

長期観測データから見た日本の気候変動と異常気象

藤部文昭 (気象研究所・予報研究部)

ffujibe@mri-jma.go.jp



1.日本の気温の長期変動

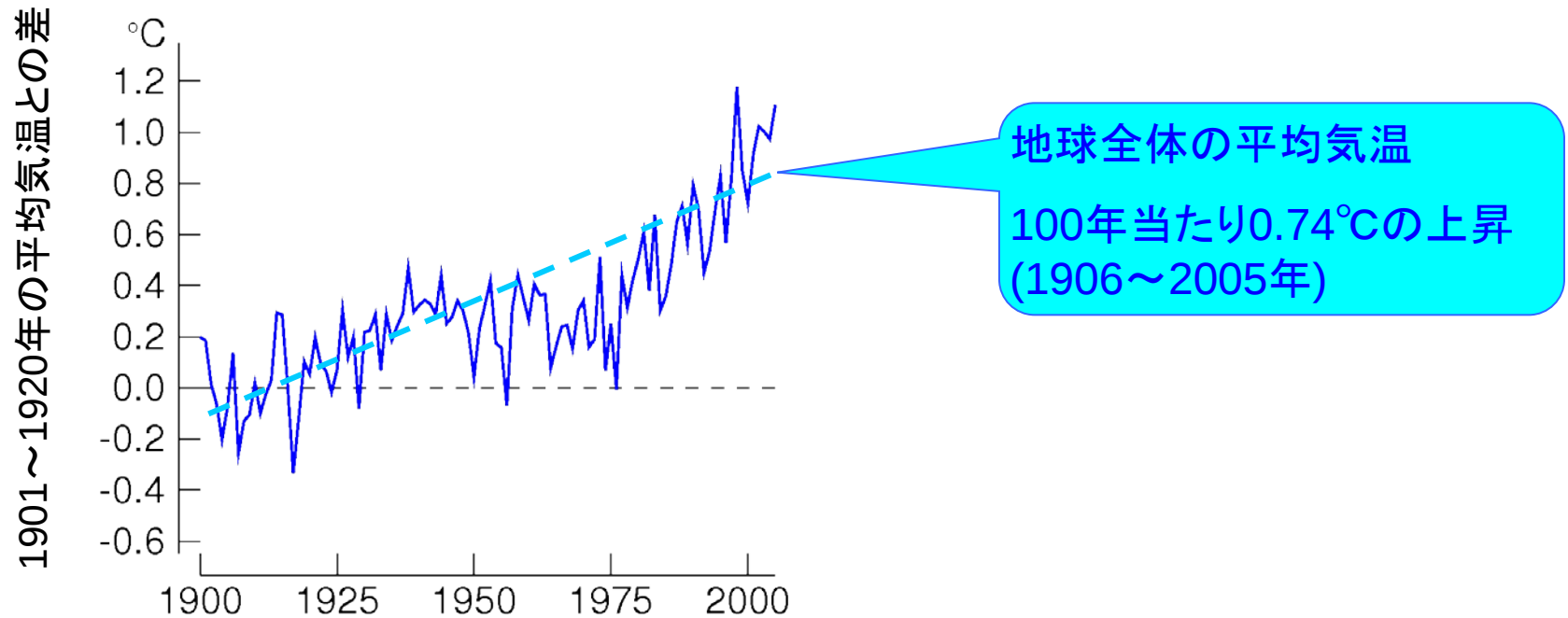
1.1 地球温暖化の実態

1.2 気温の長期変動における都市バイアス

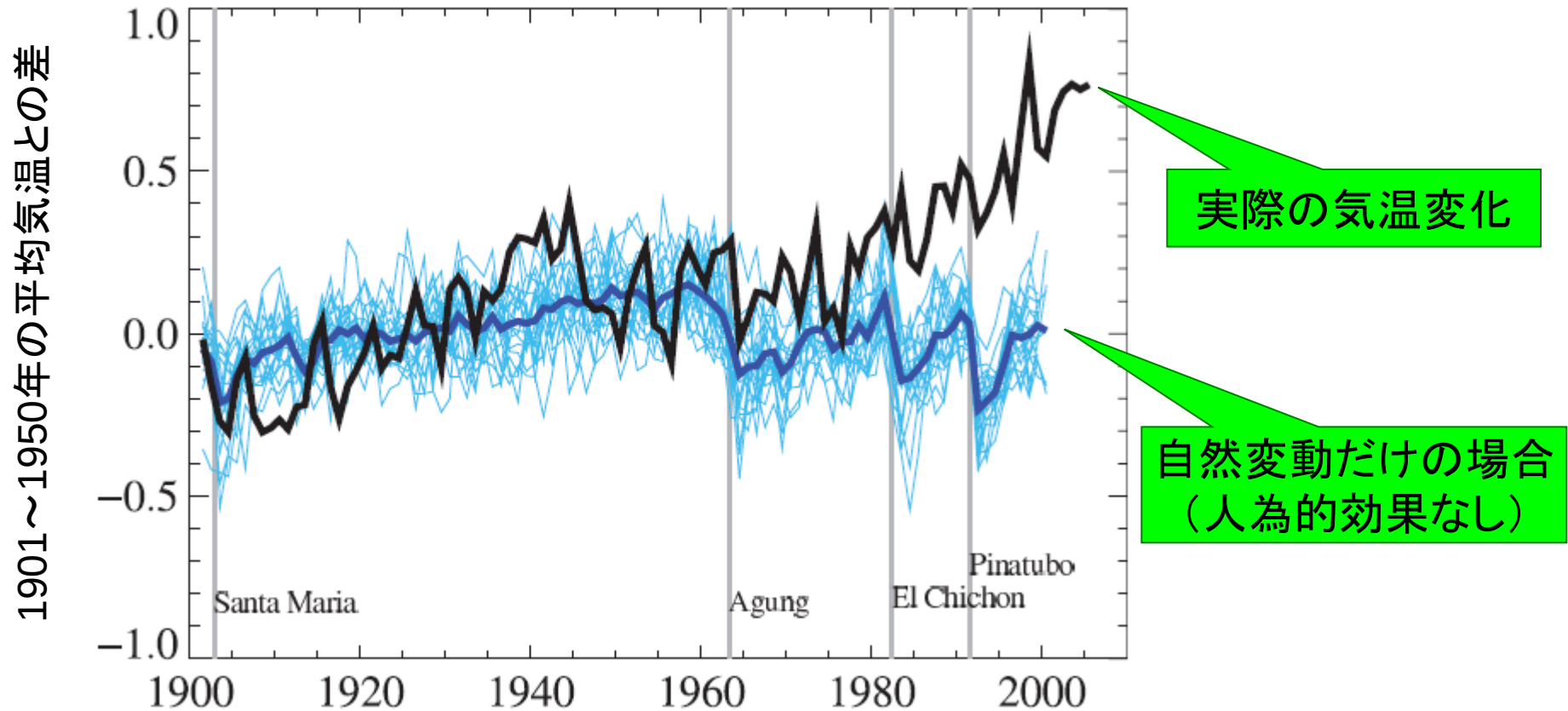
1.3 長期気温データの均質性に関わる問題

1.1 地球温暖化の実態

過去100年間の気温変化 (全球, 観測データ)



過去100年間の気温変化 (全球, シミュレーション)

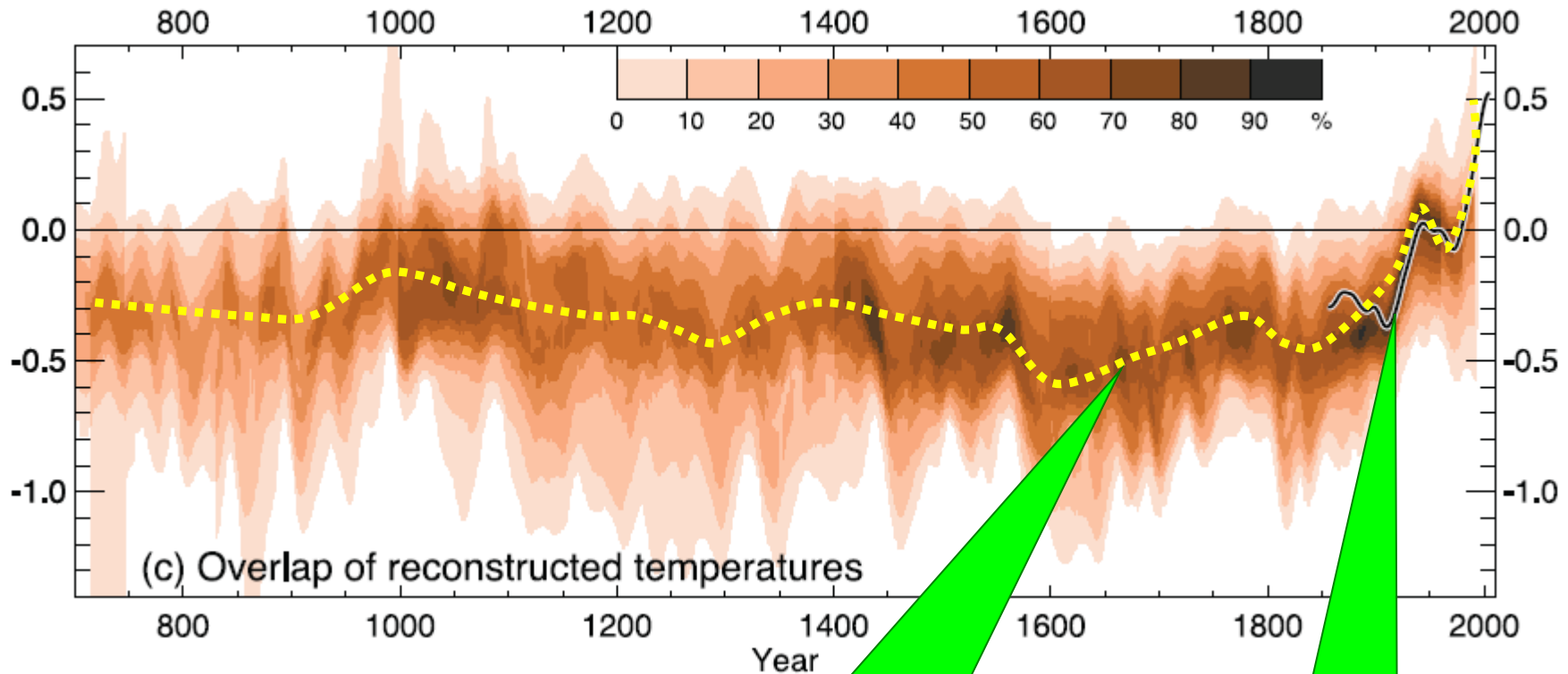


20 世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは, 人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高い。

過去1300年間の気温変化 (北半球)

代替データ (proxy)・・・ 年輪, 珊瑚, 氷床コア (酸素同位体比)

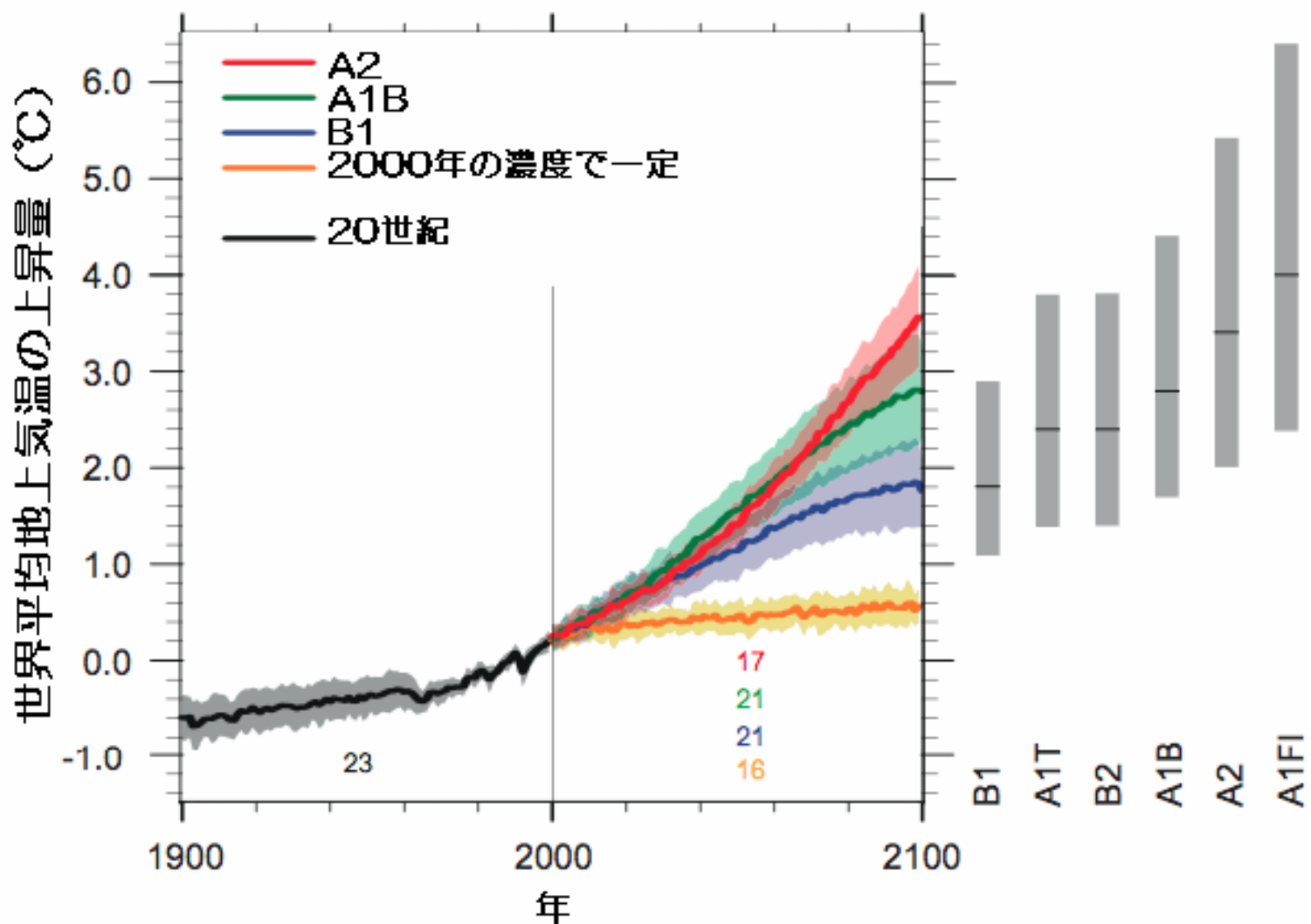
1961～1990年の平均気温との差



19世紀までは
変動はあるがほぼ横ばい

20世紀になって
急上昇

今後100年間の気温変化予測 (全球)



地球温暖化に伴う気候変化

(IPCC＝気候変動に関する政府間パネル, 2007)

現象及び傾向	20 世紀後半(主に1960 年以降)に起こった可能性	観測された傾向に対する人間活動の寄与の可能性	21 世紀の予測に基づく傾向の継続の可能性
ほとんどの陸域で寒い日や夜の減少と昇温	可能性がかなり高い (Very likely)	可能性が高い (Likely)	ほぼ確実 (Virtually certain)
ほとんどの陸域で継続的な高温／熱波の頻度の増加	可能性がかなり高い	可能性が高い (夜間)	ほぼ確実
ほとんどの地域で大雨の頻度(もしくは総降水量に占める大雨による降水量の割合)の増加	可能性が高い	どちらかと言えば (More likely than not)	可能性がかなり高い
干ばつの影響を受ける地域の増加	多くの地域で1970 年代以降可能性が高い	どちらかと言えば	可能性が高い
強い熱帯低気圧の活動度の増加	いくつかの地域で1970 年代以降可能性が高い	どちらかと言えば	可能性が高い

気候変動の大きさの感覚

気温が 0.74°C 上昇

日々の気温変動

今日の最高気温は
昨日よりも 0.74°C 高い



昨日と大差ない

長期間の気候変動

地球上の平均気温が
100年当たり 0.74°C 上昇



異常気象の増加？

熱帯の蚊が日本で繁殖し始めた？

珊瑚が白化して危ない？

北極の氷が減ってシロクマが...

気候変動の大きさの感覚

猛暑の記録

日最高気温の記録

熊谷で 40.9°C
(2007年8月16日)



平年差 $+9.0^{\circ}\text{C}$

季節平均気温の記録

2010年夏の猛暑



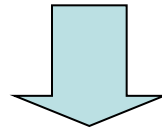
平年差 $+1.46^{\circ}\text{C}$
(6~8月の全国平均気温)

気候変動の評価に必要なデータ精度

通常観測 (防災, 天気予報) に求められる観測精度と,
気候データに要求される精度の違い

ランダム誤差 ↔ 系統誤差 (バイアス)

気候変動の監視にとっては, 「コンマ以下」のバイアスも無視できない



- ・観測所の移転, 移設
- ・観測所の周辺の都市化 (都市バイアス)
- ・観測所周囲のミクロな環境変化
- ・観測回数, 観測時刻 (日界) の変更
- ・測器・観測施設の変更

1.2 気温の長期変動における都市バイアス

地球温暖化と都市の高温化

地球温暖化



地球を取り巻く大気全体が昇温する

都市の高温化



都市が島状に昇温する
(ヒートアイランド)

大気の厚さ: 10000m



ヒートアイランドの厚さ:
数百m~1000m



温室効果気体
(二酸化炭素など)
の増加

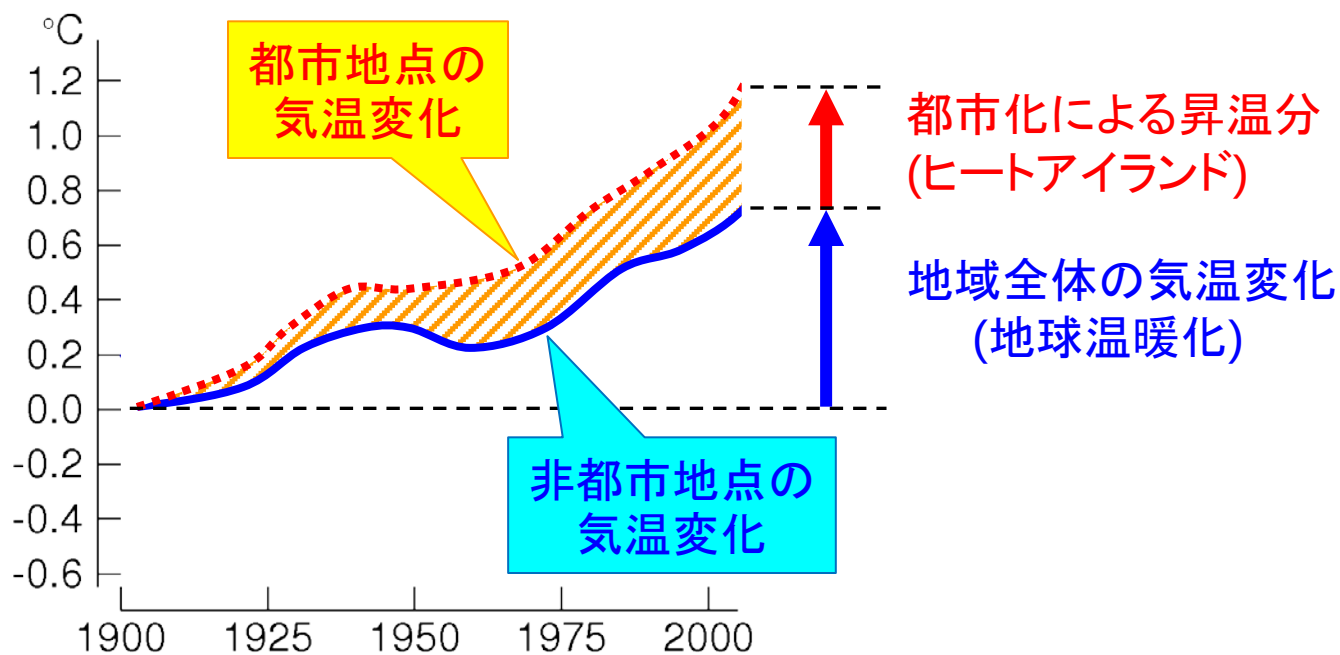
都市の地表面過程

熱排出
植生の減少
建物の増加

地球の直径 13000km



地球温暖化と都市高温化 (ヒートアイランド) の区別



気温の長期変動に対する都市化の寄与

IPCC第4次報告書 (2007)

The updated 100-year linear trend (1906–2005) of $0.74 [0.56 \text{ to } 0.92] ^\circ\text{C}$

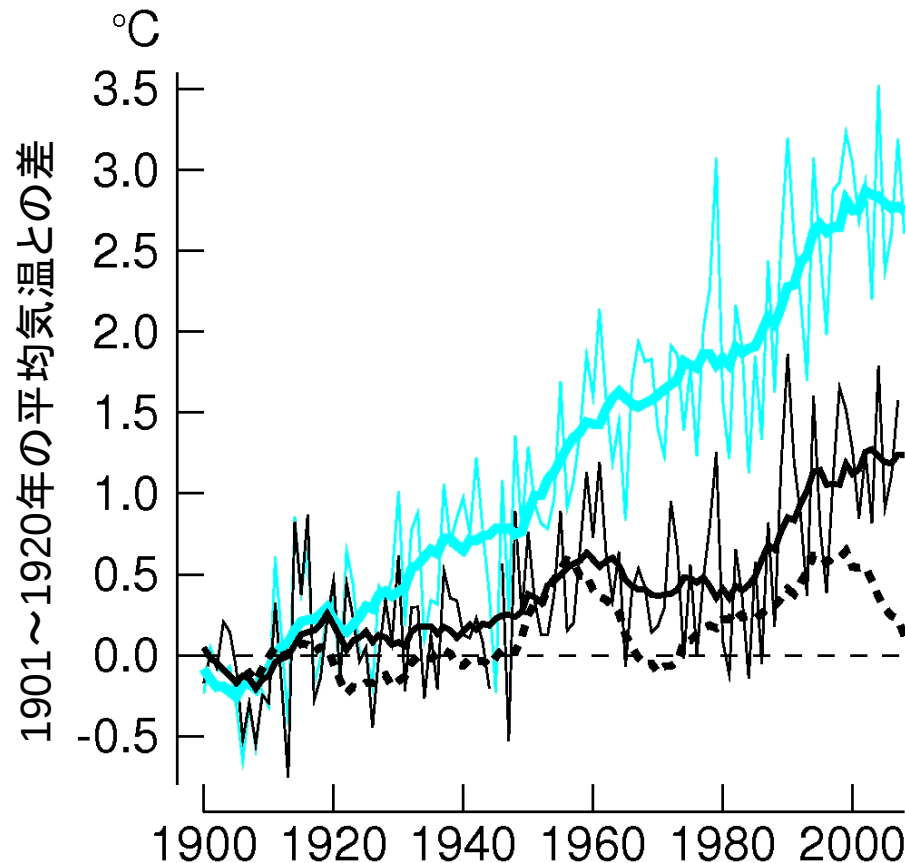
.....

Urban heat island effects are real but local, and have a negligible influence (less than 0.06°C per century over land and zero over the oceans) on these values.

世界平均地上気温は、……過去100年間 (1906～2005年) の変化傾向の最新値は $0.74^\circ\text{C} \pm 0.18^\circ\text{C}$ であり、……

都市化と土地利用の変化が世界の温度記録に与える影響は、半球規模及び大陸規模の平均に関する限り無視できる (陸域で100年あたり 0.06°C 未満, 海洋でゼロ)。

日本の気温の長期変動 (1901～2008年)



気象庁の気候監視に利用されている
17地点

網走, 根室, 寿都, 山形, 石巻,
伏木, 長野, 水戸, 飯田, 銚子,
境, 浜田, 彦根, 宮崎, 多度津,
名瀬, 石垣島

「中小都市も都市化の影響を多少は
受けており、厳密にはこの影響を考
慮しなければならない」

(気象庁「気候変動監視レポート2010」)

水戸



石垣島

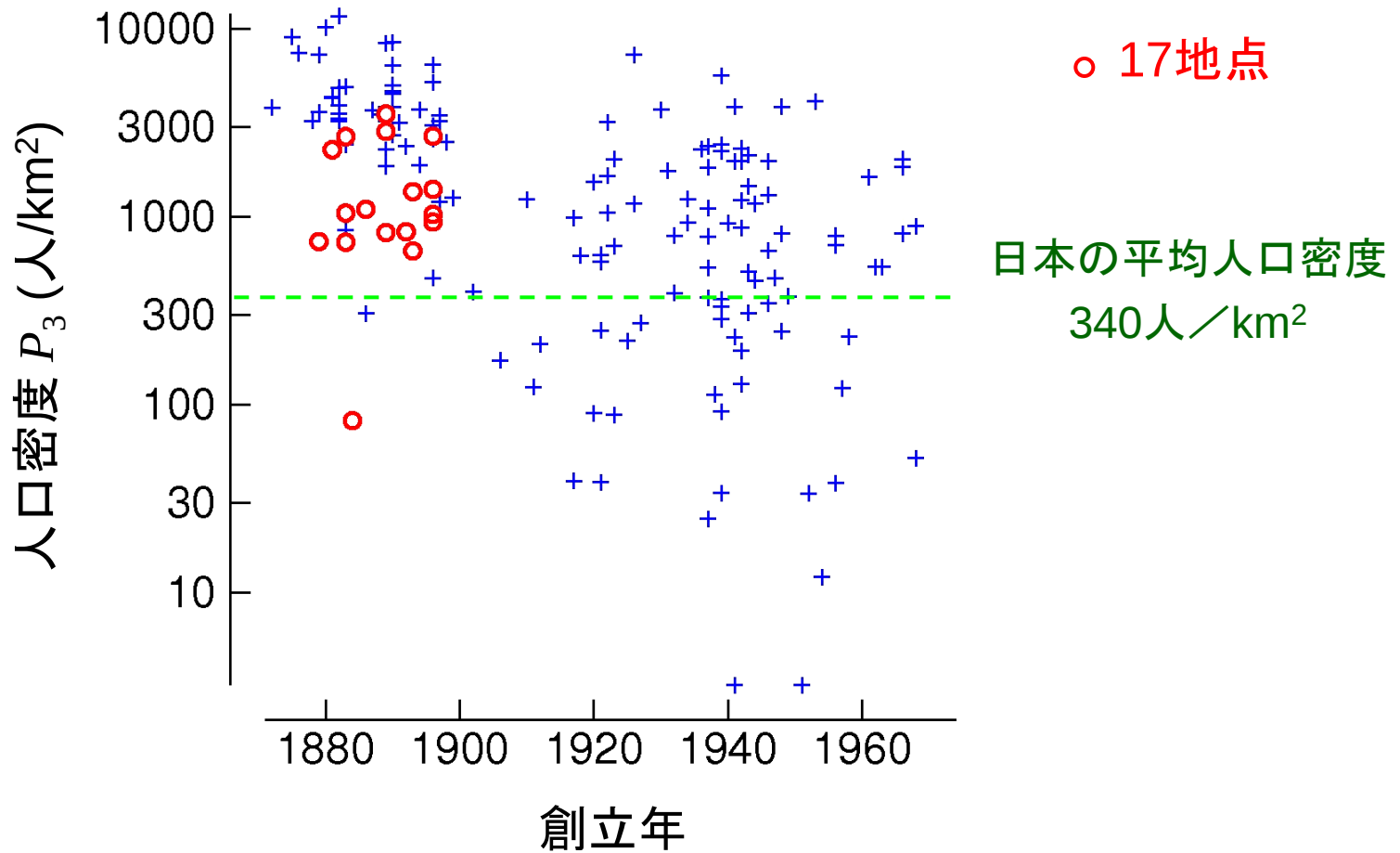


<http://www.kishou.go.jp/jma-magazine/0404/tyousyajpg.jpg>

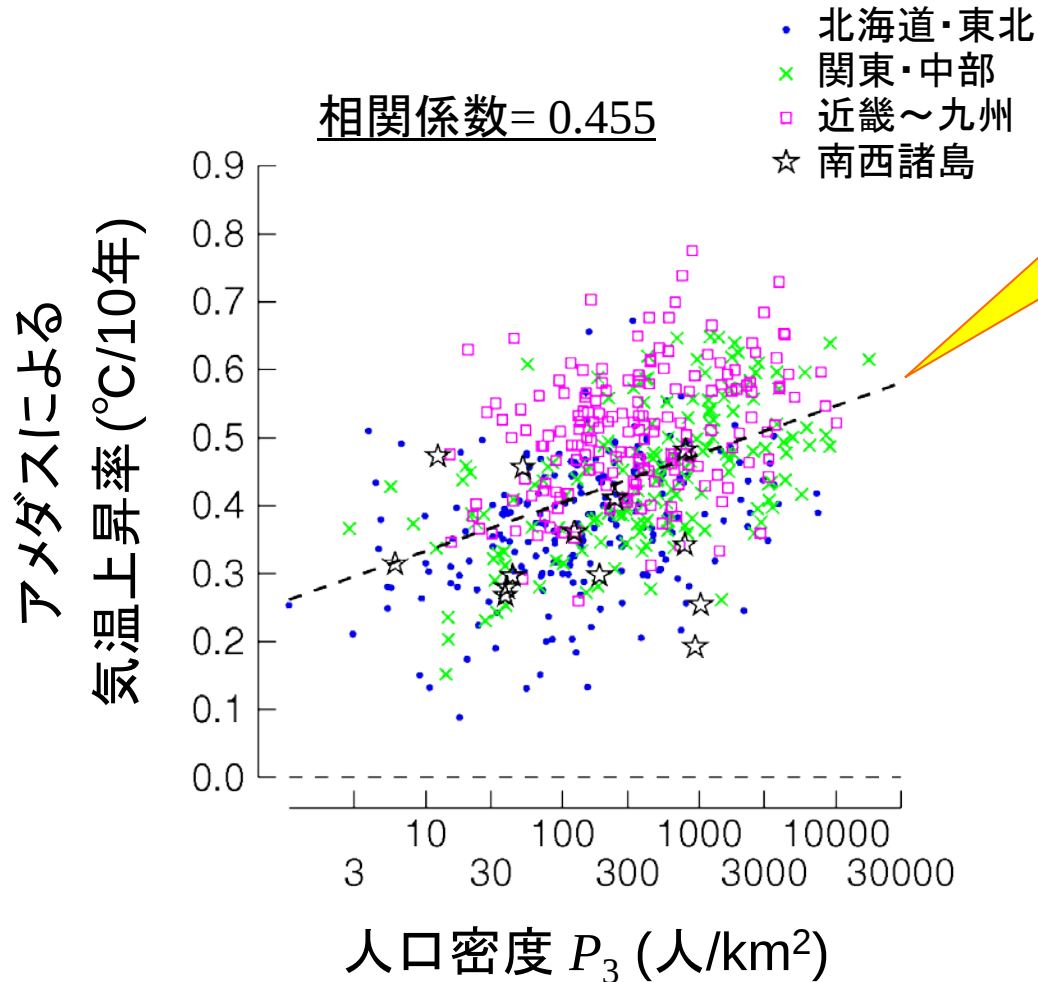


<http://www.okinawa-jma.go.jp/ishigaki/bestshot/200309/soku002.JPG>

気象官署の都市化の度合い



人口密度と気温上昇率の関係 (1979.3～)



人口密度の小さい地点でも,
0.3°C/10年程度の上昇

しかし、人口密度が大きいほど
上昇率が高い

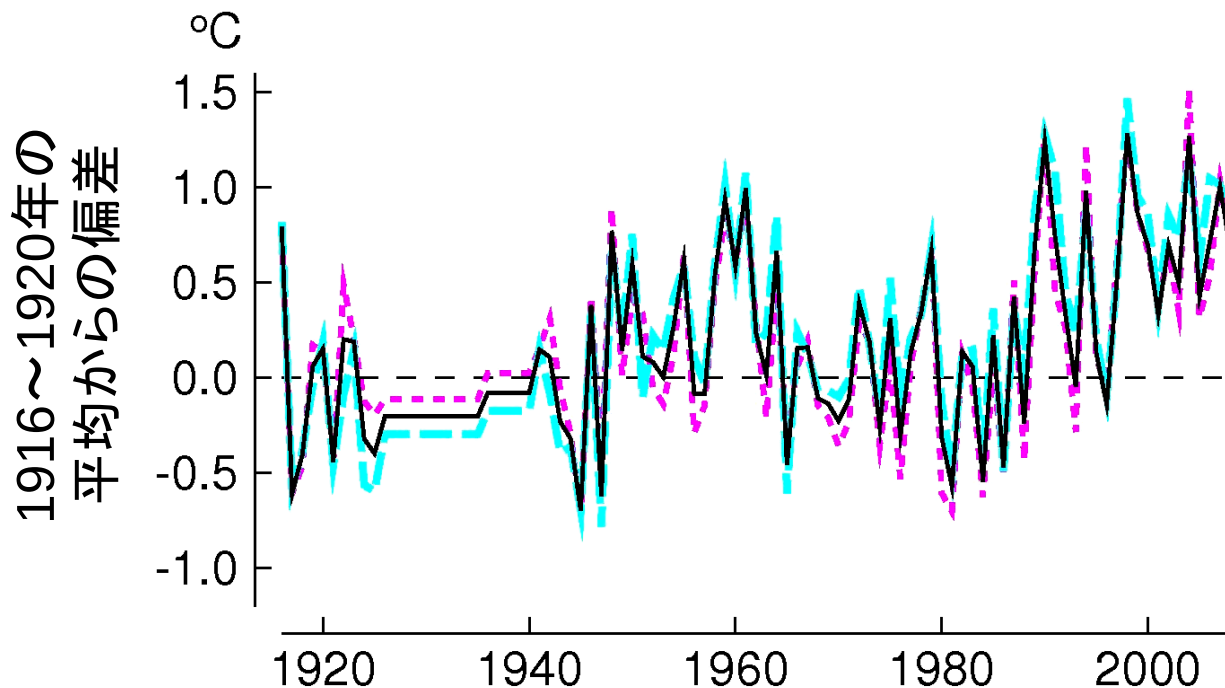
人口密度 (人/km ²)	上昇率 (°C/10年)
<30	0.34
30~100	0.37
100~300	0.42
300~1000	0.46
1000~3000	0.50
≥3000	0.51

人口密度別の経年変化
(全国平均)

区内観測データを利用した 過去1世紀のバックグラウンド昇温率の評価

経年変化率 (1916～2010年, °C/100年)

	全国	北海道・東北	関東・中部	近畿～九州
----- 日最高	0.66	0.55	0.69	0.69
----- 日最低	1.21	1.05	1.18	1.32
—— 日平均	0.88	0.76	0.88	0.94



謝辞 この研究は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)「日本の温暖化率の算定に関わる都市バイアスの評価と微気候的影響の解明」(H22～24年度, No.22340141) の一部として行われた。気象官署データは気象庁気候情報課から提供を受けた。

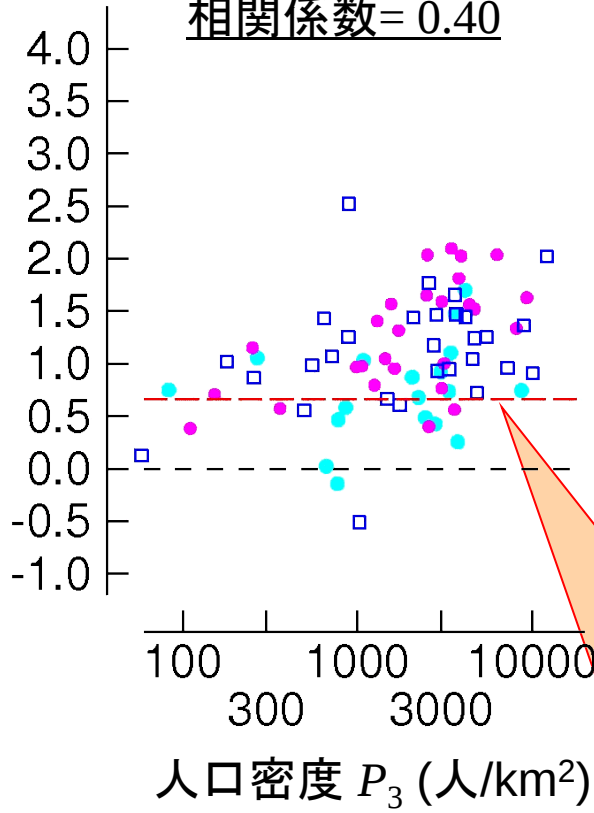
人口密度と気温上昇率の関係 (1916～)

● 北海道・東北 ● 関東・中部 □ 近畿～九州

日最高

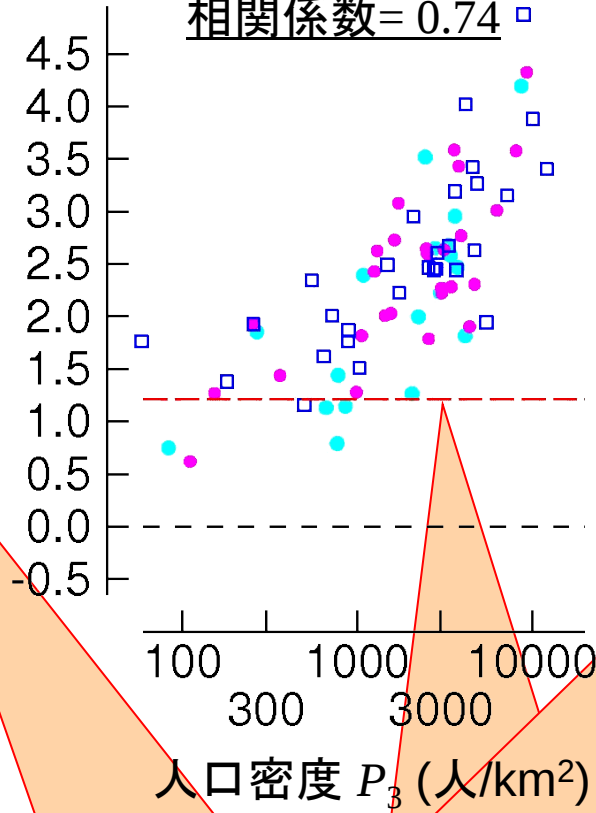
相関係数= 0.40

気温上昇率 (°C/100年)



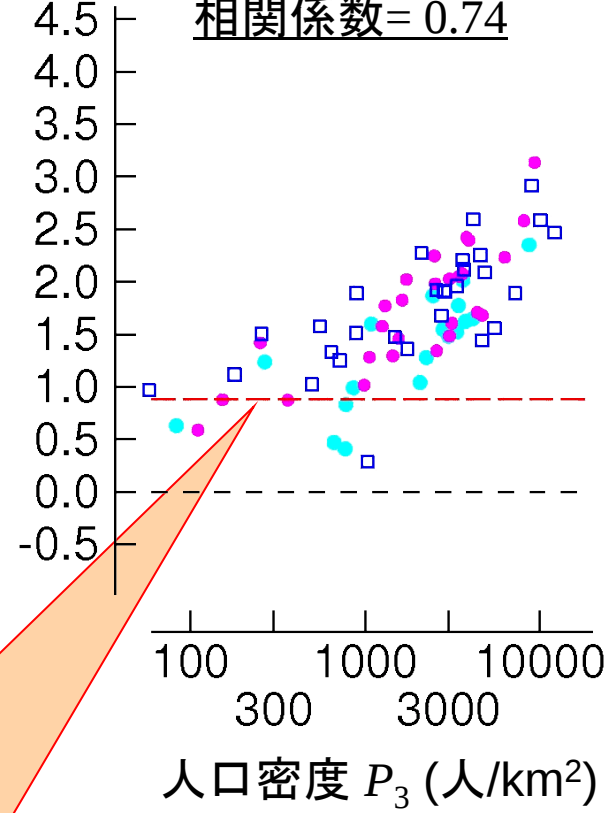
日最低

相関係数= 0.74



日平均

相関係数= 0.74



非都市地点の昇温率 (全国平均)

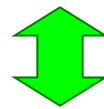
都市高温化に関する否定的見解

Peterson (2003, J. Climate)

- アメリカ本土の40地域について、都市と郊外の気温比較 → 気温差なし
- 都市高温化の根拠になったデータの信頼性や均質性に疑問がある。
 - 都市の観測所の多くは公園や空港にあり、必ずしも経年昇温傾向はない。
 - 都市の気温上昇はいつまでも続くわけではなく、ヨーロッパなどでは、昇温が止まった (stabilized) 都市もある。
 - 都市気候は強調されすぎている。都市効果の検出に成功した研究結果が選択的に発信され、情報の偏りが生じている。

Parker (2006, J. Climate)

気温の長期上昇率は、強風時も弱風時も差がない
→ 昇温は都市化によるものではない (都市化なら弱風時 > 強風時のはず)。



日本の都市地点の昇温率は、弱風時 > 強風時、かつ無降水時 > 降水時
→ 日本の都市地点の昇温には都市化が寄与している (藤部, 2010).

1.3 長期気温データの均質性に関する問題

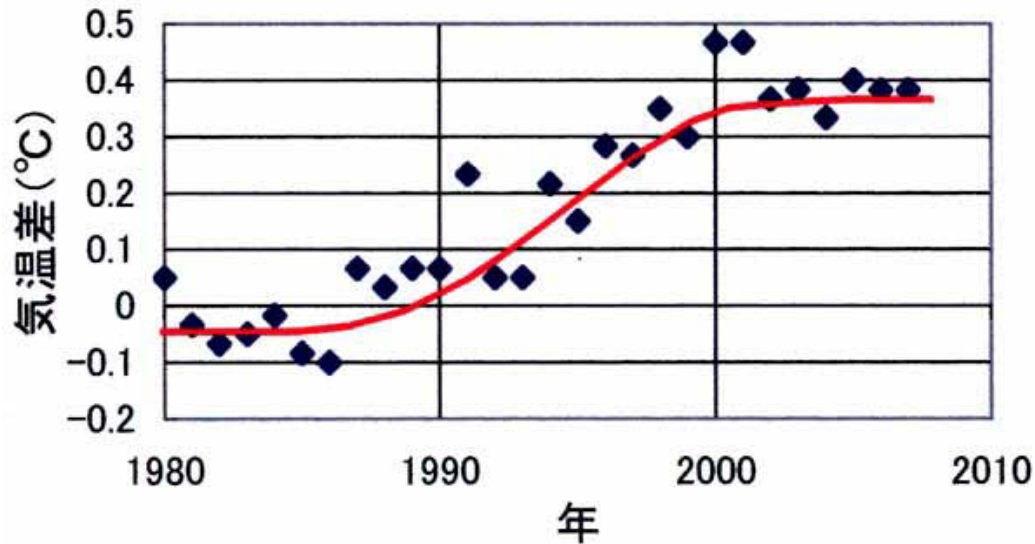
長期気温データの均質性に関わる問題 (1)

- ・観測所の移転, 移設
- ・観測所の周辺の都市化
- ・観測所周囲のミクロな環境変化
 - 「日だまり効果」
 - 放射環境の変化?
- ・観測回数, 観測時刻 (日界) の変更
- ・測器・観測施設の変更

気温の観測値に対する「日だまり効果」

(近藤, <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/index.html>)

津山ー6アメダス(千屋、新見、福渡、和気、虫明、笠岡)



津山と周辺6アメダスの
年平均気温の差の経年変化

この図から、日だまり効果による津山の昇温は 0.4°C と見積もることができる。
(上記HPによる)



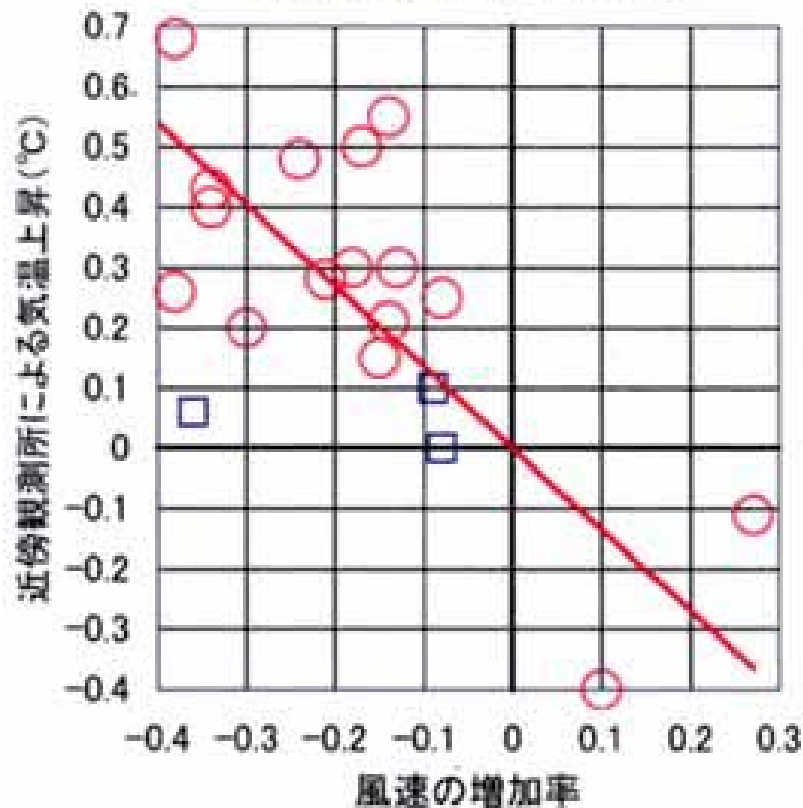
津山観測所露場の北側から撮影した西方向の写真。正面に写っている桜の10本が卓越風(西～北西風)を弱めていたと考えられる。

(上記HPによる)

気温の観測値に対する「日だまり効果」

(近藤, <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/index.html>)

日だまり効果(2008年3月解析)



日だまり効果とは、観測所周辺の風が樹木の繁茂や建物が建てられることによって弱められ、気温とくに地温が高くなる現象である。

小都市(村落)であっても日だまり効果によって平均気温が上昇する。気候変動(バックグラウンド温暖化量)の解析において、日だまり効果の補正が重要となる。

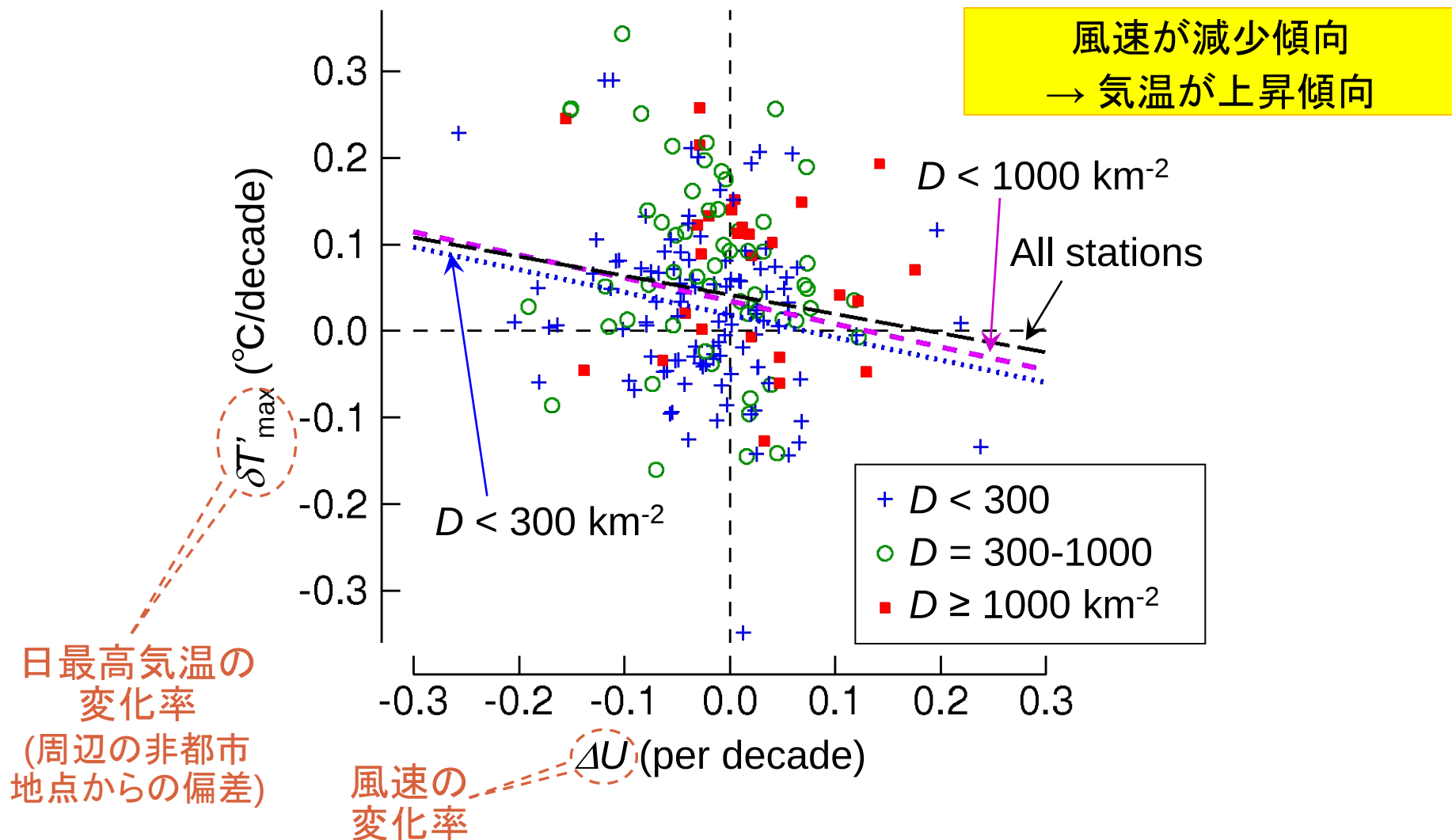
都市化や日だまり効果がほとんど無視できる観測所は、日本の約160カ所の気象台・測候所(無人化されたものを含む)のうち4～5カ所しか存在しない。

(上記HPによる)

風速変化率と気温変化率の逆相関

気温変化率と風速変化率の関係 (日最高気温)

対象: 年平均風速 $\bar{U} \geq 1.5$ m/sである194地点



長期気温変動の評価に対する微気候的要因: 国外の文献

Pielke et al. (2007), JGR, 112, doi:10.1029/2006JD008229.

Pielke et al. (2007), BAMS, 88, 913–928.

長期気温データの均質性に影響する微気候的要因（土地利用状態，樹木・建物など）についてのレビュー

The use of temperature data from poorly sited stations can lead to a false sense of confidence in the robustness of multidecadal surface air temperature trend assessments.

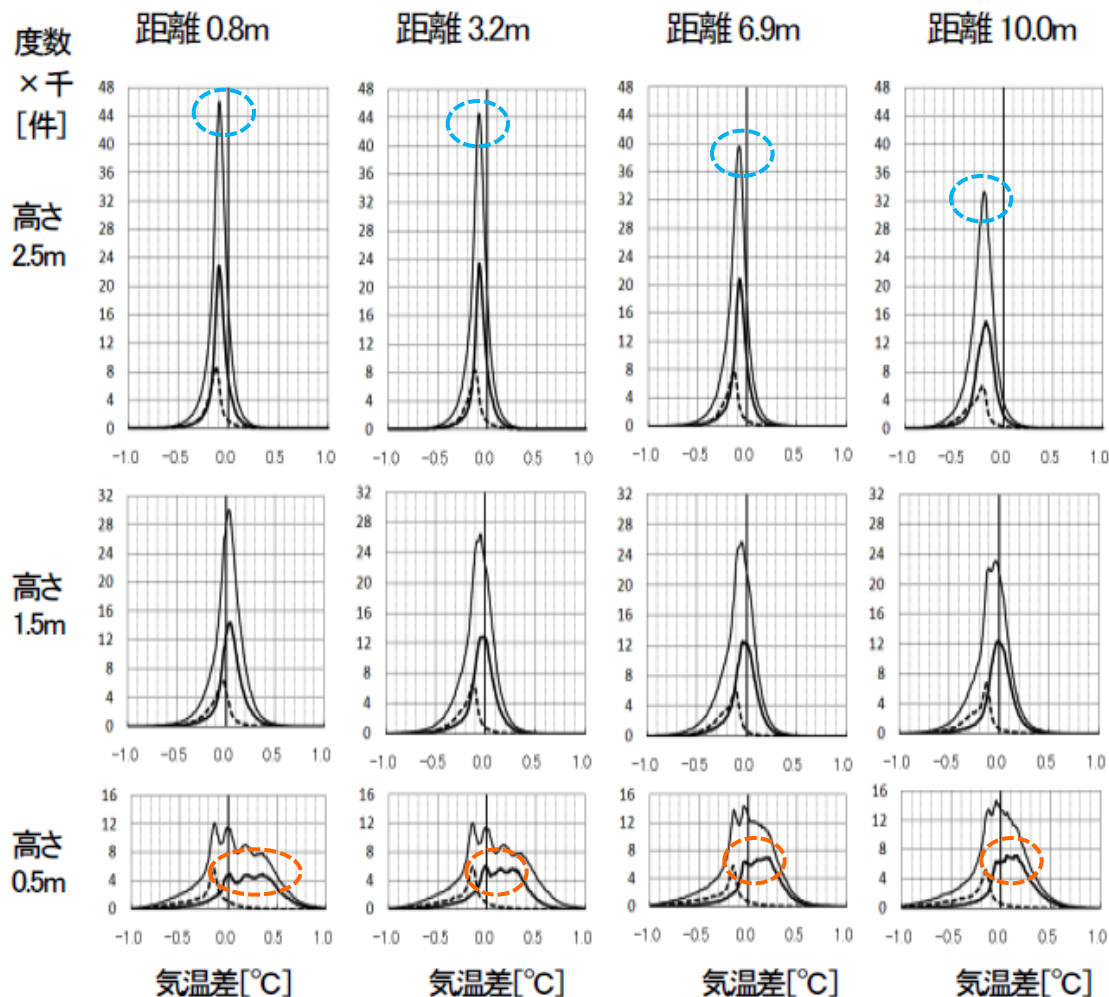
Runnalls and Oke (2006), J. Climate, 19, 959–978.

長期気温データにおける微気候的要因による不均質の検出

Changnon and Kunkel (2006), J. Atm. Oceanic Technol., 23, 825–828.

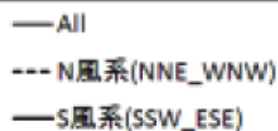
長期気温データに現れた微気候的要因による不均質の事例

道路周辺の微気候観測 (気象測器検定試験センター)



熊本ほか, 2011: アスファルト道路が
気温観測に及ぼす影響の屋外測定
による評価. 気象学会2011秋季大
会, B101.

図1 風系別の気温差のヒストグラム
(2010.6/30-10/1)



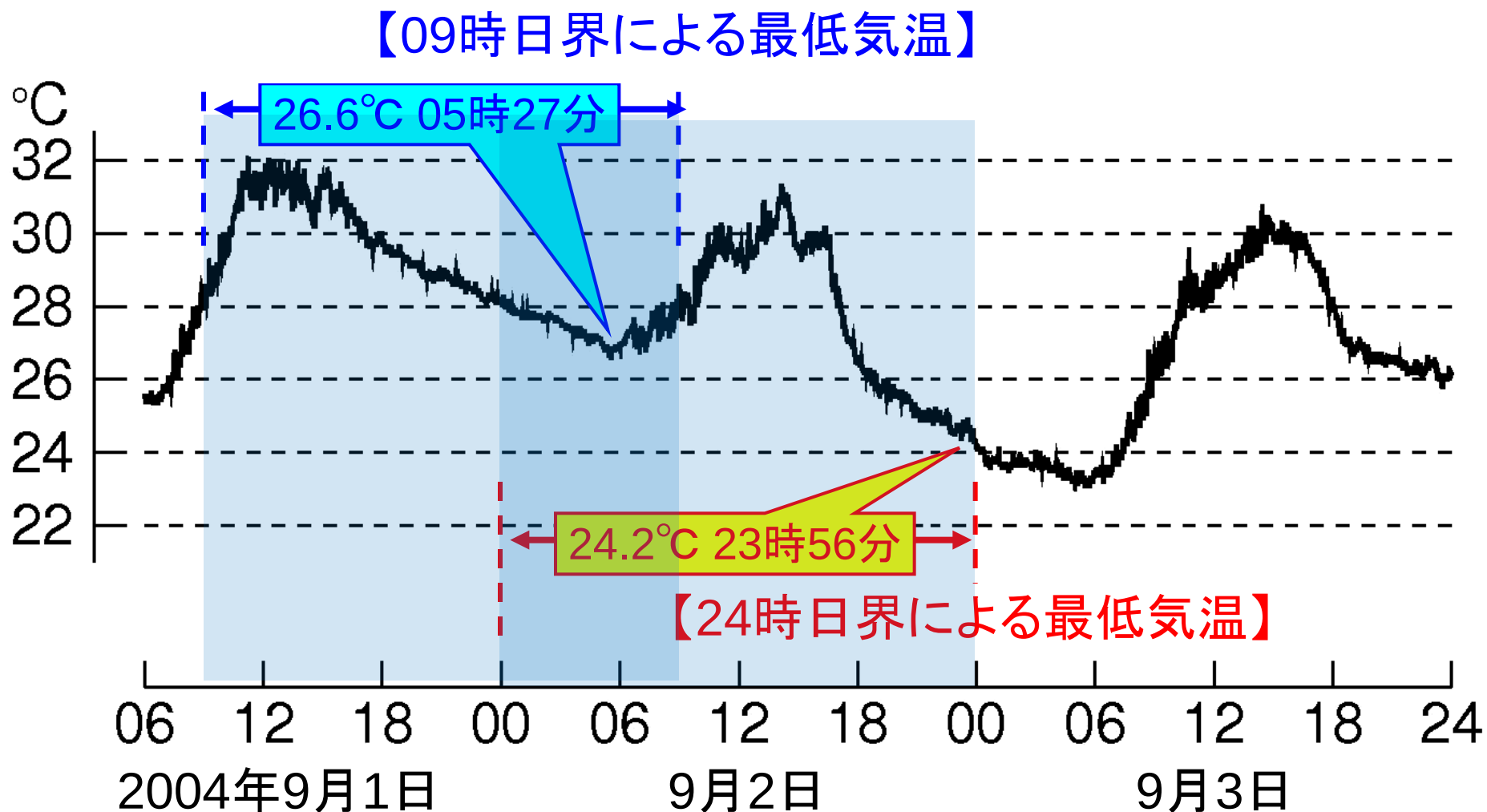
長期気温データの均質性に関わる問題 (2)

- ・観測所の移転, 移設
- ・観測所の周辺の都市化
- ・観測所周囲のミクロな環境変化
- ・観測回数, 観測時刻 (日界) の変更
 - 1953～63年の日最低気温は09時日界
 - 1939年以前は多くの官署で22時日界
 - 1952年以前は日平均気温を日3回観測値から求めた地点が存在
- ・測器・観測施設の変更

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



日界の違いによる日最低気温の差

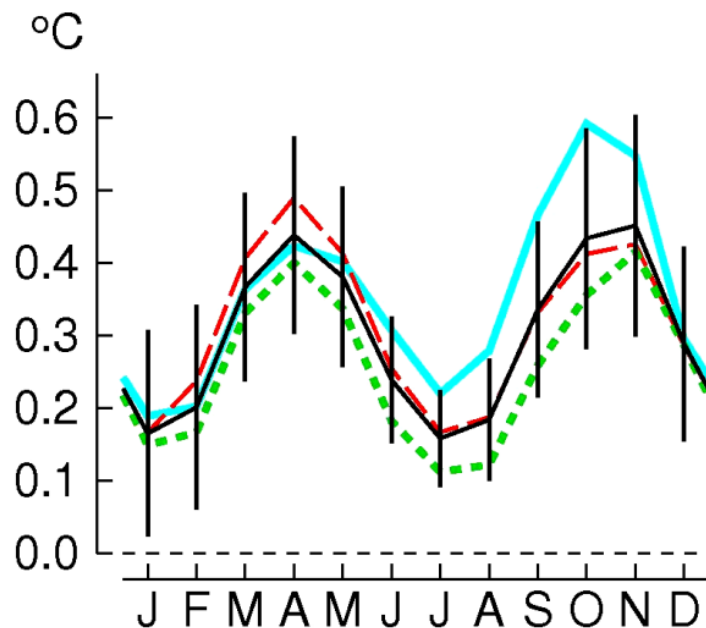
— 北海道・東北

- - 関東・中部

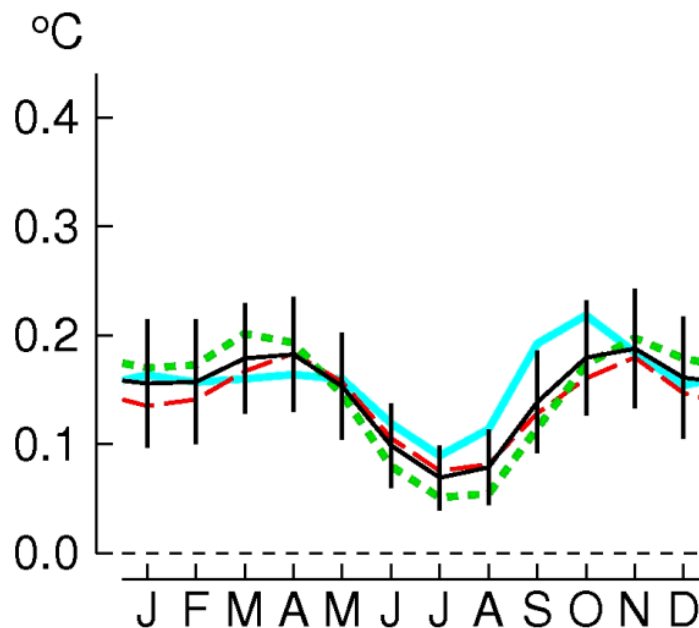
... 近畿～九州

— 全国

09時日界－24時日界



22時日界－24時日界



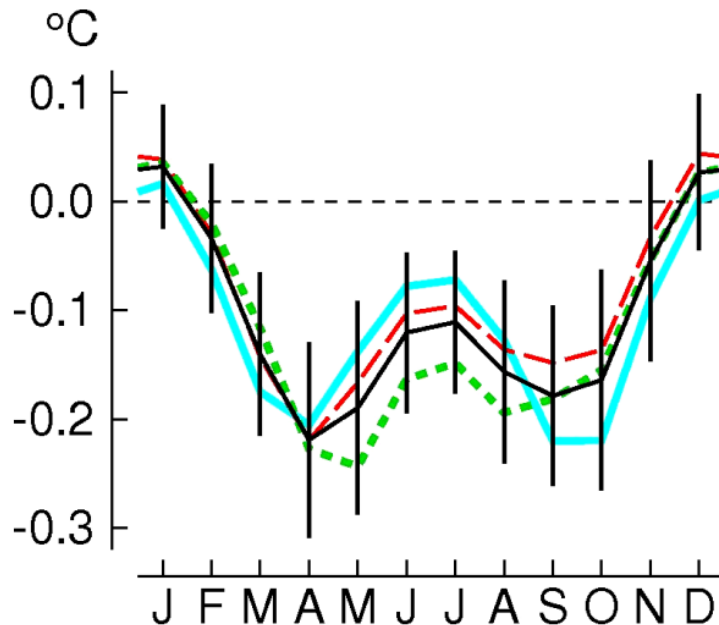
32年間のアメダス資料による統計

観測回数の違いによる日平均気温の差

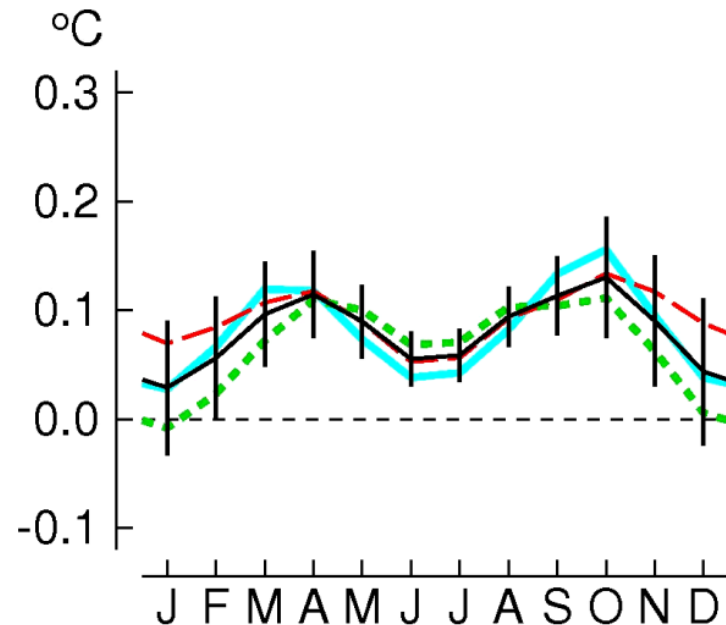
—— 北海道・東北
—— 関東・中部

..... 近畿～九州
—— 全国

3回 (06, 14, 22時)－24回



4回 (03,09,15,21時)－24回



32年間のアメダス資料による統計

長期気温データの均質性に関わる問題 (3)

- ・観測所の移転, 移設
- ・観測所の周辺の都市化
- ・観測所周囲のミクロな環境変化
- ・観測回数, 観測時刻 (日界) の変更

・測器・観測施設の変更

通風・日射遮蔽など

百葉箱は, 昼間は高温偏差, 夜間は低温偏差

測器の応答特性

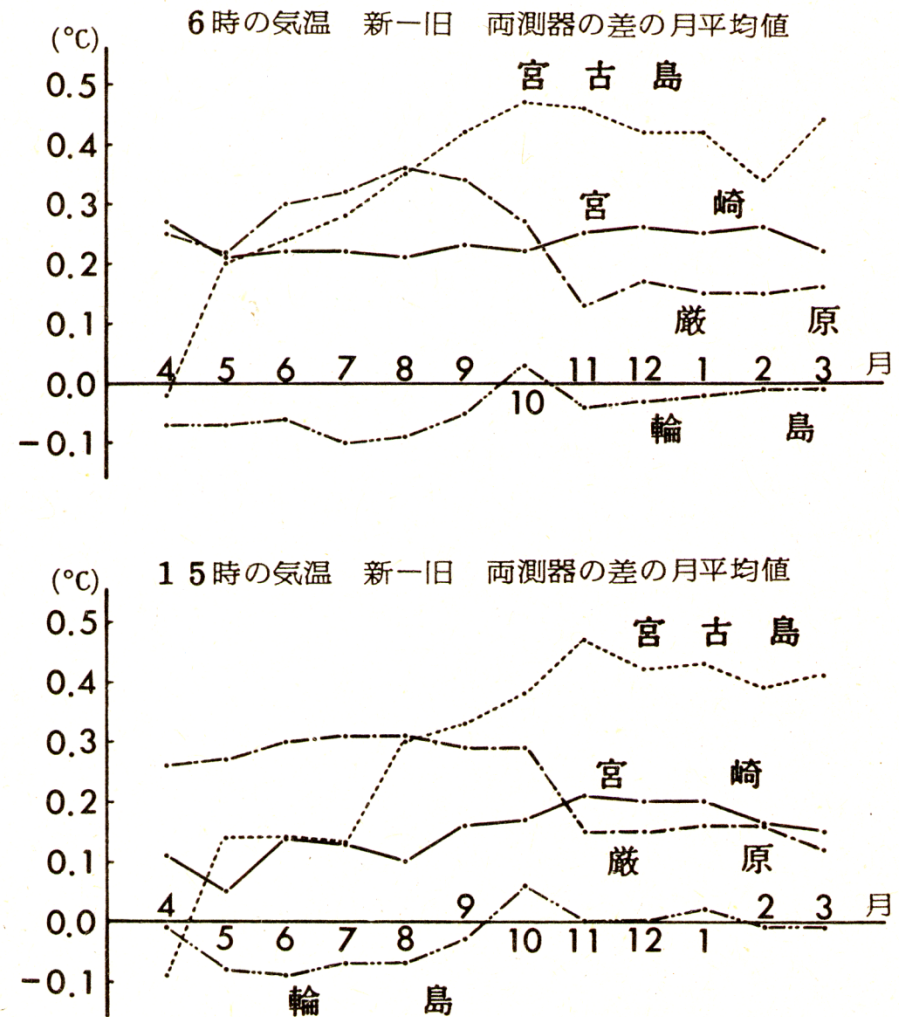
「80型測器」の導入による気温観測値の変化

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 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 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接続とする．

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．



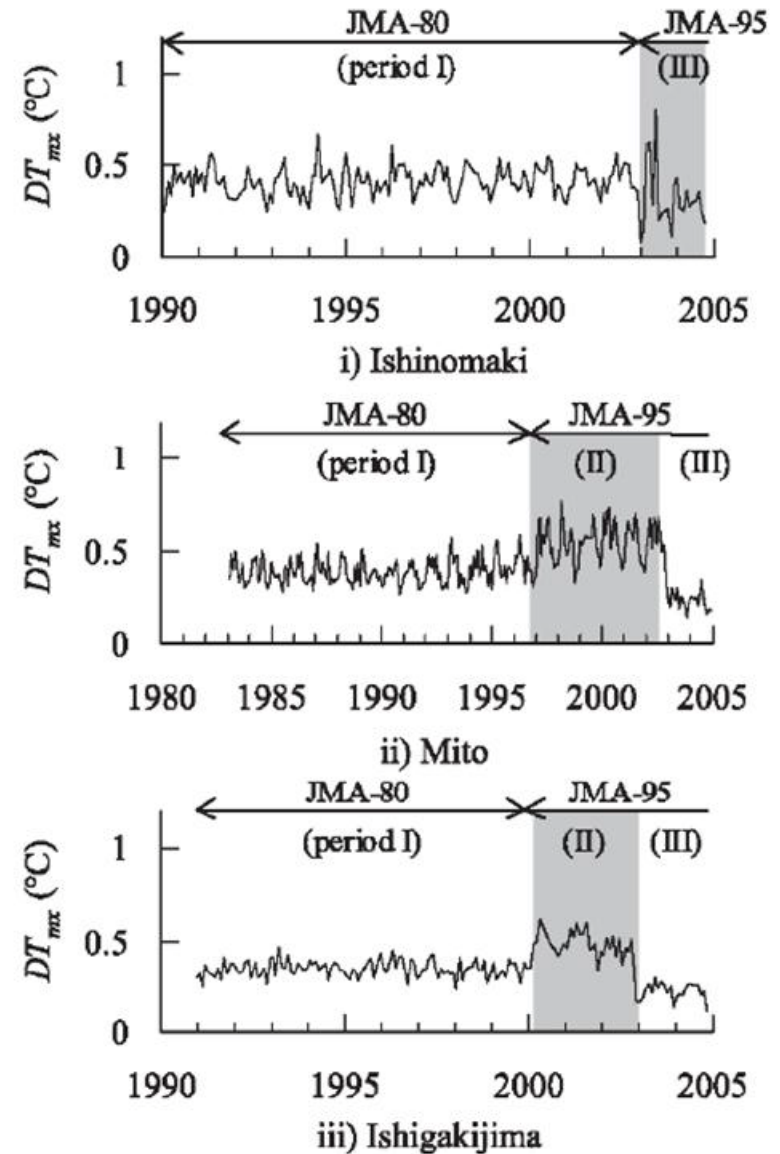
第1図 06時の気温（上図）および15時の気温（下図）の新・旧測器差の月平均値

95型と80型による気温観測値の差

地上気象観測による観測値と、アメダスによる観測値を比較



80型から95型への更新により、月平均最高気温は $+0.14 \pm 0.04^{\circ}\text{C}$ (平均 $\pm$ 標準偏差)、月平均最低気温は $-0.04 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 程度ジャンプ



松井宏之, 2006: 観測測器の更新により生じた
気象官署での観測気温の差について. 水
文・水資源学会誌, 19, 496-502.

図-2 石巻・水戸・石垣島における最高気温差 DT_{mx}

長期気温データの均質性に関わる問題 (まとめ)

- ・観測所の移転, 移設
- ・観測所の周辺の都市化
気候データにおける都市バイアス
都市規模 (人口密度) と経年昇温率の関係
- ・観測所周囲のミクロな環境変化
「日だまり効果」
放射環境の変化?
- ・観測回数, 観測時刻 (日界) の変更
09時日界 (1953～63年の日最低気温)
22時日界 (1939年以前は多くの官署)
日3回観測, 4回観測 … 日平均気温への影響
- ・測器・観測施設の変更
通風・日射遮蔽 … 百葉箱は, 昼間は高温偏差, 夜間は低温偏差
測器の応答特性

変遷履歴に関する
情報 (メタデータ)
の整備・共有

2. 日本の降水の長期変動

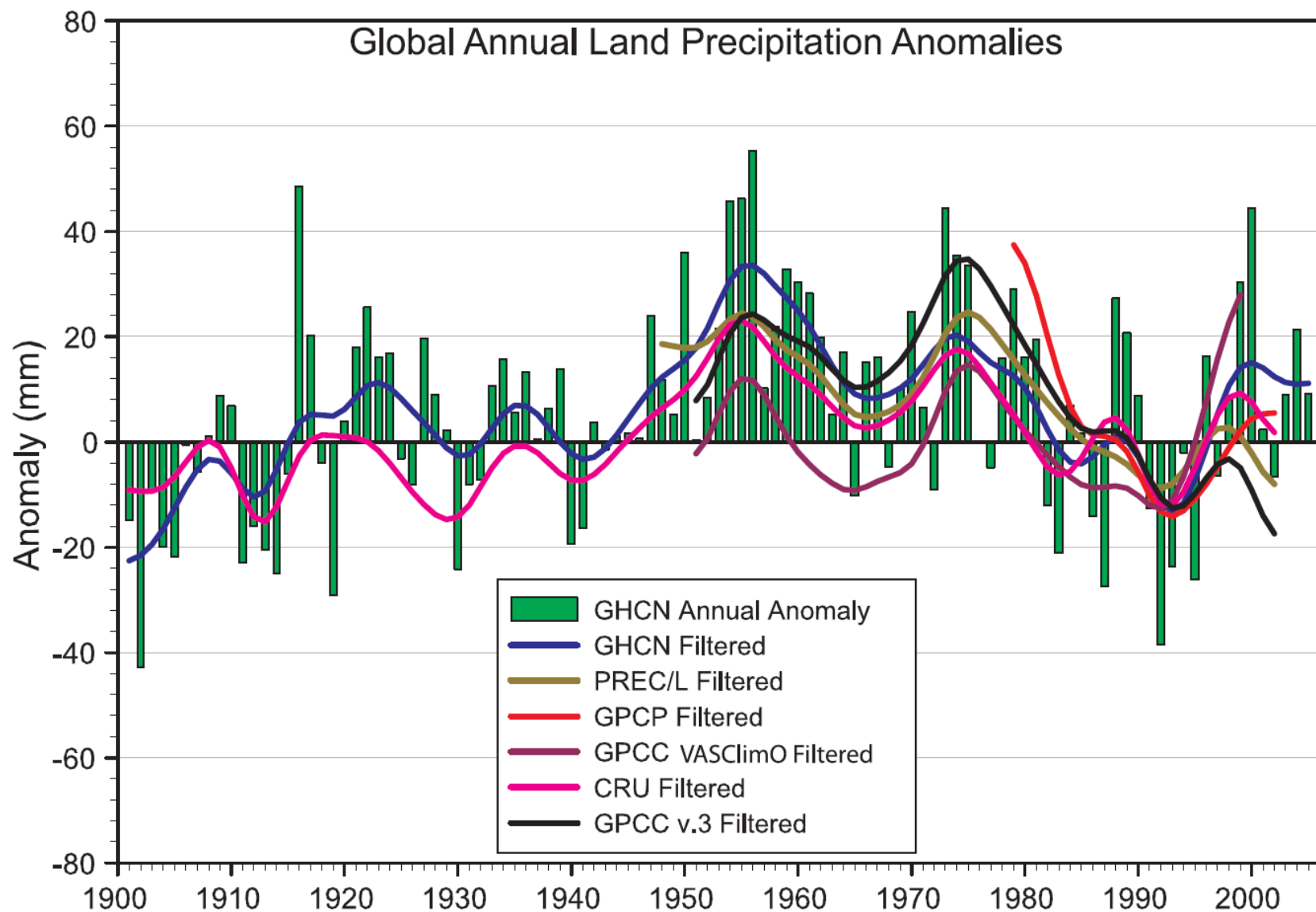
2.1 地球規模の降水量変動

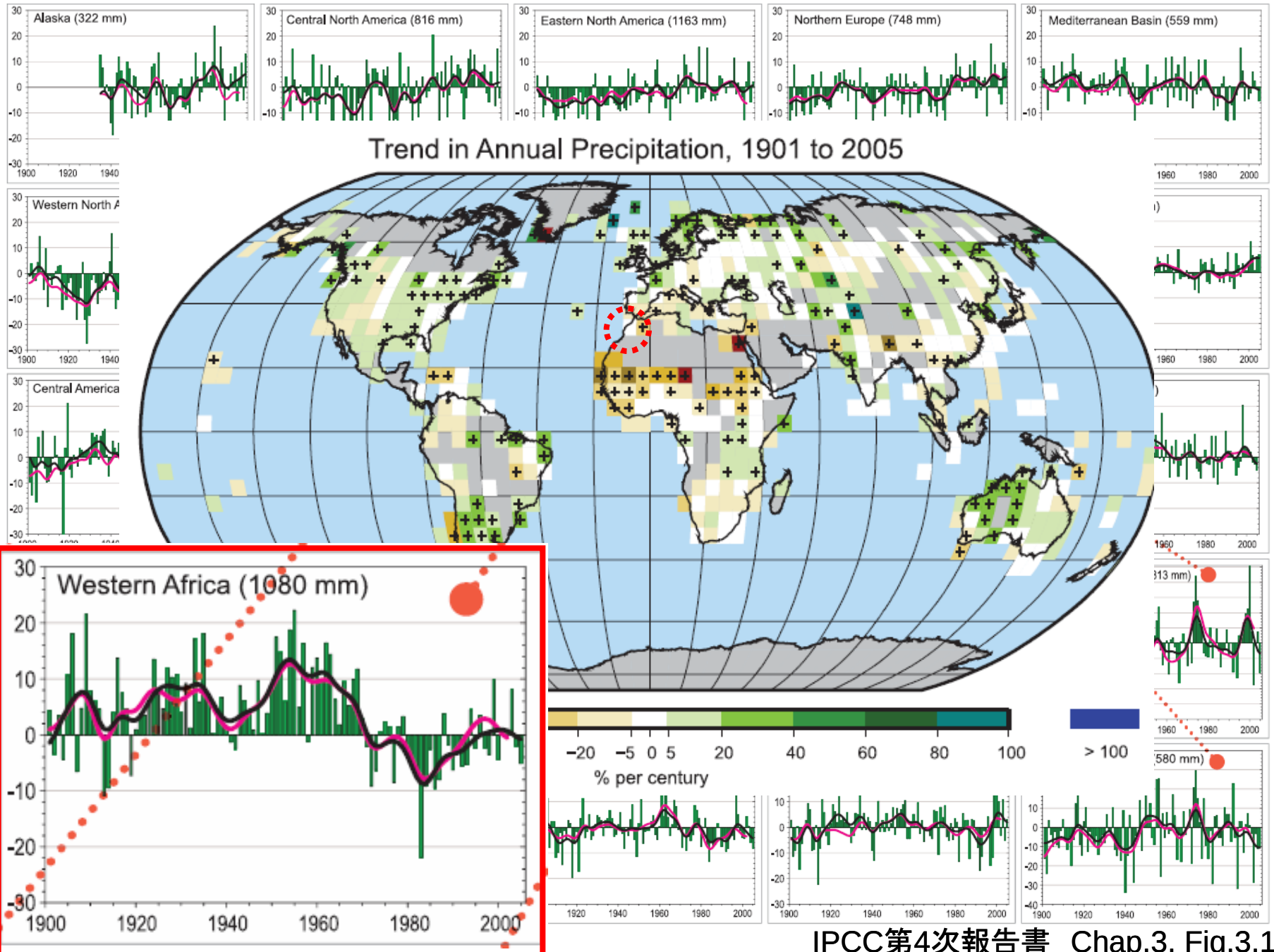
2.2 都市による降水の変化

2.3 降水量データの均質性の問題

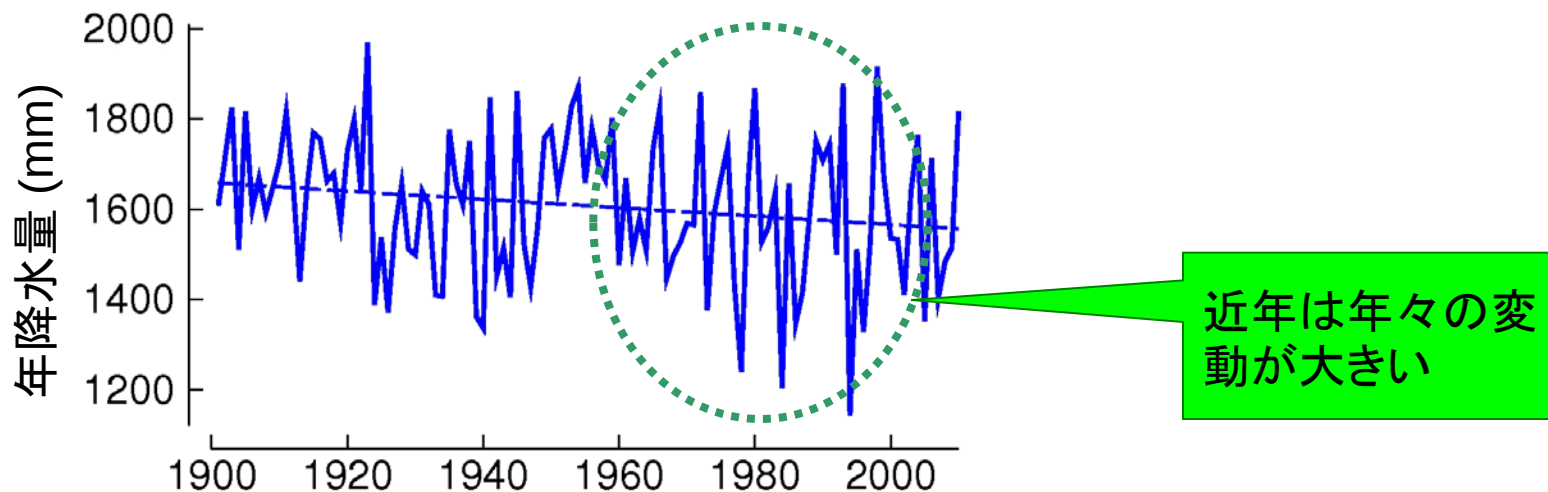
2.1 地球規模の降水量変動

世界の降水量の長期変化 (1901~2005, 陸上)





日本の降水量の長期変化 (1901～2010)

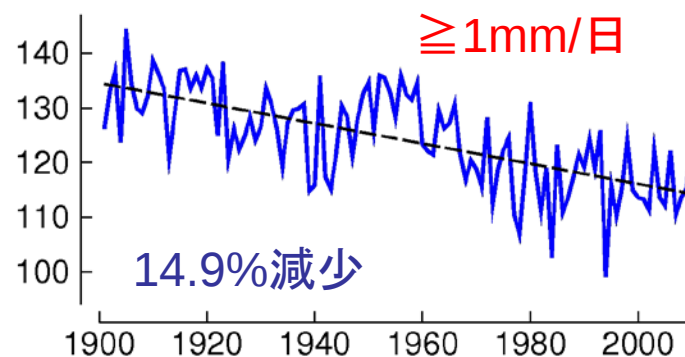
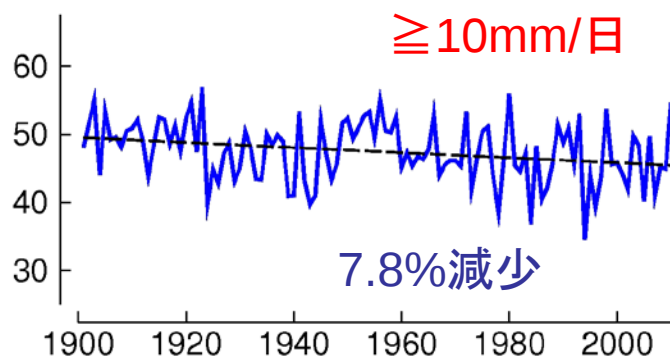
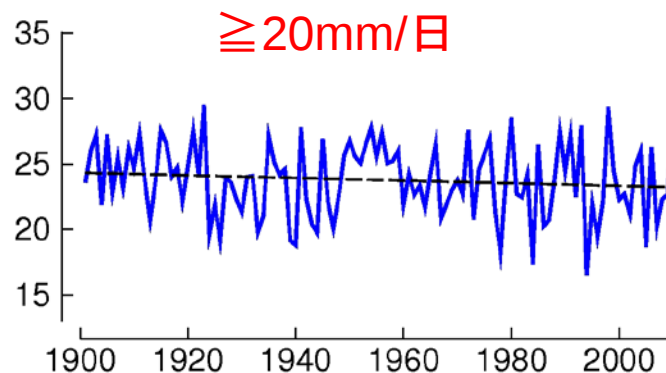
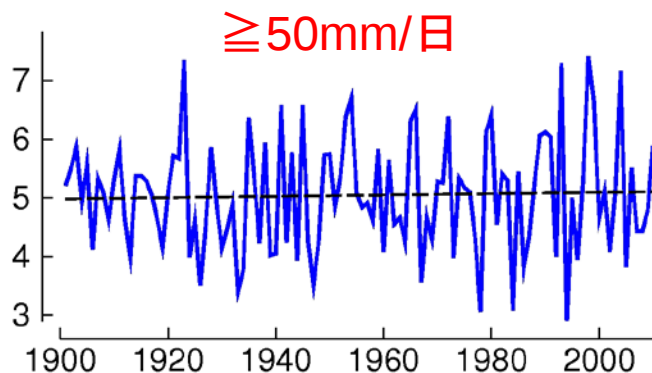
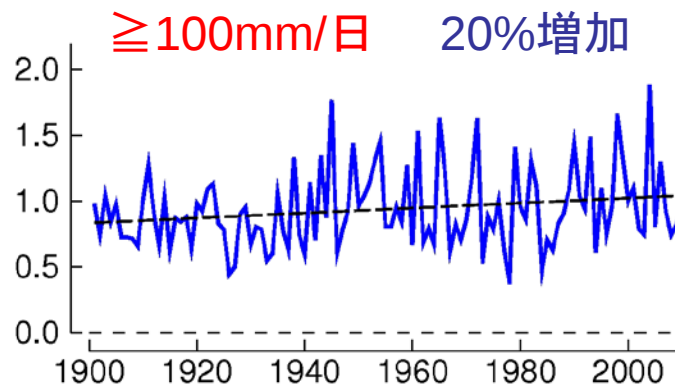
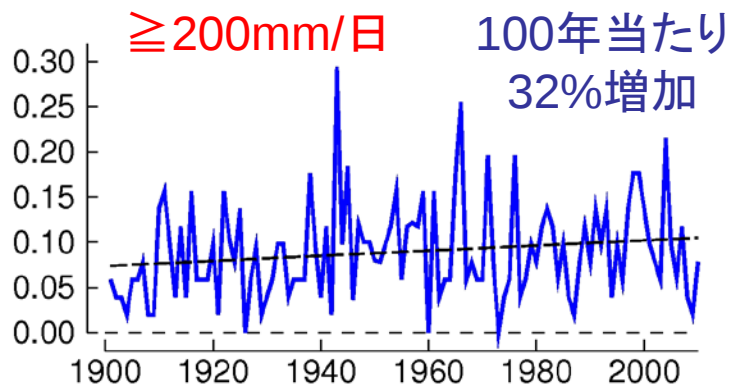


100年当たり 5.8%減少

3～5月	2.8%減
6～8月	2.5%減
9～11月	10.3%減
12～2月	9.9%減

降水の強さ別の長期変化 (1901~2010, 国内51地点)

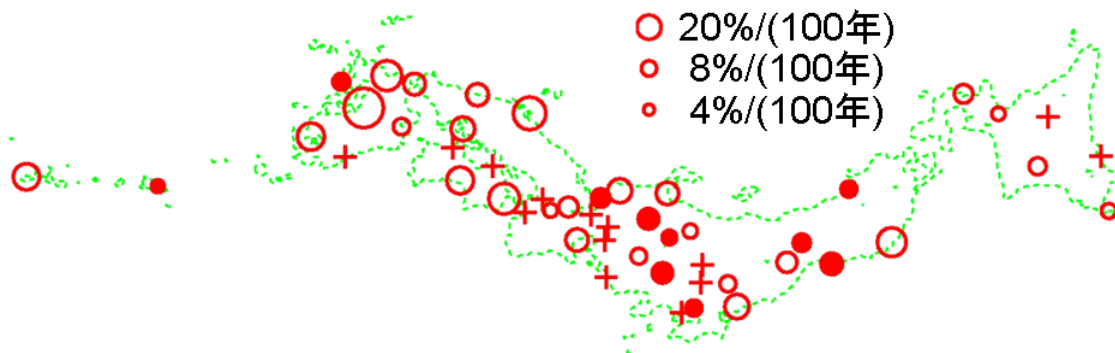
1地点当たりの年間日数



降水の強さ別の長期変化 (1901~2010, 国内51地点)

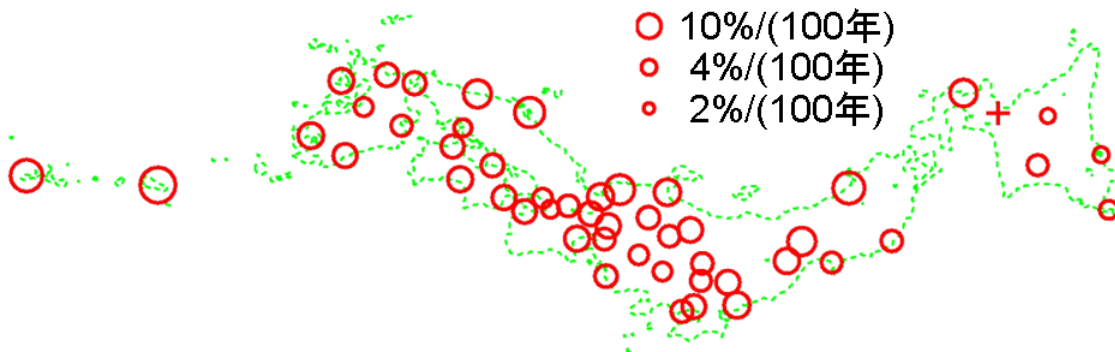
○ = 増加, ● = 減少, + = 変化率 4%/(100年) 未満

大雨日数
 $\geq 100\text{mm/日}$



○ = 増加, ● = 減少, + = 変化率 2%/(100年) 未満

無降水日数
 $< 1\text{mm/日}$



地球温暖化に伴う気候変化

(IPCC＝気候変動に関する政府間パネル, 2007)

現象及び傾向	20 世紀後半(主に1960 年以降)に起こった可能性	観測された傾向に対する人間活動の寄与の可能性	21 世紀の予測に基づく傾向の継続の可能性
ほとんどの陸域で寒い日や夜の減少と昇温	可能性がかなり高い (Very likely)	可能性が高い (Likely)	ほぼ確実 (Virtually certain)
ほとんどの陸域で継続的な高温／熱波の頻度の増加	可能性がかなり高い	可能性が高い(夜間)	ほぼ確実
ほとんどの地域で大雨の頻度(もしくは総降水量に占める大雨による降水量の割合)の増加	可能性が高い	どちらかと言えば (More likely than not)	可能性がかなり高い
干ばつの影響を受ける地域の増加	多くの地域で1970 年代以降可能性が高い	どちらかと言えば	可能性が高い
強い熱帯低気圧の活動度の増加	いくつかの地域で1970 年代以降可能性が高い	どちらかと言えば	可能性が高い

地球温暖化によって大雨が増える理由



積乱雲

寿命: 1時間

降水量: 最大数十mm

10km

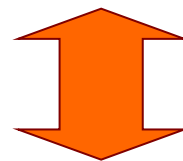


数十km以上

積乱雲の集団

積乱雲が次々に発生し
長時間続く

大雨は増えるか？



積乱雲が
できやすくなるか？
発達しやすくなるか？



大気中の水蒸気量が増える？
水蒸気を集中・上昇させる作用
が強まる？

地球温暖化によって大雨が増える理由

気象庁「異常気象レポート」(2005)

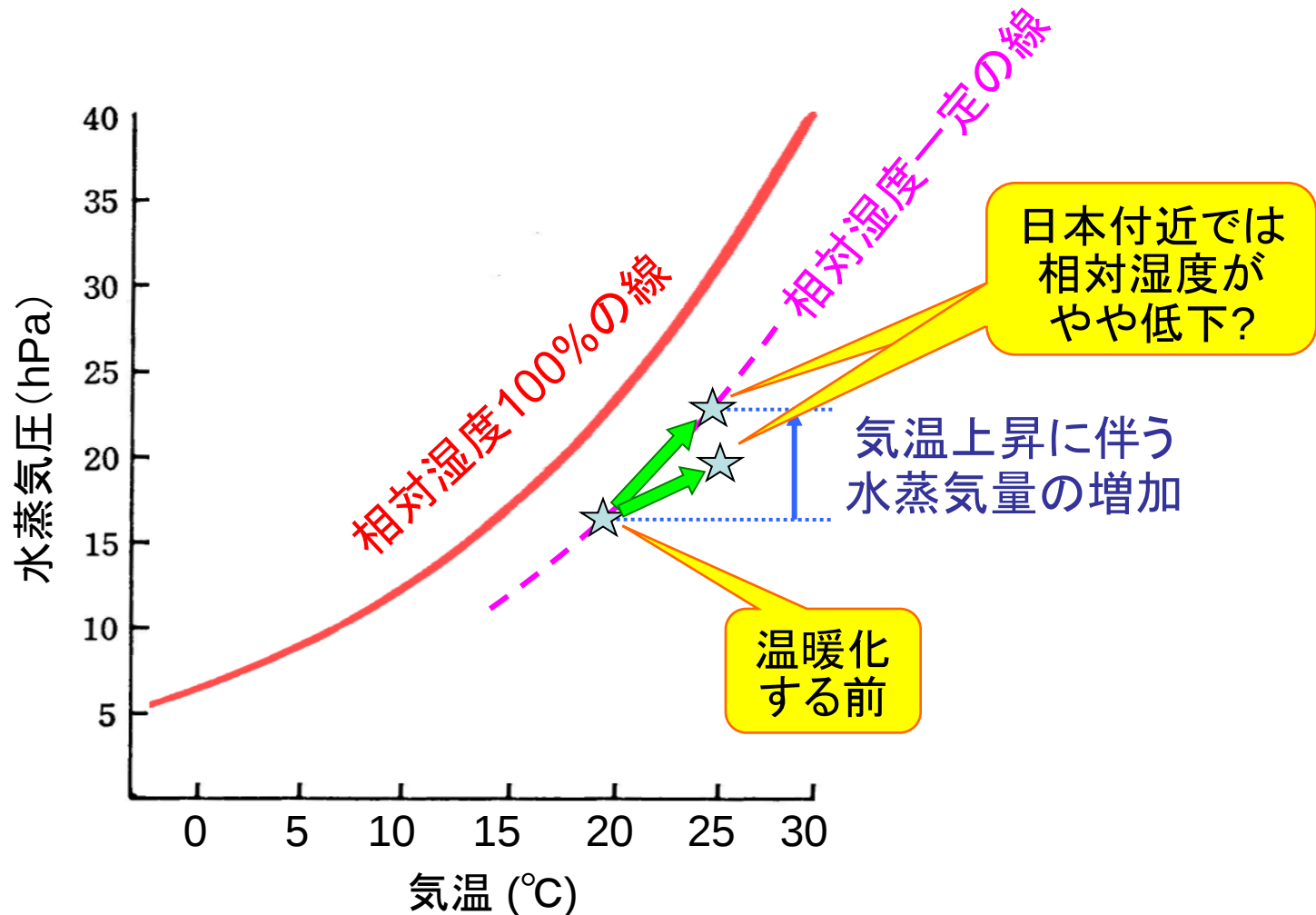
地球温暖化にともなって気温が上昇することにより、**大気中に多くの水蒸気が蓄えられることから**、強い降水現象の頻度が西日本をはじめ全国的に増加するとの予測結果が得られた。

IPCC第4次報告書 (2007)

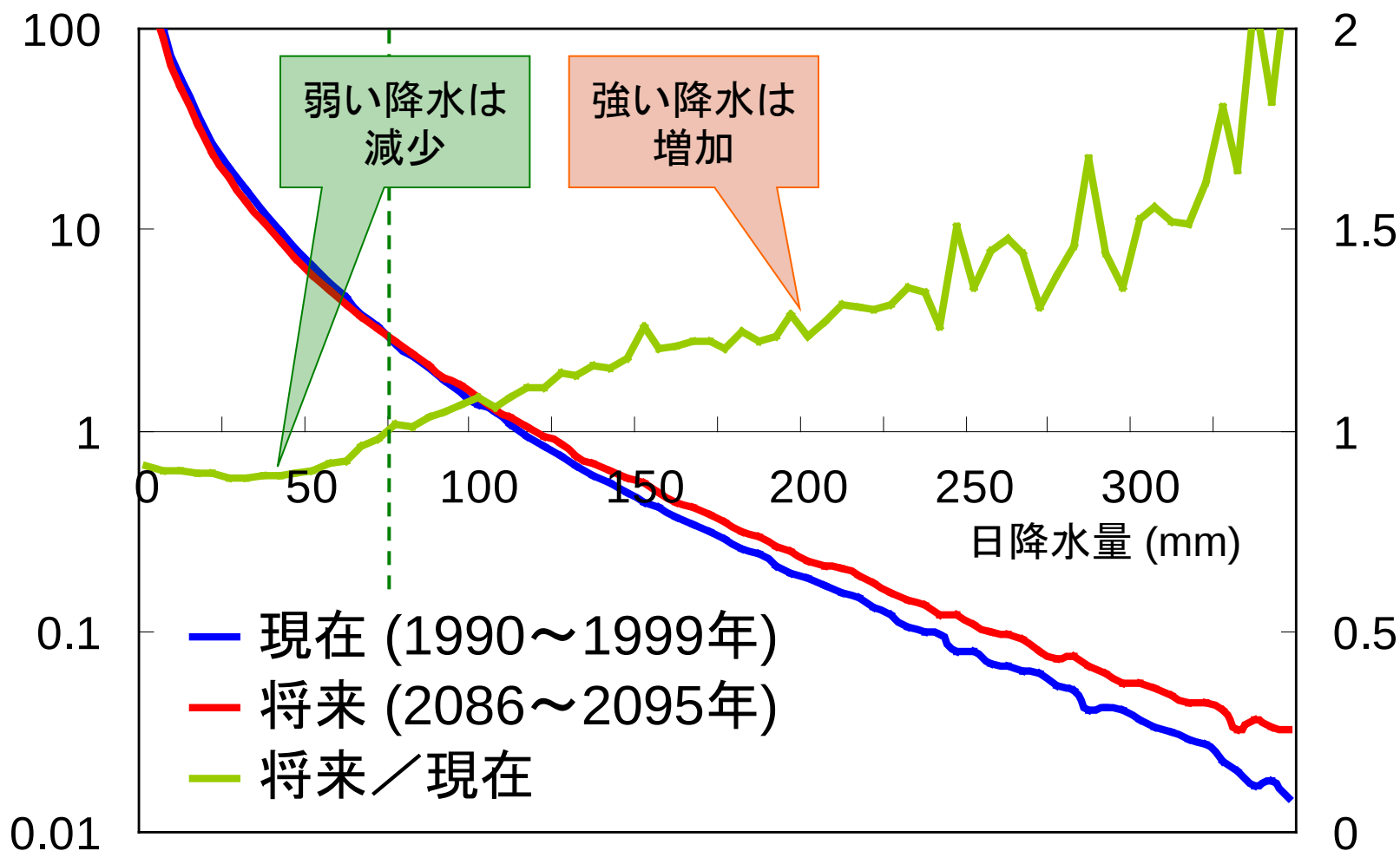
The frequency of heavy precipitation events has increased over most land areas, **consistent with warming and observed increases of atmospheric water vapour.**

大雨の頻度はほとんどの陸域において増加しており、これは**昇温や観測された大気中の水蒸気量の増加と整合している。**

地球温暖化に伴う湿度と水蒸気量の変化



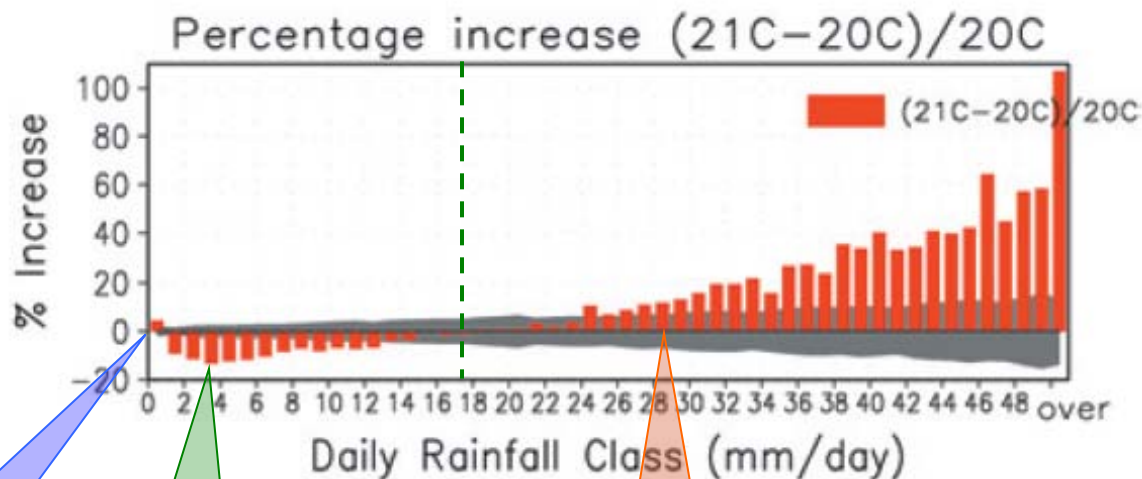
今世紀末までの日本の降水の変化予測



21世紀気候変動予測革新プログラム「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」における5km格子モデル (NHM) の予測結果. 金田幸恵氏提供.

今世紀末までの日本の降水の変化予測

北緯30～40度，東経120～150度 の範囲の日降水量の変化率
(木本ほか, 2005)



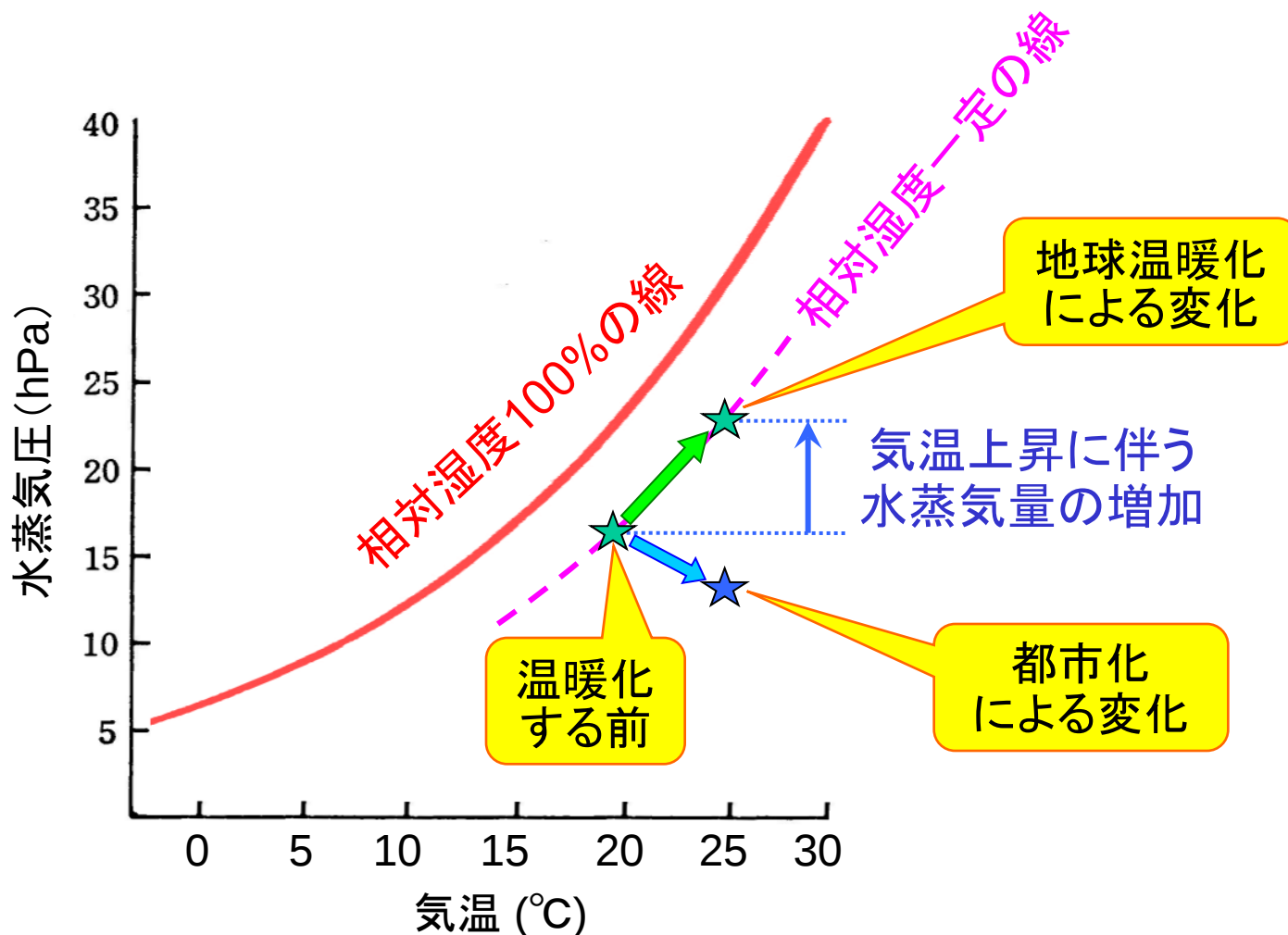
無降水日数
増加

弱い降水は
減少

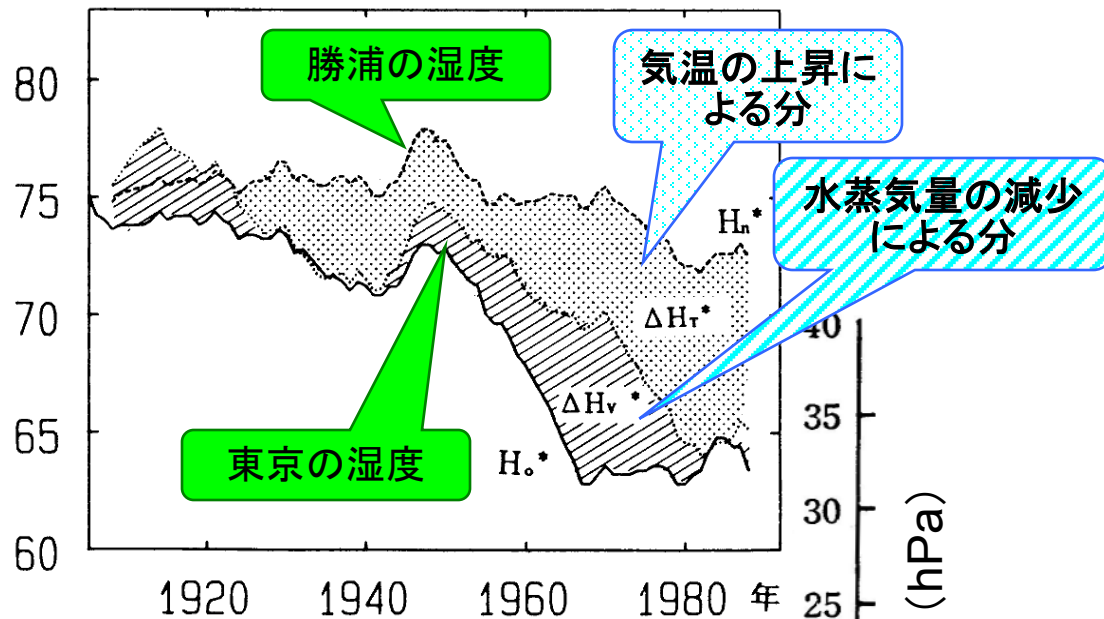
強い降水は
増加

2.2 都市による降水の変化

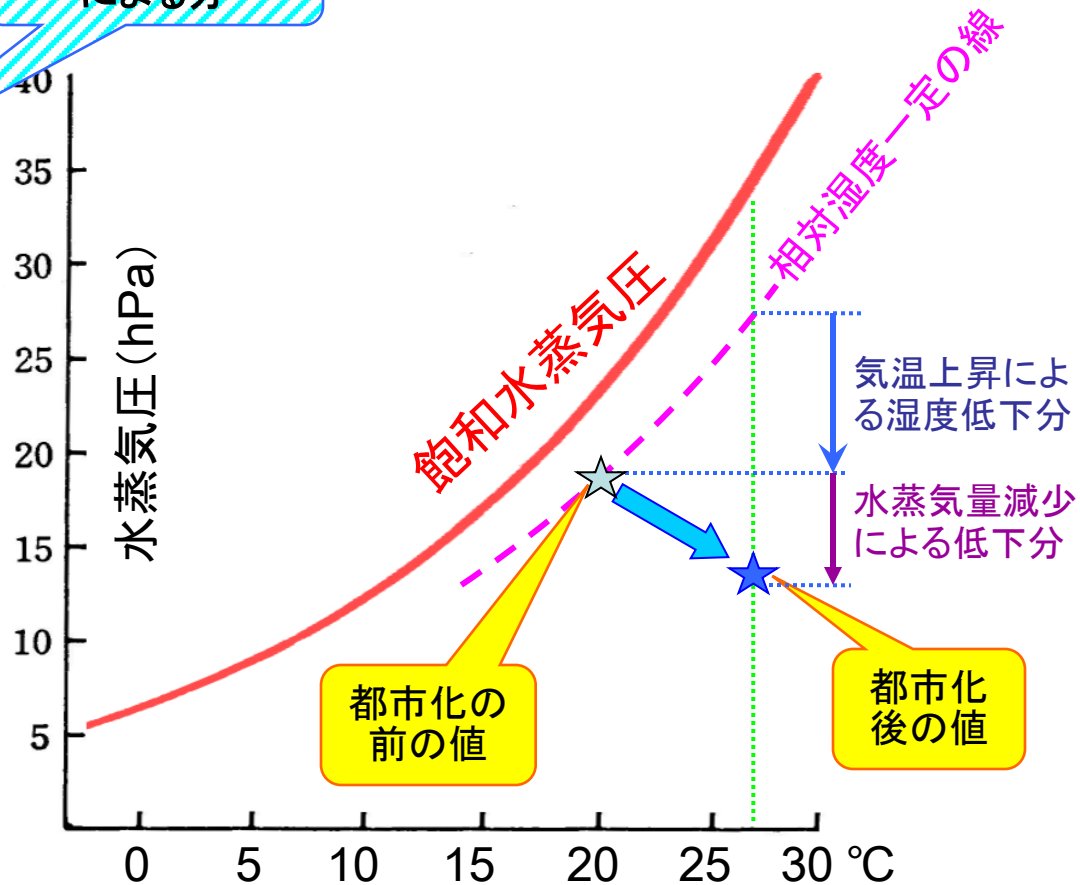
都市化に伴う湿度と水蒸気量の変化



都市化に伴う湿度と水蒸気量の変化



小元敬男, 鰐谷 憲, 巖香姫, 1994: わが国の都市の近年の湿度変化. 水文・水資源学会誌, 7, 106-113.



都市化によって大雨が増える理由



積乱雲

寿命: 1時間

降水量: 最大数十mm

10km



数十km以上

積乱雲の集団

積乱雲が次々に発生し
長時間続く

大雨は増えるか？



積乱雲が
できやすくなるか？
発達しやすくなるか？



大気中の水蒸気量が増える？
水蒸気を集中・上昇させる作用
が強まる？

都市化によって大雨が増える理由



都市は加熱が強く、対流が活発

↓
積雲の発生

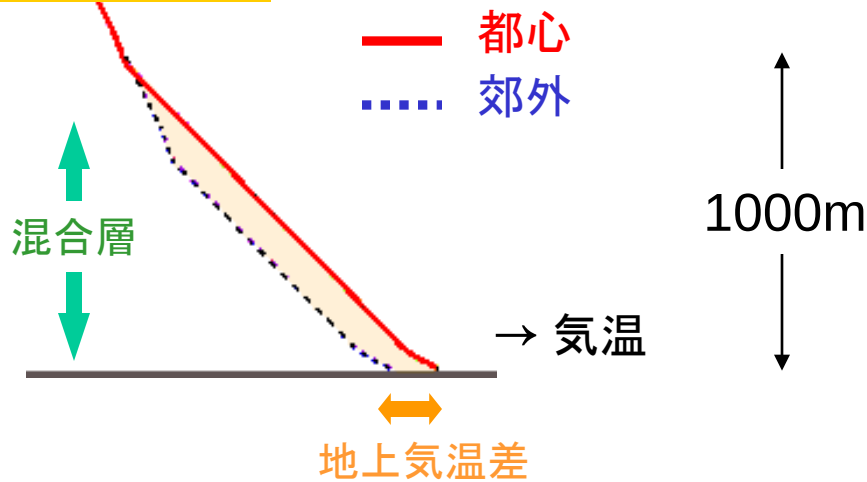


上昇流による水蒸気の汲み上げ

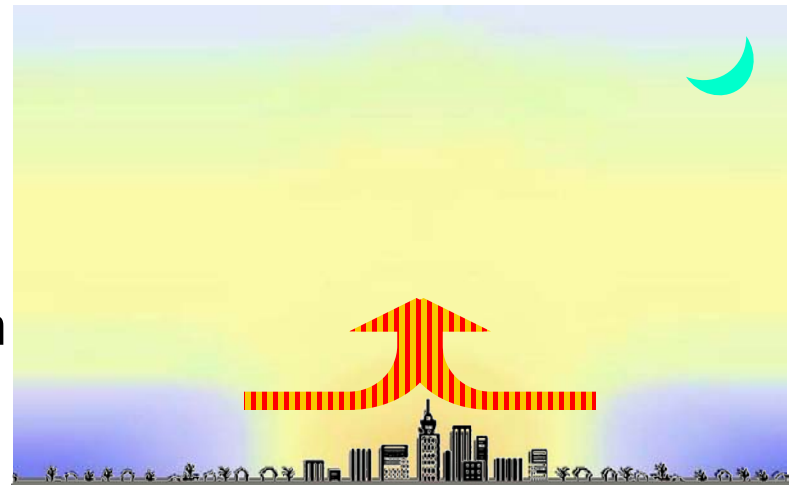
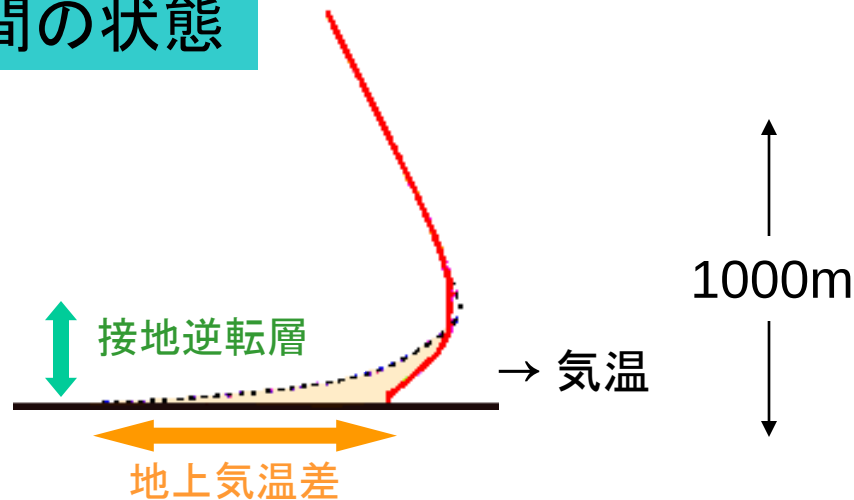
↓
都市上空の湿潤化

昼間と夜間のヒートアイランドの違い

昼間の状態



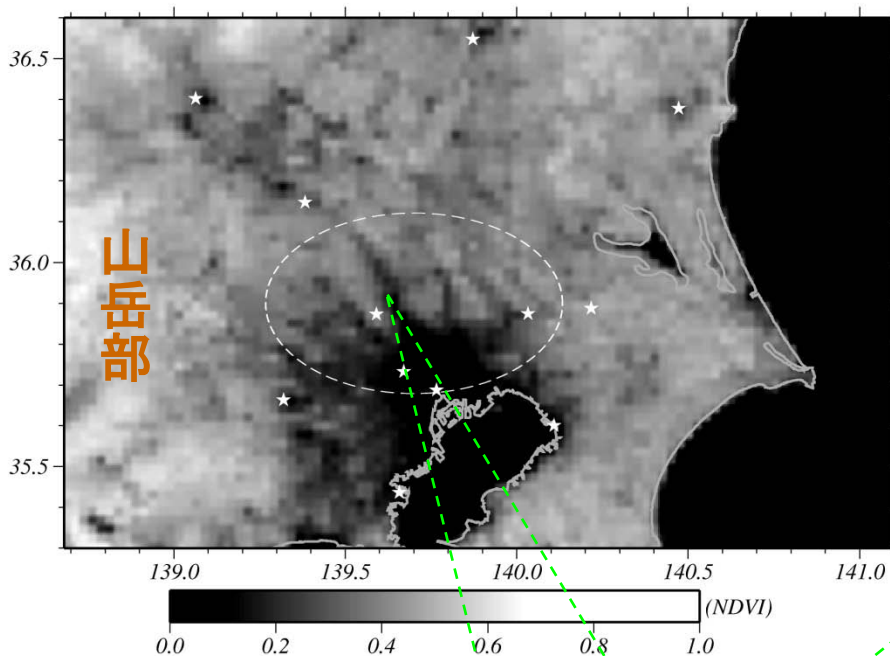
夜間の状態



首都圏の市街地と積雲の分布 (井上・木村, 2003)

植生量 (市街化の尺度)

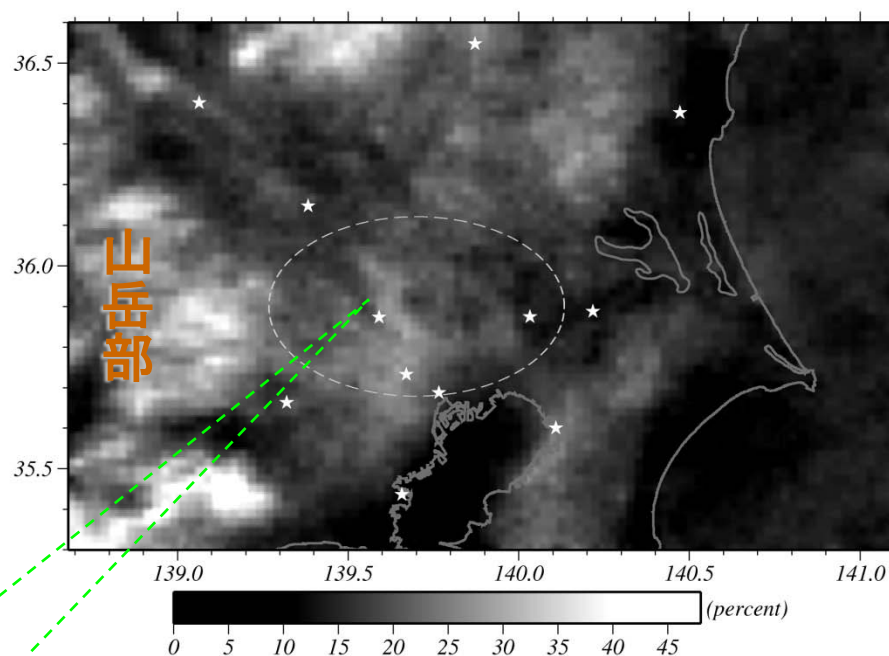
ノア衛星 (NOAA) による緑被率
(NDVI = 正規化植生指数)



植生の少ないところ (=市街地) で、
雲(主に積雲)の存在頻度が高い。

雲量

ノア衛星 (NOAA) による11年間のデータ (1km格子) を使って、4月～10月の晴天日午後の雲分布を調べたもの



Inoue, T. and F. Kimura, 2004: Urban effects on low-level clouds around the Tokyo metropolitan area on clear summer days. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L05103, doi:10.1029/2003GL018908.

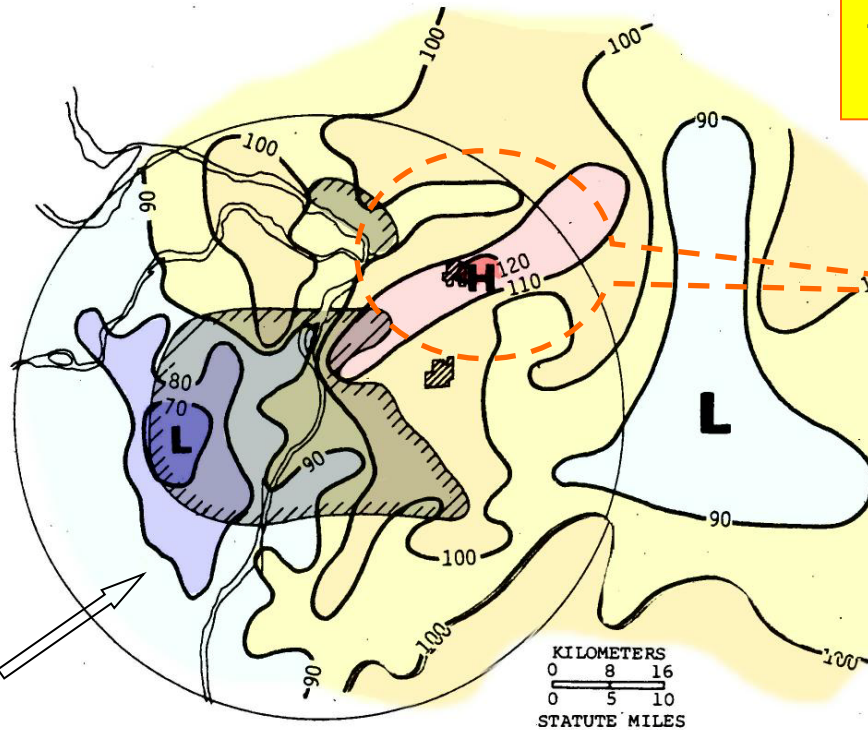
セントルイス周辺の降水量分布(METROMEX)

1972～75年6～8月の総降水量(cm)
(Schickedanz and Changnon, 1977)

METROMEX (Metropolitan
Meteorological Experiment)

//

1970年代, セントルイスを対象にして
行われた都市気象観測プロジェクト

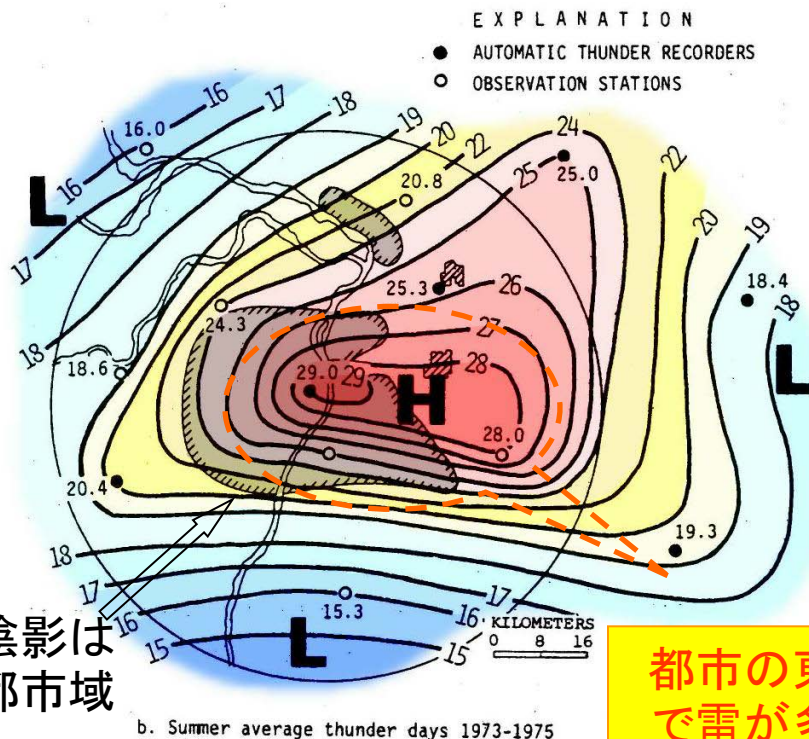


都市の北東側で
降水が多い

Changnon, S. A. Jr. ed., 1981: METROMEX: A
review and summary, *Meteorol. Monogr.*, 40,
Am. Meteorol. Soc., 181pp.

セントルイス周辺の雷日数分布(METROMEX)

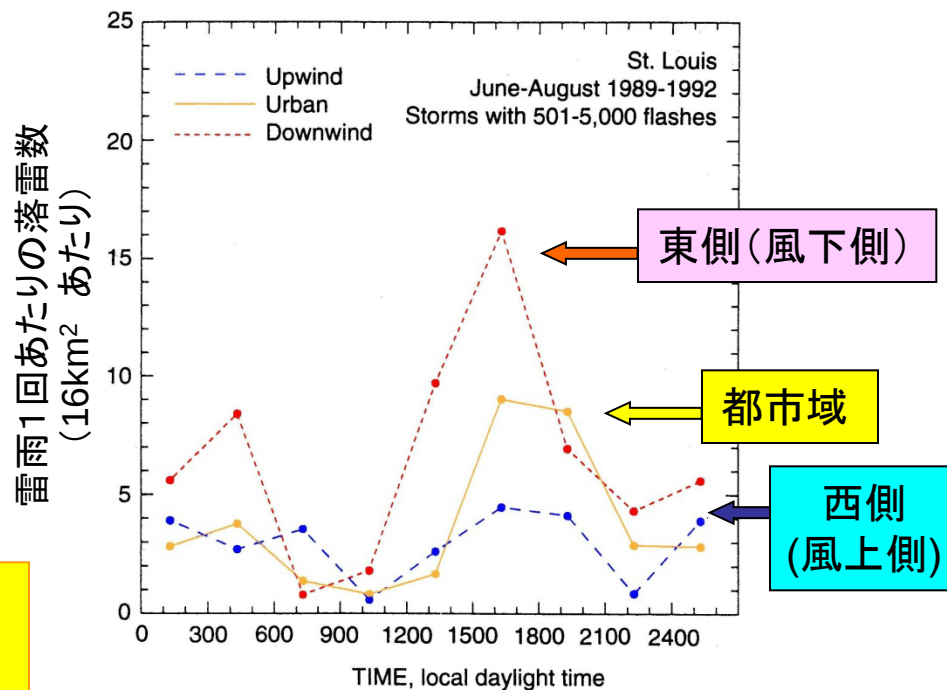
1973～75年6～8月の雷観測日数
(Changnon, 1977)



都市の東側
で雷が多い

セントルイス周辺の落雷頻度の日変化
(Westcott, 1995)

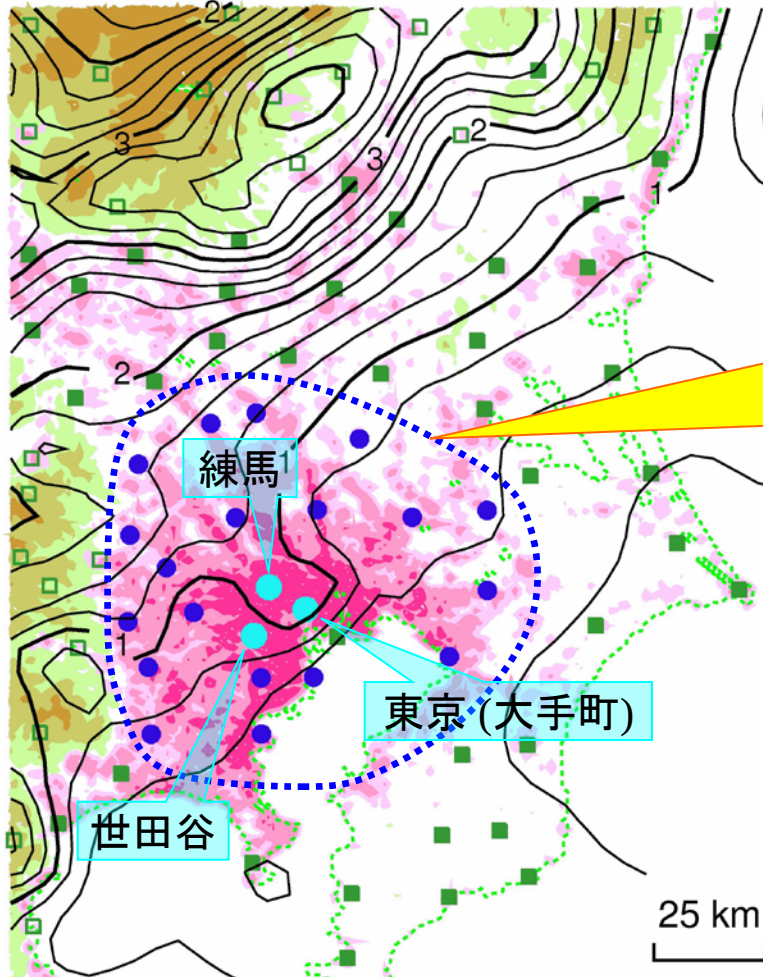
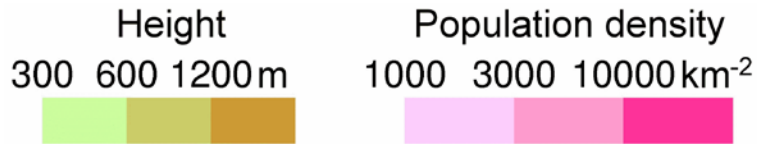
「落雷探知システム」(雷レーダー)で捉えられた夏の落雷頻度を統計したもの



Changnon, S. A. Jr. ed., 1981: METROMEX: A review and summary, *Meteorol. Monogr.*, 40, Am. Meteorol. Soc., 181pp.

Westcott, N. E., 1995: Summertime cloud-to-ground lightning activity around major Midwestern urban areas. *J. Appl. Meteorol.*, 34, 1633-1642.

東京周辺の「非継続的降水」の分布



資料:アメダス毎時降水量

期間:1978～2007年 (30年間)

非継続的降水の定義:

関東平野(海拔150m以下の62地点)の
90%超の地点で, 前6時間降水量<1mm

都内地点の降水偏差のreference地点

空間内挿法:

$$\sum_i \{P_i - (P^* + ax_i + by_i + cx_i^2 + dy_i^2 + ex_iy_i)\}^2 \rightarrow \min.,$$

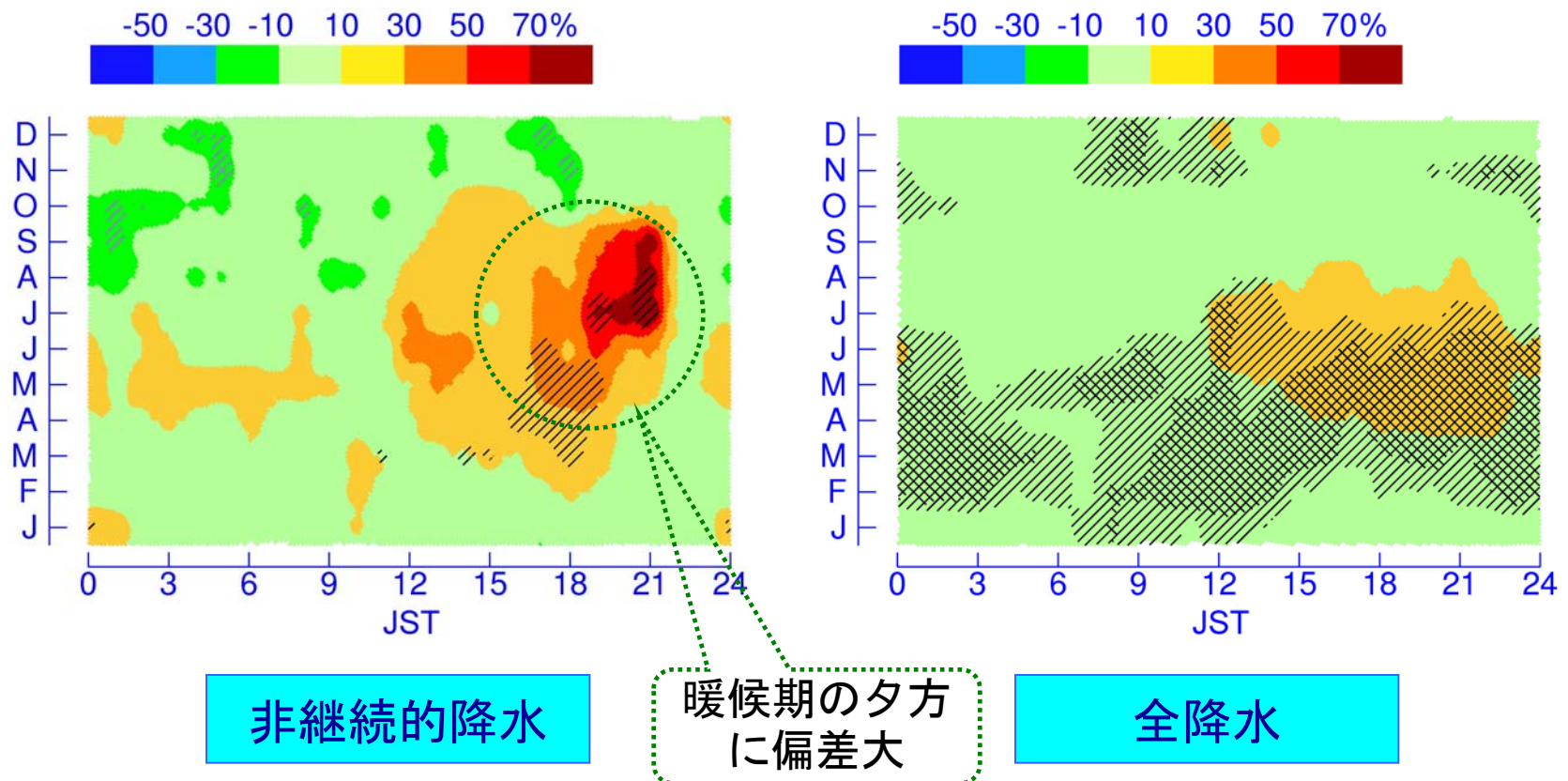
6～8月の17～23時の降水量

Fujibe, F., H. Togawa and M. Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. SOLA, 5, 17-20.

東京の「非継続的降水」の空間偏差

非継続的降水の定義: 前6時間降水量が1mm未満である場合の降水

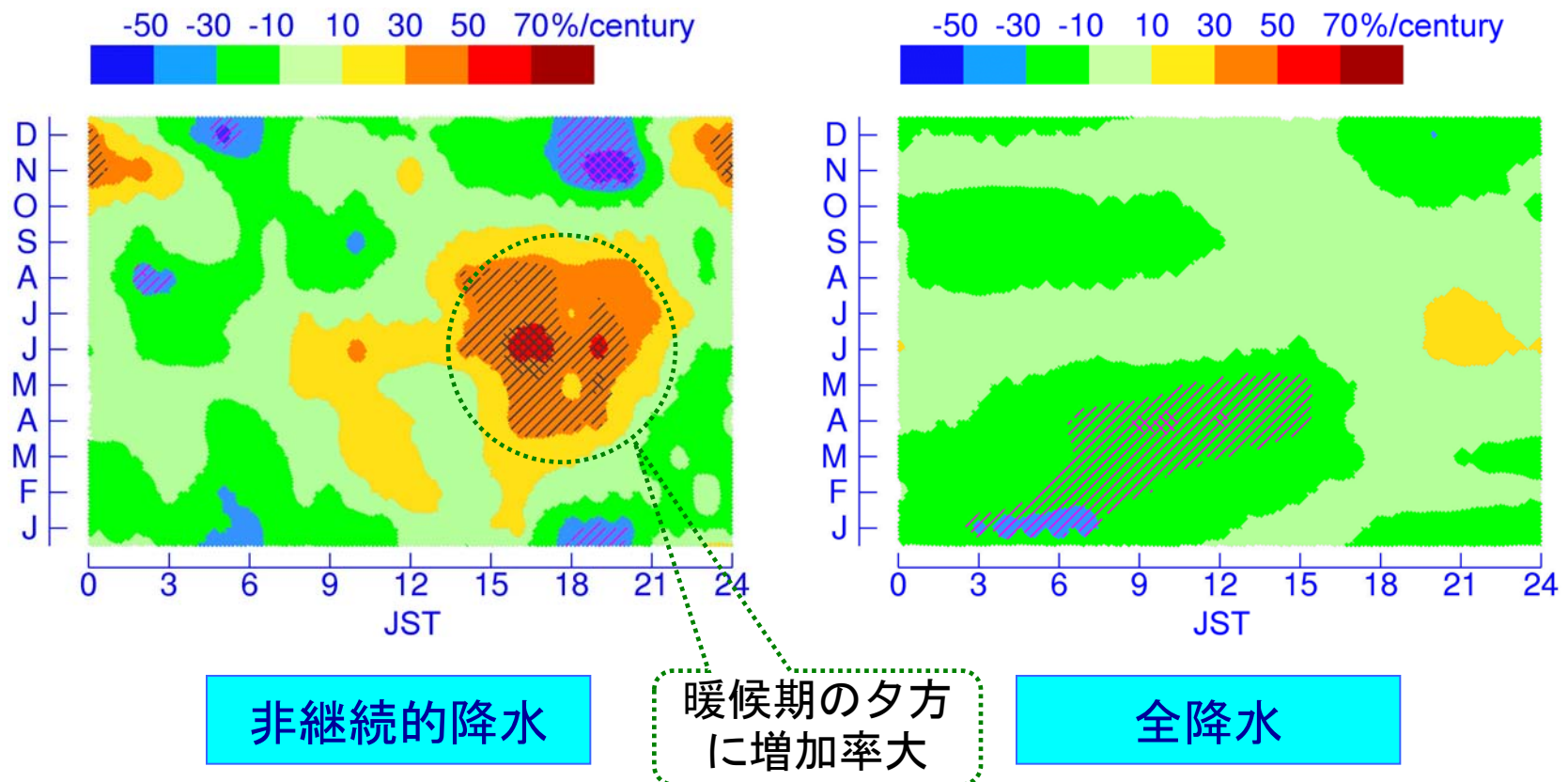
対象期間: 1978~2007年



東京の「非継続的降水」の経年変化率

非継続的降水の定義：前6時間降水量が1mm未満である場合の降水

対象期間：1890～2007年



Fujibe, F., H. Togawa and M. Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. SOLA, 5, 17-20.

都市上空は本当に湿っているか？



上昇流による水蒸気の汲み上げ



都市上空の湿潤化

- ・練馬豪雨時，東京では降水に先立って「水蒸気のスケールハイトが高かった（≡湿潤域が上空に延びていた）」（瀬古ほか，2007）
- ・東京都心部は，周辺地域に比べてファーストエコーが高いところにある傾向がある（小林ほか，2010）。



以上は漠然とした状況証拠。
きちんとした検証はまだこれから。

2.3 降水量データの均質性の問題

長期降水量データの均質性に関わる問題

- ・雨量計と観測単位の変更:

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

→ 降水日数の統計には要注意

- ・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・樹木による捕捉率の変化 (低下)

- ・受水器・貯水器からの蒸発による損失:

貯水型雨量計で0~4%, 転倒ます型はそれ以上

- ・受水器・貯水器内壁の濡れによる損失:

貯水型雨量計の場合, 1回の降水で0.1~0.2mm程度

- ・受水器での跳ね返り(splashing)による損失

観測単位の変更に対する統計上の扱い

貯水型雨量計: 1967年ごろまで

定時に手動で観測する. 原則0.1mm単位.

転倒ます型雨量計: 1968年ごろ～

自動観測. 0.5mm単位.

降水量が1mm(あるいは0.5mm)増えるごとに,
「ます」が転倒して雨がカウントされる

弱い降水の統計に
不均質が生ずる可能性
転倒マスによる場合の
模擬的なデータを作成

↓
残った降水は次の時間に繰り越される.

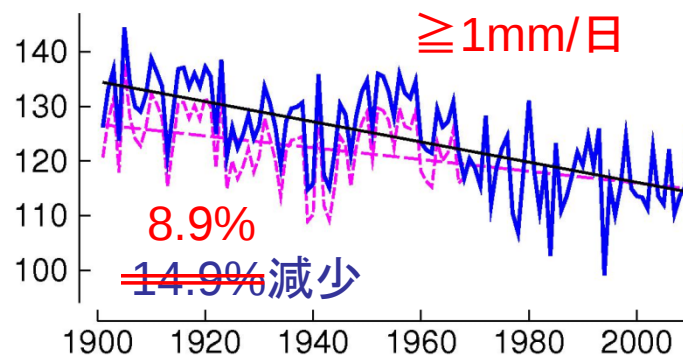
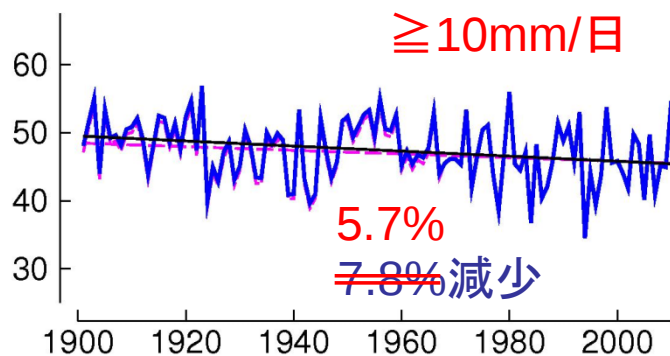
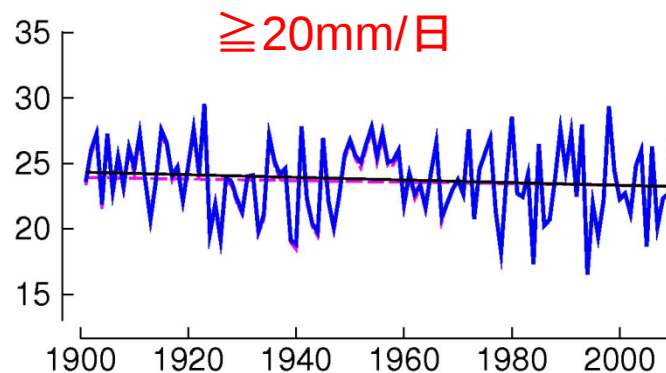
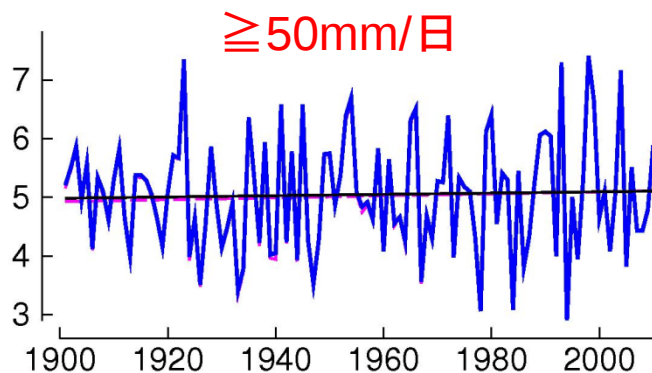
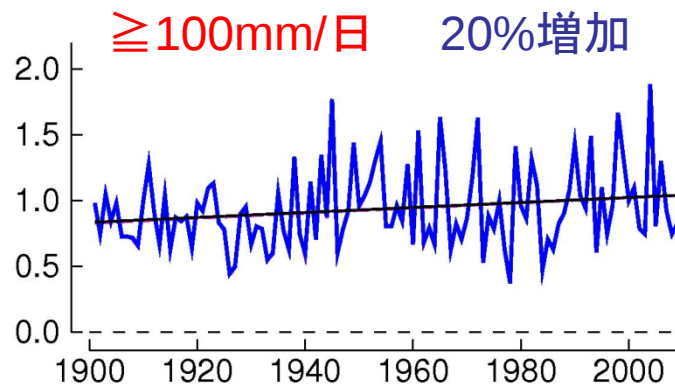
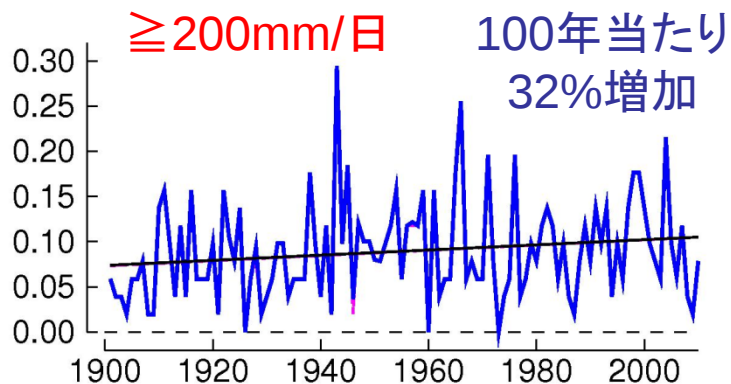
↓
データを均質化

蒸発の影響の評価・・・両極端の場合を比較する

1. 蒸発なし.
2. 日付が変わった瞬間, 雨量計内の雨は蒸発・消失する.

降水の強さ別の長期変化 (1901~2010, 国内51地点)

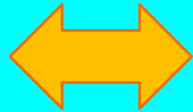
1地点当たりの年間日数



長期データの気候研究への活用に向けて

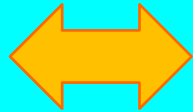
➤ 気象観測データに求められる精度

通常観測 (防災, 天気予報) に求められる観測精度



気候データに要求される精度

ランダム誤差



系統誤差 (バイアス)

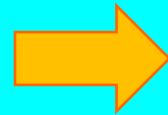
➤ 観測履歴に関する情報(メタデータ)の整備, 共有

位置, 測器, 日界, 観測回数……

比較観測データ

➤ データの電子化, デジタル化

紙資料の亡失を避ける対策



data rescue

➤ 機関相互のデータ共有

長期観測データから見た日本の気候変動と異常気象

藤部文昭 (気象研究所・予報研究部)

ffujibe@mri-jma.go.jp



ご清聴ありがとうございました