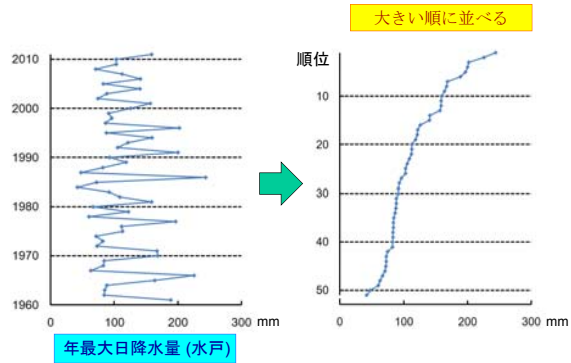
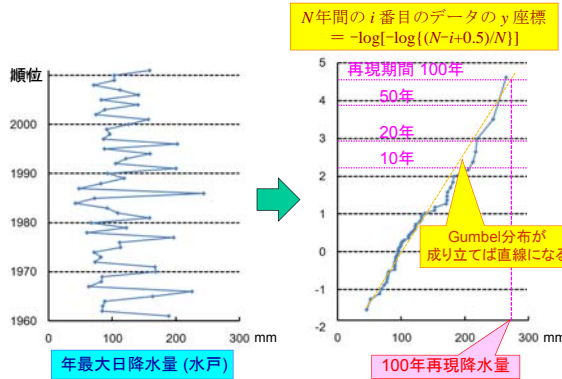


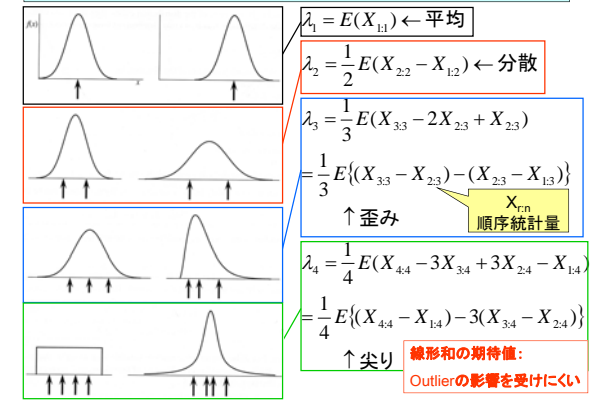
グラフによる極値統計解析



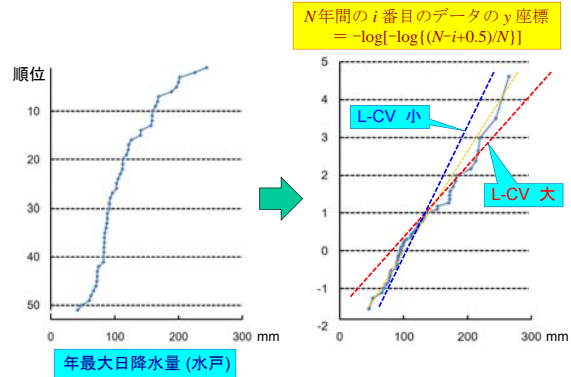
グラフによる極値統計解析



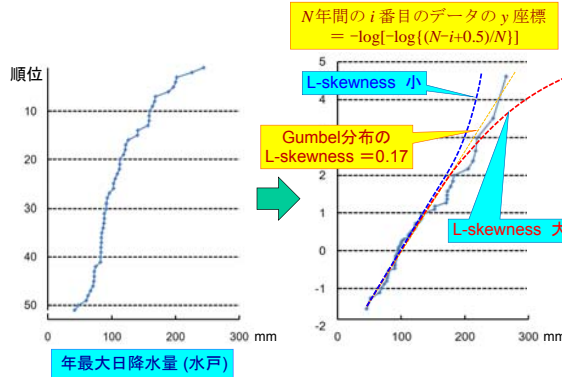
L-momentsの説明図(Hosking and Wallis, 1997)



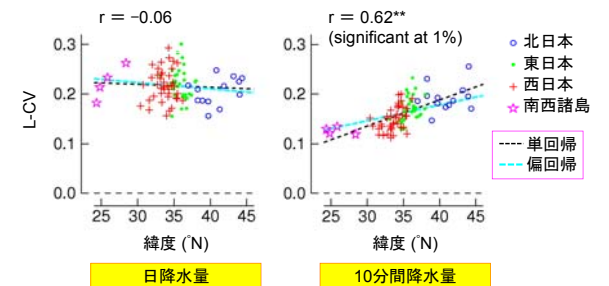
グラフによる極値統計解析



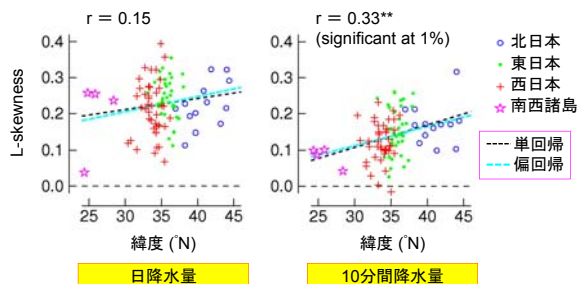
グラフによる極値統計解析



L-CV の緯度依存性



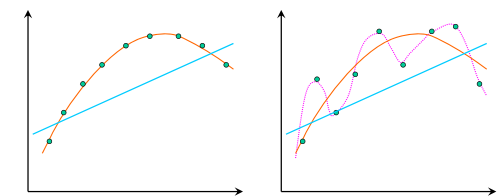
L-skewness の緯度依存性



極値統計における関数選択の問題点

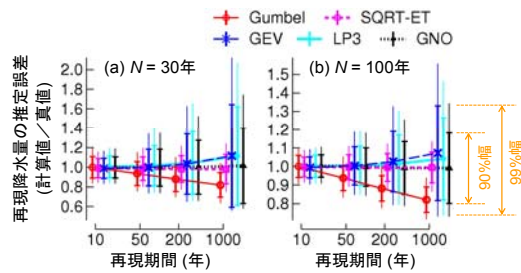
- 統計における「精度」の問題...
- (1) モデル (分布関数) と母集団との一致度 ← 精密さ (バイアス)
 - 極値分布関数の「適合度」の問題
 - 極値分布関数が、データに合っているかどうか
- (2) データの確率変動による推定誤差 ← 安定性 (推定幅)
 - 精密さ (バイアス) と安定性 (推定幅) のトレードオフ
 - 極値統計の場合、外挿による誤差の増大
 - データに合わせすぎると、かえって誤差の増大をもたらす

極値統計の概要と問題点



再現降水量の推定誤差 (母集団=SQRT-ET分布)

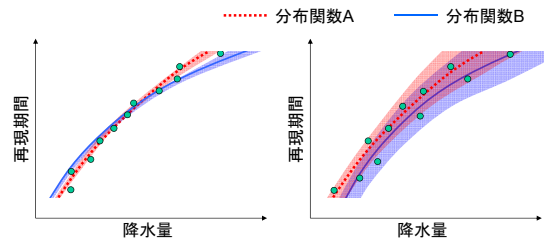
Gumbel...負バイアス (再現降水量を過小評価)
GEV, LP3, GNO...バイアスなし、ただし推定誤差幅は大きい



分布関数選択の有効性・必要性

異なる分布関数による推定値の差 > 推定幅
↓
適合度評価の有効性は高い

異なる分布関数による推定値の差 < 推定幅
↓
適合度評価の有効性は低い



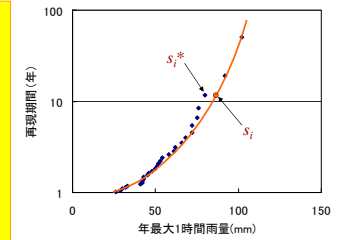
SLSC (Standard least-squares criterion) とは?

定義

$$SLSC = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i - s_i^*)^2}{N |s_{0.99} - s_{0.01}|}$$

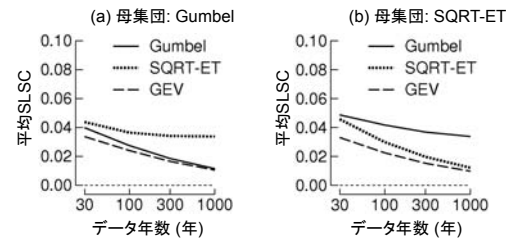
s_i^* : i 番目のデータ値
 s_i : i 番目の関数値
 $s_{0.99}, s_{0.01}$: 99%値, 1%値

適合の目安:
 $SLSC \leq 0.03$ (宝・高橋, 1988)
 $SLSC \leq 0.04$ (中小河川計画の手引き, リスクマップ)



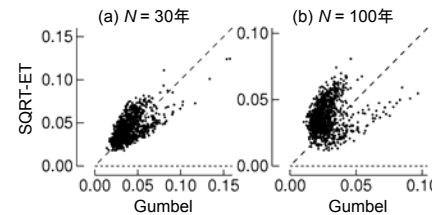
SLSCの特性と有効性

SLSCはデータ年数 N に大きく依存する (葛葉, 2010).
 N が増すほどSLSCは減少する.



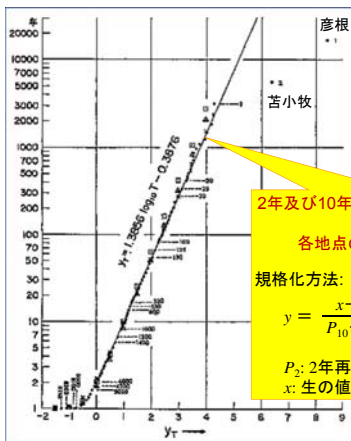
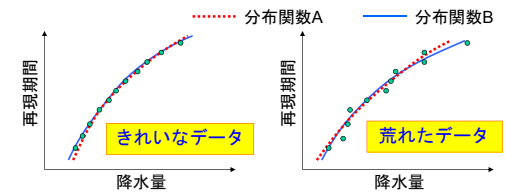
SLSCの特性と有効性

$N \leq$ 数十年以下の場合、異なる分布型のSLSC同士の相関が高い。
 「きれいな」データは、どの分布型を当てはめてもSLSCが小さい。
 「荒れた」データは、どの分布型を当てはめてもSLSCが大きい。



SLSCの特性と有効性

$N \leq$ 数十年以下の場合、異なる分布型のSLSC同士の相関が高い。
 「きれいな」データは、どの分布型を当てはめてもSLSCが小さい。
 「荒れた」データは、どの分布型を当てはめてもSLSCが大きい。
 → SLSCは分布型の適否よりも (適否だけでなく)、「きれいさ」を反映する。



Station-year method
(鈴木・菊地原, 1984)

- 全国の気象官署137地点
- 統計開始～1976年の年最大日降水量

2年及び10年再現期間降水量で規格化し合併
 ↓
 各地点の極端事象が直線上に並ぶ

規格化方法:

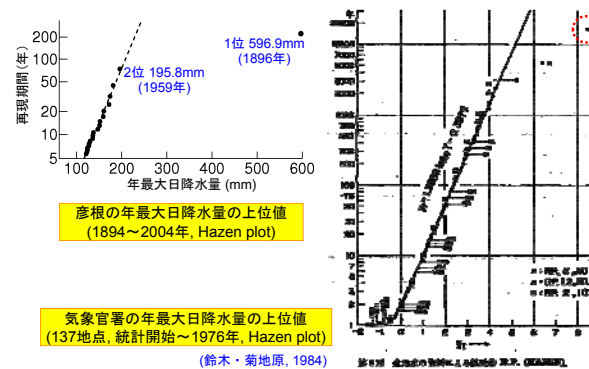
$$y = \frac{x - P_2}{P_{10} - P_2}$$

$$P_2: 2年再現値, P_{10}: 10年再現値$$

$$x: \text{生の値}, y: \text{規格化後の値}$$

水野 (2006) より

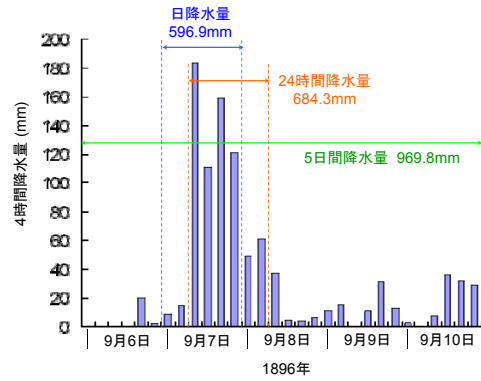
異常値 (outlier) の例: 1896年彦根豪雨



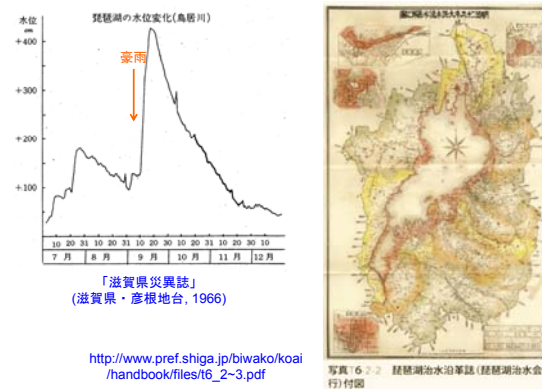
異常値 (outlier) の例: 1896年彦根豪雨

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100万年以上
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)	最適な分布型 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

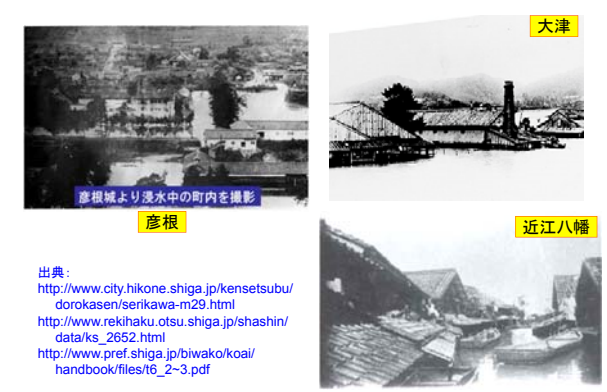
彦根豪雨の実態



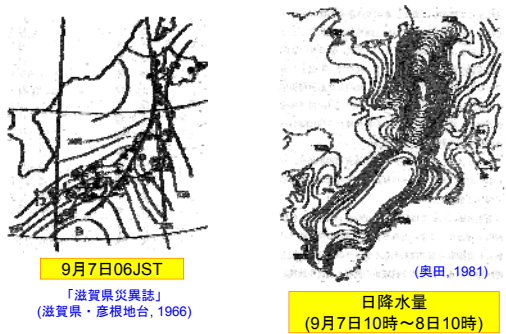
彦根豪雨の実態



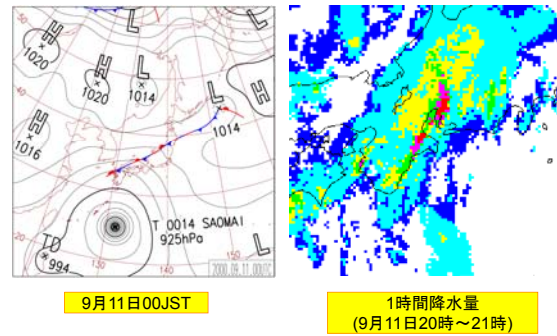
彦根豪雨の実態



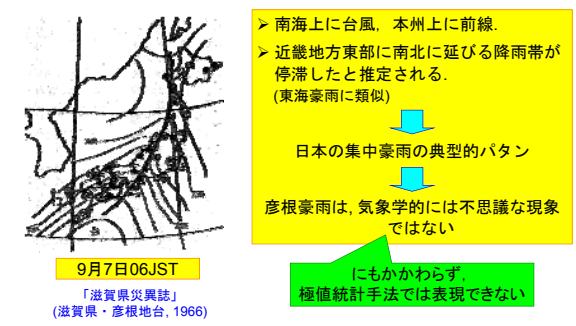
彦根豪雨の実態



東海豪雨 (2000年9月11日)



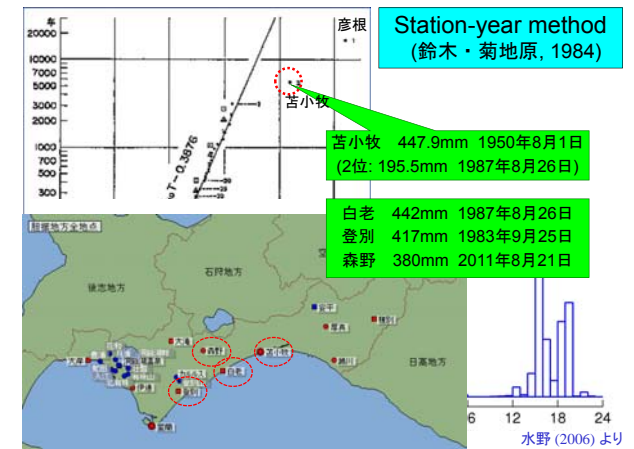
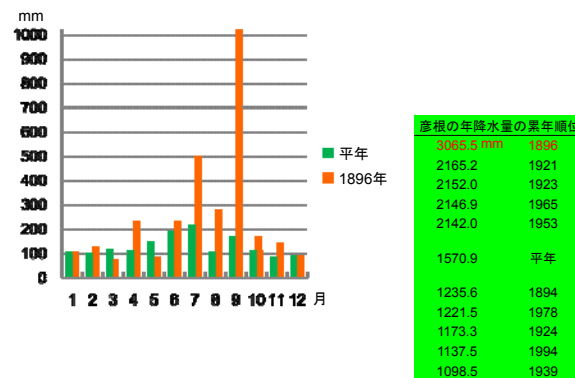
彦根豪雨の実態



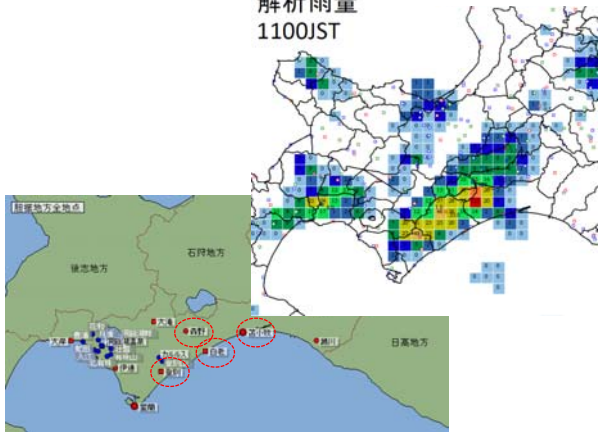
異常値 (outlier) についての考え方

- 異常値・外れ値をどう扱うか
 - (1) 1つの立場...異常値は邪魔なもの
データの代表性を損なう存在/誤データの可能性
→ 異常値を除いて解析しよう
 - (2) 別の立場...異常値こそ重要
防災上の重要性: 低頻度巨大災害の典型
→ 異常値の発現確率をどう評価するか
- 気象データになぜ異常値ができるのか
極値統計理論と現実気候との乖離
理論...母集団の単一性, 常定性
現実...複数の要因の混在 (台風/前線/雷雨...)
気候の年々変動, 長期変動

異常値 (outlier) についての考え方



解析雨量
1100JST



世界と日本の大雨記録

世界記録 (世界気象機関による; <http://wmo.asu.edu/>)
 24時間降水量 1825 mm (仏領レユニオン島)
 1時間降水量 305 mm (アメリカ・Holt)

日降水量
 日本記録 851.5 mm (魚梁瀬=高知県, 2011)
 京都の記録 288.6 mm (1959)

1時間降水量
 日本記録 153 mm (香取=千葉県, 1999; 長浦岳, 1982)
 京都の記録 88.0 mm (1980)

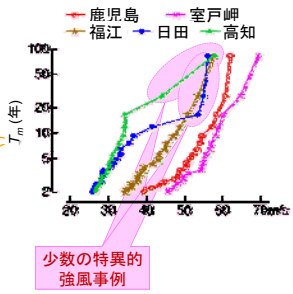
日最大瞬間風速 (規準化後の風速 V_n) の
累年上位値のプロット

第 m 位の値に対応する再現年数:

$$T_m = \frac{M}{m - 0.5} \quad (\text{Hazen plot})$$

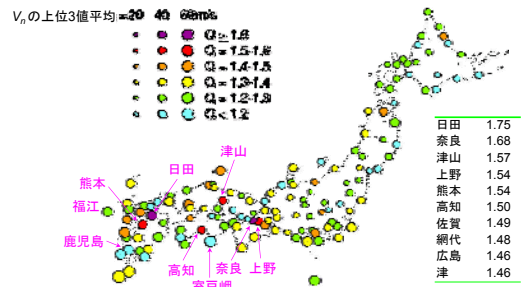
M : 統計年数 (41年間)

縦軸は対数目盛 (Gumbel 分布なら直線になる)



V_n (日最大瞬間風速) 上位値の突出度の分布

$$Q = \frac{V^{(1)} + V^{(2)} + V^{(3)}}{3V^{(10)}} \quad \begin{matrix} V_n \text{ の上位3値} \\ V_n \text{ の10位値} \end{matrix}$$



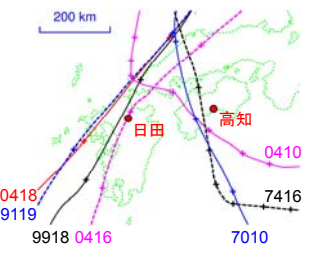
日田・高知の強風事例

日田の上位3事例

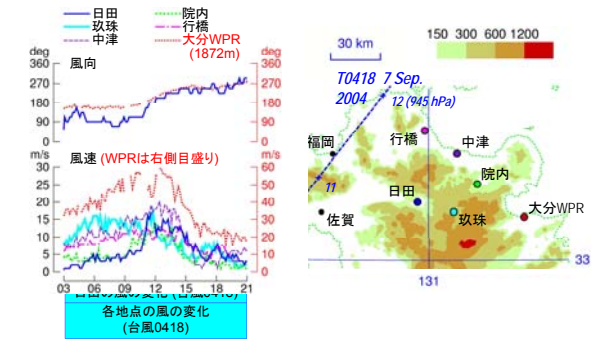
V_n (v_n) m/s	風向	年月日	事例ID
56.2 (50.2)	南南東	2004/9/7	T0418
55.1 (45.0)	南	1999/9/24	T9918
53.7 (44.4)	南南西	1991/9/27	T9119

高知の上位2事例

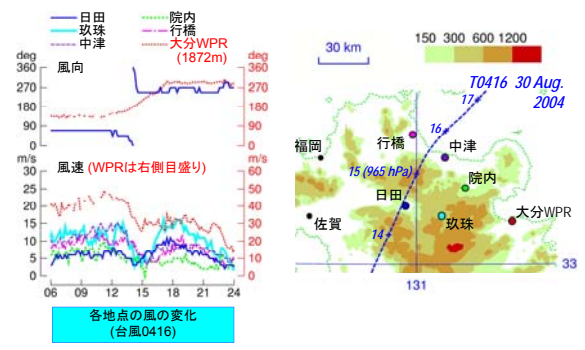
V_n (v_n) m/s	風向	年月日	事例ID
57.9 (54.3)	東	1970/8/21	T7010
44.2 (40.5)	東	1974/9/1	T7416



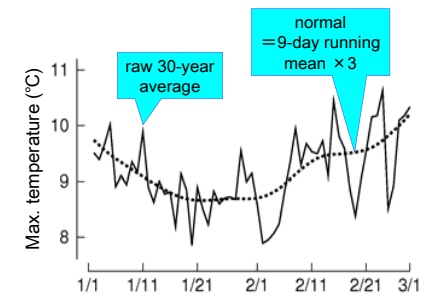
日田の強風事例: 台風0418 (強風発現あり)



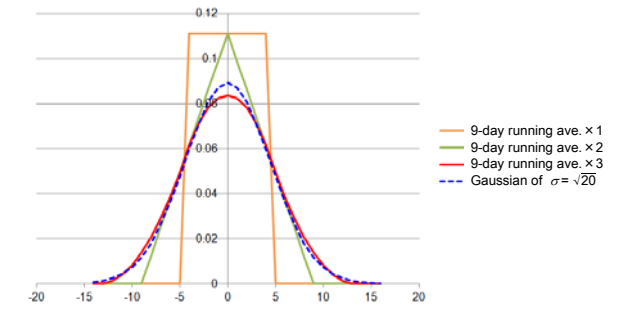
日田の強風事例: 台風0416 (強風発現なし)



Example of daily normals (Mito)

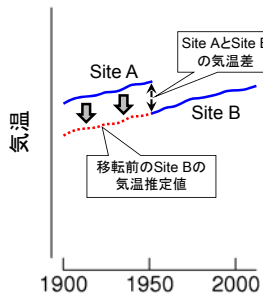


Calculation of daily normals

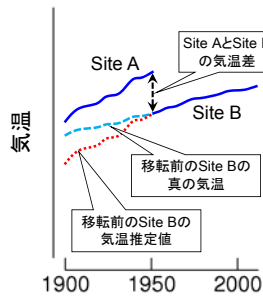


観測所の移転に対する補正

基本的な考え方



移転補正が正しくできない例



Adjustment for site changes using PCA

はじめに、補正値を求める月 (m とする) に対して、移転のない全国の気象官署における月統計値の時系列データに対して主成分分析を行い、そのスコア $F_i(j)$ (第 i モードの j 年のスコアを示す。累積寄与率 90% までの主成分を採用) を求める。抽出された主成分は全国規模から地域規模までの様々なスケールの変動を表していると考えられる。

次に、移転した官署における m 月の月統計値の時系列 $Y(j)$ が下式の重回帰式で表現できると仮定する。

$$Y(j) = \sum a_i F_i(j) + bS(j) + e(j) \quad (1)$$

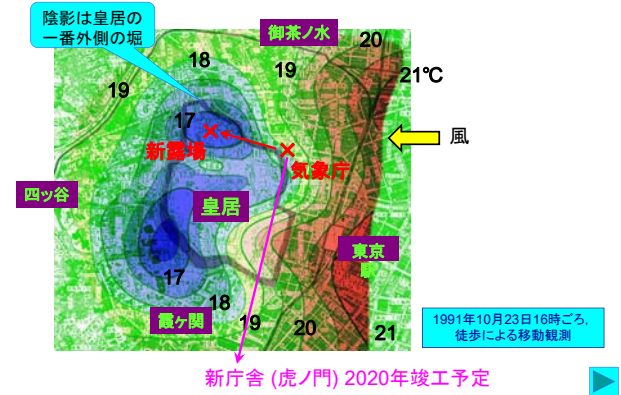
ここで、 $S(j)$ はステップ関数 (移転前が -0.5、

PC score Step function

移転後が +0.5)、 $e(j)$ は残差項である。右辺の第一項は移転以外の要因による通常の経年変動。第二項は移転にともなう不連続を表し、重回帰分析により各項にかかる係数 a_i と b を残差が最小となるように決定し、得られたステップ関数の係数 b を移転の影響を除去するための m 月の補正値とする。主成分分析及重回帰分析の計算は同一のデータ期間について行う。

大野浩史ほか, 2011: 気温の時系列データから気象官署の移転にともなう影響を補正する手法について。測候時報, 78, 31-41.

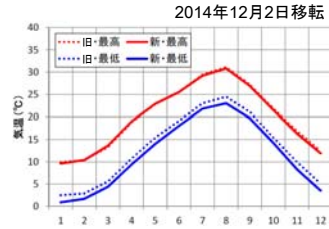
緑地によるクールアイランド (名越・木村, 1994)



気象庁 (大手町) の旧露場



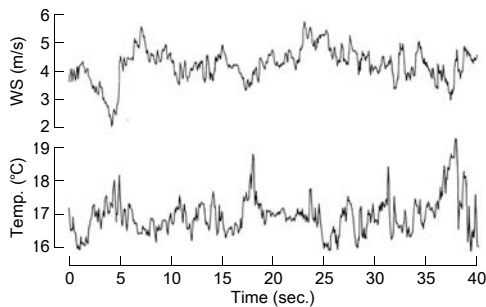
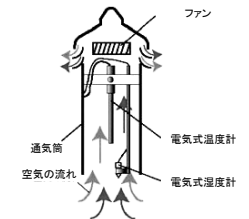
北の丸公園の新露場



旧露場 (大手町) に比べ、
最高気温 0.2°C 低下、
真夏日 48.5日 → 46.4日
最低気温 1.4°C 低下
熱帯夜日数 27.8日 → 11.3日

http://www.jma.go.jp/jma/press/1410/03b/20141003_tokyo_rojo.pdf

通風筒による気温観測



Reading Univ., UK

Ibbetson, 1978: *Weather*, 33, 369-382.

「80型測器」の導入による気温観測値の変化

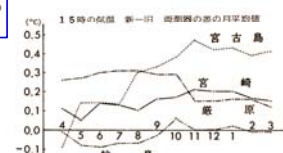
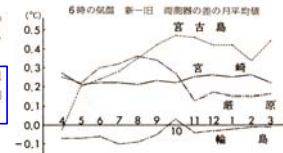
これにより、月別、官署別に 80 型・旧装置の差を求め第 1 図に示した。図から、差は判定基準の 0.5°C より小さい値であることがわかる。また、旧装置 - アスマン。

80 型 - アスマンの値の差も第 2 表のとおり ±0.5°C 以内であるが、80 型の方が若干旧装置より高く出る傾向がある。

(略)

以上のことから、80 型と旧装置の気温と露点温度の統計値には顕著な差異は見受けられないので連続とする。

気象庁統計室・測候課, 1984: JMA-80型地上気象観測装置の導入に伴う比較観測の結果について。測候時報, 51, 347-366.



第 1 図 06 時の気温 (上図) および 15 時の気温 (下図) の新・旧測器差の月平均値

Inconsistency between synoptic and AMeDAS observations

1 Jan. 1980, Wakkanaï

時刻 Time (JST)	地上気象観測 Synoptic Obs.	アメダス AMeDAS
03	-10.6 °C	-10.4 °C
06	-9.7	-9.4
09	-8.8	-8.8
12	-7.8	-7.6
15	-6.4	-6.4
18	-5.0	-5.0
21	-4.8	-4.5
24	-4.0	-3.9

積雪時の気温観測

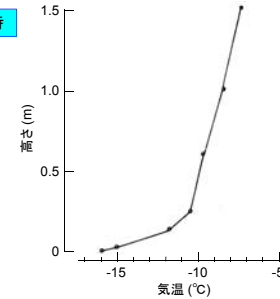
積雪時の気温・・・積雪面から1.5mの高さで観測するのが原則。
 ・百葉箱時代・・・雪かきをして百葉箱を振り出す
 ・通風筒観測・・・通風筒の取り付け位置を変える
 しかし、いずれにしても小さな調節は困難 → その影響は？



【アメダス酸ヶ瀬の写真】左: 2012年10月26日 右: 2013年2月21日
 「あおもりゆきだより」 2013年第12号

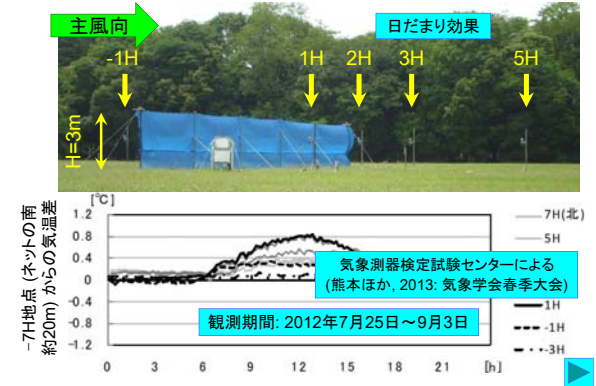
積雪時の気温観測

幌延町寒期別, 1971年2月8日16時

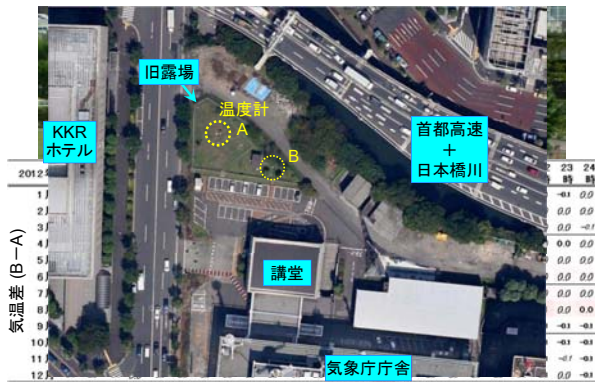


石田・石川, 1972: 低温科学物理篇, 29, 115-123.

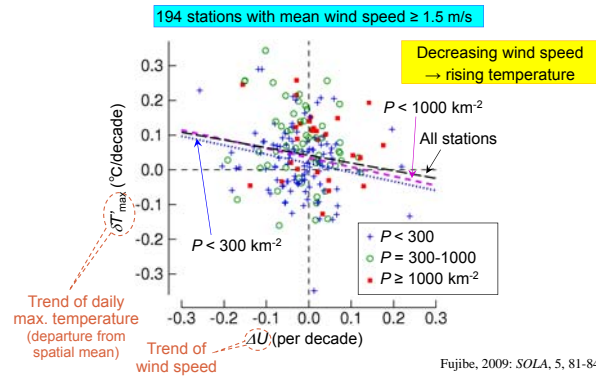
防風ネット周辺の気温分布観測



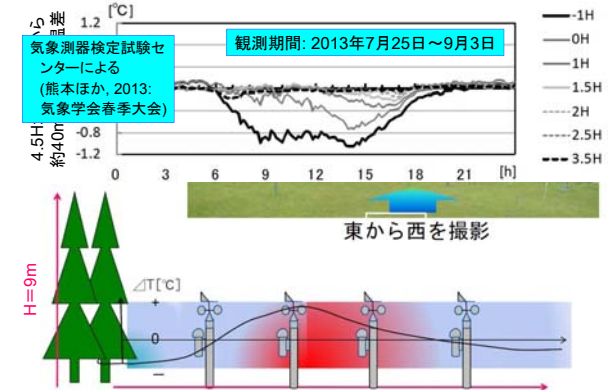
気象庁構内の気温分布観測



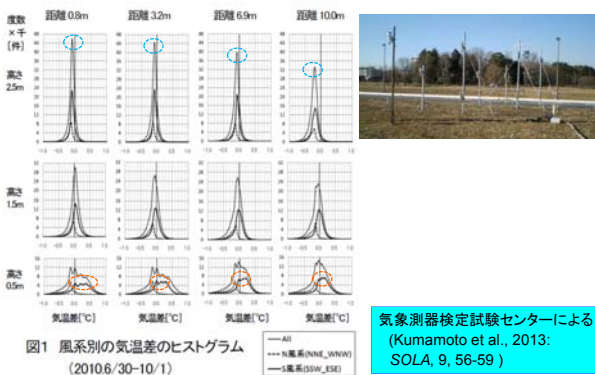
Statistical relation between temperature and wind speed trends



木の周辺の気温分布観測



Temperature distribution near a road

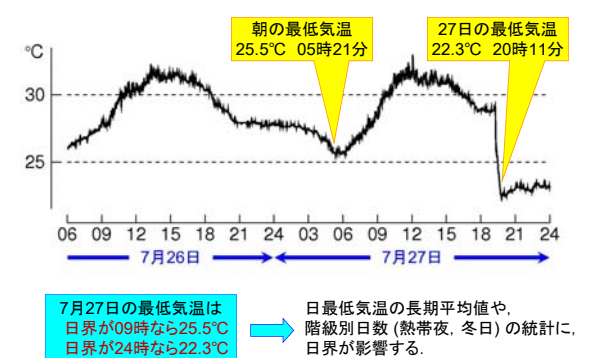


江川崎の41.0°Cも観測環境の影響?



高温の要因として考えられるもの:
 ・広域場の高温
 ・山越えの北西風
 ・少雨による地表の乾燥 (前30日間の降水量10mm)

日最低気温とは?

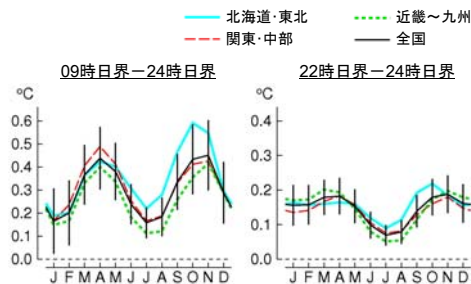


日最低気温の長期平均値や、階級別日数(熱帯夜、冬日)の統計に、日界が影響する。

日本の気温観測における日界等の変遷

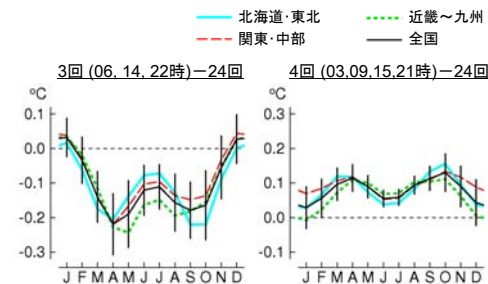
	期間	要素	方式	現在の方式
日界の変更	1953~1963	日最低	日界09時	日界24時
	~1939	日最高・最低	多くの地点で日界22時	
観測回数の変更	~1950年代	日平均	一部の官署で日平均気温を日3回(06,14,22時)あるいは日4回(03,09,15,21時)の観測値から算出	日24回(毎時)の観測値から算出

日界の違いによる日最低気温の差



32年間のアメダス資料による統計

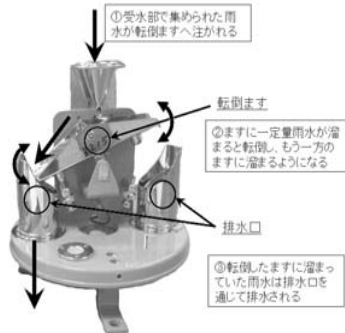
観測回数の違いによる日平均気温の差



32年間のアメダス資料による統計

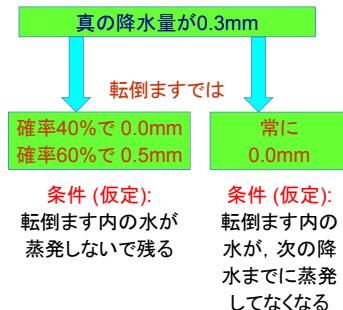
転倒マス雨量計による観測原理

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

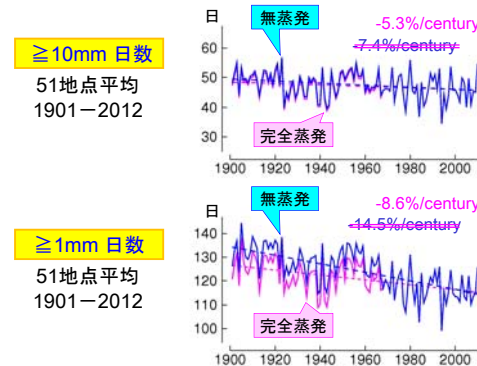


転倒マス雨量計による観測原理

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

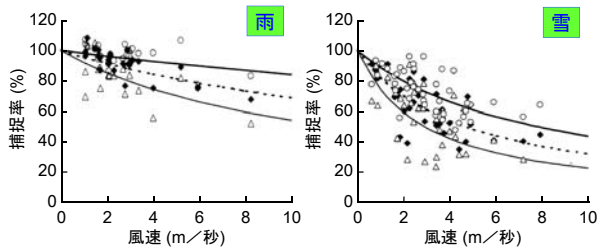


日本の弱い降水の長期変動



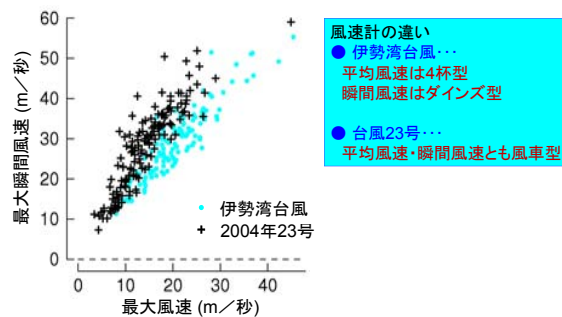
雨量計の捕捉率の問題

3種類の転倒ます雨量計による捕捉率 (横山ほか, 2003)



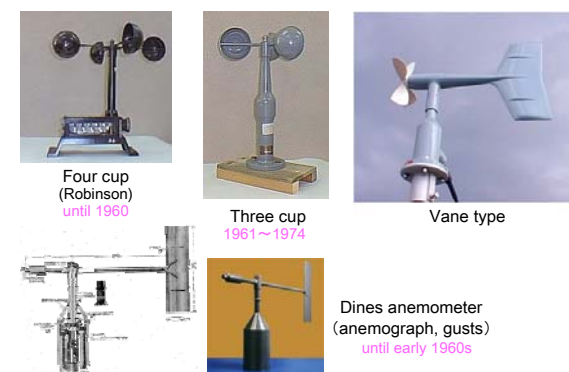
真値は二重柵基準降水量計による観測値に補正を加えたもの

最大風速と最大瞬間風速の関係

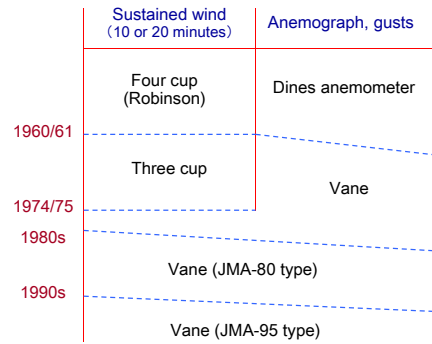


10分間平均風速の最大値

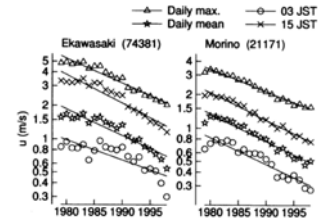
History of anemometers



History of anemometers



Wind speed and environmental changes



Average rate of wind speed change:
 -4.1 %/decade for daily max.wind
 -2.6 %/decade for daily mean wind
 for 482 stations over 1979 to 1998.

観測精度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。

Upper-air sounding

Mountain observatories

- Mt. Tsukuba (868m) 1902
- Mt. Ibuki (1376m) 1919
- Mt. Fuji (3775m) 1936
- Mt. Tsurugi (1945m) 1944
- ...

Sonde observation

- Mainly after the WW2
- 18 sites in Japan
- Mostly automated

Remote sensing



<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/kuu/upper/kaisetsu.html>

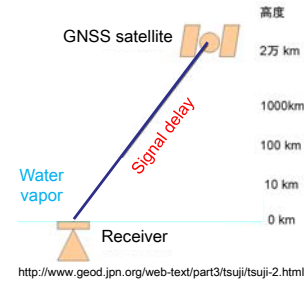
GNSS observation

GNSS (GPS) observation

- Observation of total vapor amount (precipitable water)
- 1200 receivers in Japan (deployed by ~2000)
- Temperature and humidity profiles using occultation method



http://www.jma-net.go.jp/kousou/obs_second_div/pwv/pwv.html



<http://www.geod.jpn.org/web-text/part3/tsuji/tsuji-2.html>