

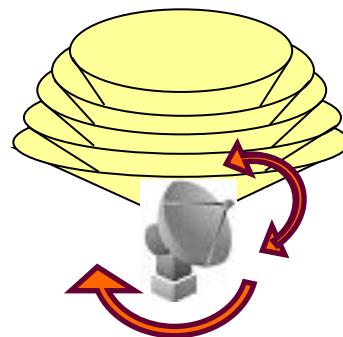
フェーズドアレイ気象レーダ による豪雨の3次元観測

佐藤晋介, 磯田総子, 花土弘, 中川勝広, 川村誠治, 岩井宏徳,
高橋暢宏(NICT), 水谷文彦(東芝), 牛尾知雄(大阪大)

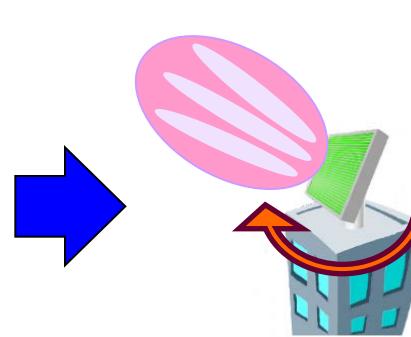
第42回可視化情報シンポジウム WS4「地球環境・災害の可視化」
2014年7月21日@工学院大学(新宿キャンパス)

はじめに

- ・近年、局地的大雨(ゲリラ豪雨)や竜巻・突風等による突発的・局所的気象災害が社会問題となっている。
- ・都市域を中心に国交省のXRAINが整備され地上付近の降雨分布を1分間隔で観測。
- ・大雨の前兆現象や発達メカニズムの解明、短時間予測には3次元観測が重要であるが、従来のパラボラアンテナによるレーダでは、3次元観測に5分以上の時間を要する。



パラボラアンテナによる
3次元立体観測
約15仰角／5～10分



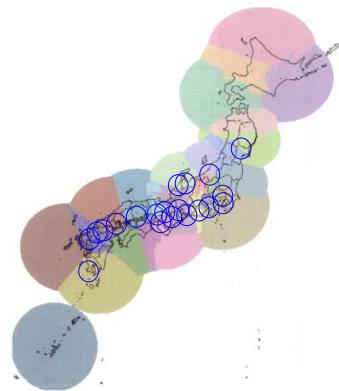
フェーズドアレイレーダーによる
3次元立体観測
100仰角以上／10～30秒



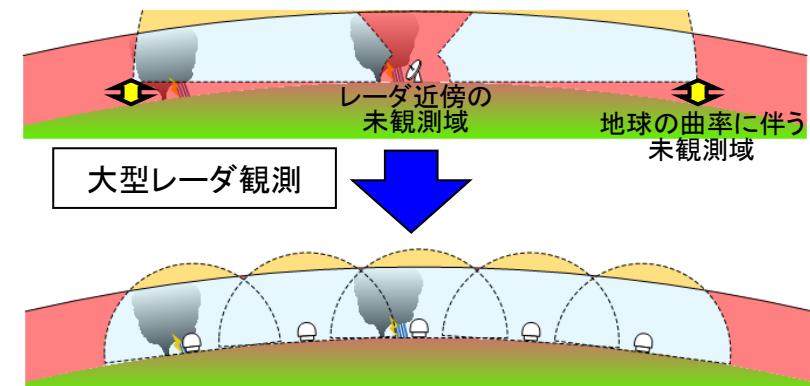
都賀川の鉄砲水 (2008/7/28)



つくば市竜巻 (2012/5/6)



国交省Cバンドレーダ
雨量計観測網と
X-バンドMPレーダーの
配備状況(○印).



小型レーダによるネットワーク観測



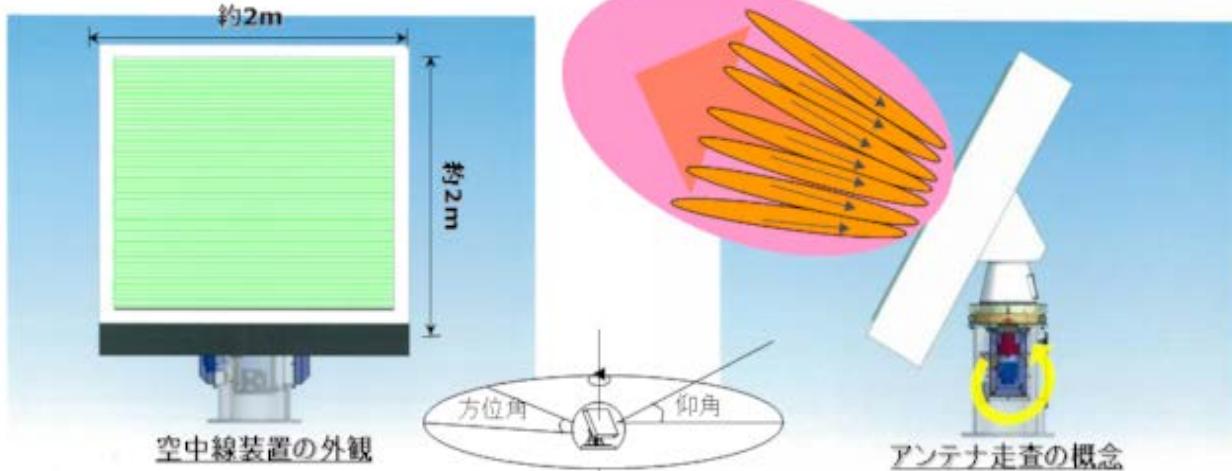
レーダ処理・制御装置



アンテナ部



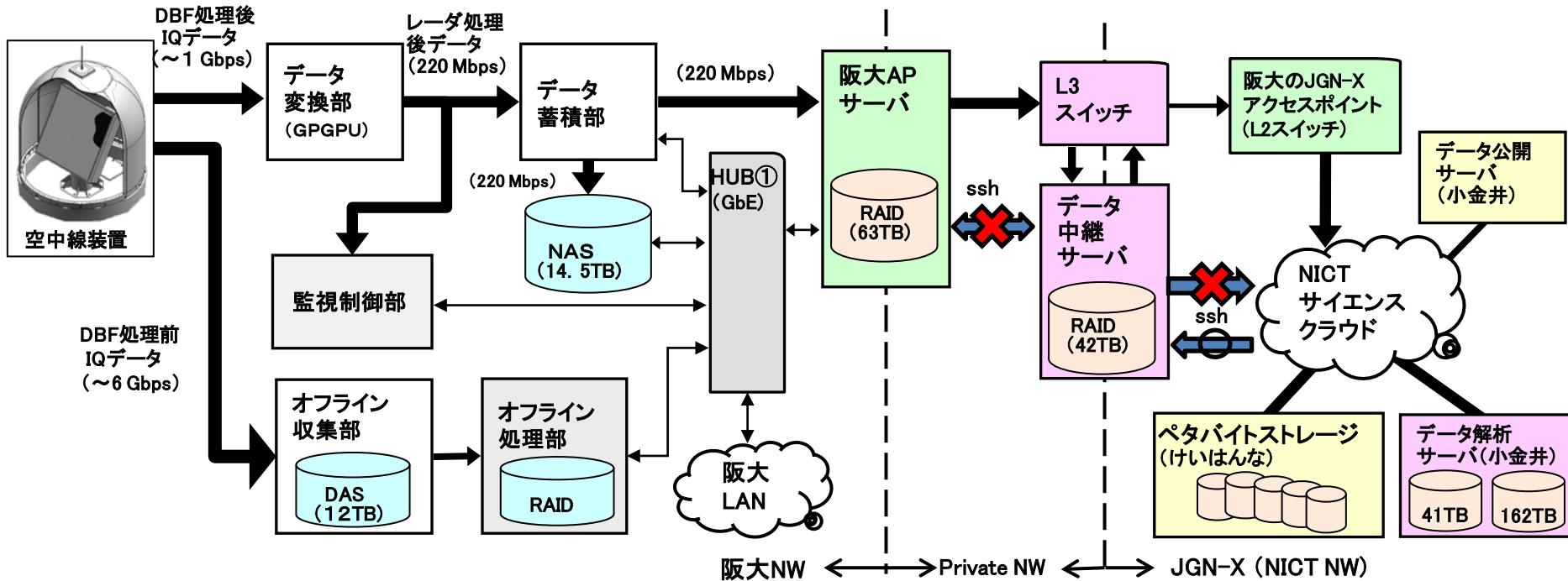
2012年5月大阪大学吹田キャンパスに設置されたフェーズドアレイ気象レーダ



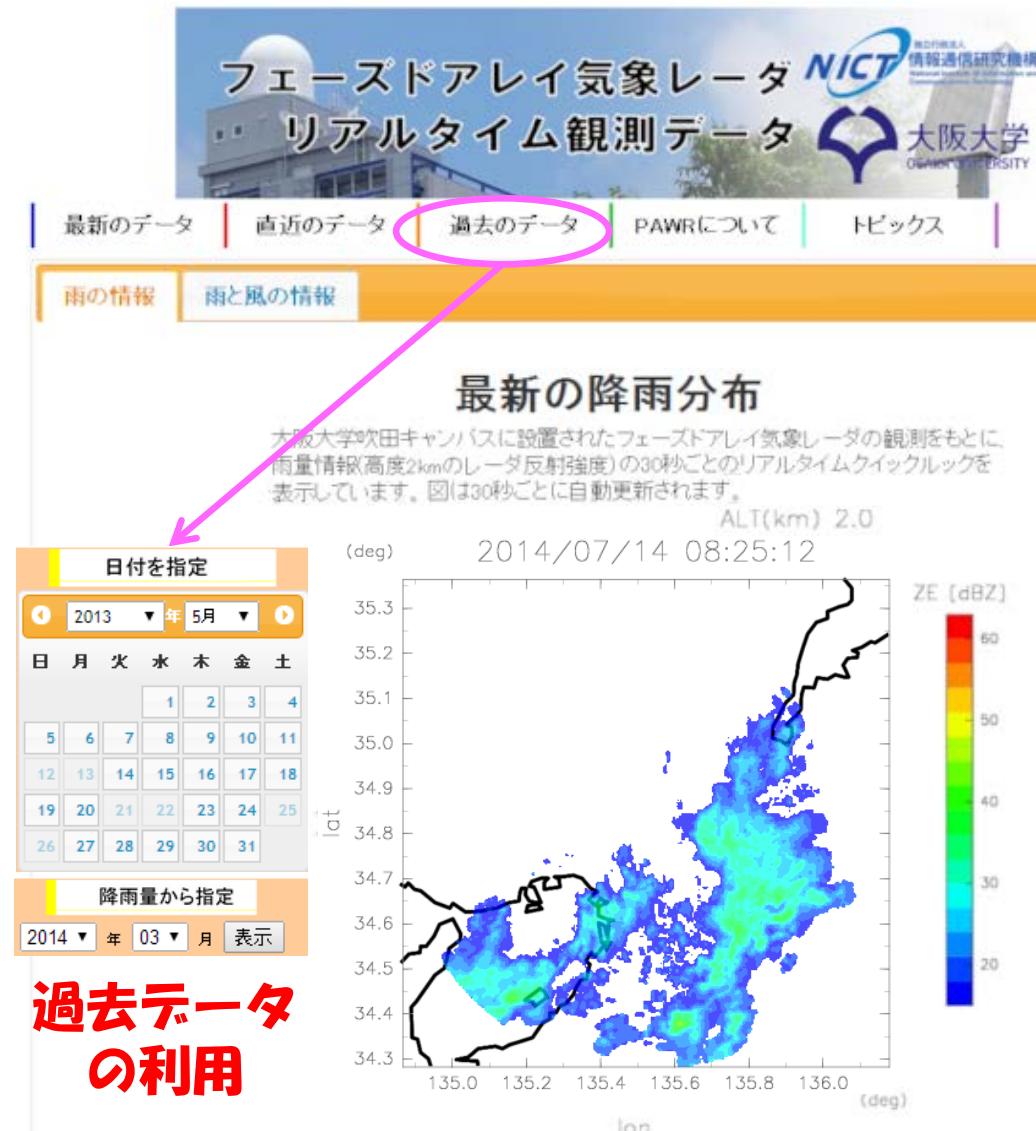
1次元フェーズドアレイアンテナによるファンビーム送信／DBF受信の概念

革新的な時間・空間分解能
・観測時間 10~30秒、
・観測範囲 25~60 km、
・距離分解能 100 m、
・仰角0~90° 110角度
・方位角0~360° 300角度
で降雨の3次元詳細構造を捉える

観測データ処理・利用システム

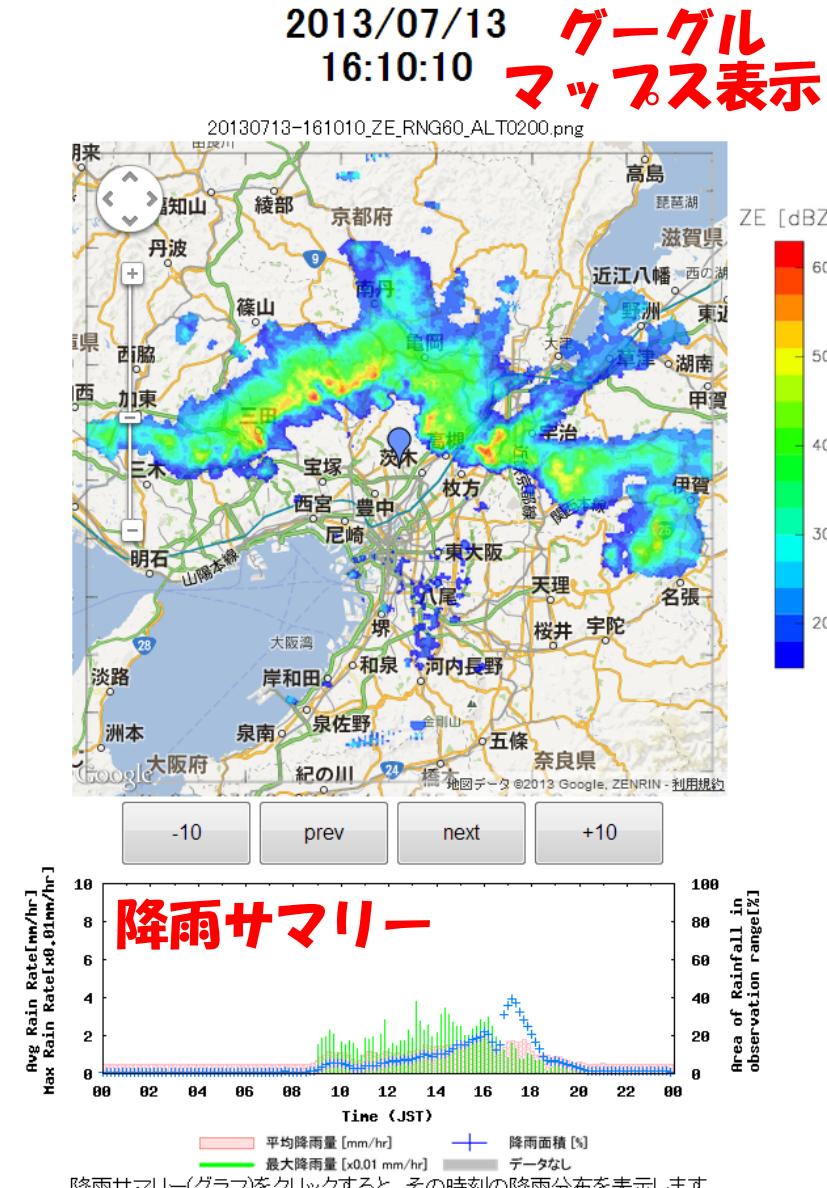


- **リアルタイム処理** ⇒ 実利用には必須、現場計算機でQL画像を作成、現状は観測終了後1分後にWeb画面更新
- **過去データの利用** ⇒ 研究目的や防災強化には非常に重要、Webページから過去データに容易にアクセス
- **ビッグデータ** ⇒ データ容量～1.4 TB/日程度、原則24時間運用、NICTサイエンスクラウド(PBストレージ@けいはんな)無降雨時のデータはZe、Vrを残して削除

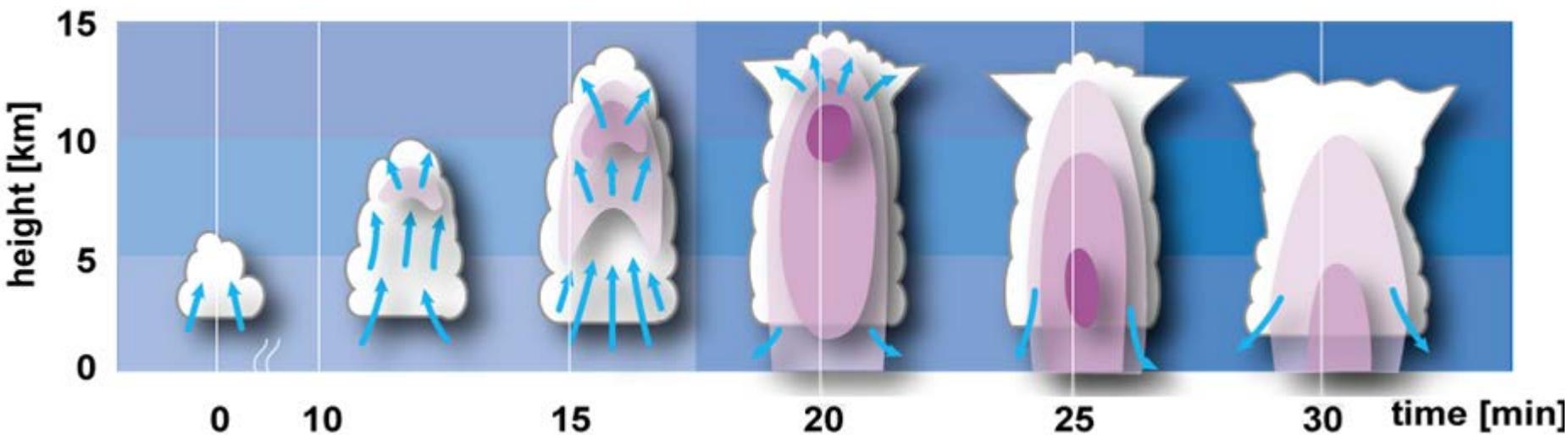


過去データ
の利用

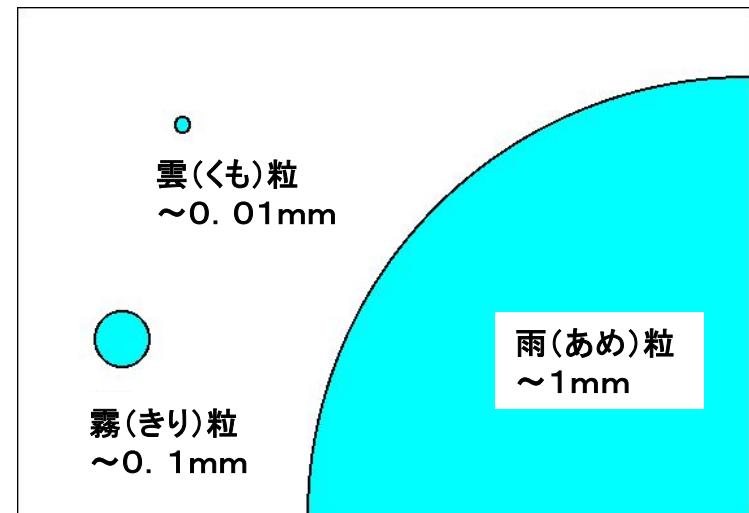
リアルタイム表示 (1分以内)



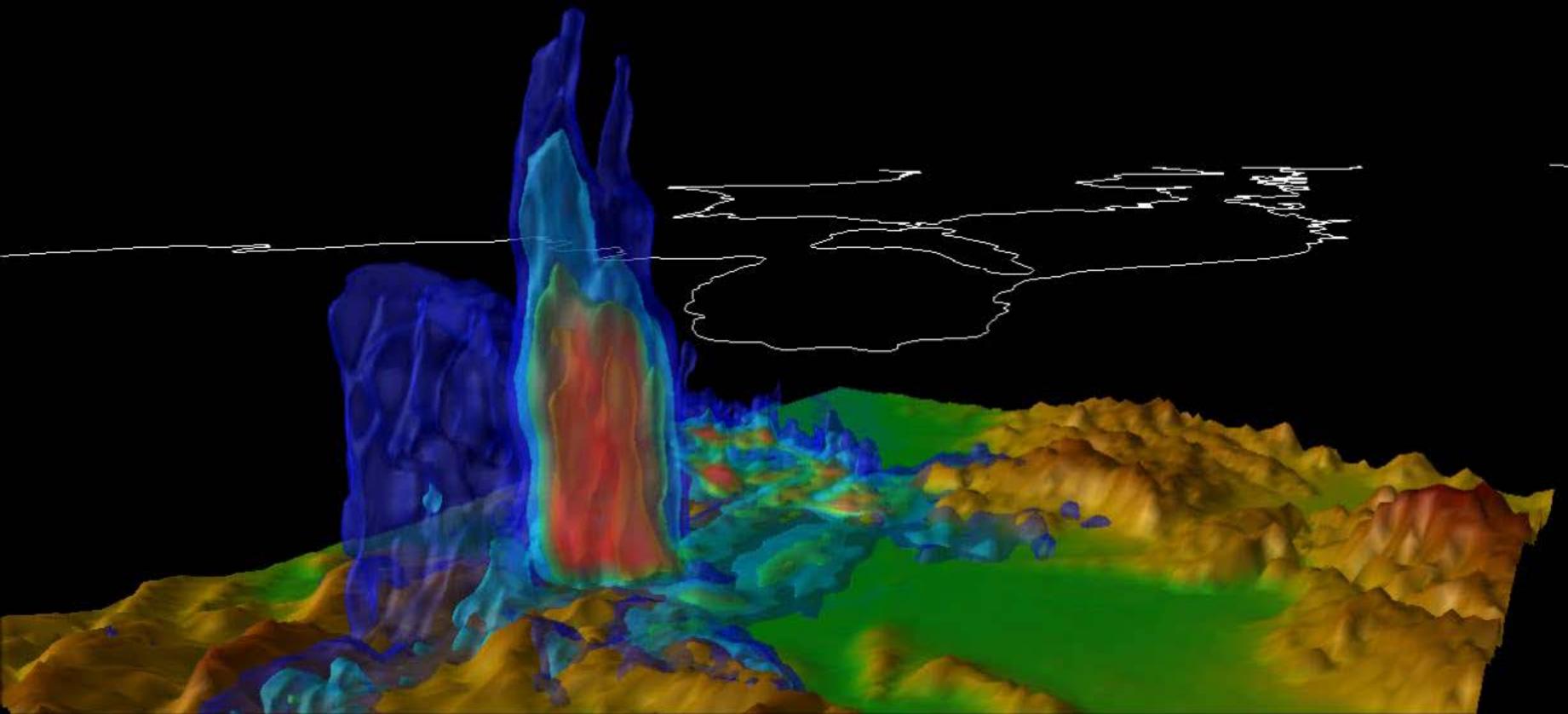
「積乱雲の発達」と「雨の成長」



- 雲粒が成長して雨となり地上に降ってくる
- 0°C (~5km程度)より上空では雪やあられ
- 一つの積乱雲の一生は30分程度
- 成長した雨粒がレーダーで観測される
- 雨滴は10分間で4~5km落下

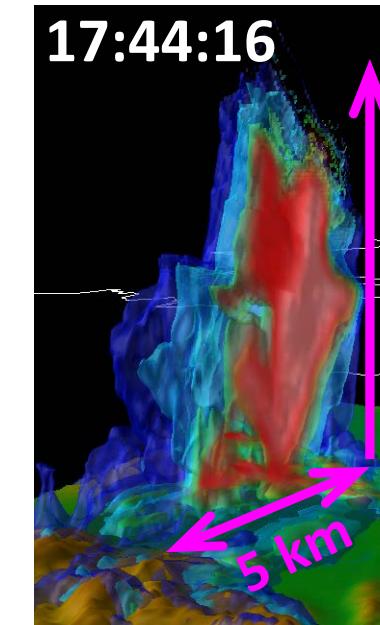
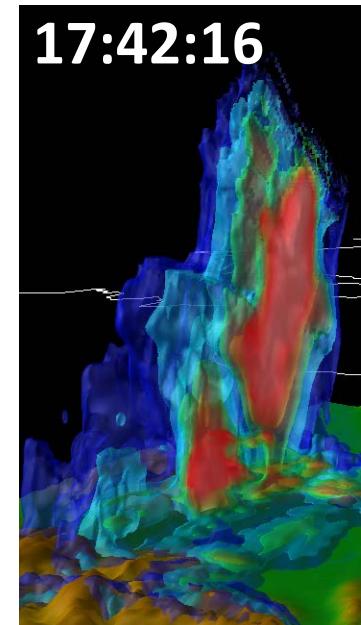
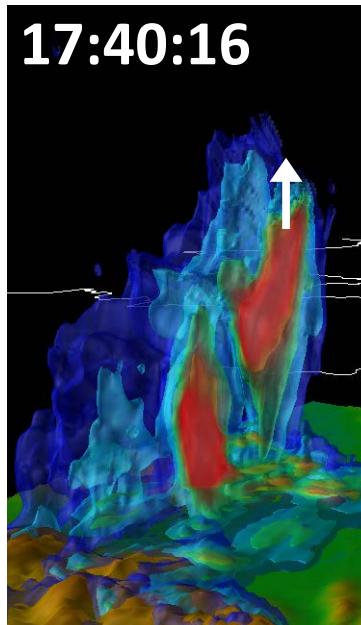
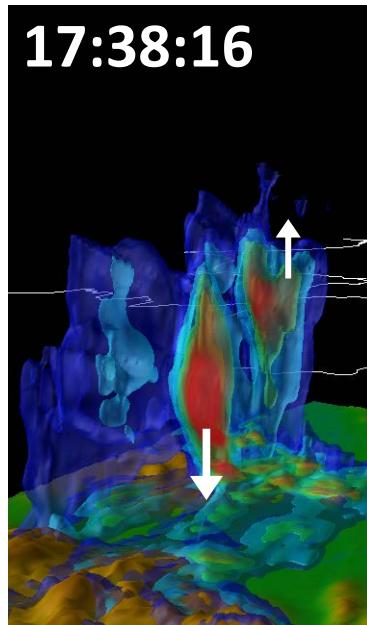
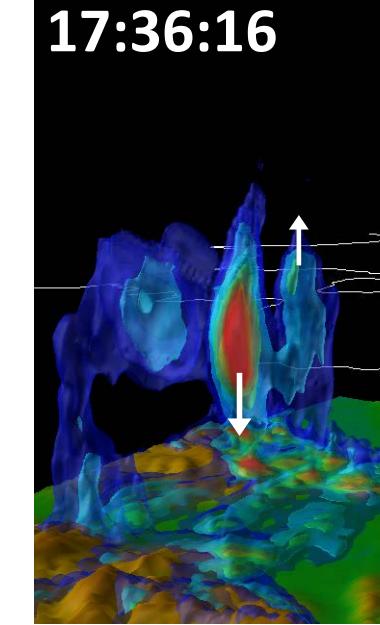
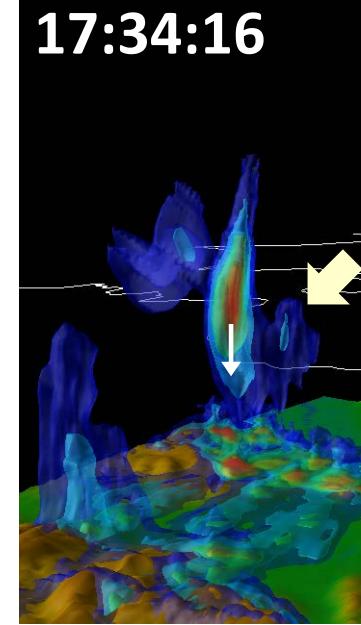
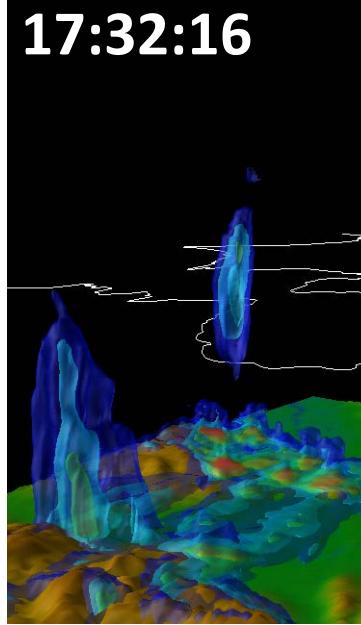
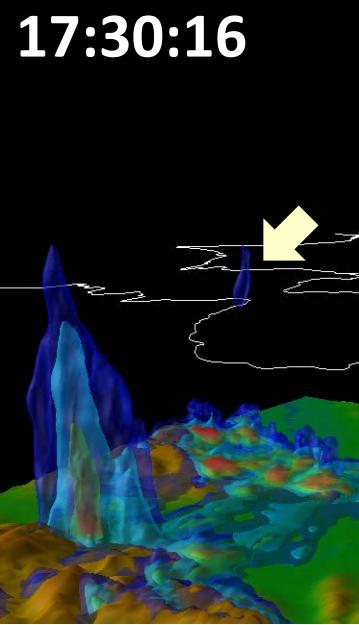


孤立積乱雲による局地的大雨



2012年07月26日, 17:38:16の3次元降水分布. 京都府南部の京田辺市付近の降雨の3次元構造を北東方向から眺める (格子間隔 100m).
⇒ 17:20:16～18:10:46の動画 (30秒間隔).

豪雨のタマゴ: 地上に雨が達する10分前



宇治豪雨 (2012年8月14日)

【京都府宇治市 志津川地区】

- ・京都府が管理する宇治川の支川志津川で土砂崩れ、家屋流出等を確認。
- ・住宅が流されたことにより2名行方不明との情報。
- ・整備局職員による現地調査を実施し、ヘリ調査と合わせて調査結果を京都府に提供。

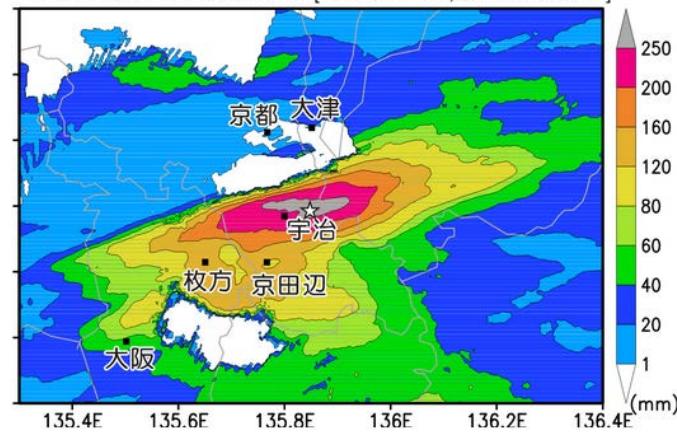
国土交通省



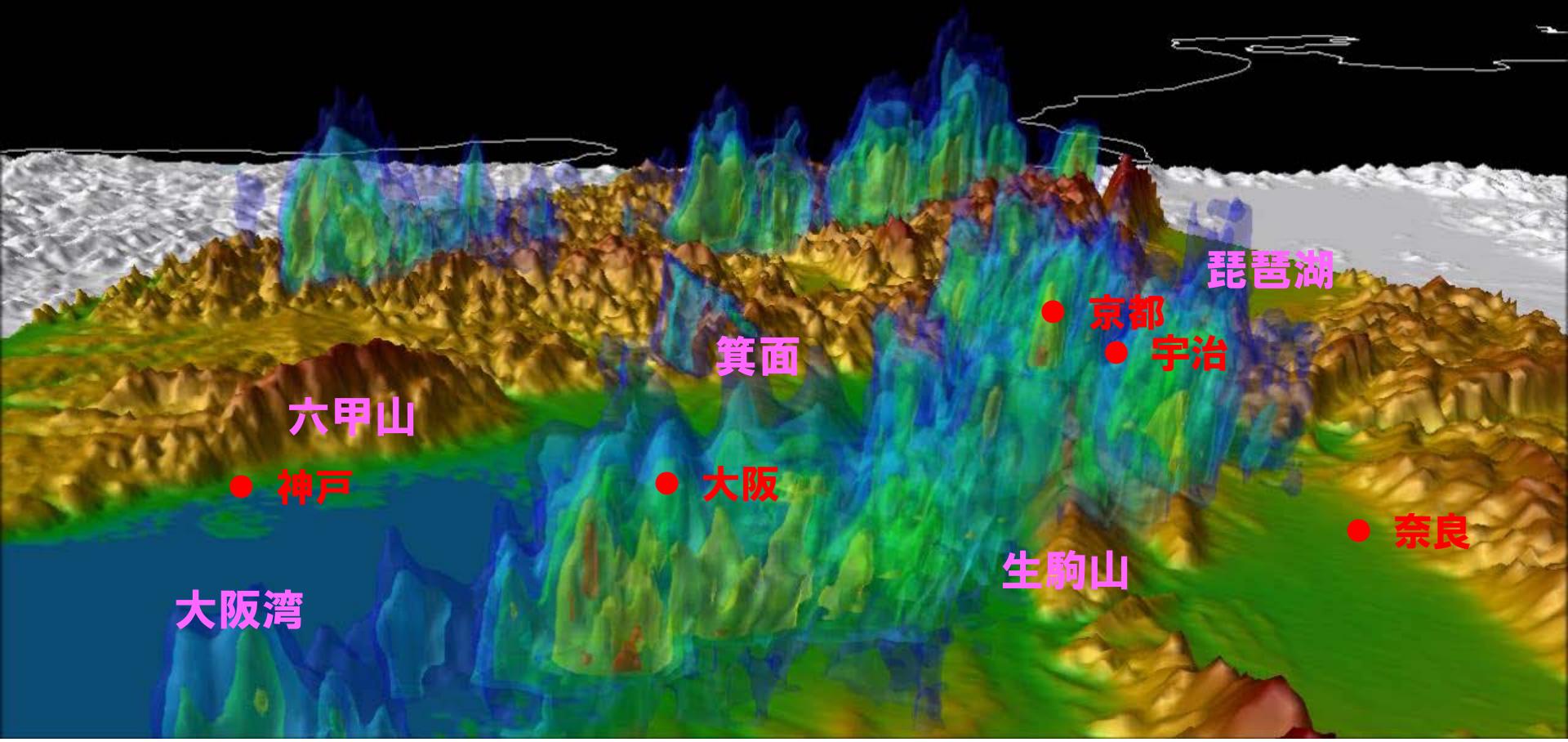
独立行政法人 防災科学技術研究所
観測・予測研究領域
水・土砂防災研究ユニット

2012年8月14日0時から8時の積算雨量

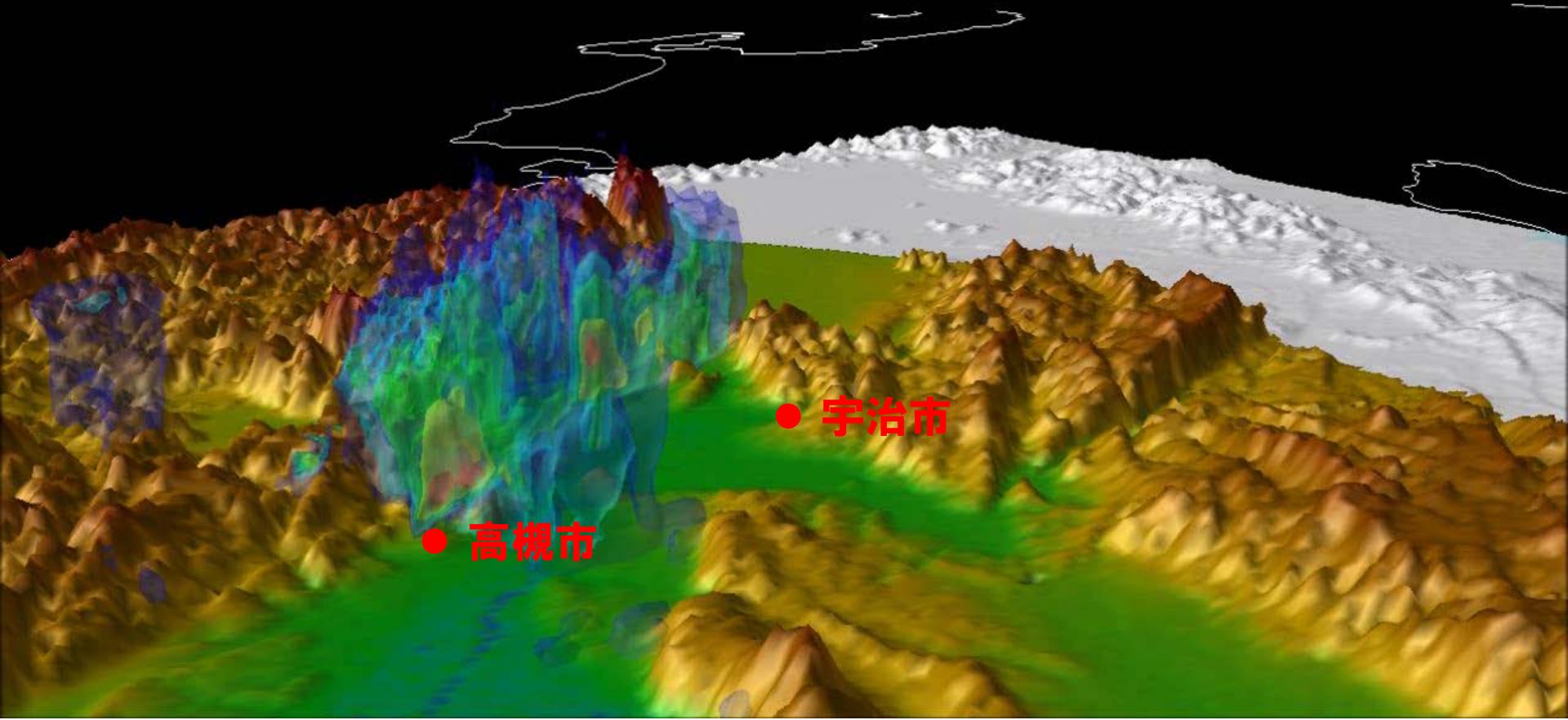
Accumulated rainfall amount [14 AUG 2012, 00:00-7:59JST]



宇治豪雨 (2012/8/13, 20:00~8/14, 08:00)

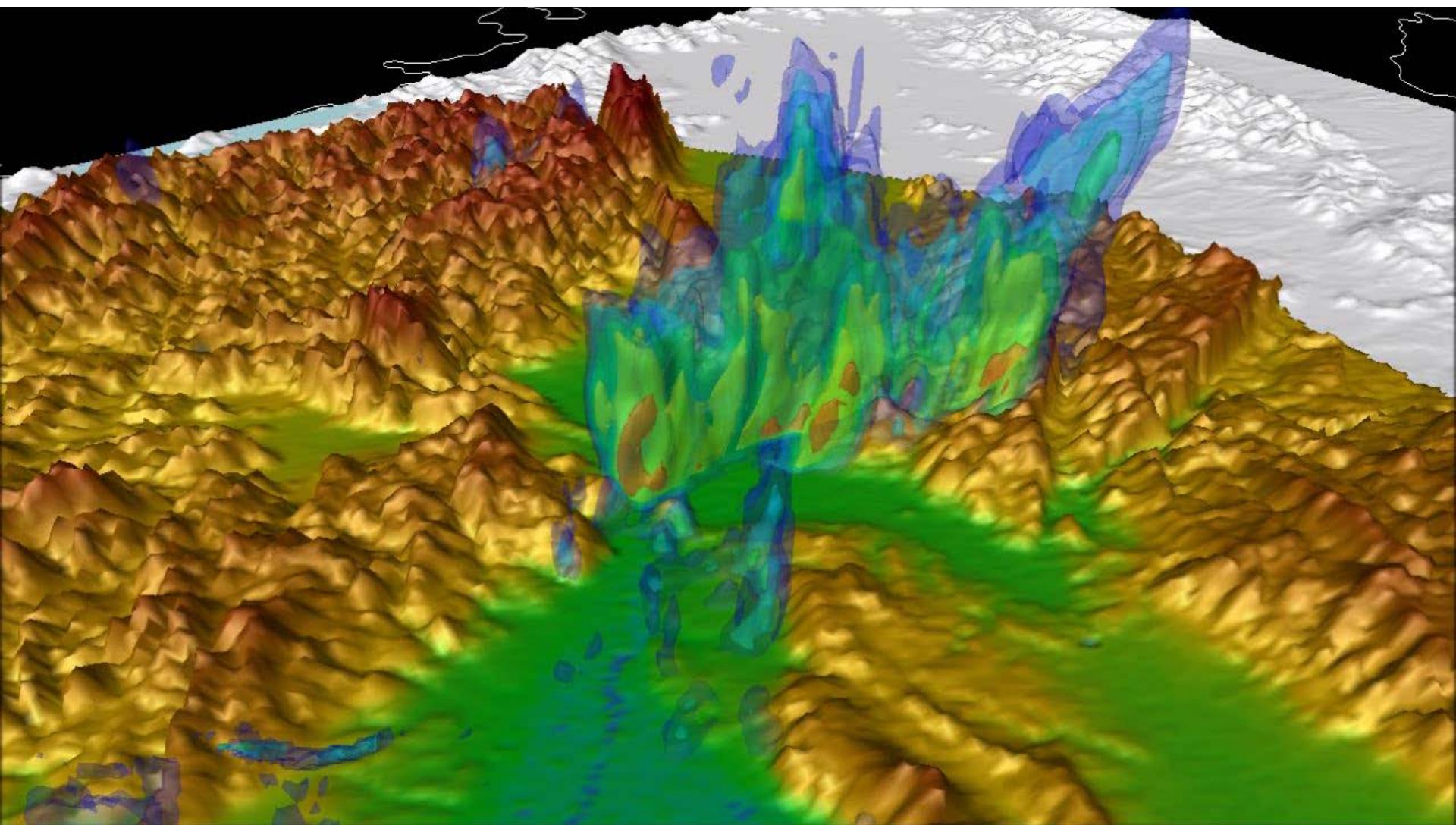


2012年08月13日夜8時から翌日朝8時までの12時間の3次元降雨分布
を大阪の南上空から眺める(観測範囲半径60km, 格子間隔 250m).
降水強度と地形(SRTM-DEM)をAVS/Expressで可視化. 20fps → 600倍速 10



2012年08月14日深夜03時15分から04時15分までの3次元降雨分布.
ほぼ決まった場所で次々と新しい降雨エコーが発生している。

視点を変えた鳥瞰図 (2012/8/14, 04:00)



京都の大雨 (2013/7/13)

朝日新聞 2013年7月14日 朝刊 33ページ 大阪本社



大雨となり、屋根の下へ逃げる男性=13日午後、京都市右京区、伊藤進之介撮影

近畿地方で13日午後、大雨となり、屋根の下へ逃げる男性=13日午後、京都市右京区、伊藤進之介撮影

京都府によると、城陽市で1時間の雨量が68ミリに達した。宇治市では1棟が床上浸水し、同市と城陽市で計22棟が床下浸水。3市町1村で計5802軒が停電した。JR山陰線のダイヤが乱れた。13日午後2時ごろ、同市の嵯峨嵐山駅の信号機が故障。嵯峨嵐山一帯が運転が見合わされ、上下25本が運休した。

京都府の状態が不安定になり、京都市などで集中的に激しい雨が降った。14日も近畿地方で13日午後、大雨となり、屋根の下へ逃げる男性=13日午後、京都市右京区、伊藤進之介撮影

京都府によると、城陽市で1時間の雨量が68ミリに達した。宇治市では1棟が床上浸水し、同市と城陽市で計22棟が床下浸水。3市町1村で計5802軒が停電した。JR山陰線のダイヤが乱れた。13日午後2時ごろ、同市の嵯峨嵐山駅の信号機が故障。嵯峨嵐山一帯が運転が見合わされ、上下25本が運休した。

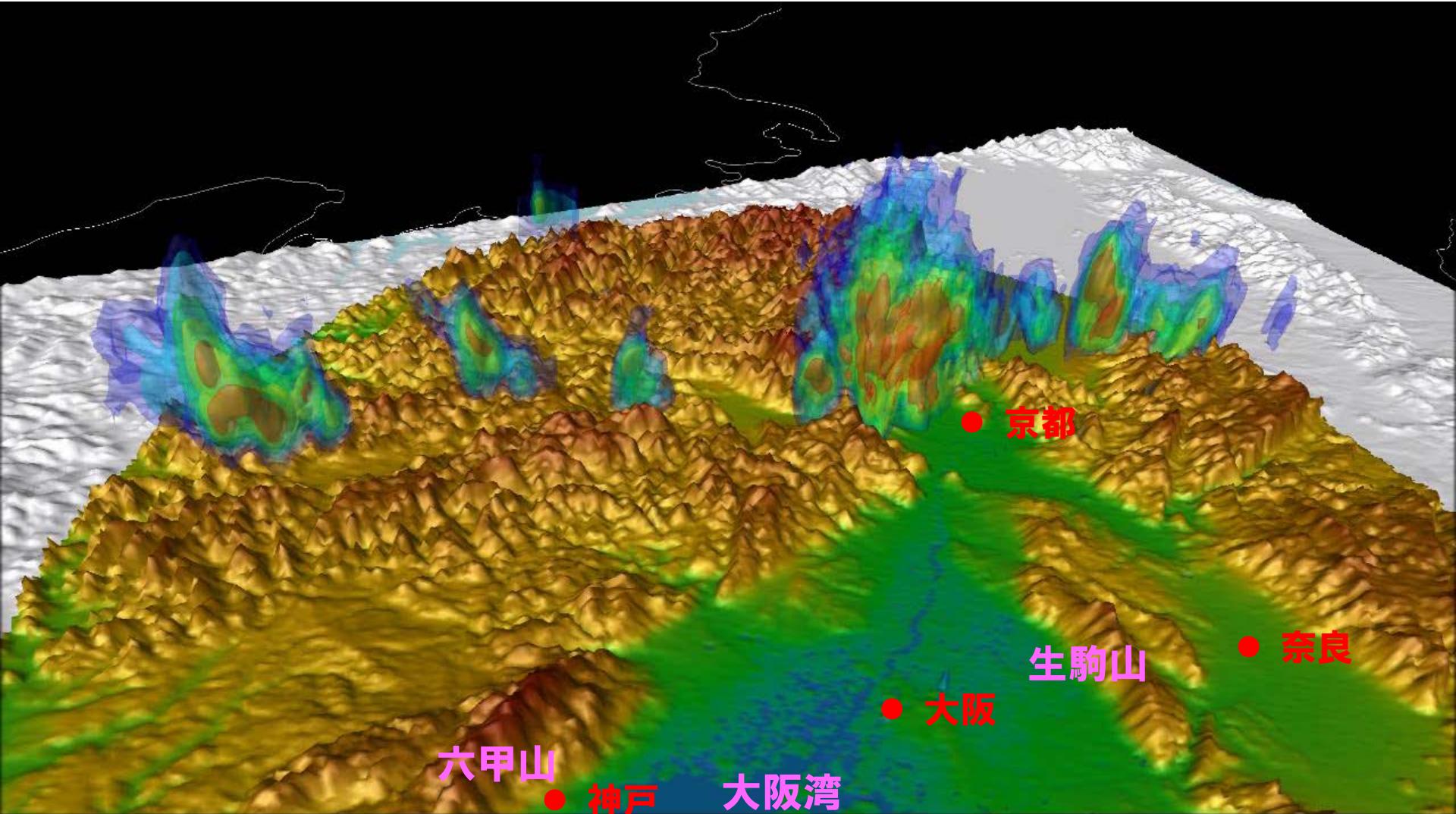
京都で大雨 5800軒が停電

京都府災害警戒本部
7月13日21時40分現在

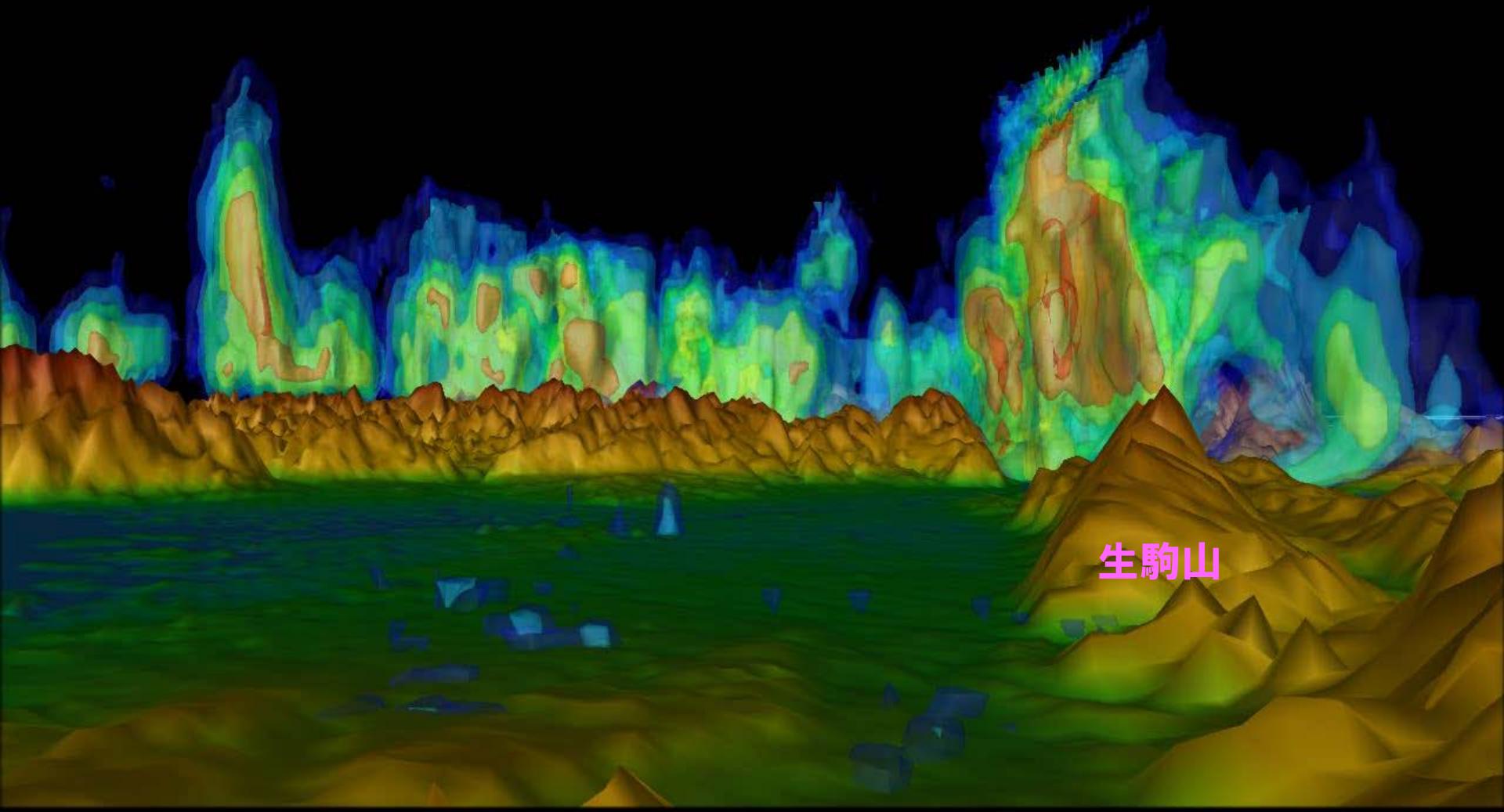
7月13日の大雨の被害状況等

人的被害	なし
住家被害	床上浸水 宇治市 1軒 床下浸水 宇治市 4軒 城陽市 18軒

時間雨量測定箇所	時間雨量
寺田（城陽）	6.8mm
京田辺（気）（京田辺市）	5.4mm
田辺（京田辺市）	5.0mm
荒木（宇治田原町）	4.5mm
八幡（八幡市）	3.9mm
宇治（宇治市）	3.5mm
佐古（久御山町）	3.1mm
宮村（宇治田原町）	2.6mm
松田橋（大山崎町）	2.3mm
西笠取（宇治市）	2.0mm



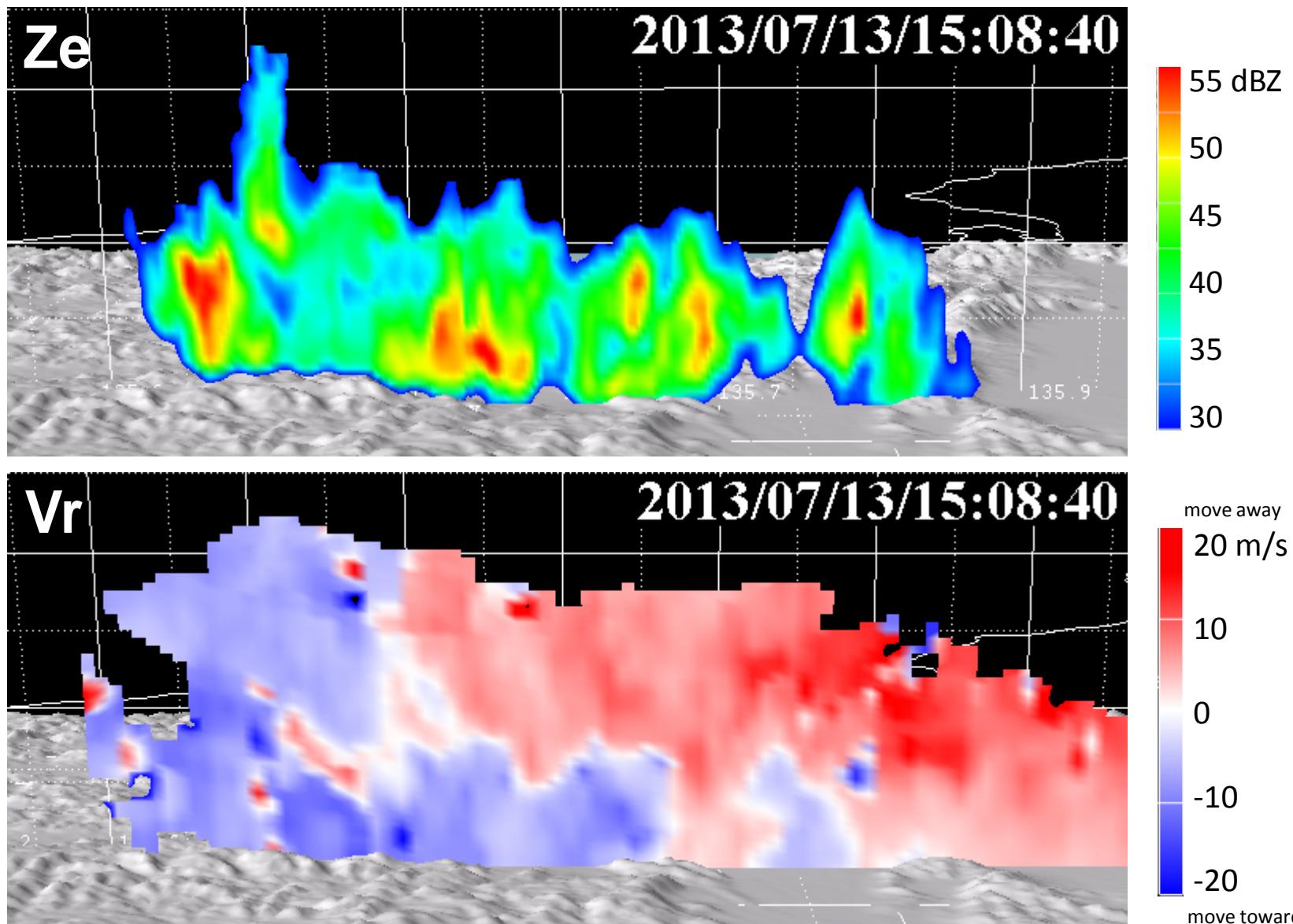
2013年07月13日14時から16時20分までの30秒毎の3次元降雨分布を
大阪湾上空から眺める(観測範囲半径60km, 格子間隔 250m).



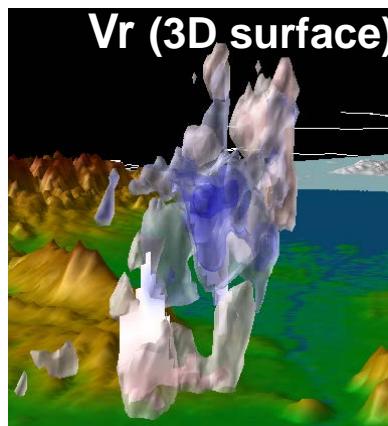
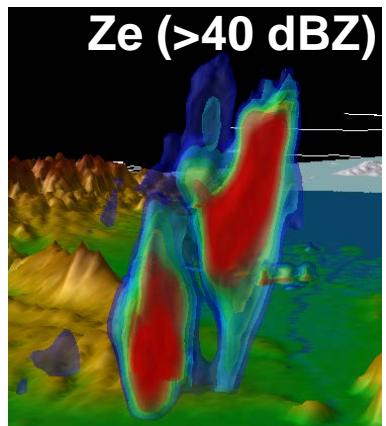
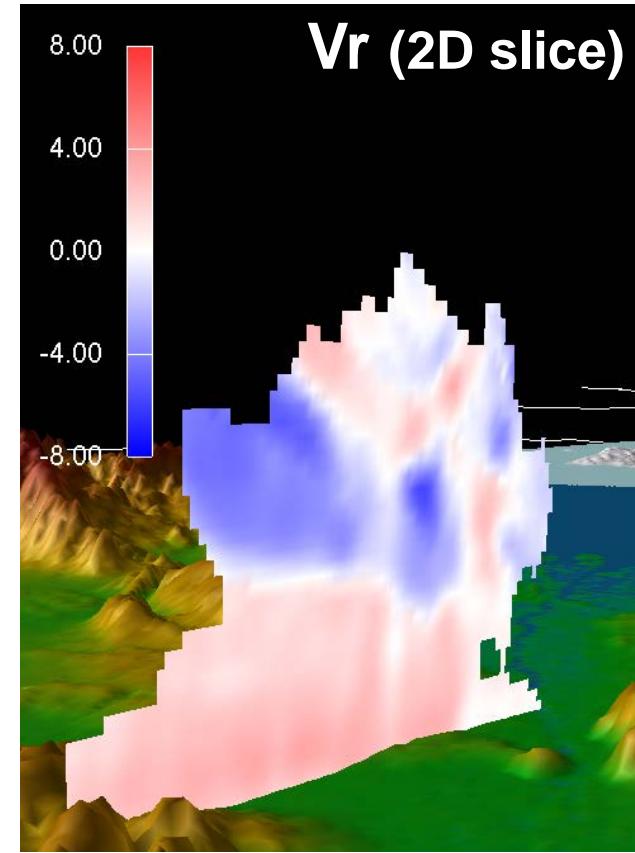
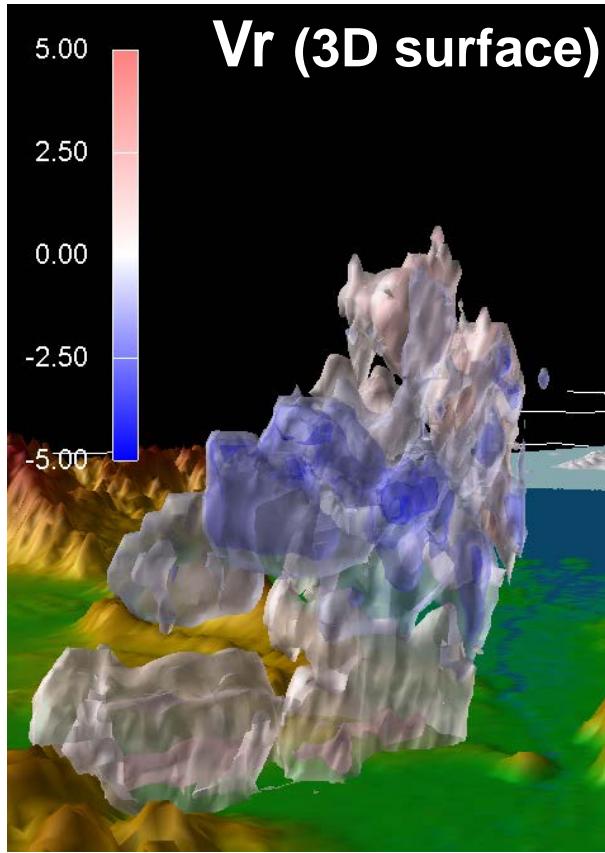
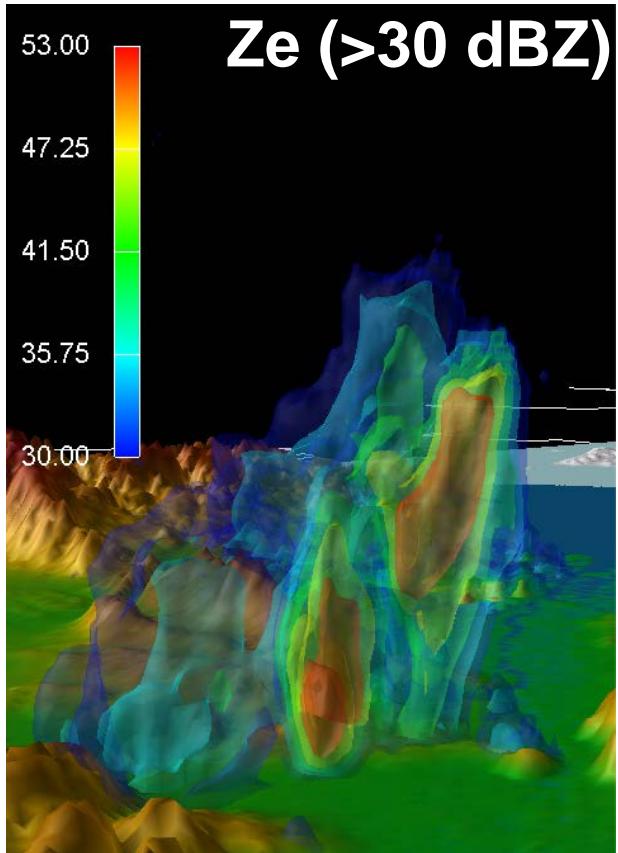
2013年07月13日15時20分から16時20分までの30秒毎の3次元降雨分布を大阪平野南部から眺める。地形(SRTM-DEM)の高さはエコーの高さにに対して約2倍拡大している。

10fps → 300倍速 15

降水強度とドップラー速度の鉛直断面



ドップラー速度の3次元可視化



ドップラー速度の3次元表示では、等値面が閉曲面にならず全体像の把握は難しい。
⇒2D断面で速度分布を調べた後で特徴的な値(e.g メソサイクロン)の3次元分布を調べるなど特殊な用途に限られると思われる。

- 突発的局的気象災害の監視と予測を目指して、革新的な高時間空間分解能で3次元観測が可能なフェーズドアレイ気象レーダを開発し、リアルタイム処理システムで観測データをWeb公開。
- 孤立積乱雲(2012年7月26日)、宇治豪雨(2012年8月14日)、京都大雨(2013年7月13日)の降雨強度の3次元可視化アニメーションを紹介。ドップラー速度の3次元可視化については今後の検討課題。
- 3次元可視化は専門家向けの研究解析ツールのみならず、一般人・社会への情報伝達手段として活用したい(啓蒙活動を含む)。最終的には災害の予測・軽減につなげる利用を目指したい。