

日本における気候変動による影響の評価に関する報告と
今後の課題について（意見具申）

平成 27 年 3 月
中央環境審議会

1. 本意見具申の目的.....	2
1.1 背景.....	2
1.2 目的.....	3
1.3 検討の進め方.....	3
2. 日本における気候変動の概要.....	4
2.1 気候変動の観測・予測に関する主な取組.....	4
(1) 気候変動の観測.....	4
(2) 気候変動の将来予測.....	4
2.2 気候変動の観測結果と将来予測.....	5
(1) 温室効果ガスの状況.....	6
(2) 気温.....	7
(3) 降水量.....	9
(4) 積雪・降雪.....	10
(5) 海洋.....	10
(6) 海氷.....	11
(7) 台風.....	11
3. 日本における気候変動による影響の概要.....	12
3.1 気候変動による影響の観測・予測等に関する主な取組.....	12
(1) 分野横断的・総合的な取組.....	12
(2) 農業・林業・水産業分野の取組.....	13
(3) 水環境・水資源分野の取組.....	13
(4) 自然生態系分野の取組.....	13
(5) 自然災害・沿岸域分野の取組.....	14
(6) 健康分野の取組.....	14
(7) 国民生活・都市生活分野の取組.....	14
(8) 地方公共団体等における取組.....	14
3.2 気候変動による影響の評価の取りまとめ手法.....	15
(1) 評価の目的.....	15
(2) 評価の手法.....	15
3.3 気候変動による影響の予測（概要）.....	24
3.3.1 農業・林業・水産業.....	25
3.3.2 水環境・水資源.....	31
3.3.3 自然生態系.....	36
3.3.4 自然災害・沿岸域.....	47
3.3.5 健康.....	53
3.3.6 産業・経済活動.....	58
3.3.7 国民生活・都市生活.....	64
3.4 気候変動による影響の評価（一覧表）.....	67
4. 日本における気候変動による影響の評価における課題.....	83
(1) 継続的な観測・監視、研究調査の推進及び情報や知見の集積.....	83
(2) 定期的な気候変動による影響の評価.....	83
(3) 地方公共団体等の支援.....	83
(4) 海外における影響評価等の推進.....	84
（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要.....	85
別添資料1：検討体制.....	90
(1) 中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会.....	90
(2) 気候変動の影響に関する分野別ワーキンググループ（環境省請負検討会）.....	91

1. 本意見具申の目的

1.1 背景

平成 25 年（2013 年）9 月から平成 26 年（2014 年）11 月にかけて、IPCC¹総会における最新の科学的知見をまとめた第 5 次評価報告書（自然科学的根拠に関する報告書、影響・適応・脆弱性に関する報告書、緩和策に関する報告書、統合報告書）が承認・公表された。第 5 次評価報告書では、気候システムの温暖化は疑う余地がないことや、人間による影響が温暖化の支配的な要因であった可能性が極めて高いことなどが示されている。また、気温上昇の程度をかなり低くするために必要となる温暖化対策をとった場合のシナリオでは、1986 年から 2005 年を基準とした 2081 年から 2100 年における世界平均地上気温の変化は、0.3～1.7℃、世界平均海面水位の上昇は 0.26～0.55m、温室効果ガスのかなり高い排出が続くシナリオでは、同期間の比較において、世界平均地上気温の変化は 2.6～4.8℃²、世界平均海面水位の上昇は 0.45～0.82m の範囲に入る可能性が高いとされている。さらに、気候変動は全ての大陸と海洋にわたり、自然及び人間社会に影響を与えていること、現行を上回る追加的な緩和努力がないと、たとえ適応があったとしても、21 世紀末までの温暖化は深刻で広範囲にわたる不可逆的な世界規模の影響に至るリスクが、高いレベルから非常に高いレベルに達するであろうことが示されている。一方、産業革命前と比べた温暖化を 2℃未満に抑制する可能性が高い緩和経路は複数あり、これらの経路の場合、温室効果ガスについて、今後数十年にわたり大幅に排出を削減し、21 世紀末までに排出をほぼゼロにすることを要するとしている。

また、2012 年 11 月にドーハで開催された COP18 における国際的な合意³に基づき、世界平均気温の上昇を産業革命前に比べて 2℃以内にとどめられたとしても、我が国において気温の上昇、降水量の変化など様々な気候の変化、海面の上昇、海洋の酸性化などが生ずる可能性があり、災害、食料、健康などの様々な面で影響が生ずることが予想されている。こうしたことから緩和の取組を着実に進めるとともに、既に現れている影響や今後中長期的に避けることのできない影響への適応を計画的に進めることが必要となっている。

諸外国に目を向けると、欧米各国では、オランダが 2005 年に影響評価報告書を公表し、2007 年に適応計画の公表をしているのに加え、2013 年には、影響評価報告書の改訂を行っている。また、英国においても、2012 年に影響評価報告書、2013 年に適応計画を公表している。さらに米国では、2009 年に影響評価報告書を公表、2013 年には今後の適応策の取組の方向性を示した大統領令を公布し、2014 年には影響評価報告書の改訂を実施している。アジアにおいても韓国が 2010 年に影響評価報告書とともに適応計画を公表している。このように諸外国においては、既に気候変動による影響の評価及び適応計画策定

¹ IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change（気候変動に関する政府間パネル）

² 第 4 次評価報告書（AR4）では、今世紀末には 20 世紀末と比べて最大 6.4℃上昇と予測。ただし、前提とする基準年や排出シナリオ、予測不確実性の許容範囲の幅が異なるため、単純な比較は困難である。予測結果としては AR4 と整合している。

³ 世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2℃以内に抑えるために必要とされる温室効果ガスの大幅な排出削減に早急に取り組むというもの。

の取組が進んでいるところである。

こうした中、我が国においても、その影響への対処（適応）の観点から平成 27 年夏を目途に政府全体の取組を「適応計画」として取りまとめることとしている。

1.2 目的

政府全体の「適応計画」策定にあたっては、気候変動が日本にどのような影響を与えるのかを把握し、それを踏まえる必要がある。そのため、中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会（以下、「小委員会」という。）においては、既存の研究による気候変動の将来予測や、気候変動が日本の自然や人間社会に与える影響（以下、「影響」という。）の評価等について整理し、気候変動が日本に与える影響の評価について審議を進めてきた。本報告は、収集・整理した既存の知見やこれまでの小委員会における審議をもとに、気候変動による影響について、取りまとめを行い、あわせて今後の課題を整理したものである。

本報告では、気候変動は日本にどのような影響を与えうるのか、また、その影響の程度、可能性等（重大性）、影響の発現時期や適応の着手・重要な意思決定が必要な時期（緊急性）、情報の確からしさ（確信度）はどの程度であるかを科学的観点から取りまとめている。そうすることで、政府全体の「適応計画」を策定する際に、どのような分野や項目で影響が現れるのか、また対策が必要となるのかなどを抽出することができるようになる。

1.3 検討の進め方

我が国における気候変動による影響を整理し、評価するにあたり、平成 25 年 7 月に中央環境審議会地球環境部会のもとに小委員会を設置し、審議を進めてきた。平成 25 年度は、第 1 回小委員会を 8 月に開催し、以後、3 月までに計 4 回の会合を開催した。小委員会では、整理対象とする事象や文献、将来影響を整理するにあたっての分野一項目、必要となる情報について整理を行い、第 4 回小委員会において、その成果として「日本における気候変動による将来影響の報告と今後の課題について（中間報告）」（以下、「中間報告」という。）を取りまとめた。

平成 26 年度は、中間報告をもととしたパブリックコメントや、地方公共団体や学会などへの照会を通じて、引き続き気候変動による影響を取り扱った文献を中心に収集し、収集した文献をもとに科学的な観点から気候変動による影響を「現在の状況」と「将来予測される影響」として取りまとめるとともに、重大性、緊急性、確信度の評価を進めた。本報告を取りまとめるにあたり、我が国における気候変動による影響を中心に、IPCC 第 5 次評価報告書などの知見も含めて、査読付き論文などの文献を収集し、本小委員会等における審議の末、最終的に本報告に 509 点の文献を活用した。

評価にあたっては、まず、重大性・緊急性・確信度の評価方法について第 6 回小委員

会において審議し、基本方針を決定した。そして、小委員会の議論を加速するために、「気候変動の影響に関する分野別ワーキンググループ」⁴（環境省請負検討会。以下、「ワーキンググループ（WG）」という。）を開催した。具体的には、小委員会の委員にさらに検討委員を加え、合計 57 人の体制とし、「農業・林業・水産業 WG」、「水環境・水資源、自然災害・沿岸域 WG」、「自然生態系 WG」、「健康 WG」、「産業・経済活動、国民生活・都市生活 WG」の 5 つの WG をそれぞれ 3 回開催した。

まず、各分野の大項目、小項目の体系を検討し、7 つの分野、30 の大項目、56 の小項目に整理した。それらの項目ごとに、文献や WG での議論をもとに現在の状況、将来予測される影響について検討した。

次に、重大性・緊急性・確信度について、小委員会で定めた評価手法に従って、各分野において、可能な限り文献に基づくとともに、それらを踏まえた専門家判断（エキスパート・ジャッジ）により評価を行った。（評価手法の詳細については、「3.2 気候変動による影響の評価の取りまとめ手法」を参照）さらに、評価の際には、可能な限り根拠を明確とすること、また、国民にとって分かりやすい表現とすることなどに注意して検討した。

各ワーキンググループ（WG）における検討結果は、本小委員会で分野横断的な観点で確認をするとともに、最終的な取りまとめを行った。

2. 日本における気候変動の概要

2.1 気候変動の観測・予測に関する主な取組

（1）気候変動の観測

観測分野では、気象庁等関係機関において、陸上の定点観測や船舶による観測に加え、近年では衛星による海氷分布などの観測、アルゴフロート⁵による水温・塩分観測などが実施されている。また、航空機による温室効果ガス濃度の観測や、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」による二酸化炭素やメタンの気柱平均濃度の観測、水循環変動観測衛星「しずく」による降水量や海面水温等の観測など、様々な気候変動に関する観測が継続的に行われている。さらに「地球観測の推進戦略（平成 16 年総合科学技術会議）」において、地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応のための観測が重点的な取組に位置付けられており、各府省の連携が進められている。

（2）気候変動の将来予測

予測分野では、気象庁において、緩和・適応の検討に資する情報を提供するため、

⁴ 「別添資料 1：検討体制 （2）気候変動の影響に関する分野別ワーキンググループ（環境省請負検討会）」参照

⁵ アルゴフロート：水深 2,000m から海面までの間を自動的に浮き沈みして 水温・塩分等を測定することができる観測機器

数値モデルによる実験の結果を「地球温暖化予測情報」として平成 8 年度より定期的に刊行しており、平成 25 年 3 月には最新版として「地球温暖化予測情報第 8 巻」を公表している。また、本データを用いて、地域における気候変化を評価・公表している気象台もある。

文部科学省では、平成 19 年度から平成 23 年度にかけて「21 世紀気候変動予測革新プログラム」を実施し、長期地球環境予測、近未来気候変動予測、極端現象予測の 3 つの予測実験を行うとともに、自然災害分野における気候変動による影響の評価や、気候モデルの更なる高度化や不確実性の定量化に焦点をあてた研究などを実施している。現在は、気候変動予測の高度化とともに、気候変動によって生じる多様なリスクの管理に必要となる基礎的情報の創出を目指し、平成 24 年度より「気候変動リスク情報創生プログラム」を実施中である。

また、環境省においても、平成 19 年度から平成 23 年度にかけて「地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究 (S・5)」を実施し、複数の気候モデルによる予測結果を用いた不確実性の評価や日本における詳細な予測情報を得るためのダウンスケーリングの研究などを行っている。さらに、平成 25 年度から平成 26 年度にかけて、環境省と気象庁は、文部科学省地球環境情報統融合プログラム (DIAS-P) の協力の下、IPCC 第 5 次評価報告書で使用されているシナリオに基づき今世紀末の日本付近の詳細な気候変動予測を行うとともに、条件を変えて複数の予測計算を実施することにより不確実性も考慮した予測結果の取りまとめを行い、平成 26 年 12 月 12 日 (金) に「日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について (お知らせ)」として公表している。

国土交通省では、将来の気候変動に対応するための方策を治水、利水、環境の観点から多面的に検討・設定するために必要な技術的基盤の提示を目的として、平成 21 年度から気候変動下の豪雨・洪水・高潮・都市雨水等の将来予測について研究を進めている。

2.2 気候変動の観測結果と将来予測

以下に記載する気候変動の観測結果については、主に「気候変動監視レポート 2013」(気象庁)をもとに記載している。

また、気候変動の将来予測については、主に気象庁の「地球温暖化予測情報第 8 巻」(2013 年)(以下、「第 8 巻予測計算」という。)及び、環境省と気象庁が実施した日本付近の詳細な気候変動予測「日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について (お知らせ)」(平成 26 年 12 月 12 日 (金) 環境省・気象庁報道発表資料。以下、「不確実性評価を含む予測計算」という。)の結果を用いて記載している。これらの内容は、いずれも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) により力学的にダウンスケーリングした 21 世紀末の予測結果を示しており、それぞれ以下の通り計算を行っている。

○予測の概要

		第 8 巻予測計算	不確実性評価を含む予測計算
現在気候の再現期間		1980～1999 年	1984 年 9 月～2004 年 8 月
将来気候の予測期間		2016～2035 年 2076～2095 年	2080 年 9 月～2100 年 8 月
地域気候モデルの水平解像度		5km	20km
入力値に使用している全球気候モデルによる予測の概要	モデル	MRI-AGCM3.2S	MRI-AGCM3.2H
	シナリオ (括弧内は条件を変えた計算の実施数)	SRES A1B ⁶ (1 通り)	RCP2.6 (3 通り)、 RCP4.5 (3 通り)、 RCP6.0 (3 通り)、 RCP8.5 (9 通り)
	水平解像度	20km	60km

※第8巻では、全球モデルの予測結果をNHRCMに入力するにあたり、水平解像度 15km の地域気候モデルを経由している。

※それぞれの予測概要の詳細は以下の URL を参照

(第 8 巻予測計算)

<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/GWP/Vol8/pdf/all.pdf>

(不確実性評価を含む予測計算)

<http://www.env.go.jp/press/19034.html>

http://www.jma.go.jp/jma/press/1412/12a/21141212_kikouhendou.html

本文中、気候変動監視レポート 2013 からの引用については (*Ⅰ)、第 8 巻予測計算からの引用については (*Ⅱ)、不確実性評価を含む予測計算からの引用については (*Ⅲ) を文末に付しており、その他の文献からの引用は個別に出典を記載している。

なお、気候変動の将来予測は、今後、大気中の温室効果ガスやエアロゾルなどの濃度がどのように変化するかというシナリオをもとに、気候モデルにより計算したものであり、その将来の予測においては、シナリオの不確実性やモデルの不完全性、気候システムの内部変動などにより、ある程度の不確実性が生じるものである。

また、日々の気象や季節変動の中には、時として長期的傾向とはかけ離れた高温や低温、豪雨や豪雪などの現象が見られるものである。そのため、地球温暖化の影響を見極めるためには、数十年の長期的な観点で捉えることが重要である。

(1) 温室効果ガスの状況

i) 観測結果

・IPCC 第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書によると、温室効果ガスである二酸化炭

⁶ SRES A1B シナリオ：IPCC による排出シナリオに関する特別報告書 (SRES) のシナリオの一つで、高度経済成長が続き、グローバル化の進行により地域間格差が縮小、新しい技術が急速に広まる未来社会で、全てのエネルギー源のバランスを重視すると想定。21 世紀半ばまで排出量が増加し、ピークを迎えた後、緩やかに減少する経過をたどり、2100 年頃の大気中二酸化炭素濃度は約 700ppm に達することが想定されている。2100 年頃の放射強制力等で比較すると、おおよそ RCP6.0 シナリオと対応する (van Vuuren and Carter, 2014)。

素、メタン、一酸化二窒素の大気中濃度は、少なくとも過去 80 万年間で前例のない水準まで増加していること、これらは人間活動により 1750 年以降全て増加していることが示されている。最新の観測によれば、これらの温室効果ガスの 2013 年の濃度はそれぞれ $396.0 \pm 0.1 \text{ ppm}$ 、 $1824 \pm 2 \text{ ppb}$ 、 $325.9 \pm 0.1 \text{ ppb}$ である。⁷

- ・気象庁における大気中の二酸化炭素濃度の観測結果⁸によると、大気中の二酸化炭素濃度は増加を続けており、2013 年に初めて国内 3 つの観測地点の全てで月平均値が 400ppm を超え、2014 年には、日本付近の洋上や上空の大気の観測でも 400ppm を記録した。⁹
- ・温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)¹⁰の観測結果によると、我が国における 2009 年 6 月から 2014 年 5 月の二酸化炭素のカラム平均濃度の月平均値を解析したところ、年々二酸化炭素濃度は増加しており、2013 年 4 月に初めて月平均濃度が 400ppm を超過¹¹した。また、夏は植物の光合成により濃度が低くなり、冬には植物の光合成量の低下により濃度が高くなるという年々の変動も捉えている。¹²

ii) 将来予測

- ・IPCC 第 5 次評価報告書の検討に用いられたシミュレーションは、4 つのシナリオにおいてあらかじめ規定された温室効果ガス等の濃度あるいは人為的排出量に基づいて実施されている。将来の大気中の二酸化炭素濃度は、今後の人為的排出量及び地球規模の炭素循環に依存し、それぞれのシナリオでは 2100 年までに 421ppm (RCP2.6 シナリオ)、538ppm (RCP4.5 シナリオ)、670ppm (RCP6.0 シナリオ)、936ppm (RCP8.5 シナリオ) に達するものと規定されている。

(2) 気温

i) 観測結果

- ・日本の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しており、1898～2013 年における上昇率は 100 年あたり 1.14°C である(信頼度水準 99%で統計的に有意)。^{(*)1}
- ・季節別には、同期間にそれぞれ 100 年あたり冬は 1.15°C 、春は 1.28°C 、夏は 1.05°C 、秋は 1.19°C の割合で上昇している(いずれも信頼度水準 99%で統計的に有意)。^{(*)1}
- ・日最高気温が 30°C 以上(真夏日)の日数については、統計期間 1931～2013 年で変化傾向は見られない。一方、日最高気温が 35°C 以上(猛暑日)の日数は同期間で増加傾向が明瞭に現れている(信頼度水準 95%で統計的に有意)。^{(*)1}

⁷ 世界気象機関(WMO)温室効果ガス年報第 10 号(気象庁訳、平成 26 年 9 月 9 日)による。

⁸ 局地的な汚染源の影響を受けにくい岩手県大船渡市綾里、東京都小笠原村南鳥島、沖縄県八重山郡与那国島の 3 地点において温室効果ガスの観測を行っている。また、このほか海洋気象観測船による洋上大気観測や、日本の南東(神奈川県綾瀬市-南鳥島間)における航空機による大気観測も実施している。

⁹ 気象庁報道発表資料「日本を含む北西太平洋域の二酸化炭素濃度の状況～過去最高を更新、海上や上空でも 400ppm 超え～」(平成 26 年 5 月 26 日)より

¹⁰ 環境省、国立環境研究所、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の三者が共同開発した世界初の温室効果ガス専用の観測衛星であり、平成 21 年 1 月 23 日の打ち上げ以降、平成 26 年 12 月現在も順調に観測を続けている。また、現在、平成 29 年度打ち上げ予定で観測精度を向上させた後継機を開発中であり、3 号機の検討も含め継続的な開発・運用を目指している。

¹¹ 「いぶき」データの偏り(バイアス)の補正は施していない。

¹² 独立行政法人国立環境研究所による提供データ

- ・日最低気温が 0℃未満（冬日）の日数は、統計期間 1931～2013 年で減少しており、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る（いずれも信頼度水準 99%で統計的に有意）。^(*)
- ・気候変動による影響に加え、各都市¹³では、都市化による気温の長期的な上昇傾向がみられる。1931 年以降、100 年あたりの年平均気温の上昇率は、都市化の影響が比較的少ないとみられる 15 地点平均¹⁴の 1.5℃に対し、東京で 3.2℃、大阪で 2.7℃、名古屋で 2.9℃など、大都市で大きい傾向にあり、各都市と 15 地点平均の上昇率の差は、およそその見積もりとして、都市化によるヒートアイランド現象の影響と見ることができる。特に冬季の日最低気温の上昇率が顕著で、東京では 100 年あたり 6.1℃の上昇となっている。¹⁵

ii) 将来予測

- ・温室効果ガスの排出量が多いほど、気温が上昇する。^{(*)Ⅱ,*)Ⅲ}
- ・年平均気温は上昇し、低緯度より高緯度、夏季より冬季の気温上昇が大きい。^{(*)Ⅱ,*)Ⅲ}
- ・暑い日と暑い夜の日数が増加し、寒い日の日数は減少する。^{(*)Ⅱ,*)Ⅲ}

<温室効果ガスの排出量が少ない場合(温室効果ガスの濃度が低い値で安定化する場合) RCP2.6 シナリオ>

- ・年平均気温は、20 世紀末と比較して全国で 1.1℃（信頼区間¹⁶は 0.5～1.7℃）上昇する。低緯度より高緯度、夏季より冬季の気温上昇が大きい。^{(*)Ⅲ}
- ・日最高気温が 30℃以上（真夏日）の日数は、20 世紀末と比較して全国で平均¹⁷12.4 日増加し、特に沖縄・奄美では平均 26.8 日増加する。^{(*)Ⅲ}
- ・一方、日最高気温が 0℃未満（真冬日）の日数は、20 世紀末と比較して全国で平均 4.4 日減少し、特に北日本日本海側や北日本太平洋側ではそれぞれ平均 9.8 日、平均 9.4 日減少する。^{(*)Ⅲ}

<温室効果ガスの排出量が多い場合(温室効果ガスの濃度が高い値で安定化する場合) SRES A1B シナリオ>

- ・年平均気温は、20 世紀末と比較して全国で 3.0℃上昇する。^{(*)Ⅱ}
- ・夏季の極端な高温の日の最高気温（年最高気温の 20 年再現値）は、20 世紀末と比較して地域によって 2～3℃上昇する。また、冬季の極端な低温の日の最低気温（年最低気温の 20 年再現値）は、20 世紀末と比較して 2.5～4℃上昇する。^{(*)Ⅱ}

¹³ ここでは、札幌、仙台、新潟、名古屋、東京、横浜、京都、広島、大阪、福岡、鹿児島 の 11 都市を示す。

¹⁴ 観測データの均質性が長期間維持され、かつ都市化などによる環境の変化が比較的小さい気象官署 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）の平均。飯田と宮崎は、統計期間内での移転に伴う影響を補正している。ただし、これらの観測点も都市化の影響が全くないわけではない。

¹⁵ 「ヒートアイランド監視報告（平成 25 年）」（気象庁）より抜粋

¹⁶ 信頼区間：条件を変えて実施した複数の予測計算結果に基づき、不確実性の組み合わせとして算出した標準偏差に、正規分布表による定数（約 1.64）を乗じたもの。正規分布の場合、標準偏差の約 1.64 倍は 90%の信頼区間に相当する。

¹⁷ ここに示した平均は、条件を変えて実施した複数の予測計算結果の算術平均である。

- ・日最低気温が 0℃未満（冬日）及び日最高気温が 0℃未満（真冬日）の日数は、20 世紀末と比較して北日本を中心に減少する。日最低気温が 25℃以上（熱帯夜）及び日最高気温が 35℃以上（猛暑日）の日数は、20 世紀末と比較して東日本、西日本、沖縄・奄美で増加する。^{(*)Ⅱ}

＜温室効果ガスの排出量が非常に多い場合(温室効果ガスの濃度が非常に高い値の場合) RCP8.5 シナリオ＞

- ・年平均気温は、20 世紀末と比較して全国で 4.4℃（信頼区間は 3.4～5.4℃）上昇する。^{(*)Ⅲ}
- ・日最高気温が 30℃以上（真夏日）の日数は、20 世紀末と比較して全国で平均 52.8 日増加し、特に沖縄・奄美では平均 86.7 日増加する。^{(*)Ⅲ}
- ・日最高気温が 0℃未満（真冬日）の日数は、20 世紀末と比較して全国で平均 15.5 日減少し、特に北日本日本海側や北日本太平洋側ではそれぞれ平均 38.1 日、平均 33.3 日減少する。^{(*)Ⅲ}

（３）降水量

i) 観測結果

- ・年降水量は、1898～2013 年の期間では、長期的な変化傾向は見られないが、1920 年代半ばまでと 1950 年代頃に多雨期がみられ、1970 年代以降は年ごとの変動が大きくなっている。^{(*)Ⅰ}
- ・日降水量 100mm 以上の日数は 1901～2013 年の 113 年間で増加傾向が明瞭に現れている（信頼度水準 95%で統計的に有意）。日降水量 200mm 以上の日数についても同期間で増加傾向が明瞭に現れている（信頼度水準 95%で統計的に有意）。一方、日降水量 1.0 mm 以上の日数は減少し（信頼度水準 99%で統計的に有意）、大雨の頻度が増える反面、弱い降水も含めた降水の日数は減少する特徴を示している。^{(*)Ⅰ}

ii) 将来予測

- ・年降水量は年々変動の幅が大きく、その変化は、全国平均及び地域ごと（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）のいずれにおいても、シナリオの違いによる傾向は不明瞭で、ケースによって 20 世紀末と比較して増加する場合も減少する場合もある。^{(*)Ⅲ}
- ・大雨や短時間強雨の発生頻度は、20 世紀末と比較して全国的に増加する。^{(*)Ⅱ,*)Ⅲ}
- ・無降水日数（日降水量 1.0mm 未満の日数）は、20 世紀末と比較して増加する。^{(*)Ⅱ,*)Ⅲ}
- ・広い範囲に降水をもたらす梅雨前線の北上が遅れ、梅雨明けは遅くなる。¹⁸

＜温室効果ガスの排出量が少ない場合(温室効果ガスの濃度が低い値で安定化する場合) RCP2.6 シナリオ＞

- ・大雨による降水量（上位 5%の降水イベントによる日降水量）は、20 世紀末と比較して平均 10.3%増加する。^{(*)Ⅲ}
- ・無降水日数（日降水量 1.0mm 未満の日数）は、20 世紀末とほとんど変わらないか、

¹⁸ Kusunoki et al. (2006), Kitoh and Uchiyama (2006), Hirahara et al. (2012) など

やや増加する。(*Ⅲ)

＜温室効果ガスの排出量が多い場合（温室効果ガスの濃度が高い値で安定化する場合）
SRES A1B シナリオ＞

- ・無降水日数（日降水量 1.0mm 未満の日数）は、20 世紀末と比較して 7.7 日増加する。
(*Ⅱ)

＜温室効果ガスの排出量が非常に多い場合（温室効果ガスの濃度が非常に高い値の場合）
RCP8.5 シナリオ＞

- ・大雨による降水量（上位 5%の降水イベントによる日降水量）は、20 世紀末と比較して平均 25.5%増加する。(*Ⅲ)
- ・無降水日数（日降水量 1.0mm 未満の日数）は、20 世紀末と比較して平均 10.7 日増加する。(*Ⅲ)

（４）積雪・降雪

i) 観測結果

- ・1962 年から 2013 年の期間の年最深積雪の変化傾向を見ると、東日本日本海側と西日本日本海側では減少傾向が明瞭に現れており、減少率はそれぞれ 10 年あたり 12.3%、14.5%である（いずれも信頼度水準 95%で統計的に有意）。北日本日本海側では変化傾向は見られない。なお、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は比較的短いことから、変化傾向を確実に捉えるためには今後さらにデータの蓄積が必要である。(*Ⅰ)

ii) 将来予測

- ・積雪・降雪は東日本日本海側を中心に減少する。¹⁹ 北海道内陸の一部地域では積雪・降雪ともに増加する。(*Ⅱ)
- ・積雪・降雪期間は短くなる（期間の始まりは遅くなり、終わりは早くなる）。(*Ⅱ)

（５）海洋

i) 観測結果

- ・日本近海における、2013 年までのおよそ 100 年間にわたる海域平均海面水温（年平均）の上昇率は、+1.08℃/100 年となっており、北太平洋全体で平均した海面水温の上昇率（+0.45℃/100 年）よりも大きな値となっている。(*Ⅰ)
- ・日本沿岸の海面水位は、1906 年以降について長期的に見た場合、明瞭な上昇傾向はみられない。1950 年頃に極大がみられ、1990 年代までは約 20 年周期の変動が顕著である。また 1990 年代以降は上昇傾向と共に約 10 年周期の変動が確認できる。なお、現在の観測体制となった 1960 年以降は上昇傾向が明瞭に現れており、2013 年

¹⁹ 用いた気候モデルの現在気候とのバイアス誤差に伴う不確実性があり、利用には注意が必要となるが、例えば東日本日本海側で、RCP2.6 シナリオの場合は年最深積雪は平均 17cm、年降雪量は平均 26cm、RCP8.5 シナリオの場合は年最深積雪は平均 78cm、年降雪量は平均 146cm 減少すると予測されている。(*Ⅲ)

までの上昇率は年あたり 1.1mm であった(上昇率は信頼度水準 99% で統計的に有意)。ただし、この評価についてはまだ年数が短い為、今後も注意深く監視し続ける事が重要である。^{(*)1}

ii) 将来予測

- ・日本近海の海面水温は、長期的に上昇し、その長期変化傾向は日本南方海域よりも日本海で大きいと予測される。²⁰
- ・気温上昇の程度をかなり低くするために必要となる温暖化対策をとった場合でも、世界平均海面水位は 21 世紀の間、上昇を続けると予測されている。²¹ ただし、日本周辺の海面水位については、顕著に現れる周期的な変動を予測の不確実性として考慮する必要がある。²²

(6) 海氷

i) 観測結果

- ・1971～2013 年の観測結果によると、オホーツク海の積算海氷域面積²³や最大海氷域面積²⁴は年ごとに大きく変動しているものの長期的には減少している(信頼度水準 99% で統計的に有意)。^{(*)1}
- ・1971～2013 年の期間にオホーツク海の海氷の勢力をあらわす指標である積算海氷域面積は 10 年あたり 175 万 km² の割合で減少しており、最大海氷域面積は、10 年あたり 5.8 万 km² (オホーツク海の全面積の 3.7% に相当) の割合で減少している。^{(*)1}

ii) 将来予測²⁵

- ・1～4 月にかけてのオホーツク海の海氷域面積は、20 世紀末の約 75% に減少する。
- ・3 月頃にみられる最大海氷域面積は、20 世紀末の 75% 程度に減少する。
- ・気候変動の進行に伴って、晩秋における結氷の開始は遅くなり、春における海氷の北への後退は早まる。

(7) 台風

i) 観測結果

- ・1951～2013 年の期間において、台風の発生数は、1990 年代後半以降それ以前に比べて発生数が少ない年が多くなっているものの、明瞭な長期変化傾向は見られない。また、台風の中心付近の最大風速データが揃っている 1977 年以降について、「強い」

²⁰ 高解像度北太平洋海洋モデル(NPOGCM)・SRES A1B シナリオ及び B1 シナリオを用いた 1981～2100 年の気候予測結果を一次回帰分析により求めた予測(出典:「地球温暖化予測情報第 7 巻」気象庁)

²¹ IPCC 第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書における RCP シナリオによる予測をもとに記載

²² 「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響』(2012 年度版)」より抜粋

²³ 積算海氷域面積: 前年 12 月 5 日～5 月 31 日まで 5 日ごとの海氷域面積の合計

²⁴ 最大海氷域面積: 海氷域が年間で最も拡大した半月の海氷域面積

²⁵ 大気・海洋結合地域気候モデル(CRCM)・SRES A1B シナリオを用いて予測された「2081～2100 年の 20 年平均」と「1981～2000 年 20 年平均」の比較による(出典:「地球温暖化予測情報第 7 巻」気象庁)

以上の勢力となった台風の発生数、および全発生数に対する割合にも変化傾向は見られない。^(*)1)

ii) 将来予測

- ・強い台風の発生数、台風の最大強度、最大強度時の降水強度は現在と比較して増加する傾向があると予測されている。なお、長期的には西太平洋域における台風の発生数は多少減少する。²⁶⁾
- ・日本の南方海上では、非常に強い台風が現在と比較して増加する可能性があるとともに、そのような非常に強い台風が日本近海まで勢力を比較的維持したまま到達する可能性があるとの研究結果がある。²⁷⁾

3. 日本における気候変動による影響の概要

3.1 気候変動による影響の観測・予測等に関する主な取組

(1) 分野横断的・総合的な取組

環境省では、環境研究総合推進費において、平成 17 年度から平成 21 年度にかけて「温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究 (S-4)」を実施し、水資源、森林、農業、沿岸域・防災、健康の 5 分野における温暖化影響を総合的に把握し、地域別の評価や、被害コストの評価を実施するなど安定化シナリオによる影響の違いを定量的に提示している。また、現在は、平成 22 年度より「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 (S-8)」を実施中であり、地域レベルの気候予測とそれに基づく影響予測、適応策立案などの政策的ニーズに応えることを目的として、我が国全体への温暖化影響の信頼性の高い定量評価に関する研究や自治体レベルでの影響の評価と総合的適応政策に関する研究、アジア太平洋地域における脆弱性及び適応策効果指標に関する研究が進められている。また、平成 19 年度から平成 23 年度にかけて実施した「地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究 (S-5)」においても一部、影響予測を実施している。

文部科学省では、全球規模の気候変動予測の成果を、都道府県あるいは市区町村などの地域規模で行われる気候変動適応策立案に科学的知見として提供することを目的として、平成 22 年度より「気候変動適応研究推進プログラム (RECCA²⁸⁾)」を実施中であり、先進的なダウンスケーリング手法の開発やデータ同化技術の開発、気候変動適応シミュレーション技術の開発に取り組んでいる。また、平成 24 年度より実施している「気候変動リスク情報創生プログラム」においても、気候変動リスク管理に資する情報の創出のために重要な課題対応型の精密な影響評価を、その一環として実施している。

これらの影響予測などの研究プログラムは、互いの研究成果を活用し、より高度な

²⁶⁾ IPCC 第 5 次評価報告書第 1 作業部会報告書 (2013) 及び Knutson et al. (2010) など

²⁷⁾ Tsuboki et al. (2015) 及び Murakami et al. (2012) など

²⁸⁾ RECCA: Research Program on Climate Change Adaptation

成果を得るためにプログラム間の連携も進めており、上記のS-8やRECCA、気候変動リスク情報創生プログラムでは、研究交流会などを実施している。

また、データインフラ構築の取組として、文部科学省では、平成23年度より地球環境情報統融合プログラム（DIAS-P²⁹）を実施している。同プログラムでは、気候変動予測データや地球観測データ、社会経済データ等の多種多様で大容量のデータを統合・解析し、気候変動適応策の立案等の科学的知見として役立つ情報を創出し、国際的・国内的な利活用の促進を図る情報基盤「データ統合・解析システム（DIAS）」の整備を行っている。

（2）農業・林業・水産業分野の取組

農林水産省では、平成18年度から平成21年度にかけて研究プロジェクトとして「地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発」を実施し、この中で、果樹の栽培適地の移動予測、沖合域における海洋生態系モデルの高度化と水産業への温暖化影響評価技術の開発、日本海の主要回遊性魚類の既存産地への影響予測等を行っている。現在は、平成22年度より実施している「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」において、気候変動が中長期的に我が国の農林水産業へ与える影響を高精度に評価するとともに、発生の増加が見込まれる極端現象（洪水・渇水・干ばつ・山地災害など）に伴う農業用水資源への影響の評価などに取り組んでいる。また、地球温暖化の影響等の把握のため、都道府県の協力の下、平成19年度より生産現場における高温障害など地球温暖化による影響の発生状況を調査して「地球温暖化影響調査レポート」等として公表している。

（3）水環境・水資源分野の取組

環境省では、平成21年度から平成24年度にかけて気候変動が公共用水域の水質等と与える影響の把握と将来の気候変動に伴う水質等への影響予測を、観測データの分析と、水質予測モデルの開発および解析結果をもとに実施しており、その結果を「気候変動による水質等への影響解明調査報告書」として公表している。現在は、前年度までの調査を踏まえ、湖沼に特化して水質や生態系への将来影響予測や必要な適応策に関する検討を平成25年度より実施中である。

（4）自然生態系分野の取組

環境省では、特に気候変動の影響を受けやすい高山帯、サンゴなどを含む生態系のモニタリングを継続的に実施しているほか、平成22年度に公表した「生物多様性総合評価報告書」において、地球温暖化による生物多様性への影響（現在の損失の大きさなど）に言及している。

²⁹ DIAS-P: Data Integration & Analysis System Program

(5) 自然災害・沿岸域分野の取組

国土交通省では、平成 21 年度より、将来の気候変動による全国一級水系の洪水対策への影響分析、豪雨増加による都市雨水対策への影響分析、三大湾の将来の高潮偏差の変化特性の分析、地球温暖化影響を考慮した高潮浸水被害リスクマップと沿岸浸水被害関数の作成、三大湾高潮浸水被害の地球温暖化に対する感度の分析等を実施しているほか、温暖化影響予測検討、海面上昇の把握・影響予測調査等を実施している。

(6) 健康分野の取組

環境省では、平成 22 年度より環境研究総合推進費「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 (S-8)」において、熱ストレス等の高温による影響について、温暖化死亡影響モデルの精緻化・簡易化や、熱波警報対策システムの構築及びその有効性と経済性の評価等の研究を実施している。また、同研究において、気候変動が感染症に与える影響について、デング熱などを媒介する蚊の生息分布域の研究等も実施している。

(7) 国民生活・都市生活分野の取組

環境省では平成 20 年度にヒートアイランド現象も含めた気温上昇が与える影響について、都市部を中心とした快適性に与える影響について調査を実施している。具体的には睡眠影響に着目し、気温と中途覚醒の関係性等の研究を行い、報告書として公表している。

(8) 地方公共団体等における取組

地方公共団体における取組としては、これまでに、東京都、埼玉県、長野県、三重県、長崎県等が、気候変動による地域への影響のモニタリング、評価等の取組を実施しているほか、全国知事会では、平成 22 年度に地球温暖化による地域社会への影響やこれまでの取組事例等を整理し、「地球温暖化による地域社会の変動予測」として取りまとめている。

3.2 気候変動による影響の評価の取りまとめ手法

(1) 評価の目的

政府全体の適応計画策定に向けて、我が国において重要な影響を抽出することを目的とする。

(2) 評価の手法

IPCC 第 5 次評価報告書の主要なリスクの特定の考え方、諸外国の事例（例：英国の気候変動リスク評価(CCRA: Climate Change Risk Assessment、以下、「英国 CCRA」という。))におけるリスク評価の考え方を参考とし、以下の通りとした。

i) 基本的な考え方

「重大性」「緊急性」「確信度」の 3 つについて、表 1 の小項目の単位ごとに評価する。分野ごとの特性もあり、一律機械的・定量的な評価基準を設定することは難しいことから、「重大性」「緊急性」「確信度」の判断において分野共通的な目安は示しつつも、各ワーキンググループ(WG)において科学的知見に基づく専門家判断(エキスパート・ジャッジ)により行う。

また、分野ごとの検討結果をもとに、気候変動影響評価等小委員会において議論を行う。

ii) 評価の観点

- ・ 重大性：社会、経済、環境の 3 つの観点で評価する。詳細は 18 ページを参照。
- ・ 緊急性：影響の発現時期、適応の着手・重要な意思決定が必要な時期の 2 つの観点で評価する。詳細は 20 ページを参照。
- ・ 確信度：IPCC 第 5 次評価報告書の確信度の考え方をある程度準用し、研究・報告のタイプ(モデル計算などに基づく定量的な予測/温度上昇度合いなどを指標とした予測/定性的な分析・推測)、見解の一致度の 2 つの観点で評価する。研究・報告の量そのものがかなり限定的(1~2 例)である場合は、その内容が合理的なものであるかどうかにより判断。詳細は 21 ページを参照。

iii) 取りまとめ様式

各分野・小項目ごとに「重大性」「緊急性」「確信度」の評価結果を表形式で取りまとめる。詳細は 23 ページを参照。

表1 分野・項目の分類体系

分野	大項目	小項目	関連 WG
農業・林業・水産業	農業	水稻	農業・林業・水産業 WG
		野菜	
		果樹	
		麦、大豆、飼料作物等	
		畜産	
		病虫害・雑草	
		農業生産基盤	
	林業	木材生産（人工林等）	
		特用林産物（きのこ類等）	
	水産業	回遊性魚介類（魚類等の生態）	
		増養殖等	
水環境・水資源	水環境	湖沼・ダム湖	水環境・水資源、自然災害・沿岸域 WG
		河川	
		沿岸域及び閉鎖性海域	
	水資源	水供給（地表水）	
		水供給（地下水）	
		水需要	
自然生態系	陸域生態系	高山帯・亜高山帯	自然生態系 WG
		自然林・二次林	
		里地・里山生態系	
		人工林	
		野生鳥獣による影響	
		物質収支	
	淡水生態系	湖沼	
		河川	
		湿原	
	沿岸生態系	亜熱帯	
		温帯・亜寒帯	
	海洋生態系		
	生物季節		
	分布・個体群の変動		
自然災害・沿岸域	河川	洪水	水環境・水資源、自然災害・沿岸域 WG
		内水	
	沿岸	海面上昇	
		高潮・高波	
		海岸侵食	
	山地	土石流・地すべり等	
	その他	強風等	
健康	冬季の温暖化	冬季死亡率	健康 WG
	暑熱	死亡リスク	
		熱中症	

分野	大項目	小項目	関連 WG
健康	感染症	水系・食品媒介性感染症	健康 WG
		節足動物媒介感染症	
		その他の感染症	
	その他		
産業・経済活動	製造業		産業・経済活動、国民生活・都市生活 WG
	エネルギー	エネルギー需給	
	商業		
	金融・保険		
	観光業	レジャー	
	建設業		
	医療		
	その他	その他（海外影響等）	
国民生活・都市生活	都市インフラ、ライフライン等	水道、交通等	
	文化・歴史などを感じる暮らし	生物季節、伝統行事・地場産業等	
	その他	暑熱による生活への影響等	

＜重大性の評価の考え方＞

- ・ 重大性の評価では、IPCC 第 5 次評価報告書の主要なリスクの特定において基準として用いられている以下の「IPCC 第 5 次評価報告書における主要なリスクの特定の基準」に掲げる要素のうち、緊急性として評価を行う「影響のタイミング」、適応・緩和などの対応策の観点に加わる「適応あるいは緩和を通じたリスク低減の可能性」を除く 4 つの要素を切り口として、英国 CCRA³⁰の考え方も参考に、「社会」「経済」「環境」の 3 つの観点から評価を行う。
- ・ 評価に当たっては、研究論文等の内容を踏まえるなど科学に基づいて行うことを原則としつつ、表 2 で示した評価の考え方にに基づき、専門家判断（エキスパート・ジャッジ）により、「特に大きい」または「『特に大きい』とは言えない」の評価を行う。
- ・ また、現状では評価が困難なケースは「現状では評価できない」とする。
- ・ なお、「適応あるいは緩和を通じたリスク低減の可能性」について、緩和を通じたリスク低減の可能性は、取りまとめた影響ごとに評価することは困難であることから検討を行わないが、適応を通じたリスク低減の可能性については、参考情報として必要に応じて記述する。

○ IPCC 第 5 次評価報告書における主要なリスクの特定の基準

- ・ 影響の程度（magnitude）
- ・ 可能性（probability）
- ・ 不可逆性（irreversibility）
- ・ 影響のタイミング（timing）
- ・ 持続的な脆弱性または曝露（persistent vulnerability or exposure）
- ・ 適応あるいは緩和を通じたリスク低減の可能性
(limited potential to reduce risks through adaptation or mitigation.)

³⁰ 英国の気候変動リスク評価 (CCRA: Climate Change Risk Assessment)

表2 重大性の評価の考え方

評価の観点	評価の尺度（考え方）		最終評価の示し方
	特に大きい	「特に大きい」とは言えない	
	以下の切り口をもとに、社会、経済、環境の観点で重大性を判断する ● 影響の程度（エリア・期間） ● 影響が発生する可能性 ● 影響の不可逆性（元の状態に回復することの困難さ） ● 当該影響に対する持続的な脆弱性・曝露の規模		重大性の程度と、重大性が「特に大きい」の場合は、その観点を示す
1. 社会	以下の項目に1つ以上当てはまる ● 人命の損失を伴う、もしくは健康面の負荷の程度、発生可能性など（以下、程度等という）が特に大きい 例）人命が失われるようなハザード（災害）が起きる 多くの人の健康面に影響がある ● 地域社会やコミュニティへの影響の程度等が特に大きい 例）影響が全国に及ぶ 影響は全国には及ばないが、地域にとって深刻な影響を与える ● 文化的資産やコミュニティサービスへの影響の程度等が特に大きい 例）文化的資産に不可逆的な影響を与える 国民生活に深刻な影響を与える	「特に大きい」の判断に当てはまらない。	
2. 経済	以下の項目に当てはまる ● 経済的損失の程度等が特に大きい 例）資産・インフラの損失が大規模に発生する 多くの国民の雇用機会が損失する 輸送網の広域的な寸断が大規模に発生する	「特に大きい」の判断に当てはまらない。	
3. 環境	以下の項目に当てはまる ● 環境・生態系機能の損失の程度等が特に大きい 例）重要な種・ハビタット・景観の消失が大規模に発生する 生態系にとって国際・国内で重要な場所の質が著しく低下する 広域的な土地・水・大気・生態系機能の大幅な低下が起こる	「特に大きい」の判断に当てはまらない。	

＜緊急性の評価の考え方＞

- ・ 緊急性に相当する要素として、IPCC 第 5 次評価報告書では「影響の発現時期」に、英国 CCRA³¹では「適応の着手・重要な意思決定が必要な時期」に着目をしている。これらは異なる概念であるが、ここでは、双方の観点を加味し、どちらか緊急性が高いほうを採用することとする。なお、適応には長期的・継続的に対策を実施すべきものもあるため、「適応の着手・重要な意思決定が必要な時期」の観点においては、対策に要する時間を考慮する必要がある。
- ・ また、現状では評価が困難なケースは「現状では評価できない」とする。

表 3 緊急性の評価の考え方

評価の観点	評価の尺度			最終評価の示し方
	緊急性は高い	緊急性は中程度	緊急性は低い	
1. 影響の発現時期	既に影響が生じている。	2030 年頃までに影響が生じる可能性が高い。	影響が生じるのは 2030 年頃より先の可能性が高い。または不確実性が極めて大きい。	1 及び 2 の双方の観点からの検討を勘案し、小項目ごとに緊急性を 3 段階で示す。
2. 適応の着手・重要な意思決定が必要な時期	できるだけ早く意思決定が必要である	2030 年頃より前に重大な意思決定が必要である。	2030 年頃より前に重大な意思決定を行う必要性は低い。	

³¹ 英国の気候変動リスク評価 (CCRA: Climate Change Risk Assessment)

＜確信度の評価の考え方＞

- ・ 確信度の評価は、IPCC 第 5 次評価報告書では基本的に以下に示すような「証拠の種類、量、質、整合性」と「見解の一致度」に基づき行われ、「非常に高い」「高い」「中程度」「低い」「非常に低い」の 5 つの用語を用いて表現される。

証拠の種類：現在までの観測・観察、モデル、実験、古気候からの類推などの種類

証拠の量：研究・報告の数

証拠の質：研究・報告の質的内容（合理的な推定がなされているかなど）

証拠の整合性：研究・報告の整合性（科学的なメカニズム等の整合性など）

見解の一致度：研究・報告間の見解の一致度

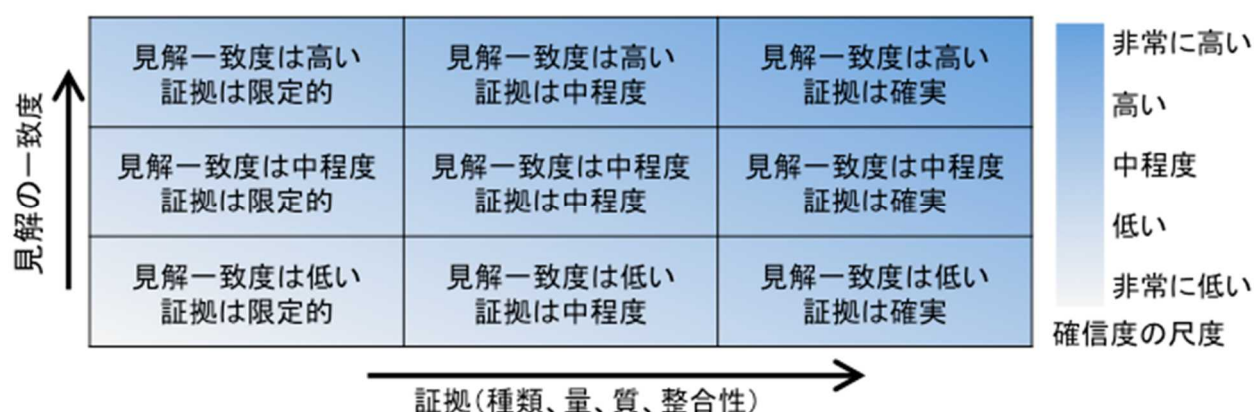


図 1：証拠と見解の一致度の表現とその確信度との関係。確信度は右上にいくほど増す。一般に、整合性のある独立した質の高い証拠が複数揃う場合、証拠は最も頑健となる。

出典：統一的な不確実性の扱いに関する IPCC 第 5 次評価報告書主執筆者のためのガイダンスノート
(2010 年、IPCC)

- ・ ここでは、IPCC 第 5 次評価報告書と同様「証拠の種類、量、質、整合性」及び「見解の一致度」の 2 つの観点を用いる。「証拠の種類、量、質、整合性」については、総合的に判断することとなるが、日本国内では、将来影響予測に関する研究・報告の量そのものが IPCC における検討に比して少ないと考えられるため、一つの考え方・物差しとしては、定量的な分析の研究・報告事例があるかどうかという点が判断の材料になりうる。
- ・ 評価の段階として、十分な文献量を確保できない可能性があることから、「高い」「中程度」「低い」の 3 段階の評価とする。
- ・ なお、確信度の評価の際には、前提としている気候予測モデルから得られた降水量などの予測結果の確からしさも踏まえる。
- ・ また、現状では評価が困難なケースは「現状では評価できない」とする。

表 4 確信度の評価の考え方

評価の視点	評価の段階（考え方）			最終評価の 示し方
	確信度は高い	確信度は中程度	確信度は低い	
IPCC の確信度の評価 ○研究・報告の種類・量・質・整合性 ○研究・報告の見解の一致度	IPCC の確信度の「高い」以上に相当する。	IPCC の確信度の「中程度」に相当する。	IPCC の確信度の「低い」以下に相当する。	IPCC の確信度の評価を使用し、小項目ごとに確信度を 3 段階で示す。

＜取りまとめのイメージ＞

小項目ごとに、現在の状況と将来予測される影響の概要とあわせて、重大性・緊急性・確信度の最終的な評価結果を下表のようなフォーマットで報告する。

表5 日本における気候変動による影響（一覧表）（例）

食料分野での取りまとめイメージ（色はあくまで仮の例示）

大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性		緊急性	確信度	備考
				観点	判断理由			
農業	コメ				社会,経済,環境			
	穀物(コメ以外)				社会,経済			
	野菜				社会,経済			
	果樹				社会,経済			
畜産業	畜産							
	飼料作物			—		—	—	
水産業	回遊魚等				社会,環境			
その他				—				

※表5の内容はあくまでも例示であり、分野・項目の体系や評価は実際のものではない。

現在の状況については、観測された影響だけではなく、気候変動が原因と断定できない現象であっても、気候変動の影響も考えられる現象については、そのようなことであることを明確にした上で記載する。

気候変動により将来予測される影響について本欄に記載する。
記載内容は、影響の発生条件（前提とする気温上昇など）、発現時期、発現場所、影響の内容、影響の程度、影響の発生の可能性を可能な限り明記した上で、確信度を付記する。小項目によっては、「影響の概要」が複数記載される可能性もある。なお、影響の概要には、悪影響だけでなく、好影響も記述する。

重大性を判断した判断理由を記載する

「重大性が特に大きい」とした場合に、その観点を記載する。

備考欄には、緊急性、確信度等に関する判断理由を可能な限り記述するほか、必要に応じて適応の可能性や他の分野・項目との関係なども記述する。

重大性の凡例

■赤色：特に大きい ■黄緑色：「特に大きい」とは言えない —：現状では評価できない

緊急性の凡例

■赤色：高い ■黄色：中程度 ■青色：低い —：現状では評価できない

確信度の凡例

■赤色：高い ■黄色：中程度 ■青色：低い —：現状では評価できない

3.3 気候変動による影響の予測（概要）

気候変動の影響については、すでに気候変動により生じている可能性がある影響が農業、生態系などの分野に見られているほか、極端な高温による熱中症の多発や、短時間での強雨による洪水、土砂災害の被害などと気候変動の関係性が指摘されている。ここでは、各ワーキンググループ（WG）及び本小委員会において検討、取りまとめを行った「日本における気候変動による影響に関する報告書」（以下「影響評価報告書」という。）において示されている各分野における「現在の状況」と「将来予測される影響」の概要を中心に記載する。詳細な情報については、影響評価報告書を参照されたい。

なお、気候変動による影響について、本取りまとめに当たり、可能な限り網羅的に影響を把握することを目指したが、ここに挙げたものが全てではない。今後も継続的に更なる情報の収集と長期傾向の分析が必要である。

また、本報告を参照し、現在の状況及び将来予測される影響について考えるときには、以下に示す点に留意が必要である。

- ① 本報告は、科学的知見に基づき実施していること。具体的には、可能な限り文献に基づく³²とともに、それらを踏まえた専門家判断（エキスパート・ジャッジ）により評価を行った。
- ② 現在の状況に記載されている内容については、必ずしも気候変動との関連性が明確になっているとは限らず、気候変動の影響の可能性も指摘されている事例についても取り上げていること。
- ③ 気温上昇や降水量の変化といった気候変動の予測は、想定する温室効果ガス排出シナリオや使用する気候モデルによって変化の大きさに幅があり、予測に不確実性を伴うこと。気候予測の条件の違いによって影響予測にも差が出る。また、短時間強雨などの極端な現象については、どこで発生するかといった空間的な不確実性も大きい。
- ④ 各分野における影響は必ずしも気候変動のみによって引き起こされるものではないこと。ほとんど全ての現象は気候変動以外にも様々な要因により変化する。
- ⑤ 気候変動の影響と関わりのあるもので、人間社会に影響が既に現れているもしくは今後現れることが想定される事象について、気候変動の影響の寄与については研究が難しい部分もあり、それも踏まえて留意する必要があること。
- ⑥ 一方、気候変動がなければ自然災害やその他の悪影響が全てなくなるというわけではないこと。
- ⑦ 影響の現れ方は、外力を受ける側の特性によって大きく異なること。災害のリスクは生じる気象現象の激しさだけでなく、影響を受ける分野の曝露³³や脆弱性³⁴にも依

³² 文献により、気候予測モデル、排出/濃度シナリオ、影響評価モデルなどが異なっていることから、本報告に記載された「将来予測される影響」も、それぞれ参考とした文献の前提条件に基づいて記載している。

³³ 曝露：悪影響を受ける可能性がある場所に、人々、生計、環境サービス及び資源、インフラ、あるいは経済的、社会的、文化的資産が存在すること。例えば、洪水被害を受ける場所に人口が集中している場合、曝露の度合いは大きくなる。

³⁴ 脆弱性：悪影響を受けてしまう傾向あるいは素因。そのような素因は影響を受ける要素の内的特性が

存する。よって、今後、社会をどのようにしていくかによっても影響の現れ方は異なってくる。

3.3.1 農業・林業・水産業

※農業・林業・水産業においては、気候変動の将来影響を予測するにあたって、人口・産業構造の変化やグローバル化など、さまざまな社会経済環境による影響も合わせて評価する必要がある。しかし、現時点では、そのような総合評価の知見は限られているため、ここでの情報整理と評価は気候変動による直接的な影響を対象としていることに留意すべきである。

【農業】

(1) 水稻

(現在の状況)

- 既に全国で、気温の上昇による品質の低下（白未熟粒³⁵の発生、一等米比率の低下等）等の影響が確認されている。また、一部の地域や極端な高温年には収量の減少も見られている。

(将来予測される影響)

- 全国のコメの収量は今世紀半ばまで、A1B シナリオ³⁶もしくは現在より 3℃までの気温上昇では収量が増加し、それ以上の高温では北日本を除き減収に転じると予測されている等、北海道では増収、九州南部などの比較的温暖な地域では現状と変わらないか、減少するという点で、ほぼ一致した予測となっている。
- コメの品質について、一等米の比率は、登熟期間の気温が上昇することにより全国的に減少することが予測されている。特に、九州地方の一等米比率は A1B、A2 シナリオ³⁶の場合、今世紀半ばに 30%弱、今世紀末に約 40%減少することを示す事例がある。
- CO₂ 濃度の上昇は、施肥効果によりコメの収量を増加させることが FACE（開放系大気 CO₂ 増加）実験により実証されているが、気温上昇との相互作用による不確実性も存在する。

(2) 野菜

(現在の状況)

- 過去の調査で、40 以上の都道府県において、既に気候変動の影響³⁷が現れていると

らなっており、災害リスクの分野では、自然現象による悪影響を予測し、悪影響に対処、抵抗し、悪影響から立ち直る能力に影響する個人／集団の特性およびその人たちが置かれている状況の特性のことを言う。例えば地盤が弱い場所ほど、大雨に対する脆弱性が高いと言える。

³⁵ 白未熟粒：高温等の障害により、デンプンが十分に詰まらず白く濁ること。

³⁶ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

³⁷ 気候変動の影響に関して、品種改良などで長期間の影響を継続的に把握することが困難な場合は、短期的な気候の影響で判断していることがあることに注意が必要。

報告されており、全国的に気候変動の影響が現れていることは明らかである。

- 特にキャベツなどの葉菜類、ダイコンなどの根菜類、スイカなどの果菜類等の露地野菜では、多種の品目でその収穫期が早まる傾向にあるほか、生育障害の発生頻度の増加等もみられる。
- 施設野菜では、トマトの着果不良などが多発し、高温対策等の必要性が増している。一方、施設生産では冬季の気温上昇により燃料消費が減少するとの報告もある。

(将来予測される影響)

- 野菜は、生育期間が短いものが多く、栽培時期の調整や適正な品種選択を行うことで、栽培そのものが不可能になる可能性は低いと想定される。
- 現時点では、具体的な研究事例が限定的である。
- ただし、今後さらなる気候変動が、野菜の計画的な出荷を困難にする可能性がある。

(3) 果樹

(現在の状況)

- 2003 年に実施された全国的な温暖化影響の現状調査では、全都道府県における果樹関係公立研究機関から、果樹農業において既に気候変動の影響³⁸が現れているとの報告がなされている。
- 果樹は気候への適応性が非常に低い作物であり、また、一度植栽すると同じ樹で 30～40 年栽培することになることから気温の低かった 1980 年代から同じ樹で栽培されていることも多いなど、品種や栽培法の変遷も少なく、1990 年代以降の気温上昇に適応できていない場合が多い。
- カンキツでの浮皮、リンゴでの着色不良など、近年の温暖化に起因する障害は、ほとんどの樹種、地域に及んでいる。
- 果実品質について、たとえばリンゴでは食味が改善される方向にあるものの、果実が軟化傾向にあり、貯蔵性の低下につながっている。

(将来予測される影響)

- ウンシュウミカン、リンゴについて、IS92a シナリオ³⁹を用いた予測では、栽培に有利な温度帯は年次を追うごとに北上し、以下の通り予測されている。
 - ウンシュウミカンでは、2060 年代には現在の主力産地の多くが現在よりも栽培しにくい気候となるとともに、西南暖地（九州南部などの比較的温暖な地域）の内陸部、日本海および南東北の沿岸部など現在、栽培に不向きな地域で栽培が可能と

³⁸ 気候変動の影響に関して、品種改良などで長期間の影響を継続的に把握することが困難な場合は、短期的な気候の影響で判断していることがあることに注意が必要。

³⁹ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

なる。

- リンゴでは 2060 年代には東北中部の平野部までが現在よりも栽培しにくい気候となり、東北北部の平野部など現在のリンゴの主力産地の多くが、暖地リンゴの産地と同等の気温となる。
- ブドウ、モモ、オウトウについては、主産県において、高温による生育障害が発生することが想定される。

(4) 麦、大豆、飼料作物等

(現在の状況)

- 小麦では、冬季及び春季の気温上昇により、全国的に種をまく時期の遅れと穂が出る時期の早まりがみられ、生育期間が短縮する傾向が確認されている。
- 飼料作物では、関東地方の一部で 2001～2012 年の期間に飼料用トウモロコシにおいて、乾物収量が年々増加傾向になった報告例がある。

(将来予測される影響)

- 小麦では、種をまいた後の高温に伴う生育促進による凍霜害リスクの増加、高 CO₂ 濃度によるタンパク質含量の低下等が予測されている。
- 大豆では、高 CO₂ 濃度条件下では（気温が最適温度付近か少し上では）、収量の増加、最適気温以上の範囲では、乾物重⁴⁰、子実重、収穫指数⁴¹の減少が予測されている。
- 北海道では、IS92a シナリオ⁴²による予測では、2030 年代には、てんさい、大豆、小豆では増収の可能性もあるが、病害発生、品質低下も懸念され、小麦、ばれいしょでは減収、品質低下が予測されている。
- 牧草の生産量等について予測した研究があるが、増収・減収等の傾向については一定の傾向が予測されていない。

(5) 畜産

(現在の状況)

- 家畜の生産能力の推移から判断して、現時点で気候変動の家畜への影響は明確ではない。
- 夏季に、肉用牛と豚の成育や肉質の低下、採卵鶏の産卵率や卵重の低下、肉用鶏の成育の低下、乳用牛の乳量・乳成分の低下等が報告されている。
- 記録的猛暑であった 2010 年の暑熱による家畜の死亡・廃用頭羽数被害は、畜種の種

⁴⁰ 乾物重(かんぶつじゅう): 乾燥して水を除いた後の重さであり、植物が実際に生産、蓄積した物質の重さ。

⁴¹ 収穫指数(しゅうかくしゅう): 全乾物重に対する収穫部位の乾物重の割合。

⁴² シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

類・地域を問わず前年より多かったことが報告されている。

(将来予測される影響)

- 影響の程度は、畜種や飼養形態により異なると考えられるが、温暖化とともに、肥育去勢豚、肉用鶏の成長への影響が大きくなることが予測されており、成長の低下する地域が拡大し、低下の程度も大きくなると予測されている。

(6) 病害虫・雑草

(現在の状況)

- 西南暖地（九州南部などの比較的温暖な地域）の一部に分布していたミナミアオカメムシが、近年、西日本の広い地域から関東の一部にまで分布域が拡大し、気温上昇の影響が指摘されている。
- 現時点で、明確に気候変動の影響により病害が増加したとされる事例は見当たらない。
- 奄美諸島以南に分布していたイネ科雑草が、越冬が可能になり、近年、九州各地に侵入した事例がある。

(将来予測される影響)

- 害虫については、気温上昇により寄生性天敵、一部の捕食者や害虫の年間世代数（1年間に卵から親までを繰り返す回数）が増加することから水田の害虫・天敵の構成が変化することが予想されている。
- 水稻害虫以外でも、越冬可能地域の北上・拡大や、発生世代数の増加による被害の増大の可能性が指摘されている。
- 病害については、高 CO₂ 条件実験下（現時点の濃度から 200ppm 上昇）では、発病の増加が予測された事例がある。
- 雑草については、一部の種類において、気温の上昇により定着可能域の拡大や北上の可能性が指摘されている。

(7) 農業生産基盤

※農業生産基盤：農地、農業用水、土地改良施設（ダム、頭首工、農業用排水路等）

(現在の状況)

- 農業生産基盤に影響を及ぼしうる降水量の変動について、1901～2000 年の最大 3 日連続降雨量の解析では、短期間にまとめて強く降る傾向が増加し、特に、四国や九州南部でその傾向が強くなっている。
- また、年降水量の 10 年移動変動係数をとると、移動平均は年々大きくなり、南に向かうほど増加傾向は大きくなっている。
- コメの品質低下などの高温障害が見られており、その対応として、田植え時期や用

水時期の変更、掛け流し灌漑の実施等、水資源の利用方法に影響が生じている。

(将来予測される影響)

- 水資源の不足、融雪の早期化等による農業生産基盤への影響については、気温上昇により融雪流出量が減少し、用水路等の農業水利施設における取水に影響を与えることが予測されている。具体的には、A2 シナリオ⁴³の場合、農業用水の需要が大きい4～5月ではほとんどの地域で減少する傾向にあり、地域的、時間的偏りへの対応が必要になると推測される。
- 降雨強度の増加による洪水の農業生産基盤への影響については、低標高の水田で湛水時間が長くなることで農地被害のリスクが増加することが予測されている。

【林業】

(1) 木材生産（人工林等）

(現在の状況)

- 一部の地域で、スギの衰退現象が報告されており、その要因に大気の乾燥化による水ストレスの増大を挙げる研究報告例もある。ただし、大気の乾燥化あるいはそれによるスギの水ストレスの増大が気候変動による気温の上昇あるいは降水量の減少によって生じているか明確な証拠はない。スギの衰退と土壌の乾燥しやすさとの関連も明らかではない。
- 現時点で、台風強度の増加によって、人工林における風害が増加しているかについては、研究事例が限定的であり、明らかでない。

(将来予測される影響)

- 気温が現在より 3℃上昇すると、蒸散量が増加し、特に降水量の少ない地域でスギ人工林の脆弱性が増加する可能性を指摘する研究事例がある。
- 現状と同じ林業活動を仮定し、日本のスギ人工林の炭素蓄積量及び炭素吸収量の低下を予測した研究事例がある。
- その他、ヒノキの苗木について、気温の上昇によるバイオマス成長量の増加は明らかではないとの研究事例や、マツ枯れ危険域が拡大するとの研究事例、ヤツバキクイムシの世代数増加によりトウヒ類の枯損被害が増加するとの研究事例がある。
- 高齢林化が進むスギ・ヒノキ人工林における風害の増加が懸念される。

(2) 特用林産物（きのこ類等）

(現在の状況)

- シイタケ栽培に影響を及ぼすヒポクレア属菌について、夏場の高温がヒポクレア菌

⁴³ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

による被害を大きくしている可能性があるとの報告がある。

(将来予測される影響)

- シイタケの原木栽培において、夏場の気温上昇と病害菌の発生あるいはシイタケの子実体（きのこ）の発生量の減少との関係を指摘する報告がある。
- 冬場の気温の上昇がシイタケ原木栽培へ及ぼす影響については、現時点で明らかになっていない。

【水産業】

（１）回遊性魚介類（魚類等の生態）

(現在の状況)

- 海水温の変化に伴う海洋生物の分布域の変化が世界中で報告されている。
- 日本周辺域の回遊性魚介類においても、高水温が要因とされる分布・回遊域の変化が日本海を中心にブリ、サワラ、スルメイカで報告され、漁獲量が減少した地域もある。

(将来予測される影響)

- 回遊性魚介類については、分布回遊範囲及び体のサイズの変化に関する影響予測が数多く報告されている。具体的には以下の通り。
 - シロザケは、IS92a シナリオ⁴⁴の場合、日本周辺での生息域が減少し、オホーツク海でも 2050 年頃に適水温海域が消失する可能性が指摘されている。
 - ブリは、分布域の北方への拡大、越冬域の変化が予測されている。
 - スルメイカは、A1B シナリオ⁴⁴の場合、2050 年には本州北部沿岸域で、2100 年には北海道沿岸域で分布密度の低い海域が拡大することが予測されている。
 - サンマは、餌料環境の悪化から成長が鈍化するものの、回遊範囲の変化によって産卵期では餌料環境が好転し、産卵量が増加する場合も予測されている。
 - マイワシは、海面温度の上昇への応答として、成魚の分布範囲や稚仔魚の生残に適した海域が北方へ移動することが予測されている。
- 漁獲量の変化及び地域産業への影響に関しては、資源管理方策等の地球温暖化以外の要因も関連することから不確実性が高く、精度の高い予測結果は得られていない。

（２）増養殖等

(現在の状況)

- 各地で南方系魚種数の増加や北方系魚種数の減少などが報告されている。

⁴⁴ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

- 養殖ノリでは、秋季の高水温により種付け開始時期が遅れ、年間収穫量が各地で減少している。
- 藻食性魚類による藻場減少で、イセエビやアワビの漁獲量が減少したことが報告されている。

(将来予測される影響)

- 生態系モデルと気候予測シナリオを用いた影響評価は行われていないものの、多くの漁獲対象種の分布域が北上すると予測されている。
- 海水温の上昇による藻類の種構成や現存量の変化によって、アワビなどの磯根資源の漁獲量が減少すると予想されている。
- 養殖魚類の産地については、夏季の水温上昇により不適になる海域が出ると予想されている。
- 海水温の上昇に係る赤潮発生による二枚貝等のへい死リスクの上昇等が予想されている。
- 内水面では、湖沼におけるワカサギの高水温による漁獲量減少が予想されている。
- IPCC の報告では、海洋酸性化による貝類養殖への影響が懸念されている。

3.3.2 水環境・水資源

【水環境】

(1) 湖沼・ダム湖

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、湖沼等の水温を上昇させる。
- 湖沼等の水温の上昇は、植物プランクトンの発生確率の増加などを通じて、水質を悪化させる可能性がある。また、冬季の水温上昇に伴い、冬季循環が抑制されて下層の DO (溶存酸素) 低下を招く可能性がある。
- 気候変動による大雨事象の頻度の増加により、ダム湖への土砂流入量の増加に伴う SS (浮遊物質) 濃度の上昇が想定される。

(現在の状況)

- 全国の公共用水域 (河川・湖沼・海域) の過去約 30 年間 (1981~2007 年度) の水温変化を調べたところ、4,477 観測点のうち、夏季は 72%、冬季は 82% で水温の上昇傾向があり、各水域で水温上昇が確認されている。また、水温の上昇に伴う水質の変化が指摘されている。
- ただし、水温の変化は、現時点において必ずしも気候変動の影響と断定できるわけではないとの研究報告がある。
- 一方で、年平均気温が 10℃を超えるとアオコの発生確率が高くなる傾向を示す報告もあり、長期的な解析が今後必要である。

(将来予測される影響)

- A1B シナリオ⁴⁵を用いた予測では、琵琶湖は 2030 年代には水温の上昇に伴う DO (溶存酸素) の低下、水質の悪化が予測されている。
- 同じく A1B シナリオを用いた研究で、国内 37 の多目的ダムのうち、富栄養湖に分類されるダムが 2080～2099 年では 21 ダムまで増加し、特に東日本での増加数が多くなるとする予測も確認されている。
- 気候変動による降水量や降水の時空間分布の変化に伴う河川流量の変化や極端現象の頻度や強度の増加による湖沼・ダム湖への影響については、具体的な予測の研究事例は確認できていない。

(2) 河川

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、河川の水温を上昇させる可能性がある。
- 河川の水温の上昇は、溶存酸素量の低下、溶存酸素消費を伴った微生物による有機物分解反応、硝化反応の促進、藻類の増加などを通じて、水質に影響を及ぼすことが想定される。
- 気候変動による降水量の増加は、土砂の流出量を増加させ、河川水中の濁度の上昇をもたらす可能性がある。
- また、降水の時空間分布の変化による河川の水質への影響も想定される。
- 降水量の増加は土砂生産量、また浮遊砂量を増加させることも想定される。

(現在の状況)

- 全国の公共用水域(河川・湖沼・海域)の過去約 30 年間(1981～2007 年度)の水温変化を調べたところ、4,477 観測点のうち、夏季は 72%、冬季は 82%で水温の上昇傾向があり、各水域で水温上昇が確認されている。また、水温の上昇に伴う水質の変化も指摘されている。
- ただし、河川水温の上昇は、都市活動(人工排熱や排水)や河川流量低下などにも影響されるため、気候変動による影響の程度を定量的に解析する必要がある。

(将来予測される影響)

- 各々の河川に対する水温の将来予測はないが、雄物川における A1B シナリオを用いた将来の水温変化の予測では、1994～2003 年の水温が 11.9℃であったのに対して、

⁴⁵ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考)気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

2030～2039 年では 12.4℃に上昇すること、特に冬季に影響が大きくなることが予測されている。

- 同じく A1B シナリオを用いた予測で、2090 年までに日本全国で浮遊砂量が 8～24% 増加することや台風のような異常気象の増加により 9 月に最も浮遊砂量が増加すること、8 月の降水量が 5～75% 増加すると河川流量が 1～20% 変化し、1～30% 土砂生産量が増加することなどが予測されている。
- 水温の上昇による DO の低下、溶存酸素消費を伴った微生物による有機物分解反応や硝化反応の促進、藻類の増加による異臭味の増加等も予測されている。

(3) 沿岸域及び閉鎖性海域

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、沿岸域や閉鎖性海域の水温を上昇させる事が想定される。
- 沿岸域や閉鎖性海域における水温の上昇は、水質にも影響を及ぼすことが想定される。
- また、降水の時空間分布の変化による河川からの濁質の流入増加などによる水質への影響も想定される。

(現在の状況)

- 全国 207 地点の表層海水温データ（1970 年代～2010 年代）を解析した結果、132 地点で有意な上昇傾向（平均：0.039℃/年、最小：0.001℃/年～最大：0.104℃/年）が報告されている。なお、この上昇傾向が見られた地点には、人為的な影響を受けた測定点が含まれていることに留意が必要である。
- 沖縄島沿岸域では、有意な水温上昇あるいは下降傾向は認められなかったとの研究報告もある。

(将来予測される影響)

- 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、海面上昇に伴い、沿岸域の塩水遡上域の拡大が想定される。

【水資源】

(1) 水供給（地表水）

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による降水量や積雪量の変化に伴い、河川流量が変化する。特に、降水量の減少や無降雨日数の増加、積雪量の減少は、渇水を引き起こす原因となる。
- 融雪時期の変化は農業などの水の需要期に十分な量の水を供給できない原因となる。

- 降水の時間推移の変化などによる渇水の深刻化によるダム貯留水の減少は、ダムからの用水の補給可能量を減少させる原因となる。
- さらに、海面上昇は、河川河口部における海水（塩水）の遡上範囲を拡大させ、淡水の塩水化を引き起こす原因となる。

（現在の状況）

- 年降水量の年ごとの変動が大きくなっており、無降雨・少雨が続くこと等により給水制限が実施される事例が確認されている。
- 1980～2009 年の高山帯の融雪時期も時期が早くなる傾向があるが、流域により年変動が大きい。
- 渇水による流水の正常な機能の維持のための用水等への影響、海面上昇による河川河口部における海水（塩水）の遡上範囲の拡大に関しては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。

（将来予測される影響）

- A1B シナリオ⁴⁶を用いた研究では、北日本と中部山地以外では近未来（2015～2039 年）から渇水の深刻化が予測されている。また、融雪時期の早期化による需要期の河川流量の減少、これに伴う水の需要と供給のミスマッチが生じることも予測される。
- このほか、現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、渇水による流水の正常な機能の維持のための用水等への影響、海面上昇による河川河口部における海水（塩水）の遡上による取水への支障などが懸念される。

（２）水供給（地下水）

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による降水量や降水の時間推移の変化により地下水位が変動し、水利用に影響を及ぼす。
- 一般的に地下水利用量の変化には気候変動以外の要因も関係する。
- 無降雨日数の増加等に伴う渇水が頻発することで、過剰な地下水の採取により、地盤沈下が進行する可能性がある。
- 海面上昇は、地下水の塩水化を引き起こす原因にもなる。

（現在の状況）

- 気候変動による降水量や降水の時間推移の変化に伴う地下水位の変化の現状について

⁴⁶ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

ては、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。

- 一般的に、地下水利用量の変化には気候変動以外の要因も関係する。
- 全国的な渇水となった 1994 年などの小雨年時に渇水時には過剰な地下水の採取により、地盤沈下が進行している地域もある。
- 海面上昇による地下水の塩水化の現状については、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。

(将来予測される影響)

- 気候変動による降水量や降水の時間推移の変化に伴う地下水位の変化については、一部、特定の地域を対象にした研究事例があるが、評価手法の精緻化等の課題がある。
- 渇水に伴い地下水利用が増加し、地盤沈下が生じることについては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。
- 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、海面上昇による地下水の塩水化、取水への影響が懸念される。わが国の沖積平野にある大都市や灌漑用水としては河川水利用が多いことから、地下水塩水化による水源への影響はそれほど大きくないと想定されるが、地下水を利用している自治体では、塩水化の影響は大きくなることが懸念される。

(3) 水需要

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、飲料水・冷却水等都市用水の需要を増加させる可能性がある。
- 気温の上昇は、作付け時期の変化や蒸発散量の増加などを引き起こし、農業用水の需要を増加させる可能性がある。

(現在の状況)

- 気温上昇と水使用量の関係について、東京では、気温上昇に応じて水使用量が増加することが実績として現れている。
- 農業分野では、高温障害への対応として、田植え時期や用水時期の変更、掛け流し灌漑の実施等、水需要に影響が生じている。

(将来予測される影響)

- 現時点で、気候変動による影響を定量的に予測した研究事例は確認できていないものの、気温の上昇による飲料水等の需要増加が懸念される。
- 九州で 2030 年代に水田の蒸発散量増加による潜在的水資源量の減少が予測されており、その他の地域も含め、気温の上昇によって農業用水の需要が増加することが想定される。

3.3.3 自然生態系

自然生態系は、人々の暮らしや各種産業の基盤となっており、生態系から人間が得ている恵み、すなわち生態系サービス⁴⁷も含め、その保全は重要である。

本分野における気候変動による影響は、自然生態系そのものに及ぶ影響と生態系サービスに及ぶ影響の二つに大別して捉えることができる。これを踏まえ、本分野における重大性・緊急性・確信度の評価は、「生態系への影響」及び「生態系サービスへの影響（国民生活への影響）」の二つに分けて行っている。

気候変動による生態系サービスへの影響については、生態系サービスの研究が最近始まったものであること、定量化の難しい場合があることなどから、総じてまだ既往の研究事例が少なく、現状では評価が難しいという実態がある。しかし、それは、生態系サービスへの影響の重大性が低いということを意味するものではなく、今後、生態系サービスへの影響に関する研究を進めていくことが重要となる。

また、自然生態系分野では、影響は早期に発見される場合が多いものの、適応策としてできることが限られており、気候変動そのものを抑止する（緩和）しか方策がないという場合もある。そのような場合、緊急性の評価における「適応の着手・重要な意思決定の必要な時期」の観点で評価を行うことは難しく、「影響の発現時期」の観点のみで評価を行っている。

【陸域生態系】

（1）高山帯・亜高山帯

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による気温の上昇、降水量の変化、積雪環境の変化は、高山植物に影響を及ぼす。具体的には、気温の上昇により、高山植生の高標高及び高緯度地域への移動が生ずると考えられるが、地形要因や土地利用等様々な要因により移動が制限される可能性もある。また山頂や沿岸部では移動が不可能となる。積雪期間の短縮は土壌の乾燥化を引き起こし、植生変化や雪田・高層湿原の衰退・消失をもたらすことが想定される。気温上昇と融雪時期の早期化は、高山植物群落の開花時期の早期化・短縮化などの生物季節の改変を引き起こす。

（現在の状況）

- 気温上昇や融雪時期の早期化等による高山帯・亜高山帯の植生の衰退や分布の変化が報告されている。
- 高山植物の開花期の早期化と開花期間の短縮が起こることによる花粉媒介昆虫の活動時期とのずれ（生物季節間の相互関係の変化）も報告されている。

（将来予測される影響）

- 高山帯・亜高山帯の植物種について、分布適域の変化や縮小が予測されている。例えば、ハイマツは21世紀末に分布適域の面積が現在に比べて減少することが予測されている。
- 地域により、融雪時期の早期化による高山植物の個体群の消滅も予測されている。

⁴⁷ 生態系サービス：食料や水、気候の安定など、多様な生物が関わりあう生態系から、人間が得ることのできる恵み。「国連の主導で行われたミレニアム生態系評価(2005年)」では、食料や水、木材、繊維、医薬品の開発等の資源を提供する「供給サービス」、水質浄化や気候の調節、自然災害の防止や被害の軽減、天敵の存在による病害虫の抑制などの「調整サービス」、精神的・宗教的な価値や自然景観などの審美的な価値、レクリエーションの場の提供などの「文化的サービス」、栄養塩の循環、土壌形成、光合成による酸素の供給などの「基盤サービス」の4つに分類している。

- 生育期の気温上昇により高山植物の成長が促進され、植物種間の競合状態が高まり、低木植物の分布拡大などの植生変化が進行すると予測されている。

（２）自然林・二次林

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による気温の上昇、降水量の変化、積雪環境の変化等は、自然林・二次林の植物に影響を及ぼす。具体的には、気温の上昇により、植物の高標高及び高緯度地域への移動が生ずると考えられるが、地形要因や土地利用等様々な要因により移動が制限される可能性もある。また山頂や沿岸部では移動が不可能となる。

（現在の状況）

- 気候変動に伴う自然林・二次林の分布適域の移動や拡大の現状について、現時点で確認された研究事例は限定的である。
- 気温上昇の影響によって、過去から現在にかけて落葉広葉樹が常緑広葉樹に置き換わった可能性が高いと考えられている箇所がある。

（将来予測される影響）

- 冷温帯林の構成種の多くは、分布適域がより高緯度、高標高域へ移動し、分布適域の減少が予測されている。特に、ブナ林は21世紀末に分布適域の面積が現在に比べて減少することが示されている。
- 暖温帯林の構成種の多くは、分布適域が高緯度、高標高域へ移動し、分布適域の拡大が予測されている。
- ただし、実際の分布については、地形要因や土地利用、分布拡大の制限などにより縮小するという予測もあり、不確定要素が大きい。

（３）里地・里山生態系

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による気温の上昇や降水の時空間分布の変化等により、里地・里山の構成種を変化させる可能性がある。
- ただし、気候変動以外の人間活動の影響も受けやすいため、不確定要素が大きい。

※紅葉など季節、文化・歴史などを感じる暮らしの影響は別途設けている国民生活・都市生活の項目で扱う。

（現在の状況）

- 気候変動に伴う里地・里山の構成種の変化の現状について、現時点で網羅的な研究事例はない。
- 一部の地域において、ナラ枯れやタケの分布域の拡大について、気候変動の影響も

指摘されているが、科学的に実証されてはいない。

(将来予測される影響)

- 一部の研究で、自然草原の植生帯⁴⁸は、暖温帯域以南では気候変動の影響は小さいと予測されている。標高が低い山間部や日本西南部での、アカシデ、イヌシデなどの里山を構成する二次林種の分布適域は、縮小する可能性がある。
- ただし、里地・里山生態系は、気候変動の影響については十分な検証はされておらず、今後の研究が望まれる。

(4) 人工林

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇や降水の時空間分布の変化は、水ストレスの増大を引き起こし、人工林を構成するスギなどの生長に影響を及ぼす可能性がある。
- 気温上昇は、樹木の呼吸量を増加させ、炭素蓄積量及び吸収量に対してマイナスに作用する可能性がある。
- 大気 CO₂ 濃度の上昇は光合成速度や気孔反応など樹木の生理過程に影響を与えると考えられる。
- 気温の上昇により、害虫の分布の拡大を引き起こす可能性がある。
- 気温の上昇により、マツ枯れの危険域を拡大させる可能性がある。

(現在の状況)

- 一部の地域で、気温上昇と降水の時空間分布の変化による水ストレスの増大により、スギ林が衰退しているという報告がある。

(将来予測される影響)

- 現在より 3℃気温が上昇すると、年間の蒸散量⁴⁹が増加し、特に降水量が少ない地域で、スギ人工林の脆弱性が増加することが予測されているが、生育が不適となる面積の割合は小さい。
- MIROC3.2-hi (A1B シナリオ⁵⁰) を用い、2050 年までの影響を予測した場合、日本全体で見ると、森林呼吸量が多い九州や四国で人工林率が高いこと、高蓄積で呼吸量の多い 40 から 50 年生の林分が多いことから、炭素蓄積量および吸収量に対してマイナスに作用する結果となる。ただし、当該予測では、大気中の CO₂ 濃度の上昇による影響は考慮されていない。スギ人工林生態系に与える影響予測のためには樹木の生理的応答などさらなる研究が必要である。

⁴⁸ 植生帯:各地域の気候帯や海拔高度に応じて帯状に成立する植生の分布。

⁴⁹ 蒸散量:植物の地上部から大気中へ放出される水蒸気の量

⁵⁰ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考)気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

- 現在より 1～2℃の気温の上昇により、マツ枯れの危険域が拡大することも予測されている。マツ枯れに伴い、アカマツ林業地帯やマツタケ生産地に被害が生じることが懸念される。

（５）野生鳥獣による影響

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による気温の上昇や積雪量の減少は、野生鳥獣の生息適地を拡大させる可能性がある。
- 野生鳥獣の分布域の拡大に伴い、採食・樹木の剥皮・地面の踏みつけ等により、下層植生の消失や樹木の枯死をもたらす、土壌の流失や水源涵養の機能低下、景観の劣化など、生態系への影響を拡大させる可能性がある。

（現在の状況）

- 日本全国でニホンジカやイノシシの分布を経年比較した調査において、分布が拡大していることが確認されている。
- 積雪深の低下に伴い、越冬地が高標高に拡大したことが確認されている。
- ニホンジカの増加は狩猟による捕獲圧低下、土地利用の変化、積雪深の減少など、複合的な要因が指摘されている。
- ニホンジカの分布拡大に伴う植生への食害・剥皮被害等の影響が報告されている。
- 野生鳥獣の分布拡大による生態系サービスへの影響について報告されているが、気候変動との直接の因果関係や、気候変動の寄与度については、明らかになっていない。

（将来予測される影響）

- 気温の上昇や積雪期間の短縮によって、ニホンジカなどの野生鳥獣の生息域が拡大することが予測されているが、研究事例は少数であり、今後の研究が望まれる。

（６）物質収支

※ここでの物質収支とは、生態系における炭素、窒素等の循環（出入り）を表したものの。

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動により、年平均気温の上昇や無降水期間が長期化することで、地温の上昇、森林土壌の含水量低下や表層土壌の乾燥化が進行し、土壌と大気間の物質収支が変化したり、降水による細粒土砂の流出や河川等の濁度回復の長期化のほか、雨水が短時間で流下したり、土壌中の炭素量の変化などが生じる可能性がある。

（現在の状況）

- 気候変動に伴う物質収支への影響の現状について、現時点で研究事例は限定的であ

る。

- 日本の森林における土壌 GHG フラックス⁵¹は、1980 年から 2009 年にわたって、CO₂・N₂O の放出、CH₄ の吸収の増加が確認されている。
- 降水の時空間分布の変化傾向が、森林の水収支や土砂動態に影響を与えている可能性があるが、長期データに乏しく、変化状況を把握することは困難な状況となっている。

(将来予測される影響)

- 年平均気温の上昇や無降水期間の長期化により、森林土壌の含水量低下、表層土壌の乾燥化が進行し、細粒土砂の流出と濁度回復の長期化、最終的に降雨流出応答の短期化⁵²をもたらす可能性がある。ただし、状況証拠的な推察であり、更なる検討が必要である。
- 森林土壌の炭素ストック量は、A1B シナリオ⁵³下で、純一次生産量⁵⁴が 14% 増加し、土壌有機炭素量が 5% 減少することが予測されている。

【淡水生態系】

(1) 湖沼

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動の影響による湖沼水温の上昇は、富栄養化が進行している深い湖沼では、その湖沼の鉛直方向の循環を弱め、湖底の溶存酸素が低下して貧酸素化が進む可能性がある。また、湖沼の貧酸素化が貝類等の底生生物に影響を及ぼすとともに、底泥からの栄養塩の溶出を促進し、富栄養化を加速することが予想される。
- 湖沼水温の上昇や CO₂ 濃度の上昇は、成層化を強め、栄養豊富な深層水の湧昇を減少させる。このことは、栄養塩供給が乏しい生態系において、藻類の栄養塩含量や現存量を減少させ、藻類を餌とする動物プランクトンの成長量を低下させる可能性がある。

(現在の状況)

- 湖沼生態系は、流域土地利用からの栄養塩負荷の影響を受けるため、気候変動の影響のみを検出しにくく、直接的に気候変動の影響を明らかにした研究は日本にはない。
- ただし、鹿児島県の池田湖において、暖冬により循環期がなくなり、湖底の溶存酸

⁵¹ 土壌 GHG フラックス: 土壌由来の温室効果ガスの放出や吸収

⁵² 降雨流出応答の短期化: 降雨開始から河川等への流出までの時間が短くなること

⁵³ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

⁵⁴ 純一次生産量: 一年間の総一次生産 (植物の光合成による炭素吸収量) から呼吸による炭素放出量を差し引いた値

素が低下して貧酸素化する傾向が確認されている。

(将来予測される影響)

- 現時点で日本における影響を定量的に予測した研究事例は確認できていないものの、富栄養化が進行している深い湖沼では、水温の上昇による湖沼の鉛直循環の停止・貧酸素化と、これに伴う貝類等の底生生物への影響や富栄養化が懸念される。
- 室内実験により、湖沼水温の上昇や CO₂ 濃度上昇が、動物プランクトンの成長量を低下させることが明らかになっている。

(2) 河川

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動の影響に伴う河川水温の上昇により、生物の生育・生息適地が変化する。特に、冷水魚については、生息域が縮小したり分断されたりする可能性がある。
- 積雪量や融雪出水の時期・規模の変化により、融雪出水時に合わせて遡上、降下、繁殖等を行う河川生物相に影響を及ぼす可能性がある。
- 降雨の時空間分布の変化による大規模な洪水の頻度の増加や人間活動の増加により細粒土砂が増加する。細粒土砂が堆積し滞留すると、河床環境に影響を与え、魚類や、底生動物、付着藻類等にも影響が及ぶ可能性がある。また、砂礫間隙が細粒土砂によって埋められると、浸透する流れが抑えられ、産卵床への酸素供給が不足し、卵を窒息させることが想定される。
- 気候変動に伴う渇水により、水温の上昇、溶存酸素の低下が生じ、河川生物相に影響が及ぶ可能性がある。

(現在の状況)

- 我が国の河川は取水や流量調節が行われているため気候変動による河川の生態系への影響を検出しにくく、現時点で気候変動の直接的影響を捉えた研究成果は確認できていない。

(将来予測される影響)

- 最高水温が現状より 3℃上昇すると、冷水魚が生息可能な河川が分布する国土面積が現在と比較して約 20%に減少し、特に本州における生息地は非常に限定的になることが予測されている。
- このほか、現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、以下のような影響が想定される。
 - 積雪量や融雪出水の時期・規模の変化による、融雪出水時に合わせた遡上、降下、繁殖等を行う河川生物相への影響
 - 降雨の時空間分布の変化に起因する大規模な洪水の頻度増加による、濁度成分の河床環境への影響、及びそれに伴う魚類、底生動物、付着藻類等への影響

- 渇水に起因する水温の上昇、溶存酸素の減少に伴う河川生物への影響

(3) 湿原

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇や降水量の減少、霧日数の低下に伴う湿度低下、蒸発散量の上昇等は、湿原の乾燥化を引き起こし、湿原の生態系に影響を与える可能性がある。

(現在の状況)

- 湿原の生態系は気候変動以外の人為的な影響を強く受けており、気候変動による影響を直接的に論じた研究事例はない。
- 一部の湿原で、気候変動による降水量の減少や湿度低下、積雪深の減少が乾燥化をもたらした可能性が指摘されている。

(将来予測される影響)

- 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、以下のような影響が想定される。
 - 日本全体の湿地面積の約8割を占める北海道の湿地への影響
 - 降水量や地下水位の低下による雨水滋養型の高層湿原における植物群落（ミズゴケ類）への影響
 - 気候変動に起因する流域負荷（土砂や栄養塩）に伴う低層湿原における湿地性草本群落から木本群落への遷移、蒸発散量の更なる増加

【沿岸生態系】

(1) 亜熱帯

(気候変動による影響の要因)

- 亜熱帯地域の沿岸生態系において特徴的な亜熱帯性サンゴでは、水温上昇などのストレスにより共生藻を失うと白化現象が観察され、その状態が続くと、共生藻の栄養を受け取れないために死滅する。
- 気候変動により海水温が上昇すると、サンゴの分布域が北上したり、現在生息している海域では、白化現象により死滅する可能性がある。
- サンゴそのものの生育や分布に変化が生じれば、サンゴ礁に依存して生息する多くの生物・生態系にも影響を及ぼす。
- マングローブ林は、海水の干満の影響を受ける河口や干潟に生育する樹木群で、耐塩性を持つが、水中では生育できない。そのため、マングローブの堆積物が蓄積していく速度を海面上昇が上回ると水没し、生育できなくなる場所も生じると考えられる。また、海面上昇によって海岸侵食が起こるとそこに生息する生物が影響を受

ける可能性がある。

(現在の状況)

- 沖縄地域で、海水温の上昇により亜熱帯性サンゴの白化現象の頻度が増大している。
- 太平洋房総半島以南と九州西岸北岸における温帯性サンゴの分布が北上している。
- 室内実験により、造礁サンゴ種の一部において石灰化量の低下が生じている可能性が指摘されている。

(将来予測される影響)

- A2 シナリオ⁵⁵を用いた研究では、熱帯・亜熱帯の造礁サンゴの生育に適する海域が水温上昇と海洋酸性化により 2030 年までに半減し、2040 年までには消失すると予測されている。生育に適した海域から外れた海域では白化等のストレスの増加や石灰化量の低下が予測されているが、その結果、至適海域から外れた既存のサンゴ礁が完全に消失するか否かについては予測がなされていない。
- もう一つの亜熱帯沿岸域の特徴的な生態系であるマングローブについては、海面上昇の速度が速いと対応できず、生育できなくなる場所も生じるとの報告があるが、炭素固定能の評価にとどまり、生態系の将来変化予測は定性的なものに限られる。
- 亜熱帯域では、サンゴ礁域の各種資源（観光資源、水産資源を含む）への影響が重大であると想定される。一方で、亜熱帯性サンゴが北に分布域を広げる温帯域では、サンゴの北上によるそうした資源へのプラスの影響も考えられる。

(2) 温帯・亜寒帯

※沿岸漁業に与える影響について詳細は水産業の項目で別途扱う。

(気候変動による影響の要因)

- 海水温の分布に従い生息する生物が異なるため、気候変動により海水温が上昇すると、これまで生息していた種の分布も、それに伴って変化する可能性がある。
- 海洋酸性化は、大気中の CO₂ が海洋に溶解し、海水中の炭酸系の化学平衡が変化して、水素イオン濃度が増大（pH が低下）する、すなわち、海水の酸性度が高まる現象。人間活動によって放出される CO₂ の量が増大し、大気中の CO₂ 濃度が高まっているため、海洋に溶解する CO₂ 量が増大している。炭酸系の化学平衡の変化は、海水中の炭酸イオン濃度を低下させ、サンゴ・貝類・ウニなどの外骨格や外殻を形成する石灰化（炭酸カルシウム形成）に影響が生じることが想定される。
- 海面上昇によって海岸侵食が起こるとそこに生息する生物が影響を受ける可能性がある。

⁵⁵ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

(現在の状況)

- 日本沿岸の各所において、海水温の上昇に伴い、低温性の種から高温性の種への遷移が進行していることが確認されている。
- 既に起こっている海洋生態系の変化を、海洋酸性化の影響として原因特定することは、現時点では難しいとされている。

(将来予測される影響)

- 海水温の上昇に伴い、エゾバフンウニからキタムラサキウニへといったより高温性の種への移行が想定され、それに伴い生態系全体に影響が及ぶ可能性があるが、定量的な研究事例が限定されている。
- 海洋酸性化による影響については、中～高位の二酸化炭素排出シナリオの場合、特に極域の生態系やサンゴ礁といった脆弱性の高い海洋生態系に相当のリスクをもたらすと考えられる。炭酸カルシウム骨格・殻を有する軟体動物、棘皮動物、造礁サンゴに影響を受けやすい種が多く、その結果として水産資源となる種に悪影響がおよぶ可能性がある。また、水温上昇や低酸素化のような同時に起こる要因と相互に作用するために複雑であるが、影響は増幅される可能性がある。
- また、沿岸域の生態系の変化は沿岸水産資源となる種に影響を与えるおそれがある。また漁村集落は藻場等の沿岸性の自然景観や漁獲対象種等に依存した地域文化を形成している事が多く、地域文化への影響も想定される。
- 海面上昇による海岸域の塩性湿地等への影響が想定される。

【海洋生態系】

(1) 海洋生態系

※ここでは、魚類や哺乳類等は対象としていない。一部の魚類や哺乳類等については水産業の回遊性魚介類（魚類等の生態）で扱う。

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による海水温の上昇は、海水の鉛直混合速度や海流に影響し、それが海洋全体の生物の分布や挙動、生物群を介した物質循環の変化をもたらす可能性がある。
- 海面の温度上昇により、温度成層の発達や海氷の融解による塩分成層の発達が早まることで、春季ブルーム⁵⁶が早期化する可能性がある。
- また、成層化による栄養塩供給の減少により、純一次生産力が低下すると指摘されている。一方、メソ動物プランクトンの現存量については、親潮域では、純一次生産力の低下による成体期の餌料環境の悪化と、春季ブルームの早期化による幼少期の餌料環境の向上がほぼ相殺するため、一次生産力の低下にもかかわらず大きな変

⁵⁶ 春季ブルーム:親潮黒潮混合海域において、冬季の大きな鉛直混合に伴う海洋下層からの栄養塩の供給により、海洋混合層が安定する春季に植物プランクトンの増殖が発生する現象

化が起こらないことが指摘されている。

- 海域の植物プランクトンや動物プランクトンなどは魚類などの餌となる生物であることから、水産資源への潜在的影響も想定される。

(現在の状況)

- 日本周辺海域ではとくに親潮域と混合水域において、植物プランクトンの現存量と一次生産力の減少が始まっている可能性がある。ただし、未だ統一的な見解には収束していない。

(将来予測される影響)

- 気候変動に伴い、植物プランクトンの現存量に変動が生じる可能性がある。全球では熱帯・亜熱帯海域で低下し、亜寒帯海域では増加すると予測されているが、日本周辺海域については、モデルの信頼性が低く、変化予測は現状困難である。動物プランクトンの現存量の変動についての予測も、日本周辺海域の予測の信頼性が高いとはいえない。また、これらから生じる地域毎の影響の予測は現時点では困難である。

【生物季節】

(1) 生物季節

※生物季節とは、気温や日照など季節の変化に反応して動植物が示す現象をいう。なお、本項では生態系への影響及び生態系サービス（国民生活の中で感じる生物季節（季節感）を除く）の内容を主に扱い、国民生活・都市生活分野の「文化・歴史などを感じる暮らし」では人間活動や文化に関する生物季節を主に扱う。

(気候変動による影響の要因)

- 冬季の気温の上昇等により、植物の休眠打破が行われる時期が早まり、開花が早まることが想定される。さらに気温が上昇すると冬季休眠が充分ではなくなり、休眠打破が遅れたり、休眠打破ができずに開花できなくなる可能性がある。
- 冬季の気温の上昇は、昆虫の冬眠スケジュールや発生頻度、鳥の渡りの時期など、動物に対しても温度依存性のフェノロジーの変化を引き起こす。また、冬季にも木の実などが取れるようになるとそれらを食物とする動物が冬眠をしなくなるなど、間接的な影響も想定される。
- 海水の温度上昇や酸性化は、プランクトンの発生時期などに影響し、それにより高次の生態系にも影響を及ぼす。
- 気温ではなく日長に依存して時期が決まっている現象の場合、日長と気温のミスマッチによる影響が生じる可能性がある。
- 生物種間で温度変化への反応が異なる場合、種間の相互作用に影響が生じる可能性がある。その相互作用が、それぞれの種の個体群の存続に重要なものである場合、深刻な影響が生じる可能性がある。

(現在の状況)

- 植物の開花の早まりや動物の初鳴きの早まりなど、動植物の生物季節の変動について多数の報告が確認されている。

(将来予測される影響)

- 生物季節の変動について、ソメイヨシノの開花日の早期化など、様々な種への影響が予測されている。
- 個々の種が受ける影響にとどまらず、種間のさまざまな相互作用への影響が予想されている。

【分布・個体群の変動】

(1) 分布・個体群の変動

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇や降雨の変化、それらを通じた積雪や土壌、水温・水質等の自然的要素の変化等により、生物の生育・生息適地や、一日の活動時間帯やライフサイクルなどが変わり、分布の変化や種の絶滅、外来生物の侵入・定着率の変化につながるものが想定される。

(現在の状況)

- 昆虫などにおいて、分布の北限が高緯度に広がるなど、気候変動による気温の上昇の影響と考えれば説明が可能な分布域の変化、ライフサイクル等の変化の事例が確認されている。ただし、気候変動以外の様々な要因も関わっているものと考えられ、どこまでが気候変動の影響かを示すことはむずかしい。
- 気候変動による外来生物の侵入・定着に関する研究事例は現時点では確認されていない。
- 野生鳥獣の分布拡大による生態系サービスへの影響について報告されているが、気候変動との直接の因果関係や、気候変動の寄与度については、明らかになっていない。

(将来予測される影響)

- 気候変動により、分布域の変化やライフサイクル等の変化が起こるほか、種の移動・局地的な消滅による種間相互作用の変化がさらに悪影響を引き起こす、生育地の分断化により気候変動に追従した分布の移動ができないなどにより、種の絶滅を招く可能性がある。2050年までに2℃を超える気温上昇を仮定した場合、全球で3割以上の種が絶滅する危険があると予想されている。
- 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、侵略的外来生物

の侵入・定着確率が気候変動により高まることも想定される。

- ニホンジカなどの野生鳥獣の生息域が拡大しているが、気候変動が現在の分布拡大をさらに促進するかについては、研究事例は少数であり、今後の研究が望まれる。

3.3.4 自然災害・沿岸域

【河川】

(1) 洪水

(洪水氾濫の説明)

- 大雨の生起により、流域から河川に流れ込む流量が平常時に比べ大幅に増大し、河川水位が上昇して、ついには河川の敷地から大量の水が周囲にあふれる現象を洪水氾濫という。
- 我が国において主要な河川区間には堤防が造られているので、洪水氾濫は堤防の溢水あるいは破堤（溢水等による堤防破壊）を伴うことが多い。堤防で仕切られた河川敷地を流下していた洪水（外水という）が氾濫するという側面を強調する場合、これを外水氾濫と呼ぶ。
- 外水氾濫の発生を支配するのは、当該流域に対応する時空間スケールを持つ大雨事象であり、流域規模に対して局地的な強雨は外水氾濫にはつながりにくい。

(気候変動により影響が生じるメカニズム)

- 気候変動により、大雨事象の発生頻度や降水量が増えるという影響が現れ、この結果、治水施設による防御レベルを超える規模の洪水が河川を流下し、洪水氾濫が起こり、被害を生じさせる可能性が増加する。
- 海岸近くの低平地等では、気候変動による海面水位の上昇が、河川水位の上昇及び海への排水不良を起こし、これらが洪水氾濫の可能性を増やし、氾濫による浸水時間の長期化をもたらす。

(現在の状況)

- 既往降雨データの分析によると、比較的多頻度の大雨事象については、その発生頻度が経年的に増加傾向にあることが示されている。この傾向が気候変動によるものであるとの十分な科学的根拠は未だ得られていない。
- 浸水面積の経年変化は全体として減少傾向にある。この傾向を説明する主たる要因として治水対策の進展があげられる。一方、浸水面積あたりの被害額は増加傾向にある。
- これまでの治水整備により達成された水害に対する安全度は、現在気候を前提にした場合でも、計画上の目標に対して相当不足している。
- 日本は洪水氾濫による水害に関して依然として脆弱性を抱えており、気候変動がより厳しい降雨状況をもたらすとすれば、その影響は相当に大きい可能性がある。

(将来予測される影響)

- A1B シナリオ⁵⁷などの将来予測によれば、洪水を起こしうる大雨事象が日本の代表的な河川流域において今世紀末には現在に比べ有意に増加し、同じ頻度の降雨量が1～3割のオーダーで増加することについて、多くの文献で見解が一致している。
- 複数の文献が、洪水を発生させる降雨量の増加割合に対して、洪水ピーク流量の増加割合、氾濫発生確率の増加割合がともに大きくなる（増幅する）ことを示している。この増幅の度合いについては、洪水ピーク流量に対して氾濫発生確率のそれがあるかに大きくなると想定される。
- 河川堤防により洪水から守られた氾濫可能エリアにおける氾濫発生頻度が有意に増せば、水害の起こりやすさは有意に増す。
- 海岸近くの低平地等では、海面水位の上昇が洪水氾濫の可能性を増やし、氾濫による浸水時間の長期化を招くと想定される。
- 将来予測結果の信頼性をさらに向上させるには、それを規定する大きな要素となっている気候モデルについて、現象再現における空間解像度を向上させ、同時に計算ケースを増やすことの両立が求められる。

(2) 内水

(内水氾濫の説明)

- 全体として平坦な土地に降る強雨に対して、それを地面に浸透させ、あるいは排水する能力が小さい場合、溜まりやすい場所に排水しきれない雨水が集まって浸水が始まり、ついには被害を生じさせる水深・範囲に拡大する。このような現象を内水氾濫と呼ぶ。
- 内水氾濫の生起は降雨強度と浸透・排水能力との相対関係に主に支配される。したがって、外水氾濫の場合と異なり、局地的かつ比較的短時間であっても高強度の降雨が発生すると内水氾濫が生じうる。
- 内水氾濫が起こりやすい土地状況をあげると、・元々浸透能力が低い都市部で、雨水排水のための下水道、その他排水施設の能力が降雨強度に追いつかない、・排水の役割を担う下水道や水路、小河川が、それらが流れ込む先の河川での水位上昇によって十分な排水機能を発揮できない、などがある。
- 個々の内水氾濫の水量は、一洪水による破堤を伴う外水氾濫に比べて少ない場合が一般的であるが、浸水に対して脆弱な土地利用がなされていると大きな被害をもたらす場合がある。また、特に都市部においては発生が突発的となり人的被害につながる場合がある。

⁵⁷ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

(気候変動により影響が生じるメカニズム)

- 気候変動により、大雨事象の発生頻度や降水量が増えるという影響、中でも、内水氾濫につながりやすい短時間に集中する降雨事象の発生頻度や降雨強度が増えるという影響が現れ、この結果、内水氾濫の可能性が増大する。

(現在の状況)

- 既往降雨データの分析によると、比較的多頻度の大雨事象については、その発生頻度が経年的に増加傾向にあり、年超過確率 1/5 や 1/10 の、短時間に集中する降雨の強度が過去 50 年間で有意に増大してきている。これらの変化傾向が気候変動によるものであるとの十分な科学的根拠は未だ得られていない。
- これまでの下水道整備により達成された水害に対する安全度は、現在気候を前提にした場合でも、計画上の目標に対して相当不足している。
- このような短時間に集中する降雨の頻度および強度の増加は、浸水対策の達成レベルが低い都市部における近年の内水被害の頻発に寄与している可能性がある。

(将来予測される影響)

- 局所的な強雨事象を対象にした気候変動影響の推定は、詳細な解像度の確保や局所的強雨をもたらす気象擾乱をモデル化すること自体が難しいため、本格化に至っていない。
- 現在に至るまでの大雨事象の経年変化傾向と、これまでの 50 年の経年変化傾向を延長して 50 年後に向かって短時間降雨量が増大する可能性を示した文献は、内水被害をもたらす大雨事象が今後増加する可能性について有用な情報を与えている。
- 河川近くの低平地等では、河川水位が上昇する頻度の増加によって、下水道等から雨水を排水しづらくなることによる内水氾濫の可能性が増え、浸水時間の長期化を招くと想定される。
- 都市部には、特有の氾濫・浸水に対する脆弱性が存在するため、短時間集中降雨が気候変動影響により増大し、そこに海面水位の上昇が重なれば、その影響は大きい。
- 大雨の増加は、都市部以外に農地等への浸水被害等をもたらすことも想定される。

【沿岸】

(1) 海面上昇

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、海水の熱膨張や氷河や氷床の融解、滑り落ちを引き起こすことで、海面水位を上昇させる。
- 海面水位の上昇により、河川や沿岸の人工物の機能の低下、干潟・河川の感潮区間

⁵⁸の生態系に変化が現れることが想定される。

(現在の状況)

- 1980 年以降の日本周辺の海面水位が上昇傾向（+1.1 mm/年）にあることが、潮位観測記録の解析結果より報告されている。
- 現時点で、海面水位の上昇により生じた障害の報告は無い。
- 潮汐記録より、気候変動、海流の変化等に由来する海面位置の変動を抽出するためには地殻変動の大きさを正確に評価することが必要である。

(将来予測される影響)

- 気候変動による海面上昇については多くの研究が行われている。
- 1986～2005 年平均を基準とした、2081～2100 年平均の世界平均海面水位の上昇は、RCP2.6 シナリオ⁵⁹で 0.26～0.55m、RCP4.5 シナリオ⁵⁹で 0.32～0.63m、RCP6.0 シナリオ⁵⁹で 0.33～0.63m、RCP8.5 シナリオ⁵⁹で 0.45～0.82m の範囲となる可能性が高いとされており、温室効果ガスの排出を抑えた場合でも一定の海面上昇は免れない。
- 80cm 海面が上昇した場合、三大湾のゼロメートル地帯の面積が現在の 1.6 倍に増加するなど、影響の範囲は全国の海岸に及ぶ。
- 海面上昇が生じると、台風、低気圧の強化が無い場合にも、現在と比較して高潮、高波による被災リスクが高まる。
- 河川や沿岸の人工物の機能の低下、沿岸部の水没・浸水、港湾及び漁港機能への支障、干潟や河川の感潮区間の生態系への影響が想定される。

(2) 高潮・高波

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による海面上昇は、高潮や高波の発生リスクを増大させる可能性がある。それにより、人命への影響や港湾及び港湾施設、漁港施設、企業活動、文化資産等に影響を及ぼすことが想定される。
- 高潮をもたらす直接の原因のほとんどは台風であり、高潮の発生動向は台風の発生数、経路、強度等に依存する。

(現在の状況)

- 気候変動による海面上昇や台風の強度の増加が高潮や高波に与える影響及びそれに伴う被害に関しては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。高潮については、極端な高潮位の発生が、1975 年以降全世界的に増加している可能性が指摘

⁵⁸ 感潮区間:河川の河口付近で水位や流速に海の潮汐が影響を与える区間

⁵⁹ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考)気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

されている。

- 高波については、太平洋沿岸で秋季から冬季にかけての波高の増大等が、日本海沿岸で冬型気圧配置の変化による高波の波高及び周期の増加等の事例が確認されているが、これが気候変動によるものであるとの科学的根拠は未だ得られていない。

(将来予測される影響)

- 高潮をもたらす主要因は台風であるが、気候変動による台風の挙動（経路、規模等）を予測する技術は開発途上にある。しかし、台風が沿岸域に到達した際に生じる水位の上昇、浸水の範囲等の予測計算の結果は一定の精度で評価できる。
- 気候変動により海面が上昇する可能性が非常に高く、高潮のリスクは高まる。
- 高波については、台風の強度の増加等による太平洋沿岸地域における高波のリスク増大の可能性、また、波高や高潮偏差の増大による港湾及び漁港防波堤等への被害等が予測されている。
- 港湾・漁港、特に施設の設置水深が浅い港では、平均海面上昇やそれに伴う波高の増加により、施設の安全性が十分確保できなくなる箇所が多くなると予測されている。

(3) 海岸侵食

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による海面の上昇や台風の強度の増加は、現在海岸侵食が生じている海岸の侵食をさらに進行させるとともに、現在侵食が生じていない海岸でも侵食を生じさせる可能性がある。
- 降雨量の増加は、斜面崩壊の増加と河川流量の増加を引き起こし、河川から海岸への供給土砂量を増加させることで、河口周辺の海岸などで堆積を生じさせる可能性がある。

(現在の状況)

- 気候変動による海面の上昇や台風の強度の増加が、既に海岸侵食に影響を及ぼしているかについては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。

(将来予測される影響)

- 気候変動による海面の上昇や台風の強度の増加によって、海岸が侵食されることが予測されている。具体的には、30cm、60cm の海面上昇により、それぞれ、我が国の砂浜の約 5 割、約 8 割が消失する。
- 一方で、気候変動による降雨量の増加によって河川からの土砂供給量が変化し、河口周辺の海岸などにおいて土砂堆積が生じる可能性も報告されている。しかし、気候変動による海岸侵食を補うだけの土砂量の増加の可能性は高くないと考えられ、海岸の侵食が現在よりもさらに進行することが想定されている。

【山地】

（１）土石流・地すべり等

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による短時間に強い雨や総降水量の大きい雨が降る確率の上昇、降雨の時空間分布の変化は、土砂災害の発生頻度の増加、発生タイミングの変化、発生規模の増大、発生形態の変化を引き起こす可能性がある。
- 降水量や気温の変化は、地盤や地表面の状況（植生等）を変化させ、崩壊や侵食の素因に影響を及ぼすことが想定される。また、降雪量や降雪の時空間分布の変化は、雪崩等の雪害に影響を及ぼすことが想定される。しかし、どのような影響を及ぼすかは現時点では不明確な部分が多い。

（現在の状況）

- 気候変動と土砂災害等の被害規模とを直接関連づけて分析した研究・報告は多くはなく、また、気候変動と土砂災害の発生形態との関係は現時点では不明確な部分が多い。
- ただし、過去30年程度の間で50mm／時間以上の豪雨の発生頻度は増加しており、集落等に影響する土砂災害の年間発生件数も増加しているとの報告がある。また、深層崩壊の発生件数も、データ数は少ないものの、近年は増加傾向がうかがえるとの報告がある。
- 一部の地域で暖冬小雪傾向の後に豪雪が続き、降積雪の年変動が大きくなる事例等が報告されているが、雪害の問題に関して、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。

（将来予測される影響）

- 降雨条件が厳しくなるという前提の下で状況の変化が想定されるものとして以下が挙げられる。（ここで、厳しい降雨条件として、極端に降雨強度の大きい豪雨およびその高降雨強度の長時間化、極端に総降雨量の大きい豪雨などを表す。）
 - 集中的な崩壊・がけ崩れ・土石流等の頻発、山地や斜面周辺地域の社会生活への影響
 - ハード対策やソフト対策の効果の相対的な低下、被害の拡大
 - 深層崩壊等の大規模現象の増加による直接的・間接的影響の長期化
 - 現象の大規模化による既存の土砂災害危険箇所等以外への被害の拡大
 - 河川への土砂供給量増大による治水・利水機能の低下

【その他】

（１）強風等

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動によって強い台風が増加し、台風による風倒木などの被害を増加させる可能性がある。
- 気候変動により強い竜巻を発生させるスーパーセル⁶⁰の発現頻度が高くなることで、竜巻が増加し、それに伴う被害が生じる可能性がある。

（現在の状況）

- 気候変動に伴う強風・強い台風の増加等による被害の増加について、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。
- 気候変動による竜巻の発生頻度の変化についても、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。

（将来予測される影響）

- A1B シナリオ⁶¹を用いた研究では、近未来（2015～2039 年）から気候変動による強風や強い台風の増加等が予測されている。
- また、日本全域で 21 世紀末（2075～2099 年）には 3～5 月を中心に竜巻発生好適条件の出現頻度が高まることも予測されている。
- 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、強い台風の増加等に伴い、中山間地域における風倒木災害の増大が懸念されている。

3.3.5 健康

※人の健康に対しては、気候変動だけでなく、グローバル化に伴う膨大な人と物の移動、土地開発に伴う自然環境の著しい変化など、さまざまな要因が関与している。気候変動による影響を評価する際にはそのような他の多様な要因も存在していることを理解したうえで影響評価を検討する必要がある。

【冬季の温暖化】

（１）冬季死亡率

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による冬季の気温の上昇は、災害レベルの寒波・大雪などの頻度が減少すれば冬季の死亡数を低下させる可能性がある。日常レベルの日別にみた気温の低下では死亡リスクの上昇は認められていないため、単なる冬期の平均気温の上昇によって冬期の死亡率が低下するかどうかは不明である。

⁶⁰ スーパーセル：巨大な積乱雲で強風や竜巻等激しい気象現象をもたらすもの。

⁶¹ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

(現在の状況)

- 冬季の気温の上昇に伴い冬季死亡率が低下しているという具体的な研究事例は現時点では確認できていない。

(将来予測される影響)

- 冬季の平均気温は、RCP4.5 シナリオ⁶²の場合、2030 年代に、全国的に 2000 年代よりも上昇し、全死亡（非事故）に占める低気温関連死亡の割合が減少することが予測された。しかし、この予測は季節の影響と冬期における気温の相違による影響を分離して行われる前の研究である。季節の影響を分離すれば、低気温関連死亡の割合の減少は、この予測よりも小さくなることが想定される。

【暑熱】

※暑熱による影響のうち、本項では、死亡リスクや熱中症等を主な対象として扱う。国民生活・都市生活分野の「その他－暑熱による生活への影響等」では熱ストレス・睡眠障害、暑さによる不快感等を主な対象として扱う。

(1) 死亡リスク

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、熱ストレスの生理学的影響により、循環系・呼吸系に問題を持つ人、高齢者の死亡リスクを高め、また熱中症を増加させる。間接的には、気温上昇に伴う光化学オキシダント濃度の上昇による呼吸器・循環器疾患などによる死亡リスクを増加させる可能性がある。

(現在の状況)

- 気温の上昇による超過死亡（直接・間接を問わずある疾患により総死亡がどの程度増加したかを示す指標）の増加は既に生じていることが世界的に確認されている。

(将来予測される影響)

- 東京を含むアジアの複数都市では、夏季の熱波の頻度が増加し、死亡率や罹患率に関係する熱ストレスの発生が増加する可能性があることが予測されている。
- 日本における熱ストレスによる死亡リスクは、450s シナリオ⁶²及び BaU シナリオ⁶²の場合、今世紀中頃（2050 年代）には 1981～2000 年に比べ、約 1.8～2.2 倍、今世紀末（2090 年代）には約 2.1～約 3.7 倍に達することが予測されている。
- RCP2.6 シナリオ⁶²の場合であっても、熱ストレス超過死亡数は、年齢層に関わらず、全ての県で 2 倍以上になると予測されている。

⁶² シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

（２）熱中症

（気候変動による影響の要因）

- 夏季の気温の上昇は、熱中症患者発生数を増加させる可能性がある。特に高齢者は、その影響がより深刻となる可能性がある。

（現在の状況）

- 気候変動の影響とは言い切れないものの、熱中症搬送者数の増加が全国各地で報告されている。
- 労働効率への影響等、死亡・疾病に至らない健康影響については、国内の報告は限られている。

（将来予測される影響）

- 熱中症発生率の増加率は、2031～2050 年、2081～2100 年のいずれの予測も北海道、東北、関東で大きく、四国、九州・沖縄で小さいことが予測されている。
- 年齢別にみると、熱中症発生率の増加率は 65 歳以上の高齢者で最も大きく、将来の人口高齢化を加味すれば、その影響はより深刻と考えられる。
- RCP8.5 シナリオ⁶³を用いた予測では、21 世紀半ばには、熱中症搬送者数は、四国を除き 2 倍以上を示す県が多数となり、21 世紀末には、RCP2.6 シナリオ⁶³を用いた予測を除きほぼ全県で 2 倍以上になることが予測されている。
- 労働効率への影響等、気候変動の臨床症状に至らない健康影響について、国外では報告があり、IPCC 第 5 次評価報告書にも採り上げられている。一方で、国内では報告が少ない。

【感染症】

※感染症としては、比較的先行研究の多い水系・食品媒介性感染症・節足動物媒介感染症を取り上げ、まだ既往の研究知見が少ない感染症を「その他の感染症」としてまとめて取り扱っている。便宜上一括で扱うが、必ずしも「その他の感染症」の重要性が低いわけではない。

（１）水系・食品媒介性感染症

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による海水温や淡水温の上昇は、海水中や淡水中の細菌類を増加させ、水系感染症のリスクを増加させることが想定される。
- 気温の上昇は、食品の加工・流通・保存・調理の各過程において食品の細菌汚染・増殖を通して、食品媒介性感染症のリスクを増加させることが想定される。

⁶³ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

(現在の状況)

- 気候変動による水系・食品媒介性感染症のリスクの増加について、現時点で研究事例は限定的にしか確認できておらず、気候変動との関連は明確ではない。

(将来予測される影響)

- 気候変動による水系・食品媒介性感染症の拡大が懸念されるが、現時点で研究事例は限定的にしか確認できていない。

(2) 節足動物媒介感染症

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇や降水の時空間分布の変化は、感染症を媒介する節足動物の分布可能域を変化させ、節足動物媒介性感染症のリスクを増加させる可能性がある。

(現在の状況)

- デング熱⁶⁴等の感染症を媒介する蚊（ヒトスジシマカ）の生息域が東北地方北部まで拡大していることが確認されている。また、気候変動とは直接関係しないが、2014年には都内の公園で多数の人がデング熱に罹患する事象が発生した。
- 他にも気候変動により感染リスクが増加する可能性のある感染症があるが、現時点で日本における具体的な研究事例は確認できていない。

(将来予測される影響)

- RCP8.5 シナリオ⁶⁵を用いた予測では、ヒトスジシマカの分布可能域は、21世紀末には、北海道の一部にまで広がることが予測されている。ただし、分布可能域の拡大が、直ちに疾患の発生数の拡大につながるわけではない。
- 他にも気候変動の影響を受ける可能性のある感染症はあるが、現時点で日本における感染症リスクの拡大に関する具体的な研究事例は確認できていない。

(3) その他の感染症

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇や降水量の変化は、水系・食品媒介性感染症や節足動物媒介感染症以外の感染症においても、感染リスクの増加や発生特性の変化をもたらすことが想定される。

⁶⁴ デング熱：ヒトスジシマカ、ネッタイシマカ等の蚊によって媒介されるデングウイルスの感染症。

⁶⁵ シナリオの概要については、P85以降の『(参考)気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

- ただし、その他の社会的要因、生物的要因の影響が大きいことから、現時点では詳細なメカニズムについての知見が十分ではない。

(現在の状況)

- 水系・食品媒介性感染症や節足動物媒介感染症以外の感染症においても、発生の季節性の変化や、発生と気温・湿度との関連を指摘する報告事例が確認されている。
- ただし、その他の社会的要因、生物的要因の影響が大きいことから、現時点では詳細なメカニズムについての知見が十分ではない。

(将来予測される影響)

- 水系・食品媒介性感染症や節足動物媒介感染症以外の感染症においても、気温の上昇に伴い、季節性の変化や発生リスクの変化が起きる可能性があるものの、文献が限られており定量的評価が困難である。

【その他】

(1) その他

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇は、オゾン等の大気汚染物質の生成反応を促進させる等により、様々な汚染物質の濃度を変化させることが想定される。
- 気候変動による局地的な大雨の増加に伴い合流式下水道越流水の頻度が増した場合に、汚染される閉鎖水系を水源とする地域において下痢症の発生に影響を及ぼすことが想定される。
- 高齢者、小児等は暑熱の影響に対して脆弱であり、気温上昇などでは影響が顕在化しやすいと想定される。
- 労働効率への影響等、死亡・疾病には至らないが、社会的・経済的に重要な影響が想定されるが、定量的知見は乏しい。

(現在の状況)

- 健康に係る複合影響として数多く報告されているのは、気温上昇と大気汚染に関するもので、気温上昇による生成反応の促進等により、粒子状物質を含む様々な汚染物質の濃度が変化していることが報告されている。
- 局地的豪雨に伴う洪水により合流式下水道での越流が起これば閉鎖的水域や河川の下流における水質が汚染され、下痢症発症をもたらすことが想定される。日本同様の雨水処理方式をとる米国で報告があるが日本では具体的な報告にはなっていない。
- 暑熱に対しての脆弱集団としては高齢者が取り上げられることが多いが、米国では小児あるいは胎児（妊婦）への影響が報告されている。日本ではこの部分の情報が

欠落している。

- 労働効率への影響等、死亡・疾病に至らない健康影響についても、国内の報告は限られている。

(将来予測される影響)

- 都市部での気温上昇によるオキシダント濃度上昇に伴う健康被害の増加が想定されるものの、今後の大気汚染レベルによっても大きく左右され、予測が容易ではない。
- 大雨の増加による閉鎖性水域の汚染の増加に伴う下痢症の増加が想定されるものの、疫学データが不足している。
- 脆弱な集団への影響について、特に小児への影響についての情報が不足している。
- 労働効率への影響等、気候変動の臨床症状に至らない影響について、国外では報告があり、IPCC 第5次評価報告書にも採り上げられている。一方で、国内では報告が少ない。

3.3.6 産業・経済活動

【製造業】

(1) 製造業

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動が製造業に影響を及ぼすメカニズムについては、研究例が数少なく、メカニズム自体ははっきりしているわけではない。
- 一部の研究例として、平均気温の上昇によって、企業の生産・販売過程や生産設備立地場所の選定に影響を及ぼすことを示唆するものがある。また、長期的に起こり得る海面上昇や極端現象の頻度や強度の増加は、生産設備等に直接的・物理的な被害を与えるとするものもある。他方で、新たなビジネスチャンスの創出につながる場合もあるとの研究例もある。

(現在の状況)

- 気候変化により、様々な影響が想定されるが、現時点で製造業への影響の研究事例は限定的にしか確認できていない（調査で確認できた範囲では、長野県茅野市の伝統産業である天然寒天生産における 1 事例の報告のみ）。現時点で、製造業に大きな影響があるとは判断されない。

(将来予測される影響)

- 気候変動による製造業への将来影響が大きいと評価している研究事例は乏しく、現時点の知見からは、製造業への影響は大きいとは言えない。
- 最も大きな海面上昇幅を前提として、2090 年代において海面上昇により東京湾周辺

での生産損失額は、沿岸対策を取らなかった場合、製造業にも多額の損失が生じるとしている研究もある。

- 現時点で定量的に予測した研究事例ではないが、アパレル業界など、平均気温の変化が、企業の生産・販売過程、生産施設の立地等に直接的、物理的な影響を及ぼすことも懸念される。

【エネルギー】

（１）エネルギー需給

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による気温の上昇などにより、エネルギー需要に正負双方に影響を与える可能性がある。
- 極端現象の頻度や強度の増加、長期的な海面上昇によるエネルギーインフラへの影響被害については研究事例が少なく、コンセンサスがあるとは言えない。

（現在の状況）

- 現時点では、気候変動によるエネルギー需給への影響に関する具体的な研究事例は確認できていない。

（将来予測される影響）

- 気候変動によるエネルギー需給への将来影響を定量的に評価している研究事例は限定的であるが、現時点の知見からは、エネルギー需給への影響は大きいとは言えない。
- 気温の上昇によるエネルギー消費への影響について、以下のような予測を示した事例がある。
 - ✓ 産業部門や運輸部門においてはほとんど変化しない
 - ✓ 家庭部門では減少する（気温が１度上昇すると、家庭でのエネルギー消費量は北海道・東北で３～４％、その他の地域で１～２％減少する）
 - ✓ サービス業等の業務部門では増加する（気温が１度上昇すると、業務部門では１～２％増加する）
 - ✓ 家庭、業務部門を併せた民生部門全体では、大きな影響は無い、または地域によっては減少する
- 夏季の気温の上昇は、電力供給のピークを先鋭化させるとの指摘がある。

【商業】

（１）商業

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動が商業に影響を及ぼすメカニズムについては、要因が複雑であり、また、研究事例の蓄積が少ないことから、メカニズム自体ははっきりしているわけではない。
- 気候の変化によって、季節性を有する製品の売上げや、企業の販売計画に影響を及ぼすことを示唆する研究がある。気候の変化に適切に適応できれば、新たなビジネスチャンスの創出につながるという考え方もある。

(現在の状況)

- 日本における商業への影響について、具体的な研究事例は現時点では確認できていない。

(将来予測される影響)

- 日本における気候変動による商業への将来影響を評価している研究事例は乏しく、商業への影響は現時点では評価できない。
 - アパレル業界では、気候変動は季節性を有する製品の売上、販売計画に影響を与えうると指摘する研究がある。
 - CDP プロジェクトにおいて、海外でのアパレル、ホテルなどの企業が、今後気候変動に関連して生じる自社への影響やそれに伴う経済損失を試算し、評価した例がある。

【金融・保険】

(1) 金融・保険

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による極端現象の頻度や強度の増加に伴う自然災害の増加は、保険損害とそれに伴う保険支払額を増加させる可能性がある。
- 極端現象の頻度や強度の増加、将来の気候の不確実性の増加は、保険引受の際の保険料計算やリスク分散のあり方に影響を及ぼす可能性がある。
- 一方で、気候変動リスクに適切に対処できれば、保険業に対して新たなビジネス機会が生じることも想定される。
- 気候変動による極端現象の増加に伴う自然災害などにより、金融業に対して資産の損害などの脅威がある一方、気候変動リスクに適切に対処できれば、ビジネス機会が生じることも想定される。

(現在の状況)

- 1980年からの約30年間の自然災害とそれに伴う保険損害の推移からは、近年の傾向として、保険損害が著しく増加し、恒常的に被害が出る確率が高まっていることが確認されている。

- 保険会社では、従来のリスク定量化の手法だけでは将来予測が難しくなっており、今後の気候変動の影響を考慮したリスクヘッジ・分散の新たな手法の開発を必要としているとの報告もなされている。
- 日本における金融分野への影響については、具体的な研究事例が確認できていない。

(将来予測される影響)

- 自然災害とそれに伴う保険損害が増加し、保険金支払額の増加、再保険料の増加が予測されている。ただし、現時点では、日本に関する研究事例は限定的にしか確認できていない。
- 現時点で日本に関して定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、以下のような影響も想定される。

(保険業)

- 付保できない分野の登場、再保険の調達困難などの脅威
- 保険需要の増加、新規商品開発の可能性などのビジネス機会。

(金融業)

- 資産の損害や気象の変化による経済コストの上昇などの脅威
- 適応事業融資、天候デリバティブの開発などのビジネス機会
- 金融分野への影響については、現時点で日本に関する具体的な研究事例は確認できていない。

【観光業】

(1) レジャー

※ここでは、森林、雪山、砂浜、干潟などの自然資源を活用したレジャーを主体に扱っている(人工施設、屋内施設におけるレジャーは扱っていない)。

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による気温の上昇、降雨量・降雪量や降水の時空間分布の変化、海面の上昇などは、自然資源(森林、雪山、砂浜、干潟等)を活用したレジャーに対して、活用可能な場・資源の消失や減少、活動に適した期間の変化等の影響を及ぼす可能性がある。
- 極端現象の頻度や強度の増加は、自然資源を活用したレジャーに対して、活用可能な場・資源に影響を及ぼす可能性がある。

(現在の状況)

- 気温の上昇、降雨量・降雪量や降水の時空間分布の変化、海面の上昇は、自然資源(森林、雪山、砂浜、干潟等)を活用したレジャーへ影響を及ぼす可能性があるが、現時点で研究事例は限定的にしか確認できていない。
- 気温の上昇によるスキー場における積雪深の減少の報告事例が確認されている。

(将来予測される影響)

- A1B シナリオ⁶⁶を用いた予測では、2050 年頃には、夏季は気温の上昇等により観光快適度⁶⁷が低下するが、春季や秋～冬季は観光快適度が上昇すると予測されている。
- スキーに関しては、降雪量及び最深積雪が、2031～2050 年には北海道と本州の内陸の一部地域を除いて減少することで、ほとんどのスキー場において積雪深が減少すると予測されている。
- 海面上昇により砂浜が減少することで、海岸部のレジャーに影響を与えると予測されている。

【建設業】

(1) 建設業

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による極端現象の頻度や強度の増加は、建設工事の現場等へ直接的な被害を及ぼすことが想定される。
- 気温の上昇などが建築物の建材や構造健全性に影響を及ぼすことが想定される。
- 洪水や高潮等によるインフラ等への被害、適応策の導入を通じて、建設業に間接的な影響を及ぼすことも想定される。

(現在の状況)

- 現時点で、建設業への影響について具体的な研究事例は確認できていない。
- ただし、インフラ等への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。

(将来予測される影響)

- 現時点で、建設業への影響について具体的な研究事例は限定的である。
- ただし、インフラ等への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。

【医療】

(1) 医療

(気候変動による影響の要因)

⁶⁶ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考)気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

⁶⁷ 観光快適度：気温や降水量、日射量などから観光するにあたっての気候の快適性を指標化したもの。

- 気候変動による気温の上昇は、熱中症のリスク、水や節足動物等により媒介される感染症のリスク等を拡大させることが懸念されていることから、医療産業に対しても何らかの影響を与えることが想定される。
- また、極端現象の頻度や強度の増加に伴う災害リスクの増加や降雨量の変化に伴う渇水の増加は、医療に影響を及ぼすことも想定される。

(現在の状況)

- 現時点で、医療産業への影響について、断水や濁水による人工透析への影響を除き具体的な研究事例は確認できていない。
- ただし、健康への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。

(将来予測される影響)

- 現時点で、医療産業への影響について具体的な研究事例は確認できていない。
- ただし、健康への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。

【その他】

(1) その他 (海外影響等)

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による日本国外での影響が、サプライチェーンや日本国内の産業・経済に影響を及ぼすメカニズムについては、要因が複雑であり、研究事例の蓄積が少ないことから、メカニズム自体ははっきりしているわけではない。
- 英国外で生じた気候変動の影響が英国内に及ぼす影響を分析した事例では、以下のような影響について言及している。
 - 海外にサプライチェーンを持つ企業は、現地での気候変動による海面上昇あるいは極端現象の頻度や強度の増加等により、経済活動上の直接的・物理的な被害を受ける可能性がある。
 - 海上における暴風雨の増加や発生パターンの変化は、海上輸送時間や輸送ルートの変更を引き起こし、サプライチェーンへの影響を生じさせ、製品や資源の輸送の後れや輸送費用の増加等に繋がる可能性がある。
 - 気候変動による極端現象の頻度や強度の増加などにより、エネルギーの輸入先においてエネルギー関連インフラが損傷を受けることで、エネルギーセキュリティや燃料輸入価格等に影響を与える可能性がある。
 - 極端現象の頻度や期間の増加、水資源の減少、海洋の酸性化、水温の変化により、輸入している農水産物が不作となり、農水産物の輸入価格に影響を与える可能性がある。
 - 気温の上昇などに伴う感染症パターンの変化は、海外における感染症の媒介者を増

加させ、国内への移住や旅行を通じて国内で拡大させる可能性がある。

(現在の状況)

- 現時点では、気候変動による日本国外での影響が日本国内に及ぼす影響について、研究事例は確認できていない。
- 2011 年のタイ国チャオプラヤ川の洪水では、これが気候変動の影響によるものであるかどうかは明確に判断しがたいが、日系企業に被害をもたらし、ハードディスクのサプライチェーンにおける日系企業の損失を約 3,150 億円と試算している事例や、日本の損害保険会社が日系企業に支払う保険金の額を、再保険分も含めて 9,000 億円と見通している事例がある。

(将来予測される影響)

- 国外での影響が、日本国内にどのような影響をもたらすかについては、社会科学分野が含まれる二次的な影響が中心であり、要因が複雑で、現時点では具体的な研究事例が確認できていない。
- ただし、英国での検討事例等を踏まえると、エネルギーや農水産物の輸入価格の変動、海外における企業の生産拠点への直接的・物理的な影響、海外における感染症媒介者の増加に伴う移住・旅行等を通じた感染症拡大への影響等が日本においても懸念される。

3.3.7 国民生活・都市生活

【都市インフラ、ライフライン等】

(1) 水道、交通等

(気候変動による影響の要因)

- 気候変動による短時間強雨や渇水の頻度の増加、強い台風の増加などは、インフラ・ライフラインへ被害を及ぼす可能性がある。

(現在の状況)

- 近年、各地で、記録的な豪雨による地下浸水、停電、地下鉄への影響、渇水や洪水等による水道インフラへの影響、豪雨や台風による高速道路の切土斜面への影響等が確認されている。
- ただし、これらの現象が気候変動の影響によるものであるかどうかは、明確には判断しがたい。

(将来予測される影響)

- 気候変動が、インフラ・ライフラインにどのような影響をもたらすかについて、全球レベルでは、極端な気象現象が、電気、水供給サービスのようなインフラ網や重

要なサービスの機能停止をもたらすことによるシステムのリスクに加えて国家安全保障政策にも影響を及ぼす可能性がある」と指摘されている。

- 一方、国内では、社会科学分野が含まれる二次的な影響が中心であり、要因が複雑であるため、現時点では研究事例は限定的にしか確認できていない。海外では通信・交通インフラにおけるリスクの増大等を指摘した検討事例等がある。
- 今後、気候変動による短時間強雨や渇水の増加、強い台風の増加等が進めば、インフラ・ライフライン等に影響が及ぶことが懸念される。

【文化・歴史などを感じる暮らし】

（１）生物季節、伝統行事・地場産業等

※生物季節とは気温や日照など季節の変化に反応して動植物が示す現象をいう。なお、本項では、人間活動や文化に係る生物季節（国民生活の中で感じる生物季節（季節感））を主に扱い、自然生態系分野の「生物季節」では生態系への影響及び生態系サービスの内容を主に扱う。

（気候変動による影響の要因）

- 気候変動による気温の上昇等により、植物の発芽や開花、紅葉の時期、鳥や昆虫の鳴き始め等の生物季節が変化する可能性がある。これに伴い、国民の季節感の変化や、桜や紅葉の名所等における伝統行事、観光等に影響が及ぶ可能性がある。
- 気温の上昇や降水量の変化、降雨の時空間分布の変化、海面上昇、極端現象の頻度や強度の増加は、地域独自の伝統行事や観光業、地場産業等にも影響を及ぼす可能性がある。

（現在の状況）

- 国民にとって身近なサクラ、イロハカエデ、セミ等の動植物の生物季節の変化について報告が確認されている。ただし、それらが国民の季節感や地域の伝統行事・観光業等に与える影響について、現時点では具体的な研究事例は確認されていない。
- 気温の上昇等による諏訪湖での御神渡りなしとなる頻度の増加や地酒造りへの影響など地域独自の伝統行事や観光業・地場産業等への影響が報告されている。ただし、気候変動による影響であるかどうかについては明確には判断したがたく、現時点では研究事例も限定的にしか確認できていない。

（将来予測される影響）

- サクラの開花日及び満開期間について、A1B シナリオ⁶⁸及び A2 シナリオ⁶⁸の場合、将来の開花日は北日本などでは早まる傾向にあるが、西南日本では遅くなる傾向にあること、また、今世紀中頃および今世紀末には、気温の上昇により開花から満開までに必要な日数は短くなることが示されている。それに伴い、花見ができる日数の減少、サクラを観光資源とする地域への影響が予測されている。

⁶⁸ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

- 地域独自の伝統行事や観光業・地場産業等への影響については、現時点で研究事例が限定的にしか確認できていない。

【その他】

（１）暑熱による生活への影響

※本項では、都市における熱ストレス・睡眠障害、暑さによる不快感等を主に扱い、健康分野の「暑熱」では死亡リスクや熱中症等に関する影響を主に扱う。

（気候変動による影響の要因）

- 都市部においては、気候変動による気温の上昇にヒートアイランド現象による昇温が加わることで熱ストレスが増大し、熱中症リスクの増加にとどまらず、睡眠障害、暑さによる不快感、屋外活動への影響等、都市生活における快適さに影響を及ぼす。

69

（現在の状況）

- 日本の中小都市における 100 年あたりの気温上昇率が 1.5℃であるのに対し、主要な大都市の気温上昇率は 2.0～3.2℃であり、大都市において気候変動による気温上昇にヒートアイランドの進行による気温上昇が重なっているとの報告が確認されている。
- また、中小都市でもヒートアイランド現象が確認されている。
- 大都市における気温上昇の影響として、特に人々が感じる熱ストレスの増大が指摘され、熱中症リスクの増加に加え、睡眠障害、屋外活動への影響等が生じている。

（将来予測される影響）

- 国内大都市のヒートアイランドは、今後は小幅な進行にとどまると考えられるが、既に存在するヒートアイランドに気候変動による気温の上昇が加わり、気温は引き続き上昇を続けることが見込まれる。
- 例えば、名古屋において 2070 年代 8 月の気温を予測した事例(A2 シナリオ⁷⁰を使用)では 2000～2009 年の 8 月の平均気温と比較して、3℃程度の上昇が予測されており、気温上昇に伴い、体感指標である WBGT⁷¹も上昇傾向を示すことが予測されている。
- 将来の都市の気温の予測においては、都市の形態による違いが見られるものの、気温や体感指標の上昇が予測されており、上昇後の温熱環境は、熱中症リスクや快適性の観点から、都市生活に大きな影響を及ぼすことが懸念される。

⁶⁹ 気候変動の影響を考える上では、ヒートアイランド現象は都市の有する脆弱性を高める要素の一つと捉えられる。

⁷⁰ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

⁷¹ WBGT(Wet Bulb Globe Temperature)：温熱指標の一つであり、湿球黒球温度のこと。暑さ指数を指す。自然湿球温度(℃)、黒球温度(℃)、気温(℃)から算出される。

3.4 気候変動による影響の評価（一覧表）

凡 例：

【重大性】		： 特に大きい		： 「特に大きい」とは言えない	－	： 現状では評価できない	（観 点）	社：社会	経：経済	環：環境		
【緊急性】		： 高い		： 中程度		： 低い					－	： 現状では評価できない
【確信度】		： 高い		： 中程度		： 低い					－	： 現状では評価できない

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性		緊急性	確信度	備考	
					観点	判断理由				
農業・林業・水産業 ¹	農業	水稲	●既に全国で、気温の上昇による品質の低下（白未熟粒 ² の発生、一等米比率の低下等）等の影響が確認されている。また、一部の地域や極端な高温年には収量の減少も見られている。	●全国のコメの収量は今世紀半ばまで、A1B シナリオ ³ もしくは現在より 3℃までの気温上昇では収量が増加し、それ以上の高温では北日本を除き減収に転じると予測されている等、北海道では増収、九州南部などの比較的温暖な地域では現状と変わらないか、減少するという点で、ほぼ一致した予測となっている。 ●コメの品質について、一等米の比率は、登熟期間の気温が上昇することにより全国的に減少することが予測されている。特に、九州地方の一等米比率は A1B、A2 シナリオ ³ の場合、今世紀半ばに 30%弱、今世紀末に約 40%減少することを示す事例がある。 ●CO ₂ 濃度の上昇は、施肥効果によりコメの収量を増加させることが FACE（開放系大気 CO ₂ 増加）実験により実証されているが、気温上昇との相互作用による不確実性も存在する。		社経	コメの収量・品質の変化の影響の範囲は、好影響も含め全国に及び、我が国の主食としての供給及び農業従事者の収入の増減に直接影響する。			
		野菜	●過去の調査で、40 以上の都道府県において、既に気候変動の影響 ⁴ が現れていると報告されており、全国的に気候変動の影響が現れていることは明らかである。 ●特にキャベツなどの葉菜類、ダイコンなどの根菜類、スイカなどの果菜類等の露地野菜では、多種の品目でその収穫期が早まる傾向にあるほか、生育障害の発生頻度の増加等もみられる。 ●施設野菜では、トマトの着果不良などが多発し、高温対策等の必要性が増している。一方、施設生産では冬季の気温上昇により燃料消費が減少するとの報告もある。	●野菜は、生育期間が短いものが多く、栽培時期の調整や適正な品種選択を行うことで、栽培そのものが不可能になる可能性は低いと想定される。 ●現時点では、具体的な研究事例が限定的である。 ●ただし、今後さらなる気候変動が、野菜の計画的な出荷を困難にする可能性がある。	—		既に影響が現れているが、将来の影響が必ずしも明確ではないので、重大性の評価は困難である。			
		果樹	●2003 年に実施された全国的な温暖化影響の現状調査では、全都道府県における果樹関係公立研究機関から、果樹農業において既に気候変動の影響 ⁴ が現れているとの報告がなされている。 ●果樹は気候への適応性が非常に低い作物であり、また、一度植栽すると同じ樹で 30～40 年栽培することになることから気温の低かった 1980 年代から同じ樹で栽培されていることも多いなど、品種や栽培法の変遷も少なく、1990 年代以降の気温上昇に適応できていない場合が多い。 ●カンキツでの浮皮、リンゴでの着色不良など、近年の温暖化に起因する障害は、ほとんどの樹種、地域に及んでいる。 ●果実品質について、たとえばリンゴでは食味が改善される方向にあるものの、果実が軟化傾向にあり、貯蔵性の低下につながっている。	●ウンシュウミカン、リンゴについて、IS92a シナリオ ³ を用いた予測では、栽培に有利な温度帯は年次を追うごとに北上し、以下の通り予測されている。 ▶ウンシュウミカンでは、2060 年代には現在の主力産地の多くが現在よりも栽培しにくい気候となるとともに、西南暖地（九州南部などの比較的温暖な地域）の内陸部、日本海および南東北の沿岸部など現在、栽培に不向きな地域で栽培が可能となる。 ▶リンゴでは 2060 年代には東北中部の平野部までが現在よりも栽培しにくい気候となり、東北北部の平野部など現在のリンゴの主力産地の多くが、暖地リンゴの産地と同等の気温となる。 ●ブドウ、モモ、オウトウについては、主産県において、高温による生育障害が発生することが想定される。		社経	既に温暖化の影響の範囲は全国に及び、農家の収入の増減に直接影響するほか、食料品の価格等を通じて一般世帯にも影響が及ぶ可能性がある。特に、東日本におけるリンゴや西日本におけるウンシュウミカン等、果樹は地域ブランドが確立していることが多く、これらの一部の県ではコメよりも産出額が多く、かつ、貯蔵や加工産業などの周辺産業も多数存在することから、適地移動の結果により生産が難しくなれば、地域経済に影響が及ぶことになる。また、カンキツ類を中心として果樹は中山間地では基幹作物になっている地域もあり、他の産業が少ないこれらの地域での、適地移動の影響は大きい。			

1 農業・林業・水産業においては、気候変動の将来影響を予測するにあたって、人口・産業構造の変化やグローバル化など、さまざまな社会経済環境による影響も合わせて評価する必要がある。しかし、現時点では、そのような総合評価の知見は限られているため、ここでの情報整理と評価は気候変動による直接的な影響を対象としていることに留意すべきである。

2 白未熟粒：高温等の障害により、デンプンが十分に詰まらず白く濁ること。

3 シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

4 気候変動の影響に関して、品種改良などで長期間の影響を継続的に把握することが困難な場合は、短期的な気候の影響で判断していることがあることに注意が必要。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
		麦、大豆、飼料作物等	●小麦では、冬季及び春季の気温上昇により、全国的に種をまく時期の遅れと穂が出る時期の早まりがみられ、生育期間が短縮する傾向が確認されている。 ●飼料作物では、関東地方の一部で 2001～2012 年の期間に飼料用トウモロコシにおいて、乾物収量が年々増加傾向になった報告例がある。	●小麦では、種をまいた後の高温に伴う生育促進による凍霜害リスクの増加、高 CO₂ 濃度によるタンパク質含量の低下等が予測されている。 ●大豆では、高 CO₂ 濃度条件下では（気温が最適温度付近か少し上では）、収量の増加、最適気温以上の範囲では、乾物重⁵、子実重、収穫指数⁶の減少が予測されている。 ●北海道では、IS92a シナリオ⁷による予測では、2030 年代には、てんさい、大豆、小豆では増収の可能性もあるが、病害発生、品質低下も懸念され、小麦、ばれいしょでは減収、品質低下が予測されている。 ●牧草の生産量等について予測した研究があるが、増収・減収等の傾向については一定の傾向が予測されている。		社経	穀物の収量・品質の変化は（好影響も含め）農家の収入の増減に直接影響するほか、食料品の価格等を通じて一般世帯にも影響が及ぶ可能性がある。			
		畜産	●家畜の生産能力の推移から判断して、現時点で気候変動の家畜への影響は明確ではない。 ●夏季に、肉用牛と豚の育成や肉質の低下、採卵鶏の産卵率や卵重の低下、肉用鶏の育成の低下、乳用牛の乳量・乳成分の低下等が報告されている。 ●記録的猛暑であった 2010 年の暑熱による家畜の死亡・廃用頭羽数被害は、畜種の種類・地域を問わず前年より多かったことが報告されている。	●影響の程度は、畜種や飼養形態により異なると考えられるが、温暖化とともに、肥育去勢豚、肉用鶏の成長への影響が大きくなることが予測されており、成長の低下する地域が拡大し、低下の程度も大きくなると予測されている。		社経	家畜や家禽への影響の範囲は畜種や飼養形態により異なるが、農業総生産額に占める畜産業の割合は約 30%であることから、わが国の畜産物の供給、畜産従事者の経営に直接影響する。			
		病虫害・雑草	●西南暖地（九州南部などの比較的温暖な地域）の一部に分布していたミナミアオカメムシが、近年、西日本の広い地域から関東の一部にまで分布域が拡大し、気温上昇の影響が指摘されている。 ●現時点で、明確に気候変動の影響により病害が増加したとされる事例は見当たらない。 ●奄美諸島以南に分布していたイネ科雑草が、越冬が可能になり、近年、九州各地に侵入した事例がある。	●害虫については、気温上昇により寄生性天敵、一部の捕食者や害虫の年間世代数（1 年間に卵から親までを繰り返す回数）が増加することから水田の害虫・天敵の構成が変化することが予想されている。 ●水稻害虫以外でも、越冬可能地域の北上・拡大や、発生世代数の増加による被害の増大の可能性が指摘されている。 ●病害については、高 CO₂ 条件実験下（現時点の濃度から 200ppm 上昇）では、発病の増加が予測された事例がある。 ●雑草については、一部の種類において、気温の上昇により定着可能域の拡大や北上の可能性が指摘されている。		社経	病虫害雑草の分布域や発生量の増加は、作物の収量・品質に影響が及び、かつ農業をはじめとする様々な防除手段を講じる必要があるため、直接的・間接的に、農家の収入低下等の経済的損失につながる可能性がある。			
		農業生産基盤 ⁸	●農業生産基盤に影響を及ぼしうる降水量の変動について、1901～2000 年の最大 3 日連続降雨量の解析では、短期間にまとめて強く降る傾向が増加し、特に、四国や九州南部でその傾向が強くなっている。 ●また、年降水量の 10 年移動変動係数をとると、移動平均は年々大きくなり、南に向かうほど増加傾向は大きくなっている。 ●コメの品質低下などの高温障害が見られており、その対応として、田植え時期や用水時期の変更、掛け流し灌漑の実施等、水資源の利用方法に影響が生じている。	●水資源の不足、融雪の早期化等による農業生産基盤への影響については、気温上昇により融雪流出量が減少し、用水路等の農業水利施設における取水に影響を与えることが予測されている。具体的には、A2 シナリオ⁷の場合、農業用水の需要が大きい 4～5 月ではほとんどの地域で減少する傾向にあり、地域的、時間的偏りへの対応が必要になると推測される。 ●降雨強度の増加による洪水の農業生産基盤への影響については、低標高の水田で湛水時間が長くなることで農地被害のリスクが増加することが予測されている。		社経	流量等の両極端現象について大きな増大が予測される。全国的に影響が及ぶが、特に融雪を水資源とする地域に大きな影響が及び、流量の減少とともに融雪時期の変化は水田の管理に多大な影響を及ぼす。水不足は農業用水に影響を与える可能性があり、一方で、降雨量の増加は低平地の排水不良、土壌侵食などに影響を与える可能性がある。いずれも社会的経済的影響が大きい。すなわち、洪水や渇水といった両極端現象の発生頻度増大に注目していくことが重要となる。			

5 乾物重(かんぶつじゅう)：乾燥して水を除いた後の重さであり、植物が実際に生産、蓄積した物質の重さ。

6 収穫指数(しゅうかくしすう)：全乾物重に対する収穫部位の乾物重の割合。

7 シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

8 農業生産基盤：農地、農業用水、土地改良施設（ダム、頭首工、農業用排水路等）

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
	林業	木材生産（人工林等）	●一部の地域で、スギの衰退現象が報告されており、その要因に大気乾燥化による水ストレスの増大を挙げる研究報告例もある。ただし、大気乾燥化あるいはそれによるスギの水ストレスの増大が気候変動による気温の上昇あるいは降水量の減少によって生じているか明確な証拠はない。スギの衰退と土壌の乾燥しやすさとの関連も明らかではない。 ●現時点で、台風強度の増加によって、人工林における風害が増加しているかについては、研究事例が限定的であり、明らかでない。	●気温が現在より 3℃上昇すると、蒸散量が増加し、特に降水量の少ない地域でスギ人工林の脆弱性が増加する可能性を指摘する研究事例がある。 ●現状と同じ林業活動を仮定し、日本のスギ人工林の炭素蓄積量及び炭素吸収量の低下を予測した研究事例がある。 ●その他、ヒノキの苗木について、気温の上昇によるバイオマス成長量の増加は明らかではないとの研究事例や、マツ枯れ危険域が拡大するとの研究事例、ヤツバキクイムシの世代数増加によりトウヒ類の枯損被害が増加するとの研究事例がある。 ●高齢林化が進むスギ・ヒノキ人工林における風害の増加が懸念される。		社経環	スギ、アカマツ、クロマツ、ヒノキ等の人工林の主要樹種については、影響があればその影響の範囲は（北海道を除く）全国に及ぶ。これらの人工林の衰退、生産力の低下等は、森林の生態系サービスの低下を引き起こし、社会、経済、環境に大きな影響を及ぼす可能性がある。社会面では、森林の生態系サービスの低下による山地、中山間地の住民生活への影響、経済面では、林業への影響、観光業への影響、環境面では、森林の生態系サービスの低下（水源涵養（洪水調節）、土砂流出防備、水害防備、生物多様性保全、二酸化炭素吸収、風致・景観等）が挙げられる。			
		特用林産物（きのこ類等）	●シイタケ栽培に影響を及ぼすヒポクレア属菌について、夏場の高温がヒポクレア菌による被害を大きくしている可能性があるとの報告がある。	●シイタケの原木栽培において、夏場の気温上昇と病害菌の発生あるいはシイタケの子実体（きのこ）の発生量の減少との関係を指摘する報告がある。 ●冬場の気温の上昇がシイタケ原木栽培へ及ぼす影響については、現時点で明らかになっていない。		社経環	栽培キノコ類の生産額は林業産出額の半数にも及ぶ。栽培キノコの主たるシイタケ原木栽培への影響については、影響があればその影響の範囲は全国に及ぶ。シイタケ原木栽培の生産力の低下等は、社会、経済、環境に大きな影響を及ぼす可能性がある。社会面では、シイタケ原木栽培の生産力の低下による、シイタケ原木栽培に依存した山地、中山間地のコミュニティのへの影響、経済面では、シイタケ原木栽培の生産力の低下による極めて大きな経済的損失、環境面では、コミュニティの崩壊による森林管理の不全による生態系サービスの低下が挙げられる。			
	水産業	回遊性魚介類（魚類等の生態）	●海水温の変化に伴う海洋生物の分布域の変化が世界中で報告されている。 ●日本周辺域の回遊性魚介類においても、高水温が要因とされる分布・回遊域の変化が日本海を中心にブリ、サワラ、スルメイカで報告され、漁獲量が減少した地域もある。	●回遊性魚介類については、分布回遊範囲及び体のサイズの変化に関する影響予測が数多く報告されている。具体的には以下の通り。 ➢シロザケは、IS92a シナリオ⁹の場合、日本周辺での生息域が減少し、オホーツク海でも 2050 年頃に適水温海域が消失する可能性が指摘されている。 ➢ブリは、分布域の北方への拡大、越冬域の変化が予測されている。 ➢スルメイカは、A1B シナリオ⁹の場合、2050 年には本州北部沿岸域で、2100 年には北海道沿岸域で分布密度の低い海域が拡大することが予測されている。 ➢サンマは、餌料環境の悪化から成長が鈍化するものの、回遊範囲の変化によって産卵期では餌料環境が好転し、産卵量が増加する場合も予測されている。 ➢マイワシは、海面温度の上昇への応答として、成魚の分布範囲や稚仔魚の生残に適した海域が北方へ移動することが予測されている。 ●漁獲量の変化及び地域産業への影響に関しては、資源管理方策等の地球温暖化以外の要因も関連することから不確実性が高く、精度の高い予測結果は得られていない。		社経	影響の範囲は全国に及ぶ。漁獲量の増減、分布域及び漁場の変化等は魚種によって異なる。主要水揚げ港がある地域では、漁獲量の増減による影響が特に大きくなることが懸念される。			

⁹ シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
		増養殖等	●各地で南方系魚種数の増加や北方系魚種数の減少などが報告されている。 ●養殖ノリでは、秋季の高水温により種付け開始時期が遅れ、年間収穫量が各地で減少している。 ●藻食性魚類による藻場減少で、イセエビやアワビの漁獲量が減少したことが報告されている。	●生態系モデルと気候予測シナリオを用いた影響評価は行われていないものの、多くの漁獲対象種の分布域が北上すると予測されている。 ●海水温の上昇による藻類の種構成や現存量の変化によって、アワビなどの磯根資源の漁獲量が減少すると予想されている。 ●養殖魚類の産地については、夏季の水温上昇により不適になる海域が出ると予想されている。 ●海水温の上昇に關係する赤潮発生による二枚貝等のへい死リスクの上昇等が予想されている。 ●内水面では、湖沼におけるワカサギの高水温による漁獲量減少が予想されている。 ●IPCC の報告では、海洋酸性化による貝類養殖への影響が懸念されている。		社経	影響は日本全国に及んでいる。特に水産業への依存度が高い地域において社会・経済への影響が重大になる。			
水環境・水資源	水環境	湖沼・ダム湖	●全国の公共用水域（河川・湖沼・海域）の過去約 30 年間（1981～2007 年度）の水温変化を調べたところ、4,477 観測点のうち、夏季は 72%、冬季は 82%で水温の上昇傾向があり、各水域で水温上昇が確認されている。また、水温の上昇に伴う水質の変化が指摘されている。 ●ただし、水温の変化は、現時点において必ずしも気候変動の影響と断定できるわけではないとの研究報告がある。 ●一方で、年平均気温が 10℃を超えるとアオコの発生確率が高くなる傾向を示す報告もあり、長期的な解析が今後必要である。	●A1B シナリオ¹⁰を用いた予測では、琵琶湖は 2030 年代には水温の上昇に伴う DO（溶存酸素）の低下、水質の悪化が予測されている。 ●同じく A1B シナリオを用いた研究で、国内 37 の多目的ダムのうち、富栄養湖に分類されるダムが 2080～2099 年では 21 ダムまで増加し、特に東日本での増加数が多くなるとする予測も確認されている。 ●気候変動による降水量や降水の時空間分布の変化に伴う河川流量の変化や極端現象の頻度や強度の増加による湖沼・ダム湖への影響については、具体的な予測の研究事例は確認できていない。		社経環	影響の範囲は全国の湖沼・ダム湖と広範囲に及ぶ。湖沼や貯水池は、気温・水温の上昇により湖沼等内部での温度成層や植物プランクトンの活動が影響を受ける等、河川以上に厳しい水質変化が予想される。湖沼・ダム湖の水温・水質の変化は、水道水源として、社会に与える影響は甚大であり、水質悪化に伴う浄水コストの増加は経済への影響も避けられない。また、レクリエーション価値の低下や損失も無視できない。生態系への影響も含め、一度悪化した水環境は簡単に元に戻せるものではない。			
		河川	●全国の公共用水域（河川・湖沼・海域）の過去約 30 年間（1981～2007 年度）の水温変化を調べたところ、4,477 観測点のうち、夏季は 72%、冬季は 82%で水温の上昇傾向があり、各水域で水温上昇が確認されている。また、水温の上昇に伴う水質の変化も指摘されている。 ●ただし、河川水温の上昇は、都市活動（人工排熱や排水）や河川流量低下などにも影響されるため、気候変動による影響の程度を定量的に解析する必要がある。	●各々の河川に対する水温の将来予測はないが、雄物川における A1B シナリオ¹⁰を用いた将来の水温変化の予測では、1994～2003 年の水温が 11.9℃であったのに対して、2030～2039 年では 12.4℃に上昇すること、特に冬季に影響が大きくなることが予測されている。 ●同じく A1B シナリオを用いた予測で、2090 年までに日本全国で浮遊砂量が 8～24%増加することや台風のような異常気象の増加により 9 月に最も浮遊砂量が増加すること、8 月の降水量が 5～75%増加すると河川流量が 1～20%変化し、1～30%土砂生産量が増加することなどが予測されている。 ●水温の上昇による DO の低下、溶存酸素消費を伴った微生物による有機物分解反応や硝化反応の促進、藻類の増加による異臭味の増加等も予測されている。			影響の範囲は全国の河川に及び、濁質の問題はあるものの、河川の水温・水質の変化における気候変動により生じるリスクは、社会・経済・環境のすべての観点において、その影響の程度や範囲は限定的と判断される。			
		沿岸域及び閉鎖性海域	●全国 207 地点の表層海水水温データ（1970 年代～2010 年代）を解析した結果、132 地点で有意な上昇傾向（平均：0.039℃/年、最小：0.001℃/年～最大：0.104℃/年）が報告されている。なお、この上昇傾向が見られた地点には、人為的な影響を受けた測定点が含まれていることに留意が必要である。 ●沖縄島沿岸域では、有意な水温上昇あるいは下降傾向は認められなかったとの研究報告もある。	●現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、海面上昇に伴い、沿岸域の塩水遡上域の拡大が想定される。			影響の範囲は全国の海域（沿岸域および閉鎖性海域）に及び、貧酸素化の促進、河川からの濁質の流入増加による藻場への影響、合流式下水道越流水による水質悪化の影響が懸念されるが、人命や資産、環境生態系機能の損失などの観点から考えると、その影響の程度や範囲は限定的と判断される。			
	水資源	水供給（地表水）	●年降水量の年ごとの変動が大きくなっており、無降雨・少雨が続くこと等により給水制限が実施される事例が確認されている。 ●1980～2009 年の高山帯の融雪時期も時期が早くなる傾向があるが、流域により年変動が大きい。 ●渇水による流水の正常な機能の維持のための用水等への影響、海面上昇による河川河口部における海水（塩水）の遡上範囲の拡大に関しては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。	●A1B シナリオ¹⁰を用いた研究では、北日本と中部山地以外では近未来（2015～2039 年）から渇水の深刻化が予測されている。また、融雪時期の早期化による需要期の河川流量の減少、これに伴う水の需要と供給のミスマッチが生じることも予測される。 ●このほか、現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、渇水による流水の正常な機能の維持のための用水等への影響、海面上昇による河川河口部における海水（塩水）の遡上による取水への支障などが懸念される。		社経	流量等の両極端現象について大きな増大が予測される。全国的に影響が及ぶが、特に融雪を水資源とする地域に大きな影響が及び、流量の減少とともに融雪時期の変化は水田の管理に多大な影響を及ぼす。水不足は水道水、農業用水、工業用水など多くの分野に影響を与える可能性があり、社会的経済的影響が大きい。洪水、渇水の両極端現象の発生頻度増大に注目していくことが重要となる。			

10 シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考	
						観点	判断理由				
		水供給（地下水）	● 気候変動による降水量や降水の時間推移の変化に伴う地下水位の変化の現状については、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。 ● 一般的に、地下水利用量の変化には気候変動以外の要因も関係する。 ● 全国的な渇水となった 1994 年などの小雨年時に渇水時には過剰な地下水の採取により、地盤沈下が進行している地域もある。 ● 海面上昇による地下水の塩水化の現状については、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。	● 気候変動による降水量や降水の時間推移の変化に伴う地下水位の変化については、一部、特定の地域を対象にした研究事例があるが、評価手法の精緻化等の課題がある。 ● 渇水に伴い地下水利用が増加し、地盤沈下が生じることについては、現時点で具体的な研究事例は確認できていないものの、海面上昇による地下水の塩水化、取水への影響が懸念される。わが国の沖積平野にある大都市や灌漑用水としては河川水利用が多いことから、地下水塩水化による水源への影響はさほど大きくないと想定されるが、地下水を利用している自治体では、塩水化の影響は大きくなることが懸念される。			影響の範囲は全国に及ぶ。地下水を主水源としている地域では社会的経済的影響を受ける。ただし、わが国の沖積平野にある大都市では、表流水を主水源としており、灌漑用水としても河川水利用が多い。したがって、地下水塩水化による水源への影響はさほど多くはないと想定される。				
		水需要	● 気温上昇と水使用量の関係について、東京では、気温上昇に応じて水使用量が増加することが実績として現れている。 ● 農業分野では、高温障害への対応として、田植え時期や用水時期の変更、掛け流し灌漑の実施等、水需要に影響が生じている。	● 現時点で、気候変動による影響を定量的に予測した研究事例は確認できていないものの、気温の上昇による飲料水等の需要増加が懸念される。 ● 九州で 2030 年代に水田の蒸発散量増加による潜在的水資源量の減少が予測されており、その他の地域も含め、気温の上昇によって農業用水の需要が増加することが想定される。			影響の範囲は全国に及ぶ。農業用水、生活用水のいずれにも影響が及ぶことが想定される。特に、大量に水を使用する農作物栽培地域や、公共施設等の確実な水供給を必須とする施設、福祉・医療施設は持続的な脆弱性・曝露の要素となりうる。ただし、それらの影響の程度については現時点で特に大きいと判断される十分な根拠等はない。				
自然生態系 ¹¹	陸域生態系	高山帯・亜高山帯	● 気温上昇や融雪時期の早期化等による高山帯・亜高山帯の植生の衰退や分布の変化が報告されている。 ● 高山植物の開花期の早期化と開花期間の短縮が起こることによる花粉媒介昆虫の活動時期とのずれ(生物季節間の相互関係の変化)も報告されている。	● 高山帯・亜高山帯の植物種について、分布適域の変化や縮小が予測されている。例えば、ハイマツは 21 世紀末に分布適域の面積が現在に比べて減少することが予測されている。 ● 地域により、融雪時期の早期化による高山植物の個体群の消滅も予測されている。 ● 生育期の気温上昇により高山植物の成長が促進され、植物種間の競合状態が高まり、低木植物の分布拡大などの植生変化が進行すると予測されている。	生態系		環	影響の範囲は全国の山岳域に及ぶ。高標高及び高緯度への移動の限界は、当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。また、積雪期間の短縮は土壌の乾燥化を引き起こし、急速な植生変化や雪田、高層湿原の衰退・消失をもたらす。これらのことは、希少種・ハビタット・生物多様性・景観の消失につながる。また、気温上昇や融雪時期の早期化により高山植物群集の生物季節は大きく改変され、それにより凍害の増加や生物間相互作用の改変が起こる可能性が高い。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：高い 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：高い
					サービス	—		高山帯・亜高山帯の植物の分布域の変化や高山植物の消滅によるレクリエーション利用、水源涵養、国土保全などの生態系サービスへの影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
		自然林・二次林	● 気候変動に伴う自然林・二次林の分布適域の移動や拡大の現状について、現時点で確認された研究事例は限定的である。 ● 気温上昇の影響によって、過去から現在にかけて落葉広葉樹が常緑広葉樹に置き換わった可能性が高いと考えられている箇所がある。	● 冷温帯林の構成種の多くは、分布適域がより高緯度、高標高域へ移動し、分布適域の減少が予測されている。特に、ブナ林は 21 世紀末に分布適域の面積が現在に比べて減少することが示されている。 ● 暖温帯林の構成種の多くは、分布適域が高緯度、高標高域へ移動し、分布適域の拡大が予測されている。 ● ただし、実際の分布については、地形要因や土地利	生態系		環	影響の範囲は全国に及ぶ。特に本州中部以西の地域では、冷温帯構成種の分布適域の縮小、消失の可能性が高い。また、生息地の分断・孤立や植物の移動能力（速度）の低さは当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。重要な種・ハビタット・景観の消失につながるものであり、環境面での重大性が高い。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：中程度

11 自然生態系は、人々の暮らしや各種産業の基盤となっており、生態系から人間が得ている恵み、すなわち生態系サービスも含め、その保全は重要である。

本分野における気候変動による影響は、自然生態系そのものに及ぶ影響と生態系サービスに及ぶ影響の二つに大別して捉えることができる。これを踏まえ、本分野における重大性・緊急性・確信度の評価は、「生態系への影響」及び「生態系サービスへの影響（国民生活への影響）」の二つに分けて行っている。

気候変動による生態系サービスへの影響については、総じてまだ既往の研究事例が少なく、現状では評価が難しいという実態がある。しかし、それは、生態系サービスへの影響の重大性が低いということ意味するものではなく、今後、生態系サービスへの影響に関する研究を進めていくことが重要となる。

また、自然生態系分野では、そもそも適応策としてできることが限られており、気候変動そのものを抑止する（緩和）しか方策がないという場合もある。そのような場合、緊急性の評価における「適応の着手・重要な意思決定の必要な時期」の観点で評価を行うことは難しく、「影響の発現時期」の観点のみで評価を行っている。

12 生態系サービス：食料や水、気候の安定など、多様な生物が関わりあう生態系から、人間が得ることのできる恵み。「国連の主導で行われたミレニアム生態系評価（2005 年）」では、食料や水、木材、繊維、医薬品の開発等の資源を提供する「供給サービス」、水質浄化や気候の調節、自然災害の防止や被害の軽減、天敵の存在による病害虫の抑制などの「調整サービス」、精神的・宗教的な価値や自然景観などの審美的な価値、レクリエーションの場の提供などの「文化的サービス」、栄養塩の循環、土壌形成、光合成による酸素の供給などの「基盤サービス」の 4 つに分類している。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考	
						観点	判断理由				
				用、分布拡大の制限などにより縮小するという予測もあり、不確定要素が大きい。	サービス	—		自然林・二次林の植物の分布域の変化によるレクリエーション利用、水源涵養、国土保全などの生態系サービスへの影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
		里地・里山生態系	● 気候変動に伴う里地・里山の構成種の変化の現状について、現時点で網羅的な研究事例はない。 ● 一部の地域において、ナラ枯れやタケの分布域の拡大について、気候変動の影響も指摘されているが、科学的に実証されてはいない。	● 一部の研究で、自然草原の植生帯 ¹³ は、暖温帯域以南では気候変動の影響は小さいと予測されている。標高が低い山間部や日本西南部での、アカシデ、イヌシデなどの里山を構成する二次林種の分布適域は、縮小する可能性がある。 ● ただし、里地・里山生態系は、気候変動の影響については十分な検証はされておらず、今後の研究が望まれる。	生態系			研究・報告が限定的で、気候変動による影響の検証事例はないこと、また、里地・里山生態系が特に人為影響下で形成されていることから、将来の気候変動による影響が特に大きいとは言い切れない。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：中程度
					サービス	—		里地・里山生態系の変化による生態系サービスへの影響については、野生食用植物のうち、感受性の高い一部の種の生育適地の減少が報告されているが、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
	人工林	● 一部の地域で、気温上昇と降水の時空間分布の変化による水ストレスの増大により、スギ林が衰退しているという報告がある。	● 現在より 3℃気温が上昇すると、年間の蒸散量 ¹⁴ が増加し、特に降水量が少ない地域で、スギ人工林の脆弱性が増加することが予測されているが、生育が不適となる面積の割合は小さい。 ● MIROC3.2-hi (A1B シナリオ ¹⁵) を用い、2050 年までの影響を予測した場合、日本全体で見ると、森林呼吸量が多い九州や四国で人工林率が高いこと、高蓄積で呼吸量の多い 40 から 50 年生の林分が多いことから、炭素蓄積量および吸収量に対してマイナスに作用する結果となる。ただし、当該予測では、大気中の CO ₂ 濃度の上昇による影響は考慮されていない。スギ人工林生態系に与える影響予測のためには樹木の生理的応答などさらなる研究が必要である。 ● 現在より 1～2℃の気温の上昇により、マツ枯れの危険域が拡大することも予測されている。マツ枯れに伴い、アカマツ林業地帯やマツタケ生産地に被害が生じることが懸念される。	生態系		環	影響の範囲は全国に及ぶ。特に降水量が少ない地域でスギ人工林生態系の脆弱性を増加させ、流域全体のランドスケープへの影響につながるものである。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：中程度	
				サービス	—		人工林の変化による土壌侵食の抑制力低下など生態系サービスへの影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない	
	野生鳥獣による影響	● 日本全国でニホンジカやイノシシの分布を経年比較した調査において、分布が拡大していることが確認されている。 ● 積雪深の低下に伴い、越冬地が高標高に拡大したことが確認されている。 ● ニホンジカの増加は狩猟による捕獲圧低下、土地利用の変化、積雪深の減少など、複合的な要因が指摘されている。 ● ニホンジカの分布拡大に伴う植生への食害・剥皮被害等の影響が報告されている。 ● 野生鳥獣の分布拡大による生態系サービスへの影響について報告されているが、気候変動との直接の因果関係や、気候変動の寄与度については、明らかになっていない。	● 気温の上昇や積雪期間の短縮によって、ニホンジカなどの野生鳥獣の生息域が拡大することが予測されているが、研究事例は少数であり、今後の研究が望まれる。	生態系		環	ニホンジカの分布拡大に伴う植生の食害・剥皮被害等の影響が報告されている。影響の範囲は全国に及び、重要な種・ハビタット・景観の変化などにつながる。影響には、農林業被害、広域的な土地・水・生態系機能の低下などにつながるものも含まれる。気候変動による影響が推測されるが、検証事例は限定的である。		—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：高い 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：高い	
				サービス	—		野生鳥獣の分布拡大による農作物や造林木への被害や、土壌の流出などの生態系サービスへの影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない	

13 植生帯:各地域の気候帯や海拔高度に応じて帯状に成立する植生の分布。

14 蒸散量：植物の地上部から大気中へ放出される水蒸気の量

15 シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考	
						観点	判断理由				
		物質収支 ¹⁶	● 気候変動に伴う物質収支への影響の現状について、現時点で研究事例は限定的である。 ● 日本の森林における土壌 GHG フラックス ¹⁷ は、1980 年から2009 年にわたって、CO ₂ ・N ₂ Oの放出、CH ₄ の吸収の増加が確認されている。 ● 降水の時空間分布の変化傾向が、森林の水収支や土砂動態に影響を与えている可能性があるが、長期データに乏しく、変化状況を把握することは困難な状況となっている。	● 年平均気温の上昇や無降水期間の長期化により、森林土壌の含水量低下、表層土壌の乾燥化が進行し、細粒土砂の流出と濁度回復の長期化、最終的に降雨流出応答の短期化 ¹⁸ をもたらす可能性がある。ただし、状況証拠的な推察であり、更なる検討が必要である。 ● 森林土壌の炭素ストック量は、A1B シナリオ ¹⁹ 下で、純一次生産量 ²⁰ が 14%増加し、土壌有機炭素量が 5%減少することが予測されている。	生態系		環	影響の範囲は全国に及ぶ。また、物質収支は生態系の基盤として重要であることに加え、土壌生成にかかる時間が長いことは当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
		サービス	—	—	森林の物質収支の変化により生じる生態系サービスへの影響については現時点で予測・評価をした研究事例は確認されていない。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない			
	淡水生態系	湖沼	● 湖沼生態系は、流域土地利用からの栄養塩負荷の影響を受けるため、気候変動の影響のみを検出しにくく、直接的に気候変動の影響を明らかにした研究は日本にはない。 ただし、鹿児島県の池田湖において、暖冬により循環期がなくなり、湖底の溶存酸素が低下して貧酸素化する傾向が確認されている。	● 現時点で日本における影響を定量的に予測した研究事例は確認できていないものの、富栄養化が進行している深い湖沼では、水温の上昇による湖沼の鉛直循環の停止・貧酸素化と、これに伴う貝類等の底生生物への影響や富栄養化が懸念される。 ● 室内実験により、湖沼水温の上昇や CO ₂ 濃度上昇が、動物プランクトンの成長量を低下させることが明らかになっている。	生態系		環	湖沼は特有の生物相を有しており、成立要因は地史的にも、地形的にも限られている。また、河川と比べて閉鎖性を有するため、気候変動によって分布域を変えることが難しく、きわめて脆弱な生態系の一つと言える。したがって、気候変動の影響は全国の湖沼に及び、重要な種・ハビタット・景観の消失などにつながる。また、多くの湖沼およびその周辺域は、歴史的に人間に利用され、流域からの水供給によって維持され、一方で土砂や栄養塩などの負荷を受けながら変貌してきた。したがって、気候変動に伴い水・物質循環が変化した場合、多くの生物種が影響を受ける可能性が高い。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：中程度
					サービス	—	—	生態系サービスへの影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
		河川	● 我が国の河川は取水や流量調節が行われているため気候変動による河川の生態系への影響を検出しにくく、現時点で気候変動の直接的影響を捉えた研究成果は確認できていない。	● 最高水温が現状より 3℃上昇すると、冷水魚が生息可能な河川が分布する国土面積が現在と比較して約 20%に減少し、特に本州における生息地は非常に限定的になることが予測されている。 ● このほか、現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、以下のような影響が想定される。 ➢ 積雪量や融雪出水の時期・規模の変化による、融雪出水時に合わせた遡上、降下、繁殖等を行う河川生物相への影響 ➢ 降雨の時空間分布の変化に起因する大規模な洪水の頻度増加による、濁度成分の河床環境への影響、及びそれに伴う魚類、底生動物、付着藻類等への影響 ➢ 渇水に起因する水温の上昇、溶存酸素の減少に伴う河川生物への影響	生態系		環	温暖化の影響は全国に及ぶが、気温と密接な関係をもち、流量も限られる上流域の小溪流でより顕著に表れると予想される。また、卵や若齢の個体は、水温上昇に弱いと考えられる。水温上昇等の生息環境の変化に対して、魚類は上流部生息適地への移動を試みると考えられるが、日本の場合、山地部に部分的な分布がある種や、ダムや堰構造物等により連続性が遮断されている場合が多く、移動が困難になる。魚類に比べて、水生昆虫など成虫段階で飛翔できる昆虫類への影響は小さいと予想される。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：中程度
					サービス	—	—	魚類の生物量などの生態系サービスへの影響も懸念されるが、現時点では研究・報告が確認できていない。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない

16 ここでの物質収支とは、生態系における炭素、窒素等の循環（出入り）を表したもの。

17 土壌 GHG フラックス：土壌由来の温室効果ガスの放出や吸収

18 降雨流出応答の短期化：降雨開始から河川等への流出までの時間が短くなること

19 シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

20 純一次生産量：一年間の総一次生産（植物の光合成による炭素吸収量）から呼吸による炭素放出量を差し引いた値

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考	
						観点	判断理由				
		湿原	● 湿原の生態系は気候変動以外の人為的な影響を強く受けており、気候変動による影響を直接的に論じた研究事例はない。 ● 一部の湿原で、気候変動による降水量の減少や湿度低下、積雪深の減少が乾燥化をもたらした可能性が指摘されている。	● 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、以下のような影響が想定される。 ➢ 日本全体の湿地面積の約 8 割を占める北海道の湿地への影響 ➢ 降水量や地下水位の低下による雨水滋養型の高層湿原における植物群落（ミズゴケ類）への影響 ➢ 気候変動に起因する流域負荷（土砂や栄養塩）に伴う低層湿原における湿地性草本群落から木本群落への遷移、蒸発散量の更なる増加	生態系		環	湿地生態系は特有の生物相を有しており、地形的要因に強く影響を受けて維持されている。したがって湿地性植物は、森林構成種のように気候変動によって水平方向ならびに垂直方向に分布域を変えることが難しく、気候変動に対してきわめて脆弱な生態系の一つと言える。また、多くの湿地生態系、とくに低層湿原は、流域からの水供給によって維持され、一方で土砂や栄養塩などの負荷を受けながら変貌してきた。したがって、気候変動に伴い水・物質循環が変化した場合、多くの生物種が影響を受ける可能性が高い。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：中程度
					サービス	—		気候変動による生態系サービスへの影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認できておらず、評価が困難である。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
	沿岸生態系	亜熱帯	● 沖縄地域で、海水温の上昇により亜熱帯性サンゴの白化現象の頻度が増大している。 ● 太平洋房総半島以南と九州西岸北岸における温帯性サンゴの分布が北上している。 ● 室内実験により、造礁サンゴ種の一部において石灰化量の低下が生じている可能性が指摘されている。	● A2 シナリオ²¹を用いた研究では、熱帯・亜熱帯の造礁サンゴの生育に適する海域が水温上昇と海洋酸性化により 2030 年までに半減し、2040 年までには消失すると予測されている。生育に適した海域から外れた海域では白化等のストレスの増加や石灰化量の低下が予測されているが、その結果、至適海域から外れた既存のサンゴ礁が完全に消失するか否かについては予測がなされていない。 ● もう一つの亜熱帯沿岸域の特徴的な生態系であるマングローブについては、海面上昇の速度が速いに対応できず、生育できなくなる場所も生じるとの報告があるが、炭素固定能の評価にとどまり、生態系の将来変化予測は定性的なものに限られる。 ● 亜熱帯域では、サンゴ礁域の各種資源（観光資源、水産資源を含む）への影響が重大であると想定される。一方で、亜熱帯性サンゴが北に分布域を広げる温帯域では、サンゴの北上によるそうした資源へのプラスの影響も考えられる。	生態系		環	サンゴそのものの生育や分布に変化が生じるとともに、サンゴ礁に依存して生息する多くの生物・生態系に重大な影響を及ぼす。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：高い 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
								サービス	—		亜熱帯域では、サンゴ礁域の各種資源（観光資源、水産資源を含む）への影響が重大である。一方で、亜熱帯性サンゴが北に分布域を広げる温帯域でのプラス影響が考えられる。ただし、レクリエーション利用への影響や魚類の生物量の増減など、生態系サービスへの影響については予測した文献が見当たらず、評価が困難である。
		温帯・亜寒帯 ²²	● 日本沿岸の各所において、海水温の上昇に伴い、低温性の種から高温性の種への遷移が進行していることが確認されている。 ● 既に起こっている海洋生態系の変化を、海洋酸性化の影響として原因特定することは、現時点では難しいとされている。	● 海水温の上昇に伴い、エゾバフンユニからキタムラサキユニへといったより高温性の種への移行が想定され、それに伴い生態系全体に影響が及ぶ可能性があるが、定量的な研究事例が限定されている。 ● 海洋酸性化による影響については、中～高位の二酸化炭素排出シナリオの場合、特に極域の生態系やサンゴ礁といった脆弱性の高い海洋生態系に相当のリスクをもたらすと考えられる。炭酸カルシウム骨格・殻を有する軟体動物、棘皮動物、造礁サンゴに影響を受けやすい種が多く、その結果として水産資源となる種に悪影響がおよぶ可能性がある。また、水温上昇や低酸素化のような同時に起こる要因と相互に作用するために複雑であるが、影響は増幅される可能性がある。 ● また、沿岸域の生態系の変化は沿岸水産資源となる種に影響を与えるおそれがある。また漁村集落は藻場等の沿岸性の自然景観や漁獲対象種等に依存した地域文化を形成している事が多く、地域文化への影響も想定される。 ● 海面上昇による海岸域の塩性湿地等への影響が想定される。	生態系		環	エゾバフンユニからキタムラサキユニへといった低温性の種から高温性の種への移行が想定されるとともに、それに伴い生態系全体に影響が及ぶ可能性がある。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：高い 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない
								サービス	—		沿岸性生物相の変化は沿岸漁業の漁獲対象種の変化に直結する。また漁村集落は藻場等の沿岸性の自然景観や漁獲対象種等に依存した地域文化を形成している事が多いため、地域文化への影響もありうる。ただし、景観や文化への影響など生態系サービスへの影響については予測した文献が見当たらず、評価が困難である。

21 シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

22 沿岸漁業に与える影響について詳細は水産業の項目で別途扱う。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考		
						観点	判断理由					
	海洋生態系 ²³		● 日本周辺海域ではとくに親潮域と混合水域において、植物プランクトンの現存量と一次生産力の減少が始まっている可能性がある。ただし、未だ統一的な見解には収束していない。	● 気候変動に伴い、植物プランクトンの現存量に変動が生じる可能性がある。全球では熱帯・亜熱帯海域で低下し、亜寒帯海域では増加すると予測されているが、日本周辺海域については、モデルの信頼性が低く、変化予測は現状困難である。動物プランクトンの現存量の変動についての予測も、日本周辺海域の予測の信頼性が高いとはいえない。また、これらから生じる地域毎の影響の予測は現時点では困難である。	生態系		環	海洋生態系は地表の生態系の 70%を面積的に占めていて、その生物多様性や生態系機能の維持は不可欠である。ここでの低次生産力段階の変動は、食物連鎖を通じて生態系全体へ広範な影響を及ぼす。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：中程度 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない	
					サービス		社	水産資源餌料生物の現存量の変化から、魚類の生物量への潜在的影響も重大である。なお、動植物プランクトンまでの海洋生態系は、それ自体で社会的重要性をもつものではない。分布域が変化するだけであり種の絶滅のリスクが高いとはいえない。ただし、氷縁生態系、無酸素化が進行し得る大陸斜面などに生息する生物、冷水性サンゴなど、特殊な環境では絶滅リスクが低いとはいえない。	—		緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない	
	生物季節 ²⁴		● 植物の開花の早まりや動物の初鳴きの早まりなど、動植物の生物季節の変動について多数の報告が確認されている。	● 生物季節の変動について、ソメイヨシノの開花日の早期化など、様々な種への影響が予測されている。 ● 個々の種が受ける影響にとどまらず、種間のさまざまな相互作用への影響が予想されている。	生態系			影響の範囲は全国に及ぶ。また、広汎な生物現象のタイミングが気候変動の影響を受けて前後する。気候変動の影響が生物種や生物現象のあいだで異なることにより、生物間相互作用が変化することも予想されており、現実にも観測されている。こうした変化が種・個体群の存続や生態系サービスにマイナスの影響を与える可能性がある。ただし、その影響の深刻さについては、十分な判断材料はそろっていないのが現状である。			緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：高い 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない	
					サービス	—		気候変動の影響による生物季節の変動が生態系サービスにもたらす影響については、現時点で予測・評価をした研究事例は確認されていない。	—	—	緊急性評価の内訳； 【影響の発現時期】：現状では評価できない 【適応の着手・重要な意思決定が必要な時期】：現状では評価できない	
	分布・個体群の変動		● 昆虫などにおいて、分布の北限が高緯度に広がるなど、気候変動による気温の上昇の影響と考えれば説明が可能な分布域の変化、ライフサイクル等の変化の事例が確認されている。ただし、気候変動以外の様々な要因も関わっているものと考えられ、どこまでが気候変動の影響かを示すことはむずかしい。 ● 気候変動による外来生物の侵入・定着に関する研究事例は現時点では確認されていない。 ● 野生鳥獣の分布拡大による生態系サービスへの影響について報告されているが、気候変動との直接の因果関係や、気候変動の寄与度については、明らかになっていない。	● 気候変動により、分布域の変化やライフサイクル等の変化が起こるほか、種の移動・局地的な消滅による種間相互作用の変化がさらに悪影響を引き起こす、生育地の分断化により気候変動に追随した分布の移動ができないなどにより、種の絶滅を招く可能性がある。2050年までに2℃を超える気温上昇を仮定した場合、全球で3割以上の種が絶滅する危険があると予想されている。 ● 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、侵略的外来生物の侵入・定着確率が気候変動により高まることも想定される。 ● ニホンジカなどの野生鳥獣の生息域が拡大しているが、気候変動が現在の分布拡大をさらに促進するかについては、研究事例は少数であり、今後の研究が望まれる。	在来	生態系		環	急速な気候の変動が、直接・間接的作用により、多くの種の絶滅を招く可能性がある。種ごとの分布可能域とその面積の気候変動による変化予測にもとづいて絶滅確率を推定した研究では、条件によっては3割以上の種が絶滅する危険があると予想されているなど、深刻な影響を予測する研究がある。			
						サービス	—		種の絶滅や分布域の変化が経済的・社会的なインパクトを与えることも考えられる。	—	—	
					外来	生態系		環	定着による深刻な影響が懸念される侵略的外来生物の侵入・定着確率が気候変動により高まるならば、外来生物問題自体の深刻性を反映して、重大な問題と考えるべきである。人と物の流通の広域化に伴い、外来生物の侵入圧力はつねに高い状態に維持されていることは、持続的な脆弱性の要因である。			

23 ここでは、魚類や哺乳類等は対象としていない。一部の魚類や哺乳類等については水産業の回遊性魚介類（魚類等の生態）で扱う。

24 生物季節とは気温や日照など季節の変化に反応して動植物が示す現象をいう。なお、本項では、生態系への影響及び生態系サービス（国民生活の中で感じる生物季節（季節感）を除く）の内容を主に扱い、国民生活・都市生活分野の「文化・歴史などを感じる暮らし」では人間活動や文化に
関係する生物季節を主に扱う。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響				重大性		緊急性	確信度	備考
								観点	判断理由			
						サービス	—		気候変動により外来生物の分布等が変化することによる社会・経済への影響など、生態系サービスへの影響については現時点で予測・評価をした研究事例は確認されていない。	—	—	
自然災害・沿岸域	河川	洪水	● 既往降雨データの分析によると、比較的多頻度の大雨事象については、その発生頻度が経年的に増加傾向にあることが示されている。この傾向が気候変動によるものであるとの十分な科学的根拠は未だ得られていない。 ● 浸水面積の経年変化は全体として減少傾向にある。この傾向を説明する主たる要因として治水対策の進展があげられる。一方、浸水面積あたりの被害額は増加傾向にある。 ● これまでの治水整備により達成された水害に対する安全度は、現在気候を前提にした場合でも、計画上の目標に対して相当不足している。 ● 日本は洪水氾濫による水害に関して依然として脆弱性を抱えており、気候変動がより厳しい降雨状況をもたらすとすれば、その影響は相当に大きい可能性がある。	● A1B シナリオ²⁵などの将来予測によれば、洪水を起こしうる大雨事象が日本の代表的な河川流域において今世紀末には現在に比べ有意に増加し、同じ頻度の降雨量が 1～3 割のオーダーで増加することについて、多くの文献で見解が一致している。 ● 複数の文献が、洪水を発生させる降雨量の増加割合に対して、洪水ピーク流量の増加割合、氾濫発生確率の増加割合がともに大きくなる（増幅する）ことを示している。この増幅の度合いについては、洪水ピーク流量に対して氾濫発生確率のそれがはるかに大きくなると想定される。 ● 河川堤防により洪水から守られた氾濫可能エリアにおける氾濫発生頻度が有意に増せば、水害の起こりやすさは有意に増す。 ● 海岸近くの低平地等では、海面水位の上昇が洪水氾濫の可能性を増やし、氾濫による浸水時間の長期化を招くと想定される。 ● 将来予測結果の信頼性をさらに向上させるには、それを規定する大きな要素となっている気候モデルについて、現象再現における空間解像度を向上させ、同時に計算ケースを増やすことの両立が求められる。		社経環	影響範囲は全国に及び、出現すれば常態化する。影響が発現する可能性は高い。影響は人的被害を含む水害の増大となって現れ、その規模によっては被災エリアの根幹機能を長期にわたり麻痺させる可能性もあることから、不可逆性を持つ。洪水氾濫が生じる可能性があるエリアは当該リスクに持続的に曝露し、通常の土地利用において抜本的な抗水害機能を具備させることは困難であり、上記エリアは洪水氾濫に対する脆弱性を持続的に示す。洪水氾濫・浸水（それらに伴う土砂・流木・ゴミなどの堆積・集積を含む）が起こす水害による広範な社会・経済・環境への影響の規模および頻度が増大する。					
		内水	● 既往降雨データの分析によると、比較的多頻度の大雨事象については、その発生頻度が経年的に増加傾向にあり、年超過確率 1/5 や 1/10 の、短時間に集中する降雨の強度が過去 50 年間で有意に増大してきている。これらの変化傾向が気候変動によるものであるとの十分な科学的根拠は未だ得られていない。 ● これまでの下水道整備により達成された水害に対する安全度は、現在気候を前提にした場合でも、計画上の目標に対して相当不足している。 ● このような短時間に集中する降雨の頻度および強度の増加は、浸水対策の達成レベルが低い都市部における近年の内水被害の頻発に寄与している可能性がある。	● 局所的な強雨事象を対象にした気候変動影響の推定は、詳細な解像度の確保や局所的強雨をもたらす気象擾乱をモデル化すること自体が難しいため、本格化に至っていない。 ● 現在に至るまでの大雨事象の経年変化傾向と、これまでの 50 年の経年変化傾向を延長して 50 年後に向かって短時間降雨量が増大する可能性を示した文献は、内水被害をもたらす大雨事象が今後増加する可能性について有用な情報を与えている。 ● 河川近くの低平地等では、河川水位が上昇する頻度の増加によって、下水道等から雨水を排水しづらくなることによる内水氾濫の可能性が増え、浸水時間の長期化を招くと想定される。 ● 都市部には、特有の氾濫・浸水に対する脆弱性が存在するため、短時間集中降雨が気候変動影響により増大し、そこに海面水位の上昇が重なれば、その影響は大きい。 ● 大雨の増加は、都市部以外に農地等への浸水被害等をもたらすことも想定される。		社経環	影響範囲は全国に及び、出現すれば常態化する。影響が発現する可能性がある。影響は人的被害を含む水害の増大となって現れ、その規模によっては被災エリアに不可逆的影響を与える。内水による氾濫・浸水が生じる可能性があるエリアは当該リスクに持続的に曝露し、通常の土地利用において抜本的な抗水害機能を具備させることは困難であり、上記エリアは脆弱性を持続的に示す。内水氾濫・浸水が起こす水害による広範な社会・経済・環境への影響の規模および頻度が増大する。特に都市域では、高密度な人間および経済活動、それを支える諸施設の集中的な設置と地下利用など都市部特有の氾濫・浸水に対する脆弱性が存在し、影響がより大きくなる可能性がある。					

25 シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
	沿岸	海面上昇	● 1980 年以降の日本周辺の海面水位が上昇傾向（+1.1 mm/年）にあることが、潮位観測記録の解析結果より報告されている。 ● 現時点で、海面水位の上昇により生じた障害の報告は無い。 ● 潮汐記録より、気候変動、海流の変化等に由来する海面位置の変動を抽出するためには地殻変動の大きさを正確に評価することが必要である。	● 気候変動による海面上昇については多くの研究が行われている。 ● 1986～2005 年平均を基準とした、2081～2100 年平均の世界平均海面水位の上昇は、RCP2.6 シナリオ²⁶で 0.26～0.55m、RCP4.5 シナリオ²⁶で 0.32～0.63m、RCP6.0 シナリオ²⁶で 0.33～0.63m、RCP8.5 シナリオ²⁶で 0.45～0.82m の範囲となる可能性が高いとされており、温室効果ガスの排出を抑えた場合でも一定の海面上昇は免れない。 ● 80cm 海面が上昇した場合、三大湾のゼロメートル地帯の面積が現在の 1.6 倍に増加するなど、影響の範囲は全国の海岸に及ぶ。 ● 海面上昇が生じると、台風、低気圧の強化が無い場合にも、現在と比較して高潮、高波による被災リスクが高まる。 ● 河川や沿岸の人工物の機能の低下、沿岸部の水没・浸水、港湾及び漁港機能への支障、干潟や河川の感潮区間の生態系への影響が想定される。		社経	影響の範囲は全国の海岸に及ぶ。海面上昇は、沿岸部に立地する港湾施設等のインフラ、産業施設、住宅地等の資産に広く甚大な被害を及ぼすため、社会的・経済的に与える影響が非常に大きい。特に、東京湾・大阪湾・伊勢湾等の人口・産業の集積する沿岸大都市は持続的な脆弱性・曝露の要素となりうる。			
		高潮・高波	● 気候変動による海面上昇や台風の強度の増加が高潮や高波に与える影響及びそれに伴う被害に関しては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。高潮については、極端な高潮位の発生が、1975 年以降全世界的に増加している可能性が指摘されている。 ● 高波については、太平洋沿岸で秋季から冬季にかけての波高の増大等が、日本海沿岸で冬型気圧配置の変化による高波の波高及び周期の増加等の事例が確認されているが、これが気候変動によるものであるとの科学的根拠は未だ得られていない。	● 高潮をもたらす主要因は台風であるが、気候変動による台風の挙動（経路、規模等）を予測する技術は開発途上にある。しかし、台風が沿岸域に到達した際に生じる水位の上昇、浸水の範囲等の予測計算の結果は一定の精度で評価できる。 ● 気候変動により海面が上昇する可能性が非常に高く、高潮のリスクは高まる。 ● 高波については、台風の強度の増加等による太平洋沿岸地域における高波のリスク増大の可能性、また、波高や高潮偏差の増大による港湾及び漁港防波堤等への被害等が予測されている。 ● 港湾・漁港、特に施設の設置水深が浅い港では、平均海面上昇やそれに伴う波高の増加により、施設の安全性が十分確保できなくなる箇所が多くなると予測されている。		社経	高潮は、三大湾、その他の高潮被災を経験した沿岸部を中心として、人命への危機、港湾及び港湾施設、漁港施設、企業活動、文化資産等に広く甚大な被害を与えるため、社会的・経済的に与える影響が非常に大きい。高波の影響は全国に及び、人命への影響のほか、沿岸部に立地する港湾及び漁港施設等のインフラ、港内静穏度、さらには、沿岸部の海岸に位置する文化的資産等にも広く甚大な影響を及ぼす。			
		海岸侵食	● 気候変動による海面の上昇や台風の強度の増加が、既に海岸侵食に影響を及ぼしているかについては、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。	● 気候変動による海面の上昇や台風の強度の増加によって、海岸が侵食されることが予測されている。具体的には、30cm、60cm の海面上昇により、それぞれ、我が国の砂浜の約 5 割、約 8 割が消失する。 ● 一方で、気候変動による降雨量の増加によって河川からの土砂供給量が変化し、河口周辺の海岸などにおいて土砂堆積が生じる可能性も報告されている。しかし、気候変動による海岸侵食を補うだけの土砂量の増加の可能性は高くないと考えられ、海岸の侵食が現在よりもさらに進行することが想定されている。		社経環	影響の範囲は全国の海岸に及ぶ。海岸侵食は、国土を消失させるとともに、高い消波機能を有した空間をも消失させることになり、それによって高潮・高波災害の危険性が高まり、人命や資産、社会インフラ、文化的資産などが危険にさらされる可能性が高くなる。さらに、海岸侵食は、レクリエーションや観光のための空間を消失させるとともに、自然生態系にも大きな影響を及ぼす。よって、重大性は特に大きい。			
	山地	土石流・地すべり等	● 気候変動と土砂災害等の被害規模とを直接関連づけて分析した研究・報告は多くはなく、また、気候変動と土砂災害の発生形態との関係は現時点では不明確な部分が多い。 ● ただし、過去 30 年程度の間で 50mm/時間以上の豪雨の発生頻度は増加しており、集落等に影響する土砂災害の年間発生件数も増加しているとの報告がある。また、深層崩壊の発生件数も、データ数は少ないものの、近年は増加傾向がうかがえるとの報告がある。 ● 一部の地域で暖冬小雪傾向の後に豪雪が続き、降積雪の年変動が大きくなる事例等が報告されているが、雪害の問題に関して、現時点で具体的な研究事例は確認できていない。	● 降雨条件が厳しくなるという前提の下で状況の変化が想定されるものとして以下が挙げられる。（ここで、厳しい降雨条件として、極端に降雨強度の大きい豪雨およびその高降雨強度の長時間化、極端に総降雨量の大きい豪雨などを表す。） ➤ 集中的な崩壊・がけ崩れ・土石流等の頻発、山地や斜面周辺地域の社会生活への影響 ➤ ハード対策やソフト対策の効果の相対的な低下、被害の拡大 ➤ 深層崩壊等の大規模現象の増加による直接的・間接的影響の長期化 ➤ 現象の大規模化による既存の土砂災害危険箇所等以外への被害の拡大 ➤ 河川への土砂供給量増大による治水・利水機能の低下		社経	現在、日本で 50 万箇所以上が土砂災害危険箇所等として把握されているが、それ以外の場所でも土砂移動現象は発生するものであり、さらに生産土砂は河川を通じて下流地域に流送されるため、人命・集落、交通、社会インフラ、自然生態系等への影響範囲は全国に及ぶ。また、過疎化・高齢化の進む中山間地や急傾斜地付近に立地する住宅地等は持続的な脆弱性・曝露の要素となり、地域の活力衰退の要因ともなり得る。			

²⁶ シナリオの概要については、P85 以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
	その他	強風等	● 気候変動に伴う強風・強い台風の増加等による被害の増加について、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。 ● 気候変動による竜巻の発生頻度の変化についても、現時点で具体的な研究事例は確認できてない。	● A1B シナリオ²⁷を用いた研究では、近未来（2015～2039 年）から気候変動による強風や強い台風の増加等が予測されている。 ● また、日本全域で 21 世紀末（2075～2099 年）には 3～5 月を中心に竜巻発生好適条件の出現頻度が高まることも予測されている。 ● 現時点で定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、強い台風の増加等に伴い、中山間地域における風倒木災害の増大が懸念されている。		社経環	影響の範囲は全国に及ぶ。強風は、自然生態系、人間社会のインフラや家屋、資産、農林業、運輸、さらに竜巻や大型台風になれば、人命や人の健康等にも広く甚大な影響を及ぼす。ただし、低頻度の現象であるため、影響の発生確率が高まったとしても、実際の発生は偶然に左右される。			
健康 ²⁸	冬季の温暖化	冬季死亡率	● 冬季の気温の上昇に伴い冬季死亡率が低下しているという具体的な研究事例は現時点では確認できていない。	● 冬季の平均気温は、RCP4.5 シナリオ²⁷の場合、2030 年代に、全国的に 2000 年代よりも上昇し、全死亡(非事故)に占める低気温関連死亡の割合が減少することが予測された。しかし、この予測は季節の影響と冬期における気温の相違による影響を分離して行われる前の研究である。季節の影響を分離すれば、低気温関連死亡の割合の減少は、この予測よりも小さくなることが想定される。			冬季死亡率の低下そのものは好影響であり、人命損失や経済的損失、環境への影響などをもたらすものではない。			
	暑熱 ²⁹	死亡リスク	● 気温の上昇による超過死亡(直接・間接を問わずある疾患により総死亡がどの程度増加したかを示す指標)の増加は既に生じていることが世界的に確認されている。	● 東京を含むアジアの複数都市では、夏季の熱波の頻度が増加し、死亡率や罹患率に関する熱ストレスの発生が増加する可能性があることが予測されている。 ● 日本における熱ストレスによる死亡リスクは、450s シナリオ²⁷及び BaU シナリオ²⁷の場合、今世紀中頃（2050 年代）には 1981～2000 年に比べ、約 1.8～2.2 倍、今世紀末（2090 年代）には約 2.1～約 3.7 倍に達することが予測されている。 ● RCP2.6 シナリオ²⁷の場合であっても、熱ストレス超過死亡数は、年齢層に関わらず、全ての県で 2 倍以上になると予測されている。		社	影響の範囲は全国に及ぶ。また、我が国の高齢化の進行は当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。人命損失に直接つながるものであり、特に社会的な観点での重大性は高い。			
		熱中症	● 気候変動の影響とは言い切れないものの、熱中症搬送者数の増加が全国各地で報告されている。 ● 労働効率への影響等、死亡・疾病に至らない健康影響については、国内の報告は限られている。	● 熱中症発生率の増加率は、2031～2050 年、2081～2100 年のいずれの予測も北海道、東北、関東で大きく、四国、九州・沖縄で小さいことが予測されている。 ● 年齢別にみると、熱中症発生率の増加率は 65 歳以上の高齢者で最も大きく、将来の人口高齢化を加味すれば、その影響はより深刻と考えられる。 ● RCP8.5 シナリオ²⁷を用いた予測では、21 世紀半ばには、熱中症搬送者数は、四国を除き 2 倍以上を示す県が多数となり、21 世紀末には、RCP2.6 シナリオ²⁷を用いた予測を除きほぼ全県で 2 倍以上になることが予測されている。 ● 労働効率への影響等、気候変動の臨床症状に至らない健康影響について、国外では報告があり、IPCC 第 5 次評価報告書にも採り上げられている。一方で、国内では報告が少ない。		社	影響の範囲は全国に及ぶ。また、我が国の高齢化の進行は当該影響に対する持続的な脆弱性の一要素となる。また、本分野で用いられた救急搬送患者数と死亡数（人口動態統計）には強い関連があり、患者数の増加は人命損失にもつながるものであり、重大性は高い。			
	感染症 ³⁰	水系・食品媒介性感染症	● 気候変動による水系・食品媒介性感染症のリスクの増加について、現時点で研究事例は限定的にしか確認できておらず、気候変動との関連は明確ではない。	● 気候変動による水系・食品媒介性感染症の拡大が懸念されるが、現時点で研究事例は限定的にしか確認できていない。	—		影響の範囲は全国に及ぶ可能性がある。人の健康に直接つながるものであるが、日本においては十分な研究がなされていない。	—		

27 シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

28 人の健康に対しては、気候変動だけでなく、グローバル化に伴う膨大な人と物の移動、土地開発に伴う自然環境の著しい変化など、さまざまな要因が関与している。気候変動による影響を評価する際にはそのような他の多様な要因も存在していることを理解したうえで影響評価を検討する必要がある。

29 暑熱による影響のうち、本項では、死亡リスクや熱中症等を主な対象として扱う。国民生活・都市生活分野の「その他－暑熱による生活への影響等」では熱ストレス・睡眠阻害、暑さによる不快感等を主な対象として扱う。

30 感染症としては、比較的先行研究の多い水系・食品媒介性感染症・節足動物媒介感染症を取り上げ、まだ既往の研究知見が少ない感染症を「その他の感染症」としてまとめて取り扱っている。便宜上一括で扱うが、必ずしも「その他の感染症」の重要性が低いわけではない。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考	
						観点	判断理由				
		節足動物媒介感染症	●デング熱 ³¹ 等の感染症を媒介する蚊（ヒトスジシマカ）の生息域が東北地方北部まで拡大していることが確認されている。 また、気候変動とは直接関係しないが、2014 年には都内の公園で多数の人がデング熱に罹患する事象が発生した。 ●他にも気候変動により感染リスクが増加する可能性のある感染症があるが、現時点で日本における具体的な研究事例は確認できていない。	●RCP8.5 シナリオ ³² を用いた予測では、ヒトスジシマカの分布可能域は、21 世紀末には、北海道の一部にまで広がることが予測されている。ただし、分布可能域の拡大が、直ちに疾患の発生数の拡大につながるわけではない。 ●他にも気候変動の影響を受ける可能性のある感染症はあるが、現時点で日本における感染症リスクの拡大に関する具体的な研究事例は確認できていない。		社	影響の範囲は全国に及ぶ可能性がある。人の健康に直接つながるものであり、社会的な観点での重大性は高い。現時点では、病原体の分布が拡大しているとは言い切れないが、日本において十分な研究がなされていない疾患もある。ヒトスジシマカ等の媒介動物の分布域が拡大していることから、病原体の種類や分布等に関する研究が必要である。				
		その他の感染症	●水系・食品媒介性感染症や節足動物媒介感染症以外の感染症においても、発生の季節性の変化や、発生と気温・湿度との関連を指摘する報告事例が確認されている。 ●ただし、その他の社会的要因、生物的要因の影響が大きいことから、現時点では詳細なメカニズムについての知見が十分ではない。	●水系・食品媒介性感染症や節足動物媒介感染症以外の感染症においても、気温の上昇に伴い、季節性の変化や発生リスクの変化が起きる可能性があるものの、文献に限られており定量的評価が困難である。			—	影響の範囲は全国に及ぶ可能性がある。人の健康に直接つながるものであるが、現時点では研究事例が非常に限定される。	—	—	
	その他		●健康に係る複合影響として数多く報告されているのは、気温上昇と大気汚染に関するもので、気温上昇による生成反応の促進等により、粒子状物質を含む様々な汚染物質の濃度が変化していることが報告されている。 ●局地的豪雨に伴う洪水により合流式下水道での越流が起これと閉鎖的水域や河川の下流における水質が汚染され、下痢症発症をもたらすことが想定される。日本同様の雨水処理方式をとる米国で報告があるが日本では具体的な報告にはなっていない。 ●暑熱に対しての脆弱集団としては高齢者が取り上げられることが多いが、米国では小児あるいは胎児（妊婦）への影響が報告されている。日本ではこの部分の情報が欠落している。 ●労働効率への影響等、死亡・疾病に至らない健康影響についても、国内の報告は限られている。	●都市部での気温上昇によるオキシダント濃度上昇に伴う健康被害の増加が想定されるものの、今後の大気汚染レベルによっても大きく左右され、予測が容易ではない。 ●大雨の増加による閉鎖性水域の汚染の増加に伴う下痢症の増加が想定されるものの、疫学データが不足している。 ●脆弱な集団への影響について、特に小児への影響についての情報が不足している。 ●労働効率への影響等、気候変動の臨床症状に至らない影響について、国外では報告があり、IPCC 第 5 次評価報告書にも採り上げられている。一方で、国内では報告が少ない。	複合影響	—		気温上昇とオゾン濃度との関係については、比較的多くの報告が存在している。しかし、将来的影響については、今後の大気汚染の状況の推移次第である。			
					脆弱集団	—		主として胎児・小児を想定している。情報が十分でないために、インパクトの大きさは評価できないが、一方で物理的・気象的な変動に対しては成人のうけるインパクトを上回ることが予想される。また、この時期に受ける環境変動のインパクトは生涯にわたる持続的・不可逆的なインパクトをもたらす可能性がある点も看過できない。			
					非臨床的	—		現時点では定量的情報が十分でないために、評価が困難である。			
	産業・経済活動	製造業		●気候変化により、様々な影響が想定されるが、現時点で製造業への影響の研究事例は限定的にしか確認できていない(調査で確認できた範囲では、長野県茅野市の伝統産業である天然寒天生産における 1 事例の報告のみ)。現時点で、製造業に大きな影響があるとは判断されない。	●気候変動による製造業への将来影響が大きいと評価している研究事例は乏しく、現時点の知見からは、製造業への影響は大きいとは言えない。 ➢最も大きな海面上昇幅を前提として、2090 年代において海面上昇により東京湾周辺での生産損失額は、沿岸対策を取らなかった場合、製造業にも多額の損失が生じるとしている研究もある。 ➢現時点で定量的に予測した研究事例ではないが、アパレル業界など、平均気温の変化が、企業の生産・販売過程、生産施設の立地等に直接的、物理的な影響を及ぼすことも懸念される。			影響の範囲は全国に及ぶ。期間は、影響を与える気候変動のイベントにより異なる。生産過程や施設の立地等に直接影響を及ぼすという報告があるほか、製造業において、多大な生産損失や雇用への影響を予測する報告もある。一方で、産業への影響をポジティブに予測する研究もある。			

31 デング熱：ヒトスジシマカ、ネッタイシマカ等の蚊によって媒介されるデングウイルスの感染症。
32 シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
	エネルギー	エネルギー需給	●現時点では、気候変動によるエネルギー需給への影響に関する具体的な研究事例は確認できていない。	●気候変動によるエネルギー需給への将来影響を定量的に評価している研究事例は限定的であるが、現時点の知見からは、エネルギー需給への影響は大きいとは言えない。 ➤気温の上昇によるエネルギー消費への影響について、以下のような予測を示した事例がある。 ✓産業部門や運輸部門においてはほとんど変化しない ✓家庭部門では減少する（気温が1度上昇すると、家庭でのエネルギー消費量は北海道・東北で3～4%、その他の地域で1～2%減少する） ✓サービス業等の業務部門では増加する（気温が1度上昇すると、業務部門では1～2%増加する） ✓家庭、業務部門を併せた民生部門全体では、大きな影響は無い、または地域によっては減少する ➤夏季の気温の上昇は、電力供給のピークを先鋭化させるとの指摘がある。			影響の範囲は全国に及ぶ。影響の及ぶ期間は、影響を与える気候変動のイベントにより異なる。エネルギー消費量が気候変動によって変動するという報告や、発電所における災害の増加や発電効率の低下を招くとする報告、エネルギー需要は産業部門や運輸部門ではほとんど変化しない一方、家庭部門では減少、業務部門では増加予測のネガティブな影響を受けるとする報告がある。エネルギー需要全体としては、それほど大きな影響がない、または減少することが予測されている。現時点で重大な影響があると判断されるような材料は乏しい。			
	商業		●日本における商業への影響について、具体的な研究事例は現時点では確認できていない。	●日本における気候変動による商業への将来影響を評価している研究事例は乏しく、商業への影響は現時点では評価できない。 ➤アパレル業界では、気候変動は季節性を有する製品の売上、販売計画に影響を与えると指摘する研究がある。 ➤CDP プロジェクトにおいて、海外でのアパレル、ホテルなどの企業が、今後気候変動に関連して生じる自社への影響やそれに伴う経済損失を試算し、評価した例がある。			商業は業種も多様で、気候変動からの直接的な影響や消費行動の変化やエネルギーコストの変化などを通じた間接的な影響もあること、また文献が少ないことから、現時点では評価が困難である。			
	金融・保険		●1980年からの約30年間の自然災害とそれに伴う保険損害の推移からは、近年の傾向として、保険損害が著しく増加し、恒常的に被害が出る確率が高まっていることが確認されている。 ●保険会社では、従来のリスク定量化の手法だけでは将来予測が難しくなっており、今後の気候変動の影響を考慮したリスクヘッジ・分散の新たな手法の開発を必要としているとの報告もなされている。 ●日本における金融分野への影響については、具体的な研究事例が確認できていない。	●自然災害とそれに伴う保険損害が増加し、保険金支払額の増加、再保険料の増加が予測されている。ただし、現時点では、日本に関する研究事例は限定的にしか確認できていない。 ●現時点で日本に関して定量的に予測をした研究事例は確認できていないものの、以下のような影響も想定される。 （保険業） ➤付保できない分野の登場、再保険の調達困難などの脅威 ➤保険需要の増加、新規商品開発の可能性などのビジネス機会。 （金融業） ➤資産の損害や気象の変化による経済コストの上昇などの脅威 ➤適応事業融資、天候デリバティブの開発などのビジネス機会 ●金融分野への影響については、現時点で日本に関する具体的な研究事例は確認できていない。		経	社会的・経済的要因とも相まって、日本を含め、世界的な自然災害に伴う損害額の増大が予測され、こうした自然災害による損害リスクに適切に対処できない場合、時間とともに、保険業をはじめとする様々な業種に多大な影響を及ぼすと予測されている。保険業界では、再保険を通じてリスクを移転することが一般的だが、再保険はグローバルにリスクを移転する制度であるため、自然災害に伴う世界的な損害額の増大は日本の保険業にも影響を及ぼすことが予測されている。保険料の値上がりや付保条件の変更などは保険業のみならず社会への影響も大きい。他方で、こうしたリスクに適切に対処することができれば、ビジネスの機会ともなり得る。			
	観光業	レジャー ³³	●気温の上昇、降雨量・降雪量や降水の時空間分布の変化、海面の上昇は、自然資源（森林、雪山、砂浜、干潟等）を活用したレジャーへ影響を及ぼす可能性があるが、現時点で研究事例は限定的にしか確認できていない。 ●気温の上昇によるスキー場における積雪深の減少の報告事例が確認されている。	●A1Bシナリオ ³⁴ を用いた予測では、2050年頃には、夏季は気温の上昇等により観光快適度 ³⁵ が低下するが、春季や秋～冬季は観光快適度が上昇すると予測されている。 ●スキーに関しては、降雪量及び最深積雪が、2031～2050年には北海道と本州の内陸の一部地域を除いて減少することで、ほとんどのスキー場において積雪深が減少すると予測されている。 ●海面上昇により砂浜が減少することで、海岸部のレジャーに影響を与えると予測されている。		経	観光部門全体としては、ポジティブな影響を受けるとする報告もあるが、スキー場や海岸部等の自然資源を活用したレジャーについては、ネガティブな影響も予測されている。ここでは、自然資産に依拠した観光について評価した。これらは、地域における観光産業への影響にもつながる。経済的な損失から、自然資源を活用した観光業に依存している地域、住民にとっては、重大性は特に大きい。			

33 ここでは、森林、雪山、砂浜、干潟などの自然資源を活用したレジャーを主体に扱っている（人工施設、屋内施設におけるレジャーは扱っていない）。

34 シナリオの概要については、P85以降の『（参考）気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

35 観光快適度：気温や降水量、日射量などから観光するにあたっての気候の快適性を指標化したもの。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考	
						観点	判断理由				
	建設業		●現時点で、建設業への影響について具体的な研究事例は確認できていない。 ●ただし、インフラ等への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。	●現時点で、建設業への影響について具体的な研究事例は限定的である。 ●ただし、インフラ等への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。	—		現時点で、予測・評価をした研究事例は限定的であり、評価が困難である。	—	—		
	医療		●現時点で、医療産業への影響について、断水や濁水による人工透析への影響を除き具体的な研究事例は確認できていない。 ●ただし、健康への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい	●現時点で、医療産業への影響について具体的な研究事例は確認できていない。 ●ただし、健康への影響については別途検討されていることから、そちらを参照されたい。	—		現時点で、予測・評価をした研究事例が確認できておらず、評価が困難である。	—	—		
	その他	その他（海外影響）	●現時点では、気候変動による日本国外での影響が日本国内に及ぼす影響について、研究事例は確認できていない。 ●2011 年のタイ国チャオプラヤ川の洪水では、これが気候変動の影響によるものであるかどうかは明確に判断しがたいが、日系企業に被害をもたらし、ハードディスクのサプライチェーンにおける日系企業の損失を約 3,150 億円と試算している事例や、日本の損害保険会社が日系企業に支払う保険金の額を、再保険分も含めて 9,000 億円と見通している事例がある。	●国外での影響が、日本国内にどのような影響をもたらすかについては、社会科学分野が含まれる二次的な影響が中心であり、要因が複雑で、現時点では具体的な研究事例が確認できていない。 ●ただし、英国での検討事例等を踏まえると、エネルギーや農水産物の輸入価格の変動、海外における企業の生産拠点への直接的・物理的な影響、海外における感染症媒介者の増加に伴う移住・旅行等を通じた感染症拡大への影響等が日本においても懸念される。	—		既往の文献では、東アジア及び太平洋地域における影響評価が行われているが、日本としての影響規模は不明である。東アジア及び太平洋地域における食料需給量の変動は、わが国の食料価格や輸出入に直接つながるものであり、経済面への影響が生じる可能性はあるが、現時点で重大な影響があると判断されるような材料は乏しい。 なお、英国の科学技術庁が 2011 年に取りまとめた、気候変動による海外の影響が自国内に及ぼす影響の評価では、輸入先での異常気象の頻度や期間の増加、水資源の減少、海洋の酸性化、水温の変化等が農水産物の輸入価格に影響を与えると予測されている。	—			
国民生活・都市生活	都市インフラ、ライフライン等	水道、交通等	●近年、各地で、記録的な豪雨による地下浸水、停電、地下鉄への影響、濁水や洪水等による水道インフラへの影響、豪雨や台風による高速道路の切土斜面への影響等が確認されている。 ●ただし、これらの現象が気候変動の影響によるものであるかどうかは、明確には判断しがたい。	●気候変動が、インフラ・ライフラインにどのような影響をもたらすかについては、全球レベルでは、極端な気象現象が、電気、水供給サービスのインフラ網や重要なサービスの機能停止をもたらすことによるシステムのリスクに加えて国家安全保障政策にも影響を及ぼす可能性がある旨指摘されている。 ●一方、国内では、社会科学分野が含まれる二次的な影響が中心であり、要因が複雑であるため、現時点では研究事例は限定的にしか確認できていない。海外では通信・交通インフラにおけるリスクの増大等を指摘した検討事例等がある。 ●今後、気候変動による短時間強雨や濁水の増加、強い台風の増加等が進めば、インフラ・ライフライン等に影響が及ぶことが懸念される。		社経	現在でも豪雨や濁水等によるインフラ・ライフラインへの影響として、水道事業や交通機関への影響が確認されている。また、水道事業や交通機関等への将来の影響の可能性を示唆する予測研究事例も確認されている。これらが気候変動によるものであるかどうか明確に判断することは難しいが、将来、豪雨や濁水の頻度が増加することは予測されており、これらの予測のように気候変動が進行するとすれば、現在、確認されているインフラ・ライフラインへの影響と同様の被害が生じやすくなる可能性がある。 インフラ・ライフラインの被害・損傷による社会・経済面への影響は大きいことから、重大性は特に大きい。				
	文化・歴史などを感じる暮らし	生物季節、伝統行事・地場産業等 ³⁶	●国民にとって身近なサクラ、イロハカエデ、セミ等の動植物の生物季節の変化について報告が確認されている。ただし、それらが国民の季節感や地域の伝統行事・観光業等に与える影響について、現時点では具体的な研究事例は確認されていない。 ●気温の上昇等による諏訪湖での御神渡りなしとなる頻度の増加や地酒造りへの影響など地域独自の伝統行事や観光業・地場産業等への影響が報告されている。ただし、気候変動による影響であるかどうかについては明確には判断したがたく、現時点では研究事例も限定的にしか確認できていない。	●サクラの開花日及び満開期間について、A1B シナリオ ³⁷ 及び A2 シナリオ ³⁷ の場合、将来の開花日は北日本などでは早まる傾向にあるが、西南日本では遅くなる傾向にあること、また、今世紀中頃および今世紀末には、気温の上昇により開花から満開までに必要な日数は短くなることが示されている。それに伴い、花見ができる日数の減少、サクラを観光資源とする地域への影響が予測されている。 ●地域独自の伝統行事や観光業・地場産業等への影響については、現時点で研究事例が限定的にしか確認できていない。	生物季節			生物季節への影響の範囲はほぼ全国に及ぶ。 桜の開花日・満開の期間や紅葉の遅延は、これら景観の名所等における伝統行事や観光業等に影響を与える可能性があり、社会・経済・環境の広範に影響が及ぶ。 具体的には、桜やかえでの名所において開花時期、紅葉時期がずれると観光客の数に変動が生じ、地元の経済に影響を与えると考えられる。紅葉は桜に比べ期間が長いので影響は小さいと思われる。 ただし、影響の程度について、定量的に予測をした研究事例はなく、現時点で影響が特に大きいとは言いがたい。			
					伝統、地場	—		影響が個々の事象で異なるため評価が困難である。			

36 生物季節とは気温や日照など季節の変化に反応して動植物が示す現象をいう。なお、本項では、人間活動や文化に関係する生物季節（国民生活の中で感じる生物季節（季節感））を主に扱い、自然生態系分野の「生物季節」では生態系への影響及び生態系サービスの内容を主に扱う。

37 シナリオの概要については、P85 以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

分野	大項目	小項目	現在の状況	将来予測される影響	重大性			緊急性	確信度	備考
						観点	判断理由			
	その他	暑熱による生活への影響等 ³⁸	●日本の中小都市における100年あたりの気温上昇率が1.5℃であるのに対し、主要な大都市の気温上昇率は2.0～3.2℃であり、大都市において気候変動による気温上昇にヒートアイランドの進行による気温上昇が重なっているとの報告が確認されている。 ●また、中小都市でもヒートアイランド現象が確認されている。 ●大都市における気温上昇の影響として、特に人々が感じる熱ストレスの増大が指摘され、熱中症リスクの増加に加え、睡眠障害、屋外活動への影響等が生じている。	●国内大都市のヒートアイランドは、今後は小幅な進捗にとどまると考えられるが、既に存在するヒートアイランドに気候変動による気温の上昇が加わり、気温は引き続き上昇が続けることが見込まれる。 ●例えば、名古屋において2070年代8月の気温を予測した事例（A2シナリオ³⁹を使用）では2000～2009年の8月の平均気温と比較して、3℃程度の上昇が予測されており、気温上昇に伴い、体感指標であるWBGT⁴⁰も上昇傾向を示すことが予測されている。 ●将来の都市の気温の予測においては、都市の形態による違いが見られるものの、気温や体感指標の上昇が予測されており、上昇後の温熱環境は、熱中症リスクや快適性の観点から、都市生活に大きな影響を及ぼすことが懸念される。		社経	都市部では、気温の上昇に加えて、土地利用の変化や人工排熱の増加等に伴うヒートアイランド現象の影響により、全体として気温の上昇幅が大きくなることが予測される。また、大都市に限らず、現在は気温上昇が顕著化していない地方都市でも、ヒートアイランドによる高温化に気候変動の影響が加わることで気温上昇が顕著化することが予測される。特に、夏季における熱ストレスの増大は、熱中症リスクの増大や快適性の損失、睡眠効率の低下による睡眠障害など、都市生活における及ぼす影響は大きく、経済損失も大きい。			

³⁸ 本項では、都市における熱ストレス・睡眠障害、暑さによる不快感等を主に扱い、健康分野の「暑熱」では死亡リスクや熱中症等に関する影響を主に扱う。

³⁹ シナリオの概要については、P85以降の『(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要』を参照。

⁴⁰ WBGT(Wet Bulb Globe Temperature): 温熱指標の一つであり、湿球黒球温度のこと。暑さ指数を指す。自然湿球温度(℃)、黒球温度(℃)、気温(℃)から算出される。

4. 日本における気候変動による影響の評価における課題

今回取りまとめる気候変動による影響の評価は、中央環境審議会における審議を経たものとしては初めて実施されたものである。気候変動による影響に適切に対処していくためには、現状の把握と、将来を予測した上での適応策の検討・実施が重要であることから、政府として総合的・戦略的な影響の評価等の仕組みの検討・構築などを図り、継続的に影響の評価を進めていく必要がある。具体的には、以下の取組を推進すべきである。

(1) 継続的な観測・監視、研究調査の推進及び情報や知見の集積

まず気候変動による影響の評価にあたっては、気候変動の進行状況を踏まえる必要があることから、関係する行政機関は、既存の観測設備の維持も含め、陸上の定点観測や船舶、航空機、衛星などを使った観測体制の充実を図り、継続的な観測・監視を行う必要がある。

特に、今回の影響評価の結果を踏まえ、既存の研究や調査が不足しており、情報や知見の集積が必要とされた項目については、早急に研究や調査を進めていく必要がある。さらに、観測された情報や科学の進歩を踏まえ、気候変動やその影響の予測・評価に関する研究を一層推進することも重要である。例えば、人間社会への影響、適応コスト、適応と緩和のシナジー・トレードオフに関する研究などが挙げられる。

また、観測・監視、研究調査の結果を収集、集積することが必要である。特に、観測データベースの整備や、多様なデータを共通的に使用可能とするための情報基盤（ICT）の整備を含めた技術開発及び運用体制の整備などが必要である。

(2) 定期的な気候変動による影響の評価

上述の取組を推進することで集積される情報や新たな知見や適応計画に基づく適応策の実施状況を踏まえつつ、定期的に気候変動による影響の評価を実施していくことが必要である。また、それを実施するための仕組みづくり、制度づくりを図る必要がある。

適応計画の検討にさらに有用な影響評価とするためには、影響を定量的に評価し、その発生確率を示していくことも重要である。

(3) 地方公共団体等の支援

気候変動の影響は、気候、地形、文化などにより異なるため、適応策の実施に当たりそれらの地域ごとの特徴を踏まえることが不可欠であることから、国レベルの取組だけでなく地方公共団体レベルの総合的、計画的な取組を促進することが重要である。そのため、環境省をはじめとして、関係する各省庁が協力し、影響の評価のためのガイドラインや評価手法、地域レベルの気候変動による影響の評価の情報を提供すること、科学的根拠に基づく適応策の立案を可能とする予測技術・影響評価技術などの共通基盤技術を開発することなども含めた、地方公共団体における適応の取組を支援する体制

の整備を行うことも必要である。

また、気候変動の影響が多岐にわたることを考慮すると、民間や国民の適応に対する取組を支援することも必要である。

関係省庁は、(1)や(2)で整備された観測データや、将来の気候予測や影響の評価に関するデータ・情報を、関係省庁間で共有するだけでなく、協力して「One-stop」の情報プラットフォームを整備し、国民や地方公共団体、企業など適応策を実施する主体に対し情報を広く提供するとともに、その活用を促す仕組みの構築を図る必要がある。

(4) 海外における影響評価等の推進

世界各地で発生した気候変動の影響は、貿易や企業活動を通じて、日本国内にも影響を及ぼす可能性が示唆された。一方、海外、特に発展途上国における影響については十分なデータや情報はない。そこで、環境省は関係省庁や関係各国の協力のもと、発展途上国における気候変動予測や気候変動の影響評価を行い、データや情報を収集する必要がある。

(参考) 気候予測に用いられている各シナリオの概要

1. RCP シナリオ

SRES シナリオには、政策主導的な排出削減対策が考慮されていないなどの課題があった。このため、政策的な温室効果ガスの緩和策を前提として、将来の温室効果ガス安定化レベルとそこに至るまでの経路のうち代表的なものを選んだシナリオが作られた。このシナリオを RCP (Representative Concentration Pathways) シナリオという。¹

RCP シナリオは大気中の温室効果ガスの濃度が放射強制力に与える影響の大きさをもとに特徴づけられ、それぞれ 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) と呼ばれ、産業革命以前と比較した今世紀末の放射強制力の目安がそれぞれ 8.5W/m^2 、 6.0W/m^2 、 4.5W/m^2 、 2.6W/m^2 となるシナリオに対応している (下表)。²

RCP シナリオの概要 出典：IPCC、2007b より作成

名称	産業革命以前と比較した放射強制力の目安	2100 年における各種の温室効果ガス濃度(二酸化炭素濃度に換算)	濃度の推移
RCP8.5 (高位参照シナリオ)	2100 年において 8.5W/m^2 を超える	約 1,370ppm を超える	上昇が続く
RCP6.0 (高位安定化シナリオ)	2100 年以降約 6.0W/m^2 で安定化	約 850ppm (2100 年以後安定化)	安定化
RCP4.5 (中位安定化シナリオ)	2100 年以降約 4.5W/m^2 で安定化	約 650ppm (2100 年以後安定化)	安定化
RCP2.6(RCP3-PD) (低位安定化シナリオ)	2100 年以前に約 3W/m^2 でピーク、その後減少、2100 年頃に約 2.6W/m^2	2100 年以前に約 490ppm でピーク、その後減少	ピーク後減少

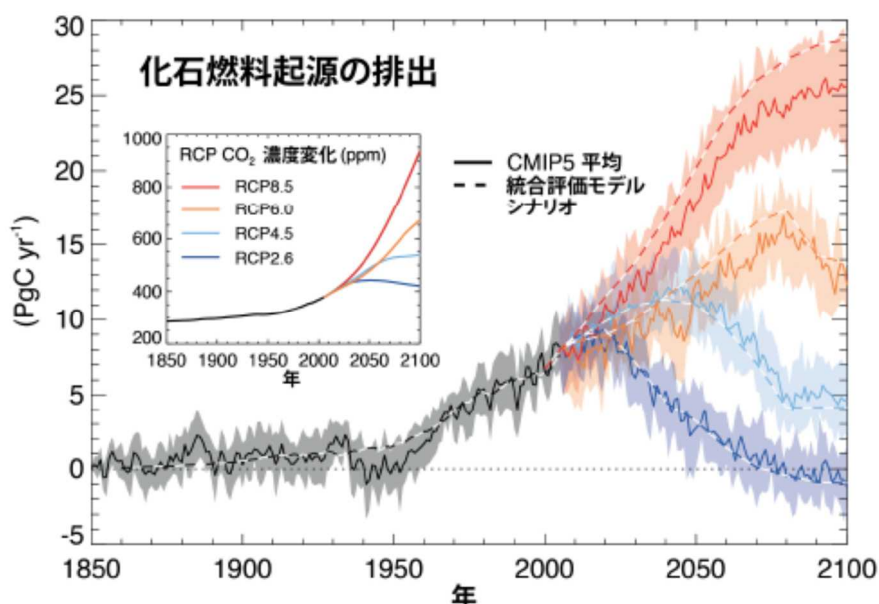


図 RCPシナリオに基づく放射強制力(図外側;RCPシナリオで定める4つの放射強制力の経路を実線で示す。比較のためSRESシナリオに基づいて求めた放射強制力を破線で示す。)とRCPシナリオに対応する化石燃料からの二酸化炭素排出量(図内側;地球システムモデルによる逆算の結果。細線:個々のモデルの結果、太線:複数のモデルの平均)

¹ 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 5 次評価報告書第 2 作業部会報告書 (影響・適応・脆弱性) の公表について (文部科学省 経済産業省 気象庁 環境省、2014 年)

² 本文及び図は「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響 (2012 年度版)』」(文部科学省 気象庁 環境省、2013 年) より抜粋。

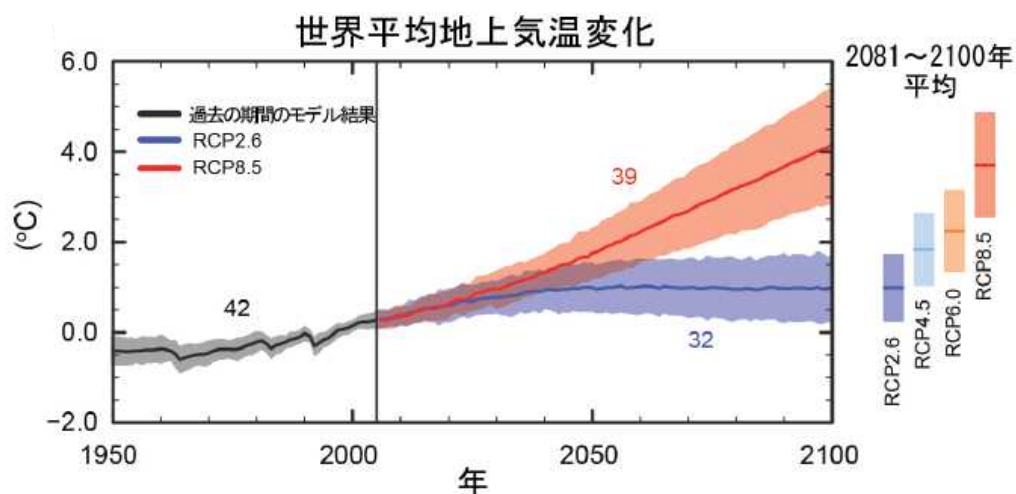


図 CMIP5の複数のモデルによりシミュレーションされた時系列(1950年から2100年)。1986～2005 年平均に対する世界平均地上気温の変化。予測と不確実性の幅(陰影)の時系列を、RCP2.6(青)とRCP8.5(赤)のシナリオについて示した。黒(と灰色の陰影)は、復元された過去の強制力を用いてモデルにより再現した過去の推移である。全てのRCPシナリオに対し、2081～2100 年の平均値と不確実性の幅を彩色した縦帯で示している。数値は、複数モデルの平均を算出するために使用したCMIP5のモデルの数を示している。
(出典:IPCC 第5次評価報告書第1作業部会報告書政策決定者向け要約 図SPM.7(a))

表 シナリオ別の世界平均気温の変化と世界平均海面水位の変化の予測

濃度 シナリオ	気温変化 (°C)		海面水位変化 (m)	
	中期 (2046～2065 年)	長期 (2081～2100 年)	中期 (2046～2065 年)	長期 (2081～2100 年)
RCP 2.6	0.4～1.6 (1.0)	0.3～1.7 (1.0)	0.17～0.32 (0.24)	0.26～0.55 (0.40)
4.5	0.9～2.0 (1.4)	1.1～2.6 (1.8)	0.19～0.33 (0.26)	0.32～0.63 (0.47)
6.0	0.8～1.8 (1.3)	1.4～3.1 (2.2)	0.18～0.32 (0.25)	0.33～0.63 (0.48)
8.5	1.4～2.6 (2.0)	2.6～4.8 (3.7)	0.22～0.38 (0.30)	0.45～0.82 (0.63)

- ・ 予測は、1986～2005 年平均を基準とした変化量。
- ・ () の値は、予測の平均値を示す。

以下の出典より事務局作成。

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

注)

- ・ SRES シナリオに基づく気候予測は第4次評価報告書での評価結果、RCP シナリオに基づく気候予測は第5次評価報告書での評価結果であり、排出シナリオだけでなく気候予測の手法についても違いがある。

2. SRES シナリオ

IPCC 第4次評価報告書において評価された気候予測実験で共通想定として用いられた排出シナリオであり、A1 シナリオ（高成長型社会シナリオ）、A2 シナリオ（多元化社会シナリオ）、B1 シナリオ（持続発展型社会シナリオ）、B2 シナリオ（地域共存型社会シナリオ）に分類している。A1 シナリオは、A1FI（化石エネルギー源を重視）、A1T（非化石エネルギー源を重視）、A1B（各エネルギー源のバランスを重視）に更に区分されている。



図 2.2.2 SRES シナリオにおける4つの世界像
A1 シナリオはさらに A1B、A1T、A1FI シナリオに細分されている。よく用いられる A1B シナリオは、「各エネルギー源のバランスを重視した高成長型社会シナリオ」である。
出典：国立環境研究所、2001 年より作成

出典：「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響（2012 年度版）』」
（文部科学省 気象庁 環境省、2013 年）

2000～2100年の温室効果ガス排出シナリオ（追加的な気候政策を含まない）及び地上気温の予測

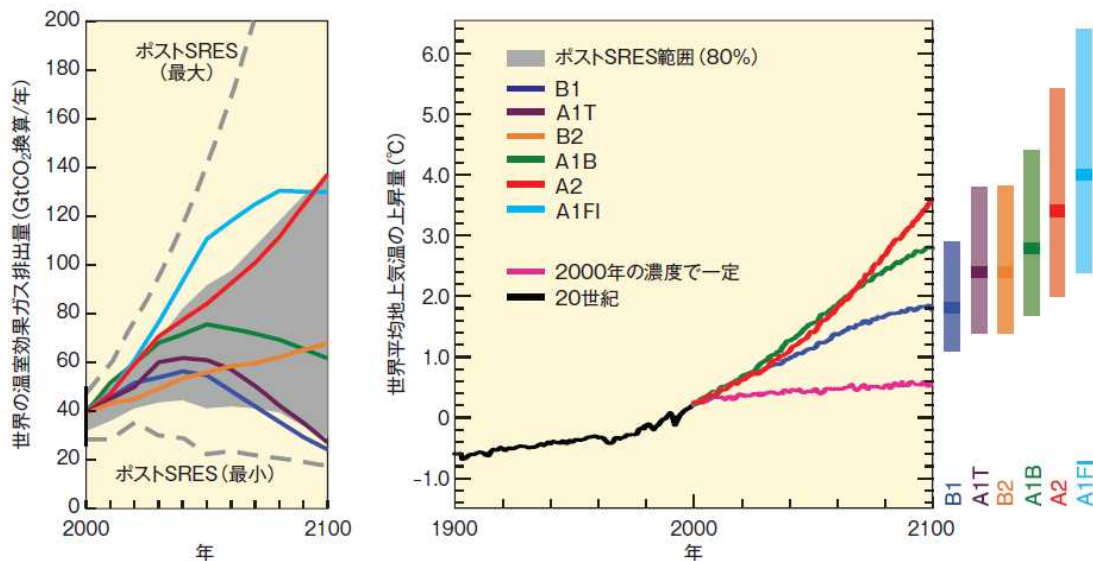


図 左の図：追加的な気候政策を含まない場合の世界の温室効果ガス排出量（CO₂換算）：6つのSRESマーカーシナリオ（彩色した線）、SRES以降に公表された最近のシナリオ（ポストSRES）の80パーセンタイル（灰色の彩色範囲）。点線はポストSRESシナリオ結果のすべての範囲を示す。排出量にはCO₂、CH₄、N₂O及びフロンガスが含まれる。

右の図：実線は、A2、A1B、B1シナリオにおける複数のモデルによる地球平均地上気温の昇温を20世紀の状態に引き続いて示す。これらの予測は短寿命温室効果ガス及びエアロゾルの影響も考慮している。ピンク色の線はシナリオではなく、2000年の大気中濃度で一定に保った大気海洋結合モデル（AOGCM）シミュレーションによるもの。図の右の帯は、6つの SRES シナリオにおける2090～2099年についての最良の推定値（各帯の横線）及び可能性が高い予測幅を示す。全ての気温は1980～1999 年との比較。

（出典：IPCC第4次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約 図SPM.5）

表 シナリオ別の世界平均気温の変化と世界平均海面水位の変化の予測

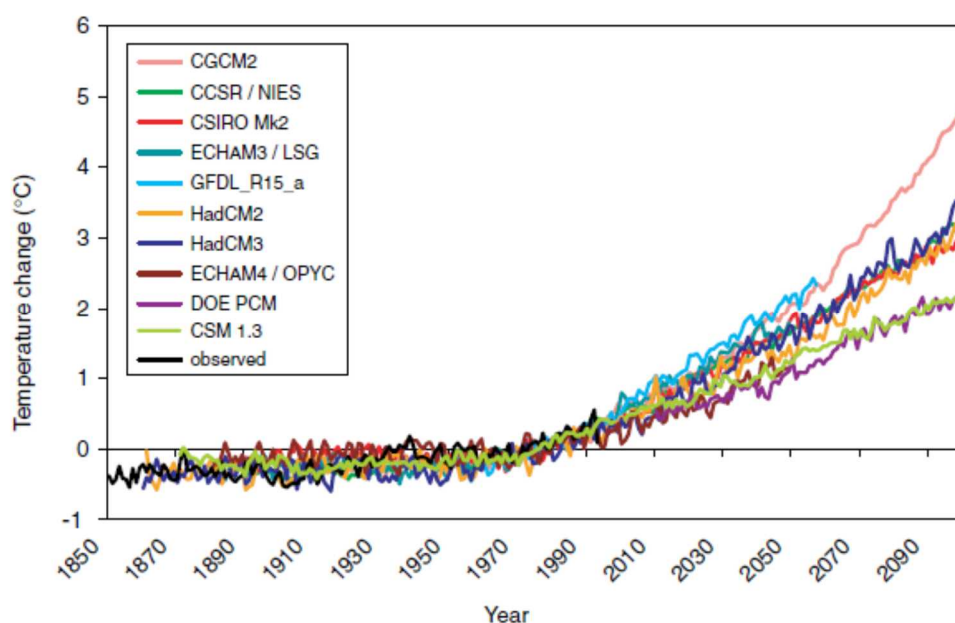
排出 シナリオ	気温変化 (°C)	海面水位変化 (m)
	長期(2090～2099 年)	長期(2090～2099 年)
SRES B1	1.1 ～ 2.9 (1.8)	0.18 ～ 0.38
A1T	1.4 ～ 3.8 (2.4)	0.20 ～ 0.45
B2	1.4 ～ 3.8 (2.4)	0.20 ～ 0.43
A1B	1.7 ～ 4.4 (2.8)	0.21 ～ 0.48
A2	2.0 ～ 5.4 (3.4)	0.23 ～ 0.51
A1FI	2.4 ～ 6.4 (4.0)	0.26 ～ 0.59

- ・ 予測は、1980～1999 年平均を基準とした変化量。
- ・ () の値は、最良の推定値 (best estimate) を示す。

3. IS92a シナリオ

IS92a シナリオは、主に IPCC 第 2 次評価報告書で使用されていた排出シナリオで、当時の気候モデル実験によれば、1961～1990 年を基準とした 2021～2050 年の世界平均地上気温の上昇幅が最良の推定値で 1.3°C (硫酸エアロゾルの放射強制力を見込まない場合は 1.6°C) となるシナリオである。³

また、IPCC 第 2 次評価報告書第 1 作業部会報告書では、気候感度が中位 (2.5°C) の場合、IS92a 排出シナリオでは、1990 年に対して 2100 年に 2.0°C 気温が上昇する (エアロゾルが 1990 年レベルと変わらない場合には 2.4°C) ことが示されている。⁴



本図は硫酸エアロゾルの影響も考慮している。黒線は観測された気温変化を示し、他の線はデータセンターの各モデルのシミュレーションによる予測を示す。

³ IPCC 第 3 次評価報告書第 1 作業部会報告書「9.3.1.2 Projection of future climate from forcing scenario experiments (IS92a)」に基づく。図は同報告書より抜粋。

⁴ IPCC 第 2 次評価報告書第 1 作業部会報告書「6.3.3 Temperature Projections」に基づく。

4. S-4 研究プロジェクトの安定化シナリオ（BaU、450s、550s）

我が国において 2005～2009 年度に実施された「環境省地球環境研究総合推進費戦略的研究開発プロジェクト S-4 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究」では、BaU シナリオ（なりゆきシナリオ）と 450s シナリオ、550s シナリオの 2 つの温室効果ガス濃度安定化シナリオが設定された。これらは、①平衡気候感度は 3℃、②炭素フィードバック効果は考慮しない、③全球平均気温変化から地域別の気候シナリオ作成（パターンスケーリング）に使用した GCM は MIROC3.2-hires、④温室効果ガス濃度には温室効果ガス及びエアロゾルの冷却効果も含む、という条件に基づき設定されている。⁵

図 シナリオ別世界全体の GHG 排出量・GHG 濃度・世界平均気温変化・海面上昇量

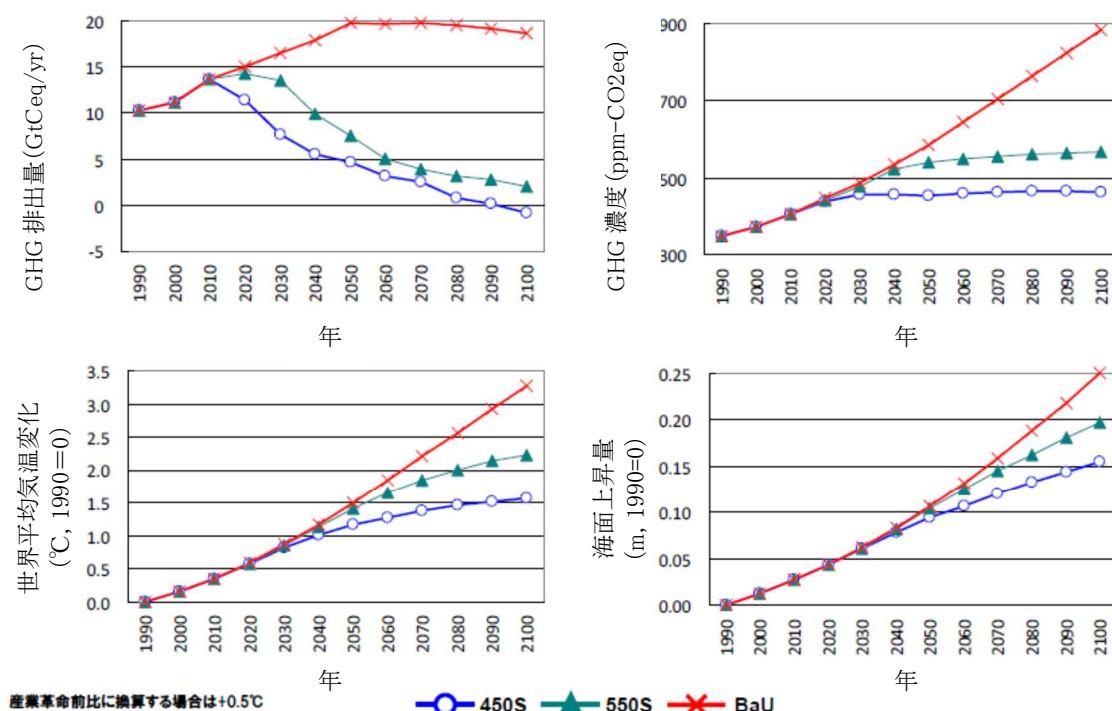


表 シナリオ別の温室効果ガス濃度（二酸化炭素等価濃度）と平均気温上昇

名称	2100 年における 温室効果ガス濃度 (二酸化炭素等価濃度)	2100 年における 平均気温上昇 (産業革命前比※)	備考
BaU シナリオ		約 3.8℃	SRES B2 の想定に基づく オーバーシュートあり
450s シナリオ	450ppm	約 2.1℃	
550s シナリオ	550ppm	約 2.9℃	

※1990 年比の気温上昇量は産業革命比－0.5℃。

⁵ 本文及び表は「環境省地球環境研究総合推進費 戦略的研究開発プロジェクト S-4 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究第 2 回報告書 地球温暖化「日本への影響」－長期的な気候安定化レベルと影響リスク評価－」（温暖化影響総合予測プロジェクトチーム、2009 年）に基づき作成。図は同報告書より抜粋。

別添資料 1 : 検討体制

(1) 中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会

(敬称略・五十音順)

委員等	氏 名	職 名
専門委員	秋葉 道宏	国立保健医療科学院 統括研究官
専門委員	秋元 圭吾	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループグループリーダー・主席研究員
臨時委員	磯部 雅彦	公立大学法人高知工科大学 副学長
専門委員	江守 正多	独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長
専門委員	沖 大幹	国立大学法人東京大学生産技術研究所 教授
専門委員	河宮未知生	独立行政法人海洋研究開発機構地球環境変動領域 気候変動リスク情報創生プロジェクトチームプロジェクトマネージャー
専門委員	鬼頭 昭雄	国立大学法人筑波大学 生命環境系 主幹研究員
専門委員	木所 英昭 (平成 26 年 8 月 7 日より)	独立行政法人水産総合研究センター 日本海区水産研究所 資源管理部 資源管理グループ長
専門委員	木本 昌秀	国立大学法人東京大学大気海洋研究所 副所長・教授
専門委員	倉根 一郎	国立感染症研究所 副所長
専門委員	小池 俊雄	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授
専門委員	佐々木秀孝	気象研究所 環境・応用気象研究部 第三研究室長
委 員	◎住 明正	独立行政法人国立環境研究所 理事長
専門委員	高橋 潔	独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室 主任研究員
専門委員	高橋 正通	独立行政法人森林総合研究所 研究コーディネータ
委 員	高村ゆかり	国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科 教授
専門委員	武若 聡	国立大学法人筑波大学 システム情報系 教授
臨時委員	田中 充	法政大学社会学部・同大学院政策科学研究科 教授
専門委員	中北 英一	国立大学法人京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門水文気象災害研究分野 教授
臨時委員	中静 透	国立大学法人東北大学大学院生命科学研究科 教授
専門委員	野尻 幸宏	独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター上級主席研究員
専門委員	橋爪 真弘	国立大学法人長崎大学 熱帯医学研究所 教授
臨時委員	原澤 英夫	独立行政法人国立環境研究所 理事

委員等	氏 名	職 名
専門委員	藤田 光一	国土交通省国土技術政策総合研究所 研究総務官
臨時委員	古米 弘明	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授
専門委員	増井 利彦	独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室 室長
専門委員	松本 光朗	独立行政法人森林総合研究所 研究コーディネータ
専門委員	森永 健司 (平成26年8月6日まで)	独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所 海洋・生態系研究センター 主幹研究員
専門委員	八木 一行	独立行政法人農業環境技術研究所 研究コーディネータ
専門委員	安岡 善文	国立大学法人東京大学 名誉教授
専門委員	山田 正	中央大学理工学部都市環境学科 教授

◎：委員長

(2) 気候変動の影響に関する分野別ワーキンググループ（環境省請負検討会）

① 農業・林業・水産業分野

(敬称略・五十音順)

委員等	氏 名	職 名
臨時委員	安藤 忠	独立行政法人水産総合研究センター 西海区水産研究所 資源生産部 主幹研究員
臨時委員	永西 修	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 家畜生理栄養研究領域 上席研究員
委 員	河宮未知生	独立行政法人海洋研究開発機構 地球環境変動領域 気候変動リスク情報創生プロジェクトチーム プロジェクトマネージャー
委 員	木所 英昭	独立行政法人水産総合研究センター 日本海区水産研究所 資源管理部 資源管理グループ長
臨時委員	小島 克己	国立大学法人東京大学アジア生物資源環境研究センター 生物資源開発研究部門教授
臨時委員	杉浦 俊彦	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 栽培・流通利用研究領域上席研究員
委 員	高橋 潔	独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室 主任研究員
臨時委員	西森 基貴	独立行政法人農業環境技術研究所 大気環境研究領域上席研究員
臨時委員	二宮 正士	国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科教授
臨時委員	増本 隆夫	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 資源循環工学研究領域 領域長
委 員	松本 光朗	独立行政法人森林総合研究所 研究コーディネータ
臨時委員	渡邊 朋也	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター情報利用研究領域長

委員等	氏 名	職 名
委 員	○八木 一行	独立行政法人農業環境技術研究所 研究コーディネータ

○：座長

② 水環境・水資源、自然災害・沿岸域分野

(敬称略・五十音順)

委員等	氏 名	職 名
委 員	秋葉 道宏	国立保健医療科学院 統括研究官
委 員	磯部 雅彦	公立大学法人高知工科大学 副学長
委 員	江守 正多	独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長
委 員	沖 大幹	国立大学法人東京大学生産技術研究所 教授
臨時委員	小山内信智	独立行政法人土木研究所 つくば中央研究所 土砂管理研究グループグループ長
委 員	木本 昌秀	国立大学法人東京大学大気海洋研究所 副所長・教授
委 員	栗山 善昭	独立行政法人港湾空港技術研究所 特別研究官
委 員	○小池 俊雄	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授
委 員	高橋 正通	独立行政法人森林総合研究所 研究コーディネータ
委 員	武若 聡	国立大学法人筑波大学 システム情報系 教授
臨時委員	坪山 良夫	独立行政法人森林総合研究所 水土保持研究領域 領域長
委 員	中北 英一	国立大学法人京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門水文気象災害研究分野 教授
臨時委員	肱岡 靖明	独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 環境都市システム研究室室長
委 員	藤田 光一	国土交通省国土技術政策総合研究所 研究総務官
臨時委員	藤田 正治	国立大学法人京都大学防災研究所 防災研究所附属流域災害研究センター 教授
委 員	古米 弘明	国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 教授
臨時委員	増本 隆夫	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 資源循環工学研究領域 領域長
臨時委員	八木 宏	独立行政法人水産総合研究センター 水産工学研究所 水産土木工学部水産基盤グループグループ長
委 員	山田 正	中央大学理工学部都市環境学科 教授

○：座長

③ 自然生態系分野

(敬称略・五十音順)

委員等	氏 名	職 名
臨時委員	一ノ瀬友博	慶應義塾大学環境情報学部環境情報学科教授
委 員	江守 正多	独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長
臨時委員	小埜 恒夫	独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所グループ長
臨時委員	工藤 岳	国立大学法人北海道大学大学院環境科学院 生物圏科学専攻准教授
臨時委員	竹中 明夫	独立行政法人国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 上級主席研究員 生物多様性研究プログラム総括
臨時委員	田中 浩	独立行政法人森林総合研究所 林業生産技術研究担当 研究コーディネータ
委 員	○中静 透	国立大学法人東北大学大学院生命科学研究科 教授
臨時委員	中村 太士	国立大学法人北海道大学大学院農学研究科 森林生態系管理学研究室教授
委 員	野尻 幸宏	独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター上級主席研究員
臨時委員	丸山 温	日本大学生物資源科学部森林資源科学部教授
委 員	安岡 善文	国立大学法人東京大学 名誉教授
臨時委員	山野 博哉	独立行政法人国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 生物多様性保全計画研究室室長

○：座長

④ 健康分野

(敬称略・五十音順)

委員等	氏 名	職 名
臨時委員	小野 雅司	独立行政法人国立環境研究所エコチル調査コアセンターフェロー
委 員	鬼頭 昭雄	国立大学法人筑波大学 生命環境系 主幹研究員
委 員	○倉根 一郎	国立感染症研究所 副所長
委 員	高橋 潔	独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室 主任研究員
委 員	橋爪 真弘	国立大学法人長崎大学 熱帯医学研究所 教授
臨時委員	本田 靖	国立大学法人筑波大学体育系教授
臨時委員	渡辺 知保	国立大学法人東京大学大学院医学系研究科教授

○：座長

⑤ 産業・経済活動、国民生活・都市生活分野

(敬称略・五十音順)

委員等	氏 名	職 名
委 員	秋元 圭吾	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループグループリーダー・主席研究員
委 員	佐々木秀孝	気象研究所 環境・応用気象研究部 第三研究室長
委 員	高村ゆかり	国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科 教授
委 員	田中 充	法政大学社会学部・同大学院政策科学研究科 教授
委 員	○原澤 英夫	独立行政法人国立環境研究所 理事
臨時委員	藤部 文昭	気象研究所環境・応用気象研究部部長
委 員	増井 利彦	独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究センター 統合評価モデリング研究室 室長
臨時委員	三坂 育正	日本工業大学工学部建築学科教授

○：座長