

温室効果ガスインベントリと 世界の温室効果ガス排出量の全体像

JACSES連続セミナー

気候変動・気候危機に対処するための施策・ファイナンス・情報基盤
～国会『気候非常事態宣言』決議を受けて～

第1回:被害を回避するための世界の温室効果ガス削減と日本

2021年2月3日

田辺清人（地球環境戦略研究機関上席研究員
兼 IPCCインベントリータスクフォース共同議長）

国連気候変動枠組条約と 温室効果ガスインベントリ

国連気候変動枠組条約: 目的

<第2条>

- 気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすことにならない水準において大気中の温室効果ガス濃度を安定化させることを究極的な目的とする。
- そのような水準は、生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべきである。

温室効果ガス排出量報告義務

<第4条1.>

- すべての締約国に、共通だが差異のある責任等を考慮しつつ、次の義務を課す。
- (a) 締約国会議が合意する比較可能な方法を用い、温室効果ガス(モントリオール議定書によって規制されているものを除く。)について、発生源による人為的な排出及び吸収源による除去に関する自国のインベントリを作成し、定期的に更新し、公表し及び第十二条の規定に従って締約国会議に提供すること。

温室効果ガスインベントリ

- 温室効果ガス排出・吸収量について、国際的に合意された計算方法（IPCCガイドライン）を使って作成



- 人為的な排出・吸収のみを計上
- 原則として領土内の排出・吸収すべてを計上（例外あり）

➤ **さまざまな排出・吸収源**
エネルギー
工業プロセス、製品使用
農業、林業及び他の土地利用
廃棄物
その他

➤ **さまざまなガス**
 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、
HFCs、PFCs、 SF_6 、
 NF_3 ・・・
 NO_x 、CO、
NMVOC、 SO_2

先進国と発展途上国で異なる要件(2000年代～)

	非附属書I国	附属書I国
報告頻度	おおむね数年に一度	毎年
使用すべき指針	1996年版IPCCガイドライン	1996年版IPCCガイドライン及び2000年版・2003年版GPGLレポート
報告すべきガス	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O: 必須 HFCs, PFCs, SF ₆ , CO, NO _x , NMVOCs, SO ₂ : 奨励	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ (+ CO, NO _x , NMVOCs, SO ₂)
対象年	第1回国別報告書: 1994年(または1990年)について報告すればよい 第2回国別報告書: 2000年についてのみ報告すればよい 第3回国別報告書: とくに決まっていない	基準年(原則1990年)から直近年(報告年の2年前)まですべての年の排出・吸収量を報告する義務あり
GWP(地球温暖化係数)の使用義務	GWP(地球温暖化係数)を使用して排出総量を計算する義務なし	IPCC第二次評価報告書(SAR)のGWP100年値を使用して、排出総量を計算する義務あり
審査(レビュー)	審査を受ける義務なし	毎年、条約下での技術審査、京都議定書の下での8条審査を受ける義務あり。いずれも、他国の専門家により構成される審査チームによる審査。

先進国と発展途上国で異なる要件(2010年代中頃～)

	非附属書I国	附属書I国
報告頻度	隔年	毎年
使用すべき指針	1996年版IPCCガイドライン(+2000年版・2003年版GPGLレポート)	2006年版IPCCガイドライン
報告すべきガス	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O: 必須 HFCs, PFCs, SF ₆ , CO, NO _x , NMVOCs, SO ₂ : 奨励	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃ (+ CO, NO _x , NMVOCs, SO ₂)
対象年	第1回隔年更新報告書: 提出年の4年前の年のインベントリを含めねばならない また、過去に提出したインベントリの年までさかのぼり、一貫した方法で作成した時系列のインベントリを提出することが奨励される	基準年(原則1990年)から直近年(報告年の2年前)まですべての年の排出・吸収量を報告する義務あり
GWP(地球温暖化係数)の使用義務	GWP(地球温暖化係数)を使用して排出総量を計算する義務なし	IPCC 第四次評価報告書(AR4)のGWP100年値を使用して、排出総量を計算する義務あり
審査(レビュー)	国際協議・分析(ICA)のプロセスを経る必要あり。(附属書I国に対する審査(review)とは異なる性格だが、外部からのチェックを受ける)	毎年、条約下での技術審査、京都議定書の下での8条審査を受ける義務あり。いずれも、他国の専門家により構成される審査チームによる審査。

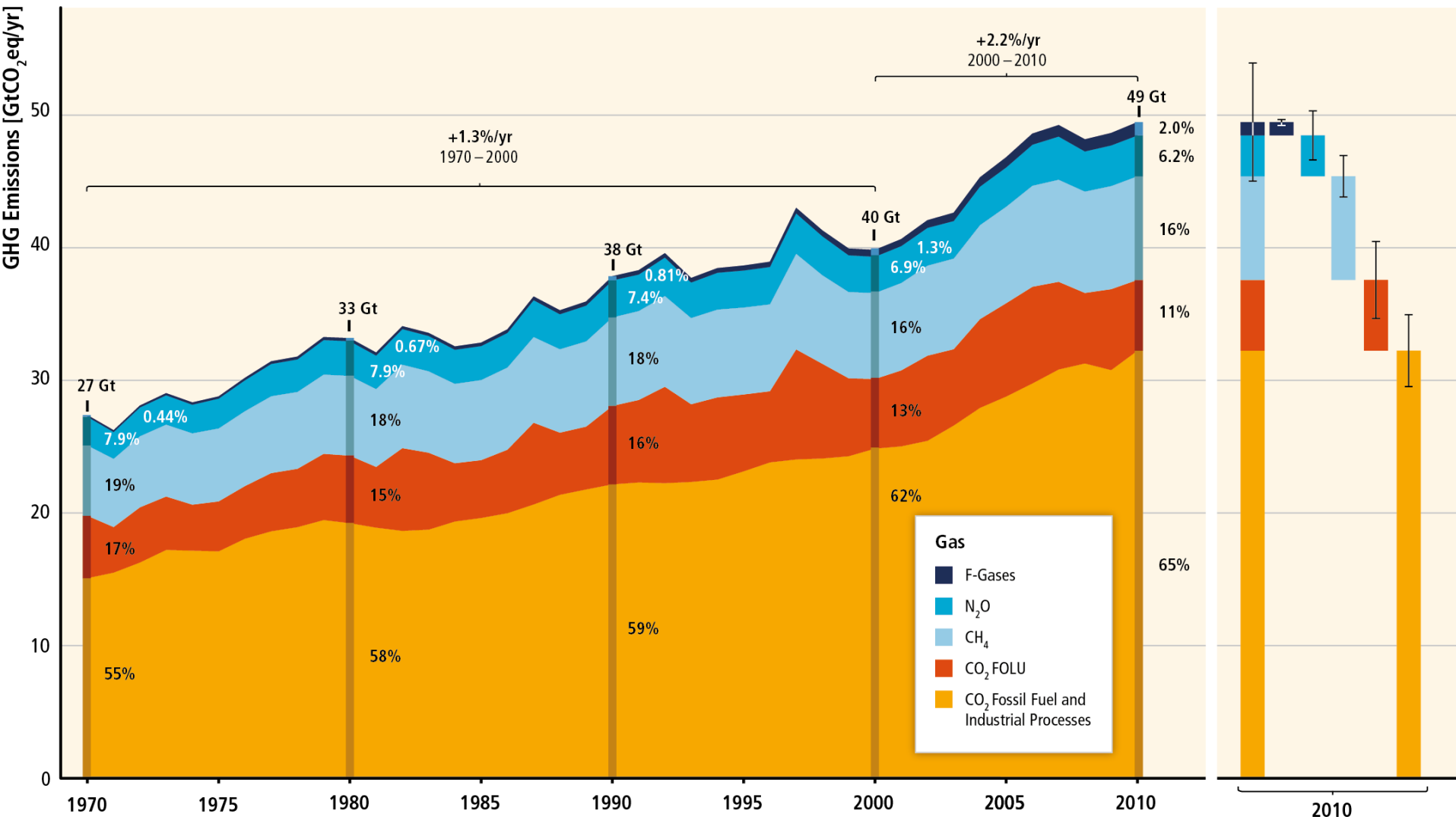
効用と限界

- 発展途上国を含め、すべての国が自国の状況を把握するための第一歩としての意義。
- 衛星によるものなど観測をベースとする排出量の推計に比べての利点：
 - ・ 人為的排出・吸収を自然起源のものと区別しやすい
 - ・ 人間の活動に関するデータをベースに排出・吸収量を計算するため、排出量削減や吸収量増加のための政策・措置を考えるための基礎資料として有用である。
- しかし、附属書I国と非附属書I国で要件が異なるため、世界規模での温室効果ガス排出量の推計には使えない。

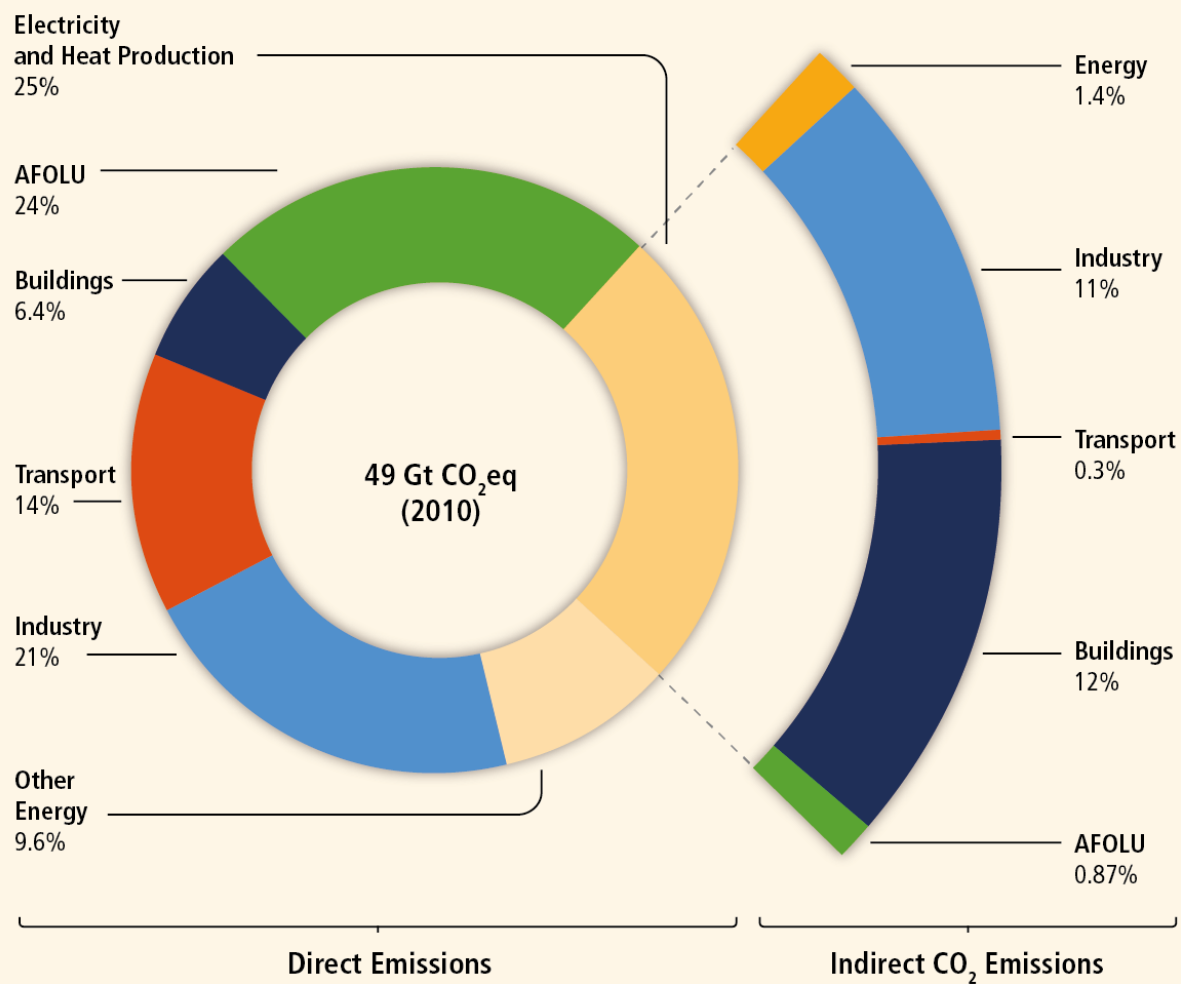
世界の温室効果ガス排出量の動き

温室効果ガス排出量の増加が続く

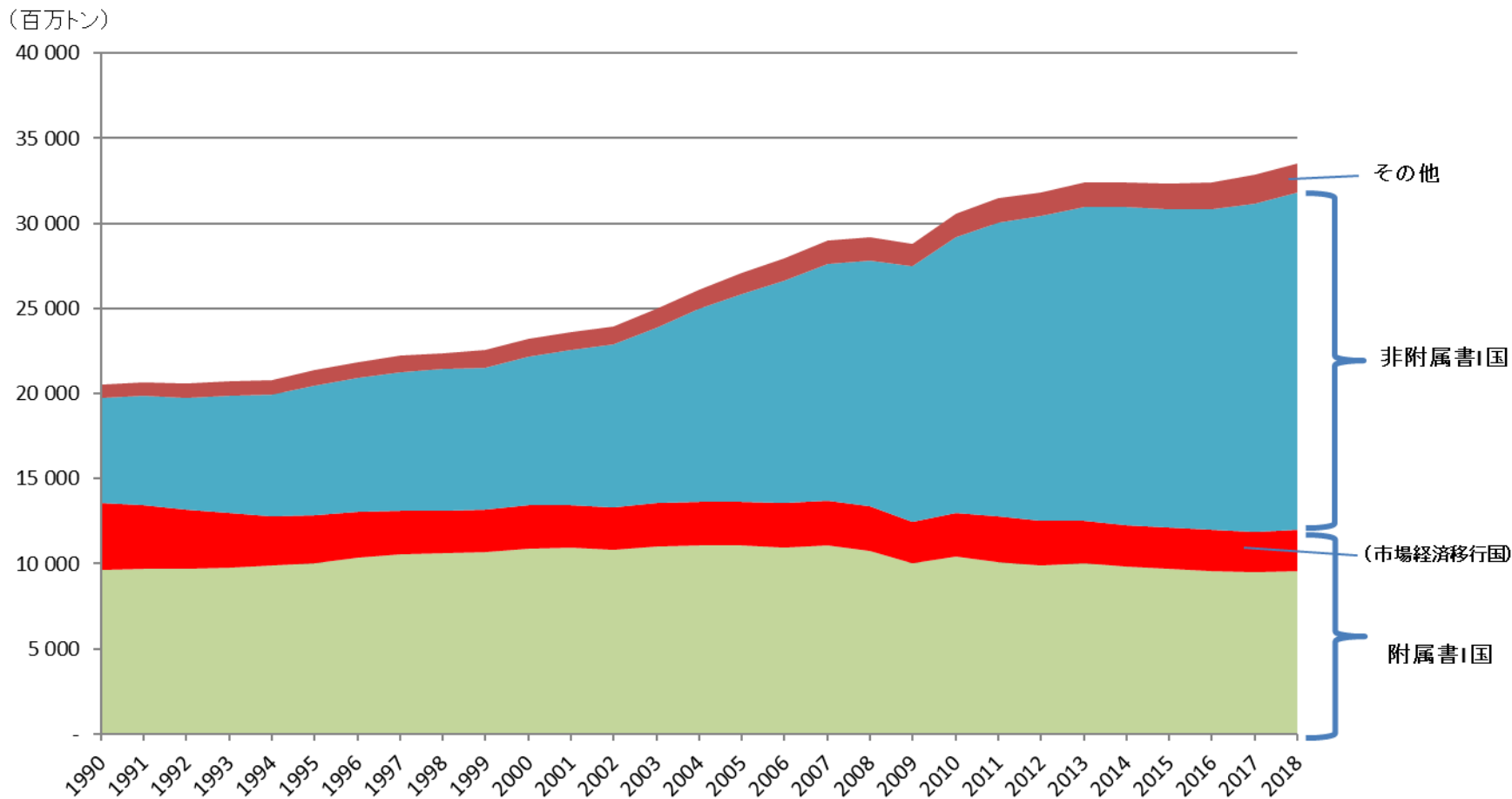
Total Annual Anthropogenic GHG Emissions by Groups of Gases 1970–2010



Greenhouse Gas Emissions by Economic Sectors



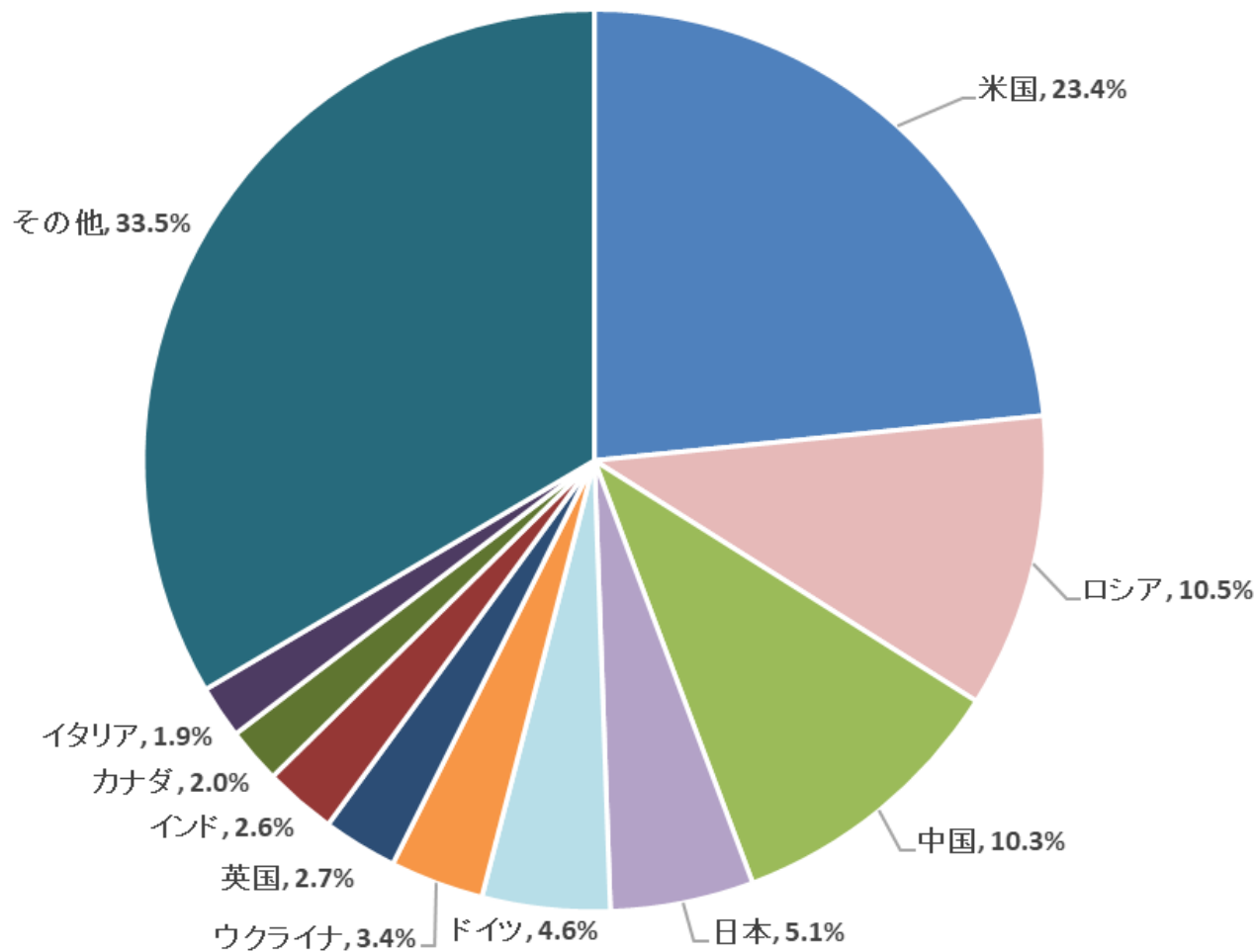
燃料消費起源CO2排出量の推移



資料：CO2 Emissions from Fuel Combustion, IEA, 2020

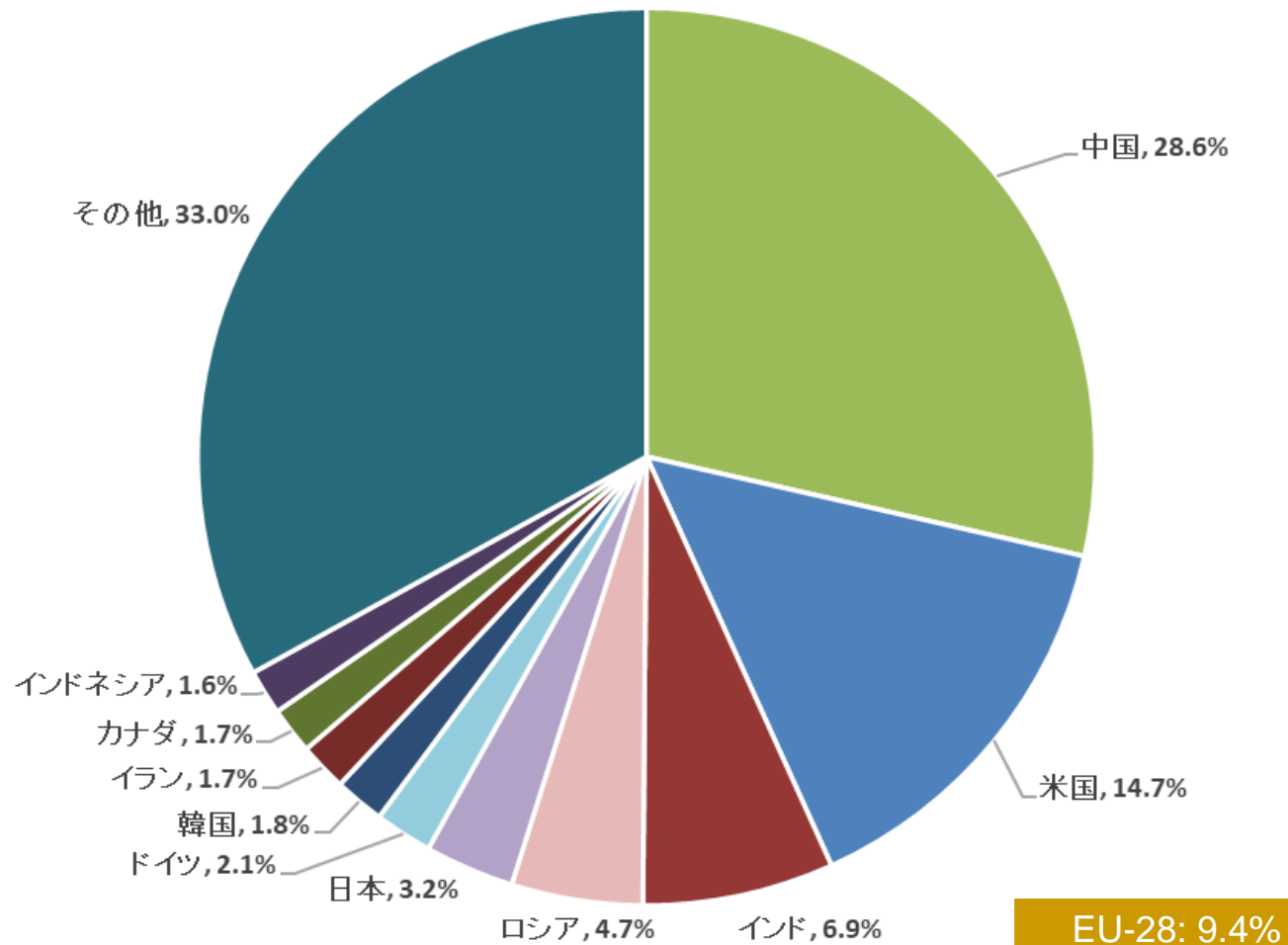
1990年の主要排出国(燃料CO₂)

燃料燃焼起源CO₂排出量の国別シェア(1990年)



2018年の主要排出国(燃料CO₂)

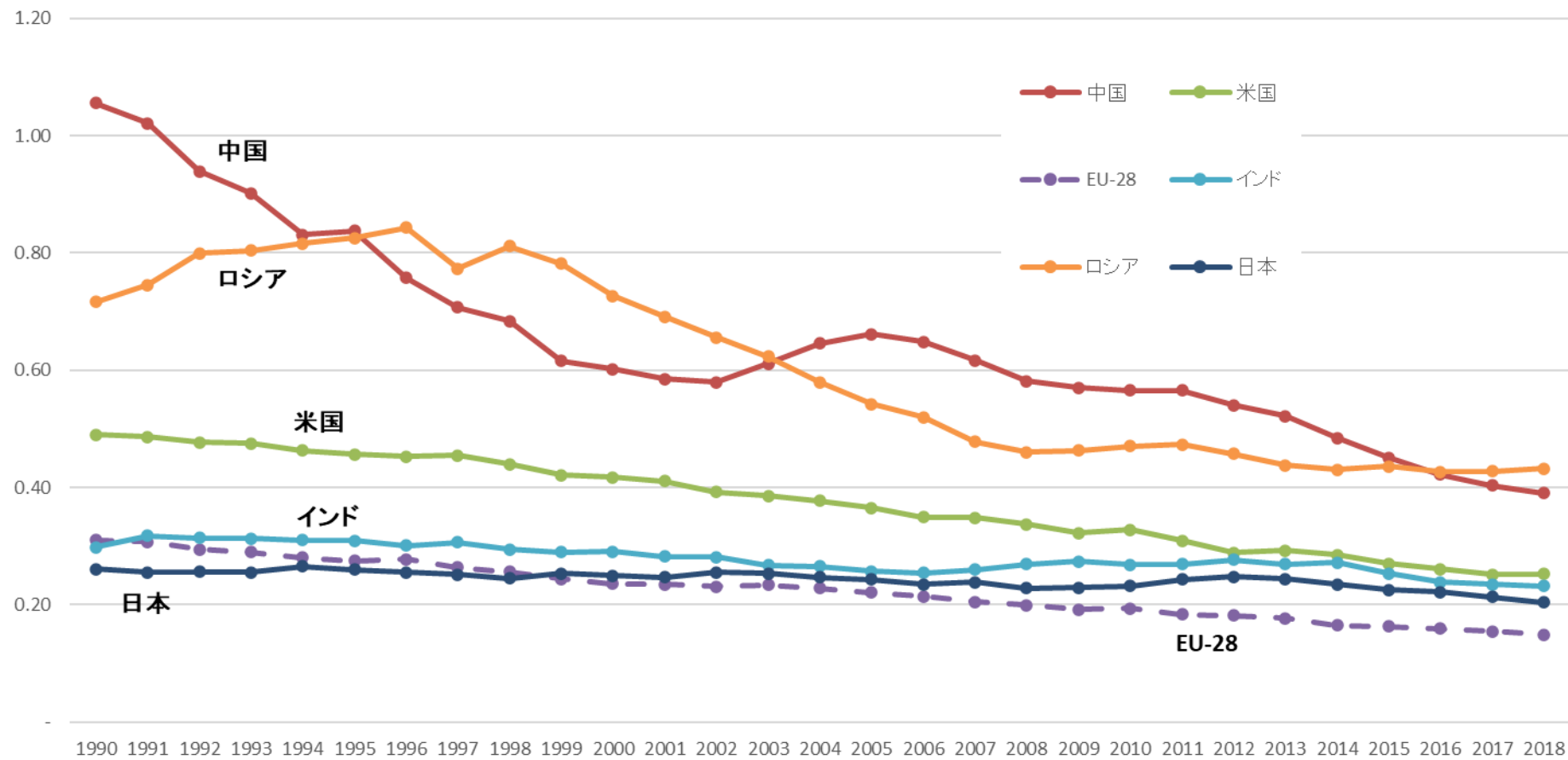
燃料燃焼起源CO₂排出量の国別シェア(2018年)



GDPあたり排出量の推移(燃料CO2)

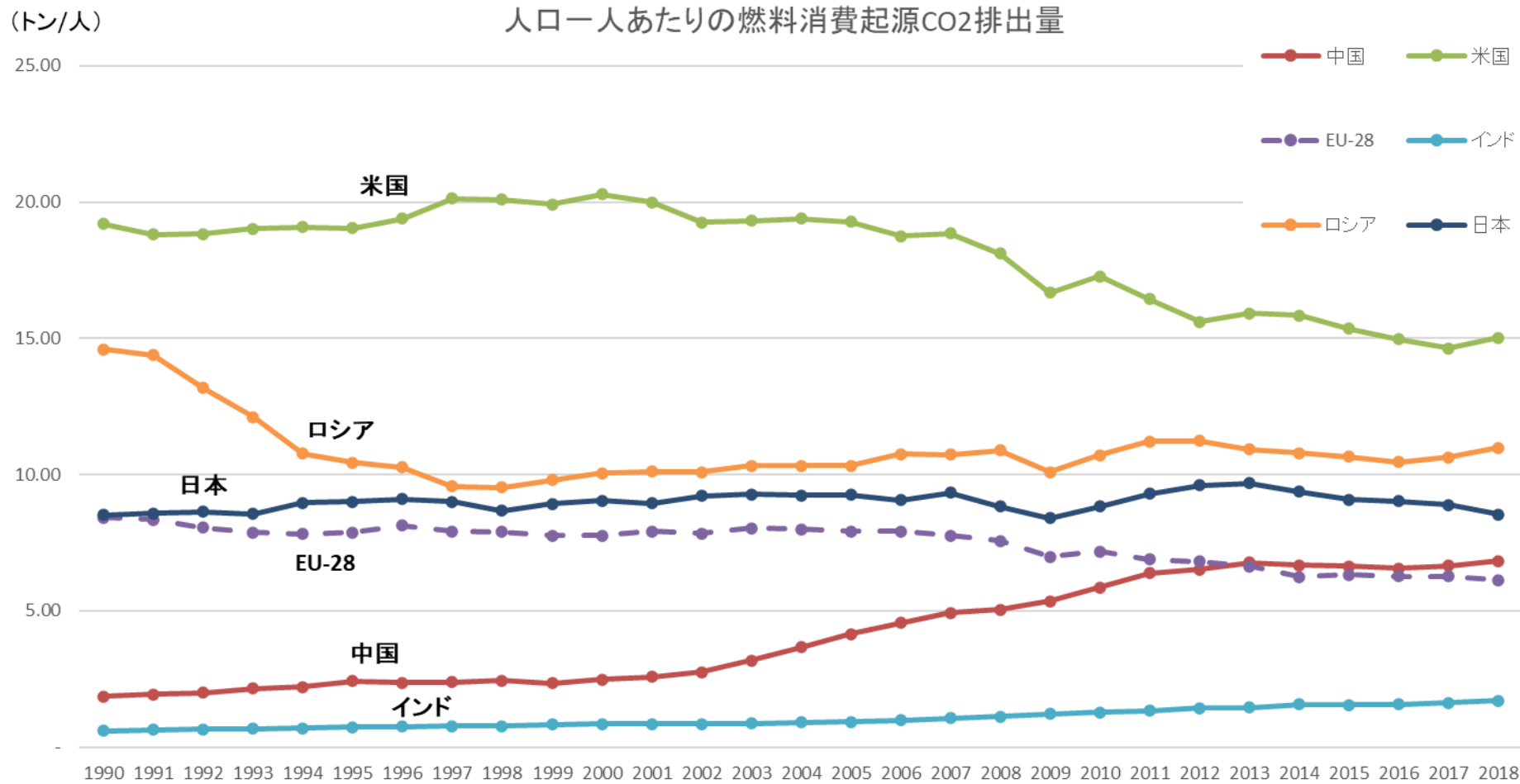
(kg/米ドル)

国内総生産(購買力平価、2015年基準)あたりの燃料消費起源CO2排出量



資料: CO2 Emissions from Fuel Combustion, IEA, 2020

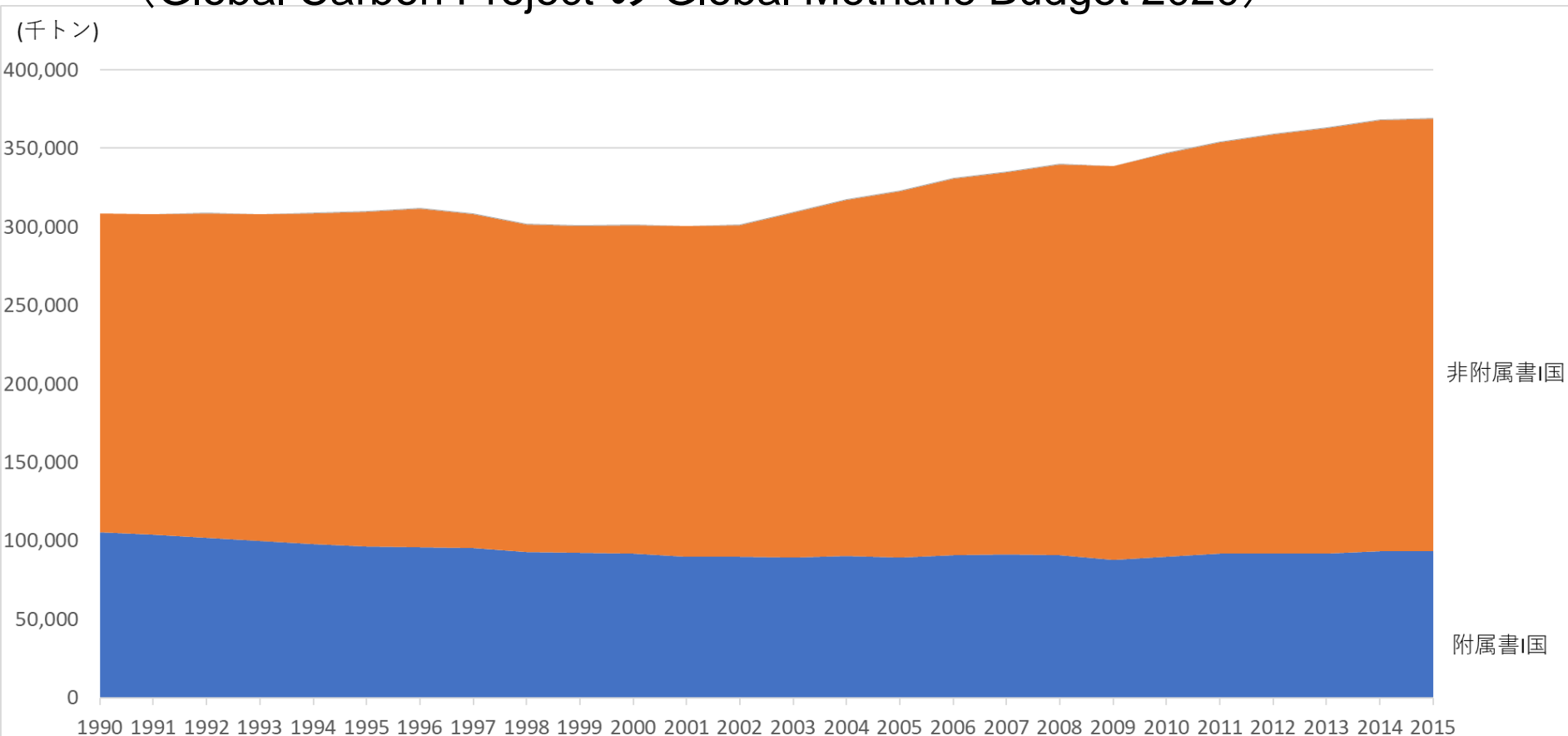
一人あたり排出量の推移(燃料CO2)



資料: CO2 Emissions from Fuel Combustion, IEA, 2020

メタン(CH₄)排出量の推移

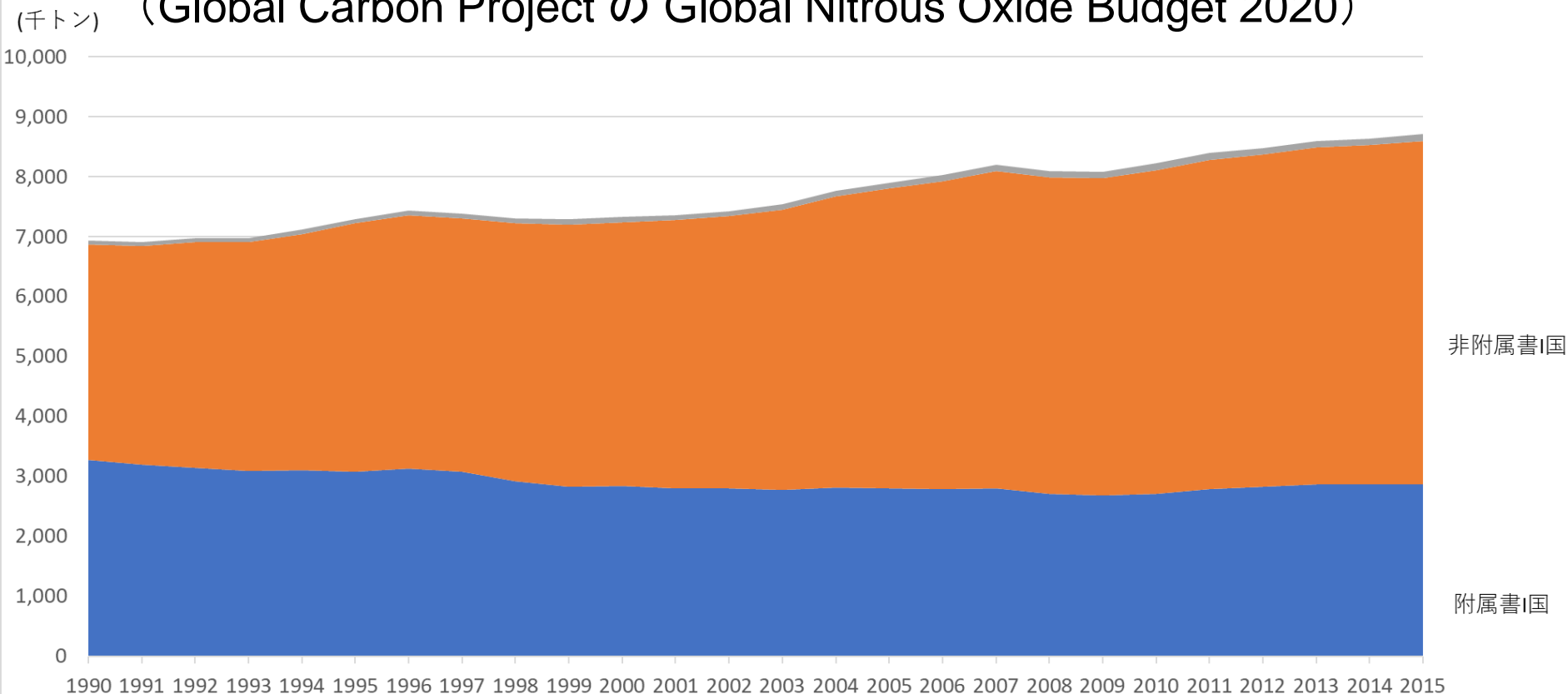
- 農業(稲作等)、廃棄物処理、化石燃料採掘などが主要排出源。
- 現在(2013年以降)の排出量推移は、IPCC第5次評価報告書が示すシナリオのうち、地球温暖化が最も進むものに近い。
(Global Carbon Project の Global Methane Budget 2020)



亜酸化窒素(N₂O)排出量の推移

- 農業活動(窒素肥料の使用、家畜からの堆肥製造)の増加が排出量増加の主要な原因。
- 現在の排出量推移は、IPCCが考慮するシナリオのうち、地球温暖化が最も進むものの想定を上回っている。

(Global Carbon Project の Global Nitrous Oxide Budget 2020)



パリ協定の実施に向けて

パリ協定：長期的気温目標

<第2条 1.(a)>

- 世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも2°C高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも1.5°C高い水準までのものに制限するための努力を、この努力が気候変動のリスク及び影響を著しく減少させることとなるものであることを認識しつつ、継続すること。

パリ協定：目標達成のために

<第4条 1.>

- 衡平に基づき並びに持続可能な開発及び貧困を撲滅するための努力の文脈において、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成するために、…、世界全体の温室効果ガスの排出量ができる限り速やかにピークに達すること及びその後は利用可能な最良の科学に基づいて迅速な削減に取り組むこと

1.5°Cの地球温暖化に関する特別報告書

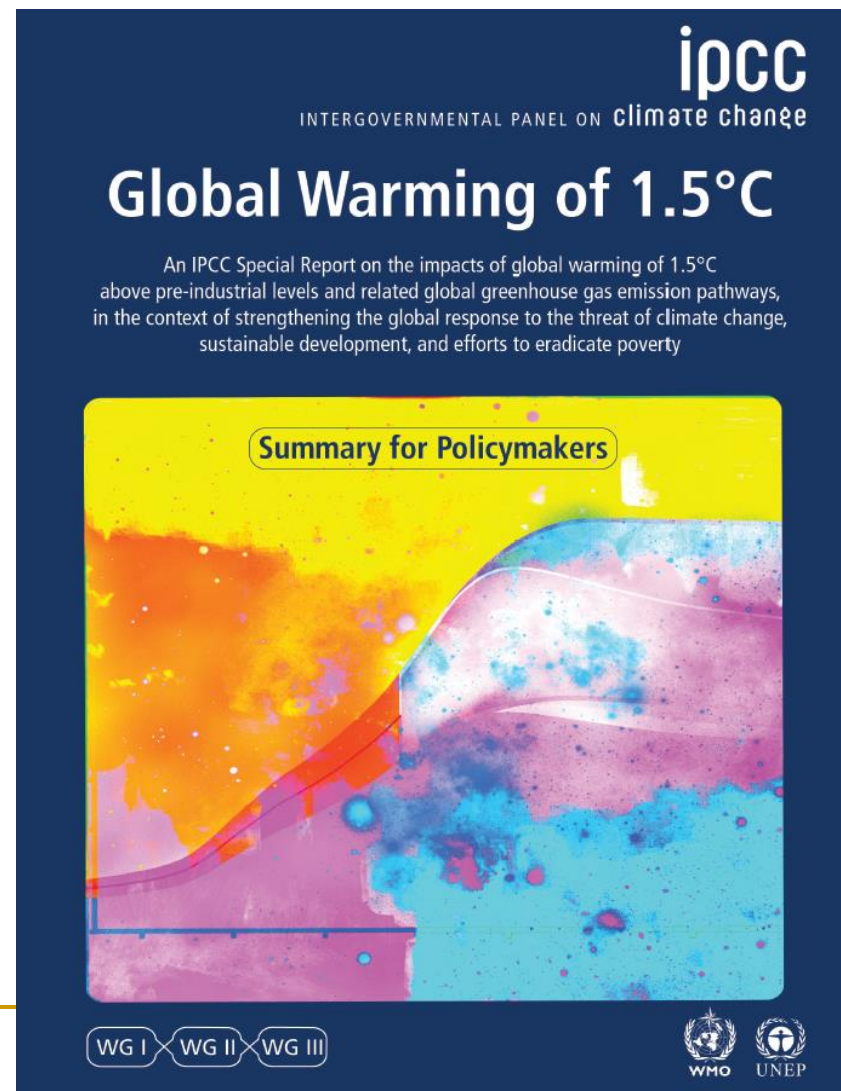
2018年10月承認

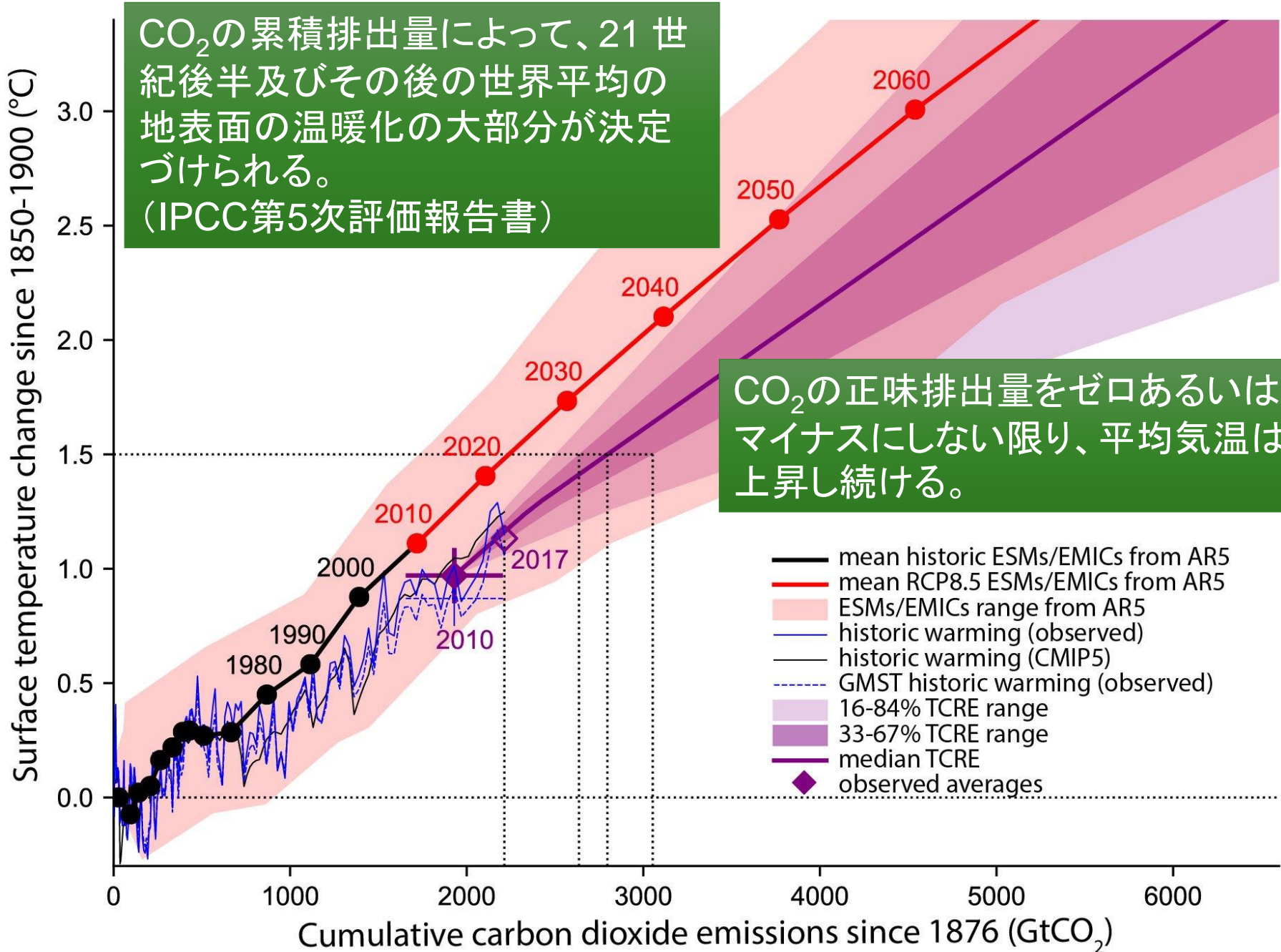
1.5°Cの地球温暖化:

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

パリ協定を採択したUNFCCCのCOP21の決議の中で、1.5°Cの地球温暖化に関する最新の科学的知見をまとめたレポートを作成するよう、IPCCに対して招請がなされた。

<https://www.ipcc.ch/sr15/>





残余カーボンバジェット

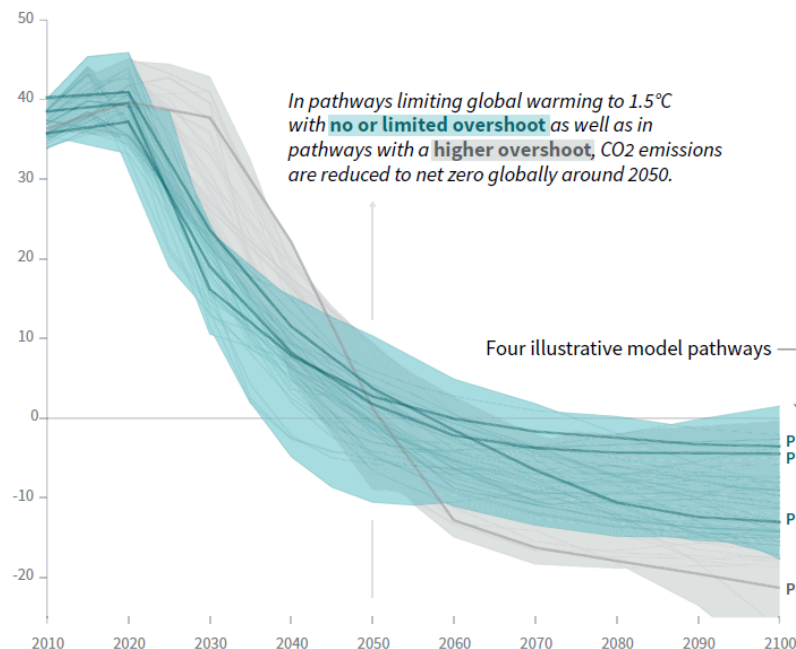
- 地球温暖化を抑えるには工業以前からの世界全体人為起源CO₂の累積排出量を抑える必要がある。つまり、一定の総カーボンバジェットの範囲内に留めなければならない。(高い確信度)
- 2017年末までに減らされたバジェット: およそ2200 ± 320 GtCO₂ (中程度の確信度)
- 現在、毎年 42 ± 3 GtCO₂ のペースでバジェットが減少中 (高い確信度)
- 工業化以前からの平均気温上昇を1.5°Cまでに抑える(66%超の確率)ための残余カーボンバジェット(中程度の確信度):
 - 陸域表面付近の気温に基づく世界全体の平均値で測る場合: 約420 GtCO₂
 - 陸域及び海水の表面付近気温と、海水のない海域の海面水温に基づく世界全体の平均値で測る場合: 約570 GtCO₂

地球温暖化を1.5°Cに抑える排出経路

- 地球温暖化を1.5°Cに抑えるモデルの排出経路では、世界全体の人為起源CO₂の正味排出量は、2030年までに対2010年比で約45%減少し、2050年頃までに正味ゼロに達する。
- 2°C抑制の場合は、2030年までに対2010年比で約25%減少し、2070年頃までに正味ゼロに達する。
- いずれの場合も、CO₂以外の温室効果ガスは大きく削減される。

Global total net CO₂ emissions

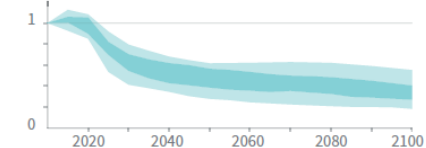
Billion tonnes of CO₂/yr



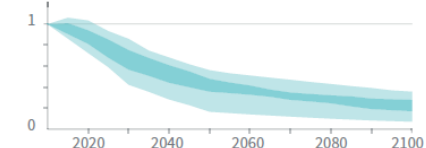
Non-CO₂ emissions relative to 2010

Emissions of non-CO₂ forcers are also reduced or limited in pathways limiting global warming to 1.5°C with **no or limited overshoot**, but they do not reach zero globally.

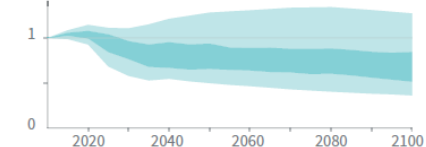
Methane emissions



Black carbon emissions



Nitrous oxide emissions



Timing of net zero CO₂
Line widths depict the 5-95th percentile and the 25-75th percentile of scenarios

— Pathways limiting global warming to 1.5°C with no or limited overshoot
— Pathways with higher overshoot
— Pathways limiting global warming below 2°C (Not shown above)

果たして可能か…？

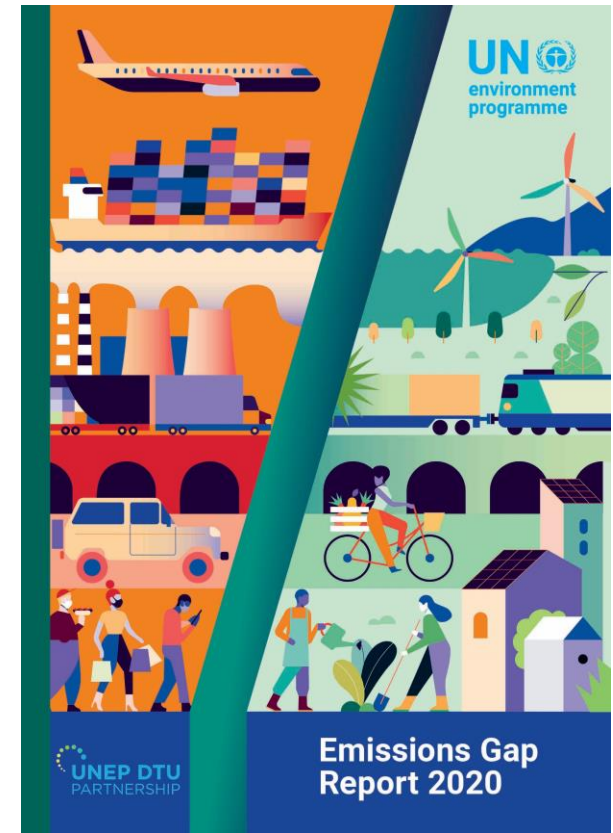
- IPCC1.5°C特別報告書は以下のように評価:
 - ・ パリ協定の下で各国が提出している緩和策の野心度に基づく推計では、2030年の世界の温室効果ガス排出量は年間52～58 GtCO₂eq になると見込まれる。(中程度の確信度)
 - ・ これらの野心度を反映した(2030年までの)排出経路では、たとえ2030年以降に大幅な排出量削減を実施したとしても、地球温暖化を1.5°Cに抑えることはできないだろう。(高い確信度)
 - ・ オーバーシュート(気温上昇が1.5°Cを一時的に上回ること)や将来の大規模なCO₂除去策の活用に頼ることを避けるためには、世界のCO₂排出量を2030年より十分前に減少させ始める必要がある。(高い確信度)

UNEP 排出量ギャップレポート2020

➤ 昨年12月9日発表

<https://www.unenvironment.org/emissions-gap-report-2020>

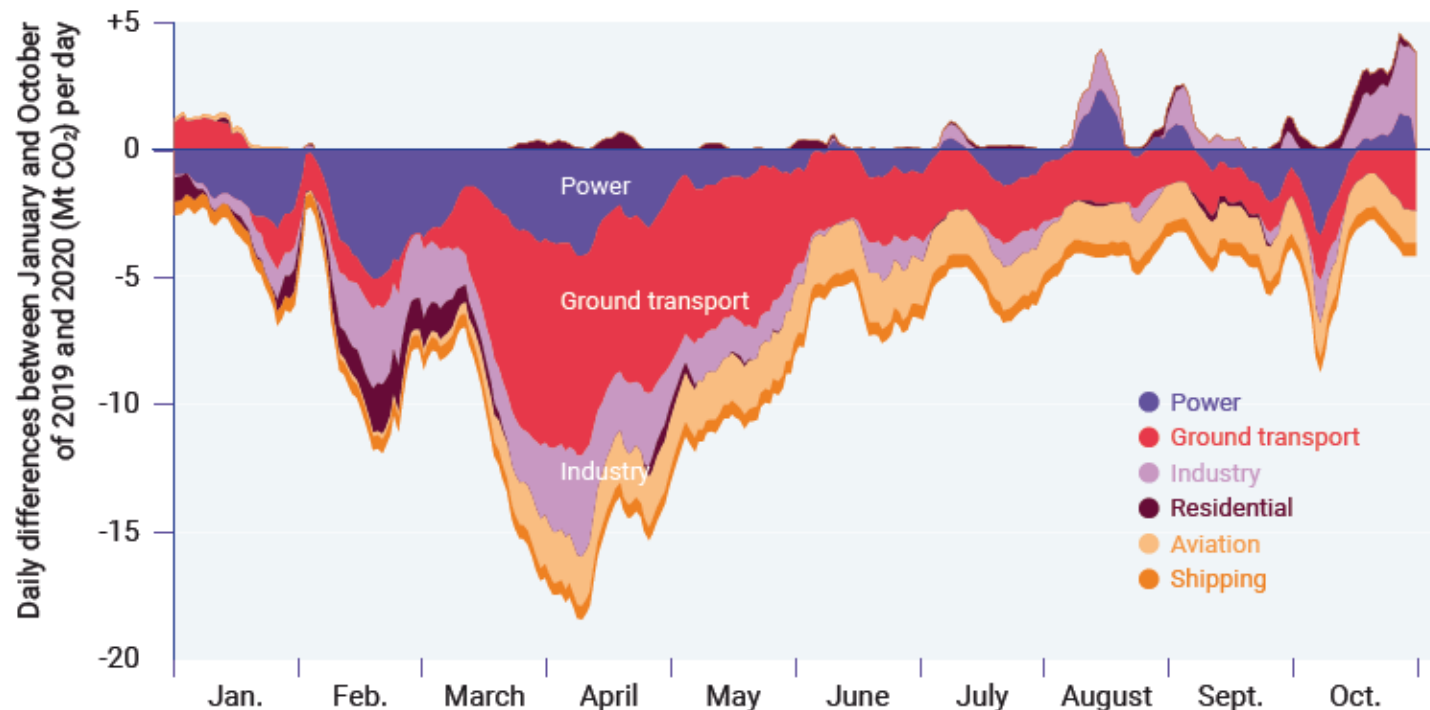
- 新型コロナ禍によって2020年の温室効果ガス排出量は減少するだろう。しかし、それによって世界がパリ協定の長期的気温目標の達成に近づくわけではない。
- 今世紀半ばまでに排出量を正味ゼロにする目標を掲げる国が増えているのは、2020年における最も重要な気候政策の動きだった。これを実行可能で信頼すべき目標として維持し続けるためには、約束を強力な短期的政策・措置の立案に早急に結び付け、それをNDCに反映させる必要がある。



UNEP排出量ギャップレポート2020

- 新型コロナ禍の影響で、2020年のCO₂ 排出量は2019年に比べて7% (2~12%)減少した可能性。
- CO₂以外の温室効果ガス排出量への影響はCO₂より小さい。
- 大気中濃度の上昇は継続。

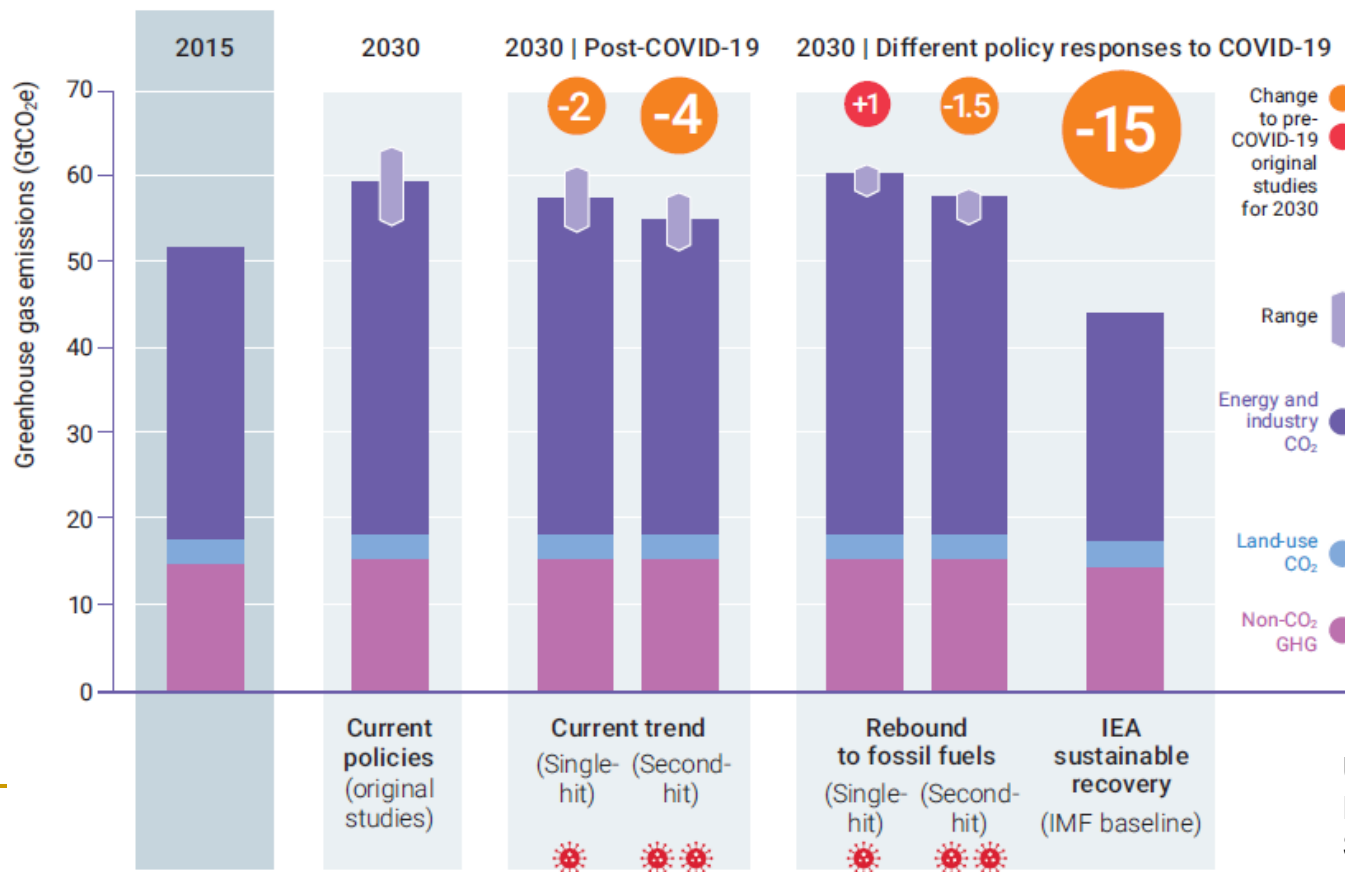
Figure ES.3. Reduction in emissions in 2020 relative to 2019 levels due to COVID-19 lockdowns



UNEP排出量ギャップレポート2020

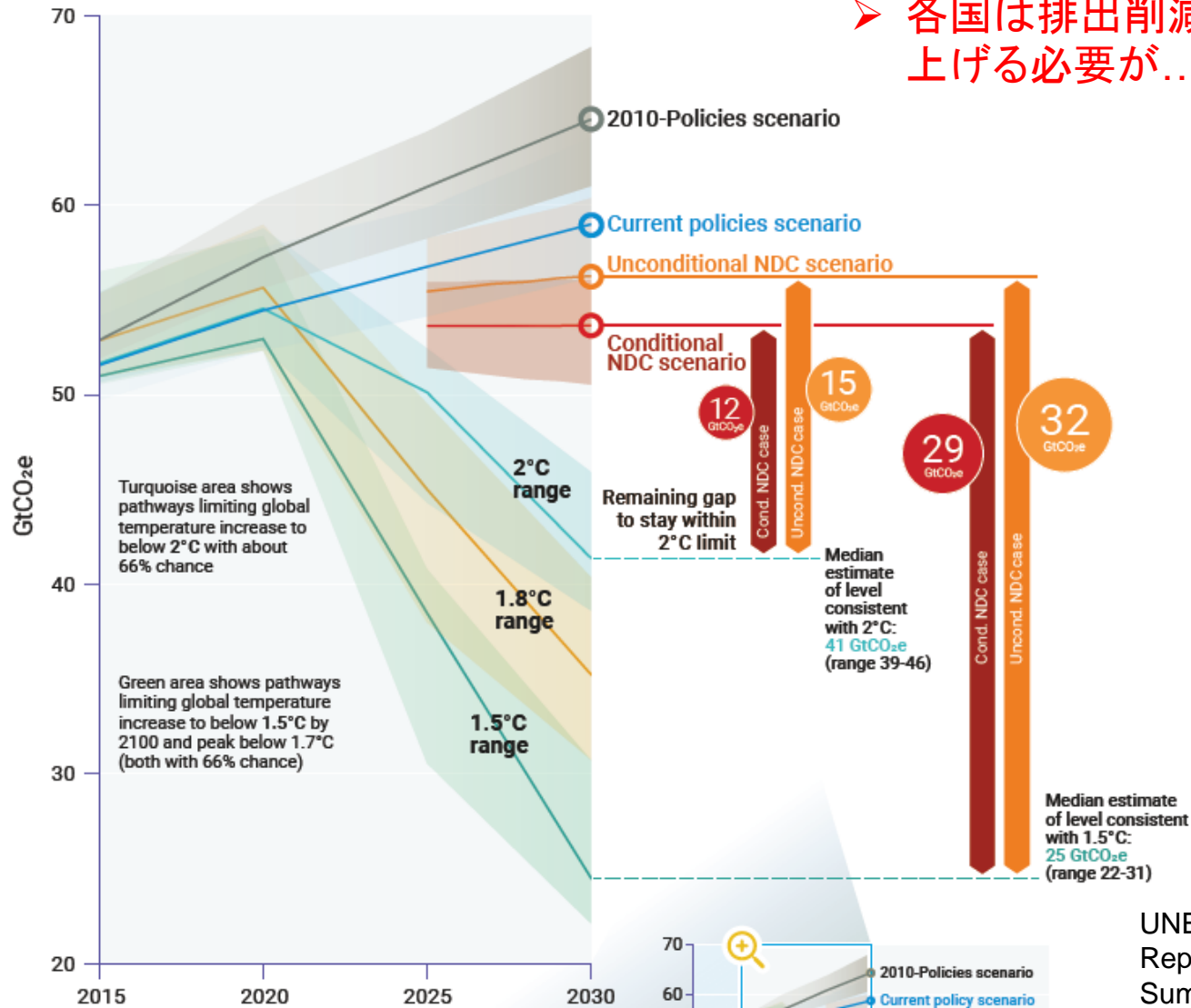
- 世界の温室効果ガス排出量は、新型コロナ禍からの経済再生が強力な脱炭素化を進める契機として使われた場合にのみ、2030年までに大きく減少するだろう。

Figure ES.4. Global total GHG emissions by 2030 under the original current policies scenario based on pre-COVID-19 studies and various 'what if' scenarios using explorative calculations (post-COVID-19) (median and 10th to 90th percentile range)



UNEP排出量ギャップレポート2020

Figure ES.5. Global GHG emissions under different scenarios and the emissions gap in 2030 (median and 10th to 90th percentile range; based on the pre-COVID-19 current policies scenario)



➤ 各国は排出削減の野心度を上げる必要が...

パリ協定と温室効果ガスインベントリ

- 各国がお互いを信頼してパリ協定を着実に実施していくためには、(緩和)行動に関する**透明性を確保する枠組みの強化**が必要。
- そのためには良質で信頼できる**温室効果ガスインベントリー** (**排出量データ**)を世界各国が作成・報告することが必要不可欠。
- パリ協定第13条7項
 - すべての締約国は、定期的に温室効果ガスの人為的な排出量及び吸収量の国家インベントリー報告書を提出しなければならない。



温室効果ガスインベントリに関する新ルール (カトヴィツェ気候パッケージ)

	すべての締約国
報告頻度	隔年
使用すべき指針	2006年版IPCCガイドライン(及びCMAが合意した追補版/改良版)
報告すべきガス	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃ (+ CO, NO _x , NMVOCs, SO ₂)
対象年	1990年から直近年(報告年の2年前)まですべての年の排出・吸収量を報告する義務あり
GWP(地球温暖化係数)の使用義務	IPCC第五次評価報告書(AR5)のGWP100年値を使用して、排出総量を計算する義務あり
審査(レビュー)	技術的専門家審査(Technical Expert Review)とFacilitative, multilateral consideration of progressのプロセスを経る必要あり

- ◆ 発展途上国の中には、上記ルール適用について柔軟性を持たせる場合あり。
- ◆ 先進国(条約の附属書I国)は、条約下でのインベントリに関するルール(毎年提出、等)は条約下の義務として継続。

- NDCの基礎としての温室効果ガスインベントリの有用性の向上
- 世界規模の温室効果ガス排出量推計への活用の可能性向上

ご清聴ありがとうございました。

IPCC及びインベントリータスクフォースについては:

<http://www.ipcc.ch/>

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>

地球環境戦略研究機関(IGES)については:

<https://www.iges.or.jp/jp>