

# 日本における大雨の長期変動

藤部文昭 (気象研究所 環境・応用気象研究部)

1. 日本における大雨の長期変動
2. 大雨の長期変動解析の問題点
3. 極値統計における「異常値」の問題

# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本での大雨の長期変動

- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題

# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本での大雨の長期変動

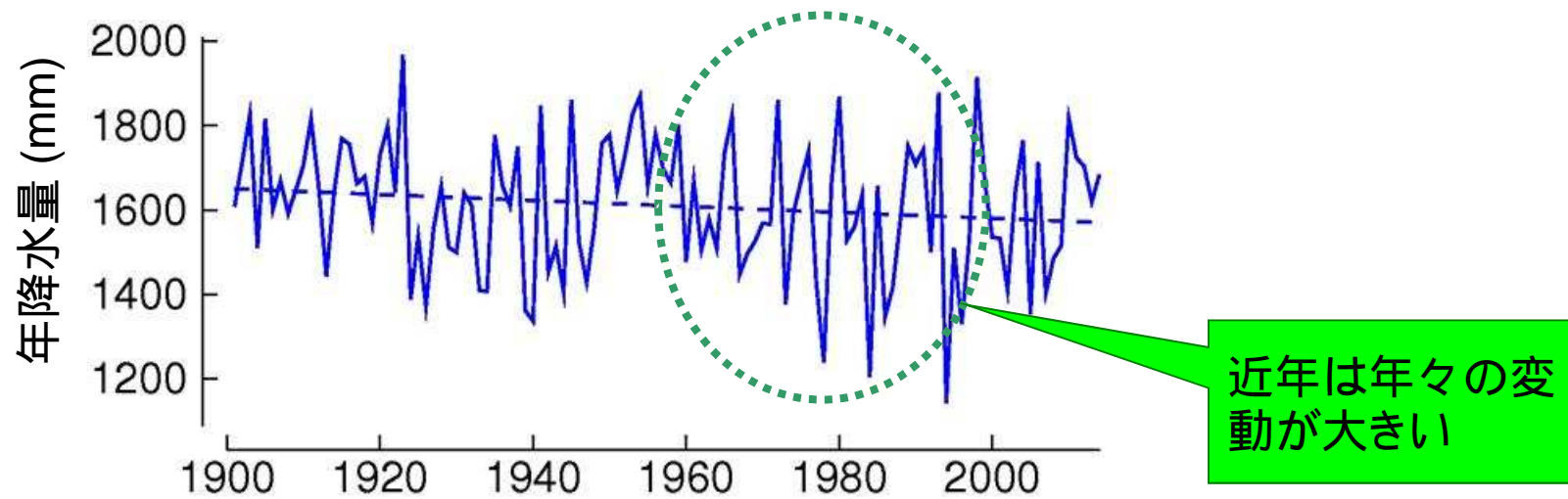
- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題

# 日本の降水量の長期変動



100年当たり 4.4%減少

3～5月 3.7%減

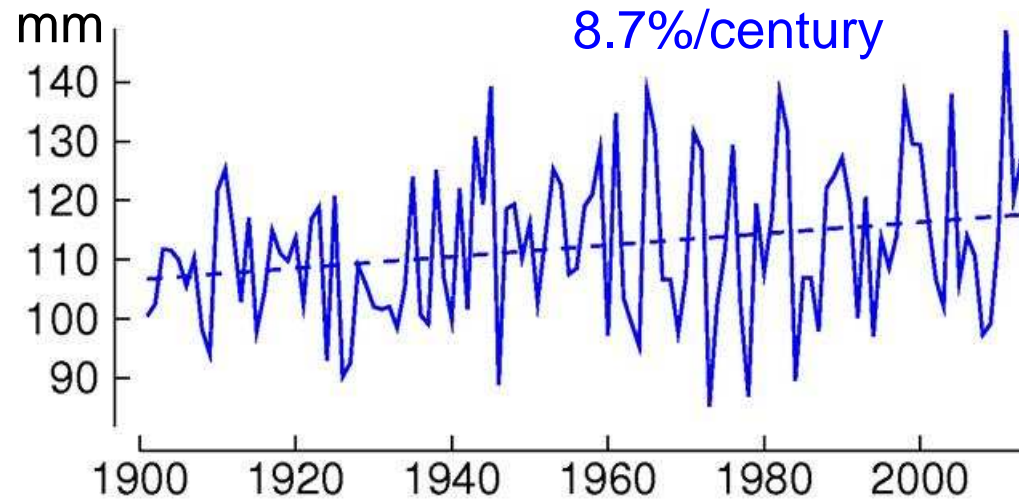
6～8月 1.2%減

9～11月 7.0%減

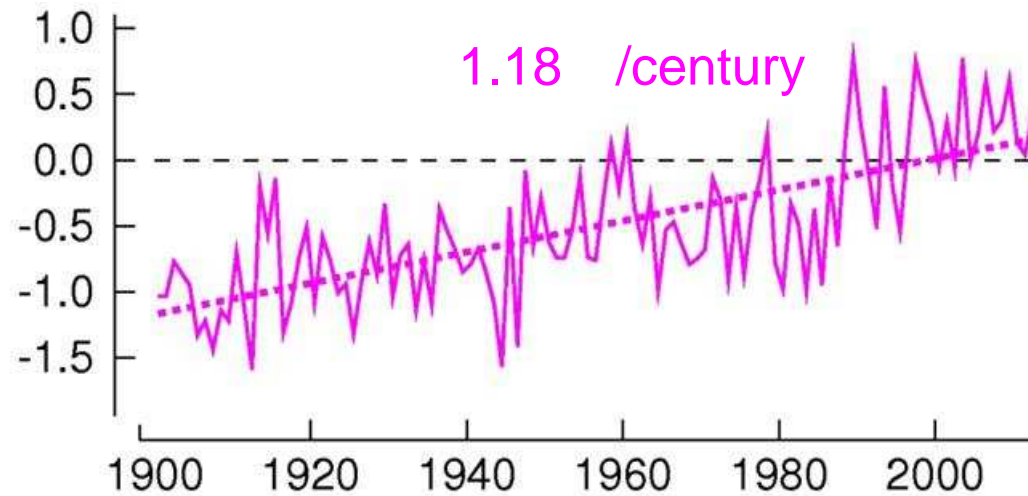
12～2月 7.8%減

# 日本の大雨の長期変動

日降水量の  
年最大値

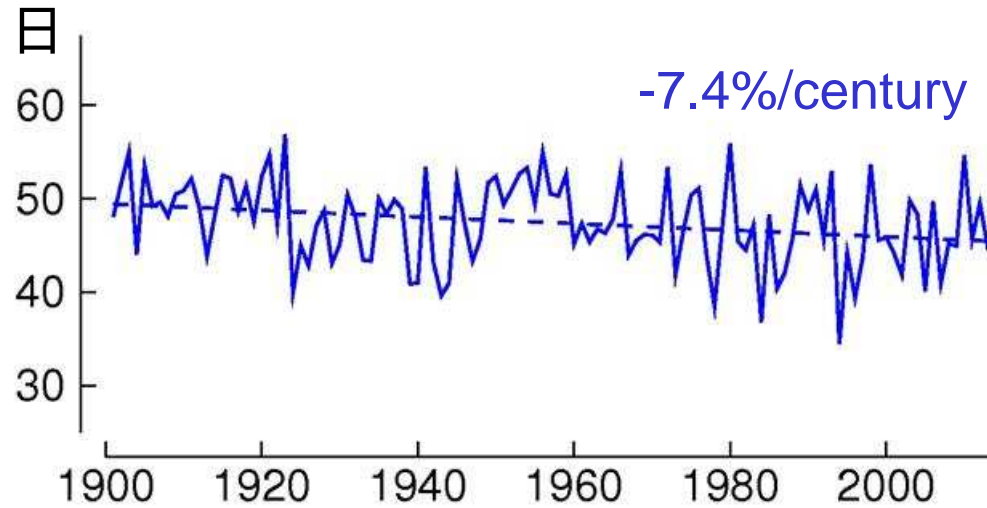


気温  
(平年からの偏差)

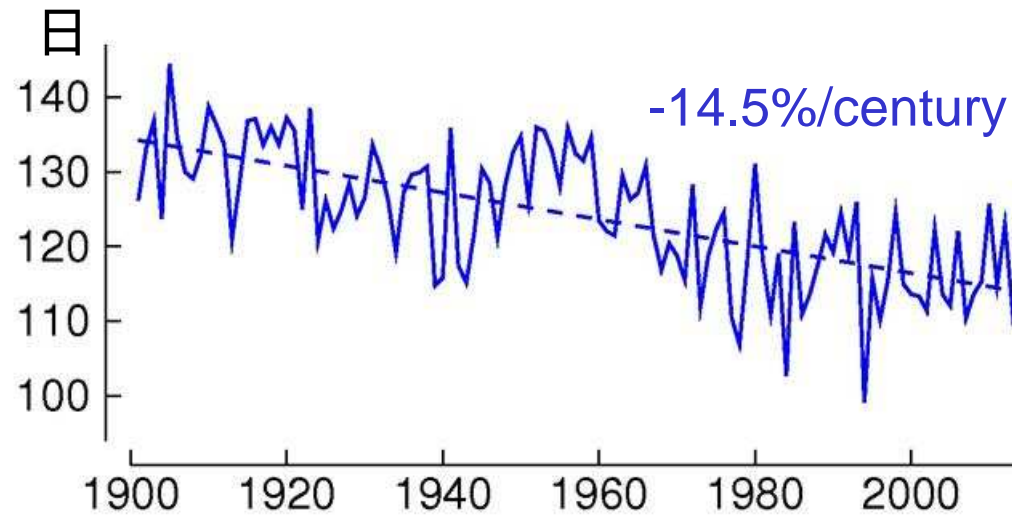


# 日本の弱い降水の長期変動

10mm日数



1mm日数



# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本での大雨の長期変動

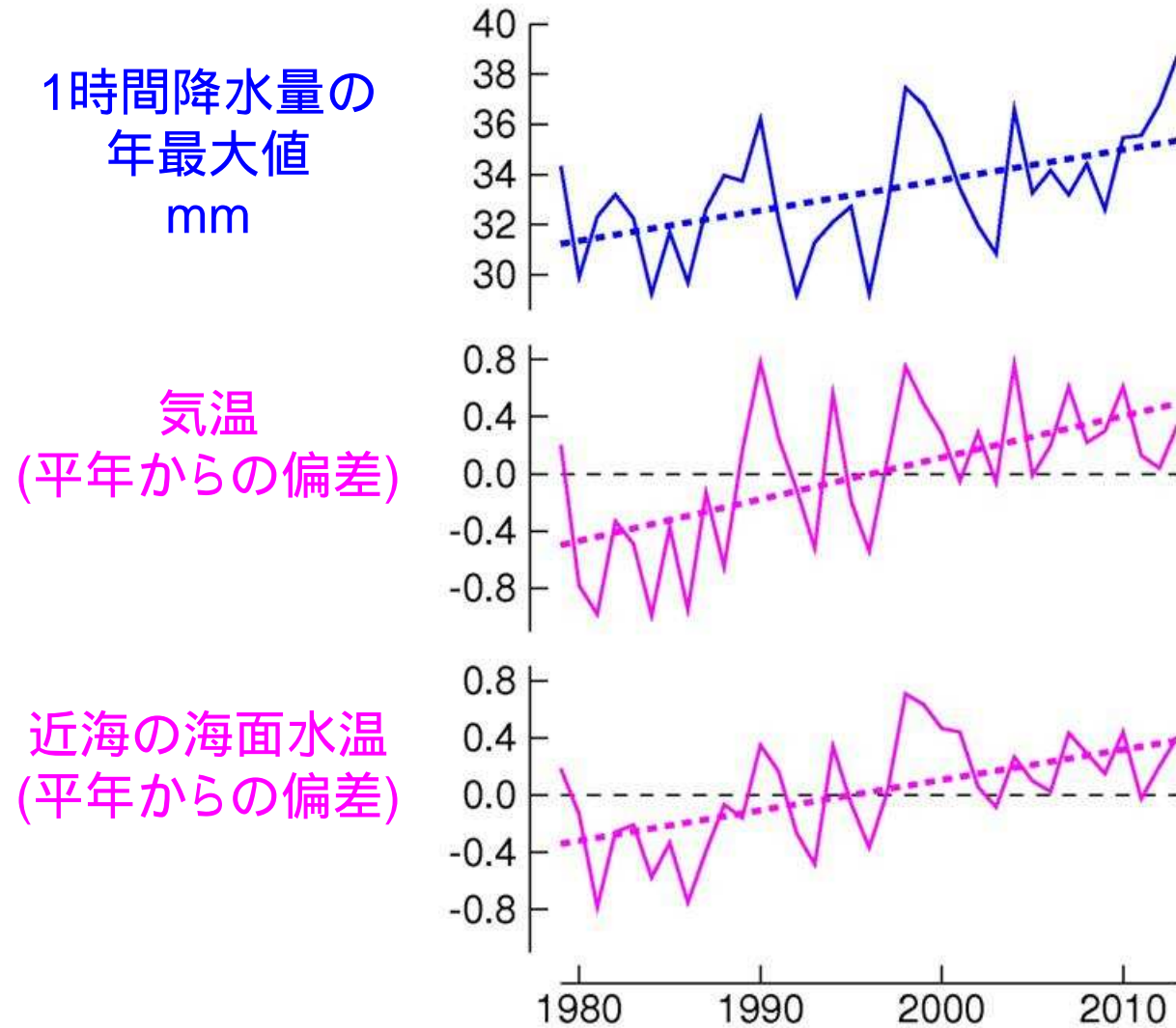
- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題

# 強雨と気温・水温の長期変動



データ:

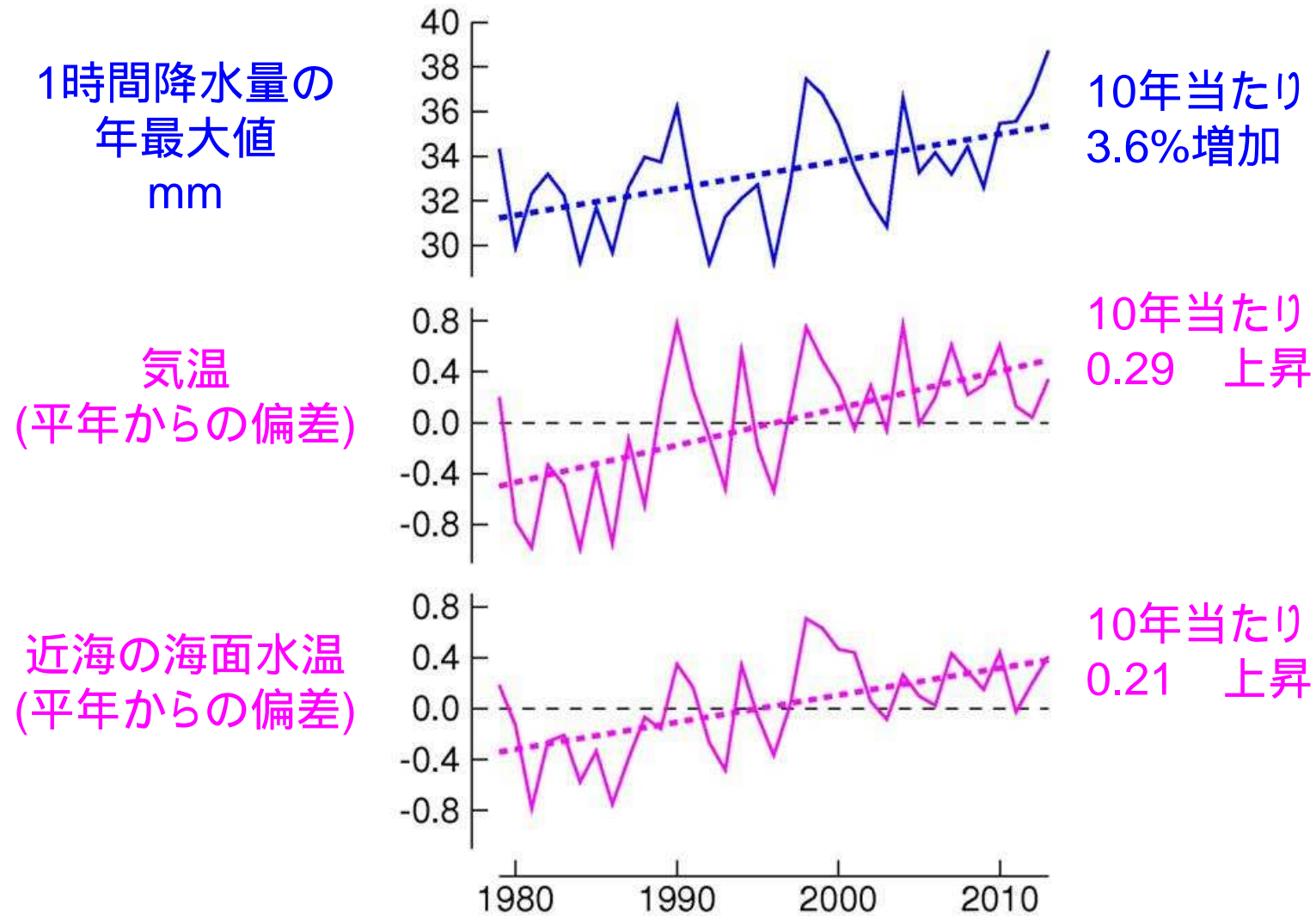
➤ アメダス1時間降水量  
1979～2013年  
全国983地点

➤ 地域別・月平均気温

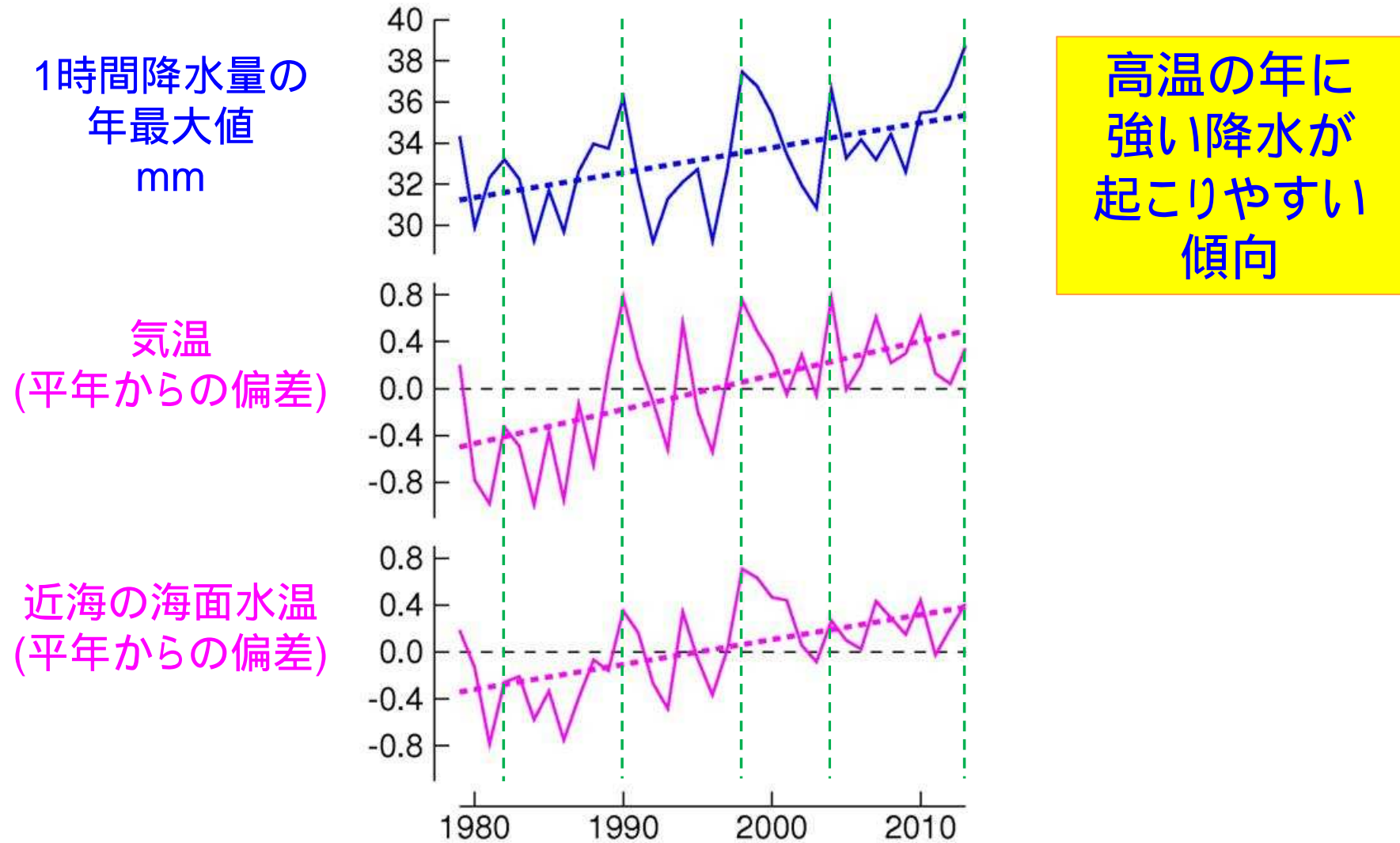
➤ 海域別・3ヶ月平均海面水温



# 強雨と気温・水温の長期変動

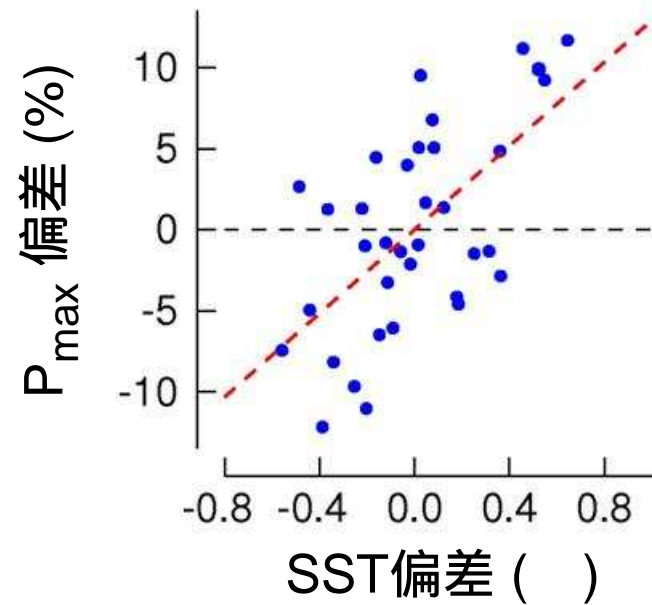
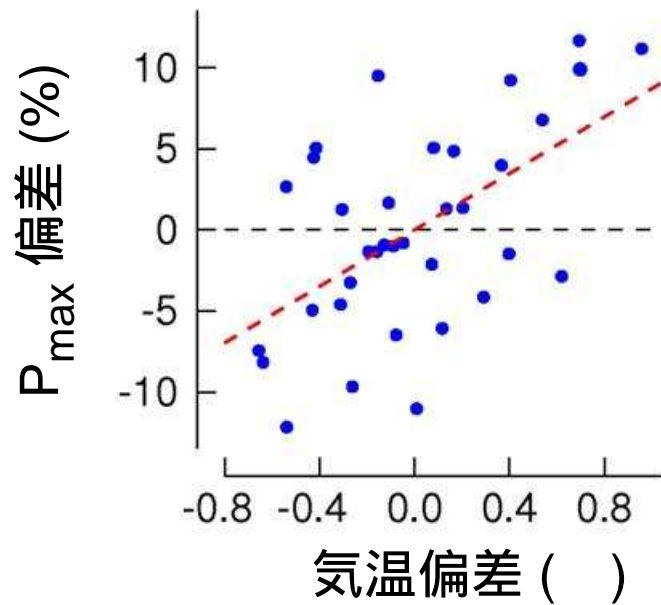


# 強雨と気温・水温の長期変動

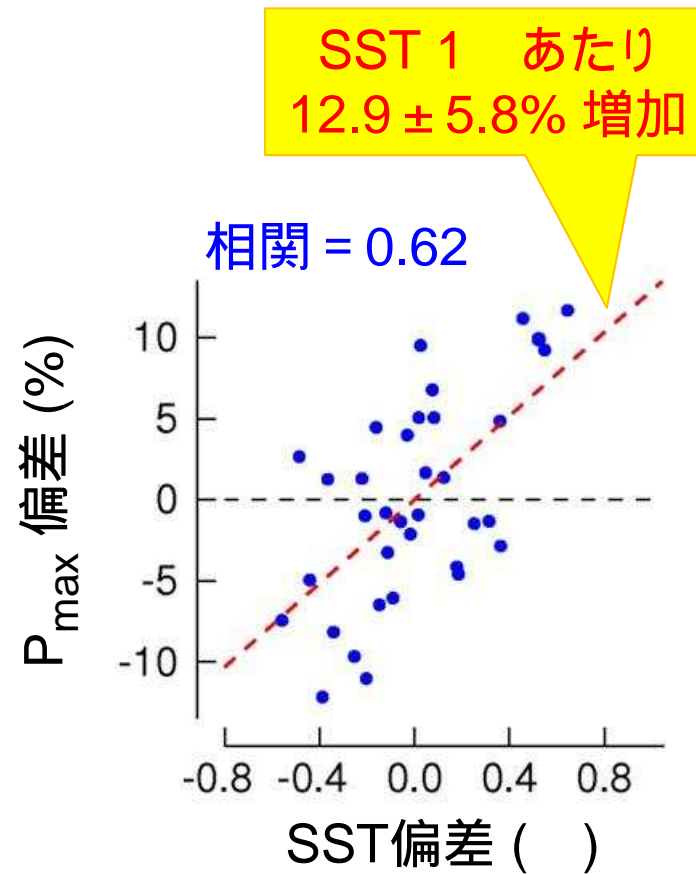
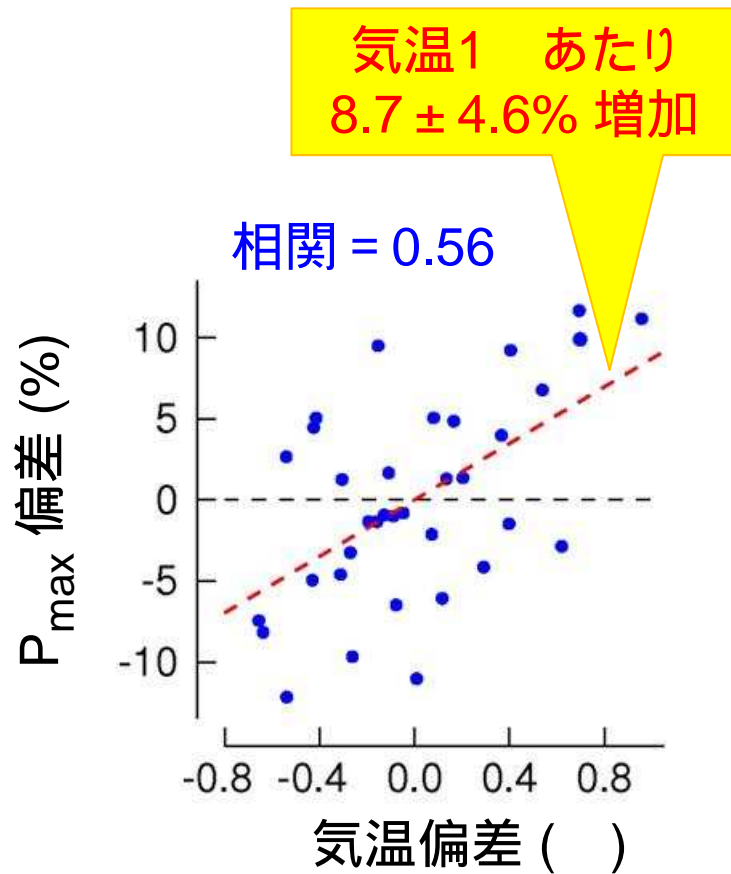


# 強雨と気温・水温の長期変動

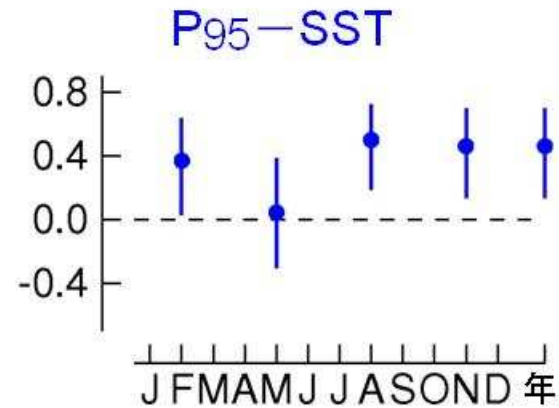
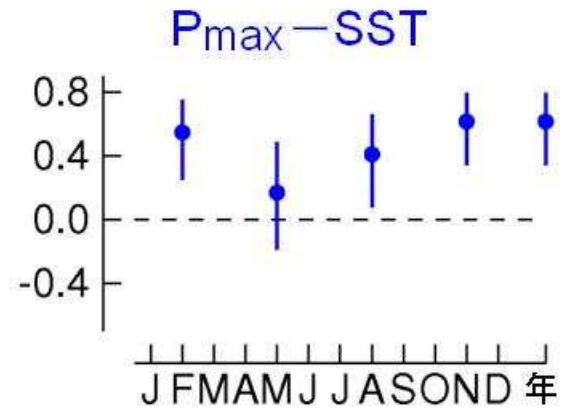
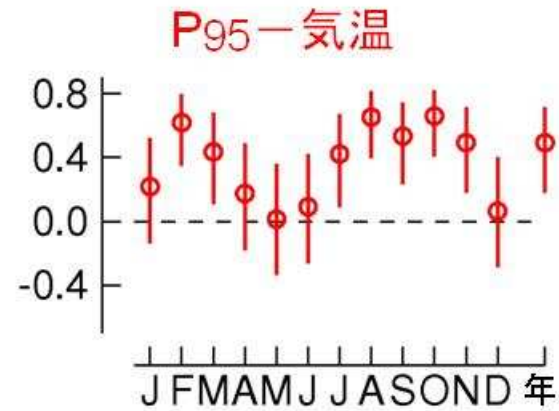
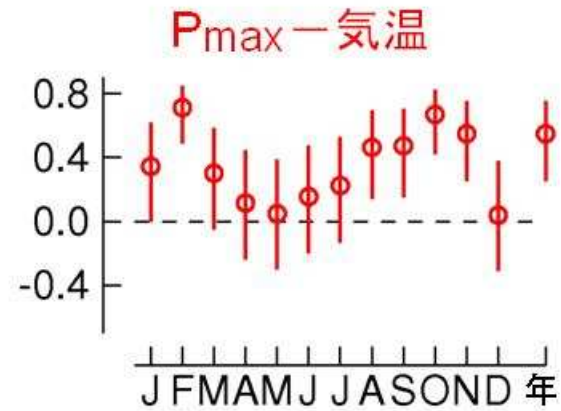
高温の年に  
強い降水が  
起こりやすい傾向



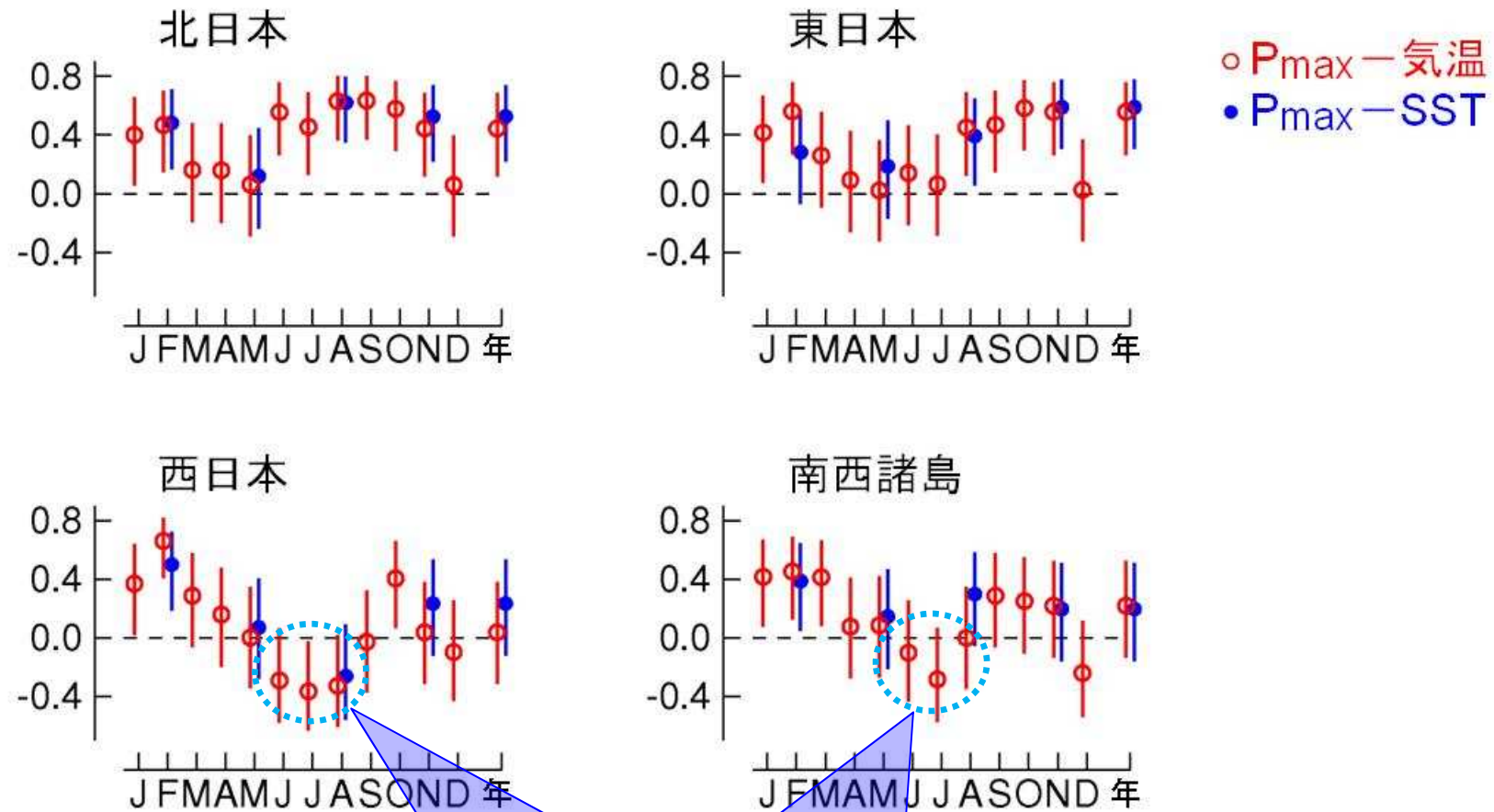
# 強雨と気温・水温の長期変動



# 強雨と気温・SST変動の相関 (全国平均)

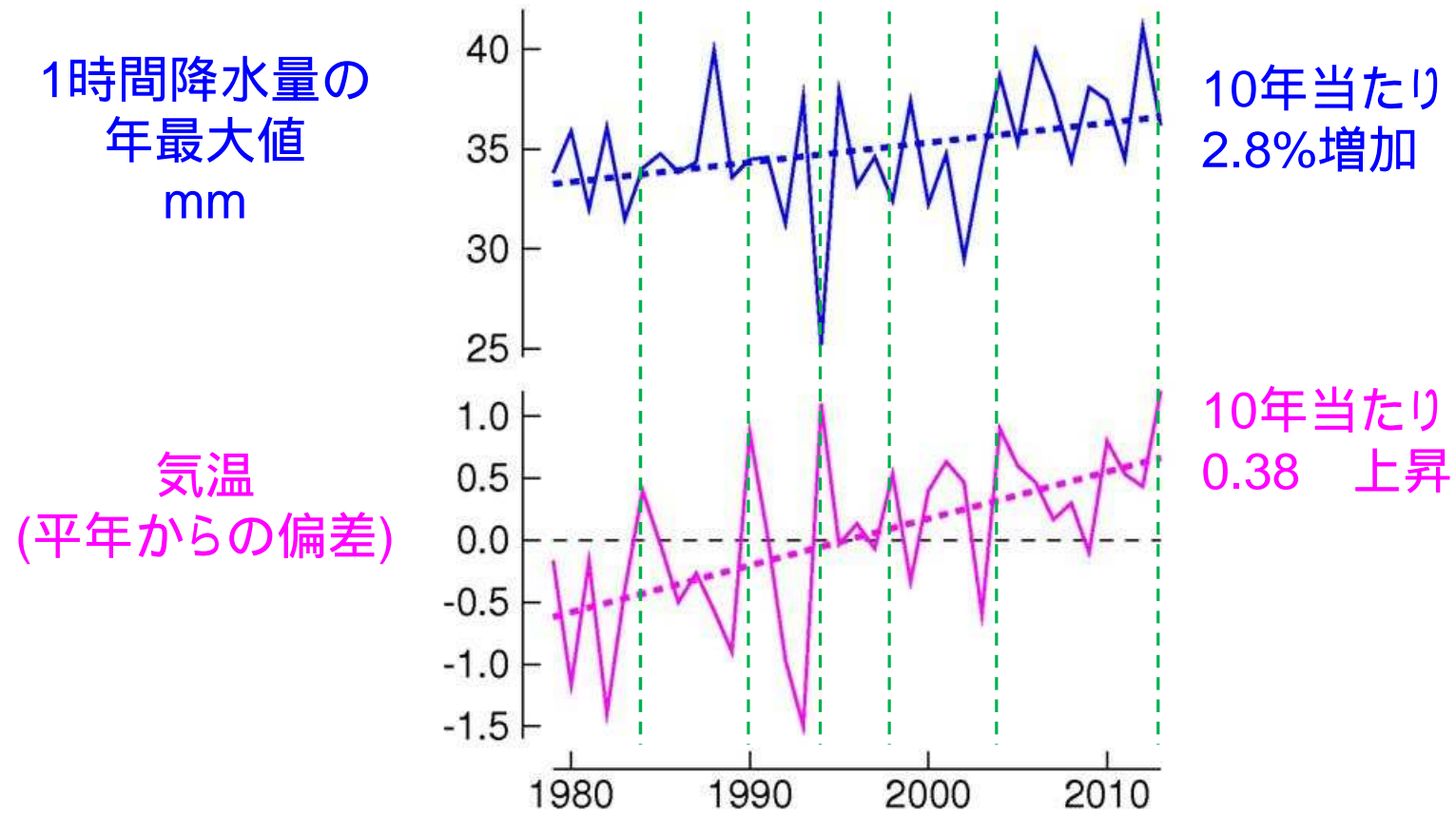


# 強雨と気温・SST変動の相関 (地域別)



夏の西日本・南西諸島では負相関  
(低温年に降水が強い傾向)

# 西日本の夏 (6 ~ 8月) の強雨と気温の長期変動



# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本での大雨の長期変動

- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題



# Available digitized precipitation data in Japan

2000年以前

	1960/61	1975/76	
気象官署 (~150地点)	月降水量 QC済	日降水量 QC済	毎時値 QC済

その他の観測所  
(1000余地点)

~1979

毎時値  
QC済

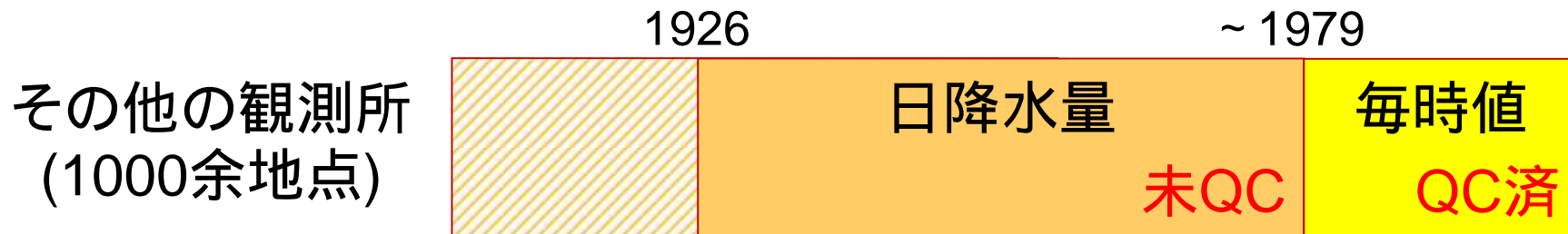
アメダス

# Available digitized precipitation data in Japan

現在



毎時値がほぼ出揃うのは  
1950年ごろ.



区内観測

アメダス

# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本での大雨の長期変動

- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題

## 長期変動の解析手法の問題

- 長期的な変動がある中で、トレンドとその有意性をどう評価すべきか？
- 正規分布の仮定の是非  
(正規分布の前提を知らずに使われる場合も)
- Bootstrap / Jackknife法？  
(データを1つずつ抜いて評価を行う)
- International Meetings on Statistical Climatology  
(IMSC, <http://imsc.pacificclimate.org/>)

# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本における大雨の長期変動

- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題

# 長期降水量データの均質性に関わる問題

- ・雨量計の変更
- ・蒸発損失
- ・雨量計の捕捉率の問題
- ・観測所周囲の建物・樹木による遮断
- ・受水器・貯水器内壁の濡れによる損失
- ・受水器での跳ね返り (splashing) による損失
- ・観測時刻の変更

# 長期降水量データの均質性に関わる問題

- ・雨量計の変更

  - 観測単位の変更

    - 1967年ごろまで: 貯水型雨量計, 0.1mm単位の観測

    - 1968年以降: 転倒ます雨量計, 0.5mm単位の観測

- ・蒸発損失

- ・雨量計の捕捉率の問題

- ・観測所周囲の建物・樹木による遮断

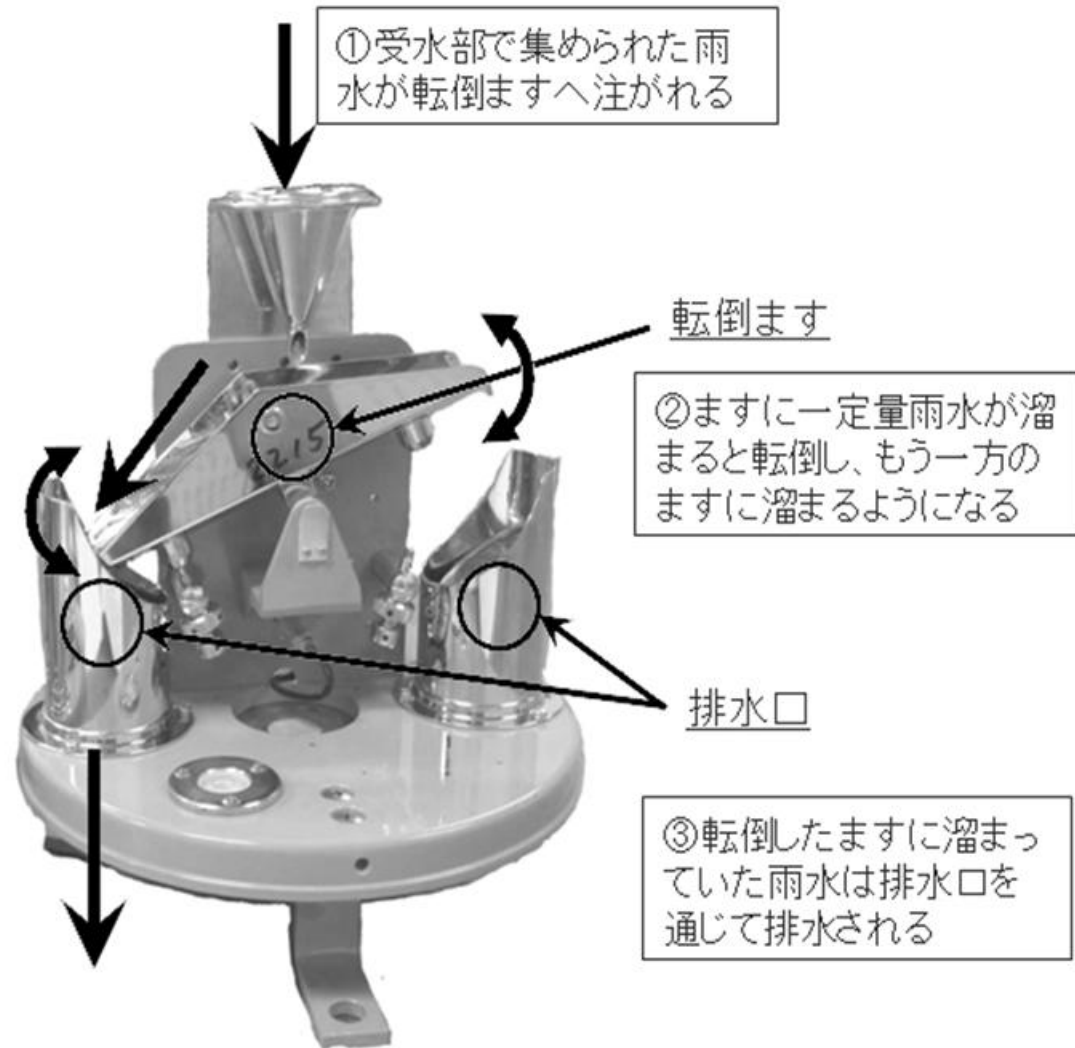
- ・受水器・貯水器内壁の濡れによる損失

- ・受水器での跳ね返り (splashing) による損失

- ・観測時刻の変更

# 転倒ます雨量計の観測原理

真値 (mm)	積算値 (mm)	観測値 (mm)
0.3	0.3	0.0
0.3	0.6	0.5
0.3	0.9	0.0
0.3	1.2	0.5
0.3	1.5	0.5
0.3	1.8	0.0
0.3	2.1	0.5
0.3	2.4	0.0
0.3	2.7	0.5
0.3	3.0	0.5





# 観測単位の変更に対する統計上の扱い

真値 (mm)	積算値 (mm)	観測値 (mm)
0.3	0.3	0.0
0.3	0.6	0.5
0.3	0.9	0.0
0.3	1.2	0.5
0.3	1.5	0.5
0.3	1.8	0.0
0.3	2.1	0.5
0.3	2.4	0.0
0.3	2.7	0.5
0.3	3.0	0.5

真の降水量が0.3mm

転倒ますでは

確率40%で 0.0mm  
確率60%で 0.5mm

常に  
0.0mm

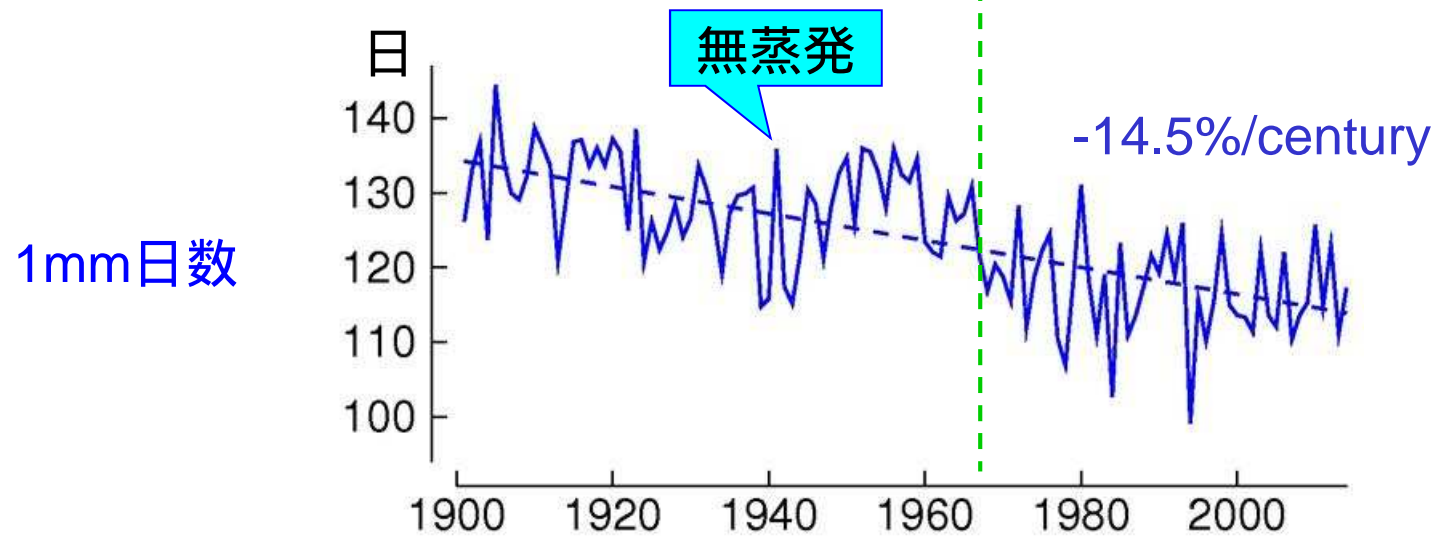
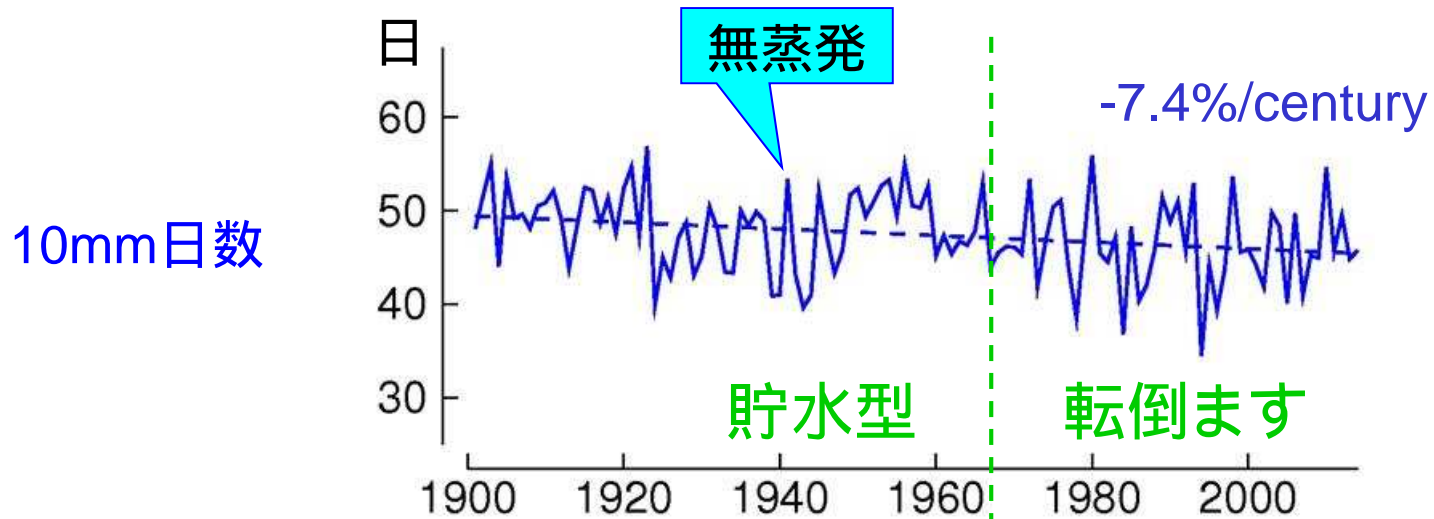
条件 (仮定):  
転倒ます内の水が蒸発  
しないで残る

条件 (仮定):  
転倒ます内の水  
が、次の降水ま  
でに蒸発してな  
くなる

無蒸発の仮定

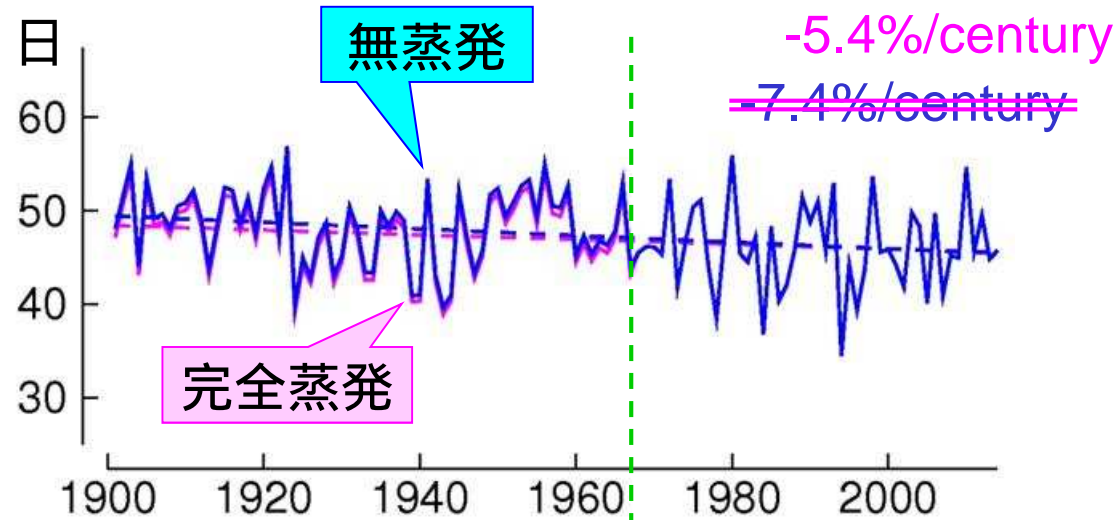
完全蒸発の仮定

# 日本の弱い降水の長期変動

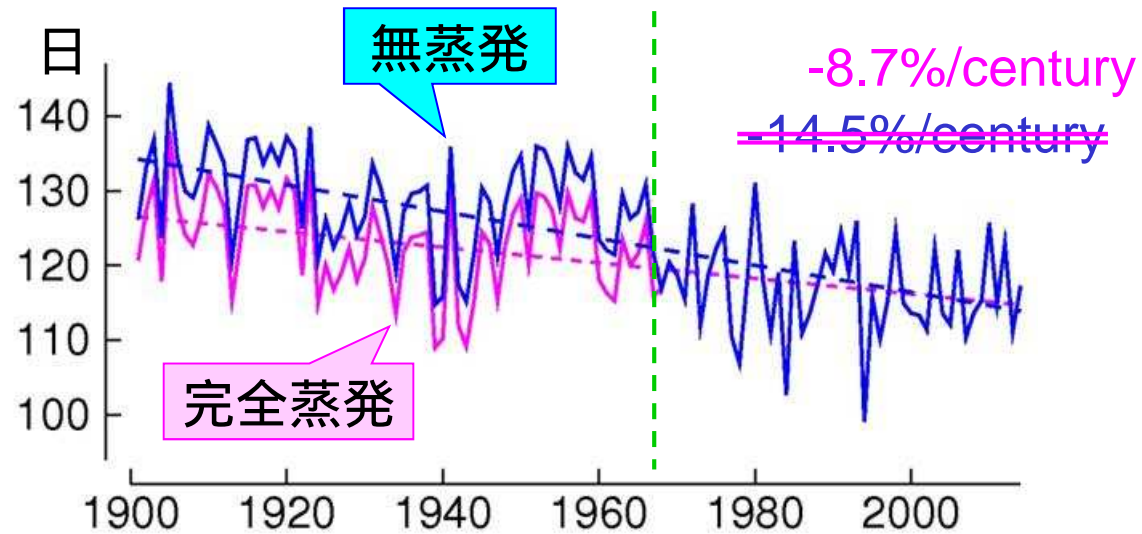


# 日本の弱い降水の長期変動

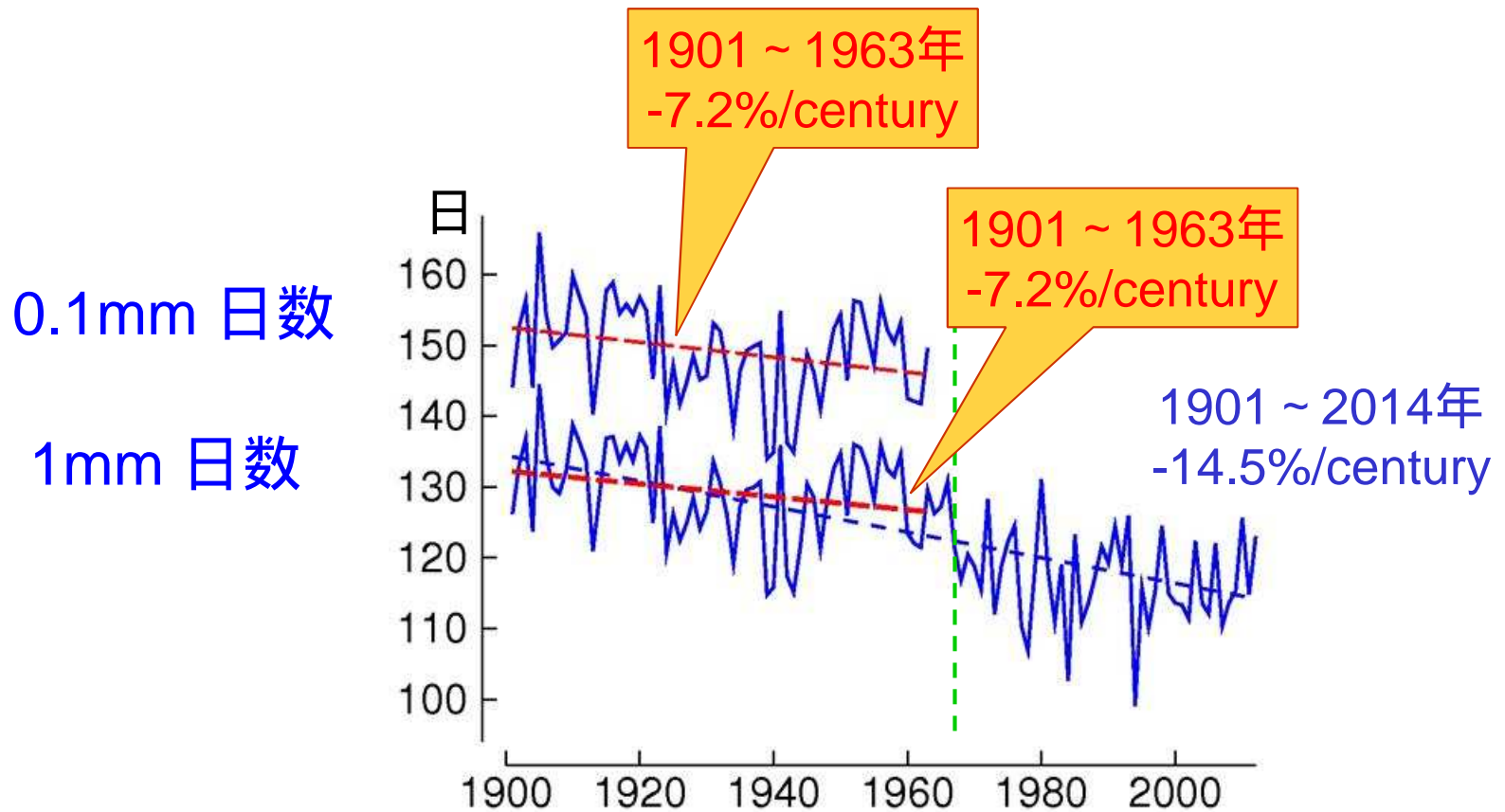
10mm日数



1mm日数



# 日本の弱い降水の長期変動



# 長期降水量データの均質性に関わる問題

- ・雨量計の変更

- ・蒸発損失

貯水型雨量計で0～4%, 転倒ます型はそれ以上

- ・雨量計の捕捉率の問題

- ・観測所周囲の建物・樹木による遮断

- ・受水器・貯水器内壁の濡れによる損失

- ・受水器での跳ね返り (splashing) による損失

- ・観測時刻の変更

# 長期降水量データの均質性に関わる問題

- ・雨量計の変更

- ・蒸発損失

- ・雨量計の捕捉率の問題

  - 雨は2～10%, 雪では10～50%の損失

  - 雨量計のタイプが変われば, 捕捉率も変化?

  - 助炭 (風よけ) の有無による違い (中井・横山, 2009)

- ・観測所周囲の建物・樹木による遮断

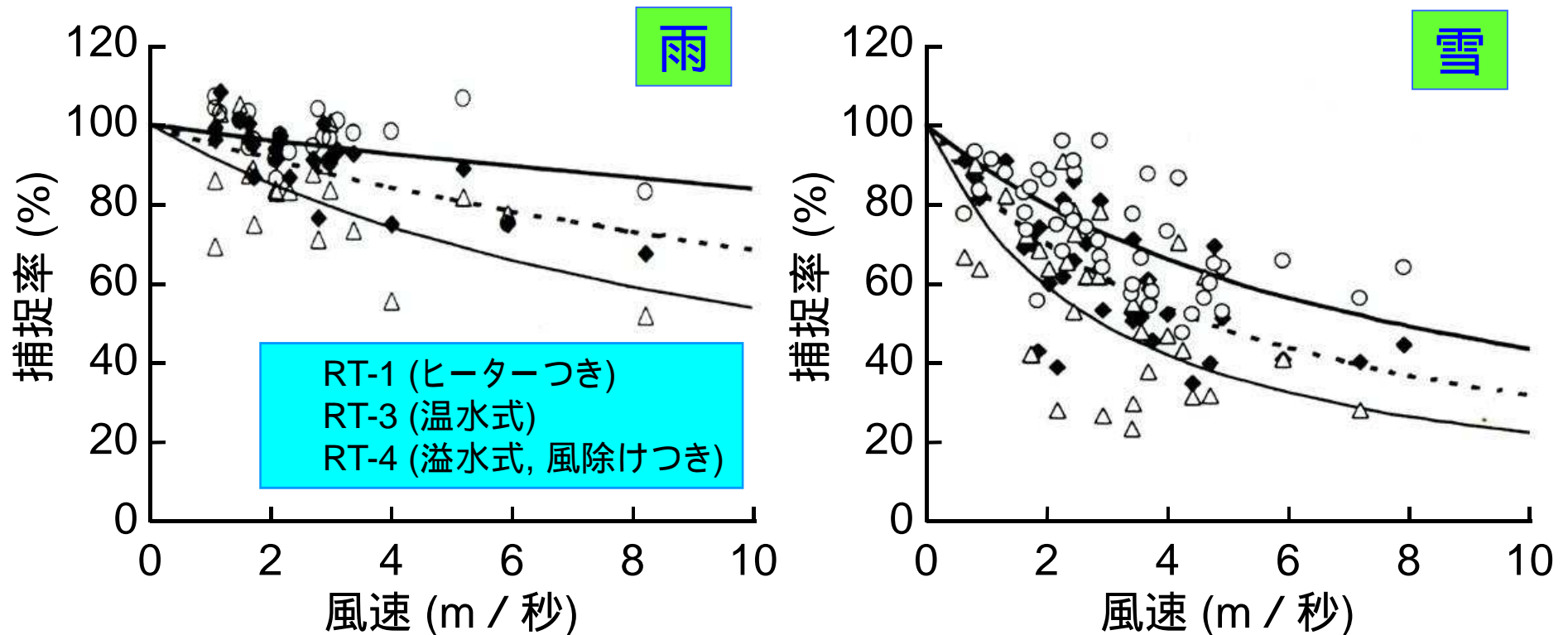
- ・受水器・貯水器内壁の濡れによる損失

- ・受水器での跳ね返り (splashing) による損失

- ・観測時刻の変更

# 雨量計の捕捉率と風速との関係

## 3種類の転倒ます雨量計による捕捉率



真値は二重柵基準降水量計による観測値に補正を加えたもの

# 長期降水量データの均質性に関わる問題

- ・雨量計の変更
- ・蒸発損失
- ・雨量計の捕捉率の問題
- ・観測所周囲の建物・樹木による遮断
- ・受水器・貯水器内壁の濡れによる損失
- ・受水器での跳ね返り(splashing)による損失
- ・観測時刻の変更

変遷履歴に関する  
情報(メタデータ)  
の整備・共有

1953～63年は日界09時と日界24時が混在  
日最大1時間降水量は、正時間か任意期間か  
(気象官署では1940年ごろ任意期間へ移行?)



# 品質情報についての考え方

週刊「エコノミスト」2013年6月4日号

不確実なものを予測するときには誤差はつきもの。そう考えれば、**誤差を明らかにすることは、むしろその値の確からしさを証明する品質表示になる。**（略）

**だが一般には「誤差 = 正しくない、間違い」のイメージが根強い**ためか、日本では公的統計でも誤差が開示されないことが多い。（略）

政府や日銀は誤差を理解し、それを織り込んで政策を策定したとしても、国民との間には情報のギャップが生まれていることになる。国民の誤差への理解、統計リテラシーの向上のためにも、**公的統計が積極的に誤差や推計方法を公表し、透明性を高めることが必要だ。**

# 日本における大雨の長期変動

## 1. 日本での大雨の長期変動

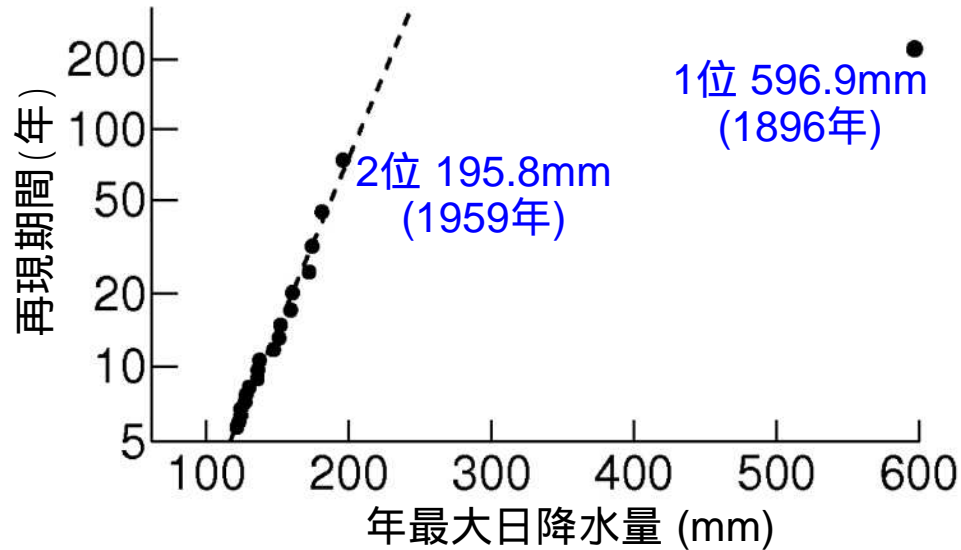
- 100年余の日降水量から見た変動
- 30年間の1時間降水量から見た変動

## 2. 大雨の長期変動解析の問題点

- 観測データのデジタル化
- 長期変動の解析手法の問題
- データに関する情報 (メタデータ) の共有

## 3. 極値統計における「異常値」の問題

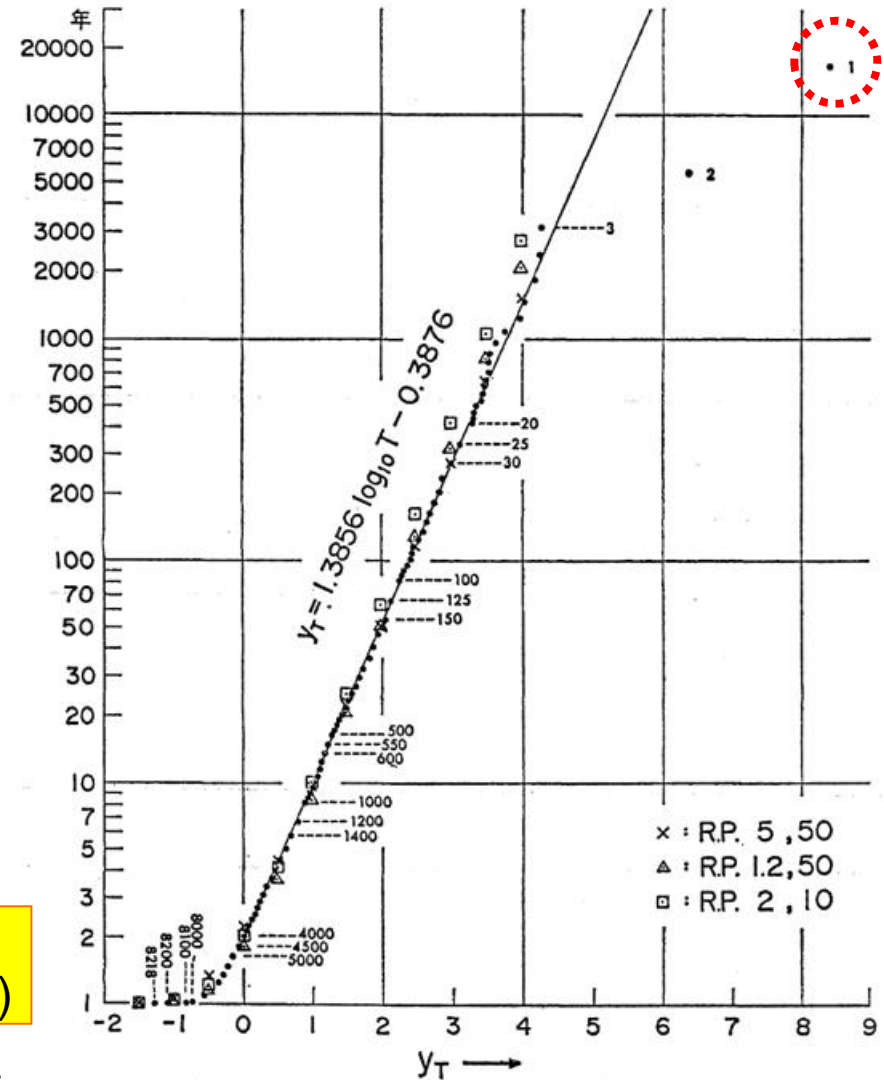
# 「異常値」の例: 1896年彦根豪雨



彦根の年最大日降水量の上位値  
(1894 ~ 2004年, Hazen plot)

気象官署の年最大日降水量の上位値  
(137地点, 統計開始 ~ 1976年, Hazen plot)

鈴木昭夫, 菊地原英和, 1984: 異常豪雨を考慮した日降水量再現期間の推算法. 天気, 31, 179-189.

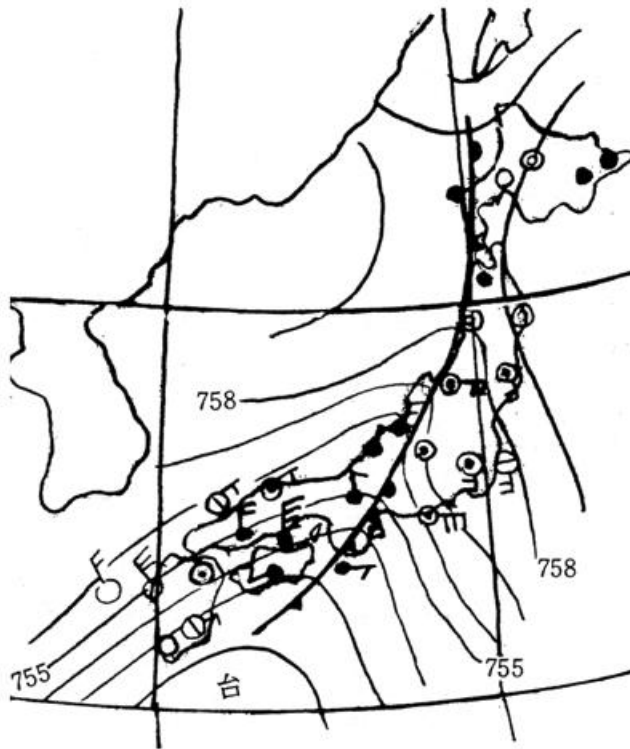


第6図 全地点の資料による経験的 R.P. (HAZEN).

# 「異常値」の例: 1896年彦根豪雨

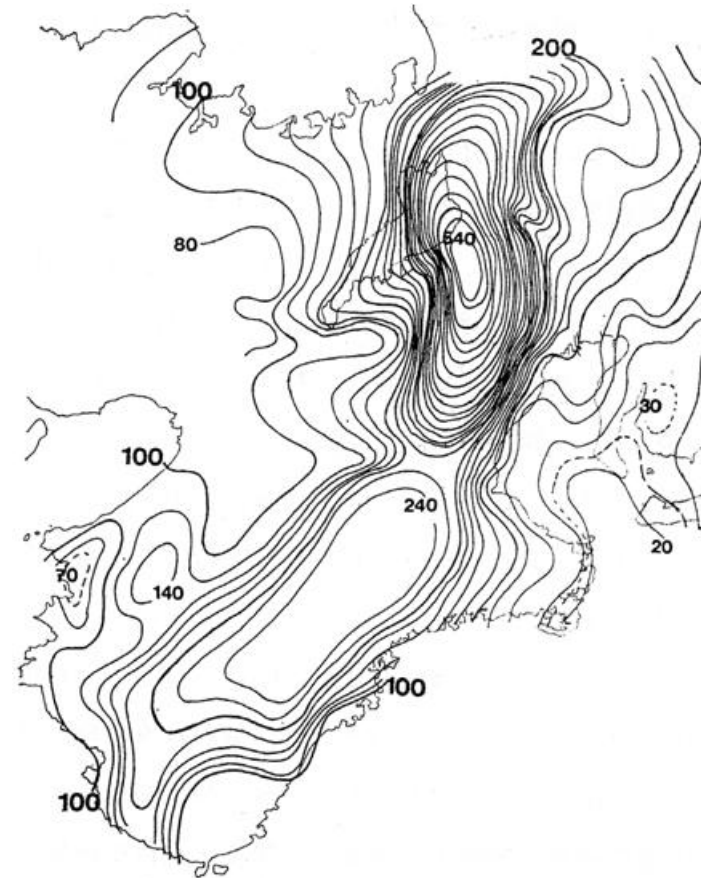
	解析方法	対象地点	対象期間	彦根豪雨の評価
鈴木・菊地原 (1984)	Station-Year 法	気象官署 137地点	統計開始 ~ 1976	再現期間220万年
外山・水野 (2002)	地域頻度解析 (彦根グループ はGEV)	アメダス 860地点	1979 ~ 2000	1000年確率降水量 (234.7mm) の2.5倍
気象庁 異常気象 リスクマップ (2007)	最適の分布型 を選択 (彦根は Gumbel分布)	1地点ごと	1901 ~ 2006	200年確率降水量 (209mm) の2.9倍

# 彦根豪雨の実態



9月7日06JST

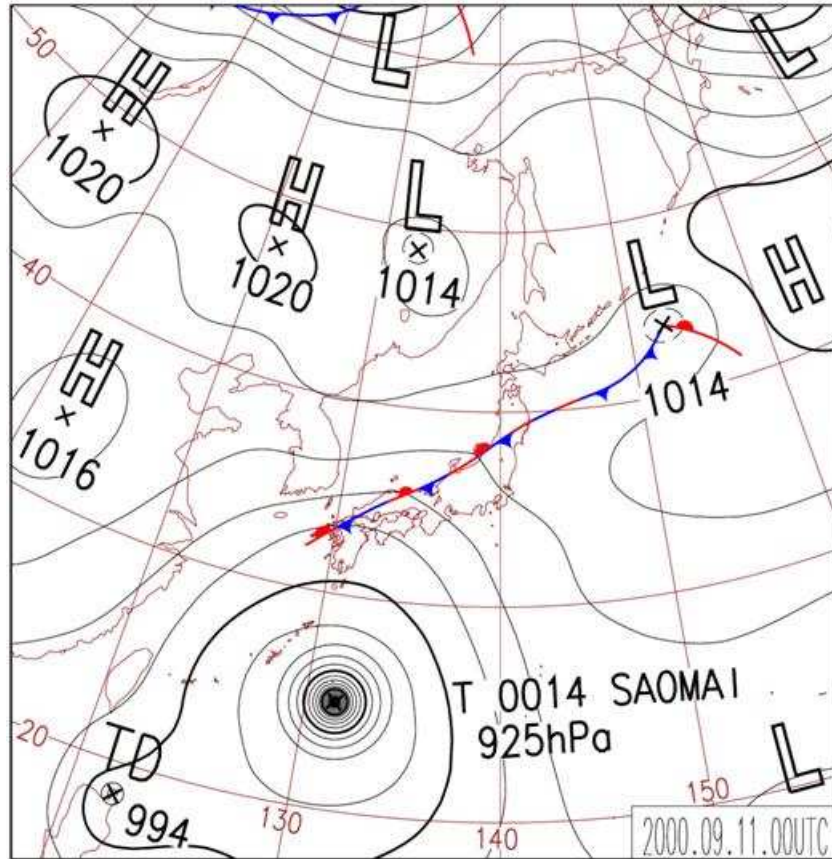
彦根地方气象台, 滋賀県防災気象連合会,  
1966: 滋賀県災異誌. 滋賀県・彦根地方気  
象台・滋賀県防災気象連合会, 222pp.



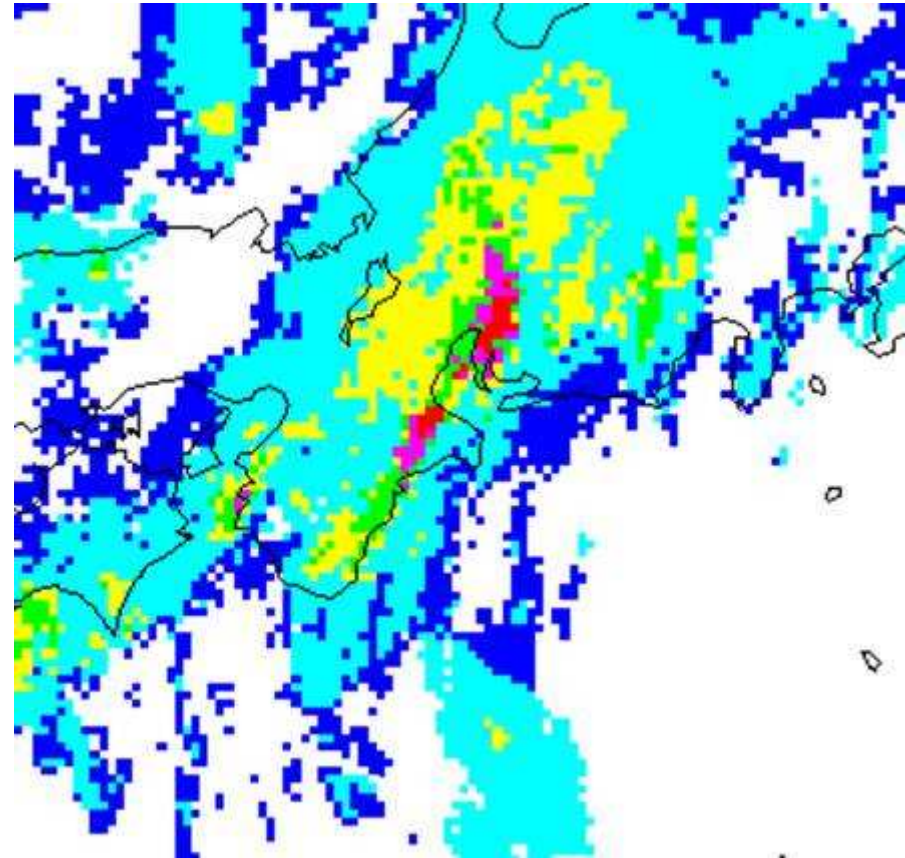
日降水量  
(9月7日10時～8日10時)

奥田 穰, 1981: 明治29年9月4～11日の大雨  
について. 災害の研究, 12, 29-38.

# 東海豪雨 (2000年9月11日)

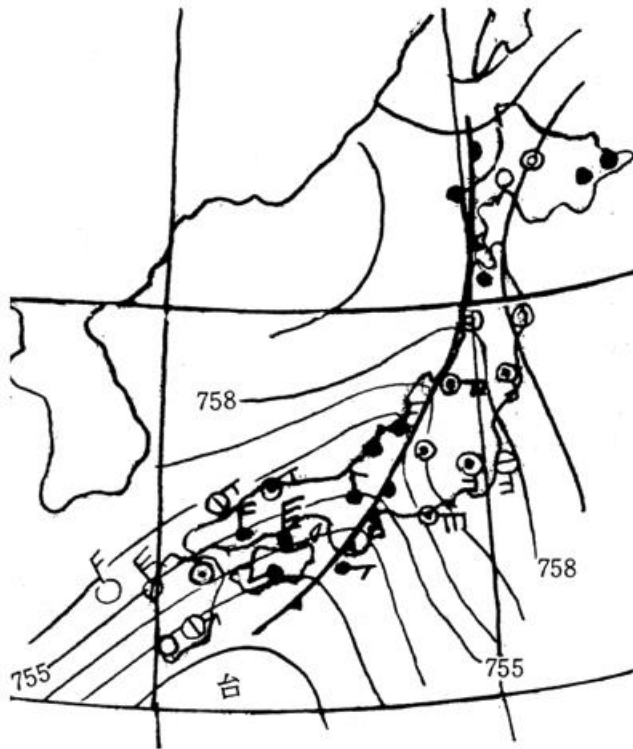


9月11日00JST



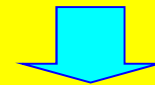
1時間降水量  
(9月11日20時～21時)

# 彦根豪雨の実態

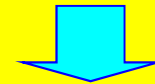


9月7日06JST

- 南海上に台風，本州上に前線.
- 近畿地方東部に南北に延びる降雨帯が停滞したと推定される.  
(東海豪雨に類似)



日本の集中豪雨の典型的パターン



彦根豪雨は、気象学的には不思議な現象  
ではない

にもかかわらず、  
極値統計手法では表現できない

彦根地方气象台，滋賀県防災気象連合会，  
1966: 滋賀県災異誌. 滋賀県・彦根地方気  
象台・滋賀県防災気象連合会, 222pp.

# 「異常値」をどう考えるか

- ・ 自然の変動の多様性

- ・ 気候の年々変動



極値統計手法は気候の定常性を前提

- ・ 彦根豪雨の真の再現期間は何年？

統計的アプローチでは無理そう

「1kmモデルによる1万年ラン」？