記者レク用資料　2020年10月5日

報道解禁: 2020年10月8日（0:00 東京時間）

世界の一酸化二窒素（N_2O）収支 2020年版

説明者　伊藤昭彦（itoh@nies.go.jp）、プラビール・パトラ（prabir@jamstec.go.jp）

国立環境研究所　茨城県つくば市小野川16-2

海洋研究開発機構　神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25

本研究の一部は、JSPS科研費 (17H01867)の助成を受けて実施されました。

本研究の一部は、環境研究総合推進費 (2-1802)の助成を受けて実施されました。

Nature 2020年10月8日号

URL: https://www.nature.com/articles/s41586-020-2780-0

Article

A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks

各国44機関・70名の科学者が参加

https://doi.org/10.1038/s41586-020-2780-0

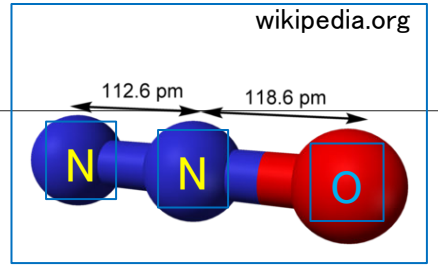
Received: 28 December 2019

Accepted: 14 August 2020

Check for updates

Hanqin Tian[1]✉, Rongting Xu[1], Josep G. Canadell[2], Rona L. Thompson[3], Wilfried Winiwarter[4,5], Parvadha Suntharalingam[6], Eric A. Davidson[7], Philippe Ciais[8], Robert B. Jackson[9,10,11], Greet Janssens-Maenhout[12,13], Michael J. Prather[14], Pierre Regnier[15], Naiqing Pan[1,16], Shufen Pan[1], Glen P. Peters[17], Hao Shi[1], Francesco N. Tubiello[18], Sönke Zaehle[19], Feng Zhou[20], Almut Arneth[21], Gianna Battaglia[22], Sarah Berthet[23], Laurent Bopp[24], Alexander F. Bouwman[25,26,27], Erik T. Buitenhuis[6,28], Jinfeng Chang[8,29], Martyn P. Chipperfield[30,31], Shree R. S. Dangal[32], Edward Dlugokencky[33], James Elkins[33], Bradley D. Eyre[34], Bojie Fu[14,35], Bradley Hall[33], Akihiko Ito[36], Fortunat Joos[20], Paul B. Krummel[37], Angela Landolfi[38,39], Goulven G. Laruelle[15], Ronny Lauerwald[8,15,40], Wei Li[8,41], Sebastian Lienert[22], Taylor Maavara[42], Michael MacLeod[43], Dylan B. Millet[44], Stefan Olin[45], Prabir K. Patra[46,47], Ronald G. Prinn[48], Peter A. Raymond[42], Daniel J. Ruiz[14], Guido R. van der Werf[49], Nicolas Vuichard[8], Junjie Wang[27], Ray Weiss[50], Kelley C. Wells[44], Chris Wilson[30,31], Jia Yang[51] & Yuanzhi Yao[1]

背景と目的



- 一酸化二窒素（N_2O）：別名　亜酸化窒素、笑気
  - 二酸化炭素（CO_2）の～300倍の温室効果を持つガス
  - 成層圏オゾン層の破壊物質
  - 大気中での寿命は～116年と長い
- 大気中のN_2Oは産業革命以降に　20%以上増加
  - 1750年の270 ppb（10億分率）から　2018年の331 ppb　へ
- その主要因は農業からの排出と推測：食料・飼料増産の必要性
- しかし、全球のN_2O収支の全体像や詳細は不明だった
- 今回の論文のポイント：　　各国44機関・70名の科学者から構成される GCP-N_2Oによって初めて全体像を示した
- 日本からは　国立環境研究所(NIES)　と　海洋研究開発機構(JAMSTEC)が参加

大気中N_2Oの特徴

成層圏における光分解による消滅:

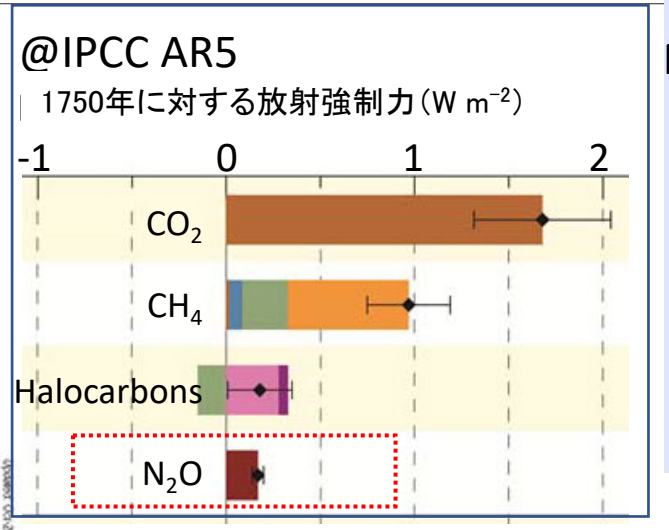
$N_2O + h\nu\ (\lambda = 185 - 230nm) \rightarrow N_2(X^1\Sigma^+_g) + O(^1D)$ (消滅の90%)

$N_2O + O(^1D) = 2\ NO$ (or $N_2 + O_2$) (消滅の 10%)

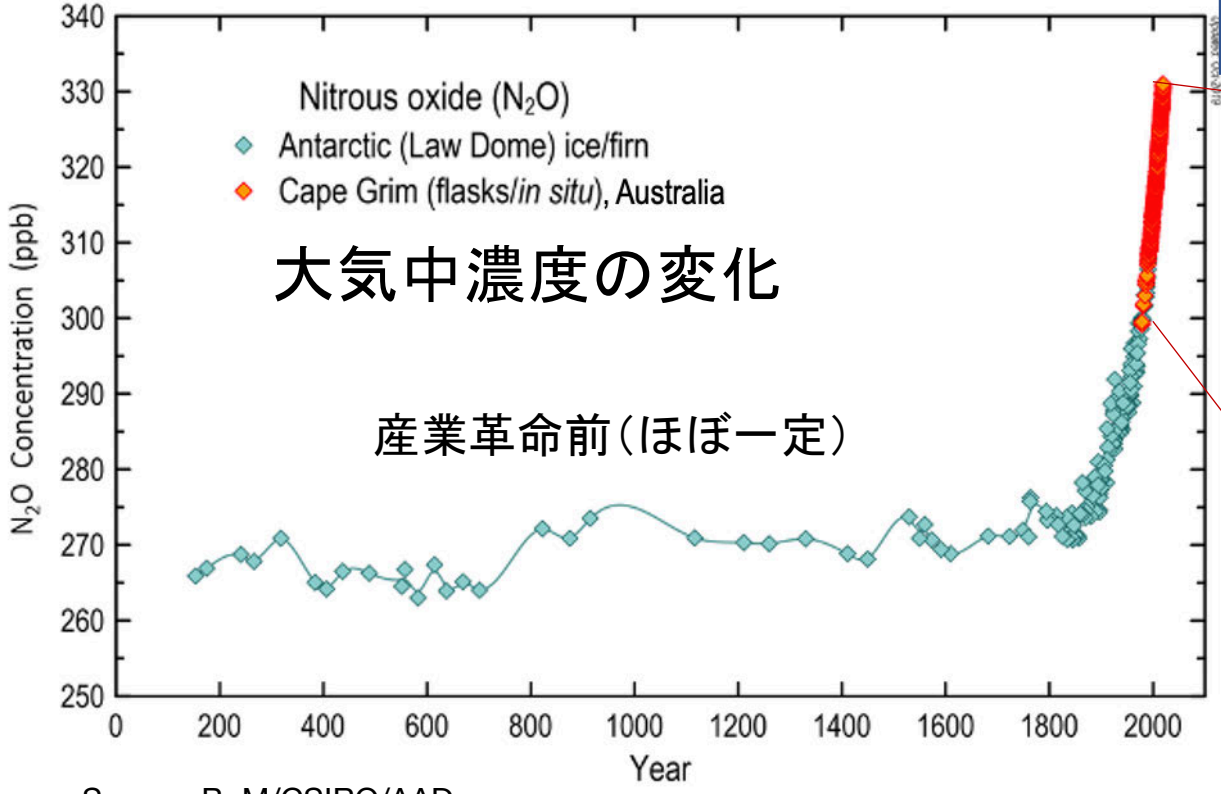
成層圏におけるオゾン層の分解反応 (Crutzen, 1970):

$NO + O_3 = NO_2 + O_2$; $O2 + O = NO + O_2$

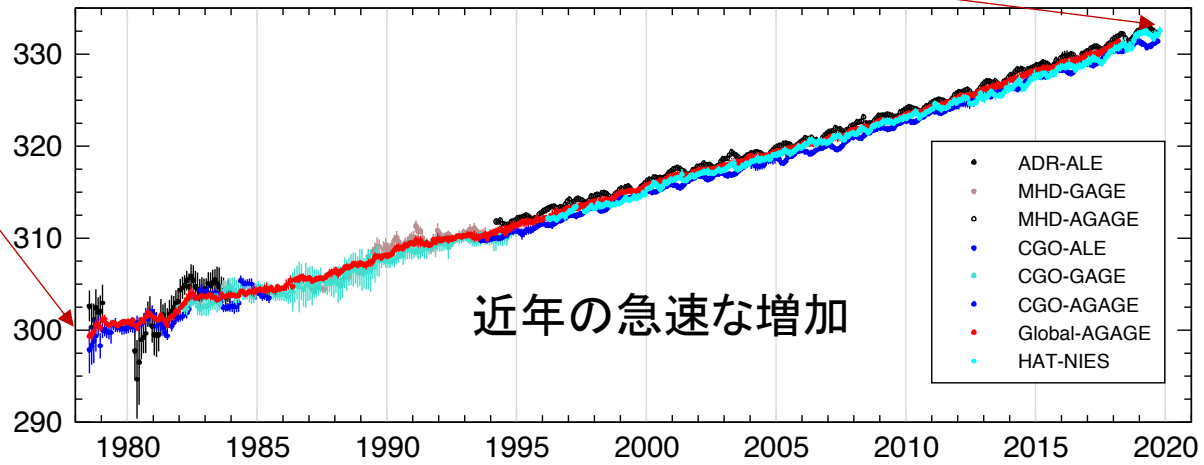
Net: $O_3 + O = 2O_2$



https://agage.mit.edu
http://www.nies.go.jp



Source: BoM/CSIRO/AAD

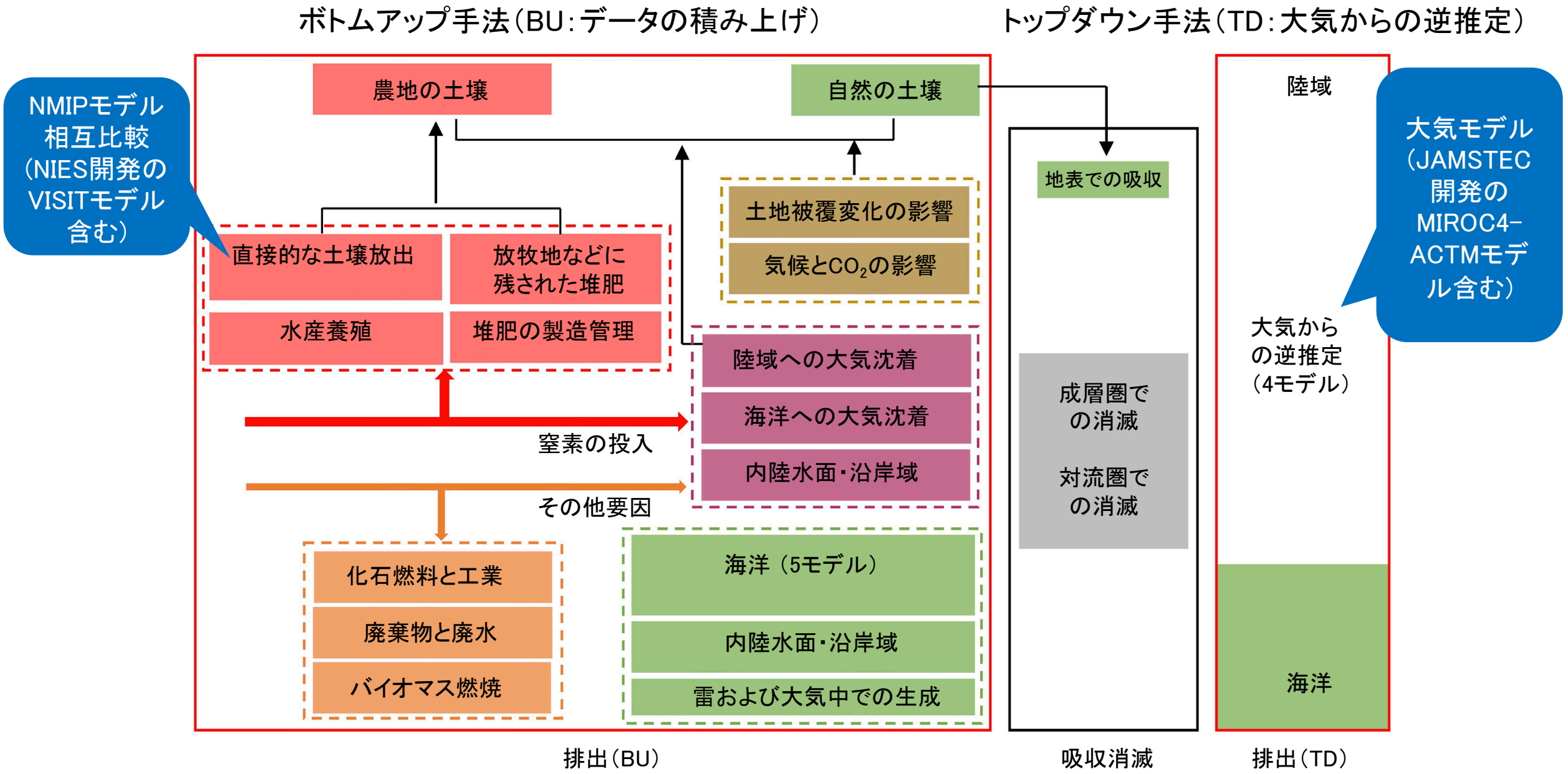


大気逆推定で利用

発生源の定義

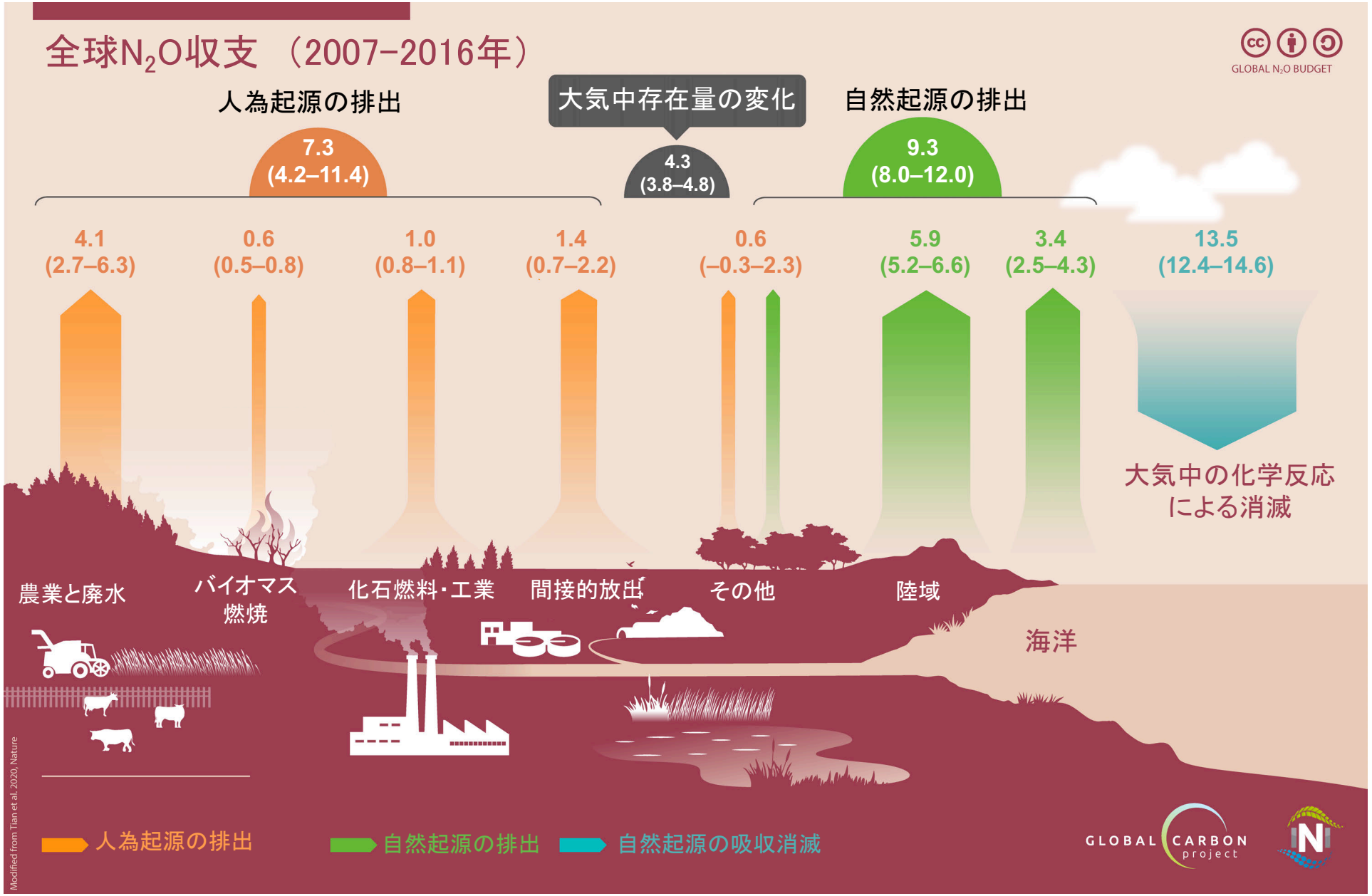
- **自然起源の排出**：（人為的影響を含まない）陸域や海洋からの排出で、ごくわずかな生物による地表での吸収を含む
- **農業**：農地での窒素肥料投入による直接的な放出
- **その他の直接的な人為放出**：化石燃料、工業、廃棄物・廃水、バイオマス燃焼
- **間接的な放出**：反応性窒素が最初に環境中に放出された場所から移動し、風下や下流の生態系から放出されるもの
- **撹乱を受けた放出**：気候、大気中二酸化炭素(CO_2)、土地被覆の変化に影響を受けた生態系からの放出

収支評価に用いた手法の概要



N_2O収支の全体像

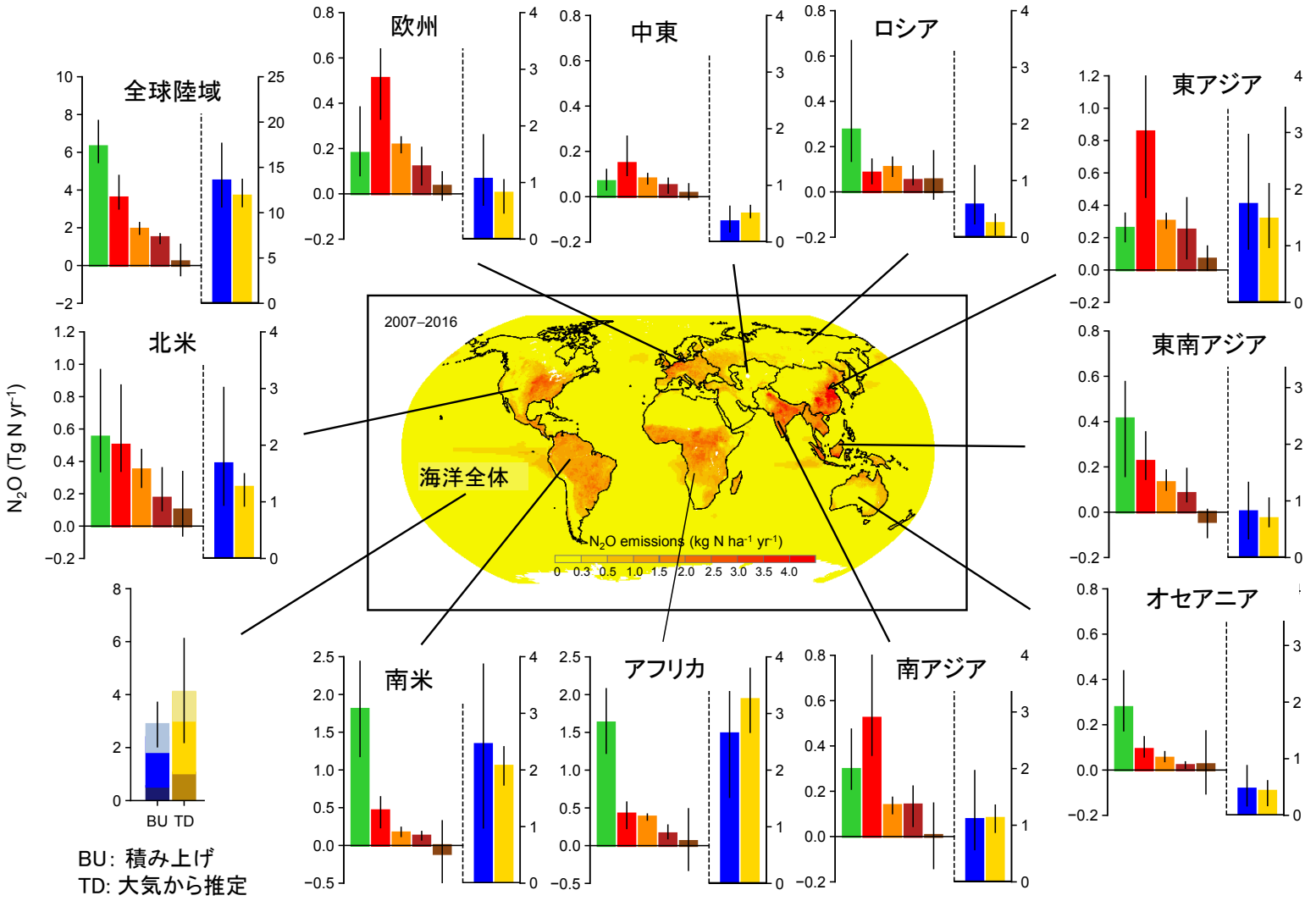
単位：1年あたりのテラグラム窒素重量（Tg [= 百万トン] yr^{-1}）



その他：雷や大気中での生成、土壌表面での吸収、気候変動、大気CO_2増加、森林破壊

地域別のN_2O収支（2007–2016）

陸域10地域
全陸域
全海洋



エラーバー:
最小値ー最大値の幅

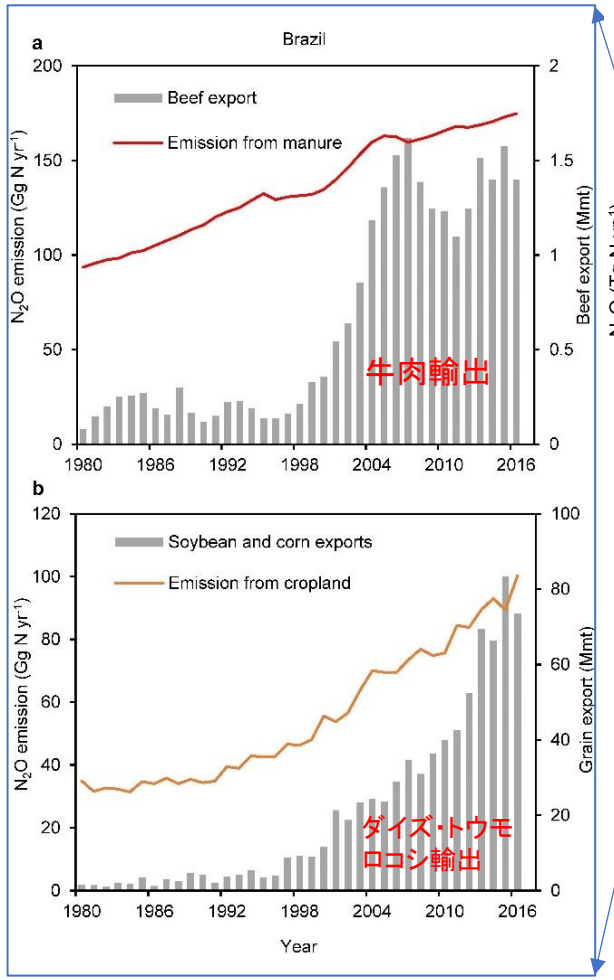
BU: 積み上げ
TD: 大気から推定

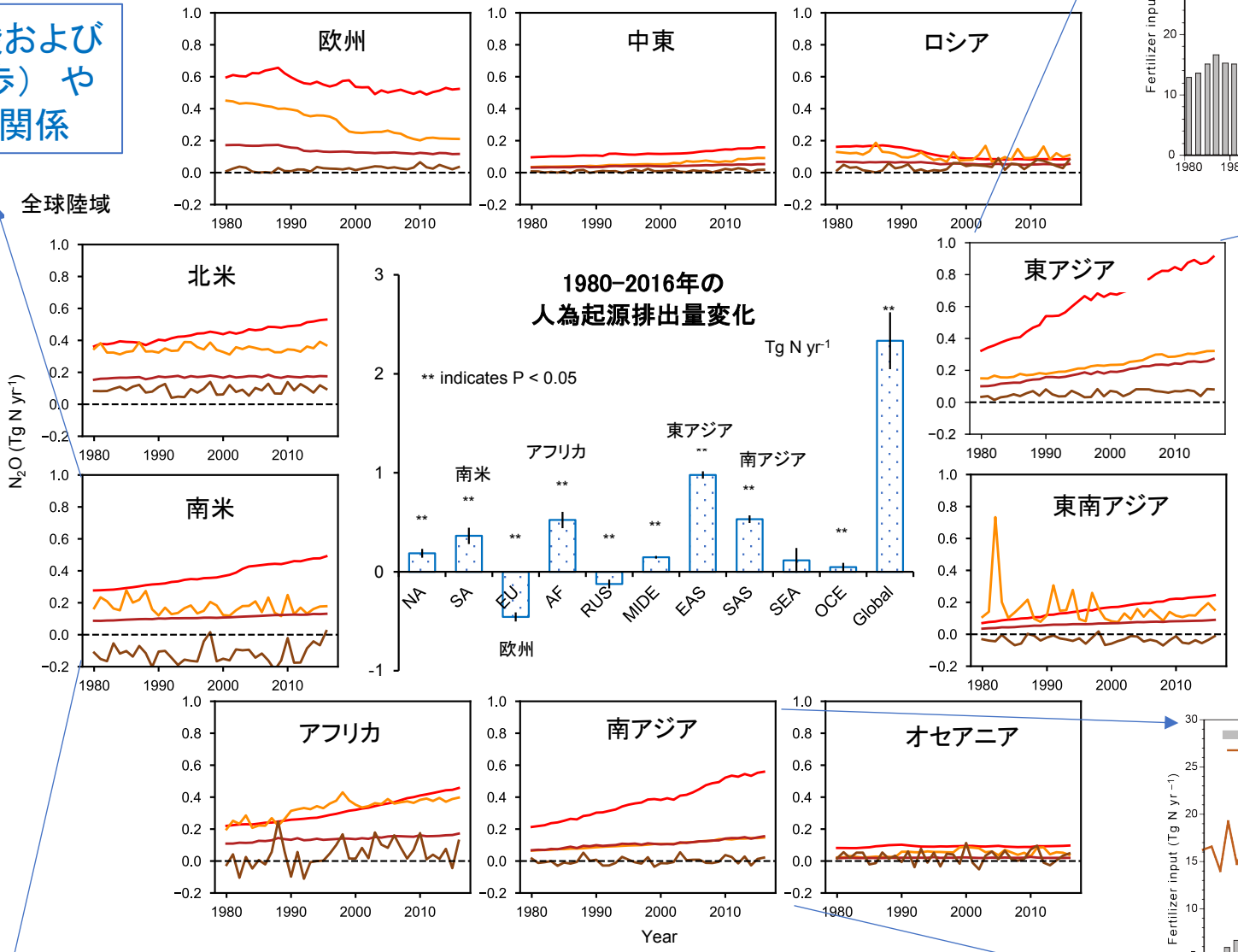
自然起源排出（海洋除く） 農業 その他の直接的人為起源 人為的N投入による間接的排出 気候/CO_2/土地被覆の変化で撹乱影響を受けた放出・吸収

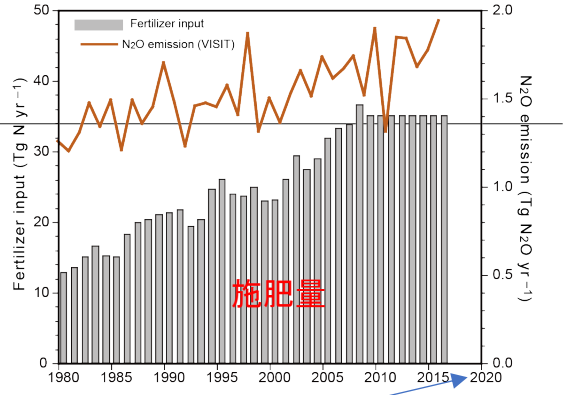
ボトムアップ（BU） トップダウン（TD）

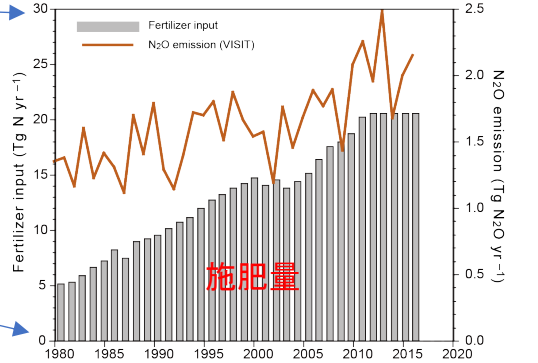
地域別・起源別の変化傾向

欧州(EU)における減少は　硝酸および
アジピン酸の生産(技術的な進歩)　や
農地の窒素利用効率　の改善と関係





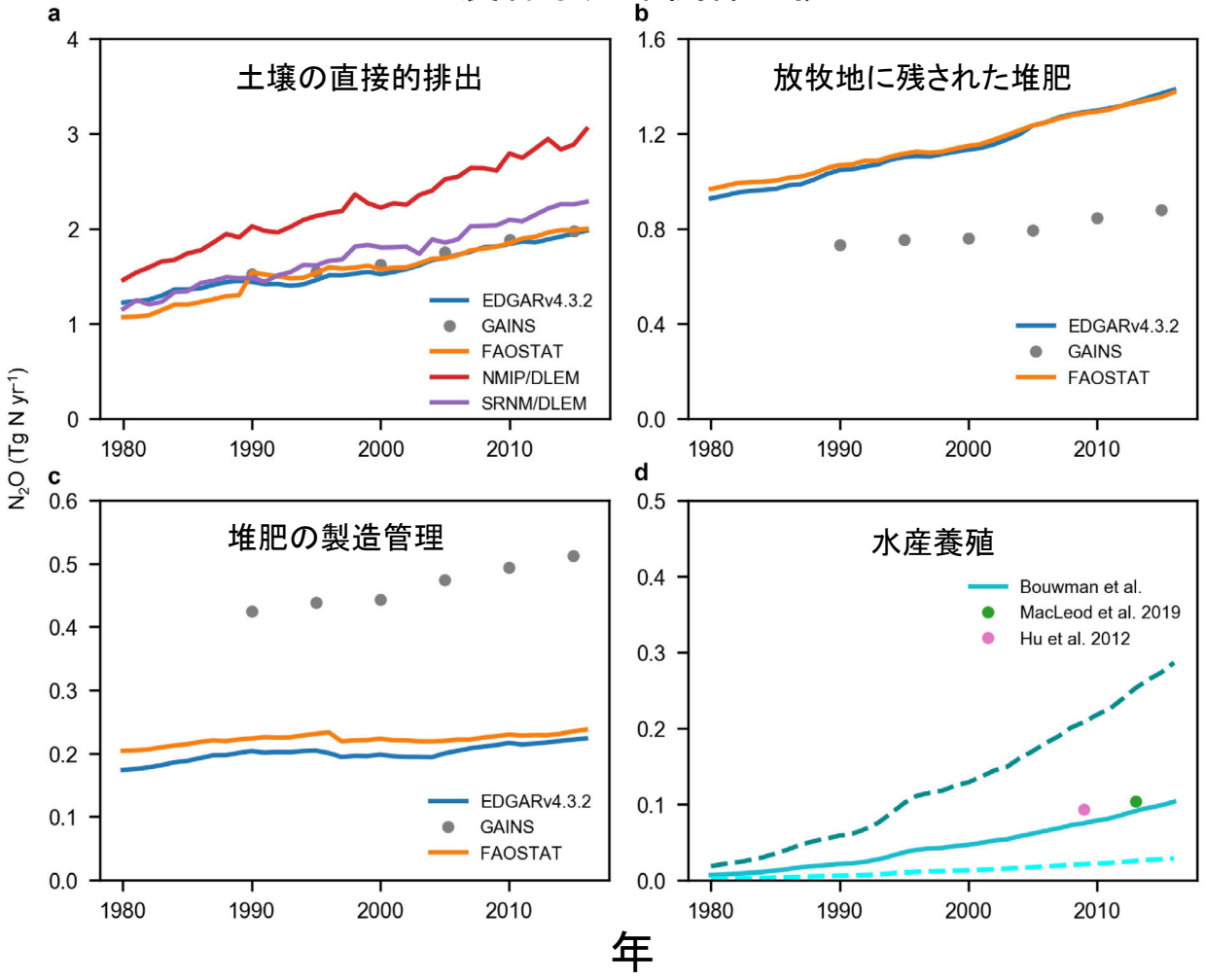




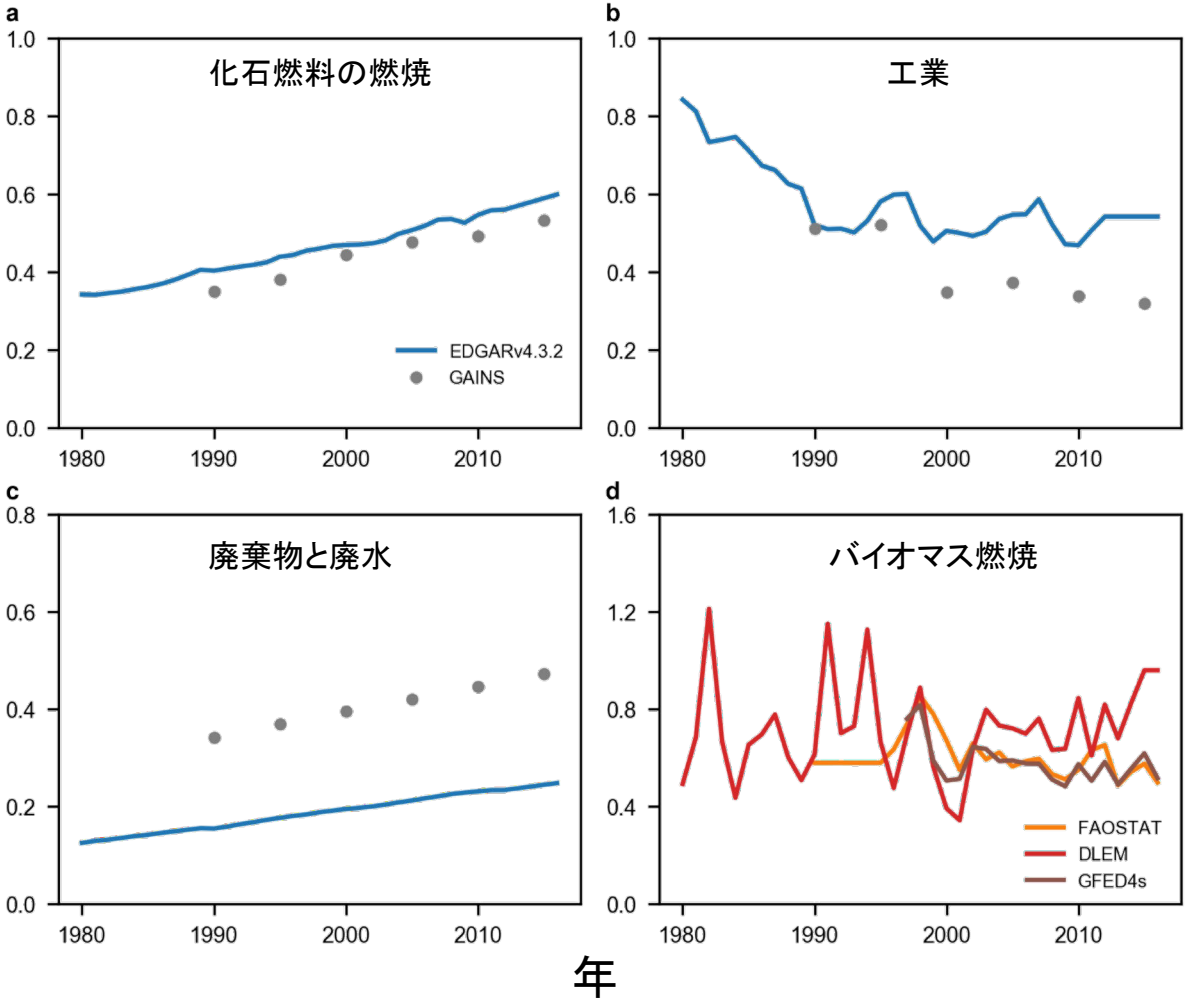
排出起源別の傾向（全世界合計）

・農地・化石燃料起源の放出増加
・水産養殖起源の放出は10倍に増加したが不確実性大？

農林水産業関係の排出

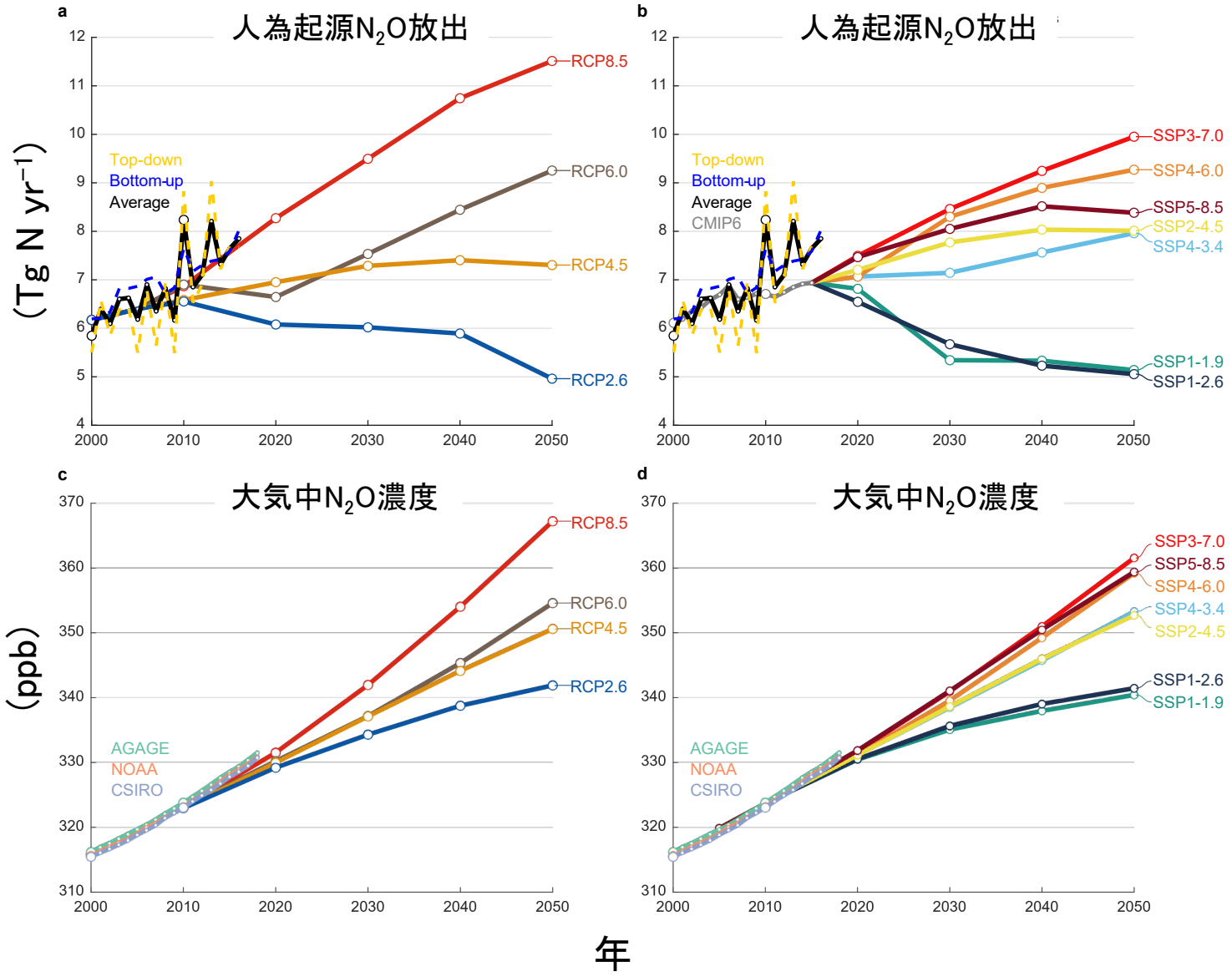


その他の直接的排出



パリ協定の目標達成は？

代表的濃度パス（RCP – IPCC AR5で使用）　　代表的社会経済パス（SSP – IPCC AR6で使用）



過去の放出量・濃度は、2010年以降、IPCCの最も悲観的なシナリオ（RCP8.5など）に近いペースで増加

社会経済シナリオは、次期以降のIPCC報告書で見直す必要があるかもしれない

窒素肥料使用量あたりのN_2O放出量（排出係数と呼ばれる）は既往の値より高く、徐々に増加してきた可能性がある（Thompsonら, 2019）

まとめ

- 全球の一酸化二窒素（N_2O）収支を、その変化要因や鍵となるプロセス、気候の相互作用を含めて、初めて包括的に定量化した　→ 温暖化の現象理解を深化

- 農地への化学肥料投入によって生じるN_2O排出は、主に中国、インド、北米で発生してきた
  - 家畜による堆肥投入からの放出は　アフリカと南米が大きい
  - 新興経済国、特にブラジル、中国、インドでの　増加速度が最も顕著

- 注目すべきことに、現在のN_2O放出と大気濃度の増加傾向は、パリ協定で合意された気候安定化目標に向けた経路を大幅に超過しており、気候変動緩和には排出削減が急務である　→ 今後の温暖化政策、研究開発への重要な示唆

- 明るい材料：N_2O排出を削減できる可能性はある。欧州は過去20年間に技術革新を進め、世界で唯一、N_2O排出量を減少させることに成功している

ご清聴ありがとうございました

ご質問がありましたら、お願いします

※本成果のデータはGCPホームページから公開予定です
https://www.globalcarbonproject.org/