

気候変動 2014

統合報告書

政策決定者向け要約

気候変動 2014 :
気候変動に関する政府間パネル
第5次評価報告書統合報告書

政策決定者向け要約

編集

中核執筆チーム
統合報告書
IPCC

Rajendra K. Pachauri
議長
IPCC

Leo Meyer
技術支援ユニット、代表
IPCC

中核執筆チーム

R.K. Pachauri (Chair); Myles R. Allen (United Kingdom), Vicente Ricardo Barros (Argentina), John Broome (United Kingdom), Wolfgang Cramer (Germany/France), Renate Christ (Austria/WMO), John A. Church (Australia), Leon Clarke (USA), Qin Dahe (China), Purnamita Dasgupta (India), Navroz K. Dubash (India), Ottmar Edenhofer (Germany), Ismail Elgizouli (Sudan), Christopher B. Field (USA), Piers Forster (United Kingdom), Pierre Friedlingstein (United Kingdom/Belgium), Jan Fuglestad (Norway), Luis Gomez-Echeverri (Colombia), Stephane Hallegatte (France/World Bank), Gabriele Hegerl (United Kingdom/Germany), Mark Howden (Australia), Kejun Jiang (China), Blanca Jimenez Cisneros (Mexico/UNESCO), Vladimir Kattsov (Russian Federation), Hoesung Lee (Republic of Korea), Katharine J. Mach (USA), Jochem Marotzke (Germany), Michael D. Mastrandrea (USA), Leo Meyer (The Netherlands), Jan Minx (Germany), Yacob Mulugetta (Ethiopia), Karen O'Brien (Norway), Michael Oppenheimer (USA), Joy J. Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Gian-Kasper Plattner (Switzerland), Hans-Otto Pörtner (Germany), Scott B. Power (Australia), Benjamin Preston (USA), N.H. Ravindranath (India), Andy Reisinger (New Zealand), Keywan Riahi (Austria), Matilde Rusticucci (Argentina), Robert Scholes (South Africa), Kristin Seyboth (USA), Youba Sokona (Mali), Robert Stavins (USA), Thomas F. Stocker (Switzerland), Petra Tschakert (USA), Detlef van Vuuren (The Netherlands), Jean-Pascal van Ypersele (Belgium)

統合報告書技術支援ユニット

Leo Meyer, Sander Brinkman, Line van Kesteren, Noemie Leprince-Ringuet, Fijke van Boxmeer

拡大中核執筆チーム

Gabriel Blanco (Argentina), Michael Eby (Canada), Jae Edmonds (USA), Marc Fleurbaey (France), Reyer Gerlagh (The Netherlands), Sivan Kartha (USA), Howard Kunreuther (USA), Joeri Rogelj (Austria/Belgium), Michiel Schaeffer (The Netherlands), Jan Sedláček (Switzerland), Ralph Sims (New Zealand), Diana Ürge-Vorsatz (Hungary), David Victor (USA), Gary Yohe (USA)

査読編集者

Paulina Aldunce (Chile), Thomas Downing (United Kingdom), Sylvie Joussaume (France), Zbigniew Kundzewicz (Poland), Jean Palutikof (Australia), Jim Skea (United Kingdom), Kanako Tanaka (Japan), Fredolin Tangang (Malaysia), Chen Wenying (China), Zhang Xiao-Ye (China)

注意: この資料は、IPCC第5次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約(Summary for Policymakers)を、文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省が翻訳したものであり、IPCCの公式訳ではない。

本翻訳は、IPCC公式ウェブサイトから2015年2月に取得した原文

(英語版:http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_SPMcorr2.pdf)に基づいている。

注: 最終版の刊行に向け最終編集及びレイアウト調整中



Stephen H. Schneider
(1945年2月11日～2010年7月19日)

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書統合報告書を、現代の最も優れた気候科学者の一人であったStephen H. Schneiderに捧げる。

Steve Schneider はプラズマ物理学を修め、およそ 40 年前に気候科学の分野で奨学金を受け、この分野における新たな知見を創り出すことにたゆまぬ努力を続けるとともに、政策決定者と市民一般に対し、大きくなってゆく気候変動問題とそれに取り組むための解決策について、情報を提供し続けた。Steve Schneider は意見を述べる時、常に勇敢であり率直であった。彼の信念の駆動力は、その傑出した科学的専門知識の強さであった。彼は、学際的学術誌である「*Climatic Change*」の創刊者兼編集者として名高く、何百もの書籍と公表論文はその多くが多様な分野の科学者との共著であった。彼の IPCC との関わりは、1990 年に公表され、国連気候変動枠組条約の科学的根拠として主要な役割を果たした第 1 次評価報告書に始まる。それ以降、多様な評価報告書の主執筆者、統括執筆責任者及び査読編集者、そして第 4 次評価報告書の中核執筆チームのメンバーを歴任した。彼の生涯と業績は、本報告書の中核執筆チームのメンバーに刺激を与え、意欲を起こさせるものであった。Steve Schneider の知識は、気候科学に内在する多様性の本質的な部分となっている様々な学問分野のまれなる総合体であった。

目次

政策決定者向け要約1

SPM 1. 観測された変化及びその原因1

SPM 2. 将来の気候変動、リスク及び影響8

SPM 3. 適応、緩和及び持続可能な開発に向けた将来経路17

SPM 4. 適応及び緩和28

政策決定者向け要約

SPM 序

本統合報告書は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の三つの作業部会の報告書及び関連する特別報告書に基づいている。本報告書は、IPCC第5次評価報告書（AR5）の最終部分として、気候変動^{訳注1}に関する総合的見解を提示するものである。

この要約は、次のトピックに言及する報告書本編の構成に従っている。すなわち、「観測された変化及びその原因」、「将来の気候変動、リスク及び影響」、「適応、緩和及び持続可能な開発に向けた将来経路」、「適応及び緩和」である。

本統合報告書では、作業部会の報告書や特別報告書と同様に、主要な評価の知見における確信度を伝えている。確信度は、基本的な科学的理解の執筆者チームによる評価に基づいており、確信度を定性的な階級（非常に低いから非常に高いまで）で表し、可能であれば、定量的な可能性（ほぼありえないからほぼ確実まで）を確率的に表す¹。適切な場合には、不確実性の表現を用いず、事実の言明として知見を述べることもある。

本報告書は、国際連合気候変動枠組条約（UNFCCC）第2条に関連する情報を含んでいる。

SPM 1. 観測された変化及びその原因

気候システムに対する人為的影響は明らかであり、近年の人為起源の温室効果ガス排出量は史上最高となっている。近年の気候変動は、人間及び自然システムに対し広範囲にわたる影響を及ぼしてきた。^{1}

SPM 1.1 気候システムの観測された変化

気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また1950年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。大気と海洋は温暖化し、雪氷の量は減少し、海面水位は上昇している。^{1.1}

地球の表面では、最近30年の各10年間はいずれも、1850年以降の各々に先立つどの10年間よりも高温であり続けた。長期にわたる評価が可能である北半球では、1983～2012年は過去1400年において最も高温の30年間であった可能性が高い（確信度が中程度）。陸域と海上を合わせた世界平均地上気温は、線形の変化傾向から計算すると、独立して作成された複数のデータセットが存在する1880～2012年の期間に0.85 [0.65～1.06] °C²上昇している（図SPM.1 (a)を参照）。^{1.1.1, 図1.1}

¹ 各々の知見は、基礎となっている証拠と見解一致度の評価にその基盤を置く。多くの場合、証拠と見解一致度を統合したものが、割り当てられた確信度を裏付けている。証拠についての要約的表現は「限定的」、「中程度」、「確実」、見解一致度については「低い」、「中程度」、「高い」である。確信度は、「非常に低い」、「低い」、「中程度」、「高い」、「非常に高い」、の5段階の表現を用い、「確信度が中程度」のように斜体字で記述する。ある結果について評価された可能性の度合いを示すために、次の用語を用いる。「ほぼ確実」：確率99～100%、「可能性が非常に高い」：確率90～100%、「可能性が高い」：確率66～100%、「どちらも同程度」：確率33～66%、「可能性が低い」：確率0～33%、「可能性が非常に低い」：確率0～10%、「ほぼあり得ない」：確率0～1%。適切な場合には追加で以下の用語を用いることがある。「可能性が極めて高い」：確率95～100%、「どちらかと言えば可能性が高い」：確率50～100%、「どちらかと言えば可能性が低い」：確率0～50%、「可能性が極めて低い」：確率0～5%。可能性の評価結果は、「可能性が非常に高い」のように斜体字で記述する。（詳細は、IPCCの不確実性に関するガイダンスノート、2010を参照。）

² 特に明記しない限り、90%信頼区間の範囲は角括弧または「±」の後に続く数字で示されており、推定すべき対象の真の値をその範囲に含んでいる可能性が90%であることを意味する。

数十年にわたる明確な温暖化に加えて、世界平均地上気温は十年規模や年々でかなりの大きさの変動性を含んでいる（図SPM.1 (a)）。この自然の変動性が要因で、短期間の記録に基づく変化傾向は、その期間の始点と終点の選び方に非常に敏感であり、一般的には長期的な気候の変化傾向を反映していない。一例として、強いエルニーニョ現象の年から始まる過去15年の気温の上昇率（1998～2012年で、10年当たり0.05 [−0.05～0.15] °C）は、1951年以降について求めた気温の上昇率（1951～2012年で、10年当たり0.12 [0.08～0.14] °C）より小さい。{1.1.1, Box 1.1}

気候システムに蓄積されているエネルギーの増加量の大部分は海洋の温暖化で占められており、1971～2010年の間に蓄積されたエネルギーの90%以上を占め（確信度が高い）、大気中における蓄積は約1%に過ぎない。世界規模で、海洋の温暖化は海面付近で最も大きく、1971～2010年の期間において海面から水深75 mの層は10年当たり0.11 [0.09～0.13] °C昇温した。1971～2010年において、海洋表層（0～700 m）で水温が上昇したことはほぼ確実であり、また1870年代から1971年の間については水温が上昇した可能性が高い。{1.1.2, 図1.2}

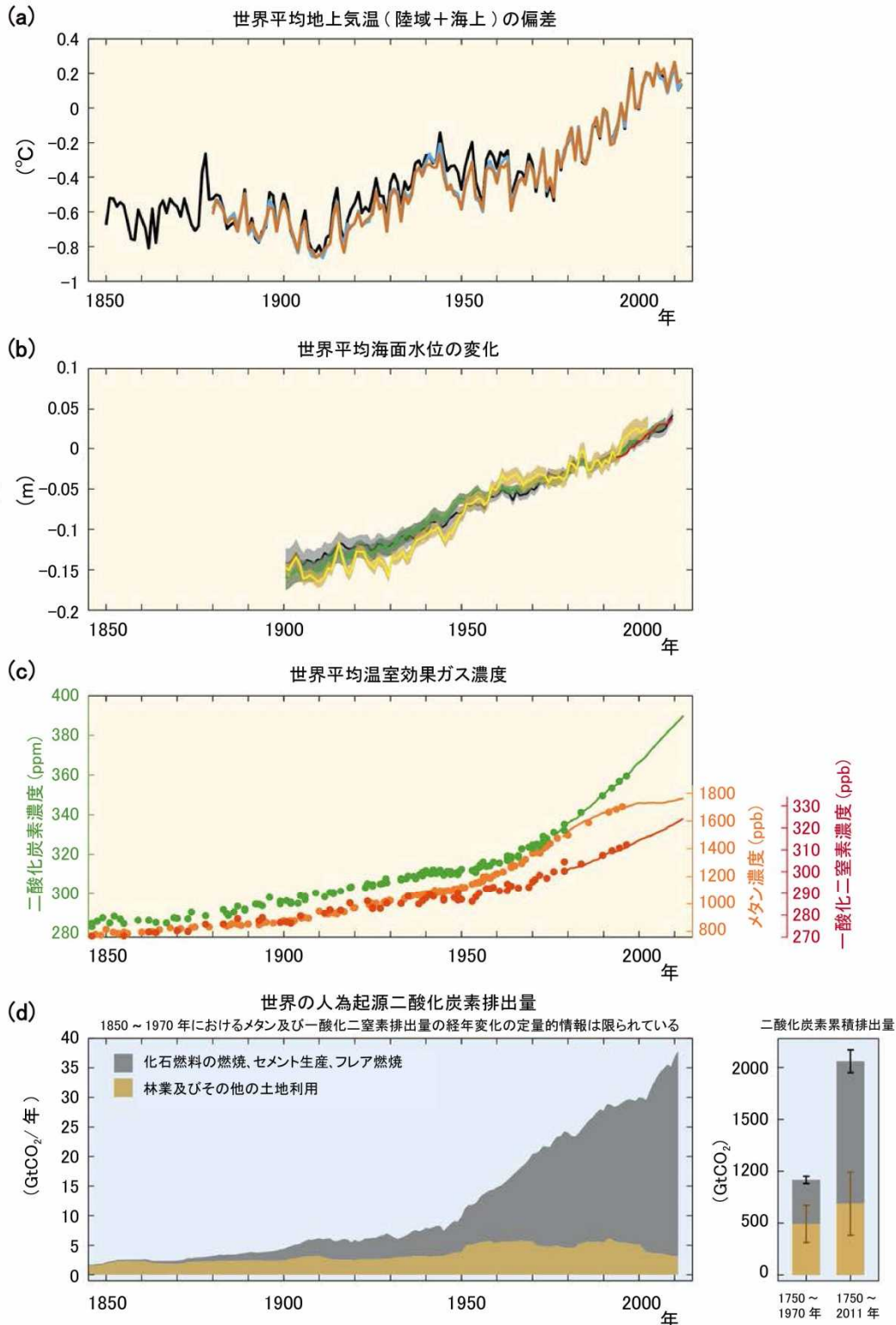
北半球中緯度の陸域平均では、降水量が1901年以降増加している（1951年までは確信度が中程度、それ以降は確信度が高い）。その他の緯度帯については、領域平均した長期的な増加又は減少の変化傾向の確信度は低い。海面塩分の変化の観測結果も、海洋上における世界の水循環の変化に関する間接的な証拠を提示している（確信度が中程度）。1950年代以降、蒸発が卓越している高塩分領域では塩分はより高くなり、一方で降水が卓越している低塩分領域では塩分はより低下している可能性が非常に高い。{1.1.1, 1.1.2}

工業化時代の始まり以降、海洋による二酸化炭素の吸収が海洋酸性化をもたらしてきた。海面付近の海水のpHは0.1低下しており（確信度が高い）、これは水素イオン濃度として測定される酸性度が26%増加したことに相当する。{1.1.2}

1992～2011年の期間にわたり、グリーンランド及び南極の氷床の質量は減少しており（確信度が高い）、2002～2011年にわたって減少率がより大きくなっている可能性が高い。氷河はほぼ世界中で縮小し続けている（確信度が高い）。北半球の春季の積雪面積は減少し続けている（確信度が高い）。上昇した地上気温と変化する積雪域に対応して、永久凍土の温度が1980年代初頭以降ほとんどの地域で上昇していることの確信度は高い。{1.1.3}

北極域の年平均海氷面積は1979～2012年の期間にわたって減少し、その減少率は10年当たり3.5～4.1%の範囲にある可能性が非常に高い。北極域の海氷面積は、1979年以降どの季節も、連続するいずれの10年間でも減少しており、夏季の10年平均した面積の減少が最も急速である（確信度が高い）。南極域の年平均海氷面積は1979～2012年の期間に10年当たり1.2～1.8%の割合で増加している可能性が非常に高い。但し、南極域において強い地域差があることの確信度は高く、面積が増加している地域もあれば、減少している地域もある。{1.1.3, 図1.1}

1901～2010年の期間にわたり、世界平均海面水位は0.19 [0.17～0.21] m上昇した（図SPM.1 (b)）。19世紀半ば以降の海面水位の上昇率は、それ以前の2千年間の平均的な上昇率より大きかった（確信度が高い）。{1.1.4, 図1.1}



図SPM.1: 観測値(図(a)(b)(c)、背景は黄色)と排出量(図(d)、背景は薄青)の複合的な関係は、第12節及びトピック1で取り上げられている。世界全体でみた気候システムの観測値と他の指標の変化。観測値:(a) 陸域と海上とを合わせた世界年平均地上気温の1861~2005年平均を基準とした偏差。色付きの線はそれぞれ異なるデータセットを示す。(b) 最も長期間連続するデータセットの1861~2005年平均を基準とした世界年平均海面水位の変化。色付きの線はそれぞれ異なるデータセットを示す。全てのデータセットは、衛星高度計データ(赤)の始めの年である1993年で同じ値になるように合わせてある。不確実性の評価結果がある場合は色付きの陰影によって示している。(c) 氷床コアデータ(点)及び大気的直接測定(線)による温室効果ガス、すなわち二酸化炭素(CO₂、緑)、メタン(CH₄、オレンジ)及び一酸化二窒素(N₂O、赤)の大気中濃度。指標:(d) 化石燃料の燃焼、セメント生産、フレア燃焼並びに林業及びその他の土地利用による世界の人為起源二酸化炭素排出量。これらの発生源からの二酸化炭素累積排出量及びそれらの不確実性は、右側にそれぞれ棒グラフとエラーバーで示してある。メタンと一酸化二窒素の排出量の蓄積の世界規模での効果は、図(c)に示される。1970~2010年の温室効果ガス排出量データは図SPM.2に示されている。[図1.1, 図1.3, 図1.5]

SPM 1.2 気候変動の原因

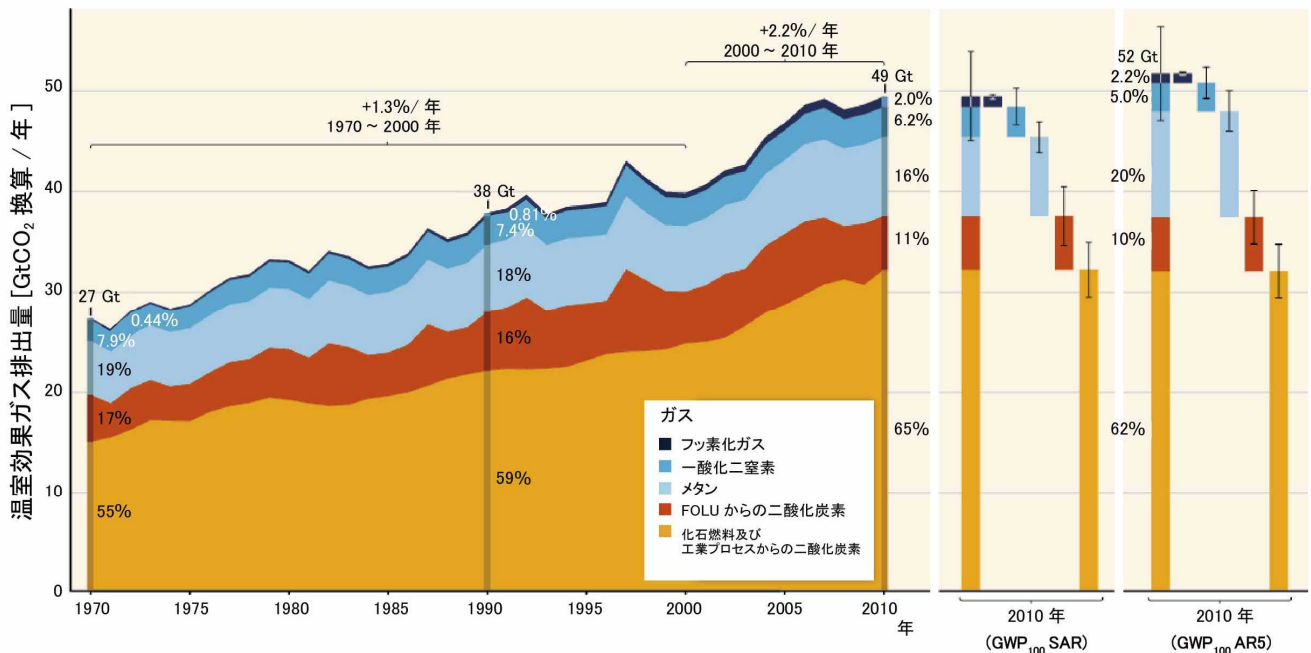
人為起源の温室効果ガスの排出は、工業化以降増加しており、これは主に経済成長と人口増加からもたらされている。そして、今やその排出量は史上最高となった。このような排出によって、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の大気中濃度は、少なくとも過去80万年間で前例のない水準にまで増加した。それらの効果は、他の人為的要因と併せ、気候システム全体にわたって検出されており、20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い。*{1.2, 1.3.1}*

工業化以降、人為起源の温室効果ガス（GHG）の排出は、大気中の二酸化炭素、メタン及び一酸化二窒素の濃度を大きく増加させた（図SPM.1(c)）。1750～2011年の期間、人為起源二酸化炭素の大気への累積排出量は、 $2040 \pm 310 \text{ GtCO}_2$ ³であった。この排出量の約40%が大気中に残留している（ $880 \pm 35 \text{ GtCO}_2$ ）。残りは大気から取り除かれ、陸域（植物中及び土壌中）や海洋に蓄積された。海洋は排出された人為起源の二酸化炭素の約30%を吸収し、海洋酸性化を引き起こしている。1750～2011年の人為起源の二酸化炭素排出量のおよそ半分は、過去40年の間に排出されたものである（確信度が高い）（図SPM.1(d)）。*{1.2.1, 1.2.2}*

気候変動を緩和する政策が増えているにもかかわらず、人為起源の温室効果ガス総排出量は、1970～2010年にわたって増え続け、2000～2010年はより大きな明白な増加を見せている。2010年における人為起源の温室効果ガス排出量は、 $49 \pm 4.5 \text{ GtCO}_2$ 換算/年³に達した。化石燃料の燃焼及び工業プロセスに起因する二酸化炭素の排出は、1970～2010年の期間における温室効果ガス総排出量の増加の約78%を占めており、2000～2010年の期間の増加においても同程度のパーセンテージで寄与している（確信度が高い）（図SPM.2）。世界的には、経済成長と人口増加が、化石燃料燃焼による二酸化炭素排出量増加の最も重要な駆動力である状態が続いている。2000～2010年の期間における人口増加の寄与はそれ以前の30年とほぼ同じである一方、経済成長の寄与が大きく伸びている。石炭使用量が増加したことにより、世界のエネルギー供給が徐々に低炭素化（すなわちエネルギーの炭素強度の低下）する長期傾向から逆転した（確信度が高い）。*{1.2.2}*

³ 特に明記しない限り、温室効果ガス排出量は、IPCC第2次評価報告書の値を用いた地球温暖化係数100年値に基づく重み付け係数を使って二酸化炭素換算排出量(GtCO₂換算)として定量化される。*[Box 3.2]*

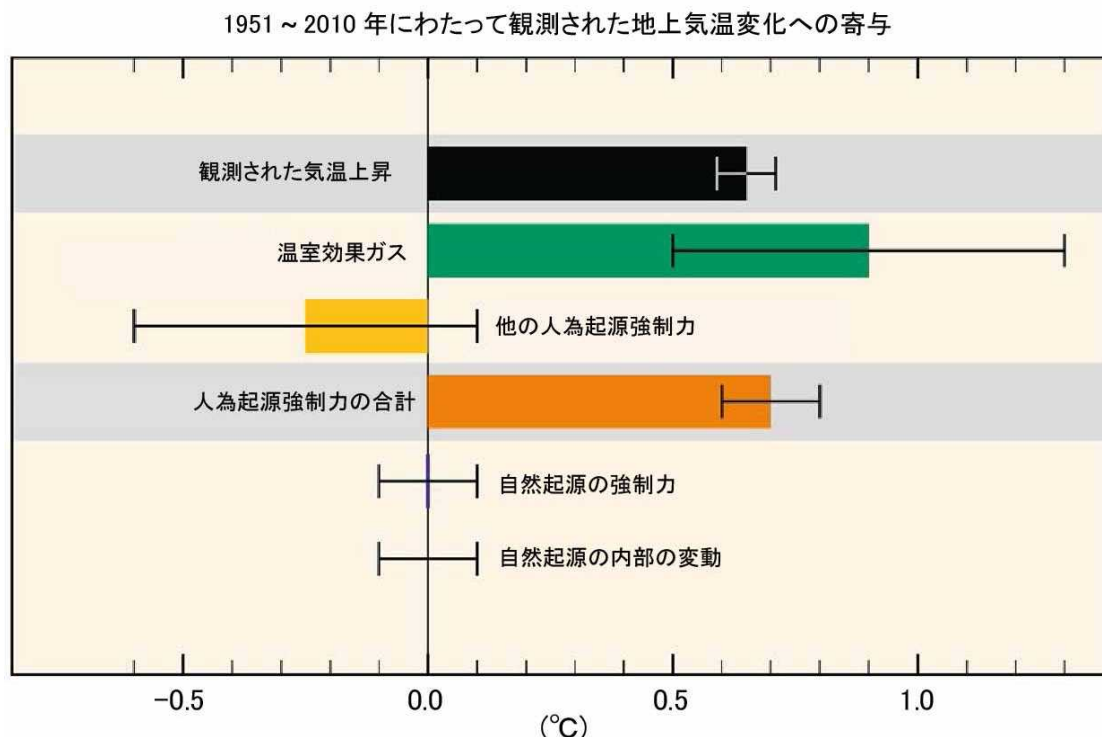
人為起源温室効果ガスのガス種別年間総排出量 1970～2010年



図SPM.2: 1970～2010年におけるガス種別人為起源温室効果ガス(GHG)年間総排出量(1年あたりCO₂換算ギガ(10億)トン、GtCO₂換算/年):化石燃料の燃焼及び工業プロセス由来の二酸化炭素、林業及びその他の土地利用(FOLU)による二酸化炭素、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、京都議定書の規定に含まれるフッ素化ガス(F-ガス)。右側には、第2次評価報告書及び第5次評価報告書による(地球温暖化係数^{注4})の値に基づいた二酸化炭素換算排出量の重みづけ係数をそれぞれ用いた2010年の排出量を示した。特に明記しない限り、本報告書における二酸化炭素換算排出量^{注5}は、第2次評価報告書による地球温暖化係数100年値(GWP₁₀₀)に基づいて計算された京都議定書対象ガス(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素及びフッ素化ガス)を含んでいる(用語集を参照)。第5次評価報告書による最新の地球温暖化係数100年値を用いると(右側の棒グラフ)、メタンの寄与が増大するため、温室効果ガス年間総排出量はより大きくなるが(52 GtCO₂換算/年)、長期変化傾向を著しく変えるものではない。[図1.6, Box 3.2]

気候システムに対する人為的影響に関する証拠は、第4次評価報告書(AR4)以降増加し続けている。1951～2010年の世界平均地上気温において観測された上昇の半分以上は、温室効果ガス濃度の人為的増加とその他の人為起源強制力の組合せによって引き起こされた可能性が極めて高い。温暖化に対する人為起源の寄与の最良の見積りは、この期間において観測された温暖化と同程度である(図SPM.3)。南極大陸を除く⁴全ての大陸域において、20世紀半ば以降の地上気温の上昇に人為起源強制力がかなり寄与していた可能性が高い。人為的影響は、1960年以降の世界の水循環に変化をもたらし、1960年代以降の氷河の後退及び1993年以降のグリーンランド氷床の表面融解の増加に寄与した可能性が高い。人為的影響は、1979年以降の北極域の海氷の減少に寄与した可能性が非常に高く、1970年代以降に観測された世界の海洋表層(0～700 m)の貯熱量の増加及び世界平均海面水位の上昇にかなり寄与した可能性が非常に高い。{1.3, 図1.10}

⁴ 南極大陸については、観測の不確実性が大きいために、利用可能な気象観測点にわたる平均として観測された温暖化に人為起源強制力が寄与していたことについての確信度は低い。



図SPM.3: 1951～2010年の期間における気温上昇の変化傾向に対して評価された、各強制力の寄与の可能性が高い範囲(エラーバー)及びその中間値(棒グラフ)。原因となる、よく混合された温室効果ガス^{訳注}、他の人為起源強制力(エアロゾルの冷却効果や土地利用変化の効果を含む)、合算した人為起源強制力、自然起源の強制力及び自然起源の気候の内部変動性(強制力がなくても気候システム内部で自然に生じる気候変動性の要素)の寄与をそれぞれ示す。観測された地上気温変化は黒い棒グラフで、観測の不確実性に起因する5～95%の不確実性の範囲を合わせて示してある。原因として特定された気温上昇の幅(色)は、観測値と、観測された気温上昇に対する個々の外部強制力の寄与を見積もる気候モデルシミュレーションを合わせた結果に基づいている。合算した人為起源強制力の寄与は、温室効果ガスからの寄与と他の人為起源強制力からの寄与を別々に見積もるよりも小さい不確実性で見積もられる。これは、二つの寄与が部分的に相殺され、その結果、合算されたシグナルが観測値とよりよく整合することによっている。

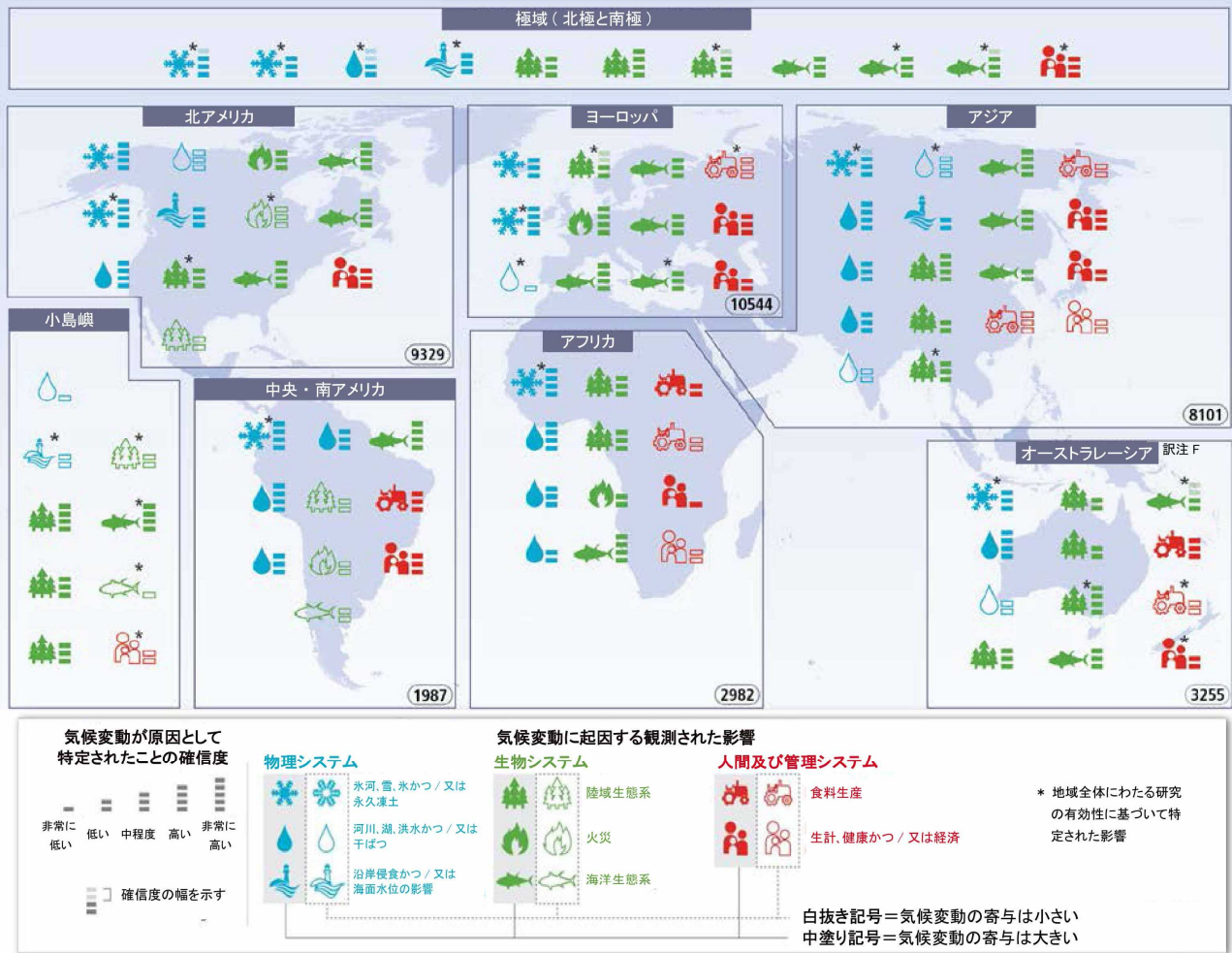
[図 1.9]

SPM 1.3 気候変動の影響

ここ数十年、気候変動は、全ての大陸と海洋にわたり、自然及び人間システムに影響を与えている。影響は観測された気候変動によるものであり、その原因とは関わりなく、変化する気候に対する自然及び人間システムの感度を示している。{1.3.2}

観測された気候変動の影響の証拠は自然システムにおいて最も強くかつ最も包括的に現れている。多くの地域において、降水量又は雪氷の融解の変化が水文システムを変化させ、量と質の面で水資源に影響を与えている(確信度が中程度)。陸域、淡水及び海洋の多くの生物種は、進行中の気候変動に対応して、その生息域、季節的活動、移動パターン、生息数及び生物種の相互作用を変移させている(確信度が高い)。人間システムに対する影響の一部も気候変動が原因として特定され、他の影響から区別可能な気候変動の影響を大なり小なり伴っている(図SPM.4)。広範囲にわたる地域や作物を網羅している多くの研究の評価によると、作物収量に対する気候変動の負の影響は、正の影響に比べてより一般的にみられる(確信度が高い)。海洋生物に対する海洋酸性化の影響の一部は、人為的影響に起因するとされている(確信度が中程度)。{1.3.2}

第4次評価報告書以降の入手可能な科学的文献に基づいて気候変動が原因であると特定された広範にわたる影響



図SPM.4: 第4次評価報告書以降の入手可能な研究に基づくと、ここ数十年におけるかなり多くの影響が、今では気候変動に原因特定されている。原因特定には、気候変動が果たす役割について定義された科学的証拠が必要である。気候変動に原因特定される追加的影響がこの地図上に示されていないが、そのような影響が起きていないことを意味するものではない。気候変動に起因する影響を裏付ける文献は知識基盤の拡大を反映しているが、文献は多くの地域、システム及びプロセスについて未だに限定的であり、データ及び研究におけるギャップを浮き彫りにしている。記号は、気候変動に起因する影響の項目を示しており、観測された影響に対する気候変動の相対的寄与度(大もしくは小)及び気候変動を原因として特定した確信度を示す。各記号は、第2作業部会報告書表SPMA1の1つあるいはそれ以上の事項を参照しており、関連する地域規模の影響をグループ化している。楕円中の数字は2001～2010年の間に公表された気候変動に関する文献の地域別の総数で、英語による文献を対象とするスコーパス文献データベースにおける表題、要旨またはキーワードで言及されている各国名に基づいている(2011年7月現在)。これらの数字は気候変動に関する入手可能な研究文献について地域間を比較する総合的尺度を与えているが、各地域における気候変動影響の原因特定を裏付ける公表文献数を示すものではない。文献を原因特定評価に含めるかどうかに関しては、第2作業部会報告書第18章で定義されているIPCCの科学的証拠の判定基準に従った。極域及び小島嶼に関する研究は隣接する大陸地域のもものと合わせて分類している。原因特定の解析で検討された公表文献は、第5次評価報告書の第2作業部会報告書で評価されたより広範に及ぶ文献に由来する。原因特定された影響に関する説明については、第2作業部会報告書の表SPMA1を参照されたい。[図1.11]

SPM 1.4 極端現象

1950年頃以降、多くの極端な気象及び気候現象の変化が観測されてきた。これらの変化の中には人為的影響と関連づけられるものもあり、その中には極端な低温の減少、極端な高温の増加、極端に高い潮位の増加、及び多くの地域における強い降水現象の回数の増加といった変化が含まれる。{1.4}

世界規模で、寒い日や寒い夜の日数が減少し、暑い日や暑い夜の日数が増加している可能性が非常に高い。ヨーロッパ、アジア、オーストラリア各地域の大部分で熱波の頻度が増加している可能性が高い。20世紀半ば以降において日別の極端な気温の頻度や程度の世界規模の変化が観測されていることに人為的な影響が寄与している可能性が非常に高い。いくつかの場所で人為的影響により熱波の発生確率が2倍以上になっている可能性が高い。観測されている温暖化により、いくつかの地域において暑熱に関連する人間の死亡率が増加し、寒さに関連する死亡率が減少していることの確信度は中程度である。{1.4}

陸域での強い降水現象の回数が増加している地域は、減少している地域よりも多い可能性が高い。いくつかの流域において、極端な降水と流量の増加傾向が最近検出されており、地域規模での洪水リスクが増大していることを示唆している（確信度が中程度）。主に平均海面水位が上昇した結果として、1970年以降、（例えば、高潮の時に経験するような）極端に高い潮位が増加している可能性が高い。{1.4}

熱波、干ばつ、洪水、低気圧^{訳注G}及び火災^{訳注H}といった最近の気候関連の極端現象の影響は、一部の生態系及び多くの人間システムが、現在の気候の変動性に対して深刻な脆弱性を持ち、曝露^{訳注I}されていることを明らかにしている（確信度が非常に高い）。

SPM 2. 将来の気候変動、リスク及び影響

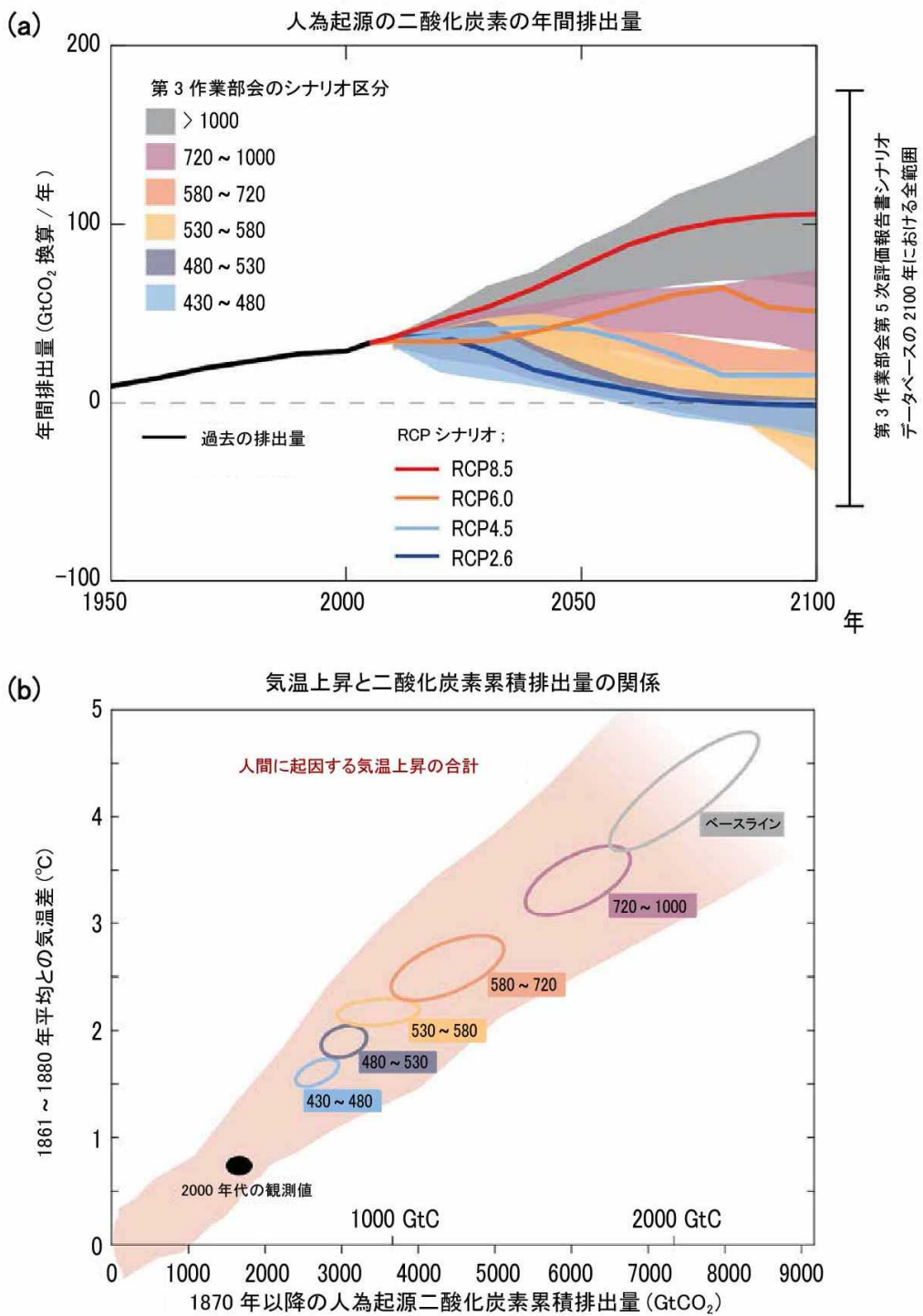
温室効果ガスの継続的な排出は、更なる温暖化と気候システムの全ての要素に長期にわたる変化をもたらし、それにより、人々や生態系にとって深刻で広範囲にわたる不可逆的な影響を生じる可能性が高まる。気候変動を抑制する場合には、温室効果ガスの排出を大幅かつ持続的に削減する必要があり、適応と合わせて実施することによって、気候変動のリスクの抑制が可能となるだろう。{2}

SPM 2.1 将来の気候の主要な駆動要因

21世紀終盤及びその後の世界平均の地表面の温暖化の大部分は二酸化炭素の累積排出量によって決められる。温室効果ガス排出量の予測は、社会経済発展と気候政策に依存し、広範にわたる。{2.1}

人為起源の温室効果ガス排出量は、人口規模、経済活動、生活様式、エネルギー利用、土地利用パターン、技術及び気候政策によって主に決定される。これらの要素に基づいて予測を行うにあたって用いられる「代表的濃度経路」（RCP）シナリオは、温室効果ガスの排出量及び大気中濃度、大気汚染物質の排出並びに土地利用についての21世紀の4つの異なる経路を表現している。RCPシナリオには、1つの厳しい緩和シナリオ（RCP2.6シナリオ）、2つの中間的シナリオ（RCP4.5シナリオ及びRCP6.0シナリオ）、1つの非常に高い温室効果ガス排出となるシナリオ（RCP8.5シナリオ）が含まれる。排出を抑制する追加的努力のないシナリオ（「ベースラインシナリオ」）は、RCP6.0シナリオからRCP8.5シナリオの範囲にわたる経路となる。RCP2.6シナリオは、工業化以前に対する世界平均の気温上昇を2°C未満に維持する可能性が高くなることを目指すシナリオを代表するものである（図SPM.5(a)）。4つのRCPシナリオの範囲は、第3作業部会で評価されたように、文献の中の広範にわたるシナリオと整合している⁵。{2.1, Box 2.2, 4.3}

⁵ 約3000のベースラインシナリオと約900の緩和シナリオが、2100年まで経過した時点での二酸化炭素換算濃度（CO₂-eq）で分類されている。二酸化炭素換算濃度は（ハロゲン化ガスと対流圏オゾンを含む）全ての温室効果ガス、エアロゾル、及びアルベド変化による強制力を含む。



図SPM.5:(a) 代表的濃度経路シナリオ(線)及び第3作業部会で用いられた関連するシナリオ区分における二酸化炭素単独の排出量(着色部分は5～95%の範囲)。第3作業部会のシナリオ区分は科学文献で公表された広範な排出シナリオをまとめたものであり、2100年における二酸化炭素換算の濃度水準(単位はppm)に基づいて定義されている。その他の温室効果ガス排出量の時系列は、Box 2.2 図11に示されている。(b) 世界の二酸化炭素排出量がある正味の累積値に到達した時点の世界平均地上気温の上昇を、様々な証拠をもとに、その累積合計値の関数としてデータをグラフに配置した結果。プルーム(煙流)状の着色域は、過去の排出量と2100年までの期間にわたる4つのRCPシナリオの排出量によって駆動された、様々な階層の気候-炭素循環モデルから得られる過去と将来予測の値の広がりを示し、利用できるモデル数の減少につれて色は薄くなる。楕円は、第3作業部会で使用されたシナリオ区分の下で簡易気候モデル(気候応答の中央値)から得られた、1870～2100年の二酸化炭素累積排出量に対する2100年における人為起源の全気温上昇量を示している。気温の観点における楕円の幅は二酸化炭素以外の気候駆動力が異なるシナリオの影響によって生じたものである。黒で塗りつぶされた楕円は、2005年までに観測された排出量に対する、観測された2000～2009年の10年間の気温を、不確実性とあわせて示したものである。[Box 2.2 図1, 図2.3]

複数の証拠は、RCPシナリオ及び第3作業部会で分析されたより広範にわたる緩和シナリオセットの両方において、2100年までの範囲では二酸化炭素累積排出量と予測される世界平均気温の変化量の間に、強固で、整合的で、ほぼ比例の関係があることを示している（図SPM.5(b)）。どの温暖化レベルでも、ある範囲内の二酸化炭素累積排出量と関連づけられ⁶、このため、例えば、それ以前の数十年でより多く排出すると、後の年代により少ない排出しかできないことが示唆される。{2.2.5, 表2.2}

複数モデルの結果によると、人為起源の全気温上昇を66%を超える確率で⁷1861～1880年平均と比べて2°C未満に抑える場合には、1870年以降の全ての人為起源の発生源からの二酸化炭素累積排出量を約2900 GtCO₂（二酸化炭素以外の駆動要因に応じて2550～3150 GtCO₂の幅がある）未満に留めることを要する。約1900 GtCO₂⁸が、2011年までにすでに排出されている。この他の状況については、表2.2を参照。{2.2.5}

SPM 2.2 気候システムにおいて予測される変化

SPM第2.2節における予測された変化は、特に明記しない限り、1986～2005年平均に対する2081～2100年平均の変化である。

地上気温は、評価された全ての排出シナリオにおいて21世紀にわたって上昇すると予測される。多くの地域で、熱波はより頻繁に発生しまたより長く続き、極端な降水がより強くまたより頻繁となる可能性が非常に高い。海洋では温暖化と酸性化、世界平均海面水位の上昇が続くだろう。{2.2}

将来の気候は、将来の人為起源の排出や自然の気候変動性のみならず、過去の人為起源の排出に起因する既に避けられない温暖化にも依存する。2016～2035年における世界平均地上気温の1986～2005年平均に対する変化は、4つのRCPシナリオで類似しており、0.3～0.7°Cの間である可能性が高い（確信度が中程度）。これについては、大規模な火山噴火又はいくつかの自然発生源（例えば、メタンや一酸化二窒素）における変化がないこと、あるいは全太陽放射照度の予期せぬ変化がないことを仮定している。21世紀半ばまでには、予測される気候変動の大きさは、どのシナリオを選択するかによって、かなりの影響を受けることとなる。{2.2.1, 表2.1}

1850～1900年平均と比較した⁹21世紀末（2081～2100年）における世界平均地上気温の変化は、RCP4.5シナリオ、RCP6.0シナリオ、RCP8.5シナリオでは1.5°Cを上回って上昇する可能性が高い（確信度が高い）。RCP6.0シナリオ、RCP8.5シナリオでは2°Cを上回って上昇する可能性が高く（確信度が高い）、RCP4.5シナリオではどちらかと言えば2°Cを上回るが（確信度が中程度）、RCP2.6では2°Cを超える可能性は低い（確信度が中程度）。{2.2.1}

21世紀末（2081～2100年）までの世界平均地上気温の1986～2005年平均に対する上昇量は、RCP2.6シナリオでは0.3～1.7°C、RCP4.5シナリオでは1.1～2.6°C、RCP6.0シナリオでは1.4～3.1°C、RCP8.5シナリオでは2.6～4.8°Cの範囲に入る可能性が高い⁹。北極域は世界平均より速く温暖化し続けるだろう（図SPM.6(a), 図SPM.7(a)）。{2.2.1, 図2.1, 図2.2, 表2.1}

世界平均地上気温が上昇するにつれて、ほとんどの陸域で日々及び季節の時間スケールで極端な高温がより

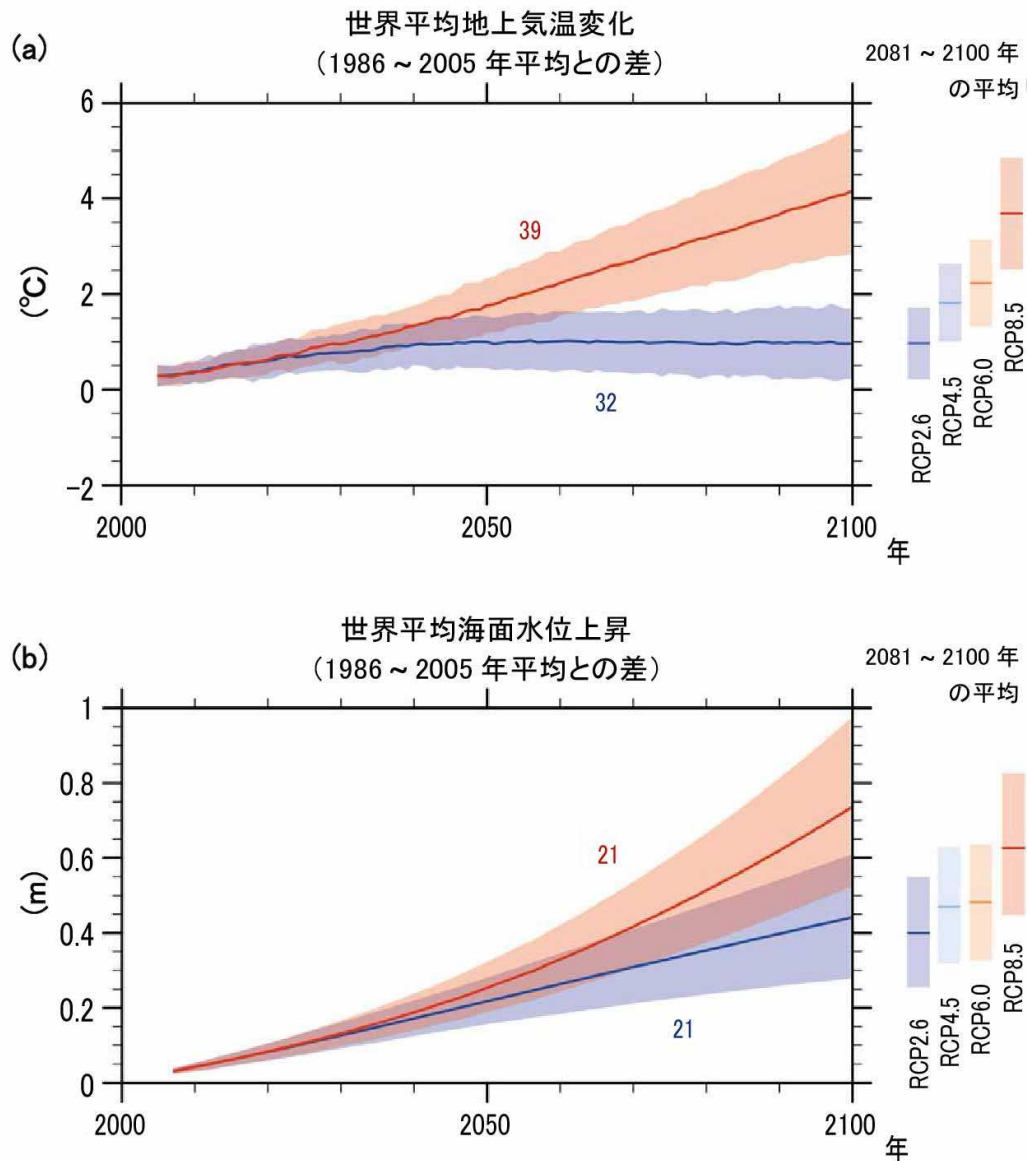
⁶ この二酸化炭素排出量の範囲の定量化には、二酸化炭素以外の駆動要因も考慮する必要がある。

⁷ 50%を超える及び33%を超える確率で気温上昇を2°Cに抑えることに相当する数値は、それぞれ3000 GtCO₂（2900～3200 GtCO₂の範囲）及び3300 GtCO₂（2950～3800 GtCO₂の範囲）である。気温の限度をより高く又はより低くすると、累積排出量はそれぞれより多く又はより少なくなる。

⁸ これは、66%を超える確率で気温上昇を2°C未満に抑える場合の総量2900 GtCO₂の約3分の2、50%を超える確率で気温上昇を2°C未満に抑える場合の総量3000 GtCO₂の約63%、33%を超える確率で温暖化を2°C未満に抑える場合の総量3300 GtCO₂の約58%に相当する。

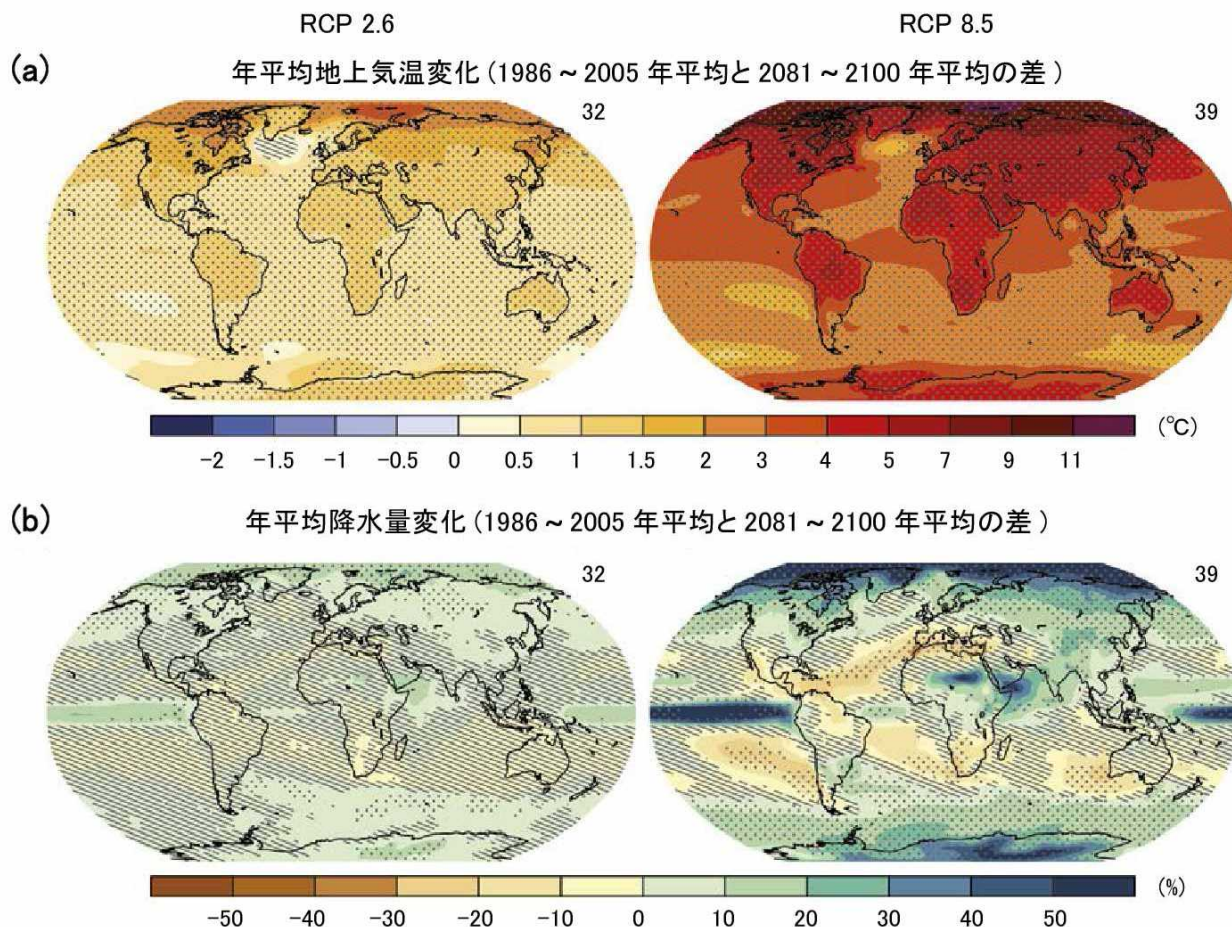
⁹ 1986～2005年の期間は、1850～1900年と比べて、約0.61 [0.55～0.67] °C気温が上昇している。{2.2.1}

頻繁になり、極端な低温が減少することはほぼ確実である。熱波の頻度が増加し、より長く続く可能性が非常に高い。たまに起こる冬季の極端な低温は引き続き発生するだろう。{2.2.1}



図SPM.6: 複数のモデルのシミュレーションによる2006~2100年の世界平均地上気温の変化(a) 及び世界平均海面水位上昇¹⁰ (b)。全て1986~2005年の平均を基準とした変化である。予測値及びその不確実性(陰影)の時系列を、RCP2.6(青)及び RCP8.5(赤)の2つのシナリオについて示した。2081~2100年の期間の平均値とその不確実性は、全てのRCPシナリオについて各図の右側に色つきの縦棒で示した。複数モデル平均を計算するのに使用された第5期結合モデル相互比較計画(CMIP5)のモデルの数を図中に示してある。[22, 図2.1]

¹⁰ (観測、物理的理解及びモデリングから得られる) 現在の理解に基づくと、世界平均海面水位の上昇が21世紀において可能性の高い予測幅を大幅に超えて引き起こされ得るのは、南極氷床の海洋を基部とする部分の崩壊が始まった場合のみである。この追加的な寄与による、21世紀中の海面水位上昇が数十cmを超えない確信度は中程度である。



図SPM.7: RCP2.6(左)と RCP8.5(右)のシナリオについて、複数のモデルによる予測を平均した1986～2005年平均に対する2081～2100年平均の年平均地上気温の変化(a)及び年平均降水量の変化(b)。それぞれの図の右上隅に、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。点描影(ドット)は予測された変化が自然起源の内部変動性に比べて大きく、かつ少なくとも90%のモデルが同じ符号の変化をしている領域であることを示す。網掛け(斜線部)は、予測された変化量が自然起源の内部変動性の1標準偏差未満である領域である。{2.2, 図2.2}

降水量の変化は一樣ではないだろう。高緯度域と太平洋赤道域では、RCP8.5シナリオにおいて年平均降水量が増加する可能性が高い。RCP8.5シナリオにおいて、中緯度と亜熱帯の乾燥地域の多くでは年平均降水量が減少する可能性が高く、一方、多くの中緯度の湿潤地域では年平均降水量が増加する可能性が高い(図SPM.7(b))。中緯度の陸域の大部分と湿潤な熱帯域において、極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高い。{2.2.2, 図2.2}

21世紀の間、世界全体で海洋は昇温し続け、最大の昇温は熱帯域と北半球亜熱帯域の海面において予測されている(図SPM.7(a))。{2.2.3, 図2.2}

地球システムモデルは全てのRCPシナリオにおいて21世紀末までに海洋酸性化が世界的に進行することを予測しており、RCP2.6シナリオでは今世紀半ば以降にゆっくりと回復する。海面のpHの低下量の幅は、RCP2.6シナリオで0.06～0.07(酸性度で15～17%増)、RCP4.5シナリオで0.14～0.15(酸性度で38～41%増)、RCP6.0シナリオで0.20～0.21(酸性度で58～62%増)、RCP8.5シナリオで0.30～0.32(酸性度で100～109%増)である。{2.2.4, 図2.1}

全てのRCPシナリオにおいて北極域の海水面積は通年で減少すると予測されている。RCP8.5シナリオでは今

世紀半ばまでに夏季の海氷面積が最小となる9月の北極海で海氷がほとんど存在しない状態¹¹となる可能性が高い（確信度が中程度）¹²。{2.2.3, 図2.1}

世界平均地上気温の上昇に伴い、北半球高緯度における地表付近の永久凍土面積が減少することはほぼ確実であり、地表付近（上部3.5 m）の永久凍土面積は複数モデル平均で37%（RCP2.6シナリオ）から81%（RCP8.5シナリオ）減少すると予測されている（確信度が中程度）。{2.2.3}

南極大陸周辺の氷河（及びグリーンランドと南極の氷床）を除いた世界の氷河体積は、RCP2.6シナリオでは15～55%、RCP8.5シナリオでは35～85%減少すると予測されている（確信度が中程度）。{2.2.3}

第4次評価報告書以降、海面水位変化の理解と予測は著しく向上した。21世紀の間、世界平均海面水位は上昇しつづけ、1971～2010年の期間に観測された上昇率を超える可能性が非常に高い。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シナリオで0.26～0.55 m、RCP8.5シナリオで0.45～0.82 mの範囲となる可能性が高い（確信度が中程度）¹⁰（図SPM.6(b)）。海面水位上昇は地域によって一様ではないだろう。21世紀末までに、海洋面積の約95%以上で海面水位が上昇する可能性が非常に高い。世界の海岸線の約70%で、世界平均の±20%以内の大きさの海面水位変化が起こると予測されている。{2.2.3}

SPM 2.3 変化する気候に起因する将来のリスクと影響

気候変動は、既存のリスクを増幅し、自然及び人間システムにとって新たなリスクを引き起こすだろう。リスクは偏在しており、どのような開発水準にある国々においても、おしなべて、恵まれない境遇にある人々やコミュニティに対してより大きくなる。{2.3}

気候に関連した影響のリスクは、気候に関連するハザード（災害外力）（危険な事象や傾向などを含む）と、適応する能力を含む人間及び自然システムの脆弱性や曝露ととの相互作用の結果もたらされる^{訳註}。気候システムにおける温暖化や他の変化の速度や程度の増加は、海洋酸性化とともに、深刻で、広範囲にわたり、場合によっては不可逆的な悪影響を起こすリスクを増大させる。個々の地域で特に関連のあるリスクもあれば（図SPM.8）、全世界的なものもある。将来の気候変動影響の全般的なリスクは、海洋酸性化も含めた気候変動の速度や程度を抑えることによって低減できる。急激で不可逆的な変化の誘因となるのに十分な気候変動の正確な水準は不確実なままであるが、そのようなしきい値を超えることに関連するリスクは、気温上昇に伴って増加する（確信度が中程度）。リスク評価については、発生確率は低くとも大規模な影響を伴うものも含め、できる限り広範な影響について評価を行うことが重要である。{1.5, 2.3, 2.4, 3.3, 序Box 1, Box 2.3, Box 2.4}

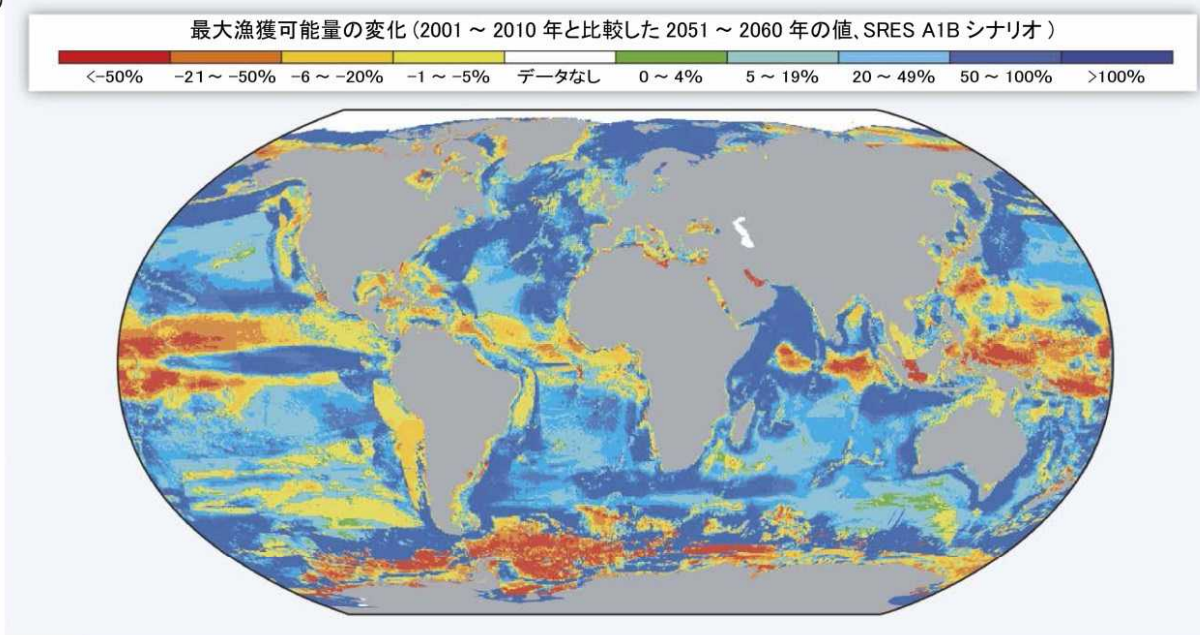
21世紀中及びその後の気候変動により、特に他のストレス要因と気候変動が相互作用する場合には、多くの生物種が絶滅リスクの増大に直面する（確信度が高い）。ほとんどの植物種は、ほとんどの地形において気候変動の現在及び速いと予測される気候変動の速度に十分に対応して、その種の生息域を自然に転換することができない。ほとんどの小型哺乳類や淡水軟体動物は、今世紀中にRCP4.5及びそれ以上のシナリオでの平地において予測される速度についていくことができなくなる（確信度が高い）。現在の人為起源の気候変動よりも遅い速度の世界的な自然起源の気候変動が過去数百万年の間に重大な生態系の遷移や生物種の絶滅をもたらしたという所見により、将来のリスクが高いことが示されている。海洋生物は、極端な海水温の上昇によって悪化する関連リスクとともに（確信度が中程度）、酸素レベルの低下並びに海洋酸性化の進行の速さ及びその大きさに徐々に直面するようになるだろう（確信度が高い）。サンゴ礁や極域の生態系は極めて

¹¹ 海氷面積が少なくとも5年連続で百万km²未満である場合をいう。

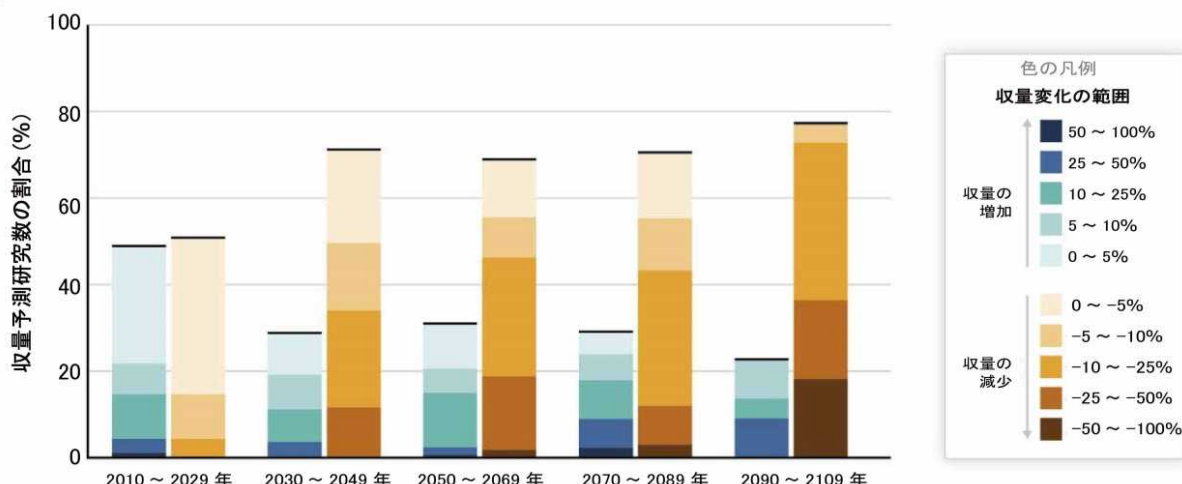
¹² 北極域の海氷面積について、その気候学的な平均状態と1979～2012年の変化傾向を現実にかかなり近く再現したモデルによる評価に基づく。

気候変動は食料生産にリスクをもたらす

(A)



(B)



図SPM.9: (A) およそ1000種の魚類及び無脊椎動物の最大漁獲可能量の世界分布変化予測。予測は、乱獲又は海洋酸性化の潜在的影響分析は行わず、中程度から高い程度に温暖化するシナリオ下で単一の気候モデルに基づく海洋の状態を使用して、2001~2010年と2051~2060年の10年平均を比較した。(B) 21世紀の気候変動による作物収量(大部分はコムギ、トウモロコシ、米及び大豆)の変化予測の図表化。各期間のデータはそれぞれ合計100%となっており、収量の増加及び減少を示す予測数をパーセンテージで示している。図中の予測(1090のデータ点に基づく)には、異なる排出シナリオ、熱帯及び温帯地域、並びに適応が有るケースと無いケースが併せて含まれている。作物収量の変化は20世紀終盤の水準を基準にしている。[図2.6.a, 図2.7]

今世紀半ばまでに、予測される気候変動は主に既存の健康上の問題を悪化させることで人間の健康に影響を与えるだろう(確信度が非常に高い)。21世紀を通じて、気候変動は、それが無いベースラインと比較して、多くの地域、特に低所得の開発途上国において、健康被害の増大をもたらすと予想される(確信度が高い)。RCP8.5シナリオでは、2100年までに一部の地域では年間のある時期に高温かつ多湿となることが、農作業や野外労働などの通常の人間活動の障害となると予測されている(確信度が高い)。{2.3.2}

都市域では、気候変動は、暑熱ストレス、暴風雨及び極端な降水、内陸部や沿岸域の氾濫、地すべり、大気汚染、干ばつ、水不足、海面水位上昇及び高潮などによる、人々、資産、経済及び生態系にとってのリスク

を増大させると予測されている（確信度が非常に高い）。不可欠なインフラやサービスが欠如している人々、又は危険にさらされた地域に暮らす人々にとっては、これらのリスクが増幅する。{2.3.2}

農村域は、世界全体での食料及び非食料作物の生産地域の移転など、水の利用可能性及び供給、食料安全保障、インフラ、並びに農業所得に大きな影響があると予想されている（確信度が高い）。{2.3.2}

総計した経済損失は、気温上昇に伴い拡大するが（証拠が限定的、見解一致度が高い）、気候変動による世界経済への影響は現時点では予測困難である。貧困の観点では、気候変動の影響により経済成長が減速し、貧困削減がより困難となり、食料安全保障がさらにむしばまれると予測される。そして、既存の貧困の罨^註は長引き、新たな貧困の罨は特に都市域や新たな飢餓のホットスポット^註において作り出されると予測される（確信度が中程度）。国家間貿易や国際関係のような国際的次元も地域規模の気候変動リスクの理解にとって重要である。{2.3.2}

気候変動によって、人々の強制移転が増加すると予測されている（証拠が中程度、見解一致度が高い）。特に低所得の開発途上国で、計画的移住のための資金が不足している人々は、極端な気象現象により高度に危険にさらされる。気候変動は、貧困や経済的打撃といったすでに十分に報告が存在する暴力的紛争の駆動要因を増幅させることによって、暴力的紛争のリスクを間接的に増大させる（確信度が中程度）。{2.3.2}

SPM 2.4 2100年以降の気候変動、不可逆性及び急激な変化

気候変動の多くの特徴及び関連する影響は、たとえ温室効果ガスの人為的な排出が停止したとしても、何世紀にもわたって持続するだろう。急激あるいは不可逆的な変化のリスクは、温暖化の程度が大きくなるにつれて増大する。{2.4}

RCP2.6シナリオを除く全てのRCPシナリオにおいて、昇温は2100年以降も持続するだろう。人為的な二酸化炭素の正味の排出が完全に停止した後も、数世紀にわたって、地上気温は高いレベルでほぼ一定のままとどまるだろう。二酸化炭素の排出に起因する人為的な気候変動の大部分は、大気中から二酸化炭素の正味の除去を大規模に継続して行う場合を除いて、数百年から千年規模の時間スケールで不可逆的である。{2.4, 図2.8}

世界平均地上気温の安定化は、気候システムの全ての側面での安定化を意味していない。生物群の移行、土壌炭素、氷床、海洋の温度及び関連する海面水位上昇は、全て独自の内因的な長期の時間スケールを有しており、世界地上気温が安定した後、数百年から数千年にわたり継続する変化をもたらすだろう。{2.1, 2.4}

二酸化炭素の排出が続くならば、海洋酸性化が数世紀にわたって進行し、海洋生態系に強く影響することの確信度は高い。{2.4}

世界平均の海面水位上昇が、2100年以降数世紀にわたって継続することはほぼ確実であり、その上昇量は将来の温室効果ガスの排出量に依存する。千年あるいは更に長期間にわたるグリーンランド氷床の消失と、それに関連する7 mに達する海面水位上昇をもたらすしきい値は、工業化以前に対する世界平均気温の上昇量で約1°Cより大きく（確信度が低い）、約4°Cより小さい（確信度が中程度）。南極の氷床の急激かつ不可逆的な氷の損失が起こる可能性はあるが、現在の証拠と理解は定量的な評価を行うには不十分である。{2.4}

中程度から高い排出シナリオに伴う気候変動の程度や速度は、海洋、陸域、及び湿地を含む淡水域の生態系の構成、構造及び機能において、急激で不可逆的な地域規模の変化が起こるリスクを増大させる（確信度が中程度）。世界平均気温の上昇が続くと、永久凍土面積が減少することはほぼ確実である。{2.4}

SPM 3. 適応、緩和及び持続可能な開発に向けた将来経路

適応及び緩和は、気候変動のリスクを低減し管理するための相互補完的な戦略である。今後数十年間の大幅な排出削減は、21世紀とそれ以降の気候リスクを低減し、効果的に適応する見通しを高め、長期的な緩和費用と課題を減らし、持続可能な開発のための気候にレジリエントな（強靱な）経路に貢献することができる。*{3.2, 3.3, 3.4}*

SPM 3.1 気候変動に関する意思決定の基礎

気候変動とその影響を抑制する効果的な意思決定のための情報は、ガバナンス^{註M}、倫理的側面、衡平性、価値判断、経済的評価、リスクや不確実性に対する多様な認識や対応の重要性を認識しつつ、予想されるリスクや便益を評価する幅広い分析的アプローチを行うことにより提供される。*{3.1}*

持続可能な開発と衡平性が、気候政策の評価の基礎である。気候変動の影響を抑えることが、貧困の撲滅を含む持続可能な開発及び衡平性の達成に必要である。各国が過去及び将来に、大気中の温室効果ガスの蓄積に対してどれだけ寄与しているかはそれぞれ異なる。また、各国は異なる課題及び状況に直面しており、緩和や適応の政策の実行能力にも差がある。緩和及び適応は、衡平性、正当性、及び公正についての課題を提起する。気候変動に対して最も脆弱な国の多くは、温室効果ガスの排出にこれまでも現在もほとんど寄与していない。緩和を遅延させると、現在から将来へ負荷が先送りされるし、顕在化しつつある影響に対する不十分な適応対応により、持続可能な開発の基盤が既にむしばまれてきている。持続可能な開発と整合した気候変動に対応する包括的戦略は、適応及び緩和双方の選択肢から生じる可能性のあるコベネフィット^{註N}、負の副次効果、及びリスクを考慮するものである。*{3.1, 3.5, Box 3.4}*

気候政策の設計は個人や組織がリスクと不確実性をどのように受け止め、考慮するかにより影響される。意思決定を支援するものとして、経済的、社会的、倫理的分析による評価手法が利用可能である。それらの手法は、発生確率は低いが大きな影響をもたらす結果も含め、広範囲にわたって起こりうる影響を考慮することができる。しかし、それらの手法では、緩和、適応、気候の残存影響の間に単一の最良バランスを特定することはできない。*{3.1}*

温室効果ガスのほとんどは長期にわたって蓄積して世界中に広がり、またあらゆる主体（例えば個人、共同体、会社、国）からの排出が他の主体に影響を及ぼすことから、気候変動は世界的な集合行為問題^{註O}という性質を有している。各主体が、各々の関心事を個々に進めていては、効果的な緩和は達成されない。したがって、温室効果ガスの排出を効果的に緩和し、その他の気候変動問題に対処するためには、国際協力を含む協調的な対応が必要である。適応の効果は、国際協力を含むあらゆる層にわたる相互補完的な行動を通じて強化されうる。結果を衡平に見えるようにすることで、より効果的な協力が得られることを示唆する証拠がある。*{3.1}*

SPM 3.2 緩和及び適応によって低減される気候変動リスク

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が、深刻で広範にわたる不可逆的な影響を世界全体にもたらすリスクは、高い～非常に高い水準に達するだろう（確信度が高い）。緩和はコベネフィット及び負の副次効果によるリスクの両方がある程度まで伴うが、これらのリスクは気候変動による深刻で広範にわたる不可逆的な影響と同程度のリスクの可能性を伴うものではなく、近い将来の緩和努力による便益を増加させる。{3.2, 3.4}

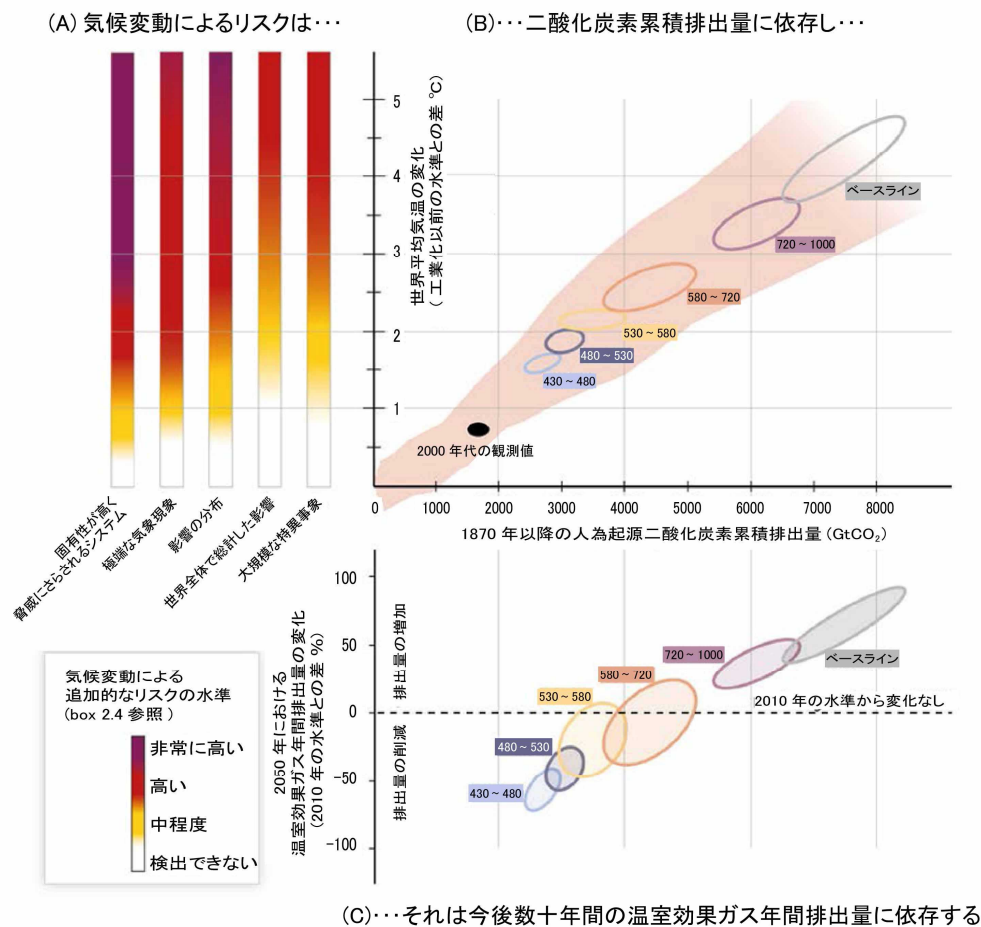
緩和及び適応は、異なる時間スケールにわたる気候変動の影響のリスクを低減するための相互補完的なアプローチである（確信度が高い）。近い将来及び今世紀を通じて、緩和は21世紀後半の数十年及びそれ以降の気候変動の影響を大幅に縮小しうる。適応からの便益は、現在のリスクへの対処においてすでに実現されており、将来においても新たなリスクへの対処において実現されうる。{3.2, 4.5}

5つの懸念材料（RFC）は、気候変動リスクを総計し、各分野や地域にわたる人々、経済、生態系についての温暖化及び適応の限界の意味するところを明示している。5つのRFCは、(1) 固有性が高く脅威にさらされるシステム、(2) 極端な気象現象、(3) 影響の分布^{訳注}、(4) 世界全体で総計した影響、及び(5) 大規模な特異事象に関連している。本報告書では、RFCは、UNFCCC第2条に関連する情報を提供している。{Box 2.4}

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が、深刻で広範にわたる不可逆的な影響を世界全体にもたらすリスクは、高い～非常に高い水準に達するだろう（確信度が高い）（図SPM.10）。追加的な緩和努力がない場合のほとんどのシナリオ（2100年の大気濃度が1000 ppm CO₂換算を超えるもの）では、気温の上昇は、2100年までにどちらかといえば工業化以前と比べて4°Cを超える可能性が高い。4°C又はそれ以上の気温となることに関連づけられるリスクには、かなりの生物種の絶滅、世界的及び地域的な食料不安、結果として起こる通常の間人活動に対する制約、いくつかの場合には適応の可能性が限られることが含まれる（確信度が高い）。気候変動のリスクのうち、固有性が高く脅威にさらされるシステムに対するリスクや極端な気象現象に関係づけられるリスクは、工業化以前と比べて1°Cから2°C高い気温で中程度から高いものとなる。{2.3, 図2.5, 3.2, 3.4, 表SPM.1}

今後数十年にわたり温室効果ガス排出の大幅な削減を行えば、21世紀後半及びそれ以降における温暖化を抑制することによって気候変動のリスクを大幅に低減することができる。二酸化炭素の累積排出量が、21世紀終盤までとそれ以降の世界の平均地表気温上昇の大部分を決定づける。懸念材料にわたるリスクを抑制することは、二酸化炭素累積排出量の制限を意味する。そのような制限をする場合には、世界全体の正味の二酸化炭素排出量を最終的にゼロまで削減することを要し、今後数十年にわたる年間排出量を制限することになるであろう（図SPM.10）（確信度が高い）。しかし、たとえ緩和や適応が実施されても、気候被害による一部のリスクは不可避である。{2.2.5, 3.2, 3.4}

緩和はある程度までコベネフィットやリスクを伴うが、これらのリスクは気候変動による深刻で広範にわたる不可逆的な影響と同程度のリスクの可能性を伴うものではない。経済及び気候システムにおける慣性や気候変動がもたらす不可逆的な影響の可能性は、近い将来の緩和努力による便益を増加させる（確信度が高い）。追加的緩和の遅延あるいは技術的選択肢の制約は、所与の水準に気候変動リスクをとどめておくための長期的な緩和費用を増大させる（表SPM.2）。{3.2, 3.4}



図SPM.10: 気候変動によるリスク、気温の変化、二酸化炭素累積排出量及び2050年までの温室効果ガス年間排出量変化の間の関係。懸念材料におけるリスク(A)を抑えることは、将来の二酸化炭素累積排出量を抑え(B)、これから先数十年にわたる温室効果ガスの年間排出量を抑制する(C)ことを意味する。(A)は5つの懸念材料/Box 2.4を再掲している。(B)は、気温の変化を1870年以降の二酸化炭素累積排出量(単位: GtCO₂)と関係づけている。この関係は、CMIP5シミュレーション(ピンクのプルーム)及びベースラインと5つの緩和シナリオ区分(6つの楕円)に対する簡易気候モデル(2100年時点の気候応答の中央値)に基づく。詳細は図SPM.5に示されている。(C)はシナリオ区分ごとの二酸化炭素累積排出量(GtCO₂)とそれらに対応する2050年までの温室効果ガス年間排出量の2010年水準を基準としたパーセンテージの変化(GtCO₂換算/年でのパーセント)との関係である。楕円は(B)と同じシナリオ区分に対応し、同じ手法で作成されている(詳細は図SPM.5を参照)。(図3.1)

SPM 3.3 適応経路の特徴

適応は気候変動影響のリスクを低減できるが、特に気候変動の程度がより大きく、速度がより速い場合には、その有効性には限界がある。より長期的な視点を持つことで、持続可能な開発の文脈においては、より多くの適応策を直ちに実行することが、将来の選択肢と備えを強化することにもなる可能性を高める。{3.3}

適応は、現在及び将来における人々の福祉、資産の安全保障、及び生態系の財、機能ならびにサービスの維持に貢献しうる。適応は場所や状況に特有のものである（確信度が高い）。将来の気候変動への適応に向けた第一歩は、現在の気候の変動に対する脆弱性や曝露を低減することである（確信度が高い）。政策設計を含む計画立案や意思決定に適応を統合することは、開発と災害リスク低減の相乗効果を促進しうる。適応能力の構築は、適応選択肢の効果的な選定や実施に不可欠である（証拠が確実、見解一致度が高い）。{3.3}

適応の計画立案と実施は、個人から政府まで、あらゆる層にわたる相互補完的な行動を通じて強化される（確信度が高い）。各国政府は、例えば、脆弱なグループの保護、経済多角化の支援、そして情報、政策及び法的枠組み、並びに財政支援の提供を通じて、地方公共団体及び準国家政府による適応努力がうまく機能するよう組織立てることができる（証拠が確実、見解一致度が高い）。地方公共団体や民間部門は、コミュニティ、家庭及び市民社会における適応策の規模の拡大や、リスクに関する情報や資金調達のマネジメントという役割があり、適応策を進展させるためにますます必要不可欠であると認識されている（証拠が中程度、見解一致度が高い）。{3.3}

全てのガバナンスレベルにおける適応策の計画立案と実施は、社会的価値基準、目的及びリスク認識に左右される（確信度が高い）。多様な利害、状況、社会文化的背景及び期待を認識することが意思決定の過程に便益をもたらす。先住民の地域固有の伝統的知識体系や慣行は、コミュニティや環境に対する先住民の全体的視野も含め、気候変動への適応のために大きな手助けとなるが、これらは既存の適応の取組において一貫して利用されてきたわけではない。既存の慣行にそのような形態の知識を統合することによって適応策の有効性は向上する。{3.3}

様々な制約がはたらいて、適応策の計画立案と実施が妨げられる可能性がある（確信度が高い）。実施上のよくある制約は、財政的及び人的資源が限られること、ガバナンスの統合や調整が限られること、予測される影響に関して不確実性があること、リスク認識が異なること、価値の競合、主要な適応の指導者や主唱者の不在、そして適応の有効性をモニタリングする手段が限られていることなどから生じる。他にも、研究、モニタリング及び観測、そしてそれらを維持する資金が不十分という制約もある。{3.3}

気候変動がより速い速度やより大きな程度になると、適応の限界を超える可能性が高まる（確信度が高い）。適応の限界は、気候変動と生物物理及び社会経済のいずれかあるいは両方の制約との間の相互作用から生じる。さらに、不十分な計画立案又は実施、短期的成果の過度な強調、又は結果を十分に予見しないことにより、将来における対象グループの脆弱性又は曝露、もしくはその他の人々、場所又は分野の脆弱性を増大させ、適応の失敗をもたらす（証拠が中程度、見解一致度が高い）。社会的過程としての適応の複雑性を過小評価すると、意図した適応策の成果を達成する予想が非現実的なものになりかねない。{3.3}

緩和と適応の間や異なる適応策の間には、重大なコベネフィット、相乗効果及びトレードオフが存在し、相互作用は地域内及び地域をまたいで起こる（確信度が非常に高い）。気候変動を緩和しそれに適応する努力の増加は、特に、水、エネルギー、土地利用そして生物多様性の間の共通部分において、ますます相互作用が複雑化することを意味するが、それらの相互作用を理解し、マネジメントするための手法は依然として限られている。コベネフィットを伴う行動事例として、(i) エネルギー効率の向上とエネルギー源をよりクリーンにすることが、健康を害し気候を変える大気汚染物質の排出削減につながることで、(ii) 都市の緑化や水の再利用を通じて、都市域におけるエネルギーや水の消費量が削減されること、(iii) 持続可能な農業と林業、そして(iv) 炭素貯蔵やその他の生態系サービスのために生態系を保護することがあげられる。{3.3}

経済的、社会的、技術的及び政治的な意思決定や行動における変革により、適応を強化し、持続可能な開発を推進することができる（確信度が高い）。国家レベルで変革が最も効果的となるのは、国の事情や優先順位に応じて持続可能な開発を達成するその国自体の構想や手法をその変革が反映する場合と考えられる。変革的な変化を考慮せずに、徐々に増大する変化に対する適応的対応を既存システム及び体制に限定すると、コストや損失が増大し、機会を逃す可能性がある。変革的適応を計画し実施することで、強化され、改変され又は方向づけられたパラダイムを反映することができ、将来に向けた様々な目標やビジョンを折合いをつけて調整し、できる限り衡平で倫理的な意義に向けて取り組もうとするガバナンス体制に対する新たな要求を増大させる可能性がある。その適応の経路は反復的な学習、審議過程及び技術革新によって強化される。{3.3}

SPM 3.4 緩和経路の特徴

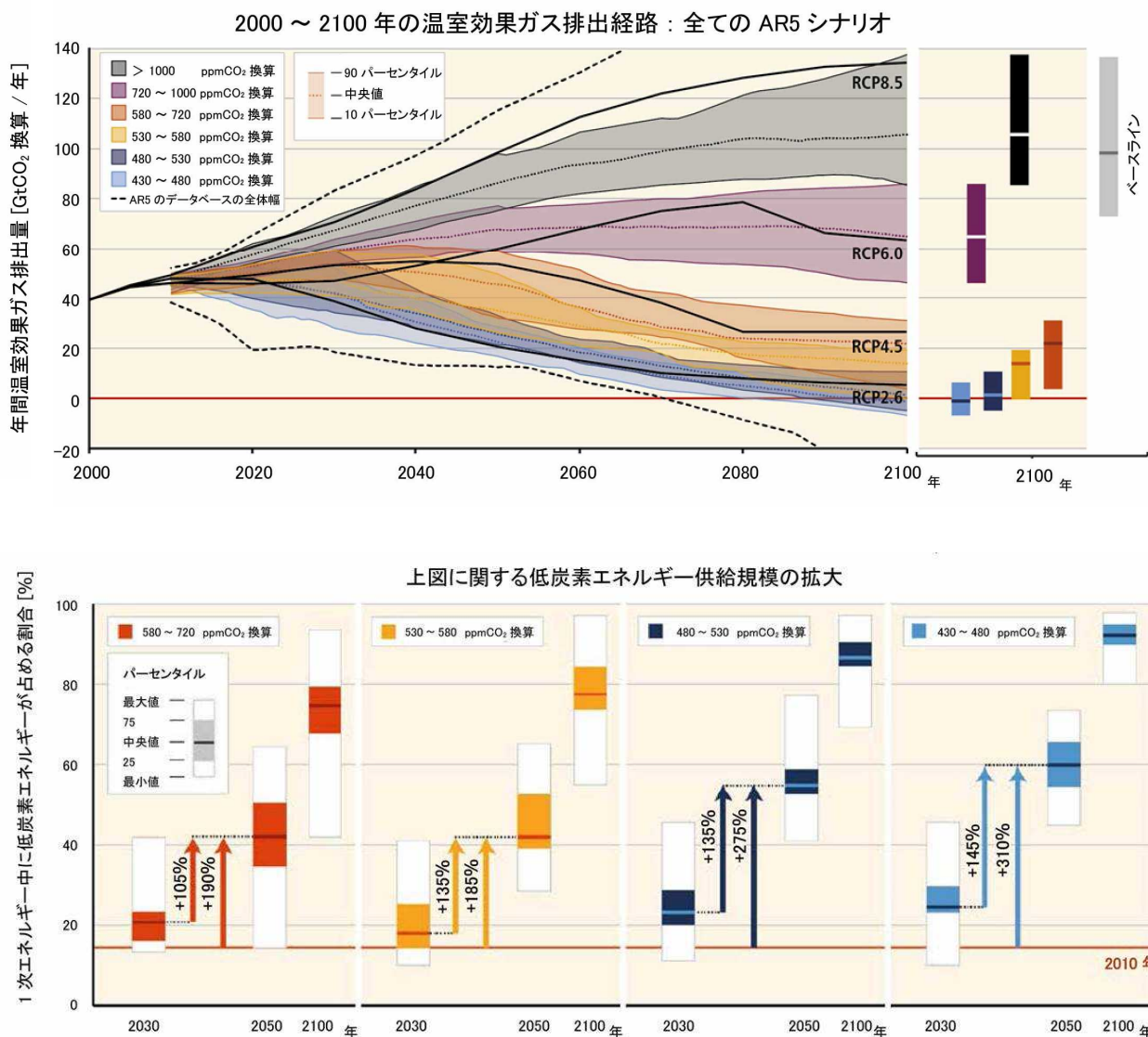
工業化以前と比べて温暖化を 2°C未満に抑制する可能性が高い 緩和経路は複数ある。これらの経路の場合には、二酸化炭素及びその他の長寿命温室効果ガスについて、今後数十年間にわたり大幅に排出を削減し、21世紀末までに排出をほぼゼロにすることを要するであろう。そのような削減の実施は、かなりの技術的、経済的、社会的、制度的課題を提起し、それらの課題は、追加的緩和の遅延や鍵となる技術が利用できない場合に増大する。より低い又はより高い水準に温暖化を抑制する場合も同様の課題を抱えているが、時間尺度が異なる。*{3.4}*

温室効果ガスの排出を削減する努力を現在行われているものに上乗せしないと、世界の人口増加と経済活動の成長が駆動要因となって、世界全体の排出量の増大はいつまでも続く予測される。追加的な緩和措置を含まないベースラインシナリオでは、2100年における世界平均地上気温は、気候応答の中央値によれば1850～1900年平均を3.7～4.8°C上回る範囲で上昇する。気候の不確実性（5～95パーセンタイルの範囲）を考慮すると2.5～7.8°Cの範囲になる（確信度が高い）。*{3.4}*

温室効果ガス濃度が2100年に約450 ppm CO₂換算又はそれ以下となる排出シナリオは、工業化以前の水準に対する気温上昇を21世紀にわたって2°C未満に維持できる可能性が高い¹⁵。これらのシナリオは、世界全体の人為起源の温室効果ガス排出量が2050年までに2010年と比べて40～70%削減され¹⁶、2100年には排出水準がほぼゼロ又はそれ以下になるという特徴がある。2100年までに約500 ppm CO₂換算の濃度水準に達する緩和シナリオでは、約530 ppm CO₂換算の濃度水準を2100年以前に一時的にオーバーシュート^{註10}しない限り、2°C未満に気温変化を抑えることができる可能性はどちらかといえば高く、オーバーシュートする場合には同一目標を達成する可能性はどちらも同程度である。これらの（オーバーシュートする場合の）500 ppm CO₂換算に達するシナリオでは、2050年の世界全体の排出水準が2010年に比べて25～55%低い。2050年により高い排出となるシナリオは、今世紀半ば以降に二酸化炭素除去（CDR）^{註11}技術に大きく依存するという特徴がある（逆の場合も同じ）。工業化以前と比べて3°Cの気温上昇に制限する可能性が高い経路は、気温上昇を2°Cに制限するものに比べそれほど急激な排出削減にはならない。2100年までに気温上昇を1.5°C未満に抑制する可能性がどちらかといえば高いシナリオは、限られた数の研究によってのみ検討されている。これらのシナリオでは、2100年までに濃度が430 ppm CO₂換算未満となり、2050年の排出削減量は、2010年の70～95%の間となるという特徴がある。排出シナリオ、温室効果ガスの濃度及びその濃度によりある範囲の気温水準未満に気温上昇が維持される可能性の特徴に関する包括的概要については、表SPM.1を参照。*{図SPM.11, 3.4, 表SPM.1}*

¹⁵ ちなみに、2011年の二酸化炭素換算濃度は430 ppm（不確実性の範囲は340～520 ppm）と推定されている。

¹⁶ この範囲は、第4次評価報告書における同様の濃度区分に対する範囲とは異なっている（二酸化炭素のみでは2000年より50～85%小さい）。この差の理由には、本報告書が第4次評価報告書より大幅に多い数のシナリオを評価していること、及び、全ての温室効果ガスを対象としていることがあげられる。加えて、新しいシナリオの大部分は二酸化炭素除去（CDR）技術（下記参照）を含んでいる。他の要因としては安定化水準の代わりに2100年濃度水準を利用したこと、参照年が2000年から2010年に移行したことがあげられる。



図SPM.11: ベースライン及び異なる長期濃度水準の緩和シナリオにおける世界の温室効果ガス排出量 (GtCO₂換算/年) (上図)、及び緩和シナリオにおいてそれらに関連づけられる2030年、2050年、2100年時点での2010年比でみた低炭素エネルギー拡大必要量 (1次エネルギー全体に占める割合%) (下図)。[図3.2]

注意:

上記の図SPM.11は、IPCC公式ウェブサイトにおいて

2015年3月18日に公開された正誤表 (http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/docs/error_corrections_in_approved_adopted_synthesis_report.pdf) に基づき、同日公開のSYR SPM最終版(英語版; http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf) では一部数値が変更されています。

左下の赤みの強いオレンジ色のパネル 矢印の横の数値

2030年から2050年まで (誤) +105% → (正) +95%

2010年から2050年まで (誤) +190% → (正) +180%

表SPM.1: 第3作業部会第5次評価報告書で集められ、評価されたシナリオ区分の主要な特徴。全てのパラメータについて、各シナリオ区分の10～90パーセンタイルで示されている。^{15,16} [表3.1]

2100 年 CO ₂ 換算濃度 ⁶	細区分	RCP シナリオの 相対的位置 ⁴	2010 年比の CO ₂ 換算排出量変化 (%) ³		21 世紀にわたり (1850 ～ 1900 年と比べて) 特定の気温水準 未満にとどまる可能性 ^{4,5}			
区分ラベル (濃度幅)			2050 年	2100 年	1.5°C	2°C	3°C	4°C
< 430	430ppmCO ₂ 換算未満の水準について調査した個別のモデル研究は数が限られている ¹⁰ 。							
450 (430 ～ 480)	全体幅 ^{1,7}	RCP2.6	-72 ～ -41	-118 ～ -78	どちらかといえば 可能性が低い	可能性が高い	可能性が高い	可能性が高い
500 (480 ～ 530)	530ppmCO ₂ 換算の オーバーシュート無		-57 ～ -42	-107 ～ -73	可能性が低い	どちらかといえば 可能性が高い		
	530ppmCO ₂ 換算の オーバーシュート		-55 ～ -25	-114 ～ -90		どちらも同程度		
550 (530 ～ 580)	580ppmCO ₂ 換算の オーバーシュート無		-47 ～ -19	-81 ～ -59		どちらかといえば 可能性が低い ⁹		
	580ppmCO ₂ 換算の オーバーシュート		-16 ～ -7	-183 ～ -86		どちらかといえば 可能性が低い ⁹		
(580 ～ 650)	全体幅	RCP4.5	-38 ～ -24	-134 ～ -50	可能性が低い ⁹	可能性が低い	どちらかといえば 可能性が高い	可能性が高い
(650 ～ 720)	全体幅		-11 ～ -17	-54 ～ -21		可能性が低い	どちらかといえば 可能性が低い	
(720 ～ 1000) ²	全体幅	RCP6.0	18 ～ 54	-7 ～ 72		可能性が低い ⁹	可能性が低い	
>1000 ²	全体幅	RCP8.5	52 ～ 95	74 ～ 178		可能性が低い ⁹	可能性が低い	どちらかといえば 可能性が低い

- 430～480 ppm CO₂換算濃度に区分される濃度シナリオの「全体幅」は、第3作業部会報告書の表6.3に示されている当該シナリオの細区分の10～90パーセンタイルの範囲に相当する。
- ベースラインシナリオは、>1,000 ppm CO₂換算及び720～1,000 ppm CO₂換算の区分に該当する。後者の区分には緩和シナリオも含まれる。後者の区分に含まれるベースラインシナリオでは、2100年に1850～1900年平均より2.5～5.8°C高い気温に達する。>1,000 ppm CO₂換算に区分されるベースラインシナリオと合わせると、どちらの濃度区分のベースラインシナリオでも2100年における気温上昇の全体幅が2.5～7.8°C(気候応答の中央値に基づく幅: 3.7～4.8°C)となる。
- 2010年の世界全体の排出量は1990年の排出量より31%多い(本報告書に記載の過去の温室効果ガス排出量の推定値と整合している)。二酸化炭素換算排出量は京都議定書の規定に含まれるガス(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素及びフッ素化ガス)合算量を含む。
- ここでの評価は、科学論文として発表された多数のシナリオを扱っており、RCPシナリオに限定されたものではない。これらのシナリオの二酸化炭素換算濃度と気候との関係性を評価するために、MAGICCモデルが確率評価モードで使われた。MAGICCモデルの結果と第1作業部会で使われたモデルの結果との比較については、第1作業部会報告書12.4.1.2並びに第1作業部会報告書12.4.8及び 6.3.2.6を参照。
- この表の評価は、第3作業部会における全てのシナリオのアンサンブルについてMAGICCを用いて計算した確率、及び気候モデルによってカバーされていない気温予測の不確実性についての第1作業部会の評価に基づいている。したがって、その言明は、CMIP5におけるRCPシナリオの計算と評価された不確実性に基づいた、第1作業部会の言明と整合している。このため、可能性の記述には両作業部会からの様々な種類の証拠が反映されている。この第1作業部会の方法は、利用できるCMIP5の計算がない中間の濃度水準のシナリオにも適用されている。可能性の言明は参考指標としての扱いであり[第3作業部会報告書6.3]、第1作業部会SPMで気温の予測に使われた表現: 可能性が高い66～100%、どちらかと言えば可能性が高い50～100%、どちらも同程度33～66%、可能性は低い0～33%、を概ね踏襲している。加えて、どちらかと言えば可能性が低い 0～50%も用いている。
- 二酸化炭素換算濃度(用語集参照)は、簡易な炭素循環/気候モデルであるMAGICCによる全強制力に基づいて計算されている。2011年における二酸化炭素換算濃度は、430 ppm(不確実性の範囲340～520 ppm)と見積もられている。これは、第1作業部会における1750年を基準とした2011年における合計人為起源放射強制力2.3 W m⁻²、不確実性の範囲1.1～3.3 W m⁻²の評価に基づいている。
- この区分のシナリオの大半は、区分境界である480 ppm CO₂換算の濃度をオーバーシュートする。
- この区分のシナリオについては、CMIP5の計算もMAGICCによる計算も、それぞれの気温水準未満にとどまるものがない。それでも、現状の気候モデルによって反映されていない可能性のある不確実性を反映するために、「可能性が低い」という評価を与えている。
- 580～650 ppm CO₂換算に区分されるシナリオには、オーバーシュートシナリオと、(例えばRCP4.5シナリオのように)高濃度側の区分境界水準を超えないシナリオの両方がある。後者のタイプのシナリオは、一般に、2°Cの気温水準を超えない可能性がどちらかと言えば低いと評価され、前者はほとんどがこの水準を超えない可能性が低いと評価されている。
- これらのシナリオでは、2050年における世界全体のCO₂換算排出量は2010年の排出量を70～95%下回り、2100年には2010年の排出量を110～120%下回る。

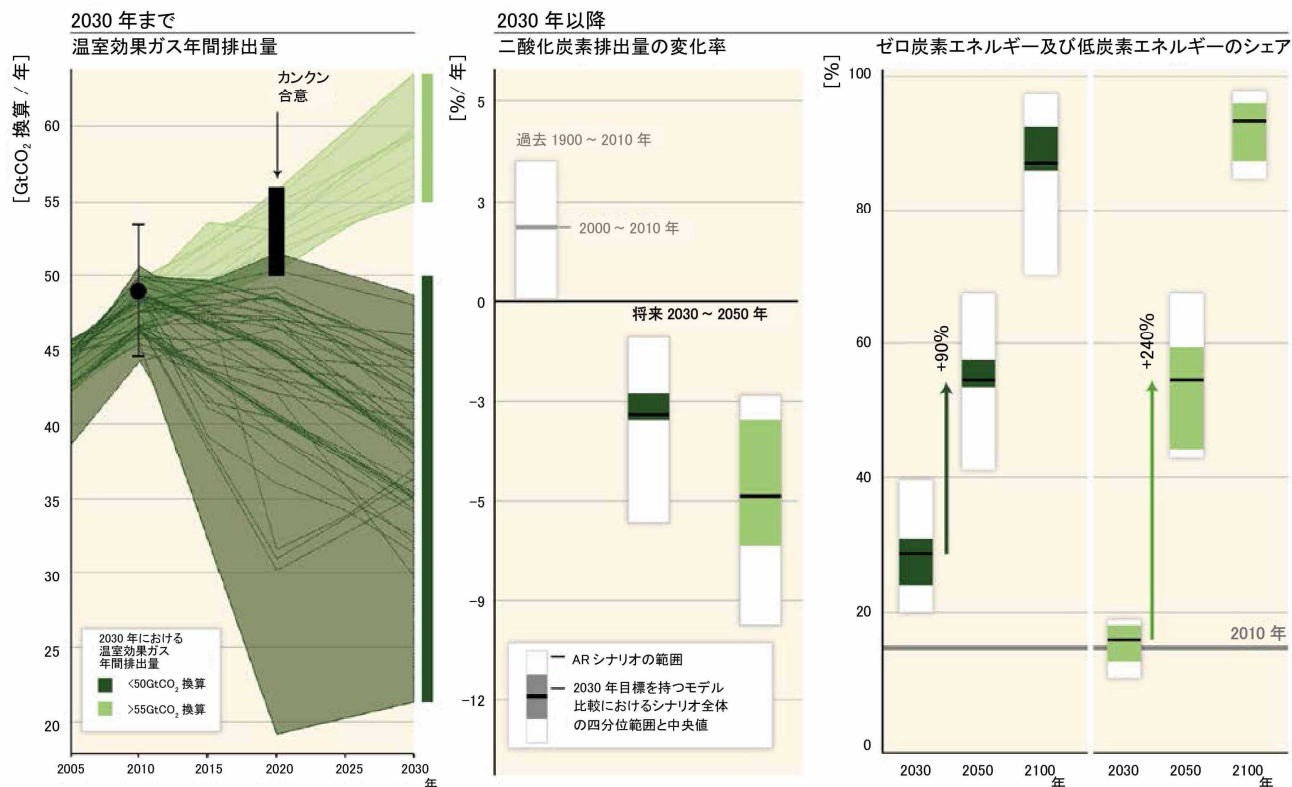
2100年に約450 ppm CO₂換算に達する緩和シナリオ（工業化以前と比べて2°C未満に気温上昇を維持できる可能性が高いことと整合）は、2100年に約500から約550 ppm CO₂換算に達する多くのシナリオと同様に、概して一時的な大気濃度のオーバーシュートを伴っている¹⁷（表SPM.1）。オーバーシュートの程度にもよるが、オーバーシュートシナリオは、概して今世紀後半における二酸化炭素回収・貯留付バイオエネルギー（BECCS）^{訳注S}及び新規植林の利用可能性とその広範な普及に依拠している。これらや他の二酸化炭素除去（CDR）技術及び手法の利用可能性や規模は不確実で、多かれ少なかれ、課題やリスクを抱えている¹⁸。CDRは、オーバーシュートがない場合も、緩和費用がより高い部門からの排出残分の補てんのために多くのシナリオでよく使われている（確信度が高い）。{3.4, Box 3.3}

二酸化炭素以外の物質の排出量削減は、緩和戦略の重要な要素になりうる。長期的な温暖化は、主に二酸化炭素の排出によって引き起こされるが、現在における全ての温室効果ガス排出とその他の強制力因子は、今後数十年にわたる気候変動の速度及び程度に影響を及ぼす。二酸化炭素以外の強制力因子の排出量は、「二酸化炭素換算の排出量」と表現されることが多いが、これらの排出量を計算するための指標の選択、及び様々な気候強制力因子削減のどこに重点を置きどのタイミングで行うかの意味合いは、どう適用するかや政策の背景次第であり、価値判断が含まれる。{3.4, Box 3.2}

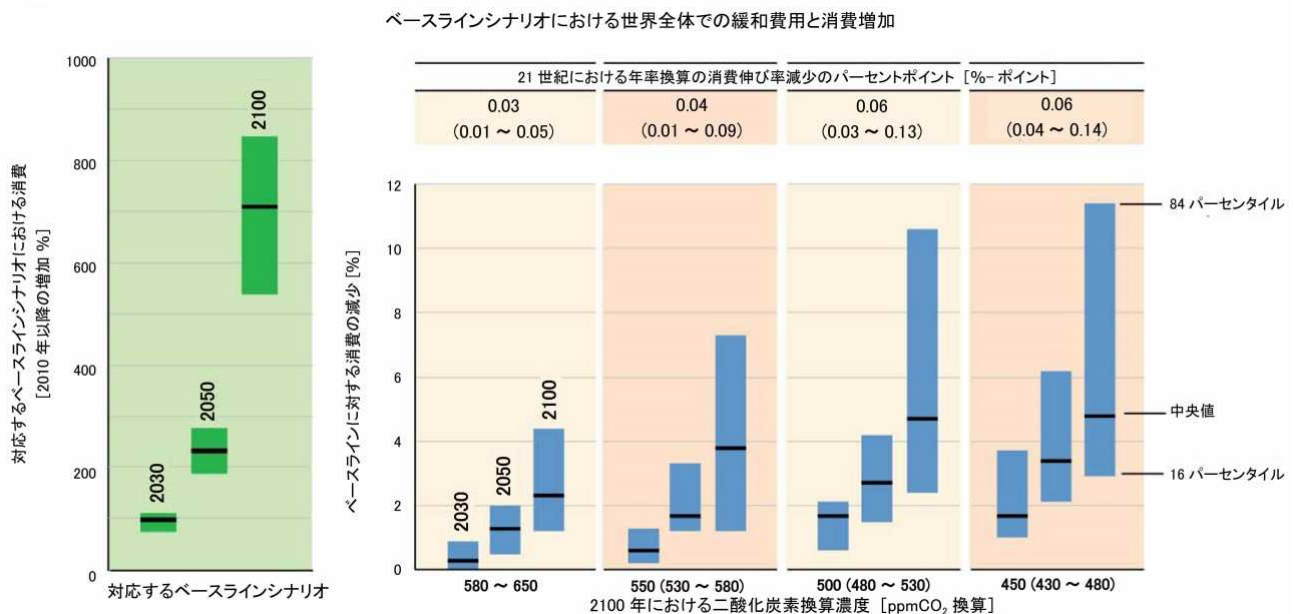
2030年まで追加的緩和が遅れると、21世紀にわたり工業化以前と比べて気温上昇を2°C未満に抑制することに関連する課題がかなり増えることになる。その遅れによって、2030年から2050年にかけてかなり速い速度で排出を削減し、この期間に低炭素エネルギーをより急速に拡大し、長期にわたってCDR技術にさらに大きく依存し、より大きな経済的影響が過渡的かつ長期に及ぶことが必要になる。カンクン合意に基づいた2020年の世界全体の排出水準の推定値は少なくともどちらも同程度の可能性で、工業化以前と比べて気温上昇を2°C未満に抑えられる費用対効果が高い緩和経路と整合していないが、この目標を達成する選択肢を排除してはいない（確信度が高い）（図SPM.12, 表SPM.2）。{3.4}

¹⁷ 濃度が「オーバーシュート」するシナリオでは、濃度が今世紀中にピークを迎え、その後低下する。

¹⁸ CDRの手法の地球規模のポテンシャルには、生物地球化学的及び技術的制約がある。どの程度の二酸化炭素排出量が100年の時間尺度でCDRによって部分的に相殺されうるかを定量化するには知識が不足している。CDRの手法は地球規模での副次効果や長期的影響をもたらすかもしれない。



緩和に係る総経済費用の推定値には、方法や前提によって大きな幅があり、緩和の厳しさに伴って増大する。全ての国が緩和の取組を直ちに開始し、世界で単一な炭素価格が導入され、全ての重要技術が利用可能というシナリオが、マクロ経済緩和費用を算出するための費用対効果が高いベンチマークとして用いられてきた（図 SPM. 13）。この想定では、21 世紀を通して工業化以前と比べて気温上昇を 2°C 未満に抑制する可能性の高い緩和シナリオは、今世紀中いずれの場所でも 300% から 900% 超も消費が拡大するベースラインシナリオと比較すると、2030 年で 1～4%（中央値：1.7%）、2050 年で 2～6%（中央値：3.4%）及び 2100 年で 3～11%（中央値：4.8%）の損失が世界の消費において生じることになる（図 SPM. 13）。ただし、気候変動軽減の便益及びコベネフィットや負の副次効果を考慮していない。これらの数値は、ベースラインにおける年率 1.6～3% の消費の拡大と比べて、今世紀中の年率で 0.04～0.14（中央値：0.06）% ポイント消費拡大が減少することに相当する（確信度が高い）。{3.4}



図SPM.13: 2100年の大気中濃度水準別にみた費用対効果の高いシナリオにおける世界全体での排出緩和と費用。費用対効果の高いシナリオでは、全ての国で直ちに緩和措置をとること、世界で単一の炭素価格であること、及びモデルの初期設定で仮定する技術に対して追加的な技術制約が課せられないことを前提にしている。消費の損失は、気候政策なしで進展するベースライン（左図）に対して示されている。上部の表は、年率換算の消費伸び率1.6%~3%のベースラインに対する年間消費の伸びの減少をパーセントポイントで示したものである（例えば、緩和による消費の減少が0.06ポイント/年、ベースラインの成長率が2.0%/年である場合、緩和を伴う成長率は1.94%/年となる）。この表で示される費用の推定値は、気候変動の低減による便益あるいは緩和のコベネフィット及び負の副次効果は考慮していない。これらの費用の範囲の上限の推定値は、これらの目標を達成するために長期にわたって必要になる大幅な排出量削減を達成することに対して比較的融通が利かない、かつ/又は、費用を増大させる市場の不完全性についての仮定を含むモデルから得られている。{図3.3}

排出緩和技術（バイオエネルギー、CCS及びその組合せであるBECCS、原子力、風力/太陽エネルギーなど）が利用できないか利用に制限がある場合、想定する技術次第では緩和コストが大幅に増加する。追加的緩和の遅れは、中長期的な緩和費用を増大させる。多くのモデルでは、追加的緩和がかなり遅れると、21世紀にわたって高い可能性で生ずる気温上昇を工業化以前の水準に対して2℃未満に抑制できなかった。また、多くのモデルは、バイオエネルギー、CCS、及びその組合せ（BECCS）が制限されると、高い可能性で生ずる気温上昇を2℃未満に抑制することができなかった（確信度が高い）（表SPM.2）。

2100年までに約450あるいは約500 ppm CO₂換算に達する緩和シナリオでは、大気質、エネルギー安全保障の目的を達成するための費用が下がるとともに、人間の健康、生態系への影響、及び資源の充足やエネルギーシステムのレジリエンス（強靱性）^{訳注U}に対するかなりのコベネフィットがあることが示されている。{4.4.2.2}

緩和政策は化石燃料輸出者にとって化石燃料の資源価値を下げ、収入を減少させる可能性があるが、地域や燃料によって差がある（確信度が高い）。ほとんどの緩和シナリオは、主な輸出者の石炭や石油貿易からの収入減少と関係づけられている（確信度が高い）。CCSの利用可能性が化石燃料資産の価値に対する緩和の負の副次効果を和らげる可能性がある（確信度が中程度）。{4.4.2.2}

表SPM.2: 特定技術の利用制限あるいは追加的緩和の遅れ¹による費用対効果の高いシナリオ²に対する世界全体の緩和費用の増大。費用の増加は、シナリオの推定値の中央値及び16～84パーセンタイルの範囲(括弧の中)で示されている³。さらに、各シナリオセットのサンプルサイズが色つきのシンボルで示されている。シンボルの色は、系統的なモデル比較実験で目標とする濃度水準にうまく達することができたモデルの割合を示す。[表3.2]

技術の利用が限定されるシナリオにおける緩和費用の増加 ⁴					2030 年まで追加の緩和が 遅れることによる緩和費用の増加	
[技術の利用が限定されないとした場合の費用に対する 割引された ⁵ 総緩和費用(2015～2100 年)の増加(%)]					[即時的緩和に対する緩和費用の増加(%)]	
2100 年での濃度 (ppmCO ₂ 換算)	CCS 無し	原子力フェーズ アウト	太陽/風 エネルギーの制限	バイオエネルギー の制限	中期コスト (2030～2050 年)	長期コスト (2050～2100 年)
450 (430～480)	138% (29～297%)	7% (4～18%)	6% (2～29%)	64% (44～78%)	44% (2～78%)	37% (16～82%)
500 (530～580)	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし		
550 (530～580)	39% (18～78%)	13% (2～72%)	8% (5～15%)	18% (4～66%)	15% (3～32%)	16% (5～24%)
580～650	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし		

記号の凡例 - シナリオ生成に成功したモデルの割合 (数字は成功したモデルの数を示す)

 : 全てのモデルが成功
 : 50～80%のモデルが成功
 : 80～100%のモデルが成功
 : 50%以下のモデルが成功

- 緩和が遅れるシナリオは、2030年の時点で温室効果ガス排出量が55GtCO₂換算以上となるものに関連づけられ、緩和費用の増加は同じ長期濃度水準となる費用対効果の高い緩和シナリオを基準として評価されている。
- 費用対効果が高いシナリオでは、全ての国で直ちに緩和措置をとること、世界で単一の炭素価格であること、及びモデルの初期設定の技術仮定に対して追加的な技術制約が課せられないことを前提にしている。
- 数字の幅はシナリオセットのうち16と84パーセンタイルの範囲にある中心的なシナリオによって決定されている。2100年までの時間経過があるシナリオのみを含めている。2100年に530 ppm CO₂換算を超える濃度水準に対して費用幅を持ついくつかのモデルでは、技術の限定的な利用かつ/又は追加の緩和の遅れを仮定した場合には2100年に530 ppm CO₂換算未満の濃度水準となるシナリオが得られなかった。
- CCS無し: CCSはこれらのシナリオに含まれない。原子力発電のフェーズアウト: 建設中のもの以外追加的な原子力発電所はなく、現存の発電所はその耐用年数終了まで稼働させる。太陽エネルギー/風力の制限: これらのシナリオでは、どの年でも太陽エネルギーと風力による世界全体の発電量は最大20%に限定している。バイオエネルギーの制限: 世界の近代的バイオエネルギー供給量を最大100 EJ/年^{訳注V}とする(熱供給、発電、熱電併給及び産業に使用された近代的バイオエネルギーは、2008年には約18 EJ/年であった)。
- (一般均衡モデルから生成されたシナリオについての) ベースライン消費に占める消費損失の正味現在価値の増加(%)と、2015～2100年の期間について(部分均衡モデルから生成されたシナリオについての)ベースラインGDPに占める年5%で割引された削減費用^{訳注W}(%)。

太陽放射管理 (SRM) ^{訳注X}には、気候システムにおいて吸収される太陽エネルギー量の削減を模索する大規模な手法が含まれる。SRMは、実地に試験されておらず、どの緩和シナリオにも含まれていない。仮にそれが展開されれば、SRMには、多くの不確実性、副次効果、リスク、欠点があり、特にガバナンスや倫理上の影響がある。SRMが海洋酸性化を低減することはない。もし、終了してしまうと、高い確信度で、地上気温は非常に急激に上昇して、急激な変化に影響を受けやすい生態系に影響を及ぼすだろう。{Box 3.3}

SPM 4. 適応及び緩和

多くの適応及び緩和の選択肢は気候変動への対処に役立つが、単一の選択肢だけでは十分ではない。これらの効果的な実施は、全ての規模での政策と協力次第であり、他の社会的目標に適応や緩和がリンクされた統合的対応を通じて強化されうる。{4}

SPM 4.1 適応及び緩和にとって共通の有効な要因及び制約

適応及び緩和は共通の実現要因に支えられている。これらの要因は、効果的な制度とガバナンス、技術革新と環境面に優れた技術とインフラ（社会基盤施設）への投資、持続可能な生計、行動面と生活様式上の選択肢を含む。{4.1}

社会経済システムの多くの側面における慣性は、適応及び緩和の選択肢を制約する（見解一致度が高い、証拠が中程度）。技術革新及び環境保全型のインフラや技術への投資は、温室効果ガスの排出量を削減し、気候変動に対するレジリエンスを強化することができる（確信度が非常に高い）。{4.1}

気候変動に対する脆弱性、温室効果ガスの排出及び適応・緩和能力は、生計、生活様式、行動及び文化に強く影響される（証拠が中程度、見解一致度が中程度）。さらに、気候政策の社会的受容性かつ/又は有効性は、地域にとって適切な生活様式又は行動面の変化にどの程度までインセンティブを与えるか、あるいは依存するかに影響される。{4.1}

多くの地域や分野にとって、強化された緩和能力や適応能力は、気候変動リスクを管理するために不可欠な基礎の一部である（確信度が高い）。ガバナンスの調整や協力とともに制度の改善が、緩和、適応、災害リスク低減に関連する地域的制約を克服するのに役立つ（確信度が非常に高い）。{4.1}

SPM 4.2 適応のための対応の選択肢

適応の選択肢は全ての分野に存在するが、実施の状況や気候関連のリスクを低減する潜在性は分野や地域で異なる。いくつかの適応策は重大なコベネフィット、相乗効果、トレードオフを含む。増大する気候変動によって、多くの適応の選択肢にとっての課題は増加するであろう。{4.2}

適応の経験は、公共及び民間部門並びにコミュニティ内で、各地域にわたって蓄積されつつある。社会（地域社会や先住民社会を含む）、制度、生態系に基づく対策の価値や適応できる範囲に対する認識は高まりつつある。適応は一部の計画立案過程に組み込まれつつあるが、実施されている対応はより限定的である（確信度が高い）。{1.7, 4.2, 4.4.2.1}

適応のニーズは関連する課題を伴いつつ、気候変動に伴って増加すると予測される（確信度が非常に高い）。適応の選択肢は全ての部門と地域に存在し、脆弱性の低減、災害リスク管理、又は積極的な適応計画における状況に応じて多様な可能性と手法がある（表SPM.3）。効果的な戦略及び行動とは、より幅広い戦略的目標や開発計画の中でコベネフィットや機会の可能性を考慮するものである。{4.2}

表SPM.3: 適応による気候変動リスクマネジメントの手法。これらの手法は個別ではなくむしろ重層的に検討されるべきであり、しばしば同時に進められる。事例は、不特定の順序で提示され、複数の項目に関連する。{表4.2}

重複している 取組	項目	事例
多くの後悔の少ない対策などの開発、計画立案及び実践を通じて脆弱性と曝露の低減	人間開発	教育、栄養、保健施設、エネルギーへの利用可能性向上、安全な住宅・居住地の構造・社会支援構造; ジェンダー不平等・その他阻害の低減
	貧困緩和	地域資源の利用可能性・制御の向上; 土地保有権; 災害リスク軽減; 社会的セーフティネット・社会的保護; 保険制度
	生活保障	収入、資産・生計の多様化; インフラの改善; 技術・意思決定に関する公開討論へのアクセス; 意思決定力の増大; 作物、家畜・水産養殖の慣行の変更; ソーシャルネットワークへの信頼
	災害リスク マネジメント	早期警戒情報システム; ハザード・脆弱性マッピング; 水資源の多様化; 排水施設の改良; 洪水や低気圧に対する避難施設; 建築基準法・実践; 雨水、汚水の水管理; 運輸及び道路インフラの改善
	生態系管理	湿地・都市緑地空間の維持; 沿岸新規植林; 流域・貯水池管理; 生態系への他のストレス要因・生息地の断片化の低減; 遺伝的多様性の維持; 攪乱状況の操作; コミュニティベースの天然資源管理
	空間あるいは 土地利用計画	適切な住居、インフラ・サービスの提供; 洪水が起こりやすい地域・他のリスクが高い地域の開発管理; 都市計画・改善計画; 土地区画整理についての法律; 地役権; 保護区
	構造的 /物理的	工学的及び建築環境上の選択肢: 防波堤・海岸保全施設; 堤防; 貯留施設; 排水施設の改良; 洪水や低気圧に対する避難施設; 建築基準法・実践; 雨水、汚水の水管理; 運輸及び道路インフラの改善; 水上住宅; 発電所と電力グリッドの調整 技術的選択肢: 新たな作物・動物品種; 先住民の知識、伝統的な知識・その土地の知識、技術・方法; 効率的なかんがい; 節水; 海水淡水化; 保全型農業; 食品貯蔵・保管施設; ハザード・脆弱性マッピング・モニタリング; 早期警戒情報システム; 建物の断熱; 機械的冷却・受動的冷却; 技術開発、移転・普及 生態系ベースの選択肢: 生態回復; 土壌保全; 新規植林・再植林; マングローブ保全・再植林; 緑のインフラ(例: 日よけ用の木々、屋上緑化); 乱獲のコントロール; 漁業共同管理; 生物種の移動・分散支援; 生態学的回廊; 種子バンク・遺伝子バンク・他の生息域外保全; コミュニティベースの天然資源管理 サービス: 社会的セーフティネット・社会的保護; フードバンク(困窮者用食料貯蔵配給所)・余剰食料の分配; 水・衛生設備などの自治体サービス; ワクチン接種プログラム; 必要不可欠な公衆衛生サービス; 救急医療サービスの強化
	制度的	経済面の選択肢: 金融インセンティブ; 保険; キャットボンド(大災害債券); 生態系サービスへの支払い(PES); 誰にでも提供し効率的な利用を促すための水価格設定; マイクロファイナンス; 災害非常予備基金; 送金; 官民パートナーシップ 法及び規制: 土地区画整理の法律; 建築基準と実践; 地役権; 水の規制・協定; 災害リスク低減を支援する法律; 保険購入を奨励する法律; 財産権の定義・土地保有権の保障; 保護地域; 漁獲割当; 特許プール・技術移転 国家及び政府の政策及びプログラム: 主流化を含む国家・地域の適応計画; 準国家・地方の適応計画; 経済の多様化; 都市のアップグレードプログラム; 自治体の水管理プログラム; 災害についての計画策定・備え; 統合的水資源管理; 総合沿岸域管理; 生態系ベースの管理; コミュニティベースの適応
	社会的	教育面の選択肢: 意識向上・教育への統合; 教育における男女平等; 市民大学; 土地固有・伝統的・地域的知識の共有; 参加型行動リサーチ・社会的学習; 知識共有・学習プラットフォーム 情報面の選択肢: ハザード・脆弱性マッピング; 早期警戒情報・対応システム; 体系的なモニタリング・リモートセンシング; 気候サービス; 先住民の気候観察の利用; 参加型のシナリオ開発; 総合評価 行動面の選択肢: 各世帯での備え・評価計画立案; 移住; 土壌・水の保全; 雨天時の排水施設の流下能力確保; 生計の多様化; 作物、家畜・水産養殖の慣行の変更; ソーシャルネットワークへの信頼
	変化の領域	実践面: 社会的・技術的革新、行動のシフト、あるいは成果の大幅なシフトを生み出す制度的・経営的变化 政治面: 脆弱性・リスクを低減し、適応、緩和、持続可能な開発を支援することと整合性のある政治的、社会的、文化的、生態学的意思決定と行動 個人面: 気候変動への対応に影響を与える個人・集団の仮定、信念、価値観、世界観

SPM 4.3 緩和のための対応の選択肢

緩和の選択肢は、各主要部門で利用可能である。緩和はエネルギー消費及び最終消費部門の温室効果ガス排出強度の低減、エネルギー供給の脱炭素化、土地利用部門での正味の排出量の削減及び炭素吸収源の強化、といった対策を組み合わせる統合されたアプローチを用いた場合、費用対効果が高くなり得る。{4.3}

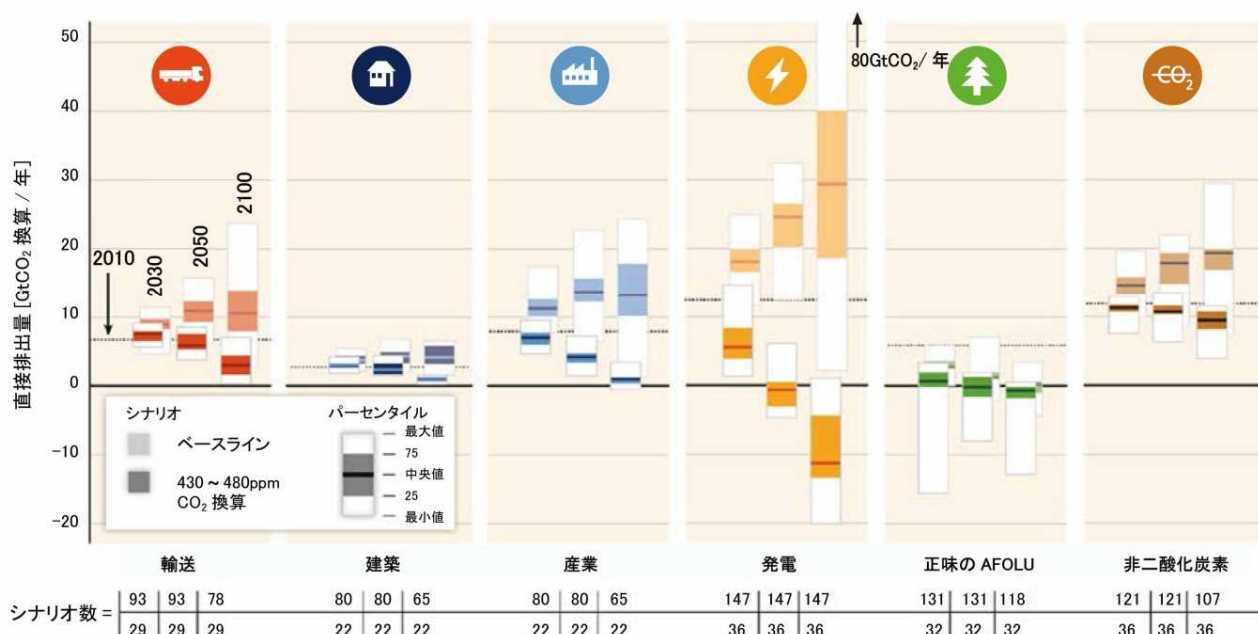
適切に設計された組織的で部門横断的な緩和戦略は、個々の技術や部門に焦点を当てるより、排出削

減において費用対効果が高くなり、ある部門における取組が他における緩和ニーズに影響する（確信度が中程度）。緩和策は、他の社会的目標と相互に影響し、コベネフィットや負の副次効果を伴う。こうした関係をうまく扱うことができれば、気候変動対策に着手する基盤を強化できる。{4.3}

ベースラインシナリオ及び温室効果ガス濃度を低い水準（約450 ppm CO₂換算、工業化以前と比べて気温上昇を2°Cに抑制する可能性が高い）に抑制する緩和シナリオの排出量の範囲を、異なる部門とガス種について図SPM.14に示した。そのような緩和目標を達成するための主要な対策には、開発を妥協することなくベースラインシナリオに比べてエネルギー需要を削減するための、効率性の強化並びに行動の変化とともに、発電における脱炭素化（すなわち、炭素強度の低減）（証拠が中程度、見解一致度が高い）が含まれる（証拠が確実、見解一致度が高い）。2100年までに450 ppm CO₂換算に達するシナリオでは、エネルギー供給部門での世界全体の二酸化炭素排出量が、今後数十年にわたり減少することが予測されており、2040～2070年の間に2010年水準の90%減あるいはそれ以上の削減によって特徴づけられている。大多数の低濃度安定化シナリオ（約450から約500 ppm CO₂換算、工業化以前と比べて2°Cまでの気温上昇を抑える可能性が少なくとも同程度）では、低炭素発電（再生可能エネルギー（RE）、原子力及びBECCSを含むCCSで構成される）の割合が、現在の30%から、2050年までには80%を超えて増加しており、CCS無しの化石燃料発電は2100年までにはほとんど完全に廃止されることとなる。{4.3}

エネルギー需要を短期に減少させることは、費用対効果が高い緩和戦略の重要な要素であり、これによってエネルギー供給部門における炭素強度の削減に対してより柔軟性が高まり、関連する供給側のリスクがヘッジされ、炭素排出原単位の高いインフラの固定化（ロック・イン）が避けられ、さらに重要なコベネフィットが生まれる。最も費用対効果の高い緩和措置は、林業では新規植林、持続可能な森林経営、及び森林減少の抑制であり、その相対的重要性は地域によって大きく異なる。また、農業では、農地管理、牧草地管理、及び有機土壌の回復が費用対効果の高い緩和措置である（証拠が中程度、見解一致度が高い）。{4.3, 図4.1, 図4.2, 表4.3}

ベースラインシナリオ及び緩和シナリオにおける主な部門からの二酸化炭素直接排出量と非二酸化炭素排出量



図SPM.14: 部門別二酸化炭素排出量及び全部門を合計した非二酸化炭素温室効果ガス(京都議定書に規定されたガス)の排出量。ベースライン(薄い色の棒グラフ)及び2100年に約450 (430～480) ppm CO₂換算濃度(工業化以前と比べて2°Cの気温上昇を抑える可能性が高い)に達する緩和シナリオ(濃い色の棒グラフ)について示した。最終消費部門における緩和は、上流のエネルギー供給部門における間接的排出削減にもつながる。このため、最終消費部門の直接排出量は、例えば電力需要削減による供給側での排出削減可能性を含まない。グラフの下にある数字は、この範囲にあるシナリオの数(上段がベースラインシナリオ、下段が緩和シナリオ)を示し、モデルにおける部門ごとの分解能及び時間軸が異なるため、部門や期間によって異なっている。緩和シナリオの排出量の範囲は、緩和選択肢の最大限のポートフォリオを含む。多くのモデルはCCS無しで2100年までに450 ppm CO₂換算濃度に達することはできない。発電部門における負の排出量はBECCSの適用による。「正味の」AFOLU^{訳注Y}排出量は、森林減少の他、新規植林、再植林を考慮している。{4.3, 図4.1}

行動様式、生活様式及び文化がエネルギー消費とそれに関連する排出にかなりの影響を及ぼしており、いくつかの部門では緩和の潜在力が高く、特に、技術的及び構造的変化を補完する場合には顕著である（証拠が中程度、見解一致度が中程度）。排出は、消費様式の変化、省エネルギー措置の採用、食生活の変化と食品廃棄物の減少を通して、十分に低下させることができる。{4.1, 4.3}

SPM 4.4 適応と緩和、技術、資金に関する政策手法

効果的な適応及び緩和は、国際的、地域的、国家的、準国家的な複数の規模にまたがった政策や対策に依存するだろう。気候変動に向けた技術の開発・普及・移転や気候変動対応に向けた資金を支援するあらゆる規模の政策は適応及び緩和を推進する政策の実効性を直接的に補完・向上しうる。{4.4}

緩和にはその地方でのコベネフィットもありうるが、効果的な緩和には国際協力が不可欠である。適応は、主に地方から国家規模の成果を焦点とするが、その有効性は、国際協力を含むガバナンスの規模全体での協調を通じて強化されうる。{3.1, 4.4.1}

- 国際連合気候変動枠組条約（UNFCCC）は気候変動への取組に焦点を当てた主要な多国間フォーラムであり、ほとんどの国が参加している。異なるガバナンスレベルで組織されたそれ以外の機関は気候変動の国際協力を多様化させる結果となった。{4.4.1}
- 京都議定書は特に、参加、実施、柔軟性メカニズム及び環境に対する効果という点で、UNFCCCの究極目標達成に向けた教訓を与えている（証拠が中程度、見解一致度が低い）。{4.4.1}
- 地域、国家、準国家（sub-national）の気候政策間の政策連携はしばしば潜在的な気候変動の緩和の便益を提供する（証拠が中程度、見解一致度が中程度）。潜在的な利点として、より少ない緩和費用、排出のリーケージの減少、市場流動性の増大等がある。{4.4.1}
- 適応の計画立案や実施を支援する国際協力は、過去には緩和よりも注目されてこなかったが、現在増えており、国家、準国家及び地方レベルでの適応戦略、計画、行動の策定支援が行われてきている（確信度が高い）。{4.4.1}

第4次評価報告書以降、適応及び緩和の双方に関する国家及び準国家の計画及び戦略はかなり増加しており、複数の目標を統合し、コベネフィットを高め、負の副次効果を減らすよう設計された政策にますます焦点があてられている（確信度が高い）。{4.4.2.1, 4.4.2.2}

- 国家政府は、行動の調整や枠組み・支援の提供を通して、適応の計画立案及び実施において主要な役割を担っている（見解一致度が高い、証拠が確実）。一方、地方政府や民間部門は、地域によって様々であるが、異なる機能を有しており、地域社会、世帯及び市民社会の適応の規模を拡大し、リスク情報のマネジメントや財政面でのその役割を考慮すると、適応を進捗させるためにますます重要と認識されてきている（証拠が中程度、見解一致度が高い）。{4.4.2.1}
- 計画立案及び意思決定に適応を統合することを含め、適応ガバナンスの制度的側面は、適応の計画立案から実施への移行を推進する上での重要な役割を担っている（見解一致度が高い、証拠が確実）。複数の主体が関係する適応への制度的手法の例として、経済的選択肢（例えば、保険、公共・民間パートナーシップ）、法律や規定（例えば、土地利用ゾーニング法）、国家や政府の政策・プログラム（例えば、経済の多様化）があげられる。{4.2, 4.4.2.1, 表SPM.3}
- 原理的には、キャップ・アンド・トレード制度や炭素税を含む炭素価格を設定するメカニズムにより、費用対効果の高い形で緩和を実現できるが、政策設計に加えて国情等のために、効果には差がある形で実施されてきた。キャップ・アンド・トレード制度の短期的効果は、キャップが緩い排出を抑制することが証明されなかったため、限られたものになっている（証拠が限定的、見解一致度が中程度）。いくつかの国では、温室効果ガスの排出削減に特に狙いを定めた税ベースの政策が、技術や他の政策と組み合わせたり、温室効果ガス排出とGDPの相関を弱めることに寄与してきた（確信度が高い）。さらに、多くの国において、燃料税は（必ずしも緩和目的で設計されたもので

はないにしても) 部門別の炭素税と同様の効果を持つ。{4.4.2.2}

- 規制的手法、情報的措置は広く用いられており、しばしば環境に効果的である（証拠が中程度、見解一致度が中程度）。規制的手法の例には、エネルギー効率基準が含まれる。情報的措置の例としては、消費者が情報を知った上で意思決定できるようにするラベリング制度がある。{4.4.2.2}
- 部門別緩和政策が経済全体にわたる政策よりも普及している（証拠が中程度、見解一致度が高い）。部門別政策の方が特定部門に特有な障壁や市場の失敗に対処するために適切であることがあり、またそれらは、補完的な政策パッケージの一部に束ねられることもある。理論的に費用対効果がより高かったとしても、行政的及び政治的障壁が経済全体にわたる政策の実施をより難しくする可能性がある。2つ、あるいはそれ以上の緩和政策による相互作用は相乗効果を生むこともあるが、排出削減への追加効果を及ぼさないこともある。{4.4.2.2}
- 補助金形式の経済的手法は、複数の部門にわたって適用される可能性があり、税金還付又は免税、補助金、借款及び信用供与などの多様な政策設計を含む。多くの要因によって刺激され、補助金を含む再生可能エネルギー（RE）政策の数や種類がますます増加し、近年におけるRE技術の拡大成長を駆動してきた。同時に、社会及び経済状況にもよるが、多様な部門における温室効果ガス関連の活動に対する補助金の削減により、排出量削減を達成することができる（確信度が高い）。{4.4.2.2}

緩和のコベネフィットや負の副次効果は、人間の健康、食料安全保障、生物多様性、地域の環境の質、エネルギーへのアクセス、生計、及び衡平性のある持続可能な開発に関連するような他の目標の達成に影響しうる。エネルギー最終消費対策の潜在的なコベネフィットは、負の副次効果をしのいでいるが、証拠からすると、全てのエネルギー供給とAFOLU部門の対策に当てはまるとは限らない。緩和政策によっては、エネルギーサービスの価格を上げ、サービスが十分でない人々への新しいエネルギーサービスを拡大させる社会能力を損なう可能性がある（確信度が低い）。これらの潜在的な負の副次効果は、所得税還付または便益移転メカニズムなどの補完的政策の採用で回避することが可能である（確信度が中程度）。副次効果が現れるかどうか、及びどの程度まで副次効果が現れるかは、条件や場所によって異なり、地域の環境や実施規模、範囲及び速度に依存する。多くのコベネフィットや負の副次効果は、まだ十分に定量化されていない。{4.3, 4.4.2.2, Box 3.4}

技術政策（開発、普及、移転）は、国際規模から準国家規模まで、全ての規模にわたって他の緩和政策を補完する。多くの適応努力もまた、技術の普及と移転や管理実践に決定的に依存している（確信度が高い）。R&D（研究開発）の市場の失敗に対処するための政策は存在するが、技術が効果的に利用できるかは、地域の状況に適した技術を採用する能力にも依存している。{4.4.3}

十分な排出削減を行うには投資パターンの大きな変更が必要である（確信度が高い）。2100年までに430～530 ppm CO₂換算の範囲に（オーバーシュートなしで）濃度を安定化させる緩和シナリオ¹⁹では、主要部門（運輸、産業、建築）における低炭素発電及びエネルギー効率向上への年間投資額は、2030年以前に年間数千億ドルにまで上昇すると予測される。適切で有効な環境内では、公共部門とともに、民間部門が、緩和及び適応の資金面で重要な役割を担うことができる（証拠が中程度、見解一致度が高い）。{4.4.4}

先進国と開発途上国の双方において、緩和よりもゆっくりとではあるが、適応に対しても財源が利用できるようになってきた。世界の適応ニーズと適応に利用可能な資金とのギャップを示す証拠は限られている（確信度が中程度）。世界の適応費用、資金調達及び投資についてのより良い評価が必要とされている。災害リスクマネジメント及び適応に対する国際金融間の潜在的な相乗効果はまだ完全には実現されていない（確信度が高い）。{4.4.4}

¹⁹ この範囲は2100年までに430～480 ppm CO₂換算濃度に達するシナリオ（工業化以前と比べて2℃に気温上昇を抑制する可能性が高い）及び2100年までに480～530 ppm CO₂換算濃度に達するシナリオ（オーバーシュートなしで、工業化以前と比べて2℃に気温上昇を抑制する可能性がどちらかといえば高い）から構成される。

SPM 4.5 持続可能な開発とのトレードオフ、相乗効果、相互作用

気候変動は、持続可能な開発に対する脅威である。それでも、統合的対応を通じ、緩和、適応及びその他社会的目標の追求とリンクする多くの機会が存在する（確信度が高い）。実施の成功は、妥当な手段、適切なガバナンスの構造、及び強化された対応能力に依存する（確信度が中程度）。{3.5, 4.5}

気候変動は、特に貧困層への追加的負担を課しつつ、社会及び自然システムへの他の脅威を悪化させる（確信度が高い）。持続可能な開発に気候政策を整合させるには、適応及び緩和の双方に注目する必要がある（確信度が高い）。世界全体での緩和行動の遅れは、将来の気候にレジリエントな経路や適応の選択肢を減らしかねない。適応と緩和の間の正の相乗効果の利点を得る機会は、特に適応の限界を超えた場合、時間とともに減少する可能性がある。気候変動に対する緩和と適応の努力の増加は、人間の健康、水、エネルギー、土地利用、生物多様性の間のつながりを含みつつ、相互作用の複雑化を増大させることを意味する（証拠が中程度、見解一致度が高い）。{3.1, 3.5, 4.5}

持続可能な開発への気候にレジリエントな経路に向かって進む戦略及び行動は、今進めることが可能であり、一方、同時に、生計、社会及び経済的福祉、並びに効果的な環境管理の向上に役立つ。場合によっては、経済の多様化はそのような戦略の重要な要素になりうる。統合化された対応は、関連するツール、適切なガバナンス構造、十分な制度的・人的能力によって強化されうる（確信度が中程度）。統合的対応は、特に、エネルギー計画の立案及び実施、水・食料・エネルギー・生物的炭素隔離の相互作用、及び都市計画に関連しており、それらは、レジリエンスの強化、排出削減、さらには、より持続可能な開発への大きな機会を提供する（確信度が中程度）。{3.5, 4.4, 4.5}

【訳注】

A 気候変動 (p.1)

原文では“climate change”と記されており、付録 II:用語集では以下のように定義されている。『気候変動とは、ある特性の平均や変動性の変化によって（例えば、統計的検定を用いて）特定され、一般的には数十年かそれよりも長い期間持続する、気候状態の変化を指している。気候変動は、内部過程、あるいは太陽周期の変調、火山噴火、大気組成や土地利用の人為的な持続する変化などの外部強制力に起因していると考えられる。なお、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）は、その第 1 条で、気候変動を「地球の大気の組成を変化させる人間活動に直接又は間接に起因する気候の変化であって、比較可能な期間において観測される気候の自然な変動に対して追加的に生ずるもの」と定義していることに留意されたい。このように、UNFCCC は大気の組成を変化させる人間活動に起因した気候変動と、自然要因に起因する気候の変動性を区別している。』

B GtCO₂ (p.4)

1 Gt CO₂ は、1 ギガトン (=10 億トン) の二酸化炭素量を表す。なお、3.667 GtCO₂ は、1 GtC（炭素換算で 1 ギガトン=1 ペタグラム[Pg]=1000 兆グラム）に相当する。

C 地球温暖化係数 (Global Warming Potential (GWP)) (p.5)

選択された対象期間中に大気中に蓄積した温室効果ガスの単位質量あたりの放射強制力を、その大気中滞留時間と放射強制力を生じる効果を合わせて表現した指標で、参照物質である二酸化炭素に対する比で表す。したがって、温室効果を見積もる期間の長さによって変わり、例えば 100 年間では、メタンは 21、一酸化二窒素は 310、フロン類は数百～数千である（IPCC 第 2 次評価報告書で示された数値）。これは、この期間でみたメタンの温室効果が二酸化炭素の 21 倍であることを意味する。

D 二酸化炭素換算 (CO₂ 換算) (p.5)

異なる温室効果ガス等の放射強制力や排出量を比較するための共通の尺度。

(1) 二酸化炭素換算濃度は、二酸化炭素と他の強制力成分（他の温室効果ガス、エアロゾル）が混ざったものが持つ放射強制力と等しい放射強制力を持つ二酸化炭素濃度のことで、特定の時点において、様々な温室効果ガスとエアロゾルの混合物の放射強制力を比較できる尺度である。ここでは単位として ppm CO₂ 換算が用いられている。

(2) 二酸化炭素換算排出量は、ある対象期間について 1 種類もしくは数種類の温室効果ガスの混合物の排出量の積算放射強制力と等しい放射強制力を持つ二酸化炭素排出量のことで、ある対象期間の地球温暖化係数（GWP）を温室効果ガスの排出量にかけて得られる。複数の温室効果ガスが混合している場合は、各ガスの二酸化炭素換算排出量を足して求める。ここでは単位として GtCO₂ 換算が用いられている。

通常、二酸化炭素換算排出量とその結果としての二酸化炭素換算濃度の間につながりはまったくない。

E よく混合された温室効果ガス (p.6)

「長寿命の温室効果ガス」とほぼ同義であり、京都議定書の削減対象である二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、ハロカーボン類及びオゾン層破壊物質であるクロロフルオロカーボン類、ハイドロクロロフルオロカーボン類等を指す。長寿命であるため対流圏内で比較的均一に混合されている。一方、温室効果ガスの中でもオゾンなどは短寿命であるため、対流圏内での分布が均一でない。

F オーストラレーシア (p.7)

第 5 次評価報告書では、世界が 9 つの地域（region: 6 つの大陸（アフリカ、ヨーロッパ、アジア、オーストラレーシア、北アメリカ、中央・南アメリカ）、極地域、小島嶼、海洋）に区分されている。オーストラレーシアは、オーストラリアとニュージーランドの国土、領土、沿岸水域及び排他的経済水域の海洋島として定義されている。

G 低気圧 (p.8)

cyclone の訳。ここでは、温帯低気圧と熱帯低気圧を区別せずに、低気圧一般を指している。なお、熱帯低気圧については、最大風速がある基準を超えた強い熱帯低気圧を、西部北太平洋では台風、東部北太平洋や大西洋ではハリケーン、インド洋や南太平洋ではサイクロンという特有の用語で呼ぶこともある。

H 火災 (p.8)

wildfire の訳。森林火災や泥炭火災など、自然環境において生じる火災全般を指している。

I ハザード・曝露・脆弱性とリスク (p.8, 13)

ハザード（災害外力）は、人命の損失、負傷、その他の健康影響に加え、財産、インフラ（社会基盤施設）、生計、サービス提供、生態系及び環境資源の損害や損失をもたらしうる、自然又は人間によって引き起こされる物理的事象又は傾向が発生する可能性、あるいは物理的影響のこと。**曝露**は、悪影響を受ける可能性がある場所及び環境の中に、人々、生活、生物種又は生態系、環境機能・サービス及び資源、インフラもしくは経済的、社会的又は文化的資産が存在すること。**脆弱性**は、悪影響を受ける傾向又は素因。脆弱性は危害への感受性又は影響の受けやすさや、対処し適応する能力の欠如といった様々な概念や要素を包摂している。

リスクは、多様な価値が認識される中、価値あるものが危機にさらされ、その結果が不確実である場合に望ましくない結末が生じる可能性があることを言い、脆弱性、曝露及びハザードの相互作用によって生じる。

J 1850～1900 年平均と比較した (p.10)

UNFCCC 第 16 回締約国会議（2010 年）の合意文書では、工業化前を基準とする温度目標について言及されている。地球全体の地上気温について利用可能な最長のデータセットの期間は限られているため、本報告書では工業化前の地上気温の参照値として 1850～1900 年平均が用いられている。

K 貧困の罠 (p.16)

貧困であるために低所得、低教育、低労働生産性であると、それが原因で悪循環に陥り、貧困から抜け出すことができなくなる状況。国家規模で用いられる場合は、悪循環に陥った経済が持続する低開発状態に苦しむ自己永続的な状態を指す。

L ホットスポット (p.16)

ここでは、気候変動に対する高い脆弱性と曝露で特徴づけられた地理的地域のこと。

M ガバナンス (p.17)

組織や社会に関与するメンバーが主体的に公共性を担う、意思決定、合意形成のシステム。

N コベネフィット (p.17)

ここでは、緩和策による温室効果ガス排出削減・吸収の効果以外に副次的にもたらされるプラスの効果を示している。例えば、緩和シナリオにおいては大気質、エネルギー安全保障の目的を達成するための費用が下がるとともに、人間の健康、生態系への影響、及び資源の充足やエネルギーシステムのレジリエンス（強靱性）が改善する。森林・林業分野では森林減少の抑制による生物多様性の保全や水源の涵養（かんよう）、土壌の保全など。

O 集合行為問題 (p.17)

個人にとって合理的な行動が社会全体として望ましくない結果を生じることがあり、集合行為問題や社会的ジレンマと呼ばれる。たとえば、環境対策を導入してその費用を支払う、導入せずに費用を支払わない、という 2 つの選択肢が与えられた場合、自分以外の他の大多数は対策を導入してその結果よくなった環境の便益が得られるのであれば、個人としては導入しない方が得である。しかし、もし誰もが同じように考えるならば、対策は全く導入されず環境が悪化し、全ての人に大きな被害がもたらされるというジレンマが生じる。

P 影響の分布 (p.18)

リスクは偏在しており、どのような開発水準にある国々においても、一般的に、恵まれない境遇にある人々やコミュニティがより大きなリスクを抱える。特に作物生産に対する気候変動の影響は地域によって異なるため、リスクはすでに中程度である（確信度が中程度から高い）。地域的な作物収量や水の利用可能性が減少するという予測に基づく、不均一に分布する影響のリスクは 2℃以上の追加的な気温上昇で高くなる（確信度が中程度）。（WG2 SPM 評価に関する Box SPM.1 より）

Q オーバーシュート (p.21)

オーバーシュートとは、ある濃度目標を超えるという意味。一部のシナリオでは排出濃度が一時的に長期目標を超える。オーバーシュートには、短期的には緩和が比較的少ないが、長期的には、より急激で集中的な排出削減を行う事が含まれる。2100 年に 430～480 ppm CO₂ 換算の間に達するシナリオのほとんどに、濃度オーバーシュートがある。なぜなら、ほとんどのモデルでは、このような濃度水準のオーバーシュートがない場合に必要となる短期の迅速な排出削減を達成できな

いからである。多くのオーバーシュートシナリオは、今世紀の後半に、大気から二酸化炭素を除去（負の排出）する二酸化炭素除去（CDR）技術の普及に依拠している。しかし、長期濃度目標のオーバーシュートは、目標値を超えない場合に比べて、一時的により高い気温変化につながる可能性がある。

R 二酸化炭素除去（Carbon Dioxide Removal (CDR)）(p.21)

二酸化炭素除去は、(1)天然の炭素吸収源を増大させる、(2)化学工学を用いて二酸化炭素を除去する事によって、大気中二酸化炭素濃度の削減を意図して、二酸化炭素を大気中から直接除去する一連の技術である。CDR の手法には海洋、土地、及び技術システムが含まれ、海洋鉄散布、大規模植林、及び化学工学的手法を用いた大気からの二酸化炭素の直接吸収などがある。CDR 手法には地球工学（ジオエンジニアリング）の区分に入るものもある。

S 二酸化炭素回収・貯留付バイオエネルギー（Bio-Energy with Carbon Capture and Storage (BECCS)）(p.24)

バイオエネルギー燃焼プロセスに二酸化炭素回収・貯留技術（CCS）を適用したもの。バイオマスに含まれる炭素はそもそも大気中にあったものであるから、これを燃焼して二酸化炭素が大気中に放出されても正味ゼロであるが、これを回収・貯留すれば、大気中の二酸化炭素を除去（排出をマイナスに）することになる。

T 二酸化炭素回収・貯留（Carbon capture and storage (CCS)）(p.25)

産業およびエネルギー関連部門から排出される二酸化炭素を分離（捕捉）、調整、圧縮、貯留地へ輸送して、地下貯留層や海洋等に貯留し、大気環境から長期にわたり隔離するプロセスのこと。

U レジリエンス（強靱性）(p.26)

如何なる危機に直面しても、弾力性のあるしなやかな強さ（強靱さ）によって、致命傷を受けることなく、被害を最小化し、迅速に回復する社会、経済及び環境システムの能力。

V EJ (p.27)

1EJ は、1 エксаジュール（ $=10^{18}$ ジュール）。石油換算で 23,880,000 トン分のエネルギーに相当する。

W 割引された費用 (p.27)

気候変動問題は世代を超えた問題であり、現世代が負担する温室効果ガス排出削減費用の便益（回避される損害）は将来生じる。このような場合の費用便益分析においては、異なる時期の収入/支出金額等を時を超えて同等の量に換算する数学的操作が必要となり、具体的には将来の価値を現在よりも年々少なくする「割引率」を用いて現在価値への換算が行われる。割引率には成長割引と時間選好割引の2種類があり、例えば後者の場合、同じ額面でも現在より将来の価値が下がるとするならば時間選好割引率によって将来の価値を割り引く。

X 太陽放射管理（Solar Radiation Management (SRM)）(p.27)

与えられた指標（例、地上気温、降水量、地域への影響など）に従い、気候変動を削減する目的をもって地球の短波放射収支を意図的に改変すること。成層圏へのエアロゾルの人工的な注入や雲増白が SRM 手法の例である。

Y AFOLU (Agriculture, Forestry, and Other Land Use) (p.30)

UNFCCC からの要請を受け、IPCC は 2006 年に温室効果ガス排出・吸収量の算定に用いる IPCC ガイドラインを更新した。2006 年 IPCC ガイドラインではセクター分類も変更され、旧ガイドラインの農業部門（Agriculture）と土地利用変化及び林業部門（Land-Use Change & Forestry）が統合され農業、林業、その他の土地利用部門（Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU）となった。排出・吸収源としては家畜排泄物管理、稲作、野焼き、森林、農地、湿地等々である。

本訳注は、本要約をよりよく理解することを助けるために付したものである。

【文書履歴】

2015 年 3 月 31 日版（文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省ウェブサイト公開）