

地球温暖化の 現状と今後の見通し



本日本話しする内容

- 世界と日本の温暖化の現状
- 九州地方の温暖化の現状
- 温室効果ガス濃度の変化
- 地球温暖化予測
- 地球温暖化の地球への影響

植物は知っとと！？





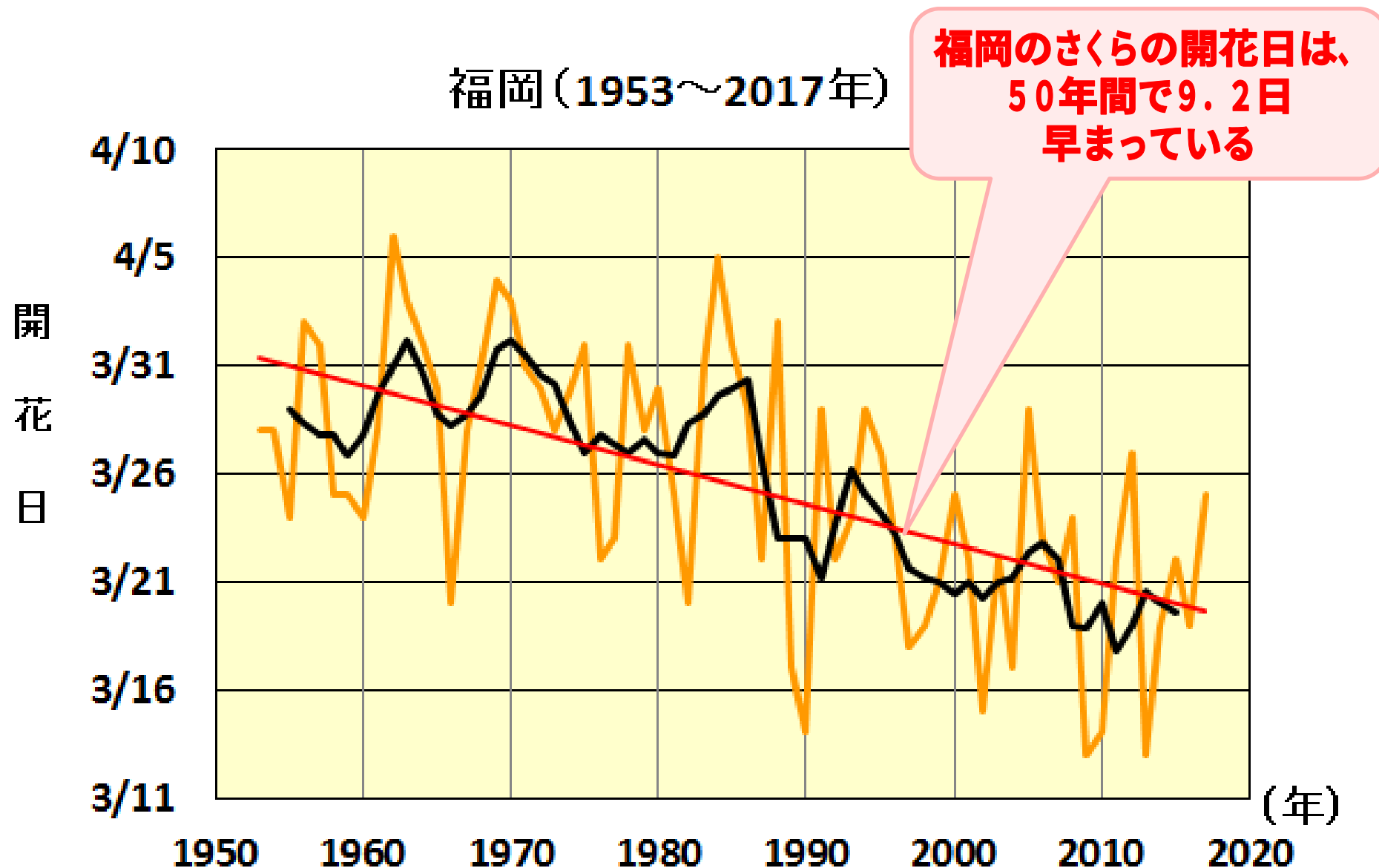
福岡管区気象台の標本木

開花日： 標本木で5～6輪以上の花が開いた状態となった最初の日

満開日： 標本木で80%以上のつぼみが開いた状態となった最初の日



さくらの開花日の変化 (福岡)



黒線は5年移動平均 赤線は期間にわたる変化傾向

植物の開花・紅葉

サクラ開花



福岡
2017年 3/25
(平年値 3/23)

マイナス(－)は早くなったことを表す

地点	変化傾向
福岡	-9.2
下関	-5.1
佐賀	-4.3
長崎	-3.7
大分	-6.3
熊本	-4.4

九州・山口県の変化傾向

現象	変化傾向	地点数
ウメ開花	+1.0	8
ツバキ開花	+0.5	7
タンポポ開花	-12.0	4
イチョウ発芽	+0.9	6
サクラ開花	-5.1	7
サクラ満開	-2.9	7
ノダフジ開花	-3.1	8
サルスベリ開花	-3.5	5
ススキ開花	+5.7	6
ヤマハギ開花	-39.2	4
イチョウ黄葉	+14.2	6
イチョウ落葉	+5.4	6
カエデ紅葉	+21.7	5

春の開花・満開は昔より早くなっています

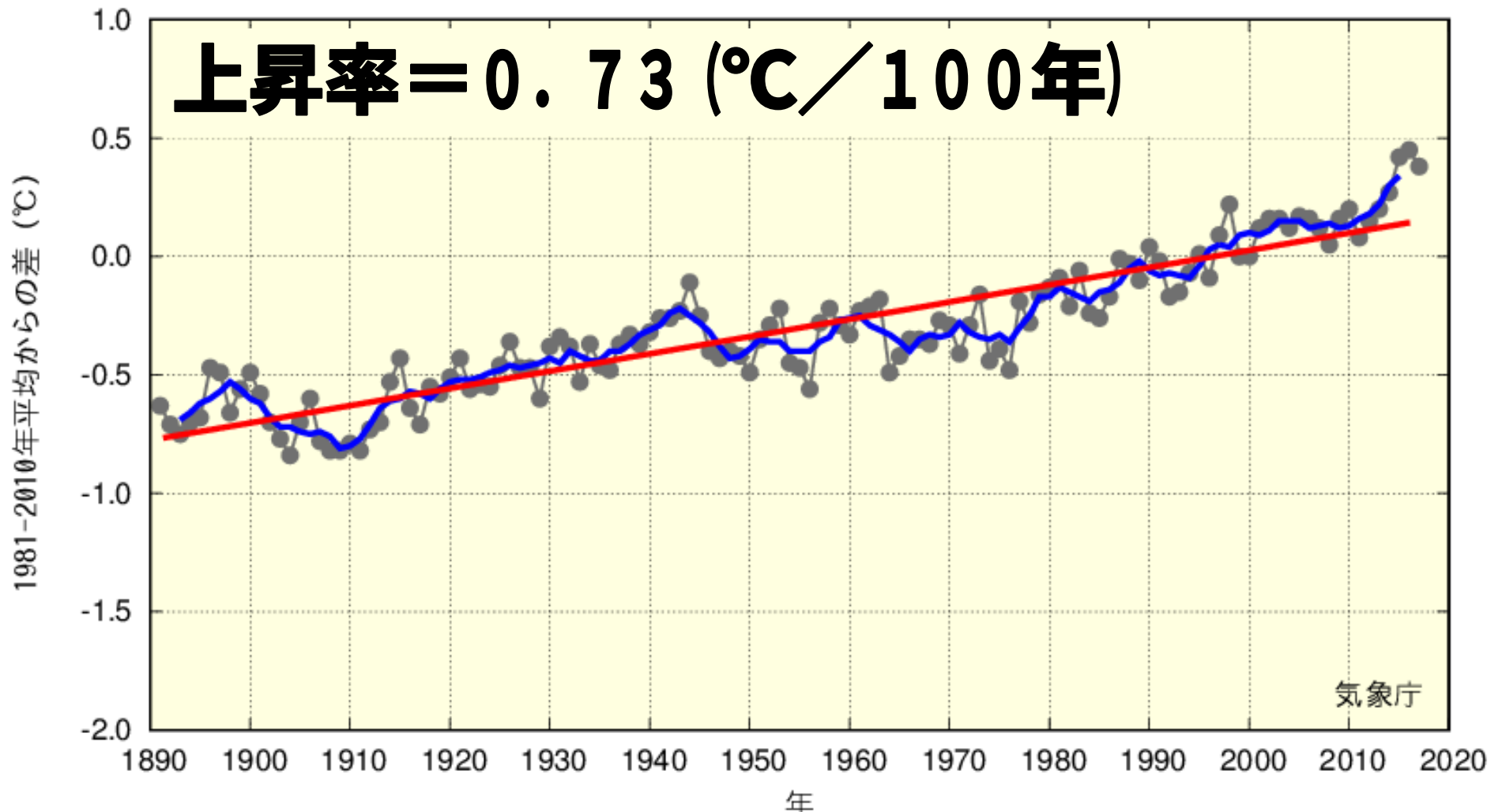
秋の紅葉・黄葉・落葉は昔より遅くなっています

世界と日本の 温暖化の現状

世界と日本の温暖化の現状

- ・ 気温の経年変化

世界の年平均気温の経年変化

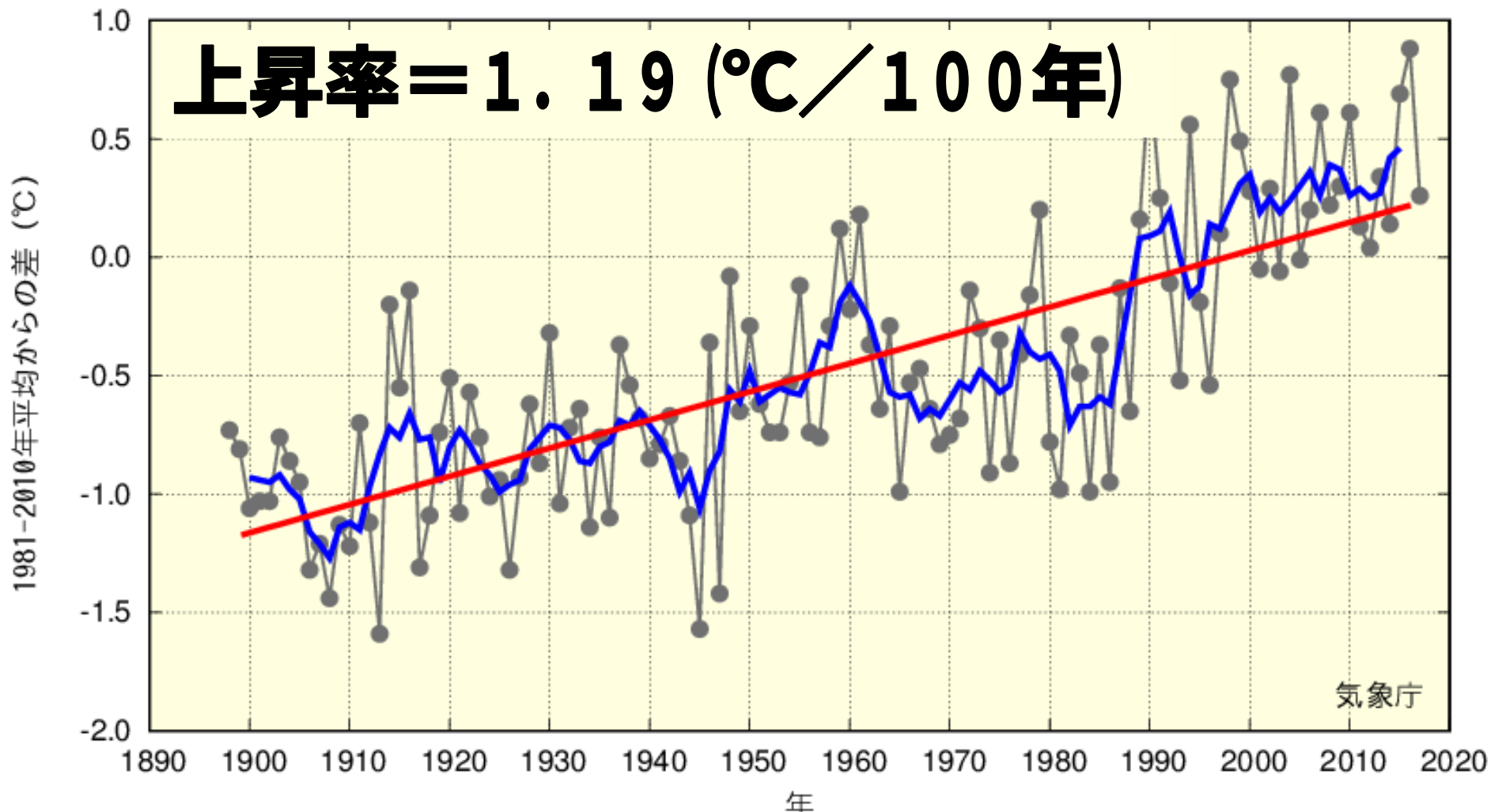


青線は5年移動平均 赤線は期間にわたる変化傾向

世界と日本の温暖化の現状

- ・ 気温の経年変化

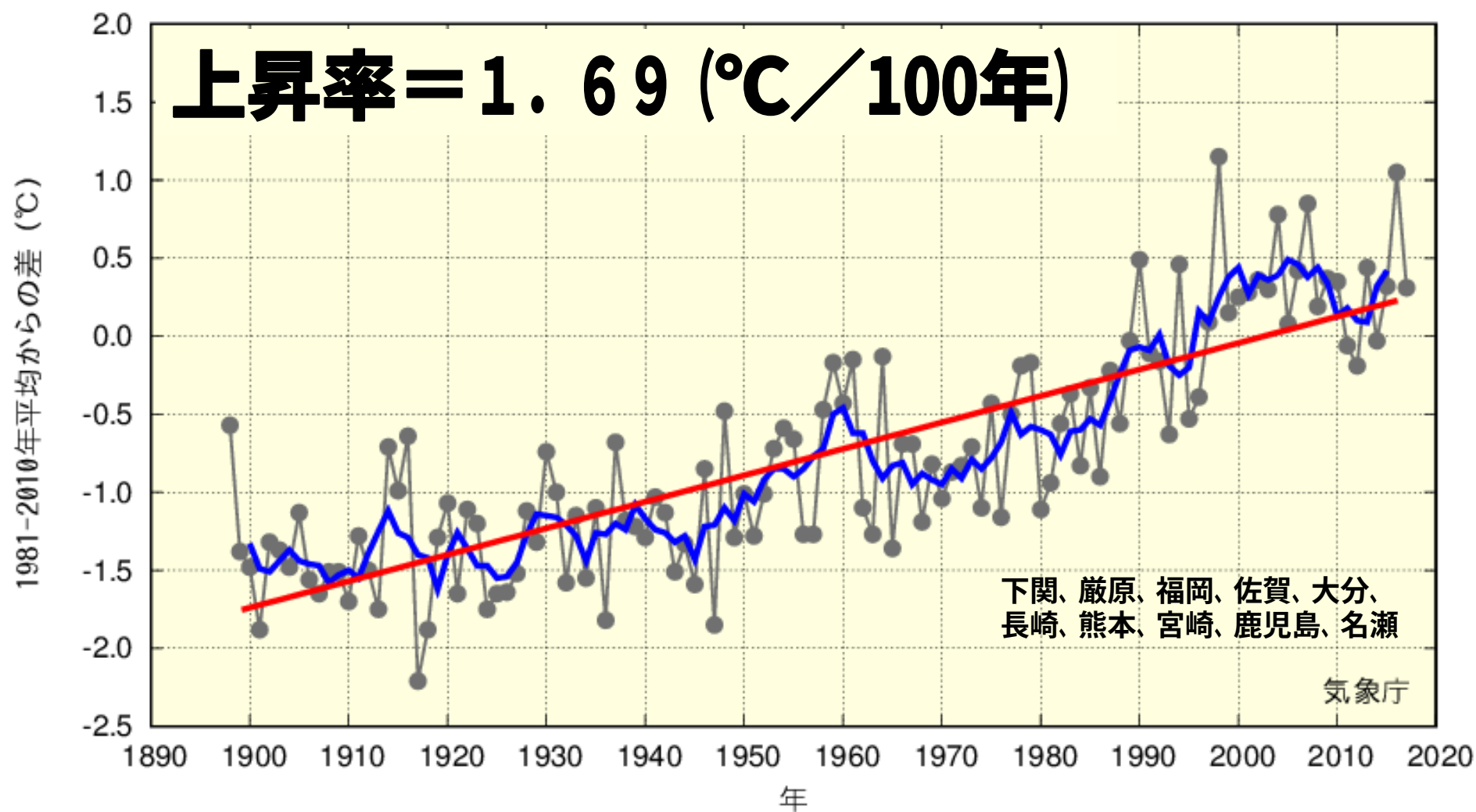
日本の年平均気温の経年変化



青線は5年移動平均 赤線は期間にわたる変化傾向

九州・山口県の温暖化の現状

九州・山口県の年平均気温の経年変化（1898年～2017年）



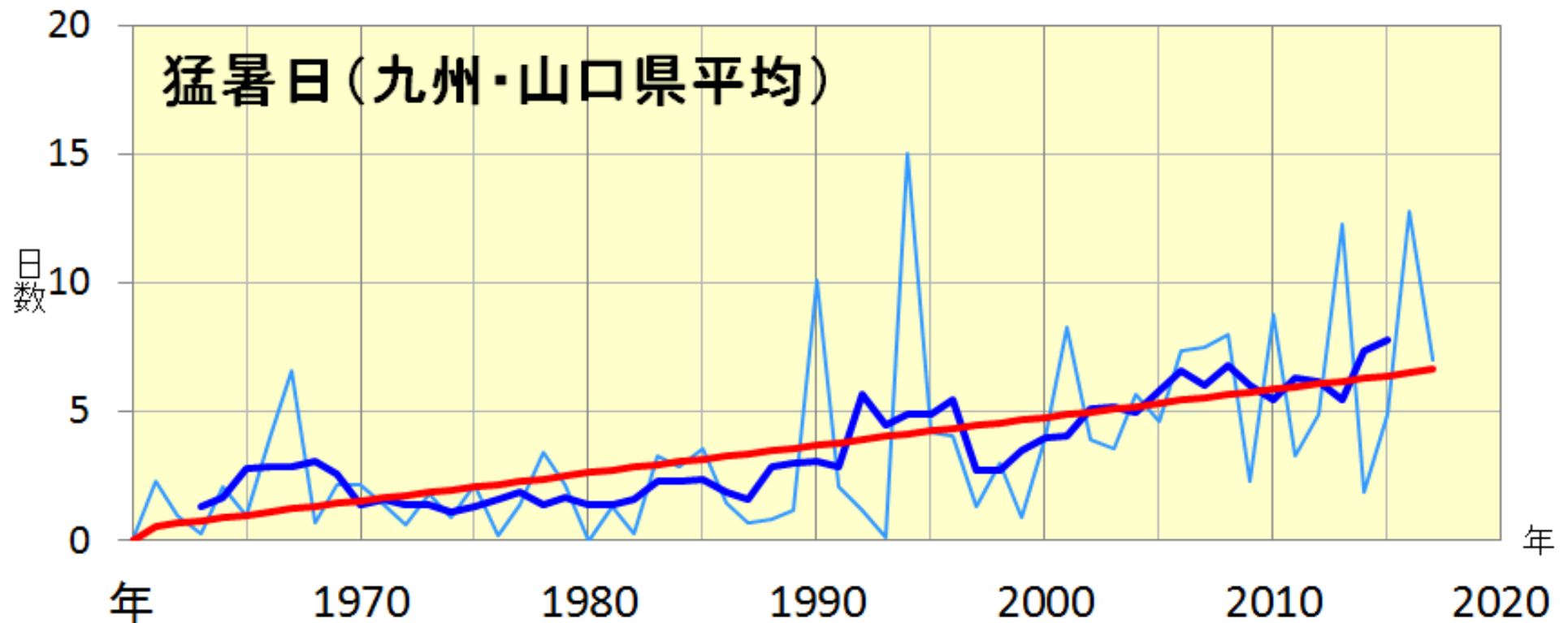
年平均気温の経年変化には、都市化（ヒートアイランド現象）の影響も含まれている。

青線は5年移動平均 赤線は期間にわたる変化傾向

九州・山口県の猛暑日の年間日数の経年変化 (1961年～2017年)

猛暑日：日最高気温が35℃以上

増加率＝1.1 (日／10年)

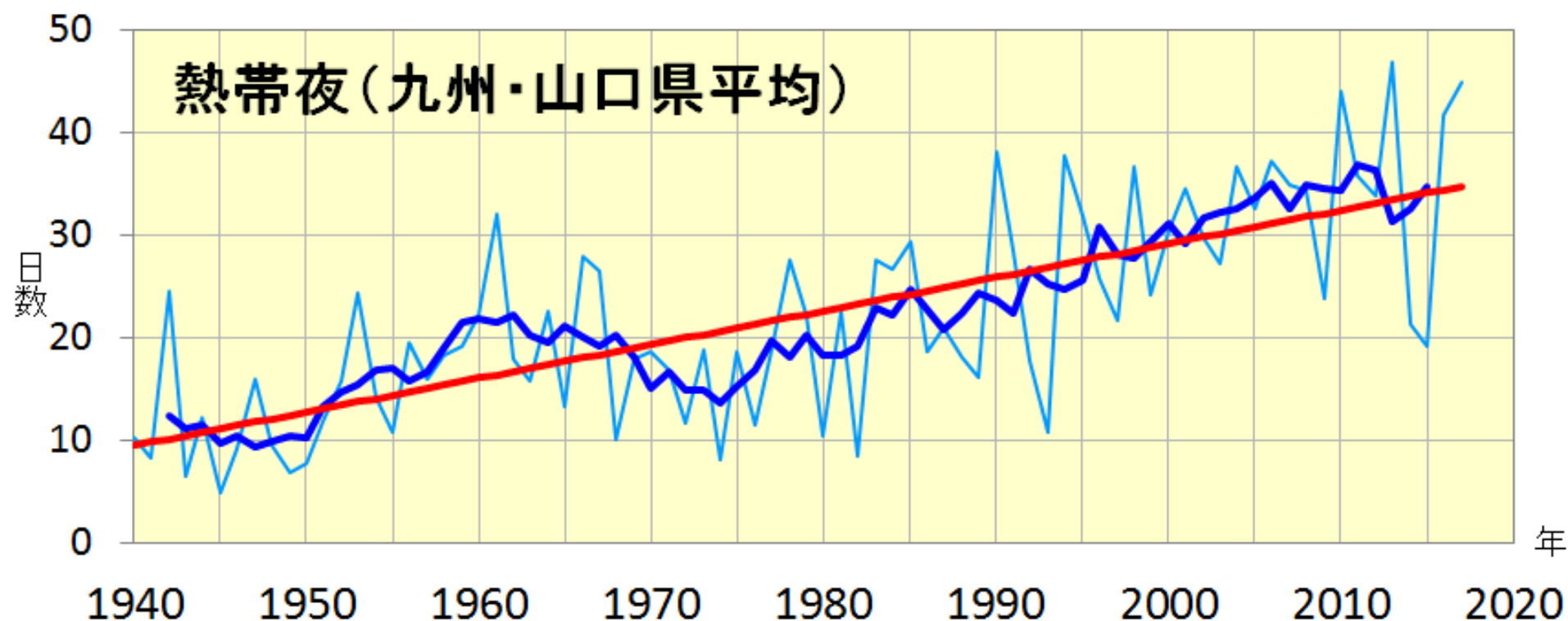


青線は5年移動平均 赤線は期間にわたる変化傾向

九州・山口県の熱帯夜の年間日数の経年変化 (1940年～2017年)

熱帯夜：日最低気温が25℃以上

増加率＝3.3 (日／10年)

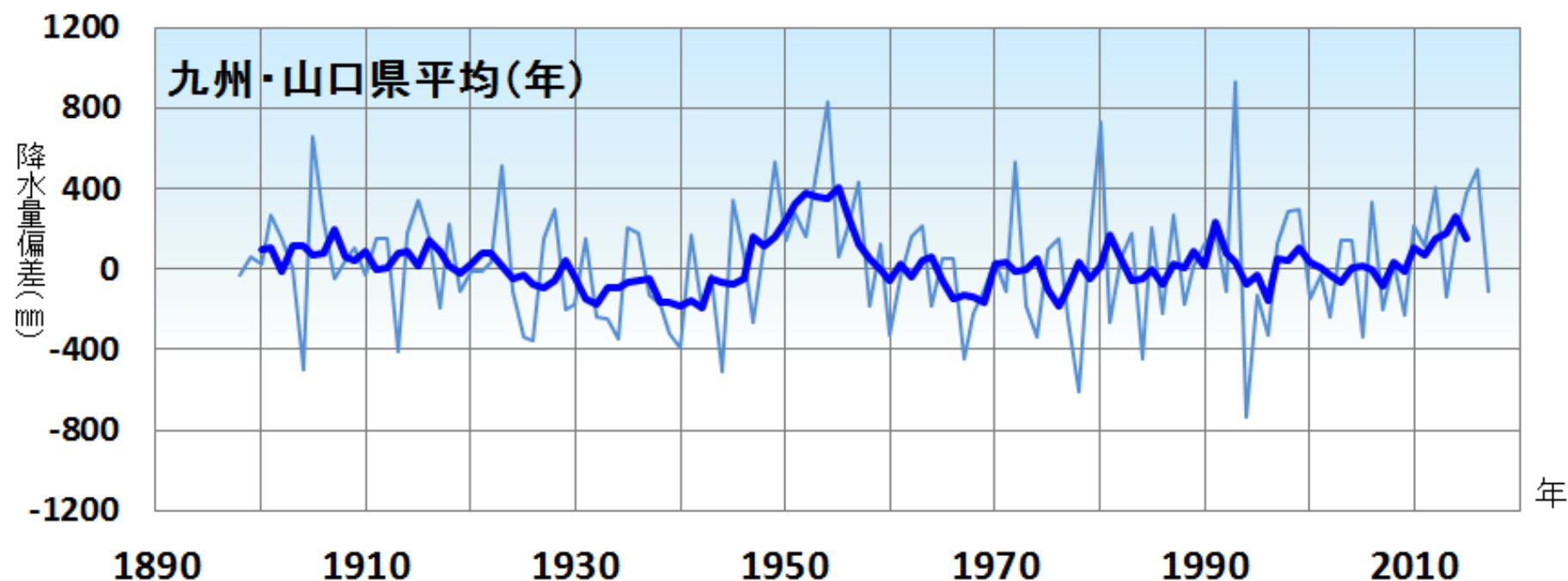


青線は5年移動平均 赤線は期間にわたる変化傾向

九州・山口県の年降水量偏差の経年変化

九州・山口県の降水量では、長期的な変化傾向は見られない。

九州・山口県の年降水量の経年変化



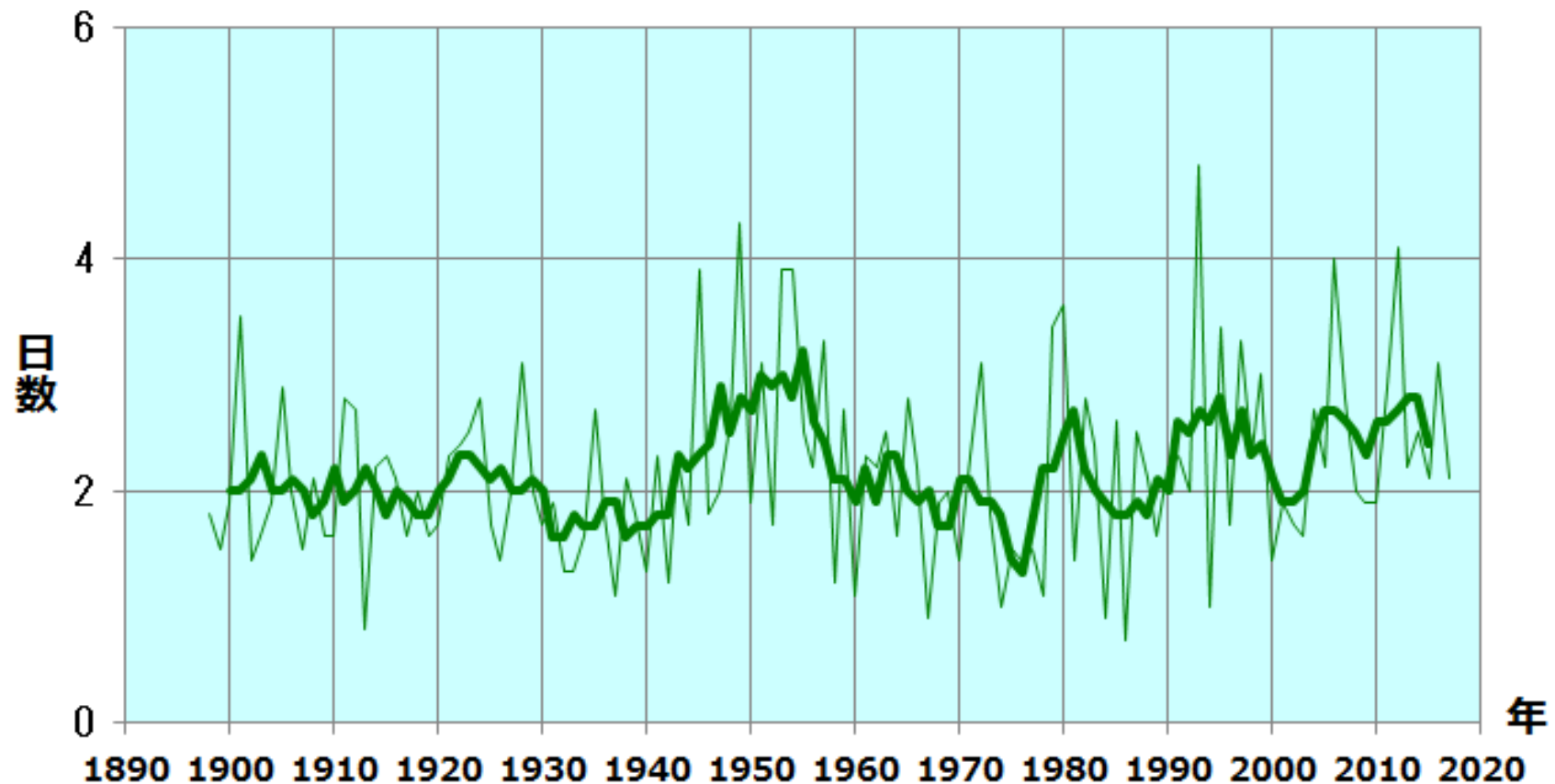
統計期間：1898～2017年。九州・山口県平均は、厳原、下関、福岡、佐賀、大分、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、名瀬の10地点の平均値。青の細線：各年の基準値からの偏差、青の太線：5年移動平均。基準値は1981～2010年の30年平均値。

年降水量平年値⇒福岡：1612.3mm：長崎：1857.7mm：熊本：1985.8mm

九州・山口県の大雨の日数の経年変化

九州・山口県では、長期的な変化傾向は見られない。

九州・山口県の日降水量100mm以上の日数

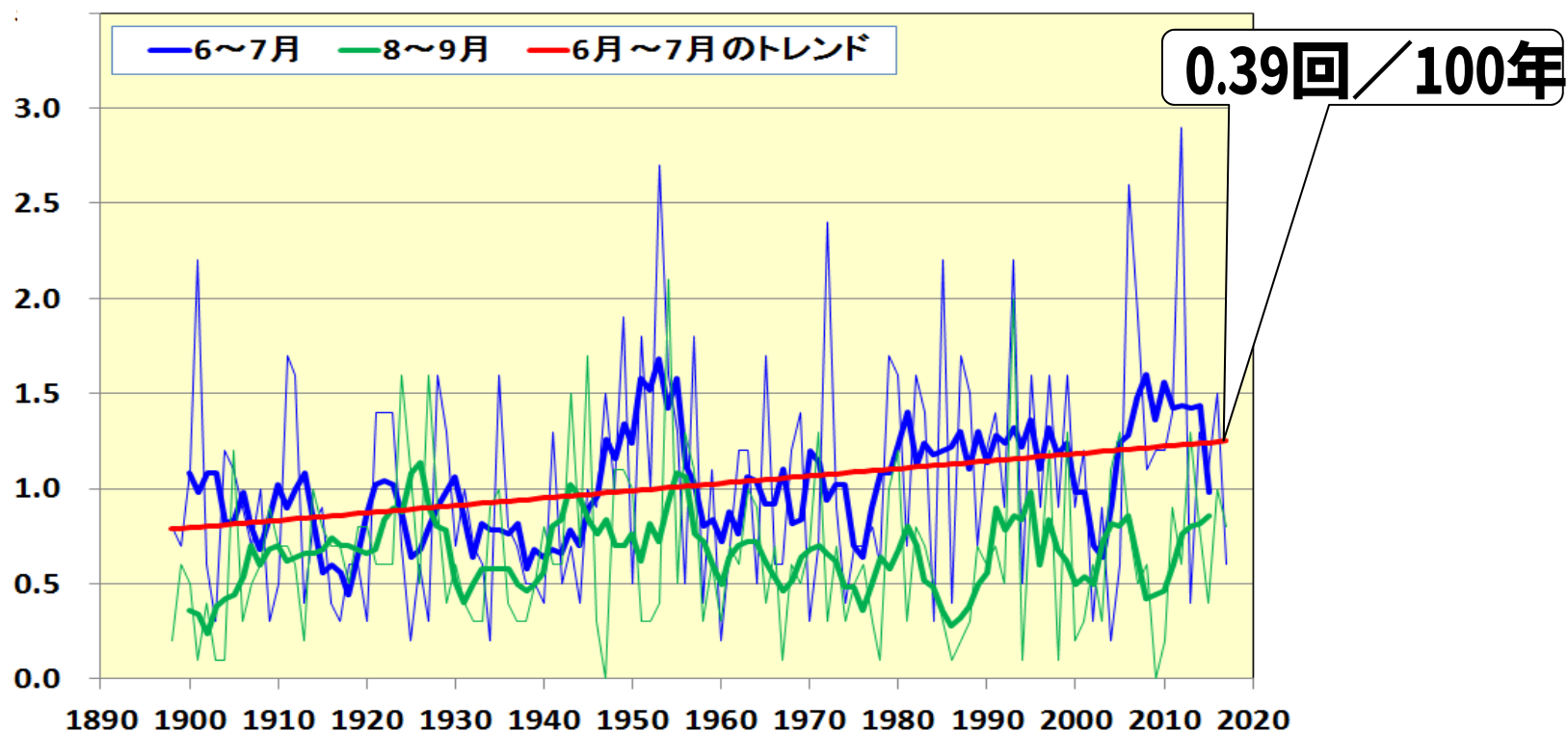


統計期間：1898～2017年。細線：年々の値、太線：5年移動平均。九州・山口県平均は厳原、下関、福岡、佐賀、大分、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、名瀬の10地点平均値。

九州・山口県の大雨の日数の経年変化（梅雨時期）

九州・山口県では、6月から7月の日降水量100mm以上の日数が100年あたり約0.4回ずつ増加傾向にある。

九州・山口県の6月から7月の日降水量100mm以上の日数

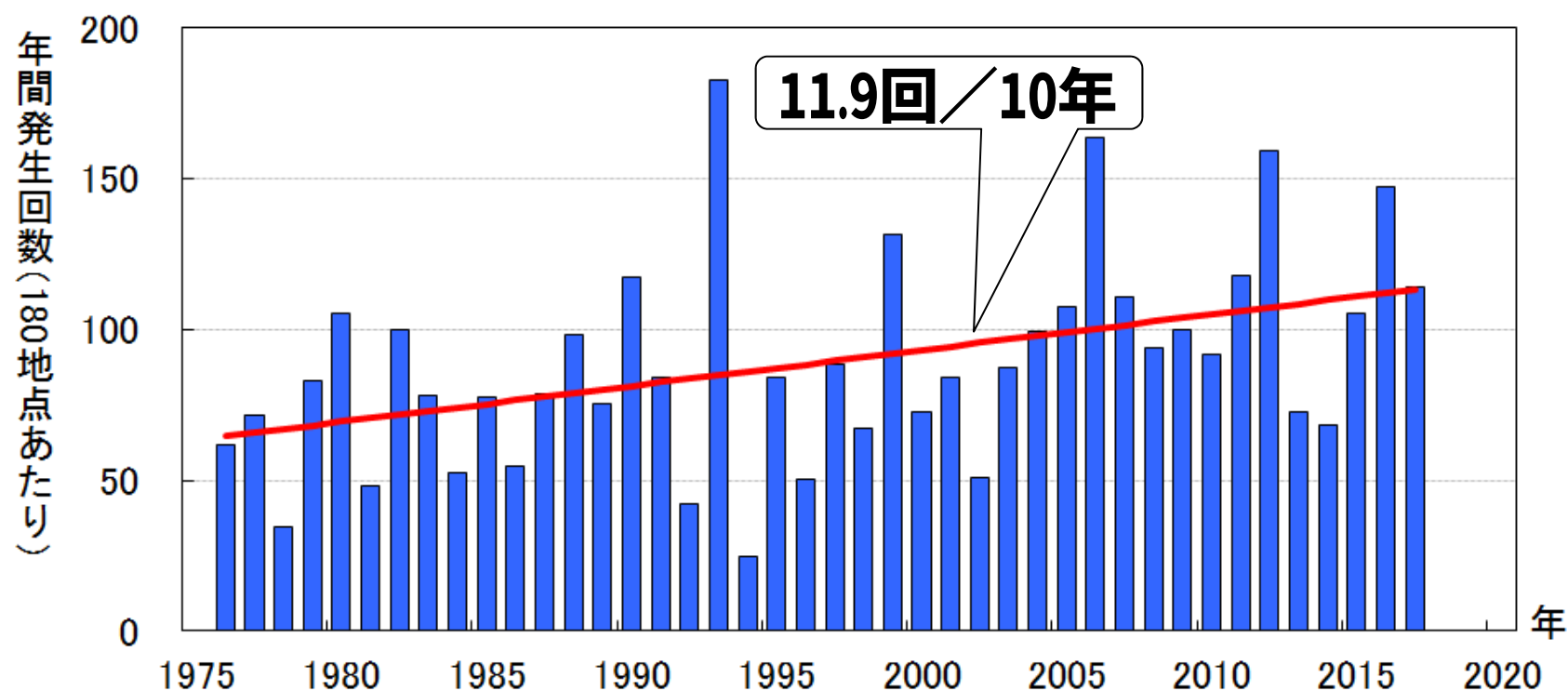


統計期間：1898～2017年。九州・山口県平均は下関、厳原、福岡、佐賀、大分、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、名瀬の10 地点平均。細線：年々の値、太線：5年移動平均、赤の直線：有意な長期変化傾向がある場合のみ表示。

九州・山口県の1時間50ミリ以上の年間発生回数

近年は非常に激しい雨(時間降水量50mm以上)が増えている

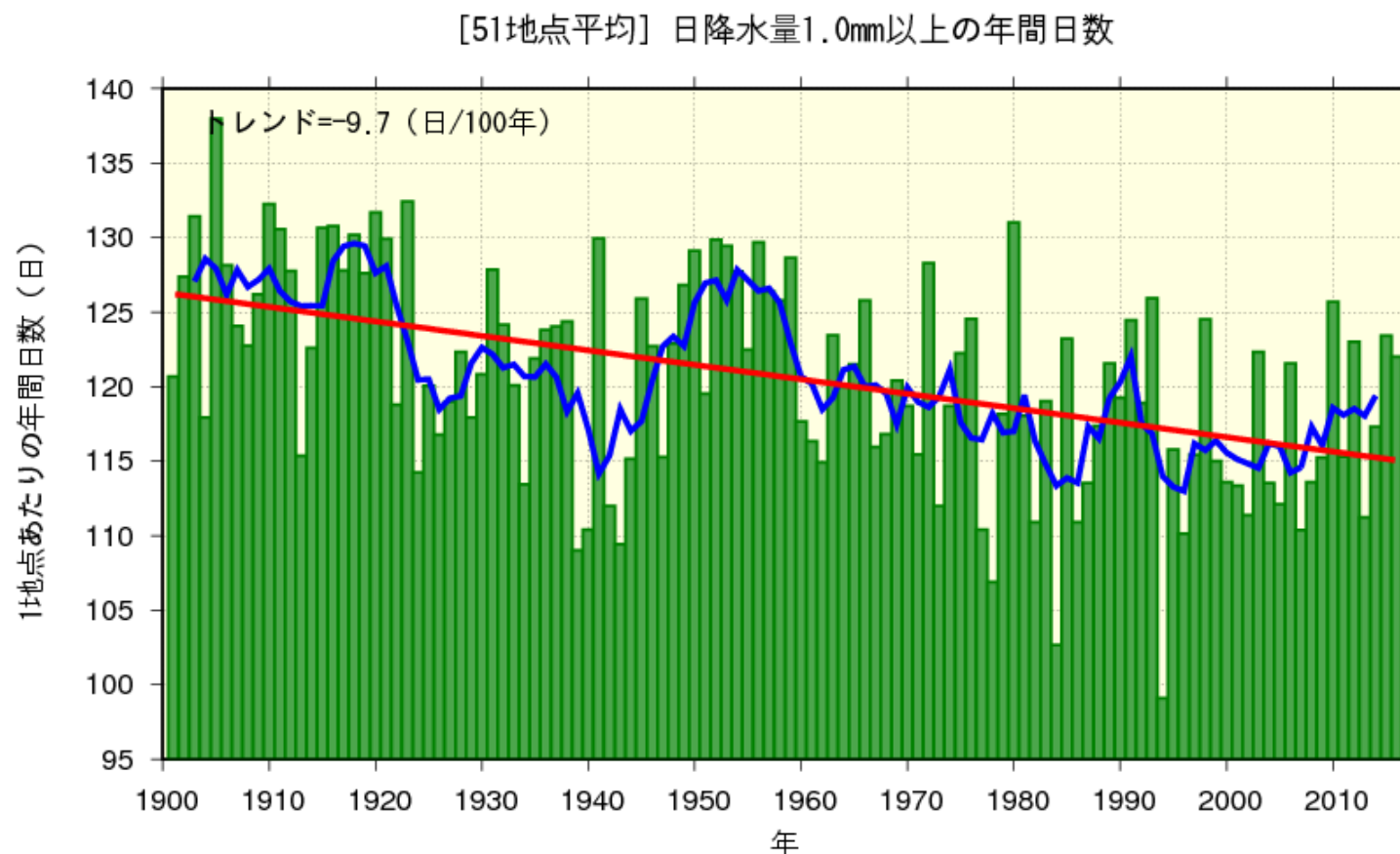
1時間降水量50mm以上の年間発生回数(180地点あたり)



我が国における短時間強雨の増加傾向は、地球温暖化が関連している可能性があるが、観測期間が短いことから、地球温暖化との関連性をより確実に評価するためには今後のさらなるデータの蓄積が必要。

日降水量1.0mm以上の年間日数 (全国平均)

- 日降水量1.0mm以上の日数は減少している。 ⇒ 雨の日が減少



国内51観測地点で観測された、1901～2016年のデータに基づく。各年の値は年間日数の合計を有効地点数の合計で割った値で、1地点あたりの年間日数を意味する。棒グラフは各年の値、折れ線は5年移動平均値、直線は期間にわたる変化傾向 (信頼度水準99%で統計的に有意) を示す。

「気候変動監視レポート2016」の図2.2-6 (p.42)

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2016/pdf/ccmr2016_all.pdf

温暖化の現状の総括

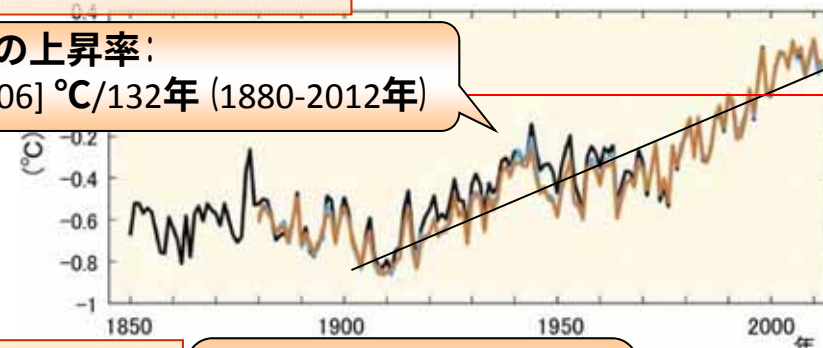
気候システムの温暖化には疑う余地がない IPCC (2014)

- 大気や海洋の世界平均温度の上昇
- 世界平均海面水位上昇
- 雪氷の広範囲にわたる融解

- 1983～2012年は過去1400年において最も高温の30年間であった可能性が高い。
- 19世紀半ば以降の海面水位の上昇率は、それ以前の2先年間の平均的な上昇率より大きかった。
- 20世紀半ば以降、北半球の積雪面積が減少している。

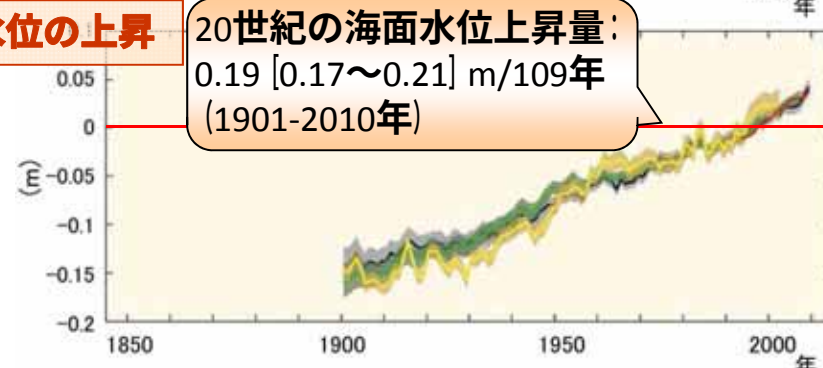
世界の大気・海洋の温度上昇

世界平均気温の上昇率:
0.785 [0.65～1.06] °C/132年 (1880-2012年)



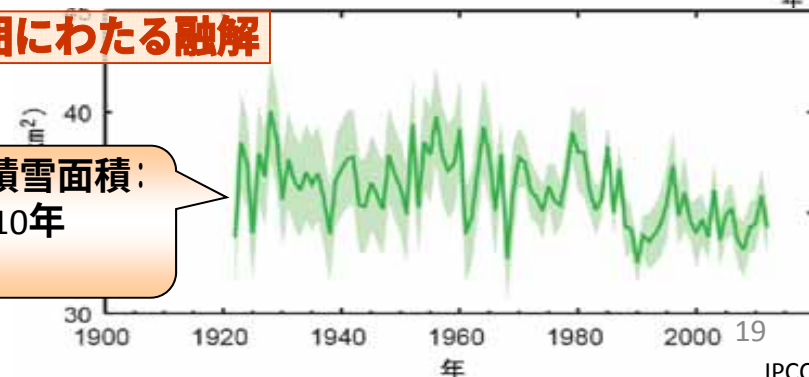
世界の海面水位の上昇

20世紀の海面水位上昇量:
0.19 [0.17～0.21] m/109年
(1901-2010年)



雪氷の広範囲にわたる融解

3、4月の北半球積雪面積:
1.6 [0.8～2.4] %/10年
(1967-2012年)



温室効果ガス濃度の変化

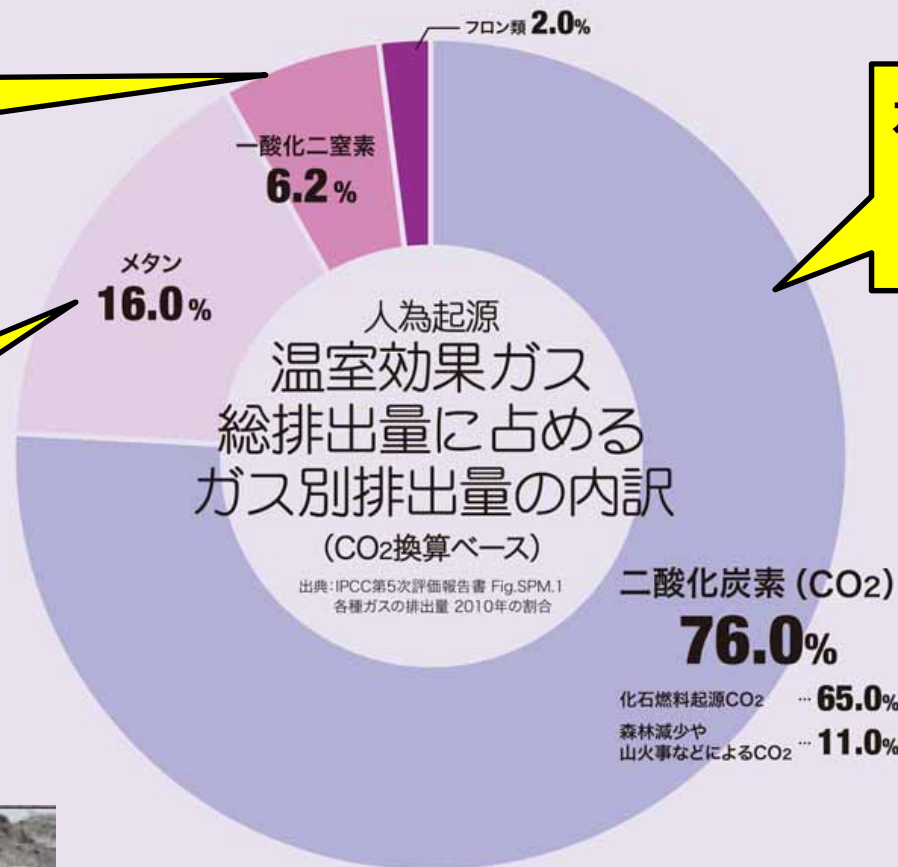
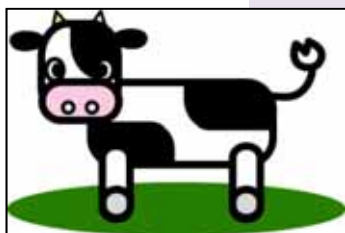
主な温室効果ガス

人為起源温室効果ガスの割合

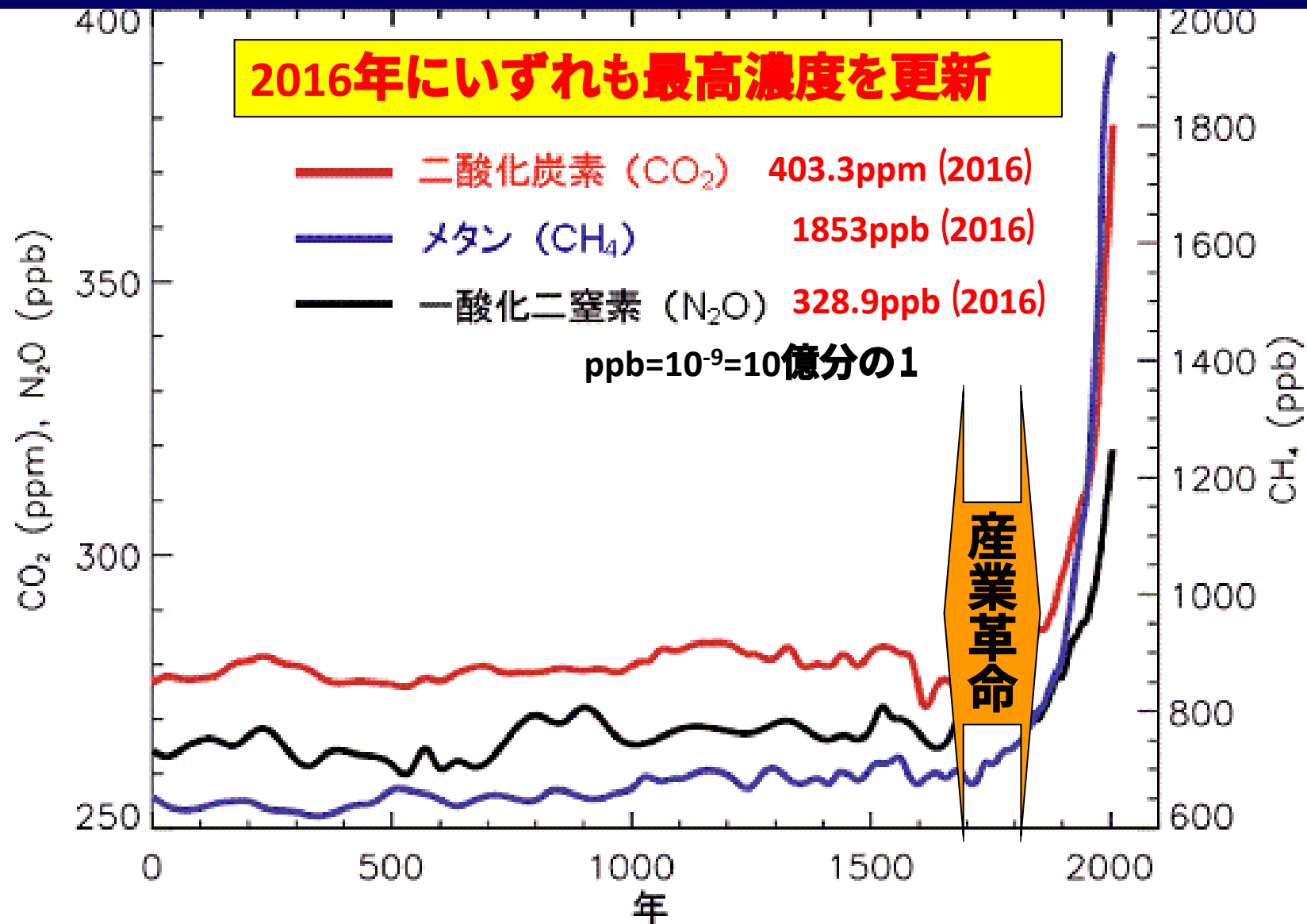
化石燃料の消費、
窒素肥料の使用

石油や石炭、天然ガ
スなど化石燃料の
燃焼、森林破壊

動物の腸内発酵、
水田や湿地、天然ガ
ス採掘



過去2000年間の温室効果ガス変化



- 大気中二酸化炭素濃度の工業化以降の上昇の主な原因は化石燃料の使用である。
- 二酸化炭素の濃度は、工業化以前の約280ppmから2016年には約403.3ppmに増加した。



地球温暖化予測

90年後はどうなるの？

温室効果ガスの代表濃度経路

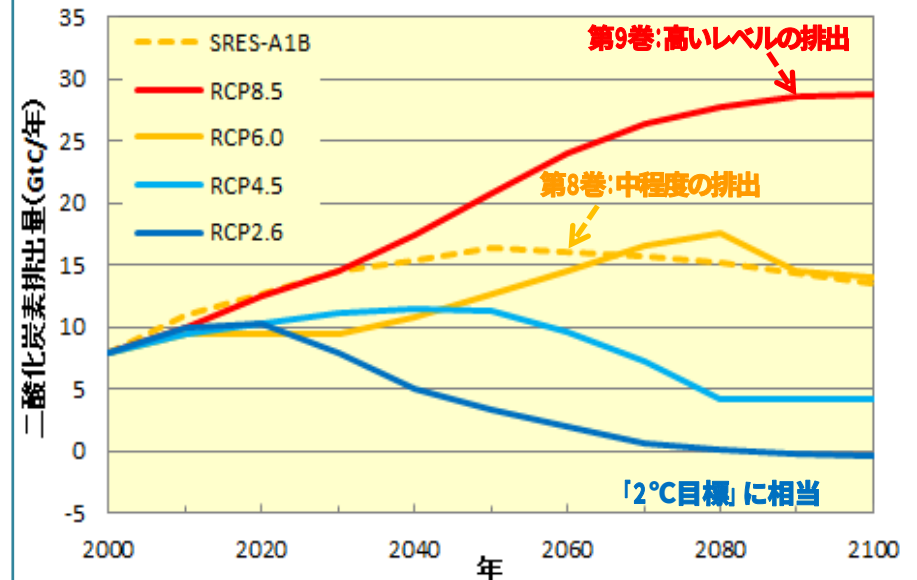
IPCC 第5次評価報告書における RCPシナリオとは

RCP...Representative Concentration Pathways (代表濃度経路シナリオ)

略称	シナリオ (予測) のタイプ
 RCP 2.6	低位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 2.6W/m ²) 将来の気温上昇を 2°C以下に抑えるという目標のもとに 開発された排出量の最も低いシナリオ
 RCP 4.5	中位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 4.5W/m ²)
 RCP 6.0	高位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 6.0W/m ²)
 RCP 8.5	高位参照シナリオ (世紀末の放射強制力 8.5W/m ²) 2100 年における温室効果ガス排出量の 最大排出量に相当するシナリオ

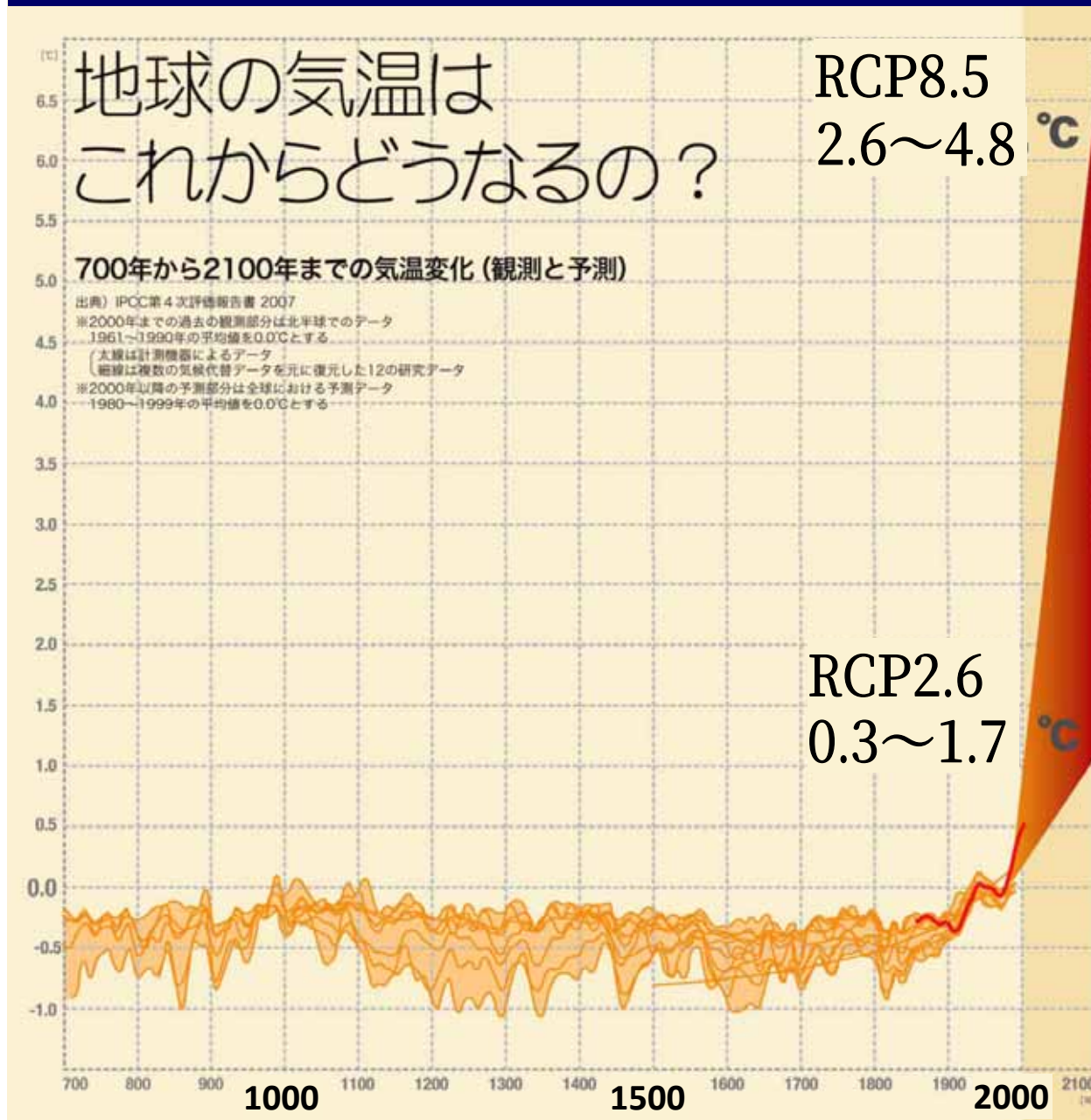
出典: IPCC第5次評価報告書および(独)国立環境研究所 地球環境研究センターニュースVol.18をもとにJCCCA作成

予測計算に用いた温室効果ガス排出量



「代表濃度経路」 ⇒ 「Representative Concentration Pathways」の略

地球温暖化予測 (IPCC)



- ・1880~2012年の傾向では、世界平均気温は0.85℃上昇。
- ・特に最近30年の各10年間の世界平均気温は、1850年以降のどの10年間よりも高温。

- 【2100年末の予測】
温室効果ガスの排出量が
- ・最も少なく抑えられた場合
(RCP2.6シナリオ) でも
0.3~1.7℃の上昇
 - ・最も多い最悪の場合
(RCP8.5シナリオ) の場合
最大4.8℃の上昇

(いずれも、1986~2005年を基準とする)

IPCC 第5次評価報告書
第1作業部会報告書

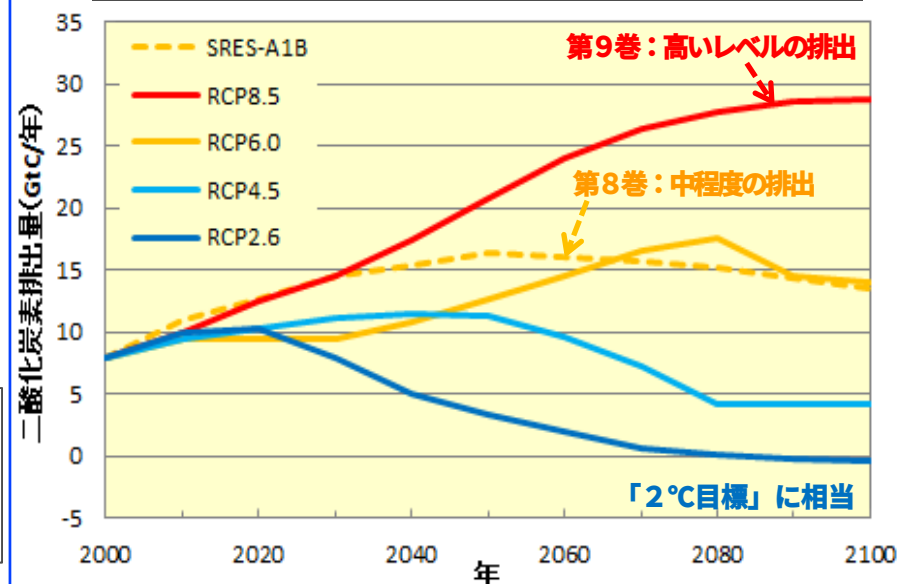
「地球温暖化予測情報」の特徴

- 今般、防災上の意識を高める観点等から、
最も高程度の温室効果ガス排出が続く場合の予測結果を取りまとめた。
注) IPCC AR5の4つの温室効果ガスの濃度シナリオのうち、最も温室効果ガスの排出が多いもの。
- 実際に現れ得る**様々な変動をより広く捉える**とともに、将来変化の**増減傾向の信頼度を評価**するため、**4通りの将来予測結果**を解析。
注) 4つの異なる海面水温の変化パターンを与えた結果。
- 21世紀末における日本付近の詳細な気候変動を予測するため、**地域気候モデル**を用いて解析。

(補足) 地球温暖化対策の2つのアプローチ

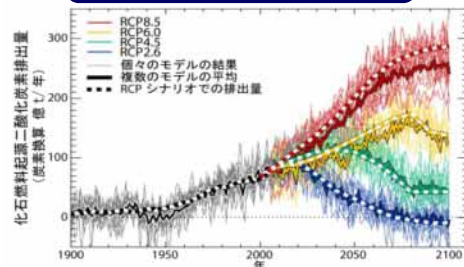
- 緩和策**：温室効果ガスの排出削減と吸収対策
- 適応策**：悪影響への備えと新しい気候条件の利用

予測計算に用いた温室効果ガス排出量

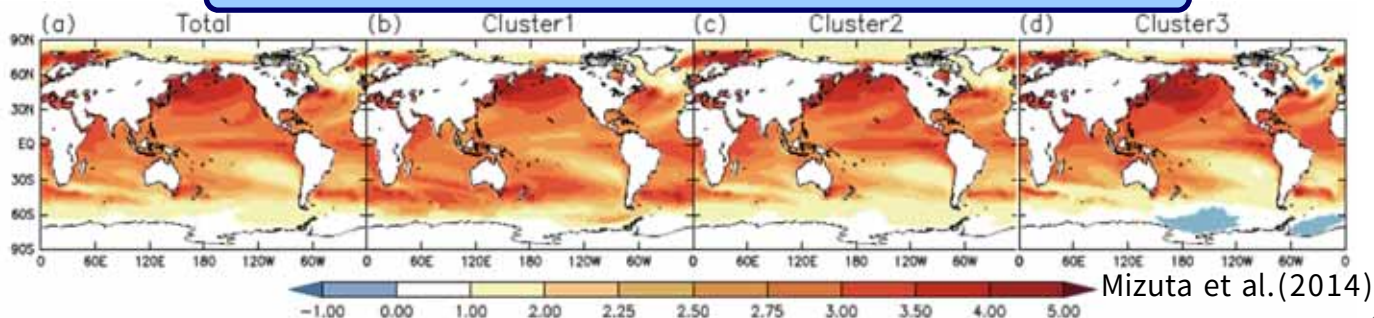


日本の将来予測の方法（地球温暖化予測情報の場合）

RCP8.5シナリオ



海面水温分布の異なる4パターン（将来の変化量）



ダウンスケーリング

20km解像度
全球気候モデル
(MRI-AGCM3.2S)

文部科学省 気候変動リスク情報
創生プログラムにおいて使用

5km解像度
非静力学地域気候モデル
(NHRCM05)

地球温暖化予測情報第9巻において使用

使用シナリオ: RCP8.5シナリオ

- 現時点を超える政策的な緩和策を行わないことを想定（高位参照シナリオ）
- 2100年の時点で 8.5Wm^{-2} を超え、上昇が続く

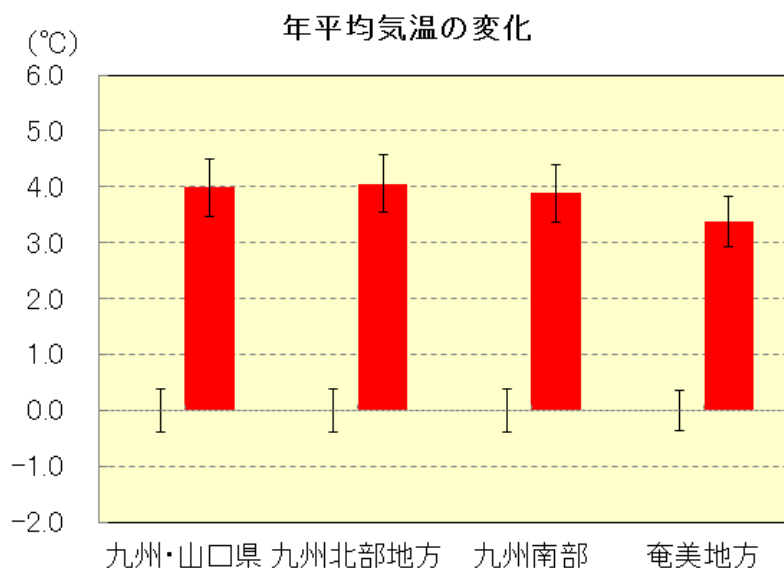
使用モデル:

- 20km解像度 全球気候モデル (MRI-AGCM3.2S)
- 5km解像度 非静力学地域気候モデル (NHRCM05)
 - 気象研究所開発
 - 大気の変動のみ予測

年平均気温の将来変化

「第8巻」と同傾向だが、上昇量は大きい

20世紀末：1980～1999年
21世紀末：2076～2095年



（上図）赤い棒グラフは21世紀末における平均の変化量、細い縦線は、20世紀末（左）及び21世紀末（右）における年による変動の幅（標準偏差）（単位：°C）。

	年	春	夏	秋	冬
九州・山口県	4.0±0.5	3.5±0.8	3.7±0.5	4.2±0.8	4.5±1.0
九州北部地方	4.1±0.5	3.6±0.8	3.8±0.5	4.3±0.8	4.6±1.0
九州南部	3.9±0.5	3.4±0.8	3.6±0.5	4.1±0.8	4.4±1.0
奄美地方	3.4±0.5	3.1±0.7	3.2±0.4	3.6±0.6	3.7±0.8

（上表）変化量の増加（減少）および年々変動の標準偏差の数値を示し、その変化量が信頼度水準90%以上で有意の場合はオレンジ色（水色）に塗りつぶしている。

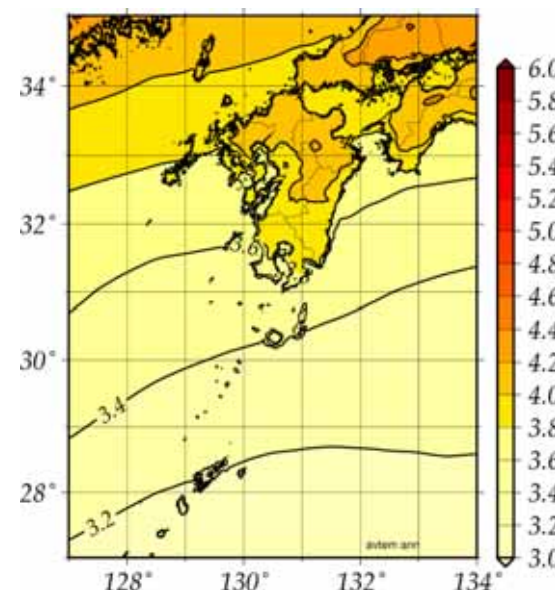


図 平均気温の将来変化（将来気候の現在気候との差）

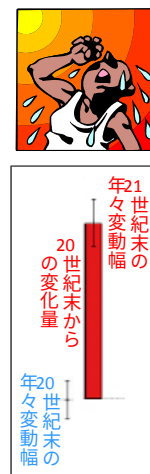
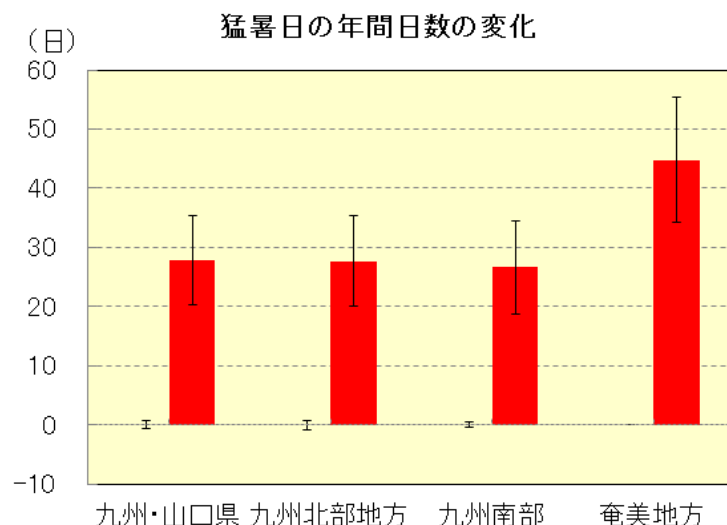
- 九州・山口県では、平均気温は年平均で4.0°C上昇する。季節によっては3.5～4.5°C上昇する。
- 平均気温は、年によって変動する。
- 広範囲では、高緯度地域ほど上昇が大きい。

➡ 国民生活や生態系等へ広く影響

猛暑日日数の将来変化

「第8巻」と同傾向だが、増加量は大きい

20世紀末：1980～1999年
21世紀末：2076～2095年



(上図) 各地域において、赤い棒グラフは21世紀末における平均の変化量、細い縦線は20世紀末(左)及び21世紀末(右)における年による変動の幅(標準偏差)(単位:日/地点)。

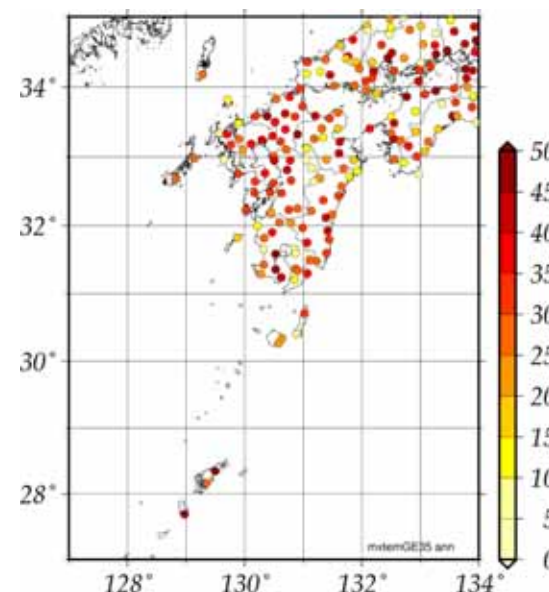


図 猛暑日の日数の将来変化(将来気候の現在気候との差)

(上図) 将来変化。4通りの予測結果の増減傾向の一致度より信頼性を評価し、全結果が一致した点では信頼性が高い変化としてプロット(単位:日)。

	年	春	夏	秋
九州・山口県	27.8 ± 7.6	0.0 ± 0.1	26.5 ± 7.1	1.3 ± 1.0
九州北部地方	27.7 ± 7.7	0.0 ± 0.1	26.6 ± 7.3	1.1 ± 1.0
九州南部	26.6 ± 7.8	0.0 ± 0.0	24.8 ± 7.2	1.8 ± 1.3
奄美地方	44.8 ± 10.6		43.7 ± 10.0	1.1 ± 1.6

(上表) 変化量の増加(減少)および年々変動の標準偏差の数値を示し、その変化量が信頼度水準90%以上で有意の場合はオレンジ色(水色)に塗りつぶしている。

猛暑日の平年値

下関	福岡	大分	長崎	佐賀	熊本	宮崎	鹿児島
0.3	5.5	4.0	2.0	9.7	12.1	4.5	4.0

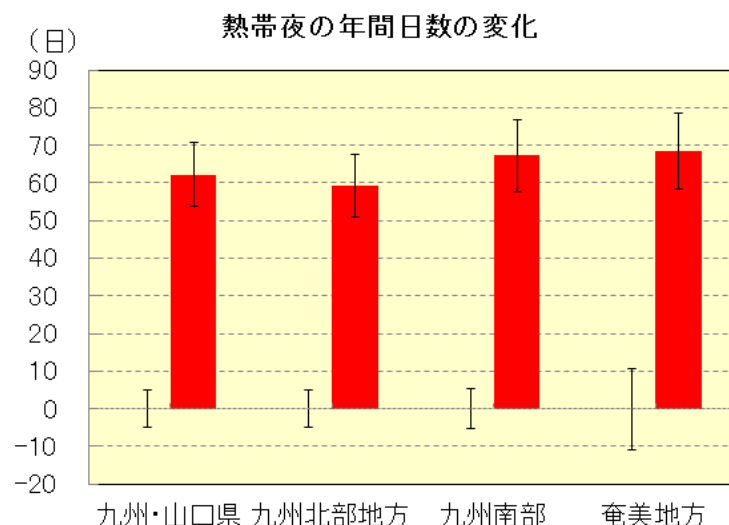
□ 猛暑日の増加日数は約28日で増加傾向。
□ 山口県から鹿児島県の各県の猛暑日の増加日数の最大値は35日(福岡)、最小値は23日(長崎)。

➡ 国民生活や生態系等へ広く影響

熱帯夜日数の将来変化

「第8巻」と同傾向だが、増加量は大きい

20世紀末：1980～1999年
21世紀末：2076～2095年



（上図）各地域において、赤い棒グラフは21世紀末における平均の変化量、細い縦線は20世紀末（左）及び21世紀末（右）における年による変動の幅（標準偏差）（単位：日/地点）。

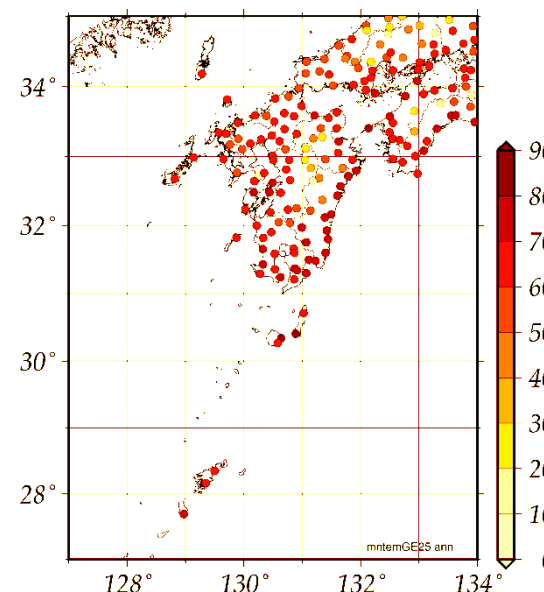
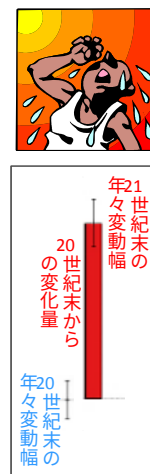


図 熱帯夜の日数の将来変化（将来気候の現在気候との差）

（上図）将来変化。4通りの予測結果の増減傾向の一致度より信頼性を評価し、全結果が一致した点では信頼性が高い変化としてプロット（単位：日）。

	年	春	夏	秋
九州・山口県	62.2±8.5	0.3±0.4	48.0±5.5	13.9±5.2
九州北部地方	59.3±8.2	0.1±0.3	47.5±5.5	11.7±5.0
九州南部	67.3±9.6	0.2±0.5	50.5±6.0	16.6±5.8
奄美地方	68.5±10.2	5.9±4.5	29.8±3.8	32.8±7.4

（上表）変化量の増加（減少）および年々変動の標準偏差の数値を示し、その変化量が信頼度水準90%以上で有意の場合はオレンジ色（水色）に塗りつぶしている。

熱帯夜の平年値

下関	福岡	大分	長崎	佐賀	熊本	宮崎	鹿児島
35.5	33.2	12.9	35.8	19.4	24.0	19.2	51.6

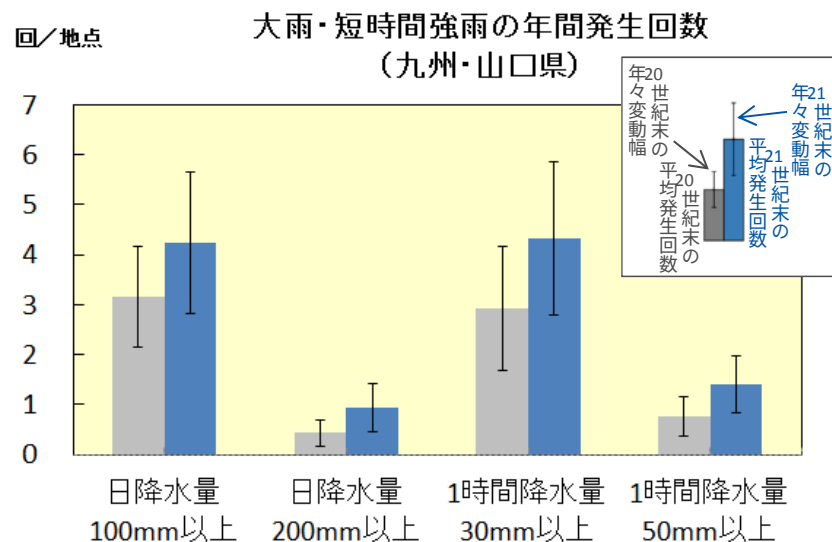
□熱帯夜の増加日数は約62日で増加傾向。
□山口県から鹿児島県の各県の熱帯夜の増加日数の最大値は69日（鹿児島）、最小値は56日（熊本）。

➡ 国民生活や生態系等へ広く影響

大雨、短時間強雨の頻度の将来変化

20世紀末：1980～1999年

21世紀末：2076～2095年



(上図) 各地域において、棒グラフは20世紀末(灰色)及び21世紀末(青)における値、細い縦線は、20世紀末(左)及び21世紀末(右)における年による変動の幅(標準偏差)(単位:回/地点)。

	日降水量 100mm以上	日降水量 200mm以上	1時間降水量 30mm以上	1時間降水量 50mm以上
年	1.1 ± 1.4	0.5 ± 0.5	1.4 ± 1.5	0.7 ± 0.6

(上表) 変化量の増加(減少)および年々変動の標準偏差の数値を示し、その変化量が信頼水準90%以上で有意の場合は水色(オレンジ色)に塗りつぶしている。

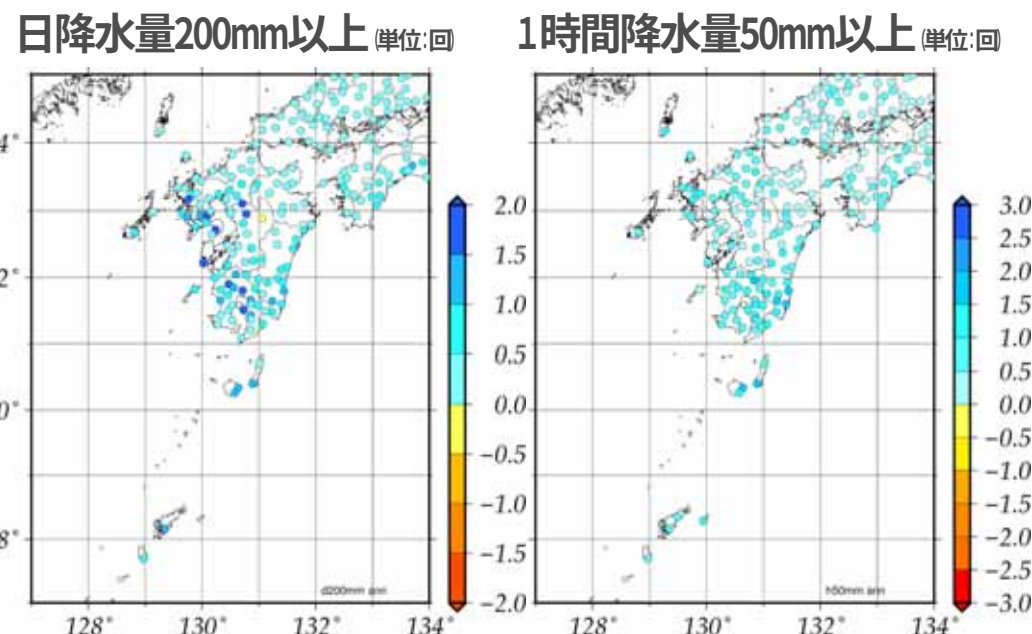


図 年間発生回数の将来変化(将来気候の現在気候との差)

(上図) 将来変化。4通りの予測結果の増減傾向の一致度より信頼性を評価し、全結果が一致した点では信頼性が高い変化としてプロット(単位:回)。

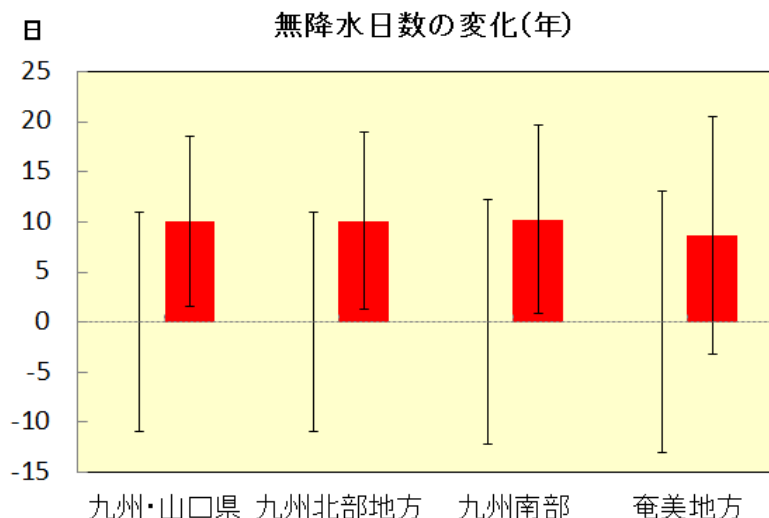
- 大雨や短時間強雨の頻度は増加傾向。
- 日降水量200mm以上の頻度は2.2倍。
- 1時間降水量50mm以上の頻度は1.9倍。

➡ 大雨による自然災害リスクの増大

無降水日数の頻度の将来変化

「第8巻」と同傾向だが、増加日数は大きい

20世紀末：1980～1999年
21世紀末：2076～2095年



(上図) 各地域において、赤い棒グラフは21世紀末における平均の変化量、細い縦線は20世紀末(左)及び21世紀末(右)における年による変動の幅(標準偏差)(単位:日/地点)。

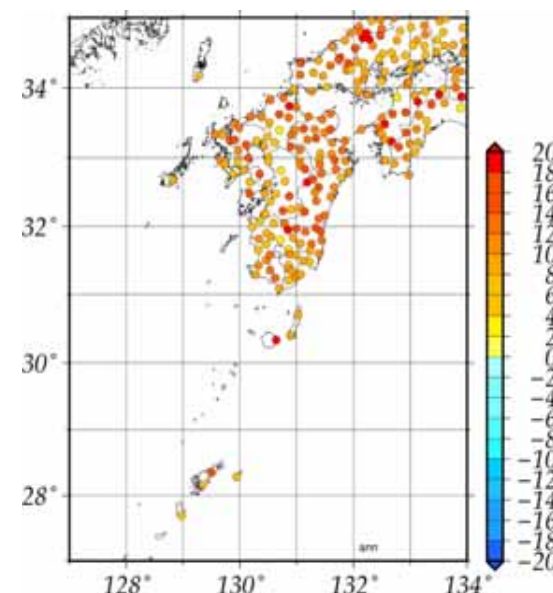


図 年間の無降水日数の将来変化
(将来気候の現在気候との差)

(上図) 将来変化。4通りの予測結果の増減傾向の一致度より信頼性を評価し、全結果が一致した点では信頼性が高い変化としてプロット(単位:日)。

	年	春	夏	秋	冬
九州・山口県	10.1 ± 8.5	2.7 ± 4.7	3.4 ± 4.9	1.2 ± 3.8	2.8 ± 3.4
九州北部地方	10.1 ± 8.8	2.9 ± 4.7	3.3 ± 5.5	0.9 ± 4.0	3.0 ± 3.5
九州南部	10.2 ± 9.4	2.2 ± 5.2	3.8 ± 5.2	1.6 ± 4.2	2.5 ± 3.8
奄美地方	8.7 ± 11.8	2.4 ± 6.4	0.9 ± 5.4	1.0 ± 4.2	4.4 ± 5.6

(上表) 変化量の増加(減少)および年々変動の標準偏差の数値を示し、その変化量が信頼度水準90%以上で有意の場合はオレンジ色(水色)に塗りつぶしている。

口雨の降らない日の頻度は、約10日増加傾向。
口山口県から鹿児島県の各県の無降水日の増加日数の最大値は13日(大分、宮崎)、最小値は7日(長崎)。

⇒ **水資源管理、干ばつのリスクの増大**

地球温暖化の地球への影響

世界における地球温暖化の脅威



海面上昇

海水の熱膨張や氷河が融けて、南極やグリーンランドの氷床が融けるとさらに海面が上昇します。

異常気象の増加

極端な高温、熱波、大雨の頻度が増加し、熱帯サイクロンが猛威を振るようになります。高緯度地域では降水量が増加する可能性が非常に高まり、ほとんどの亜熱帯陸域においては減少する可能性があります。



熱帯低気圧の強大化

温暖化により強い熱帯低気圧は今後増加することが予測されており、その結果、激しい風雨により沿岸域での被害が増加する可能性があります。

世界における地球温暖化の脅威

食料不足

世界全体でみると、地域の平均気温が 3°C を越えて上昇すると、潜在的食料生産量は低下すると予測されています。



動植物の絶滅リスクの増加

世界平均気温が産業革命前より $1.5 \sim 2.5^{\circ}\text{C}$ 以上高くなると、調査の対象となった動植物種の約 $20 \sim 30\%$ で絶滅リスクが増加する可能性が高いと予測されています。

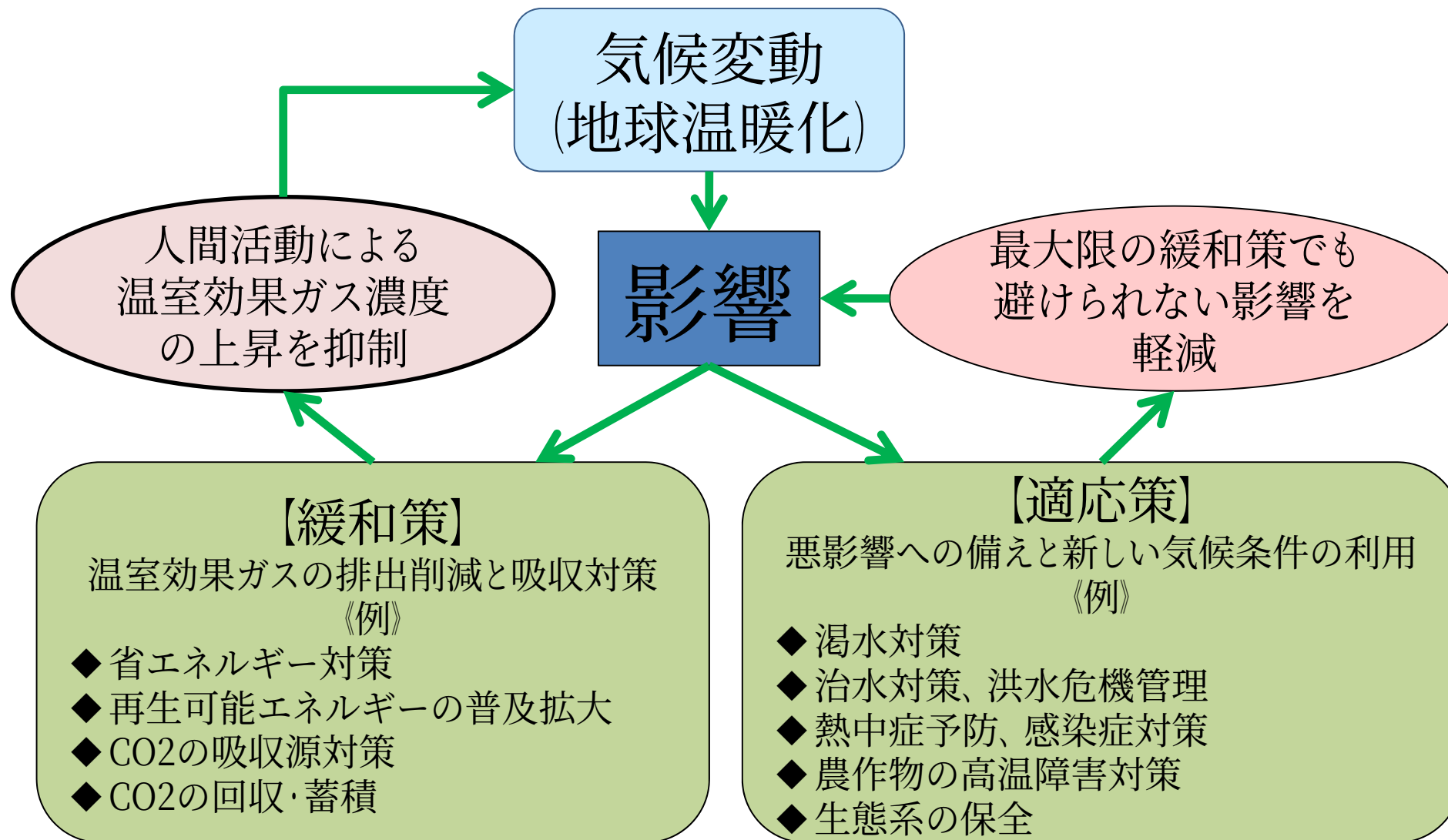


感染地域も増加

世界中で猛威をふるっているマラリアは、温暖化が進むとその感染リスクの高い地域が広がります。

気候変動への日本の取り組み

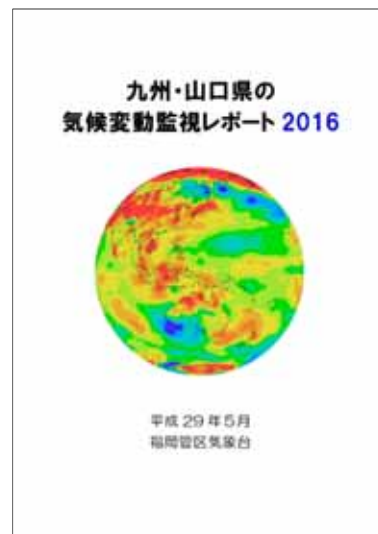
緩和策と適応策



「日本の気候変動とその影響（2012年度版）」＊ 図1より

＊文部科学省、気象庁、環境省が、日本を対象とした気候変動の観測・予測・影響評価に関する統合レポート。
平成25年4月12日に概要版とともに公表。

地球温暖化関連情報



地球温暖化に関連した情報やデータが必要な場合には、
福岡管区気象台 <http://www.jma-net.go.jp/fukuoka/>

地球環境・海洋課

地球温暖化情報官

TEL 092-725-3613

まで、ご連絡ください。

ご清聴、ありがとうございました。