

第25回海岸シンポジウム

気候変動の将来予測と 対応策に係る世界の動向

2021年 11月 19日

茨城大学地球・地域環境共創機構

三村信男

目次

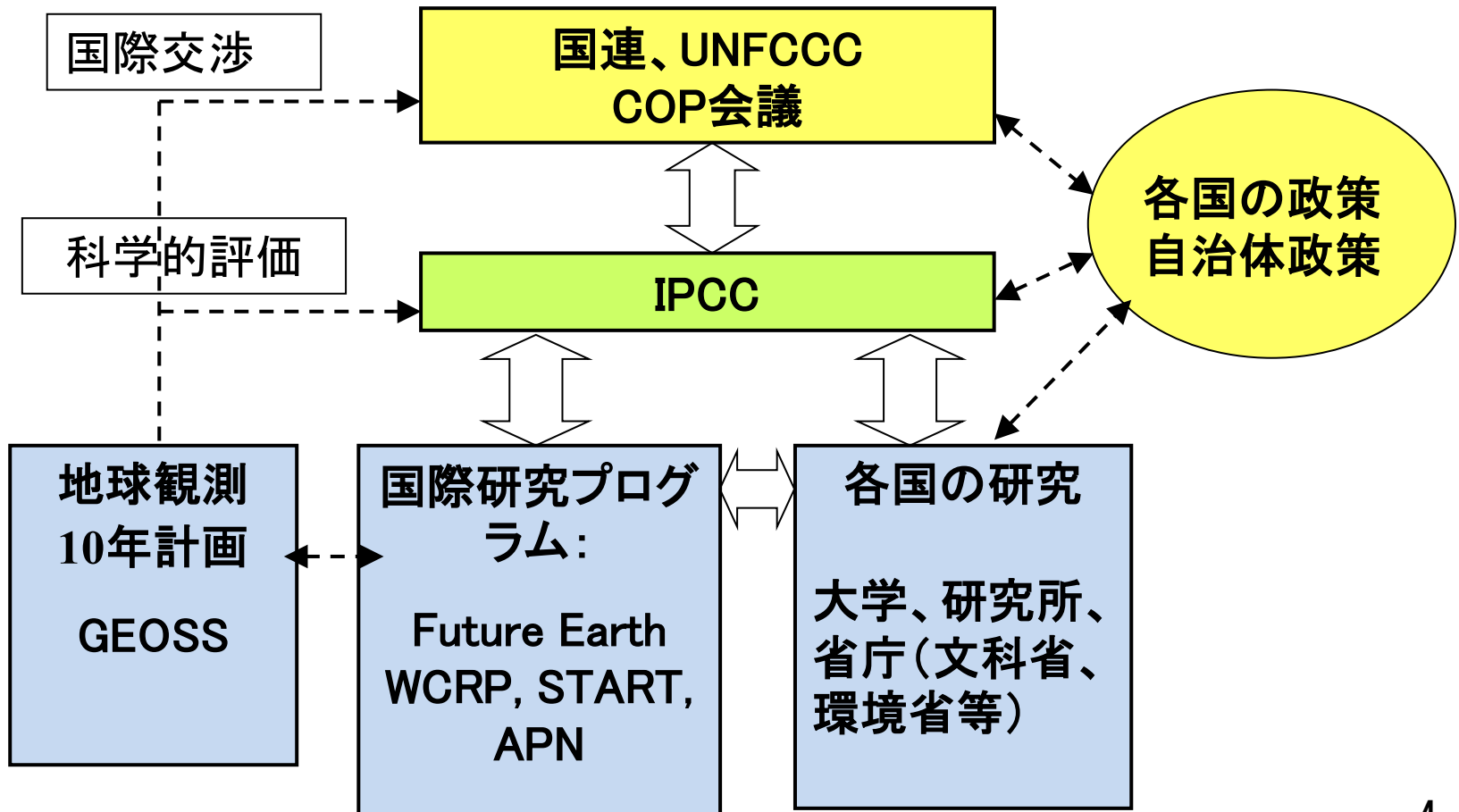
我が国では、気候変動による影響を明示的に考慮した海岸保全への大きな転換が図られている。本講演では、その背景となる気候変動の将来予測や国際的な取組について紹介し、今後の課題を考える。

- 1 IPCC報告書と気候変動への対応
- 2 2050年カーボンニュートラルの展開
- 3 海岸保全に関する研究の進展と今後の課題

1 IPCC報告書と気候変動への対応

1. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)とは？

- IPCCは、1988年に2つの国連機関WMOとUNEPが共同で設立
- 任務は、温暖化・気候変動に関する知見の科学的な評価
- 「政府間パネル」の意味



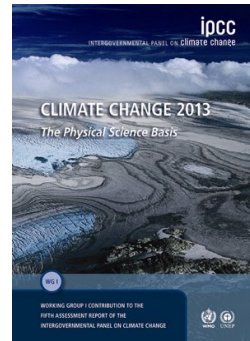
IPCC評価報告書

第5次報告書(2014年)

- 1988 IPCC設立
- 1990 第1次
- 1995 第2次
- 2001 第3次
- 2007 第4次
- 2014 第5次(AR5)
- 2021~22 第6次(AR6)
- この他に特別報告書



統合報告書
Synthesis Report



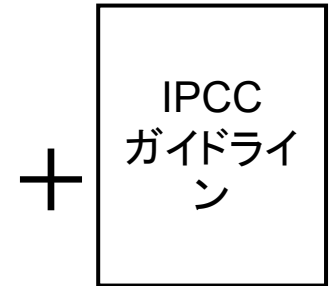
WGI
(科学的基礎)



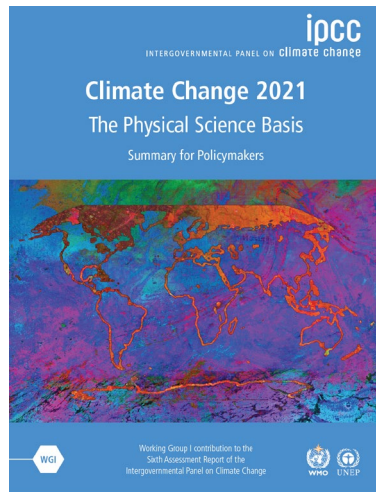
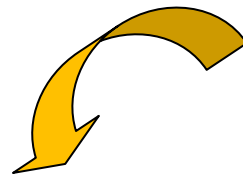
WGII
(影響・適応・脆弱性)



WGIII
(緩和)



GHGインベ
ントリーTF



第6次報告書
WGI(2021年8月)

IPCCの経過と国際動向

<国際動向>

<IPCC>

<論点>

1988

IPCC設立

1990

第1次報告書

気候変動枠組み条約

1993

環境基本法

1995

第2次報告書

1997

京都議定書(COP3)

1999

海岸法改正

2001

第3次報告書

2007

第4次報告書

人為的温暖化の立証
影響リスクの評価

・20世紀半ば以降の温暖化 人為起源のGHGによる可能性が非常に高い

2013~14

第5次報告書

Problem Spaceから Solution Spaceへ
—緩和・適応を柱とするリスク管理

2015

パリ協定、SDGs

2018

1.5°C特別報告書

2019

土地関係特別報告書

海洋・雪氷圏特別報告書

・脱炭素社会への道筋

2020

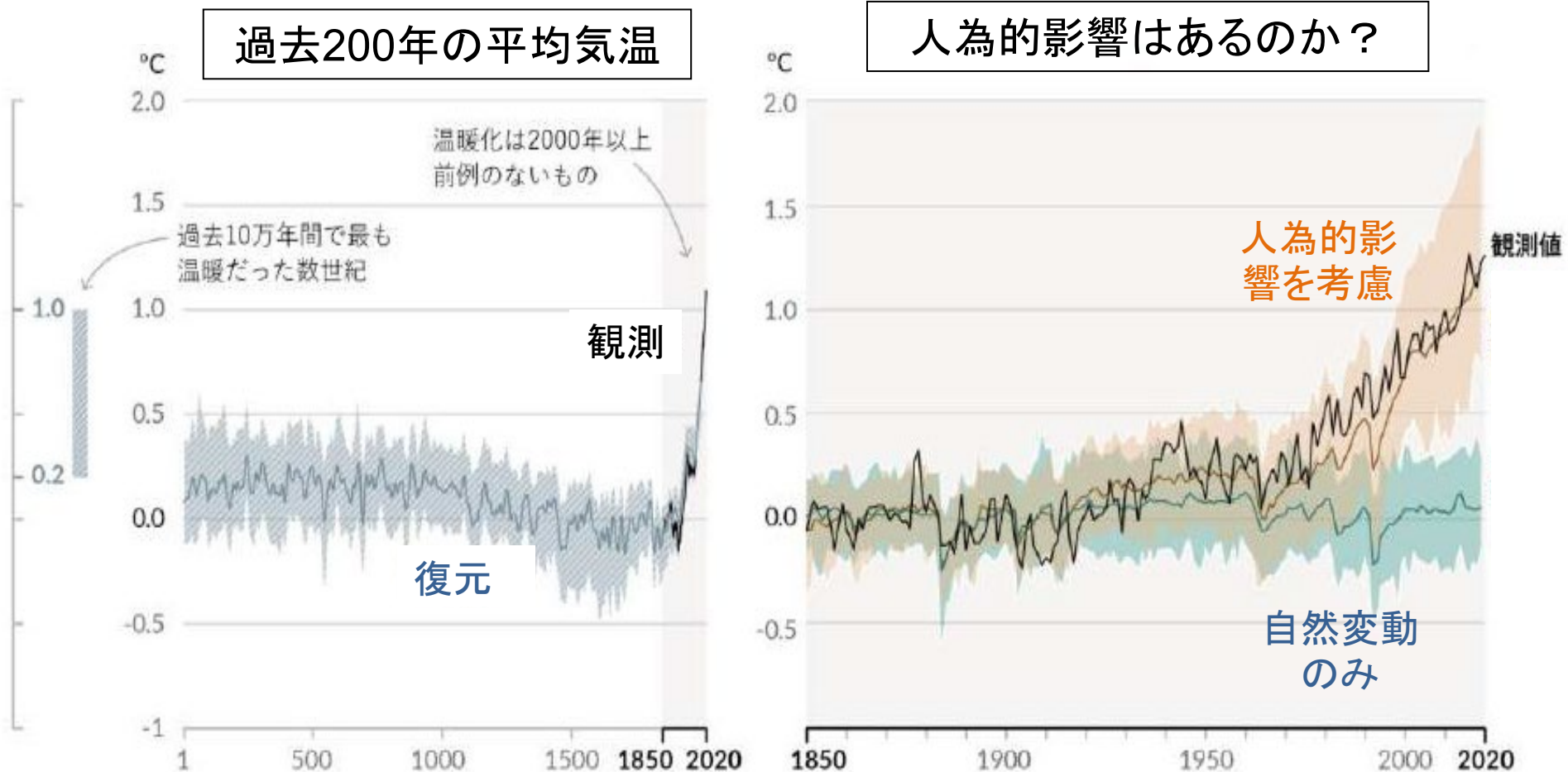
2050年脱炭素加速

2021~22

第6次報告書

Climate Resilient Development
—持続可能社会と気候変動対策

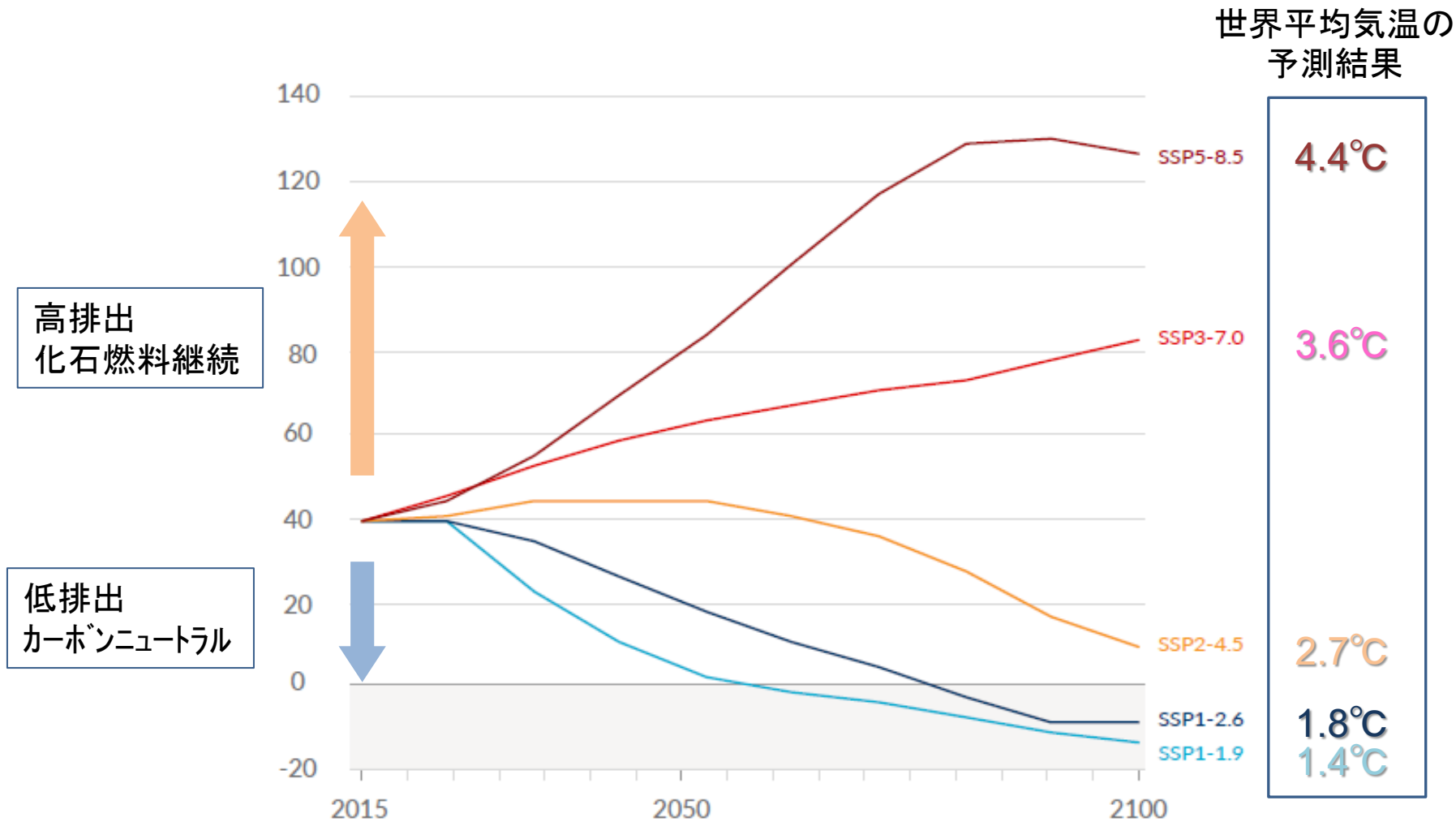
2. 温暖化・気候変動の将来予測(AR6)



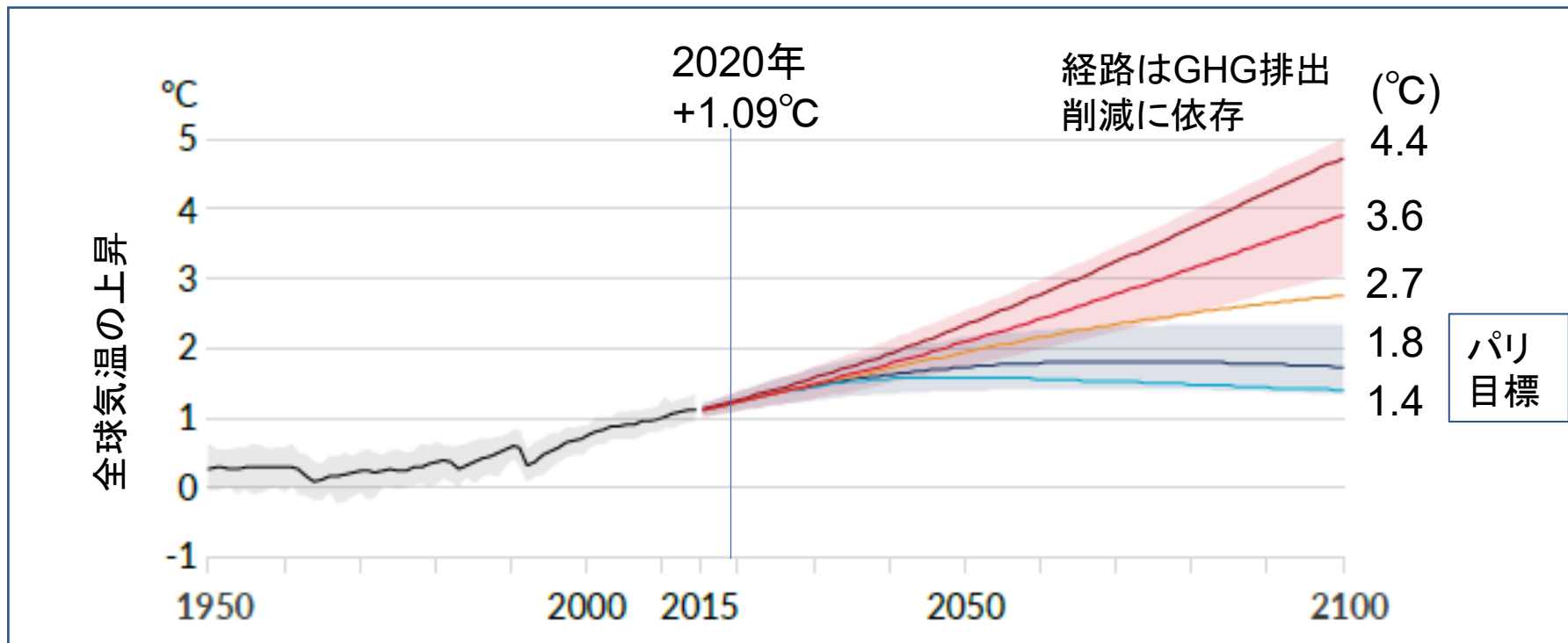
・1900年以降、世界の平均気温は1°C上昇。現在は、過去2000年以上で最も高温

将来予測に用いられる社会／排出シナリオ

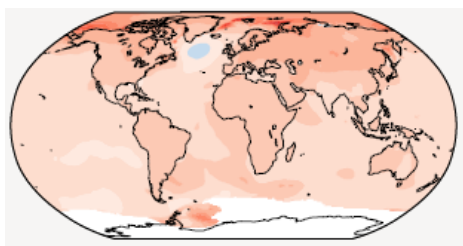
- ・気候の将来予測は、社会シナリオと排出シナリオを組合せて条件を設定
ex 将来社会SSP1 × 排出RCP2.6 → SSP1-2.6



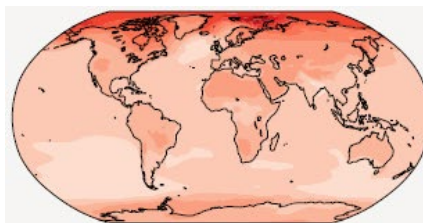
温暖化の将来見通し(IPCC AR6 WG1報告)



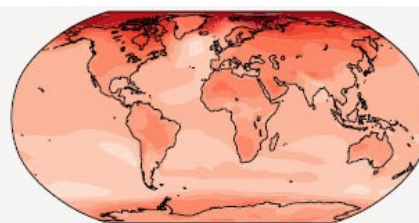
現在(+1°C)



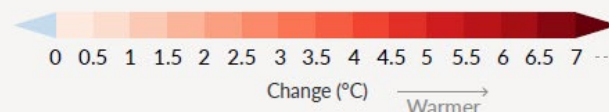
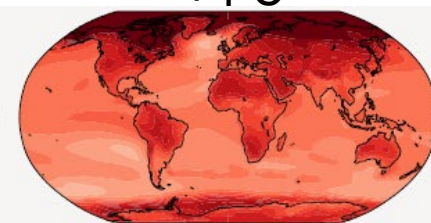
+1.5°C



+2°C



+4°C



図の出典: IPCCAR6
WG1報告書, 2021を加工

- ・現在の進行速度で温暖化が続けば、2030年から2052年の間に1.5°Cに達する可能性が高い。

海面上昇の予測

・21世紀の海面上昇

低排出シナリオ 28~62cm

高排出シナリオ 44~101cm

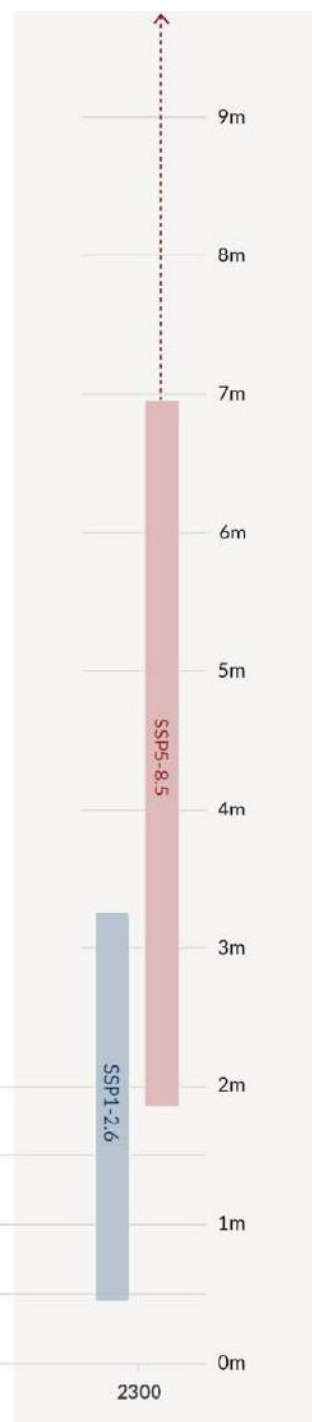
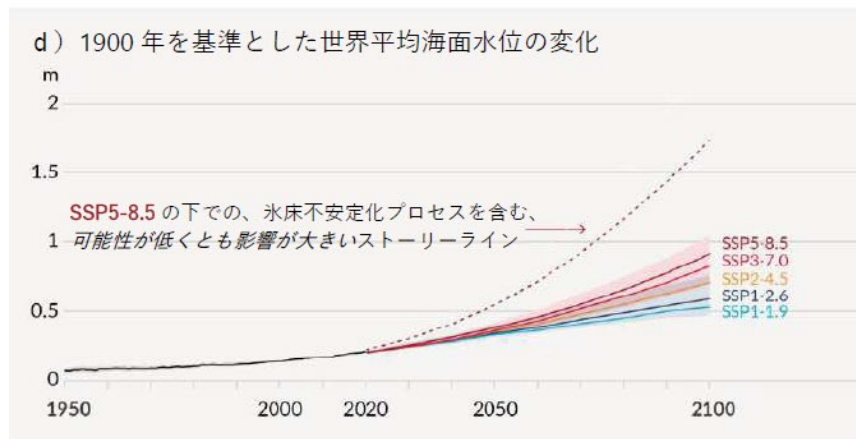
南極の氷床の挙動は不確実 2mの海面上昇もありうる

・海面上昇は長期のプロセス

グリーンランドや南極の氷床の融解、海洋の熱膨張は数百年から数千年にわたる現象

2300年までに数mの海面上昇

・今後2千年の間では10mを超える海面上昇の可能性



3. 気候変動の影響

(1) 北極圏・氷河への影響

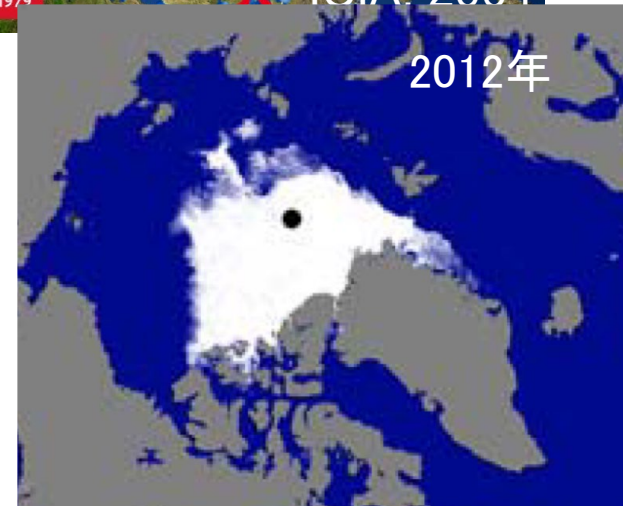
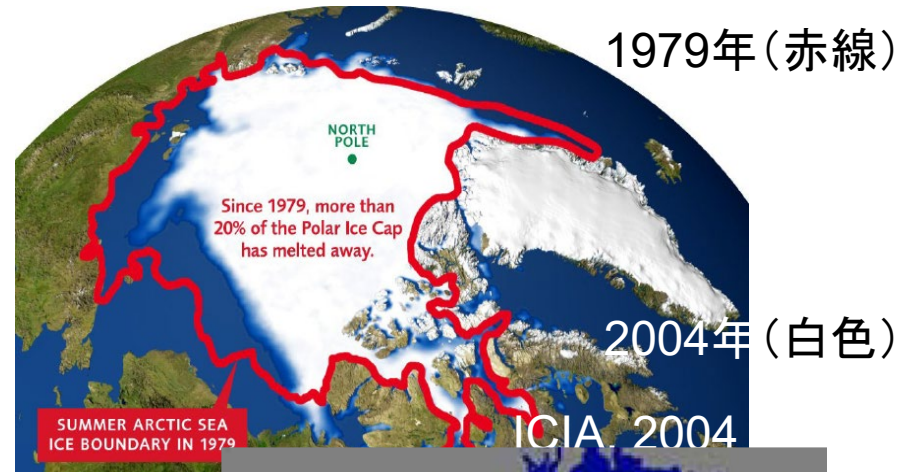
山岳氷河の後退



(<https://glacierchange.wordpress.com/>)

北極海の海水の減少

夏の面積は1976年～2015年に約40%減少



(JAXAHP)

(2) 南太平洋の島嶼国(ツバル、フィジー)



下からの
浸水
(満潮)

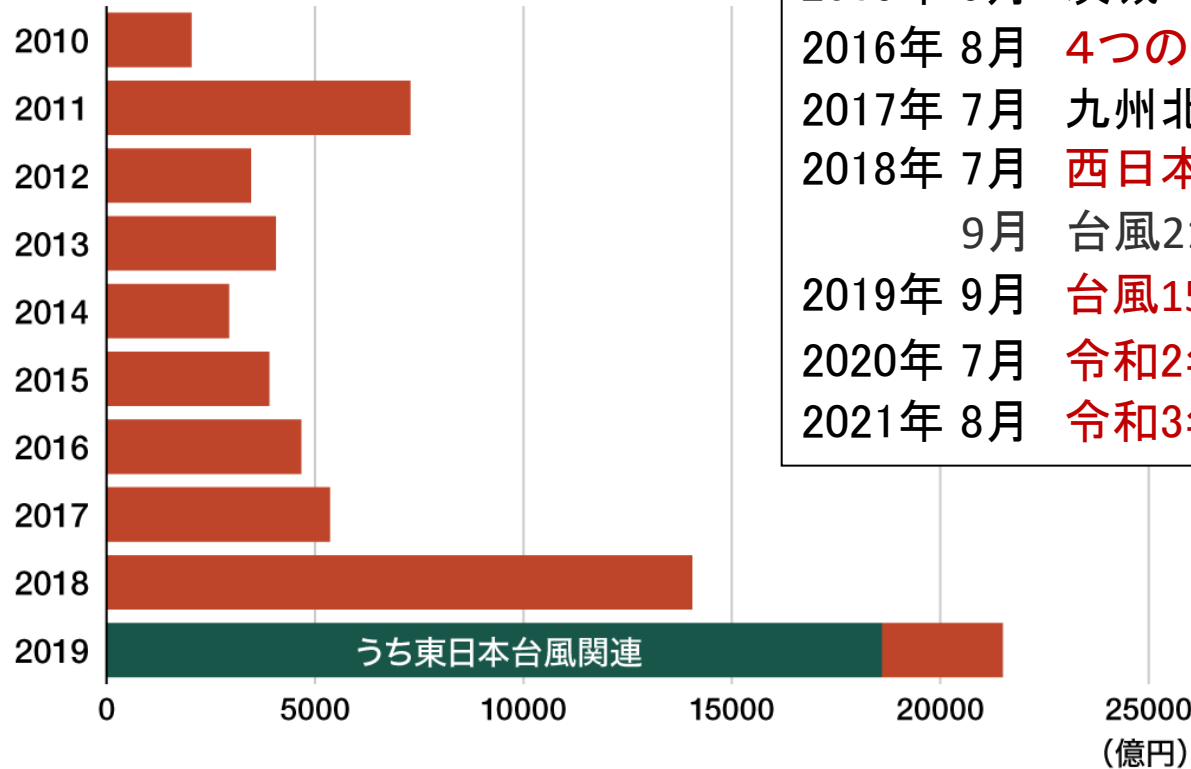


日本の豪雨・台風災害

極端化し頻発する日本の気象災害

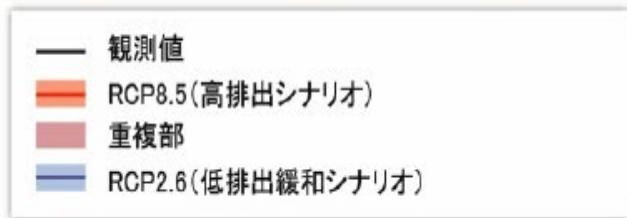
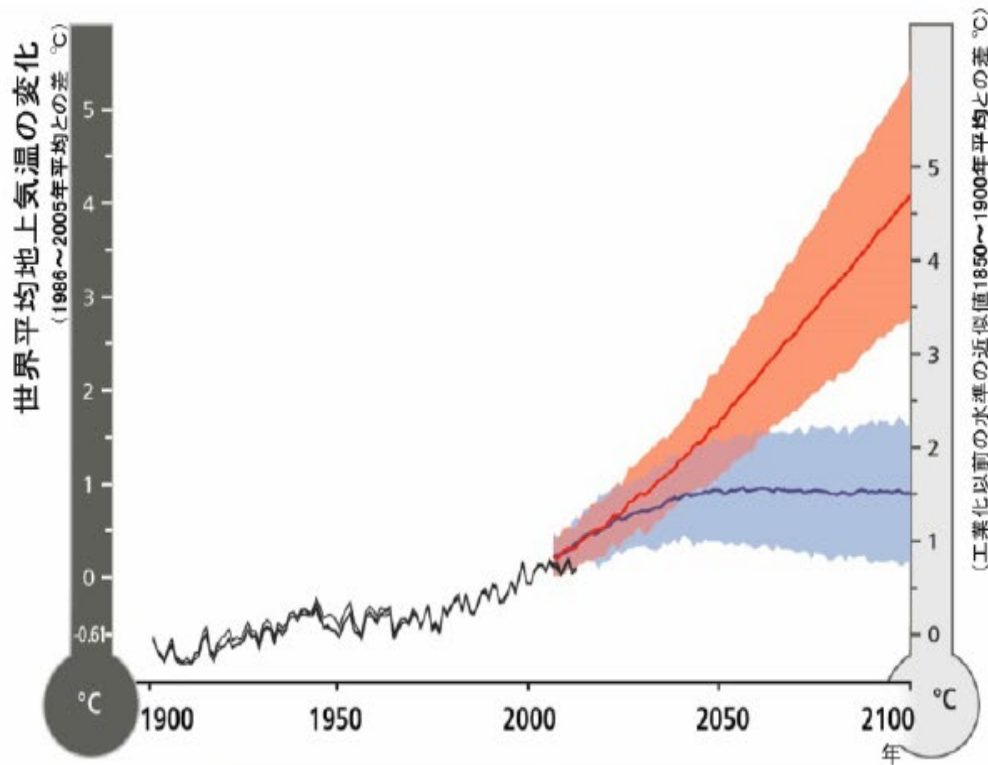
- 2013年10月 伊豆大島、台風26号による土砂災害
- 11月 フィリピン、スーパー台風ハイエン
- 2014年 8月 広島市の土砂災害
- 2015年 9月 茨城・栃木など関東・東北豪雨
- 2016年 8月 4つの台風岩手、北海道に上陸
- 2017年 7月 九州北部豪雨
- 2018年 7月 西日本豪雨
- 9月 台風21号によって関西空港水没
- 2019年 9月 台風15号と台風19号
- 2020年 7月 令和2年7月豪雨
- 2021年 8月 令和3年8月豪雨

過去10年の津波以外の水害被害額

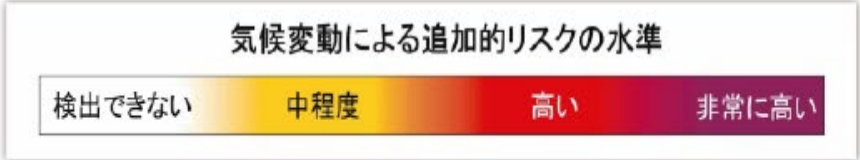
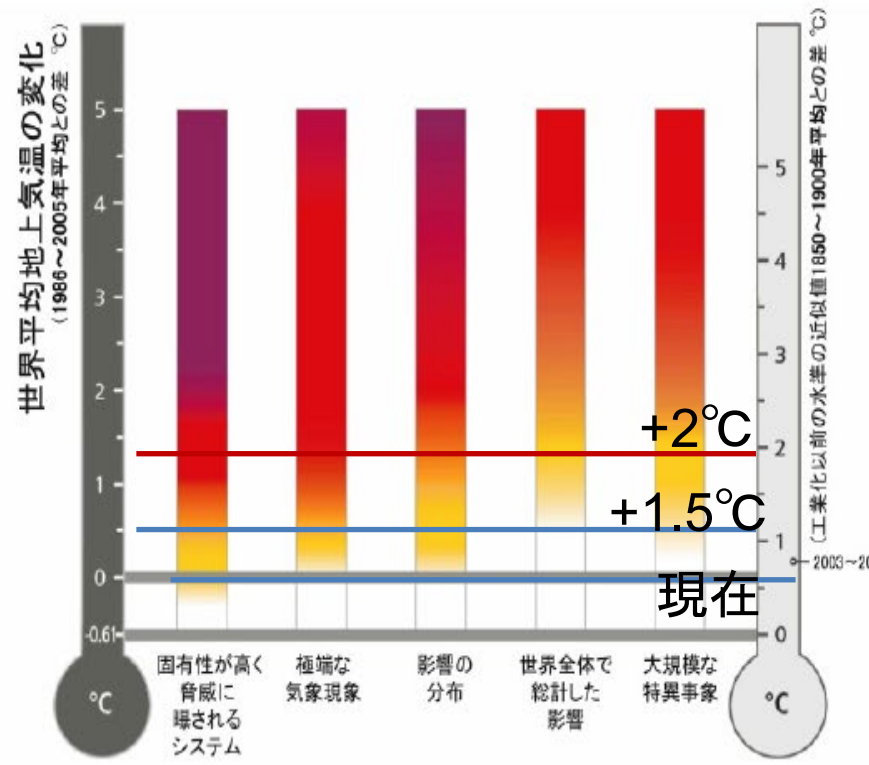


温暖化と気候変動リスクの関係(AR5)

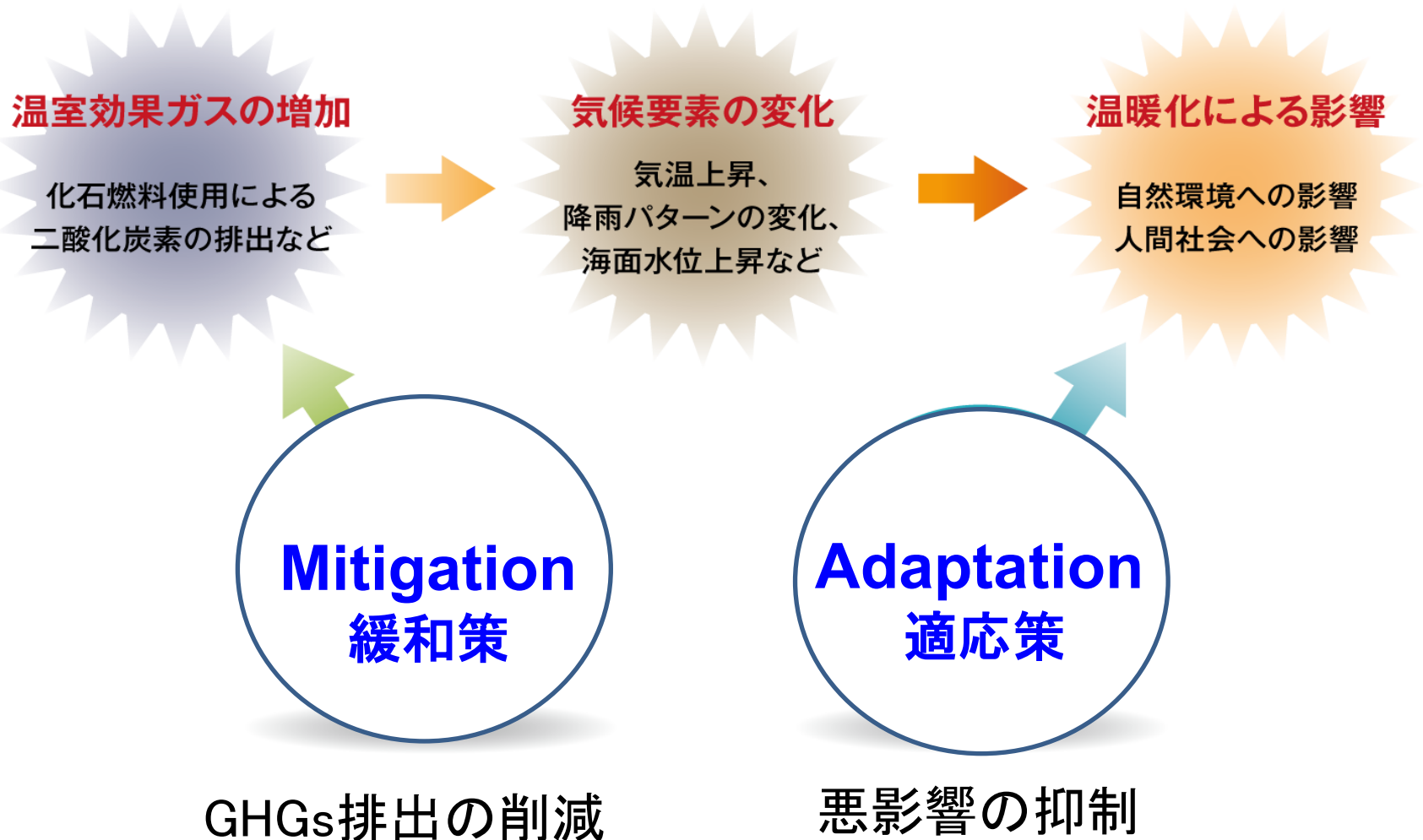
全球平均気温の推移



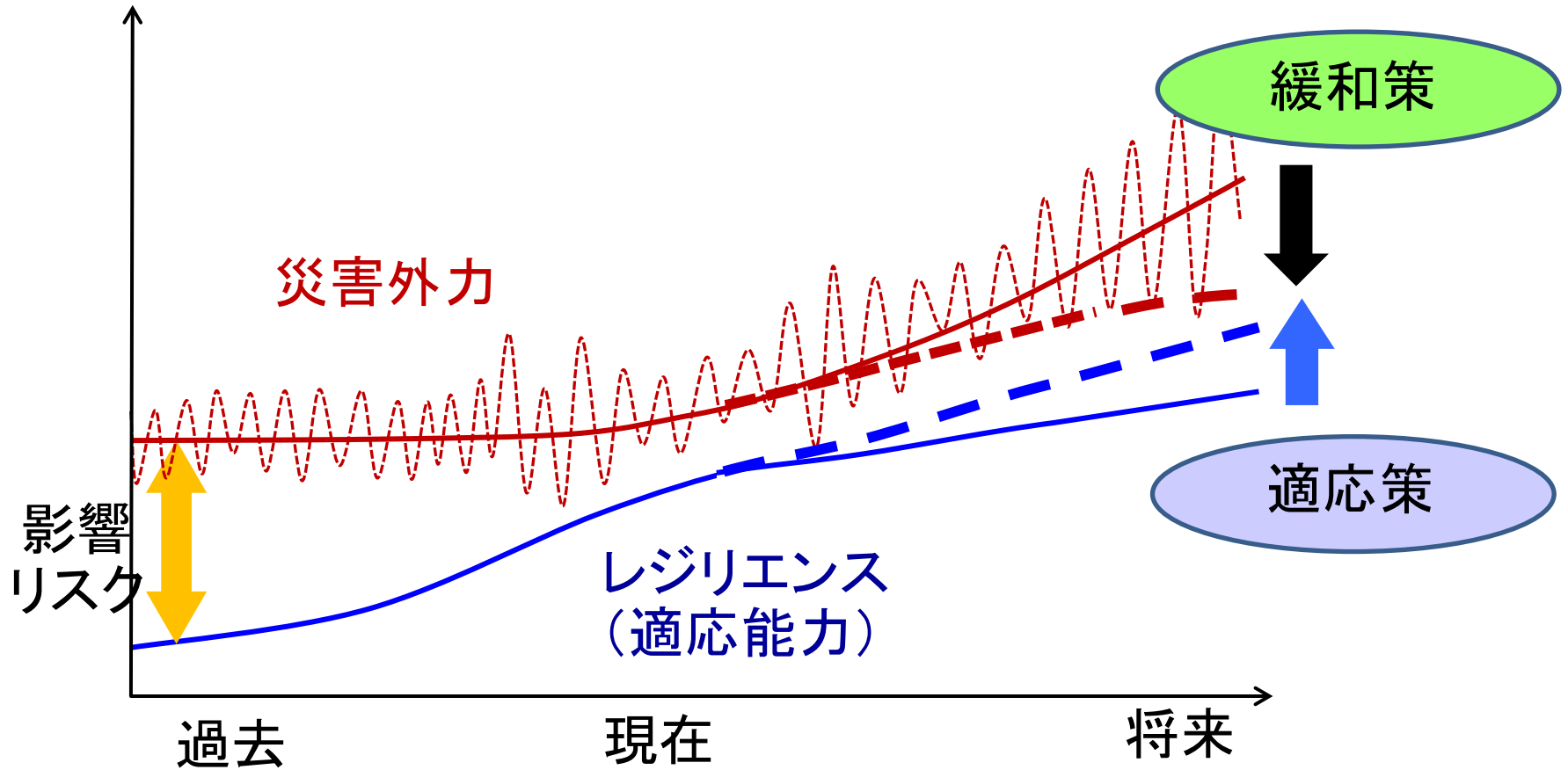
気候変動リスクの5つの懸念理由



4. 気候変動に対する2つの対策



気候変動対策には相補的な関係がある



(九州大学 小松名誉教授資料を改編)

- ・人間社会と環境が適応できる範囲に気候変動を抑制すること
→パリ協定の2°C目標、1.5°C目標

温暖化・気候変動の特徴

1. 温暖化によって、全球平均気温は19世紀末以降約 1°C 上昇した。日本では、平均気温が 1.24°C 上昇。強い降雨が増加する一方無降雨日も増加している。
2. 現在の進行速度で温暖化が続けば、2030年から2050年の間に 1.5°C 上昇に達する可能性が高い。
3. 気候の極端化が進行し、異常高温や台風の強化、干ばつ等が出現。世界で影響が顕在化したため「気候危機」と呼ばれる状態になっている。
4. 気候変動の影響は広い分野に及ぶ。我が国では、自然災害の力が社会の防護レベルを超える場合が出現している。
5. 影響の現れ方は地域毎に異なる（強い地域性）。影響には、海面上昇のように数百年から数千年に及ぶものがある。
6. 温暖化対策の強化が急務。
1.5 $^{\circ}\text{C}$ 目標では、他のシナリオに比べて影響は抑えられる。
CO₂排出削減（緩和策）を行っても効果が現れるには時間がかかるため、さらなる影響の激化が予想される。

2 2050年カーボンニュートラルの展開

1. パリ協定と2050年カーボンニュートラル

○ パリ協定

- ・2015年12月、COP21@パリ
 - ・2°C目標と1.5°C努力目標
- “潮目を変える”協定

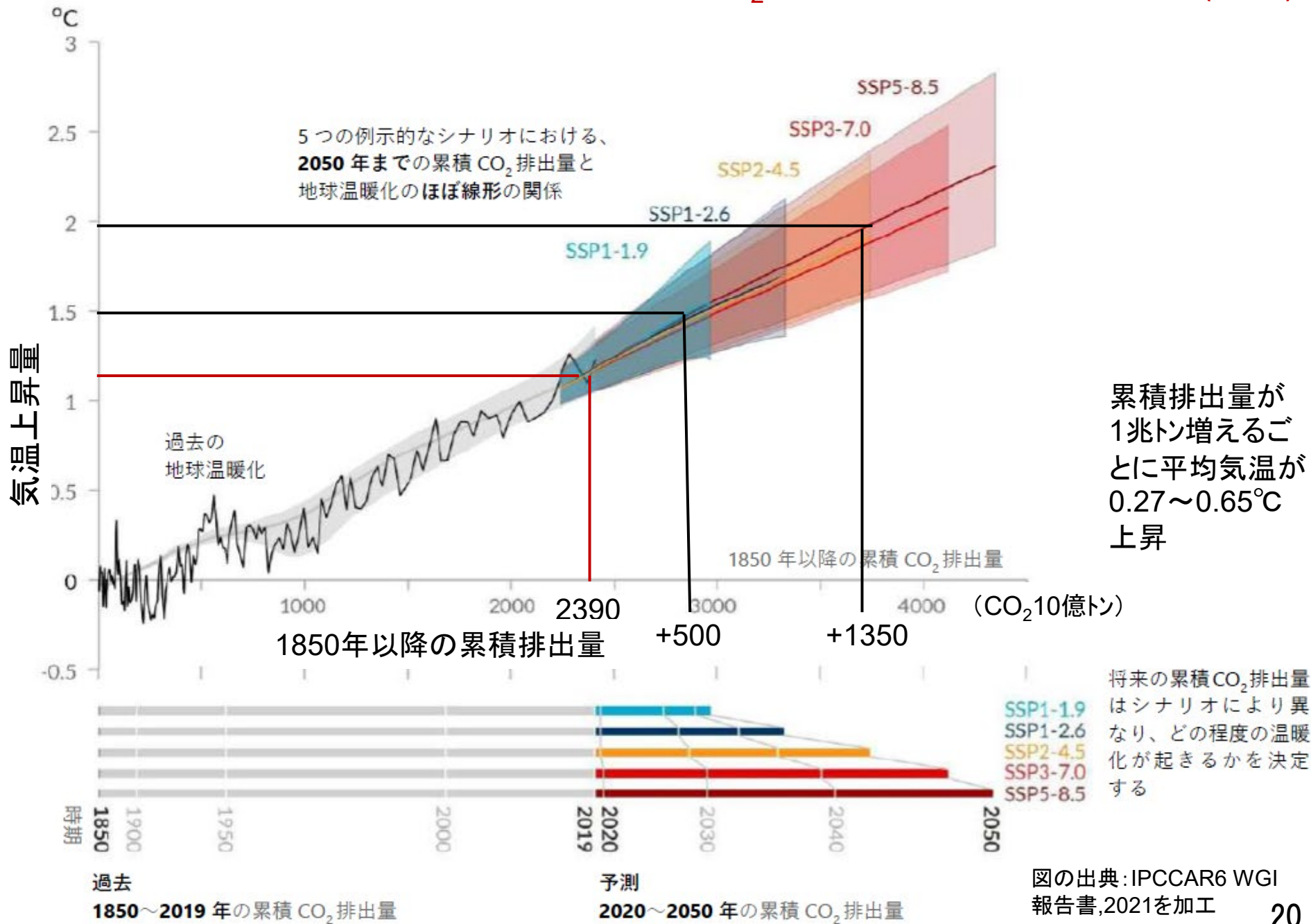


2050年カーボンニュートラルに向けた急速な展開
2021年10月 G20サミット
2021年11月 COP26

○ 持続可能な開発目標(SDGs)

- ・2015年9月、国連持続可能な開発サミット
- ・17の目標と169のターゲット

カーボンバジェット： 産業化以降の累積CO₂排出量と全球平均気温上昇(AR6)



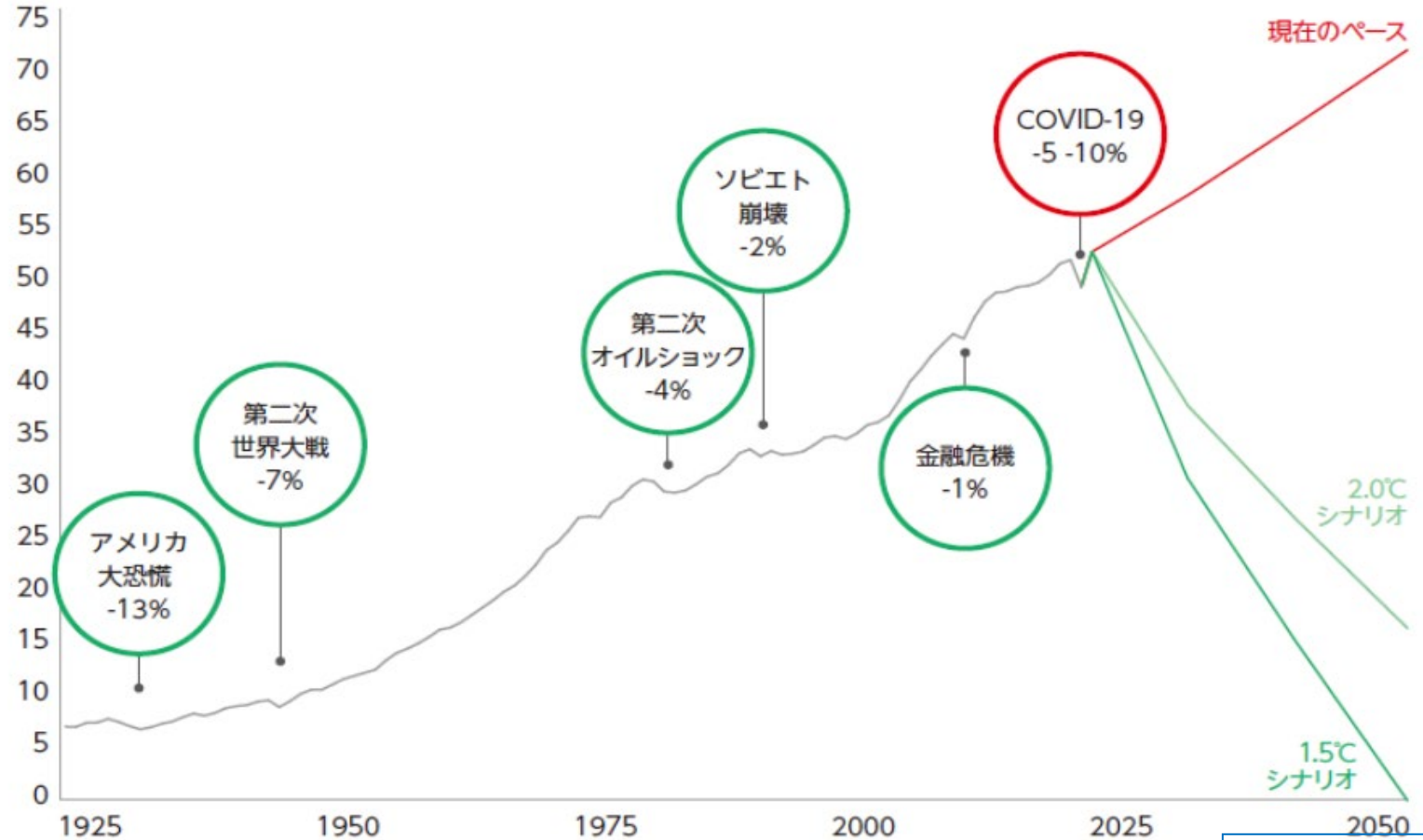
2050年カーボンニュートラルに向けた排出削減の道筋

世界のGHG排出量³

COVID-19ほどの影響でも、CO₂減少幅はごくわずか

Billion tons CO₂-equivalent

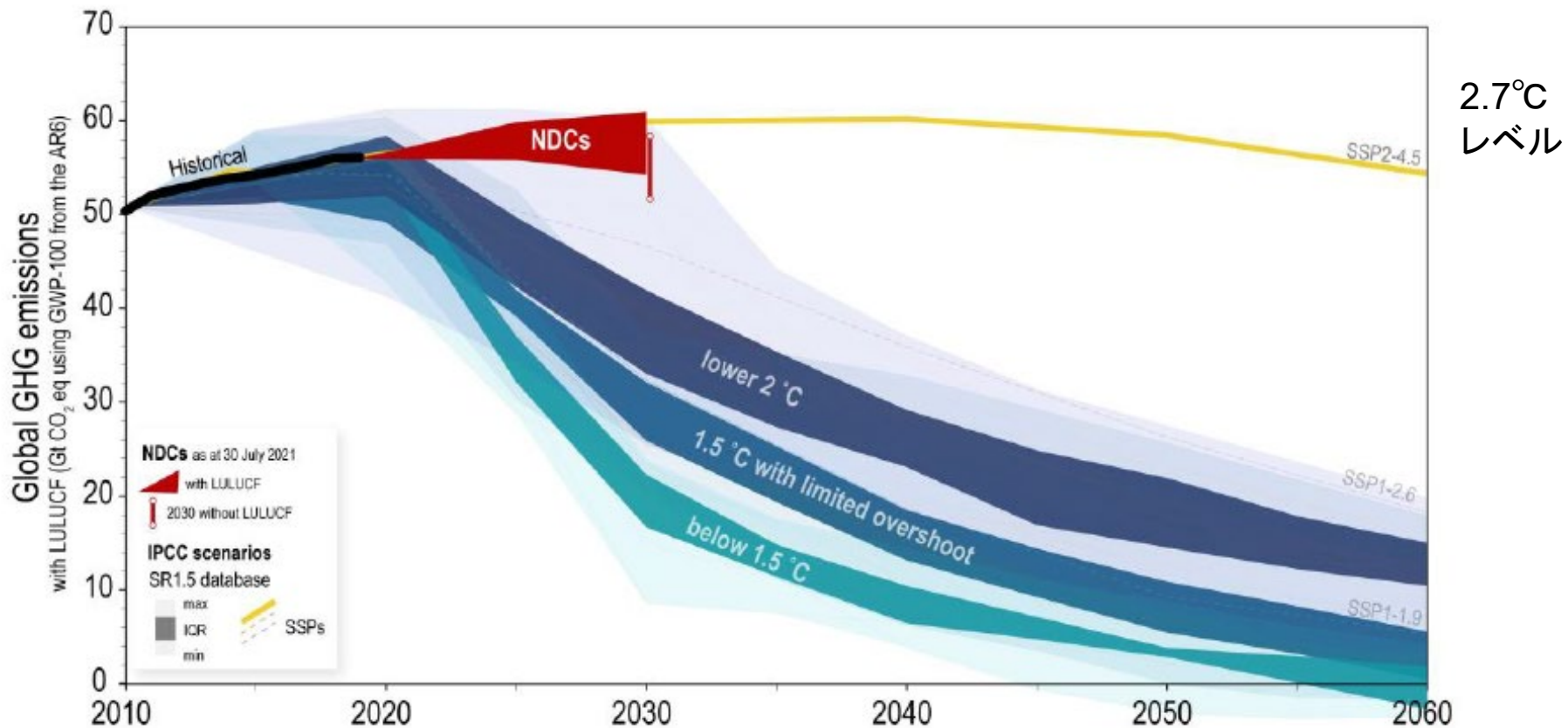
CO₂排出量
(10億トンCO₂)



カーボン
ニュートラル₂₁

出典：環境省SBT等の達成GHG
排出削減ガイドブック(2021)

NDCの合計排出量とIPCC2°C/1.5°C経路の比較

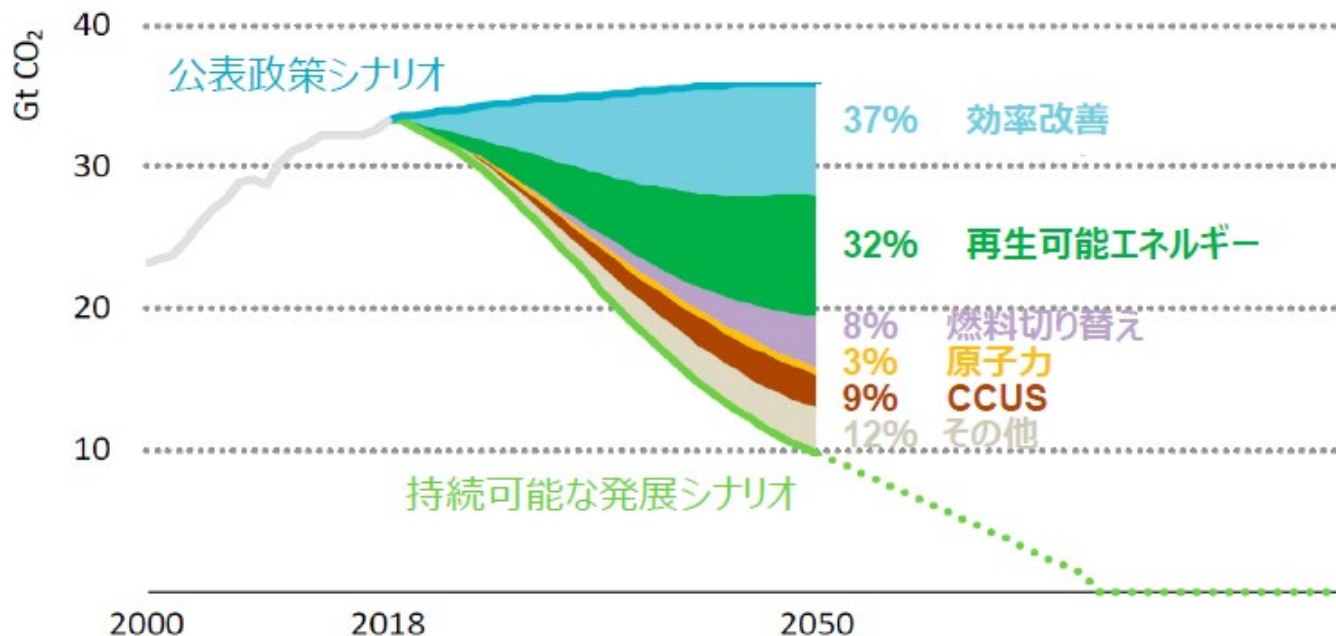


- ・NDC (Nationally Determined Contribution) 排出量の合計は、2°C以下/1.5°C以下のいずれの排出経路からも乖離がある。
- ・そのため、化石燃料とりわけ石炭火力の削減、再生可能エネルギーへの投資促進、電気自動車への切り替え、森林保護などが注目されている。

エネルギー分野のCO₂削減の展望

● IEA 持続可能な発展シナリオ

図の出典: IEA World Energy Outlook 2019を環境省改変



● 対応策

- ・効率改善
- ・燃料転換 石炭→天然ガス、アンモニア・バイオマス等の混燃、水素
- ・CO₂捕捉 CCS
- ・再生可能エネルギー
- ・原子力

- ・2050年カーボンニュートラル達成の具体的方策は十分明確ではない
- ・各国の特性に合わせたゼロ・エミッション戦略が重要

気候変動とカーボンニュートラルの見通し

●気候変動に関する今後の見通し

- 現在の早さで温暖化が進めば、2030年から2050年の間に1.5°C上昇に達する可能性が高い
- 少なくとも20年以上は、気候変動の影響は一層顕著になる
- パリ協定の1.5°C目標が、共通の国際的目標になる可能性が高い
- 2050年カーボンニュートラルの動きはさらに拡大する

●カーボンニュートラルの2つの意味

①気候変動のリスクマネジメント

- 緩和策(脱炭素)と適応策による危険な影響の回避・最小化

②社会大転換のドライバー

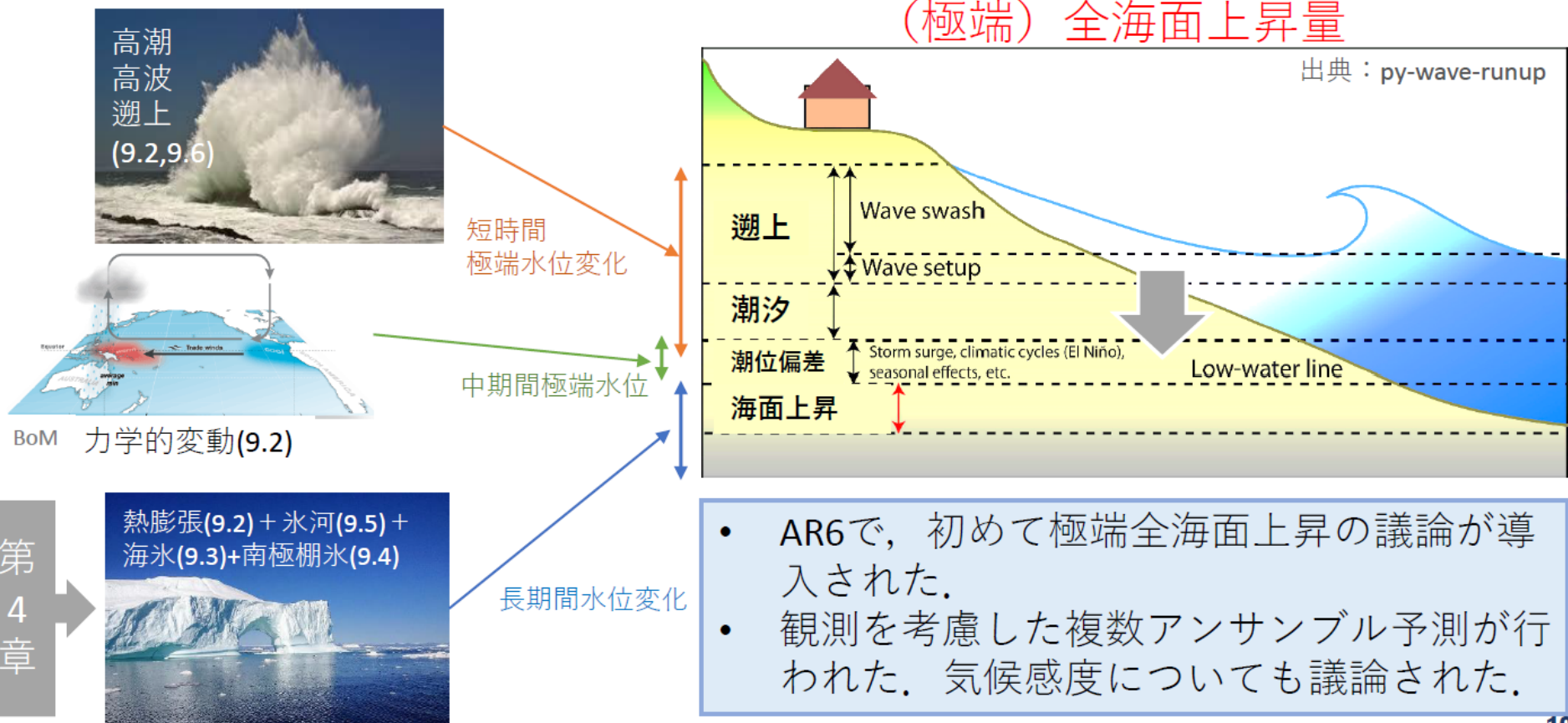
- “100年に一度の変革”“グレートリセット”
- 自然エネルギーに依拠した新たな産業革命：エネルギー・産業・輸送システム等の変革を通じた社会システムの変化は、国や地域、企業、個人の生活といったあらゆる分野に及ぶ
- カーボンニュートラルと適応によってビジネスチャンスが生まれる

3 海岸保全に関する 研究の進展と今後の課題

1. 海岸保全に対する設計外力の予測・評価の進展

- ・IPCCAR6や国内での研究によって、海面上昇、高潮、高波など外力の予測・評価方法が進展した。

第9章 海洋，雪氷圏，及び海面水位の変化



海面上昇の将来予測

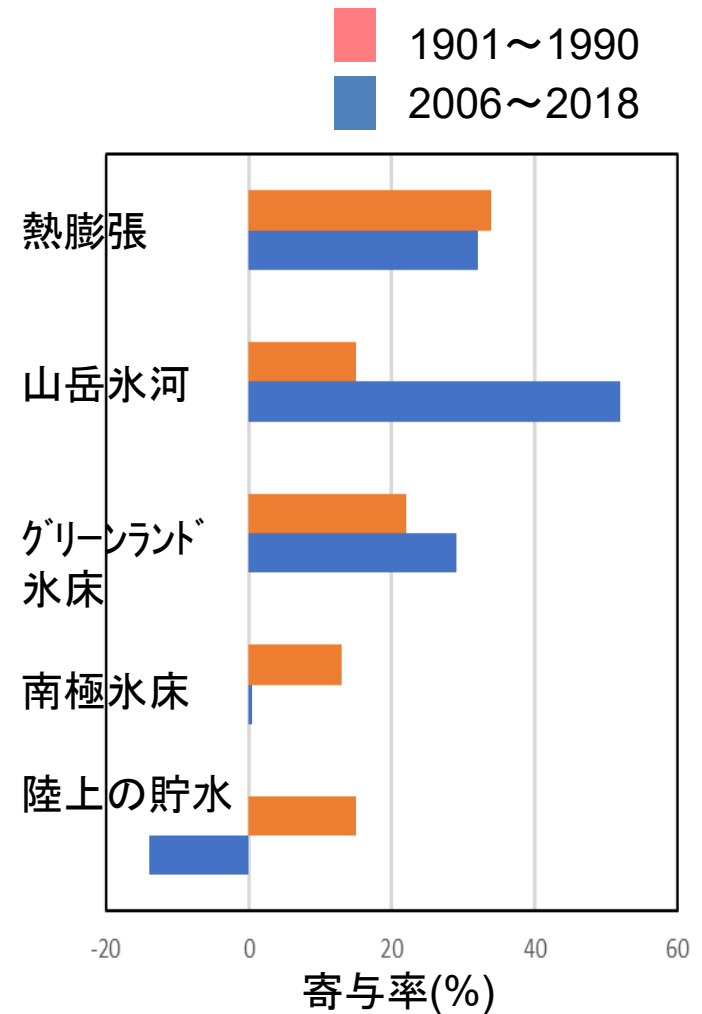
IPCCAR6(WGI)報告書(2021)

●過去の海面上昇

- ・1901～2018年 20cm(15～25cm)上昇
- ・2006～2018年の上昇速度 3.7mm/y
- ・卓越する要因が、グリーンランド、南極氷床に変化

●将来予測

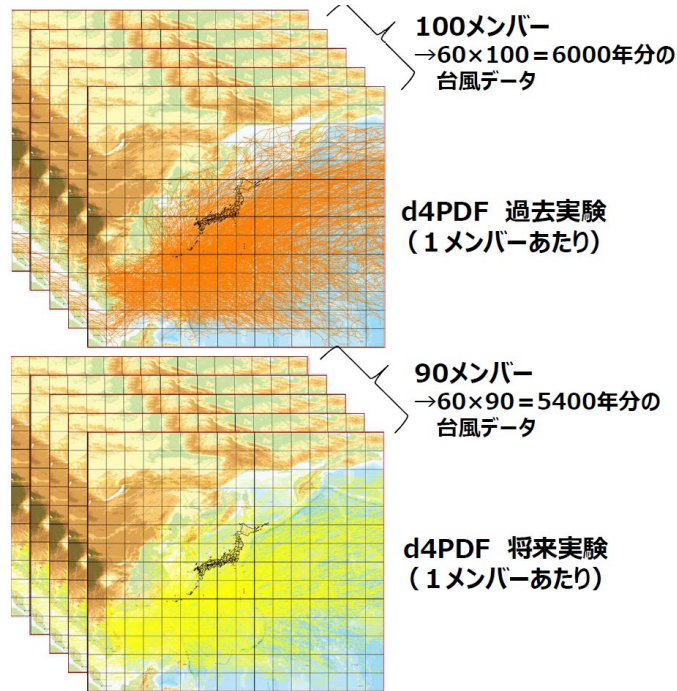
- ・SLRのレスポンス 緩慢
 - 氷床の融解とSLRは数百年から千年以上継続
- ・SSP1-1.9(1.5°C) 32～62cm
- ・SSP5-8.5(4°C) 63～101cm
- ・低確率・重大事象によるSLR
 - 2150年までに約5m



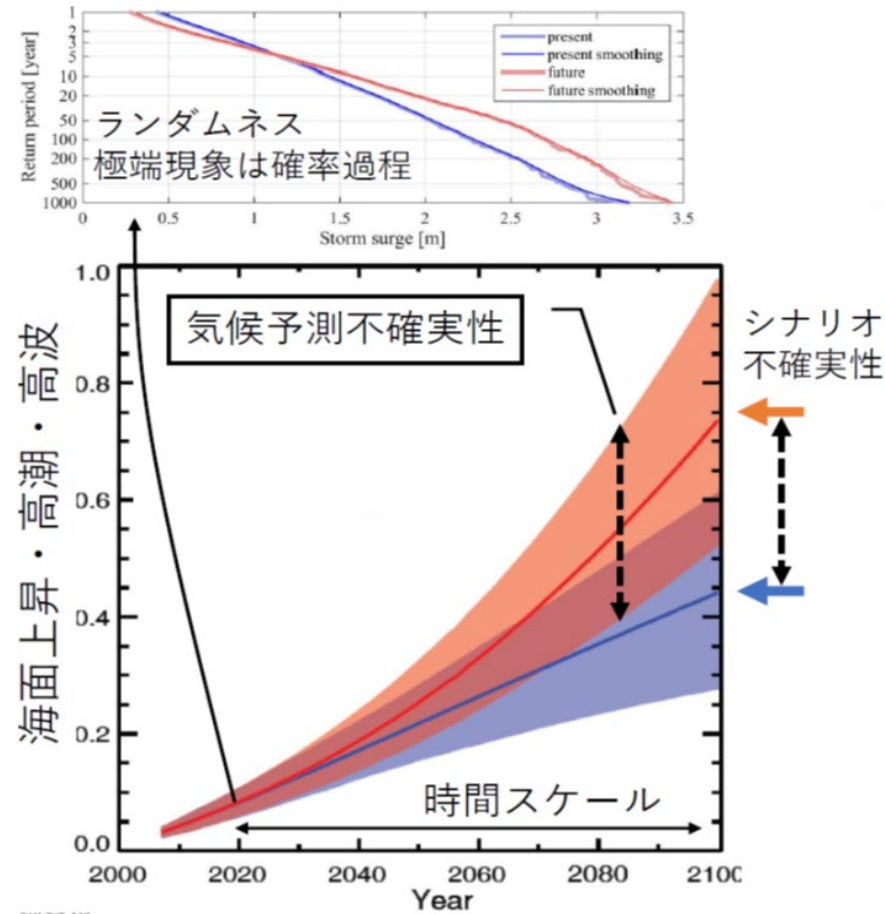
海面上昇の要因の変化
(IPCCAR6(WGI)報告書から筆者作成)

高潮・高波など(短時間極端水位変化)の予測

- ・気候モデル(全球60km)による大規模気候アンサンブルデータd4PDFを活用した台風、爆弾低気圧などの発生分布を推定。日本の先端研究成果



図の出典: 国土交通省資料, 2020.



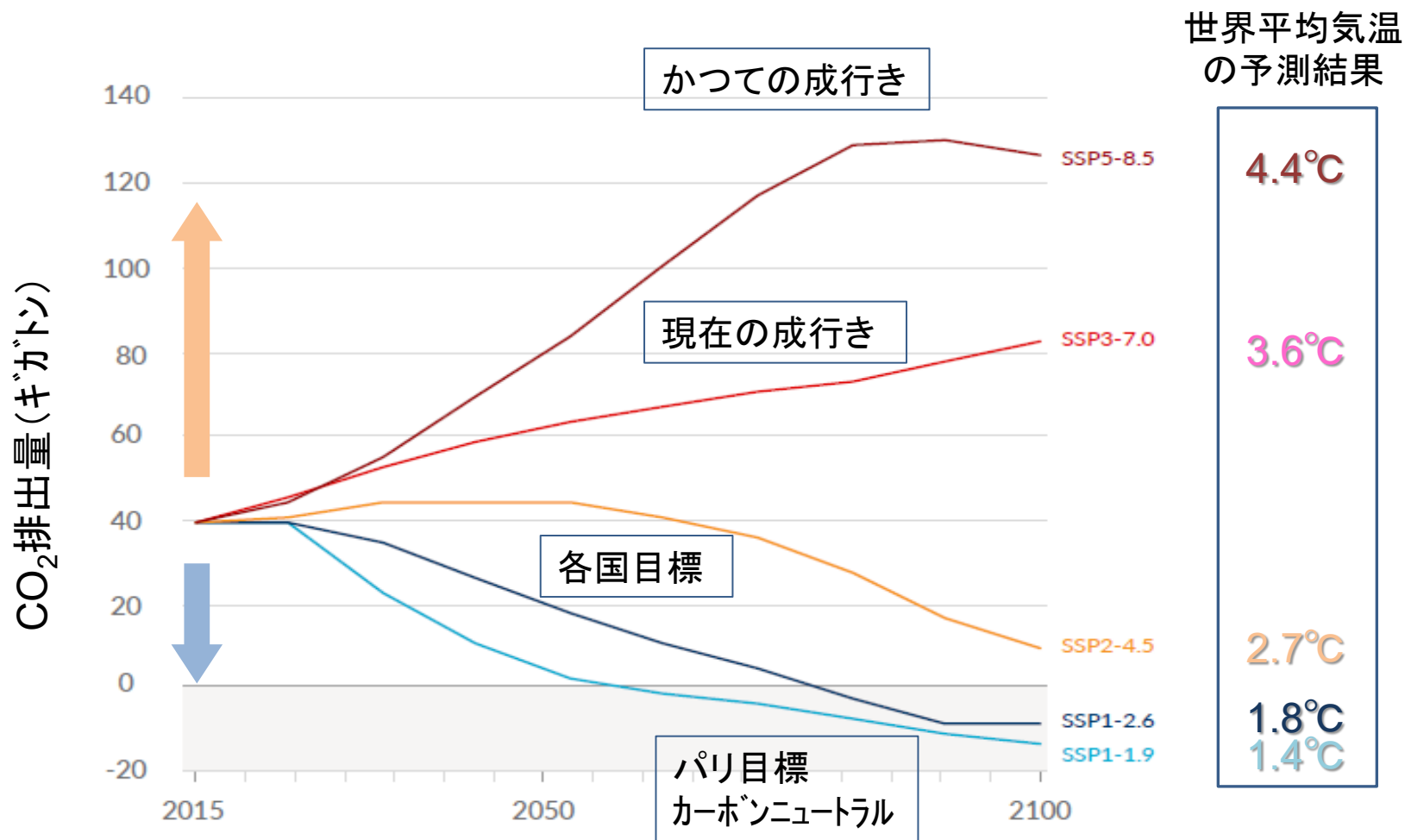
図の出典: 京都大学森教授発表資料, 2021.

今後の課題

- ・不確実性への対応: 排出(社会)シナリオ、気候モデル
- ・アンサンブル予測データの活用法の研究
- ・海岸地形・地質、海象データなど基礎となるデータの蓄積

排出(社会)シナリオと気候変動の見通し

- ・気候の将来予測は排出(社会)シナリオによる
- ・カーボンニュートラルがどのように進むかによって設計外力も異なる



2. 気候変動対策と社会の多様な課題解決の結合

● Climate Resilient Development(気候変動に対して強靱な開発)

- カーボンニュートラルは社会変革のドライバー
- SDGsと気候変動対策は密接に関連する
- 気候変動対策は、防災、水資源、食料、生物多様性などに関連

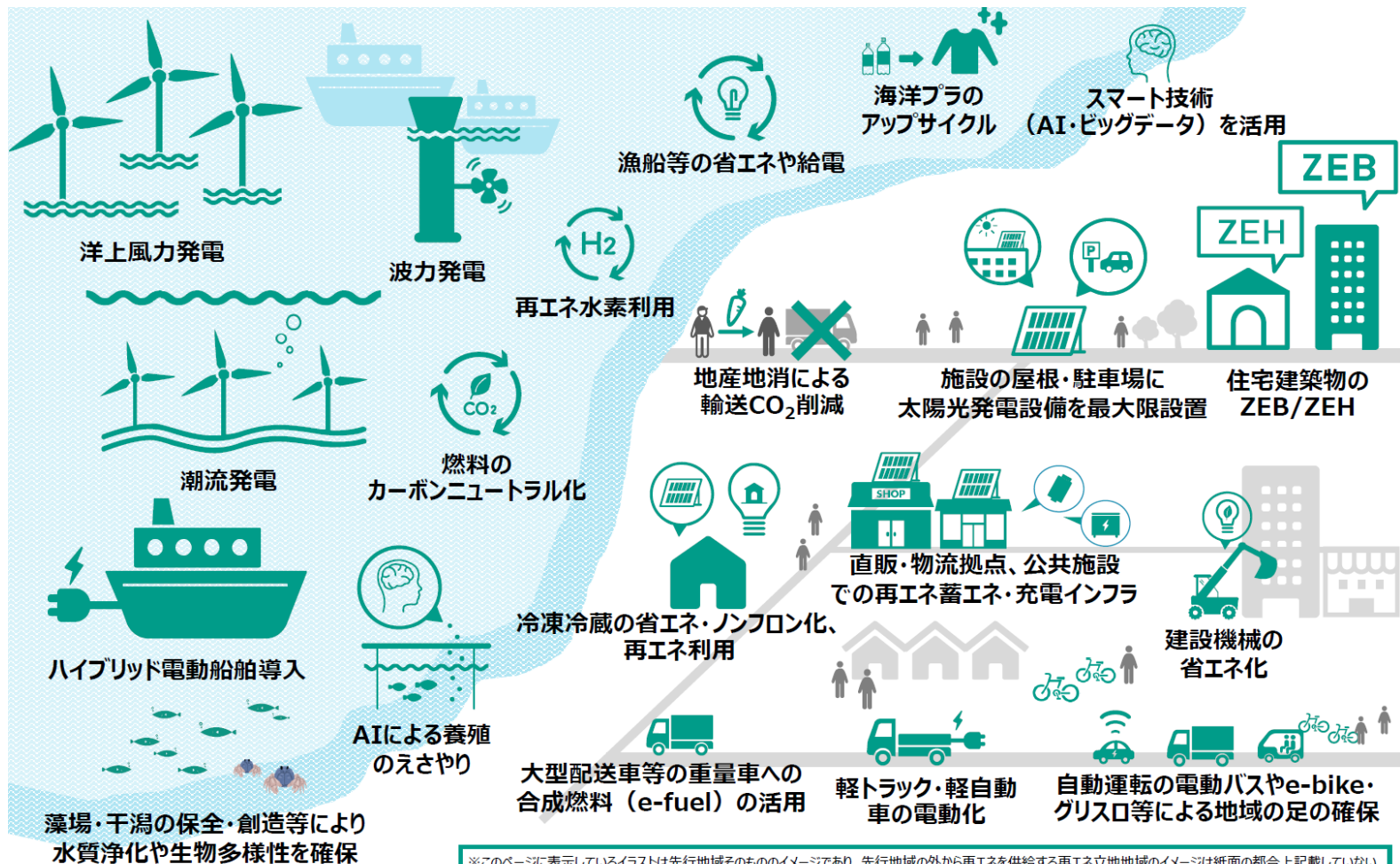


海岸・沿岸域の役割

- 海岸保全は気候変動を含む環境変動に対して強靱な社会構築を担う分野
 - ① Ecosystem-based Adaptation 自然環境の保全と活用
 - ② 人口減少・高齢化、地域活性化など、日本における多様な社会的課題への取り組みとの結合。そのために、減災対策、移住・移転、土地利用など多様な方策を検討

③ 海岸・沿岸域における緩和策

- ・自然エネルギー（風力、波力、潮流）の生産、水素などの輸送・貯蔵
- ・ブルーカーボンによるCO₂吸収
- ・施設建設・維持管理などの省エネ、排出削減



「海岸保全×気候変動対策」の展開

- ・海岸法の目的(美しく、安全で、生き生きした海岸)実現のために、気候変動対策(適応、緩和(脱炭素))をいかに取り込むか
- ・カーボンニュートラル時代における海岸の新しい可能性を活かした防護・環境・利用の統合的方策を検討すべき

「海岸保全×気候変動対策」の配置図

		防護	環境	利用
適応	防護	CCを踏まえた堤防・施設	砂浜保全・土砂管理	多様で適正な利用 気候変動に強靱な開発・地域社会
	順応	避難・減災 土地利用計画	Ecosystem-based Adaptation サンゴ礁・マングローブ・ 海岸林、干潟・浅海生態系	
	撤退	移住・移転		
緩和			ブルーカーボン	洋上・海岸風力 潮流・波力 水素貯蔵・輸送

※ 黒字:実施中、赤字:国際的動向あるいは今後の課題

まとめ

1. IPCCは、30年以上にわたる継続した科学的評価によって、国際的に大きな役割を果たしてきた。最新の第6次報告書では、温室効果ガスの排出経路と将来の気候変動の関係を示し、2050年カーボンニュートラルの重要性を示した。
2. 今年から来年にかけて公表されるIPCC第6次報告書では、気候変動対策と持続可能な社会(SDGs)との関係をさらに広く扱っている。Climate Resilient Developmentという目標では、気候変動対策と社会の多様な課題が結び付いている。
3. 国際的に気候変動の科学は進展とともに、我が国でも、気候アンサンブル予測によるd4PDFデータを用いた海岸保全施設の設計外力推定法が開発されている。これらによって、気候変動を踏まえた海岸保全の方針を具体化することが可能になった。
4. パリ協定以降、国内外で、2050年カーボンニュートラルを目指す動きが急展開している。海岸・沿岸域においても、適応策だけでなく緩和策にも取り組む可能性が生まれている。
5. 「海岸保全×気候変動対策」といった、現下の変革期に対応した海岸保全や沿岸域管理への取り組みを期待する。