

## 「いぶき」(GOSAT)の観測データを用いた全球の月別メタン収支の 推定結果について

平成 26 年 3 月 27 日 (木)

(独)国立環境研究所 地球環境研究センター

衛星観測研究室長：横田 達也

物質循環モデリング・解析研究室長：

シャミル・マクシュートフ

物質循環モデリング・解析研究室研究員：

齊藤 誠

環境省 地球環境局総務課研究調査室

室長：辻原 浩

補佐：野崎 佳宏

係員：橋口 祥治

(独)宇宙航空研究開発機構広報部 報道グループ

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」は、環境省、(独)国立環境研究所(NIES)及び(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)が共同で開発した、世界初かつ唯一の温室効果ガス観測専用の衛星です。二酸化炭素とメタンの濃度を宇宙から観測することを主目的としており、平成 21 年 1 月 23 日の打上げ以降、現在も順調に観測を続けています。

今般、メタン濃度の「いぶき」による観測データと、地上観測点における観測データとを用いて、平成 21 年 6 月から平成 23 年 5 月までの 2 年間について、全球の月別・地域別の正味のメタン収支(消失と放出の総量)を推定しました。

衛星観測によるメタン濃度データを活用して全球のメタン収支を定量的に推定するとともに、東南アジア域や、南米及びアフリカの南亜熱帯地域のメタンの放出がよりはっきりするなど、「いぶき」観測濃度データの有用性が明らかになりました。

地上観測データのみによって推定したメタン収支量に比べて、「いぶき」により得られた観測データを加えることにより、より精度の高い(不確実性の低い)メタン収支量の推定値が得られ、放出量の多い地域と季節が明らかになりました。

二酸化炭素の吸収排出量に加えてメタンの収支量も精度が高く推計できるようになるなど、「いぶき」のデータは全球炭素循環の研究の進展に貢献し、その結果、気候変動予測の精度が向上し、将来のより効果的な地球温暖化対策の政策立案にも資することが期待されます。

今般得られたメタン収支量の結果は、国内外の専門分野の研究者による確認ののちに、本年夏までに一般ユーザに公開する予定です。

# 1. 今回の「いぶき」による正味のメタン収支量推定結果の概要

## (1) 「いぶき」によるメタン濃度データの概要

メタンは二酸化炭素に次いで放射強制力の大きな温室効果ガスであり、人間活動の影響により産業革命前に比べて約 2 倍以上に増えています。大気中メタン濃度の変化や月別・地域別の正味のメタン収支を精度良く知ることは、精緻な気候変動のメカニズムや地球温暖化への影響の理解に役立ちます。

「いぶき」に搭載されている「温室効果ガス観測センサ」により観測された観測スペクトルから算出されたメタンカラム平均濃度（地表面から大気上端までの乾燥空気に対するメタン分子の割合）データは、衛星観測データの中でも精度が高いため、IPCC 第一作業部会第 5 次報告書においてその精度評価論文（注 1）が引用されました。そのデータ（レベル 2, バージョン 2）の精度は、世界の TCCON 地上測定網（注 2）における「いぶき」との同期観測データとの比較検証により、地上観測網データとのずれの平均（偏り）が  $-0.006$  ppm（注 3）、バラツキが  $0.013$  ppm と評価されています（注 4）。

すなわち「いぶき」のメタン濃度データは、標準的なメタンの大気中濃度（ $1.82$  ppm, 2012 年世界平均（WDCGG より））に比べて、偏りが  $0.3\%$  程度、バラツキが  $0.7\%$  程度の精度を有することを示しています。

「いぶき」によって測定されたメタンカラム平均濃度の月別全球分布の例を図 1 に示します。メタン濃度は 1 年を通して南半球より北半球のほうが高いことや、北半球の中でも季節や場所によって濃度が異なることがわかります。

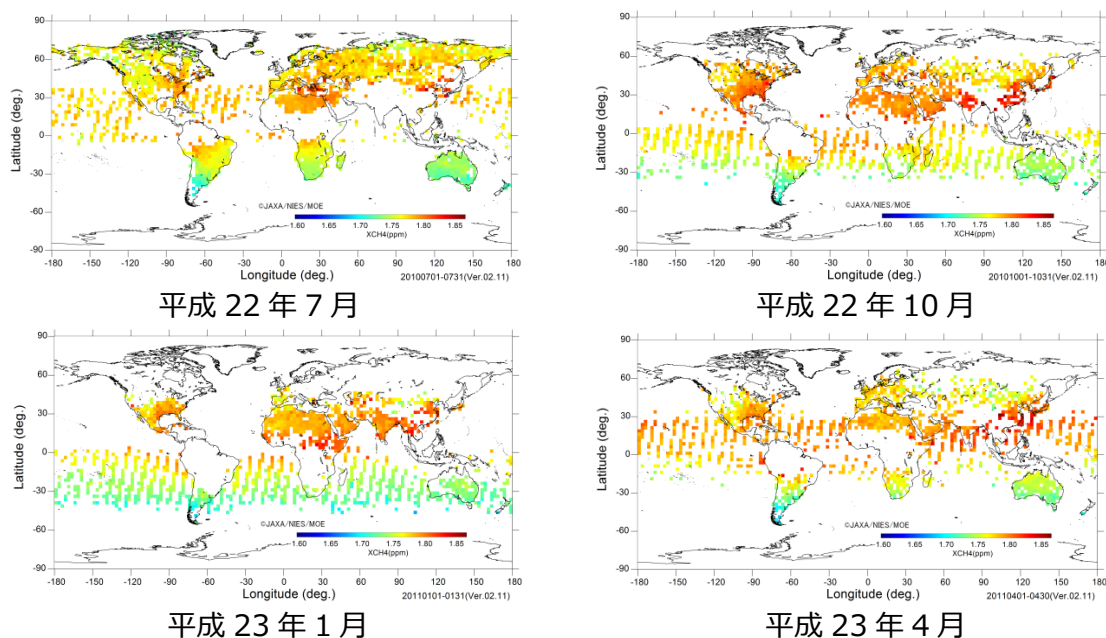
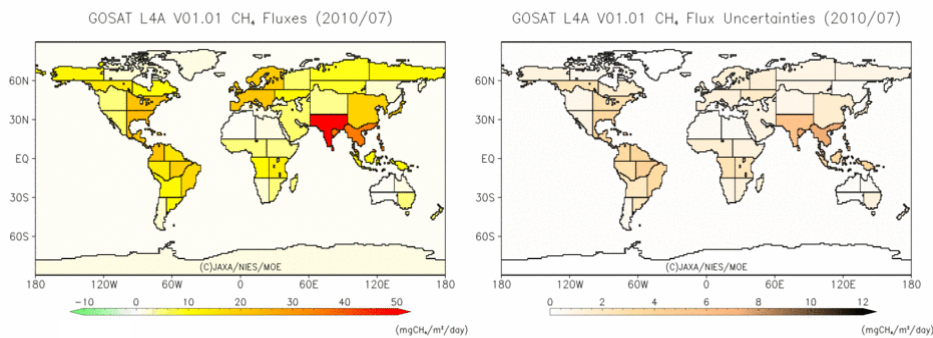


図 1 メタンカラム平均濃度の月別全球分布（ $2.5$  度メッシュ平均）の例

## (2) 地上観測データと「いぶき」観測データによる正味のメタン収支推定結果

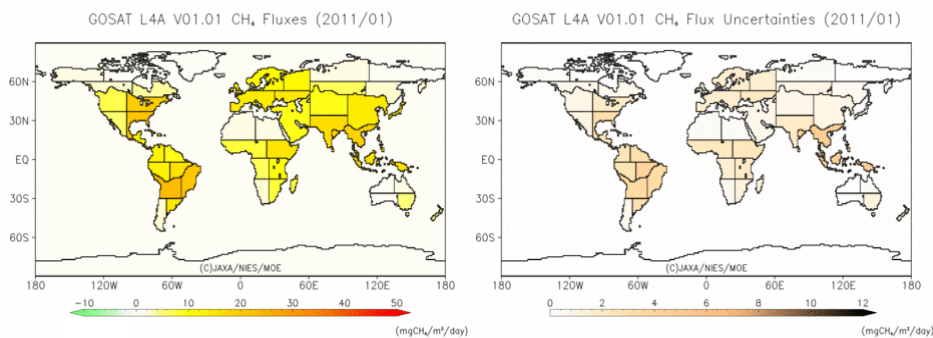
メタンの発生源は多岐にわたるうえ、全球に広く分布し、その発生源強度も時間・空間的に不均一なため、正味のメタン収支の時空間分布を広域で定量的に把握するには、百数十点ほどある地上観測点での観測結果を用いてもまだ十分とは言えませんでした。今般、メタン濃度の地上観測ネットワークによる測定データ（注5）に「いぶき」観測データを加えることにより、平成21年6月から平成23年5月までの24ヶ月分の、地球を43分割した地域における月別のメタンの正味収支（以下「正味収支」（注6）とします。）の推定結果が得られました。

図2は、国立環境研究所が独自に開発した大気輸送モデル（注7）を用いて、「いぶき」によるメタン濃度データと地上観測ネットワークにおける濃度データ（注8）から、各地域の正味収支を推定する手法（インバースモデル解析）（注9）により求めた月別収支推定結果と不確実性の例です。これにより、月によって正味収支量の大きい地域が変化する様子がわかります。



メタンの正味収支の推定結果（平成22年7月）

推定値の不確実性（平成22年7月）



メタンの正味収支推定結果（平成23年1月）

推定値の不確実性（平成23年1月）

図2 各地域の月別収支推定結果と不確実性の例

メタン濃度の地上観測ネットワークで得られた測定データ（注5）と「いぶき」の観測結果から推定した、全球43地域におけるメタン正味収支量（各左図）とその不確実性（各右図）。上段は平成22年7月（北半球の夏）、下段は平成23年1月（北半球の冬）の結果を示す。凡例のカラーバーはメタンの収支量（右列ではその推定誤差）の大きさを表す。単位は  $\text{mgCH}_4/\text{m}^2/\text{日}$ 。（注10）

### (3) 「いぶき」観測データを利用したメタンの年間収支量推定結果の特徴

月別・地域別のメタンの正味収支量の推定値からは、地域別の年間収支量が推定されます（図3、2年間の平均）。その結果からは、地球全体で見るとメタン放出量の多い地域が複数分布しており、それらの地域は人口密度の高い地域とおよそ一致していること、東南アジア域や、南米及びアフリカの南亜熱帯地域のメタンの放出が特に多いことがわかりました。

水田や湿地帯、家畜、森林火災や化石燃料消費などによってメタンは放出され、大気中のOHラジカル（注11）との反応や、成層圏では塩素原子や励起酸素原子との反応によって消滅します。現在は人間活動に伴うメタン放出が最大の排出源と考えられていますが、今後地球温暖化が進むと、シベリアの凍土融解や大規模な森林火災などによりメタンがより多く放出されることが懸念されており、メタン濃度と収支量の変化を監視する必要があります。

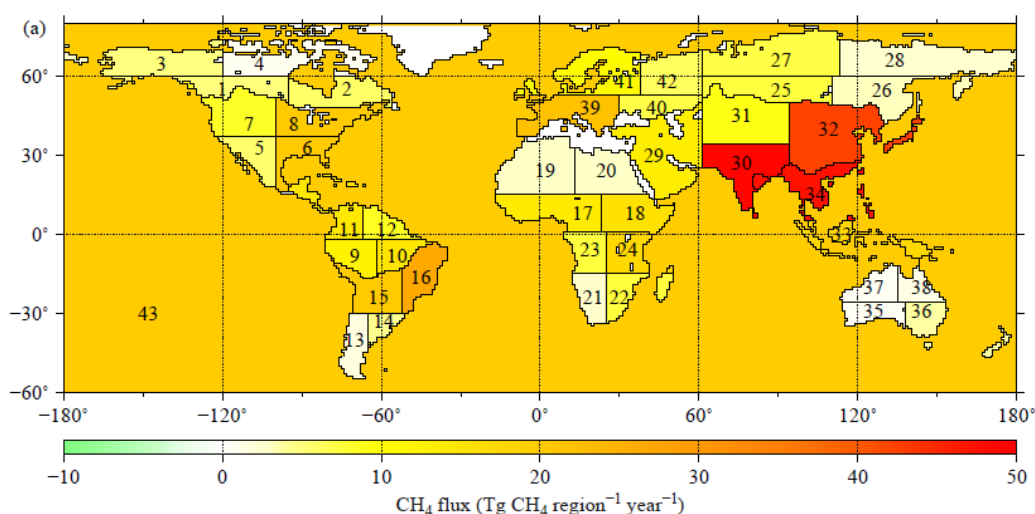


図3 地域別の年間収支量の推定

地上観測データと「いぶき」の観測データから推定したメタンの年間正味収支量（2009年6月～2011年5月までの月別収支量に基づく結果）。単位は「Tg CH<sub>4</sub>/地域/年」。すなわち、地域当たり年当たりのメタン換算の質量総量。No.30, 32, 34の東アジアや東南アジア地域のメタンの放出量が多いことがわかる。

また、地上観測データのみからの推定値に比べ、「いぶき」の観測データを加えたことによる地域別のメタン年間収支推定値の変化（図4）を求めると、特に東南アジア、南米及びアフリカの南亜熱帯域において、従来の推定結果に比べて放出量が多いことが明らかになりました。また、図には示しませんでしたが、地域によっては季節変動にも違いが見られました。このように、「いぶき」による衛星観測は地上観測ネットワークの空白域を埋めることで、特に亜熱帯地域の地上観測データのみでは捉え切れていないメタン収支に係る新たな情報を与える可能性が示されました。この情報は、今後メタン放出に関する陸域生態系データベースの改善に繋がるなど、観測データに基づく炭素循環に係る新たな知見を与える効果が期待されます。

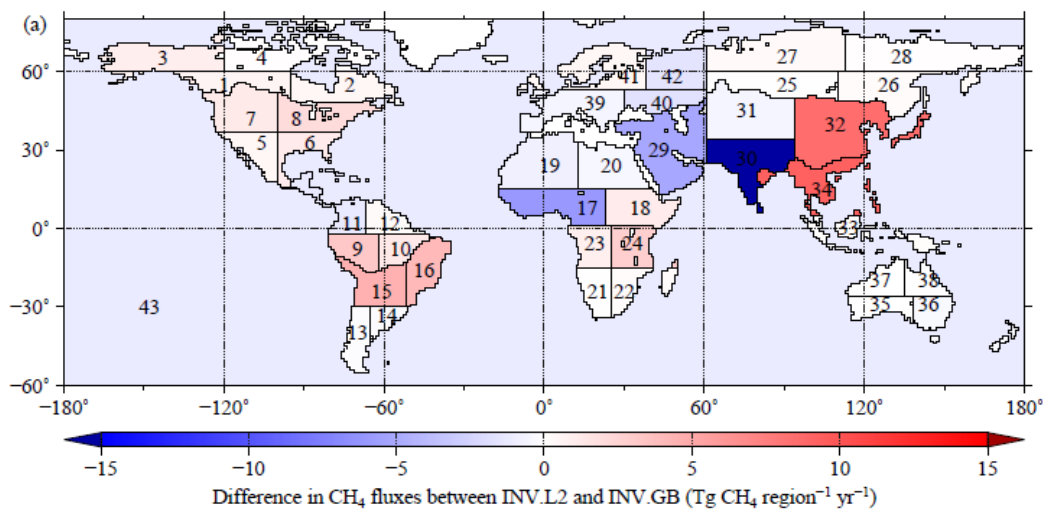


図4 地域別のメタン年間収支推定値の変化

地上観測データに「いぶき」観測データを加えたことによる、全球の43地域における各メタン収支推定値の変化。平成21年6月から平成23年5月までの各月収支の年間平均の差を求めた。赤は「いぶき」観測データを加えたことによって放出がより強く推定された地域、青は放出がより弱く推定された地域。「いぶき」観測データを加えることにより、No.32, 34のアジア域や、No.9, 10, 15, 16の南米、及びNo. 24のアフリカの南亜熱帯地域のメタンの放出がより顕著となった。

## 2. 今後の予定

今回求めた全球を43分割した地域における正味収支の推定結果については、「いぶき」の研究公募により採択された関連研究者等に提供し、海外の他機関による同様の解析結果との比較などを通してそれらの妥当性について評価・確認を行った上で、本年夏までに一般に公開する予定です。

※本発表の内容の一部は、環境研究総合推進費 課題 A1202「GOSAT データ等を用いた全球メタン発生領域の特性抽出と定量化」により得られた成果です。

- (注1) Morino, I., et al., 2011: Preliminary validation of column-averaged volume mixing ratios of carbon dioxide and methane retrieved from GOSAT short-wavelength infrared spectra. *Atmospheric Measurement Techniques*, **4**, 1061-1076.
- (注2) TCCON (Total Carbon Column Observing Network ; 全量炭素カラム観測ネットワーク) とは、地球大気中の二酸化炭素、メタンなどの大気中微量成分の気柱量を測定する高分解能フーリエ変換分光装置の国際ネットワークのこと。(https://tcccon-wiki.caltech.edu/を参照)
- (注3) 「ppm (parts per million)」とは、100 万分の 1 の量を示す単位。すなわち、体積割合で、空気 1 m<sup>3</sup> 中に気体分子が 1 cm<sup>3</sup> 含まれている状態を表す。
- (注4) Yoshida, Y., et al., 2013: Improvement of the retrieval algorithm for GOSAT SWIR XCO<sub>2</sub> and XCH<sub>4</sub> and their validation using TCCON data, *Atmospheric Measurement Techniques*, **6**, 1533–1547.
- (注5) 世界気象機関 (WMO) の温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) に登録されているメタンの地上測定局や船舶によって測定されたデータに、国立環境研究所が実施しているシベリアにおける航空機モニタリングデータと JR-STATION (タワー) におけるメタン測定データを加えたもの。(WDCGG については [http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/jp/wdcgg\\_j.html](http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/jp/wdcgg_j.html) 参照)。
- (注6) 地域ごとの、大気中のOHラジカルによるメタンの分解、成層圏への輸送、及び土壌による吸収と、水田・湿地・家畜・森林火災・エネルギー産業関連等によるメタンの放出を合わせた、全体としての正味の消滅・放出量 (全消滅量と全放出量の差分) を意味する。
- (注7) 二酸化炭素やメタンなどの大気微量成分の、大気中での輸送・拡散の様子を、気象データを用いて数値シミュレーションするための計算プログラムのこと。大気微量成分の空間分布と変動を再現するために使われる。
- (注8) メタン収支計算には 86 測定局のデータを用いた。
- (注9) 国立環境研究所の開発した大気輸送モデル (NIES-TM) を用いて、メタンの観測濃度データから月別・地域別メタンの正味収支を解析する手法。利用した気象データ (JCDAS) は、気象庁及び電力中央研究所による JRA-25 長期再解析プロジェクトにより提供されたものである。
- (注10) 「mgCH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/日」とは、対象とする地域から 1 m<sup>2</sup> 当たり、1 日当たりに総量として何ミリグラムのメタンが消失または放出されるかを表す単位。「ミリグラム・メタン・パー・平方メートル・パー・日」と読む。
- (注11) OH ラジカルは、ヒドロキシルラジカルとも言い、いわゆる活性酸素の一つで酸化性の強い酸素原子と水素原子のラジカルのことであり、OH ラジカルとの反応が大気中メタンの主要な消滅源である。