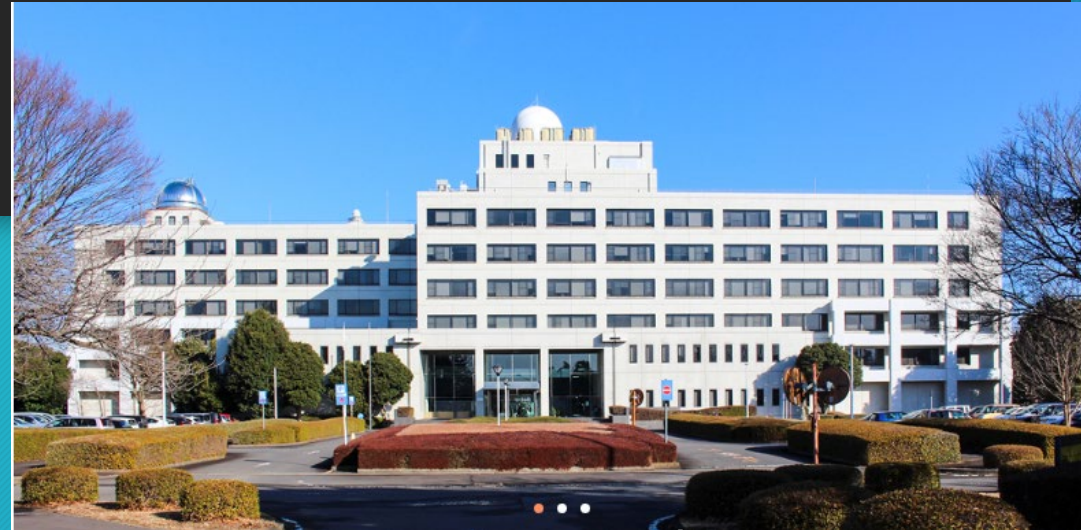


Climpactで捉える日本各地の 極端気候指標とその変化

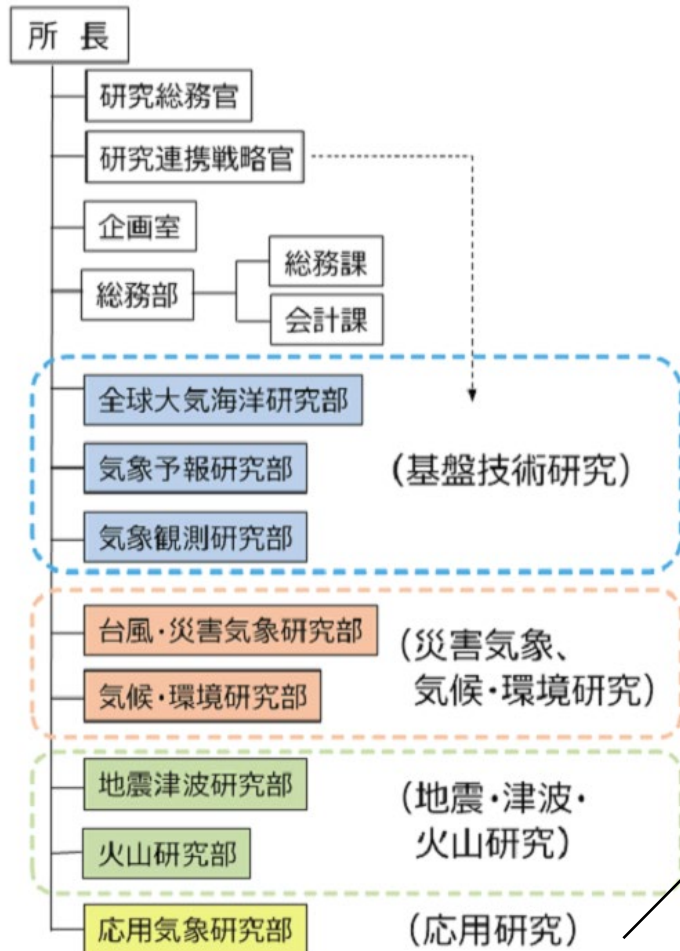
気象研究所 応用気象研究部 主任研究官 村崎万代
e-mail: kadachi@mri-jma.go.jp

気象庁 気象研究所

2



<https://www.mri-jma.go.jp>



応用気象研究部

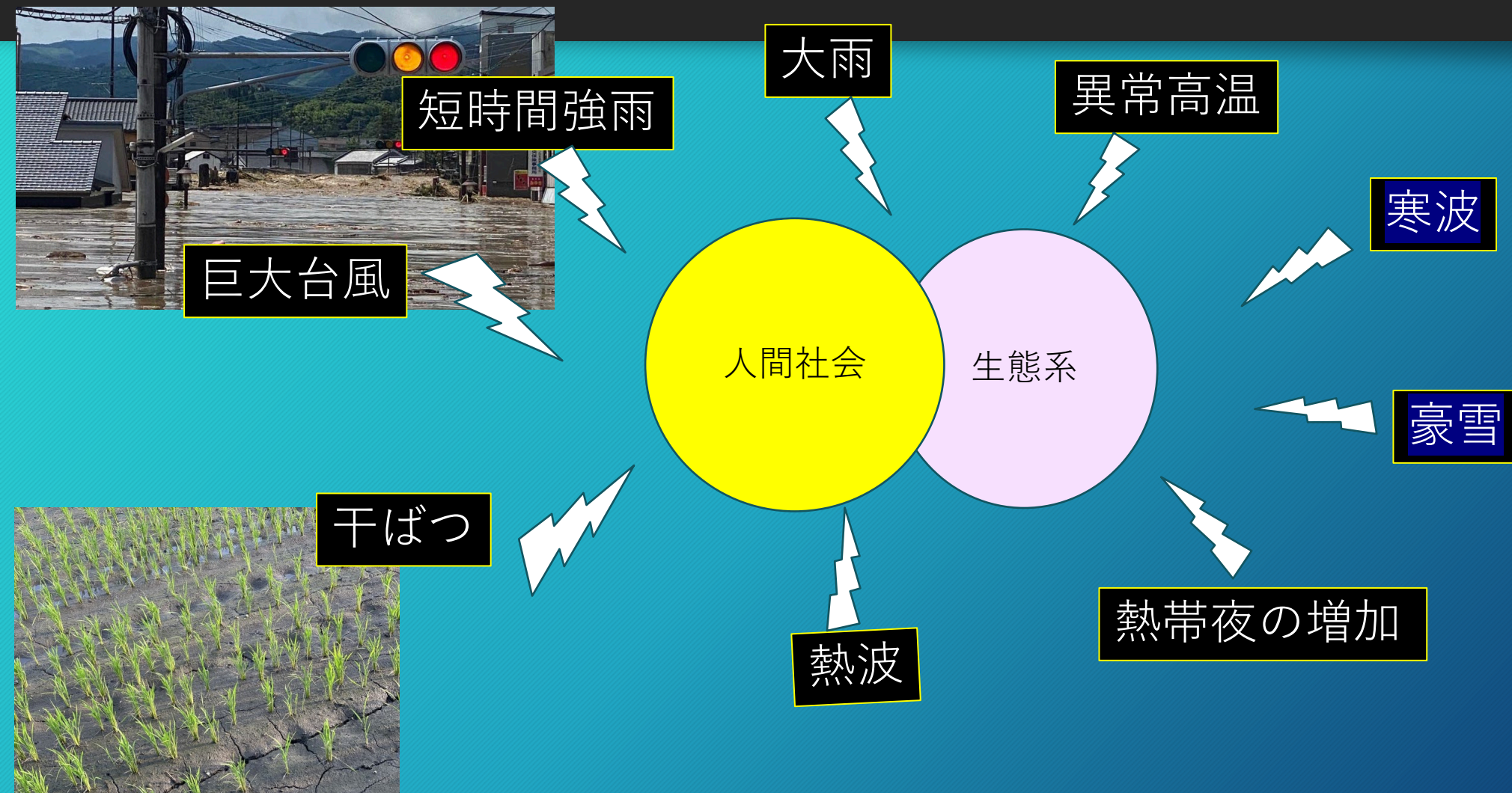
温暖化適応、災害・交通、産業気象

産業気象

利活用気象データの評価と気候リスク管理、産業別気候指標の開発

極端異常気象は世界各地で増えている

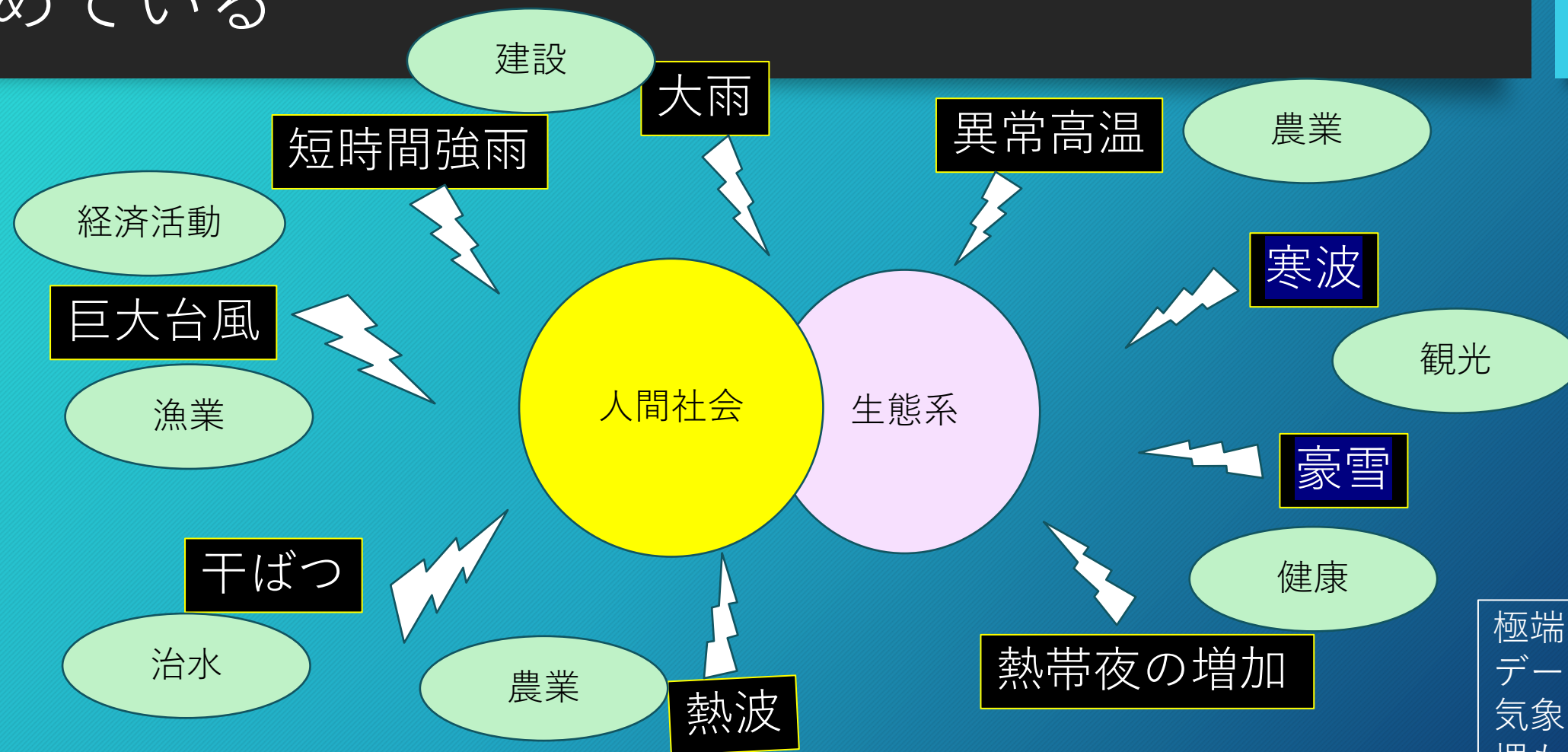
3



これらの極端現象は、人間社会だけでなく、地球上すべての生態系に影響を及ぼす

各産業分野では、極端気候に関する情報を求めている

4

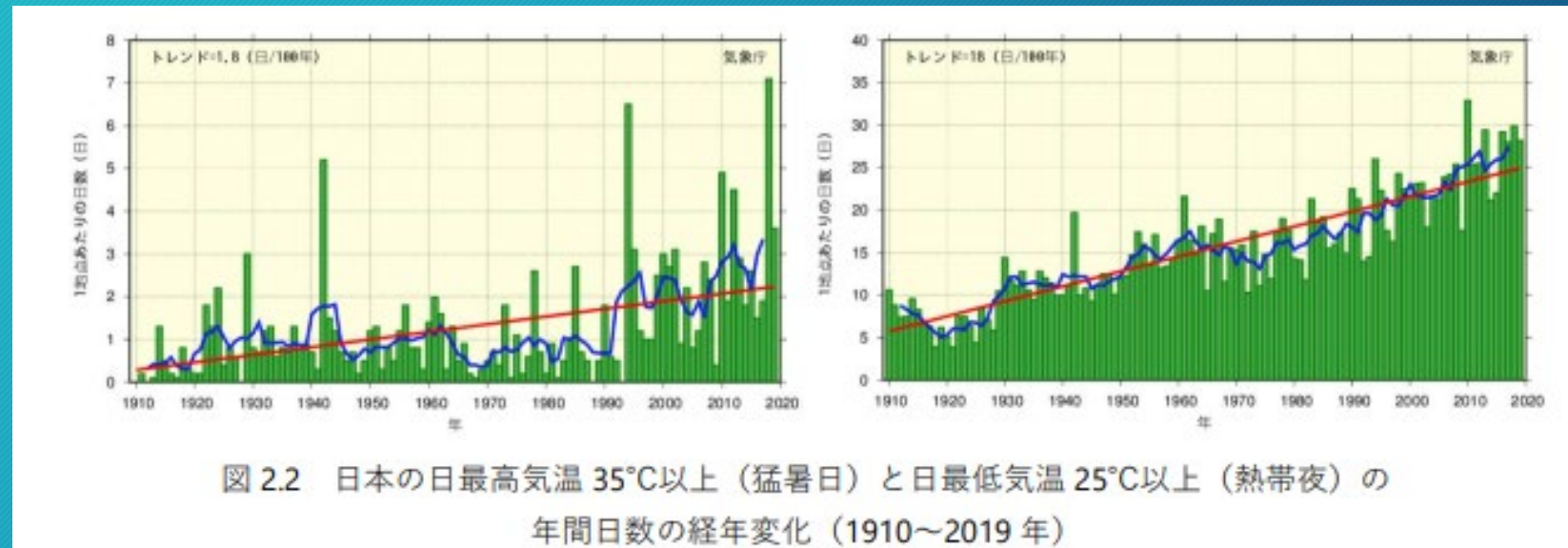


極端気候を把握するための指標を**極端気候指標**という

極端気候に関するデータは、大量の気象データの中に埋もれてしまい、抽出するのが困難

極端気候指標の例 日本気候変動2020

5



全国13地点の平均値

日本の気候2020より引用

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2020/pdf/cc2020_honpen.pdf

極端気候指標の例 各地の指標

6

ホーム > 各種データ・資料 > 地球環境・気候 > 地球温暖化 > 日本の各地域における気候の変化

日本の各地域における気候の変化

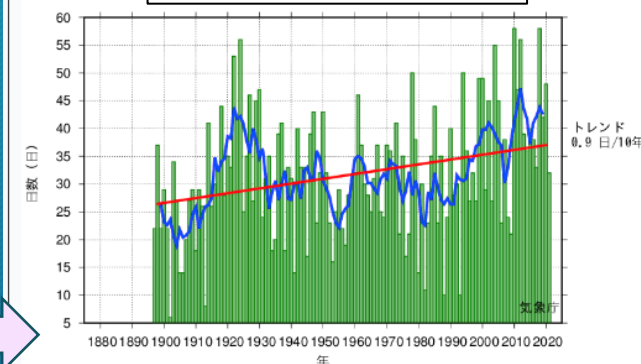
日本の各地方、各都道府県における気候の変化に関するリンク集です。
将来の気候の変化については、「[日本の気候変動2020](#)」（文部科学省・気象庁, 2020）を基にしています。ご利用にあたっては、まず「日本の気候変動2020」をご覧ください、日本付近の大まかな変化傾向をご確認いただいた上でご利用ください。

新着情報

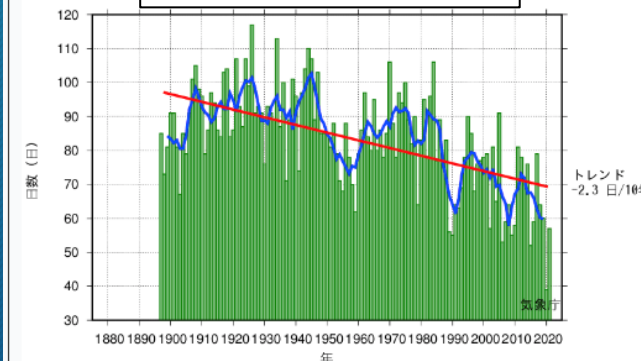
- 2022年2月～3月 各管区气象台及び沖縄气象台から、「日本の気候変動2020」に基づく、各都道府県における気候変動の観測成果・将来予測に関する情報をとりまとめたリーフレットを公表しました。

- [北海道地方](#)
- [東北地方](#)
- [関東甲信・北陸・東海地方](#)
- [近畿地方](#)
- [中国地方（山口県を除く）](#)
- [四国地方](#)
- [九州地方（山口県を含む）](#)
- [沖縄地方](#)
- [リンク先の資料の引用について](#)

水戸の年間夏日日数



水戸の年間冬日日数

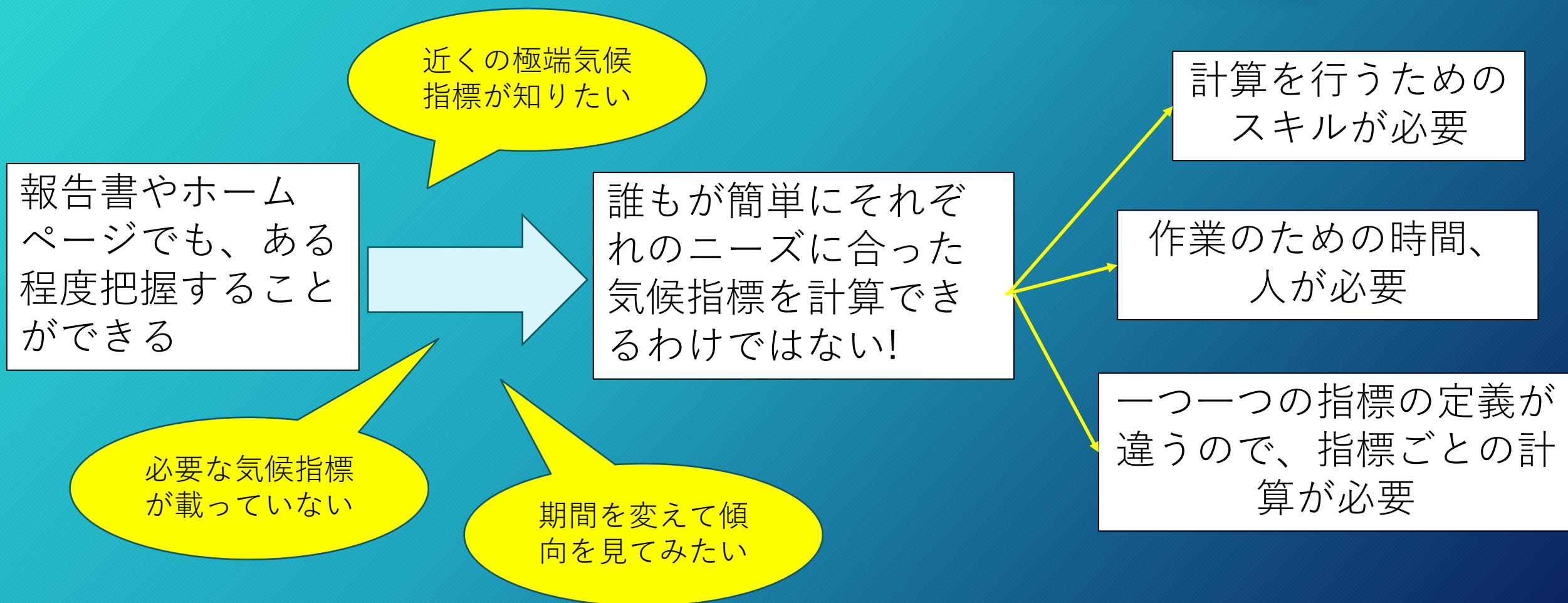


https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/gw_portal/region_climate_change.html

気象庁ホームページで見ることができる

従来の極端気候指標利用の問題点

7



極端気象の頻度の変化や傾向を把握するために

8

The Expert Team on Sector-Specific Climate Indices (ET-SCI)

The climate extremes indices calculated by Climpact have been recommended by the World Meteorological Organization's **Expert Team on Sector-Specific Climate Indices (ET-SCI)** in conjunction with sector experts.

The ET-SCI is an international team of climate scientists dedicated to improving the availability and consistency of sector-specific climate indices through the creation of software, regional workshops, research, and training materials.



2011年、WMOの分野別気候指標に関する専門家チーム(ET-SCI)では幅広い産業分野で利用可能な気候指標を選定



極端気候指標を計算するアプリケーションを開発

<https://climpact-sci.org/about/project/>

Climpact

各分野に関連する極端気候の頻度や強度、傾向、継続時間を計算できるアプリケーション

誰もが簡単に

本発表の内容

9

目的

Climpactを使って、さまざまな分野の人々が気象データの利活用を容易にできるようになることを目指す

- 生産性向上
- 温暖化適応
- SDGsの取り組み

1. Climpactとは何か

2. どのように使うのか？

3. どんなことがわかるのか？

Climpactとは？

10



Use Climpact to quickly analyse climate extremes using your own weather or climate data.

<https://climpact-sci.org/>

- ・気候の極端現象の指標を計算するアプリケーション
- ・ UNSW(The University of South Wales)が統計処理R言語を用いて開発
- ・ Linux, Windows, MacOSで利用可能。Web版もある。
- ・ 世界気象機関(WMO)分野別気候指標に関する専門家チーム(ET-SCI)が選定した指標。
- ・ 既に多くの国々で利用されており、ユーザーからのフィードバックをもとに順次改定も。ユーザーズガイドも完備。

<https://ccrc-extremes.shinyapps.io/climpact/>

Climpactを使うメリット

11

計算を行うためのプログラミングスキルが必要ない

短時間でできる

1地点計算するのに数分程度

70種類以上の指標を同時に計算できる

対象期間の変更、毎年 of 更新も簡単にできる

Climpactの残念な点

12

用意された指標以外のものを使うには、
Rの知識が必要



指標は70以上あり、
その中には簡単に
ユーザー定義できる
ものもある

フリーソフトなので、担当
者があれこれ手伝ってくれ
るわけではない。



マニュアルは丁寧で、
動画もある。特別な
知識はいらない

マニュアルは英語



インターネット翻訳
などで日本語可能

https://github.com/ARCCSS-extremes/climpact/blob/master/www/user_guide/Climpact_user_guide.md#gettinginstalling

Climpactの手順

1) 入力データを用意する

13

必要なデータ

- 日最高気温
- 日最低気温
- 日降水量

過去の気象データのダウンロードページ（気象庁HP）



時系列に並べる



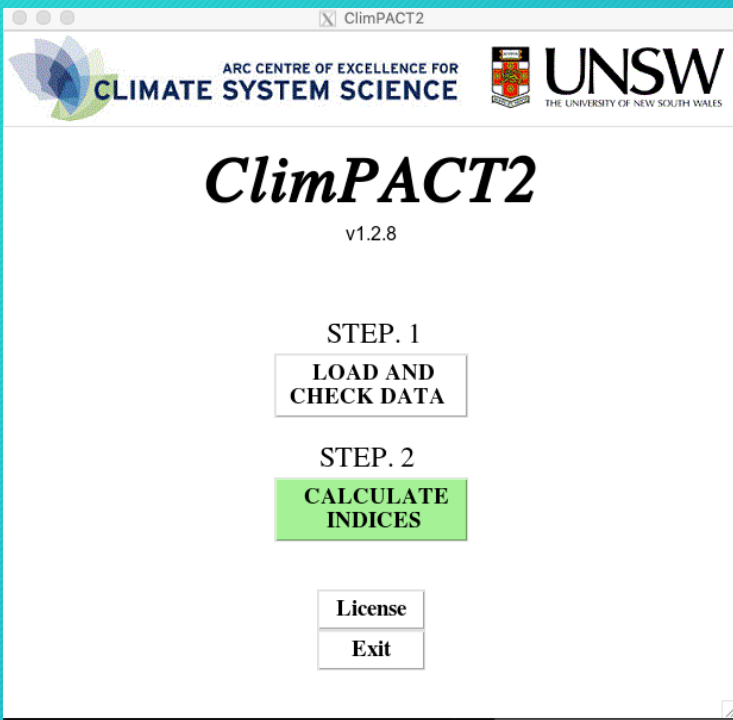
| 年 | 月 | 日 | Precip | Tmax | Tmin |
|------|---|----|--------|------|------|
| 1981 | 2 | 4 | 0 | 7.8 | 1.3 |
| 1981 | 2 | 5 | 0 | 10.1 | 1 |
| 1981 | 2 | 6 | 0 | 10 | 2.4 |
| 1981 | 2 | 7 | 0 | 8.2 | 2.2 |
| 1981 | 2 | 8 | 0 | 11.1 | 1.1 |
| 1981 | 2 | 9 | 0 | 11 | 2.4 |
| 1981 | 2 | 10 | 0 | 10.9 | 2.7 |
| 1981 | 2 | 11 | 0 | 10 | 1.5 |
| 1981 | 2 | 12 | 0 | 10 | 0.6 |
| 1981 | 2 | 13 | 0 | 12.1 | 2.6 |
| 1981 | 2 | 14 | 0 | 14.3 | 8.1 |
| 1981 | 2 | 15 | 0 | 11.2 | 7.4 |
| 1981 | 2 | 16 | 0 | 17.2 | 6.3 |
| 1981 | 2 | 17 | 26.5 | 10.7 | 1 |
| 1981 | 2 | 18 | 0 | 7.6 | 0.2 |
| 1981 | 2 | 19 | 0 | 13.3 | 3 |
| 1981 | 2 | 20 | 0 | 7.3 | 2.5 |
| 1981 | 2 | 21 | 0 | 10.6 | 2.1 |
| 1981 | 2 | 22 | 0 | 7.9 | 2.2 |
| 1981 | 2 | 23 | 7 | 7.1 | 2.1 |
| 1981 | 2 | 24 | 1.5 | 4.5 | 2.4 |
| 1981 | 2 | 25 | 0 | 6.2 | 1.1 |
| 1981 | 2 | 26 | 0 | 5.3 | -1.5 |
| 1981 | 2 | 27 | 0 | 5.2 | -3.5 |
| 1981 | 2 | 28 | 0 | 6.9 | -1.3 |
| 1981 | 3 | 1 | 0 | 8.5 | 1 |
| 1981 | 3 | 2 | 1.5 | 9.3 | 0.2 |
| 1981 | 3 | 3 | 0.5 | 9.9 | 1.1 |
| 1981 | 3 | 4 | 8.5 | 8.1 | 4.2 |

データは30年以上が望ましい。

<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>

2) Climpactを使って計算する

14



User defined parameters for Indices Calculation

User defined title for plotting: Station: #Fukuoka ?

Refer to Section 3.5 of ClimpACT2 user guide for help

| | |
|---|----|
| User defined WSDId Days | 2 |
| User defined CSDId Days | 2 |
| User defined Rxdday Days | 3 |
| User defined n for TXdTNd and TXbdTNbd | 2 |
| User defined base temperature for HDDheatn | 18 |
| User defined base temperature for CDDcoldn | 18 |
| User defined base temperature for GDDgrown | 10 |
| Count the number of days where precipitation >= nn (Rnnmm) | 30 |
| Calculate SPEI/SPI over custom months (3,6,12 done automatically) | 24 |

Custom day count index
(e.g. number of days where TX > 40, named TXgt40)

| | |
|-----------|----|
| Variable | TX |
| Operation | > |
| Threshold | 40 |

CALCULATE INDICES CANCEL

d日以上連続するとても暑い日の日数
d日以上連続するとても寒い日の日数
d日積算降水量の年最大値
d日以上連続する昼夜非常に暑い（寒い）日の日数
d°Cを基準とした建物の暖房に必要な総エネルギー
d°Cを基準とした建物の冷房に必要な総エネルギー
d°Cを基準とした動植物の生育に必要な積算温度
日降水量nnミリ以上の年間日数
干ばつ指数の基準期間

指標は必要に応じてカスタマイズできる

メニュー画面。STEP.1でデータの品質管理をし、STEP.2でユーザーが決める数値を入力した後、指標を計算。

少雨に関するもの

Climpactの出力指標と 関連する分野 その1

大雨、長雨、短時間
強雨に関するもの

標準化降水蒸発散指数
(SPEI: Standadized Precipitation-
Evaporation Index)
3、6、12か月の時間スケールの降水
量-蒸発量で表される干ばつ指標

標準化降水指数
(SPI:Standadized Precipitation
Index)
3、6、12か月の時間スケールの干ば
つの指標

| 指標 | 定義 | 健康 | 農業と 食料安 全保障 | 水資源 と食料 安全保 障 | 海岸 | 防災 | エネ ル ギー | 水産 | 林業/ 温室効 果ガス | 雪氷圏 |
|---------|----------------------------------|----|-------------------|------------------------|----|----|---------------|----|-------------------|-----|
| CDD | 最大無降水日数 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| CWD | 1mm以上の連続する雨の期間の最大日数 | | | | ✓ | | | | | |
| PRCPTOT | 日降水量1mm以上の日の年間総降水量 | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| R10mm | 大雨 (日降水量10mm以上)の日数 | | | | ✓ | | | | | |
| R20mm | 日降水量20mm以上の日数 | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| R95p | 非常に雨が多い日 (95パーセンタイル値以上) の年間総降水量 | | | | ✓ | | | | | |
| R95pTOT | 非常に雨の多い日 (95パーセンタイル値を超えた日) の総降水量 | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| R99p | 極端に雨が多い日 (99パーセンタイル値以上) の年間総降水量 | | | | ✓ | | | | | |
| R99pTOT | 極端に雨の多い日(99パーセンタイル値を超えた日)の総降水量 | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| Rnnmm | ユーザー定義の日降水量nnミリ以上の日数 | | | | ✓ | | | | | |
| RX1day | 年最大日降水量 | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| RX5day | 年最大5日間積算降水量 | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| RXdday | ユーザー定義の連続期間における最大降水量 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SDII | 降水強度指数 | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| SPEI12 | 標準化降水蒸発散指数 (12ヶ月) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPEI3 | 標準化降水蒸発散指数 (3ヶ月) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPEI6 | 標準化降水蒸発散指数 (6ヶ月) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPEId | 標準化降水蒸発散指数 (ユーザー定義) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPI12 | 標準化降水指数 (12ヶ月) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPI3 | 標準化降水指数 (3ヶ月) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPI6 | 標準化降水指数 (6ヶ月) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| SPIId | 標準化降水指数 (ユーザー定義) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |

Climpactの出力指標と
関連する分野 その2

日最低気温に関連するもの

日最高気温に関連するもの

| 指標 | 定義 | 健康 | 農業と食料安全保障 | 水資源と食料安全保障 | 海岸 | 防災 | エネルギー | 水産 | 林業/温室効果ガス | 雪氷圏 |
|---------|---------------------------------|----|-----------|------------|----|----|-------|----|-----------|-----|
| CSDI | 連続する低温日の合計日数 | ☑ | ☑ | | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ |
| CSDId | ユーザー定義の連続する低温日の合計日数 | ☑ | ☑ | | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ |
| FD | 冬日（日最低気温0°C未満）の日数 | ☑ | ☑ | | | ☑ | | | ☑ | ☑ |
| TN10p | 最低気温が非常に低い日（10パーセンタイル値以下）の日数の割合 | | | | | | ☑ | | | |
| TN90p | 最低気温が非常に高い日（90パーセンタイル値以上）の日数の割合 | | | | | | ☑ | | | |
| TNlt2 | 日最低気温2° C未満の日数 | | ☑ | | | | | | ☑ | ☑ |
| TNltm2 | 日最低気温-2° C未満の日数 | | ☑ | | | | | | ☑ | ☑ |
| tnltm20 | 日最低気温-20° C未満の日数 | | ☑ | | | ☑ | | | ☑ | ☑ |
| TNm | 日最低気温の平均値 | | | | | | | | | ☑ |
| TNn | 日最低気温の月(or年)最低値 | | ☑ | | | | ☑ | | ☑ | ☑ |
| TNx | 日最低気温の最高値 | | | | | | | | | ☑ |
| TR | 夜間の最低気温20°C以上の日数 | ☑ | ☑ | | | ☑ | | | ☑ | |
| ID | 真冬日（日最高気温0°C未満）の日数 | | ☑ | | | ☑ | | | ☑ | ☑ |
| SU | 夏日（日最高気温25°C以上）の日数 | ☑ | | | | ☑ | | | | |
| TX10p | 最高気温が非常に低い日(10パーセンタイル値以下）の日数の割合 | | | | | | ☑ | | | |
| TX90p | 最高気温が非常に高い日（90パーセンタイル値以上）の日数の割合 | | | | | | ☑ | | | |
| TX95t | 非常に高い日最高気温（95パーセンタイル値） | ☑ | ☑ | | | | | | | |
| TXge30 | 日平均気温が30°C以上の日の日数 | ☑ | ☑ | | | | | | ☑ | |
| TXge35 | 日平均気温が35°C以上の日の日数 | ☑ | ☑ | | | ☑ | ☑ | | ☑ | |
| TXgt50p | 日最高気温が平年値を超える日の割合 | ☑ | ☑ | ☑ | | | | | ☑ | |
| TXm | 日最高気温の平均値 | | | ☑ | | | | | | ☑ |
| TXn | 日最低気温の最低値 | | | | | | | | | ☑ |
| TXx | 日最高気温の月(or年)最高値 | | ☑ | | | | ☑ | | ☑ | ☑ |
| WSDI | 連続する高温日の合計日数 | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ |
| WSDId | ユーザー定義の連続する高温日の合計日数 | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ | ☑ |

Climpactの出力指標と 関連する分野 その3

CDDcoldn
冷房デグリーデー
建物の冷房に必要な1年間の
総エネルギーの指標

寒波に関連するもの

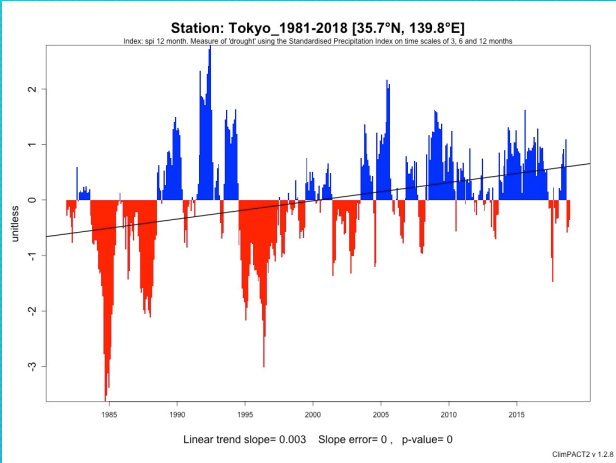
HDDheatn
暖房デグリーデー
建物の暖房に必要な1年間の
総エネルギーの指標

熱波に関連するもの

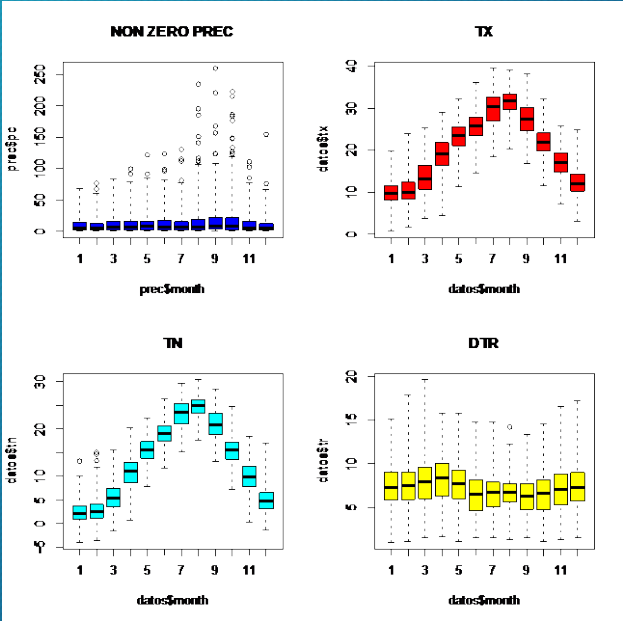
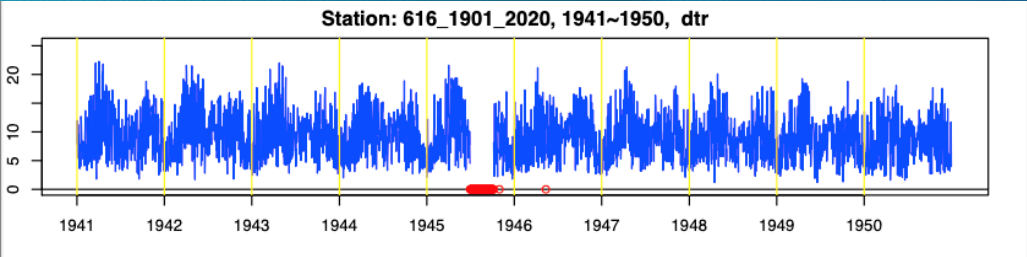
| 指標 | 定義 | 健康 | 農業と 食料安全 保障 | 水資源 と食料 安全保障 | 海岸 | 防災 | エネ ル ギー | 水産 | 林業/ 温室効 果ガス | 雪氷圏 |
|----------------------------|----------------------|----|-------------------|--------------------|----|----|---------------|----|-------------------|-----|
| CDDcoldn | 冷房デグリーデー（ユーザー指定n°C） | ✓ | | | | | ✓ | | | |
| CWA_ECF | 寒波イベントのうち一番寒い寒波の気温 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| CWD_ECF | 寒波の最大持続期間 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| CWF_ECF | 寒波イベントの総日数 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| CWM_ECF | 全ての寒波イベントの平均気温 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| CWN_ECF_ECF | 寒波イベントの回数 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| DTR | 気温の日較差の平均値 | | | | | | | | ✓ | |
| GDDgrown | 有効積算温度（基準温度n°C） | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ | |
| GSL | 植物の生育期間 | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | |
| HDDheatn | 暖房デグリーデー（ユーザー指定n°C） | ✓ | | | | | ✓ | | | |
| HWA (EHF / TX90 / TN90) | 熱波イベントのうち一番暑い熱波の気温 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| HWD (EHF / TX90 / TN90) | 熱波の最大持続期間 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| HWF (EHF / TX90 / TN90) | 熱波イベントの総日数 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| HWM (EHF / TX90 / TN90) | 全ての熱波イベントの平均気温 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| HWN (EHF / TX90 / TN90) | 熱波イベントの回数 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| TMge10 | 日平均気温が10°C以上の日の日数 | | ✓ | | | | | | ✓ | |
| TMge5 | 日平均気温が5°C以上の日の日数 | | ✓ | | | | | | ✓ | |
| TMlt10 | 日平均気温が10°C未満の日の日数 | | ✓ | | | | | | ✓ | |
| TMlt5 | 日平均気温が5°C未満の日の日数 | | ✓ | | | | | | ✓ | |
| TMm | 日平均気温の平均値 | | | ✓ | | | | | | ✓ |
| TXbdTNbd | 非常に寒い最高・最低気温がd日間続く回数 | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | |
| TXdTNd | 非常に暑い最高・最低気温がd日間続く回数 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |

Climpactの結果:5つのディレクトリに出力

- 1) plot図(pdf, jpeg形式)
- 2) 数値データ(csv形式)
- 3) 品質管理のための診断情報 (pdf, csv形式)
- 4) トレンド情報(csv形式)
- 5) 閾値情報 (95パーセンタイル値など)



| | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-----------|---------|--------|--------------|---------|--|--|--|--|
| Description: | Linear trend statistics | | | | | | | | | |
| Station: | Tokyo_1981-2018 | | | | | | | | | |
| Latitude: | 35.7 | | | | | | | | | |
| Longitude: | 139.8 | | | | | | | | | |
| ClimPACT2_version: | 1.2.8 | | | | | | | | | |
| Date_of_calculation: | 2021/5/6 | | | | | | | | | |
| Index | Frequency | StartYear | EndYear | Slope | STD_of_Slope | P_Value | | | | |
| fd | ANN | 1981 | 2018 | -0.131 | 0.1 | 0.197 | | | | |
| fd | MON | 1981 | 2018 | -0.001 | 0.001 | 0.11 | | | | |
| tnlt2 | ANN | 1981 | 2018 | -0.116 | 0.206 | 0.576 | | | | |
| tnlt2 | MON | 1981 | 2018 | -0.001 | 0.002 | 0.478 | | | | |
| tnltm2 | ANN | 1981 | 2018 | -0.021 | 0.017 | 0.241 | | | | |
| tnltm2 | MON | 1981 | 2018 | 0 | 0 | 0.174 | | | | |
| tnltm20 | ANN | 1981 | 2018 | 0 | 0 | NaN | | | | |
| tnltm20 | MON | 1981 | 2018 | 0 | 0 | NaN | | | | |
| id | ANN | 1981 | 2018 | 0 | 0 | NaN | | | | |
| id | MON | 1981 | 2018 | 0 | 0 | NaN | | | | |
| su | ANN | 1981 | 2018 | 0.872 | 0.145 | 0 | | | | |
| su | MON | 1981 | 2018 | 0.007 | 0.004 | 0.103 | | | | |
| tr | ANN | 1981 | 2018 | 0.48 | 0.16 | 0.005 | | | | |
| tr | MON | 1981 | 2018 | 0.004 | 0.004 | 0.332 | | | | |
| gsl | ANN | 1981 | 2018 | 0.673 | 0.277 | 0.02 | | | | |



品質の管理ディレクトリの中には、外れ値や、欠測、頻度分布などがある

各指標の年々変動が一目でわかる

各指標でのトレンド

Climpactで計算した指標例 (1901-2020)

19

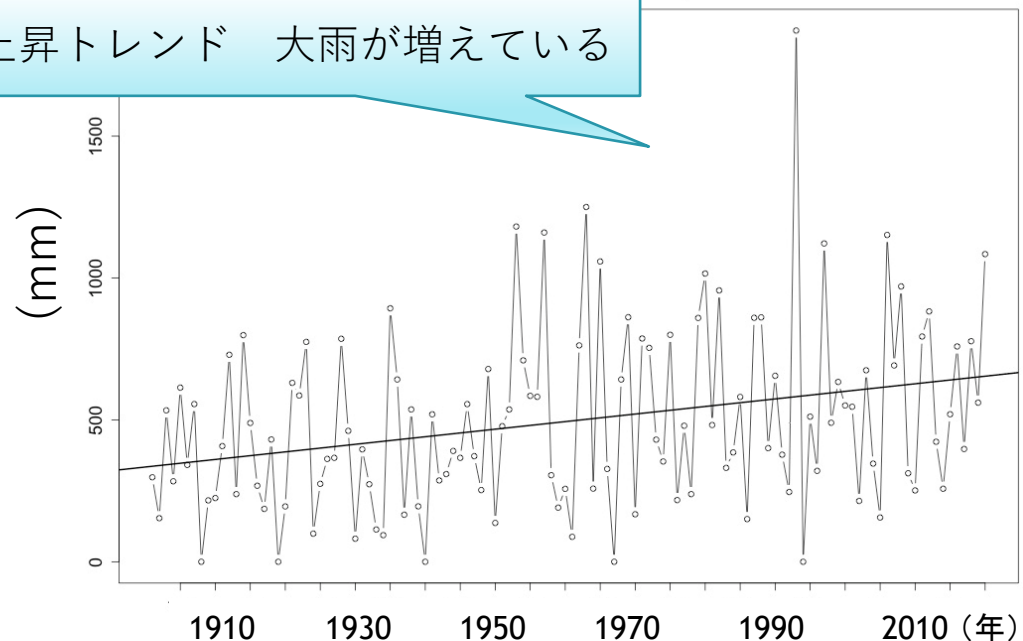
R95p (熊本)

大雨の日（日降水量が95パーセンタイル
より多い日）の年間総降水量

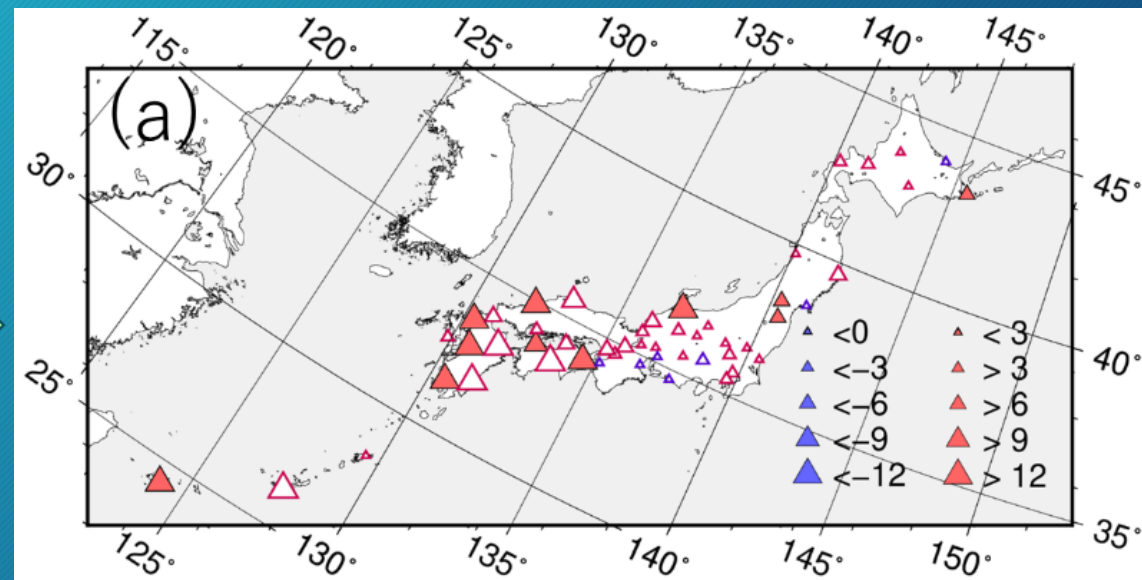
Station: 819_1901_2020 [32.81°N, 130.71°E]

Index: r95p. Annual sum of daily precipitation > 95th percentile

上昇トレンド 大雨が増えている



各気象台のR95pのトレンド (mm/10年)



注: 白抜き三角は統計的有意ではない地点
Nakaegawa and Murazaki 2022

地点データだけでなく、数値モデルの出力データで指標を計算することも可能

Climpact で計算した指標 応用例 関東（高分解能グリッドデータ）

20

GDDgrown：有効積算温度
動植物の生育に必要な環境（エネルギー）の指標。 $T_m(^{\circ}\text{C})$ を日平均気温とすると、 $(n - T_m)$ の積算値。植物の萌芽、開花等の目安となる。ここでは $n = 10^{\circ}\text{C}$ と指定

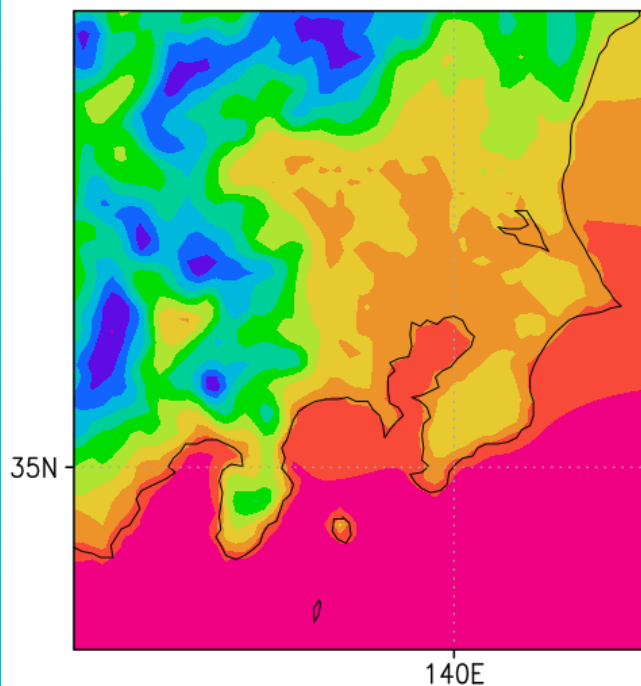
JRA-55

（長期再解析データ）

過去数十年間にわたる均質・高品質な各種物理量を含む気候データセット

地域気候モデルを用いて
地域詳細化したデータ

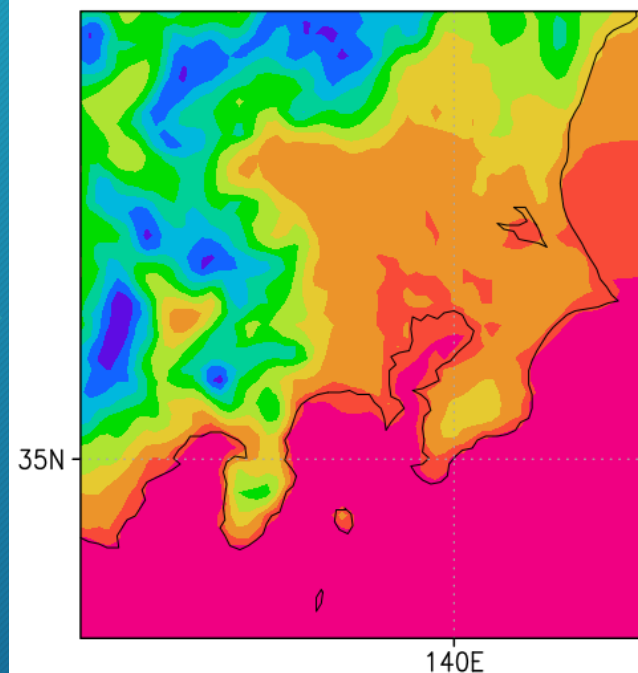
GDDGROW10 1980-1990 JRA-55DS



1980～1990平均

約30年後

GDDGROW10 2008-2018 JRA-55DS



2008～2018平均

全体的に上昇
している

Growing Degree days 10年平均 （単位： $^{\circ}\text{Cday}$ ）

基準温度 10°C の場合

まとめ

21

身近な地域での極端気象の頻度の変化や傾向を把握することは、さまざまな分野において重要。

Climpactは地域の極端気候指標を把握し、各分野の指標との関係を調査するときに変便利ツールである。

Climpactの開発は現在も続けられている。ユーザーのフィードバックでより良いものに進化することができる。ぜひ活用して欲しい。

一緒に極端気候指標の利活用研究をしてみたい方はご連絡ください。



Use Climpact to quickly analyse climate extremes using your own weather or climate data.

<https://climpact-sci.org/>

ご清聴ありがとうございました。