

# IPCC 第6次評価報告書の概要 -第3作業部会(気候変動緩和)-

本資料はIPCC 第6次評価報告書 (AR6) のうち第3作業部会 (WG3) が作成したSPM (政策決定者向け要約)、技術要約 (TS)、報告書本文を基本とし、他に既存文献・資料を参考情報として作成しています。

資料中では各情報の出典を明示しています。AR6/WG3 SPMからの評価内容の引用を主体としているスライドのタイトルを青色■、同SPMの技術的な詳細に関する内容の引用を主体としているスライドのタイトルを紺色■としています。また、ページ内に黄色囲み■で示した箇所は、SPMの各セクション冒頭部のヘッドライン・ステートメントからの引用部分です。

なお、本資料は可能な限り原語に忠実な表現を用いて作成しています。

2023年度 環境省

(2023年8月暫定版)

# 目次

## 序章

i. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)とは	3
ii. 気候変動対策(緩和と適応)とIPCC報告書との関係	4
iii. これまでのIPCC評価報告書	5
iv. 第6次評価サイクルにおける報告書	6
v. AR6 WG3報告書の概要	7
vi. AR6 WG3報告書全体構成と特徴	8
vii. AR6 WG3報告書 政策決定者向け要約(SPM)の構成	9
viii. AR6における知見の確信度と可能性の評価の方法	10

## 第1章. 最近の開発と現在のトレンド

AR6/WG3で示されている排出実態に関する知見	12
1-1. 過去30年間のGHG排出のトレンド	13
1-2. 部門別GHG排出量の傾向	17
1-3. 地域別のGHG排出量・歴史的累積排出量の傾向	19
1-4. 低排出技術のコスト	21
1-5. 政策と法律の拡充	22
1-6. パリ協定下のNDCsに沿った将来の見通し	23
1-7. 化石燃料インフラからのCO <sub>2</sub> 排出	24

## 第2章. 地球温暖化抑制としてのシステム変革

AR6 WG3 SPMにおける地球温暖化抑制としてのシステム変革に関する説明の全体像	26
2-1. AR6 WG3で使われている排出経路	27
2-2. 排出経路別の気温上昇	28

2-3. 排出経路の型及び移行	30
2-4. エネルギーシステム	32
2-5. 産業	33
2-6. 都市及びその他開発地	34
2-7. 建築物	35
2-8. 運輸	36
2-9. 農業、林業及びその他土地利用(AFOLU)	38
2-10. 需要側の緩和策	40
2-11. 二酸化炭素除去(CDR)	41
2-12. 緩和コストとポテンシャル	42

## 第3章. 緩和、適応、持続可能な開発の連携

3-1. SDGsとの相乗効果・トレードオフ	45
3-2. 緩和・適応の相乗効果及びトレードオフ	47
3-3. 分配的な影響と公正な移行	48

## 第4章. 対策の強化

4-1. 実行可能性	51
4-2. 実施を可能にする条件と経路の移行	52
4-3. 気候ガバナンス	53
4-4. 政策の手段	54
4-5. 資金	56
4-6. 国際協力	58

## 参考

3AR5からの変更点	61
------------	----

# 序章

---

# i. 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）とは？

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

- 設立：世界気象機関（WMO）及び国連環境計画（UNEP）により1988年に設立された政府間組織。195の国・地域が参加。
- 任務：気候変動に関連する科学的、技術的及び社会・経済的情報の評価を行い、得られた知見を政策決定者をはじめ広く一般に利用してもらうこと。  
→各種報告書（評価報告書、特別報告書、方法論報告書、技術報告書）の作成・公表  
**評価報告書[AR]（3つの作業部会報告書と統合報告書）は5～8年ごとに公表**

### ■ IPCCの組織とUNFCCCとの関係



科学的根拠

## 気候変動に関する 国際連合枠組条約 (UNFCCC)

- ・科学上及び技術上の助言に関する補助機関(SBSTA)
- ・実施に関する補助機関(SBI)

## ii. 気候変動対策（緩和と適応）とIPCC報告書との関係

**緩和**： 気候変動の原因となる**温室効果ガスの排出削減対策**

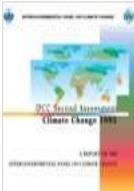
**適応**： 既に生じている、あるいは、将来予測される**気候変動の影響による被害の回避・軽減対策**

地球温暖化対策  
推進法

気候変動適応法

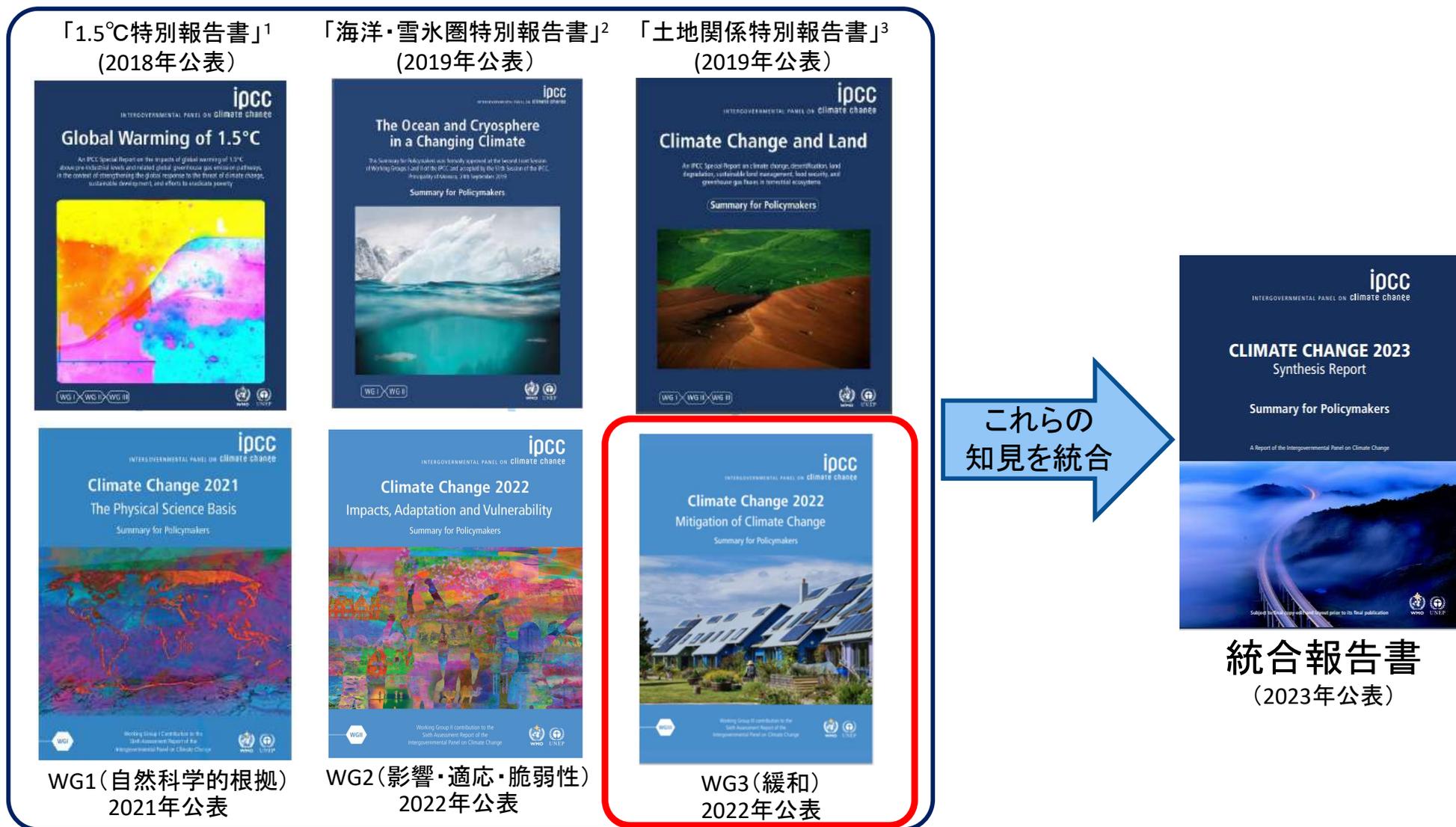


## iii. これまでのIPCC評価報告書

報告書	公表年	人間活動が及ぼす温暖化への影響についての評価
第1次報告書 First Assessment Report 1990(FAR) 	1990年	「気温上昇を生じさせるだろう」 人為起源の温室効果ガスは気候変化を生じさせる恐れがある。
第2次報告書 Second Assessment Report: Climate Change 1995(SAR) 	1995年	「影響が全地球の気候に表れている」 識別可能な人為的影響が全球の気候に表れている。
第3次報告書 Third Assessment Report: Climate Change 2001(TAR) 	2001年	「可能性が高い」(66%以上) 過去50年に観測された温暖化の大部分は、温室効果ガスの濃度の増加によるものだった <u>可能性が高い</u> 。
第4次報告書 Fourth Assessment Report: Climate Change 2007(AR4) 	2007年	「可能性が非常に高い」(90%以上) 温暖化には疑う余地がない。20世紀半ば以降の温暖化のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の増加による <u>可能性が非常に高い</u> 。
第5次報告書 Fifth Assessment Report (AR5) 	2013～ 2014年	「可能性が極めて高い」(95%以上) 温暖化には疑う余地がない。20世紀半ば以降の温暖化の主な要因は、人間活動の <u>可能性が極めて高い</u> 。
第6次報告書 Sixth Assessment Report (AR6) 	2021～ 2022年	「疑う余地がない」 人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。

# iv. 第6次評価サイクルにおける報告書

- AR6では、第1作業部会報告書に加え、3つの特別報告書、並びに第2作業部会(WG2) 報告書(影響・適応・脆弱性)、第3作業部会(WG3)報告書(緩和)及び統合報告書を作成。



<sup>1</sup>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」(SR1.5)、<sup>2</sup>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」(SROCC)、<sup>3</sup>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」(SRCCL)。

## V. AR6 WG3の概要

### 作成方法

- 基本的に、査読付き論文や公的報告書をレビューして作成される。今回の報告書は2021年10月21日までに受諾された18,000を超える文献を基にしている。新聞・雑誌・ウェブ上の記事は原典とされない。

### 執筆者

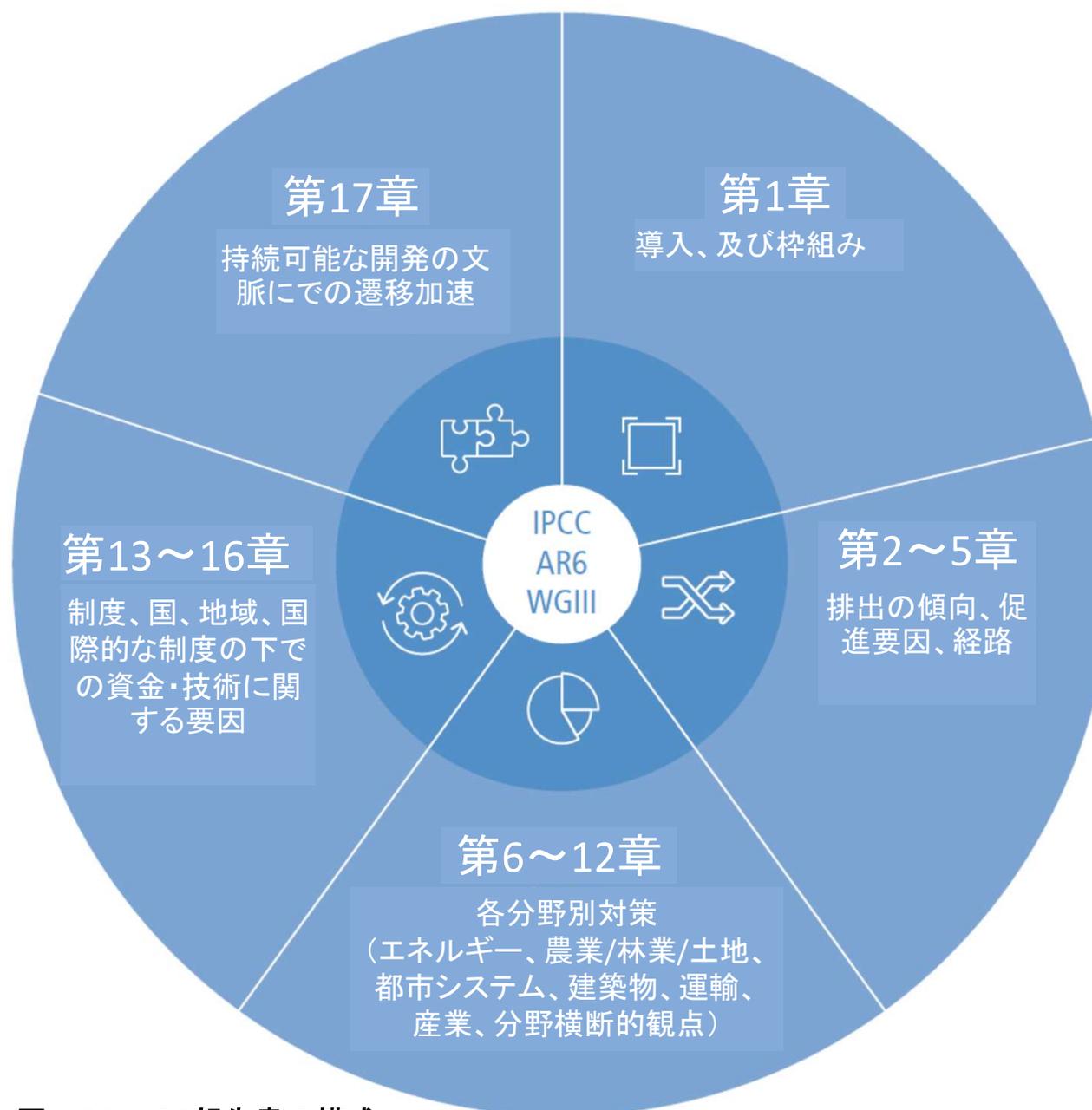
- 各国政府等からの推薦を踏まえ、IPCCが65か国から278名の執筆者を選出。我が国からの推薦者は右記の16名が執筆を担当した。

### スケジュール

- 概要案をIPCC第46回総会(2017年9月)に採択。
- 2019年～2022年にかけて、4回の執筆者会合、3度の専門家及び政府査読を経て、内容・記述ぶりの精査を実施。(コロナ禍の影響で、当初予定より8か月ほど作業が延長された)。
- IPCC第56回総会(2022年3～4月)で政策決定者向け要約(SPM)が承認されるとともに、同報告書の本体等が受諾された。

担当	執筆者名(所属)
第1章	有馬 純(東京大学公共政策大学院)
第3章	長谷川 知子(立命館大学)
第4章	増井 利彦(国立環境研究所)
第6章	和田 謙一(地球環境産業技術研究機構)
第8章	村上 迅(シンガポール工科大学)
第8章	山形与志樹(慶応義塾大学大学院)
第10章	Sudarmanto Budi Nugroho(地球戦略研究機関)
第10章	梶野 勉(豊田中央研究所)
第11章	田中 加奈子(アセットマネジメントONE株式会社)
第12章	杉山 昌広(東京大学未来ビジョン研究センター)
第14章	久保田 泉(国立環境研究所)
第15章	森田 香菜子(森林総合研究所)
第16章	田中 謙司(東京大学大学院)
第16章	杉山 大志(キャノングローバル戦略研究所)
第17章	Eric Zusman(地球環境戦略研究機関)
第17章	秋元 圭吾(地球環境産業技術研究機構)

## vi. AR6 WG3報告書全体構成と特徴



## 主な特徴(AR5からの変更点)

- 近年の国際的な状況である、パリ協定の導入、京都議定書の成果、SDGsの設定等の動向を反映。UNFCCCの状況を踏まえ、より1.5°Cや2°C目標も意識。
- 気候変動に対処する世界全体の努力において、国家以外の、都市、企業、先住民、市民、官民連携や地方主体の役割が高まっていることを、最近の文献も踏まえ指摘。
- 一部の低炭素技術のコストが下がってきていることの指摘、途上国における緩和策強化、一部先進国で継続的な排出削減が続いていることの指摘、COVID-19から生ずる新たな状況の検証。
- 気温上昇を任意のレベルに制限するシナリオについて、従来の大気中CO<sub>2</sub>濃度を主眼に置いた整理ではなく、開発経路を踏まえた排出パスの視点で整理。
- 将来的な排出経路は、短中期的な(~2050年)の持続可能な開発による見通し(4章)と、2100年までの長期的なゴールを実現する経路(3章)の組み合わせで提示。
- 従来から設けられていた部門別およびシステム別の章(3, 6~12章)に加え、需要・サービス・社会的側面に関する章(5章)、イノベーション・技術開発及び移転に関する章(16章)を追加。
- 二酸化炭素除去(CDR)をより広く扱う。
- 経済的および環境的効率性、倫理および衡平性、社会技術的移行、社会・政治・制度的枠組みなどから広範に評価

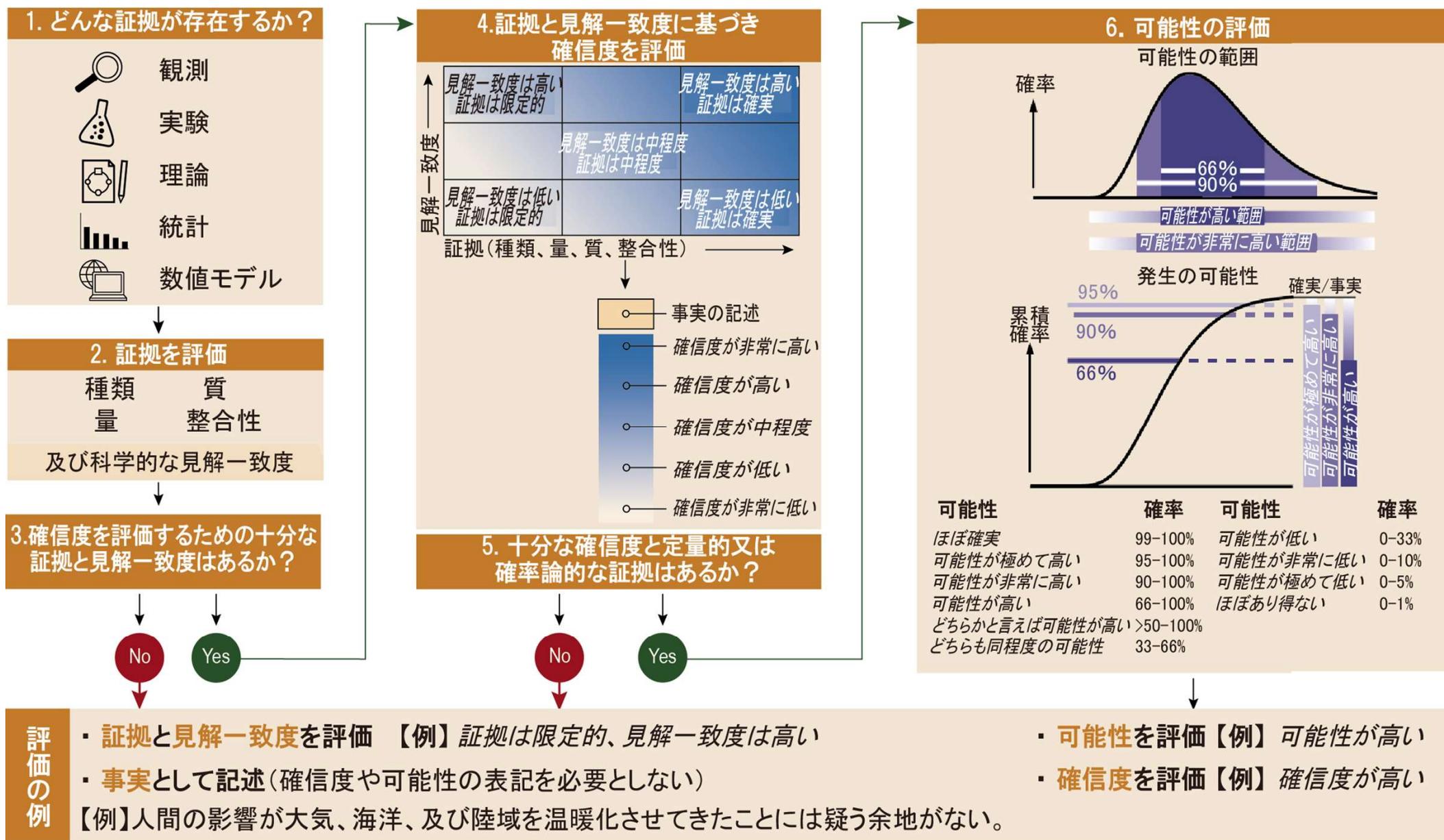
図 AR6/WG3報告書の構成

出典: AR6/WG3 第1章 図1.9

## vii. AR6 WG3報告書 政策決定者向け要約(SPM)の構成

構成	主な内容
A. 序と枠組み	
B. 近年の開発と現在の傾向	排出量
	技術
	政策
	排出と実施のギャップ
C. 全球的な温暖化を抑えるシステム変革	世界の排出と緩和経路
	分野ごとの緩和オプション
	統合: 価格・ポテンシャル、費用と便益
D. 緩和、適応と持続可能な開発	リンケージ
	公正な移行
E. 対応の強化	実行可能性
	ガバナンスと政策
	資金
	技術
	国際協力

# viii.AR6における知見の確信度と可能性の評価の方法



# 第1章. 最近の開発と現在のトレンド

---

# AR6 WG3で示されている排出実態に関する知見

## 世界の温室効果ガス排出の実態

- 2010～2019年の世界の人為的温室効果ガス排出量は過去最大。(SPM B.1, B1.1)
- 全ての主要な温室効果ガス、分野で排出量が増加し続けている。(SPM B.1.2, B1.3)
- 近年途上国の排出量が伸びているが、歴史的累積排出量は先進国が多い。(Figure SPM2)

## 気候変動緩和策の進展状況

- 世界の温室効果ガス排出増加速度は緩やかになった。(SPM B.1)
- エネルギー使用量当りCO<sub>2</sub>排出量、GDP当りエネルギー使用量は改善。ただし、全体の活動量の伸びによるCO<sub>2</sub>排出増を相殺するには至らなかった。(SPM B.2.4)
- いくつかの低炭素技術の価格が下がり、実際に使われ始めている。(SPM B.4)
- 排出削減政策の実施が進み、経済成長と排出削減を両立し始めた国も出始めている。ただし、気候変動に対する資金フローは偏在しており地域的な不均衡がある。(SPM B.3, B.5)

## 気温上昇1.5°C、2°Cと関係

- 気温上昇を1.5°Cに抑える(50%確率)累積CO<sub>2</sub>排出量の4/5を既に排出。(SPM B.1.3)
- 2021年10月までに提出されたNDCsによる2030年目標に沿うと、気温上昇は1.5°Cを超過する可能性が高く、2°C以内の達成も2030年以降の急速な緩和努力の加速に頼る。(SPM B.6)
- 現行対策延長の化石燃料インフラからの累積排出量は気温上昇2°C経路に近い。(SPM B.7)

# 世界全体の正味の人為的排出量は上昇し続けている

- 人為的なGHGの正味の排出量は増加し続けており、2010～2019年の平均GHG排出量は過去最大となった。
- ただし、2010～2019年の排出量増加率は2000～2009年よりも低下した。

(AR6/WG3 SPM B.1)

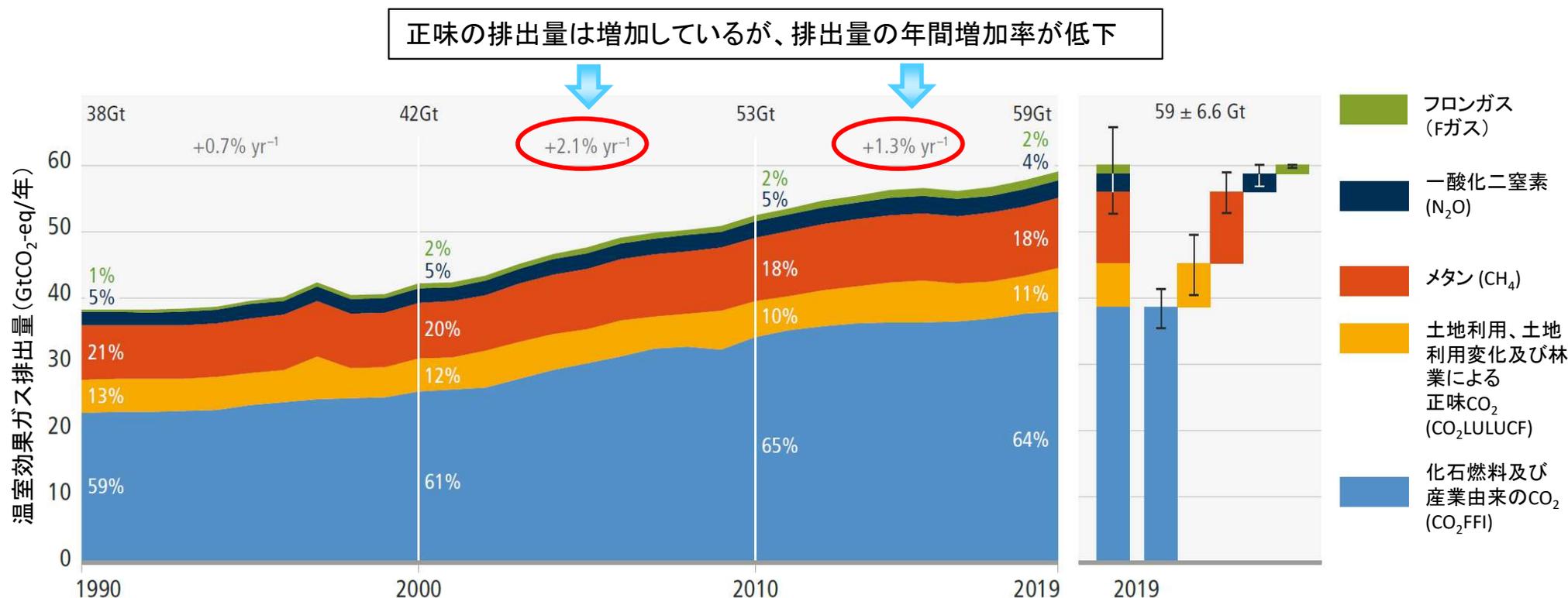


図 1990～2019年の世界全体の正味の人為的GHG排出量 (GtCO<sub>2</sub>-eq/年)

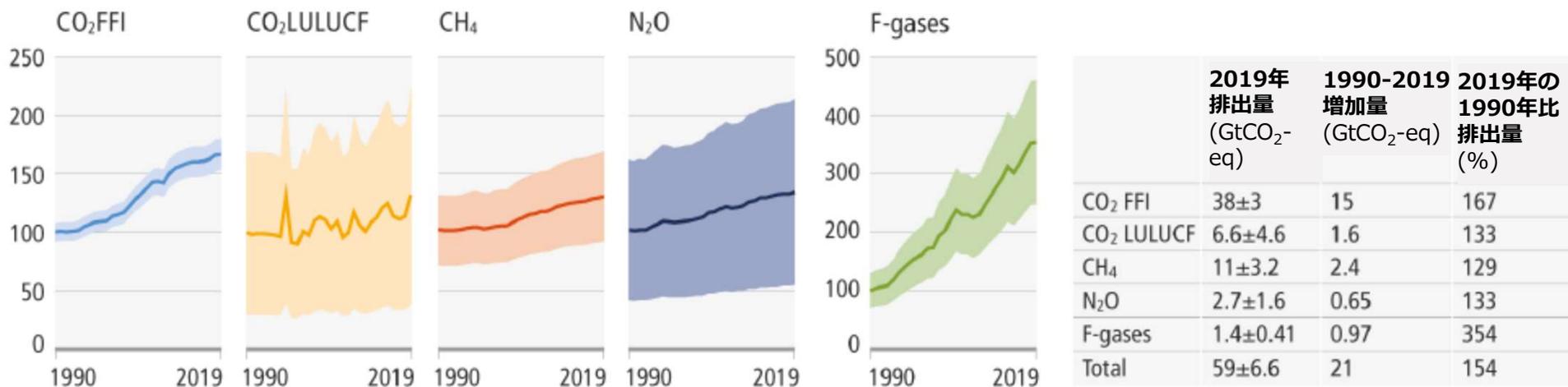
各GHGのCO<sub>2</sub>換算は、AR6のGWP100年値(AR6/WGI 7章)を用いて実施。右側の図のエラーバーは各GHGの不確実性を示す。前GHGの不確実性は±11%。1997年に排出量が増えているのは東南アジアでの森林・泥炭火災による排出が影響したものです。

出典: AR6/WG3 図SPM 1(a)

# すべての温室効果ガスで排出量が増加し続けている

- 1990年以降すべての主要温室効果ガスで人為的排出量が増加し続けている。
- 排出総量の増加量は燃料燃焼及び産業由来のCO<sub>2</sub>が最も大きく、CH<sub>4</sub>がそれに続く。増加率ではフロンガス類が最も高い値を示している。
- 土地利用、土地利用変化及び林業由来のCO<sub>2</sub>排出量は、不確実性と年次変動が大きいことから、長期的な傾向の信頼性は低くなっている。

(AR6/WG3 SPM B.1.2)



実線は排出量の傾向の中央値を示す。着色域は、不確実性の幅を示す。

## 世界全体の人為的GHG排出量およびその不確実性(ガス別)-1990年比

CO<sub>2</sub>(燃料燃焼及び産業由来と、土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF)の2区分)とCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、フロンガス類(様々なフロンガスを集計したもの)の1990~2019年の全球排出量の推移を、1990年排出を100として正規化して示したもの。フロンガスのみ縦軸の尺度が異なることに注意。不確実性幅は90%信頼区間で示したもので、燃料燃焼及び産業由来CO<sub>2</sub>は±8%、LULUCF由来CO<sub>2</sub>は±70%、CH<sub>4</sub>は±30%、N<sub>2</sub>Oは±60%、フロンガスは±30%。

LULUCF由来CO<sub>2</sub>の不確実性幅が大きいのは、算定自体の不確実性に加え、人為的な影響に起因する排出の定義の仕方がデータベースにより差があることも影響している。

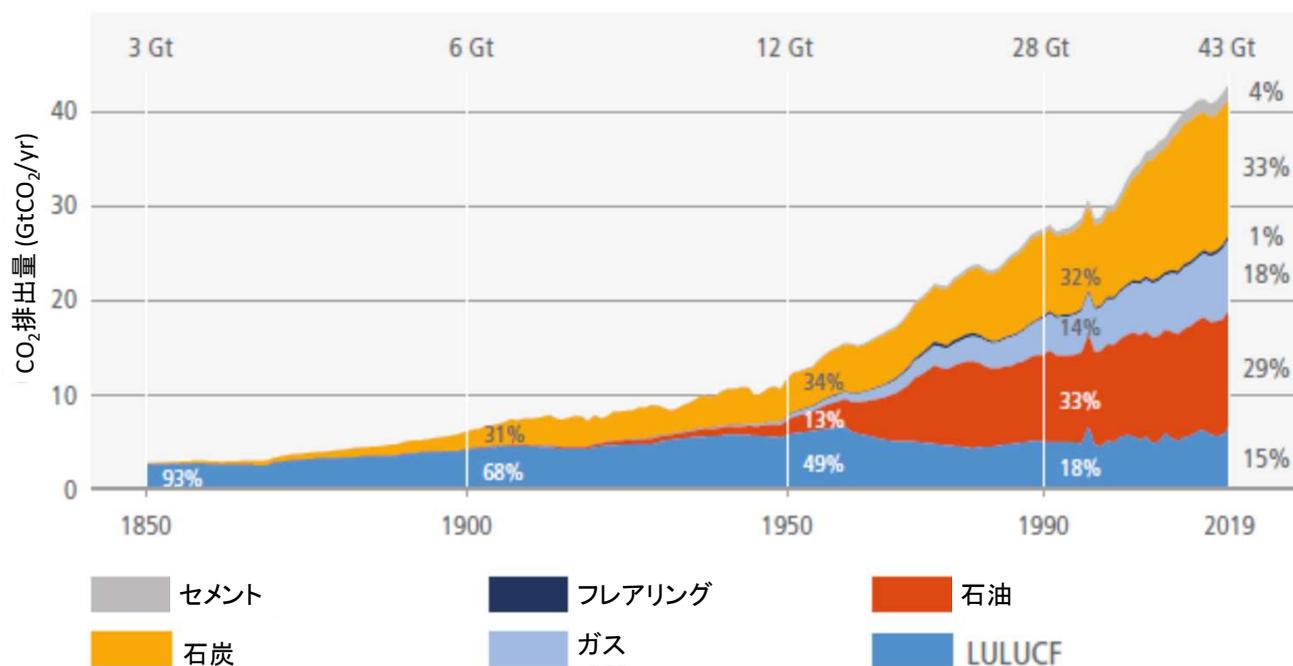
人為的GHG排出量の大半を占めるのは燃料燃焼及び産業由来のCO<sub>2</sub>であるが、CH<sub>4</sub>の影響も2019年排出量の約19%を占めている。

# 気温上昇1.5℃となる累積CO<sub>2</sub>排出の4/5を既に排出

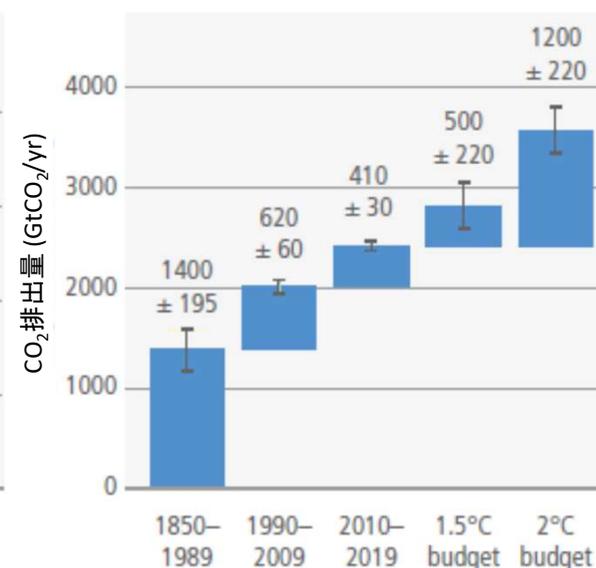
- 1850～2019年の累積CO<sub>2</sub>排出量は2400±240GtCO<sub>2</sub>。このうち42%が1990年以降の排出。
- 気温上昇を50%の確率で1.5℃に抑える、同67%の確率で2℃に抑える場合に、2020年以降に排出できる[残余CO<sub>2</sub>排出量]はそれぞれ500GtCO<sub>2</sub>、1150GtCO<sub>2</sub>。(中央推計値の場合)

(AR6/WG3 SPM B.1.3)

人為的CO<sub>2</sub>排出量の長期推移(排出源別)



歴史的排出と将来の炭素予算



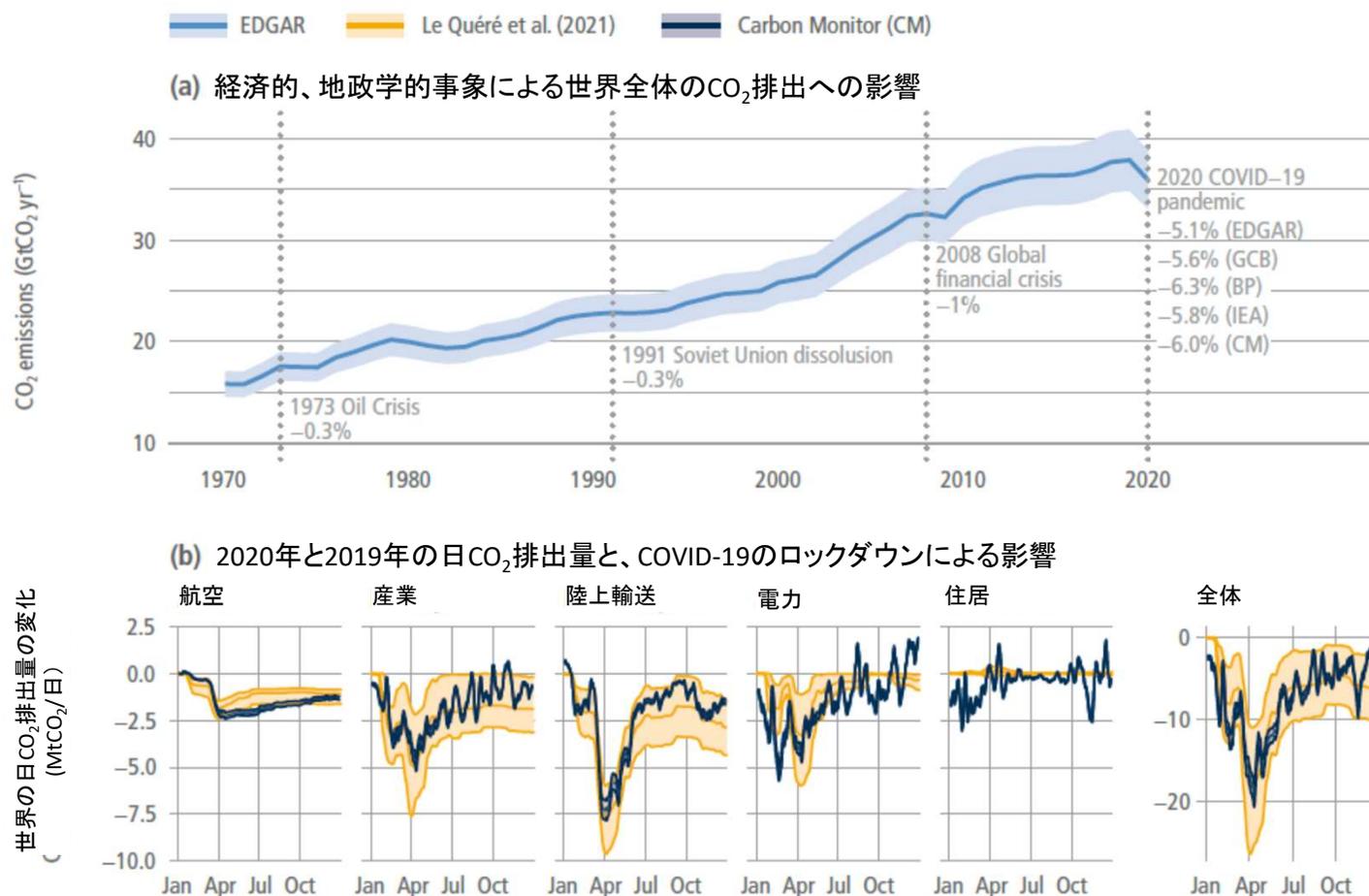
1850以降の累積CO<sub>2</sub>排出量は、2019年の時点で2400±240 GtCO<sub>2</sub>に到達しており、そのうち62%の排出(1500±140 GtCO<sub>2</sub>)は1970年以降、42%の排出(1000±90 GtCO<sub>2</sub>)が1990年以降、17%の排出(410±30 GtCO<sub>2</sub>)が2010年以降に生じている。過去10年間の累積排出量が、気温上昇を1.5℃に抑えるために必要な残余CO<sub>2</sub>排出量とほぼ同等の水準である。

出典:AR6/WG3 2章 図 2.7

# COVID-19の影響で排出が減ったが後にリバウンド

- 化石燃料及び産業由来のCO<sub>2</sub>排出量は、COVID-19パンデミックの影響で2020年前半は一時的に減少したが、2020年末にかけてリバウンドした。
- その結果、世界の化石燃料及び産業由来の年間CO<sub>2</sub>排出量は、2019年比で2020年は5.8% (2.2[1.9-2.4]GtCO<sub>2</sub>) 減少した。(※非CO<sub>2</sub>排出の状況は2020年のデータがないため未解析)

(AR6/WG3 SPM B.1.4)

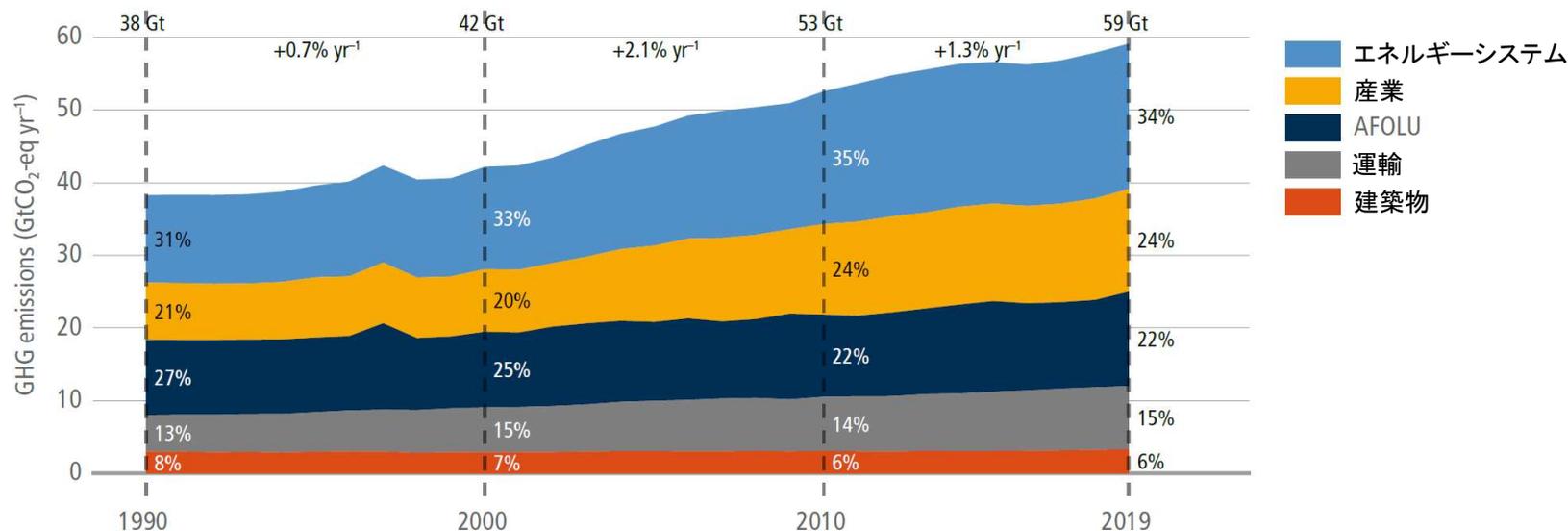


出典: AR6/WG3 2章 図2.6

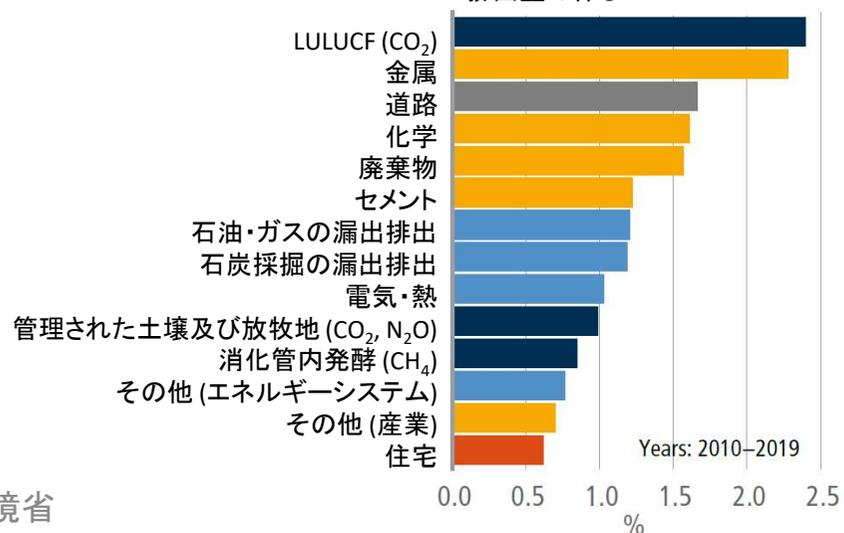
# すべての主要な部門で温室効果ガス排出量が増加

■ 正味の人為的なGHG排出量は、2010年以降、全ての主要な部門で世界的に増加している。排出量のうち、都市域に原因特定しうる割合が増加している。

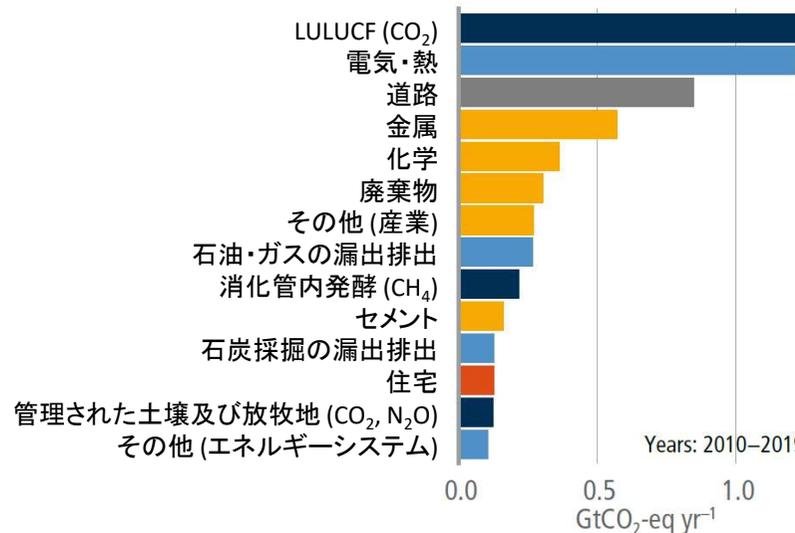
(AR6/WG3 SPM B.2)



詳細分野別の平均年間GHG排出量の伸び



詳細分野別の絶対値GHG排出量の伸び



出典: AR6/WG3  
2章 図2.13

# CO<sub>2</sub>排出原単位は改善

- 2010～2019年にかけて世界のGDPのエネルギー集約度は2%、炭素集約度は0.3%改善。
- ただし、この改善による化石燃料と工業プロセスからのCO<sub>2</sub>排出量の削減は、産業、エネルギー供給、運輸、農業、及び建物における世界全体の活動レベルの上昇による排出量の増加を下回っている。

(AR6/WG3 SPM B.2、B.2.4)

茅恒等式(\*)に基づくCO<sub>2</sub>排出要因の2010～2019年の変化

\*茅陽一東京大学名誉教授が提唱した、下記の式で示されるCO<sub>2</sub>排出の要因を分解した式。

$$\text{CO}_2\text{排出量} = \underbrace{(\text{CO}_2/\text{エネルギー})}_{\text{炭素集約度\#1}} \times \underbrace{(\text{エネルギー}/\text{GDP})}_{\text{エネルギー集約度\#2}} \times (\text{GDP}/\text{人口}) \times \text{人口}$$

炭素集約度#1

エネルギー集約度#2

エネルギー集約度、炭素集約度は世界的にも、ほとんどの地域でも改善

	CO <sub>2</sub>	Carbon intensity	Energy intensity	Energy cons.	GDP/pop.	Pop.
Australia, Japan, New Zealand	-0.6%	+0.9%	-2.7%	-1.5%	+1.2%	+0.1%
Africa	+2.3%	-0%	-0.8%	+2.4%	+0.8%	+2.4%
East Asia	+2.4%	-0.6%	-3.4%	+3%	+6.1%	+0.5%
Eurasia	+0.6%	-0.6%	-0.9%	+1.2%	+1.6%	+0.5%
Europe	-1.7%	-0.8%	-2.7%	-0.9%	+1.5%	+0.3%
Latin Am.	+0.2%	-0.4%	-0.8%	+0.6%	+0.3%	+1.1%
Middle East	+2.3%	-0.3%	+0.2%	+2.6%	+0.2%	+2.3%
N. America	-1.1%	-1.3%	-2%	+0.2%	+1.5%	+0.7%
South Asia	+4.4%	+0.6%	-2.3%	+3.8%	+4.9%	+1.2%
S.E. Asia	+4.5%	+1.6%	-2.1%	+2.9%	+3.8%	+1.1%
World	+1.1%	-0.3%	-2%	+1.4%	+2.3%	+1.2%

#1 炭素集約度

単位当たりのエネルギーを利用するときに排出されるCO<sub>2</sub>の割合  
(発電効率や再生可能エネルギー導入等で改善)

#2 エネルギー集約度

単位当たりのGDP(国内総生産)を生産するときに必要となるエネルギー量  
(省エネ技術の導入や省エネ型の社会経済活動への転換等で改善)

エネルギー消費、経済活動、人口といった活動量は増加

世界全体としてCO<sub>2</sub>排出量は増加

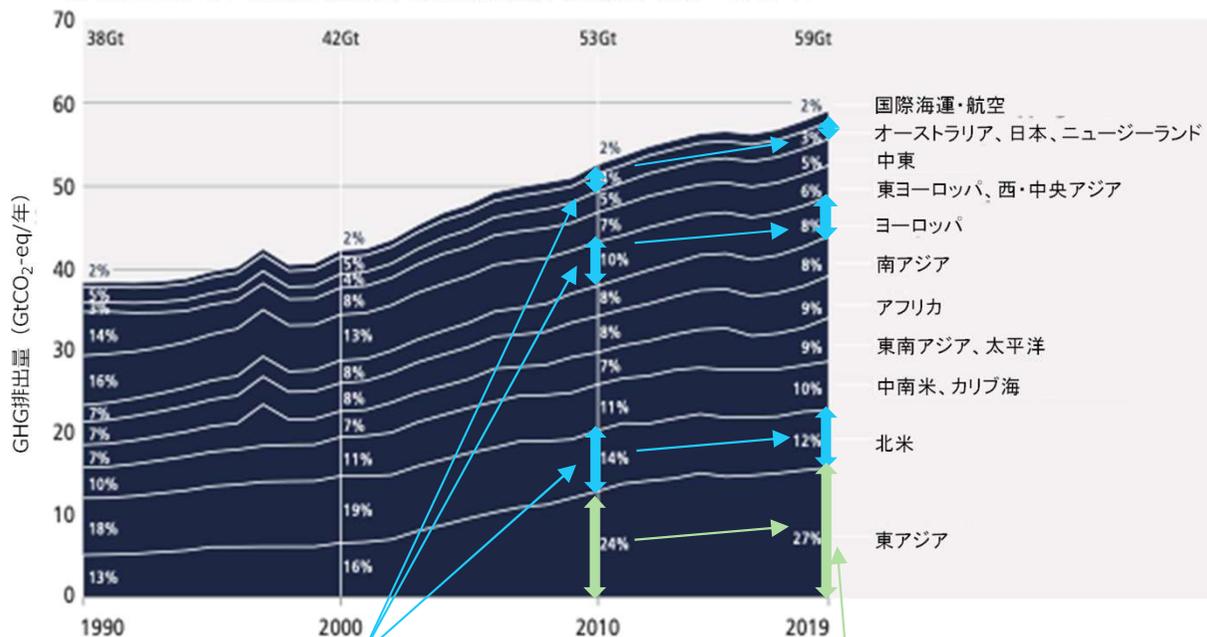
# 地域別の排出傾向

■ 世界全体のGHG排出量に対する地域別の寄与度は引き続き大きく異なっている。地域や、国の一人当たり排出量のばらつきは、発展段階の違いを部分的に反映しているが、同じような所得水準でも大きく異なる。少なくとも18カ国が、10年より長期にわたってGHG排出量の削減を持続している。

(AR6/WG3 SPM B.3)

世界全体の地域別に見た正味の人為的なGHG排出量の推移（左図）と、一人当たり及び総人口に対する正味の人為的なCO<sub>2</sub>排出量（右図）

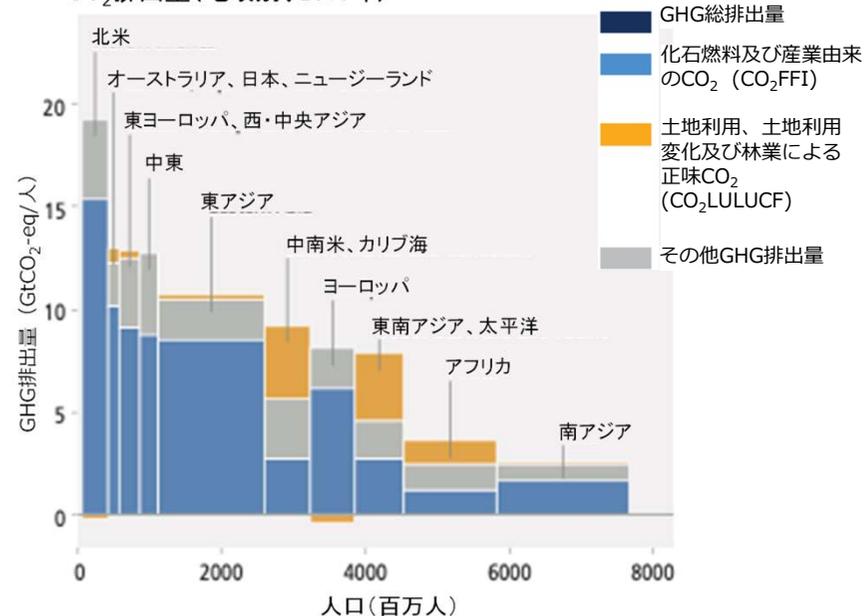
a. 世界全体の正味の人為的なGHG排出量(地域別、1990～2019年)



先進国全体のGHG排出量は頭打ちとなり、排出削減段階に入った。

東アジア（中国、韓国等）の排出量寄与度が最も伸びている。

c. 一人当たり及び総人口に対する正味の人為的なCO<sub>2</sub>排出量(地域別、2019年)



- ・ 米・加は化石燃料利用や産業由来の人口当たり排出量が世界で最も多い
- ・ 東欧・中東、東アジアの非先進国は先進国並みの人口当たり排出量がある
- ・ 中南米、東南アジア・太平洋地域の途上国は、土地利用変化（森林減少）由来の排出が多く、人口当たり排出量は欧州並み。
- ・ 一人当たりの排出量が最も多い上位10%の世帯が、世界全体の家庭部門のGHG排出量に占める割合が不均衡に大きい。

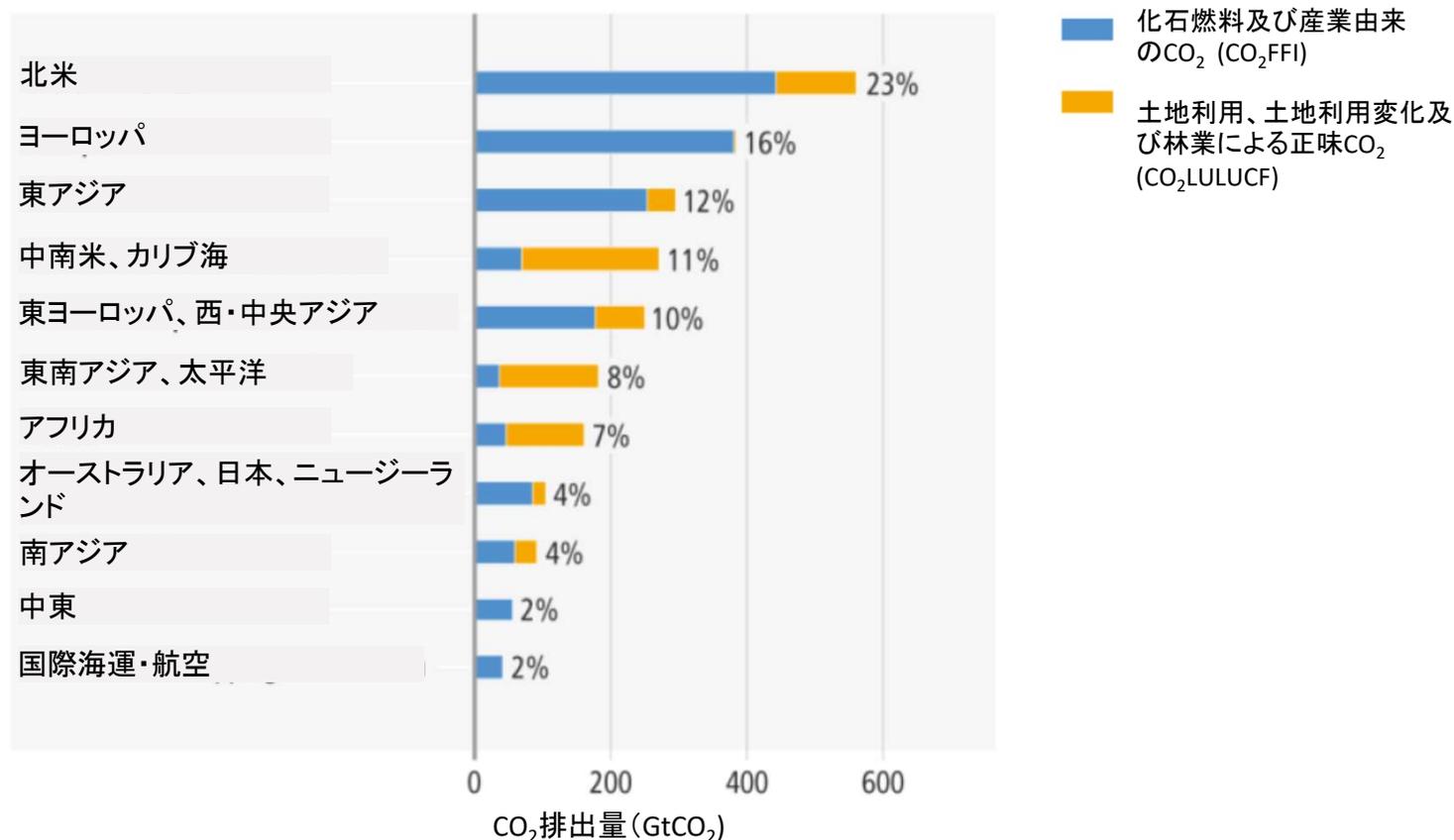
# 地域別の排出傾向

- 1850～2019年の歴史的累積CO<sub>2</sub>排出量のシェアの地域別の寄与度は大きく異なっている。化石燃料及び産業由来の累積CO<sub>2</sub>排出の地域別の寄与度は数地域に集中しているが、土地利用・土地利用変化及び林業由来の累積CO<sub>2</sub>排出はそれ以外の地域に集中している。

(AR6/WG3 SPM B.3.2)

1850年からの累積GHG排出量のシェア

b. 過去の正味の人為的なCO<sub>2</sub>排出量  
(地域別、1850～2019年)

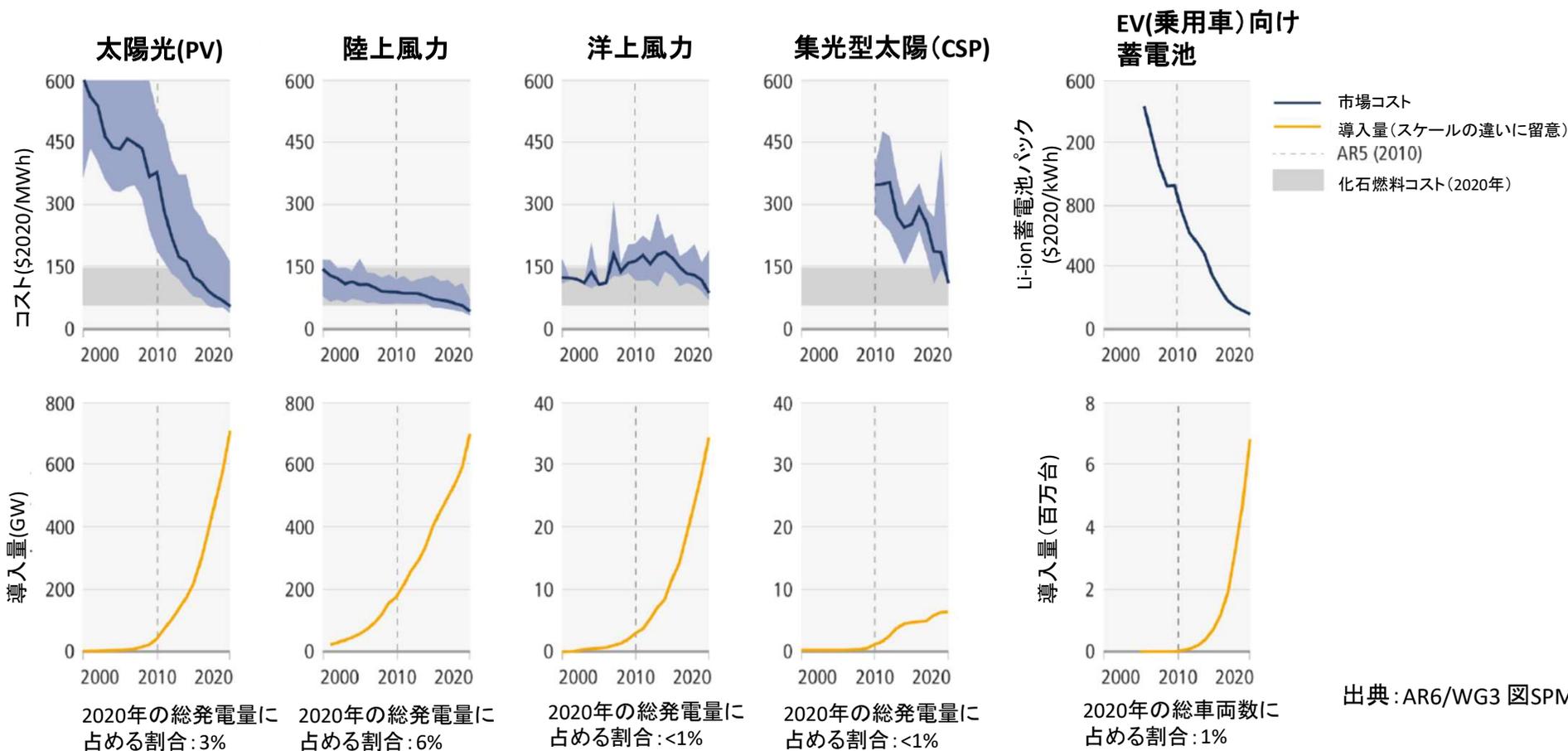


# いくつかの低排出技術の単価は低下し利用は増大

■ 2010年以降、いくつかの低排出技術の単価は継続的に低下している。イノベーション政策パッケージが、これらのコスト削減を可能にし、世界的な普及を支えてきた。開発途上国では、それを実現する条件が整備されていないため、イノベーションが遅れている。デジタル化は排出削減を可能にするが、適切に管理されなければ、副次的な悪影響を及ぼしうる。

(AR6/WG3 SPM B.4)

一部の再生可能エネルギーやEV(乗用車)向け蓄電池の単価が低下し、その利用は増大し続けている。

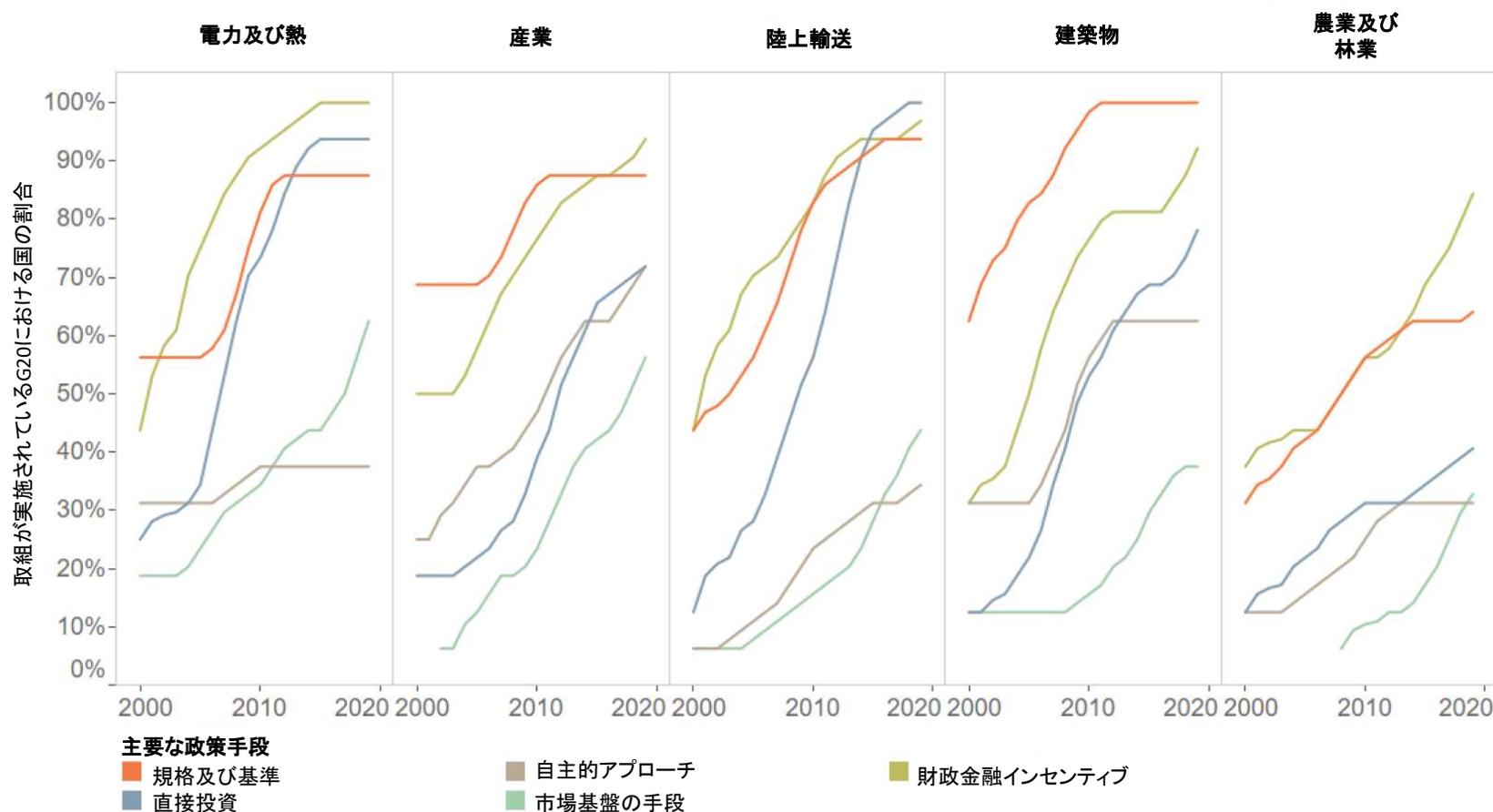


# 緩和に対処するための政策や法律が一貫して拡充

■ 第5次評価報告書以降、緩和に対処するための政策や法律が一貫して拡充している。これにより、それらがなければ発生したであろう排出が回避され、低GHG技術やインフラへの投資が増加している。排出量に関する政策の適用範囲は、部門間で不均衡である。

(AR6/WG3 SPM B.5, B5.1-B.5.3)

G20各国における異なるタイプの取組の実施状況



出典: AR6/WG3 13章 図13.4

# NDCsに沿った排出は1.5°C以上の温暖化の可能性高

- COP26より前に発表された国が決定する貢献(NDCs)の実施に関連する2030年の世界全体のGHG排出量では、21世紀中に温暖化を1.5°Cを超える可能性が高い。温暖化を2°Cより低く抑える可能性を高くするためには、2030年以降の急速な緩和努力の加速に頼ることになる。  
(AR6/WG3 SPM B.6)
- UNFCCC COP26以前に発表されたNDCsを超える短期的な対策は、オーバーシュートしないまたは限られたオーバーシュートを伴って1.5°C(>50%)に抑える世界全体のモデル経路における長期的な実現可能性の課題を軽減や回避、もしくはその両方をしうる。(確信度が高い)。  
(AR6/WG3 SPM E.1)

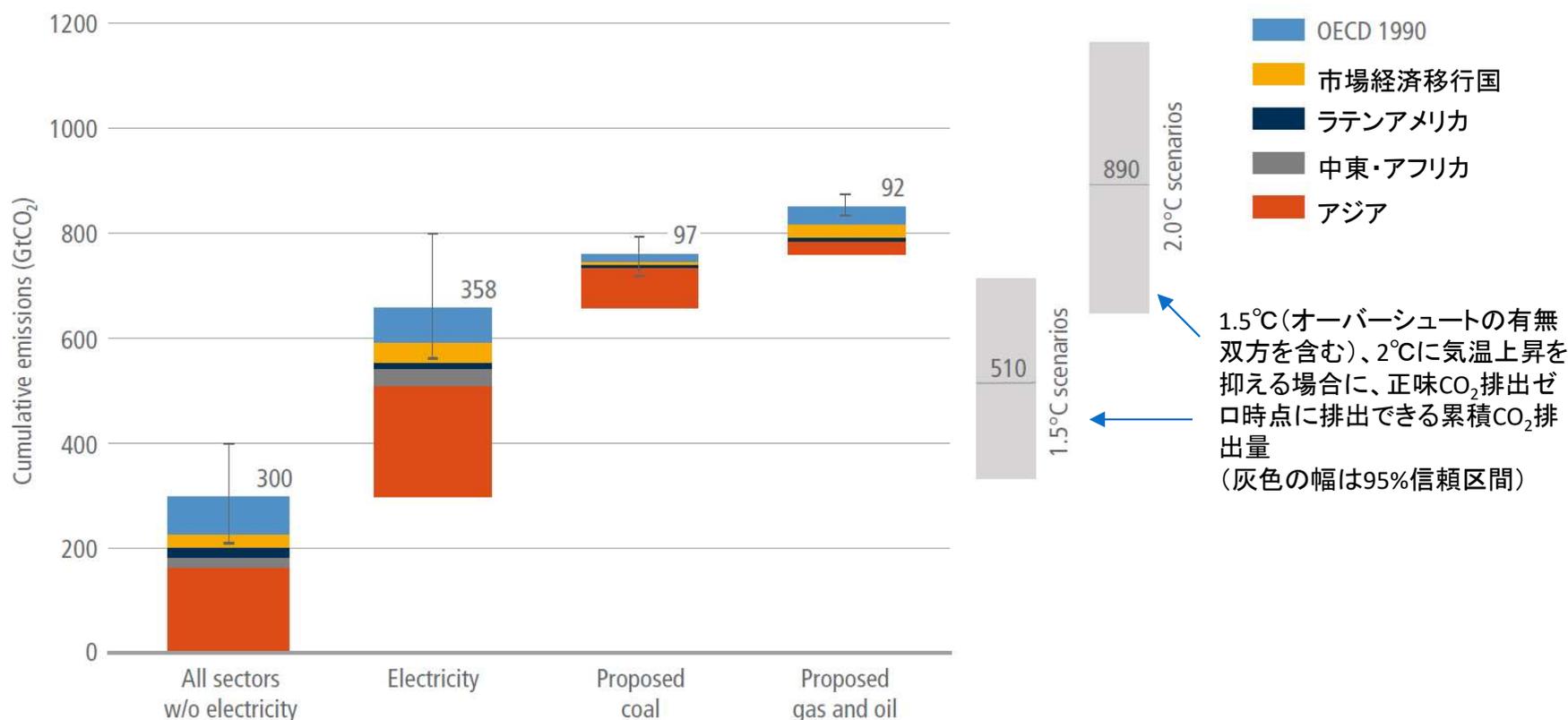


# 化石燃料インフラからの排出予測：2℃気温上昇とほぼ同等

- 既存の化石燃料インフラ及び現在計画されている化石燃料インフラからの排出は、温暖化を1.5℃(>50%)に抑える経路における正味の累積CO<sub>2</sub>総排出量を上回り、温暖化を2℃(>67%)に抑える可能性が高い経路とほぼ同じである。
- 最大の要因は発電設備による。

(AR6/WG3 SPM B.7、B.7.1)

既存及び現在計画されている化石燃料インフラからの将来CO<sub>2</sub>排出量とパリ協定下での炭素収支の関係



これまでのインフラ寿命のパターンと、耐用期間に基づく将来CO<sub>2</sub>量の推計値

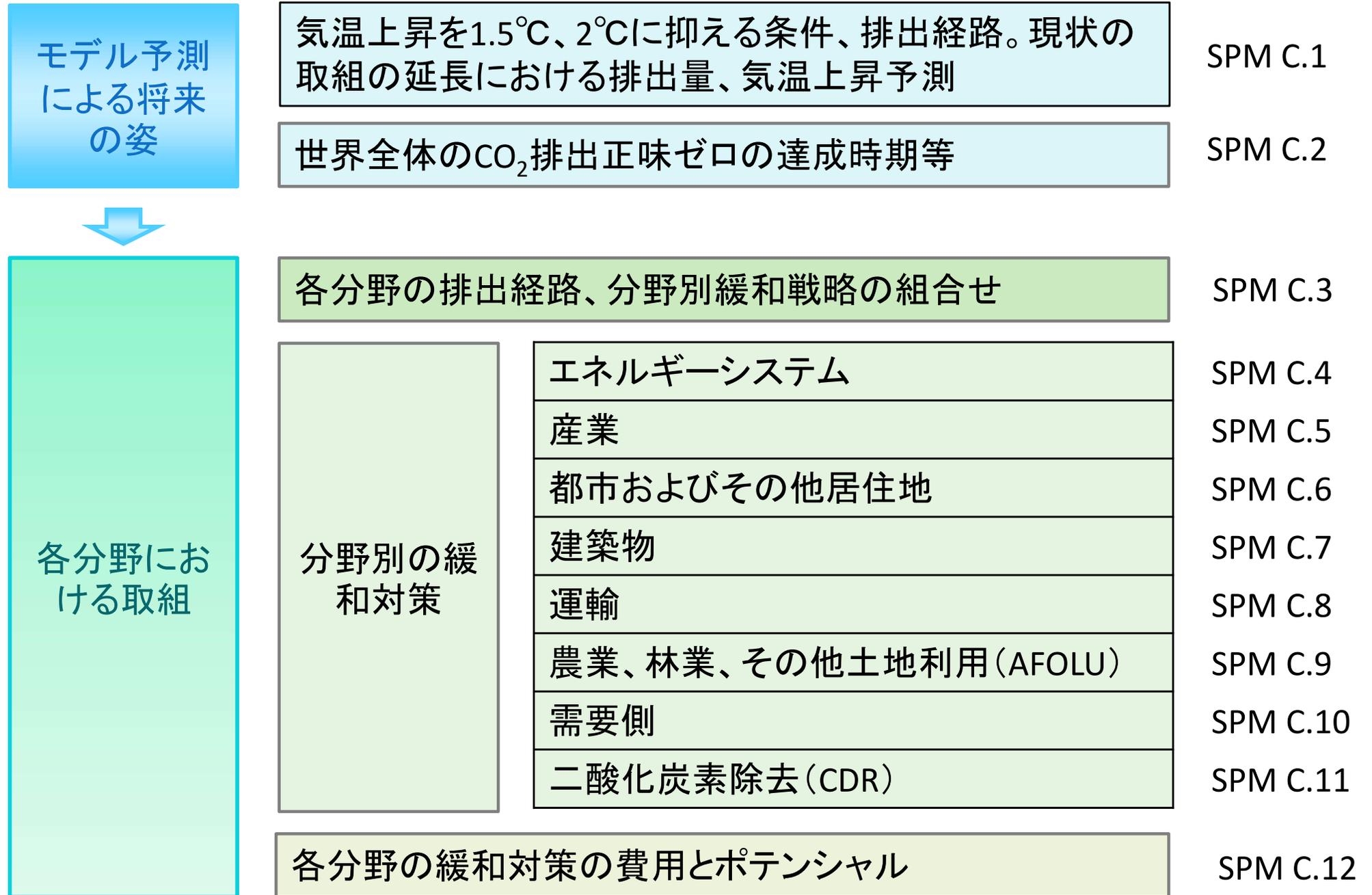
All other sectors w/o electricityは発電用途以外での産業、運輸、建築物、その他のインフラからの排出  
Proposed coalとProposed gas and oilは、現在計画されているインフラによる排出。

出典：AR6/WG3 図TS.8

# 第2章. 地球温暖化抑制としてのシステム 変革

---

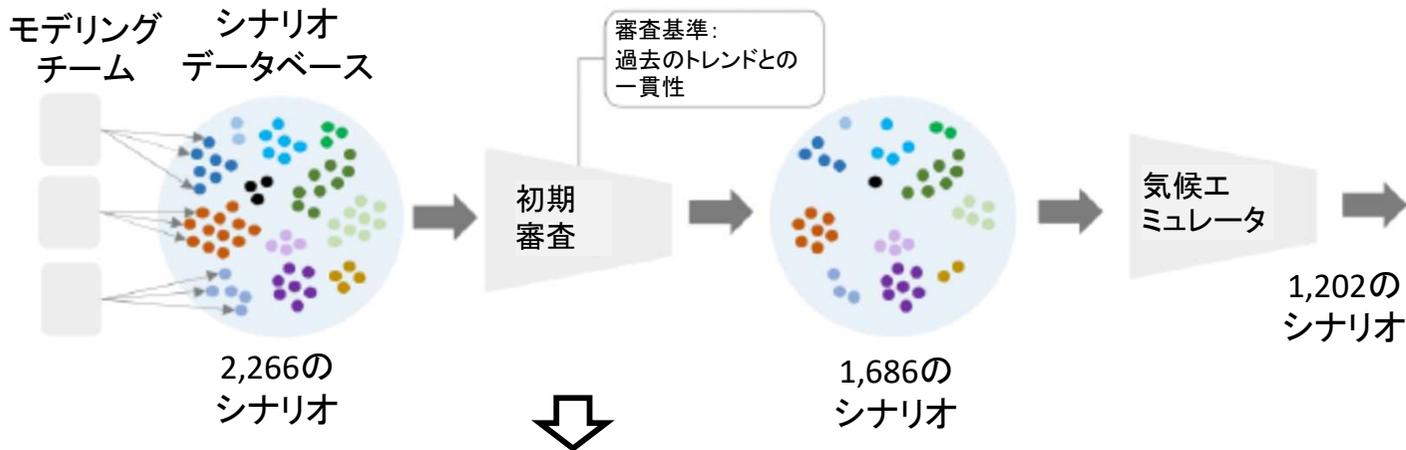
# AR6 WG3 SPMにおける地球温暖化抑制としてのシステム変革に関する説明の全体像



# 「温暖化の水準」 / 「緩和戦略」 に応じてシナリオを分類

提出された3100以上のシナリオから、分析・評価に活用できるシナリオを絞り込み、1202個のシナリオを、排出経路の評価に利用

## IPCC AR6 WG3におけるシナリオの分類

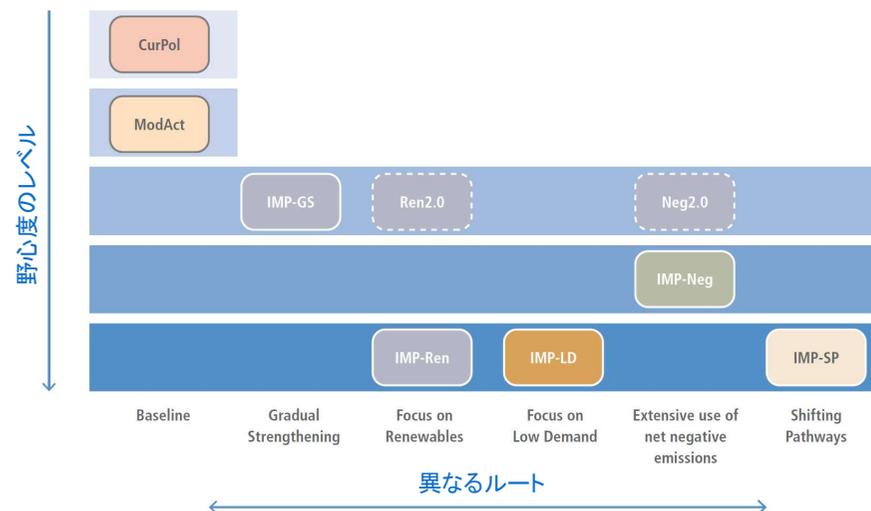


排出経路(今世紀末までの気温上昇幅・確率で8区分)

C8	> 4°C
C7	< 4°C
C6	< 3°C
C5	< 2.5°C
C4	< 2°C (> 50%)
C3	< 2°C (> 67%)
C2	< 1.5°C-高オーバーシュート
C1	< 1.5°C-高オーバーシュートなし、もしくは低オーバーシュート

緩和策をどの様に実施するかのパターンで複数の例示的経路を設定  
比較的高位の排出経路を表す「参照経路」と、パリ協定の長期の気温目標と整合する「例示的緩和経路(IMP: Illustrative Mitigation Pathway)」に分類される

参照経路	CurPol	Current Policy	2020年の気候政策に沿う	C7
	ModAct	Moderate Action	2020年提出のNDCsに基づく気候政策に沿う	C6
例示的緩和経路(IMP)	IMP-GS	Gradual strength	現行政策の強化	C3
	IMP-Neg	Negative Emissions	NETsの大規模利用	C2
	IMP-Ren	Renewable	再生可能エネルギー依存	C1
	IMP-LD	Low demand	需要削減	C1
	IMP-SP	Shifting Pathway	開発経路の移行	C1



# 1.5℃もしくは2℃経路実現のための排出経路

- オーバーシュートしない又は限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5℃(>50%)に抑えるモデル化された経路と、温暖化を2℃(>67%)に抑える即時の行動を想定したモデル化された経路では、世界のGHG排出量は、2020年から遅くとも2025年以前にピークに達すると予測される。いずれの種類のもデル化された経路においても、2030年、2040年、及び2050年を通して、急速かつ大幅なGHG排出削減が続く(確信度が高い)。
- 2020年末までに実施されるものを超える政策の強化がなければ、GHG排出量は2025年以降も増加すると予測され、そうなれば2100年までに中央値で3.2 [2.2~3.5] °Cの地球温暖化をもたらす(確信度が中程度)。

(AR6/WG3 SPM C.1)

将来の温暖化水準に応じた世界の排出経路の主な特徴

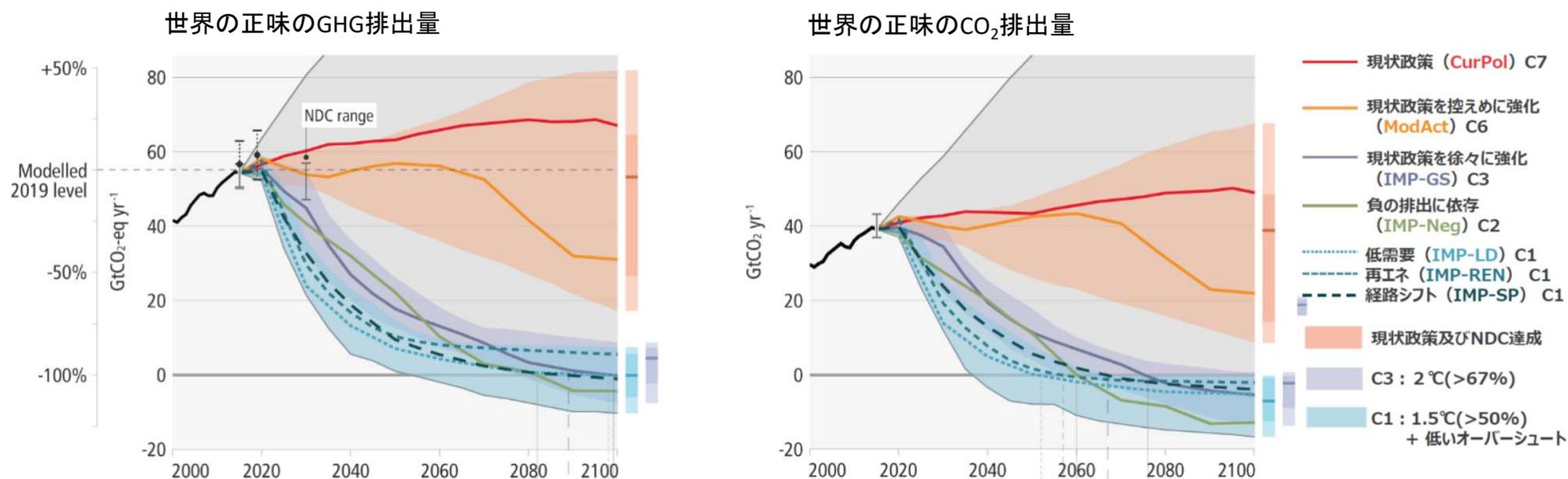
分類		確率	GHG排出量 (2019年比削減率)		GHG排出量のピーク 年(2100年までに ピークとなる確率)	実質ゼロ達成年 (ネットゼロとなる経路の確率)	
			2030	2050		CO <sub>2</sub> 実質ゼロ	GHG実質ゼロ
C1	2100年 1.5℃まで低いオーバーシュート	50%	43%	84%	2020~2025 (100%)	2050~2055 (100%)	2095~2100 (52%)
			(34~60%)	(73~98%)			
C2	2100年 1.5℃まで高いオーバーシュート	50%	23%	75%	2020~2025 (100%)	2055~2060 (100%)	2070~2075 (87%)
			(0~44%)	(62~91%)			
C3	2100年 2℃まで	67%	21%	64%	2020~2025 (100%)	2070~2075 (93%)	到達しない (30%)
			(1~42%)	(53~77%)			
C3b	2030年までNDCsの延長で2100年2℃まで	67%	5%	68%	2020~2025 (100%)	2065~2070 (97%)	到達しない (41%)
			(0~14%)	(56~82%)			
C6	2100年 3℃まで	50%	2%	5%	2020~2025 (97%)	到達しない	到達しない
			(-10~11%)	(-2~18%)			

# 1.5℃もしくは2℃経路実現のための排出経路

- オーバーシュートしないまたは限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5℃(>50%)に抑えるモデル化された経路では、世界全体としてCO<sub>2</sub>排出量正味ゼロ(ネットゼロCO<sub>2</sub>)に2050年代前半に達し、温暖化を2℃(>67%)に抑える可能性が高い経路では、ネットゼロCO<sub>2</sub>に2070年代前半に達する。これらの経路の多くは、ネットゼロCO<sub>2</sub>を達成した後も、正味の負のCO<sub>2</sub>排出を続ける。これらの経路はまた、他のGHG排出量の大幅な削減を含む。2030年と2040年までにGHG排出量の大幅削減、特にメタン排出量の削減を行うことは、ピーク温度を引き下げると共に温暖化をオーバーシュートする可能性を低減し、今世紀後半に温暖化を逆転させる正味負のCO<sub>2</sub>排出への依存度の低下につながる。GHG排出量が世界全体で正味ゼロに達し、それを維持することは、温暖化の漸進的な低下につながる。(確信度が高い)。

(AR6/WG3 SPM C.2)

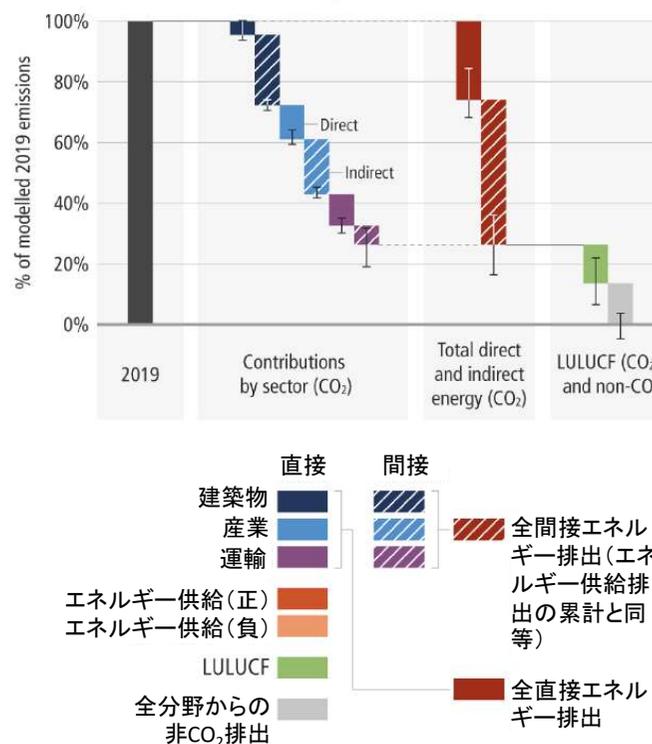
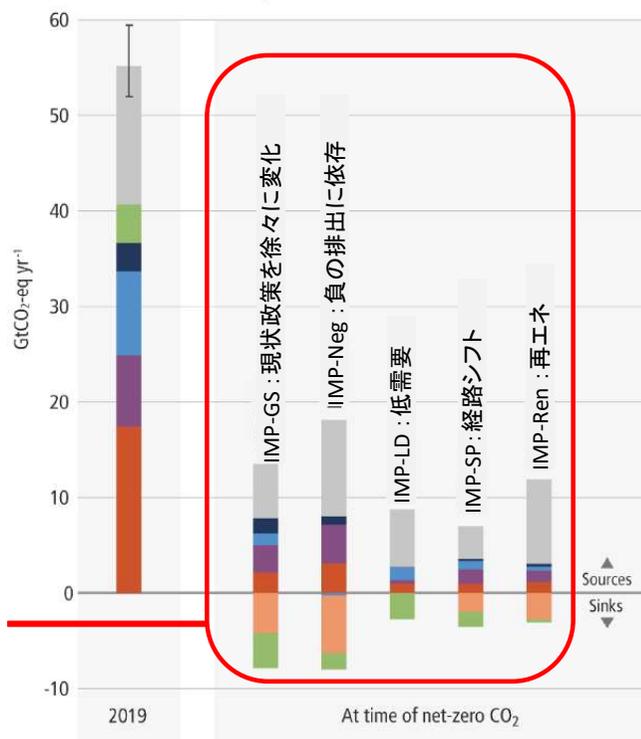
気温上昇を1.5℃、2℃に抑える緩和経路では、大幅で急速な継続的な排出削減が伴う



# 正味排出ゼロを達成する方法は複数存在

■ オーバーシュートしないまたは限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5°C (>50%)に抑える、あるいは、温暖化を2°C (>67%)に抑える全ての地球全体のモデル化された経路は、全ての部門で、急速かつ大幅に、そしてほとんどの場合、即時的に、GHG排出量を削減する必要がある。これらの削減を達成するためのモデル化された緩和戦略には、二酸化炭素回収・貯留(CCS)なしの化石燃料から超低炭素あるいはゼロ炭素エネルギー源への移行と効率の改善、非CO<sub>2</sub>排出量の削減、残留するGHG排出を相殺する二酸化炭素除去(CDR)法の導入が含まれる。例示的モデル経路(IMP)は、所与の温暖化レベルに整合する部門別の緩和戦略の様々な組み合わせを示す。 (AR6/WG3 SPM C.3)

例示的緩和排出経路(IMP)および正味のゼロCO<sub>2</sub>とGHG排出量の戦略



# 1.5°C、2°C達成時の石炭、石油、ガス利用

- オーバーシュートしない又は限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5°C (>50%)に抑えるモデル化された経路では、石炭、石油、ガスの使用量は、2019年と比較して、2050年までにそれぞれ中央値と四分位間範囲で、95%(80~100%)、60%(40~75%)、45%(20~60%)減となる。温暖化を2°C (>67%)に抑える経路では、同様に85%(65~95%)、30%(15~50%)、15%(-10~+40%)となる。CCSを活用しない場合、削減幅は更に大きくなる。  
(AR6/WG3 SPM C.3.2)

各化石燃料からの一次エネルギー量の変化:2019年と比較した2050年の値(%)

指標	1.5°C	1.5°C(>50%)	2°C(>67%)		
	即時行動、オーバーシュートなし (C1, 97シナリオ)	2030年までNDCsに沿 い、2100年までの期間 にオーバーシュート (C2, 42シナリオ)	即時行動 (C3a, 204シナリオ)	2030年までNDCsに沿 う (C3b, 97シナリオ)	全てのC3 (C3, 301シナリオ)
石炭	-95 (-100,-80)	-90 (-100,-85)	-85 (-100,-65)	-80 (-90,-70)	-85 (-95,-65)
石炭 (CCSなし)	-100 (-100,-95)	-95 (-100,-95)	-95 (-100,-90)	-90 (-95,-85)	-95 (-100,-90)
石油	-60 (-75,-40)	-50 (-65,-35)	-30 (-45,-15)	-40 (-55,-20)	-30 (-50,-15)
石油 (CCSなし)	-60 (-75,-45)	-50 (-65,-30)	-30 (-45,-15)	-40 (-55,-20)	-35 (-50,-15)
ガス	-45 (-60,-20)	-45 (-55,-30)	-10 (-35,15)	-30 (-45,-5)	-15 (-40,10)
ガス (CCSなし)	-70 (-80,-60)	-60 (-70,-50)	-35 (-50,-20)	-40 (-60,-35)	-40 (-55,-20)

出典: AR6/WG3 6章 表6.35より作成

# エネルギー部門全体のGHG排出量削減

- エネルギー部門全体を通してGHG排出量を削減するには、化石燃料使用全般の大幅削減、低排出エネルギー源の導入、代替エネルギーキャリアへの転換、及びエネルギー効率と省エネルギーなどの大規模の転換を必要とする。排出削減の講じられていない化石燃料インフラの継続的な設置は、高排出量を「ロックイン(固定化)」する。(確信度が高い)。  
(AR6/WG3 SPM C.4)

## ネットゼロのCO<sub>2</sub>エネルギーシステムに必要な事項

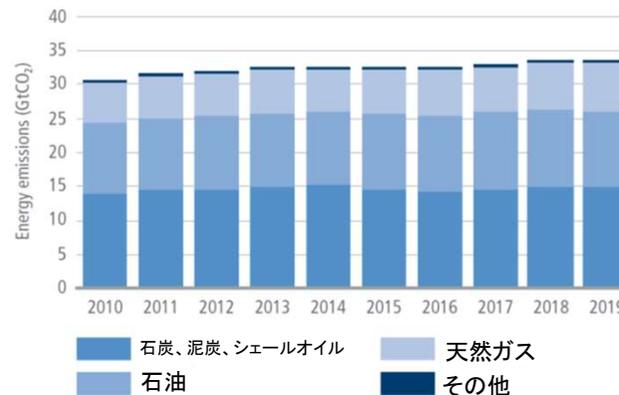
- 化石燃料消費の大幅な削減
- 排出削減の講じられていない化石燃料の最小限の使用
- 残余する化石システムにおける CCS の使用
- 正味 CO<sub>2</sub>排出がない電力システム
- 需要部門を含むエネルギーシステムの広範囲での電化
- 電化に適さない用途における持続可能なバイオ燃料、低排出の水素及びその派生品などのエネルギーキャリア
- エネルギー効率向上と省エネ
- エネルギーシステム全体にわたる物理的・制度上・運営上の統合性の向上

加えて、エネルギー部門において残留する排出量を相殺するために、CDRが必要となる。

ネットゼロCO<sub>2</sub>エネルギーシステム構築に最も適切な戦略は、実現可能な条件や技術の利用可能性など、国や地域の状況によって異なる。(確信度が高い)

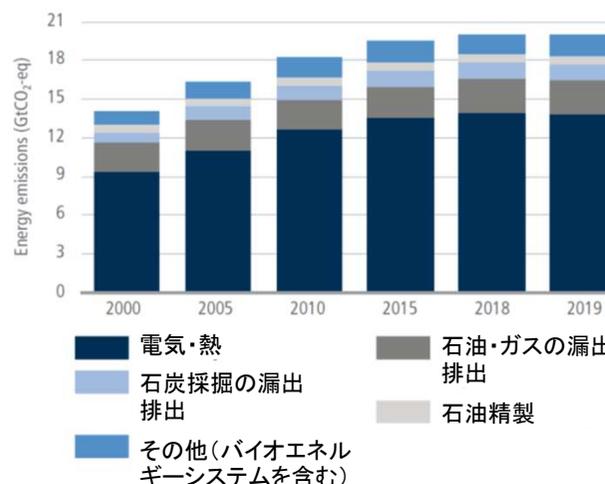
(AR6/WG3 SPM C.4.1より作成)

(a) 燃料別の世界のエネルギー分野CO<sub>2</sub>排出



過去10年間、世界の化石燃料由来のCO<sub>2</sub>排出量は漸増

(c) 分野別の世界のエネルギー供給に伴うGHG排出



エネルギー供給に由来するGHG排出の大半は電熱供給

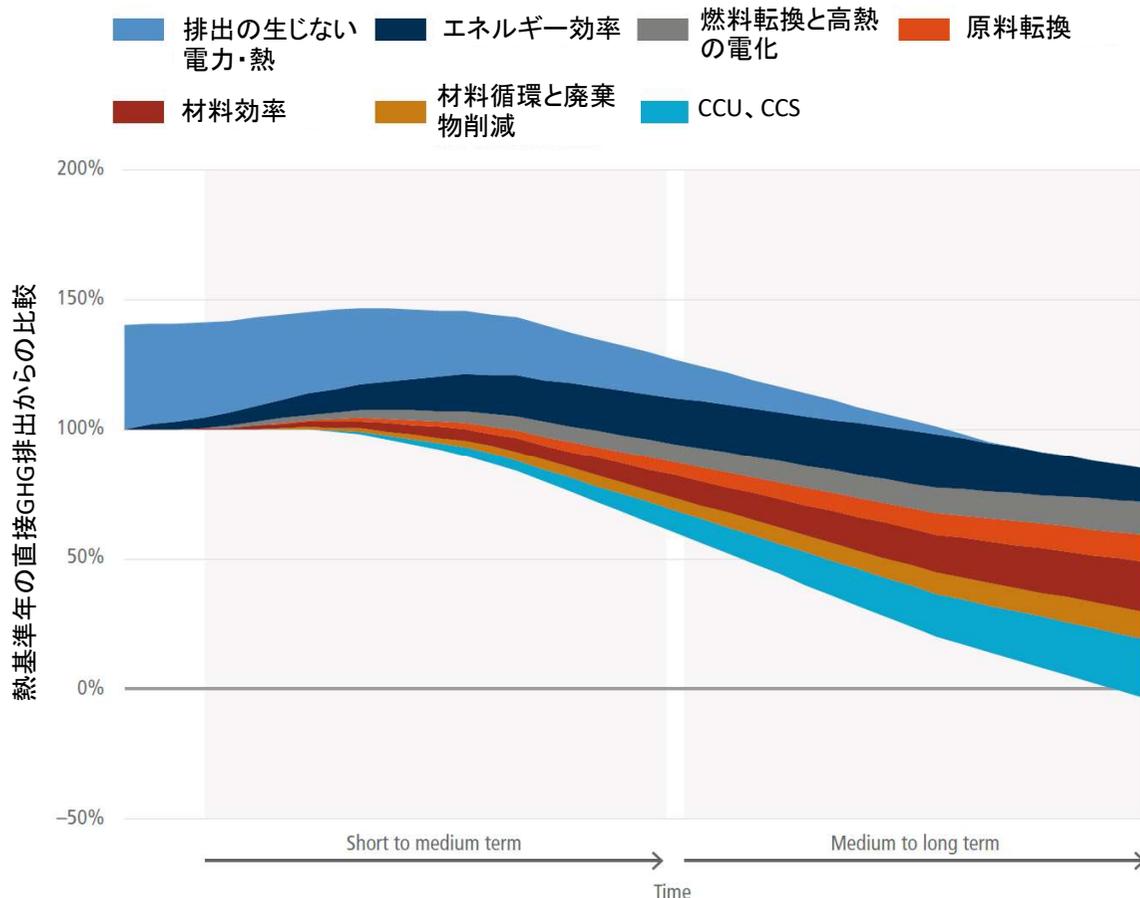
出所: AR6/WG3 6章 図6.3 (a),(c)

# 産業部門の緩和策

■ 産業部門由来のCO<sub>2</sub>排出を正味ゼロにすることは、困難であるが可能である。産業由来の排出量の削減には、削減技術や生産プロセスの革新的変化とともに、需要管理、エネルギーと材料の効率化、循環型の物質フローを含む全ての緩和対策を促進するためのバリューチェーン全体での協調行動を伴う。産業由来のGHGの正味ゼロ排出への推進は、低及びゼロGHG排出の電力、水素、燃料と炭素管理を用いた新しい生産プロセスの導入により可能となる。(確信度が高い)。

(AR6/WG3 SPM C.5)

産業分野のゼロ排出に向けた各緩和策の構成及び貢献見通し

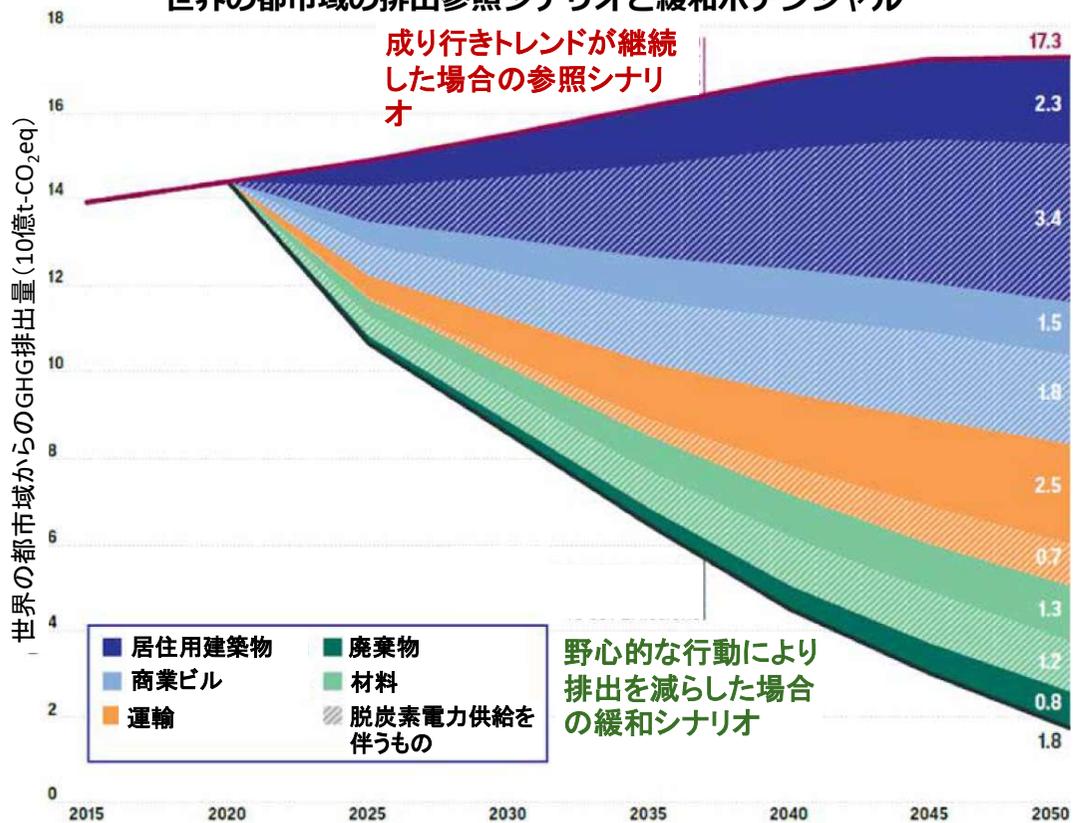


	短期から中期	中期から長期
生産の脱炭素化	低炭素電力・熱供給による間接的排出削減	排出の生じない電力と高温暖房の提供
	適用可能な最良技術によるエネルギー効率の改善	エネルギー効率の熱力学的な最小化への接近
	燃料転換、高熱過程へのバイオマス及び電力利用	低炭素電力の更なる利用とグリーン水素の利用
	高炭素原料の部分的な代替	基本資材の生産に対するゼロ排出原料(バイオマス、グリーン水素)の利用
	小規模及び分野の一部高濃度CO <sub>2</sub> フローのCCUS	大規模及び広域高濃度CO <sub>2</sub> フローと燃焼後のCCUS
需要の脱炭素化	材料効率化と材料代替	エコデザイン、材料効率化、需要の削減
	リサイクル率の向上	循環材料フローと効果的な産業廃棄物管理

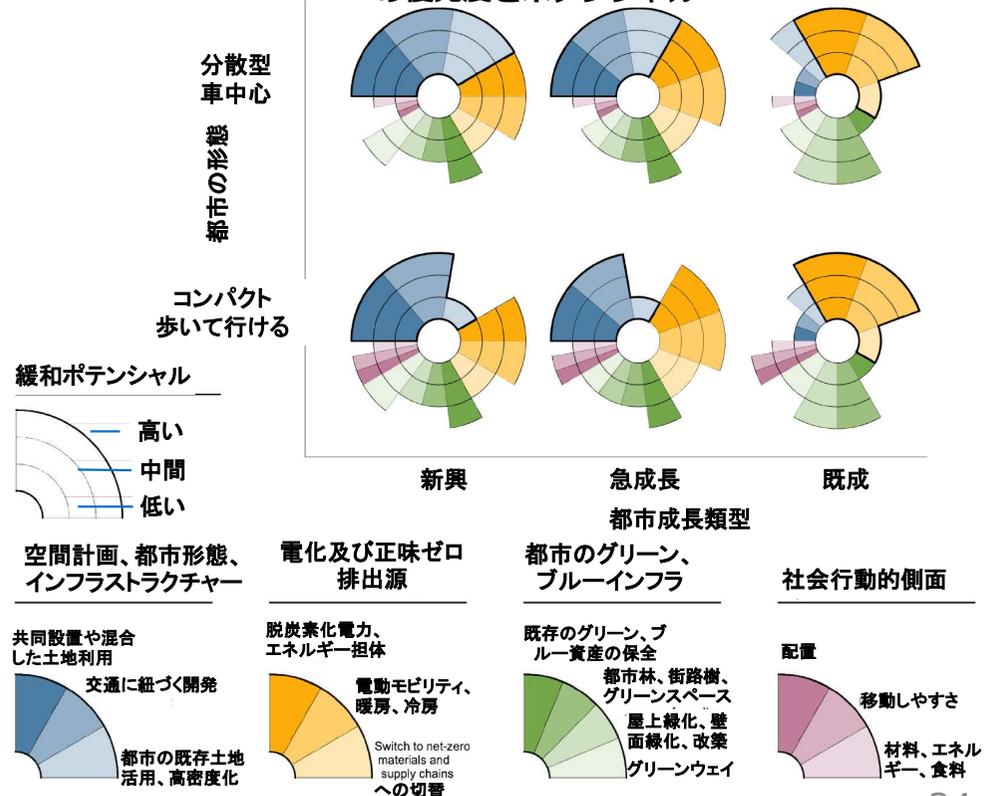
# 都市の緩和策

■ 都市域は、正味ゼロ排出に向かう低排出開発経路の中で、インフラと都市形態の体系的な移行を通して、資源効率を高めGHG排出量を大幅に削減する機会を生み出さう。確立された都市、急成長中の都市、そして新興都市にとっての野心的な緩和努力は、1) エネルギーと物質の消費量の削減または消費(形態)の変更、2) 電化、及び3) 都市環境における炭素吸収と貯留の強化を含む。都市は正味ゼロ排出を達成しうるが、それは、サプライチェーンを通じてその管轄境界の内外で排出量が削減される場合に限られ、そうなれば他部門にわたり有益な連鎖的効果をもたらさう。(確信度が非常に高い)。(AR6/WG3 SPM C.6)

世界の都市域の排出参照シナリオと緩和ポテンシャル



都市の形態や成長の類型に応じた都市の緩和策戦略パッケージの優先度とポテンシャル

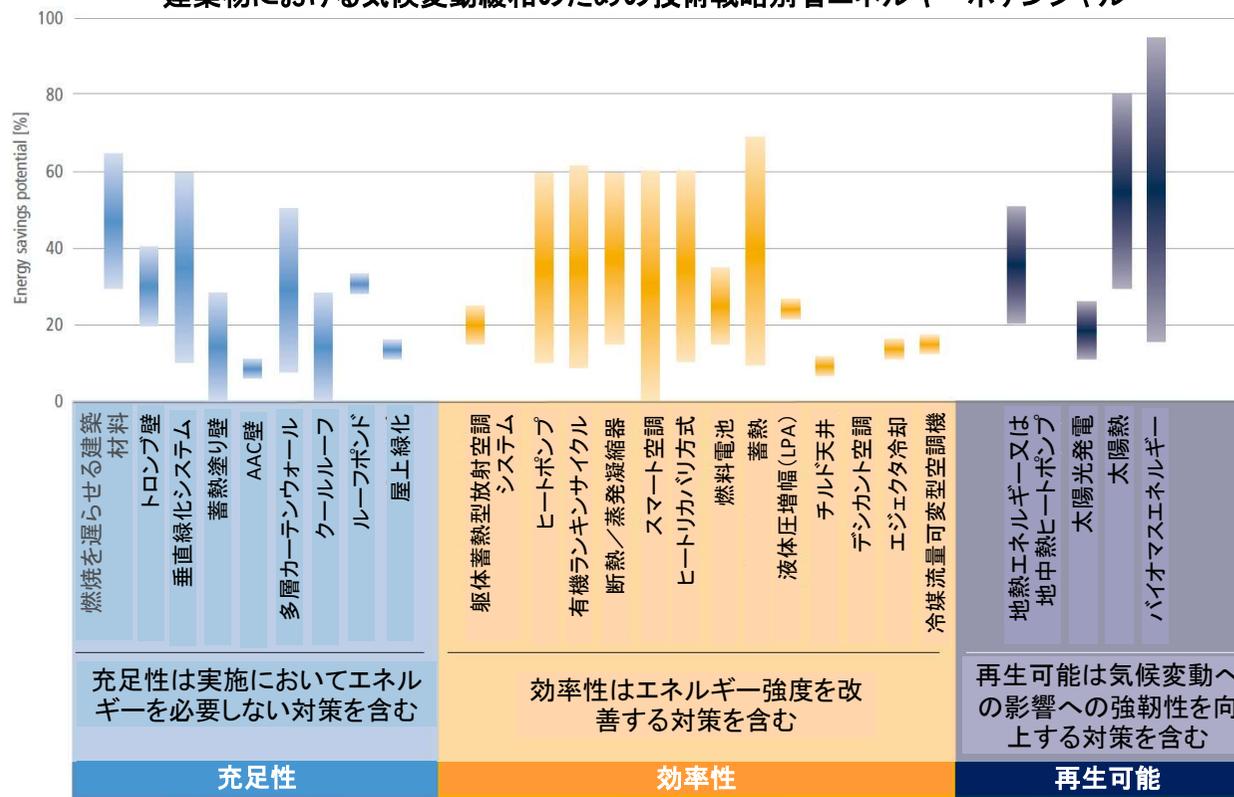


# 建築物の緩和策

■ モデル化された世界全体のシナリオでは、野心的な充足性対策、省エネ対策、及び再生可能エネルギー対策を組み合わせた政策パッケージが効果的に実施され、脱炭素化への障壁が取り除かれた場合、改修された既存の建物とこれから建設される建物は、2050年に正味ゼロのGHG排出量に近づくと予測される。野心度の低い政策は、何十年にもわたって、建物の炭素ロックイン(固定化)を起こすリスクを増大させる。一方、適切に設計され、効果的に実施される緩和介入策は、新築の建物と改修された既存の建物の両方において、将来の気候に建物を適応させながら、すべての地域においてSDGs達成に貢献する大きな潜在的可能性を有する。(確信度が高い)。

(AR6/WG3 SPM C.7)

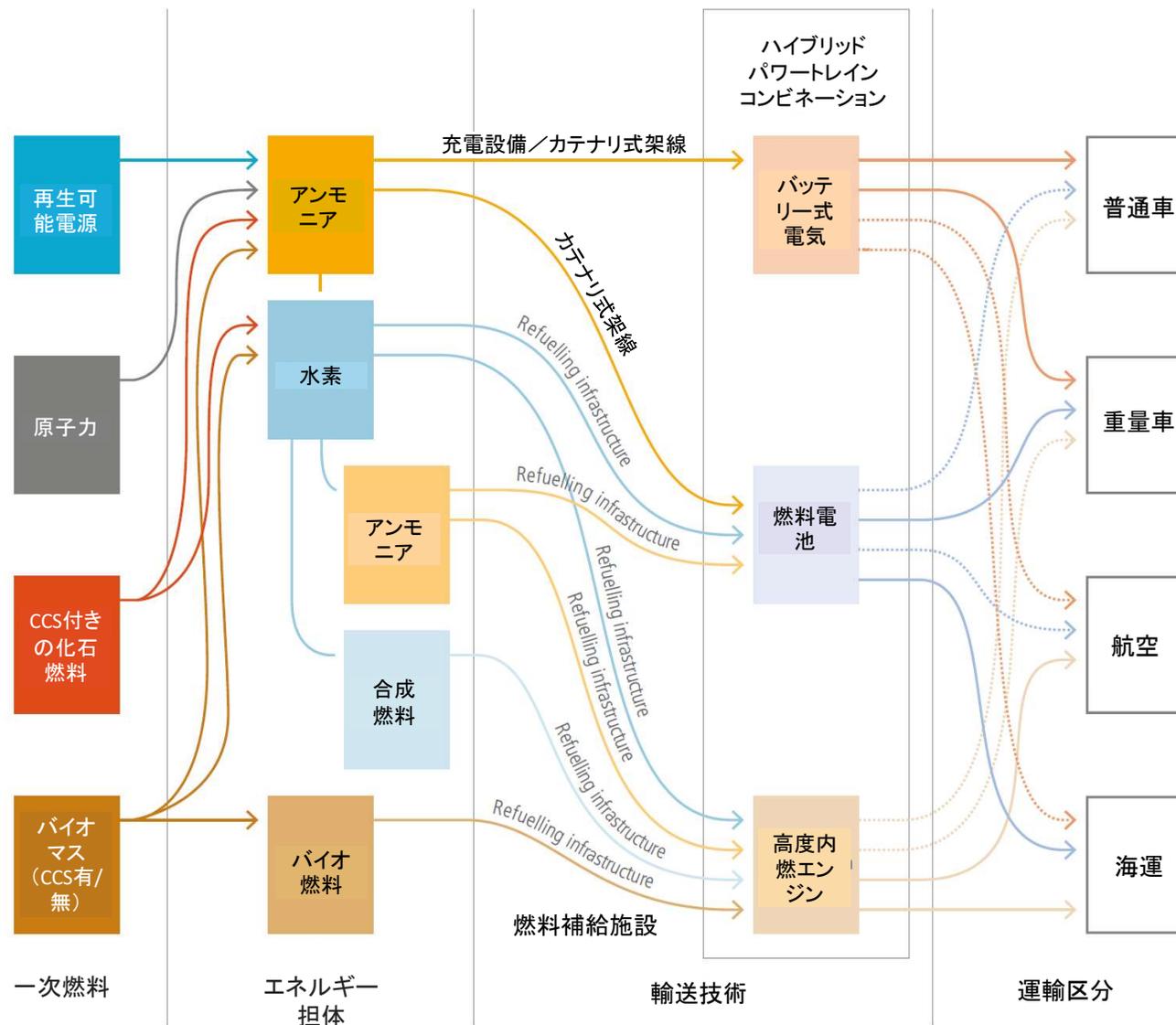
建築物における気候変動緩和のための技術戦略別省エネルギーポテンシャル



# 運輸分野の緩和策

■ 需要側のオプションと低GHG排出技術は、先進国における輸送部門の排出量を削減し、開発途上国における排出量増加を抑制しうる(確信度が高い)。 (AR6/WG3 SPM C.8)

低炭素技術へのエネルギー経路



## 運輸分野の緩和策

- 需要に焦点を当てた介入策はすべての輸送サービスに対する需要を削減し、よりエネルギー効率の高い輸送方式への移行を支援しうる(確信度が中程度)。
- 低排出電力を動力源とする電気自動車は、陸上輸送について、ライフサイクルベースで大きな脱炭素化ポテンシャルを提供しうる(確信度が高い)。
- 持続可能なバイオ燃料は、陸上輸送において、短期・中期的にさらなる緩和効果をもたらしうる(確信度が中程度)。
- 持続可能なバイオ燃料、低排出の水素とその派生物質(合成燃料を含む)は、海上輸送、航空輸送、及び重量車による陸上輸送由来のCO<sub>2</sub>排出の緩和を支援しうるが、生産プロセスの改善とコスト削減を必要とする(確信度が中程度)。
- 運輸部門における多くの緩和戦略は、大気質の改善、健康上の便益、交通サービスへの衡平なアクセス、渋滞の軽減、材料需要の削減など、様々な共便益(コベネフィット)をもたらすだろう(確信度が高い)。

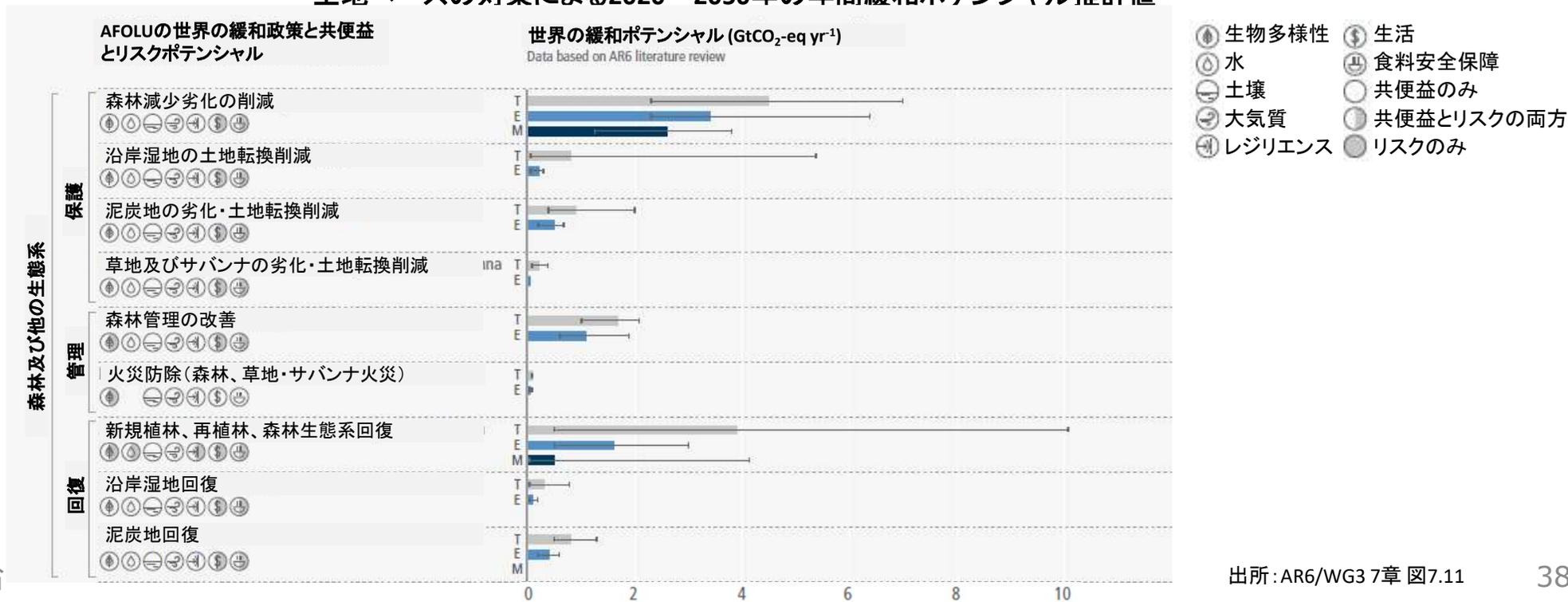
(AR6/WG3 SPM C.8)

# 農業、林業、その他土地利用の緩和策 (1/2)

■ 農業、林業、その他土地利用 (AFOLU) の緩和オプションは、持続可能な方法で実施された場合、大規模な GHG 排出削減と除去の促進をもたらしうるが、他の部門における行動の遅れを完全に補うことはできない。加えて、持続可能な方法で調達された農林産物は、他の部門において、より GHG 排出量の多い製品の代わりに使用しうる。実施を阻む障壁やトレードオフは、気候変動の影響、土地に対する競合需要、食料安全保障や生計との競合、土地の所有や管理制度の複雑さ及び文化的側面などから生じるかもしれない。共便益 (コベネフィット) (生物多様性の保全、生態系サービス、生計など) を提供し、リスクを回避する (例えば、気候変動への適応を通して) ための、国ごとに特有の機会が多く存在する。(確信度が高い)。

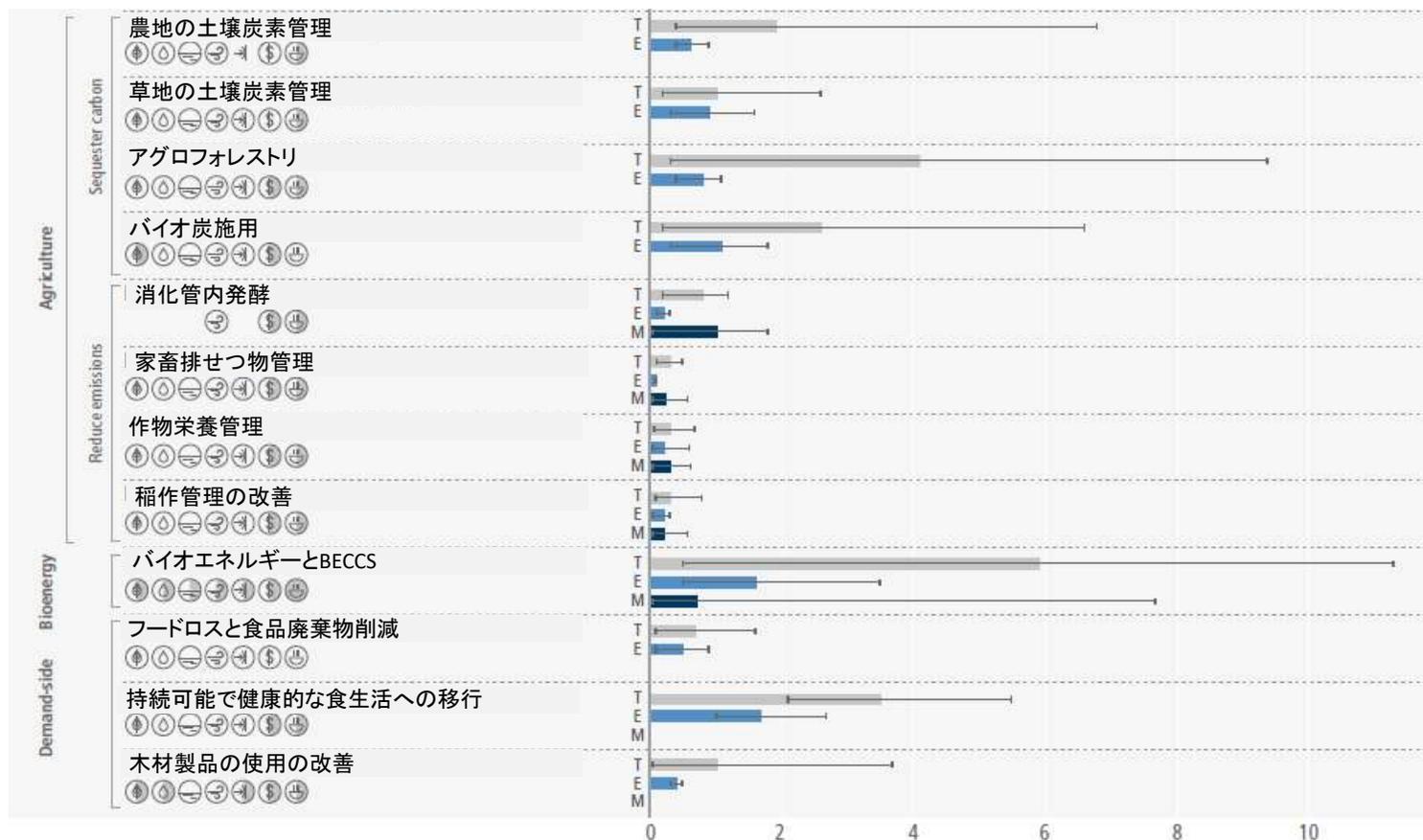
(AR6/WG3 SPM C.9)

土地ベースの対策による2020~2050年の年間緩和ポテンシャル推計値



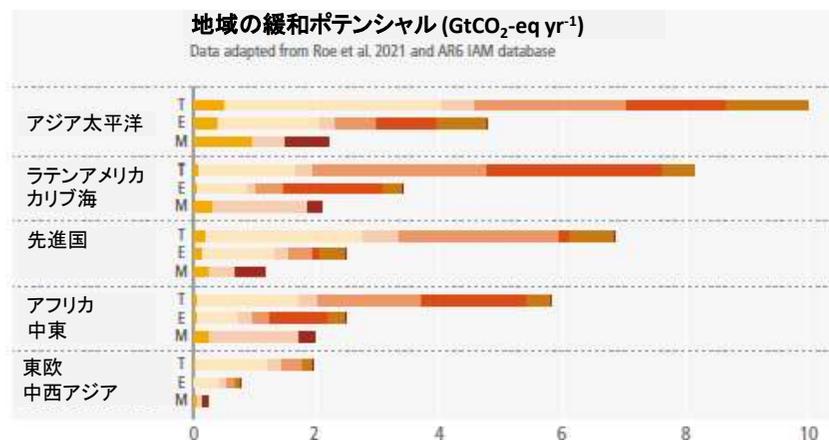
# 農業、林業、その他土地利用の緩和策 (2/2)

土地ベースの対策による2020~2050年の年間緩和ポテンシャル推計値



- 🌿 生物多様性
- 💧 水
- 🌱 土壌
- 🌬️ 大気質
- 🛡️ レジリエンス
- 💰 生活
- 🍴 食料安全保障
- 👥 共便益のみ
- 👥 共便益とリスクの両方
- ⚠️ リスクのみ

研究開発は、すべての対策にとっての鍵である。農業のCH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oの緩和は、コスト、農業システムの多様性と複雑さ、農業の収量を増加させる必要性の高まり、及び家畜製品の需要の増加によって、制約を受ける。

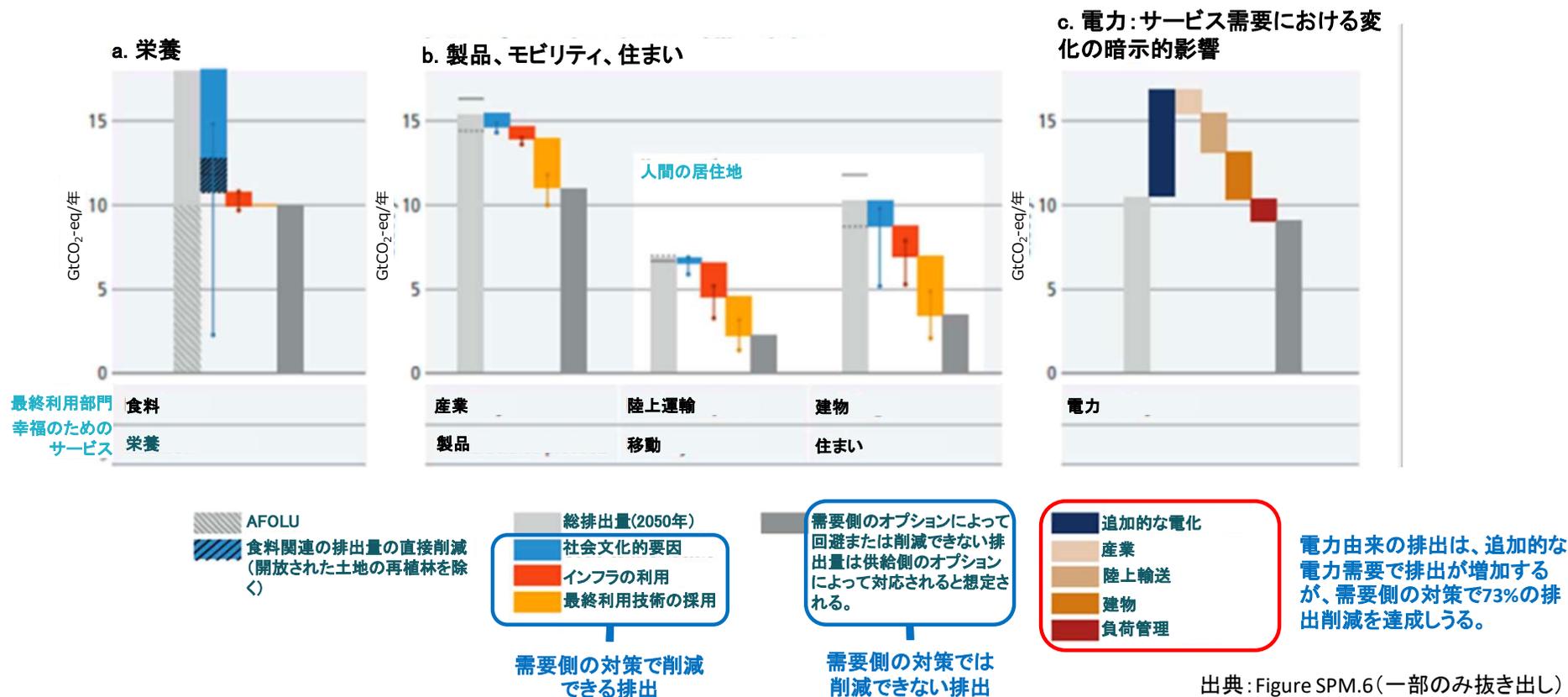


- T: 技術ポテンシャル
- E: 経済的ポテンシャル (100米ドル tCO<sub>2</sub>-eq)
- M: IAMポテンシャル (100米ドル tCO<sub>2</sub>-eq)
- 農業: 炭素固定
- 農業: 排出削減
- 森林その他生態系: 管理
- 森林その他生態系: 保護
- 森林その他生態系: 回復
- 需要サイド: 食料、食品ロス/廃棄物
- BECCS

# 需要側の緩和策

■ 需要側の緩和には、インフラ利用の変化、エンドユース技術の採用、及び社会文化的変化及び行動の変容が含まれる。需要側の対策とエンドユースサービスの新しい提供方法によって、エンドユース部門における世界全体のGHG排出量をベースラインシナリオに比べて2050年までに40~70%削減しうる一方で、いくつかの地域や社会経済集団は、追加のエネルギーや資源を必要とする。需要側の緩和対応策は、全ての人々の基本的幸福の向上と整合的である。(確信度が高い)。  
 (AR6/WG3 SPM C.10)

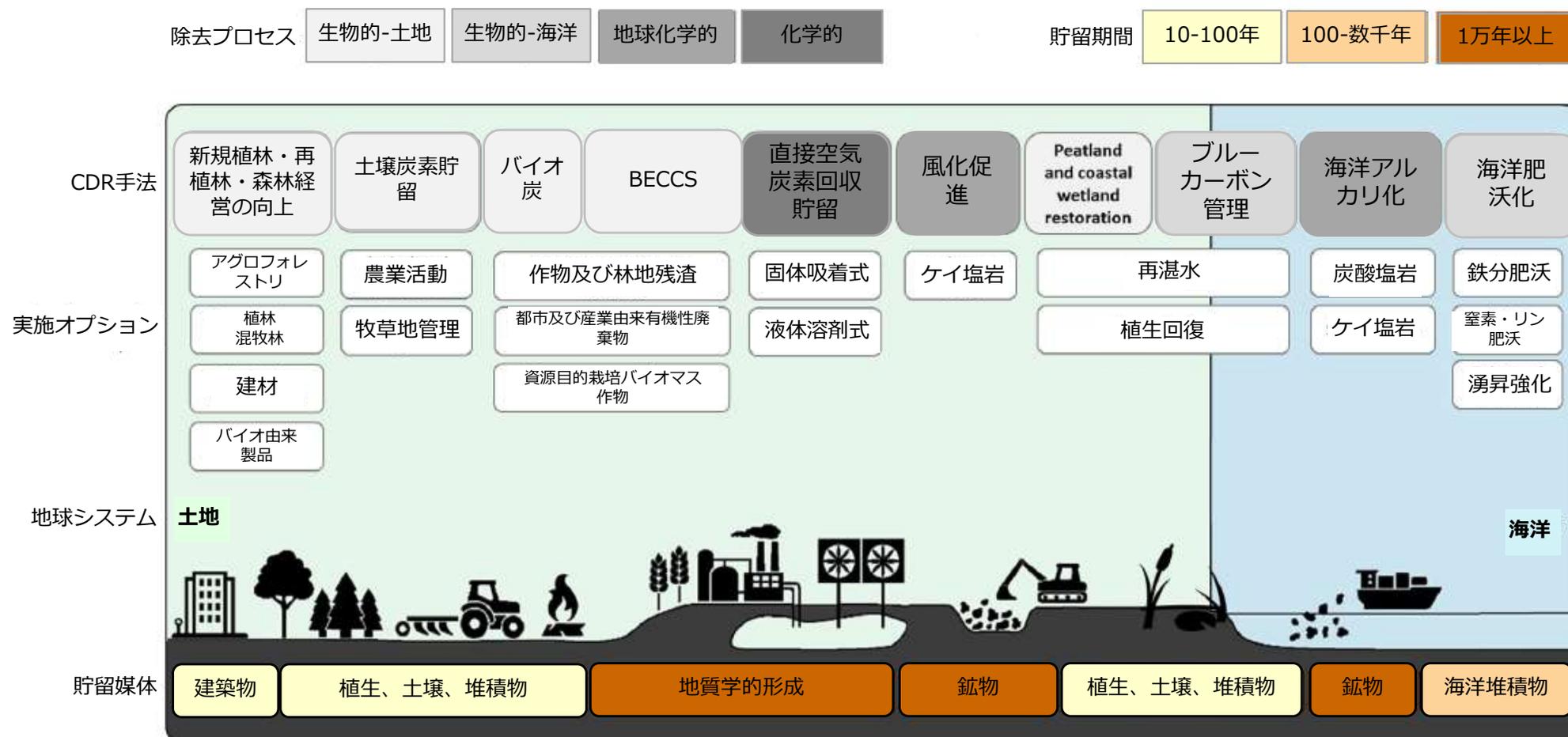
需要側の緩和は、社会文化的な要因、インフラの設計・利用、及び最終利用技術の採用において2050年までに起こる変化を通じて達成しうる。



# 二酸化炭素除去 (Carbon Dioxide Removals)

■ CO<sub>2</sub>又はGHGの正味ゼロを達成しようとするならば、削減が困難な残余排出量を相殺するCDRの導入は避けられない。導入の規模と時期は、各部門における総排出削減量の軌道次第である。CDR導入の拡大は、特に大規模な場合、実現可能性と持続可能性の制約に対処するための効果的なアプローチの開発に依存する。(確信度が高い)

(AR6/WG3 SPM C.11)



# 各分野の緩和対策の費用とポテンシャル

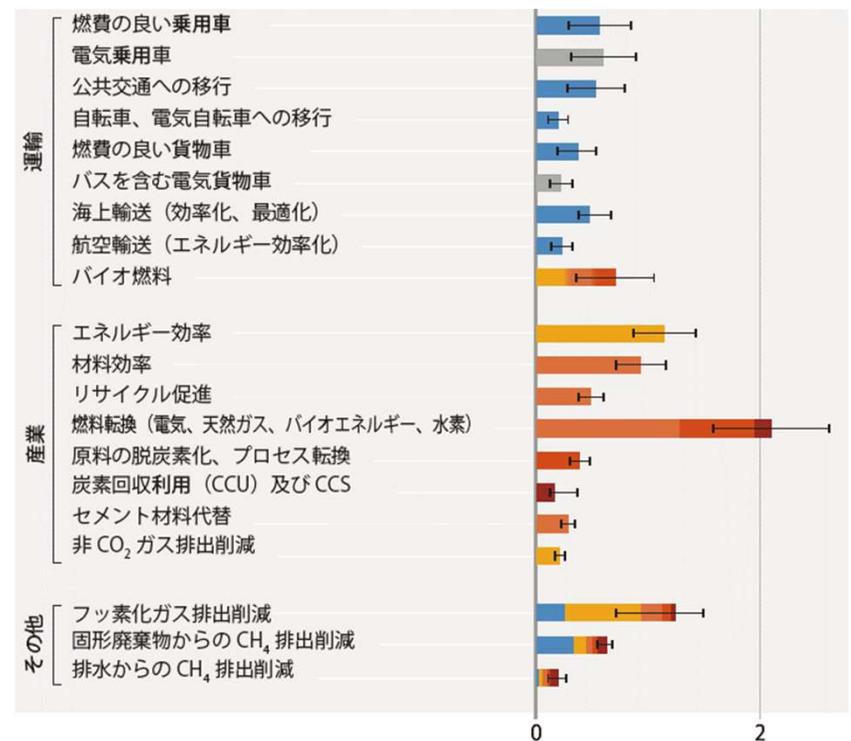
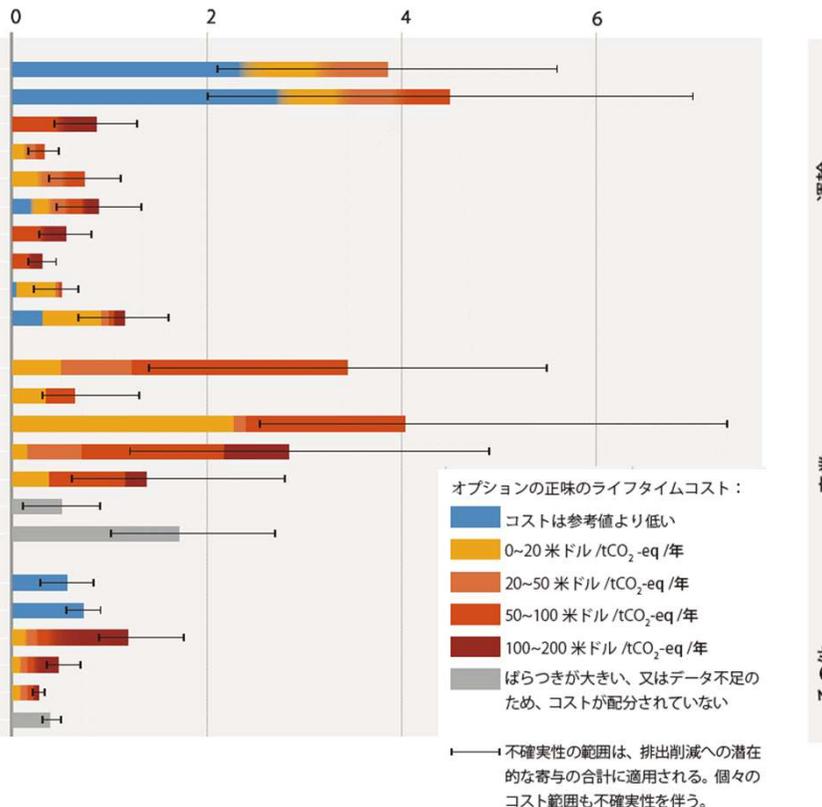
- 100米ドル/トンCO<sub>2</sub>換算以下のコストの緩和オプションにより、世界全体のGHG排出量を2030年までに少なくとも2019年レベルの半分に削減しうるだろう(確信度が高い)。
- モデル化された経路において、世界のGDPは引き続き成長するが、気候変動による損害の回避や適応コストの削減による緩和対策の経済的利益を考慮しない場合、現行の政策を超える緩和を行わない経路と比べて、2050年には数パーセント低くなる。

(AR6/WG3 SPM C.12)

多くの緩和オプションが2030年までの純排出を大きく削減するポテンシャルを持つが、ポテンシャルとコストの関係は国の状況や2030年より長期間では変わる  
また、変動性再生可能エネルギーの系統 統合化費用など、一部、考慮されていない費用もある。

緩和オプション

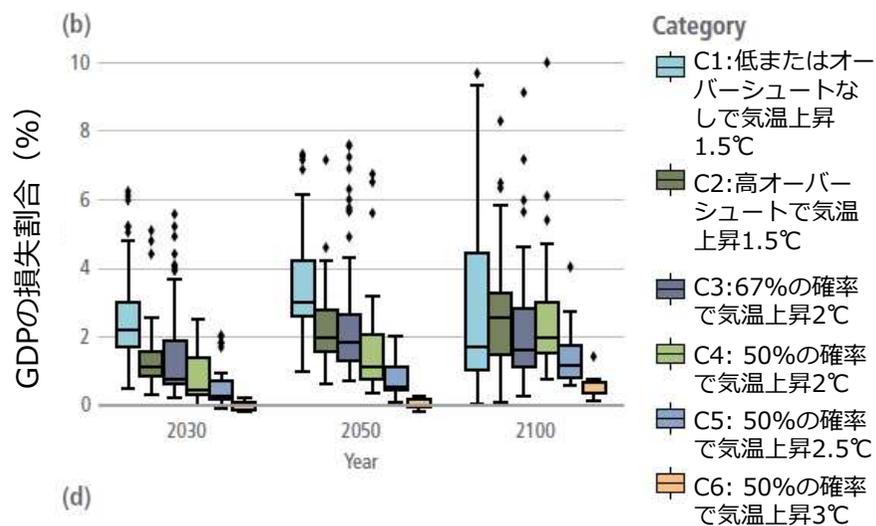
2030年の正味排出量削減への潜在的寄与度 (GtCO<sub>2</sub>-eq/年)



# 各分野の緩和対策の費用とポテンシャル

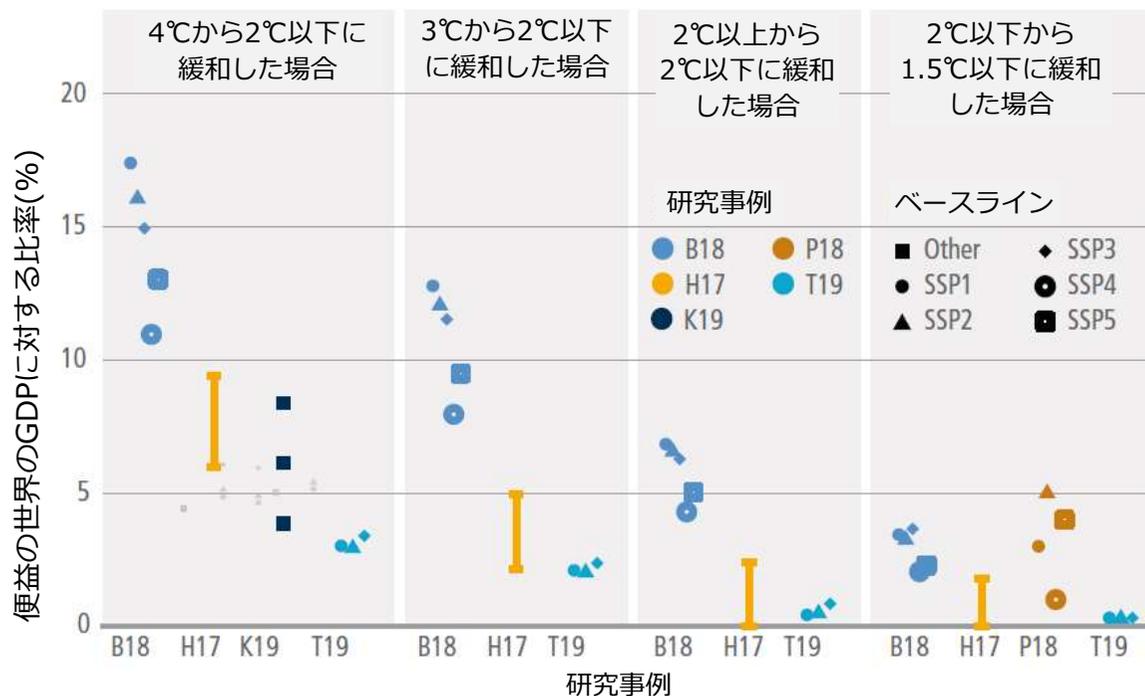
■ 温暖化を2°Cに抑えることの世界規模の経済効果は、評価された文献のほとんどにおいて緩和コストを上回ると報告されている(確信度が中程度)。 (AR6/WG3 SPM C.12)

ベースライン(気候変動影響の損失を考慮しない場合)と比較した、各緩和経路におけるGDPの損失割合



緩和策の実施は経済活動、消費活動の減衰を伴う。各経路におけるGDP比の損失割合の中央値は~3%程度。

2100年における気候変動影響の回避による緩和策の世界の累計経済的便益



P18: Pretis et al. (2018), B18: Burke et al. (2018), K19: Khan et al. (2019), T19: Takakura et al. (2019), H17: Howard & Sterner (2017)

気温上昇に伴い、気候変動の影響に伴う経済的な損失が発生する。気温上昇を一定幅に抑えた場合に回避できる経済的損失を推計すると、左図で推計されているGDPの損失幅より大きな便益が計算されている研究が多い。

※緩和活動により気温上昇が表示された気温上昇幅の下限に収まった場合の2100年までの累計経済便益(上限と下限の場合の差を経済的便益とし、GDP比の割合で表示)。色のついた点と線が、評価結果を取りまとめた文献による結果。経済便益の評価結果は、計算に用いたシナリオや仮定が一貫していないことがあるため、様々な研究で評価されている気候変動による損害の推計結果から直接計算できる関係とはなっていない。

# 第3章. 緩和、適応、持続可能な開発の連携

---

# 気候行動とSDGsの相乗効果・トレードオフ (1/2)

- 気候変動の影響を緩和し、適応するための加速した衡平な気候行動は、持続可能な開発のために非常に重要である。気候変動行動もまたいくつかのトレードオフをもたらす。個々のオプションのトレードオフは、政策設計により管理することができる。
- 国連の「持続可能な開発のための2030アジェンダ」の下で採択された持続可能な開発目標(SDGs)は、持続可能な開発の文脈において緩和オプションの含意を気候行動の評価基準として利用することができる。(確信度が高い) (AR6/WG3 SPM D.1)

部門別、システム別の緩和オプションとSDGs間の相乗効果とトレードオフ



\*1 農地/草地の土壌炭素管理/アグロフォレストリー/バイオ炭  
\*2 森林減少/泥炭地や沿岸湿地の消失・劣化

\*3 木材/バイオマス/原料  
\*4 2つの確信度レベルの低い方を報告

\*5 わずかな文献のため評価せず

# 気候行動とSDGsの相乗効果・トレードオフ (2/2)

部門別、システム別の緩和オプションとSDGs間の相乗効果とトレードオフ(続き)

部門別・システム別緩和オプション

持続可能な開発目標との関係

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 14 15 16 17

部門	緩和オプション	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17
都市システム	都市域の土地利用と空間設計	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	都市エネルギーシステムの電化	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	地域暖冷房網	+	-	+				+	+	+		+	+			+	+
	都市域のグリーン及びブルーインフラ	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	廃棄物の防止 / 最小化 / 管理	+	+	+			+		+		+		+	+	+	+	+
	部門、戦略、イノベーションの統合	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
建築	需要側の管理	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+				
	高エネルギー効率の建物外被	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+			+	+
	効率のよい暖房 / 換気 / 空調 (HVAC)	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+				
	効率のよい電化機器	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	
	建築の設計と性能	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+			+	+
	再エネのオンサイト及び近接生産利用	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
	建築工法の変更と循環経済			+			+	+	+	+	+	+	+				+
	建築材料の変更			+			+	+	+	+	+	+	+			-	+
運輸	燃費の良い乗用車	+	+				+	+				+				+	
	電気乗用車		+				+	+	+	+	+	+	+				
	公共交通へ転換	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+				
	自転車、電気自転車、無動力輸送へ転換	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+			+	
	燃費の良い貨物車	+	+				+	+								+	
	(電化を含め) 燃料転換した貨物車		+				+	+	+				+				
	海運の効率 / 物流の最適化 / 新燃料						+	+	+								
	航空 - エネルギー効率、新燃料						+	+	+								
	バイオ燃料		+	+			+	+	+			+		+	+	+	+
	産業	エネルギー効率		+				+	+	+							
材料効率と需要削減							+	+	+				+				
材料の循環			+				+	+	+			+	+	+	+		+
電化		+	+	+		+	+	+								-	
CCS 及び炭素回収利用 (CCU)				+			-	+	+		+					-	

WG3報告書の第6章～第11章の各分野に関する章において、緩和活動とSDGsの間の相乗効果とトレードオフについて定性的な評価が実施されており、本図はその内容をまとめたもの。

関連する持続可能な開発目標:

- 1 貧困撲滅
- 2 飢餓ゼロ
- 3 健康と福祉
- 4 質の高い教育
- 5 ジェンダー平等
- 6 安全な水と衛生
- 7 入手可能なクリーンエネルギー
- 8 働きがいと高度成長
- 9 産業と技術革新、インフラ
- 10 不平等をなくす
- 11 持続可能な街とコミュニティ
- 12 責任ある消費と生産
- 13 気候行動
- 14 海の豊かさ
- 15 陸の豊かさ
- 16 平和、公正と強力な制度
- 17 パートナーシップで目標達成

関係性の種類:

- 相乗効果
- トレードオフ
- 相乗効果とトレードオフ両方<sup>4</sup>
- 空欄は評価なしを示す<sup>5</sup>

確信度:

- 確信度が高い
- 確信度が中程度
- 確信度が低い

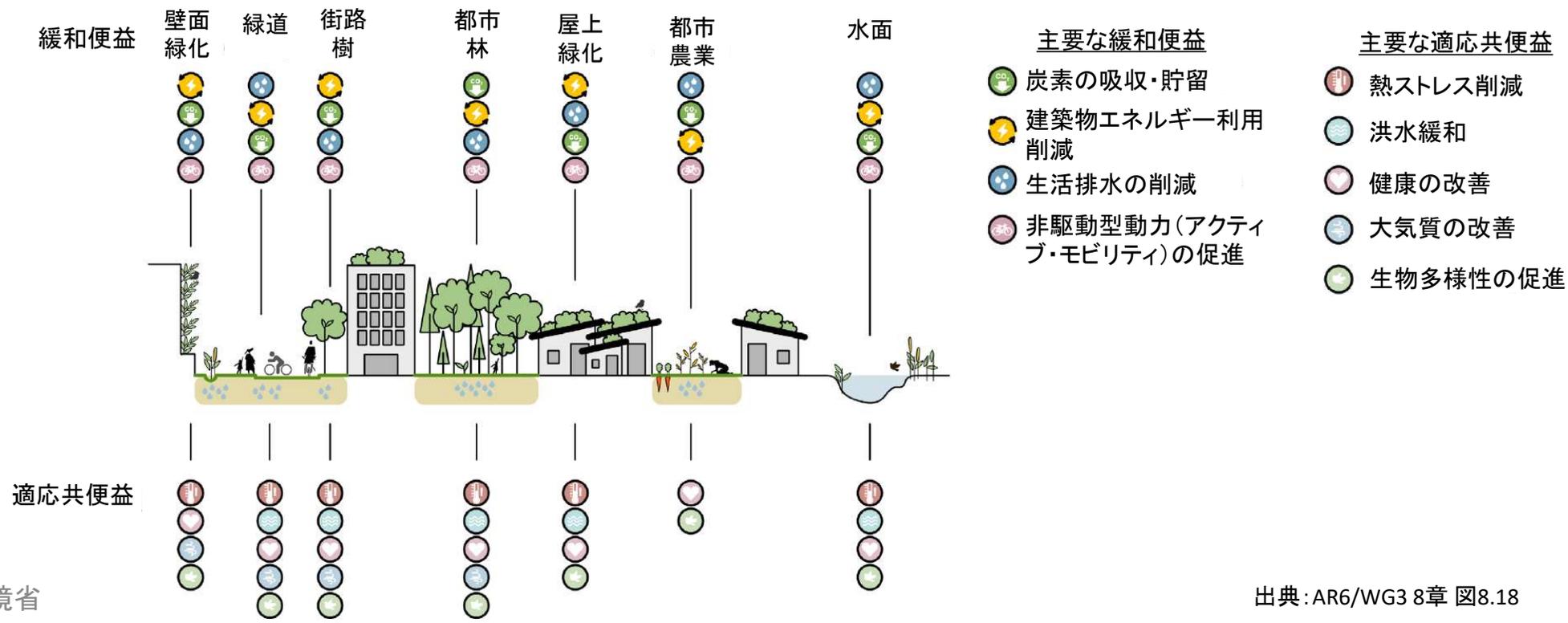
<sup>4</sup> 2つの確信度レベルの低い方を報告  
<sup>5</sup> わずかな文献のため評価せず

# 緩和・適応の相乗効果及びトレードオフ

■ 持続可能な開発、脆弱性及び気候リスクの間には強い関連性がある。特に開発途上国においては、経済的、社会的、制度的資源が限定的であるため、脆弱性が高く、適応能力が低い結果となる場合が多い（確信度が中程度）。いくつかの対応のオプションは、特に人間の居住地や土地管理において、そして生態系との関連において、緩和と適応の両方の成果をもたらす。しかし、陸域生態系と水域生態系は、一部の緩和行動によって、その実施次第では悪影響を受けうる（確信度が中程度）。協調的な部門横断的な政策と計画により、相乗効果を最大化し、緩和と適応の間のトレードオフを回避または低減する（確信度が高い）。

(AR6/WG3 SPM D.2)

緩和、適応と持続可能な開発の共便益の例（都市の緑と水のインフラストラクチャー）



## 衡平性と公正な移行は、気候変動対策を加速するための野心の深化につながる可能性がある

- 強化された緩和や、持続可能性に向けて開発経路を移行させるためのより広範な行動は、国内及び国家間に分配的な影響をもたらす。衡平性への配慮や、全ての規模における意思決定への全ての関係者の幅広く有意義な参加は、社会的信頼を築き、変革への支持を深め、広げうる。(確信度が高い)。(AR6/WG3 SPM D.3)

### 「公正な移行(Just Transition)」とは

高炭素経済から低炭素経済への移行において、いかなる人々、労働者、場所、部門、国、地域も取り残されないようにすることを目的とした一連の原則、プロセス、実践。

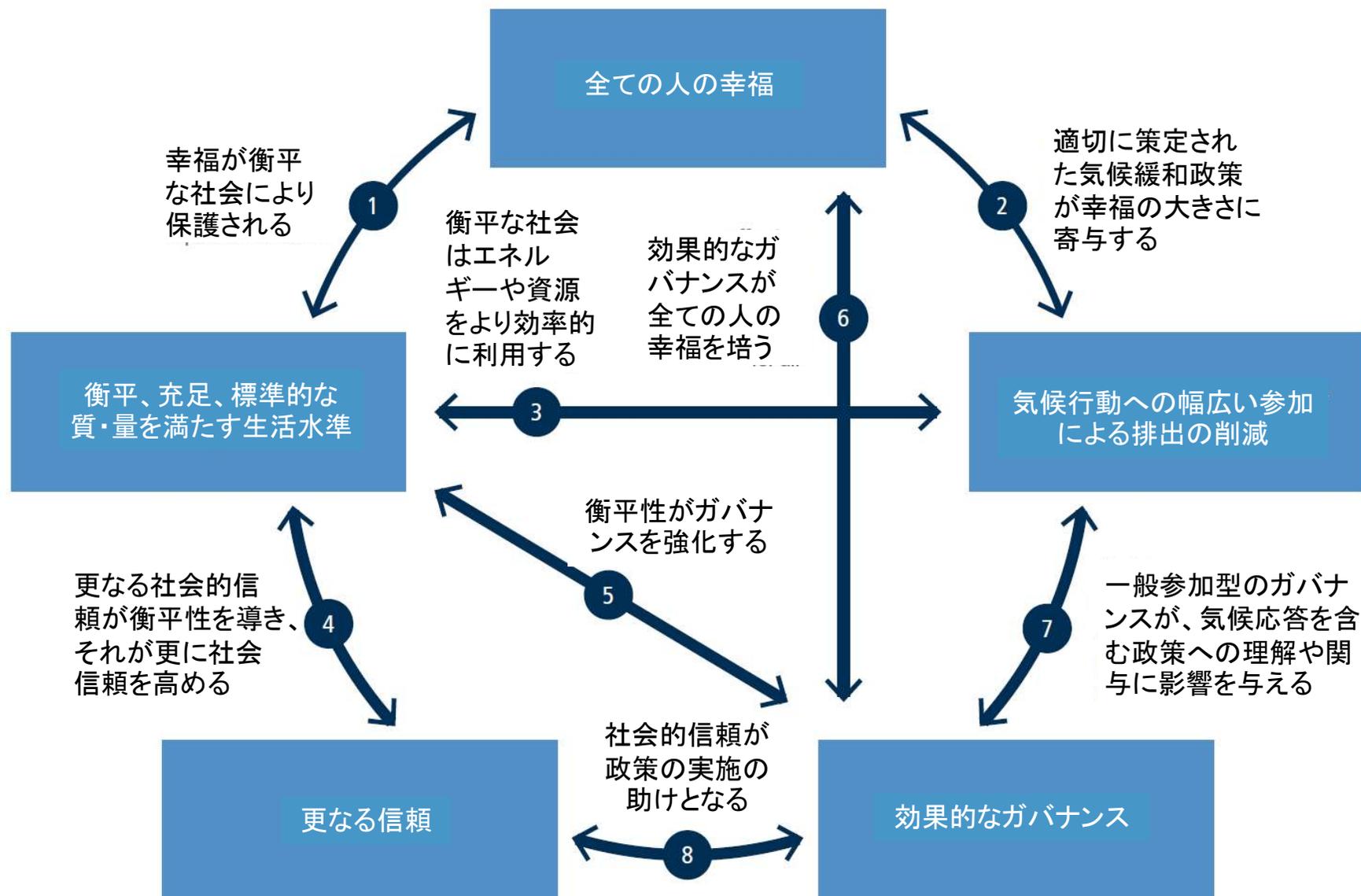
公正な移行の主要原則には以下がある。

- 脆弱なグループの尊重と尊厳
- エネルギーへのアクセス・利用の公正さ
- 社会的対話・ステークホルダーとの民主的な協議
- 働きがいのある人間らしい雇用の創出
- 社会的保護
- 労働における権利

(AR6/WG3 用語集より作成)

# 衡平性への配慮やすべての関係者の参加が信頼を築く

幸福、衡平性、信頼、ガバナンスと気候緩和には正のフィードバックがある

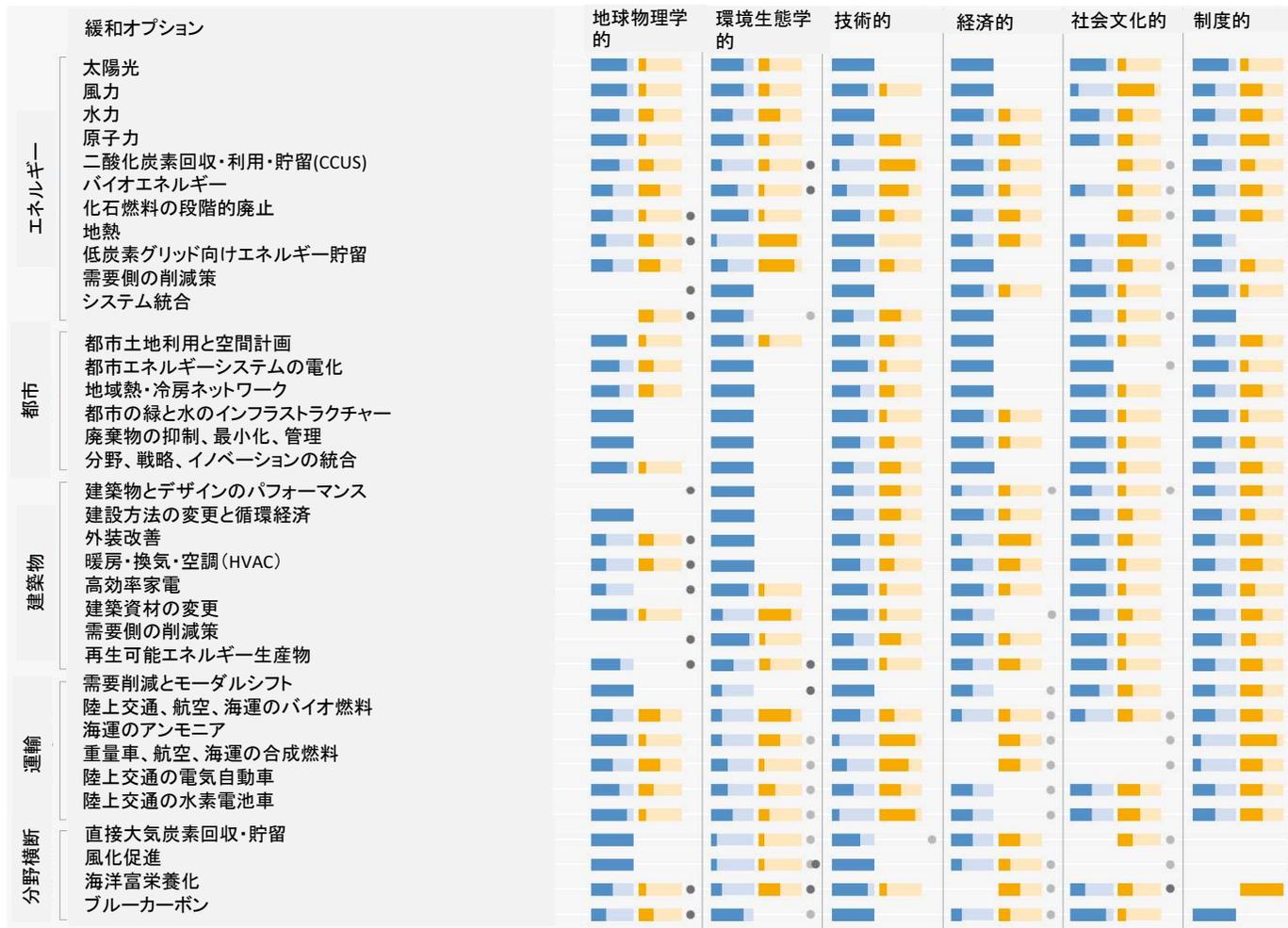


# 第4章. 対策の強化

---

# 実現可能な緩和オプション

■ 短期的に大規模展開が実現可能な緩和のオプションは複数ある。実現可能性は、部門や地域、能力、及び実施の速度と規模によって異なる。緩和オプションを広く展開するためには、実現可能性の障壁を削減又は除去し、可能にする条件を強化する必要があるだろう。これらの障壁と可能にする条件には、地球物理学的、環境生態学的、技術的、経済的、社会文化的、制度的な要因があり、特に、制度的要因と社会文化的要因がある。 (AR6/WG3 SPM E.1)

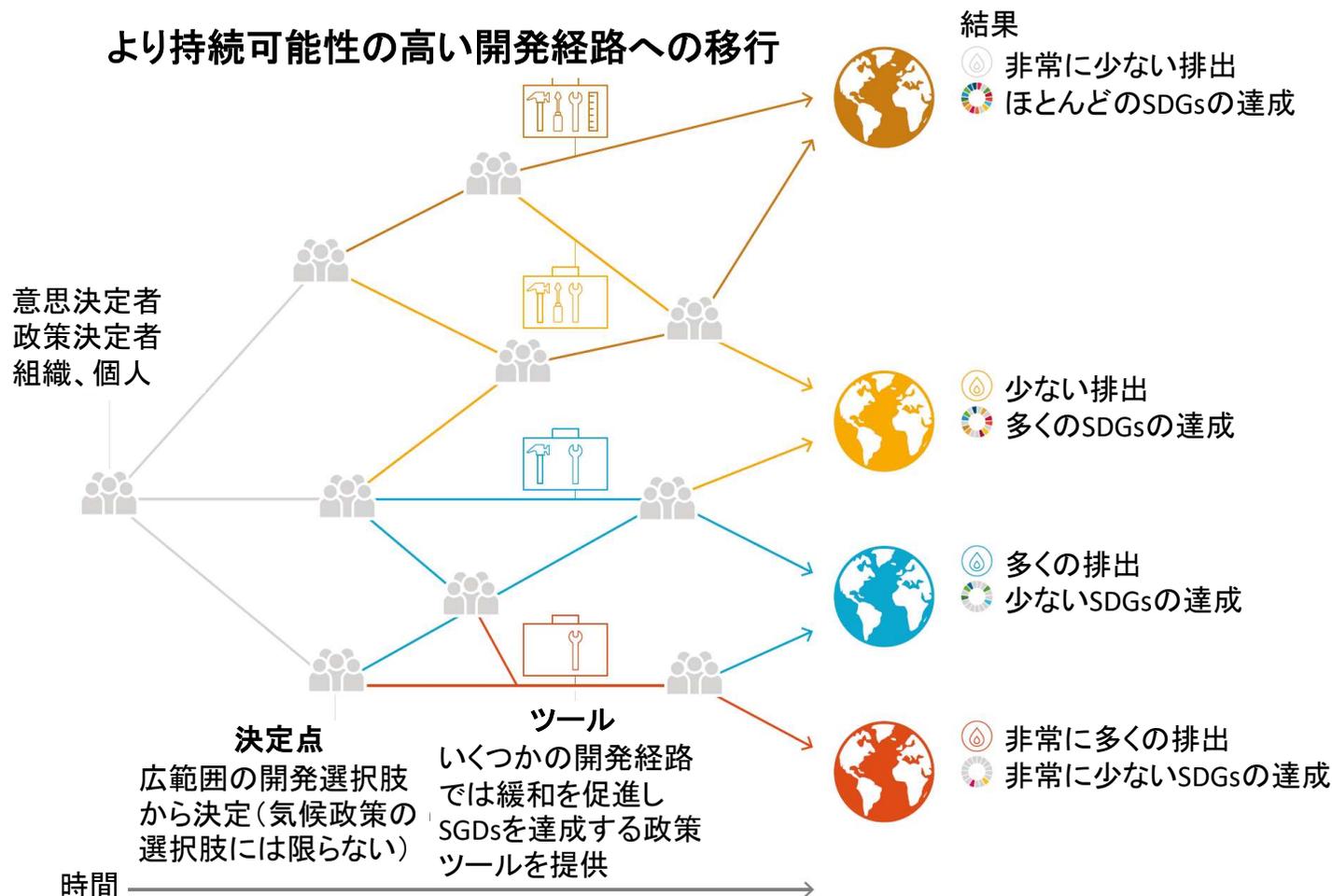


各緩和オプションにおいて、地球物理学的、環境生態学的、技術的、経済的、社会文化的、制度的な要因が、展開を可能にする、もしくは障壁になる状況の評価結果

# 持続可能な開発経路への移行

- 全ての国において、より広範な開発の文脈に組み込まれた緩和努力によって、排出削減の速度、深度、幅を増大させうる(確信度が中程度)。開発経路を持続可能性に向けて移行させる政策は、利用可能な緩和対策のポートフォリオを拡げ、開発目標とのシナジーの追求を可能にする(確信度が中程度)。開発経路を移行させ、システム全体にわたる緩和と変革を加速させる行動を、今、取ることができる(確信度が高い)。

(AR6/WG3 SPM E.2)



開発経路に対する鍵となる意思決定地点での、幅広い関係者による選択によって、各種障壁を克服し、緩和策を推進しその他のSDGsを達成するためのツールを提供することが出来る

# 気候ガバナンスによる緩和支援

- 気候ガバナンスは、各国の事情に基づき、法律、戦略、制度を通じて行動し、多様な主体が相互に関わる枠組みや、政策策定や実施のための基盤を提供することにより、緩和を支援する（確信度が中程度）。
- 気候ガバナンスは、それが複数の政策領域にわたって統合し、シナジーの実現とトレードオフの最小化を支援し、国と地方の政策決定レベルを結びつけるときに最も効果的なものとなる（確信度が高い）。
- 効果的で衡平な気候ガバナンスは、市民社会の主体、政治の主体、ビジネス、若者、労働者、メディア、先住民、地域コミュニティとの積極的な関与の上に成り立つ（確信度が中程度）。

(AR6/WG3 SPM E.3)

### 「気候ガバナンス」とは

民間及び公共の当事者が、気候変動を緩和し適応するための構造、プロセス、行動のこと。「ガバナンス」には、地域から世界全体までのいかなる地理的及び政治的な規模における、公式及び非公式な制度と関連する社会規範、ルール、法律・決定・管理・実施・計測に関する法制を定める手続きを含む。

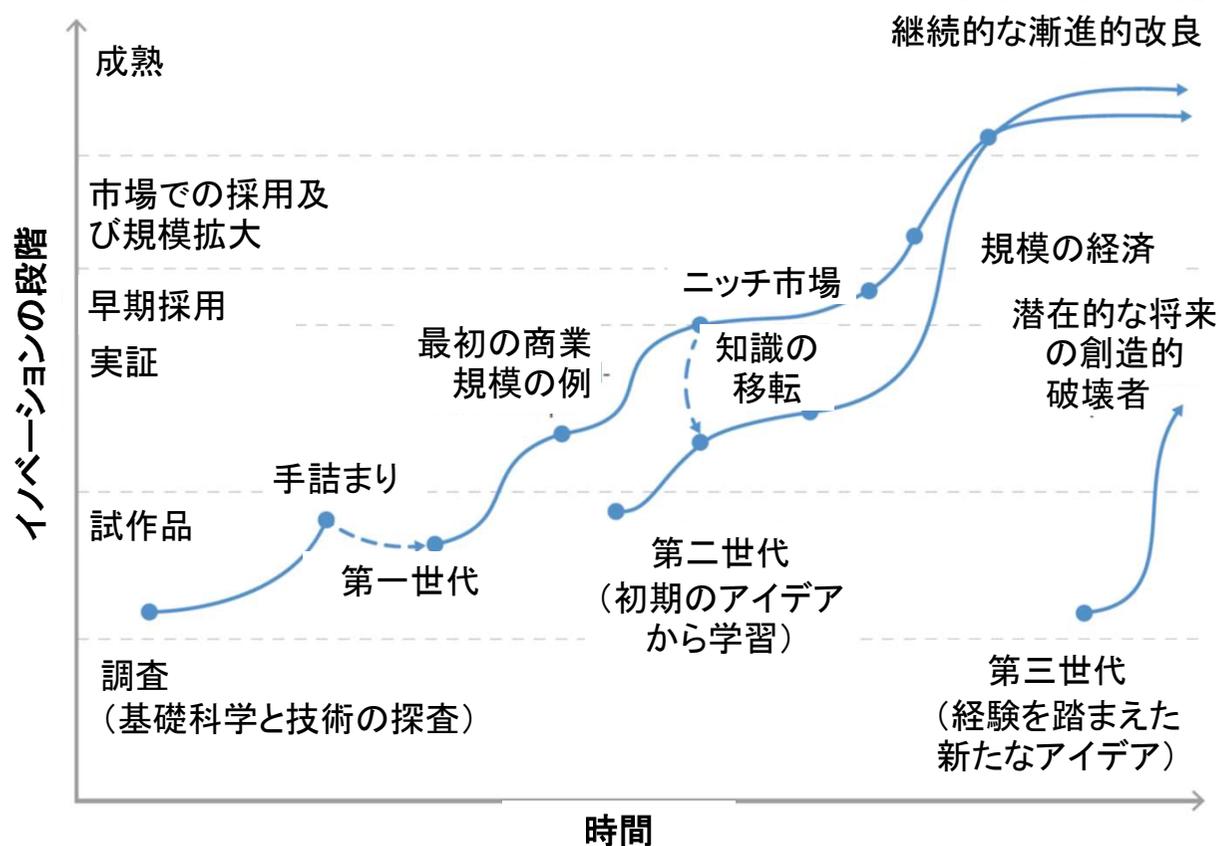
(AR6/WG3 用語集より作成)

# 規制的手段及び経済的手段によるイノベーション支援

■ 多くの規制的手段や経済的手段はすでに成功裏に展開されている。制度の設計は、公平性やその他の目標に対処するのに役立つ。これら制度は、規模を拡大し、より広範に適用すれば、大幅な排出量の削減を支援し、イノベーションを刺激する（確信度が高い）。

(AR6/WG3 SPM E.4)

技術的イノベーションの段階と、様々な公的な政策手段の関係



イノベーションを支援する公的政策手段

経済的及び金融的政策手段

市場創出  
(例: FiT、補助金、融資、調達、炭素価格)

技術実証

技術開発

調査

規制及びソフト的手段

再生可能基準

建築基準法

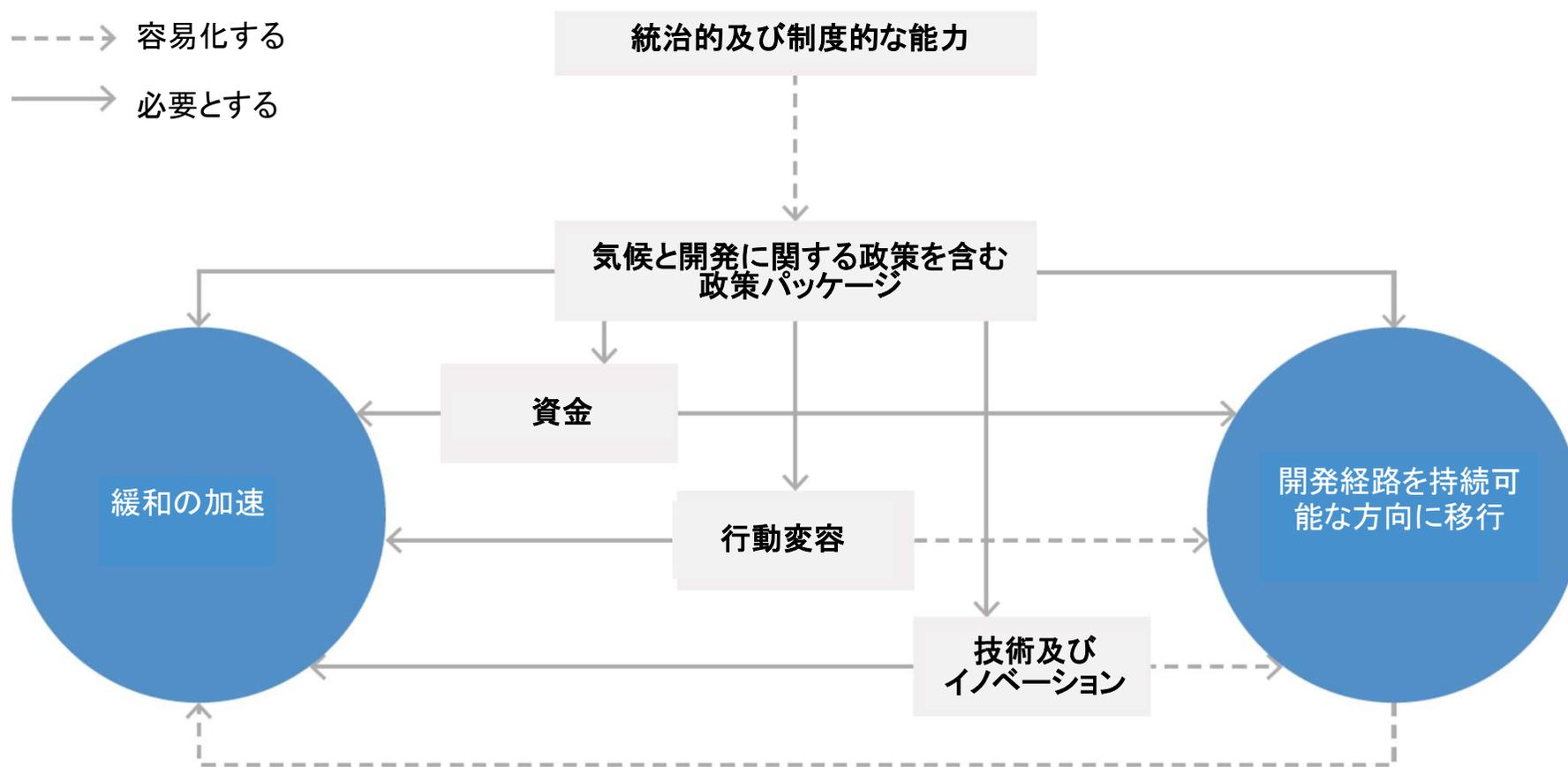
性能基準

情報提供、ラベル制度、義務購入

# 政策パッケージの支援による低排出な将来への移行

- イノベーションを可能にし、能力を構築する政策パッケージは、個々の政策よりも、衡平な低排出な将来への移行をよりよく支援できる（確信度が高い）。各国の状況に即した経済全体のパッケージは、排出量を削減し、開発経路を持続可能な方向にシフトさせつつ、短期的な経済目標を達成しうる（確信度が中程度）。  
(AR6/WG3 SPM E.4)

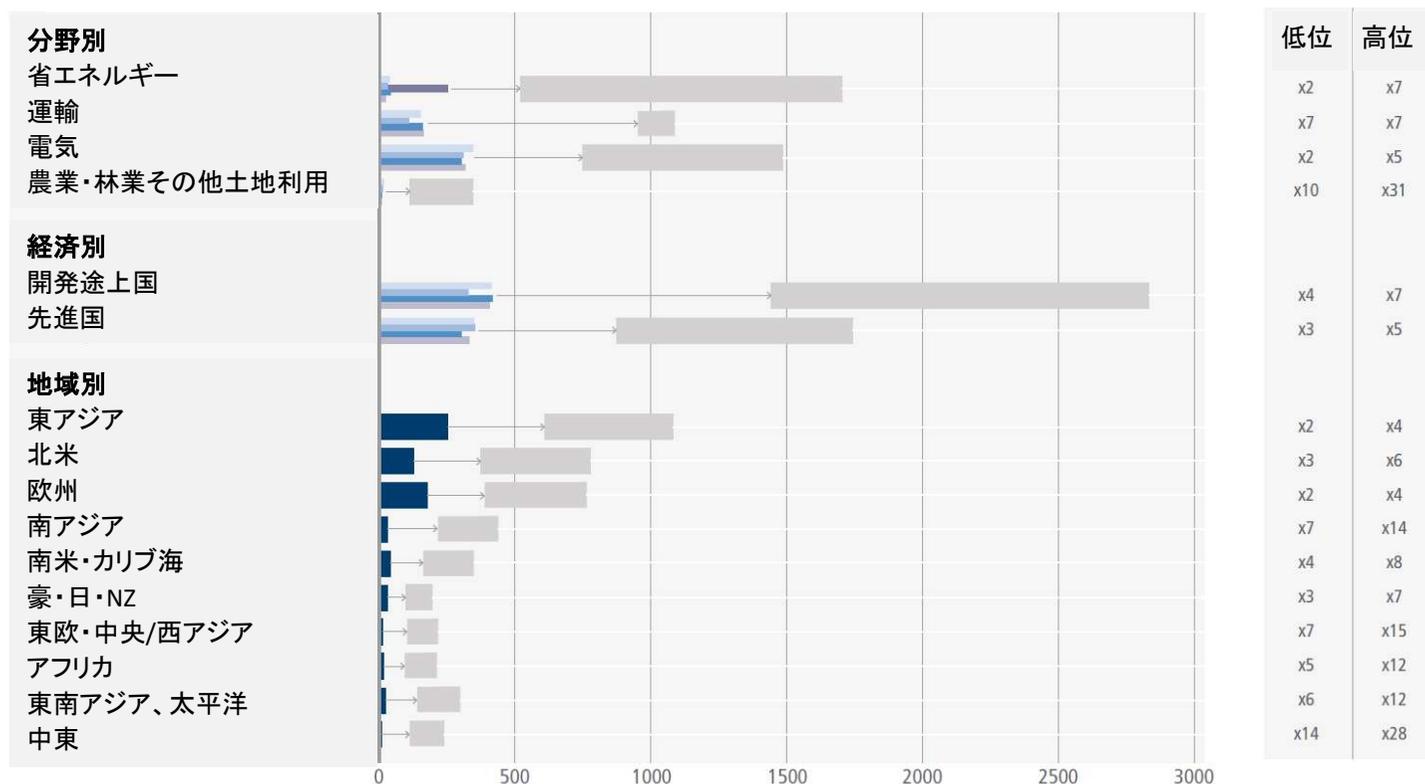
-----> 容易化する  
 -----> 必要とする



# 緩和目標の達成に必要なレベルの資金の流れ

- 資金の流れをパリ協定の目標に向けて整合させることは、依然として進みが遅れており、追跡調査された気候変動資金の流れは、地域や部門間で不均等に分配されている（確信度が高い）。  
(AR6/WG3 SPM B.5)
- 追跡調査された資金の流れは、すべての部門と地域にわたって、緩和目標の達成に必要なレベルに達していない。その資金ギャップ解消についての課題は、全体として開発途上国で最も大きい。  
(AR6/WG3 SPM E.5)

実際の年間資金フロー実績と、必要とされる年間平均資金額の比較(単位:10億米ドル-2015年基準)



## 緩和策に対する資金の流れの状況

すべての分野と地域において、必要とされる資金量に到達していない。特に開発途上国における不足が顕著

モデルにより推計される1.5°C~2°Cに整合するシナリオに必要な緩和に対する資金(公的、民間、国内及び国際)は現行レベルの3~6倍に当たる。全ての部門と地域におけるニーズは増加している。  
(中程度の確信度)  
(AR6/WG3 SPME5.1)

年間の緩和分野の投資フロー(単位:10億米ドル-2015年基準)  
 2017 (light blue), 2018 (medium blue), 2019 (dark blue), 2020 (grey), IEA data mean 2017-2020 (dark grey), 年間フロー (dark blue), 2030年までに必要とされる年間平均資金額 (light grey)

乗算係数: 年間の緩和フローと年間の緩和必要投資額の差異を倍率で示したもの。

出典: AR6/WG3 第15章 図15.4

# 緩和のための資金フローの拡大

- 緩和のための資金フローの拡大は、明確な政策の選択肢と政府および国際社会からのシグナルにより支えられうる。加速された国際的な資金協力は、低GHGと公正な移行を可能にする重要な成功要因であり、資金へのアクセスや、気候変動の影響のコストと脆弱性における不均衡平に対処しうる。（確信度が高い）

(AR6/WG3 SPM E.5)

- この資金ギャップを埋めるのに十分な全球的な資本と流動性資産が存在している。ただし、それを不足たらしめる障壁が世界の金融システムの内外に存在している。（AR6/WG3 E5.2）
- 途上国への資金支援の加速が緩和策の実行を後押しする。（AR6/WG3 E5.3）
- 明確なシグナルを送っていくことが重要。（AR6/WG3 E5.4）

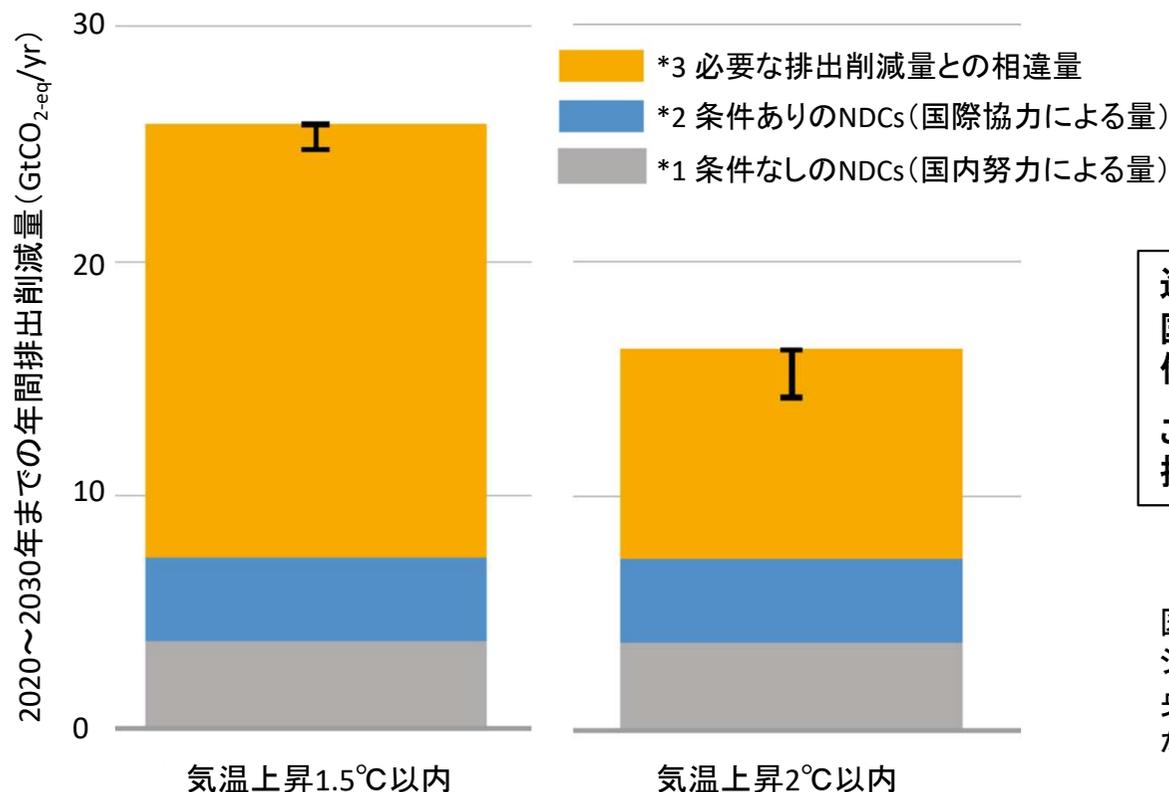
障壁タイプ	具体的な障壁の内容
金融分野内及びマクロ経済的な難点	気候に関係したリスクや投資機会に対する不適切な評価 活用できる資本にと資金支援間の地域的なミスマッチ ホーム・バイアス（投資家が投資を行う際に、自国の資産に多く投資してしまう行動） 国の債務レベル 経済的な脆弱性 制度的能力が限定的
金融分野外での難点	地方の資本市場が限定的 リスクとリターンのプロファイルが、特に環境に関する規制が野心レベルに釣り合う状況からすると弱いか存在しておらず、魅力的ではない； セーフガードを補償できる制度的な能力が限定的 投資機会と資金調達モデルの標準化、集約化、スケーラビリティ、及び再現性 商業投資が実施できる様な供給経路

# 国際協力は緩和目標の達成のための重要な成功要因

- 国際協力は、野心的な気候変動緩和目標を達成するための極めて重要な成功要因である。国連気候変動枠組条約（UNFCCC）、京都議定書、及びパリ協定は、ギャップが残っているものの、各国の野心レベル引き上げを支援し、気候政策の策定と実施を奨励している。

(AR6/WG3 SPM E.6)

2020年以降に費用対効果の高い削減対策を実施した場合の排出経路における、2030年の全球的な必要排出削減量と、NDCs基準の国内努力による削減量(\*1)、国際協力による削減量(\*2)と残りの相違量(\*3)の関係



途上国のNDCsでは、資金支援や技術移転などの国際協力があった場合に達成しうる緩和機会を、条件付きの削減目標として示している場合がある。

この条件付き排出削減量は、条件なしで実施できる排出削減量を倍増する程度の影響量がある。

図における排出削減量は、1.5°Cは、低オーバーシュート時(<0.1°C)の50%確率、2°Cは66%確率の中央値を利用したもの。既存の政策が延長された場合からの追加的な年間排出削減量として提示。

## 様々な主体の能力強化が野心的行動の実施を支援する

- 世界規模未満のレベルや部門レベルで実行され多様な主体が参画するパートナーシップ、協定、制度やイニシアチブが出現してきているが、その有効性の程度は様々である。  
(確信度が高い)

(AR6/WG3 SPM E.6)

- 技術移転、能力構築、知見の共有、技術・資金支援が緩和技術の実践や政策の実施に関する国際的な普及に寄与してきた。ただし課題もある。  
(AR6/WG3 E6.2)
- 国を跨いだパートナーシップが政策の開発、低炭素技術の流布、地域レベルの排出削減などに寄与してきた。地方自治体レベルの協調も機能している。  
(AR6/WG3 E6.3)
- 気候変動以外の国際環境条約やイニシアティブ、例えばオゾン層破壊物質の規制や国境をまたいだ大気汚染対策などが、緩和の実施に貢献していることもある。貿易ルールは、緩和技術や政策の国際的な採用を促進する可能性もあるが、逆にその国における貿易に関係する気候変動政策能力を制限してしまう可能性もある。

(AR6/WG3 E6.4)

# 参考

---

# 排出実績と見通しに関するAR5とAR6の情報

内容	AR5	AR6
近年の排出	<p>&lt;過去の累積排出量(1750~2010)&gt;            1750~2010: 1980±410 GtCO<sub>2</sub>            1970~2010: 970±195 GtCO<sub>2</sub></p> <p>&lt;エネルギー供給原単位&gt;            ■ エネルギー供給の炭素原単位は、1970~80、1980~90、1990~2000年の間は改善したが、2000~2010年の間は悪化した(Figure SPM3)</p>	<p>&lt;過去の累積排出量(1850~2019)&gt;            1850~2019: 2400±240 GtCO<sub>2</sub>            1970~2019: 1500±140 GtCO<sub>2</sub>            2010~2019: 410±30 GtCO<sub>2</sub></p> <p>&lt;エネルギー供給原単位・エネルギー効率&gt;            ■ 世界全体のGDP当りエネルギー効率は2010~19年間に2%yr<sup>-1</sup>改善。エネルギー供給における炭素原単位は地域的にはかなり状況が異なるものの、同期間に0.3% yr<sup>-1</sup>減少し、2000~09年間に増加していた炭素原単位を逆転させた。モデル計算上は、2020~2050年間に炭素原単位を、温暖化を1.5°Cに抑えるシナリオでは7.7% yr<sup>-1</sup>、2°Cに抑えるシナリオでは3.5% yr<sup>-1</sup>減少させないとならない。(B2.4)(確信度が高い)</p> <p>&lt;コロナ禍の影響&gt;            ■ COVID-19のパンデミックにより2020年前半に化石燃料燃焼と産業からのCO<sub>2</sub>排出量は一時的に減少し、2019年と比較して年平均で約5.8%、(約2.2GtCO<sub>2</sub>)減少しものの、2020年末までに元に戻った。COVID-19のパンデミック全体の排出量の影響は2020年の非CO<sub>2</sub>排出データが(本報告書の作成時点で)揃っていないことから、評価できていない。            ■ (B1.4)(確信度が高い)</p>

# 排出実績と見通しに関するAR5とAR6の情報

内容	AR5	AR6
目標・計画を基にした将来排出の関係	<p>＜カンクン合意に基づく排出水準からの予測＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ カンクン合意に基づいた2020年の排出水準の推定値は、気温上昇を2℃未満に抑えられる可能性が半々程度となる費用対効果が高い緩和経路とは整合していないが、この目標を達成する選択肢を排除してはいない（確信度が高い）。2030年まで追加的緩和が遅れると、2030年から2050年の間に、かなりの排出削減を進めないとならず、大きな経済的影響を要する。</li> </ul> <p>＜現状対策の延長＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 追加的な緩和措置を含まないベースラインシナリオでは、2100年における世界平均地上気温（中央値）が、産業革命前の水準と比べ3.7～4.8℃上昇する。</li> </ul>	<p>＜パリ協定NDCsに基づく排出水準からの予測＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ NDCsの実施に関連する2030年の世界全体のGHG排出量では、21世紀中に温暖化が1.5℃を超える可能性が高い見込み。したがって、温暖化を2℃より低く抑える可能性を高くするためには、2030年以降の急速な緩和努力の加速に頼ることになるだろう。2020年末までに実施された政策の結果、NDCsの実施によって示唆される世界全体のGHG排出量よりも高いGHG排出量になると予測される。（確信度が高い）。（B.6）</li> </ul> <p>＜現状対策の延長＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2020年末までに実施されるものを超える政策の強化がなければ、GHG排出量は2025年以降も増加すると予測され、そうなれば2100年までに中央値で3.2 [2.2～3.5] °Cの地球温暖化をもたらす（確信度が中程度）。（C.1）</li> </ul>

# 対策・技術普及・進展状況に関するAR5とAR6の情報

内容	AR5	AR6
技術の普及	AR4以降、多くの再生可能エネルギー技術が性能向上や費用低減を相当進めてきた。また大規模に普及させることが可能となる成熟度に達したRE技術の数も増えている。	AR5以降、太陽エネルギー、風力エネルギー、リチウムイオン電池の単価は継続的に低下し、その設備容量は大幅に増加。
政策の実施	大幅な排出削減のためには投資パターンの大きな変更が必要である。 規制的アプローチや情動的措置は広く用いられており、しばしば環境に効果的である(証拠: 中程度)	AR5以降、緩和に対処するための政策や法律が一貫して拡充している。これにより、それらがなければ発生したであろう排出が回避され、低GHG技術やインフラへの投資が増加している。排出量に関する政策の適用範囲は、部門間で不均衡である。
GHG大幅削減の達成	450ppmシナリオでは、エネルギーシステムと、あるいは土地利用も大規模に変化させることを通して、今世紀半ばまでに人為起源のGHG排出を大幅に削減することを前提としている	温暖化を1.5°C、または2°Cに抑える可能性が高い経路は、二酸化炭素回収・貯留(CCS)なしの化石燃料から超低炭素あるいはゼロ炭素エネルギー源への移行と効率の改善、非CO <sub>2</sub> 排出量の削減、残留するGHG排出を相殺する二酸化炭素除去(CDR)法の導入が含まれる。
発電	多くの場合、低炭素発電(再生可能エネルギー、原子力、CCS)の割合が、2050年までに80%以上に増加(現状約30%)。CCSなしの火力発電は2100年までにほぼ完全に消滅している。	電力は、2019年には世界全体で最終エネルギーの20%を供給。2050年には30%~60%以上を供給し、低炭素技術が世界のほぼ全ての電力を供給する必要がある。CCUSのない石炭消費は、2030年までに約70~90%減少する。