

福島県の気候変動と 影響の予測

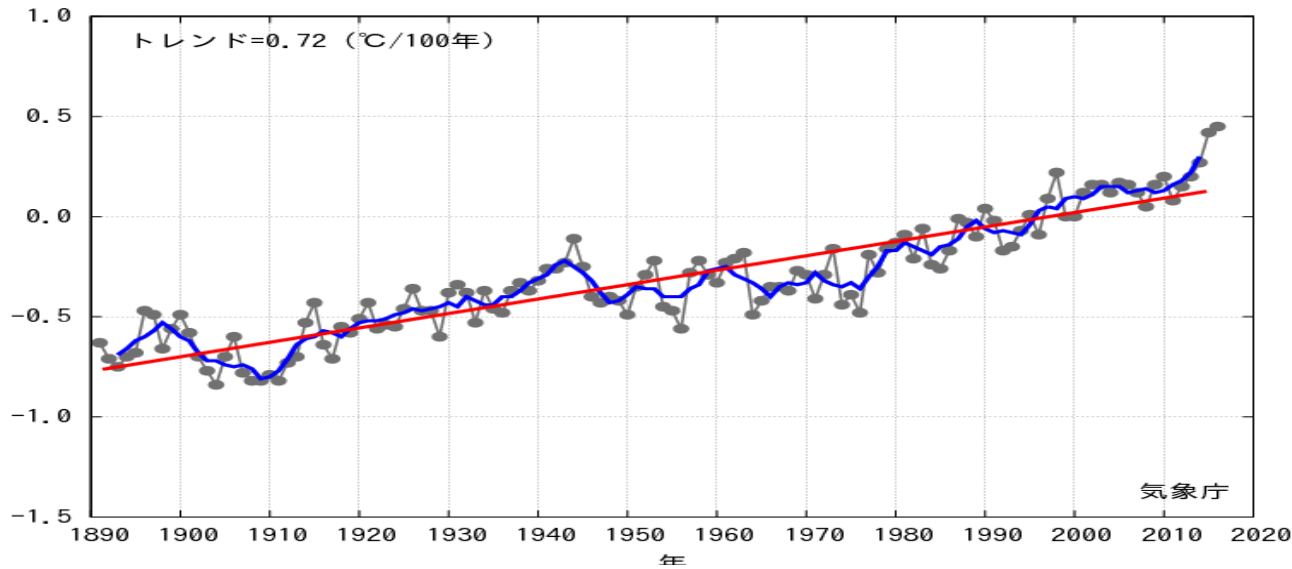
福島大学
渡邊 明

内容

1. 気候変動の実態
2. 気候予測と不確定性
3. 気候変化の影響
4. 温暖化対策
5. まとめ

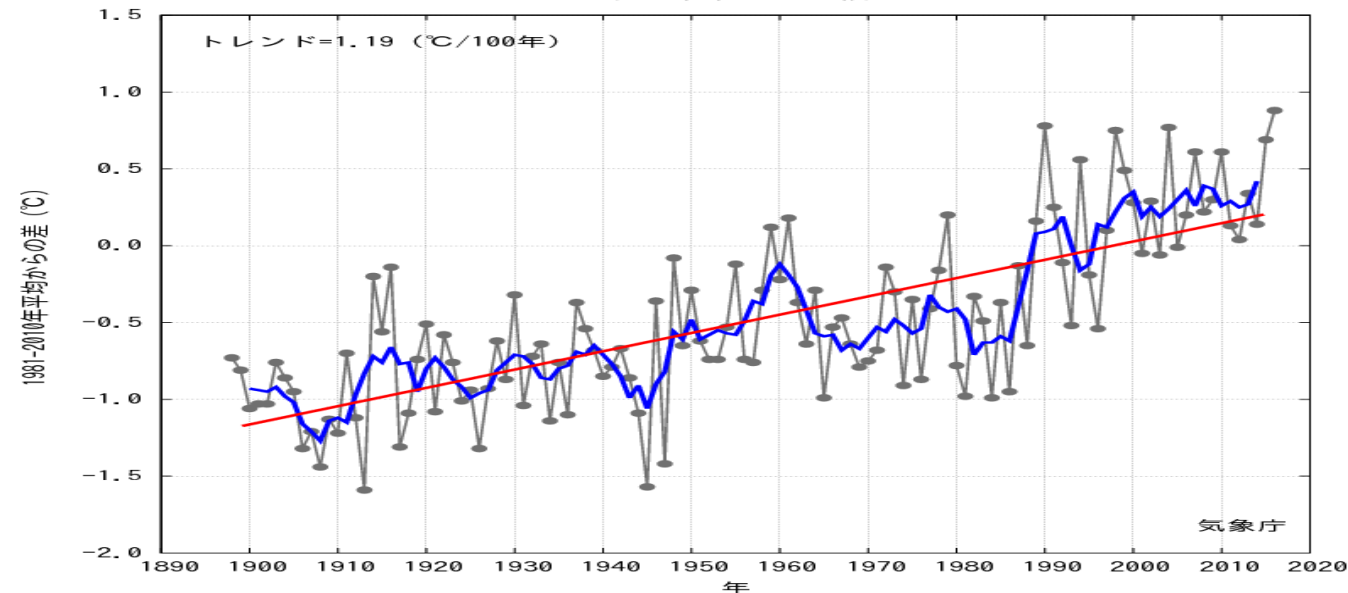
世界と日本の気温変動

世界の年平均気温偏差



0.72°C/100年

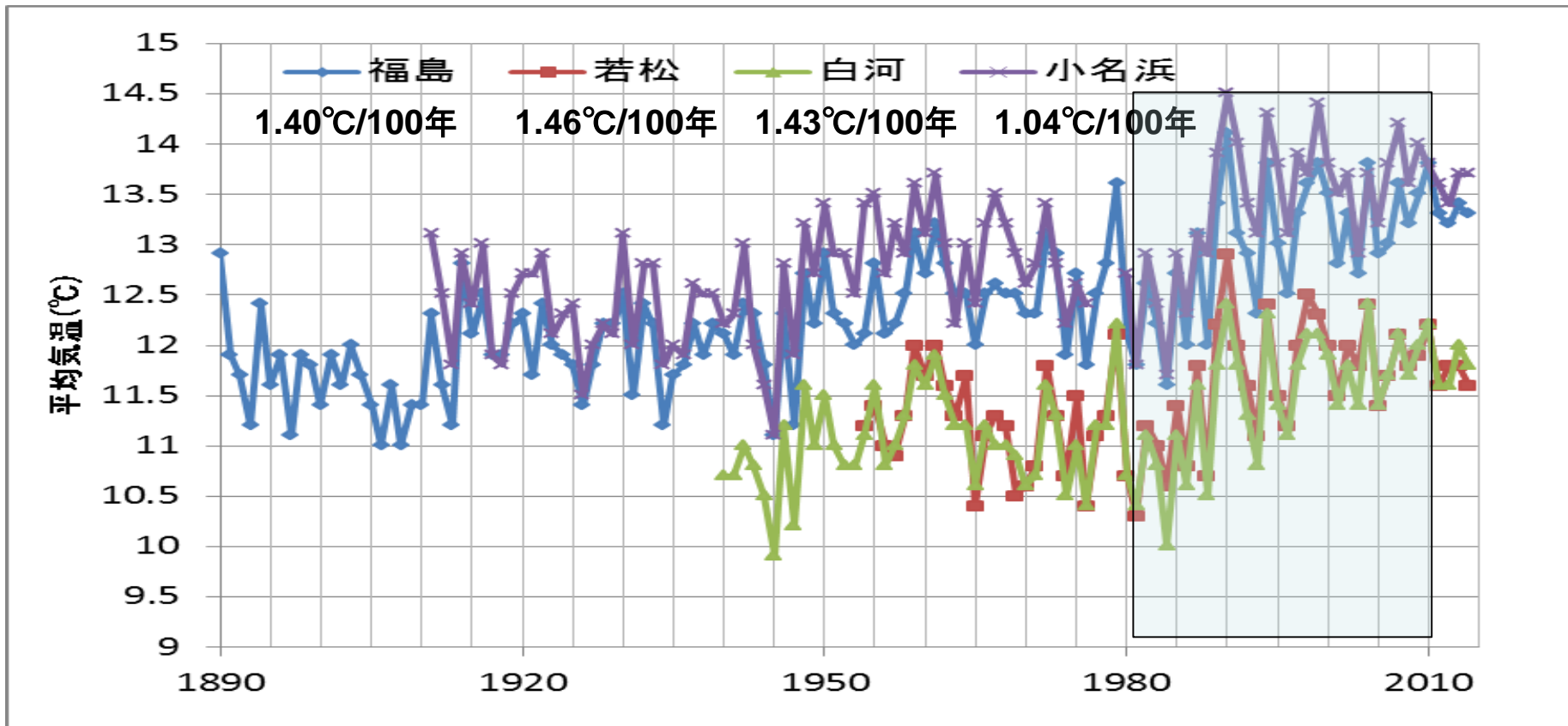
日本の年平均気温偏差



1.19°C/100年

福島県の気温変化の現状

1981年から2015年

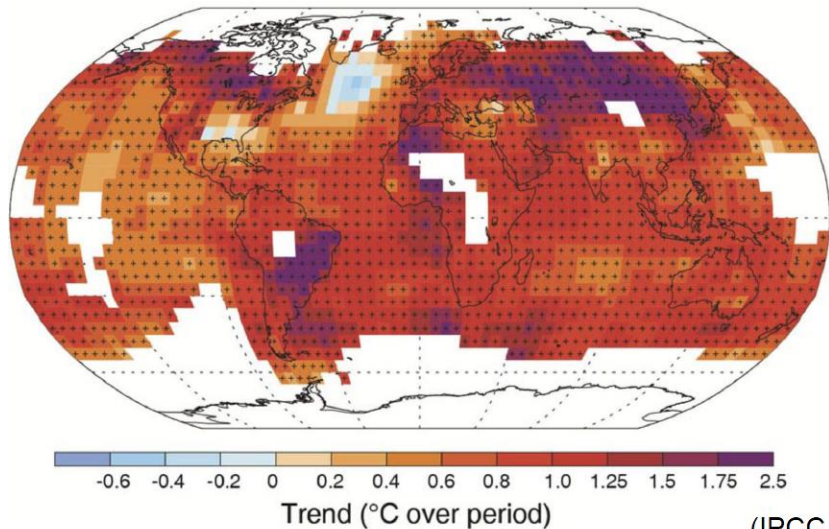


第2図 福島・若松・白河・小名浜の年平均気温の推移

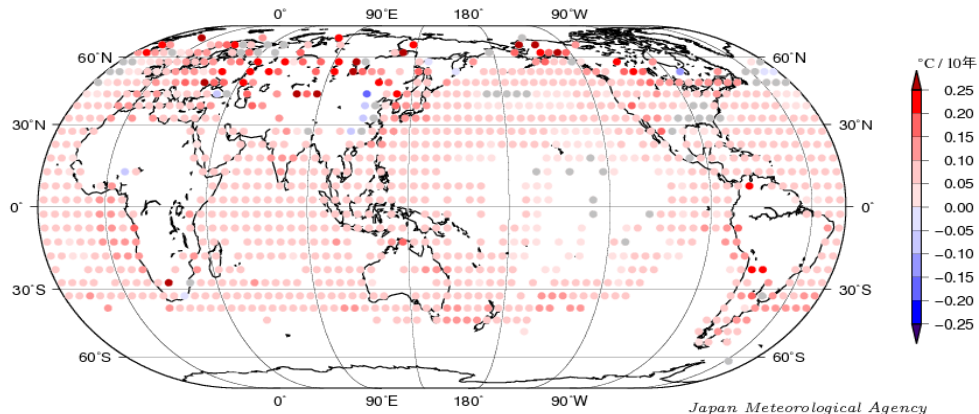
(出典) 気象庁『過去のデータ検索』各年のデータより作成 (<http://www.jma.go.jp/>)

気温上昇量

Observed change in average surface temperature 1901–2012

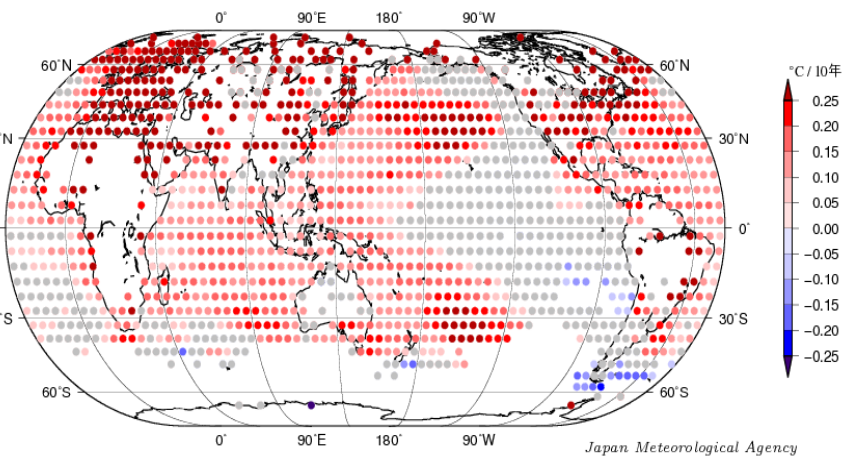


年平均気温長期変化傾向 1891-2016 年

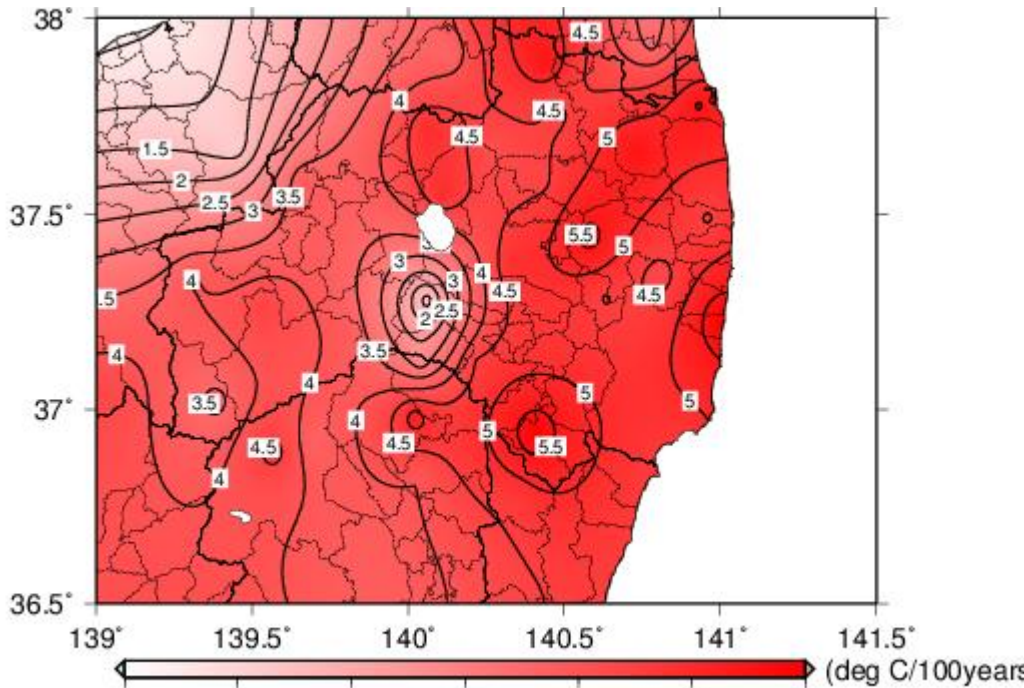


図中の丸印は、5°x 5° 格子で平均した 1891-2016 年の長期変化傾向（10 年あたり）を示す。
灰色は、信頼度 90 % で統計的に有意でない格子を示す。

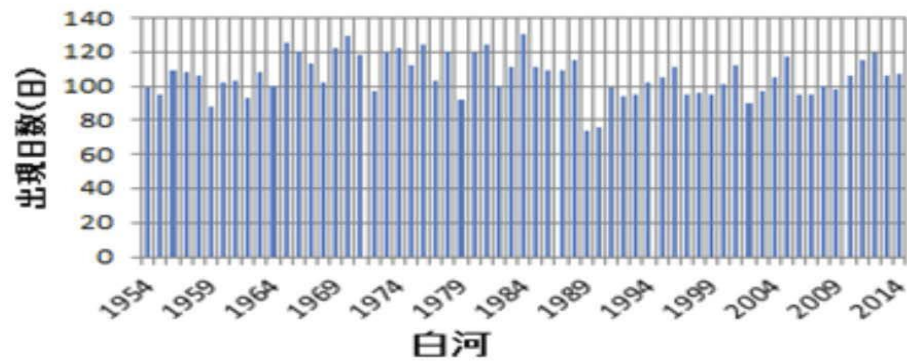
年平均気温長期変化傾向 1979-2016 年



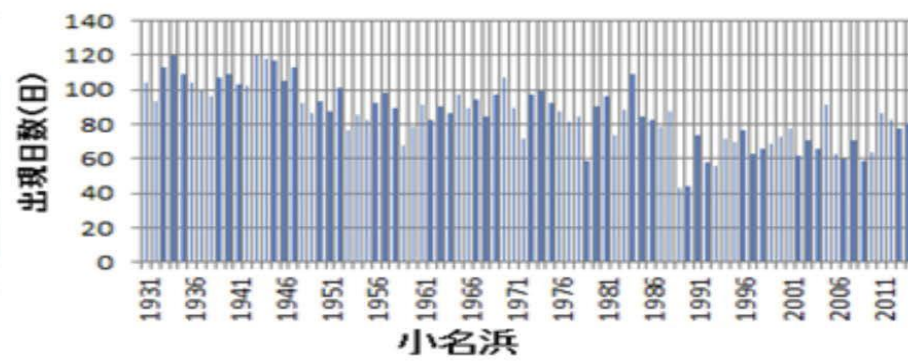
図中の丸印は、5°x 5° 格子で平均した 1979-2016 年の長期変化傾向（10 年あたり）を示す。
灰色は、信頼度 90 % で統計的に有意でない格子を示す。



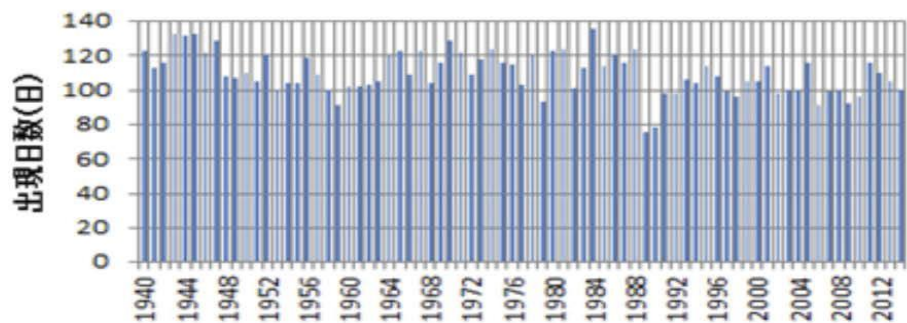
若松



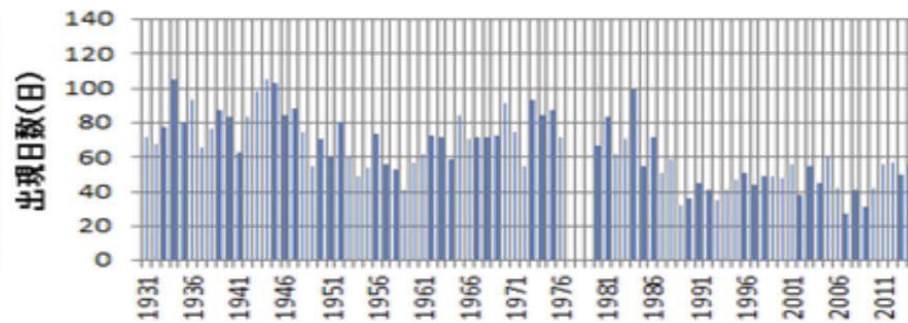
福島



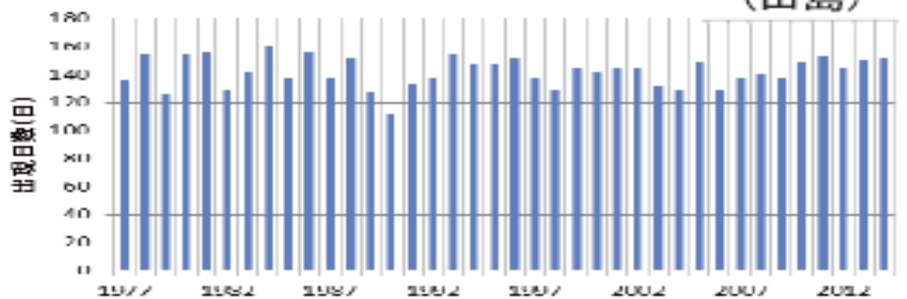
白河



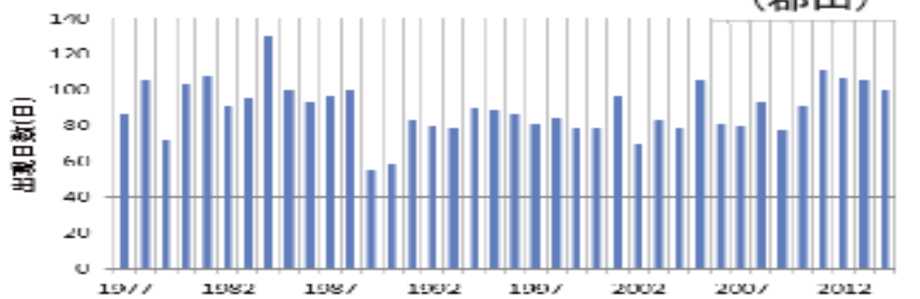
小名浜



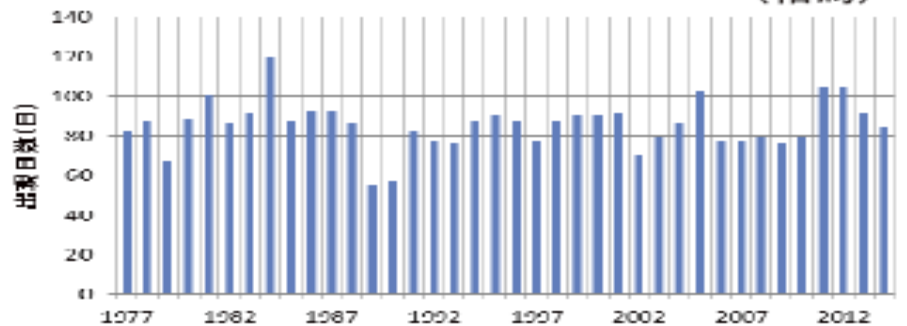
(田島)



(郡山)

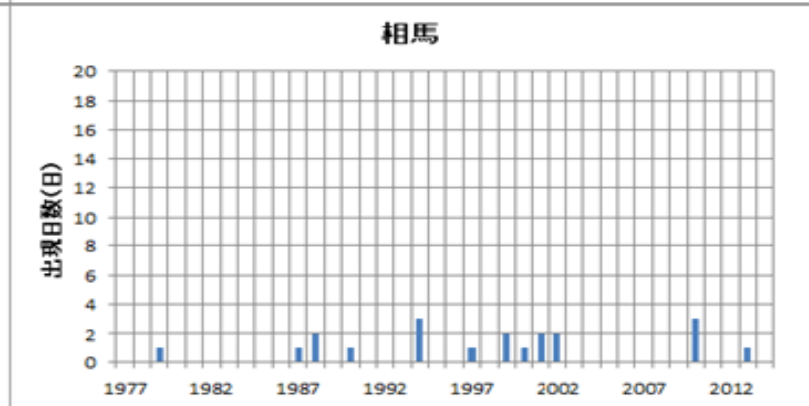
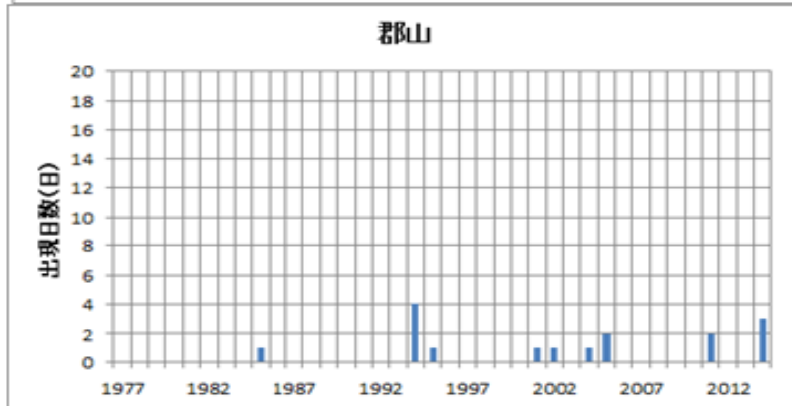
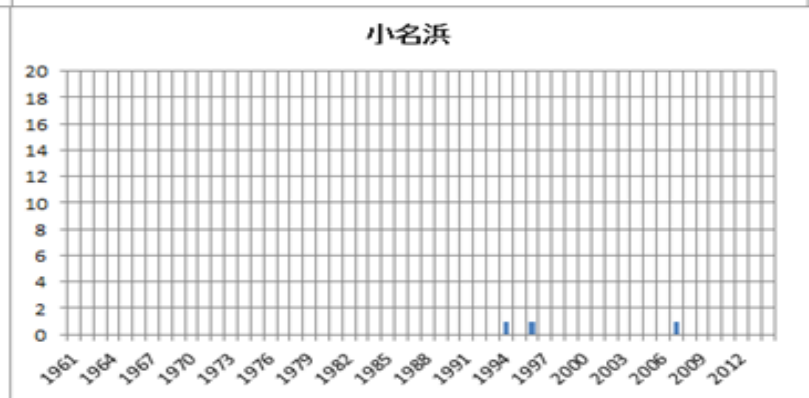
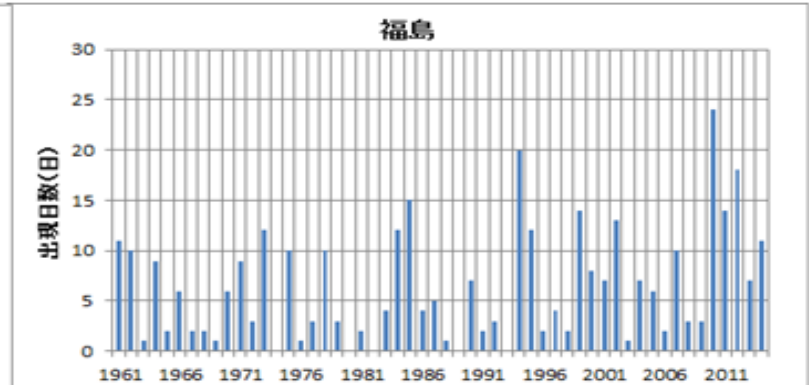
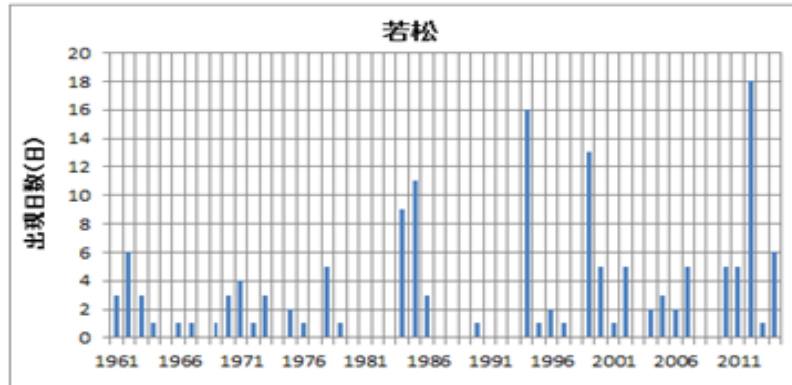


(相馬)



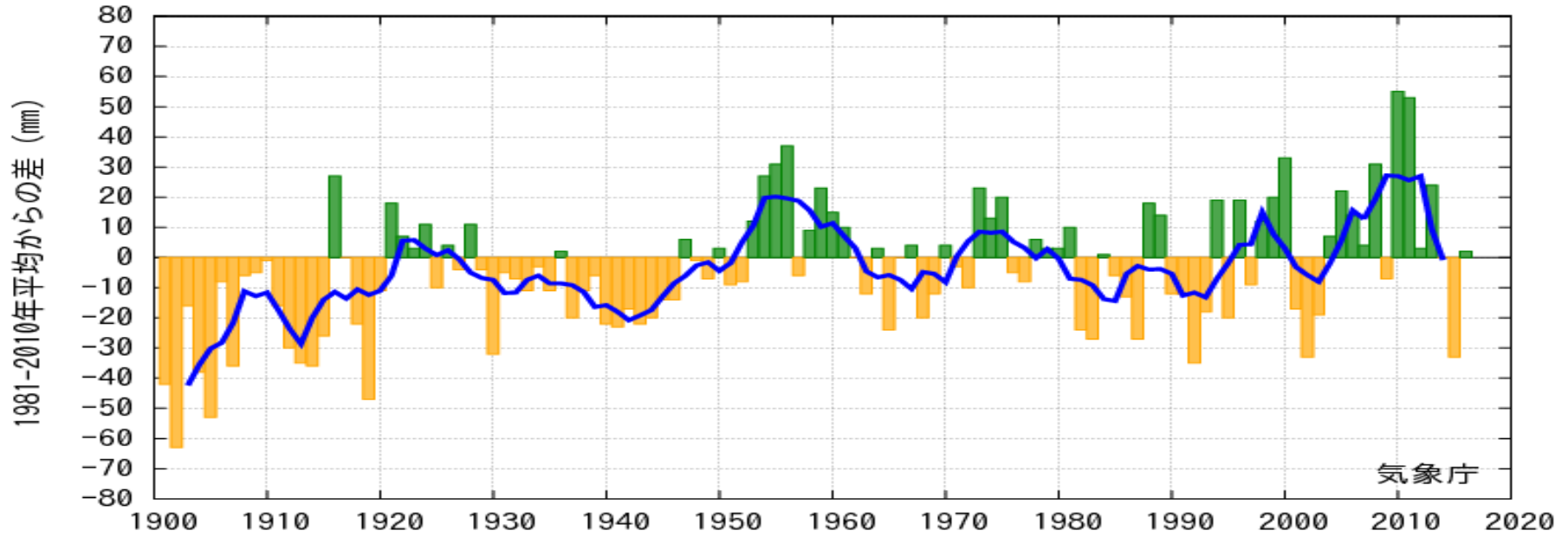
第 4.23 図 冬日の出現日数の経年変化
 (出典：気象庁『過去のデータ検索』各年のデータより作成 (<http://www.jma.go.jp/>))

猛暑日(最高気温35°C以上の日)の出現日数

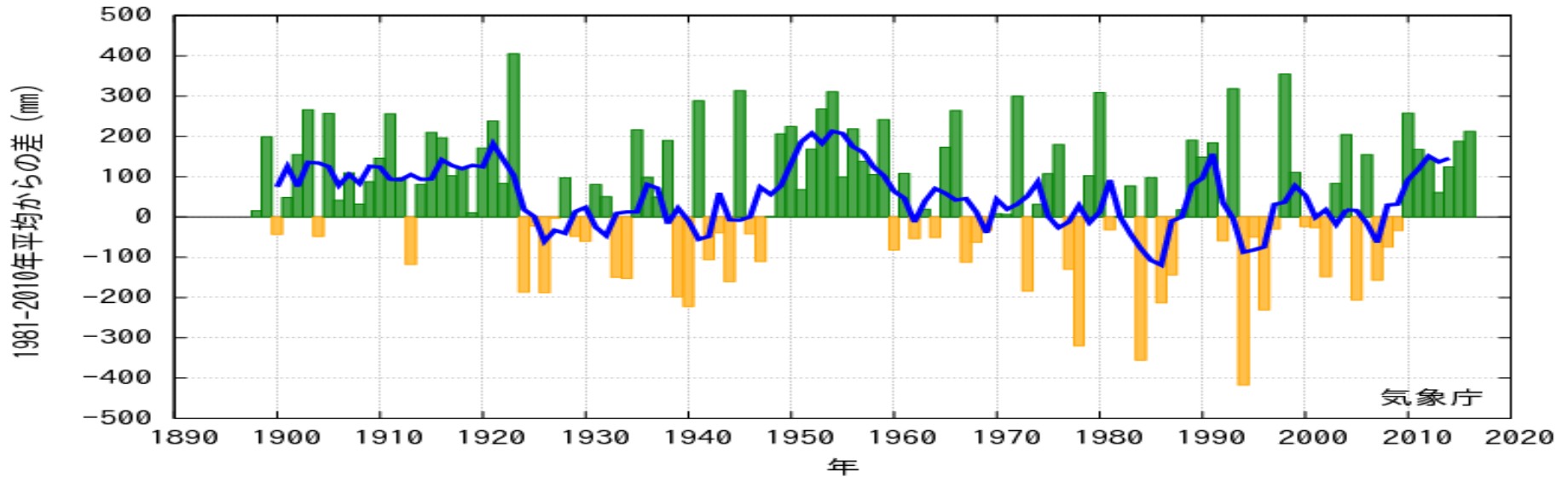


降水量変動

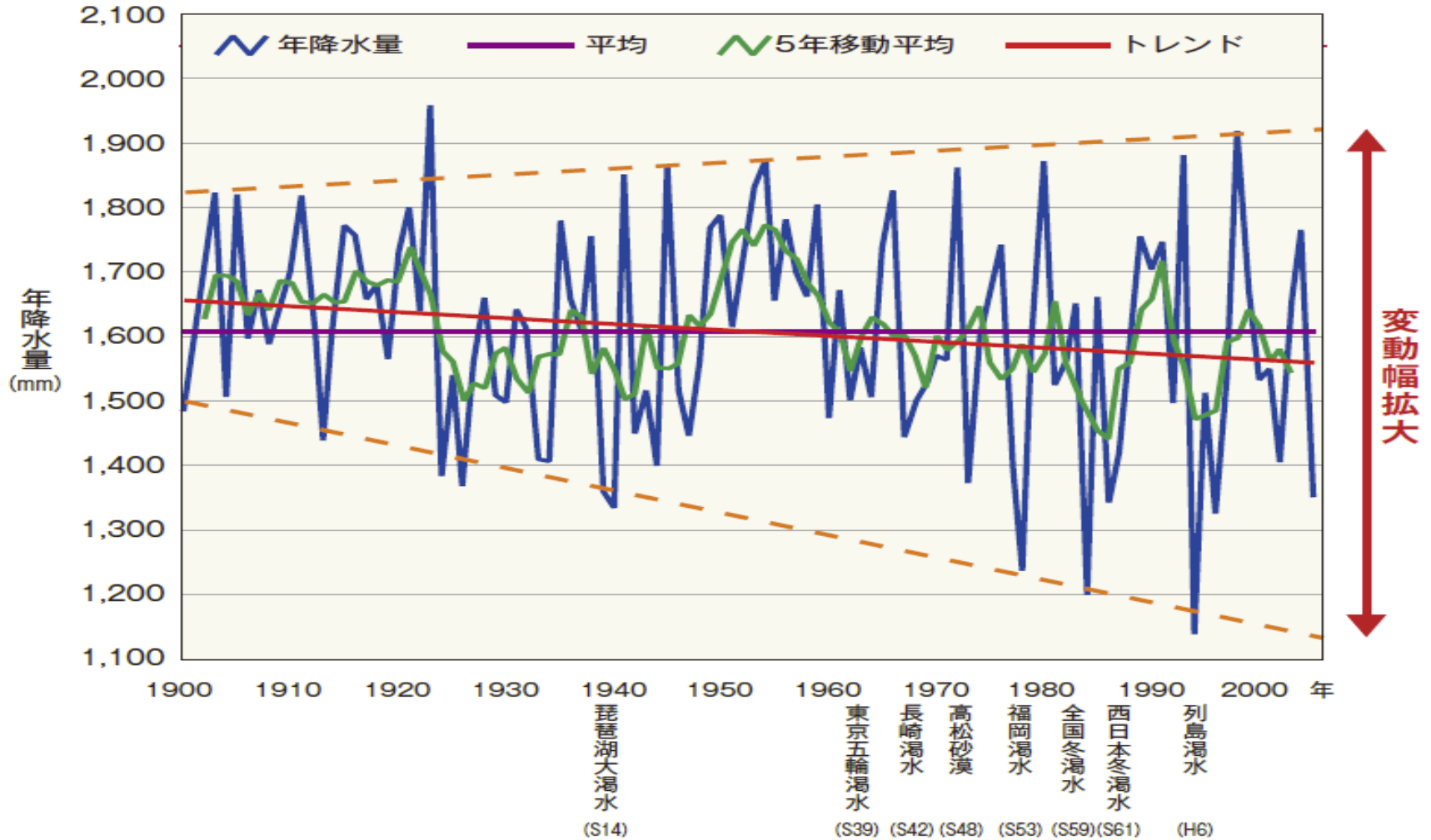
世界の年降水量偏差



日本の年降水量偏差

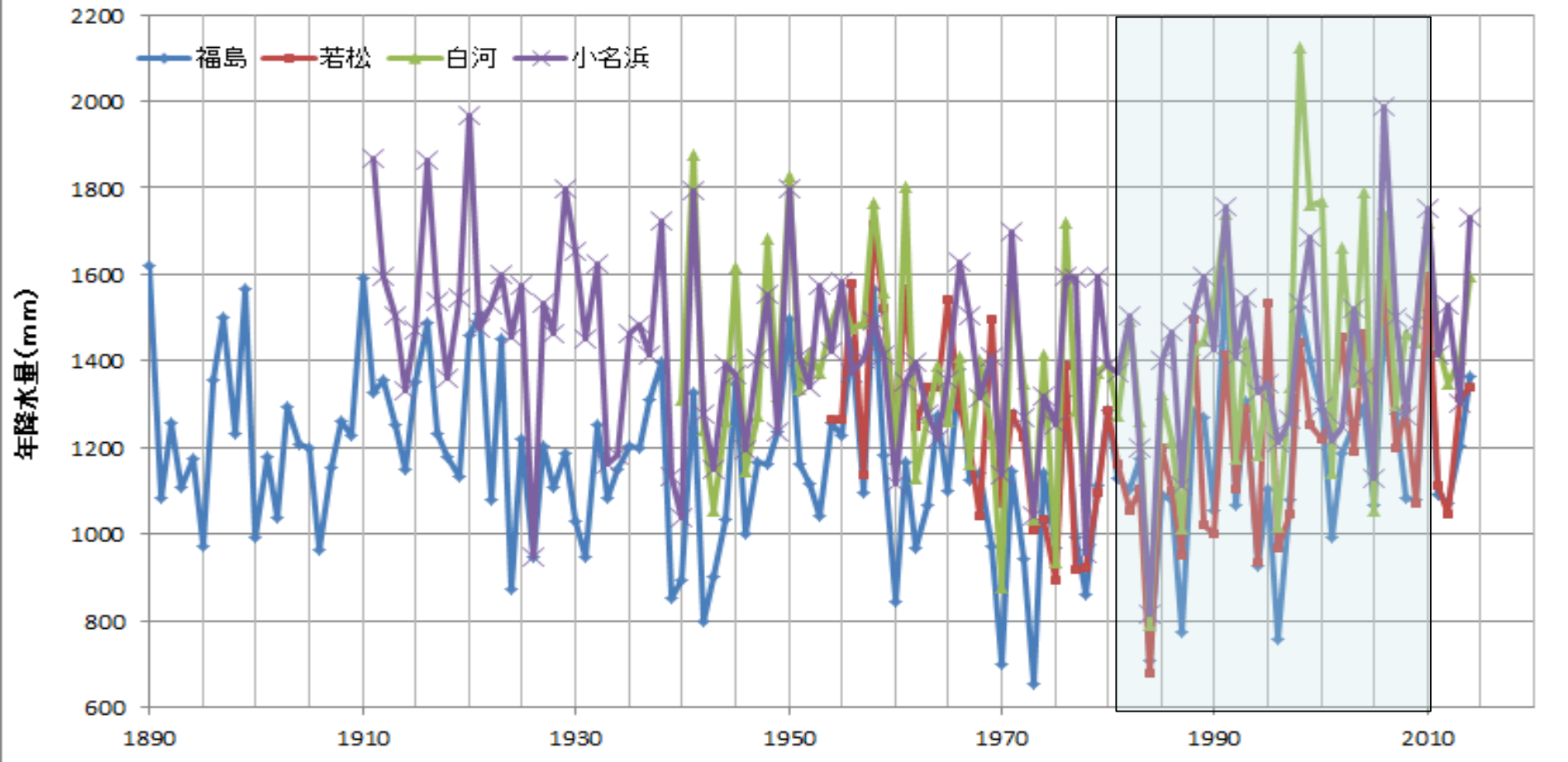


降水量変動の特徴



・全国51地点の気象庁観測データより集計した

年降水量とその変動



第12図 年降水量の推移

(出典) 気象庁『過去のデータ検索』各年のデータより作成 (<http://www.jma.go.jp/>)

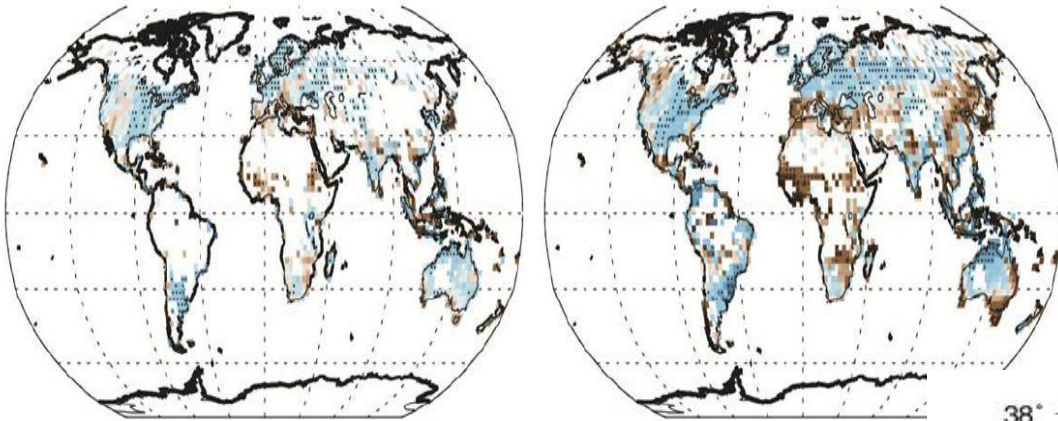
福島:-80.8mm/100年, 若松:-93.7mm/100年, 白河:88.7mm/100年, 小名浜:-98.5mm/100年

降水量変動

Observed change in precipitation over land

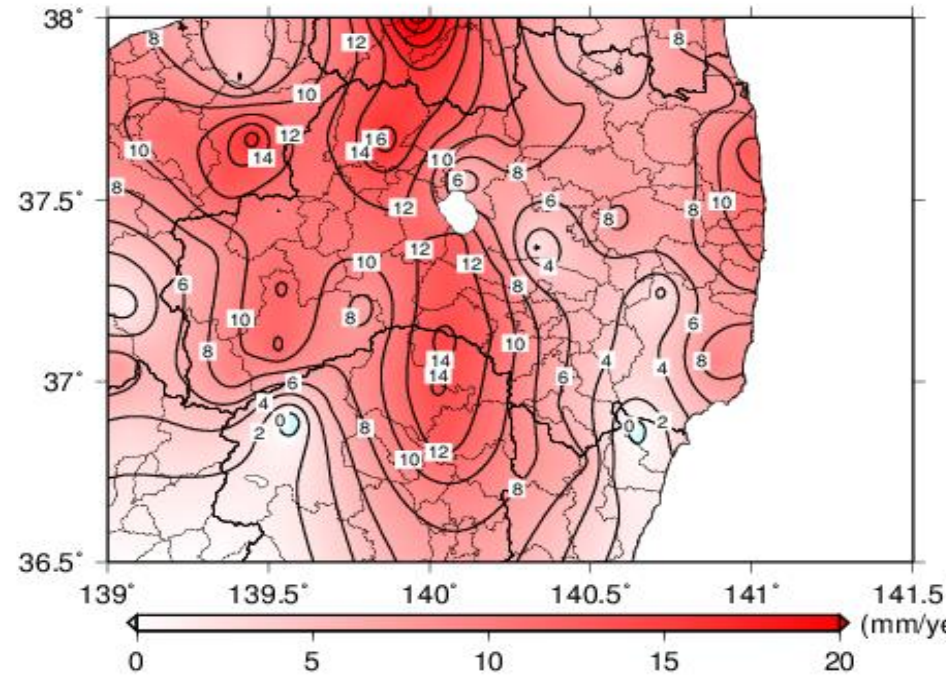
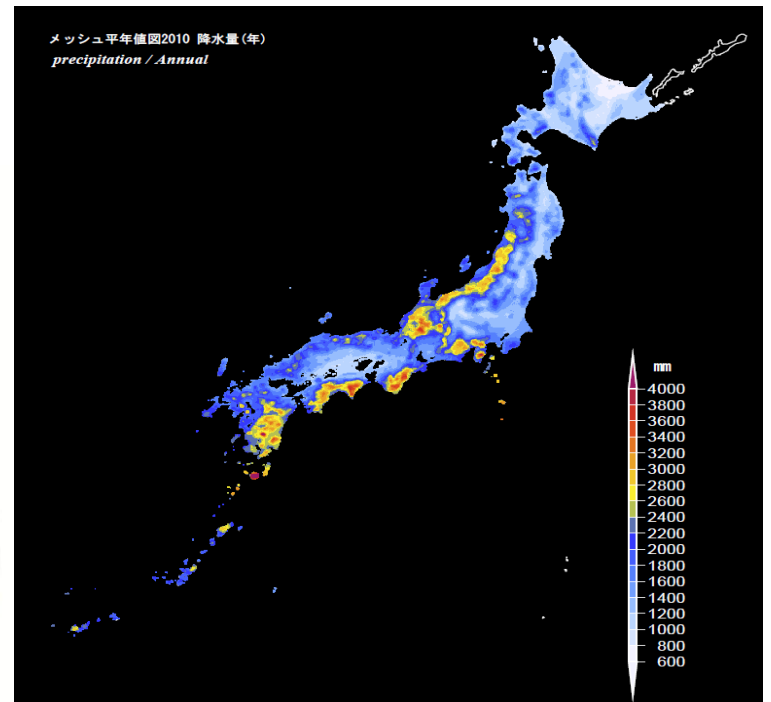
1901-2010

1951-2010



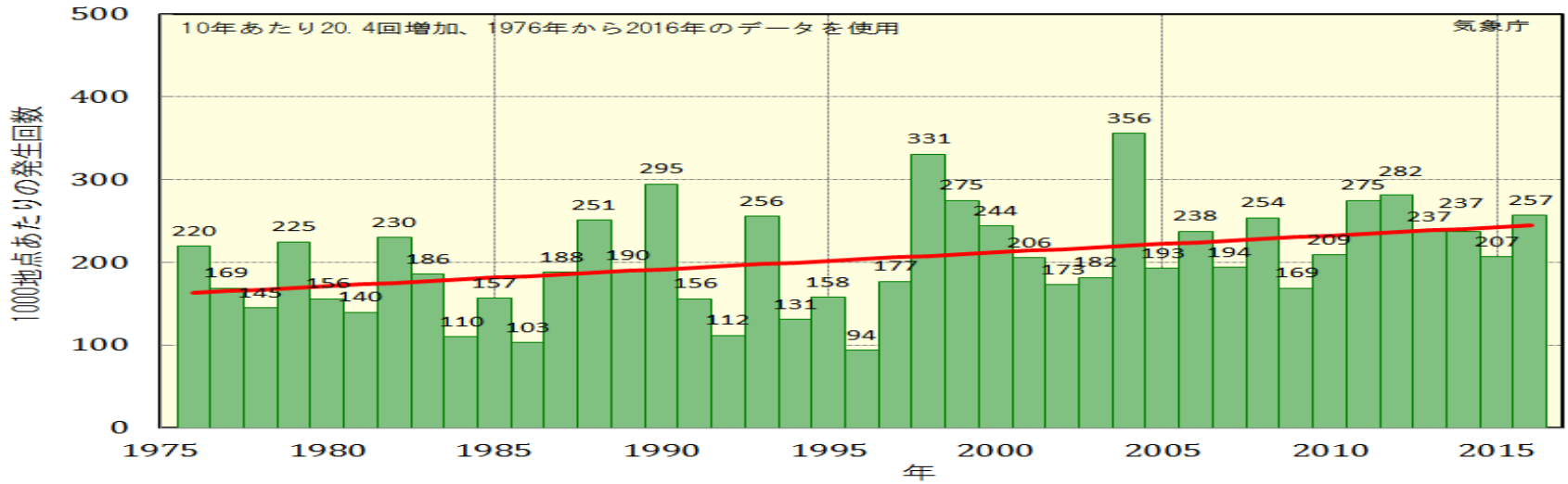
Trend (mm/year/decade)

IPC

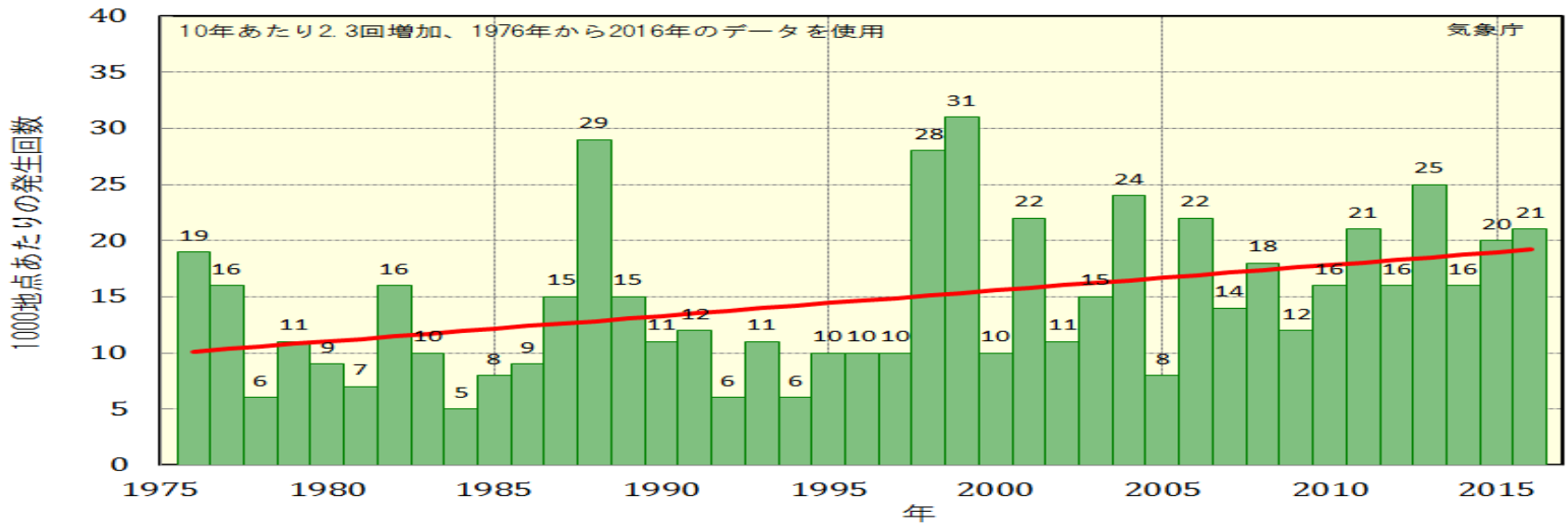


強雨化

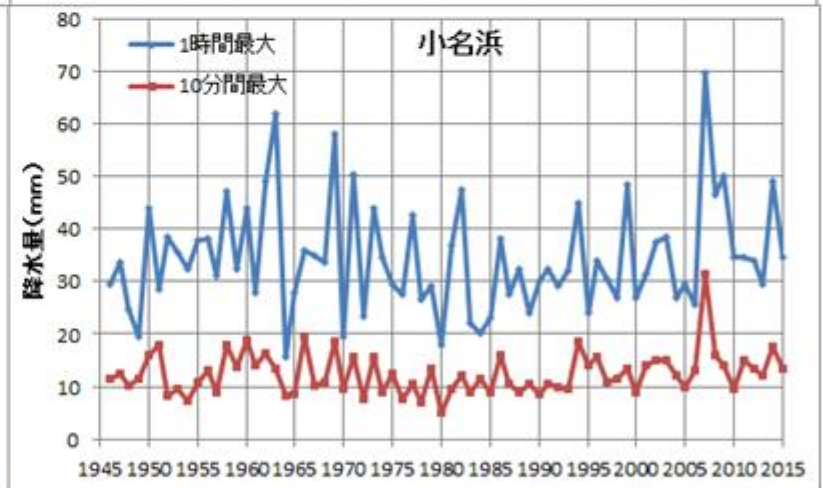
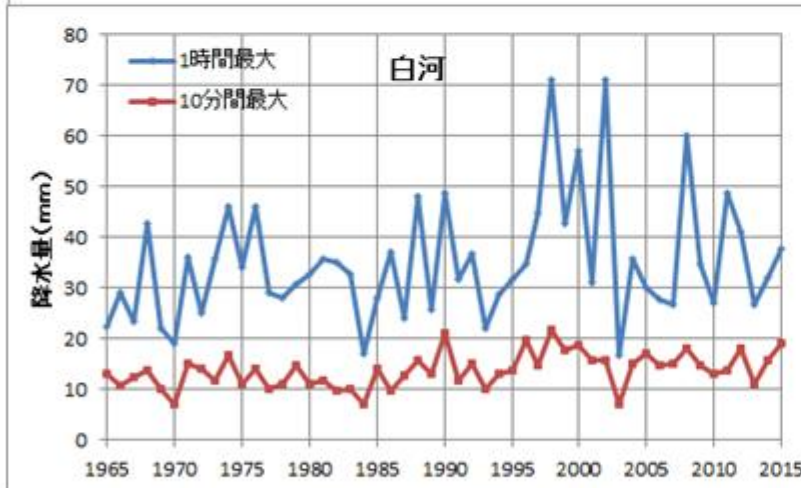
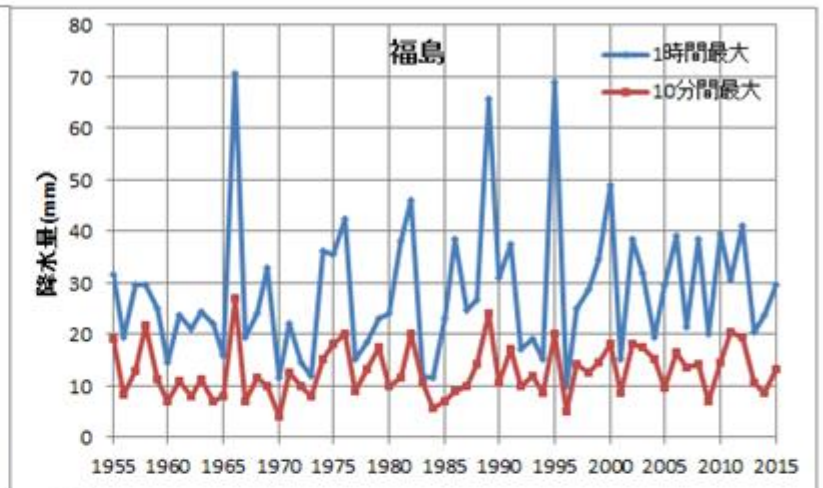
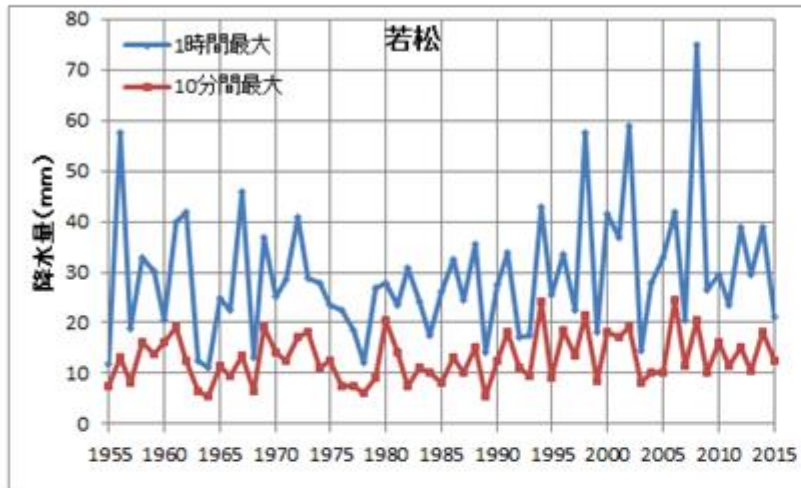
[アメダス]1時間降水量50mm以上の年間発生回数



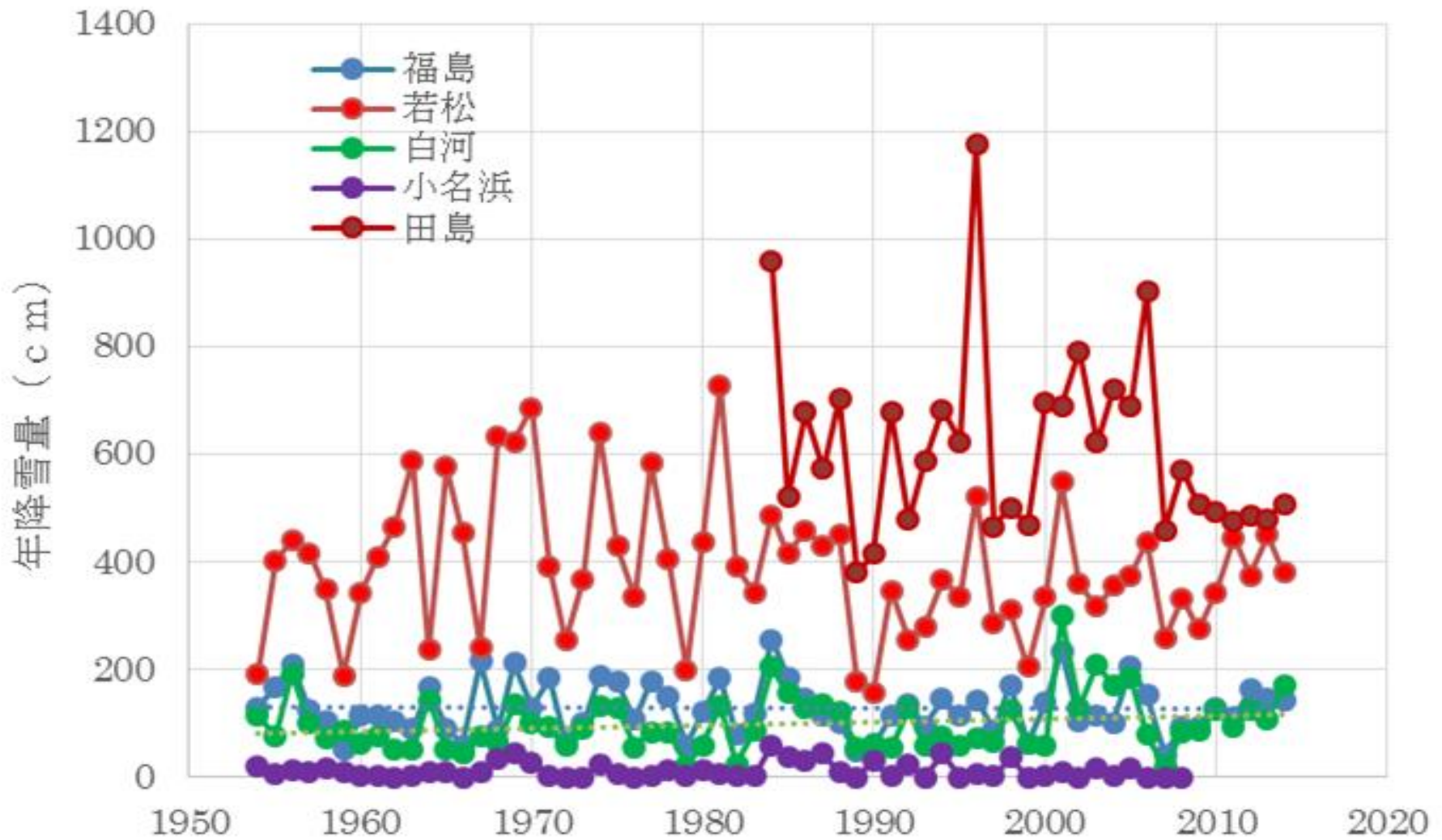
[アメダス]1時間降水量80mm以上の年間発生回数



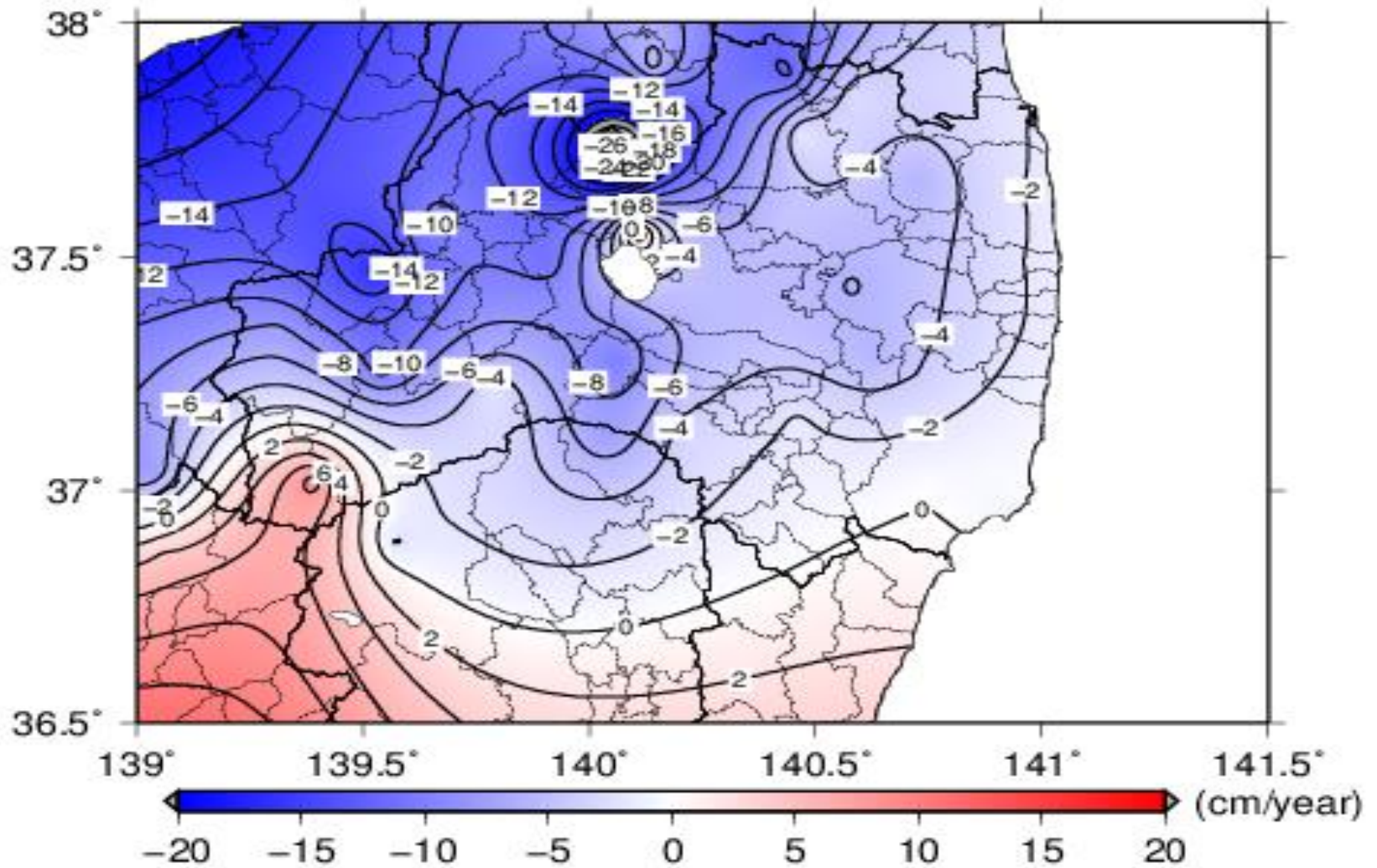
短時間降水強度變化



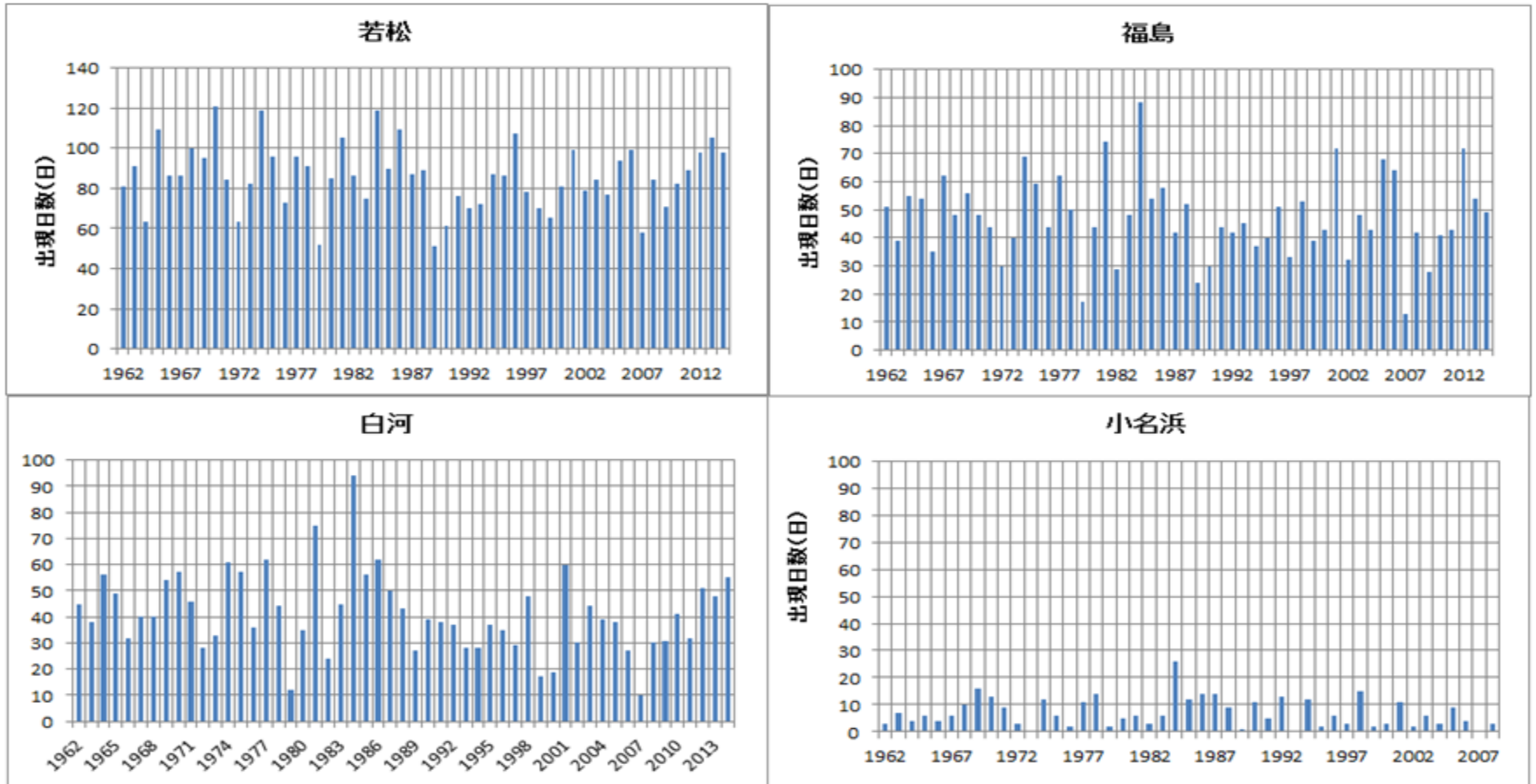
降雪量變動



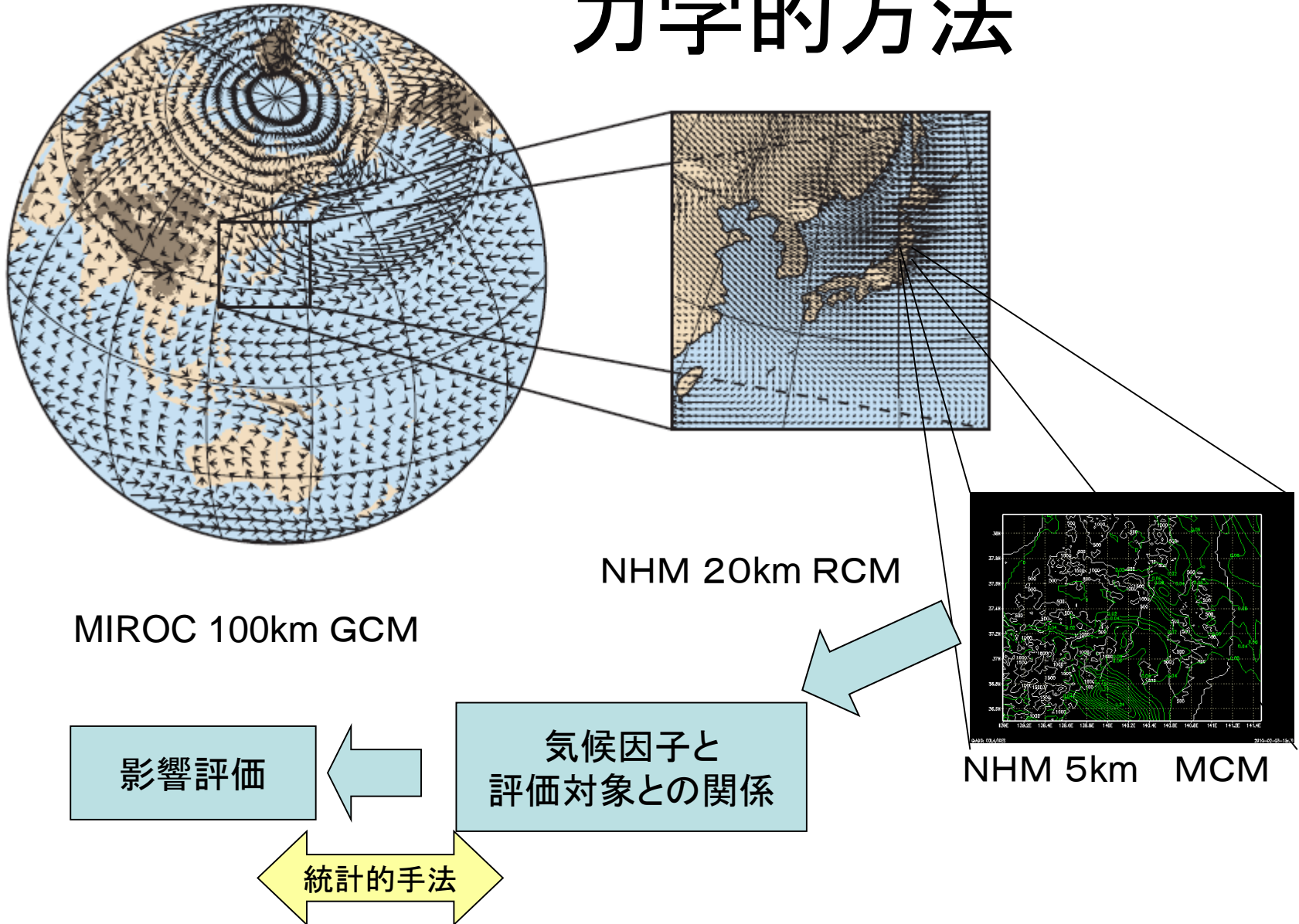
降雪量の変化傾向



降雪日の数変動



力学的方法



MIROC 100km GCM

NHM 20km RCM

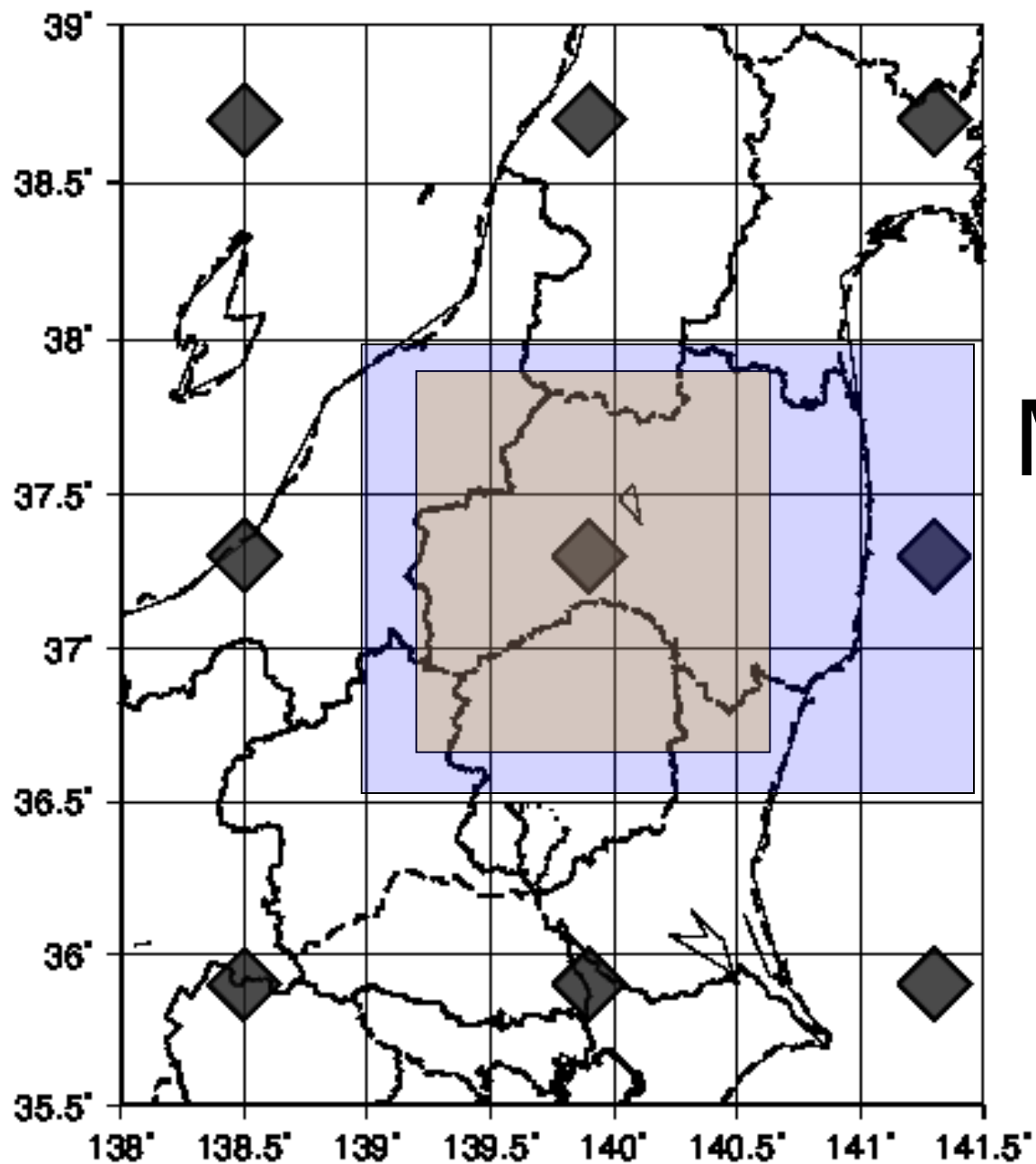
NHM 5km MCM

影響評価

気候因子と
評価対象との関係

統計的手法

MODEL GRID (MIROC5)

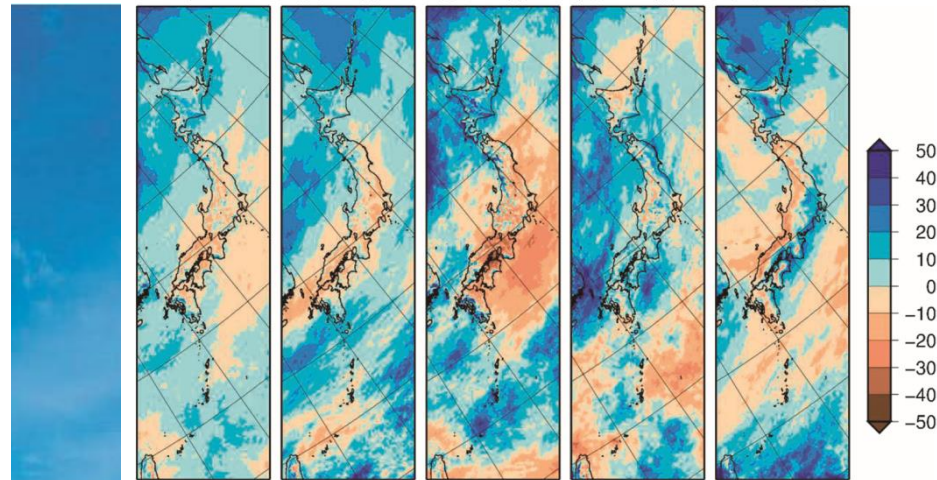
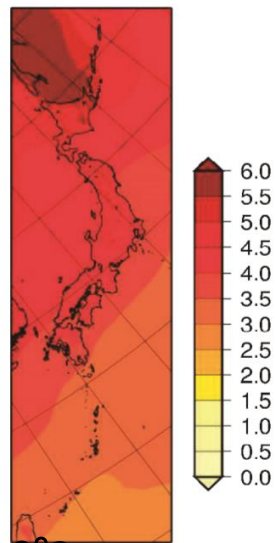
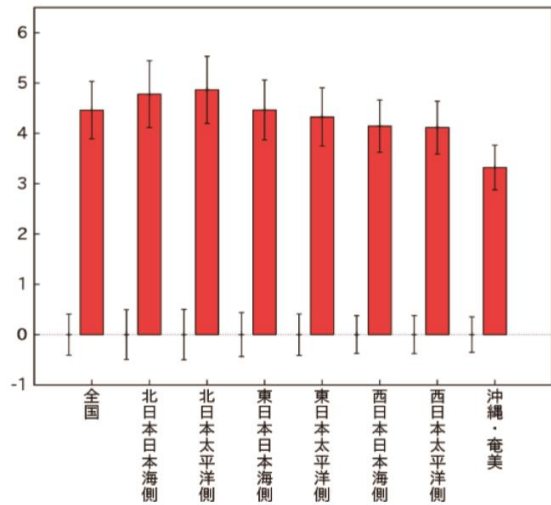


GCMのGrids
MIROC(1.4°)
Grid Length
N37°
124.8km

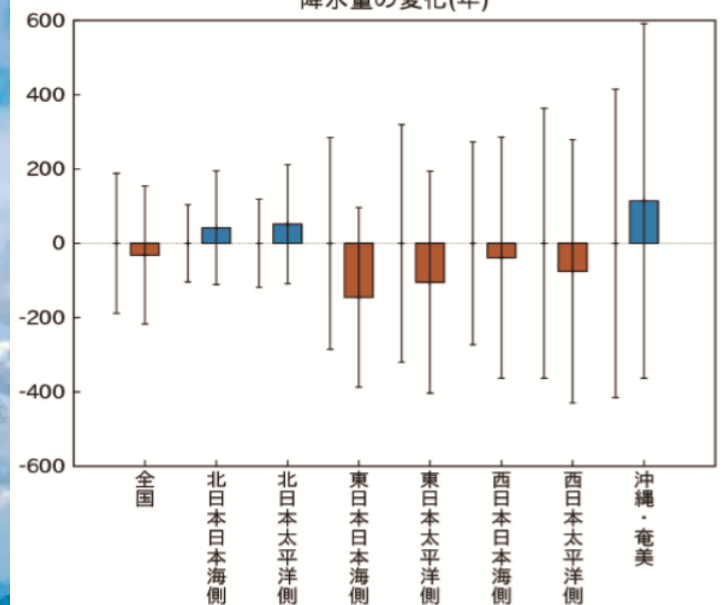
GCMによる温暖化予測差

	2031~2050 近未来												2081~2100 未来											
	RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5			
GCM	MI	MR	G	H	MI	MR	G	H	MI	MR	G	H	MI	MR	G	H	MI	MR	G	H	MI	MR	G	H
年平均気温変化 (°C)	1.9	0.6	2.7	2.1	1.7	1.1	2.7	2.0	2.1	1.1	3.1	2.3	1.9	1.1	3.0	2.0	2.7	1.9	4.1	3.4	4.8	3.8	6.8	5.7
年平均気温 (°C)	12.2	10.9	13.0	12.4	12.0	11.4	13.0	12.3	12.4	11.4	13.4	12.6	12.3	11.4	13.3	12.4	13.1	12.2	14.5	13.7	15.1	14.1	17.1	16.0
年降水量変化 (変化率)	1.08	1.04	1.10	1.15	1.07	1.02	1.08	1.14	1.09	1.05	1.09	1.10	1.13	1.09	1.13	1.12	1.10	1.06	1.09	1.12	1.16	1.09	1.12	1.12
年降水量 (mm/年)	1799	1733	1831	1915	1787	1702	1793	1893	1820	1742	1810	1833	1877	1810	1878	1866	1832	1766	1805	1858	1934	1805	1869	1858
海面上昇量 (m)	0.18	0.14	-	0.21	0.18	0.18	-	0.21	0.21	0.20	-	0.24	0.42	0.32	-	0.38	0.45	0.39	-	0.45	0.59	0.56	-	0.59

MI : MIROC5, MR : MRI-CGCM3.0, G : GFDL CM3, H : HadGEM2-ES



降水量の変化(年)



北日本太平洋側4.9°C

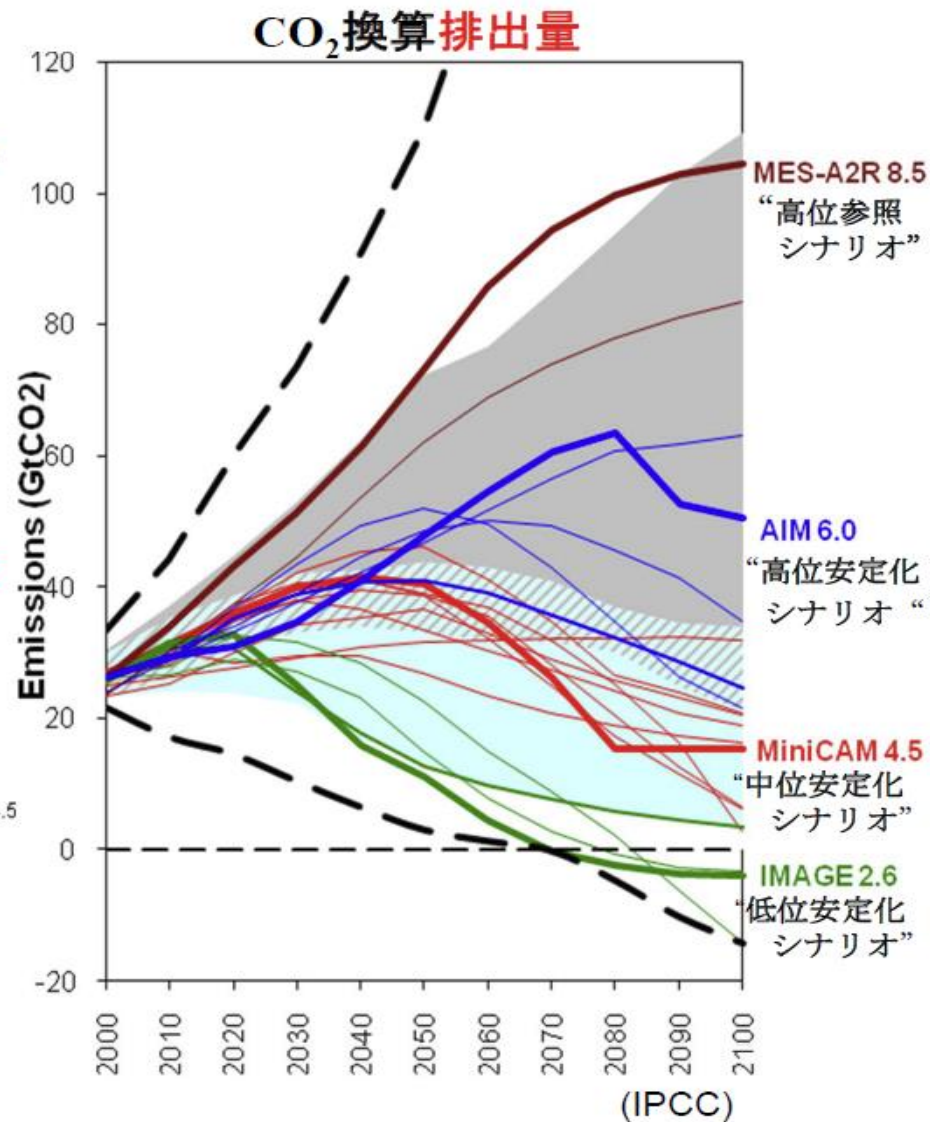
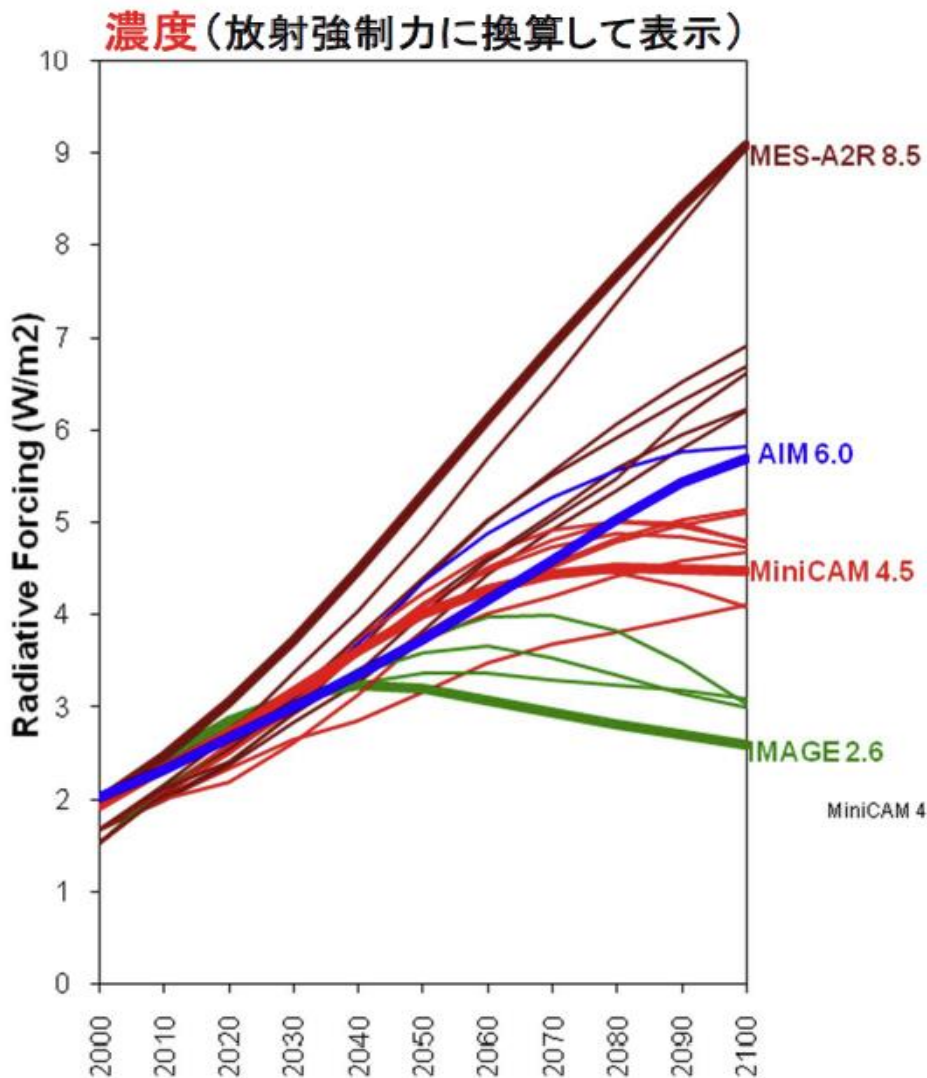
地球温暖化予測情報 第9巻

IPCCのRCP8.5シナリオを用いた
非静力学地域気候モデルによる日本の気候変化予測

北日本太平洋側51.9±160.4mm

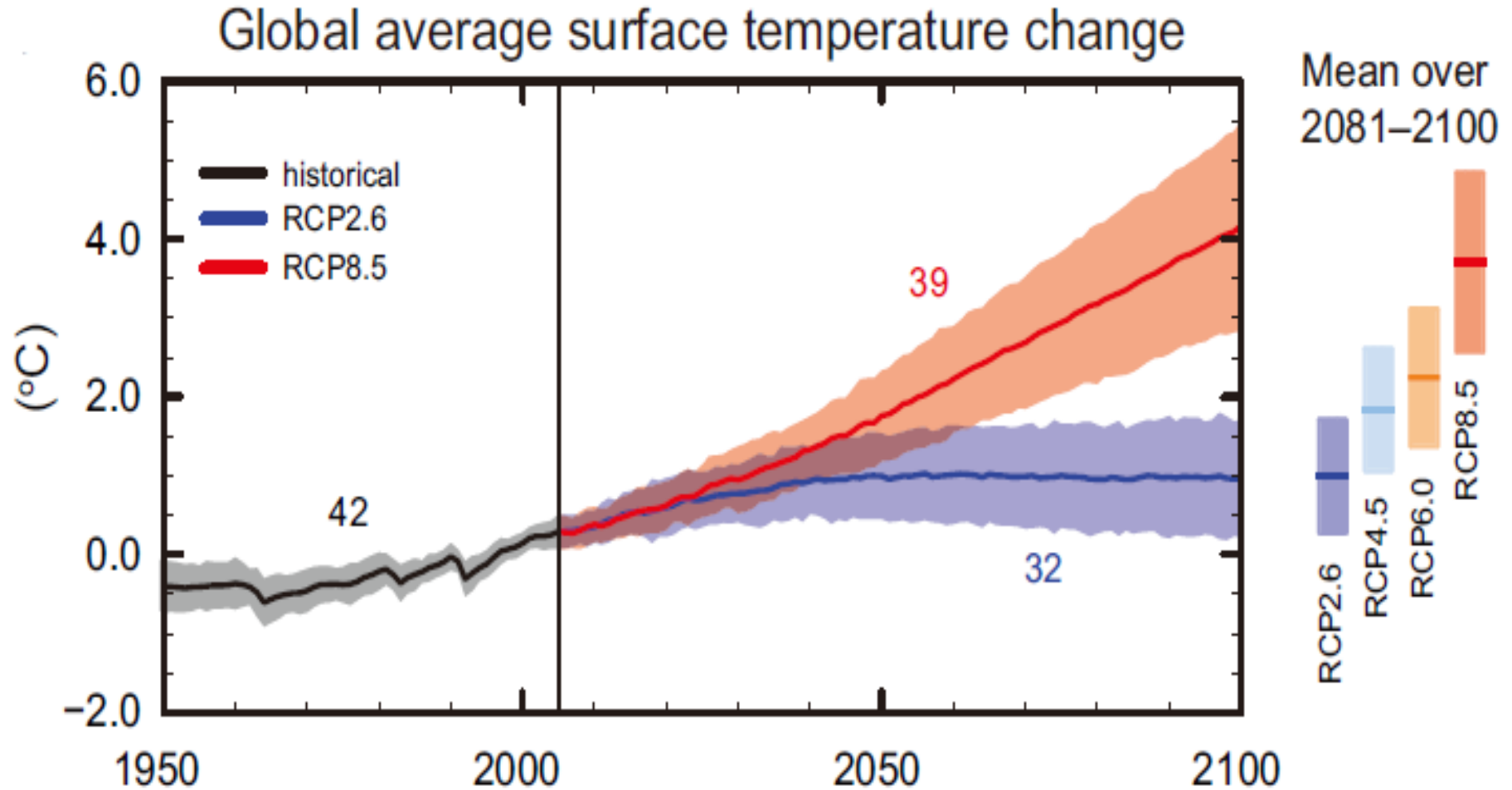
2017年3月

温室効果ガス排出量と放射強制力



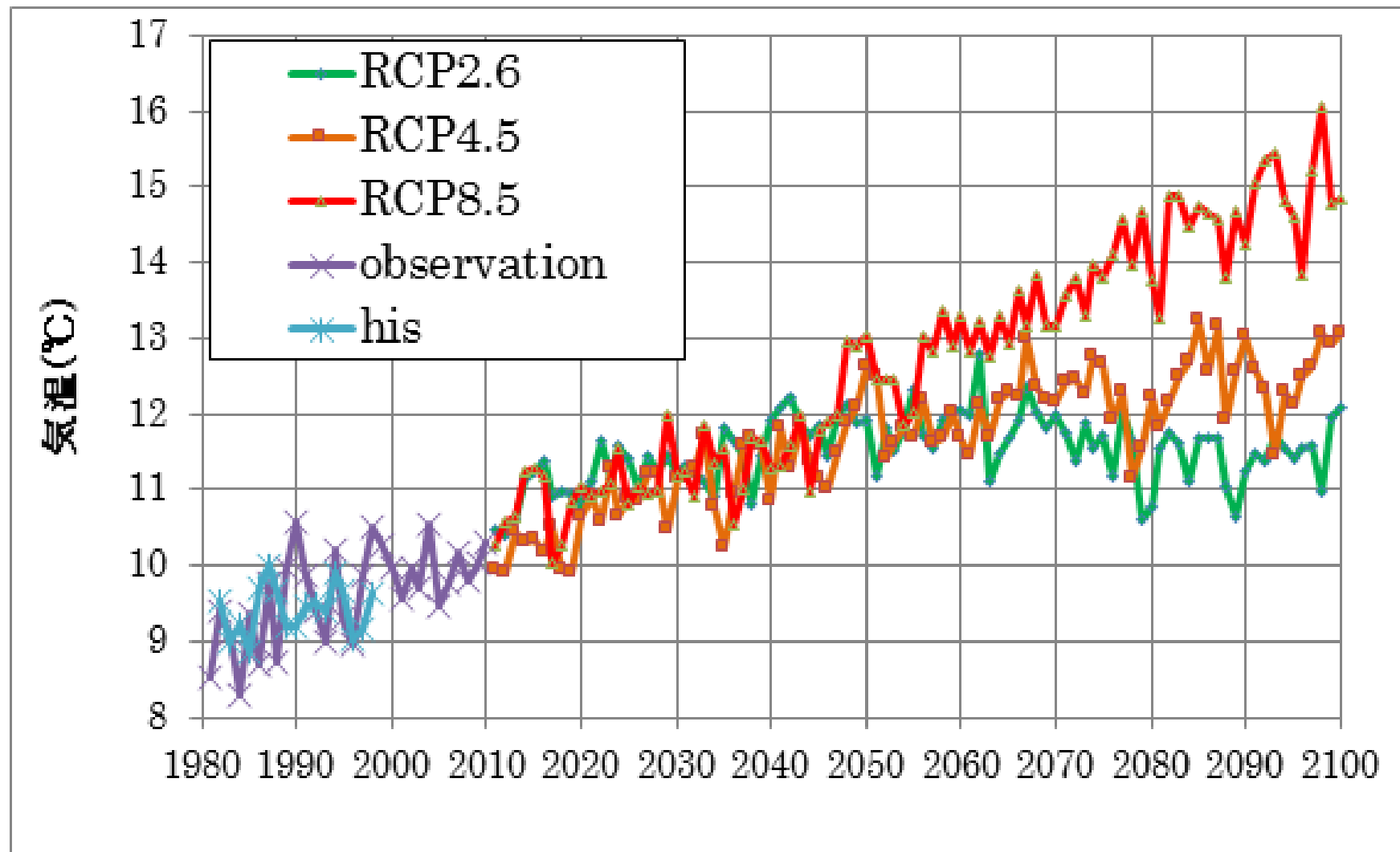
予測の不確定性

RCP8.5	2.6 -4.8°C(936ppm)
RCP6.0	1.4 -3.1°C(670ppm)
RCP4.5	1.1 -2.6°C(538ppm)
RCP2.6	0.3 -1.7°C(421ppm)



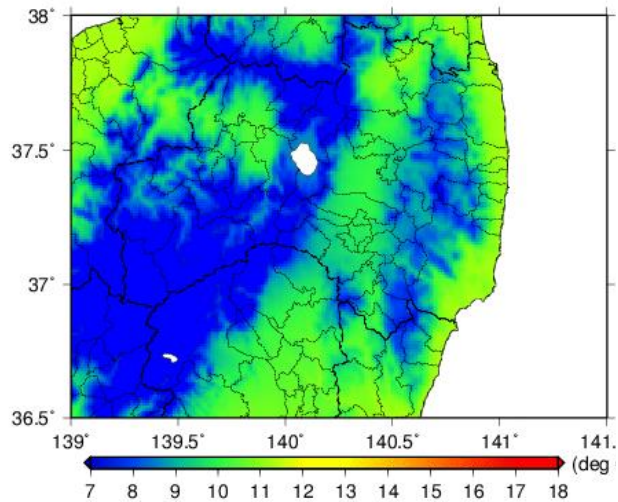
平均気温の将来予測

シナリオ	近未来 (2031年から2050年)	未来(2081 年から2100 年)
RCP2.6	2.1°C	1.9°C
RCP4.5	1.9°C	3.0°C
RCP8.5	2.1°C	5.3°C



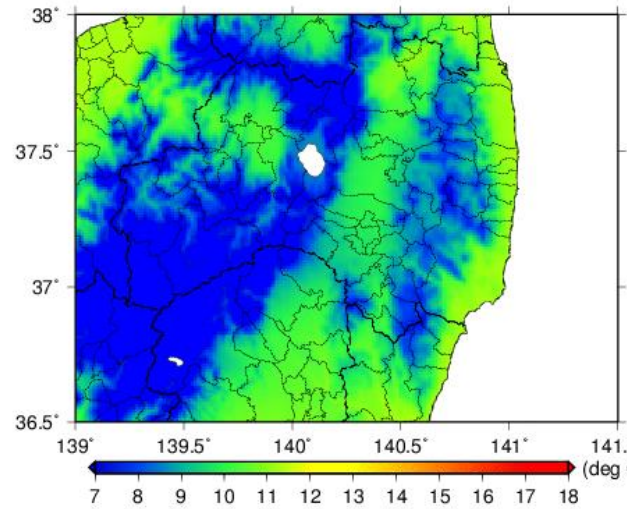
気温変動予測結果

senario:obs year->1981



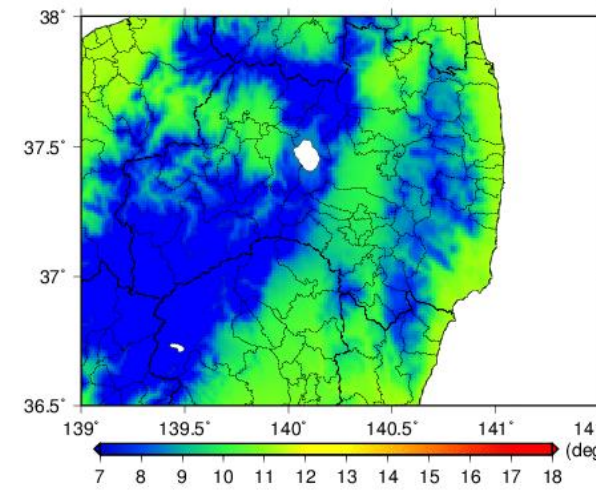
RCP2.6シナリオ

senario:obs year->1981

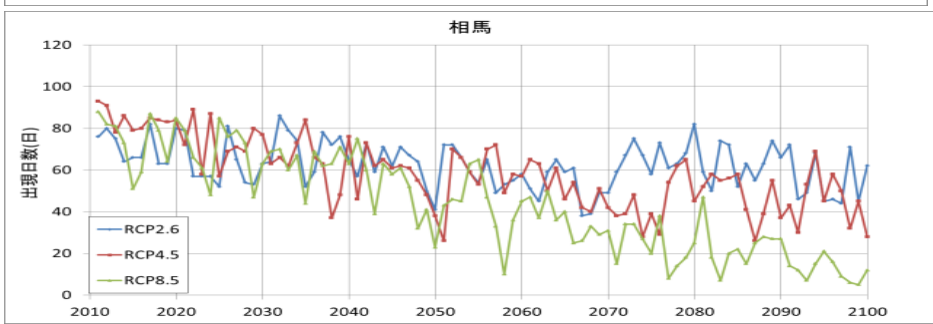
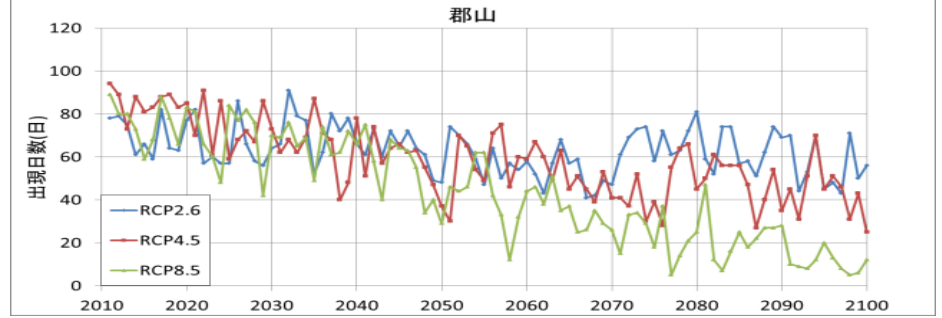
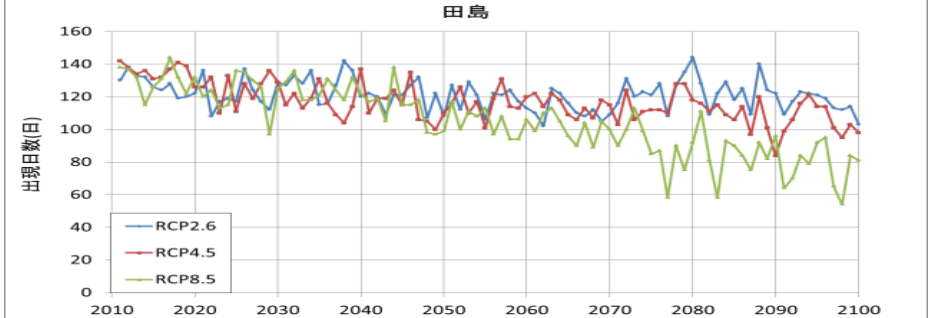
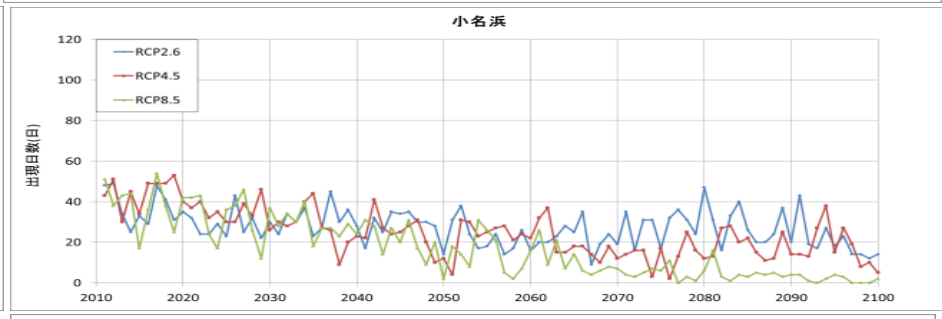
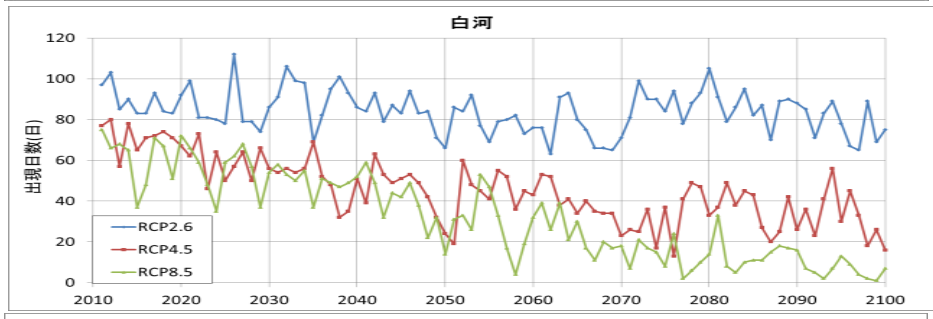
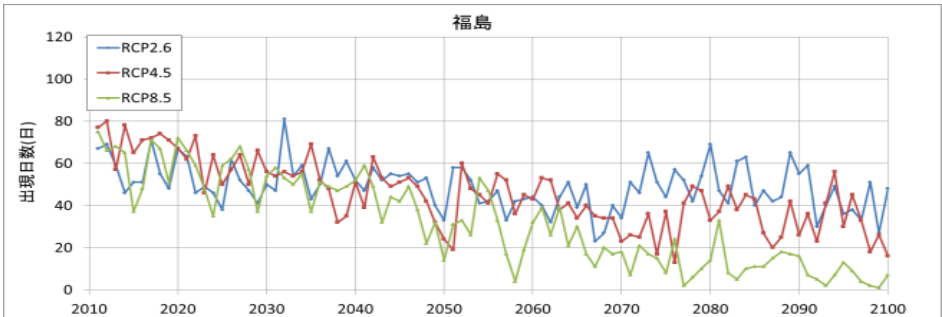
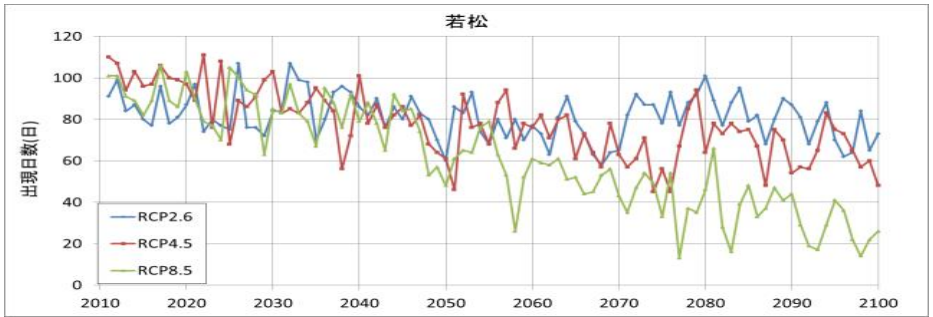


RCP4.5シナリオ

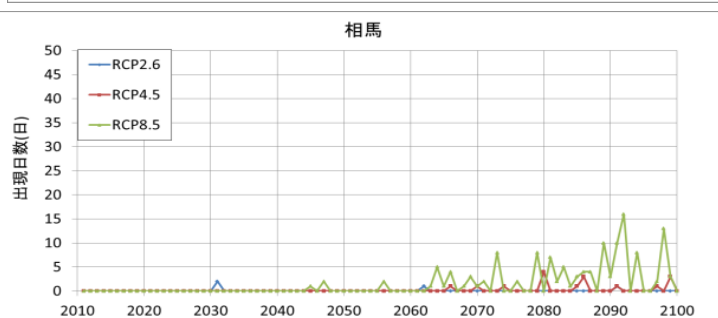
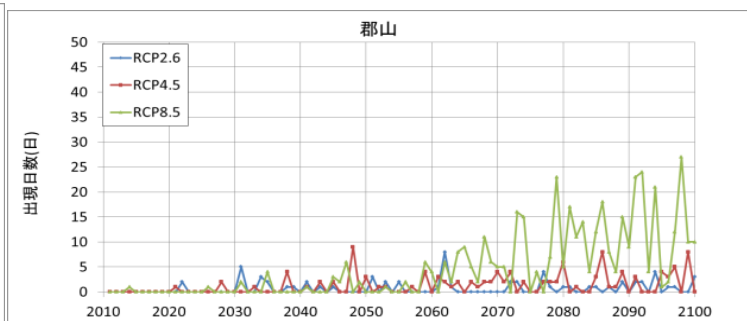
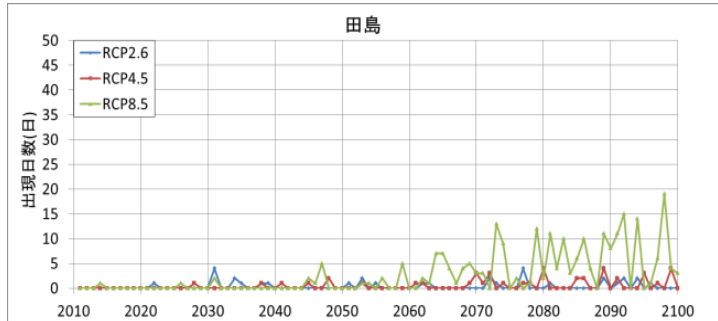
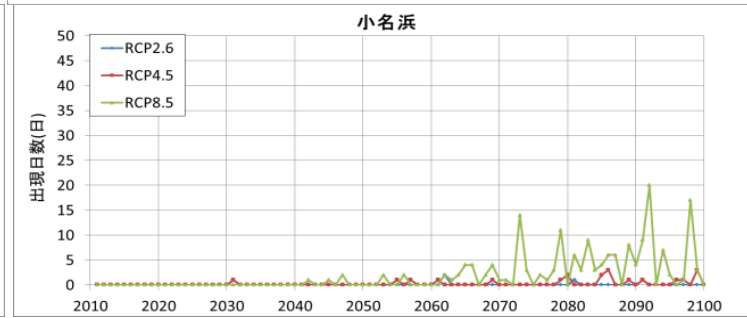
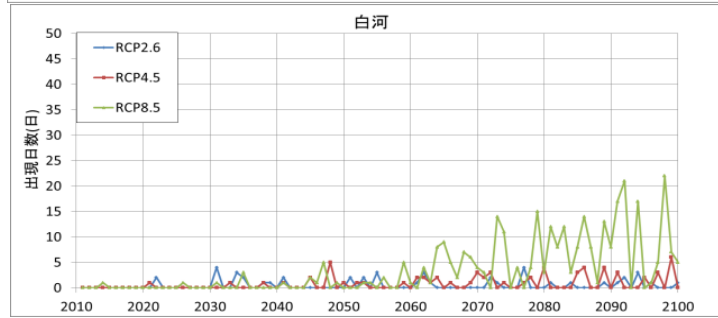
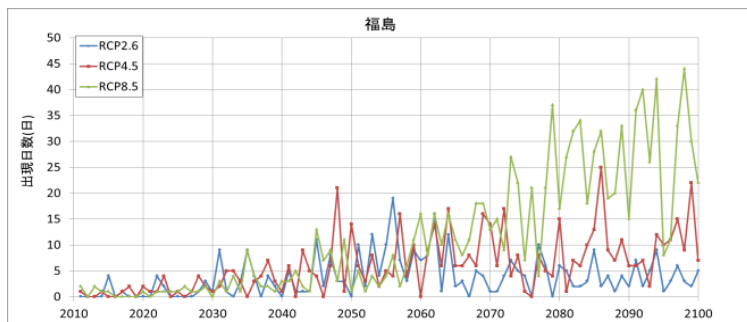
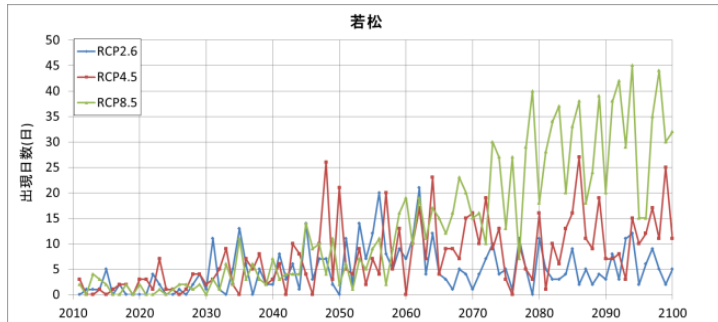
senario:obs year->1981



RCP8.5シナリオ



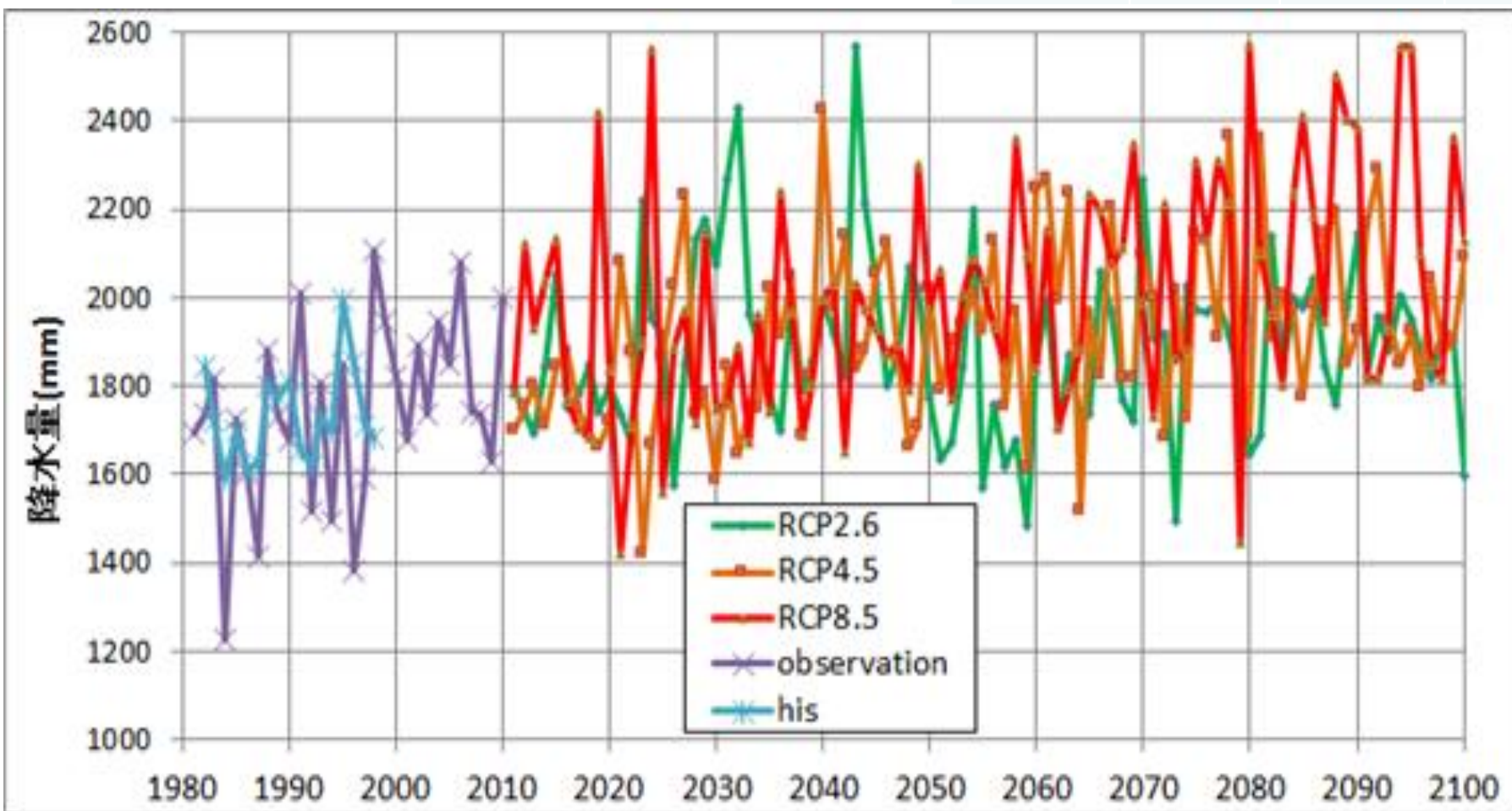
- 福島県7地域の代表地点における冬の出現日数の経年変化



福島県7地域の代表地点における猛暑日の出現日数の経年変化

年降水量の将来予測

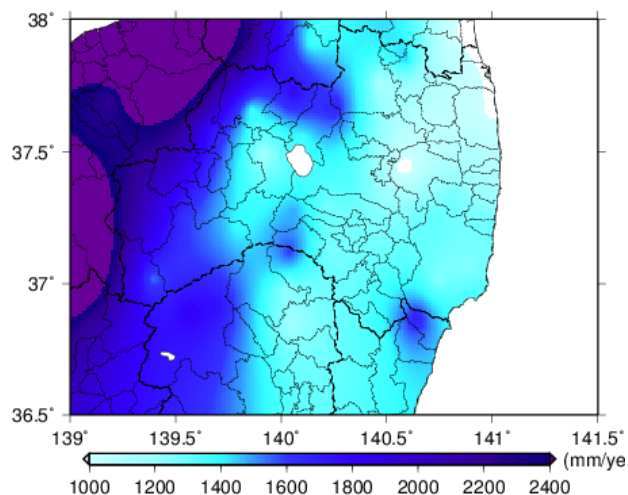
シナリオ	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
近未来	20.1%	15.3%	15.3%
未来	15.2%	20.8%	29.6%



第 45 図 1981 年から 2100 年までの計算領域のシナリオ別平均年降水量の変化

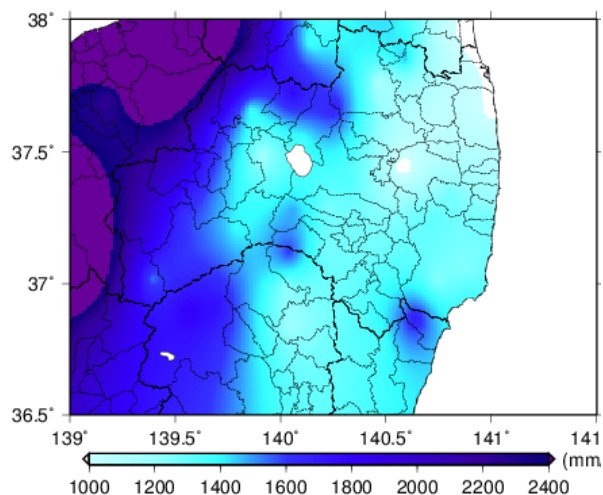
降水量変動予測結果

senario:obs year->1981



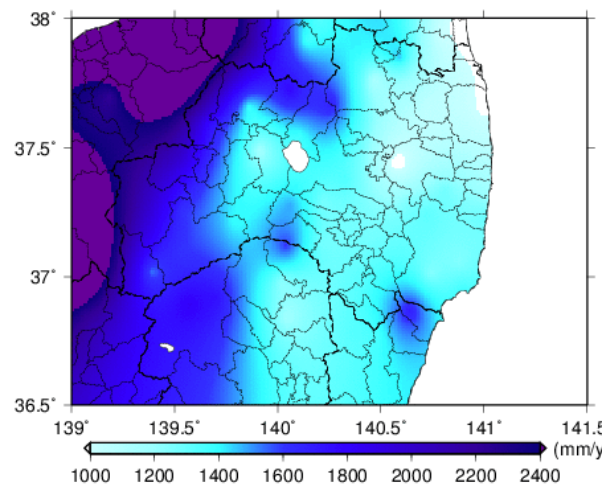
RCP2.6シナリオ

senario:obs year->1981

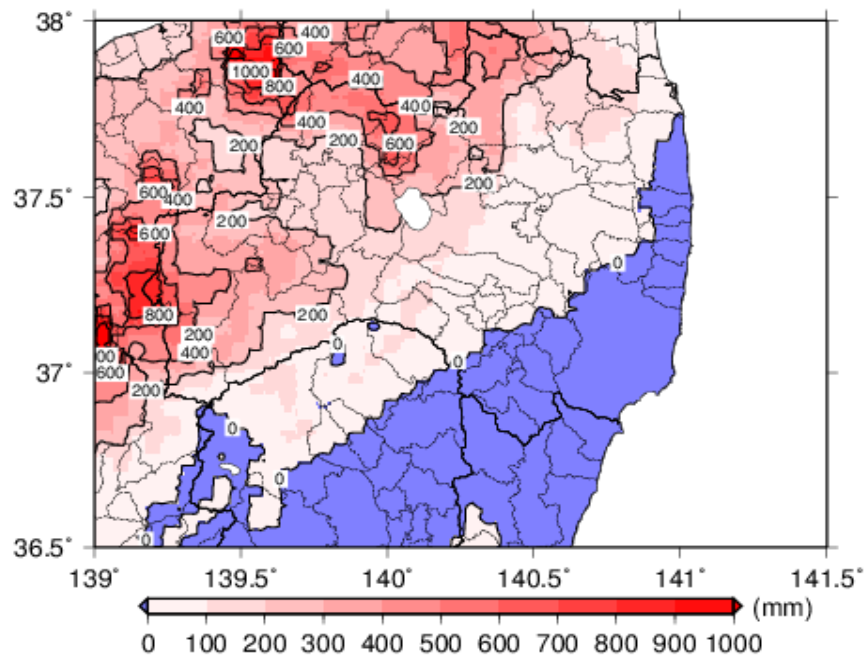
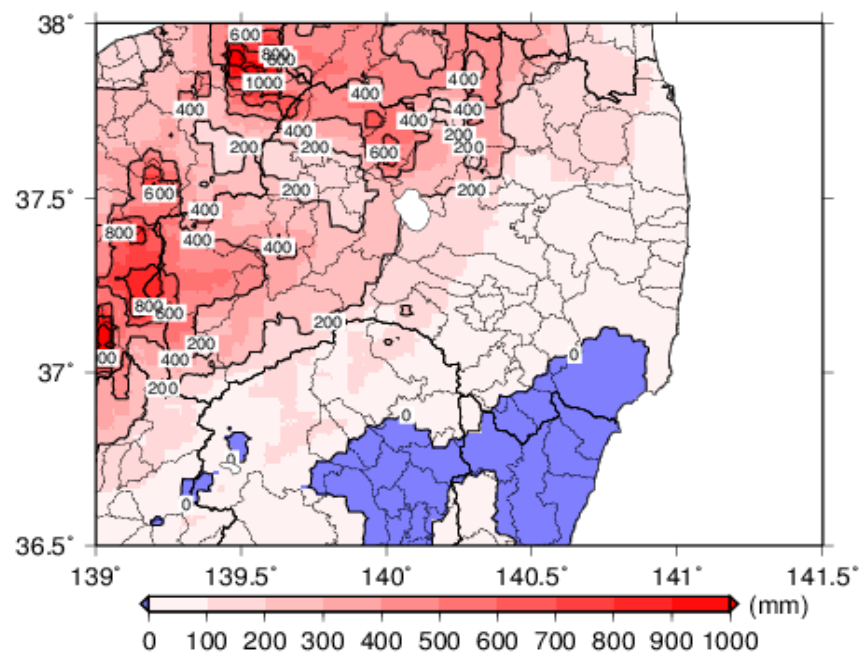
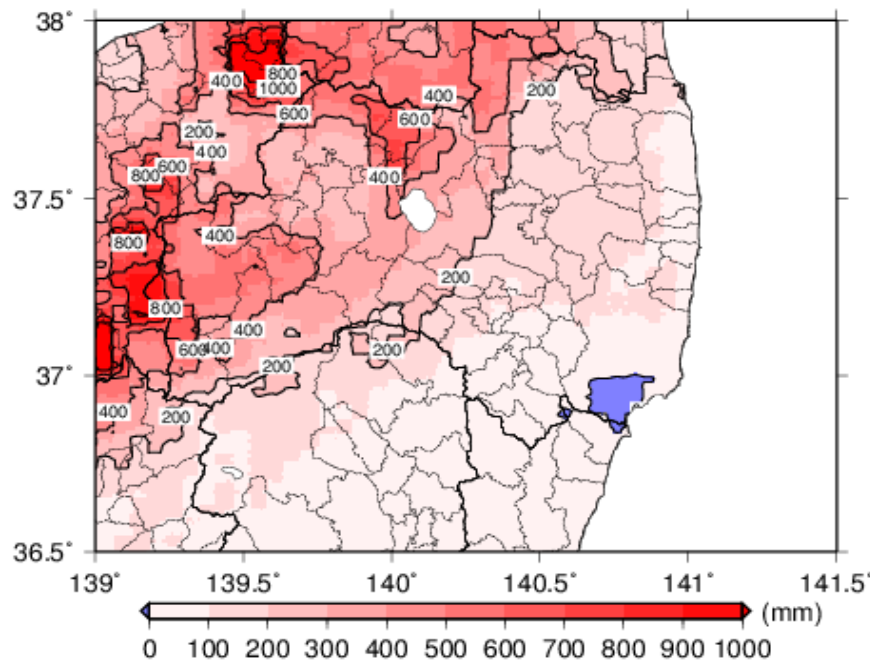


RCP4.5シナリオ

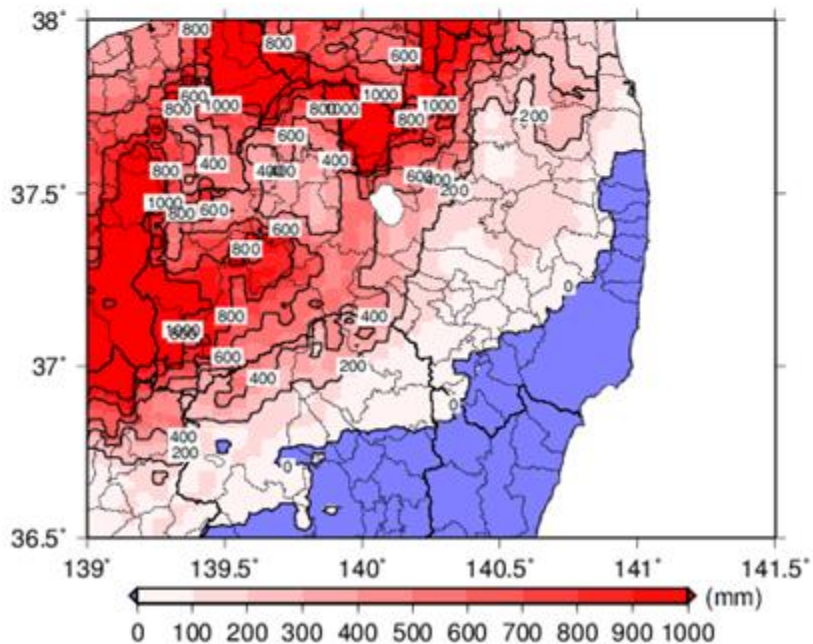
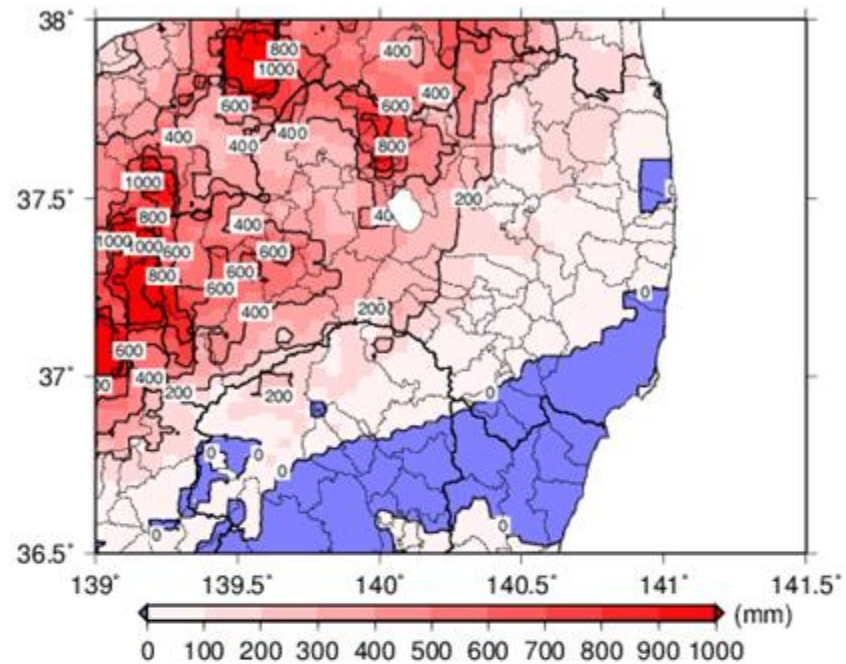
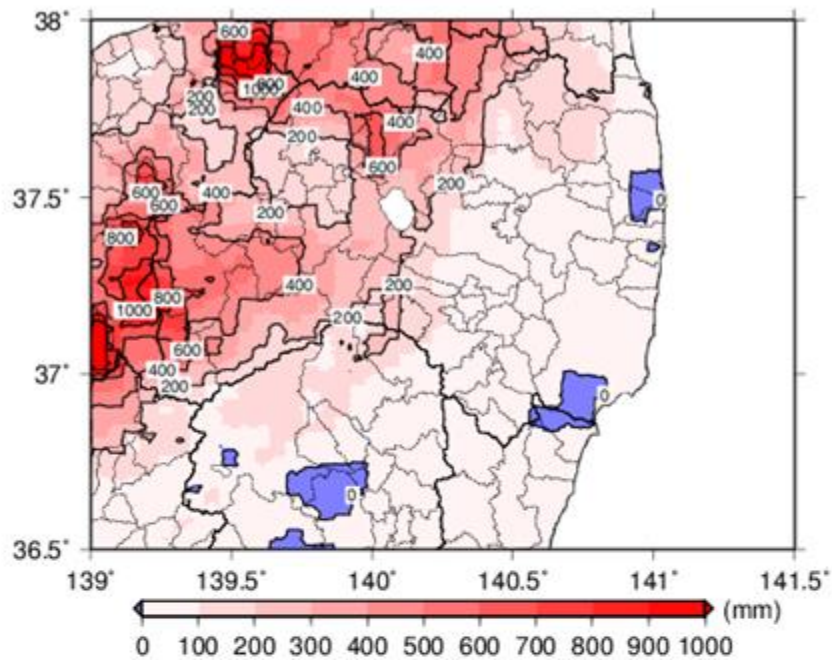
senario:obs year->1981



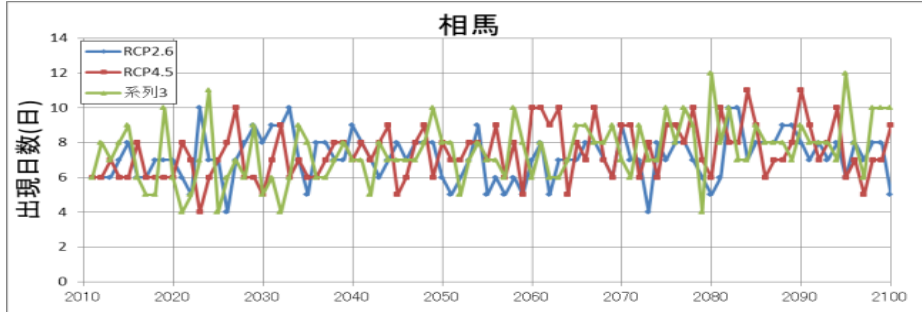
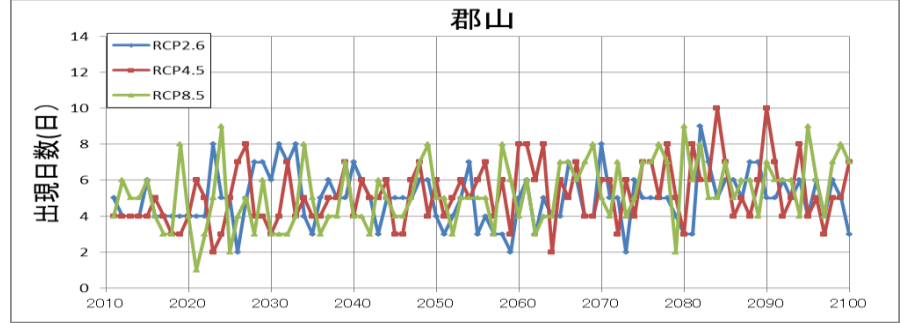
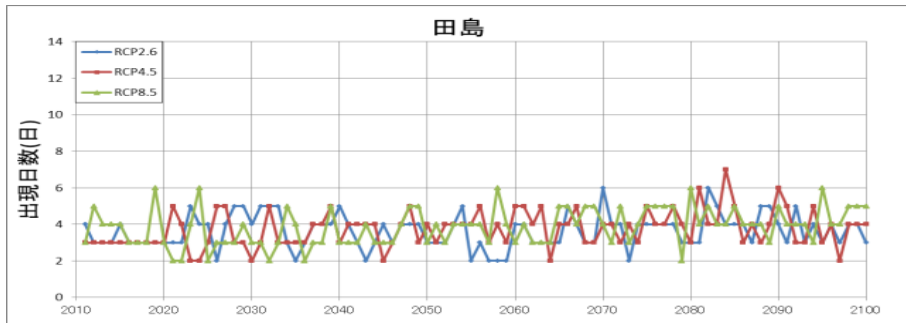
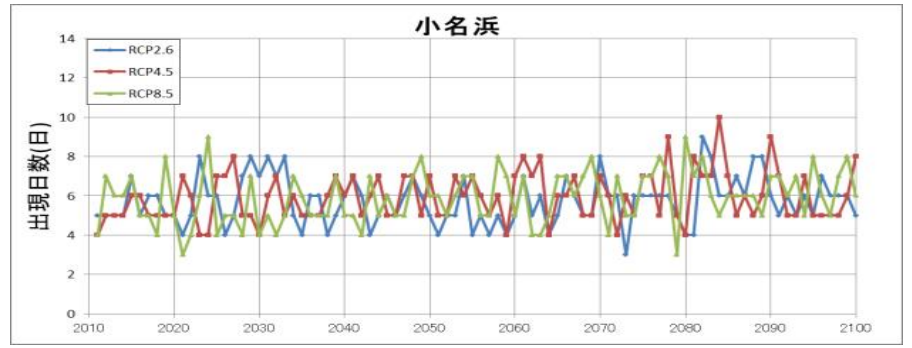
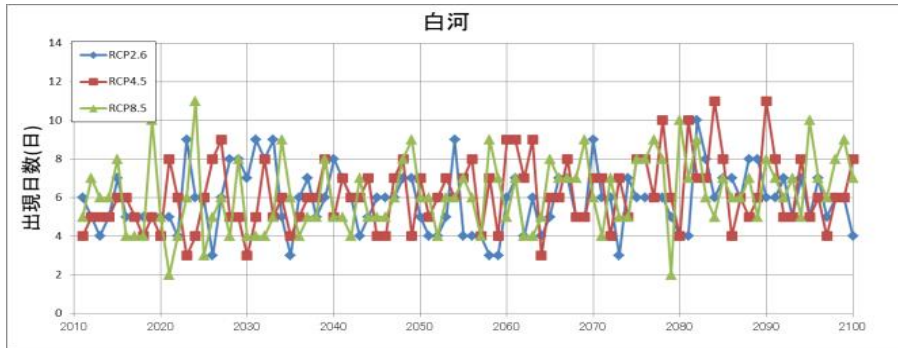
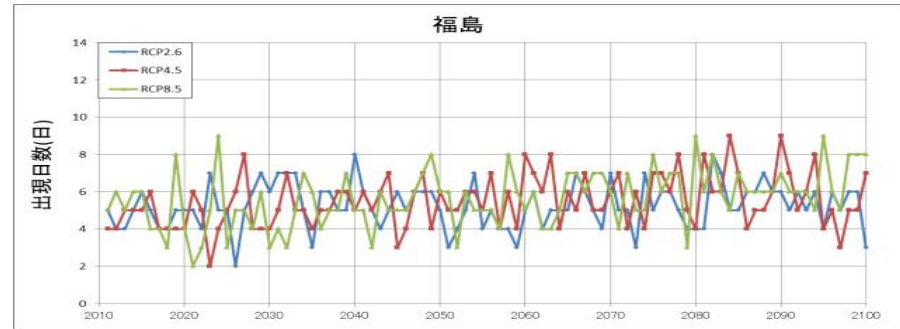
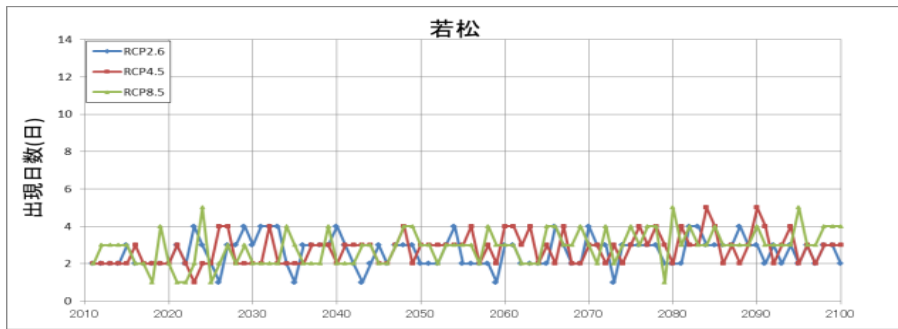
RCP8.5シナリオ



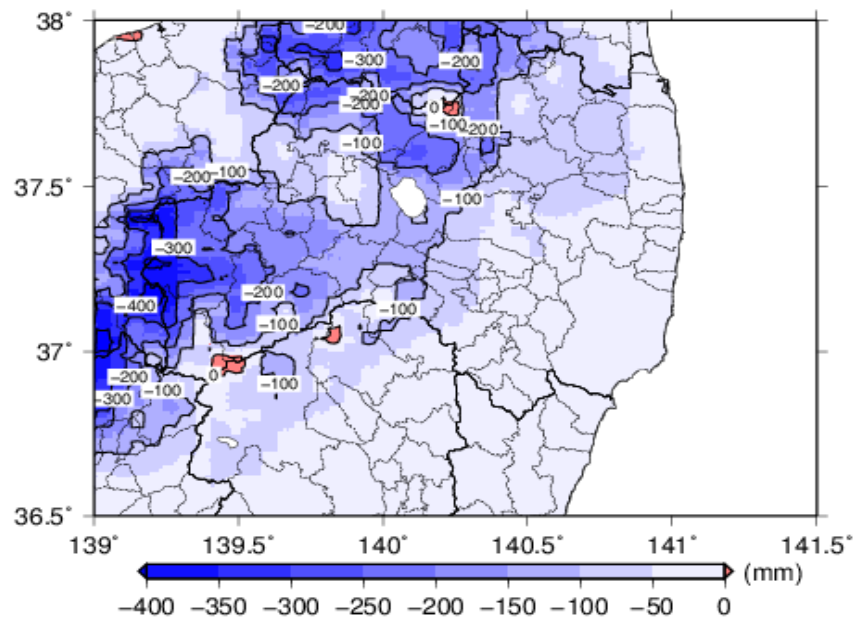
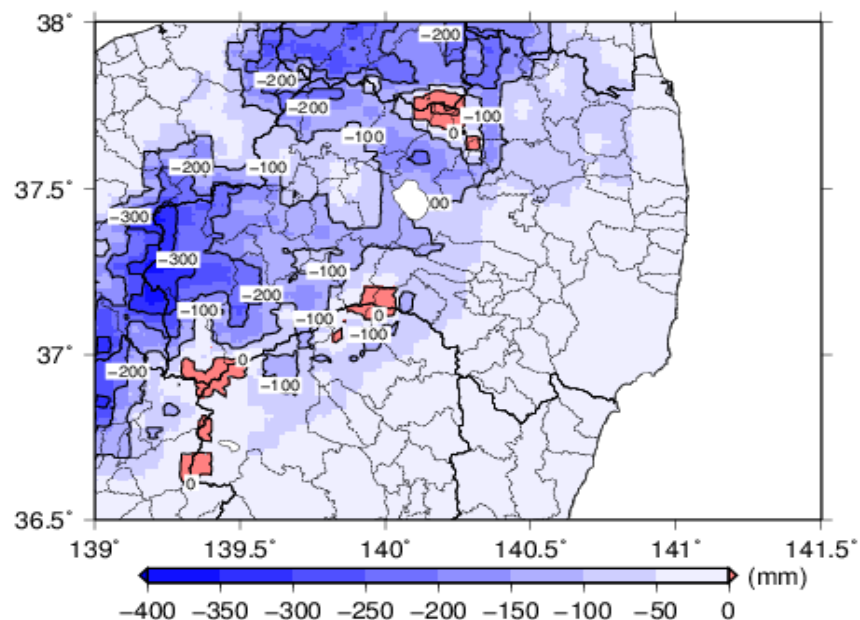
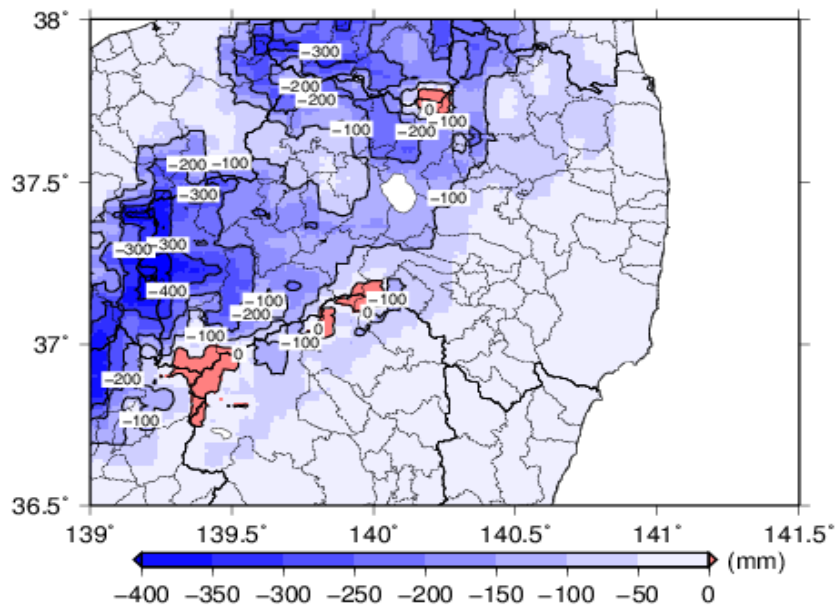
第 48 図 近未来の予測から現在の観測値を引いた降水量の変化量
 上左図が RCP2.6, 上右図が RCP4.5, 下図が RCP8.5 シリオを示す。
 赤の領域は増加領域, 青の領域は減少領域を示す。



未来の予測から現在の年降水量を引いた年降水量変化量分布
 左上:RCP2.6 右上:RCP4.5 下左:RCP8.5
 赤領域は増加領域, 青領域は減少領域を示す。

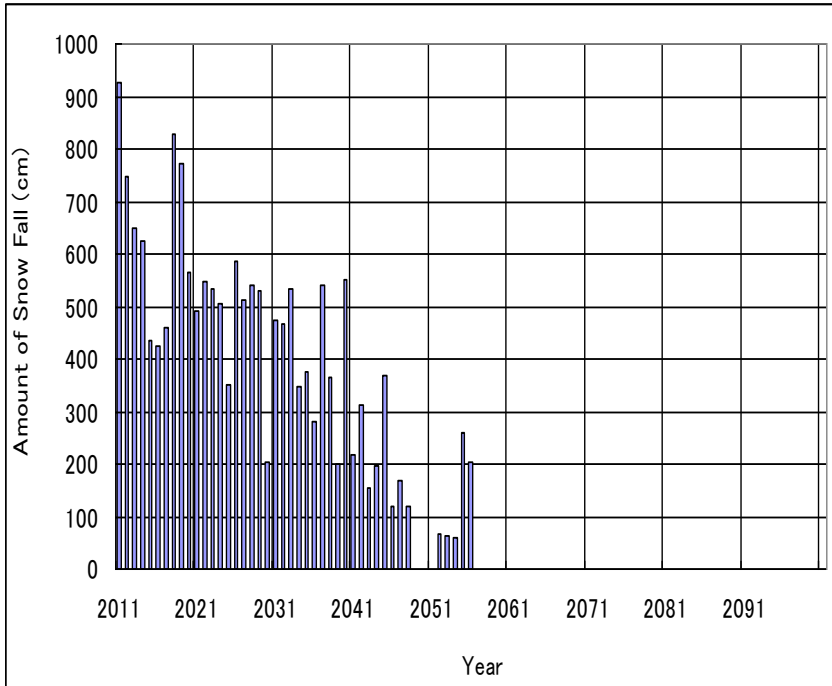


福島県7地域の代表地点における日降水量50mm以上の出現日数の経年変化

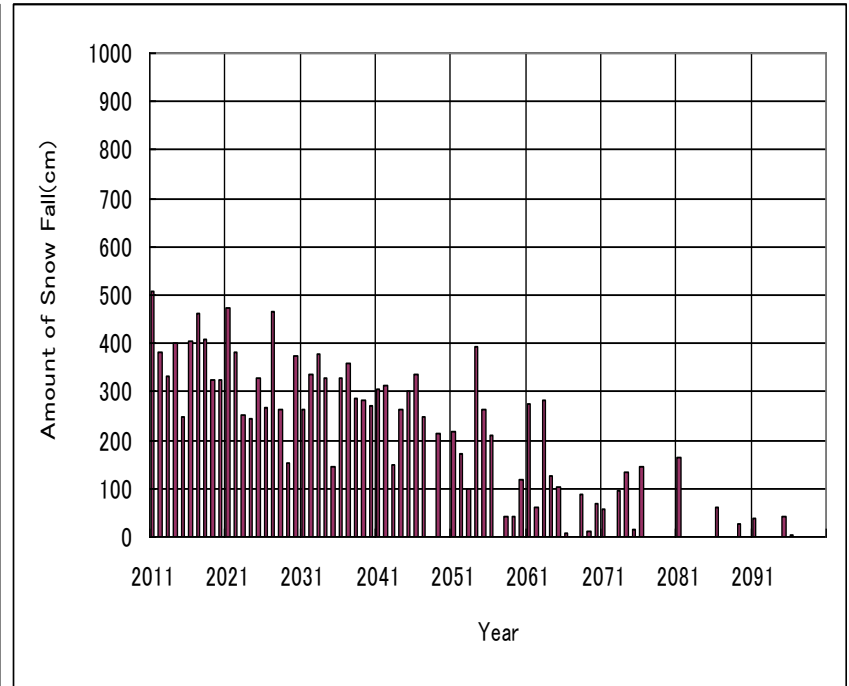


近未来の予測から現在の観測値を引いた
降雪量の変化量
上左図がRCP2.6, 上右図がRCP4.5, 下
図がRCP8.5シナリオ

RCP8.5の降雪量予測



桧原
(824m)



猪苗代(519m)

リンゴの適地変化

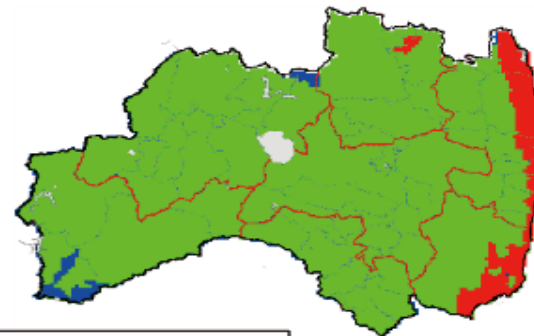
年平均気温が6.0℃以上14.0℃以下の場所を適地と設定して、6.0℃未満を低温不適地、14.0℃より大きい平均気温を高温不適地とし、近未来、未来のりんごの適地予測を行った。適地、不適地の区別は、一般的な管理状態で現在の品質が維持できることを条件としている。なお、リンゴはふじを含む一般的な品種を想定した。



現在



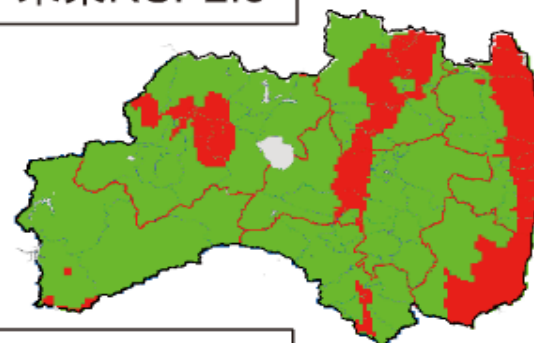
近未来RCP2.6



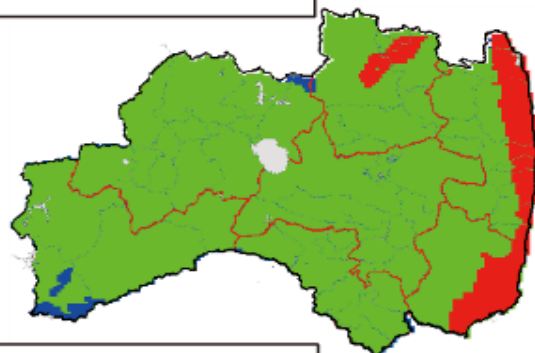
未来RCP2.6



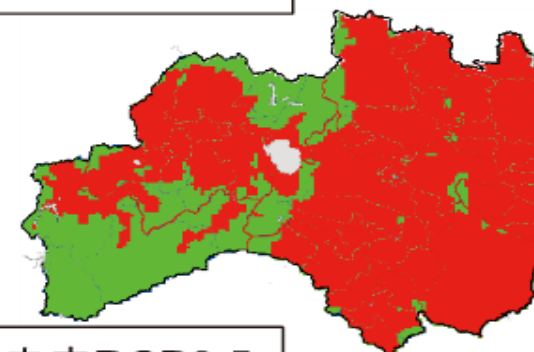
近未来RCP4.5



未来RCP4.5






近未来RCP8.5



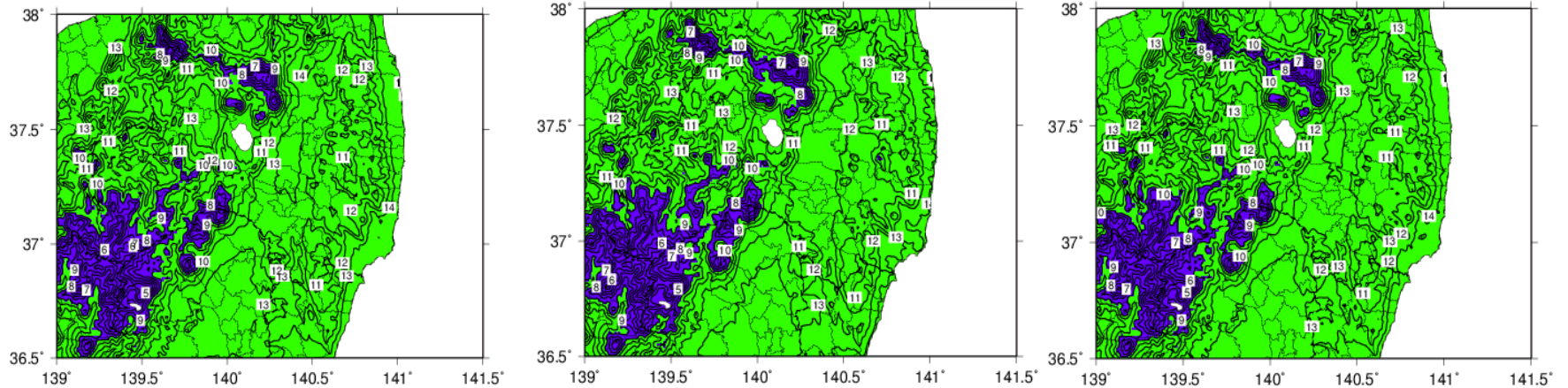
未来RCP8.5

【りんご予測領域】

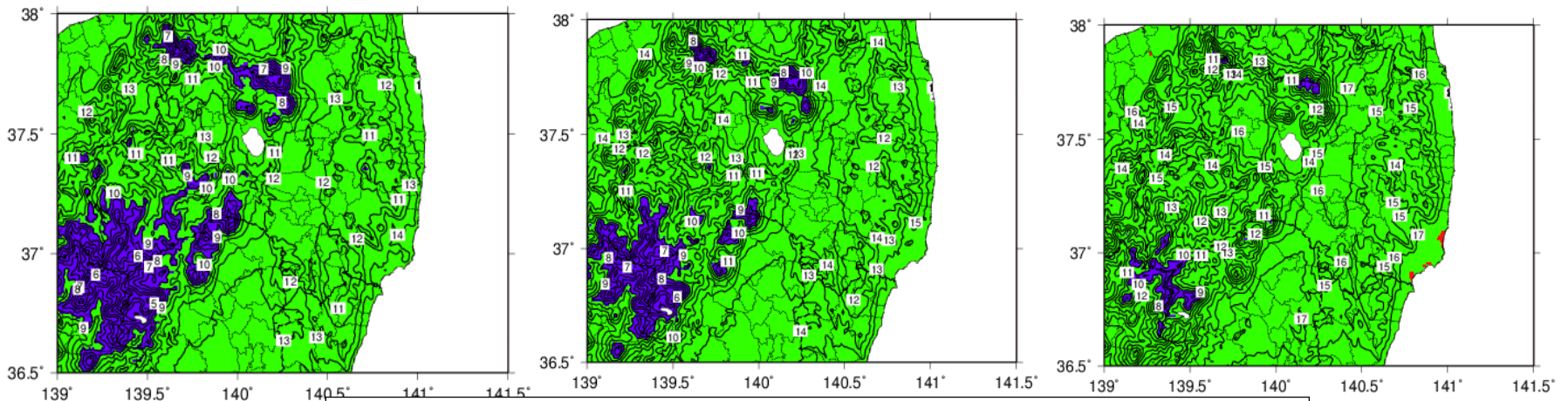
-  適地 (緑色域)
-  低温不適地
-  高温不適地

モモの適地地変化

気候的には、山岳地域の高所の低温不適地を除いて、福島県のほとんどの地域でモモの栽培適地となり、拡大する。ただし、休眠時間7.2°C以下1000時間を確保できる領域としてRCP8.5シナリオの太平洋岸南部で高温不適地が出現する。



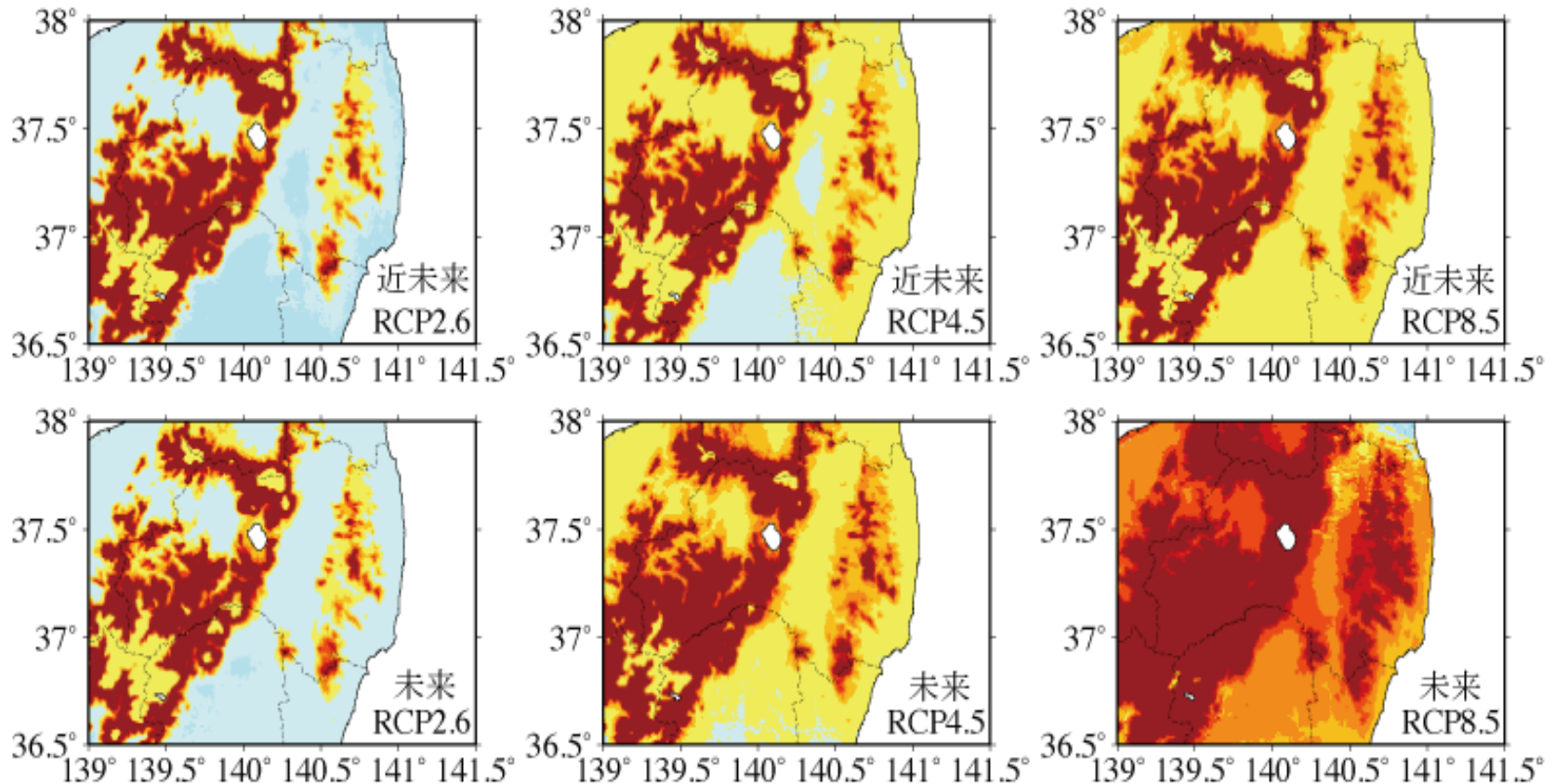
近未来の適地(緑色域)と不適地(青色域は低温不適地, 赤色域は高温不適地)



未来の適地(緑色域)と不適地(青色域は低温不適地, 赤色域は高温不適地)

コメ生産への影響

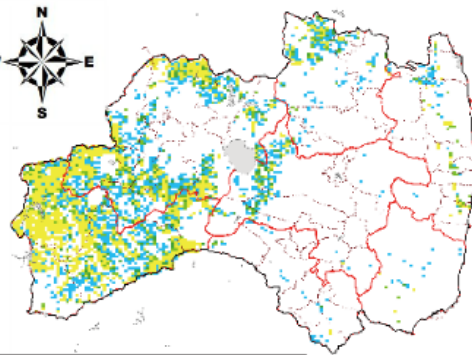
RCP2.6シナリオでは平地を中心に減収する。RCP4.5およびRCP8.5シナリオでは増収する。いずれのシナリオでも高温による不稔率が高くなるが、低温による不稔率の方が大きい。継続する冷害と顕在化する高温障害の両面に警戒が必要になる。



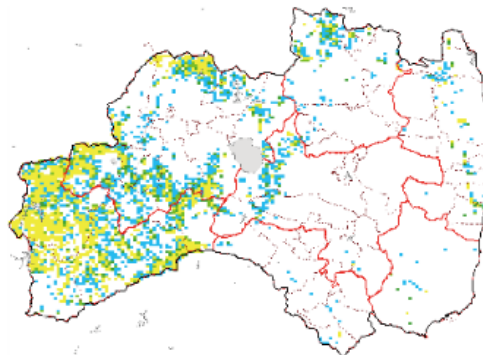
現在の収量に対する増減値



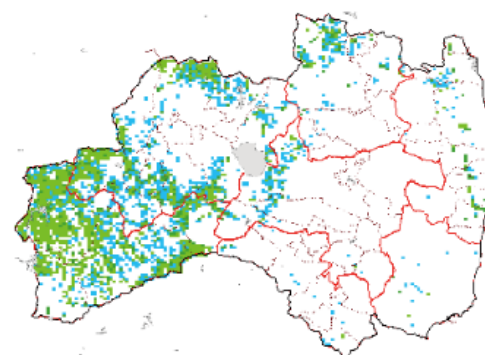
斜面崩壊の発生率



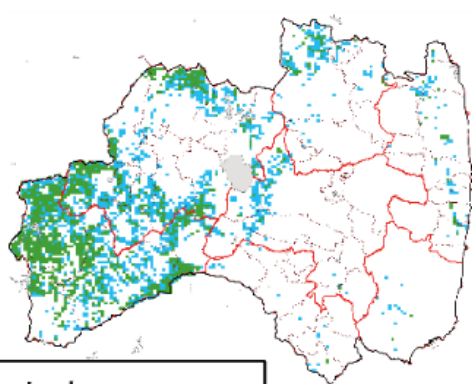
近未来RCP2.6



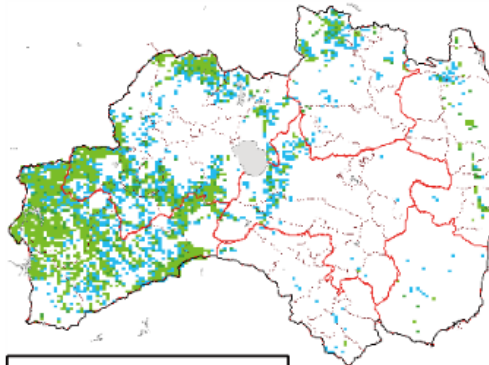
近未来RCP4.5



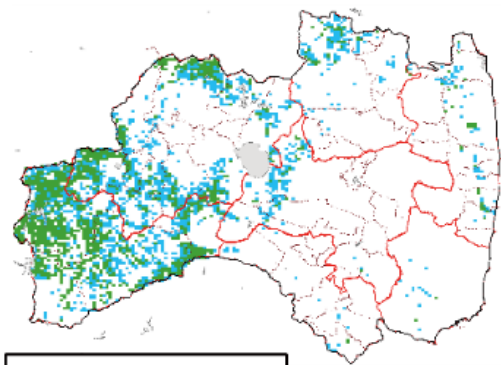
近未来RCP8.5



未来RCP2.6



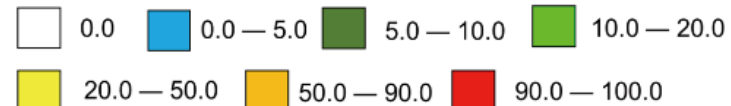
未来RCP4.5



未来RCP8.5

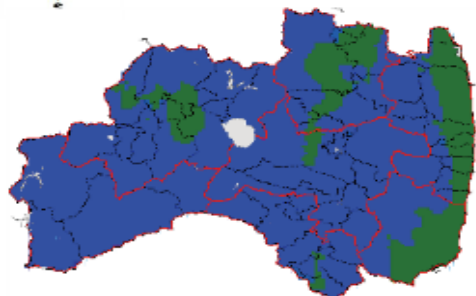
ここで求められる斜面崩壊発生確率は、対象期間の最大のものである。災害という性質上、近未来及び未来の期間内で生活、社会基盤などに最大のインパクトを与えるケースを検討した。

【斜面崩壊発生確率 (%)】

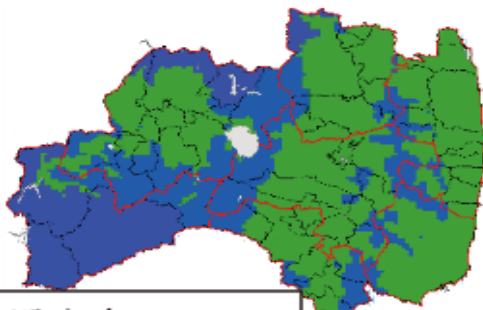


ヒトスジシマカ の影響

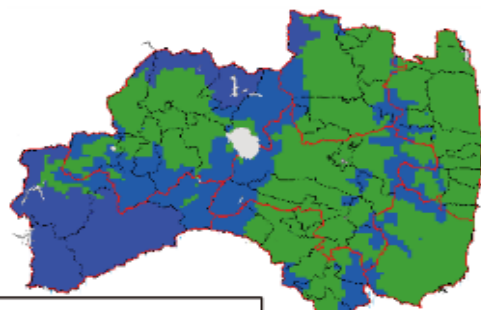
デング熱やジカ熱を媒介する蚊として日本でも分布が認められているヒトスジシマカを対象に影響を予測した。年平均気温 10.8°C 以上、1月平均気温 -1.4°C 以上、日平均気温 10.8°C を超える年間の日数185日以上条件をもとに近未来、未来のヒトスジシマカ分布可能域を予測した。



現在



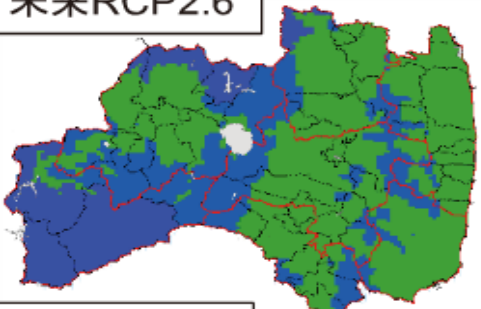
近未来RCP2.6



未来RCP2.6



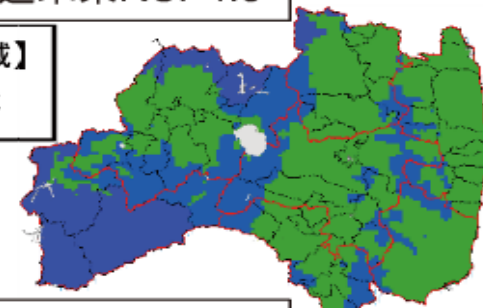
近未来RCP4.5



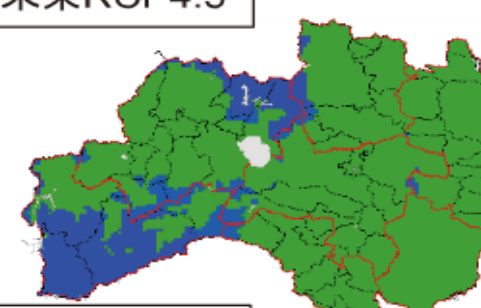
未来RCP4.5

【ヒトスジシマカ分布可能予測領域】

■ 分布可能領域 ■ 非分布可能領域

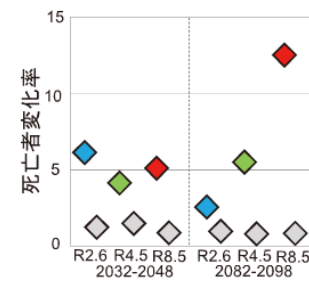


近未来RCP8.5



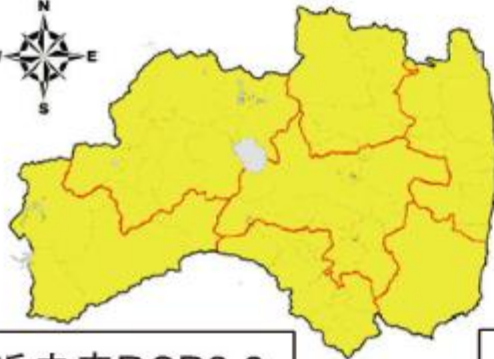
未来RCP8.5

熱ストレスの変化



熱ストレス超過死亡者
変化率

青:RCP2.6,緑:RCP4.5,赤:RCP8.5を示す。
なお灰色は人間が気温上昇に
完全に順応した場合の結果を示す。



近未来RCP2.6



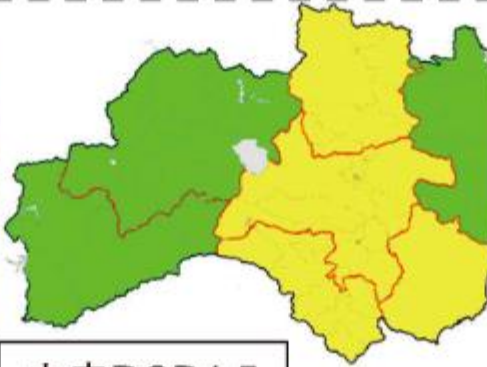
近未来RCP4.5



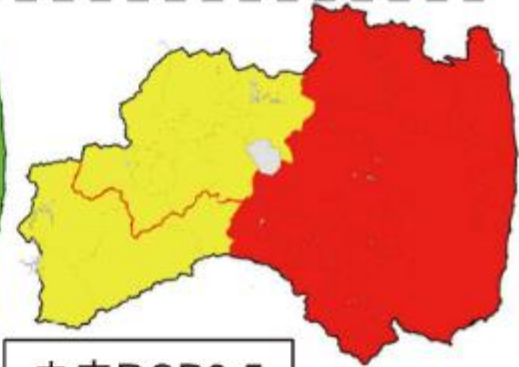
近未来RCP8.5



未来RCP2.6



未来RCP4.5

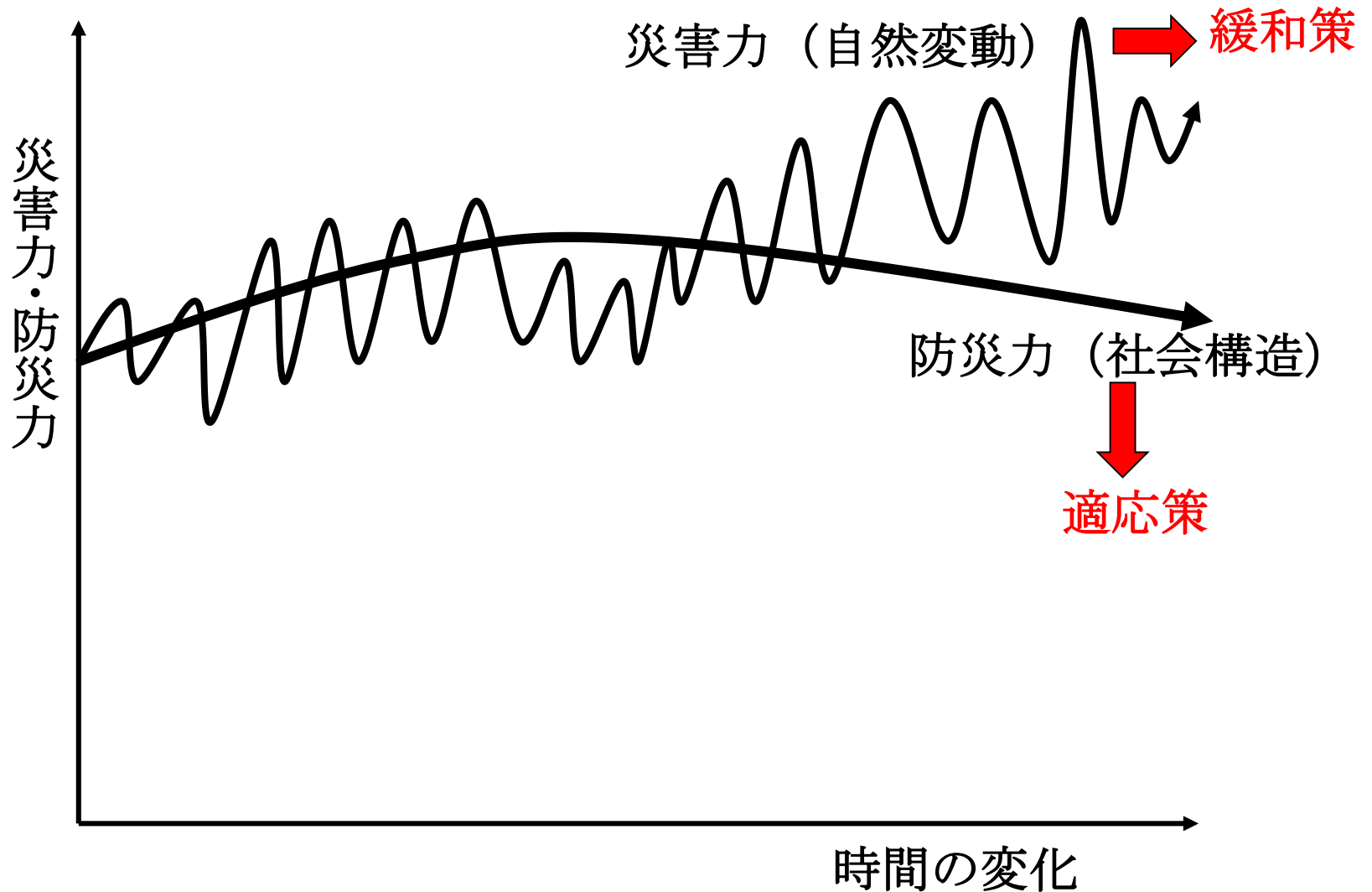


未来RCP8.5



※このマップは適応なしの
影響を示している。

災害発生メカニズム



温暖化対策

①**予防**-温暖化を防ぐためにCO₂等温室効果ガスの排出を削減する（緩和策）

低炭素社会，省資源・省エネルギー社会，再生可能エネルギーの利用，環境税，吸収源活動，排出源取引，グリーン開発メカニズム(CDM)

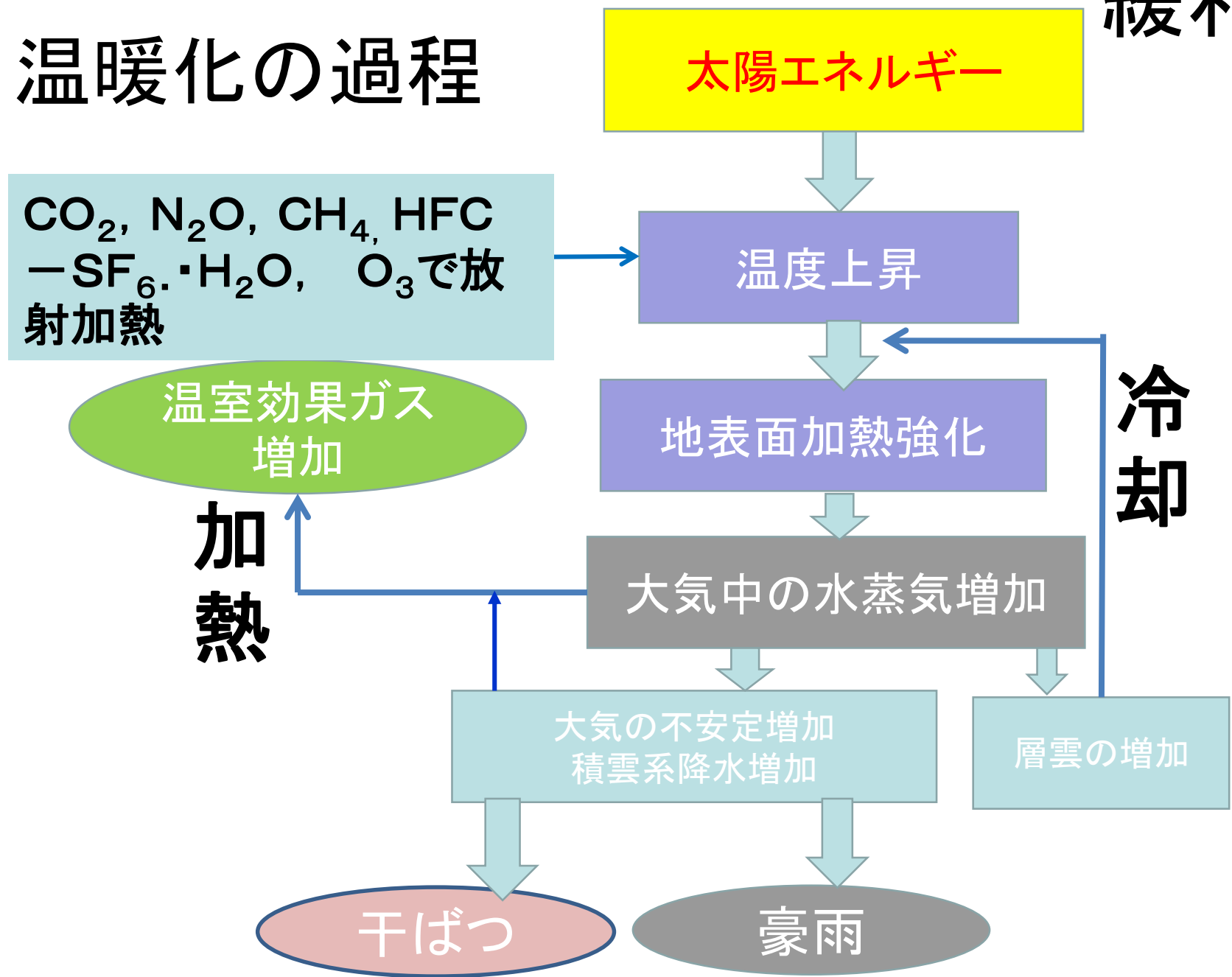
②**防除**-排出されたCO₂等温室効果ガスを除去する
二酸化炭素固定化(CCS)

③**適応**-温暖化した環境に適応した人類の生活環境を整える（適応策）

海面上昇対策，異常気象(極端現象)対策，感染症の拡大対策，氷河融解対策，生態系保全，食糧問題対応，水資源確保，環境難民対策

緩和策

温暖化の過程



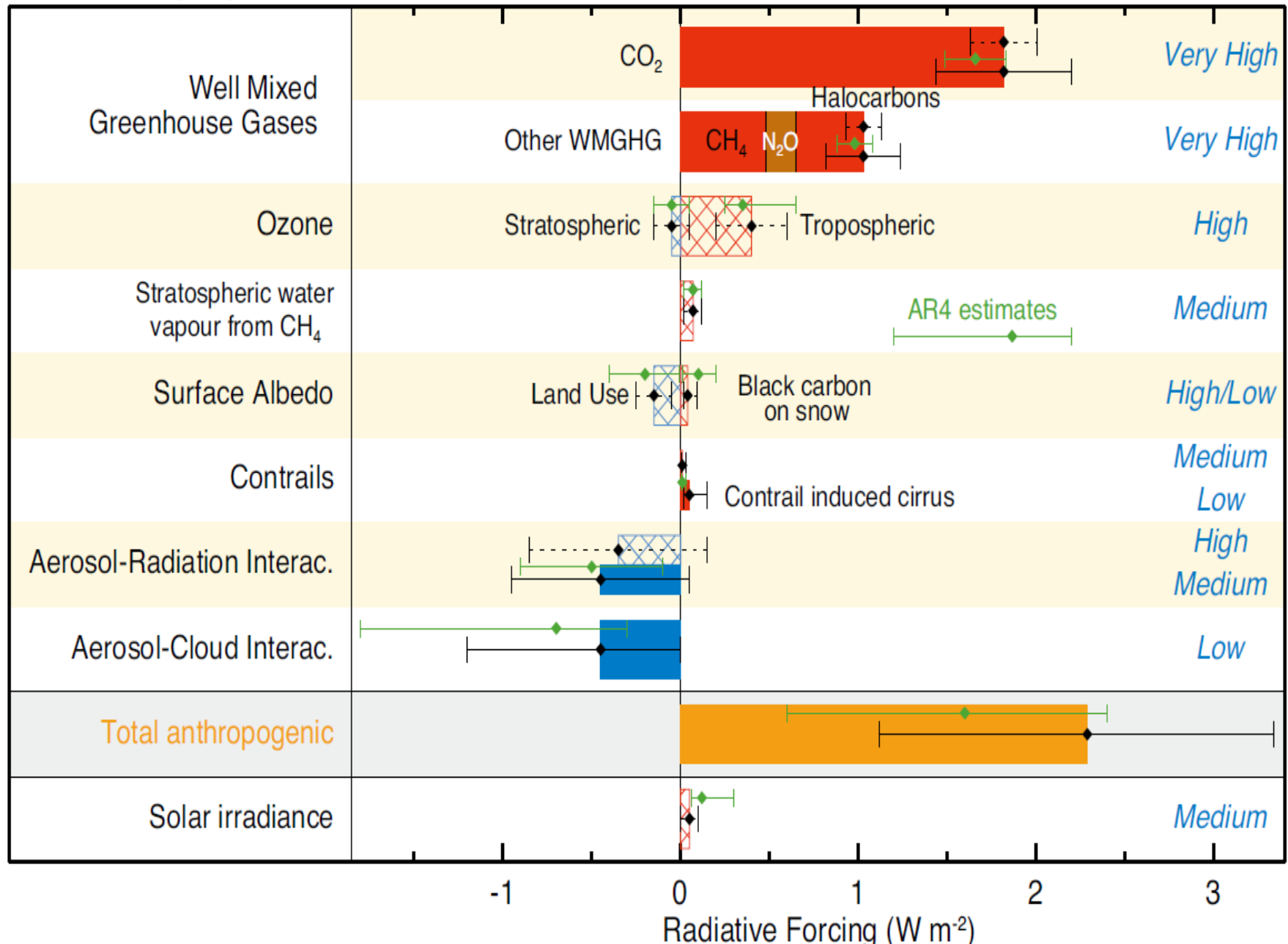
Radiative forcing of climate between 1750 and 2011

Confidence Level

Forcing agent

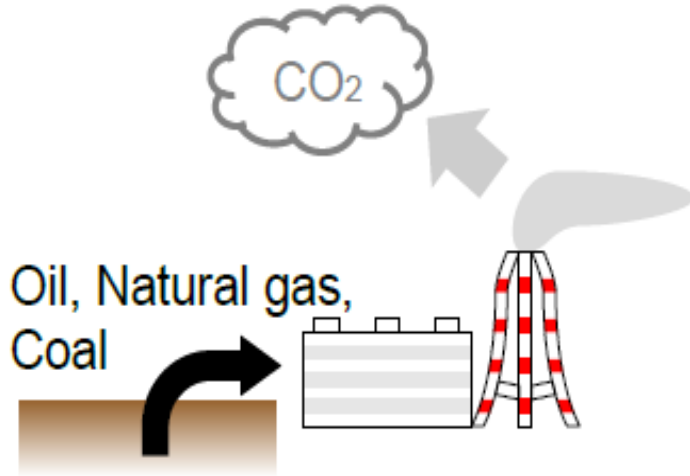
Anthropogenic

Natural



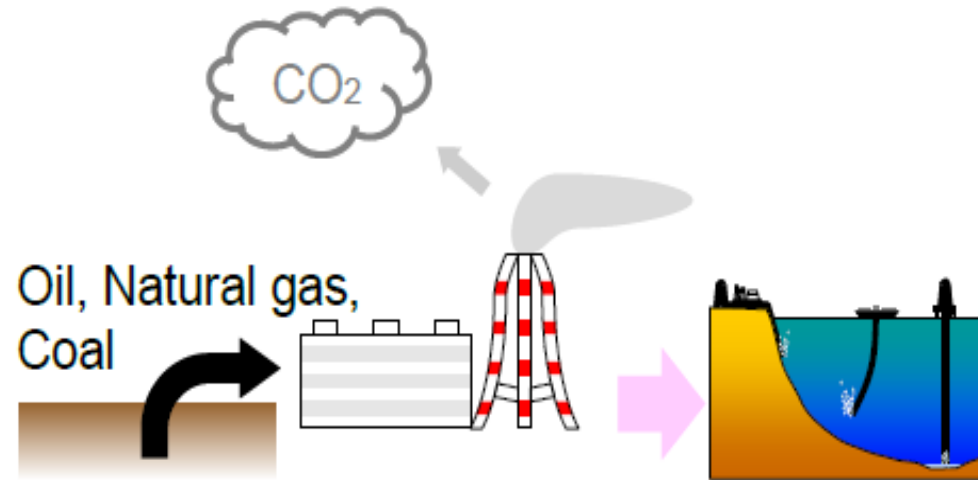
①化石燃料燃焼

Positive emission



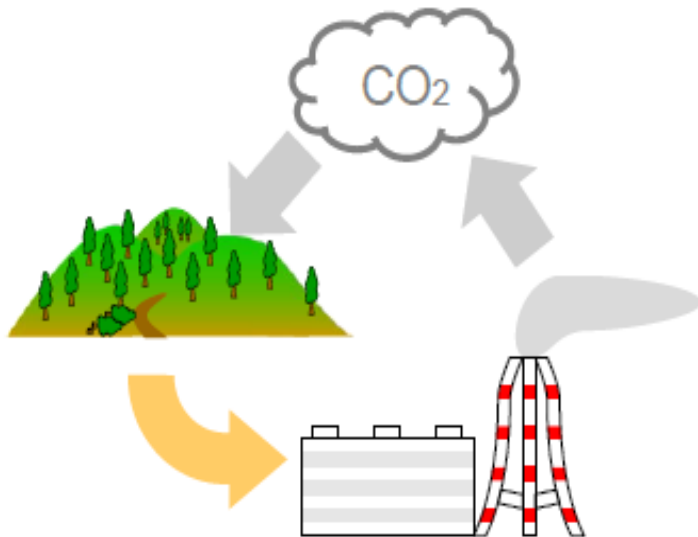
②化石燃料燃焼+CCS (FECCS)

Positive emission



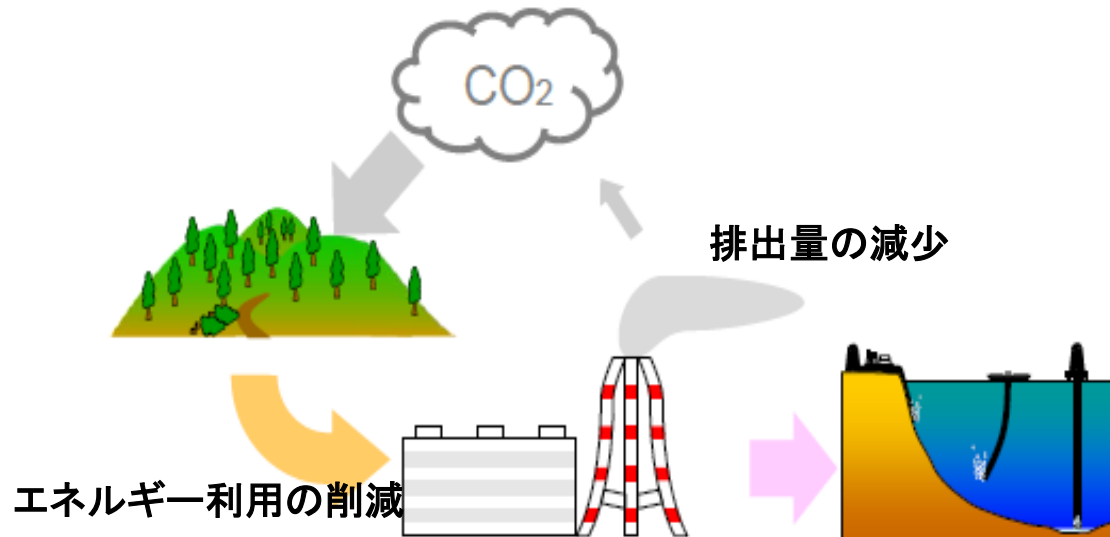
③バイオマス燃焼

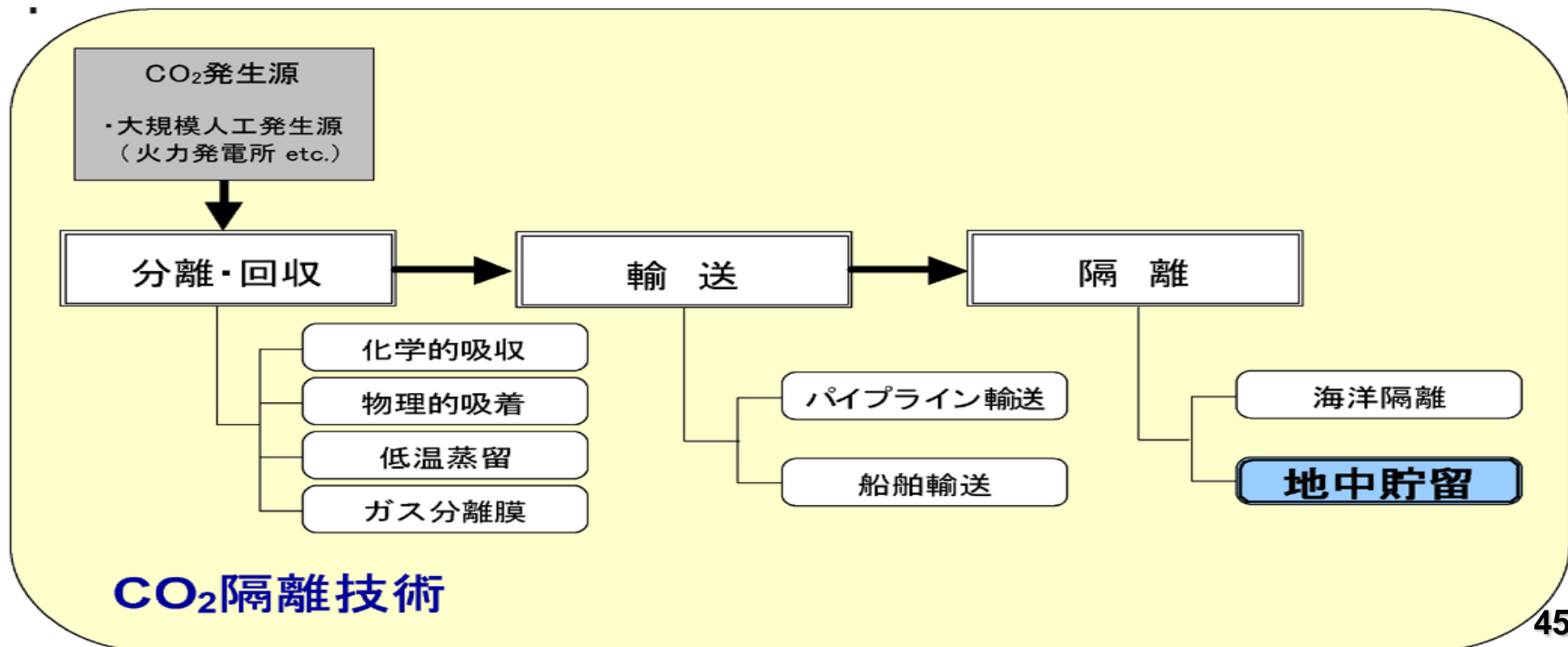
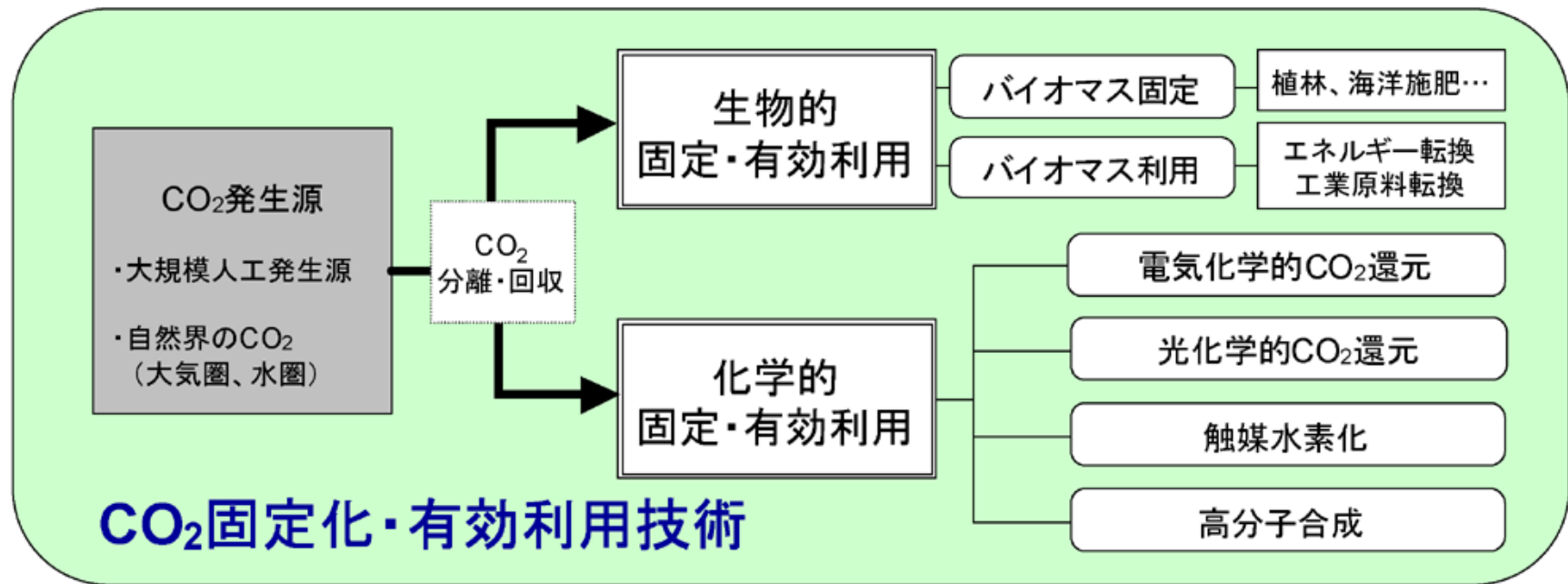
Zero emission



③バイオマス燃焼+CCS (BECCS)

Negative emission





極端現象の過去および将来の変化

現象及び傾向	20世紀後半に起きた可能性	人間活動の寄与の可能性	将来の傾向の可能性
寒い日と寒い夜の頻度減少	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	ほぼ確実
暑い日と暑い夜の頻度増加	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	ほぼ確実
熱波の頻度が増加	いくつかの地域で可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い
大雨の頻度が増加	増加地域が減少地域より多い可能性が高い	確信度が中程度	中緯度と熱帯湿潤域で可能性が非常に高い
干ばつの影響を受ける地域が増加	いくつかの地域で可能性が高い	確信度が低い	可能性が高い
強い熱帯低気圧の数が増加	確信度が低い	確信度が低い	どちらかといえば
高潮の発生が増加	可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い ⁸

(IPCC 第5次評価報告書より)

まとめ

- 地球環境も人類生存のための**重要な資源**→
使える国が使えるだけ利用して国際秩序は
守れない。
- 人類の共通の資源として、**時空間的に公平**
に使える世界を目指すことが、持続的な社会
構築に不可欠である。
- 原子力災害の教訓として、**安心・安全**で持続
的な社会構築を**福島**から始めることが重要
→**世界を動かそう！**