

# Kaバンド雲レーダを用いた発達する対流雲の早期識別手法の検討

\*中澤利恵<sup>1</sup>, 篠田太郎<sup>1</sup>, 民田晴也<sup>2</sup>, 久島萌人<sup>2</sup>, 大東忠保<sup>3</sup>, 山口弘誠<sup>4</sup>, 中北英一<sup>4</sup>

1 名古屋大学宇宙地球環境研究所, 2 名古屋大学全学技術センター, 3 防災科学技術研究所, 4 京都大学防災研究所

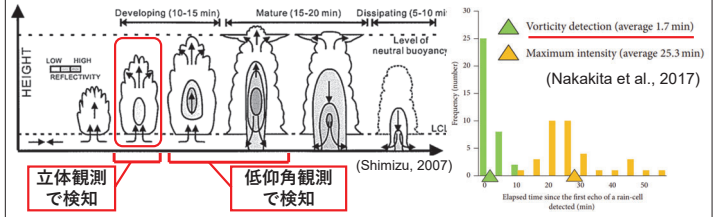
## 急速に発達する積乱雲による被害

1

### 近年発生した被害の例

2008年7月28日	都賀川の急な増水により、河道内の親水施設にいた児童らが流され5名死亡 <small>国土交通省, 気象庁, 2009</small>	兵庫県神戸市
2008年8月5日	下水管内の急な増水により、工作作業員が流され5名死亡 <small>国土交通省, 気象庁, 2009</small>	東京都豊島区

- 地上強雨の前にゲリラ豪雨のタマゴが上空のみで出現 (中北ら, 2010)
- 強雨をもたらす積乱雲で0.05 s<sup>-1</sup>以上の渦度が5分間以上継続 (中北ら, 2013)



### 立体観測と渦度検知が積乱雲を早く検知するのに有効

→ フェーズドアレイレーダを用いてより高時間分解能の観測が可能 (中北ら, 2019)

## Kaバンドレーダによるエコーの検出と発達予測

2

Sakurai et al., 2012 (1事例)

- Xバンドレーダより25分早く検出

中北, 2018 (1事例)

- Xバンドレーダより約20分早く検出

足田, 2016 (3事例)

- Xバンドレーダより平均で15.5分早く検出

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした指標を検討  
→ 面積平均を取った最大反射強度が発達識別に最も有効

## 目的

3

- ファーストエコーの検出手法は、'積乱雲に発達した'ものについて、時間を遡って検出
- 発達したことが分かるものでないと、指標の有効性が評価できない



発達する対流雲をできるだけ早く見つけるための指標として有効なものをさらに検討する。

## 解析対象日時・地域

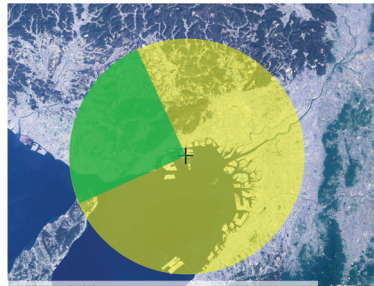
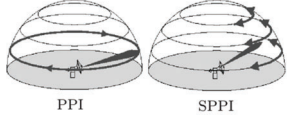
4

- 日時: 2018年8月6日 14:22 JST - 15:40 JST  
2018年8月16日 09:30 JST - 09:58 JST  
(中北, ストームジェネシスを捉えるための先端フィールド観測と豪雨災害軽減に向けた総合研究)

- レーダポジション:  
神戸国際大学 (東経135.27° 北緯34.68°)

- 観測範囲: 半径30km
- 方位角: 241.9° - 332.1°
- スキャン:

Sector-PPI 2分間隔  
(Sector - Plan Position Indicator)



深尾, 浜津, 2005. 気象と大気のレーダリモートセンシング. 京都大学出版会

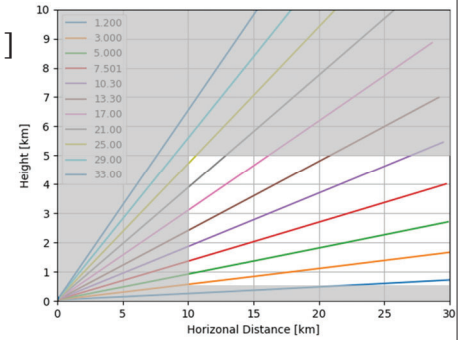
## 本研究におけるファーストエコー検出条件

5

- 反射強度 -17 dBZ以上の反射強度を持つ領域  
(Yoshida et al., 2021)
- 面積 1 km<sup>2</sup> - 400 km<sup>2</sup>
- 解析対象海拔高度 0.56 km - 5.0 km

- 解析対象仰角[°]  
3.0、5.0、7.5、10.3、13.3、17.0、21.0、25.0

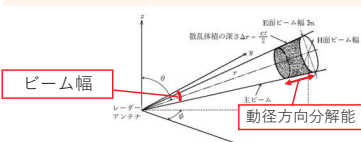
- 解析対象範囲  
10 km - 30 km



## 観測中のKaバンド雲レーダ諸元

6

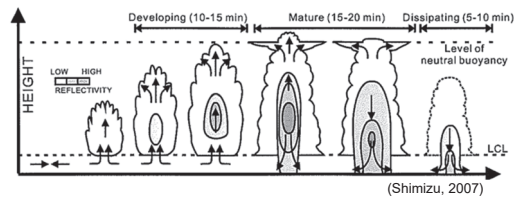
送信周波数	34.866 GHz (0 - 9 km) 34.871 GHz (9 - 30 km)
波長	8.598 mm
ノイズレベル	-124.42 dBm以下
動径方向分解能	75 m
ビーム幅	0.31°
最大探知距離	30 km
パルス幅	0.5 μs
回転速度	3.0 rpm
PRF (single)	1980 Hz
ナイキスト速度	4.256 m/s



深尾, 浜津, 2005. 気象と大気のレーダリモートセンシング. 京都大学出版会

## 本研究で検証する"指標"

7



### 鉛直平均反射強度 (VAR)

- 最大VAR (MAX\_VAR) の時間変化
- VARエコーの面積の時間変化

### 仰角別

- 単位時間当たりの最大反射強度増加率
- 単位時間当たりのエコー面積増加率

### 鉛直平均反射強度 (VAR) と面積の算出方法

8

- 各仰角の反射強度Zhをレーダからの水平位置が同じものを鉛直方向に平均し、最低仰角のエコーに投影
- 1格子は50 m × 50 m

$$VAR_{i,j} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_k z_{i,j,k} \right) \text{ [dBZ]} \quad i: x座標 \quad j: y座標 \quad k: z座標$$

(Yoshida et al., 2021)

図-1 レーダによる3次元観測の概念図 片山ほか, 2015を改変

### エコーのトラッキング

9

推定したエコーからの距離を基準に考える  
鉛直平均反射強度 (VAR) のエコーを使用  
風向風速は高層気象観測 (潮岬) を使用

風速から求めた推定される移動距離  
ファーストエコー  
推定された次時刻のエコーポジション

### エコーのトラッキング

10

それぞれの時刻におけるエコーについて、推定されたエコーからの距離が最も近いものを同一エコーとして認定

ファーストエコー

### 2018年8月16日に検出されたVARエコー

11

09:30

- 3つのエコーを検出
- echo2、echo3は近隣のエコーと併合し、観測範囲外に見切れてしまったため、十分に追跡できなかった

### 鉛直平均反射強度を用いた指標の時間変化

12

反射強度の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]						
echo1	-0.99	1.88	8.01	3.15	2.25	-2.04
echo2			1.91	-5.52		
echo3						

2dBZを超える増大連続して4分間以上

面積の2分当たりの増大量 [km <sup>2</sup> / 2min]						
echo1	1.78	3.27	1.86	3.05	1.59	1.52
echo2			0.18	-0.20		
echo3						

1km<sup>2</sup>を超える増大連続して4分間以上

### 仰角別エコーの最大反射強度の時間変化

13

反射強度の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]							
仰角3°	echo1	6.84	5.06	2.17	2.61	-3.78	-5.68
	echo2						
	echo3						
仰角5°	echo1	5.79	11.9	9.91	0.70	1.55	
	echo2				-1.56	-2.17	-4.51
	echo3				7.23		

Echo1のみ条件を満たす

### 仰角別エコーの最大反射強度の時間変化

14

反射強度の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]							
仰角7.5°	echo1	8.69	4.82	0.98	-1.96	-8.52	-6.99
	echo2						
	echo3						
仰角10.3°	echo1				-5.65		
	echo2						
	echo3						

Echo1の仰角7.5°のみ条件を満たす

### 仰角別エコー面積の時間変化

15

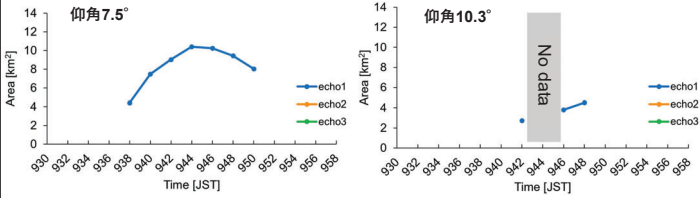
面積の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]									
仰角3°	echo1	1.88	1.72	1.73	3.02	1.71	1.01	-0.043	
	echo2		0.23	0.21	-0.07	-0.54			
	echo3								
仰角5°	echo1	0.47	0.91	0.94	1.58	2.31	2.05	1.34	
	echo2		0.22	0.41	0.46	0.043	-0.11	-0.098	-0.28
	echo3					1.25	1.74		

Echo1のみ条件を満たす



### 仰角別エコー面積の時間変化

16

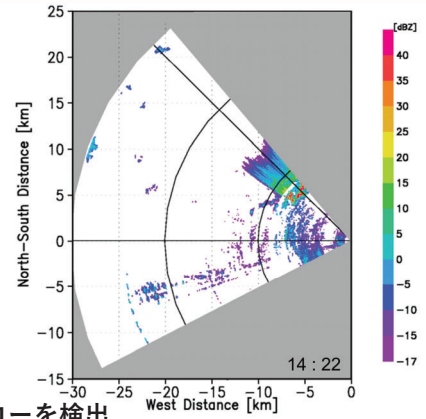


		面積の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]					
仰角 7.5°	echo1	0.43	3.82	3.07	1.56	1.37	-0.17
	echo2						
	echo3						
仰角 10.3°	echo1						0.71
	echo2						
	echo3						

Echo1の仰角7.5°のみ条件を満たす

### 2018年8月6日 14:24 に検出されたエコー

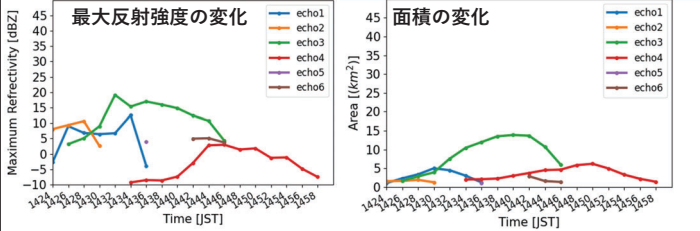
17



- 6つのエコーを検出
- echo5は 14:36 の一時刻での検出にとどまった

### 2018年8月6日 14:24-の事例 (VAR)

18



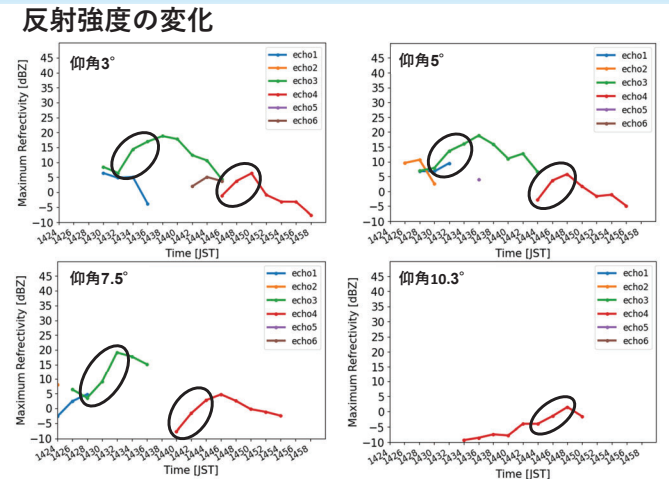
		反射強度の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]											
echo1		11.7	-2.20	-0.40	0.30	5.80	-16.4						
echo3		1.93	3.90	10.1	-3.78	1.64	-1.01	-1.16	-2.39	-1.68	-6.39		
echo4		0.78	-0.13	1.25	4.46	5.72	0.21	-1.55	0.37	-3.09	0.15	-3.71	-2.67

		面積の2分当たりの増大量 [km <sup>2</sup> / 2min]											
echo1		1.26	1.07	1.61	-0.53	-1.43	-1.79						
echo3		1.21	1.10	3.64	2.87	1.53	1.54	0.35	-0.19	-2.95	-4.81		
echo4		0.086	0.16	0.76	0.72	0.77	0.15	1.19	0.36	-1.24	-1.65	-1.11	-0.78

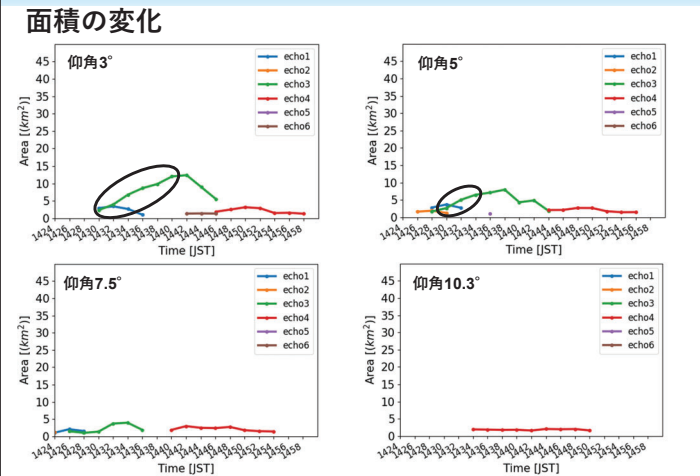
### 2018年8月6日 14:24-の事例 (仰角別)

19



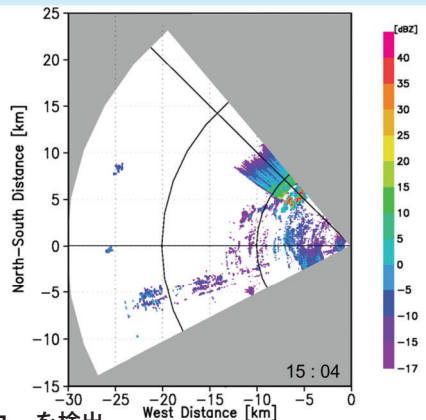
### 2018年8月6日 14:24-の事例 (仰角別)

20



### 2018年8月6日 15:06 に検出されたエコー

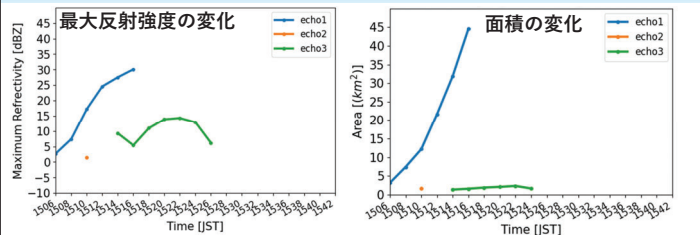
21



- 3つのエコーを検出
- echo1はecho2と併合し、35 dBZを超える対流雲に成長

### 2018年8月6日 15:06-の事例 (VAR)

22



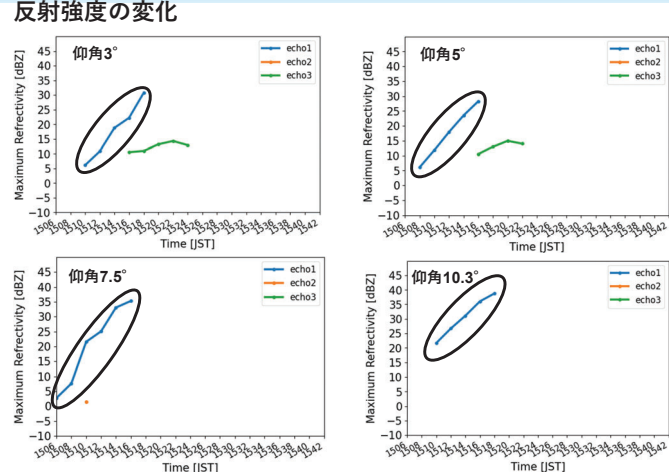
		反射強度の2分当たりの増大量 [dBZ / 2min]				
echo1		4.67	9.79	7.35	2.96	2.58
echo2						
echo3		-3.87	5.50	2.94	0.43	-1.40

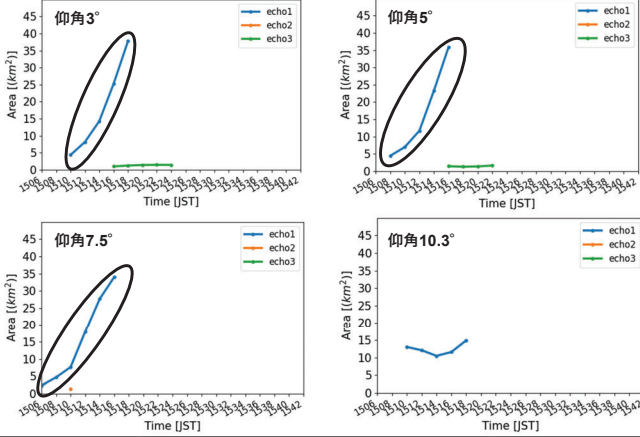
		面積の2分当たりの増大量 [km <sup>2</sup> / 2min]				
echo1		4.23	4.78	9.45	10.2	12.6
echo2						
echo3		0.25	0.30	0.20	0.25	-0.70

### 2018年8月6日 15:06-の事例 (仰角別)

23



面積の変化



発達する対流雲を早期に見つけるための有効な指標

指標	閾値	最低連続時間
単位時間のVAR最大反射強度の増大量	2.0 dBZ / 2min	4分間
単位時間のVARエコー面積の増大量	1.0 km² / 2min	4分間
単位時間の最大反射強度の増大量	2.0 dBZ / 2min	4分間
単位時間の面積増大量	1.0 km² / 2min	4分間

特に、

**最大反射強度の閾値を超える かつ 面積の閾値を超える**

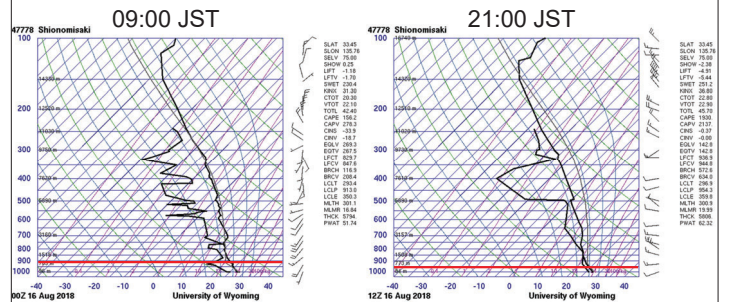
ものが有効な可能性

- 事例数を増やし、指標として有効な閾値の精度を向上させる。
- 時間解像度の粗いデータにも適応可能かを検討する。

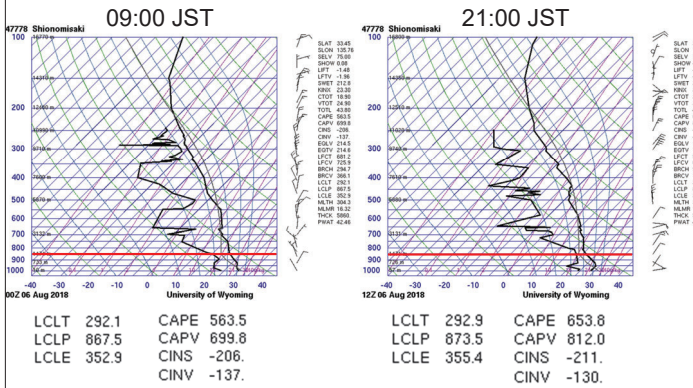
六甲に発達する対流雲の集中観測



2018年8月16日



2018年8月06日



レーダからの水平距離

$$Ld = k Re \tan^{-1} \left( \frac{r \cos \theta e}{k Re + hr + r \sin \theta e} \right)$$

高度

$$H = \frac{r \cos \theta e + hr + k Re}{\cos \left( \frac{Ld}{k Re} \right)} - k Re$$

- Ld: レーダからの水平距離 [km]
- k: 大気の変折率 = 3/4
- r: レーダビームの方位角方向の距離 [km]
- Re: 地球の半径 [km]
- θe: 観測仰角 [rad]
- hr: レーダサイトの標高 観測仰角 [km]
- H: 海拔高度 [km]

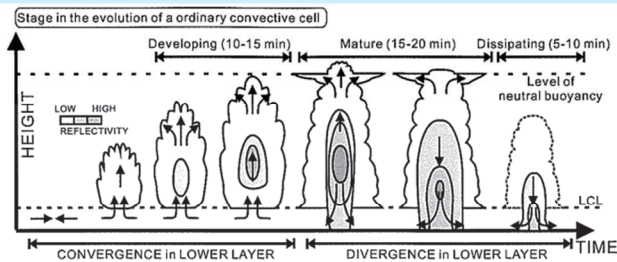
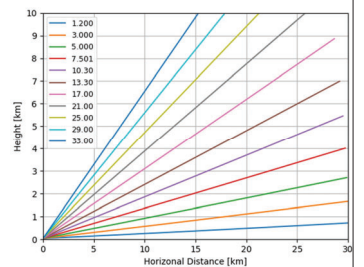
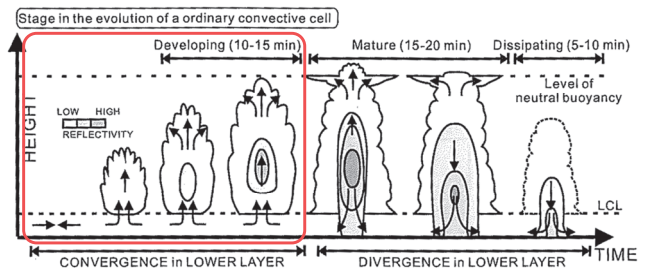


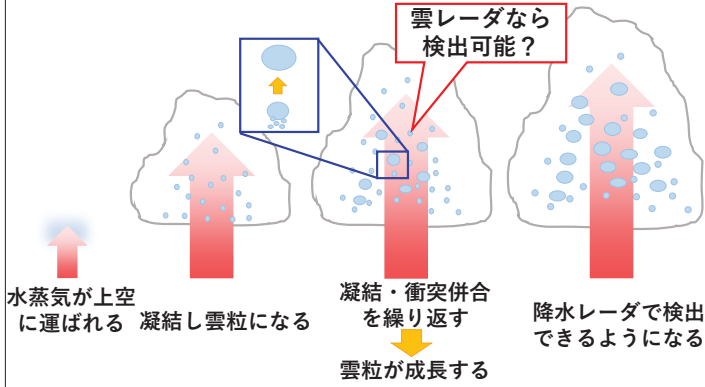
Fig. 1.5. Schematic vertical cross-sections through a single convective cell at various stages of its life cycle. Shaded indicates level of radar reflectivity and arrows depict the major airflow components. (After Chikahashi and Renick, 1972.) Shimizu (2007)

- 積乱雲の寿命は30分から60分 (小倉, 1984) であり、発達期、成熟期、衰退期に分けられる (Byers and Braham, 1949)
- 上昇流により持ち上げられた水蒸気が凝結して雲粒が形成され、その後も凝結や併合成長が繰り返されて雨粒に成長する (小倉, 2015)



- 発達期、成熟期、衰退期の三段階に分けられる
- 発達から衰退までは30分~60分
- 夏季晴天時の都市部に発生する積乱雲の発達予測は難しい





Xバンドレーダの諸元

送信周波数	9 GHz帯
波長	およそ3 cm
動径方向分解能	150 m
ビーム幅	1.2°
最大探知距離	60 km 程度

Kaバンド雲レーダの諸元

送信周波数	35 GHz帯
波長	およそ8.6 mm
動径方向分解能	75 m
ビーム幅	0.31°
最大探知距離	30 km 程度



地球水循環研究センターニュース No. 27, 2015

Kobayashi et al., 2012

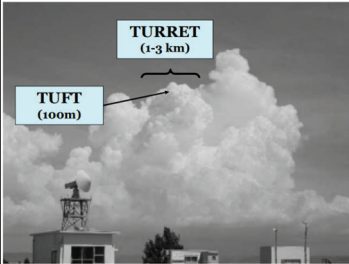


Fig. 1. A photo of a cumulonimbus observed from the Yokosuka radar site.

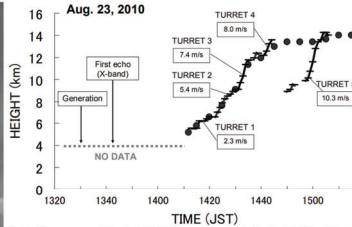


Fig. 7. Time sequences of the cloud height. Dots and bars denote the height of Cb and that of each turret, respectively.

- TURRET(タレット)とは、水平スケールが1km程度の雲の塊を指す(小林, 2015)。
- エコー高度は時間を追うごとに大きく成長する。

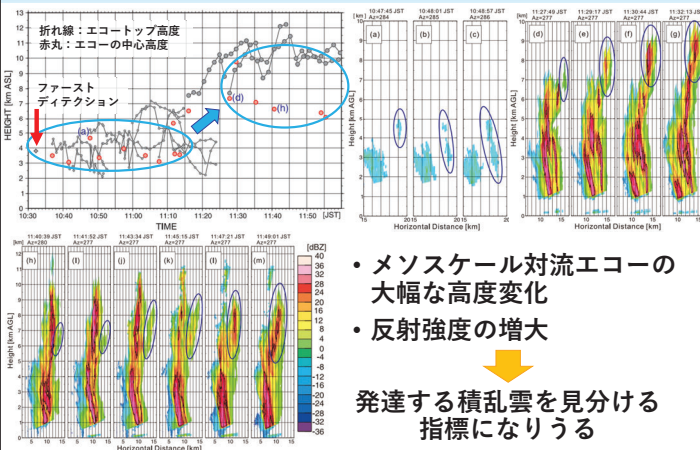


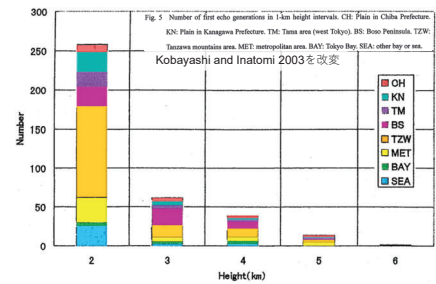
Fig. 5. Vertical cross-section of reflectivity observed by KaR. R31 scanning on 18 August 2011. The blue oval indicates positions of the NICE and the following echoes.

- メソスケール対流エコーの大幅な高度変化
  - 反射強度の増大
- ↓
- 発達する積乱雲を見分ける指標になりうる

Sakurai et al., 2012

対流雲が発生してからレーダーで捉えられた最初のエコー

(小林, 2015)



Kobayashi and Inatomi, 2003 (Xバンドレーダを使用)

- 山岳域・都市域ともにファーストエコーは地上高度2kmから5kmで多く検出

Kobayashi et al., 2012

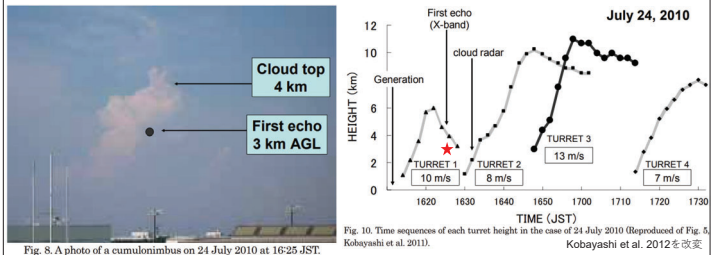


Fig. 8. A photo of a cumulonimbus on 24 July 2010 at 16:25 JST. Fig. 9. X-band radar echo patterns of PPI (EL=2.4°) on 24 July 2010 at 16:51 JST (left). Video still images of turret 3 on 24 July 2010 (right). (a) 16:50 JST. (b) 16:53. (c) 16:56. (d) 17:00. Fig. 10. Time sequences of each turret height in the case of 24 July 2010 (Reproduced of Fig. 5, Kobayashi et al. 2011).

- 写真での確認から20分後にファーストエコーを検出
- ファーストエコーの地上高度は3 km、雲頂は4 km

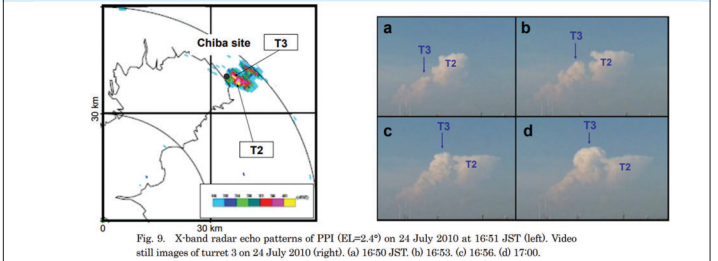


Fig. 9. X-band radar echo patterns of PPI (EL=2.4°) on 24 July 2010 at 16:51 JST (left). Video still images of turret 3 on 24 July 2010 (right). (a) 16:50 JST. (b) 16:53. (c) 16:56. (d) 17:00. Fig. 10. Time sequences of each turret height in the case of 24 July 2010 (Reproduced of Fig. 5, Kobayashi et al. 2011).

- TURRET2のすぐ横にTURRET 3が発生。
- タレットの高度はTURRET2、TURRET3ともに10kmを超えた。

片山ほか, 2015

- 渦度・収束量
  - エコー頂高度差
  - 鉛直発達速度
  - 鉛直積算エコー強度
- ゲリラ豪雨危険度指数を開発

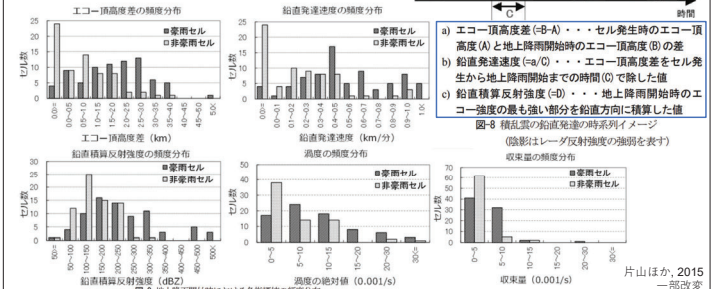


Fig. 8. 積乱雲の鉛直発達時の時系列イメージ (陰影はレーダ反射強度の強弱を表す) 片山ほか, 2015 一部改変

### Kaバンドレーダを用いた対流雲の発達予測

40

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした4指標を検討

- 面積平均をとった最大反射強度 [dBZ]
- 面積平均をとった反射強度の増加量 [dBZ]
- 最大面積 [km<sup>2</sup>]
- 面積の増加量 [km<sup>2</sup>]

最も予測に有効な指標は、  
面積平均を取った最大反射強度

### Kaバンドレーダを用いた対流雲の発達予測

41

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした4指標を検討
- 検出から3, 6, 9, 12, 15分後までの時刻の値で評価

- 面積平均をとった最大反射強度 [dBZ]
- 面積平均をとった反射強度の増加量 [dBZ]
- 最大面積 [km<sup>2</sup>]
- 面積の増加量 [km<sup>2</sup>]

### Kaバンドレーダを用いた対流雲の発達予測

42

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした4指標を検討
- 検出から3, 6, 9, 12, 15分後までの時刻の値で評価

- 面積平均をとった最大反射強度 [dBZ]
- 面積平均をとった反射強度の増加量 [dBZ]
- 最大面積 [km<sup>2</sup>]
- 面積の増加量 [km<sup>2</sup>]

### Kaバンドレーダを用いた対流雲の発達予測

43

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした4指標を検討
- 検出から3, 6, 9, 12, 15分後までの時刻の値で評価

- 面積平均をとった最大反射強度 [dBZ]
- 面積平均をとった反射強度の増加量 [dBZ]
- 最大面積 [km<sup>2</sup>]
- 面積の増加量 [km<sup>2</sup>]

### Kaバンドレーダを用いた対流雲の発達予測

44

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした4指標を検討
- 検出から3, 6, 9, 12, 15分後までの時刻の値で評価

- 面積平均をとった最大反射強度 [dBZ]
- 面積平均をとった反射強度の増加量 [dBZ]
- 最大面積 [km<sup>2</sup>]
- 面積の増加量 [km<sup>2</sup>]

### Kaバンドレーダを用いた対流雲の発達予測

45

Yoshida et al., 2021

- 鉛直平均反射強度 (VAR) をもとにした4指標を検討
- 検出から3, 6, 9, 12, 15分後までの時刻の値で評価

- 面積平均をとった最大反射強度 [dBZ]
- 面積平均をとった反射強度の増加量 [dBZ]
- 最大面積 [km<sup>2</sup>]
- 面積の増加量 [km<sup>2</sup>]

最も予測に有効な指標は、t=9の面積平均を取った最大反射強度

### Kaレーダの運用方法

46

時計回りの観測  
反時計回りの観測  
仰角変更

深尾, 浜津, 2005. 気象と大気のリモートセンシング. 京都大学出版会.

### レーダ反射強度とは

47

- 雲粒や雨粒に散乱されて戻ってくる電波の強さ
- 粒子の個数、粒径の6乗に比例する

国立研究開発法人防災科学技術研究所. 雲レーダー観測による積雲分布 (東京周辺) 2022, 9, 28確認. <https://cloud-radar.bosai.go.jp/ope.php>

$$Z = \int_{D_{min}}^{D_{max}} N(D) D^6 dD \quad [\text{mm}^6 / \text{m}^3]$$

前坂剛. Xバンドマルチパラメータ(MP)レーダー 2022, 9, 28確認. <https://www.soumu.go.jp/main\_content/000526163.pdf>

オーダーが10<sup>-4</sup>~10<sup>6</sup>まで変化する

国立研究開発法人防災科学技術研究所. 雲レーダー観測による積雲分布 (東京周辺) 2022, 9, 28確認. <https://cloud-radar.bosai.go.jp/ope.php>

$$\text{dBZ} \equiv 10 \log_{10}(\text{真値}) \quad \rightarrow \quad Z_h = 10 \log_{10}(Z) \quad [\text{dBZ}]$$

高橋暢宏. 2021. レーダ気象学第11回 授業スライドを参照 一部改変



### レーダビームについて

48

- ・ビームは円錐状
- ・格子毎の反射強度は動径方向の分解能によって区切られた格子内の値を平均

動径方向分解能 (75 m)  
この格子内の値を平均  
動径方向分解能 (75 m)  
162.3 m  
108.2 m  
54.1 m  
0.31°  
0km 10km 20km 30km

### 極座標データの直角座標データへの変換方法

49

隣接する4格子に距離に応じた重みを付けて内挿

### 面積の算出方法

50

- ・ -17dBZ以上の反射強度を持つ隣同士もしくは、斜め隣に連続したグリッド群を一つのエコーと認定。1グリッドは0.05 km x 0.05 km。

### エコーのトラッキング

51

推定した理論エコーからのずれを基準に考える鉛直平均反射強度 (VAR) のエコーを用いた

今回理論エコーを求めた際の風向・風速  
潮岬高層気象観測データ (風)

気圧 [hPa]	832.1	796.7	767.2
風向 [°]	228	220	232
風速 [m/s]	9	10	11

平均 風向: 226.7°  
風速: 10.0 m/s

風向  
t = 4 (検出から8分後)  
t = 3 (検出から6分後)  
t = 2 (検出から4分後)  
t = 1 (検出から2分後)  
ファーストエコー t = 0 (検出時)  
推定された次時刻のエコーポジション "理論エコー"

風速から求めた理論上の移動距離

### エコーのトラッキング

52

認定された同一エコーの時間変化を評価する条件とする

同一エコーの時間変化  
ファーストエコー t = 0  
t = 1  
t = 2  
t = 3  
t = 4

### 実際のエコートラッキング (VAR使用)

53

理論エコー1との比較  
理論エコー2との比較  
理論エコー3との比較

- ・ 青が理論エコーの座標
- ・ 橙、緑、赤が観測されたそれぞれのエコーの座標

### 環境場

54

- ・ 台風19号 (RUMBIA)が東シナ海に存在
- ・ 日本海の寒冷前線が南下
- ・ 南から暖かく湿った空気が流れ込んでいた。
- ・ 高知県佐川で71.5 mm/hの非常に激しい雨を観測
- ・ 秋田県阿仁合で市場1位の3時間降水量124 mmを観測

16日09時

### ファーストエコーに関する先行研究と検出条件

55

レーダによって最初に検出された対流エコー

- ・ 高度 山岳域 2km
- ・ 平野部 3 km - 5 km
- ・ 反射強度 -20dBZのコンターで囲われた領域
- ・ 面積 3km<sup>2</sup> - 400km<sup>2</sup>

Xバンドレーダによる研究  
(Kobayashi et al., 2003, Kobayashi, 2015, Kobayashi et al., 2015)  
(Yoshida et al., 2021)

鉛直平均反射強度 (VAR)

- 最大VAR (MAX\_VAR) の時間変化
- VARエコーの面積の時間変化

仰角別

- 単位時間当たりの最大反射強度増加率
- 単位時間当たりのエコー面積増加率
- エコーが検出できた仰角数の時間変化
- エコーが検出できた最高仰角

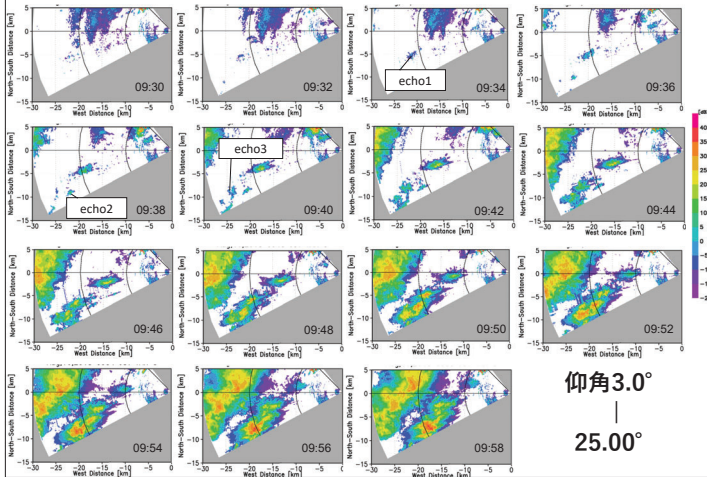
鉛直平均反射強度 (VAR)

- 最大VAR (MAX\_VAR) の時間変化
- VARエコーの面積の時間変化 →雲全体のエコーの増大

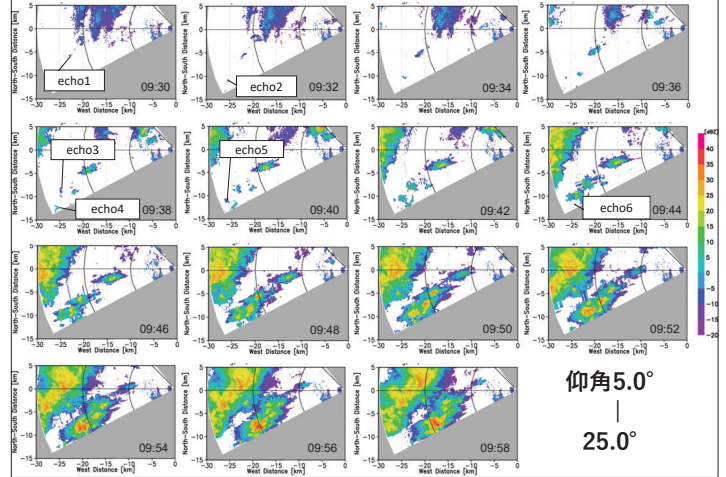
仰角別

- 単位時間当たりの最大反射強度増加率
- 単位時間当たりのエコー面積増加率 →方向への成長

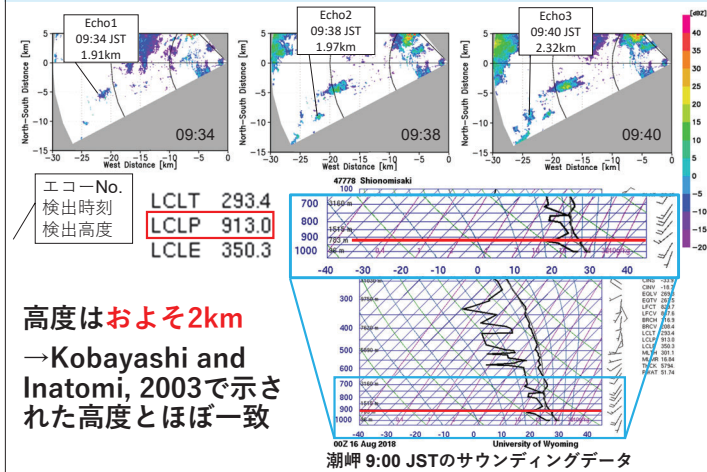
鉛直平均反射強度 (VAR) を用いたエコーの検出



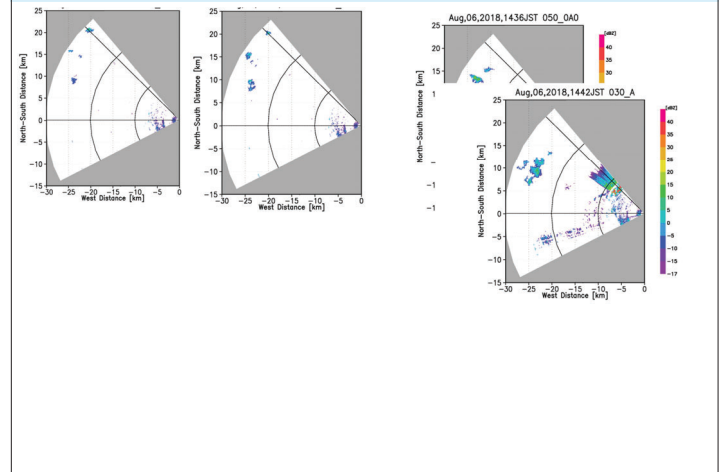
鉛直平均反射強度の時間変化



ファーストエコーの検出高度

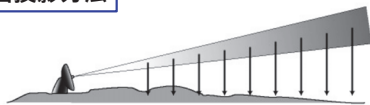


ファーストエコーの高度

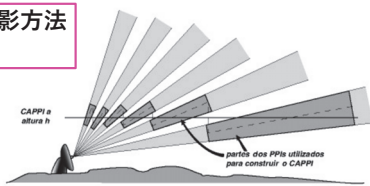


CAPPI (Constant Altitude PPI) とは

今回VAR算出で用いた平面投影方法



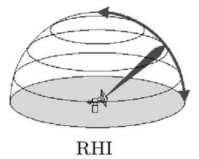
等高度に補正した水平投影方法 CAPPI



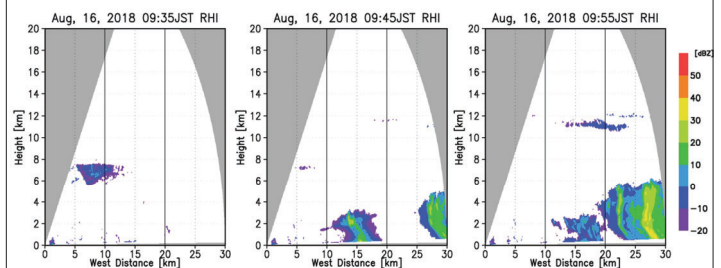
高橋暢宏, 2021, レーダ気象学第7回授業スライドより

高仰角に検出されているエコー

RHIとは、観測を行う方位角を決定し、その角度について低仰角から高仰角までを観測する手法。

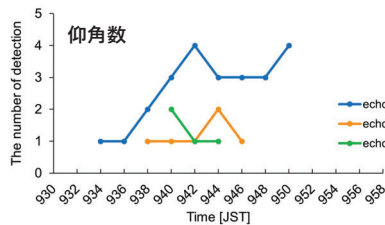


雲の鉛直断面を知ることができる。

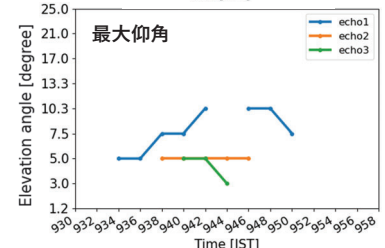




### エコーが検出された仰角数と最大仰角の時間変化 64

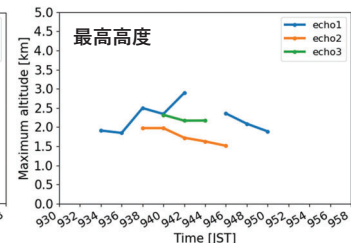
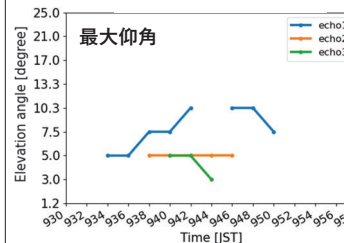


初めてエコーが検出されてから8分後にecho1は4仰角で検出された。



面積の増大量が大きかったecho1は鉛直方向へも成長量も大きかった。

### 観測されたエコーの最高高度の時間変化 65

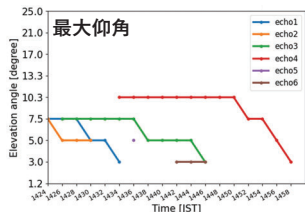
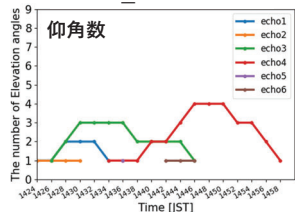


echo1は09:34 JST – 09:42 JSTまでの間で最高高度が0.98 km高くなった。

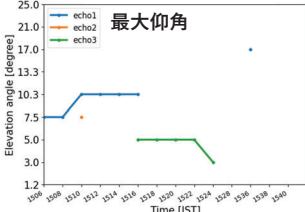
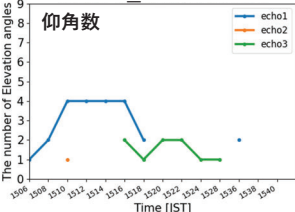
※ここで示す最高仰角はエコートップとは異なる。  
 ※同じ仰角であっても高度はレーダに近づくほど低くなるので、一見すると最高高度は短時間で上下を繰り返しているように見られる。

### 最大仰角と仰角数 66

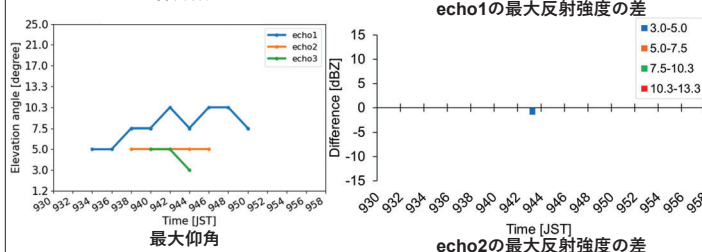
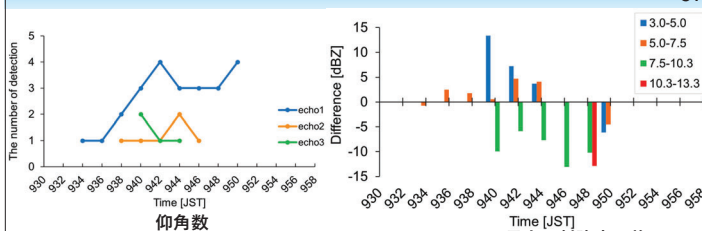
• 20180806 14:24-



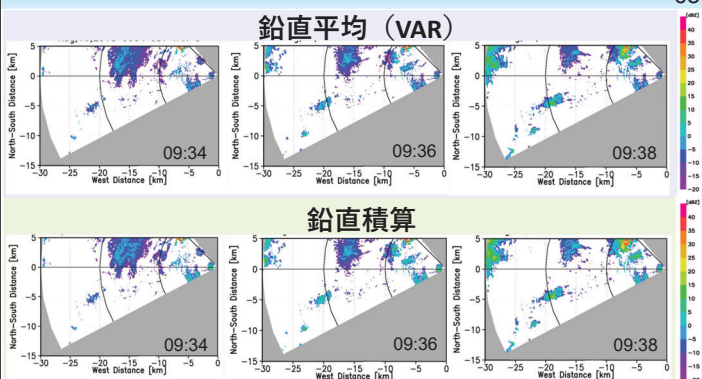
• 20180806 15:06-



### エコーが検出された仰角数と最大仰角の時間変化 67

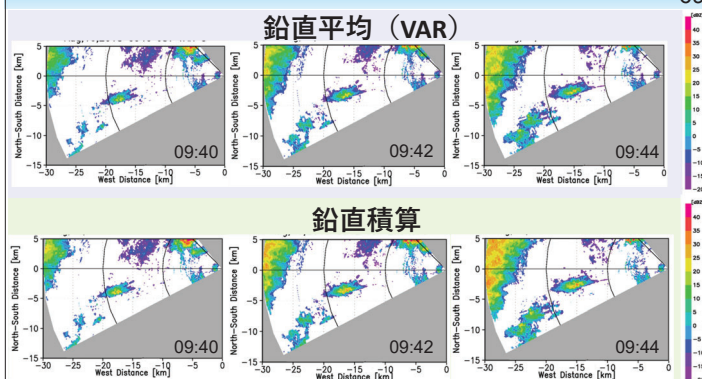


### 鉛直積算反射強度とVARの比較 68



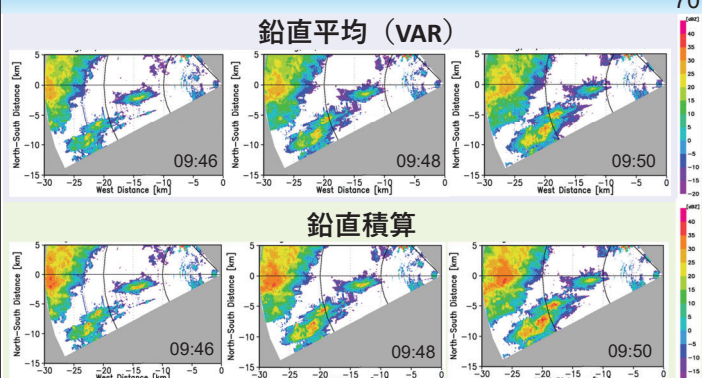
• 鉛直積算反射強度とVARの違いの大きさは09:40 JST以降に見られている。(目視での確認)  
 • 降水をもたらすかどうかを見分けるには良いかもしれない。

### 鉛直積算反射強度とVARの比較 69



• 鉛直積算反射強度とVARの違いの大きさは09:40 JST以降に見られている。(目視での確認)  
 • 降水をもたらすかどうかを見分けるには良いかもしれない。

### 鉛直積算反射強度とVARの比較 70



• 鉛直積算反射強度とVARの違いの大きさは09:40 JST以降に見られている。(目視での確認)  
 • 降水をもたらすかどうかを見分けるには良いかもしれない。

### 2018年8月6日 14:24-の事例 (VAR) 71

