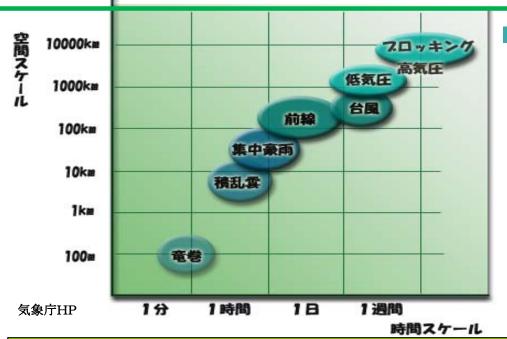
「豪雨のゆくえと予測」

中北英一

内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予想としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

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

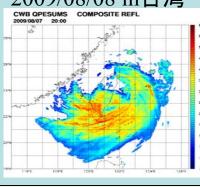
台風

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

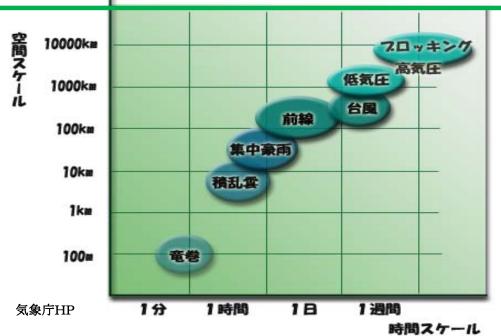
継続時間:1時間程度

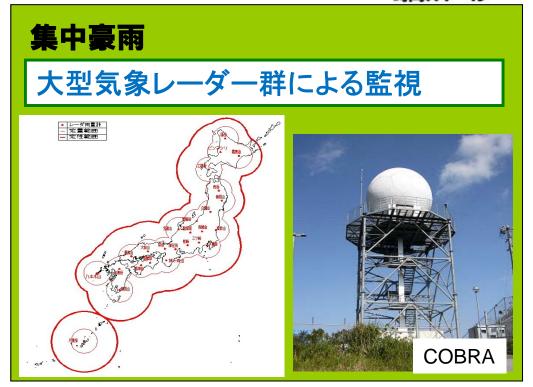
小河川や下水道内での鉄砲水、都市内水氾濫 2008/07/28 at都賀川 2008/08/05 at雑司ヶ谷

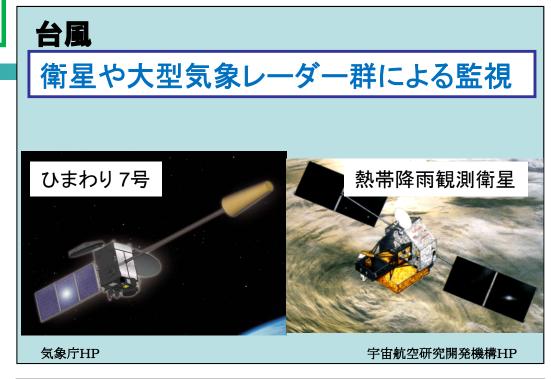




豪雨の監視

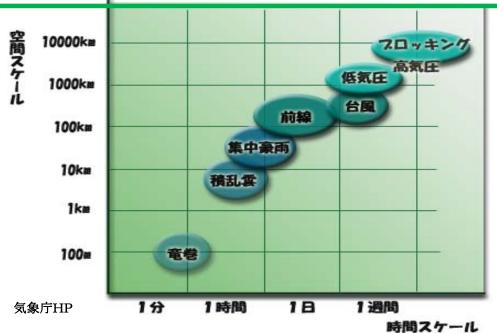


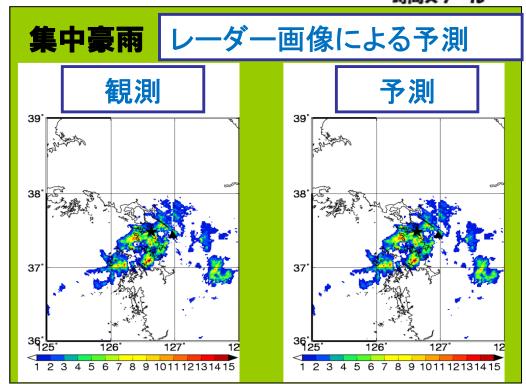


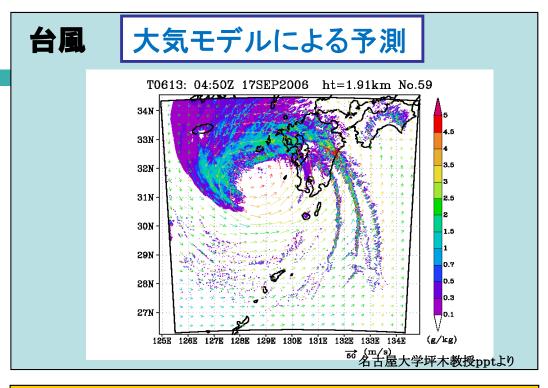




豪雨の予測









台風性豪雨

台湾での大斜面崩壊災害(深層崩壊)





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

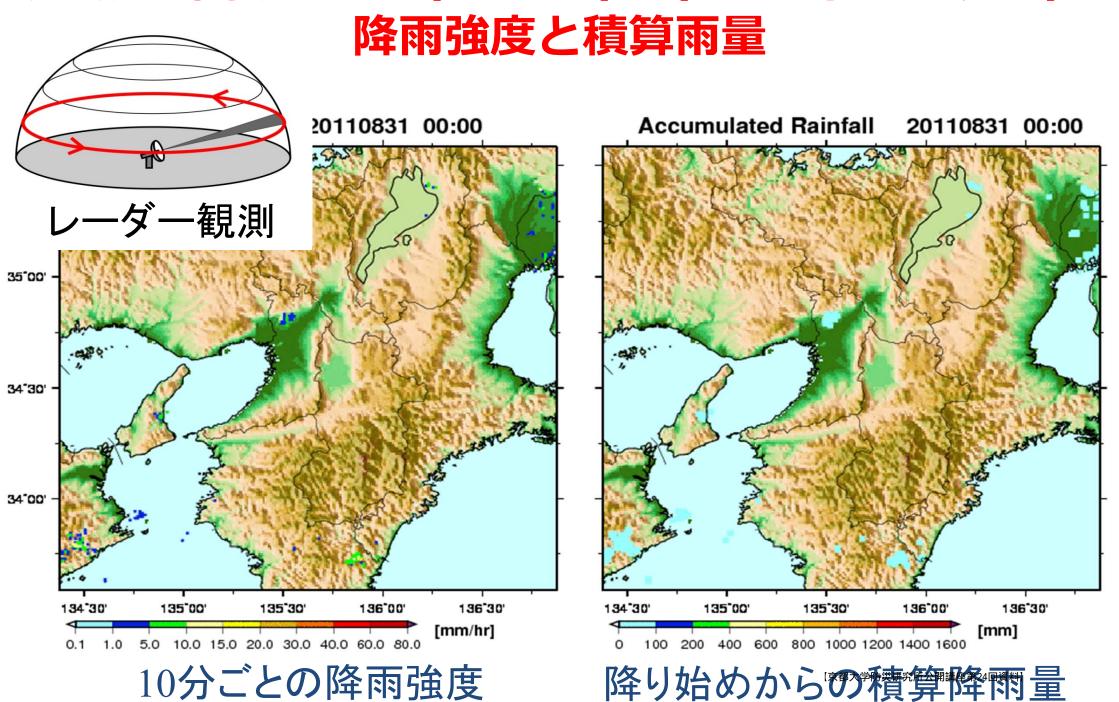
集落の400~600名の遺体は今も土砂に埋まったまま。

【京都大学防災研究所公開講座第24回資料】

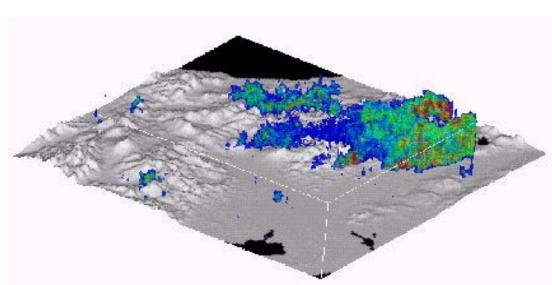
災害翌日



近畿南部豪災害時(T2312) (Cバンドレーダー)

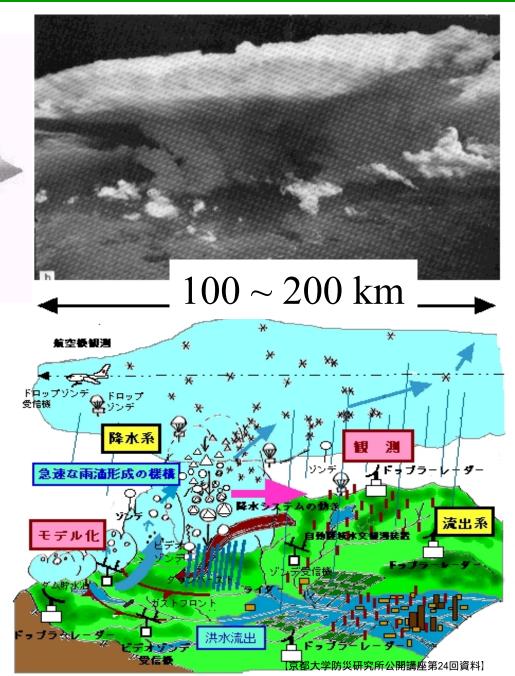


典型的な集中豪雨

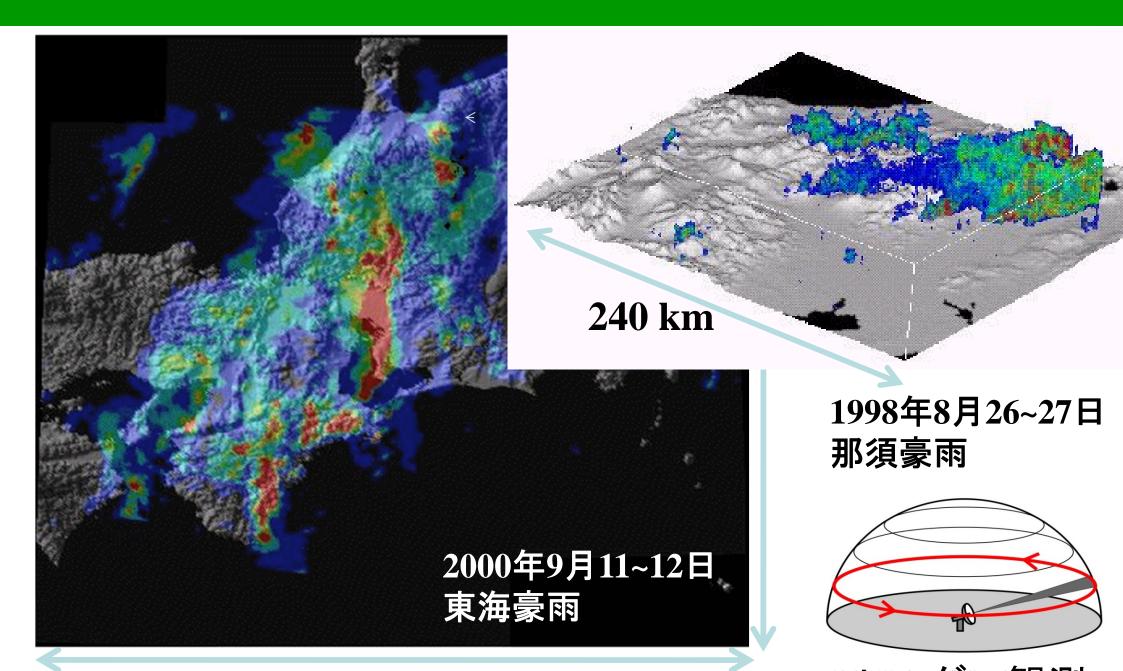


典型的な集中豪雨は、自己組織化された積乱雲のファミリーによってもたらされる。

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。

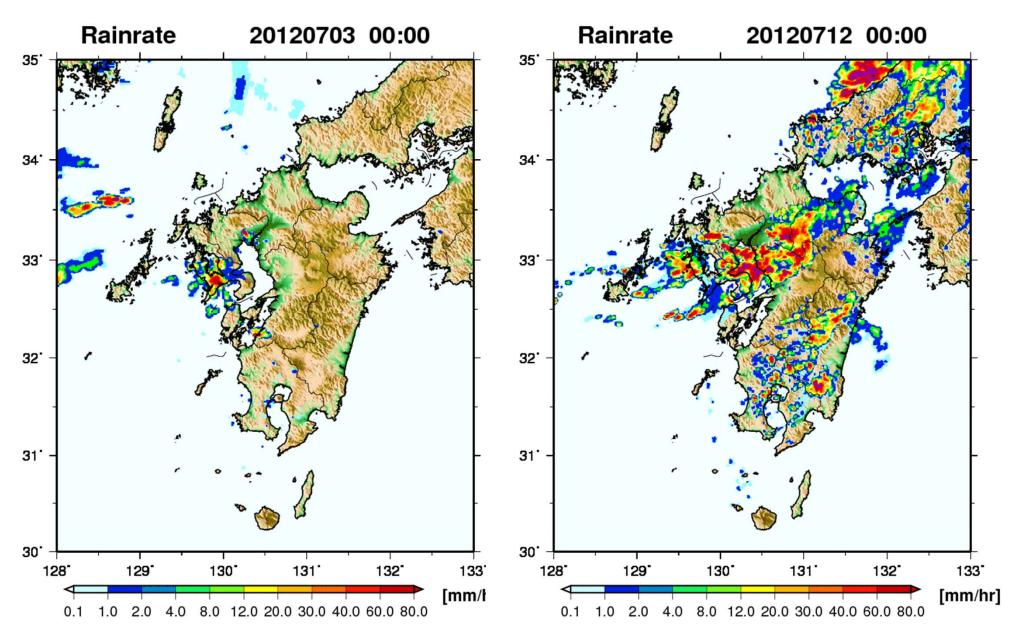


典型的な集中豪雨

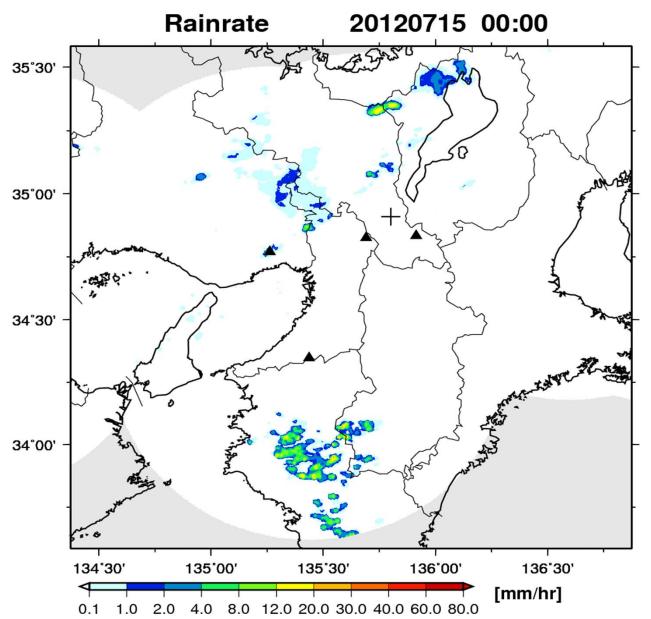


563 km

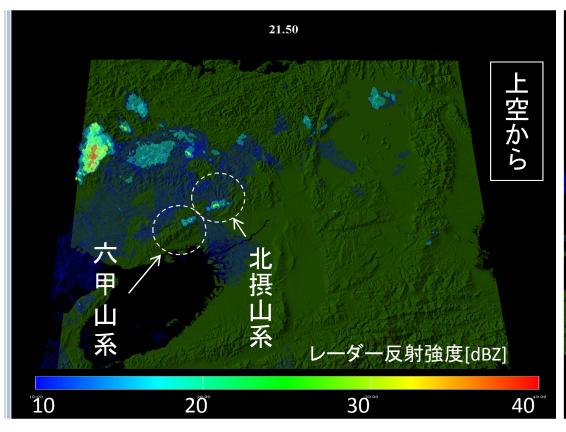
24年7月九州豪雨

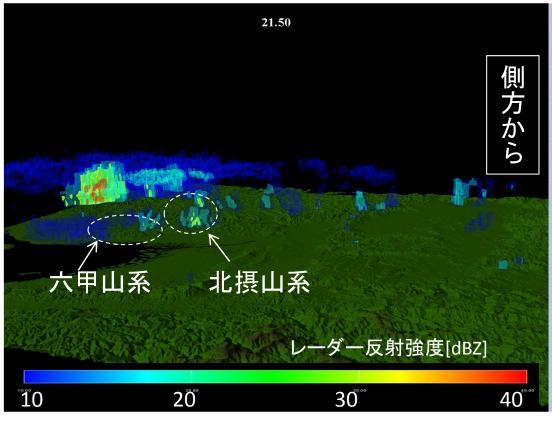


2012年7月15日の京都市北部豪雨



2012年7月15日 京都・亀岡豪雨 3次元エコー強度





◆ 発生機構: 六甲山系による強制上昇、中下層への乾気の流入によるLFC高度の低下

◆ 維持機構: 中層への低温塊の流入による対流不安定の維持

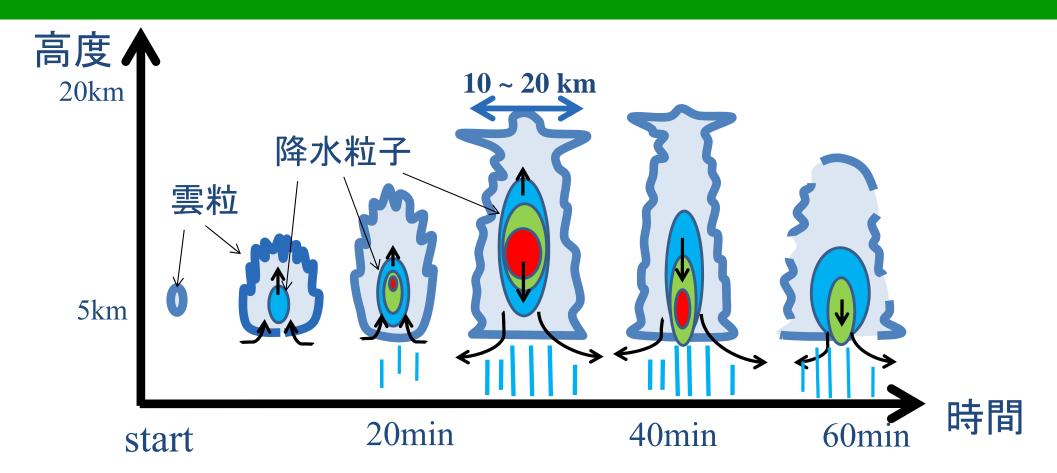
◆ 強化機構: 六甲山系で発達した積乱雲が、北摂山系で発生した雲と融合し、併合の促進

15日00時から積乱雲が次々と発生しメソ対流系を組織化15日03時から04時にかけてピーク



山口•古田•中北(2013)

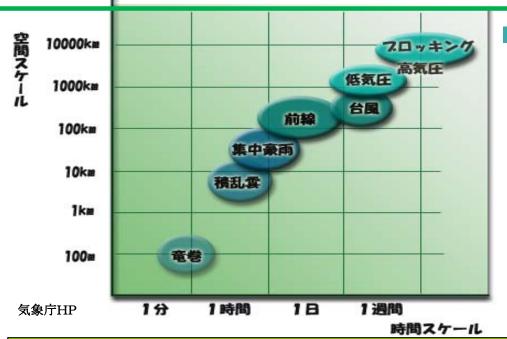
ゲリラ豪雨 -孤立的な積乱雲による集中豪雨



- ✓ 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す

京都大学防災研究所公開講座第24回資料】

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

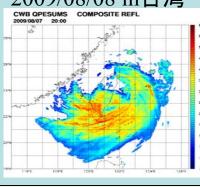
台風

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





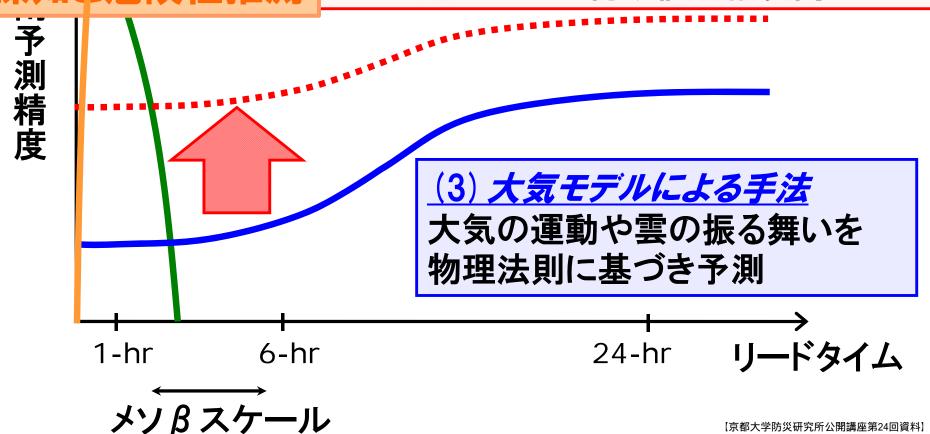
豪雨予測の現状と今後

(1) <u>平面的なレーダー画像を用いた予測</u>

降雨分布の移動パターンを予測

(2) ゲリラ豪雨の 早期探知と合降性推測 」情報のデータ同化(集中豪雨、台風豪雨)

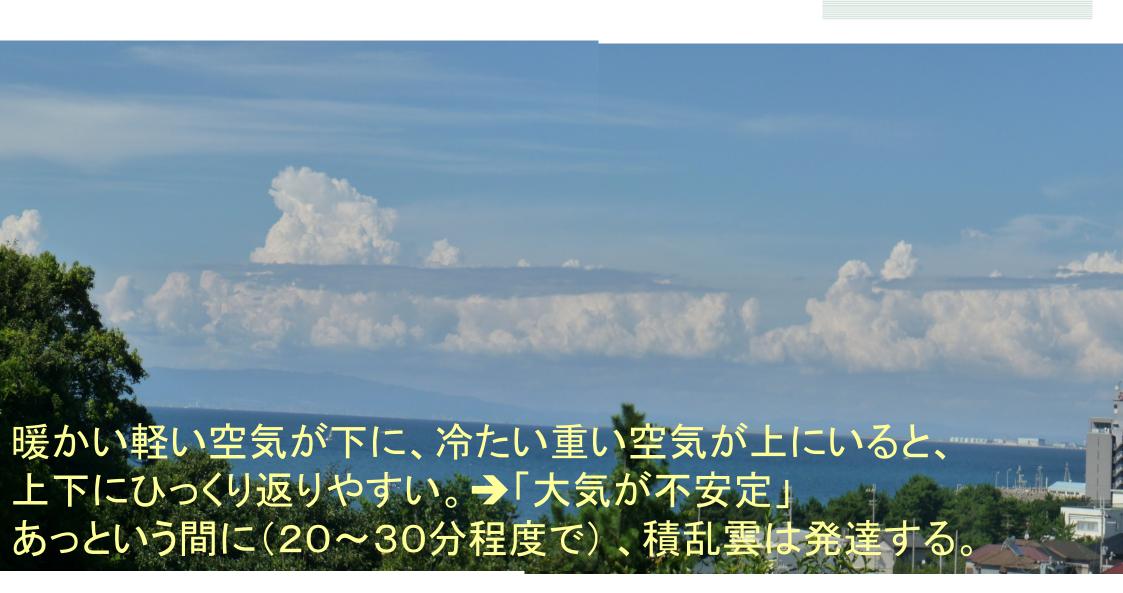
的手法をベースに初期値の精度向上

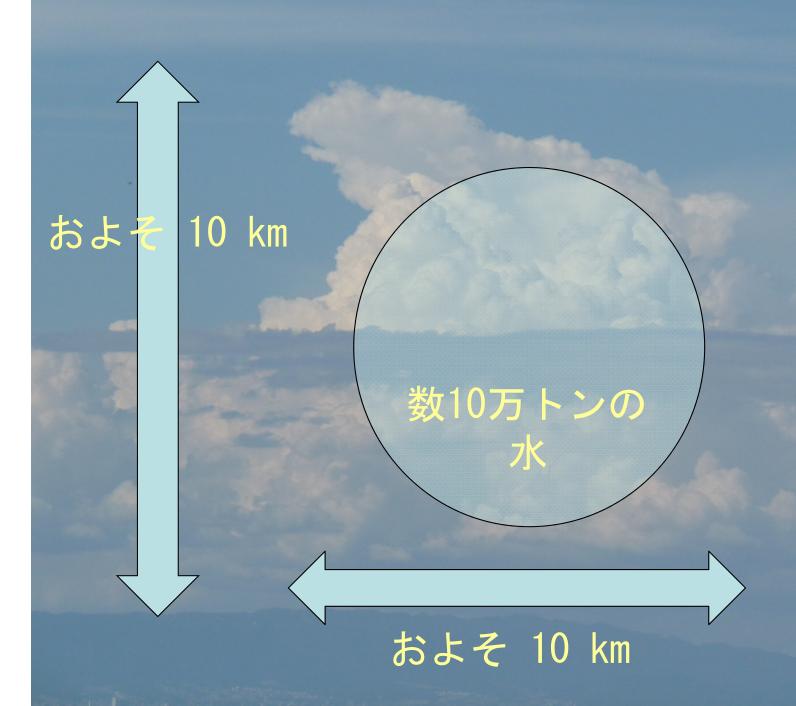


内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

キーワード(1) ゲリラ豪雨(積乱雲(入道雲))





都賀川災害時の周辺の様子(7月28日14:20~24)



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















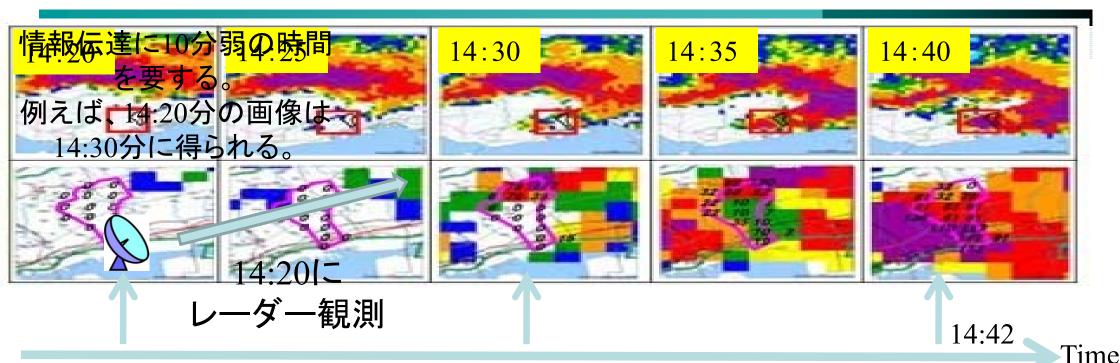








観測情報の伝達には時間を要する



14:20 14:30

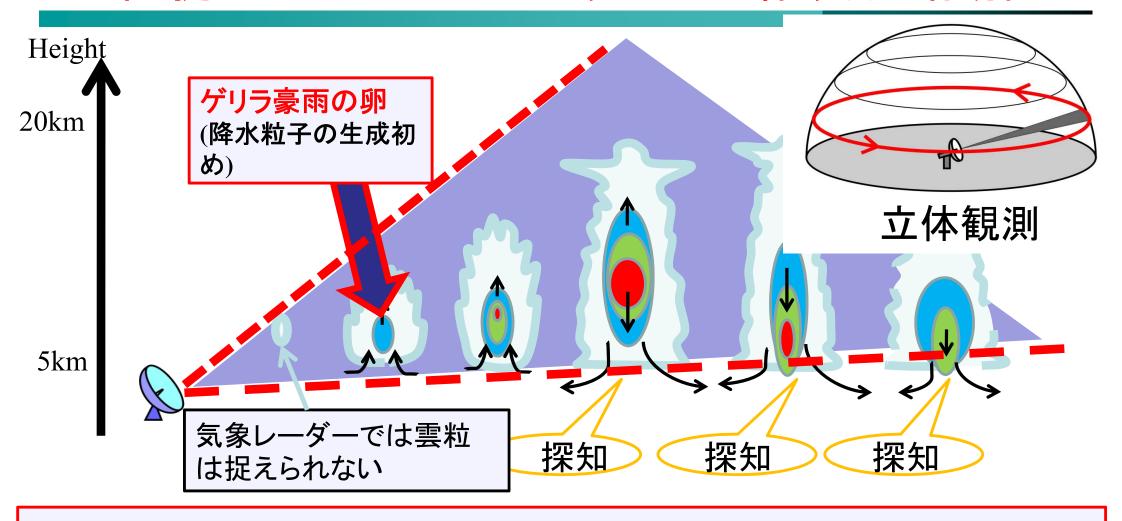
- ✓14:35に雨域が完全に都賀川流域を覆った。
- ✓14:42には出水。
- ✓雨水の流出時間が極めて短い。
- ✓雨が降り出して7分あれば避難に十分と考えるかも知れない。しかし、情報伝達には時間を要する。
- √「雨域が完全に都賀川流域を覆った」というレーダー画像 は出水間際か出水後に得られる。

14:40

出水



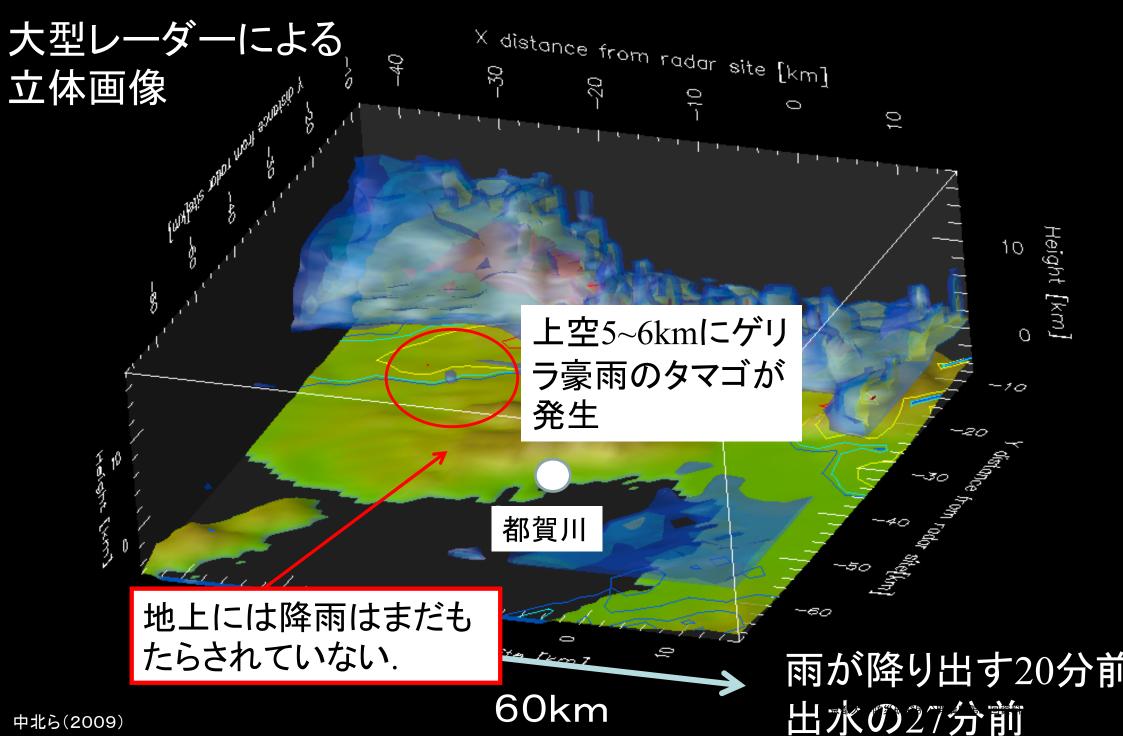
もっと早く捉えられなかったのだろうか? 立体観測の有効性



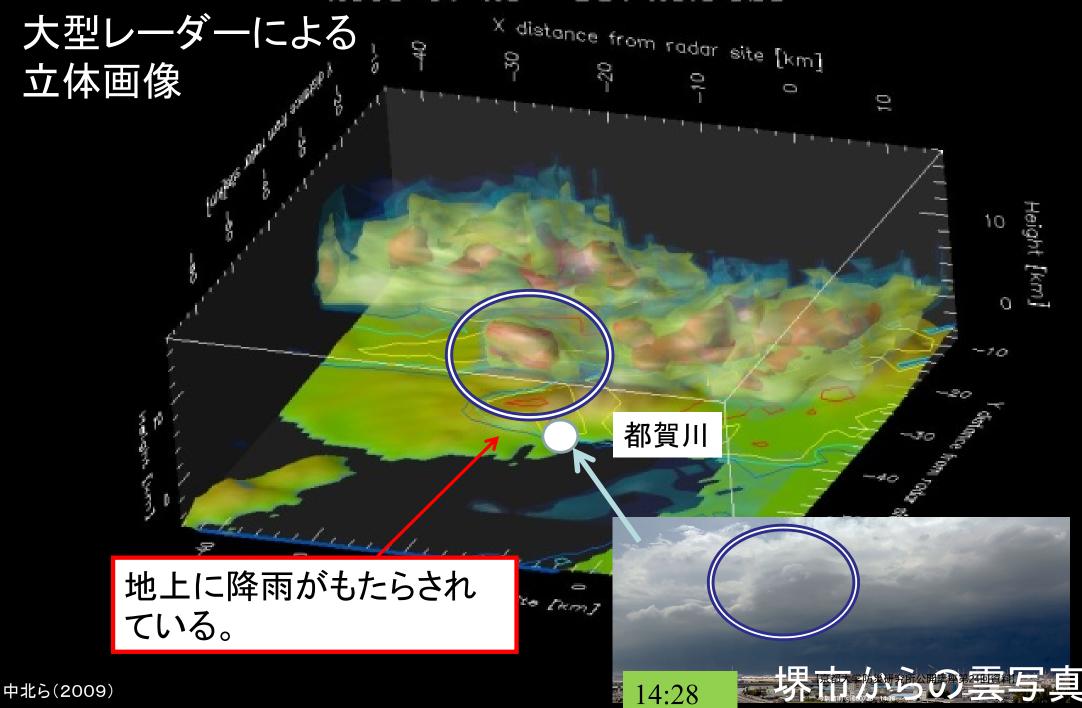
- ✓低高度の観測だけでは、積乱雲がかなり発達してからしか、降雨は探知できない。
- ✓立体観測は、より早い時期に「ゲリラ豪雨の卵」を探知できる可能性がある。

【京都大学防災研究所公開講座第24回資料】

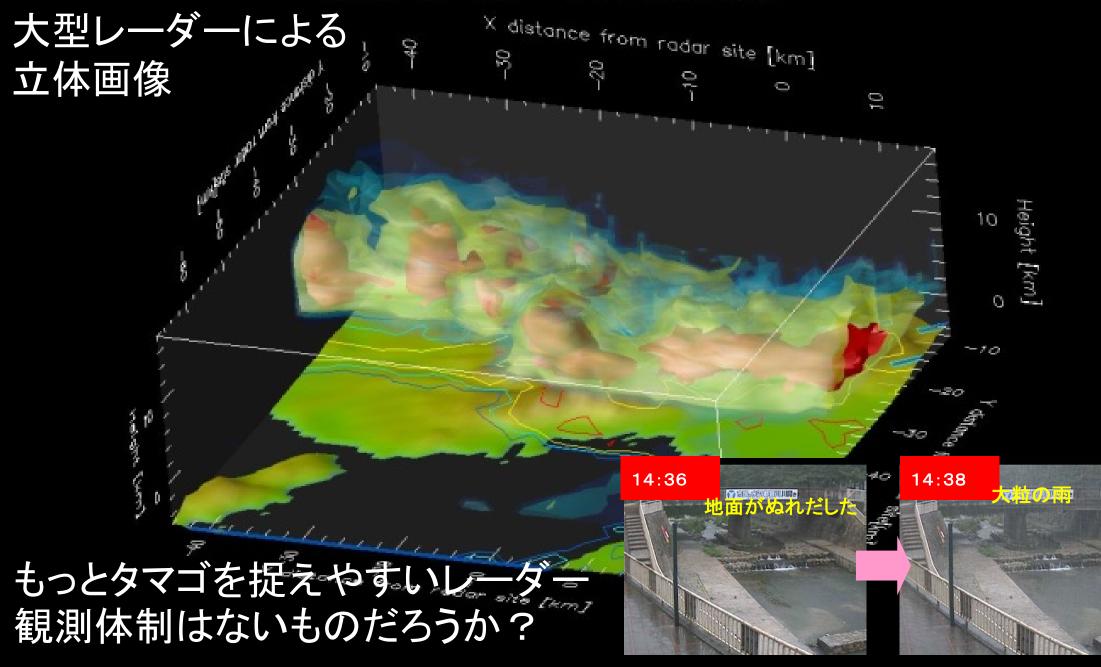
2008 07 28 14 : 13.5 JST



2008 07 28 14: 28.5 JST



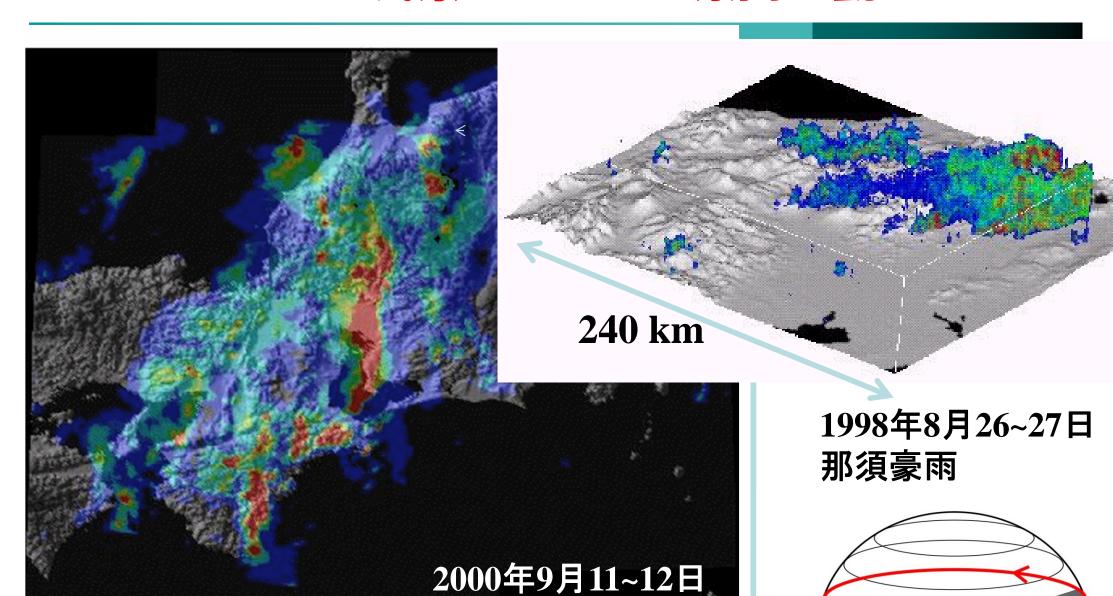




内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

キーワード(2) 気象レーダーで豪雨を観る



東海豪雨

563 km

京都大学防災研究所公園 第24回資程 1



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、桜島等で国交省 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



気象レーダー観測ネットワーク

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(旧来のレーダー)

 \rightarrow レーダー反射因子 Z_{HH} (電波の強さ)

その他のレーダー

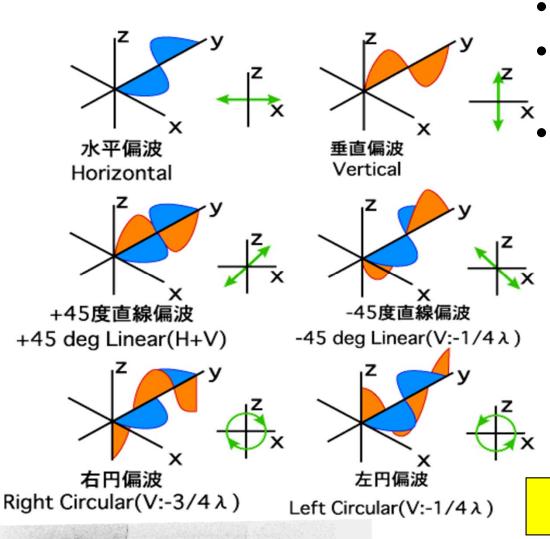
{・ドップラーレーダー (風をはかる)・ウインドプロファイラー(ウィンダス)・宇宙からの降水観測(TRMM)

次世代レーダー

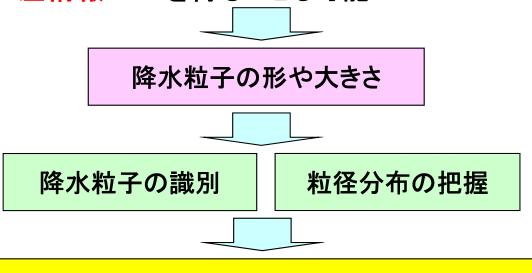
マルチパラメータレーダー (MPレーダー)

- ◆ 二周波レーダー: 次世代衛星搭載レーダー(JAXA, NICT)
- 偏波レーダー: 次世代の現業レーダー(NICT, NIED, Nagoya Univ. MLIT)
 - フェイズドアレイレーダー(NICT, Osaka Univ.)

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す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



短時間・ピンポイントの降雨量推定精度の向上

豪雨の早期探知や予測精度の向上

【京都大学防災研究所公開講座第24回資料】

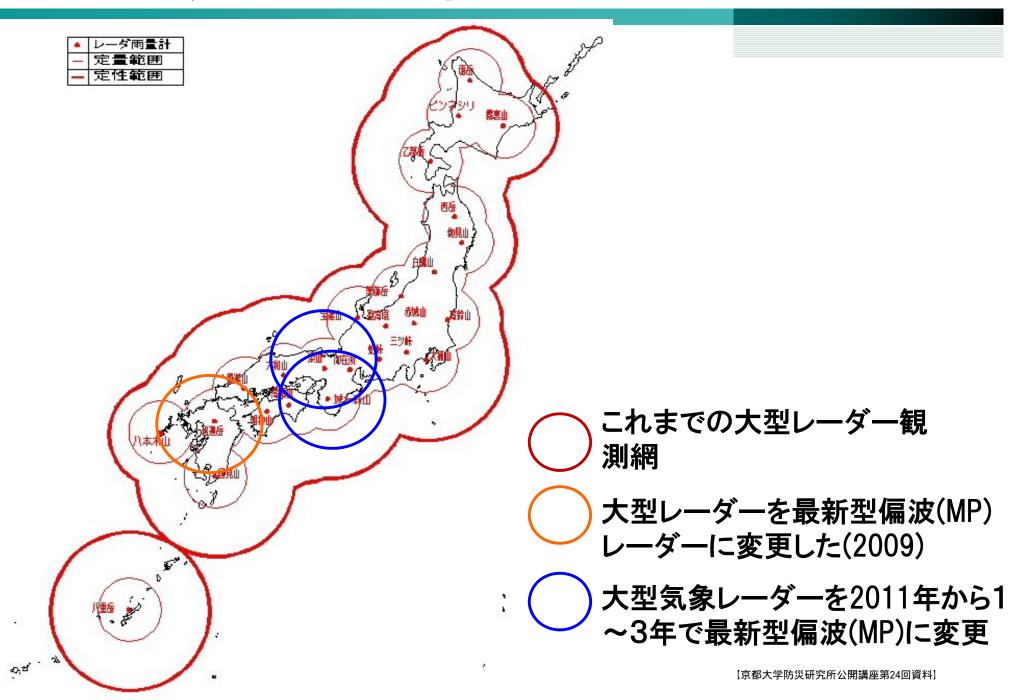
レーダーの大型、小型

- 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

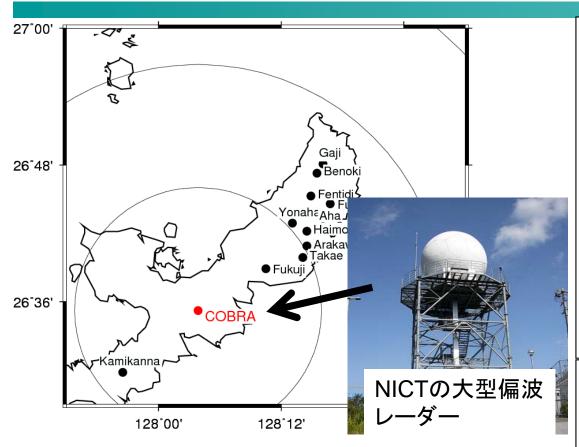
内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

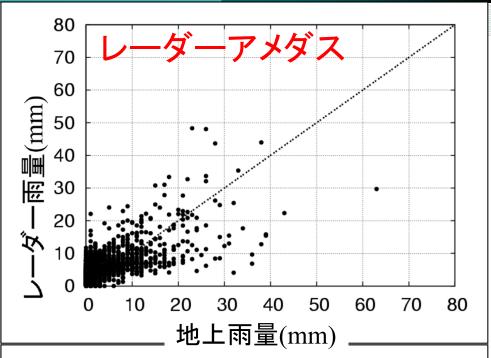
大型レーダーのMP化

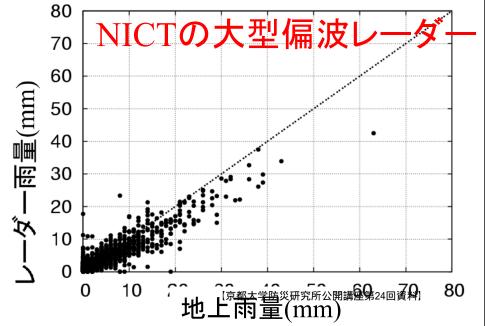


大型MPレーダーによる雨量推定精度(1時間雨量)

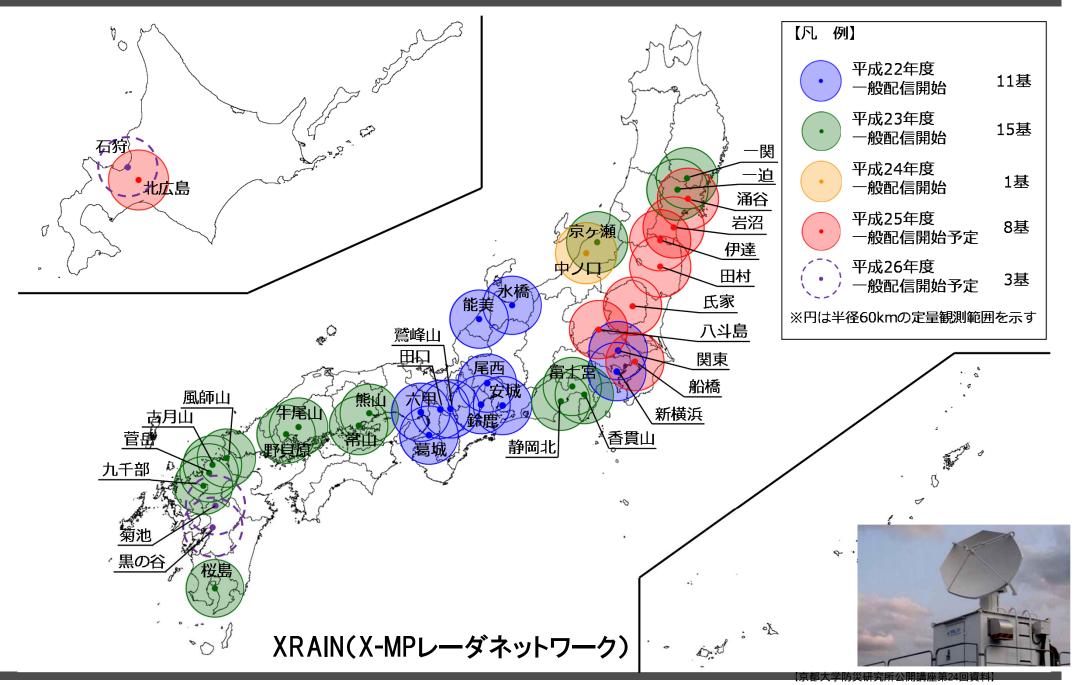


- ●レーダー・アメダス解析雨量値との比較を行う.
- ●レーダー・アメダス解析雨量値はアメダスの観測値で補正が行われている.
- ●アメダス観測値以外で比較を行う. (国土交通省)
- •我地, 辺野喜ダム, フェンチヂ, 普久川ダム, 安波ダム, 与那覇岳, 排持山, 新川ダム, 高江, 福地ダム, 上漢那ダムの15ヶ所.
- 中北·竹畑·中川(2008)

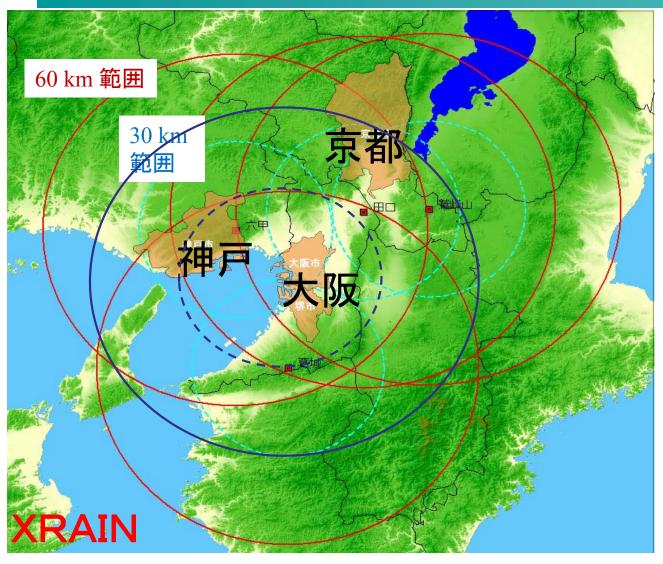




X-RAIN 小型MPレーダーネットワーク (国土交通省)



小型MP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
- •情報伝達時間の大短縮: 1~2分
- •ゲリラ豪雨のタマゴ探知: 立体観測と髙感度、髙分解能機能 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。 大阪市オークレーダも最新型に更新されたので、より低高度で高密度を観測が実現

X-RAIN(小型MPレーダーネットワーク)の特徴

在来型非偏波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

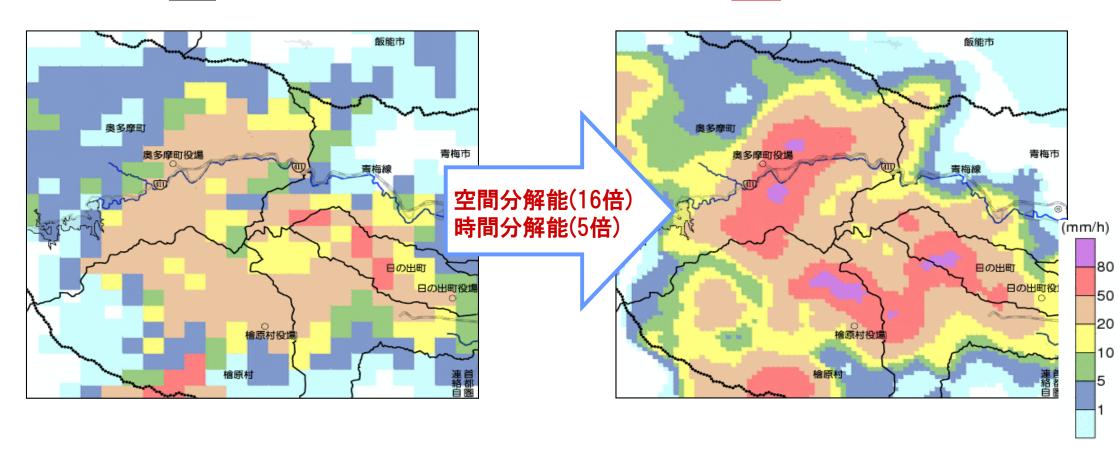
による補正:あり)

XバンドMPレーダ雨量

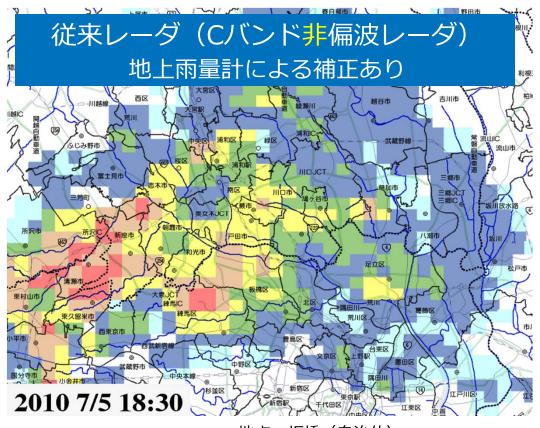
(空間分解能: <u>250m</u>, 更新間隔: 1<u>分</u>,

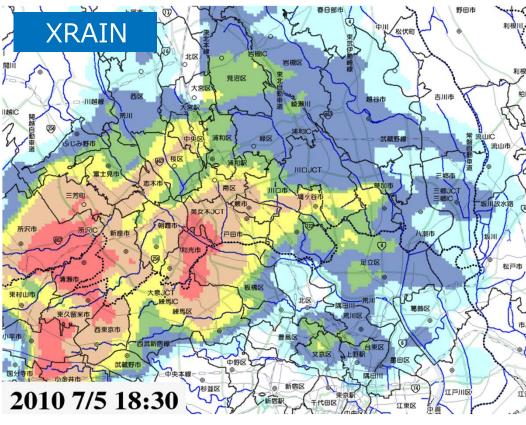
配信までの遅れ時間:1分,地上雨量に

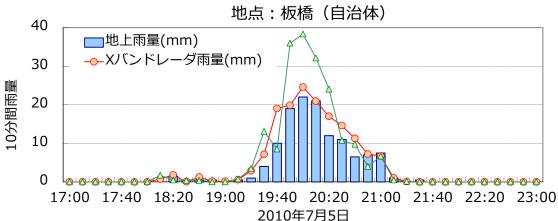
よる補正:なし)



従来レーダとXRAIN(XバンドMPレーダ)の比較



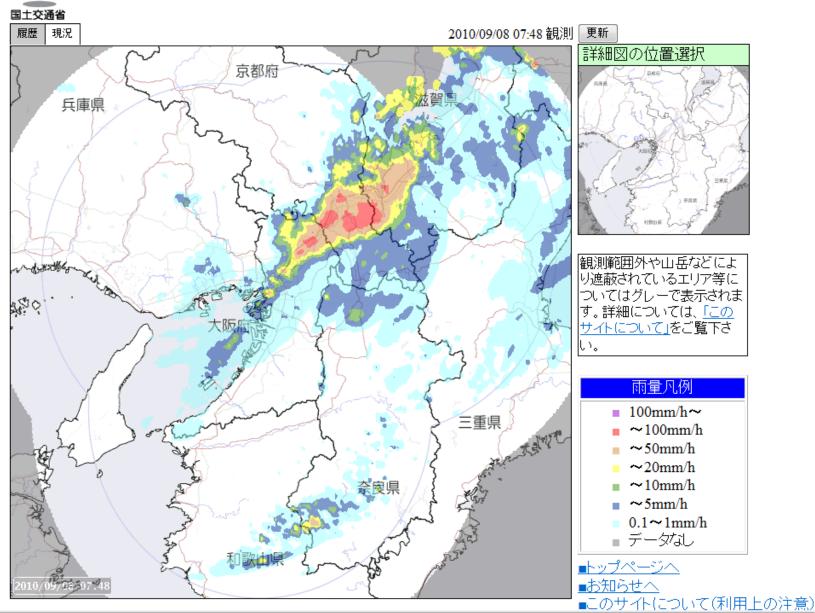




- ⇒ 10分雨量精度が格段に改善
- ⇒ 個々の積乱雲を識別し追跡することが現実的に。積乱雲の寿命内であれば、運動学的手法が適用可能



❷ XバンドMPレーダ雨量情報 履歴全体図 <u>試験運用実施中</u>







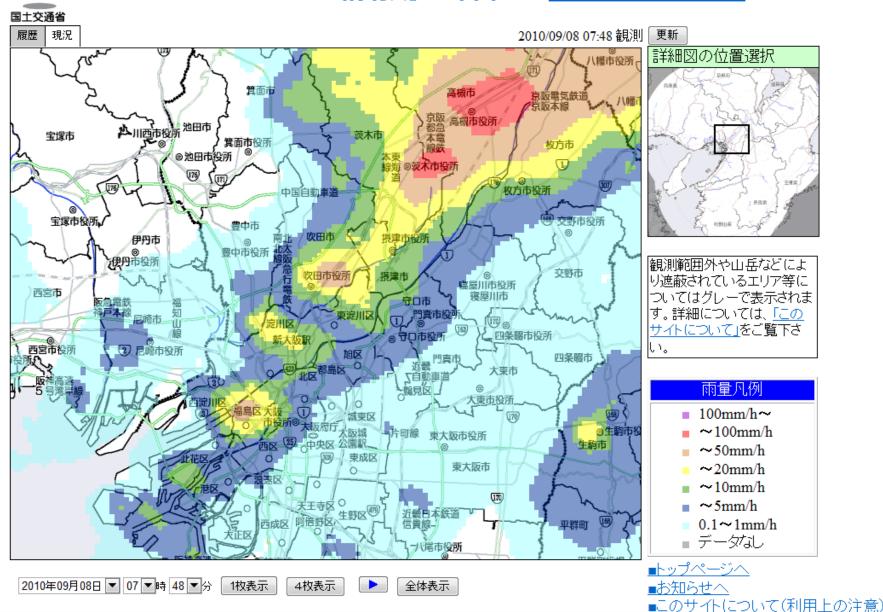








❷ XバンドMPレーダ雨量情報 履歴詳細図 <u>試験運用実施中</u>







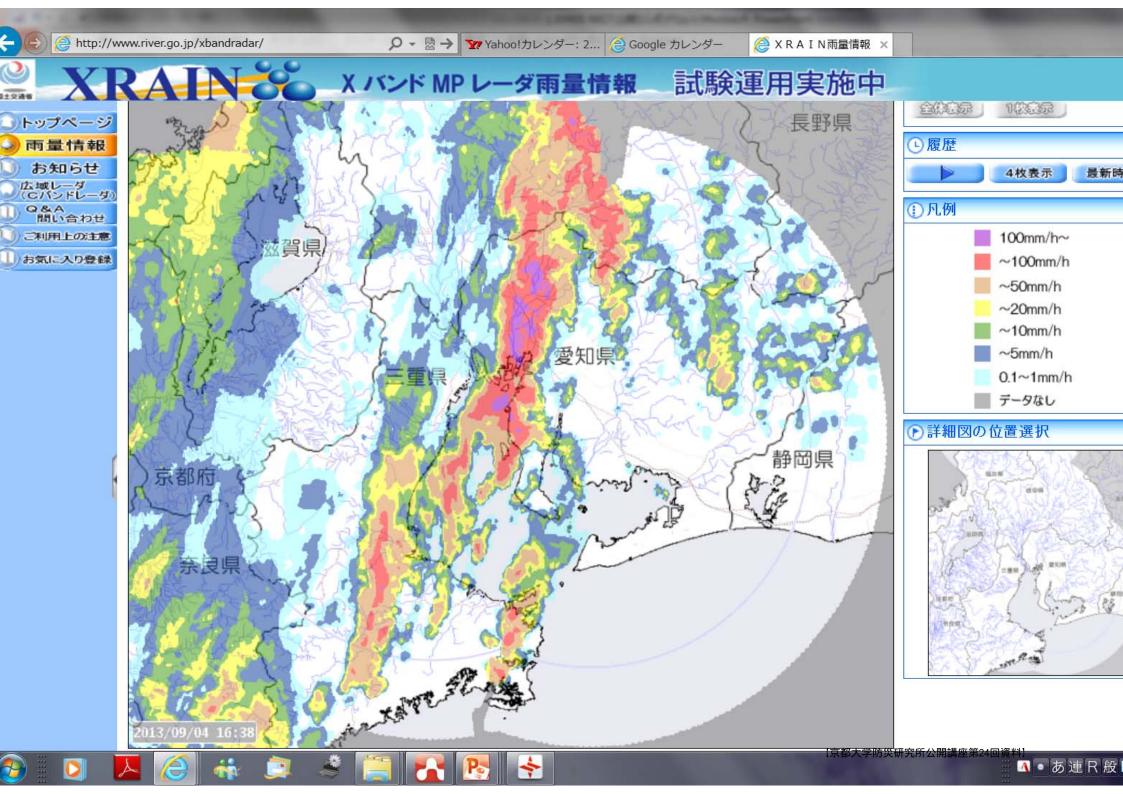


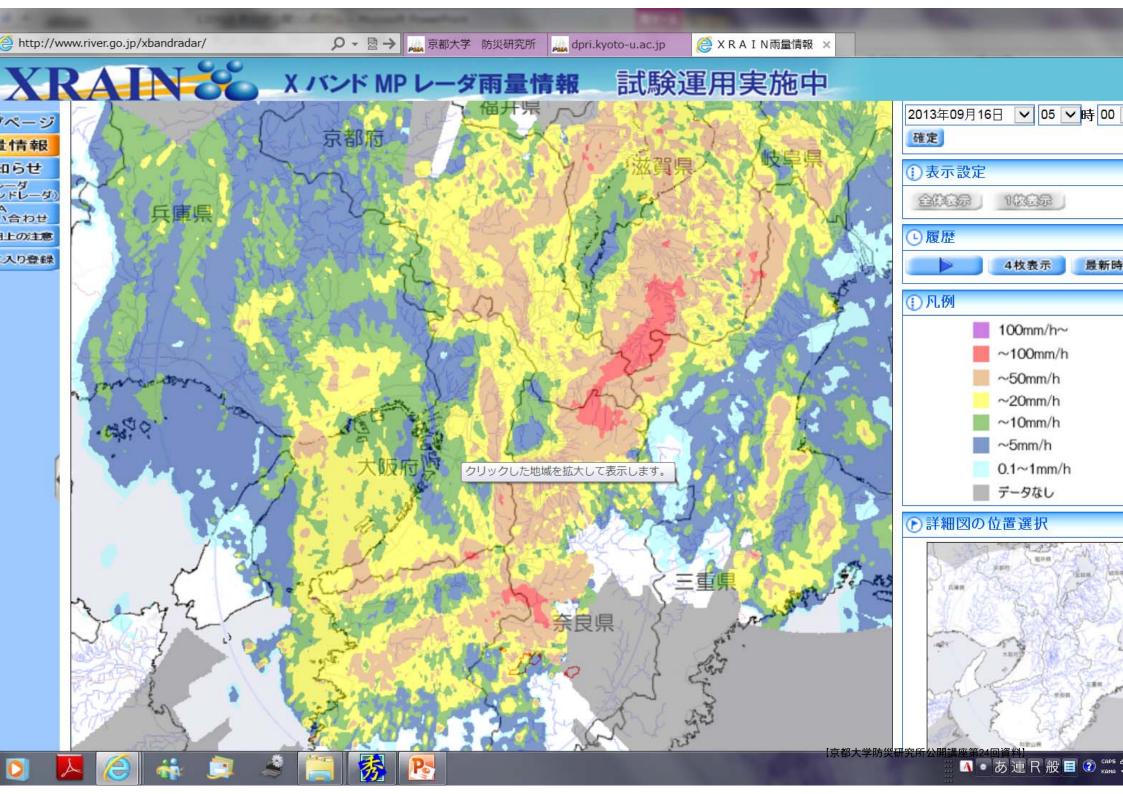




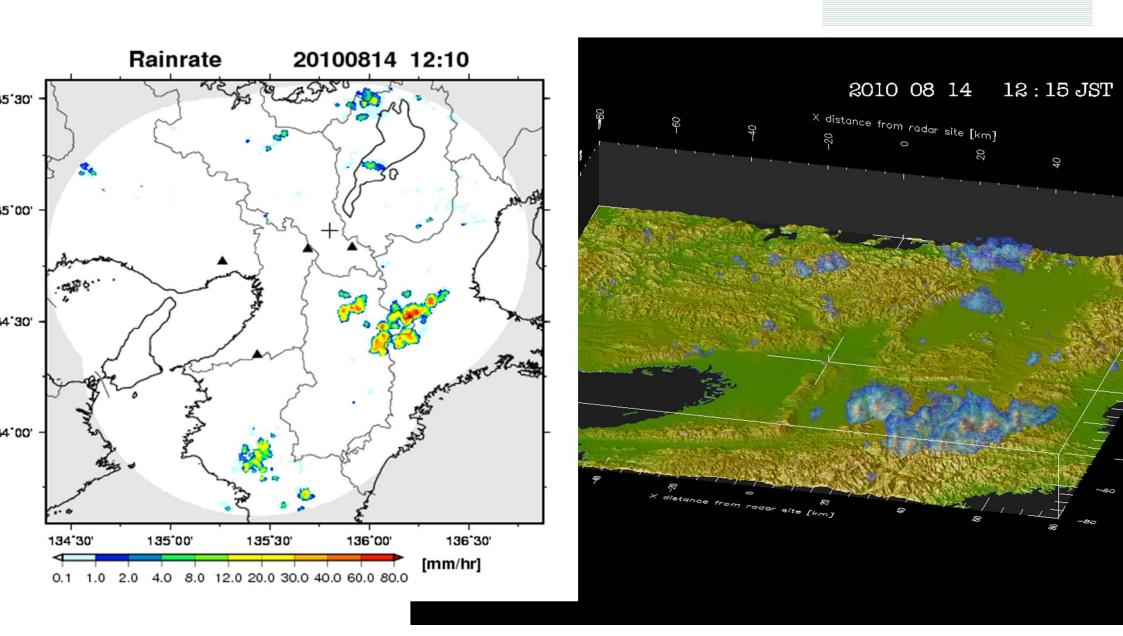




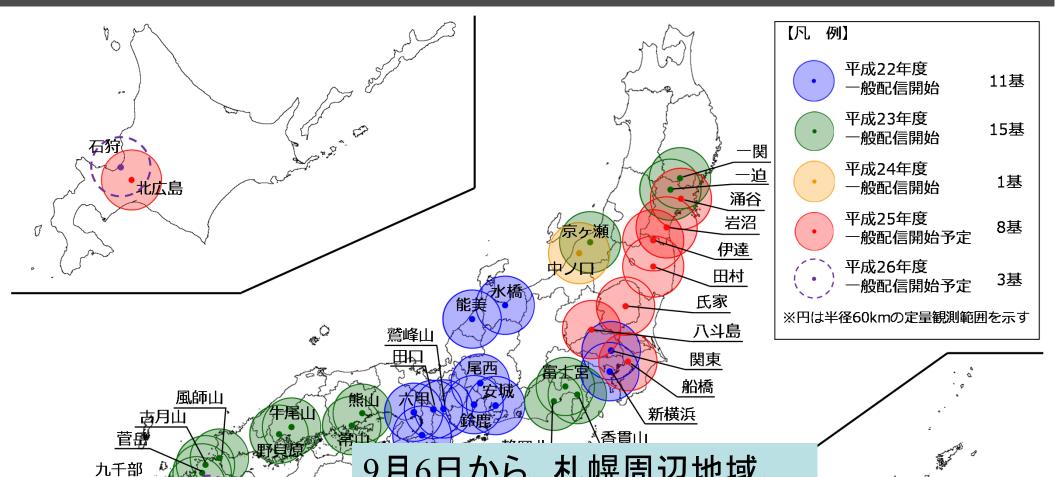


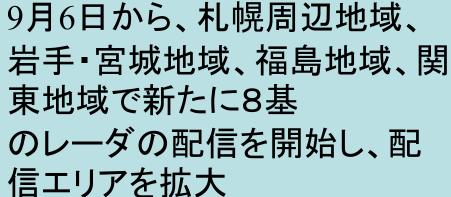


XRAINによる平面画像(1分毎)と立体画像(5分毎)



X-RAIN 小型MPレーダーネットワーク (国土交通省)





黒の谷



内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの。。。適応への考え方

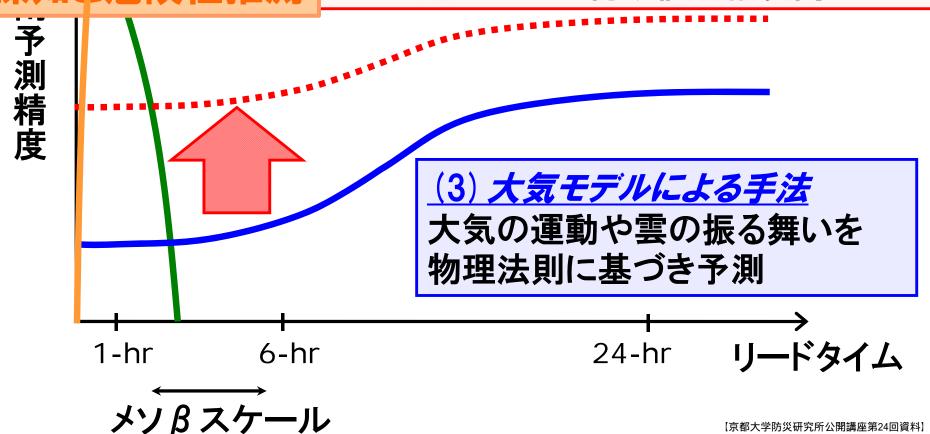
豪雨予測の現状と今後

(1) <u>平面的なレーダー画像を用いた予測</u>

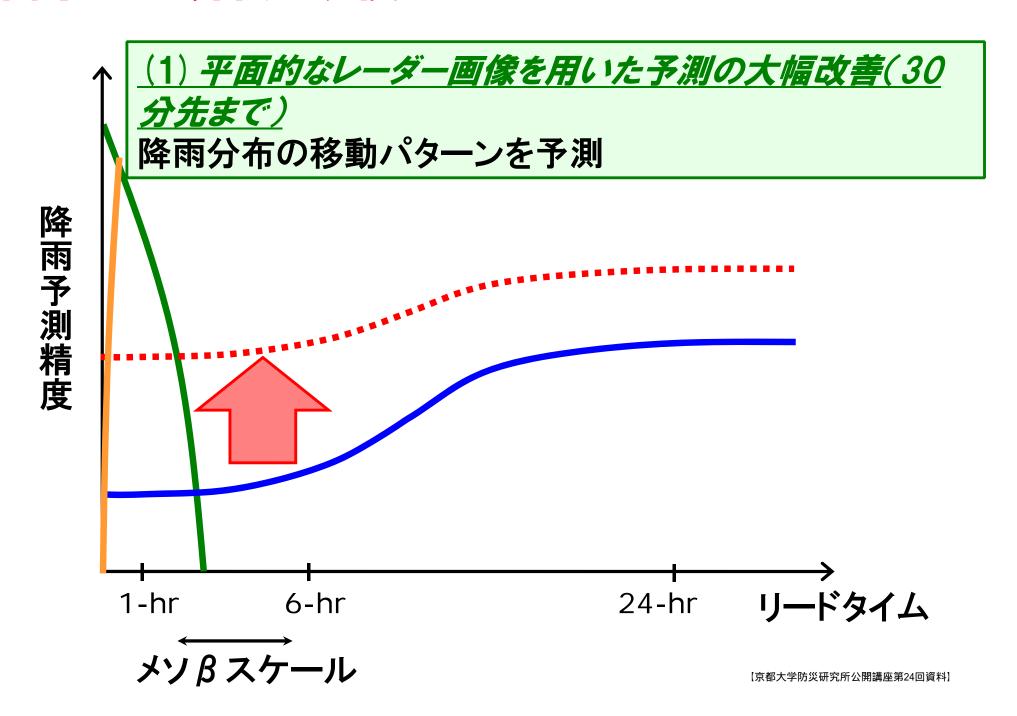
降雨分布の移動パターンを予測

(2) ゲリラ豪雨の 早期探知と合降性推測 」情報のデータ同化(集中豪雨、台風豪雨)

的手法をベースに初期値の精度向上



豪雨予測の現状と今後

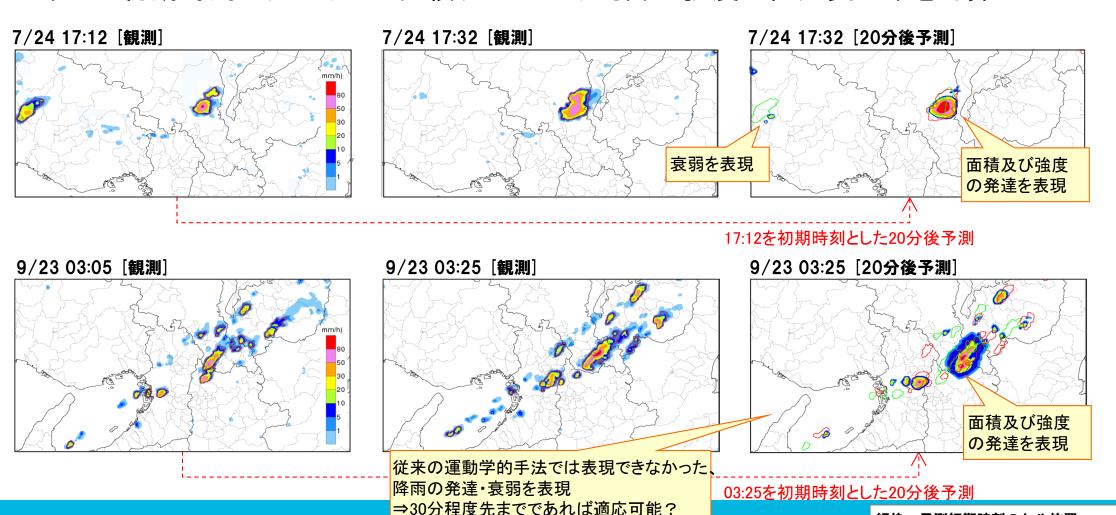


超短時間降雨予測手法の開発

■セル追跡手法による降雨予測

(1) 平面的なレーダー画像を用いた予測

- 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

增田・山路(2011)

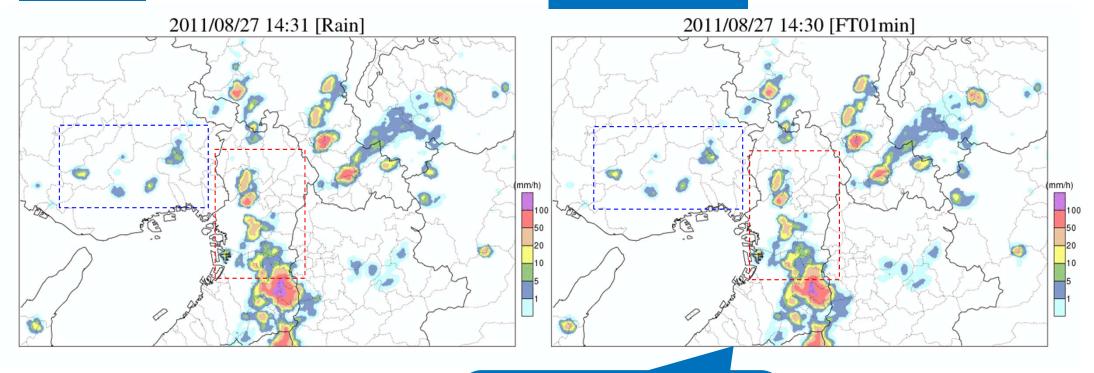
「京都大学 **緑枠**究所**測 制 排 時 刻 の** セル 位 置 赤枠:当該 時 刻 の 実際 の セル 位 置

セル追跡法による降雨予測(ゲリラ豪雨,集中豪雨)

(1) 平面的なレーダー画像を用いた予測

観測値

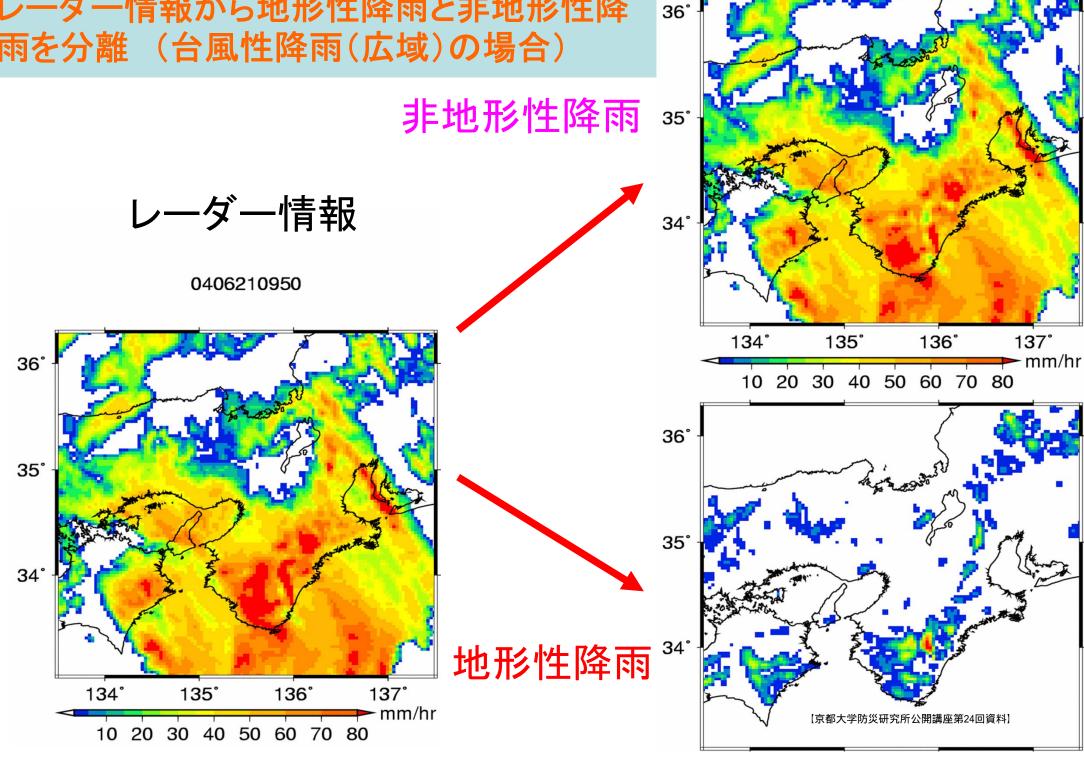
セル追跡法



従来手法ではできなかった、個々のセルの発達・衰弱を表現

增田·山路(2011)

レーダー情報から地形性降雨と非地形性降 雨を分離 (台風性降雨(広域)の場合)



予測降雨と予測地形性降雨

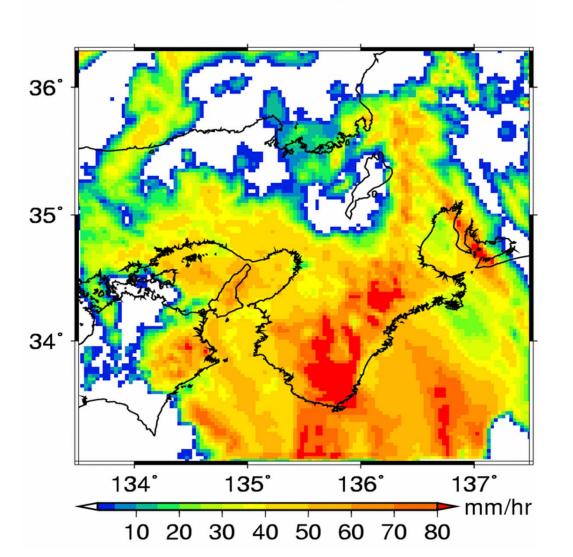
(台風性降雨(広域)の場合)

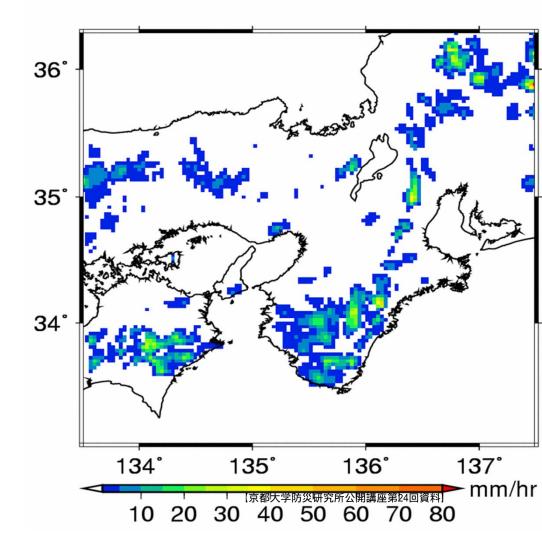
予測降雨(地形性あり)

0406211000-01

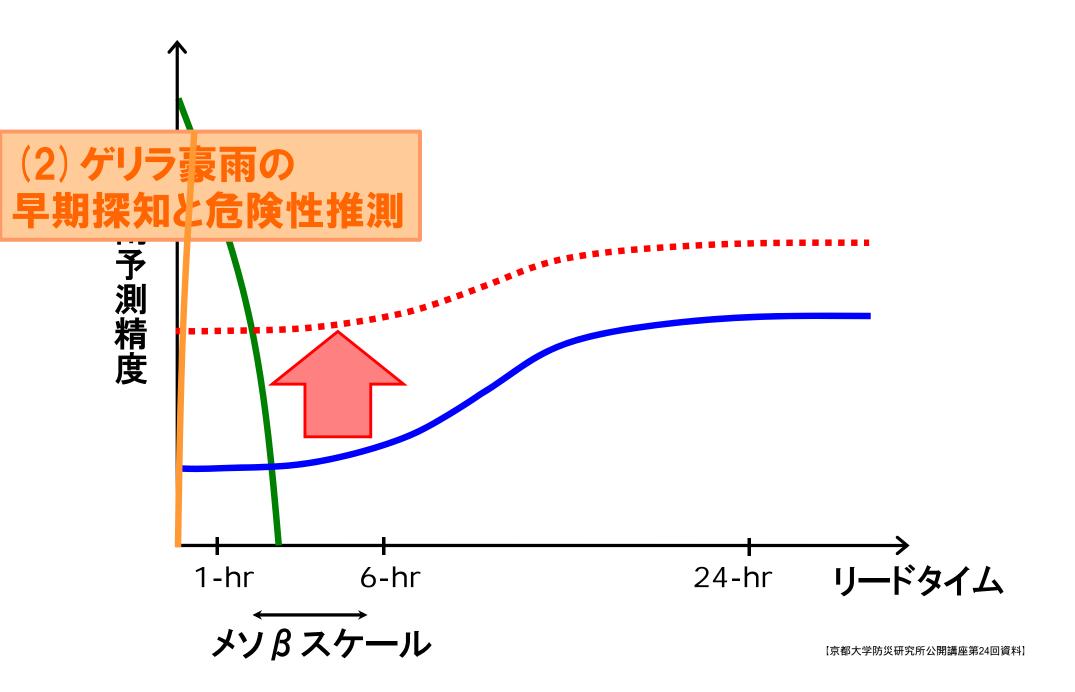
予測地形性降雨

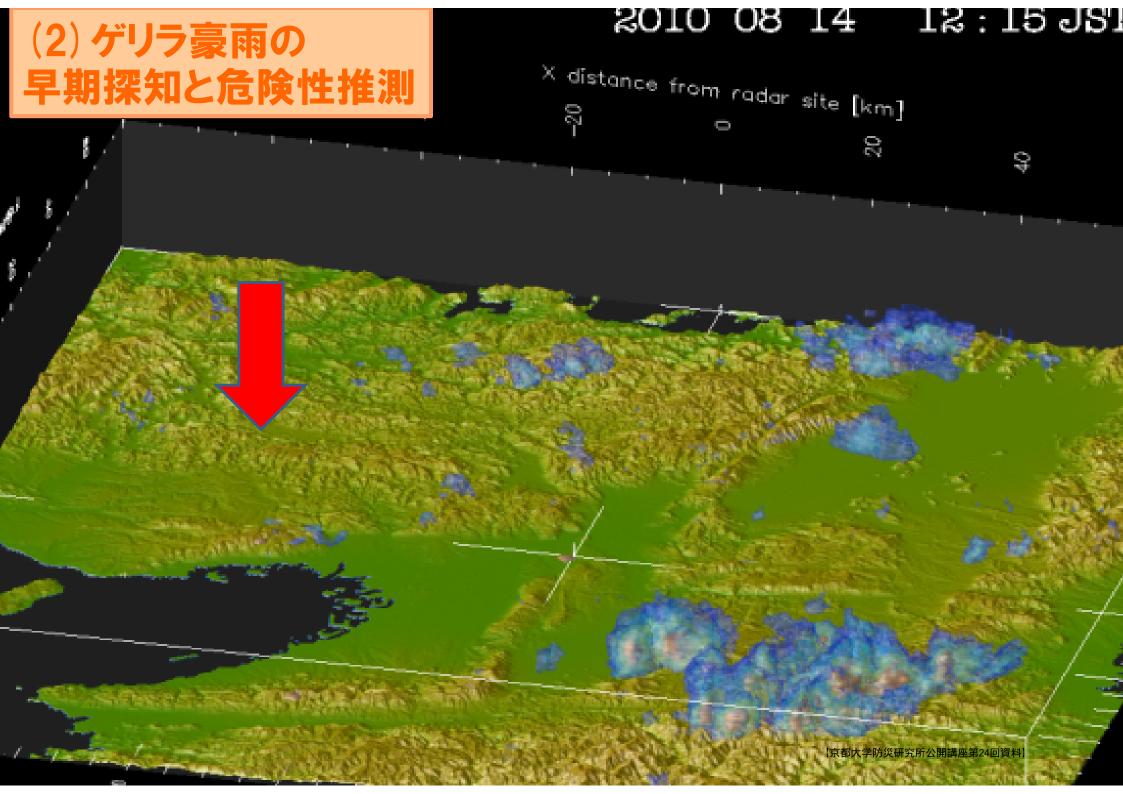
0406211000-01

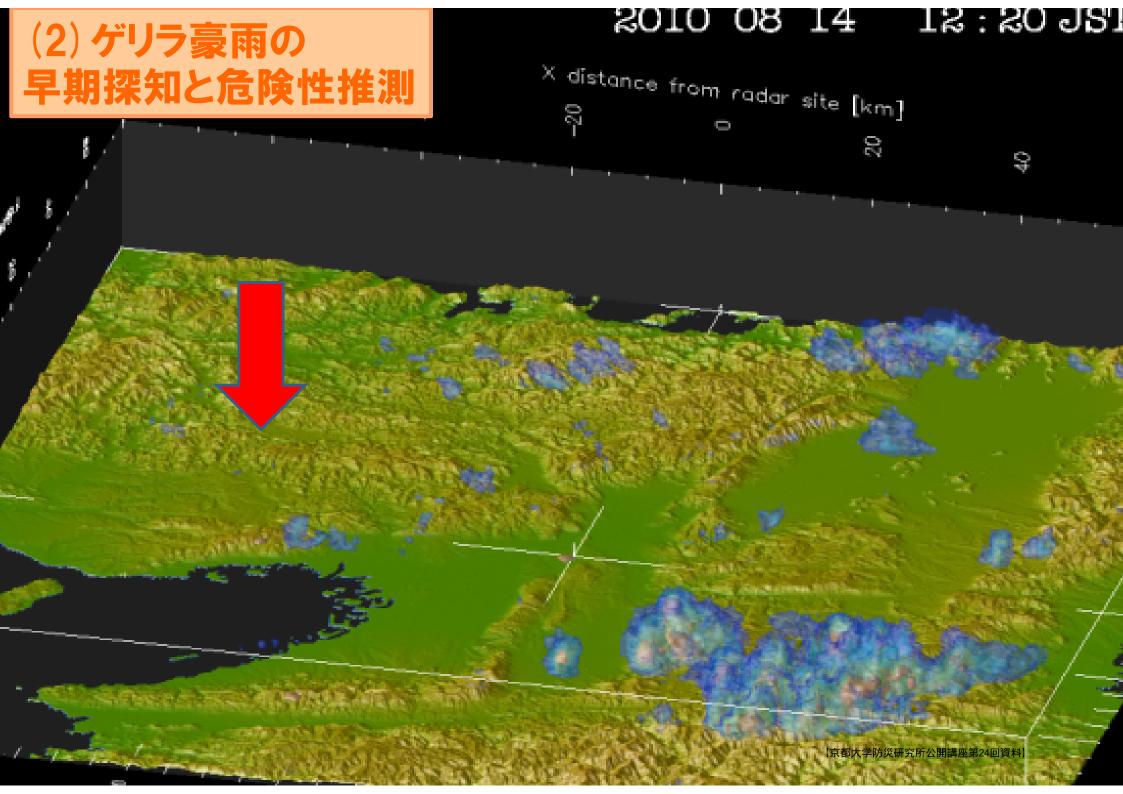


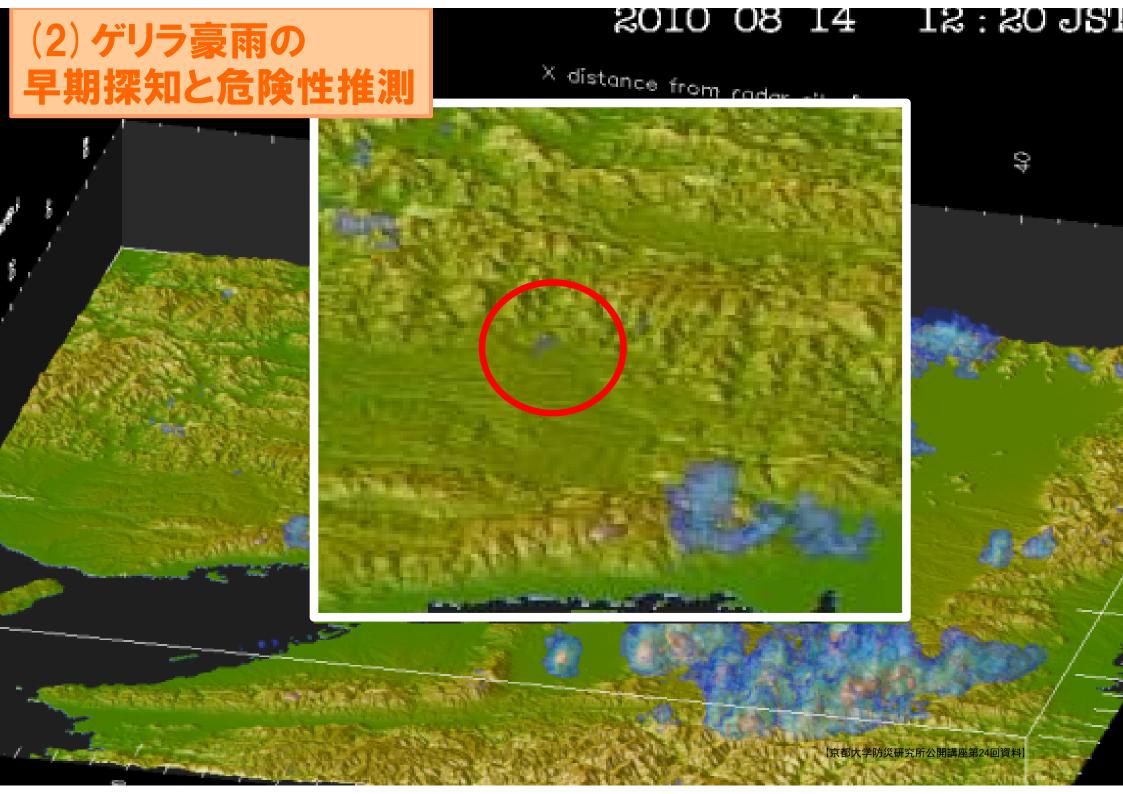


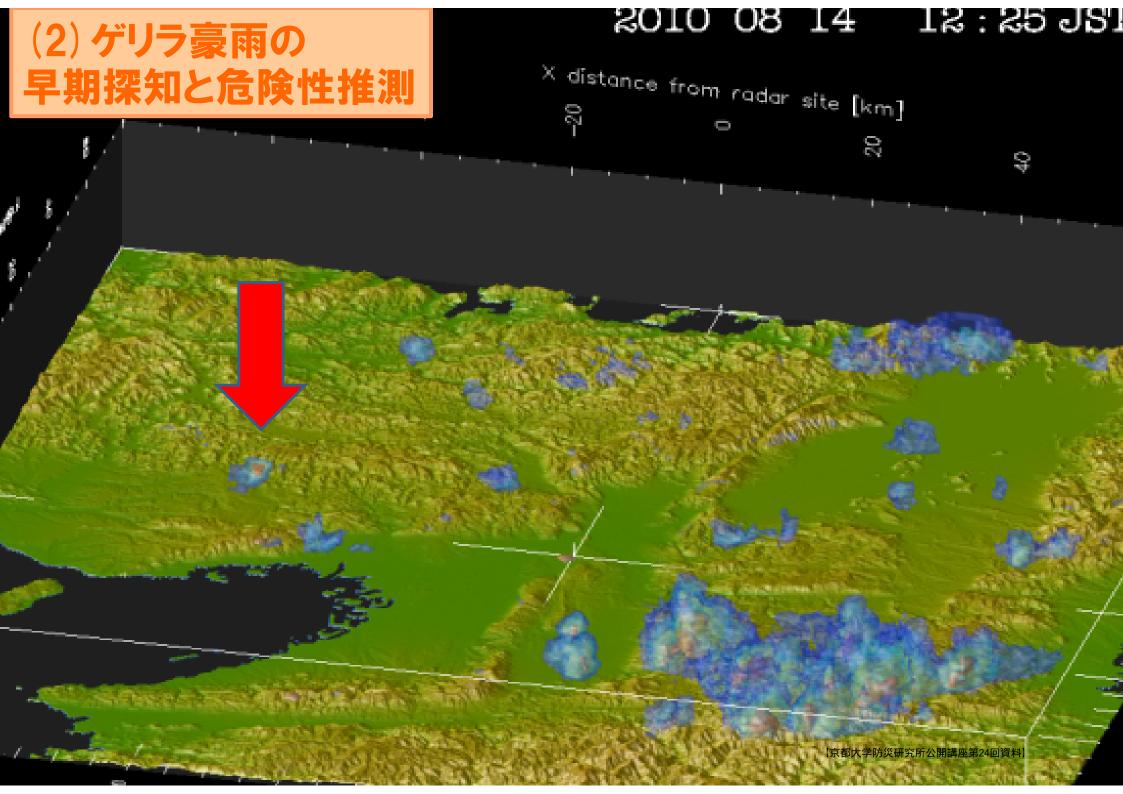
豪雨予測の現状と今後

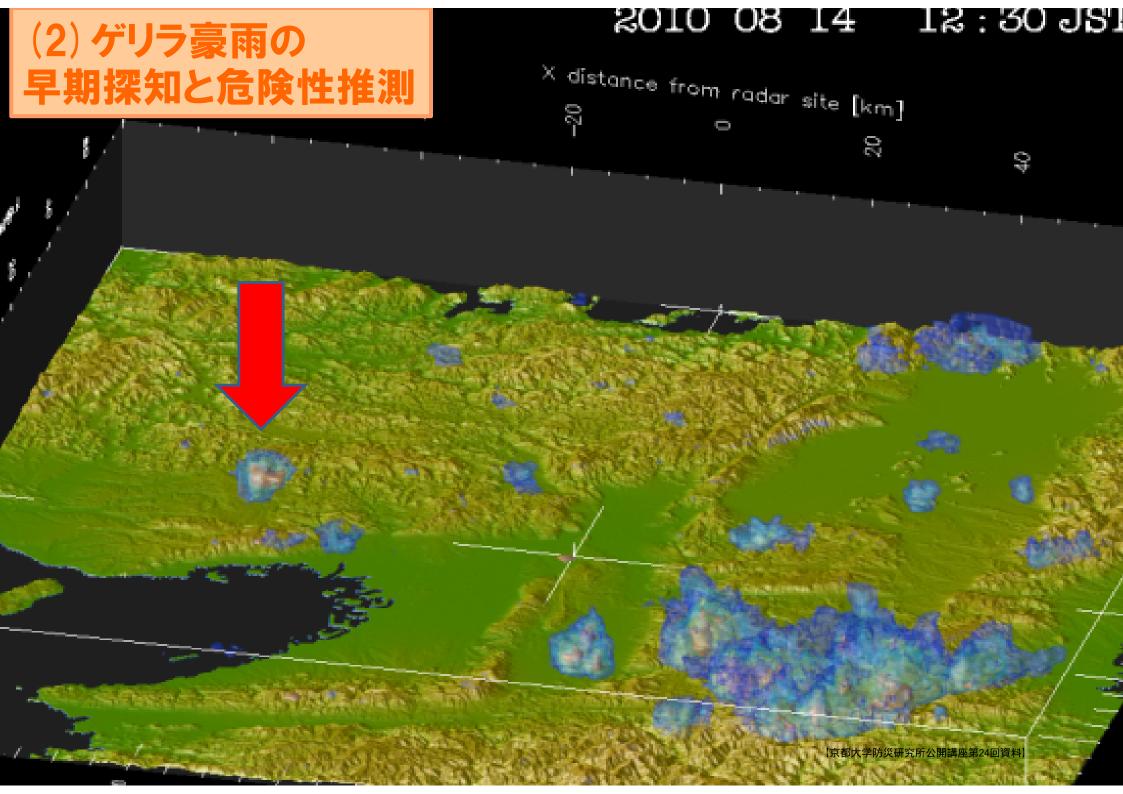


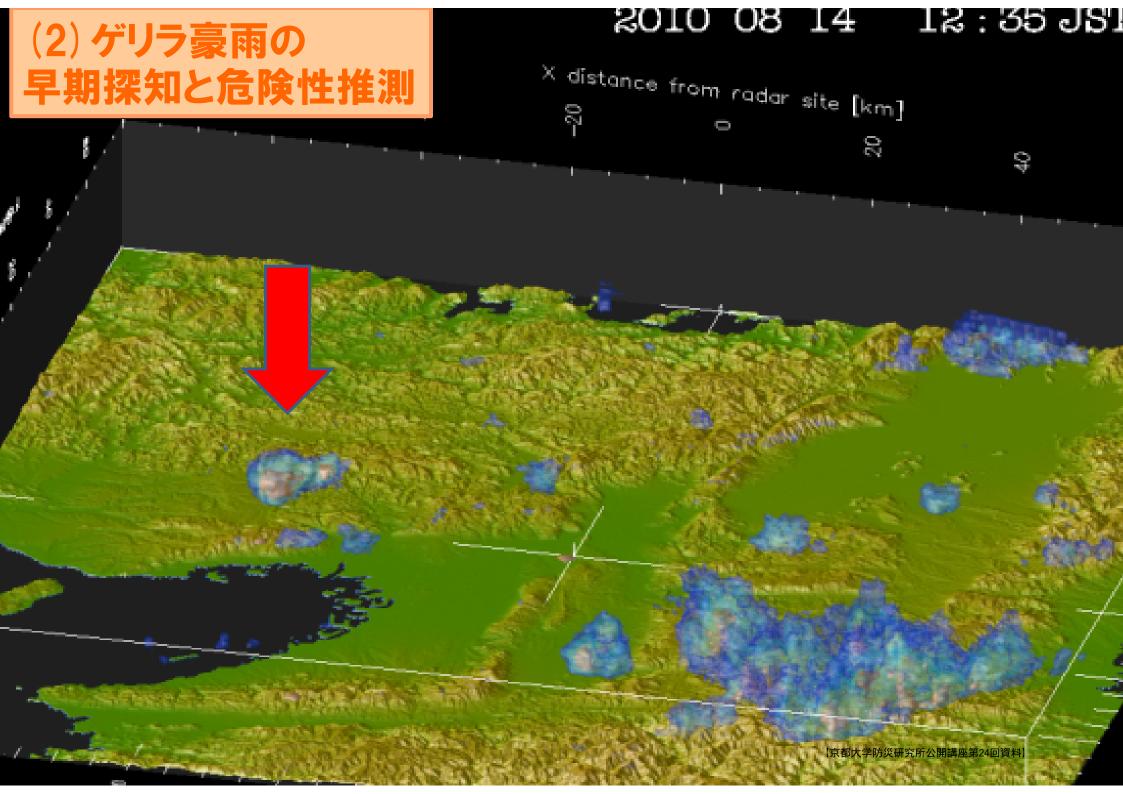


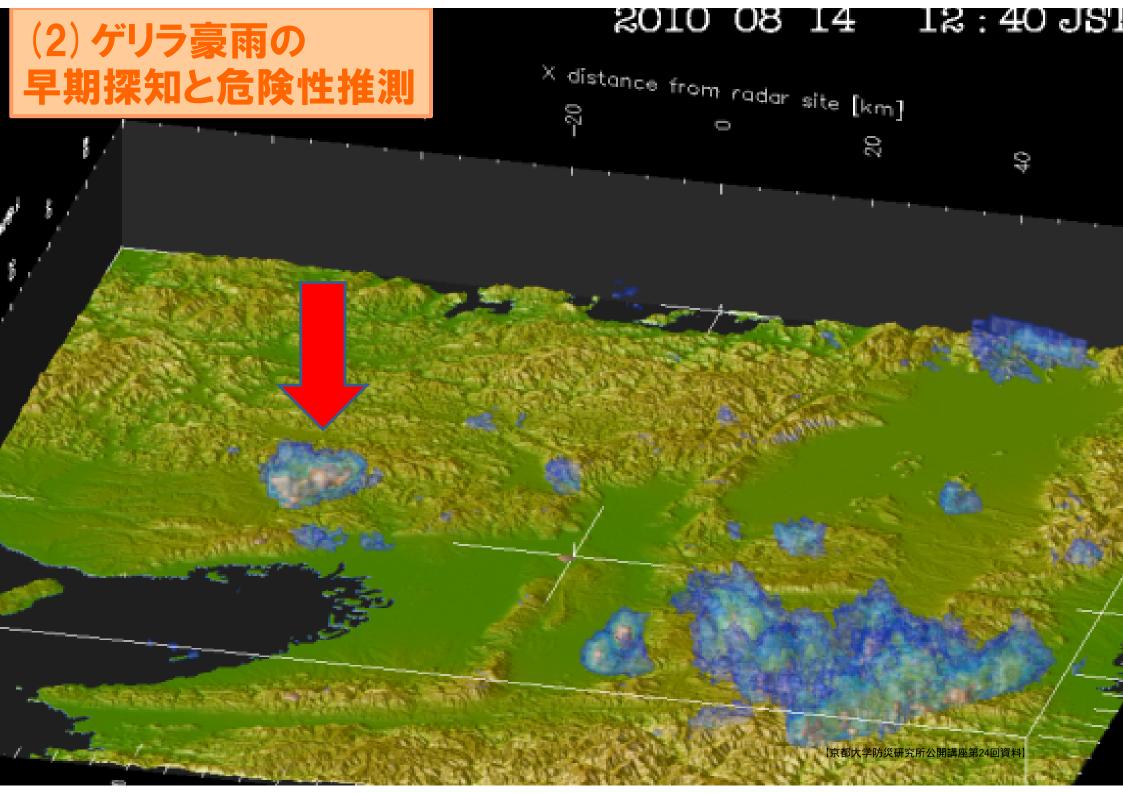












■ドップラー風速を用いた卵の危険性予測 発達しなかった事例 ゲリラ豪雨の 発達しない事例:雲は回転していない (ドップラー風速の正負成分の混ざり合いがない) エコー強度 16:55 17:00 16:50 多田口 ドップラー風速

発達した事例:雲の水平回転(ドップラー風速の正負成分の混ざり合い)を確認

17:00

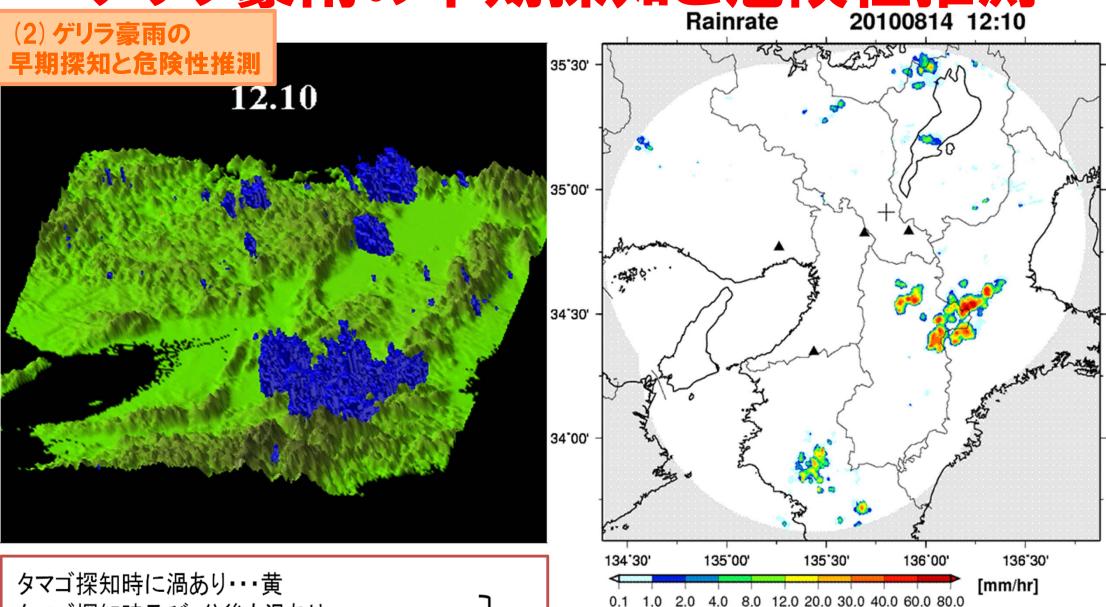
16:55

17:05

17:10

16:50

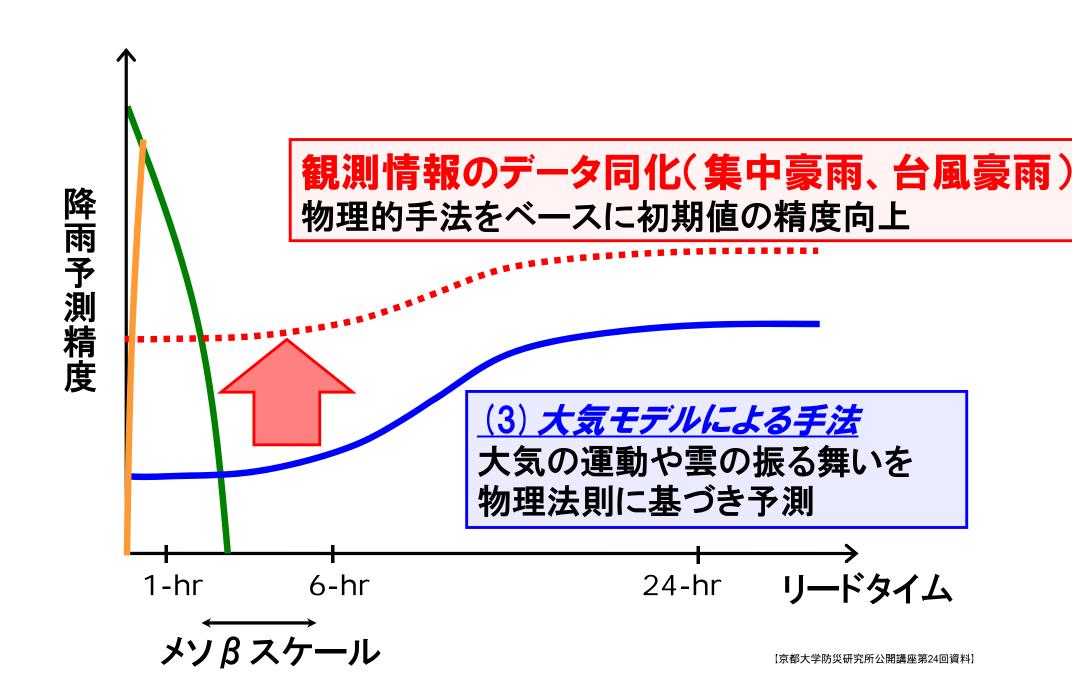
ゲリラ豪雨の早期探知と危険性推測



タマゴ探知時に渦あり・・・黄 タマゴ探知時及び5分後も渦あり タマゴ探知時はなかったものの5分後には渦あり

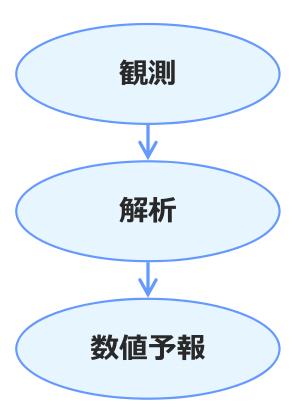
中北·西脇·山邊·山口(2013)

豪雨予測の現状と今後



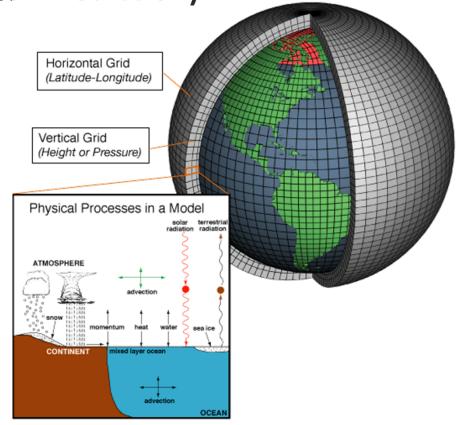
(3) 大気モデルによる手法

Numerical model (Numerical Weather Prediction)



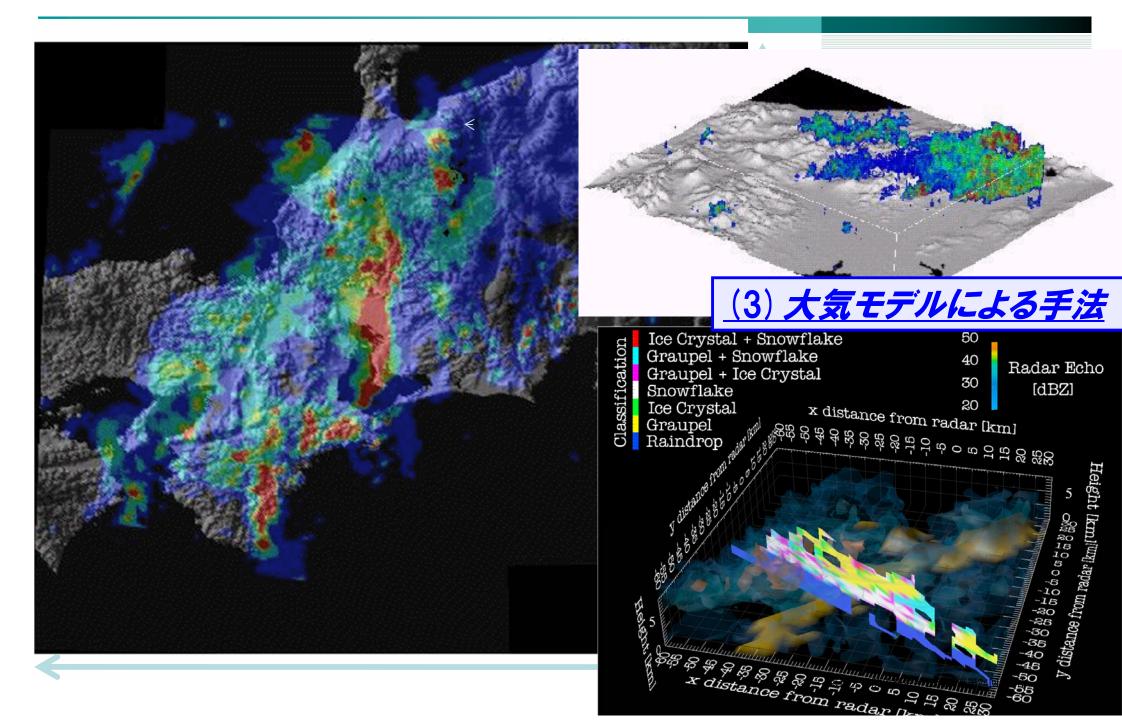
- 地上観測
- 高層観測
- 気象衛星
- 気象レーダ
- ・品質管理
- ・データ同化

$$\frac{\partial \boldsymbol{\phi}}{\partial t} = \boldsymbol{F}$$



手法	予報期間	メリット	デメリット
物理法則に基づいた 数値モデルによる予 測	数時間先〜数日 (数ヶ月)先	雨雲の発生・発達を 表現することが可能	計算負荷が高い

レーダーによる様々な初期情報が加われば……



観測情報を大気モデル予測へパスする

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

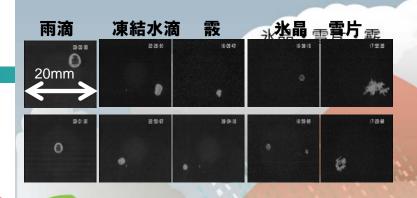
- ・フィルタリング (カルマンフィルター、アンサンブル カルマンフィルター)
- •变分法(3次元变分法,4次元变分法)
- (3) 大塚大学防災研究所公開議座第24回資料3 手法

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。



最新型偏波レーダー

5) ビデオゾンデを めがけてスキャンする。





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。

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、

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、雨と風を予測してバルーンを放球。

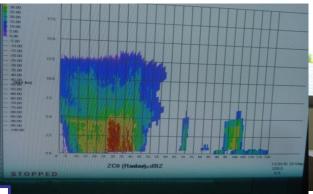


4) ビデオゾンデの位置を特定し、 C**reftが**が呼のが シデに向ける。

観測実験の様子









土木工学・河川水文学・ レーダー水文学

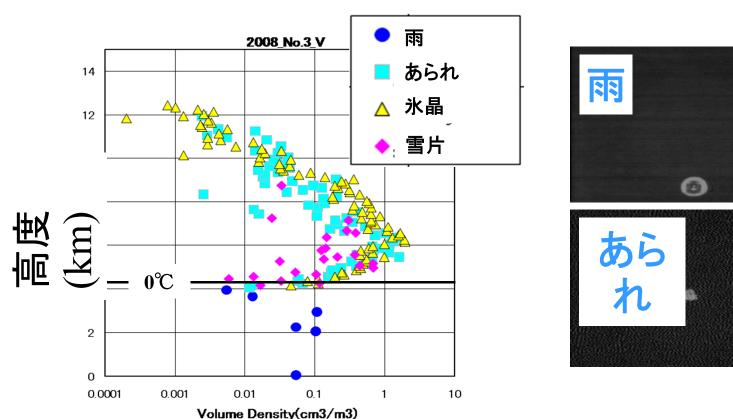
研究分担者の所属機関の意味がある。

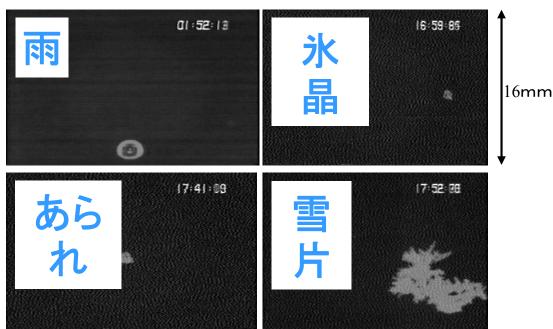
京都大字(防災研究所)、神戸大学(都市安全研究センタd一)、山口大学(農学部)、名古屋大字(地球水循環研究センター)、情報通信研究機構(沖縄電球 油出貨 しょう かんまま かけるは、レーダー開発、レーダー降雨予測・レーダーの水文学的利用、大気モデル 電波工学 責と認知され世界での利用例も多い。

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



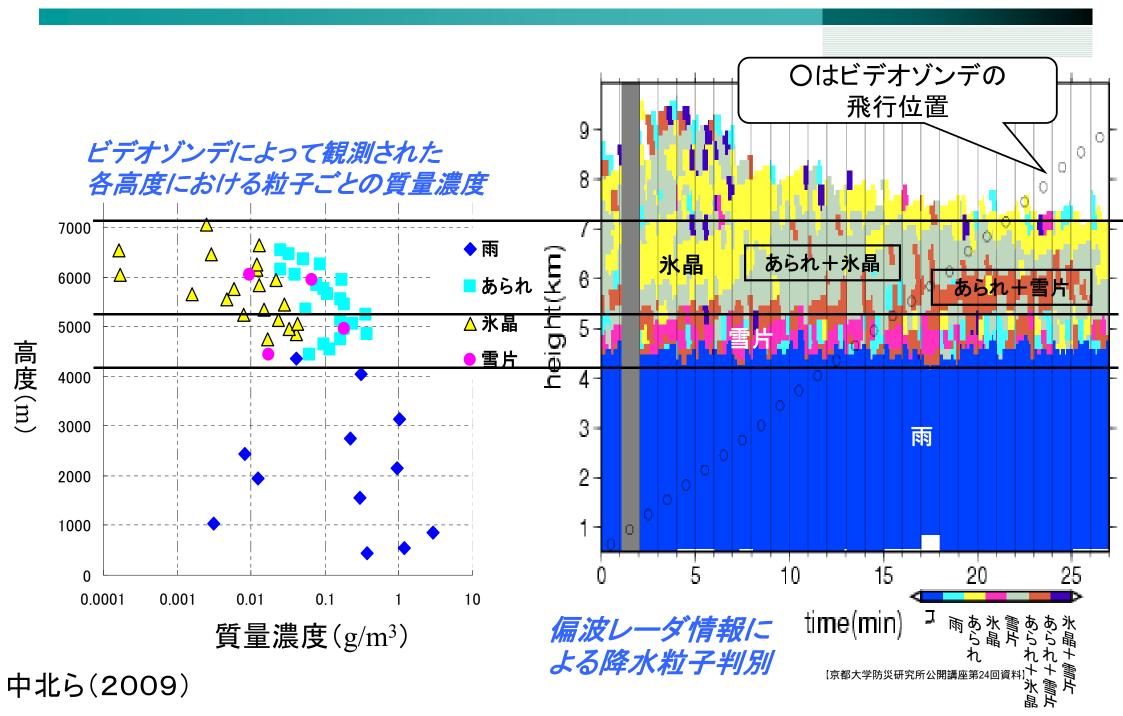


体積濃度(cm³/m³)

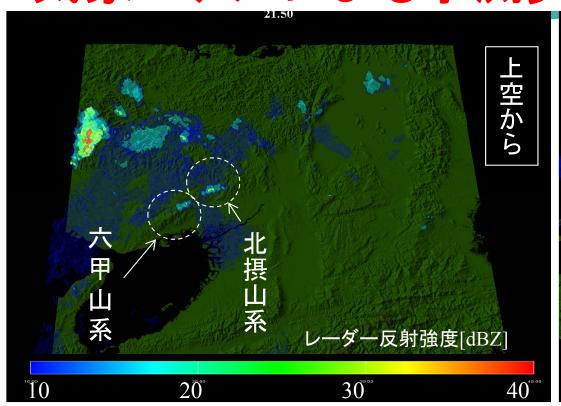
- 融解層(0℃付近)で氷相から雨に変化
- 上空の氷相降水粒子は混在している!

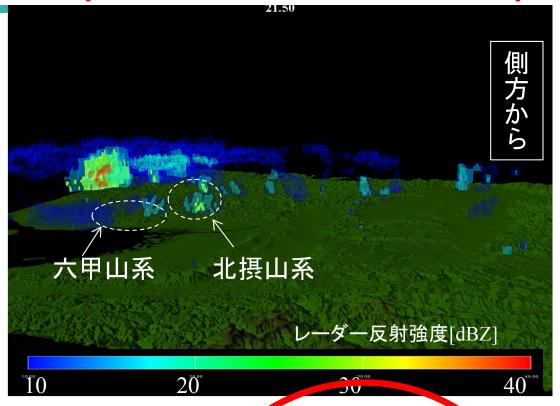
【京都大学防災研究所公開講座第24回資料】

上空の降水粒子タイプの判別

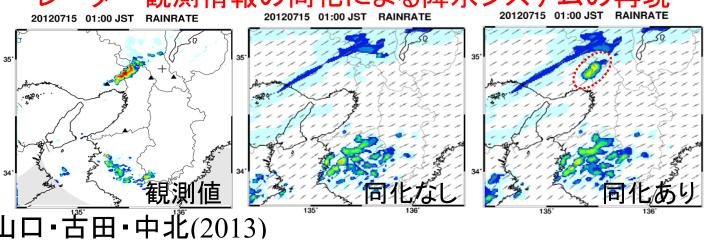


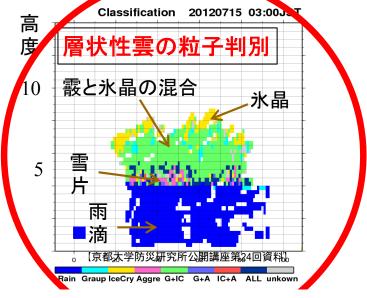
気象モデルによる予測実験(12年7月15日 京都豪雨)





レーダー観測情報の同化による降水システムの再現





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情況情報、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、とうすればよいのか?

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ときたら、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。

内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

気候予測の対象

■ 天気(気象)予報

• 大気の瞬間値を予測たとえば、

2013年

3月5日15時の

気温

降水量

■ 気候予測

• 平均値など統計を予測

たとえば

2071年-2100年の30年平均の

3月の

月平均気温

月平均降水量

日平均気温の発生頻度

日降水量の発生頻度

気候予測の方法

■ 気象の予測

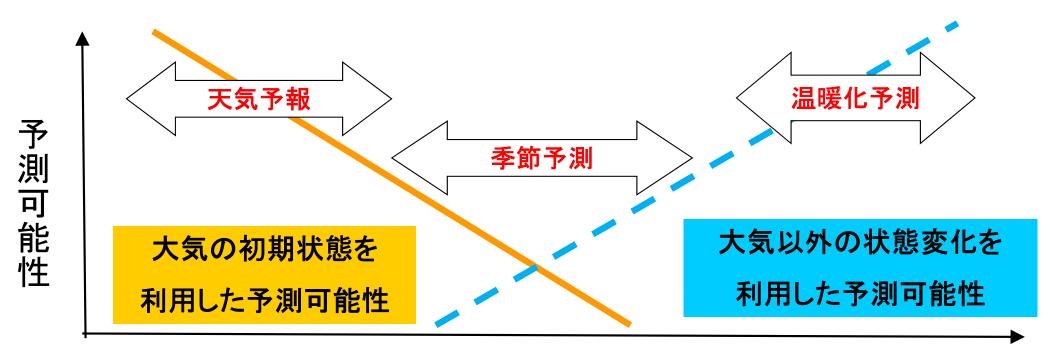
- 大気の時間発展
- 初期値問題
- 大気の瞬間値を予測
- 現実には、カオスなどによる 限界あり (~数週間)
- 高低気圧の移動を決める大 気の運動方程式が基本。
- 高い空間分解能

■ 気候の予測

- 大気の平衡状態の変化
- 境界値問題:CO2など
- 平均値など統計を予測
- 現実には、統計サンプル数に 限界あり(~30年)
- 気候の平衡を決めるエネル ギー収支や水循環など。
- 気候システム全体の表現

(気象研究所を必要率値を借用)

気候の予測可能性



1時間 1日 1週間 1か月 季節 1年 10年 100年

(予測リード時間)

時間スケール

(予測平均期間)

小さな 低気圧 低気圧 高気圧

定常波

エルニーニョ

地球温暖化

(気象研究所より) (気象研究所より) できる (気象研究所より) できる (気象研究所と) できる (気象研究所と) できる (気象の) になっています (気象の) になっています (気象の) になる (しなの) になる (しな

気候予測の信頼性

■ 数値モデルの信頼性

- 物理の基本方程式を利用
- 素過程(雲など)をモデル化
- 天気予報による試験
- 現在気候と変動の再現
- 各種アンサンブル実験による 不確実性の評価

■ 過去の気候変化の再現性

- 20世紀の気候変化の再現
- 観測のトレンド(変化傾向)と の比較
- 気候変化の定性的な理解 (理論的説明)

共生、革新から創生プログラムへ

- Kyousei(共生)Program:2002-2006
 - 20kmRCM(領域気候モデル) (日雨量)
- Kakushin(革新)Program:2007-2011
 - 20kmGCM(全球気候モデル、時間雨量)
 - 5,2,1kmRCM (時間雨量、30分雨量、10分雨量)
 - 自然災害への影響評価
- Sousei(創生)Program:2012-2016
 - アンサンブル情報を用いた影響評価(ハザード+社会経済的)
 - 適応策への哲学、考え方の構築
 - 自然災害, 水資源, 生物生態系・生態サービス



地球シミュレータによる 気候変動予測



長期気候変動(2300年頃)

近未来(20~30年後)

極端現象(台風・集中豪雨等)

雲解像モデルの高度化

海洋乱流シミュレーションの高度化

気候モデル 高度化と 気候変動予測



不確実性の定量化と低減

自然災害に対する 影響評価

IPCC第5次評価報告書へ貢献

科学的根拠の提供・政策検討・対策立案



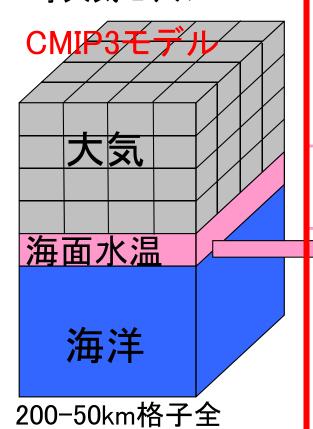
革新プログラム「極端現象予測」実験仕様



FY2007-FY201

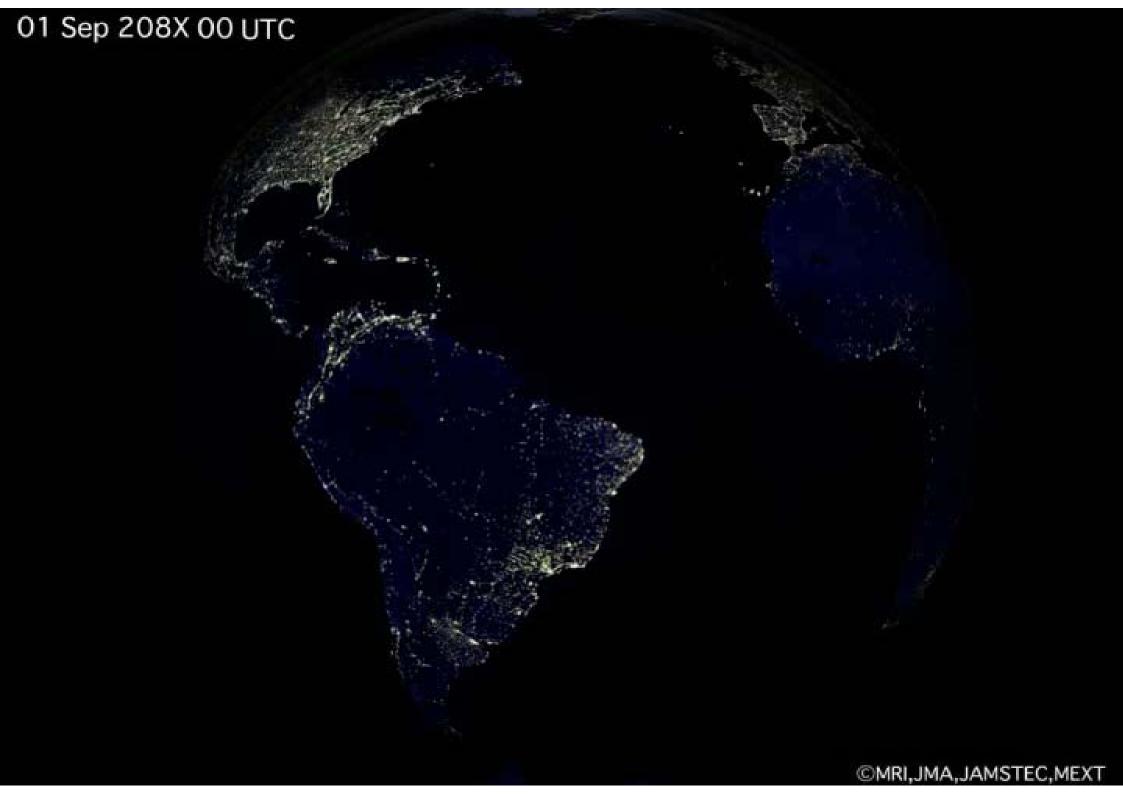
大気海洋結合モデル による地球温暖化予 測実験

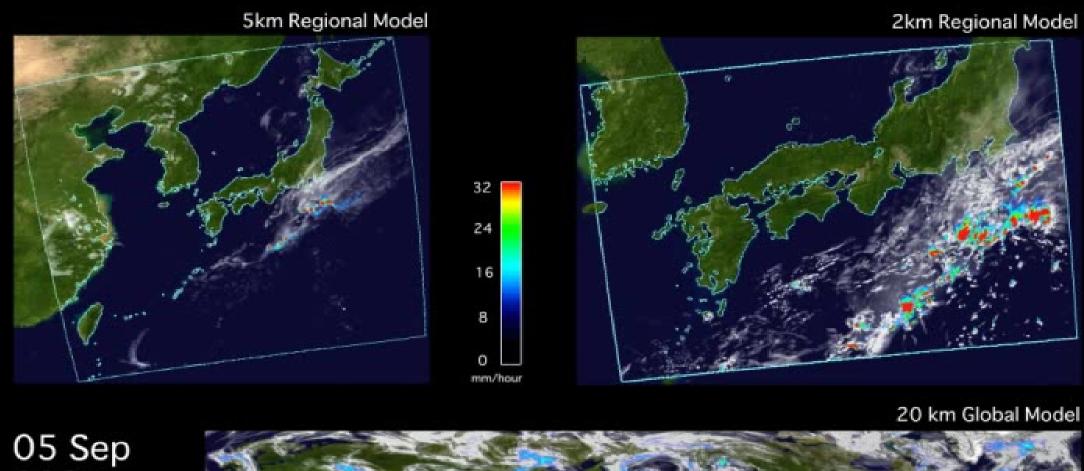
280-120km格子全 球大気モデル

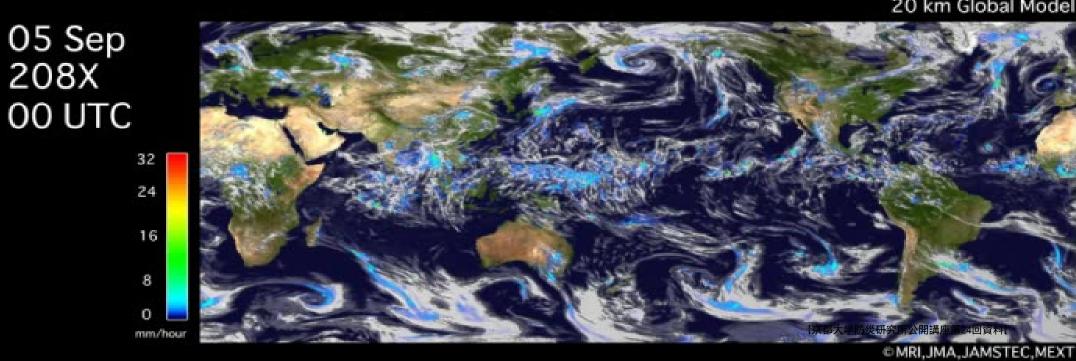


球海洋モデル

高分解能大気モデルによ ネスティングによる領域 るタイムスライス実験 タイムスライス実験 水平5km/2km/1km格子雲 解像領域大気モデル 水平20km格子 全 5km領域 球大気モデル 境界条件 予測した lkm領域 海面水温 海面水温 2km領域 境界条件 21世紀3 現在気候 海面♠ 水温 1979-2003 2015-2039 2075 (2019)







内容

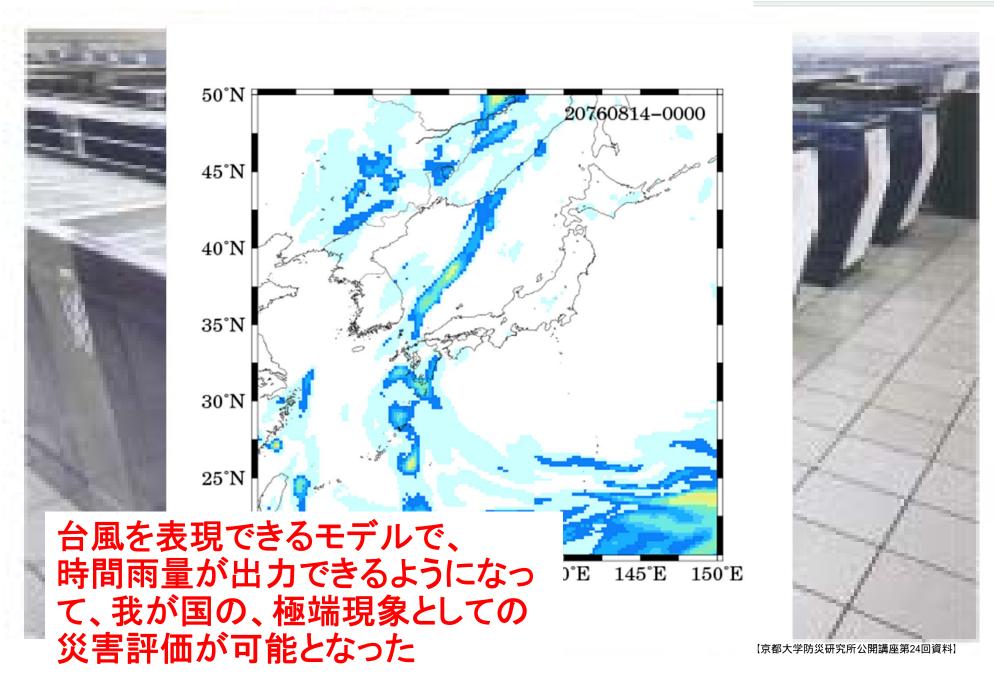
- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - 3 これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

我が国の災害影響評価へのポイント

- 様々なハザード、人と関わった災害がある。
- 現実味のある(たとえば)河川流量を算定するためには、時間・空間的にきめ細かな情報が求められる。
- 気候モデルによる高解像出力が可能となって初めて、我が国の洪水、高潮·高波·波浪、風災害などの災害環境への気候変動による影響評価が可能となった。

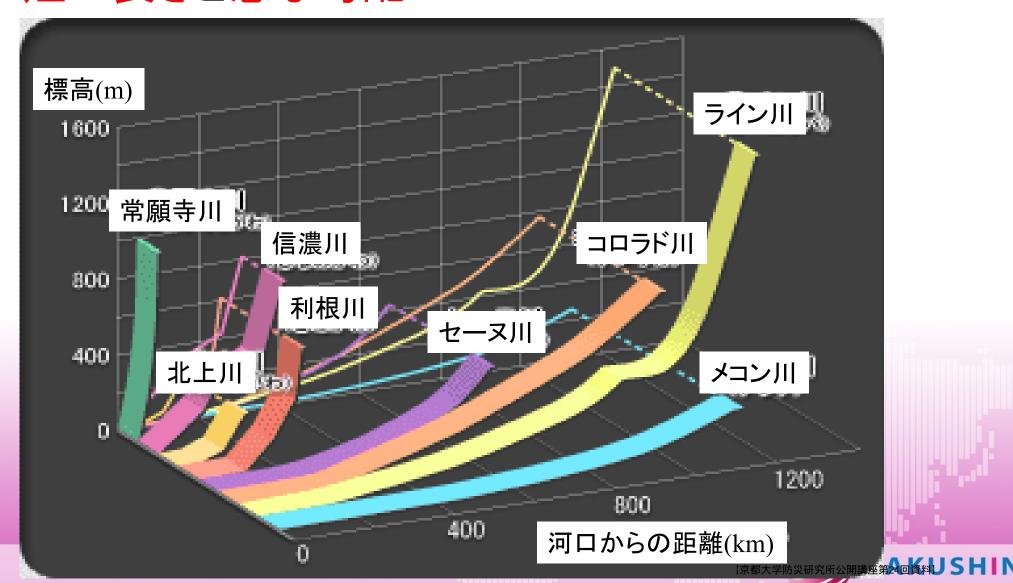


地球シミュレーターが推測する2076年8月後半



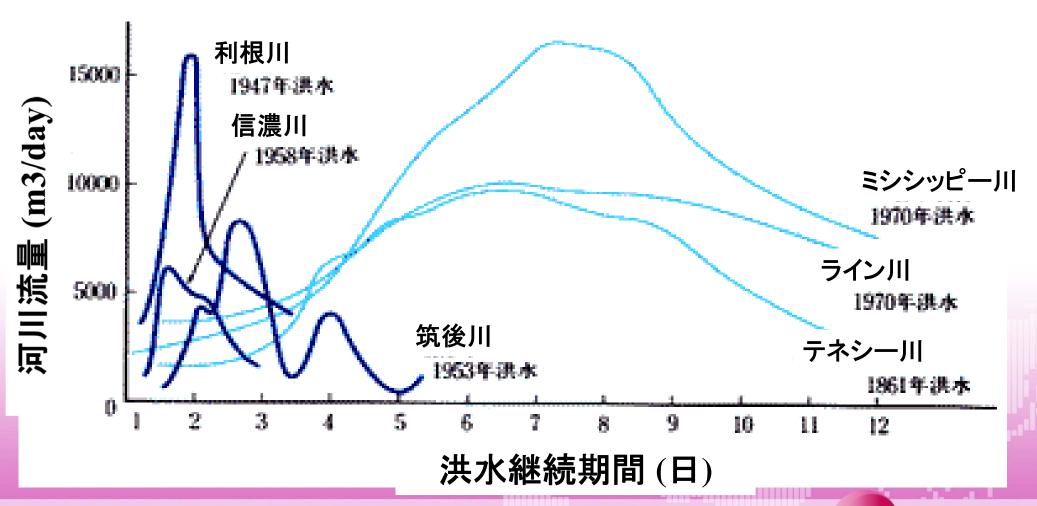
日本の河川の特徴(1)

・短い長さと急な勾配



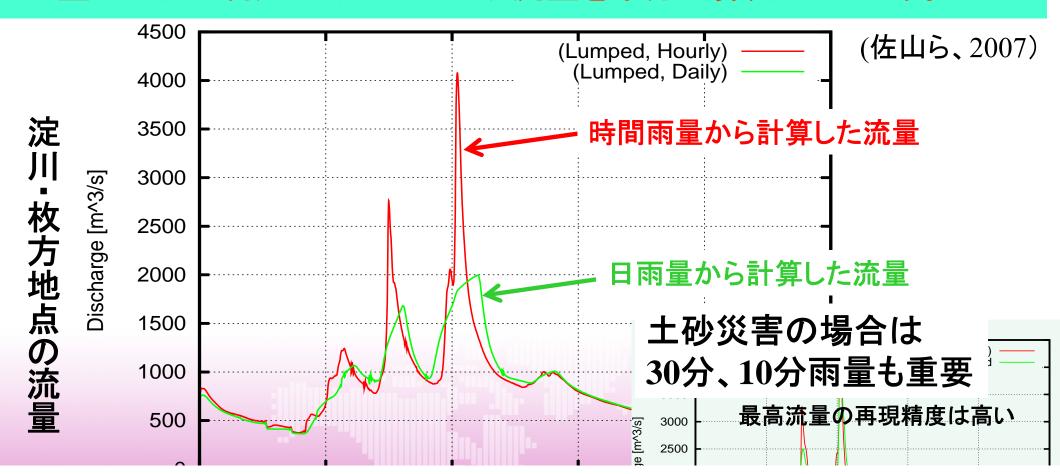
日本の河川の特徴(2)

・ 大きなピーク流量と短い洪水期間



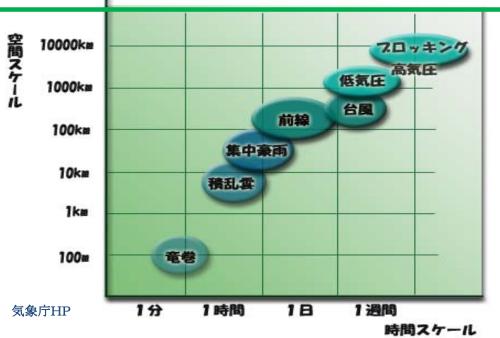
我国の災害評価における時間雨量の重要性

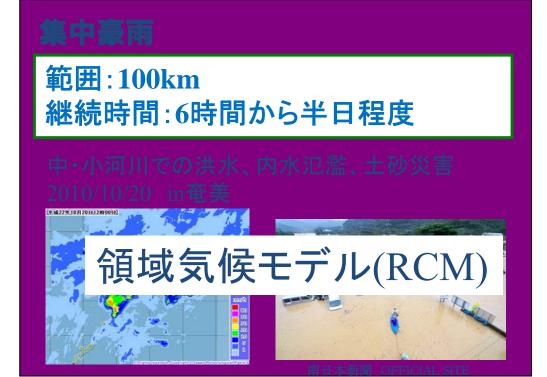
日雨量データの利用だけではピーク流量を半分に算定してしまう。



利根川や淀川といった大河川ですら毎時毎時の雨量情報が気候モデルから出力されるようになって初めて、現実味のある河川流量や水位の算定が可能になりました。 (ፍ都大学防災研究所公開議第24回資料)

気候変動影響評価が可能な豪雨は?





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 CWB OPESUMS COMPOSITE REFL 全球気候モデル(GCM)

ゲリラ豪雨(局地的集中豪雨)

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



気象予測と気候予測との違い

(気象研究所よりスライドを借用)

■ 天気(気象)予報

• 大気の瞬間値を予測たとえば、

2013年

3月5日15時の

気温

降水量

■ 気候予測

• 平均値など統計を予測

たとえば

2071年-2100年の30年平均の

3月の

月平均気温

月平均降水量

日平均気温の発生頻度

日降水量の発生頻度

極端現象に伴う災害発生変動評価

気候変動評価指標の創出

変動評価

DPRI-KU

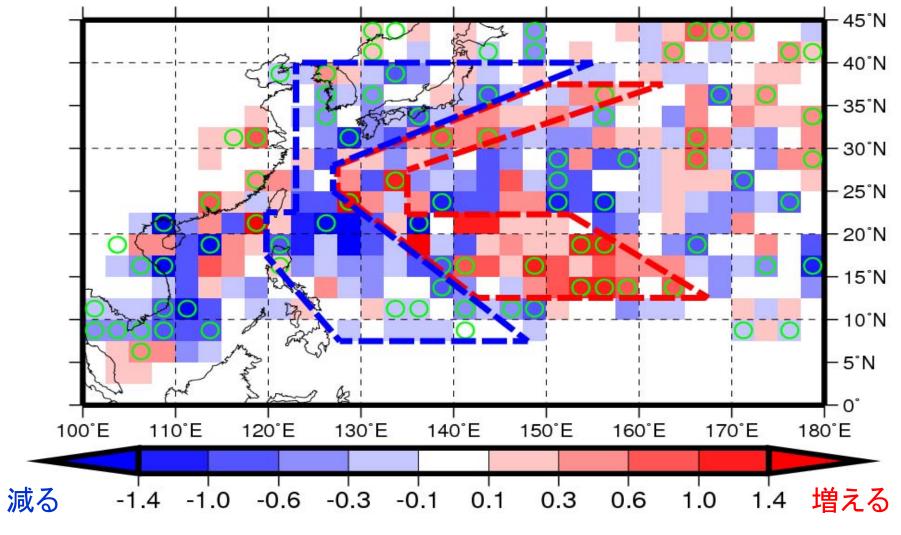
沿岸域 斜面系 山岳系 河道 都市•低平地 気象研GCM· 降雨·気温·水蒸気·風速·放射·気圧系列 (現在気候、近未来、世紀末 各25~30年) (アンサンブル実験結果を含む) RCM出力 領域気候モデル (気象研5km, 1km-RCM, 独自ラン with CReSS等)(物理的ダウンスケール) 陸面過程モデル 温暖化出力 台風モデル 翻訳 降水 主要物理量の確率時空間モデル・極値確率分布モデル (確率的ダウンスケール) 土砂生産モデル ダム操作ルールモデル 風による建物被害モデル **Hazard₹** 地下街浸水モデル デル 高波モデ 土砂流出モデル 河道の土砂体積・輸送モデル (長期計算も 含む) 河道の水流モデル 雨水流出モデル 斜面崩壊、土石流、洪水流出、洪水氾濫(都市域氾濫・地下街浸水など)、高潮・高波氾濫、 災害発生 強風・突風により、発生頻度に応じた各ハザードの巨大化や災害としての治水施設(ダム

オペレーションも)、堤防、防波堤護岸の安全率の低下や建物被害率の増大 =>新たな

台風の存在頻度は東ヘシフト (前期モデル)

(気象研究所よりスライドを借用) Murakami et al. (2011) *J. Climate*

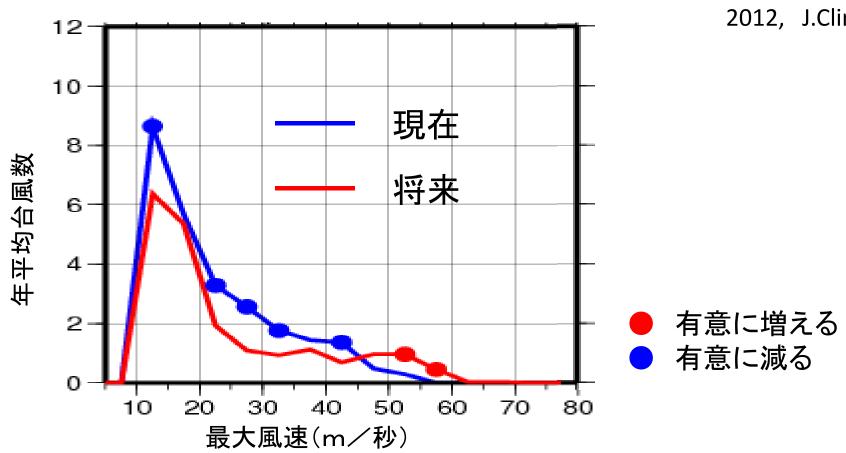
1年の台風最盛期(7月~10月)、東西2.5度x南北2.5度領域あたりの個数将来気候実験(2075-2099年)と現在気候実験(1979-2003年)の差



強い台風が増加(前期モデル)

(気象研究所よりスライドを借用)

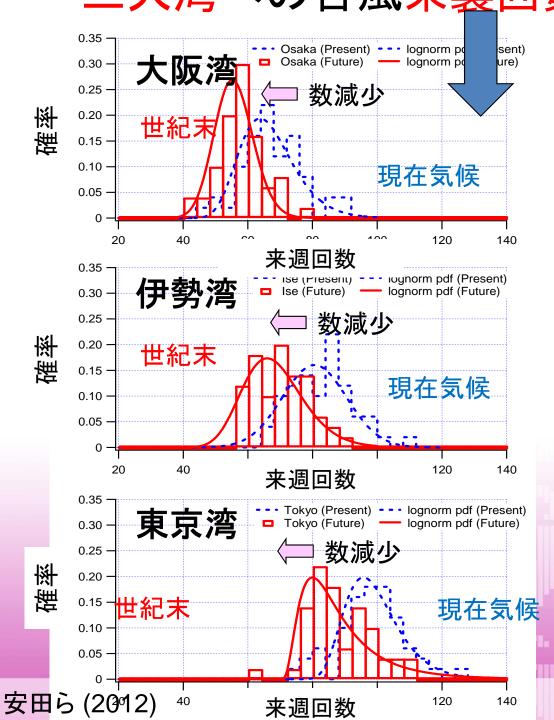
Murakami et al., 2012, J.Climate

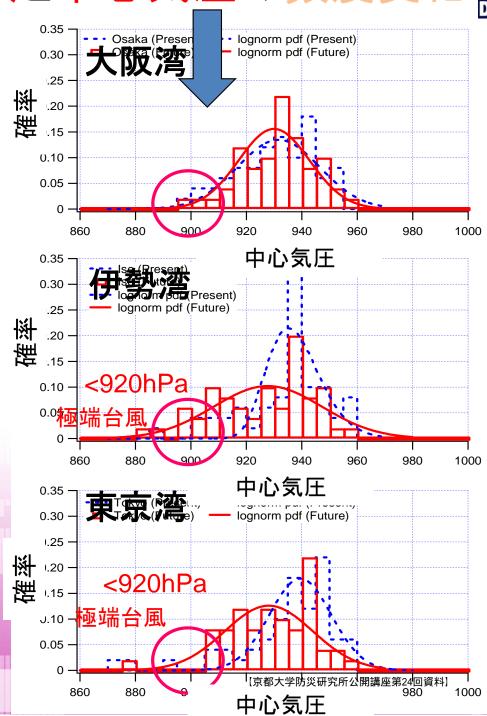


台風の発生数は減るが、いったん発生すると、発達に必要な水蒸気が(気温が高いと)多いため、最大発達可能強度は強くなる (原本大学的災研究所公開議座第24回資料)

三大湾への台風来襲回数と中心気圧の頻度変化





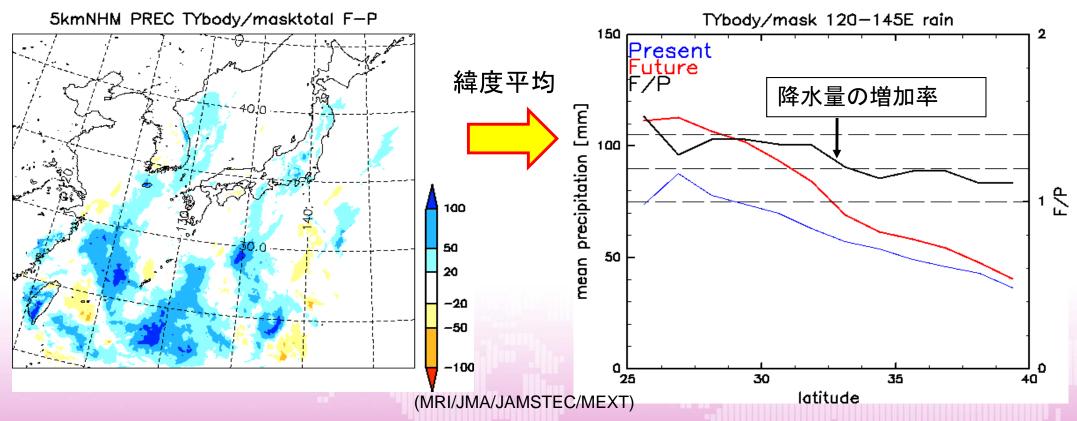


台風によってもたらされる 日本付近の降水の特性と将来予測

(気象研究所よりスライドを借用)

台風1個あたりの降水量の変化

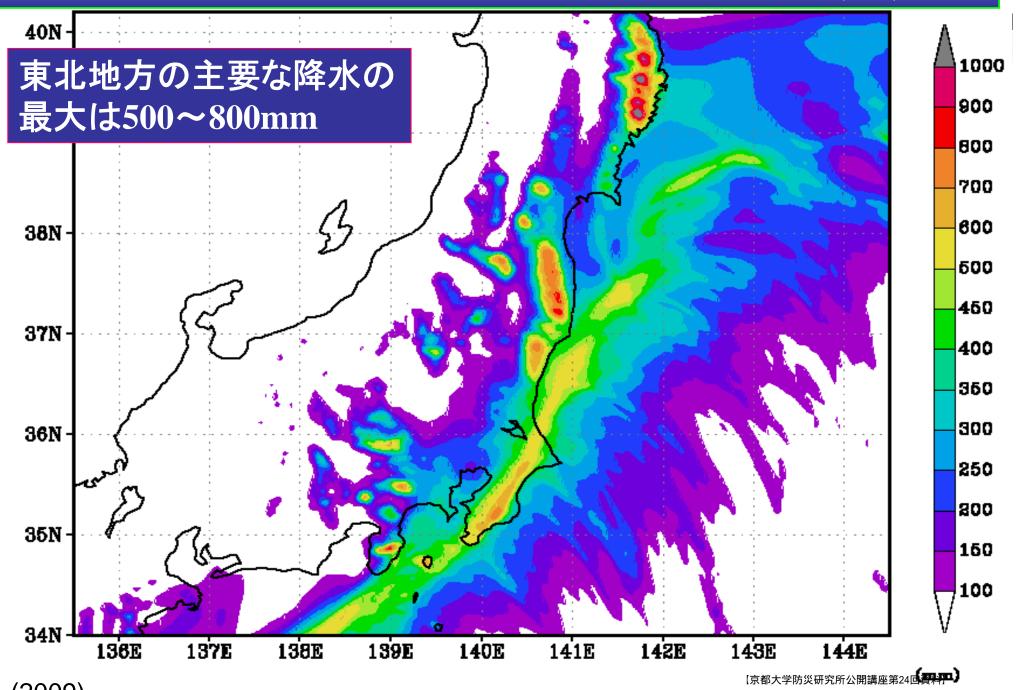
台風1個あたりの降水量の変化(緯度平均)

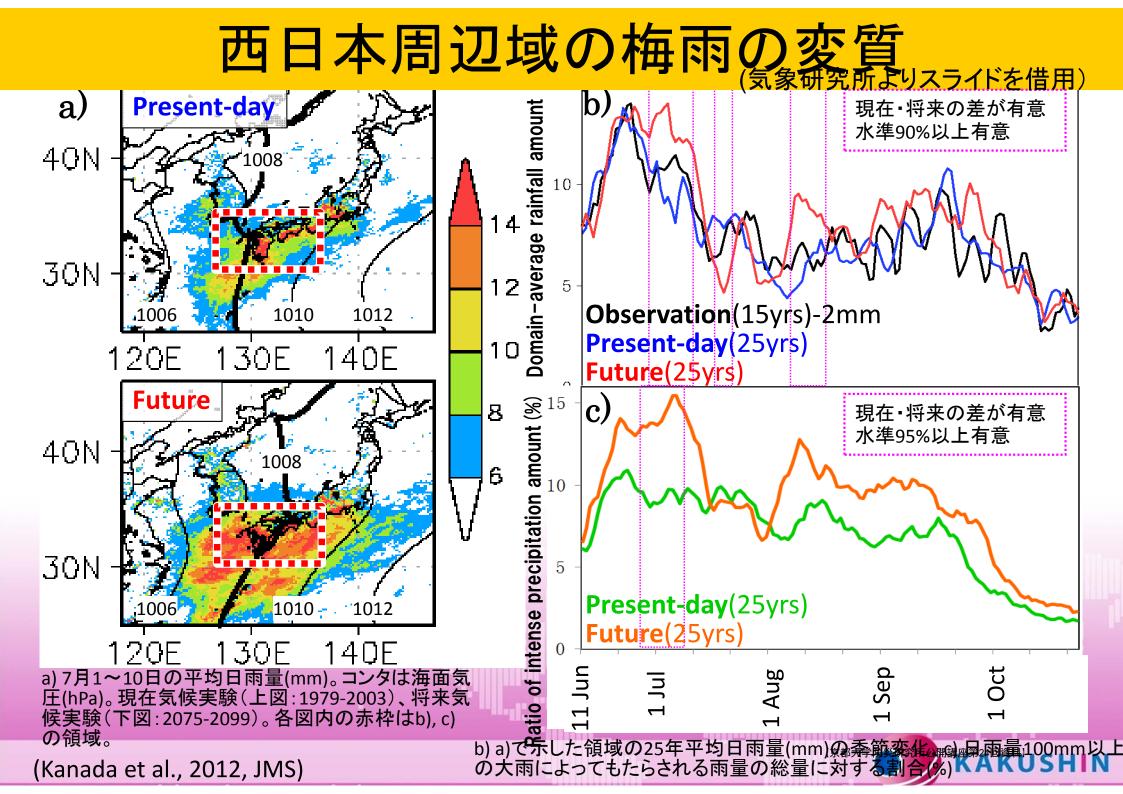


21世紀末には台風一個あたりの降水量が増加 日本付近での降水量増加は約20~40%

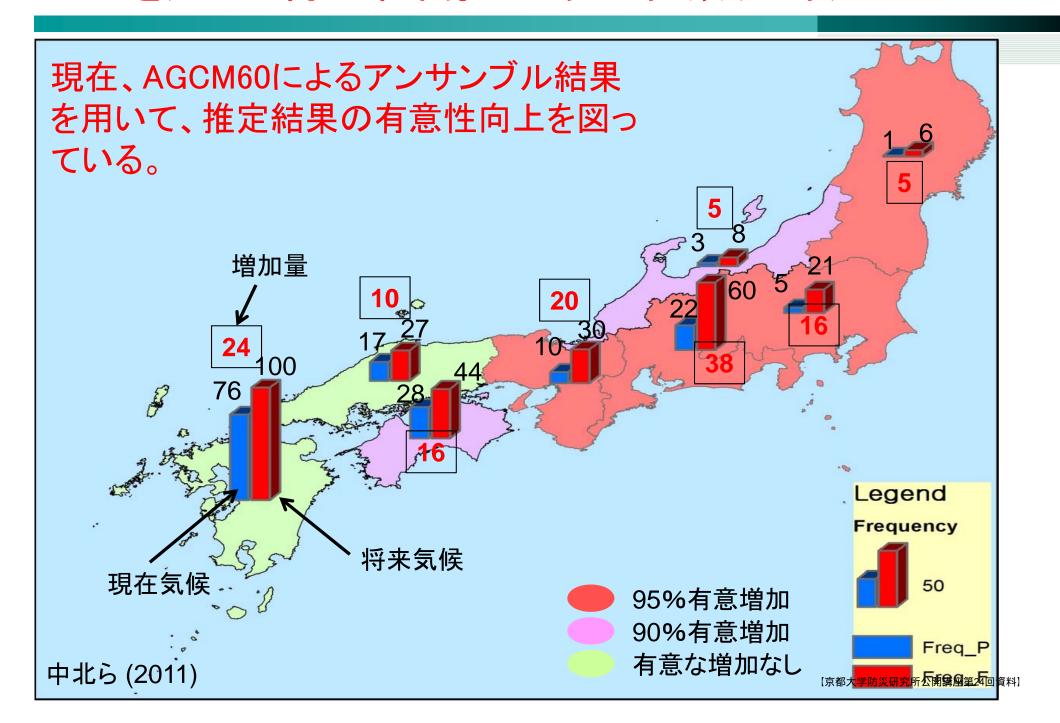
ただしサンプル数が少ない→擬似温暖化実験

GCM温暖化気候の台風のCReSS実験:台風SF0508による総降水量(mm)





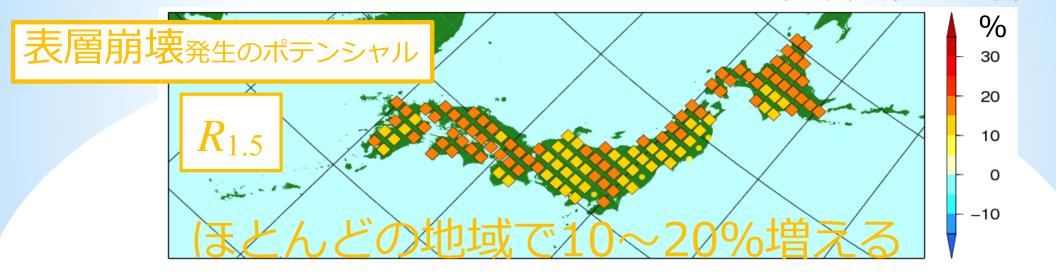
RCM5を用いた梅雨集中豪雨の発生回数(25年)

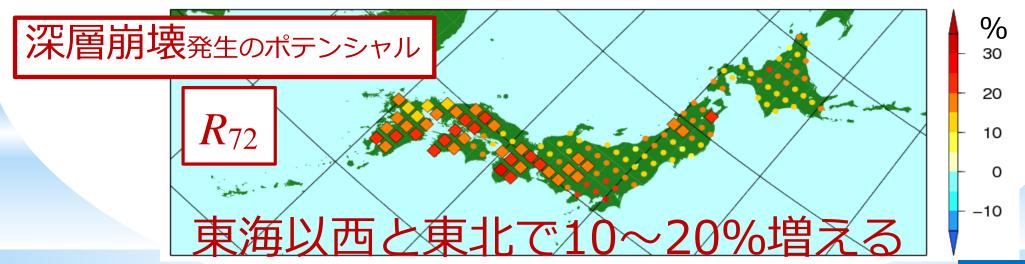


*実効降水量の将来変化

全球モデル(60km)アンサンブル計算

不確実性を評価





◆……95%の信頼度で有意な変化,

……それに満たない変化

い 多 1 し 「京都大学防災研究所公開講座第24回資料」

Oku and Nakakita (2013)

再現期間100年に対応する年最大流量の変化比率(台風到来が大きな影響)



- ●東北南部と北陸東部以外、ほとんどの地域で最大流量は増加。30-40%増も。
- ●もともと大雨の少ない東北では、クリティカルになる危険性が大きい。
- ●ただし、九州〜近畿以外では、台風到来頻度が元々相対的に少なく、GCMによる25年間の計算では、たまたまという影響が大きいと考えられる。洪水危険度は東日本も要注意。

再現期間10年に対応する渇水流量の変化比率(台風が来ない事が大きな影響)

渇水流量:1年で約10番目に少ない、河川の一日の流量

1.2

1.1

0.9

0.8

0.7

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

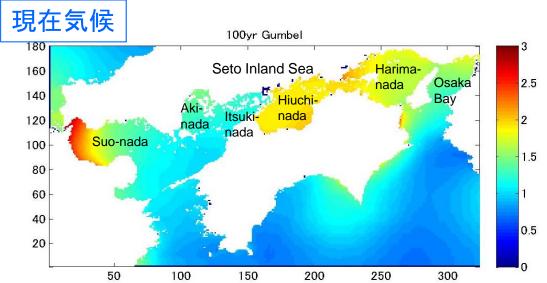
0.1



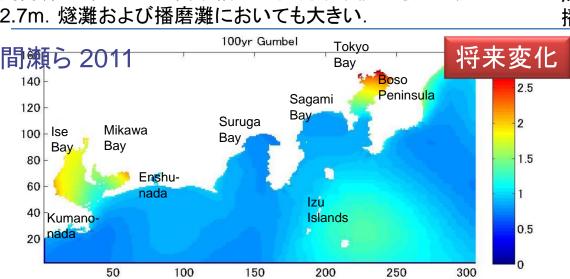
- ●北日本と中部山地以外では、渇水時の流量減少。渇水が深刻に。
- ●西日本では、洪水危険も増すし、渇水危険度も増す。
- ●ただし、九州~近畿以外では、台風到来頻度が元々相対的に少なく、GCMによる25年間の計算では、たまたまという影響が大きいと考えられる。

気候変動予測実験出力を直接用いた高潮リスクの評価

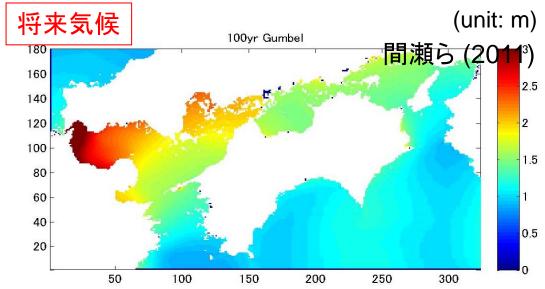
GCMデータを駆動力として高潮シミュレーションを実施. 台風ごとの最大高潮偏差を極大値 資料とし、Gumbel分布を用いて極値統計解析を行った. 再現期間は100年.



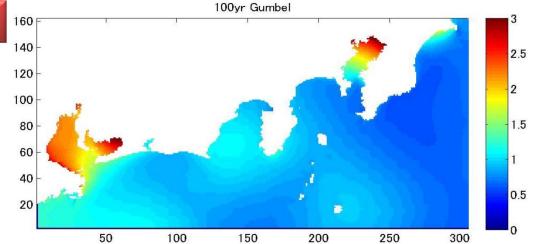
周防灘西部における高潮偏差の再現確率値が最大で、2.4~ 2.7m. 燧灘および播磨灘においても大きい.



東京湾で最も大きく2.3~3.0m. 次いで. 伊勢湾西部および三 河湾で大きく、それぞれ1.8~2.1m、1.5~2.1m、



周防灘で、現在気候に比べて大きく増大し、3.0~3.7m、燧灘や 播磨灘では小さく、安芸灘および斎灘では大きくなった。

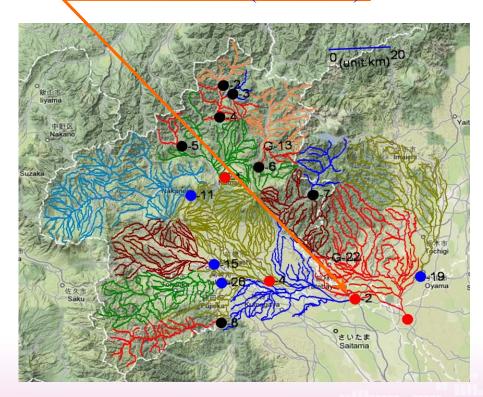


東京湾では2.3~3.4mに増大したのに対し...伊勢湾では2.2~ 2.6m. 三河湾では2.5~3.2mと際だって増大した

利根川ダム群は今世紀末の少雨に

対応できるか? Water Resources at

Tone-Ozeki (6058.8 km2)

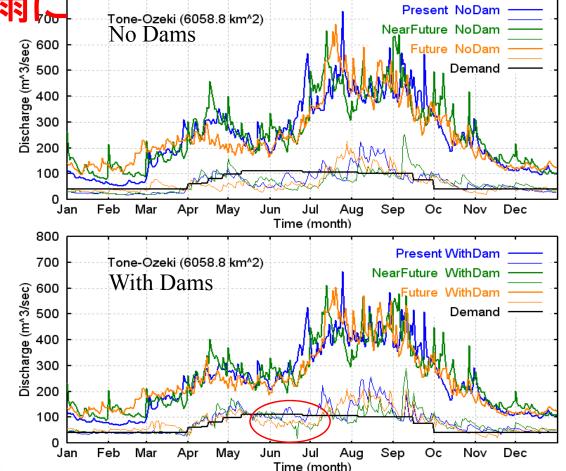


Water Demand

Living water: 37.43 m³/s

Industrial water: 2 08 m³/s

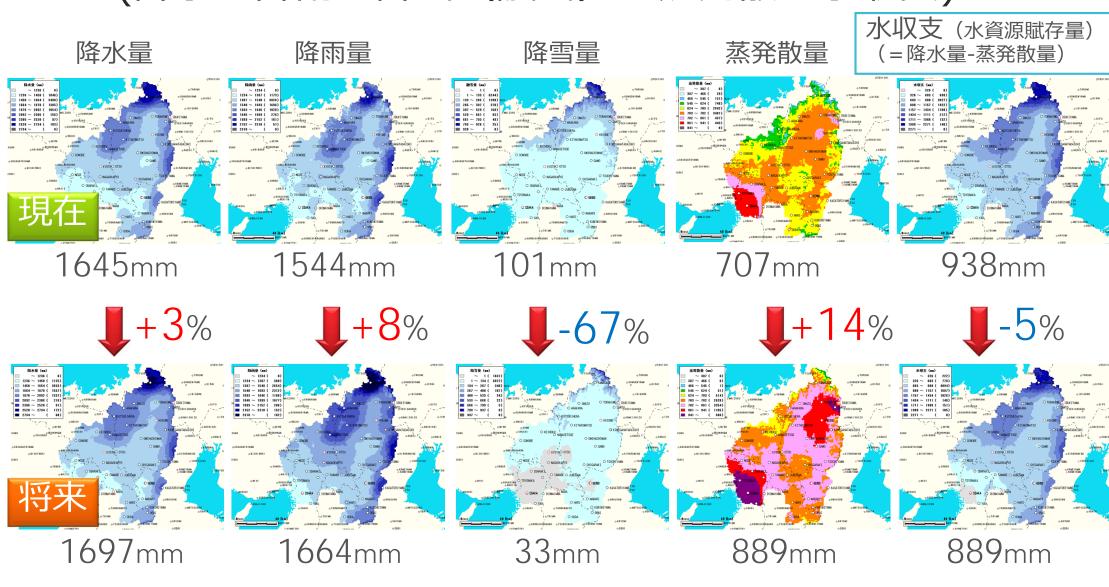
Agricultural water: Apr~May $39.51 \sim 60.99 \text{ m}^3/\text{s}$ May~Sep 111.62~186.71 m³/s



- ダム群から離れた下流の地点である利根大堰(流域面積 6058.8km²)に対する計算結果からは、ダム群の操作影響 が少なくなることがわかる。
- 利根大堰地点では、ダム群操作にもかかわらず年最小流 量が必要な水利用量に対して満足できない時期が現れる 。そのため、新たな操作ルールの開発が必要とされる。

淀川水系

(降水・降雨・降雪(融雪)・蒸発散・水収支)



佐藤ら(2011)

MRI-AGCM3.1S/3.2S(ATBンナリオ)

内容

- 1. 災害をもたらす豪雨
- 2. ゲリラ豪雨とタマゴの早期探知
- 3. MPレーダーとは?
- 4. 国交省MPレーダーネットワーク(XRAIN)
- 5. 早期探知と気象予測としての予測
- 6. 気象災害に対する気候変動影響評価
 - ① 気候モデルとは? 気象モデルとの違いは?
 - ② 我が国の気象災害に対する影響評価
 - ③ これからの影響評価が目指すもの 適応への考え方

適応に向けて

最悪シナリオ

サバイバビリティ・クリティカル(生存の淵、土 **俵際)から、しな**やかにより戻せる足(社会シ ステム)が、より重要も好象となる範囲

= 大規模災害の場合もふくむ

世紀末のデザイン値

気候変動による影響評価では

- =同じ頻度に対応するデザイン値 は上昇する。
- =でも、どこまで上昇するかにはあ いまいさがある。

将来気候下での推測デザイン値には不確定性がある

現気候下での デザイン値

河川の流量 高潮の水位

防災の対象となる範囲 = 堤防から水は溢れさせない。 防波堤から水は越えさせない。

Sousei (創生) Program (2012-2016)

Post Sous

ボスト創生

適応策創出の哲学・考え方の構築

大きな不確定性下での意思決定法の究極の目標構築

最悪シナリオなどの確率のわからない 状況下での意思決定法の構築

より精度の高い確率の推定

粗いモデルによるアンサンブル 情報により確率密度関数を 推定する。

GCM20やRCMを用いて、粗い時・空間解像度での値を、領 、域スケールでの値にコンバ

創生 Sousei 2012-2016

Kakushin(200X-2011)

革新

対象:

自然災害,水資源、

生態系•生物多様性

For adaptation decision making

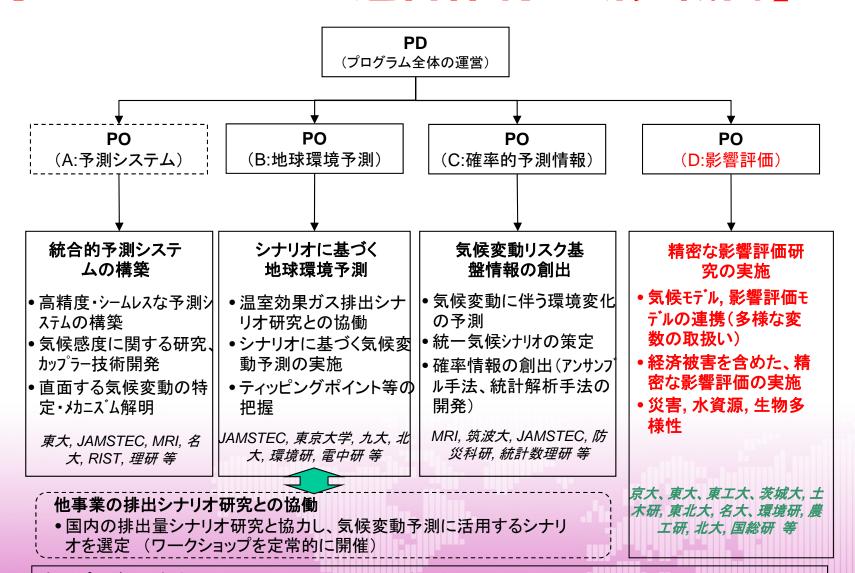
Deterministic, Probabilistic and Beyond







【創生プログラムの運営体制・研究機関】



創生プログラム事務局

- PD、POと連携し、プログラムの円滑な運営、課題管理を実施
- 研究調整委員会の実施、TFの支援(コンシェルジュ機能)
- 各種アウトリーチ活動の実施 ・ データ提供体制の強化

【京都大学防災研究所公開講座第24回資料】

SOUSEI

適応への考え方

- 気候変動モデルによる時間毎の出力値により、我が国の気候変動影響評価が可能となった。
- まだ不確定だからといって適応を遅らせていると将来の適応が不可能 あるいは困難になる危険性がある。
- 実践を通しての適応:「はっきりとはわからないけど進める」
 - 専門家はまずこの認識を持つことが大事。
 - 「現在の進行も適応になる」以上の認識が必要。
 - この認識を、他省庁とも共同して、国民に理解してもらうように努める。
 - 温暖化の影響らしきものを国民に発信してゆく
 - 「具体的な実行があって助かった」を蓄積してゆく。
- ・ 基本計画としての適応
 - 設計値(年確率値)にのみこだわるならまだまだ不確定性は高い。
 - だからこそ、最悪シナリオ(極端シナリオ)をどう計画に組み込んでいくか、という 適応が重要。(設計値にという意味ではない)

ご静聴ありがとうございました。



3大学防災研究所公開講座第24回資料

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) 2013年も沖縄・大阪湾~京都で!