

# インド亜大陸北東部における降水変動

## Variability of precipitation over the northeastern Indian subcontinent

京都大学大学院理学研究科

地球惑星科学専攻

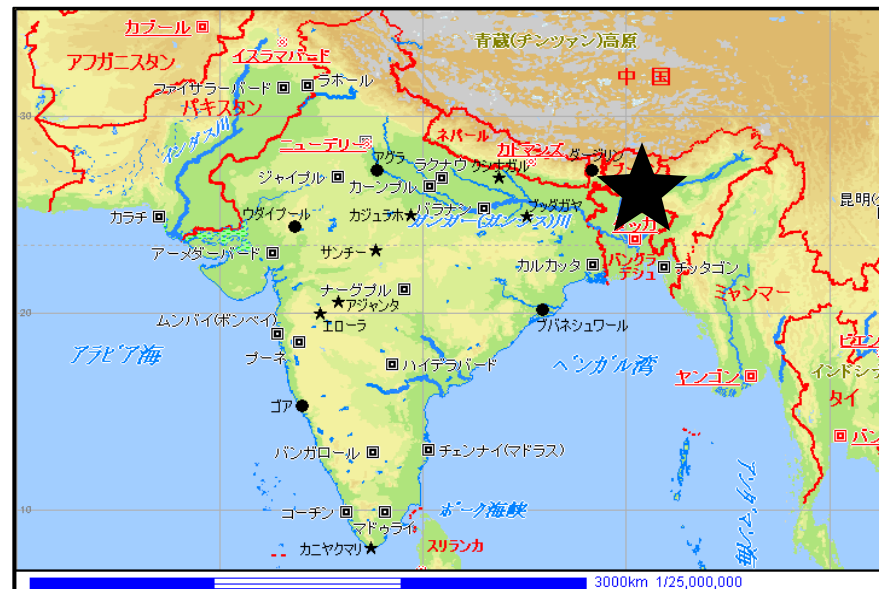
防災研究所

流域災害研究センター—流域圏観測領域

M1 梶川藍 (Ai KAJIKAWA)

# 研究背景

インド亜大陸北東部  
||  
世界有数の降水観測地域

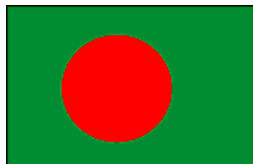
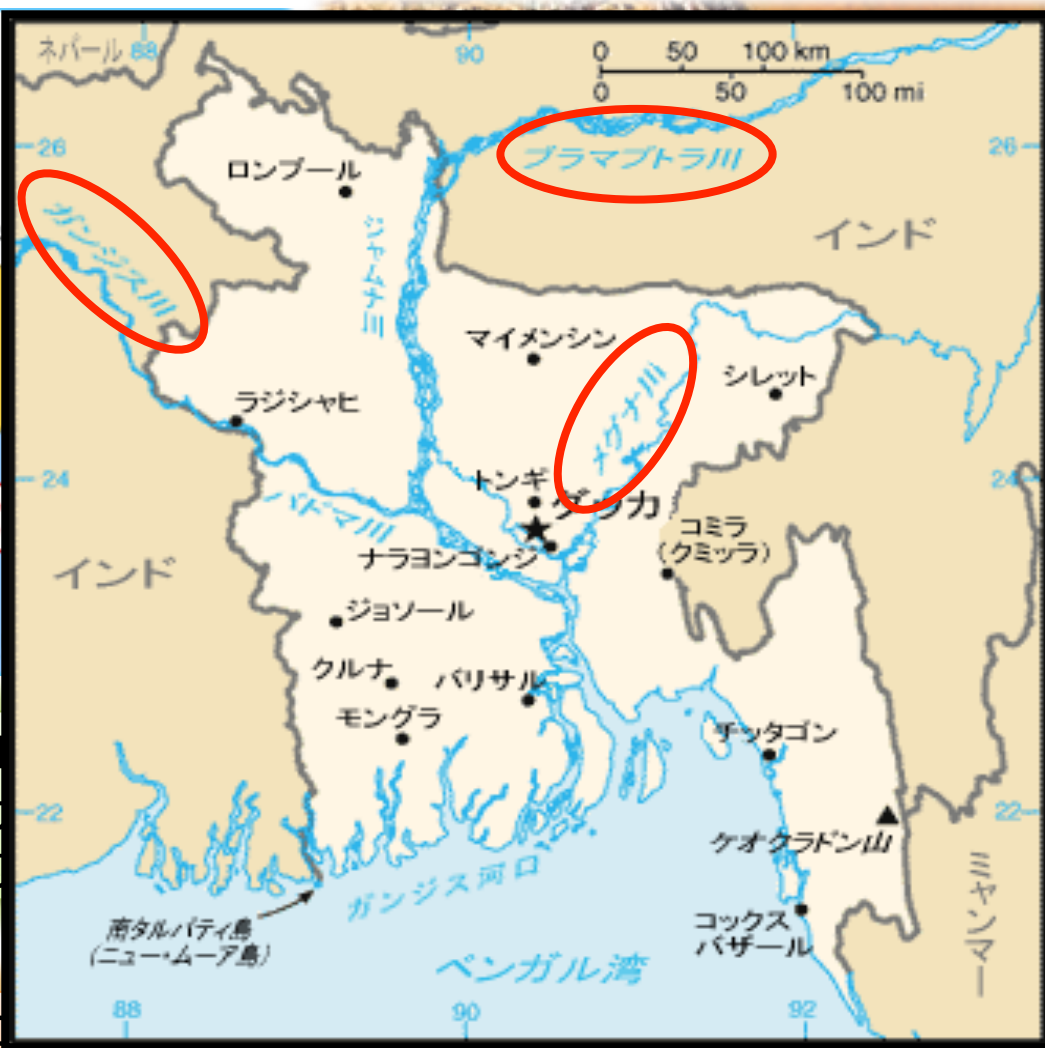


北東インドのMeghalaya州にあるCherrapunjeeは  
1860-1861年に年間降水量26,461mmを記録

この記録は未だ破られていない  
近年は同じ州にあるMawsynramと降水量を競っている

# 研究背景

## (インド・バングラデシュの地形)



人口  
ダッカ  
平均

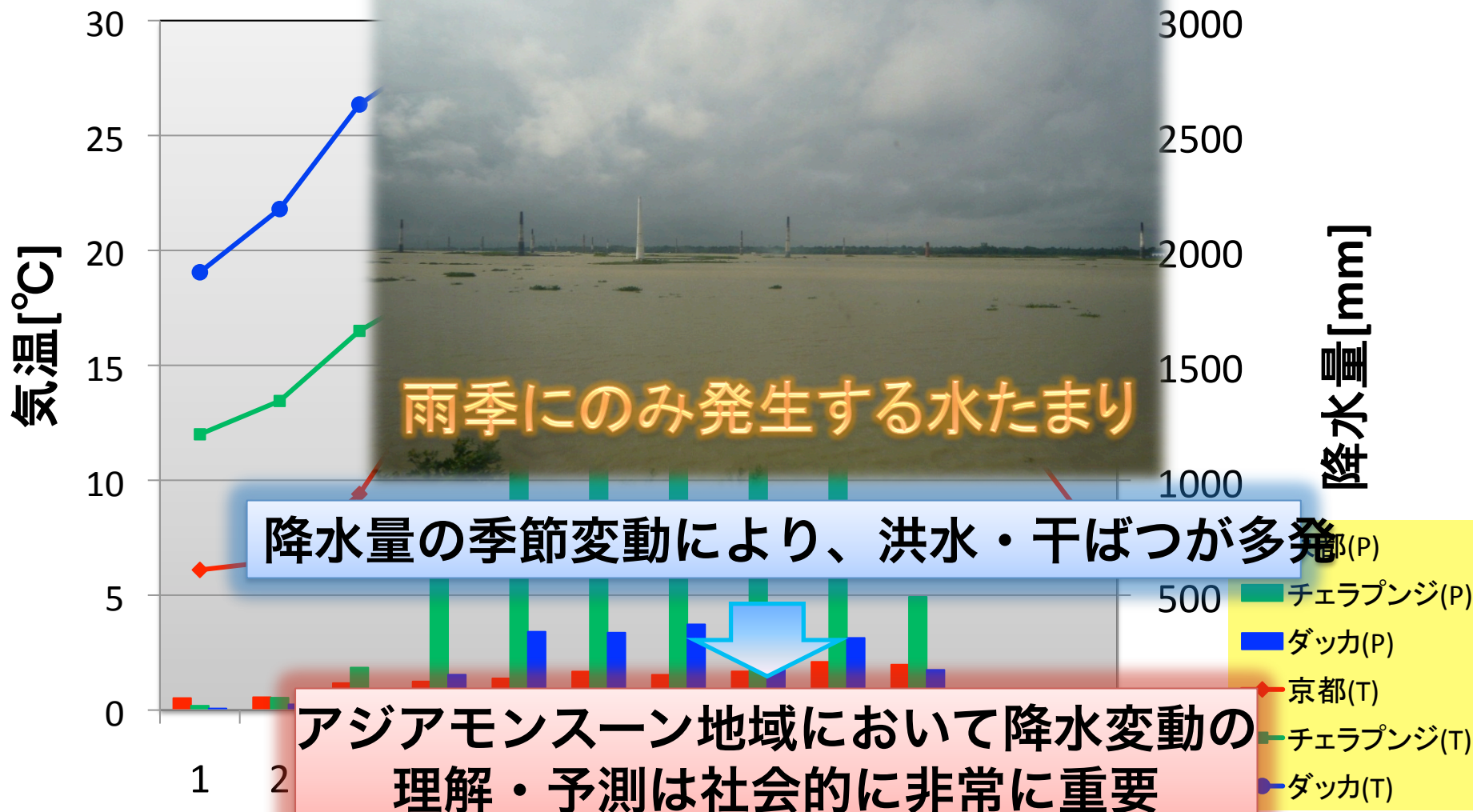


人口

# 研究背景

## (インド・バングラデシュの気候, 災害)

気温(°C) 降水量(mm)





# インド亜大陸の降水に関する 先行研究のまとめ

・雨量データおよび衛星データから、卓越する周期や空間構造について様々なことが解明されてきた。

- ・ 日変動
- ・ 季節内変動 ( **ISO**: **I**ntraseasonal **O**scillation)
  - Submonthly scale (7-25日) = バングラデシュで卓越  
Active期とBreak期の降水変動はモンスーントラフの南北振動と深い関係がある
  - MJO scale (30-60日) = インド南部で卓越
- ・ 年々変動 ( **IAV**: **I**nterannual **V**ariability)
  - 7-25日周期の季節内変動にコントロールされる

↑  
← 相関なし

# 卓越周期(スペクトル解析より)

インド北東部とバングラデシュを同時に研究対象

とした先行研究はない

=インド亜大陸北東部に卓越する周期の空間的な広がり  
は明らかに  
なっていない

い

2001年以降、1995年の年、この地域の3時間雨量を使用  
してスペクトル解析  
させては、10-20日周期が卓越していることを示した。

**なぜ準2週間周期が卓越するのか明らかに  
なっていない**

1981-2000年のバングラデシュ気象局(BMD)の3時間雨量を使用

⇒7-25日周期が卓越していることを示した。

# 研究目的

インド亜大陸北東部に卓越する周期の  
空間的な広がりを明らかにする

**なぜ準2週間周期が卓越するのかを解明する**

# 使用データと解析期間

## 使用データ

- Bangladesh, Assam, Meghalayaに設置した  
転倒升型雨量計で観測された雨量
- NCEP再解析データ
  - 水平解像度:  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$
  - 鉛直26層
  - 6h毎(00, 06, 12, 18UTC)

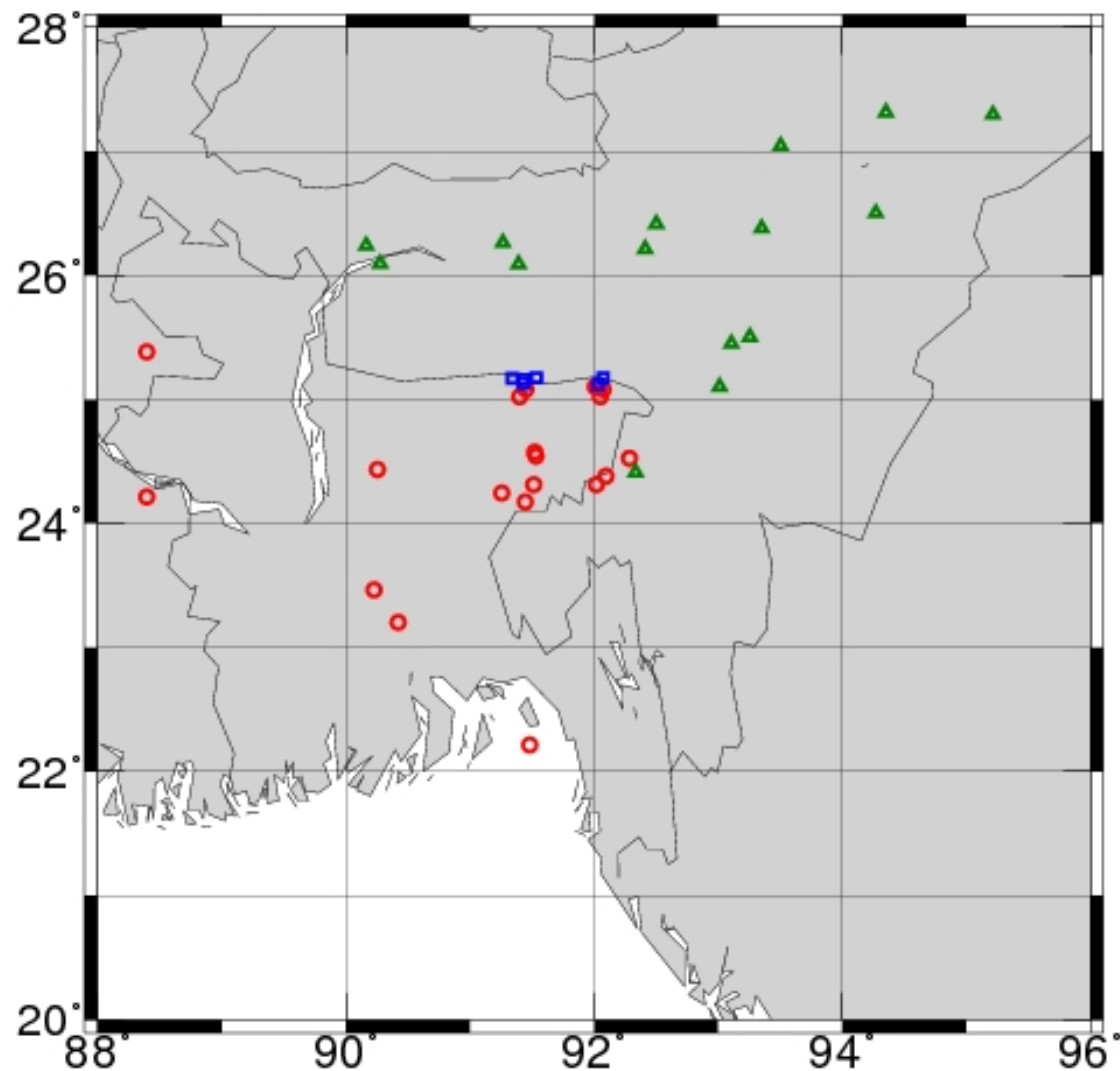
## 期間

2006-2010年の6-9月



# 雨量計設置場所

location



- ▲ Assam(15)
- Meghalaya(6)
- Bangladesh(21)

# スペクトル解析とは?

## スペクトル(spectrum)

周波数に対して、その周波数の持つ変動の強さを表したものの。

## ピリオドグラム(periodogram)

横軸は周波数、縦軸はパワー(スペクトル強度)を示す。

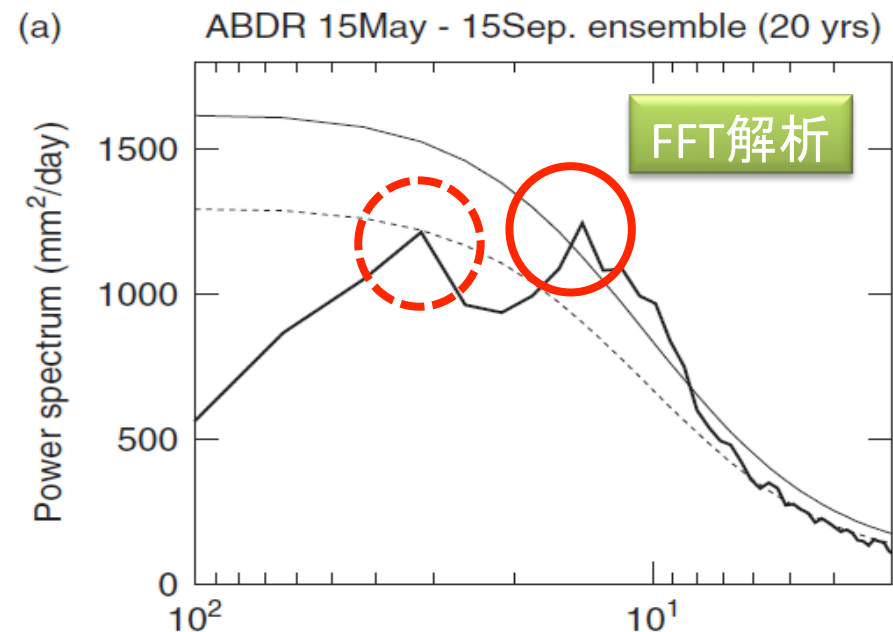
一般に自然界のデータは低周波側でスペクトル値が大きいことが多い。

## スペクトル解析(spectrum analysis)

データにどのような周期の変動がどのような強さで含まれているかを合理的、定量的に見積もる解析法

**20年のABDR時系列の全スペクトル**  
期間：5月15日～9月15日 (124日)  
点線：red noise  
実線：95%信頼区間

(Fujinami et al, 2010)



# 解析手法

先行研究と比較・評価するために

- ①6-9月の日降水量の時系列およびアノマリー
- ②Active期、Break期の定義を定め、同定
- ③それぞれについてcomposite解析

HGT, U・V, OLR,  $T_{BB}$

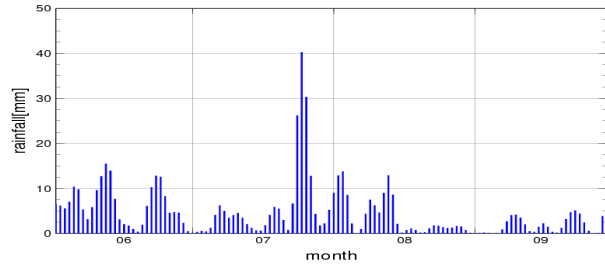
2001年以降, スペクトル解析がされていない

↓

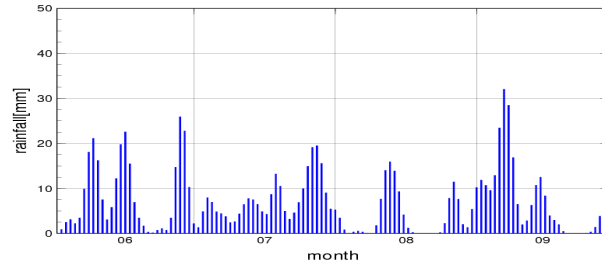
- ④それぞれの観測点について年ごとにスペクトル解析
- ⑤卓越する周期を取り出すband-pass filterをかける
- ⑥再度Active期、Break期を同定
- ⑦総観場についてもband-pass filterをかけて  
time-lag correlationをとる

# 日降水量とアノマリー (Assam)

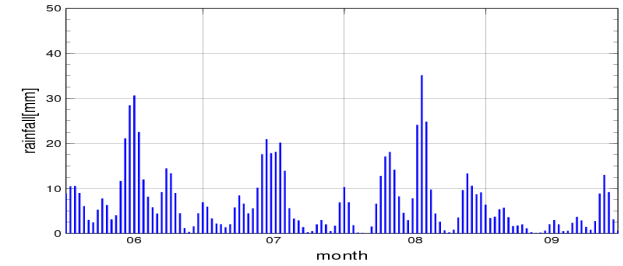
Guwahati-2006



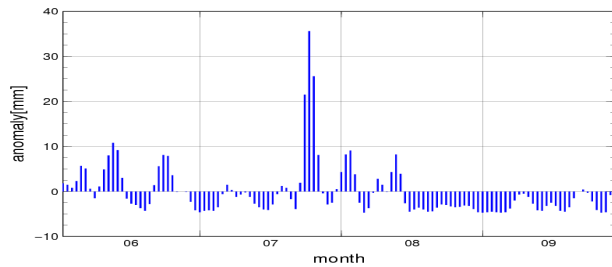
Guwahati-2007



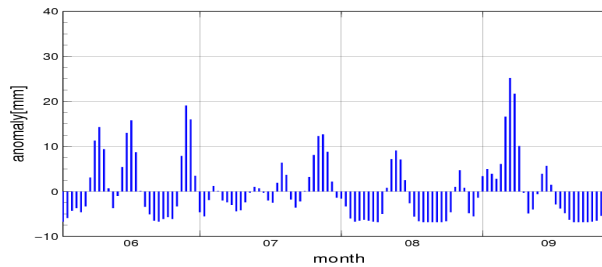
Guwahati-2008



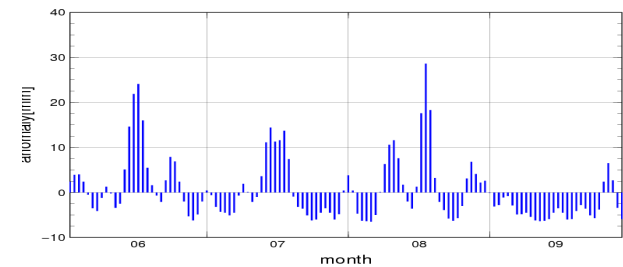
Guwahati-2006-anomaly



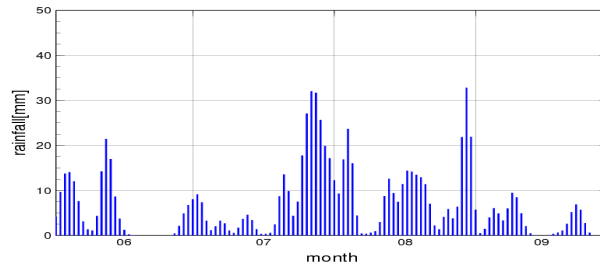
Guwahati-2007-anomaly



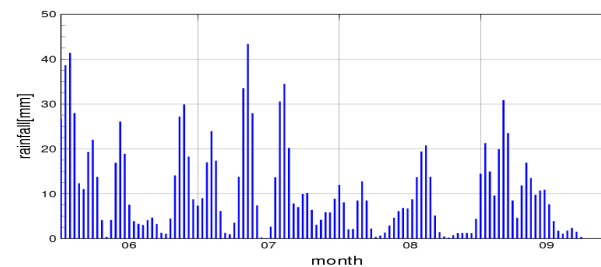
Guwahati-2008-anomaly



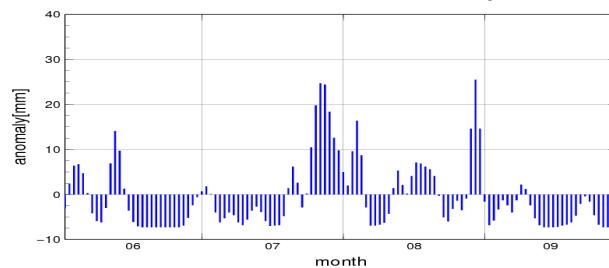
Guwahati-2009



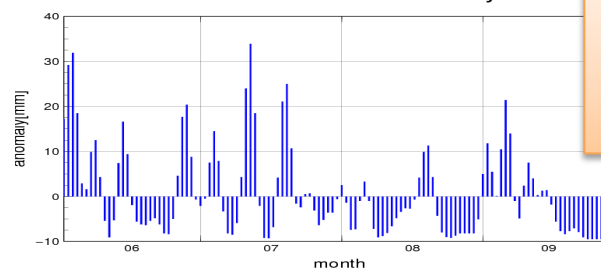
Guwahati-2010



Guwahati-2009-anomaly



Guwahati-2010-anomaly

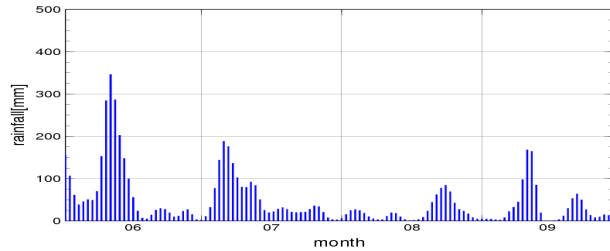


Assam  
-Guwahati

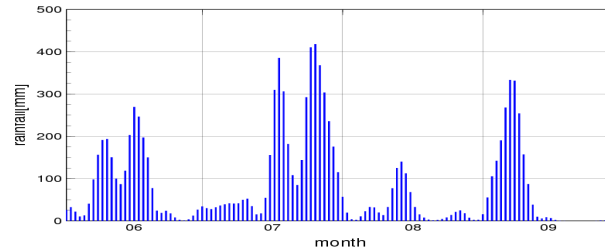


# 日降水量とアノマリー (Meghalaya)

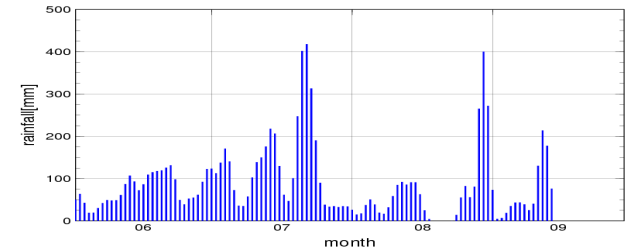
Cherrapunjee-2006



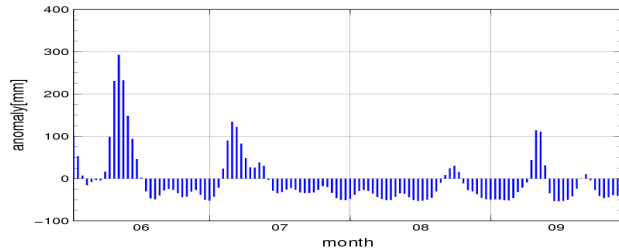
Cherrapunjee-2007



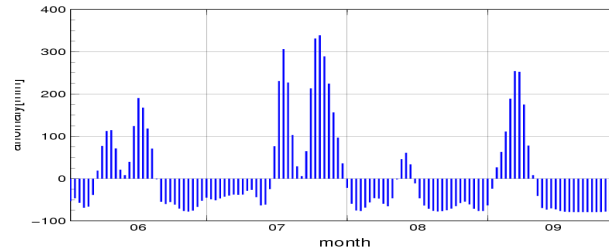
Cherrapunjee-2008



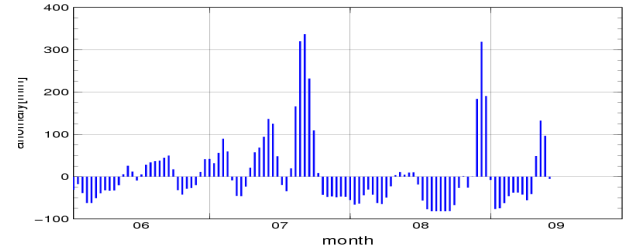
Cherrapunjee-2006-anomaly



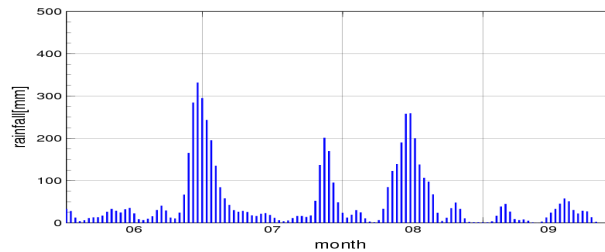
Cherrapunjee-2007-anomaly



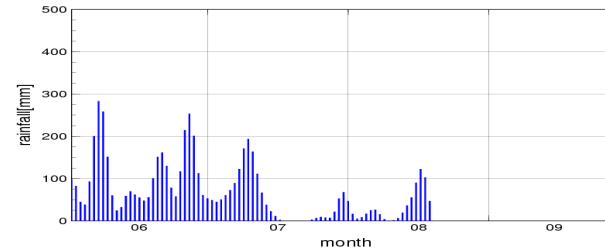
Cherrapunjee-2008-anomaly



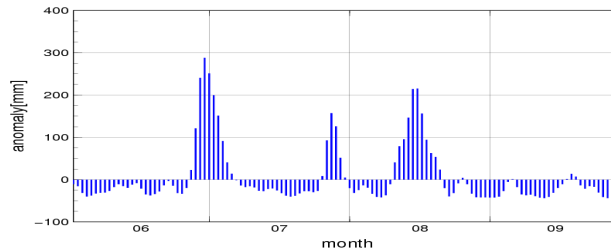
Cherrapunjee-2009



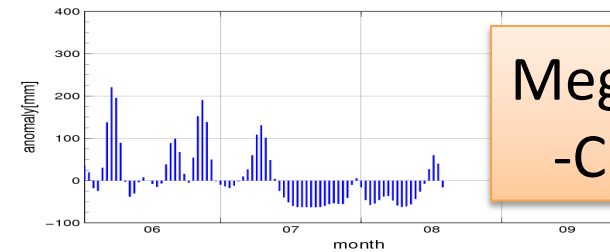
Cherrapunjee-2010



Cherrapunjee-2009-anomaly



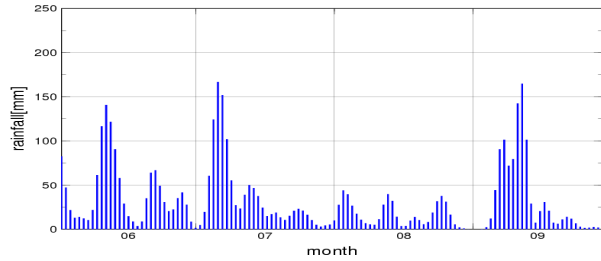
Cherrapunjee-2010-anomaly



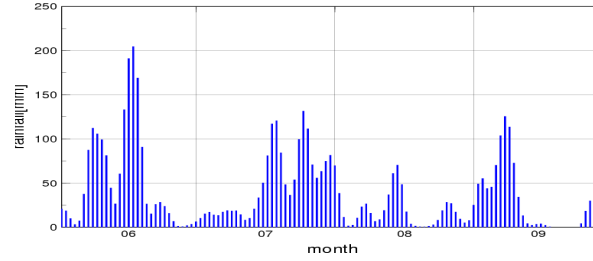
Meghalaya  
-Cherrapunjee

# 日降水量とアノマリー (Bangladesh)

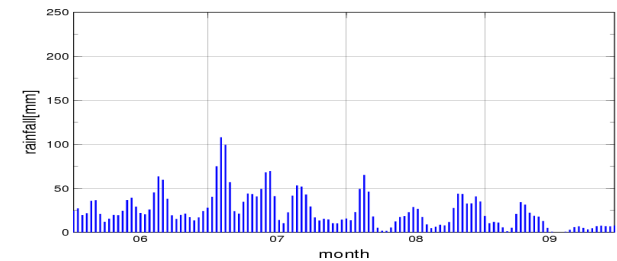
Bulaganj-2006



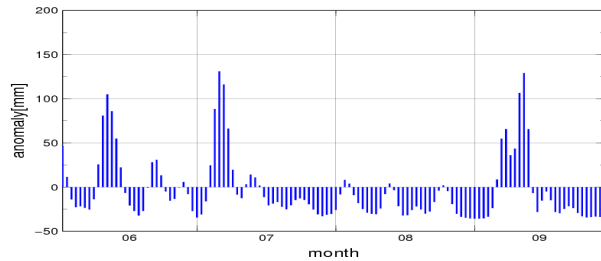
Bulaganj-2007



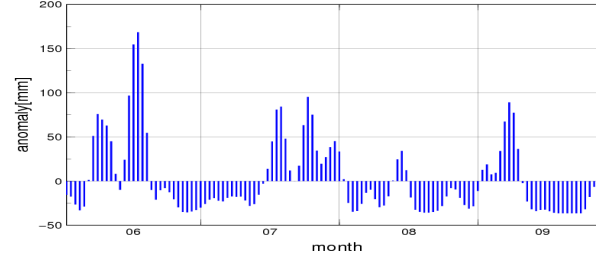
Bulaganj-2008



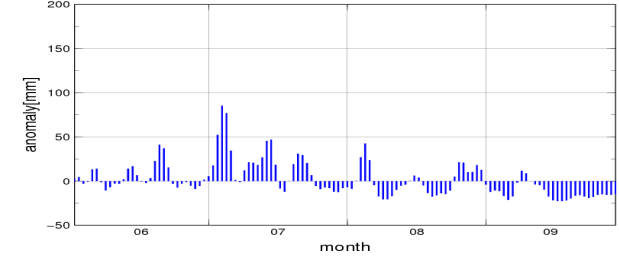
Bulaganj-2006-anomaly



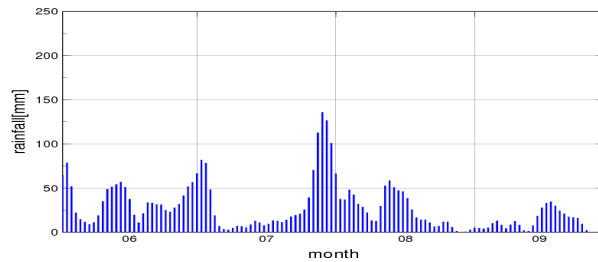
Bulaganj-2007-anomaly



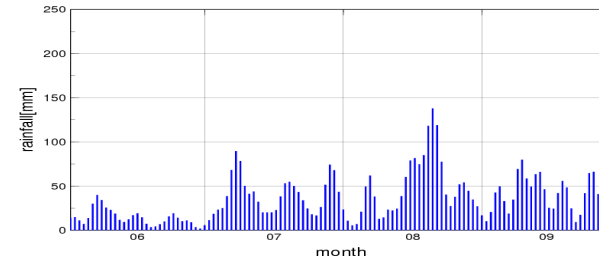
Bulaganj-2008-anomaly



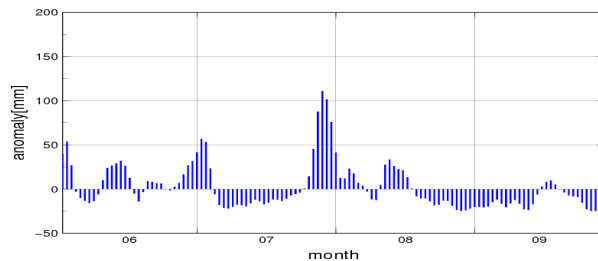
Bulaganj-2009



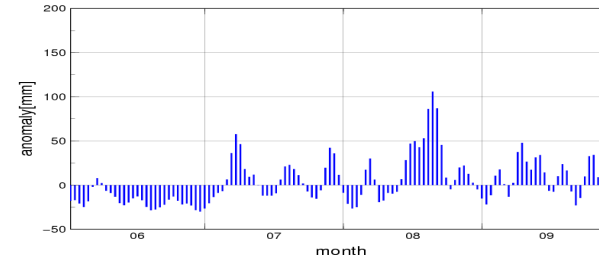
Bulaganj-2010



Bulaganj-2009-anomaly



Bulaganj-2010-anomaly



Bangladesh  
-Bulaganj

# Active期・Break期を定義・同定

## Active期

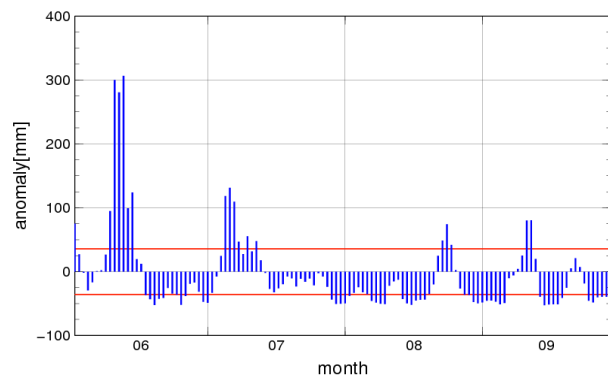
正のアノマリーが  $+0.5\sigma$  以上の日が5日以上続くとき

## Break期

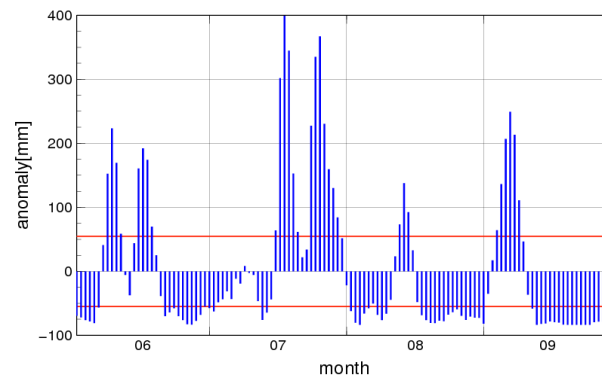
負のアノマリーが  $-0.5\sigma$  以下の日が5日以上続くとき

Meghalaya  
-Mawsynram

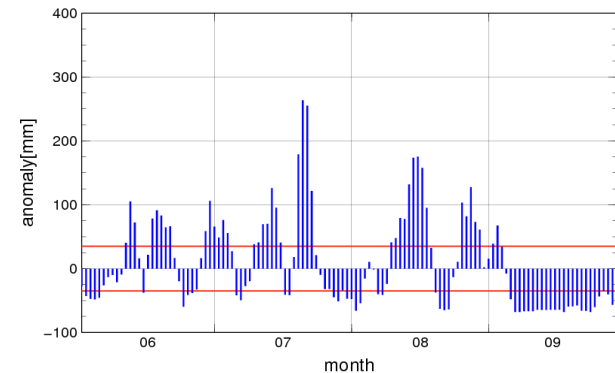
Mawsynram-2006-anomaly



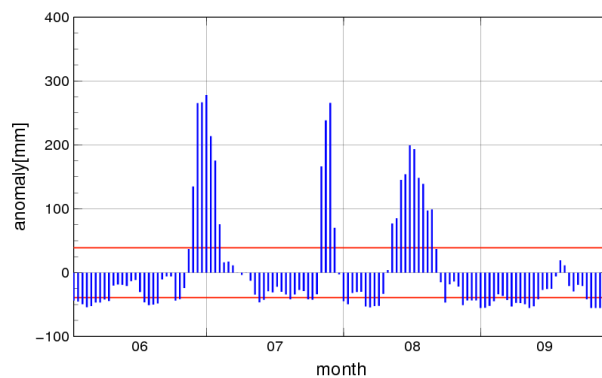
Mawsynram-2007-anomaly



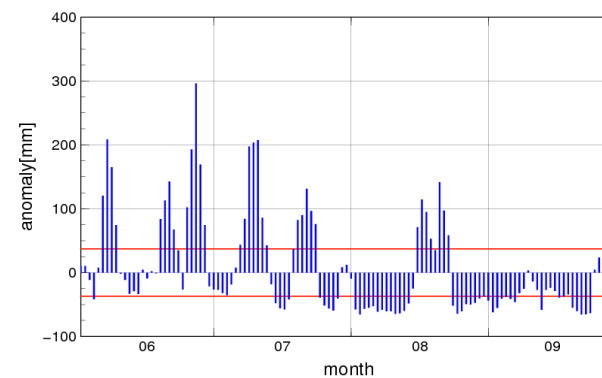
Mawsynram-2008-anomaly



Mawsynram-2009-anomaly



Mawsynram-2010-anomaly



# Active期・Break期を抽出

|      | Active    |           | Break     |     |
|------|-----------|-----------|-----------|-----|
| 2006 | 6/9-6/14  | 6日        | 6/17-6/21 | 5日  |
|      |           |           | 7/29-8/2  | 5日  |
|      |           |           | 8/14-8/19 | 6日  |
|      |           |           | 8/28-9/6  | 9日  |
|      |           |           | 9/14-9/19 | 6日  |
|      |           |           | 9/25-9/30 | 6日  |
| 2007 | 6/8-6/11  | 5日        | 6/1-6/6   | 6日  |
|      | 7/16-7/21 | 6日        | 6/21-7/2  | 13日 |
|      | 7/24-7/30 | 7日        | 8/2-8/6   | 5日  |
|      | 9/4-9/9   | 6日        | 8/18-9/1  | 15日 |
|      |           |           | 9/12-9/30 | 18日 |
| 2008 | 6/17-6/21 | 5日        | 7/28-8/3  | 7日  |
|      | 6/29-7/4  | 6日        | 9/6-9/30  | 25日 |
|      | 7/10-7/16 | 7日        |           |     |
|      | 8/10-8/18 | 9日        |           |     |
|      | 8/26-8/30 | 5日        |           |     |
| 2009 | 6/28-7/4  | 7日        | 6/1-6/9   | 9日  |
|      | 8/13-8/21 | 9日        | 8/28-9/4  | 8日  |
|      |           |           | 9/7-9/14  | 8日  |
| 2010 |           |           | 9/25-9/30 | 5日  |
|      | 6/25-6/29 | 5日        | 7/25-7/29 | 5日  |
|      | 7/7-7/13  | 7日        | 8/2-8/14  | 13日 |
|      | 7/20-7/24 | 5日        | 8/24-9/7  | 15日 |
|      |           | 9/17-9/24 | 8日        |     |

Meghalaya-Mawsynram

Active:15回

Break:21回

NCEP再解析データを用いて  
Composite解析する

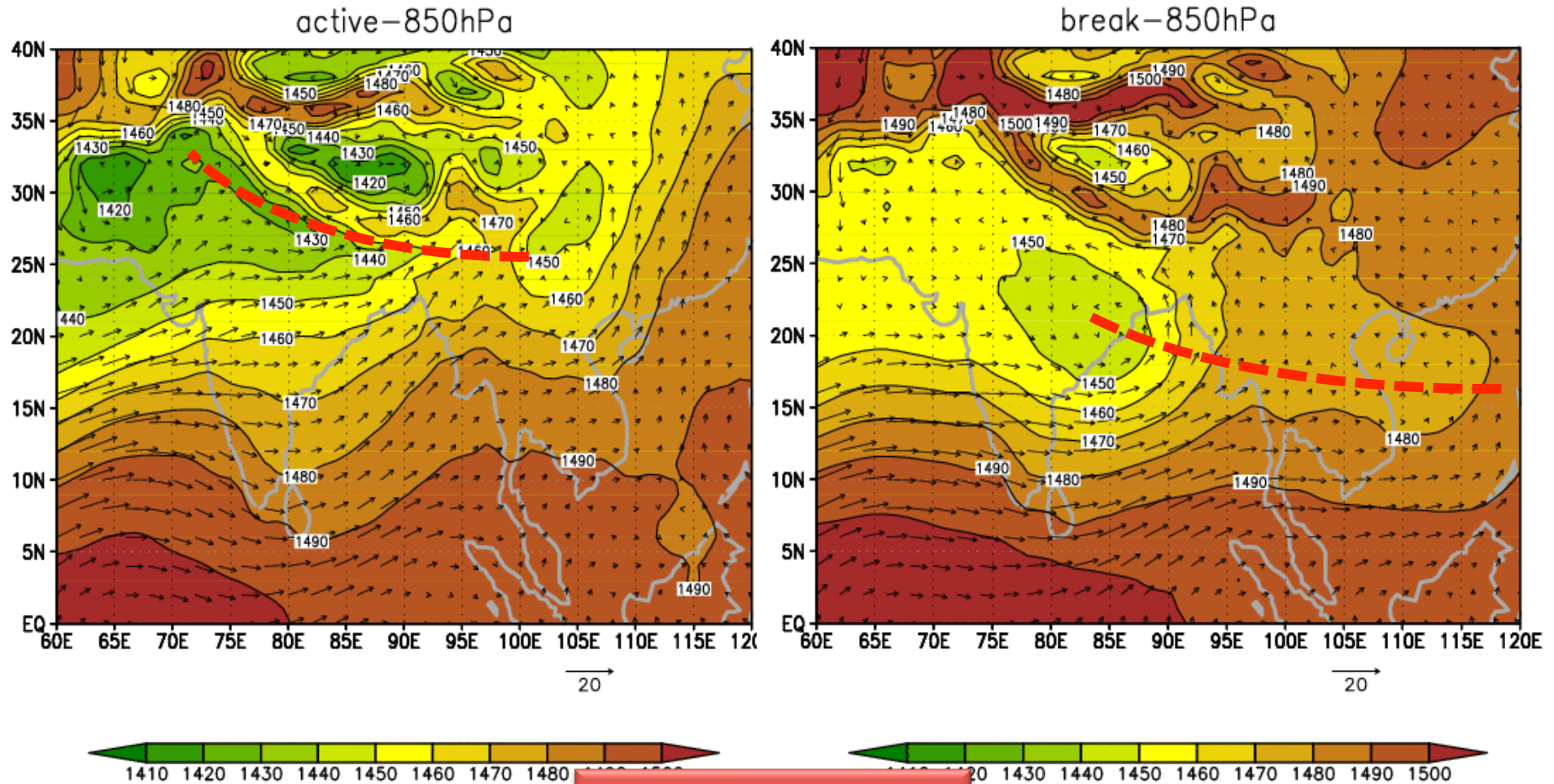
水平解像度 1°×1°

鉛直26層

6h毎(00, 06, 12, 18UTC)



# HGT, U-Vのcomposite



先行研究と一致

Active: 南西風が流入, モンスーントラフはMawsynramの北にある = 多雨をもたらす  
Break: 南風が流入, モンスーントラフは Bangladesh の南に南下

# 解析手法

先行研究と比較・評価するために

- ①6-9月の日降水量の時系列およびアノマリー
- ②Active期、Break期の定義を定め、同定
- ③それぞれについてcomposite解析  
HGT, U·V, OLR, T<sub>BB</sub>

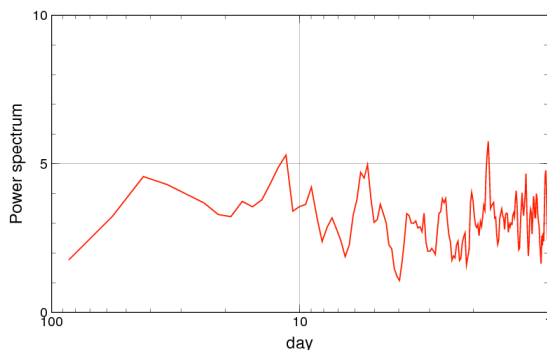
2001年以降, スペクトル解析がされていない



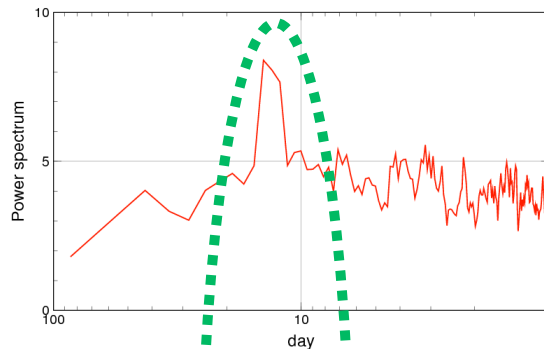
- ④それぞれの観測点について年毎にスペクトル解析
- ⑤卓越する周期を取り出すband-pass filterをかける
- ⑥再度Active期、Break期を同定
- ⑦総観場についてもband-pass filterをかけて  
time-lag correlationをとる

# スペクトル解析 2006,2007年

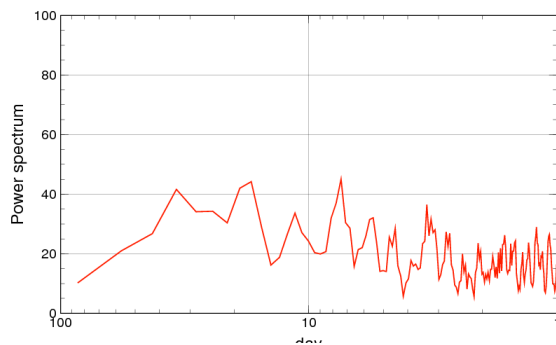
Assam-2006-ave



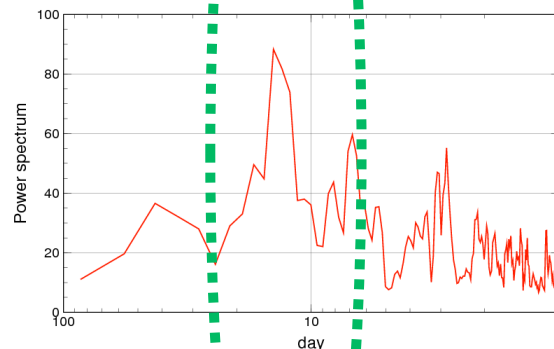
Assam-2007-ave



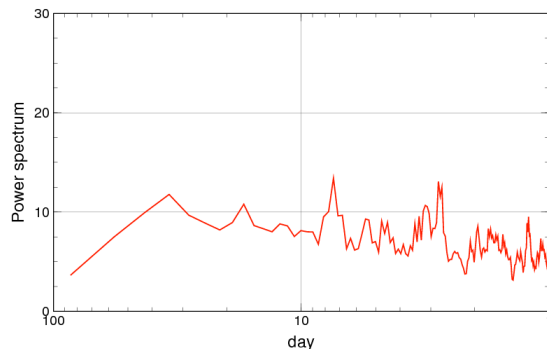
Meghalaya-2006-ave



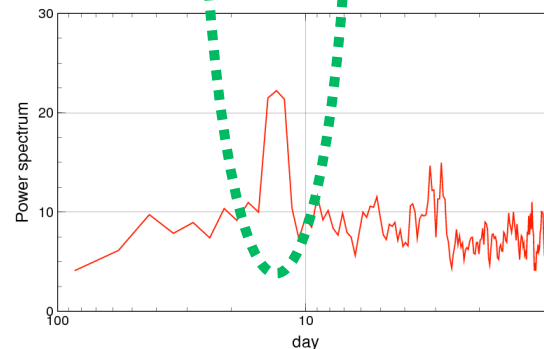
Meghalaya-2007-ave



Bangladesh-2006-ave



Bangladesh-2007-ave



1時間雨量を使用  
解析期間と個数

5/21 00LT-10/10 23LT 3432個

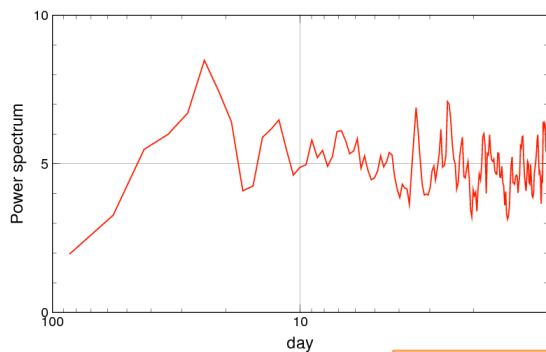
データ・テーパーを施した  
5点移動平均をとって平滑化した

各地域ごとに求めたパワー  
スペクトルを単純平均した

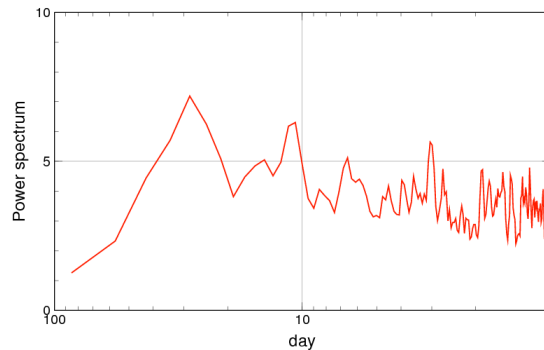
|           | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------|------|------|------|------|------|
| Assam     | 3    | 13   | 8    | 9    | 7    |
| Meghalaya | 2    | 5    | 2    | 4    | 3    |
| Bngladesh | 13   | 9    | 15   | 16   | 14   |

# スペクトル解析 2008-2010年

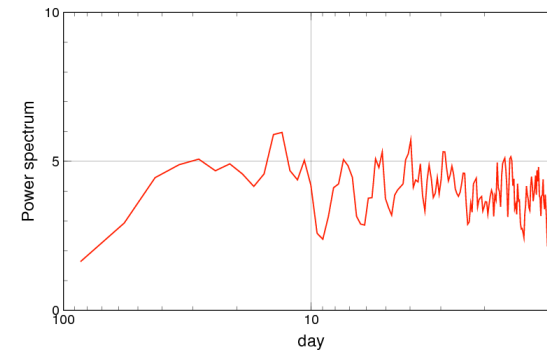
Assam-2008-ave



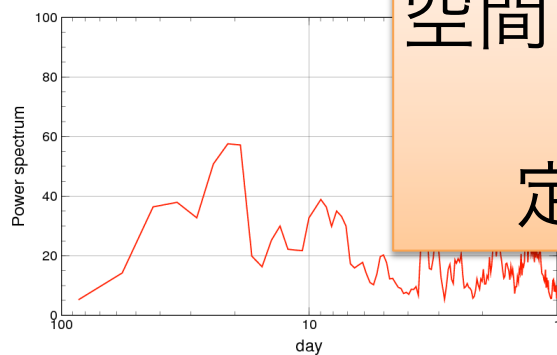
Assam-2009-ave



Assam-2010-ave



Meghalaya-2008-

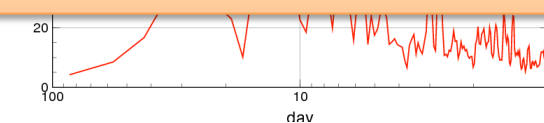


空間的に同様の広がりが見られる

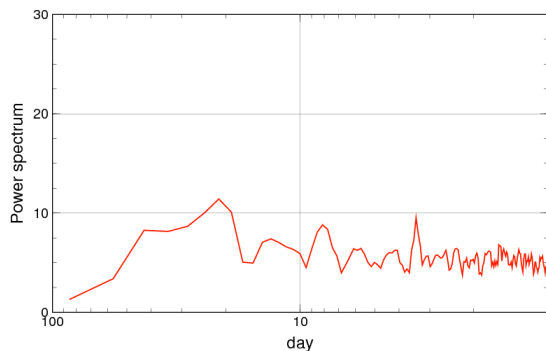


定量的に評価する必要あり

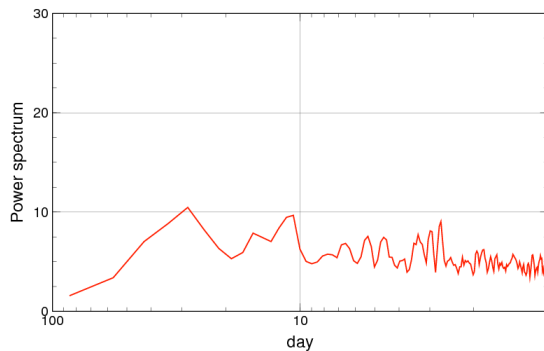
Meghalaya-2010-ave



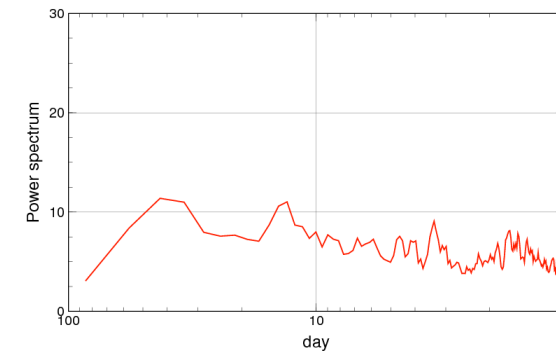
Bangladesh-2008-ave



Bangladesh-2009-ave



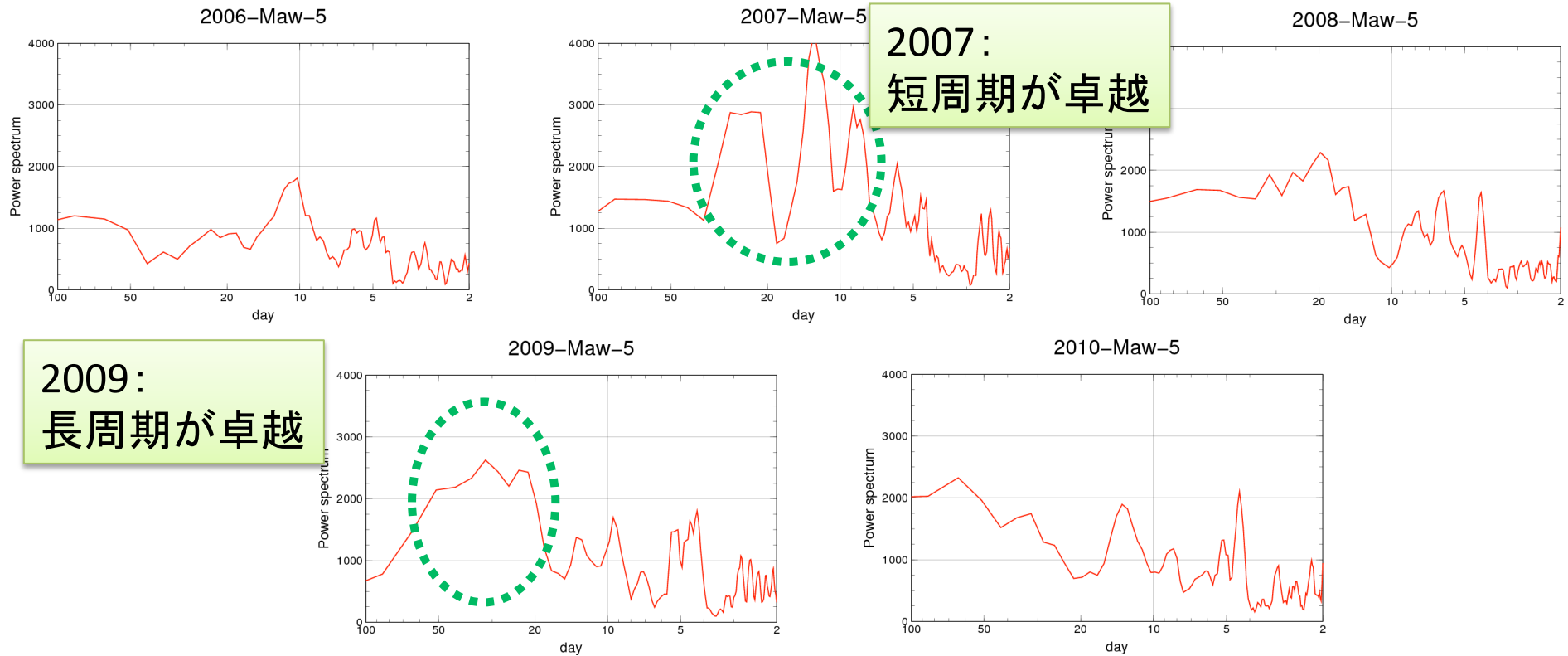
Bangladesh-2010-ave





# スペクトル解析 Mawsynram

日降水量を使用 解析期間:5/21-10/10の143日



年によって卓越する周期が異なる

# 今後の進め方

- ①2007年: 7-25日を取り出すband-pass filterをかける  
2009年: 21-49日を取り出すband-pass filterをかける
- ②再度、日雨量とそのアノマリーを計算し、  
Active期・Break期を定義する
- ③総観場や $T_{BB}$ についても同様のband-pass filterをかけて  
time-lag correlationをとる  
とくにmonsoon troughの動きと風の変化に注目したい  
領域平均した総観場の鉛直構造も見てみる  
そのときのインド本土はどうなっているか?

ここに違いがあれば、この地域に準2週間周期  
を  
もたらすものが何なのかを解明できるのでは?

# まとめ

- ・Bangladesh, Meghalaya, Assamの42地点に設置された雨量計で2006-2010年に観測された降水量データから日降水量のデータセットを作成した。
- ・アノマリーを求めActive期とBreak期を抽出し, composite解析をした. その結果, **Active期はモンスーントラフがBangladeshの北に位置し, Break期はBangladeshの南に位置**しており, 先行研究とも一致した. これより, モンスーントラフの位置がこの地域における降水量の変化をもたらしていると考えられる。
- ・各地点でデータに欠測のない年についてスペクトル解析し, それを地域ごとに平均した. その結果, 空間的に同様のパワースペクトルが見られた。
- ・降水量が多く解析期間に欠測のなかったMeghalayaのMawsynramを例にとり, スペクトル解析を行ったところ, **年により卓越する周期が異なる**ところがわかった. **2007年は8-24日の短周期が卓越し, 2009年は20-50日の長周期が卓越**していた. ここに違いがあれば, この地域に準2週間周期をもたらすものが何なのかを解明できるのではないかと考えている。

# 問題点と今後の課題

- ・パワースペクトルの空間的な広がりを定量的に評価する必要がある。
- ・今回は代表値としてMawsynramの降水量からActive・Breakを定義したが、3つの地域の標準化した雨量を平均することで、インド亜大陸北東部という広い範囲を一つの空間として扱えるようになるのでは？
- ・ $T_{BB}$  (輝度温度) の時間変化と空間的な移動に着目したい。



**Thank You for Listening**