

国立環境研究所 GOSAT PROJECT NEWSLETTER

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/>

ISSUE # 12
2010 年 12 月号



国立環境研究所 地球環境研究センターは
20 周年を迎えました。

CONTENTS

NEWS

「いぶき」の FTS レベル 3 プロダクト公開のお知らせ
(温室効果ガスの全球カラム平均濃度) 01

報告:第 54 回 宇宙科学技術連合講演会に参加しました 03

SPECIAL FEATURE

「いぶき」が見た 2010 年 03

INTERVIEW

「いぶき」の PI インタビュー—リチャード・エンゲレン博士 05

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 07

CALENDAR

今後の予定 07

PUBLISHED PAPERS

論文発表情報 07

NEWS

「いぶき」の FTS レベル 3 プロダクト (温室効果ガスの全球カラム平均濃度) 公開のお知らせ

—林謙二 国環研 GOSAT プロジェクトオフィス

🍋🍋🍋 GOSAT プロジェクトは「いぶき」搭載の
温室効果ガス観測センサ (TANSO-FTS) で取得し
た SWIR¹ バンドのデータを基にした新たなプロダ
クトとして、2 つの FTS レベル 3 プロダクトの一
般ユーザーへの提供を 2010 年 11 月 30 日に開
始しました。提供を開始したプロダクトは次の通
りです。

- FTS SWIR レベル 3 全球 CO₂ カラム平均濃度 (SWIR)
- FTS SWIR レベル 3 全球 CH₄ カラム平均濃度 (SWIR)

上記のレベル 3 プロダクトには、レベル 2 プロ
ダクトの二酸化炭素 (CO₂) およびメタン (CH₄)

¹ SWIR とは、(Short Wavelength InfraRed [短波長赤外] の略) で、短波長赤外を測定している FTS のバンド 1、2、3 の総称です。

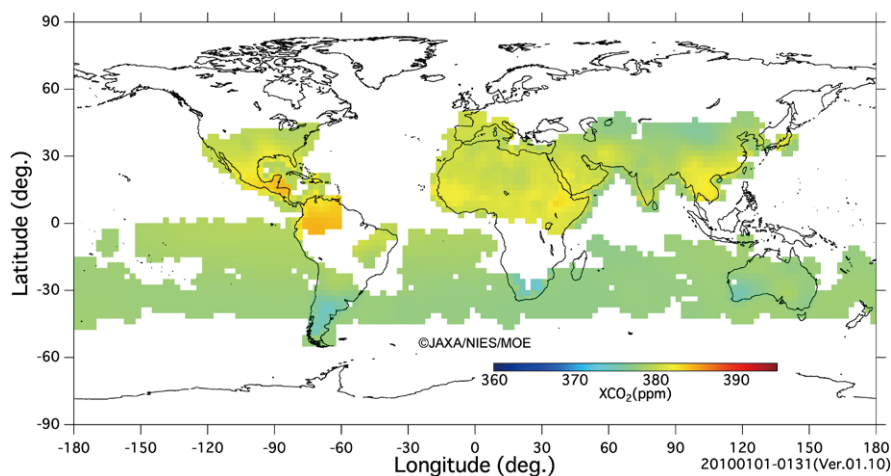


図 1 2010 年 1 月の全球 CO₂ カラム平均濃度 (FTS SWIR レベル 3)。

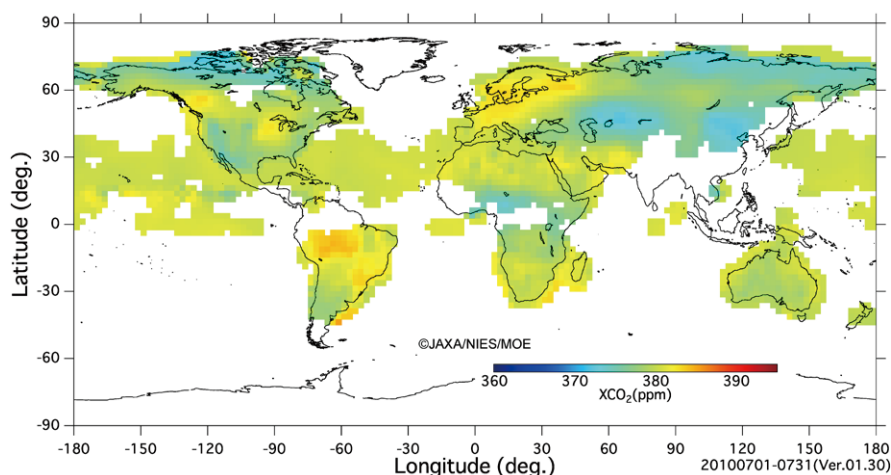


図 2 2010 年 7 月の全球 CO₂ カラム平均濃度 (FTS SWIR レベル 3)。



カラム平均濃度を基にして推定した1ヶ月平均の全球分布の値が格納されています。この推定の際には、全球を2.5度の緯度・経度の範囲に分割し、周囲の領域との濃度差がなめらかになるようにKriging法²を用いて、各領域の値を算出しています。ただし、近傍の500 km以内に観測データが存在しない領域はblank（図では白色）として扱っています。その他、各領域での観測点数や平均値などの統計量も一緒にプロダクトに格納されています。

FTS レベル3 プロダクトのバージョンは、FTS レベル2 プロダクトに合わせています。バージョン番号と観測年月の関係は次の通りです。

- Ver. 01.10 : 2009年4、6、7、10、11、12月、2010年1、2月
- Ver. 01.20 : 2009年8、9月、2010年3月
- Ver. 01.30 : 2010年4月~10月

図1～図4は、それぞれ2010年1月と2010年7月の全球CO₂カラム平均濃度(SWIR)と全球CH₄カラム平均濃度(SWIR)のレベル3の描画図です。

² **Kriging (クリギング) 法**とは数の限られた地点で観測されたデータから、観測が行われていない地点での値を偏りなく推定する方法。

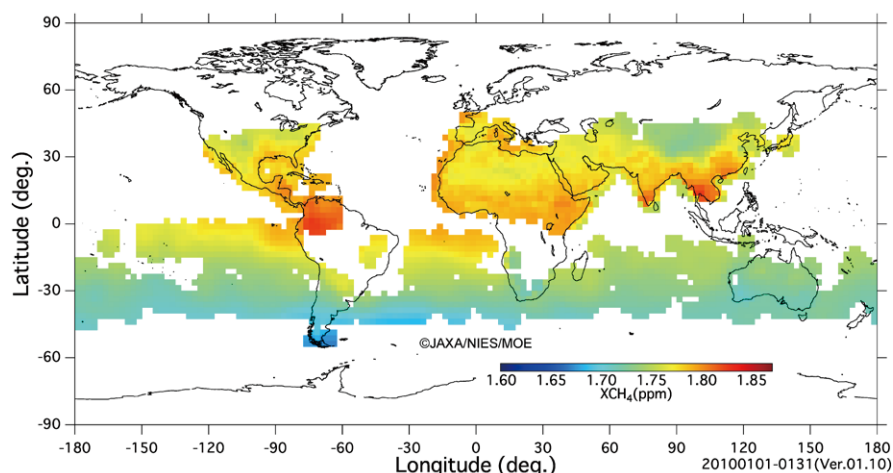


図3 2010年1月の全球CH₄カラム平均濃度(FTS SWIR レベル3)。

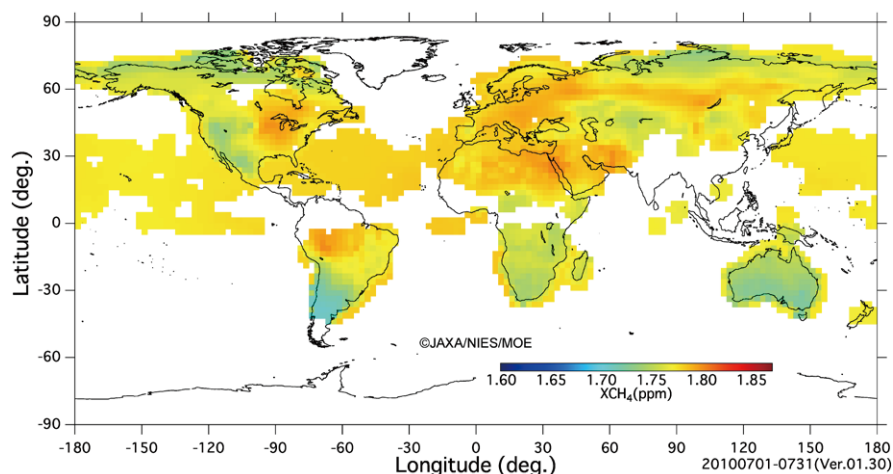
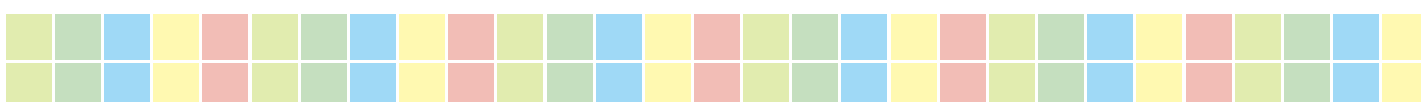


図4 2010年7月の全球CH₄カラム平均濃度(FTS SWIR レベル3)。

今後のFTS レベル3 プロダクトの公開は、1か月分のFTS レベル2 プロダクトが公開された後、数日以内に行う予定です。

FTS レベル3 プロダクトは、ウェブサイト「GOSAT User Interface Gateway (GUIG)」から検索・注文・ダウンロードすることができます。プロダクトをご利用になる際には、同じくGUIGにログイン後、トップメニュー「ドキュメント」下の「ATBD、プロダクトフォーマット説明書、プロダクト説明、検証結果」をクリックし、「FTS L3」下のプロダクト情報をご参照ください。🌍🌍🌍



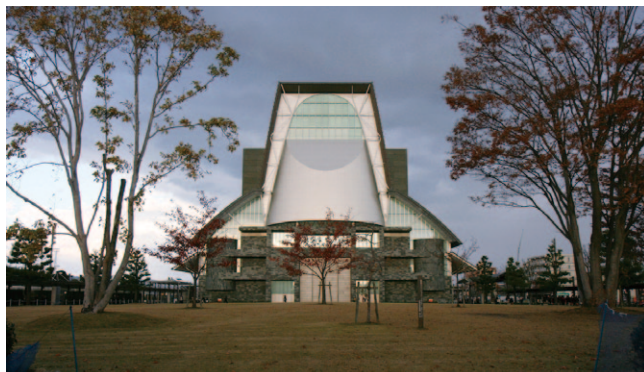
NEWS

報告：第 54 回宇宙科学技術連合講演会に参加しました

— 渡辺 宏 国環研 GOSAT プロジェクトオフィスマネージャ

🍎🍎🍎 11 月 17 日から 19 日の間、静岡県コンベンションセンター「グランシップ」で第 54 回宇宙科学技術連合講演会が開かれ、18 日午後に行われた GOSAT 関連セッションに参加しました。この『GOSAT「いぶき」による地球環境問題への貢献』と題されたセッションでは、リモート・センシング技術センター春山幸男利用推進部長他の司会で 8 件の講演と、GOSAT に関するパネルディスカッションが行われました。

海洋研究開発機構松野太郎特任上席研究員・河宮未知生グループリーダー、東京大学中島映至教授、宇宙航空研究開発機構森山隆フェロー・中島正勝 GOSAT ミッションマネージャ・塩見慶開発員、総合地球環境学研究所井上元教授と私の計 8 名によって、地球温暖化問題と GOSAT の関係、今後の GOSAT の展開と言ったハイレベルなものから、GOSAT データの詳細と言った具体的な話まで、幅広い演題の講演が行われました。私は「GOSAT 高次処理データの現状」というタイトルで国立環境研究所が処理、作成し、公開している GOSAT の高次プロダクトについて、例を示しつつ解説しました。



静岡県コンベンションセンター「グランシップ」にて。

また、パネルディスカッションでは、GOSAT プロダクトの精度に関する問題、リトリバルされるデータの量が少なく位置が偏っている問題、気候モデルへの適用の進捗状況、GOSAT データの国内での利用・国際貢献・国際協力、GOSAT 後継機への期待など、幅広い議論が展開されました。パネルディスカッションでの議論には、講演者だけでなく、会場から国環研の横田リーダー他も加わって活発なものとなりました。

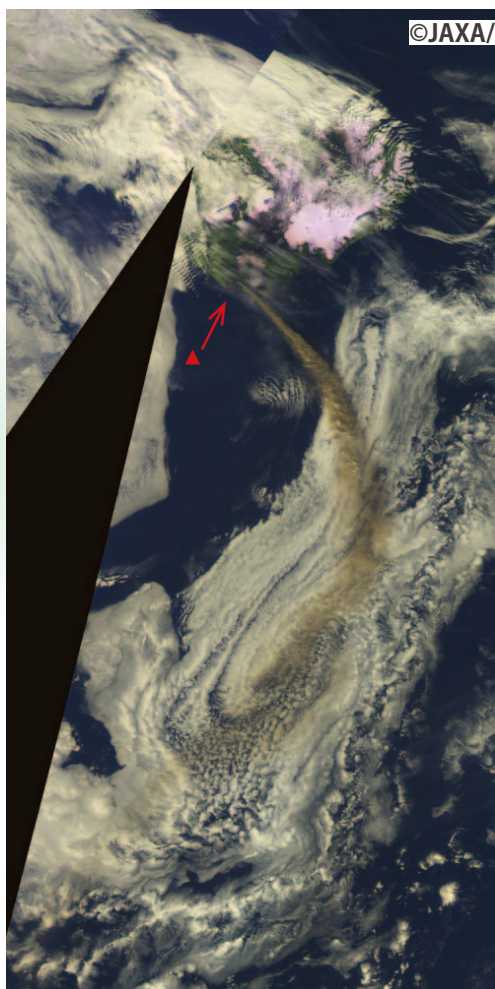


SPECIAL FEATURE

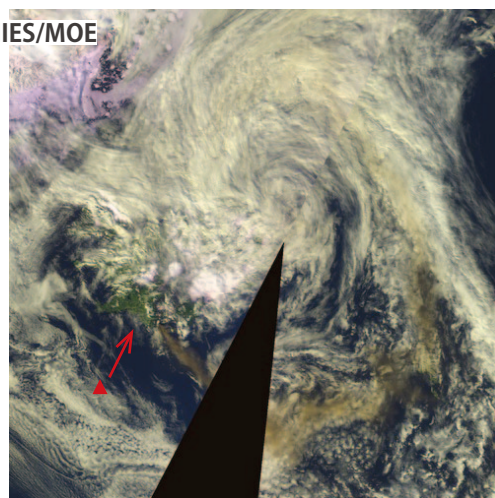
「いぶき」がみた 2010 年

— 菊地信行
国環研 GOSAT プロジェクトオフィス
高度技能専門員

2010 年の 1 年間で「いぶき」が観測した地球の様子を 2 回にわたって紹介します。今月は「いぶき」の雲・エアロソルセンサ (TANSO-CAI) が捉えた自然現象をお伝えします。2 回目は温室効果ガス観測センサ (TANSO-FTS) が観測した、地球の温室効果ガス濃度についてをお伝えする予定です。

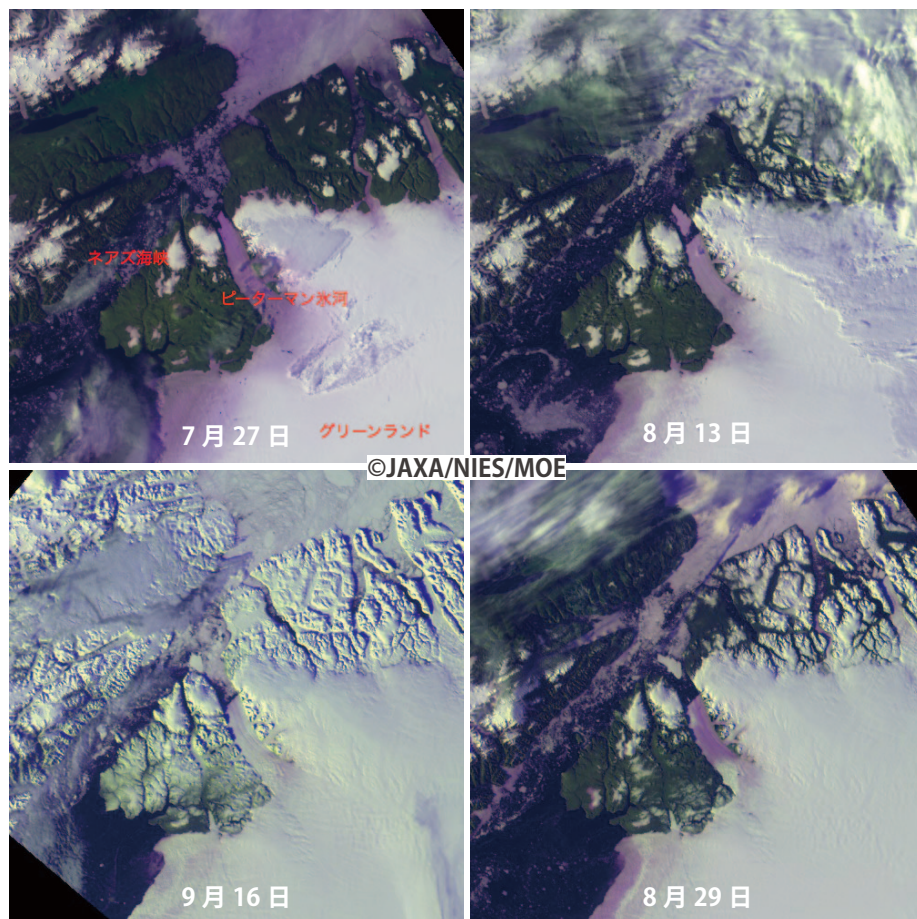


赤色の矢印が火山の位置を表しています。



アイスランド火山噴火

4 月 14 日のアイスランドのエイヤフィヤトラヨークトル氷河の火山の噴火はヨーロッパ全体の空港の閉鎖など、人間活動に大きな影響を及ぼしました。GOSAT プロジェクトでは英国政府の要請に応じ、「いぶき」の画像データの提供を行いました。この火山は 5 月に入っても活発な噴火を続けていましたが、風向きの関係で大西洋に噴煙が流れたため、空港の閉鎖などはスペインなど一部の地域に留まりました。5 月 8 日 (左) の噴煙 (茶色) は長くカーブを描いています。5 月 13 日 (右) の噴煙は低気圧に吸い込まれて、渦を描いています。



グリーンランド 氷山の漂流

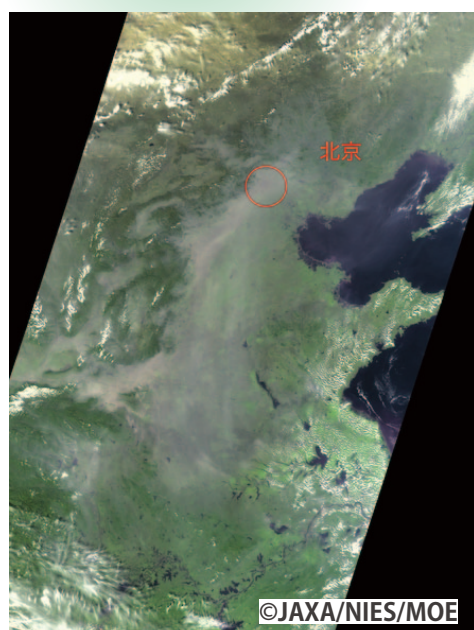
2010年の夏、グリーンランドで巨大な氷山が漂流を始めたとのニュースがありました。その漂流の様子をいぶきの画像データで調べてみました。

7月27日（左上）は氷山が漂流を始める前のものです。8月13日（右上）にはピーターマン氷河が割れて漂流を始めた様子がわかります。8月29日（右下）にはネアズ海峡 (Nares Strait) まで移動し、9月16日（左下）には碎けて半分ぐらいに小さくなっていました。

「いぶき」がみた
2010年

中国のスモッグ

10月9日、華北平原一帯をスモッグが覆っており、北は北京、西は黄河に沿って内陸に広がっています。いつもこんなに霞んでいるわけではなく、大気の安定した日が一週間続いたためスモッグが留まっています。



桜島の噴火

今年は日本の桜島の噴火活動が盛んです。「いぶき」は3月17日の桜島の噴火の様子を捉えていました（右は桜島の拡大画像）。



赤色の矢印が火山の位置を表しています。

GOSAT INTERVIEW

連載：「いぶき」のPIインタビュー

No.5

DR. RICHARD ENGELEN

(リチャード・エンゲレン)博士

ヨーロッパ中期予報センター 研究員

🌱🌱🌱 GOSAT プロジェクトでは「いぶき」のデータ利用促進を行い、世界中の科学者による成果を取り入れるために研究公募 (Research Announcement, RA) を実施しています。今年は第3回研究公募を行い、現在プロジェクトでは研究提案の審査を行っています。

さて、今月号では第1回研究公募で採択された課題の研究代表者 (Principal Investigator) のひとり、ヨーロッパ中期予報センターのリチャード・エンゲレン博士をご紹介します。

エンゲレン博士は、「二酸化炭素とメタン吸収・放出量推定の精度向上を目的とした GOSAT データとその他温室効果ガス観測結果の 4D-Var Data Assimilation (四次元データ同化) システムへの利用」という課題で研究されています。

(インタビュー & 写真：国立環境研究所 GOSAT プロジェクト横田達也。2010年9月7日、英国・オックスフォードにて。)



Y: エンゲレン博士は European Centre for Medium Weather Forecasts

(ヨーロッパ中期予報センター、ECMWF) に所属されていて、衛星データの 4D-Var Data Assimilation (四次元データ同化)¹ に取り組まれています。GOSAT の他に、AIRS² や IASI³ といった衛星データの同化にも取り組んでいらっしゃいます。データ同化に興味をお持ちになったいきさつをまずお聞かせください。

E: 私はオランダのユトレヒト大学で、気象学と海洋物理学を専攻し、大気化学についても少し学びました。大気科学の修士号を取り、博士号も同じ学科で取りました。博士論文は衛星データの熱赤外域を使ったオゾン (O₃) の計測についてでした。当時、私は TOVS⁴ というセンサーのデータを使っていたのですが、そのデー

タ解析の新しいアルゴリズムを開発しました。

それから、1996年に渡米しコロラド州立大学へと移りました。初めはポスドクとして行ったのですが、リサーチアソシエイトとなりしばらくとどまりました。そこでグレイム・スティーブンス教授⁵ とともに研究を行うことになり、水蒸気や雲についてなど、リモートセンシングに関するあらゆる研究を行いました。そうこうしているうちに、衛星での二酸化炭素 (CO₂) 観測に取り組むようになったのが 2000 年から 2001 年のことでした。

2002 年には ECMWF に移り、そこでは COCO⁶ という小さなプロジェクトに携わるようになりました。私たちは CO₂ に注目し、その地表での吸収・排出量を衛星データを使って推定する方法を検討しました。そして、COCO の次には GEMS⁷ プロジェクトを始めました。これはトニー・ホリングスワース博士によって立ち上げられたものです。ホリングスワース博士は、3 年前に亡くなられたのですが、GEMS と MACC (後述) プロジェクトの立役者だった方です。

GEMS では温室効果ガスだけではなく、エアロゾルや反応性ガスをデータ同化を用いて気象モデルの専門家とともに調査してい

1 **4D-Var Data Assimilation (四次元データ同化)** とは、実際の観測データを用いて、モデルのシミュレーションに束縛条件を追加する方法です。四次元データ同化では、特定の時間枠内で行われた複数の観測データを用いて、モデルシミュレーションの結果がエラー統計の推定範囲内に収まるように初期条件を調節します。

2 **Atmospheric InfraRed Sounder (大気赤外サウンダ、AIRS、えあーず)** は高解像度スペクトル分光計で、大気の大気と湿度、そして地表と海面の温度を測定しています。2002 年の 5 月に打ち上げられた Aqua 衛星に搭載され、現在も運用が続けています。気候の研究や気象予報に役立てられる事を目的に設計されました。

3 **Infrared Atmospheric Sounding Interferometer (IASI、いあい)** はヨーロッパの一連の気象衛星 MetOp に搭載されているセンサーの一つです。IASI は地球の表面から放射される赤外線を測定し、対流圏と下部成層圏の湿度と温度分布、そして気候モニタリングや、地球変動、大気化学において重要な役割を果たしている化学成分のデータを取得しています。初代モデルは METOP-A 衛星に搭載され、2006 年 10 月に打ち上げられました。

4 **TIROS Operational Vertical Sounder (タイロス実用大気鉛直分布サウンダ、TOVS、とぶず)** は、National Oceanic and Atmospheric Administration (アメリカ海洋大気局、NOAA) の一連の極軌道衛星に搭載されています。TOVS は High Resolution Infrared Radiation Sounder (高分解能赤外放射サウンダ、HIRS)、the Microwave Sounding Unit (マイクロ波測器、MSU) the Stratospheric Sounding Unit (成層圏探測装置、SSU) の 3 つのセンサーから構成されています。各センサーは地球からの放射を測定し、地球大気中の O₃ 総量を推定します。

5 **Graeme Stephens (グレイム・スティーブンス) 教授** は現在、コロラド州立大学の Distinguished Professor (特別名誉教授) で、同大学の Cooperative Institute for Research in the Atmosphere (大気科学共同研究所) に所属されています。

6 **COCO (ここ)** は欧州連合の助成プロジェクトで、衛星ミッションの観測を用いて、大気中の CO₂ レベルをモニターすることが目的でした。
(<http://www.bgc-jena.mpg.de/bgc-systems/projects/Coco/index.html>)

7 **Global and regional Earth-system (Atmosphere) Monitoring using Satellite and in-situ data (衛星と現場データを用いた衛星からの地球規模及び地域の地球システムの観測、GEMS)** は欧州連合の助成プロジェクトで、気候、大気質、そして紫外線などに影響を及ぼす大気微量成分のヨーロッパに重点を置いた包括的なモニタリングと予報システムを開発していました。

ました。それから、GEMS は MACC⁸ プロジェクトへと移行しました。二つのプロジェクトは共に、欧州規模で実施された大プロジェクトです。MACC は現在では 45 ものパートナーと一緒に、様々な種類の観測データを取得して、ECMWF の全球データ同化システムに利用しています。私は中でも温室効果ガスのデータ同化を担当しています。

Y: 地球全体の様子を調査しているのでしょうか。それとも特定の地域でしょうか。

E: 地球全体ですが、特にヨーロッパにフォーカスしています。

Y: データ同化に興味深いことはなんですか。

E: 衛星データを使うことで既存の O₃、雲、温室効果ガスのデータ同化がよくなるのかどうか知りたいと思ってきました。衛星から得られるのは情報の山です。それをうまく使うのは簡単なことではありません。

Y: GOSAT の研究公募に採択された研究代表者 (PI) として、現在の GOSAT データをどのようにお考えでしょうか。

E: 順調によくなっていると思います。当初は、良い結果がすぐに出ると誰もが楽観視しすぎていたと思います。新しい測定方法を使って研究を進めていくには、時間も手間もかかるものです。今もまだそういう段階ですね。完璧な状態ではないですが、確かな方向へ向かっています。そこが肝心です。

Y: GOSAT データの熱赤外スペクトルも利用しているとお聞きしましたが CO₂ とメタン (CH₄) の濃度の方はどうですか。

E: 校正の問題でまだ熱赤外スペクトルは使っていません。なので、今待機中です。AIRS と IASI での経験もありますし、GOSAT データを使うのもそう難しい事ではないでしょう。

Y: IASI データを主に使っているのですか。

E: CO₂ を調べるために主に使っている衛星センサーは AIRS と IASI です。CH₄ は SCIAMACHY⁹ を使っています。もう一つ最近検討し始めたのは、地上観測データも衛星データと共に私たちのシステムに使えるか、ということです。

Y: どのような地上観測データですか。

E: 今のところは、IMECC¹⁰ プロジェクトから入手できるヨーロッパの観測所で取得した CO₂ の連続観測データを使っています。なるべく多種多様なデータプロダクトを同化したいと考えています。

Y: 来年の欧州地球物理学連合大会には参加されますか。そのころまでには、GOSAT の熱赤外データをご利用になれるようにしたいと思います。

E: うまくいくといいです。そうすれば IASI と AIRS のデータと比べることができますから。

Y: もう一つの課題は、GOSAT データを使ってデータ同化を行うか、それともバイアスの情報を明らかにすることに使うかということだと思います。これは MACC プロジェクトのテーマのひとつでしょうか。

E: はい。GOSAT の CO₂ と CH₄ (濃度の) の導出データプロダクトが私たちのデータ同化を向上させる段階に達していれば AIRS と IASI と一緒にデータ同化させたいと思います。ただし、今のところはモニターして、私たちの気象モデルと比較して品質はよいか、バイアスはないか、を評価します。その後、同化します。GOSAT データを私たちのシステムにも加えられることを楽しみにしています。

Y: 今後は OCO-2¹¹ や CarbonSat¹² などの他の衛星データも利用していくのでしょうか。

E: はい。GOSAT と同様に、導出されたプロダクトをみていきます。既存のデータと比較して、追加の情報があれば、それらを同化していきます。

Y: 最後に GOSAT に対するご期待などあれば、お聞かせ下さい。

E: 来年が再来年には他の衛星センサーのデータと共に GOSAT データの同化を始めたいと思います。そうすれば、私たちのプロダクトの質も向上するはずで、MACC では、まずは最初のステップとして大気の前データ同化を行って、次のステップとしては吸収・排出量を調べます。吸収・排出量の推定も向上させたいと思っています。

Y: なるほど、そうですね。今日はお時間ありがとうございました。



⁸ **Monitoring Atmospheric Composition and Climate (大気組成と気候のモニタリング, MACC)** は GEMS で開発されたシステムの運用と改良を引き続き行うプロジェクトです。MACC では大気組成に関する過去数年のデータレコードや、主な大気成分の現状のモニタリングと数日後の分布予報のデータを提供しています。MACC は大気モデルと地球観測データを合成し、ヨーロッパの大気質、地球規模の大気成分、気候、そして紫外線や太陽エネルギーに関する情報サービスを提供しています。

⁹ **Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Chartography (SCIAMACHY, すきあまき)** は大気や地表面からの後方散乱光、反射光、透過光や射出光を観測する受動型分光計です。この機器は 2002 年 3 月 1 日に打上げられた European Space Agency (欧州宇宙機関, ESA) の ENVISAT 衛星に搭載されています。

¹⁰ **Infrastructure for Measurements of the European Carbon Cycle (IMECC)** は、ヨーロッパでの炭素収支の特性を明らかにするために、一元化された、校正済データセットを入手しやすい状態にしておく基盤を構築することを目的としたプロジェクトです。

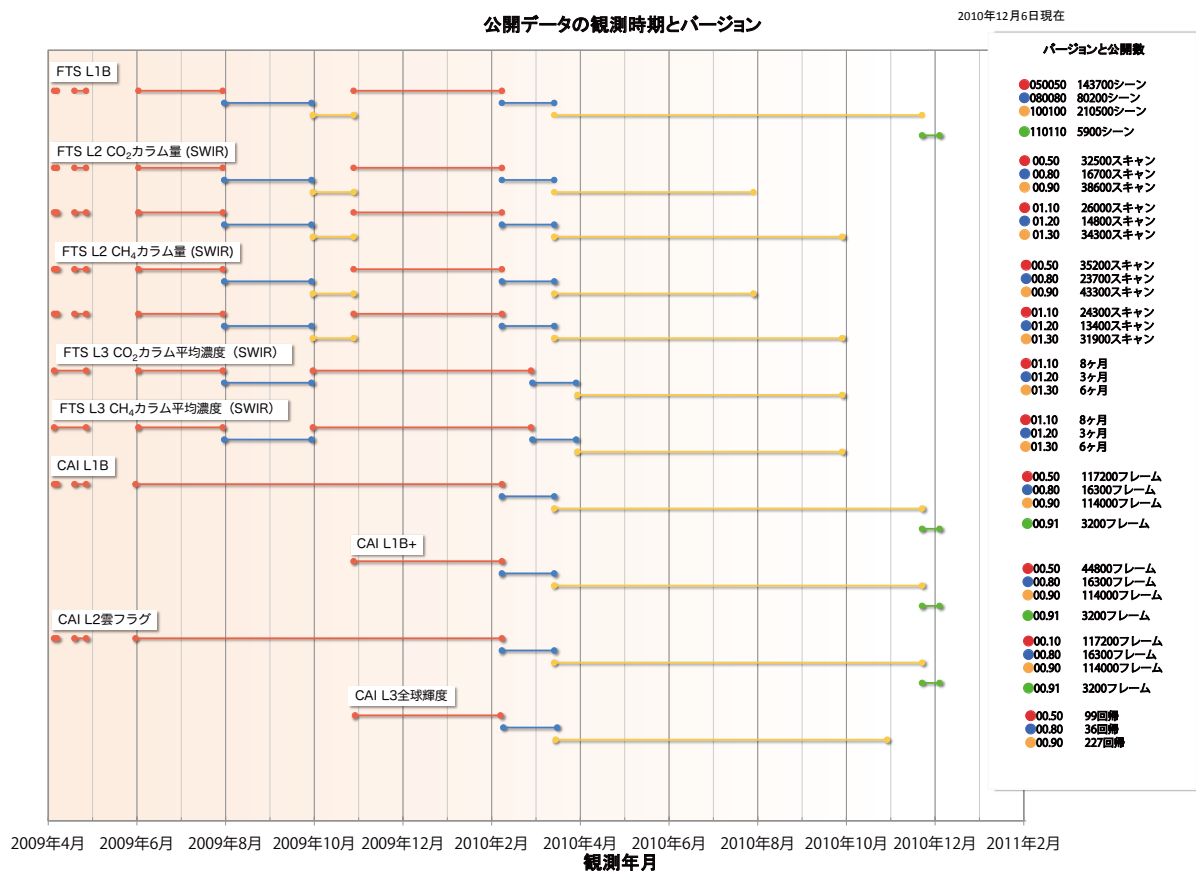
¹¹ **Orbiting Carbon Observatory 2 (炭素観測衛星 2, OCO-2, おーしーおーつー)** は、大気中の CO₂ を地球規模で宇宙から観測することを目的とした衛星で、OCO の代替機です。NASA によって開発されており、2013 年の 2 月に打ち上げが予定されています。

¹² **Carbon Monitoring Satellite (炭素モニタリング衛星, CarbonSat, かーぼんざつと)** は、ドイツ・ブレーメン大学により計画されている衛星です。ESA の Earth Explorer Opportunity Missions と呼ばれる一連の地球探査プロジェクトの一つとして採択され、2018 年に打ち上げが予定されています。地球規模での CO₂ と CH₄ 濃度の測定が目的で、GOSAT と SCIAMACHY の後の温室効果ガス観測の担い手として期待されています。

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

- 河添 史絵 国環研 GOSAT プロジェクトオフィス 高度技能専門員



🍏🍏🍏 2010年11月から12月にかけてのデータ処理状況をお知らせします。

11月24日に FTS L1B をバージョンアップしました。FTS L1B の主な変更点は、TIR 処理の高精度化、ディレイミスマッチの影響補正、飽和判定方法の追加です。それに伴い、他のプロダクトもバージョンアップされています。FTS SWIR L2 は、放射伝達計算プログラムの軽微な不具合修正をしています。CAI に関しては、バージョン番号の変更のみで内容の変更はありません。各プロダクトのバージョン番号は、「公開データの観測時期とバージョン」をご確認ください。また、FTS L3 全球 CO₂ CH₄ カラム平均濃度 (SWIR) を 11 月 30 日に公開しました。GOSAT User Interface Gateway のギャラリー (<http://data.gosat.nies.go.jp/>) より分布図を参照できますので、是非ご覧ください。

2010年12月6日時点での一般ユーザの登録数は930名です。



PUBLISHED PAPERS 論文発表情報

分野: データ処理アルゴリズム

掲載誌: Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer (Volume 112, Issue 3, February 2011, pages 531-539)

題名: Measurements of self-broadening and self-induced pressure-shift parameters of the methane spectral lines in the 5556-6166 cm⁻¹ range

(和訳: 5556-6166 cm⁻¹ 領域におけるメタンスペクトル線の自己広がり及圧力波数シフトの測定)

著者: O.M. Lyulin, V.I. Perevalov, I. Morino, T. Yokota, R. Kumazawa, T. Watanabe

CALENDAR

今後の予定

2011/01/31

第3回 GOSAT 研究公募選
定結果の通知。

