

衛星による温室効果ガスの観測とその利用

温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）シリーズの成果と今後の展望

○松永 恒雄・横田 達也（国立環境研究所）

Measurement of Greenhouse Gases from Satellites and Its Application Achievements and Future of Greenhouse Gases Observing Satellite Series (GOSAT)

* T. Matsunaga and T. Yokota (National Institute for Environmental Studies)

Abstract— Measurement of greenhouse gases from satellites and its application will be introduced with a focus on Japanese Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT) Series. Special emphasis will be placed on its early ideas, technology development, satellite operation and validation, progress of scientific research, efforts toward application in climate change policies, and international collaboration and competition.

Index terms— Greenhouse gases, satellite, policy making

1. 推薦対象および推薦理由の概要

コトづくり至宝発掘事業における「至宝」として「衛星による温室効果ガスの観測」を推薦する。その中心となる事業は環境省、宇宙航空研究開発機構（JAXA）及び国立環境研究所（NIES）の共同プロジェクトとして進められている「温室効果ガス観測技術衛星（以下、GOSATという。）プロジェクト」と「温室効果ガス観測技術衛星2号（以下、GOSAT-2という。）プロジェクト」である（図1）。

2009年に打上げられたGOSATは世界初の温室効果ガス観測専用衛星であり、同衛星の成功を受けて世界各国及び民間企業が衛星による温室効果ガス観測に取り組みだした。またGOSAT-2は気候変動に関する国際的な合意であるパリ協定への貢献も期待される後継機で2018年10月29日に打上げ予定である。

「衛星による温室効果ガスの観測」では

- ・衛星による温室効果ガス観測技術の実証

【先進的技術開発】

- ・地球温暖化に係る国際的枠組みにおける衛星による温室効果ガス観測技術の活用

【開発された技術の国際的な社会実装】

を成し遂げており、コトづくり至宝発掘事業における「至宝」にふさわしいものであると考えられる。

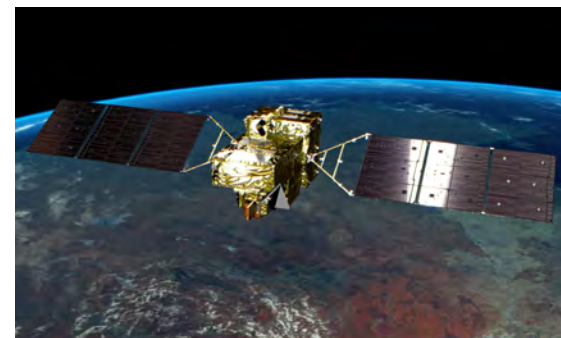


図1 (上) GOSATと (下) GOSAT-2 (©JAXA)

2. 推薦対象の定義および構成要素

推薦対象を「衛星による温室効果ガス濃度観測を、各国の温室効果ガス排出量報告の検証に活用するための活動」と定義する。本活動は以下の4つの要素から構成される。

A) GOSAT プロジェクト(2004～)

世界初の温室効果ガス観測専用衛星である。地表面で反射された太陽光の短波長赤外域の高波長分解能観測技術及び得られたデータから温室効果ガス濃度を推定する技術を実証した。さらに人為起源温室効果ガス排出量評価等における衛星データの有用性も示した（図2）¹⁾。

B) GOSAT-2 プロジェクト(2013～)

GOSATプロジェクトを引き継ぎ15年以上の観測データの蓄積を目指すとともに、2013年に発表さ

れた「攻めの地球温暖化外交戦略」²⁾にも盛り込まれ、地球温暖化問題における衛星による温室効果ガス観測技術の活用（社会実装）の道筋をつけた。

C) 衛星による温室効果ガス観測技術の確立・普及に向けた国際協力(2008～)

GOSAT, GOSAT-2 データの無償公開に加えて、研究公募制度に基づく20カ国以上、120件以上の共同研究契約締結、米国・欧州・フランス・ドイツの宇宙機関との協定締結、検証用地上データの他国との交換、国際会議の定期的開催等により衛星による温室効果ガス観測技術の確立・普及を推進した。

D) 衛星による温室効果ガス観測技術の国際的な社会実装に向けた活動(2012～)

国連や気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の活動への参加や発展途上国向けキャパシティビルディング活動により、衛星による温室効果ガス技術の社会実装を推進した。

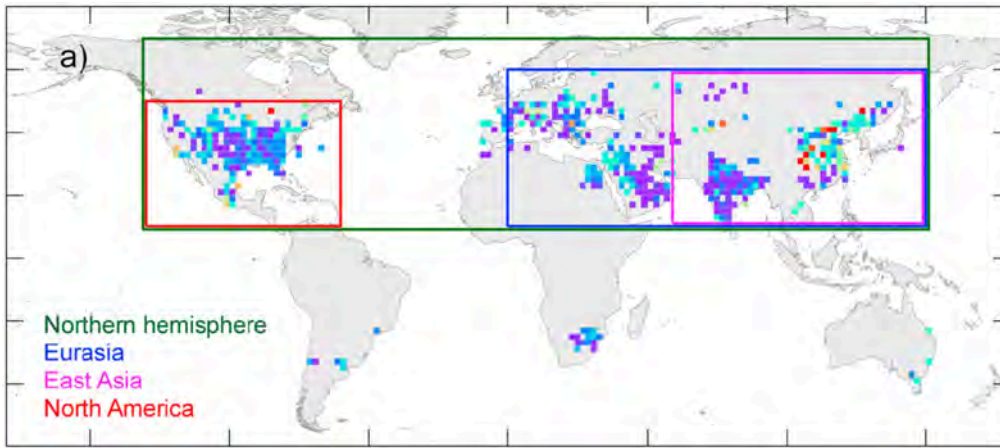


図2 GOSAT データより作成された人為起源二酸化炭素濃度分布図¹⁾。青＝低濃度、赤＝高濃度。

3. 当該コトづくりの背景

IPCC 第 5 次評価報告書³⁾に「気候システムの温暖化には疑う余地がなく」「(人為起源温室効果ガス排出の) 効果は、他の人為的要因と併せ、気候システム全体にわたって検出されており、20 世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な原因であった可能性が極めて高い。」とある通り、顕在化しつつある地球温暖化の主要因は人為起源温室効果ガスと考えられている。

このような背景の下、2015 年の国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会合にて採択された「パリ協定」では、「産業革命前からの地球平均気温上昇を 2℃よりも十分低く抑えること」を主目的に各国に温室効果ガスの排出削減とその報告を求めている。さらに透明性のある手法による各国の報告の検証が望まれている。

4. 達成された内容および生じた状態変化

当該コトづくりにより、パリ協定に基づき各国が国連に報告する温室効果ガス排出量を、衛星を用いて検証する機運が高まった。さらに 2019 年の IPCC 総会では「各国の温室効果ガス排出量の算定方法の改良に関する報告書」が議論されるが、その執筆にプロジェクトメンバーを参加させる等、当該コトづくりの成果を国際的に活かすための活動は現在も進められている。

また GOSAT の成功や GOSAT-2 の開発開始を受け、米/中/欧州/仏/独において同種の衛星の開発が開始された。さらに GOSAT の類似技術を用いたベンチャー企業の商用サービスも既に開始されている。

5. 主たる貢献者

当該コトづくりの最たる貢献者は両プロジェクトを推進した行政官庁の環境省、宇宙機関の JAXA、研究機関の NIES の三機関である。ただし 14 年以上にわたる様々な分野にまたがった活動だったため、特定の個人の名前をあげることは困難である。なお GOSAT プロジェクト立上げ時にやや総花的だった目的を温暖化防止に絞り込むと同時に、その実現に最適なオールジャパン／異なる出自の組織の共同事業体制に舵を切ったことがその後の成功の大きな鍵となった。さらに GOSAT-2 についてはその立上げ時に 1 年以上をかけて GOSAT の成果と課題を精査し、関係者の共通認識を醸成できたことが重要であった。

さらにまた研究公募制度に基づいて GOSAT データを用いた研究を行った 120 名以上の内外の研究者の貢献も重要である。

6. 価値の観点による考察

- 当該コトづくりは世界に先駆けて衛星による温室効果ガス観測技術を実証し、衛星観測分野における先導的な役割を果たした。
- 上記技術の国際的位置づけの確立のため、様々なスキームの国際協力や国連への働きかけを実施中。
- 各国の温室効果ガス排出量申告値は公開された衛星データで検証することは、公平性が求められる地球温暖化問題の解決にあたり重要である。
- 衛星による温室効果ガス排出量の検証については、米国やインド等の大排出国において様々な事例が開始、非在来型化石燃料の採掘や天然ガスの漏洩、農業の影響等について新知見が蓄積されつつある⁴⁾。

7. おわりに

当該コトづくりは現時点では大きな成功を取めた事例といえるが、米欧中は 2020 年代半ばを見据えて「ゲームチェンジャー」となる新規プロジェクトの立上げを進めている。GOSAT, GOSAT-2 プロジェクトで慢心せず、新たな発想による発展を模索し続けることが、本分野における我が国の優位性の維持には必須である。

参考文献

- 1) Janardanan et al., Comparing GOSAT observations of localized CO₂ enhancements by large emitters with inventory-based estimates, *Geophys. Res. Lett.*, 43, doi:10.1002/2016GL067843.
- 2) 外務省, 攻めの地球温暖化外交戦略, https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_00286.html (2013)
- 3) (翻訳) 文部科学省, 経済産業省, 気象庁, 環境省, 気候変動 2014 統合報告書 政策決定者向け要約 用語集, http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th_pdf/ar5_syr_spmj_s.pdf (2014)
- 4) Ganesan et al., Atmospheric observations show accurate reporting and little growth in India's methane emissions, *Nature Communications*, 8: 836 | DOI: 10.1038/s41467-017-00994-7