

2100

2m temperature change  
MIROC5 / RCP8.5



AORI / NIES / JAMSTEC / MEXT

# STOP THE WARMING

# 温暖化

2017

# 第1章

# 世界各地の異常気象

# CONTENTS

STOP THE 温暖化 2017

第1章 世界各地の異常気象 01

第2章 地球温暖化のこれまでとこれから 03

- 2-1 気候変動
- 2-2 食料(農林水産業)
- 2-3 自然生態系
- 2-4 自然災害・沿岸域
- 2-5 健康

第3章 地球温暖化の要因／排出変化 19

- 3-1 地球温暖化の要因
- 3-2 温室効果ガスの排出変化

第4章 温暖化対策 21

- 4-1 世界の温暖化への取組
- 4-2 日本の温暖化への取組

第5章 Q&A ここが気になる温暖化 26

## 2015年の主な異常気象・気象災害の分布図



近年、世界中で極端な気象現象が観測されています。強い台風やハリケーン、集中豪雨、干ばつや熱波などの異常気象による災害が各地で発生し、多数の死者を出したり、農作物に甚大な被害をもたらしたりといったことが毎年のように報告されています。

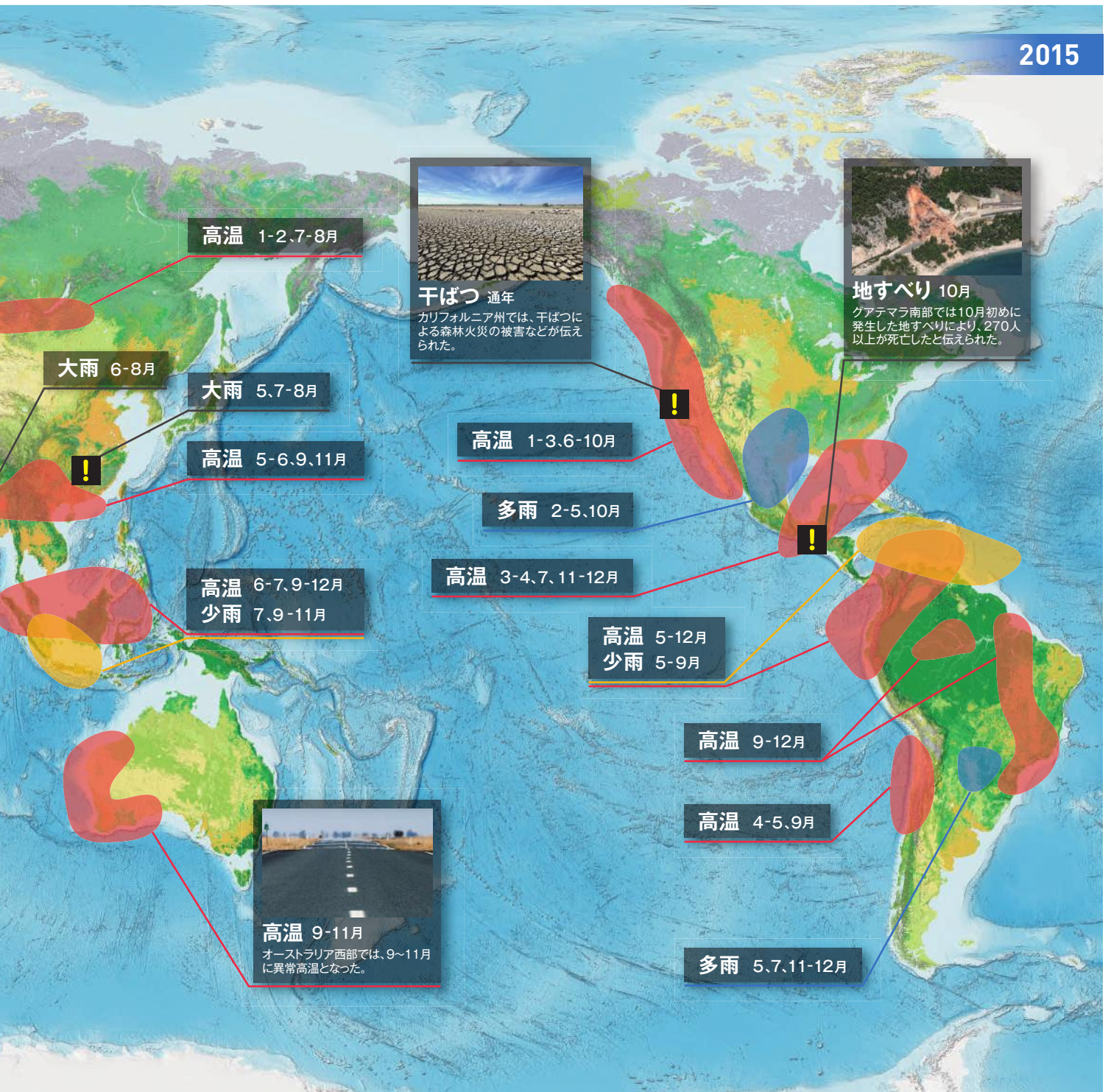
2015年5月にはインドで、6月にはパキスタンで熱波による大きな被害が発生し、死者数がそれぞれ2,000人以上、1,200人以上と伝えられています。

日本では、2016年の夏季に台風が3つ立て続けに北海道に上陸し、さらに東北地方太平洋側にも上陸しました。これらは、気象庁が1951

年に統計を開始して以来初めてのことで、こうした台風の影響で、東日本から北日本を中心に大雨や暴風となり、特に北海道と岩手県では、記録的な大雨により大きな被害をもたらしたことは記憶に新しいところです。

IPCCの第5次評価報告書(AR5)は、今後、世界平均気温が上昇するにつれて、極端な高温が増えることはほぼ確実であり、熱帯や中緯度地域で大雨の頻度が増す可能性が非常に高いと指摘しています。

(出典・参考1,2より)



※写真についてはイメージであることに留意

2015年に発生した異常気象や気象災害のうち、規模や被害が比較的大きかったものについておおよその地域・時期を示した。「高温」「低温」「多雨」「少雨」は月平均気温や月降水量での異常気象を示し、そのほかは気象災害を示す。

(出典・参考1を基に作成)

## 第2章

## 地球温暖化のこれまでとこれから

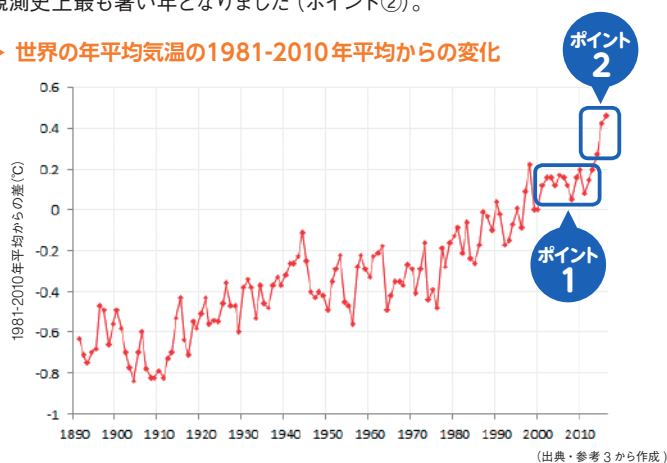
## 2-1 | 気候変動

## これまでの世界の気候変動（温暖化）

## 気温の上昇が続いている

世界の平均気温は上昇傾向にあります。IPCC 第5次評価報告書では気温が132年間に0.85°Cの上昇が示されました。また、2000年～2012年には気温上昇の停滞（ハイエイタス）（ポイント①）が見られますが、この理由には、主に海洋深層による熱の吸収、他に太陽活動の低下や火山活動などが挙げられています。しかし、2014年以降は上昇を続け、2016年は、観測史上最も暑い年となりました（ポイント②）。

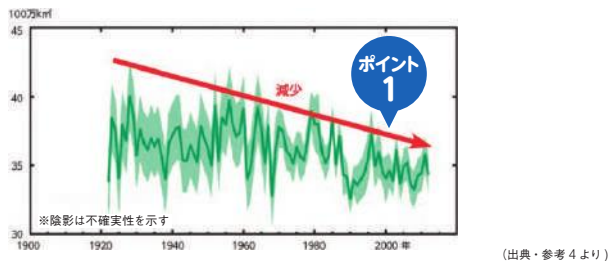
## ▶ 世界の年平均気温の1981-2010年平均からの変化



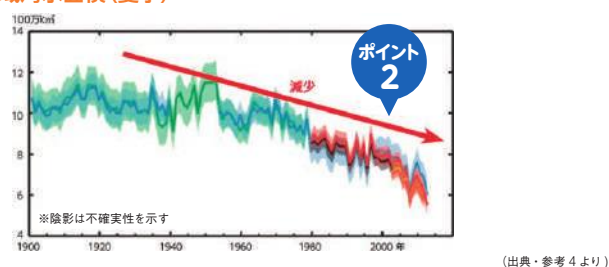
## 雪氷が減少を続けている

北半球の3～4月（春季）の積雪面積は減少傾向にあります（ポイント①）。また、北極域の海水面積も1970年後半以降、顕著に減少しており、海水面積が最も小さくなる夏季（7～9月の平均値）では、減少傾向を示しています（ポイント②）。1979～2012年の減少率は10年あたり73～107万km<sup>2</sup>（北海道の面積の約9～13倍）の範囲にあり、急速に減少しています。

## ▶ 北半球積雪面積（春季）



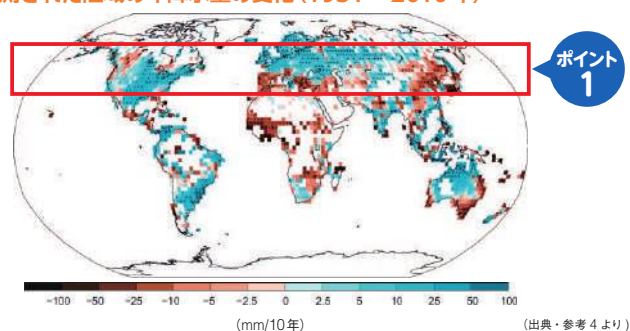
## ▶ 北極域海水面積（夏季）



## 降水の多い地域と少ない地域の差が大きくなっている

世界の降水量を見ると、1951年以降では、北半球の中緯度における陸地で降水量が増加しています（ポイント①）。また、北アメリカとヨーロッパで強い雨の頻度が増える傾向にあります。一方、西アフリカやオーストラリアの南東部で降水量が減少する傾向があります。

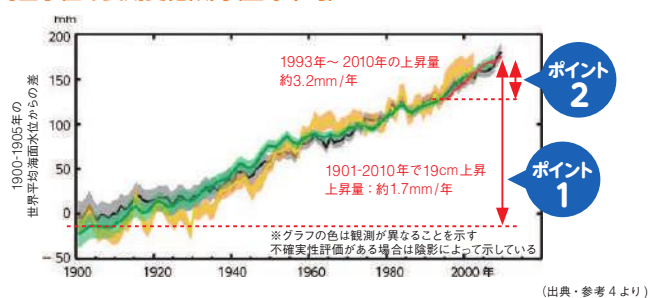
## ▶ 観測された陸域の年降水量の変化（1951～2010年）



## 海面水位の上昇が続いている

1901～2010年の110年間に世界の海面水位は、1年あたり平均で約1.7mm上昇しました（ポイント①）。特に直近の1993～2010年では、同約3.2mmと急激に上昇しています（ポイント②）。最大の要因は、海洋の熱膨張であり、次いで氷河・グリーンランド氷床・南極氷床の減少などが挙げられます。これらは、温暖化による影響が関与しているとみられています。

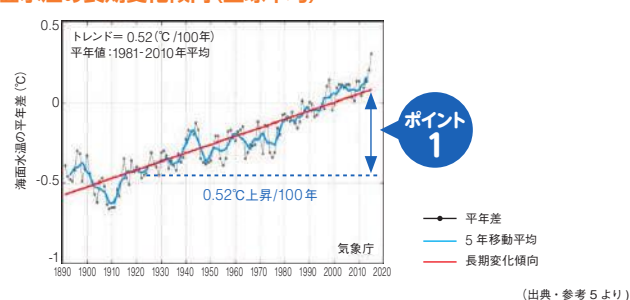
## ▶ 海面水位の長期変化傾向（全球平均）



## 海面水温の上昇が続いている

年平均海面水温（全球平均）は、数年から数十年の時間スケールの海洋・大気の変動や地球温暖化等の影響が重なり合って変化しています。長期的な傾向は100年あたり0.52°Cの上昇（ポイント①）となっています。

## ▶ 海面水温の長期変化傾向（全球平均）

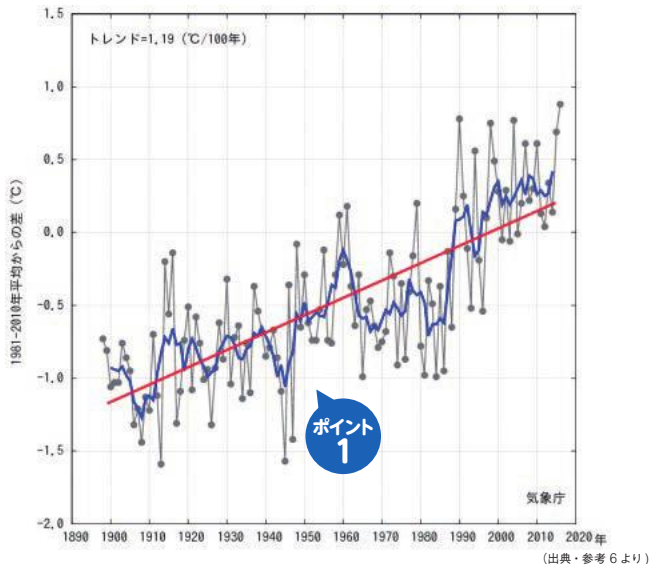


# これまでの日本の気候変動 (温暖化)

## 日本でも、気温の上昇が続いている

日本の年平均気温は、長期的には100年あたり約1.19℃の割合で上昇しています(ポイント①)。これは世界の平均気温が132年で0.85℃上昇しているというIPCC第5次評価報告書で示された観測結果と比較しても、高い上昇率となっています。(出典・参考5より)

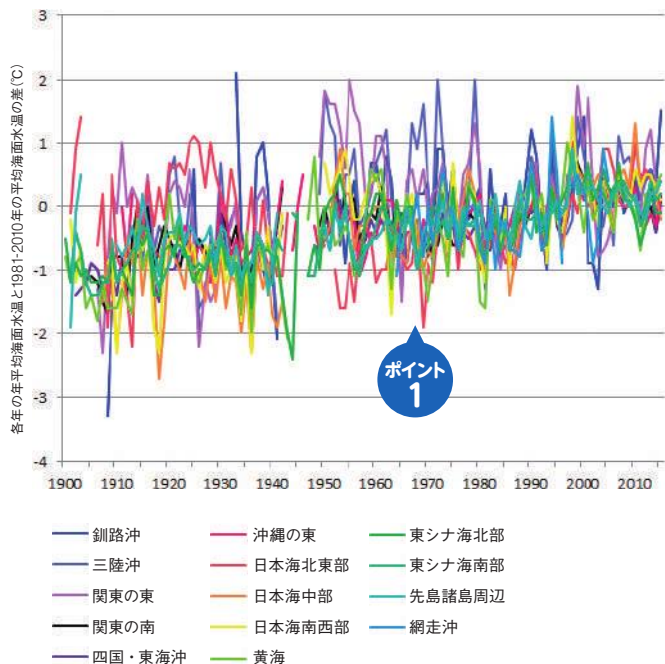
### ▶ 日本の年平均気温と平年値の差



## 日本近海の海面水温が上昇している

日本近海の各海域の海面水温は上昇しており\*、統計的に有意な長期変化傾向が見られます(ポイント①)。また、2015年までの日本近海の海域平均海面水温(年平均)の上昇率は、+1.07℃/100年となっています。この上昇率は、世界全体で平均した海面水温の上昇率(+0.52℃/100年)よりも大きく、日本の気温の上昇率(+1.19℃/100年)と同程度の値です。  
\*日本海北東部と上昇率を求めている網走沖を除く(出典・参考7より)

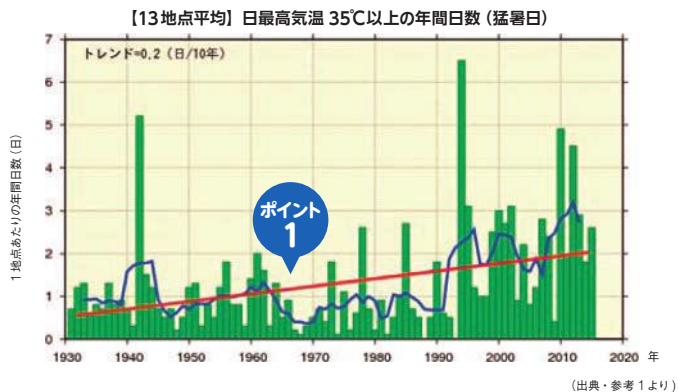
### ▶ 日本近海の海面水温の変化



## 猛暑日が増えてきている

日最高気温が35℃以上(猛暑日)の日数は統計期間1931~2015年で増加傾向が明瞭に現れています(ポイント①)。また、日最低気温が0℃未満(冬日)の日数は、同期間で減少しており、日最低気温が25℃以上(熱帯夜)の日数は同期間で増加しています。(出典・参考1より)

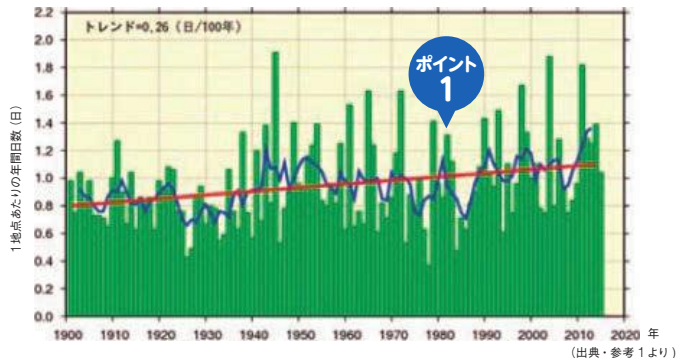
### ▶ 日最高気温35℃以上(猛暑日)の年間日数



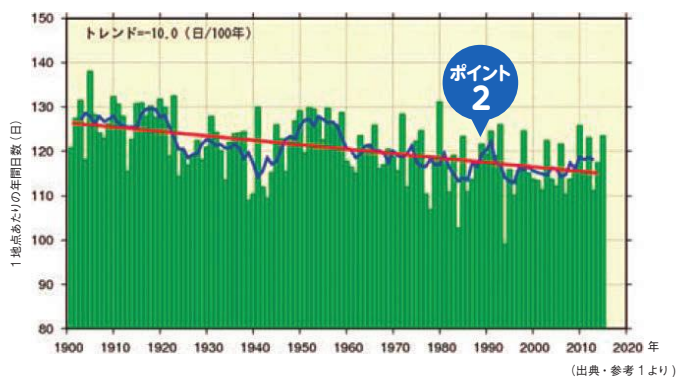
## 大雨となる日数が増加している

日本の年降水量については、長期的な変化傾向はみられません。一方で、日降水量100mmの年間日数は、1901~2015年の115年間で増加しています(ポイント①)。この傾向は、降水量200mm以上でも同様です。また、日降水量1.0mm以上の日数は減少し、大雨の頻度が増える半面、弱い降水も含めた降水日数は減少する傾向を示しています(ポイント②)。(出典・参考1より)

### ▶ 日降水量100mm以上の年間日数



### ▶ 日降水量1.0mm以上の年間日数

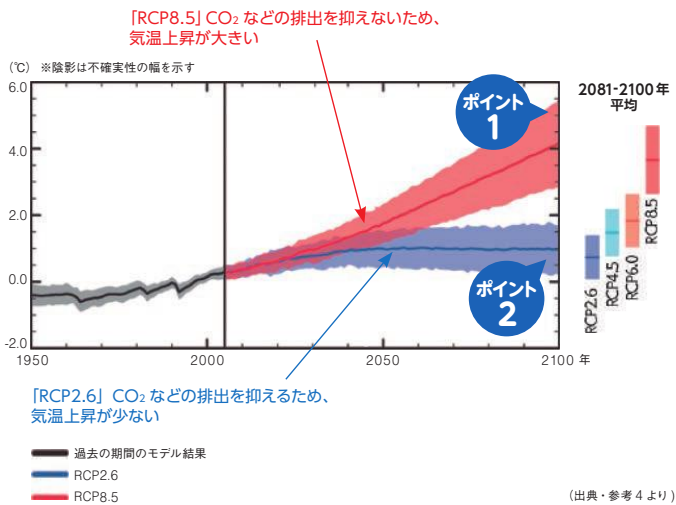


# 将来の世界の気候変動（温暖化）

## さらなる気温の上昇が予測されている

IPCC 第5次評価報告書によれば、2081年から2100年の世界の平均地上気温は、1986年から2005年の平均よりも最小で0.3℃、最大で4.8℃上昇すると予測しています。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の（21世紀末に排出量が約2倍以上に増加し、最も温暖化が進む）「RCP8.5」シナリオでは2.6～4.8℃の気温上昇が予測されています（ポイント①）。一方、21世紀末に温室効果ガスの排出をほぼゼロにした場合の（最も温暖化を抑えた）「RCP2.6」シナリオでは、0.3～1.7℃と予測されています（ポイント②）。

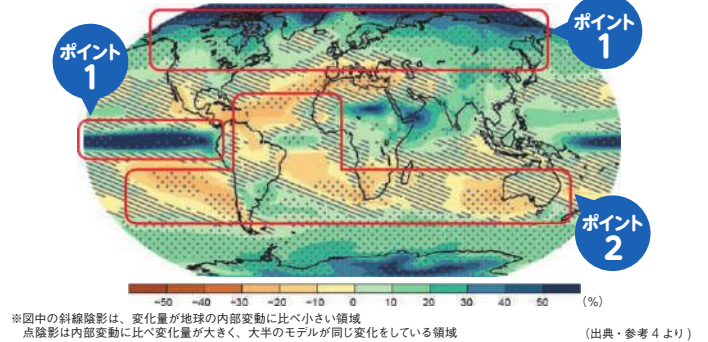
### ▶ 1986～2005年平均に対する世界平均地上気温の変化



## 湿潤地域と乾燥地域で降水量の差が拡大する

21世紀末までに、湿潤地域と乾燥地域で降水量の差が拡大していくと予測されています。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、21世紀末までに、高緯度域・赤道域・中緯度の湿潤地域にて降水量が増加する可能性が高いと予測されています（ポイント①）。一方、中緯度と亜熱帯の乾燥地域の多くでは、降水量は減少する可能性が高いと予測されています（ポイント②）。

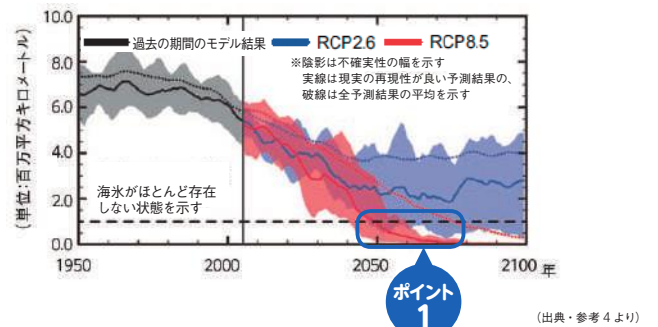
### ▶ 現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の年平均降水量変化（1986-2005年平均と2081-2100年平均の差）



## 海水の減少が加速する

IPCC 第5次評価報告書では、21世紀中に北極海の海水は縮小し、薄くなることと予測されています。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、21世紀の半ばまでに9月の北極域の海水が、ほぼなくなる可能性が高いとされています（ポイント①）。

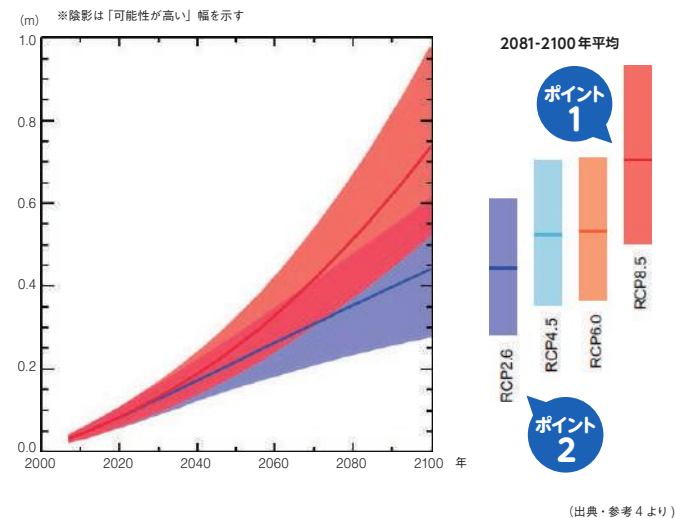
### ▶ 北半球（9月）の海水面積予測の変化



## さらなる海面水位の上昇が予測されている

現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、21世紀末には、世界の平均海面水位が45cm～82cm上昇する可能性が高いと予測されています（ポイント①）。一方、21世紀末に温室効果ガスの排出をほぼゼロにした場合でも、26cm～55cm上昇する可能性が高いと予測されています（ポイント②）。

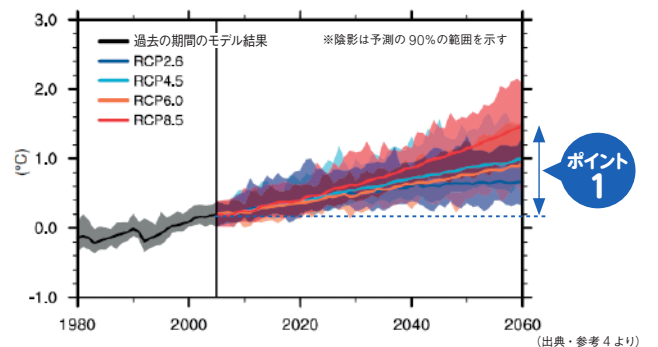
### ▶ 世界の海面水位変化の予測



## 海面水温は上昇を続ける

将来の地球全体の平均海面水温は、上昇を続けると予測されています。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、2060年頃には現在よりも約1.4℃上昇すると予測されています。また、21世紀末に温室効果ガスの排出をほぼゼロにした場合でも、約0.6℃の上昇が予測されています（ポイント①）。なお、海面水温の上昇量は、海洋循環や地表面加熱によって影響を受けるために、地域的なばらつきが生じることも予測されています。

### ▶ 世界の海面水温変化の予測

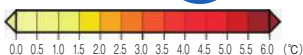
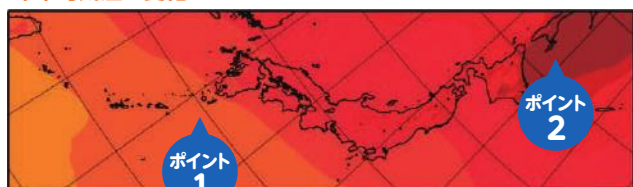


# 将来の日本の気候変動（温暖化）

## 日本は将来暑くなる

21世紀末の年平均気温は全国的に高くなると予測されています。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合は、21世紀末には、地域によって現在よりも3.3～4.9℃高くなると予測されています。また、低緯度より（ポイント①）も高緯度の地域のほうが（ポイント②）、気温上昇が大きくなります。（出典・参考9より）

### ▶ 現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の年平均気温の変化

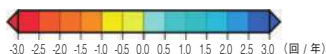
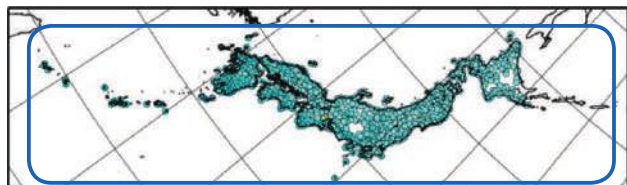


（出典・参考9より）

## 強い雨の回数が増える

21世紀末において、滝のように降る雨（1時間降水量50mm以上）の発生回数は全国的に増加すると予測されています（ポイント①）。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合は、全国平均で2倍以上の回数になると予測されています。（出典・参考9より）

### ▶ 現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の強い雨の発生回数の変化

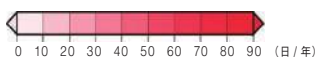
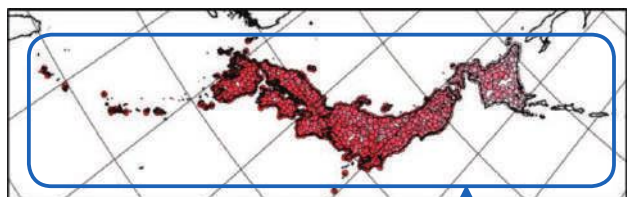


（出典・参考9より）

## 暑い日が増える

21世紀末の真夏日（日最高気温が30℃以上）の年間日数は全国的に増加すると予測されています（ポイント①）。現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合には、全国平均で現在よりも約49日増加すると予測されています。（出典・参考9より）

### ▶ 現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の真夏日日数の増加数



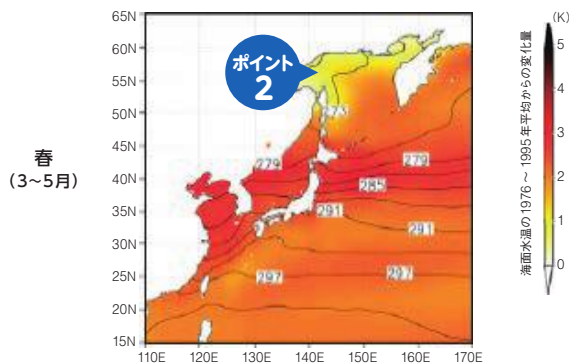
（出典・参考9より）

## ほとんどの海域で海水が昇温する

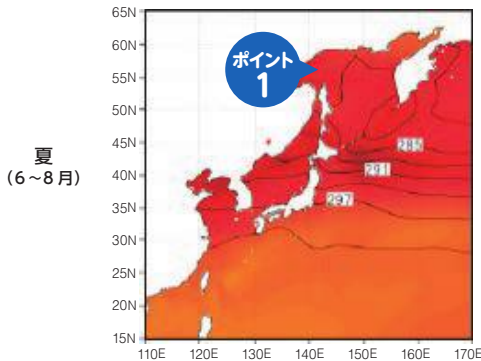
日本近海の海面水温は、現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合\*、将来（2076～2095年平均）ほとんどの海域で、現在よりも上昇すると予測されています。オホーツク海の海面水温上昇は、夏・秋は全域でほぼ一様（ポイント①）であるのに対し、春・冬はユーラシア大陸沿岸付近で相対的に小さくなっています（ポイント②）。海域による上昇量の違いには、オホーツク海を覆う海氷の量に関係している可能性があります。つまり、海氷の少ない夏・秋は気温の上昇等を背景として他の海域と同じように昇温しますが、春・冬においては海氷の多い海域で昇温が抑えられると推察されます。

\*ここではRCP8.5ではなくSRES A2シナリオを使用（出典・参考10より）

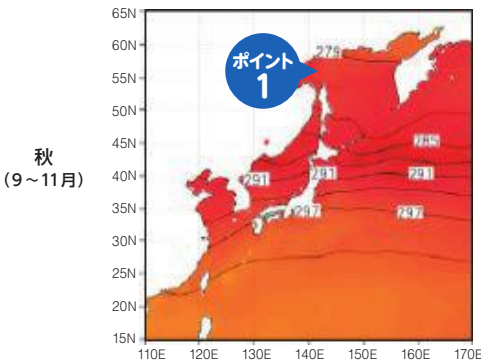
### ▶ 海面水温の将来変化



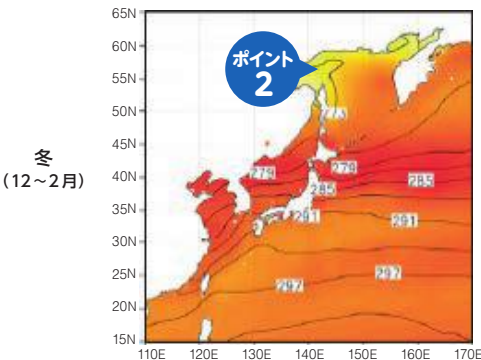
春  
(3～5月)



夏  
(6～8月)



秋  
(9～11月)



冬  
(12～2月)

（出典・参考10より）

## 2-2 | 食料(農林水産業)

影響 予測 適応

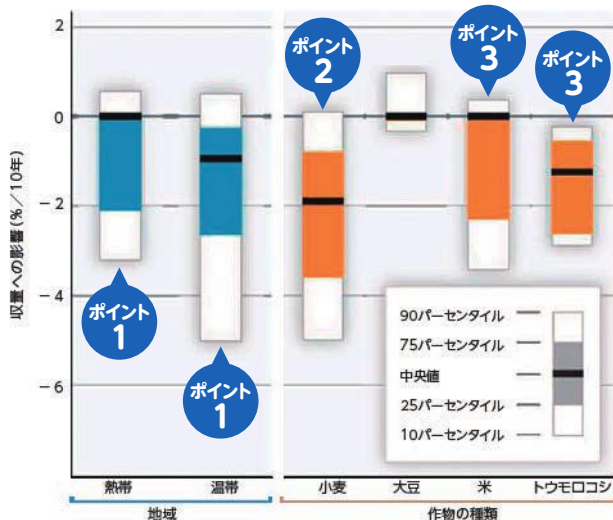
# これまでの温暖化の影響(食料:農林水産業)

### 世界では、主要穀物収量が低下

気候変動は、食料の生産量とも密接な関係があります。下の図は、1960～2013年に観測された気候変動が、小麦、大豆、米、トウモロコシの主要4農作物の収量に及ぼしたと推定される影響をまとめたものです。温帯地域、熱帯地域のいずれにおいても、マイナスの影響を及ぼす方が多いことが分かります(ポイント①)。主要4農作物でみると、小麦が最も気候変動の影響を受け、収量に大きなマイナスの影響が出ています(ポイント②)。米やトウモロコシについてもマイナスとなっています(ポイント③)。

逆に少ないながらも、気候変動がプラスの影響を及ぼしたという研究もあります。これは、主に平均気温の低い高緯度地域の収量に関連した研究です。

#### ▶ 熱帯及び温帯地域における主要4農作物への影響



1960～2013年に観測された気候変動が、温帯及び熱帯地域における主要4農作物の収量に及ぼしたと推定される影響の度合い (出典・参考11より)

### 家畜にも影響が

夏期の高温により、乳用牛では、乳量・乳成分の低下や、繁殖成績の低下、死亡等が報告されています。また、ブタやブロイラーも同様に、増体・肉質の低下や死亡が報告されています。 (出典・参考12より)

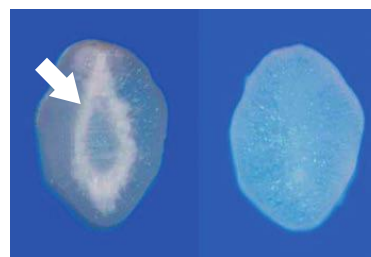


### 水稻、果樹で品質低下等がみられる

高温などにより、コメ粒の内部が白く濁った白未熟粒(しろみじゅくりゅう)や、コメ粒に亀裂が入った胴割粒(どうわれりゅう)などが発生していると報告されています。

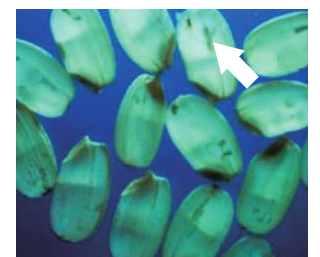
例えば、白未熟粒は、受精したモミが細胞分裂し、その後、細胞ごとにデンプンが詰まっていく時期に高温などにさらされることで、デンプンが詰まりきらないうちに発育・成熟が終了してしまうことで生じます。高温などによるこれらの影響は、収量・品質の低下などをもたらします。 (出典・参考12,13より)

#### ▶ 白未熟粒(左)と正常粒(右)の断面



デンプンの蓄積が不十分のため白く濁って見える米粒 (出典・参考12より)

#### ▶ 胴割粒



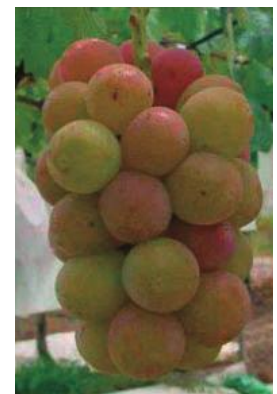
胚乳部に亀裂のある米粒 (出典・参考12より)

強い日射や高温等により、ブドウ、リンゴ等の果樹に関して、着色不良・着色遅延、日焼け果等の報告がされています。これらは、品質の低下などの悪影響をもたらします。 (出典・参考11,13より)

#### ▶ ブドウの着色不良



着色良好果



着色不良果

(出典・参考14より)

#### ▶ リンゴ(ふじ)の日焼け果



(出典・参考12より)



影響 予測 適応

# 将来の温暖化影響 (食料:農林水産業)

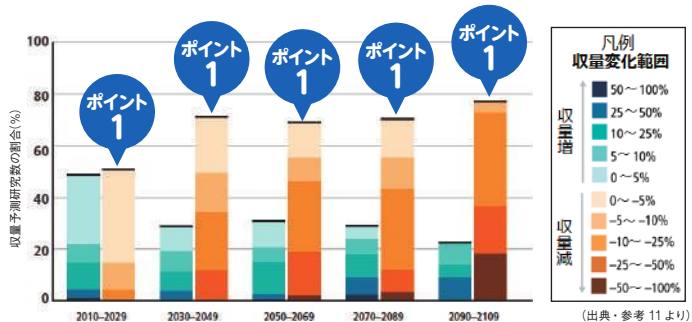
## 穀物収量の低下が予測されている

将来人口が増加すると食料需要は高まります。

一方で、20世紀後半より地域の平均気温が2℃以上高くなると、適応策をとらない場合、熱帯、温帯の作物(小麦、米、トウモロコシ)の収量は本来よりも減少し、4℃以上高くなると、食料安全保障にとって大きなリスクになると予測されています。

下図にまとめられている予測は、熱帯及び温帯地域を対象に、異なる排出シナリオによる予測も適応策がとられている場合もとられていない場合も含まれます。収量変化は20世紀後半と比較したもので、時間経過とともに、収量減の証拠が増加していくのがわかります(ポイント①)。

### ▶ 気候変動による作物収量変化予測の研究数の割合



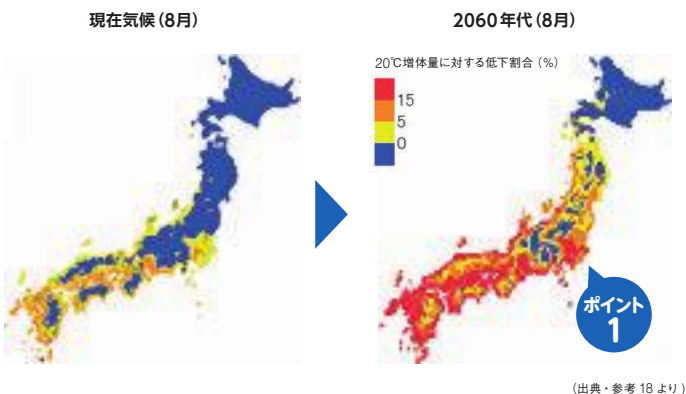
## ウシにも影響が

気温上昇により、ウシは夏季の日増体量(日体重増加量)が減少すると予測されています。そのため、地球温暖化に伴い、夏に体重増加量が低下する地域が拡大します(ポイント①)。

これは、肥育豚やブロイラーでも同様の傾向を示しています。

(出典・参考 18 より)

### ▶ 夏のウシの日増体量低下予測



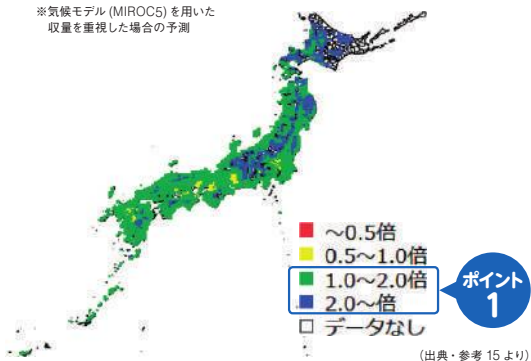
## 水稲は品質の更なる低下が、果樹では栽培適域の変化が

日本の、現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の21世紀末におけるコメの収量予測\*では、全国的に現在と同じか増加する地域が大半を占めるとの予測があります(ポイント①)。一方で高温により、品質低下のリスクが高くなる(ポイント②)との予測もなされています。

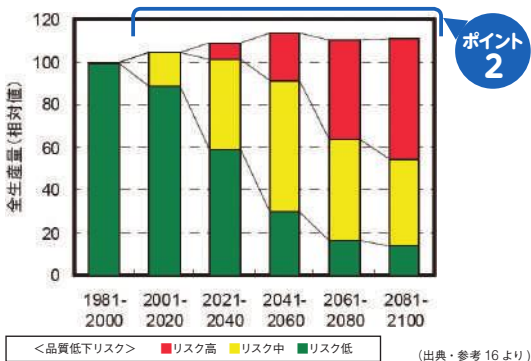
(出典・参考 14,15 より)

### ▶ 21世紀末の現在からのコメ収量変化\*

\*気候モデル(MIROC5)を用いた収量を重視した場合の予測



### ▶ 全生産量の20年ごとの推移



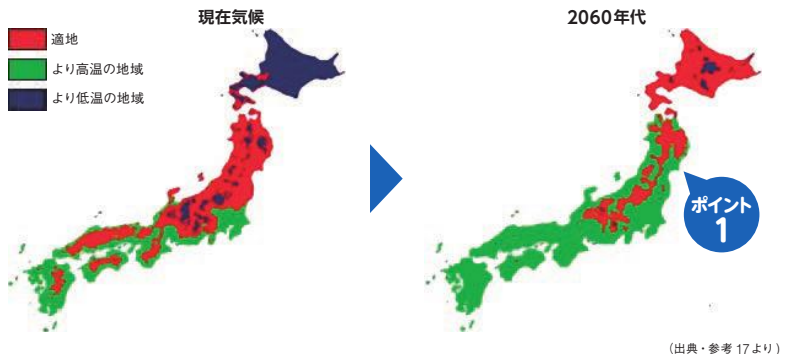
将来、東北中部の平野部まで、リンゴが栽培しにくい気候となる可能性が示唆されています。また、ウンシュウミカンの栽培適地の北上が予測されています。

現在よりも年平均気温が3℃上昇したと仮定した2060年代には、東北北部の平野部など現在のリンゴ主力産地では、リンゴの栽培が難しくなると予測されています(ポイント①)。

現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合の研究では、ウンシュウミカンの適地よりも高温となる地域が徐々に北上し、21世紀半ばには九州の一部で、また21世紀末には関東以西の太平洋側を中心としたほとんどのウンシュウミカン生産県で、適地が半減すると予測されています(ポイント②)。

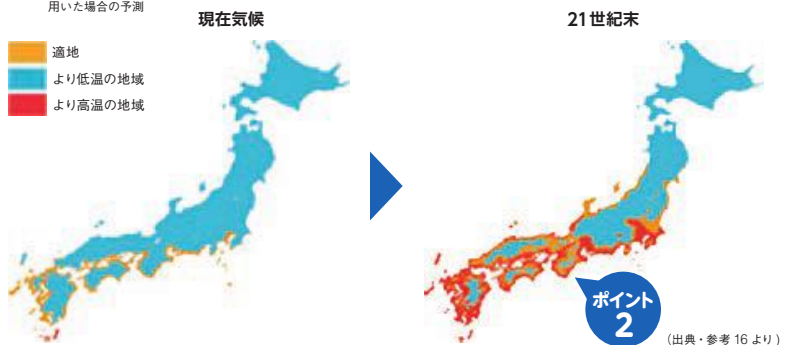
(出典・参考 16,17 より)

### ▶ リンゴの栽培適地の変化予測



### ▶ ウンシュウミカンの栽培適地の変化予測\*

\*気候モデル(MIROC5)を用いた場合の予測



影響 予測 適応

# 適応策（食料：農林水産業）

## 水稻高温登熟耐性品種の奨励品種採用

広島県では、近年、夏季の高温により南部低標高地帯における「ヒノヒカリ」の品質低下が顕在化してきたため、高温登熟耐性に優れる「恋の予感」を奨励品種に採用しています。現在、「ヒノヒカリ」の品質低下が大きい地域から順次品種転換を図っているところです。

(出典・参考 12 より)

### ▶ 高温登熟耐性品種「恋の予感」



(出典・参考 12 より)

※「恋の予感」：近畿中国四国農業研究センター（現西日本農業研究センター）が平成 26 年に育種した品種で、「ヒノヒカリ」に比べ育が低く多収であることが特徴です。

## 果樹の品質低下対策

果実は、強い日射をさえぎることにより、日焼け果を軽減することができます。例えば、リンゴでは被覆資材（寒冷紗）の設置や、ブドウでは果房への傘かけが効果があるとされています。

ブドウの着色不良には、環状剥皮の実施による着色の促進や、着色不良の心配がない白色系品種（シャインマスカット）の導入が進められています。

一方、ウンシュウミカンや伊予柑などのかんきつ類の産地である愛媛県松山市の島しょ部や海岸部では、平成 20 年頃からアボカドを導入するなど、温暖化を活用した（見越した）取組も見られます。

(出典・参考 12 より)

### ▶ リンゴの寒冷紗



(出典・参考 12 より)

### ▶ シャインマスカットの導入



(出典・参考 14 より)

### ▶ ブドウの環状剥皮



(出典・参考 14 より)

### ▶ ブドウの傘かけ



(出典・参考 12 より)

### ▶ かんきつ類からアボカドへの転換（愛媛県）



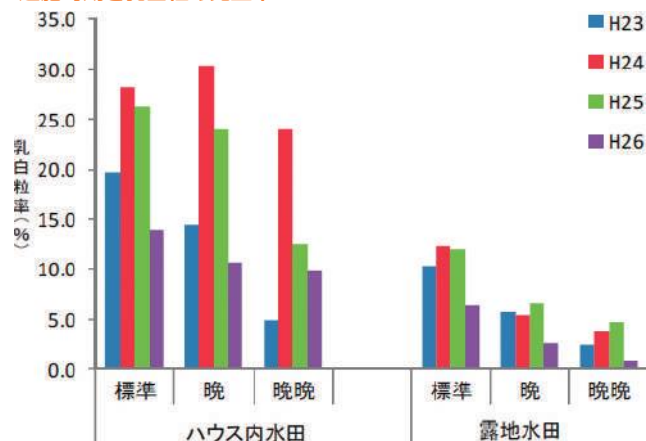
(出典・参考 12 より)

## 白未熟粒発生軽減技術

長野県では、コシヒカリの白未熟粒発生軽減技術の試験が行われています。土壌施肥管理と白未熟粒発生の関係解明を目的に試験を行い、追肥時期を遅らせることによる白未熟粒発生軽減効果を確認しました。また、白未熟粒軽減に有効な水管理技術の確立を目的に試験を行い、出穂後 20 日間程度かけ流し灌漑（夜間）による白未熟粒減少効果を確認しました。

(出典・参考 12 より)

### ▶ 追肥時期と乳白粒の発生率



(出典・参考 12 より)

## 家畜の暑熱対策

乳用牛の牛舎では、高温対策として細霧装置やトンネル換気システムが導入されています。また、畜舎屋根へのスプリンクラーによる散水や、噴霧機による石灰塗布などの暑熱対策が実施されています。

(出典・参考 12,19 より)

### ▶ 牛舎細霧送風装置



(出典・参考 12 より)

### ▶ 畜舎壁面の換気扇



(出典・参考 12 より)

### ▶ 畜舎屋根への石灰塗布



(出典・参考 19 より)

## 2-3 | 自然生態系

影響 予測 適応

## これまでの温暖化の影響（自然生態系）

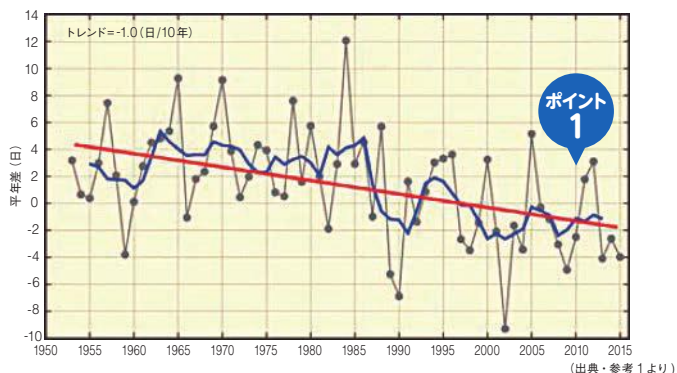
## サクラの開花日の早期化

1953年以降、サクラの開花日は、10年あたり1.0日の割合で早くなっています（ポイント①）。サクラの開花時期は、開花前の平均気温と関連があるとされています。そのため、サクラの開花日が早まる傾向の要因の一つとして、長期的な気温上昇の影響が考えられます。

なお、下図の観測対象地点（全国58地点）には、札幌、仙台、東京、大阪、福岡などの大都市も含まれています。

(出典・参考1より)

## ▶ 【全国平均】サクラの開花日の平年差



(出典・参考1より)

## サンゴの白化

温暖な海に広がるサンゴ礁は、その3分の1が絶滅の危機にあるといわれています。1980年代頃からサンゴの白化現象が目立つようになり、その原因として地球温暖化が大きく関与していると考えられています。

サンゴの白化は、サンゴが褐虫藻を失い、白い骨格が透けて見える現象です。白化が起きる原因は、水温の変化や強い光、紫外線、低い塩分などですが、中でも水温の影響が大きく、30℃を超える状態が長期間続くと、褐虫藻に異常が起こり、その状態が長く続くとサンゴは死んでしまいます。

2016年には、夏期に30℃を超える高い海水温の状況が続いた西表石垣国立公園の石西礁湖などにおいて、サンゴの白化現象が深刻な状況となっていることが確認されました。

(出典・参考22.23より)

## ▶ 白化するサンゴ



白化する前



白化した後

(写真提供：環境省)

## ブナ林の衰退

ブナは北海道から鹿児島県の冷温帯に生育する代表的な落葉広葉樹です。原生林として残されている場所が多く、ブナ林ならではの多様な動植物が生息し、人々は水の安定供給など様々な自然の恩恵を受けています。このため、ブナ林の衰退は、動植物のみならず、人々に対しても影響を及ぼすことを意味します。

神奈川県丹沢山地にある蛭ヶ岳周辺では、1970年代にはブナ林であったものが、2000年代には草地が増加していることが確認されています（ポイント①）。

また、茨城県筑波山では、1975年から2005年の30年間で、すべての標高で常緑広葉樹が増加し、ブナの衰退が確認されています。

(出典・参考20,21より)

## ▶ 蛭ヶ岳周辺の空中写真

1970年代

ポイント  
1

2000年代

ポイント  
1

(出典・参考21より)

## ライチョウの個体数の減少が懸念

ニホンジカの高山帯への侵入、捕食者の増加、ライチョウの営巣場所となるハイマツや餌となる高山植物の気候変動による変化などの影響により、ライチョウの個体数減少が懸念されています。最近の調査から、南アルプス北部（北岳～間ノ岳～農鳥岳）などでは、生息個体数が著しく減少していることが明らかとなっています。南アルプス南部の茶臼岳からイザルガ岳にかけての高山帯はライチョウの生息域の世界的な南限となっています。

(出典・参考24より)



(写真提供：環境省)

影響 予測 適応

# 将来の温暖化影響(自然生態系)

## サクラの開花日の変化

気温の上昇に伴い、サクラの開花日が変化すると予測されています。

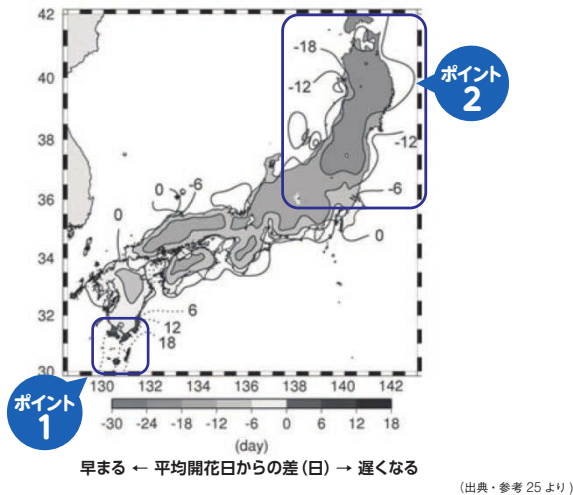
現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合<sup>\*</sup>、21世紀末(2082-2100年)に、九州南部(ポイント①)や太平洋沿岸域で開花日は遅く、東北(ポイント②)や日本海側、標高の高い地域で早くなると予測されています。

サクラは、冬の間に休眠し、ある程度低温にさらされることで休眠を終え(休眠打破)、気温上昇とともに花芽が成長し開花します。

開花が遅くなる地域は、地球温暖化により冬の低温を得られないために、休眠打破に至る時間が長くなり、開花が遅れます。さらに開花しない年が現れる可能性も示唆されています。一方で、開花が早くなる地域は、地球温暖化した冬でも休眠打破に必要な低温を得ることができ、休眠打破後の花芽の成長に必要な気温も地球温暖化により早く得られるため、開花が早まります。

\*ここではRCP8.5ではなくSRES A2シナリオを使用(出典・参考 25より)

### ▶ 21世紀末のサクラ開花日の変化



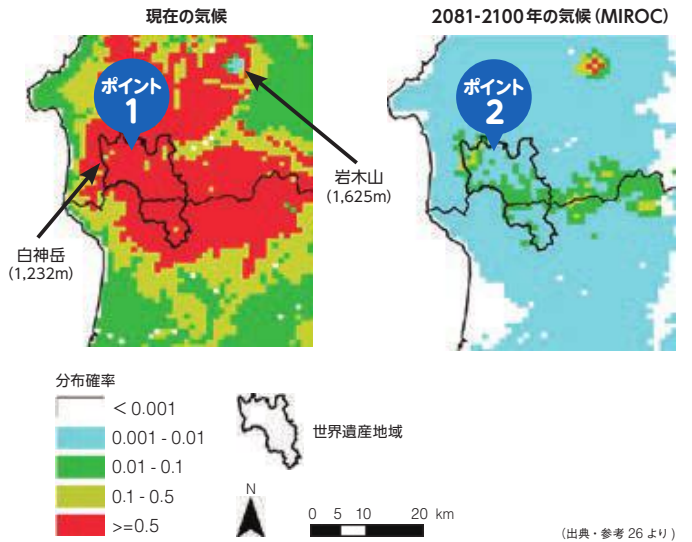
## ブナ

現在<sup>\*1</sup>の気候条件下では、青森県と秋田県にまたがる世界遺産の白神山地において、ブナの生息に適した地域(分布適域)は、世界遺産地域の約95%を占めています(ポイント①)。

しかし、現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合<sup>\*2</sup>、21世紀末(2081~20100年)では、気温上昇により、現在の分布適域が減少します(ポイント②)。研究によっては、分布適域が消失するという結果も出ています。

\*1.ここでは1953~1982年の年平均  
\*2.ここではRCP8.5ではなくSRES A2シナリオを使用(出典・参考 26より)

### ▶ 白神山地周辺におけるブナ林適域の変化



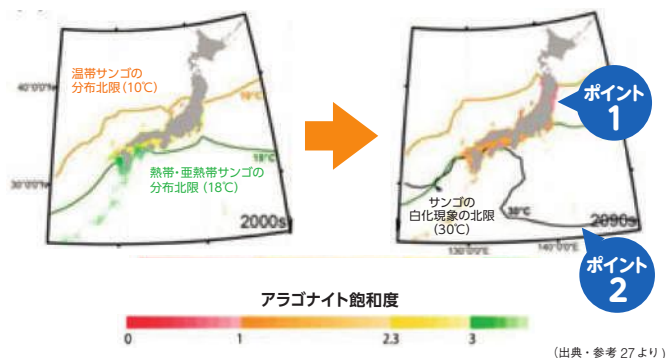
## サンゴ

大気中のCO<sub>2</sub>濃度が上がると、海水に溶け込むCO<sub>2</sub>の量が増え、海洋の酸性化を引き起こし、サンゴの骨格形成が阻害されると予測されています。

現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合<sup>\*</sup>、水温上昇によってサンゴの分布可能域は北上するものの、同時に酸性化によりサンゴの骨格形成に適さない北部海域(ポイント①)と、海水温上昇によってサンゴの白化が起る南部海域(ポイント②)に、サンゴの生息に適した水温、海洋酸性度をもつ分布適域がはさまれることとなります。その結果、2000年代は全体の約90%と算定される温帯サンゴの生息適域が、2050年代には消失し、また、熱帯・亜熱帯サンゴの分布可能域のおよそ半分に、白化の危険性があると予測されています。

\*ここではRCP8.5ではなくSRES A2シナリオを使用(出典・参考 27より)

### ▶ 将来のサンゴ適域の変化



## ライチョウ

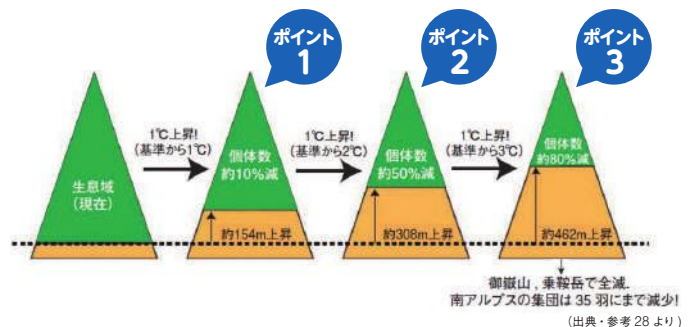
温暖化によりエサとなる高山植物の減少等の理由により、ライチョウの生息域が狭まると考えられています。

年平均気温が1°C上昇すると生息個体数は約10%減少(ポイント①)、2°C上昇で約50%減少(ポイント②)、3°C上昇では約80%減少(ポイント③)すると推定されています。

気温が3°C上昇した場合には、御嶽山と乗鞍岳のライチョウは絶滅し、南アルプスの集団も35羽にまで減少するなど、絶滅に近い状態になると予測されています。

(出典・参考 28より)

### ▶ 温暖化によるライチョウの生息域の変化



影響 予測 適応

## 適応策（自然生態系）

### ブナ：モニタリングによる調査研究

白神山地世界遺産センターでは、世界遺産地域の長期にわたる自然環境の変化を把握するため、モニタリング調査研究を毎年継続して行っています。このモニタリング調査は、白神山地のブナ林を中心とした自然生態系を解明し、その推移を把握することにより、何らかの変化が生じれば原因を究明し対策を講じるための手がかりとなる基礎データを集積するものです。近年では、空中からのレーザー計測技術や人工衛星画像などを応用して広域的に森林構造および動態を解明する調査研究を行ったほか、定点カメラによるフェノロジー調査を実施しています。

(出典・参考 29 頁)

#### ▶ 定点カメラによるフェノロジー調査



(写真提供：環境省)

### サンゴ：移植や人工岩礁での増殖

環境省では、わが国のサンゴ礁生態系の現状を把握し、その保全に資する情報を収集することを目的として、モニタリングサイト1000 サンゴ礁調査を行っています。加えて、劣化したサンゴの回復を目的とした、サンゴの移植や人工岩礁での増殖も適応策になり得ます。移植のための種苗生産方法にはいくつかあります。例えば、環境省ではサンゴの幼体を利用する着床具の設置などによる着床誘導の手法を用いたサンゴの移植を行っています。

(出典・参考 30、31、32 頁)

#### ▶ 着床具



(出典・参考 32 頁)

#### ▶ 着床具に付着して成長したサンゴ



(出典・参考 32 頁)

### ライチョウ：生息状況のモニタリング

長野県では、2009年3月にライチョウの保護回復事業計画が策定されました。

その中で緊急に取り組む事項として、本種の生息状況のモニタリングがあげられており、長野県環境保全研究所では、県内の2ヶ所でライチョウの生息状況のモニタリング調査を実施しています。

1ヶ所は、ライチョウの世界的南限である南アルプスのイザルガ岳～茶臼・上河内岳周辺です。ここでは、静岡ライチョウ研究会が10年近く調査をおこなっており、その方々と共同でおこなっています。もう1ヶ所は、これまでに8度ほど本種の生息状況調査が行われている爺ヶ岳周辺です。ここでは、市立大町山岳博物館と共同で調査をおこなっています。

(出典・参考 33 頁)

## コラム

### サクラの開花日の変化への対応

青森県弘前市の弘前公園は、全国有数のサクラの名所であり、毎年4月23日から5月5日までを基本として、さくらまつりが開催されています。弘前さくらまつりの一つの特徴に、祭りの期間が国民の祝日であるゴールデンウィーク(4月29日～5月5日)と重なることが挙げられ、この期間の行楽客数は日本各地の中でも毎年上位になります。

桜井・小堀(2012)は、地球温暖化と桜の開花日との間に相関があり、それによって観光客の入込数に深刻な影響を与える可能性があることについて、桜祭りの関係者の捉え方とその対応方針について聞き取り調査により明らかにしています。結果、多くの関係者が温暖化を実感していること、また、温暖化が桜の開花時期に影響を及ぼすと認識していることがわかりました。弘前が全国の他の桜祭りよりも恵まれている点は、祭りがゴールデンウィークと重なっていることです。しかし、温暖化により桜の開花が早まることは、弘前ではゴールデンウィークから開花がずれてしまうことを意味し、客が遠のくこと、営業収入が落ちることが予測されます。しかし、これを機会に、地域の新しい観光資源に目を向けようという試みも検討されています。例えば「ゴールデンウィークに桜が咲いていなくても、この時にもう一つの日本一であるリンゴの花を見せようという案」です。他に、弘前市は、夏のねぶた祭りや秋の紅葉まつり、冬の灯籠祭りを開催することによって、1年を通じて弘前が観光都市になることを目指しています。桜の開花が早まった場合、次に咲くリンゴで祭りを開くという地域の資源を活用する発想にもつながっています。

(出典・参考 34 頁)



## 2-4 | 自然災害・沿岸域

影響 予測 適応

# これまでの被害（自然災害・沿岸域）

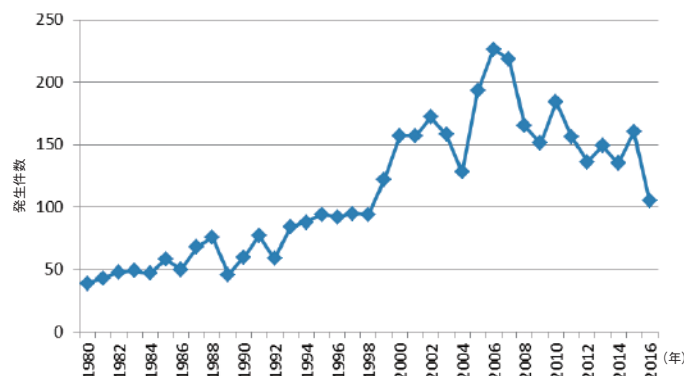
### 世界の水害被害

洪水は、最も一般的なタイプの災害であり、2006年から2015年の全災害の47%を占め、1996年から2005年の40%から増加しています。左下図は、1980年から2016年までの世界の洪水発生件数の推移を示しています。発生件数は、1980年代は年平均で52件、1990年代は87件、2000年以降は162件と、増加傾向にあることがわかります。

また、洪水はアジアにおいて広範にみられる災害であり、中国南部およびインド北東部において、最も多く発生しています（右下図）。

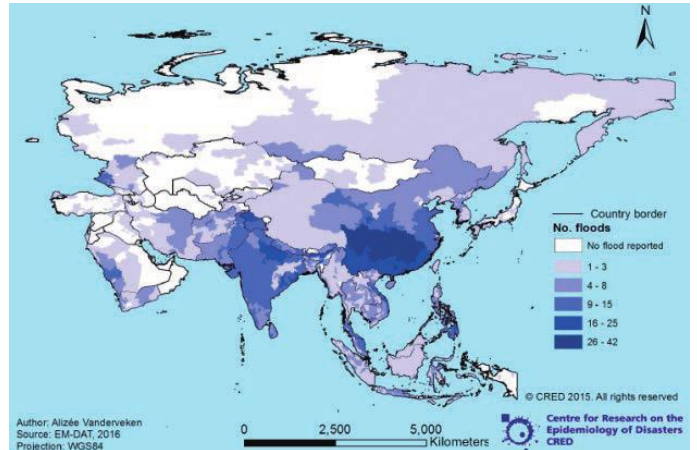
（出典・参考35,36より）

#### ▶ 世界の洪水発生件数の推移（1980～2016年）



※ 10人以上の死者、100人以上の被災者、緊急事態宣言、国際援助の呼びかけ、いずれかに該当した洪水  
（出典・参考37から作成）

#### ▶ 2000年～2015年のアジアにおける州レベルの洪水発生件数



（出典・参考36より）

### 日本の水害被害・土砂災害被害

地球温暖化に伴う気候変動により水害（洪水、内水、高潮）、土砂災害、渇水被害の頻発化、激甚化が懸念されています。また、全国各地で毎年のように基大な水害や土砂災害が発生しています。

全国にある1,742市区町村（平成25年末）のうち、平成16年から25年までの10年間に一度も河川の氾濫などによる水害が起きていないのは、わずか55市区町村(3.2%)に過ぎません。残り1,687市区町村(96.8%)では10年間に1回以上の水害が起きており、さらに半数以上の925市区町村(53.1%)では、10年間に10回以上の水害が発生しています（左下図参照）。水害は身近な災害のひとつだといえます。

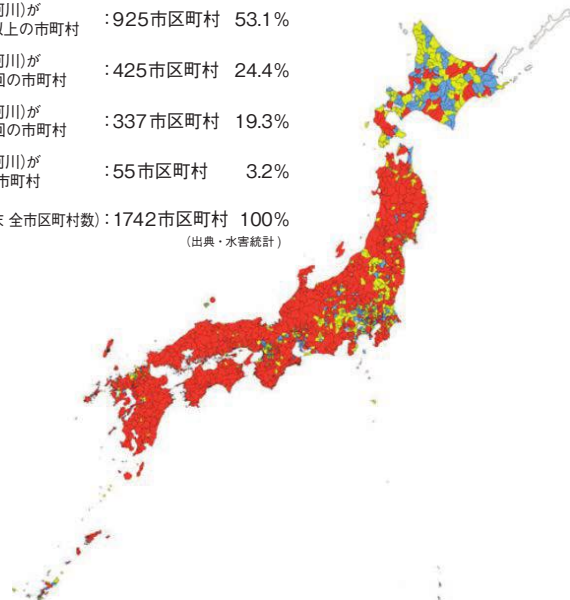
また、がけ崩れや土石流、地すべりなどの土砂災害は、すさまじい破壊力をもつ土砂が、一瞬にして多くの人命や住宅などの財産を奪ってしまう恐ろしい災害です。傾斜が急な山が多く、台風や大雨、地震などの多い日本では、その地形的・気象的な条件によって、土砂災害が発生しやすい国土環境にあります。平成18年から平成27年までの過去10年間の土砂災害発生件数をみると、平均して1年間におよそ1,000件もの土砂災害が発生しています。右下図はこの10年間の各都道府県別の発生件数を示したものです。これを見て分かるように、全ての都道府県で土砂災害が発生しています。また、土砂災害が発生するおそれのある危険箇所は、日本全国で約53万箇所もあります。

（出典・参考38,39より）

#### ▶ 平成16年～平成25年の水害（河川）の発生件数

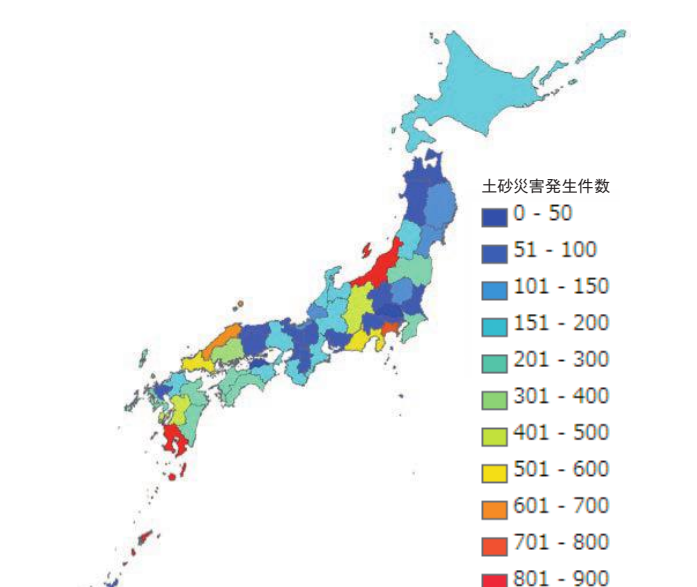
水害(河川)が10回以上の市町村	: 925市区町村 53.1%
水害(河川)が5～9回の市町村	: 425市区町村 24.4%
水害(河川)が1～4回の市町村	: 337市区町村 19.3%
水害(河川)が0回の市町村	: 55市区町村 3.2%

（平成25年末 全市区町村数）：1742市区町村 100%  
（出典・水害統計）



（資料：国土交通省作成）（出典・参考38より）

#### ▶ 平成18年～平成27年の都道府県別土砂災害発生状況



（出典・参考40から作成）

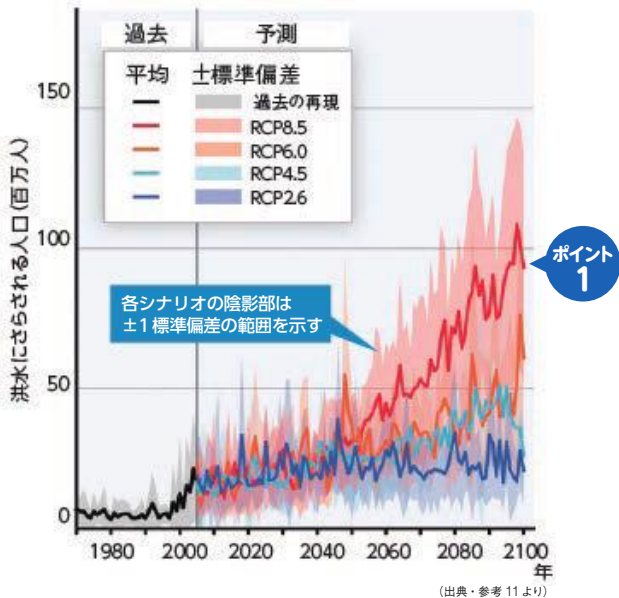
影響 予測 適応

# 将来の温暖化影響(自然災害・沿岸域)

## 世界では年間1億人が洪水被害にあう

20世紀では100年に一度発生するような規模の洪水にさらされる世界人口が、これから2100年までにどれくらいになるかを予測したものが下のグラフです。最も温暖化が進む現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、2100年頃には年間1億人(現在の約5倍)がこうした大洪水にさらされるとしています(ポイント①)。

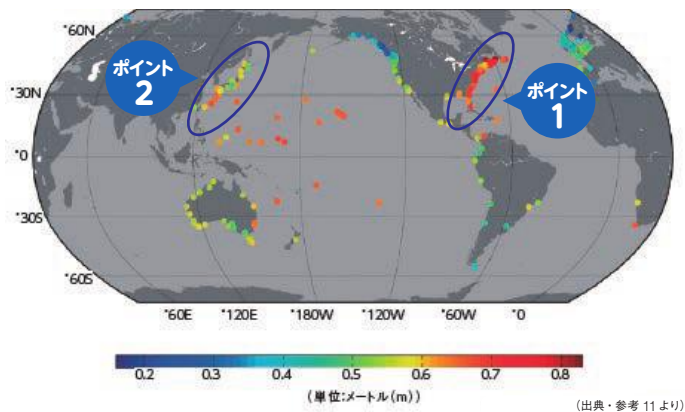
### ▶ 洪水にさらされる世界人口の予測



## 海岸堤防のかさ上げが必要な地域が増える

温暖化が引き起こす海面水位の上昇は、沿岸や低平地、小島嶼に住む人々の暮らしに大きな影響を与えます。これらの地域は、台風による高潮や浸水、沿岸域の氾濫、海岸侵食による被害をより多く受けることになります。下の図は、中程度の排出シナリオである「RCP4.5」の予測に基づいた場合、2081～2100年の洪水の頻度を1986～2005年と同程度に留めるために必要な堤防のかさ上げ高の予測を示したものです。アメリカ東部沿岸では70cmを超える堤防のかさ上げが必要となる個所が出てきます(ポイント①)。日本でも50～70cmの堤防のかさ上げが必要となる個所が出てきます(ポイント②)。

### ▶ 将来必要となる沿岸堤防のかさ上げ高(余裕高)



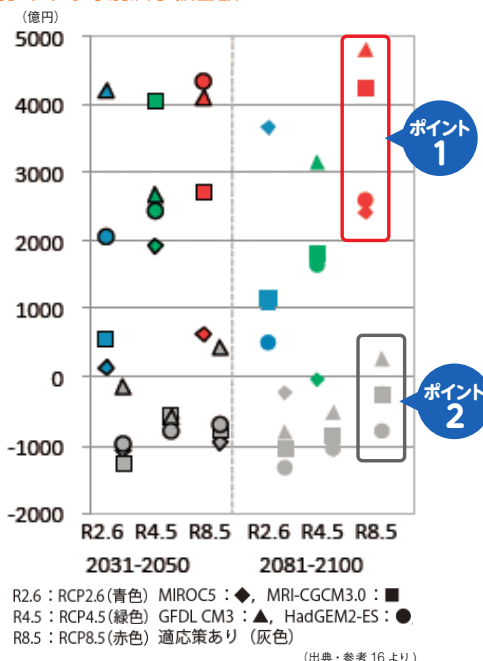
## 洪水による被害額が増える

現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、日本では21世紀末(2081-2100年)には、洪水による被害額が現状よりも2,400億円～4,800億円/年増加すると見込まれています(ポイント①)。現在の年平均水害被害額が約2,000億円であることから、最悪の場合、被害額がおよそ3倍に増大する可能性があります。

一方で、適応策ありの場合、現状よりも被害が軽減すると見込まれました(ポイント②)。しかし、全国で治水レベルを引き上げるには長い時間と莫大な投資が必要です。

(出典・参考 16 より)

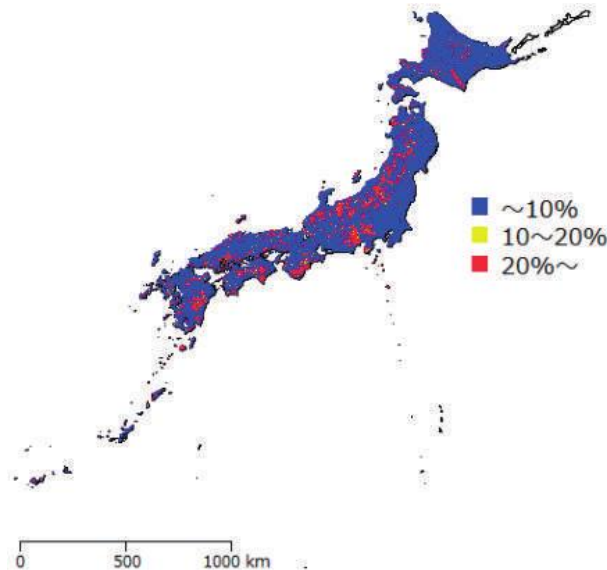
### ▶ 全国 期間別、シナリオ別洪水被害額



## 斜面崩壊の発生が増える

現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、21世紀末(2081-2100年)には、現状よりも斜面崩壊の発生確率が増加すると予測されています。これは温暖化により現在よりも強い豪雨が多くなるためです。また、関東を除く全ての地域で増加する可能性が高いと見込まれています。(出典・参考 16 より)

### ▶ 全国 斜面崩壊発生確率 MIROC 2081-2100年 (現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合)



影響 予測 適応

# 適応策（自然災害・沿岸域）

## イギリスの防潮堤

イギリスでは、2012年から適応プログラムを始動し、洪水リスク管理、水資源、淡水生態系などを優先分野として適応策に取り組んでいます。テムズ川河口の施設改良では、海面水位よりも低い土地を守るため、延長18kmにも及ぶテムズ防潮堤を設置しました。年10回程度の高潮に際しても、ゲートを閉じて浸水被害を防いでいます。

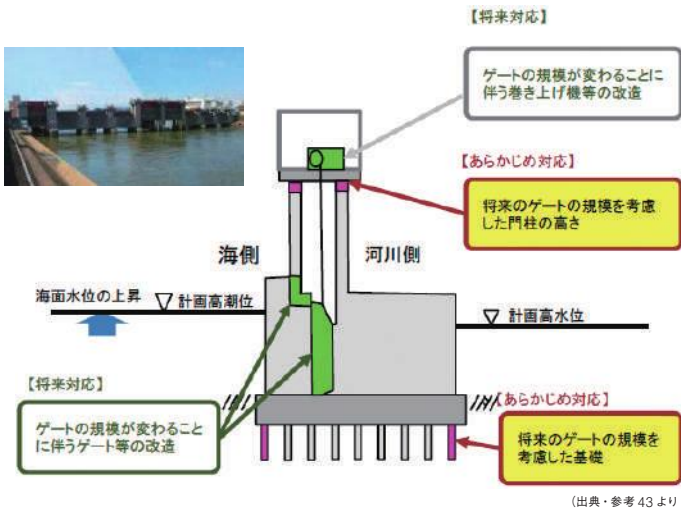


(写真提供：藍谷 銅一郎)

テムズ川流域にある水門「テムズ・バリア」は、海面が仮に毎年8mmずつ上昇したとしても、2030年までは高潮に耐えられる設計になっている。

## 将来の水位の変化に対応できる施設の設計

例えば、高潮を防ぐ役割をもつ防潮堤を設計するにしても、どれくらいの水位に対応可能とするのかといった計画が必要です。しかしながら、これからの緩和対策の程度によって、気温上昇量や、海面水位上昇量などの気候変動の規模は大きく変わります。そこで、国土交通省では、将来の海面水位の増加等に対してできるだけ容易に改造ができるような設計や、改造が難しい門柱や基礎はあらかじめ対応し、将来交換が必要なゲート等や機械類等は更新時に対応可能な設計を進めることとしています。



(出典・参考 43 より)

## 普及啓発・防災教育

地方公共団体、事業者、住民等の多様な主体が連携した取組を促進する観点から、気候変動の影響の深刻化にに応じてどのような対策をどのようなタイミングで実施するののシナリオを予め想定しておくことが有効であることにも留意して取組を進めています。

さらに、防災や環境等身近な問題を事例として気候変動の影響や適応策に関する住民への周知等を含め、国としても可能な支援を行っています。

(出典・参考 43 より)

### 防災教育



### 地元自治会等によるハザードマップの作成

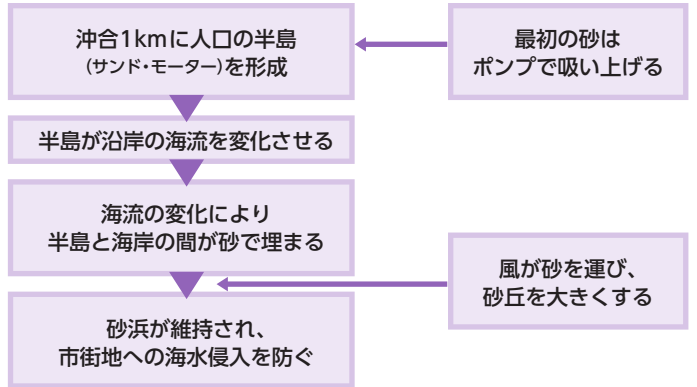


(出典・参考 43 より)

## オランダ沿岸のサンドモーター

オランダの海岸の砂浜は毎年、海流により砂が削られていました。砂浜の消失は、海拔ゼロメートル地帯にある市街地への海水侵入へつながります。海面水位の上昇によりこれら被害を防ぐためにサンド・モーター(人工島)が考案されました。

(出典・参考 42 より)



(出典・参考 42 より作成)

### ▶ サンドモーター



出典：@https://beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat

## 災害リスクを考慮した土地利用・住まい方の工夫の促進

日本では、土砂災害や床上浸水の頻度が高い地域などの災害リスクの高い地域の提示を通じて、災害リスクの低い地域への居住や都市機能の誘導等を促しています。

特に、浸水深が大きく、人命に関するリスクが極めて高い地域などは、その災害リスクを提示し、より安全な土地利用を促しています。具体的には、「居住等を誘導すべき区域等の設定(ポイント①)」「施設の整備(ポイント②)」「災害リスクを考慮した土地利用(ポイント③)」が挙げられます。

(出典・参考 43 より)



(出典・参考 43 より)



2-5 | 健康

影響 予測 適応

# これまでの温暖化の影響 (健康)

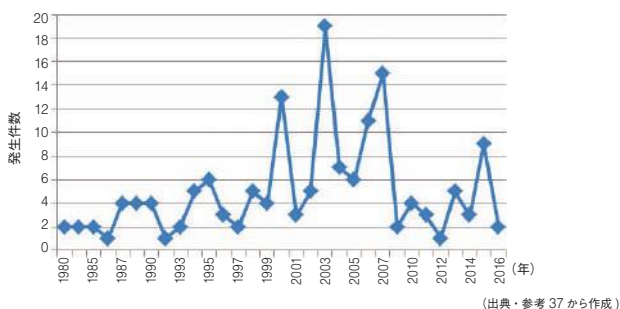
## 世界の熱波発生件数

熱波は、ある地域で高気圧が発生した際の夏季に、最も一般的に発生し、広い範囲に4~5日またはそれ以上にわたって、相当地に顕著な高温をもたらす現象を指します。

近年の熱波の大きな被害として、2003年の欧州で発生した熱波が挙げられます。この熱波では、22,000人以上が死亡したと報告されています。また、2015年にインドで発生した熱波は、インドの広範囲で42℃以上を記録し、2,000人以上の死亡が報告されています。(出典・参考 44,45,46,47より)

### 世界の熱波\*発生件数(1980~2016年)

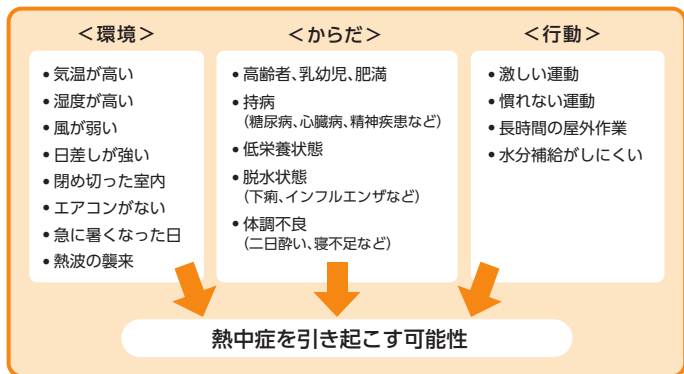
\*10人以上の死者、100人以上の被災者、緊急事態宣言、国際援助の呼びかけのいずれかに該当した熱波



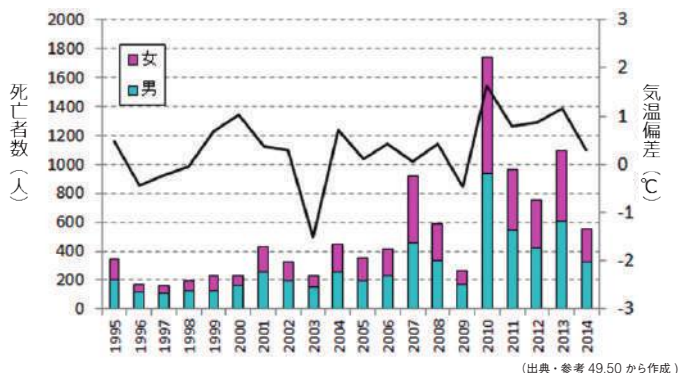
## 日本の熱中症による死亡者数の推移

高温、多湿、風が弱い、輻射源(熱を発生するもの)があるなどの環境では、体から外気への熱放散が減少し、汗の蒸発も不十分となり、熱中症が発生しやすくなります。暑熱の直接的な影響の一つである熱中症による死亡者数は、近年増加傾向にあります。(出典・参考 48より)

### 熱中症を引き起こす条件



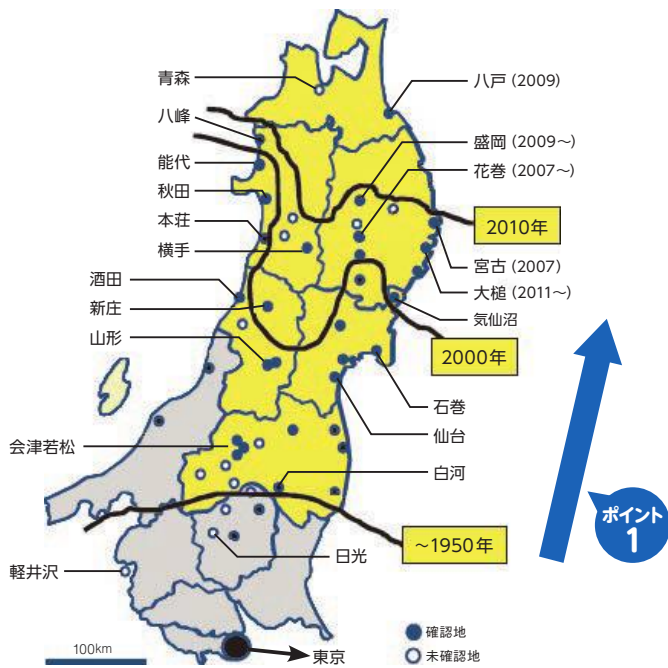
### 熱中症死亡者数と年平均気温偏差の変化



## 感染症媒介蚊の生息域が拡大している

ヒトスジシマカは、蚊媒介性ウイルス感染症の媒介生物として、最も重要とされており、デング熱やチクングニア熱を媒介します。ヒトスジシマカの分布域は、年平均気温11℃以上の地域とほぼ一致することが知られています。ヒトスジシマカの分布域の調査と気温との関係に関する研究から、現在日本における分布域の北限が東北地方北部であり、この北限が1950年以降、徐々に北へと広がっていることが明らかになっています(ポイント①)。これにより、ひとたび海外等からデング熱ウイルスが持ち込まれた場合には、デング熱の感染が広がる可能性が高まります。(出典・参考 16より)

### ヒトスジシマカ分布域の拡大



ヒトスジシマカは年平均温度が11℃以上の地域に定着し、分布域は温暖化によって北上する

(出典・参考 16より)



影響 予測 適応

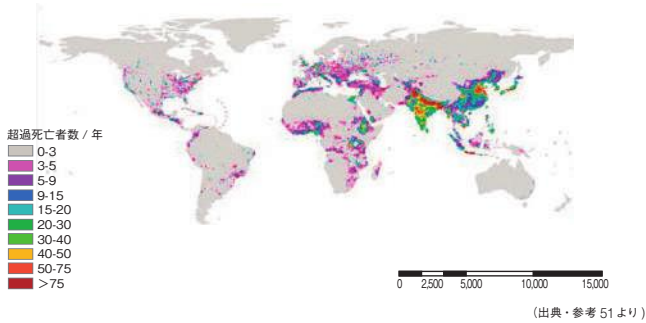
# 将来の温暖化影響 (健康)

## 熱波は増加し、暑熱の死亡も増加

IPCC 第5次評価報告書では、21世紀末に熱波が増加する可能性が非常に高い(90%超の可能性)と述べています。これに伴い、熱波による健康影響も大きくなると考えられます。

世界の65歳以上を対象とした熱ストレスによる超過死亡者数(熱中症に代表されるような暑熱によって起る死亡を熱ストレス死亡と呼び、死亡者数が最低となる気温を基準として、気温が高くなった場合に増加する死亡者数)の推計(2050年)では、南アジアや東アジア、東南アジアで大きいと予測されています。(出典・参考51より)

### ▶ 世界の熱ストレスによる超過死亡予測

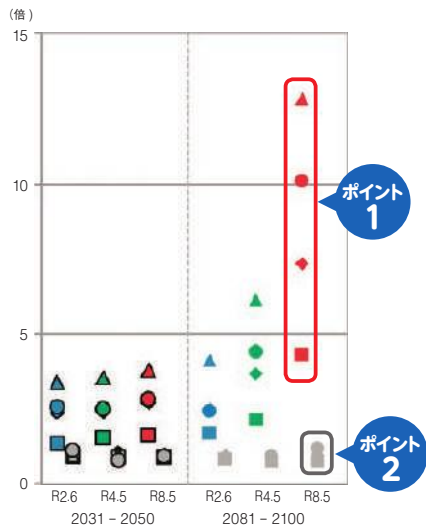


## 熱ストレスによる死亡者は増加

現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、21世紀末には熱ストレスによる超過死亡者数が全国で、現在のおよそ4~13倍に増加する可能性があります(ポイント①)。

人間が気温上昇に慣れていく(生理的適応)ことが出来たならば、死亡者数は、2倍未満の増加に抑えることが可能であると予測されています(ポイント②)。ただし、生理的適応には時間を要するため、影響の下限を示すものです。(出典・参考16より)

### ▶ 日本における熱ストレスによる超過死亡予測



R2.6: RCP2.6 (青色) ◆: MIROC5  
 R4.5: RCP4.5 (緑色) ■: MRI-CGCM3.0  
 R8.5: RCP8.5 (赤色) ▲: GFDL CM3  
 適応策あり (灰色) ●: HadGEM2-ES

(出典・参考16より)

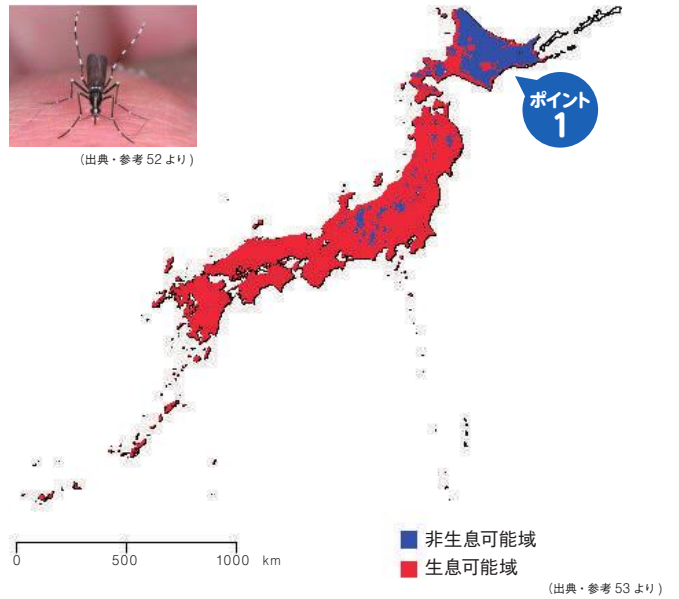
## 温暖化により様々な感染症のリスクが高まる

### ● デング熱、チクングニヤ熱(ヒトスジシマカ)

21世紀末では、現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合、北海道東部(ポイント①)および高標高地を除き、ヒトスジシマカは広く日本で生息が可能になるという予測があります。これは、現在は年平均気温が11℃未満である地域が、気温上昇によりこの値を超え、ヒトスジシマカが生息可能になる為です。このため、蚊が媒介する感染症にかかるリスクが高まると考えられます。ヒトスジシマカ以外にも日本脳炎ウイルスを媒介するコガタアカイエカ、デング熱を媒介するネッタシマカなどの分布の拡大や生息密度の増大などが予測されています。(出典・参考16より)

### ▶ 21世紀末のヒトスジシマカ分布予測\*

\*気候モデル(MIROC)を用いた場合



### ▶ 感染症により想定される影響

水系感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ピブリオ・バルニフィカス感染症の北海道への拡大</li> </ul>
蚊媒介性感染症	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ヒトスジシマカの東北地方への分布北上、北海道への侵入・定着</li> <li>● 日本脳炎の北海道への発生拡大</li> <li>● コガタアカイエカの東北地方での生息密度の上昇</li> <li>● ネッタシマカの侵入(四国以南)・定着(九州、沖縄)</li> <li>● 都市部での蚊の発生密度の上昇(関東、中部)</li> <li>● デング熱の東北~中国地方での小流行、四国以南の地域での流行</li> </ul>

(出典・参考54より)



影響 予測 適応

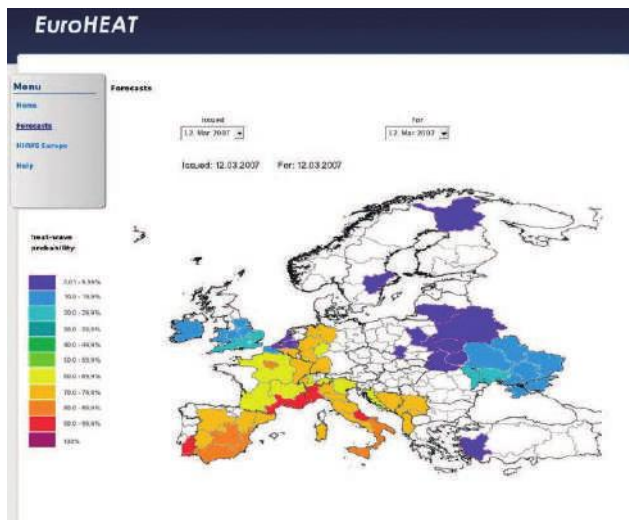
# 適応策 (健康)

## オンライン熱波予報

EuroHEAT プロジェクトは、極端な気候、特に熱波に対する公衆衛生の対応を改善することを目的とし、2005年から2007年にかけて欧州 WHO が調整し、欧州委員会 (EC) 保健・消費者局と共同出資し実施されました。このプロジェクトの成果の一つに、オンライン熱波予報があります。これは、ヨーロッパの地域ごとに、今後 10 日間の熱波確率 (0 ~ 100%) の毎日の予測を、色分けした地図でオンライン上に表示するものです (下図)。熱波の確率は、各地点の 50 の異なる予測 (アンサンブル予測) に基づいて計算されています。

(出典・参考 55 より)

### ▶ EuroHEAT の画面



(出典・参考 56 より)

## 感染症への適応策

感染症への適応策は、行政によるものと個人として取りうるものに分けることが出来ます。前者には、感染症サーベイランス (調査・監視)、上下水道の整備、ワクチン接種、啓発活動、媒介蚊対策、発生状況調査などの媒介蚊の各地方における調査、媒介蚊防除対策の立案可能な人材の養成、媒介動物、海中の細菌数等の各地域における継続的な調査などが挙げられます。後者には、媒介蚊との接触回避、媒介蚊発生環境の除去・幼虫防除、魚介類の生食時の衛生状況注意などが挙げられます。

### ▶ 蚊の捕獲装置



(出典・参考 60 より)

### ▶ 広域サーベイランスと重点サーベイランス

	広域サーベイランス	重点サーベイランス
設置箇所	16施設 (16箇所)	9施設 (50箇所)
検査病原体	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ウエストナイルウイルス</li> <li>■ デングウイルス</li> <li>■ チクングニアウイルス</li> <li>■ ジカウイルス</li> <li>■ マラリア原虫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ デングウイルス</li> <li>■ チクングニアウイルス</li> <li>■ ジカウイルス</li> </ul>
調査期間	6~10月	4~11月
年間調査回数	全10回	全14回

(出典・参考 60 より作成)

## 熱中症の適応策

日本でも、熱中症予防のために環境省が熱中症予防情報サイトを公開しています。また、横浜市では、熱中症の増加に対する適応策として、特にヒューマンウェア (人的な働き) に着目して、施策を推進しています。

また、環境省では、熱中症予防情報サイトにて熱中症の危険度に関する情報提供、「熱中症環境保健マニュアル」や「夏季のイベントにおける熱中症対策ガイドライン」の公表による熱中症被害の軽減策を実施しています。

(出典・参考 48,57,58,59 より)

### ▶ 横浜市の熱中症への適応策

区分	適応策 (案)
熱中症の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ コミュニティでの早期発見体制の構築</li> <li>■ 熱帯夜や猛暑日等におけるアナウンス等の実施</li> <li>■ 熱中症についての基礎知識、対処法、予防対策等の情報提供</li> <li>■ 緑のカーテンの設置、家庭への導入促進</li> <li>■ 屋上緑化・壁面緑化の推進及び情報提供</li> </ul>

(出典・参考 58 より)



(出典・参考 48 より)



(出典・参考 57 より)

(出典・参考 59 より)

# 第3章

# 地球温暖化の要因 / 排出変化

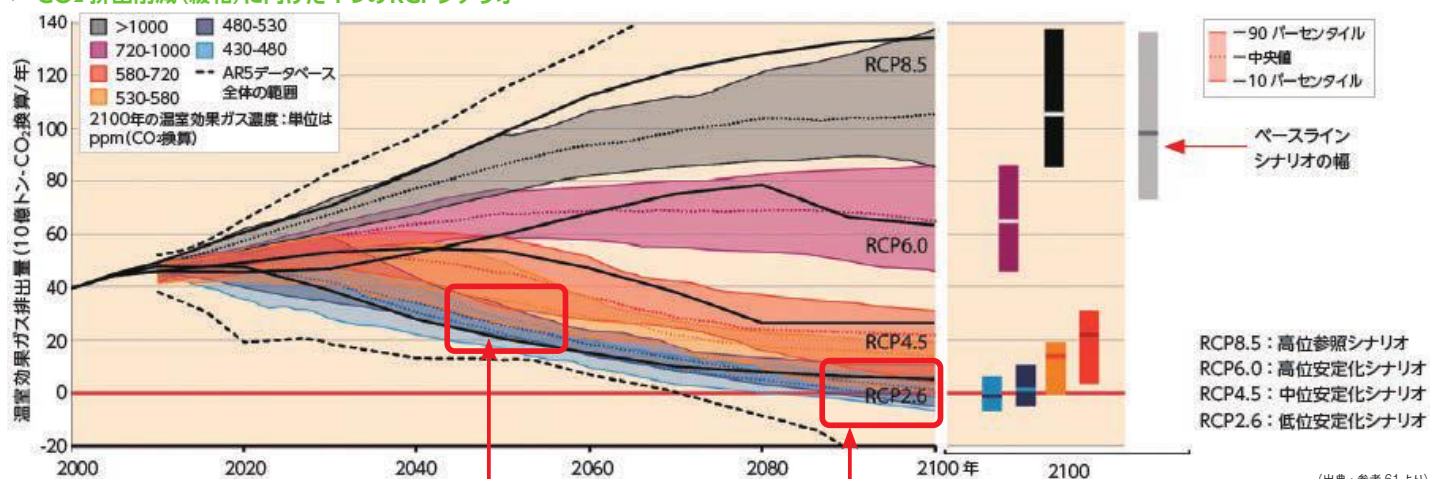
## 3-1 | 地球温暖化の要因

### 温室効果ガスの排出量の経路

#### 温暖化の要因、温室効果ガスの排出量を正味でゼロ

産業革命以降の気候システムの変化には、人間活動が深く関係しており、温暖化に最も寄与しているのは、大気中のCO<sub>2</sub>濃度の増加であることが分かっています。IPCC 第5次評価報告書では、温室効果ガス排出量の変化に関する複数のシナリオについて、2100年に想定される温室効果ガス濃度と気温上昇の予測を行っています。シナリオは、人為的な起源による温室効果ガスの排出抑制に向けた追加的な努力（緩和策）を行わない場合の「ベースラインシナリオ」と、追加的な緩和策を実施した場合の「緩和シナリオ」に大きく分けられます。また、緩和シナリオには、2100年以前に濃度が一定の基準を超える「オーバーシュート」を想定したシナリオも用意されています。緩和シナリオのうち、2100年の気温上昇を産業革命以前に比べて「2℃未満」に抑えられる可能性が「高い」のは、4つのRCPシナリオの中ではRCP2.6（2100年の温室効果ガス濃度 / 430～480ppm、CO<sub>2</sub>換算、21世紀末に温室効果ガスの排出をほぼゼロにした場合）だけです。他のシナリオ（RCP4.5, 6.0, 8.5、2100年の温室効果ガス濃度 580～1000ppm超、CO<sub>2</sub>換算）はいずれも、2100年の気温上昇を産業革命以前に比べて2℃未満に抑えられる可能性は「低い」、あるいは「どちらかといえば低い」となっています。RCP2.6では、2050年の温室効果ガス排出量が2010年に比べ40～70%低減し（ポイント①）、2100年にはほぼゼロかマイナスになることを想定しています（ポイント②）。それに向けては、植林や森林減少の抑制など土地利用の変化に加え、エネルギー効率の大幅向上が含まれています。太陽光や風力などの再生可能エネルギーや、CCS（Carbon dioxide Capture and Storage、CO<sub>2</sub>回収・貯留）付き火力発電、CCS付きバイオエネルギー（BECCS）などの低炭素エネルギーのシェアが、2050年には2010年の3～4倍に増加するとしています。こうした低炭素化のための主要技術はできるだけ早く導入しなければ、RCP2.6の達成は難しくなるうえ、CO<sub>2</sub>排出削減（緩和）に向けた総コストも大幅に増加します。

#### ▶ CO<sub>2</sub> 排出削減（緩和）に向けた4つのRCPシナリオ



#### ▶ 排出シナリオの特徴

カテゴリ分類 (2100年のGHG濃度 (ppm))	サブカテゴリ (オーバーシュートの説明は次項を参照)	RCP シナリオの 位置	CO <sub>2</sub> 累積排出量 (Gt-CO <sub>2</sub> 換算)		2010年比のGHG排出変化 (CO <sub>2</sub> 換算、%)		気温変化 (1850-1900年比)				
			2011-2050	2011-2100	2050	2100	2100年の気温 上昇幅(°C) <sup>※3,4,5</sup>	1.5℃未満に とどまる可能性	2℃未満に とどまる可能性	3℃未満に とどまる可能性	4℃未満に とどまる可能性
430未満			430ppm未満となつたのは個別のモデル研究による限られた研究成果のみ								
450 (430-480)	全範囲	RCP2.6	550-1300	630-1180	-72~-41%	-118~-78%	1.5-1.7 (1.0-2.8)	どちらかといえば 可能性が低い (50%未満)	可能性が高い (66%超)		
500 (480-530)	オーバーシュートなし		860-1180	960-1430	-57~-42%	-107~-73%	1.7-1.9 (1.2-2.9)	可能性が低い (33%未満)	どちらかといえば 可能性が高い (50%超)	可能性が高い (66%超)	可能性が高い (66%超)
	530ppmをオーバーシュート		1130-1530	990-1550	-55~-25%	-114~-90%	1.8-2.0 (1.2-3.3)		どちらかも同程度 (33~66%)		
550 (530-580)	オーバーシュートなし		1070-1460	1240-2240	-47~-19%	-81~-59%	2.0-2.2 (1.4-3.6)	可能性が低い (33%未満)	どちらかといえば 可能性が低い (50%未満)	可能性が高い (50%超)	可能性が高い (66%超)
	580ppmをオーバーシュート		1420-1750	1170-2100	-16~7%	-183~-86%	2.1-2.3 (1.4-3.6)		どちらかといえば 可能性が低い (50%未満)		
(580-650)	全範囲		1260-1640	1870-2440	-38~24%	-134~-50%	2.3-2.6 (1.5-4.2)				
(650-720)	全範囲	RCP4.5	1310-1750	2570-3340	-11~17%	-54~-21%	2.6-2.9 (1.8-4.5)		可能性が低い (33%未満)	どちらかといえば 可能性が高い (50%超)	
(720-1000)	全範囲	RCP6.0	1570-1940	3620-4990	18~54%	-7~72%	3.1-3.7 (2.1-5.8)	可能性が低い (33%未満)	可能性が低い (50%未満)	どちらかといえば 可能性が低い (50%未満)	
1000超	全範囲	RCP8.5	1840-2310	5350-7010	52~95%	74~178%	4.1-4.8 (2.8-7.8)	可能性が低い (33%未満)	可能性が低い (33%未満)	可能性が低い (33%未満)	どちらかといえば 可能性が低い (50%未満)

(出典・参考 62より)

3-2 | 温室効果ガスの排出変化

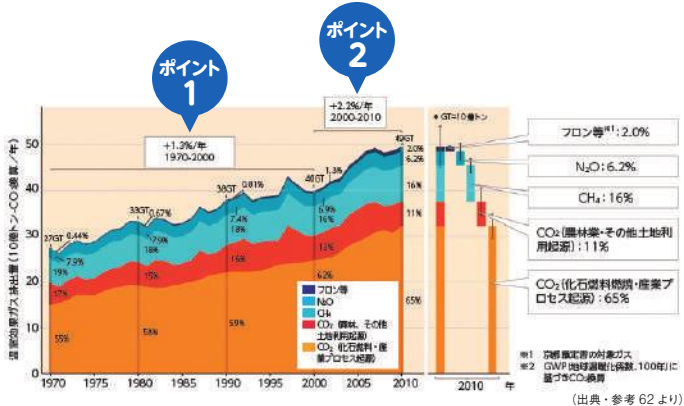
# 世界の温室効果ガスの排出変化

## 温室効果ガスの排出が増加し続けていた

世界の人為起源の温室効果ガスの排出量は、1970～2010年の期間で、一貫して増加を続けていました。特に、1970～2000年の期間は年率1.3%の増加(ポイント①)であったものが、2000～2010年の期間では年率2.2%の増加(ポイント②)と近年の増加率が高いことが分かります。人為起源の温室効果ガスの中でも排出量の増加が著しいのが、化石燃料の燃焼や産業プロセスにおいて排出されるCO<sub>2</sub>です。1970～2010年の期間における温室効果ガス排出量増加分の約76%が、これらによるものと考えられています。また、1750～2010年(産業革命以降)の人為起源によるCO<sub>2</sub>累積排出量のうち約半分は、1970～2010年の過去40年間に排出されたとみられます。さらに燃料やセメント、原油採掘プロセスにおいて排出されるCO<sub>2</sub>に限れば、この40年間で3倍に増えていました。一方で、2013年以降、CO<sub>2</sub>排出増加の要因となる世界経済は成長したものの、世界のCO<sub>2</sub>排出量はほぼ横ばいとなっています。これは、CO<sub>2</sub>を排出しない再生可能エネルギー利用が拡大したためと考えられています。なお、大気中のCO<sub>2</sub>濃度変化については、全大気中の温室効果ガスを観測している衛星(いぶき) ※の観測からも知ることが出来ます(ポイント③)。

※ Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT)

### ▶ 人為的な温室効果ガス排出量の推移



### ▶ 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」の観測による全大気中のCO<sub>2</sub>濃度の变化



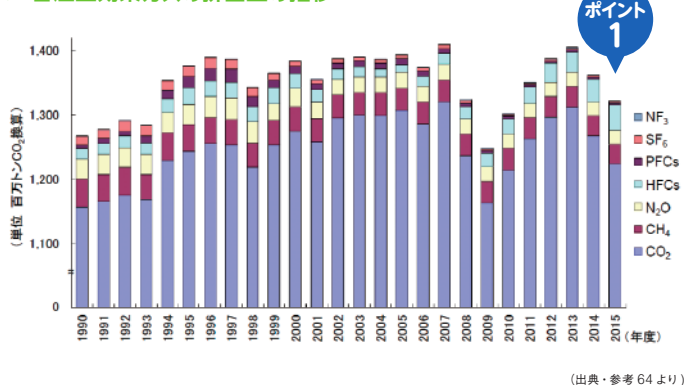
# 日本の温室効果ガスの排出変化

## 温室効果ガスの排出は微減

2015年度の温室効果ガス総排出量は13億2,100万トン(前年度比-3.0%、2013年度比-6.0%、2005年度比-5.2%)でした(ポイント①)。前年度/2013年度と比べて排出量が減少した要因としては、電力消費量の減少や電力の排出原単位の改善に伴う電力由来のCO<sub>2</sub>排出量の減少により、エネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量が減少したことが挙げられます。2005年度と比べて排出量が減少した要因としては、オゾン層破壊物質からの代替に伴い、冷媒分野においてハイドロフルオロカーボン類(HFCs)の排出量が増加した一方で、産業部門や運輸部門におけるエネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量が減少したことが挙げられます。

(出典・参考 64 より)

### ▶ 各温室効果ガスの排出量の推移



## 家計部門はCO<sub>2</sub>排出量の2割を占める

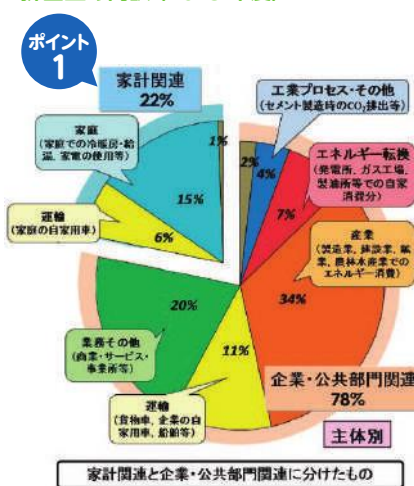
CO<sub>2</sub>排出量のうち、工業プロセス、廃棄物等を除く94%がエネルギー消費に伴うものです。

自家用車、一般廃棄物を含め、家庭からの排出は、全CO<sub>2</sub>排出量のうち約2割(ポイント①)であり、残る8割は企業や公共部門からの排出です。

なお、「電力由来」とは、自家発電等を含まない、電力会社などから購入する電力や熱に由来する排出を指します。

(出典・参考 64 より)

### ▶ 日本のCO<sub>2</sub>排出量の内訳(2015年度)



# 第4章 温暖化対策



## 4-1 | 世界の温暖化への取組

### SDGs(持続可能な開発目標)

2015年9月に国連サミットで採択された、持続可能な開発のための2030アジェンダは、持続可能な開発目標(SDGs:17ゴール、169ターゲット)を中核とする2016年以降2030年までの国際目標です。先進国、途上国を問わず全ての国に適用される普遍性が最大の特徴となっています。ゴールの多くが環境関連となっており、我が国としても、気候変動、エネルギー、持続可能な消費と生産等の分野を中心に国内外においてアジェンダの実施に貢献していきます。世界はパリ協定(後述)の履行を通じ、気候変動への取組に必要な措置を講じることに合意しました。こうした措置は、SDGsの達成に重要な役割を果たすことになります。

(出典・参考 65 より)



(出典・参考 65 より)

### 約束草案

各国は2015年に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)に先立って、2020年以降の削減目標案(約束草案)を提出しました。192カ国・地域(欧州各国含む)が提出し、条約締約国全体の温室効果ガス排出量の約99%をカバーしています。主な国の約束草案は下表のようになっています。

(出典・参考 65 より)

先進国(附属書I国)		途上国(非附属書I国)	
米国	2025年に-26%~-28%(2005年比)。28%削減に向けて最大限取り組み。	中国	2030年までにGDP当たりCO <sub>2</sub> 排出量60~65%(2005年比)。2030年前後にCO <sub>2</sub> 排出量のピーク
EU	2030年に少なくとも-40%(1990年比)	インド	2030年までにGDP当たり排出量-33~-35%(2005年比)。
ロシア	2030年に-25~-30%(1990年比)が長期目標となり得る	インドネシア	2030年までに-29%(BAU比)
日本	2030年度に2013年度比-26.0%(2005年度比-25.4%)	ブラジル	*2025年までに-37%(2005年比)(2030年までに-43%(2005年比))
カナダ	2030年に-30%(2005年比)	韓国	2030年までに-37%(BAU比)
オーストラリア	2030年までに-26~-28%(2005年比)	南アフリカ	*2020年から2025年にピークを迎え、10年程度横ばいの後、減少に向かう排出経路を辿る。 *2025年及び2030年に398~614百万トン(CO <sub>2</sub> 換算)(参考:2010年排出量は487百万トン)(IEA推計)
スイス	2030年に-50%(1990年比)		
ノルウェー	2030年に少なくとも-40%(1990年比)		
ニュージーランド	2030年に-30%(2005年比)		

(出典・参考 65 より)

### パリ協定

2015年11月末から12月にかけてパリにて行われたCOP21では「パリ協定」が合意されました。これは、主要排出国、途上国を含むすべての締約国が温室効果ガスの排出削減目標(貢献)を持つ、初めての法的枠組みとなりました。

パリ協定の特徴および意義は大きく4つあります。それは「すべての国に適用」され、「包括的」で、「長期にわたり永続的」に、「前進・向上する」というものです。これらから、パリ協定は、世界の気候変動対策の転換点・新たな出発点と言えます。パリ協定は、2016年11月4日に発効され、わが国は、2016年11月8日にパリ協定の締結を完了しています。

パリ協定の目的には、平均気温上昇を産業革命前から2℃より十分低く保ち、また、1.5℃以下に抑える努力を追求/適応能力を向上/資金の流れを低排出で気候に強靱な発展に向けた道筋に適合することが掲げられています。

(出典・参考 65 より)

#### パリ協定の特徴・意義

##### すべての国に適用され、 (Applicable to all)

従来の二分論を超えて、「共通だが差異ある責任」原則の適用を改善  
 ・多くの規定が「すべての国」に適用(一部に「先進国」「途上国」の書き分けが残るも、具体の定義なし)

##### 包括的で、 (Comprehensive)

緩和(排出削減)、適応、資金、技術、能力向上、透明性の各要素をバランスよく扱う  
 ・緩和、適応、資金に関する3つの目的を規定

##### 長期にわたり永続的に、 (Durable)

2025/2030年にとどまらず、より長期を見据えた永続的な枠組み  
 ・2℃目標、「今世紀後半の排出・吸収バランス」など長期目標を法的合意に初めて位置づけ  
 ・長期の低排出開発戦略を策定

##### 前進・向上する。 (Progressive)

各国の目標見直し、報告・レビュー、世界全体の進捗点検のPDCAサイクルで向上  
 ・世界全体の進捗点検(長期目標)を踏まえ、各国は5年ごとに目標を提出・更新  
 ・従来の目標よりも前進させる  
 ・各国の取組状況を報告・レビュー

#### 世界の気候変動対策の転換点、新たな出発点

(出典・参考 65 より)

#### パリ協定のポイント

- ▶ 世界共通の長期目標として平均気温の上昇を2℃より十分下方に抑えること(2℃目標)の設定更に1.5℃までに抑えるよう努力することへの言及
- ▶ 主要排出国を含む全ての国が削減目標を作成、提出、維持し、その目的を達成するため国内措置を遂行することを規定。また、削減目標を5年ごとに提出・更新
- ▶ 長期の温室効果ガス低排出発展戦略を作成、提出するよう努めるべき全ての国が共通かつ柔軟な方法で実施状況を報告し、レビューを受けること
- ▶ 適応の長期目標の設定、各国の適応計画プロセスや行動の実施、適応報告書の提出と定期的更新
- ▶ イノベーションの重要性の位置付け
- ▶ 5年ごとに世界全体の実施状況を検討する仕組み(グローバル・ストックテイク)
- ▶ 先進国が資金の提供を継続するだけでなく、先進国以外の締約国も自主的に資金を提供
- ▶ 我が国提案の二国間クレジット制度(JCM)も含めた市場メカニズムの活用を位置づけ
- ▶ 発効要件を国数のみならず排出量の二重の基準へ

(出典・参考 65 より)

## 4-2 | 日本の温暖化への取組

## 地球温暖化対策計画

地球温暖化対策計画は、地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図るため、政府が地球温暖化対策法に基づいて策定する、我が国唯一の地球温暖化に関する総合計画です。温室効果ガスの排出抑制及び吸収の目標、事業者、国民等が講ずべき措置に関する基本的事項、目標達成のために国、地方公共団体が講ずべき施策等について記載されています。  
(出典・参考 66,67 より)

## 中期目標(2030年度削減目標)の達成に向けた取組

- 国内の排出削減、都市緑化や森林等による吸収量の確保により、2030年度において、2013年度比26.0%減(2005年度比25.4%減)の水準にすると中期目標の達成に向けて着実に取り組む。

## 世界の温室効果ガスの削減に向けた取組

- 地球温暖化対策と経済成長を両立させる鍵は、革新的技術の開発である。
- 「環境エネルギー技術革新計画」等を踏まえつつ開発実証を進めるとともに、「エネルギー・環境イノベーション戦略」に基づき、革新的技術の研究開発を強化していく。また、我が国が有する優れた技術を活かし、世界全体の温室効果ガスの排出削減に最大限貢献する。

## 長期的な目標を見据えた戦略的取組

- パリ協定を踏まえた国際枠組みのもと、主要排出国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を主導し、地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。
- このような大幅な排出削減は、従来の取組の延長では実現が困難である。したがって、抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及などイノベーションによる解決を最大限に追求するとともに、国内投資を促し、国際競争力を高め、国民に広く知恵を求めつつ、長期的、戦略的な取組の中で大幅な排出削減を目指し、また、世界全体での削減にも貢献していくこととする。

(出典・参考 67 から作成)

## 気候変動の影響への適応計画

気候変動による様々な影響に対し、政府全体として整合のとれた取組を総合的かつ計画的に推進するため、2015年11月25日の第3回気候変動の影響への適応に関する関係府省庁連絡会議において、「気候変動の影響への適応計画(閣議決定案)」が取りまとめられ、2015年11月27日に「気候変動の影響への適応計画」が閣議決定されました。  
(出典・参考 68 より)

## 基本的考え方

## ■ 目指すべき社会の姿

- ▶ 気候変動の影響への適応策の推進により、当該影響による国民の生命、財産及び生活、経済、自然環境等への被害を最小化あるいは回避し、迅速に回復できる、安全・安心で持続可能な社会の構築

## ■ 基本戦略

- (1) 政府施策への適応の組み込み
- (2) 科学的知見の充実
- (3) 気候リスク情報等の共有と提供を通じ理解と協力の促進
- (4) 地域での適応の推進
- (5) 国際協力・貢献の推進

## ■ 対象期間

- ▶ 21世紀末までの長期的な展望を意識しつつ、今後おおむね10年間における基本的方向を示す。

## ■ 基本的な進め方

- ▶ 観測・監視や予測を行い、気候変動影響評価を実施し、その結果を踏まえ適応策の検討・実施を行い、進捗状況を把握し、必要に応じ見直す。このサイクルを繰り返し行う。
- ▶ おおむね5年程度を目途に気候変動影響評価を実施し、必要に応じて計画の見直しを行う。

## 分野別施策

- 農業、森林・林業、水産業
- 健康
- 水環境・水資源
- 産業・経済活動
- 自然生態系
- 国民生活・都市生活
- 自然災害・沿岸域

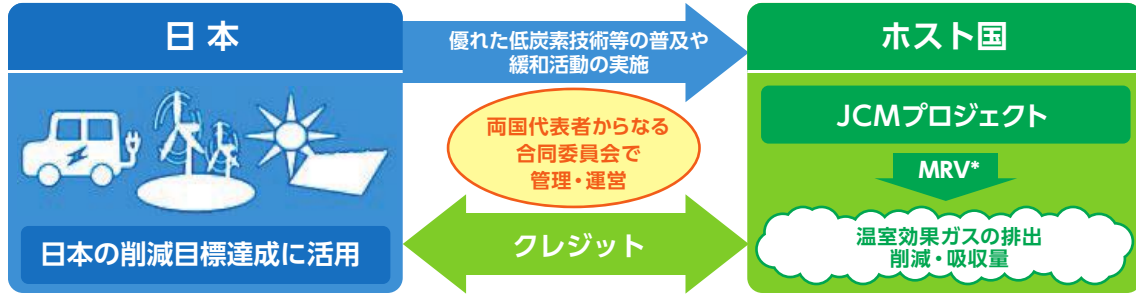
## 基盤的・国際的施策

- 観測・監視、調査・研究
- 地域での適応の推進
- 気候リスク情報等の共有と提供
- 国際的施策

(出典・参考 68 から作成)

## 二国間クレジット制度 (JCM)

JCM(Joint Crediting Mechanism) は、途上国への優れた低炭素技術等の普及を通じ、地球規模での温暖化対策に貢献するとともに、日本の削減目標の達成に活用するクレジットの獲得を目指すものです。2017年1月末時点でのJCMパートナー国はモンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオ、カンボジア、メキシコ、サウジアラビア、チリ、ミャンマー、タイ、フィリピンの17カ国です。環境省によるJCMを活用した資金支援事業として、93件の排出削減・吸収プロジェクトを実施中です。(出典・参考66より)



\* 測定・報告・検証 (出典・参考66より)

## 温室効果ガスを宇宙から観測

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき<sup>\*</sup>」は、主要な温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>とメタンの濃度を宇宙から観測することを目的に2009年1月23日に打ち上げられました。CO<sub>2</sub>とメタンの地域分布と季節変動、年々変動などを知ることができ、地球温暖化や気候変動に関する科学的な理解を深め、将来の気候変動予測、温室効果ガス削減対策の立案などに貢献しています。2018年度には「いぶき」の後継機であるGOSAT-2の打ち上げが予定されています。

<sup>\*</sup> Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT)



▶ GOSATの外観図

©JAXA

## 国民への情報提供

### 気候変動適応情報プラットフォーム

「気候変動適応情報プラットフォーム」は、関係府省庁と連携し、利用者ニーズに応じた情報の提供、適応の行動を支援するツールの開発・提供、優良事例の収集・整理・提供などを行うことにより、地方公共団体や事業者、国民など各主体の活動基盤となるものです。気候変動の影響への適応に関する情報を一元的に発信するためのポータルサイトで、地方公共団体、事業者、個人の方々による、気候変動への対策(適応策)の検討を支援することを目的として、必要な科学的知見(観測データ、気候予測、影響予測)や関連情報を収集・整備し、ステークホルダー間の情報共有を促進します。(出典・参考70より)

#### ▶ 気候変動適応情報プラットフォームの画面



(出典・参考70より)

### COOL CHOICE

賢い選択を促す国民運動「COOL CHOICE」。

低炭素型の「製品」「サービス」「ライフスタイル」など温暖化対策に資するあらゆる「賢い選択」を社会で共有する国民運動であり、2030年に排出量26%削減(家庭・オフィスでの4割削減)達成のための旗印となっています。(出典・参考71より)

#### ▶ COOL CHOICE マーク



賢い選択

(出典・参考71より)

#### ▶ COOL CHOICE の画面



(出典・参考71より)



# 官民連携による地域レベルでの温暖化対策を実施

低炭素化だけでなく地域経済の活性化・防災力の強化につなげることも目的に、官民連携による地域レベルでの温暖化対策が実施されています。  
(出典・参考 65 より)

### エネルギーの地産・地消

**宮城県東松島市スマート防災エコタウン**

太陽光・蓄電池・自前の電線により、固定価格買取制度に頼らない、産地消型スマートタウンを実現

年間で  
エリア内の30%の  
CO<sub>2</sub>削減


停電時も  
3日間  
電力供給が可能



### 離島の低炭素化

全国12島(16件)で、再生エネ・蓄電池等の設備導入を支援  
※事業性調査を含めれば23島(36件)

**離島の低炭素地域づくり推進事業(設備導入・蓄電池実証)**



利尻島、大島、式根島、神津島、宮古島、多良間島、石垣島、波照間島、佐渡島、隠岐諸島、甌島、屋久島

**【事例】**  
 沖縄県波照間島  
 再生エネ比率が倍増  
**18% → 40%**

蓄電池 + 風車

### バイオガスの活用

家畜糞尿、食物残さ → **メタン発酵**

バイオガス精製 → 水素製造装置 → **水素**

バイオガス発電 → **電気熱**

消化液 → 下水処理場 → 発電による電気・熱を下水処理場で利用するとともに、消化液を処理

燃料電池自動車や燃料電池等で利用

静岡県富士宮市、熊本市、北海道鹿追町、北海道上川町

(出典・参考 65 より)

## グリーンファンド

民間資金を低炭素化プロジェクトに呼び込むため、グリーンファンドからの出資による支援が進められています。  
(出典・参考 65 より)

### 地域経済の活性化

**秋田県木質バイオマス発電事業**

地元林業者 → 未利用材を燃料提供 → ユナイテッドリニューアブルエナジー株式会社(SPC)

融資: 106億円 (地銀ふるさと融資)  
 出資: 13億円 (地元企業等)  
 出資: 7億円 (GF)

20,000kw 約125億円

CO<sub>2</sub>削減 年間約7.8万トン

呼び水効果 **17倍**

地元の林業者と連携し、適切な森林管理、地元林業の活性化、雇用創出に貢献

### 防災力の強化

**新潟県太陽光発電事業**

新潟市 → 市有地等を無償貸与 → おらって市民エネルギー(株)(SPC)

融資: 133百万円 (地銀)  
 出資: 91百万円 (地元企業 市民ファンド)  
 出資: 25百万円 (GF)

868kw 249百万円

CO<sub>2</sub>削減 年間約502トン

呼び水効果 **9倍**

災害による停電時に、新潟市の施設に対して無償で電力を供給

### 自治体との連携

**北海道陸上風力発電事業**

地元企業 → 建設工事発注 管理業務発注 → 株式会社厚田市民風力発電(SPC)

融資: 14億円 (地銀等)  
 出資: 1億円 (地元企業 市民ファンド 生協等)  
 出資: 1億円 (GF)

4,000kw 約16億円

CO<sub>2</sub>削減 年間3,854トン

呼び水効果 **15倍**

石狩市と連携・協力し、収益の一部を地域の環境保全に活用

(出典・参考 65 より)

## 浮体式洋上風力発電



洋上風力は再生エネ電源の中で最大の賦存量であり、安定かつ効率的な発電が可能な発電方法です。浅い海域が少ない我が国では、深い海域(50m以上)に適用可能な「浮体式」が有望とされています。国内で商用スケール(2MW)のスパーク型浮体式洋上風力発電の実証に成功し、現在、施工手法の低炭素化・効率化に取り組んでいます。  
(出典・参考 65 より)

### 長崎県五島市沖で国内初となる2MWの浮体式洋上風力発電施設を建造・設置・運転・評価

**実証海域**

長崎県五島市: 奈留島、久賀島、福江島、松島

観測タワー実証機から250m、風車設置地点松島沖合約1km

スケジュール	H23	H24	H25	H26	H27
小規模試験機(100kW)	設計	建造	施工	H24年6月に設置、8月に運転を開始(国内初の系統連系)	
実証機(2MW)	100kW機の成果を反映 設計		建造	施工	H25年10月に設置、運転を開始

※平成22年にFS調査を行い実証海域・浮体構造等を選定

#### 得られた成果・知見

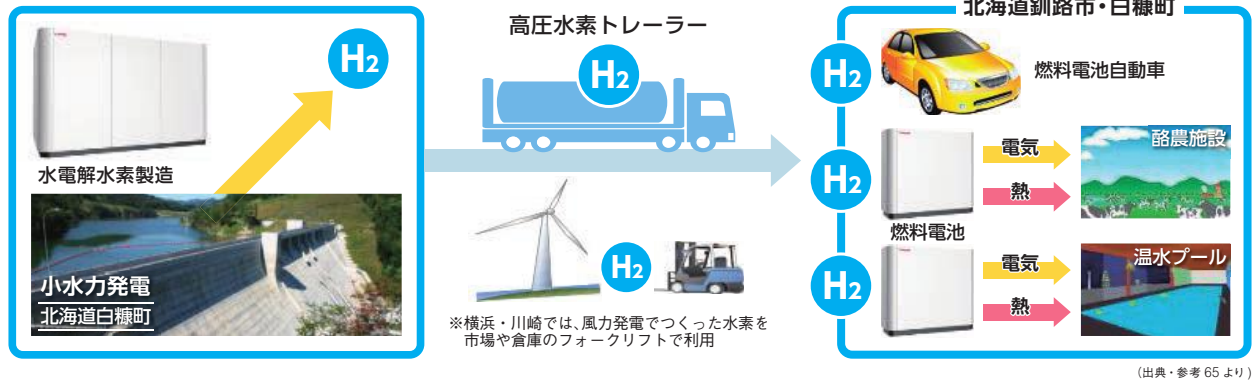
- ▶ **世界初のハイブリッドスパーク型を開発** …… 浮体本体の水中部分にコンクリートを用いコストを大きく低減
- ▶ **効率的な発電** …… 設備利用率30%超(陸上平均20%) ※2MW風車では1,800世帯分の電力
- ▶ **高い耐久性を確認** …… 風速53m/s、波高17mの戦後最大の台風の直撃に耐えた実績
- ▶ **漁業者の理解を醸成** …… 浮体に魚が集まる効果を確認 海洋等環境への影響も小さい

(出典・参考 65 より)

## 低炭素な水素の利用拡大

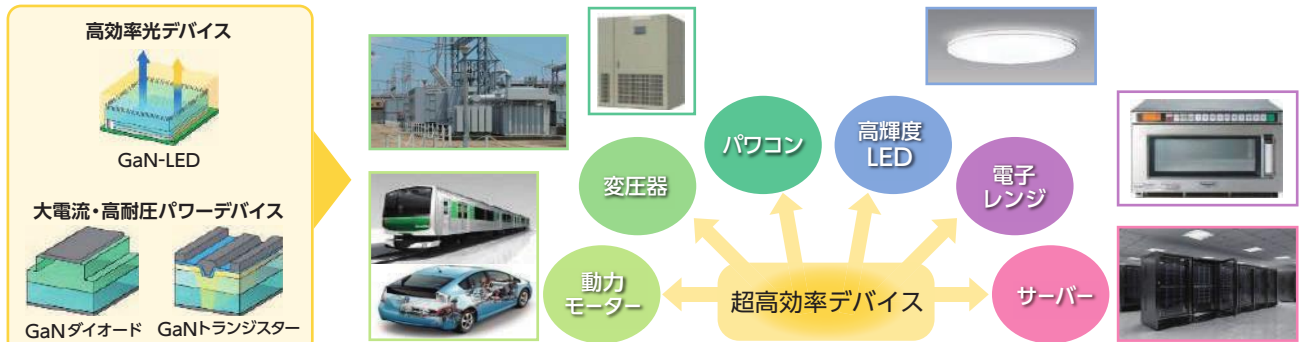
水素は、利用時においてCO<sub>2</sub>を排出せず、再エネ等のエネルギー貯蔵にも活用できることから、地球温暖化対策上重要です。そのため、再エネから水素を製造し、地域で利活用する実証を全国で行っています。  
(出典・参考 65 より)

### 【環境省の取組例】北海道における実証プロジェクト



## 窒化ガリウム (GaN) 等を活用した技術開発

窒化ガリウム (GaN) やナノ結晶合金等を活用し、あらゆる電子機器のデバイス (半導体等) の効率の最大化を図ろうとしています (例: エネルギーロスを従来の 1/6 以下)。平成 26 年度に環境省で技術開発を開始し、平成 29 年度以降は、引き続き開発した GaN 光・パワーデバイスを機器に実機搭載し、実証及び削減効果の検証を本格化する予定です。  
(出典・参考 65 より)



**民生部門だけで大型発電所 (100万kW) 4基以上のエネルギー消費削減が可能**

(出典・参考 65 より)

## セルロースナノファイバー (CNF)

セルロースナノファイバーは、鋼鉄の5分の1の軽さで5倍以上の強度をもちます。そのため、自動車の車体に用いた場合、10% 軽量化等が可能となります。環境省では、セルロースナノファイバー等の次世代素材活用推進事業 (平成 28 年度 33 億円) を推進しています。  
(出典・参考 65 より)



(出典・参考 65 より)

## 第5章

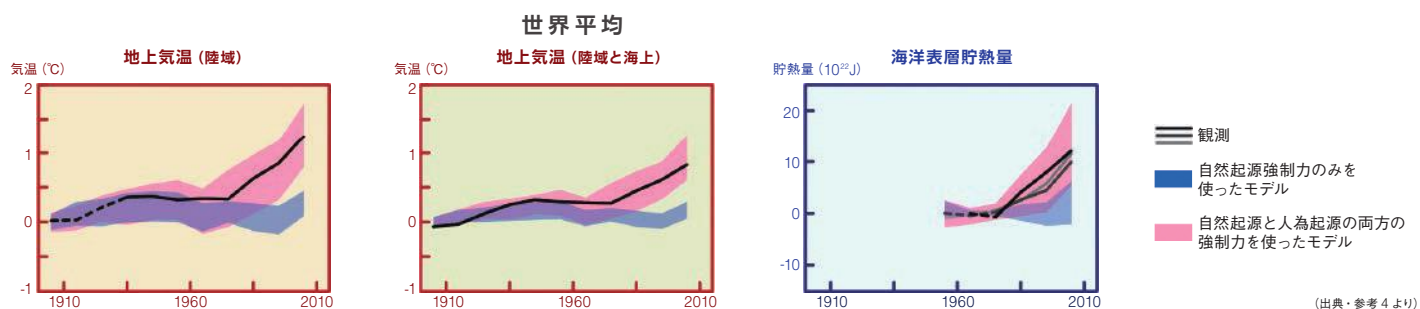
## Q&amp;A ここが気になる温暖化

## Q. 太陽活動が温暖化の原因ではないの？

## A. 太陽活動などの自然起源の影響だけでは、気温上昇を説明できません

グラフは、IPCC 第5次評価報告書に掲載された過去約100年の年平均気温の観測結果（黒線）と、自然起源（太陽活動や火山活動）の影響のみを考慮したシミュレーション結果（青帯）、さらに人間活動（産業活動などのCO<sub>2</sub>の排出など）の影響を加えたシミュレーション結果（赤帯）を比較したものです。3つのグラフからわかる通り、観測結果（黒線）は、自然起源の影響と人間活動の両方を考慮したシミュレーション結果（赤帯）とよく一致していることがわかります。言い換えれば、人間活動を考慮しない太陽活動や火山活動などの自然起源のみを考慮したシミュレーション結果（青帯）は、観測結果とは整合していません。すなわち、20世紀の世界平均気温の上昇は人間活動による温室効果ガスの増加により説明ができ、かつそれを抜きにしては説明できません。また、近年は太陽活動が弱まっているにもかかわらず気温が上昇を続けていることから、人間活動が温暖化の要因であることは明らかです。

## ▶ 観測及びシミュレーションにより再現された気候変動の比較



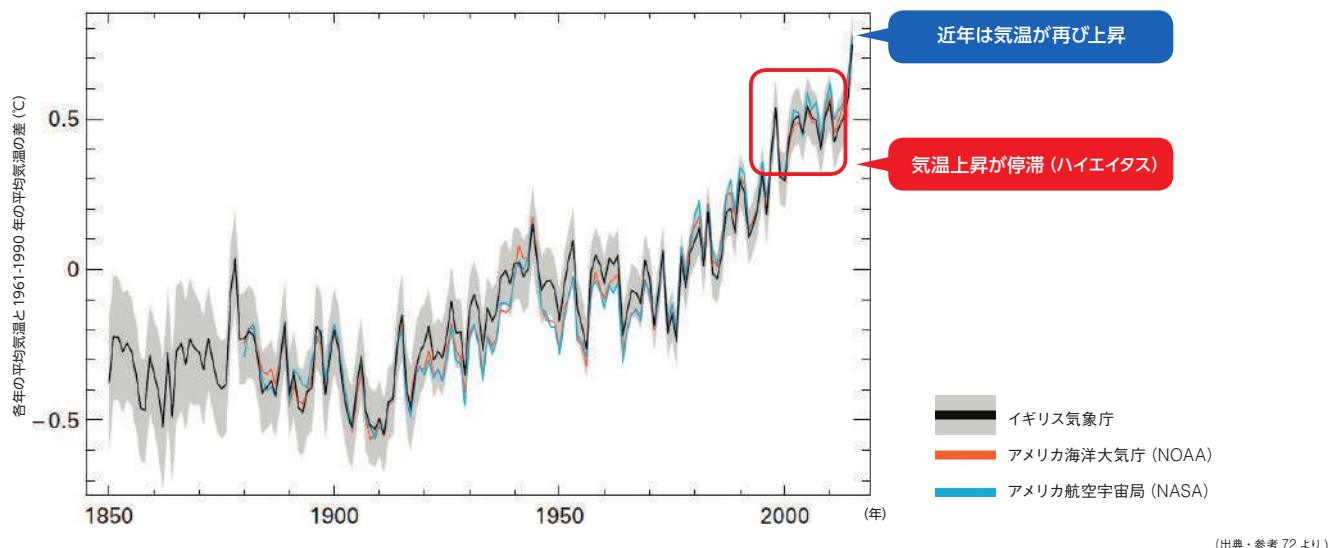
## Q. 最近まで気温上昇が停滞していたみたいだけれど？

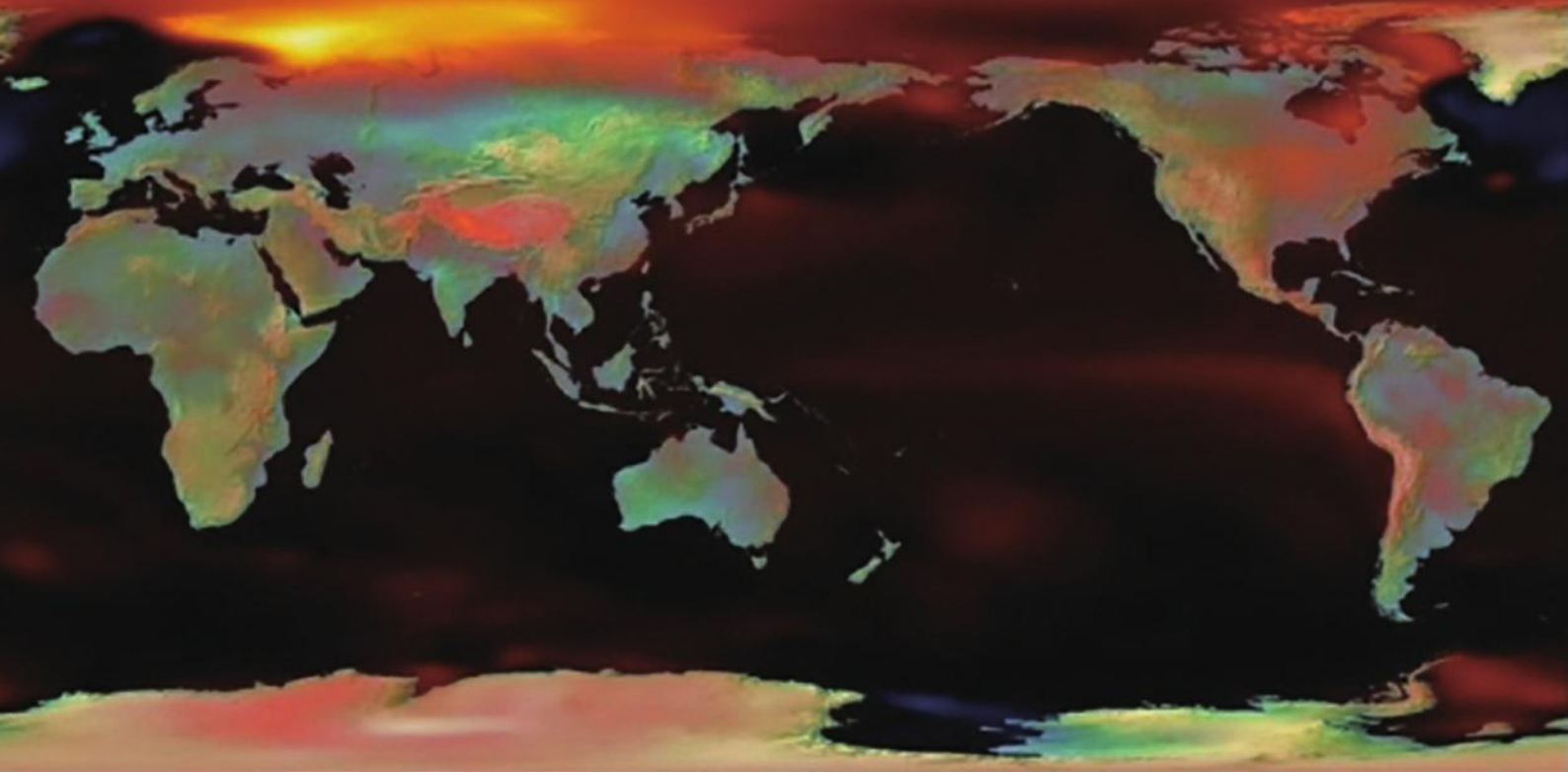
## A. ハイエイタスと呼ばれる現象です。なお、ここ数年は気温が上昇しています

2000年前後から2012年頃までは、世界の平均気温の上昇率が緩やかになっており、このような停滞した状態をハイエイタスとよびます。気温は自然の仕組み（エルニーニョなど）に加え、火山活動の影響やCO<sub>2</sub>などの外部要因によって変動します。これらが複雑に絡み合っているため、温暖化していく途中においても、気温が時間とともに単純に上昇していくわけではありません。気温があまり上がらない期間や大きく上がる期間を繰り返しながら、長期的に見ると気温が上昇していきます。

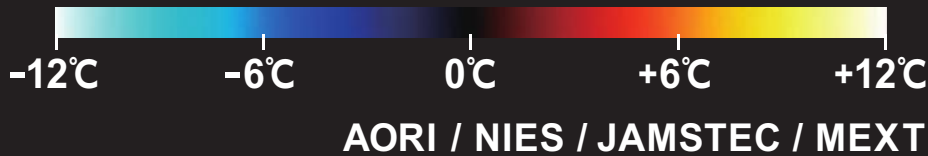
IPCC 第5次評価報告書では、2000年前後から2012年頃は、主に海洋深層による熱の吸収、他に太陽活動の低下や火山活動の影響などにより、このような気温上昇の停滞が生じたと考えられています。なお、近年はまた気温が大きく上昇を始めており、2014年以降3年連続で世界の年平均気温が更新されています。

## ▶ 世界の年平均気温の1961-1990年平均からの差の変化





2100 2m temperature change MIROC5 / RCP2.6



出典・参考

1. 気象庁「気候変動監視レポート 2015」
2. 気象庁「台風第7号、第11号、第9号、第10号及び前線による大雨・暴風 平成28(2016)年8月16日～8月31日」
3. 気象庁ウェブサイト「世界の年平均気温」
4. IPCC, 2013: IPCC 第5次評価報告書 第1作業部会報告書 原文: http://www.climatechange2013.org/report
5. 気象庁ウェブサイト「日本の年平均気温」
6. 気象庁ウェブサイト「海面水温の長期変化傾向(全球平均)」
7. 気象庁ウェブサイト「海面水温の長期変化傾向(日本近海)」
8. 気象庁ウェブサイト「海面水温の長期変化傾向のデータ(日本近海)」
9. 気象庁「地球温暖化予測情報 第8巻」
10. 気象庁「地球温暖化予測情報 第8巻」
11. IPCC, 2014: IPCC 第5次評価報告書 第2作業部会報告書 原文: http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/
12. 農林水産省「平成27年地球温暖化影響調査レポート」
13. ルーラル電子図書館ウェブサイト「現代農業」用誌集」
14. 農林水産省「平成26年地球温暖化影響調査レポート」
15. 環境省「気候変動適応情報プラットフォームポータルサイト」
16. 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム(環境省推進費S-8、H22-25)「温暖化影響評価・適応政策に関する総合研究2014報告書」
17. 農業・食品産業技術総合研究機構(NARO)ウェブサイト「地球温暖化によるリンゴ及びウツチムシ栽培適地の移動予測」
18. 農業・食品産業技術総合研究機構(NARO)ウェブサイト「わが国のホルスタイン種育成雌牛の夏季増体量に及ぼす温暖化の影響予測」
19. 農林水産省「農林水産省気候変動適応計画(概要)」(平成27年8月)
20. 谷脇徹(2013)衰退の現状、森林科学、67、2-5
21. 鈴木道、山根正伸(2013)空中写真からわかるブナ林の衰退、森林科学、67、6-9
22. 国立環境研究所「環境権 NO.53」, 2014年6月 (http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogoi/53/53.pdf)
23. 環境省那覇自然環境事務所ウェブサイト「石西礁湖のサンゴ白化現象の調査結果について(お知らせ)」
24. 地域適応フォーラムウェブサイト「地域適応研究紹介コラム(長野)」
25. 丸岡知雄、伊藤久徳(2009) わが国のサクランボ(メイメイソノ)の開花に対する地球温暖化の影響、農業気象、65、(3)、283-296
26. 松井 晋哉、田中 信行、八木橋 勉、小南 裕志、津山 颯太郎、高橋 潔 5(2009)
温暖化にともなうブナ林の適域の変化予測と影響評価、地球環境 Vol.14 No.2 165-174
27. Yara, Yumiko, Yamano, Hiroya; Steinacher, Marco; Fujii, Masahiko; Vogt, Meike; Gruber, Nicolas; Yamanaka, Yasuhiro (2016). Potential Future Coral Habitats Around Japan Depend Strongly on Anthropogenic CO2 Emissions. In: Aquatic Biodiversity Conservation and Ecosystem Services. Ecological Research Monographs (pp. 41-56). Singapore: Springer Singapore 10.1007/978-981-10-0780-4\_4
28. 樋口 広芳、小池 重人、繁田 真由美 (2009) 温暖化が生物季節、分布、個体数に与える影響、地球環境 Vol.14 No.2 189-198
29. 環境省 東北地方環境事務所ウェブサイト「調査研究 モニタリング」(http://tohoku.env.go.jp/nature/shirakami/research/)
30. 環境省 自然環境局 生物多様性センター ウェブサイト「モニタリングサイト 1000-サンゴ礁」
31. 環境省「生物多様性分野における気候変動への適応」
32. 環境省パンフレット「全国の自然再生の取組み 自然との共生を目指して」
33. 長野県ウェブサイト「ライチョウの生息状況調査」
34. 桜井良、小堀洋美(2012)地球温暖化に対する仏前さくらまつり関係者の意識、人間と環境、38巻3号、25-28
35. CRED - UNISDR(2016)Poverty & Death: DISASTER MORTALITY. Mortality trends from major disasters from 1996 to 2015 ()
36. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED(2016)Credcrunch 43: The EM-DAT higher resolution disaster data. CRED
37. D. Guha-Sapir, R. Below, Ph. Hoyois - EM-DAT: International Disaster Database - www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium.
38. 政府広報オンラインウェブサイト「河川の氾濫や高潮、都市型水害など、水害からあなたの地域を守る。『水防』」
39. 政府広報オンラインウェブサイト「土砂災害の危険箇所は全国に53万箇所！土砂災害から守る3つのポイント」
40. 国土交通省「近年の都道府県別土砂災害発生状況」(http://www.mlit.go.jp/river/sabo/taisaku\_syojohou/dosyasaigai\_hasseijokyo.pdf )

41. 環境省「気候変動適応情報プラットフォームポータルサイト」
42. EEA (2013), Adaptation in Europe - Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. EEA Report No 3/2013, European Environment Agency, Copenhagen. Denmark.(http://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-in-europe/download)
43. 国土交通省、「(参考資料)国土交通省気候変動適応計画」平成27年11月 (http://www.mlit.go.jp/common/001111531.pdf)
44. イギリス気象庁ウェブサイト「Heatwave」
45. 気象庁ウェブサイト「気温、湿度」(http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo\_hp/kion.html)
46. 気象庁 報道発表資料「2015年5月下旬のインドの熱波について」平成27年6月2日
47. 環境省資料「2003年欧州の熱波による死者数」(http://www.env.go.jp/council/06earth/y064-11/mat02-10.pdf)
48. 環境省パンフレット「熱中症環境健康マニュアル 2014」(http://www.wbgt.env.go.jp/pdf/envman/full.pdf)
49. 厚生労働省「人口動態統計」(http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001137965)
50. 気象庁ウェブサイト「過去の気象データ - ダウンロード」(http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/)
51. WHO(2014)Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s.(http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/134014/1/9789241507691\_eng.pdf)
52. 国立感染症研究所「デング熱国内感染事例発生時の対応 - 対策の手引き 地方公共団体向け(案)」
53. 環境省「気候変動適応情報プラットフォームポータルサイト」
54. 倉根一郎(2009)感染症への地球温暖化影響、地球環境 Vol.14 No.2 279-283
55. The European Climate Adaptation Platform ウェブサイト「EuroHEAT online heatwave forecast」
56. EuroHEAT project パンフレット「Climate Information Decision Support Tool for Heat in Europe」
57. 環境省パンフレット「夏季のイベントにおける熱中症対策ガイドライン 2016- 暫定版 -」
58. 横浜市「横浜市における適応策」(http://www.city.yokohama.lg.jp/ondan/plan/bukai/pdf/3-08shiryou4.pdf)
59. 環境省ウェブサイト「熱中症予防情報サイト」(http://www.wbgt.env.go.jp/)
60. 東京都健康安全研究センターウェブサイト「感染症媒介対策バイランズ」
61. IPCC, 2014: IPCC 第5次評価報告書 統合報告書 原文: http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/
62. IPCC, 2014: IPCC 第5次評価報告書 第3作業部会報告書 原文: http://mitigation2014.org/report/
63. 国立環境研究所ウェブサイト「「いぶき」の観測データに基づく大気中の月別二酸化炭素濃度 速報値」
64. 環境省「2015年度(平成27年度)の温室効果ガス排出量(速報値)について」
65. 環境省提供資料
66. 環境省ウェブサイト「新メカニズム情報プラットフォーム」(http://www.mmechanisms.org/initiatives/jcm.html)
67. 環境省「地球温暖化対策推進法の一部を改正する法律案の概要」(http://www.env.go.jp/press/files/jp/29439.pdf)
68. 環境省「別添資料1：地球温暖化対策計画(平成28年5月13日閣議決定)」(https://www.env.go.jp/press/files/jp/102816.pdf)
69. 環境省「気候変動の影響への適応計画について」(http://www.env.go.jp/earth/ondanka/tekiou/gaiyou.pdf)
70. 環境省「気候変動適応情報プラットフォームポータルサイト」(http://www.adaptation-platform.nies.go.jp/)
71. 環境省ウェブサイト「COOL CHOICE」(https://ondankaisaku.env.go.jp/coolchoice/index.html)
72. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
73. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
74. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
75. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
76. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
77. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
78. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
79. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
80. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
81. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
82. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
83. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
84. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
85. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
86. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
87. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
88. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
89. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
90. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
91. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
92. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
93. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
94. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
95. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
96. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
97. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
98. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
99. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)
100. WMO(WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2015)

表裏紙: MIROC5 にて計算した RCP8.5 の 2100 年における 1986-2005 年の年平均気温からの気温偏差の世界分布
裏表紙: MIROC5 にて計算した RCP2.6 の 2100 年における 1986-2005 年の年平均気温からの気温偏差の世界分布