



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

COP18 参加報告

国環研 環境計測研究センター 環境情報解析研究室
特別研究員 遠藤貴宏

〇〇〇 2012 年 11 月 26 日から 12 月 8 日にかけて、中東のアラビア半島に位置するカタール国・ドーハ (写真 1) にて COP18/CMP8⁽¹⁾ が開催されました。カタール国は、秋田県よりも少し小さい国土に約 170 万人 (2011 年現在) が暮らし、海外労働者の割合が非常に高く (カタール人は 30 万人)、現在、石油・天然ガス依存型経済から脱却するため、産業育成を推進している国です (外務省 HP より)。

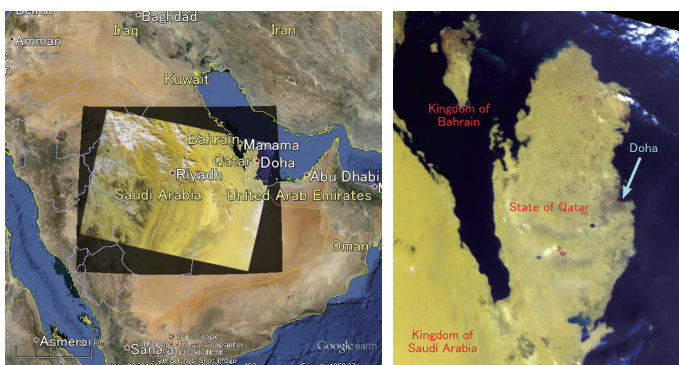


写真 1 COP18 期間中の 2012 年 12 月 2 日に撮影された CAI L1B+ の画像 (R:G:B=band3:band2:band1) を Google Earth に重ねた。右図の中央および北東部に点在する褐色の部分では、灌漑農業が行われています。

国立環境研究所 (国環研) は、世界中から集まる会議参加者に向けて地球温暖化・気候変動研究をはじめとする最新の研究活動をアピールするために、第 10 回会議から NGO⁽²⁾ として展示ブースを設けて広報活動を行っています。GOSAT プロジェクトも当初からその意義や成果をアピールしており、国環研の展示の目玉の一つになっています。筆者は GOSAT-2 準備チームの一員として参加し、GOSAT プロジェクトの最新の成果を紹介してきましたので、会場の雰囲気も併せ

ISSUE # 26 2013 年 3 月号

CONTENTS

NEWS	COP18 参加報告	01
GOSAT PEOPLE		
	連載: GOSAT プロジェクトを支える (2)	03
	ー レベル1処理の舞台裏を支える人々	
ANNOUNCEMENT	第 9 回 IWGGMS 開催のご案内	04
PUBLISHED PAPERS	論文等発表情報	04
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	05

て概要を報告します。

COP18/CMP8 は、近代的なビルが立ち並ぶドーハの新市街地 (写真 2 下) から 10km 程度離れたカタール国立コンベンションセンター (QNCC) で開催されました。会期中、ドーハ市内のホテルと QNCC との間には無料のシャトルバスが運行されており、会議参加者には便利な仕組みになっていました。ただ、我々国環研からの参加者の宿泊施設が QNCC から離れた旧市街地 (写真 2 上) だったこともあり、往路は 30 ~ 40 分、復路は 60 ~ 120 分程かかりました。復路に時間がかかったのは、渋滞もありましたが、QNCC 発のシャトルバスがすべて、カタール国が主催するイベント会場経由になっていたためです。帰路は乗客もランダムに集まるので、全体としては合理的な運行なのでしょう。



写真 2 ドーハの旧市街地 (上) と新市街地 (下)

一方、会場となった QNCC は、東京ビックサイトと同程度の規模の建物であり、会議場、展示スペース、両者間の連絡空間それぞれに巨大な蜘蛛のオブジェや LED ライトを埋め込んだ池などの趣向を凝らし、無機的な中にも遊び心を感じさせるものでした(写真 3)。



写真 3 QNCC 内にある LED ライトを埋め込んだオブジェ

会場の入り口には空港と同じようなセキュリティチェックがあり、入場時には、事前申請した参加種別と参加期間に基づいて発行された写真付き ID カードで身元照合され、携行品の X 線検査をパスする必要があります。会場は、会議、代表団、展示、プレス、食事の 5 つのゾーンに大きく分かれており、我々 NGO には展示ゾーンが割り当てられました。世界中から 200 を超える NGO が出展する中で、リモートセンシングを前面に出していた機関は、欧州宇宙機関 (ESA) と国環研だけでした。アメリカは NGO ではなく、代表団ゾーンでアメリカ航空宇宙局 (NASA) の活動を国として大々的にアピールしており、したたかさを感じさせられました。

今回、国環研からの参加者は 11 月 24 日に成田を発ち、25 日にドーハ入り、12 月 4 日まで広報活動を行ってきました。展示内容は、横田 国環研 GOSAT プロジェクトリーダー、松永室長らと事前に相談して、リモートセンシングに詳しくない政策系の参加者が多いだろうとの想定で、「GOSAT とは何か?」、「我々の社会に対し GOSAT にはどのような貢献の可能性があるのか?」、「現在どんなプロダクトを提供し、今後どんな種類のプロダクトを提供する予定で、それらにより我々の社会がどのように変わる可能性があるのか」を説明することとしました。具体的には、参加者の動線を考え、一番目立つ壁に GOSAT の概要を説明するポスターと宇宙航空研究開発機構 (JAXA) からお借りした GOSAT のタペストリーを掲げ、机上に設置した 2 枚の液晶モニタで、二酸化炭素とメタンガスのカラム平均濃度 (L2 プロダクト) および二酸化炭素の吸収排出量 (L4A プロダクト) の説明を行いました。さらに国環研として、GOSAT の説明資料を入れた CD^(*) を 700 枚用意し、来訪者へ配布しました。

国環研の展示ブースはたいへん来訪者が多く、CD は 1 日 100 枚以上が減っていく状況で、会期を通してとても盛況でした(写真 4)。GOSAT のことを既に知っている人はそのうち 2 割ぐらいでしたが、残りの 8 割に GOSAT の意義と活動を説明すると、多くの方が興味を示し、例えば、「自分の国や地域のフラックスはどうなのか?」、「産油国の代表団の一員だが、自分たちが排出している二酸化炭素によって、自分たちがどのような影響を受けているのか?」などという質問も出ました。来訪者の興味の中心には、実感としてある社会変化と環境劣化の状況を、GOSAT という科学的尺度で確かめたいという思いが

あるのだろうと受け止めました。また、GOSAT のプロダクトの精度を向上させるために、例えば TCCON^(*) など地上観測ネットワークが面的に広がると嬉しいと説明すると、「それならば私の国に設置できるよ」と提案してくれるアフリカ地域の政府代表団の方もおられました。現時点の GOSAT プロダクトでは、一国のレベルや、彼らが関心のある特定地域の状況を示すことは困難であるが、将来は何とかしたいと伝え、皆、大いに期待していると言ってくれました。ところで年若い、特にアフリカ諸国からの来訪者が口を揃えた質問がありました。「学生として国環研で勉強できないのか?」これには「国環研は研究所であり、講義カリキュラムを持っていないので、研究員以外の学生の受け入れはしていない」と答えるしかなく、歯がゆい思いをしました。

今回、個人的に 3 つ確信を得ました。それは、政策系の方が集まる場所で GOSAT の意義や成果を今以上にアピールし、海外に応援団を増やす努力を続けるべきこと、上記の若い来訪者たちの希望はその力強い芽であり、その受け皿となる仕組みを大学や JICA^(*) と協働して作るべきこと、さらに、地球規模で取り組まなければならない低炭素社会の実現に向けて、地球環境の「観測」のみでなく、政策による取り組みを「評価」する(削減目標達成状況を客観的数値により裏付ける)視点も持つべきこと、この 3 点です。GOSAT プロジェクトはこれらを担うことができると確信しています。

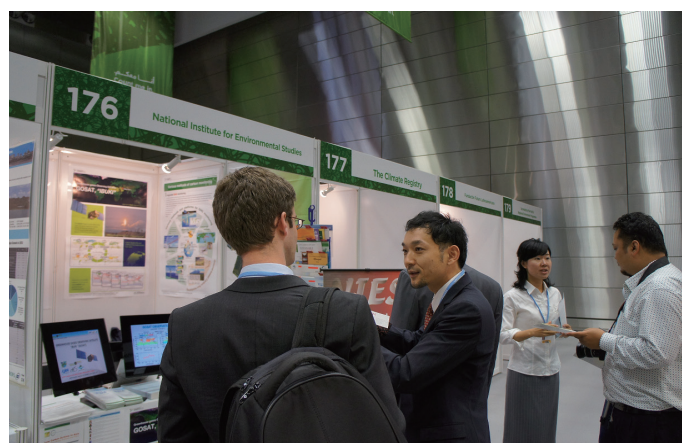


写真 4 国環研ブースで来訪者の質問に答える筆者(左から 2 人目)

2013 年は、ポーランドのワルシャワで COP19 が開催されます。COP での広報活動を通して、GOSAT の応援団が世界中に広がるとを切に願います。

*1 COP18 : 18th session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (第 18 回気候変動枠組条約締約国会議)、CMP8 : 8th session of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (京都議定書第 8 回締約国会合)。公式サイト: <http://unfccc.int/2860.php> (英・西・仏語)

*2 NGO : Non-Governmental Organization(非政府組織)

*3 配布用 CD に収録したパンフレットは、プロジェクト・サイトの左、「GOSAT プロジェクトパンフレットダウンロード」で、また増補版リーフレットもその下「リーフレット」でご覧いただけます。(http://www.gosat.nies.go.jp/index.html)

*4 TCCON : Total Carbon Column Observing Network(全炭素カラム量観測ネットワーク)は、地上設置高分解能フーリエ変換分光器の観測網で、現在世界で約 20 カ所の地点で観測が行なわれています。TCCON で導出された温室効果ガスのカラム平均濃度は、衛星による温室効果ガス観測の検証や炭素循環に関する研究に活用されています。

*5 JICA : Japan International Cooperation Agency ((独) 国際協力機構) ●●●

GOSAT PEOPLE 連載：GOSAT プロジェクトを支える (2)

レベル1処理の舞台裏を支える人々

宇宙航空研究開発機構

地球観測研究センター

塩見 慶

ミッション運用システム推進室

深川 真市

〇〇〇

●「いぶき」データのレベル1処理とは●

2009年1月23日に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)には、温室効果ガス観測センサ TANSO-FTS(以下 FTS)と雲・エアロソルセンサ TANSO-CAI(以下 CAI)の2つのセンサが搭載されています。これらのセンサから得られた観測データに対するレベル1処理は、宇宙航空研究開発機構(以下 JAXA)が担当しています。

「いぶき」観測データの内、例えば FTS 観測データには、FTS による観測で得られた干渉光パターンが電気信号として格納されています。JAXA の GOSAT データ処理システムで、この干渉光パターンをフーリエ変換により観測光のスペクトルへと変換します。この処理をレベル1処理、処理したスペクトルを格納したデータをレベル1Bデータといいます。図1にレベル1処理のイメージを示します。

JAXA が処理したレベル1Bデータは、国立環境研究所(以下 NIES)における高次処理(二酸化炭素およびメタンの温室効果ガス濃度データ(レベル2データ)や地球全体の温室効果ガス分布などに関する各データ(レベル3及びレベル4データ)を算出する処理)の大本となるデータです。

観測される干渉光パターンは、「いぶき」の軌道上でのわずかな振動や、センサや回路の部品が持つ微小な特性の影響を受けています。これらはスペクトル中のノイズになります。正確なスペクトルに変換するために、こうした微小なノイズを取り除く補正処理や、観測データの品質チェックを行うことも、レベル1処理の重要な役割です。

二酸化炭素濃度の1%の変化は、スペクトルに対して高々0.3%の変化にしかならないため、レベル1Bデータとして0.3%の輝度の相対精度を実現すべく、レベル1処理の精度向上を追求しています。

●レベル1処理の開発とファーストライト●

京都議定書の第一約束期間が2008年から始まることや、「いぶき」の強力なライバルである NASA の軌道上炭素観測衛星(OCO)の打ち上げが2008年に予定されていたこともあり、「いぶき」に対する期待はとても大きいものでした。

JAXA では、2005年3月に「いぶき」の開発を開始しましたが、「GOSAT を OCO よりも先に打ち上げる!」を合言葉に、打ち上げの目標が、2008年の8月となりました。実際の打ち上げは、2009年1月になりましたが、それでも過去に例のない短期間での衛星開発でした。(なお、OCO の打ち上げは、2009年2月に実施されましたが、フェアリング^(*)分離失敗のため、予定の軌道に投入することができませんでした。)

地上設備の開発も打ち上げに間に合わせる必要があります。当時 JAXA には、「いぶき」の地上設備の担当者は2名しかいませんでしたが、関係する技術者の協力を得ながら「いぶき」の運用に必要な地上設備の設計や開発に着手しました。ちなみに、関連する地上設備の多くは、2004年度に開発をスタートしました。

一方、搭載センサ(TANSO)の方も、少しでも良いものを打ち上げようと、ぎりぎりのスケジュールで開発を進めていました。このため、センサの開発グループでは、肝心のレベル1処理アルゴリズムの設計に必要な各センサや各回路の持つ微小な特性情報や設計情報などをなかなか整理することができませんでした。

このままでは、打ち上げまでにレベル1処理アルゴリズムが準備できない!

レベル1処理アルゴリズムの設計に必要な技術情報の準備は充分とは言えませんでした。2006年2月、センサの開発を担当していた NEC 内に設計チームを組織して頂き、業務をスタートしました。

センサの開発が進むにつれて、レベル1処理に組み込む補正処理の設計に必要な技術情報が徐々に集まってきたものの、完成に必要な情報が集まったのは、打ち上げのわずか4か月前、2008年9月のことでした。

短期間でのレベル1処理アルゴリズム開発を実現するため、まずは打ち上げ及び打ち上げ前の試験に最低限必要な範囲のアルゴリズムを設計チームに開発して頂き、なんとか2009年1月の打ち上げを迎えることが出来ました。

打ち上げ後の最初のイベントはファーストライト(初観測)のデータ処理です。2009年2月7日に FTS の短波長赤外スペクトルと CAI の画像データ、2009年3月12日に FTS の熱赤外スペクトルを取得し、ファーストライトを公開しました。データ処理や画像化は、技術者の協力を得ながらの運用室での長時間作業となりました。世界の研究者から "Beautiful spectral!" と賞賛されたときには、これから始まる「いぶき」の活躍にわくわくしました。

ファーストライトも無事成功し、衛星やセンサのチェックアウトの各項目の開始時期に間に合うように、何度もアルゴリズムを差し替えましたが、2009年4月23日によりやくレベル1データを NIES に伝送することが出来ました。今考えても非常に緊迫した毎日であったと思います。

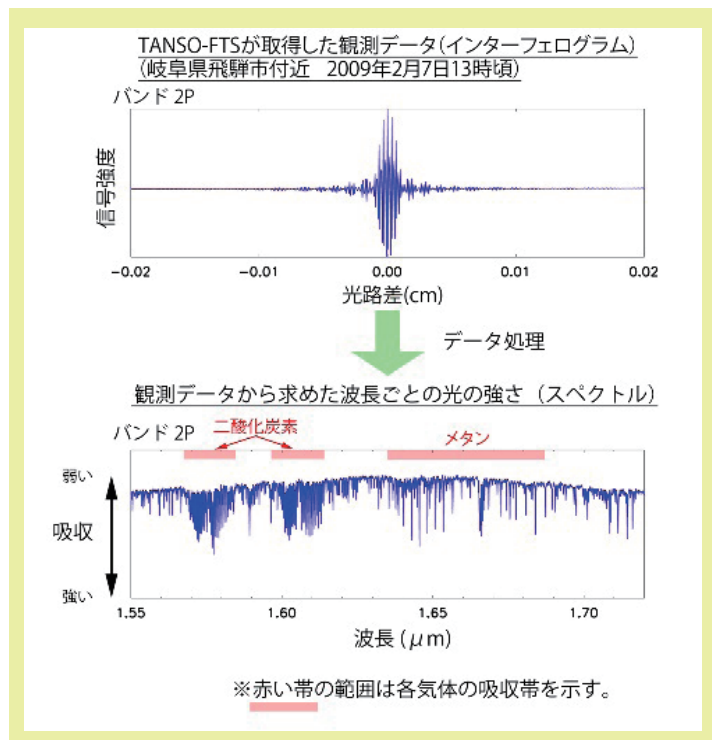


図1 レベル1処理のイメージ



写真1 ファーストライトのデータ処理・画像化に携わった技術者
(前列左から、今中誠さん、片岡文恵さん、樋口理子さん；後列左から、木幡賢二さん、見富恭さん、加藤智弘さん)

●レベル1 処理の打ち上げ後の改善●

こうして始まったレベル1 データの伝送ですが、NIESをはじめとする国内の研究者、NASA/JPLをはじめとする海外研究者に助言を頂きながら、データ品質を更に向上させるための校正・検証作業を協力して続けています。

校正においては、AIRS 等の他衛星観測データとのレベル1 データの比較により輝度スペクトルでの差異の分析を行います。検証においては、地上観測データとレベル2 データの比較により導出された二酸化炭素濃度の差異の傾向を分析します。その上でセンサ特性に起因する差異の原因を推定します。TANSO は「いぶき」とともに軌道上にあります

ので、推定した原因が正しいかは、設計図面や地上に残っているセンサのエンジニアリングモデルなどを元に検証をすすめます。原因の裏付けがとれると、観測データを補正するアルゴリズムを検討します。

このような作業は、地上設備の技術者だけではできませんので、センサ開発の技術者も含めたチームで検討を進めています。

こうした地道な作業の繰り返し、レベル1 データ精度の更なる向上を支えているのです。



写真2 レベル1 アルゴリズム開発及び精度向上に携わる技術者
(左奥から、近藤慎平さん、鈴木芳徳さん、山本佳史さん、長東芳彦さん；右手前から、吉田純さん、中村陽一さん；枠内左から河西由美さん、井口茂さん、井口守さん、宮原昌克さん、玉川崇人さん)

*1 ロケットの最先端に位置し、中に搭載される衛星などを、打上げ時の振動や熱等から保護する構造物。



ANNOUNCEMENT

第9回 IWGGMS 開催のご案内

第9回宇宙からの温室効果ガス観測に関する国際ワークショップ (IWGGMS: the 9th International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space) を開催いたします。

当ワークショップは、温室効果ガスの宇宙からの観測に関する最新の科学と技術を評価することを目的としています。GOSAT、AIRS、SCIAMACHY、TES、IASI などの既存ミッションならびに OCO-2、TanSat、GOSAT-2、CarbonSat、microCarb などの次世代ミッションに関する発表が予定されています。

参加は自由、無料です。詳細は下記サイトをご覧ください。

<https://www.w5ss.com/IWGGMS-9/>

- ◆日時: 2013年5月29日(水)午後～31日(金)
- ◆場所: 横浜シンポジア (<http://www.yokohama-cci.or.jp/symposia/>
横浜市中区山下町2番、産業貿易センタービル9階)
- ◆申込締切日程
 - ・発表申込期限: 日本時間3月31日(日)
 - ・参加申込期限: 日本時間5月7日(火)



PUBLISHED PAPERS

論文等発表情報

分野: アルゴリズム

掲載誌: Atmospheric Measurement Techniques
(Volume 6, pages 263-274, 2013)

題名: Water vapor isotopologue retrievals from high-resolution GOSAT shortwave infrared spectra

(和訳: GOSAT の高分解能 SWIR スペクトルによる水蒸気同位体の導出)

著者: C. Frankenberg, D. Wunch, G. Toon, C. Risi, R. Scheepmaker, J.-E. Lee, P. Wennberg, J. Worden

分野: アルゴリズム・検証

掲載誌: Applied Optics
(Volume 52, pages 1339-1350, 2013)

題名: Simultaneous retrieval of atmospheric CO₂ and light path modification from space-based spectroscopic observations of greenhouse gases: methodology and application to GOSAT measurements over TCCON sites

(和訳: 衛星による温室効果ガスの分光観測における二酸化炭素と光路長変動の同時推定法、および TCCON サイト周辺の GOSAT 観測への

適用結果)

著者: S. Oshchepkov, A. Bril, T. Yokota, Y. Yoshida, T. Blumenstock, N.M. Deutscher, S. Dohe, R. Macatangay, I. Morino, J. Notholt, M. Rettinger, C. Petri, M. Schneider, R. Sussman, O. Uchino, V. Velazco, D. Wunch, D. Belikov

分野: データ利用研究

掲載誌: Atmospheric Chemistry and Physics
(Volume 13, pages 1771-1780, 2013)

題名: A joint effort to deliver satellite retrieved atmospheric CO₂ concentrations for surface flux inversions: the ensemble median algorithm EMMA

(和訳: 衛星推定大気中二酸化炭素濃度による地表面フラックス推定に向けた協同成果: アンサンブル中央値法 EMMA)

著者: M. Reuter, H. Bösch, H. Bovensmann, A. Bril, M. Buchwitz, A. Butz, J.P. Burrows, C.W. O'Dell, S. Guerlet, O. Hasekamp, J. Heymann, N. Kikuchi, S. Oshchepkov, R. Parker, S. Pfeifer, O. Schneising, T. Yokota, Y. Yoshida

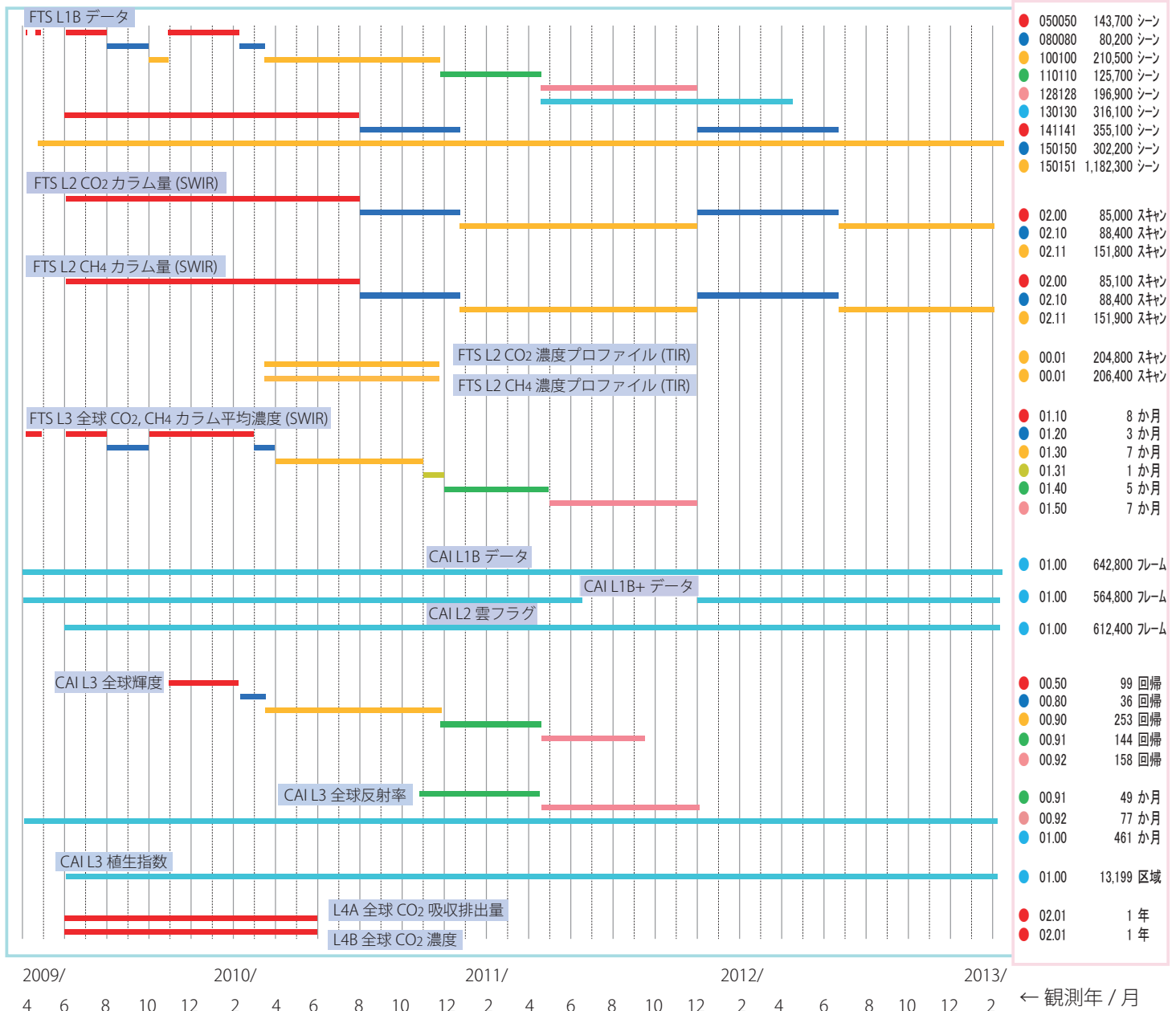
DATA PRODUCTS UPDATE

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

2013 年 2 月 15 日時点



2012 年 12 月～ 2013 年 2 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、L3 全球反射率、植生指数は V01.00、FTS L2 CO₂/CH₄ カラム量 (SWIR) は V02.11 で、引き続き処理し公開しています。

FTS L1B は V150.151 で全観測期間の過去分再処理が完了しました。

CAI L1B+ は V01.00 で引き続き過去分再処理を行っています。

2013 年 2 月 14 日時点での一般ユーザの登録数は、1389 名となっています。

国立環境研究所 GOSAT PROJECT NEWSLETTER ISSUE #26 MARCH 2013

2013 年 3 月号 発行日: 2013 年 3 月 1 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。