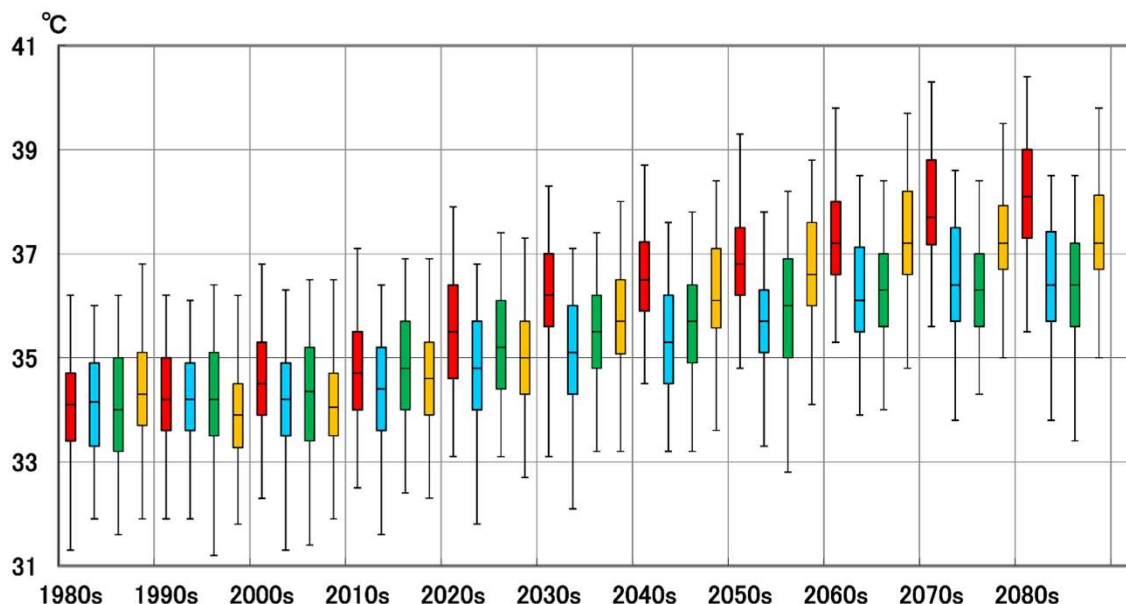


# 地域気候変動適応策評価の ための「農研機構地域気候 シナリオデータセット」の利用 標準作業手順書

-公開版-





# 目次

はじめに	1
免責事項	2
<b>I. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」</b>	<b>3</b>
1. 地域気候シナリオとは	3
(1) 気候変動の予測	3
(2) ダウンスケールとバイアス補正	3
(3) 農研機構地域気候シナリオデータセット	4
2. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」の諸元	4
(1) 気候モデルと温室効果ガス排出シナリオ	4
(2) 気象要素	4
(3) 統計的ダウンスケーリング	5
(4) バイアス補正方法	5
3. 本データセットの特徴	8
(1) 気温	8
(2) 降水量	8
(3) 日射量、地上風速、相対湿度	8
(4) 複合的指標	9
<b>II. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」を使う</b>	<b>10</b>
1. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」でできること	10
2. データセットの入手先	10
3. 本データセットの形式と対応するプログラミング言語等	10
(1) Pythonで使う	11
(2) GrADSで使う	14
(3) Fortran等で使う	15
4. 利用例	16
(1) 時系列を描く	16
(2) 空間詳細な地図を描く	17
(3) 年々変動の不確実性を評価する	19
(4) 公表資料での利用	20
5. 普及対象	20
<b>参考資料</b>	<b>21</b>
<b>担当窓口、連絡先</b>	<b>21</b>

## はじめに

「日本全国1km地域気候予測シナリオデータセット（農研機構地域気候シナリオデータセット）」は、数多くの研究分野で利用可能なように、5種類の全球気候モデル（Global Climate Model: GCM）※1 出力値を日本域で1kmメッシュに高解像度化したものであり、出力要素は日平均・日最高・日最低気温、日降水量、日積算日射量、日平均の相対湿度と地上風速の7要素を持つ、時空間詳細な地域気候変動予測情報のデータセットである。

2018年10月に公表された気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）1.5℃特別報告書※2では、地球温暖化が現在のペースで進むと、早ければ2030年にも世界平均気温は産業革命前より1.5℃上昇し、豪雨被害などの自然災害のリスクも高まる、としている。また気象庁による将来予測は、今世紀末頃の年平均気温は日本平均で4.5℃上昇するとともに、日降水量200mm以上の大雨、時間50mm以上の短時間強雨の発生回数はいずれも大きく増加し、無降水日の日数もまた全国で有意に増加するなど、いわゆる極端気象の増加も予測している。

このような気候変動に対して、適応するための対策の検討と具体化にあたっては、さまざまな分野や課題に関して、予測された将来の気候を入力した影響評価が必要である。この中で、農業分野では、日射量や地上風速、および湿度指標等、気温、降水量以外の気候要素を必要とし、また将来予測の不確実性を評価するために複数のGCM出力値に対応した気候シナリオが求められる。さらに、GCM出力値は現実の値（観測統計値）に対して誤差（バイアス）を持つこと、および一般には、日々の変動や年々の変動が小さく表現されるため、その補正が必要である。

そこで、日々・年々変動の大きさの再現性を向上させるために、平均値だけでなく分散（標準偏差）をも観測統計値に合致させるバイアス補正法（正規分布型スケーリング法）を適用した新たな気候シナリオとして、「農研機構地域気候シナリオデータセット」を開発した。このデータセットを利用することにより、気温の上昇や降水量・日射量の変化など特定の地域における将来の気候の予測値を得ることができる。さらに、この予測値を活用することにより、異常気象や気候変動に適応した農業技術の開発に役立てることができる。

## ■ 免責事項

- 本手順書で紹介された「農研機構地域気候シナリオデータセット」は、日本において複数存在する日本全国1kmメッシュ単位の将来気候シナリオの一つです。農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書に掲載された図表に基づく、将来の気候予測結果例は、主に茨城県南部地域で抽出された1メッシュにおける例であり、地域・地形等により大きく異なる可能性があることにご留意ください。

# I . 「農研機構地域気候シナリオデータセット」

## 1. 地域気候シナリオとは

### (1) 気候変動の予測

「気象」とは、「ある場所、ある時刻の気温、風、雨量などの大気の状態」を表す言葉であるのに対し、「気候」とは、「ある地域の時間的に平均的な大気の状態」を意味する。気象予報でも気候予測でも、格子点ごとに大気の物理法則を表す多数の方程式（数値モデル）を用い、細かい時間間隔ごとに連続計算していくことになる。

人間活動に伴う温室効果ガスの排出量が増加することに起因する気候変動（地球温暖化）の予測に際しては、大気中の二酸化炭素濃度などのような温暖化の主要原因となっている外部強制力を仮定し、そのもとで気温や降水量が現在に比べてどの程度変化するかを、「気候」に関する数値モデル（全球気候モデル：GCM）を用いて将来の気候の「予測」を行う。

### (2) ダウンスケールとバイアス補正

地域気候シナリオを作成するためには、将来予測のための全球気候モデルの100～300kmの粗い空間解像度を詳細化（分割）するダウンスケーリング技術と、GCM出力値と観測気候値（おおむね20年程度の平均値）との誤差（バイアス）を補正する技術（2.(4)）が必要である。ダウンスケールには、2.(3)で記す統計的ダウンスケールのほかに、対象範囲を狭めた領域気候モデルを用いる力学的ダウンスケールがあるが、本データセットは、統計的ダウンスケールにより、空間詳細化を行ったものである。

### (3) 農研機構地域気候シナリオデータセット

通常、地域気候シナリオとは、ダウンスケールとバイアス補正され、利用者が直ちに使える気候変動予測情報のことを指す。農研機構地域気候シナリオデータセット(以下、NARO2017とも称する)は、日々・年々変動の大きさの再現性を向上させるために、平均値だけでなく分散（標準偏差）をも観測統計値に合致させるバイアス補正法（正規分布型スケーリング法）を適用した新たな気候シナリオであり、従来の地域気候シナリオでは、あまり重点が置かれていなかった日射量や相対湿度等、農業気象関連要素を含むことから、特に農業における影響評価に有用なデータセットである。

## 2. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」の諸元

### (1) 気候モデルと温室効果ガス排出シナリオ

わが国で開発された2つの気候モデル、MIROC5（東京大学/国立環境研究所/海洋研究開発機構）ならびにMRI-CGCM3（気象庁気象研究所）、および世界の気候モデルの中で、過去の我が国の影響評価研究でよく用いられてきたGFDL-CM3（米国：海洋大気庁地球物理流体力学研究所）、HadGEM2-ES（英国：気象庁ハドレーセンター）、ならびにCSIRO-Mk3-6-0（豪州：連邦科学産業研究機構）の、併せて5つの全球気候モデルの出力を用いている。

温室効果ガスの代表的濃度経路（RCPs）※2は2種類、RCP2.6（温室効果ガスの削減が進む社会）およびRCP8.5（現在と同じように排出し続ける社会）に基づく気候シナリオとなっている。

### (2) 気象要素

本データセットは、5種類の全球気候モデル（GCM）※3出力値を日本域で1kmメッシュに高解像度化したものであり、出力要素は日平均・日最高・日最低気温、日降水量、日積算日射量、日平均の相対湿度と地上風速の7要素である（表1）。

表1 農研機構地域気候シナリオデータセットの諸元

ファイルフォーマット	NetCDF4(CF1.6準拠)
使用した全球モデル	MIROC5（日本：東京大学/国立環境研究所/海洋研究開発機構）、MRI-CGCM3（日本：気象庁気象研究所）、GFDL-CM3（米国：海洋大気庁地球物理流体力学研究所）、HadGEM2-ES（英国：気象庁ハドレーセンター）、CSIRO-Mk3-6-0（豪州：連邦科学産業研究機構）
温室効果ガス排出シナリオ	historical（現在気候）、RCP2.6（厳しい温室効果ガス排出削減対策を行う社会）、RCP8.5（温室効果ガス排出が続く社会）
バイアス補正手法	正規分布型スケーリング法 (Haerter et al., 2011)
計算領域と空間分解能	日本全国3次メッシュ（新座標系[JGD2000]1km）
計算期間と時間分解能	現在(1981-2005)、近未来(2006-2050)、将来(2051-2100)の日値
出力要素（ファイル名に用いる略語）	日平均気温(tas)、日最高気温(tasmax)、日最低気温(tasmin) 日降水量(pr)、日積算日射量(rsds) 日平均相対湿度(rhs)、日平均地上風速(sfcWind)

### (3) 統計的ダウンスケーリング

統計的ダウンスケーリングとは、元々の狭い意味では、気圧配置など大きな気候のシステムと気温や降水量などの統計的關係により、気象観測点のない場所の値を埋めていくものであったが、ここで用いた手法は、値を埋めたい地点の周辺にあるGCM出力（グリッド）を、その地点との距離に応じて重みを付ける、つまり埋めたい地点に近いグリッドの値の重みは大きく、遠いグリッドの値の重みは小さくして平均するという、より簡単なものである。なお現在では、このような方法も統計的ダウンスケーリングと呼ぶことが多い。

### (4) バイアス補正方法

従来、多くの気候変動影響研究分野が共通的に利用する気候シナリオは、GCM出力の期間平均値を観測平均値と合致させるバイアス補正法（平均値補正）を適用して作成する場合が多かった。しかし、一般にGCM出力値は日々の変動や年々変動が観測統計値に比べて小さいため、平均値補正のみの気候シナリオを用いた場合、その影響も過少評価されやすい問題がある。そのため、平均値に加え分散（標準偏差）を観測統計値に合致させるバイアス補正法（正規分布型スケーリング法）を適用した（図1）。

このバイアス補正の効果については、「3. 本データセットの特徴」で示すが、例えば、降水量では図3右の例にあるように、観測統計値に比べて、平均的に値が少なく、なおかつ年々の変動幅が小さいGCM出力値について、その値と変動幅が観測値に近づいたことである。

この手法は、全国で37万以上あるすべての第三次メッシュ（東西南北およそ1km四方のエリア）に適用される。その際に、GCMの出力は、各3次メッシュの周囲にある4グリッドの値を距離の逆数重み付き平均したものをを用いる。



## 農研機構シナリオ2017 (V2.7r) における補正法

### 正規分布型スケージング法 (Haerter et al., 2011)

\* (正規分布) パラメトリック型バイアス補正という場合もある。

補正後出力  $X_{GCMadj}$  はGCM出力値  $X_{GCMraw}$  を以下の式で補正したもの

\*メッシュごとに、GCM出力日値についての、ベースライン平均値  $\{X_{GCM}\}$  からの偏差に対し、観測統計値OBSとGCMの日単位の標準偏差比 =  $[\sigma(X_{OBS}) / \sigma(X_{GCM})]$  を補正係数として乗じた上で、OBSの平均値  $\langle X_{OBS} \rangle$  に加える。

$$X_{GCMadj} = [\sigma(X_{OBS}) / \sigma(X_{GCM})] * [X_{GCMraw} - \{X_{GCM}\}] + \langle X_{OBS} \rangle$$

$\sigma()$  : 基準期間における年々変動の標準偏差

$\langle \rangle$  : 基準期間における平均値

$\{ \}$  : 気温以外: 基準期間における平均値

気温: 2005年起点線形トレンドを基本とするベースライン (図2)

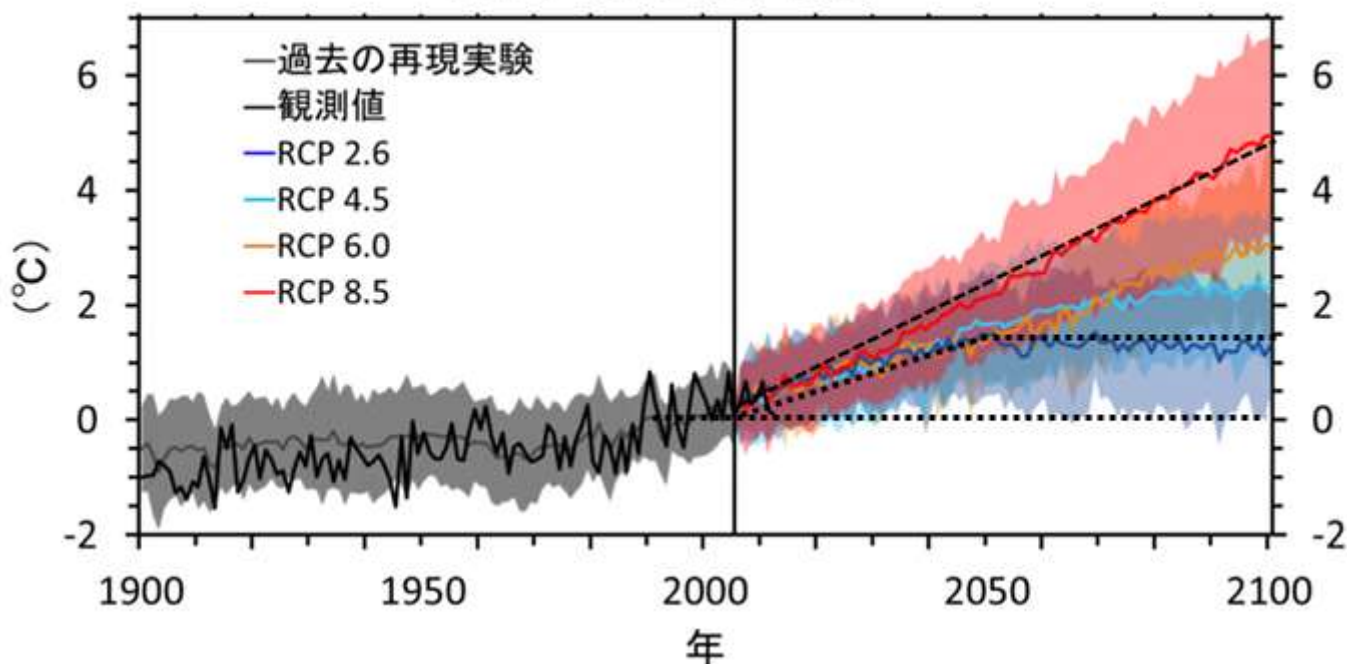
(RCP2.6: ~2050年線形トレンドでその後一定、RCP8.5: ~2100年線形トレンド)

## 図1 「農研機構シナリオ」におけるバイアス補正方法

出典: 気象庁

「異常気象レポート2014」

日本平均地上気温変化



## 図2 IPCC第5次報告書に掲載された多数の全球気候モデル(CMIP5※4)による日本の平均気温の予測結果

IPCCが定めた4つの温室効果ガス排出経路(RCP)ごとに予測のアンサンブル平均と気候モデルの違いによる予測幅を示している。IPCC(2013)を基にした気象庁(2014)について、1981-2000年平均値、およびRCP2.6とRCP8.5についての、それぞれ線形トレンドを用いたベースライン (黒点線: 図1参照) を追記した。

## 【用語解説】

※1 **全球気候モデル**：大気や海洋などの中で起こる現象を物理法則に従って定式化し、計算機によって擬似的な地球を再現する計算プログラムです。膨大な計算量が必要なため、スーパーコンピュータ（地球シミュレータ等）が使われます。日本では、東京大学／国立環境研究所／海洋研究開発機構で共同開発されたMIROC5と、気象研究所が開発したMRI-CGCM3が気候変動の予測を行っています。（出典：気候変動適応情報プラットフォームA-PLAT）

※2 **1.5℃特別報告書**：気候変動に関する政府間パネル IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）では、5～7年ごとに公表される評価報告書のほか、不定期に特別報告書、技術報告書、方法論報告書を作成・公表している。2015年12月の「パリ協定」において、いわゆる「2℃目標」のほかに「1.5℃の追及」が示されたことから、工業化以前の水準から1.5℃の地球温暖化による影響等をまとめた特別報告書が作成された。（出典：IPCC「1.5℃特別報告書」の概要、環境省2019年7月版）

※3 **代表的濃度経路（Representative Concentration Pathways: RCPs）**：人間活動に伴う温室効果ガス等の大気中の濃度の将来想定を「排出シナリオ」と呼びますが、この排出シナリオを気候モデルに入力して将来の気候変化を予測します。温室効果ガスの濃度変化には不確実性があるため、いくつかの濃度変化のパターンを想定しています。現在では、主にRCPシナリオと呼ばれる排出シナリオが、国際標準です。RCP シナリオには、RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5 があり、後ろの数値が大きいほど2100年までの温室効果ガス排出が多い、すなわち将来の気温上昇量が大きくなります。（出典：気候変動適応情報プラットフォームA-PLAT）

※4 **CMIP5**（第5期結合モデル相互比較計画：Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5）：気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）が2013～2014年に発表した第5次報告書では、世界から50以上もの全球気候モデル※2が参加しました。これらモデルの開発者らは、このCMIP5のもとに参集し、モデルの改良や結果の相互比較を進めています。

### 3. 本データセットの特徴

#### (1) 気温

バイアス補正前のGCM出力値における一定期間の昇温量を補正後も維持するバイアス補正を行っている（図3左）。これにより、本データセットにおける昇温量は5つのGCM出力値毎に、期間平均値はおおむね一致し、また年々変動の大きさは拡大されている。

#### (2) 降水量

日降水量のGCM出力値は概して、観測統計値に比べて過少傾向にあるが、本データセットは平均値に加え分散を用いた補正を行っているため、GCMでは再現しにくいとされる年最大日降水量のような強い降水量についても、観測統計値に近づくように改善されている（図3右）。

#### (3) 日射量、地上風速、相対湿度

日射量や地上風速については、バイアス補正前のGCM出力値およびバイアス補正後の本データセットの値ともに、増減の明らかな傾向（トレンド）は見られない。相対湿度については、将来にわたり減少傾向であるが、これは気温の上昇に依るところが大きく、将来の乾燥化を意味しているわけではない。

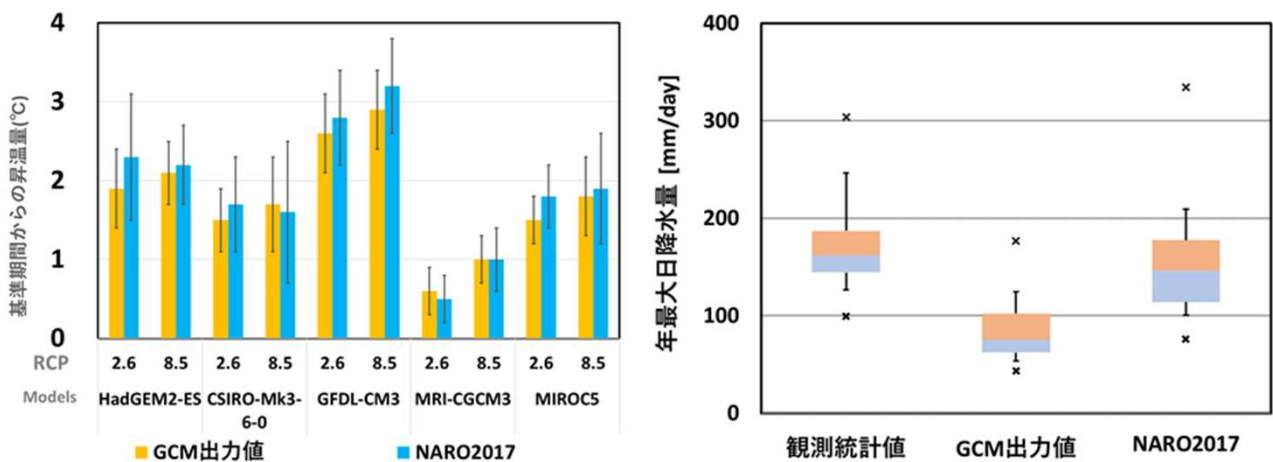


図3 「農研機構シナリオ2017」の精度評価

（左）近未来期間（2031～2050年）における年平均日最高気温の予測値を日本域で平均した、基準期間（1981～2000年）からの昇温量（°C）。（右）鹿児島における、基準期間での年最大日降水量の出現分位（パーセンタイル値）を示す箱ひげ図。

#### (4) 複合的指標

本データセットは、GCM間の出力値のばらつきや、出力値の年々変動に起因する気候シナリオの不確実性を考慮した、高解像度の影響評価に利用できる。

この将来予測値から、例えばイネの登熟期間の高温に伴う品質低下リスクに関連するヒートドース値（日平均気温の26℃からの超過分の出穂後20日間積算値、HD\_m26）の将来変化を、年々変動による不確実性を含めて評価することができる。茨城県南部地域の1メッシュの例では、本データセットの基準期間（1981～2000年）における現在気候値から計算したヒートドース値の出現分位（パーセンタイル値）が、観測統計値とほぼ一致しているが、近未来期間（2031～2050年）にはヒートドース値の中央値が基準期間よりも15～25℃・日程度と大幅に増加し、品質低下リスクが高まることがわかる。

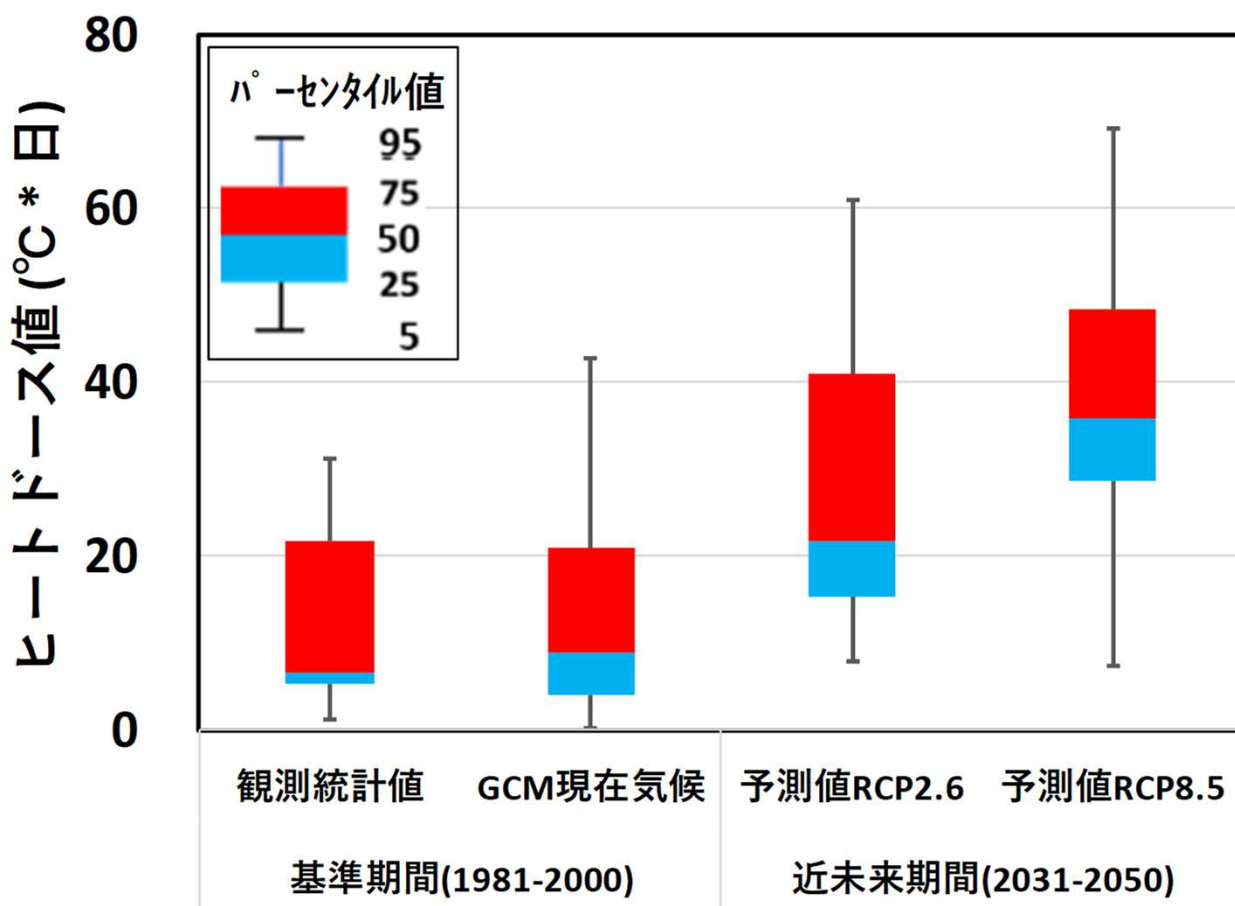


図4 茨城県南部地域におけるイネの登熟期間の高温に伴う品質低下リスク：ヒートドース値（日平均気温の26℃からの超過分の出穂後20日間積算値、HD\_m26）。

## II. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」を使う

### 1. 「農研機構地域気候シナリオデータセット」でできること

このデータセットを利用することにより、気温の上昇や降水量・日射量の変化など特定の地域における将来の気候の予測値を得ることができる。さらに、これらの予測値を活用し、異常気象や気候変動に適応した農業技術の開発に役立てることができる。

### 2. データセットの入手先

本データセットは「農研機構メッシュ農業気象データシステム」(<https://amu.rd.naro.go.jp/>) に、利用目的を明記して申請することで、利用可能である。申請者の所属や利用目的によっては、農研機構の職務作成プログラムの利用申請が必要となる。同様に、文部科学省「データ統合・解析システム」からも配信されている。(doi: 10.20783/DIAS.567)。さらに 2021年3月以降は、農研機構統合データベースおよび国立環境研究所気候変動適応センターシナリオサーバ (<https://ccca-scenarios.nies.go.jp/>) から、データツールや利用マニュアル等とセットで配信予定である。

### 3. 本データセットの形式と対応するプログラミング言語等

本データセットは、コンピュータの機種やOSに依存しないバイナリ形式の一種である NetCDF形式で作成されており、後述する「農研機構メッシュ農業気象システム」にもこの形式で搭載されている（表1）。NetCDFとは、ネットワーク共通データ形式（Network Common Data Form）の略であり、データを配列として読み書きすることができるほか、そのデータ自身に関する説明を自己で記述できるという特徴がある。NetCDF形式は、ファイル量の圧縮が可能で、特に気候学・気象学分野や海洋分野におけるデータセットの標準的なフォーマットの一つである。

NetCDF形式である本データセットは、FortranやCのような、習熟にやや時間を要する本格的なプログラミング言語だけでなく、PythonやRのようにサブルーチンが数多く公開されている比較的シンプルな言語、さらにはGrADSやGMTのようなGISソフトでも解析利用が可能である。以下に、いくつかの実例を示す。

## (1) Pythonで使う

本データセットは、「農研機構メッシュ農業気象データシステム」に搭載されており、ここではPythonによる簡単なサンプルプログラムを公開している。以下（図5）の公開用ページにアクセスし、「→メッシュ農業気象データの概要」をクリックする。なお実際にデータにアクセスする際には、18ページの6.に示すように、申請を行って利用許可を得る必要がある。



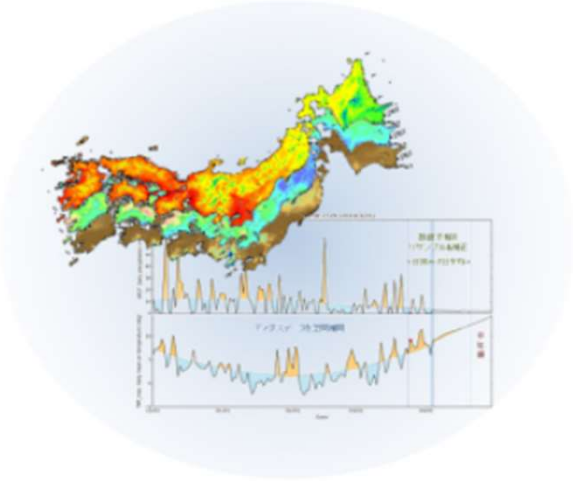
メッシュ農業気象

農研機構メッシュ農業気象データ  
公開用ページ（公開版wiki）

最近の変更

トレース: [start](#)

### 農研機構 メッシュ農業気象データシステム



メッシュ農業気象データシステム（The Agro-Meteorological Grid Square Data, NARO）は、気象情報が農業現場で有効に活用されることを目指して、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）が開発・運用する気象データサービスシステムです。全国の日別気象データを、約1km四方（基準地域メッシュ）を単位にオンデマンドで提供することができます。提供可能な気象要素は14種類で、提供可能な期間は1980年（一部2008年）1月1日から現在の1年後の12月31日までです。

[→メッシュ農業気象データの概要](#)

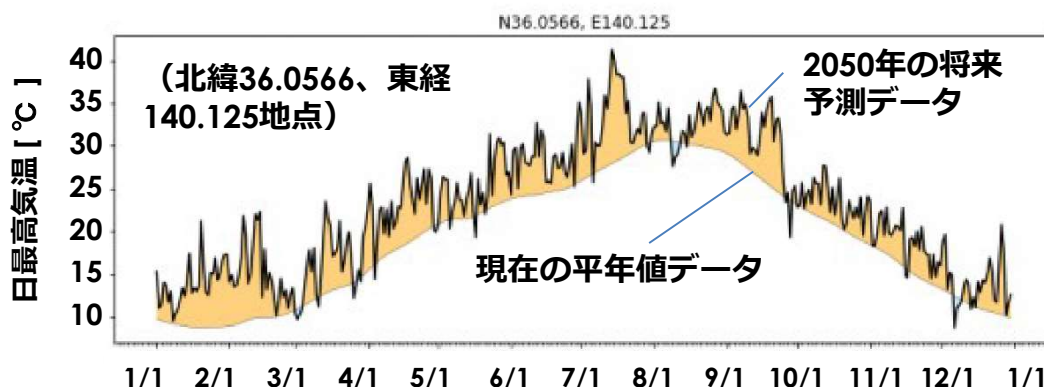
図5 「農研機構メッシュ農業気象データシステム」公開用トップページ (<https://amu.rd.naro.go.jp/>)

ページ中央部分に詳細ページへのリンクがある（図6）。「→詳細ページへ」をクリックします。

## 気候変化シナリオも搭載されています。

システムには、全球気候モデルMRI-CGCM3ならびにMIROC5を用いて、現在気候（1981～2005年）および温暖化ガス排出シナリオRCP 8.5、および、RCP 2.6に基づく将来気候予測（2006～2100年）を1kmメッシュにダウンスケーリングした気候変化シナリオデータも搭載されています。データ形式を現在気象のデータと揃えてあるので、現在気象向けに開発した解析プログラムを温暖化影響評価に有効活用することができます。下の図は、メッシュ気候変化シナリオ(MIROC5, RCP8.5)データから、茨城県つくば市の2050年における日最高気温(黒太線)を取り出し、現在の平年値(黒細線)と対比して示したものです。

[→詳細ページへ（メッシュ温暖化シナリオデータについては、こちらから！）](#)



気候シナリオデータの使用には注意が必要です。

ここでは、ユーザーがプログラムの簡単な変更でデータを取得できることを示すため、メッシュ農業気象データの持つ過去の統計値および季節予報値と重ねて示していますが、気候変化シナリオは、温暖化予測専用の全球気候モデルが、現在のカレンダーと無関係に計算しているものであり、例えば2017年10月23日に台風が日本に接近し上陸したわけでもありませんし、2017年12月現在でラニーニャ現象が発生しているわけでもありません。あくまで近い将来の気候予測値として、仮想的に生成されたデータであることに留意してご使用下さい。

なお、気候シナリオデータセットに平年値はありません。

**図6 「農研機構メッシュ農業気象データシステム」のうちメッシュ農業気象データの概要 ([https://amu.rd.naro.go.jp/wiki\\_open/doku.php?id=about](https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=about))下部にある気候シナリオの項目中段の図については、4.(1)で述べる。**

ページ下部に、サンプルプログラム（Python）へのリンクがある（図7）。このサンプルプログラムをPythonで動かした結果、図6中段および図9が得られる。

#### メッシュ温暖化シナリオデータ利用方法

温暖化シナリオデータは将来を予測したものではないので、将来の特定の年のデータを処理して得た結果には意味がありません。将来の数十年分のデータを処理し、現在条件の数十年分のデータを処理し、それらに統計処理を加えたいと比べて初めて意味のある結果を得ることができます。場合によっては、数十年分の本当の現在気象値のデータを処理した結果も比較に加える必要があります。つまり、温暖化影響を評価するには気象データを大量に処理する技術が必要です。

このため、農研機構は、このデータを取得するエクセルシートは用意しません。メッシュ温暖化シナリオデータをPythonプログラムに読み込むための関数「GetScceData」を用意しています。この関数は、メッシュ農業気象データ利用ツールAMD\_tools3に搭載されています。以下にその説明を記します。

関数名：GetScceData

概要：気候予測シナリオデータを、気象データをデータ配信サーバーまたはローカルファイルから取得する関数。

書式：

GetScceData(element, timedomain, lalodomain, model, scenam, area=None, namuni=False, url='https://amd.rd.r  
引数(必須)：

element：気象要素記号で、'TMP\_mea'などの文字列で与える

timedomain：取得するデータの時間範囲で、['2008-05-05', '2008-05-05']  
のような文字列の2要素リストで与える。特定の日のデータを  
取得するときは、二カ所に同じ日付を与える。

lalodomain：取得するデータの緯度と経度の範囲で、  
[36.0, 40.0, 130.0, 135.0]のように緯度, 緯度, 経度, 経度の順で指定する。  
特定地点のデータを取得するときは、緯度と経度にそれぞれ同じ値を与える。

model：気候モデルの記号で、'MIROC5'などの文字列で与える

scenam：排出シナリオ等の記号で、'RCP8.5'などの文字列で与える

引数(必要に応じ指定)：

namuni:True => 気象要素の正式名称と単位を取り出す。戻り値の数は2つ増えて6つになる。

False => 気象要素の正式名称を取り出さない。戻り値の数は4つ(気象値、時刻、緯度、経度)。

area:データを読み出すエリア(Area1~Area6)を指定する。省略した場合は自動的に選ばれる。

url:データファイルの場所を指定する。省略した場合はデータ配信サーバーに読みに行く。

ローカルにあるファイルを指定するときは、AreaN(N=1~6)の直上(通常は"/AMS")を指定する。

戻り値：

第1戻り値：指定した気象要素の三次元データ。[時刻、緯度、経度]の次元を持つ。

第2戻り値：切り出した気象データの時刻の並び。Pythonの時刻オブジェクトの一次元配列である。

第3戻り値：切り出した気象データの緯度の並び。実数の一次元配列である。

第4戻り値：切り出した気象データの経度の並び。実数の一次元配列である。

第5戻り値(namuni=Trueのときのみ)：気象データの正式名称。文字列である。

第6戻り値(namuni=Trueのときのみ)：気象データの単位。文字列である。

使用例：MIROC5モデルで予測したRCP8.5シナリオにおける、北緯35度、東経135度の地点の2020年~2030年の日最高気温

```
import AMD_Tools3 as AMD
model = 'MIROC5'
scenario = 'RCP8.5'
timedomain = ['2020-01-01', '2030-12-31']
lalodomain = [35.0, 35.0, 135.0, 135.0]
Tm, tim, lat, lon = AMD.GetScceData('TMP_max', timedomain, lalodomain, model, scenario)
```

サンプルプログラム

- [tcstscena.py](#)：トップページの図を作成するサンプルプログラム。

[戻る](#)

図7 「農研機構メッシュ農業気象データシステム」のうち「メッシュ温暖化シナリオデータ利用方法」のページ ([https://amu.rd.naro.go.jp/wiki\\_open/doku.php?id=py\\_scenatio](https://amu.rd.naro.go.jp/wiki_open/doku.php?id=py_scenatio))



## (2) GrADSで使う

GrADS (Grid Analysis and Display System)とは、米国の研究センターが開発した、地球科学関連データを処理・図化するためのGISソフトウェアである。基本的には、3次元の格子データの大量格子データを扱うのに適している。18-19ページには、GrADSを用いた、茨城県を含む領域の気温の昇温量のマップ化を示す。

GrADSでは、NetCDFファイルをそのまま単独で読み込むこともできるが、効率的な処理のためには以下の□内に示すような「コントロールファイル」(ctl)を併用する。このctlファイルには、緯度(XDEF)、経度(YDEF)、高度 (ZDEF:本データセットでは無関係) および時間 (tdef)の情報が示されており、4.のFortranをはじめとするプログラミング言語での読み込みの参考情報ともなる。GrADSに関する詳細は、公式サイト (<http://grads.iges.org/grads/grads.html> : 英文)もしくは東北大学等の大気物理系研究室の独自サイトを参照していただきたい。

```
DSET ^tas_day_MIROC5_rcp85_r1i1p1_%y40101-
%y41231_scale.nc
DTYPE NETCDF
OPTIONS LITTLE_ENDIAN TEMPLATE
UNPACK scale factor
XDEF 1920 LINEAR 122 0.0125
YDEF 2640 LINEAR 24 0.0083333333
ZDEF 1 LEVELS 1000
TDEF 34698 LINEAR 1 JAN2006 1DY
UNDEF -999
VARS 1
tas=>tas 0 T,Y,X tas
ENDVARS
```

### 図8 NARO2017を使うためのGrDASコントロールファイルの例

文部科学省「データ統合・解析システム」や農研機構統合データベースおよび国立環境研究所気候変動適応センター (CCCA) から配布される、本データセットのオリジナルデータ (日本一括版) のためのもの。6行目のXDEF、7行目のYDEFはそれぞれ東西方向 (X) に1920、南北方向 (Y) に2640のメッシュを持つことを示している。また9行目のTDEFは、本データセットの将来期間は2006年1月1日から34698日分 (2100年12月31日まで) あることを示している。

### (3) Fortran等で使う

Fortranは、気候学・気象学分野で古くから用いられるプログラミング言語である。Fortran90であれば、公開されているインターフェースを利用して、データセットの読み込みが可能である。詳しくは、北海道大学海洋気候物理学研究室のホームページ「NetCDF Tips」等を参照されたい。

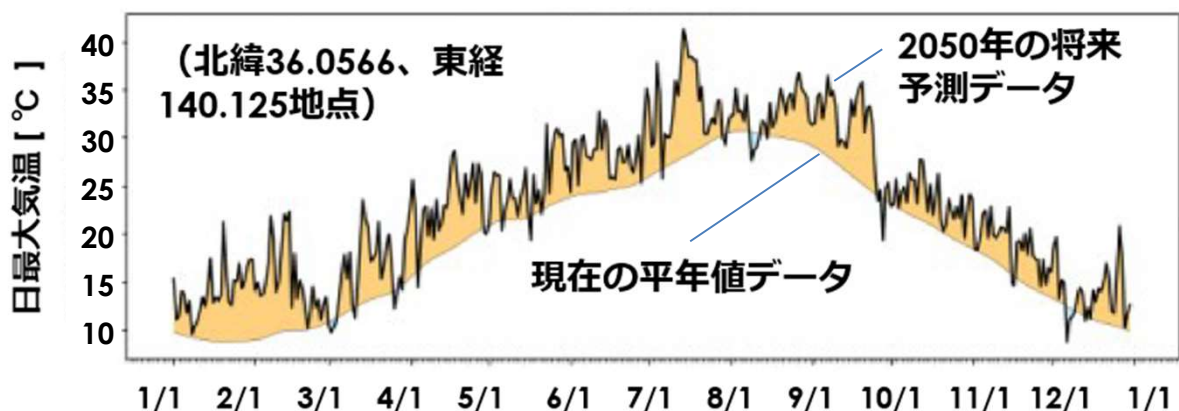
[https://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/poc/top/old/software/other/netcdf\\_tips/index.htm](https://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/poc/top/old/software/other/netcdf_tips/index.htm)

このほか、数値計算言語NCL(Numerical Computation Language)と併用することで、高速・効率的な解析が可能となる。図4や図12は、このFortranとNCLの併用により現在および将来期間、それぞれ20年づつ毎年のCO<sub>2</sub>品質低下リスク（図4）や年最大日降水量（図12）を抽出したうえで、マイクロソフト・エクセルにより箱ひげ図を作成したものである。これらのサンプルプログラムについては、巻末の「技術的な問い合わせ先」に、直接、お尋ねいただきたい。

## 4. 利用例

### (1) 時系列を描く

本データセットを用いた、最も平易な作図は、任意の地点における時系列図の作成である。図9は、1.(1)の手順により作成した任意の一地点における、温暖化後のある1年(2050年)の日最高気温データを、現在の平年値(1981-2010年)と対比させたものである。この例では、2050年には、現在の平年値よりも高温の日がほぼ毎日続くことが示されている。図7の画面からたどれるサンプルプログラムでは、対象年、対象要素、必要な地点の緯度・経度、および表示期間を書き換えることにより、同様の図を容易に作成することができる。



**図9 茨城県つくば市付近における2050年の日最高気温の1年間の～8月) 平均気温の近未来期間の気温上昇量 (°C)**

今世紀中頃の特徴的な高温年における日最高気温の予測値(黒太線)を現在の平年値(1981-2010年の平均値、細線)と対比して示す。橙色は現在の平年値からの上昇、青色は低下を表す(気候モデルはMIROC5、代表的濃度経路: 温室効果ガス排出シナリオはRCP8.5)。

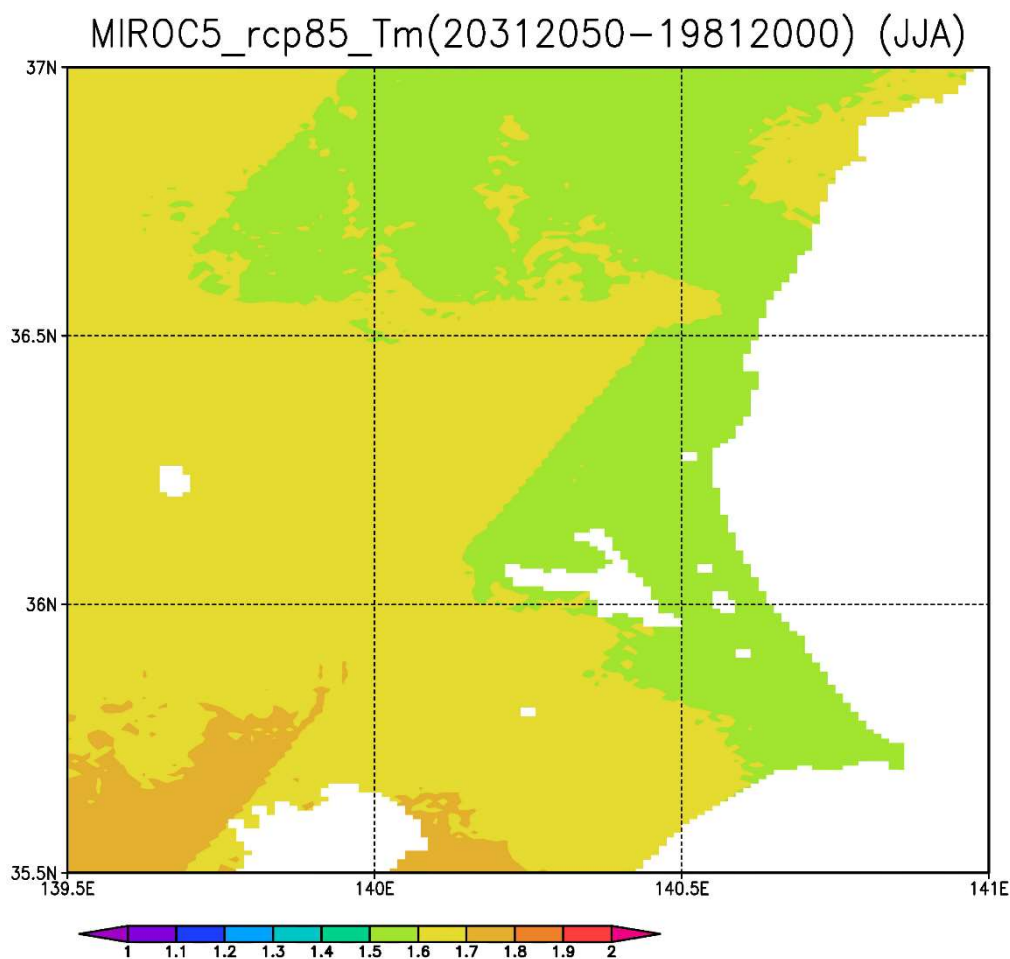
## (2) 空間詳細な地図を描く

GrADSは、地球科学関連データを主な対象としたGISであるため、空間マップを容易に描くことができる。図10は、以下に示すGrADSのスクリプトファイルを用いて、茨城県域における近未来期間の気温上昇量を示したものであり、県北部・東部と県西部での若干の相違が表現されている。ただしこれは単一の全球気候モデルによる結果であり、加えて本データセットの1km解像度は、将来予測値がすべての1 kmメッシュで正確であることを意味しないことに、留意いただきたい。

```
'open tas_mon_MIROC5_historical_r1i1p1_f1.ctl'  
'open tas_mon_MIROC5_rcp85_r1i1p1_f1.ctl'  
*  
'set lat 35.5 37'  
'set lon 139.5 141'  
'set mproj scaled'  
*  
'set t 1 12'  
'define gcm1=ave(tas.1,t+0,t=240,1yr)'  
'define gcm2=ave(tas.2,t+600,t=840,1yr)'  
'set t 1'  
'define ssnth=(gcm1(t=6)+gcm1(t=7)+gcm1(t=8))/3'  
'define ssntr=(gcm2(t=6)+gcm2(t=7)+gcm2(t=8))/3'  
*  
'set vpage 1 10 0 8.5'  
'set xlint 0.5'  
'set ylint 0.5'  
'set gxout shaded'  
'set clevs 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0'  
'd ssntr(t=1)-ssnth(t=1)'  
'draw title 'gcm'_er'_Tm(20312050-19812000) (JJA)'
```

### 図10 図11の作成に利用したGrDASでの図化のためのスクリプトファイルの例

このスクリプトファイルは、正確には、データセットのオリジナルの日単位データではなく、予め月平均データとして加工したNetCDFファイルを用いていることに留意が必要。



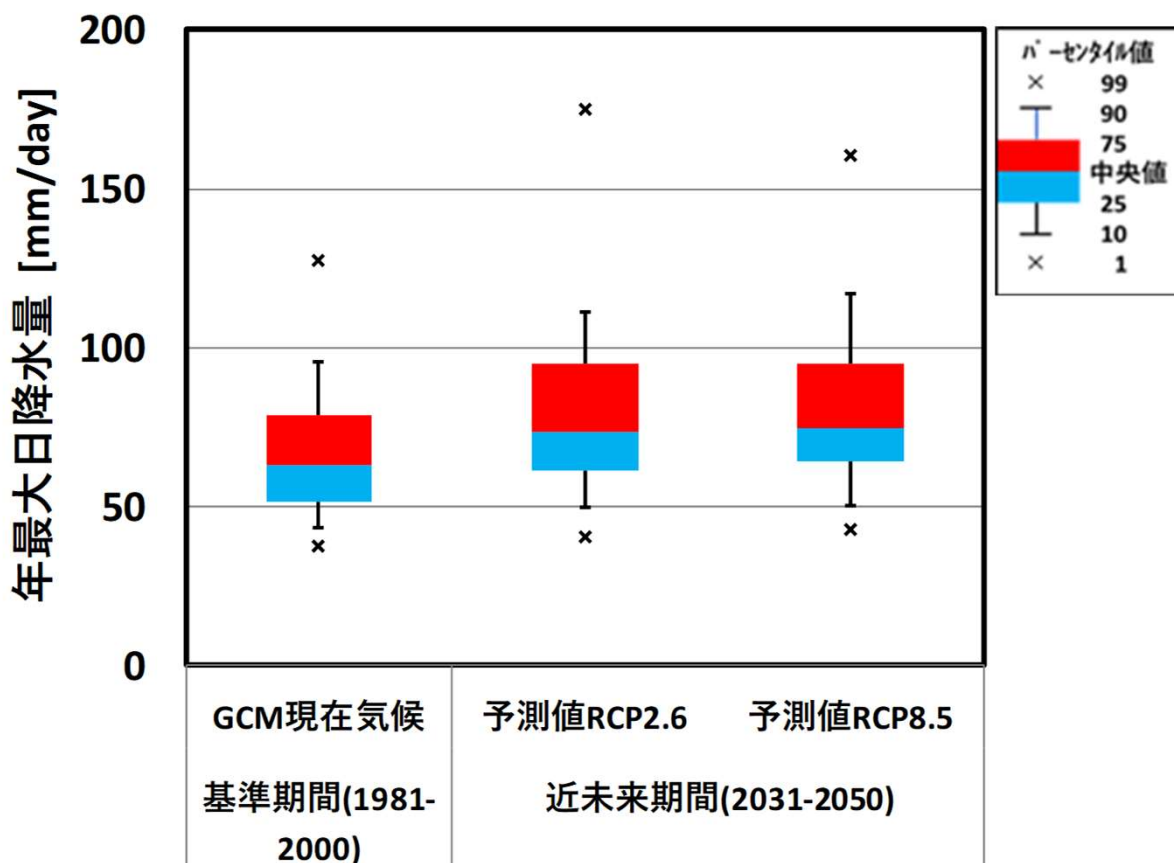
**図11 茨城県を含む領域における夏季（6～8月）平均気温の近未来期間の気温上昇量（℃）**

2031-2050年の20年平均値と、基準期間とした1981-2000年の20年平均値との差。本データセット(NARO2017)のうち単一の全球気候モデル(MIROC5)による温室効果ガス排出が多いRCP8.5シナリオに基づくもので、気温上昇量は他のものと比べて過大であることに留意が必要。

### (3) 年々変動の不確実性を評価する

本データセットは元来、全国または広域の影響評価研究用として開発したものであり、特定地域や少数地点での利用には、利用者自身で対象地点の観測値などと比較・検証する必要がある。

また、このような気候シナリオを使った影響評価の結果の利用や解釈に関しても注意が必要である。気候変動といってもそれぞれの気象要素が毎年一定の割合でトレンドのように変化するわけではなく、年々の変動が大きいいため、1～数年程度の気候シナリオメッシュ値を抽出した評価では、気候変動の影響を大きく見誤ることにつながりかねない。したがって、将来期間では20年程度を対象とし、各年の気象要素値や影響の指標、農業生産量などの影響結果などは、その出現分位（パーセンタイル値）を図に表すことができる箱ひげ図（図12）などで表現することを推奨する。



**図12 茨城県南部地域の1メッシュにおける年最大日降水量の出現分位（パーセンタイル値）を示す箱ひげ図**

本データセット（NARO2017）の5つのGCMの各20年、計100個の出力値を合わせて表示しており、近未来期間では、年最大日降水量の出現分位が基準期間に比べて大きく、強雨が増すことが予想されている。

## (4) 公表資料での利用

本データセットを利用した結果は、茨城県地域気候変動適応センターの報告書「茨城県における気候変動影響と適応策—水稻への影響—」

[https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS\\_si-cat\\_paper\\_forweb1.pdf](https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS_si-cat_paper_forweb1.pdf)

に対し、茨城県域における気温および降水量変化とその不確実性、ならびに図4に類するコメ品質低下リスクの将来変化について寄稿し、掲載された。

また、長野県の信州気候変動適応センターが公表した「長野県の気候変動とその影響」

[https://lccac-shinshu.org/wp-content/themes/lccac-s/images/hontai\\_light\\_for\\_WEB.pdf](https://lccac-shinshu.org/wp-content/themes/lccac-s/images/hontai_light_for_WEB.pdf)

では、長野県の研究者自身が、地形の複雑な県域における高解像度の将来気温予測値を示している。

## 5. 普及対象

環境省・農林水産省等「地域適応コンソーシアム事業」

<https://adaptation-platform.nies.go.jp/conso/index.html>

では、全国影響グループおよび一部の地域グループにおける、統一気候シナリオの一つとしての利用実績がある。また農林水産省「農林水産分野における地域気候変動適応推進委託事業」および環境研究総合推進費戦略的研究開発領域課題（S-18）で利用予定である。

2018年に制定・施行された気候変動適応法

<https://adaptation-platform.nies.go.jp/plan/government/index.html>

によれば、地方自治体における気候変動適応計画の策定が努力義務となっており、今後、数多くのを行う都道府県関係部局および公設試（農業試験研究や環境研究等）での利用・普及を促進したいと考えており、まずは当該部局において基礎知識のあるもの、およびそこから業務委託されるコンサルタント（企業）等での利用を念頭に置いている。より詳細なデータセット情報や利用法については、共同研究も含めた対応を検討するので、次ページの連絡窓口にお知らせ頂きたい。

## 参考資料

1. 成果情報：日本全国1km地域気候予測シナリオデータセット(農研機構地域気候シナリオ2017)（農研機構 普及成果情報 気象・環境 2019年）  
[http://www.naro.go.jp/project/results/4th\\_laboratory/niaes/2019/19\\_055.html](http://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/niaes/2019/19_055.html)
2. 農研機構（2019）「職務作成プログラム（データベース）：日本全国1km地域気候予測シナリオデータセット（機構－X08）」
3. 西森基貴・石郷岡康史・桑形恒男・滝本貴弘・遠藤伸彦(2019)：農業利用のためのSI-CAT 日本全国1km 地域気候予測シナリオデータセット（農研機構シナリオ2017）について．日本シミュレーション学会誌、38, 150-154.

## 担当窓口、連絡先

外部からの受付窓口：

農研機構 農業環境研究部門 研究推進室

[niaes\\_manual@ml.affrc.go.jp](mailto:niaes_manual@ml.affrc.go.jp)

「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。







NARO

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構