

# 北海道の気候変化について

札幌管区気象台 地球環境・海洋課  
地球温暖化情報官 上澤 大作

# 自己紹介

## 名前

➤ 上澤 大作

## 肩書き

- 札幌管区気象台地球環境・海洋課地球温暖化情報官
- 地球温暖化・気候変動に関する情報提供などを担当しています

## 経歴

- 1999年（平成11年）気象庁入庁
- 地球環境・海洋部、気象研究所、気象衛星センター等を経て、2019年（平成31年）4月より現職
- これまで、季節予報、黄砂監視、気象衛星ひまわりに関する業務等に従事



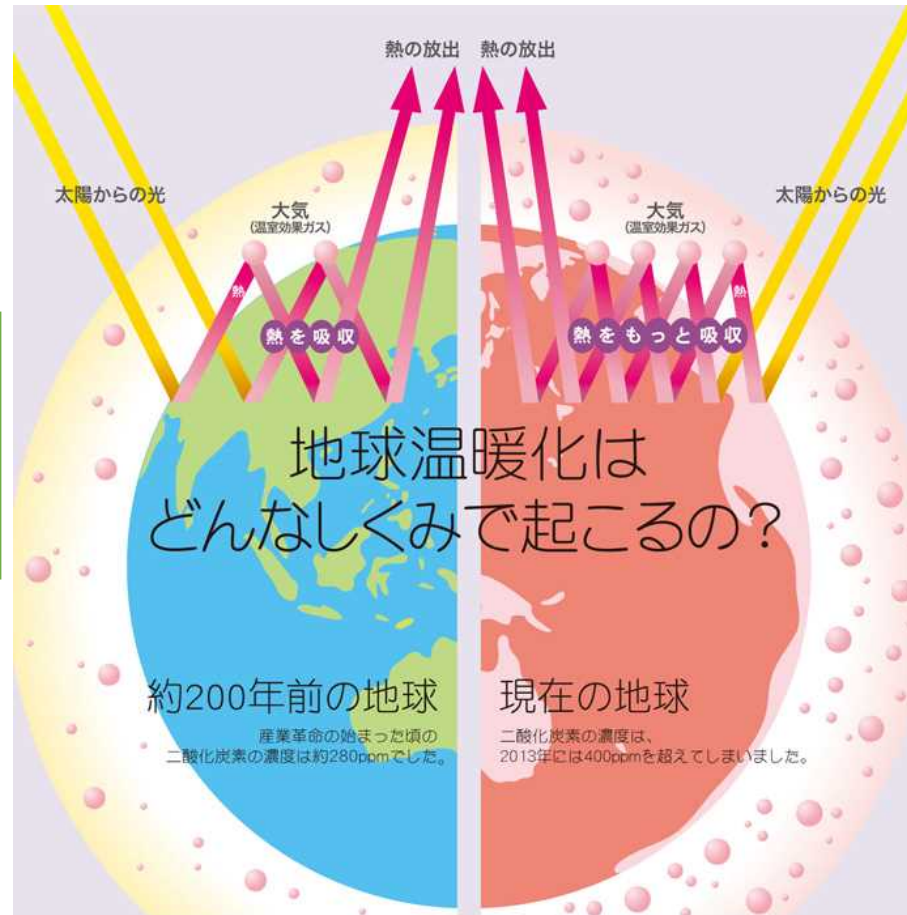
ハワイ島マウナロア観測所（標高3,396m）  
訪問時に撮影（2012年）

札幌の気象台には温暖化に関する専門職があります

# 温室効果と地球温暖化

✓ 地球温暖化とは、人為的な要因による温室効果ガスの増加により、地球規模で地表面の気温が上昇することです。

大気中の温室効果ガスが地球の表面付近の大気を暖める働きを**温室効果**と言います。

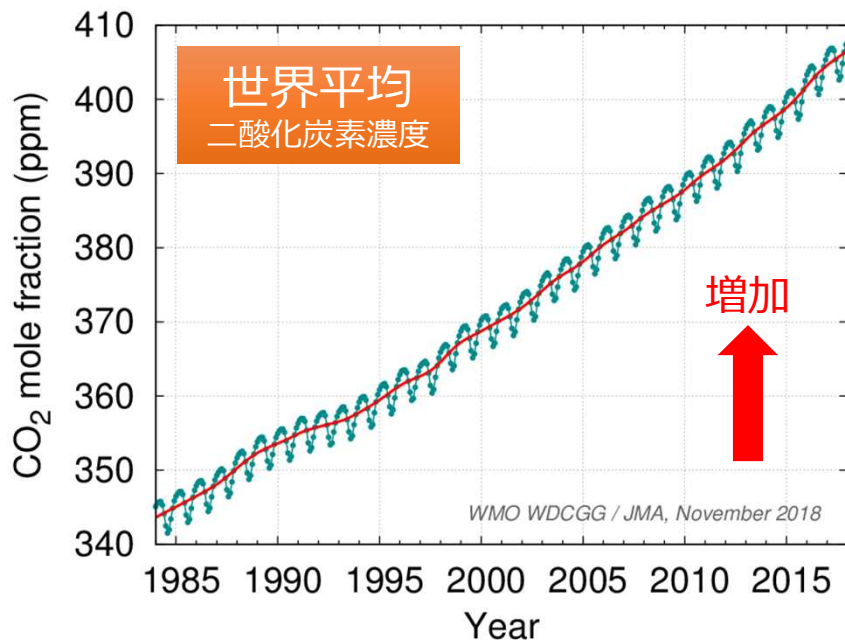


温室効果ガスの増加により温室効果が強まって、地球の表面の気温が上昇することを**地球温暖化**と言います。

# 二酸化炭素濃度の変動

✓ 主要な温室効果ガスである二酸化炭素の濃度は増加を続けています。

✓ 代表的な温室効果ガス（二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素）の濃度は長期的に増加しています。



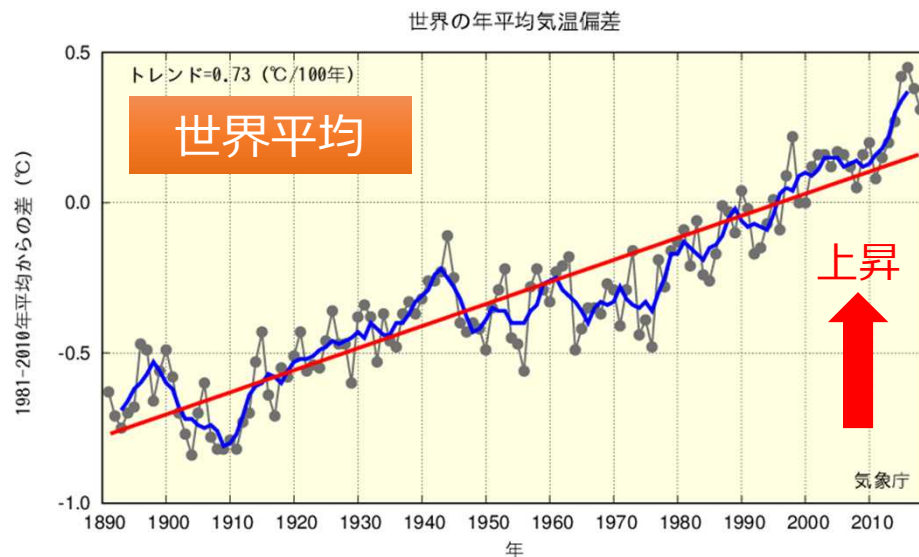
大気中の二酸化炭素の世界平均濃度。  
温室効果ガス世界資料センター（WDCGG；運営：気象庁）が収集した観測データから作成した大気中の二酸化炭素の月別の世界平均濃度の経年変化（緑線）と、季節変動成分を除いた濃度変化（赤線）を示しています。

温室効果ガスの種類	大気中の濃度		
	工業化以前（1750年）	2017年平均濃度	工業化以降の増加率
二酸化炭素 CO2	約 278 ppm	405.5 ppm	+ 46%
メタン CH4	約 722 ppb	1859 ppb	+ 157%
一酸化二窒素 NO2	約 270 ppb	329.9 ppb	+ 22%

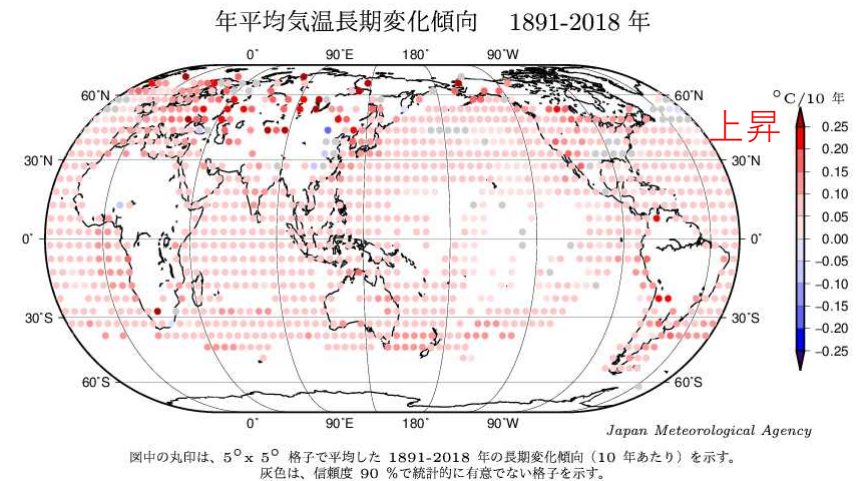
代表的な温室効果ガスの世界平均濃度（2017年）。  
世界気象機関（WMO）温室効果ガス年報（2018年）より引用。  
ppmとppbは対象物質がどの程度大気中に存在しているかを表す割合です。ppm（parts per million）は乾燥空気中の分子100万個中に1個、ppb（parts per billion）は乾燥空気中の分子10億個中に1個となります。

# 世界の気温の変動

- ✓ 世界の気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しています。
- ✓ 世界のほとんどの地域で気温は上昇しています。とくに北半球の高緯度で上昇量が大きくなっています。



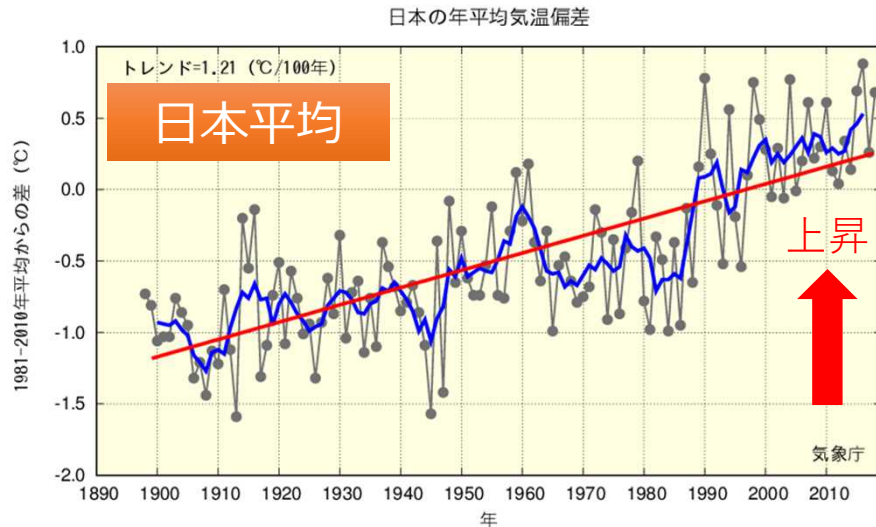
世界の年平均気温偏差の経年変化（1891～2018年）。細線（黒）は各年の基準値からの偏差を示しています。太線（青）は偏差の5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向を示しています。基準値は1981～2010年の30年平均値です。



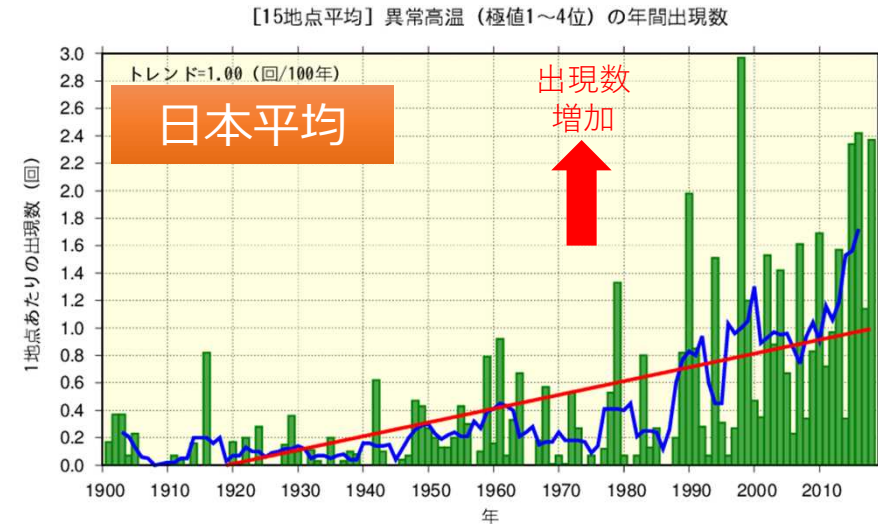
5度×5度格子で平均した1891～2018年の長期変化傾向（10年あたりの変化量）。灰色は長期変化傾向が見られない（信頼度水準90%で統計的に有意でない）格子、空白は利用可能なデータが十分でない格子を示しています。

# 日本の気温の変動

- ✓ 日本の気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しています。
- ✓ 日本では、異常に高い気温の出現回数が、1990年頃を境に大きく増加しています。



日本の年平均気温偏差の経年変化（1898～2018年）。細線（黒）は、都市化の影響が比較的小さいとみられる国内15観測地点\*での年平均気温の基準値からの偏差を平均した値を示しています。太線（青）は偏差の5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向を示しています。基準値は1981～2010年の30年平均値です。

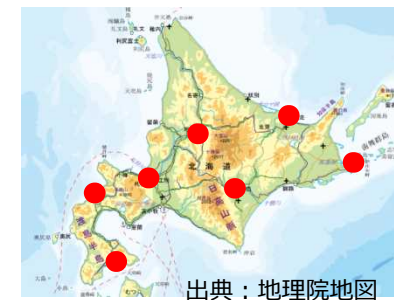
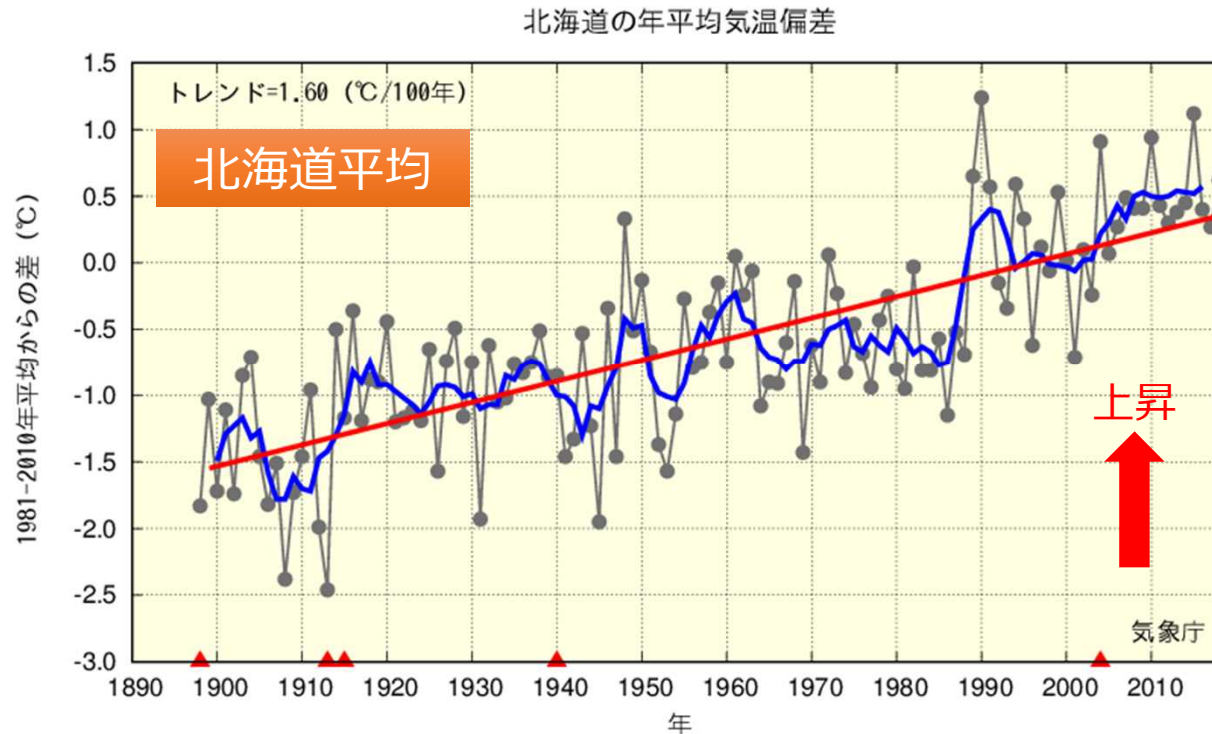


15観測地点\*での月平均気温の高い方から1～4位（異常高温）の年間出現数の経年変化（1901～2018年）。棒グラフ（緑）は各年の異常高温の出現数の合計を各年の有効地点数の合計で割った値（1地点あたりの出現数）を示しています。太線（青）は5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向を示しています。

※1898年以降観測を継続している気象観測所の中で、都市化による影響が小さく、特定の地域に偏らないように選定された以下の15地点：  
網走、根室、寿都、山形、石巻、伏木、飯田、銚子、境、浜田、彦根、宮崎、多度津、名瀬、石垣島

# 北海道の気温の変動

- ✓ 北海道の気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しています。
- ✓ 温室効果ガスの増加による地球温暖化の影響に、自然の変動や都市化の影響が重なっているものと考えられます。

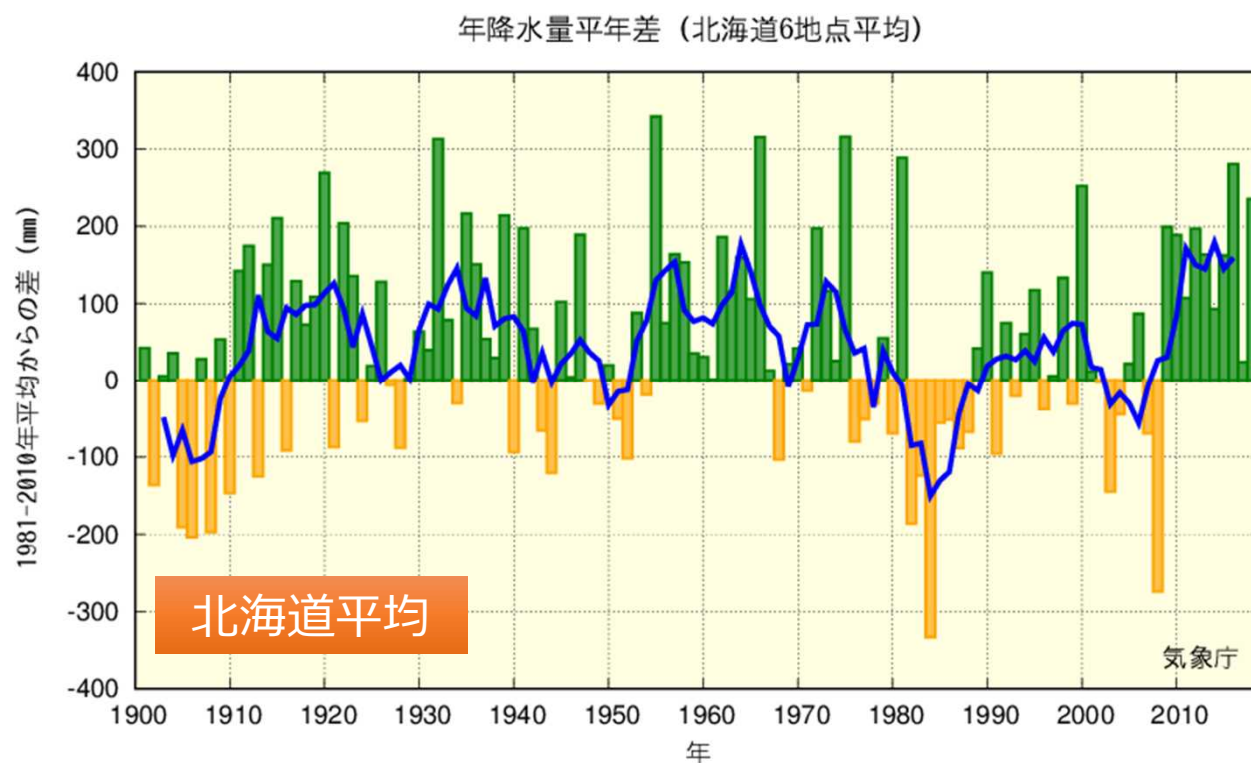


北海道平均に使用した7地点  
(1898年以降観測を継続し、長期間  
均質なデータを確保できる地点)

北海道7地点（旭川、網走、札幌、帯広、根室、寿都、函館）を平均した年平均気温偏差の経年変化（1898～2018年、単位：°C）。細線（黒）は各年の基準値からの偏差、太線（青）は偏差の5年移動平均値、直線（赤）は長期的な変化傾向を示しています。基準値は1981～2010年の30年平均値です。7地点のいずれかにおいて観測場所の移転があった年を横軸上に▲で示しています。移転の影響を除去するための補正を行った上で計算しています。

# 北海道の降水量の変動

- ✓ 北海道平均では、年降水量に長期的な変化はみられません。
- ✓ 最近10年（2009年以降）は平年を上回る年が続いています。



出典：地理院地図

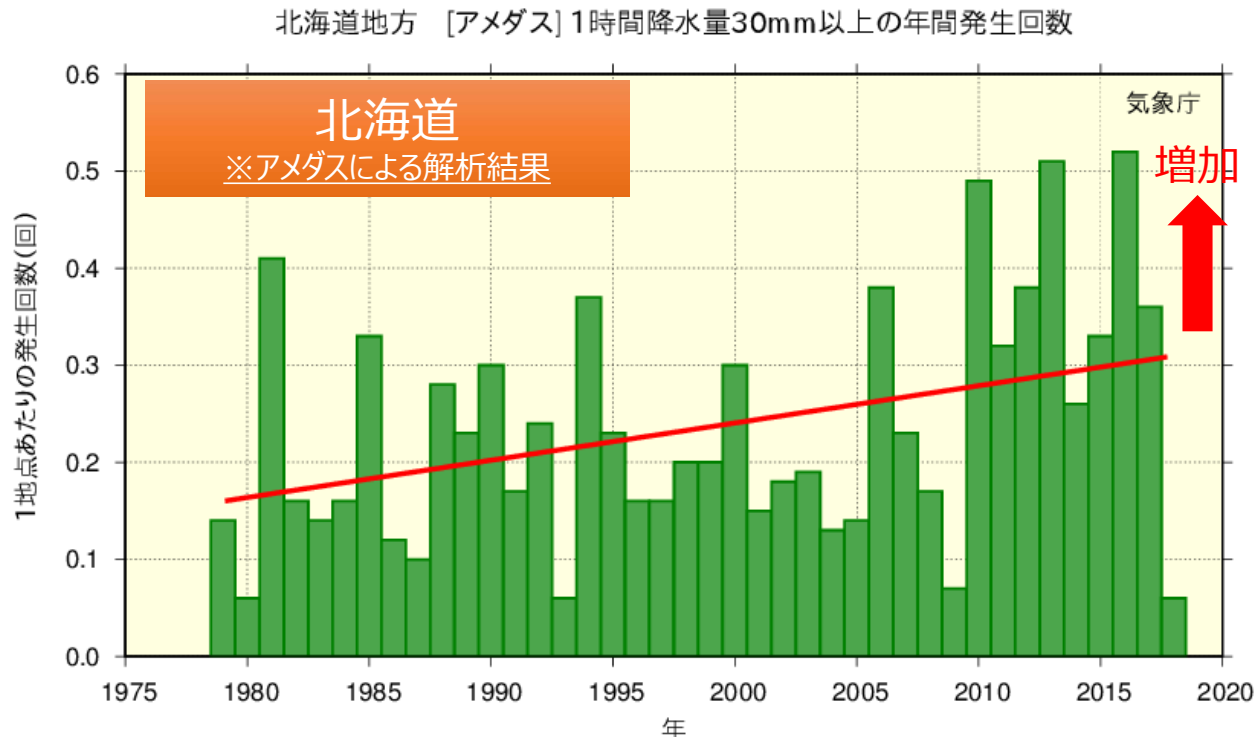
北海道平均に使用した6地点  
(1901年以降観測を継続し、長期間  
均質なデータを確保できる地点)

北海道の6地点（札幌、旭川、帯広、網走、根室、寿都）を平均した年降水量の経年変化（1901～2018年、単位：mm）。棒グラフは基準値からの偏差を平均した値を示しています。青線は偏差の5年移動平均を示します。基準値は1981～2010年の30年平均値です。



# 北海道の雨の降り方の変動

- ✓ 短い時間に激しく降る雨（1時間降水量30mm以上）の最近10年間（2009～2018年）の平均年間発生回数は、統計期間の最初の10年間（1979～1988年）と比べて約1.7倍に増加しています。



## 1時間降水量30～50mm

傘をさしていてもぬれる



道路が川のようになる



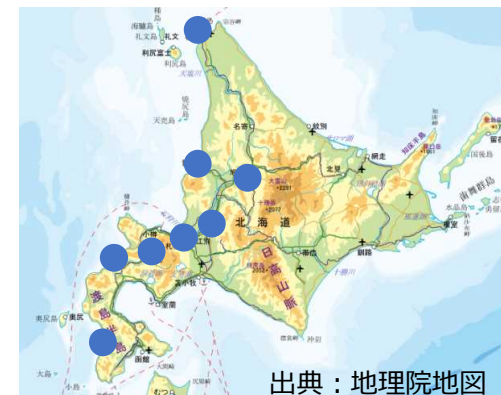
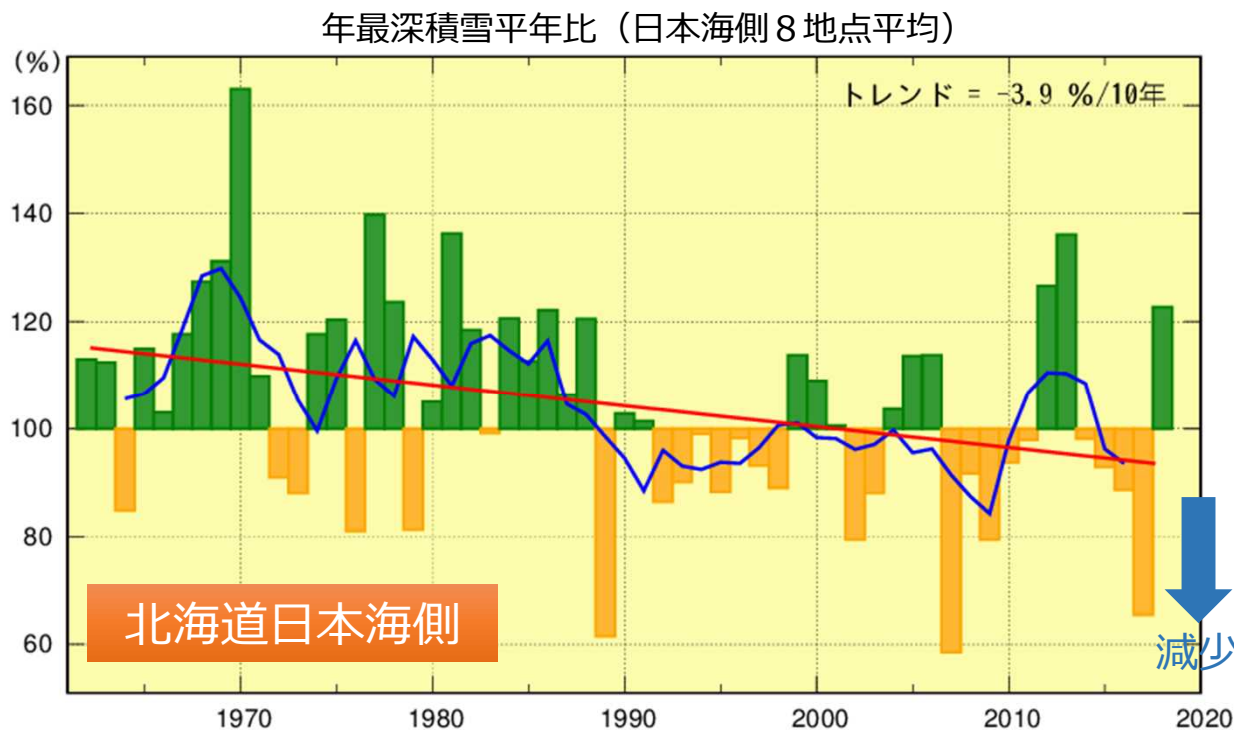
北海道地方の1時間降水量30mm以上の年間発生回数の経年変化（1979～2018年）。棒グラフ（緑）は各年の年間発生回数を示しています（北海道地方のアメダスによる観測値を1地点あたりに換算した値）。直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示しています。

※アメダスは観測年数が比較的短いため（約40年）、地球温暖化による影響を確実に評価するためには、今後のデータの蓄積が必要です。

# 北海道の年最深積雪の変動

✓ 日本海側 8 地点※の平均では、10年あたり約 4 %の割合で減少しています。

※1962年以降継続して観測している稚内、留萌、旭川、札幌、岩見沢、寿都、江差、倶知安の 8 地点。



※ここでの年は寒候年（前年8月～当年7月までの1年間）です。例えば、2018年は2017年8月～2018年7月の期間を示します。

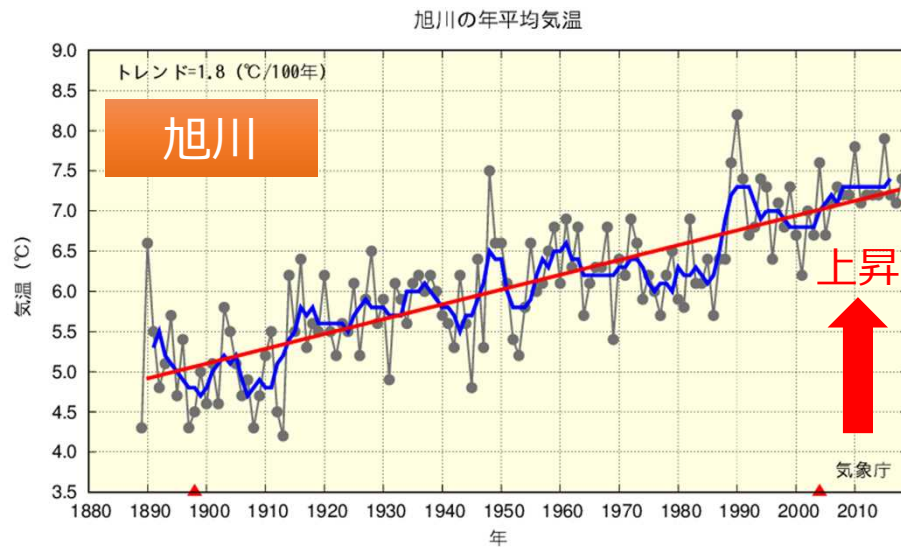
北海道日本海側8地点を平均した年最深積雪の基準値に対する比の経年変化（1962～2018年）。棒グラフは各地点の基準値に対する比（平年比）を平均した値を示しています。青線は平年比の5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示しています。基準値は1981～2010年の30年平均値です。

※年最深積雪は年ごとの変動が大きく、それに対して統計期間が比較的に短いため、長期変化傾向を確実に捉えるためには、今後のデータの蓄積が必要です。

# 旭川の気候の変化

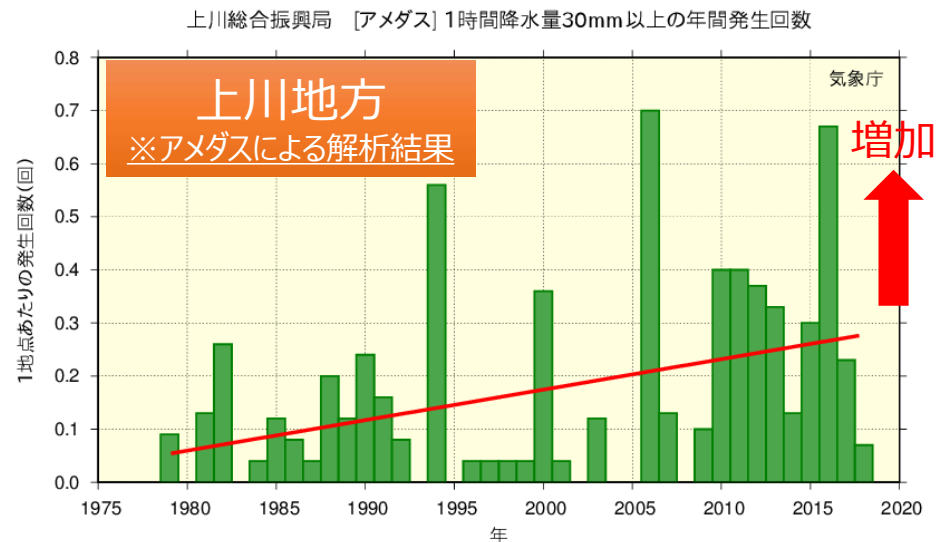
- ✓ 旭川の気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しています。
- ✓ 上川地方では、短い時間に激しく降る雨（1時間降水量30mm以上）の最近10年間（2009～2018年）の平均年間発生回数は、統計期間の最初の10年間（1979～1988年）と比べて約3.0倍に増加しています。

## 気温の変動（旭川）



旭川の年平均気温偏差の経年変化（1889～2018年、単位：°C）。細線（黒）は各年の基準値からの偏差、太線（青）は偏差の5年移動平均値、直線（赤）は長期的な変化傾向を示しています。基準値は1981～2010年の30年平均値です。観測場所の移転があった年を横軸上に▲で示しています。移転の影響を除去するための補正を行った上で計算しています。

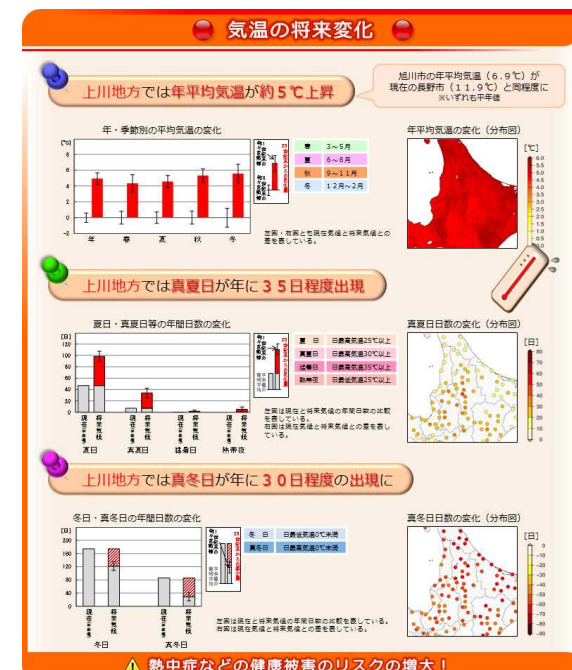
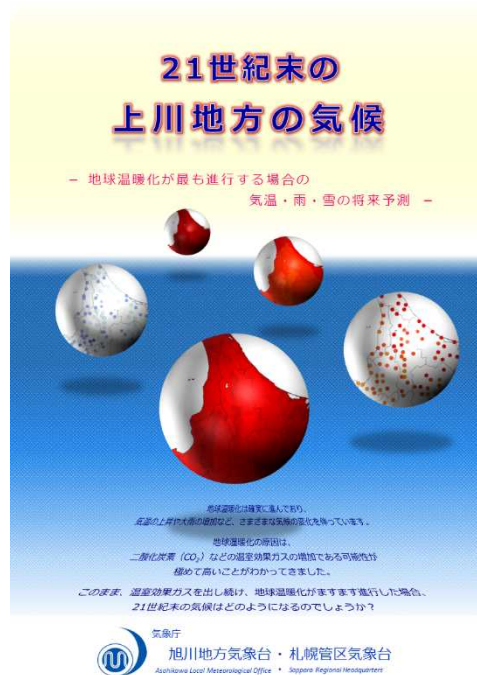
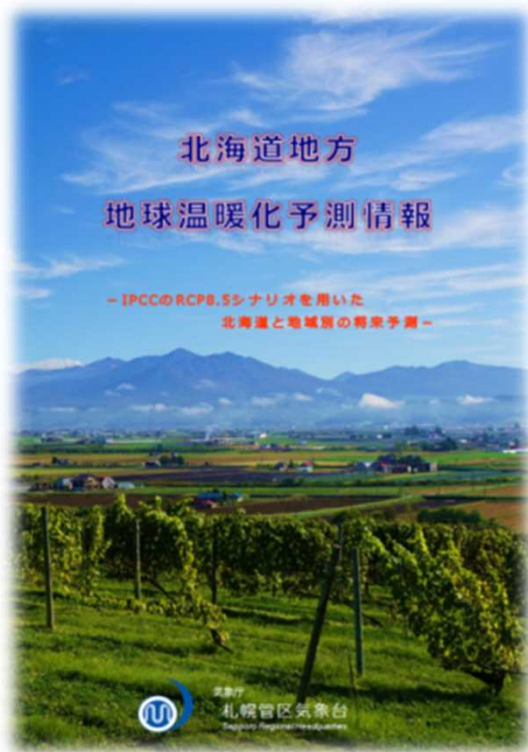
## 雨の降り方の変動（上川地方）



上川地方の1時間降水量30mm以上の年間発生回数の経年変化（1979～2018年）。棒グラフ（緑）は各年の年間発生回数を示しています（上川地方のアメダスによる観測値を1地点あたりに換算した値）。直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示しています。

# 北海道地方 地球温暖化予測情報

- ✓ 2019年3月に公開。地球温暖化予測情報第9巻（気象庁）の地方版。
- ✓ IPCC第5次評価報告書で用いられたシナリオの中で最も温室効果ガスの排出が多いシナリオに基づいた予測結果。
- ✓ 気象研究所が開発した高解像度地域気候モデル（水平解像度5km）を使用。
- ✓ 現在気候（1980年～1999年）と将来気候（2076年～2095年）を比較した解析。

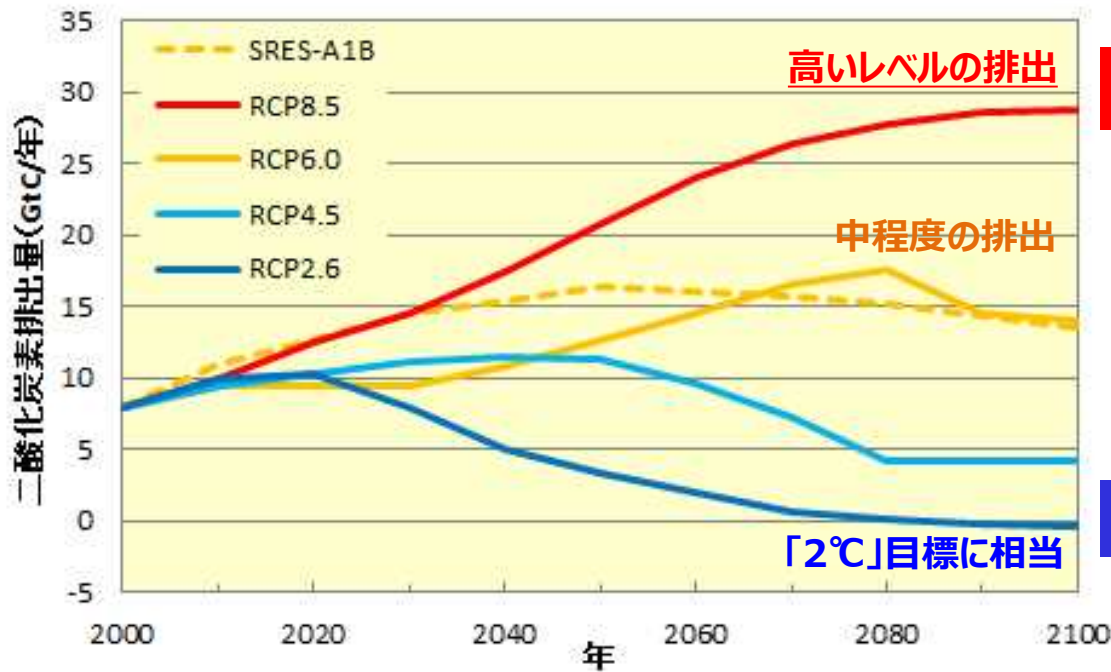


札幌管区気象台ホームページで全文公開中

[https://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/pref\\_gwp9.html](https://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/pref_gwp9.html)

# 将来予測のための温室効果ガス排出シナリオ

- ▶ 地球温暖化を予測するためには、温室効果ガスが将来どれくらい排出されるか前提条件（シナリオ）が必要。IPCC第5次評価報告書では、4つのシナリオを用いて予測を実施。
- ▶ 「北海道地方 地球温暖化予測情報」は、IPCC第5次評価報告書で用いられた温室効果ガス排出シナリオの中で、最も高程度の温室効果ガス排出が続くと想定した場合（RCP8.5シナリオ）の予測結果である。



現状程度の温暖化対策を続けた場合

RCP8.5	高位参照シナリオ
RCP6.0	高位安定化シナリオ
RCP4.5	中位安定化シナリオ
RCP2.6	低位安定化シナリオ

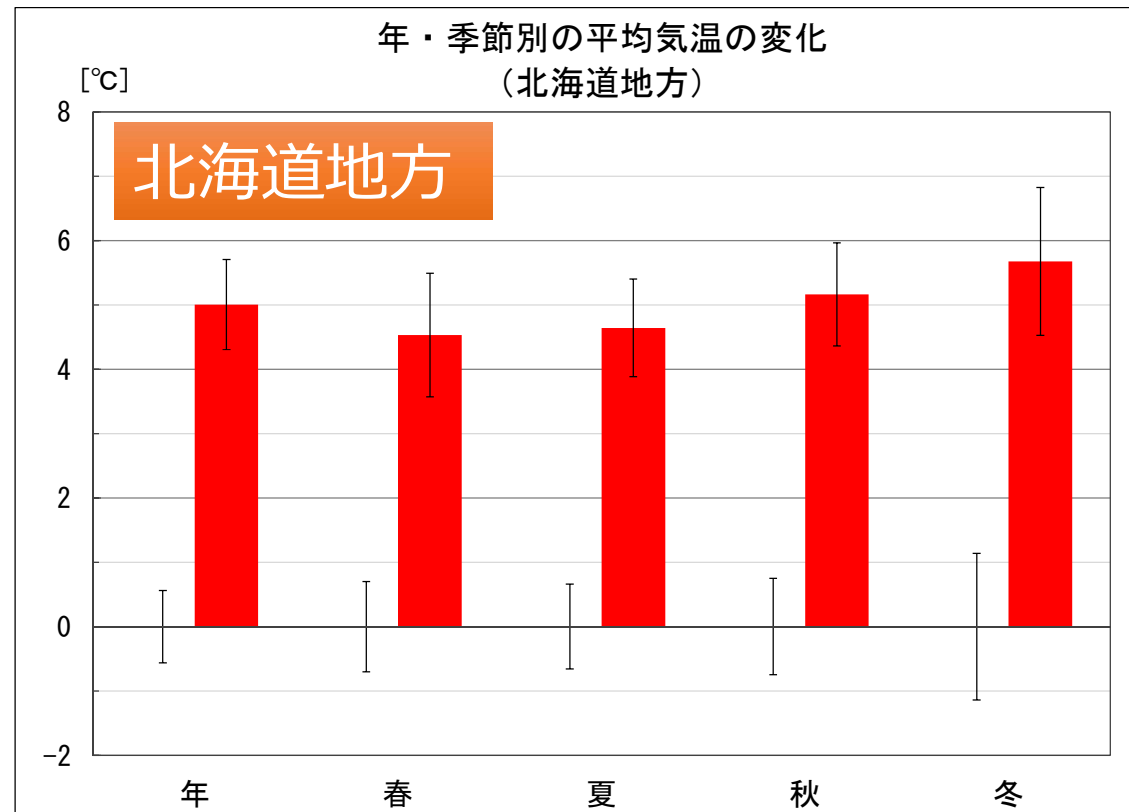
厳しい温暖化対策を取った場合

気象庁「異常気象レポート2014」図2.1.7に加筆。

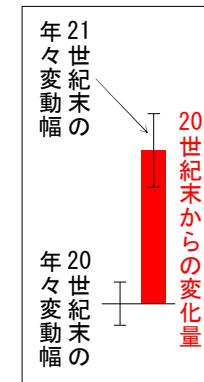
各シナリオの年間の二酸化炭素排出量を炭素重量に換算しGt（ギガトン）で示す。RCP（Representative Concentration Pathways；代表濃度経路）の後ろに続く数値は、2100年時点での放射強制力の工業化以前に対する増加を表す。

# 北海道の気温の将来予測

- ✓ 北海道地方の年平均気温は5℃程度の上昇が予測されています。
- ✓ 季節別では、冬の上昇が大きいことが予測されています。



21世紀末の予測気温が20世紀末より何度高いかを示しています。



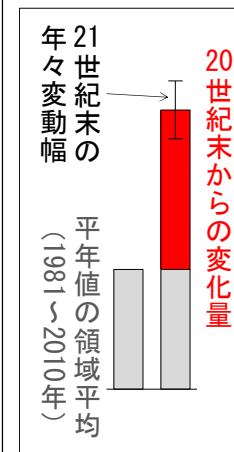
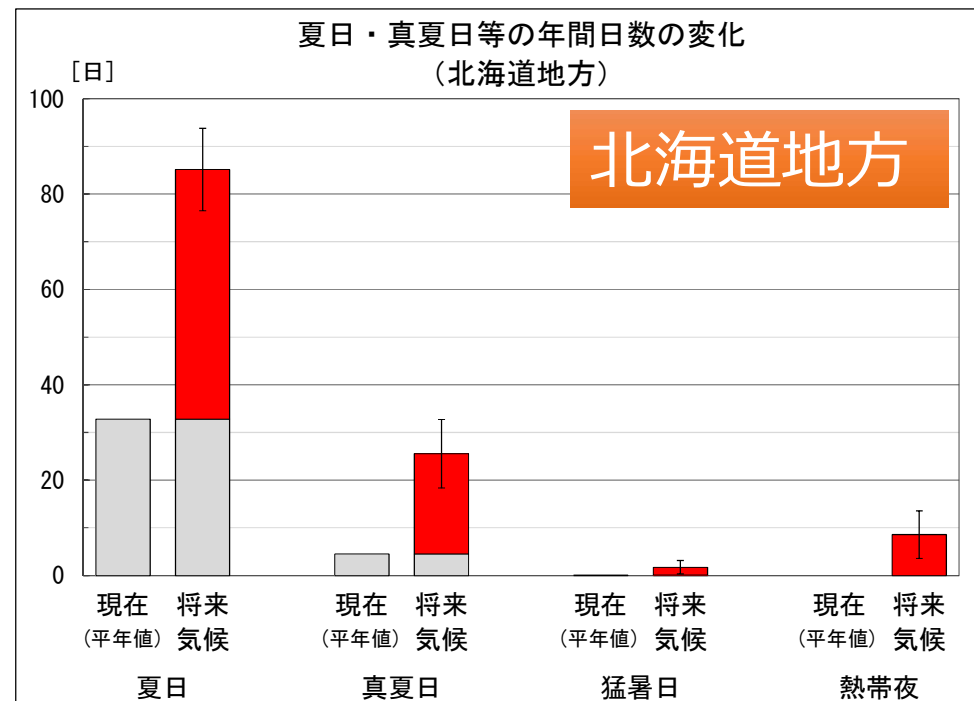
北海道地方の平均気温の変化（単位：℃）。棒グラフは現在気候に対する将来気候の変化量、細い縦線は現在気候と将来気候の年々変動の幅（標準偏差）を示しています。

# 北海道の真夏日・熱帯夜の将来予測

- ✓ 北海道地方では真夏日が年に25日程度出現することが予測されています。
- ✓ これまでほとんどなかった熱帯夜が年に10日程度出現することが予測されています。

現在の観測値（平年値）（灰）と変化量（赤）を重ね合わせることで将来予測される日数を示しています。

夏日	日最高気温 25℃以上
真夏日	日最高気温 30℃以上
猛暑日	日最高気温 35℃以上
熱帯夜	日最低気温 25℃以上

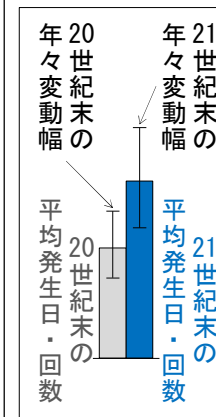
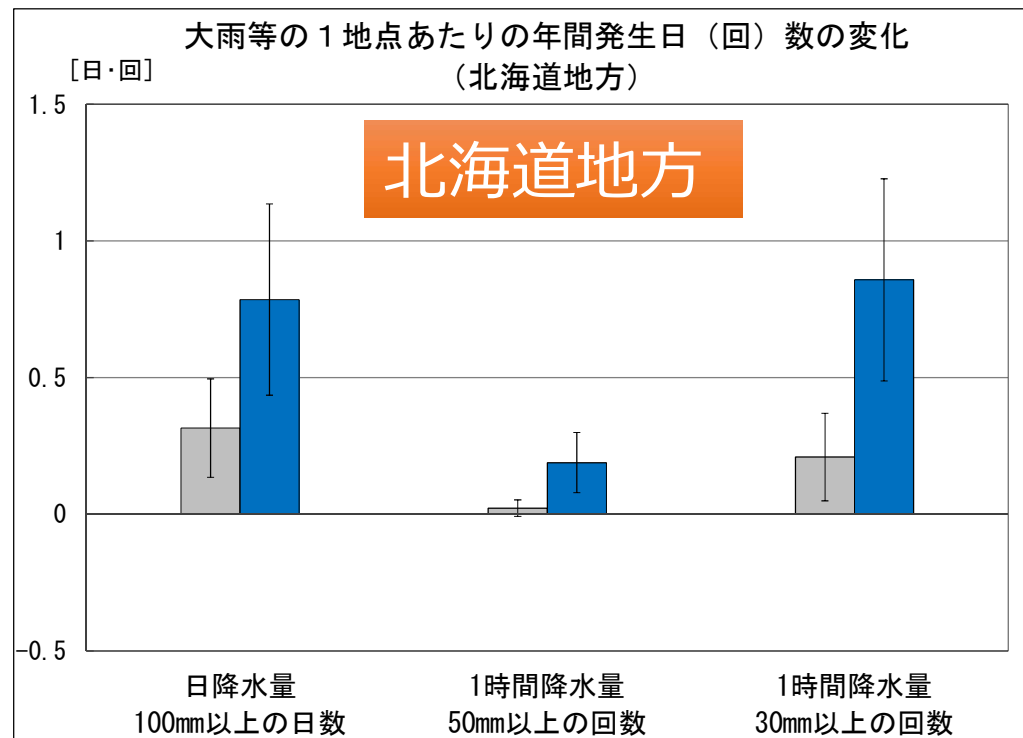


北海道地方の夏日・真夏日・猛暑日・熱帯夜の年間日数の変化（単位：日）  
灰色の棒グラフは北海道地方の現在の値、赤色の棒グラフは現在気候に対する将来気候の増加量を示しています。細い縦線は将来気候の年々変動の幅（標準偏差）を示しています。地域全体の平均的な増加量であることに注意してください。

# 北海道の雨の降り方の将来予測

✓ 北海道地方では、大雨（日降水量100mm以上）や激しい雨（1時間降水量30mm以上）が、ほぼ毎年のように出現するようになることが予測されています。

現在気候（灰）と将来気候（青）の年間発生日数・回数（1地点当りに換算）を比較しています。



北海道地方の大雨・短時間強雨の年間発生日数または回数の変化（単位：日または回）

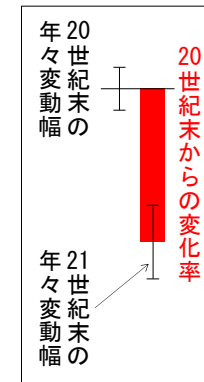
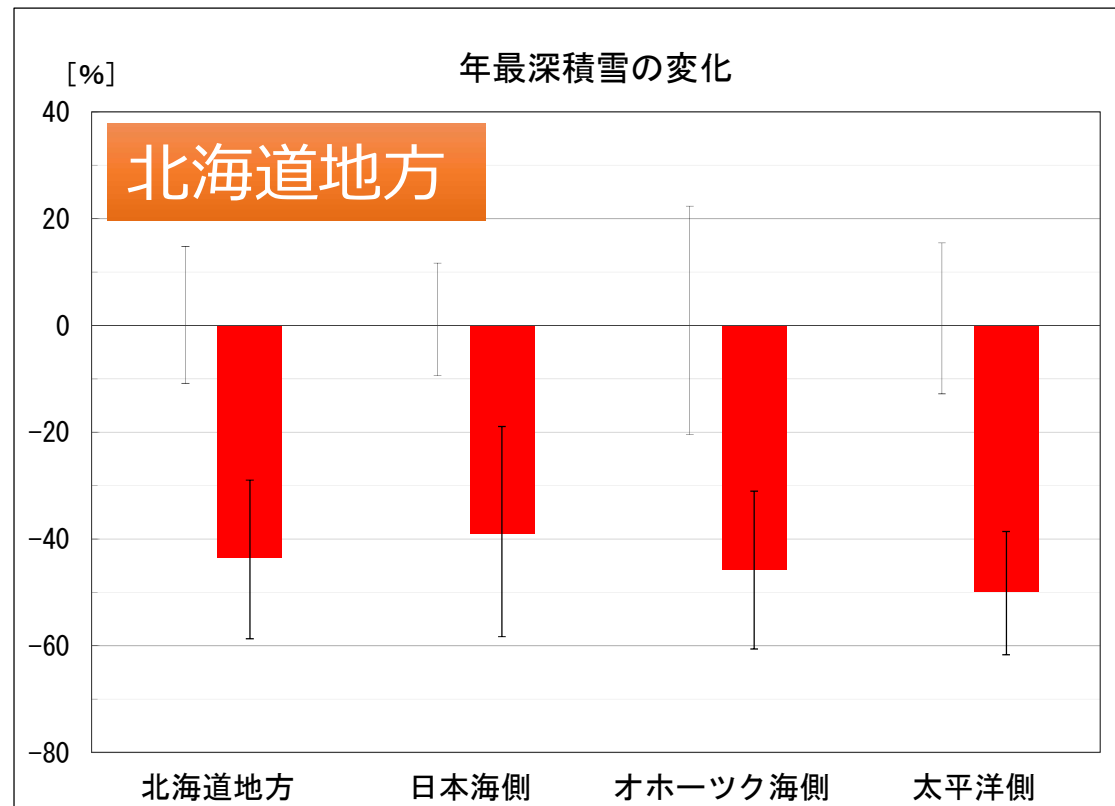
灰色の棒グラフは現在気候の発生日数（回数）、青色の棒グラフは将来気候における発生日数（回数）を示しています。細い縦線は現在気候と将来気候の年々変動の幅（標準偏差）を示します。地域全体の平均的な発生日数（回数）であることに注意してください。



# 北海道の年最深積雪の将来予測

✓ 北海道地方の年最深積雪は約40%減少することが予測されています。

21世紀末の最深積雪が20世紀末と比較して何%減少するかを示しています。

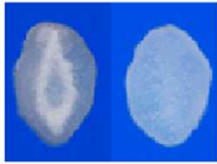


北海道地方の年最深積雪の変化（単位：%）  
棒グラフは現在気候に対する将来気候の変化率、細い縦線は現在気候と将来気候の年々変動の幅（年々の値が約68%の確率で出現する幅）を示しています。

# 既に起こりつつある/近い将来起こりうる気候変動の影響

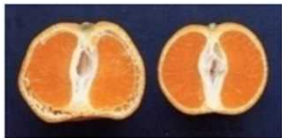
## 水稲・果樹

高温による生育障害  
や品質低下が発生



しろみじゅくりゅう  
図 水稲の「白未熟粒」(左)と「正常粒」(右)の断面  
(写真提供:農林水産省)

既に全国で、白未熟粒(デンプンの蓄積が不十分なため、白く濁って見える米粒)の発生など、高温により品質が低下。



うきかわ  
図 うんしゅうみかんの浮皮  
(写真提供:農林水産省)

・果実肥大期の高温・多雨により、果皮と果肉が分離し、品質が低下。

## 生態系

サンゴの白化  
ニホンライチョウの  
生息域減少

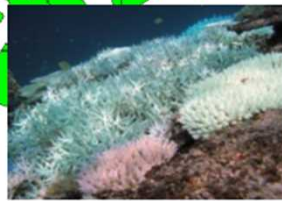


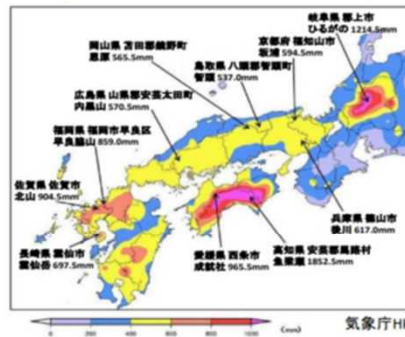
図 サンゴの白化  
(写真提供:環境省)



図 ニホンライチョウ  
(写真提供:環境省)

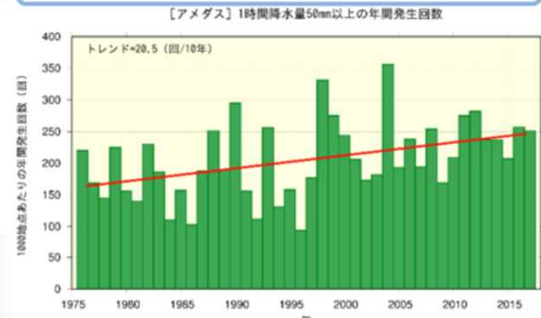
## 異常気象・災害

平成30年7月には、西日本の広い範囲で記録的な豪雨



## 熱中症・ 感染症

短時間強雨の観測回数は増加傾向が明瞭



(出典:気候変動監視レポート2017(気象庁))

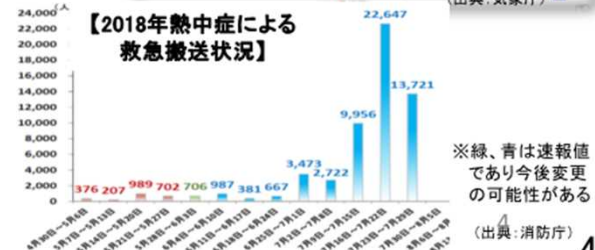
平成30年7月  
埼玉県熊谷市で観測史上最高の41.1℃を記録  
7/16-22の熱中症による救急搬送人員数は過去最多

【2018年7月23日の日最高気温】



(出典:気象庁)

【2018年熱中症による  
救急搬送状況】



※緑、青は速報値  
であり今後変更  
の可能性がある

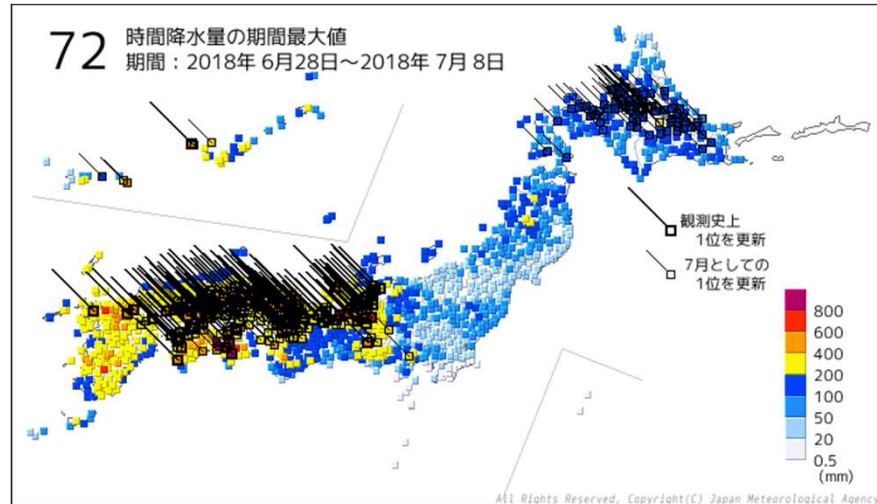
(出典:消防庁)

# 平成30年7月豪雨及び7月中旬以降の顕著な高温

- ✓ 「平成30年7月豪雨」が発生。西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的大雨。
- ✓ 7月中旬以降は記録的な高温。猛暑日日数の年間総和が1976年以降で最大。  
(埼玉県熊谷市では歴代全国1位の41.1℃を観測)
- ✓ これらの背景として、地球温暖化に伴う気温の上昇と水蒸気量の増加が寄与したと考えられる(気象庁 平成30年8月10日報道発表)。

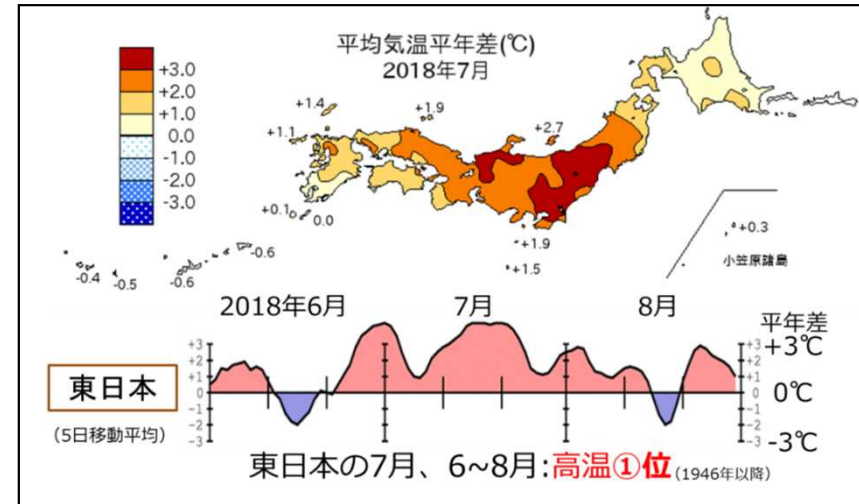
## 平成30年7月豪雨

■観測史上1位の降水量(72時間)を更新した地点



観測史上1位を更新した地点数：122地点  
7月としての1位を更新した地点数：264地点

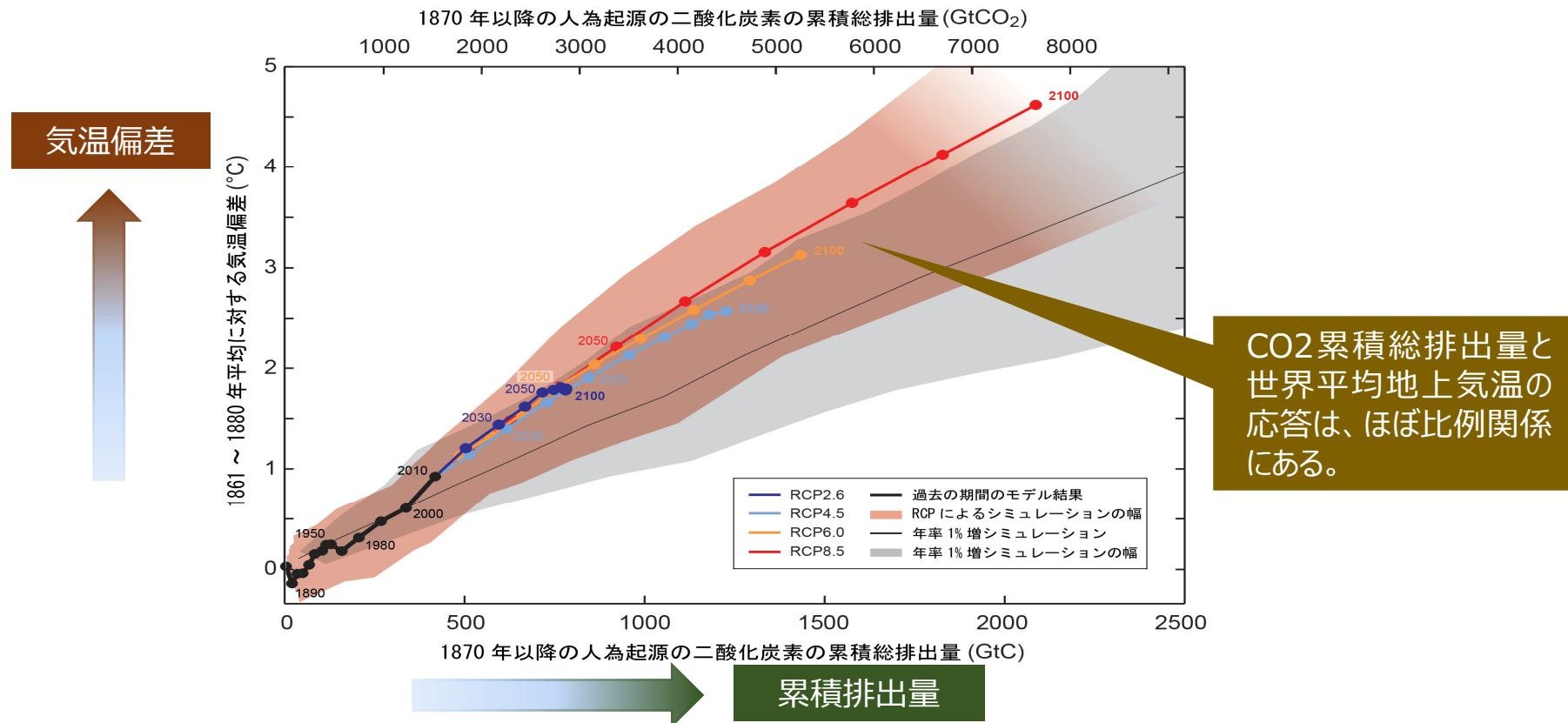
## 平成30年7月中旬以降の記録的な高温



気象庁報道発表(平成30年8月10日)：「平成30年7月豪雨」及び7月中旬以降の記録的な高温の特徴と要因について  
<https://www.jma.go.jp/jma/press/1808/10c/h30goukouon20180810.html>

# 二酸化炭素の累積排出量と気温

- ✓ 二酸化炭素の累積排出量によって、21世紀後半及びその後の世界平均の温暖化の大部分が決定づけられる。
- ✓ 海洋の慣性と温室効果ガスの寿命が長いため、たとえ二酸化炭素の排出が停止したとしても、温暖化の大部分は持続する。



# 気候変動対策：緩和と適応は車の両輪

- ✓ 温室効果ガスの排出削減対策（**緩和策**）に加え、避けられない気候変動の影響による被害の回避・軽減対策（**適応策**）が欠かせない。

**緩和**：気候変動の原因となる**温室効果ガスの排出削減対策**

**適応**：既に生じている、あるいは、将来予測される**気候変動の影響による被害の回避・軽減対策**



# まとめ

- 地球温暖化
  - ✓世界と日本の気温は上昇
- 北海道の気候変動
  - ✓北海道の気温は上昇
  - ✓最近10年、短い時間に激しく降る雨が増加
- 北海道の気候の将来予測
  - ✓年平均気温は5℃程度の上昇を予測
  - ✓大雨や短い時間に激しく降る雨がほぼ毎年出現する予測
- 気候変動適応
  - ✓気候変動の影響は既に起こりつつある
  - ✓緩和策に加えて適応策が欠かせない

# もっと詳しく知るための参考資料

※URLは2019年10月24日現在

- 気候変動監視レポート

世界と日本の気候変動を中心に、温室効果ガスやオゾン層等の状況について、毎年、最新の情報を公表しています。

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/index.html>



- 北海道の気候変化（第2版）

北海道の各地点の気温や降水量等を平均した値から、これまでの長期変化を示しています。

<https://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/kikohenka.html>



- 北海道地方地球温暖化予測情報

最も高程度の温室効果ガス排出が続くシナリオによる北海道の予測情報です。

[https://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/pref\\_gwp9.html](https://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/pref_gwp9.html)



ご清聴ありがとうございました

問い合わせ先

札幌管区気象台 地球環境・海洋課

011-611-6174