

# 温室効果ガス観測技術衛星 GOSATシリーズについて

令和2年2月7日

環境省 地球環境局 総務課  
脱炭素化イノベーション研究調査室

# 目次

1. 我が国の温室効果ガス全球観測構想
2. 宇宙政策における温室効果ガス観測技術衛星
3. 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)シリーズの現状
4. 衛星観測からのCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測手法
5. GOSATによるCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測結果
6. GOSATによる人為起源排出推計結果
7. GOSATシリーズによる国際貢献
8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星(GOSAT-GW)の概要

# 1. 我が国の温室効果ガス全球観測構想



MOE・NIES・JAXA三者協定

**GEO**  
地球観測に関する政府間会合

**WMO**  
WDCGG  
GHG世界資料センター

地球観測連携拠点  
(温暖化分野)  
文科省・環境省・気象庁

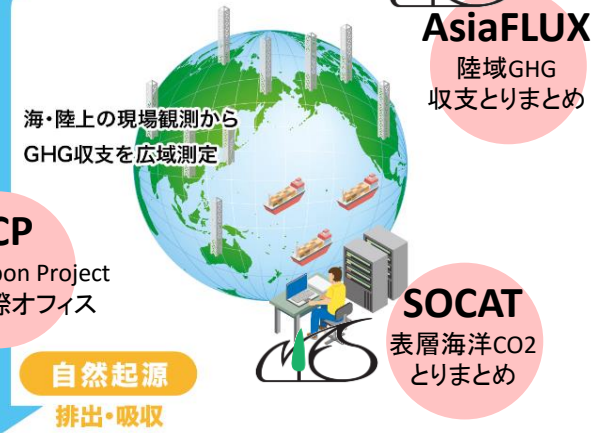
温室効果ガス  
排出量  
算定方法  
検討会

**IPCC**  
インベントリ  
タスクフォース

トップダウン アナリシス



フラックス アップスケーリング



**GCP**  
Global Carbon Project  
つくば国際オフィス

**吸収・排出量  
透明性向上**

人為起源  
排出・吸収

**GHGインベントリ**

**GIO**  
温室効果ガス  
インベントリオフィス  
GHGインベントリデータから  
排出量の空間分布を推定



グローバルストックテイクへの貢献

## 2. 宇宙政策における温室効果ガス観測技術衛星

### 宇宙基本計画

平成28年4月1日 閣議決定

4. 我が国の宇宙政策に関する具体的アプローチ

(1) 宇宙政策の目標達成に向けた政策体系

② 民生分野における宇宙利用の推進

i) 宇宙を活用した地球規模課題の解決と安全・安心で豊かな社会の実現

■ 気象衛星ひまわりや、**温室効果ガス観測技術衛星いぶきを始めとした各種の環境観測衛星**及び資源探査衛星等を**着実に整備する**とともに、(中略)災害予防・対応や地球規模課題解決に貢献する宇宙システムを**着実に整える**。

### 宇宙基本計画工程表 令和元年度改訂

令和元年12月13日 宇宙開発戦略本部会合決定

温室効果ガス観測技術衛星の開発・運用 [文部科学省、環境省]

- 人為起源温室効果ガス排出源の特定及び排出量の推計精度を向上することにより、世界各国が**パリ協定に基づき実施する気候変動対策による削減効果の確認**を目指す。
- 3号機について、2023年度の打上げに向け、詳細設計を行うとともに、エンジニアリングモデル、プロトフライトモデルの製作・試験を**着実に進める**。
- 我が国主導の**国際標準化及び各国の気候変動対策における衛星データの利活用の促進**に向けた**取り組みを加速**する。

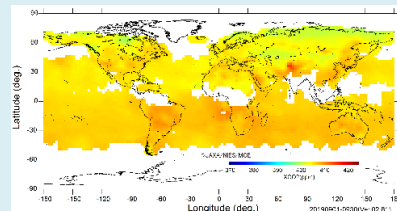
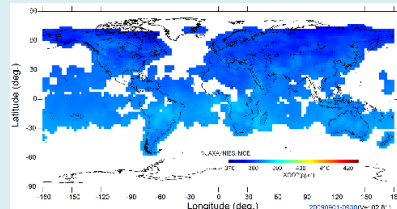
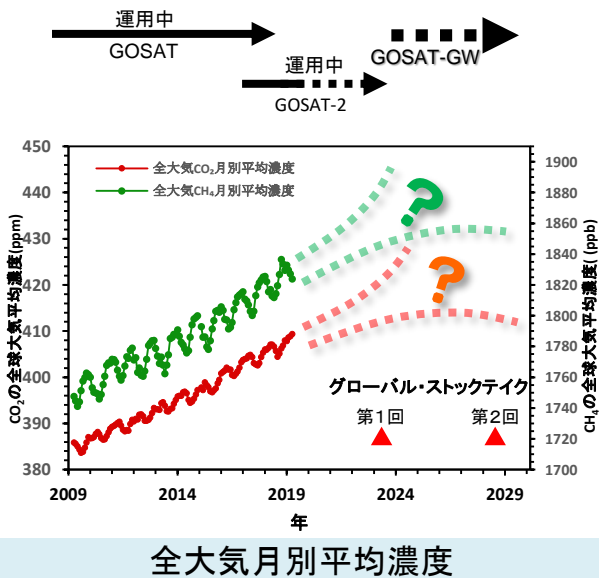
# 3. 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)シリーズの現状

- GOSAT\*1は2009年1月に打上げられ11年を経過した現在も継続運用中
- GOSAT-2は2018年10月に打上げ、2月より定常運用をはじめ、8月にL1プロダクトの一般配布開始、現在L2プロダクトの一般配布開始に向け準備中
- 宇宙基本計画工程表に則り、3号機「温室効果ガス・水循環観測技術衛星(GOSAT-GW\*2)」を開発中

## GOSATシリーズの目的

- 気候変動に関する科学の発展への貢献
- 気候変動政策への貢献(脱炭素社会開発の推進)

## GOSATの成果



©MOE/NIES/JAXA

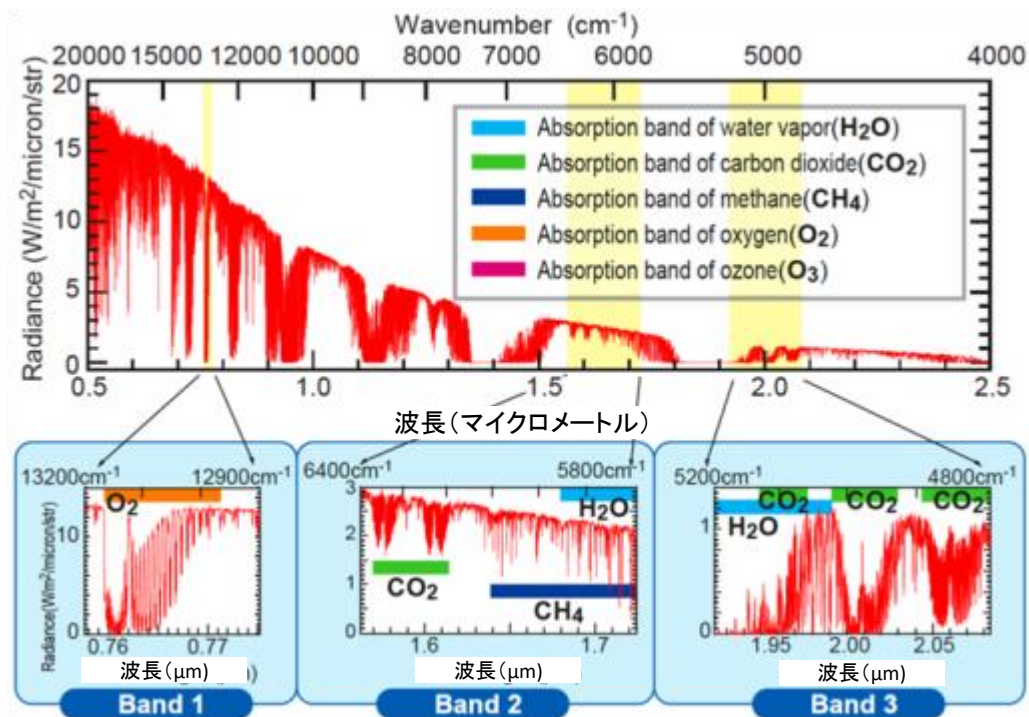
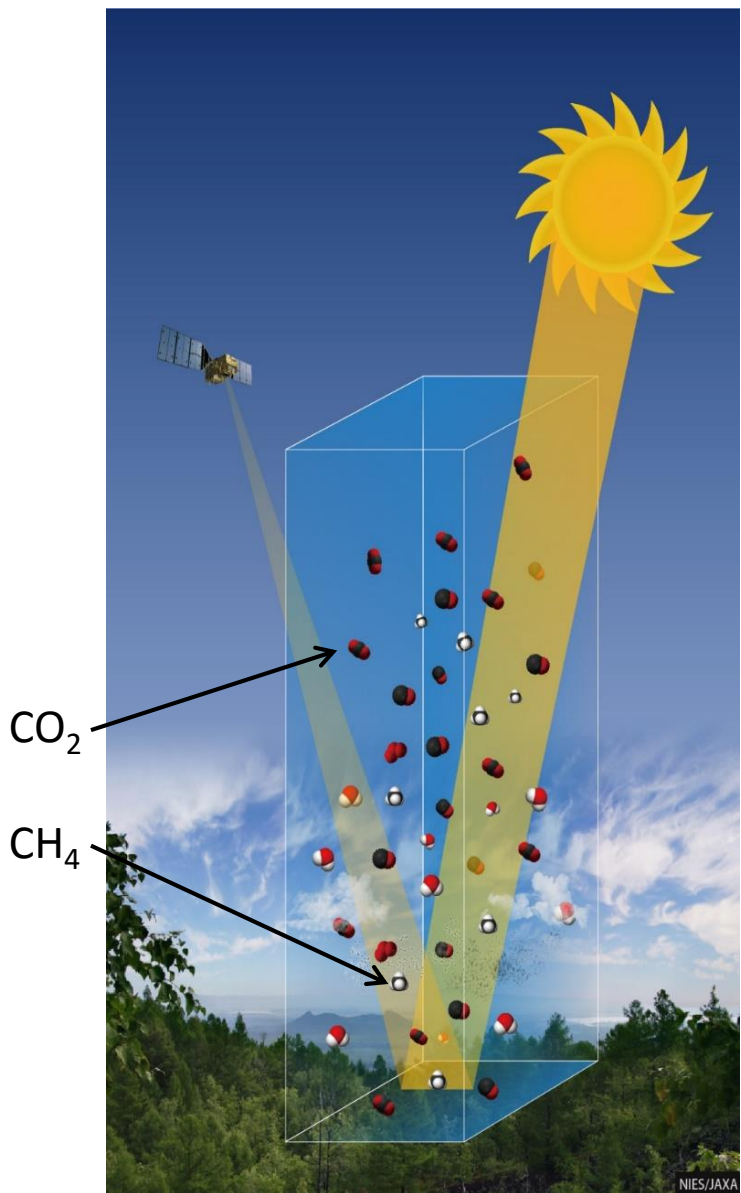
9月のCO<sub>2</sub>濃度分布(例)  
(上:2009年、下:2019年)



\*1: GOSAT: Greenhouse gases Observing SATellite

\*2: GOSAT-GW: Global Observing SATellite for Greenhouse gases and Water cycle 4

# 4. 衛星観測からのCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測手法

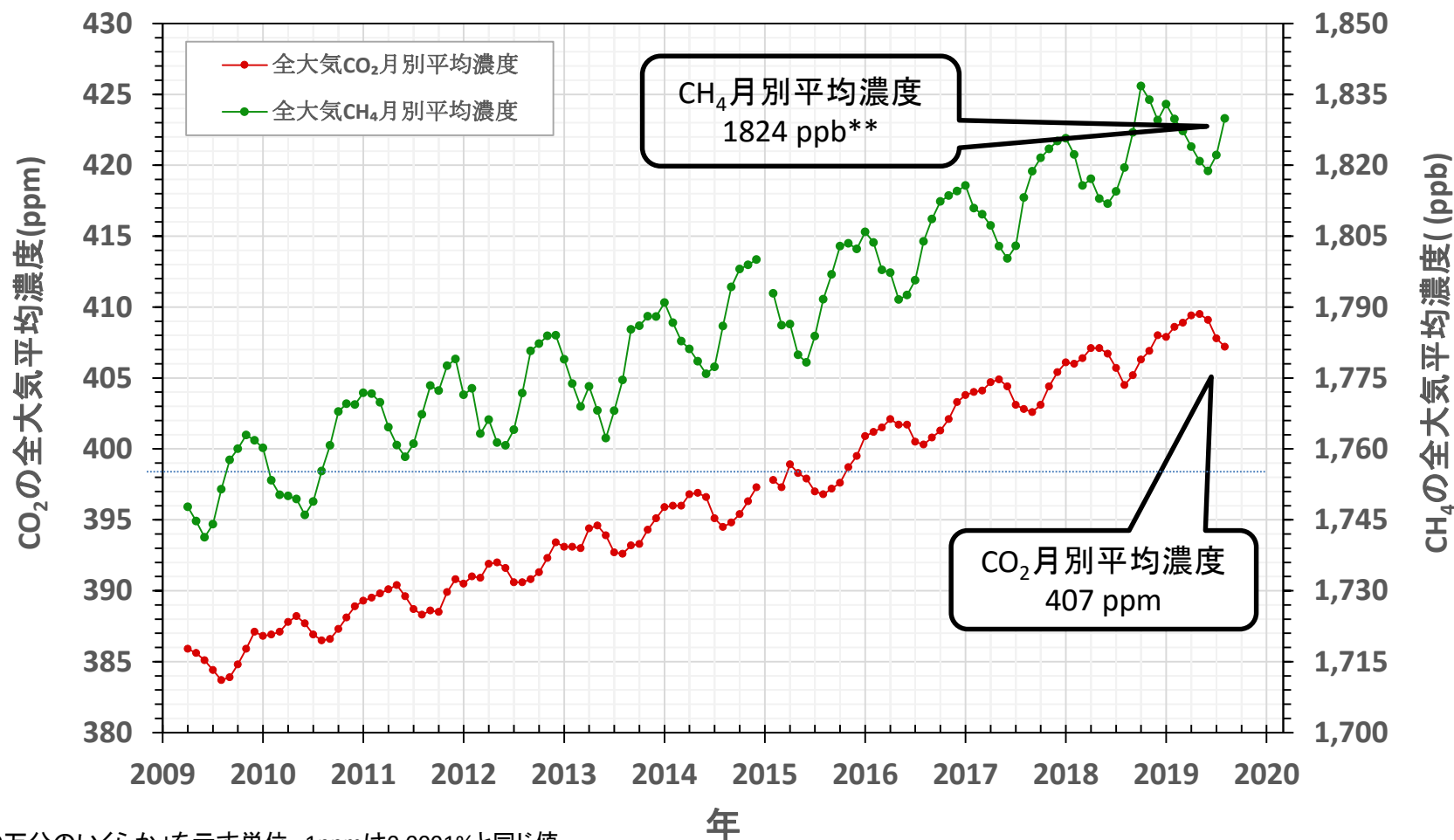


【上図】 CO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>など大気中の気体は、その気体固有の波長(色)の光を吸収します。また吸収の強さはその気体の量に応じて変化します。

【左図】 地表面で反射された太陽光を衛星で観測し、どの波長でどのくらいの強さの吸収が起きているか調べることで、大気中の気体の量(濃度)を計測できます。

# 5. GOSATによるCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測結果

- ◆ 全大気中の月別平均濃度はCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>とも季節変動をしながら年々上昇中。
- ◆ CO<sub>2</sub>の全大気平均濃度は2015年12月に初めて400 ppm\*を超過した。

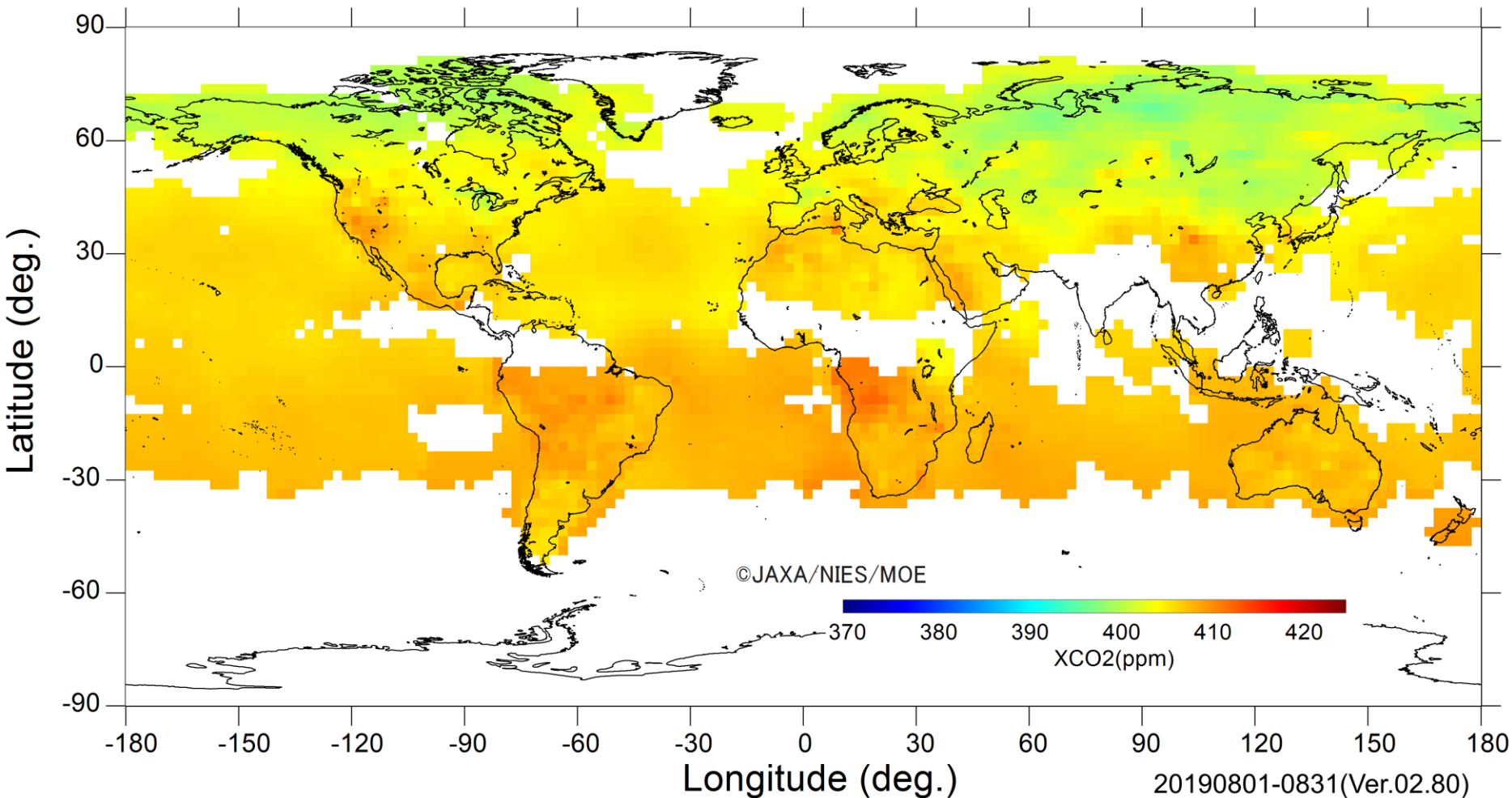


\*ppm:「100万分のいくらか」を示す単位。1ppmは0.0001%と同じ値。

\*\*ppb:「10億分のいくらか」を示す単位。1ppbは0.001ppm、0.0000001%と同じ値。

# 5. GOSATによるCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測結果

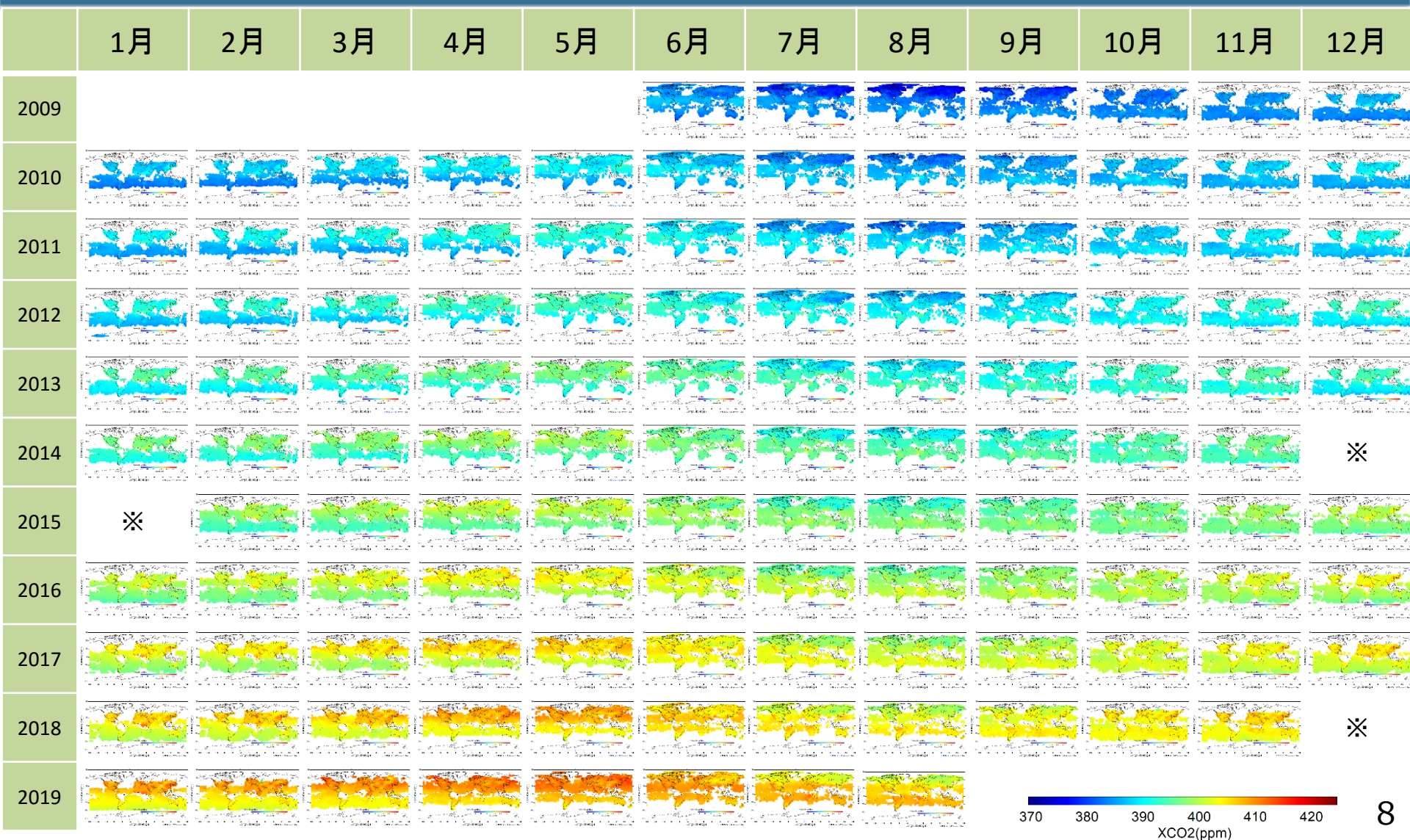
## 世界のCO<sub>2</sub>濃度分布(2019年8月)





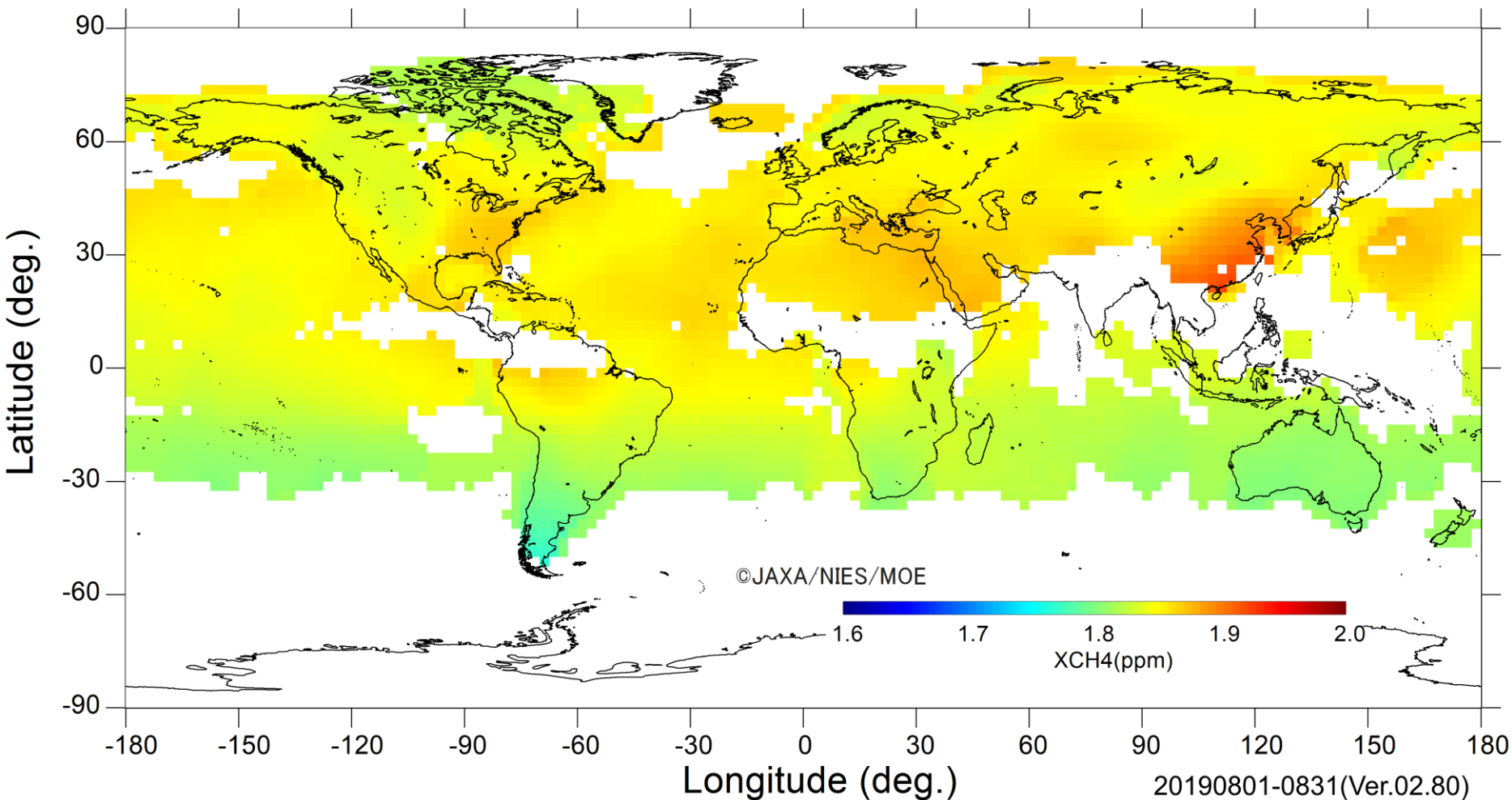
# 5. GOSATによるCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測結果

## CO<sub>2</sub>月別平均濃度分布



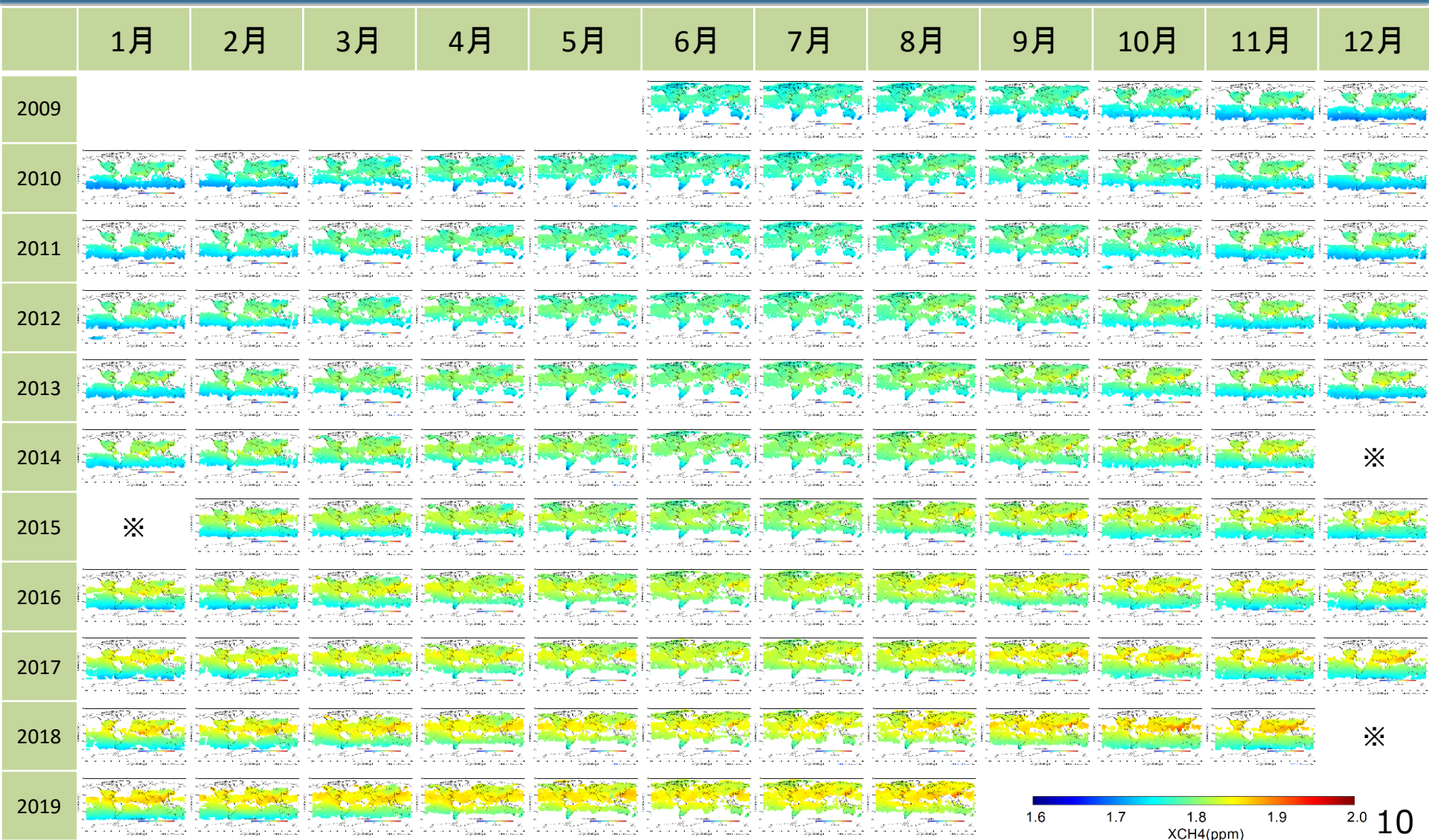
# 5. GOSATによるCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測結果

## 世界のCH<sub>4</sub>濃度分布(2019年8月)



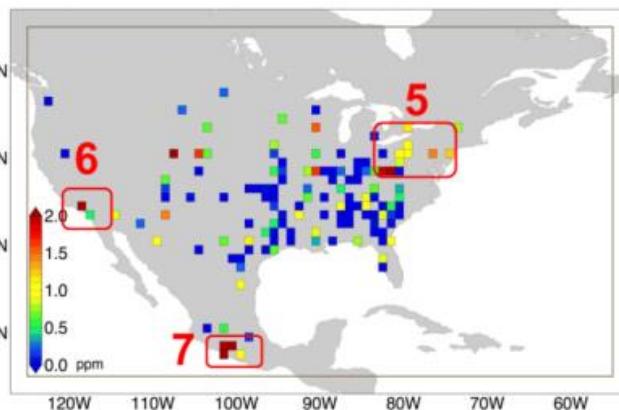
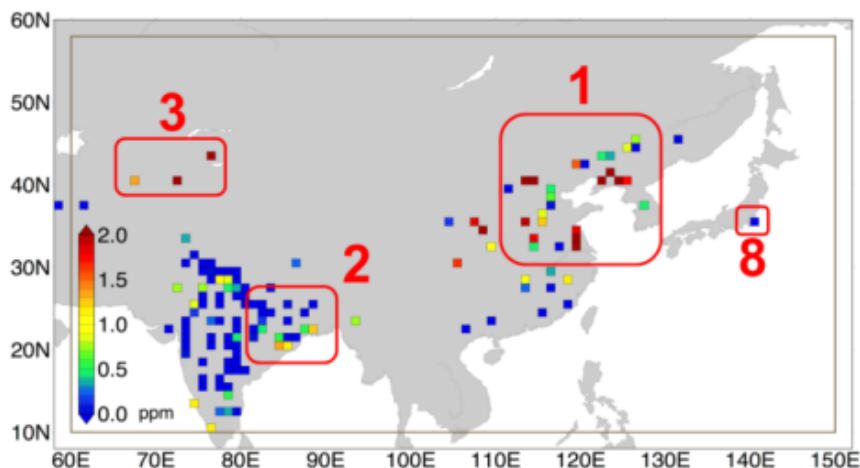
# 5. GOSATによるCO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>濃度計測結果

## CH<sub>4</sub>月別平均濃度分布



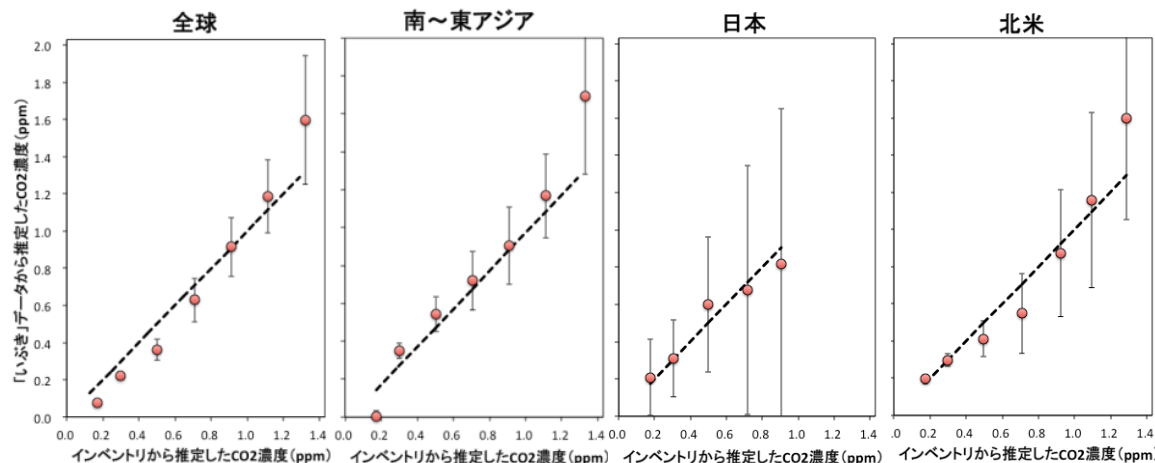
# 6. GOSATによる人為起源排出推計結果(CO<sub>2</sub>)

- ◆ GOSAT観測結果を用いて、東京都市域を含む世界の大都市等における人為起源CO<sub>2</sub>濃度を推計した。
- ◆ 人為起源CO<sub>2</sub>濃度について、GOSATデータからの推計結果と統計データ等から算出した排出インベントリからの推計結果が概ね一致した。



地図上の番号	人為起源 CO <sub>2</sub> 濃度が高い領域の概略範囲	国・地域・主な都市等	左記範囲の人為起源 CO <sub>2</sub> 濃度 (1度グリッド、5.5年間の最大値)
1	北緯 33~46 度 東経 114~127 度	中国：張家口市、鞍山市、ハルビン市、天津市	6.2 ppm
2	北緯 20~23 度 東経 84~89 度	インド：コルカタ	2.1 ppm
3	北緯 30~32 度 東経 37~38 度	ウズベキスタン他	2.8 ppm
4	北緯 40~41 度 西経 67~73 度	サウジアラビア北部/ヨルダン	2.1 ppm
5	北緯 38~41 度 西経 79~83 度	米国：ピッツバーグ	2.1 ppm
6	北緯 33~35 度 西経 114~119 度	米国：ロサンゼルス	3.5 ppm
7	北緯 17~19 度 西経 99~102 度	メキシコ：アカプルコ	2.7 ppm
8	北緯 35~37 度 東経 139~141 度	日本：東京都市域	0.5 ppm

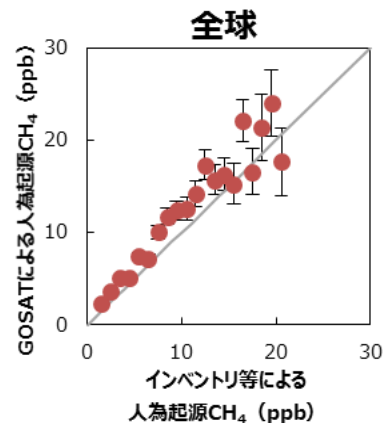
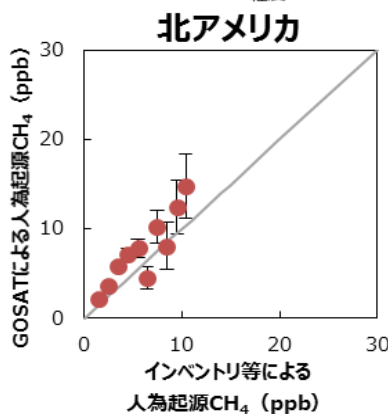
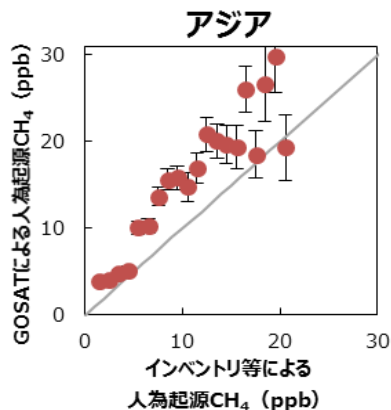
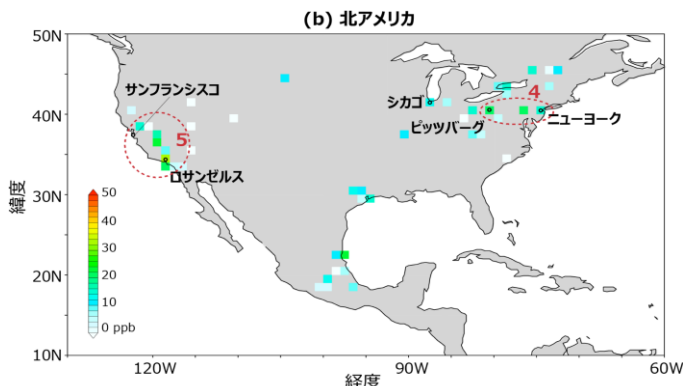
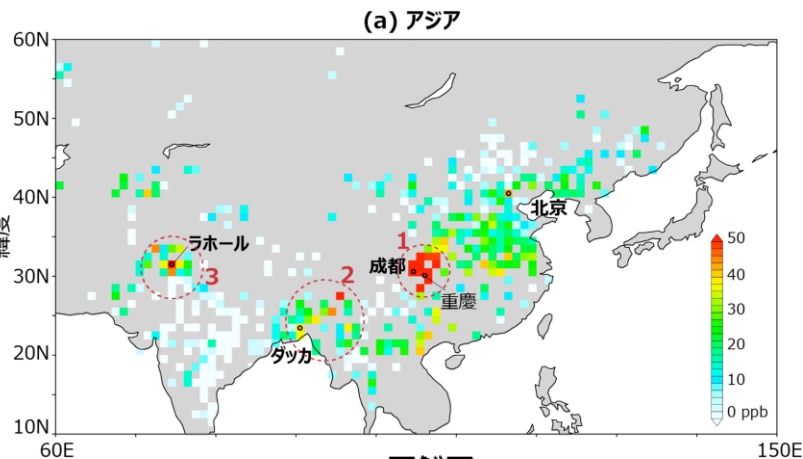
※日本については1度グリッド当りのデータ数が5~14と少ないため、他の都市と異なる手法で最大値を算出している。



	全球	北米	南~東アジア	日本
有効データ点数 (2009~2014年)	13,616	4,684	5,589	396

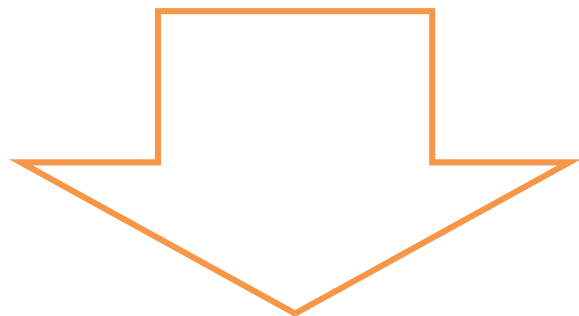
# 6. GOSATによる人為起源排出推計結果(CH<sub>4</sub>)

- ◆ GOSAT観測結果を用いて、人為起源CH<sub>4</sub>濃度を推計した。
- ◆ 人口密集地域・大規模な農業地域、天然ガス・石油の生産・精製地域の周辺でCH<sub>4</sub>濃度が高いことを明らかにした。
- ◆ 人為起源メタン濃度について、GOSATからの推計結果と排出インベントリからの推計結果はそれぞれの領域で相関関係が認められた。



## 7. GOSATシリーズによる国際貢献

- パリ協定に基づき、今後世界各国が温室効果ガス排出量の報告をすることが義務づけられた
- 透明性の高い枠組みのもとで、各国の排出量報告を行うことが求められている



©JAXA

- 人工衛星は地球全体を同じ方法で観測することができる

- 衛星データを用いて排出量や削減量を検証することは、パリ協定に基づき人為起源排出量や削減量を「透明性の高い」方法で報告するカギとなる。

# 7. GOSATシリーズによる国際貢献

日本の場合  
インベントリの  
整備が進んで  
いる



GOSATシリーズにより  
宇宙から測定した  
CO<sub>2</sub>排出量

日本での  
大まかな値の  
一致を確認



正確性、透明性  
の追求

統計と計算式によって算定  
されたCO<sub>2</sub>排出量  
(排出インベントリデータ)

各国が自国の排出量の検証  
に衛星データを定常的に活  
用できる仕組みを構築

GOSATシリーズの衛星データの  
正確さを「日本」と「モンゴル国」で確認

途上国の場合  
インベントリの  
データ整備が  
不十分



GOSATシリーズにより  
宇宙から測定した  
CO<sub>2</sub>排出量

データの検証に  
利用できる可能性



統計と計算式によって  
算定されたCO<sub>2</sub>排出量を  
各国独自に検証可能

世界各国で活用

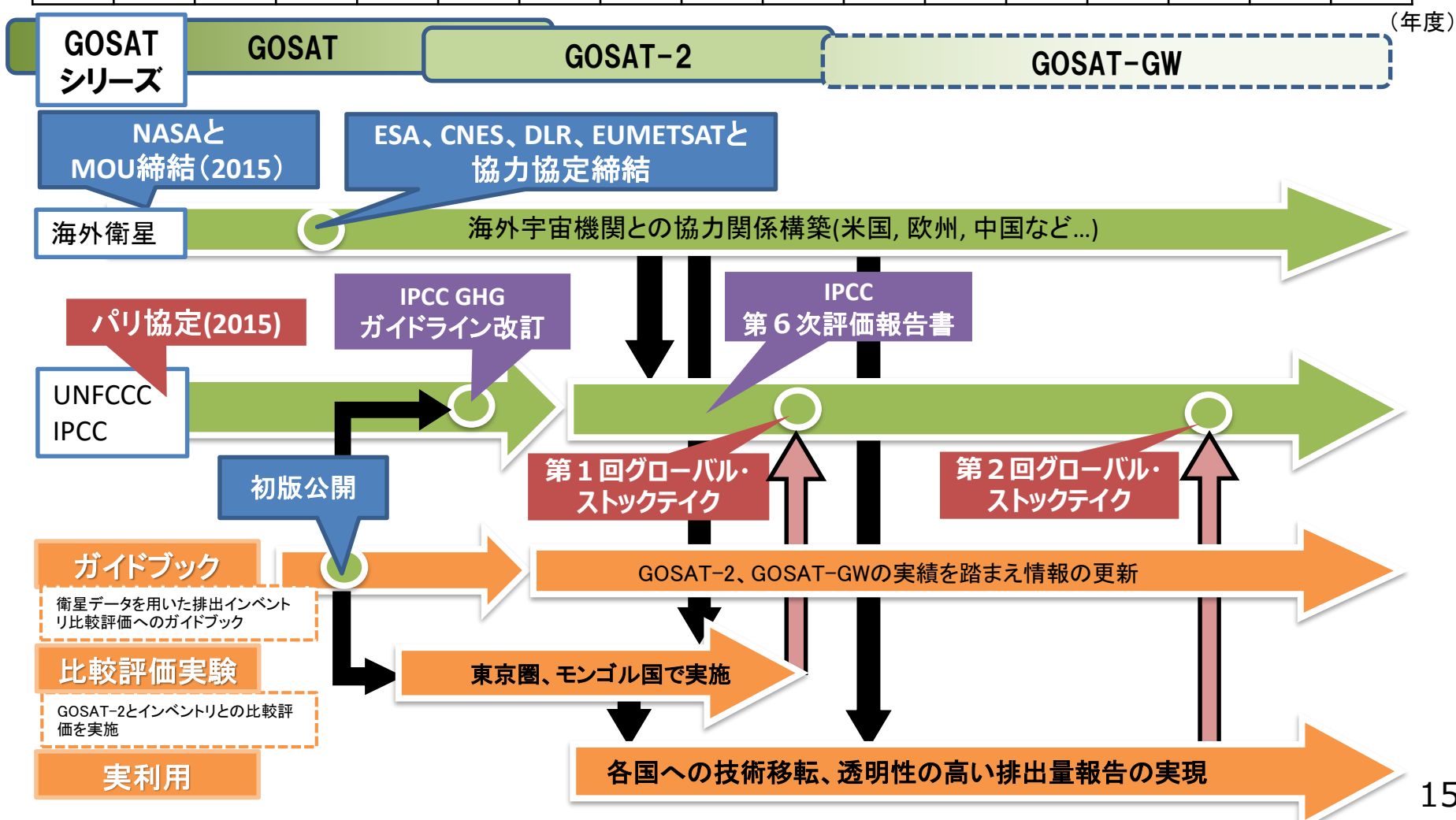
- ・ガイドブック作成
- ・研修の実施

透明性の高い排出量報告が実現

# 7. GOSATシリーズによる国際貢献

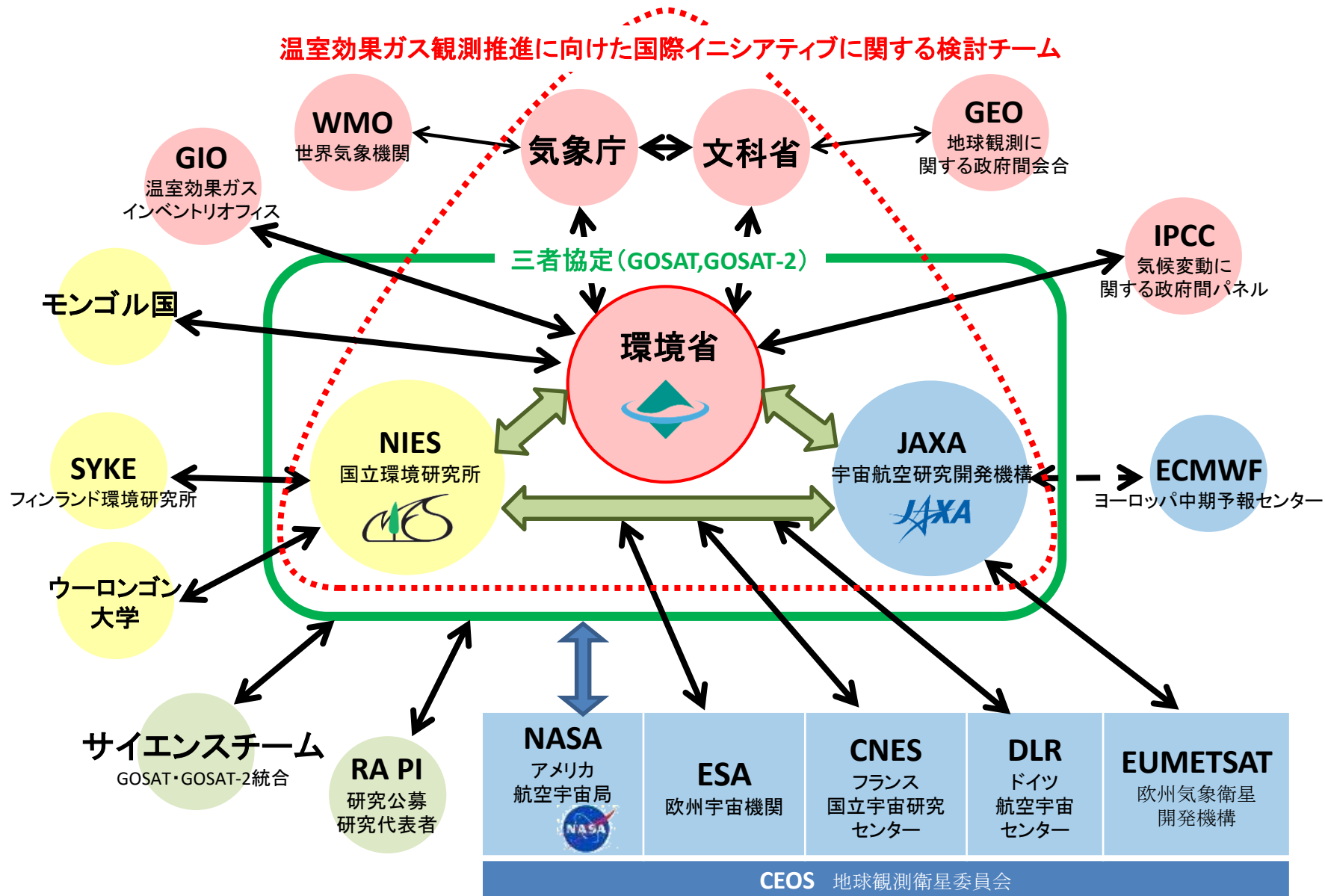
## 気候変動対策の進捗確認に向けた活動

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12





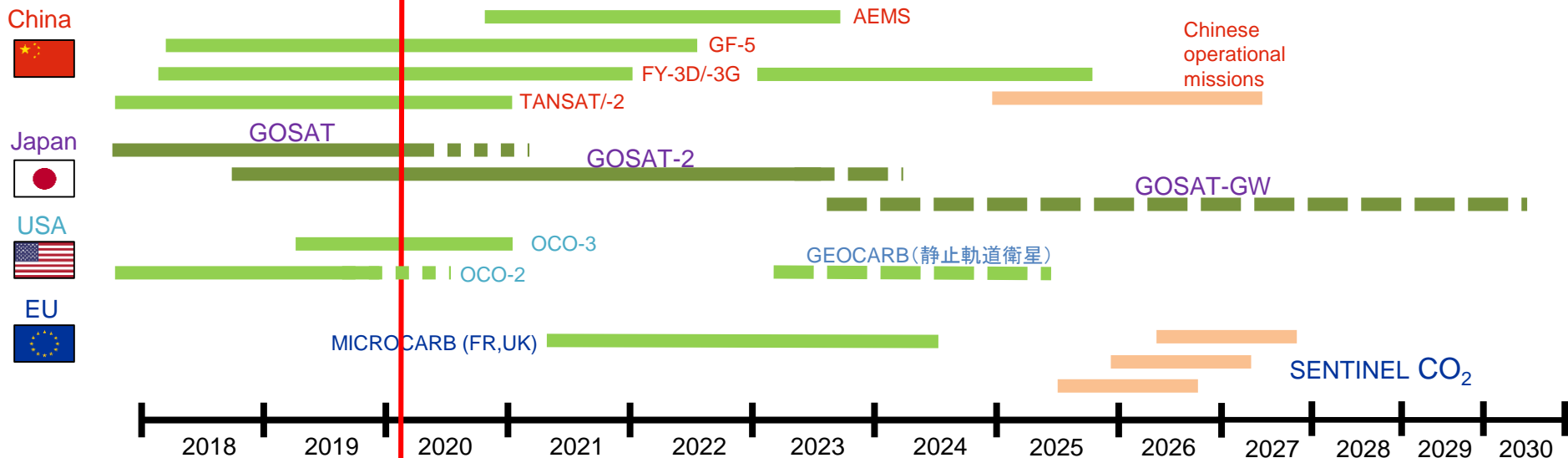
# 7. GOSATシリーズによる国際貢献



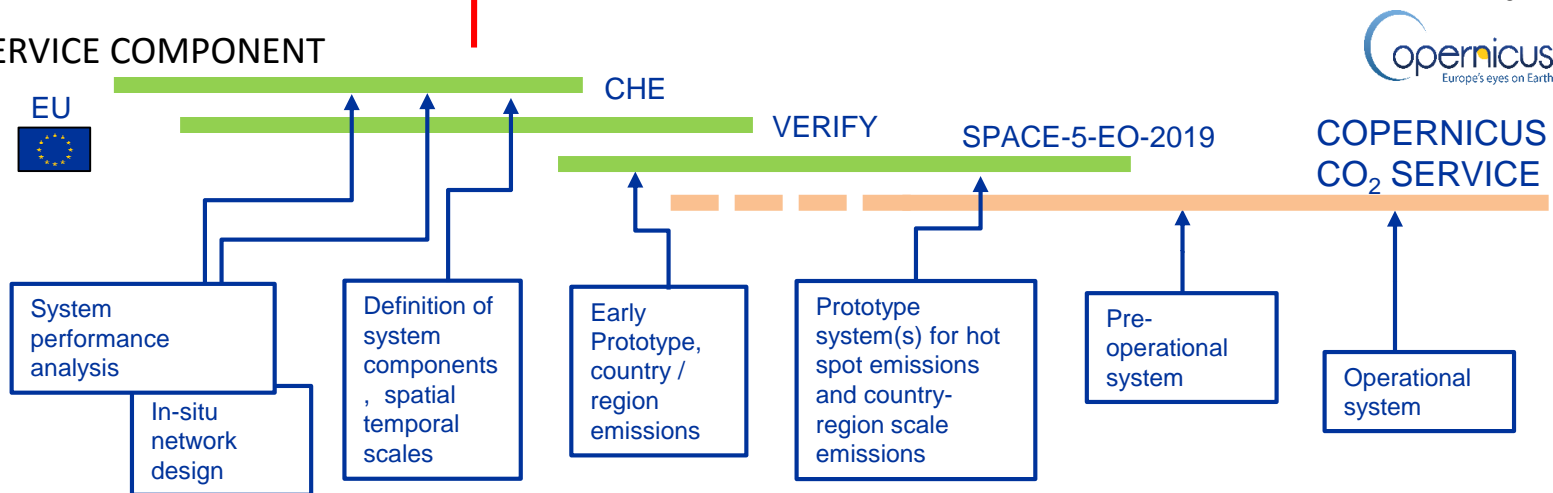
# 7. GOSATシリーズによる国際貢献

RESEARCH OPERATIONS

## SPACE COMPONENT



## SERVICE COMPONENT

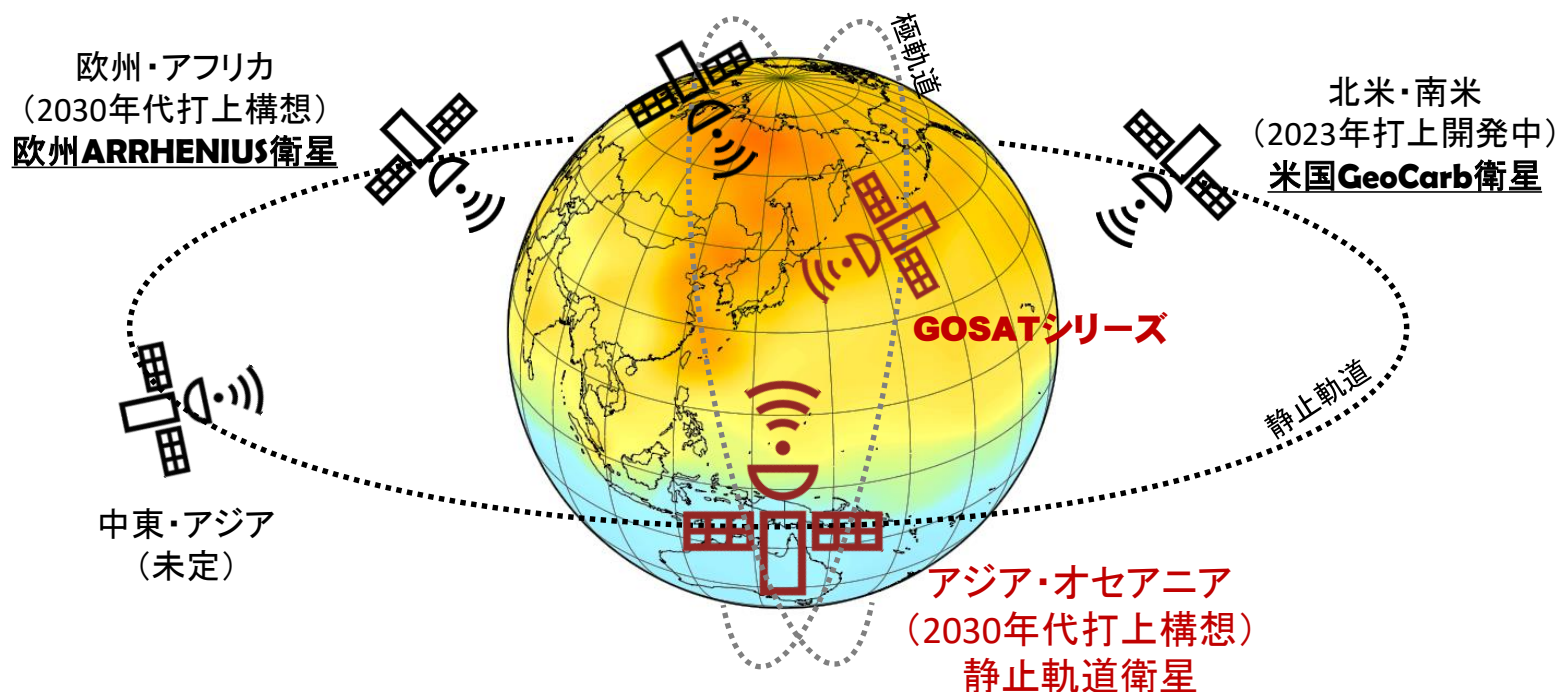


地球観測衛星委員会 Committee on Earth Observation Satellites (CEOS)より提供された資料を一部修正加筆

# 7. GOSATシリーズによる国際貢献

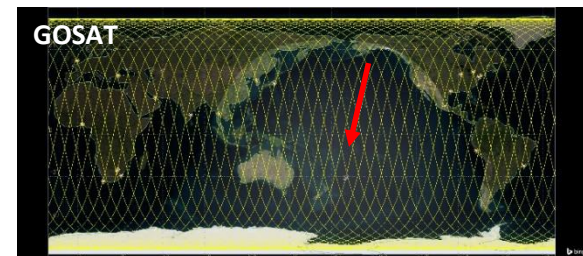
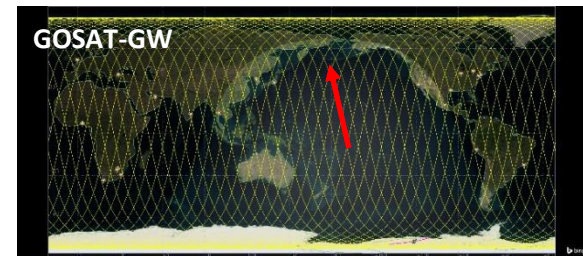
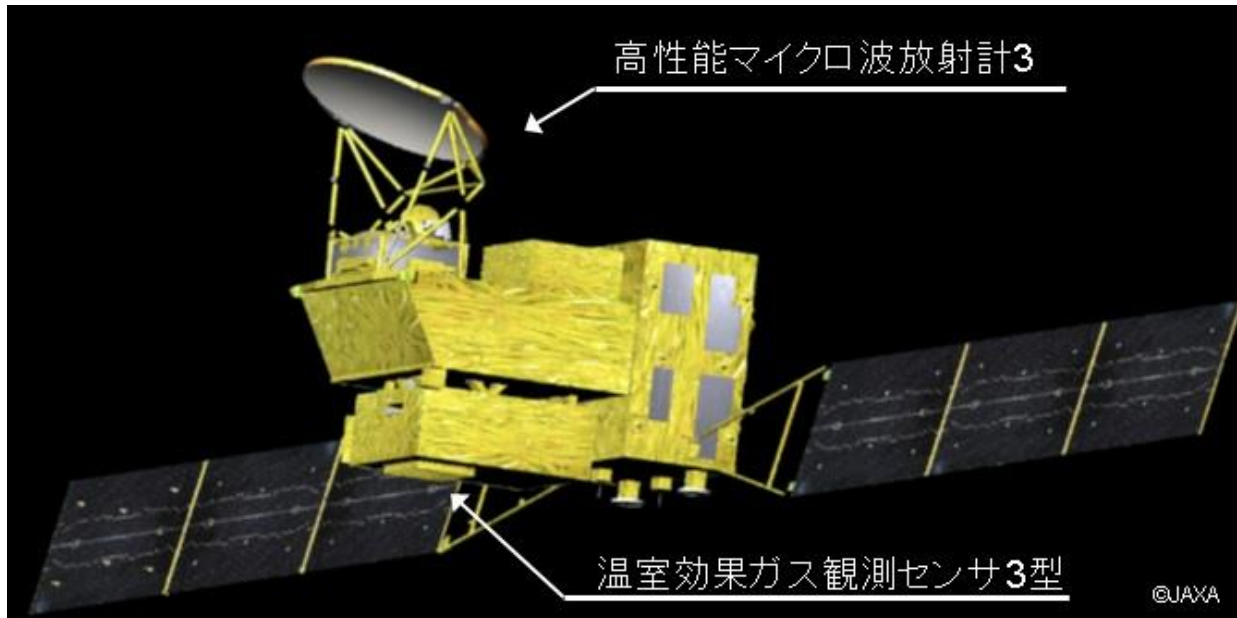
## 将来の温室効果ガス観測ミッションの構想(案)

各国の静止軌道衛星と極軌道衛星群との連携により  
温室効果ガスの排出状況を全球常時監視、準リアル情報配信を目指す



- 従来の極軌道衛星観測では数日～十数日に1回程度、決められた時刻に高精度な観測が可能
- 温室効果ガスの排出源特定には**24時間365日の観測**が有効
- 米国、欧州、インド等の静止軌道衛星等と連携し、排出源や発生状況等を**準リアル全球監視**を目指す
- 我国は、高精度かつ長期間観測可能な次世代型観測センサの開発を行い、**世界をリードし国際標準化を目指す**
- 気候変動を総合的に把握するため、温室効果ガス観測衛星に加え、他の地球観測衛星(植生分布、海面水温等)の情報も重要

# 8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星の概要



軌道軌跡イメージ(矢印は日照での軌道方向)

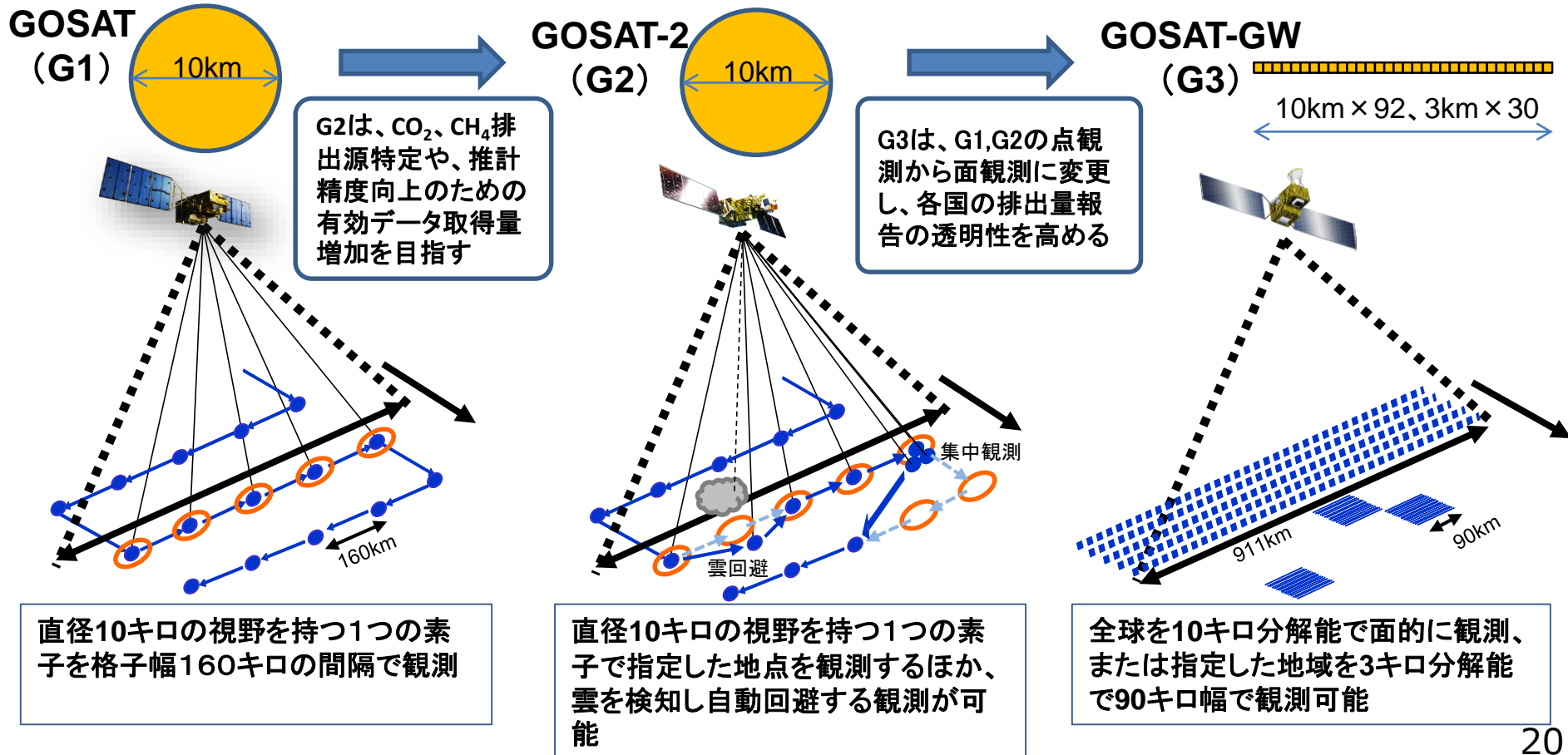
## GOSAT-GWの概要

	打上げ年度	令和5年度(2023年度)
軌道	種類	太陽同期準回帰軌道
	高度、回帰日数	約666km、3日回帰(GOSATと同様)
	昇交点通過地方太陽時	13:30±15分(GCOM-Wと同様)
	設計寿命	7年以上
	搭載センサ	温室効果ガス観測センサ3型(TANSO-3) 高性能マイクロ波放射計3(AMSR3)
	打上げロケット	H-IIAロケット

# 8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星の概要

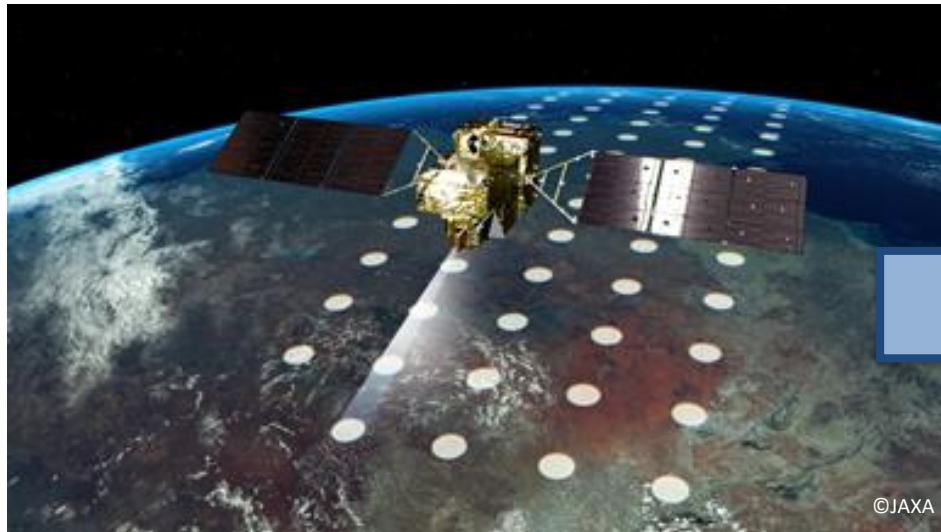
## 温室効果ガス観測センサ(TANSO-3)のミッション要求

1. 全大気温室効果ガス(GHG)の月別平均濃度の監視
2. 国別人為起源GHG排出量の検証
3. 大規模排出源等のモニタリング

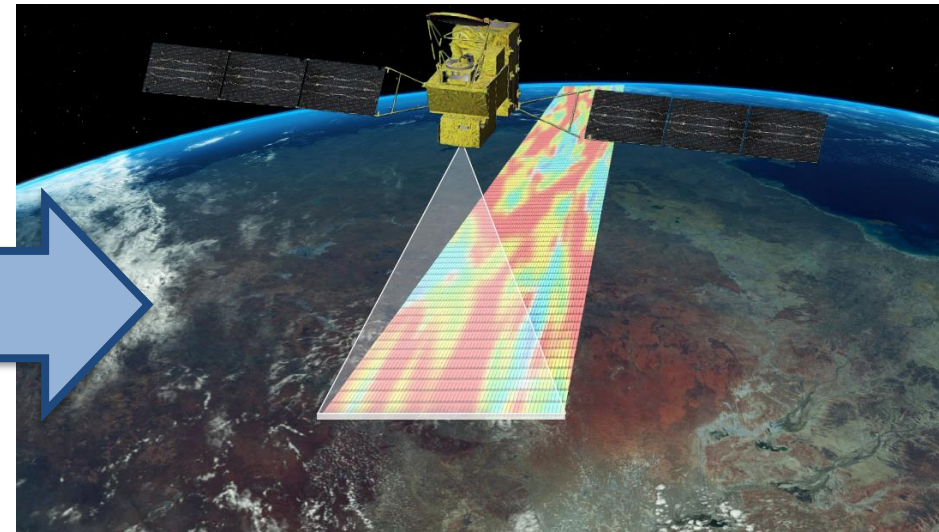


# 8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星の概要

## 温室効果ガス観測センサ3型(TANSO-3)の概要



GOSAT-2衛星搭載 TANSO-2センサ観測イメージ



GOSAT-GW衛星搭載 TANSO-3センサ観測イメージ

### 主な特徴

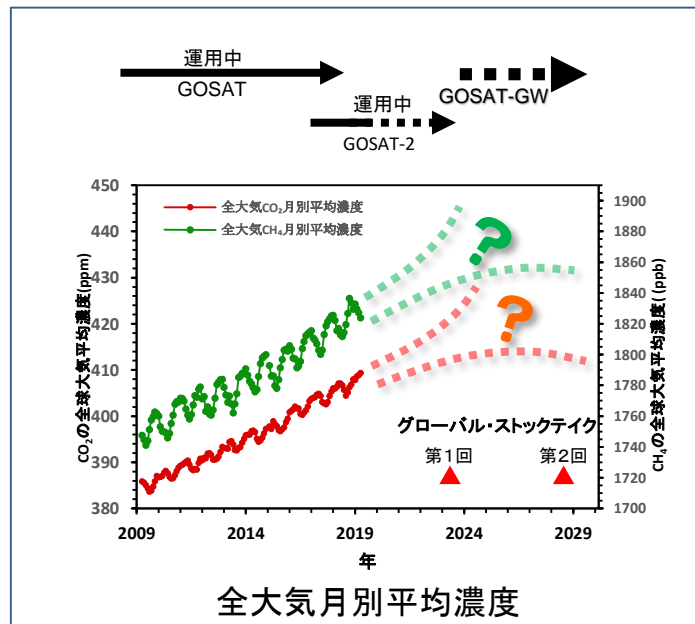
- ・観測対象:  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{NO}_2$
- ・回折格子型分光方式による面的な観測を実現
- ・2軸ポインティング機能の具備(指向・視点移動制御用)
- ・広域観測モードと精密観測モードの2つの観測モードを具備
- ・広域観測モードでは、911km以上の観測幅を10km分解能で面的に観測
- ・精密観測モードでは、90km以上の観測幅を3km分解能(目標:1km分解能)で詳細に観測

# 8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星の概要

## 全大気GHGの月別平均濃度の監視

CO<sub>2</sub>・CH<sub>4</sub>などのGHG削減効果が地球大気全体に変化を及ぼすには時間がかかり、長期的な観測に基づき全大気濃度を把握することが必要となることから、GOSAT-2に引き続き、全大気平均濃度を監視していく。

全球のGHG観測ミッションの継続を目指す。



GOSATで明らかになった濃度上昇率

CO<sub>2</sub>: 2.4ppm/年上昇

CH<sub>4</sub>: 9.5ppb/年上昇

(注) 2018年9月～2019年9月の1年間に上昇した  
推定経年平均濃度

源泉: 国立環境研究所HPより

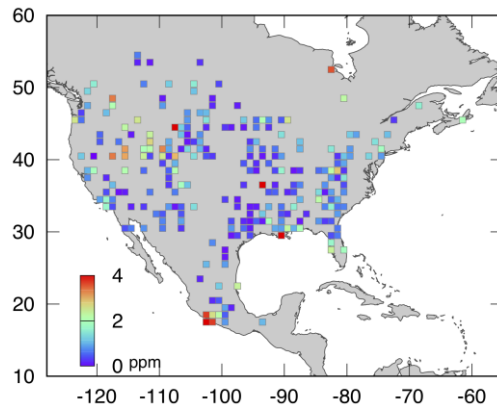
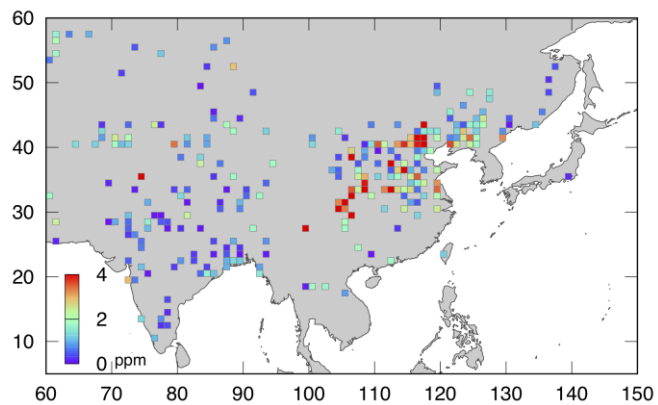
<http://www.gosat.nies.go.jp/recent-global-co2.html>

<http://www.gosat.nies.go.jp/recent-global-ch4.html>

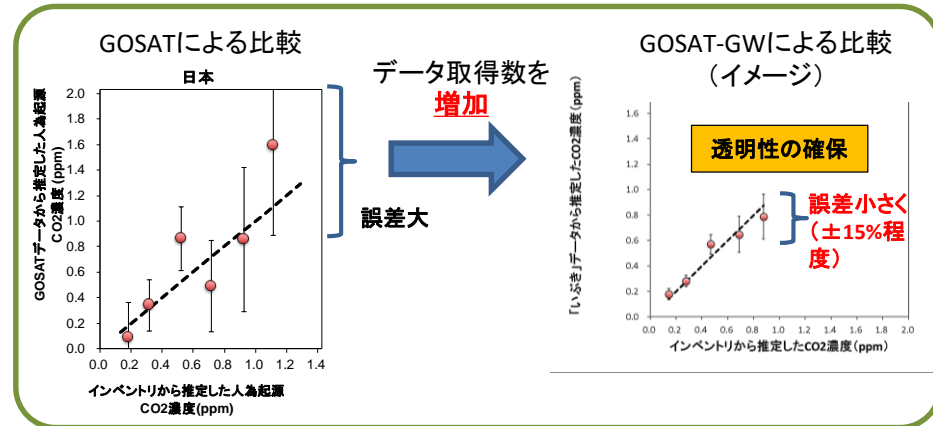
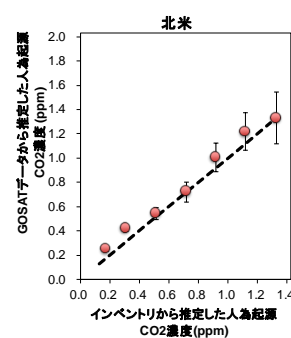
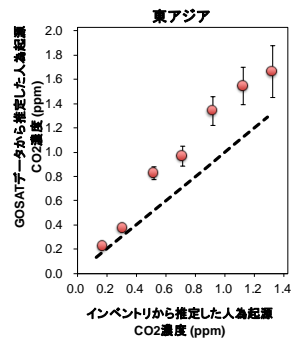
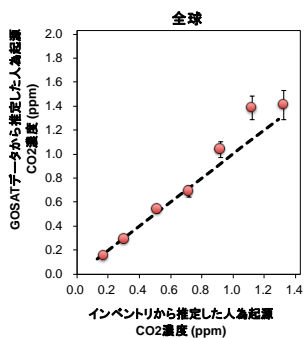
# 8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星の概要

## 5.4 国別人為起源GHG排出量の検証

パリ協定に基づき世界各国が作成・公表するGHG排出量の正確性、透明性および信頼性を向上させるため、GOSAT-GWによる検証を実現する。



	有効データ点数 (2009年6月～2016年12月)
全球	34,963
東アジア	12,916
北米	13,483
日本	410



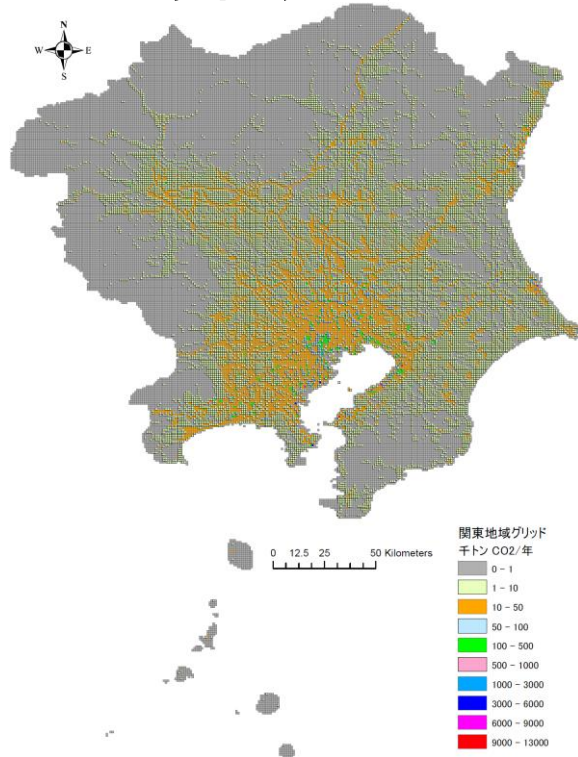
2019年3月 環境省委託業務により国立環境研究所作成

日本におけるGHGインベントリと衛星データとの比較(イメージ)

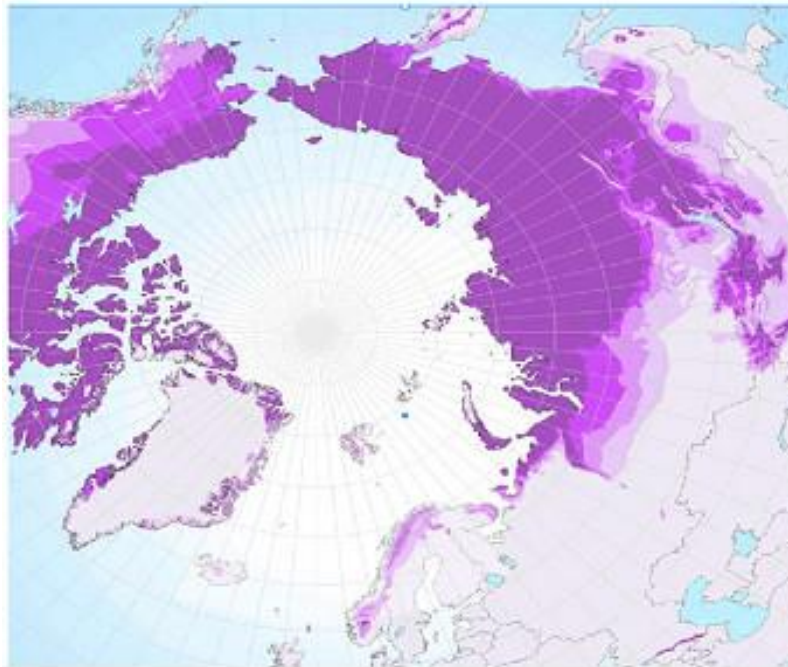


# 8. 温室効果ガス・水循環観測技術衛星の概要

## 5.5 大規模排出源のモニタリング(1/2)



2015年 関東7県の排出インベントリ(約1kmグリッド)  
(環境省委託業務により国立環境研究所作成)



※:(例)永久凍土  
土壌の温度が0°C以下に保たれている状態が、2年間以上続いている土地。融解に伴うGHGの放出が問題視されている。

■ 連続永久凍土 (90-100%)  
■ 不連続永久凍土 (35-90%)  
■ 散在永久凍土 (10-35%)  
■ 点在永久凍土 (0-10%)

出展: JAMSTEC「永久凍土からメタン! ?」  
(<http://www.jamstec.go.jp/iccp/j/pfch4/>)

- ◆ 人為起源GHG排出量の推計に影響を及ぼす大規模排出源からのGHG排出を監視することに加え、現在の観測技術で検知されていない未知の排出源を明らかにする
- ◆ 観測対象となるGHGは、CO<sub>2</sub>およびCH<sub>4</sub>とする

## 9. その他

### 環境省 GOSAT紹介ページ

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/gosat.html>

#### プロジェクト共同実施機関HPへのリンク

##### 国立研究開発法人 国立環境研究所

GOSATプロジェクト  <http://www.gosat.nies.go.jp/>

GOSAT-2プロジェクト  <http://www.gosat-2.nies.go.jp/>

##### 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

第一宇宙技術部門 GOSATプロジェクト  <http://www.satnavi.jaxa.jp/project/gosat/>

第一宇宙技術部門 GOSAT-2プロジェクト  <http://www.satnavi.jaxa.jp/project/gosat2/>

地球観測研究センター GOSAT HP  [http://www.eorc.jaxa.jp/GOSAT/index\\_j.html](http://www.eorc.jaxa.jp/GOSAT/index_j.html)