

# 東南アジアリーダーアメダス(仮) 構想に向けて

横井 覚<sup>1</sup>, 松本 淳<sup>2</sup>,  
里村 雄彦<sup>3</sup>, 蔵治光一郎<sup>4</sup>

(1東大院理, 2首都大都市環境/JAMSTEC,  
3京大院理, 4東大愛知演習林)

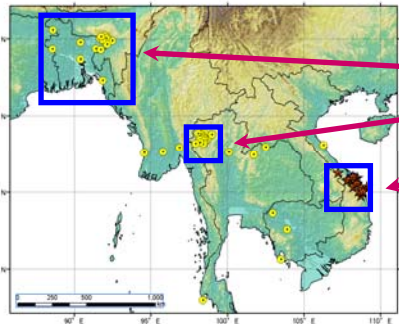
# Japan EOS Promotion Program (JEPP) Theme 2-2 by Prof. Matsumoto, U-Tokyo

## Development of rainfall observation system in Southeast Asia

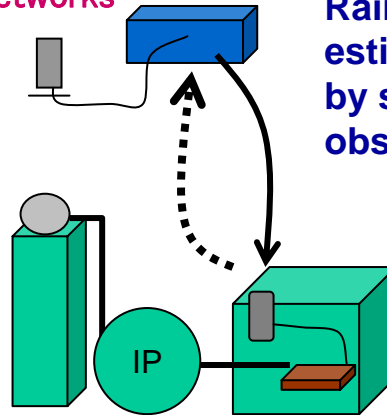
**Objective:** Develop rainfall observation system in order to understand water cycle and its variability by climatic changes in tropical Asian monsoon region over Indochina

(1) Research on rainfall distribution  
Rainfall observation by automatic rain gauges and development of real-time data transmission system

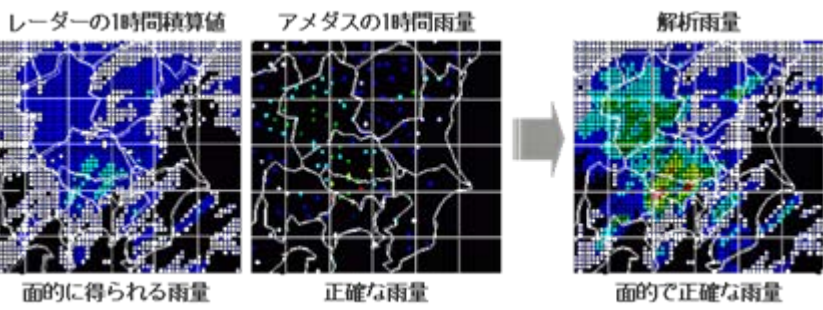
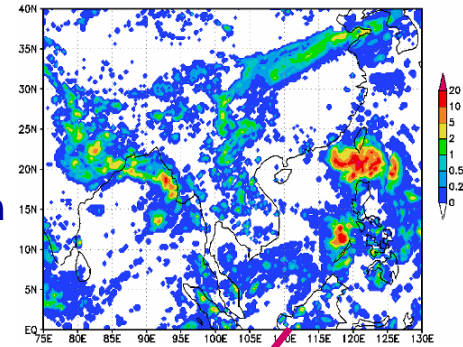
(2) Research on flood prediction  
Rainfall estimation using radar and satellite observation and its application to flood prediction



Automatic rain gauge Networks  
 India, Bangladesh 36  
 Thailand 18  
 Vietnam 33

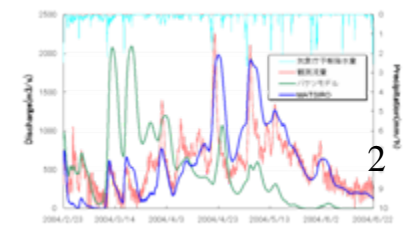


Rainfall estimation by satellite observation



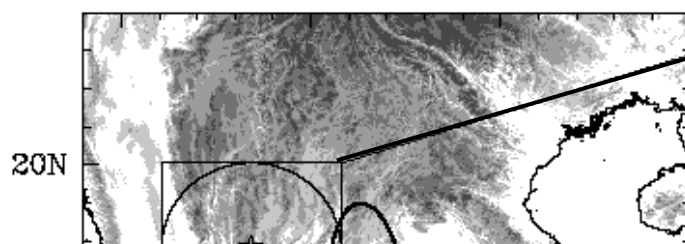
Radar data + Raingauge data → Composite rainfall data  
 Similar to Radar-AMeDAS system in Japan

Flood prediction

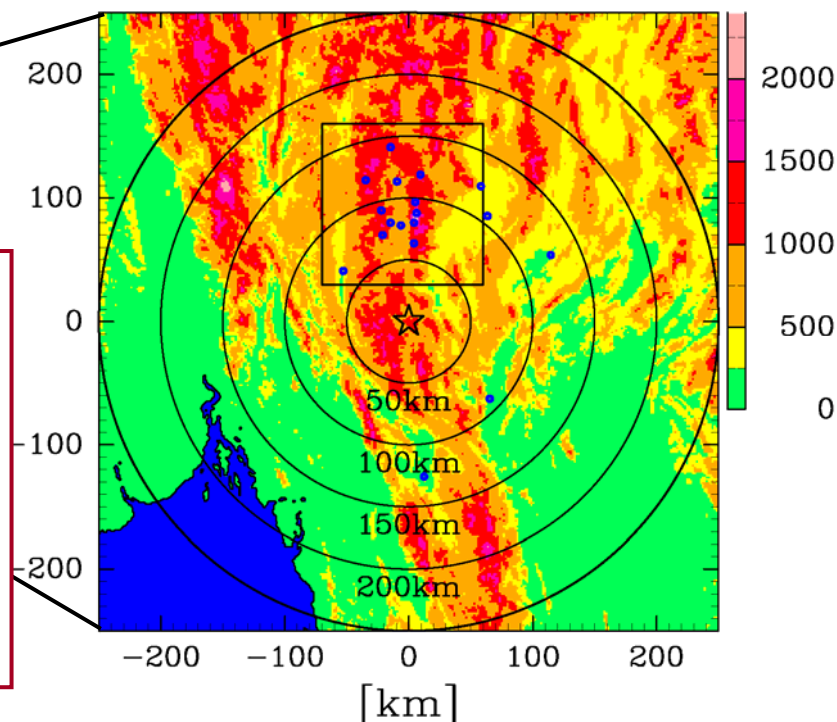


# 研究目的

- タイ西部Om Koi気象レーダの反射強度データを用いて、1時間降水量を推定する手法の可能性を探る。
- 密な自記降水量データが揃うMae Chaem流域を対象とする。



Om Koi Radar range



## [作成データの利用]

- 流域総降水量の推定
- 洪水予測
- 降水量日変化の面的な把握

# 使用データ(1)

- Om Koiレーダ反射強度データ

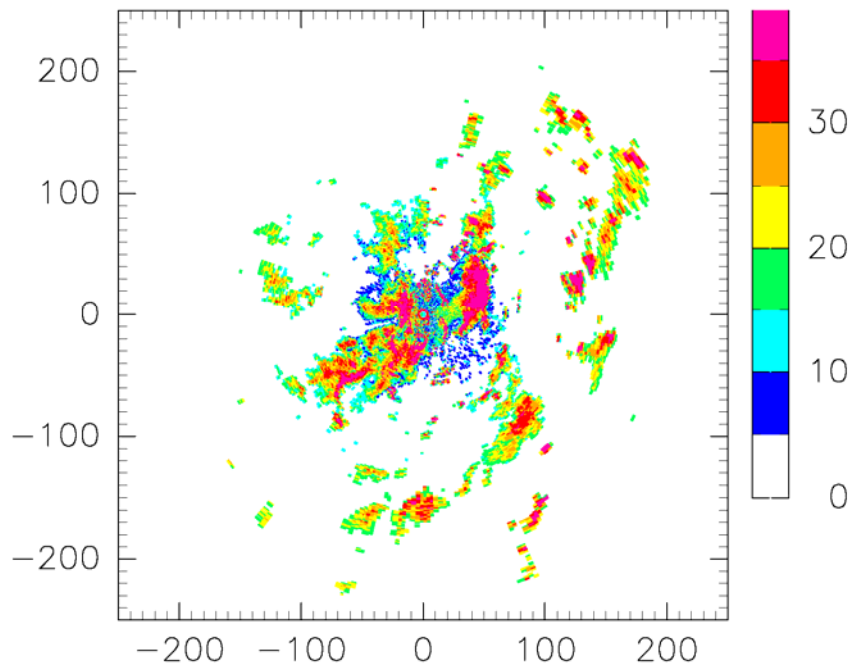
- S-band Doppler radar.

- (17.798°N, 98.433°E), 1,160mASL。

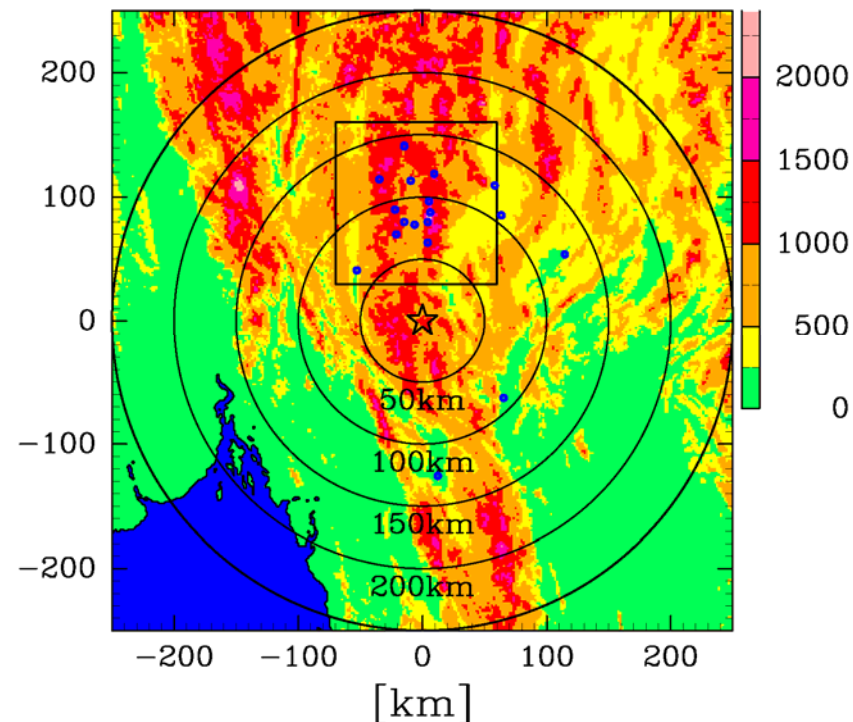
- 3仰角(0.6°, 1.4°, 2.2°), ビーム幅:1°, 観測半径250km。

- 約5分間隔の観測。

dBz at 060918 20:03



Om Koi Radar range





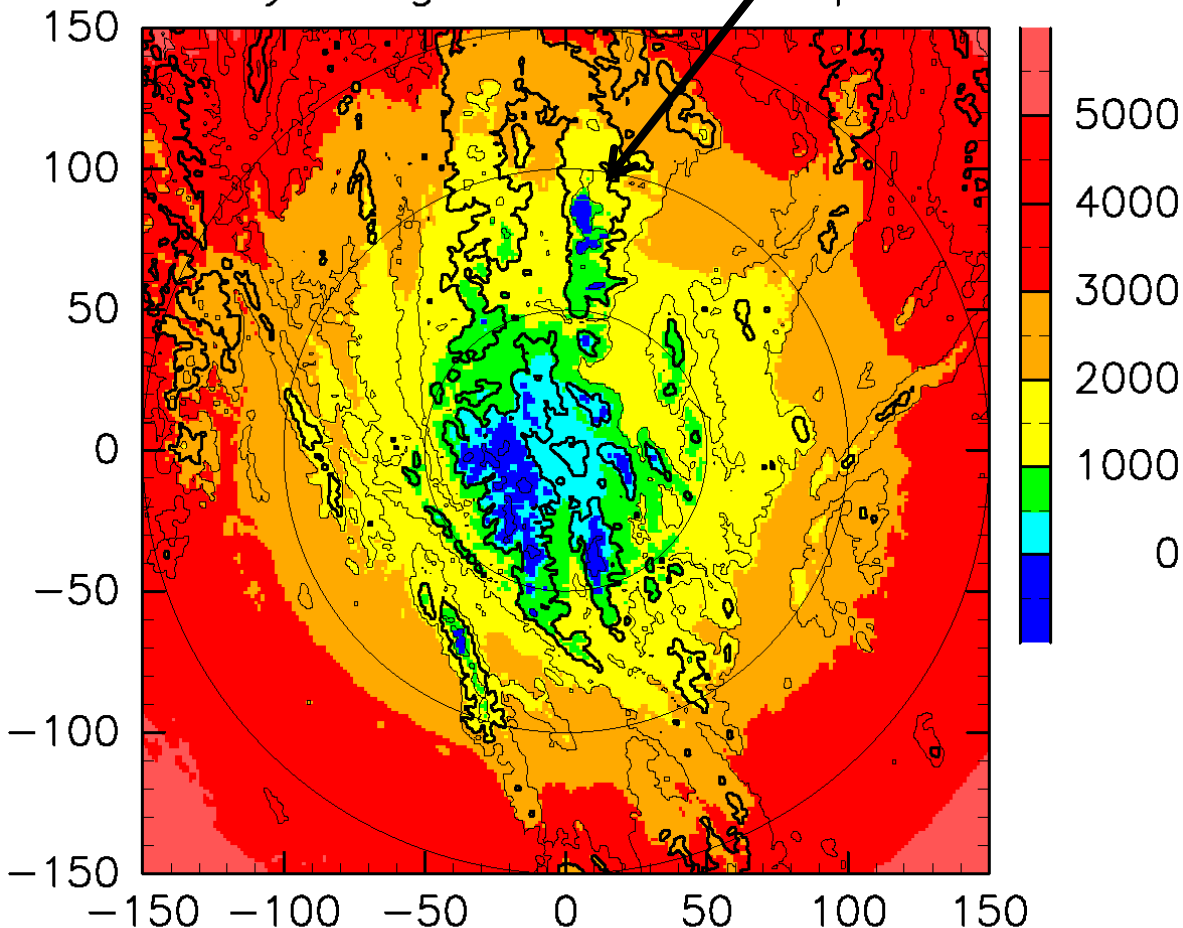
# Om Koi radar site



# ビームの中心高度 (m AGL)

Doi Inthanon  
(2590m)

Ray height (mAGL) Swp#1

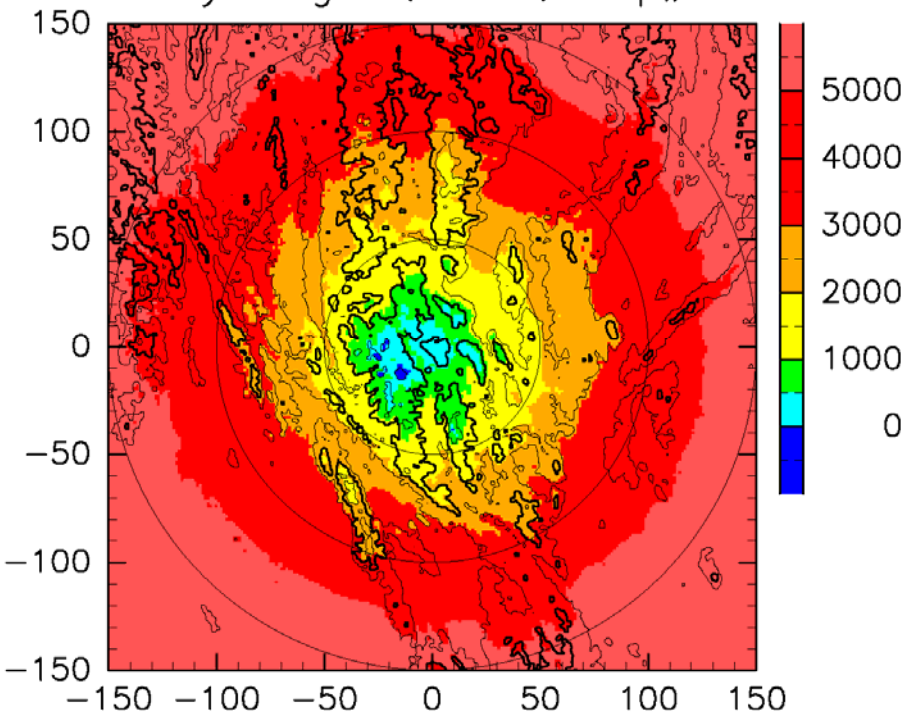


$$H = 1160. + r \sin(\alpha) + r^2 / 2R' - SH$$

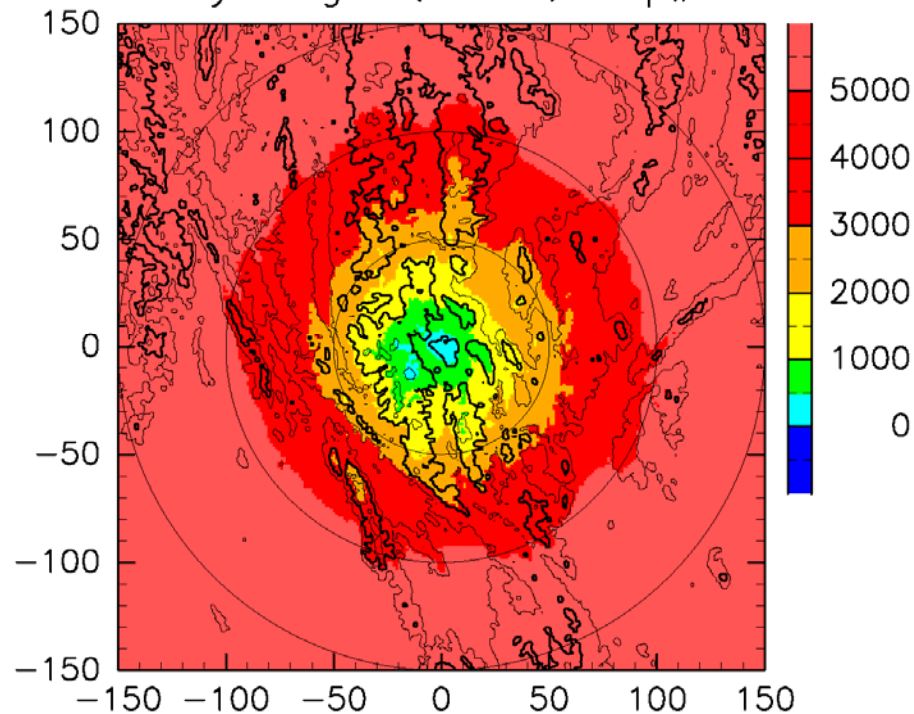
H: beam height [m]  
r: range [m]  
 $\alpha$ : elevation angle  
R': effective radius  
 $R' = 4/3 \times (\text{Earth radius})$   
SH: surface height [m]

# ビームの中心高度 (m AGL)

Ray height (mAGL) Swp#2



Ray height (mAGL) Swp#3



$$H=1160.+r \sin(\alpha)+r^2/2R'-SH$$

H: beam height [m]

r: range [m]

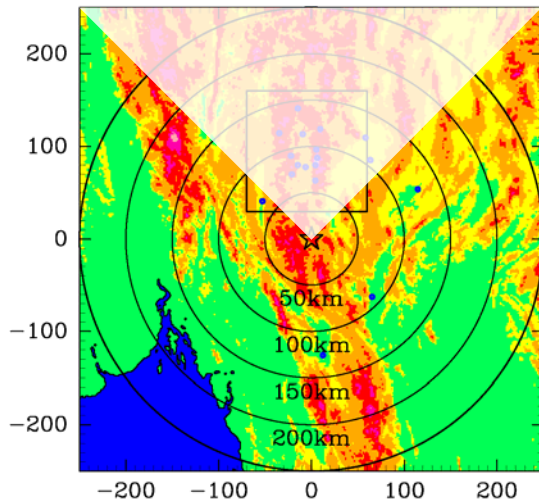
$\alpha$ : elevation angle

R': effective radius

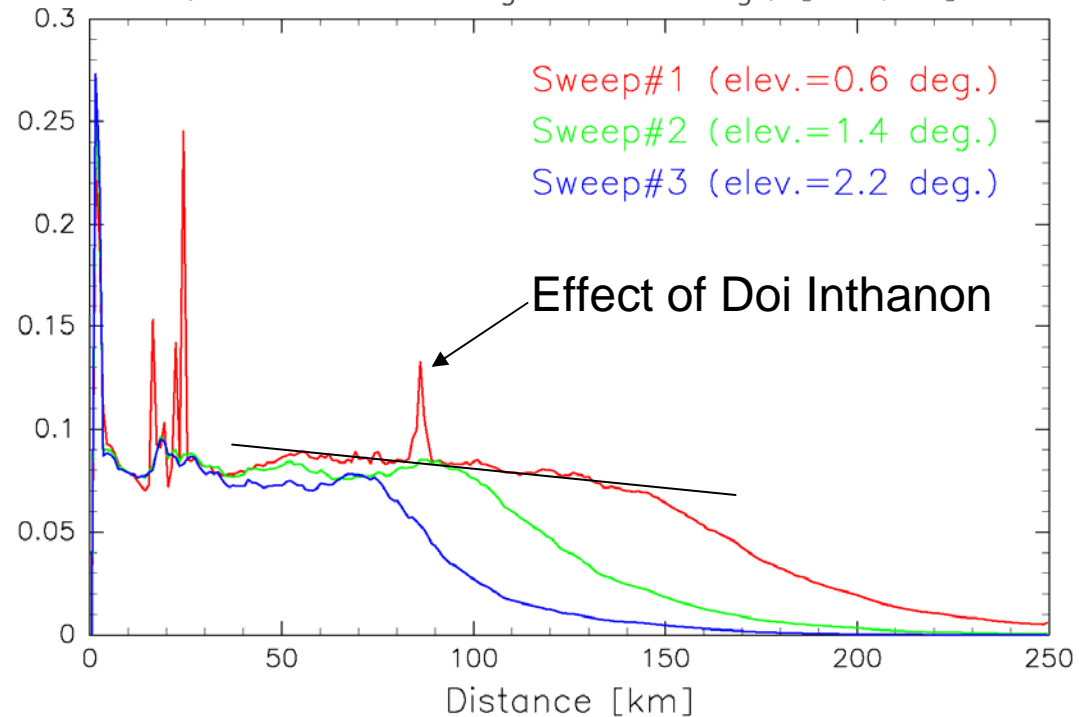
$$R'=4/3 \times (\text{Earth radius})$$

SH: surface height [m]

# 方位角平均, 5-9月平均レーダ降水量( $R_r$ )



MJJAS1999 mean OmKoi Radar rain  
(Azimuth:  $-45$  deg. to  $+45$  deg.) [mm/hr]



- $Z=200R^{1.6}$ で変換。
- range=150km付近まで降水量推定が可能だろう。

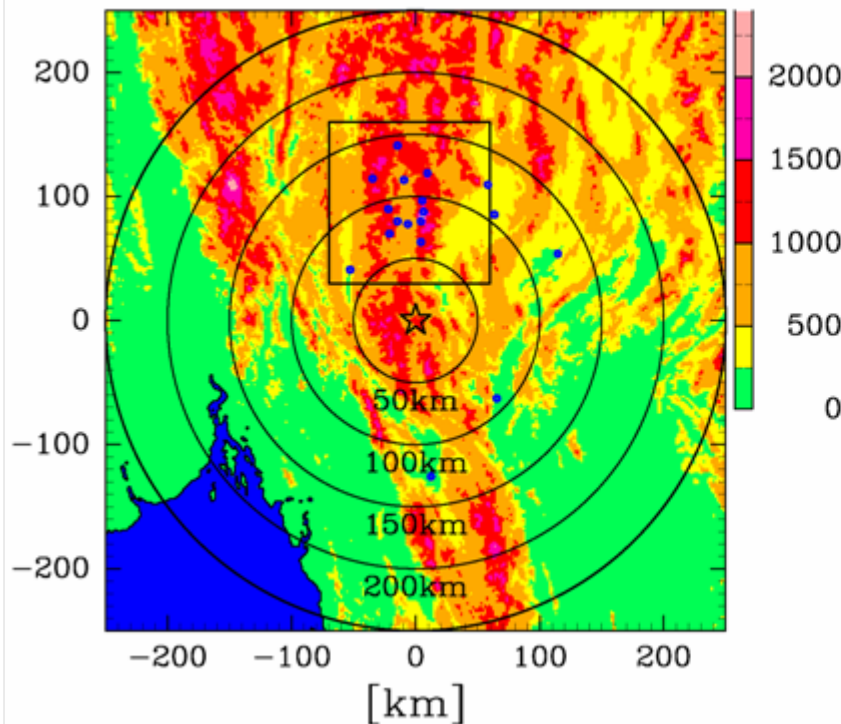


# 使用データ(2)

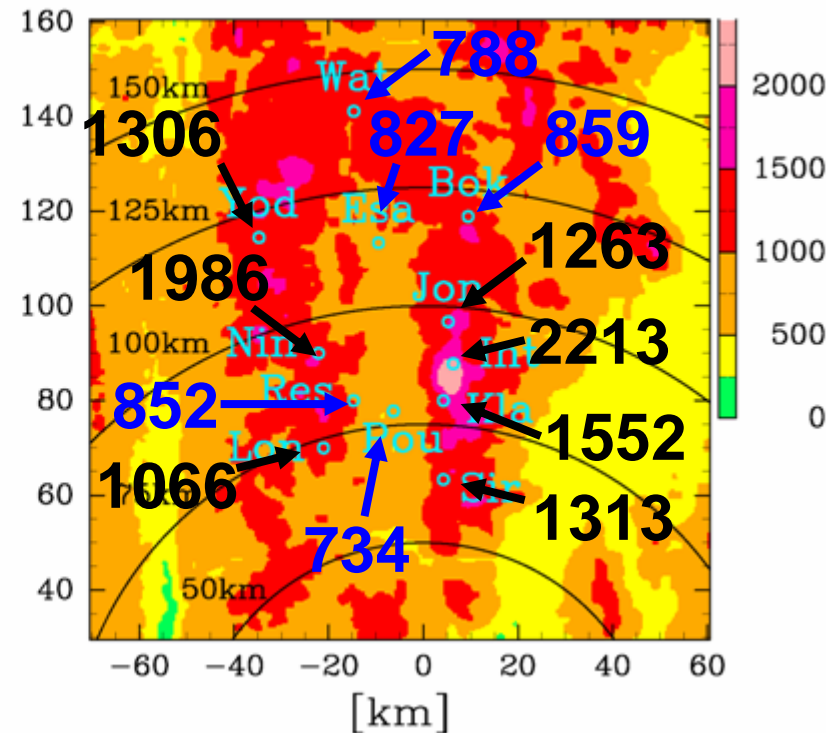
- 自記雨量計データ
  - Mae Chaem流域に12点。
  - 1時間雨量を使用。
- 解析期間：1999年5—9月。



Om Koi Radar range



Mae Chaem Watershed

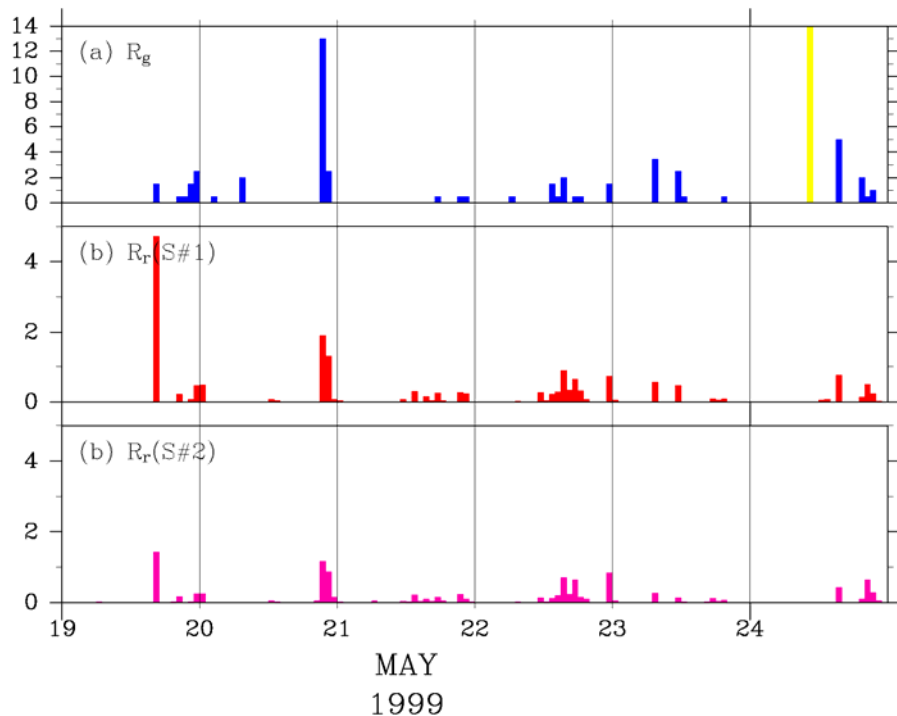


# 降水量観測点の諸元

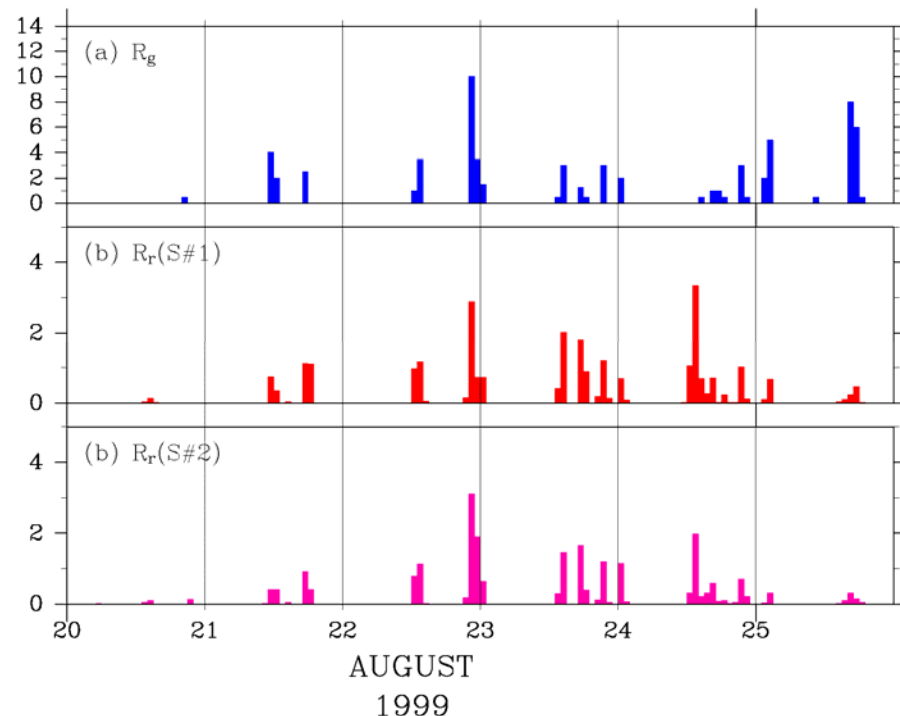
Name	Lat. [N]	Lon. [E]	Altitude [m]	Distance from radar [km]	S#1 height [mAGL]	S#2 height [mAGL]	S#3 height [mAGL]
Wat Chan	19.07	98.29	955	141	<b>2875</b>	4858	6841
Mae Sa	18.82	98.34	627	113	<b>2485</b>	4074	5664
Bo Kaeo	18.87	98.52	1330	119	<b>1916</b>	3582	5250
Mae Yod	18.83	98.10	1091	119	<b>2163</b>	3834	5506
Mae Jon Luang	18.67	98.48	1356	96	1369	<b>2722</b>	4075
Doi Inthanon	18.59	98.49	2496	88	41	1271	<b>2501</b>
Mae Klang	18.52	98.47	1339	80	1037	<b>2156</b>	3176
Research Station	18.52	98.29	1094	81	1307	<b>2443</b>	3581
Sirikit Plantation	18.37	98.47	1225	63	836	<b>1723</b>	<b>2610</b>
POU	18.50	98.37	471	78	<b>1864</b>	<b>2954</b>	4045
Mae Ning	18.61	98.22	1585	92	1051	<b>2345</b>	3641
Mae Long	18.43	98.23	1369	73	871	<b>1892</b>	<b>2914</b>

# $R_g$ と $R_r$ の時系列 (例)

Hourly precipitation at Bok site [mm/hour]



Hourly precipitation at Jon site [mm/hour]



- レーダ降水量 ( $R_r$ ) と雨量計降水量 ( $R_g$ ) は定性的に合っている。  
→ レーダ雨量の較正

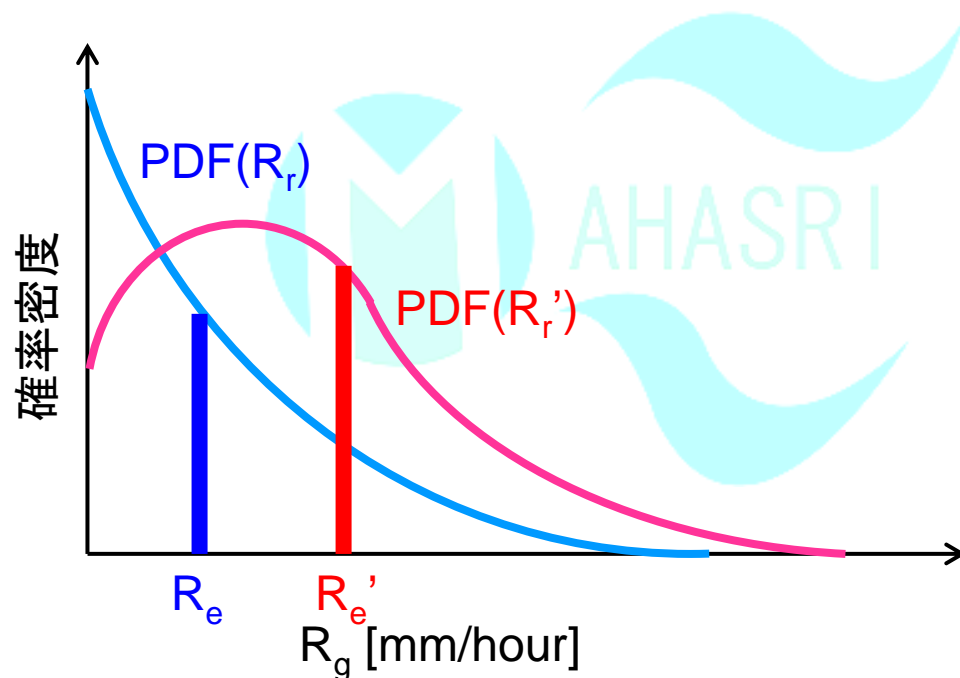
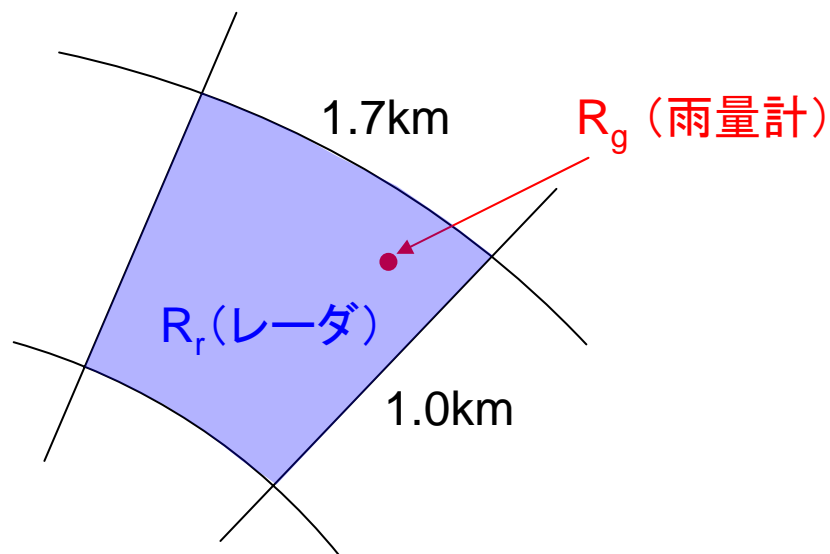
# 較正降水量( $R_e$ )推定の方法

1. 各仰角で反射強度( $Z$ )からレーダ降水量( $R_r$ )を  $Z=200R_r^{1.6}$  で計算し, 毎時の平均 $R_r$ を計算する。
2. 雨量計降水量( $R_g$ )と, 直上の $R_r$ を比較することで,  $Z$ - $R$ 関係式を較正する。
3. ビーム中心高度に応じた補正法を開発する。
  - $Z$ の鉛直構造を考慮。
  - 牧原(2000)では,  $(1+BX^2)$  の形の補正係数( $X$ はビーム高度)



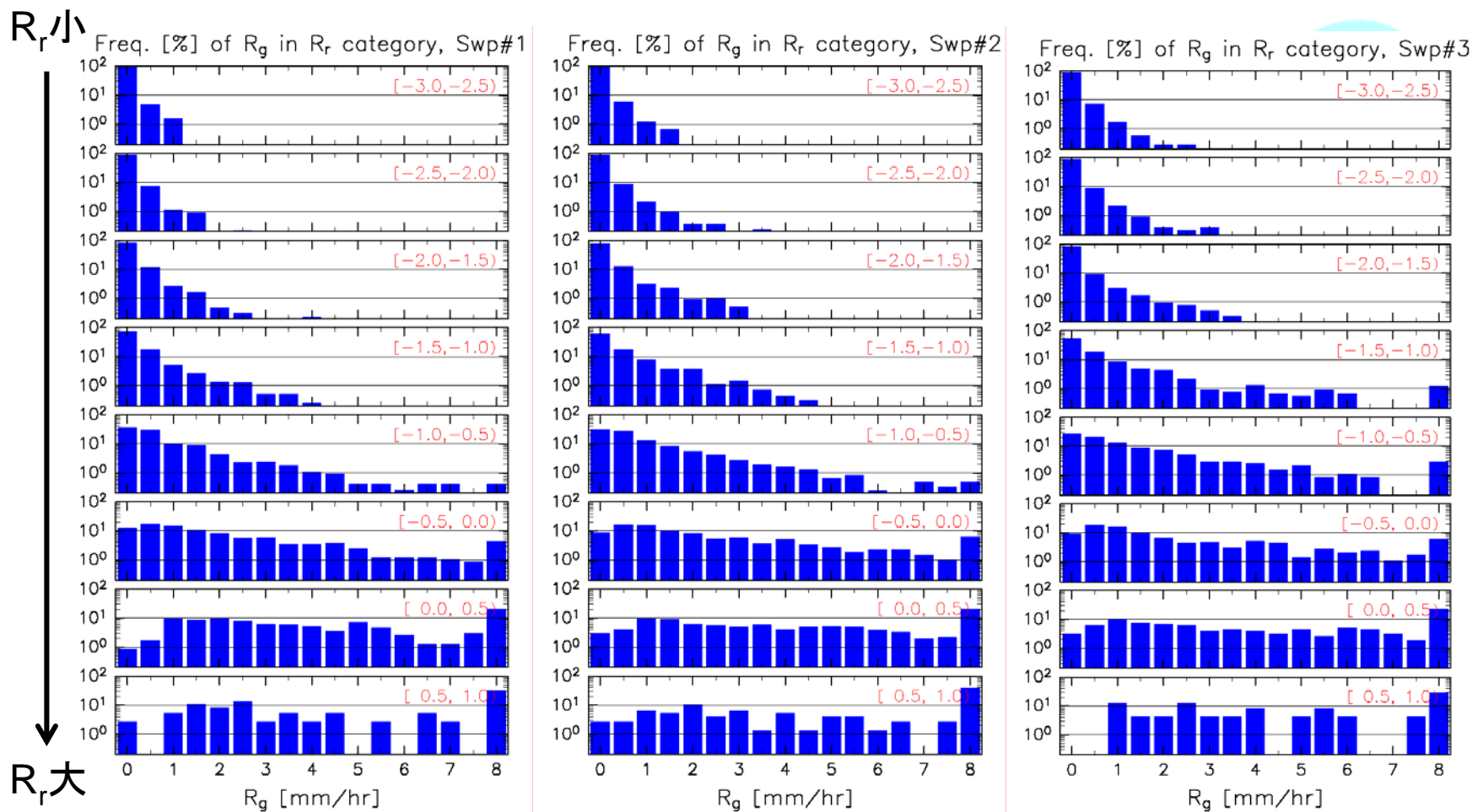
# 雨量計降水量 ( $R_g$ ) とレーダ降水量 ( $R_r$ ) の比較方法

例: レーダから100km



- $R_g$  はある1点の値,  $R_r$  は領域平均。
- $R_g$  は,  $R_r$  をパラメタに持つ確率密度関数に従うとする。
- 求めたい較正降水量は,  $R_g$  の期待値  $R_e$  とする。
- $R_r$  の値ごとに  $R_e$  を求める (= Z-R 関係の修正)。
  - $\text{Log}_{10}(R_r) = [-3, -2.5), [-2.5, -2), \dots, [0, 0.5), [0.5, 1)$  の8カテゴリで計算。

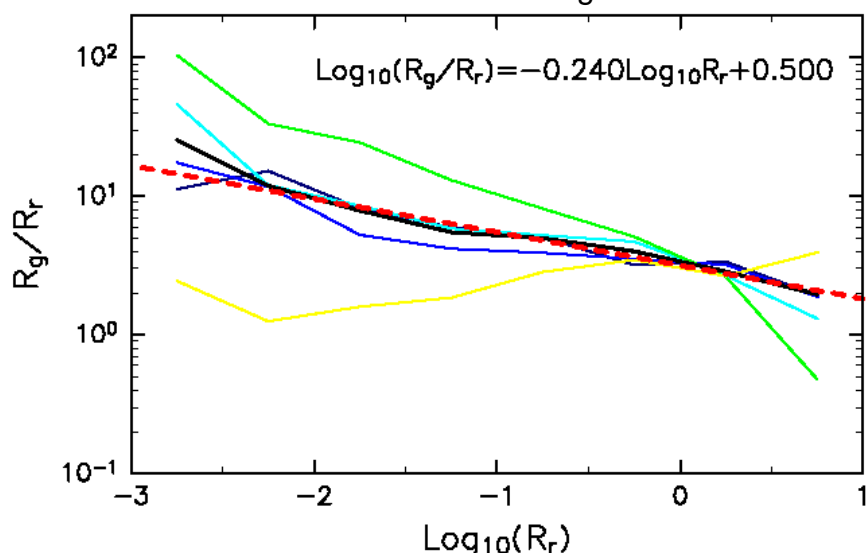
# $R_r$ カテゴリごとの、 $R_g$ の頻度分布



- $R_r$ が大きいほど、大きい $R_g$ が観測されやすい。

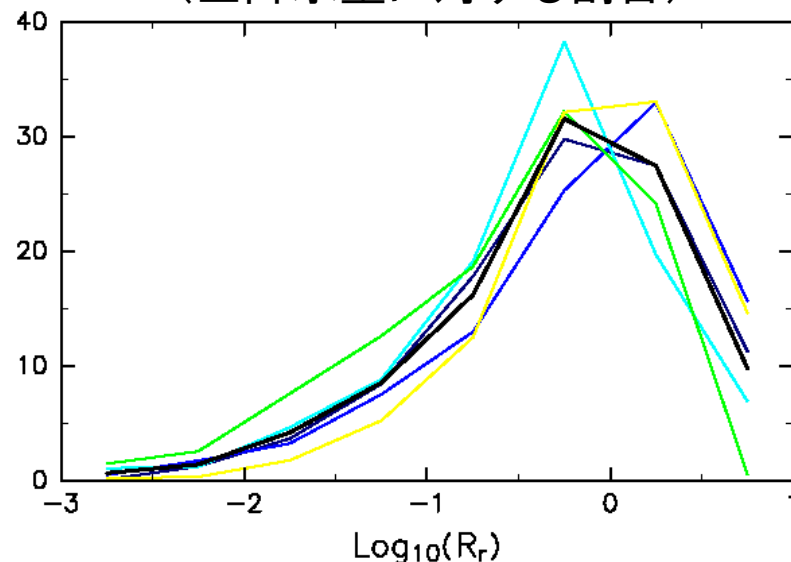
# R<sub>r</sub>とR<sub>g</sub>の比較 (Swp#1)

各R<sub>r</sub>カテゴリでの平均R<sub>g</sub>/R<sub>r</sub> (=期待値)



色細線: 各観測点, 黒太線: その平均  
赤太点線: 黒太線の直線回帰

各R<sub>r</sub>カテゴリでの合計R<sub>g</sub>  
(全降水量に対する割合)

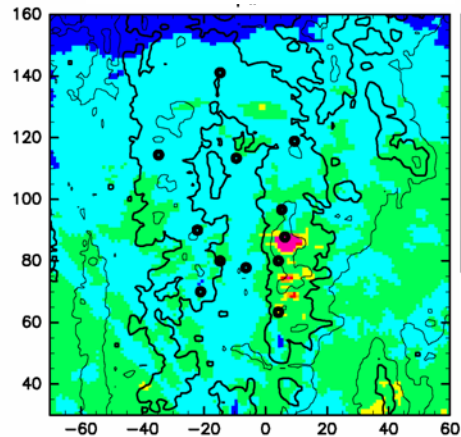


色細線: 各観測点, 黒太線: その平均

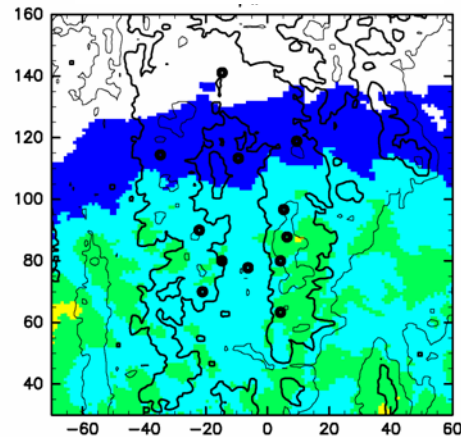
- Log(R<sub>g</sub>/R<sub>r</sub>)とLog(R<sub>r</sub>)の関係は直線回帰できそう。
- 最も総降水量に寄与するLog<sub>10</sub>(R<sub>r</sub>)=-1~0.5付近で, 観測点間のばらつきが小さい。
- 回帰直線より,  $Z=17.7R^{2.1}$ 。

# 較正結果 (5-9月平均 $R_e$ ) [mm/5month]

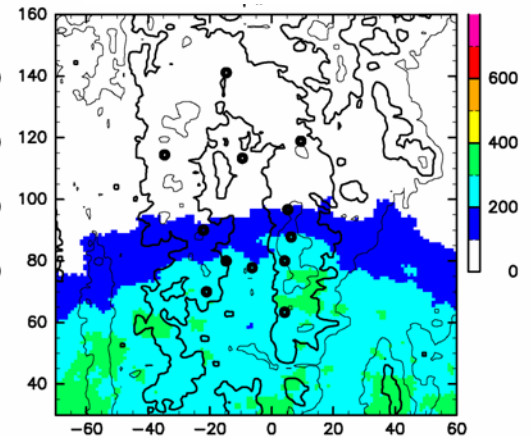
Swp#1



Swp#2



Swp#3

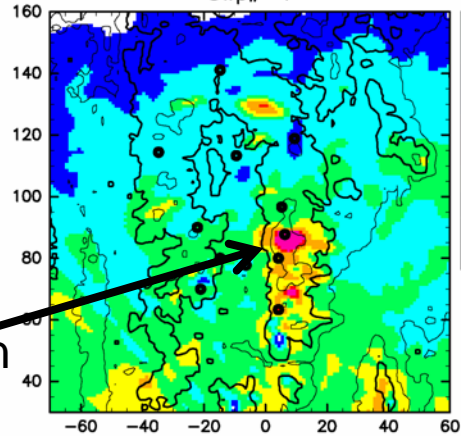


較正前  
( $R_r$ )

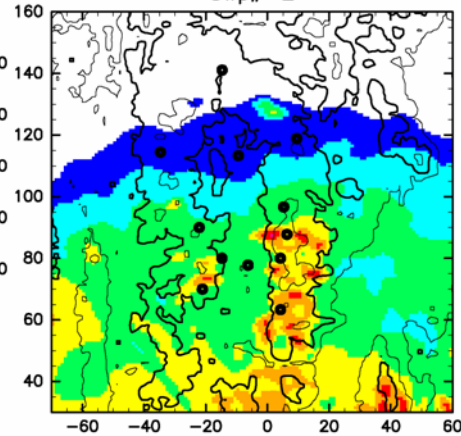


較正後  
( $R_e$ )

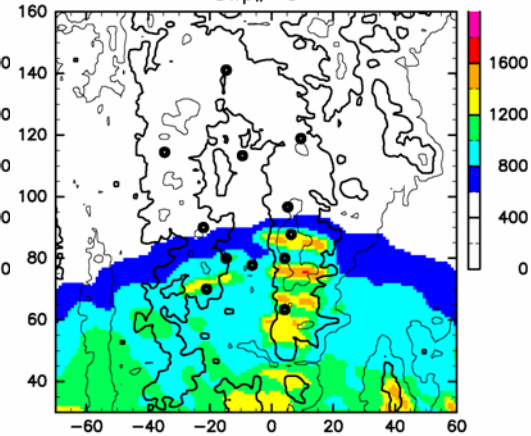
Mean  $R_e$  (1999 May-Sep)  
Swp#=1



Mean  $R_e$  (1999 May-Sep)  
Swp#=2



Mean  $R_e$  (1999 May-Sep)  
Swp#=3

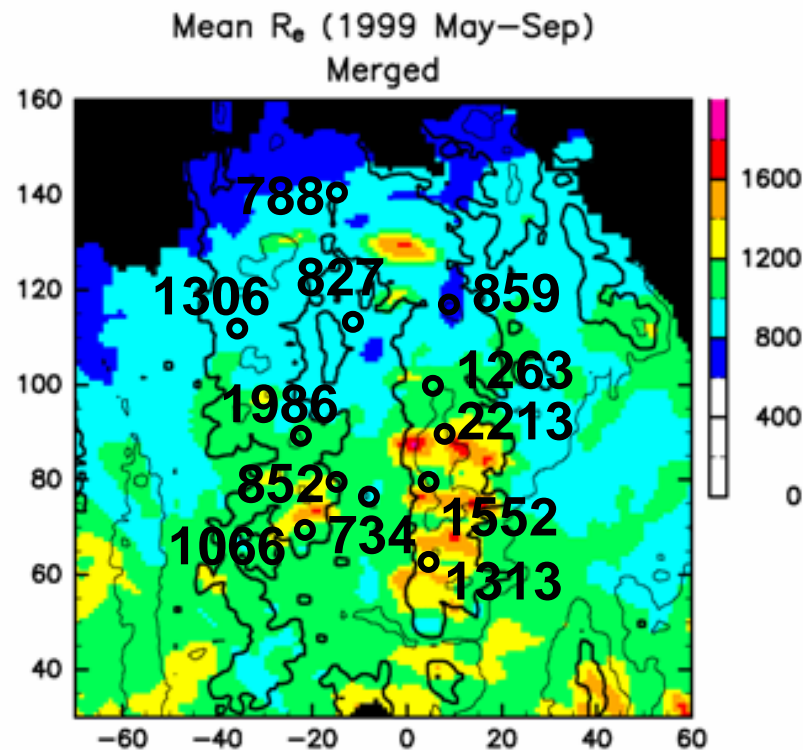
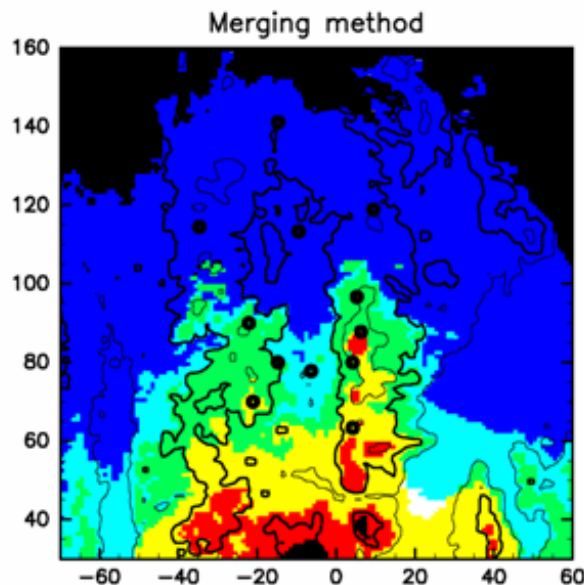


Doi Inthanon  
の影響



# Swp#1～#3の $R_e$ を合成

青: S1  
水色: S1+S2  
緑: S2  
黄: S2+S3  
赤: S3  
白: S1+S2+S3



- ビーム中心高度が1,500～3,000mの $R_e$ を利用。複数ある場合は線形合成。
- 東側山脈上の多降水量が捉えられている。
- 西側山脈の降水量が過少評価 (NinやYod観測点)

# まとめ

- レーダ・雨量計データ比較によりZ-R関係のパラメタを求め、較正1時間降水量の推定。
- 特に流域の東側の山脈で、降水量の標高依存性が表現された。

⇒レーダアメダスはできそうだ。

