

CONTENTS

NEWS

レベル4 プロダクト公開のお知らせと内容解説	01
CAI レベル3 植生指数 (NDVI) プロダクト公開	04
船舶搭載用小型装置による CO ₂ 、CH ₄ の自動観測への挑戦	04

GOSAT PEOPLE

連載：GOSAT プロジェクトを支える 06
ー「いぶき」ミッションの舞台裏を支える人々

ANNOUNCEMENT 第5回研究公募 (RA)、随時受付中 07

IMAGE OF THE MONTH 「いぶき」が捉えた皆既日食 07

DATA PRODUCT UPDATE

プロジェクトオフィスからのデータ処理状況アップデート 08

NEWS 英国大使館 O'Flaherty 参事官、国環研を視察 09

PUBLISHED PAPERS 論文等発表情報 09

独立行政法人 国立環境研究所 (国環研)
GOSAT プロジェクトオフィスがお届けする、
温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT、「いぶき」) プロジェクトのニュースレターです。

<http://www.gosat.nies.go.jp/>

NEWS レベル4 プロダクト公開のお知らせと内容解説
(全球 CO₂ 吸収排出量分布、全球 CO₂ 濃度分布)

国環研 地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室
准特別研究員 高木宏志

🍌🍌 「いぶき」による観測データを解析して得られた二酸化炭素の吸収排出量推定値データと、この吸収排出量データをもとに計算した全球の二酸化炭素濃度分布データを、それぞれレベル 4A/4B プロダクト（バージョン 02.01）として、2012 年 12 月 5 日に一般公開しました。

レベル 4A 吸収排出量推定値は、全球を 64 に分割した各地域（陸：42 地域、海：22 地域）における二酸化炭素の月毎の吸収量の総和（海洋による吸収、陸域植生の光合成による吸収の和）と、月毎の排出量の総和（化石燃料の燃焼やセメント製造による排出、土壌呼吸や森林火災などによる排出、海洋による放出の和）の差分で、正味の吸収排出量とよばれる値です。このデータから、全球各地域における月毎の二酸化炭素吸収排出の分布がわかります。今回、2009 年 6 月から 2010 年 5 月までの 1 年間における各月の吸収排出量データが公開となりました。

レベル 4B 全球二酸化炭素濃度分布は、この 1 年の期間について、
 全球の格子点（緯度・経度方向とも 2.5 度間隔）で 6 時間おきに予
 測した二酸化炭素濃度のデータで、地表面付近から大気上端までの
 17 の気圧面における二酸化炭素濃度分布の時間的変化がわかります。

現在、2010年6月以降のデータについて解析を進めており、準備が整い次第データを公開する予定です。

レベル4プロダクトは、「いぶき」データ提供サイト、GOSAT User Interface Gateway (GUIG) からダウンロードすることができます。

(GUIG: <https://data.gosat.nies.go.jp/>)

背景 — 全球を巡る二酸化炭素の動き

大気中の二酸化炭素の濃度を長期的に観測する目的で世界各地に設置されている大気観測局の一つに、ハワイのマウナロア観測所があります。図 1 はこの観測所で 1958 年から続いている二酸化炭素濃

度の観測結果で、二酸化炭素濃度が長期にわたり増加していることを示しています。世界に散在するこれらの大気観測局で 2001 年から 2010 年までの 10 年間に取得されたデータからは、大気中の二酸化炭素濃度が全球平均で毎年 1.97 ppm ずつ増加していることがわかっています^(*)。この大気中の二酸化炭素の濃度を示す「ppm」という単位は、乾燥空気の体積 1 立方メートル（百万立方センチメートル）のうち二酸化炭素が何立方センチメートルを占めるか（百万分率）をあらわします。

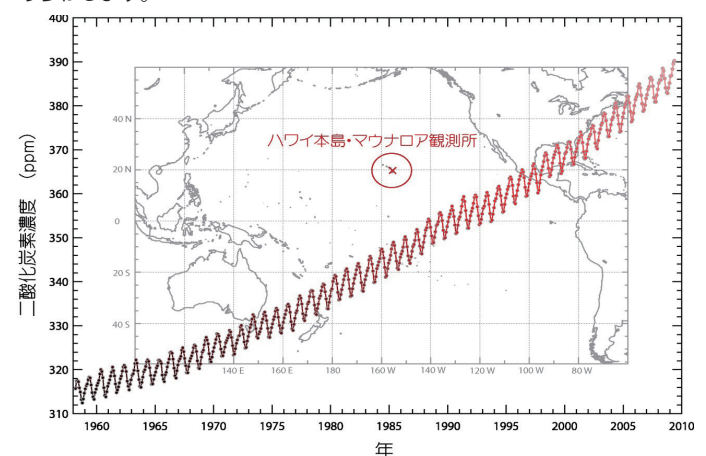


図1 ハワイ・マウナロア観測所における二酸化炭素濃度の長期観測の結果。

出典：米国海洋大気庁・地球システム研究所

(<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>)

全球の大気の総量をもとにこの濃度年増加量 (1.97ppm/年) を二酸化炭素の質量に換算すると、およそ 153 億トン/年となり、これだけの量の二酸化炭素が毎年吸収されずに大気に残留しているとい

とになります。

一方、二酸化炭素は大気中では不活性であり、また、国別の化石燃料等の消費統計などからは、この期間に人為的に排出された二酸化炭素の量は平均でおよそ 296 億トン/年^(*)2)と見積もられるので、差分である 143 億トンは毎年地表面の陸域植生や海洋によって吸収されたということになります。

このように、全球規模での大気と地表面の間の二酸化炭素のやりとり(交換量)は、およそその値を求めることが可能ですが、これら吸収・排出が地球上のどの地域でどの程度行われ、時間とともにどのように変化するのか、またどのようなメカニズムがこの変化に関与しているのかなどの詳細については理解が不十分なままです。これらの詳細を全球規模で明らかにしていくこと(全球炭素循環の解明)は、二酸化炭素の濃度が将来どの程度上昇していくのかを予測し、またその上昇が気候にどのように影響するのかを評価していく上で、重要な研究課題となっています。

全球炭素循環の解明における「いぶき」の貢献

自然界に存在する二酸化炭素の吸収排出源の分布を推定する方法として、これまで主に二つの手法が用いられてきました。一つは「ボトムアップ手法」とよばれるもので、現地観測や森林統計に基づく吸収排出量、陸域の植物の活動や海洋の動きを再現するコンピュータモデルによって推定される吸収排出量などを足し合わせて求める方法です。この手法では、特定の地域については詳細な吸収排出量を推定することが可能な反面、利用可能なデータが局所的であり推定対象地域が限定されるため、全球規模での推定が非常に困難です。

もう一つの推定手法は「トップダウン手法」とよばれるもので、マウナロア観測所のような定点での観測や、航空機・船舶を用いた観測から得られた大気中の二酸化炭素濃度のデータから、逆解法とよばれる計算手法によって、地表面での吸収排出量を推定する方法です。この手法では、全球規模で吸収排出量を推定することが可能ですが、二酸化炭素の地上観測局の大多数は先進国に偏っており、観測局が乏しい地域の吸収排出量推定値には大きな不確実性(推定の誤差)が伴うという問題がありました。そのため、地上観測局を世界中にくまなく設置することが望まれてきましたが、観測局が乏しい地域の多くは、ロジスティクスや人員配置の問題等により、観測局を設置し高精度のデータを取得することには大きな困難が伴うため、地上観測網の拡張は難しいとされています。

この局面を打開する案として、人工衛星による宇宙からの二酸化炭素観測が提唱され、2009 年 1 月に打ち上げられた二酸化炭素・メタンの観測に特化した人工衛星「いぶき」によって、地上観測網の空白域において多数の二酸化炭素濃度データが得られるようになりました。打ち上げから 1 年半後の 2010 年 8 月には、「いぶき」の観測データから求めた二酸化炭素の気柱平均濃度^(*)3)データ(FTS SWIR レベル 2 プロダクト・バージョン 01)が公開され、その後、データ質の向上や計算手法の改善のための研究が大きく進展し、バージョン 02 の二酸化炭素気柱平均濃度データでは誤差とばらつきが大幅に低減したため、これをもとに推定したレベル 4A 吸収排出量データが一般ユーザへ公開されることになりました。

図 2 は、今回の吸収排出量推定に用いた濃度データ分布の一部(2009 年 7 月分)を描画したものです。丸点は月平均化した地上観測データ(220 の観測点のデータ;航空機・船舶による観測も含む)^(*)4)を、四角は緯度・経度 5 度×5 度の格子ごとに「いぶき」レベル 2 気柱平均濃度データを月平均化した値を示しています。丸点が乏しい南米、アフリカ、中近東、シベリアなど、地上観測網の空白域を「いぶき」による観測データが埋めていることがわかります。但し雲やエアロゾ

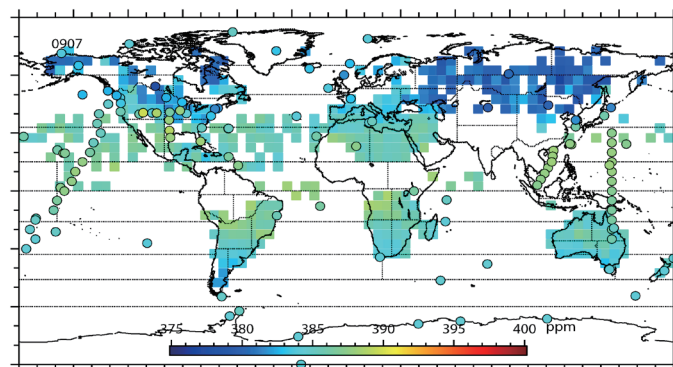


図 2 吸収排出量推定に用いた二酸化炭素濃度分布データ(2009 年 7 月)

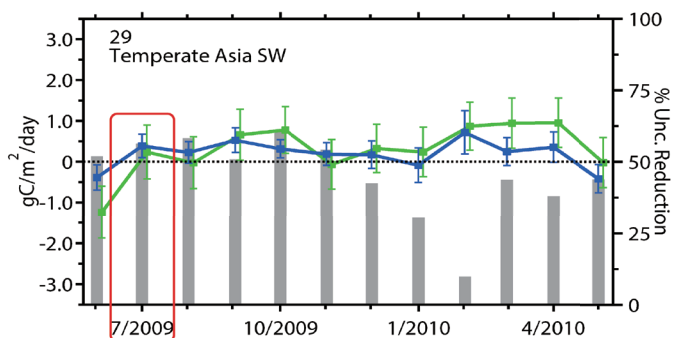


図 3 中近東地域での正味の吸収排出量(月別)の推移。緑と青の折れ線はそれぞれ地上観測データのみから求めた吸収排出量推定値、地上観測データに「いぶき」のデータを加えて計算した吸収排出量推定値(左軸)。正の値は排出を、負の値は吸収を示す。折れ線に付いている縦棒はそれぞれの推定値の不確実性の範囲を表す。灰色の縦棒は「いぶき」のデータを加えたことによる不確実性の低減率(右軸)。

ルとよばれる大気中の塵等の影響により、「いぶき」から精度の良い濃度データが得られなかったため、空白のまま残されている地域(アマゾンや中央アフリカの一部など)も見られます。

全球を 64 分割した地域のうち、地上観測局が近傍にほとんどない一方、年間を通じて多くのレベル 2 気柱平均濃度データが得られた中近東の地域を例に、「いぶき」のデータが吸収排出量の推定にどのように役立つのかを見てみましょう。

図 3 は中近東地域での正味の吸収排出量推定値の 1 年間の変化を示します。青の折れ線は地上観測データに「いぶき」のデータを加えて計算した吸収排出量推定値(レベル 4A プロダクト)で、緑の折れ線は地上観測データのみから求めた吸収排出量推定値です。折れ線に付いている縦棒は、それぞれの推定値の不確実性(推定誤差)の範囲を示します。左の縦軸は、正の値が排出を、負の値が吸収を示します(単位は $\text{gC}/\text{m}^2/\text{day}$ ^(*)5))。例えば 2009 年 7 月の結果(赤の四角内)に着目すると、緑の値は $0.2 \pm 0.7 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{day}$ で大きな不確実性を伴っており、この地域が正味の吸収であったのか排出であったのか確かではありません。吸収排出量推定値に大きな不確実性が伴うのは、この月にこの地域の近傍に地上観測データがなく、遠方のデータをもとに推定が行われたためです。

ところが図 2 の濃度分布に示されるように、中近東地域の近傍では多数の「いぶき」による二酸化炭素濃度データが得られていたために、青の値の不確実性は小さくなり、不確実性を考慮してもこの地域が正味で弱い排出であったということがわかるようになりました(図 3 の赤の四角内の青の値は $0.4 \pm 0.3 \text{ gC}/\text{m}^2/\text{day}$)。

「いぶき」のデータが加わることによって、従来の地上観測データのみでの推定値に伴っていた不確実性がどの程度低減したかをパーセントで示したのが図 3 の灰色の縦棒で、右の縦軸で値を示します(0

から100%)。2009年7月は地上観測データのみからの推定値に比べて不確実性が56%低減しました。この地域では年平均で不確実性が43%低減しましたが、その他の多くの地上観測の空白域でも不確実性が低減しました(図4)。

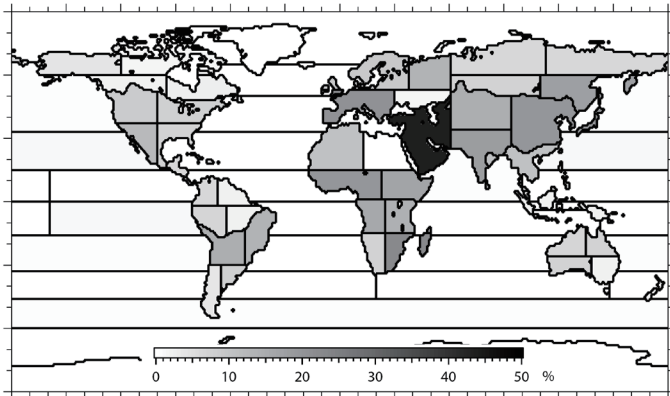


図4 64の各地域での吸収排出量の不確実性の低減率(%)。年平均の低減率を示す。

レベル4A・4Bプロダクト

レベル4Aプロダクトの例として、2009年7月の正味の吸収排出量の全球分布を図5に、同月の推定値の不確実性の値を図6に示します。

北半球の夏季であるこの月の吸収排出量分布は、北緯50度以北の北方樹林帯が広がる多くの地域で正味の強い吸収を示しています。一方、北緯20~40度の緯度帯にある日本・中国・韓国を含むアジア地域、北米の各地域などは、不確実性の幅を考慮すると正味の弱い吸収・排出、または中立となっています。熱帯のアマゾンも弱い吸収または排出を示していますが、図2の濃度分布にあるように、アマゾ

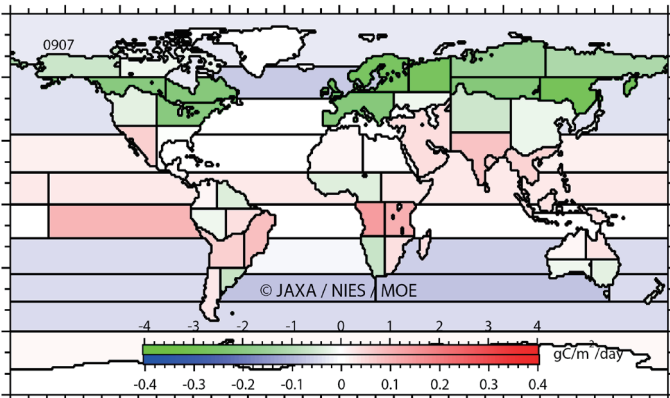


図5 レベル4A吸収排出量の全球分布(2009年7月)。カラースケール上段は陸域の、下段は海域の吸収排出量の範囲を表す。

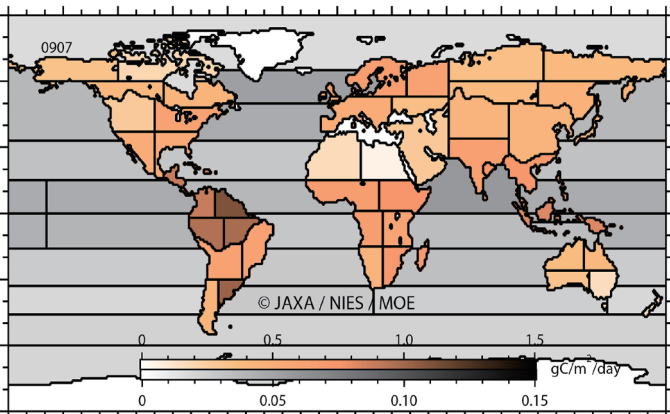


図6 レベル4A吸収排出量推定値の不確実性。カラースケール上段は陸域の、下段は海域の吸収排出量推定値の不確実性の範囲を表す。

ンの近傍には地上観測データも「いぶき」による観測データも存在しないため、この地域の吸収排出量推定値には、現在も大きな不確実性が残っています(図6)。

レベル4Bプロダクトは、地上観測データに「いぶき」のデータを加えて推定した1年間の吸収排出量の分布(レベル4Aプロダクト)をもとに、二酸化炭素濃度の全球分布とその時間変化をコンピュータシミュレーションによって計算したものです。このシミュレーションには、大気輸送モデルとよばれる地球の大気の動きを再現するコンピュータプログラムが使われます。レベル4Bプロダクトの例として、図7に2009年7月の高度約800mおよび約5000mにおける二酸化炭素の月平均濃度分布を示します。地表面に近い高度では、植物による吸収や人為的排出、森林火災による排出等の分布を反映した濃度分布となっていますが、高度が高くなるにつれ二酸化炭素が大気中で混合されるため、高度5000mでは、よりなめらかな二酸化炭素濃度分布となっています。レベル4Bプロダクトの計算結果は、地上観測や「いぶき」によっても濃度データが得られない地域の炭素循環の研究に貢献することが期待されます。

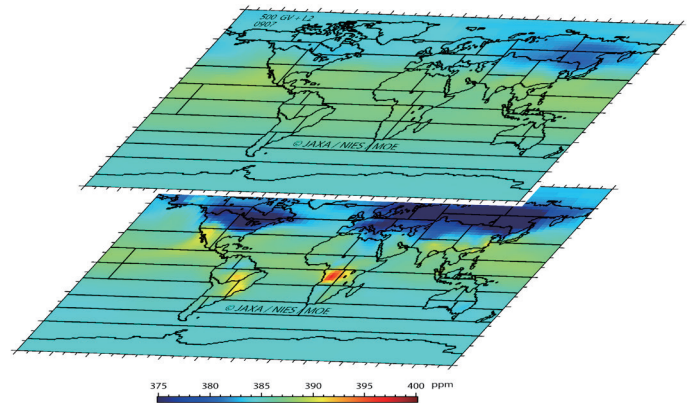


図7 レベル4B全球二酸化炭素濃度分布(2009年7月)

おわりに

二酸化炭素の地域別吸収排出量の推定は、これまでは主として地上観測データを用いて行われてきましたが、「いぶき」の登場により、より精度の良い吸収排出量の推定が行えるようになり、全球炭素循環の研究に新しい時代が到来しました。「いぶき」による全地球規模での継続的な温室効果ガスの観測が、炭素循環メカニズムのより正確な理解へとつながり、更なる地球温暖化を回避する布石となることを願ってやみません。

*1 出典：世界気象機関(World Meteorological Organization)が発行する温室効果ガス年報(WMO Greenhouse Gas Bulletin)。2011年版。(和訳) <http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/pub/products/bulletin/Bulletin2010/ghg-bulletin-7-j.pdf>

*2 二酸化炭素の人為的排出量データODIACに基づく値。セメント製造に伴う二酸化炭素排出量を含む。出典：T. Oda and S. Maksyutov, Atmos. Chem. Phys. (Volume11, pages 543-556, 2011)

*3 気柱平均濃度とは、地表面の単位面積上の大気中に含まれる乾燥空気の分子の総数に対する対象気体の分子の総数の比を指す。

*4 米国海洋大気庁が提供する二酸化炭素濃度データGLOBALVIEW-CO2。出典：GLOBALVIEW-CO2(2011), CD-ROM, NOAA ESRL, Boulder, Colorado (FTPサイトより入手可能；ftp.cmdl.noaa.gov, Path: ccg/co2/GLOBALVIEW)。

*5 二酸化炭素の質量を炭素の質量に換算した場合、対象とする地域において、1平方メートル当たり、1日当たり何グラムの炭素が吸収または排出されるかを表す単位。

NEWS

CAI レベル 3 植生指数 (NDVI) プロダクト公開

国環研 GOSAT プロジェクトオフィスマネージャ 渡辺 宏

🌿🌿🌿 CAI レベル 3 植生指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) プロダクトを、2012 年 11 月 9 日に一般公開しました。NDVI は TANSO-CAI バンド 2 (0.674μm: 赤色の可視光) とバンド 3 (0.870μm: 近赤外光) の反射率 (それぞれ ref2, ref3 とする) を用いて計算されます。

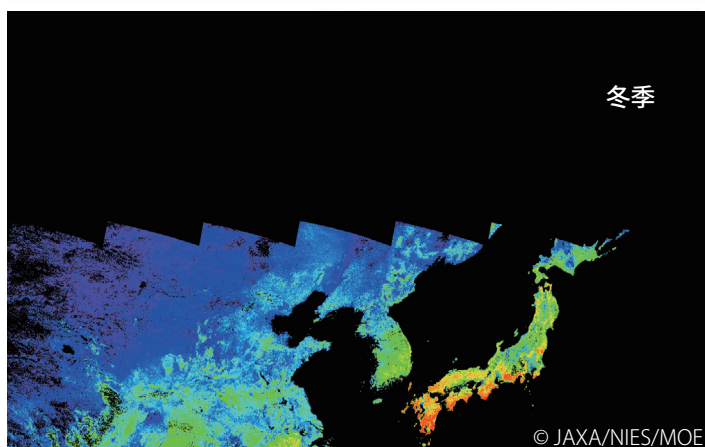
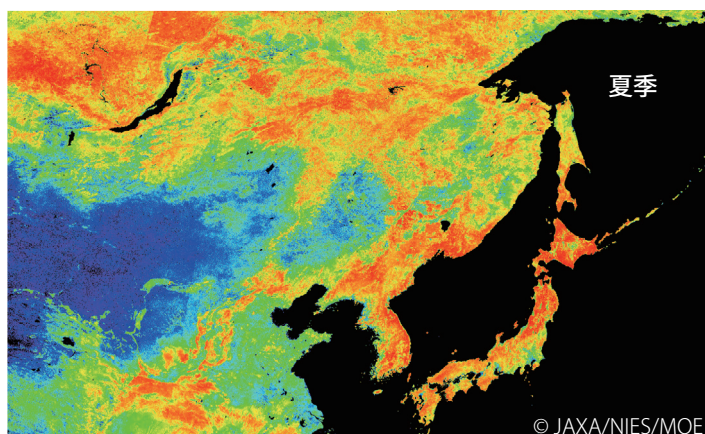
$$NDVI = (ref\ 3 - ref\ 2) / (ref\ 3 + ref\ 2)$$

植生は赤色の可視光を光合成に利用するため、その反射率は低く、一方、植生活性が大きいほど、近赤外光の反射率は急激に大きくなります。そのため NDVI は植生の活性が大きいほど大きな値を、逆の場合は小さな値をとります。なお、NDVI は可視光・近赤外光のチャネルを持つ様々な衛星センサで計算されていますが、センサにより用いる波長帯が必ずしも同一ではないため、センサが異なると同じ NDVI の値は得られません。しかし、植生の活性の一般的な傾向を読み取ることはできます。

本プロダクトは、全球を 36 に分けた区域単位に、緯度経度ともに 1/30 度の格子で提供されます (植生がほとんど無い南極付近の 6 区域を除く)。詳細は GUIG^(*) に掲載されている留意事項、アルゴリズム基準書をご覧ください。右図は上が夏季 (2009 年 6 月 3 日～7 月 2 日)、下が冬季 (2009 年 12 月 3 日～2010 年 1 月 1 日) の NDVI の例です。高緯度ほど植生活性の季節変化が大きいので、夏季と冬季では NDVI も大きく変化している様子が見てとれます。



*1 GOSAT User Interface Gateway(GUIG) は GOSAT の観測データを提供するサイトです。 <https://data.gosat.nies.go.jp/>



0.0 0.2 0.4 0.6 0.8

NEWS

船舶搭載用小型装置による CO₂、CH₄ の自動観測への挑戦

宇宙航空研究開発機構 主任開発員川上修司 開発員大山博史

海洋研究開発機構 技術研究主任中野 善之

🌿🌿🌿 温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT (「いぶき」) のデータ検証のために、海域の大気中二酸化炭素およびメタンの気柱量を測定しています。今回の測定では、小型装置を新たに採用し、測定の自動化及び効率化を図り、その運用性と機能性を確認しました。

GOSAT は、陸域では、太陽光の地表面散乱光を光源としてスペクトルを取得し、CO₂等を導出します。一方海域では海面の反射率が低く、信号対雑音比が小さいため、海面で鏡面反射した太陽光 (サングリント) を光源としてスペクトルを取得し、CO₂等を導出します。これまでは高分解能フーリエ変換分光計 (FTS) を海洋研究開発機構 (JAMSTEC) 研究船 (「かいよう」、「かいてい」、「みらい」) に搭載していましたが (GOSAT Project Newsletter 20 号参照)、

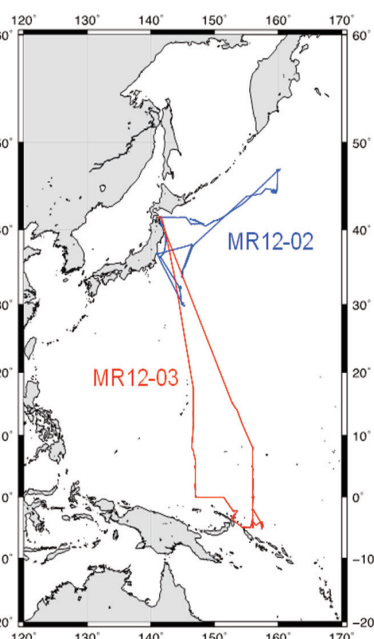


図 1 観測航路

当該装置は大型で輸送コストがかかり、また自動化が難しく観測者が不可欠でありました。今回は、小型かつ無人 (全自動) で運用可能な新装置による海洋上での初めての観測です。

今回の観測は平成 24 年度の研究船利用公募 (JAMSTEC) で採択されたもので、海洋地球研究船「みらい」による 2 回の航海 (MR12-02 (Leg 1 (2012 年 6 月 4 日～6 月 24 日) と Leg 2 (6 月 25 日～7 月 12 日)) および MR12-03 (2012 年 7 月 17 日～8 月 29 日)) に同乗しました。航路を図 1 に示します。MR12-02 全体の航海の目的・様子は、「みらい」観測航海ブログ (<http://ebcrpa.jamstec.go.jp/rigc/j/ebcrp/act/mirai/mr12-02/index.html>) 等をご参照ください。MR12-03 は西部熱帯太平洋海域に展開されているトライトンブイの回収・設置 (http://www.jamstec.go.jp/j/hot_pictures/?264) が主な目的です。この航海では、中野が開発した海洋二酸化炭素センサ (<http://www.jamstec.go.jp/mutsu/co2/co2sensor/index.html>) がトライトンブイとともに回収されました (写真 1)。



写真 1 海洋二酸化炭素センサ回収 (下部手前のオレンジ色の装置)

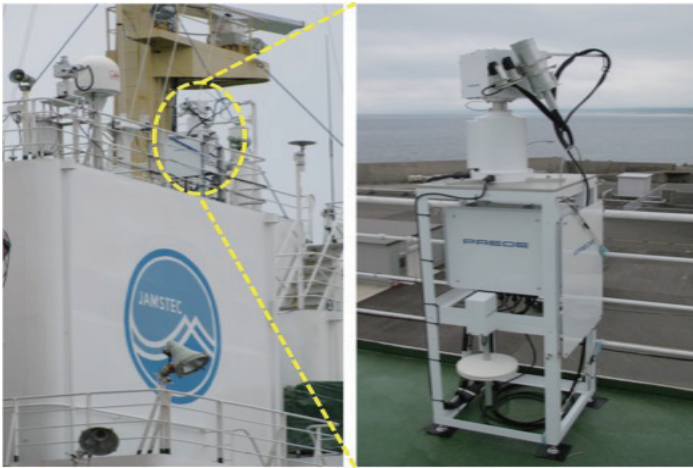


写真 2a 「みらい」 に設置した太陽追尾装置 ((株) プリード)

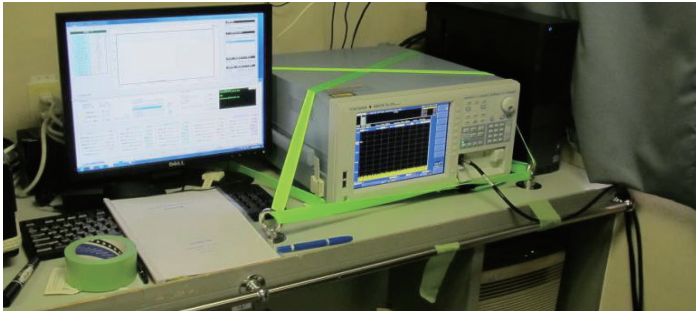


写真 2b 「みらい」 に設置した分光計 (横河 AQ6370C)

新小型装置は太陽追尾装置と光スペクトラムアナライザ (OSA: 横河 AQ6370C) で構成され、太陽追尾装置は「みらい」の減揺装置上の暴露甲板に配置 (写真 2a)、OSA は汎用観測室に設置しました (写真 2b)。太陽光は光ファイバを用いて OSA に導入されます (装置の詳細については Kobayashi et al., 2010^{(*)1}, Kawasaki et al., 2012^{(*)2} 参照)。GOSAT が船の上空付近を通るときには、他の研究課題に支障がない限り、測定装置がマストなどの陰にならないよう、船の向きを変えてもらいました。太陽高度 10 度以上の太陽が出ている間は太陽スペクトルを常に取り得し、GOSAT の通過時間帯以外も連続してデータを取ることで、データ品質を確認しています。また、GOSAT 通過時間に合わせて、大気の大気温度・湿度プロファイルをラジオゾンデで取得しました (写真 3)。

新測定器は無人で動作するのですが、船上での無人運転は初めてで

したので、装置の監視、メンテナンス及び取得した太陽直達光スペクトルのデータ処理のために、MR12-02 Leg 1 に大山、MR12-02 Leg 2 に中野、MR12-03 に川上が同乗しました。Leg 1 では台風 2 連発の悪天候で、波が 10 m を超える日もありました。Leg 2 では太陽追尾装置が故障し、観測機会が減ってしまいました。太陽追尾の回転動作の繰り返しで、



写真 3 ラジオゾンデ放球

内部配線へのストレスとなり、配線が切れたのが原因でした。製作元の (株) プリード技術陣の助言を受け、風速 10 m を超える中、中野が甲板で断線の応急処置をすることで、測定を再開することができました。MR12-03 は赤道へ南下する航路を取り、波はほぼ 3 m を超えることなく非常に穏やかな海況でした。関根浜を出てから陸を見ることはほとんどなく、パプアニューギニアの領海で 2, 3 の島を見たのみ。ひたすら海を見続ける航海でしたが、その一方、無住と思われたある島の付近で、持参の携帯のアンテナが立つ。こんなところにも「文明」が、と驚いたこともありました。それぞれの目的で研究者が数人乗船していますが、無辺の海上ならではの景観となる夕日や夕焼けは、皆に共通の楽しみでした (写真 4)。



写真 4 乗船研究者の楽しみ 1: 夕焼けの鑑賞 (8 月 1 日)

MR12-03 では 44 日間のうち 41 日分のデータを得ることができ、GOSAT の通過日に限っても、10 日以上 (L2 データ処理の条件によって日数は異なる) の同期データが取得できました。おおむね太陽を追尾してデータ取得ができましたが、船舶の揺れが特に大きい時、太陽天頂角が 20 度より小さい時は、太陽追尾の挙動や船体から伝わる振動などが測定精度を低下させることがわかり、今後の改善課題となりました。

最後に「みらい」名物ドライカレーをご紹介します (写真 5)。豪華客船「飛鳥」を運航する日本郵船のスタイルによるドライカレーで、横浜のとあるレストランでもいただけるようですが、「みらい」で食べるドライカレーは格別でした。



写真 5 乗船研究者の楽しみ 2: 名物ドライカレー

(<http://www.nyk.com/rekishi/knowledge/museum/index.htm>)

今回の経験をもとに、さまざまな船舶に小型装置を搭載して、検証データの取得機会を増やしていきたいと考えています。

【謝辞】実験実施にあつては研究船の関係者の皆様、及び小型計測器の製作に関しては、(株) プリードの皆様及び京都教育大学名誉教授伊吹紀男氏にお世話になりました。



^{(*)1} Kobayashi et al., Atmos. Meas. Tech. (Volume 3, pages 1103–1112, 2010)

^{(*)2} Kawasaki et al., Atmos. Meas. Tech. (Volume 5, pages 2593–2600, 2012)

「いぶき」ミッションの舞台裏を支える人々

宇宙航空研究開発機構 ミッション運用システム推進室長 竹島 敏明

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)が2009年1月23日に打上げられてから、もうすぐ4年になります。早いもので、5年のミッション期間の大部分が過ぎたことになります。この間、世界初であると同時に、唯一(2012年12月時点)の温室効果ガス観測に特化した衛星としての重責を果たすべく、環境省(MOE)・国立環境研究所(NIES)・宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、3者共同プロジェクトとして協力し、NASA/JPL(*1)、ESA(*2)、更には世界中のデータユーザの利用・協力を得て、日々、データ解析・精度向上に努めて来ました。

JAXAでは、「いぶき」の観測データを円滑にユーザに届けるために、衛星および観測機器の運用計画作成、運用指令の衛星への送信、取得したデータの地上への伝送、観測データのレベル1処理・保存・提供、テレメトリデータの監視による衛星本体や観測機器の健康状態の維持管理、衛星軌道の監視・予測・制御等々、多種多様な業務を定常的に実施しています。

このようなミッション継続を支えるインフラ運用・維持業務は、社会生活におけるガス・水道・電気・公共交通等の公共インフラと同様、縁の下の力持ち的な存在であり、「定常状態が維持されていることが当然」で、維持されているから褒められるというものではありません。一方、少しでも定常状態から逸脱すると、担当は押し寄せるクレームの中、一刻も早い定常復帰に向けて全力を注ぐことになります。これはインフラの運用・維持業務の宿命ではありますが、こういった業務が、「いぶき」ミッションの科学的・社会的成果を陰で支えていることを踏まえ、エールを送る意味もこめて、これらの広範な作業に携わっているメンバー達の中から、ここでは「観測データのレベル1処理・提供」業務・「いぶき」衛星の監視・制御」業務を維持・運用している人々を紹介したいと思います。

◎観測データのレベル1処理・提供

観測データの処理や提供では、多数の計算機がシステムとして連携動作します。JAXAではこれを自動化することで、安定かつ継続的なデータの処理・提供を目指しています。しかしながら、お手持ちのパソコンや電気製品が、時々、調子が悪くなって再起動や修理が必要になった

りするのと同様に、全く問題が発生しない機械やシステムはこの世の中に存在しません。このシステムを日々監視し、定常状態を維持するには、定常状態でのシステムがどうなっているべきかを知った上で、定常と少しでも違った状況が発生していないかを監視すると共に、少しでも異常が発生したら、何処で何が問題となっているのかを調査し対応しなければなりません。しかしシステムが複雑になり高度な自動化が進む程、状況を的確に把握するためには、システムやデータに対するより深い専門的知識が要求されます。運用を担っているメンバーは、日々、これらの要求に応えているのです。また、これとは別に、データの再処理への対応もあります。データプロダクトの精度向上に向けて観測データの処理手法が改善されると、日々のデータ処理と並行して過去の観測データを新手法で再処理します。計算機的能力には限界があるので、再処理が計算機のリソースを占拠してしまつて、日々のデータ処理に支障が出る様では困ります。その様なことのない様に再処理をスケジュールリングして実施していくのも、経験を積んだ運用メンバーが担う業務です。

観測データの処理・提供システムでは、予め組み込まれた仕組みにより、システムの運用に支障がある様な問題や不調が見つかったと、緊急通知の警告メールが担当者に発信されます。この緊急メールはコンピュータが機械的に送信するものですから、受信する側の状況はお構いありません。草木も眠る丑三つ時でも、デート中でも、子供がバースデーケーキのロウソクに灯る炎を吹き消そうとしているときであっても、緊急メールは容赦なく送付され、運用メンバーを厳しい現実世界に引き戻します。彼らは、警告内容を確認後、速やかに調査や対応を実施します。彼ら処理・提供メンバーのこのような対応があつてこそ、「いぶき」観測データの処理・提供は維持されているのです(写真1)。

◎「いぶき」衛星の監視・制御

本業務は観測データの処理・提供よりもさらに過酷です。「いぶき」が正常に観測を実施できる状態にあるかを監視すると共に、「いぶき」を正常な状態に保ち、観測を実施するための計画を立案し、「いぶき」を動かすための制御を実施しなければいけません。問題の兆候を看過ごしたり、運用ミスをしてしまうと、最悪の場合、衛星の運用停止・機能停止に繋がってしまう可能性もある、極めて責任重大な業務です。従つて、「お正月だから観測や機器の監視はお休みしましょう♪」というわけにもいかず、年中無休、24時間の体制を整えて作業を実施しています。そうです、皆さんが靴下にプレゼントを入れてケーキとシャンパンを前にクラッカーを鳴らす日も、コタツに入って年越しそばに舌鼓を打ち、紅白と行く年来る年を見ながら挨拶を交わしている間も、運用メンバーのうちの何人かは、衛星の監視・制御システムの正常動作を確認し、その後、画面に表示される衛星のデータを監視・評価すると共に、ユーザの皆さんへ届ける観測データのために衛星本体と観測センサを動かす指令を送信しているのです。

「いぶき」を宇宙へ送り出した直後は、生まれたての赤ん坊のようなものですので、「いぶき」はJAXA担当者や関連する多くの企業の支援の許、大勢に見守られて育てられていました(写真2)。しかし衛星や観測機器の機能の確認が完了し、定常的に観測運用を実施できるようになってからは、少ない人数でこれを効率的かつ安全・確実に実施していかなければなりません。そのため、運用メンバーには、地上システムだけではなく、衛星システムも含めた広範囲の専門的な知識が要求されます。また、もしも「いぶき」に少しでも普段と違うことがあつたり、地上システムに不具合が発生したりすると、運用メンバーは1年365日、

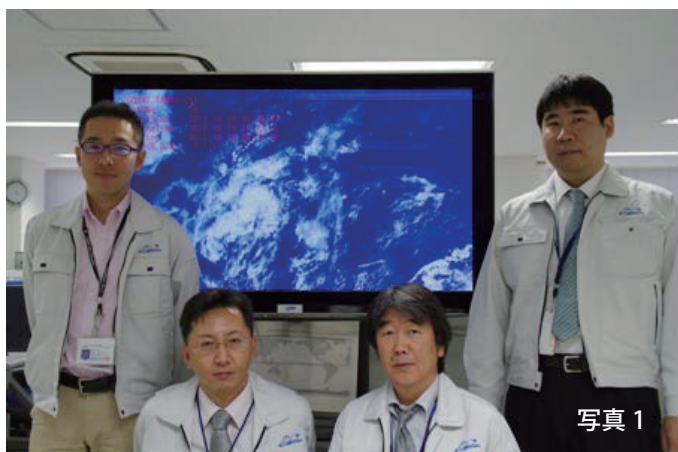


写真1

観測データのレベル1処理・提供を支える人々。笑顔の奥に寝不足の目も?

(左から、末武さん、田辺さん、田中さん、篠塚さん)

昼夜を問わず緊急連絡で呼び出され、皆さんに届く「いぶき」の観測データを止めないために文字通り不眠不休で対応することになります。この対応により「いぶき」の健康は維持されているのです。

皆さんにご利用いただく「いぶき」の観測データを安定してお届けするため、「いぶき」が毎日元気に観測できるようにその健康を保つこと、この「当たり前のこと」が当たり前であり続けるために、「いぶき」の衛星/地上システムの維持・運用メンバーたちは、その情熱と青春を捧げているのです(写真3)。

【謝辞】JAXAの「いぶき」運用において、紹介させていただいた運用業務を担当している一般財団法人リモート・センシング技術センター、宇宙技術開発株式会社をはじめとする関連各企業の皆様の、日々の支援・協力を深く感謝致します。

(写真2：打上直後の「いぶき」の衛星運用室。打ち上げ直後はこんなに大人数の体制ですが、定常運用では週7日24時間の運用を、指を折って数えることの出来る程度の人数でこなしています。)

(写真3：現在「いぶき」の衛星運用を支えるメンバー。「プロジェクト成果」を影から支えて奮闘中! 後列左から、塚原さん、加藤さん、泉登さん、平林さん、縄田さん、前列左から、曾川さん、渡辺さん、片上さん、明田さん、船木さん、宮下さん、右上の○は撮影者の八木さん。)

*1 NASA/JPL：NASA/Jet Propulsion Laboratory (NASA ジェット推進研究所)

*2 ESA：European Space Agency (欧州宇宙機関)



ANNOUNCEMENT

第5回研究公募(RA)、随時受付中

〇〇〇 GOSAT プロジェクトでは、GOSAT データの特質を活かす独創的な研究、先進的で野心的な研究を期待しています。

<http://www.gosat.nies.go.jp/jp/proposal/proposal.htm>

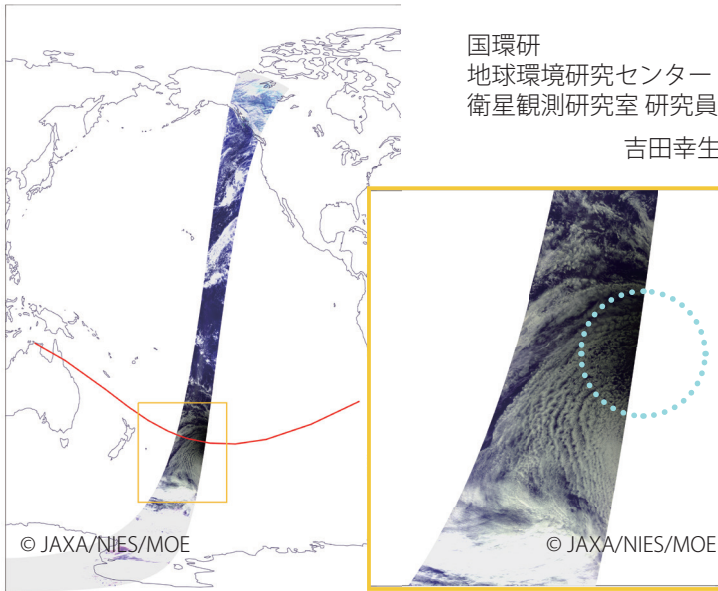
随時研究公募への積極的なご応募をお待ちしております。



IMAGE OF THE MONTH

今月の画像

「いぶき」が捉えた皆既日食



国環研
地球環境研究センター
衛星観測研究室 研究員

吉田幸生

〇〇〇 南太平洋上で見られた皆既日食を温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」が捉えました。画像は「いぶき」搭載の雲・エアロソルセンサ (Cloud and Aerosol Imager : CAI) によって取得された2012年11月13日の衛星画像です。

月が太陽を覆い隠す現象として知られる日食は、宇宙からは地球に落ちる月の影として見る事ができます。今回の皆既日食は左図の赤線に沿った地域で見られ、月の影は西から東へ約3時間かけて通り過ぎました。「いぶき」は約1時間半で地球を1周しながら東から西へと観測を行うため、一回の日食につき一度しか撮影のチャンスはありませんが、見事に成功しました。

(「いぶき」が撮影した2012年11月13日の皆既日食の様子。赤にバンド2、緑にバンド3、青にバンド1を割り当てて作成した擬似カラー画像。赤線は皆既日食が見られた場所を表す。橙枠内の拡大画像を右図に示す。赤線：左端 20:37 UT、右端 23:48 UT、橙枠：上端 22:42 UT、下端 22:51 UT。)

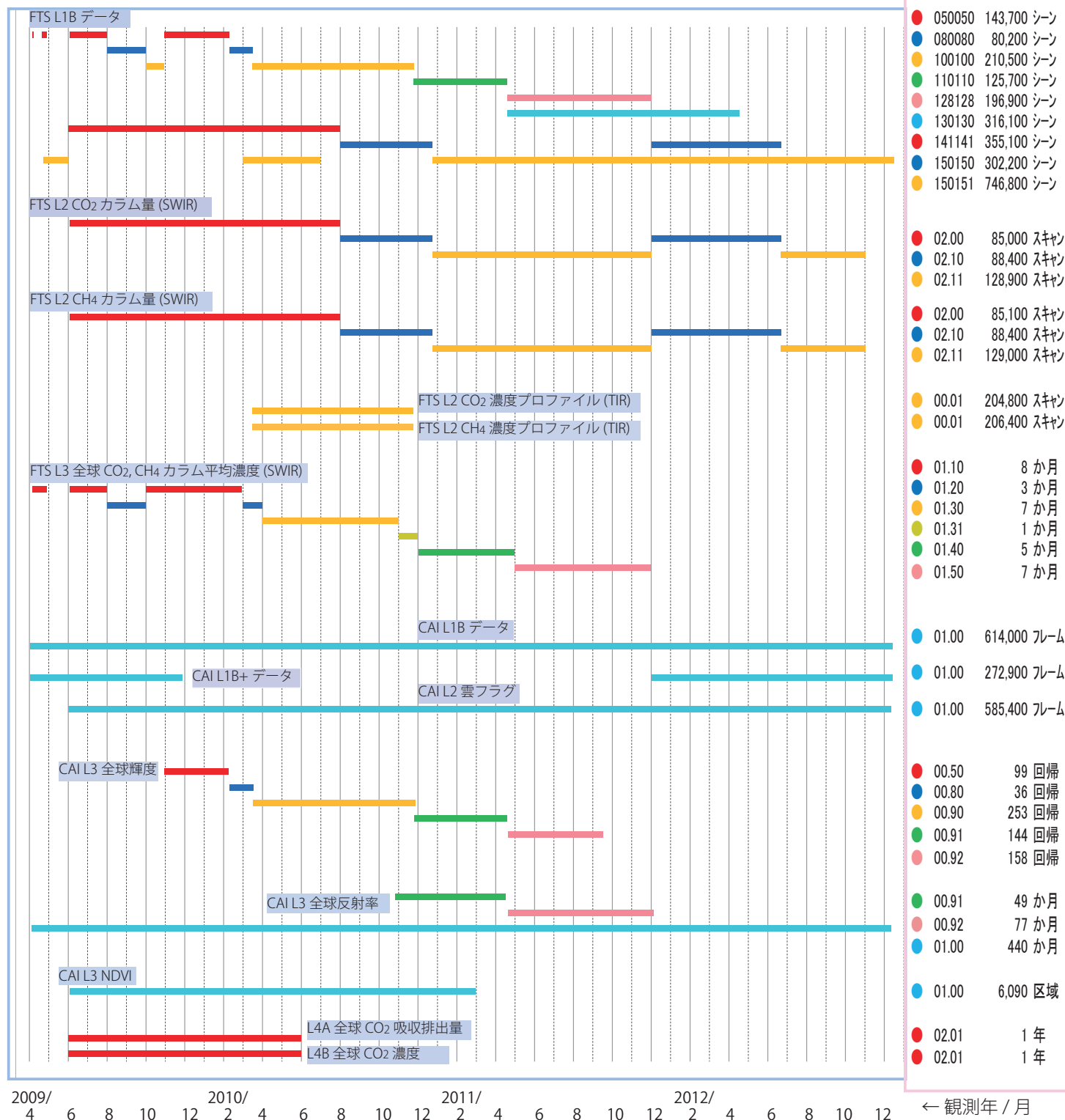
DATA PRODUCTS UPDATE

プロジェクトオフィスからのデータ処理状況アップデート

国環研 GOSAT プロジェクトオフィス 高度技能専門員 河添史絵

公開データの観測時期とバージョン

2012 年 12 月 17 日時点



🌱🌱🌱 2012 年 9 ~ 12 月のデータ処理状況をお知らせします。

FTS L1B は V150.151、CAI L1B、L1B+、L2 雲フラグは V01.00、FTS L2 CO₂/CH₄ カラム量 (SWIR) は V02.10、V02.11 で、引き続き処理し公開しています。11 月 27 日に、CAI L3 全球反射率の新バージョン 01.00 を一般公開しました。また新たに、11 月 9 日に「CAI L3 植生指数」(V01.00) を、12 月 5 日に「L4A 全球 CO₂ 吸収排出量」と「L4B 全球 CO₂ 濃度」プロダクト (V02.01) を一般ユーザに公開しました。データ

をご利用の際には、GUID に掲載しているプロダクト公開に当たっての説明、プロダクトフォーマット説明書、アルゴリズム基準書 (ATBD) をご覧ください。再処理しておりました V02.10 FTS L2 CO₂/CH₄ カラム量 (SWIR) の 2010 年 9 月 1 日 ~ 10 月 10 日分のデータも提供を再開しました。ご迷惑をおかけしました。

2012 年 12 月 17 日時点での一般ユーザの登録数は、1364 名となっています。



NEWS

英国大使館 O'Flaherty 参事官、国環研を視察



2012 年 9 月 28 日、英国大使館より O'Flaherty 参事官が国立環境研究所を視察されました。参事官は気候変動やエネルギー問題ほか科学全般及び技術革新を担当されています。最初の地球温暖化研究棟における研究紹介の中で、GOSAT 関係として、データ検証や利用における英国の大学を含む世界の科学者との協力、2010 年 4 月のアイスランドの火山噴火の折 (GOSAT Project Newsletter 12 号参照)、噴煙の状況に関する英国政府からの問合せに応じたこと等を、横田室長より説明しました。参事官は「北半球にメタンが多いとは人間の活動に由来するものか」などの質問もされました。(写真: 左から O'Flaherty 参事官、科学技術部のスタッフの方々、説明する横田室長)

PUBLISHED PAPERS 論文等発表情報

分野: アルゴリズム・検証

掲載誌: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (Volume 50, pages 1770-1784, 2012)

題名: Retrievals of Total and Tropospheric Ozone From GOSAT Thermal Infrared Spectral Radiances

(和訳: GOSAT 熱赤外スペクトルによる全オゾンおよび対流圏オゾンの導出)

著者: H. Ohyama, S. Kawakami, K. Shiomi, K. Miyagawa

分野: 校正・アルゴリズム

掲載誌: Atmospheric Measurement Techniques (Volume 5, pages 2447-2467, 2012)

題名: Level 1 algorithms for TANSO on GOSAT: processing and on-orbit calibrations

(和訳: GOSAT 搭載 TANSO のレベル1アルゴリズム: 処理と軌道上校正)

著者: A. Kuze, H. Suto, K. Shiomi, T. Urabe, M. Nakajima, J. Yoshida, T. Kawashima, Y. Yamamoto, F. Kataoka, H. Buijs

分野: 校正

掲載誌: Atmospheric Measurement Techniques (Volume 5, pages 2515-2523, 2012)

題名: On-orbit radiometric calibration of SWIR bands of TANSO-FTS onboard GOSAT

(和訳: GOSAT 搭載 TANSO-FTS 短波長赤外バンドの軌道上校正)

著者: Y. Yoshida, N. Kikuchi, T. Yokota

分野: アルゴリズム・検証

掲載誌: Journal of Geophysical Research (Volume 117, D21301, 2012)

題名: Atmospheric carbon dioxide retrieved from the Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT): Comparison with ground-based TCCON observations and GEOS-Chem model calculations

(和訳: 温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT による大気中二酸化炭素の導出: 地上設置 TCCON 観測および GEOS-Chem モデル計算との比較)

著者: A. J. Cogan, H. Boesch, R. J. Parker, L. Feng, P. I. Palmer, J.-F. L. Blavier, N. M. Deutscher, R. Macatangay, J. Notholt, C. Roehl, T. Warneke, D. Wunch

分野: 検証

掲載誌: Scientific Online Letters on the Atmosphere (Volume 8, pages 145-149, 2012)

題名: Comparisons between XCH₄ from GOSAT Shortwave and Thermal Infrared Spectra and Aircraft CH₄ Measurements over Guam

(和訳: グアム上空における GOSAT 短波長赤外および熱赤外によるメタンラム平均濃度と航空機によるメタン観測データとの比較)

著者: N. Saitoh, M. Touno, S. Hayashida, R. Imasu, K. Shiomi, T. Yokota, Y. Yoshida, T. Machida, H. Matsueda, Y. Sawa

EDITOR'S NOTE 編集後記

今月から新シリーズ「GOSAT プロジェクトを支える」を始めました。JAXA と NIES で 5 ～ 6 回の連載となる予定です。ご期待ください。GOSAT PROJECT NEWSLETTER では、読者の皆様からのご意見を募

集しております。「こんなことを取り上げてほしい」「こういうところが面白かった」といったご意見・ご感想をお聞かせください。gosat_newsletter@nies.go.jp までお願いいたします。担当・相川

国立環境研究所 GOSAT PROJECT NEWSLETTER ISSUE #25 DECEMBER 2012

2012 年 12 月号 発行日: 2012 年 12 月 25 日 発行



編集発行: GOSAT プロジェクトオフィス



email: gosat_newsletter@nies.go.jp

website: <http://www.gosat.nies.go.jp/jp/newsletter/top.htm>

住所: 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

独立行政法人 国立環境研究所

地球環境研究センター

GOSAT プロジェクトオフィス

本ニュースレターは

<http://www.gosat.nies.go.jp/jp/newsletter/top.htm> からダウンロードできます。

発行案内メーリングリストへ登録を希望される方は、お名前、メールアドレス、ご希望の言語 (日・英) を明記の上、gosat_newsletter@nies.go.jp までご連絡下さい。

発行者の許可なく本ニュースレターの内容等を転載する事を禁じます。