

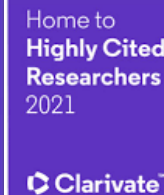
脱炭素社会の絵姿と地域・企業の役割

長谷川 知子

(立命館大学理工学部)

- 地球温暖化のお話
- 脱炭素に向けた地域・企業の役割

自己紹介



History

2011-2018	国立環境研究所 JSPSフェロー(-2013)、ポスドク(-2015)、研究員(-2018)
2016-2018	国際応用システム研究所(オーストリア) 客員研究員
2019-	立命館大学 准教授

専門

環境工学・環境システム工学

研究内容

- 気候変動、政策研究、シミュレーションモデル開発
- 気候変動と食料、土地利用に関する研究
 - 環境、食料安全保障、生物多様性に関わる研究

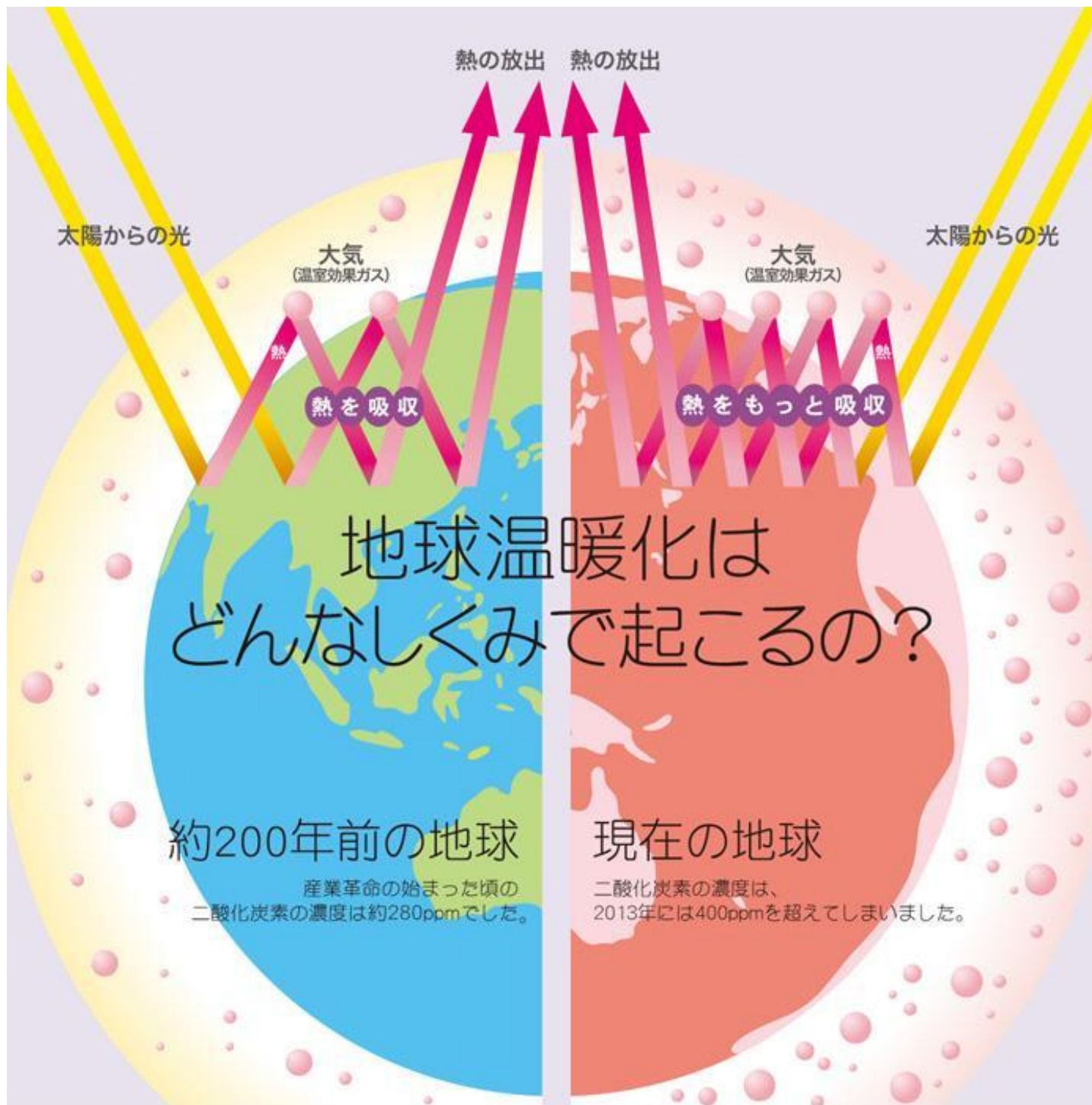
その他

IPCC第6次評価報告書 第3次作業部会 代表執筆者
Highly Cited Researchers 2019, 2020, 2021, 2022 高被引用論文著者に選出
令和3年度文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞(科学技術分野)

2児の母

趣味: ジョギング、など

地球温暖化の メカニズム

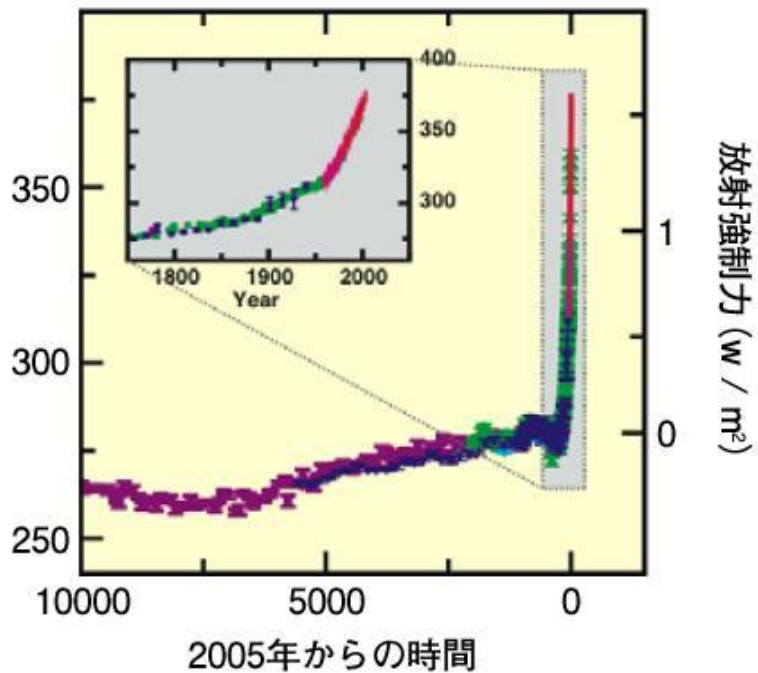


もし温室効果ガスがなかったら 地球の温度は何度？

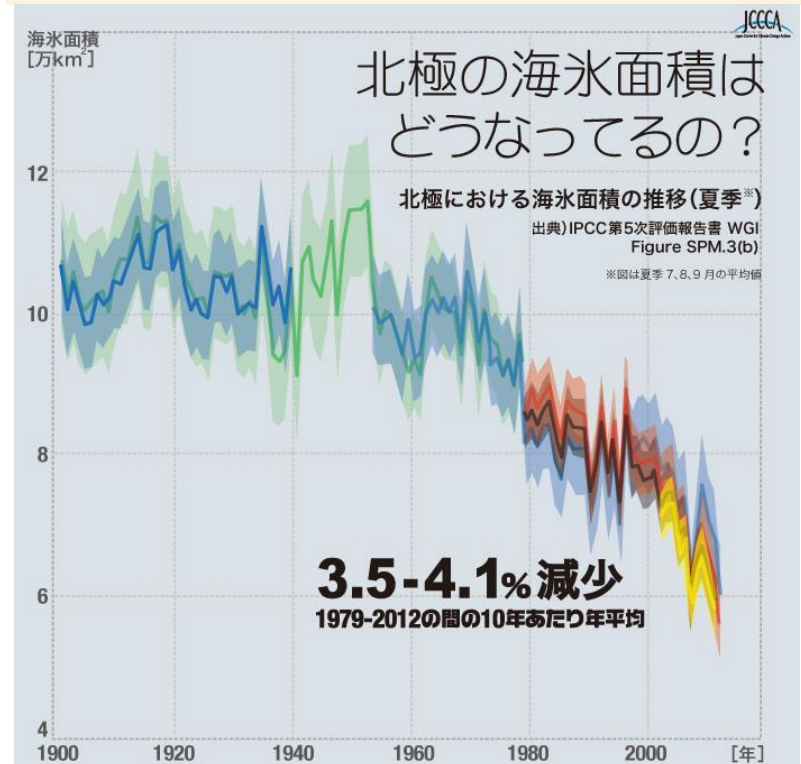
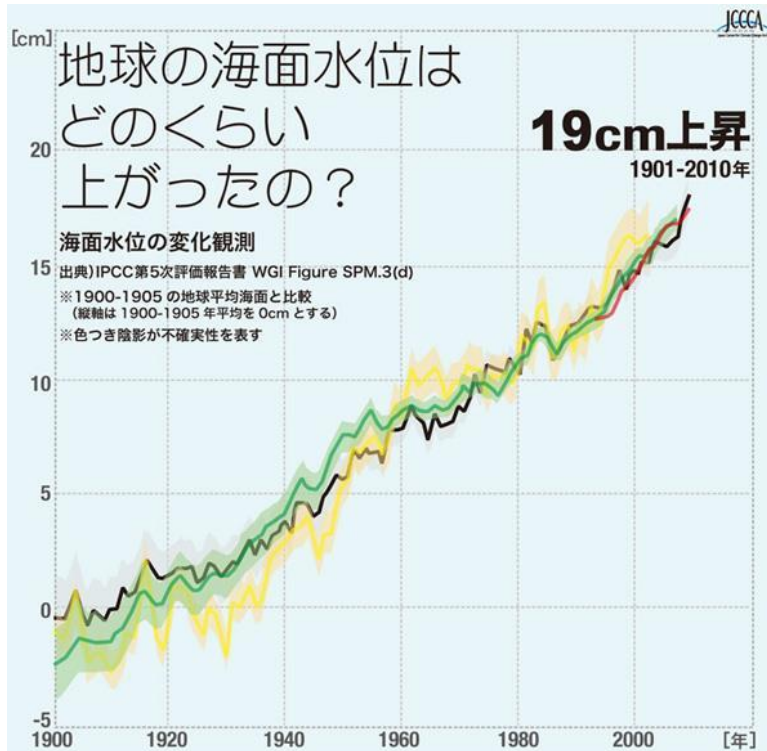
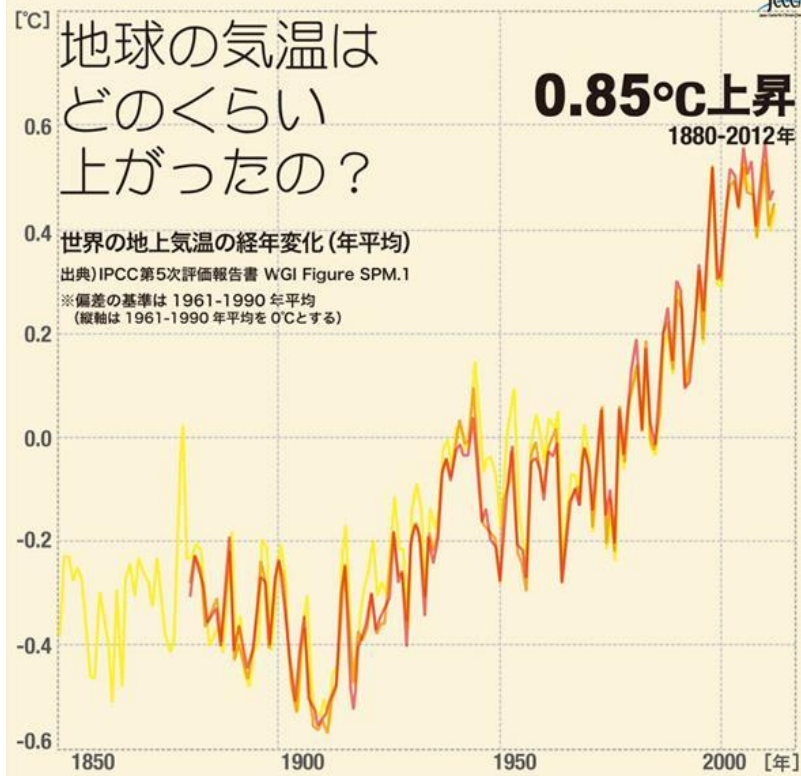
- 現在の地球の平均気温は15°Cくらいといわれている

1. 15°C
2. 10°C
3. 0°C
4. -15°C

二酸化炭素濃度 (ppm)



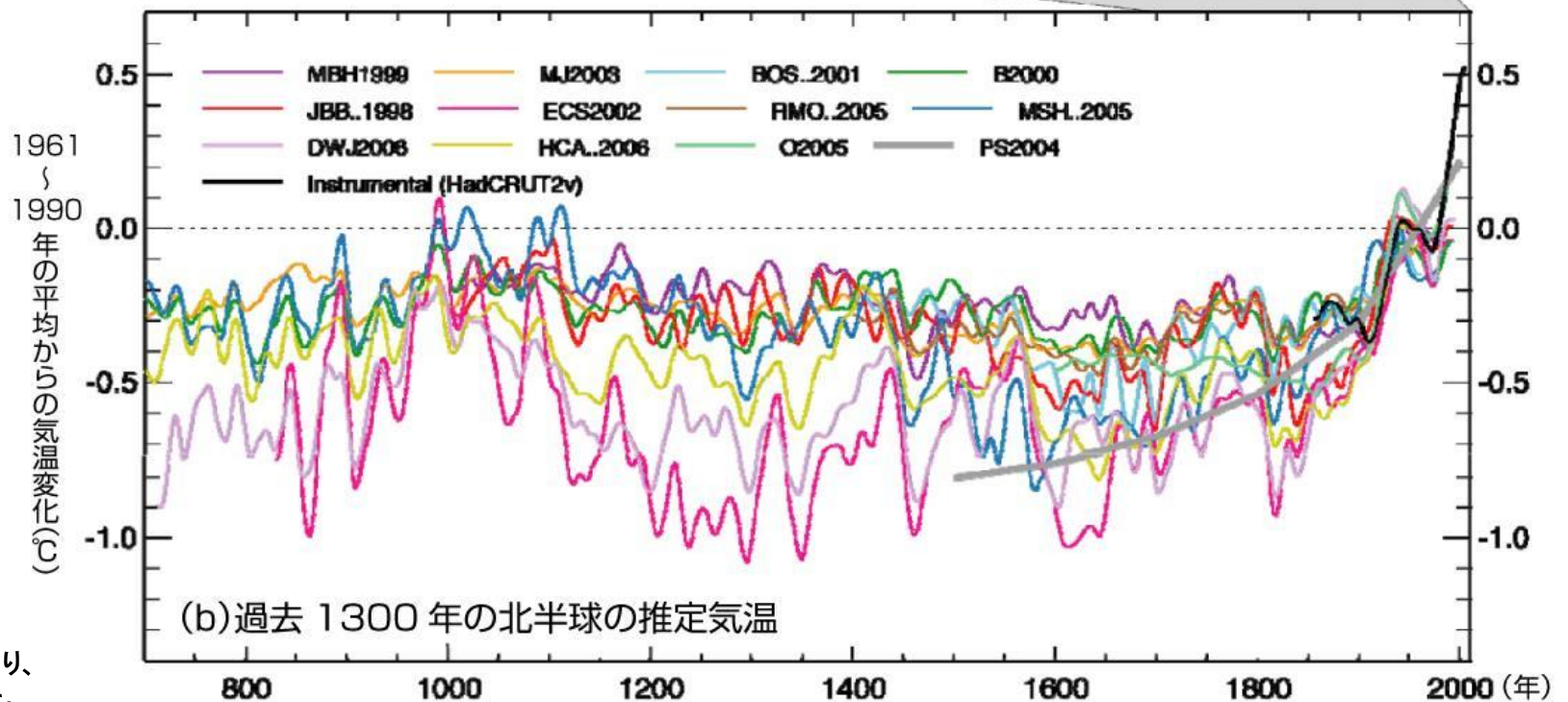
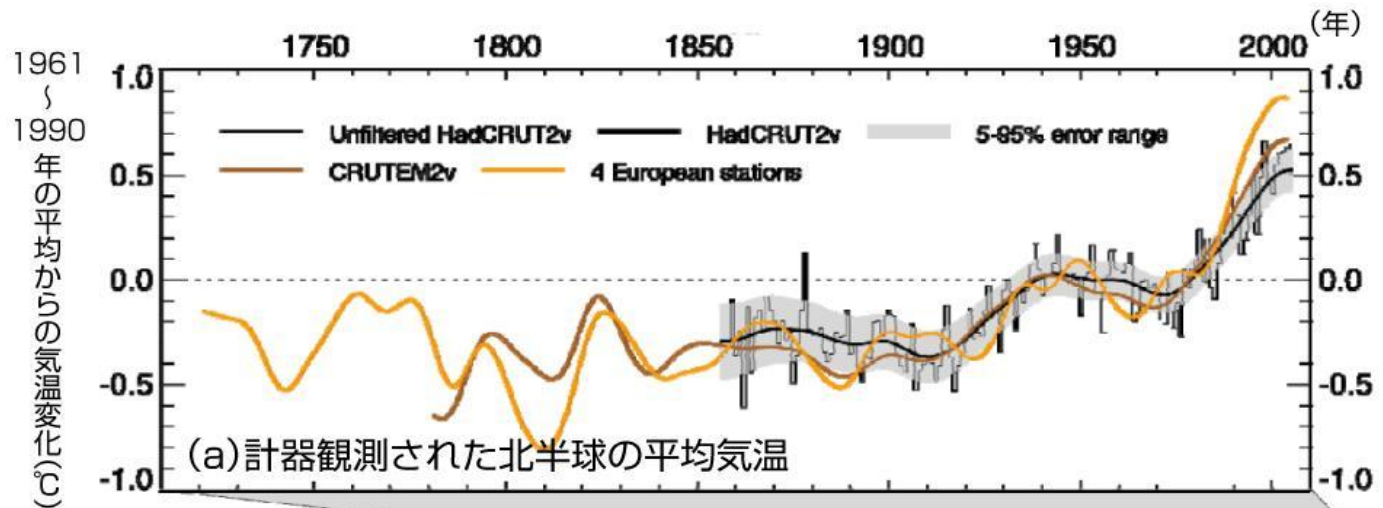
出典) IPCC第4次評価報告書2007



出典: JCCCA
<https://www.jccca.org/>

過去1300年で最も暖かい

20世紀後半の北半球の平均気温は、過去500~1300年の範囲で見ると、最も暖かい



※ 地球の軌道の定期的な変化により、現在より日射量が10%増加していた。

**これから気候は
どのように変化するか**

今後地球はどのくらい温まるか？

- なにも対策をとらないと、現在の地球の平均気温は15°C から2100年には何度になる？
 1. 16°C (現状から+1°C)
 2. 17°C (現状から+2°C)
 3. 18°C (現状から+3°C)
 4. 19°C (現状から+4°C以上)

気温変化の推計

- 東京大学気候システム研究センター(CCSR)、国立環境研究所(NIES)、海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター(FRCGC)
- 解像度: 大気が100km程度、海洋が20km程度
- 設定条件: 1900~2000年は観測された温室効果気体濃度等の変化。2001~2100年はIPCC(気候変動に関する政府間パネル)による将来の世界が経済重視で国際化が進むと仮定したシナリオ「A1B」(2100年の二酸化炭素濃度が720ppm)

1950

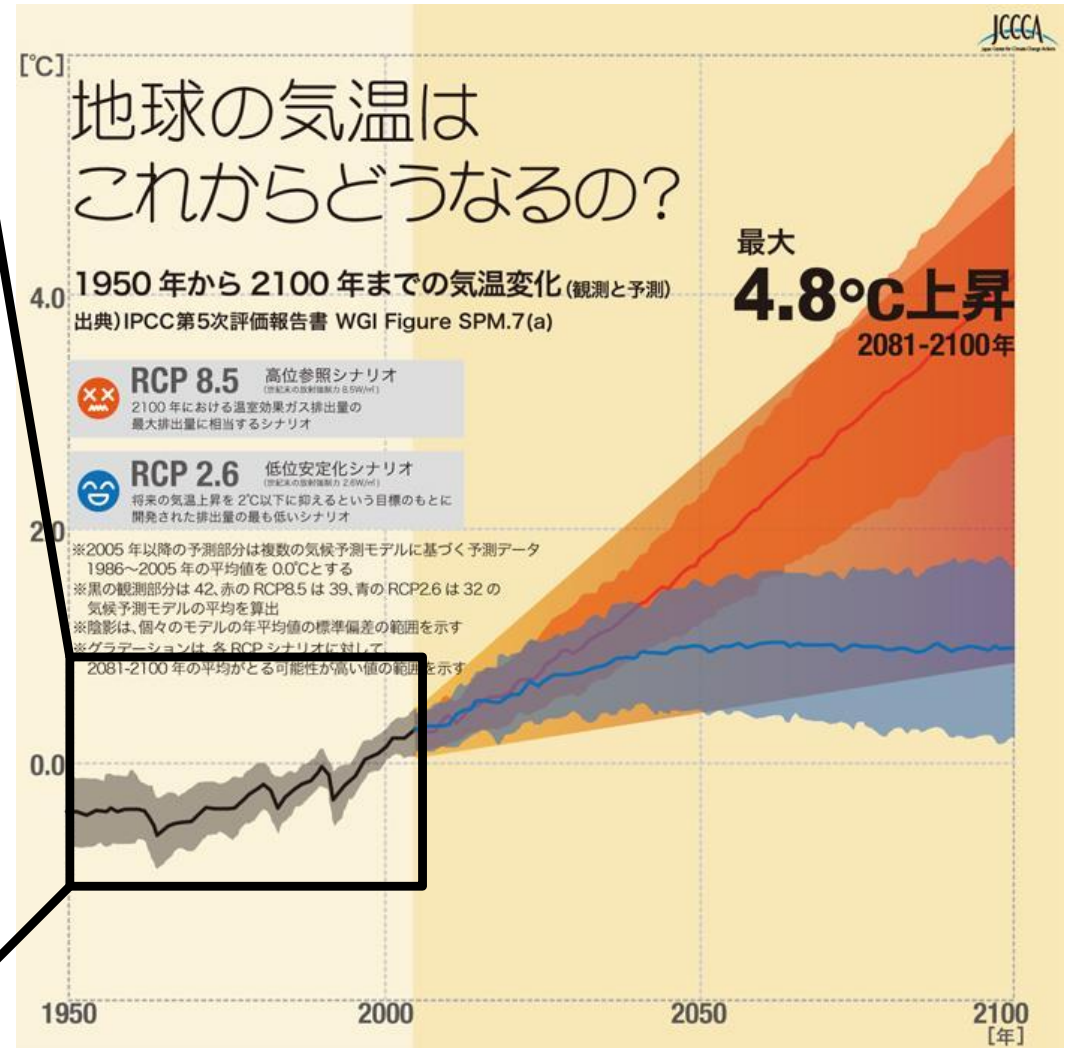
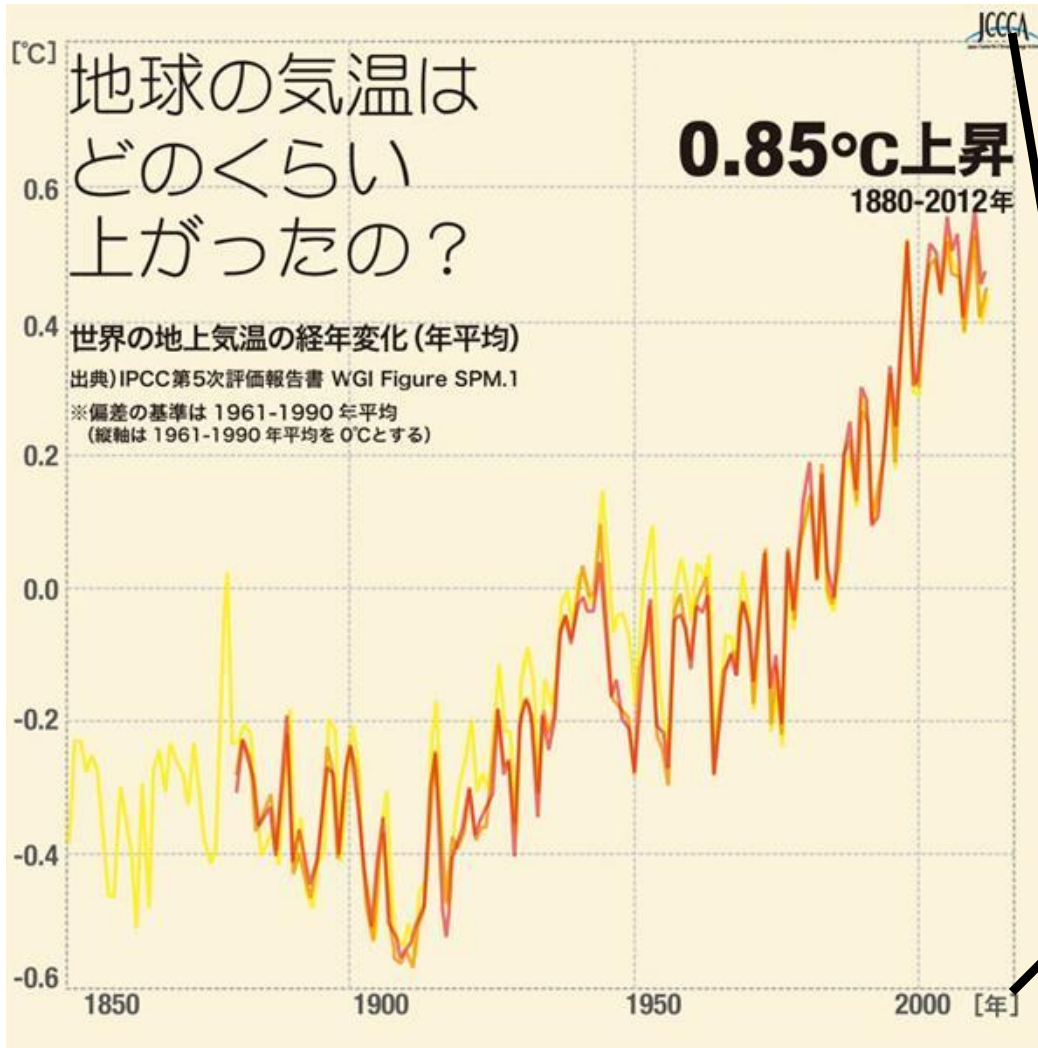
-12

-6

0

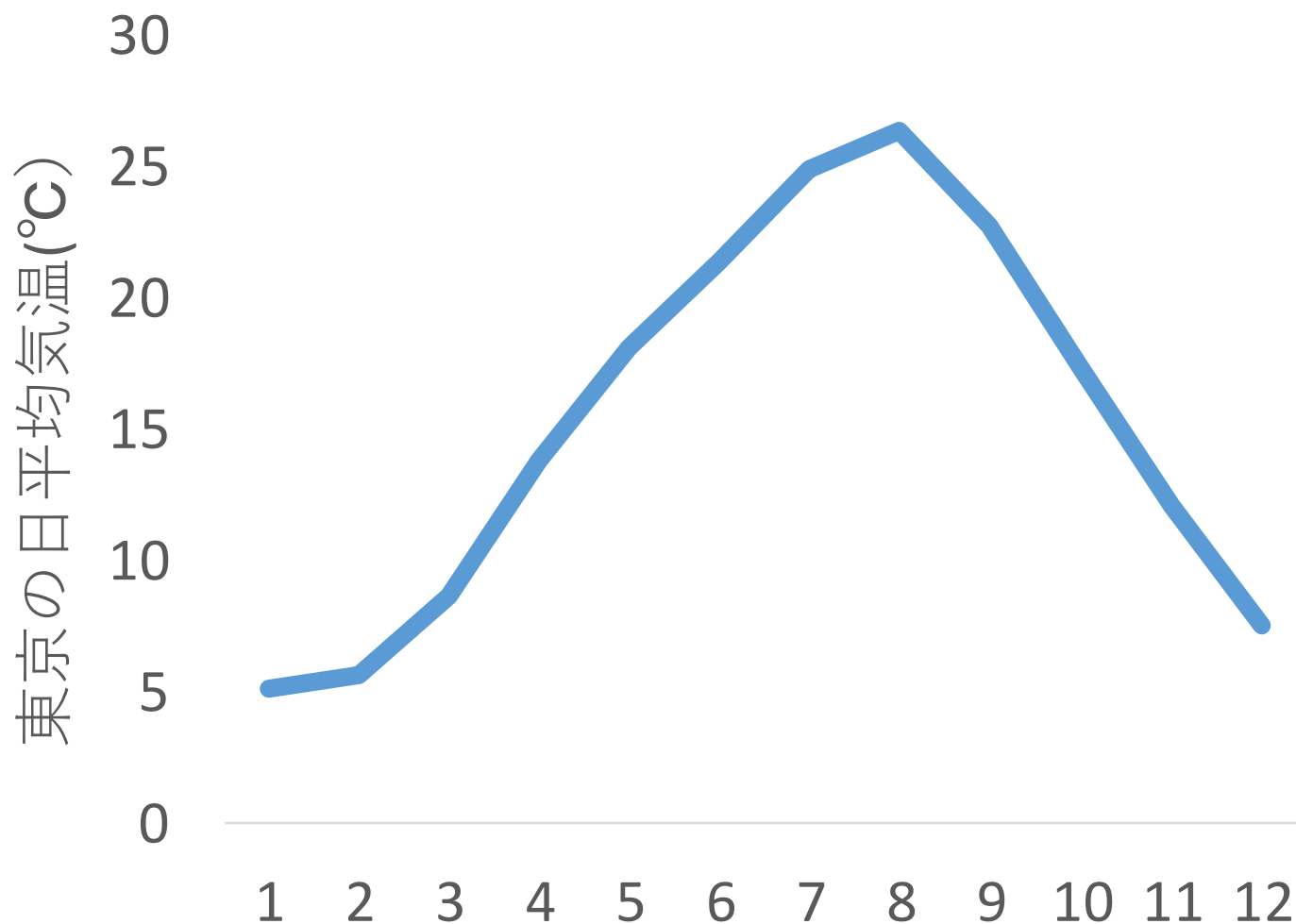
+6

+12



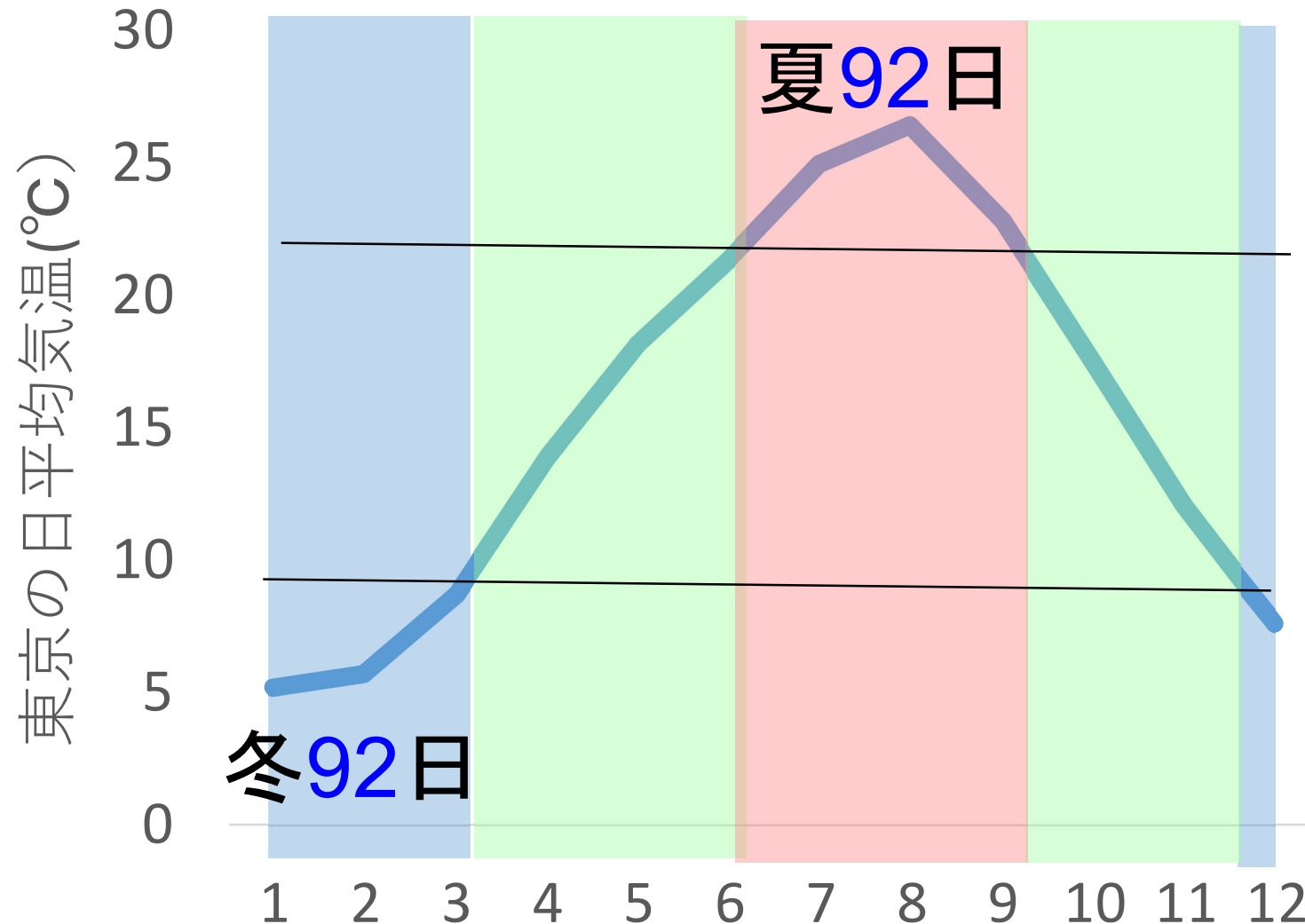
+2 °Cはどれくらい暑い？

東京の日平均気温季節変化(1981-2010年平均)



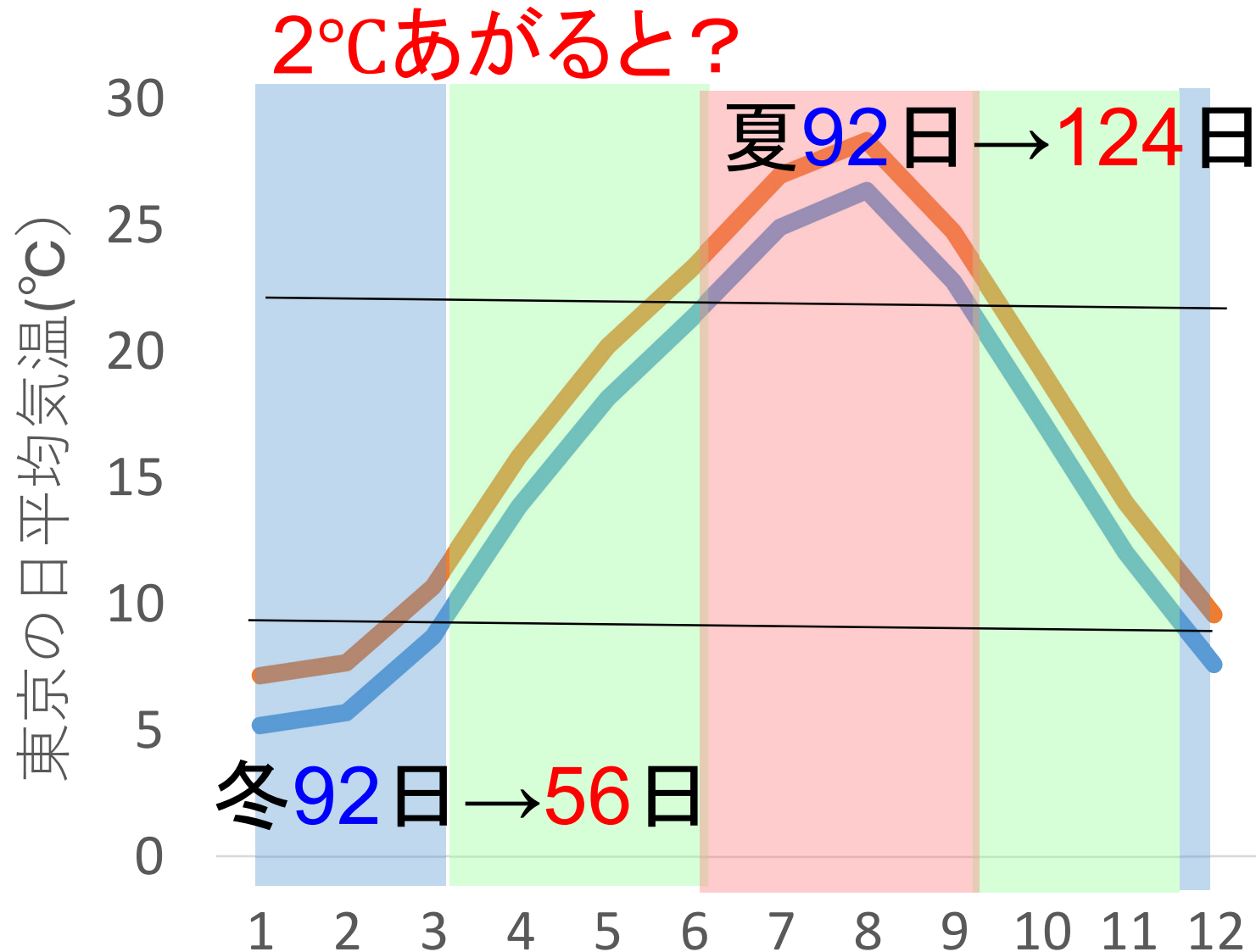
+2°Cはどれくらい暑い？

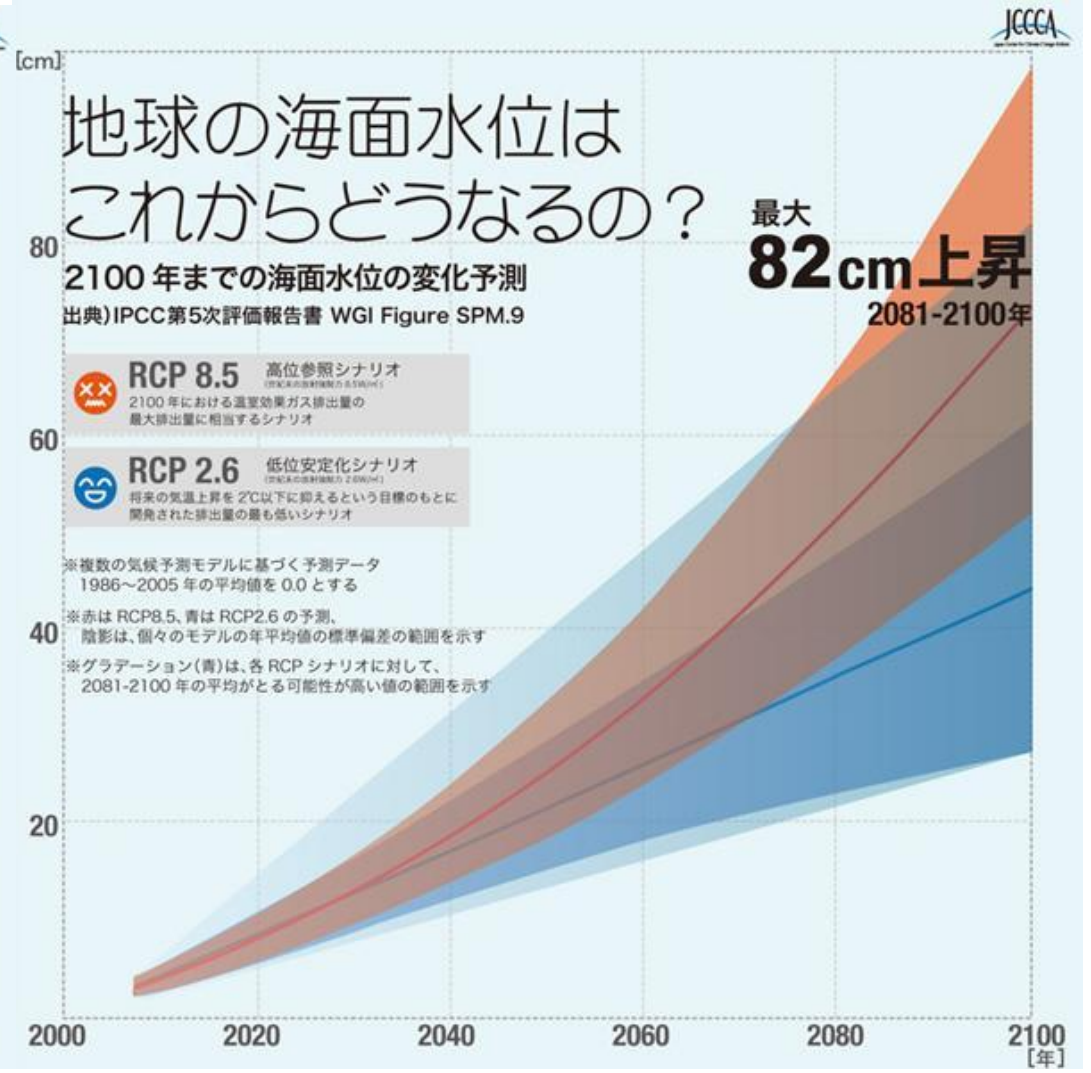
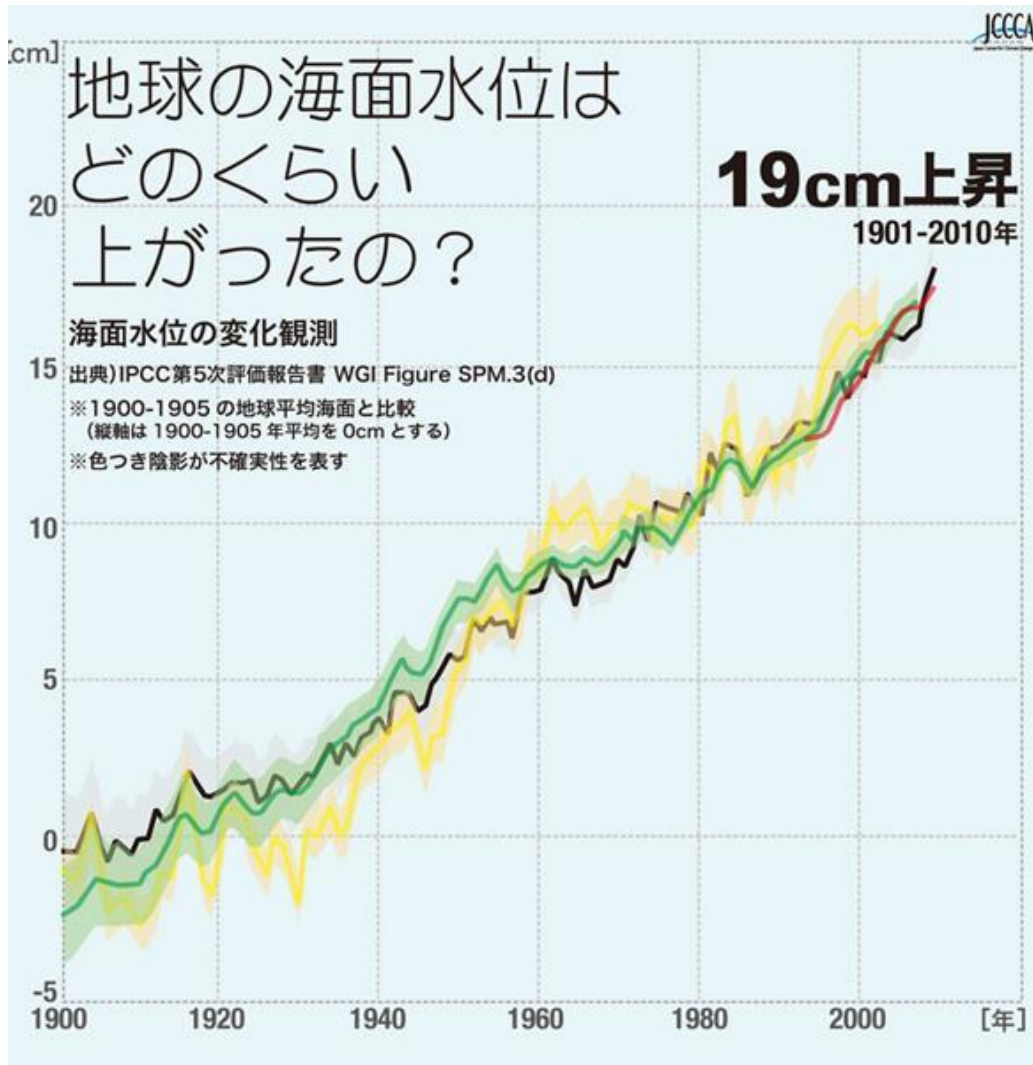
東京の日平均気温季節変化(1981-2010年平均)



+2°Cはどれくらい暑い？

東京の日平均気温季節変化(1981-2010年平均)





1

海面上昇 高潮

(沿岸、島しょ)

2

洪水 豪雨

(大都市)

3

インフラ 機能停止

(電気供給、医療などのサービス)

4

熱中症

(死亡、健康被害)

将来の
主要なリスク
とは？

複数の分野地域におよぶ
主要リスク

出典) IPCC 第5次評価報告書 WGII

5

食糧不足

(食糧安全保障)

6

水不足

(飲料水、灌漑用水の不足)

7

海洋生態系 損失

(漁業への打撃)

8

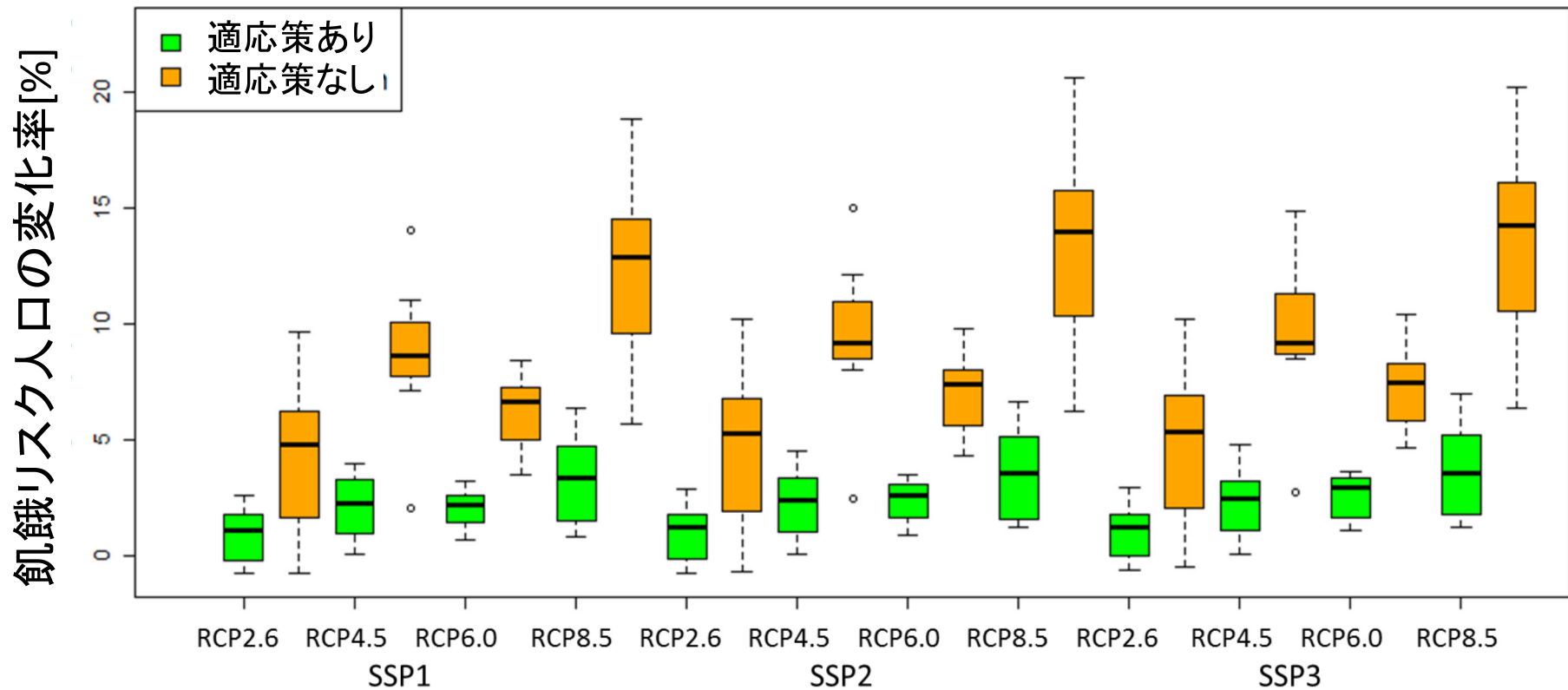
陸上生態系 損失

(陸域及び内水の生態系損失)

気候変動による飢餓への影響と適応効果

- 適応策は将来の社会経済条件と温室効果ガス排出条件にかかわらず、栄養不足のリスクを有意に減少させることを明らかにした。

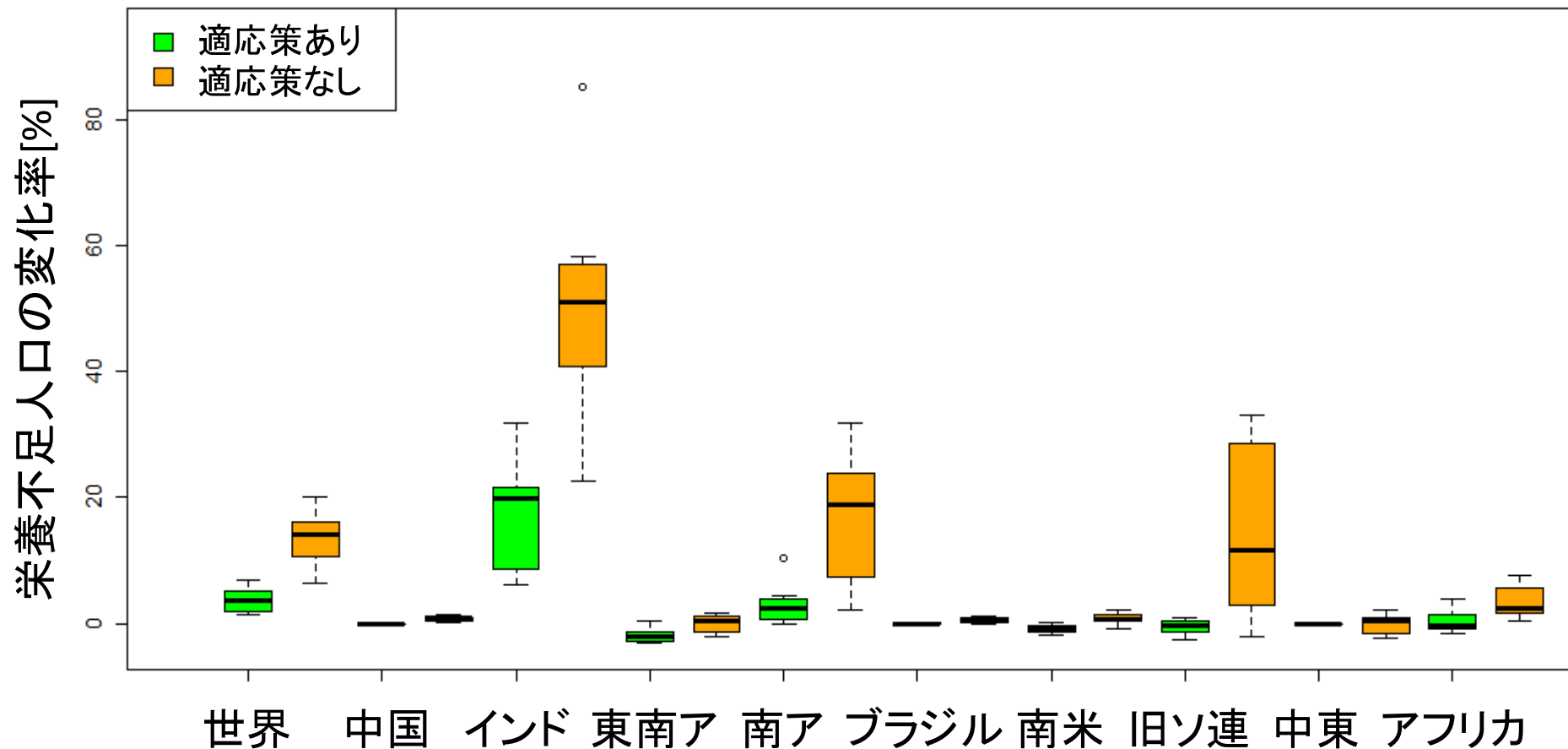
2050年における世界の飢餓リスク人口の変化率



気候変化なしのシナリオを基準としそこからの変化率を示す。
箱髭と点線は、8つの気候モデルによる不確実性を示す。

2050年気候変動による飢餓への影響と適応効果 最も悲観的なシナリオ(SSP3-RCP8.5)

- 気候影響による飢餓リスクは、摂取カロリーと気候影響の程度により地域間で大きく異なる。
- 余剰の土地が限られている国・地域(インド、その他アジア地域)では農地の逼迫、価格上昇により食料消費が低下、結果として栄養不足人口が増加する傾向がみられた。

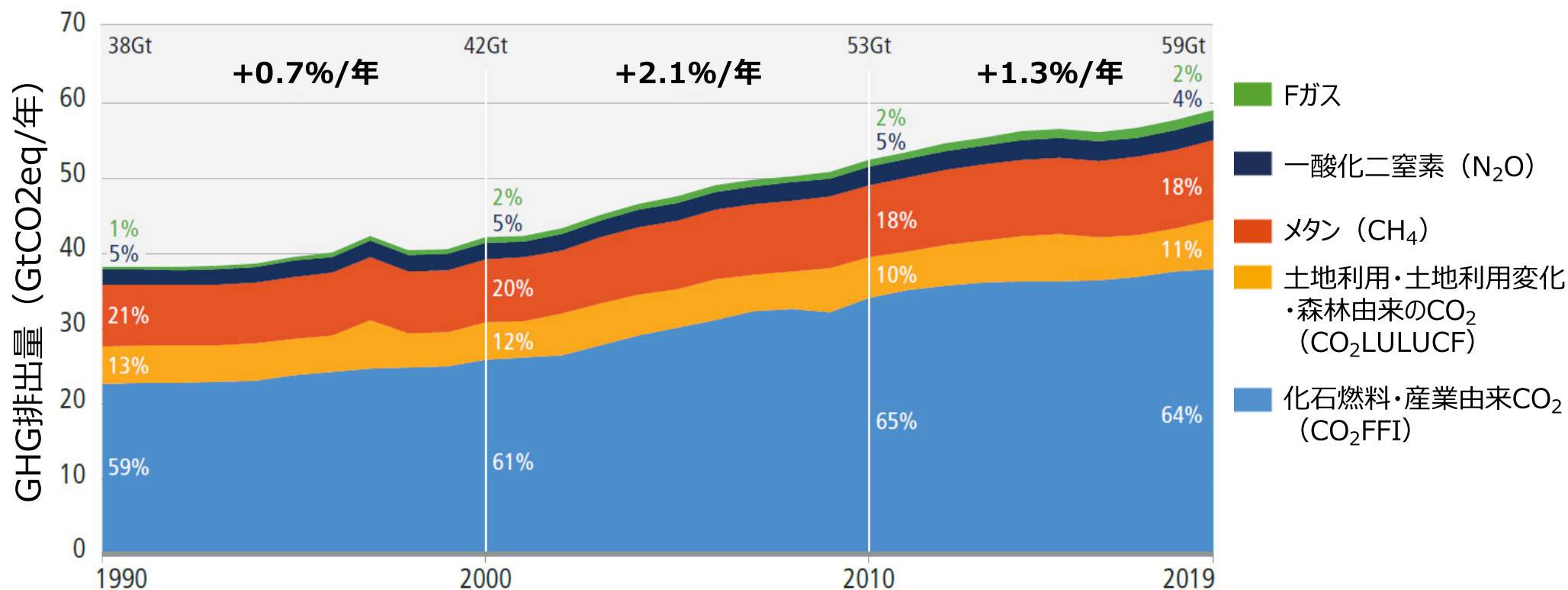


どれくらい温室効果ガスを
減らせばよいか？

2010年代の平均的な世界の温室効果ガス(GHG)排出量は過去最大

- 人為的な GHGの正味の総排出量は2010年代に増加
- 2010年代の年間平均GHG排出量は過去最大となった

人為起源GHG排出量の推移（1990～2019年）



気候変動問題のターニングポイント

2015年、COP21においてパリ協定が採択



パリ協定とは

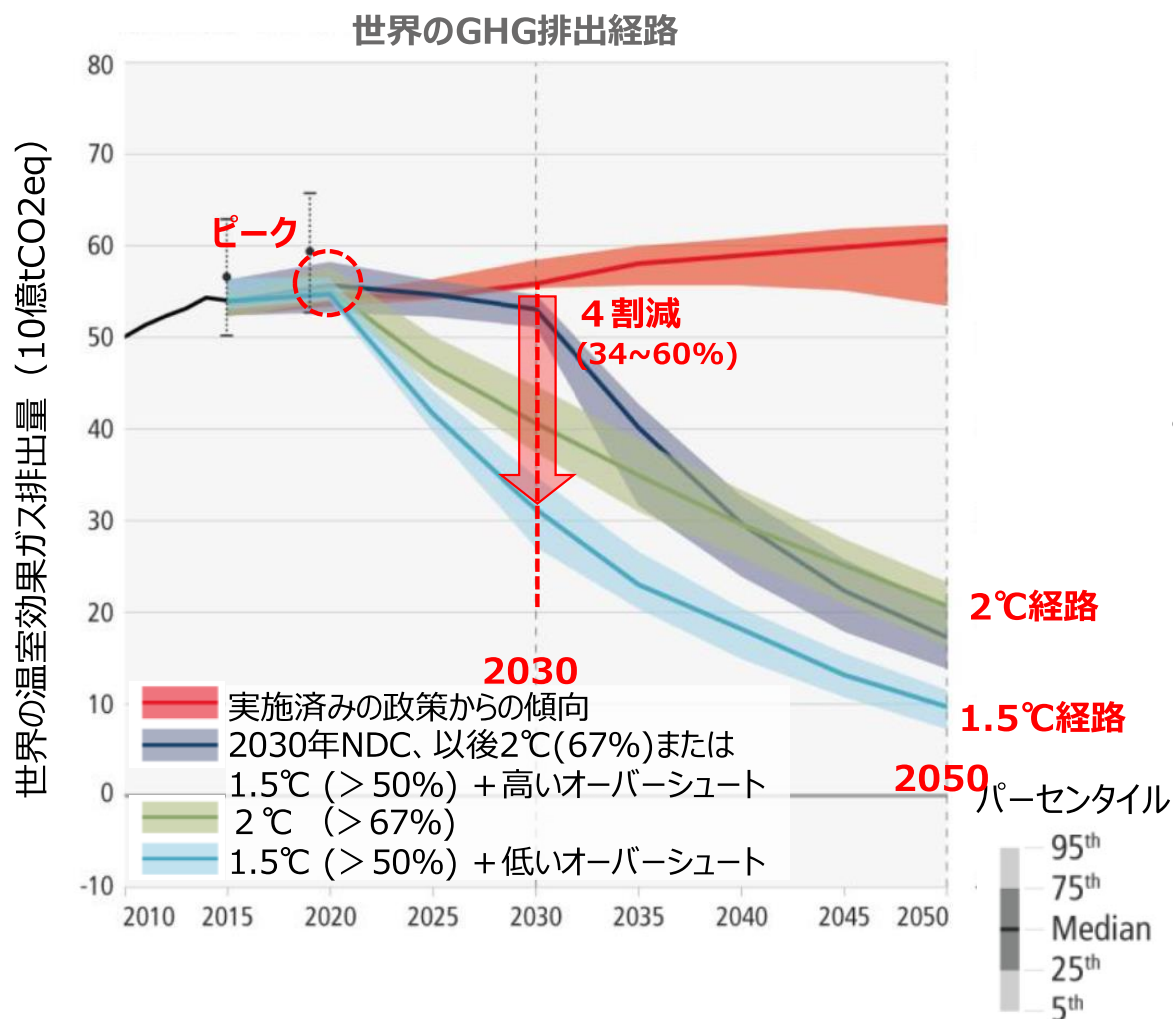
- 「京都議定書」に代わる新たな国際枠組み
- 2020年以降の温室効果ガス排出削減
- 先進国も途上国もすべての国が参加する気候変動に関する合意

パリ協定の目標・内容

- 世界共通の目標として、産業革命以降の世界の平均気温の上昇を2°C未満に抑制することを設定。さらに、1.5°C未満に抑える努力を追求することに言及。
- 今世紀後半の温室効果ガス排出量を実質ゼロにする。
- すべての国が自国の削減目標を5年ごとに更新し、目標を段階的に引き上げる。

今温暖化を1.5°Cに抑制する経路上にない

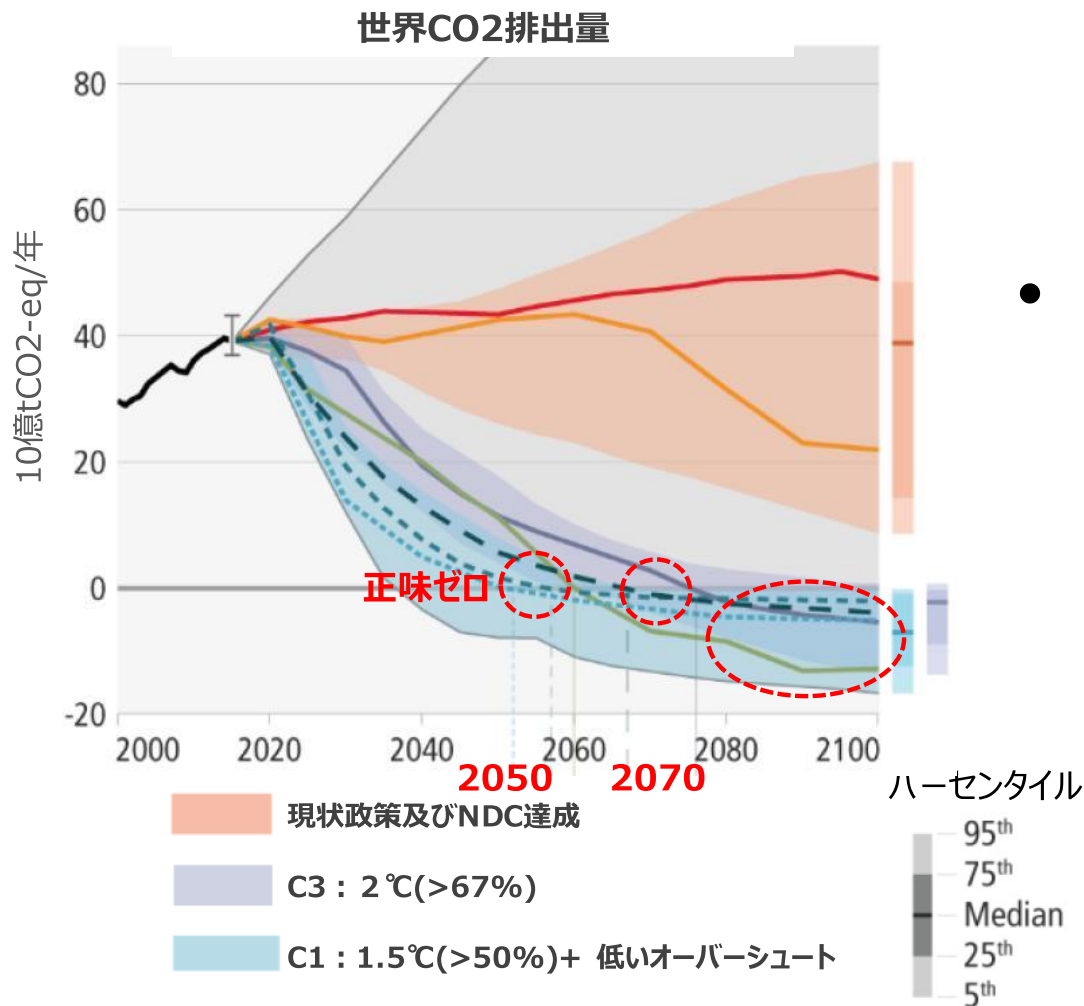
将来の気温上昇水準に応じた世界の排出経路



- 1.5°C達成での世界GHG排出量
 - 2025年までにピークアウト
 - 2030年までに4割減
- 現行の各国削減目標
 - 1.5°C達成には極めて不十分
 - 2°C達成には2030年以降に急速な削減が必要になる

【1.5°C 排出経路】2050年代でネットゼロ排出に達成

将来の気温上昇水準に応じた世界の排出経路



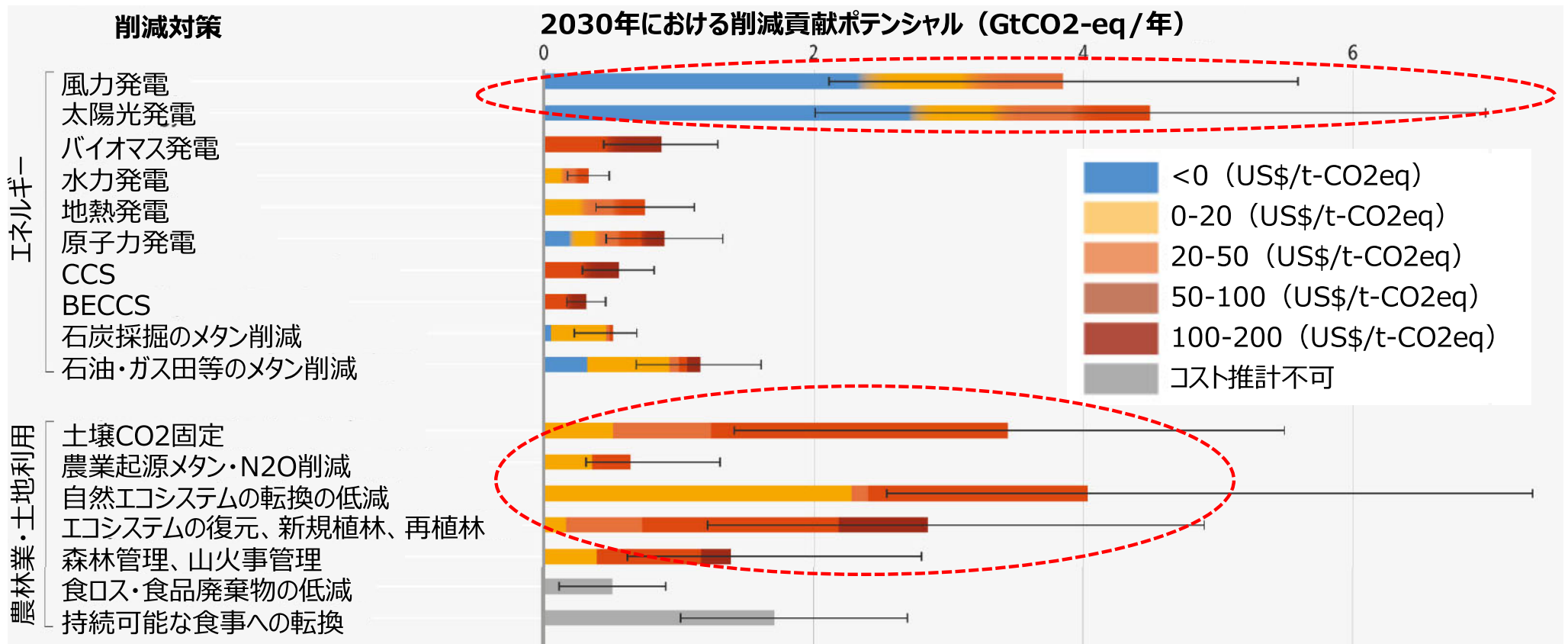
※実線・破線は代表的緩和経路を示す。

- CO2ネットゼロ排出
 - 1.5°C目標達成: 2050年代
 - 2°C目標達成: 2070年代
- 今世紀後半での大幅な吸収が必要

100米ドル/tCO₂までの対策で2030年までに2019年比半減が可能 20米ドル/tCO₂までの対策がその半分以上を占める

- 再エネ(風力・太陽光)が比較的安価で大幅な削減が見込まれる
 - 0米ドル/tCO₂未満でその半分以上の削減
- 農業・土地利用由来の排出削減が大きい

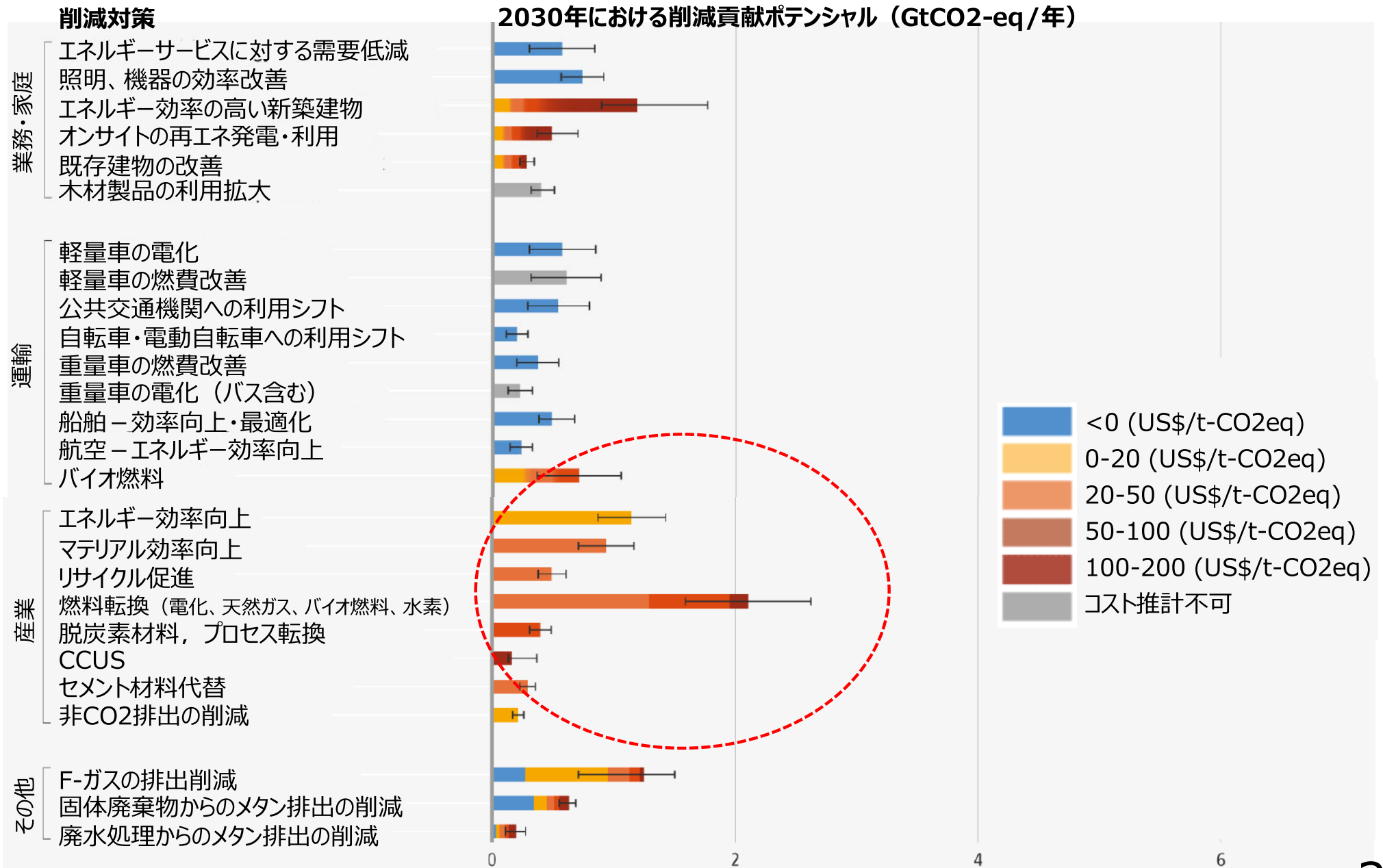
2030年における排出削減対策と削減費用別の削減ポテンシャル (1/2)



(出所) IPCC AR6 WG3 SPM Figure SPM.7

100米ドル/tCO₂以下の対策で2030年までに2019年比半減が可能 20米ドル/tCO₂までの対策がその半分以上を占める

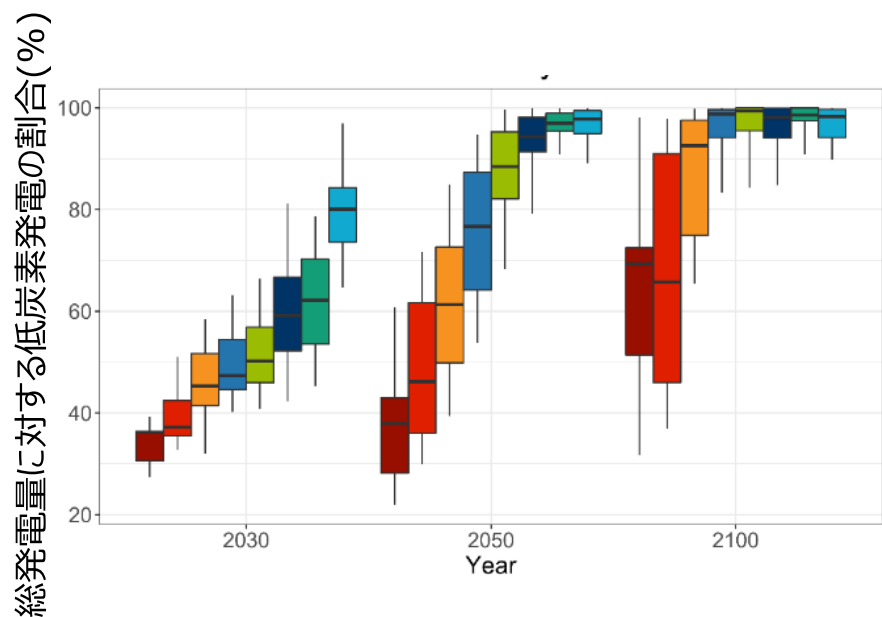
2030年における排出削減対策と削減費用別の削減ポテンシャル (2/2)



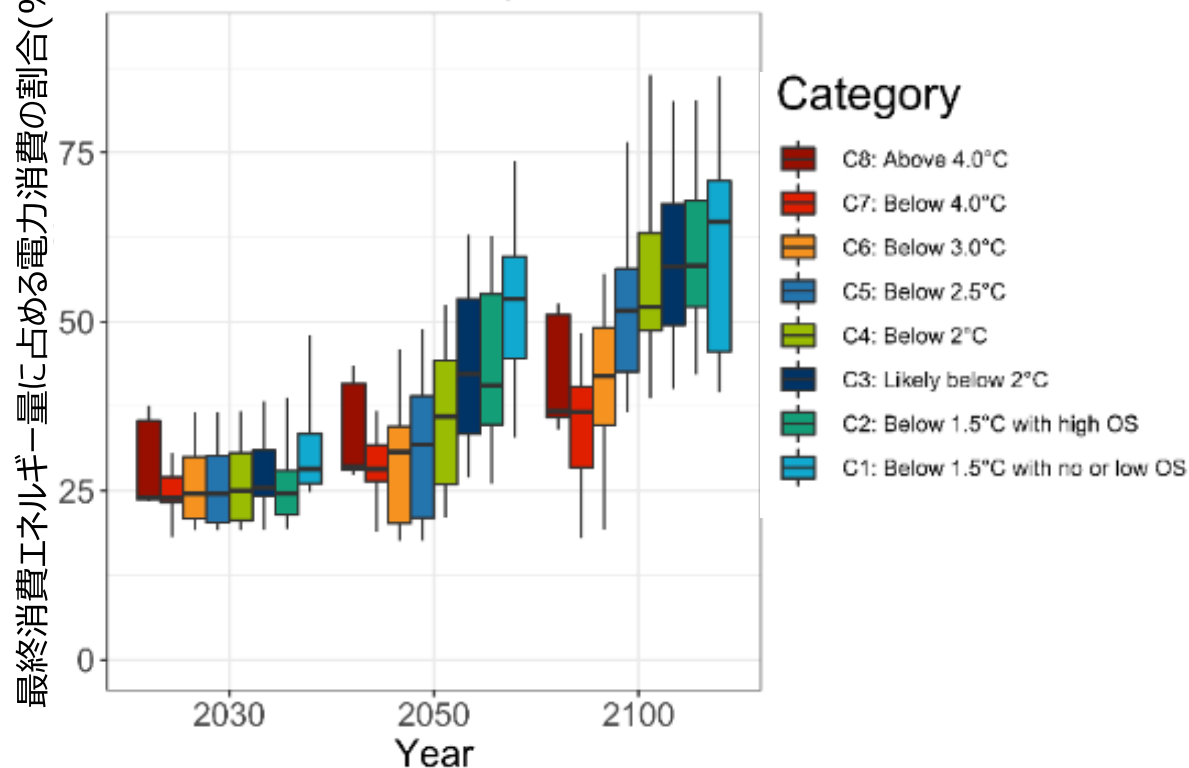
エネルギーシステムの大規模変革

エネルギー供給側では**低炭素発電への移行**、需要側では**電化の促進**

供給：低炭素発電の割合（世界）



需要：産業部門の電力の割合（世界）

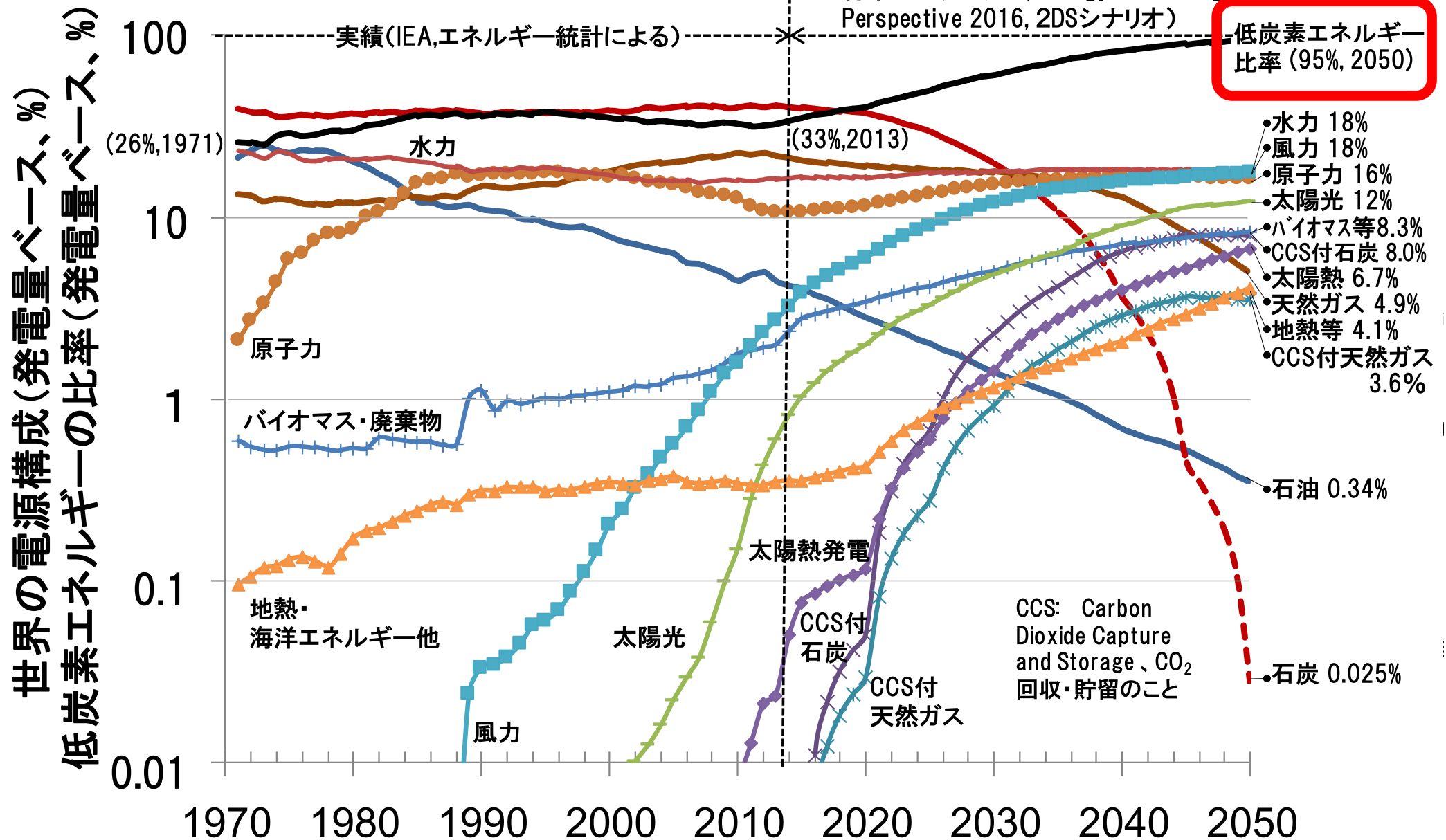


(出所) IPCC AR6 WG3 Figure 3.23, 3.24, 3.25, 3.26

2°C目標における電源構成変化の例

過去のトレンドと2°Cシナリオ(ETP2016, 2DS)での将来

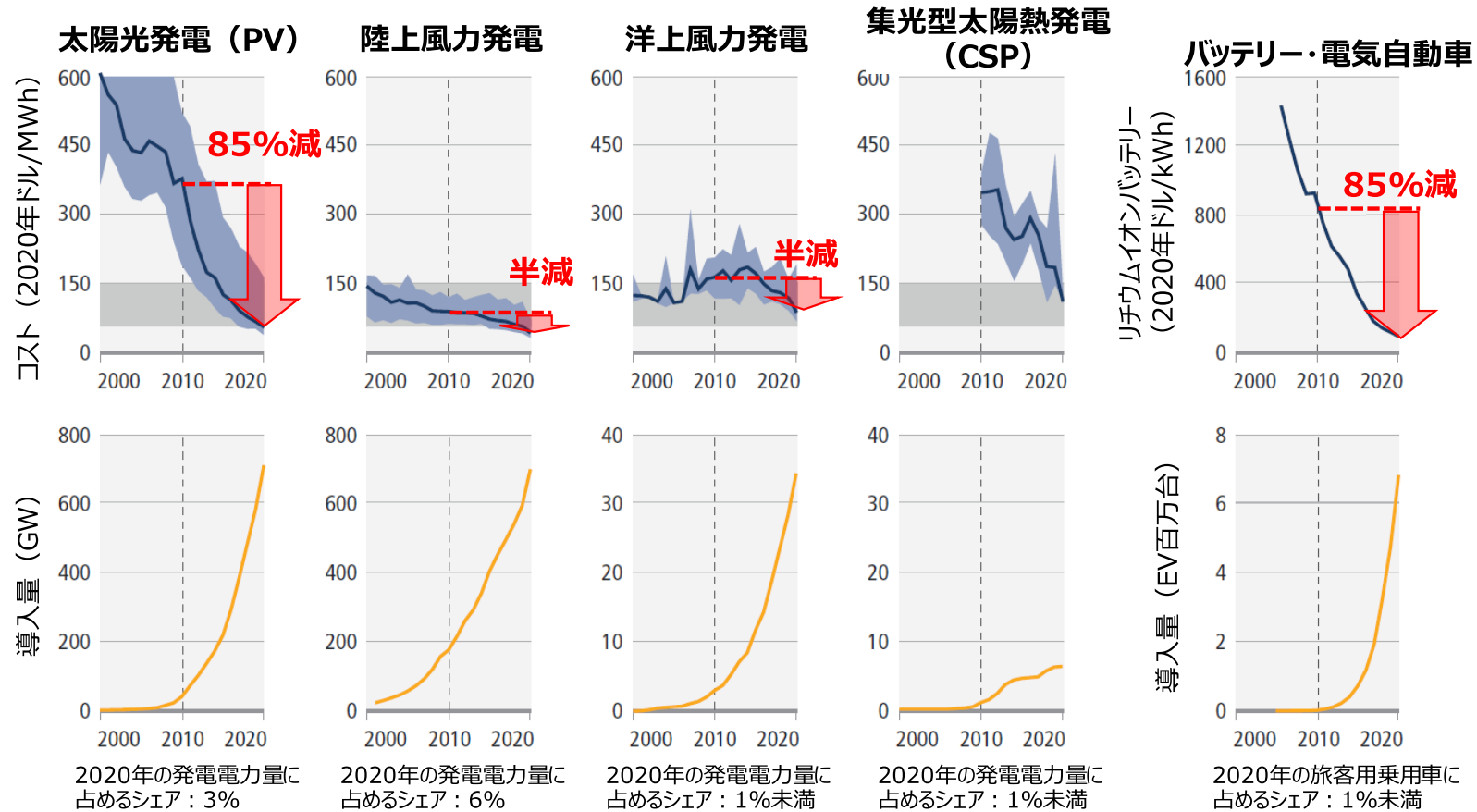
ETP2016 2DSの2012年～2050年の累積CO₂排出量は、1,000GtCO₂程度。このシナリオでエネルギークリーン度改善率年2.7%を実現。



再生可能エネルギーの大幅な低コスト化により普及が大きく進んだ

- 再生可能エネルギーの低コスト化により化石燃料と競合可能になり、普及が大きく進んだ
- 低コスト化は今後の低炭素発電への移行を促進するだろう

再生可能発電技術とバッテリー・BEVのコスト低減と普及量（世界）



(出所) IPCC AR6 WG3 SPM Figure SPM.3

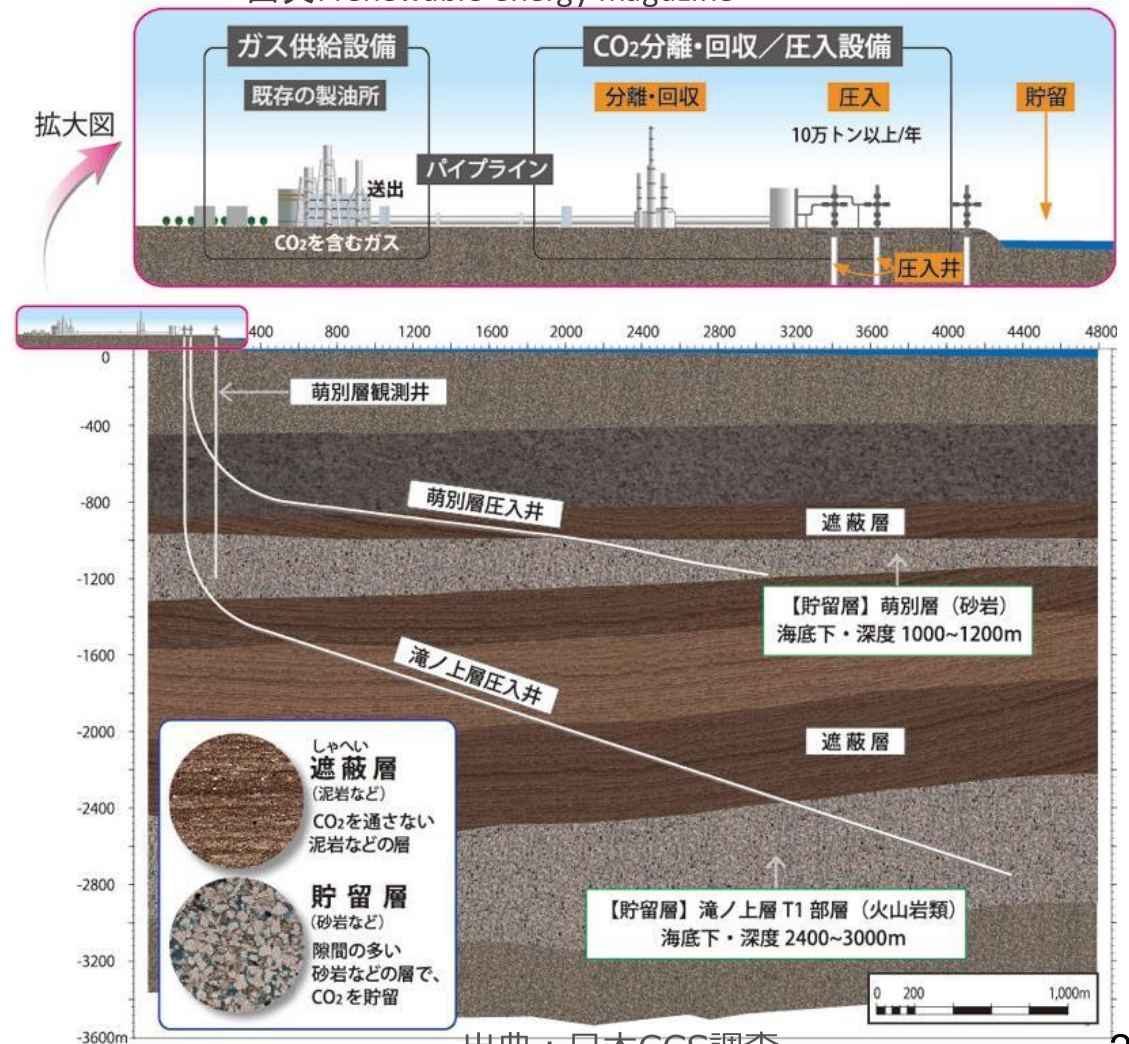
— 市場価格
— 導入量 (スケールが異なることに注意)
 AR5 (2010)
 化石燃料価格 (2020)

二酸化炭素回収貯留技術(CCS)付き バイオエネルギー



バイオエネルギー作物
出典: renewable energy magazine

- 今世紀後半の大幅な炭素吸収には**バイオエネルギー**、**植林**などが必要。
- CCS は主としてCO₂の大規模排出源に装着し、CO₂を回収し、地中もしくは海洋に貯蔵する技術
- バイオエネルギーとCCSを組み合わせることで、大気中から炭素を回収しそれを地中に埋めることで吸収が実現する
- 社会的に許容できるかなど不確実性が残るため、過度に依存しない計画が求められる

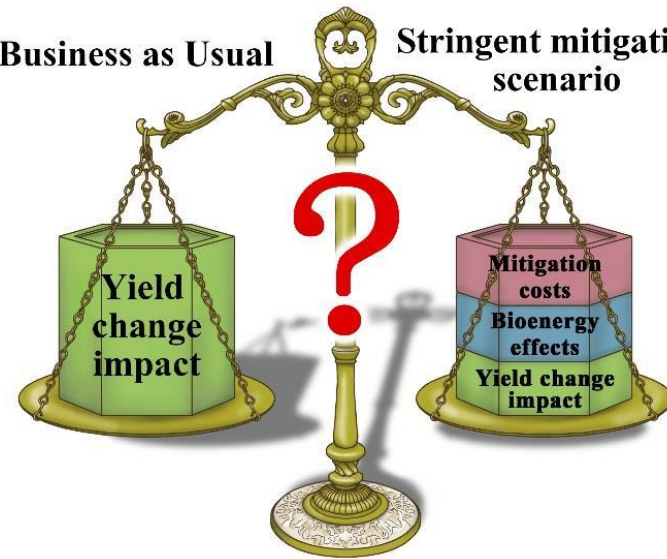


気候変動対策による飢餓への影響

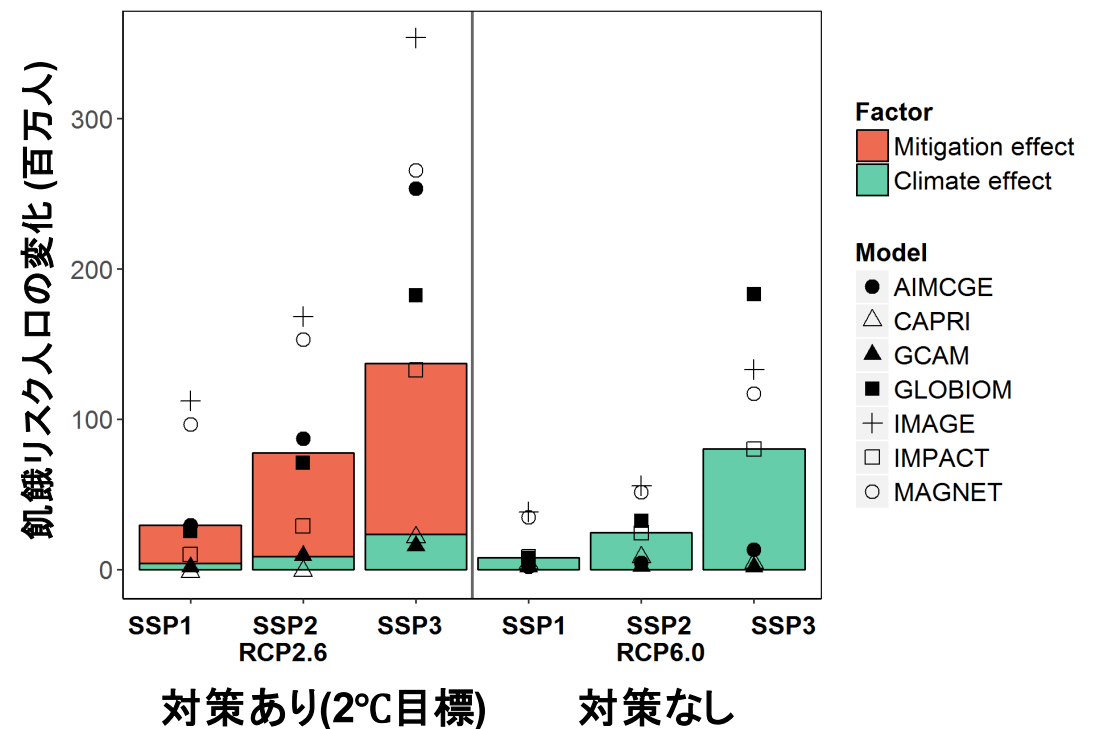
- 気候変動対策に**植林・CCS付バイオエネルギー**などがある
- これらは**土地を巡って食料と競合**する
- 2°C目標に相当する気候変動対策の**飢餓への影響**を調査
- 単純に世界一律に対策を実施すると飢餓リスクを悪化させる可能性を示した
- 悪影響を受けやすい脆弱な地域・集団に対する補償・支援の必要性を指摘

Business as Usual

Stringent mitigation scenario



世界の飢餓リスク人口への影響



地方自治体

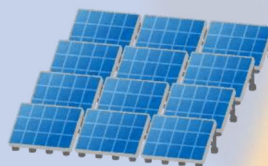
都市計画
まちづくり



公共交通



エネルギー供給

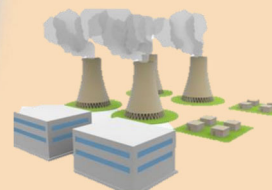


廃棄物処理



企業

経済活動

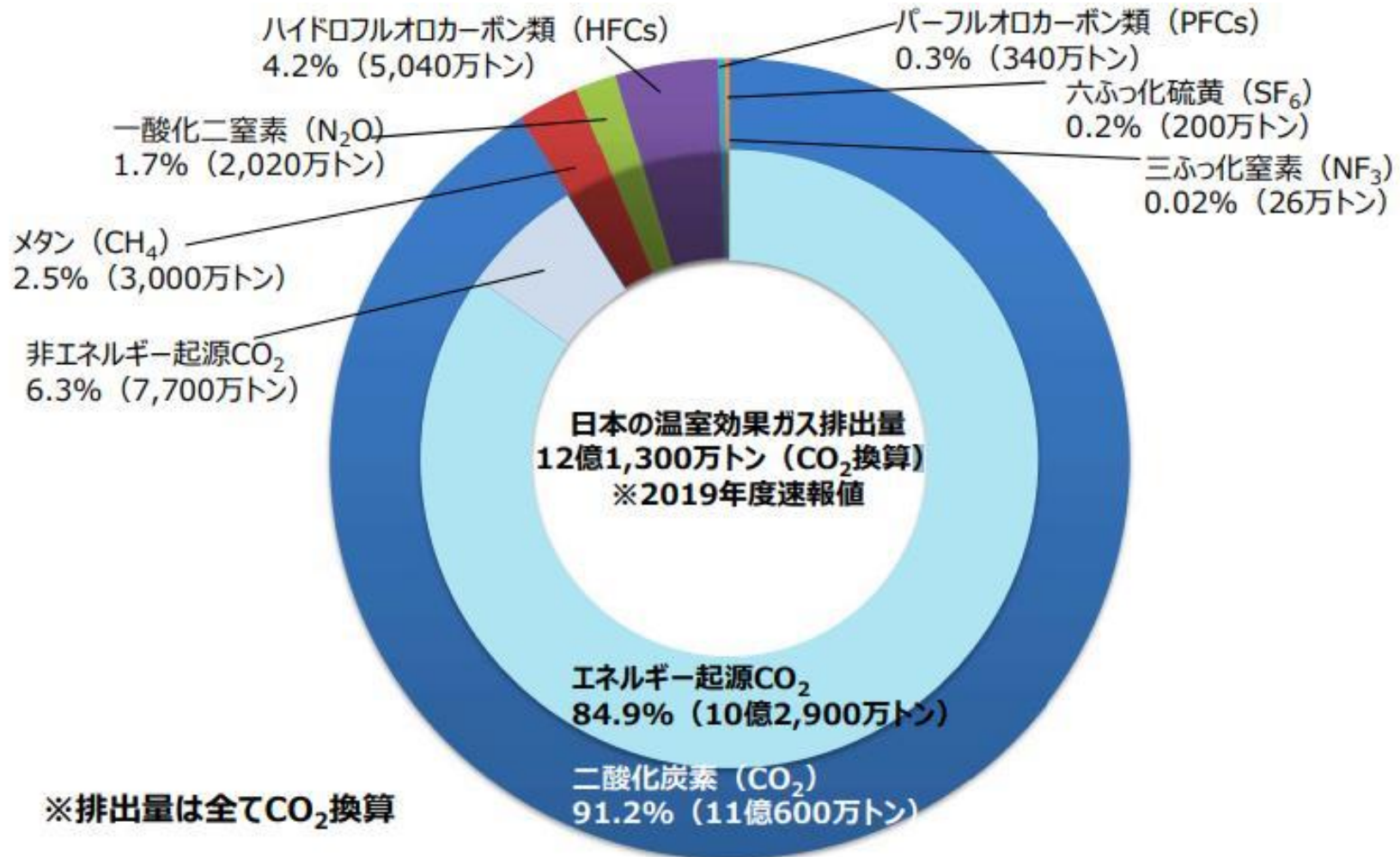


脱炭素社会構築における地域・企業の役割

(株)E-konzal 越智雄輝 氏「脱炭素社会構築に向けた地域の役割と政策」の資料に基づく。

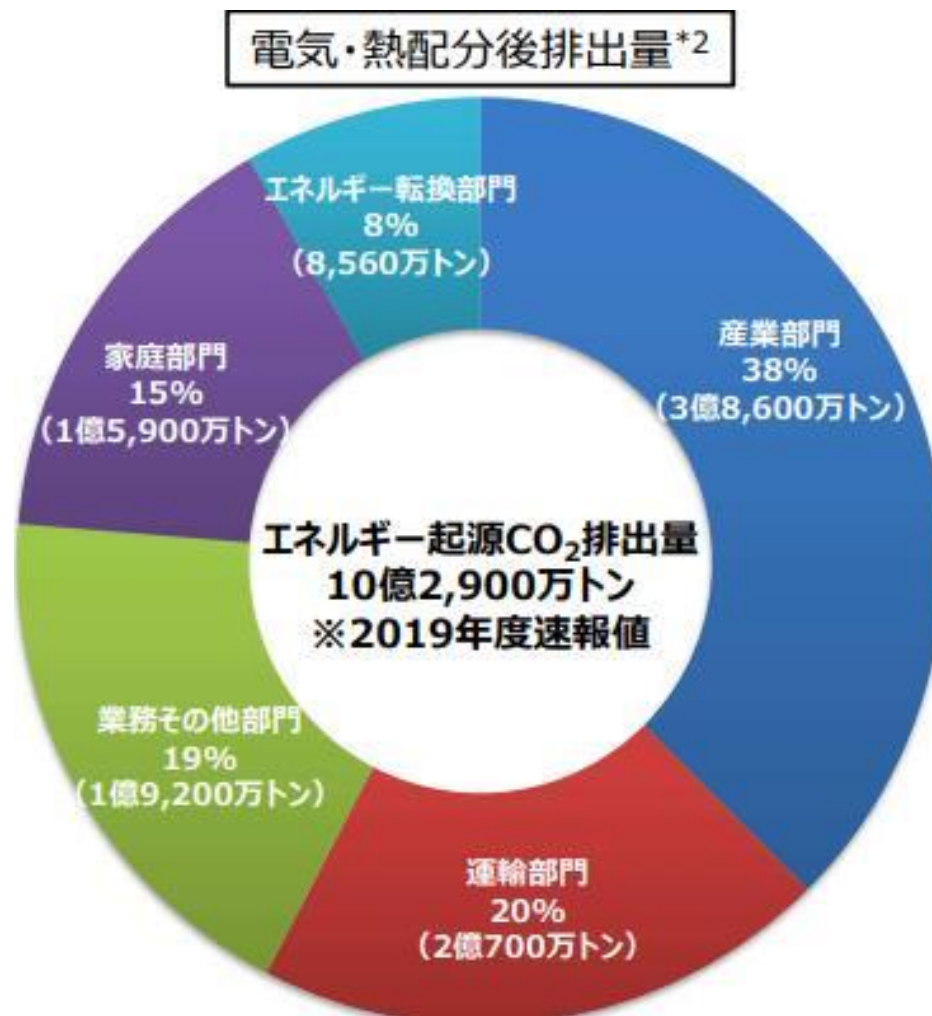
日本における温室効果ガス排出量のガス種別内訳

- 我が国の2019年度の温室効果ガス排出量は12億1300万トン（CO₂換算）であり、その9割以上を CO₂が占めている（2019年度速報値）



エネルギー起源CO₂排出量の部門別内訳

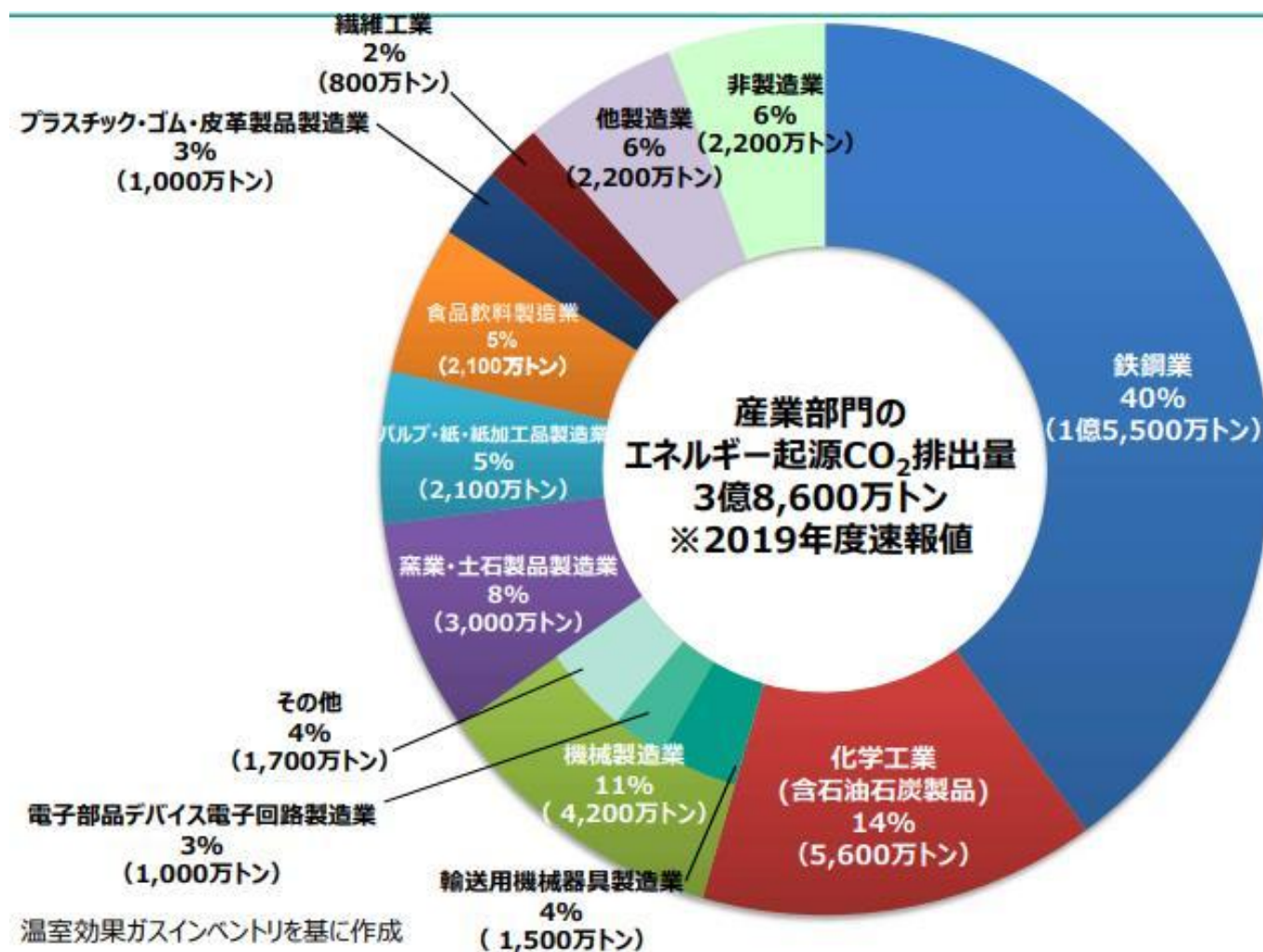
- 我が国のエネルギー起源CO₂排出量を部門別に見ると、産業部門からの排出が全体の4割弱と最も多く、次いで運輸部門、業務その他部門、家庭部門となっている。



*2 発電及び熱発生に伴うエネルギー起源のCO₂排出量を、各最終消費部門の電力及び熱の消費量に応じて、消費者側の各部門に配分した排出量

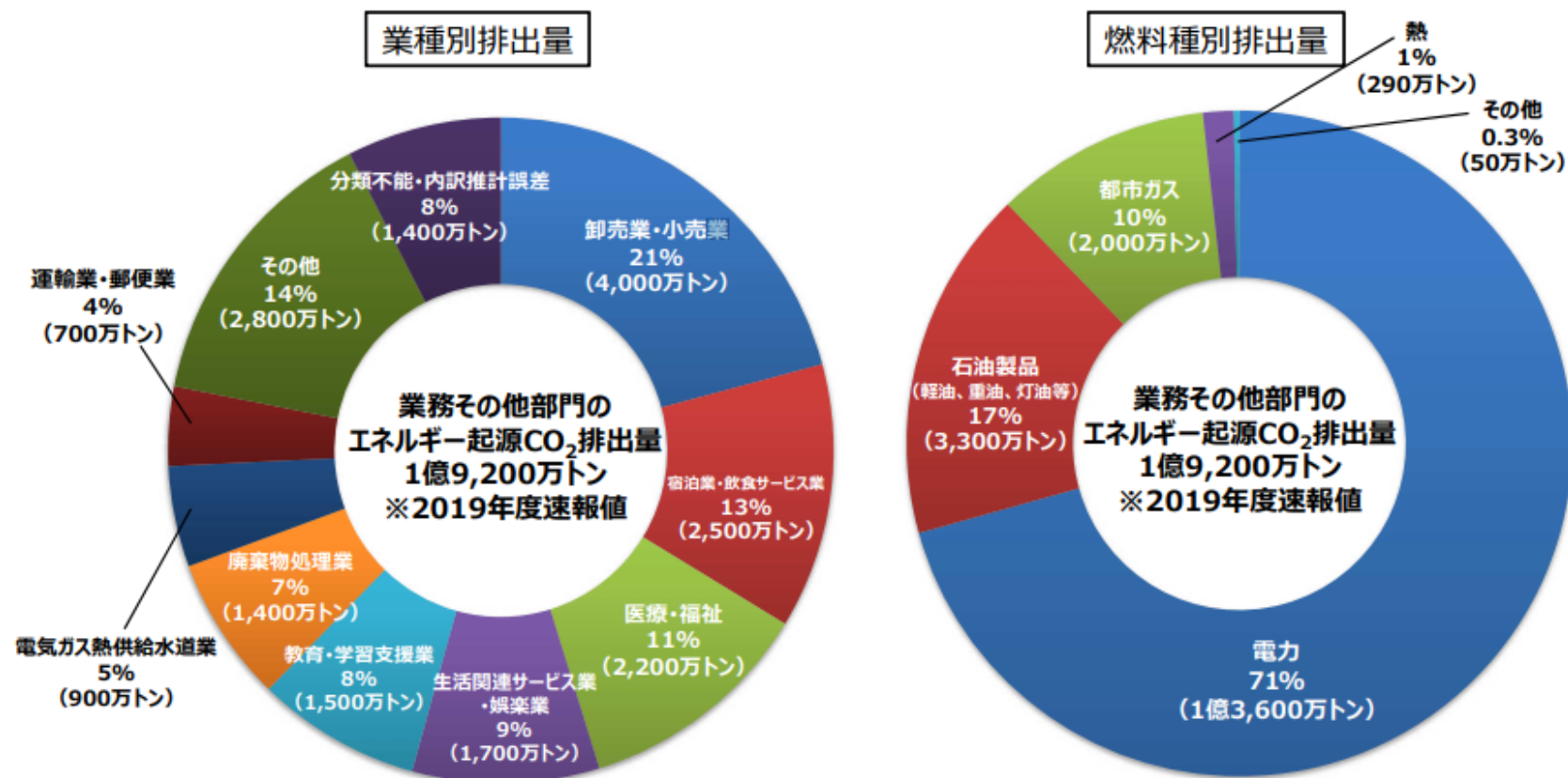
エネルギー起源CO₂排出量業種別内訳：産業・業務部門

- 産業部門からのエネルギー起源CO₂排出量を業種別に見ると、鉄鋼業からの排出が最も多く、全体の4割を占めている。次いで、化学工業、機械製造業が続いており、この3業種で全体の排出量の65%を占めている。



エネルギー起源CO₂排出量業種別内訳：業務その他部門

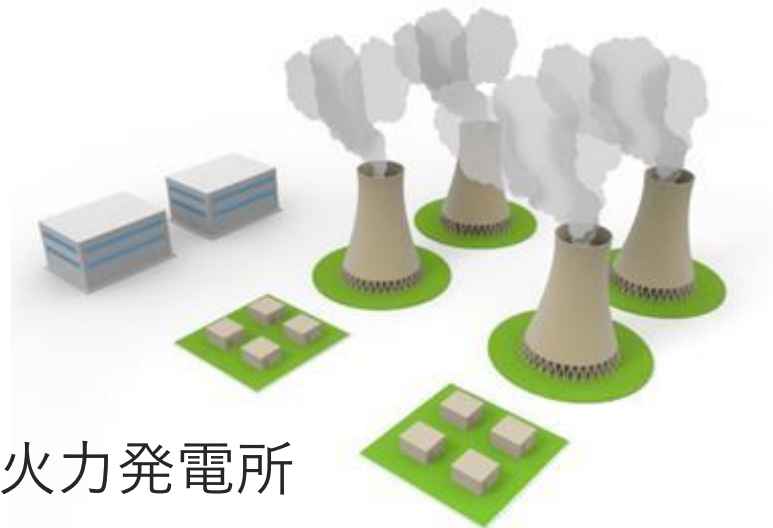
- 業務その他部門からのエネルギー起源CO₂排出量を業種別に見ると、卸売業・小売業が最も多く（21%）、次いで、宿泊業・飲食サービス業、医療・福祉と続いている。
- 燃料種別に見ると、電力消費に由来する排出量が全体の約7割を占めている。



(出所) 温室効果ガスインベントリを基に作成

寿命の長いインフラや建築物の整備を優先し、計画的に脱炭素化を進める

- インフラ開発や寿命の長い設備の更新では、一度CO₂排出量の大きい方法・技術が選択されると、数十年単位で高い排出水準に固定（ロックイン）される。
- 高効率ガス給湯器、家庭用燃料電池、ハイブリッド自動車などは、短期的にはCO₂排出の削減になるが、化石燃料を使用するため長期的には脱炭素の足枷になり得る。
- いち早く中長期的な計画を立て、早期から対策に取り組む必要がある。



石炭火力発電所

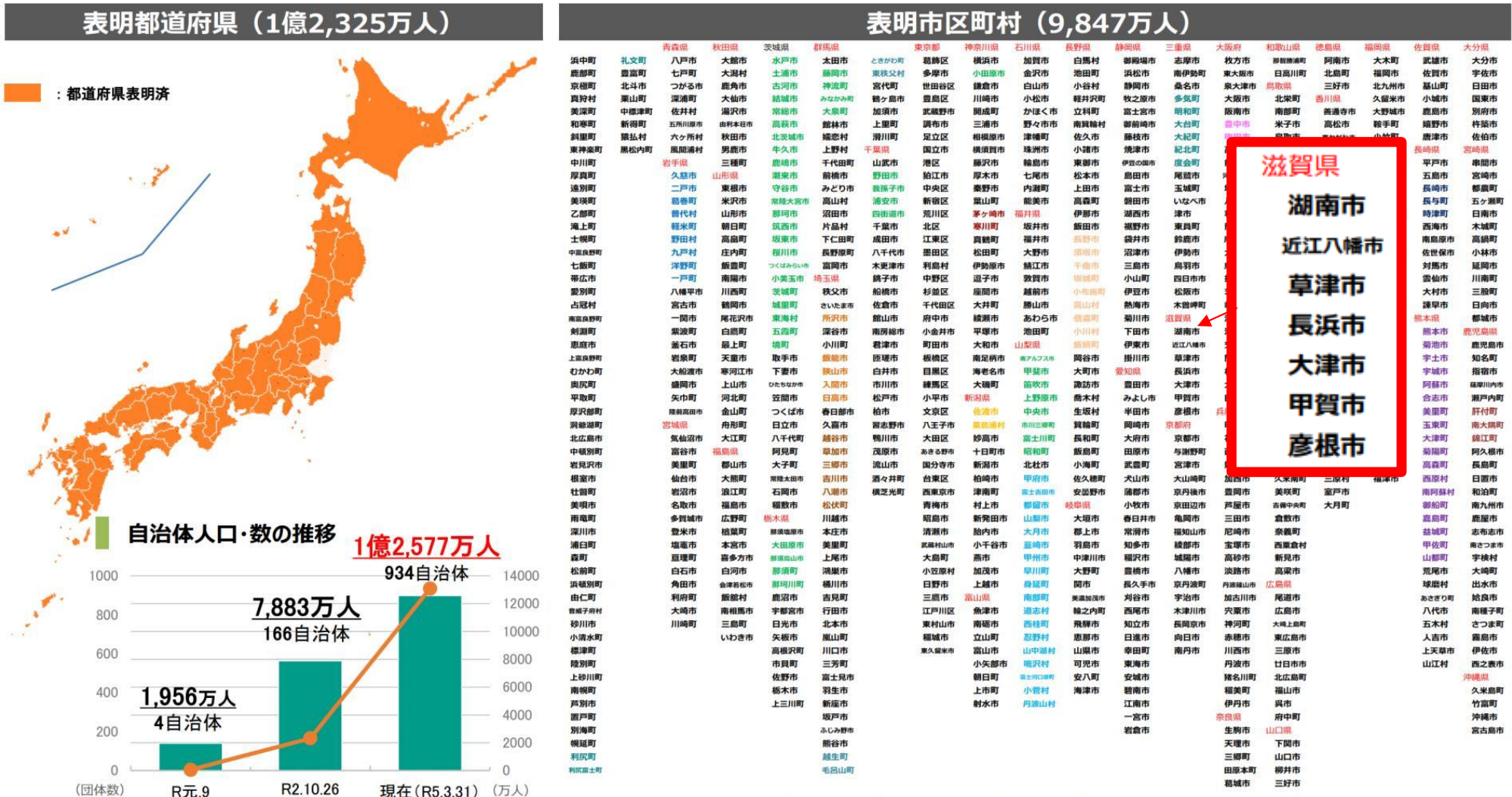
自動車中心の交通インフラ

断熱性能の悪い建築物



ゼロカーボンシティ宣言

934自治体（46都道府県、531市、21特別区、290町、46村）が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明。表明自治体の総人口は約1億2,577万人。



脱炭素に取り組むことが、地域経済の発展、生活の質の向上につながる

- ゼロカーボンの実現には、日常生活、産業活動、交通などあらゆる場面、分野において脱炭素化を進める必要がある。
- 温室効果ガスの排出削減のみならず、生活の質の向上、地域経済の発展、安全で快適なまちづくりに繋がるビジョンを示すことが重要である。

地域脱炭素ロードマップのキーマッセージ

地域脱炭素は、地域課題を解決し、地域の魅力と質を向上させる地方創生に貢献

- ① 一人一人が主体となって、**今ある技術**で取り組める
- ② **再エネなどの地域資源を最大限**に活用することで実現できる
- ③ 地域の経済活性化、**地域課題の解決に貢献**できる

経済・雇用

再エネ・自然資源
地産地消

快適・利便

断熱・気密向上
公共交通

循環経済

生産性向上
資源活用

防災・減災

非常時のエネルギー確保
生態系の保全

✓ 我が国は、限られた国土を賢く活用し、面積当たりの太陽光発電を世界一まで拡大してきた。他方で、**再エネをめぐる現下の情勢は、課題が山積**（コスト・適地確保・環境共生など）。国を挙げてこの課題を乗り越え、**地域の豊富な再エネポテンシャルを有効利用していく**

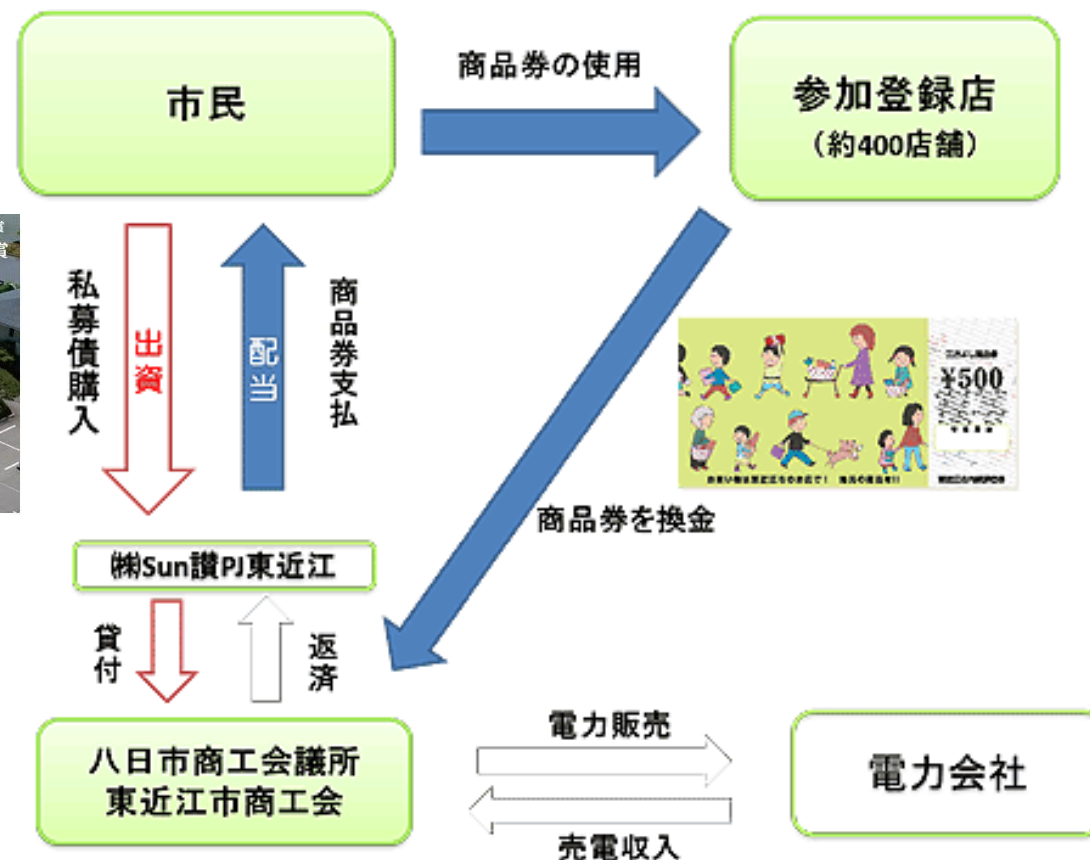
✓ 一方、環境省の試算によると、約9割の市町村で、**エネルギー代金の域内外収支は、域外支出が上回っている**
(2015年度)

✓ 豊富な再エネポテンシャルを有効活用することで、地域内で経済を循環させることが重要

脱炭素化を推進する地域・企業の政策

東近江市 | 東近江市Sun讚プロジェクト

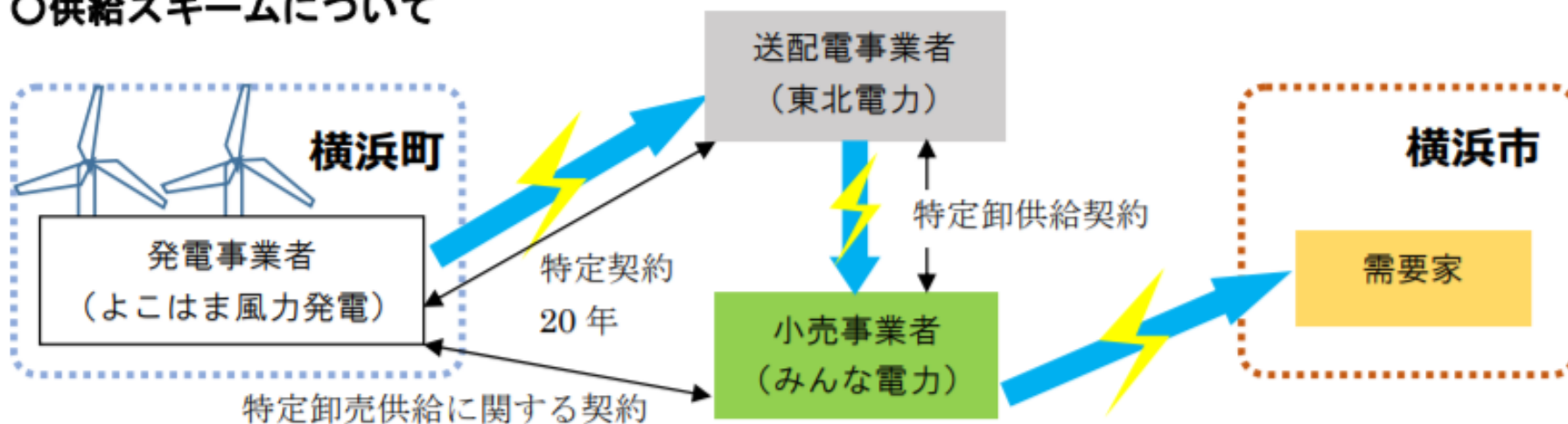
- 八日市商工会議所と東近江市商工会が(株)Sun讚Pj東近江を設立。
- (株)Sun讚Pj東近江が市民向けに少人数私募債(しばさい)を発行。
- 八日市商工会議所が東近江市から公共施設の屋根を20年間賃借し、(株)Sun讚Pj東近江からの全額借入により、市民共同発電所を設置。
- 出資した市民は、地域で使える商品券を配当として受け取る。



横浜市 | 再生可能エネルギーの活用に関する協定

- 東北地方12市町村と「再生可能エネルギーの活用に関する協定」を2019年に締結。
- 協定に基づく取り組み第1弾として、青森県横浜町の風力発電の電力を市内6企業で使用開始。
- 2022年11月現在、連携先市町村は15に拡大。
- これまで33件の契約が締結され、市内企業での再エネ電力利用が進んでいる。

○供給スキームについて



長野県 | 建築物環境エネルギー性能検討制度

- 「長野県環境エネルギー戦略」に基づき導入。
- 10m²を超える建物の新築が対象。
- 施主に対して建物の断熱性等の省エネ性能の把握・検討を義務付け。
- 事業者に対しても施主への説明の努力義務を設定。



■ 建築主にとっては・・・



環境エネルギー性能が良い家は、丈夫で長持ちするうえ、冷暖房に要するエネルギー使用量が少なくなり、特に冬季の寒さが厳しい長野県では、長期的にはおトクです。

■ 設計・建築事業者にとっては・・・



設計段階から建築主と良好な関係を築くことにより、施工後も、建築主から補修やりフォームなどの相談を受けやすくなります。高性能・高付加価値な住宅の施工・販売を扱う頻度が高くなります。

気候変動問題への関わり方

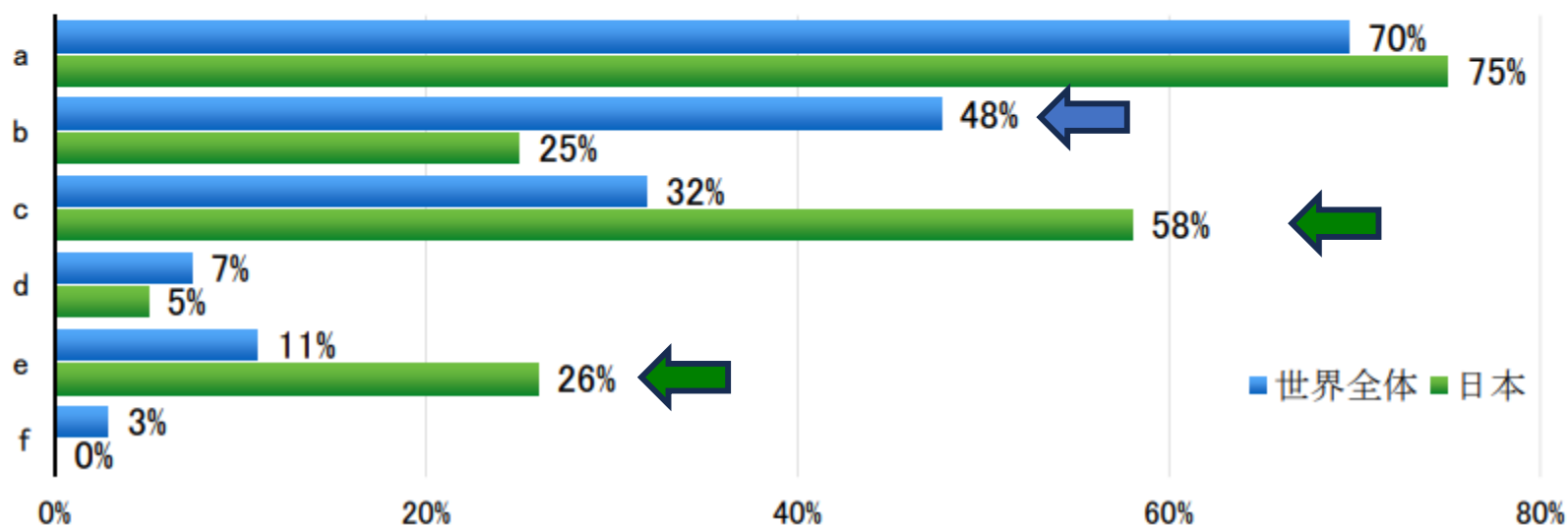
誰が気候変動対策に責任を持つべき？

日本では国や企業、世界全体では市民と回答した人が多い

- 世界全体で国際合意や条約を通じて取り組むべきとの回答が、日本でも世界全体でも最多。
- 日本では約6割が各国政府と回答。世界全体では約半数が市民やNPOと回答。
- どちらが正しいではなく、気候変動に対して様々な関わり方が存在する。

6. あなたの意見としては、第一義的に誰が気候変動に立ち向かう責任を持つべきでしょうか。
(2つまで選択可)

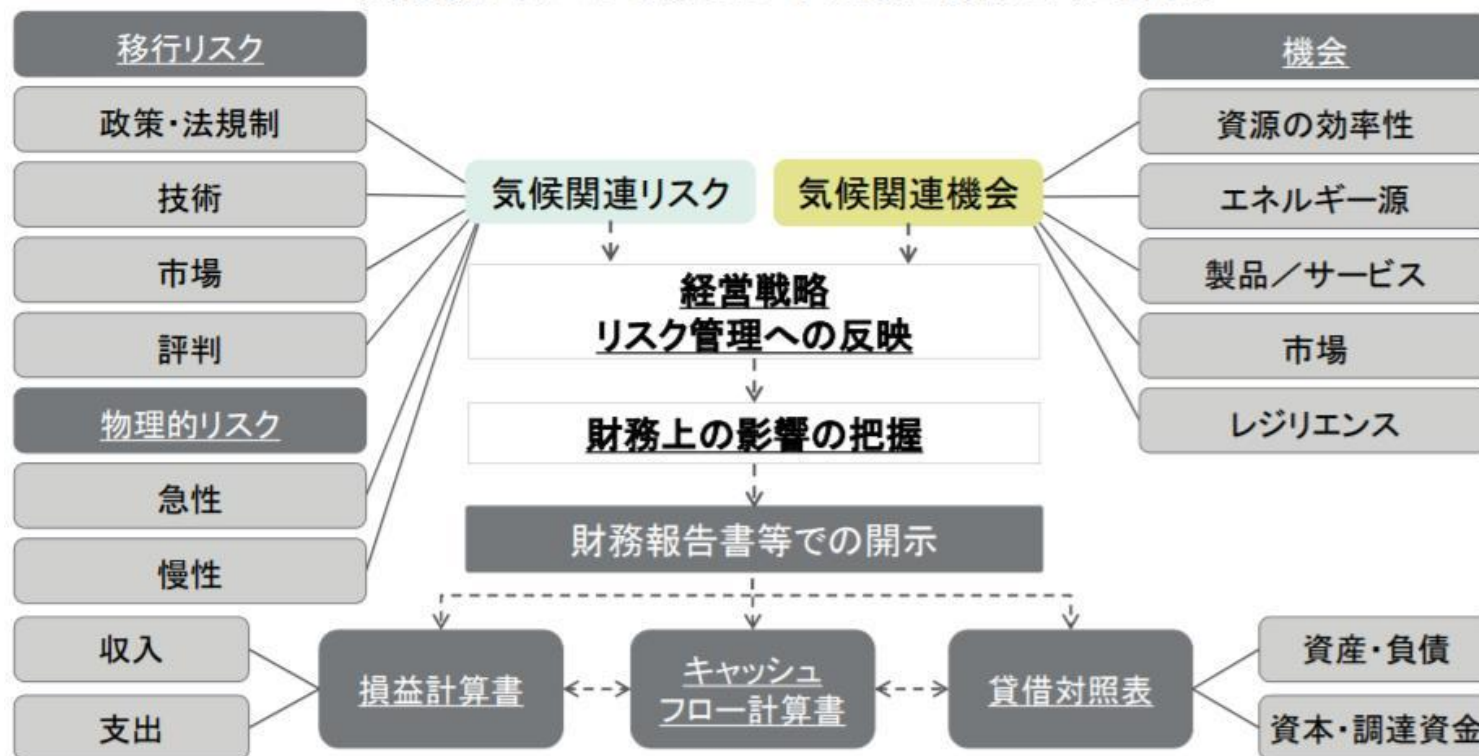
- a 世界全体（気候に関する国際合意や条約を通じて）
- b 市民やNPO/NGO
- c 各国政府
- d 地方自治体
- e 企業や民間部門
- f わからない／答えたくない



社会貢献の一環から経営戦略へ

- かつてはCSR（企業の社会的責任）として取り組んでいたが、今は経営戦略として気候変動問題に取り組む時代になってきている。
- 企業に対し、気候変動のリスク・機会を認識して経営戦略に織り込むことを、「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD: Task Force on Climate-related Financial Disclosures）」が推奨している。

気候関連リスクと機会が与える財務影響(全体像)



ご清聴ありがとうございました！



研究室HP

