

## 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)による観測データを用いた 全球の月別・地域別の二酸化炭素吸収排出量の推定について (お知らせ)

(筑波研究学園都市記者会、環境省  
記者クラブ、宇宙航空研究開発機構  
同時発表)

平成 23 年 10 月 28 日(金)  
(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(029-850-2550)  
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(029-850-2212)  
環境省地球環境局総務課研究調査室  
代表：03-3581-3351  
室長：松澤 裕 (内線 6730)  
補佐：佐々木 緑 (内線 6731)  
係長：河里 太郎 (内線 6735)  
(独)宇宙航空研究開発機構広報部  
報道グループ 050-3362-4374

環境省、(独)国立環境研究所、及び(独)宇宙航空研究開発機構は、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT、平成 21 年 1 月 23 日打上げ)プロジェクトを推進していますが、今般、「いぶき」による観測データと地上観測データとを用いて、全球の月別・地域別の二酸化炭素吸収排出量(正味収支)の推定及び推定結果の不確実性(推定誤差)の算出を行いました。この結果、「いぶき」データを導入することで、従来の地上観測データのみから算出される推定値における不確実性が低減されることが示されました。本研究成果は、10 月 29 日に日本気象学会のオンライン論文誌「SOLA」に掲載されます。

今後、これらの推定結果を、「いぶき」研究公募における当該分野の関連研究者に対して提供し、研究者による評価・比較・確認後に、必要に応じて改良を加えたデータの一般提供を開始する予定です。

### 1. 今回の「いぶき」(GOSAT)による成果の概要

#### (1) 二酸化炭素吸収排出量(正味収支)の推定の精度向上

「いぶき」による二酸化炭素の観測濃度データと、地上測定ネットワークデータ(注1)の平成 21 年観測分の公表値とを併せて利用し、平成 21 年 6 月から平成 22 年 5 月までの 12 カ月分の全球の月別・64 地域別の二酸化炭素吸収排出量(正味収支)を算出しました。この結果から、月別・地域別の二酸化炭素吸収排出量(正味収支)の推定値に関する不確実性が、地上観測データに「いぶき」観測データを加えることで、従来よりも大幅に(地域によっては年平均値で最大で 50%程度)低減されることがわかりました(詳細については別紙参照)。全球の二酸化炭素収支に関し、衛星データの有用性を定量的に実証する成果は、世界で初めてのものです。この「いぶき」観測データの有用性に関する研究成果は学術論文として、10 月 29 日に日本気象学会のオンライン論文誌「SOLA」に公表されます(注2)。

#### (2) 今回の二酸化炭素吸収排出量(正味収支)の推定からわかること

① 地上観測データに「いぶき」観測データを加えることで、月別・地域別の二酸化炭素吸収排出量(正味収支)の推定値に関する不確実性が、従来よりも大幅に低減される。「いぶ

き」による継続的観測と今後のデータ処理プロセスのさらなる向上によって、月別・地域別の正味収支の変化をモニタリングできると期待される。

② 特に、地上観測点の空白域である南米・アフリカ・中近東・アジアなどの領域における、二酸化炭素収支推定値の不確実性は、「いぶき」観測データを加えることによって年平均値で最大 50%程度減少した。

③ 北半球の夏季に北半球高緯度地帯で大きな吸収(植物による光合成の効果)、冬季に排出(植物による呼吸の効果)となる傾向が見られ、従来の知見とほぼ同様の結果が見られた。「いぶき」による継続的観測と今後のデータ処理プロセスのさらなる向上で、気候変動による陸域生態系の吸収排出量の変化の早期検出が期待される。

④ 解析を行った 1 年間の二酸化炭素全球収支は、同期間の地上観測データが示す二酸化炭素濃度増加率から求めた値とほぼ同様の 4[GtC/年]程度となっている。この収支の値の妥当性や化石燃料消費による人為起源や自然起源の寄与については今後更に確認を行う。

⑤ 「いぶき」観測データを加えることで、地上観測データのみを用いて推定した二酸化炭素収支と比較して、月・地域によっては異なる推定結果が得られており、今後「いぶき」観測データの利用研究を進めることにより現象の理解が深まるものと期待される。

## 2. 今後の予定

### (1) 海外の研究機関、研究者による評価・確認

今回求めた月別の全球 64 地域における正味収支の推定結果は、「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するとともに、海外他機関による同様の解析結果との比較などを通して、その妥当性について評価・確認を行うこととしています。また、国際学会への発表などを通して、世界の関連分野の研究者による評価・確認を経ることとしています。その結果をもとに、必要に応じてデータ処理プロセスの改良をはかり、その後、これらの二酸化炭素吸収排出量(正味収支)プロダクト(注3)およびそれに基づく全球の二酸化炭素濃度3次元分布プロダクト(注4)の一般提供を行う予定です。

### (2) 「いぶき」後継機の開発

今回、「いぶき」の観測データの有用性が世界で初めて示されましたが、「いぶき」の特徴・強みである、宇宙からの全球の多数点での観測を今後も継続し、炭素循環解明、地球環境監視、世界の気候政策への貢献をさらに充実させることが必要です。このため、最短で平成 28 年ごろの打ち上げを目指して、さらに性能を向上させた後継機開発について、環境省、NIES、JAXA で共同して検討を進めています。

後継機開発においては、観測データ数を大幅に増加させるために高度化された FTS センサの開発のほか、衛星データの解析アルゴリズムや収支推定モデルの改良と処理プロセスの高度化を行う予定です。

また、今後、米国等で二酸化炭素等の温室効果ガスの観測を専用で行う衛星の打ち上げが計画されていることから、衛星からの温室効果ガスの観測に関する国際的な連携や、協力についても、取り組んでいく予定です。

【本件問い合わせ先】

(今回の解析結果および「いぶき」衛星搭載センサデータについて)

(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  
室長(国環研 GOSAT プロジェクトリーダー) 横田 達也  
電話: 029-850-2550  
(10/29(土)及び 10/30(日)は 電話:090-4012-2050)

(独)国立環境研究所 地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室  
室長(国環研 GOSAT プロジェクトサブリーダー)  
シャミル・マクシュートフ(Shamil Maksyutov)  
電話: 029-850-2212

(「いぶき」衛星、搭載センサ及び観測状況について)

(独)宇宙航空研究開発機構 宇宙利用ミッション本部 衛星利用推進センター  
ミッションマネージャ 中島正勝  
電話:050-3362-6130

- (注1) 米国海洋気象庁(NOAA)より公表されている二酸化炭素全球データ GLOBALVIEW-CO<sub>2</sub>。  
([http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/globalview/co2/co2\\_intro.html](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/globalview/co2/co2_intro.html) 参照)  
別紙では「GVデータ」と記す。
- (注2) 日本気象学会のオンライン英文学術論文 SOLA (Scientific Online Letters on the Atmosphere)。  
著者:H. TAKAGI, T. SAEKI, T. ODA, M. SAITO, V. VALSALA, D. BELIKOV, R.  
SAITO, Y. YOSHIDA, I. MORINO, O. UCHINO, R. J. ANDRES, T. YOKOTA, and S.  
MAKSYUTOV  
論文タイトル: On the benefit of GOSAT observations to the estimation of regional CO<sub>2</sub> fluxes  
掲載誌情報: SOLA, 2011, Vol. 7, 161-164, doi:10.2151/sola.2011-041
- (注3) 「いぶき」の標準プロダクトである「レベル 4A プロダクト」として公表予定。
- (注4) 「いぶき」の標準プロダクトである「レベル 4B プロダクト」として公表予定。全球 2.5 度メッシュ、6 時間ごとの三次元濃度分布として提供する。

## 「いぶき」(GOSAT)による観測データを用いた 全球の月別・地域別の二酸化炭素吸収排出量の推定

これまで環境省、(独)国立環境研究所、及び(独)宇宙航空研究開発機構は、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)により取得されたデータのうち、晴天域の観測データを用いて解析された、全球の大気中の二酸化炭素とメタンの気柱平均濃度(地表の単位面積直上の大気柱に含まれる当該ガス量の、乾燥空気量に対する体積比)に関するプロダクトについて、一般提供を継続的に行って来ました。

今般、こうして得られた二酸化炭素気柱平均濃度の全球分布データを使用して、大気輸送モデルを用いた逆解法解析(インバースモデル解析)を行い、全球の地域別の二酸化炭素収支(自然起源と人為起源による正味の吸収排出量)を推定しました。従来は、世界に点在した地上観測点(約200点あまり)における観測値(本文(注1)を参照。以下GVデータとする)を用いて同様の推定が行われておりましたが、観測地点の偏在と地点数の少ないことが影響して、地域によっては推定値に大きな不確実性(推定誤差)が含まれていました。今回、「いぶき」データを導入することによって、この不確実性がどの程度低減されるかを併せて評価しました。この結果は、「いぶき」観測データの有用性に関する研究成果に関する学術論文として、10月29日に日本気象学会のオンライン論文誌「SOLA」に掲載されます。

### 1 今回用いた手法

「いぶき」による連続的な観測が開始された平成21年6月から翌年5月までの1年間について、全球の64領域における月別の二酸化炭素収支量とその不確実性を、

- ① GVデータのみ
- ② GVデータに「いぶき」データを加えた合成データ

からそれぞれ推定しました。

なお、上記論文を投稿した時点で公開されていたGVデータは平成21年分のみでしたので、平成22年1月～5月のGVデータは外挿により求めましたが、その後、これらの期間の実測のGVデータが公開されましたので、以下では全期間について公開されたGVデータを用いた再解析の結果を示します。なお、「いぶき」による二酸化炭素の気柱平均濃度は、独立の観測データを用いた検証結果に基づいてバイアス(観測濃度値のずれ)を一律に補正し(注5)、さらに緯度・経度(5°×5°)の格子ごとに月平均化してインバースモデル解析に使用しました。

解析では、「いぶき」データをGVデータに加えたことによる不確実性の低減率

【 $\{1 - (\text{②での不確実性} / \text{①での不確実性})\} \times 100$ 】

を月ごとに算出しました。

## 2 推定結果

地上観測点の空白域である南米・アフリカ・中近東・アジアなどの領域における、月々の二酸化炭素収支推定値の不確実性は、「いぶき」観測データを加えることによって最大5割程度減少することがわかりました(地域別の不確実性低減率の年平均値を図1に示します)。

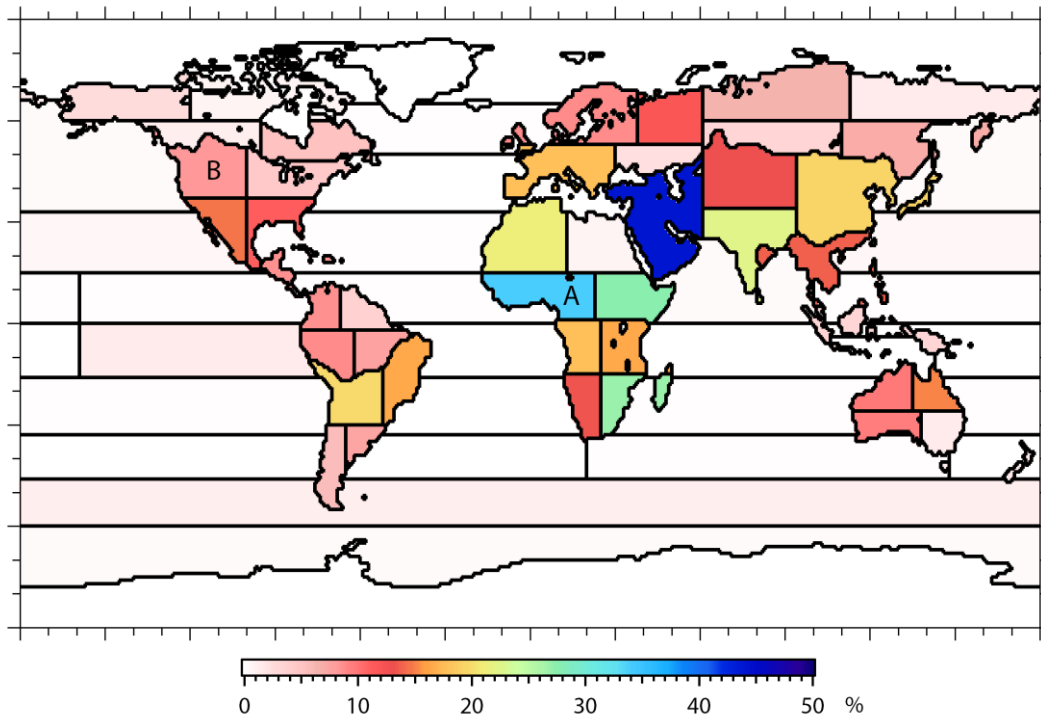


図1 地上測定ネットワークで得られたデータに「いぶき」観測データを加えたことによる、全球の64領域における二酸化炭素収支推定値の不確実性の低減率(%)の年平均値。(平成21年6月から平成22年5月までの月ごとに評価された低減率を平均して求めた。)

例として、具体的な二つの領域の月別二酸化炭素収支の変化と推定値の不確実性の低減について紹介します。GV データのみ(①)からと、GV データに「いぶき」のデータを加えた合成データ(②)から推定した二酸化炭素収支量と不確実性低減率の月ごとの変化を図2に示します。A は地上観測点が少ない北アフリカ南西部(図1中 A で示す領域)における変化を、B は地上観測点の豊富な北米中緯度域北西部(図1中 B で示す領域)での変化を表します。図中の灰色の棒グラフは不確実性の低減率を、赤色・青色の実線および縦棒はそれぞれ①、②のデータから推定された二酸化炭素収支量およびその不確実性の月変化を示します。緑色の実線と網掛け部はインバースモデル解析で使用した収支量の先験値とその不確実性です。

周辺に地上観測点がない A の北アフリカ南西部でのGVデータのみを用いた解析(①)(赤実線)では、遥か遠方で得られた地上観測データに基づいて収支量が計算されるため、

収支量推定値には大きな不確実性(縦の赤棒線)が伴います。しかし、「いぶき」のデータが使われること(青実線)により収支量の不確実性(青の縦棒)はかなりの程度減少(灰色の棒グラフ)することが分かりました。これに対し、Bの北米中緯度域北西部では、領域内およびその周囲で比較的多数の精度の高い地上観測データが取得されており、これらのデータが二酸化炭素収支量の決定に大きく寄与しているために収支(青実線と赤実線)の結果や、それらの不確実性には大きな差は見られません。以上のように、これまで地上観測点のデータのみからの推定では不確実性の高かった領域(たとえば、北アフリカ南西部、南アメリカ、中東域など)について、「いぶき」による観測データを加えることにより、より確からしい推定が可能となっています。

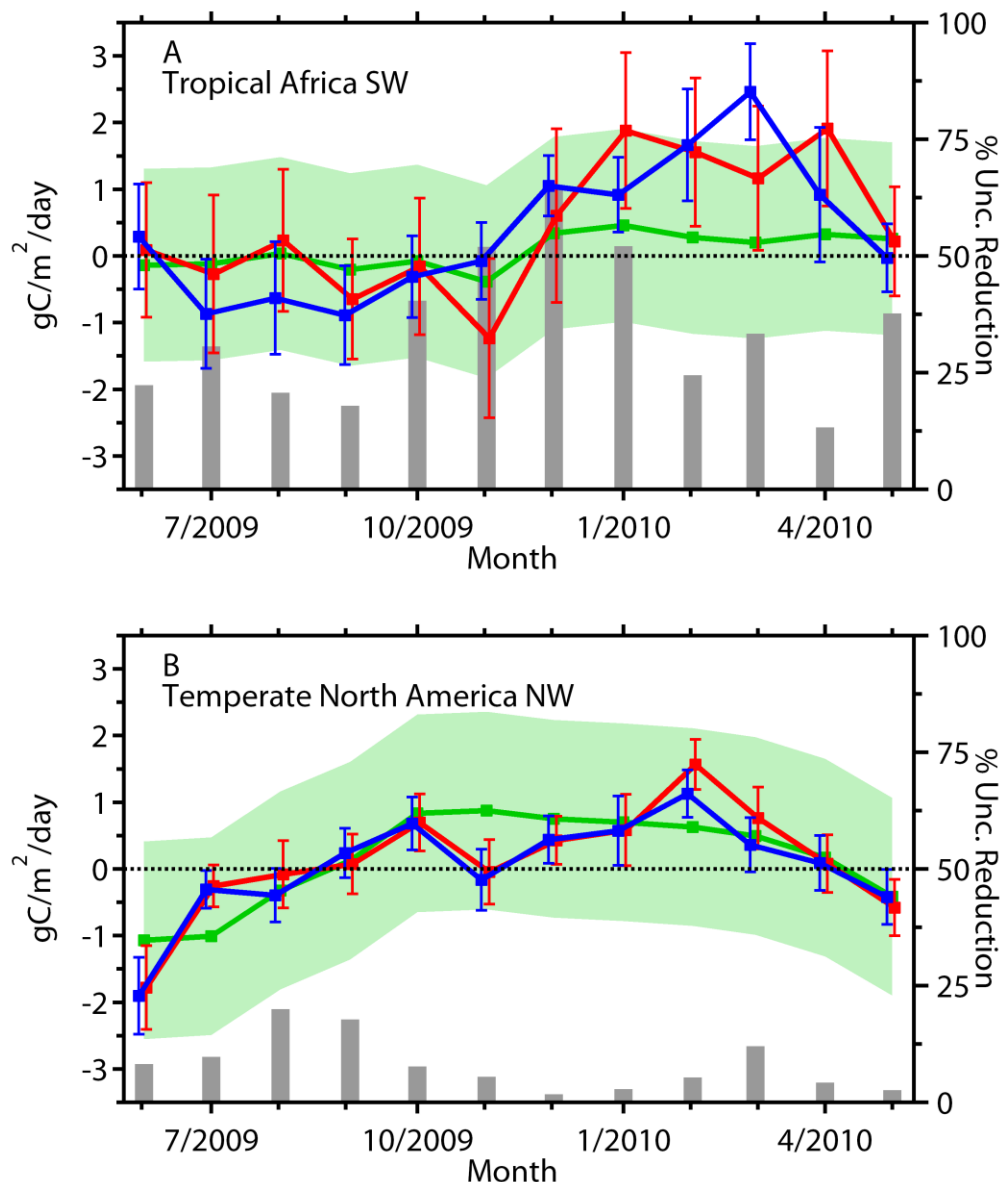


図2 月ごとの二酸化炭素収支量とその不確実性、および不確実性の低減率。GV データのみ(①)からと、GV データに「いぶき」のデータを加えた合成データ(②)から推定した。赤色・青色の実線と縦棒はそれぞれ①、②のデータから推定された二酸化炭素収支量とその不確実性の大きさを、灰色の棒グラフは「いぶき」のデータを使うことによる不確実性の低減率を示す。緑色の折れ線と



網掛け部はインバースモデル解析で使用した収支量の先験値とその不確実性を表す。A は北アフリカ南西部、B は北米中緯度域北西部。

解析期間である平成21年6月から翌年5月までの1年間のうち、四季の代表月における全球64領域での二酸化炭素収支推定値を図3に示します。北半球の夏季(7月)に北半球高緯度地帯で大きな吸収(陸域生態系による光合成の効果)、冬季(1月)に排出(陸域生態系による呼吸の効果)となる傾向が見られ、従来の知見とほぼ同様の結果となっています。さらに詳細な解析を進めることにより、気候の変化に伴う地域別の自然起源の吸収排出量の変化が見積もられるものと期待されます。

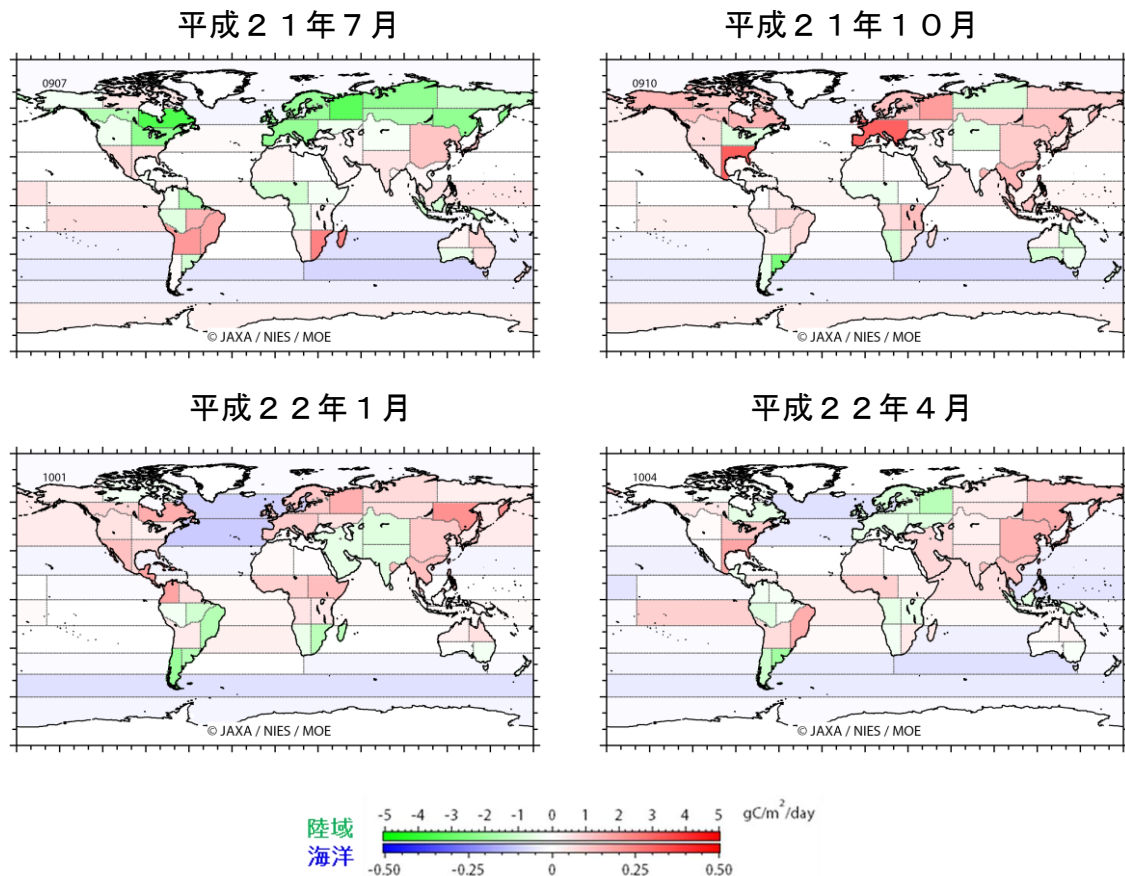


図3 「いぶき」による晴天域の二酸化炭素の全球観測濃度データと、二酸化炭素濃度の地上測定ネットワークデータ(公開されたGVデータ)とを併せて利用し推定した、全球64地域における四季の二酸化炭素吸収排出量(収支)分布。平成21年7月(夏)、10月(秋)、平成22年1月(冬)、4月(春)の結果を示す。

### 3 今後の予定

今回求めた全球64地域における収支の月別の推定結果は、「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するとともに、海外他機関による同様の解析結果との比較などを通して、その妥当性について評価・確認を行うこととしています。その結果をもとに、さらに「いぶき」からの濃度データの算出アルゴリズムやモデルの処理プロセスの改良をはかり、これらの地域別・月別の二酸化炭素収支(吸収排出量)プロダクトおよびそれに基づ

く全球の二酸化炭素濃度3次元分布プロダクトの一般提供を行う予定です。さらに、その後の期間の GV データが公開され次第、地域別・月別の二酸化炭素収支(吸収排出量)についてプロダクトの作成を進めます。

また、環境省、(独)国立環境研究所、及び(独)宇宙航空研究開発機構は、引き続き「いぶき」の観測とプロダクトの提供を行うとともに、「いぶき」後継機の開発に向けた準備を開始することとしました。

(注5) 詳細は、下記論文を参照。

著者:I. Morino,, O. Uchino, M. Inoue, Y. Yoshida, T. Yokota, P. O. Wennberg, G. C. Toon, D. Wunch, C. M. Roehl, J. Notholt, T. Warneke, J. Messerschmidt, D. W. T. Griffith, N. M. Deutscher, V. Sherlock, B. Connor, J. Robinson, R. Sussmann, and M. Rettinger

論文タイトル:Preliminary validation of column-averaged volume mixing ratios of carbon dioxide and methane retrieved from GOSAT short-wavelength infrared spectra

掲載誌情報:Atmos. Meas. Tech., 4, 1061–1076, 2011, doi:10.5194/amt-4-1061-2011

[www.atmos-meas-tech.net/4/1061/2011/](http://www.atmos-meas-tech.net/4/1061/2011/)