

日本の人工衛星 GOSAT による二酸化炭素の鉛直濃度分布の観測



齋藤 尚子 Saitoh Naoko

環境リモートセンシング研究センター准教授

専門分野：大気科学、大気リモートセンシング

平成15年、奈良女子大学大学院人間文化研究科博士後期課程複合領域科学専攻修了（博士（理学））、平成15年～17年、独立行政法人国立環境研究所（現 国立研究開発法人国立環境研究所）NIESポスドクフェロー、平成17年～18年、東京大学気候システム研究センター（現 東京大学大気海洋研究所）産学官連携研究員、平成18年～21年9月、東京大学気候システム研究センター（現 東京大学大気海洋研究所）特任助教、平成21年10月～30年2月、千葉大学環境リモートセンシング研究センター助教、平成30年3月より現職。

—— どのような研究内容か？

温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite、愛称「いぶき」）は、2009年に日本が世界に先駆けて打ち上げに成功した、温室効果気体観測に特化した世界初の人工衛星です。GOSATに搭載されている温室効果ガス観測センサー TANSO-FTS（Thermal and Near Infrared Sensor for Carbon Observation-Fourier Transform Spectrometer）の熱赤外波長帯では、二酸化炭素（ CO_2 ）やメタン（ CH_4 ）などの温室効果気体が地球表面から放射される赤外線を吸収し、さらにその温度に応じて赤外線の再放射を起こすことを利用して、二酸化炭素やメタンの濃度を観測します（図1）。大気分子による赤外線の吸収の強さは波長によって異なるため、センサーで観測される様々な波長の赤外線には、様々な高度の大気からの放射が含まれています。我々のグループでは、地表面や各高度の大気の情報以外に種々の未知の観測誤差も含まれる人工衛星のスペクトルデータ（様々な波長の電磁波の強度を表すデータ）から、特定の大気分子の鉛直濃度分布を導出する手法（リトリバーアルゴリズム）の開発を行っています。

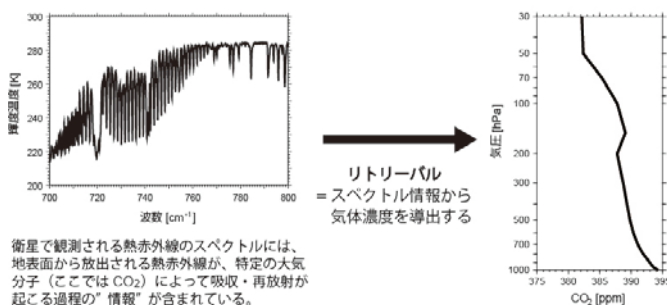


図1 熱赤外波長帯スペクトル（左）と導出される二酸化炭素の鉛直濃度分布の例（右）。

さらに、開発したリトリバーアルゴリズムで導出された二酸化炭素やメタンの濃度データの確度・精度を、他の信頼性の高い航空機観測や地上観測の濃度データと比較することで検証する研究も行っています。GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外波長帯のスペクトルデータから導出した上空（高度10 km前後）の二酸化炭素濃度を、日本航空（JAL）の航空機に搭載された機器で観測された二酸化炭素濃度と比較した結果、北半球では概ね0.5%以内、南半球では概ね0.1%以内で両者が一致していることがわかりました（図2）。しかしながら、北半球の春季及び夏季では衛星の二酸化炭素濃度が低くなっており（負のバイアスが存在）、このことによって衛星が二酸化炭素濃度の季節変動の振幅を過小評価している可能性があることもわかりました。このため、各空港上空で JAL 航空機の離発着時に観測された二酸化炭素の鉛直濃度分布データとの比較をもとに、GOSAT/TANSO-FTSの二酸化炭素濃度の季節別・緯度帯別・高度別の濃度バイアス補正値を評価し、結果を公表しています。

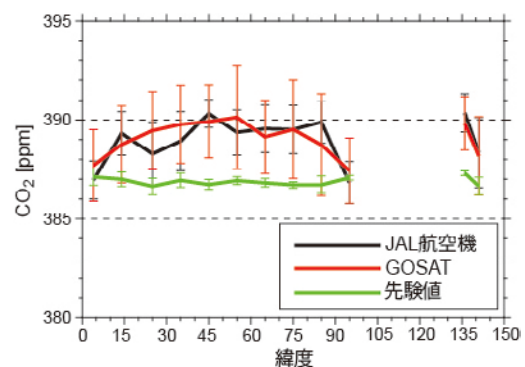


図2 日本～ヨーロッパ便の上空（高度10 km前後）の二酸化炭素濃度の比較結果。GOSAT/TANSO-FTS衛星データ（赤線）と JAL 航空機データ（黒線）がよい一致を示していることがわかる。

—— 何の役に立つ研究なのか？

二酸化炭素やメタンに代表される温室効果気体による地球温暖化は人類共通の地球環境問題であり、京都議定書やパリ協定といった国際的な枠組みで温室効果気体排出削減の目標を定めています。排出削減の効果を検証するためには、温室効果気体の濃度を全球で長期間、モニタリングする必要があります。GOSATのような人工衛星による地球観測は、広範囲・長期間の連続観測ができることが大きな利点です。本研究を通して、地球大気中の二酸化炭素やメタンの濃度の地表面から大気上端までの詳細な全球三次元分布やその変動を明らかにすることができると期待しています。

—— 今後の計画は？

開発したアルゴリズムをさらに改良し、GOSAT/TANSO-FTSの二酸化炭素やメタンの鉛直濃度分布データの確度・精度を向上させるとともに、得られた濃度データを詳細に解析して、温室効果気体の発生源や吸収源と大気中の濃度との関係を明らかにしていきたいと思っています。また、2018年度中にはGOSATの後継機であるGOSAT-2の打ち上げが計画されています。GOSATで得られた知見を大いに活用し、GOSAT-2でも確度・精度の高い温室効果気体観測を目指していきたいと思っています。

—— 関連ウェブサイトへのリンクURL

▶ <http://www.cr.chiba-u.jp/~saitohlab/>

—— 成果を客観的に示す論文や新聞等での掲載の紹介

Bias assessment of lower and middle tropospheric CO₂ concentrations of GOSAT/TANSO-FTS TIR Version 1 product, Naoko Saitoh, Shuhei Kimoto, Ryo Sugimura, Ryoichi Imasu, Kei Shiomi, Akihiko Kuze, Yosuke Niwa, Toshinobu Machida, Yousuke Sawa, and Hidekazu Matsueda, Atmos. Meas. Tech., vol. 10, 3877–3892, doi:10.5194/amt-10-3877-2017, 2017.

Algorithm update of GOSAT/TANSO-FTS TIR CO₂ product (Version 1) and validation of the UTLS CO₂ data using CONTRAIL measurements, Naoko Saitoh, Shuhei Kimoto, Ryo Sugimura, Ryoichi Imasu, Shuji Kawakami, Kei Shiomi, Akihiko Kuze, Toshinobu Machida, Yousuke Sawa, and Hidekazu Matsueda, Atmos. Meas. Tech., vol. 9, 2119–2134, doi:10.5194/amt-9-2119-2016, 2016.

—— この研究の「強み」は？

GOSATのような人工衛星で観測された熱赤外波長スペクトルデータには、大気中の様々な気体分子の濃度情報が含まれています。本研究で開発したリトリーバルアルゴリズムを応用すれば、二酸化炭素やメタン以外の気体分子（水蒸気やオ

ゾンなど）の濃度を導出することもでき、様々な大気科学の研究に活用できます。

—— 学生や若手研究者へのメッセージ

学生のうちは失敗や回り道を恐れず、興味のあることをとことん「掘り下げて」欲しいと思います。

—— その他

温室効果ガス観測技術衛星GOSATおよび後継機GOSAT-2は、環境省/国立環境研究所/宇宙航空研究開発機構による共同プロジェクトです。JAL航空機による大気観測であるCONTRAILプロジェクトは、気象研究所、国立環境研究所、および日本航空・JAL財団・JAMCOの協力のもとに実施されています。