

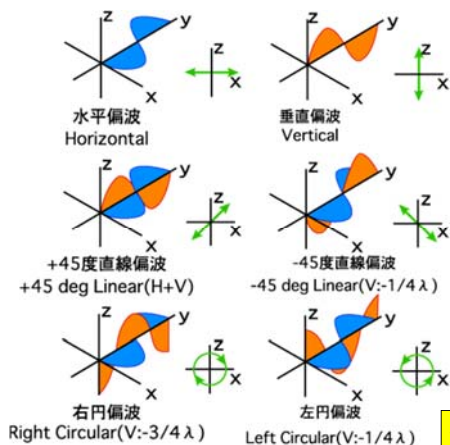
豪雨の発生・発達をとらえる大規模フィールド 同期観測実験と 水災害軽減に向けた総合的基礎研究

京都大学防災研究所 ○中北英一
 山口大学農学部 鈴木賢士
 神戸大学都市安全研究センター 大石哲
 名古屋大学地球水循環センター 坪木和久
 情報通信研究機構(NICT)電磁波計測研究所 川村誠治
 京都大学生存圏研究所 橋口浩之
 情報通信研究機構(NICT)電磁波計測研究所 中川勝広
 法政大学デザイン工学部 鈴木善晴
 名古屋大学地球水循環センター 大東忠保
 山梨大学大学院医学工学総合研究部 相馬一義
 京都大学防災研究所 山口弘誠

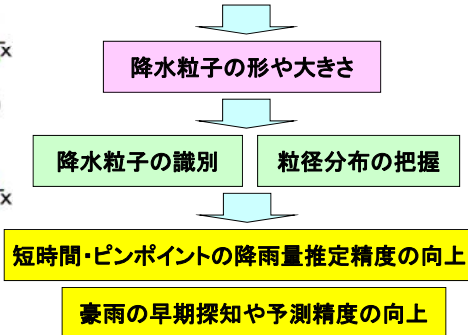
内容

- ・ フレームワーク
- ・ 沖縄観測
 - フェーズ1(2007~2009)
 - フェーズ2(2010~2014)
- ・ 京阪神観測

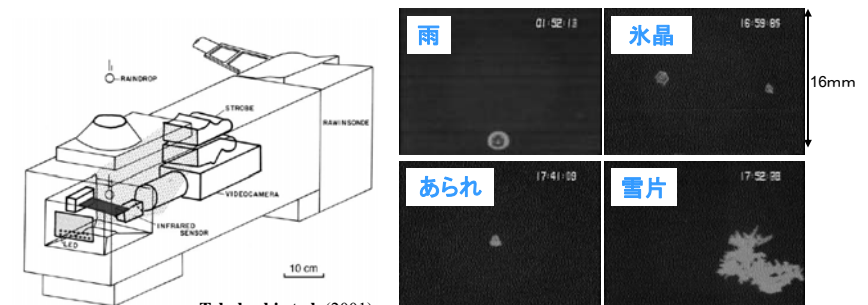
最新型偏波レーダーとは？



- ・ 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で観測
- ・ 最新型のレーダーでは偏波間の受信強度差情報だけでなく、位相差情報を得ることも可能
- ・ 益々、今後の役割の夢が膨らむ



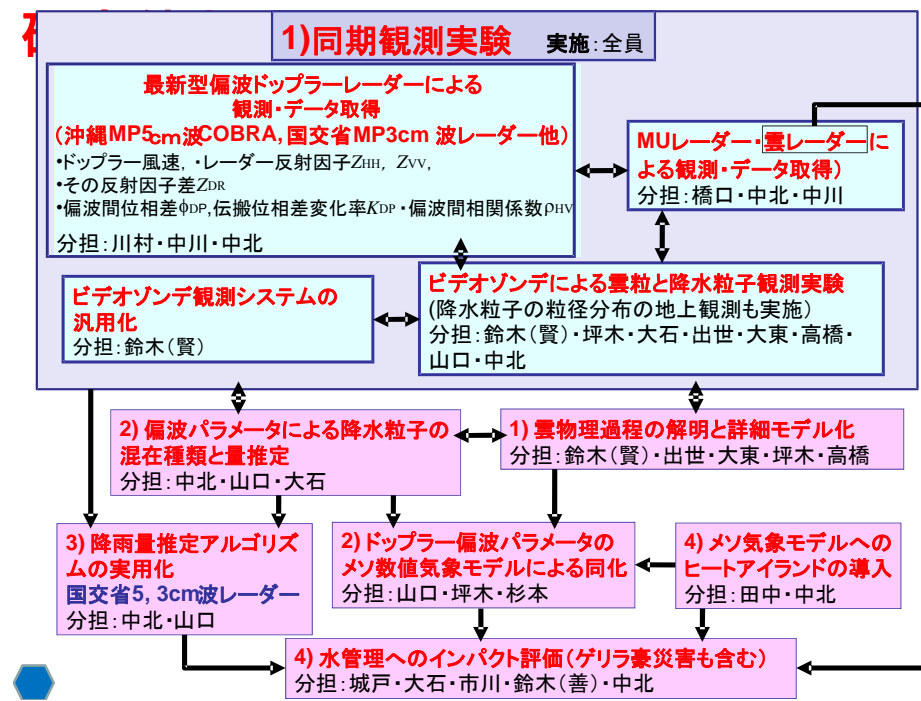
ビデオゾンデとは？



Takahashi et al. (2001)

- ・ ビデオゾンデは気球に吊り下げ、上空の降水粒子を直接撮影
- ・ 一回の放球で1000枚程度の画像が観測される、(解析が大変)
- ・ エクスペートの目で、種類と大きさが判別される。
- ・ 上空の水相降水粒子は混在している→混在の表現を目指す。
- ・ それを、将来の降雨予測への初期値としての導入(モデル同化)を目指した降水粒子の区分

これまでの経緯



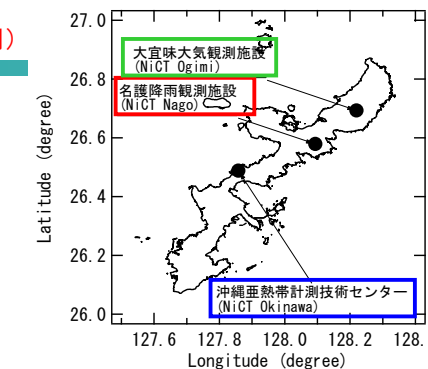
内容

- ・ フレームワーク
- ・ 沖縄観測
 - フェーズ1(2007~2009)
 - フェーズ2(2010~2014)
- ・ 京阪神観測

沖縄観測(NICT施設を利用)



Cバンド偏波ドップラー実験レーダー
(クライストロン、TWTA)



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
- ◆観測画像の自動解読システムの構築
- ◆我々が世界標準を実現
- ◆アップグレードした同期集中観測を多数実施
- ◆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)

最新型偏波レーダー

5) ビデオゾンデをめぐらしてスキャンする。

送信・受信

受信

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レオンを放球。

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。

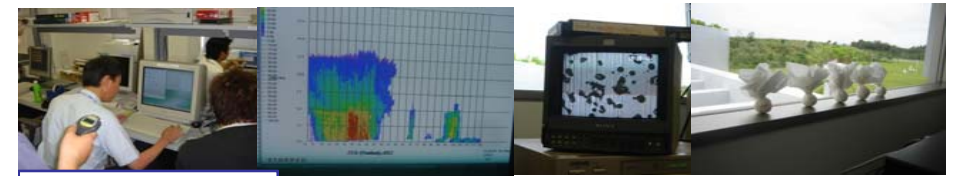
3) 1分ごとにビデオゾンデの位置情報を伝える。

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。

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

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

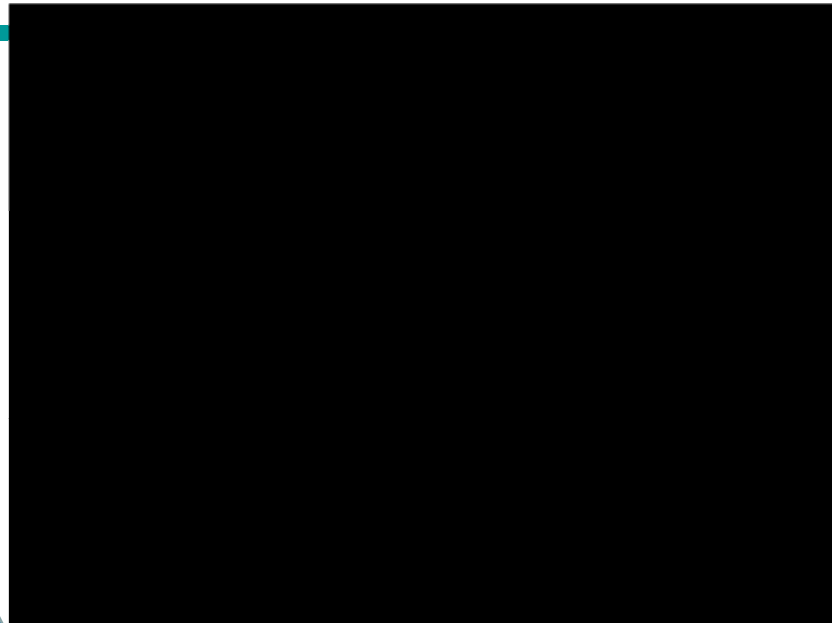
気象学・レーダー気象学

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 電波工学 専門家。

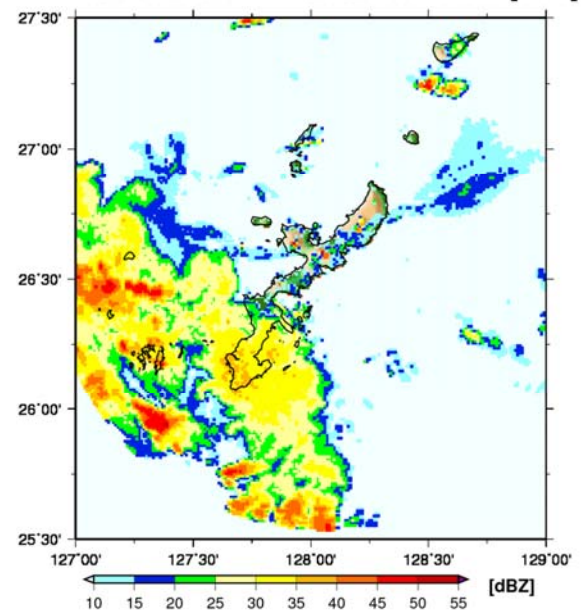
研究協力者の所属機関

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)

同期観測の様子



Radar Echo 20120609 14:00 [UTC]



広い層状性の雲域が広がる中、
対流性の雲域が発達している
状況

対流域前面の層状域に、
2012.06.09 14:50UTC
(6/9 23:50JST) VS13放球。

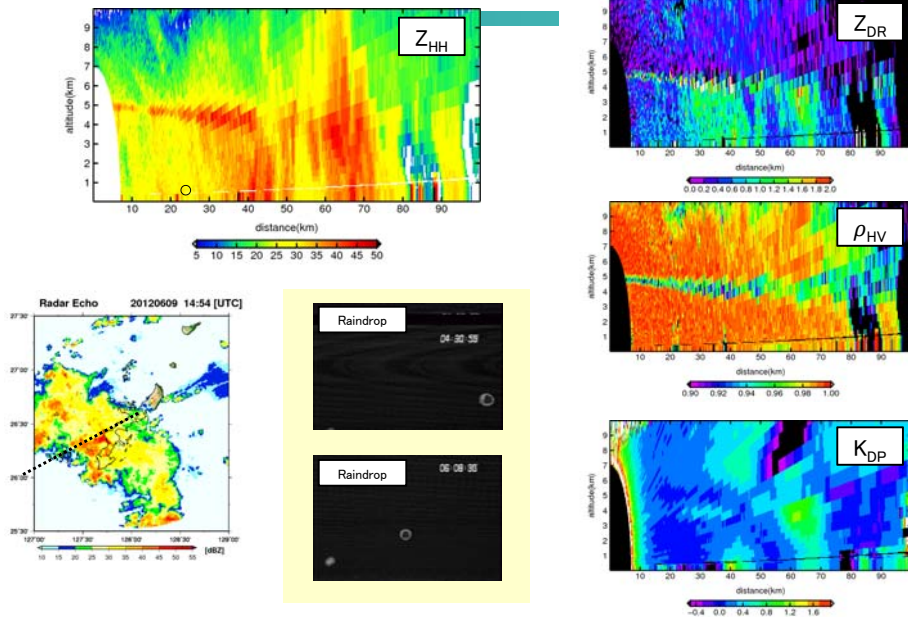
対流域に、
2012.06.09 15:19UTC
(6/10 00:19JST) VS14放球。

時間的に連続的な放球を実現した。

レーダーオペレーションは、
「5分のボリュームスキャン
(14PPI)+RHI」を6分ごとに実施。
Dual放球時は、12分ごとに交互
にRHIを実施。

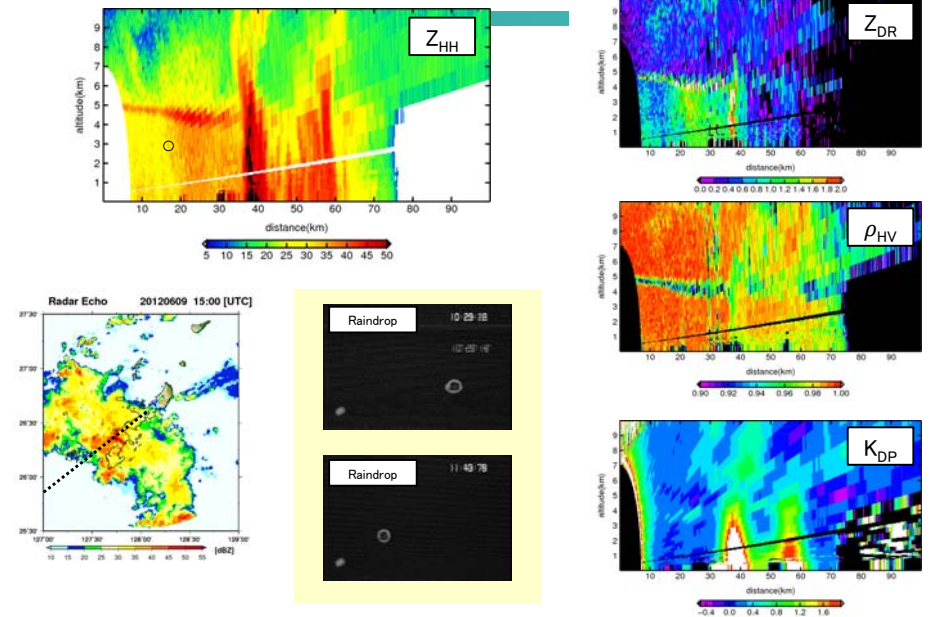
VS13

2012.06.09 14:53UTC (2012.06.09 23:53JST) 放球3分後



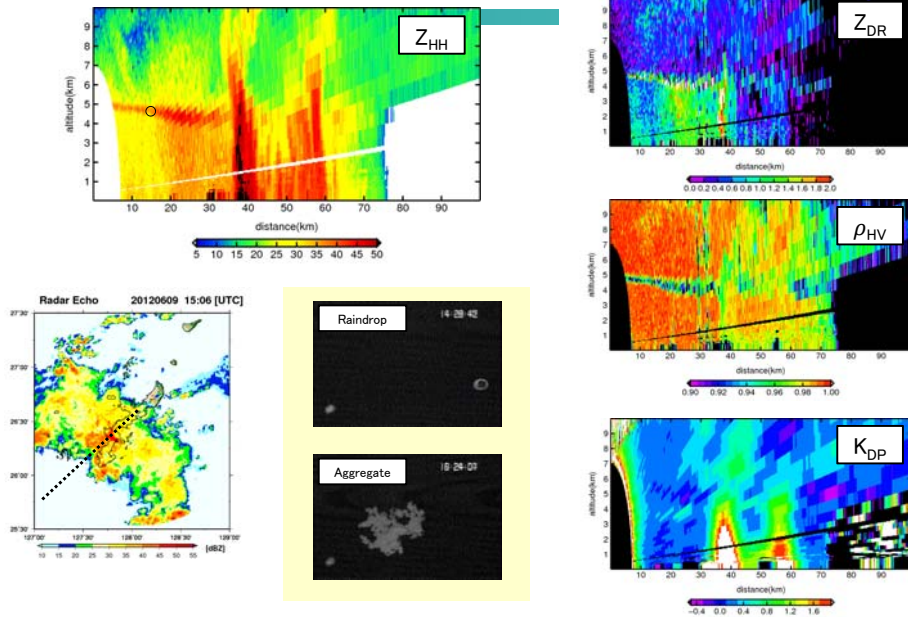
VS13

2012.06.09 14:59UTC (2012.06.09 23:59JST) 放球9分後



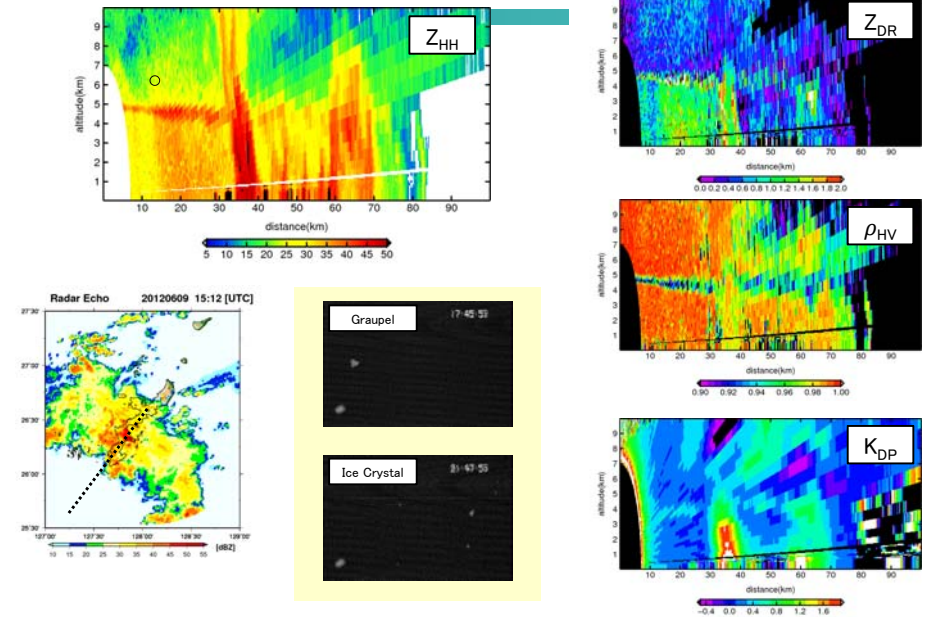
VS13

2012.06.09 15:05UTC (2012.06.09 00:05JST) 放球15分後



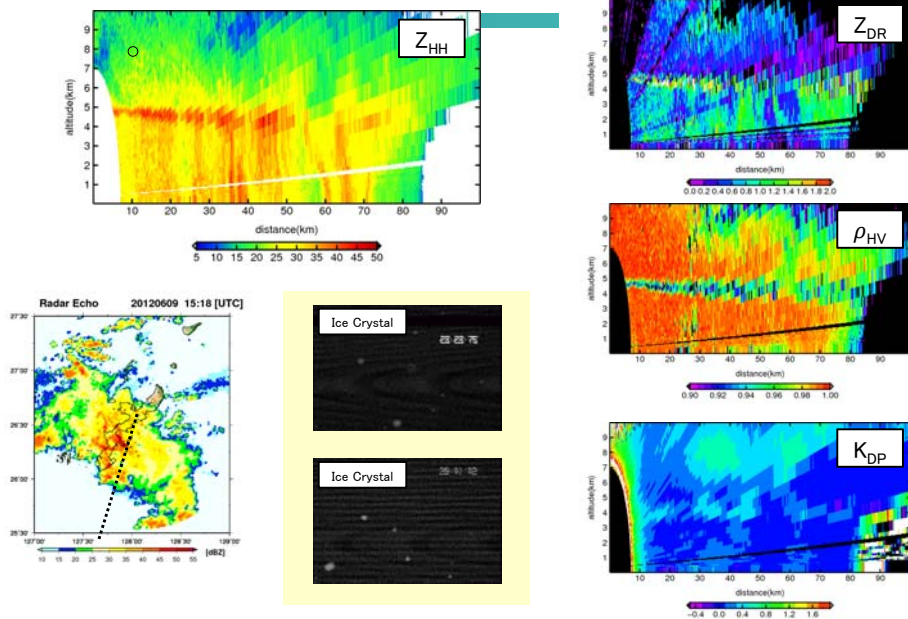
VS13

2012.06.09 15:11UTC (2012.06.09 00:11JST) 放球21分後



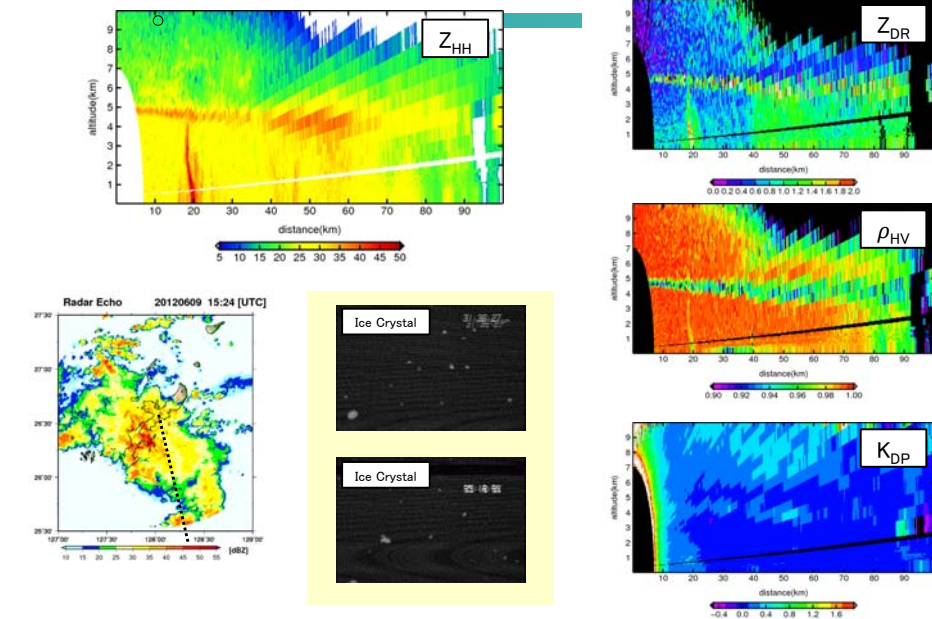
VS13

2012.06.09 15:17UTC (2012.06.09 00:17JST) 放球27分後

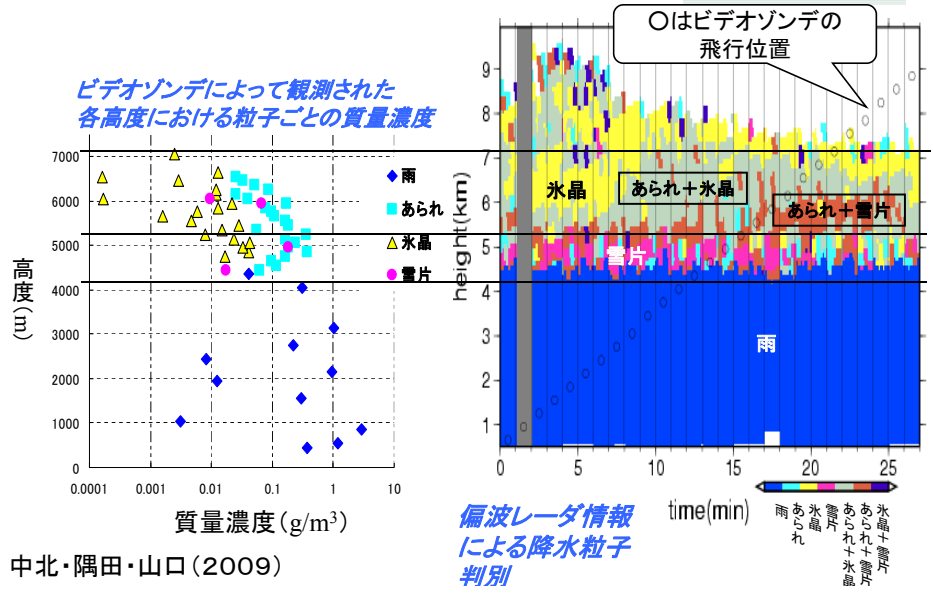


VS13

2012.06.09 15:23UTC (2012.06.09 00:23JST) 放球33分後



上空の降水粒子タイプの判別(混在状態も識別)



中北・隅田・山口(2009)

内容

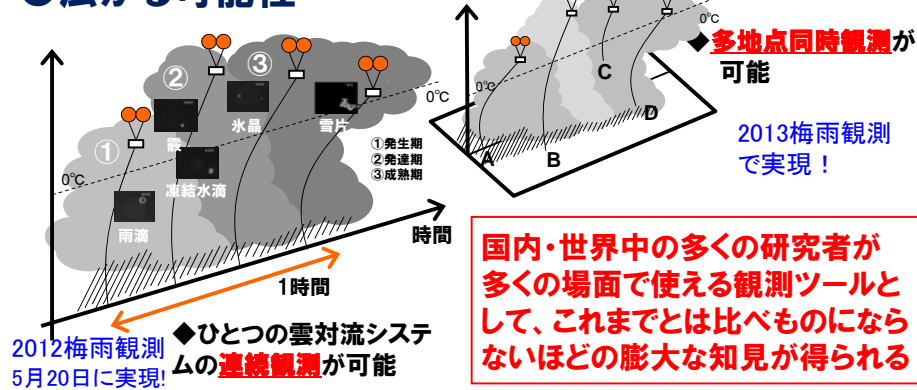
- ・ フレームワーク
- ・ 沖縄観測
 - フェーズ1(2007~2009)
 - フェーズ2(2010~2014)
- ・ 京阪神観測

新しいビデオゾンデ観測システム

●誰でも簡単に測定できるために(世界標準化)

- ◆低コスト化・小型軽量化: 世界のより多くの研究者に観測の機会が与えられる。
- ◆新しいGPSを利用したトラッキング: アンテナ制御を容易にすることができる。
- ◆ビデオゾンデ画像の自動解析ソフトの開発: 雲物理周辺研究者も利用可能

●広がる可能性



偏波レーダー・ビデオゾンデ同期観測の発展

フェーズ1 (2007~2009)

- 2007年11月(沖縄): ビデオゾンデ6台 + HYVIS1台 (初の同期観測)
- 2008年5, 6月(沖縄): ビデオゾンデ6台 (うち電荷ゾンデ1台) + HYVIS3台
- 2009年5, 6月(沖縄): ビデオゾンデ16台 (電荷ゾンデ) + HYVIS4台

フェーズ2 (2010~2014)

- 2011年3月(沖縄): 新受信システムの開発、ビデオゾンデ3台
- 2011年5, 6月(沖縄): 新受信システムの検証、ビデオゾンデ、粟国島観測
- 2012年5, 6月(沖縄): 連続放球、粟国島観測、ビデオゾンデ・HYVISの同時放球

ビデオゾンデ観測画像の自動解析ソフトの確認

- 2012年7~9月(関西): 試験放球, 切り離し放球 (都市域での初放球)
- 2013年5, 6月(沖縄): 連続放球、多地点放球、切り離し放球
- 2013年7, 8月(関西): 多地点放球、切り離し放球

ビデオゾンデから算出される上空降水粒子の量

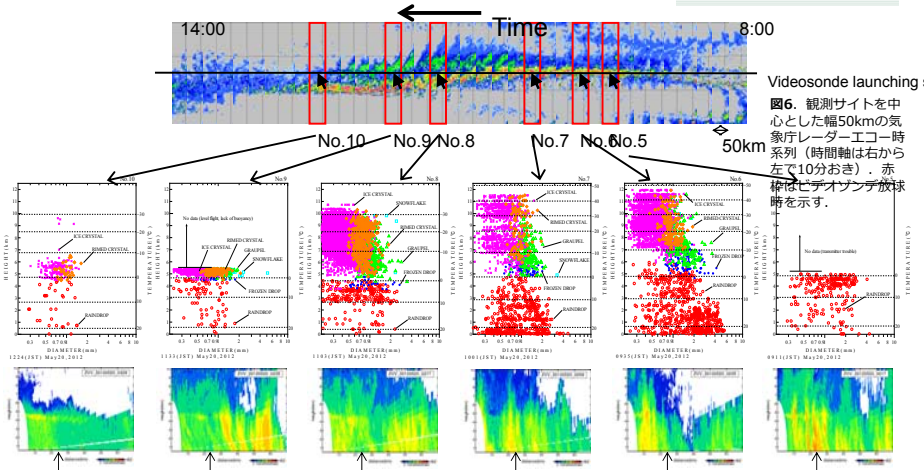


図7. ビデオゾンデ観測から得られた粒径分布図(上)とCOBRAのRHI画像(下). 右からビデオゾンデNo.5 (9:11JST放球), No.6 (9:35JST放球), No.7 (10:01JST放球), No.8 (11:03JST放球), No.9 (11:33JST放球), No.10 (12:24JST放球). 矢印は観測サイトの位置 (COBRAより24km南西) を示す. 鈴木ら(2012)

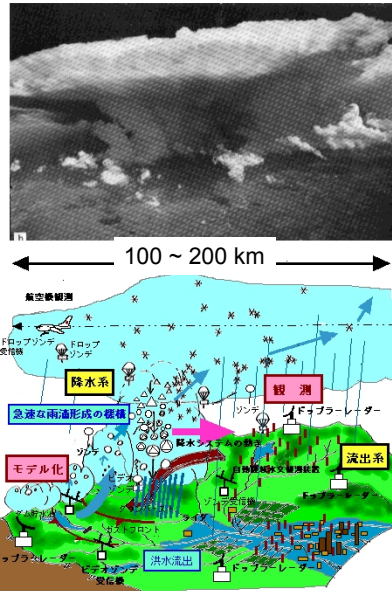
内容

- ・ フレームワーク
- ・ 沖縄観測
 - フェーズ1 (2007~2009)
 - フェーズ2 (2010~2014)
- ・ 京阪神観測

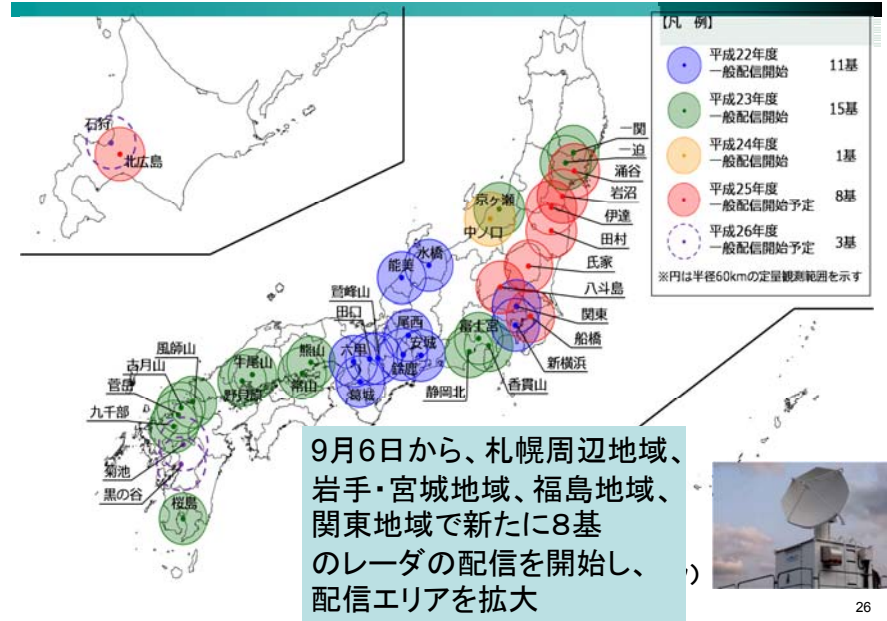
京阪神観測

都市域の集中豪雨・ゲリラ豪雨

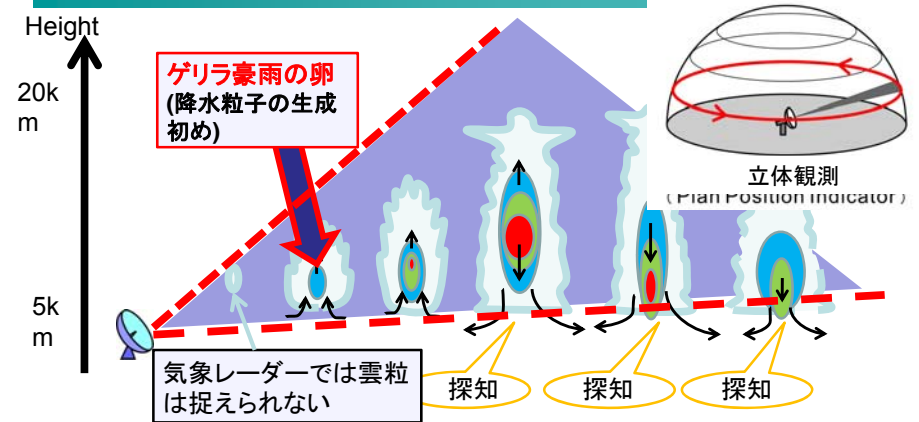
- 典型的な集中豪雨は、自己組織化された積乱雲のファミリーによってもたらされる。ゲリラ豪雨は、単独の積乱雲によってもたらされる。
- 最初の赤ちゃん雲・単独の積乱雲がいつ・どこで発生して、どれくらい急激に発達して、何処に行つて豪雨をもたらすか？この予測が今も難しい。
- レーダーによる初期の、上空での雲物理プロセスの観測が、
 - ✓モデル開発でも
 - ✓リアルタイム探知・災害予知でも重要である。



X-RAIN 小型MPLレーダーネットワーク (国土交通省)

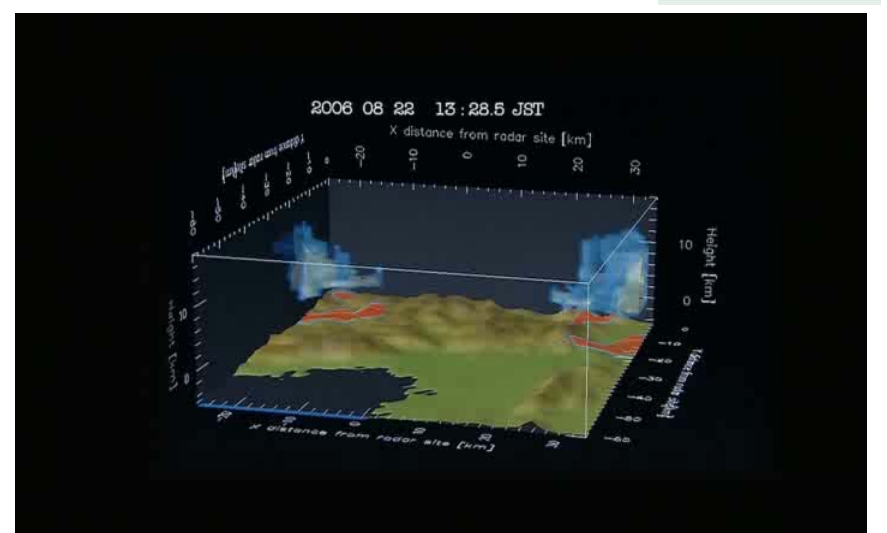


もっと早く捉えられなかったのだろうか？ 立体観測の有効性



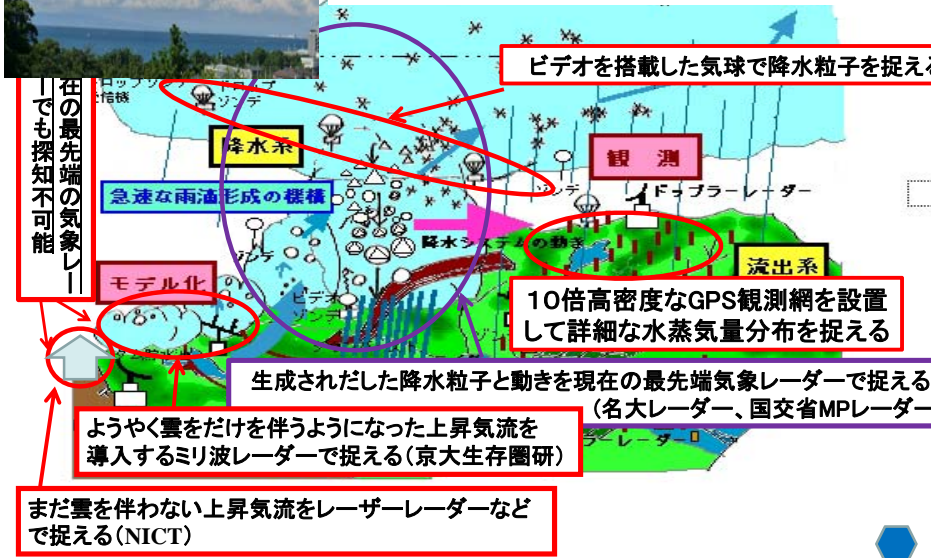
- ✓低高度の観測だけでは、積乱雲がかなり発達してからしか、降雨は探知できない。
- ✓立体観測は、より早い時期に「ゲリラ豪雨の卵」を探知できる可能性がある。

2006年の豊中豪雨でも「ゲリラ豪雨の卵」



集中豪雨・局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現業・予測技術の確立(2011, 12大阪湾観測)



最新の最先端の気象レーダーでも探知不可能

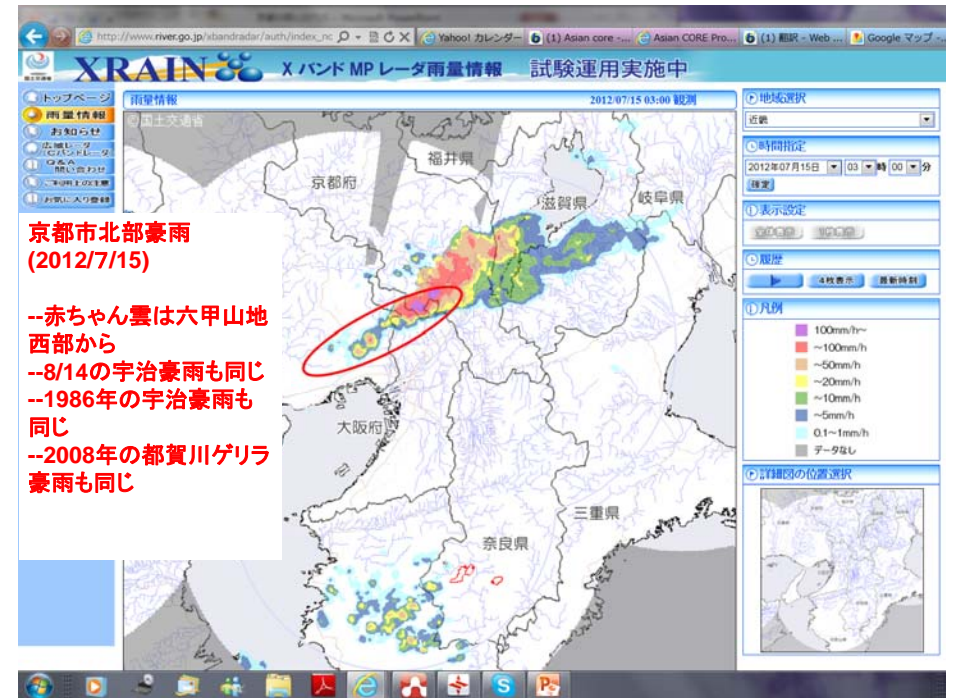
ビデオを搭載した気球で降水粒子を捉える

10倍高密度なGPS観測網を設置して詳細な水蒸気量分布を捉える

生成された降水粒子と動きを現在の最先端気象レーダーで捉える(名大レーダー、国交省MPレーダー)

ようやく雲だけを伴うようになった上昇気流を導入するミリ波レーダーで捉える(京大生存圏研)

まだ雲を伴わない上昇気流をレーザーレーダーなどで捉える(NICT)



京都市北部豪雨(2012/7/15)

- 赤ちゃん雲は六甲山地西部から
- 8/14の宇治豪雨も同じ
- 1986年の宇治豪雨も同じ
- 2008年の都賀川ゲリラ豪雨も同じ

マルチリモセン技術を用いた大阪湾周辺での豪雨観測

大学で独自に洋上でGPS観測による水蒸気の観測

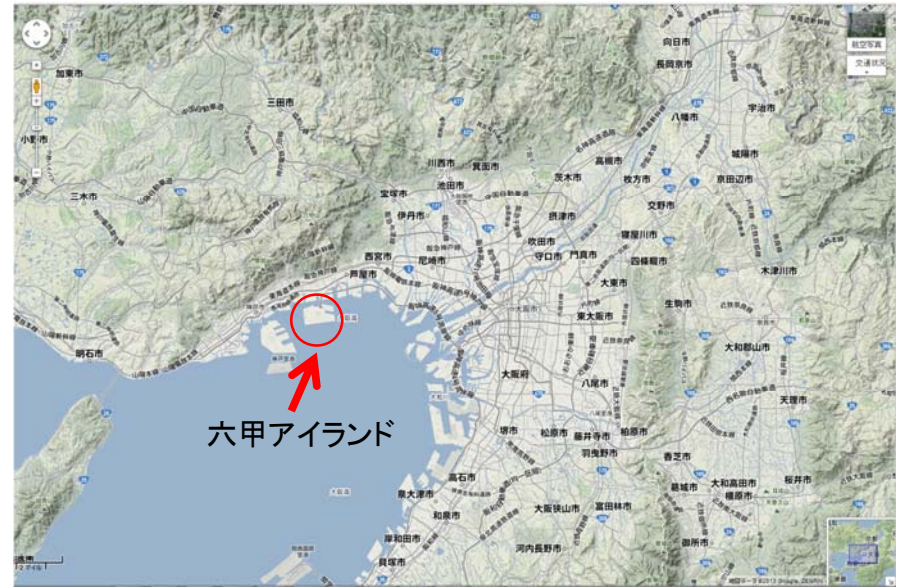
偏波レーダー網

ミリ波レーダー

ドップラーライダー

ブイや船にGPSを設置

京阪神都市域の地形図



六甲アイランド

六甲アイランドに設置している
ライダーとX帯偏波レーダー@神戸国際大屋上

西向きに撮影



ライダー(NICT設置)

X帯偏波レーダー(名大)

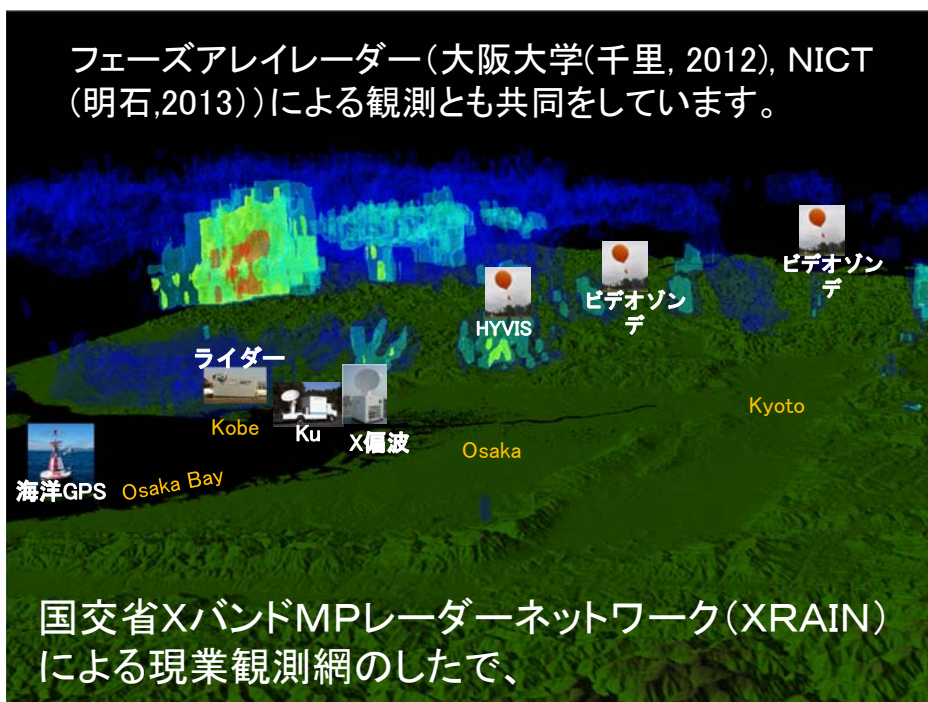
六甲山に沿う雲と
ミリ波(Ka帯、雲)レーダー@神戸国際大横



北北西向きに撮影

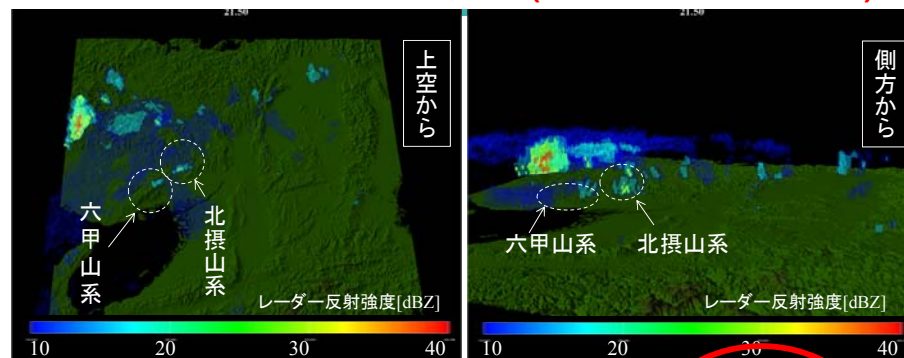
Ka帯レーダー(京大設置)

フェーズアレイレーダー(大阪大学(千里, 2012), NICT
(明石, 2013))による観測とも共同をしています。

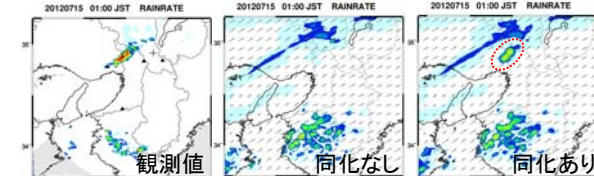


国交省XバンドMPLレーダーネットワーク(XRAIN)
による現業観測網のしたで、

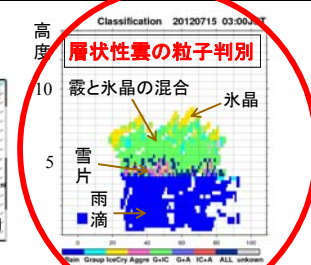
気象モデルによる予測実験(12年7月15日 京都豪雨)



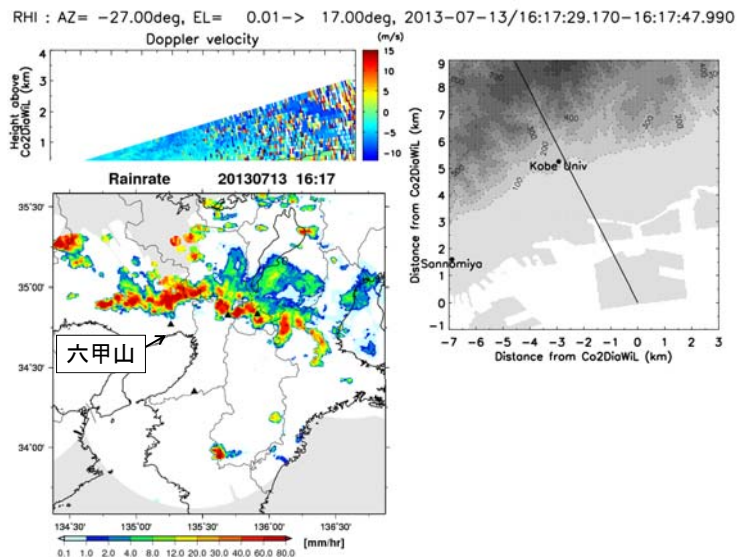
レーダー観測情報の同化による降水システムの再現



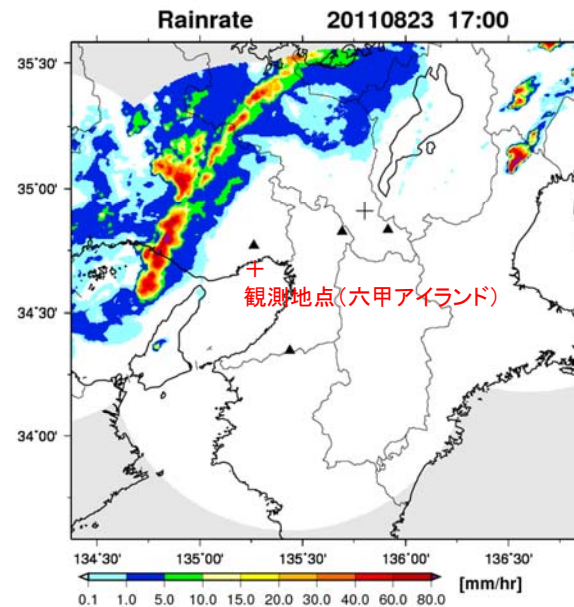
山口・古田・中北(2013)



観測結果:六甲山からの吹き下ろし

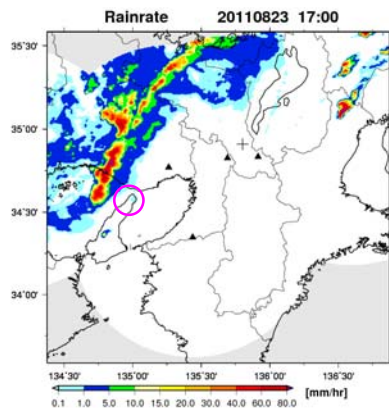


2011年8月23日の降雨概況: 国土交通省XバンドMPLレーダ

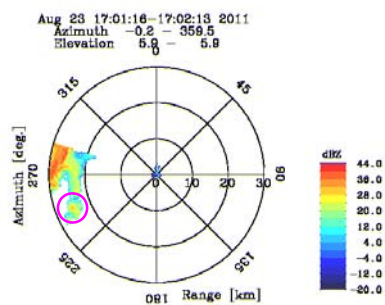


中北・山口・橋口・大石(2011)

国土交通省XバンドMPLレーダによる
降水強度



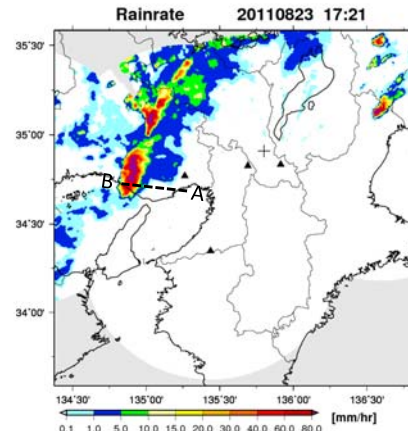
ミリ波レーダー(雲レーダー)による
エコー強度の平面分布



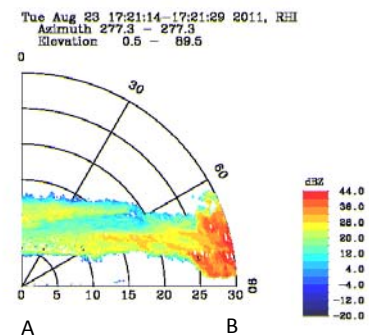
ピンク色丸印の箇所を比較すると、雲レーダーの方がよりはっきりと雲を捉えている。

中北・山口・橋口・大石(2011)

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)

最後に.. 研究目的と期待できる成果

基礎観測実験、利用手法の基礎開発を行ってきたフェーズ0、フェーズ1の成果を土台に、土木工学・気象学・電波工学の研究者を交えて

1. 最新型偏波レーダーとビデオゾンデとの同期観測実験を土台に、あらたに汎用型ビデオゾンデ観測システムを開発すると共に、亜熱帯沖縄5cm波CバンドレーダーCOBRAとの同期に加えて、温帯域での京都大学生存圏研究所のMU観測所で、国交省が2010年度から導入した3cm波現業用最新型偏波レーダーとMU観測所のMURレーダーやミリ波雲レーダーとの同期観測を実施する。この深化・拡大した同期観測により、雲物理過程の解明を深めると同時により詳細な雲物理過程を包含したメソ大気モデルを構築する。
2. 本研究で実施する同期観測によって観測サンプル数を格段に増やすことで、上空で混在する降水粒子群の種類だけではなく、量をも推定する手法を確立し、加えてその識別・推定情報を詳細な雲物理過程モデルを包含した大気モデルによって同化(初期値設定)する豪雨の予測手法を開発する。
3. 基礎開発した地上降雨量推定アルゴリズムの実用化として、順次導入される国土交通省現業用最新型偏波レーダーへの手法として確立する。
4. 雲レーダーとのタイアップ、ヒートアイランド現象を導入したメソ大気モデルの開発により、ゲリラ豪雨等の早期探知・予測、急激な出水・浸水の予測手法や避難情報発信手法も確立する。

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・学生達とのブレイク(沖縄レーダー&ビデオゾンデ同期集中観測2008)
2013年も沖縄・大阪湾～京都で!

