気象工学研究所 吉田）



報告：新予測手法（3次元移流予測）の開発と試運用
報告者（(株)気象工学研究所 吉田）



報告：新予測手法によるゲリラ豪雨情報の試験発信の概要
報告者 ((株)気象工学研究所 技師長 大藤)



報告：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
コメント (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
Nature Café 第 16 回素粒子, 光で地球をのぞく～夢の地球観測技術がもたらす革命～,	牛尾知雄	東京プリンスホテル （招待講演）	H27.6.9	国内
日本学士会関西茶話会, ゲリラ豪雨を科学する～世界最高性能の気象レーダの開発～	牛尾知雄	中央電気倶楽部	H27.10.17	国内
防災・減災への PAR 利活用に関する最近の動向	牛尾知雄	大阪大学中之島センター （地域報告会）	H27.3.14	国内
PAR を使った局地的大雨（ゲリラ豪雨）のメカニズムの解明	吉田 翔	〃	〃	〃
新予測手法（3次元移流予測）の開発と試運用	吉田 翔	〃	〃	〃
新予測手法によるゲリラ豪雨情報の試験発信の概要	大藤明克	〃	〃	〃
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	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
大阪府とのフェーズドアレイ気象レーダを活用した“豪雨検知システム”の実証実験	牛尾知雄	テレビ朝日	H27.9.2	国内
フェーズドアレイレーダーを活用したゲリラ豪雨対策	福島区役所 坂本区長	読売テレビ	H27.6.9	国内
フェーズドアレイレーダーを活用したゲリラ豪雨対策	福島区役所 坂本区長	TBS テレビ	H27.7.27	国内
大雨、ツイッターで注意喚起-福島区 で取り組み 新型レーダー活用-	大藤明克	朝日新聞	H27.7.29	国内
フェーズドアレイレーダーを活用したゲリラ豪雨対策	福島区役所 小田	朝日新聞	H27.8.3	国内
大阪府とのフェーズドアレイ気象レーダを活用した“豪雨検知システム”の実証実験	牛尾知雄	テレビ朝日	H27.9.2	国内
フェーズドアレイレーダーを活用したゲリラ豪雨対策	福島区役所 坂本区長	読売テレビ	H27.6.9	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
Large-volume Data Compression Using Compressed Sensing for Meteorological Radar	牛尾知雄	37th Conference on Radar Meteorology, Oklahoma	H27.9	国外
Three-dimensional precipitation nowcasting with rapid and dense phased array weather radar observations	牛尾知雄	〃	〃	〃
Application of Adaptive Digital Beam Forming for Polarimetric Phased Array Weather Radar (Poster)	牛尾知雄	2015 URSI-Japan Radio Science Meeting	H27.9	国内
フェーズドアレイレーダの較正に向けたアンテナ性能の検討	牛尾知雄	JPGU,千葉	H27.5	国内
気象用二重偏波フェーズドアレイレーダのビーム形成手法と実用化に関する検討	牛尾知雄	日本気象学会 2015 年度秋季大会	H27.10	国内
フェーズドアレイ気象レーダを用いた3次元移流予測	吉田翔	〃	〃	〃
フェーズドアレイ気象レーダを用いた3次元移流予測	吉田翔	シンポジウムフェーズドアレイレーダー-研究開発の現状と将来展望-	H28.1.19	国内

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
なし				

(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 27 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]

- ・ 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。

[課題]

- ・ 降水コアの高度や持続時間だけでなく、反射強度の時間変化についても同様の解析を行う事で、降水コア発生から発達までのモデルを構築する。

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 27 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 26 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、『強雨域による電波の減衰補正』及び『雨域の移動ベクトルの推定誤差の改善』を行い、改善前と比べて予測精度が向上する事が確認された。

[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、豪雨のピーク時刻の 20 分~30 分程度前に予測情報の配信をすることに成功した。
- ・予測値の精度向上のための改善案について検討を行った。

[課題]

- ・今年度の試験運用を通して、豪雨の前に予測情報を配信する事には成功したが、予測値の精度についてはまだ改善する余地がある。次年度の運用時には本業務において検討した改善案を実装する予定である。

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]

- ・一般的な防災情報、気象情報でゲリラ豪雨に対応できるよう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～今年度、情報伝達試行を実施した。ゲリラ豪雨の定義や伝達内容、伝達方法について、概ね良好であることが分かった。ゲリラ豪雨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可能性が大きいことがわかってきた。

[今後の課題]

- ・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 などの商用のブログ等）の利用及びその他の情報の発信方法についても検討する。

(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、豪雨被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可能性のあることが分かってきた。

[今後の課題]

- ・ゲリラ豪雨情報を取り入れることにより、防災・減災対策へ事前情報として利用するようになった時の防災・減災体制についてさらに検討し、体制や行動について規定する必要がある。

(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、予測雨量が大きい等の一部問題があるものの、概ね良好であることがわかった。

[今後の課題]

- ・ゲリラ豪雨情報の予測雨量の改善を図る必要がある。
- ・ゲリラ豪雨情報の雨量として10分雨量を対象としている。しかし、堤防や下水設備の設計値としては1時間雨量が使用されていることから、1時間雨量も対象にした方がよい可能性がある。

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。

[今後の課題]

- ・リードタイムが30分程度と短いため、防災・減災対策にどのように利用するかについて具体的な内容まで踏み込んだ情報はなかった。情報があれば使えるとの回答が複数あったので、今後もヒアリングを継続するとともに、防災・減災の支援対策の検討を行う。

(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へ発信し、一般の方への情報伝達の試験運用をした。フォロワーは34であった。フォロワー数の低さは、H27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ためと考えられる。

[今後の課題]

- ・引き続きTwitterへ発信試行するとともに、Yahoo等の商用Web等も活用し、一般からもアンケート調査を行い、本プロジェクトの取組みに関する評価精度を高める。

(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、発生を把握できる可能性の高い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。

[今後の課題]

- ・情報収集、情報監視、情報伝達の各項目に分けて、表3.4-9に課題をまとめた。

付録

付録1 局地的大雨（ゲリラ豪雨）情報Twitterアカウント運用方針

付録2 ゲリラ福島区地域防災計画

付録3 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 局地的大雨(ゲリラ豪雨)情報 Twitter アカウント運用方針

ゲリラ豪雨(局地的大雨)情報 Twitter アカウント運用方針

この Twitter アカウント（以下、「本アカウント」といいます。）は、「文部科学省地域防災対策支援研究プロジェクト 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・減災対策支援研究プロジェクト」（プロジェクトリーダー：大阪大学）の運営委員の一員である株式会社気象工学研究所プロジェクト運営委員（以下、「管理者」といいます）が運用しています。

本アカウントのご利用にあたっては、以下に定める本アカウントの利用方針(以下、「本方針」といいます)の各事項にご同意をいただきますようお願い申し上げます。

1. 情報発信の目的

近年、問題になっている急に降り出すゲリラ豪雨（局地的大雨）情報を、即座に発信することで、防災・減災支援に有効な情報発信の一つになるように検討を行うことを目的としています。

管理者は、大阪市福島区内に限定し急に降り出す強い雨や激しい雨に関する情報を、ツイートします。ツイート内容は、大阪大学に設置されている最新の気象レーダー（フェーズドアレイ気象レーダー）データを高速で処理することにより、作成しています。

2015年10月末日まで運用します。ただし、運用途中、システムメンテナンス等に伴い、予告なく運用を中断する場合があります。

2 免責事項

- ・管理者は、本アカウント上で投稿される情報等の内容（利用者から投稿されたものを含みます）に関し、そのご利用により何らかの損害が利用者に発生したとしても、一切責任を負いません。
- ・管理者は、本アカウントの運営を予告なしに中断または中止することがあります。理由の如何に関わらず、本アカウントの運営が中断または中止したことにより生じるいかなる損害についても責任を負いません。
- ・管理者は、本アカウントに関連して、利用者間、もしくは利用者と Twitter 社を含む第三者間でトラブル・紛争が発生した場合であっても一切責任を負いません。
- ・利用者は、本アカウントにおける投稿について、利用者ご自身が一切の法的な責任を負うものとします。また、利用者は、Twitter 社が定める利用規約および本規約に対する自己の違反等から生じる一切の責任を負い、当該違反等から発生する損害の賠償等一切の費用を負担するものとします。

3 禁止事項等

本アカウントをご利用いただく際には、下記事項が含まれるコメントや画像等の投稿はご遠慮ください。下記事項に該当すると管理責任者が判断した場合は、コメントの投稿者に断りなく、コメントや画像等の全部を削除する場合があります。

- ・法令等に違反するもの
- ・公序良俗に反するもの
- ・人権侵害となるもの
- ・犯罪行為等を誘発するもの
- ・第三者を誹謗中傷しているもの
- ・本人の承諾なく個人情報 を特定・開示・漏えいするもの
- ・営業活動、政治的活動、宗教的活動を目的としたもの
- ・記載された内容が虚偽または著しく事実と異なるもの
- ・著作権、商標権、肖像権など運用者、利用者または第三者の知的所有権を侵害する恐れのあるもの
- ・管理者、利用者または第三者に不利益を与えるもの
- ・有害なプログラム等
- ・その他、管理責任者が不適切と判断したもの

4 著作権

当ページに掲載されている、記事等の著作権は管理者又は正当な権利を有する者に帰属します。

5 運用方針の変更

管理者は、当運用方針を事前に告知なく変更する場合がありますのでご了承ください。

6 個人情報の取り扱い

管理者は、利用者のプロフィール、フォローリスト、ツイートなど、利用者がすべての利用者に公開している情報へのアクセスを行う場合があります。利用者は、本アカウントを利用した場合、利用者が公開している情報を取得されることに同意したものと見なされます。

7 準拠法

利用者および管理者は、本アカウントの利用に関し日本国の法律および大阪府・大阪市の条例に拘束されることに同意するものとします。

付録 2 ゲリラ福島区地域防災計画

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
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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。 <input type="checkbox"/> 浸水エリアの確認 <input type="checkbox"/> 浸水の深さの確認 <input type="checkbox"/> 街歩きをし、浸水場所・深さの確認 <input type="checkbox"/> 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</p> <p>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。 <input type="checkbox"/> 想定浸水エリアの確認 <input type="checkbox"/> 想定浸水深の確認 <input type="checkbox"/> 街歩きをし、想定浸水場所・深さの確認 <input type="checkbox"/> 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</p> <p>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。 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 土のうは、設置数を確認 <input type="checkbox"/> 浸水時を想定し、土のうを置く場所の確認 <input type="checkbox"/> 止水板は、使い方の習熟</p> <p>4. 情報内容の確認、受信手段の確認 <input type="checkbox"/> 情報内容の確認 <input type="checkbox"/> 受信手段の確認 <input type="checkbox"/> 情報受信時の行動の想定</p> <p>5. その他 地域で要援護者の支援方法を検討しましょう。 <input type="checkbox"/> 近所の、要援護者の把握と、災害時の対応方法の確認 <input type="checkbox"/> 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。</p>

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
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防犯パトロール車 ・登録型メール ・ツイッター <p>で、情報の発信をします。</p> <p>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。</p>	<p>1. ゲリラ豪雨情報の収集 空の様子をよく観察し、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>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。</p> <p>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。</p> <p>【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。</p> <p>【避難】 浸水の危険がある区域は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤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。

付録3 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

福島区役所
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 月

大阪市福島区役所市民協働課

はじめに

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

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まっています。

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まりない

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、時間的余裕があまりない状況で防災・減災の緊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。

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。

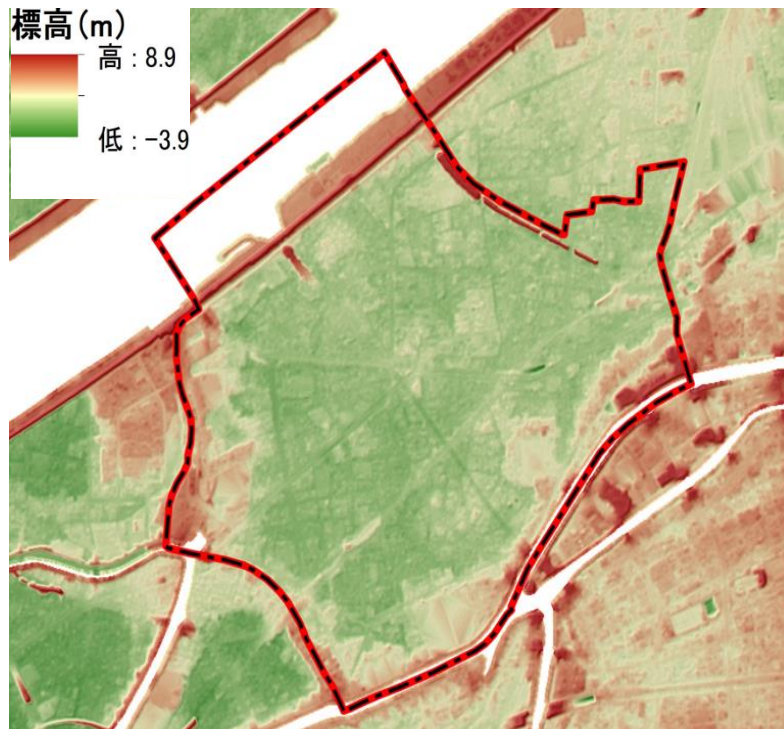


図-1 福島区役所管内の標高（大阪教育大学HPより引用）

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	21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。

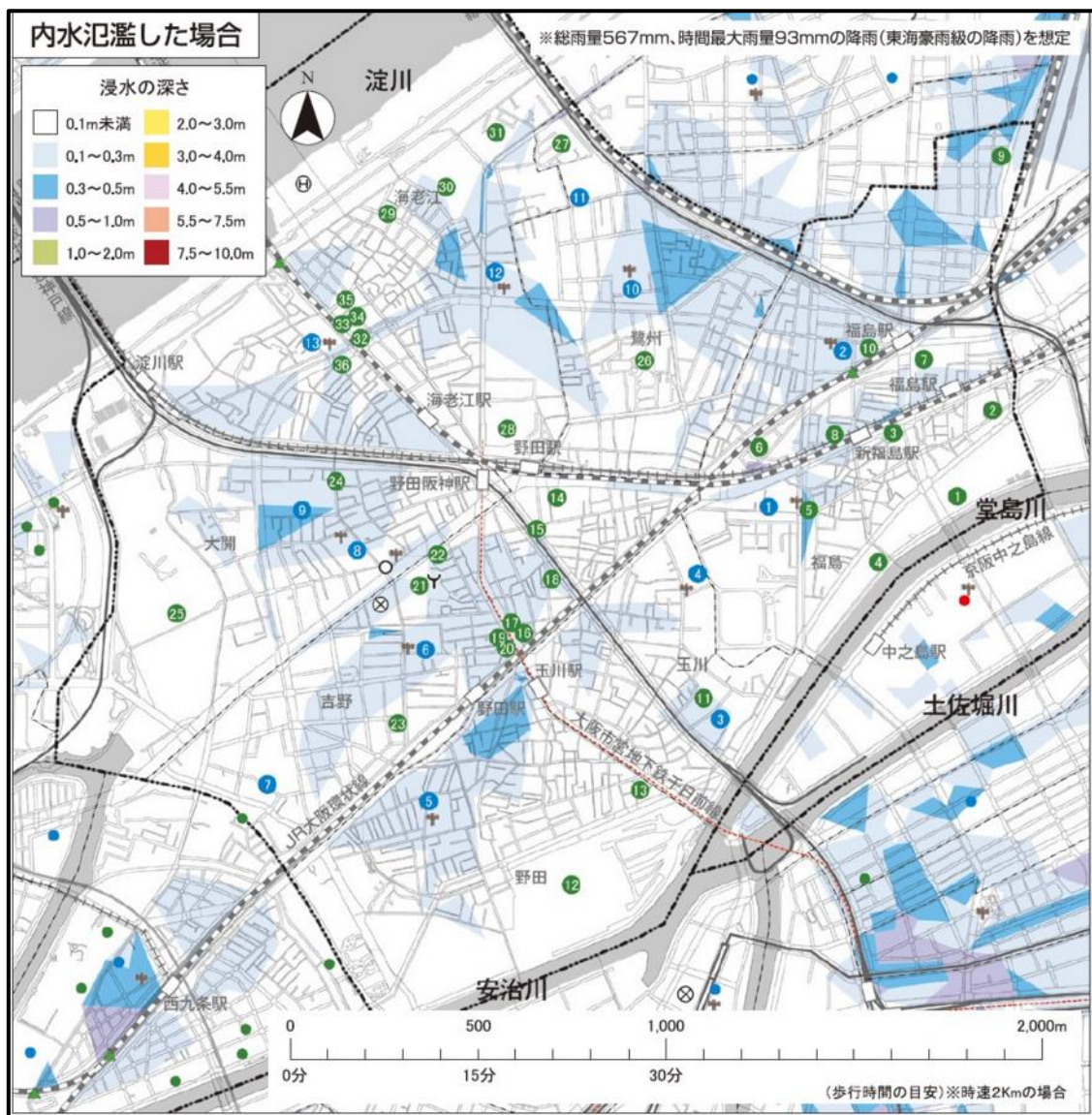


図-3 福島区役所管内の内水氾濫による想定浸水マップ

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。

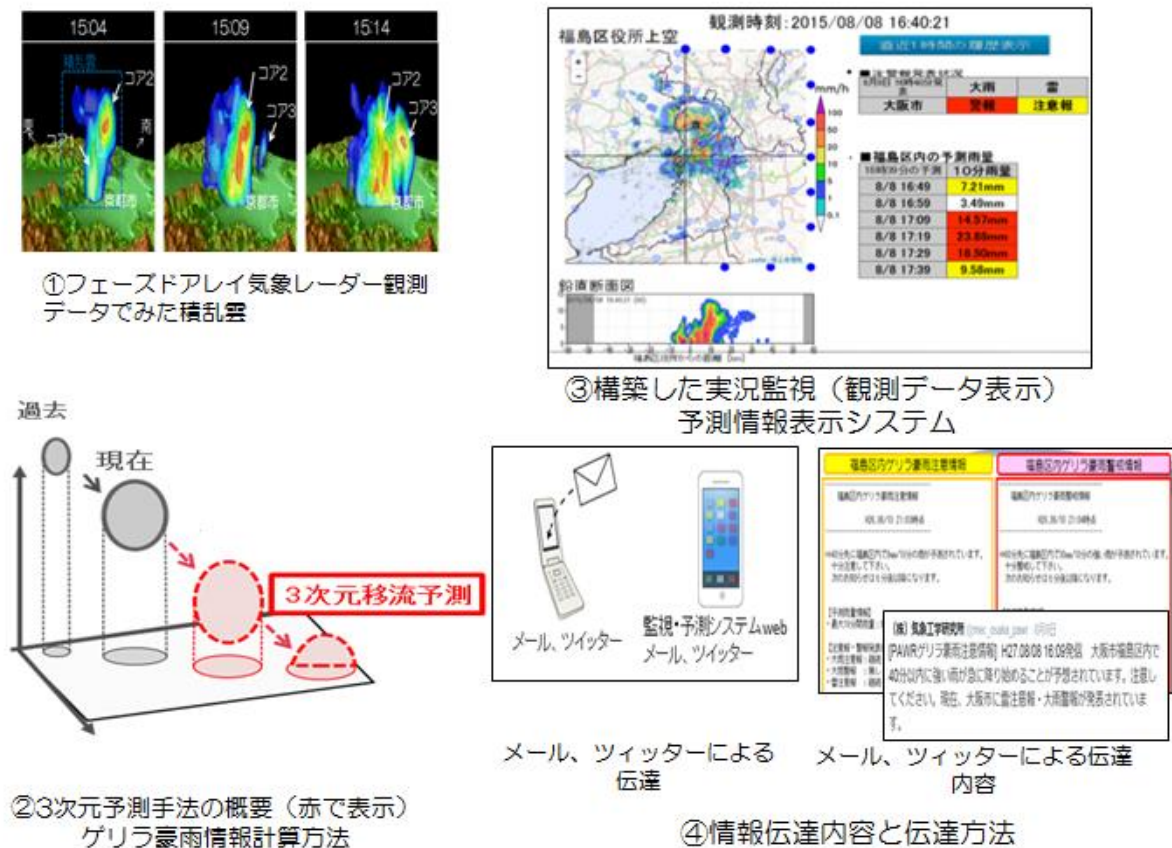


図-4 ゲリラ豪雨情報発信プロセスの概要図

[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、自主防災会等連絡が必要な方（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 案

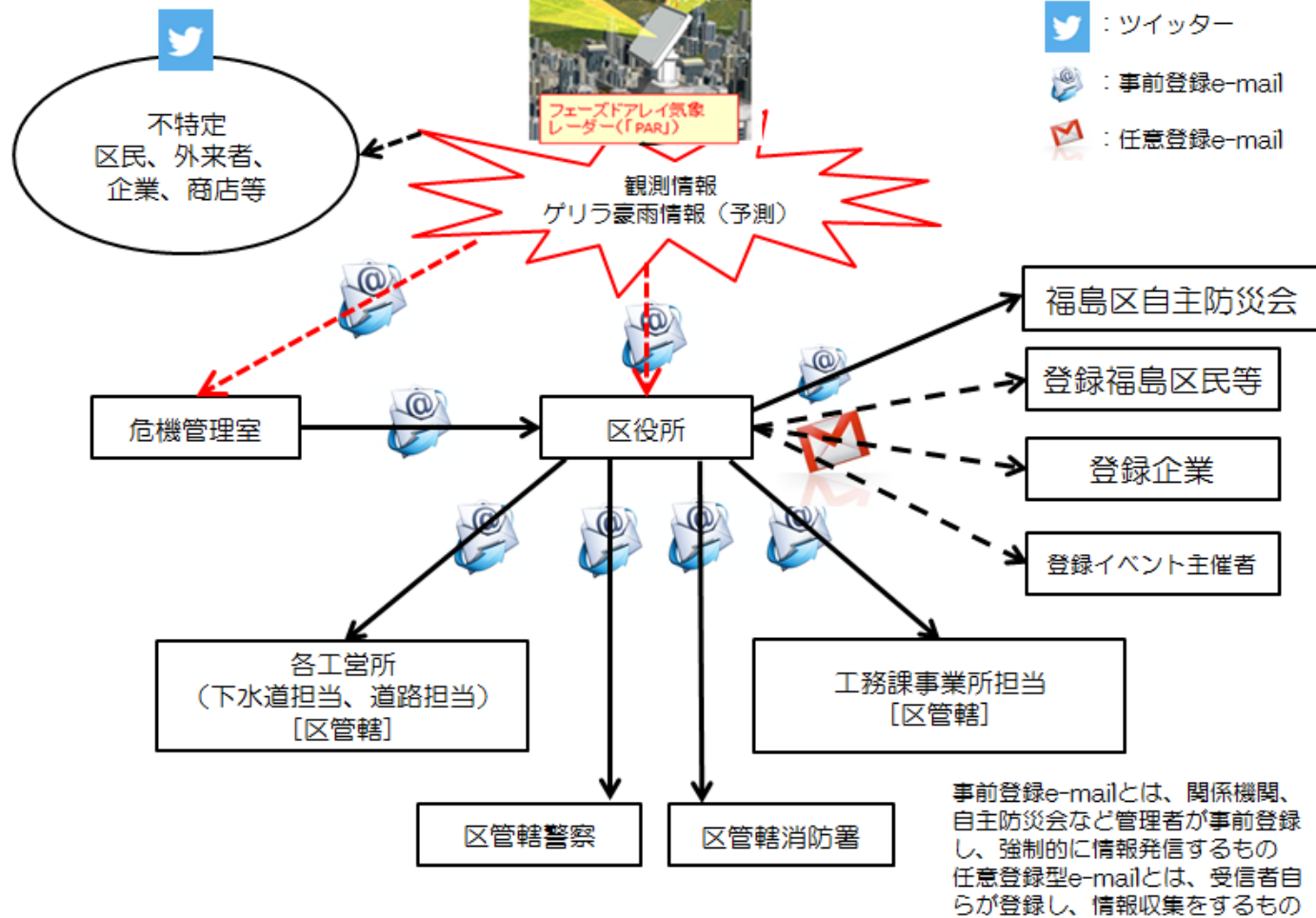


図-5 ゲリラ豪雨情報の伝達フロー図

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取り残される。
- ☞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。



アンダーパス

鉄道の下など、路面が低くなっている部分は、水がたまる恐れがあります。大雨の時には十分な注意を心がけてください。



（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、天気急変に備えましょう。

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兆候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。

参考資料（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
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