

豪雨の発生するしくみ

京都大学 学際融合教育研究推進センター
極端気象適応社会教育ユニット
石原 正仁

次世代安心・安全ITCフォーラム
公開シンポジウム
「ゲリラ豪雨研究の最前線」
2013年9月5日 大阪大学中之島センター

はじめに 大雨の分類（気象庁）

- 大雨 災害が発生するおそれのある雨→大雨警報
- 局地的大雨 急に強く降り、数十分の短時間に狭い範囲に数十mm程度の雨量をもたらす雨
 - 2008年7月28日 都賀川大雨 5名
 - 2008年8月5日 雑司ヶ谷大雨 5名
- 豪雨 著しい災害が発生した顕著な大雨現象
 - 1982年57年7月23日 長崎豪雨 300名
 - 2012年7月 九州北部豪雨 29名
- 集中豪雨 狭い範囲に数時間にわたり強く降り、100mmから数百mmの雨量をもたらす雨



ゲリラ豪雨

もくじ

1. 最近の降雨の傾向
2. 大雨の発生するしくみ
3. 関西における大雨の例（2012年8月宇治大雨）
4. まとめ

1. 最近の降雨の傾向

2013年の大雨

8月8,9日秋田県、岩手県 **7名**

7月18日山形県

8月27日苫小牧

6月19日石川県

7月29,30日石川県

7月28,29日山口県、島根県 **5名**

7月27日東京都

8月24日島根県 **1名**

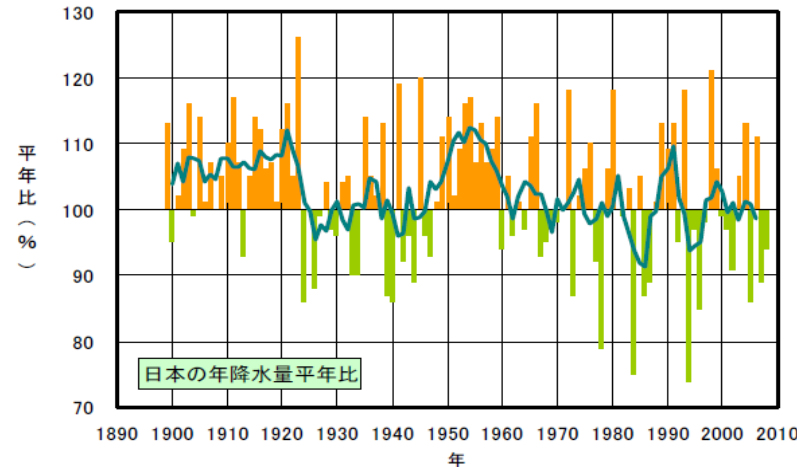
8月25日大阪府、兵庫県

6月29日鹿児島県



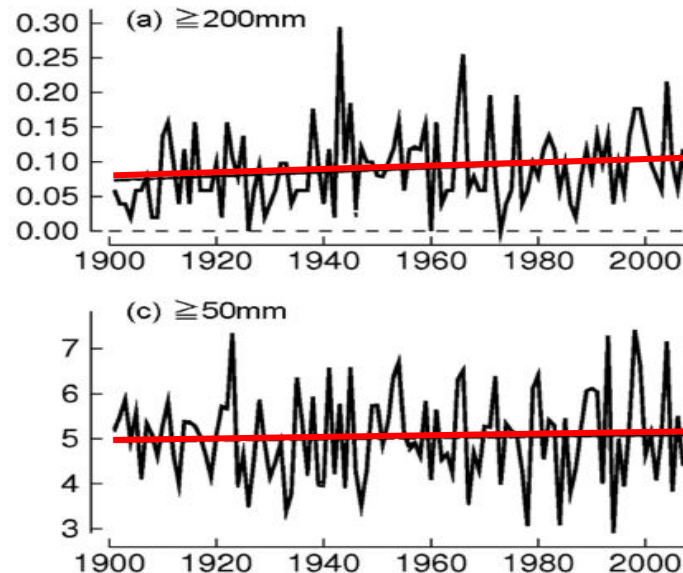
日本において大雨は増えているか

● 日本の年々の降水量は変動が大きい



気候変動監視レポート
2010 (気象庁)より

● 短時間強雨は増加傾向



降水量の階級別年間日数の
経年変化 (日本51地点平均、
1901~2009年)
藤部 (2009)より

降水量を変化させる要因

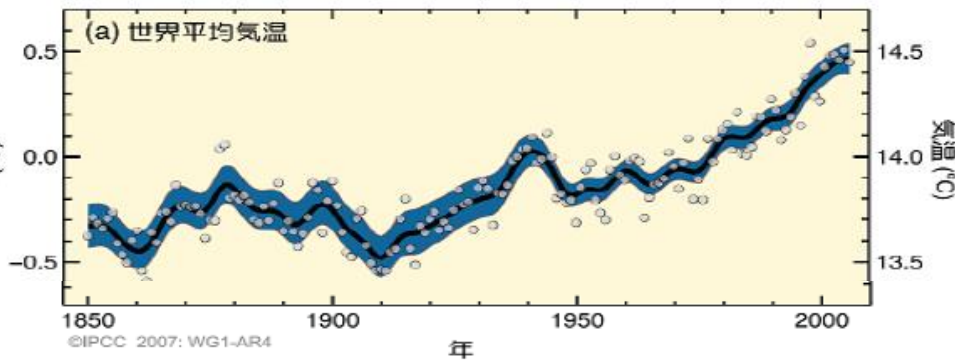
1. **人間起源の地球規模の温暖化：地球温暖化**
2. **都市域の高温化：ヒートアイランド現象**

地球温暖化

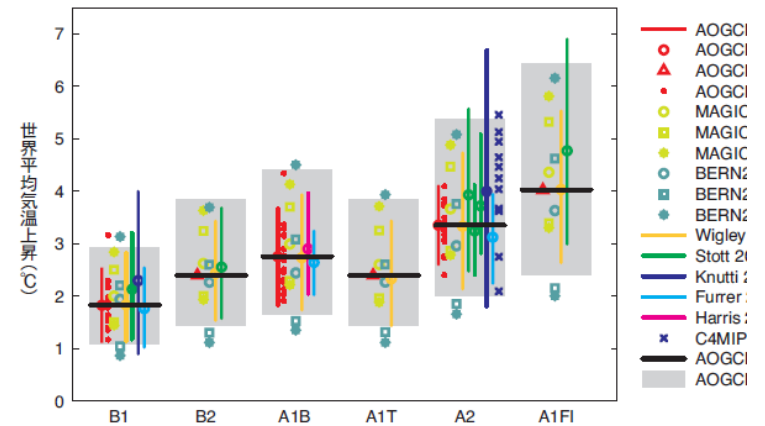
● 過去150年間で平均気温が約1°C上昇

● 今後100年で2~4°Cの上昇と予想

1961~1990年との差
(°C)



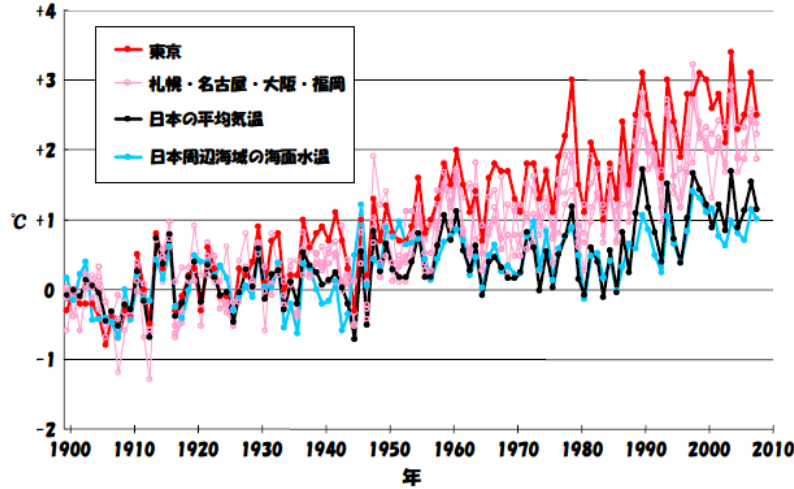
予測された2090~2099年の昇温



気候変動に関する政府間パネル 第1作業部会により受諾された
報告書(2007) 技術要約(気象庁)から

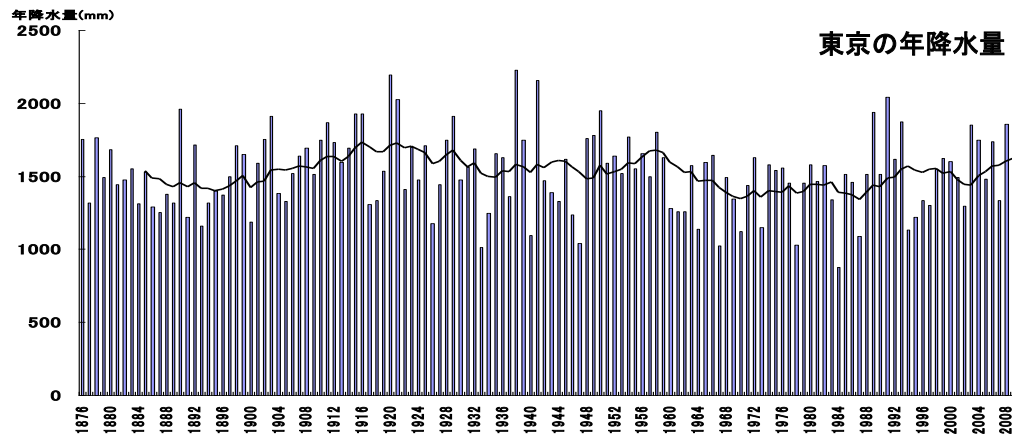
ヒートアイランド現象

- 日本の大都市(17地点)の平均気温と日本周辺の海面水温の推移(1901~1930年の30年平均値からの差)



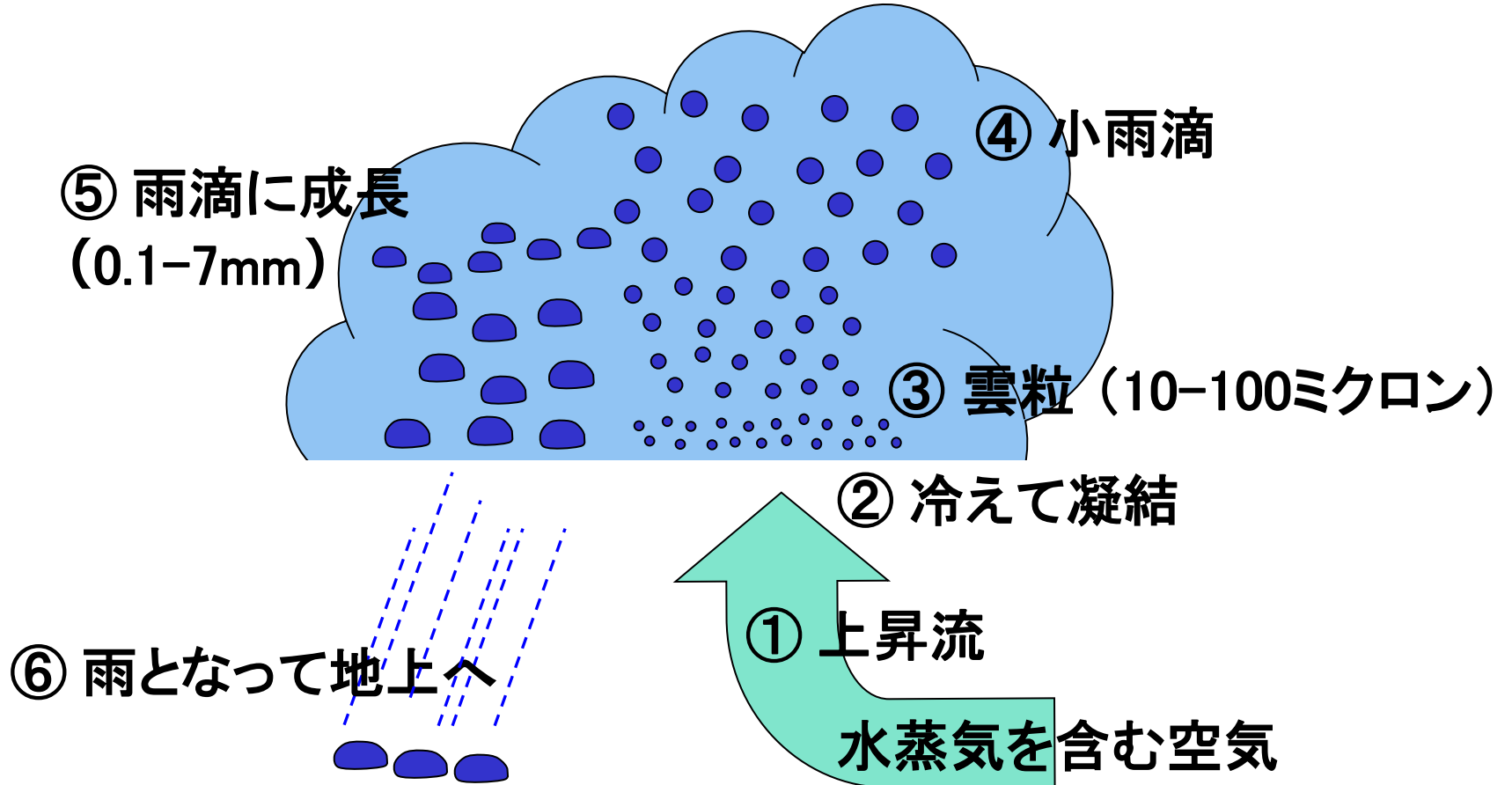
温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート
「日本の気候変動とその影響」文部省、気象庁、環境省(2009)より

- 降水量の変化には増加傾向にはない

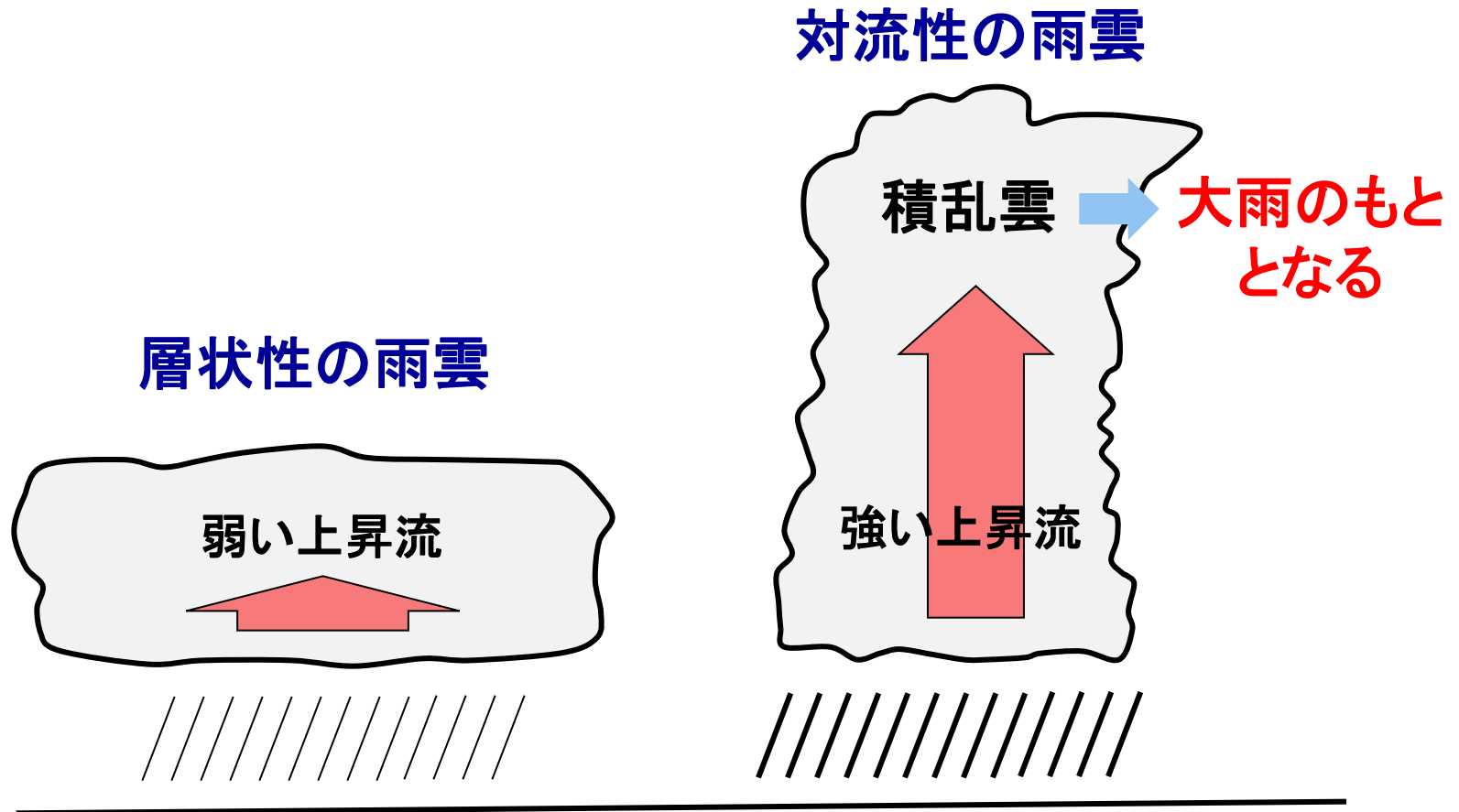


2. 大雨の発生するしくみ

雨の降るしくみ



2種類の雨雲

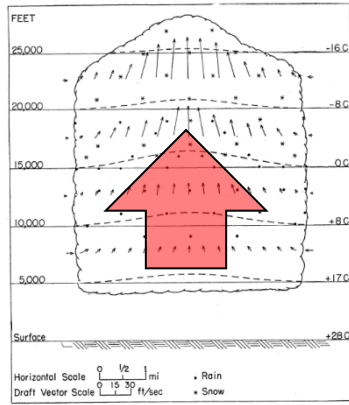


- | | | |
|--------|------------|--------------|
| ● 雨の強さ | 1時間に10mm以下 | 1時間に60mmに達する |
| ● 雨の寿命 | 長いときには数時間 | 1時間程度 |

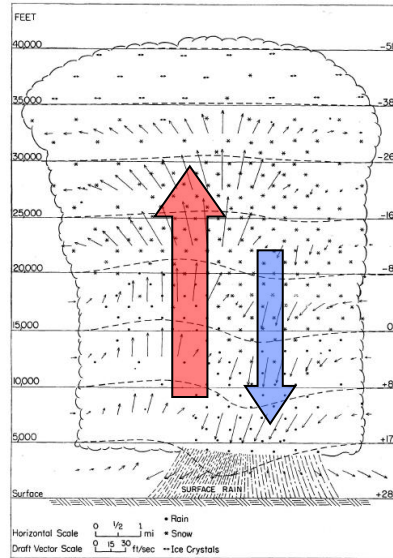
ただしひとつの積乱雲だけでは大雨にならない

- 米国フロリダ州
Byers and Braham (1949)

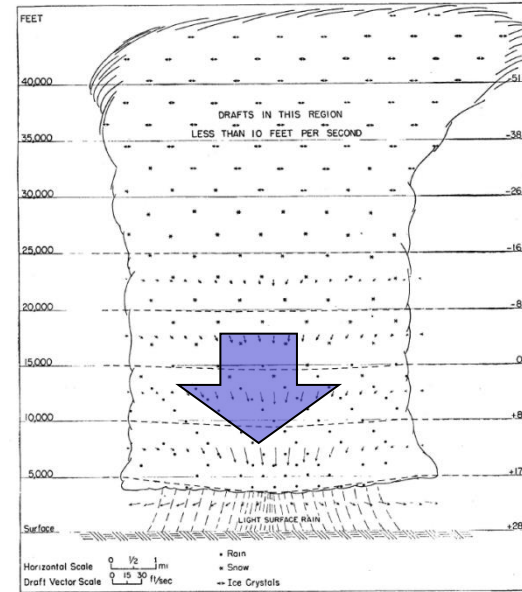
発達期



成熟期

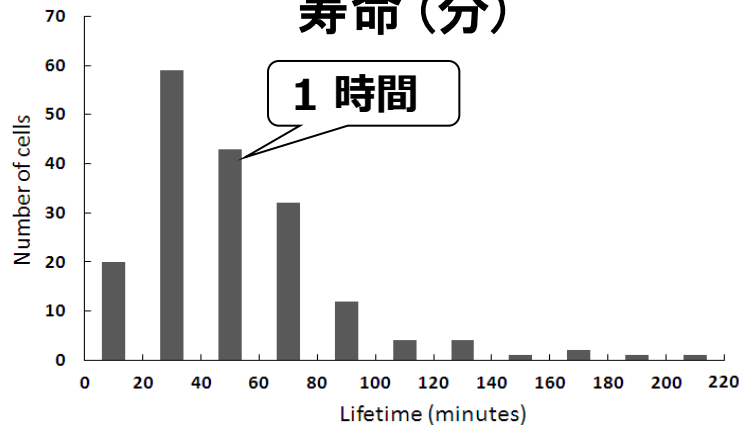


衰弱期

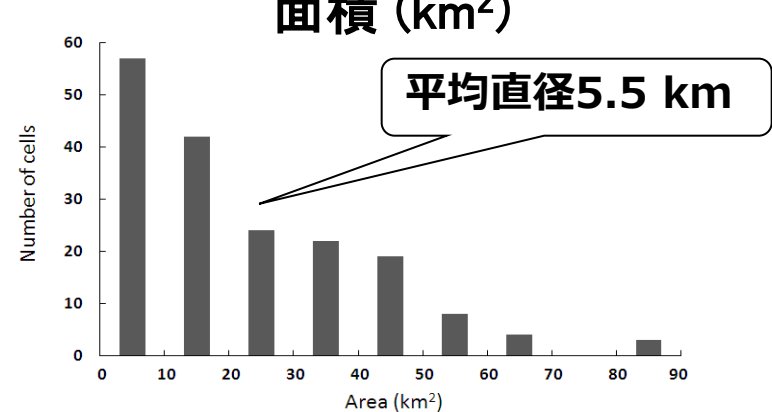


- 東京雑司ヶ谷大雨の日(2008年8月5日)の179個の積乱雲

寿命(分)



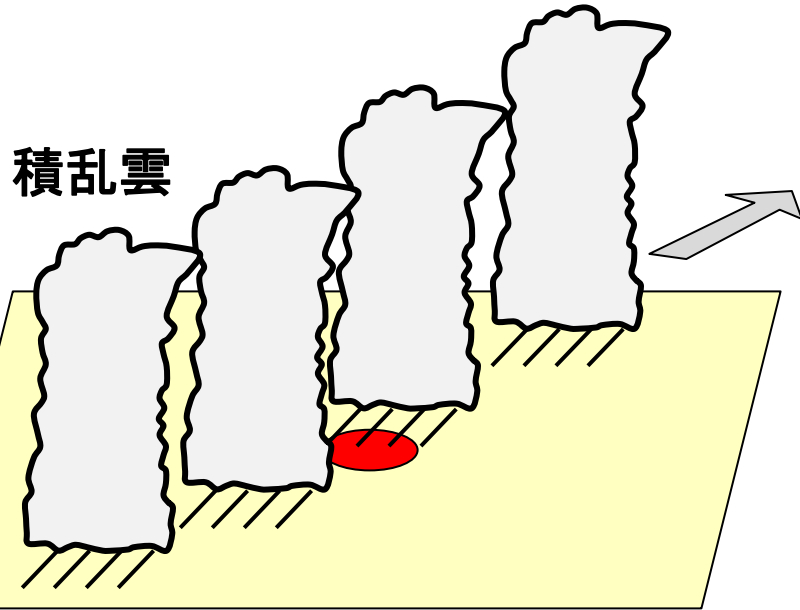
面積(km²)



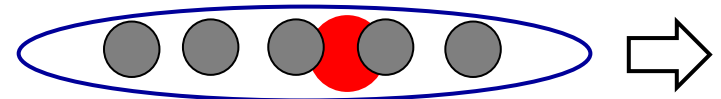
大雨発生のしくみ

① 線状降水帯

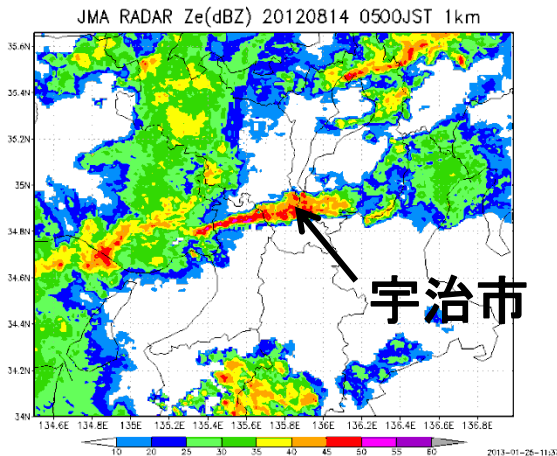
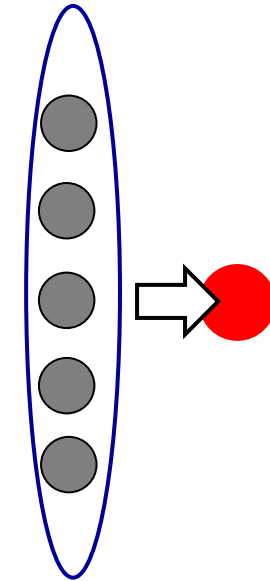
- 積乱雲が上空を次々に通過していく



- 大雨になるケース



- 大雨にならないケース

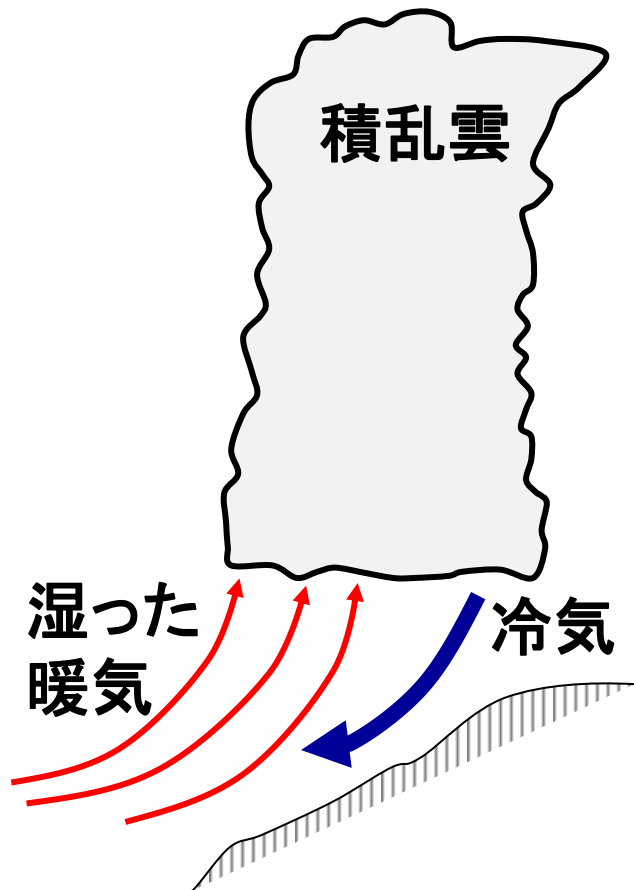


例 2012年8月14日
宇治大雨

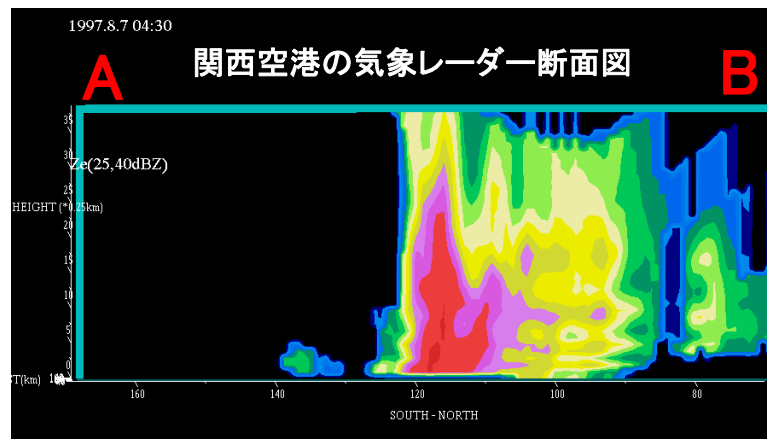
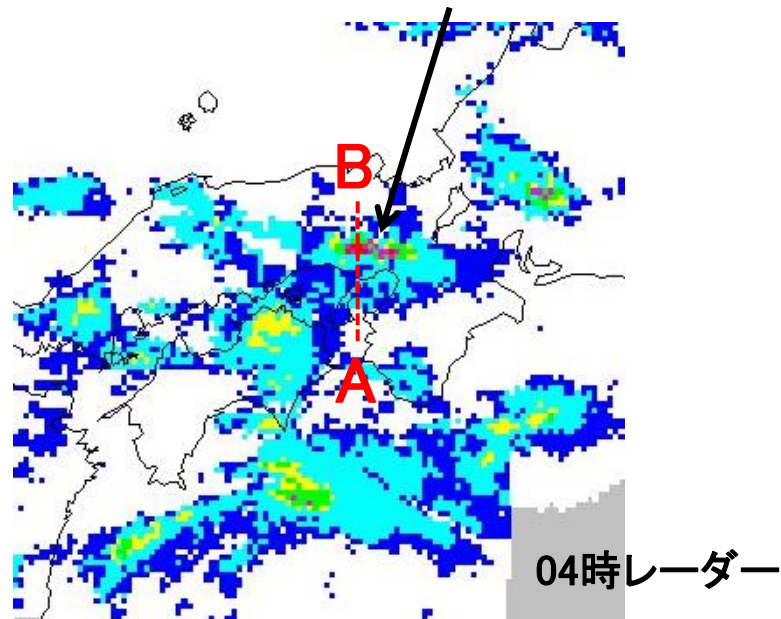
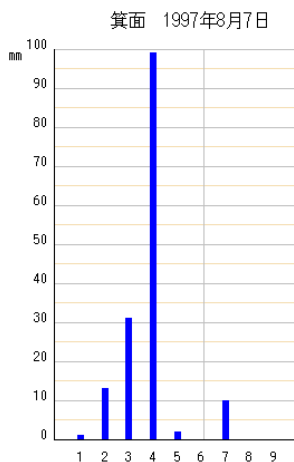
大雨発生のおくみ

② 地形性の大雨

- 山の斜面をかけ上がる気流が長続きする積乱雲を作る



例 1997年8月7日 箕面市の大雨

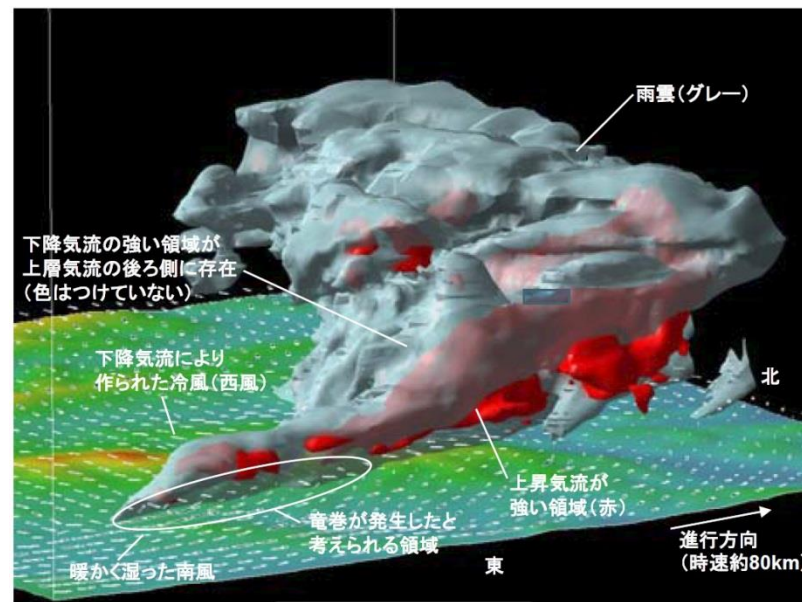
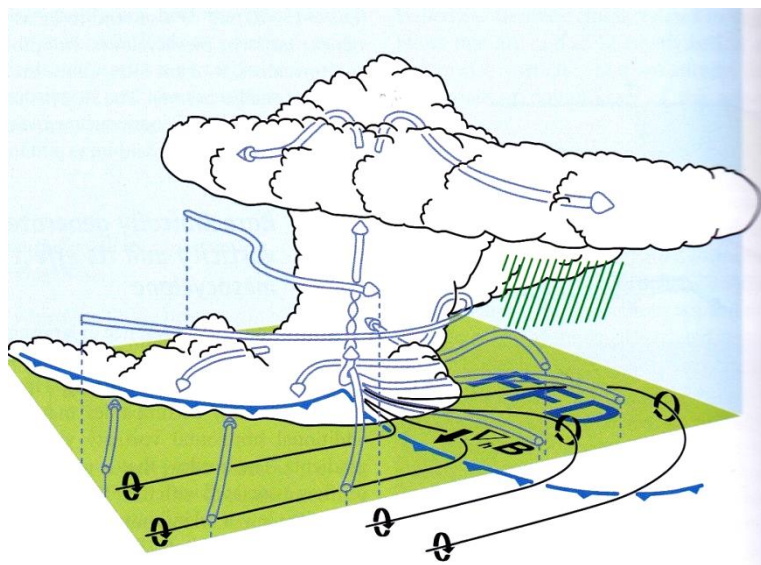


大雨発生のおくみ

③ スーパーセルストーム: 竜巻を作る

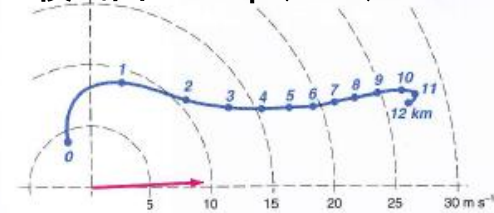
- 大気下層～中層で風向が大きく変化する条件下で、暖湿気流が上昇すると長続きする巨大積乱雲が発達

例 2006年11月7日 北海道佐呂間町に竜巻をもたらしたスーパーセルストーム



米国中西部にトルネードをもたらすスーパーセルストームの模式図 Klemp (1987)

気象研究所 加藤輝之氏による数値シミュレーション結果 (2007)



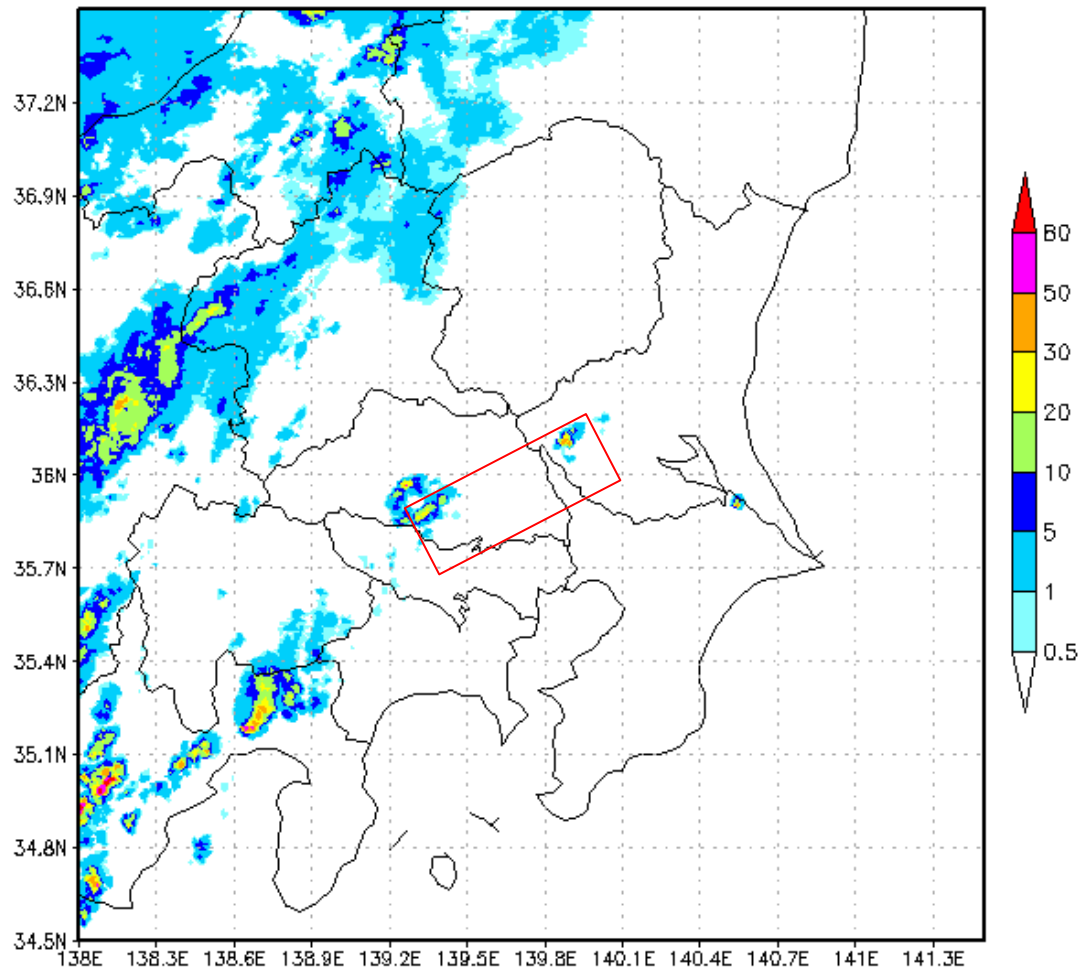
上空の風の分布
Markowski (2003)

大雨発生のしくみ

③ スーパーセルストーム: 竜巻を作る

埼玉県越谷市・千葉県野田市の竜巻 2013年9月2日14時頃

JMA RADAR 20130902 1300JST (mm/h)



2013-09-02-22:14

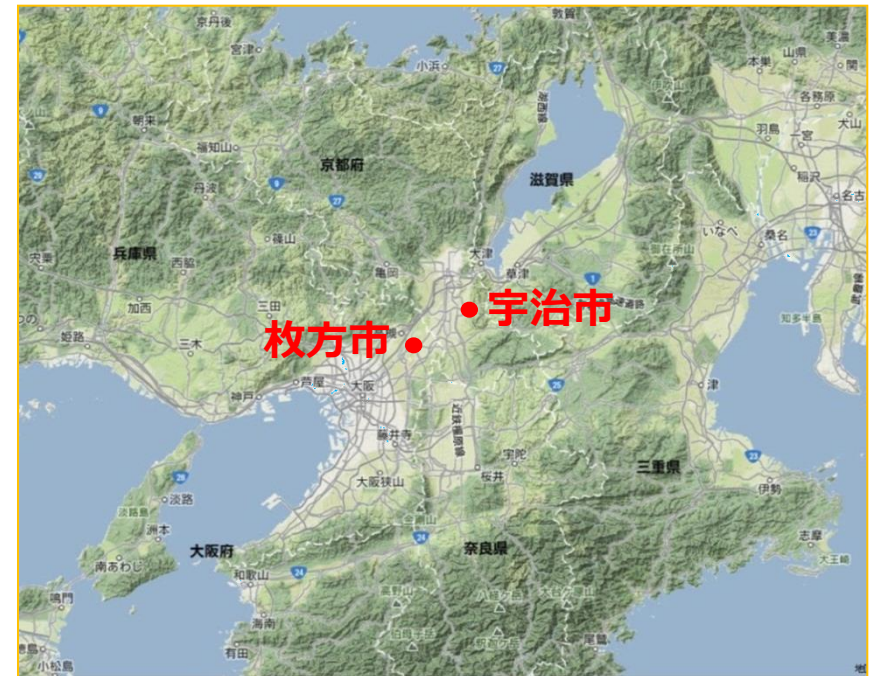
3. 関西における大雨の事例

2012年8月14日の宇治大雨

- 8月13日深夜～14日早朝、宇治市～枚方市付近に大雨が発生した。
- 宇治市では総降水量が400mm(解析雨量)に達し、家屋流出により1名が死亡、1名が行方不明となった。枚方市では用水路に流されて1名が亡くなった。小河川の破堤等により1,663戸の床上浸水、7,200戸の床下浸水の被害が発生した（総理府 2012）。

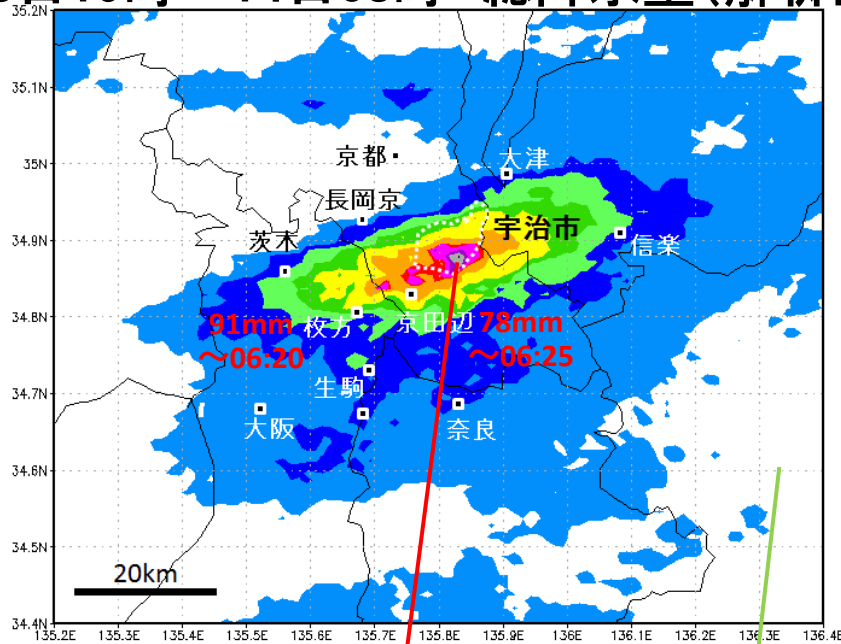
疑問点

1. どのような雨雲が大雨をもたらしたのか？
2. なぜ宇治市付近に大雨が集中したのか？
3. なぜ雨雲が作られたのか？

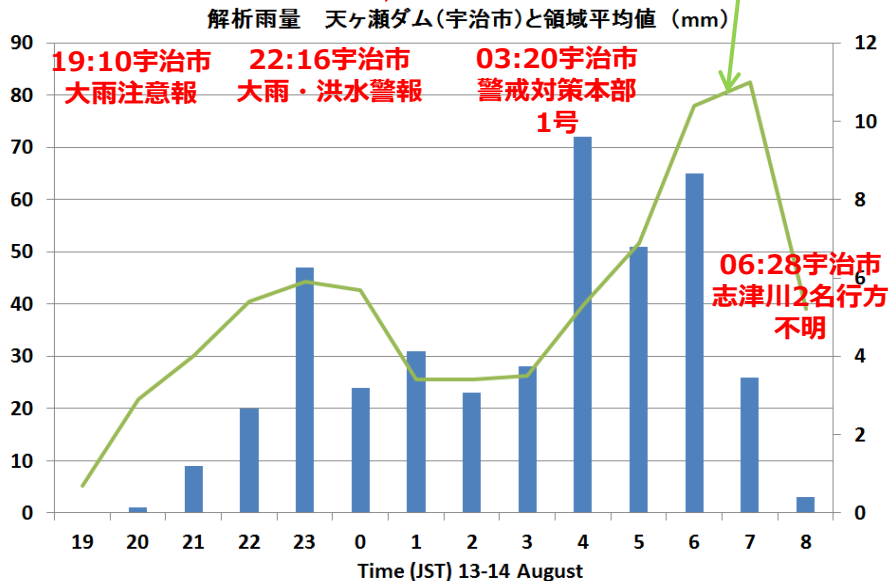


宇治大雨による降水量

13日19時～14日08時 総降水量(解析雨量)



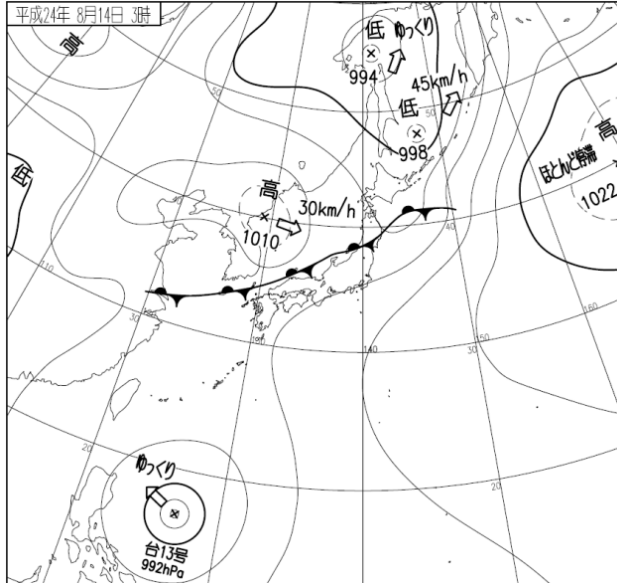
宇治市志津川 家屋流出箇所
(国土交通省近畿地方整備局資料から)



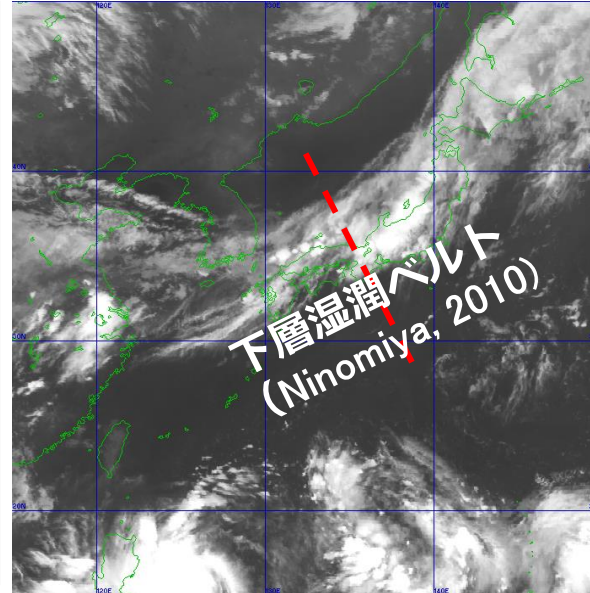
宇治市弥陀次郎川の堤防決壊による浸水
(毎日新聞記事から)

当日の気象状況

大雨の最盛期 の地上天気図 (14日03時)

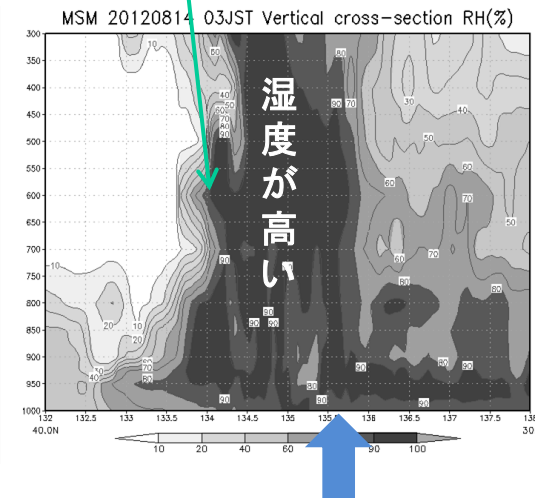


静止気象衛星 赤外画像



相対湿度の断面図

上空水蒸気前線
(小倉ほか, 2011)

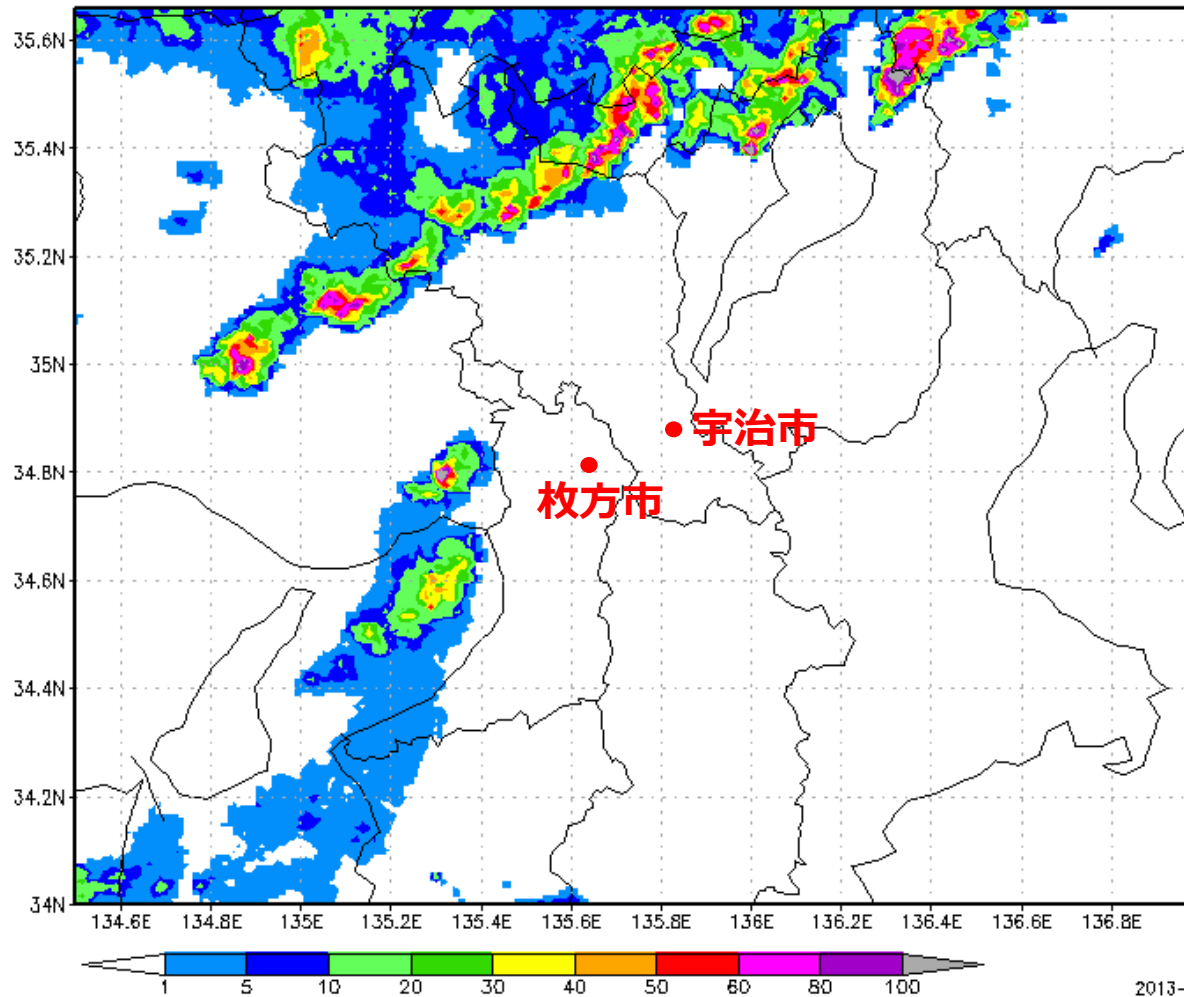


宇治市

気象レーダー画像による大雨の全体像

8月13日19時～14日08時の13時間

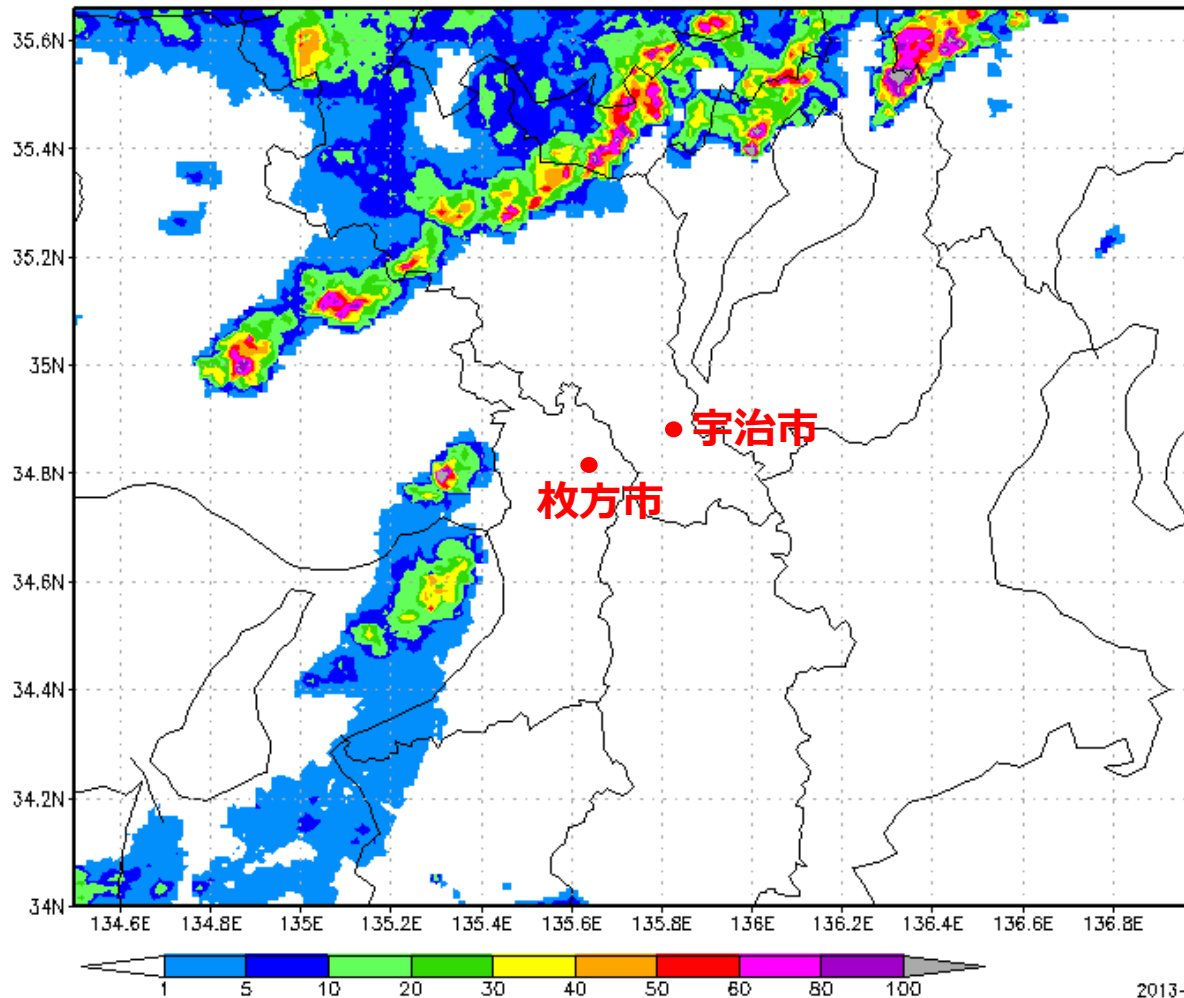
JMA RADAR Rain Intensity(mm/hr) 20120813 1900JST



気象レーダー画像による大雨の全体像

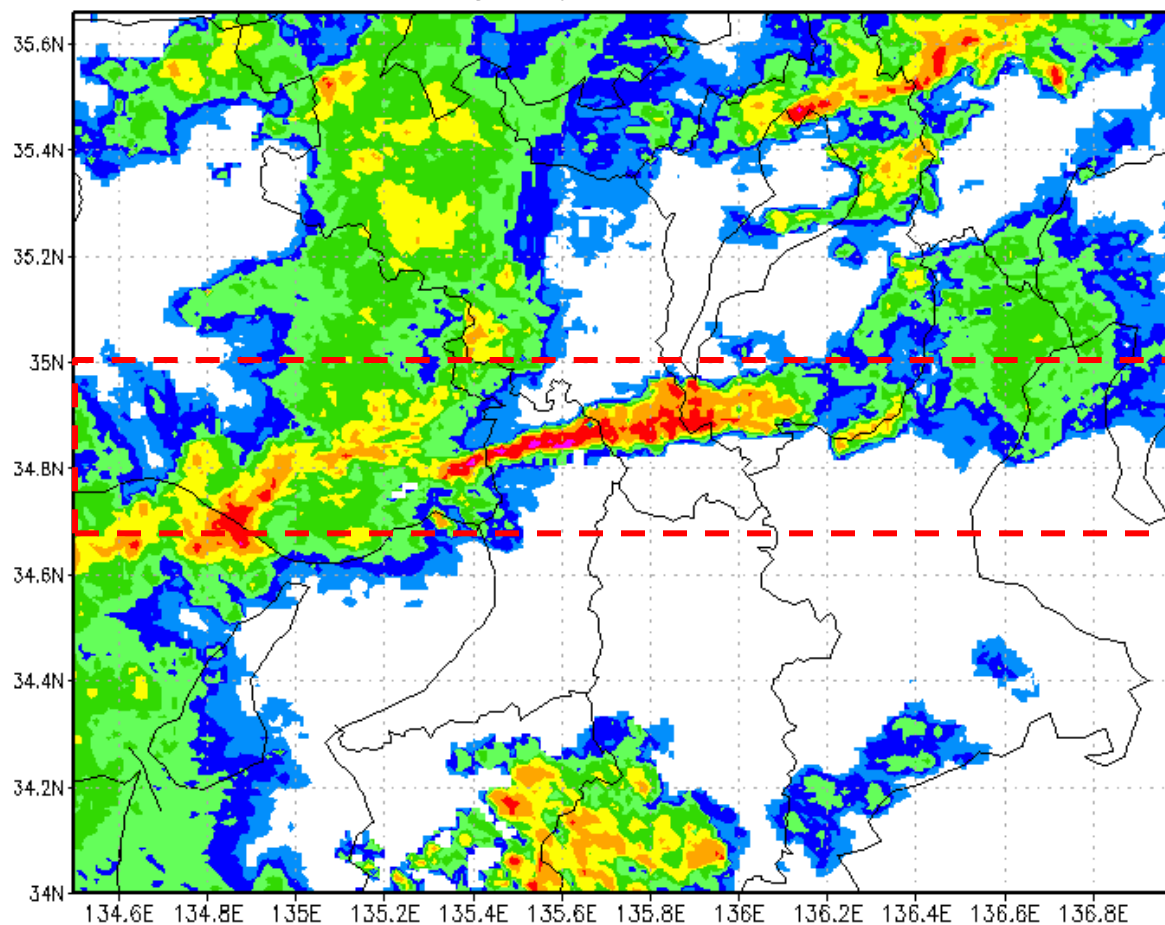
8月13日19時～14日08時の13時間

JMA RADAR Rain Intensity(mm/hr) 20120813 1900JST



線状降水帯の時間変化を調べる

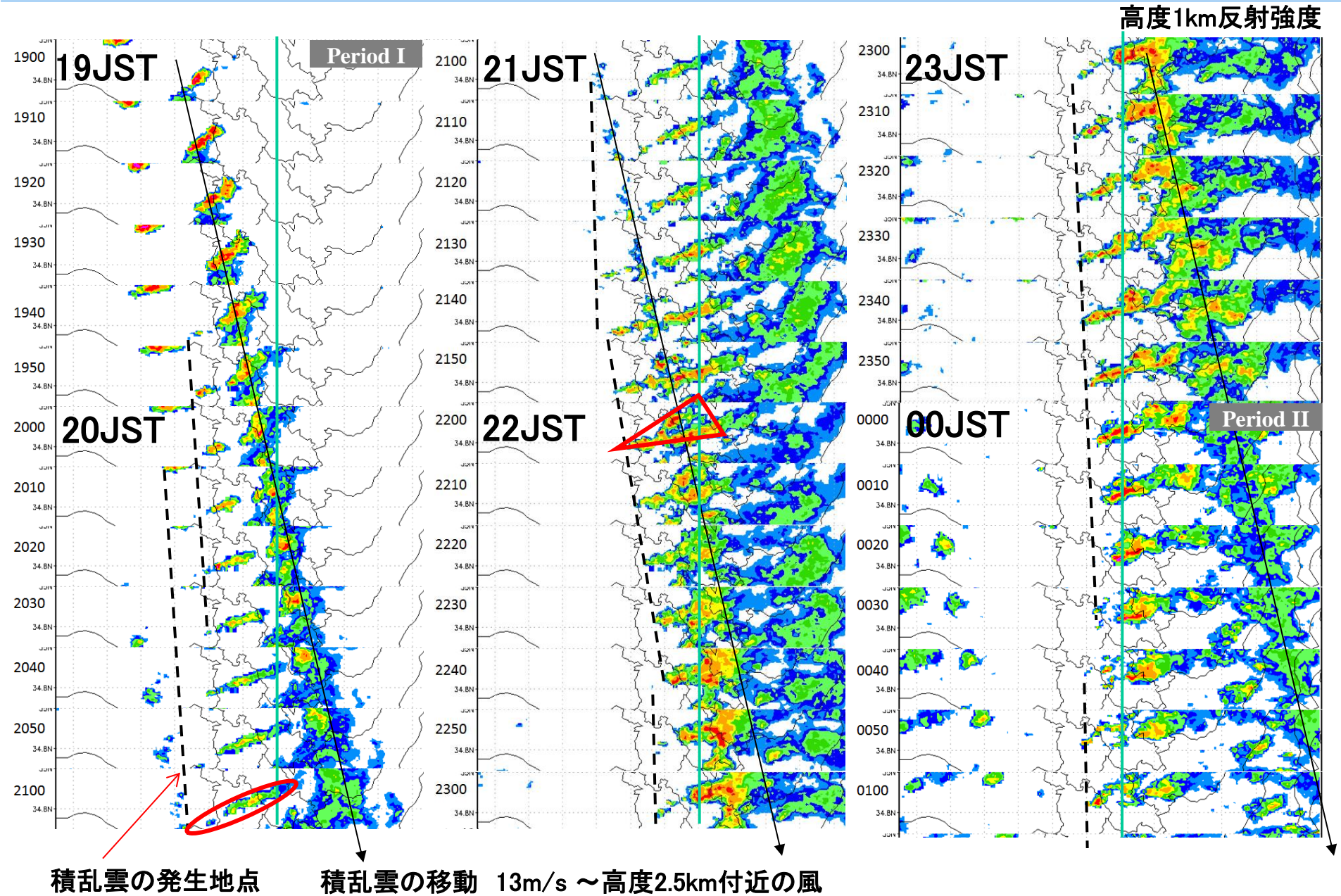
JMA RADAR Ze(dBZ) 20120814 0500JST 1km



取り出し
て並べる

2013-01-26-11:37

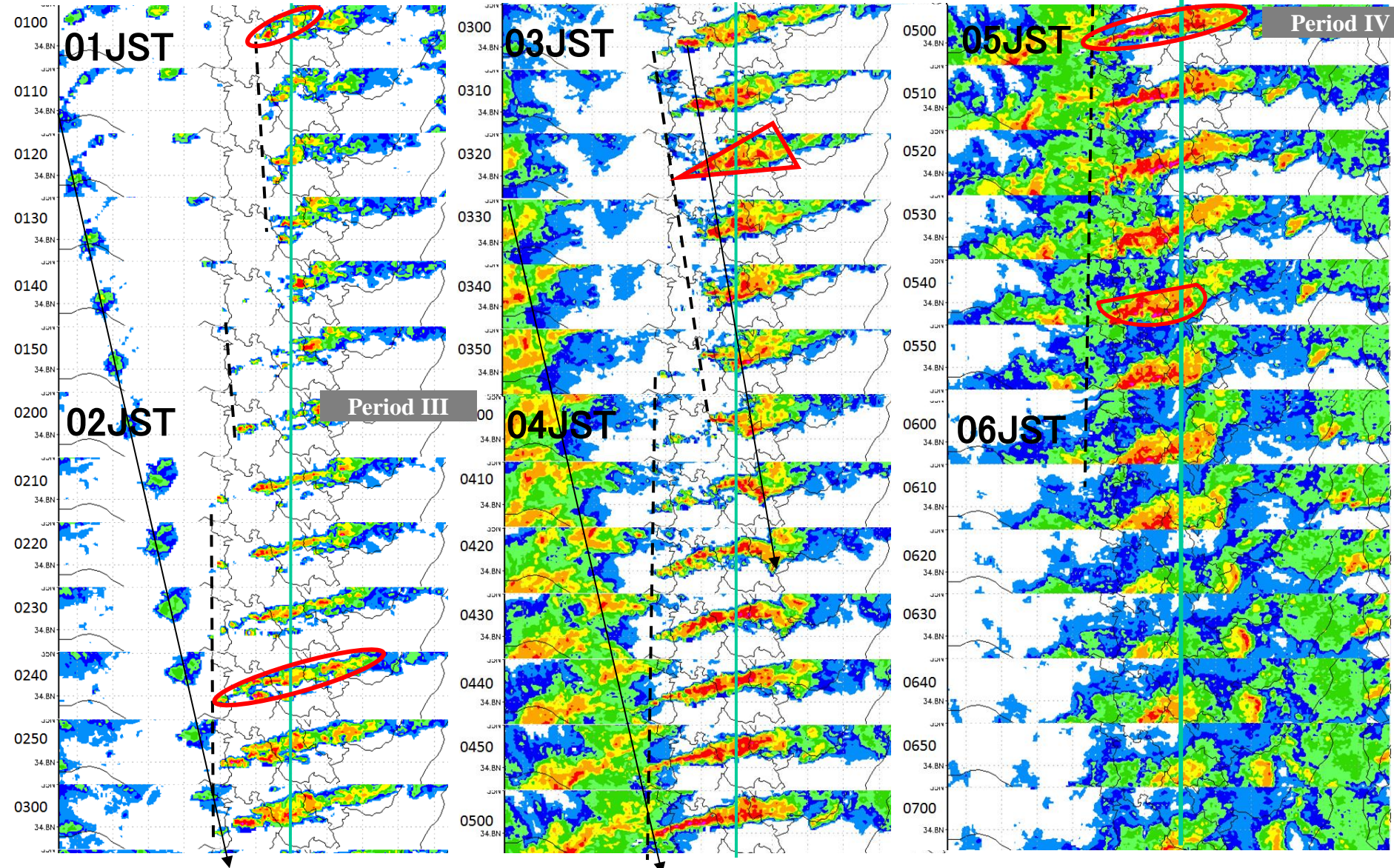
線状降水帯の時間変化



線状降水帯の時間変化

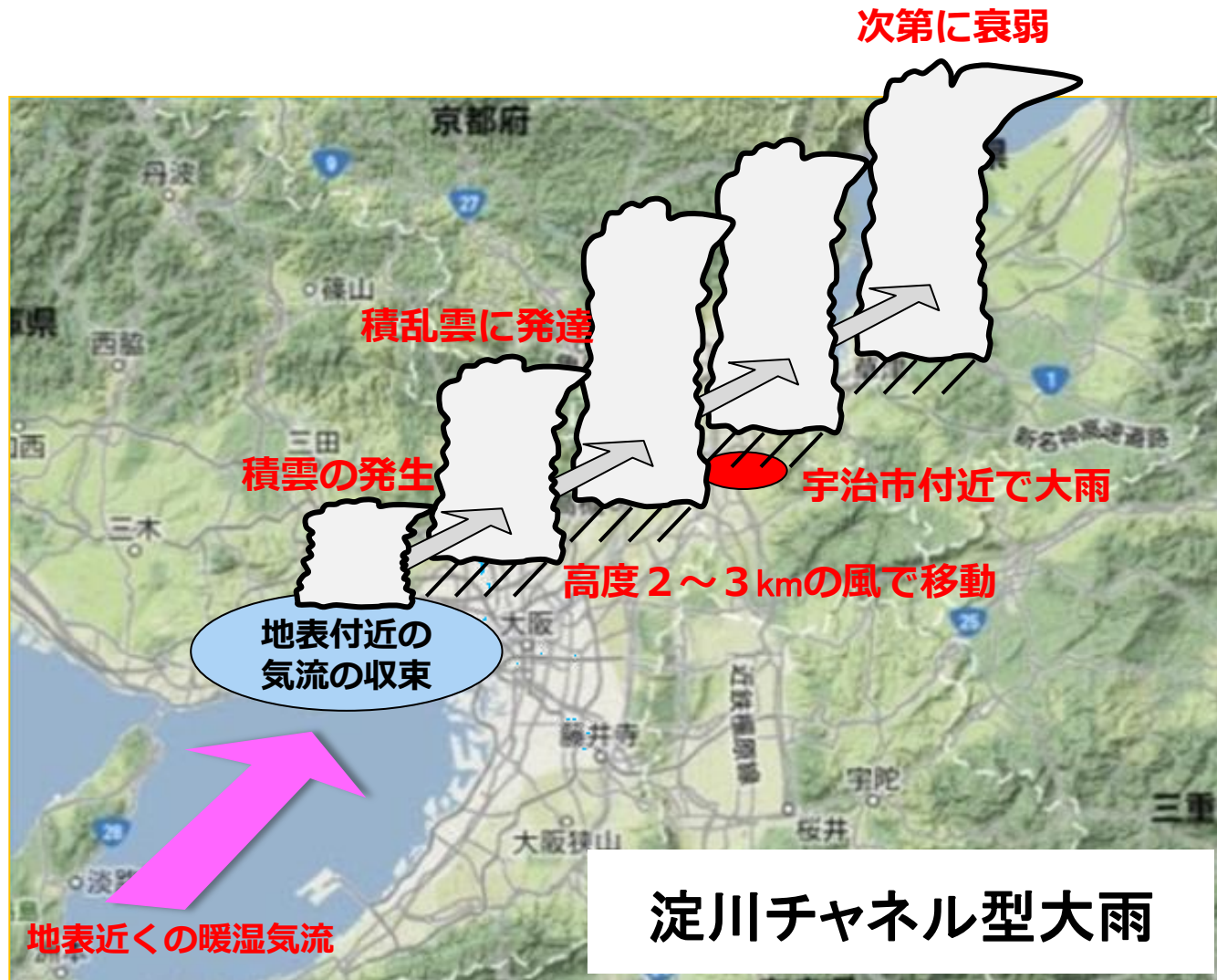
高度1km反射強度

Period IV

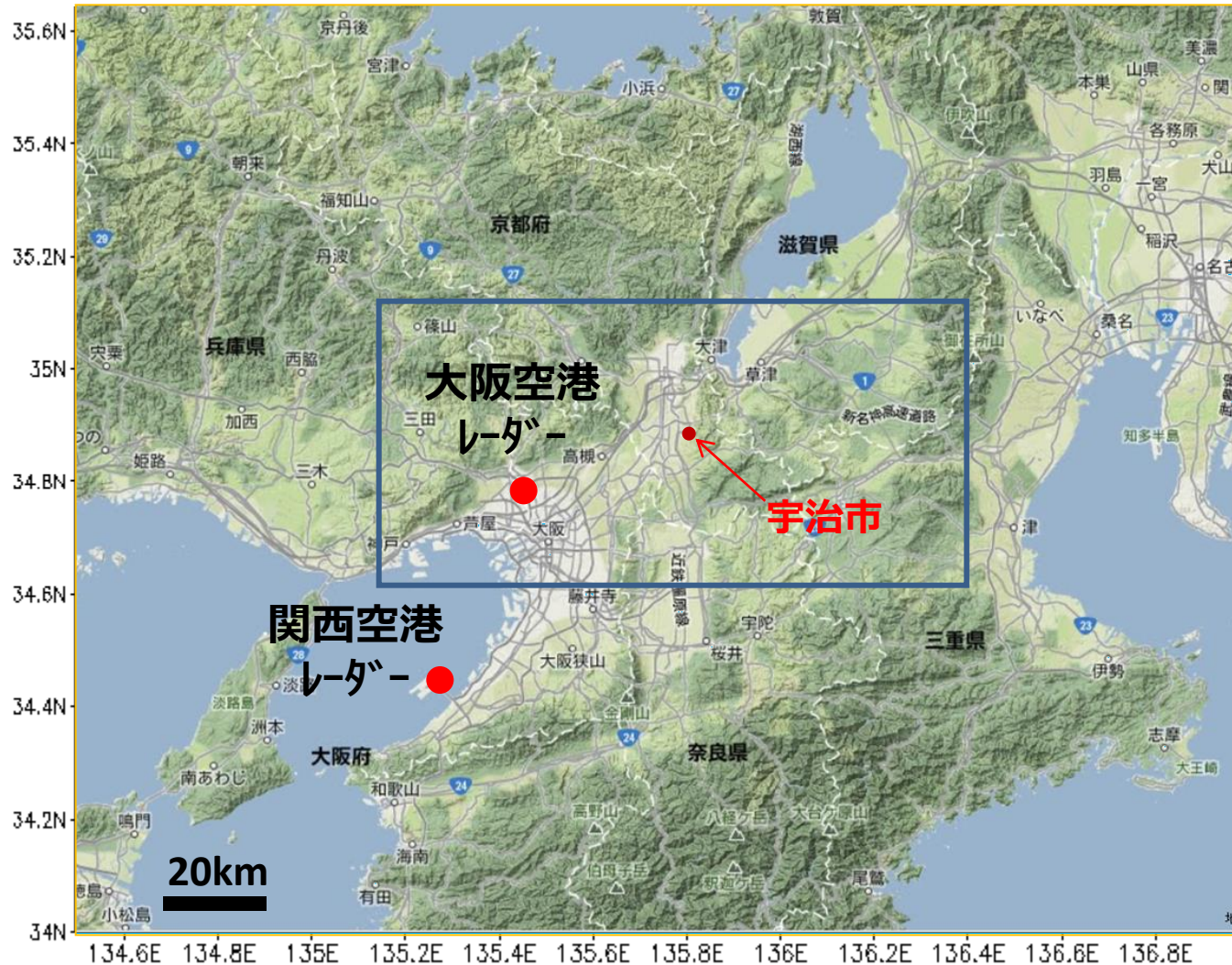


積乱雲の移動が
10m/sに減速

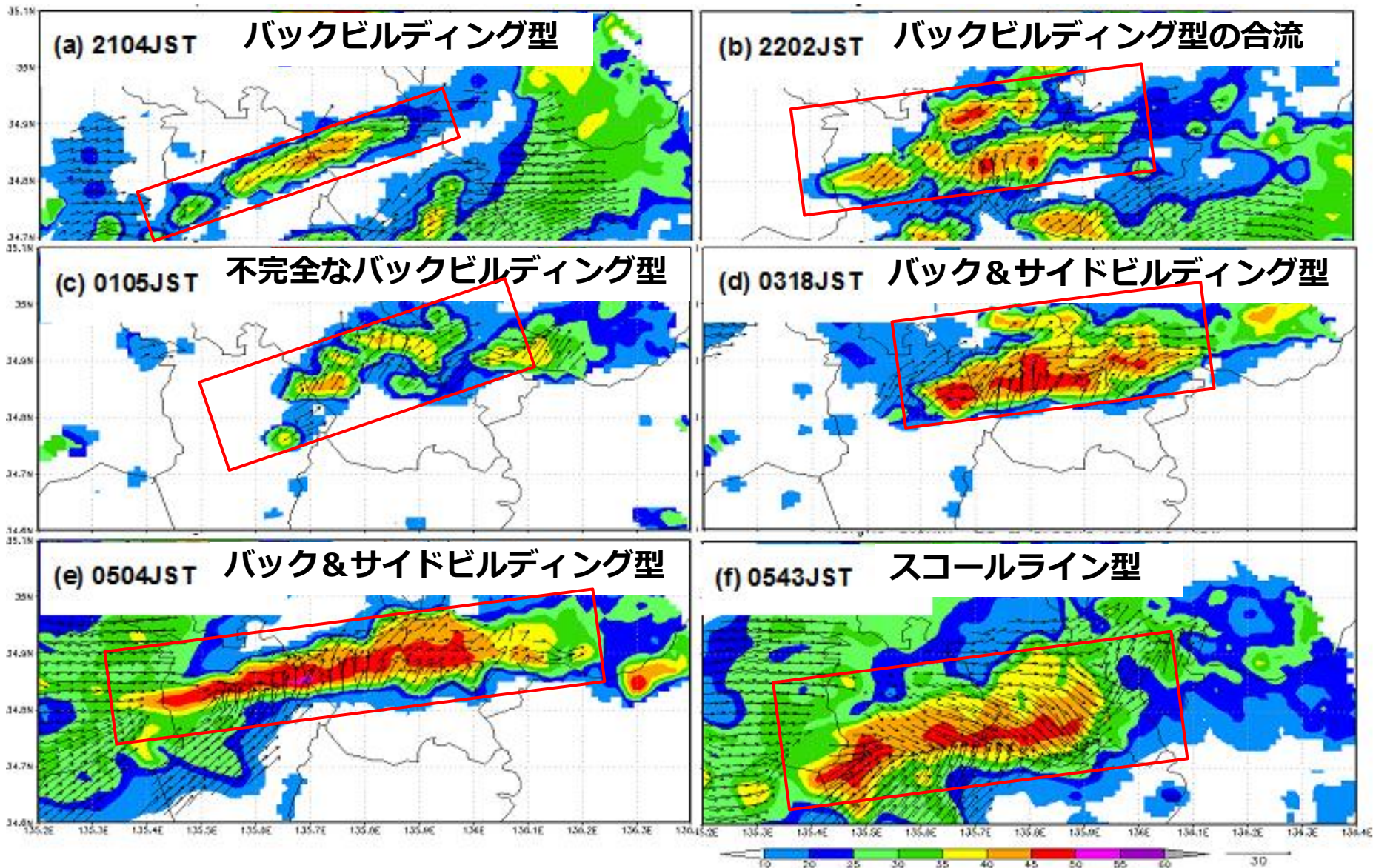
線状降水帯の模式図



線状降水帯周辺の気流構造を調べる

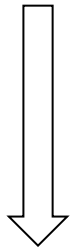


線状降水帯周辺の気流構造と降雨のタイプ

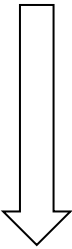


疑問1: どのような雨雲が大雨をもたらしたのか

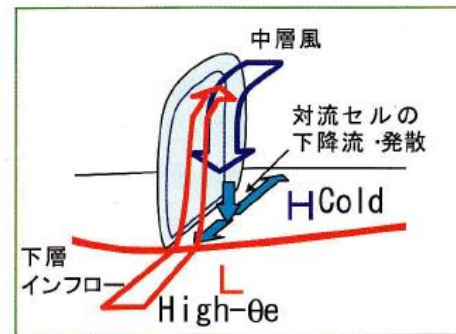
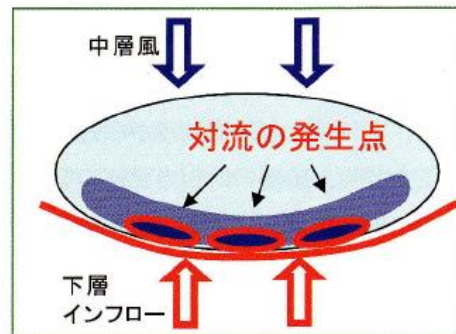
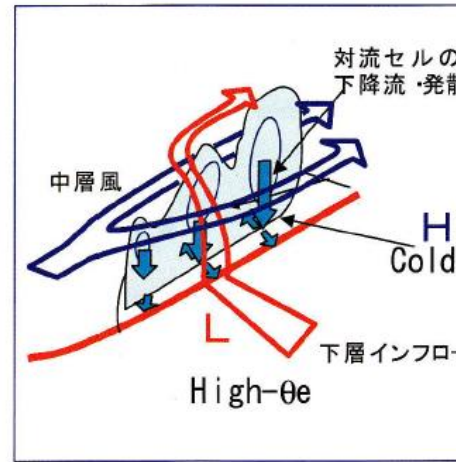
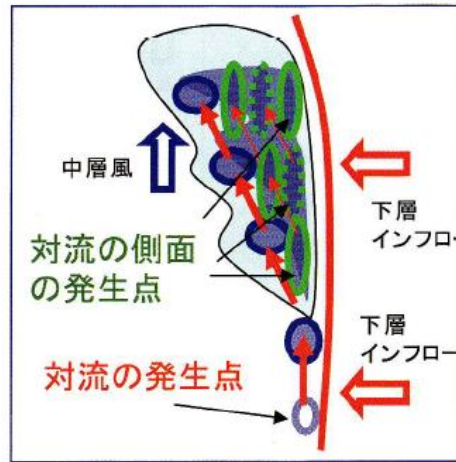
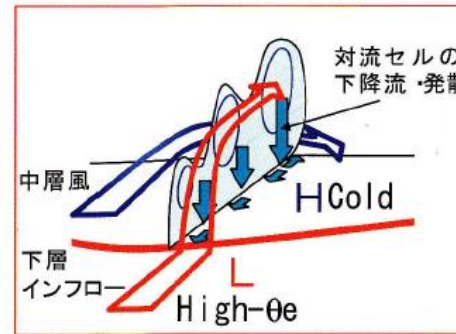
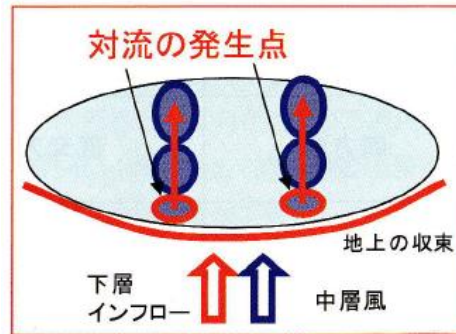
バックビルディング
型



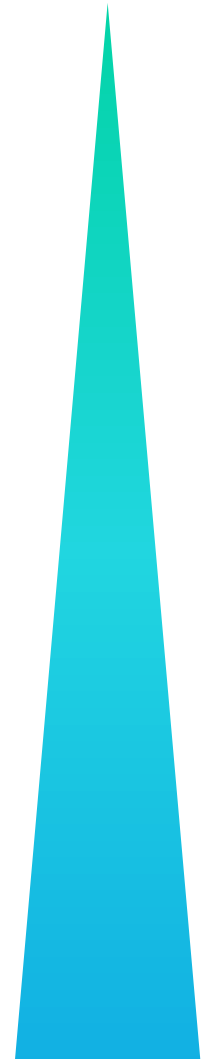
バック&
サイドビルディング型



スコールライン型

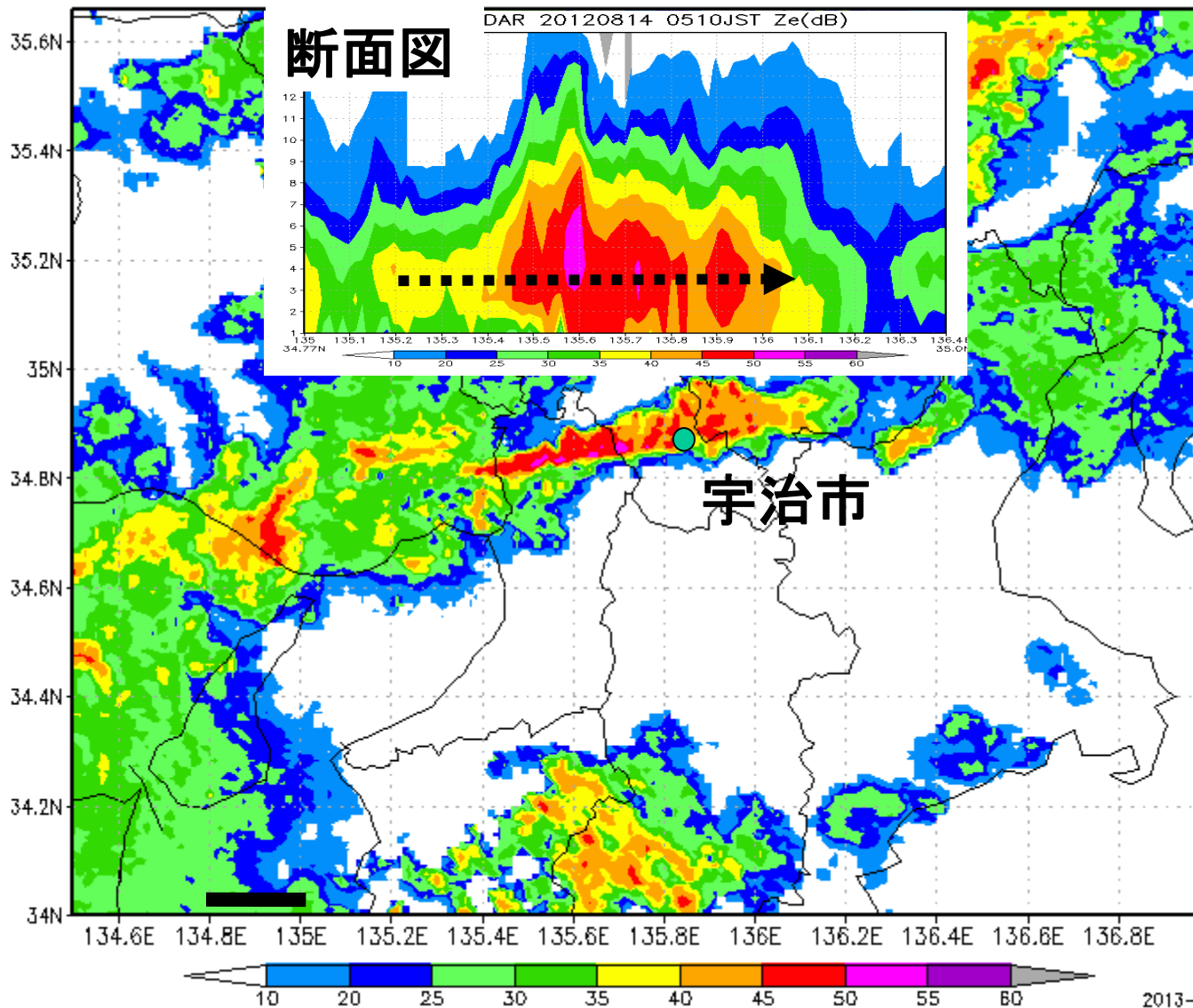


降水量



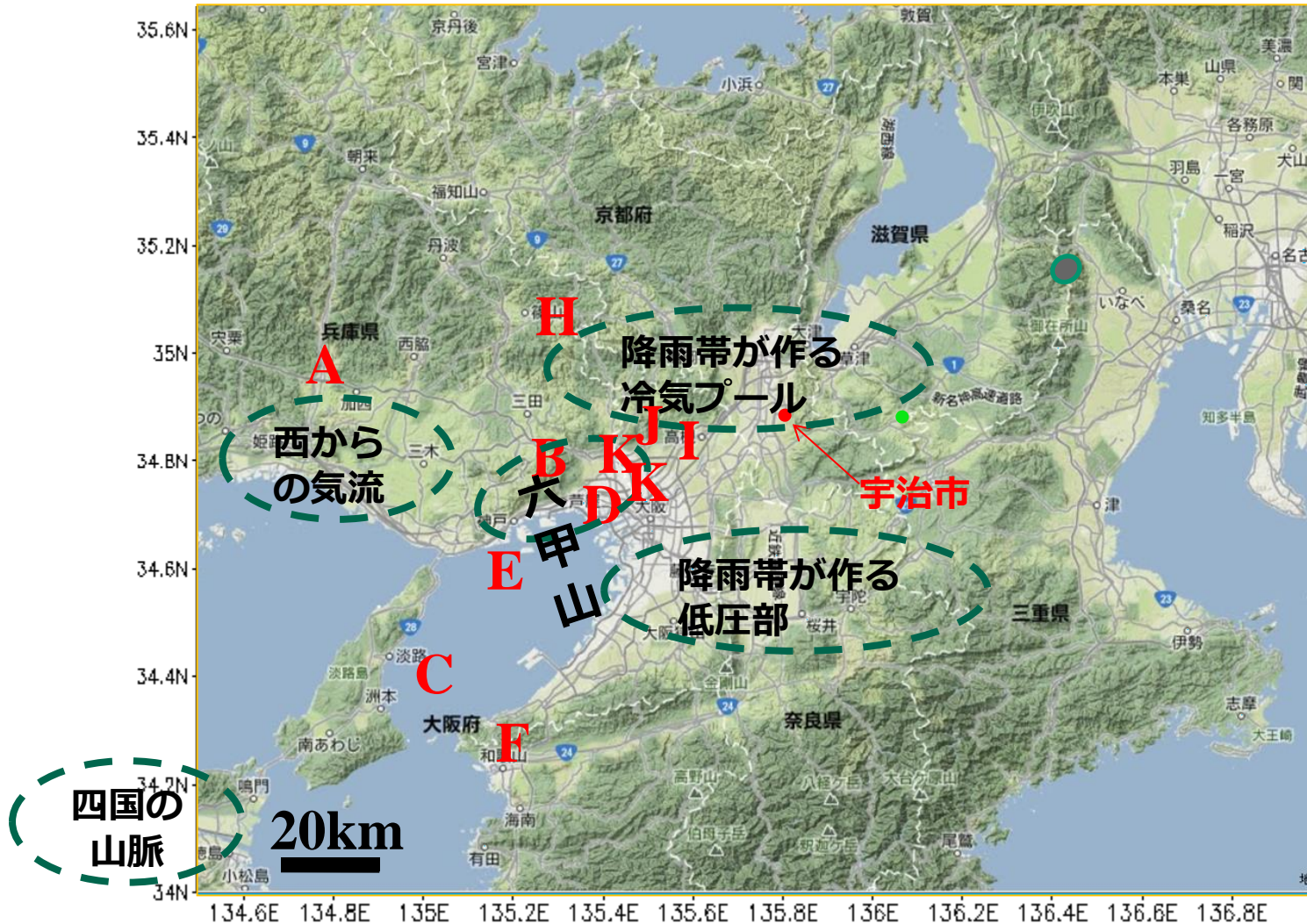
疑問2:なぜ宇治市付近に雨が集中したのか

- 兵庫県東部から宇治まで50km → 積乱雲が14m/sで60分間移動 → 成熟期の積乱雲が宇治市に到達



疑問3:なぜ雨雲は作られ、なぜタイプが変化したのか

- なぜ線状降水帯の西端で積乱雲が続けて発生したのか → 未解決



A~K : 2012年8月13-14日に発生した11の線状降水帯の西端

4. まとめ 今回理解したことと今後の課題

理解したこと

1. どのような雨雲が大雨をもたらしたのか？
2. なぜ宇治市付近に大雨が集中したのか？

課題と対策

1. なぜ雨雲が作られ、タイプが変化したのか？

先端の観測技術、精緻な数値実験による研究が必要

2. 大雨のより良い監視・予測はどうすればよいのか？

- **定常観測の充実、数値予報の高度化**
- **気象情報の改善**

特別警報→「数十年に一度の降雨量となる大雨が予想されるとき」

災害基本対策法の改正→「屋内退避、市町村長が气象台等に助言を求める」

ご清聴ありがとうございました

私が携わった仕事

- 1970 長崎でラジオゾンデによる梅雨前線の観測（気象大学校実習）
- 1974～1978 石垣島地方気象台でレーダー観測業務
- 1979 気象研究所で海洋気象観測船のレーダーによる熱帯海洋上の積乱雲の観測
- 1981,1982 釧路でミリ波レーダーによる海霧の観測
- 1981～1989 つくば周辺で複数ドップラーレーダーによる台風や積乱雲の観測・解析
- 1983,1984 金沢でドップラーレーダーによる豪雪の観測
- 1986 米国オクラホマ州でドップラーレーダーによるトルネードの観測
- 1987 那覇でドップラーレーダーによる亜熱帯降水システムの観測
- 1988 福岡県柳川でドップラーレーダーによる梅雨末期の豪雨の観測
- 1990 沖縄県宮古島でドップラーレーダーによる最盛期の台風の観測
- 1991～1995 空港気象ドップラーレーダー整備プロジェクト 関西・成田・羽田空港に開設
- 1999～2002 気象庁ウィンドプロファイラ整備プロジェクト 全国24地点に開設
- 2003～2007 気象庁、気象研究所で管理業務
- 2010 気象研究所で科学技術戦略推進費「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」プロジェクト開始
- 2012～ 京都大学極端気象適応社会教育ユニット
2012年5月6日北関東竜巻、2012年8月14日宇治大雨の解析