

# IPCC AR6 特別報告書

1.5°C特別報告書

土地關係特別報告書

海洋・雪氷圈特別報告書



# IPCC(気候変動に関する政府間パネル) 第6次評価サイクル 特別報告書に見られる 気候システムと人間活動の関わり

SR1.5

## 1.5°C特別報告書

P.3~8

2018年10月、IPCC第48回総会(仁川)において政策決定者向け要約(SPM)承認・報告書本編受諾。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で、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排出経路に関する科学的知見を評価。



**SRCCL 土地関係特別報告書** P.9~14

2019年8月、IPCC第50回総会(ジュネーブ)において政策決定者向け要約(SPM)承認・報告書本編受諾。気候への適応及び緩和、砂漠化、土地の劣化及び食料安全保障との関連で、陸域生態系における温室効果ガスのフラックス、持続可能な土地管理に関する科学的知見を評価。

**SROCC 海洋・雪氷圏特別報告書** P.15~20

2019年9月、IPCC第51回総会(モナコ)において政策決定者向け要約(SPM)承認・報告書本編受諾。海洋・雪氷圏に関する過去・現在・将来の変化、並びに高山地域、極域、沿岸域、低平な島嶼及び外洋における影響(海面水位の上昇、極端現象及び急激な現象等)に関する科学的知見を評価。

# IPCC 1.5°C特別報告書(SR1.5)

正式名称

『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』



## 作成の経緯

国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の動向

2010年	COP16	カンクン合意の中で、1.5°Cの気温上昇に関するものを含む、科学的知見に基づき、長期目標の強化を検討する必要性を認識。長期目標の妥当性を定期的にレビューすることを決定。
2013~ 2015年	長期目標レビュー	専門家対話(SED)報告書 「一部の地域及び脆弱な生態系では1.5°C以上の温暖化でも高いリスクが予測される。」
2015年	COP21	パリ協定の採択。 「世界平均気温の上昇を工業化以前に比べて2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑える努力を追求する」 IPCCに対して1.5°Cの気温上昇にかかる影響やGHG排出経路に関する特別報告書の提供を招請。

出典: SR1.5 FAQ 1.1

※招請当時の背景

1.5°Cの温暖化が気候関連リスクに与える影響や、緩和に対する野心の規模、その実現可能性についての知識が限られていた。

出典: SR1.5 foreword



**国連気候変動枠組条約 (UNFCCC):**

大気中の温室効果ガス濃度を気候システムに危害を及ぼさない水準で安定化させることを目的とした条約、1994年に発効。締約国数197か国・機関(2021年2月現在)。同条約に基づき、国連気候変動枠組条約締約国会議(COP)が1995年から毎年開催されている。UNFCCCとIPCCは異なる母体をもつ別の組織であるが、密接な協力関係にある。



**GMST:**

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値。



**基準期間:**

工業化は18世紀半ばから始まったが、世界規模の気温の観測値が存在する最も古い時期である1850~1900年を、工業化以前の状態を近似するものとして基準期間に用いている。

## 1.5°C特別報告書とは

IPCCは、UNFCCCの招請をうけ、2016年4月に開催された第43回総会において1.5°C特別報告書の作成を決定した。タイトルの通り、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の文脈のなかで1.5°Cの気温上昇にかかるリスク及び、それに対する適応、関連する排出経路、GHG削減(緩和)等に関する特別報告書である。

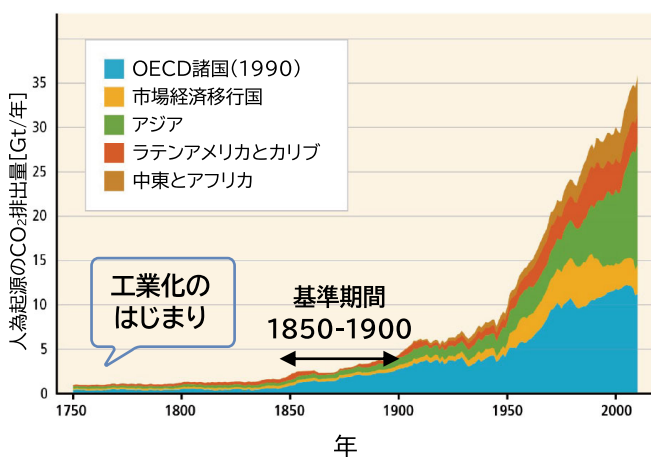
「1.5°Cの地球温暖化」を科学的に評価するにあたって

指標: GMST(global mean surface temperature)

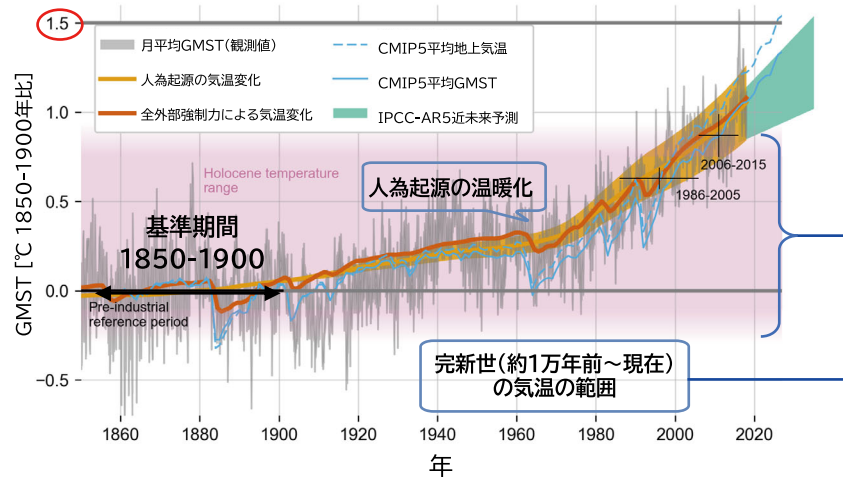
基準期間: 1850~1900年

ある時点の地球温暖化: 対象の年または期間を中心とする30年間の平均値と基準期間の値との比較

## 人為起源のCO<sub>2</sub> 排出量



## 人為起源の温暖化



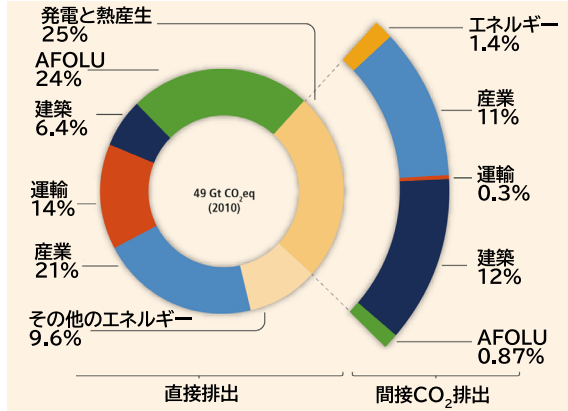


# 人間活動はどのように地球を温暖化させているか

工業化によって人類が排出している温室効果ガス(GHG)は地球に蓄積し続けている。2017年現在、地球全体の気温上昇は約1℃に達し、すでに様々な影響が出てきている。

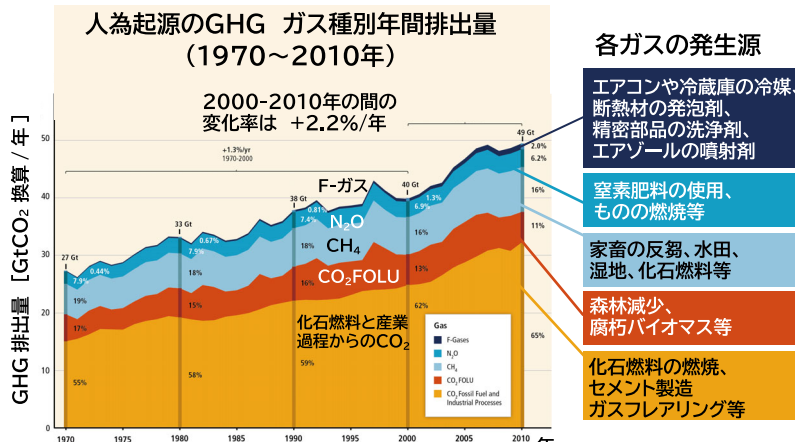
## GHGの排出

温室効果ガスの発生源は人間の活動と密接に関係



出典: AR5WG3 図.SPM2

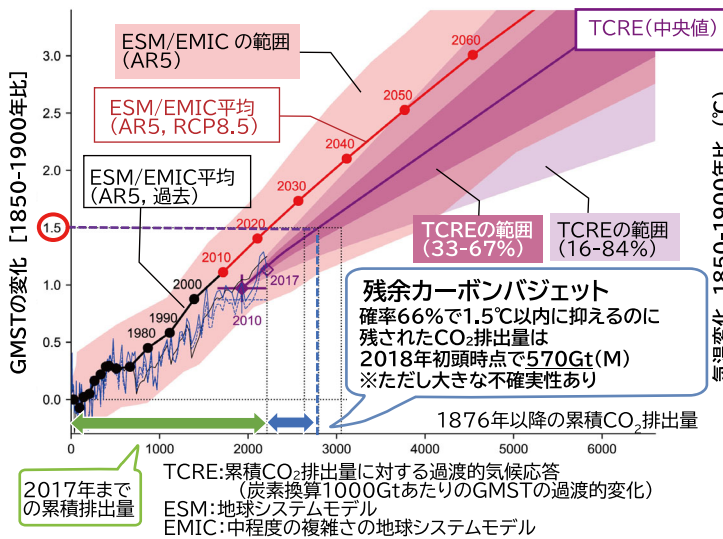
GHG(特にCO<sub>2</sub>)の排出量はなおも増加



2010年:49Gt → 2019年:59Gt 出典:AR5WG3 図.SPM1に加筆

## 地球温暖化

気温上昇は、累積CO<sub>2</sub>排出量にほぼ比例して決まる

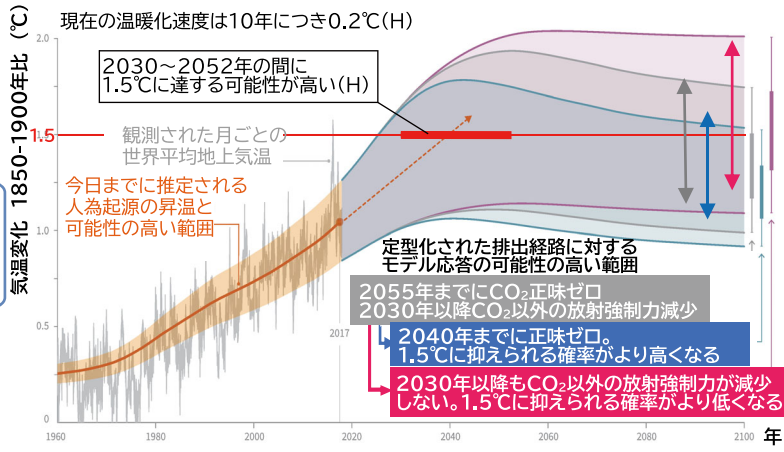


出典:SR1.5 図2.3に加筆

温暖化を1.5℃以下に抑えるには今後排出するCO<sub>2</sub>量を「残余カーボンバジェット」内に収めなければならない。

CO<sub>2</sub>の累積排出量及び将来のCO<sub>2</sub>以外の放射強制力が昇温を1.5℃に抑える確率を決める

※CO<sub>2</sub>以外の放射強制力: メタン、一酸化二窒素、エアロゾル及びその他人為的放射強制因子による。

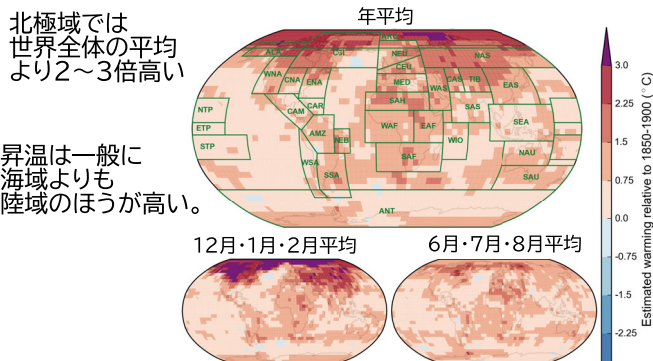


出典:SR1.5 図SPM.1に加筆

今すぐ排出削減を始め、2055年までにCO<sub>2</sub>排出量をゼロにすれば、灰色の範囲に温暖化を抑えられる可能性が高い。

## 影響

現在(2006-2015年)の温暖化の空間的・季節的パターン



季節によって昇温状況は異なる。

出典:SR1.5 図1.3

一部の気候・気象の極端現象の強度と頻度に傾向が検出されている

現象	観測された変化(直近過去 vs 工業化以前)
極端な気温	世界全体の陸域において、寒い昼及び夜の数が減少し、暑い昼及び夜の数が増加している可能性が非常に高い。
強い降水現象	強い降水現象の頻度、強度、及び/または量が増加している地域の方が減少している地域より多い可能性が高い。
干ばつ 乾燥	一部の地域、特に地中海域(南欧、北アフリカ、中東を含む)が乾燥傾向にある(H)。
洪水	一部の地域において、洪水の頻度及び極端な河川流量が増加している(H)。
熱帯低気圧 温帯低気圧	明確な変化が生じているという確信度は低い。

VH: 確信度が非常に高い H: 確信度が高い M: 確信度が中程度 L: 確信度が低い 出典:SR1.5 表3.2より作成



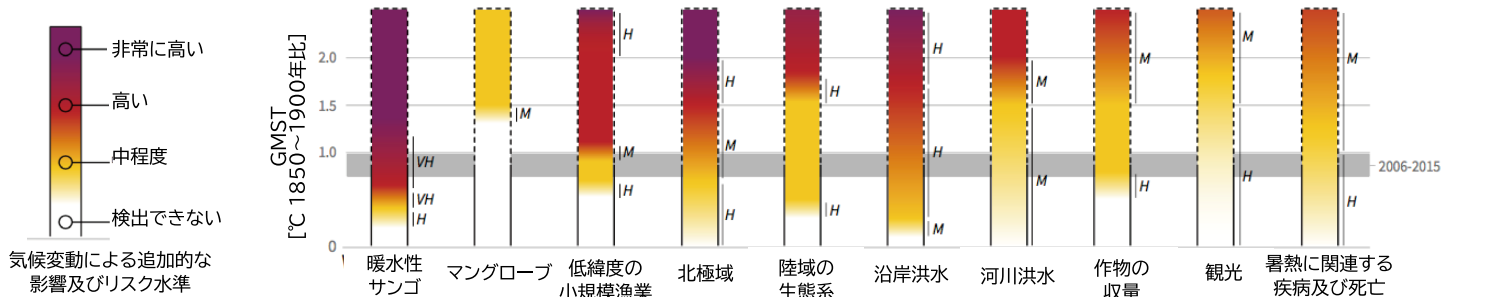
# 温暖化によって予測される影響の比較 1.5°C vs 2°C

現象	1.5°Cの上昇で起きること	2°Cの上昇で起きること	1.5°C上昇と比較して2°C上昇では…
気象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中緯度域の極端に暑い日が約3°C昇温(H)</li> <li>・高緯度域の極端に寒い夜が約4.5°C昇温(H)</li> <li>・350.2±158.8百万人の都市人口が厳しい干ばつに曝される。(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中緯度域の極端に暑い日が約4°C昇温(H)</li> <li>・高緯度域の極端に寒い夜が約6°C昇温(H)</li> <li>・410±213.5百万人の都市人口が厳しい干ばつに曝される。(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高温継続期間、暑い日の頻度、強度 増大(H)</li> <li>・低温継続期間、寒い夜の頻度、強度 減少(H)</li> <li>・世界の陸域平均で大雨の強度/雨量 増大(M)</li> <li>・極めてまれかつ最も極端な現象の頻度 特に増大(H)</li> <li>・人が居住している地域での極端な高温 大きく増大(H)</li> <li>・熱帯低気圧による大雨の頻度 増大(M)</li> <li>・熱帯低気圧の数は減少、非常に強い低気圧は増加(L)</li> <li>・地中海地域と南アフリカで強い乾燥傾向 増大(M)</li> <li>・高緯度地域、山岳地域、東アジア、北米東部での大雨 特に増大(M)</li> </ul>
陸の生態系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昆虫の6%、植物の8%、脊椎動物の4%が生息域の半分以上を失う(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昆虫の18%、植物の16%、脊椎動物の8%が生息域の半分以上を失う(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主要な生態系分類(biome)が変質するリスクに曝される面積がほぼ倍増(M)</li> </ul>
人間の生活	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年間漁獲量が約150万トン損失(M)</li> <li>・世界のトウモロコシの作物生産が約10%減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年間漁獲量が300万トンを超える損失(M)</li> <li>・1.5°C未満よりもトウモロコシの作物生産が約15%大幅に減少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・暑熱に関連する疾病及び死亡のリスク 増大(VH)</li> <li>・一部の動物媒介性感染症によるリスク 増大(H)</li> </ul>
河川洪水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1976~2005年を基準として、洪水の影響を受ける人口が、100%増加(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1976~2005年を基準として、洪水の影響を受ける人口が、170%増加(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水ハザードの影響を受ける陸域の割合 増大(M)</li> <li>・流出が著しく増大する陸域面積 増大(M)</li> </ul>
海	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンゴ礁の70~90%が失われる(H)</li> <li>・100年に1度、夏の北極海の海氷が消失(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンゴ礁の99%以上が失われる(VH)</li> <li>・10年に1度、夏の北極海の海氷が消失(M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水温度、海洋熱波の頻度 増大(H)</li> <li>・大西洋子午面循環(AMOC) かなり弱化する可能性が非常に高い。</li> <li>・世界平均海面水位が0.1m 高い(M)</li> </ul>

VH: 確信度が非常に高い H: 確信度が高い M: 確信度が中程度 L: 確信度が低い

出典:SR1.5 SPM B4.4, B5.1~B5.6, SR1.5 表3.2~表3.5, 表3.7

## 地球温暖化が自然・人間社会に与える影響とリスク



1.5°Cから2°Cへの上昇でエネルギー、食料、水部門にわたるリスクが空間的・時間的に重複しうる(M)。

出典: SR1.5 図 SPM.2

## 1.5°Cに抑えた場合、2°Cと比べ社会・経済の影響リスクが低減

リスク	1.5°Cに抑えた場合の予測
貧困	気候に関連するリスクに曝され貧困の影響を受けやすい人々の数を、2050年までに最大数億人削減しうる(M)。
健康	暑熱に関連する疾病及び死亡のリスクが低減する(VH)。マラリア及びデング熱などの一部の動物媒介性感染症によるリスクの増大を抑えらえる(H)。極端な熱波に頻繁に曝される人口が約4.2億人、例外的な熱波に曝される人口が6,500万人減少する(M)。
食料	特にサハラ以南のアフリカ、東南アジア、ラテンアメリカにおいて、トウモロコシ、米、小麦などの正味収量の減少や米と小麦の栄養の質の低下が抑えられる(H)。
水ストレス	水ストレスの増加に曝される世界人口の割合を、最大50%まで抑えうるかもしれない。ただし、地域間で大幅なばらつきがある(M)。
海面水位上昇	1.5°C上昇では、2°C上昇より世界の海面水位上昇が0.1m低いことで関連リスクに曝される人が最大1,000万人減少するだろう(M)。
経済成長	1.5°C上昇では、2°C上昇より気候変動の影響による世界の総経済成長(GDPの変化)に対するリスクは、より低くなる(M)。

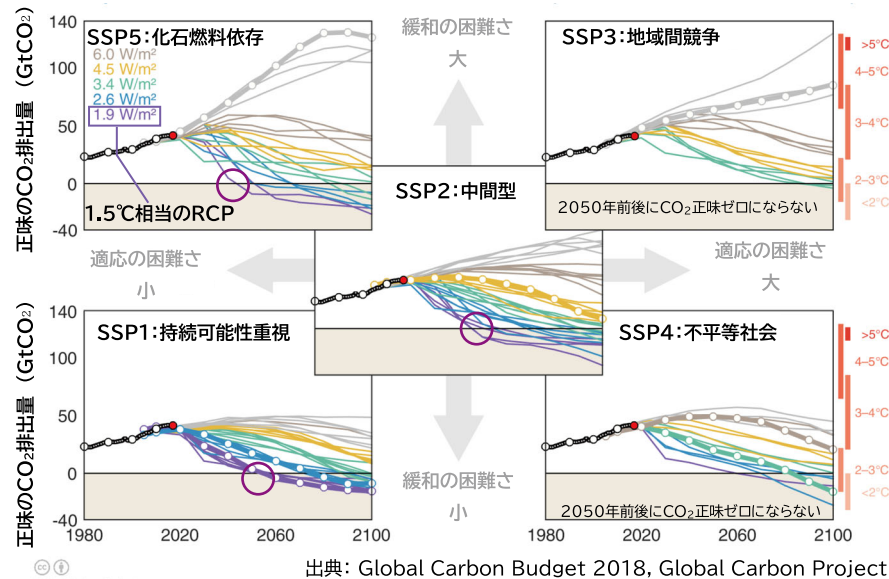
出典:SR1.5 SPM B5.3, B5.4, B5.5, B5.6



# 地球温暖化を1.5°Cに抑える排出経路(シナリオ)

## 2050年前後に人為起源CO<sub>2</sub>の正味排出ゼロが必須

66%の確率で地球温暖化を1.5°Cに抑える残余のカーボンバジェットは、GMSTに基づく570GtCO<sub>2</sub>(2018年初頭時点)。人類は、現在1年あたり42±3GtCO<sub>2</sub>を排出し、残余は毎年少なくなっている。今後、どのように排出を削減して気温を安定化するかはモデル化した排出経路を用いて検討することができる。  
適応と緩和に向けた社会経済的課題が多様化してきているため、SR1.5では共通社会経済経路(SSP)と代表的濃度経路(RCP)を組み合わせ、1.5°Cの温暖化に整合する排出経路とシステムの移行を検討した。



様々なSSPとRCPの組合せで推定された将来の排出経路を、適応・緩和の困難さで整理した図。正味の排出量は土地利用変化とBECCSを含む。



### 共通社会経済経路(SSP):

社会経済的未来を記述しているシナリオで、適応と緩和における社会経済的課題の多様化に対応できるよう開発された。SSPベースの社会経済シナリオとRCPベースの放射強制レベル(温暖化抑制レベル)を想定した気候予測の組合せにより、気候影響と政策分析のための統合的なフレーム(社会経済、エネルギー、土地利用等)を提供している。  
出典:SR1.5 Glossaryから編集

### SSP1(持続可能性重視):

少ない人口。高い1人当り経済成長。高い人間開発。高い技術進歩。環境志向の技術・行動の変容。資源効率的な生活様式。低い1人当りエネルギー・食料需要、経済統合と国際協力。

### SSP2(中間型):

中程度の人口。中程度で一様でない経済成長、技術進歩、1人当りエネルギー・食料需要。資源集約的な生活様式。限られた経済統合と国際協力。

### SSP5(化石燃料依存):

少ない人口。非常に高い1人当り経済成長。高い人間開発。高い技術進歩。豊富な化石燃料資源。非常に資源集約的な生活様式。高い1人当りエネルギー・食料需要、経済統合と国際協力。

## 1.5°Cに抑える3つの例示的モデル経路 P2, P3, P4

潜在的な緩和策の幅を示すために選定された経路。予測されるエネルギー消費及び土地利用、並びに経済成長・人口増加、衡平性、及び持続可能性を含む将来の社会経済的発展の想定が大幅に異なる。

### P2: SSP1に基づく経路

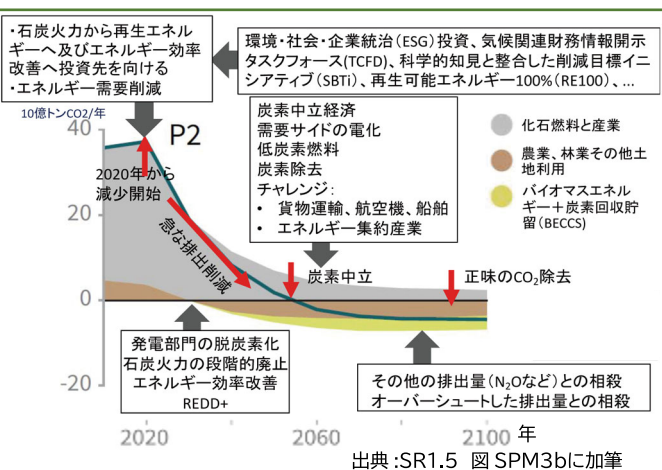
持続可能性に注目するシナリオ。持続可能で健康的な消費、低炭素技術イノベーション、良く管理された土地システムへの移行。

### P3: SSP2に基づく経路

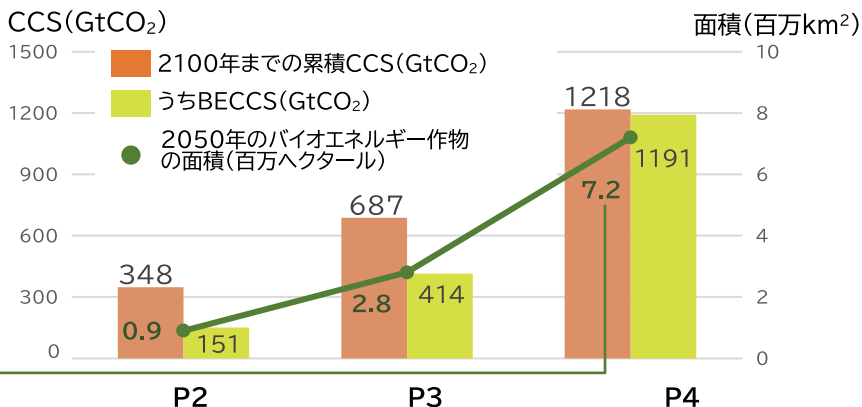
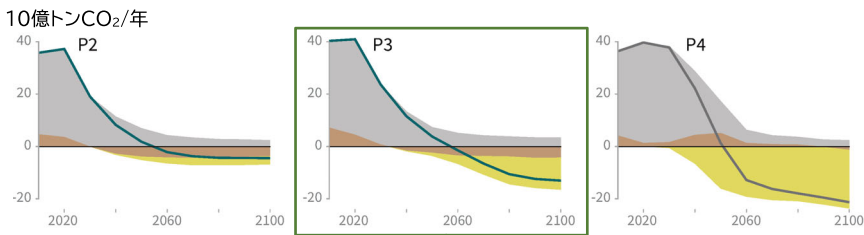
社会的発展、技術開発が過去の延長線上にある中道のシナリオ。排出削減は主にエネルギー及び製品の生産方法変更で達成。

### P4: SSP5に基づく経路

資源・エネルギー集約型のシナリオ。経済成長とグローバル化が燃料・畜産物高需要を広める。主に技術的手段で排出削減。



P3(中道)モデル経路での具体的な排出削減プロセス



P4(資源・エネルギー集約型)の経路で、1.5°Cに抑えるには、急激で大量のCDRの導入を余儀なくされ、BECCSに大きく依存する。そのため2050年のバイオエネルギー作物面積は700万km<sup>2</sup>とインドの2倍以上の面積を必要とすることになる。

二酸化炭素除去(CDR)は、残存する排出量の相殺に使われる。化石燃料に依存した社会ほど、大規模なBECCSを用いる必要がある。※CDRやBECCSについては次ページで解説

出典:SR1.5 図 SPM3bより作図

# 地球の温暖化を1.5°Cに抑える経路におけるシステム移行

オーバーシュートしない / 限られたオーバーシュートを伴って 1.5°Cに抑える経路では

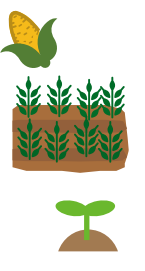
## 【エネルギーシステム】

- 2°Cに抑える場合よりも、エネルギー効率を高めるなどエネルギー消費を削減、エネルギー最終消費の電化が急速に進む(H)。特に2050年以前に低排出エネルギー源の割合が高くなる(H)。
- 2050年には再生可能エネルギーによって電力の70～85% (四分位範囲)が供給される(H)。
- 発電については、これらの1.5°C経路のほとんどが、原子力及びCCS付き化石燃料の割合が増える形でモデル化されている。
- CCSの利用によって、世界の発電総量に占める天然ガスの割合を2050年には約8%とすることが可能になる。
- 石炭利用はすべての経路で急速に下降し、電力の0%近くまで減少するだろう(H)。



## 【二酸化炭素除去(CDR)】

- BECCSは2030年、2050年、2100年にそれぞれ0～1GtCO<sub>2</sub>/年、0～8GtCO<sub>2</sub>/年、0～16GtCO<sub>2</sub>/年の幅で導入、AFOLUでは、それぞれ0～5GtCO<sub>2</sub>/年、1～11GtCO<sub>2</sub>/年、1～5GtCO<sub>2</sub>/年削減と予測(M)。
- CDR手法は、大規模導入の場合には土地、エネルギー、水または栄養に重大な影響を及ぼさう(H)。
- 植林及びバイオエネルギーは、他の土地利用と競合し、農業及び食料システム、生物多様性、その他の生態系の機能及びサービスに重大な影響を及ぼすかもしれない(H)。



## 【世界と地域の土地利用】

- 緩和策のポートフォリオによって異なる。2050年に、エネルギー作物用農地が0～600万km<sup>2</sup>増加、森林が200万km<sup>2</sup>減少～950万km<sup>2</sup>増加など(2010年比)(M)。
- 大きな土地利用の移行は、人間居住、食料、バイオエネルギー、炭素貯留、生物多様性等に重大な課題を呈する(H)。



## 【都市とインフラ】

- 都市とインフラのシステム移行は、運輸部門と建物部門における大幅な排出削減を示唆している(M)。
- 建物部門のエネルギー需要の電力の割合は2050年に約55～75%になる(M)。
- 運輸部門では、低排出最終エネルギーの割合は2020年5%未満から2050年には35～65%に拡大(M)。



## 【エネルギー関連の投資】

- 2016～2050年の1.5°C経路での年間平均投資総額は、エネルギー供給に1兆4600億～3兆5100USD、エネルギー需要に6400億～9100億USDで、2°C経路に比べ総額で約12%増加する。



## 【産業】

- 産業からのCO<sub>2</sub>排出量は2050年に2010年比65～90%削減される(M)。
- CO<sub>2</sub>削減は、電化、水素、持続可能なバイオ原料、生産物代替、CCUS等の技術や実践の組合せで実現されう。
- 上記の内容は、技術的に証明されているが、大規模導入は経済や制度面等での制約、大規模産業施設固有の制限を受ける可能性がある。
- 産業分野では、エネルギー及びプロセスの効率化による排出削減だけでは、1.5°Cに抑えるのに不十分である(H)。

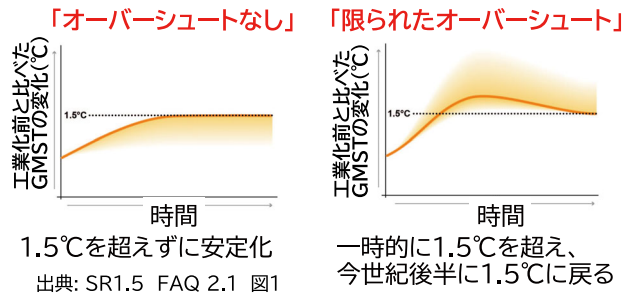


## key word オーバーシュート

特定の地球温暖化レベルを一時的に超過すること。温暖化のピーク後に気温が低下することを意味し、地球全体の残存排出量を上回るCO<sub>2</sub>を人為的に除去することにより達成される。排出経路は以下の3種類に分類される。

- 現在の知見に基づき、少なくとも50%の確率で地球温暖化を1.5°Cより低く抑えることができる経路は「オーバーシュートなし」
- 昇温を1.6°Cより低く抑えて2100年までに1.5°Cに戻る経路は「限られたオーバーシュートの1.5°C」
- 1.6°Cを超えるものの2100年までに1.5°Cに戻る経路は「高いオーバーシュート」

前ページのP2～P4モデル経路のうち  
**P2, 3**は「オーバーシュートなし」もしくは「限られたオーバーシュート」を伴う経路。  
**P4**は化石燃料に依存し削減開始が遅く、「高いオーバーシュート」を伴う経路である。



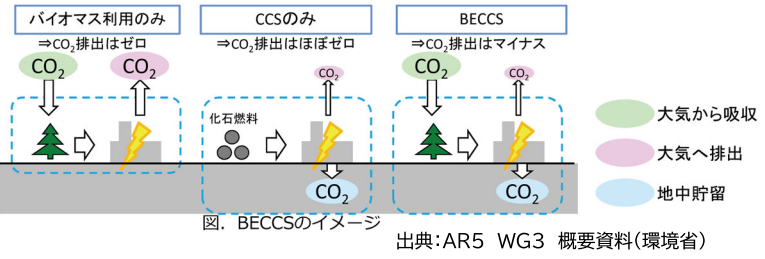
## key word 二酸化炭素除去(CDR)

CO<sub>2</sub>を大気から除去し、地下、陸域もしくは海域の貯留層(リザーバ)または製品中に永久的に貯留する、人為的な活動。既存及び潜在的な生物学的または地球化学的吸収源の人為的な強化、並びに直接空気回収・貯留も含むが、人為的な活動が直接的な原因にならない自然のCO<sub>2</sub>の吸収は含まない。

- CDRは2種類に大別できる。
- 樹木、土壌、その他、炭素吸収源による取込を強化する方法 (例)新規植林及び再植林、海洋のアルカリ化



- バイオエネルギー+炭素回収貯留 (BECCS)  
 化学的処置により二酸化炭素を大気中から捕捉し、地下などに貯蔵する方法(CCS)とバイオエネルギー技術を組み合わせた方法。  
 ※BECCSを実施するためには広大な土地が必要になる。



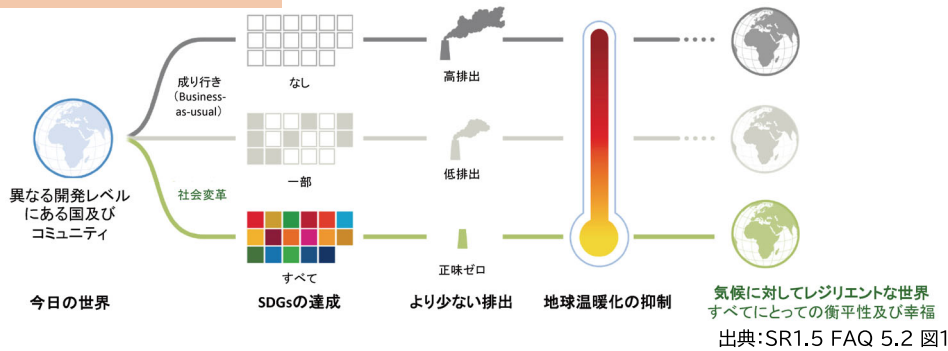


# 気候変動対策と持続可能な世界

## 気候変動対策 × 持続可能な開発と貧困撲滅

気候変動対策と持続可能な開発は密接に繋がっており、1.5℃に抑える対策は気候にレジリエントな開発経路の追求を促進する。

地球温暖化が2℃ではなく1.5℃に抑えられ、緩和と適応の相乗効果(正の影響)が最大化、一方トレードオフが最小化される場合には、持続可能な開発、貧困撲滅及び不公平の低減に対する気候変動による影響は、より大きく回避されるだろう(H)。



## 対策の実現可能性

地球温暖化を1.5℃に抑えることに整合する緩和及び適応は、それを可能とする条件によって裏付けられており、これらの条件は、1.5℃特別報告書において、実現可能性が、地球物理学、環境・生態学、技術、経済、社会文化、及び制度の側面にわたって評価されている。

複層的なガバナンスの強化、制度面の能力、政策手段、技術のイノベーション・移転及び資金動員、並びに人間の行動様式及び生活様式の変化は、1.5℃に整合するシステム移行における緩和及び適応の実現可能性を高めることを可能とする条件である。(H)

**環境・生態学的な実現可能性**  
十分な自然システム及び資源が多様な革新的な選択肢を支えられるか

**技術的な実現可能性**  
必要な技術がどの程度開発されており、利用可能か

**地球物理学的な実現可能性**  
大規模な植林の実施などの選択肢を実行することが物理的に可能か

**経済的な実現可能性**  
経済的な条件及び示唆

**制度的な実現可能性**  
ガバナンス、組織能力、政治的支援など、どのような制度的支援が必要か

**社会文化的な実現可能性**  
人間の行動及び健康にどのような示唆があるか

出典: SR1.5 FAQ 4.1 図1

## 相乗効果とトレードオフ

### 適応策と持続可能な開発の相乗効果

- 人間及び自然システムの脆弱性を低減する適応の選択肢は、十分に管理されれば、食料及び水の安全保障、災害リスクの低減、健康状態の改善、生態系サービスの維持、並びに貧困及び不平等の削減など、持続可能な開発と多数の相乗効果がある(H)。
- 物的及び社会的インフラに対する投資を増やすことは、社会のレジリエンスと適応能力の強化を可能とする鍵となる条件である。これらの便益は1.5℃の地球温暖化への適応によってほとんどの地域で起こりうる(H)。

### 適応策と持続可能な開発のトレードオフ

- 1.5℃の地球温暖化への適応は、持続可能な開発に対して悪い影響を伴って、トレードオフまたは適応の失敗をもたらす。例えば、設計または実施に失敗した場合、幅広い部門における適応プロジェクトは、温室効果ガスの排出量や水の消費量増加、ジェンダーや社会の不平等増大、健康状態悪化、並びに自然生態系を侵害しうる(H)。
- これらのトレードオフは、貧困や持続可能な開発にも配慮する適応[策]によって低減しうる(H)。

**保健**

- 暑熱に関する早期警戒システムは、怪我、病気、死亡の減少に役立ち、SDG3に正の影響を与える。
- 基本的な公衆衛生対策及び極端な気象現象から保護された医療インフラを介して相乗効果が生じる。

**13 気候変動対策**

- エアコンの使用が増えると、熱ストレスに対するレジリエンスが高まるが、エネルギー消費が増え、SDG13を損なう結果となりうる。

**農業**

- 効果的な適応戦略を有する農民は、より高い食料安全保障を享受し、経験する貧困レベルがより低い傾向がある。
- 適切に適応した農業システムは、安全な飲料水、健康、生物多様性及び公平性の目標に貢献する。

**5 性別平等**

**10 公平な社会と持続可能な開発**

- 農業の適応策は、特に女性にとって、作業負担を増加させるかもしれない。
- 農業保険及び気候サービスが貧しい人々を見逃すと、不平等が高まるかもしれない。
- メコン川流域で見られるように、農業の適応策は、より多くの土地を持つ農民に便益を与え、土地を持たない農民に害をもたらすかもしれない。

**生態系を基盤とした適応(EbA)**

- 乾燥地帯では、コミュニティを基盤とした適応と組み合わせたEbAにより、適応と緩和が結び付き、貧困農家の生計条件が改善されている。
- 費用対効果が高く、先住民及び局所的な知識を含み、貧困層が容易に利用できるEbAは、相乗的な開発の成果を生じる。

**3 気候変動対策**

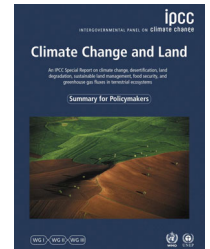
**8 経済的成長と雇用創出**

**15 陸域生態系の持続可能な開発**

- 洪水制御対策として都市部に湿地を形成することは、蚊の繁殖に繋がらう。
- トレードオフには、他の経済的な土地利用タイプの喪失、生物多様性と適応の優先順位間の緊張、ガバナンスに関する対立が含まれる。



# IPCC 土地関係特別報告書 (SRCCL)



正式名称

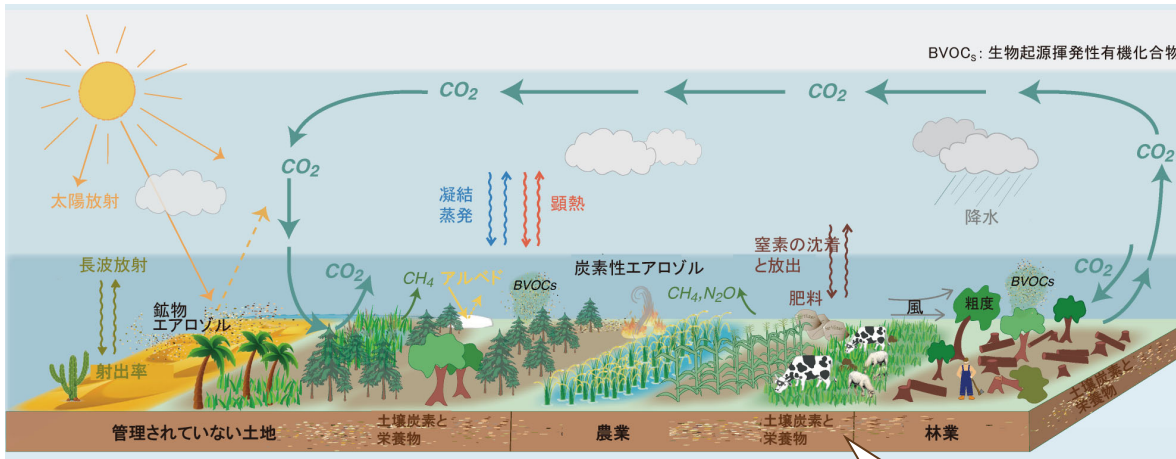
「気候変動と土地:気候変動、砂漠化、土地の劣化、持続可能な土地管理、食料安全保障及び陸域生態系における温室効果ガスフラックスに関するIPCC特別報告書」

## 土地関係特別報告書とは

長い正式名称が表しているように、気候変動と土地の間の複数の相互作用に焦点を当てている。土地-気候システムのダイナミクスと、変化する気候下の土地の劣化、砂漠化、食料安全保障の課題に対処するための経済的・社会的側面、また、大小のスケールでのガバナンスと意思決定のための選択肢を評価している。農業システム、農村生活から栄養や林業に至るまで多岐にわたる研究分野の専門家を、世界のあらゆる地域(52カ国以上)から前例のないほど大勢集結させて、この学際的な報告書が作成された。

出典：SRCCL Foreword

## SRCCLが対象とする土地と気候の相互作用



**土地(land):**  
自然資源(土壌、地表面近くの大気、植生とその他の生物相、水)、生態学的プロセス、地勢、このシステム内で営まれる人間の居住地とインフラから成る生物圏の陸域の部分。

**BVOCs:**  
生物起源揮発性有機化合物。SLCF(短寿命気候強制力因子)の前駆物質として気候に影響を与える。

出典：SRCCL Box2.1

土壌には約1500Gtの有機炭素が含まれており、これは大気中の炭素の約1.8倍、世界の陸上植生が保持する炭素の2.3~3.3倍である。したがって、土壌の炭素損失につながる土地転換を含む土地の劣化は、大気中のCO<sub>2</sub>濃度に大きな影響を与える可能性がある。自然生態系が耕作されると、長い時間をかけて蓄積された土壌炭素が失われ、その損失率は、20~59%と報告されている。

## 人間活動によって増加した主な温室効果ガス

	二酸化炭素 CO <sub>2</sub>	メタン CH <sub>4</sub>	一酸化二窒素 N <sub>2</sub> O
<b>特徴</b>	自然界に存在するガスで、化石燃料の燃焼等による副産物でもある。	天然ガスの主成分。人為起源の排出源の他に、湿地など嫌気性条件下での有機物分解など、自然起源の放出もある。	人為起源の排出源の他に、湿潤熱帯林の微生物作用など、自然起源の放出もある。
<b>地球温暖化係数(100年間累積)</b>	1	28	265
<b>人為起源の排出源</b>	・化石燃料の燃焼 ・土地利用変化 など	・家畜の消化管内発酵、排泄物 ・稲作 など	・土壌(施肥) ・家畜の糞尿 など



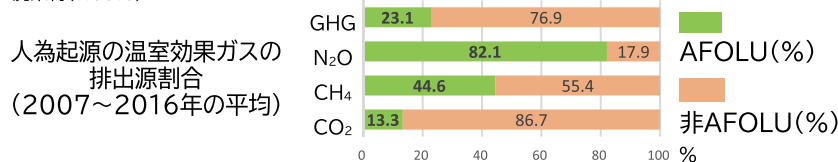
**地球温暖化係数:**  
単位質量(例えば1kg)の温室効果ガスが大気中に放出されたときに、一定時間内(例えば100年)に地球に与える放射エネルギーの積算値(温暖化への影響)を、CO<sub>2</sub>に対する比率として見積もったもの。

出典:SRCCL Glossary 他より作成

## AFOLU:

2006年IPCCガイドラインでは、温室効果ガスの排出・吸収源を大きく4つのカテゴリーに分類した上で、各分野に属する詳細な排出・吸収源とその排出・吸収量算定方法を提供しており、各国はこの分類に基づいて排出・吸収量の算定を行い、報告を行っている。

- ・エネルギー(Energy)
- ・工業プロセス及び製品の使用(Industrial Processes and Product Use: IPPU)
- ・農業、森林及びその他土地利用変化(Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU)
- ・廃棄物(Waste)



出典:SRCCL 表SPM.1より作成

人類起源のGHG総排出量のうち、AFOLUが23%を占める。世界の食料システム(食料の生産、製造と前後のプロセス)を含めると約21~37%となる。

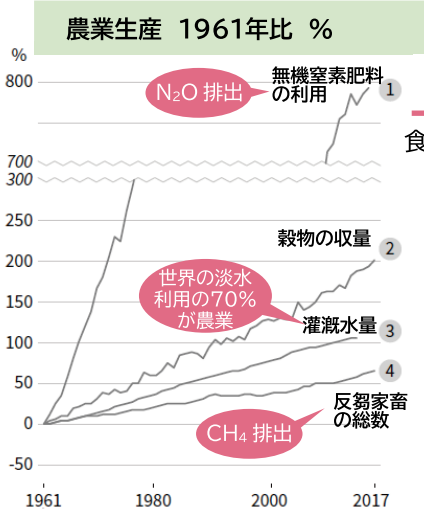
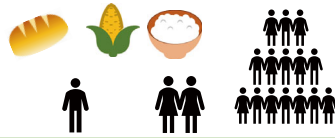
## AFOLU:農業(A)、林業、その他の土地利用(FOLU)土地利用分野に関わる排出量



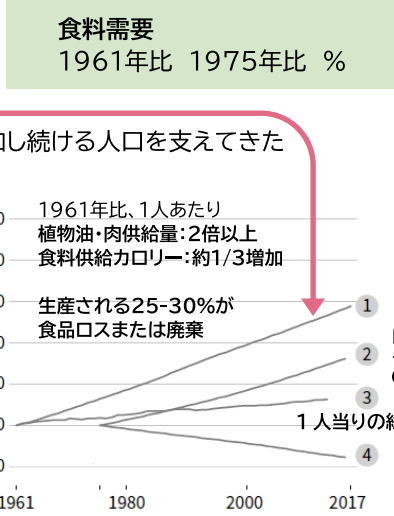
## 非AFOLU:運輸、産業、建物、その他エネルギー分野等からの排出量



# 人間が土地と気候に与えた影響・受けた影響



土地利用変化及び急速な集約化によって、食料、飼料及び繊維の生産増加が支えられてきた。



食料が増加し続ける人口を支えてきた。生産量の増加は消費量の変化に関連する。



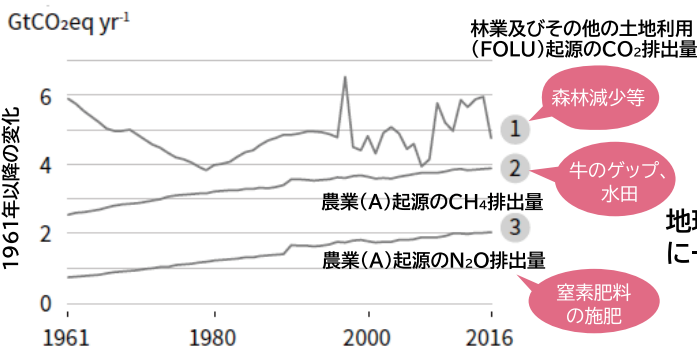
現在、農業地による土壌侵食は土壌形成速度の10~20倍から100倍以上。沿岸低平地、三角州、乾燥地、永久凍土の地域では、気候変動が土地の劣化を悪化させる

土地利用変化や集約化及び気候変動は砂漠化と土地の劣化に寄与してきた。

出典:SRCLL 図SPM.1に加筆

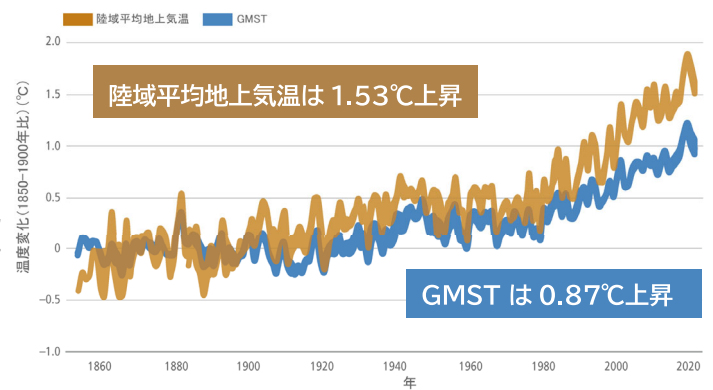
## 陸域の気温は世界全体に比べて2倍近く上昇

### AFOLUからのGHG排出量の変化



出典:SRCLL 図SPM.1に加筆

### 工業化以前の期間(1850~1900年)から、観測された陸域平均地上気温は、GMSTより大幅に上昇



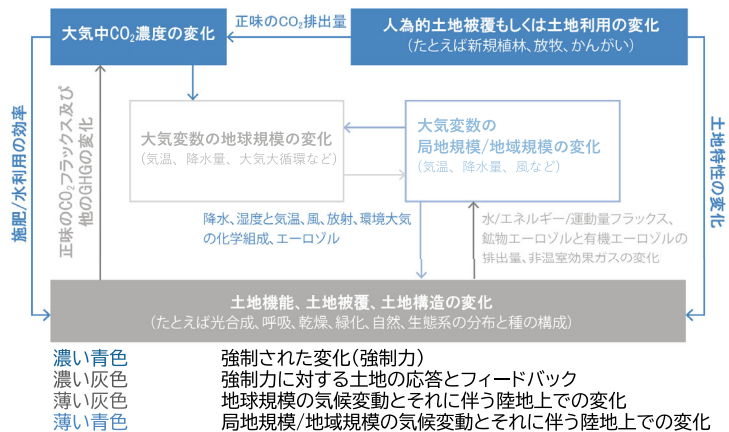
出典:SRCLL 図2.2に加筆

## これまでにもたらされた影響

- ・気候変動が土地の劣化の過程を悪化させる(H)
- ・沿岸侵食が進行、強度が増大。海面上昇が一部で土地利用圧力を拡大(M)
- ・気候変動が、食料安全保障に影響を与えている(H)
- ・低緯度地域でトウモロコシやコムギ等の収量に気候変動の悪影響(H)
- ・高緯度地域でトウモロコシやコムギ等の収量に気候変動の良い影響(H)
- ・アフリカで動物成長速度や牧畜システムの生産性が低下(H)
- ・農業病虫害は、発生の増加・減少の両方が起きている(H)
- ・陸域のほとんどで熱波など暑熱現象の頻度・強度・持続期間が増大(H)
- ・地中海、アジア西部、南米、アフリカ等で干ばつの頻度・強度が増加(M)
- ・大雨の強度が世界規模で増大(M)
- ・CO<sub>2</sub>施肥効果等で植生の緑化は褐変より広い面積で起きている(H)
- ・砂塵嵐の頻度と強度が多くの乾燥地域で増大し健康への影響が増大(H)
- ・地球温暖化により気候帯の移動が起きている(H)
- ・多くの植物種・動物種が生息分布域、個体数変化、季節行動変化を経験(H)

VH: 確信度が非常に高い H: 確信度が高い M: 確信度が中程度 L: 確信度が低い

### 土地と世界的、局所的/地域的気候の間の生物物理的作用及び生物化学的作用



出典:SRCLL 図2.13



# 気候変動が土地分野にもたらすリスク

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(H)



- ・熱波など暑熱現象の頻度・強度・持続期間は、21世紀中増加し続ける(H)
- ・干ばつの頻度・強度は、特に地中海地域、アフリカ南部で増加(M)
- ・極端な降水現象の頻度と強度は、多くの地域で増大(M)
- ・高緯度地域:北方林で干ばつ、森林火災、害虫の発生が増大(H)
- ・熱帯地域:GHG排出量が中程度～高排出のシナリオで、前例のない気候の状況が21世紀半ば～世紀末にかけて生じる(H)



- ・1.5°C上昇: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、食料供給の不安定性によるリスクは高い(M)
- ・2°C上昇:永久凍土の劣化、食料供給の不安定性によるリスクは非常に高い(M)
- ・3°C上昇:植生の喪失、森林火災の被害、乾燥地における水不足によるリスクは非常に高い(M)
- ・1.5～3°C上昇:気温上昇とともに、干ばつ、水ストレス、熱波など暑熱に関連する現象、生息地の劣化によるリスクは増大する(L)

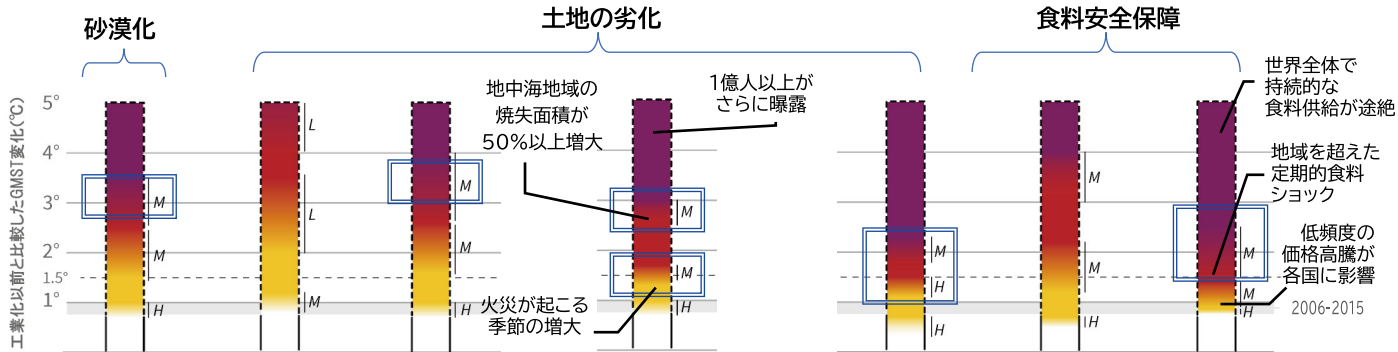


- ・SSP2、RCP6.0では、2050年に穀物価格が7.6%上昇し、食料価格の上昇、食料不足、飢餓のリスクが増大(M)。最も脆弱な人に深刻な影響(H)。
- ・SSP2では、水ストレス・干ばつ強度・生息地劣化に脆弱な乾燥地の人口は、2050年に1.5°C上昇で1.78億人、2°C上昇で2.2億人、3°C上昇で2.77億人に増加する(L)。
- ・気候の変化は、環境に起因する国内及び国境を越える移住を増幅させうる(M)。極端な気象・気候または緩やかに進行する現象は強制移住の増大、フードチェーンの途絶、生計への脅威の増加につながるかもしれず(H)、紛争につながるストレス悪化に寄与するかもしれない(M)。

## おおよそSSP2の条件で推定したリスク

※「SSP」についてはP6参照

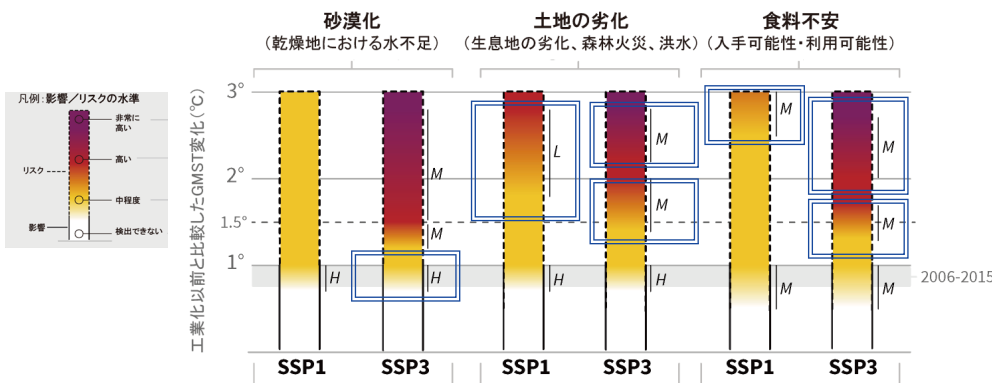
□ : 注目されるリスクの移行



リスクがあるシステム	乾燥地の水不足	土壌侵食	植生の喪失	森林火災の被害	永久凍土の劣化	熱帯域の収量低減	食料供給の不安定性
食料						●	●
生計	●	●	●			●	
土地の価値	●	●		●			
人間の健康	●	●	●	●			●
生態系の健全さ	●		●	●	●	●	
インフラ	●			●	●		

出典：SRCL 図 SPM.2

## 同じ温暖化レベルでも、社会経済経路によってリスクは、大きく変わる



出典：SRCL 図 SPM.2B (抜粋)

## 社会経済経路の差異 SSP1 vs SSP3

	SSP1	SSP3
2100年の人口	≦70億人	≦130億人
所得	高所得	低所得
不平等	不平等減少	継続的不平等
食料システムGHG排出量	少ない	多い
土地利用規制	効果的	
消費と生産	資源集約的な消費の減少	資源集約的な消費と生産
貿易	自由貿易	貿易障壁
技術	環境配慮型技術の普及	低速な技術変化
緩和	困難小さい	困難大きい
適応能力	高い	低い

# 対応の選択肢 —メリット・デメリットと相乗効果—

## 土地をめぐる競争がない/限定的な場合の選択肢

### バリューチェーン・マネジメント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
<b>需要</b>						
収穫後損失の削減	H	M	L	L	H	—
食生活の変化	H	—	L	H	H	—
食品廃棄の削減(消費者または小売業者)	H	—	L	M	M	—
<b>供給</b>						
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	—

### 食生活の変化

植物性食品(粗粒穀物、果物、野菜、木の実等)とGHG排出の少ないシステムによる動物性食品のバランスのとれた食生活にすると、人間の健康面の便益を生むとともに、2050年までに数百万km<sup>2</sup>の土地を解放し(M)、0.7~8.0GtCO<sub>2</sub>e/年の緩和ポテンシャルが得られる。

### 食品廃棄の削減(消費者または小売業者)

2010~2016年の世界の食品ロス&廃棄は人為起源GHG総排出量の8~10%に寄与(M)。現在、食品ロス&廃棄は全食料の25~30%に及ぶ(M)。これを削減すれば2050年までに数百万km<sup>2</sup>の土地を解放しうる(L)。

### 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
<b>農業</b>						
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	●
<b>森林</b>						
森林管理	M	L	L	L	L	●●
森林減少・劣化の削減	H	L	L	L	L	●●
<b>土壌</b>						
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	●
<b>その他の生態系</b>						
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	L	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	●

### 特に緩和・適応、他の共便益が大きい対策

- 農業 食料生産性の増大
- 農業 アグロフォレストリー※P21を参照
- 土壌 土壌有機炭素の含有量の増加

耕作・牧畜活動・アグロフォレストリーに由来する技術的緩和ポテンシャルは、2050年までに2.3~9.6GtCO<sub>2</sub>e/年(M)。

### 負の影響がある対策

- 農業 耕作地に転換される草地の減少
- その他の生態系 泥炭地の再生及び転換の削減

いずれも食料安全保障に負の影響あり。

### 便益はあるがコストが大きい対策

- 農業 家畜管理の改善

**凡例**

各対応の規模	大きい	確信度 推定された影響の規模の確信度を示す
	中程度	
	小さい	
	無視できる	
各対応の選択肢	小さい	H 確信度が高い
	中程度	M 確信度が中程度
	大きい	L 確信度が低い
	—	データなし

●●●	コストが高い	↔	変動的：正負になりうる
●●	コストが中程度	—	データなし
●	コストが低い	na	該当せず
—	データなし		

### リスク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
<b>リスク</b>						
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	●●

出典：SRCL 図 SPM.3(パネルA) に加筆

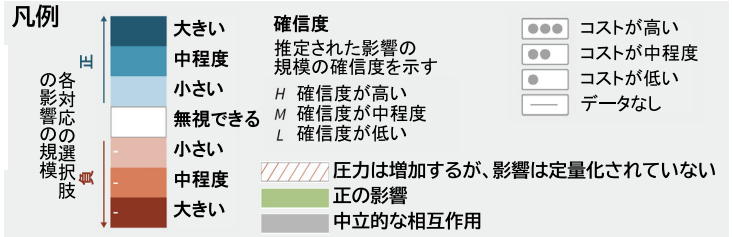
炭素が固定・貯留される場所	炭素の固定・蓄積を促進維持する対策
植生	新規/再植林、アグロフォレストリー、森林管理、森林減少・森林劣化削減(技術的緩和ポテンシャル 0.4~5.8GtCO <sub>2</sub> e/年)
泥炭地※、湿地	保護、再生
土壌	土壌有機物の増加、バイオ炭施用、土壌炭素管理、被覆作物の炭素固定(農地25%に適用の場合、0.44±0.11GtCO <sub>2</sub> e/年)
伐採木材製品	木材、繊維、バイオマス等を利用する持続可能な森林管理

貯留炭素の大気への放出リスク	炭素放出リスクを低減する対策
洪水 干ばつ 害虫	土壌侵食抑制など
火災	火災防除、森林火災の管理
永久凍土の融解、劣化	
土地利用の転換	需要削減(土地をめぐる競争の減少)

※泥炭地の炭素固定は何世紀にも及ぶ。

# 追加的な土地利用変化に依拠する対応の選択肢

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(H)。



## バイオエネルギーとBECCSの場合



### 高水準(3GtCO<sub>2</sub>/年以上)除去実施での定量的影響評価

適応、砂漠化、土地の劣化及び食料安全保障への影響は、2050年に11.3GtCO<sub>2</sub>/年の規模でのBECCSによる二酸化炭素除去を想定し、低炭素エネルギー源の場合はCCSなしのバイオエネルギーでも最大数GtCO<sub>2</sub>の排出削減を実現できることに留意した最大の潜在的影響。バイオエネルギーと食料安全保障を関連づける研究は、この実施水準では飢餓のリスクがある人口は1.5億人増加すると推定している。砂漠化及び土地の劣化の赤い斜線のセルは、砂漠化及び土地の劣化に対する圧力が増大する2℃のシナリオでは最大1500万km<sup>2</sup>の追加的な土地が2100年に必要となる一方で、この追加的な圧力の影響を実際に受ける面積を定量化するのは容易ではないことを示す。

## 新規植林の場合

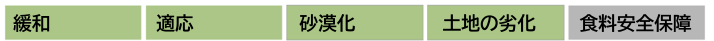


### 高水準(3GtCO<sub>2</sub>/年以上)除去実施での定量的影響評価

8.9GtCO<sub>2</sub>/年のCO<sub>2</sub>除去規模で新規植林(一部、再植林及び森林再生と重複)を想定した場合に、適応、砂漠化、土地の劣化及び食料安全保障への影響が潜在的に最大である。大規模新規植林は、2050年までに食料価格を80%増大させる原因となりうるだろう。

## 最優良事例での定性的影響推定

バイオエネルギー及びBECCSの影響の方向(正負)及び規模は、導入の規模、バイオエネルギーの原料の種類、他にどの対応の選択肢が含まれるか、及びバイオエネルギーがどこで栽培されているか(以前の土地利用及び間接的な土地利用変化による排出量を含む)に依拠する。例えば、バイオエネルギー生産を耕作限界地または放棄された耕作地に制限することによる生物多様性及び食料安全保障への影響はごくわずかで、土地の劣化にコベネフィットをもたらす潜在的可能性を有するが、緩和への便益はより小さくもなりうるだろう。



## 最優良事例での定性的影響推定

新規植林は砂漠化を防止し、土地の劣化に対処するために利用される。森林被覆のある土地は、特に劣化した土地、マングローブ及び農業に利用できないその他の土地に森林が確立された場合に、食料供給の面で便益を提供する。例えば、森林由来の食料は、食料及び収入不安の時にセーフティネットとなる。

出典：SRCL 図SPM.3(パネルB)より抜粋・加筆

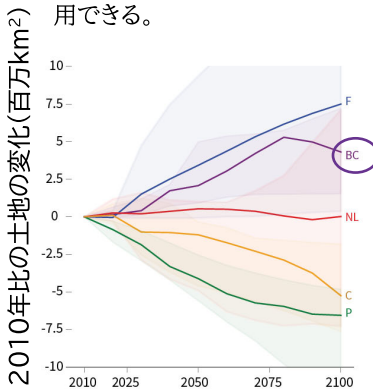
# 共通社会経済シナリオと土地利用変化

※「SSP」についてはP6参照

昇温を1.5℃または2℃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(H)。

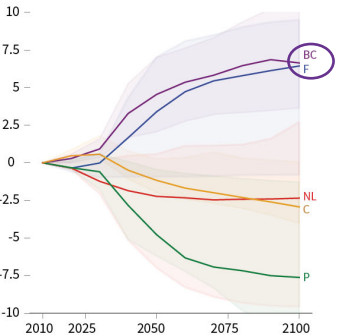
## SSP1 持続可能性に焦点

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。



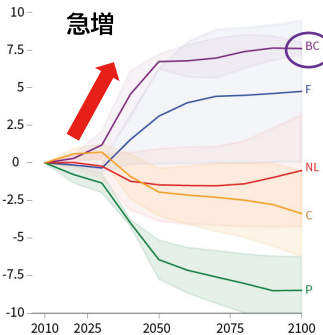
## SSP2 中道

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、飼料及び繊維用の農地の入手可能性が低減する。



## SSP5 資源集約型

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。



## バイオエネルギーには巨大な土地利用転換が必要

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(H)。

## エネルギー作物栽培に必要な土地面積(2050年)

- 1.5℃上昇: 最大700万km<sup>2</sup>
- 2℃上昇: 40~500万km<sup>2</sup>
- 3℃上昇: 10~300万km<sup>2</sup>

※参考:  
2010年の世界の耕作地面積: 約1590万km<sup>2</sup>  
オーストラリアの面積: 約770万km<sup>2</sup>  
日本の面積: 約38万km<sup>2</sup>



日本とオーストラリアの面積比較(イメージ図)

RCP1.9(2100年に昇温を1.5℃に抑える確率が66%である経路)におけるSSP1、SSP2及びSSP5についての統合評価モデル(IAM)による2010年比の土地利用の変化(百万km<sup>2</sup>)。 出典:SRCL 図SPM.4(パネルA)に加筆

P: 耕地  
C: 牧草地  
F: 森林  
BC: バイオエネルギー耕作地  
NL: 自然の土地



# 政策、制度、ガバナンス

**相互補完的な**気候政策(緩和と適応)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(H)。

## 行動の遅れや先送りは可能性や効果を低減させ、高コストとリスクをもたらす

- 異なる部門にわたる行動が遅れると、
  - ・土地に基づく適応と緩和の選択肢を広範に導入する必要性が拡大
  - ・世界のほとんどの地域で、多様な選択肢の潜在的可能性が低減
  - ・それらの選択肢の現在及び将来の効果を制限しうる(H)。
- 気候の緩和と適応の対応を遅らせると、
  - ・土地に対してさらなる負の影響をもたらし、
  - ・持続可能な開発の展望を低減させようだろう(M)。
- ◆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、
  - ・何百万人の人々に対する、気候の極端現象、砂漠化、土地の劣化、食料不安及び不安定な生計によるリスクを低減しうるだろう(H)。
- GHG 排出削減の先送りは、
  - ⇒気温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(M)。
  - ・土壌の吸収源としての炭素固定能力が低減
  - ・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
  - ⇒陸域生態系の機能及びサービスの不可逆的喪失を含むトレードオフとそれによる大きな経済的影響が起こることを示唆する(H)
- ◆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(M)。

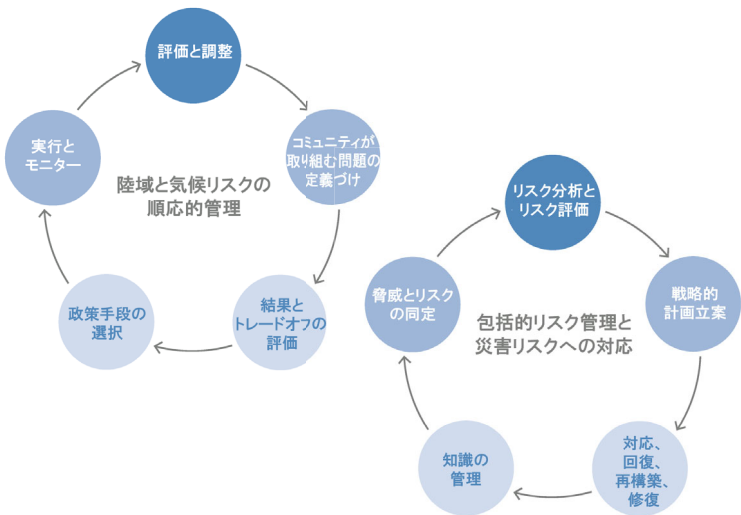
## 部門横断型ガバナンスで、コベネフィットの最大化とトレードオフを最小化できる

- 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(H)。
- 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、女性、貧困な人々等の最も脆弱な人々)の関与によって強化される(H)。

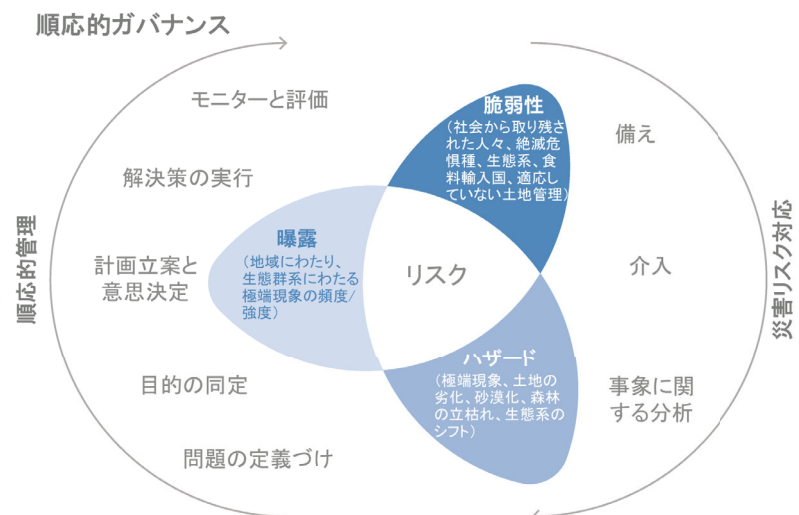
### 【課題】

- 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、土地に基づく多くの対応の選択肢の採用を制限しうる(H)。
- 多くの持続可能な土地管理の実施は、不安定な土地保有、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(H)

## リスク管理と順応的ガバナンス



出典：SRCCL 図 7.6



出典：SRCCL 図 7.8

## 当面の対策が土地部門の適応・緩和を強化し、コベネフィットももたらす

- 既存の知識に基づき当面の対策を取ることで、砂漠化、土地劣化、食料安全保障への取組と同時に、適応・緩和を可能にするより長期的な対応を支えることができる。(H)
  - 【例】
    - ・個人及び組織のキャパシティビルディング
    - ・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、等。
- 持続可能な土地管理を推進する当面の対策は、
  - ・土地と食料に関連する脆弱性低減に役立つ
  - ・よりレジリエントな生計を創造する
  - ・土地の劣化や砂漠化、生物多様性の喪失を減少させよう(M)。
- 野心的な緩和経路に従う人為起源GHGの急速な削減は陸域生態系と食料システムへの気候変動の負の影響を抑制する(M)。

# IPCC 海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC)

正式名称

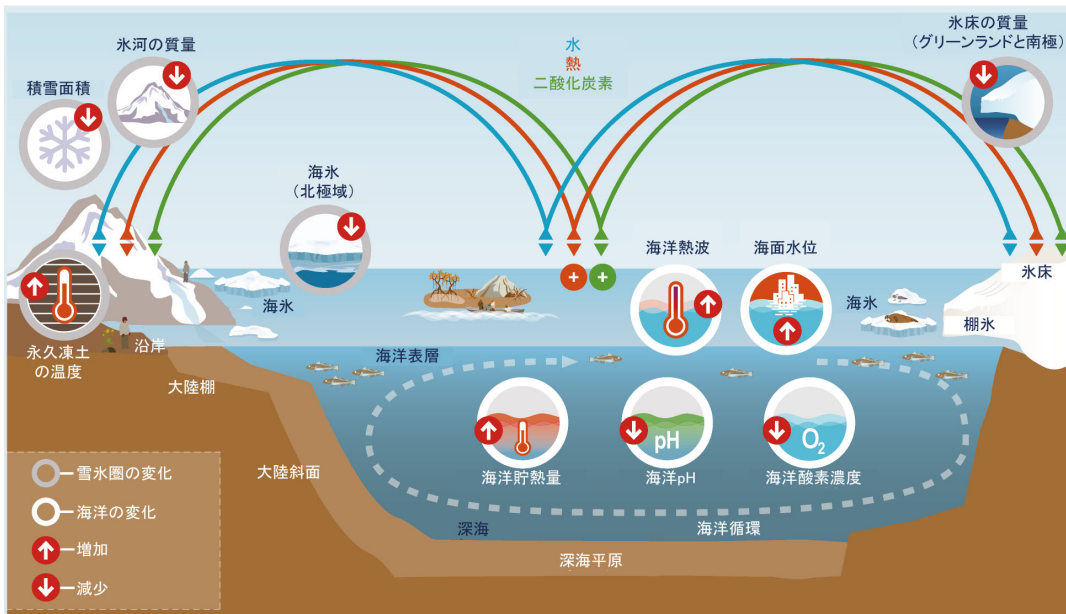
「変化する気候下での海洋・雪氷圏  
に関するIPCC特別報告書」



## 海洋・雪氷圏特別報告書

この報告書は、最も高い山々や遠く離れた極地、最も深い海に至るまで、地球上の最も隔離した地についてIPCCが初めて詳細に調査したという点でユニークである。このような最果ての地でさえ、むしろ最果ての地だからこそ、人間が引き起こした気候変動が顕著であることを、この報告書は見出した。こういった変化は、世界の海洋と雪氷圏が何十年にもわたって「熱を取り込んで」きたことの現れであり、自然と人類への影響は広い範囲に及び、しかも深刻になっている。タイムリーで野心的で協調的で辛抱強い行動が今すぐに必要だと、報告書は強調している。

出典：SROCC Foreword

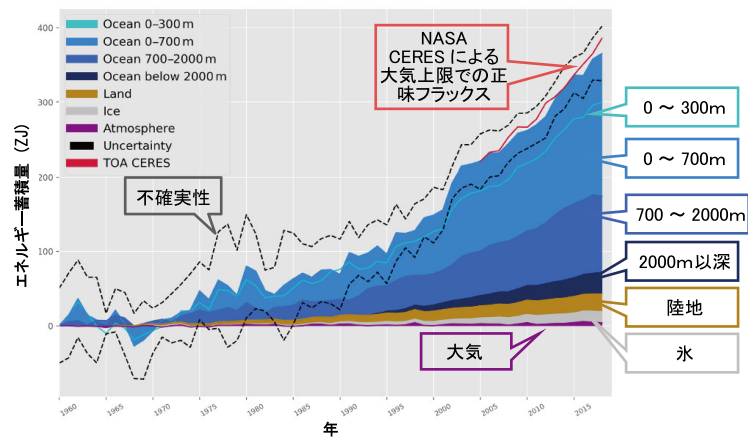
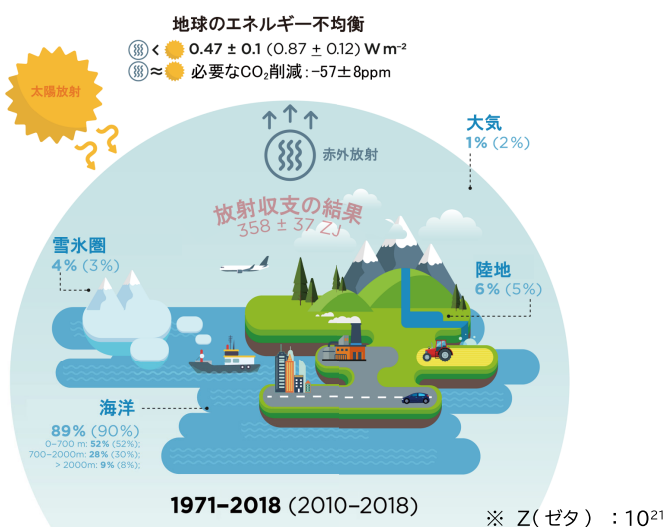


地球上のすべての人々は、直接または間接的に海洋・雪氷圏に依存している。地球システムにおける海洋・雪氷圏の基本的な役割として、人為的に排出された二酸化炭素と熱を海洋が取り込んで再分配すること、そして水循環に極めて重大に関与していることが挙げられる。また、雪氷圏は、雪・氷・永久凍土のフィードバックを通じて気候変動を増幅させている。一方、海洋・雪氷圏は、食料や淡水、再生可能エネルギー、健康と福祉、文化的価値、貿易、輸送などのサービスを人々に提供している。

出典：SROCC executive summary

### SROCCが対象とする重要な要素、循環、変化

出典：SROCC Box1.1 図.1



人為的な大気組成の変化は、大気の上層での放射不均衡を引き起こし、地球温暖化の原因となっている。この地球のエネルギー不均衡は、継続的な地球温暖化と気候変動の見通しを定義する最も重要な数値である。1971年～2018年の間に地球システムが過剰に獲得した熱の総量は $358 \pm 37$  ZJ<sup>※</sup>であり、これは $0.47 \pm 0.1 W/m^2$ に相当する。エネルギーの不均衡は継続しているだけでなく増加しており、2010年～2018年は $0.87 \pm 0.12 W/m^2$ に達している。

1971年～2018年(2010年～2018年)の期間、海洋が過剰に獲得した熱の大部分89%(90%)を蓄積しており、その内訳は、両期間とも水深0～700mの層で52%、700～2000m層で28%(30%)、2000m以深で9%(8%)となっている。これらの期間、陸域の熱獲得量は6%(5%)であり、4%(3%)が氷の融解に、1%(2%)が大気の温暖化に使われている。

出典：K. von Schuckmann et al. (2020)



# 雪氷圏の温暖化による物理的・生物地球化学的变化

	観測結果 SLE: 海面上昇相当	将来予測 実態気候(観測) 予測(RCP2.6) 予測(RCP8.5)
氷床	<p><b>氷床質量の累積変化(1992~2016年)</b></p> <p>2006~2015年に、南極氷床は約155Gt/年(約0.43mm/年SLE) (VH)、グリーンランド氷床は約278Gt/年(約0.77mm/年SLE)の平均速度で質量が減少した(H)。</p>	<p><b>将来予測</b></p> <p>グリーンランド氷床と南極氷床は、21世紀及びそれ以降、さらに加速して質量減少が進む(H)。RCP8.5で、2100年の世界平均海面水位上昇にグリーンランド氷床は0.15m、南極氷床は0.12m寄与する。</p>
氷河	<p><b>世界の11の高山域の氷河の質量収支の合計</b></p> <p>2006~2015年に、南極とグリーンランドを除く世界の氷河は約220Gt/年(約0.61mm/年SLE)の平均速度で質量が減少した。(VH)</p>	<p><b>氷河の質量減少</b></p> <p>2015~2100年に、氷河の質量減少は、RCP2.6で18±7%、RCP8.5で36±11%、それぞれ94±25mm、200±44mmの海面水位上昇に寄与する(M)。</p>
海水	<p><b>北極海の海水密度度のトレンド(1982~2017年)</b></p> <p>1979~2018年に、北極域の9月の海水は12.8±2.3%/10年で減少した可能性が非常に高い。9月のこの変化は少なくとも過去1000年の間に前例がない可能性が高い。</p>	<p><b>北極域の海水面積(9月)</b></p> <p>北極域の海水減少は今世紀半ばまで継続し、その後は温暖化の規模による。今世紀末に9月の海水がなくなる確率は、1.5℃上昇なら約1%、2℃上昇では10~35%(H)。</p>
積雪	<p><b>北極域における6月の積雪面積(1981-2010年からの偏差)</b></p> <p>北極域の6月の積雪面積は1967~2018年に13.4±5.4%/10年で減少(H)。ほぼすべての高山域で、積雪深、積雪面積、積雪期間が最近数十年の間に減少(H)。</p>	<p><b>北極域の積雪面積(6月)</b></p> <p>北極域の秋季・春季の積雪面積は、1986~2005年に比べ、2031~2050年に5~10%減少。その後RCP2.6ではそれ以上減少しないが、RCP8.5では今世紀末までにさらに15~25%減少する(H)。</p>
永久凍土	<p><b>観測された永久凍土温度の偏差(℃)</b></p> <p>永久凍土の温度は、1980年代から現在まで記録的に高い水準に上昇してきている(VH)。北極域及び北方の永久凍土が含む有機炭素は大気中のほぼ2倍(M)。</p>	<p><b>地表付近の永久凍土の面積</b></p> <p>永久凍土の広範囲にわたる融解が今世紀起こる(VH)。RCP8.5で2100年までにCO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>として永久凍土から放出される炭素は累積数百億~数千億トンとなり気候変動を加速させる可能性を伴う(M)。</p>

VH: 確信度が非常に高い H: 確信度が高い M: 確信度が中程度 L: 確信度が低い



# 海洋の温暖化による物理的・生物地球化学的变化

	観測結果 GMSL: 世界平均海面水位	将来予測 実態気候観測 予測(RCP2.6) 予測(RCP8.5)
海洋熱波	<p><b>過去20年間に観測された海洋熱波の事例</b></p> <p>海洋熱波の最大強度(°C) &lt;math&gt;&lt; 2, 4, 6, &gt; 8&lt;/math&gt;</p> <p>海洋熱波に起因する影響が見られる分野</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>海洋生態系</li> <li>陸地の自然現象システム</li> <li>社会経済システムと人間システム</li> </ul> <p>極端な水温の原因を人為起源の気候変動に帰すことができるか</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>可能性が高い、あるいは可能性が非常に高い</li> <li>不明</li> </ul> <p>海洋熱波*は、1982年から発生頻度が2倍に増大(可能性が非常に高い)。その強度も増大(VH)。</p> <p>*海面温度が極端に温かい状態が数日~数か月に及んで継続し、数千kmにわたって広がります。</p>	<p><b>海洋熱波日数変化割合(1850-1900年比)</b></p> <p>RCP2.6: 2081-2100 RCP8.5: 2081-2100</p> <p>海洋熱波は頻度、持続期間、空間的広がり、強度がさらに増加する(VH)。1850~1900年比で2081~2100年までに、RCP8.5で頻度は約50倍、強度は約10倍に増大する(M)。</p>
海面水位	<p><b>世界平均海面水位GMSLの変化(観測と複数の気候モデル結果)</b></p> <p>1901年~ 1993年~</p> <p>GMSL上昇が加速。1902~2010年に0.16m上昇。2006~2015年の上昇率3.6mm/年は直近100年で例がなく(H)、1901~1990年の約2.5倍。</p>	<p><b>2300年までの海面水位上昇の予測</b></p> <p>GMSLの上昇は、RCP8.5で1986~2005年に比べ2100年に0.84m(可能性の高い範囲は0.61~1.10m)(M)。上昇は数世紀にわたって年間数cm超の速度で続き、結果的に数mになる(M)。</p>
海洋貯熱量	<p><b>1981~2019年に観測された昇温率</b></p> <p>世界の海洋は、ほぼ確実に1970年より弱まることなく昇温。水深0~700mの昇温率は1969~1993年に比べ、1993~2017年は<math>6.28 \pm 0.48 \text{ ZJ/年}</math>と2倍以上に増加(可能性が高い)。</p>	<p><b>海洋の貯熱量の変化(水深0~2000m)及び海面水位換算値(右軸) 1986~2005年比</b></p> <p>海洋は21世紀を通して昇温を続ける(ほぼ確実)。2100年までに海洋上層(2000m以浅)は1970年以降観測された貯熱量に比べRCP8.5で5~7倍の熱を吸収すると予測される(可能性が非常に高い)。</p>
酸性化	<p><b>各海盆における1997~2007年の人為起源CO<sub>2</sub>濃度の変化</b></p> <p>インド洋 太平洋 大西洋</p> <p>海洋がより多くのCO<sub>2</sub>を吸収することにより表面海水の酸性化が進行(ほぼ確実)。外洋の海面のpHは、1980年代後半から10年につき0.017~0.027の割合(可能性が非常に高い範囲)で低下している。</p>	<p><b>海面のpHの世界平均の予測 RCP8.5での21世紀末の海面のpH(1850-1900年比)</b></p> <p>海面のpH</p> <p>2100年まで海洋による炭素の吸収が続けば、海洋酸性化が続くことはほぼ確実。外洋の海面のpHは、RCP8.5において2006~2015年に比べて2081~2100年までに、0.3低下すると予測される(ほぼ確実)。</p>
溶存酸素	<p><b>水深0-1200mの層における溶存酸素の変化(1960-2010年)</b></p> <p>海面~水深1000mで酸素の減少が起きている(M)。1970~2010年に外洋の水深1000m以浅では酸素が0.5~3.3%減少している可能性が非常に高く、酸素極小層の体積が3~8%拡大している可能性が高い(M)。</p>	<p><b>海洋の酸素(水深100~600m)の変化 1986~2005年比</b></p> <p>RCP8.5では2031~2050年までに水深100~600mにおける酸素の減少が海洋面積の59~80%で起こる(可能性が高い)。また2081~2100年までに海洋の酸素含有量は世界全体で減少する(M)。海洋上層の硝酸塩含有量、純一次生産、炭素輸送も減少する(L~M)。</p>

VH: 確信度が非常に高い H: 確信度が高い M: 確信度が中程度 L: 確信度が低い



# 物理的・生物地球化学的变化が生態系・人間社会に及ぼす影響

雪氷圏の変化 水の利用性(北極域、高山地域)↑、洪水↑、土砂崩れ↑、雪崩↑、地盤沈下↑、海水面積↓

## 雪氷圏の生態系

高山域: 高標高への生息地移動と山頂付近の絶滅リスク

ツンドラ: 緑化(生産性増大)。一部褐色化が進み生産性低下

## 人間社会

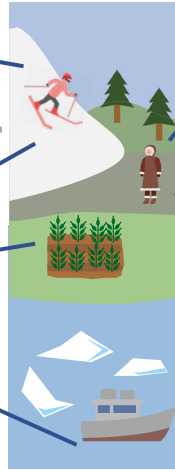
観光: 高山地域においてスキーや氷河観光等に負の影響。

文化的サービス: 雪氷圏縮小が北極域住民の生計・文化的アイデンティティに影響

農業: 積雪面積の変化で一部高山地域で農業収量の減少

インフラ: 浸水(洪水)や永久凍土の融解によるインフラの不具合。一部沿岸域コミュニティは移転を計画  
北極圏のインフラの70%は2050年までに永久凍土の融解と地盤沈下のリスク

輸送: 北極海の海氷減少で船舶輸送が増加。海洋生態系・沿岸域コミュニティに侵略的生物種や汚染のリスク



海洋の変化 海水温上昇↑、溶存酸素濃度↓、海洋pH↓、海水面積↓、海面水位↑

## 海洋の生態系

全体: 生物種の分布域の極側への移動

沿岸湿地: 直近100年で50%近く消失(人為影響もあり)  
2100年までに20~90%が消失と予測

河口: 昇温や水位上昇で河口の塩性化、低酸素化が拡大、一部生物相が移動、局所的絶滅、生存率減少のリスク

岩礁海岸: 高温と酸性化が固着性生物に影響

コンブ場: 昇温により高緯度地域で拡大、低緯度地域で縮小。一部地域では熱波のあと消失。

サンゴ: 海洋熱波で大規模なサンゴ白化が頻発

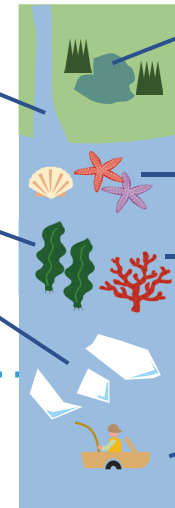
海氷関連: 海氷に関連する海生哺乳類や海鳥の生息地縮小

表層域: 純一次生産の減少

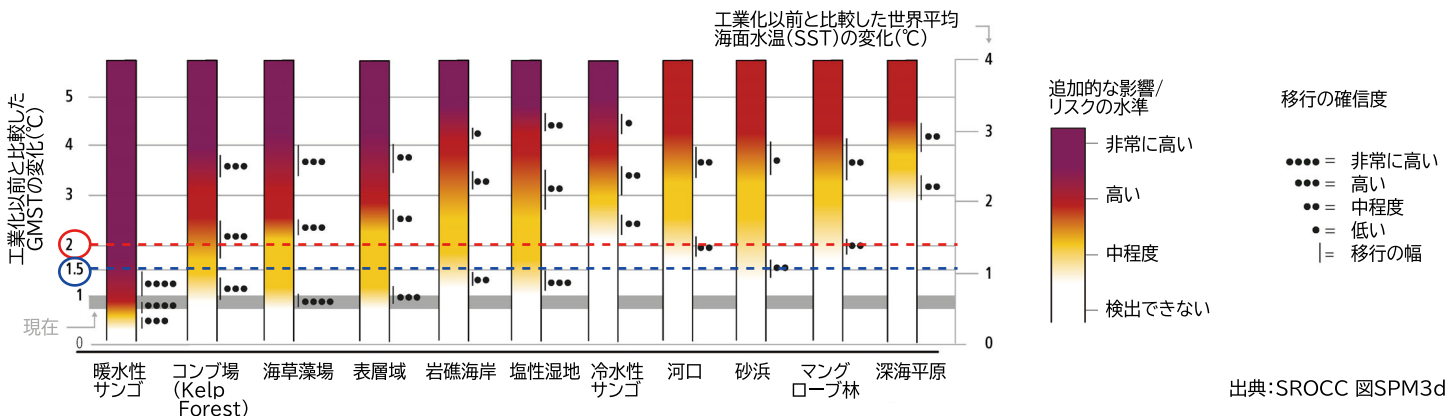
## 人間社会

生計・食料安全保障: 暖水性サンゴ礁の減少で、食料供給、沿岸防護、観光などが大きく損なわれる

漁業: 潜在的な最大漁獲量の減少  
一部の魚類・甲殻類の分布が変化し、漁獲量や生計に正負の影響



## 気候変動に起因する海洋生態系に対する影響及びリスク

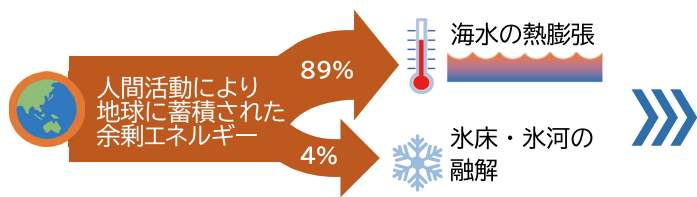




# 増大するリスクとその低減方法

# 例:海面水位上昇

## 世界平均海面水位



※海面水位上昇は世界で一様ではなく、地域によって異なることに注意が必要。世界平均海面水位と地域の海面水位の差は±30%程度。地下水のくみ上げによる地盤沈下などの影響があればこの差はさらに大きくなると見込まれる。

その他の影響

20世紀の間に0.12~0.21m海面水位が上昇

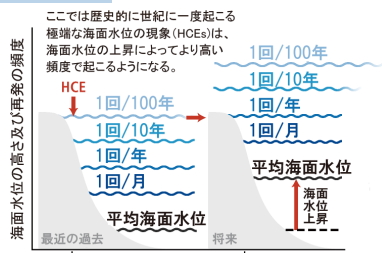
海面水位上昇は、今後も加速しながら続いていく

2100年には20世紀末比で  
RCP2.6 → 0.29~0.59m上昇  
RCP8.5 → 0.61~1.10m上昇  
2300年には2.4~5.4m上昇

RCP8.5では、南極氷床の融解の影響が大きく、可能性が高い範囲の上限は1mを超える(M)。100年以上の時間スケールで、棚氷の減少時期及び氷床不安定性の制御過程は海面水位上昇への南極の寄与を可能性が高い範囲よりかなり大きく増加させる(L)。

## 極端な海面水位が各地で頻繁に

世界平均海面水位が上昇すると、海面水位が極端に高くなる現象の頻度が多くなる。2100年までに、すべてのRCPシナリオで、これまで100年に1度起こる極端な海面水位が、ほとんどの地域で毎年起こるようになる予測されている。特に熱帯地域では頻繁になるだろう(H)。



さらに、温暖化に伴って熱帯低気圧の平均強度、強い熱帯低気圧の割合が増大すると予測されており(M)、これに関連し、平均海面水位上昇がさらに極端な海面水位に寄与する(VH)。

出典:SROCC 図4より抜粋

## 海面水位が上昇すると何が起るのか



沿岸域の侵食・土地の消失  
浸水(洪水)  
塩性化と連鎖的な影響



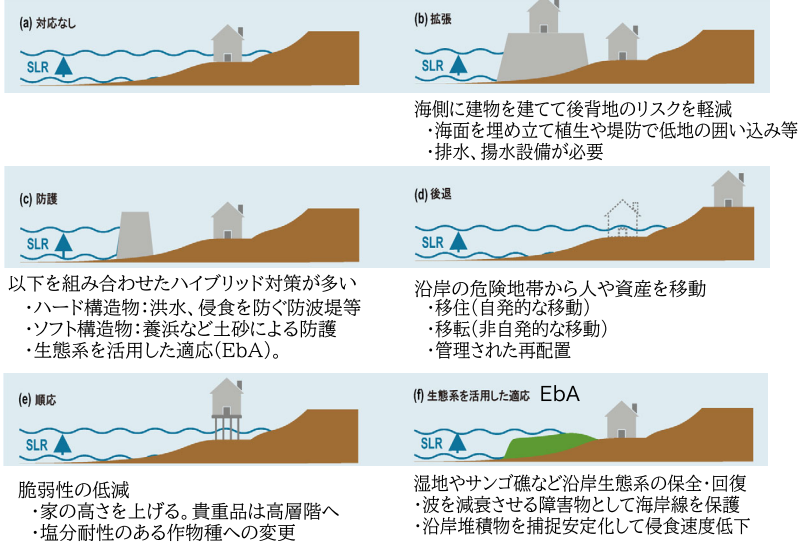
沿岸湿地の消失  
沿岸生態系の生息地縮小  
生物多様性・生態系の機能低下



河口の塩性化、低酸素化拡大  
河口域への海水侵入増加

## 海面水位上昇に対してどんな対策を取るか

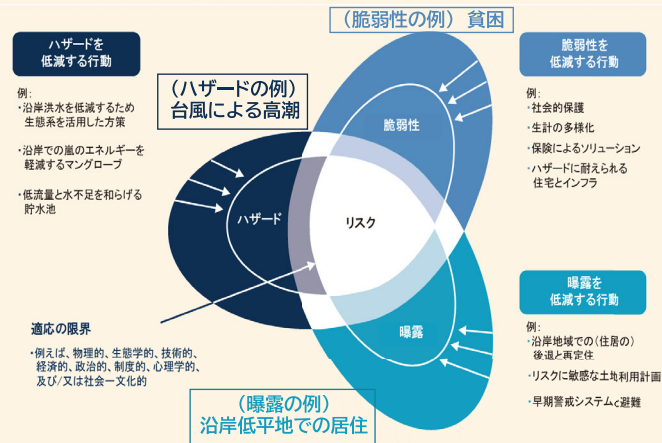
SLR: 海面水位上昇



出典:SROCC Box 4.3, 図1に加筆

## リスク=ハザード × 脆弱性 × 曝露

現在、20億人近くが沿岸域に住み、うち約8億人は海拔10m未満の低平地で海面水位上昇のリスクに曝されている。



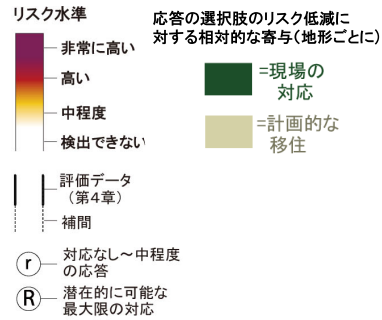
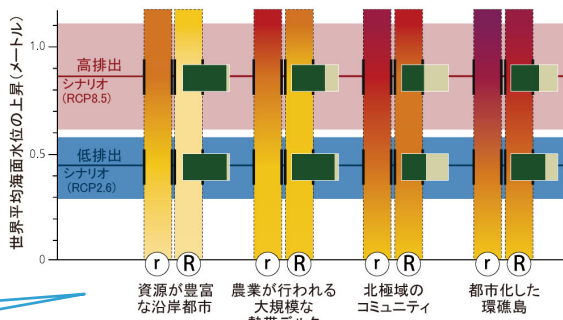
適応の努力は、既存及び将来の脆弱性と曝露、(可能な場合)ハザードを低減することによって、リスクの原因構造にリンクしている。

出典:SROCC 第1章 図CB2.1

## 平均・極端海面水位に起因する沿岸浸水、侵食、塩性化の2100年の複合リスク

- シナリオによらず、海面水位上昇によるリスクは、今世紀中に大幅に増大すると予測される(VH)。
- 都市化した環礁島や北極域の低平地のコミュニティは、RCP8.5では今世紀末以前に高い~非常に高いリスクに曝され適応の限界に達する(H)。
- 適応の限界は、排出シナリオやリスク許容度によるが、海面水位上昇は長期にわたり継続することから2100年以降他の地域にも広がると予測される(M)。

対応の有無でリスクは変わる



出典:SROCC 図SPM5aより抜粋



# 海洋・雪氷圏の変化にどう対応しリスクを低減するか

## 課題

### ガバナンス

- ・ 気候変動影響とガバナンスの時間軸の違い  
海洋・雪氷圏での気候変動影響は、計画サイクル等より長い時間軸で動いており、時間軸の違いは、長期的な変化に十分に準備・対応する各社会の能力に困難をもたらす(H)。
- ・ ガバナンスの取り決めの断片化  
増大・連鎖するリスクに統合的な方法で対応するには、行政的な境界・部門等によって断片化しすぎている(H)。  
(例: 海洋保護区、空間計画、水管理システム等)

### 生態系の適応の限界

- ・ 生態系が必要とする空間。
- ・ 気候以外の駆動要因と人間の影響
- ・ 気候変動による生態系の適応能力の低下
- ・ 繰り返り起こる気候の影響
- ・ 技術・知識・財政支援の影響
- ・ ガバナンスの取り決めより遅い生態系再生速度

### 障壁、社会・コミュニティ、脆弱性

- ・ 対策上の財政的、技術的、制度的障壁が存在し、レジリエンス構築及びリスク低減対策を阻む(H)。
- ・ 適応能力はコミュニティ内及び社会内それらの中で異なり続ける(H)。
- ・ ハザードに対して最も曝され脆弱性が高い。
- ・ 人々は多くの場合適応能力が最も低く、特に島嶼・沿岸の低平地、北極域、高山地域にみられる(H)。

## 選択肢の強化

### 保護区

保護区のネットワークは、炭素の吸収・貯蔵などの生態系サービスの維持を助け、極域・高標高への生物種・個体群・生態系の移動を促進することで、将来の生態系を活用した適応選択肢を可能にする(M)。

### 漁業

漁業を再構築するなどの予防的アプローチや既存の漁業管理戦略の応答性を強化することは、漁業に対する気候変動の負の影響を低減し、地域経済と生計に対する便益を伴う(M)。

### 統合的水管理

異なるスケールでの統合的水管理は、高山地域の雪氷圏の変化による影響に対応して機会(選択肢)を活用する時効果的になりうる。これは、多目的な貯水、放流の開発と最適化による水資源管理を支持し、生態系とコミュニティに対する潜在的負の影響の対応も伴う。1年を通した観光活動の多様化は、高山地域の経済における適応を助ける(M)。

### 生態系管理ツール

陸域と海洋の生息地の再生、生物種の移動の援助、サンゴの栽培などの生態系管理ツールは、生態系ベースの適応の強化に局所的に効果がありうる(H)。

### 海洋の再エネ

海洋の再生可能エネルギーには、洋上風力、潮力、波力、水温(熱)及び塩分勾配からのエネルギー抽出、及び藻類由来のバイオ燃料がある(H)。海洋の再生可能エネルギーが経済的機会を生むことが期待されるが(H)、その可能性も気候変動の影響を受けるかもしれない(M)。

### ブルーカーボン

マングローブ林、塩性湿地、海草藻場などの植生がある沿岸の生態系(ブルーカーボン生態系)の再生は、現在の世界の年間GHG排出量の約0.5%に相当する炭素の吸収と貯蔵の増加によって気候変動の緩和を提供しうる(M)。これらの生態系の保護、管理の改善は、暴風雨からの保護、水質の改善、生物多様性及び漁業への便益など複数の便益をもたらしうる(H)。

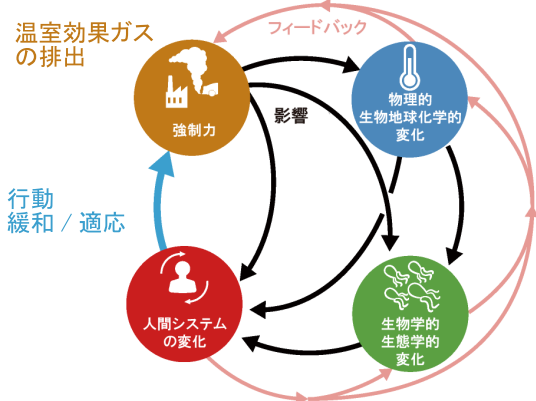
## コラム システムの部分的変化が全体の変化につながり、後もどりできなくなる可能性も

### 影響は連鎖する

システムのある部分の変化が別の部分の状態に影響を与え、これが繰り返されることで最終的にシステム全体の状態に影響が及ぶ。

### 【例】タスマニア(オーストラリア)

自然の気候の変動性と人為起源の気候変動の複合的な影響により、2015-2016年に複数の極端現象(干ばつ、高温、大雨など)が発生し、エネルギー部門、漁業、及び救急業務に影響を与えた。さらに、エネルギー供給量が減少したことにより広範な産業分野に影響が連鎖した。



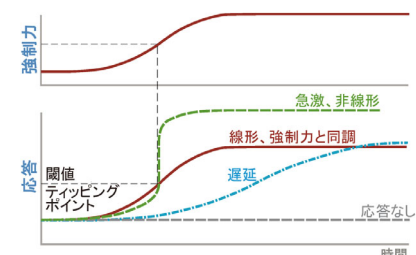
出典:SROCC 図1.1e



### ティッピングポイント:

システム特性が変化するレベルのことで、システムが組み変えられ、しばしば非線形的に変化し、変化の要因が緩和されても初期状態には戻らないことがある。気候システムにおいては、地球規模・地域規模の気候がある安定的な状態から別の状態へと移行する転換点を指す。

### 【例】大西洋子午面循環\*の停止、西南極氷床の不安定化。



少しずつ変化する強制力に対するシステムの応答の違い

出典:SROCC 図1.1a



### 大西洋子午面循環 (AMOC):

南・北大西洋の主要な海流系。地球規模の海洋循環システムの一部として、暖かい上層水を北へ、冷たい深層水を南へ輸送する。AMOCの強さの変化は、気候システムの他の構成要素に影響を与える。



# 世界とつながる日本、世界とつながる自分

**SR1.5** 世界共通の長期目標として2℃目標の設定。1.5℃に抑える努力を追求する。

## パリ協定のもと世界が結束

パリ協定は、世界全体で気候変動の脅威に対応するために2015年に採択され、日本を含む190か国・地域が批准(2021年2月現在)。

「世界的な平均気温上昇を工業化以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求する」という目標に向かって世界が結束して取り組むことになった。

しかし、現時点では各国の削減目標を足し合わせても今世紀末には約3℃気温上昇してしまう見込みであり、各国は更なる対策を進めていく必要がある。

2021年1月にはアメリカもパリ協定に復帰の動きをとった。

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

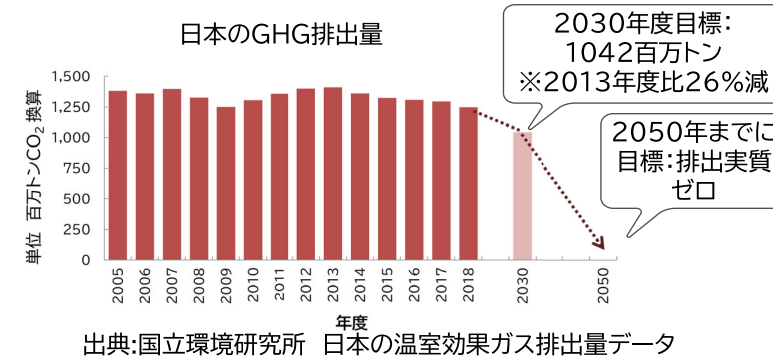
SDGs(Sustainable Development Goals:持続可能な開発目標)は、「誰一人取り残さない」持続可能でよりよい社会の実現を目指す世界共通の目標。平和や平等などの17の目標が掲げられている。

その13番目にあるのは「気候変動に具体的な対策を」。SDGsの理念に則り、人々の暮らしを守るため、早急に気候変動対策を講じる必要がある。



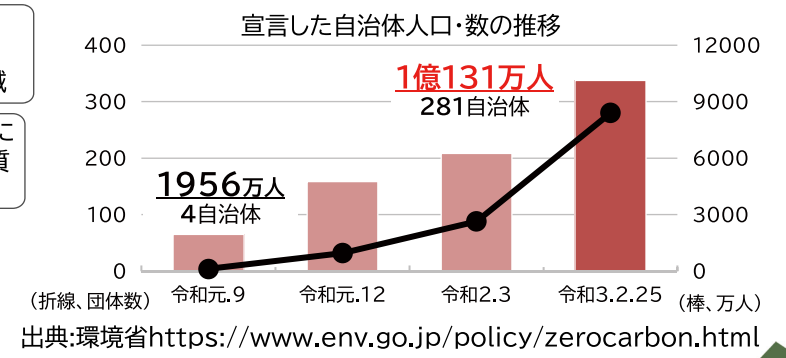
## 日本は2050年GHG実質ゼロを宣言

2020年10月、日本政府は「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする」方針を発表した。



## 地方公共団体も続々とCO<sub>2</sub>実質ゼロを宣言

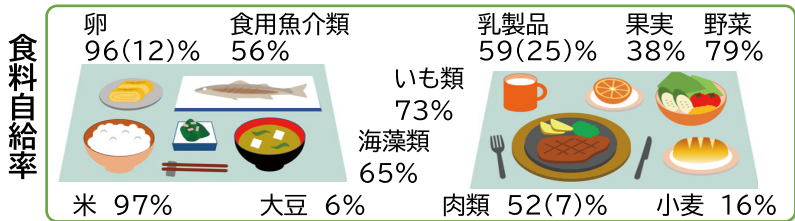
2021年2月25日現在、281の自治体が2050年までにCO<sub>2</sub>実質ゼロを宣言。表明自治体(ゼロカーボンシティ)の人口は約1億131万人に昇る。



## SRCL 世界の食料システム由来のGHG排出量は人為起源の総排出量の21~37%。「食」と「温暖化」はつながっている。

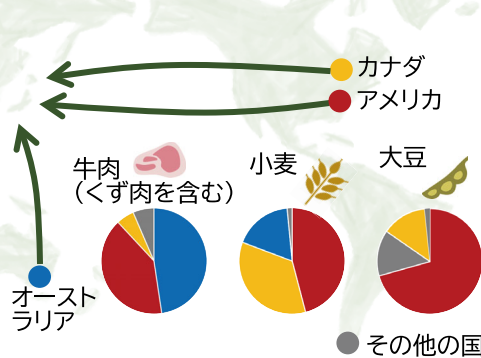
### 日本の食料供給事情

※()内の数字は、飼料自給率を考慮した値



日本の食料自給率は、カロリーベースで38%。輸入割合が高い小麦、大豆、牛肉については、アメリカ、カナダ、オーストラリア等から輸入されている。

### 品目別輸入国割合(輸入額ベース)



### アグロフォレストリー

ipcc

アグロフォレストリーとは、樹木を農作物や家畜と同じ土地管理単位に取り入れて、空間的配置やローテーションを工夫して栽培する土地利用システム。農場や農業景観に樹木を統合することで、生産を多様化し持続させ、あらゆるレベルの土地利用者のために社会的・経済的・環境的利益を増大させる。

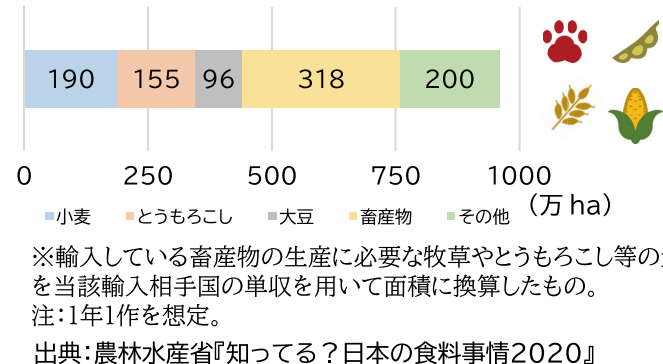
アグロフォレストリー導入によってもたらされる便益  
緩和: 植生や土壌の炭素吸収源を増やす。  
適応: 気候変動に対する農地のレジリエンスを向上。  
砂漠化防止: 乾燥地域に多年生植物の植生。  
土地劣化防止: 多年生植物の植生による土壌の安定化。  
食料生産: 適切な計画の上で土地当たりの生産性向上。



### 必要な農地

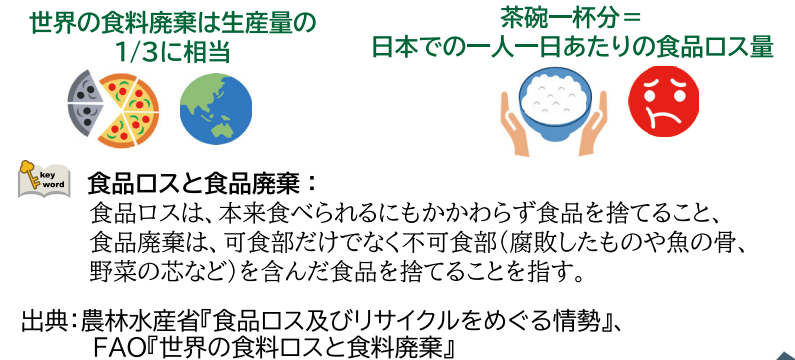
人間の食料を生産するためには、多くの農地が必要だ。例えば下の図は、日本が輸入する食料を生産するのに必要な農地面積を表している。農林水産省によると、日本に輸入される穀物と油糧種子の生産に必要な農地面積は、日本国内の農地面積の2.1倍に相当する959万haとなる。

日本の農産物輸入量 農地面積換算(試算)



### 食品ロス、食品廃棄

国連食糧農業機関(FAO)の報告書によると、世界では食料生産量の3分の1に当たる約13億トンの食料が毎年廃棄されている。日本では1年間に約612万トン(2017年度推計値)もの食料が食べられる状態で廃棄されている。日本人1人当たり、お茶碗1杯分のごはんの量が毎日捨てられている計算になる。気候変動対策の一つとして、食品ロスと食品廃棄の削減を含む食料システムの改善が有効だ。



## SROCC 海洋・雪氷圏の変化は、長期的で広範囲の影響を与える。

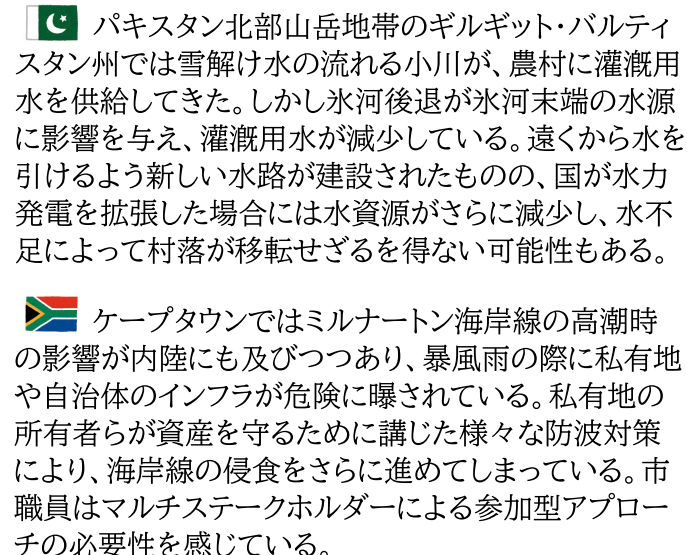
### 世界で予測される影響

ipcc



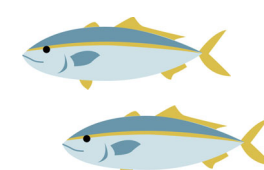
### 実際に起きている影響

ipcc



### 海の温暖化とブリ

海の温暖化が意外なところにも現れている。日本海側が産地として有名なブリだが、なじみのない北海道でも獲れるようになってきている。

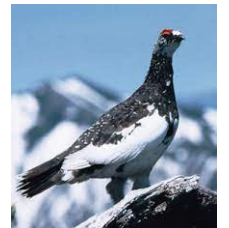


海洋研究開発機構と北海道大学の共同研究チームは、北海道・東北沖に広がる親潮域において、2010年から2016年まで極端な高水温(いわゆる、海洋熱波)が毎年夏に発生していたことを示した。2010年以降に北海道太平洋側におけるブリの漁獲量が急増していることについては、水温上昇と漁獲量の変化に有意な関係があることを明らかにした。

出典: Miyama et al (2021)

### 高山に生息するニホンライチョウ

高山・亜高山帯に生息する動植物の生息環境が脅かされている。融雪時期が早まることで高山植物の地域個体群消滅が予測されている地域がある。また、気温上昇によって高山植物の成長が促進され、植物種間の競合が活発化、種の多様性が減少する可能性も予測されている。



(写真提供: 環境省)

ニホンライチョウは、日本の高山帯にのみ生息しているキジ科の鳥。ニホンライチョウの生息域北限に当たる妙高戸隠連山の火打山では、大型イネ科草本植物が高山草原で急速に分布拡大しており、ニホンライチョウの生息環境への影響が懸念されている。

出典: 環境省『気候変動影響評価報告書(詳細)』, 2020

## 確信度と可能性

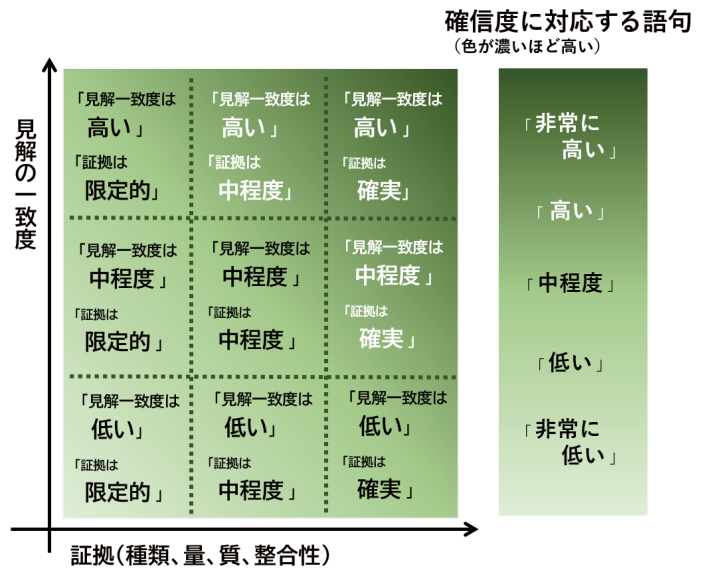
IPCCでは、確からしさや発生確率を明確に伝えるために、尺度を統一した語句を用いて、調査結果に「確信度」と「可能性」という二種類の評価を付している。なお、確信度と可能性の表現は、IPCC報告書では、斜字体で記述されている。

このパンフレットでは、確信度の表現を下記の略語で示している箇所がある。

VH: 確信度が非常に高い H: 確信度が高い M: 確信度が中程度 L: 確信度が低い

## 確信度とは

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」とは、メカニズムの理解、理論、データ、モデル、専門家の判断などの証拠の種類、量、質、整合性及び見解の一致度に基づいて、妥当性を定性的に表現する用語である。確信度は「非常に低い」「低い」「中程度」「高い」「非常に高い」の5段階の表現を用いる。



## 可能性とは

「可能性」とは、不確実性を定量的に表現する用語であり、観測、モデル結果の統計的解析や専門家の判断に基づいて確率的に表現される。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。

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。またSROCCでは、「可能性が高い範囲」または「可能性が非常に高い範囲」の表現を用い、結果について評価された可能性の度合いが17~83%、5~95%の確率の範囲の間であることを示す。

発生確率	対応する表現	
99~100%	「ほぼ確実」	高
90~100%	「可能性が非常に高い」	
66~100%	「可能性が高い」	可能性
33~66%	「どちらも同程度」	
0~33%	「可能性が低い」	
0~10%	「可能性が非常に低い」	低
0~1%	「ほぼあり得ない」	