

技術要約

TS

技術要約

暫定訳（2023年3月9日版）

統括執筆者：

Paola A. Arias (Colombia), Nicolas Bellouin (United Kingdom/France), Erika Coppola (Italy), Richard G. Jones (United Kingdom), Gerhard Krinner (France/Germany, France), Jochem Marotzke, (Germany), Vaishali Naik (United States of America), Matthew D. Palmer (United Kingdom), Gian-Kasper Plattner (Switzerland), Joeri Rogelj (United Kingdom/Belgium), Maisa Rojas (Chile), Jana Sillmann (Norway/Germany), Trude Storelvmo (Norway), Peter W. Thorne (Ireland/United Kingdom), Blair Trewin (Australia)

執筆者：

Kyle Armour (United States of America), Govindasamy Bala (India/United States of America), Rondrotiana Barimalala (South Africa/Madagascar), Sophie Berger (France/Belgium), Josep G. Canadell (Australia), Christophe Cassou (France), Annalisa Cherchi (Italy), William Collins (United Kingdom), William D. Collins (United States of America), Sarah L. Connors (France/United Kingdom), Susanna Corti (Italy), Faye Cruz (Philippines), Frank J. Dentener (EU/The Netherlands), Claudine Dereczynski (Brazil), Alejandro Di Luca (Australia, Canada/Argentina), Aida Diongue Niang (Senegal), Francisco J. Doblas-Reyes (Spain), Alessandro Dosio (Italy), Hervé Douville (France), François Engelbrecht (South Africa), Veronika Eyring (Germany), Erich Fischer (Switzerland), Piers Forster (United Kingdom), Baylor Fox-Kemper (United States of America), Jan S. Fuglestad (Norway), John C. Fyfe (Canada), Nathan P. Gillett (Canada), Leah Goldfarb (France/United States of America), Irina Gorodetskaya (Portugal/Russian Federation, Belgium), Jose Manuel Gutierrez (Spain), Rafiq Hamdi (Belgium), Ed Hawkins (United Kingdom), Helene T. Hewitt (United Kingdom), Pandora Hope (Australia), AKM Saiful Islam (Bangladesh), Christopher Jones (United Kingdom), Darrell S. Kaufman (United States of America), Robert E. Kopp (United States of America), Yu Kosaka (Japan), James Kossin (United States of America), Svitlana Krakovska (Ukraine), June-Yi Lee (Republic of Korea), Jian Li (China), Thorsten Mauritsen (Sweden, Denmark), Thomas K. Maycock (United States of America), Malte Meinshausen (Australia/Germany), Seung-Ki Min (Republic of Korea), Pedro M. S. Monteiro (South Africa), Thanh Ngo-Duc (Vietnam), Friederike Otto (United Kingdom/Germany), Izidine Pinto (South Africa/Mozambique), Anna Pirani (Italy), Krishnan Raghavan (India), Roshanka Ranasinghe (The Netherlands/Sri Lanka, Australia), Alex C. Ruane (United States of America), Lucas Ruiz (Argentina), Jean-Baptiste Sallée (France), Bjørn H. Samset (Norway), Shubha Sathyendranath (UK/Canada, United Kingdom, Overseas Citizen of India), Sonia I. Seneviratne (Switzerland), Anna A. Sörensson (Argentina), Sophie Szopa (France), Izuru Takayabu (Japan), Anne-Marie Treguier (France), Bart van den Hurk (The Netherlands), Robert Vautard (France), Karina von Schuckmann (France/Germany), Sönke Zaehle (Germany), Xuebin Zhang (Canada), Kirsten Zickfeld (Canada/Germany)

執筆協力者：

Guðfinna Aðalgeirsdóttir (Iceland), Lincoln M. Alves (Brazil), Terje Berntsen (Norway), Sara M. Blichner (Norway), Lisa Bock (Germany), Gregory G. Garner (United States of America), Joelle Gergis (Australia), Sergey K. Gulev (Russian Federation), Mathias Hauser (Switzerland), Flavio Lehner (United States of America/Switzerland), Chao Li (China), Marianne T. Lund (Norway), Daniel J. Lunt (United Kingdom), Sebastian Milinski (Germany), Gemma Teresa Narisma (Philippines), Zebedee R. J. Nicholls (Australia), Dirk Notz (Germany), Sophie Nowicki (United States of America/France, United States of America), Bette Otto-Bliesner (United States of America), Brodie Pearson (United States of America/United Kingdom), Adam S. Phillips (United States of America), James Renwick (New Zealand), Stéphane

Sénési (France), Lucas Silva (Portugal/Switzerland), Aimee B. A. Slangen (The Netherlands), Thomas F. Stocker (Switzerland), Claudia Tebaldi (United States of America), Laurent Terray (France), Sabin Thazhe Purayil (India), Andrew Turner (United Kingdom), Steven Turnock (United Kingdom), Carolina Vera (Argentina), Cunde Xiao (China), Panmao Zhai (China)

査読編集者 :

Valérie Masson-Delmotte (France), Gregory M. Flato (Canada), Nouredine Yassa (Algeria)

この技術要約の引用時の表記方法 :

Arias, P.A., N. Bellouin, E. Coppola, R.G. Jones, G. Krinner, J. Marotzke, V. Naik, M.D. Palmer, G.-K. Plattner, J. Rogelj, M. Rojas, J. Sillmann, T. Storelvmo, P.W. Thorne, B. Trewin, K. Achuta Rao, B. Adhikary, R.P. Allan, K. Armour, G. Bala, R. Barimalala, S. Berger, J.G. Canadell, C. Cassou, A. Cherchi, W. Collins, W.D. Collins, S.L. Connors, S. Corti, F. Cruz, F.J. Dentener, C. Dereczynski, A. Di Luca, A. Diongue Niang, F.J. Doblas-Reyes, A. Dosio, H. Douville, F. Engelbrecht, V. Eyring, E. Fischer, P. Forster, B. Fox-Kemper, J.S. Fuglestedt, J.C. Fyfe, N.P. Gillett, L. Goldfarb, I. Gorodetskaya, J.M. Gutierrez, R. Hamdi, E. Hawkins, H.T. Hewitt, P. Hope, A.S. Islam, C. Jones, D.S. Kaufman, R.E. Kopp, Y. Kosaka, J. Kossin, S. Krakovska, J.-Y. Lee, J. Li, T. Mauritsen, T.K. Maycock, M. Meinshausen, S.-K. Min, P.M.S. Monteiro, T. Ngo-Duc, F. Otto, I. Pinto, A. Pirani, K. Raghavan, R. Ranasinghe, A.C. Ruane, L. Ruiz, J.-B. Sallée, B.H. Samset, S. Sathyendranath, S.I. Seneviratne, A.A. Sörensson, S. Szopa, I. Takayabu, A.-M. Tréguier, B. van den Hurk, R. Vautard, K. von Schuckmann, S. Zaehle, X. Zhang, and K. Zickfeld, 2021: Technical Summary. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33–144. doi:10.1017/9781009157896.002.

訳注 :

本資料は最終版ではなく、更なる編集が行われる。

本資料は、IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書の技術要約 (TS) を、IPCC 公式ウェブサイトから 2022 年 5 月に取得した原文*に基づき、文部科学省及び気象庁が翻訳したものであり、IPCC の公式訳ではない。

*https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf

目次

はじめに.....	6	TS.3 気候システムの応答の理解と地球温暖化抑制への示唆.....	58
Box TS.1 本報告書の中核的な概念	7	TS.3.1 放射強制力とエネルギー収支.....	58
TS.1 変化する気候	11	TS.3.2 気候感度と地球システムのフィードバック.....	61
TS1.1 変化する気候の背景.....	11	TS.3.3 気温の安定化、正味ゼロ排出、及び緩和.....	65
Box TS.2 古気候	13	Box TS.7 共通社会経済経路における短寿命気候強制因子に対する気候と大気質の応答	71
TS.1.2 気候科学の進歩.....	15	Box TS.8 太陽放射変化に対する地球システムの応答	72
TS.1.3 将来の気候変動の評価.....	20	Box TS.9 不可逆性、ティッピングポイント、急激な変化	74
TS.1.4 影響とリスクの評価のための地球規模から地域規模の気候情報.....	25	TS.4 地域規模の気候変動	75
Cross-Section Box TS.1 : 世界平均気温の変化	27	TS.4.1 地域規模の気候変動情報の生成と伝達.....	75
TS.2 広域的な気候変動：平均気候、変動性、極端現象	31	Box TS.10 イベントアトリビューション ... 76	
TS.2.1 地球規模の気候システム全体の変化	31	Box TS.11 気候サービス	79
TS.2.2 気候システムの駆動要因の変化.....	35	Box TS.12 地域規模の気候変動を評価するための複数系統の証拠とインタラクティブアトラス	79
TS.2.3 上層の気温と大気循環.....	38	TS.4.2 地域規模の気候の変動性及び変化の駆動要因.....	81
Box TS.3 可能性が低くとも大幅に温暖化するストーリーライン	40	Box TS.13 モンスーン	86
TS.2.4 海洋.....	42	TS.4.3 地域規模の気候変動、及び極端な気候と気候影響駆動要因に対する影響.....	88
TS.2.5 雪氷圏.....	44	Box TS.14 都市域	112
Box TS.4 海面水位	45		
Box TS.5 炭素循環	47		
TS.2.6 生物圏と極端現象を含む陸域の気候	50		
Box TS.6 水循環	53		
インフォグラフィック TS.1 気候の将来	56		

表 TS.4 | 変動モード (MoVs) と関連するテレコネクションに関する評価の概要。 (a) 測器記録開始以降観測された変化の評価、第5期及び第6期結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP5 及び CMIP6) のモデル性能の評価、観測された変化に対する人間の影響の評価、及び短期 (2021~2040年) と中長期 (2041~2100年) の変化の評価。曲線は、評価された全般的な変化を模式的に示し、横軸は時間を示しているが、時間発展を正確に表現することは意図していない。(b) 年々の時間スケールで説明される地表気温 (SAT) 及び降水量 (pr) の分散寄与率。すなわち、各 AR6 参照地域について年々変動の時間スケールで各 MoV によって説明できる分散の割合 (各セル内の数値、単位: %)。値は、HadCRUT、GISTEMP、BerkeleyEarth、及び CRU-TS (SAT)、並びに GPCC、CRU-TS (降水量) に基づく有意な分散寄与率の平均値に相当する。有意性は 95% の信頼区間における F 統計量に基づいて検定され、斜線は半分を超える利用可能なデータセットにおいて、その値が有意でないことを示す。カラスケールは、表の下部に示されているように分散寄与率の符号と値に対応する。対応する偏差マップは Annex IV に示されている。DJF: 12月-1月-2月。MAM: 3月-4月-5月。JJA: 6月-7月-8月。SON: 9月-10月-11月。(b)において、北半球環状モード(NAM)とエルニーニョ・南方振動(ENSO)のテレコネクションは 1959~2019 年について、南半球環状モード(SAM)は 1979~2019 年について、インド洋海盆モード(IOB)、インド洋ダイポールモード(IOD)、大西洋帯状モード(AZM)及び大西洋子午面モード(AMM)は 1958~2019 年について、太平洋十年規模変動(PDV)と大西洋数十年規模変動(AMV)は 1900~2019 年について評価している。全てのデータは、計算前に線形トレンドが除去されている。(TS.1.2.2) {2.4, 3.7, 4.3.3, 4.4.3, 4.5.3, 表 Atlas.1, Annex IV}

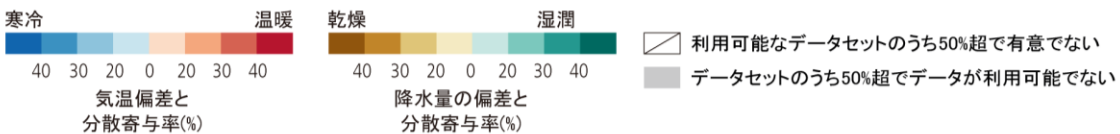
(a) MoV の評価

	NAM	SAM	ENSO	IOB	IOD	AZM	AMM	PDV	AMV
観測開始以降の過去の变化	 {2.4.1.1}	 {2.4.1.2}	 {2.4.2}	プロキシ推定の変動範囲内 {2.4.3}	プロキシ推定の変動範囲内 {2.4.3}	証拠が限定的 {2.4.4}	証拠が限定的 {2.4.4}	数十年規模変動が支配的 {2.4.5}	数十年規模変動が支配的 {2.4.6}
CMIP5とCMIP6モデル性能	高い性能 {3.7.1}	高い性能 {3.7.2}	中程度の性能 {3.7.3}	中程度の性能 {3.7.4}	中程度の性能 {3.7.4}	低い性能 {3.7.5}	低い性能 {3.7.5}	中程度の性能 {3.7.6}	中程度の性能 {3.7.7}
観測された変化に対する人間の影響	確固とした証拠はなし {3.7.1}	寄与あり GHG(全季節)とオゾン(12-1-2月)を通じて {3.7.2}	見解一致度が低い {3.7.3}	確固とした証拠はなし {3.7.4}	検出されず {3.7.4}	確固とした証拠はなし {3.7.5}	確固とした証拠はなし {3.7.5}	検出されず {3.7.6}	エーロゾルを介した寄与あり {3.7.7}
短期の将来変化 (2021~2040年)	内部変動が支配的 {4.4.3.1}	 {4.4.3.1}	内部変動が支配的 {4.4.3.2}	確固とした証拠はなし {4.4.3.3}	確固とした証拠はなし {4.4.3.3}	確固とした証拠はなし {4.4.3.4}	確固とした証拠はなし {4.4.3.4}	証拠が限定的 {4.4.3.5}	 {4.4.3.6}
中長期の将来変化 (2041~2100年)	 {4.3.3.1; 4.5.3.1}	 {4.3.3.1; 4.5.3.1}	 {4.3.3.2; 4.5.3.2}	確固とした証拠はなし {4.5.3.3}	 {4.5.3.3}	確固とした証拠はなし {4.5.3.4}	確固とした証拠はなし {4.5.3.4}	 {4.5.3.5}	変化なし {4.5.3.6}

確信度が低い
 確信度が中程度
 確信度が高い
どちらかと言えば可能性が高い
 可能性が高い
 可能性が非常に高い

(b) MoV に関連する地域規模の気候偏差

モード		NAM		SAM		ENSO		IOB		IOD		AZM		AMM		PDV		AMV	
季節		DJF		DJF		DJF		MAM		SON		JJA		JJA		通年		通年	
変数		SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr	SAT	pr
アフリカ	地中海地域	28	58			7												19	
	サハラ地域	58						14				10	19	12		9	12	25	
	西アフリカ	25					15	45				21		10		6	6	23	
	中部アフリカ	19	8		10	14		50				13				10	14	11	
	東アフリカ北部	19	7				14	36			32					7		7	
	東アフリカ南部					14	22	36			57			10		4	9		
	南部アフリカ西部					49	26	27	16	8						4	12	5	
	南部アフリカ東部			13		75	34	35	7							4	6		
マダガスカル					24		24	7	11	10			9				5		
アジア	シベリア西部	45					7						9						11
	シベリア東部	52														3			11
	ロシア極東地域	8	10			11		6										5	5
	中央アジア西部								15		21					4			
	中央アジア東部								38										
	チベット高原		15							15	7		11			6	5	9	
	東アジア					7	20		23				9			9	13		
	南アジア	9						12			8		8					5	
	東南アジア					39	31	73	6		48					5	12		7
	アラビア半島	32						10	24		20						5	13	7
豪州	豪州北部					21	13	38			19			7	7	7			
	豪州中部			14		21	12	18		22	20		7	7	6	5			
	豪州東部			22		20	11	18		9	8		7	7	8				
	豪州南部							11		23	40		8			3			
	ニュージーランド			16															
中米・南米	中米南部					21	16	33		10	11			17		6		6	7
	南米北西部		7	14	16	82	17	54		18				13	16	7	8		
	南米北部	7				56	58	61				22	17	24	9	12	7		
	南米北東部					25		58	19	9	12			8					
	南米モンスーン地域					54		31		22	7			6	7				
	南米南西部				10	16	14	17		10	16					8			
	南米南東部						21		13	21	10		12			5			6
	南米南部				23						13	7							9
欧州	地中海地域	28	58			7													19
	中・西欧	28	18							13	10						4		8
	東欧	35										7							
	北欧	53	32																6
北米	中米北部			10	26	13	27	18				7	12	15	12		6	19	
	北米西部				12		17									4		6	5
	北米中部	17										8				3	9	6	
	北米東部	12										11	9			4		9	4
	北米北東部	18	26									8				10		9	4
	北米北西部		14			10	8	17								8	4		
小島嶼	カリブ地域			10	15	18	26	8		10				17	12	7			5
	太平洋島嶼																		
極地陸域	グリーンランド/アイスランド	42	8											7				44	
	ロシア極域	25	10													6	11	8	
	西南極										8		21						
	東南極			38															



TS.4.2.3 地域規模の気候の変動性及び変化の駆動要因の間の相互作用

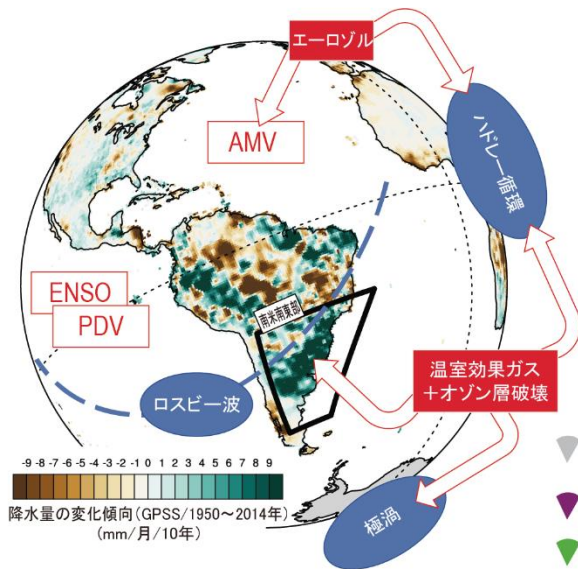
人為起源の強制力は、世界の多くの亜大陸地域において、1950年以降、地域規模の平均気温変化の主要な駆動要因である（ほぼ確実）。地域規模では、地球規模に比べて、内部変動がより強く、観測、モデル、及び外部強制力における不確実性は全てより大きく、ほとんどの場合、温室効果ガス、成層圏オゾン、及び異なるエアロゾル種の相対的寄与に関する強固な評価の妨げになっている。複数モデルアンサンブルによる全球予測と単一モデル初期条件の大規模アンサンブルによる予測を組み合わせて得た複数系統の証拠は、長期の地域平均降水量の変化において、人為起源のシグナルの顕在化が遅れるかあるいは顕在化しないことに、内部変動が大きく寄与していることを示している（確信度が高い）。海洋力学における内部変動は、1年～十年規模の時間スケールで地域のパターンを支配している（確信度が高い）。地域の海面水位変化における人為起源のシグナルは、2100年までにほとんどの

地域で顕在化する（確信度が中程度）。{9.2.4, 9.6.1, 10.4.1, 10.4.2, 10.4.3}

地域規模の気候変動は、複数の外部強制力と内部変動の間の複雑な相互作用に左右される。異なる時間スケールで作用する様々なメカニズムの時間発展は、人為起源の強制力に対する気温の地域規模の応答の振幅、及び降水量の応答の振幅と符号の両方を改変しうる（確信度が高い）。これらのメカニズムには、温室効果ガスの増加に対する、気温、降水量、土壌水分の非線形フィードバック、海面水温（SST）パターンの遅い応答と速い応答、大気循環の変化などが含まれる。土地利用とエアロゾルの強制力及び陸域-大気フィードバックは、例えば、極端な気象と気候における地域規模の変化を調節する上で重要な役割を果たす（確信度が高い）。これらはまた、極端な気温に平均気温と比べて大きな昇温をもたらしうる（確信度が高い）上に、可能性としてはいくつかの地域において降温をもたらしうる（確信度が中程度）。土壌水分-気温

地域規模の気候変動について、過去を理解し将来を評価する道すじ 南米南東部（SES）の事例研究

(a) 南半球夏季(12～2月)に南米南東部(SES)で観測された降水量の変化傾向と変動性を解釈するための気候駆動要因と現象の特定



(b) 7つの大規模アンサンブルに基づく過去の期間及び21世紀の南米南東部(SES)の夏季(12～2月)の降水量のモデルシミュレーション/評価

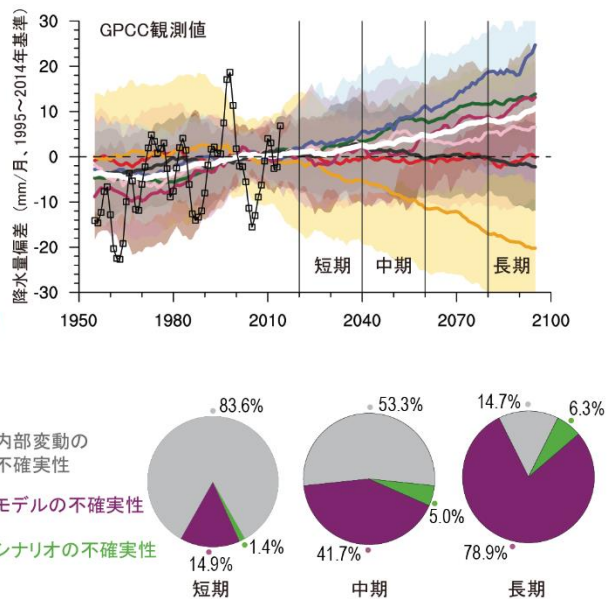


図 TS.21 | 過去の変化と予測された変化を理解するための、地域規模の気候の変動性及び変化の駆動要因の相互作用の例。この図の目的は、不確実性が存在する中で地域規模の過去の気候変動を理解し、将来の気候変動を予測するための例示的な経路を示すことである。(a) 1950～2014年に観測された南米南東部(SES)の夏季(12月-1月-2月、DJF)の降水量の変動と変化傾向にテレコネクションを通して寄与する気候駆動要因とその気候現象への影響の特定。駆動要因(赤い四角)には、変動モードと外部強制力が含まれる。GPCCが観測した降水量の線形の変化傾向(緑色-茶色のバー、単位はmm/月/10年)は大陸上に示され、AR6 WGI参照地域のSESは太い黒線で囲まれている。SESに局所的な影響をもたらす気候現象が模式的に示されている(青い楕円)。(b) 1950～2100年について過去プラスRCP8.5の7つの大規模アンサンブルでシミュレーションされたSESにおけるDJFの10年平均降水量偏差の時系列。陰影部は降水量(mm/月)について各大規模アンサンブルから得られた気候の計算結果の5～95パーセンタイルの範囲に相当し、色付きの太線はそれぞれのアンサンブル平均を表す。白い太線の時系列は複数モデル複数メンバーのアンサンブル平均で、モデルの寄与はそのアンサンブルの規模に応じて重み付けされている。1950～2014年のGPCC観測値は黒い細線と四角で示され、全てのデータセットで一貫して1995～2014年を基準期間とした偏差を計算している。(c) SESのDJFの降水量について、AR6で定義され、(b)で強調された短期、中期、長期の各期間における個々の不確実性の原因(内部変動は灰色、モデルは赤紫色、シナリオは緑色)のそれぞれの重み(%)の定量化。全ての計算は1995～2014年を基準期間として行われ、シナリオの不確実性は異なる代表的濃度経路(RCP)シナリオを実行した大規模アンサンブルと同じモデルセットを用いて第5期結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP5)から推定されている。[図 10.12a]

フィードバックは、観測とモデルシミュレーションに基づき、過去及び現在の熱波に関連していることが示された。{10.4.3, 11.1.6, 11.3.1}

南米南東部(SES)は AR6 WGI 参照地域の一つであり(図 TS.21a の黒い太線で囲まれた地域)、ここでは地域規模の気候の変動性及び変化の駆動要因の間の相互作用を説明する例として用いられている。この地域では、1950～2014年の南半球夏季(DJF)の降水量に正の変化傾向が観測された。この変化の駆動要因には、AMV、ENSO、及びPDVなどの変動モード、並びに温室効果ガスの増加、オゾンの減少、及びエロゾルのような外部強制力が含まれる(図 TS.21a に示す)。変動モードと外部強制力は、その地域に関係するハドレー循環の広がりや強さ、大規模スケールの熱帯海面水温偏差から出現するロスビー波の活動、及び南半球の極渦などの気候現象に総合的に影響を与える。実際、水蒸気の収束、上昇流、及びストームトラックの位置の観点でみた SES 地域全般にわたる局

所変化はこれらの気候現象に依存しており、観測された降水量の変化傾向の総合的要因となっている。予測は、温室効果ガス排出シナリオに対応して、短期の将来では、SES において、降雨量の正の変化傾向が継続することを示唆している。複数モデル平均及びアンサンブルスプレッドは、モデルが違えば大幅に異なるか正反対の変化をシミュレーションしている状況を特徴付けるには十分ではない(確信度が高い)。このような場合、関心のある地域の変動に対して一定の役割を果たしていることが示された気候現象について、ありうる結果に取り組む気候の物理的ストーリーラインは、予測の不確実性の解釈の助けになりうる。加えて、内部変動を多数再現する単一モデル初期条件による大規模アンサンブルが、強制された変化から内部変動を分離するのに必要であり(確信度が高い)、かつ将来評価期間の関数として様々な不確実性の原因を区別するのに必要である。{10.3.4, 10.4.2, 図 10.12a}

Box TS.13 | モンスーン

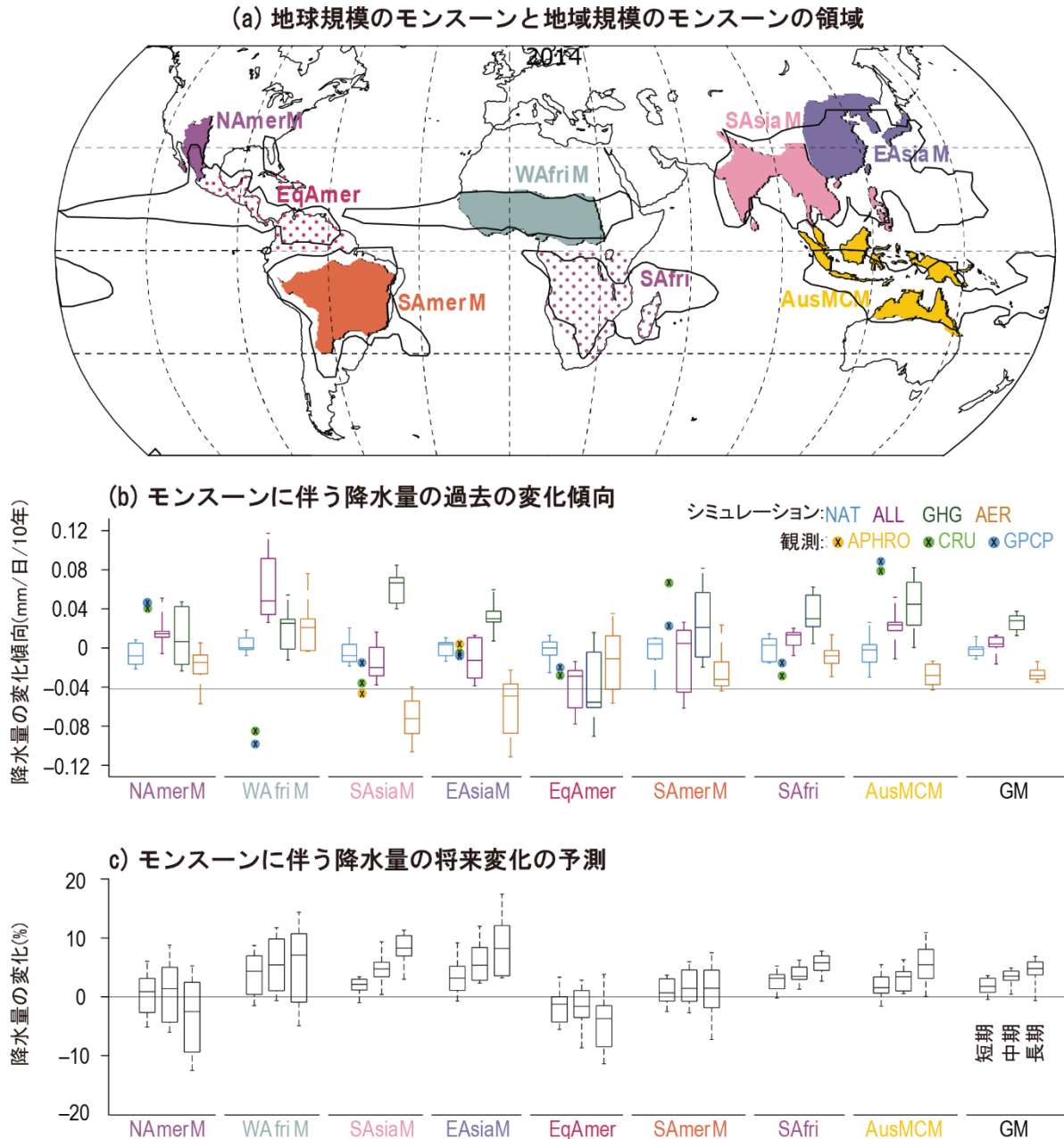
世界の陸域におけるモンスーンに伴う降水量は、1950年代から1980年代にかけて、部分的に人為起源エロゾルに起因して減少したが、以降は温室効果ガスの強制力と大規模な数十年規模変動に応じて増加している(確信度が中程度)。北半球の人為起源エロゾルは、20世紀後半の間に、南アジア、東アジア、及び西アフリカにおける地域規模のモンスーン循環を弱め、それによって、温室効果ガスに起因する温暖化への応答として予想されるモンスーンに伴う降水量の増強を相殺した(確信度が高い)。

21世紀の間に、全ての評価期間及びシナリオで、世界の陸域におけるモンスーンに伴う降水量は温室効果ガスに起因する温暖化に反応して増加すると予測される(確信度が高い)。南アジアと東南アジア、東アジア、及びサハラ地域中部では、モンスーンに伴う降水量は増加すると予測される一方、北米及びサハラ地域極西部では減少すると予測される(確信度が中程度)。南米及び豪州の海洋大陸モンスーンについて予測された降水量の変化は、確信度が低い。地球規模及び地域規模では、モンスーンの短期の将来変化は、内部変動性の影響に支配される(確信度が中程度)。{2.3, Cross-Chapter Box 2.4, 3.3, 4.4, 4.5, 8.2,8.3, 8.4, 8.5, Box 8.1, Box 8.2, 10.6}

地球規模のモンスーン

古気候の記録は、中期鮮新世の温暖期のような温暖な気候の間、モンスーンシステムがより強かったことを示している(確信度が中程度)。測器による記録では、夏季の地球規模モンスーンに伴う降水強度は、1980年代以降、北半球の夏季の変化傾向と数十年規模の大規模変動に支配され、増加している可能性が高い。地球温暖化の下で予想される降水量の増加に反して、北半球のモンスーン地域は1950年代から1980年代にかけて降水量が減少したが、これは部分的に人為起源エロゾルの影響に帰せられる(確信度が中程度)(Box TS.13 図1)。{2.3.1, Cross-Chapter Box 2.4, 3.3.2, 3.3.3}

地球温暖化が続くと、モンスーン循環は弱まると予測されるにもかかわらず、世界の陸域におけるモンスーンに伴う降水量は、今世紀中に特に北半球で増加する可能性が高い(Box TS.13 図1)。地球温暖化に伴う熱帯循環の減速は、モンスーン地域において温暖化による降水の強化を部分的に相殺しうる(確信度が高い)。短期では、地球規模のモンスーンの変化は、内部変動とモデルの不確実性の影響に支配される可能性が高い(確信度が中程度)。長期では、地球規模のモンスーン降雨量の変化は、南半球よりも北半球で大幅に増加することを特徴とする確固とした南北非対称性、及びアジア～アフリカのモンスーンの強化と北米モンスーンの弱化を特徴とする東西非対称性を示す(確信度が中程度)。{4.4.1, 4.5.1, 8.4.1}



Box TS.13 図1 | 地球規模のモンスーンと地域規模のモンスーン：過去の変化傾向と予測される変化。 この図の目的は、地域規模のモンスーン領域における降水量の変化を、観測された過去の変化傾向、温室効果ガスとエアロゾルがこれらの変化にどのように関係しているか、及び排出量が中程度のあるシナリオにおける短期、中期、及び長期の将来予測の観点から示すことである。(a) 地球規模（黒線）及び地域規模（着色域）のモンスーン領域。地球規模のモンスーン（GM）は、局所的な日降水量の夏季の値から冬季の値を差し引いたものが2.5mm/日を超える領域と定義される（Annex V 参照）。地域規模のモンスーン領域は公表文献と専門家判断に基づいて定義されており（Annex V 参照）、気候学的夏季モンスーンの雨季が個々の地域によって異なることが考慮されている。評価された地域規模のモンスーンは、南アジアと東南アジア（SAsiaM、6～9月）、東アジア（EAsiaM、6～8月）、西アフリカ（WAfriM、6～9月）、北米（NAmerM、7～9月）、南米（SAmerM、12～2月）、豪州と海洋大陸（AusMCM、12～2月）のモンスーンである。南米赤道域（EqSAmer）と南部アフリカ（SAfri）地域はモンスーンとしての必要条件について議論があるが、単峰性の夏季の季節性降雨があるため、これらの地域も示されている。(b) 自然起源と人為起源の放射強制力の両方（ALL）、温室効果ガスのみ（GHG）、エアロゾルのみ（AER）、及び自然起源のみ（NAT）の放射強制力を選択できる DAMIP CMIP6 シミュレーションに基づく地球規模及び地域規模のモンスーンに伴う降水量の変化傾向。アンサンブルの加重平均は、MIPに寄与している9つの第6期結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP6）モデル（少なくとも3つのメンバーで構成）に基づく。CRU、GPCP、及びAPHRO（SAsiaMとEAsiaMのみ）のデータセットから計算された観測による変化傾向も示されている。(c) 24個のCMIP6モデルに基づく、SSP2-4.5シナリオの下での短期（2021～2040年）、中期（2041～2060年）、長期（2081～2100年）の、地球規模及び地域規模のモンスーン領域における季節平均降水量の変化量予測（%）。【図8.11及び8.22】

地域規模のモンスーン

古気候の復元は、特に南アジアと東南アジア、東アジア、及び北米と南米のモンスーンについて、温暖期には北半球で強く南半球で弱くなり、寒冷期には逆になることを示している(確信度が中程度)。北半球の人為起源エアロゾルが20世紀後半に、南アジア、東アジア、及び西アフリカにおける地域規模のモンスーン循環を弱め、それによって温室効果ガスに起因する温暖化への応答として予期されたモンスーン降水量の強化を相殺した可能性が非常に高い(Box TS.13, 図1)。複数系統の証拠は、南アジアにおけるこのコントラストを説明しており、観測された変化傾向がエアロゾルの影響に支配されている一方で、将来の予測はほとんど温室効果ガスの増加により駆動される。西アフリカのモンスーンに伴う降水量の最近の部分的回復と強度の増大は、温室効果ガスの影響増大と、主に北米と欧州から排出される人為起源エアロゾルの冷却効果低減による追加的寄与に関連している(確信度が中程度)。他の地域規模のモンスーン、すなわち、北米、南米、及び豪州モンスーンについて、降水量(Box TS.13 図1)及び風の最近の変化の要因特定は、確信度が低い。{2.3.1, 8.3.1, 8.3.2, Box 8.1, 10.6.3}

21世紀中の地域規模のモンスーンの予測は、(地域に依存して)対照的かつ不確実な降水量と循環の変化を示している。降水量、降水量から蒸発量を差し引いた量、及び流出量については、ほとんどのモンスーン地域で、1年で最も雨の多い月と最も乾燥する月の年間のコントラストが1°Cあたり3~5%増加する可能性が高い(確信度が中程度)。北米モンスーンについては、予測が降水量の減少を示す一方、南アジアと東南アジア及び東アジアではモンスーン降雨量の増加が予測される(確信度が中程度)(Box TS.13 図1)。西アフリカのモンスーン降水量は、サヘル中央で増加し、サヘル極西部で減少すると予測される(確信度が中程度)。南米及び豪州海洋大陸の地域規模モンスーンの予測降水量の変化については、(大きさと符号の両方について)確信度が低い(Box TS.13 図1)。モンスーン季が、サヘル地域で遅くなるという確信度は中程度で、北米と南米で遅くなるという確信度は高い。{8.2.2, 8.4.2.4, Box 8.2}

複数系統の証拠に基づく評価の構築

異なる時間スケールにわたるモンスーン降水量の大きな自然変動は、古気候の復元と測器による観測の両方でみられ、地域規模とそれより小さな空間規模で降水量の将来変化を強固に定量化するにあたって固有の課題をもたらす。地球規模と地域規模の両方で、少なくとも短期(2021~2040年)において、内部変動は、予測される変化に関連する不確実性への寄与が最も大きいことについて確信度は中程度である。大西洋子午面循環の崩壊は、アフリカとアジアのモンスーンを弱めうるが、南半球のモンスーンを強めうるだろう(確信度が高い)。{4.4.4, 4.5.1, Cross-Chapter Box 4.1, 8.5.2, 8.6.1, 9.2.3, 10.6.3}

全体として、南アジア及び東南アジアモンスーンのような地域規模のモンスーンにおける長期(2081~2100年)の将来変化は、全球気候モデル(高解像度)及び領域気候モデルにわたって概して整合的であり、理論的議論によって支持されている。地域規模のモンスーン降水量について観測された特徴をシミュレーションする際の不確実性は、地域規模のモンスーン過程の様々な複雑さと、外部強制力、内部変動、及び表現における欠陥(モンスーンの暖かい雨過程、組織化した熱帯対流、激しい地形性降雨、及び雲-エアロゾル相互作用)に対するそれら(モンスーン過程)の応答に関連している。{8.3.2, 8.5.1, 10.3.3, 10.6.3}

TS.4.3 地域規模の気候変動、及び極端な気候と気候影響駆動要因に対する影響

全ての地域において、現在の気候は、いくつかの気候影響駆動要因(CIDs)に関して、20世紀初頭又は半ばの気候とは既に異なっており、その結果、関連する気候指標の大きさ、頻度、持続期間、季節性、及び空間的広がりが増加している(確信度が高い)。平均気温は、全ての陸地で上昇し、今後も世界平均より大きい割合で上昇し続ける可能性が非常に高い(確信度が高い)。極端な高温と極端な低温の頻度は、それぞれ増加、減少している。これらの変化は、ほとんど全ての地域で人間の影響に帰せられ(確信度が中程度ないし高い)、21世紀を通して継続する(確信度が高い)。特に、極端な高温は、2°Cの地球温暖化によって、21世紀半ばまでに、健康、農業、及びその他の部門について危機的な閾値をより頻繁に超えるだろう(確信度が高い)。

相対的な海面水位上昇は、21世紀の間、(地域によって)継続する可能性が非常に高いか、ほぼ確実に、低平地における沿岸浸水の増加(確信度が高い)及びほとんどの砂浜海岸における海岸侵食(確信度が高い)に寄与する。海面水位は2100年以降も上昇し続ける(確信度が高い)(Box TS.4)。

世界の全ての地域は、21世紀半ばまでに、又は2°C以上地球が温暖化する場合に、複数のCIDsの同時の変化を経験する(確信度が高い)。現在の気候であっても、気候変動に起因するCIDの分布の変化と事象の発生確率の変化は、リスク評価に関連しており、そのうちのいくつかは直近数十年にわたって生じている(Box TS.4)。{11.9, 12.1, 12.2, 12.4, 12.5, Atlas.3~Atlas.11}。

地域規模のCIDsの変化(TS.1で紹介)の概要は表TS.5に示されており、観測された変化傾向、その変化傾向の要因特定、及び将来予測から得られる地域規模の気候変動に関する複数系統の証拠が要約されている。所与の将

来の期間について予測された CIDs の変化方向における確信度の水準と振幅は、21 世紀を通した気候変動緩和の努力に依存する。表 TS.5 から明らかなように、多くの高温、低温、雪氷、沿岸、及び海洋の CID の変化は、地球温暖化の水準が 2°C の時点を起点としてほとんどの地域で確信度が高くなると予測され、世界全体が難題に直面することを意味している。他の多くの地域規模の CID の変化は、21 世紀のより遅い時期又はより高い地球温暖化の水準においてより確信度が高くなり（確信度が高い）、別の小さな CID サブセットは 1.5°C の地球温暖化の水準で高い確信度で予測される。本セクションでは、2°C の地球温暖化の水準及び 21 世紀半ばの期間に焦点を当てる

が、それは、このより高い温暖化の水準で、より広範囲の CIDs について、シグナルが自然変動から顕在化するためである。図 TS.22 は、変化する CIDs の特定の組合せによって特徴付けられる 5 つのグループのいずれかに属する地域の地理的位置を示している。インタラクティブアトラスの地域統合要素は、AR6 WGI 参照地域の全てにわたる個々の CIDs 全ての変化に関する包括的な統合情報を提供する。{10.5, Cross-Chapter Box 10.3, 11.1, 11.9, Box 11.1, 12.1, 12.2, 12.4, 12.5}。

表 TS.5 | 各 AR6 WG1 参照地域 (図 TS.25 に図解) において、観測され要因特定され予測された変化の方向について、複数系統の証拠にわたって評価した気候影響駆動要因の変化の確信度の概要。色は、RCP4.5、SSP2-4.5、SRESA1B、又はその上 (RCP6.0、RCP8.5、SSP3-7.0、SSP5-8.5、SRESA2) のシナリオにおける各予測における各予測集約した特徴の変化を示し、およそ 2.0°C から 2.4°C までの地球温暖化の水準を網羅している。矢印は観測から得られた変化傾向の確信度が中程度〜高いことを示し、アスタリスクは観測された変化の要因特定について確信度が中程度〜高いことを示す。(北アフリカは AR6 WG1 参照地域ではないが、ここでの評価は地中海参照地域のアフリカ部分に基づいている)。(表 12.3〜12.11 と表 11.4〜11.21)

	気候影響駆動要因																																
	暑熱と寒冷			降水と乾燥					風				雪氷			沿岸と海洋			その他														
	平均気温	極端な高温	極端な低温	霜	平均降水量	河川の氾濫	大雨及び内水氾濫	地すべり	乾燥	水文干ばつ	農業及び生態学的干ばつ	火災の発生しやすい気象条件	平均風速	激しい暴風雨	熱帯低気圧	砂じん嵐	雪、氷河、及び氷床	永久凍土	湖水、河水、及び海水	大雪及び氷雨を伴う嵐	雹	雪崩	相対的な海面水位	沿岸浸水	海岸侵食	海洋熱波	海洋及び湖の酸性化	大気汚染の発生しやすい気象条件	地表付近の大気中CO ₂	地表面での放射収支			
アフリカ																																	
北アフリカ	↑	↑	↑	***	↑				↑	↑	↑	↑	↑	3										↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑		
サハラ地域	↑	↑	↑	**																				↑	4	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
西アフリカ	↑	↑	↑	**	↑	↑		↑	↑	↑	↑	↑											↑	↑	4	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
中部アフリカ	↑	↑	↑		↑	↑	↑																	↑	↑	4	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
東アフリカ北部	↑	↑	↑	**	↑			1	1	1	1													↑	↑	4	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
東アフリカ南部	↑	↑	↑	**	↑			1	1	1	1				3									↑	↑	4	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
南部アフリカ西部	↑	↑	↑	***	↑	↑	↑			↑	↑													↑	↑	4	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
南部アフリカ東部	↑	↑	↑	***	↑	↑	↑			↑	↑				3									↑	↑	4.5	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
マダガスカル	↑	↑	↑	↑																				↑	↑	4.5	↑	↑	↑	↑	↑	↑	

注: 上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]
 観測された変化傾向の証拠の凡例 ↑ 過去の増加傾向(確信度が中程度以上) ↓ 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)
 要因特定された証拠の凡例 *** 確信度が高い(又はそれ以上) ** 確信度が中程度 * 確信度が低い(又はそれ以上)
 将来変化の確信度の凡例 増加の確信度が高い(又はそれ以上) 増加の確信度が中程度(又はそれ以上) 変化の方向について確信度が低い 減少の確信度が中程度(又はそれ以上) 減少の確信度が高い おおむね関連しない

気候影響駆動要因		アジア									
		アラビア半島	中央アジア西部	シベリア西部	シベリア東部	ロシア極東地域	東アジア	中央アジア東部	チベット高原	南アジア	東南アジア
暑熱と寒冷	平均気温	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	極端な高温	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
降水と乾燥	霜	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	寒波	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	極端な高温	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	平均降水量	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	河川の氾濫	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	大雨及び内水氾濫	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	地すべり	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
風	乾燥	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	水文干ばつ	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	農業及び生態学的干ばつ	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	火災の発生しやすい気象条件	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
雪水	平均風速	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	激しい暴風雨	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	熱帯低気圧	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	砂じん嵐	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
沿岸と海洋	雪、氷河、及び氷床	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	永久凍土	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	湖水、河水、及び海水	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	大雪及び氷雨を伴う嵐	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	雹	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	雪崩	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
その他	相対的な海面水位	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	沿岸浸水	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	海岸侵食	1	1.2							1	1.2
	海洋及び湖の酸性化	↑	↑								
その他	海洋熱波	↑	↑								
	大気汚染の発生しやすい気象条件										
	地表面での放射収支										

注：上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]
 観測された変化傾向の証拠の凡例
 要因特定の証拠の凡例
 将来変化の確信度の凡例

↑ 過去の増加傾向(確信度が中程度以上) ↓ 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)
 *** 確信度が高い(又はそれ以上) ** 確信度が中程度
 増加の確信度が高い(又はそれ以上) 増加の確信度が中程度(又はそれ以上)
 変化の方向について確信度が低い 減少の確信度が中程度
 減少の確信度が高い 減少の確信度が低い
 おおむね関連しない



気候影響駆動要因		オーストララレーシア					
		豪州北部	豪州中部	豪州東部	豪州南部	ニュージーランド	
その他	地表面での放射収支						
	地表付近の大気中CO ₂	↑	↑	↑	↑	↑	
	大気汚染の発生しやすい気象条件						
沿岸と海洋	海洋及び湖の酸性化	↑	↑	↑	↑	↑	
	海洋熱波	↑	↑	↑	↑	↑	
	海岸侵食	↑	↑	↑	↑	↑	
	沿岸浸水						
	相対的な海面水位	↑	↑	↑	↑	↑	
	雪氷	雪崩					
		雹					
大雪及び氷雨を伴う嵐							
湖水、河水、及び海水							
永久凍土							
雪、氷河、及び氷床					↑	↑ ⁶	
風		砂じん嵐					
	熱帯低気圧	↑ ⁵					
	激しい暴風雨						
	平均風速				↑ ⁷	↑ ⁸	
降水と乾燥	火災の発生しやすい気象条件				↑ ^{**}		
	農業及び生態学的干ばつ	↑			↑		
	水文干ばつ				↑		
	乾燥				↑ ³	↑ ⁴	
	地すべり						
	大雨及び内水氾濫	↑					
	河川の氾濫						
	平均降水量				↑ ¹	↑ ²	
暑熱と寒冷	霜	↑ ^{***}	↑ ^{***}	↑ ^{***}	↑ ^{***}	↑ ^{**}	
	寒波	↑ ^{***}	↑ ^{***}	↑ ^{***}	↑ ^{***}	↑ ^{**}	
	極端な高温	↑	↑	↑	↑	↑	
	平均気温	↑	↑	↑	↑	↑	

注: 上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]

観測された変化傾向の証拠の凡例
 ↑ 過去の増加傾向(確信度が中程度以上)
 ↓ 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)

要因特定の証拠の凡例
 *** 確信度が高い(又はそれ以上)
 ** 確信度が中程度

将来変化の確信度の凡例
 増加の確信度が高い(又はそれ以上)
 増加の確信度が中程度(又はそれ以上)
 変化の方向について確信度が低い
 減少の確信度が中程度
 減少の確信度が高い
 おおむね関連しない

気候影響駆動要因		中米および南米							
		中米南部	南米北西部	南米北部	南米モンスーン地域	南米北東部	南米南西部	南米南東部	南米南部
その他	地表面での放射収支								
	地表付近の大気中CO ₂	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	大気汚染の発生しやすい気象条件								
沿岸と海洋	海洋及び湖の酸性化	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
	海洋熱波	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
	海岸侵食	3	3.4	3.4		3.4	3	3	3
	沿岸浸水								
	相対的な海面水位	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑
	雪崩								
	雹								
雪氷	大雪及び氷雨を伴う嵐								
	湖水、河水、及び海水								
	永久凍土								
	雪、氷河、及び氷床								
	砂じん嵐								
	熱帯低気圧	2		2					
風	激しい暴風雨								
	平均風速								
	火災の発生しやすい気象条件								
	農業及び生態学的干ばつ								
降水と乾燥	水文干ばつ								
	乾燥								
	地すべり								
	大雨及び内水氾濫								
	河川の氾濫								
	平均降水量								
	霜								
暑熱と寒冷	寒波	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	極端な高温	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	平均気温	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	

注：上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]
 観測された変化傾向の証拠の凡例 ↑ 過去の増加傾向(確信度が中程度以上) ↓ 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)
 要因特定の証拠の凡例 *** 確信度が高い(又はそれ以上) ** 確信度が中程度 * 確信度が低い(又はそれ以上)
 将来変化の確信度の凡例 増加の確信度が高い(又はそれ以上) 増加の確信度が中程度(又はそれ以上) 変化の方向について確信度が低い 減少の確信度が高い(又はそれ以上) 減少の確信度が中程度(又はそれ以上) 変化の方向について確信度が低い 減少の確信度が低い(又はそれ以上) おおむね関連しない



気候影響駆動要因		欧州				北米				
		地中海地域	中西欧	東欧	北欧	中米北部	北米西部	北米中部	北米東部	北米北東部
暑熱と寒冷	平均気温	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	極端な高温	↗***	↗***	↗***	↗***	↗**	↗***	↗	↗***	↗***
霜	霜	↘***	↘***	↘***	↘***	↘**	↘***	↘	↘***	↘***
	凍波	↘***	↘***	↘***	↘***	↘**	↘***	↘	↘***	↘***
降水と乾燥	平均降水量	↘	↗	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗
	河川の氾濫	↗	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗	↗
	大雨及び内水氾濫	5	↗	↗	↗***	5	↗	↗	↗	↗
	地すべり		4			5			5	6
	乾燥					↗			5	5
	水干ばつ	↗**	↗		↗					
	農業及び生態学的干ばつ	↗**	↗			↗			6,7	6,7
風	火災の発生しやすい気象条件	↗				↗			↗	↗
	平均風速	↗6	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	激しい暴風雨	7				8	8	8	8	8
	砂じん嵐					↗6				
雪氷	雪、氷河、及び氷床	↗	↗	↗	↗	↘1	↗	↗	↘1,6	↘1
	永久凍土		↗		↗				↗	↗
	湖氷、河水、及び海氷					↗	↗	↗	↗	↗
	大雪及び氷雨を伴う嵐						1		1	
	雹									
	雪崩						1		1	1,6
沿岸と海洋	相対的な海面水位	↗	↗		↗	↗	↗	↗	↗4	↗9
	沿岸浸水				8	↗	↗	↗	↗4,6	↗
	海岸侵食	2	2		2,3	↗	↗	↗	↗	↗
	海洋熱波	↗	↗		↗	↗	↗	↗	↗	↗
	海洋及び湖の酸性化	↗	↗		↗	↗	↗	↗	↗	↗
	その他									
	地表付近の大気中CO ₂	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
大気汚染の発生しやすい気象条件										
地表面での放射収支										

注：上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]

観測された変化傾向の証拠の凡例

要因特定の証拠の凡例

将来変化の確信度の凡例

*** 確信度が高い(又はそれ以上)

** 確信度が中程度

↗ 過去の増加傾向(確信度が中程度以上)

↘ 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)

増加の確信度が高い(又はそれ以上)

増加の確信度が中程度(又はそれ以上)

変化の方向について確信度が低い

減少の確信度が中程度

減少の確信度が高い

おおよそ関連しない

気候影響駆動要因			小島嶼		極地陸域	
暑熱と寒冷	降水と乾燥	風	雪氷	沿岸と海洋	その他	
平均気温						
極端な高温						
寒波						
霜						
平均降水量						
河川の氾濫						
大雨及び内水氾濫						
地すべり						
乾燥						
水文干ばつ						
農業及び生態学的干ばつ						
火災の発生しやすい気象条件						
平均風速						
激しい暴風雨						
熱帯低気圧						
砂じん嵐						
雪、氷河、及び氷床						
永久凍土						
湖水、河水、及び海水						
大雪及び氷雨を伴う嵐						
雹						
雪崩						
相対的な海面水位						
沿岸浸水						
海岸侵食						
海洋熱波						
海洋及び湖の酸性化						
地表付近の大気中CO ₂						
地表面での放射収支						

注：上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]
 観測された変化傾向の証拠の凡例
 過去の増加傾向(確信度が中程度以上) 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)

要因特定の証拠の凡例

将来変化の確信度の凡例

*** 確信度が高い(又はそれ以上) ** 確信度が中程度

増加の確信度が高い(又はそれ以上)

増加の確信度が中程度(又はそれ以上)

変化の方向について確信度が低い

減少の確信度が中程度

減少の確信度が高い

おおむね関連しない

気候影響駆動要因						
	平均海水温	海洋熱波	海洋酸性度	海洋塩分	溶存酸素	海氷
海洋						
北極海	↗		↗			↘ ***
南太平洋	↗	↗	↗			
赤道太平洋	↗	↗	↗			
北太平洋	↗	↗	↗			
南大西洋	↗	↗	↗			
赤道大西洋	↗	↗	↗			
北大西洋	↗	↗	↗			
赤道インド洋	↗	↗	↗			
南インド洋	↗	↗	↗			
アラビア海	↗	↗	↗			
ベンガル湾	↗	↗	↗			
南大洋						

注：上に示された変化の方向及び確信度の一部には、いくつかの地域固有の但し書き/例外が付されている。[12.4]

観測された変化傾向の証拠の凡例

↗ 過去の増加傾向(確信度が中程度以上) ↘ 過去の減少傾向(確信度が中程度以上)

要因特定の証拠の凡例

*** 確信度が高い(又はそれ以上) ** 確信度が中程度

将来変化の確信度の凡例

■ 増加の確信度が高い(又はそれ以上) □ 増加の確信度が中程度(又はそれ以上)

■ 減少の方向について確信度が低い

■ 減少の確信度が中程度

■ 減少の確信度が高い

■ おおむね関連しない

注：

アフリカ(予測)

1. 地域により対照的シグナル：西部で乾燥、東部で湿潤
2. エチオピア高原で増加の可能性が高い
3. 頻度減少、強度増加の確信度が中程度
4. 砂浜海岸沿いで陸上又は沖合から十分な堆積物の供給がない
5. 南部アフリカ東部とマダガスカルの海岸の大部分は、現在の環境で海岸線の変化の速度が継続する場合、侵食が進行すると予測される

アジア (予測)

1. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源又は海岸線後退の物理的な障壁がない
2. これらの地域の海岸の大部分は、現在の環境で海岸線の変化速度が継続する場合、侵食が進行すると予測される
3. 熱帯低気圧の数は減少するが、強度は増大する
4. インドネシアでは、減少の確信度が高い (Atlas.5.4.5)
5. 夏季に減少し、冬季に増加する確信度が中程度

オーストラレーシア (予測)

1. 西オーストラリア州南西部では減少の確信度が高い
2. 北部と東部で減少、南部と西部で増加の確信度が中程度
3. 西オーストラリア州の南西部では増加の確信度が高い
4. 北部と東部で増加、南部と西部で減少の確信度が中程度
5. 強度が増大する確信度が低く、発生が減少する確信度が高い
6. 氷河体積の減少の確信度が高く、積雪面積の減少の確信度が中程度
7. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源又は海岸線後退の物理的な障壁がない

中南米 (予測)

1. アマゾン流域で極端な流量増加
2. 熱帯低気圧の数は減少するが、強度は増加する
3. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源又は海岸線後退の物理的な障壁がない
4. 南米北西部、南米北部、南米北東部の海岸の大部分は、現在の環境で海岸線変化速度が継続する場合、侵食が進行すると予測される

欧州 (予測)

1. イギリス南部を除く
2. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源又は海岸線後退の物理的な障壁がない
3. バルト海の汀線は、現在の環境で海岸線の変化速度が継続する場合、侵食が進行すると予測される
4. アルプス山脈では、地すべりを誘発する条件が増加すると予測される
5. 地域の最南端では減少する確信度が低い
6. エーゲ海を除き、一般的に減少
7. 頻度は減少し、強度が増大する確信度が中程度
8. バルト海北部地域を除く

北米 (予測)

1. 一部の高標高域及び寒冷季において雪が増加し、他の季節及び低標高域において雪が減少するかもしれない
2. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源又は海岸線後退の物理的な障壁がない
3. 北部地域で増加、南部に向かい減少
4. 北部地域で減少、南部に向かい増加
5. 北部地域でより確信度が高く、南部に向かい低くなる
6. 南部地域でより確信度が高く、北部に向かい低くなる
7. 夏季の一部の気候影響駆動要因の増加について確信度が高い
8. 対流活動が増加するが、冬季の温帯低気圧は減少する
9. アラスカ南部の地盤隆起を考慮すると、相対的海面水位上昇は減少する。

小島嶼 (予測)

1. 変化の方向については確信度が非常に高いが、変化の大きさについてはモデルの不確定性により確信度が中程度
2. 東太平洋と南太平洋の亜熱帯で減少するが、西太平洋と太平洋赤道域の一部で増加、将来の変化は季節により異なる
3. 熱帯西太平洋の極端な降雨の頻度と強度の増加について確信度が高いが、モデルのバイアスにより変化の大きさについて確信度が低い
4. 南太平洋で増加
5. 中部北太平洋以外では頻度が減少し、強度が増加する
6. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源又は海岸線後退の物理的な障壁がない

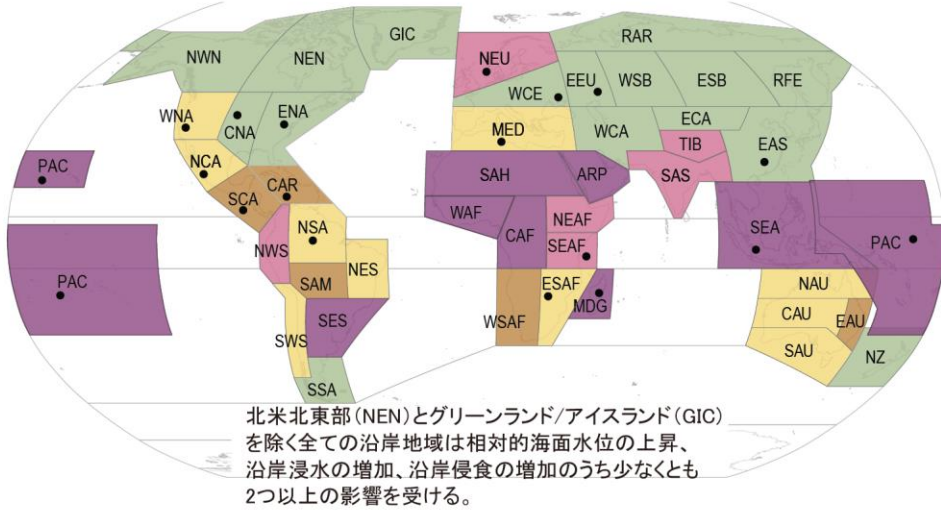
極域の陸域 (予測)

1. 一部の高標高域及び寒冷季において雪が増加し、他の季節及び低標高域において雪が減少するかもしれない
2. 南部地域でより確信度が高く、北部に向かい低くなる
3. 夏季のいくつかの気候影響駆動要因指標が増加の確信度が高い
4. 地域規模の雪氷気候影響駆動要因指標が増加するにもかかわらず、氷河は減少
5. 西部で減少、東部で増加
6. 相対的海面水位が低下する北バルト海沿岸を除く
7. 砂浜海岸で、追加の土砂の吸収源/供給源がない、又は海岸線後退の物理的な障壁がない

気候影響駆動要因の変化は至るところで予測される一方、各地域が経験するであろう変化には特定の組み合わせがある

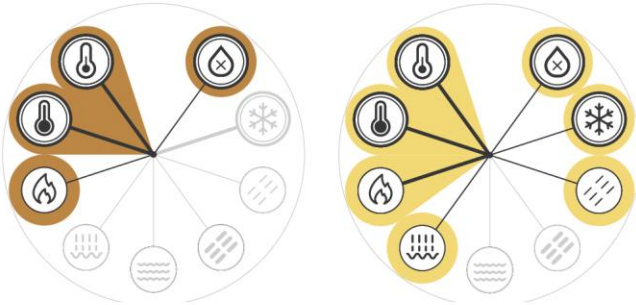
(a)世界の地域は気候影響駆動要因の変化に基づき5つのグループに分けられる。

将来変化の評価：変化は2050年頃を中心とする及び/又は2°Cの地球温暖化に整合する20~30年の期間を、1960~2014年又は1850~1900年の同様の期間と比較したものである。



- 1) より高温かつ乾燥
- 2) より高温かつ乾燥、いくつかの地域でより極端な湿潤
- 3) より極端な高温と湿潤、いくつかの地域で降水量又は火災の発生しやすい気象条件の増加
- 4) より高温かつ湿潤、いくつかの地域で洪水の増加
- 5) より高温、いくつかの地域でより極端な湿潤又は降水量の増加
- 6) 熱帯低気圧の強度又は暴風の増加

気候影響駆動要因 (CIDs) の将来変化の組み合わせ



(1) より高温
いくつかの地域で火災の発生しやすい気象条件又は干ばつの増加、あるいはその両方

(2) より高温、火災の発生しやすい気象条件の増加
いくつかの地域で内水氾濫又は干ばつの増加、又は平均降水量又は雪氷の減少、あるいはそれらの組み合わせ

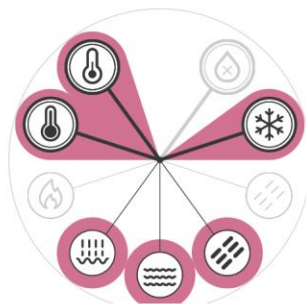
凡例

- グループ内の全ての地域で変化することの確信度が高い CIDs
- グループ内のいくつかの地域で変化することの確信度が高い (時として確信度が中程度の) CIDs

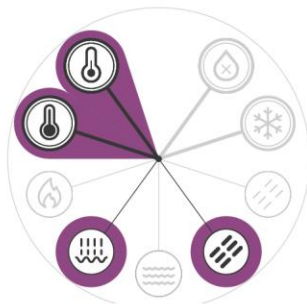
- 暑熱
平均気温の上昇、極端な暑熱の増加
- 寒冷
寒波、霜の減少
- 干ばつ
乾燥状態、水文干ばつ、農業干ばつの増加
- 雪氷
雪、氷河、氷床の減少
- 平均降水量減少
- 平均降水量増加
- 外水氾濫増加
- 内水氾濫増加
- 火災の発生しやすい気象条件増加



(3) より高温、雪氷の減少、内水氾濫の増加
いくつかの地域で降水量又は火災の発生しやすい気象条件の増加、あるいはその両方

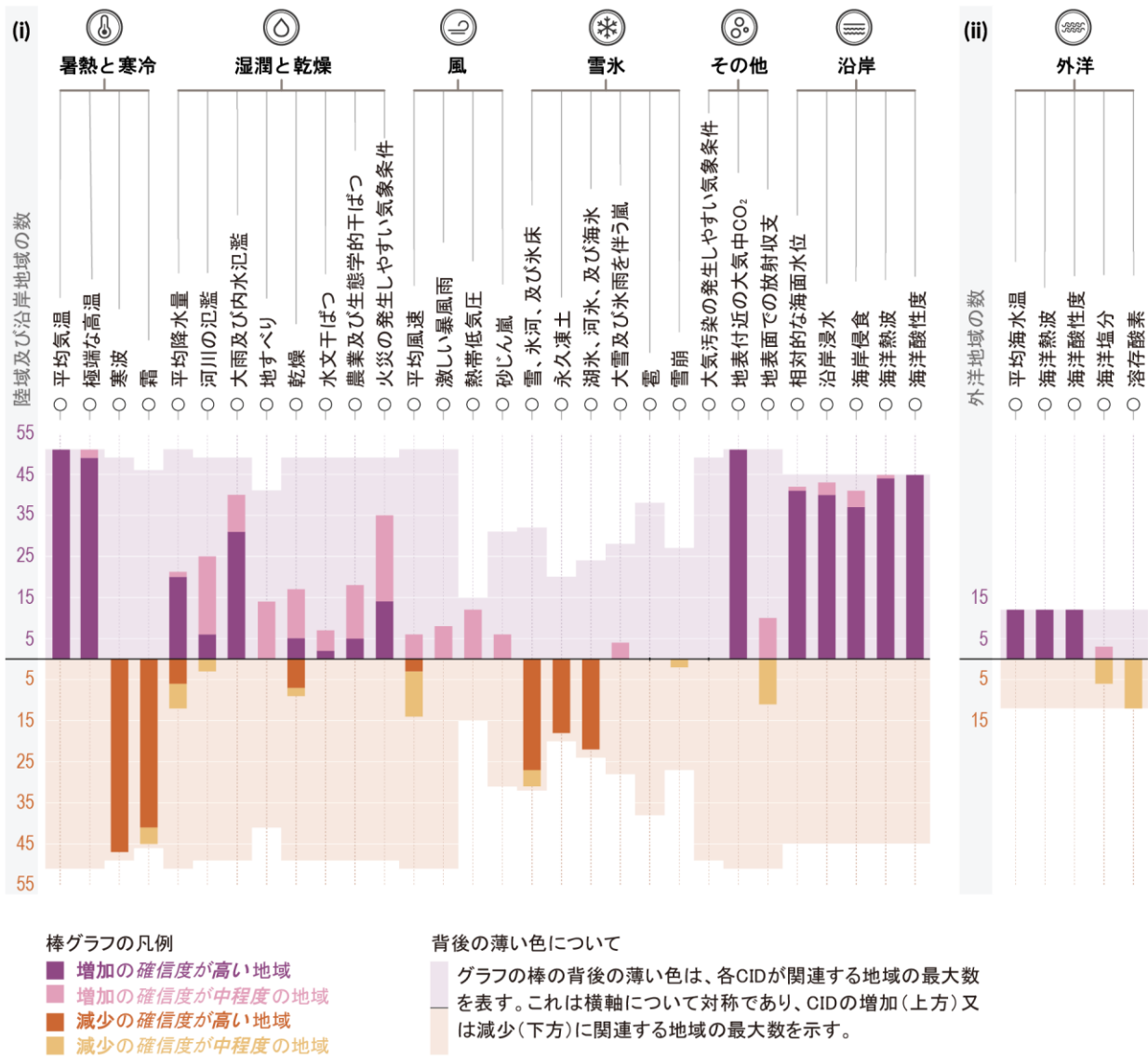


(4) より高温、雪氷の減少
いくつかの地域で内水氾濫又は外水氾濫又は平均降水量の増加、あるいはそれら全て



(5) より高温
いくつかの地域で内水氾濫又は平均降水量の増加、あるいはその両方

(b) 気候変動駆動要因(CID)が増加又は減少すると予測される 確信度が高い(暗い色)又は 確信度が中程度(明るい色)の陸域及び沿岸地域(i)及び外洋地域(ii)の数



気候影響駆動要因(CIDs)は、社会又は生態系の要素に影響する物理的気候システムの状態(例えば、平均、事象、極端現象)である。システムの許容範囲に応じて、CIDsとその変化は、相互作用するシステム要素や地域にわたって、有害にも有益にも中立にも、又はそれぞれが複合した状態にもなる。CIDsは7種類に分類され、図(i)及び(ii)のアイコンの下にまとめられている。全ての地域は少なくとも5つのCIDsの変化を経験すると予測される。ほぼ全ての地域(96%)は少なくとも10のCIDs、そのうち半数は少なくとも15のCIDsの変化を経験すると予測される。CIDの変化の多くは、地理的に多様であるため、各地域は特有の組合せでCIDの変化を経験すると予測される。図中の各棒グラフは、WG1のインタラクティブ・アトラスで探索しうる地理的に特有な変化の組合せを示している。



interactive-atlas.ipcc.ch

図 TS.22 気候影響駆動要因(CIDs)の変化の地理的分布と、それらが変化すると予測される AR6 WGI 参照地域数の統合。パネル(a)は、変化する気候影響駆動要因(CIDs)の特定の組合せによって特徴付けられる5つのグループのいずれかに属する地域の地理的位置を示す。5つのグループは5つの異なる色で表わされ、各グループが伴うCIDの組合せは対応する(着色された)「指紋」と(円形)マップの下のテキストで表現されている。各指紋は、グループ内の全ての地域で確信度が高い変化が予測されるCIDsの集合と、各地域で1つ以上の確信度が高い又は確信度が中程度の変化が予測されるCIDsの集合から成る。CIDの組合せは、より高温かつより乾燥になるもの(グループ1)からより高温かつより湿潤になるもの(グループ5)への進行をたどっている。中間の(グループ2~4)でのCIDsは、一部でより乾燥していく地域、一部でより湿潤になる地域を含み、より高温になっていく一連のCIDsを常に含む。熱帯低気圧及び暴風のCIDの変化は、影響を受ける地図上の地域に黒い点で示されている。沿岸のCIDの変化による影響を受ける地域は、地図上に文で記載されている。5つのグループは、評価の全ての側面の完全な要約で地図を埋めるのではなく、妥当な水準で各地域の詳細を示すよう選ばれており、完全な要約は表TS.5で入手可能で、インタラクティブアトラスの地域統合要素で視覚化される。本図に要約されているCIDの変化は、SSP2-4.5, RCP4.5, SRES A1B、又はその上(SSP3-7.0, SSP5-8.5, RCP6.0, RCP8.5, SRES A2)のシナリオを考慮した場合(およそ2.0°Cから2.4°C程度の地球温暖化の水準を含有)の、21世紀半ばにおける確信度が高い及び確信度が中程度の変化を表す。

パネル(b)の棒グラフは、表 TS.5 に記載された全ての陸域地域と海洋地域について、各 CID が確信度が中程度又は確信度が高いで増加又は減少する地域の数を示す。色は、変化の方向（紫色は増加、茶色は減少）と変化の確信度（暗い色は確信度が高い、明るい色は確信度が中程度）を表している。薄い色の背景は、各 CID と幅広く関連する地域の最大数を表す。サブパネル(i)は陸域と沿岸地域に関連する 30 の CIDs を、サブパネル(ii)は外洋地域に関連する 5 つの CIDs を示す。海洋熱波と海洋酸性化は、パネル(i)では沿岸海地域について、パネル(ii)では外洋地域について評価している。変化は 2050 年頃を中心とする 20~30 年の期間及び又は 2°C の地球温暖化と整合する期間を、1960~2014 年の同程度の期間と比較している。ただし、水文干ばつと農業及び生態学的干ばつについては 1850~1900 年との比較である。地域の定義は Atlas.1、インタラクティブアトラス (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) 及び第 12 章に記載されている。(表 TS.5, 図 TS.24){11.9, 12.2, 12.4, Atlas.1}

TS.4.3.1 気候影響駆動要因における共通の地域規模の変化

暑熱と寒冷：平均気温、生育期間の長さ、及び極端な高温と低温などの気温関連 CIDs の変化は既に生じており（確信度が高い）、これらの変化の多くは人間活動が要因として特定されている（確信度が中程度）。十分なデータのある全ての陸域（南極大陸を除く）で、1850~1900 年を基準として、観測された気温の変化は内部変動の範囲を超えて既にはっきりと顕在化している（図 TS.23）。熱帯地域で、直近の過去の気温分布は既に 20 世紀初頭とは異なる範囲に移行している（確信度が高い）(TS.1.2.4)。ほとんどの陸域は、1960 年以降、少なくとも 10 年あたり 0.1°C 昇温した可能性が非常に高く、直近数十年間ではより速く昇温している。地域規模~大陸規模では、極端な高温の頻度の増加傾向、極端な低温の頻度の減少傾向は、平均気温の地球規模での変化傾向と概して整合的である（確信度が高い）。いくつかの地域では、利用可能なデータが限られているため、変化傾向の評価が困難である。{2.3.1.1, 11.3, 11.9, 12.4, Atlas.3.1}

直近数十年間で観測された温暖化の変化傾向は、21 世紀を通して、またほとんどの陸域において世界平均を上回る速度で継続すると予測される（確信度が高い）。所与の地球温暖化の水準について、CMIP6 によるモデル予測は、将来の地域規模の温暖化について CMIP5 による予測と類似した変化を示している。ただし、所与の期間と排出シナリオについて CMIP6 で予測された地域規模の温暖化は、一部の CMIP6 モデルで気候感度がより高く、強制力が異なるため、CMIP5 と比較して範囲が広く、上限が高い。{Atlas.3~Atlas.11}

RCP8.5/SSP5-8.5 の下では、ほとんどの陸域が 21 世紀末までに 1995~2014 年の基準期間と比較して少なくとも 4°C、いくつかの地域ではそれを大幅に上回る更なる温暖化を経験する可能性が高い。温暖化の水準が増大すると、極端な高温が健康、農業、及び他の部門にとって重大な閾値をより頻繁に超えることになり（確信度が高い）、21 世紀末に向かい寒波の頻度は減少する可能性が高い。例えば、21 世紀末までに、危険な蒸し暑さの閾値（例えば、米国海洋大気庁（NOAA）はヒートインデックス（HI）で

41°C としている）の超過は、SSP1-2.6 よりも SSP5-8.5 シナリオの下ではるかに頻繁になり、多くの地域に影響を及ぼす（確信度が高い）。多くの熱帯地域では、SSP5-8.5 の下では、ヒートインデックスが 41°C を超過する年間日数が、直近過去と比べて 100 日以上増加するだろうが、SSP1-2.6 の下ではこの増加日数は 50 日未満にとどまる（確信度が高い）(図 TS.6)。気温が 35°C を超過する年間日数は、SSP5-8.5 シナリオの下では、21 世紀末にアマゾン流域及び東南アジアなどの多くの熱帯地域で 150 日以上増加するだろうが、SSP1-2.6 の下では（アマゾン流域を除き）60 日未満の増加が予測される（図 TS.24）。{4.6.1, 11.3, 11.9, 12.4, 12.5.2, Atlas}

湿潤と乾燥：地球規模と比較して地域規模では、観測、モデル、外部強制力の不確実性はいずれもより大きいと同時に、降水の内部変動はより強い。ただし、GHG の強制力は、熱帯陸域における雨季と乾季間及び天候レジーム間の降水量のコントラストの増大（確信度が中程度）並びに北半球高緯度における検出可能な降水量の増加をもたらした（確信度が高い）(Box TS.6)。大雨事象の頻度と強度は、観測網がよく整備された陸域の大部分で増加した（確信度が高い）。陸域の大部分は、蒸発散量の変化を伴う人為起源の気候変動により、利用可能な水の減少を乾季に経験している（確信度が中程度）。全球水文モデルは、陸域の大部分が、河川洪水の減少よりもむしろ増加の影響を受けると予測している（確信度が中程度）。極端な降水、及び内水氾濫は、世界中のほぼ全ての大陸の多くの地域で増加するが（確信度が高い）、土地被覆及び人間の水管理を含む複雑な水文学的プロセスが関係するため、河川洪水における地域規模の変化は、内水氾濫における変化よりも不確実である。{8.2.2.1, 8.3.1, Box 8.2, 10.4.1, 11.5, 11.6, 11.9, 12.4, 12.5.1, Atlas.3.1}

風：平均風速は、観測網がよく整備されたほとんどの陸域で減少した（確信度が中程度）。過去 40 年間の主要な熱帯低気圧（TC）の強度（カテゴリ 3~5）の全世界で見つかった割合は、増加した可能性が高い。強い TC の割合、TC の平均ピーク風速、及び最も強い TC のピーク風速は、地球温暖化の進行に伴い地球規模で増大する（確信度が高い）。{11.7.1}

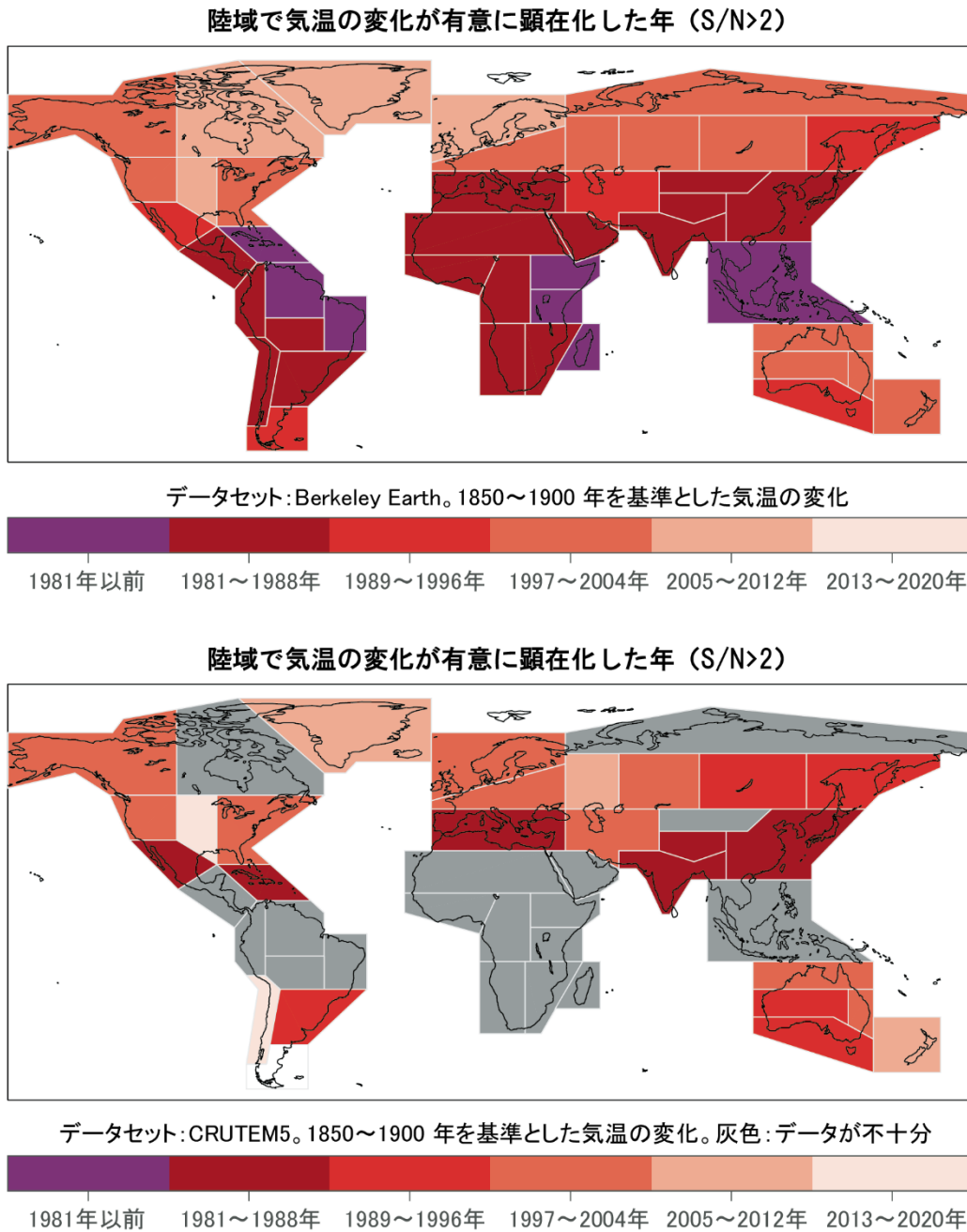


図 TS.23 | 参照地域単位で集約された観測データの気温変化のシグナルが、それぞれの集約データの年変動のノイズから顕在化した時期（顕在化の閾値としてSN比2を使用）。この図の目的は、AR6 WGI 参照地域について、地球規模の2つのデータセットで、年平均気温の変化のシグナルが年変動のノイズからいつ顕在化したかを示し、それによって観測の不確実性に関する情報も提供することである。顕在化の時期は、(a) Berkeley Earth と (b) CRUTEM5 の2つの全球観測データセットで計算されている。CRUTEM5 のマップ上の地域は、データがその地域の面積の50%未満しか利用できない場合、灰色で着色されている。(TS.1.2.4) {図 Atlas.11}

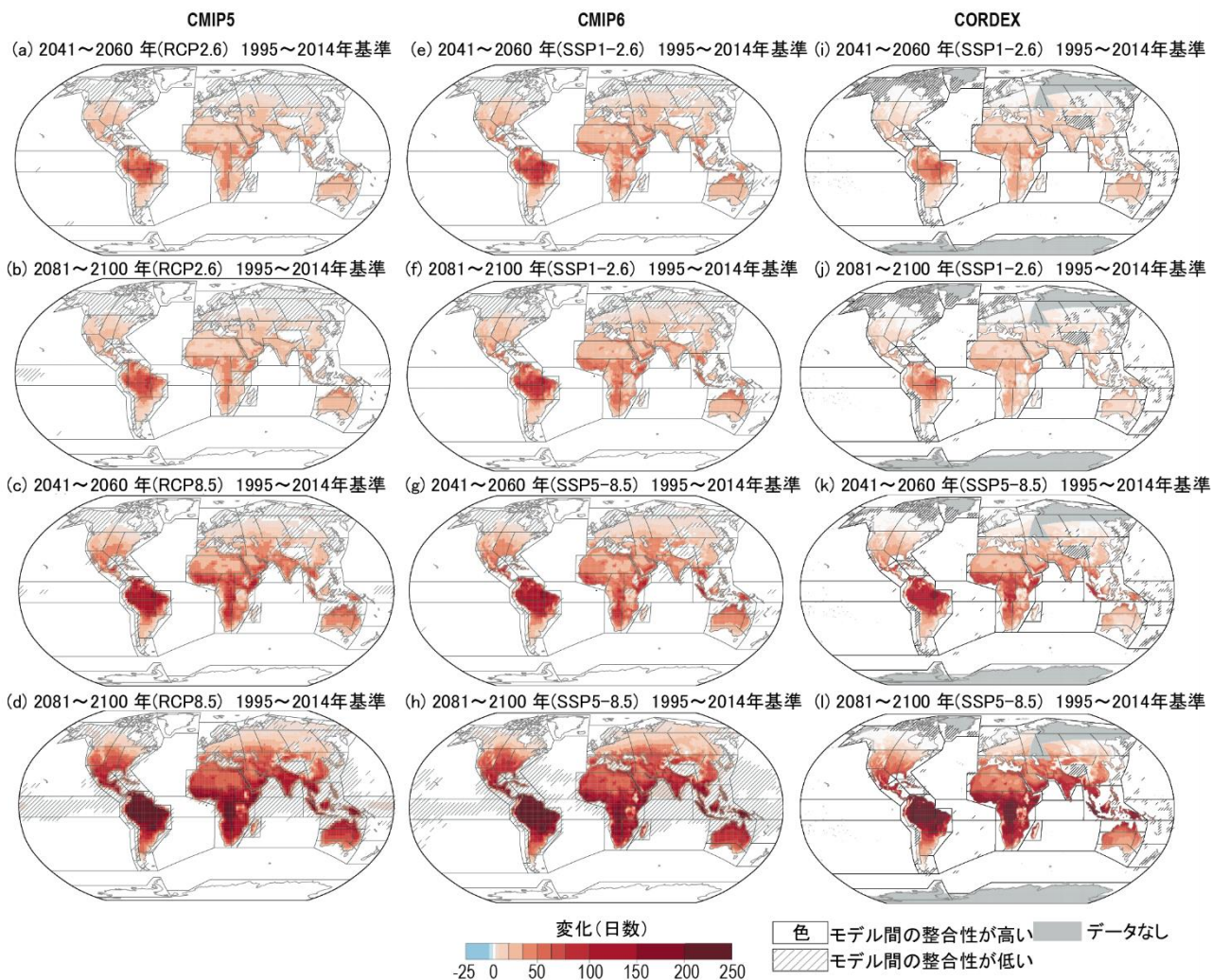


図 TS.24 | 第 5 期結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP5; 1 列目)、第 6 期結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP6; 2 列目)、及び統合地域ダウンスケーリング実験 (CORDEX; 3 列目) のアンサンブルによる、最高気温が 35°C を超える年間平均日数の変化予測。この図の目的は、CMIP5、CMIP6 及び CORDEX のアンサンブルによる極端な日最高気温の変化パターン予測について、一貫したメッセージの存在を示すことである。この図は、CMIP5 と CORDEX における RCP8.5 と RCP2.6 シナリオのアンサンブル、及び CMIP6 における SSP5-8.5 と SSP1-2.6 シナリオのアンサンブルについて、21 世紀半ば (2041~2060 年) 又は 21 世紀末 (2081~2100 年) の期間における過去 (1995~2014 年) と比較した年間日数の中央値の変化を示す。網掛部は、変化の符号に関するモデル間の一致度が 80% 未満の地域を示す。[Interactive Atlas]

雪氷：雪氷圏の多くの側面について、近年有意な変化がみられているか、21 世紀中にみられるようになる (確信度が高い)。氷河及び永久凍土は、現在それらが存在する全ての地域において、それぞれ縮小及び融解し続ける (確信度が高い)。また、21 世紀中にほとんどの陸域で、積雪域が水当量、積雪面積、年間積雪期間の減少を経験することはほぼ確実である。地球温暖化に起因する春季の融雪の開始時期の早期化と氷河の融解の増大が、高緯度及び低標高の山の流域において河川流量の季節変化に既に寄与していることについては、確信度が高い。それにもかかわらず、一部の高緯度地域では、降雪量の増加が温暖化に起因する融雪量の増加を上回るため、冬季の雪の水当量が増加する可能性が非常に高い。(TS.2.5) [8.2.2.1, 8.3.1, Box 8.2, 9.4, 9.5.1, 9.5.2, 12.4, Atlas.4~Atlas.9, Atlas.11]

沿岸と海洋：北大西洋を除く全ての海域で海面水温 (SST) が上昇することについては確信度が高い。地域規

模の海面水位変化は、20 世紀における準世界規模の潮位観測網全体において極端な海面水位変化の主な駆動要因であった (確信度が高い)。土地が大幅に隆起しているいくつかの地域を除いて、相対的海面水位上昇は 21 世紀を通して続く可能性が非常に高いしほぼ確実 (地域による) であり、低平地における沿岸浸水の増加 (確信度が高い) 及びほとんどの砂浜海岸における海岸侵食 (確信度が高い) に寄与する。外洋では、酸性化、海水の変化、及び貧酸素化がすでに多くの海域で顕在化している (確信度が高い)。海洋熱波もまた、21 世紀を通して世界中で増加すると予期される (確信度が高い)。(TS.2.4) [Box 9.2, 9.2.1.1, 9.6, 9.6.4, 9.6.4.2, 12.4]

他の変数及び同時発生的な CID の変化：大気中の CO₂濃度と海洋の酸性度が、CO₂の排出が正味ゼロになるまで全ての気候シナリオで増加することはほぼ確実である (TS.2.2)。ほぼ全ての地域において、雹、氷雨を伴う暴風雨、激しい暴風雨、砂じん嵐、大雪、及び雪崩の変化

については**確信度が低い**が、それはこれらの CIDs が気候変動の影響を受けないことを示すわけではない。このような CID については、観測がしばしば短期であるか均一性に欠け、また、気候変動の時間スケールでそれら CID を適切にシミュレーションするための十分な解像度又は正確なパラメタリゼーションをモデルが有していない場合が多い。複合的な現象の発生確率は、人為起源の気候変動によってこれまでに増加しており、更なる地球温暖化により増加し続ける**可能性が高く**、これには、熱波と干ばつの同時発生、複合的洪水、及び結合しているセクターが同時に複数の地域規模の極端現象を経験する可能性（例えば、複数の穀倉地帯において）が含まれる（**確信度が高い**）。{5.3.4.2, 11.8, Box 11.3, Box 11.4, 12.4}

TS.4.3.2 地域ごとの気候影響駆動要因における変化

本セクションは CIDs の変化に関する大陸ごとの統合的評価を提示し、そのいくつかの例は図 TS.25 に示される。

2°Cの地球温暖化で早ければ21世紀半ばに、特に水循環と暴風雨に関連する多岐にわたるCIDsが、直近過去を基準とした地域特有の変化を同時に示すと予想されることについて、確信度が高い、又は確信度が中程度である。多くの地域（南部アフリカ、地中海地域、中米北部、北米西部、アマゾン地域、南米南西部、及び豪州）において、干ばつ、乾燥、及び火災の発生しやすい気象条件のうち一つ以上が増加し（**確信度が高い**）、農業、林業、健康、及び生態系を含む多岐にわたるセクターに影響を及ぼすだろう。別の地域群（北米北西部、中部、及び東部、北極圏、南米北西部、北欧、西欧、中欧、及び東欧、シベリア、中央アジア、南アジア、及び東アジア、豪州南部、並びにニュージーランド）では、雪及び/又は氷の減少、又は内水氾濫/河川氾濫の増加（**確信度が高い**）が、冬季の観光、エネルギー生産、河川輸送、及びインフラなどのセクターに影響を及ぼす。{11.9, 12.3, 12.4, 12.5, 表 12.2}

TS.4.3.2.1 アフリカ

アフリカにおける地域規模の変化は、TS.4.3.1 で述べられたものの他に、最北部及び最南部の地域に予測される総降水量の減少（**確信度が高い**）、及び西アフリカにおける降水量の西側で減少して東側で増加するパターン（**確信度が中程度**）を含む。西アフリカの西側、南部アフリカ、北アフリカ、及び地中海地域では、乾燥 CIDs（乾燥、水文干ばつ、農業及び生態学的干ばつ、火災が発生しやすい気象条件）の増加が予測されるのと同時に、アフリカ地域のほとんどで、内水氾濫を引き起こす大雨の増加（**確信度が高い**）が予測される。{8.4, 11.3, 11.6, 11.9, 12.4, Atlas.4}

上記と TS.4.3.1 で要約した主要な変化に加えて、CID ごとの追加的な詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：平均気温の観測値と予測値の上昇、及び極

端な高温特性への移行は、TS.4.3.1 で述べられた一般的なパターンと概ね同様である。{2.3.1.1.2, 11.3, 11.9, 12.4.1.1, Atlas.4.2, Atlas.4.4}

湿潤と乾燥：平均降水量の変化はアフリカ全体で観測されているが、過去の変化傾向は空間的一貫性がない（**確信度が高い**）。東アフリカ北部、南部アフリカ東部及び中部アフリカでは 1980 年頃から降雨量の減少を、西アフリカの一部では増加を経験した（**確信度が高い**）。大雨の頻度及び/又は強度の増加は、南部アフリカ東部と南部アフリカ西部及び地中海地域東部で観測されている（**確信度が中程度**）。河川の氾濫発生の増加傾向は、南部アフリカ東部と南部アフリカ西部（**確信度が中程度**）及び西アフリカ（**確信度が高い**）において、1980 年以降特定される。ただし、北アフリカ及び南部アフリカ西部では、降水量が減少している**可能性が高い**。西アフリカでは、降雨量はサヘル西部小地域で減少し、ギニア沿岸小地域に沿って増加すると予測される（**確信度が中程度**）。東アフリカでは、降雨量が増加すると予測される（**確信度が中程度**）。{8.3.1.6, 11.4, 11.9, 12.4.1.2, Atlas.4.2, Atlas.4.4, Atlas.4.5}

西アフリカ、中部アフリカ、南部アフリカ及び地中海地域における降水量の減少傾向及び乾燥傾向は、同地域における農業及び生態学的干ばつの増加傾向と同時に起こる（**確信度が中程度**）。水文干ばつの増加傾向は、地中海地域（**確信度が高い**）及び西アフリカ（**確信度が中程度**）で観測されている。これらの変化傾向は、乾燥及び火災の発生しやすい気象条件が地域規模で増加すると予測されることと整合する（**確信度が高い**）。{8.3.1.6, 8.4.1.6, 11.6, 11.9, 12.4.1.2}

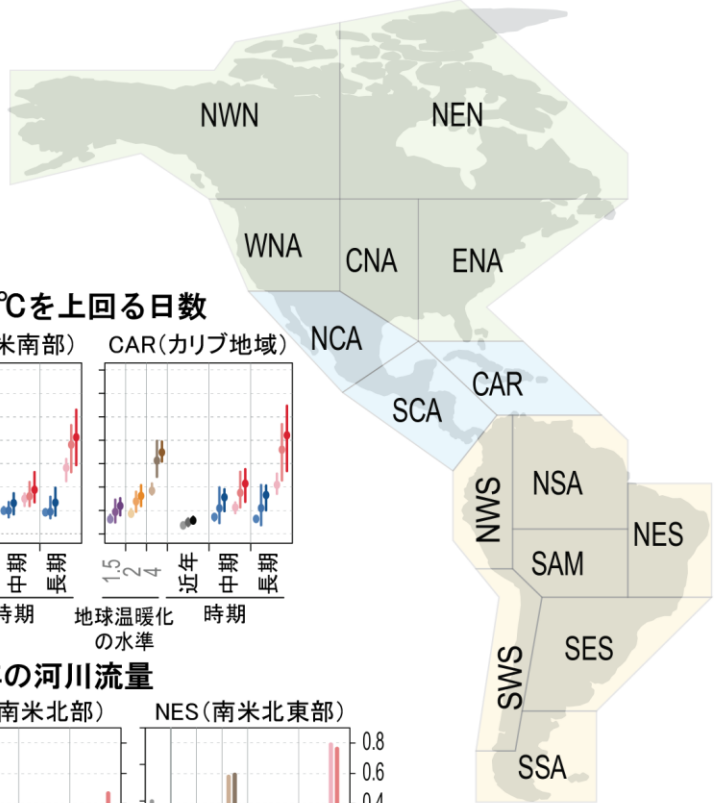
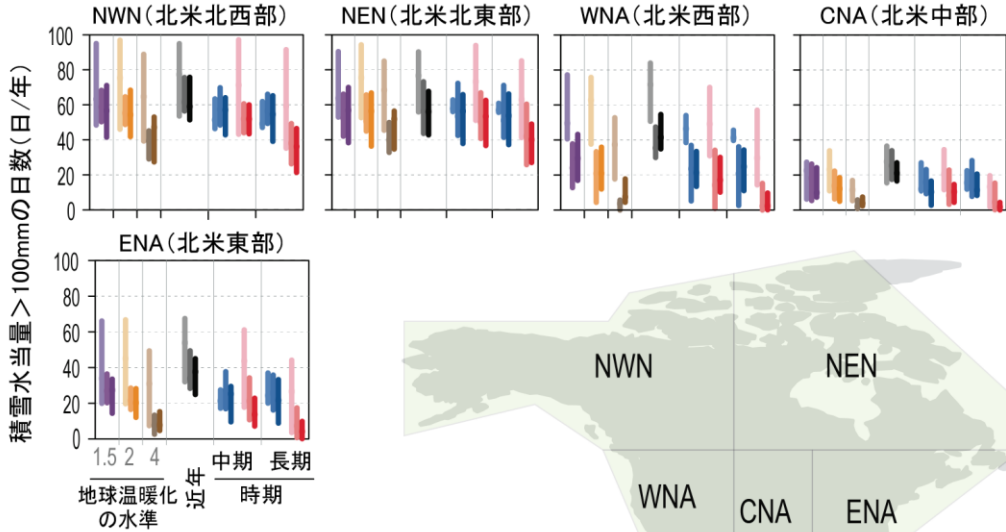
風：北アフリカと地中海地域における平均風速、極端な風速及び風力ポテンシャルは、全てのシナリオにわたって減少すると予測される（**確信度が高い**）。西アフリカと南部アフリカでは、風速と風力ポテンシャルについて将来有意な増大が予測される（**確信度が中程度**）。マダガスカル、南部アフリカ東部及び東アフリカに上陸する熱帯低気圧の頻度は減少するとの予測がある（**確信度が中程度**）。{12.4.1.3}

雪氷：アフリカの氷河及び積雪は、過去数十年間で非常に大きく減少し、この変化傾向が 21 世紀も続くことについて**確信度が高い**。{12.4.1.4}

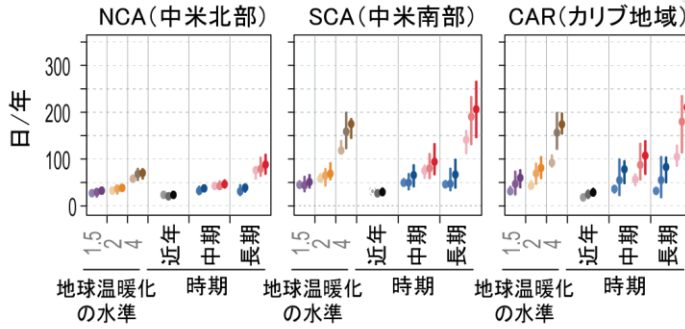
沿岸と海洋：過去 30 年間にわたり、アフリカ周辺の相対的海面水位は GMSL を上回る率で増加している。現在の 100 年に 1 度の極端な海面水位は、アフリカ周辺では 0.1 m から 1.2 m の間であるが、南部アフリカ東部沿岸、南部アフリカ西部沿岸、及び東アフリカ中部沿岸では 1 m 前後以上の値である。衛星観測による海岸線の後退速度は、1984 年から 2015 年まで大陸周辺で最大 1 m/年が観測されているが、同じ期間に 0.1 m/年の海岸線の前進速度を経験した東アフリカ南部は例外である。{12.4.1.5}

(a)

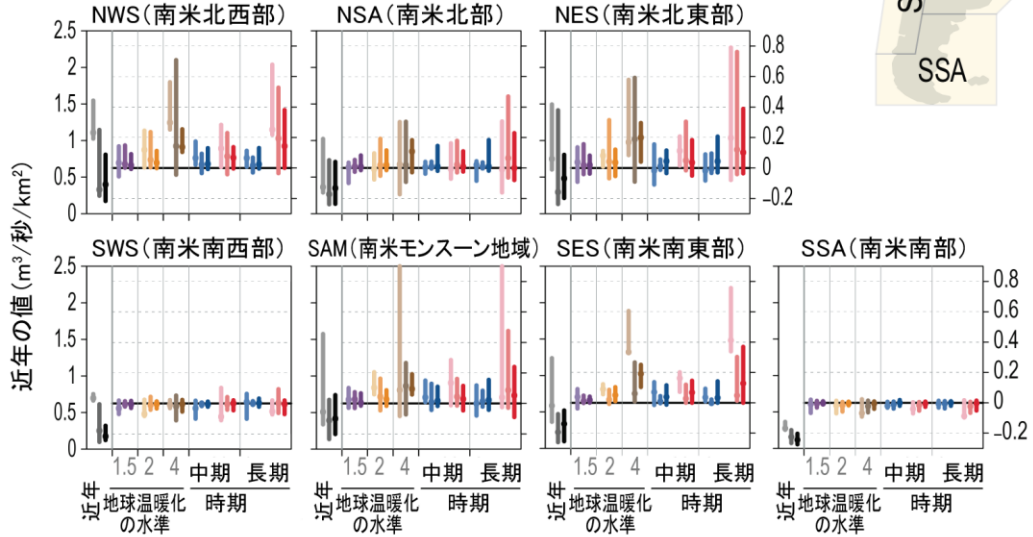
積雪水当量が100 mmを上回る日数の変化



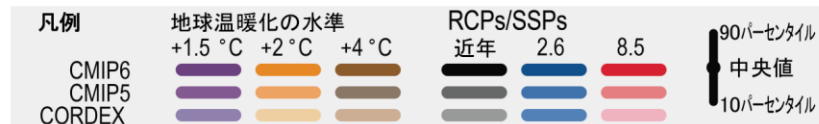
NOAAの熱指数が41°Cを上回る日数



再現期間100年の河川流量



近年を基準とした変化(m³/秒/km²)



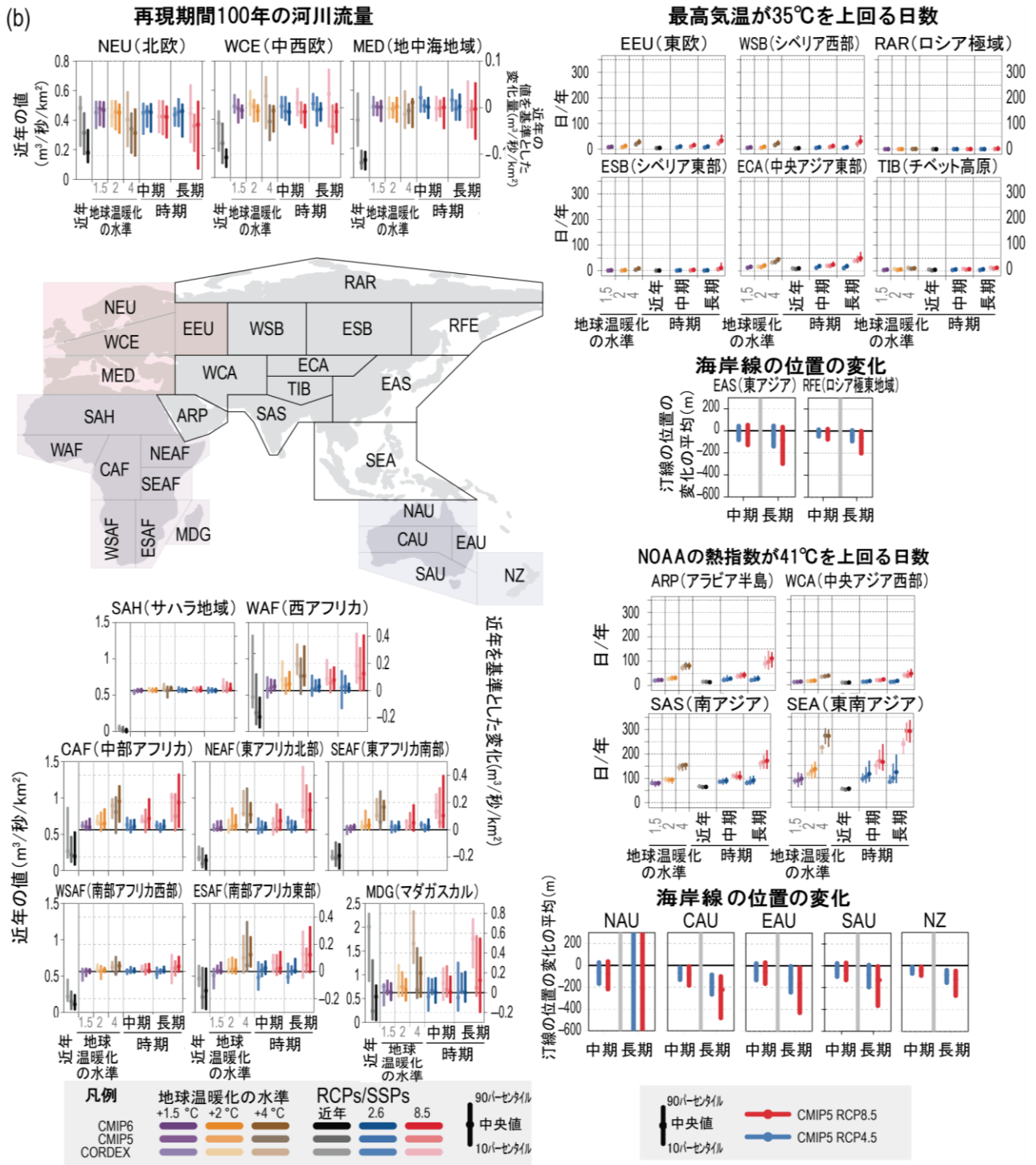


図 TS.25 | 第5期及び第6期結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP5、CMIP6) 及び統合地域ダウンスケーリング実験 (CORDEX) のモデルアンサンブルにより、選択された地域の選択された気候影響駆動要因 (CID) 指標について予測された変化の分布。この図の目的は、AR6 WGI の全ての参照地域における、複数の地球温暖化水準とシナリオの時間スライスについて多くのCID の予測が利用可能であり、それらが全球モデル (CMIP5、CMIP6) 及び地域モデル (CORDEX) の両方のアンサンブルに基づいていることを示すことである。地域により異なる指標が示されており、東欧と北アジアは、最高気温が 35°C を超える年間平均日数、中米、カリブ地域、南西アジア、南アジア、及び東南アジアは米国海洋大気庁 (NOAA) のヒートインデックスが 41°C を超える年間平均日数、オーストラレーシア、東アジア、及びロシア極東地域は汀線の平均位置の変化、南米、欧州、及びアフリカは 100 年に 1 回の集水面積あたりの平均河川流出量 (m³/秒/km²) の変化、北米は雪の水当量 (SWE) が 100mm を超える日数の中央値の変化である。各グラフには、1.5°C、2°C、及び 4°C の地球温暖化水準及び 21 世紀半ば (2041~2060 年) 又は 21 世紀末 (2081~2100 年) について、CMIP5 と CORDEX による RCP8.5 と RCP2.6 のシナリオアンサンブル、及び CMIP6 による SSP5-8.5 と SSP1-2.6 のシナリオアンサンブルの、直近過去 (1995~2014 年) に対する、すなわちこれと比較した変化又は気候値が報告されている。{図 12.5, 12.6, 12.9, 12.SM.1, 12.SM.2, 12.SM.6}

TS.4.3.2.2 アジア

アジアは気候的及び地理的な不均質性が高いため、以下の評価知見は、一つ以上の AR6 WGI 参照地域から成る 5 つの亜大陸地域すなわち、東アジア (EAS+ECA)、北アジア (WSB+ESB+RFE)、南アジア (SAS)、東南アジア (SEA) 及び南西アジア (ARP+WCA) で要約されている (Box TS.12)。

アジアにおける地域規模の変化は、TS.4.3.1 で述べられたものの他に、大きな地域差を示す年降水量の過去の変化傾向はを含む (確信度が高い)。東アジアのモンスーンに伴う降水には、1950 年代以降、北部の乾燥化及び南部の湿潤化を伴う変化があり、年平均総降水量は、1970 年代半ば以降、北アジアのほとんどの領域で増加した可能性が非常に高い (確信度が高い)。南アジアの夏季モンスーンに伴う降水量は、20 世紀半ば以降いくつかの地域で減少したが (確信度が高い)、21 世紀中は増加するとともに年々変動が強まる可能性が高い。(Box TS.13)

アジアの大部分において降水量と河川氾濫の増加が予測される：具体的には、東アジア、北アジア、南アジア、及び東南アジアの年平均降水量 (確信度が高い)、東アジア、南アジア、中央アジア西部、北アジア及び東南アジア (確信度が高い) 及びアラビア半島 (確信度が中程度) の極端現象、並びに東アジア、南アジア、東南アジア、及びシベリア東部の河川氾濫 (確信度が中程度) である。中央アジア東部と中央アジア西部の乾燥は、特に 21 世紀半ば以降、地球温暖化の水準が 2°C を超えると増加すると予測される (確信度が中程度)。東南アジア、チベット高原、及びアラビア半島を除く地域はどこでも、火災の発生しやすい気象条件が長く続き、強くなることが予測される (確信度が中程度)。

アジアでは地表面の風速が減少しているが (確信度が高い)、将来の変化傾向には大きな不確実性があり、北アジア、東アジア、及びチベット高原では平均風速が減少し、東南アジア及び東アジアでは全体的に熱帯低気圧の頻度が減少し、強度が強まる (確信度が中程度)。

北アジアでは、永久凍土の温度上昇と融解が直近数十年にわたって観測されている (確信度が高い)。将来予測は、21 世紀半ばまで、季節的な積雪期間、氷河の質量、及び永久凍土の面積が減少し続けることを示している (確信度が高い)。積雪面積と積雪量は、ヒンドークシュ・ヒマラヤ (HKH) のほとんどの地域で 21 世紀中は減少し、雪線高度が上昇し (確信度が高い)、氷河の体積は、CO₂ 排出量が多いシナリオほどより大きな質量損失を伴い減少する可能性が高い。東アジアと北アジアでは大雪が増加している (確信度が中程度) が、雹と雪崩の将来変化については証拠が限定的である。{2.3, 8.3, 8.4, 9.5, 9.6, 10.6, Box 10.4, 11.4, 11.5, 11.7, 11.9, 12.4.2, Atlas.3.1, Atlas.5, Atlas.5.2, Atlas.5.3, Atlas.5.4, Atlas.5.5}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる

詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：アジアの全ての地域において、平均気温の観測値と予測値の上昇、及び暑熱の極端化は、TS.4.3.1 で述べられた一般的なパターンと概ね同様である。東南アジアでは年平均地表気温の上昇量が世界平均よりもわずかに小さい可能性が高い。{Atlas.5.4.4}

湿潤と乾燥：東アジアでは、年降水量の過去の変化傾向にはかなりの地域差があるが、中国北西部及び韓国では増加している (確信度が高い)。極端な日降水量は、この地域の一部で増加している (確信度が高い)。極端な水文干ばつの頻度は、中国南西部から北東部にかけて広がる地域で増加しており、4°C の地球温暖化の水準で農業及び生態学的干ばつ、2°C 以上の地球温暖化の水準では火災の発生しやすい気象条件が増加することが予測される (確信度が中程度)。{8.3.2, 8.4.2, 11.4.4, 11.4.5, 11.9, 12.4.2.2, Atlas.5.1.2}

北アジアでは、年平均総降水量が増加している可能性が非常に高く、より激甚な氾濫事象を引き起こしている。また、乾燥日数の減少については確信度が中程度である。同時に、総土壌水分量は広範にわたり減少すると予測される (確信度が中程度)。{8.3.1.3, 8.4.1.6, 11.4.5, 11.5.2, 11.5.5, 12.4.2.2, Atlas.5.2.2}

南アジアでは、20 世紀半ば以降、夏季モンスーンに伴う降水量が減少した地域が複数ある (確信度が高い) 一方、HKH 西部の一部では増加し、HKH 東部～中部では減少した (確信度が中程度)。大雨と氾濫事象の頻度は、過去数十年の間にいくつかの地域で増加した (確信度が中程度)。{8.3.1.3, 8.3.2.4.1, 8.4.1.5, 8.4.2.4.1, 10.6.3.3, 10.6.3.5, 10.6.3.6, 10.6.3.8, Cross-Chapter Box 10.4, 11.4.1, 11.4.2, 11.4.5, 11.5.5, 12.4.2.2, Box 10.4, Atlas.5.3.2}

東南アジアでは、平均降水量の変化傾向は、データセット間及び季節間で空間的に一貫性がなく、または整合していない (確信度が高い)。東南アジアの大部分では降雨量の増加を経験しているが、降水日数は減少している (確信度が中程度)。降雨は、東南アジア北部で増加、海洋大陸にある地域では減少すると予測される (確信度が中程度) {8.4.1, 11.4.2, 11.5.5, 11.9, 12.4.2.2, Atlas.3.1, Atlas.5.4.2, Atlas.5.4.4}

南西アジアでは、1980 年代以降、アラビア半島で観測された 10 年あたり 6.3mm の年降水量の減少と、極端な降水の頻度と強度の増大を伴って、1960～2013 年に中央アジア西部の東側高地で観測された 10 年あたり 1.3 mm～4.8 mm の増加 (確信度が非常に高い) が対照的である。{図 8.19, 図 8.20, 8.3.1.6, 8.4.1.6, 11.9, 表 11.2A, 12.4.2.2, Atlas.5.5}

風：東アジアでは、陸上の地表付近の風速は減少しており、将来は一層減少すると予測される (確信度が中程度)。1980 年代半ば以降、強い熱帯低気圧 (TCs) の発生数及び強度の増加率が増加し (確信度が中程度)、経路は北西方向へ有意に移動し、平均緯度も北方向に移動して、中国東部、朝鮮半島、日本列島での曝露が増加した (確信

度が中程度)。{11.7.1, 12.4.2.3}

北アジアでは、1979～2018 年の間、風速が減少する傾向であり、陸上の地表付近の風速が減少し続けると予測される（確信度が中程度）。{2.3.1.4.4, 12.4.2.3}

東南アジアでは、TCs の発生数に有意な長期の変化傾向はみられないが、1951～2013 年の間、数はより少ないもののより極端な TCs がフィリピンに影響を及ぼしている。{11.7.4, 12.4.2.3}

雪氷：東アジアでは、1960 年代以降、中国の北西部、北東部、及び南東部、並びにチベット高原東部で、観測される降雪の頻度が減少し、平均強度が増加している。日本の一部では、大雪がより頻繁に発生すると予測される（確信度が中程度）{12.4.2.4, Atlas.5.1.2}

北アジアでは、季節的な積雪期間及び積雪面積は直近数十年で減少し（確信度が高い）、最大積雪深は 1970 年代半ば以降、特にロシア極東地域南部で増加した可能性が高い。{2.3.2.5, 8.3.1.7.2, 9.5, 12.4.2.4, Atlas.5.2, Atlas.5.4}

南アジアでは、21 世紀初頭以降、HKH の大部分で積雪面積が減少し、氷河は 1970 年代以降薄くなり、後退し、質量が減少した（確信度が高い）が、カラコルム氷河はわずかに質量が増加したか、ほぼ均衡した状態である（確信度が中程度）。{8.3.1.7.1, Cross-Chapter Box 10.4}

南西アジアでは、標高が高い山岳の永久凍土の劣化が、過去 10 年間に山岳斜面の不安定性を増加させている（確信度が中程度）。コーカサス地方の 60% を超える氷河の質量が、RCP8.5 排出シナリオの下では 21 世紀末までに消滅すると予測される（確信度が中程度）。{9.5.1, 9.5.3, 12.4.2.4}

沿岸と海洋：過去 30 年間にわたり、アジア周辺では相対的海面水位が GMSL より速い速度で上昇した（確信度が高い）。沿岸面積の正味の減少と海岸線の後退は 1984～2015 年にかけて観測されたが、ロシア極東地域、東アジア、及び東南アジアでは局所的に海岸線が前進した。{12.4.2.5}

予測によると、地域規模で見た平均海面水位は引き続き上昇し（確信度が高い）、1995～2014 年を基準として、2081～2100 年に SSP1-2.6 では 0.4～0.5m、SSP5-8.5 では 0.8～1.0m となる（中央値）。これは、より頻繁な沿岸浸水と低平地におけるより高い極端な海面水位及び砂浜の海岸侵食に寄与するだろう（確信度が高い）。気候変動、地盤沈下、及び人為起源の要因の複合効果が、メコンデルタ及び他のアジア沿岸地域における氾濫水位の上昇と浸水の長期化をもたらすことについて確信度が高い。{9.6.1, 9.6.3, 12.4.2.5}

TS.4.3.2.3 オーストラレーシア

オーストラレーシアにおける地域規模の変化は、TS.4.3.1 で述べられたものの他に、西オーストラリア州南西部における 4 月から 10 月の降雨量に 1910 年から 2019 年に観測された、人間の影響に帰せられる大

幅な減少を含む（確信度が高い）。これは将来も継続する可能性が非常に高い。豪州南部では農業及び生態学的干ばつと水文干ばつが増加し（確信度が中程度）、豪州北部及び中部では気象干ばつが減少している（確信度が中程度）。相対的海面水位は、1993～2018 年の間に、オーストラレーシア周辺で GMSL より速い速度で上昇している（確信度が高い）。砂浜の海岸線は、0.1 m/年の前進速度が観測されている豪州南部を除き、オーストラレーシア地域周辺で後退している。

将来、大雨と内水氾濫は、豪州北部と豪州中部で増加する可能性が非常に高く、オーストラレーシアの他の地域でも、地球温暖化の水準が 2°C を超える場合には増加する可能性が高く、地球温暖化の水準が 2°C の場合には確信度が中程度である。農業及び生態学的干ばつは、2°C の地球温暖化の水準では豪州南部と豪州東部で増加すると予測される（確信度が中程度）。火災の発生しやすい気象条件は、豪州（確信度が高い）及びニュージーランド（確信度が中程度）全域で増加すると予測される。降雪は、豪州（確信度が高い）及びニュージーランド（確信度が中程度）両地域の高標高地域全体で減少し、ニュージーランドでは氷河が後退すると予測される（確信度が高い）。{11.4, 表 11.6, 12.3, 12.4.3, Atlas.6.4, Atlas.6.5}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：平均気温の観測値と予測値の上昇、及び極端な高温特性への移行は、TS.4.3.1 で述べられた一般的なパターンと概ね同様である。{11.9, 12.4.3.1, Atlas.6}

湿潤と乾燥：1950 年以降、豪州北部では、大雨が増加していることについて確信度が中程度である。年平均降水量は、地球温暖化の水準が 2°C の場合、ニュージーランドの南部と西部で増加し（確信度が中程度）、豪州南部の南西側（確信度が高い）、豪州東部（確信度が中程度）、及びニュージーランドの北部と東部（確信度が中程度）で減少すると予測される。ニュージーランドと豪州では、河川氾濫が増加することについては確信度が中程度であり、豪州北部で増加はより大きいと予測される。豪州南部（南西側で確信度が高い）、豪州東部（確信度が中程度）、ニュージーランド北部と東部（確信度が中程度）では、2°C 前後の地球温暖化の水準で乾燥が増大すると予測される。{11.4, 11.9, 表 11.6, 12.4.3.2, Atlas.6.2}

風：豪州北東部の一部では、高 CO₂ 排出シナリオの下で、21 世紀末までに平均風速が増大すると予測される（確信度が中程度）。豪州北東部及び北部の熱帯低気圧（TCs）は、「東海岸の低気圧」を除いて数は減少する（確信度が低い）が、強度は増加すると予測される（確信度が高い）。{12.4.3.3}

雪氷：豪州での観測によると、積雪期の長さは過去 50 年で 5% 短くなった。さらに、降雪のピーク日は過去 50 年間で 11 日遅くなった。ニュージーランドの氷河の氷の体積は、1977 年から 2018 年にかけて 33% 減少した。{12.4.3.4, Atlas.6.2}

沿岸と海洋：20世紀にこの地域で観測された海洋熱波の変化は、ニュージーランド南東部沿岸を除き、発生頻度の増加、一回の事象の持続期間、10年あたりの海洋熱波の総日数の増加を示し、タスマン海では他地域に比べて変化がより強い。現在の100年に1度の極端な海面水位は、豪州のほとんどの地域で0.5~2.5mであるが、例外的に北西部沿岸は100年に1度の極端な海面水位が6~7mの高さになりうる。

TS.4.3.2.4 中南米

中南米における地域規模の変化は、TS.4.3.1で述べられたものの他に、南米南東部における1960年代以降の平均及び極端な降水の増加を含む（確信度が高い）(TS.4.2.3)。南米北東部では、平均降水量の減少傾向と農業及び生態学的干ばつの増加傾向が観測された（確信度が中程度）。南米南東部、南米南部、南米北部、南米モンスーン地域、及び南米北東部では、2°C以上の地球温暖化の水準で極端な降水と内水氾濫の強度と頻度が増加すると予測される（確信度が中程度）。南米モンスーン地域及び南米南部では農業及び生態学的干ばつが増加し、いくつかの地域（南米北部、南米モンスーン地域、南米北東部、及び南米南西部）では火災の発生しやすい気象条件が増加すると予測される（確信度が高い）。{8.3, 8.4, 11.3, 11.4, 11.9, Table 11.13, 表 11.14, 表 11.15, 12.4.4.2, Atlas.7.1, Atlas.7.2}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：平均気温の観測値と予測値の上昇、及び極端な高温特性への移行は、TS.4.3.1で述べられた一般的なパターンと概ね同様である。{11.3.2, 11.3.5, 表 11.13, 12.4.4.1, Atlas.7.1.2, Atlas.7.2.2, Atlas.7.2.4}

湿潤と乾燥：平均降水量は、南米北西部及び南米南東部で増加、南米北東部及び南米南西部で減少し（確信度が高い）、南米北部及び中米南部で一層に減少する（確信度が中程度）という、ダイポールパターンで変化すると予測される。南米北部と中米南部では、乾燥と農業及び生態学的干ばつが増加している（確信度が中程度）。中米南部及び南米南部では、火災の発生しやすい気象条件が増加すると予測される（確信度が中程度）。{8.3.1.3, 8.4.2.4.5, 11.4.2, 11.9, 表 11.14, 表 11.15, 12.4.4.2, Atlas.7.2.2, Atlas.7.2.4}

風：気候予測は、アマゾン地域（南米北部、南米モンスーン地域、南米北東部）における、平均風速と風力ポテンシャルが増大することを示している（確信度は中程度）。{12.4.4.3}

雪氷：氷河の体積の減少と永久凍土の融解は、アンデス山脈で全ての気候シナリオ下において継続する可能性が高く、河川流量の甚大な減少と潜在的に大規模な氷河湖決壊による洪水の原因となる。{9.5.1.1, 12.4.4.4}

沿岸と海洋：中米及び南米周辺では、過去30年間に、南大西洋と亜熱帯北大西洋における相対的な海面水位が

GMSLよりも速い速度で上昇し、東太平洋ではGMSLよりも遅い速度で上昇している。現在の100年に1度の極端な海面水位は、南米南部及び南米南西部の小地域で最も高く5~6mにもなりうる。1984~2015年の衛星観測によれば、中米南部、南米南東部、及び南米南部の砂浜海岸では海岸線の後退速度が観測されている一方、南米北西部及び南米北部では海岸線の前進速度が観測されている。1982~2016年の期間、海岸では少なくとも年に1回の海洋熱波を経験し、中米北部の太平洋岸と南米南東部の大西洋岸ではより多くの海洋熱波を経験した。{12.4.4.5}

TS.4.3.2.5 欧州

欧州における地域規模の変化は、TS.4.3.1で述べられたものの他に、北欧における内水氾濫並びに地中海地域における水文干ばつと農業及び生態学的干ばつに観測された増加を含み（確信度が高い）、これらが人間の影響に帰せられることについてはそれぞれ確信度が高い及び確信度が中程度である。北半球冬季の高緯度における平均降水量の増加、南欧における夏季の降水量の減少が、2°Cの地球温暖化の水準で始まると予測される（確信度が高い）。地中海地域では、2°Cの地球温暖化の水準で乾燥、農業干ばつ及び水文干ばつ、並びに火災の発生しやすい気象条件の増加が始まる（確信度が高い）。2°Cの地球温暖化の水準になると、いたるところで内水氾濫の増加が始まることについて確信度が高いが、地中海地域だけは確信度が中程度であり、中西欧では、河川氾濫も同様に増加が始まる（確信度が高い）。北欧のほとんどの周氷河作用は、低排出の温暖化シナリオの場合でさえ、21世紀末までに消滅すると予測される（確信度が中程度）。{8.3, 11.3, 11.9, 12.4.5, 12.5.2, Atlas.8.2, Atlas.8.4}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：平均気温の観測値と予測値の上昇、及び極端な高温特性への移行は、TS.4.3.1で述べられた一般的なパターンと概ね同様である。{11.3, 11.9, 12.4.5.1, 12.5.2, Atlas.8.2, Atlas.8.4}

湿潤と乾燥：20世紀初頭以降、北欧、中西欧、及び東欧において、年平均降水量が増加していることについて確信度は中程度であり、極端な降水の増加については確信度が高い。欧州地中海地域において、観測された陸域降水量の変化傾向の大きさと符号は、期間と厳密な調査地域に依存する（確信度が中程度）。北欧、東欧及び南欧では、高い温暖化の水準で河川洪水が減少することについては確信度は中程度である。{8.3.1.3, 11.3, 11.9, 12.4.5.2, Atlas.8.2, Atlas.8.4}

風：陸域の平均風速は減少している（確信度が中程度）が、人為起源の気候変動の役割についてはまだ確証がない。地中海地域で平均風速が減少することについては確信度が高く、北欧では地球温暖化の水準が2°Cを超えると平均風速が減少することについては確信度は中程度で

ある。メディケーン（地中海の熱帯性低気圧）の頻度は減少すると予測される（*確信度が中程度*）。{11.9, 12.4.5.3}

雪氷：アルプスでは積雪面積が 21 世紀全体を通して標高 1,500~2,000m 以下で減少する（*確信度が高い*）。ヨーロッパアルプス及びスカンジナビアにおいて、氷河の氷の体積が減少するとの予測については*確信度が高く*、減少の時期及び質量の変化率については*確信度が中程度*である。{9.5.2, 12.4.5.4}

沿岸と海洋：欧州の亜寒帯北大西洋沿岸では、過去 30 年間に相対的海面水位が GMSL よりも遅い速度で上昇した。現在の 100 年に 1 度の極端な海面水位は、地中海では 0.5~1.5 m、大西洋欧州西部の沿岸である英国周辺及び北海沿岸では 2.5~5.0 m、バルト海沿岸では 1.5~2.5 m とより低くなっている。衛星観測に基づく 1984~2015 年の海岸線変化の推定は、中欧と地中海地域の砂浜海岸では 0.5 m/年前後の後退速度で、北欧では海岸線がおおむね安定していることを示している。1982~2016 年の期間において、欧州の海岸は平均して年間 2.0 回を超える海洋熱波を経験し、地中海地域東部とスカンジナビアでは年間 2.5~3 回の海洋熱波を経験した。{12.4.5.5}

TS.4.3.2.6 北米

北米における地域規模の変化は、TS.4.3.1 で述べられたものの他に、北米の湿潤と乾燥に関する CIDs の変化を含む。これらは主として平均降水量の変化における北東（湿潤化）から南-西（乾燥化）へのパターンで構成されるが、大雨の増加は広範囲にわたる（*確信度が高い*）。蒸発需要の増大は、北米中部、北米西部、及び中米北部で農業及び生態学的干ばつ並びに火災の発生しやすい気象条件（特に夏季）を拡大させる（*確信度が中程度から高い*）。北米における激しい暴風雨、熱帯低気圧、及び砂じん嵐は、より極端な特性へと移行しており（*確信度が中程度*）、観測値と予測値の両方が、今後数十年の雪氷状態の季節的及び地理的領域に強い変化があることを示している（*確信度が非常に高い*）。相対的海面水位、沿岸浸水及び侵食に関する一般的知見は、ハドソン湾及びアラスカ南部周辺で相当の量の地盤隆起がある地域には当てはまらない。{8.4, 11.4, 11.5, 11.7, 11.9, 12.4, Atlas.9.4}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：平均気温の観測値と予測値の上昇、及び極端な高温特性への移行は、TS.4.3.1 で述べられた一般的なパターンと概ね同様である。{11.3, 11.9, 12.4.6.1, Atlas.9.2, Atlas.9.4}

湿潤と乾燥：年降水量は、1960~2015 年の間に北米東部及び北米中部の一部で増加し（*確信度が高い*）、米国南西部及びメキシコ北西部の一部で減少した（*確信度が中程度*）。中米北部以外の北米全域では、河川洪水が増加すると予測される（*確信度が中程度*）。{8.4.2.4, 11.4, 11.5, 11.9, 12.4.6.2, Atlas.9.2, Atlas.9.4}

北米西部では農業及び生態学的干ばつの増加が観測されており（*確信度が中程度*）、大陸内陸部の大部分にわたって夏季の土壌水分の低下を伴って、米国南西部及び中米北部で乾燥が増加すると予測される（*確信度が中程度*）。{8.4.1, 11.6.2, 12.4.6.2}

風：メキシコ太平洋沿岸、メキシコ湾岸、及び米国東海岸では、最も強い熱帯低気圧の発生数がより多くなり、移動速度が遅くなり、降雨ポテンシャルが高くなることを予測は示している（*確信度が中程度*）。平均風速と潜在的風力ポテンシャルは、北米西部で減少すると予測されるが（*確信度が高い*）、全球モデルと領域モデル間の違いにより他の地域では*確信度が低い*。{11.4, 11.7, 12.4.6.3}

雪氷：一部の高緯度地域では、温暖化傾向よりも降雪量の増加が優勢であるため、冬季の雪の水当量の増加を経験する*可能性が高い*。地球温暖化の水準が 3°C~5°C で持続する場合、カナダ西部及び北米西部のほぼ全ての氷河質量が消滅する（*確信度が中程度*）。{9.5.1, 9.5.3, 12.4.6.4, Atlas.9.4}

沿岸と海洋：北米周辺では、過去 30 年間に亜寒帯北大西洋と太平洋東部での相対的海面水位が GMSL よりも遅い速度で上昇し、亜熱帯北大西洋では GMSL よりも速い速度で上昇した。観測によると、北米の多くの海岸において一時的な沿岸浸水が増加しつつあることが示されている。1984 年から 2015 年にかけて、1 m/年前後で海岸線が後退していることが、北米北西部及び中米北部の砂浜海岸で観測されているが、米国のメキシコ湾岸の一部では 2.5 m/年に迫る速度で後退が観測された。北米東部及び北米西部の砂浜の海岸線は、1984~2014 年の間、ほぼ安定したままであるが、北米北東部では 0.5 m/年前後の海岸線の前進が観測されている。{12.4.6.5}

TS.4.3.2.7 小島嶼

小島嶼における地域規模の変化は、TS.4.3.1 で述べられたものの他に、カリブ地域及び太平洋諸島のうち南北両半球の緯度 20 度よりも極側の一部における、北半球夏季の降雨量が減少している*可能性が高い*ことを含む。これらの乾燥傾向は、今後数十年間は続く*可能性が高い*。地球温暖化の水準が 2°C を超えると、熱帯低気圧の発生数は少なくなるが、より強度が増すと予測される（*確信度が中程度*）。{9.6, 11.3, 11.4, 11.7, 11.9, 12.4.7, Atlas.10.2, Atlas.10.4, Cross-Chapter Box Atlas.2}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：ほとんどの小島嶼は測器による観測記録のある期間を通して温暖化している*可能性が非常に高く*、21 世紀に気温上昇が続くことでこれらの地域で熱ストレスが一層増大する。{11.3.2, 11.9, 12.4.7.1, Atlas.10.2, Atlas.10.4, Cross-Chapter Box Atlas.2}

湿潤と乾燥：降雨量の観測値と予測値の変化傾向は、小島嶼全域で見ると空間的に様々である。温暖化する気候

の下での蒸発散量の増加は、将来の降雨量増加を部分的に相殺するか、又は将来の降雨量減少を増幅させ、乾燥の増大だけでなく、カリブ地域においてより深刻な農業及び生態学的干ばつをもたらさう（**確信度が中程度**）。{11.4.2, 11.9, 12.4.7.2, Atlas.10.2, Atlas.10.4, Cross-Chapter Box Atlas.2}

風：地球規模の変化は、小島嶼がより少ないがより強いTCsに直面することを示しているが、TCsの経路が極方向に移動することを考慮すると、予測の空間的整合性がない（**確信度が中程度**）。{11.7.1.2, 11.7.1.5, 12.4.7.3}

沿岸と海洋：小島嶼周辺の海洋では、相対的海面水位上昇が続いていく**可能性が非常に高く**、高潮及び高波とともに沿岸浸水を激化させ、小島嶼の帯水層への塩水侵入が増加する可能性がある。海岸線の後退がほとんどの小島嶼の砂浜海岸で予測される（**確信度が高い**）。{9.6.3.3, 12.4.7.4, Cross-Chapter Box Atlas.2}

TS.4.3.2.8 極地域

北極域の地表の昇温は、21世紀を通して世界平均の昇温より顕著であり続けることはほぼ確実である。極域の水循環の強化は平均降水量を増加させ、降水強度はより強く、降雪量よりも降水量の方が多くなる可能性が高い（確信度が高い）。

永久凍土の温度上昇、季節的な積雪面積の減少、及び氷河の融解が広範に及ぶ（確信度が高い）。グリーンランド氷床及び南極氷床は、1992年以降質量を失っており、全ての排出シナリオの下で、今世紀を通して質量を失い続けるだろう（確信度が高い）。相対的海面水位及び沿岸浸水は、相当の量の地盤隆起のある地域以外の領域で増加すると予測される（確信度が中程度）。{2.3, 3.4, 4.3, 4.5, 7.4, 8.2, 8.4, Box 8.2, 9.5, 12.4.9, Atlas.11.1, Atlas.11.2}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

暑熱と寒冷：南極における変化はより大きな空間変動性を示し、1950年代以降、南極半島では温暖化している**可能性が非常に高く**、東南極では全体的な変化傾向はみられない。南極では、北極より昇温は小さく、極域温暖化増幅も弱いと予測されるが、予測によると21世紀末までに弱い極域温暖化増幅が起こることについて**可能性が非常に高い**。{4.3.1, 4.5.1, 7.4.4, 12.4.9.1, Atlas.11.1, Atlas.11.2}

湿潤と乾燥：最近数十年間、北極域の乾燥に全体的減少がみられ（**確信度が高い**）、水蒸気輸送量の増加が降水量、湿度、及び河川流量の増加と、これに対応した乾燥日数の減少の原因となっている。南極域の降水量は、20世紀の間、増加傾向を示していた。水循環は両極域で強まり、総降水量の増加（及びより強い大雨への移行）及び雨として降る降水量割合の増加をもたらすと予測される。北極域では、これが、河川洪水の可能性の増大、雪解け水による洪水の早期化、及び洪水の季節特性の変化の原因

となる（**確信度が高い**）。予測によれば、火災の発生しやすい季節が長期化し（**確信度が中程度**）、火災の発生しやすい気候状態がツンドラ地域にまで拡大する（**確信度が高い**）。{8.2.3, 8.4.1, Box 8.2, 9.4.1, 9.4.2, 12.4.9.2, Atlas.11.1, Atlas.11.2}

風：ロシア北極域と北米北東部北極域での平均風速の減少については**確信度が中程度**であるが、他の北極域及び南極域での変化については**確信度が低い**。{12.4.9.3}

雪氷：春季の積雪面積の減少は、少なくとも1978年以降、北半球各地で起こっている（**確信度が非常に高い**）。永久凍土の温度上昇と融解は、1980年代以降、北極圏に広がり（**確信度が高い**）、地表面の状態に強い不均質性をもたらしている。北極圏における将来の氷河及び氷床の減少、永久凍土の温度上昇、永久凍土面積の減少、並びに季節的な積雪期間及び積雪面積の減少については、**確信度が高い**。直近数十年の北極海海岸の大部分における季節的な海水面積の減少は今後も続き、沿岸ハザード（高潮、沿岸侵食、及び沿岸浸水を含む）の増加に寄与すると予測される。{2.3.2, 3.4.2, 3.4.3, 9.4.1, 9.4.2, 9.5, 12.4.6, 12.4.9, Atlas.11.2}

沿岸と海洋：北極域の（海水の減少によって促進される）沿岸浸水及び沿岸侵食の増加の予測（**確信度が中程度**）については、海面水位上昇の寄与を考慮すると**確信度が高くなる**が、大きな地盤隆起のある地域（北米北東部北極域及びグリーンランド）については**確信度が低下する**。{12.4.9.5}

TS.4.3.2.9 海洋

インド洋、赤道太平洋西部、及び西岸境界流領域は世界平均よりも速く昇温しており（確信度が非常に高い）、熱帯太平洋西部及び北極海で海洋熱波（海洋熱波）の頻度が最も大きく変化すると予測される（確信度が中程度）。太平洋と南大洋は低塩分化し、大西洋は塩分濃度が増加すると予測される（確信度が中程度）。人為起源の温暖化は海洋の酸素濃度を一層低下させる可能性が高く、この貧酸素化は数千年にわたり持続すると予測される（確信度が中程度）。北極海の海水減少は今後も続き、高CO₂排出シナリオ下の予測では、21世紀末までには9月に実質的に氷のない北極海になる（確信度が高い）。{2.3, 5.3, 9.2, 9.3, Box 9.2, 12.3.6, 12.4.8}

上記及び TS.4.3.1 で要約した主な変化に加えて、更なる詳細を以下に示す。

海面水温：南大洋、赤道太平洋東部、及び北大西洋は、世界平均より緩やかに昇温、又はわずかに降温している。1850～1900年を基準とした2°Cの地球温暖化で、病原体、海草、マングローブ、コンブ林、岩礁海岸、サンゴ礁、及び他の海洋生態系に関する多数のハザード閾値の超過が起こるだろう（**確信度が中程度**）。{9.2.13, 12.4.8}

海洋熱波：海洋熱波の頻度は、中緯度では中等度の増加、南大洋ではわずかな増加が予測される（**確信度が中程度**）。SSP5-8.5シナリオの下では、21世紀には、熱帯の

海洋の一部、北極海、及び南緯 45 度周辺で恒常的な海洋熱波(年間 360 日以上)が発生すると予測されるが、SSP1-2.6 シナリオの下ではそのような恒常的な海洋熱波の発生を大きく回避しうる。{Box 9.2, 12.4.8}

海洋の酸性化：CO₂濃度の増加に伴い、海面付近の pH は過去 40 年間にわたり世界的に低下している(ほぼ確実)。{2.3.3.5, 5.3.3.2, 12.4.8}

海洋塩分濃度：大洋規模では、太平洋と南大洋は低塩分化し、大西洋は塩分濃度が増加した可能性が非常に高い。{2.3.3.2, 9.2.2.2, 12.4.8}

溶存酸素：直近数十年で、海洋生態系における低酸素地域が拡大している。{2.3.4.2, 5.3.3.2, 12.4.8}

海氷：北極海の多年性海氷は季節性の薄い氷に置き換わりつつあり、春季には融解が早まり、秋季には凍結が遅くなっている。南極の海氷域は、過去数十年にわたって明確な変化傾向はなく、将来の変化については確信度が低い。{2.3.2.1.1, 9.3.1.1, 12.4.8, 12.4.9}

TS.4.3.2.10 他の地理的領域

異なる大陸にみられるある種の地域は、その場所にかかわらず、共通の気候上の試練に直面している。これらには、極端な高温と干ばつが一層増加する可能性が非常に高い生物多様性のホットスポット、凍結高度が上昇し雪氷状態の変化が予測される山岳地域(確信度が高い)、及びますます火災の発生しやすい気象条件になりやすくなる熱帯林(確信度が中程度)が含まれる。{8.4, Box 8.2, 9.5, 12.3, 12.4}。

世界中に存在する生物多様性のホットスポットは、CID が変化する中で固有の試練に直面するだろう。高温、干ばつと乾季の長さ、森林火災の発生しやすい気象条件、海面水温、及び貧酸素化は、陸域生態系及び淡水生態系に関連する駆動要因であり、顕著な増加傾向を示している。{12.3, 12.4.10.1}

砂漠及び半乾燥地域は、極端な高温、干ばつ及び砂じん嵐などの CIDs に強く影響され、一部の地域では大規模な乾燥化傾向が乾燥地の拡大に寄与している(確信度が高い)。{12.3, 12.4.10.3}

山岳地域における平均的な昇温は標高によって異なるが、そのパターンは世界的に見て一様ではない(確信度が中程度)。極端な降水は、主要な山岳地域で増加し(場所により確信度が中程度～高い)、全てのシナリオの下で洪水、地すべり、湖の決壊という連鎖的な影響の潜在的な可能性を伴うと予測される(確信度が中程度)。{8.4.1.5, Box 8.2, 9.5.1.3, 9.5.3.3, 9.5.2.3, Cross-Chapter Box 10.4, 11.5.5, 12.3, 12.4.1–12.4.6, 12.4.10.4}

ほとんどの熱帯林は、過去の変動と比べて特に大きな、顕在化した複合的温暖化傾向によって困難に直面している(確信度が中程度)。水循環の変化は多くの熱帯林で干ばつ、長期化する乾季、及び火災の発生しやすい気象条件の増加をもたらす(確信度が中程度)。{10.5, 12.3, 12.4}

Box TS.14 | 都市域

地球温暖化に伴い、都市域と市街地は暑い日と暖かい夜の増加を伴う熱波、また都市の沿岸浸水の発生確率を高める海面水位上昇及び熱帯低気圧に伴う高潮と降雨強度の増加などの極端な気候の発生頻度の増加の影響を受ける（確信度が高い）。{Box 10.3, 11.3, 11.5, 12.3, 12.4}.

都市域は、例えばヒートアイランド及び水循環の変化の観点で、気候システムと特別な相互作用があり、それによって極端な高温などの極端な気候の影響をより強く受ける（確信度が高い）。地球温暖化に伴って、相対的な海面水位上昇に、熱帯低気圧に伴う高潮と降雨強度の増大が重なって、都市の沿岸浸水の確率が高まる（確信度が高い）。北極圏の沿岸居住地は、海氷の後退により、特に気候の変化にさらされる（確信度が高い）。都市気候モデリング及び気候モニタリングネットワークの改良は、地域規模の気候と都市気候の間の相互作用の理解に寄与している（確信度が高い）。{Box 10.3, 11.3, 11.5, 12.3, 12.4}

世界平均気温への影響は無視できるほどであるにもかかわらず（確信度が高い）、都市化は都市内部及びその周辺で観測されている温暖化傾向への寄与（特に年平均最低気温（確信度が非常に高い）、及び都市域及び都市の風下における、特に午後と夕方の平均降水量と極端な降水量の増加（確信度が中程度））を通して地球温暖化の影響を激化させている。{2.3, Box 10.3, 11.3, 11.4, 12.3, 12.4}

気候変動予測と都市の成長シナリオを組み合わせると、将来の都市化は特に最低気温に強く影響することにより、予測される局所的気温上昇を増幅し（確信度が非常に高い）、その大きさは地球温暖化にほぼ匹敵する（確信度が高い）。熱波などの極端な気候現象がより頻繁に発生し、将来の都市開発と組み合わせると、より多くの暑い日と暖かい夜が都市の熱ストレスを増加させ、現在と比較して、大きな影響が出ると予期される（確信度が非常に高い）。{Box 10.2, 11.3, 12.4}

海面水位と気温の両方が、ほとんどの沿岸居住地で上昇すると予測される（確信度が高い）。極端な降水が増加すると予測される都市域では、特に高い地球温暖化の水準の場合、内水氾濫の可能性が増大することについては確信度が高い。{11.4, 11.5, 12.4}