

気候変動と土地：気候変動、砂漠化、土地の劣化、持続可能な土地管理、食料安全保障  
及び陸域生態系における温室効果ガスフラックスに関する IPCC 特別報告書

政策決定者向け要約 (SPM)

(2021年3月29日時点 環境省和訳。[ ]で示された箇所は訳に際しての補足部分)

原文の版：2019年8月7日総会承認版に、2019年12月12日公表エラー修正(\*)を反映

\*[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/12/Climate-Change-and-Land-Errata\\_12-DEC\\_2019.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/12/Climate-Change-and-Land-Errata_12-DEC_2019.pdf)

原稿執筆者：Almut Arneth (Germany), Humberto Barbosa (Brazil), Tim Benton (United Kingdom), Katherine Calvin (The United States of America), Eduardo Calvo (Peru), Sarah Connors (United Kingdom), Annette Cowie (Australia), Edouard Davin (France/Switzerland), Fatima Denton (The Gambia), Renée van Diemen (The Netherlands/United Kingdom), Fatima Driouech (Morocco), Aziz Elbehri (Morocco), Jason Evans (Australia), Marion Ferrat (France), Jordan Harold (United Kingdom), Eamon Haughey (Ireland), Mario Herrero (Australia/Costa Rica), Joanna House (United Kingdom), Mark Howden (Australia), Margot Hurlbert (Canada), Gensuo Jia (China), Tom Gabriel Johansen (Norway), Jagdish Krishnaswamy (India), Werner Kurz (Canada), Christopher Lennard (South Africa), Soojeong Myeong (Republic of Korea); Nagmeldin Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (France), Cheikh Mbow (Senegal), Pamela McElwee (The United States of America), Alisher Mirzabaev (Germany/Uzbekistan), Angela Morelli (Norway/Italy), Wilfran Moufouma-Okia (France), Dalila Nedjraoui (Algeria), Suvadip Neogi (India), Johnson Nkem (Cameroon), Nathalie De Noblet-Ducoudré (France), Lennart Olsson (Sweden), Minal Pathak (India), Jan Petzold (Germany), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Elvira Poloczanska (United Kingdom/Australia), Alexander Popp (Germany), Hans-Otto Pörtner (Germany), Joana Portugal Pereira (United Kingdom), Prajal Pradhan (Nepal/Germany), Andy Reisinger (New Zealand), Debra C. Roberts (South Africa), Cynthia Rosenzweig (The United States of America), Mark Rounsevell (United Kingdom/Germany), Elena Shevliakova (The United States of America), Priyadarshi Shukla (India), Jim Skea (United Kingdom), Raphael Slade (United Kingdom), Pete Smith (United Kingdom), Youba Sokona (Mali), Denis Jean Sonwa (Cameroon), Jean-Francois Soussana (France), Francesco Tubiello (The United States of America/Italy), Louis Verchot (The United States of America/Colombia), Koko Warner (The United States of America/Germany), Nora Weyer (Germany), Jianguo Wu (China), Nouredine Yassaa (Algeria), Panmao Zhai (China), Zinta Zommers (Latvia).

## 序

『気候変動と土地<sup>1</sup>の特別報告書』(SRCCL)は、政府及びオブザーバー機関による提案を考慮し、IPCC 第6次評価サイクルの間に3つの特別報告書<sup>2</sup>を作成するというパネルによる2016年の決定に対応するものである。<sup>3</sup>本報告書は、陸域生態系における温室効果ガス(GHG)フラックス、並びに持続可能な土地管理<sup>4</sup>—気候変動への適応及び緩和、砂漠化<sup>5</sup>、土地の劣化<sup>6</sup>及び食料安全保障<sup>7</sup>に関連する—を取り扱う。本報告書は、『1.5°Cの地球温暖化に関する特別報告書』生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム(IPBES)による「土地の劣化と再生」という主題に特化した評価報告書、IPBESの『生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書』並びに国際連合砂漠化対処条約(UNCCD)による『世界土地概況』を含む最近発表された他の報告書に続くものである。本報告書は、同時に最近の他の報告書との整合及び補完の実現を目指しつつ、知識の現状について最新の評価を提供する<sup>8</sup>。

本政策決定者向け要約(SPM)は4つの部分によって構成される：*A) 昇温する世界における人々、土地及び気候、B) 適応及び緩和による対応の選択肢、C) [必要な緩和策・適応策を]可能とする対応の選択肢、並びにD) 当面の対策*。主要な知見に関連する確信度はIPCCの基準化された(技術)用語を用いて示し<sup>9</sup>、主要な各知見の基礎となる科学的根拠は、報告書本体を参照することによって提示する。

---

<sup>1</sup> 自然資源(土壌、地表面近くの大気、植生及びその他の生物相、水)、生態学的プロセス、地勢、並びにそのシステム内で営まれる人間の居住地及びインフラから成る生物圏の陸域の部分。

<sup>2</sup> 3つの特別報告書は：『1.5°Cの地球温暖化：気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な開発及び貧困撲滅への努力の文脈における、工業化以前の水準から1.5°Cの地球温暖化による影響及び関連する地球全体での温室効果ガス(GHG)排出経路に関するIPCC特別報告書』『気候変動と土地：気候変動、砂漠化、土地の劣化、持続可能な土地管理、食料安全保障及び陸域生態系における温室効果ガスフラックスに関するIPCC特別報告書』『変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書』

<sup>3</sup> 関連する提案は、次の通り：気候変動と砂漠化；地域的側面を伴う砂漠化；土地の劣化—緩和及び適応の相互の関係性と統合的な戦略の評価；農業、林業及びその他の土地利用；食料及び農業；食料安全保障と気候変動

<sup>4</sup> 持続可能な土地管理は、本報告書において、「変化する人間のニーズに対応すると同時に、土壌、水及び動植物を含む土地の資源の長期にわたる潜在的生産性と環境的機能(environmental functions)の維持を確保する目的での土地の資源の管理と利用」と定義される。

<sup>5</sup> 砂漠化は、本報告書において、「乾燥地、半乾燥地及び乾燥した半湿潤地において、気候の変動及び人間の活動を含む数多くの要素の結果起こる土地の劣化」と定義される。

<sup>6</sup> 土地の劣化は、本報告書において、「人為起源の気候変動を含む直接的または間接的な人為のプロセスによって引き起こされた土地の状況の負の傾向で、次に挙げる項目の少なくとも一つの長期的な低減及び喪失：生物学的生産性、生態学的十全性、または人間にとっての価値」と定義される。

<sup>7</sup> 食料安全保障は、本報告書において、「すべての人々が常時、活動的で健康な生活に必要な食事及び食べ物の好み満たされ、十分に安全な栄養価の高い食料に対する物理的、社会的及び経済的アクセスを有すること」と定義される。

<sup>8</sup> 本報告書は2019年4月7日までに出版に向けて受理された文献を扱う。

<sup>9</sup> 各々の知見は、基礎となっている証拠と見解の一致度の評価にその基盤を置く。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。ある成果または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%、「どちらも同程度の可能性」：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的な用語(「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%)を用いることがある。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。これはIPCC AR5と整合する。

## A. 昇温する世界における人々、土地及び気候

A.1 土地は、生物多様性ととも、食料、淡水及び複数の生態系サービスの供給を含む、人間の生計と福祉の主たる基礎を提供する。人間による利用は、世界全体の氷のない陸域の地表面の70% (69-76%の*可能性が高い範囲*) を超える面積に対して直接的に影響を与える (*確信度が高い*)。土地は、気候システムにおいても重要な役割を担う。{1.1, 1.2, 2.3, 2.4, 図 SPM.1}

A.1.1 現在、人々は陸域の潜在的な純一次生産<sup>10</sup>の4分の1から3分の1を、食料、飼料、繊維、木材及びエネルギーとして利用している。土地は、人類にとって不可欠な、文化的及び調整的サービスを含む、その他の多くの生態系の機能及びサービス<sup>11</sup>の基礎を提供する (*確信度が高い*)。ある経済的アプローチは、世界全体の陸域の生態系サービスを年間基準で評価しており、世界の1年間の国内総生産<sup>12</sup>にほぼ相当する (*確信度が中程度*)。{1.1, 1.2, 3.2, 4.1, 5.1, 5.5, 図 SPM.1}

A.1.2 土地は温室効果ガス(GHG)の排出源であるとともに吸収源であり、陸面と大気間のエネルギー、水及びエアロゾルの交換において重要な役割を果たす。陸域の生態系及び生物多様性は進行する気候変動、並びに気象及び気候の極端現象に対して脆弱で、その程度は様々である。持続可能な土地管理は、気候変動を含む複数のストレス要因が生態系及び各社会に与える負の影響の低減に寄与しうる (*確信度が高い*)。{1.1, 1.2, 3.2, 4.1, 5.1, 5.5, 図 SPM.1}

A.1.3 1961年<sup>13</sup>より利用可能なデータによれば、世界全体の人口増加並びに食料、飼料、繊維、木材及びエネルギーの一人当たり消費量の変化によって、土地及び淡水が先例のない速度で利用されており (*確信度が非常に高い*)、農業による利用が世界全体の淡水利用の約70%を占めることが示されている (*確信度が中程度*)。商用生産を含む農業及び林業が営まれている面積の拡大、並びに農業及び林業の生産性の強化によって、増加し続ける人口の消費及び食料の入手可能性は支えられてきた (*確信度が高い*)。大きな地域差を伴いながら、これらの変化は温室効果ガスの正味の排出量の増加 (*非常に確信度が高い*)、自然の生態系の喪失 (例、森林、サバンナ、自然の草地及び湿地) 及び生物多様性の減少 (*確信度が高い*) に寄与してきた。{1.1, 1.3, 5.1, 5.5, 図 SPM.1}

A.1.4 1961年より入手可能なデータによれば、植物油及び肉の一人当たり供給量が2倍以上に増加し、一人当たりの食料供給カロリーは約3分の1増加したことが示されている (*確信度が高い*)。現在、生産される食料の25-30%は、損失または廃棄となっている (*確信度が中程度*)。これらの要素は追加的なGHG排出に関連している (*確信度が高い*)。消費パターンの変化によって、現在20億人の大人が過体重または肥満となっている (*確信度が高い*)。8.21億人が依然として栄養不足であると推定される (*確信度が高い*)。{1.1, 1.3, 5.1, 5.5, 図 SPM.1}

<sup>10</sup> 土地の潜在的純一次生産 (NPP) は、この報告書において、土地利用がなかった場合に見られる、一定の期間にわたって光合成によって蓄積された炭素の量から植物の呼吸によって失われた量を引いた炭素の量、として定義される。

<sup>11</sup> IPBESは、その概念的枠組みにおいて「自然がもたらすもの」(NCP)を用い、その中に生態系の財とサービスを含む。

<sup>12</sup> 言い換えると、2007年の米ドルベースで2011年について75兆米ドルと推定されるS。

<sup>13</sup> この記述は、データの蓄積が1961年から始まるFAOSTAT内で入手可能な国別統計の中でもっとも総合的なデータに基づく。これは変化が1961年に始まったことを示唆するものではない。土地利用変化は工業化以前の期間から現在にかけての期間よりはるか以前から起こっている。

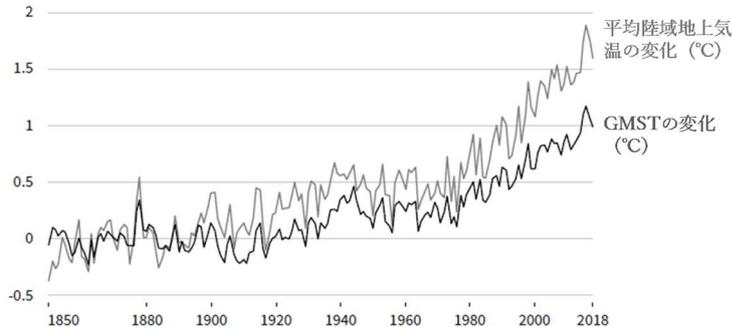
A.1.5 地球の氷のない土地の面積の約4分の1は人間に起因する劣化が起りやすい(確信度が中程度)。現在、農業地による土壌侵食は、土壌形成の速度の10~20倍(不耕起栽培の場合)から100倍以上(従来の耕起の場合)であると推定される(確信度が中程度)。気候変動は土地の劣化を、特に低平地沿岸部、三角州、乾燥地及び永久凍土の地域において悪化させる(確信度が高い)。1961~2013年の期間に、干ばつの状態にある乾燥地の延べ面積は平均1%/年よりわずかに大きい割合で増加し、その年々変動性は大きい。2015年には、約500(380-620)百万人[5.0(3.8~6.2)億人]が1980年代から2000年代にかけて砂漠化を経験した地域に居住していた。影響を受けた人々が最も多いのは、南アジアと東アジア、北アフリカを含む環サハラ地域、及びアラビア半島を含む中東地域である(確信度が低い)。その他の乾燥地域も砂漠化を経験している。すでに劣化または砂漠化した地域に居住する人々は、益々気候変動の負の影響を受けている(確信度が高い)。{1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3, 図SPM.1}

# 土地利用及び観測された気候変動

## A. 観測された気温変化 (1850-1900年比)

工業化以前の期間 (1850~1900) から、観測された平均陸域地上気温は、陸域及び海水の表面付近の気温と、海水のない海域の海面水温による世界全体の推定平均気温 (GMST) より大幅に上昇している。

1850-1900年比の気温の変化 (°C)

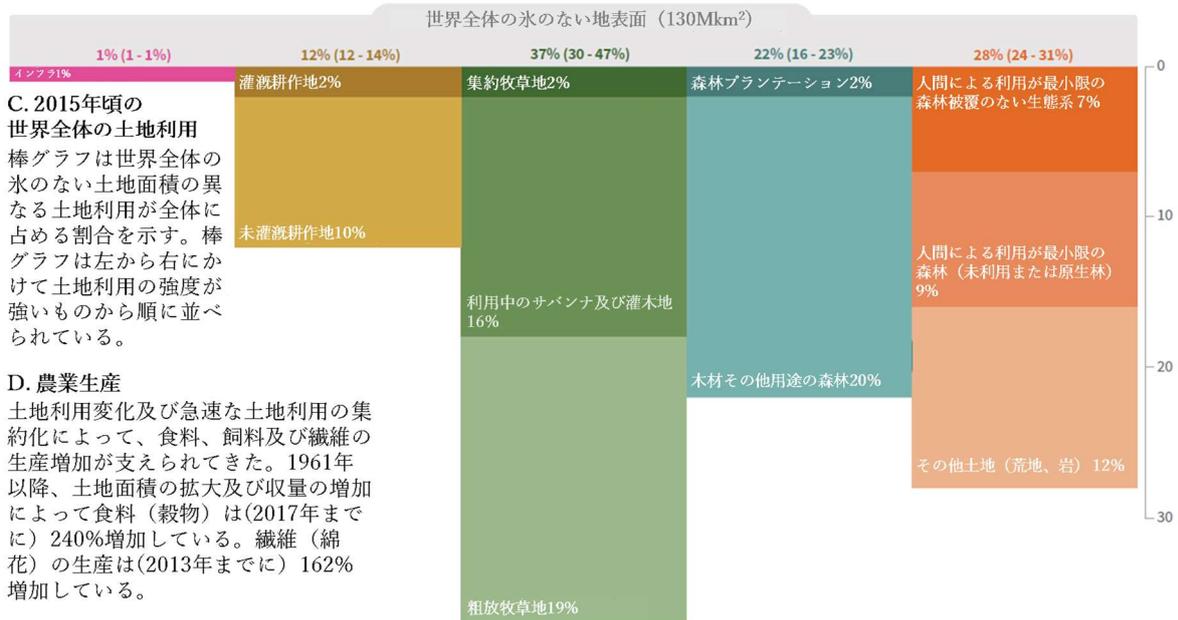
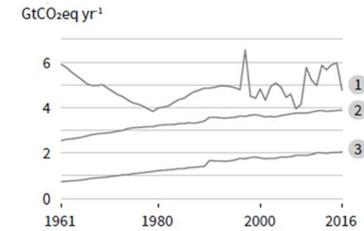


## B. GHG排出量

人為起源の温室効果ガスの総排出量 (2007~2016) の23%は農業、林業及びその他土地利用に由来すると推定される。

1961年比排出量の変化

- ① FOLU起源のCO<sub>2</sub>排出量 (Gt CO<sub>2</sub>/年)
- ② 農業起源のCH<sub>4</sub>排出量 (Gt CO<sub>2</sub>eq/年)
- ③ 農業起源のN<sub>2</sub>O排出量 (Gt CO<sub>2</sub>eq/年)



## C. 2015年頃の 世界全体の土地利用

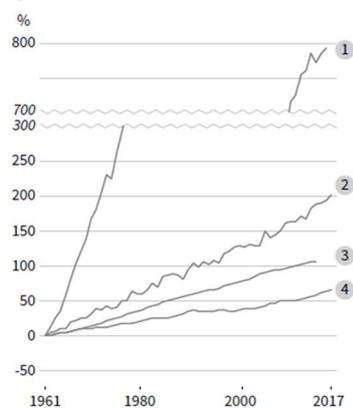
棒グラフは世界全体の氷のない土地面積の異なる土地利用が全体に占める割合を示す。棒グラフは左から右にかけて土地利用の強度が強いものから順に並べられている。

## D. 農業生産

土地利用変化及び急速な土地利用の集約化によって、食料、飼料及び繊維の生産増加が支えられてきた。1961年以降、土地面積の拡大及び収量の増加によって食料 (穀物) は(2017年までに) 240%増加している。繊維 (綿花) の生産は(2013年までに) 162%増加している。

1961年比の%変化

- ① 無機窒素肥料の利用
- ② 穀物の収量
- ③ 灌漑水量
- ④ 反芻家畜の総数

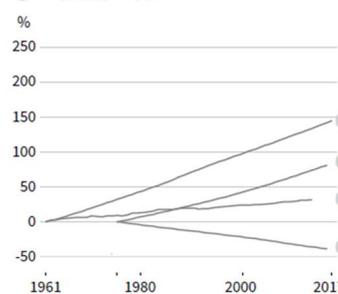


## E. 食料需要

生産量の増加は消費量の変化に関連する。

1961年及び1975年比の%変化

- ① 人口
- ② 「過体重」+「肥満」の人口
- ③ 一人当たり総カロリー
- ④ 「低体重」の人口

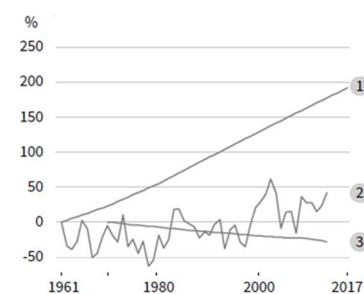


## F. 砂漠化及び土地の劣化

土地利用変化、土地利用の集約化及び気候変動は砂漠化及び土地の劣化に寄与してきた。

1961年及び1970年比の%変化

- ① 砂漠化が進む地域の人口
- ② 毎年干ばつに見舞われる乾燥地
- ③ 内陸の湿地面積



**図 SPM.1 土地利用変化及び観測された気候変動**：本報告書における土地利用及び観測された気候変動を図示する。パネル A～F は、本報告書が取り上げる中心的なテーマを表す代表的な土地利用及び気候の変数を選び、それらの現状及び傾向を示す。B 及び D～F における時系列の範囲は、国別の統計から得られるもので、ほとんどの場合 1961 年からデータが存在する[(国連食糧農業機関：FAO による)]FAOSTAT を用いた最も包括的なものに基づいている。パネル D～F の Y 軸は時系列の最初の年(基準年を 0 とする)との比較を表している。データ元及び注：**A**：昇温の曲線は 4 つのデータセット{2.1; 図 2.2; 表 2.1} の平均である。**B**：農業由来の N<sub>2</sub>O 及び CH<sub>4</sub> は FAOSTAT、FOLU に由来する正味 CO<sub>2</sub> 排出量は 2 つのブックキーピングモデル[注 24 参照]の平均値による(1997 年以降の泥炭地の火災に由来する排出量を含む)。CO<sub>2</sub>.eq の値で表される数値は全て、気候-炭素循環フィードバックを考慮せず、IPCC 第 5 次評価報告書 (AR5) で用いた 100 年 GWP 値に基づく (N<sub>2</sub>O=265; CH<sub>4</sub>=28)。{表 SPM.1, 1.1, 2.3 参照} **C**：2015 年頃における世界全体の氷のない土地面積における異なる土地利用の割合を示し、左から右にかけて土地利用の強度が強いものから順に並べられている。各棒グラフは広義の土地被覆の分類を表し、上部の数値は対象となる氷のない土地に占める割合であり、不確実性の幅をカッコ内に示す。集約的牧草地は、家畜の飼養密度が 100 頭/km<sup>2</sup> 以上と定義される。「木材及びその他の利用を目的に管理された森林」の面積は、総森林面積から「原生/未利用の」森林面積を差し引いて計算された。{1.2, 表 1.1, 図 1.3} **D**：肥料の利用について、軸の途中が省略されていることを留意されたい。肥料の利用割合が大きく変化しているのは、1961 年における利用が低水準であったことを反映し、単位面積当たり施肥量の増加並びに食料生産の増大を目的とした施肥された農地及び草地の拡大に関連する。{1.1, 図 1.3} **E**：「過体重」は体格指数 (BMI) が 25 kg/m<sup>2</sup> 以上と定義され、「低体重」は BMI が 18.5 kg/m<sup>2</sup> 以下と定義される。{5.1, 5.2} **F**：乾燥地域については、TerraClimate の降水量及び潜在的な蒸発散量(1980～2015 年)を用いて乾燥指数が 0.65 未満の場所を同定した。人口データは HYDE3.2 データベースによる。干ばつの地域は世界降水気候センター (Global Precipitation Climatology Centre) の干ばつ指数を 12 か月分累積したデータに基づく。内陸の湿地 (泥炭地を含む) の面積は、局所的な湿地面積の経時変化を報告する 2000 件以上の時系列のデータの集計に基づく。{3.1, 4.2, 4.6}

**A.2 工業化以前の期間以来、陸域地上気温は[陸域及び海氷の表面付近の気温と、海氷のない海域の海面水温による]世界全体の平均気温に比べて 2 倍近く上昇している (確信度が高い)。極端現象の頻度及び強度の増大を含む気候変動は、食料安全保障及び陸域生態系に悪い影響を及ぼし、多くの地域において砂漠化及び土地劣化に寄与してきた (確信度が高い)。{2.2, 3.2, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, Executive Summary Chapter 7, 7.2}**

A.2.1 工業化以前の期間 (1850～1900) から、観測された平均陸域地上気温は、[陸域及び海氷の表面付近の気温と、海氷のない海域の海面水温による] 世界全体の[推定]平均気温 (GMST[:Global Mean Surface Temperature])より大幅に上昇している (確信度が高い)。1850～1900 年から 2006～2015 年にかけて GMST が 0.87°C (0.75°C～0.99°Cが可能性が非常に高い範囲)上昇した一方で、平均陸域地上気温は 1.53°C (1.38°C～1.68°Cが可能性が高い範囲) 上昇している {2.2.1, 図 SPM.1}

A.2.2 昇温の結果、陸域のほとんどの地域において、熱波<sup>14</sup>を含む暑熱に関連する現象の頻度、強度及び持続期間が増大している (確信度が高い)。干ばつの頻度及び強度は一部の地域 (地中海、アジア西部、南アメリカの多くの地域、アフリカのほとんどの地域、及びアジア北東部を含む) において増加しており (確信度が中程度)、大雨の強度が世界規模で増大している (確信度が中程度)。{2.2.5, 4.2.3, 5.2}

<sup>14</sup> 熱波は、本報告書において、「異常に高温な気象の期間で、熱波及び継続的な高温は様々な及び場合によっては重なる定義を有する」と定義される。

A.2.3 人工衛星の観測は<sup>15</sup>、過去 30 年間にアジア、ヨーロッパ、南アメリカ、北アメリカ中央部、及びオーストラリア南東部の一部において植生の緑化<sup>16</sup>があったことを示している。緑化の原因には、生育期間の拡大、窒素沈着、CO<sub>2</sub>施肥効果<sup>17</sup>、及び土地管理が含まれる（確信度が高い）。植生の褐変<sup>18</sup>は、主に水ストレスの結果、ユーラシア北部、北アメリカの一部、中央アジア、及びコンゴ盆地を含む一部の地域において観測されている（確信度が中程度）。世界全体で、植生の緑化は、植生の褐変より広い面積で起こっている（確信度が高い）。{2.2.3, Box 2.3, 2.2.4, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.6.2, 5.2.2}

A.2.4 砂塵嵐の頻度及び強度はこの数十年の間に、多くの乾燥地域において、土地利用及び土地被覆の変化、並びに気候関連の要素によって増大し、その結果、アラビア半島及びより広範な中東地域、中央アジアなどの地域において、人間の健康への負の影響が増大している（確信度が高い）<sup>19</sup>。{2.4.1, 3.4.2}

A.2.5 一部の乾燥地域において、陸域地上気温の上昇及び蒸発散量の増加、並びに降水量の減少が気候の変動性及び人間活動と相互に作用し、砂漠化に寄与している。これらの地域には、サハラ以南のアフリカ、東アジア及び中央アジアの一部、並びにオーストラリアを含む。（確信度が中程度）{2.2, 3.2.2, 4.4.1}

A.2.6 地球温暖化の結果、世界全体の多くの地域において、乾燥気候帯の拡大及び極域の気候帯の縮小を含む気候帯の移動が起こっている（確信度が高い）。その結果、多くの植物種及び動物種はその生息分布域及び個体数の変化、及び季節行動の変化を経験している（確信度が高い）。{2.2, 3.2.2, 4.4.1}

A.2.7 気候変動は土地の劣化の過程を悪化させる（確信度が高い）。それは、降雨の強度、洪水、干ばつの頻度及び重度、熱ストレス、乾期、風、海面水位の上昇及び波動活動、並びに永久凍土の融解の増大によるものを含み、その結果は土地管理によって影響を受ける。進行する沿岸侵食は強度が増大し、より多くの地域に影響を与え、海面水位の上昇が一部の地域において土地利用の圧力を拡大させている（確信度が中程度）。{4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.4.1, 4.4.2, 4.9.6, 表 4.1, 7.2.1, 7.2.2}

A.2.8 気候変動は食料安全保障に対し、すでに、気温上昇、降水パターンの変化、及び一部の極端現象の頻度の増加を通し影響を与えている（確信度が高い）。作物の収量に対する気候変動の影響とその他の影響要素を区別する研究は、多くの低緯度地域において、一部の作物の収量（例、トウモロコシ、コムギ）が観測された気候変動による悪影響を受けている一方で、多くの高緯度地域では一部の作物（例、トウモロコシ、コムギ及びテンサイ）の収量が最近数十年にわたってよい影響を受けていることを示している（確信度が高い）。気候変動の結果、アフリカにおいて動物の成長速度及び牧畜システムの生産性が低下している（確信度が高い）。農業における病虫害の状況はすでに気候変動に応答しており、その結果それらの発生の増加及び減少の両方が起きているという明確(Robust)な証拠がある（確信度が高い）。先住民及び地域の知識に基づけば、気候変動は、乾燥地（特にアフリカの乾燥地）、並びにアジア及び南アメリカの高山地域において食料安全保障に影響を与えている<sup>20</sup>。{5.2.1, 5.2.2, 7.2.2}

<sup>15</sup> 人工衛星の観測の解釈は、不十分な地上での検証及びセンサー較正の影響を受けうる。さらに、それらの空間分解能は小規模の変化の分解が困難になりうる。

<sup>16</sup> 植生の緑化は、本報告書において、「人工衛星の観測によって推測される、光合成が活発な植物バイオマスの増加」と定義される。

<sup>17</sup> CO<sub>2</sub>施肥効果は、本報告書において、大気中の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）濃度が増加した結果起きた植物の生長の促進と定義される。CO<sub>2</sub>施肥効果の規模は栄養分及び水の利用可能性に依拠する。

<sup>18</sup> 植生の褐変は、本報告書において、人工衛星の観測によって推測される、光合成が活発な植物バイオマスの減少と定義される。

<sup>19</sup> 砂塵嵐及びその他の地域における健康への影響のそのような動向に関連する証拠は本報告書で評価された文献において限定的である。

<sup>20</sup> この評価は、先住民及び地域社会への聞き取り及び調査を含む方法論を用いた文献を扱った。

A.3 農業、林業及びその他の土地利用 (AFOLU) は、2007～2016 年の世界全体の人為的活動に起因する排出量のうち、CO<sub>2</sub> 排出量の約 13%、メタン (CH<sub>4</sub>) の約 44%、及び一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) の約 82% を占め、温室効果ガスの人為起源の正味の総排出量の約 23% (約 12.0+/-3.0GtCO<sub>2</sub>-eq /年) に相当した<sup>21</sup> (確信度が中程度)。人為起源の環境の変化に対する陸域の自然の応答の結果、2007～2016 年に 11.2GtCO<sub>2</sub>/年の純吸収源 (CO<sub>2</sub> 総排出量の 29%に相当) となったが (確信度が中程度)、その吸収源の持続性は気候変化により不確実である (確信度が高い)。世界の食料システム (グローバルフードシステム)<sup>22</sup> [における食料の] 生産・製造の前後に行われる活動に関連する排出量も含めた場合、[その排出量は] 人為起源の正味の温室効果ガスの総排出量の 21-37% を占めると推定される (確信度が中程度)。{2.3, 表 2.2, 5.4}

A.3.1 陸域は、人為及び自然の両方の要因により、CO<sub>2</sub> の排出源であると同時に吸収源であり、人為的なフラックスと自然のフラックスを区別することが難しい (非常に確信度が高い)。全球のモデルは、2007～2016 年の正味の CO<sub>2</sub> 排出量は 5.2 ± 2.6 GtCO<sub>2</sub> /年 (可能性が高い範囲) であったと推定する。これらの正味排出量は、主に新規植林/再植林による部分的な相殺を伴う森林減少、並びにその他の土地利用活動による排出及び吸収による (確信度が非常に高い) (表 SPM.1)<sup>23</sup>。1990 年以降、年間排出量について明確な傾向はない (確信度が中程度) (図 SPM.1)。{1.1, 2.3, 表 2.2, 表 2.3}

A.3.2 大気中の CO<sub>2</sub> 濃度上昇、窒素沈着、及び気候変動などの人為起源の環境変化に対する自然の陸域の応答の結果、2007～2016 年に世界全体で 11.2±2.6 GtCO<sub>2</sub> /年 (確信度が高い範囲) の正味の吸収となった (表 SPM.1)。この応答による正味吸収量及び AFOLU の正味排出量を合計すると、陸域一大気間のフラックスの正味の合計は 2007～2016 年に 6.0±3.7 GtCO<sub>2</sub>/年 (可能性の高い範囲) の吸収となる。気候変動による植生及び土壌からの CO<sub>2</sub> 排出量の将来的な正味の増加は、CO<sub>2</sub> 施肥効果及び生育期の拡大による吸収量の増加を弱めると予測される (確信度が高い)。これらのプロセスの間の均衡は、土地の炭素吸収源の将来を決定する不確実性の主要な原因 (source) である。予測される永久凍土の融解により、土壌炭素の喪失が増大すると予想される (確信度が高い)。21 世紀の間、それらの地域における植生の成長は、部分的にこの喪失を相殺するかもしれない (確信度が低い)。{Box 2.3, 2.3.1, 2.5.3, 2.7; 表 2.3}

A.3.3 全球モデル及び国別の GHG インベントリは異なる方法を用いて土地部門における人為起源の CO<sub>2</sub> 排出量及び吸収量を推定している。両者の推定値は森林が関係する土地利用変化 (例えば、森林減少、新規植林) についてはほぼ一致しているが、管理された森林については異なる。全球モデルは、伐採の対象である森林を管理された森林としているのに対し、国別の GHG インベントリは IPCC のガイドラインに従って管理された森林をより広義に定義する。このより広い面積において、インベントリは人為的な環境変化に対する土地の自然の応答を人為起源とみなす一方で、全球モデルのアプローチ {表 SPM.1} はこの応答を非人為的な吸収源として扱うことがある。例えば、2005～2014 年に国別の GHG インベントリの正味排出量の推定値の合計が 0.1±1.0 GtCO<sub>2</sub>/年である一方で、2 つの全球的なブックキーピングモデル [(注 23 参照)] の平均値は 5.1±2.6 GtCO<sub>2</sub>/年である (可能性が高い範囲)。方法論の違いを考慮することは土地部門の正味排出量の推定値及びそれらの応用について、よりよく理解することに繋がる。

<sup>21</sup> この評価は CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O のみを対象とする。

<sup>22</sup> 世界の食料システム (グローバルフードシステム) は、本報告書において、「食料の生産、加工、流通、調理及び消費に関連するすべての要素 (環境、人々、投入資源、プロセス、インフラ、組織など) 及び活動、並びに世界レベルにおける社会経済的及び環境面の成果を含む、これらの活動の成果」と定義される。これらの排出データは、『2006年IPCC国別温室効果ガスインベントリガイドライン』に沿って作成された国家インベントリと直接比較することはできない。

<sup>23</sup> 「ブックキーピング」又は「炭素会計」モデルによる CO<sub>2</sub> の人為起源の正味フラックスは、二つの反対方向の総フラックス：森林減少、土壌の耕起及び木材製品の酸化による総排出量 (約 20GtCO<sub>2</sub>/年) と、主に木材の伐採後の森林生長及び農業の放棄による総吸収量 (14 GtCO<sub>2</sub>/年)、から構成される (確信度が中程度)。

A.3.4 2007～2016年の期間における世界全体のAFOLUによるメタンの排出量は  $162 \pm 49 \text{ Mt CH}_4/\text{年}$  ( $4.5 \pm 1.4 \text{ GtCO}_2\text{-eq}/\text{年}$ )であった(確信度が中程度)。メタンの大気中の濃度の世界平均は、1980年代半ばから1990年代初頭にかけて着実に増大しており、その後1999年までより緩やかに伸び、1999年から2006年にかけての増減のない期間を経て、2007年からは再び増加の途を辿っている(確信度が高い)。2000年以前と比べて、有機物由来の排出源が全排出量に占める割合が拡大している(確信度が高い)。反芻動物及び稲作の拡大は、濃度の増大に大きく寄与している(確信度が高い)。{表 2.2, 2.3.2, 5.4.2, 5.4.3, 図 SPM.1}

A.3.5 AFOLUからの人為起源  $\text{N}_2\text{O}$  排出量は増加しており、2007～2016年の期間には  $8.3 \pm 2.5 \text{ MtN}_2\text{O}/\text{年}$  ( $2.3 \pm 0.7 \text{ GtCO}_2\text{-eq}/\text{年}$ )であった。土壌由来の人為起源の  $\text{N}_2\text{O}$  排出量(図 SPM.1、表 SPM.1)は、主に窒素施肥によるもので、非効率的な施肥(過剰な施肥又は作物が必要としている時季と不一致)も含む(確信度が高い)。農地の土壌からは2007～2016年の期間に約  $3 \text{ Mt N}_2\text{O}/\text{年}$  (約  $795 \text{ MtCO}_2\text{-eq}/\text{年}$ )の排出であった(確信度が中程度)。管理された牧草地に由来する排出量は、糞尿の堆積が増加したことにより大幅に増加している(確信度が中程度)。2014年の農業由来の人為起源の  $\text{N}_2\text{O}$  排出量の半分以上は、管理された牧草地及び放牧地における家畜に由来した(確信度が中程度)。{表 2.1, 2.3.3, 5.4.2, 5.4.3}

A.3.6 AFOLUによる正味の総GHG排出量は2007～2016年に  $12.0 \pm 3.0 \text{ GtCO}_2\text{-eq}/\text{年}$ である。これは人為起源の正味の総排出量の合計の23%に相当する(図 SPM.1)。世界の食料システムなどのその他のアプローチ[による排出量の計算で]は、農業からの排出及び土地利用変化(すなわち、森林減少及び泥炭地の劣化)に加え、食料生産のためのエネルギー、運輸及び産業部門からの農地外の排出量も含む。世界の食料システムに寄与する農地内からの排出量及び農地の拡大による排出量は、人為起源の排出総量の16～27%に相当する(確信度が中程度)。農地外の排出量は人為起源の排出総量の5～10%に相当する(確信度が中程度)。食料システムの多様性故に、食料システムの各要素による寄与には大きな地域差がある(確信度が非常に高い)。農業生産からの排出量は増大すると予測され(確信度が高い)、それは人口及び収入の増加並びに消費パターンの変化によって引き起こされる(確信度が中程度)。

農業、林業及びその他の土地利用 (AFOLU) 及び非AFOLU (パネル1) 並びに世界の食料システム (パネル2) による人為起源の正味の排出量 (2007-2016年の平均)<sup>1</sup>。正の値は排出、負の値は吸収を表す。

		直接人為起源								
気体	単位	農業、林業及びその他の土地利用 (AFOLU)による人為起源の正味の排出量		非AFOLUによる人為起源のGHG 排出量 <sup>6</sup>		気体ごとの人為起源の正味の総排出量(AFOLU+非AFOLU)		気体ごとの人為起源の正味の総排出量に占めるAFOLUの割合 (%)		
		A	B	合計	D	E = C + D	F = (C/E) × 100	人為起源の環境の変化に対する陸域の自然の応答 <sup>7</sup>		
<b>パネル1：AFOLUによる寄与</b>										
		林業及びその他の土地利用		農業						
		A	B	C = A + B	D	E = C + D	F = (C/E) × 100	A + G		
CO <sub>2</sub>	GtCO <sub>2</sub> yr <sup>-1</sup>	5.2 ± 2.6	No data <sup>11</sup>	5.2 ± 2.6	33.9 ± 1.8	39.1 ± 3.2	13%	-11.2 ± 2.6		
CH <sub>4</sub> <sup>3,8</sup>	MtCH <sub>4</sub> yr <sup>-1</sup>	19.2 ± 5.8	142 ± 42	161 ± 43	201 ± 101	362 ± 109	44%			
	GtCO <sub>2</sub> eq yr <sup>-1</sup>	0.5 ± 0.2	4.0 ± 1.2	4.5 ± 1.2	5.6 ± 2.8	10.1 ± 3.1				
N <sub>2</sub> O <sup>3,8</sup>	MtN <sub>2</sub> O yr <sup>-1</sup>	0.3 ± 0.1	8.3 ± 2.5	8.7 ± 2.5	2.0 ± 1.0	10.6 ± 2.7				
	GtCO <sub>2</sub> eq yr <sup>-1</sup>	0.09 ± 0.03	2.2 ± 0.7	2.3 ± 0.7	0.5 ± 0.3	2.8 ± 0.7	81%			
<b>合計 (GHG)</b>	<b>GtCO<sub>2</sub> eq yr<sup>-1</sup></b>	<b>5.8 ± 2.6</b>	<b>6.2 ± 1.4</b>	<b>12.0 ± 2.9</b>	<b>40.0 ± 3.4</b>	<b>52.0 ± 4.5</b>	<b>23%</b>			
<b>パネル2：世界の食料システムによる寄与</b>										
		土地利用変化		農業		生産・製造の前後における非AFOLUセクター <sup>5</sup>		世界の食料システムにおける総排出量		
土地利用変化由来CO <sub>2</sub> <sup>4</sup>	GtCO <sub>2</sub> yr <sup>-1</sup>	4.9 ± 2.5								
農業由来CH <sub>4</sub> <sup>3,8,9</sup>	GtCO <sub>2</sub> eq yr <sup>-1</sup>			4.0 ± 1.2						
農業由来N <sub>2</sub> O <sup>3,8,9</sup>	GtCO <sub>2</sub> eq yr <sup>-1</sup>			2.2 ± 0.7						
その他のセクター由来CO <sub>2</sub>	GtCO <sub>2</sub> yr <sup>-1</sup>					2.6 - 5.2				
<b>合計<sup>10</sup></b>	<b>GtCO<sub>2</sub> eq yr<sup>-1</sup></b>	<b>4.9 ± 2.5</b>		<b>6.2 ± 1.4</b>		<b>2.6 - 5.2</b>		<b>10.8 - 19.1</b>		

## 表 SPM.1 情報源及び注：

<sup>1</sup> すべての気体のデータを入手可能な最新年である 2016 年までの推計値を示している。

<sup>2</sup> 森林減少及び植林、並びに木材の収穫と再成長を含む土地管理、及び泥炭地火災などによる土地被覆の変化に起因する人為起源の正味の CO<sub>2</sub> フラックス。Global Carbon Budget の推定や AR5 で用いられている 2 つのブックキーピングモデルに基づく値。土地利用が変わらない場合の農地土壌炭素ストックの変化は、これらのモデルで考慮されていない。{2.3.1.2.1, 表 2.2, Box 2.2}

<sup>3</sup> 推計値は、FAOSTAT 及び USEPA 2012 の 2 つのデータベースの平均値及び評価された不確実性を示している。{2.3; 表 2.2}

<sup>4</sup> FAOSTAT に基づく。この値に含まれるカテゴリーは、「正味の森林転換（正味の森林減少）」「有機質土壌（農地及び草地）の流出」「バイオマス燃焼（湿潤熱帯林、その他の森林、有機質土壌）」である。主に植林に起因する吸収源である「森林（森林管理と正味の森林拡大）」は除外している。

注：FAOSTAT に基づく、2007~2016 年の期間における林業及びその他の土地利用由来の総排出量は、2.8 (±1.4) GtCO<sub>2</sub> yr<sup>-1</sup> である。{表 2.2, 表 5.4}

<sup>5</sup> AFOLU セクターに含まれない活動起源の CO<sub>2</sub> 排出量で、主にエネルギー（例：穀物の乾燥）、輸送（例：国際貿易）、及び産業（例：無機肥料の合成）といった食料システムの一部に由来し、農業生産活動（例：温室での暖房）、生産・製造前（例：農地投入物の製造）及び生産・製造後（例：農業食品加工）の活動を含む。この推計値は土地ベースであるため、漁業由来の排出量は除外されている。繊維及びその他の非食用農産物製造由来の排出量は、データベースにおいて食用から分離されていないため、当該排出量に含まれている。AFOLU 以外のセクターにおける食料システム関連の CO<sub>2</sub> 排出量は、人為起源の CO<sub>2</sub> 総排出量の 6~13% である。これらの排出量は、典型的に小規模自給自足農業では少ない。AFOLU の排出量を追加すると、世界の人為起源排出量における食料システムの推定シェアは 21~37% である。{5.4.5, 表 5.4}

<sup>6</sup> 非 AFOLU 総排出量は、エネルギー、産業排出源、廃棄物及びその他の排出量の CO<sub>2</sub> 換算総排出量の合計として計算されている。CO<sub>2</sub> は Global Carbon Project のデータに由来し、国際航空及び海運の排出を含む。CH<sub>4</sub> 及び N<sub>2</sub>O は PRIMAP データベースのデータに由来し、データが利用可能であった 2007~2014 年の平均値である。{2.3; 表 2.2}.

<sup>7</sup> 人為起源の環境の変化に対する土地による自然の応答とは、大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の増加、窒素沈着、及び気候変動などの環境の変化に対する植生及び土壌の応答である。示されている推定値は、動的全球植生モデルの平均値を表している。{2.3.1.2.4, Box 2.2, 表 2.3}

<sup>8</sup> CO<sub>2</sub> 換算値で表されているすべての値は、AR5 における気候-炭素フィードバックのない地球温暖化係数 100 年値 (GWP) に基づいている (N<sub>2</sub>O = 265; CH<sub>4</sub> = 28)。なお、この GWP は化石燃料起源及び生物起源の CH<sub>4</sub> 排出の双方に用いられている。化石燃料由来の CH<sub>4</sub> により大きな GWP を用いた場合 (AR5 では 30)、CO<sub>2</sub> 換算で表される人為起源の CH<sub>4</sub> 総排出量は 2% 増える。

<sup>9</sup> この推計値は土地ベースであるため、漁業由来及び水産養殖由来の排出量は除外されている（陸上で生産され水産養殖に使用される飼料由来の排出量を除く）。また、非食用農産物（例：繊維、バイオ燃料）製造由来の排出量は、データベースにおいて食用から分離されていないため、当該排出に含まれている。土地利用変化に伴う非 CO<sub>2</sub> 排出量（林業及びその他の土地利用のカテゴリー）は、森林及び泥炭地での火災によるものであるため除外されている。

<sup>10</sup> 食品ロス及び食品廃棄物に関連する排出量は明示的ではないが(implicitly) 含まれている。これは、食料システムからの排出量は生産された食料に関連し、その中には栄養摂取のために消費されたものと食品ロス及び食品廃棄物となるものを含んでいるためである。後者は、人為起源の CO<sub>2</sub> 換算総排出量の 8~10% と推定される。{5.5.2.5}

<sup>11</sup> 農業分野の CO<sub>2</sub> 排出量に関する世界全体のデータはない。

A.4 土地の状態/状況(condition)の変化<sup>24</sup>は、土地利用または気候変動のいずれによるものであっても、世界全体及び地域の気候に影響を与える（確信度が高い）。地域規模において、変化する土地の状態/状況は昇温を低減または増強し、極端現象の強度、頻度及び持続期間に影響を与える。これらの変化の規模及び[増減の]方向は、場所と季節によって異なる（確信度が高い）。{Executive Summary Chapter 2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.3}

A.4.1 工業化以前の期間以来、人間活動による土地被覆の変化は、地球温暖化に寄与する CO<sub>2</sub> の正味放出（確信度が高い）、及び地表面の冷却を引き起こす世界全体の陸域アルベド<sup>25</sup>の増加（確信度が中程度）をもたらしている。過去の期間にわたって、その結果として表面温度の世界平均に与える正味の影響は小さいと推定される（確信度が中程度）。{2.4, 2.6.1, 2.6.2}

A.4.2 熱波などの暑熱に関連する現象（確信度が中程度）及び大雨（確信度が中程度）を含む多くの極端現象の尤度(likelihood)、強度及び持続期間は、土地の状態/状況の変化によって大幅に変更されうる。土地の状態/状況の変化は、数百キロメートル離れた場所の気温及び降雨にも影響を与えうる（確信度が高い）。{2.5.1, 2.5.2, 2.5.4, 3.3; Cross-Chapter Box 4 in Chapter 2}

A.4.3 気候変動は、地域の気候へのフィードバックを伴って土地の状態/状況を変化させると予測される。高木限界線[（森林限界）]が北方に移動及び/または生育期が拡大する北方林の地域では、積雪及びアルベドの減少により冬季の昇温は増大する一方で、蒸発散量が増加する結果、生育期における昇温は低減される（確信度が高い）。降雨量の増加が予測される熱帯域では、植生の生長の増加により地域の昇温は低減される（確信度が中程度）。気候変動による土壌のより乾燥した状況は、熱波の程度を増大させうる一方で、より湿潤な土壌の状況は反対の効果を有する（確信度が高い）。{2.5.2, 2.5.3}

A.4.4 砂漠化は、植生被覆の減少に関連する CO<sub>2</sub> の放出により気温上昇を増幅する（確信度が高い）。この植生被覆の減少は、局所的なアルベドの増加をもたらす傾向にあり、その結果、地表面が冷却される（確信度が高い）。{3.3}

A.4.5 例えば新規植林、再植林及び森林減少などの森林被覆の変化は、水とエネルギーの交換を通じて地域の表面温度に直接的に影響を与える<sup>26</sup>（確信度が高い）。熱帯域において森林被覆が増加する地域では、蒸発散量の増大によって気温の低下が起こる（確信度が高い）。蒸発散量の増加の結果、生長期に、低温の日々が生じうるほか（確信度が高い）、暑熱に関連する現象の規模を低減させうる（確信度が中程度）。北方林の地域及び一部の温帯地域などの季節的な積雪がある地域では、樹木及び低木による被覆の増加は、地表面のアルベドの減少による冬季の昇温効果も有する<sup>27</sup>（確信度が高い）。{2.3, 2.4.3, 2.5.1, 2.5.2, 2.5.4}

A.4.6 地球温暖化及び都市化は共に、特に、熱波を含む暑熱に関連する現象が起きている間に、都市及びその周辺における昇温を増大させうる（ヒートアイランド効果）（確信度が高い）。夜間の気温は、日中の気温よりもこの効果の影響を大きく受ける（確信度が高い）。都市化の拡大はまた、都市の上空または都市域の風下において極端な降水現象の強度を増大させうる（確信度が中程度）。{2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 4.9.1, Cross-Chapter Box 4 in Chapter 2}

<sup>24</sup> 土地の状況は、土地被覆（例、森林減少、新規植林、都市化）、土地利用（例、灌漑）及び土地の状態（例、湿潤の程度、緑化の程度、雪の量、永久凍土の量）の変化を対象とする。

<sup>25</sup> アルベドの高い土地は、アルベドの低い土地よりも多くの太陽放射を反射する。

<sup>26</sup> 文献は、森林被覆の変化は、反応性の高いガス及びエアロゾルの排出量の変化によって気候に影響を与えうることを示唆する。{2.4, 2.5}

<sup>27</sup> 北方林に関連するエアロゾルは、地表面のアルベドの昇温効果を、少なくとも部分的に弱めるかもしれないことを示す文献が増えている。{2.4.3}

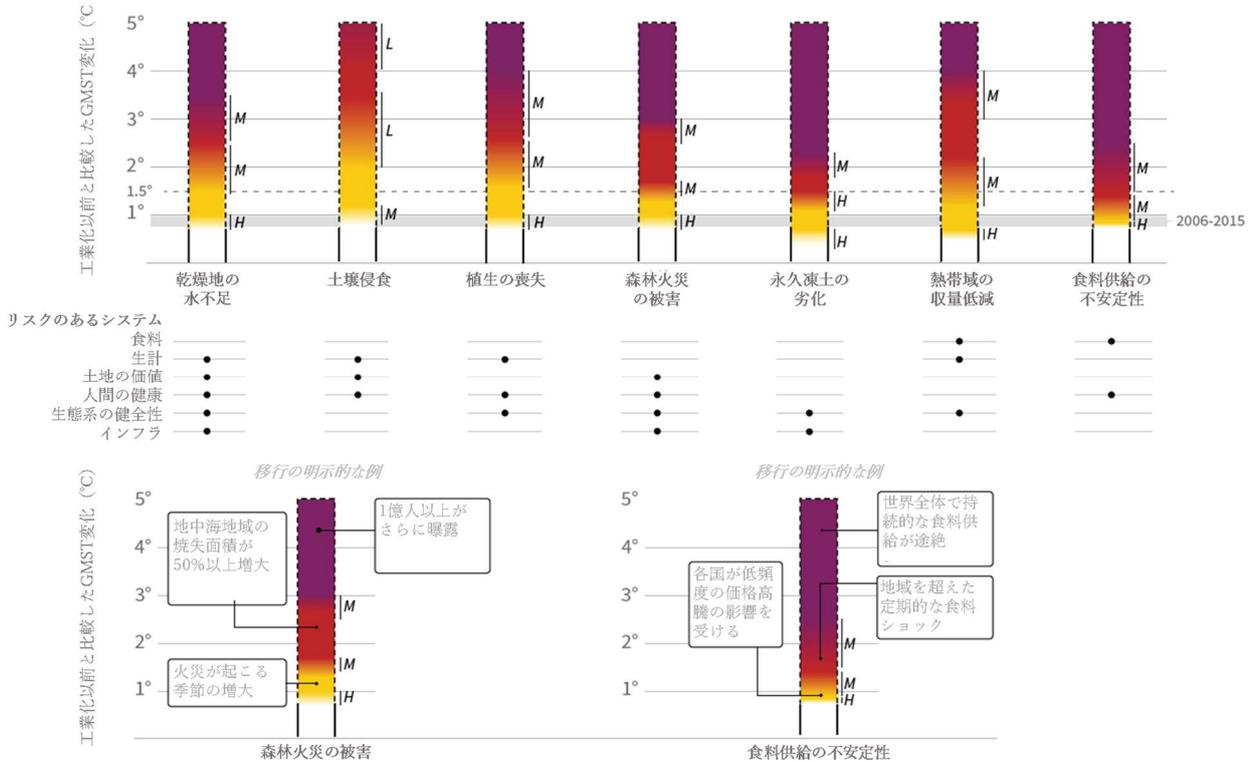
## ボックス SPM.1 共通社会経済経路[/シナリオ] (SSPs)

本報告書では、将来の社会経済の進展が気候変動の緩和、適応及び土地利用に与える影響を「共通社会経済経路[/シナリオ] (SSPs)」を用いて調査している。SSPs は気候変動の緩和及び適応に対する広範な課題に及ぶ。

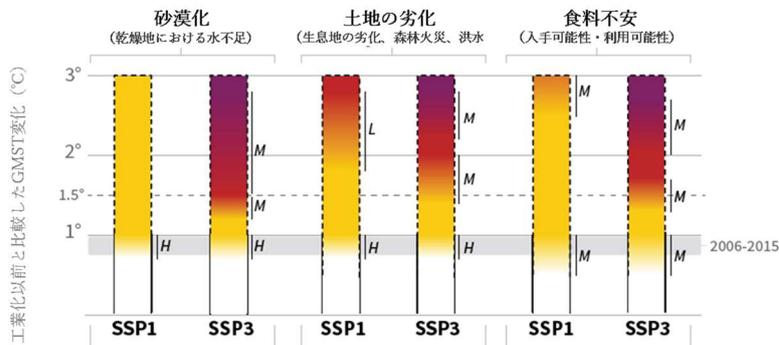
- SSP1 は、人口が最大となった後に減少する (2100 年に 70 億人以下)。高所得、不平等の減少、効果的な土地利用規制、低 GHG 排出型システムで生産された食料及び食品廃棄の削減を含む資源集約的な消費の減少、自由貿易並びに環境配慮型技術の普及を伴う。他の経路に比べ、SSP1 は緩和に伴う困難が小さく、適応に伴う困難が小さい (すなわち適応能力が高い)。
- SSP2 は、中程度の人口増加 (2100 年に 90 億人以下) と中程度の所得を伴う。技術進歩、生産及び消費パターンは過去の動向の延長上にあり、不平等の改善は緩やかに起きるのみである。他の経路に比べ、SSP2 は緩和に伴う困難が中程度で、適応に伴う困難が中程度である (すなわち適応能力が中程度)。
- SSP3 は、人口が多く (2100 年に 130 億人以下)、低所得、継続的な不平等、物質集約的な消費及び生産、貿易障壁、低速な技術変化を伴う。その他の経路に比べ、SSP3 は緩和に伴う困難が大きく、適応に伴う困難が大き (すなわち、適応能力が低い)。
- SSP4 は、中程度の人口増加 (2100 年に 90 億人以下) と中程度の所得を伴うが、地域内及び地域間の不平等が著しい。他の経路に比べ、SSP4 は緩和に伴う困難が小さく、適応に伴う困難が大き (すなわち、適応能力が低い)。
- SSP5 は、人口が最大となった後に減少する (2100 年に 70 億人以下)。高所得、不平等の減少及び自由貿易を伴う。この経路は、資源集約的な生産、消費及びライフスタイルを伴う。他の経路に比べ、SSP5 は緩和に伴う困難が大きく、適応に伴う困難が小さい (すなわち、適応能力が高い)。
- SSP は、適応についての示唆を与えると同時に、異なる緩和レベルを示唆する代表的濃度経路 (RCP) と組み合わせることができる。従って SSP は、異なる SSP-RCP の組み合わせによって予測されるように、異なる水準の GMST と整合しうる。しかし、一部の SSP-RCP の組み合わせは可能ではない。例えば、モデル経路において SSP3 では、RCP2.6 と将来の GMST がよ

### A. 気候変動の結果起こる土地に基づくプロセスにおける変化による人間及び生態系に対するリスク

工業化以前の水準と比較したGMSTの上昇は、砂漠化（水不足）、土地の劣化（土壌侵食、植生の喪失、森林火災、永久凍土の融解）及び食料安全保障（作物の収量及び食料供給の不安定性）に関連するプロセスに影響を及ぼす。食料システム、生計、インフラ、土地の価値、人間・生態系の健康に対してリスクを引き起こす。1つのプロセス（例えば、森林火災または水不足）において起こる変化の結果、複合的なリスクを引き起こすかもしれない。リスクは場所に固有で地域毎に異なる。



### B. 気候変動に関連するリスクの程度は異なる社会経済経路の影響を受ける



任意経路中では選択は、双価工升の速度に影響を与えるとともに、気候に関連するリスクを削減または増大させる。SSP1の経路は、低い人口増加、高所得、不平等の減少、GHG低排出システムにおける食料生産、効果的な土地利用規制があり高い適応を伴う世界を描く。SSP3の経路は逆の傾向を有する。SSP3よりもSSP1の方がリスクは低い。

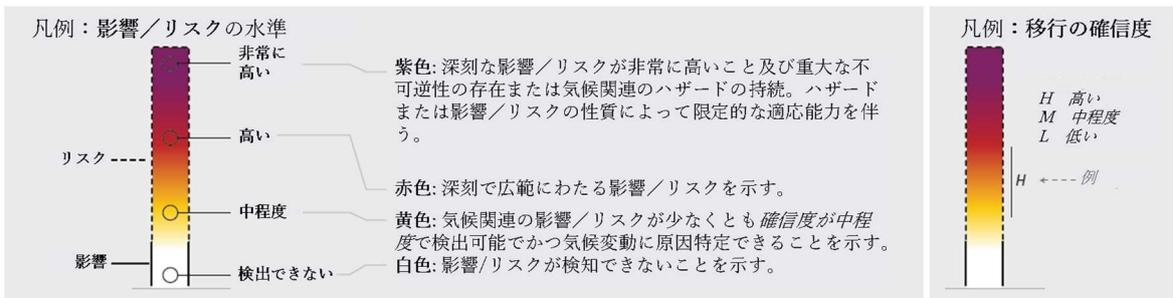


図 SPM.2 世界全体の気候変動、社会経済発展及び陸域生態系における緩和の選択肢による土地に関連する人間システム及び生態系に対するリスク：以前の IPCC 報告書同様に、文献を用いて、どの程度の地球温暖化においてリスク水準が「検出できない」「中程度」「高い」または「非常に高い」となるのかを評価するために専門家による判断を行なった。詳細は第 7 章及び報告書本体の他の箇所で説明される。図は、おおよその昇温の水準において評価されたリスクを示すが、適応による応答を含む様々な要素の影響を受けるかもしれない。評価は、下記の説明の通り SSP 経路に一致する適応能力を考慮する。**パネル A**：GMST の関数としての土地システムの特定要素に対するリスク。{2.1; Box 2.1; 3.5; 3.7.1.1; 4.4.1.1; 4.4.1.2; 4.4.1.3; 5.2.2; 5.2.3; 5.2.4; 5.2.5; 7.2; 7.3, 表 SM7.1}より広範なシステムとの関連性は例示的であり、包括性は意図されていない。リスク水準は、SSP2 の経路と大まかに一致する社会経済的な条件における中程度の傾向によって引き起こされる中程度の曝露及び脆弱性を想定して推定されている。{表 SM7.4} **パネル B**：気候変動及び社会経済開発のパターンによって起こる砂漠化、土地の劣化及び食料安全保障に関連するリスク。砂漠化に関連して増大するリスクは、乾燥地における水不足に曝され、水不足に脆弱な人口を含む。土地の劣化に関連するリスクには、生息地の劣化、森林火災及び洪水に曝された人口、並びに洪水のコストの増大を含む。食料安全保障へのリスクは、食料の入手可能性及び利用可能性を含み、それには、飢餓のリスクに直面する人口、食料価格の上昇、及び幼少時代の低体重による障害調整生存年数の増加を含む。リスクは対比される 2 つの社会経済経路 (SSP1 及び SSP3) {SPM Box 1}について評価され、目標となる緩和政策の効果を除外する{3.5; 4.2.1.2; 5.2.2; 5.2.3; 5.2.4; 5.2.5; 6.1.4; 7.2, 表 SM7.5}。3°C を超えるリスクについては、SSP1 はこの気温変化を超えることがないため示されていない。**全パネル**：本評価の一部として、要約的な一つの表に文献をまとめ、データを抽出した。(改良されたデルファイ法及びシェフィールドフレームワークに基づく正式な「専門家による聞き取り (expert elicitation)」に従ってリスクの移行に関する閾値を同定した。これには、2 回の独立した匿名の閾値の判断 (judgement) を含む、複数回にわたる聞き取りプロセス、及び最終的な合意のための議論が含まれた。方法論及び根拠となる文献に関するさらなる情報は第 7 章補足資料を参照されたい。

**A.5 気候変動は土地に対して追加的なストレスを生み、生計、生物多様性、人間の健康及び生態系の健全性、インフラ、並びに食料システムに対する既存のリスクを悪化させる (確信度が高い)。将来の温室効果ガス排出シナリオすべてにおいて、土地に対する影響の増加が予測されている (確信度が高い)。一部の地域は、より高いリスクに直面する一方で、一部の地域は以前には予期されなかったリスクに直面する (確信度が高い)。複数のシステム及び部門に対する影響を伴う連鎖的なリスクも地域によって異なる (確信度が高い)。{2.2, 3.5, 4.2, 4.4, 4.7, 5.1, 5.2, 5.8, 6.1, 7.2, 7.3, Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, 図 SPM.2}**

**A.5.1 昇温が進むにつれて、熱波を含む暑熱に関連する現象の頻度、強度及び持続期間は 21 世紀中増加し続けると予測される (確信度が高い)。干ばつの頻度及び強度は特に地中海地域及びアフリカ南部において増大すると予測される (確信度が中程度)。極端な降水現象の頻度及び強度は多くの地域において増大すると予測される (確信度が高い)。{2.2.5, 3.5.1, 4.2.3, 5.2}**

**A.5.2 昇温の増加に伴い、気候帯は中緯度及び高緯度において極域の方向に移動すると予測される (確信度が高い)。高緯度地域では、昇温は北方林において、干ばつ、森林火災及び害虫の発生を含む攪乱を増大させると予測される (確信度が高い)。熱帯地域では、GHG 排出量が中程度のシナリオ及び高排出シナリオにおいて、昇温の結果、前例のない<sup>28</sup>気候の状況が 21 世紀半ばから 21 世紀末にかけて生じると予測される (確信度が中程度)。{2.2.4, 2.2.5, 2.5.3, 4.3.2}**

<sup>28</sup> 前例のない気候の状況は、本報告書において、「20 世紀の間にかなる場所においても起こったことがない状況」と定義される。それらは、高い気温と強い季節性と変化を伴う降水によって特徴づけられる。評価された文献においては、気温及び降水以外の気候変数による影響は考慮されていない。

A.5.3 地球温暖化の現在の水準は、乾燥地における水不足の増大、土壌侵食、植生の喪失、森林火災による被害、永久凍土の融解、沿岸域の劣化及び熱帯域の作物の収量の減少による中程度のリスクに関連する（確信度が高い）。連鎖的なリスクを含むリスクは、気温の上昇に伴ってさらに深刻になると予想される。約 1.5°Cの地球温暖化では、乾燥地における水不足、森林火災による被害、永久凍土の劣化及び食料供給の不安定性によるリスクは高いと予測される（確信度が中程度）。約 2°Cの地球温暖化では、永久凍土の劣化及び食料供給の不安定性によるリスクは非常に高いと予測される（確信度が中程度）。さらに、約 3°Cの地球温暖化では、植生の喪失、森林火災の被害、及び乾燥地における水不足によるリスクは非常に高いと予測される（確信度が中程度）。干ばつ、水ストレス、熱波などの暑熱に関連する現象及び生息地の劣化によるリスクは、1.5°C～3°Cの昇温の間で気温上昇とともに増大する（確信度が低い）。{図 SPM.2, 7.2.2, Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, Chapter 7 supplementary material}

A.5.4 フードチェーンを途絶する極端な気象現象の規模及び頻度が増大するにつれ、食料供給の安定性は<sup>29</sup>低減すると予測される（確信度が高い）。大気中の CO<sub>2</sub> の水準の上昇によって作物の栄養価も低下しうる（確信度が高い）。SSP2 では、世界の作物モデル及び経済モデルは、気候変動（RCP.6.0）によって 2050 年に穀物価格が中央値で 7.6%（1～23%の範囲）上昇し、食料価格の上昇及び食料不足及び飢餓のリスクの増大をもたらすと予測する（確信度が中程度）。最も脆弱な人々がより深刻に影響を受ける（確信度が高い）。{5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.8.1, 7.2.2.2, 7.3.1}

A.5.5 乾燥地では、気候変動と砂漠化は、作物及び家畜の生産性を低減させ（確信度が高い）、植物種の組み合わせを変化させ、生物多様性を減少させる（確信度が中程度）。SSP2 では、水ストレス、干ばつの強度及び生息地の劣化に脆弱な乾燥地の人口は 2050 年に 1.5°Cの昇温の場合に 1.78 億人に達すると予測され、2°Cの昇温で 2.20 億人に増加し、3°Cの昇温で 2.77 億人に増加する（確信度が低い）。{3.5.1, 3.5.2, 3.7.3}

A.5.6 アジア及びアフリカ<sup>30</sup>は、砂漠化の拡大に脆弱な人々が最も多いと予測される。北アメリカ、南アメリカ、地中海、アフリカ南部、及びアジア中央部は森林火災の影響が増大するかもしれない。熱帯域及び亜熱帯域は、作物の収量の減少に最も脆弱であると予測される。海面水位の上昇及びより強力な低気圧の組み合わせの結果起こる土地の劣化は、低気圧が起こりやすい地域において生命及び生計を危機に曝すと予測される（確信度が非常に高い）。各集団内では、女性、非常に若年（幼年）の人々、高齢者及び貧困者が最もリスクに曝されている（確信度が高い）。{3.5.1, 3.5.2, 4.4, 表 4.1, 5.2.2, 7.2.2, Cross-Chapter Box 3 in Chapter 2}

A.5.7 気候の変化は、環境に起因する国家内及び国境を越える移住（migration）を増幅させうるが（確信度が中程度）、それは移住を引き起こす複数の要因及び利用可能な適応策を反映する（確信度が中程度）。極端な気象及び気候または緩やかに進行する現象は強制移住の増大、フードチェーンの途絶、生計への脅威の増加につながるかもしれない（確信度が高い）、紛争につながるストレスの悪化に寄与するかもしれない（確信度が中程度）。{3.4.2, 4.7.3, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.8.2, 7.2.2, 7.3.1}

A.5.8 持続不可能な土地管理は、負の経済影響をもたらしている（確信度が高い）。気候変動はこれらの負の経済影響を悪化させると予測される（確信度が高い）。{4.3.1, 4.4.1, 4.7, 4.8.5, 4.8.6, 4.9.6, 4.9.7, 4.9.8, 5.2, 5.8.1, 7.3.4, 7.6.1, Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

<sup>29</sup> 食料供給は、本報告書においては、「入手可能性と利用可能性（価格を含む）を包含するもの」と定義される。食料供給の不安定性は、利用可能性を低下させることで食料安全保障に影響を与える変動性のことである。

<sup>30</sup> 西アフリカは、砂漠化の拡大及び収量の減少に対して脆弱な人々が多い。北アフリカは水不足に対して脆弱である。

A.6 気候変動によってもたらされるリスクの水準は、昇温のレベルに依存するとともに、人口、消費及び生産、技術開発、並びに土地管理の様式（パターン）がどのように変化するかにも依存する（確信度が高い）。食料、飼料及び水の需要の増大並びにさらなる資源集約型の消費及び生産を伴い、農業収量の技術的向上がさらに限定的な経路は、乾燥地における水不足、土地劣化及び食料不安（food insecurity）によるリスクの増大をもたらす（確信度が高い）。{5.1.4, 5.2.3, 6.1.4, 7.2, Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, 図 SPM.2b}

A.6.1 全ての SSP において、予測される人口及び収入の増加は、消費パターンの変化を伴って、2050 年に食料、飼料及び水の需要の増加をもたらす（確信度が高い）。これらの変化は、土地管理活動とあいまって、土地利用変化、食料不足、水不足、陸域の GHG 排出量、炭素固定ポテンシャル、及び生物多様性に影響を与える（確信度が高い）。収入が増加し、農業による需要の減少または生産性の改善のいずれかによって土地転換の需要が減少する開発経路は、食料不安の低減をもたらす（確信度が高い）。評価された全ての将来の社会経済経路は、水需要及び水不足の増大を引き起こす（確信度が高い）。農地がより大幅に拡大する SSP において、生物多様性の減少がより大きくなる（確信度が高い）。{6.1.4}

A.6.2 乾燥地における水不足に関連するリスクは、共通社会経済経路 1(SSP1) (BOX SPM.1 を参照) と同様に、人口増加が少なく、水需要の増加が少なく、適応能力が高い経路においてより小さい。これらのシナリオでは、乾燥地における水不足によるリスクは、3°Cの地球温暖化においてさえも中程度となる（確信度が低い）。一方、乾燥地における水不足に関連するリスクは、SSP3 などのように人口増加が大きく、脆弱性が高く、水需要がより大きく、適応能力が低い経路においてより大きい。SSP3 では、1.2～1.5°Cの間でリスクが「中程度」から「高い」に移行する（確信度が中程度）。{7.2, 図 SPM.2b, BOX SPM.1}

A.6.3 気候変動が引き起こす土地の劣化に関連するリスクは、人口がより多く、土地利用変化が増大し、適応能力が低く、適応の障壁が他にも存在する経路（例、SSP3）においてより高い。これらのシナリオでは、より多くの人々が生態系の劣化、火災及び沿岸洪水に曝される（確信度が中程度）。土地劣化について、予測されるリスクの「中程度」から「高い」への移行は、SSP1 では 1.8～2.8°Cの地球温暖化において起こり（確信度が低い）、SSP3 では 1.4～2°Cで起こる（確信度が中程度）。予測されるリスクの「高い」から「非常に高い」への移行は、SSP3 で 2.2～2.8°Cにおいて起こる（確信度が中程度）。{4.4, 7.2, 図 SPM.2b}

A.6.4 食料安全保障に関連するリスクは、より低い収入、食料需要の増大、土地を巡る競争の結果起こる食料価格の上昇、貿易のさらなる縮小、及び適応に関するその他の課題を伴う経路（例、SSP3）においてより高い（確信度が高い）。食料安全保障について、予測されるリスクの「中程度」から「高い」への移行は、SSP1 では 2.5～3.5°Cの地球温暖化において起こり（確信度が低い）、SSP3 では 1.3～1.7°Cで起こる（確信度が中程度）。予測されるリスクの「高い」から「非常に高い」への移行は、SSP3 で 2～2.7°Cにおいて起こる（確信度が中程度）。{7.2, 図 SPM.2b}

A.6.5 都市域の拡大は農地の転換をもたらす、その結果食料生産の損失を引き起こすと予測される（確信度が高い）。これは、食料システムに対する追加的なリスクをもたらす。これらの影響を低減する戦略は、都市域及び都市周辺の食料生産、及び都市域の拡大の管理、並びに都市において気候リスクを低減する都市域のグリーンインフラをも含む<sup>31</sup>（確信度が高い）。{4.9.1, 5.5, 5.6, 6.3, 6.4, 7.5.6} (図 SPM.3)

<sup>31</sup> 本報告書で検討されている陸域システムは都市域の生態系の動態について詳細に触れていない。都市域は、都市の拡大及びその他の都市のプロセス、並びにそれらの陸域に関連するプロセスとの関係は広範に及び、ダイナミックで複雑である。人口、成長、収入、食料生産及び消費、食料安全保障及び食生活など、本報告書で取り上げられているいくつかの課題は、これらの都市のプロセスと非常に近い関係にある。都市域は、生態系の機能及びサービスの喪失を含む、災害リスクの増大に繋がりを土地土地利用変化の動態に関連する多くのプロセスが起こる場所である。一部の具体的な都市の課題はこの報告書で評価されている。

## B. 適応及び緩和の対応の選択肢

B.1 気候変動への適応及び緩和に寄与する多くの土地に関連する対応は、砂漠化及び土地劣化にも対処することができ、食料安全保障も強化しうる。土地に関連する対応の潜在的可能性並びにそれに関連して強調される適応及び緩和は、地域社会及び地域の適応能力を含め、[これらの]文脈に[応じて]異なる。土地に関連する対応の選択肢は、適応及び緩和に重要な貢献をしよう一方で、適応には障壁が存在し、世界全体の気候変動の緩和への貢献には限界がある。(確信度が非常に高い) {2.6, 4.8, 5.6, 6.1, 6.3, 6.4, 図SPM.3}

B.1.1 気候変動への適応及び緩和、並びに持続可能な開発に寄与する一部の土地に関連する対策はすでに講じられている。対応の選択肢は、適応、緩和、砂漠化及び土地の劣化への対処、食料安全保障、及び持続可能な開発にわたって評価され、一連の優良な選択肢はこれら全ての課題に対して効果を発揮する。これらの選択肢には、持続可能な食料生産、改善された持続可能な森林管理、土壌有機炭素の管理、生態系保全及び土地再生、森林減少及び劣化の削減、並びに食品ロス及び廃棄物の削減が含まれるが、これらに限定されない(確信度が高い)。これらの対応の選択肢は、生物物理的、社会経済的及びその他の可能とする要素の統合を必要とする。{6.3, 6.4.5; Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

B.1.2 一部の対応の選択肢は即時的な影響をもたらす一方で、他の選択肢は、測定可能な結果を実現するまでに何十年も要する。即時的な影響をもたらす対応の選択肢の例には、泥炭地、湿地、放牧地、マングローブ及び森林などの高炭素の生態系の保全が含まれる。複数の生態系サービス及び機能をもたらすが、その実現により多くの時間を要する例には、高炭素生態系の復元、アグロフォレストリー及び劣化した土壌の再生(reclamation)、並びに新規植林及び再植林が含まれる(確信度が高い)。{6.4.5; Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

B.1.3 対応のオプションを成功裏に実施することは、局所的な環境及び社会経済的な状況の検討に依拠する。土壌炭素管理などの一部の選択肢は、幅広い土地利用の形態にわたって潜在的に適用可能である一方で、有機質土壌、泥炭地及び湿地に関する土地管理活動や、淡水資源に関連する土地管理活動などの効率性は、特定の農業生態学的な状況に依拠する(確信度が高い)。食料システムの要素に対する気候変動の影響の場所に固有な性質、及び農業生態系の幅広い多様性ゆえに、適応及び緩和の選択肢及びその障壁は、地域及び局所的なレベルにおける環境及び文化の状況に関連づけられる(確信度が高い)。土地の劣化が起こらない中立的な状況(neutrality)の達成は、局所、地域及び国家の各レベル、並びに農業、牧草地、森林及び水を含む複数の部門にわたる複数の対応を統合できるかに依拠する(確信度が高い)。{4.8, 6.2, 6.3, 6.4.4}

B.1.4 土地に基づく選択肢で土壌または植生に炭素を固定する、新規植林、再植林、アグロフォレストリー、鉱質土壌における土壌炭素管理などや、伐採木材製品への炭素貯留は、永久に炭素を固定し続けるものではない(確信度が高い)。しかし、泥炭地は何世紀にもわたって炭素を固定し続けることができる(確信度が高い)。植生が成熟したとき、または植生及び土壌の炭素貯留先が飽和状態になったとき、CO<sub>2</sub>が1年間に大気から吸収される量がゼロに向かって減少する一方で、炭素蓄積[(ストック)]は維持することができる(確信度が高い)。しかし、植生及び土壌に蓄積された炭素は、洪水、干ばつ、火災、または害虫の発生、または将来の劣悪な管理によって、将来的な喪失(または吸収源の逆転)が起こるリスクに曝されている(確信度が高い)。{6.4.1}

**B.2 評価されたほとんどの対応の選択肢は、持続可能な開発及びその他の社会目標に正の貢献をもたらす（確信度が高い）。多くの対応の選択肢は、土地をめぐる競争を伴わずに適用することができ、複数の共便益（コベネフィット）を提供する潜在的可能性を有する（確信度が高い）。さらなる一連の対応の選択肢は、土地の需要を低減させる潜在的可能性を持ち、その結果、他の対応の選択肢が気候変動の適応及び緩和のそれぞれにわたって成果をもたらす潜在的可能性を強化し、砂漠化及び土地劣化に対処し、食料安全保障を強化する（確信度が高い）。{4.8, 6.2, 6.3.6, 6.4.3; 図 SPM.3}**

**B.2.1 改良された農地及び放牧地の管理、持続可能な森林管理、及び土壌有機炭素含有量の増加などの、複数の土地管理の選択肢は、土地利用の変化を必要とせず、従って更なる土地転換の需要を生まない（確信度が高い）。さらに、食料生産性の増大、食生活の選択及び食品ロス・廃棄の削減などの複数の対応の選択肢は、土地転換の需要を削減し、その結果土地を潜在的に解放し、その他の対応の選択肢の実施を強化する機会を生む（確信度が高い）。土地をめぐる競争を減少させる対応の選択肢は実現可能であり、農場から地域レベルに至る様々な規模において適用可能である（確信度が高い）。{4.8, 6.3.6, 6.4; 図 SPM.3}**

**B.2.2 泥炭地、沿岸域の土地及び森林などの自然生態系の保護及び再生、生物多様性保全、土地をめぐる競争の削減、火災防除、土壌の管理、及びほとんどのリスク管理の選択肢（例、地域の種子の利用、災害リスク管理、リスク共有手段）などの広範な適応及び緩和の対応は、持続可能性、生態系の機能及びサービスの強化、及びその他の社会的目標に対して正の貢献をする潜在的可能性を有する（確信度が中程度）。生態系を活用した適応（ecosystem-based adaptation）は、一部の文脈においては自然保全を推進しながら貧困を緩和し、温室効果ガスを除去し、生計を守ることによってコベネフィットの提供さえもなす（例、マングローブ）（確信度が中程度）。{6.4.3, 7.4.6.2}**

**B.2.3 ほとんどの土地管理に基づく対応の選択肢で、土地をめぐる競争を増大させないもの、バリューチェーンの管理（例、食生活の選択、収穫後の損失（ロス）の削減、食品廃棄物の削減）に基づくほぼ全ての選択肢、及びリスク管理は、良好な健康及び福祉、清潔な水及び衛生、気候行動、及び陸域での生活を推進しながら、貧困の撲滅及び飢餓の撲滅に貢献しうる（確信度が中程度）。{6.4.3}**

**B.3 ほとんどの対応の選択肢は、利用可能な土地をめぐる競争を伴わずに適用可能だが、一部の選択肢は土地転換の需要を増大させうる（確信度が高い）。数 GtCO<sub>2</sub>/年の規模においては、この土地転換需要の増大は適応、砂漠化[防止]、土地劣化[防止]及び食料安全保障にとって負の副作用につながりうるだろう（確信度が高い）。土地全体の限定的な割合に適用され、持続的に管理された全体像（landscape）に統合された場合、負の副次的効果は減少し、一部の正の共便益（コベネフィット）を実現しうる（確信度が高い）。{4.5, 6.2, 6.4; Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6; 図 SPM.3}**

**B.3.1 数 GtCO<sub>2</sub>/年の水準で CO<sub>2</sub> を大気中から除去するために必要な規模で適用された場合、新規植林、再植林及び炭素回収・貯留付きもしくは無しのバイオエネルギー用、またはバイオ炭用の原料を提供するための土地利用は、土地転換の需要を大幅に増大させるだろう（確信度が高い）。適切な規模で持続可能に管理された全体像（landscape）へと統合することによって悪い影響を緩和しうる（確信度が高い）。草地の農地への転換の削減、泥炭地の再生及び転換の削減、並びに沿岸湿地の再生及び転換の削減によって、世界全体において影響を受ける面積がより小さくなり、これらの選択肢が土地利用変化にもたらす影響はより小さいかより変動性が高くなる（確信度が高い）。{Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6; 6.4; 図 SPM.3}**

B.3.2 土地は気候変動の緩和に貴重な貢献ができる一方で、バイオエネルギー作物または新規植林などのように土地に基づく緩和策の普及には限界がある。世界全体で数百万 km<sup>2</sup> の規模で広範に導入した場合、砂漠化、土地の劣化、食料安全保障及び持続可能な開発に関するリスクを増大させうるだろう（確信度が中程度）。全土地の限られた割合に対して適用するのであれば、他の土地利用を置き換える形で導入される土地に基づく緩和策であっても、副作用がより少なくなり、適応、砂漠化、土地の劣化、または食料安全保障に正の共便益（コベネフィット）をもたらさう（確信度が高い）{4.2, 4.5, 6.4; Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6, 図 SPM.3}

B.3.3 バイオエネルギー用のバイオマスの生産及び利用は、土地の劣化、食料不安、GHG 排出量及びその他の環境及び持続可能な開発の目標に対して、共便益、副作用、及びリスクをもたらさう（確信度が高い）。これらの影響は、文脈によって異なり、導入規模、当初の土地利用、土地の種類、バイオエネルギーの原料、初期の炭素蓄積量、気候帯や管理体制に依拠し、その他の土地を必要とする対応の選択肢も同様の範囲の結果をもたらす可能性がある（確信度が高い）。残渣及び有機廃棄物をバイオエネルギーの原料として利用することによって、バイオエネルギーの普及に関連する土地利用変化の圧力を緩和するが、[バイオエネルギーに利用できる]残渣[の量]は限られており、本来なら土壌に残される残渣を除去することによって土壌の劣化が引き起こされうるかもしれない（確信度が高い）。{2.6.1.5; Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6; 図 SPM.3}

B.3.4 人口が少なく、土地利用が効果的に規制され、低 GHG 排出のシステムで食料が生産され、食品ロス及び廃棄がより少ない、予測された社会経済経路（SSP1）では、食料安全保障、土地の劣化及び乾燥地における水不足のリスクの「低い」から「中程度」への移行は、バイオエネルギーまたは BECCS に利用される面積が 100～400 万 km<sup>2</sup> の範囲である（確信度が中程度）。それに対し、人口が多く、低所得で技術変化がゆっくりと進行する経路（SSP3）では、「低い」から「中程度」のリスクへの移行は 10 万～100 万 km<sup>2</sup> の範囲である（確信度が中程度）。{6.4; Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6; 表 SM7.6; Box SPM.1}

B.4 砂漠化に対処するための多くの活動は、緩和の共便益（コベネフィット）を伴って気候変動への適応に寄与しうるほか、社会に対する持続可能な開発の共便益（コベネフィット）を伴って生物多様性の喪失の抑止に寄与しうる（確信度が高い）。砂漠化を回避、低減し[同現象を]逆転させることは、土壌肥沃度を増大させ、土壌及びバイオマス中の炭素貯留を増大させ、同時に農業生産性及び食料安全保障に便益をもたらさう（確信度が高い）。劣化した土地の再生には残存リスク及び適応の失敗の潜在的可能性があるため、その試みよりも砂漠化の防止のほうが好ましい（確信度が高い）。{3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.7.1, 3.7.2}

B.4.1 砂漠化への対処に寄与しながら気候変動への適応及び緩和を助ける解決策は場所や地域に固有で、とりわけ、水の採取及び小規模灌漑、干ばつからの立ち直りが早い（レジリエントで）環境に適した植物を用いた劣化した土地の再生、並びにアグロフォレストリー及びその他の農業生態学的な生態系を活用した適応の実践などが含まれる（確信度が高い）。{3.3, 3.6.1, 3.7.2, 3.7.5, 5.2, 5.6}

B.4.2 砂塵嵐及び砂丘の移動の抑制は、風食作用を低減し、大気質及び健康を向上させうる（確信度が高い）。水の入手可能性及び土壌の状態によって、「緑の壁」または「緑のダム」の形での防風林を作るための、多くの水を必要としない在来種及び気候対応力のある（レジリエントな）樹種を用いた新規植林、植林及び生態系再生プログラムは、微気候（マイクロクライメート）、土壌養分及び保水力を改善するとともに、砂塵嵐を削減し、風食作用を回避し、炭素吸収源に寄与しうる（確信度が高い）。{3.3, 3.6.1, 3.7.2, 3.7.5}

B.4.3 砂漠化に対処する対策は土壌への炭素固定を促進しうる（確信度が高い）。劣化した土地における自然植生の再生及び植林は、長期的には表土及び心土における炭素を増やす（確信度が中程度）。モデルによると、乾燥地における保全型の農業活動が実施された後の炭素固定の速度は局所的な状況によって異なる（確信度が中程度）。土壌炭素が喪失されると、炭素蓄積量の回復までにかかる期間は長引きうるかもしれない。{3.1.4, 3.3, 3.6.1, 3.6.3, 3.7.1, 3.7.2}

B.4.4 貧困の撲滅及び食料安全保障の確保は、持続可能な開発の枠組みの中で気候変動の緩和及び適応をしながら、放牧地、耕作地、及び森林において砂漠化への対処に寄与する土地の劣化が起こらない中立的な状況（土地の劣化の回避、削減及び逆転を含む）を推進することからの恩恵を受けることができる。そのような対策には、森林減少の回避、並びに放牧地及び森林火災の管理を含む局所的に適した実施が含まれる（確信度が高い）。{3.4.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 4.8.5}.

B.4.5 現在、適応の限界及び気候変動と砂漠化を組み合わせた影響に適応できない可能性に関する知識が不足している。新たなまたは強化された適応の選択肢がないなか、残存リスク及び適応の失敗が起こる潜在的な可能性は高い（確信度が高い）。解決策がある場合も、社会的、経済的及び制度的制約がそれらの実施の障壁となりうるかもしれない（確信度が中程度）。土壌の塩性化を引き起こす灌漑または地下水の枯渇を引き起こす過剰利用など、一部の適応の選択肢は、その環境影響によって適応の失敗をもたらしうる（確信度が中程度）。極端な形の砂漠化は、土地の生産性を完全に喪失させ、適応の選択肢を制限し、または適応の限界に達しうる（確信度が高い）{Executive Summary Chapter 3, 3.6.4, 3.7.5, 7.4.9}

B.4.6 よりクリーンなエネルギー資源及び技術へのアクセスを開拓し、それを可能とし、推進することにより、従来型のバイオマスのエネルギーとしての利用を削減する一方でエネルギー供給の多様性を増大させることで、適応及び気候変動への緩和、並びに砂漠化及び森林劣化への対処に寄与しうる（確信度が中程度）。これは、特に女性及び子どもに対して社会経済的及び健康面の便益をもたらしうる（確信度が高い）。風力及び太陽光のエネルギーインフラの効率の問題は認識されており、その効率は一部の地域において、砂塵嵐の影響を受けうる（確信度が高い）。{3.5.3, 3.5.4, 4.4.4, 7.5.2, Cross-Chapter Box 12 in Chapter 7}

B.5 持続可能な土地管理は<sup>32</sup>、持続可能な森林管理<sup>33</sup>も含め、土地劣化を防止及び低減し、土地の生産性を維持し、場合によっては気候変動が土地劣化に及ぼす悪い影響を覆しうる（確信度が非常に高い）。持続可能な土地管理はまた、緩和及び適応にも貢献しうる（確信度が高い）。土地劣化を低減し[進行を]逆転させることは、個々の農場から流域（watershed）全体に至る規模において、費用対効果の高い、即時及び長期にわたる便益を地域社会に直ちにもたらし、適応（確信度が非常に高い）及び緩和（確信度が高い）への共便益（コベネフィット）を伴っていくつかの持続可能な開発目標（SDGs）を支えうる。持続可能な土地管理を行っても、状況によっては適応の限界を超えうる（確信度が中程度）。{1.3.2, 4.1.5, 4.8, 表 4.2}

B.5.1 農業システムにおける土地の劣化は、持続可能な土地管理を通じて、生態学的及び社会経済的な視点を持って対応することができ、気候変動への適応に対してコベネフィットをもたらしうる。土壌侵食及び栄養分の喪失に対する脆弱性を低減する管理の選択肢には、緑肥作物及び被覆作物の栽培、作物残渣の保持、省耕起または不耕起、並びに放牧管理の改善による被覆植物の維持などが含まれる（確信度が非常に高い）。{4.8}

<sup>32</sup> 持続可能な土地管理は、本報告書において、「土壌、水、及び動植物を含む土地資源を、その長期的な潜在的生産性及びそれらの環境面の機能の維持を確保すると同時に、人間のニーズを満たすために管理及び利用すること」と定義される。選択肢の例として、特に、アグロエコロジー（アグロフォレストリーを含む）、[環境]保全型農業及び森林施業、作物及び森林の種の多様性、適切な作物の輪作及び森林の周期、有機農業、総合的病害虫管理、花粉を運ぶ昆虫などの保全、集水農業、及び放牧地と草地管理、並びに精密農業システムなどが挙げられる。

<sup>33</sup> 持続可能な森林管理は、本報告書において、「森林及び林地を、それらの生物多様性、生産性、再生能力、生命力、並びに現在及び将来において、関連する生態的、経済的、及び社会的機能を局所（local）、国家及び世界レベルで発揮する潜在的能力を維持し、他の生態系に対して被害を及ぼさない方法と速度で管理及び利用すること」と定義する。

B.5.2 次に挙げる選択肢も緩和にコベネフィットをもたらす。アグロフォレストリー、多年生牧草及び多年生の穀物の使用などの農業システムは、土壌炭素を形成しながら侵食及び養分溶脱を大幅に低減しうる（確信度が高い）。被覆作物の世界全体の炭素固定ポテンシャルは、世界全体の農地の25%に適用された場合に約  $0.44 \pm 0.11 \text{ GtCO}_2/\text{年}$  となるだろう（確信度が高い）。特定のバイオ炭の施用により炭素を固定し（確信度が高い）、一部の土壌の種類/気候において土壌の状態を改善しうる（確信度が中程度）。{4.8.1.1, 4.8.1.3, 4.9.2, 4.9.5, 5.5.1, 5.5.4; Cross-Chapter Box 6 in Chapter 5}

B.5.3 森林減少及び森林劣化の削減は GHG 排出量を削減し（確信度が高い）、その技術的な緩和のポテンシャルは  $0.4\sim 5.8 \text{ GtCO}_2/\text{年}$  である。コミュニティに長期的な生計を提供することにより、持続可能な森林管理は、非森林利用（例、農地または居住地）に転換される森林の面積を減少せしめる（確信度が高い）。木材、繊維、バイオマス、非木材資源及びその他の生態系の機能及びサービスの提供を目的とした持続可能な森林管理は、GHG 排出量を削減し、適応に寄与しうる（確信度が高い）。{2.6.1.2, 4.1.5, 4.3.2, 4.5.3, 4.8.1.3, 4.8.3, 4.8.4}

B.5.4 持続可能な森林管理によって森林の炭素ストックを維持または強化することができ、炭素を木材製品に移すことも含め、森林炭素吸収源を維持し、その結果、吸収源が頭打ちになる問題に対処しうる（確信度が高い）。木質炭素が伐採木材製品に移される場合、これらは炭素を長期にわたって貯留でき、高排出の原料を代替し、その他の部門における排出量を削減しうる（確信度が高い）。バイオマスがエネルギーに利用される場合（例えば、緩和の戦略として）、その炭素はより急速に大気に放出され、戻される（確信度が高い）。{2.6.1, 2.7, 4.1.5, 4.8.4, 6.4.1, 図 SPM.3, Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6}

B.5.5 気候変動は土地の劣化の回避、低減または[進行の]逆転を目的とした対策の実施を伴っても、土地の劣化をもたらしうる（確信度が高い）。そのような適応の限界は、動的で、場所に固有で、生物物理的な変化と社会的・制度的状況との間の相互作用によって決定される（確信度が非常に高い）。一部の状況においては、適応の限界を超えることによって喪失を増大させたり、強制的な移住（確信度が低い）、紛争（確信度が低い）、または貧困（確信度が中程度）などの望まない変革的な変化をもたらしたりしうる（確信度が中程度）。適応の限界を超えうるかもしれない気候変動によって引き起こされた土地の劣化の例として、海面水位の上昇で悪化した沿岸侵食による、陸域の消滅（確信度が高い）、インフラ及び生計に影響を与える永久凍土の融解（確信度が中程度）、並びに生産能力の喪失をもたらす極端な土壌侵食（確信度が中程度）などが挙げられる。{4.7, 4.8.5, 4.8.6, 4.9.6, 4.9.7, 4.9.8}

B.6 適応及び緩和を進めるために、食品ロス及び廃棄を含む、生産から消費に至るまでの食料システム全体にわたる対応の選択肢を導入及びスケールアップしうる（確信度が高い）。耕作及び牧畜活動、並びにアグロフォレストリーに由来する技術的な総緩和ポテンシャルは 2050 年までに  $2.3\sim 9.6 \text{ GtCO}_2\text{-eq}/\text{年}$  になると推定される（確信度が中程度）。食生活の変化による総緩和ポテンシャルは 2050 年までに  $0.7\sim 8 \text{ GtCO}_2\text{-eq}/\text{年}$  になると推定される（確信度が中程度）。{5.3, 5.5, 5.6}

B.6.1 農地における気候変動への適応及び緩和に寄与する実施には、土壌有機物の増加、侵食の抑制、施肥管理の改善、稲作管理を含む作物管理の改善、並びに暑熱及び干ばつに強い品種の利用や遺伝子の改良が含まれる。畜産については、放牧地管理の改善、堆肥の管理の改善、飼料の高品質化、及び異なる品種の利用や遺伝子の改良などの選択肢が含まれる。異なる農業及び牧畜システムによって、畜産製品の排出源単位の低減を達成しうる。農業及び牧畜システム並びに開発の水準次第では、畜産製品の排出源単位の低減が GHG 排出量の絶対量の削減につながる可能性がある（確信度が中程度）。畜産に関連する多くの選択肢は、農村域のコミュニティ、特に小規模農家及び牧畜家の適応能力を強化しうる。適応と緩和の間には、例えば持続可能な土地管理のアプローチを通して、大きな相乗効果が存在する（確信度が高い）。{4.8, 5.3.3, 5.5.1, 5.6}

B.6.2 食料システムの多様化（例、統合的な生産システムの実施、広範な遺伝子資源及び食生活）によって、気候変動に起因するリスクを低減しうる（確信度が中程度）。粗粒穀物[(トウモロコシ等の雑穀類)]、マメ科植物、果物及び野菜、木の実及び種子などの植物性の食品、並びにレジリエントで持続可能な、GHG 排出量の少ないシステムにおいて生産された動物性の食品を特長とするバランスのとれた食生活は、人間の健康面で大きなコベネフィットを生むとともに、適応及び緩和の大きな機会を提供する（確信度が高い）。食生活の変化によって、2050年までに数百万 km<sup>2</sup>の土地を解放し（確信度が中程度）、対策なし（BAU）の予測と比較して 0.7~8.0GtCO<sub>2</sub>e/年の技術的な緩和ポテンシャルを提供（確信度が高い）することができるだろう。GHG 排出量の低い食生活への移行は地域の生産手段、技術的・財政的障壁、並びに関連する生計及び文化的習慣の影響を受けるかもしれない（確信度が高い）。{5.3, 5.5.2, 5.5, 5.6}

B.6.3 食品ロス及び廃棄の削減は、GHG 排出量を削減し、食料生産に必要な土地面積の減少を通じた適応に寄与しうる（確信度が中程度）。2010~2016年の間、世界全体の食品ロス及び廃棄は、人為起源のGHG 総排出量の 8~10%に寄与した（確信度が中程度）。現在、生産されている食料の 25~30%が損失（ロス）または廃棄されている（確信度が中程度）。収穫技術の向上、農場での貯蔵、インフラ、運輸、包装、小売及び教育などの技術的な選択肢によって、サプライチェーン全体にわたって食品ロス及び廃棄を削減しうる。食品ロス及び廃棄の原因は、先進国と開発途上国の間、及び地域間で大幅に異なる（確信度が中程度）。{5.5.2} 2050年までに、食品ロス及び廃棄の削減は、数百万 km<sup>2</sup>の土地を解放しうる（確信度が低い）。{6.3.6}

B.7 将来の土地利用は、部分的に、期待される気候の結果及び導入された対応の選択肢のポートフォリオに依存する（確信度が高い）。昇温を 1.5°Cにまたは 2°Cより大幅に低く抑えると評価された全てのモデル経路は、土地に基づく緩和及び土地利用変化を必要とし、そのほとんどが再植林、新規植林、森林減少の低減、及びバイオエネルギーの多様な組み合わせを含む（確信度が高い）。少数のモデル経路は、土地転換の低減とともに 1.5°Cを達成し（確信度が高い）、したがって、砂漠化、土地劣化及び食料安全保障の影響が低減される（確信度が中程度）。{2.6, 6.4, 7.4, 7.6; Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6; 図 SPM.4}

B.7.1 地球温暖化を 1.5°Cに抑えるよう設計された経路は<sup>34</sup>、昇温の程度がより高い経路よりも土地に基づく緩和をより多く含むが（確信度が高い）、これらの経路において気候変動が土地システムにもたらす影響の深刻さは、[昇温の程度がより高い経路に比べて]より低い（確信度が中程度）。{2.6, 6.4, 7.4, Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, 図 SPM.2, 図 SPM.4}

B.7.2 地球温暖化を 1.5°C及び 2°Cに抑えるよう設計された経路は、2050年に森林面積が 2010年比 200万 km<sup>2</sup>の減少~1,200万 km<sup>2</sup>の拡大となると予測する（確信度が中程度）。地球温暖化が 3°Cの経路は、森林面積がより少なくなることを予測し、その幅は 400万 km<sup>2</sup>の減少~600万 km<sup>2</sup>の拡大となっている（確信度が中程度）。{2.5, 6.3, 7.3, 7.5; Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6; 図 SPM.3, 図 SPM.4}

B.7.3 設計された経路においてバイオエネルギーに必要とされる土地面積は、社会経済経路、昇温の程度、並びに利用される原料及び生産システムによって大幅に異なる（確信度が高い）。地球温暖化を 1.5°Cに抑える経路では、2050年に最大 700万 km<sup>2</sup>がバイオエネルギーに利用され、バイオエネルギーに利用される土地面積は、2°C（40~500万 km<sup>2</sup>）及び 3°C（10~300万 km<sup>2</sup>）の経路においてより小さくなる（確信度が中程度）。土地転換の程度が大きい経路では、十分に注意深く管理されなければ、水不足、生物多様性、土地の劣化、砂漠化及び食料安全保障に影響を与える副作用を伴うかもしれないが、最優良事例を適切な規模で実施することで、乾燥地の塩分濃度の管理、バイオコントロール及び生物多様性の強化、並びに土壌における炭素貯留の強化などのコベネフィットをもたらしうる（確信度が高い）。{2.6, 6.1, 6.4, 7.2; Cross-Chapter Box 7 in Chapter 6, 図 SPM.3}

<sup>34</sup> 本報告書において特定の水準に地球温暖化を抑える経路の参照は、MAGICCモデルを用い、2100年に当該温度の水準より低く抑えられる66%の確率に基づいている。

B.7.4 ほとんどの緩和の経路は、バイオエネルギー技術の大幅な普及を含む。バイオエネルギー及び BECCS、並びにその他の二酸化炭素除去(CDR)の選択肢への依存を下げて（2050年に百万 km<sup>2</sup>未満の土地面積）昇温を 1.5°Cに抑制する経路は数少ない（確信度が高い）。これらの経路は他の 1.5°Cの経路と比較して、エネルギー、土地、都市システム及びインフラにおける急速で広範囲に及ぶ移行の達成、並びに行動や生活様式の変化に依拠するところがより大きい。{2.6.2, 5.5.1, 6.4, Cross- Chapter Box 7 in Chapter 6}

B.7.5 これらの経路は、気候変動が土地にもたらす影響も CO<sub>2</sub>施肥効果も考慮していない。さらにこれらの経路は本報告にて評価された対応の選択肢の一部しか含まない（確信度が高い）。追加的な対応の選択肢を含めることによって、土地の需要を増大させるバイオエネルギーまたは CDR について予測される必要量を低減しうるだろう。{6.4.4, Cross- Chapter Box 9 in Chapter 6}

# 緩和、適応、砂漠化及び土地の劣化への対応、並びに食料安全保障の強化に対する対応の選択肢による世界全体への潜在的寄与

パネルAは、土地をめぐる競争がないまたは限定的な状況で実施可能な対応の選択肢を示し、土地需要を減少させる潜在的可能性を有するものも含む。コベネフィット及び悪い副次的効果は、評価された潜在的可能性（ポテンシャル）の幅の最も高い値に基づいて数量的に示される。寄与の規模は正または負の影響の閾値を用いて分類される。各セル内のアルファベットは、用いた閾値と比較した影響の規模の確信度を示す。変化の方向の確信度は一般的により高い。

土地管理に基づく対応の選択肢		緩和	適応	砂漠化	土地の劣化	食料安全保障	コスト
農業	食料生産性の増大	L	M	L	M	H	—
	アグロフォレストリー	M	M	M	M	L	●
	耕作地管理の改善	M	L	L	L	L	●●
	家畜管理の改善	M	L	L	L	L	●●●
	農業の多様化	L	L	L	M	L	●
	放牧地管理の改善	M	L	L	L	L	—
	統合的水管理	L	L	L	L	L	●●
	耕作地に転換される草地の減少	L	—	L	L	L	●
森林	森林管理	M	L	L	L	L	●●
	森林減少・劣化の削減	H	L	L	L	L	●●
土壌	土壌有機炭素の含有量の増加	H	L	M	M	L	●●
	土壌侵食の減少	↔ L	L	M	M	L	●●
	土壌塩類化の減少	—	L	L	L	L	●●
	土の締固めの減少	—	L	—	L	L	●
その他の生態系	火災管理	M	M	M	M	L	●
	土砂崩れ及び自然ハザードの減少	L	L	L	L	L	—
	酸性化を含む汚染の削減	↔ M	M	L	L	L	—
	沿岸湿地の再生及び転換の削減	M	L	M	M	L	↔
	泥炭地の再生及び転換の削減	M	—	na	M	L	●
バリューチェーン・マネジメントに基づく対応の選択肢							
需要	収穫後損失の削減	H	M	L	L	H	—
	食生活の変化	H	—	L	H	H	—
	食品廃棄物の削減（消費者または小売業者）	H	—	L	M	M	—
供給	持続可能な調達	—	L	—	L	L	—
	食品加工・小売の改善	L	L	—	—	L	—
	食料システムにおけるエネルギー利用の改善	L	L	—	—	L	—
リスク管理に基づく対応の選択肢							
リスク	生計の多様化	—	L	—	L	L	—
	都市のスプロール現象の管理	—	L	L	M	L	—
	リスク分担のツール	↔ L	L	—	↔ L	L	●●

ここに示す選択肢は、3つ以上の土地をめぐる課題について世界全体の潜在的可能性（ポテンシャル）の評価にデータが利用可能なものである。影響の規模は、積み上げではなく、個別に評価されている。

**凡例：統合された各対応の選択肢の影響の規模を定義するために用いた諸基準**

	緩和 Gt-CO <sub>2</sub> -eq/年	適応 百万人	砂漠化 百万km <sup>2</sup>	土地の劣化 百万km <sup>2</sup>	食料安全保障 百万人
正	大きい	3より大きい	正の影響、25より大	正の影響、3より大	正の影響、3より大
	中程度	0.3~3	1~25	0.5~3	0.5~3
	小さい	0.3未満	1未満	0.5未満	0.5未満
	無視できる	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし
負	小さい	-0.3未満	1未満	0.5未満	0.5未満
	中程度	-3~-0.3	1~25	0.5~3	0.5~3
	大きい	-3より大きい	負の影響、25より大	負の影響、3より大	負の影響、3より大

↔ 変動的：正にも負にもなりうる      — データなし      na 該当せず

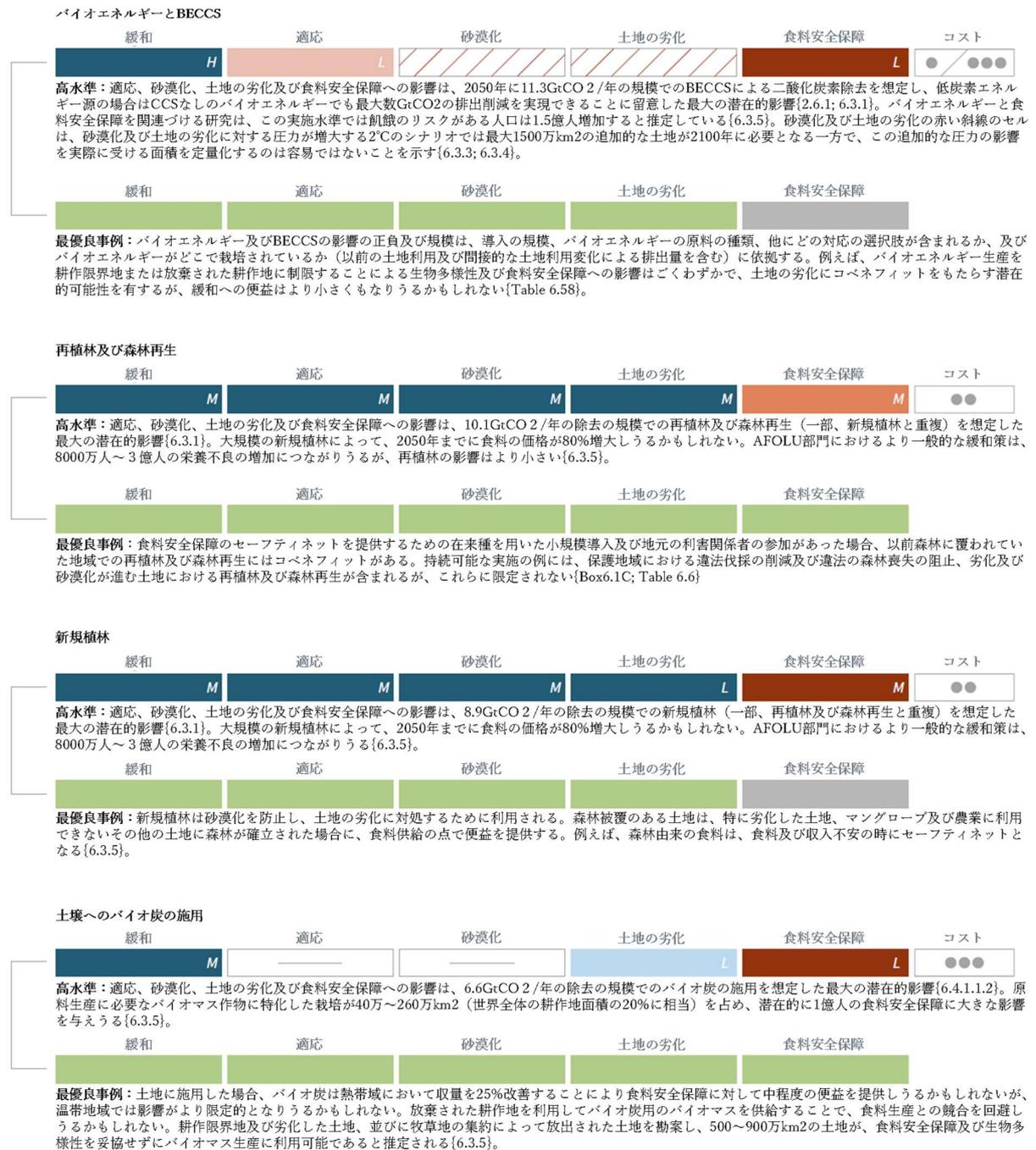
**確信度**  
影響の規模の推定の確信度を示す。  
H 確信度が高い  
M 確信度が中程度  
L 確信度が低い

**コストの幅**  
USD/tCO<sub>2</sub>-eqまたはUSD/haでのコスト幅については技術的な説明文を参照

●●● コストが高い  
●● コストが中程度  
● コストが低い  
— データなし

## 緩和、適応、砂漠化及び土地の劣化への対処、並びに食料安全保障の強化に対する対応の選択肢による世界全体への潜在的寄与

パネルBは、追加的な土地利用変化に依拠する対応の選択肢で、実施する状況によっては3つ以上の土地に関連する課題にわたって影響を与えるかもしれない選択肢を示す。各選択肢について、1行目（高水準の実施）は、パネルAで示した規模の閾値を用い、3GtCO<sub>2</sub>/年以上のCO<sub>2</sub>除去を実現する規模での世界全体で実施した場合の影響の（パネルA同様）定量的な評価を示す。赤い斜線のセルは、圧力は増加するが影響は定量化されていないことを示す。各選択肢について、2行目（最優良事例の実施）は、効率的で持続可能な資源利用を可能にする、適切に管理された景観システムにおいて最優良事例を用い、適切なガバナンスのメカニズムに支えられて実施した場合の影響の定性的な推定を示す。これらの定性的な評価においては、緑色は正の影響、灰色は中立的な相互作用を示す。



**図 SPM.3 緩和、適応、砂漠化及び土地の劣化への対処、並びに食料安全保障の強化に対する対応の選択肢による世界全体への潜在的寄与**：本図は、[気候変動への]対応の選択肢がどのように実施されるか、及びそれらが起こる状況に関する幅広い前提を有する研究から得られた情報の積み上げに基づく。局所的なレベルから世界レベルにおいて様々に実施された対応の選択肢は、それぞれ異なる結果をもたらさうだろう。**潜在的可能性（ポテンシャル）の規模**：パネル A は、世界全体の対応の選択肢の技術的な潜在的可能性の規模を示す。土地をめぐる各課題については、以下に示すマーカーの水準と比較して規模が設定されている。緩和については、個別の影響が最大(~3 GtCO<sub>2</sub>eq/年)となる対応の選択肢のおおよそのポテンシャルの概算と比較してポテンシャルが設定されている。規模が「大きい」の閾値はこの水準に設定されている。適応については、2010~2030年に気候変動及び炭素ベースの経済の影響を受けると予想される1億人の命と比較して規模が設定されている。規模が「大きい」の閾値はこの総数の25%となっている。砂漠化及び土地の劣化については、現在推定されている劣化した土地の面積の低い方の値、1,000~6,000万km<sup>2</sup>と比較して規模が設定されている。「大きい」の閾値は低い方の推定値の30%となっている。食料安全保障については、現在栄養不良の状態にある約8億人の人々が基準となっている。「大きい」の閾値はこの総数の12.5%となっている。パネル B では、1列目(高水準の実施)の各対応の選択肢における規模と閾値はパネル A における定義と同じとなる。2列目(最優良事例の実施)の各対応の選択肢では、緑色で示された定性的な評価は潜在的に正の影響を意味し、灰色で示された評価は中立的な相互作用を示す。食料生産の増加は、農薬などの追加的な外的投入物による無分別な投入よりも持続可能な集約化によって達成されると想定される。**確信度**：各選択肢について、緩和、適応、砂漠化及び土地の劣化への対処、食料安全保障における該当する確信度のレベル(「高い」「中程度」「低い」)を示している。確信度が高いは、文献において、「高い」「中程度」「低い」のレベル分類を支える見解一致度と証拠が高いレベルにあることを意味する。確信度が低いは[確信度]レベル分類が数少ない研究に基づくものであること示す。確信度が中程度は、対応の[確信度]レベルについて証拠と見解一致度が中程度であることを反映する。**コストの幅**：コストの推定は、多くの場合地域レベルの研究の積み上げに基づいており、それぞれに含まれるコストの要素は異なる。パネル B では、最優良事例の実施についてはコストの推定値が示されていない。コイン1枚は低コスト(<USD10/tCO<sub>2</sub>-eqまたは<USD20/ha)を表し、コイン2枚は中程度のコスト(USD10~USD100/tCO<sub>2</sub>-eqまたはUSD20~USD100/ha)を、コイン3枚は高コスト(>USD100/tCO<sub>2</sub>-eqまたはUSD200/ha)を表す。ヘクタール当たりドルの閾値は比較可能なものを選択しているが、正確な換算は対応の選択肢に依存する。**裏付けの証拠**：土地管理に基づく対応の選択肢の定量的なポテンシャルの規模及び証拠基盤を裏付ける証拠は下記の通りである：緩和については表 6.13~6.20 及びさらに裏付ける証拠が Section 2.7.1 に、適応については、表 6.21~6.28、砂漠化への対処については表 6.29~6.36 及びさらに裏付ける証拠が 3 章に、劣化への対処については表 6.37~6.44 及びさらに裏付ける証拠が 4 章に、食料安全保障については表 6.45~6.52 及びさらに裏付ける証拠が 5 章にある。その他、ここに示されていない相乗効果及びトレードオフは 6 章で扱う。パネル B の各選択肢の 2 列目の定性的な評価の裏付けとなる追加的な証拠は表 6.6、表 6.55、表 6.56 及び表 6.58、6.3.5.1.3 及び Box 6.1c にある。

## C. [必要な緩和策・適応策を]可能とする対応の選択肢

C.1 全ての規模において政策、制度、及びガバナンスシステムの適切な設計をすることは、土地に関連する適応及び緩和に寄与し、同時に気候に適応する開発経路の追求を促進しうる（確信度が高い）。相互補完的な気候及び土地の政策は、資源を保全（節約）し、社会的なレジリエンスを強化し、生態的な再生を支え、複数の利害関係者の関与及び協力を育む潜在的可能性を有する（確信度が高い）。{図 SPM.1, 図 SPM.2, 図 SPM.3; 3.6.2, 3.6.3, 4.8, 4.9.4, 5.7, 6.3, 6.4, 7.2.2, 7.3, 7.4, 7.4.7, 7.4.8, 7.5, 7.5.5, 7.5.6, 7.6.6; Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

C.1.1 土地利用のゾーニング、空間設計、統合的な景観計画、規制、刺激策（例えば、生態系サービスへの支払いなど）及び自主的または説得的手段（例えば、環境配慮型の農場計画、持続可能な生産の基準及び認証、科学知・地域知・先住民知識の利用、並びに集団行動）によって、適応及び緩和について積極的な（正の）結果を達成しうる（確信度が中程度）。それらはまた、収益を提供し、劣化した土地の修復、並びに一定の状況における気候変動への適応及び緩和の動機を与える（確信度が中程度）。土地の劣化が起こらない中立的な状況（land degradation neutrality）の目的を推進する政策も食料安全保障、並びに人間の福祉、及び気候変動への適応及び緩和を支えうる（確信度が高い）。{図 SPM.2; 3.4.2, 4.1.6, 4.7, 4.8.5, 5.1.2, 5.7.3, 7.3, 7.4.6, 7.4.7, 7.5}

C.1.2 不安定な土地保有（tenure）は、人、コミュニティ及び組織が、適応及び緩和を土地に対して進めようとする際に影響を与える（確信度が中程度）。慣習的な土地へのアクセスや土地の所有が限定的にしか認定されない場合、脆弱性の増大や適応能力の低減をもたらすだろう（確信度が中程度）。土地政策（慣習的な土地保有の認定、コミュニティマッピング、再分配、分散化、共同管理、賃貸市場の規制を含む）は、気候変動に対して安全保障及び柔軟性の両面での対応を示すことができる（確信度が中程度）。{3.6.1, 3.6.2, 5.3, 7.2.4, 7.6.4, Cross-Chapter Box 6 in Chapter 5}

C.1.3 土地劣化が起こらない中立的な状況は、持続可能な土地管理の採用、並びに劣化した土地の修復及び再生によって劣化を逆転させようとする対策を通じて行われ、土地の劣化を回避及び低減する対策をバランスよく実施することによって達成しうる。土地の劣化が起こらない中立的な状況を達成するための多くの介入は、共通的に気候変動に対する適応及び緩和の便益を実現する。土地の劣化が起こらない中立的な状況を追求することによって、土地の劣化及び気候変動に同時に対応するための推進力となる（確信度が高い）。{4.5.3, 4.8.5, 4.8.7, 7.4.5}

C.1.4 土地をめぐる課題は複雑で、それらの課題に関連する主体が多様であるため、単一の政策アプローチよりも、複数の政策の組み合わせの方が、持続可能な土地管理及び気候変動の複雑な課題に対して改善された結果を実現しうる（確信度が高い）。政策ミックスは、人間及び自然システムの気候変動に対する脆弱性及び曝露度を強力に低減しうる（確信度が高い）。そのような政策ミックスの要素には、天候及び健康保険、社会保護及び順応的なセーフティネット、臨時の融資及び積立金、効果的な緊急時対応策を伴う早期警戒システムにすべての人がアクセスできることなどを含むかもしれない（確信度が高い）。{1.2, 4.8, 4.9.2, 5.3.2, 5.6, 5.6.6, 5.7.2, 7.3.2, 7.4, 7.4.2, 7.4.6, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.5, 7.5.6, 7.6.4, 図 SPM.4}

C.2 食品ロス及び食品廃棄物を削減し、食生活における選択に影響を与える政策を含む、食料システムにわたって運用される政策は、より持続可能な土地利用管理、食料安全保障の強化及び低排出シナリオを可能とする（確信度が高い）。そのような政策は気候変動の適応及び緩和に貢献し、土地劣化、砂漠化及び貧困を低減するとともに公衆衛生を改善しうる（確信度が高い）。持続可能な土地管理の採用及び貧困の撲滅は、市場へのアクセスの改善、土地の保有（tenure）の確保、環境コストの食料への組み入れ、生態系サービスへの支払いの形成、並びに地域及びコミュニティの集団行動の強化によって可能となりうる（確信度が高い）。{1.1.2, 1.2.1, 3.6.3, 4.7.1, 4.7.2, 4.8, 5.5, 6.4, 7.4.6, 7.6.5}

C.2.1 気候変動への適応及び緩和に向けた持続可能な土地管理を可能としインセンティブを与える政策には、投入、産出、金融サービス市場へのアクセスの向上、女性及び先住民のエンパワーメント、地域及びコミュニティにおける集団行動の強化、補助金の改革、並びに成功要因となる貿易システムの推進などが含まれる（確信度が高い）。土地の再生及び修復の努力は、政策が国際的なレベルを含め、各主体と組織の協力を強化すると同時に自然資源の局所的管理を支えるときにより効果的になりうる。{3.6.3, 4.1.6, 4.5.4, 4.8.2, 4.8.4, 5.7, 7.2}

C.2.2 土地を劣化させる農業の実施の環境コストを反映することによって、より持続可能な土地管理にインセンティブを与えうる（確信度が高い）。環境コストの反映の障壁となるのは、これらのコストの推定に関する技術的な課題及び食料に関する課題である。{3.6.3, 5.5.1, 5.5.2, 5.6.6, 5.7, 7.4.4, Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

C.2.3 食料システムに影響を与える極端現象に対する適応及びレジリエンスの強化は、リスクの共有及び移転メカニズムを含む総合的なリスク管理によって促進されうる（確信度が高い）。農業の多様化、市場アクセスの拡大及びサプライチェーンの混乱の増加に対して準備することによって食料システムにおける適応をスケールアップしうる（確信度が高い）。{5.3.2, 5.3.3, 5.3.5}

C.2.4 政府調達における食料源のさらなる多様化、健康保険、財政的インセンティブ及び意識向上運動などの栄養状態の改善を目的とした公衆衛生政策は、潜在的に食品需要に影響を与え、医療費を削減し、GHG 排出量の削減に寄与し、適応能力を強化しうる（確信度が高い）。公共の健康指針に基づく食生活の推進を通じて食品需要に影響を与えることによって、より持続可能な土地管理を可能とし、複数のSDGsの達成に寄与しうる（確信度が高い）。{3.4.2, 4.7.2, 5.1, 5.7, 6.3, 6.4}

C.3 土地及び食料の政策の設計の際に共便益（コベネフィット）及びトレードオフを認識することによって実施の障壁を克服しうる（確信度が中程度）。土地管理の決定は農場レベルから国家の規模にわたって行われ、気候政策及び土地政策がいずれも複数の部門、省庁及び機関にわたることが多いため、複数のレベルをまたぐ、ハイブリッドで部門横断型の強化されたガバナンスは、反復的で一貫性のある、順応的で柔軟性のある方法で開発され採択された政策とともに、共便益（コベネフィット）を最大化し、トレードオフを最小化しうる（確信度が高い）。{図 SPM.3; 4.8.5, 4.9, 5.6, 6.4, 7.3, 7.4.6, 7.4.8, 7.4.9, 7.5.6, 7.6.2}

C.3.1 統合的で、調整のとれた一貫性のある形で砂漠化、土地の劣化及び食料安全保障に対応することによって、気候にレジリエントな開発を助け、潜在的に複数のコベネフィットを提供しうる（確信度が高い）。{3.7.5, 4.8, 5.6, 5.7, 6.4, 7.2.2, 7.3.1, 7.3.4, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.6, 7.5.5}

C.3.2 技術的、生物物理的、社会経済的、財政的及び文化的な障壁は、便益に関する不確実性同様に、土地に基づく多くの対応の選択肢の採用を制限しうる（確信度が高い）。多くの持続可能な土地管理の実施は、不安定な土地保有（tenure）、資源及び農業指導サービスへのアクセスの欠如、民間及び政府による不十分かつ不平等なインセンティブ、並びに知識及び実践的経験の不足により、広く採用されていない（確信度が高い）。国民対話、慎重に設計された政策介入、社会学習の組み込み、及び市場の変化を組み合わせることによって、実施の障壁を削減しうる（確信度が中程度）。{3.6.1, 3.6.2, 5.3.5, 5.5.2, 5.6, 6.2, 6.4, 7.4, 7.5, 7.6}

C.3.3 土地及び食料部門は、制度的な分断という特有の課題に直面し、多くの場合、異なるレベルの利害関係者間の関わり合いの欠如、及び焦点の狭い政策目的に苦しむ（確信度が中程度）。公衆衛生、運輸、環境、水、エネルギー及びインフラなどその他の部門との協調は、リスクの低減及び健康の改善などの共便益（コベネフィット）を増大させうる（確信度は中程度）。{5.6.3, 5.7, 6.2, 6.4.4, 7.1, 7.3, 7.4.8, 7.6.2, 7.6.3}

C.3.4 一部の対応の選択肢及び政策は結果的に、制度的な最優良事例を用いても十分に管理ができないような社会的影響、生態系機能及びサービスの破壊、水の枯渇または高コストを含むトレードオフを引き起こしうるかもしれない（確信度が中程度）。それらのトレードオフへの対応は、適応の失敗の回避の助けとなる（確信度が中程度）。潜在的なトレードオフ及び知識ギャップ（knowledge gap [知見不足や見解の不一致等]）を予想し評価しておくことは、証拠に基づく政策決定において、異なる利害関係者について特定の対応のコスト及び便益を比較検討することを助ける（確信度が中程度）。トレードオフの管理に成功するには、特に地域密着型の事例において、構造化されたフィードバックのプロセスを伴う利害関係者からのインプットの最大化、対話促進や空間的に系統立てられたマッピングのような革新的なフォーラムの利用、並びに新たな証拠の発見により継続的に政策を再調整できる反復的な順応的管理を含むことが多い（確信度が中程度）。{5.3.5, 6.4.2, 6.4.4, 6.4.5, 7.5.6; Cross-Chapter Box 13 in Chapter 7}

C.4 意思決定及びガバナンスの効果は、地域の利害関係者（特に先住民族、局所的な地域社会、女性、並びに貧困者及び社会から取り残された人々など、気候変動に最も脆弱な人々）による、土地に基づく気候変動への適応及び緩和の政策手段の選定、評価、実施及び監視における関与によって強化される（確信度が高い）。異なる部門及び規模の間を統合することは、共便益（コベネフィット）を最大化し、トレードオフを最小化する可能性を拡大する（確信度が中程度）。{1.4, 3.1, 3.6, 3.7, 4.8, 4.9, 5.1.3, Box 5.1, 7.4, 7.6}

C.4.1 持続可能な土地管理活動を成功裏に実施するには、その地域の環境及び社会経済的条件の考慮を必要とする（非常に確信度が高い）。気候変動の文脈における持続可能な土地管理は典型的に、土地劣化の防止、削減及び再生に加え、土地利用による圧力及び影響（例えば、生物多様性の減少、土壌の喪失、地下水の過剰利用、生息地の喪失、農業、食料生産及び林業における土地利用変化など）の同定に、全ての関連する利害関係者を巻き込むことによって進められる（確信度が中程度）{1.4.1, 4.1.6, 4.8.7, 5.2.5, 7.2.4, 7.6.2, 7.6.4}

C.4.2 政策手段の成果の測定、報告及び検証における広い参加は持続可能な土地管理を支持しうる（確信度が中程度）。指標の選択、気候データの収集、土地モデリング及び土地利用計画に利害関係者の参加を得ることは、統合的な景観計画及び政策の選択を仲介し、促進する（確信度が中程度）{3.7.5, 5.7.4, 7.4.1, 7.4.4, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5, 7.6.4, 7.6.6}

C.4.3 先住民の知識及び地域の知識を含む農業の実施は、気候変動、食料安全保障、生物多様性の保全、並びに砂漠化及び土地劣化への対処の複合的な課題の克服に寄与しうる（確信度が高い）。先住民及び地域コミュニティの協力を得た、事業者、生産者、消費者、土地管理者及び政策決定者を含む幅広い主体にわたる調整された行動によって、対応の選択肢を採用するための条件を可能とする（確信度が高い）。{3.1.3, 3.6.1, 3.6.2, 4.8.2, 5.5.1, 5.6.4, 5.7.1, 5.7.4, 6.2, 7.3, 7.4.6, 7.6.4}

C.4.4 女性のエンパワーメントは、家庭の食料安全保障及び持続可能な土地管理に相乗効果及び共便益（コベネフィット）をもたらす（確信度が高い）。気候変動の影響に対する女性に偏った脆弱性により、土地管理及び土地保有における女性の参加は制約を受ける。土地をめぐる権利及び持続可能な土地管理への女性参加の障壁を取り扱うことのできる政策には、貧困撲滅プログラムの下での女性への資金の移転、女性の健康・教育・研修・キャパシティビルディングに向けた支出、有利な条件での資金提供、及び既存のコミュニティベースの女性組織を通じたプログラムの普及などが含まれる（確信度が中程度）。{1.4.1, 4.8.2, 5.1.3, Box 5.1, Cross-Chapter Box 11 in Chapter 7}

## A. 社会経済的成長、緩和策及び土地を関連づける経路

社会経済的成長及び土地管理は、**耕作地**、**牧草地**、**バイオエネルギー耕作地**、**森林**及び**自然の土地**に配分された土地の相対的な量を含む土地システムの展開に影響を与える。実線は、3つの代替的な共通社会経済経路（RCP1.9におけるSSP1、SSP2及びSSP5）について様々な統合評価モデル（IAM）にわたる中央値を示す。着色域はモデル間の幅を示す。各経路は気候変動の緩和の効果を描くが、気候変動の影響または適応の影響を描くものではない点に留意されたい。

### A. 持続可能性に焦点 (SSP1)

土地管理、農業の集約化、生産及び消費パターンにおける持続可能性は、一人当たりの食料消費量が増加するにもかかわらず、必要な農地の削減につながる。この土地は、代わって再植林、新規植林及びバイオエネルギーに利用できる。

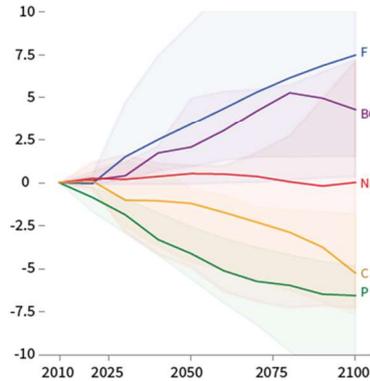
### B. 中道 (SSP2)

技術開発のみならず社会的発展も歴史的な傾向をたどる。バイオエネルギー、森林減少の削減または新規植林など土地部門の緩和の選択肢の需要の増大によって、食料、資料及び繊維用の農地の入手可能性が低減する。

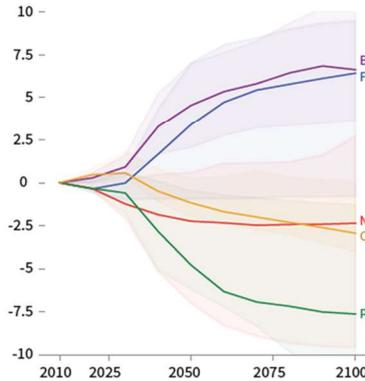
### C. 資源集約型 (SSP5)

資源集約型の生産及び消費パターンの結果、ベースラインの排出量が多い。緩和策は、大幅なバイオエネルギー及びBECCSの導入を含む技術的解決策に焦点を当てる。集約化及び競合する土地利用は農地の減少に寄与する。

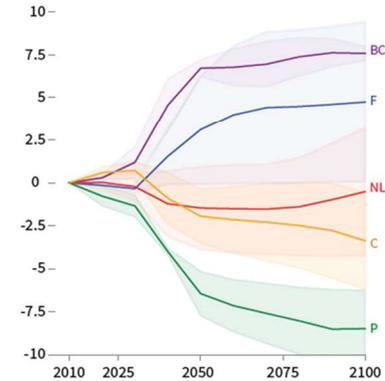
SSP1 持続可能性に焦点  
2010年比の土地の変化 (百万km<sup>2</sup>)



SSP2 中道  
2010年比の土地の変化 (百万km<sup>2</sup>)



SSP5 資源集約型  
2010年比の土地の変化 (百万km<sup>2</sup>)



■ 耕作地 ■ 牧草地 ■ バイオエネルギー耕作地 ■ 森林 ■ 自然の土地

## B. SSPにおける土地利用及び土地被覆の変化

SSPの定量的指標	含まれるモデルの数*	2010年比	2010年比	2010年比	2010年比	2010年比	
		自然の土地の変化 Mkm <sup>2</sup>	バイオエネルギー 耕作地の変化 Mkm <sup>2</sup>	耕作地の変化 Mkm <sup>2</sup>	森林の変化 Mkm <sup>2</sup>	牧草地の変化 Mkm <sup>2</sup>	
SSP1	RCPL9で2050年	5/5	0.5 (-4.9, 1)	2.1 (0.9, 5)	-1.2 (-4.6, -0.3)	3.4 (-0.1, 9.4)	-4.1 (-5.6, -2.5)
	↳ 2100		0 (-7.3, 7.1)	4.3 (1.5, 7.2)	-5.2 (-7.6, -1.8)	7.5 (0.4, 15.8)	-6.5 (-12.2, -4.8)
	RCP26で2050年	5/5	-0.9 (-2.2, 1.5)	1.3 (0.4, 1.9)	-1 (-4.7, 1)	2.6 (-0.1, 8.4)	-3 (-4, -2.4)
	↳ 2100		0.2 (-3.5, 1.1)	5.1 (1.6, 6.3)	-3.2 (-7.7, -1.8)	6.6 (-0.1, 10.5)	-5.5 (-9.9, -4.2)
	RCP45で2050年	5/5	0.5 (-1, 1.7)	0.8 (0.5, 1.3)	0.1 (-3.2, 1.5)	0.6 (-0.7, 4.2)	-2.4 (-3.3, -0.9)
	↳ 2100		1.8 (-1.7, 6)	1.9 (1.4, 3.7)	-2.3 (-6.4, -1.6)	3.9 (0.2, 8.8)	-4.6 (-7.3, -2.7)
ベースラインで2050年	5/5	0.3 (-1.1, 1.8)	0.5 (0.2, 1.4)	0.2 (-1.6, 1.9)	-0.1 (-0.8, 1.1)	-1.5 (-2.9, -0.2)	
↳ 2100		3.3 (-0.3, 5.9)	1.8 (1.4, 2.4)	-1.5 (-5.7, -0.9)	0.9 (0.3, 3)	-2.1 (-7, 0)	
SSP2	RCPL9で2050年	4/5	-2.2 (-7, 0.6)	4.5 (2.1, 7)	-1.2 (-2, 0.3)	3.4 (-0.9, 7)	-4.8 (-6.2, -0.4)
	↳ 2100		-2.3 (-9.6, 2.7)	6.6 (3.6, 11)	-2.9 (-4, 0.1)	6.4 (-0.8, 9.5)	-7.6 (-11.7, -1.3)
	RCP26で2050年	5/5	-3.2 (-4.2, 0.1)	2.2 (1.7, 4.7)	0.6 (-1.9, 1.9)	1.6 (-0.9, 4.2)	-1.4 (-3.7, 0.5)
	↳ 2100		-5.2 (-7.2, 0.5)	6.9 (2.3, 10.8)	-1.4 (-4, 0.8)	5.6 (-0.9, 5.9)	-7.2 (-8, 0.4)
	RCP45で2050年	5/5	-2.2 (-2.2, 0.7)	1.5 (0.1, 2.1)	1.2 (-0.9, 2.7)	-0.9 (-2.5, 2.9)	-0.1 (-2.5, 1.6)
	↳ 2100		-3.4 (-4.7, 1.5)	4.1 (0.4, 6.3)	0.7 (-2.6, 3.1)	-0.5 (-3.1, 5.9)	-2.8 (-5.3, 1.9)
ベースラインで2050年	5/5	-1.5 (-2.6, -0.2)	0.7 (0, 1.5)	1.3 (1, 2.7)	-1.3 (-2.5, -0.4)	-0.1 (-1.2, 1.6)	
↳ 2100		-2.1 (-5.9, 0.3)	1.2 (0.1, 2.4)	1.9 (0.8, 2.8)	-1.3 (-2.7, -0.2)	-0.2 (-1.9, 2.1)	
SSP3	RCPL9で2050年		評価された全てのモデルにおいて実現不可能	-	-	-	-
	↳ 2100			-	-	-	-
	RCP26で2050年		評価された全てのモデルにおいて実現不可能	-	-	-	-
	↳ 2100			-	-	-	-
	RCP45で2050年	3/3	-3.4 (-4.4, -2)	1.3 (1.3, 2)	2.3 (1.2, 3)	-2.4 (-4, -1)	2.1 (-0.1, 3.8)
	↳ 2100		-6.2 (-6.8, -5.4)	4.6 (1.5, 7.1)	3.4 (1.9, 4.5)	-3.1 (-5.5, -0.3)	2 (-2.5, 4.4)
ベースラインで2050年	4/4	-3 (-4.6, -1.7)	1 (0.2, 1.5)	2.5 (1.5, 3)	-2.5 (-4, -1.5)	2.4 (0.6, 3.8)	
↳ 2100		-5 (-7.1, -4.2)	1.1 (0.9, 2.5)	5.1 (3.8, 6.1)	-5.3 (-6, -2.6)	3.4 (0.9, 6.4)	
SSP4	RCPL9で2050年		評価された全てのモデルにおいて実現不可能**	-	-	-	-
	↳ 2100			-	-	-	-
	RCP26で2050年	3/3	-4.5 (-6, -2.1)	3.3 (1.5, 4.5)	0.5 (-0.1, 0.9)	0.7 (-0.3, 2.2)	-0.6 (-0.7, 0.1)
	↳ 2100		-5.8 (-10.2, -4.7)	2.5 (2.3, 15.2)	-0.8 (-0.8, 1.8)	1.4 (-1.7, 4.1)	-1.2 (-2.5, -0.2)
	RCP45で2050年	3/3	-2.7 (-4.4, -0.4)	1.7 (1, 1.9)	1.1 (-0.1, 1.7)	-1.8 (-2.3, 2.1)	0.8 (-0.5, 1.5)
	↳ 2100		-2.8 (-7.8, -2)	2.7 (2.3, 4.7)	1.1 (0.2, 1.2)	-0.7 (-2.6, 1)	1.4 (-1, 1.8)
ベースラインで2050年	3/3	-2.8 (-2.9, -0.2)	1.1 (0.7, 2)	1.1 (0.7, 1.8)	-1.8 (-2.3, -1)	1.5 (-0.5, 2.1)	
↳ 2100		-2.4 (-5, -1)	1.7 (1.4, 2.6)	1.2 (1.2, 1.9)	-2.4 (-2.5, -2)	1.3 (-1, 4.4)	
SSP5	RCPL9で2050年	2/4	-1.5 (-3.9, 0.9)	6.7 (6.2, 7.2)	-1.9 (-3.5, -0.4)	3.1 (-0.1, 6.3)	-6.4 (-7.7, -5.1)
	↳ 2100		-0.5 (-4.2, 3.2)	7.6 (7.2, 8)	-3.4 (-6.2, -0.5)	4.7 (0.1, 9.4)	-8.5 (-10.7, -6.2)
	RCP26で2050年	4/4	-3.4 (-6.9, 0.3)	4.8 (3.8, 5.1)	-2.1 (-4, 1)	3.9 (-0.1, 6.7)	-4.4 (-5, 0.2)
	↳ 2100		-4.3 (-8.4, 0.5)	9.1 (7.7, 9.2)	-3.3 (-6.5, -0.5)	3.9 (-0.1, 9.3)	-6.3 (-9.1, -1.4)
	RCP45で2050年	4/4	-2.5 (-3.7, 0.2)	1.7 (0.6, 2.9)	0.6 (-3.3, 1.9)	-0.1 (-1.7, 6)	-1.2 (-2.6, 2.3)
	↳ 2100		-4.1 (-4.6, 0.7)	4.8 (2, 8)	-1 (-5.5, 1)	-0.2 (-1.4, 9.1)	-3 (-5.2, 2.1)
ベースラインで2050年	4/4	-0.6 (-3.8, 0.4)	0.8 (0, 2.1)	1.5 (-0.7, 3.3)	-1.9 (-3.4, 0.5)	-0.1 (-1.5, 2.9)	
↳ 2100		-0.2 (-2.4, 1.8)	1 (0.2, 2.3)	1 (-2, 2.5)	-2.1 (-3.4, 1.1)	-0.4 (-2.4, 2.8)	

\*含まれるモデルの数/試されたモデルの数。土地データを提供しないモデルが一つあり、全ての入力から除外されている。

\*\* SSP4でRCPL9を実現できるモデルが1つあったが、土地データを提供しなかった。

**図 SPM.4 社会経済発展、緩和の応答及び土地を関連づける経路**：将来のシナリオは、緩和及び社会経済が土地に与える影響を理解するための枠組みを提供する。共通社会経済経路（SSPs）は異なる様々な社会経済的な仮定の範囲にわたる（Box SPM.1）。それらは、異なる緩和水準を示唆する代表的濃度経路（RCPs）<sup>35</sup>と組み合わせられる。農地、牧草地、バイオエネルギー栽培地、林地、及び自然の土地における2010年からの変化を示す。この図において：農地には食料用、飼料用、家畜用の農作物を栽培する全ての土地を含み、その他耕作に適した土地（耕作地）を含む。この分類は、森林以外の第一世代バイオエネルギー作物（例、エタノール用トウモロコシ、エタノール用サトウキビ、バイオディーゼル用大豆）も含むが、第二世代バイオエネルギー作物は含まない。牧草地は、高品質の放牧地のみならず複数の分類の牧草地を含み、FAOによる「恒久的な草地及び牧草地」の定義に基づく。バイオエネルギーの耕作地には第二世代バイオエネルギー作物（例、スイッチグラス、ススキ、早生樹種）専用の土地を含む。森林は、管理された森林と未管理の森林を含む。自然の土地には、その他の草地、サバンナ、及び灌木地を含む。**パネル A**：このパネルは、RCP1.9<sup>36</sup>におけるSSP1、SSP2及びSSP5についての統合評価モデル（IAM）<sup>37</sup>の結果を示す。各経路について、着色域は全てのIAMにわたる範囲を示し、実線はモデル間の中央値を示す。RCP1.9について、SSP1は5つのIAM、SSP2は4つのIAM、SSP5は2つのIAMの結果をそれぞれ含む。**パネル B**：土地利用及び土地被覆の変化が様々なSSP-RCPの組み合わせについて示されており、複数のモデルの中央値及び範囲（最小、最大）が示されている。{Box SPM.1, 1.3.2, Cross-Chapter Box 1 in Chapter 1, 2.7.2, Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, 6.1, 6.4.4, 7.4.2, 7.4.4, 7.4.5, 7.4.6, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.3, 7.5.6; Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6}

<sup>35</sup> 代表的濃度経路（RCPs）は、全ての温室効果ガス、エアロゾル及び化学的に活発なガスの排出量及び濃度、並びに土地利用/土地被覆の時系列を含むシナリオである。

<sup>36</sup> 本報告書において評価されたRCP1.9の経路は、2100年に昇温を1.5℃に抑える確率が66%であるが、これらの経路の一部は、21世紀の間に1.5℃を0.1℃を超えるオーバーシュートを伴う。

<sup>37</sup> 統合評価モデル（IAMs）は、2つ以上の領域の知識を一つの枠組みに統合する。本図では、IAMは経済、社会及び技術の発展と気候システムの変化との間の関連性を評価するために用いられている。

## D. 当面の対策

D.1 既存の知識に基づき当面の対策をすることで、砂漠化、土地劣化及び食料安全保障に取り組むと同時に、気候変動に対する適応及び緩和を可能とする、より長期的な対応を支えうる。これらには、個人及び組織の能力開発、知識移転の加速化、技術の移転及び普及の強化、資金メカニズムの有効化、早期警戒システムの実施、リスク管理の実施、並びに実施及びスケールアップのギャップへの対応を目的とした対策が含まれる（確信度が高い）。{3.6.1, 3.6.2, 3.7.2, 4.8, 5.3.3, 5.5, 5.6.4, 5.7, 6.2, 6.4, 7.3, 7.4.9, 7.6; Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

D.1.1 短期的な能力開発、技術移転及び普及、並びに金融メカニズムを実施可能にすることによって、土地部門における適応及び緩和を強化することができる。知識及び技術移転は、変化する気候の下での食料安全保障に向けた自然資源の持続可能な利用の強化を助けうる（確信度が中程度）。持続可能な土地管理活動、農地の拡大及び相談サービスに関する啓発活動、能力開発及び教育の向上、並びに生産者及び土地利用者に対する農業サービスの利用拡大によって土地劣化に効果的に対処しうる。（確信度が中程度）。{3.1, 5.7.4, 7.2, 7.3.4, 7.5.4}

D.1.2 土地の劣化及び砂漠化を含む土地利用変化の測定及び監視は、新たな情報通信技術（携帯電話を利用するアプリケーション、クラウドを利用するサービス、地上センサー、ドローン映像）の利用拡大、気候サービスの利用、並びにリモートセンシングによる土地資源に関する土地及び気候の情報によって支えられる（確信度が中程度）。極端な気象及び気候の現象の早期警戒システムは生命及び財産の保護並びに災害リスクの軽減と管理の強化に不可欠である（確信度が高い）。季節毎の予測及び早期警戒システムは、食料安全保障（飢餓）及び害虫や疫病を含む生物多様性の監視、並びに順応型気候リスク管理に不可欠である（確信度が高い）。人間及び組織の能力に対する投資はハイリターンである。これらの投資には観測及び早期警戒システム、並びに水文気象学及びリモートセンシングを利用した現場の監視システム及びデータ、現場の観測、インベントリ及び調査、並びにデジタル技術の利用拡大その他のサービスへのアクセスを含む（確信度が高い）。{1.2, 3.6.2, 4.2.2, 4.2.4, 5.3.1, 5.3.6, 6.4, 7.3.4, 7.4.3, 7.5.4, 7.5.5, 7.6.4; Cross-Chapter Box 5 in Chapter 3}

D.1.3 土地に特有のリスク管理の観点から土地管理を構成することは、景観アプローチ、害虫及び疫病の発生の生物学的抑制、並びにリスクの共有及び移転のメカニズムの改善を通じて適応において重要な役割を果たしうる（確信度が高い）。気候関連のリスクに関する情報提供は、土地管理者の能力を向上させ、時宜を得た意思決定を可能としうる（確信度が高い）。{5.3.2, 5.3.5, 5.6.2, 5.6.3; Cross-Chapter Box 6 in Chapter 5; 5.6.5, 5.7.1, 5.7.2, 7.2.4}

D.1.4 持続可能な土地管理は、新しい対応の選択肢の効果、共便益（コベネフィット）及びリスクのデータ及び情報の入手可能性及び利用可能性の向上、並びに土地利用の効率の拡大によって改善しうる（確信度が高い）。一部の対応の選択肢（例えば、土壌炭素管理の改善）は、小規模実証設備においてのみ実施されており、これら対応の選択肢の価値の向上及び広範な普及については知識的、金銭的、制度的なギャップ及び課題が存在する（確信度が中程度）。{4.8, 5.5.1, 5.5.2, 5.6.1, 5.6.5, 5.7.5, 6.2, 6.4,}

D.2 気候変動への適応及び緩和、砂漠化、土地劣化並びに食料安全保障に対応する当面の対策は、社会的、生態的、経済的及び開発に関する共便益（コベネフィット）をもたらしうる（確信度が高い）。共便益（コベネフィット）は、貧困の撲滅及び脆弱な人々のよりレジリエントな生計に貢献しうる（確信度が高い）。{3.4.2, 5.7, 7.5}

D.2.1 持続可能な土地管理を推進する当面の対策は、土地及び食料に関連する脆弱性を低減させるのに役立ち、よりレジリエントな生計を創造し、土地の劣化及び砂漠化、並びに生物多様性の喪失を減少させる（確信度が高い）。持続可能な土地管理、貧困撲滅努力、市場アクセス、非市場メカニズム及び生産性の低い手法の廃止の間には相乗効果がある。これらの相乗効果を最大化することによって、生態系の機能及びサービスの保存を通じて適応、緩和及び開発の共便益（コベネフィット）をもたらさう（確信度が中程度）。{3.4.2, 3.6.3, 表 4.2, 4.7, 4.9, 4.10, 5.6, 5.7, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6; Cross-Chapter Box 12 in Chapter 7}

D.2.2 土地再生に対する投資は世界全体の便益をもたらす、乾燥地では、便益費用比率は再生された生態系サービスの価値において 3~6 になりうる（確信度が中程度）。多くの持続可能な土地管理技術及び実施は、3~10 年以内に採算がとれるようになる（確信度が中程度）。持続可能な土地管理を確実にする対策は、先行投資を必要としう一方、作物収量及び牧草地の経済的価値を増大させう。土地再生及び修復の対策は、生計システムを向上させ、気候変動への適応及び緩和、生物多様性、並びに生態系の機能及びサービスの強化の面で、短期的な正の経済的利益及び長期的な便益の両方を提供する（確信度が高い）。{3.6.1, 3.6.3, 4.8.1, 7.2.4, 7.2.3, 7.3.1, 7.4.6, Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

D.2.3 持続可能な土地管理活動及び技術に対する先行投資は 20~5,000 米ドル/ha となりえる。また、その中央値は 500 米ドル/ha 前後と推定される。政府の支援及び信用貸しの利用可能性の向上により、採用に対する障壁、特に小規模農家が直面する障壁の克服を助けう（確信度が高い）。バランスのとれた食生活への短期的な転換（B6.2 参照）は、土地に対する圧力を低減させ、栄養の改善を通じて健康面で大きな共便益（コベネフィット）を実現しう（確信度が中程度）。{3.6.3, 4.8, 5.3, 5.5, 5.6, 5.7, 6.4, 7.4.7, 7.5.5; Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6}

D.3 野心的な緩和経路に従う、全ての部門にわたる人為起源の温室効果ガスの急速な削減は、陸域生態系及び食料システムに対する気候変動の負の影響を抑制する（確信度が中程度）。異なる部門にわたって気候の緩和及び適応の対応を遅らせることによって、土地に対してさらなる負の影響をもたらす、持続可能な開発の展望を低減させうだろう（確信度が中程度）。{Box SPM.1, 図 SPM.2, 2.5, 2.7, 5.2, 6.2, 6.4, 7.2, 7.3.1, 7.4.7, 7.4.8, 7.5.6; Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

D.3.1 異なる部門にわたる行動が遅れることで、土地に基づく適応及び緩和の選択肢を広範に導入する必要性が拡大し、その結果、世界のほとんどの地域においてこれらの多様な選択肢の潜在的可能性を低減させ、それらの現在及び将来の効果を制限しう（確信度が高い）。今行動することによってリスク及び損失を回避または低減し、社会に対して便益を生むだろう（確信度が中程度）。地域に応じた持続可能な土地管理及び持続可能な開発と協調した気候の緩和及び適応について迅速に行動することにより、何百万人もの人々に対する、気候の極端現象、砂漠化、土地の劣化、並びに食料不足及び不安定な生計によるリスクを低減しうかもしれない（確信度が高い）。{1.3.5, 3.4.2, 3.5.2, 4.1.6, 4.7.1, 4.7.2, 5.2.3, 5.3.1, 6.3, 6.5, 7.3.1}

D.3.2 将来のシナリオでは、GHG 排出削減の先送りは、気温の上昇に伴う大幅に高いコスト及びリスクをもたらすトレードオフが起こることを示唆する（確信度が中程度）。気温が上昇すると土壌は炭素固定のための吸収源としての能力が低減されるため、土壌有機炭素の増加など、一部の対応の選択肢の潜在的可能性は、気候変動の進行に伴って減少する（確信度が高い）。土地の劣化の回避または低減、及び実際の生態系の再生の推進の遅れは、農業及び放牧地の生産性の急速な減少、永久凍土の劣化、泥炭地の再湛水における困難を含む長期的な影響のリスクを伴う（確信度が中程度）。{1.3.1, 3.6.2, 4.8, 4.9, 4.9.1, 5.5.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3; Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}

D.3.3 全ての部門において GHG 排出削減の先送りは、食料、健康、生息可能な居住地及び生産に必要な陸域の生態系の機能及びサービスの不可逆的な喪失を含むトレードオフ、そしてそれによって世界の多くの地域における多くの国に対する益々大きな経済的影響をもたらされることを示唆する（確信度が高い）。高排出シナリオにおいて想定される対策の先送りは、一部の生態系に対して不可逆的な影響をもたらすだろうし、それはより長期的には、地球温暖化を加速させるであろう、生態系からの大量の追加的な GHG 排出量をもたらす潜在的可能性を有する（確信度が中程度）。{1.3.1, 2.5.3, 2.7, 3.6.2, 4.9, 4.10.1, 5.4.2.4, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3; Cross-Chapter Box 9 in Chapter 6, Cross-Chapter Box 10 in Chapter 7}