

第1章 はじめに

1.1 『日本の気候変動 2025』について

1.1.1 背景

地球温暖化に伴う気候変動¹は、気温の上昇や海面水位の上昇、大雨の頻度や強度の増加、干ばつの増加、大気中の二酸化炭素濃度増加による海洋酸性化など、世界の様々なところで進行していることが報告されている。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）²が2021年から2023年にかけて公表したIPCC第6次評価報告書では、「人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がない」と評価された。温暖化そのものは、IPCC第5次評価報告書でも「疑う余地がない」と評価されていたが、人間の影響についても「疑う余地がない」と評価されたのは今回が初めてである。また、IPCC第6次評価報告書では、大気中の温室効果ガス濃度の増加に伴い世界的な気温上昇が続いており、その影響で大雨・高温など極端な現象（以下「極端現象」と表記。）の発生頻度と強度が増加していること、今後より一層強化した対策がとられなければ影響は更に大きくなることも報告されている。

気候変動は国境を越えて社会、経済、人々の生活に影響を及ぼす問題であり、国際社会そして国内が一丸となつての取り組みが不可欠である。世界的な気候変動対策を議論する場である国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の第21回締約国会議（COP21、2015年開催）においては、「工業化以前と比べた世界全体の平均気温の上昇を2℃より十分低く保つとともに、1.5℃までに抑える努力を追求すること（以下「2℃目標」と表記。）」等を世界共通の長期目標とする「パリ協定」が採択された。これにより、全ての締約国が気候変動対策に取り組む公平かつ実効的な2020年以降の枠組みが構築された。

IPCC1.5℃特別報告書³（2018年10月公表）によると、世界平均気温の上昇を2℃ではなく、1.5℃に抑えることによって、多くの気候変動の影響を回避できることが示されている。しかしながら、IPCC第6次評価報告書によると、世界平均気温は2011～2020年に既に1.1℃まで上昇したとされている。また、近年、高温となる年が頻出する中、2023年、2024年の世界平均気温はそれまでの観測史上最高値を連続して上回った。世界気象機関（WMO）は、2024年の世界平均気温は工業化以前より1.55℃高かったと発表し、単年でのみではあるが「初めて1.5℃を超えた年」となった⁴。こうした事実を受けて、グテーレス国連事務総長は「最悪の事態を回避する時間はまだ残されているが、指導者たちは今すぐに行動を起こさねばならない」と強く訴えるなど、気候変動の影響を回避し低

1 地球温暖化に伴う気候の変化は英語で"climate change"とされ、直訳すると「気候変化」であるが、一般に「気候変動」と呼ばれる。用語集参照。

2 人為起源による気候の変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された政府間組織。詳細はIPCCのウェブサイト（<https://www.ipcc.ch/>）参照。

3 正式名称は「1.5℃の地球温暖化：気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な開発及び貧困撲滅への努力の文脈における、工業化以前の水準から1.5℃の地球温暖化による影響及び関連する地球全体での温室効果ガス（GHG）排出経路に関するIPCC特別報告書」。

4 パリ協定の下での議論の前提となる科学的根拠を提供する気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の評価報告書では、気候変動を、通常は数十年以上の長期間にわたって続く気候状態の変化と定義しており、気候変動は長期的な気温の変化をもって評価するものとされている。WMOのサウロ事務局長も「単年で1.5℃を超えたからといってパリ協定の長期気温目標を達成できなかったことにはならない」と強調している。

減するための取り組みは世界的な急務となっている。

日本は、パリ協定を締結（2016年11月）するとともに、国内では「地球温暖化対策の推進に関する法律」（いわゆる、地球温暖化対策推進法）に基づく地球温暖化対策計画を閣議決定（2016年5月策定。2021年10月、2025年2月改定。）し、温室効果ガスの削減目標を設定するなど、地球温暖化の進行を抑えるための取り組み（緩和策）を推進している。2020年10月には、菅内閣総理大臣（当時）が所信表明演説において、2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言した。加えて、2021年4月、菅内閣総理大臣（当時）が米国主催気候サミットにおいて、2050年カーボンニュートラル目標と整合的で野心的な目標として、2030年度において温室効果ガス46%削減（2013年度比）を目指すこと、更に50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明した。一方で、気候変動適応法に基づく気候変動適応計画を閣議決定（2018年11月策定。2021年10月改定、2023年5月一部変更。）し、既に顕在化、あるいは将来予測される気候変動による生命・人間社会への影響を軽減するための取り組み（適応策）も進めている。

また、地方公共団体に対しては、地球温暖化対策推進法では温室効果ガス排出量削減等のための措置に関する計画の策定が、気候変動適応法では努力義務として地域気候変動適応計画の策定が求められている。

これらの計画において、気候変動対策は科学的知見に基づいて実施することとされており、国の取り組みとして、科学的知見の継続的な集積や信頼性の高い情報の分かりやすい形での提供等が挙げられている。

1.1.2 『日本の気候変動 2025』の目的と構成

文部科学省及び気象庁は2020年12月に、気候変動適応法等に基づく国の責務として、気候変動に関する最新の自然科学的知見を総合的に取りまとめた『日本の気候変動2020 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 —』（『日本の気候変動』2020年版。以下略して『日本の気候変動2020』と表記。）を作成した。『日本の気候変動2020』は、気候変動に関する政策や取り組み等を立案・実施する国、地方公共団体及び事業者等（以下「利用者」と表記。）が、気候変動緩和・適応策や影響評価の基盤情報（エビデンス）として使えるよう、必要とされる自然科学的な知見に関する情報を提供したものである。実際、『日本の気候変動2020』は、気候変動適応法に基づき環境省がおおむね5年ごとに作成する『気候変動影響評価報告書』（本編コラム7を参照）のほか、農林水産省の「農林水産省気候変動適応計画」や国土交通省の「港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会」による「港湾における気候変動適応策の実装方針」等に活用されたり、各地方公共団体が作成した地域気候変動適応計画に参照されたりしている。

今回、文部科学省及び気象庁は、次の『気候変動影響評価報告書』が作成されるタイミングに合わせ、『日本の気候変動』の2025年版となる『日本の気候変動2025 — 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 —』（以下略して『日本の気候変動2025』と表記。）を作成した。『日本の気候変動2025』では、新たに極端現象の発生頻度に関する情報を提供する等、『日本の気候変動2020』以降の最新の知見及び成果を積極的に盛り込んだ。（『日本の気候変動2020』からの主な改善点及び評価が更新された点は、第1.5節に記載しているので参照していただきたい。） また、主要な利用者として想定している地方公共団体の担当者からの意見も踏まえ、簡潔かつ分かりやすい記述になるよう、表現についても工夫を重ねた。さらに、気候変動緩和・適応策や影響評価の基盤情報の

ほか、2050年カーボンニュートラル目標を実現し、様々な主体が経済社会システム全体の変革（GX：グリーントランスフォーメーション）を牽引していく取り組みや、顕在化する気候変動の影響をリスク・機会と認識し、企業が経営戦略に盛り込み公表していく取り組み（TCFD：気候関連財務情報開示タスクフォース）等、近年の進展している取り組みに参照されることも想定している。

『日本の気候変動2025』では、想定される様々な読者及び場面に応じて利用しやすく、かつ、効果的に活用していただけるよう、「本編」及び「詳細編」の2種類の報告書と、広報資料として「概要版」⁵及び「都道府県別リーフレット」⁶を提供することとした。「本編」は、利用者が各種施策の判断材料に利用できるよう、日本の気候変動に関する観測結果（過去～現在⁷）と将来予測（未来⁸）を簡潔に示した資料である。「詳細編」は、「本編」の各記述に関する確信度の根拠及び参考文献なども記載しており、利用者がより詳細な情報を知りたい場合に参照できる資料となっている。このため、研究者や個別の分野で対策を検討する専門家の利用も想定している。「概要版」は、勉強会や講演等でそのまま利用されること（あるいはその例となること）を想定し、「本編」の概要を簡略にプレゼンテーション形式でまとめた資料である。「都道府県別リーフレット」は、地域ごとの気候変動の観測結果及び将来予測並びにその地域特性も含めて見開きで概観いただけるリーフレットである。

1.2 詳細編（本報告書）について

1.2.1 本報告書の目的と対象

本報告書は、日本及びその周辺のみならず、世界全体における気候変動に係る観測結果（過去～現在）と将来予測（未来）を科学的観点から背景要因も含め詳しく解説しており、『日本の気候変動2025』の科学的な妥当性を担保する資料となっている。本編には詳細編の対応する項を記載しており、「本編」を読んだ利用者が、詳細な情報を知りたい場合に、辞書的に参照できる資料となっている。また、研究者や個別の分野で対策を検討する専門家の利用も想定している。

1.2.2 本報告書の構成

本報告書では、気温、降水等の要素ごとに1つの章を割り当て、観測結果、将来予測及び背景要因を解説している。各章は必要に応じて相互参照しているが、基本的には章単位で完結した内容とした。また、第3章以降の各章の冒頭では、観測結果と将来予測のポイントを箇条書きでまとめた。各章は世界と日本の節に分かれ、世界全体の気候変動については主に IPCC 第6次評価報告書に基づいて記述し（{} で囲った英数字は、参照している IPCC 評価報告書内の章・節や図表番号等を示す。）、日本及びその周辺の気候変動については気象庁及び各機関による最新の観測結果や研究成果を取りまとめた。

第2章では、気候変動に関する基本的な背景知識を紹介する。第3章では、温室効果ガス濃度、エアロゾル（「エアロゾル」とも言う。）をはじめとする大気組成に関する観測結果を示す。第4章から第7章では気温、降水等の大気に現れる変動について、第8章から第12章では海洋に現れる

⁵ https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2025/pdf/cc2025_gaiyo.pdf

⁶ https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/gw_portal/region_climate_change.html

⁷ 以降、過去から現在までの観測事実や評価結果を「観測結果」と表記する場合がある。

⁸ 将来予測と比較するために併せて実施された、過去の期間のシミュレーション結果を併記している場合がある。

変動について、第13章及び第14章では背景にある気圧配置や海流等の比較的大きなスケールで現れる変動について、それぞれ観測結果と将来予測を示す。また、付録として、気候変動の予測手法の概略や、本報告書で用いたデータ、予測モデル、確信度の評価手法の詳細などについて解説する。

1.3 利用に当たって

1.3.1 気候変動の情報の捉え方

本報告書は、日本及びその周辺のみならず、世界全体における気候変動に関する最新の科学的知見を総合的に取りまとめた資料である。しかしながら、気候変動の全てが解明されているわけではない。また、気候モデルを用いた将来予測には不確実性が必ず含まれる。以下に、気候変動に関する情報を正しく理解するために必要な背景情報を示す。本報告書を読み進める前に、ご一読いただきたい。

➤ IPCC の知見（世界の気候変動に関する情報）

IPCC は世界中の研究者の協力の下、科学誌に掲載された論文等に基づいて定期的に報告書を作成し、気候変動に関する最新の科学的知見の評価を提供している。その IPCC 評価報告書は、研究者だけでなく、IPCC に参加する国と地域⁹の政府代表が出席する IPCC 総会にて全会一致で承認・受諾されるため、世界中の政府・研究者から最も信頼される気候変動に関する知見である。

日本における気候変動は、要素（気温、降水等）によって日本の地域性の影響を大きく受けるものもあるが、その背景には世界規模での気候変動がある。日本における気候変動を理解するには、世界における気候変動を併せて理解することが重要である。

➤ 観測結果とその不確実性

気候変動には、地球温暖化に伴う長期的な変化（ここでは、抽出したい対象という観点で「シグナル」とする。）だけでなく、人間活動とは無関係に生じる数年から数十年の時間スケールでの自然変動（エルニーニョ現象など）や火山活動の影響等（ここでは、抽出したい対象ではないという観点で「ノイズ」とする。）が含まれる（詳細は第2.3節「気候変動の要因と放射強制力」参照）。気候変動を評価する際は、対象とする要素によっては、ノイズの変動量が相対的に大きく、シグナルを検出しにくい要素もある（例えば、降水など）。

しかし、シグナルを統計的に十分な信頼水準で検出できないからといって、地球温暖化の影響を受けていないことの証明にはならない。一般的には信頼水準が95%以上の場合に、「統計的に有意」とされるが、たとえ95%未満であっても、人類の生命・生活を脅かすリスクのある気候変動の長期変化傾向についてメッセージを発する意義は大きいと考え、本報告書では、観測結果に付記する統計的な信頼水準が90%以上あるものを「有意な変化」、すなわち変化していると述べることにした。なお、90%未満でも「有意な変化傾向が確認できない」の意味であり、「変化していない」とは意味が異なるので留意していただきたい。更に、統計的に「有意な変化が起きているかどうか」は重要な情報だが、気候変動の対策を立てる上では、統計的な有意性の有無がそのまま対策の必要性の有無に直結するものではない。地球温暖化の影響の中には、人間生活・生命に大きな影響を及ぼし、対策を講じるために長期間を要するものも多いためである。本報告書で

9 2025年1月現在、195の国と地域が参加。

は、統計的有意性による判断のほか、統計的に有意と言える水準に達していない場合でも、様々な視点からシグナルを評価する（世界の気候変動、観測結果と将来予測など）とともに、背景要因やメカニズムの科学的な裏付けを示している。適切な気候変動対策を検討するには、これらを考慮して総合的に判断することが必要となる。

➤ 将来予測とその不確実性

気候変動対策を検討するには、将来何が起きるのかという予測結果を知る必要がある。しかし、現実の地球を用いた実験を行うことは不可能であるため、コンピューター内に現在の気候状態を再現した「地球」を気候モデルとして構築し、将来に起こりうる温室効果ガス等の条件を与えて気候状態に生じる変化をシミュレーションする「将来予測」実験が行われる（詳細は、付録 A.1 節を参照のこと）。将来起こりうる温室効果ガス等の排出シナリオは、今後人類がどのような社会を選択するかによって左右されるため、複数の排出シナリオを用意して評価する（詳細は、コラム 3 「IPCC の排出シナリオ」を参照のこと）。

また、気候変動の将来予測には必ず不確実性が含まれる（気候モデルによる予測結果に含まれるばらつきのこと。コラム 1 「将来予測の不確実性」を参照のこと）。そのため、将来予測を把握するには、その不確実性も考慮する必要がある。本報告書では、モデルの不確実性を踏まえた予測の確からしさの情報として、確信度を併せて評価している（詳細は第 1.4.4 項「確信度」を参照のこと）。このことは、将来予測には限界があることを意味する。完全な将来予測は無いことを念頭に置き、適切な気候変動対策を検討することが重要である。

➤ 統計値により示される対象領域の広さ

観測結果及び将来予測で得られる長期間のデータは、シグナルとノイズの両方を含んだものとなる。この中からシグナルを抽出するためには、統計学的手法による処理を行う必要がある。『日本の気候変動 2025』では、大気に関する要素（気温、降水など）について、「本編」「詳細編（本報告書）」では日本全国、地域区分別で、「都道府県別リーフレット」では地点別、都道府県別、地域区分別など、いくつかの地域別に統計値を示している。海洋に関する要素（海面水温、海面水位など）については日本全国のほか、それぞれのデータ分布に応じて独自に地域区分を設定している。

日本全国で平均値等の統計処理を行うことによって、日本というある程度の広さを持った地域で平均的なシグナルを捉えることができる。一方で、より限定した地域で統計値を検討することで、その地域特有の地域性も反映したシグナルを捉えることができると考えられる。しかしながら、より限られた地域で統計処理を行うと、特に観測結果においてはデータ数が少なくなるため、一般にシグナルを検出しにくくなる。また気候モデルを用いる将来予測においては、より狭い地域の変動の再現が難しくなる（一般に気候モデルで再現できる現象のスケールは、気候モデルの水平解像度の数倍程度以上のものである）ことや、狭い地域ではシグナルに比べてノイズの影響が大きくなること等により、不確実性が大きくなる。このため、信頼できる統計結果を得るためには、ある程度の広さを持った地域で統計処理を行うことが望ましい（詳細は、付録 A.2.1 項を参照のこと）。

気候変動は、ある程度の広い空間的スケールを持つ現象である。利用者におかれては、大きな空間スケールで俯瞰的に情報を捉えていただきたい。

1.3.2 気候変動の情報の活用

気候変動対策を進める上では、科学に基づいた情報が必要不可欠である。特に、将来予測の結果は、今後の気候変動がどのようなになるかを知ることができる有力な情報である。しかしながら、これまでに述べたように、モデルによる将来予測には必ず不確実性が含まれる。地球温暖化の進行具合は、今後人類がどのような社会を選択するかにも左右される。このため、気候変動対策を進める上では、このような不確実性が含まれることに留意した上で、予測結果を利用する必要がある。

気候変動に関する諸現象の中でも、水害や土砂災害など生命に直結する現象として、降水に関する極端現象がある。IPCC 第6次評価報告書では、地球温暖化の進行に伴い、極端現象の発生頻度と強度が増加すると評価されている。極端な降水については、洪水や土砂災害をもたらす甚大な被害につながるため（コラム9「洪水への取り組み」及びコラム10「土砂災害への取り組み」を参照のこと）、その検討が非常に重要である。その検討に資するため、本報告書では、極端現象の発生頻度について確率的表現を用いて表現するよう改訂した（詳細はコラム7「極端現象の確率的表現について」を参照のこと）。防災気象情報として、本資料を用いていただきたい。

1.4 使用したデータ等の概要

1.4.1 観測データ

(1) 大気

二酸化炭素（CO₂）など大気中の温室効果ガスの世界平均濃度の解析結果は、気象庁が世界気象機関（WMO）の枠組みで運営する温室効果ガス世界資料センター（WDCGG）が収集した観測データから解析したものをを用いた。日本の大気中の温室効果ガス濃度は、気象庁が綾里、南鳥島及び与那国島の3地点で観測したデータを用いた。日本の日射・赤外放射については、気象庁の観測地点（札幌、網走、つくば、福岡、石垣島及び南鳥島）で観測したデータを用いた。国内のオゾン全量は、気象庁が札幌、つくば及び那覇の3地点で観測したデータを用いた。紅斑紫外線量はつくばで観測したデータを用いた。また、南極オゾンホールについては、米国航空宇宙局（NASA）提供の衛星データを用いた。

国外の気温¹⁰と降水に関する解析では、観測データとして、陸上の2010年以前の期間については、米国海洋大気庁（NOAA）が世界の気候変動の監視に供するために整備したデータ（GHCN: Global Historical Climatology Network）を主に用いた。使用地点数は年により異なり、300地点から4,800地点である。2011年以降の期間については、気象庁に入電した月気候気象通報（CLIMAT 報）のデータを用いた。使用地点数は2,300地点から2,600地点である。海上の気温は、気象庁が船舶やブイ等の現場観測データに基づいて作成した格子点データ（COBE-SST2: Hirahara et al., 2014）を用いた。

国内の気温、降水及び降雪・積雪に関する解析では、気象庁の観測データを用いた（図1.4.1、図1.4.2及び図1.4.3）。いずれも、気候変動に伴う変化を把握できるよう、できる限り長期にわたり均質なデータが得られる観測地点を選定した。更に平均気温の解析については、都市化による影響が比較的小さい地点に限定した。具体的な地点は各章に記載する。

大気循環は、観測データそのものではなく、気象庁の再解析データ¹¹（JRA-3Q: Kosaka et al., 2024）を用いた。

10 世界の平均気温の推定方法は目的等により複数存在し、本報告書で言及している平均気温についても、項目によって異なる推定方法を用いた値を指している。このため、以下のように表記を分けることで区別している。

- ① 「世界平均気温」（主に 4.1.1 気温-世界-観測で使用）…陸地及び海氷上の表面付近の気温と海氷のない海域の海面水温による全球平均値。IPCC (2021) では、GMST（Global mean surface temperature）と表記され、古気候、過去、及び現在の観測による推定のほとんどで使われている。
- ② 「地上平均気温」（主に 4.1.1 気温-世界-観測結果で使用）…陸上の値のみを使用した陸域の平均気温
- ③ 「世界平均地表気温」（主に 4.1.2 気温-世界-将来予測で使用）…陸域及び海域の表面付近の気温の平均値から推定した値。IPCC (2021) では、GSAT（Global surface air temperature）と表記され、一般に気候モデルによる解析に用いられる。

なお、①と③は、正負いずれかの方向に最大で10%の差異がある（確信度が高い）が、気候モデルや観測精度の問題、理論の不完全性から、③の推定には不確実性を伴うため、現時点では、両者の長期変化傾向は同一と評価されている（IPCC, 2021; Cross-Section Box TS.1）。しかし、②は陸上の値のみを使用した陸域の平均気温であり、海上の気温を考慮していないため、①や③の長期昇温率とは大きな違いがある。本報告書で②に言及する際には、陸域のみの平均気温であることを付記する。

11 様々な観測データを過去にさかのぼって解析し直して作成した、気圧、気温、風など様々な気象要素に関する、長期にわたり品質が均質なデータセット。過去・現在気候の定量的な比較や異常気象要因の分析等、様々な用途に活用されている。本報告書で用いた JRA-3Q データセットは1947年9月から現在までを対象とした気象庁第3次長期再解析データセットで、従前の JRA-55 より精緻な解析システムを用いて作成されている。また、過去観測データ拡充



図 1.4.1 気温の解析に用いた観測地点

赤塗りつぶし及び白抜き地点は、年及び季節平均気温の解析に用いた気象庁の 15 観測地点。赤塗りつぶしの地点は、日最高気温及び日最低気温の各階級別の日数の解析に用いた 13 観測地点。

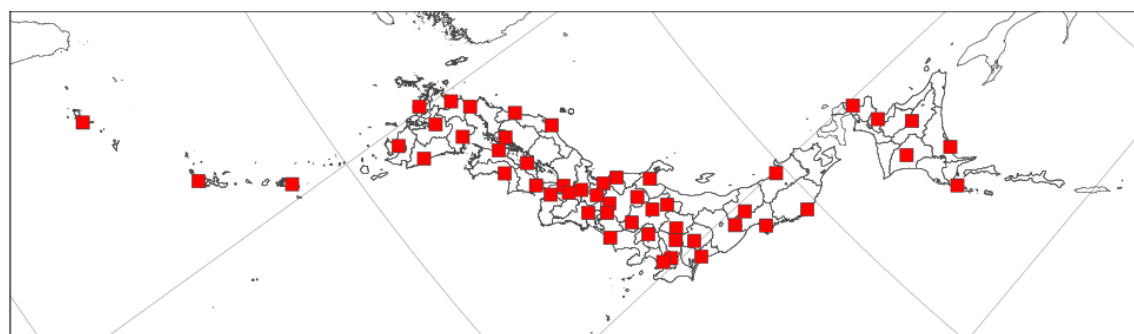


図 1.4.2 降水の解析に用いた 51 観測地点

地点名は第 5 章参照。

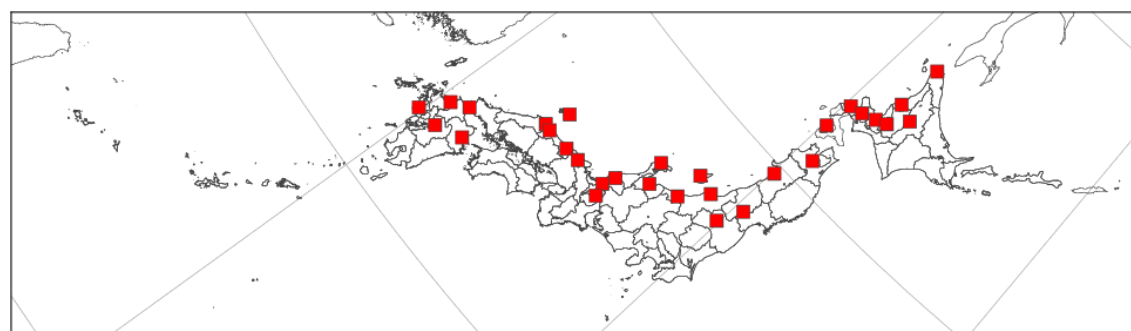


図 1.4.3 降雪・積雪の解析に用いた 30 観測地点

地点名は表 6.2.1 参照。

(2) 海洋

海面水温は COBE-SST2 (Hirahara et al., 2014) を用いた。海洋内部の水温は、過去の現場観測データから作成した水温解析データ (Ishii et al., 2017) を用いた。

日本沿岸の海面水位は、国内の検潮所のうち長期にわたり地盤変動の少ない地点 (1906～1959 年は 4 地点、1960 年以降は 16 地点) で観測されたデータに加え、国土地理院の GPS 観測装置を併設した検潮所 (2004 年以降、13 地点) で観測されたデータを用いた。

海水域面積は、人工衛星に搭載された同一の特性を持つセンサーにより 1979 年以降の長期にわたり継続して観測したデータから求めた。また、北極域の海水のうち日本に直接影響を及ぼすオホ

の成果等を活用して新たに整備した観測データを使用し、過去 3 四半世紀 (75 年) を均質かつ高精度に再解析したデータセットとなっている。

ーツク海の海氷については、気象庁が衛星画像を用いた海氷解析により求めた海氷域面積（1970 年 12 月以降）を使用したほか、北海道沿岸の気象官署における 50 年以上にわたる目視観測のデータも用いている。

海洋酸性化の指標である海水の pH の北西太平洋における情報は、気象庁の船舶観測のうち二酸化炭素濃度の観測期間が長い東経 137 度線（1983 年開始）及び 165 度線（1996 年開始）のデータを用いた。その他の海域の情報は、2010 年以降に報告された各種の観測結果を用いた。

海洋循環場のうち、日本近海における主な海流の一つである黒潮の流量及び溶存酸素量は、気象庁が実施している東経 137 度線沿いの船舶観測データから算出した。

1.4.2 将来予測シナリオ

将来の地球温暖化の進行とそれに伴う気候変動の程度は人間活動による温室効果ガスの将来の排出量によって異なる。このため、気候変動の予測は、将来の温室効果ガス排出量を仮定した複数のシナリオを用いて行われている。IPCC では、将来予測される多様な放射強制力の経路の中から代表的なものを選択し、排出シナリオが作成されている。IPCC 第 5 次評価報告書では代表的濃度経路（RCP）シナリオが、第 6 次評価報告書では共通社会経済経路（SSP）シナリオが作成された。

『日本の気候変動 2025』では、このシナリオの中から、2℃ 及び 4℃ 上昇シナリオ¹²に対応した予測結果を中心に述べる。

2℃ 上昇シナリオによる予測結果は、パリ協定の 2℃ 目標が達成された状況下における気候の予測である。一方、4℃ 上昇シナリオは、IPCC で取り上げられているうち気温上昇量が最大となるものであり、気候の変化や影響が最も大きい。両者の結果を比較することで、温室効果ガス排出シナリオの違いに起因する将来の気候の違いを考慮することができる。

世界の将来予測について、本報告書では IPCC 第 6 次評価報告書で用いられた SSP シナリオを用い、SSP1-2.6 シナリオ（持続可能：以下「2℃ 上昇シナリオ（SSP1-2.6）」と表記。）及び SSP5-8.5 シナリオ（化石燃料依存：以下「4℃ 上昇シナリオ（SSP5-8.5）」と表記。）による予測結果を中心に述べる。一方、日本の将来予測について、IPCC 第 5 次評価報告書で用いられた RCP シナリオを用い、RCP2.6 シナリオ（低位安定化シナリオ：以下「2℃ 上昇シナリオ（RCP2.6）」と表記。）及び RCP8.5 シナリオ（高位参照シナリオ：以下「4℃ 上昇シナリオ（RCP8.5）」と表記。）による予測結果を中心に述べる。日本の将来予測において、主に SSP ではなく RCP シナリオを用いる理由は、執筆時点で行われていた研究成果の多くが RCP シナリオに基づくためである。SSP 及び RCP シナリオの詳細については、コラム 3「IPCC の排出シナリオ」を参照していただきたい。

12 「2℃ 上昇」「4℃ 上昇」とは、工業化以前（1850～1900 年※）と比べた 21 世紀末におけるおおよその世界平均気温の上昇量を指すが、これは目安を表しているに過ぎず、予想される昇温量を正確に表すものではない。また、後述するように本書では「2℃ 上昇シナリオ」「4℃ 上昇シナリオ」として、IPCC 第 6 次評価報告書で用いられた SSP シナリオにおけるものと、IPCC 第 5 次評価報告書で用いられた RCP シナリオにおけるものの 2 種類を扱っているため、どちらのシナリオか判別できるようシナリオ呼称の後ろに括弧書きで明記している。なお、第 1.4.3 項（3）で説明する d4PDF は、これらのシナリオとは異なるものである。

※大規模な産業活動が始まったのは 1750 年頃であるが、IPCC では世界平均気温を近似できる相応の観測データが存在する 1850～1900 年を「工業化以前」としている。

1.4.3 日本域の将来予測データ

(1) 大気のパ測

日本の気候を対象とした将来予測は、極端現象の発生頻度・強度の予測を除き、原則として、気象庁気象研究所が開発した非静力学地域気候モデル（NHRCM: Sasaki et al., 2008）の水平解像度 2 km バージョン（NHRCM02）を用いた将来予測計算の結果（Murata et al., 2017）に基づいている。本報告書では、この予測結果を単に「本報告書の予測」と記載し、2°C 上昇シナリオ（RCP2.6）と 4°C 上昇シナリオ（RCP8.5）の 2 つのシナリオを用いた予測を行っている。なお、このデータは、文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」¹³及び「統合的気候モデル高度化研究プログラム」¹⁴において、気象庁気象研究所が開発したものであり、『気候予測データセット 2022』¹⁵に日本域気候予測データとして収録されている。

詳細編では、地域別の解析に関して、日本列島の気候特性と行政界等を考慮し、気温と降水については、北海道、東北、関東甲信、北陸、東海、近畿、中国、四国、九州北部、九州南部・奄美、沖縄の 11 地方（図 1.4.4）、降雪・積雪については、北日本日本海側、北日本太平洋側、東日本日本海側、東日本太平洋側、西日本日本海側、西日本太平洋側、沖縄・奄美（図 1.4.5）の地域ごとに結果を示す。なお、沖縄・奄美では降雪・積雪の観測事例が少ないため、結果は省略する。

以上について、詳細は付録 A.2.1 項を参照していただきたい。

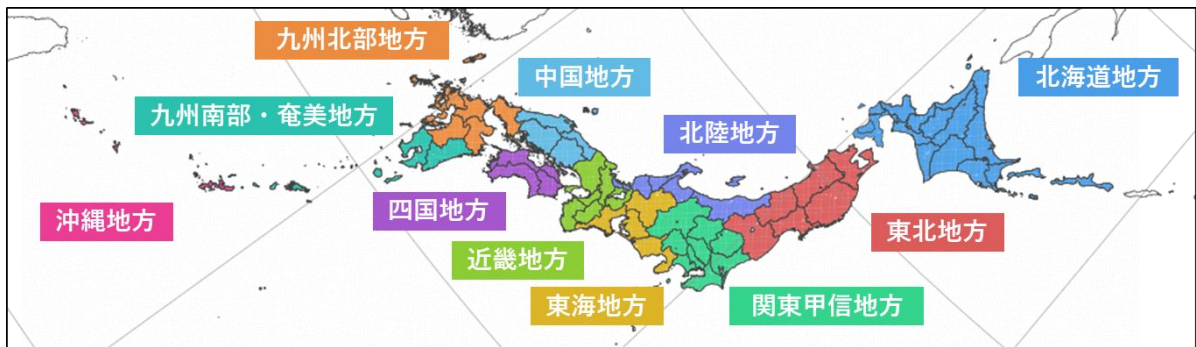


図 1.4.4 予測データの解析に用いる地域区分（気温・降水関係）

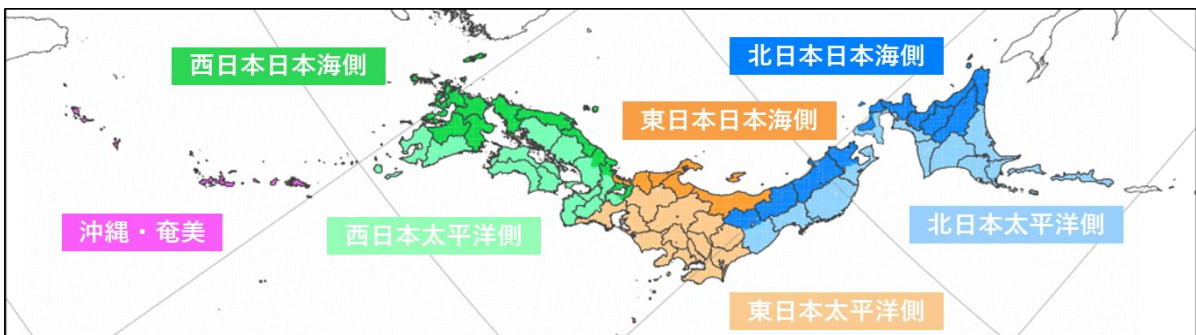


図 1.4.5 予測データの解析に用いる地域区分（降雪・積雪関係）

13 気候変動リスク情報創生プログラム <https://www.jamstec.go.jp/sousei/>

14 統合的気候モデル高度化研究プログラム <https://www.jamstec.go.jp/tougou/>

15 「気候変動に関する懇談会」（文部科学省・気象庁）の議論を踏まえ、地方公共団体や民間企業等において進められている気候変動対策を積極的に支援するために、これまで我が国で創出された気候変動への適応に資する予測データをまとめ、公開したデータセット。コラム 4 参照。

(2) 海洋の予測

日本周辺の海面水温、海面水位、海氷、海洋循環、海洋貧酸素化、海洋酸性化及び海洋生物生産を対象とした将来予測は日本域海洋予測データ（『領域海洋将来予測データセット（FORP: Future Ocean Regional Projection）version 4』の北太平洋 10 km 版データ（FORP-NP10））に基づいている。FORP version 4 は、文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」及び「気候変動予測先端研究プログラム」¹⁶の下で海洋研究開発機構と気象庁気象研究所の共同により、気象研究所において開発された海洋モデル(MRI.COM: Sakamoto et al., 2023)を用いて作成されたデータセットであり、地方公共団体等の気候変動適応策の検討に資することを目的としている。本データは『気候予測データセット 2022』に「日本域海洋予測データ」を構成するデータとしてその一部データが格納されている（コラム 4 を参照のこと）。詳細は付録 A.2.2 項 を参照していただきたい。

海洋酸性化の将来予測（経験的手法）には、結合モデル相互比較プロジェクト第 5 期（CMIP5）で行われた地球システムモデルによる予測結果に加え、長期海洋観測に基づいて作成した重回帰モデルに地球システムモデルによる将来変化を適用した結果を用いた。詳細は付録 A.2.3 項 を参照していただきたい。

(3) まれにしか起きない現象の予測

大気・海洋に限らず、まれに（例えば数十年当たり一回程度）しか起きない極端現象の発生頻度・強度の変化等の予測については、文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」の下で、多数（最大 100 メンバー）のアンサンブル実験を行い作成されたアンサンブル気候予測データベース（地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF））に基づき評価した。実験は、地球温暖化が進行し世界平均気温が工業化以前と比べて 1.5°C、2°C、4°C 上昇した世界に対応するシミュレーションとして 1.5°C 上昇実験、2°C 上昇実験、4°C 上昇実験の 3 種類が行われ、温室効果ガス濃度等の外部強制因子は 1.5°C 上昇実験では 4°C 上昇シナリオの 2030 年の値、2°C 上昇実験では 4°C 上昇シナリオの 2040 年の値、4°C 上昇実験では 4°C 上昇シナリオの 2090 年の値が与えられている。外部強制力が時間変化しない点が本報告書の予測と異なるものの、2°C 上昇実験及び 4°C 上昇実験は、それぞれ 2°C 上昇シナリオと 4°C 上昇シナリオの予測に対応する。詳細は付録 A.2.4 項を参照していただきたい。

1.4.4 確信度

気候予測モデルを用いて行われる将来予測の結果は必ず不確実性（本報告書では、将来予測シナリオや気候モデルによる予測結果の幅のことを指す。詳細はコラム 1「将来予測の不確実性」を参照のこと。）を伴うため、利用に当たっては、確信度に関する情報（予測がどの程度確からしいか）も重要である。

一般に、複数の異なる気候予測モデルの結果を用いることや、同じ気候予測モデルでも条件を変えて計算した複数の結果を用いることで、不確実性が見積もられている。本報告書では、IPCC 第 6 次評価報告書などの評価手法を参考に、高中低の 3 段階で確信度を評価した（付録 C で解説）。本報告書に記載している確信度のうち、斜体で表記しているものは IPCC による評価、下線を付しているものは本報告書による独自の評価である。

16 気候変動予測先端研究プログラム <https://www.jamstec.go.jp/sentan/>

1.5 その他

1.5.1 『日本の気候変動 2020』からの主な改善点

本報告書において、『日本の気候変動 2020』から改善した主な点は次のとおり。

- IPCC 第6次評価報告書等、最新の科学的知見及び成果を反映。
 - ◇ 『日本の気候変動 2020』以後に公開された IPCC 第6次評価報告書をはじめ、新たに公表された論文等の文献から収集した最新情報を掲載。
 - ◇ 『日本の気候変動 2020』では IPCC 第5次評価報告書で用いられた代表的濃度経路（RCP）シナリオに基づいた評価を行っていたが、『日本の気候変動 2025』では IPCC 第6次評価報告書で用いられた共通社会経済経路（SSP）シナリオに基づいた評価を可能な限り行った。
- 観測結果では、可能な限り最新の期間（～2024 年）までデータを延長。
- 将来予測では、最新の気候モデルを用いた結果を使用。
 - ◇ 日本域における大気の予測では、使用したモデルについて、水平解像度が 5 km から 2 km に向上したほか、都市化による影響を含めることができる都市モデルが新たに導入されるなど、様々な改良が加えられた（いずれも、『気候予測データセット 2022』（コラム 4 参照）に収録）。これにより、地域的な再現性等も向上したと考えられる。
 - ◇ 日本域における海洋の予測では、使用した予測データを『SI-CAT 海洋データセット』から、海洋炭素循環及び海洋生態系の予測情報が含まれている『日本域海洋予測データ』（『気候予測データセット 2022』に収録）に変更した。これにより、海洋酸性化等において、モデルを用いた日本近海の将来予測の評価が海洋の水温や流れなどの物理環境と整合的な形で可能となった。
- 極端現象の将来予測に関する情報を新たに掲載。
 - ◇ 100 年当たり一回等の頻度で生じるような発生頻度が低い極端現象が、地球温暖化の進行に伴いどのように変化するかについて、確率的表現（コラム 7 参照）を用いて評価した。
- 過去、現在及び未来までの気候変動を連続的に理解できるように、過去～現在～未来を一連とした情報を新たに掲載（本編第2章参照）。

1.5.2 『日本の気候変動 2020』から評価等が更新された点

本報告書において、『日本の気候変動 2020』における解析結果や評価から更新があった点は表 1.5.1 のとおり。これらの更新は主に、近年の解析・研究結果の蓄積や、IPCC 評価報告書における評価の更新によるものである。

表 1.5.1 『日本の気候変動 2020』から評価等が更新された点

章	節	更新点
4. 気温	観測結果	世界の極端な高温（熱波を含む）について、頻度だけでなく強度が増加したことにも言及。極端な低温の頻度と強度が低下していることにも言及。また、これらが主に人為起源の気候変動によるものであることは「確信度が高い」と記載。
	将来予測	100 年当たり一回等の低頻度で生じるような極端な高温の頻度や強度が増加することや、その増加率の定量的な評価を追加。
5. 降水	観測結果	強い雨ほど発生頻度の増加率が高く、一定の強さ以上の雨では 1980 年頃と比較しておおむね 2 倍程度に増加していることを追加。
	将来予測	最新モデルの利用により、1 時間降水量 50mm 程度までの雨の頻度に見られていた過少傾向や、沖縄付近の 2℃ 上昇シナリオ（RCP2.6）より 4℃ 上昇シナリオ（RCP8.5）の変化量の方が小さい傾向が解消。100 年当たり一回等の低頻度で生じるような極端な大雨の頻度や強度が増加することや、その増加率の定量的な評価を追加。
6. 降雪・積雪	将来予測	極端な大雪時の降雪量が増加する可能性の確信度を「低い」から「中程度」に更新。
7. 熱帯低気圧	観測結果	強い熱帯低気圧の発生数について、IPCC 第 6 次評価報告書と同様の手法で気象庁のデータを解析した結果、及び、より時間的均一性が高い気象庁のデータセットを用いた結果を記載（詳細編）。
	将来予測	世界全体の個々の熱帯低気圧に伴う降水の増加の確信度を「高から中程度」から「高い」に更新。
9. 海面水位	将来予測	世界平均海面水位が 21 世紀中上昇し続けることを「可能性が非常に高い」から「ほぼ確実」に更新。
10. 海氷	将来予測	「21 世紀末までには夏季に北極海の海氷がほぼなくなる予測」を追加。
11. 高潮・高波	観測結果	地球温暖化による平均海面水位上昇、高潮及び強雨による河川水流入の組み合わせにより、氾濫の可能性が高くなる（確信度が高い）こと、長期的な変化と短期的な変化を併せて評価することが重要であることを追加。
	将来予測	北西太平洋の高波について、極端な高波の波高が高くなる予測（確信度は低い）を追加。
12. 海洋酸性化	観測結果	日本周辺海域でも海洋酸性化が進行していることを追加。
	将来予測	日本周辺海域でも世界平均と同程度に海洋酸性化が進行するという予測結果を追加。
14. 海洋循環	観測結果	日本南方海域の貧酸素化（溶存酸素量減少）について追加（詳細編）。

1.5.3 図やデータの引用について

本報告書中の文章及び図表については、別の資料からの引用であるものを除き、出典を明記した上で、自由に複製、公衆送信、翻訳・変形等を行うことができる（詳細は巻末の「本報告書からの利用等について」参照）。

また、図やデータの電子ファイルは、可能な限り以下の『日本の気候変動 2025 素材集』で公開している。利用方法は当該ページを参照のこと。

『日本の気候変動 2025 素材集』：

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/cj/2025/sozai/sozai_index.html

なお、最新の観測データについては、『気候変動監視レポート』（気象庁ホームページ）を参照のこと。

気候変動監視レポート：<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/index.html>

1.5.4 参考資料

本報告書では、日本及びその周辺の気候変動に関する自然科学的根拠を主に取りまとめている。しかし、気候変動対策を進める上では、世界における気候変動のほか、気候変動による影響評価等の情報も含めて検討することが有効である。これらの詳細については、以下に示す各資料を参照していただきたい。

- IPCC 第6次評価報告書（気象庁ホームページへリンク）：
<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html>
 - 第1作業部会報告書政策決定者向け要約（SPM）等を和訳したもの。
 - ◇ 政策決定者向け要約（SPM）暫定訳（文部科学省及び気象庁）：
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WGI_SPM_JP.pdf
- IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書（自然科学的根拠）解説資料（文部科学省ウェブページへリンク）：
https://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/kankyouene/mext_02470.html
 - 文部科学省と気象庁がまとめた解説資料（文部科学省及び気象庁）。
 - ◇ 一般向け解説資料（基礎編）：
https://www.mext.go.jp/content/20230531-mxt_kankyoku-100000543_9.pdf
 - ◇ 初心者向け解説資料（導入編）：
https://www.mext.go.jp/content/20230531-mxt_kankyoku-100000543_10.pdf
- 気候変動影響評価報告書（環境省ウェブページへリンク）：
https://www.env.go.jp/earth/earth/tekiou/page_00003.html
 - 気候変動適応法に基づき環境省がおおむね5年ごとに作成する報告書。日本国内における農業・林業・水産業、水環境・水資源、自然生態系、自然災害・沿岸域、健康、産業・経済活動、国民生活・都市生活の各分野で予測される気候変動の影響について記載されている。
 - 本編コラム7「気候変動適応法及び気候変動影響評価報告書について」も参照のこと。

謝辞

本報告書は、文部科学省及び気象庁が 2018 年度より運営している「気候変動に関する懇談会」及び同懇談会下の「評価検討部会」における議論を踏まえ、同懇談会・部会の委員をはじめとする有識者の協力を得て作成した。執筆にご協力いただいた有識者は、巻末の執筆者・執筆協力者一覧に記載した。