

ゲリラ豪雨の早期予測に挑む ～水災害から命を救う～

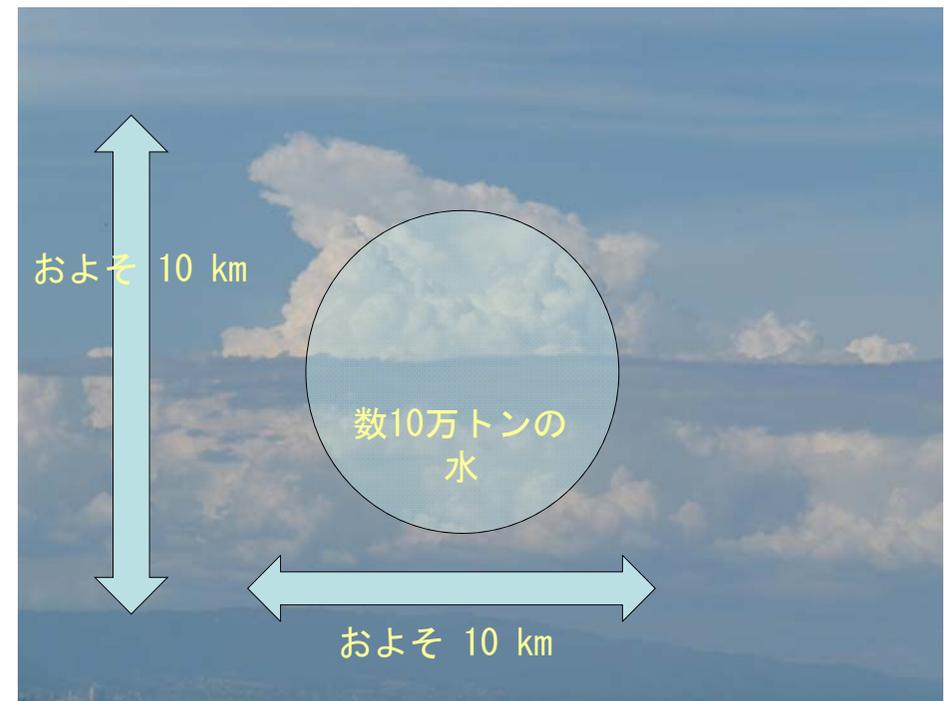
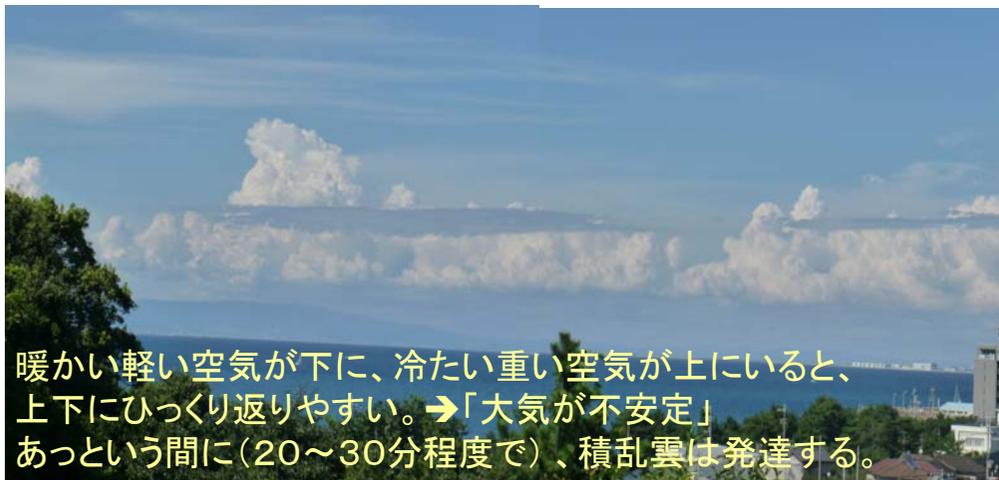
中北英一

京都大学 防災研究所
気象・水象災害研究部門

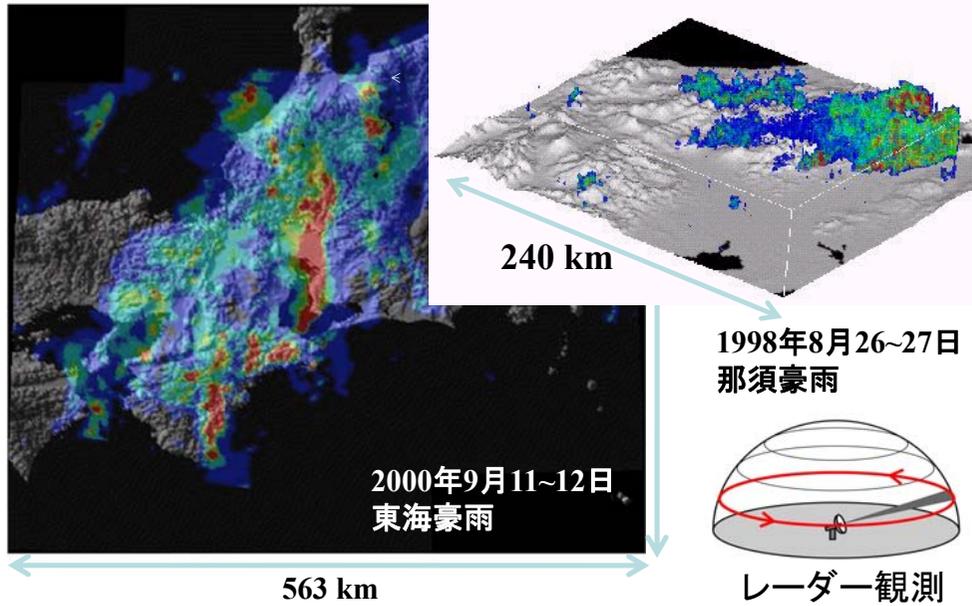
内 容

1. 今日のキーワード
2. 災害をもたらす豪雨
3. ゲリラ豪雨とその卵
4. 国土交通省MPLレーダーへの期待
5. さらなる利用に向けての基礎実験

今日のキーワード(1) 積乱雲(入道雲)

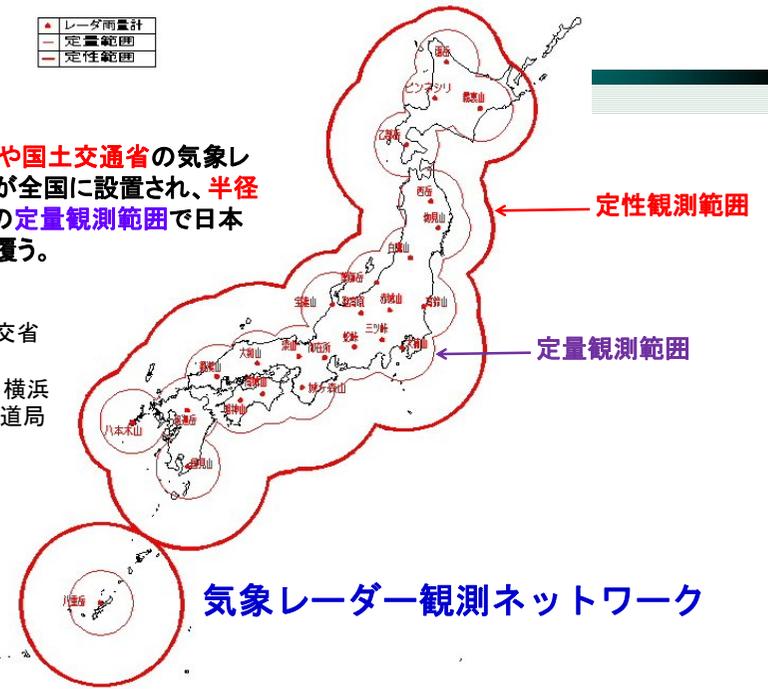


今日のキーワード(2) 気象レーダーで豪雨を観る



気象庁や国土交通省の気象レーダーが全国に設置され、半径120kmの定量観測範囲で日本全土を覆う。

- ・雲仙、桜島等で国土交通省小型レーダー
- ・札幌、東京、川崎、横浜、大阪、神戸の下水道局で小型レーダー



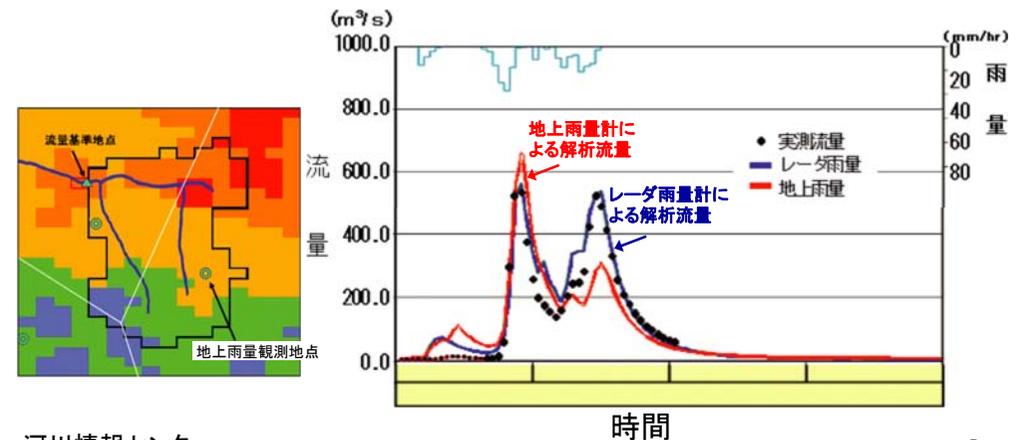
災害監視

レーダー雨量を用いて台風や発達した低気圧の接近に伴う雨域の移動を示すことにより、**災害の監視情報**として活用することができる。

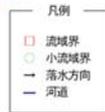
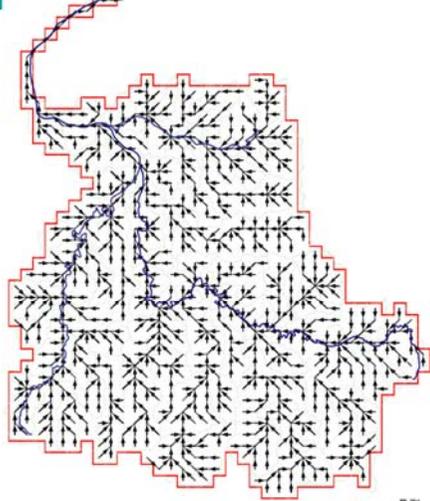


「流域降雨量」時刻 面情報 河川流量

レーダー雨量計を用いて面的な雨量の分布を定量的に捉えることにより、精度の高い流域平均雨量を求めることができる。これを用いることにより、精度の高い洪水流量の再現を行うことが可能。



洪水流出 氾濫解析



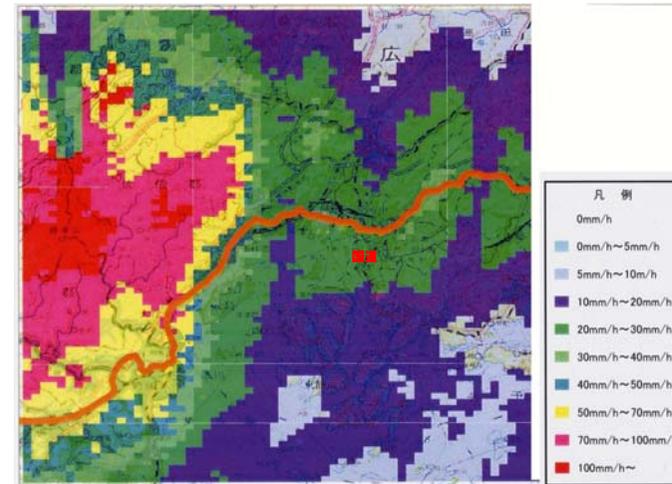
分布型流出モデルや氾濫解析モデルは、流域を細メッシュに分割し、地形などの物理的な諸元によりモデル定数を設定する。このため、100mオーダーメッシュで計算されるレーダ雨量の空間分布を反映でき、かつ、物理的に流出や氾濫を解析することが可能であり、精度の高い流出量を得られる。



洪水予測・ダム管理
都市域浸水

8

斜面崩壊 土石流 危険性判断(総降雨量)



レーダ雨量は面的に降雨分布を把握することができるため、地上雨量計が配置されていない路線全区間をくまなくカバーすることができる。従って、対象とする路線全区間の安全性を一目で認識することができ、道路の適切な交通規制等に有効に活用することができる。

河川情報センター

9

レーダーによる気象観測(観測機能による違い)

コンベンショナル
レーダー

→レーダー反射因子 Z_{HH} (電波の強さ)

その他のレーダー

- ・ドップラーレーダー(風をはかる)
- ・ウインドプロファイラー(ウィンダス)
- ・宇宙からの降水観測(TRMM)

次世代レーダー

・マルチパラメータレーダー
(MPレーダー)

- 二周波レーダー:次世代衛星搭載レーダー
- 偏波レーダー:次世代の現業レーダー



レーダーの大型、小型

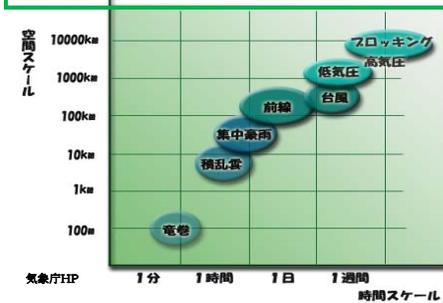
- **Sバンド(10cm)波**(アメリカ等の広大な大陸)[特大型]
 - 200km以上の定量観測範囲(降雨による電波減衰が極めて小さい)
 - 感度小(弱い降雨に弱い)
 - 粗い空間分解能(数km)
- **Cバンド(5cm)波**(日本の国交省、気象庁)[大型]
 - 120km程度の観測範囲(降雨による電波減衰はほぼ小さい)
 - 感度、空間分解能(1km程度)は中程度
- **Xバンド(3cm)波**(研究用、自治体下水道局、国交省の火山周辺、そして国交省MPネットワーク)[小型]
 - 60km程度の観測範囲(降雨による電波減衰が極めて大きい) => 最新型偏波レーダーとネットワークとで解決(最新の動向)
 - 感度、空間分解能(250~500m程度)は高い
 - 減衰の問題が少ない宇宙からの観測ではより短波長も用いられる

11

内容

1. 今日のキーワード
2. 災害をもたらす豪雨
3. ゲリラ豪雨とその卵
4. 国土交通省MPレーダー
5. さらなる利用に向けての基礎実験

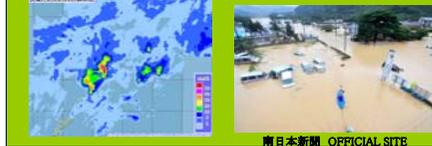
災害をもたらす豪雨のスケール



集中豪雨

範囲: 100km
継続時間: 6時間から半日程度

中・小河川での洪水、内水氾濫、土砂災害
2010/10/20 in 奄美

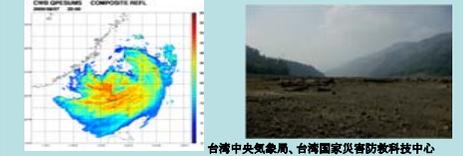


南日本新聞 OFFICIAL SITE

台風

範囲: 1000km
継続時間: 1日から数日

大河川での洪水、大規模水害、土砂災害
2009/08/08 in 台湾



台湾中央気象局、台湾国家災害防救科技中心

ゲリラ豪雨(局地的豪雨)

範囲: 数km
継続時間: 1時間程度

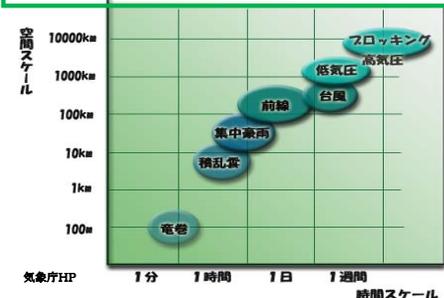
小河川や下水道内での鉄砲水、都市内水氾濫
2008/07/28 at 都賀川 2008/08/05 at 雑司ヶ谷



都賀川モニタリング映像

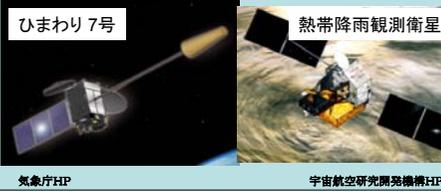
共同通信

豪雨の監視



台風

衛星や大型気象レーダー群による監視



宇宙航空研究開発機構HP

集中豪雨

大型気象レーダー群による監視



COBRA

ゲリラ豪雨(局地的豪雨)

範囲: 数km
継続時間: 1時間程度

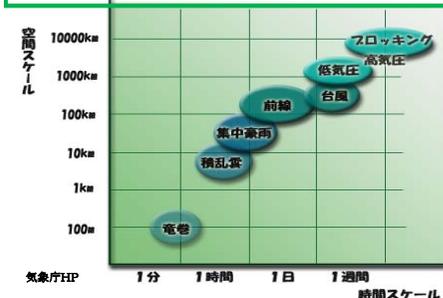
小河川や下水道内の鉄砲水、都市内水氾濫
2008/07/28 at 都賀川 2008/08/05 at 雑司ヶ谷



都賀川モニタリング映像

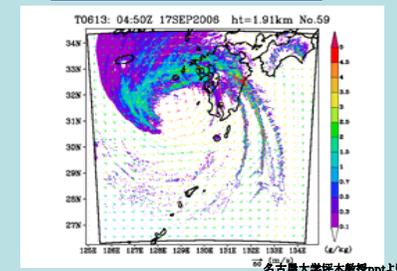
共同通信

豪雨の予測



台風

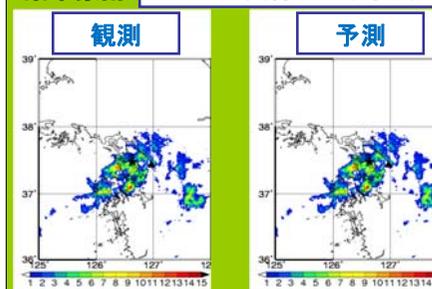
大気モデルによる予測



名古屋大学研水数値pptより

集中豪雨

レーダー画像による予測



ゲリラ豪雨(局地的豪雨)

範囲: 数km
継続時間: 1時間程度

小河川や下水道内の鉄砲水、都市内水氾濫
2008/07/28 at 都賀川 2008/08/05 at 雑司ヶ谷



都賀川モニタリング映像

共同通信

台風性豪雨

台湾での大斜面崩壊災害(深層崩壊)

災害翌日



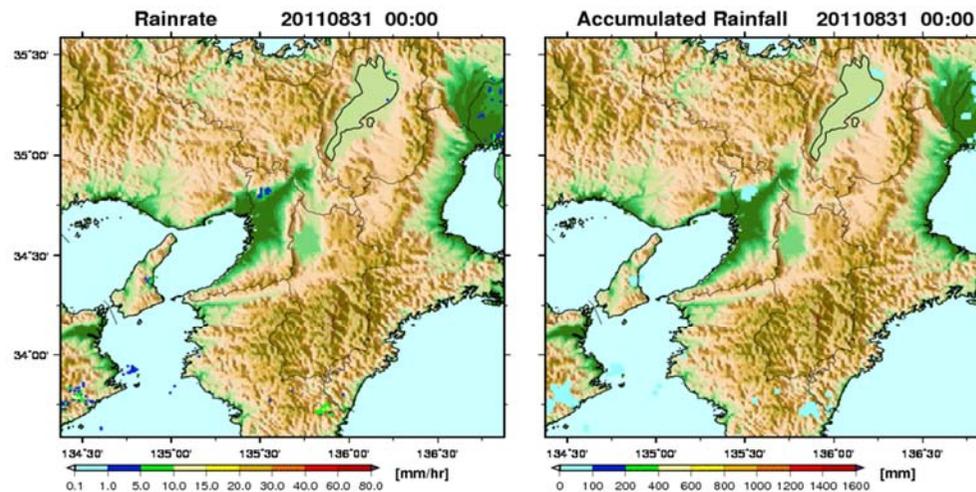
成功大学防災研究センター撮影

かつてここに400~600人が暮らした小林村があった。

高雄県消防局提供

集落の400~600名の遺体は今も土砂に埋まったまま。

近畿南部豪災害時 (T2312) (Cバンドレーダー) 降水強度と積算雨量

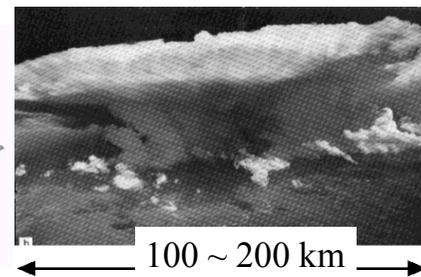
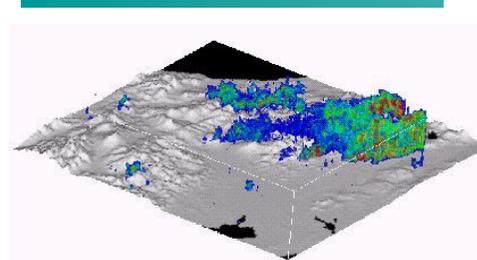


深層崩壊

総雨量

土砂ダム

典型的な集中豪雨

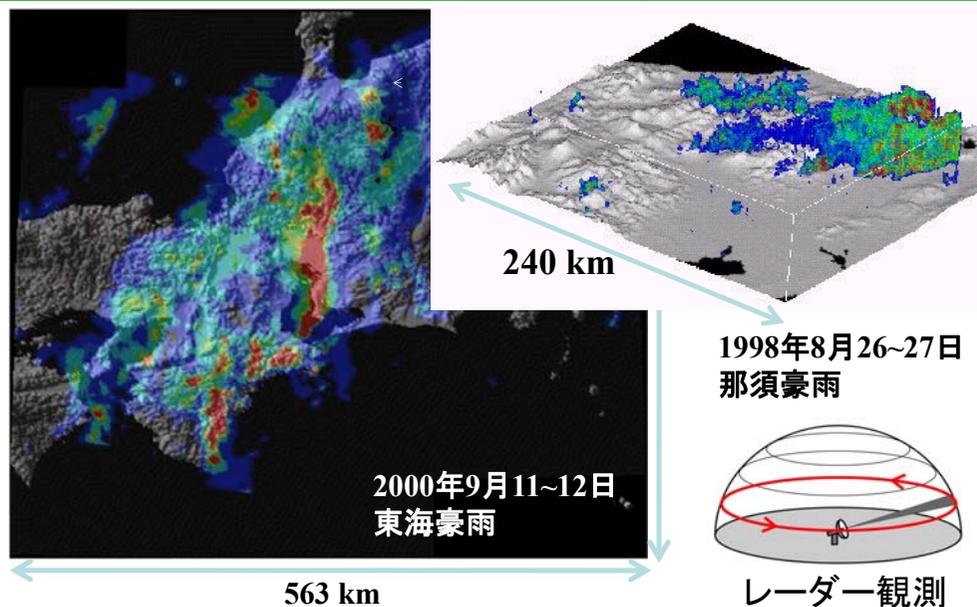


典型的な集中豪雨は、自己組織化された積乱雲のファミリーによってもたらされる。

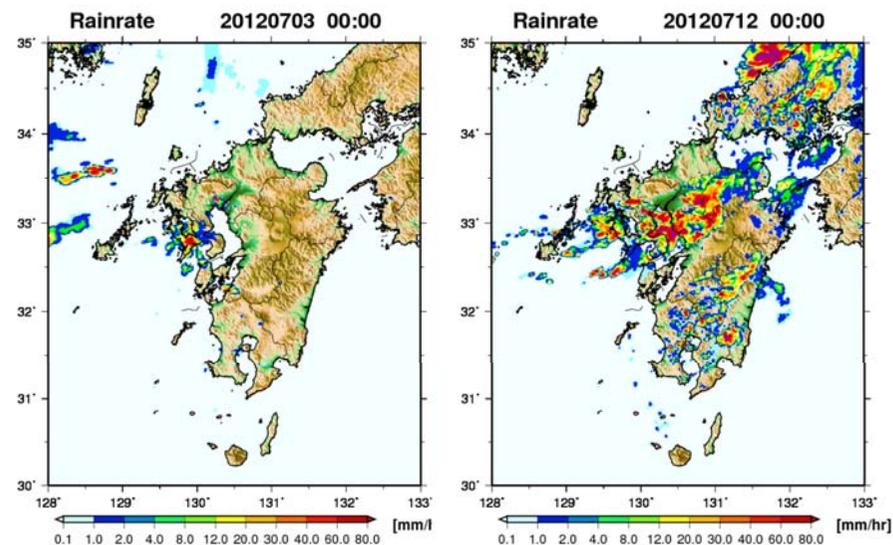
このファミリーは100km以上の長さを持ち、自己組織化されているゆえ6時間以上の寿命を持つ。



典型的な集中豪雨



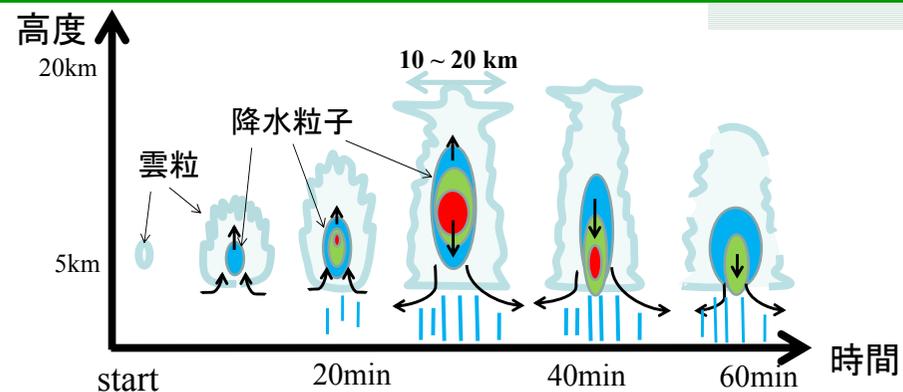
24年7月九州豪雨



内容

1. 今日のキーワード
2. 災害をもたらす豪雨
3. ゲリラ豪雨とその卵
4. 国土交通省MPレーダーへの期待
5. さらなる利用に向けての基礎実験
6. 気候変動による影響評価

ゲリラ豪雨 - 孤立的な積乱雲による集中豪雨



- ✓ 積乱雲のファミリーとは離れたところに突然発生する。
- ✓ 先ず上空に雲よりはるかに大きな降水粒子をみるみる蓄積しだす。
- ✓ 雲ができ出して30分後には激しい雨を地上にもたらし

2008年に生じたゲリラ豪雨災害(1)

7月28日 (神戸、都賀川)

- 多くの人たちが河川の親水空間を楽しんでいた。
- 約50名が突然の出水によって流され、5名の尊い命が失われた。
- 水が堤防を越えて氾濫したのではない。



10分後



2008年に生じたゲリラ豪雨災害(2)

8月5日 (東京、雑司ヶ谷)

- 幹線下水道で作業をしていた6名が突然の出水で流された。
- 1名は自力で脱出したが、5名の尊い命が失われた。→ 一滴ルールへ



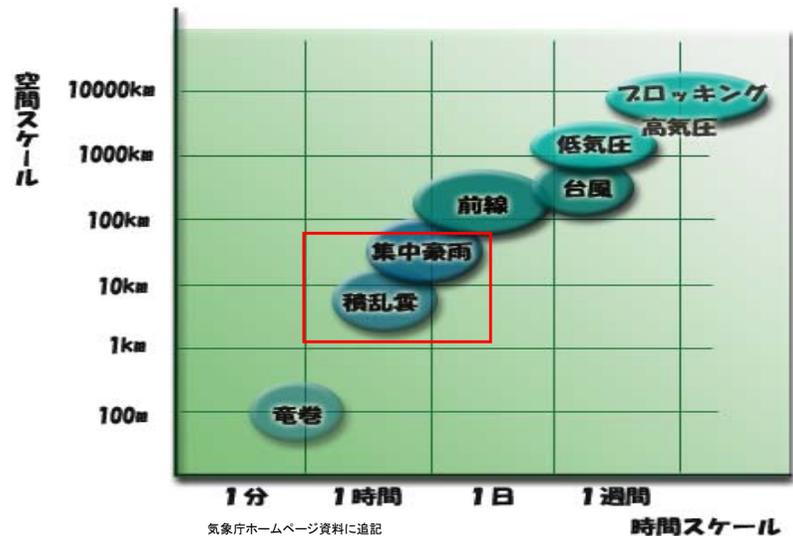
共通点(1)

- 予想をはるかに超えた**急激な**出水。
- 人が**水流のそば**にいたこと、**川から溢れない**災害。
- 予想を超えた急激な激しい出水をもたらした原因としては、
 - **単独の積乱雲**が突然発生し**急激に**発達して豪雨をもたらしたこと、
 - その豪雨が**災害発生場所の上流**にももたらされたこと、
 - 上流に降った豪雨が直ぐに出水するほど**集水域面積(流域面積)**が**小さかった**こと、
 - 都市域であったため降った雨が素早く**下水道システム**に流れ込んだこと。

共通点(2)

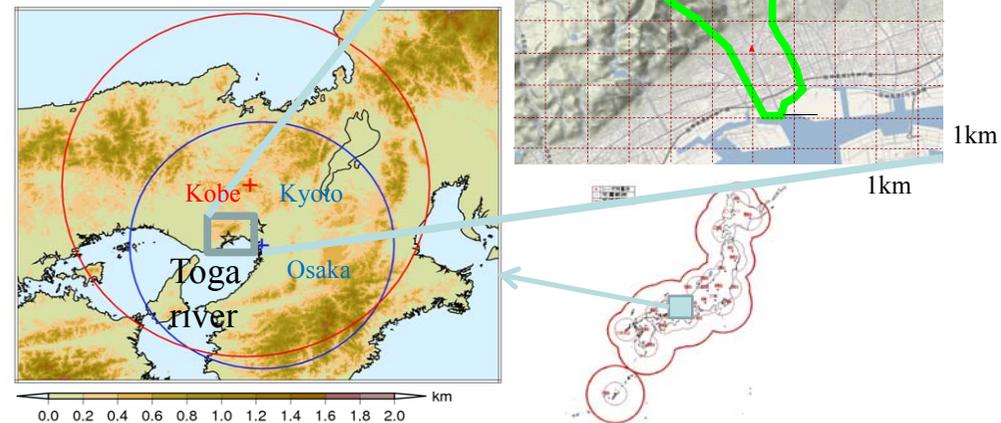
- まさしく、**気象学的要因、水文学的要因、土木工学的要因**といった、いくつかの要因が重なって悲惨な災害が起きた。
- **ゲリラ豪雨の発生**も含めて、ある意味、**都市故の災害**であったと言えるかも知れない。
- そして、**5分、10分でも早い避難情報**がどれほど重要かを防災関係者に愕然と認識させた災害であった。

気象現象の時間・空間スケール

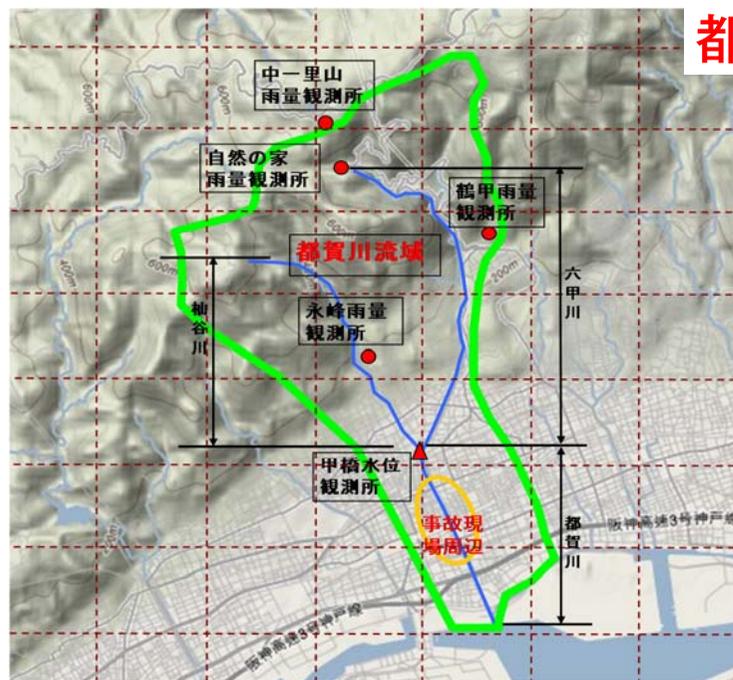


都賀川流域

流域面積が非常に小さい



都賀川流域



平成20年7月28日局地的な豪雨により、都賀川(二級河川)が急激に増水により、甲橋地点では10分間で水位が1.3mも上昇し、小学生等を含む5名が流されて死亡した。

都賀川周辺の様子



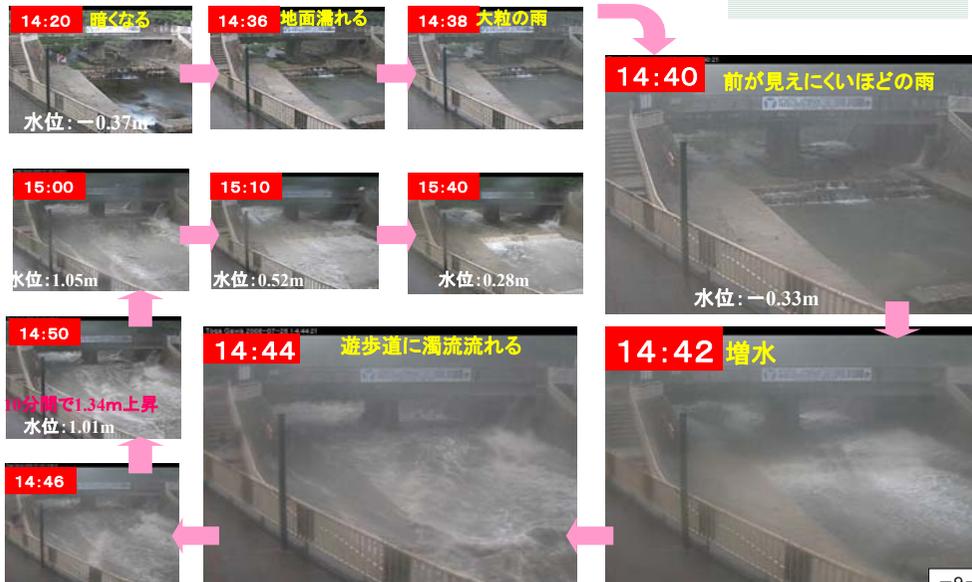
都賀川周辺の様子(7月28日14:20~24)



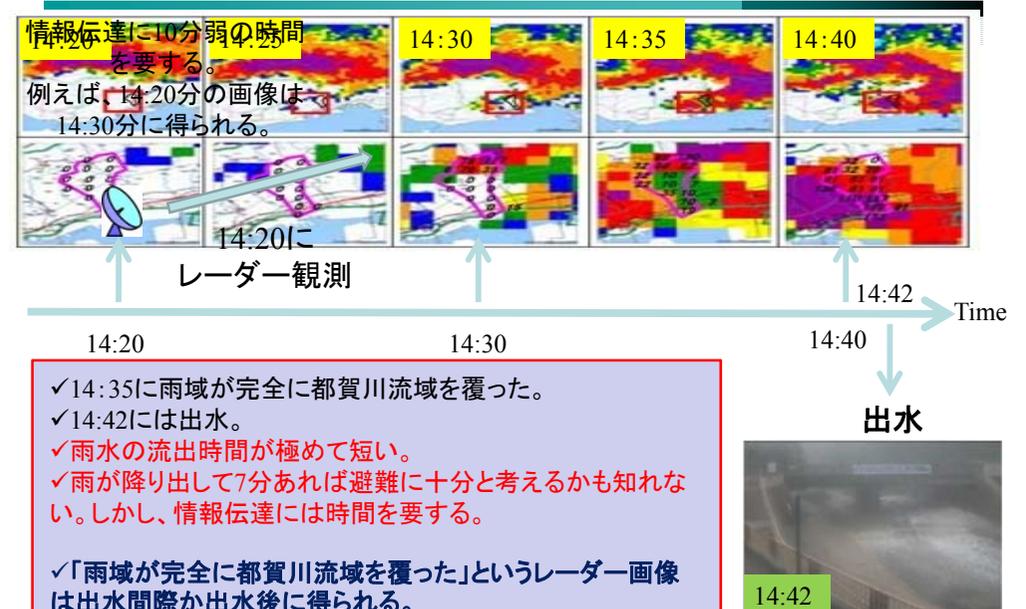
都賀川周辺の様子(7月28日14:22)



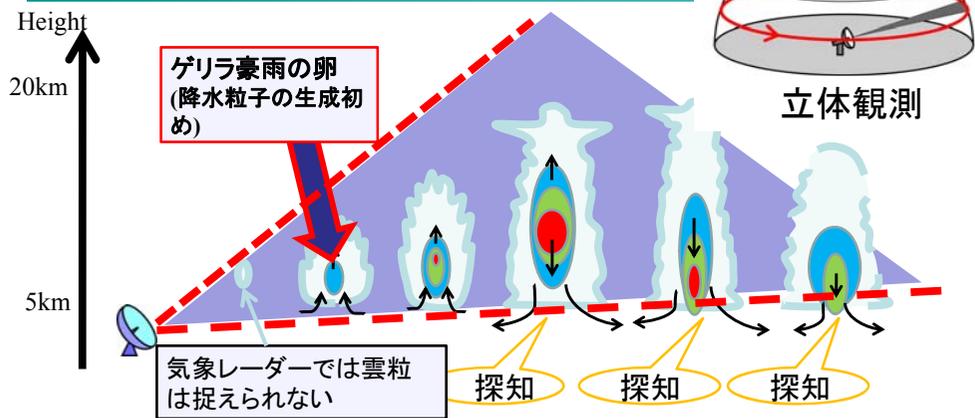
平成20年7月28日 都賀川甲橋 神戸市モニタリングカメラ画像



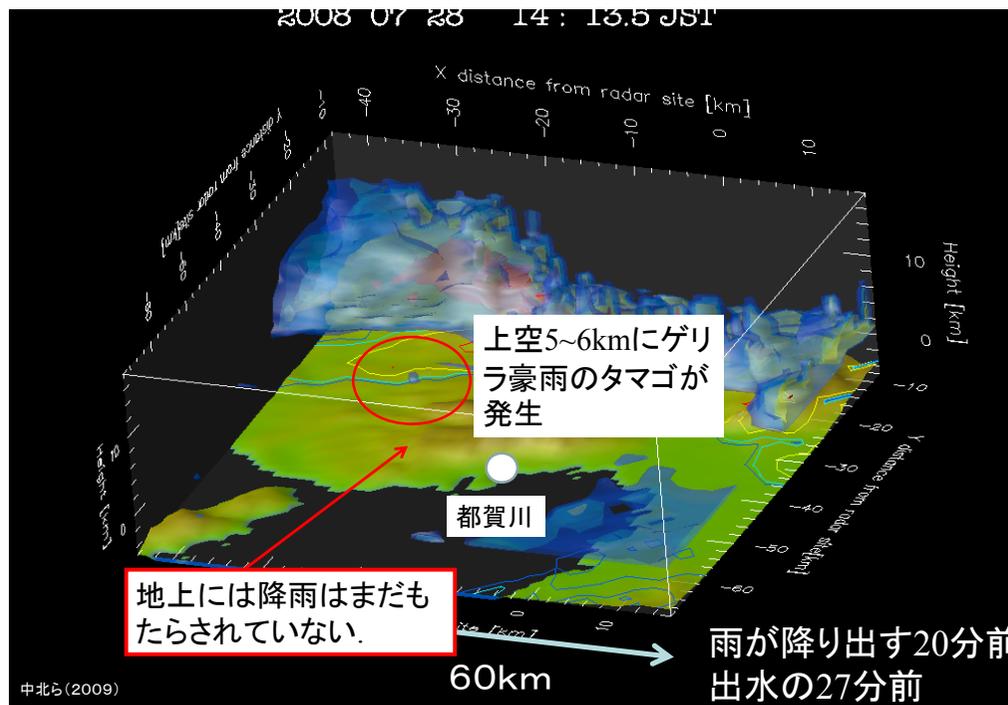
観測情報の伝達には時間を要する



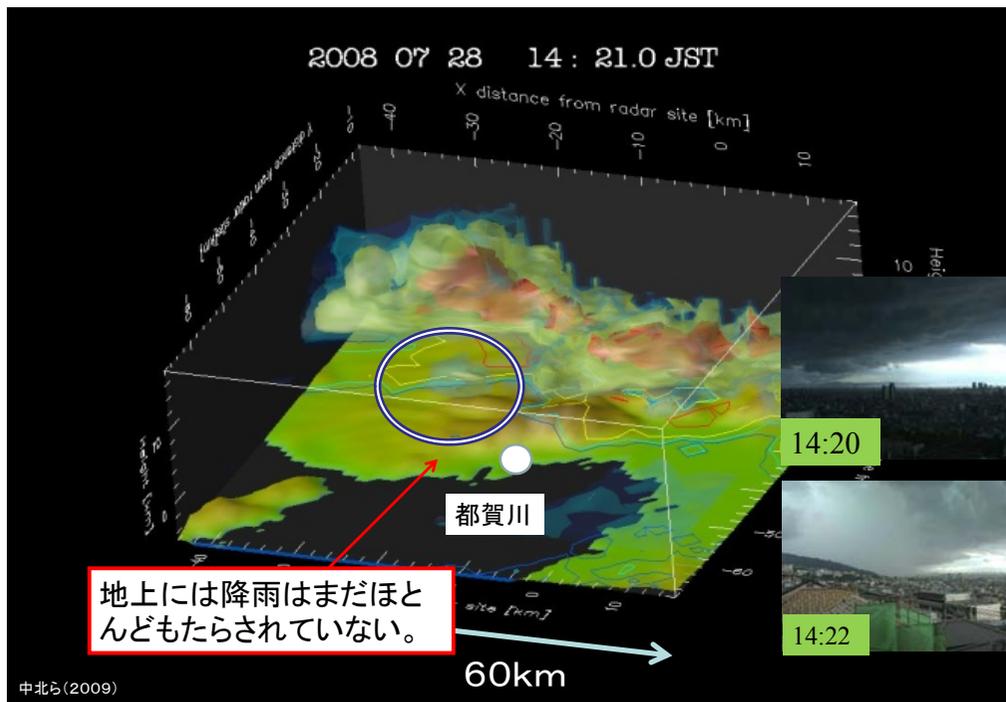
もっと早く捉えられなかったのだろうか？ 立体



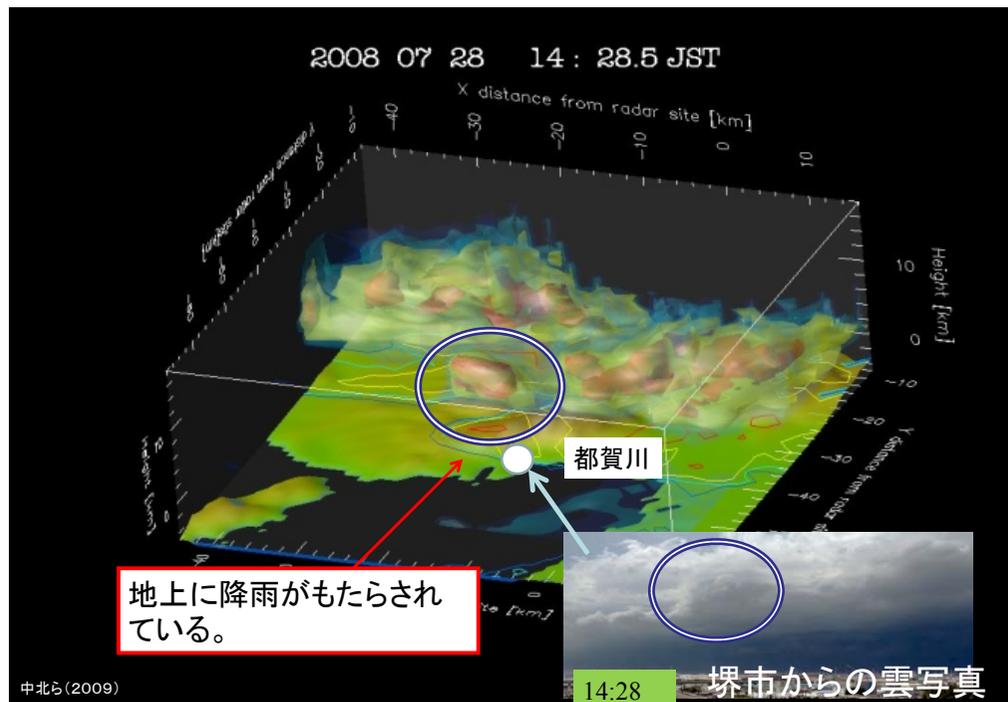
- ✓低高度の観測だけでは、積乱雲がかなり発達してからしか、降雨は探知できない。
- ✓立体観測は、より早い時期に「ゲリラ豪雨の卵」を探知できる可能性がある。



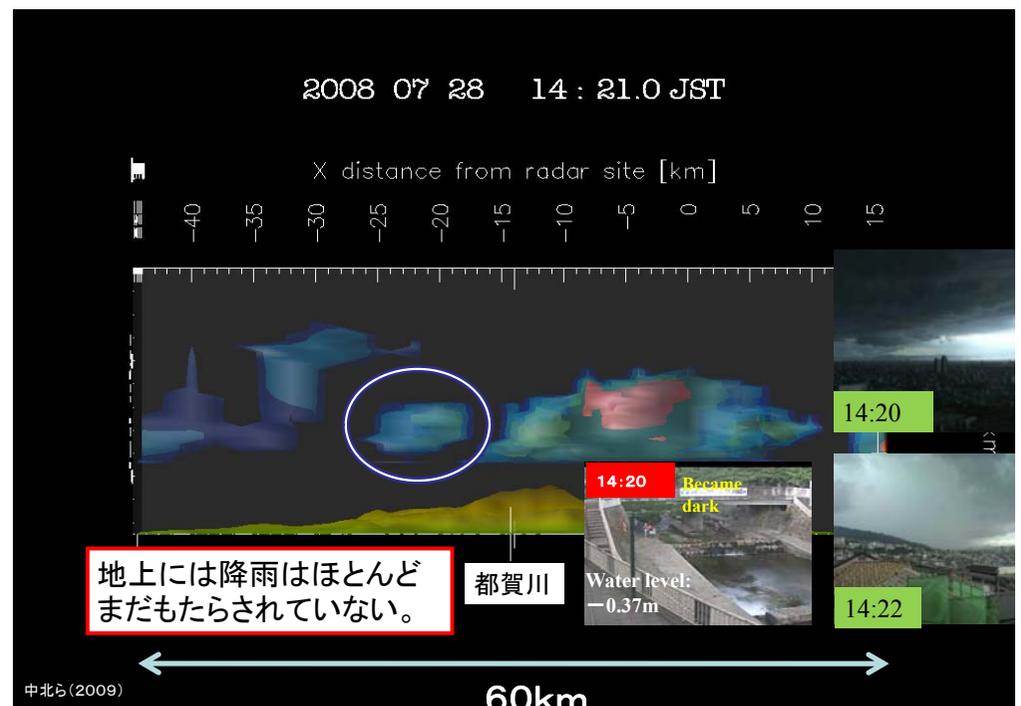
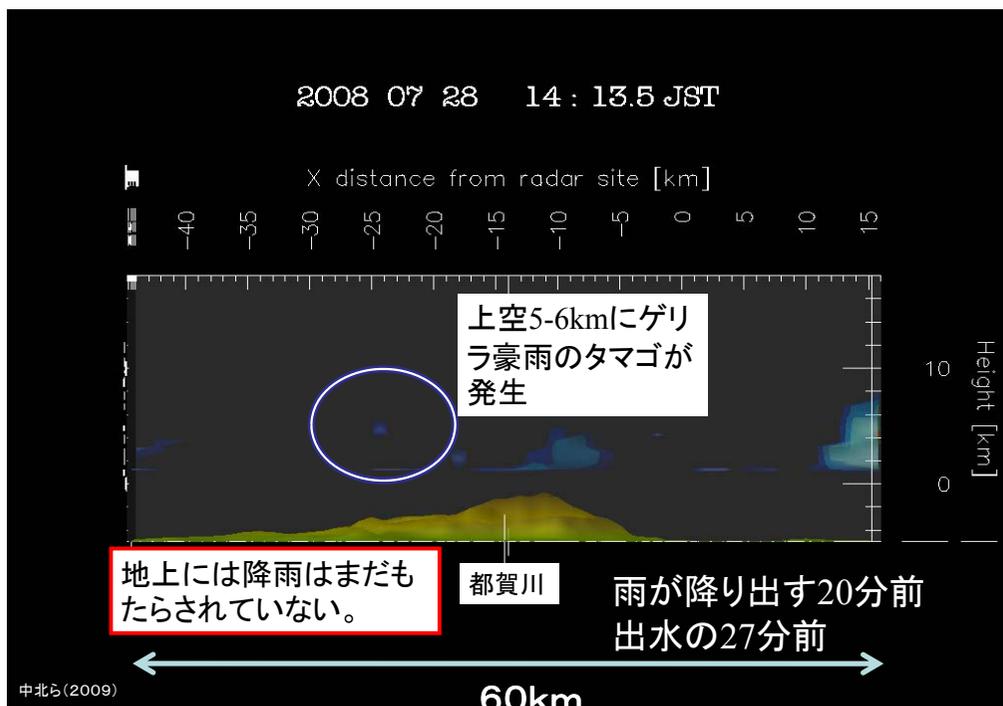
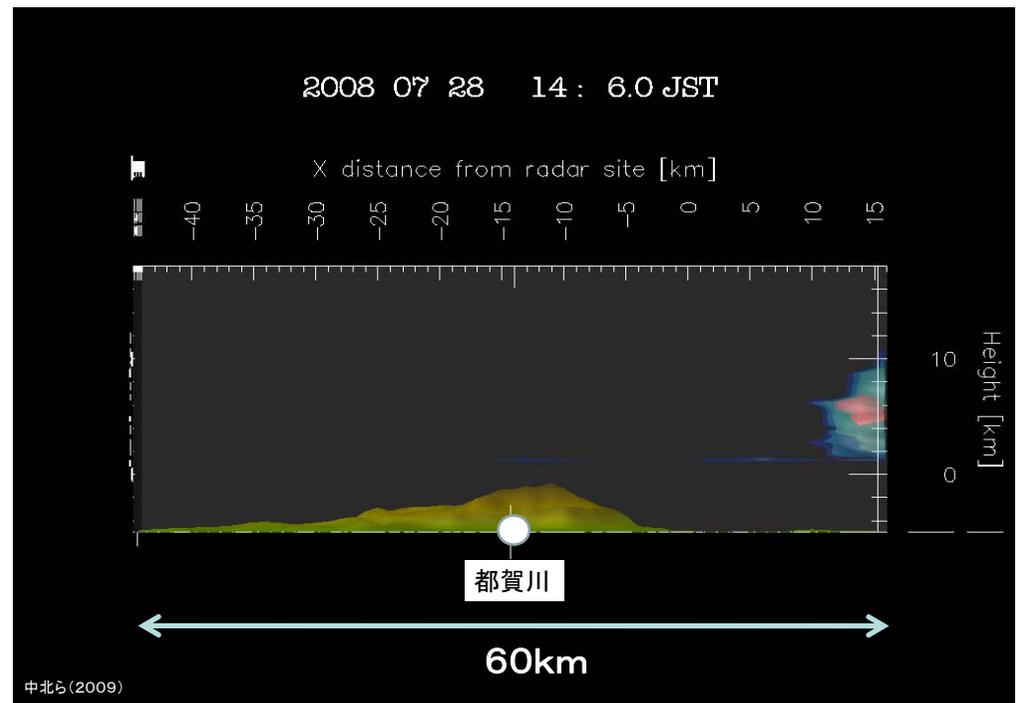
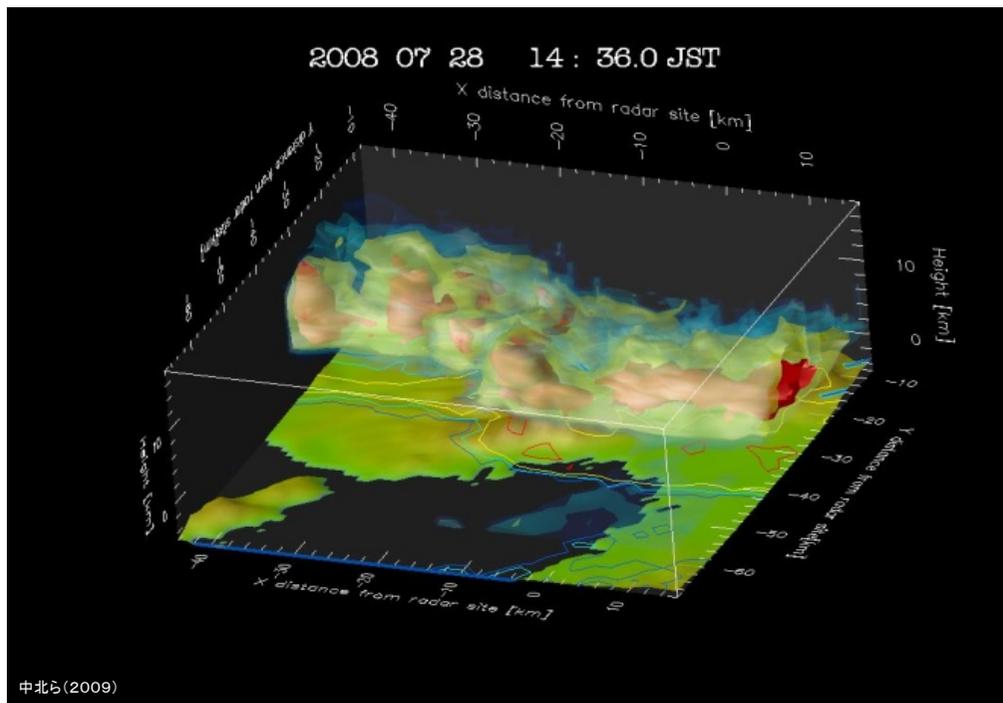
中北ら (2009)

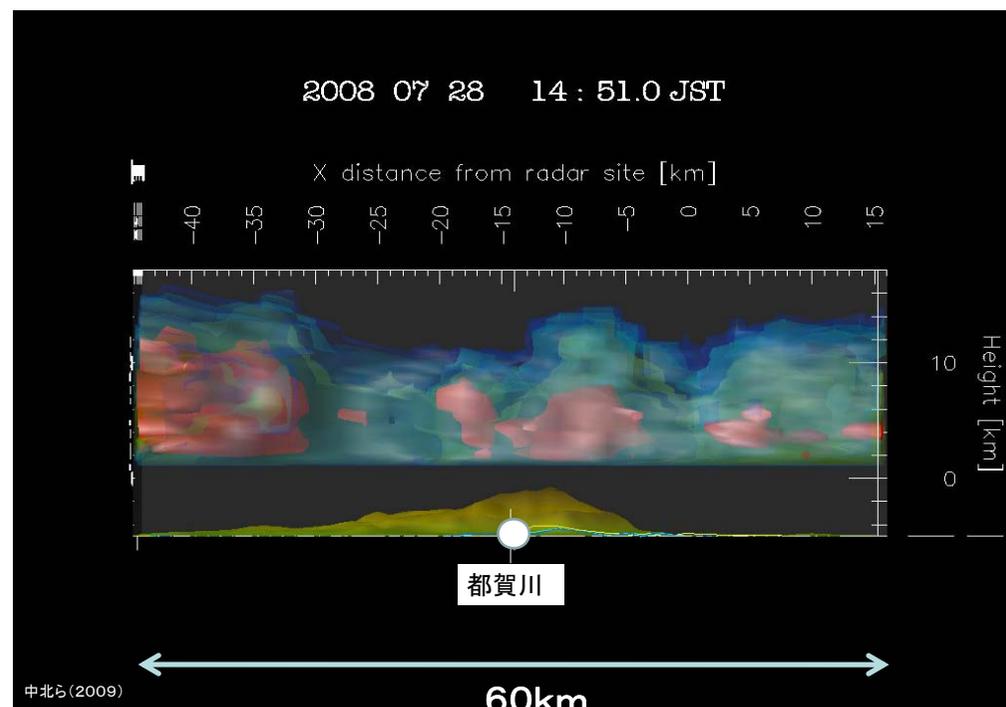
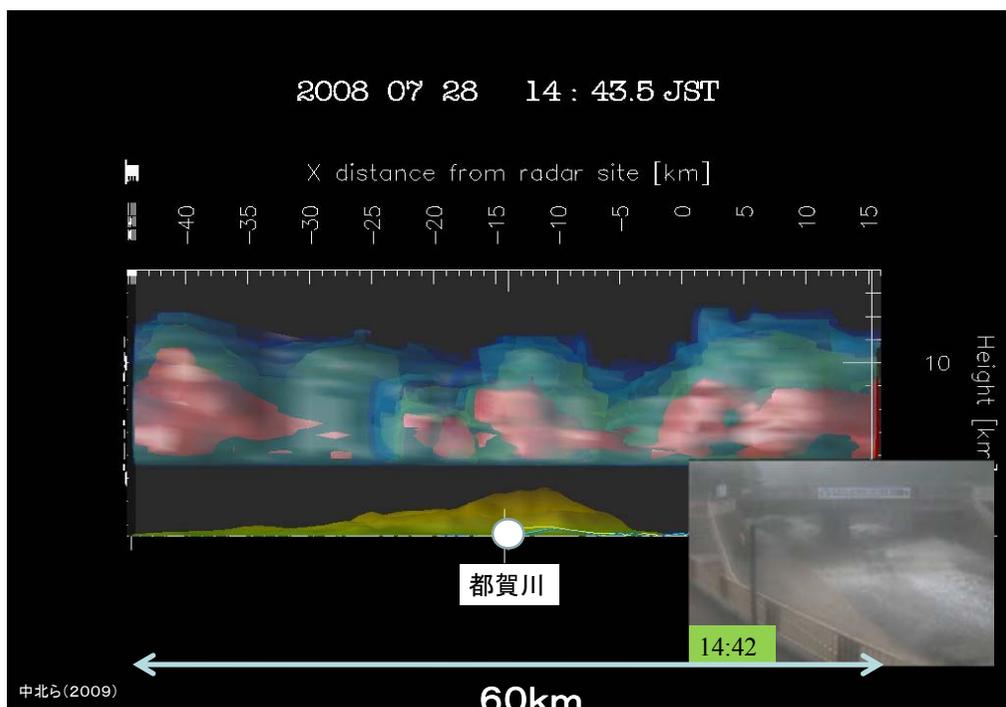
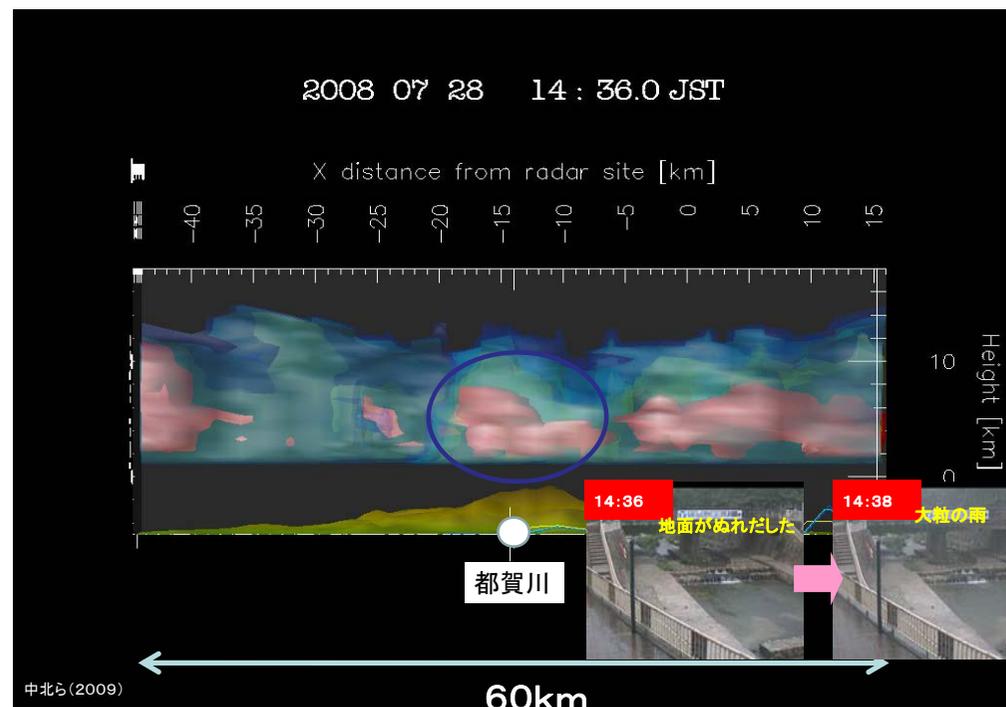
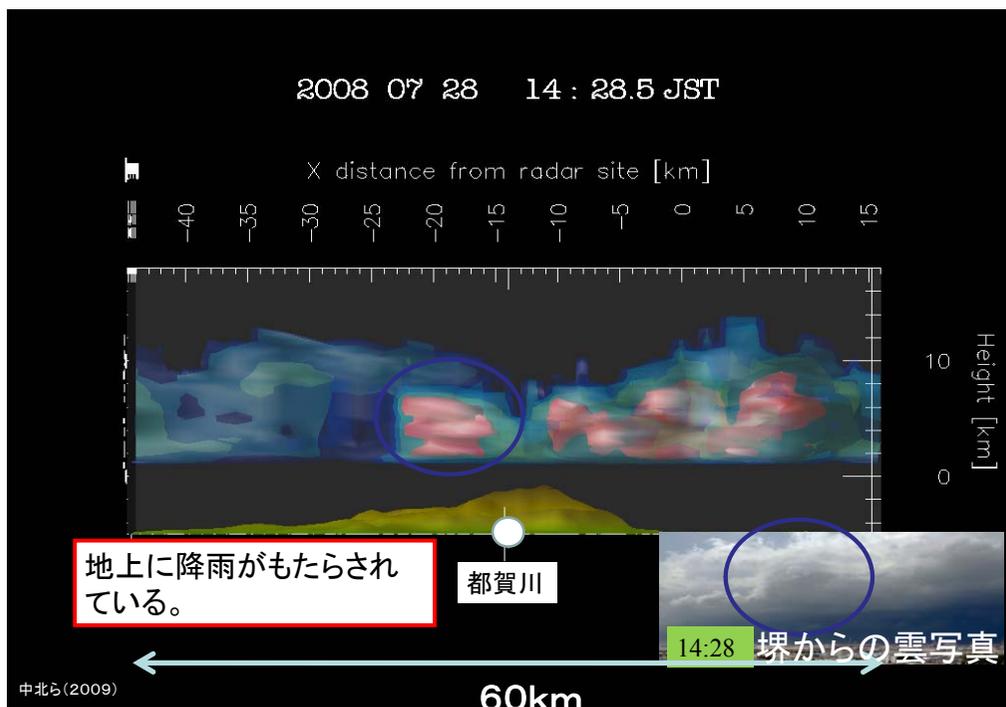


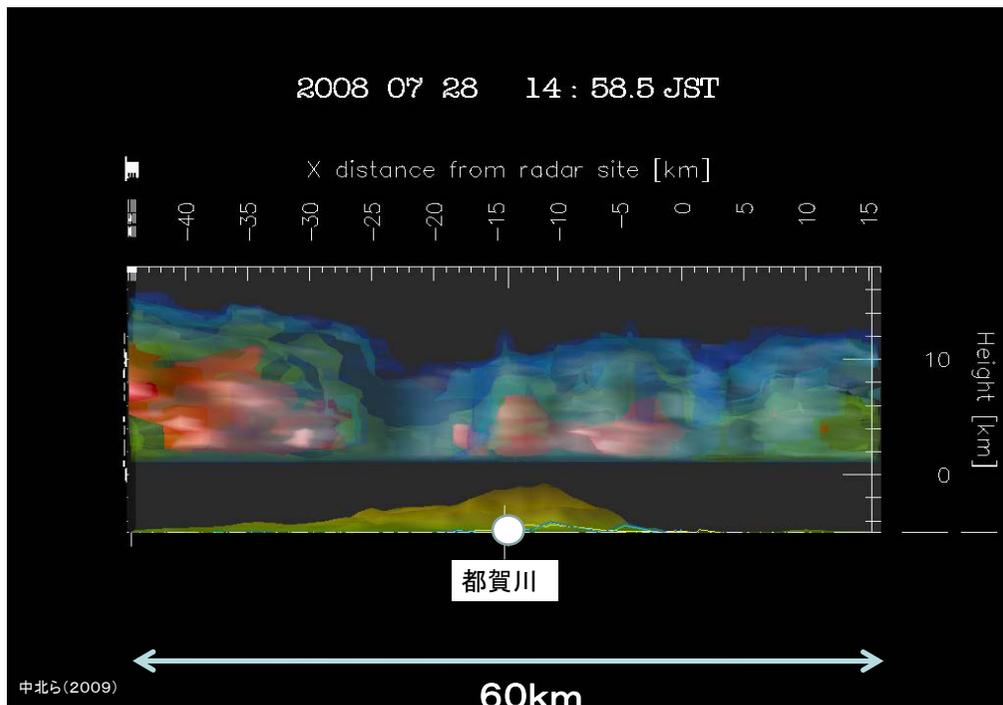
中北ら (2009)



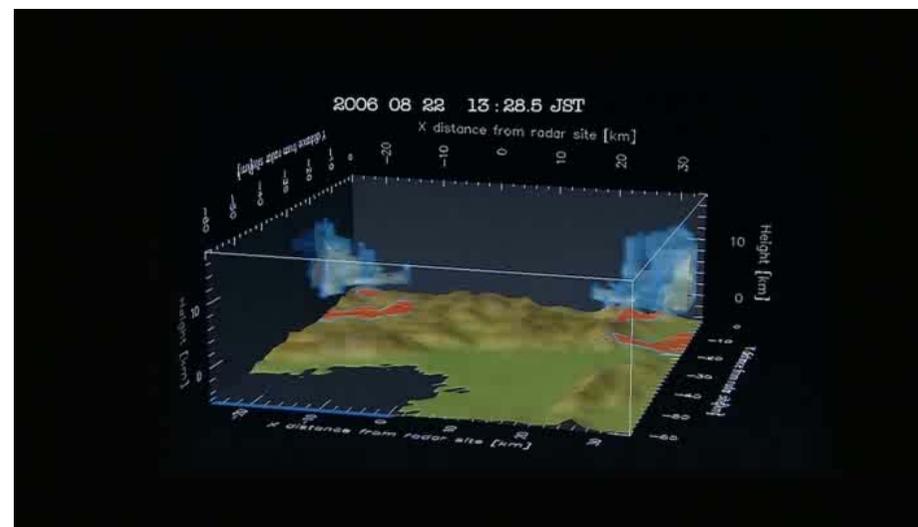
中北ら (2009)





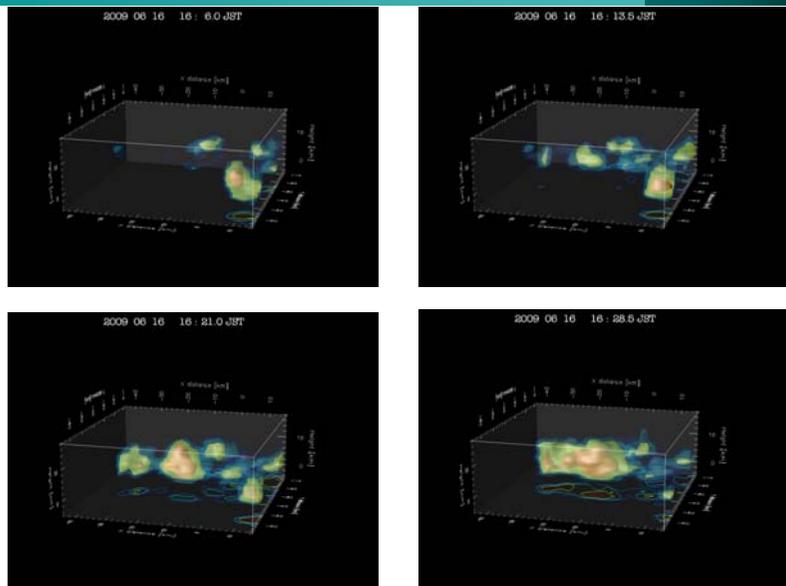


2006年の豊中豪雨でも「ゲリラ豪雨の卵」



49

宇治豪雨(09年6月16日)



50

これまでのまとめ

- ✓予測を改良するためにも、ゲリラ豪雨の早期探知が重要。
- ✓立体観測により、「ゲリラ豪雨の卵」をより早期に探知することも重要。
- ✓今いるところに来そうな、怪しい卵がないか？を見るための、支援システムとしての立体画像表示。
- ✓小型レーダーという高感度できめ細かな情報が大切。
- ✓こういった、情報を用いての予測システムにも力を入れる。

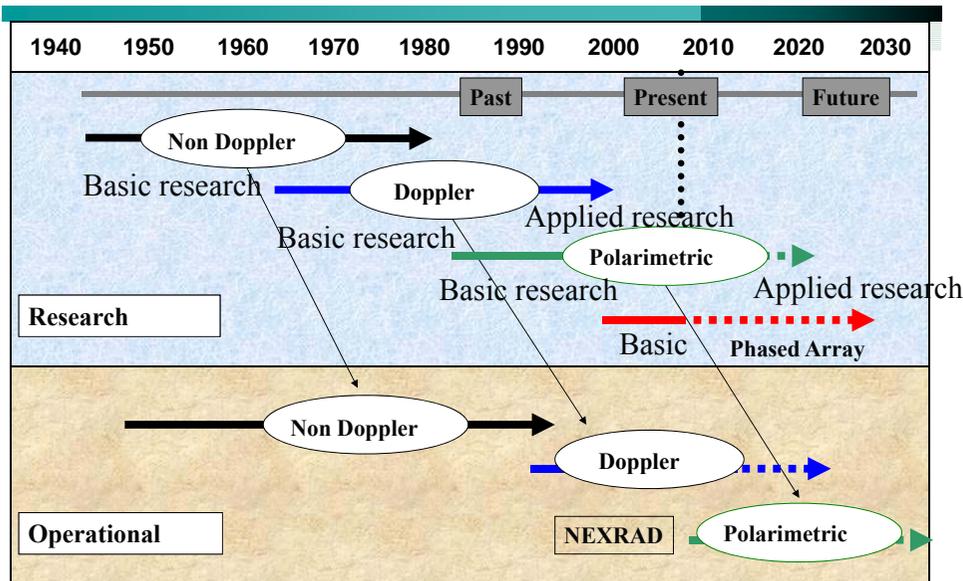
内容

1. 今日のキーワード
2. 災害をもたらす豪雨
3. ゲリラ豪雨とその卵
4. 国土交通省MPレーダーへの期待
5. さらなる利用に向けての基礎実験

国交省レーダ雨量計のMP化

1. Cバンド(大型)レーダーのMP(最新型偏波)化
 - 九州北部の釈迦岳レーダ雨量計(2009年度～試験運用, 2011年度～運用開始)
 - 近畿南部の城ヶ森山レーダ雨量計(2011年度最新偏波ドップラー化)、その後北部の深山レーダーへ
2. 都市域へのXバンド(小型)MPレーダー(最新型偏波ドップラーレーダー)ネットワークの導入(2010, 2011年度～試験運用開始)

History of weather radar



最新型偏波レーダーとは？

- 旧来の気象レーダーは水平偏波のみ
- 偏波レーダーは様々な偏波を出ることができるレーダー
- 最新型のレーダーでは水平・垂直偏波間の受信強度差情報ZDRだけでなく、位相差情報KDPを得ることも可能

The diagrams show the electric field vectors for different polarizations:

- 水平偏波 (Horizontal): Blue vector along the x-axis.
- 垂直偏波 (Vertical): Orange vector along the z-axis.
- +45度直線偏波 (+45 deg Linear(H+V)): Blue and orange vectors at a 45-degree angle.
- 45度直線偏波 (-45 deg Linear(V-1/4λ)): Blue and orange vectors at a -45-degree angle.
- 右円偏波 (Right Circular(V:-3/4λ)): Blue and orange vectors forming a clockwise circle.
- 左円偏波 (Left Circular(V:-1/4λ)): Blue and orange vectors forming a counter-clockwise circle.

Flowchart illustrating the benefits of polarimetric radar:

- 降水粒子の形や大きさ (Shape and size of precipitation particles)
- 降水粒子の識別 (Identification of precipitation particles)
- 粒径分布の把握 (Understanding of particle size distribution)
- 短時間・ピンポイントの降雨量推定精度の向上 (Improvement in short-term, pinpoint rainfall estimation accuracy)
- 豪雨の早期探知や予測精度の向上 (Improvement in early detection and prediction accuracy of heavy rain)

偏波パラメータ1

1つ目の添え字は受信
2つ目の添え字は送信
H: 水平偏波, V: 垂直偏波

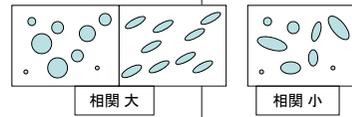
レーダー反射因子差: Z_{DR}

$$Z_{DR} = 10 \log_{10} (Z_{HH} / Z_{VV})$$

- 粒子の縦横の比に関連したパラメータ
- 降雨が強い(粒子の扁平が大きい)ほど Z_{DR} は大きくなる。
- 一方、氷粒子は落下による扁平が小さく、0dBに近い値となる。

偏波間相関係数: ρ_{HV}

- 水平偏波 Z_{HH} と垂直偏波 Z_{VV} の相関係数
- 単一の種類の降水粒子では0.95以上
- 異なる形や種類の粒子が混在すると ρ_{HV} は低下する。
- 特に融解層やグランドクラッターにおいては最小値をとる。

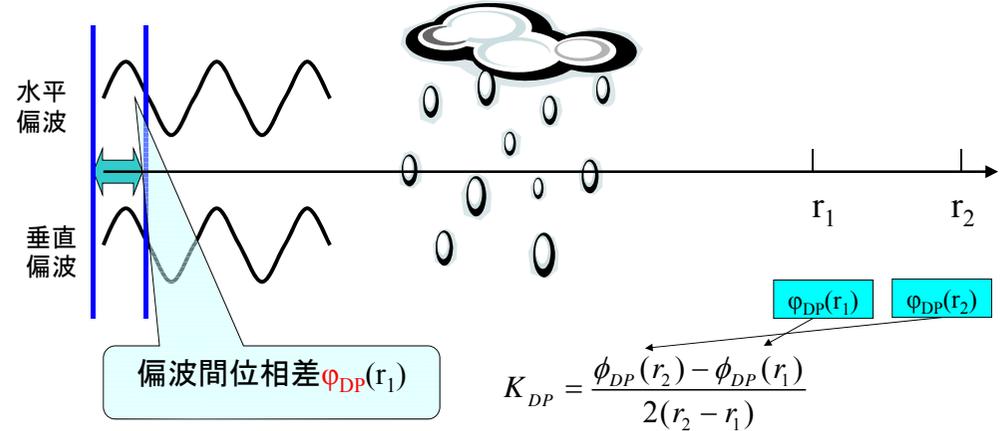


相関大

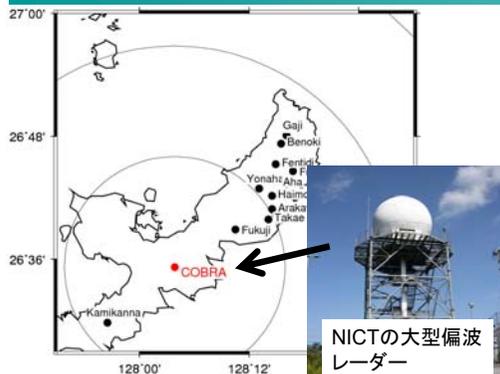
相関小

偏波パラメータ 2

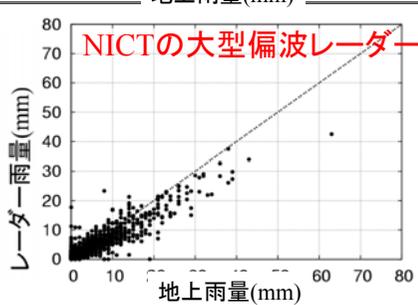
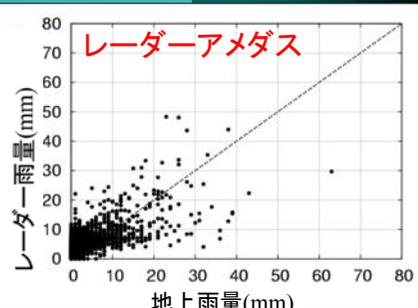
偏波間位相差 (ϕ_{DP}) と伝搬位相差変化率 K_{DP}



大型MPレーダーによる雨量推定精度(1時間雨量)

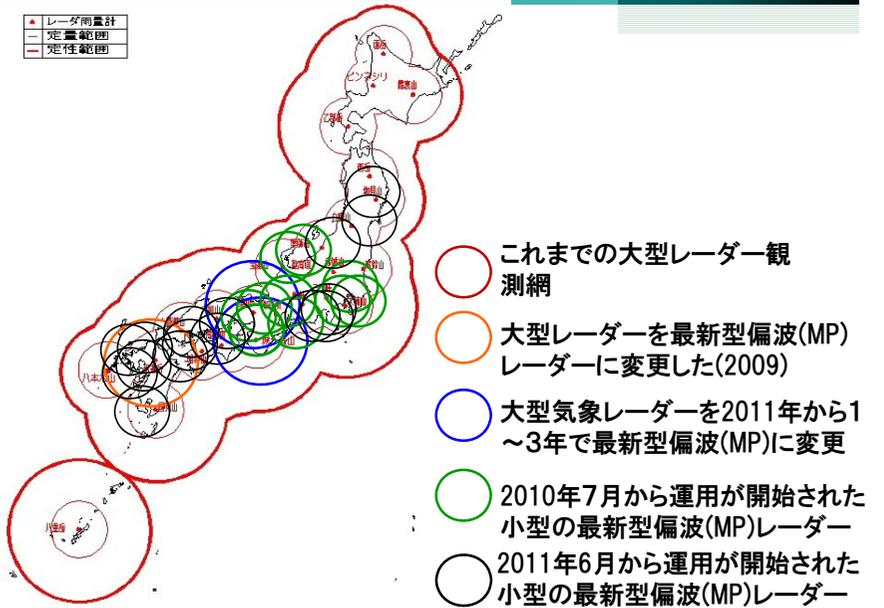


NICTの大型偏波レーダー

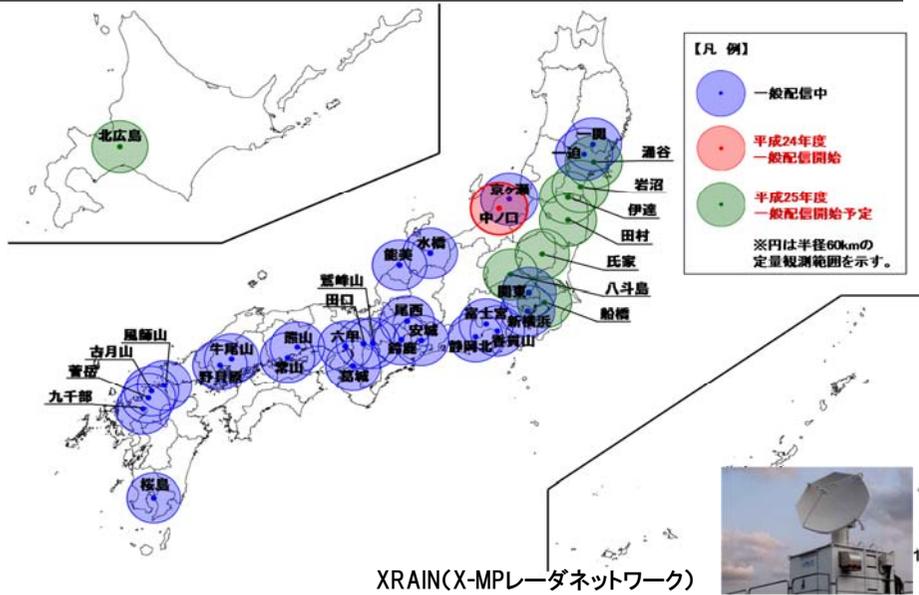


- レーダー・アメダス解析雨量値との比較を行う。
- レーダー・アメダス解析雨量値はアメダスの観測値で補正が行われている。
- アメダス観測値以外で比較を行う。(国土交通省)
- 我地、辺野喜ダム、フェンチチ、普久川ダム、安波ダム、与那覇岳、排持山、新川ダム、高江、福地ダム、上漢那ダムの15ヶ所。
- 中北・竹畑・中川(2008)

大型・小型MPレーダーによる新しい降雨観測システム



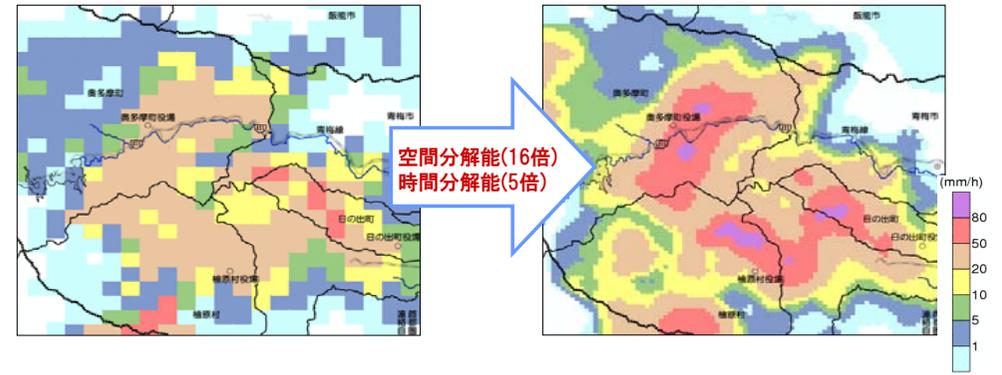
X-RAIN ネットワーク (国土交通省)



X-RAIN の 特徴

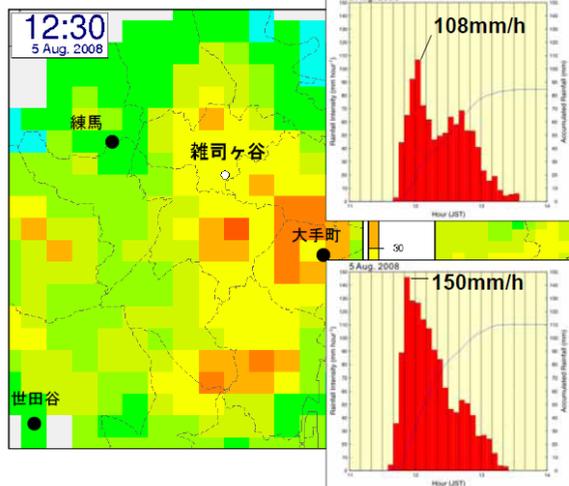
在来型Cバンドレーダ雨量
(空間分解能: 1km, 更新間隔: 5分, 配信までの遅れ時間: 5~6分, 地上雨量による補正: あり)

XバンドMPLレーダ雨量
(空間分解能: 250m, 更新間隔: 1分, 配信までの遅れ時間: 1分, 地上雨量による補正: なし)

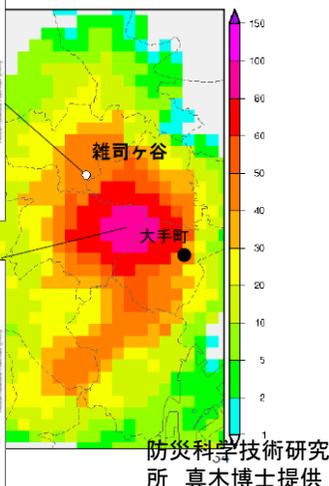


1時間雨量 気象庁レーダアメダス解析雨量との比較

気象庁レーダアメダス



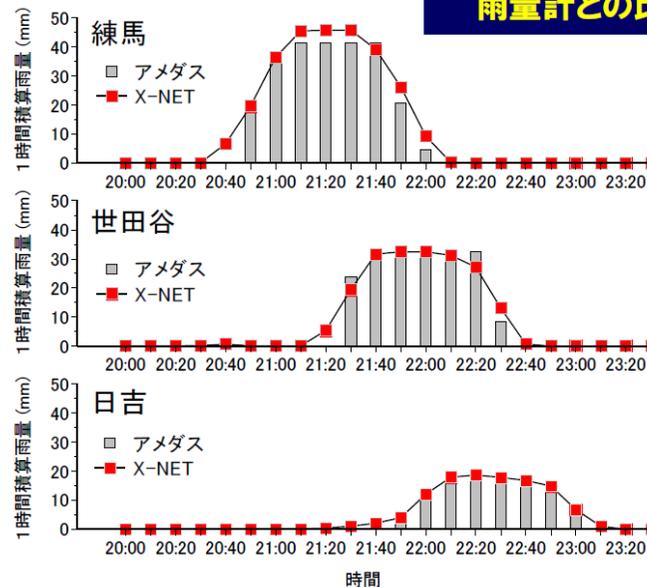
MPLレーダ(Xバンドレーダー)



防災科学技術研究所 真木博士提供 (2008) 64

小型MPLレーダーによる雨量推定精度(10分雨量)

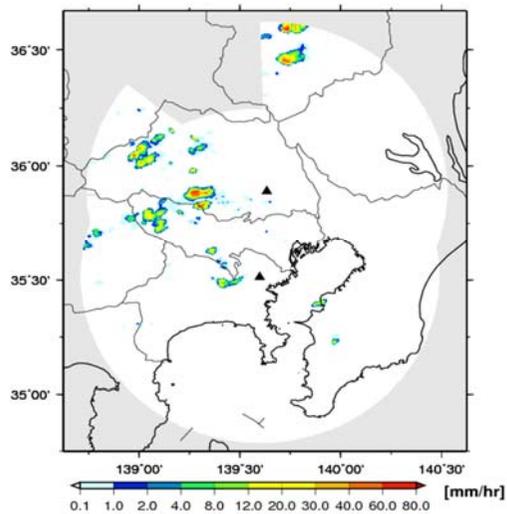
雨量計との比較



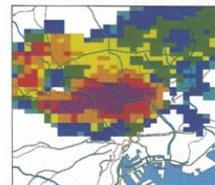
防災科学技術研究所 真木博士提供 (2008) 65

板橋豪雨 2010年7月5日

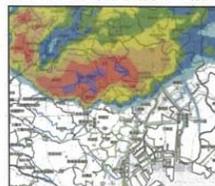
Rainrate 20100705 15:00



【既存レーダ(Cバンドレーダ)】
(最小観測面積:1kmメッシュ、観測間隔:5分
観測から配信に要する時間 5~10分)

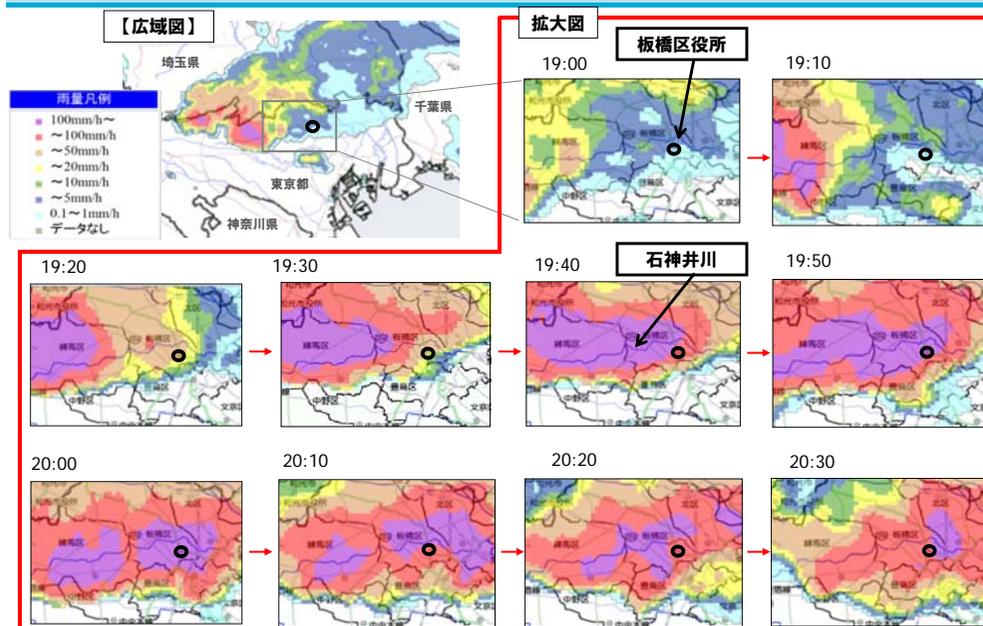


【XバンドMPLレーダ】
(最小観測面積:250mメッシュ、観測間隔:1分
観測から配信に要する時間 1~2分)

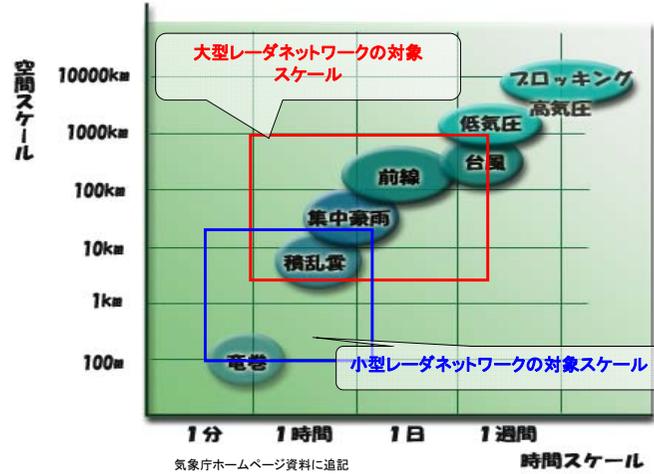


http://www.yomiuri.co.jp/adv/chuo/research/20100722_win01.htm

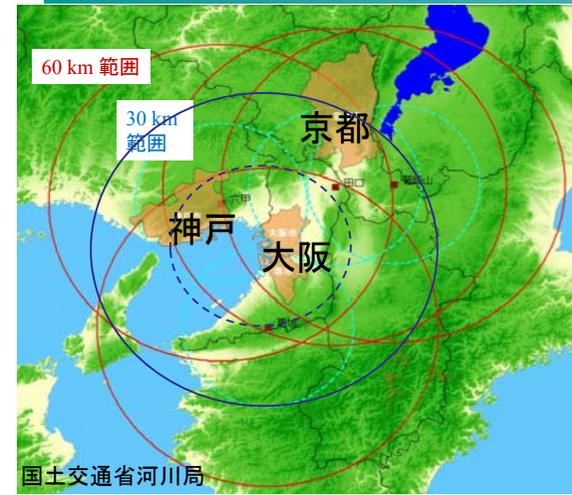
XバンドMPLレーダの観測実例(関東地方:平成22年7月5日の降雨)



現象と観測ターゲット



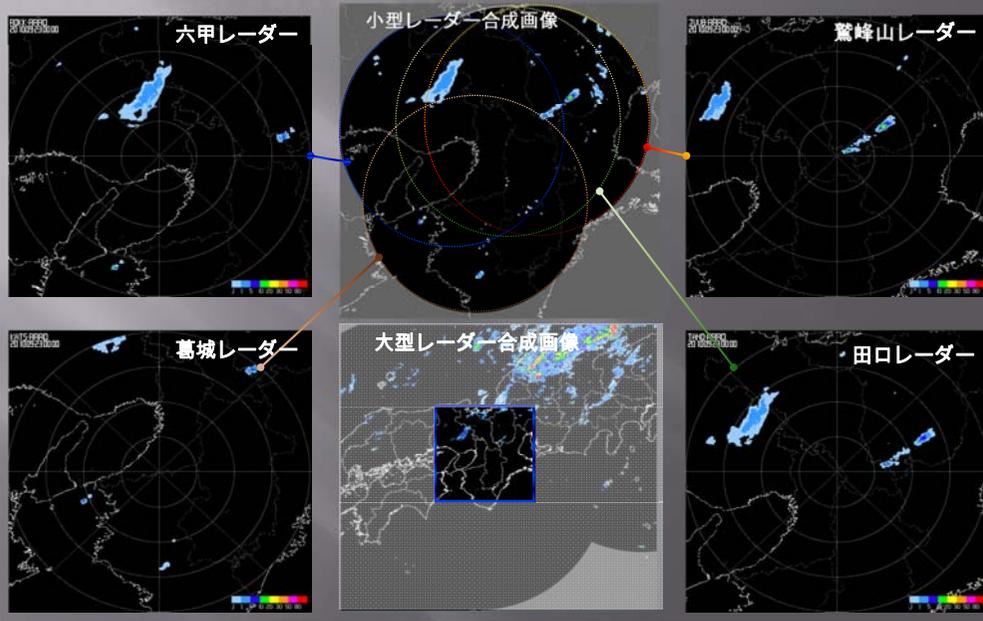
小型MPLレーダーによる新しい豪雨探知システム

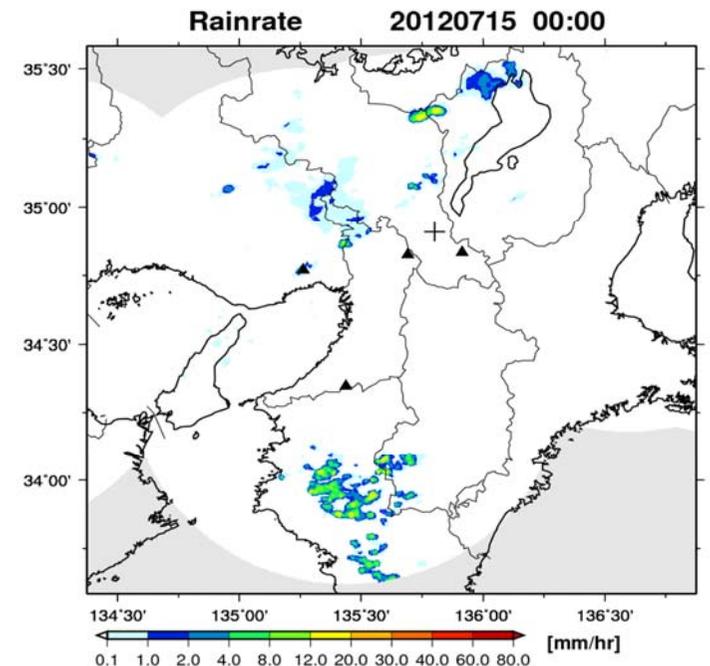
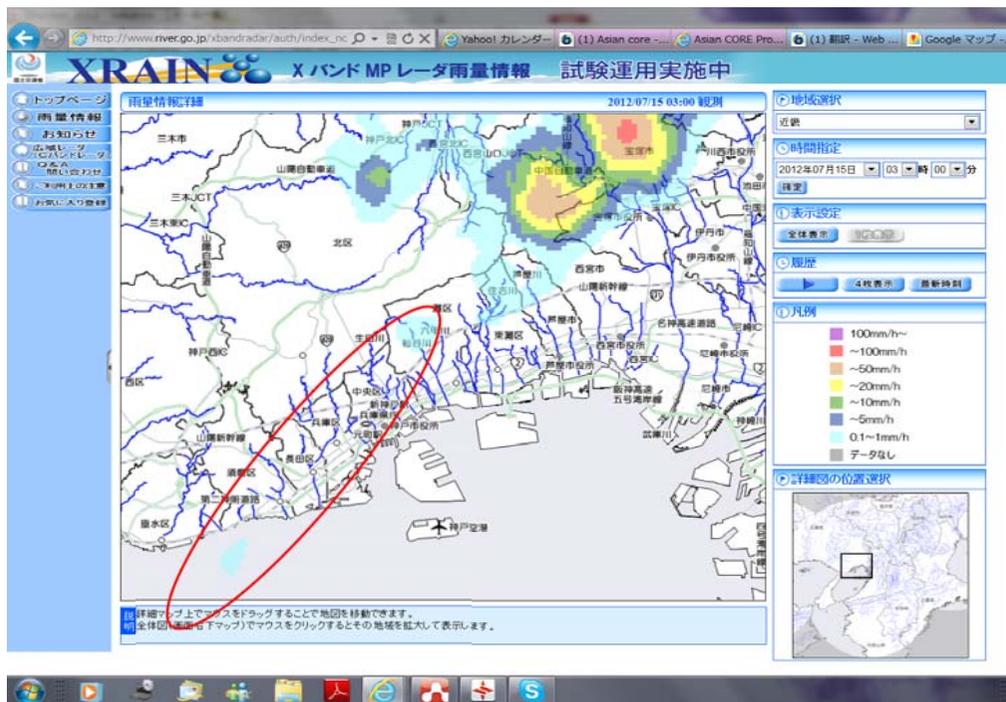
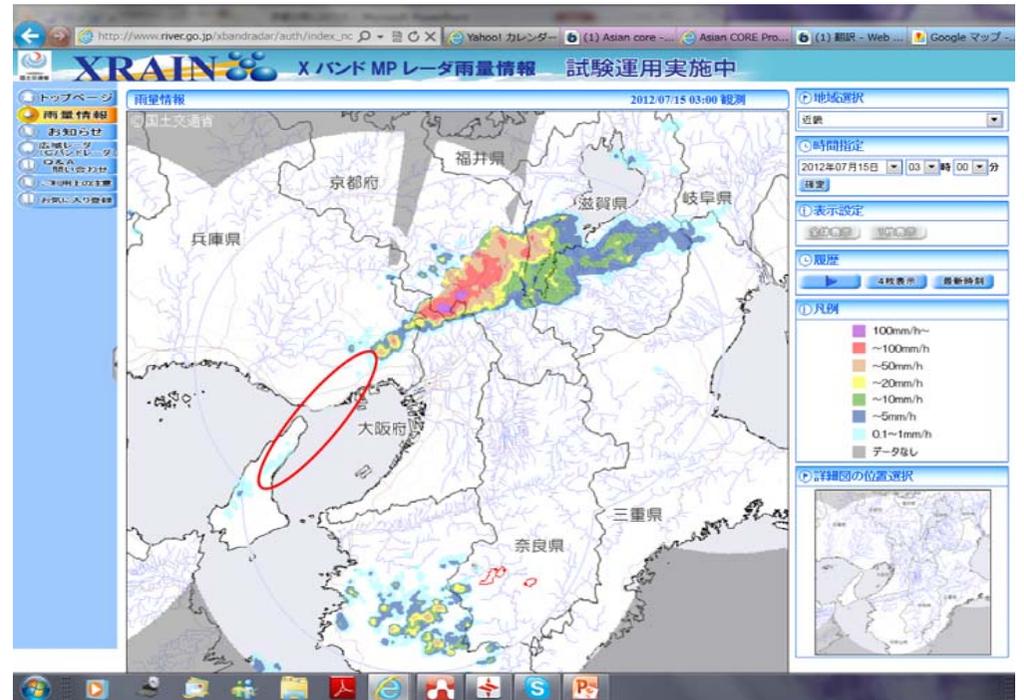
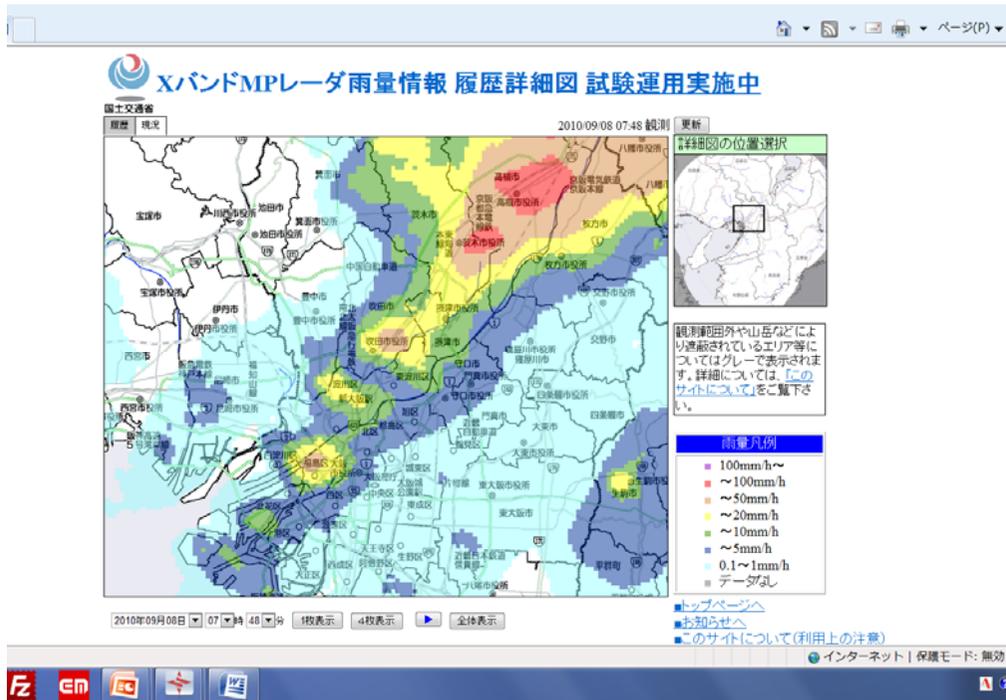


- 高い感度の実現:
小型レーダーによる
- 高い観測空間分解能(細かい観測):
小型レーダーにより(250~500 m)
密なネットワークにより
- 小型レーダの降雨減衰解決:
最新型偏波機能(偏波間位相差)
密なネットワークにより
- 高精度な降雨量観測:
最新型偏波機能により
- より高頻度の低高度観測:
1分
- 情報伝達時間の短縮:
1~2分
- ゲリラ豪雨のタマゴ探知:
立体観測と高感度、高分解能機能により

京阪神地区では、2010年度から試験運用が開始された。
大阪市オー克雷ダも最新型に更新されたので、より低高度で高密度な観測が実現

2010. 9. 23, 00:00~17:00

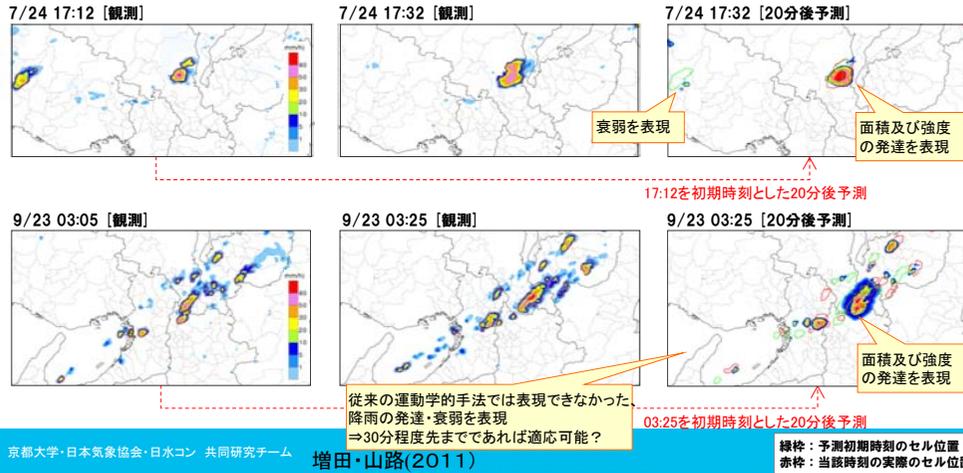




超短時間降雨予測手法の開発

セル追跡手法による降雨予測

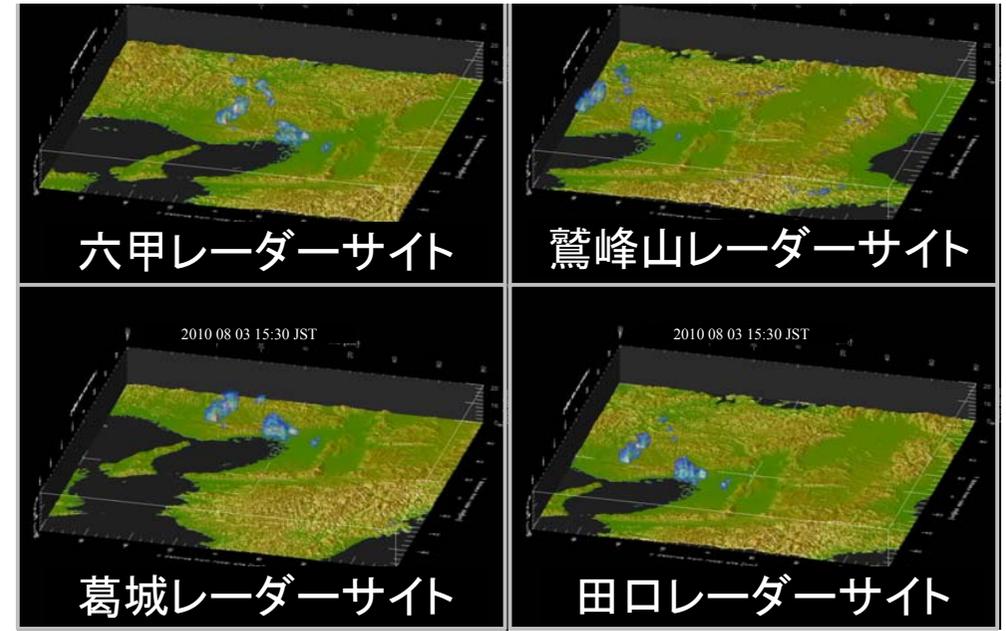
- ・移動:セル毎の移動ベクトルを用いて外挿
- ・発達:初期時刻におけるセル面積及びセル平均降雨強度の直近変化率を外挿



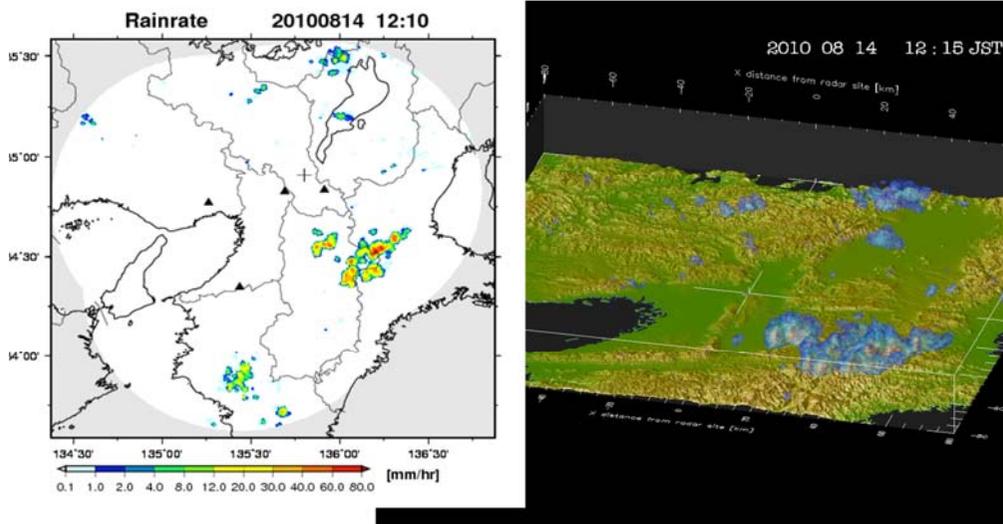
京都大学・日本気象協会・日水コン 共同研究チーム

増田・山路(2011)

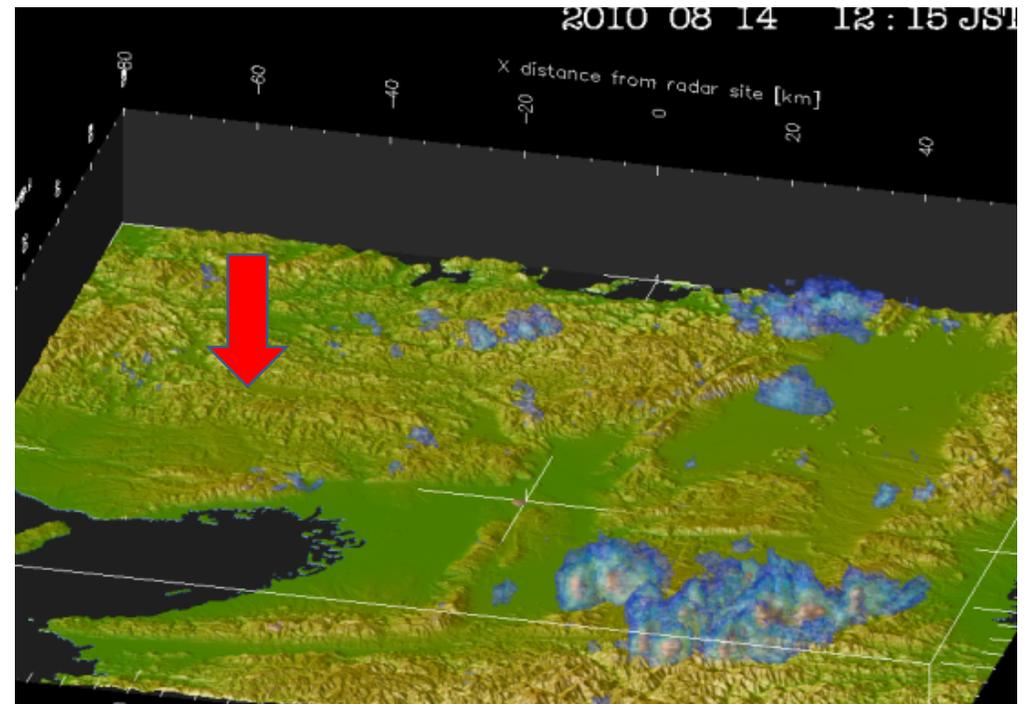
小型MPLレーダーネットワークによる立体画像

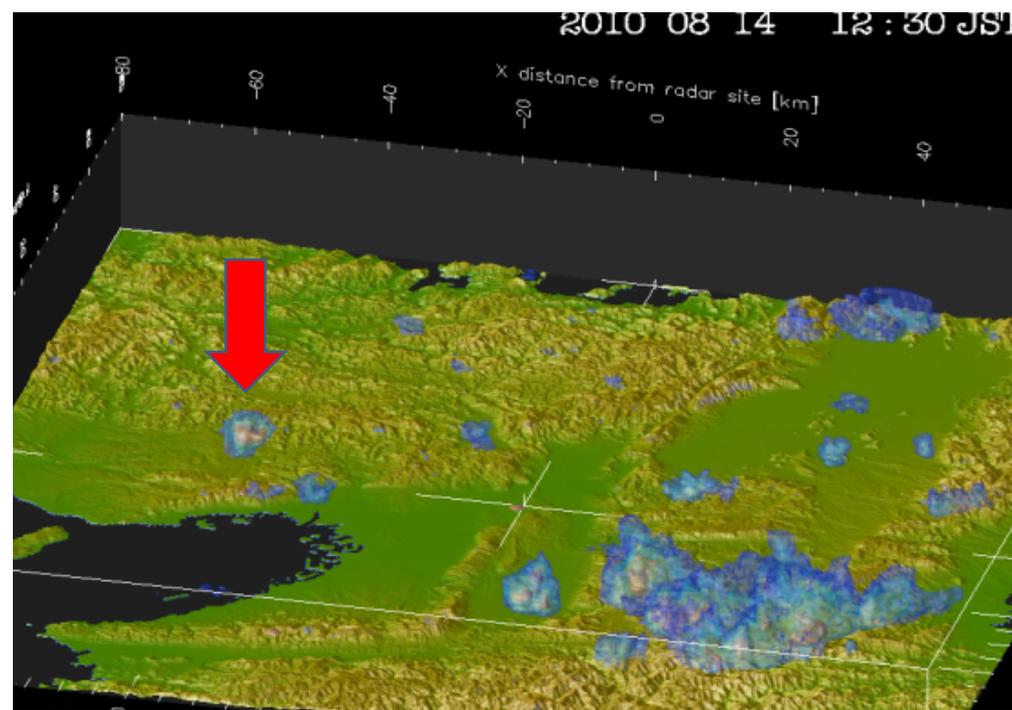
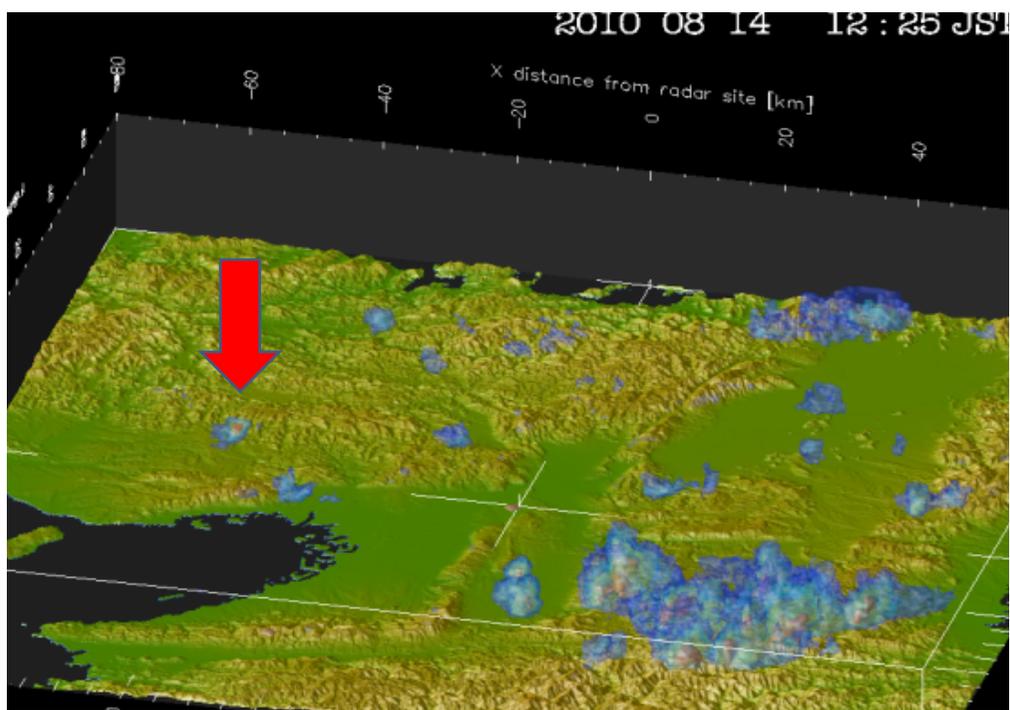
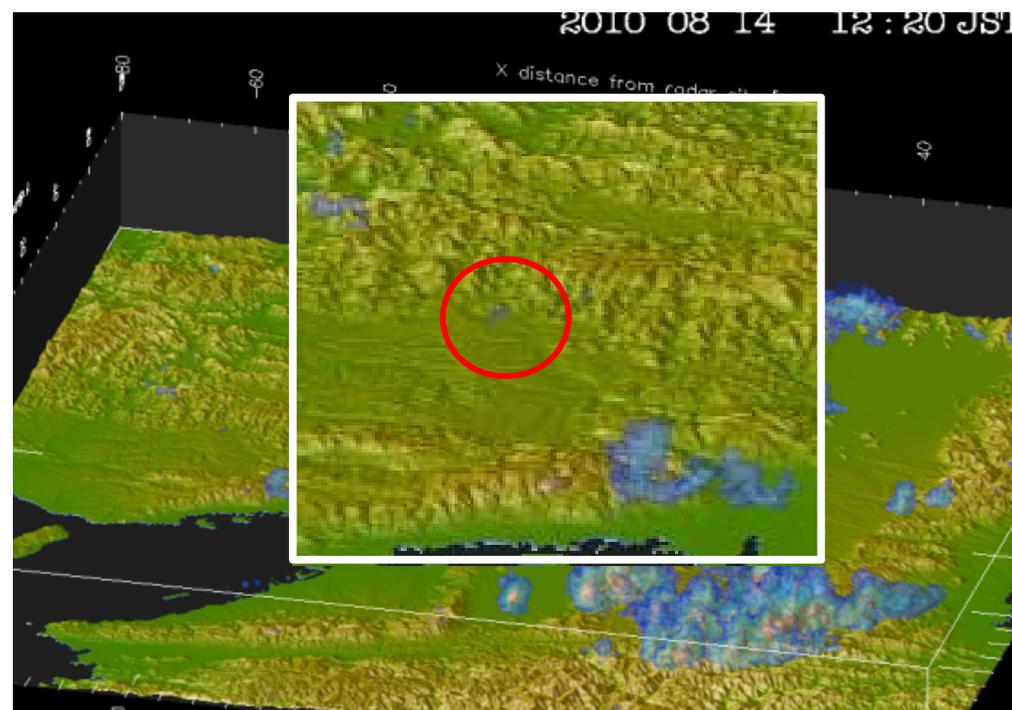
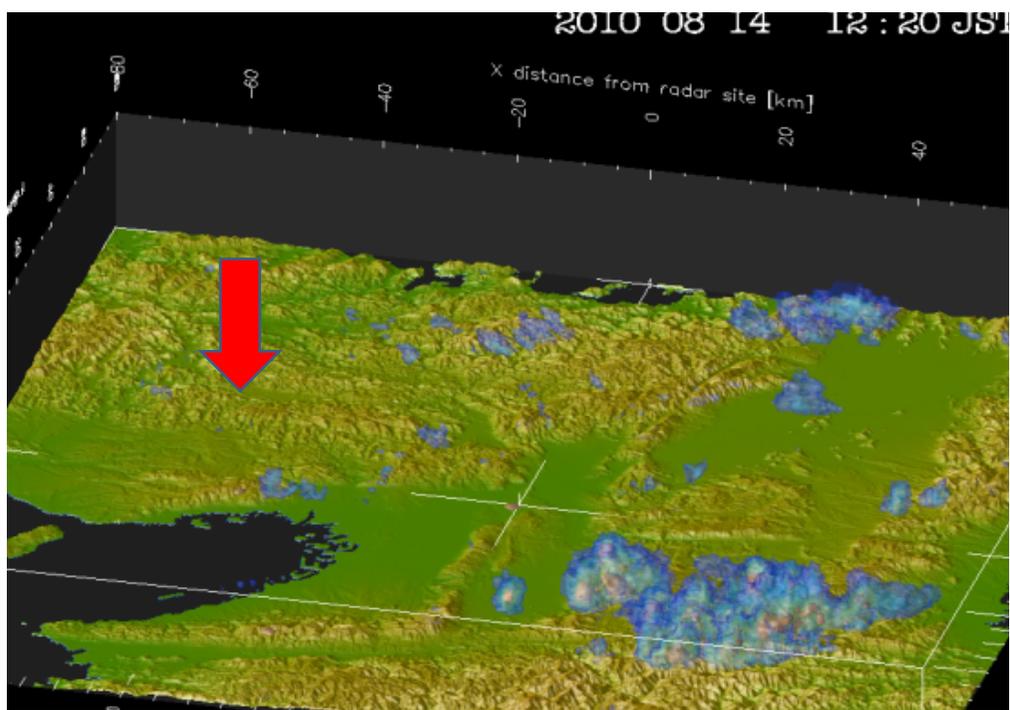


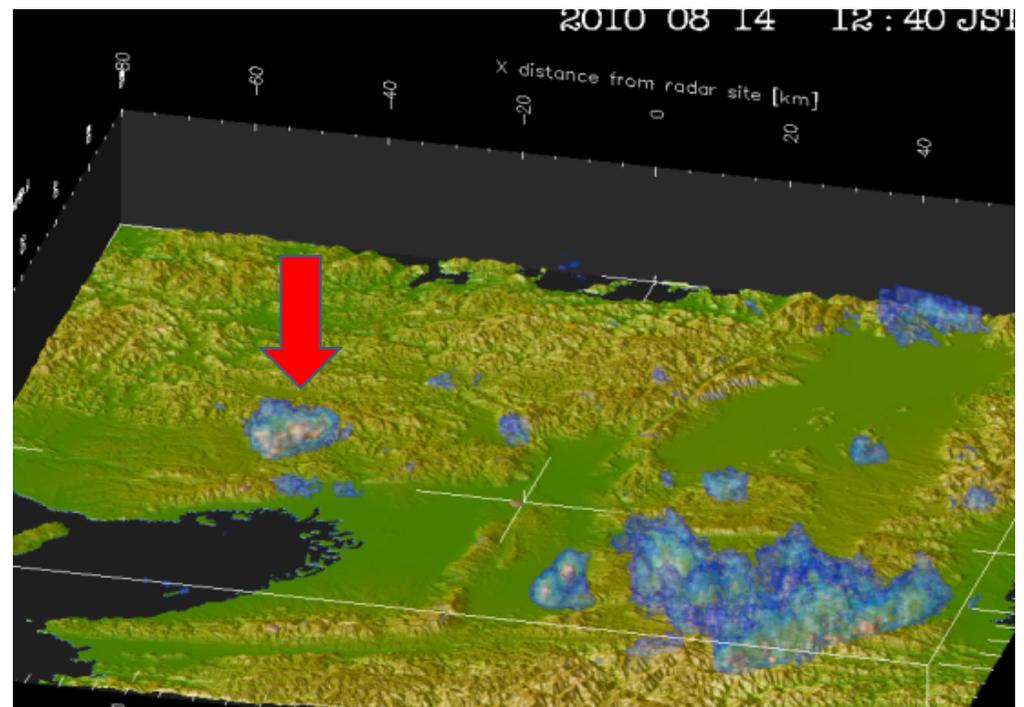
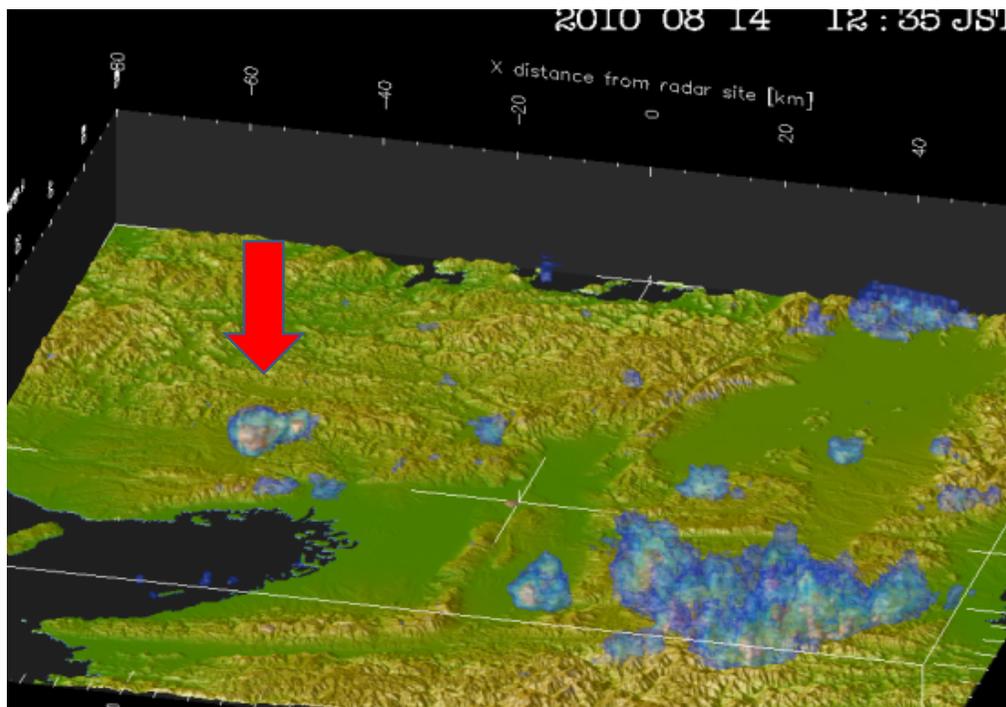
小型MPLレーダーネットワークによる立体画像



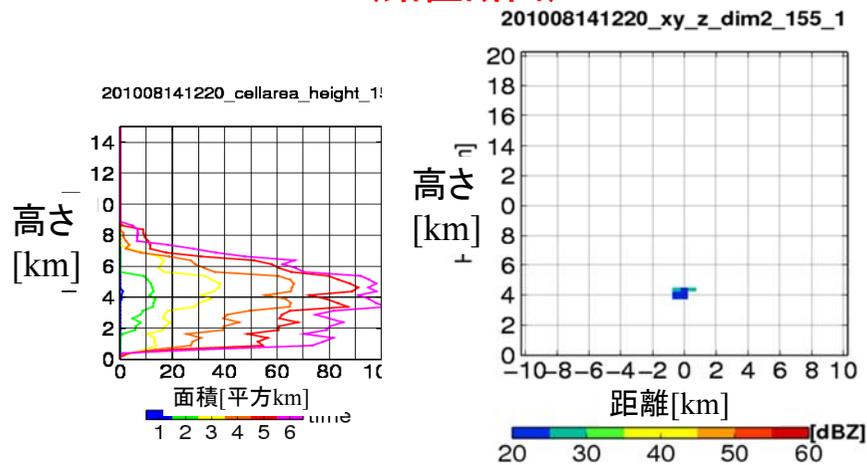
中北・山邊・山口(2011)







最新型レーダーで捉えられたゲリラ豪雨のタマゴ (鉛直断面)

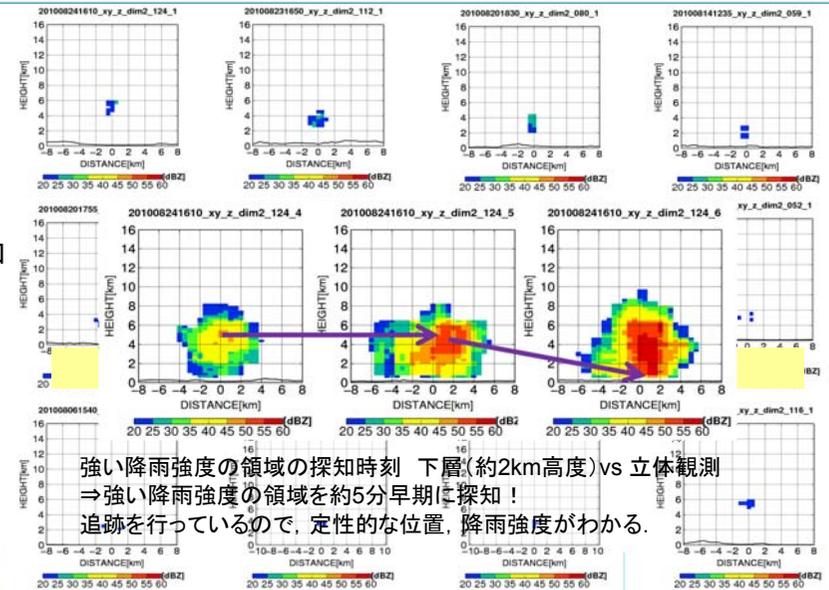


中北・山邊・山口(2011)

最新型レーダーで捉えられたゲリラ豪雨のタマゴ(鉛直断面)

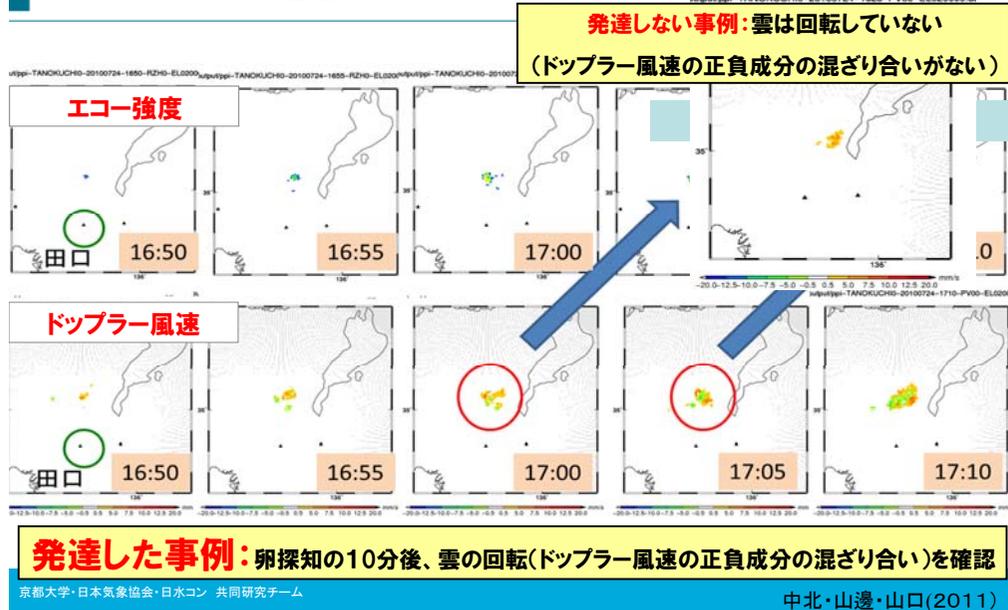
■ 12事例の断面図
動画

■ 強雨域の早期探知

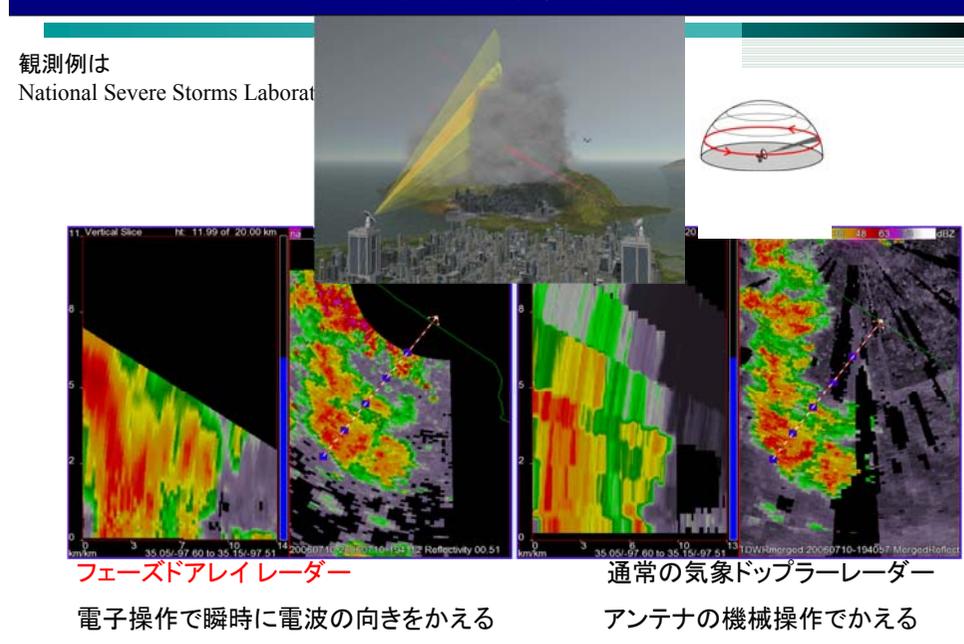


強い降雨強度の領域の探知時刻 下層(約2km高度) vs 立体観測
 ⇒強い降雨強度の領域を約5分早期に探知!
 追跡を行っているので、定性的な位置、降雨強度がわかる。

■ドップラー風速を用いた卵の危険性予測 発達しなかった事例



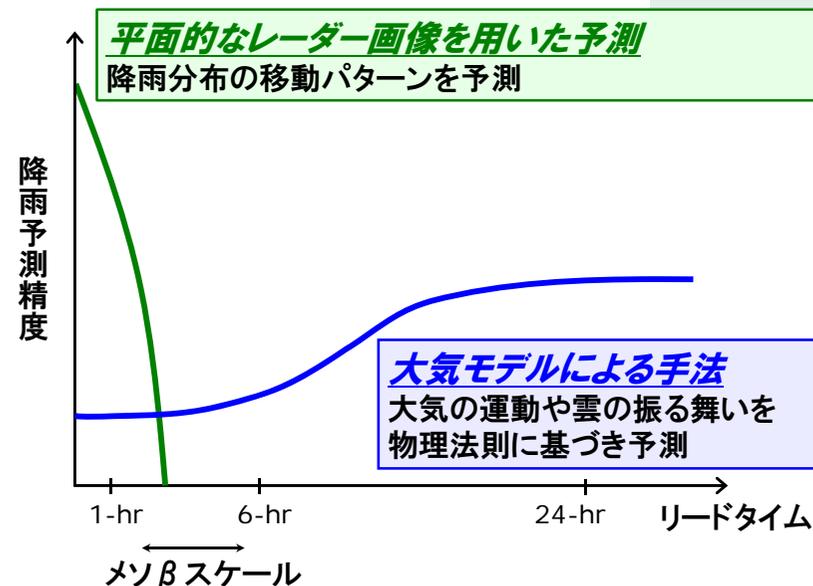
フェーズドアレイレーダによる瞬時観測例



内容

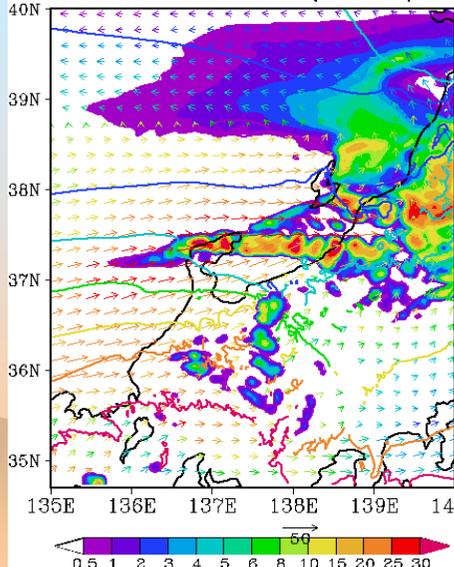
1. 今日のキーワード
2. 災害をもたらす豪雨
3. ゲリラ豪雨とその卵
4. 国土交通省MPレーダーへの期待
5. さらなる利用に向けての基礎実験

豪雨予測の現状と今後



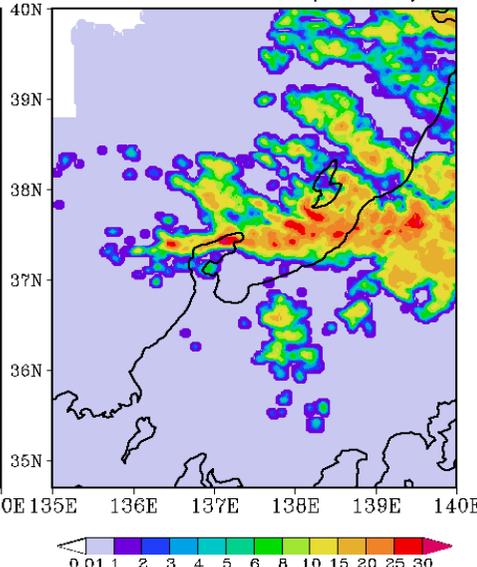
大気モデルによる再現

18Z12JUL2004 (CReSS)



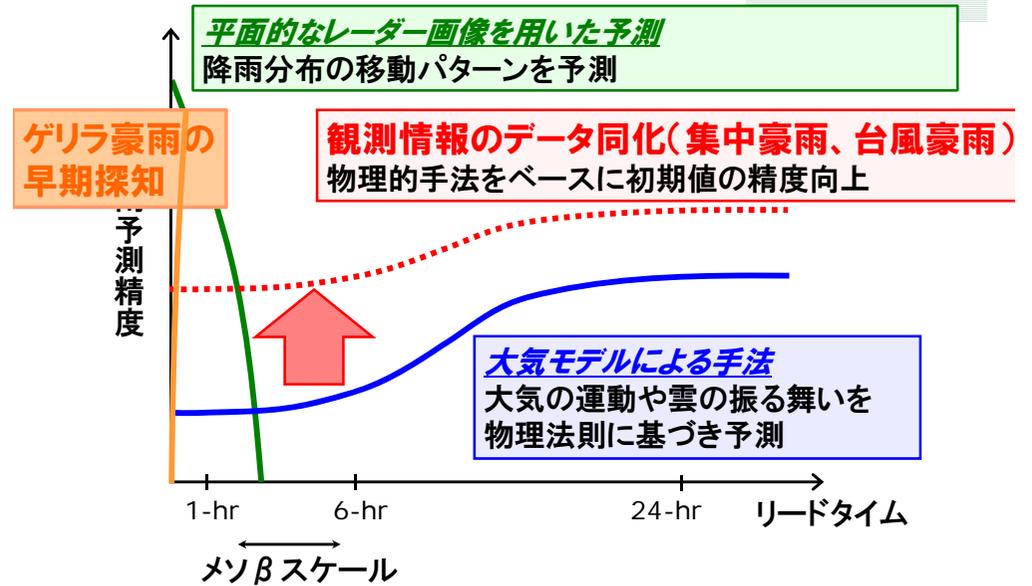
レーダー観測豪雨

18Z12JUL2004 (RADAR)

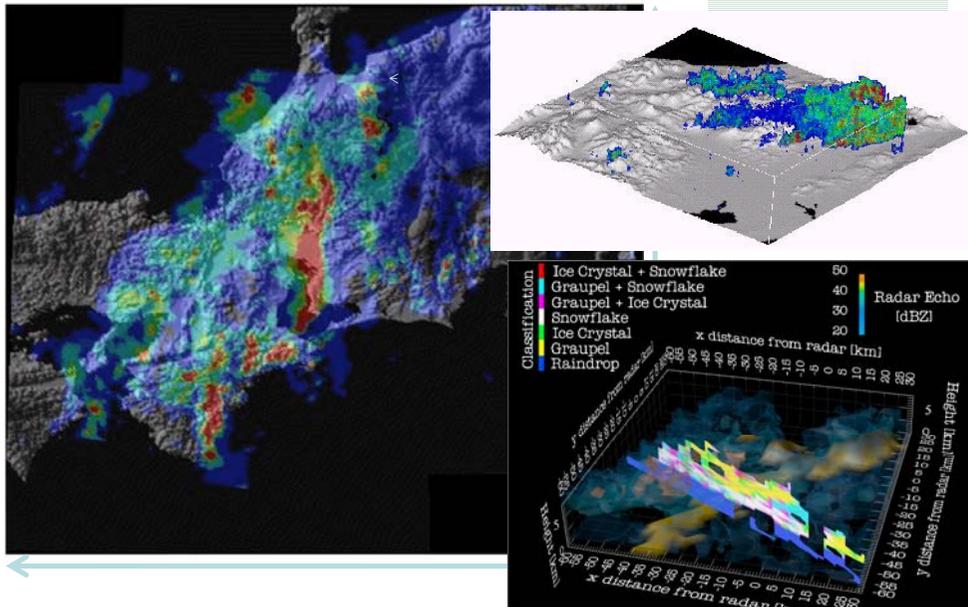


名古屋大学 坪木博士提供 (2008)

豪雨予測の現状と今後 (2)



レーダーによる様々な初期情報が加われば.....



観測情報の大気モデル予測への利用の枠組み

データ同化...最も確からしい大気状態を推定→初期値精度向上

観測

- ・ドップラー風速
- ・レーダー反射因子
- ・GPS可降水量
- ・ウィンドプロファイラ
- ・ゾンデデータ
- ・偏波レーダーパラメータ

モデル予測

- ・風速
- ・気圧
- ・気温
- ・雨水、雲水、あられ、...
- ・水蒸気量
- ・降雨粒子の粒径分布
- ・降水粒子の種類

データ同化

- ・フィルタリング (カルマンフィルター、アンサンブル カルマンフィルター)
- ・変分法 (3次元変分法, 4次元変分法)

最新型レーダーを用いた観測実験

- ◆ビデオゾンデシステムの汎用化
- ◆アップグレードした同期集中観測を多数実施
- ◆今も世界唯一をキープ:我々が世界標準を実現
- ◆大気・雲物理モデル、降雨量推定・降水粒子タイプ推定・豪雨予測手法の飛躍的向上
- ◆国内外の現業用レーダーの最新型偏波化
- ◆ゲリラ豪雨などの豪雨災害の予測・軽減(安心・安全)

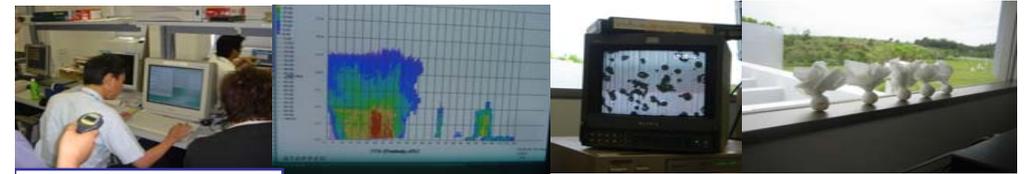
世界初として実現させた、同期基礎集中観測(沖縄):世界がうらやむ観測で、ノウハウは容易には追従されない。

ビデオゾンデ
降水粒子の種類・大きさ・降水粒子の持つ電荷、気圧、気温、湿度、風向、風速

最新型偏波レーダー
レーダーで観測しているその上空でまさに何が存在するのか?それを測る「夢のような観測」!

- 1) トランシーバーで連絡をとり合い、雨と風を予測してハルーンを放球。
- 2) ビデオゾンデの方に受信アンテナを向けて、電波で降水粒子の画像を受信する。
- 3) 1分ごとにビデオゾンデの位置情報を伝える。
- 4) ビデオゾンデの位置を特定し、COBRAのビーム方向をビデオゾンデに向ける。
- 5) ビデオゾンデをめがけてスキャンする。

観測実験の様子



土木工学・河川水文学・レーダー水文学

研究分担者の所属機関

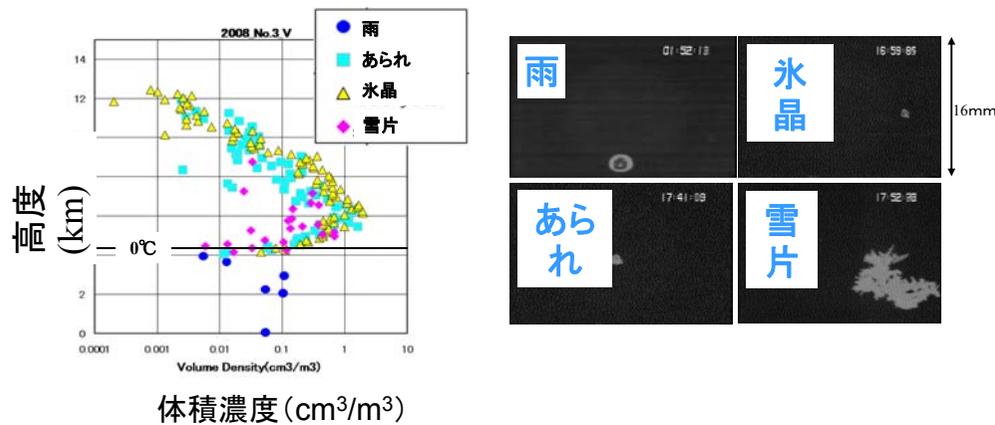
気象学・レーダー気象学

京都大学(防災研究所)、神戸大学(都市安全研究センター)、山口大学(農学部)、名古屋大学(地球水循環研究センター)、情報通信研究機構(沖縄電磁波技術センター) 代表者/分担者は、レーダー開発、レーダー降雨予測・レーダーの水文学的利用、大気モデル

研究協力者の所属機関

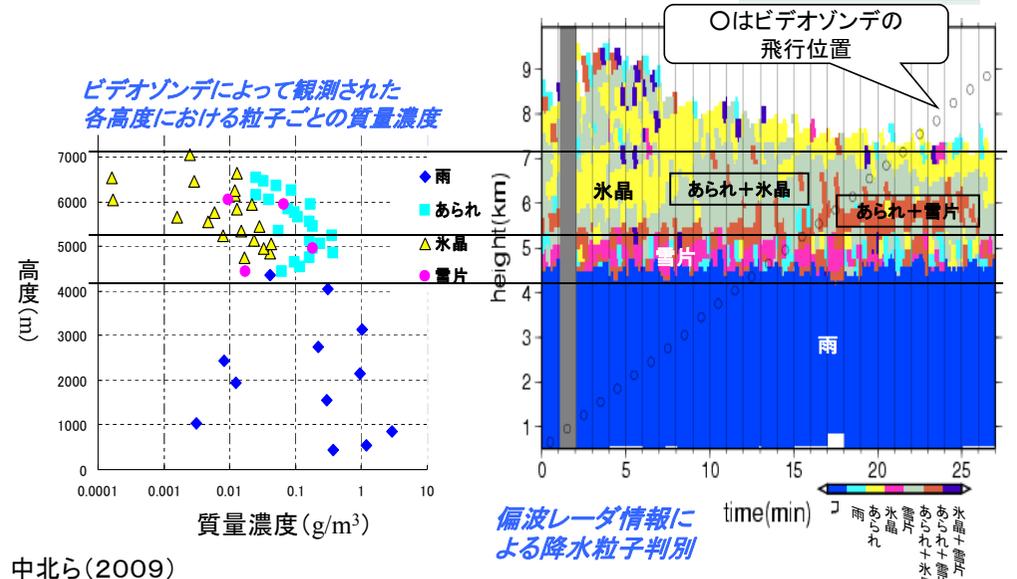
京都大学(生存圏研究所・生存基盤科学研究ユニット)、名古屋大学(地球水循環研究センター)、情報通信研究機構(沖縄電磁波技術センター)、山梨大学(医学工学総合研究部)、法政大学(工学部)、桜美林大学、電力中央研究所(地球工学研究所)、防災科学技術研究所(水・土砂防災研究部)

ビデオゾンデから算出される上空降水粒子の量



- ・ 融解層(0°C付近)で氷相から雨に変化
 - ・ 上空の氷相降水粒子は混在している!
- 中北ら(2009)

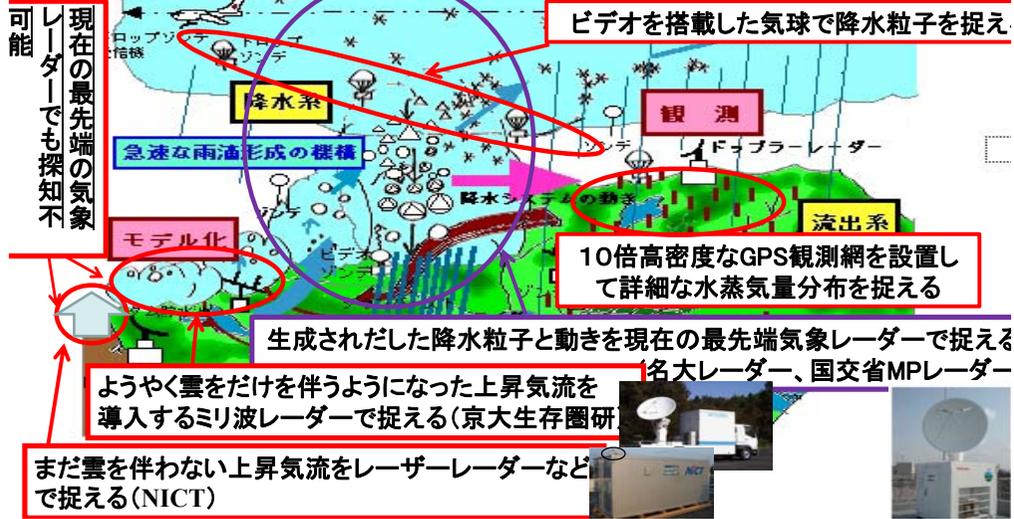
上空の降水粒子タイプの判別



中北ら(2009)

集中豪雨・局地的豪雨の基礎観測実験

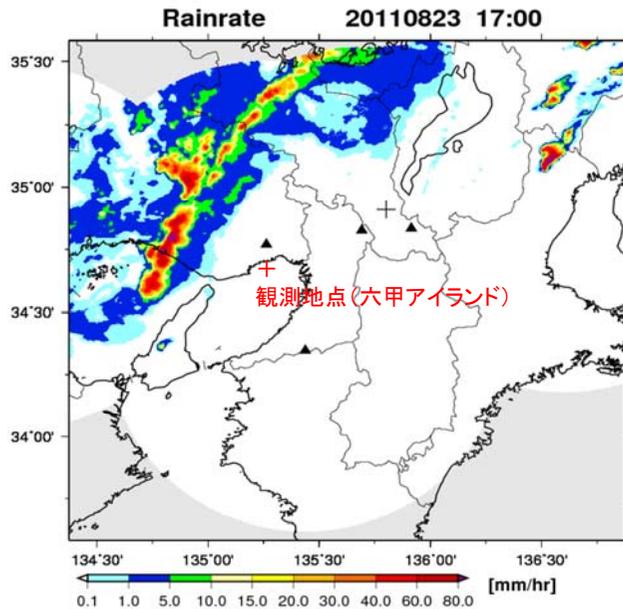
積乱雲のすべての発達過程の基礎観測と将来の夢の
現業観測・予測技術の確立(2011, 12, 13大阪湾観測)



大阪湾周辺での豪雨観測

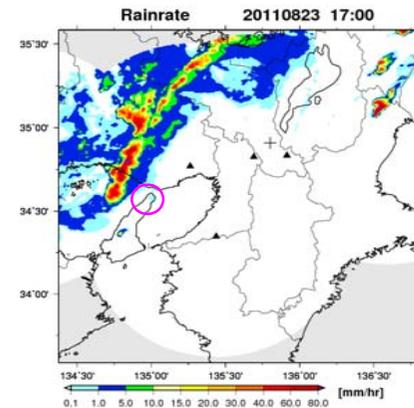


2011年8月23日の降雨概況: 国土交通省XバンドMPLレーダー



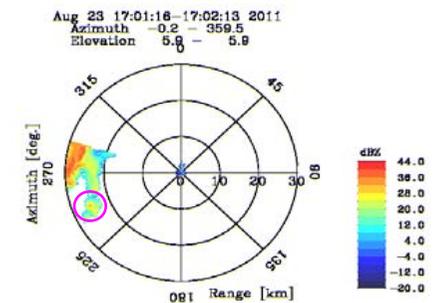
中北・山口・橋口・大石(2011)

国土交通省XバンドMPLレーダーによる降水強度



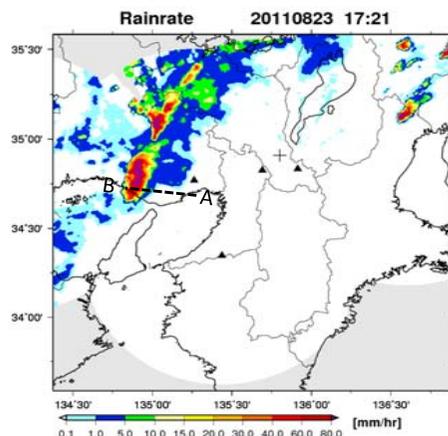
中北・山口・橋口・大石(2011)

ミリ波レーダー(雲レーダー)によるエコー強度の平面分布

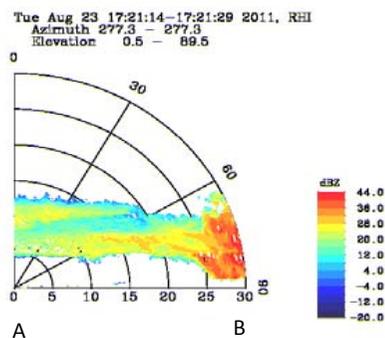


ピンク色丸印の箇所を比較すると、雲レーダーの方がよりはっきりと雲を捉えている。

国土交通省XバンドMPLレーダによる降水強度



ミリ波レーダー(雲レーダー)によるエコー強度の鉛直断面図(A-B断面)



水平距離 0-20kmまでは、上空に層状性の雲が存在(地上に雨は降っていない。) 水平距離25-30kmの上空では鉛直方向に伸びる強いエコーが存在(地上では大雨。)

中北・山口・橋口・大石(2011)

憩いの場が悲惨な場にならないために。

- レーダーによる観測情報や予測情報はその判断に重要な情報を与えてくれる。
- しかし、いくら技術が進歩しても確実な100%の予報というのは、大気・河川流出という複雑なシステムを相手にしている以上はあり得ない。
- また、自治体も避難勧告を発令するタイミングを逃すことがあるかもしれない。
- もちろん、行政・研究機関はより早期かつ的確に状況情報、予測情報、避難情報の提供できるよう一所懸命努力をするでしょう。それでも、100%はあり得ない。

では、どうすればよいのか？

中北・山邊・山口(2010)

憩いの場が悲惨な場にならないために。

•危険な状態になることを自分で感じる力を養うこと、そして感じたらその場にいる自らの判断で非難するしかない。

•そのためにはゲリラ豪雨は突然やってくる、小さな河川では上流で雨が降りだせば突然出水する、水の流れには想像外の威力がある、という認識をもとに、モクモクときたりゴロゴロきたら、あるいは上空が真っ黒になってきたり暑かったのにヒヤッとした冷たい風が吹いてきたら、もうすぐ豪雨が来るぞ、そんなことを世代を超えて、学校で、そして親が子に伝えてゆくことが大切。

•一方では、とっさの場合にはどこからでも逃げられる、そんな親水空間が望まれる。

•自分の身は自分で守る。私も含めて、そんな覚悟が大切なのだと思います。

中北・山邊・山口(2010)

ご静聴ありがとうございました。



様々な大学、機関からの若い研究者・学生達とのブレーク(沖縄レーダー&ビデオゾンデ同期集中観測2008)

2012年も沖縄・大阪湾～京都で!

