

地球観測データ利用ハンドブック
(GOSAT-2/いぶき 2号)

初版

2020年10月

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
国立研究開発法人 国立環境研究所

はじめに

人間が排出する温室効果ガスは地球温暖化の主な原因のひとつといわれています。1997年、京都で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議（COP3）で「京都議定書」が採択されました。宇宙航空研究開発機構（JAXA）と環境省（MOE）、国立環境研究所（NIES）の3機関は、温暖化対策に貢献するために、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）を開発し、「二酸化炭素」と「メタン」の観測を2009年に開始しました。今まで実施されてきた温室効果ガス濃度の地上観測については観測場所が地理的に限定されているほか、データの精度や集計方法についても国際的な調整が必要でした。「いぶき」は世界中の二酸化炭素およびメタン濃度を均一に観測することができるようになりました。「いぶき」のデータから地球大気全体の二酸化炭素経年平均濃度が2016年2月に400 ppmを超過したことがわかりました。

2019年5月京都で、世界中の専門家が参加して気候変動に関する科学的研究や対策を評価する国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第49回総会が開催されました。「いぶき」の10年の成果から、「国別温室効果ガスインベントリガイドライン」の2019年改良版に、「衛星による温室効果ガス観測データの有効性」が記載され公表されました。

「いぶき2号」は「いぶき」ミッションを引き継ぎ、より高性能な観測センサを搭載して、さらなる温室効果ガスの観測精度向上を目指し、環境行政に温室効果ガスの最新状況に関する情報を提供するとともに、温暖化防止に向けた国際的な取り組みに貢献するため、2018年10月29日に打ち上げられました。

「いぶき」「いぶき2号」は世界最高分光分解能を有する分光計を搭載し、太陽光の地表面での反射光と二酸化炭素・メタンからの熱放射光を同時に宇宙から観測することができる世界唯一の衛星です。この特徴を活かして、地域差・季節変動・年変化ととらえ、対流圏上部と下部の濃度を区別し長期データを取得しています。

「いぶき2号」は温室効果ガスの吸収・排出量をよりの確に把握するため、観測精度を向上させただけでなく観測パターンの最適化を行います（全点特定点観測機能）。具体的には、発電所や大都市などの二酸化炭素発生源、石油・天然ガス田・ごみ処理場・畜産など人為起源の大規模排出源を精度よく観測します。

また、「いぶき2号」は「いぶき」では観測していなかった燃焼とともに発生する「一酸化炭素」を新たに観測対象として追加し、二酸化炭素の発生源を見逃しません。

「いぶき2号」のデータは、「いぶき」データ同様に無償配布されており、行政関係者や研究者に限らず広く一般の方も利用することができます。

本ハンドブックは、「いぶき2号」のデータ利用を検討している方や、観測デー

タの理解を深めたいと考えている一般ユーザの方を対象としています。本バンドブックでは、「いぶき2号」のデータを利用するユーザの皆様にとって必要な各プロダクトの命名規約やフォーマット、およびプロダクト提供などの情報を1冊の本として整理し、目的に応じて参照しやすい構成となるよう配慮しました。また、本ハンドブックは専門家向けというよりは入門書としての位置付けであるため、記述内容は「いぶき2号」の衛星やミッション運用概要を含め、標準プロダクトに関するものとし、できるだけ平易な解説となりよう心がけました。本文の記述レベルを超える内容については参考文献を掲載しておりますので、そちらをご参照ください。

本ハンドブックを通じてデータユーザの皆様「いぶき」のデータ利用同様に、「いぶき2号」のデータを広く利活用していただき、高精度化した全球および大規模排出源での温室効果ガス濃度データから、温室効果ガスの吸収・排出量を導出し、削減政策に貢献できれば幸いです。

地球観測データ利用ハンドブック (GOSAT-2/いぶき 2号)

目次

第 1 章	序論	1-1
1.1	目的	1-1
1.2	範囲・構成	1-1
1.3	GOSAT-2 ミッションの概要	1-1
第 2 章	関連文書	2-1
2.1	プロダクト仕様関連文書	2-1
2.2	処理アルゴリズム関連文書	2-1
2.3	データ検索および注文サービス関連文書	2-2
第 3 章	GOSAT-2 衛星システムの概要	3-1
3.1	衛星システム	3-1
3.2	ミッション機器の概要	3-3
3.2.1	TANSO-FTS-2	3-4
3.2.1.1	TANSO-FTS-2 の主要機能	3-4
3.2.1.2	TANSO-FTS-2 の主要諸元	3-6
3.2.1.3	TANSO-FTS-2 の干渉計機構概要	3-6
3.2.2	TANSO-CAI-2	3-7
3.2.2.1	TANSO-CAI-2 の主要機能	3-8
3.2.2.2	TANSO-CAI-2 の主要諸元	3-9
第 4 章	GOSAT-2 ミッション運用概要	4-1
4.1	GOSAT-2 軌道運用	4-1
4.1.1	軌道パラメータ	4-1
4.1.2	軌道制御および軌道の保持	4-2
4.1.3	パス (path) 番号の定義	4-2
4.2	TANSO-FTS-2 運用	4-3
4.2.1	TANSO-FTS-2 の運用モード	4-3
4.2.2	TANSO-FTS-2 の周回中の運用	4-5
4.2.2.1	制約条件、注意事項	4-8
4.3	TANSO-CAI-2 運用	4-9
4.3.1	TANSO-CAI-2 の運用モード	4-9
4.3.2	TANSO-CAI-2 の周回中の運用	4-10
4.3.2.1	制約条件、注意事項	4-13
4.4	観測イメージ	4-13
第 5 章	GOSAT-2 地上設備	5-1
5.1	GOSAT-2 地上設備の概要	5-1
5.2	JAXA 設備	5-1
5.3	NIES 設備	5-4

第 6 章	GOSAT-2 地上システムの運用	6-1
6.1	GOSAT-2 地上システムの運用概要	6-1
第 7 章	GOSAT-2 プロダクト	7-1
7.1	プロダクトの概要	7-1
7.1.1	TANSO-FTS-2 L1A プロダクト	7-4
7.1.2	TANSO-FTS-2 L1B プロダクト	7-4
7.1.3	TANSO-FTS-2 視野確認カメラデータ	7-4
7.1.4	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクト	7-4
7.1.5	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト	7-5
7.1.6	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクト	7-5
7.1.7	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイルプロダクト	7-5
7.1.8	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル研究プロダクト	7-5
7.1.9	TANSO-CAI-2 L1A プロダクト	7-6
7.1.10	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト	7-6
7.1.11	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト	7-6
7.1.12	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト	7-6
7.1.13	L3 プロダクト	7-7
7.1.14	GOSAT-2 L4A 全球 CO ₂ 吸収排出量プロダクト	7-7
7.1.15	GOSAT-2 L4A 全球 CH ₄ 吸収排出量プロダクト	7-7
7.1.16	GOSAT-2 L4B 全球 CO ₂ 濃度プロダクト	7-7
7.1.17	GOSAT-2 L4B 全球 CH ₄ 濃度プロダクト	7-7
7.2	プロダクトの格納単位	7-8
7.2.1	TANSO-FTS-2 L1B プロダクト	7-10
7.2.2	TANSO-FTS-2 L2 プロダクト	7-10
7.2.3	TANSO-CAI-2 L1B プロダクト	7-10
7.2.4	TANSO-CAI-2 L2 プロダクト	7-10
7.2.5	L3 プロダクト	7-10
7.2.6	L4A プロダクト	7-10
7.2.7	L4B プロダクト	7-10
7.3	ファイル名定義	7-11
7.3.1	TANSO-FTS-2 L1B プロダクト	7-11
7.3.2	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクト	7-12
7.3.3	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト	7-12
7.3.4	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクト	7-13
7.3.5	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイルプロダクト	7-13
7.3.6	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト	7-14
7.3.7	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト	7-14
7.3.8	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト	7-15

7.3.9 L3 プロダクト	7-15
7.3.10 GOSAT-2 L4A 全球 CO ₂ 吸収排出量プロダクト	7-16
7.3.11 GOSAT-2 L4A 全球 CH ₄ 吸収排出量プロダクト	7-16
7.3.12 GOSAT-2 L4B 全球 CO ₂ 濃度プロダクト	7-17
7.3.13 GOSAT-2 L4B 全球 CH ₄ 濃度プロダクト	7-17
7.4 プロダクトフォーマット	7-18
7.4.1 データ格納形式	7-18
7.4.2 フォーマット例	7-19
7.5 プロダクトのバージョンアップ	7-20
7.5.1 TANSO-FTS-2 L1B プロダクト	7-20
7.5.2 TANSO-FTS-2 L2 プロダクト	7-21
7.5.3 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト、L2 プロダクト	7-22
7.5.4 L3 プロダクト	7-23
7.5.5 L4 プロダクト	7-23
7.6 TANSO-FTS-2 処理アルゴリズム	7-24
7.6.1 TANSO-FTS-2 L1A 処理アルゴリズム	7-25
7.6.2 TANSO-FTS-2 L1B 処理アルゴリズム	7-26
7.6.3 TANSO-FTS-2 高次処理アルゴリズム	7-27
7.6.3.1 TANSO-FTS-2 SWIR L2 処理アルゴリズム	7-27
7.6.3.2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル	7-27
7.6.3.3 FTS-2 TIR L2 雲エアロゾル特性	7-29
7.7 TANSO-CAI-2 処理アルゴリズム	7-31
7.7.1 TANSO-CAI-2 L1A 処理アルゴリズム	7-32
7.7.2 TANSO-CAI-2 L1B 処理アルゴリズム	7-32
7.7.3 TANSO-CAI-2 高次処理アルゴリズム	7-32
7.7.3.1 TANSO-CAI-2 L2 雲識別アルゴリズムの概要	7-32
7.7.3.2 TANSO-CAI-2 L2 エアロゾルアルゴリズム	7-34
7.8 校正・検証	7-36
7.8.1 校正	7-36
7.8.1.1 校正計画の概要	7-36
7.8.1.2 校正スケジュール	7-36
7.8.1.3 校正項目	7-36
7.8.2 検証の概要	7-38
7.8.2.1 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 の検証	7-39
7.8.2.2 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 の検証	7-39
7.8.2.3 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 の検証	7-40
第 8 章 GOSAT-2 プロダクトの提供	8-1
8.1 プロダクトの保存	8-1

8.2 データポリシーの基本方針	8-1
8.3 ユーザ区分	8-2
8.4 データ配布	8-3
8.4.1 データの配布時期の基本的な考え方	8-3
8.4.2 データの配布開始時期	8-3
8.4.3 データの配布方法	8-4
8.4.4 データ配布タイミング	8-4
8.4.5 データに対する権利	8-5
8.4.6 データ利用条件	8-5
8.5 データ検索および注文	8-6
8.5.1 GOSAT-2 Product Archive の機能概要	8-7
8.6 ユーザ補助ツール	8-9
8.6.1 GOSAT/GOSAT-2 レベル 1 プロダクト読み出しツールキット	8-9
8.6.2 GOSAT シリーズ衛星データの表示用アプリ	8-10
第 9 章 関連情報	9-1
9.1 関連ホームページ	9-1
9.2 データ問い合わせ先	9-2
付録 1 略語集	付 1
付録 2 用語の定義	付 5

第1章 序論

1.1 目的

本ハンドブックは一般ユーザを対象に GOSAT-2 (温室効果ガス観測衛星 2号 Greenhouse gases Observing SATellite-2、愛称「いぶき 2号」) データの認知度を上げ、データ普及に寄与することおよびユーザの利便性を高めることを目的とし、GOSAT-2 の標準プロダクトに関する各種情報をはじめ、その背景となる GOSAT-2 衛星、搭載センサおよび地上システム等の情報を提供する。

1.2 範囲・構成

本ハンドブックの構成は以下のとおりである。

- 第 1 章：本文書の目的、範囲・構成、GOSAT-2 ミッションの概要を記述
- 第 2 章：源泉文書、参照文書を記述
- 第 3 章：GOSAT-2 衛星システムの概要を記述
- 第 4 章：GOSAT-2 ミッション運用の概要を記述
- 第 5 章：GOSAT-2 地上設備の概要を記述
- 第 6 章：GOSAT-2 地上システムの運用概要を記述
- 第 7 章：GOSAT-2 プロダクト仕様、処理アルゴリズムを記述
- 第 8 章：GOSAT-2 プロダクトの提供に関する方針や方法等を記述
- 第 9 章：本ハンドブック、GOSAT-2 データの問い合わせ先を記述
- 付 録：略語集、用語の定義

なお、本ハンドブックに記述するプロダクト仕様・処理アルゴリズムは、概要部分のみ記載しているため、詳細は、2章に記載の文書を参照のこと。また、8章に示すデータ提供サービスについては、国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies : NIES) から提供する一般ユーザ向けのデータを記述範囲とする。

1.3 GOSAT-2 ミッションの概要

GOSAT-2 は、宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace Exploration Agency : JAXA) と環境省 (Ministry of the Environment : MOE)、国立環境研究所 (NIES) の 3 機関による共同プロジェクトで、2009 年に打ち上げた GOSAT の後継機である。

1997 年の京都議定書により、先進国は温室効果ガスの削減義務や温室効果ガスの排出量や森林による吸収量について報告する義務が課せられた。しかし、従来、各国の報告を統一的に評価できる透明性のある手法は確立されていなかった。

GOSAT はこれらの課題を解決すべく、宇宙から世界中の二酸化炭素およびメタン濃度を均一に観測することを実現した。また、その観測データを用いて、将来の気候変動予測の高度化や炭素排出量削減につながる、吸収排出量の推定精度向上を進めてきた。

GOSAT-2 は GOSAT ミッションを引き継ぎ、二酸化炭素、メタンの観測精度を高めるとともに、新たに一酸化炭素の観測も目的とする。

GOSAT-2 は、温室効果ガス排出量をモニタリングし、対策効果を検証するためのアプリケーションとして位置付けられ、大気中における光の拡散量から、PM2.5 やブラックカーボン（黒色炭素。煤など）の大気中濃度を推定することで、大気汚染の監視にも貢献する。

第2章 関連文書

源泉として使用した文書、参照すべき文書を以下に示す。

2.1 プロダクト仕様関連文書

- (1) JAXA GOSAT-2 プロダクト定義書 (文書番号 : GST-180002)
- (2) 国立環境研究所 GOSAT-2 プロダクト定義書
(文書番号 : NIES-GOSAT2-SYS-20160513-006)
- (3) JAXA GOSAT-2/TANSO-FTS-2 レベル 1 プロダクトフォーマット説明書
(文書番号 : GST-180055)
- (4) JAXA GOSAT-2/TANSO-CAI-2 レベル 1 プロダクトフォーマット説明書
(文書番号 : GST-180056)
- (5) 国立環境研究所 GOSAT-2 プロダクトファイルフォーマット説明書
(プロダクト編) (文書番号 : NIES-GOSAT2-SYS-20190129-053)
- (6) GOSAT/GOSAT-2 データポリシー (令和元年 10 月 21 日)

2.2 処理アルゴリズム関連文書

- (1) JAXA GOSAT-2 アルゴリズム基準書 (文書番号 : GST-150005)
- (2) JAXA GOSAT-2/TANSO-CAI-2 レベル 1B アルゴリズム基準書
(文書番号 : GST-160003)
- (3) GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 事前処理 アルゴリズム基準書
(文書番号 : NIES GOSAT2-ALG-20191008-001)
- (4) GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別処理 アルゴリズム基準書
(文書番号 : NIES GOSAT2-ALG-20191008-002)
- (5) GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性導出処理 アルゴリズム基準書
(文書番号 : NIES GOSAT2-ALG-20191008-003)
- (6) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 L2 事前処理 アルゴリズム基準書
(文書番号 : NIES GOSAT2-ALG-20191008-004)
- (7) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 処理 アルゴリズム基準書
(文書番号 : NIES GOSAT2-ALG-20191008-005)
- (8) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性導出処理
アルゴリズム基準書 (文書番号 : NIES GOSAT2-ALG-20191008-006)

- (9) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル導出処理
アルゴリズム基準書 (文書番号: NIES GOSAT2-ALG-20191008-007)

2.3 データ検索および注文サービス関連文書

- (1) GOSAT-2 Product Archive ユーザーズマニュアル
- (2) GOSAT-1/2 レベル1プロダクト読み出しツール取扱説明書
(文書番号: GST-190020)
- (3) VREASS 取扱説明書 (文書番号: GST-190019)

第3章 GOSAT-2 衛星システムの概要

3.1 衛星システム

GOSAT-2 は、2009 年に打ち上げた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)の後継機として、温室効果ガスの観測ミッションの発展および継続することを目的に 2018 年 10 月 29 日に H-IIA ロケットにより太陽同期準回帰軌道に打ち上げられた。

GOSAT-2 の外観図を図 3.1-1 に、主要緒元を表 3.1-1 に示す。

① 温室効果ガス観測センサ 2 型
(TANSO-FTS-2)



② 雲・エアロソルセンサ 2 型 (TANSO-CAI-2)

図 3.1-1 GOSAT-2 外観図

表 3.1-1 GOSAT-2 の主要緒元

項目	緒元
主な観測対象	二酸化炭素、メタン、一酸化炭素
観測精度	陸域 500km 四方で 0.5ppm (二酸化炭素)、 5ppb (メタン)
ミッション機器	温室効果ガス観測センサ 2 型 (TANSO-FTS-2) 雲・エアロソルセンサ 2 型 (TANSO-CAI-2)
寸法	太陽電池パドル収納時： 5.3m (X) × 2.7m (Y) × 2.8m (Z) 太陽電池パドル展開時：16.5m (Y)
質量	1,800kg
発生電力	5,000W (寿命末期)
設計寿命	5 年

GOSAT-2 はミッション系およびバス系から構成される。GOSAT-2 衛星システム構成図を図 3.1-2 に示す。

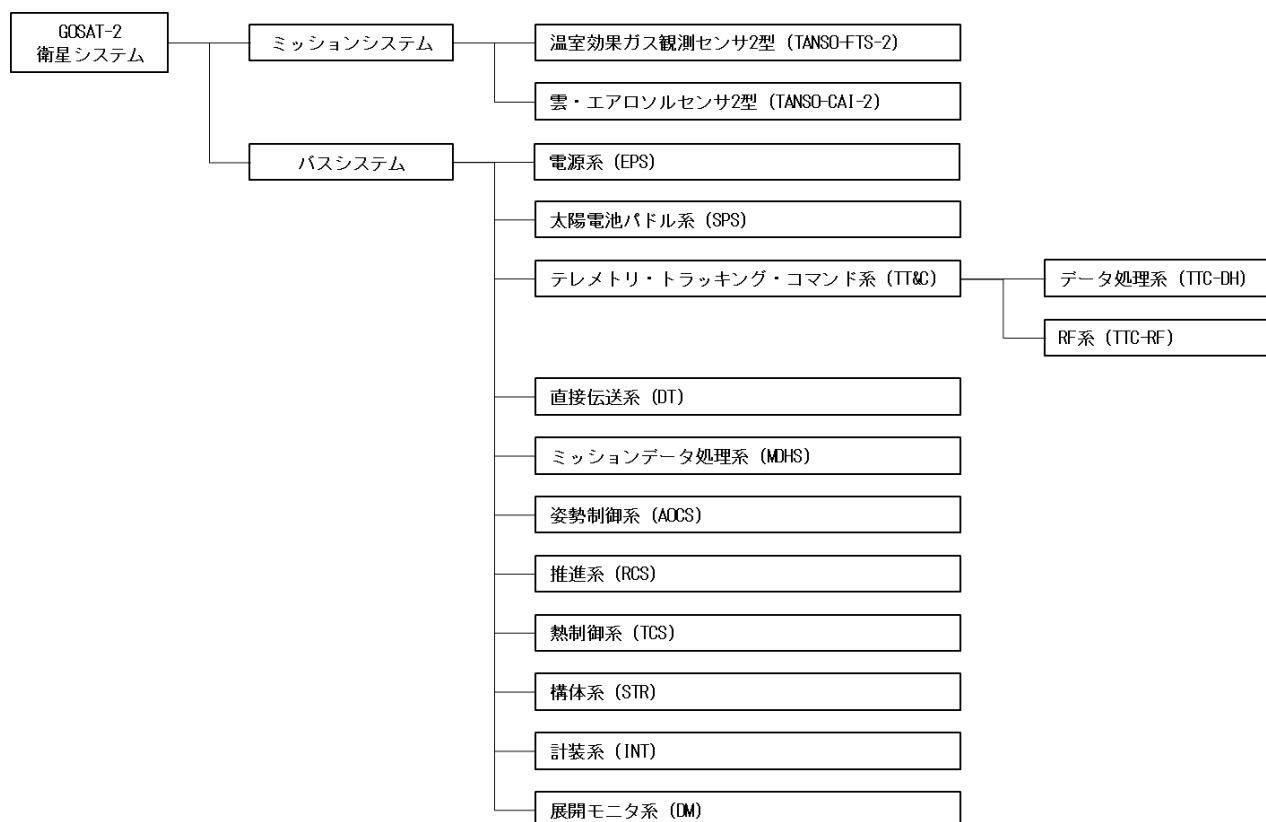


図 3.1-2 GOSAT-2 衛星システム構成

バスシステムを構成する各サブシステムの概要は以下のとおりである。なお、ミッションシステムの概要は、3.2 項を参照のこと。

(1) 電源系 (EPS)

- ・ 日照時は、太陽電池パドルで得られた電力を受けて電圧を安定化し各機器に分配するとともにバッテリーを充電する。日陰時は、バッテリーからの放電により、各機器に電力を供給する。

(2) 太陽電池パドル系 (SPS)

- ・ パドル駆動機構を用いて太陽電池パドルの太陽光追尾を行う。日照時に太陽電池パドルに実装された太陽電池セルにより、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換し、EPS に供給する。

(3) テレメトリ・トラッキング・コマンド系 (TT&C)

- ・ 地上局から直接コマンド信号を受信し、復調、解読して各サブシステムへ配信する。
- ・ 各機器の HK テレメトリ、ダンプテレメトリ、および DM 画像データを取得、編集、変調し、直接地上局へ伝送する。

-
- (4) 直接伝送系 (DT)
 - ・ ミッションデータ処理装置より出力されるミッションデータに QPSK 変調を行って、X 帯経由で地上局へ直接送信を行う。
 - (5) ミッションデータ処理系 (MDHS)
 - ・ 観測データとテレメトリを記録、再生、編集し、DT 部に送出する。
 - (6) 姿勢制御系 (AOCS)
 - ・ 姿勢を三軸制御するとともに、軌道制御を行う。
 - ・ ミッション機器の校正のために月指向マヌーバを実施する。
 - (7) 推進系 (RCS)
 - ・ 姿勢制御および軌道制御に必要なモーメントおよび推力を発生する。
 - (8) 熱制御系 (TCS)
 - ・ 打上げ後 5 年以上に渡り、規定の温度範囲で衛星の運用が遂行可能となるよう熱制御を行う。
 - (9) 構体系 (STR)
 - ・ 各機器を適切に支持し、打上げ後 5 年以上の環境条件に耐える構造物である。
 - (10) 計装系 (INT)
 - ・ 搭載機器、ヒータへの電力供給を行う電力分配器と、搭載機器間の電力、信号並びに接地を行う電気計装と、搭載機器等を衛星構体に組み付ける際に使われる艀装部品および締結金具等の機械計装から成る。
 - (11) 展開モニタ系 (DM)
 - ・ 太陽電池パドルの展開状況をモニタし、地上に伝送するための画像データを出力する。

3.2 ミッション機器の概要

GOSAT-2 のミッション機器は、温室効果ガス観測センサ 2 型 (TANSO-FTS-2) と雲・エアロソルセンサ 2 型 (TANSO-CAI-2) の 2 つである。

TANSO-FTS-2 は、短波長赤外および熱赤外波長域を用い、地球表面における太陽散乱光および大気の大気熱輻射を光源とし、地心方向の大気分光観測を行うセンサである。

TANSO-CAI-2 は、TANSO-FTS-2 の導出精度を向上させるための補助センサであるとともに、複数ピクセルのエアロソルの光学的厚さおよびオングストローム指数等を基に、微小粒子状物質および黒色炭素量を導出するセンサである。

3.2.1 TANSO-FTS-2

TANSO-FTS-2 は、短波長赤外 (SWIR) から熱赤外 (TIR) 波長域にわたる 5 バンドの検出器を持ったフーリエ干渉型分光計であり、CO₂、CH₄、H₂O、O₂、O₃、CO の濃度を観測する。また、有効観測頻度を高めるため、雲領域をさけて観測するインテリジェントポインティング機能を搭載している。

- ・ TANSO-FTS-2 の観測波長帯 0.75 μ m \sim 2.3 μ m 帯：短波長赤外 (SWIR)
- ・ TANSO-FTS-2 の観測波長帯 5.5 μ m \sim 14.3 μ m 帯：熱赤外 (TIR)

3.2.1.1 TANSO-FTS-2 の主要機能

TANSO-FTS-2 の主要な機能を以下に示す。

- ① 短波長赤外 (SWIR)、熱赤外 (TIR) の波長域で地心方向の大気観測を行う。
- ② 1 インタフェログラム取得中、同一地点を観測する。
- ③ 2 軸の走査機構を用いてアロングトラック (AT) 方向 $\pm 40^\circ$ 、クロストラック (CT) 方向 $\pm 35^\circ$ 以内の任意の点をポインティングし (サンプリングが予測される地点を含む)、観測する。(図 3.2-1 参照)
- ④ 有効データ取得率向上を目的とし、観測視野内に雲が混入している場合、軌道上で雲を判別し、雲を避けた観測を行うように視野確認カメラの 1 シーンの撮像範囲内で、ポインティングの指向方向を変更させる機能 (「インテリジェントポインティング」という) を有する。本機能は、ターンアラウンド中に軌道上で雲位置を判定し、2 軸の走査機構を用い、観測に適した地点 (雲判断が不可能な場合には、撮像中心位置で固定とする。) に観測視野を変更するものである。また、地上からアップロードされた雲判断アルゴリズムに従い動作可能とする。
- ⑤ 観測と同期して視野確認カメラで視野方向の撮像を行い、画像データを取得し、バスシステムを介して地上に伝送する。
- ⑥ ターンアラウンド中に観測対象位置にポインティングを指向させ、静定させる。また、ミッション期間中、テレメトリ情報を元に観測位置の絶対値を $\pm 0.13\text{deg}$ (1σ 、直下視、ナレッジ、 $\pm 0.1\text{deg}$ (目標)) 以内で算出する。
- ⑦ 軌道上で、短波長赤外で太陽照度校正、熱赤外で黒体および深宇宙校正を行う。

- ⑧ 日陰中に衛星システムの+Z軸を月方向に向け、ポインティングミラーを月方向に指向させることにより、指向精度校正を実施する。TANSO-CAI-2 との同時期校正を行う。
- ⑨ 全球にわたり指定された観測地点における観測を行う。
- ⑩ 衛星太陽電池パドル片翼故障時など、バスシステムからの供給可能な電力が低下した場合に対応できるモードを有する。
- ⑪ サンプリングレーザが全て損失した場合でも、大気分光観測スペクトル導出を行う。
- ⑫ 全バンドのインタフェログラムをバスシステムに伝送する。

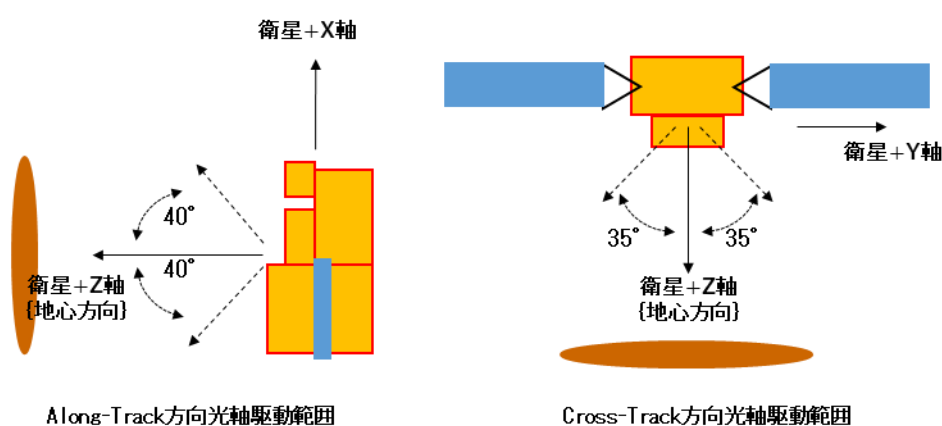


図 3.2-1 TANSO-FTS-2 の光軸駆動範囲

3.2.1.2 TANSO-FTS-2 の主要諸元

TANSO-FTS-2 の主要諸元を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 TANSO-FTS-2 主要諸元

	バンド 1	バンド 2	バンド 3	バンド 4	バンド 5
偏光観測	有	有	有	無	無
波長範囲 [cm ⁻¹]	12950-13250	5900-6400	4200-5200	1188-1800	700-1188
帯域外特性 [cm ⁻¹]	< 12750 > 13450	< 5100 > 6800	< 4100 > 5500	< 1000 > 3800	< 600 > 1300
分光分解能 [cm ⁻¹]	0.2				
装置関数の半値全幅 [cm ⁻¹]	0.4	0.27			
開口径	77mm (有効開口径)				
FOV	15.8mrad (全角)				

※値はいずれもノミナル値

3.2.1.3 TANSO-FTS-2 の干渉計機構概要

TANSO-FTS-2 ではダブルペンデュラムタイプの干渉計を搭載する。TANSO-FTS-2 干渉計機構概要を図 3.2-2 に示す。本方式では、フレクシャーブレードでビームスプリッターウォールとスキャナアームが結合され、フレクシャーブレードの交差点を回転軸とし、CW 方向 (Forward)、CCW 方向 (Backward) にスキャナアームが動く。Forward もしくは Backward 方向の動きを 1 スキャンとし、この間に 1 観測データを取得する。Forward スキャンと Backward スキャンでは装置の特性が異なる。そのため、観測データ処理においては、走査方向を識別し、走査方向別に取り扱う。干渉計は一度動作を開始すると、動作停止のコマンドが発行されるまで、Forward と Backward 走査を繰り返し継続する。その走査は必ず、Forward スキャン、Backward スキャン、Forward スキャンと継続され、片側の走査をスキップすることはない。

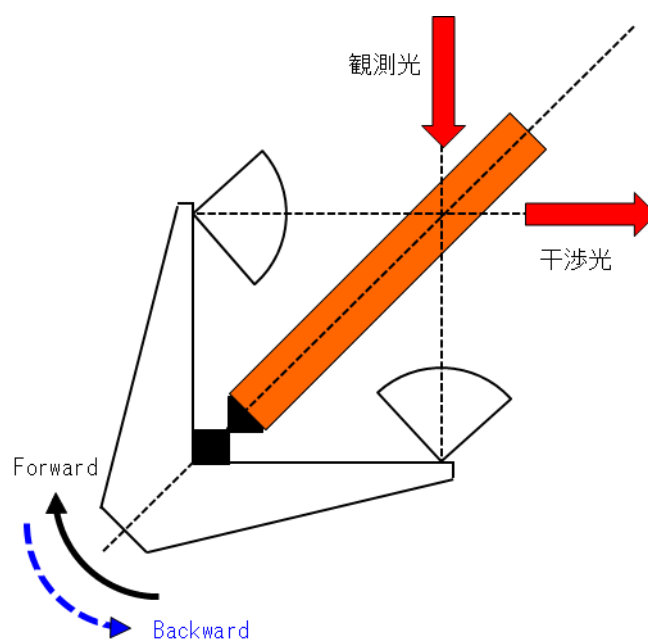


図 3.2-2 TANSO-FTS-2 干渉計機構概要

3.2.2 TANSO-CAI-2

TANSO-CAI-2 は、TANSO-FTS-2 による温室効果ガスカラム量濃度導出時に精度低下の原因となる雲領域を識別するための補助センサであると共に、エアロソルの光学的厚さおよびオングストローム指数を基に、微小粒子状物質および黒色炭素量を導出するセンサである。

紫外・可視・近赤外からなる計 7 波長 10 バンドの電子走査イメージャを搭載し、雲の存否およびエアロソルの観測を行う。

前後方視の計 2 バンドをそれぞれ備える計 5 本の光学系（鏡筒）を有し、バンド 1～5 が前方視観測（衛星直下点より衛星進行方向（Along Track：AT 方向）に前方 20° を指向）を、バンド 6～10 が後方視観測（衛星直下点より AT 方向に後方 20° を指向）を行う。また、TANSO-CAI-2 は、雲およびエアロソルの空間分布を把握するために広範囲（約 900km 以上）の衛星進行直方向（Cross Track：CT 方向）の視野を有する。なお、光軸は駆動しない。

撮像の模式図を図 3.2-3 に示す。

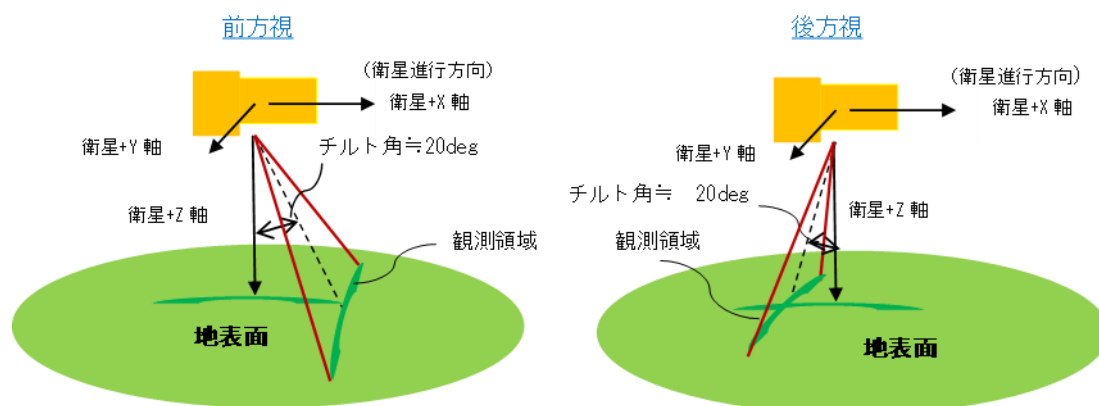


図 3.2-3 TANSO-CAI-2 撮像の模式図 (前方視/後方視)

3.2.2.1 TANSO-CAI-2 の主要機能

TANSO-CAI-2 の主要な機能を以下に示す。

- ① 紫外、可視、短波長赤外において地心方向の大気観測を行う。
- ② バンド 1～5 の組み合わせで前方視観測、バンド 6～10 の組み合わせで後方視観測をする。(同一地点を 2 方向から観測できる)
- ③ 衛星太陽電池パドル片翼故障時など、バスシステムからの供給可能な電力が低下した場合に対応できるモードを有する。
- ④ 日照時の観測 6 日間で全球観測を行う。
- ⑤ 日陰中に TANSO-CAI-2 の視野を月に向け、姿勢マヌーバにより TANSO-CAI-2 の全画素に月からの太陽反射を当てることで、感度校正ができる。また、特定画素に月からの太陽反射光を当てることで、応答特性が取得できる。

3.2.2.2 TANSO-CAI-2 の主要諸元

TANSO-CAI-2 の主要諸元を表 3.2-2 に示す。

表 3.2-2 TANSO-CAI-2 主要諸元 (1/2)

	バンド 1	バンド 2	バンド 3	バンド 4	バンド 5
鏡筒	鏡筒 1	鏡筒 2	鏡筒 3	鏡筒 4	鏡筒 5
電力供給源	PWR-1	PWR-2	PWR-3	PWR-4	PWR-5F
バンドグループ	1	1	1	3	3
観測データ APID	580h	581h	582h	5D0h	5D1h
パケット長	3448	3448	3448	3448	1900
指向方向	前方視 (AT 方向 前方 20°)				
中心波長 (μm)	0.339	0.441	0.672	0.865	1.630
波長幅 (μm)	0.013	0.012	0.013	0.011	0.073
分解能 (km) (視野中心の IFOV)	0.46				0.92
撮像幅 (km) (CT 方向視野)	903 以上 ($\pm 33.8^\circ$)				
撮像周期 (msec)	64				128
検出器	Si CCD				InGaAs
有効画素数	2048				1024 (1-66 画素は暗時 / 不定画素)
画素ピッチ (μm)	14				25
ビット数	12 bit				

※青字の値は試験結果による実測値

表 3.2-2 TANSO-CAI-2 主要諸元 (2/2)

	バンド 6	バンド 7	バンド 8	バンド 9	バンド 10
鏡筒	鏡筒 1	鏡筒 2	鏡筒 3	鏡筒 4	鏡筒 5
電力供給源	PWR-1	PWR-2	PWR-3	PWR-4	PWR-5B
バンドグループ	2	2	2	3	3
観測データ APID	590h	591h	592h	5D2h	5D3h
パケット長	3448	3448	3448	3448	1900
指向方向	後方視 (AT 方向 後方 20°)				
中心波長 (μm)	0.377	0.546	0.672	0.865	1.630
波長幅 (μm)	0.012	0.013	0.013	0.011	0.073
分解能 (km) (視野中心の IFOV)	0.46				0.92
撮像幅 (km) (CT 方向視野)	903 以上 ($\pm 33.8^\circ$)				
撮像周期 (msec)	64				128
検出器	Si CCD				InGaAs
有効画素数	2048				1024 (1-66 画素は暗時 / 不定画素)
画素ピッチ (μm)	14				25
ビット数	12 bit				

※青字の値は試験結果による実測値

第4章 GOSAT-2 ミッション運用概要

4.1 GOSAT-2 軌道運用

GOSAT-2 では 613km の太陽同期軌道、降交点通過地方時 13 時を選択し、6 日間（89 回帰）で地球全体の二酸化炭素、メタン、一酸化炭素の気柱濃度を観測する。降交点における赤道上での直下点位置を±2.5km の範囲に収めるように数年に一度面外制御を行う。

4.1.1 軌道パラメータ

GOSAT-2 の定常軌道を表 4.1-1 に示す。

表 4.1-1 GOSAT-2 の軌道

項目	緒元	備考
種類	太陽同期準回帰軌道	フローズンオービット
降交点通過地方太陽時	13 時±15 分	
高度	612.98km	周回中の高度変動は含まない
傾斜角	97.84 度	
離心率	0.00106	
近地点引数	90 度	
周期	約 98.1 分	
回帰日数	6 日（89 周回）	
降交点経度	36.6N,97.5W を直下に通過する軌道	
交点経度保持範囲	±2.5km	衛星軌道制御頻度による

4.1.2 軌道制御および軌道の保持

(1) 準回帰性保持

大気による軌道高度低下により軌道周期が短くなり、軌道がずれる。回帰精度（降交点経度方向誤差）要求±2.5km 以内に保持するために、約3日間の周期で軌道高度制御を行う。軌道高度制御は、衛星が離心率ベクトルの維持に最適な位置をオンボードで判断し、噴射時間を自動的に算出することで実施される（噴射量・噴射タイミングは固定）。

(2) 太陽同期性保持

太陽潮汐力による観測軌道からの軌道傾斜角誤差により、昇交点赤経の変化率が地球の平均公転角速度と非同期となり、降交点通過地方太陽時がずれる。降交点通過地方太陽時要求±15分以内に保持するために軌道傾斜角制御が必要となる。運用期間の中間2.5年で軌道傾斜角制御を実施する予定である。

(3) デブリ回避

デブリ回避は、デブリ衝突確率が高まった際、緊急で基準軌道高度からの軌道変更を実施する。

4.1.3 パス（path）番号の定義

GOSAT-2の各周回における観測軌道のパス番号定義を以下に示す。

(1) パスの起点

昇交点を起点とする。

(2) パス番号

衛星が昇交点から北極、南極を通過して再び昇交点に到達するまでを単位として、回帰周回数まで西向き地上軌跡に、隣接軌道間隔毎に番号を付加する。GOSAT-2のパス番号は1～89となる。

(3) パス規定

米国オクラホマ州ラモントの検証点（36.6N、97.5W）直下を通過する降交パスを68とする。

4.2 TANSO-FTS-2 運用

4.2.1 TANSO-FTS-2 の運用モード

TANSO-FTS-2 の基本運用モードを表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 TANSO-FTS-2 の基本運用モード

モード名称	概要
停止モード	衛星組み込み後、地上保管時または地上試験時のモードである。1次電源が供給されるまでのモードである。 衛星の安全モード2に対応するモードである（衛星バスシステムの生存確率を最大限とするため TANSO-FTS-2 は停止する）。
サバイバルモード	衛星の安全モード1に対応するモードである。 GOSAT-2 衛星システムの姿勢異常、電源異常時に、TANSO-FTS-2 が欠陥、故障および回復不能な機能性能劣化を起こさない保存状況を維持する。TANSO-FTS-2 への一次電源未供給、サバイバルヒータのみ制御 ENA の状態である（起動時の ROM 選択コマンドは受付可能）。
観測モード	観測対象・観測条件を観測テーブルで指定することにより、約4.67秒間隔で以下の観測 or 校正を行う、もしくはスルー（非観測）に設定するモードである。 (1)定常観測 (2)黒体校正：熱赤外観測により行う (3)深宇宙校正：熱赤外観測により行う (4)太陽照度校正：太陽拡散板を指向することにより、毎週回に太陽照度校正を行う (5)装置関数校正：半導体レーザ光を照射し、装置関数校正を行う (6)電気校正：電圧基準信号を入力し、アナログ信号処理部以降の信号処理の校正を行う (7)月校正：短波長赤外の観測を TANSO-CAI-2 と同時期に1ヶ月に2回（満月の前後）で行う。GOSAT-2 衛星システムを必要方向に指向し、TANSO-FTS-2 のポインティング機構によりセンサ視野を月方向に指向させて実施する。 (8)スルー：(1)定常観測中に、(2)～(7)の校正モードへの移行前後に使用する。非観測の設定。
セーフモード	サバイバルモードから、観測モード／診断モード／アウトガスモードへ移行する際に使用するモードである。
診断モード	間引きおよびフィルタリング処理なしの生のインタフェログラムデータを高速で出力するモード。観測テーブルを使用しないモードである。主に地上試験、初期チェックアウトおよび軌道上パラメータ校正による特殊運用で使用する。
アウトガスモード	打上げ後、観測開始前に一定期間脱ガスを行うためのモードである。

注：停止モードを除く全ての運用モードでサバイバルヒータは、イネーブル状態である。

観測は、観測モードにおいて、観測テーブルに登録された観測計画に従い、センサ、および観測データの制御を行う。なお、観測モードによる運用には校正運用、保守運用も含まれる。

TANSO-FTS-2 の観測は、1 周回を 1246 等分した観測点 ($n=0,1,\dots,1245$) において行い、この分割数における観測間隔は約 4.67 秒である。干渉信号取得時間は 4.024 秒、残りの約 0.65 秒間 (ターンアラウンド時間¹) で観測位置の移動、および要求に応じて視野確認カメラによるインテリジェントポイントティングでの観測位置の微調整を行う。観測点番号のイメージを図 4.2-1 に示す。

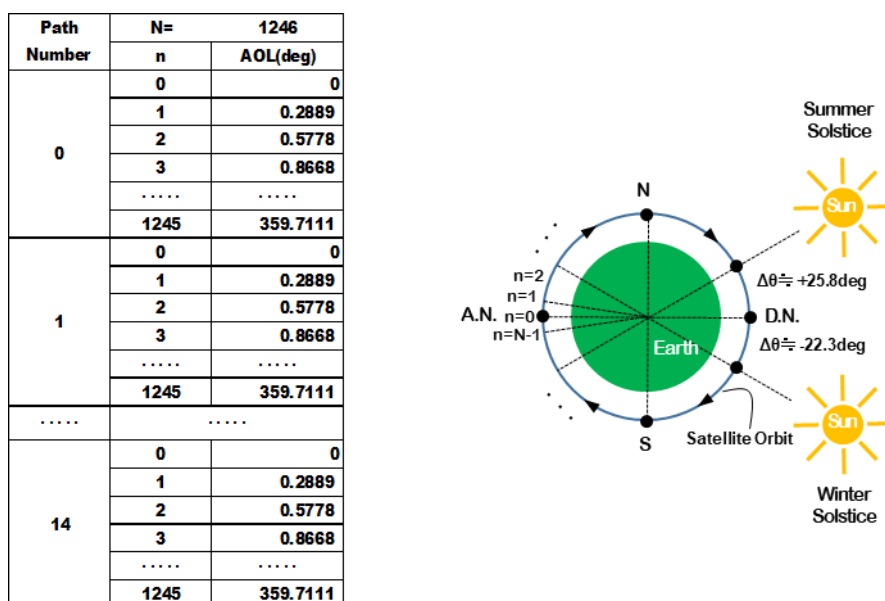


図 4.2-1 観測点番号のイメージ

観測テーブルによる制御は、始めに軌道上の昇交点に到達した時点で開始させる。観測モードへ遷移開始後の移行の完了は以下の通り行われる。

- ・ 衛星が昇交点の到達約 2 分前を計算する。
- ・ 昇交点の約 2 分前に到達すると、衛星の速度と位置から最初の観測を開始するまでの時間を計算する。
- ・ 干渉計モジュールの観測開始前の最後のターンアラウンドが始まる時間と観測開始時間の差を計算する。
- ・ 最初の観測開始時間が設定どおりとなるようターンアラウンド時間を計算し、干渉計モジュールを設定する。
- ・ 観測モードへの移行が完了する。

¹ ターンアラウンド時間は緯度引数により変動する。

観測テーブルの End of Table フラグが検出されると観測テーブルは完了する。その時、次の観測テーブル (スタンバイ) がアップロードされていれば、そのテーブルに切り替えて1行目から観測を実施する。アップロードされていなければ、スキャンミラーが直下視 (NADIR) に移動し、自動的に診断モードに遷移する。また、TANSO-FTS-2 は、姿勢制御系が実施するヨーステップリング²を前提で自動追尾系が設計されており、地球自転を考慮せずに、WGS84 系での衛星位置、速度により観測点追尾を行うことができる。

4.2.2 TANSO-FTS-2 の周回中の運用

TANSO-FTS-2 の定常運用は、地上日照域に短波長赤外 (SWIR バンド 1～バンド 3) およ熱赤外 (TIR バンド 4, バンド 5) の観測を、地上日陰域に熱赤外 (TIR) の観測を行う。

また、定期的に校正運用も行う。(図 4.2-2、表 4.2-2 参照。)

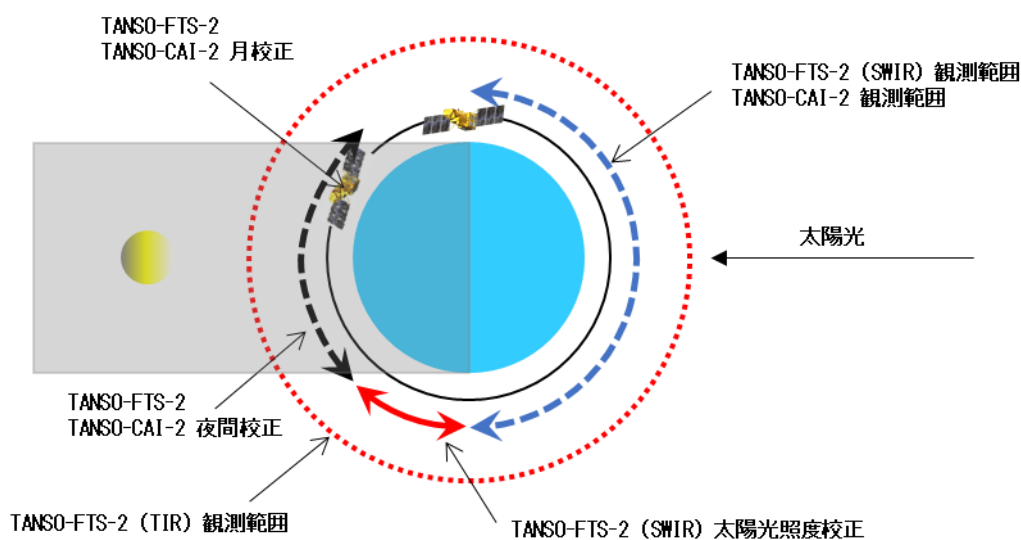


図 4.2-2 周回中の運用概要

² 観測データから地球自転の影響を排除するために、衛星 BODY Y 軸と地球自転を考慮した衛星進行方向 (地球固定座標系における進行方向) に垂直に維持するようヨー角を駆動制御する。

TANSO-FTS-2 の基本的な運用イメージを図 4.2-3 に示す。

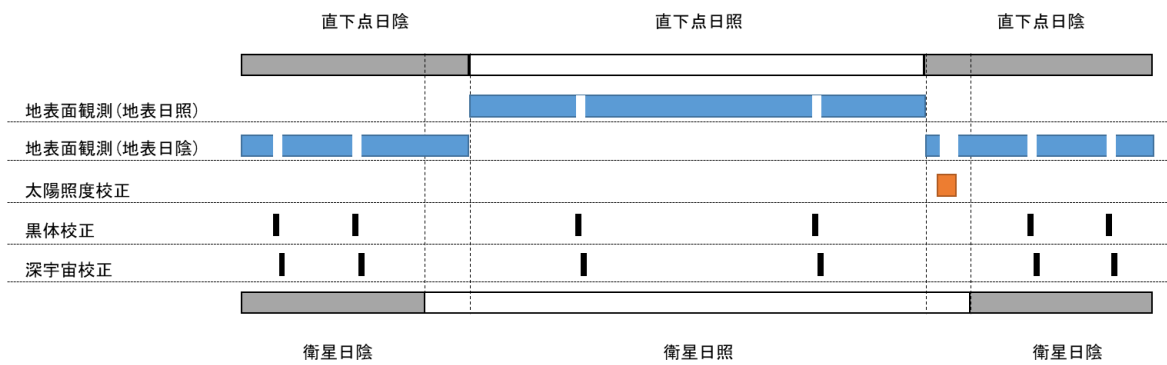


図 4.2-3 TANSO-FTS-2 の運用イメージ

表 4.2-2 TANSO-FTS-2 の周回中の運用

項目	内容・頻度
地表面観測	各観測点 (4.67 秒間隔) で地表観測点を WGS84 系で指定し、4.024 秒間光学系を地表観測点に追尾させる。 視野確認カメラの被雲判定による観測点の修正も毎観測行うことができる。
太陽照度校正	SWIR の輝度校正データを取得するため、太陽照度校正用拡散版で拡散した太陽光を観測する。 地上日陰かつ衛星日照時に每周回定位置 (南極上空付近 (緯度引数 194.26deg~199.45deg の約 84 秒間。)) で実施する。 使用する拡散板は 2 つあり、ほぼ常時使用するもの (ルーチン拡散板) とレファレンス用のもの (参照拡散板) がある。
黒体校正	TIR の輝度校正データを取得するため、黒体校正の観測データを取得する。 6 回 (日照中 2 回、日陰中 4 回) / 1 周回の頻度で実施する。
夜間校正	SWIR の輝度校正データを取得するため、衛星日陰側で SWIR のデータを取得する。 深宇宙校正で代用するため、夜間校正のみの運用は行わない。
深宇宙校正	SWIR および TIR の暗時校正データを取得するため、深宇宙の観測データを取得する。 6 回 (日照中 2 回、日陰中 4 回) / 1 周回の頻度で実施する。
装置関数校正	Band1, Band2 の装置関数の校正データを取得するため、装置関数校正用レーザの観測データを取得する。 1 ヶ月に 1 回の頻度で実施する。
月校正	1 ヶ月に 2 回、満月前後で実施する。TANSO-CAI-2 も含めて、月校正には 4 つのパターンがあり、TANSO-FTS-2 固有の月校正は 1 パターンであるが、他の TANSO-CAI-2 用の 3 パターンに関しても、TANSO-FTS-2 は観測データ取得を行う。 TANSO-CAI-2 には前方視、後方視の 2 つの視野方向があり、TANSO-FTS-2 もそれに対応した視野方向に光軸を変更し、観測データを取得する。
電気校正 (アナログ)	アナログフィルタ入力端からセンサまでの電気特性の校正データを取得するため、正弦波形状のアナログ電気信号を入力した観測データを取得する。 1 ヶ月に 1 回の頻度で実施する。
電気校正 (デジタル)	AD 変換器出力端からセンサまでの電気特性の校正データを検証するため、固定パターンを入力し、観測データを取得する。 1 ヶ月に 1 回の頻度で実施する。
潤滑駆動運用	光軸駆動用の駆動機構の動作を円滑にするために実施する。 1 周回に 1 パターン (頻度あがる場合有り) の頻度で実施する。
視野確認カメラ リセット	SEU 等が原因で、視野確認カメラが使用できなくなった場合の初期化運用。 電源の ON/OFF を行う”ハードリセット”と内部回路の初期化のみを行う”ソフトリセット”の 2 種類がある。実施は、衛星日陰で行う。

4.2.2.1 制約条件、注意事項

TANSO-FTS-2 の観測に関する制約条件、注意事項を表 4.2-3 に示す。

表 4.2-3 TANSO-FTS-2 の制約条件・注意事項

No.	内容																										
1	インテリジェントポインティング (IP) 実施の有無 <ul style="list-style-type: none"> ・連続同一地表観測点 (例えば 3 連続) の場合は OFF ・視野確認カメラが使えない場合は OFF ・直下点日陰域、校正時は OFF ・通常、直下日照域は ON 																										
2	GOSAT-2 は、軌道の回帰性保持のために、定期的に軌道制御 (面内増速制御) を行う。運用計画上、TANSO-FTS-2 は、軌道制御 (面内増速制御) 中も観測を継続するが、軌道制御中はその前後の姿勢移行時間も含めてヨーステアリングが OFF であるため、地表観測点を正確に追尾することができない。 TANSO-FTS-2 観測点に対して、ヨーステアリング ON/OFF ステータス (アンシラリデータに含む) による観測データの有効判断は以下のとおり。 <table border="1" data-bbox="271 990 1428 1337"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>観測モード (観測テーブル)</th> <th>状況</th> <th>処置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0x00 :</td> <td>ON→OFF 検出時</td> <td>1 観測前の観測点を無効開始点とする。</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Normal</td> <td>OFF 維持時</td> <td>観測データを無効とする。</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Observation</td> <td>OFF→ON 検出時</td> <td>検出された観測データの観測点よりも 2 観測点(*1)後の観測点を無効終了点とする。</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>ON 時</td> <td>観測データを有効とする。</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>上記以外</td> <td>—</td> <td>観測データを有効とする。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*1) TANSO-FTS-2 内部で、事前の 2 観測点分の軌道データを用いて、観測点における軌道、姿勢を予測しているため。</p>			No.	観測モード (観測テーブル)	状況	処置	1	0x00 :	ON→OFF 検出時	1 観測前の観測点を無効開始点とする。	2	Normal	OFF 維持時	観測データを無効とする。	3	Observation	OFF→ON 検出時	検出された観測データの観測点よりも 2 観測点(*1)後の観測点を無効終了点とする。	4		ON 時	観測データを有効とする。	5	上記以外	—	観測データを有効とする。
No.	観測モード (観測テーブル)	状況	処置																								
1	0x00 :	ON→OFF 検出時	1 観測前の観測点を無効開始点とする。																								
2	Normal	OFF 維持時	観測データを無効とする。																								
3	Observation	OFF→ON 検出時	検出された観測データの観測点よりも 2 観測点(*1)後の観測点を無効終了点とする。																								
4		ON 時	観測データを有効とする。																								
5	上記以外	—	観測データを有効とする。																								
3	姿勢変更により、放熱板に太陽からの直接光、地球表面のアルベドによる反射光、地球の赤外放射光が入射し、放熱板の温度が上昇することにより、バンド 2～5 (チャンネル B2～B5) 用のセンサが性能維持温度を外れ、受光データが無効になる。受光データが無効になるケースは以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ● 月校正を実施後約 20 時間、B2～B5 のデータは信号レベルが飽和し、無効のため、出力を停止する。 ● $-\Delta a$ 軌道制御 (面内減速：デブリ回避等) 後 25 時間、B4, B5 のデータは無効。 ● $\pm \Delta i$ 軌道制御 (面外：傾斜角制御) 後 25 (軌道制御実施時に決定) 時間、B4, B5 のデータは無効。 これらのデータは L1 プロダクトには含まれない。																										

4.3 TANSO-CAI-2 運用

4.3.1 TANSO-CAI-2 の運用モード

TANSO-CAI-2 の運用モードを表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 TANSO-CAI-2 の運用モード

モード名称		概要
オールオフモード		衛星組み込み後、地上保管時または地上試験時のモードである。1次電源が供給されるまでのモードである。
安全モード (軽負荷モード)		衛星システムの姿勢異常、電源異常時に、TANSO-CAI-2 が欠陥、故障および回復不能な機能性能劣化を起こさない保存状況を維持する。(システムからサバイバルヒータ電力のみを供給する)
スタンバイモード 1		観測モード 1 に必要な条件を維持する。 (通常はこのモードを使用)
スタンバイモード 2		観測モード 2 に必要な条件を維持する。
観測モード 1		観測を行う。(通常はこのモードで観測)
観測モード 2		衛星の発生電力が低下し、観測モード 1 で運用ができない場合、発生電力低下の度合いに応じて TANSO-CAI-2 の一部を停止した状態で観測を行う。
校正 モード	月校正	月に 1~2 回行う。 TANSO-CAI-2 のモードとしては観測モード 1 または 2 と同等である。
	電気校正	通常観測、月校正、夜間校正の前後に行う。 電圧基準信号をいれアナログ信号処理部以降の信号処理の校正を行う。
	夜間校正	月に 1 回程度必要に応じて行う。夜間オフセットレベルの校正を行う。CAI-2 のモードとしては観測モード 1 または 2 と同等である。

注：オールオフモードを除く全ての運用モードでサバイバルヒータは、イネーブル状態である。

TANSO-CAI-2 の観測は、表 4.3-1 に示す通り、通常の日照観測を行う観測モード 1 と、衛星の発生電力の低下に応じて、TANSO-CAI-2 の一部を停止した状態で観測を行う観測モード 2 がある。

また、観測時は自動化コマンド³テーブルを用いて実行される。

① 観測モード 1

通常観測は地表日照開始～終了まで観測することを基本とするが、観測前後に電気校正を実施し、電氣的バイアスの変動を確認する。また、夜間校正の前後にも、それぞれ電気校正を実施する。

³ 自動化コマンドは、“ 相対実行時刻付き ” のマクロコマンドであり、テーブル番号を指定して複数のコマンドシーケンスを登録し、テーブル番号を指定して一連のコマンド群を実行させることができる。

② 観測モード2

観測モード2では、表 4.3.2 に示す組み合わせについて、TANSO-CAI-2の一部を停止した観測を行う。

なお、バンド 5,10 以外は前方視・後方視で電源を共有しているため、前方視・後方視を個別に ON/OFF できない。特定のバンドが停止している以外は、動作は観測モード1と同等である。

表 4.3-2 TANSO-CAI-2 の観測モード2における ON/OFF 組み合わせ

鏡筒	前方視	後方視	対応する電源	前方視・後方視の ON/OFF
鏡筒 1	バンド 1	バンド 6	PWR-1	同時に ON または OFF
鏡筒 2	バンド 2	バンド 7	PWR-2	同時に ON または OFF
鏡筒 3	バンド 3	バンド 8	PWR-3	同時に ON または OFF
鏡筒 4	バンド 4	バンド 9	PWR-4	同時に ON または OFF
鏡筒 5	バンド 5	—	PWR-5F	個別に ON または OFF
鏡筒 5	—	バンド 10	PWR-5B	個別に ON または OFF

観測モード1または2の間には、露光時間変更の自動化コマンドテーブルを用いて露光時間変更が可能である。露光変更のタイミングは全バンド個別に設定可能で、特定のバンドのみ変更しないこともできる。

4.3.2 TANSO-CAI-2 の周回中の運用

TANSO-CAI-2 は、地上日照域において通常観測を実施する。また、定期的な校正運用も行う。(図 4.3-1、表 4.3-3 参照。)

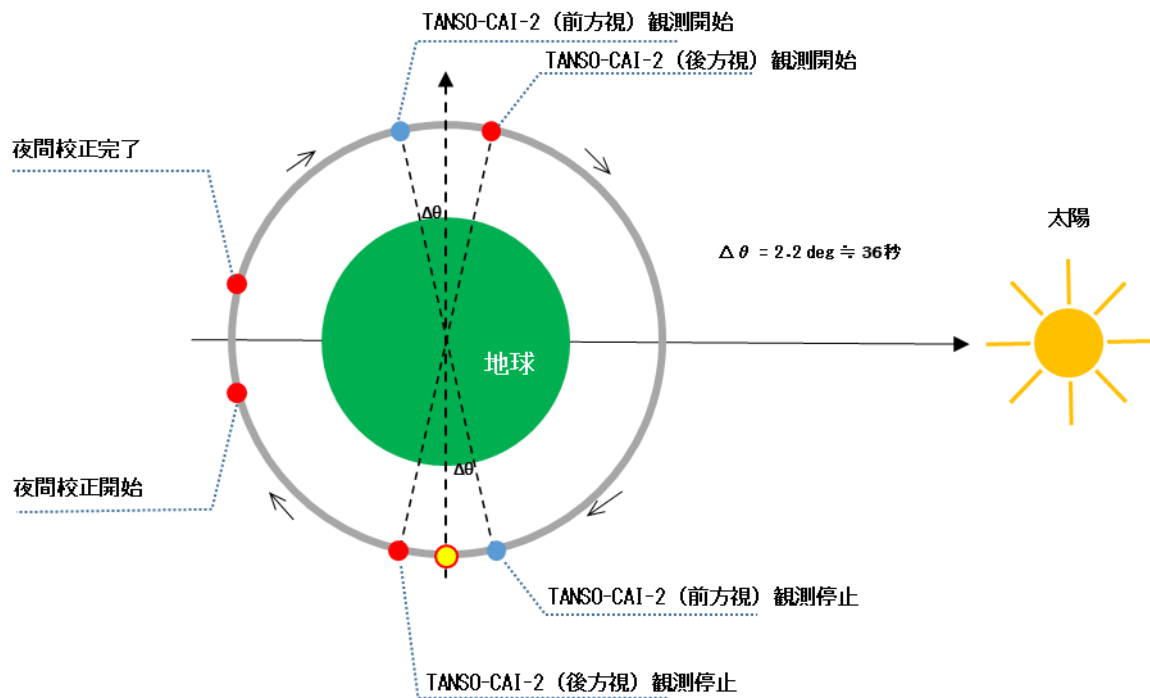


図 4.3-1 TANSO-CAI-2 の軌道上運用概要

TANSO-CAI-2 の基本的な運用イメージを図 4.3-2 に示す。

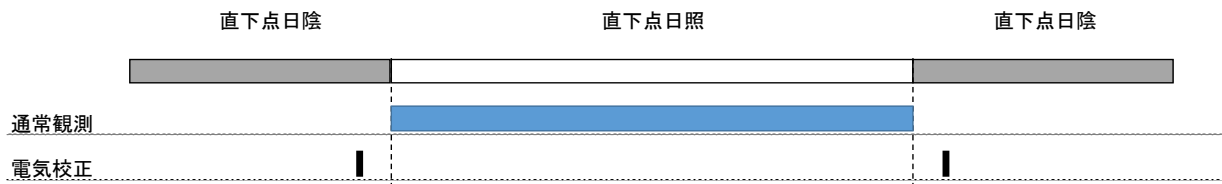


図 4.3-2 TANSO-CAI-2 の運用イメージ

表 4.3-3 TANSO-CAI-2 の周回中の運用

項目	内容・頻度
通常観測	地上日照域において観測を実施する。 前方視センサと後方視センサでは観測データの取得開始、終了時刻が約 65 秒程度異なる。
月校正	軌道上にて月に 1~2 回 (満月の前後)、日陰中に TANSO-CAI-2 の視野を月に向け、CT 方向への姿勢マヌーバにより TANSO-CAI-2 の全画素に月からの太陽反射光を当てることで、全画素およびバンド間の感度校正を実施する。 AT 方向スキャンは、前方、後方同時に実施する。 CT 方向スキャンは、時間を要するため、複数回に分け、前方視、後方視別に行う。 TANSO-CAI-2 のモードとしては、観測モード 1 または 2 と同等である。
電気校正	検出器信号出力と基準電圧出力とを切り替えることで、電気校正を実施する。 直下点日照での観測開始、終了時および夜間校正、月校正の観測開始、終了時にそれぞれ約 5 秒行う。
夜間校正	必要に応じて月に 1 回程度、夜間校正を実施して暗時観測データを直下点日陰時の指定した観測点 (前方、後方は同一地点を観測する) で取得する。
暗時校正	バンド 1~4, 6~9 は 8 画素のプリスキャン画素を有し、プリスキャン画素出力にて暗電流レベルをモニタする。バンド 5, 10 はプリスキャン画素を持たないため、マスクにより 1024 画素中最初の 6 画素を暗時画素とする。マスクした画素の出力レベルにより暗電流レベルをモニタする。なお、暗時校正データは「通常観測」「月校正」「夜間校正」「電気校正」データ取得中に常に取得されるデータであるため、TANSO-CAI-2 の運用モードの「校正モード」としては存在しない。

4.3.2.1 制約条件、注意事項

TANSO-CAI-2 の観測に関する制約条件、注意事項を表 4.3-4 に示す。

表 4.3-4 TANSO-CAI-2 の制約条件・注意事項

No.	内容
1	TANSO-CAI-2 の運用は、TANSO-FTS-2 と異なり、衛星時刻設定のストアードコマンドで自動化コマンドを実行する形で実施される。そのため、地上側で軌道予測データを用いて、緯度引数対応の観測計画から衛星時刻対応のミッションタイムラインに変換が実施されている。
2	TANSO-FTS-2 の AT 軸回りの駆動角が、TANSO-CAI-2 の AT 方向視野よりも大きいので、TANSO-FTS-2 の駆動角によっては CAI-2 が FTS-2 と同じ地表面領域を観測できない部分が存在する。
3	月校正開始周回の昇交点から 2 周回は観測を実施しない。

4.4 観測イメージ

GOSAT-2 の軌道上の観測イメージを図 4.4-1 に示す。それぞれのミッション機器の運用については 4.2 節、4.3 節を参照のこと。なお、衛星の観測中の様子は JAXA HP(http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat2/index_j.html)に掲載の動画を参照のこと。

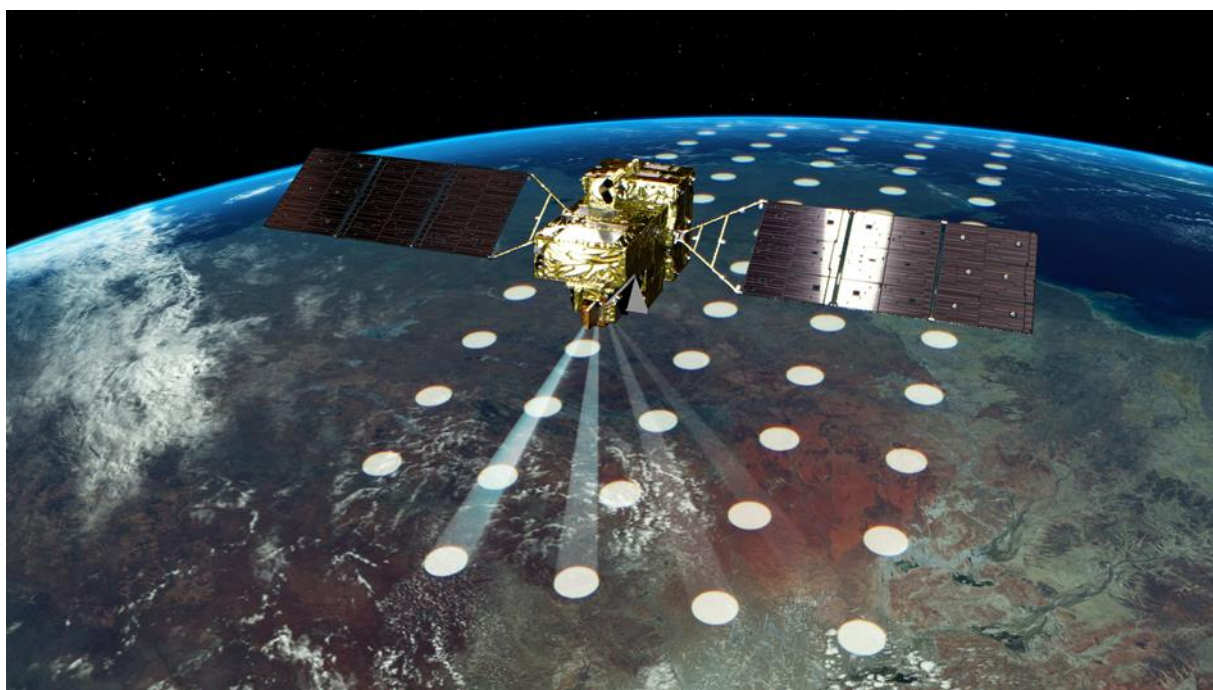


図 4.4-1 軌道上の観測イメージ

第5章 GOSAT-2 地上設備

5.1 GOSAT-2 地上設備の概要

GOSAT-2 地上設備は、JAXA 設備と NIES 設備で構成される。JAXA 設備は衛星管制、データ受信および一次処理等を担当し、NIES 設備は高次処理およびプロダクト提供等を担当する。また、受信機会を高めるため、高緯度に位置する受信局を活用する。GOSAT-2 地上設備の全体構成図を図 5.1-1 に示す。

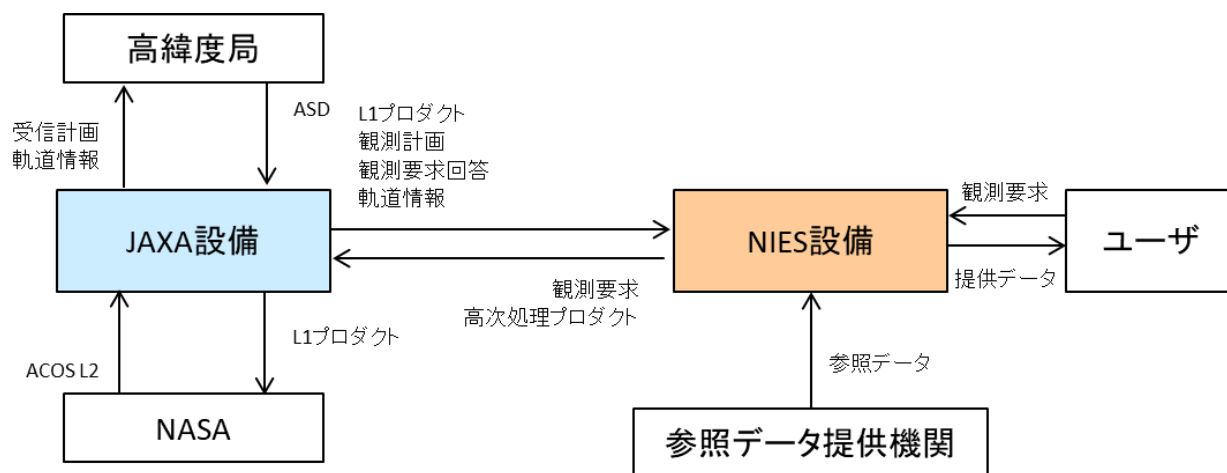


図 5.1-1 GOSAT-2 地上設備の全体構成

5.2 JAXA 設備

JAXA 設備 (JAXA とデータインタフェースを行う関係機関を含む) の全体構成を図 5.2-1 に示す。また、以下に JAXA 各設備の機能概要を示す。

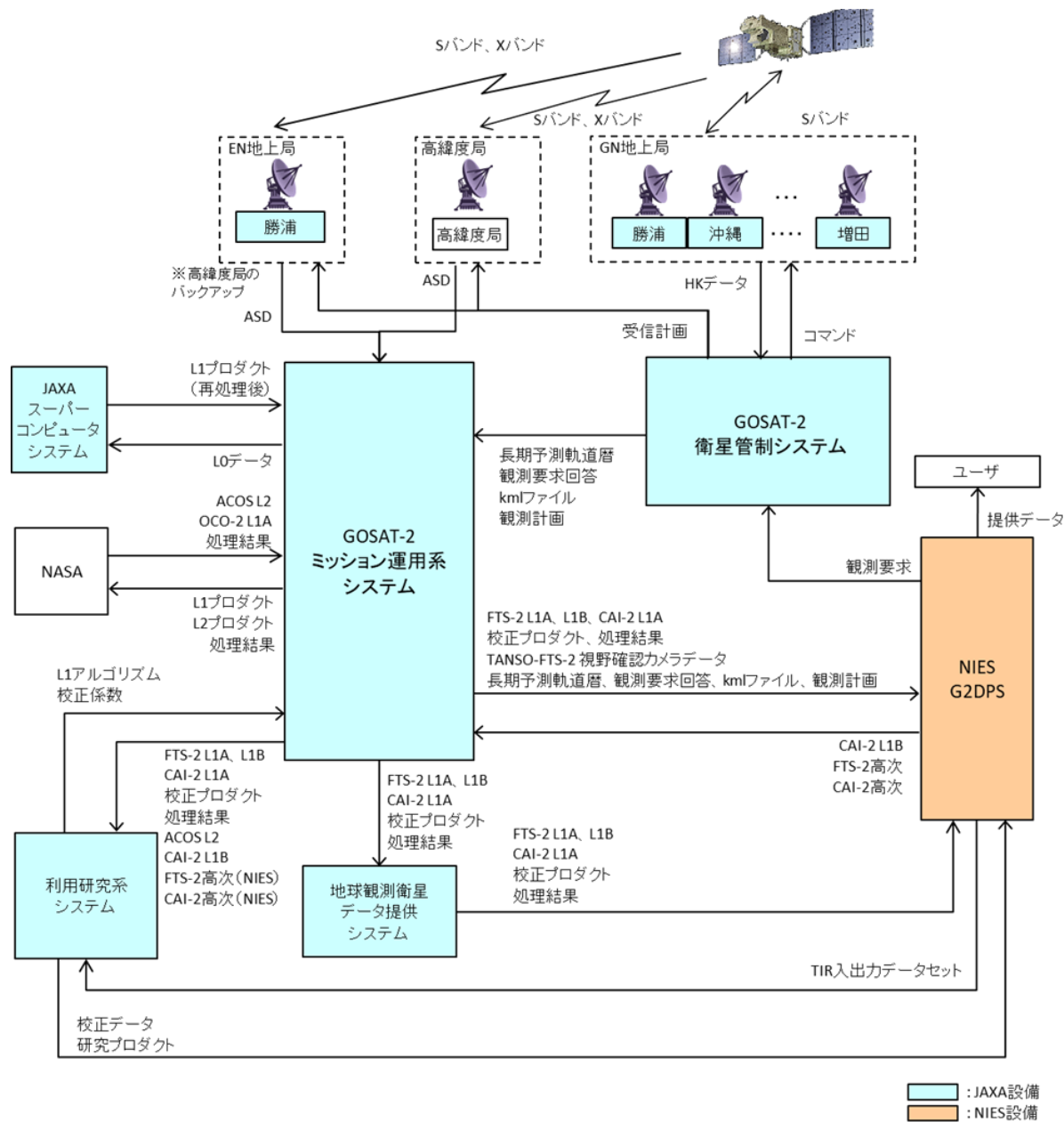


図 5.2-1 JAXA 設備の全体構成

(1) 衛星管制システム

- ・ NIES より受領した観測要求と JAXA 内の観測要求と併せて TANSO-FTS-2 および TANSO-CAI-2 の観測計画の立案を行う。
- ・ 立案した観測計画、観測要求の回答、kml ファイル、軌道情報等を GOSAT-2 ミッション運用系システム経由で NIES へ提供する。
- ・ GOSAT-2 の軌道決定の結果に従い、軌道予測値等の軌道情報を作成する。

-
- ・ 観測計画やダウンリンク計画に基づき、衛星の運用コマンドを作成し、GN 地上局を経由して衛星に送信する。
 - ・ 衛星からのハウスキーピングデータ (HK データ) を取得し、軌道上における衛星およびセンサの状態を監視する。

(2) GOSAT-2 ミッション運用系システム

- ・ JAXA 外の機関、JAXA 内関連設備とデータの送受信を行うとともに、データ送受信状況を管理する。
- ・ レベル 0 処理・レベル 1 処理の実行制御を行い、レベル 1 プロダクトを作成する。観測日時やデータの欠損状況、プロダクトの品質などファイルの内容を含めて管理する。

(3) 地球観測衛星データ提供システム

- ・ 地球観測データの検索・提供を行う。
- ・ FTP サーバ機能を用いて GOSAT-2 データの外部提供を行う。

(4) JAXA スーパーコンピュータシステム

- ・ 処理アルゴリズムが更新された場合、打上げ以降蓄積されてきたレベル 0 データと元に、再度レベル 1 処理 (再処理) を行い、レベル 1 プロダクトを作成する。

(5) 利用研究系システム

- ・ 「校正検証」、「アルゴリズム研究開発」、「応用研究」を行う。

(6) NASA

- ・ プロダクトの送信・受信をインターネット経由で行う。

(7) 高緯度局

- ・ 全球の観測データを取得するため、高緯度に位置する外国局としてコングスバーク衛星サービス社 (Kongsberg Satellite Services ; KSAT) (ノルウェー) が運営するスバルバード局 (Svalbard Satellite station ; SvalSat) を活用する。
- ・ 衛星からの X バンドのミッションデータを受信し、APID 分離済みデータ (ASD) の作成を行い、RAW データとともにハードディスク上に記録する。
- ・ 記録した ASD は、GOSAT-2 ミッション運用系システムに送付される。
- ・ S バンド運用を実施する際のバックアップ局としても使用する。

(8) GN 地上局

- ・ JAXA GN 地上局を用いた衛星追跡と管制を行うための衛星データの送受信を行う。

(9) EN 地上局

- ・ 高緯度局異常時、GN 局異常時のバックアップ局として使用する。

5.3 NIES 設備

NIES GOSAT-2 データ処理運用システム (NIES/G2DPS) の構成 (NIES とデータインタフェースを行う関係機関を含む) を図 5.3-1 に示す。また、以下に NIES/G2DPS の各サブシステムの機能概要を示す。

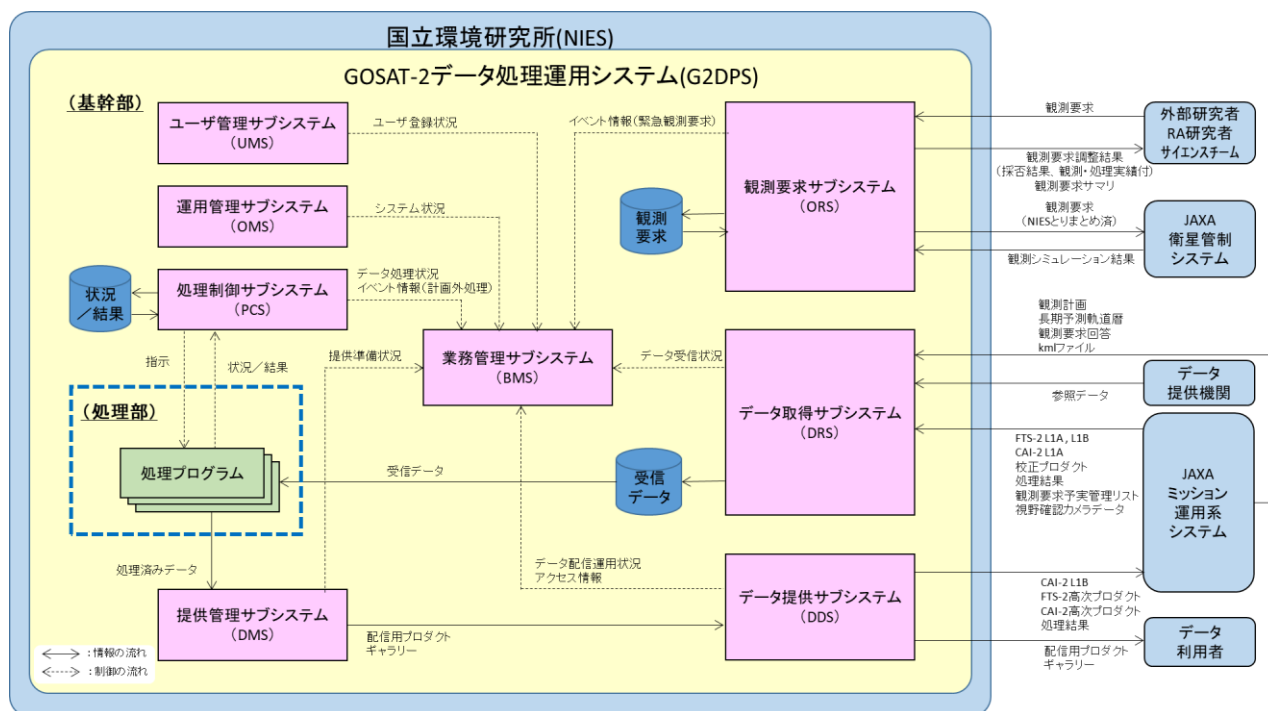


図 5.3-1 NIES 設備の全体構成

(1) NIES/G2DPS 基幹部

① 観測要求サブシステム

- ・ 観測要求 (個別および NIES 取りまとめ済) を管理し、JAXA へ送信する。
- ・ 要求者に対し、観測要求後の採否結果や観測・処理実績情報、観測要求サマリーの提供を行う。

② データ取得サブシステム

- ・ JAXA およびデータ提供機関から G2DPS の業務実施に必要なデータを取得し、データの確認を行う。
- ・ NIES/G2DPS 運用者による観測日別受信リストの確定を受け付け、受信データを確定させる。
- ・ JAXA から観測要求回答、kml ファイルを受信する。

③ 処理制御サブシステム

- ・ NIES/G2DPS 運用者からの処理計画データの入力を受け付け、処理部に対し処理起動指示を行い、処理部から処理実行状況を取得する。
- ・ 処理リストを管理し、処理完了後に処理済みリストを作成する。

④ 提供管理サブシステム

- ・ データ処理後のデータを確認用および公開用に編集する。
- ・ 確認用および公開用のデータの公開開始・終了を管理する。
- ・ NIES 内部や G2DPS 特定ユーザに確認用データ（後処理済みデータ、配信用プロダクト（確認用）、確認用ギャラリー）を提供し確認結果を受け付ける。

⑤ データ提供サブシステム

- ・ 公開用のデータをデータ利用者や JAXA に提供する。

⑥ ユーザ管理サブシステム

- ・ Web サイトへログインするためのユーザアカウントの管理を行う。

⑦ 業務管理サブシステム

- ・ データ受信状況、データ処理状況、提供準備状況、データ配信運用状況を集約し、統合監視機能と付随するデータ操作機能を NIES/G2DPS 運用者に提供する。
- ・ 上述の監視対象と、システム状況、登録ユーザ数、アクセス情報、イベント情報（緊急観測要求、計画外処理）をまとめた運用結果を作成する。

⑧ 運用管理サブシステム

- ・ システムを構成する計算機設備やデータの管理、監視を行う。

(2) NIES/G2DPS 処理部

処理プログラム群から構成され、データの解析処理およびプロダクト作成を行う。

第6章 GOSAT-2 地上システムの運用

6.1 GOSAT-2 地上システムの運用概要

GOSAT-2 地上システムの運用概要を図 6.1-1 に示す。

NIES/G2DPS は、各ユーザの要求をとりまとめて NIES 観測要求を作成し、GOSAT-2 衛星管制システムへ送付する。

GOSAT-2 衛星管制システムでは、NIES/G2DPS からの観測要求と JAXA 内の観測要求をマージして TANSO-FTS-2/TANSO-CAI-2 の観測計画を立案し、立案した観測計画とバス機器の運用計画を元に GOSAT-2 の運用計画を立案する。さらに、GN 地上局経由で GOSAT-2 へコマンドを送信するとともにテレメトリを受信し、GOSAT-2 の健全性を監視する。

また、GOSAT-2 で観測し取得したデータは、高緯度局や EN 地上局を経由して GOSAT-2 ミッション運用系システムへ伝送する。

GOSAT-2 ミッション運用系システムでは、レベル 0 データ、レベル 1 プロダクトの作成を行い、NIES/G2DPS へ提供する。

NIES/G2DPS では高次処理等を行い、高次プロダクトを作成し、各ユーザへ提供する。

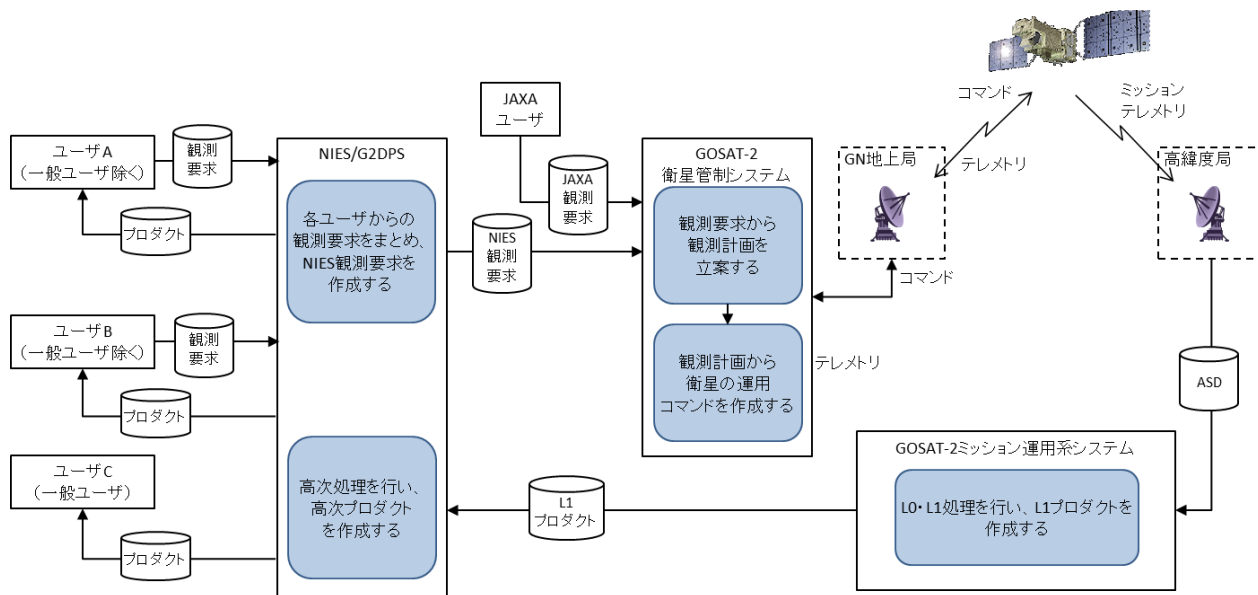


図 6.1-1 GOSAT-2 地上システムの運用概要

第7章 GOSAT-2 プロダクト

7.1 プロダクトの概要

GOSAT-2 のプロダクトは、その処理レベルに応じて配布先が異なるが、本節では、GOSAT-2 プロダクト全種類の概要を記載する。

GOSAT-2 プロダクトは、その処理の段階に応じたレベルが設定されており、センサが測定した電圧値・電流値を物理量に変換したレベル1プロダクト、レベル1プロダクトを処理することで得られる温室効果ガスカラム平均濃度などのレベル2プロダクト、ある期間分のレベル2プロダクトに対して統計処理を行って求めた全球分布であるレベル3プロダクト、レベル2プロダクトを用いて算出した温室効果ガス吸収排出量などのレベル4プロダクトがある。GOSAT-2 プロダクトの一覧を表 7.1-1 に、TANSO-FTS-2 の各プロダクトの処理レベルの概念を表 7.1-2 に示す。

また、GOSAT-2 プロダクトには3種類のプロダクト区分（標準・研究・インターナショナル）があり、それぞれのプロダクトは以下のいずれかのプロダクト区分に属する。

(1) 標準プロダクト

定常的に作成および一般に提供され、かつアルゴリズム、フォーマットおよび精度評価結果に関する文書が全ユーザに公開されるレベル1プロダクトまたは高次プロダクトのこと。

(2) 研究プロダクト

校正・検証研究をはじめとして、データ処理アルゴリズムの研究、データ利用研究、各種の科学研究などに利用され、限られたユーザに公開されるプロダクトのこと。3者⁴は、検証・比較の義務を持たず、本プロダクトの精度評価結果を公開しない。本プロダクトが作成される期間、範囲は限定されることがある。

(3) インターナルプロダクト

原則として、3者内のみで利用されるプロダクトのこと。ただし、校正または観測センサの一次処理アルゴリズム研究に協力する研究者および研究機関に、当該作業のみを目的として限定的に提供することもある。

⁴ JAXA、NIES および環境省

表 7.1-1 GOSAT-2 プロダクト一覧

センサ区分	プロダクト名	プロダクト区分	格納ファイル		提供単位	提供形式
FTS-2	TANSO-FTS-2 L1A プロダクト	インターナル	共通/SWIR/TIR		FTS-2シーン	HDF5
	TANSO-FTS-2 L1A 校正プロダクト	インターナル	太陽照度	共通/SWIR	パス	HDF5
			黒体	共通/SWIR/TIR	パス	
			深宇宙	共通/SWIR/TIR	パス	
			装置関数	共通/SWIR	パス	
			夜間	共通/SWIR	パス	
			月	共通/SWIR	パス	
	TANSO-FTS-2 L1B プロダクト	インターナル	共通		FTS-2 シーン	HDF5
	標準	SWIR/TIR				
	TANSO-FTS-2 L1B 校正プロダクト	インターナル	太陽照度	共通/SWIR	パス	HDF5
黒体			共通/SWIR/TIR	パス		
深宇宙			共通/SWIR/TIR	パス		
装置関数			共通/SWIR	パス		
夜間			共通/SWIR	パス		
月			共通/SWIR	パス		
FTS-2 SWIR	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍 光・proxy法プロダクト	標準	日単位		日単位	HDF5
	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃 度プロダクト	標準	日単位		日単位	HDF5
FTS-2 TIR	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プ ロダクト	標準	日単位		日単位	HDF5
	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロ ファイルプロダクト	標準	日単位		日単位	HDF5
	GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロ ファイル 研究プロダクト	研究	日単位		日単位	HDF5
CAI-2	TANSO-CAI-2 L1A プロダクト	インターナル	共通/前方視/後方視		CAI-2シーン	HDF5
	TANSO-CAI-2 L1A 校正プロダクト	インターナル	夜間	共通/前方視/後方視	パス	HDF5
			月	共通/前方視/後方視	パス	
	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト	標準	CAI-2フレーム		CAI-2フレーム	HDF5
	GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト	標準	CAI-2フレーム		CAI-2フレーム	HDF5
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト	標準	CAI-2フレーム		CAI-2フレーム	HDF5	
-	GOSAT-2 L4A 全球CO ₂ 吸収 排出量プロダクト	標準	年単位		年単位	NetCDF
	GOSAT-2 L4A 全球CH ₄ 吸収 排出量プロダクト	標準	年単位		年単位	NetCDF
	GOSAT-2 L4B 全球CO ₂ 濃度 プロダクト	標準	年単位		年単位	NetCDF
	GOSAT-2 L4B 全球CH ₄ 濃度 プロダクト	標準	年単位		年単位	NetCDF

*L3 プロダクトは TBD

表 7.1-2 TANSO-FTS-2 各プロダクトの処理レベルの概念

項目	概念図	補足説明
観測光の光電変換		観測光は、フーリエ干渉計で変調され、検出器で光電変換され（光子→電流）、初段アンプで電圧に変換される。
等時間 インタフェ ログラム L1A/UTS		内部クロックに同期された時刻にてバンド毎に電圧が記録される。そのため、横軸：時刻、縦軸：電圧となる。またこのとき、同時に測距レーザのゼロ点通過時刻を記録する。これらのデータが地上に伝送される。
等距離 インタフェ ログラム L1A		地上にて、等時間で取得されたインタフェログラムから等距離インタフェログラムに変換を行う。この処理後、横軸：光路差、縦軸：電圧のインタフェログラムが生成される。
スペクトル L1B		(FTS-2 SWIR) 感度校正前(W/cm^2)および感度校正後($\text{W}/\text{cm}^2/\text{str}/\text{cm}^{-1}$)の観測スペクトル (FTS-2 TIR) 黒体・深宇宙校正データを用いた感度校正後スペクトル($\text{W}/\text{cm}^2/\text{str}/\text{cm}^{-1}$)および有効視野補正を適用したスペクトル($\text{W}/\text{cm}^2/\text{str}/\text{cm}^{-1}$)
気体濃度 L2	(SWIR) XCO ₂ = 400.0 ppm (例) XCH ₄ = 1.90 ppm (例) (TIR) CO ₂ @500hPa = 400.0 ppm (例) CH ₄ @500hPa = 1.95 ppm (例)	(SWIR) 観測スペクトルから導出した導出したカラム平均気体濃度 (TIR) 観測スペクトルから導出した導出した気体濃度高度分布
気体濃度 全球分布図 L3 (TBD)		CO ₂ , CH ₄ の全球分布
全球吸収排 出量 L4A		CO ₂ , CH ₄ の正味の吸収排出量

7.1.1 TANSO-FTS-2 L1A プロダクト

TANSO-FTS-2 L1A プロダクトは、TANSO-FTS-2 L1A/UTS(uniform time sample)の等時間サンプリングインタフェログラムを等距離サンプリングインタフェログラムに変換したデータに観測点の時刻情報、位置情報、ラジオメトリック補正情報を付加したプロダクトである。ラジオメトリック補正情報には、用いた校正データ(インタフェログラム)が含まれる。TANSO-FTS-2 L1A プロダクトは、観測モード別に日照観測プロダクト、日陰観測プロダクトの2種類とし、SWIR、TIR および SWIR と TIR での共通情報をそれぞれ別ファイルとする。

7.1.2 TANSO-FTS-2 L1B プロダクト

TANSO-FTS-2 L1B プロダクトは、TANSO-FTS-2 L1A プロダクトの等距離サンプリングインタフェログラムをフーリエ変換によりスペクトル情報に変換し、ラジオメトリック補正を施したプロダクトである。TANSO-FTS-2 L1B プロダクトには、ラジオメトリック補正に用いた校正データの情報が含まれる。TANSO-FTS-2 L1A プロダクト1つに対して TANSO-FTS-2 L1B プロダクトが1つ生成される。

7.1.3 TANSO-FTS-2 視野確認カメラデータ

TANSO-FTS-2 視野確認カメラデータは、TANSO-FTS-2 L0 データ⁵の視野確認カメラデータを JPEG ファイル化し、シーン単位にまとめたデータである。画像の解像度は、オリジナルサイズで提供される。

7.1.4 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクト

TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクトとは、TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの輝度スペクトルデータを用いて、雲・エアロソルが存在しないという仮定の下、MAP 推定法⁶により複数の独立した処理を行い、その結果をまとめたプロダクトをいう。TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの Band1 輝度スペクトルデータから推定したクロロフィル蛍光データ、Band 2,3 輝度スペクトルデータから推定したカラム平均気体濃度を格納する。

⁵ L0 データ：衛星側で圧縮・分割されている ASD を観測点毎に並び替え、圧縮を解凍したデータ

⁶ MAP 推定法=最大事後確率 (Maximum a posteriori) 推定法

本プロダクトの作成処理は、原則として TANSO-FTS-2 SWIR の全データを対象に実行される。

7.1.5 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト

TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクトとは、TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの Band 1-3 輝度スペクトルデータを用いて、MAP 推定法により気体カラム平均気体濃度データの推定 (full physics 法) を行ったプロダクトをいう。本プロダクトの作成処理は、TANSO-FTS-2 SWIR データのうち、TANSO-FTS-2 視野内が晴天、もしくは光学的に薄い巻雲のみが存在する事例を対象に実行される。

7.1.6 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクト

TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクトとは、TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの Band 4-5 輝度スペクトルデータを用いて、閾値法、スライシング法、スプリットウインドウ法による晴天/曇天の判定、および、曇天の事例に対し雲・エアロソル特性の推定を行ったプロダクトをいう。本プロダクトの作成処理は、原則として TANSO-FTS-2 TIR の全データを対象に実行される。

7.1.7 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイルプロダクト

TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイルプロダクトとは、TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル研究プロダクト (7.1.8 項参照) から、公開対象となる格納項目を絞り込んだプロダクトをいう。

7.1.8 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル研究プロダクト

TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル研究プロダクトとは、TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの Band 4-5 輝度スペクトルデータを用いて、MAP 推定法により気温・気体濃度の高度分布の推定を行ったプロダクトをいう。本プロダクトの作成処理は、TANSO-FTS-2 の視野内が晴天の事例を対象に実行される。

7.1.9 TANSO-CAI-2 L1A プロダクト

TANSO-CAI-2 L1A プロダクトは、TANSO-CAI-2 L0 データに観測点の位置情報、ラジオメトリック補正情報を付加したプロダクトである。観測されたデジタル値は輝度に変換しない。TANSO-CAI-2 L1A プロダクトは1周回で1ファイルとする。

通常、TANSO-CAI-2 は、地上日照の条件下でデータを取得するので、TANSO-CAI-2 L1A プロダクトは、約半周回分のデータを含む。Band 1-5（前方視バンド）と Band 6-10（後方視バンド）は別ファイルとする。

7.1.10 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト

TANSO-CAI-2 L1B プロダクトは、TANSO-CAI-2 L1A プロダクトにデジタル値として格納されているセンサ出力から画素毎の分光放射輝度への変換を行ったプロダクトである。前方視・後方視それぞれに対しバンド間レジストレーションを行うほか、TANSO-CAI-2 L1A プロダクトに間引かれて格納されている地球回転楕円体上の観測位置と数値標高データを用いてオルソ補正を行い、全画素に対して標高を考慮した観測位置情報を付与している。

7.1.11 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト

TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクトは、TANSO-CAI-2 L1B プロダクトの分光放射輝度データから得られる反射率や正規化植生指数（NDVI: Normalized Difference Vegetation Index）等といった複数の特徴量に対する閾値テストの結果を組み合わせ、画素毎の総合晴天信頼度を算出したプロダクトである。個別の閾値テストの結果や誤識別しやすい事例に対するフラグ等をまとめた雲状態ビットを付与している。

7.1.12 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト

TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクトは、海洋上ではサングリント（太陽光の鏡面反射光）の影響を受けない視線方向の5バンド、陸上では前方視・後方視合わせて10バンドのTANSO-CAI-2 L1B プロダクトの分光放射輝度データを用いて、MWP法⁷によりエアロソル特性データの推定を行ったプロダクトである。空間解像度はアジア域などの指定領域で約2km、それ以外の領域で約5kmとなる。

⁷ MWP (multi-wavelength and multi-pixel) 法 = 多波長・多ピクセル法

7.1.13 L3 プロダクト

L3 プロダクトは TBD。

7.1.14 GOSAT-2 L4A 全球 CO₂ 吸収排出量プロダクト

GOSAT-2 L4A 全球 CO₂ 吸収排出量プロダクトは、TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト (CO₂) 等の大気 CO₂ 濃度データを用いて、地表面における全球の月別 CO₂ 吸収・排出量を推定したプロダクトである。

7.1.15 GOSAT-2 L4A 全球 CH₄ 吸収排出量プロダクト

GOSAT-2 L4A 全球 CH₄ 吸収排出量プロダクトは、GOSAT-2 L4A 全球 CO₂ 吸収排出量プロダクトの CH₄ 版である。

7.1.16 GOSAT-2 L4B 全球 CO₂ 濃度プロダクト

GOSAT-2 L4B 全球 CO₂ 濃度プロダクトは、GOSAT-2 L4A 全球 CO₂ 吸収排出量プロダクトに基づき大気輸送モデルを用いて推定した全球 3 次元大気 CO₂ 濃度分布プロダクトである。

7.1.17 GOSAT-2 L4B 全球 CH₄ 濃度プロダクト

GOSAT-2 L4B 全球 CH₄ 濃度プロダクトは、GOSAT-2 L4B 全球 CO₂ 濃度プロダクトの CH₄ 版である。

7.2 プロダクトの格納単位

プロダクトファイルへのデータ格納単位は、センサおよび処理レベルごとに異なる。一般ユーザが入手可能な標準プロダクトの格納単位とファイルで使用する単位（シーン、フレーム）の定義を以下に示す。

(1) TANSO-FTS-2 のシーン定義

TANSO-FTS-2 は、衛星の昇交点を起点として 1 周回分のデータを 4 分割したうちの 1 つ分のデータを 1 シーンと定義する。

TANSO-FTS-2 の観測データには、衛星の昇交点を基準に、1 周回を $N(N=1246)$ 点で分割した **Orbital Observation Point**（観測点 ID）が割り振られる。降交点 C は観測点 ID が丁度 $N/2$ になる点とする。

- ① 昇交点から日陰観測の終了まで（図 7.2-1 A 点から B 点まで）
- ② 日照観測開始から降交点まで（図 7.2-1 B 点から C 点まで）
- ③ 降交点から日照観測の終了まで（図 7.2-1 C 点から D 点まで）
- ④ 日陰観測の開始から 1 周回の最後の観測まで（図 7.2-1 D 点から A 点まで）

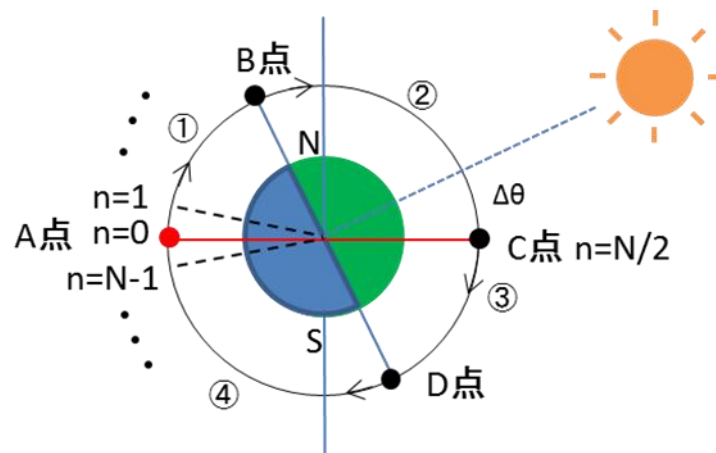


図 7.2-1 TANSO-FTS-2 のシーン定義

(2) TANSO-CAI-2 のシーン定義

TANSO-CAI-2 は、衛星の昇交点を起点とした 1 周回（1 パス）分のデータを 1 シーンと定義する。シーンイメージを図 7.2-2 に示す。

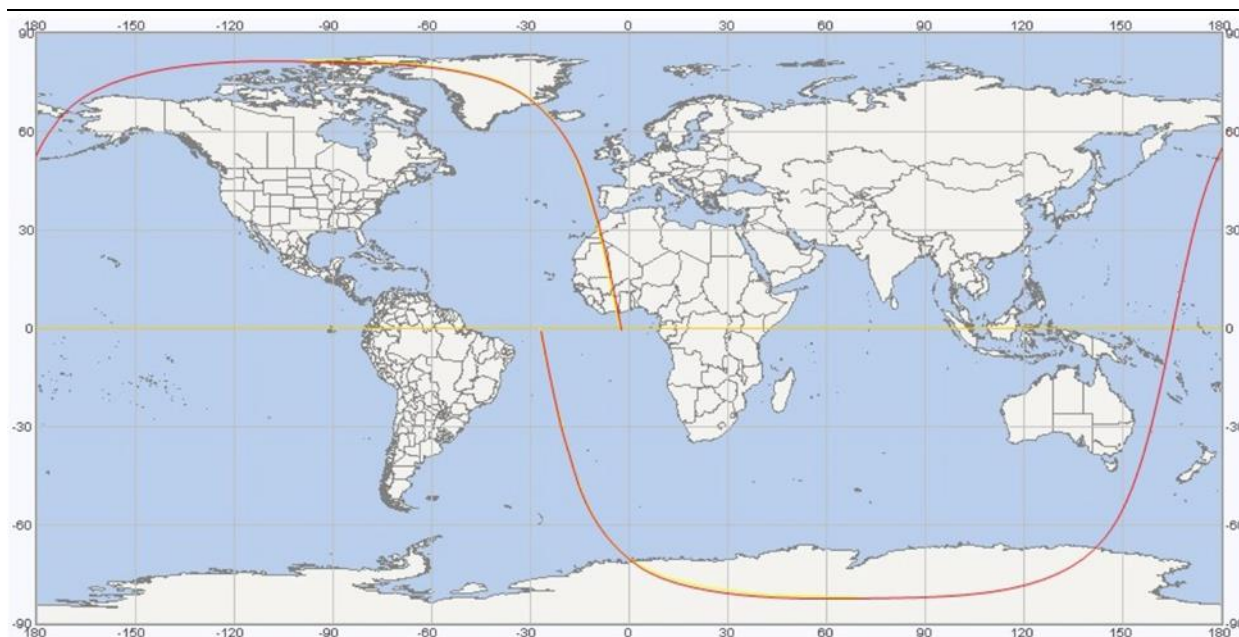


図 7.2-2 TANSO-CAI-2 のシーンイメージ (パス番号 : 1)

(3) TANSO-CAI-2 のフレーム定義

TANSO-CAI-2 で使用される 1 シーンを中心画素の観測点緯度引数で 36 等分したうち 1 つ分のデータを 1 フレームと定義する。フレームイメージを図 7.2-3 に示す。

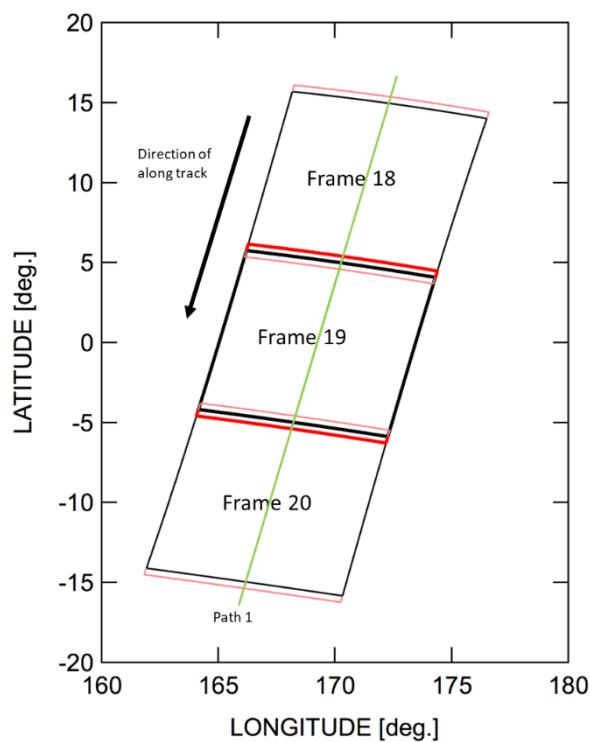


図 7.2-3 TANSO-CAI-2 のフレームイメージ (パス番号 : 1)

7.2.1 TANSO-FTS-2 L1B プロダクト

TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの提供単位は、1 シーンとする。シーンごとに SWIR 固有ファイル、TIR 固有ファイルが作成される。ただし SWIR の観測モードデータは、通常は日照域のみ取得されるため、SWIR 固有ファイルは作成されないことがある。

なお、1つのスペクトルが複数のプロダクトに分割格納されることはない。

7.2.2 TANSO-FTS-2 L2 プロダクト

TANSO-FTS-2 L2 プロダクトの提供単位は、1 日分 (00:00～23:59 UTC) とする。

7.2.3 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト

TANSO-CAI-2 L1B プロダクトの提供単位は、1 フレームとする。

7.2.4 TANSO-CAI-2 L2 プロダクト

TANSO-CAI-2 L2 プロダクトの提供単位は、TANSO-CAI-2 L1B プロダクトと同様に 1 フレームとする。

7.2.5 L3 プロダクト

L3 プロダクトは TBD。

7.2.6 L4A プロダクト

L4A プロダクトの提供単位は、1 年分とする。

7.2.7 L4B プロダクト

L4B プロダクトの提供単位は、1 年分とする。

7.3 ファイル名定義

一般ユーザが入手可能な標準プロダクトのファイル名定義を以下に示す。

7.3.1 TANSO-FTS-2 L1B プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
G	O	S	A	T	2	T	F	T	S	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	H	H	m	m	P	P	P	S	S	_	1	B	B	D	C	0	0	O	O	O	O	A	A	A	B	B	B	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TFTS2 : センサ名 TANSO-FTS-2 (固定)

YYYYMMDDHHmm : 該当シーン開始時刻 (年・月・日・時・分) (UTC)

PPP : パス番号 (001~089)

SS : シーン番号 (01~04)

01 : シーン①昇交点 (観測地点 ID=0) ~ 日陰観測の終わりまで

02 : シーン②日照観測の始まり~降交点 (観測地点 ID=622)

03 : シーン③降交点 (観測地点 ID=623) ~ 日照観測の終わり

04 : シーン④日陰観測の始まり~1周回の終わり (観測地点 ID=1245)

1B : 処理レベル (固定)

B : バンド

S : SWIR 固有ファイル

T : TIR 固有ファイル

D : 処理に使用した軌道データ (GPS ないし確定軌道暦を使用 : 固定)

C : 処理に使用した補正係数

N : ノミナル補正係数を使用 (nominal coefficients)

U : 更新された補正係数を使用 (updated coefficients)

00 : 予約

OOOO : 観測モード名称

OB1D : 日照観測 (全データ decimated モードで取得)

OB1N : 日陰観測 (全データ decimated モードで取得)

OB2D : フル観測以外日照観測

(decimated モードで取得かつ非取得バンドがある場合の日照)

OB2N : フル観測以外日陰観測

(decimated モードで取得かつ非取得バンドがある場合の日陰)

AAA : アルゴリズムバージョン (000~999)

BBB : パラメータバージョン (000~999)

h5 : 拡張子 (固定)

7.3.2 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
G	O	S	A	T	2	T	F	T	S	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	_	0	2	S	W	P	R	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TFTS2 : センサ名 TANSO-FTS-2 (固定)

YYYYMMDD : 観測日 (年・月・日) (UTC)

02 : 処理レベル (固定)

SWPR : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

h5 : 拡張子 (固定)

7.3.3 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
G	O	S	A	T	2	T	F	T	S	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	_	0	2	S	W	F	P	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TFTS2 : センサ名 TANSO-FTS-2 (固定)

YYYYMMDD : 観測日 (年・月・日) (UTC)

02 : 処理レベル (固定)

SWFP : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

h5 : 拡張子 (固定)

7.3.4 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
G	O	S	A	T	2	T	F	T	S	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	_	0	2	T	C	A	P	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TFTS2 : センサ名 TANSO-FTS-2 (固定)

YYYYMMDD : 観測日 (年・月・日) (UTC)

02 : 処理レベル (固定)

TCAP : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

h5 : 拡張子 (固定)

7.3.5 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイルプロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
G	O	S	A	T	2	T	F	T	S	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	_	0	2	T	T	G	P	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TFTS2 : センサ名 TANSO-FTS-2 (固定)

YYYYMMDD : 観測日 (年・月・日) (UTC)

02 : 処理レベル (固定)

TTGP : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

h5 : 拡張子 (固定)

7.3.6 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
G	O	S	A	T	2	T	C	A	I	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	H	H	m	m	P	P	P	F	F	F	-	1	B	C	C	L	1	B	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TCAI2 : センサ名 TANSO-CAI-2 (固定)

YYYYMMDDHHmm : 観測開始時刻⁸ (年・月・日・時・分) (UTC)

PPP : パス番号 (001~089)

FFF : フレーム番号 (001~036)

1B : 処理レベル (固定)

C : バンド (前方視、後方視) 区別なし (固定)

CL1B : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

h5 : 拡張子 (固定)

7.3.7 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
G	O	S	A	T	2	T	C	A	I	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	H	H	m	m	P	P	P	F	F	F	-	0	2	C	C	L	D	D	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

TCAI2 : センサ名 TANSO-CAI-2 (固定)

YYYYMMDDHHmm : 観測開始時刻 (年・月・日・時・分) (UTC)

PPP : パス番号 (001~089)

FFF : フレーム番号 (001~036)

02 : 処理レベル (固定)

C : バンド (前方視、後方視) 区別なし (固定)

CLDD : プロダクトコード (固定)

⁸ TANSO-CAI-2 L1B プロダクトの「観測開始時刻」は、原則、前方視フレームのマージン抜きの最初のラインの観測時刻とする。ただし前方視がない場合は、後方視フレームのマージン抜きの最初のラインの観測時刻とする。(7.3.7 項、7.3.8 項の「観測開始時刻」も同様)

- V : 処理区分コード
 V : 定常、T : 試験
- MMNN : プロダクトバージョン
 MM : メジャーバージョン (00~99)
 NN : マイナーバージョン (00~99)
- RR : リビジョン (00~99)
- oooo : 入力データバージョン (0000~9999)
- h5 : 拡張子 (固定)

7.3.8 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
G	O	S	A	T	2	T	C	A	I	2	Y	Y	Y	Y	M	M	D	D	H	H	m	m	P	P	P	F	F	F	_	0	2	C	A	E	R	P	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	h	5

- GOSAT2 : 衛星名 (固定)
- TCAI2 : センサ名 TANSO-CAI-2 (固定)
- YYYYMMDDHHmm : 観測開始時刻 (年・月・日・時・分) (UTC)
- PPP : パス番号 (001~089)
- FFF : フレーム番号 (001~036)
- 02 : 処理レベル (固定)
- C : バンド (前方視、後方視) 区別なし (固定)
- AERP : プロダクトコード (固定)
- V : 処理区分コード
 V : 定常、T : 試験
- MMNN : プロダクトバージョン
 MM : メジャーバージョン (00~99)
 NN : マイナーバージョン (00~99)
- RR : リビジョン (00~99)
- oooo : 入力データバージョン (0000~9999)
- h5 : 拡張子 (固定)

7.3.9 L3 プロダクト

L3 プロダクトは TBD。

7.3.10 GOSAT-2 L4A 全球 CO₂ 吸収排出量プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
G	O	S	A	T	2	Y	Y	Y	Y	M	M	y	y	y	y	m	m	_	4	A	C	O	2	F	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	n	c

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

YYYYMM : 吸収排出量推定の対象期間開始月 (年・月) (UTC)

yyyymm : 吸収排出量推定の対象期間終了月 (年・月) (UTC)

4A : 処理レベル (固定)

CO2F : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

nc : 拡張子 (固定)

7.3.11 GOSAT-2 L4A 全球 CH₄ 吸収排出量プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
G	O	S	A	T	2	Y	Y	Y	Y	M	M	y	y	y	y	m	m	_	4	A	C	H	4	F	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	n	c

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

YYYYMM : 吸収排出量推定の対象期間開始月 (年・月) (UTC)

yyyymm : 吸収排出量推定の対象期間終了月 (年・月) (UTC)

4A : 処理レベル (固定)

CH4F : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

nc : 拡張子 (固定)

7.3.12 GOSAT-2 L4B 全球 CO₂ 濃度プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
G	O	S	A	T	2	Y	Y	Y	Y	M	M	y	y	y	y	m	m	_	4	B	C	O	2	C	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	n	c

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

YYYYMM : 濃度分布計算の対象期間開始月 (年・月) (UTC)

yyyymm : 濃度分布計算の対象期間終了月 (年・月) (UTC)

4B : 処理レベル (固定)

CO2C : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

nc : 拡張子 (固定)

7.3.13 GOSAT-2 L4B 全球 CH₄ 濃度プロダクト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
G	O	S	A	T	2	Y	Y	Y	Y	M	M	y	y	y	y	m	m	_	4	B	C	H	4	C	V	M	M	N	N	R	R	o	o	o	o	.	n	c

GOSAT2 : 衛星名 (固定)

YYYYMM : 濃度分布計算の対象期間開始月 (年・月) (UTC)

yyyymm : 濃度分布計算の対象期間終了月 (年・月) (UTC)

4B : 処理レベル (固定)

CH4C : プロダクトコード (固定)

V : 処理区分コード

V : 定常、T : 試験

MMNN : プロダクトバージョン

MM : メジャーバージョン (00~99)

NN : マイナーバージョン (00~99)

RR : リビジョン (00~99)

oooo : 入力データバージョン (0000~9999)

nc : 拡張子 (固定)

7.4 プロダクトフォーマット

7.4.1 データ格納形式

一般ユーザに提供される GOSAT-2 プロダクトは、表 7.1-1 に示すとおり HDF5、NetCDF フォーマットに格納し提供される。HDF5、NetCDF の概略を以下に示す。

(1) HDF

HDF(Hierarchical Data Format)は米国立スーパーコンピュータ応用研究所 (National Center for Supercomputing Application ; NCSA) が開発した自己記述型の汎用ファイルフォーマットである。HDF はコンピュータのプラットフォームに依存せず、画像や表、注記、画像用パレットなどデータの解析に必要な複数種類のデータや関連ファイルをオブジェクトと見なして、同一のファイルに格納する。データの種類とそのファイル内での位置等が記述されているメタデータも含まれる。

HDF は階層的構造をとり、最下層においてデータを保存するための物理ファイルフォーマットがあり、上層において HDF ファイルの管理、データの操作、検証、解析等をするためのアプリケーションを含む。HDF は単なるファイルフォーマットではなく、HDF ファイルにデータを保存、検索、可視化、解析、管理することを容易にする各種の支援ソフトウェアから成立している。

GOSAT-2 プロダクトに採用している HDF5 (バージョン 5) はそれ以前のバージョンの問題点である 20000 個以上のデータが格納できない点や 2GB 以上のファイルは生成できない点などを克服している。

(2) NetCDF

NetCDF(Network Common Data Form)は、1989 年に米国の Unidata を中心に策定された自己記述型かつ配列指向型のファイルフォーマットであり、データそのものに加えメタデータを格納する。NetCDF は HDF5 と同様に、ファイルフォーマットであると同時にソフトウェアライブラリにより構成される。

HDF5 と NetCDF は密接な関係性を持ち、バージョン 4.1 以降の NetCDF では、データ格納層に HDF5 フォーマットを用いるほか、読み込みのみに制限されるが HDF5 フォーマットのデータにアクセス可能である。

7.4.2 フォーマット例

GOSAT-2 プロダクトの表示および解析を行う際、まずデータフォーマットに従って読み込まなければならない。HDF5 および NetCDF はライブラリが準備されているので、通常はライブラリを用いて読み込みを行う。

標準プロダクトに対し、該当するフォーマット説明書およびその記述箇所を表 7.4-1 に示す。

表 7.4-1 標準プロダクトとフォーマット説明書の対応

プロダクト名	提供状況*	文書名	記述箇所
TANSO-FTS-2 LIB プロダクト	○	JAXA GOSAT-2/TANSO-FTS-2 レベル1プロダクトフォーマット説明書	3章
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy法 プロダクト		国立環境研究所 GOSAT-2プロダクトファイル フォーマット説明書(プロダクト編)	第4分冊
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト			第5分冊
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクト			第6分冊
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル プロダクト			第7分冊
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 LIB プロダクト	○		第1分冊
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト	○		第2分冊
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト			第3分冊
GOSAT-2 L4A 全球CO ₂ 吸収排出 量プロダクト			第8分冊
GOSAT-2 L4A 全球CH ₄ 吸収排出 量プロダクト			第9分冊
GOSAT-2 L4B 全球CO ₂ 濃度 プロダクト			第10分冊
GOSAT-2 L4B 全球CH ₄ 濃度 プロダクト			第11分冊

*○は 2020 年 5 月現在、提供を開始しているプロダクト。

7.5 プロダクトのバージョンアップ

プロダクトは、処理アルゴリズムの変更を受けて、バージョンアップが行われる。本節では、各プロダクトのバージョンアップのルールを示す。

バージョンアップ後のバージョンを用いて過去の観測データの再処理が行われ、適宜提供される。そのため、必要なデータを取得する際には、処理バージョンに注意する必要がある。なお、“標準プロダクトのバージョンによる違い”、“観測期間とバージョンの関係”は、8.5 節の Web サイトに掲載されるため、そちらを参照すること。

7.5.1 TANSO-FTS-2 L1B プロダクト

TANSO-FTS-2 L1B プロダクトのバージョンアップ状況は、ファイル名に付与されるアルゴリズムバージョン (7.3.1 項の「AAA」が該当) とパラメータバージョン (7.3.1 項の「BBB」が該当) で確認が可能である。それぞれのバージョンアップの考え方を以下に示す。また、バージョンアップのイメージを表 7.5-1 に示す。

(1) アルゴリズムバージョン

処理アルゴリズムのバージョンを 3 桁の番号で表現する。各桁のバージョンアップ方針は以下のとおり。

- ・ 1 桁目：メジャーバージョン

L1 プロダクトのフォーマット変更を行う場合や、リリース後に当面バージョンアップの予定がない場合に、カウントアップする。

- ・ 2 桁目・3 桁目：マイナーバージョン

アルゴリズムの修正を行った場合にカウントアップする。2 桁を使用し、大きな修正と軽微な修正を区別する。

(2) パラメータバージョン

処理に使用するパラメータファイル一式を 3 桁の番号で表現する。各桁のバージョン方針はアルゴリズムバージョンと同様である。

表 7.5-1 TANSO-FTS-2 L1B プロダクトのバージョンアップイメージ

日付	変更内容	バージョンアップの種別	バージョン通称*
2019/08/01	初回リリース	メジャーバージョン (大幅な変更)	V100.100
2019/09/01	ログ内容改修 (プロダクトへの影響はない)	マイナーバージョン (小さな変更)	V101.100
2019/10/01	パラメータの更新 (プロダクトへの影響は軽微)	マイナーバージョン (小さな変更)	V101.101
2019/11/01	処理方式の一部変更 (プロダクトへの影響あり)	マイナーバージョン (大きな変更)	V110.110
2019/12/01	全般にわたる変更 (プロダクトへの影響は大きい)	メジャーバージョン (当面バージョンアップの予定がない)	V200.200

*バージョン通称は、「V」の後、アルゴリズムバージョンとパラメータバージョンを「.」で区切る。

7.5.2 TANSO-FTS-2 L2 プロダクト

TANSO-FTS-2 L2 プロダクトのバージョンアップの状況は、プロダクトバージョン、リビジョン、入力データバージョンで確認が可能である。それぞれのバージョンアップの考え方を以下に示す。また、バージョンアップのイメージを表 7.5-2 に示す。なお、リビジョン、入力データバージョンは管理目的に付与しているものであるため、データ利用者はプロダクトバージョンの変化のみに留意すればよい。

(1) プロダクトバージョン

プロダクトバージョンは、メジャーバージョン、マイナーバージョンで構成され、それぞれ 2 桁の 0 埋め整数で表現する。(7.3.2 項～7.3.5 項の「MMNN」が該当)

それぞれのバージョンアップ方針は以下のとおり。

- ・ 出力するプロダクトへの影響が大きい場合:メジャーバージョンを上げる
- ・ 出力するプロダクトへの影響が小さい場合:マイナーバージョンを上げる

(2) リビジョン

リビジョンは2桁の0埋め整数で表現する。出力するプロダクトへの影響はないが、何らかの変更があった場合にリビジョンをカウントアップする。(7.3.2 項～7.3.5 項の「RR」が該当)

(3) 入力データバージョン

データ処理に用いる入力/参照データ一式に4桁の入力データバージョンを付与する。いずれかの入力/参照データのバージョンが変わるたびに入力データバージョンをカウントアップする。(7.3.2 項～7.3.5 項の「oooo」が該当)

表 7.5-2 TANSO-FTS-2 L2 プロダクトのバージョンアップイメージ

日付	変更内容	プロダクトバージョン*	リビジョン	入力データバージョン
2019/08/01	初回リリース	01.00	00	0001
2019/09/01	ログ内容改修 (プロダクトへの影響はない)	01.00	01	0001
2019/10/01	参照データのバージョンアップ (プロダクトへの影響は軽微)	01.01	00	000 <u>2</u>
2019/11/01	アルゴリズムと処理パラメータの変更 (プロダクトへの影響は大きい)	02.00	00	000 <u>3</u>

*通称としては、メジャー、マイナーの数値間にドットが入る。

7.5.3 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト、L2 プロダクト

TANSO-CAI-2 L1B プロダクト、L2 プロダクトのバージョンアップの考え方は、7.5.2 項と同様。

7.5.4 L3 プロダクト

L3 プロダクトは TBD。

7.5.5 L4 プロダクト

L4 プロダクトのバージョンアップの状況は、プロダクトバージョン、リビジョン、入力データバージョンで確認が可能である。それぞれのバージョンアップの考え方を以下に示す。

(1) プロダクトバージョン

プロダクトバージョンは、メジャーバージョン、マイナーバージョンで構成され、それぞれ 2 桁の 0 埋め整数で表現する。(7.3.10 項～7.3.13 項の「MMNN」が該当)

それぞれのバージョンアップ方針は以下のとおり。

- ・ モデルのメジャーバージョンアップ：メジャーバージョンを上げる
- ・ モデルのマイナーバージョンアップ、モデルに使用する先験情報等のバージョンアップ：マイナーバージョンを上げる

(2) リビジョン

リビジョンは 2 桁の 0 埋め整数で表現する。モデルまたは先験情報等の修正があった場合にリビジョンをカウントアップする。(7.3.10 項～7.3.13 項の「RR」が該当)

(3) 入力データバージョン

モデル処理に用いる大気濃度観測データ一式 (TANSO-FTS-2 L2 および地上観測データ) に 4 桁の入力データバージョンを付与する。いずれかの大気濃度観測データのバージョンが変わるたびに入力データバージョンをカウントアップする。(7.3.10 項～7.3.13 項の「oooo」が該当)

7.6 TANSO-FTS-2 処理アルゴリズム

TANSO-FTS-2 の L0 から L1B 処理までのフロー概要を図 7.6-1 に、L2 処理フロー概要を図 7.6-2 に示す。

TANSO-FTS-2 の各標準プロダクトの処理アルゴリズムの詳細は各アルゴリズム基準書(2.2 節)を参照のこと。

アルゴリズム基準書は NIES の GOSAT-2 プロダクト提供サイト (GOSAT-2 Product Archive) より入手可能である。入手方法は 8.5 節を参照のこと。

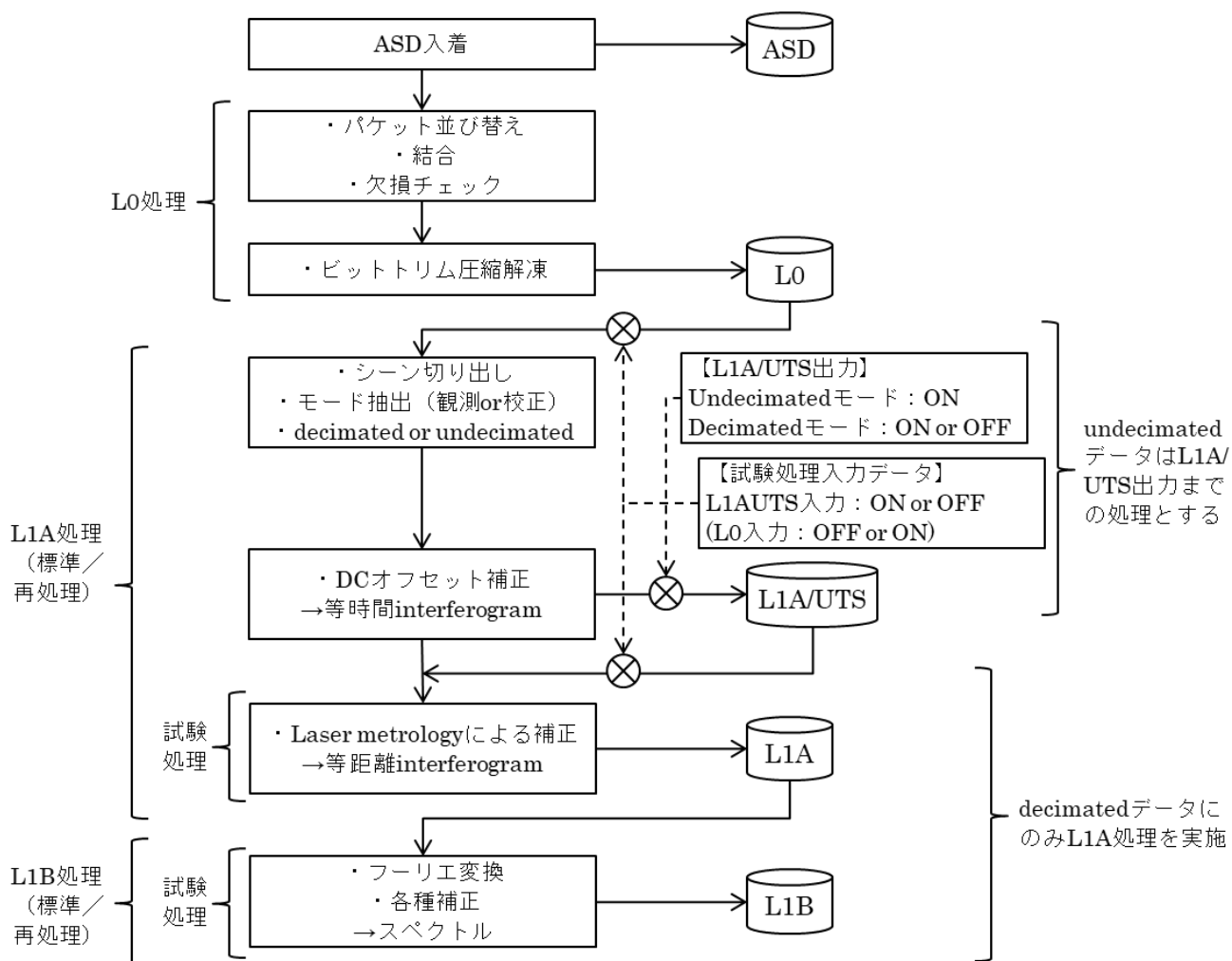


図 7.6-1 TANSO-FTS-2 L0 から L1B 処理までのフロー概要

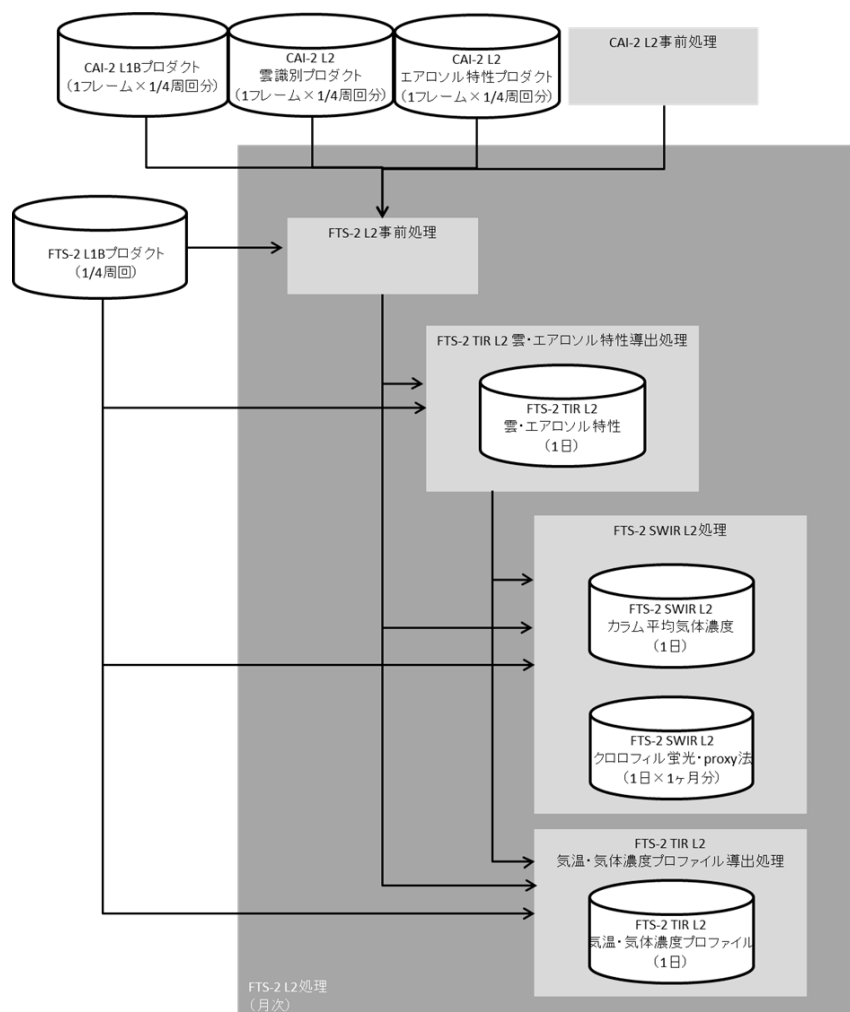


図 7.6-2 TANSO-FTS-2 L2 処理フロー概要

7.6.1 TANSO-FTS-2 L1A 処理アルゴリズム

TANSO-FTS-2 の観測から得られるインタフェログラムデータに付加情報を加える処理である。

TANSO-FTS-2 L1A プロダクトの主な付加情報は以下のとおり。

【主な付加情報】

- ・ 観測点 ID
- ・ 観測点の観測時刻
- ・ 観測時刻における衛星位置(ECI, ECR)・衛星速度(ECI, ECR)・姿勢
- ・ 観測点の位置情報
- ・ 観測点の太陽位置情報、月位置情報(ECI, ECR)
- ・ サンダリントフラグ

- ・ データの品質情報
- ・ 陸・水種フラグ
- ・ 視線ベクトル
- ・ 視野確認カメラ画像（観測時刻付近の画像）

7.6.2 TANSO-FTS-2 L1B 処理アルゴリズム

TANSO-FTS-2 L1A（インタフェログラム）に対してフーリエ変換および各種補正を行い、スペクトルに変換する処理である。

SWIR は、感度校正前のスペクトル(V/cm^{-1})、感度校正後のスペクトル($W/cm^2/str/cm^{-1}$)の 2 種類を格納する。

TIR は、黒体・深宇宙校正データを用いた感度校正後スペクトル($W/cm^2/str/cm^{-1}$)、有限視野補正を適用したスペクトル($W/cm^2/str/cm^{-1}$)の 2 種類を格納する。

TANSO-FTS-2 L1B プロダクトの主な付加情報は以下のとおり。

【主な付加情報】

- ・ 観測点 ID
- ・ 観測点の観測時刻
- ・ 観測時刻における衛星位置(ECI,ECR)・衛星速度(ECI,ECR)・姿勢
- ・ 観測点の位置情報
- ・ 観測点の太陽位置情報、月位置情報(ECI,ECR)
- ・ サングリントフラグ
- ・ データの品質情報
- ・ 陸・水種フラグ
- ・ 視線ベクトル
- ・ 視野確認カメラ画像（観測時刻付近の画像）
- ・ 計算に使用した校正データのグラニューール ID

7.6.3 TANSO-FTS-2 高次処理アルゴリズム

7.6.3.1 TANSO-FTS-2 SWIR L2 処理アルゴリズム

TANSO-FTS-2 L1B プロダクトに格納されている SWIR 輝度スペクトルデータに対し、MAP 推定法を適用し、物理量を導出する処理である。

GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクトには、雲・エアロソルが存在しないという仮定のもと複数の独立した MAP 推定法による推定処理を行った結果を格納する。

GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクトには、雲・エアロソルを考慮して MAP 推定法により推定したカラム平均気体濃度データを格納する。

各プロダクトの主要な格納項目は以下のとおり。

【GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクト】

- ・ クロロフィル蛍光輝度
- ・ XCH₄ (proxy 法)
- ・ XCO (proxy 法)

【GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト】

- ・ XCO₂ (full physics 法)
- ・ XCH₄ (full physics 法)
- ・ XCO (full physics 法)
- ・ XH₂O (full physics 法)

7.6.3.2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル

FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイル用のアルゴリズムは、GOSAT で開発した CO₂ および CH₄ 濃度プロファイル用のアルゴリズム (Saitoh et al., 2009, 2012, 2016) を元にして、GOSAT-2 用に改良した。

FTS-2 のバンド 4 (5.5-8 μm) およびバンド 5 (8-15 μm) を用いて、CO₂、CH₄、O₃、気温、H₂O、N₂O の高度プロファイルを導出する。10-μm および 15-μm の CO₂ 吸収帯で気温と CO₂、H₂O、O₃ の濃度を、7-μm および 8-μm の CH₄ 吸収帯で気温と CH₄、H₂O、O₃、N₂O の濃度を同時推定する。推定においては、最大事後確率推定法 (MAP 法) によるリトリバルを行う。主な先験値データとして、全球数値予報モデルデータ JRA55 (気温、H₂O、O₃)、および、大気輸送モデル NICAM-TM (CO₂、CH₄)、大気輸送モデル ACTM (N₂O) による計算値を使用する。入力

最大 110 層のフルグリッド大気層で定義し、リトリバル処理時に線形写像を適用することで、出力は最大 30 層のリトリバルグリッド大気層となる。

CAI-2 および FTS-2 の L2 雲フラグ、FTS-2 L1B 品質フラグにより、事前スクリーニングを行ってから、濃度プロファイルのリトリバル処理を行い、 χ^2 乗値の収束判定により導出値を決定する。FTS-2 TIR L2 濃度プロファイルプロダクトの導出値を表 7.6-1 に示す。

表 7.6-1 FTS-2 TIR L2 濃度プロファイルプロダクトの導出値

No	導出する物理量	説明	備考
1	CO ₂	CO ₂ 高度分布 [ppmv]	最大 30 層
2	気温	気温高度分布 [K]	CO ₂ 層数に同じ
3	O ₃	O ₃ 高度分布 [ppmv]	CO ₂ 層数に同じ
4	CH ₄	CH ₄ 高度分布 [ppmv]	最大 30 層
5	H ₂ O	H ₂ O 高度分布 [ppmv]	CH ₄ 層数に同じ
6	N ₂ O	N ₂ O 高度分布 [ppmv]	CH ₄ 層数に同じ
7	射出率*	地表面射出率もしくは海面射出率	500 波数
8	地表面温度*	地表面温度もしくは海面水温 [K]	

*スペクトル補正のためのパラメータとして導出 (Saitoh et al., 2016)。

参考文献

1. Saitoh, N., R. Imasu, Y. Ota, and Y. Niwa, CO₂ retrieval algorithm for the thermal infrared spectra of the Greenhouse Gases Observing Satellite: potential of retrieving CO₂ vertical profile from high-resolution FTS sensor, J. Geophys. Res., Vol. 114, doi:10.1029/2008JD011500, 2009.
2. Saitoh, N., M. Touno, S. Hayashida, R. Imasu, K. Siomi, T. Yokota, Y. Yoshida, T. Machida, H. Matsueda, and Y. Sawa, Comparisons between XCH₄ from GOSAT shortwave and thermal infrared spectra and aircraft CH₄ measurements over Guam, SOLA, Vol. 8, doi:10.2151/sola.2012-036, 2012.
3. Saitoh, N., S. Kimoto, R. Sugimura, R. Imasu, S. Kawakami, K. Shiomi, A. Kuze, T. Machida, Y. Sawa, and H. Matsueda, Algorithm update of the GOSAT/TANSO-FTS thermal infrared CO₂ product (version 1) and validation of the UTLS CO₂ data using CONTRAIL measurements, Atmos. Meas. Tech., 9, 2119-2134, doi:10.5194/amt-9-2119-2016, 2016.

7.6.3.3 FTS-2 TIR L2 雲エアロゾル特性

FTS-2 TIR L2 雲エアロゾル特性用のアルゴリズムは、GOSAT データを用いて開発した雲特性アルゴリズムを元にして、GOSAT-2 用に改良した。アルゴリズムには、閾値法、スプリットウィンドウ法、スライシング法の3手法を採用し、日照および日陰の TIR データによる雲エアロゾル特性の導出を行う。FTS-2 TIR L2 雲エアロゾル特性プロダクトの導出値を表 7.6-2 に示す。

【閾値法】

地表面射出率を推定後、気象データや地表面情報を基に予測計算された大気窓領域に置ける輝度温度に対して、実際の観測値の方が低い場合、その視野内に雲が存在すると判定する。測定誤差などを考慮し、理論計算値から数 K ほど低い値を閾値として設定する。視野内が曇りと判定された場合、観測された輝度スペクトルに対する輝度温度を雲頂温度とし、気象データからその温度に対応する気圧高度を雲頂気圧とする。視野内が晴れと判定された場合、視野内の地表面温度・海面水温を計算する。

【スプリットウィンドウ法】

スプリットウィンドウ法による雲微物理量の導出は、閾値法により雲ありと判定された場合において、 $10\ \mu\text{m}$ 付近の大気窓領域を2つのチャンネル領域 $8.5\ \mu\text{m}$ と $11\ \mu\text{m}$ に分割して、その輝度温度差分を計算し、観測された輝度スペクトルの波長依存性や水/氷の複素屈折率の違いから、雲の光学的厚さや雲粒子の有効半径などを導出する (Antonelli et al., 2002)。

【スライシング法】

巻雲検出手法である CO_2 スライシング法をもとにして、GOSAT データに対して適用したアルゴリズム (Someya et al., 2016) を GOSAT-2 用に改良した。 $15\ \mu\text{m}$ 帯のスペクトルチャンネルから、荷重関数の感度プロファイルが最大となる高度を計算し、高度順にスペクトルチャンネルのソートを行い、適宜組み合わせで仮想チャンネルを構成する。感度高度の異なる3パターンのチャンネルの組み合わせを用いて、上層・中層・下層雲の検出を行うため、事前に雲を仮定した放射計算を行って使用するチャンネルの最適化をしておく。スライシング法では使用するチャンネルでの晴天時と曇天時の輝度温度差の比を用いて、雲判別、雲頂高度、視野内の有効雲量から光学的厚さを求める。

表 7.6-2 FTS-2 TIR L2 雲エアロゾル特性の導出値

No	導出する物理量	説明	備考*		
			(1)	(2)	(3)
1	雲フラグ	雲判別結果	○	○	○
2	雲頂温度	雲頂温度の導出値 [K]	○	○	○
3	雲頂高度	雲頂温度と気象データから計算した雲頂高度 [km]	○	○	○
4	雲頂気圧	雲頂温度と気象データから計算した雲頂気圧 [hPa]	○	○	○
5	光学的厚さ	光学的厚さの導出値		○	○
6	雲粒子タイプ	雲粒子の相、氷タイプなど		○	
7	有効半径	雲粒子タイプを仮定したときの有効半径 [μm]		○	
8	視野内有効雲量	光学的に厚い雲を仮定した場合の FTS-2 視野内の雲量			○
9	射出率	地表面射出率もしくは海面射出率	○		
10	地表面温度	地表面温度もしくは海面水温 [K]	○		

*各手法により推定するパラメータ ((1) 閾値法、(2) スプリットウィンドウ法、(3) スライシング法)

参考文献

1. Antonelli, P., S. A. Ackerman, W. P. Menzel, A. Huang, B. A. Baum, and W. L. Smith, Retrieval of Cloud Top Height, Effective Emissivity, and Particle Size, from Aircraft High Spectral Resolution Infrared Measurements, SPIE, 4539, 50-61, 2002.
2. Someya, Y., R. Imasu, N. Saitoh, Y. Ota, and K. Shiomi : A development of cloud top height retrieval using thermal infrared spectra observed with GOSAT and comparison with CALIPSO data, Atmos. Meas. Tech., 9, 1981-1992, doi:10.5194/amt-9-1981-2016, 2016.

7.7 TANSO-CAI-2 処理アルゴリズム

TANSO-CAI-2 の L1B 処理フロー概要を図 7.7-1 に、L2 処理フロー概要を図 7.7-2 に示す。

TANSO-CAI-2 の各標準プロダクトの処理アルゴリズムの詳細は各アルゴリズム基準書 (2.2 節) を参照のこと。

アルゴリズム基準書は NIES の GOSAT-2 プロダクト提供サイト (GOSAT-2 Product Archive) より入手可能である。入手方法は 8.5 節を参照のこと。

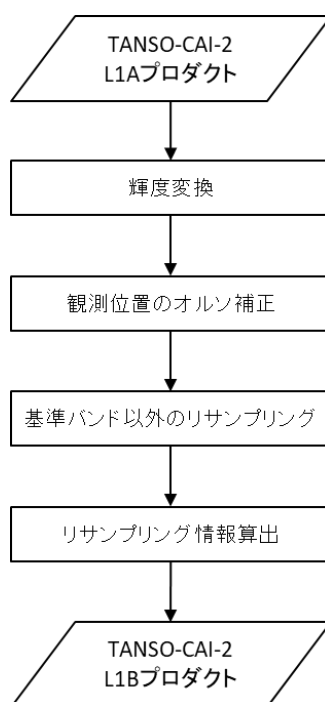


図 7.7-1 TANSO-CAI-2 L1B 処理フロー概要

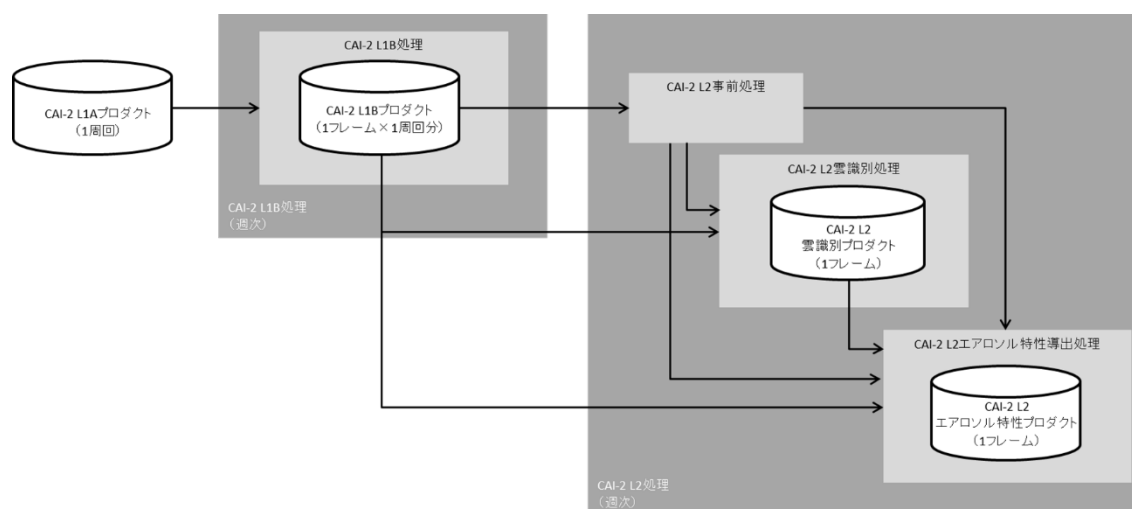


図 7.7-2 TANSO-CAI-2 L2 処理フロー概要

7.7.1 TANSO-CAI-2 L1A 処理アルゴリズム

TANSO-CAI-2 L0 データに観測点の位置情報、ラジオメトリック補正情報を付加する処理である。

TANSO-CAI-2 L1A プロダクトの主な付加情報は以下のとおり。

【主な付加情報】

- ・ データ点数
- ・ ライン撮像時刻
- ・ ゲイン、センサ温度、露光時間
- ・ 代表点の位置情報
- ・ 代表点の衛星軌道(ECI,ECR)
- ・ 代表点の衛星姿勢
- ・ 代表点のセンサ天頂角、方位角
- ・ 代表点の太陽位置(ECI,ECR)
- ・ 代表点の月位置(ECI,ECR)
- ・ データの品質情報

7.7.2 TANSO-CAI-2 L1B 処理アルゴリズム

TANSO-CAI-2 L1B 処理は、TANSO-CAI-2 L1A プロダクトにデジタル値として格納されているセンサ出力から画素毎の分光放射輝度への変換を行う処理である。

TANSO-CAI-2 L1B プロダクトの主な付加情報は以下のとおり。

【主な付加情報】

- ・ 分光放射輝度

7.7.3 TANSO-CAI-2 高次処理アルゴリズム

7.7.3.1 TANSO-CAI-2 L2 雲識別アルゴリズムの概要

GOSAT-2 搭載 TANSO-CAI-2 は複数の役割を有するが、そのうちのひとつは観測ピクセルにおける晴／雲の識別である。TANSO-CAI-2 による雲識別は TANSO-FTS-2 による温室効果ガスの観測をサポートする。すなわち、TANSO-FTS-2 の観測視野内に雲があると、誤った温室効果ガス濃度を推定する可能性があるため、観測視野内の雲の有無の識別が必要となる。この雲の有無の識別を TANSO-CAI-2 が担う。本項では、TANSO-

CAI-2 雲識別アルゴリズムの概要について述べる。

TANSO-CAI-2 雲識別アルゴリズムには、従来からの閾値テスト (Threshold Tests) をベースにした CLAUDIA1 と、新規開発した機械学習 (Machine Learning) をベースにした CLAUDIA3 がある (2020年5月現在、CLAUDIA1 が実装され、雲識別を算出している)。

まず、CLAUDIA1 であるが、TANSO-CAI-2 の各観測ピクセルにおいて (i)太陽光反射率テスト、(ii)反射率の波長依存性テスト、(iii)正規化植生指数 (NDVI) テスト、(iv)沙漠域における雲識別テストの都合4種類の個別テストを行い、それらの個別テストの結果をマージして、総合晴天信頼度 (Clear Confidence Level; CCL) を算出する。CCL は[0,1]の値をもつ実数値であり、0.0 が完全曇天、1.0 が完全晴天を示す。CLAUDIA1 の特徴は、各観測ピクセルにおける晴か雲かを一意に決めるのではなく、晴／雲の間の曖昧さを表現できる点にある。もともと衛星観測ピクセルにおける晴／雲は、必ずしも一意に決まるものではない。例えば TANSO-CAI-2 の空間分解能である 460m×460m の一部が雲で覆われていたり、あるいは薄い雲が観測ピクセル全体を覆っていたりする場合には、完全な雲でもなく完全な晴れでもない。CLAUDIA1 はこのような曖昧な状態が表現できるように設計されている。

次に CLAUDIA3 について述べる。CLAUDIA3 は SVM (Support Vector Machine) とよばれる機械学習に基づいたアルゴリズムである。SVM は教師付分類手法のひとつであり、最初に訓練サンプルの特徴量から晴／雲の2つのクラスのどちらかに属するかを識別する識別関数 (これを分離超平面という)、そして識別関数の構成に関わる訓練サンプル (Support Vector) を決定する。そしてこの識別関数を用いて、衛星観測ピクセルの雲識別を行うものである。SVM では個別の識別テストを行わず、各識別テストを特徴量とした多次元空間において分離超平面を決定するため、CLAUDIA1 における晴天信頼度にあたるものは存在しない。ただし、決定関数の絶対値をとることで晴天信頼度とすることができる。TANSO-CAI-2 の仕様や CLAUDIA1、CLAUDIA3 の詳細なアルゴリズム仕様については、2.2 (4)項を参照のこと。

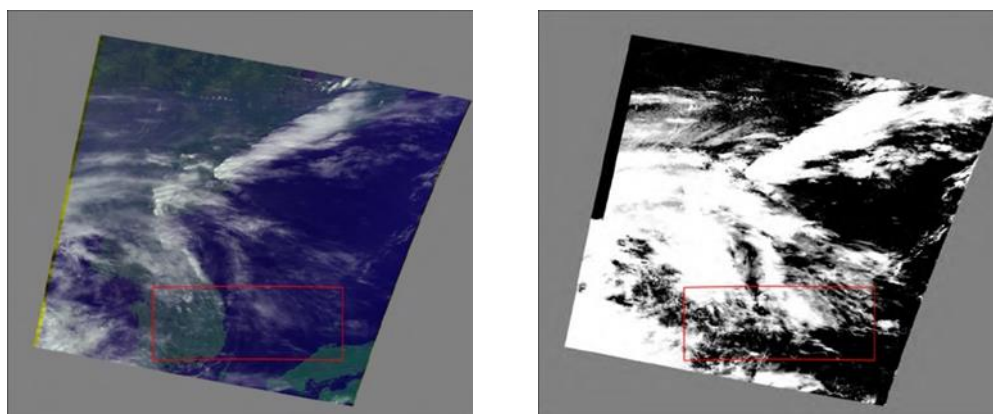


図 7.7-3 TANSO-CAI-2 の RGB 合成図 (左) および CLAUDIA1 の雲識別結果 (右)
2019 年 3月9日のデータ

7.7.3.2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソルアルゴリズム

GOSAT-2/TANSO-CAI-2-L2 エアロソルプロダクトを生成するアルゴリズムは、陸上については Hashimoto and Nakajima (2017) の多波長マルチピクセル法 (Multi-Wavelength and Multi-Pixel Method : MWPM) に基づいている。海上については Shi et al. (2016・2019) のエアロソル・海水射出放射輝度同時導出 (Simultaneous Retrieval of Aerosol and Water leaving radiance: SIRAW) に基づく予定であるが、現時点では簡易版となっている。またこれらアルゴリズムの運用版である v-MWPM および v-SIRAW には、放射輝度シミュレーションを加速するためのニューラルネットワークが実装されている (Takenaka et al., 2011)。

表 7.7-1 に、導出される主要パラメータおよびその成功基準 (サクセスクリテリア) を示す。微小粒子モードエアロソル光学的厚さ (AOT_{fine}) および微小粒子モードエアロソル中のブラックカーボン体積分率 (BCF) は地表面に関する変数に関連する。つまり、等価 PM_{2.5} とブラックカーボン (BC) 濃度は導出アルゴリズムで想定するエアロソル光学モデルによる推定値と等価な値になる。なお空間解像度はアジア域などの指定領域で約 2 km、それ以外の領域で 5 km となる。

表 7.7-1 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクトに含まれる主要パラメータ

パラメータ	定義	成功基準 フル (エクストラ)
AOT550, AOT1600	$\lambda = 550 \text{ nm}$ および 1600 nm における総エアロソル光学的厚さ	精度: 有効地表面反射率 7 % (14 %)未満の地域で 0.1 未満
AOT550fine	550 nm における微少粒子モードエアロソル光学的厚さ	無
AOT550coarse	550 nm における粗大粒子モードエアロソル光学的厚さ	無
AE	オングストローム指数	精度: 有効地表面反射率 7 % (14 %)未満の地域で 0.3 未満
BCF	微少粒子モードエアロソル中のブラックカーボン(すす)体積分率	精度: 有効地表面反射率 7 % (14 %)未満の地域で 0.1 未満
ePM2.5	等価 PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	精度: 有効地表面反射率 7 % (14 %)未満の地域で $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満

参考文献

1. Hashimoto, M., and T. Nakajima, 2017: Development of a remote sensing algorithm to retrieve atmospheric aerosol properties using multi-wavelength and multi-pixel information. J. Geophys. Res., doi: 10.1002/2016JD025698.
2. Shi, C., M. Hashimoto and T. Nakajima, 2019: Remote sensing of aerosol properties from multi-wavelength and multi-pixel information over the ocean. Atmos. Chem. Phys., 19, 2416-2475.
3. Shi, C., T. Nakajima, and M. Hashimoto, 2016: Simultaneous retrieval of aerosol optical thickness and chlorophyll concentration from multi-wavelength measurement over East China Sea. J. Geophys. Res., 121, 14084-14101, doi: 10.1002/2016JD025790.
4. Takenaka, H., T. Y. Nakajima, A. Higurashi, A. Higuchi, T. Takamura, R. T. Pinker, and T. Nakajima, 2011: Estimation of solar radiation using a neural network based on radiative transfer. J. Geophys. Res., 116, D08215, doi:10.1029/2009JD013337.

7.8 校正・検証

7.8.1 校正

GOSAT-2 プロダクトの「校正」は、レベル1プロダクトを対象として実施する。

7.8.1.1 校正計画の概要

「校正」とは、レベル1プロダクトを対象として、センサの特性を明確にするとともに、輝度精度、幾何精度、スペクトル精度、画質精度が目標精度内にあることを確認するための評価を指す。その評価は、打上げ前の地上試験（PFT：Proto Flight Test）で取得したデータ、打上げ後に取得した校正データ、観測データを用いて実施される。

なお、校正結果はレベル1処理アルゴリズムのバージョンアップに反映される。

7.8.1.2 校正スケジュール

校正データおよび観測データを用いた「校正」を初期校正検証運用期間（2019年2月～7月）に実施し、センサの特性を評価した。

その後、定常観測運用では、7.8.1.3項に示す校正を実施するとともに定期的に評価結果、今後の校正計画について見直しを行いながら「校正」を行う。

7.8.1.3 校正項目

TANSO-FTS-2の校正項目を表7.8-1に、TANSO-CAI-2の校正項目を表7.8-2に示す。

表 7.8-1 TANSO-FTS-2 校正・評価項目

校正・評価項目		取得データ	頻度	評価頻度
輝度 校正	太陽照度校正 (リファレンス)	太陽観測データ	1回/3ヶ月	1回/3ヶ月
	太陽照度校正 (ルーチン)	太陽観測データ	1回/周回	1回/1ヶ月
	黒体・深宇宙校正	黒体観測データ 深宇宙観測データ	6回/周回	1回/1ヶ月
	装置関数 校正	レーザ観測データ	1回/1ヶ月	1回/1ヶ月
	夜間校正	夜間観測データ	深宇宙校正で代用	—
	電気校正	電気校正データ	1回/1ヶ月	1回/1ヶ月
幾何 校正	指向精度	視野確認カメラ画像	—	1回/1ヶ月
	指向安定度	視野確認カメラ画像	—	1回/1ヶ月

表 7.8-2 TANSO-CAI-2 校正・評価項目

校正・評価項目		取得データ	頻度	評価頻度
校正 評価	感度校正	明時データ(月校正、地上) 電氣的校正データ	1回/1ヶ月	初期は1回/月 ペースで実施 し、トレンド 評価により以 後決定
	オフセット校正	暗時データ(夜間、月校正)	1回/1ヶ月	
迷光 評価	迷光評価	月校正 地上観測	1回/1ヶ月	

7.8.2 検証の概要

あらゆる観測には不確かさが存在する。衛星から観測されたプロダクトを利用する際には、そのプロダクトが持つ不確かさで、目的に沿った利用が可能かどうかを明らかにする必要がある。その不確かさを明らかにすることが「検証」である。GOSAT-2 プロダクトの検証は、レベル2プロダクト (L2) を対象として実施することとしている。

ただし、衛星による遠隔観測の観測対象についての真値を知ることが不可能なので、GOSAT-2 プロダクトの検証では、レベル2プロダクトをこれらとは独立に得られた不確かさの小さな観測値に対して、それとのバイアスやばらつきなどを算出することにする。

検証を行う際には、両者の観測条件をなるべく一致させた上でなるべく多くの場所で検証を行うことが望ましい。また検証に用いるためのデータとしては、全球規模で統一的な基準と品質を持っている観測結果を用いることが望ましい。

検証は GOSAT-2 プロダクトの不確かさを知ることが目的とするが、同時にレベル2処理アルゴリズムの妥当性を評価する意義も有している。検証解析の結果、不確かさが十分に小さくない場合はその要因を明らかにし、レベル2処理アルゴリズムなどの改良に反映する。検証の概念を図 7.8-1 に示す。

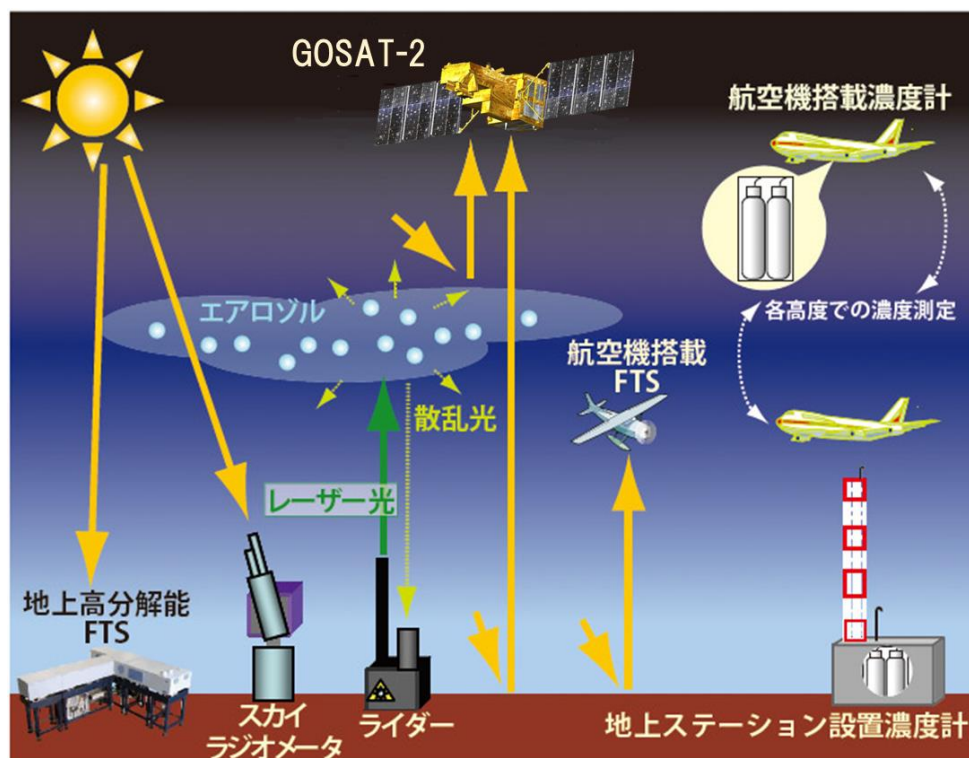


図 7.8-1 GOSAT-2 プロダクトの「検証」の概念

7.8.2.1 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 の検証

(1) カラム濃度気体プロダクト

TANSO-FTS-2 SWIR からは、カラム平均気体濃度である XCO_2 、 XCH_4 、 XCO 、 XH_2O が得られる。これらの検証データとしては、Total Carbon Column Observing Network (TCCON) や、旅客機で世界各地の大気を観測している CONTRAIL 等からの観測データを用いる。

さらに、いくつかの検証観測地点に対して GOSAT-2 プロダクトのための観測機器を設置し、詳細な観測を定期的に行うことによって、誤差要因解明のための精密な検証を行う。

(2) 太陽光励起クロロフィル蛍光プロダクト

TANSO-FTS-2 SWIR からは、植物の光合成活性の指標である太陽光励起クロロフィル蛍光 (Solar Induced chlorophyll Fluorescence: SIF) が観測できる。

SIF の検証は、地上の植生のフラックス観測が行われている地点において分光放射計を用いて SIF を観測し、精度を確認した上で衛星の観測フットプリントにスケールアップすることが有効と考えられている。

しかし、植生のフラックス観測が行われているサイトは世界的に見て限られている。現在いくつかの衛星 (OCO-2、GOME、TROPOMI 等) が SIF を観測しており、検証にはこれらの衛星観測との比較を地上観測と組み合わせて利用することも有効であると考えられる。

7.8.2.2 GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 の検証

(1) 雲エアロソル特性プロダクト

TANSO-FTS-2 TIR からは、雲エアロソル特性プロダクトとして、雲フラグ、雲の光学的厚さ、雲粒子タイプなどが得られる。

雲フラグは TANSO-CAI-2 の雲識別プロダクトと同様の手法で検証できる。雲の光学的厚さは、可視域に対してライダーや雲レーダのデータを用いて検証することが考えられる。他の衛星には雲の光学的厚さの観測を行っているものがあり、参考としてはあるがそれとの比較を行うことも考えられる。

雲粒子タイプは、航空機や雲粒子ゾンデを用いた直接観測のデータが得られれば、検証することができる。巻雲などの雲粒子タイプはライダーを用いて検証することが可能である。

(2) 気温・気体濃度プロファイルプロダクト

TANSO-FTS-2 TIR からは、気温・気体濃度プロファイルプロダクトとして、気温高度分布、CO₂、CH₄、H₂O の高度分布が得られる。

気温高度分布と H₂O については、気象機関が行っているラジオゾンデの観測結果を利用して検証することが可能である。CO₂ については CONTRAIL などの航空機観測による鉛直分布の連続観測を利用して検証することが出来る。CH₄ については、数は少ないが CONTRAIL や NOAA が行っている航空機観測などによる高度の異なるサンプリング観測の結果を使って検証することも考えられる。

地上設置 FTS 観測では鉛直分布も推定しているため、これを用いて検証することも可能である。

7.8.2.3 GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 の検証

(1) 雲識別プロダクト

TANSO-CAI-2 からは、総合晴天信頼度、雲状態ビットが得られる。これらについては、気象機関が行っている目視による雲量の観測を用いて検証できる可能性がある。

(2) エアロソル特性プロダクト

TANSO-CAI-2 からは、エアロソル光学的厚さ、PM_{2.5} 濃度、BC 体積混合比が得られる。

エアロソル光学的厚さは、Aeronet や Skynet のような全球規模あるいは地域規模で展開しているネットワーク観測があるので、その結果を用いて検証する。PM_{2.5} は主に都市域で観測が行なわれているので、そのデータを利用して検証する。BC 体積濃度は観測点が多くないため、全球規模での検証は容易ではないが、観測を行っている地域はあるので、そのデータを最大限利用して検証する。

第8章 GOSAT-2 プロダクトの提供

8.1 プロダクトの保存

ユーザに提供するレベル 1 以上のプロダクトは、NIES/G2DPS で保存・管理する。GOSAT-2 運用予定期間の 5 年間のデータ量は、気象データなどの参照データや検証データも含めて、8PB 程度となる見込みである。

8.2 データポリシーの基本方針

データポリシーは、JAXA、NIES、環境省の 3 者連名で、「GOSAT および GOSAT-2 のデータの提供機関および利用にかかるユーザに対する条件等」を定めている。基本方針を以下に示す。

- (1) 国連リモート・センシング原則における「非差別的な基本 (Non-discriminatory basis)」に従い、GOSAT-2 等データを配布する。
- (2) 国内外の協力を得て、迅速にデータ処理したうえで、広くデータ提供を行い、利用を促進する。
- (3) GOSAT/GOSAT-2 データポリシーは、JAXA、NIES および環境省の 3 者の以下の使命を最大限配慮する。
 - ① JAXA は、GOSAT/GOSAT-2 観測センサの校正、観測データの一次処理、並びに熱赤外アルゴリズムの開発および検証を通じて衛星観測データの高精度化に貢献するとともに、データ配布を行って国内外の利用拡大を進める。
 - ② NIES は、GOSAT-2 等データの hochu 処理および処理結果の検証、配布、利用研究を通じて、全球炭素循環や関連物質の濃度分布の科学的理解の深化および将来の気候予測の高精度化に貢献するとともに、衛星を用いた各国の温室効果ガスや粒子状物質の排出インベントリや排出削減活動の検証に関する技術を開発し、環境省の地球温暖化関連施策に貢献する。
 - ③ 環境省は、国際協調と国益のバランスを保ちつつ、GOSAT-2 等データが温室効果ガス排出量の監視・検証に資するための研究・開発に利用され、世界各国の地球温暖化対策に貢献することにより、環境行政に活用する。

8.3 ユーザ区分

GOSAT-2 データのユーザ区分を表 8.3-1 に示す。

表 8.3-1 ユーザ区分

ユーザ区分	説明
プロジェクトスタッフ (Project Staff : PS)	GOSAT-2プロジェクトの実施主体である3者に所属し、GOSAT-2プロジェクトに関わる研究者、職員など。また、3者のいずれかからの委託を受けて GOSAT-2 プロジェクトに関わる他機関の研究者や職員など。
RA 研究者 (Research Announcement : RA)	PI および Co-I ⁹ で、3者の全てが認め、登録した研究者。
サイエンスチームメンバ (Science Team : ST)	3者が共同で運営する GOSAT-2サイエンスチームのメンバおよび当該メンバがサイエンスチームの目的のために必要であると指定する者。
協定機関（センサ開発協定、校正・検証協力、研究協力、データ処理協力、必須データ提供協力、データ配布協力） (Alliance Organization : AO)	GOSAT-2 プロジェクトに対して、センサ開発、校正・検証、研究またはデータ処理等の面で協力を行うため、GOSAT-2 のデータ処理に必須なデータを提供するため、もしくは GOSAT-2 等データの配布に協力するために3者が認め、かつ、3者のいずれかと協定を締結した機関。なお、AO が当該作業の実施のみを目的として契約し、3者の全てが把握している研究者 ¹⁰ については、AO の一員とみなす。
一般 (General User : GU)	上記以外の一般のデータユーザ

⁹ Principal Investigator および Co-Investigator の略。RA に採択された研究課題を実施する研究者のうち、その研究課題の研究代表者および研究分担者を表す。

¹⁰ 研究者とは、AO が処理した高次処理データを利用する者を含む。

8.4 データ配布

8.4.1 データの配布時期の基本的な考え方

- (1) 標準プロダクトは、校正、検証作業等が終了次第迅速に全ユーザへのデータ配布を開始する。ただし、一般ユーザ以外のユーザ（8.3 項参照）へは、GOSAT/GOSAT-2 のセンサ開発、校正・検証またはデータの利用研究等に対する貢献を行う場合、一般ユーザよりも早くデータを配布する優遇措置を行う。
- (2) 標準プロダクト以外の GOSAT-2 等データは、原則として配布しない。ただし、一般ユーザ以外のユーザについて適当な範囲の処理済みプロダクト等を適切な時期に提供することがある。

8.4.2 データの配布開始時期

- (1) 標準プロダクト
 - ① L1 プロダクトは、センサの校正を終え、その妥当性が確認されたプロダクトを打上げ 9 ヶ月後に配布を開始することを目標とする。ただし、一般ユーザ以外のユーザについては、3 者の判断により 9 ヶ月経過前に校正作業への反映を目的に校正前の L1 プロダクトを提供することがある。
 - ② L2 プロダクトは、検証済みのプロダクトを打上げ 12 ヶ月後に配布を開始することを目標とする。ただし、一般ユーザ以外のユーザについては、3 者の判断により検証前の L2 プロダクトを提供することがある。以降については、プロダクトのバージョンアップ時に個々のプロダクトの配布時期について 3 者で協議して決定する。
 - ③ L3、L4 プロダクトは、準備が出来次第、L1、L2 プロダクトと類似の手順で順次提供する。
- (2) 研究プロダクト

原則として配布しない。ただし、一般ユーザ以外のユーザについて適当な範囲の処理済みプロダクトを適切な時期に提供することがある。
- (3) インターナルプロダクト

原則として配布しない。ただし、一般ユーザ以外のユーザについて適当な範囲のプロダクトを適切な時期に提供することがある。

8.4.3 データの配布方法

契約相手方と JAXA または NIES との間で協定／契約／オンライン約款同意方式等により取り決めに締結し、データ利用条件（8.4.6 項参照）を遵守させたうえで、原則オンラインにより提供する。

8.4.4 データ配布タイミング

標準プロダクトの配布タイミングを表 8.4-1 に示す。

表 8.4-1 標準プロダクトの配布タイミング

プロダクト	データ配布タイミング	データ格納期間
TANSO-FTS-2 L1B プロダクト	打上げ 9 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 クロロフィル蛍光・proxy 法プロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 雲・エアロソル特性プロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 気温・気体濃度プロファイルプロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L1B プロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 雲識別プロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 エアロソル特性プロダクト	打上げ 12 ヶ月後を目標	全運用期間
L3 プロダクト (TBD)	TBD	全運用期間
GOSAT-2 L4A 全球 CO ₂ 吸収排出量プロダクト	TBD	全運用期間
GOSAT-2 L4A 全球 CH ₄ 吸収排出量プロダクト	TBD	全運用期間
GOSAT-2 L4B 全球 CO ₂ 濃度プロダクト	TBD	全運用期間
GOSAT-2 L4B 全球 CH ₄ 濃度プロダクト	TBD	全運用期間

8.4.5 データに対する権利

- (1) 3者は、提供する全てのデータについて、著作権その他一切の知的財産権を有する。ただし、第三者が有する知的財産権等を除く。
- (2) ユーザが高次付加価値データ・製品¹¹を作成した場合は、3者は当該データについて自己の保有する著作権（一次著作物の著作権者としての権利）を行使せず、利用者は高次付加価値データ・製品の作成者の保有する著作権に基づいて利用できる。

8.4.6 データ利用条件

- (1) 平和利用目的に反する利用の禁止
- (2) GOSAT-2等データを利用し、成果を公表する際は以下のいずれかの出所表示を義務付ける。
 - ・ JAXA/NIES/MOE
 - ・ 宇宙航空研究開発機構／国立環境研究所／環境省高次付加価値データ・製品を作成し、第三者へ提供（公表を含む）する場合も JAXA/NIES/MOE が原初データの提供者である旨の表示（Original data provided by JAXA/NIES/MOE）を義務付ける。なお、学术论文等において公表する際やパリ協定に基づき公表する資料において個々の表示が困難な場合は、巻末等に出所を記載するものとする。
- (3) ユーザによる標準プロダクト（3者から一般に公開されているプロダクトに限る）の第三者への再配布を認める。このとき配布者は配布先にデータポリシーを遵守させることとする。その他のプロダクトについては、その目的外利用と第三者への再配布を禁止する。
- (4) 衛星および地上設備の問題によるデータの欠損、品質の低下、提供時期の遅延のほか、データ提供が不可能になった場合、3者はその責任を負わない。

¹¹ 改変データのうち、高度なデータ処理（データ解析または複数衛星データの組合せ、データ以外の外部情報に基づく画像処理、物理量変換等を行うこと）を施し改変したデータで、かつ原初データに復元不可能なものをいう。

8.5 データ検索および注文

一般ユーザへのプロダクト提供は、GOSAT-2 Product Archive を通して行う。

GOSAT-2 Product Archive

GOSAT-2のプロダクトを提供するサイトです。
 プロダクトのご利用にあたっては、ユーザ登録が必要です。[ユーザ登録申請ページ](#)より申請してください。
 プロダクト取得の際は、下の「プロダクト提供状況」のカレンダーをクリックしてください。
 その他、当サイトのご利用にあたっては、「[リーフレット](#)」(PDF:1.1MB)もしくは「[ユーザーズマニュアル](#)」(PDF:2.7MB)をご一読ください。
 観測に関する情報、プロダクトに関する技術情報、FAQなどは、[関連文書ページ](#)をご覧ください。
 プロダクトに関するツールは、[ツールページ](#)をご覧ください。

お知らせ

[2020/4/16]
 <システムメンテナンスに伴うGOSAT-2プロダクト提供停止のお知らせ>
 平素より、GOSAT-2 Product Archiveサービスの運用にご協力いただき、ありがとうございます。
 システムメンテナンスのため、下記の日程でGOSAT-2 Product Archiveサービスを停止させていただきます。予定です。
 下記期間中はGOSAT-2 Product Archiveへのアクセスができませんので、ご了承下さい。

【停止期間】
 2020年4月21日(火) 17:00 ~ 2020年4月23日(木) 16:30 (JST)

【特記事項】

プロダクト提供状況

「詳細」をクリックすると、その日の提供プロダクトについて詳細情報が表示されます。セルの背景色が薄緑色の日は GOSAT-2 がパス 1 を通過する日です。

2020/04/13 08:04:40 (UTC) 現在																																		
年/月	日	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	日	年/月
2020/04																																		2020/04
2020/03																																		2020/03
2020/02																																		2020/02
2020/01																																		2020/01
2019/12																																		2019/12
2019/11																																		2019/11
2019/10																																		2019/10
2019/09																																		2019/09
2019/08																																		2019/08
2019/07																																		2019/07
2019/06																																		2019/06
2019/05																																		2019/05
2019/04																																		2019/04
2019/03																																		2019/03
2019/02																																		2019/02

図 8.5-1 GOSAT-2 Product Archive トップ画面

<https://prdct.gosat-2.nies.go.jp/ja/>

8.5.1 GOSAT-2 Product Archive の機能概要

(1) ユーザ登録申請

ユーザ登録を希望される場合は、「ユーザ登録申請」画面の指示に従い手続きを行う。

GOSAT-2 Product Archive

ユーザ登録申請

GOSAT-2プロダクトのご利用にあたっては、ユーザ登録が必要です。

【ユーザ登録手順】

- (1) 「[GOSAT/GOSAT-2データポリシー](#)」(衛星観測センターWebサイト)をご確認ください。
- (2) 「[ユーザ登録申請書](#)」(Word：68KB)をダウンロードし、必要項目を記入してください。
- (3) 「ユーザ登録申請」の件名で、GOSAT-2サポート(gosat-2_desk@nies.go.jp)までメールにユーザ登録申請書を添付して、お送りください。
- (4) GOSAT-2サポート(gosat-2_desk@nies.go.jp)より「ユーザ登録申請受付のお知らせ」のメールをお送りします。ユーザ登録申請メール送信後、3営業日経過しても「ユーザ登録申請受付のお知らせ」メールが届かない場合は、お手数ですがGOSAT-2サポート(gosat-2_desk@nies.go.jp)宛にお問い合わせください。
- (5) ユーザ登録完了後、GOSAT-2サポート(gosat-2_desk@nies.go.jp)より「ユーザ登録完了のお知らせ」のメールをお送りします。

【サービス利用停止とユーザ登録情報の削除】

本サービスの利用を停止し登録情報の削除を希望される方は、ユーザIDを記載の上、メールでGOSAT-2サポート(gosat-2_desk@nies.go.jp)へお知らせください。

[\[サイトポリシー\]](#) [\[プライバシーポリシー\]](#) [\[お問い合わせ\]](#) [\[NIES Web\]](#) [\[サイトマップ\]](#)
© Copyright © National Institute for Environmental Studies. All Rights Reserved.

図 8.5-2 ユーザ登録申請画面

(2) 情報提供

「関連文書」画面より、GOSAT-2プロダクトの仕様、アルゴリズム基準書、プロダクト提供情報、衛星観測運用情報、技術情報等を提供する。

GOSAT-2 Product Archive

関連文書

• プロダクト説明

文書名	説明	リンク (種類とサイズ)
GOSAT-2プロダクト概要説明	GOSAT-2の各プロダクトの概要を説明しています。	Download (PDF:161KB)
用語集	GOSAT-2に関連する用語をまとめています。	Download (PDF:170KB)

JAXA GOSAT-2 プロダクト(FTS-2 L1A/L1B, CAI-2 L1A)

FTS-2 L1A/L1B プロダクト

バージョン	発表期間	プロダクトフォーマット説明書	リリースノート	ATBD	提供対象ユーザ
V101.101	2019.02.05-	Download (PDF:1.6MB)	Download (PDF:230KB)	-	一般ユーザ (L1Bのみ) / 特定ユーザ
V100.100	2019.02.05-2019.09.05 ^(*)	Download (PDF:1.6MB)	Download (PDF:180KB)	-	一般ユーザ (L1Bのみ) / 特定ユーザ

*下記「提供中プロダクト(バージョン一覧)」参照

CAI-2 L1A プロダクト

バージョン	発表期間	プロダクトフォーマット説明書	リリースノート	ATBD	提供対象ユーザ
V101.101	2019.01.31-	Download (PDF:1.5MB)	Download (PDF:244KB)	-	特定ユーザ
V100.100	2019.01.31-2019.09.05 ^(*)	Download (PDF:1.6MB)	Download (PDF:192KB)	-	特定ユーザ

*下記「提供中プロダクト(バージョン一覧)」参照

図 8.5-3 関連文書画面

(3) プロダクトダウンロード

トップ画面の「プロダクト提供状況」欄に表示されているカレンダーの「詳細」リンクをクリックすると「提供プロダクト詳細」ページが開く。ダウンロードの際は、「ユーザ認証」が開くので取得した「ユーザ名」と「パスワード」を入力する。

トップ画面の「プロダクト一覧」リンクまたは「提供プロダクト詳細」画面の「プロダクト一覧」リンクを開き、ダウンロードする方法もある。

ダウンロード方法の詳細については、「ユーザズマニュアル」を参照のこと。

https://prdct.gosat-2.nies.go.jp/ja/documents/User_Manual_ja.pdf

プロダクト提供状況

「詳細」をクリックすると、その日の提供プロダクトについて詳細情報が表示されます。セルの背景色が薄緑色の日は GOSAT-2 ガリクス 1 を通過する日です。

2020/04/13 08:04:40 (UTC) 現在

年/月	日	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	年/月	
2020/04		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2020/04
2020/03		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2020/03
2020/02		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2020/02	
2020/01		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2020/01	
2019/12		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/12	
2019/11		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/11	
2019/10		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/10	
2019/09		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/09	
2019/08		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/08	
2019/07		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/07	
2019/06		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/06	
2019/05		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/05	
2019/04		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	2019/04	
2019/03		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/03	
2019/02		詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細	-	2019/02	

セル内が "*" の日はプロダクト提供はありません。セル内が空白の日は今後プロダクトを提供する予定です。
 プロダクト提供の無い日の詳細については「[データ欠損の観測期間リスト](#)」(PDF:141KB)をご覧ください。

プロダクト一覧 (ログインが必要です)

下記「プロダクト一覧」配下のディレクトリ構成は「[プロダクト一覧](#)」(PDF:275KB)をご覧ください。

レベル1

- [FTS-2 L1B プロダクトの一覧](#)
- [CAT-2 L1B プロダクトの一覧](#)

図 8.5-4 プロダクト提供状況欄・プロダクト一覧リンク

8.6 ユーザ補助ツール

ユーザがプロダクトを利用する際の補助ツールとして以下のツールを用意している。

- ・ レベル1プロダクト読み出しツール
- ・ VREASS

これらのツールおよび取扱説明書は NIES の GOSAT-2 プロダクト提供サイト (GOSAT-2 Product Archive) のツールページ¹²より入手可能である。

8.6.1 GOSAT/GOSAT-2 レベル1プロダクト読み出しツールキット

GOSAT/GOSAT-2 レベル1プロダクト読み出しツールキット(以下、「GTK」という)は、GOSAT および GOSAT-2 のレベル1プロダクトを読み込むプログラムライブラリである。GTK の対象プロダクトの一覧を表 8.6-1 に示す。

GTK は複数の OS (Linux、Windows10(Cygwin)、macOS)、複数言語 (C、FORTRAN、IDL、MATLAB) に対応している。ツールのインストール方法、操作方法については、レベル1プロダクト読み出しツール取扱説明書(2.3(2)項)を参照のこと。

表 8.6-1 GTK 対象プロダクト

衛星名	センサ	処理レベル	データ名称	対象バージョン	特記事項
GOSAT	FTS	L1A	TANSO-FTS-1レベル1Aプロダクト	V2XX	
		L1B	TANSO-FTS-1レベル1Bプロダクト	V2XX	
	CAI	L1A	TANSO-CAI-1レベル1Aプロダクト	V130	FORTRANはサポート対象外
GOSAT2	FTS2	L1A	TANSO-FTS-2レベル1Aプロダクト	V1XX	
		L1B	TANSO-FTS-2レベル1Bプロダクト	V1XX	
	CAI2	L1A	TANSO-CAI-2レベル1Aプロダクト	V1XX	FORTRANはサポート対象外

¹² <https://prdct.gosat-2.nies.go.jp/ja/tool.html>

8.6.2 GOSAT シリーズ衛星データの表示用アプリ

GOSAT シリーズ衛星データの表示用アプリ (Viewer for observation data of GOSAT series : VREASS) は、GOSAT に搭載された TANSO-FTS、TANSO-CAI および GOSAT-2 に搭載された TANSO-FTS-2、TANSO-CAI-2 の観測データを地図上にマッピング、あるいは簡易ビューアに表示するアプリケーションである。VREASS の対象プロダクトと表示内容の一覧を表 8.6-2 に示す。

VREASS は、Windows10、macOS 10 (ともに 64bit 版) に対応しており、インストール方法、操作方法については、VREASS 取扱説明書 (2.3 (3)項) を参照のこと。

表 8.6-2 VREASS 対象プロダクトと表示内容一覧

衛星名	センサ	処理レベル	BAND or FWD/BWD	表示プロダクト		表示内容					
				コード	説明	地図上マッピング	簡易ビューア				
GOSAT	FTS	L1B	-	*1	L1Bプロダクト	観測点表示 (*2)	スペクトル ／視野確認カメラ画像				
						L2	SWIR	C01S(L2)	CO ₂ カラム量	疑似カラー画像	-
								C02S(L2)	CH ₄ カラム量		
		C03S	H ₂ Oカラム量								
		TIR	P01T	CO ₂ 濃度プロファイル	疑似カラー画像	-					
			P02T	CH ₄ 濃度プロファイル							
	L3	SWIR	C01S(L3)	全球CO ₂ カラム量	疑似カラー画像	-					
			C02S(L3)	全球CH ₄ カラム量							
	CAI	L1B	-	TRB0	L1Bプロダクト	RGB／疑似カラー画像	RGB／疑似カラー画像				
		L2	-	CLDM	雲識別プロダクト	疑似カラー画像	-				
L3		-	TRCL	全球輝度	RGB画像	-					
			TRCF	全球反射率	疑似カラー画像	-					
		NDVI	植生指数								
GOSAT2	FTS2	L1B	SWIR	*1	L1Bプロダクト	観測点表示 (*2)	スペクトル ／視野確認カメラ画像				
			TIR			視野確認カメラ画像	視野確認カメラ画像				
			共通								
		L2	SWIR	SWPR	クロロフィル蛍光・proxy法 プロダクト			疑似カラー画像	-		
				SWFP	カラム平均気体濃度 プロダクト						
			TIR	TCAP	雲・エアロソル特性 プロダクト						
			TTGP	気温・気体濃度 プロファイルプロダクト							
	CAI2	L1A	FWD	OBSM	L1Aプロダクト	RGB／疑似カラー画像	RGB／疑似カラー画像				
			BWD								
		L1B	FWD	CL1B	L1Bプロダクト	RGB／疑似カラー画像	RGB／疑似カラー画像				
BWD											
L2	FWD	CLDD	雲識別プロダクト	疑似カラー画像	-						
	BWD										
		-	AERP	エアロソル特性プロダクト							

*1: 運用モードによりコードが異なる。表8.6-3参照。

*2: 地図上の「観測点表示」から簡易ビューアで「スペクトル／視野確認カメラ画像」の確認が可能

表 8.6-3 FTS/FTS2 L1B プロダクトの運用モードとコード一覧

衛星名	センサ	処理 レベル	表示プロダクト	
			コード	運用モード
GOSAT	FTS	L1B	OB1D	観測モード I 日照観測データ
			OB1N	観測モード I 日陰観測データ
			OB2D	観測モード II 日照観測データ
			SPOD	特定観測モード 日照観測データ
			SPON	特定観測モード 日陰観測データ
GOSAT2	FTS2	L1B	OB1D	日照観測モード
			OB1N	日陰観測モード
			OB2D	フル観測以外の日照観測モード
			OB2N	フル観測以外の日陰観測モード

第9章 関連情報

9.1 関連ホームページ

■ JAXA サイト

- (1) JAXA ホームページ
<https://www.jaxa.jp/>

- (2) JAXA/EORC(GOSAT)
https://www.eorc.jaxa.jp/GOSAT/index_j.html

- (3) JAXA サテライトナビゲータ (GOSAT-2)
<http://www.satnavi.jaxa.jp/project/gosat2/>

■ 国立環境研究所サイト

- (1) 国立環境研究所
<http://www.nies.go.jp/>

- (2) 衛星観測センター
<http://www.nies.go.jp/soc/>

- (3) GOSAT-2 プロジェクト
<http://www.gosat-2.nies.go.jp/jp/>

- (4) GOSAT-2 Product Archive
<https://prdct.gosat-2.nies.go.jp/>

- (5) GOSAT プロジェクト
<http://www.gosat.nies.go.jp/>

- (6) GOSAT Data Archive Service
<https://data2.gosat.nies.go.jp/>

■ 環境省サイト

(1) 環境省 GOSAT シリーズ

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/gosat.html>

9.2 データ問い合わせ先

データに関する問い合わせ先は以下のとおり。

国立環境研究所 地球環境研究センター 衛星観測センター
〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

受付時間：平日 10:00-17:00(JST)、土日祝日を除く

○一般・総合お問い合わせ

TEL：029-850-2731

E-mail：gosat-2-info@nies.go.jp

○研究公募に関するお問い合わせ

TEL：029-850-2966

E-mail：gosat-prj1@nies.go.jp

○プロダクト&サービスに関するお問い合わせ

E-mail：gosat-2_desk@nies.go.jp

付録 1 略語集

[A]	ACOS	:	Atmospheric CO2 Observations from Space 日本語名称なし (米国の二酸化炭素観測チーム)
	AO	:	Alliance Organization 協定機関 (センサ開発協定、校正・検証協力、研究協力、 データ処理協力、必須データ提供協力、データ配布協力)
	AOCS	:	Attitude & Orbit Control Subsystem 姿勢軌道制御系
	APID	:	Application Processor Identifier アプリケーション・プロセス ID
	ASD	:	APID Sorted Data APID 分離済みデータ
	AT	:	Along Track アロングトラック
[B]			
[C]	Co-I	:	Co-Investigator 研究分担者
	CT	:	Cross Track クロストラック
[D]	DM	:	Deployment Monitor subsystem 展開モニタ系
	DT	:	Direct Transmission subsystem 直接伝送系
[E]	EPS	:	Electrical Power Subsystem 電源系
[F]			
[G]	G2DPS	:	GOSAT-2 Data Processing System GOSAT-2 データ処理運用システム
	GOSAT	:	Greenhouse gases Observing SATellite 温室効果ガス観測技術衛星 (いぶき)
	GOSAT-2	:	Greenhouse gases Observing SATellite-2 温室効果ガス観測技術衛星 2号 (いぶき 2号)
	GU	:	General User 一般ユーザ

-
- [H] HDF5 : Hierarchical Data Format Version 5
階層型データフォーマット バージョン 5
- HK : House Keeping
ハウスキーピング
- [I] INT : Integration Hardware
計装系
- [J] JAXA : Japan Aerospace Exploration Agency
宇宙航空研究開発機構
- [K] KSAT : Kongsberg Satellite Services
コングスバーグ衛星サービス社
- [L] L : Level
レベル
- [M] MAP : Maximum A Posteriori
最大事後確率推定法
- MDHS : Mission Data Handling Subsystem
ミッションデータ処理系
- MOE : Ministry of the Environment
環境省
- [N] NASA : the National Aeronautics and Space Administration
アメリカ航空宇宙局
- NCSA : National Center for Supercomputing Application
米国スーパーコンピュータ応用センター
- NetCDF : Network Common Data Form
ネットワーク共通データ形式
- NIES : National Institute for Environmental Studies
国立環境研究所
- [O] OCO-2 : Orbiting Carbon Observatory-2
軌道上炭素観測衛星 2号機
- [P] PI : Principal Investigator
研究代表者
- PS : Project Staff
プロジェクトスタッフ
- [Q]

[R]	RA	:	Research Announcement 研究公募
		:	RA Investigator 研究者
	RCS	:	Reaction Control Subsystem 推進系
[S]	SPS	:	Solar Paddle Subsystem 太陽電池パドル系
	ST	:	Science Team サイエンスチームメンバ
	STR	:	Structure 構体系
	SvalSat	:	Svalbard Satellite station スバルバード局
	SWIR	:	Short Wave InfraRed 短波長赤外
[T]	TANSO-CAI-2	:	Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observations - Cloud and Aerosol Imager - 2 温室効果ガス観測センサ 雲・エアロソルセンサ 2 型
	TANSO-FTS-2	:	Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observations - Fourier Transform Spectrometer - 2 温室効果ガス観測センサ フーリエ変換分光部 2 型
	TCS	:	Thermal Control Subsystem 熱制御系
	TIR	:	Thermal InfraRed 熱赤外
	TT&C	:	Tracking Telemetry and Command subsystem テレメトリ・トラッキング・コマンド系
	TTC-DH	:	Telemetry Tracking and Control subsystem - Data Handling テレメトリ・トラッキング・コマンド系-データ処理系
	TTC-RF	:	Telemetry Tracking and Control subsystem - Radio Frequency テレメトリ・トラッキング・コマンド系-RF系
[U]			
[V]	VREASS	:	VieweR for obsErvAtion data of goSat Series ユーザアプリケーション

[W]

[X]

[Y]

[Z]

付録 2 用語の定義

(1) インタフェログラム

フーリエ干渉計を利用して、装置に入射する光を2つに分離し、一方の光路の長さを徐々に変化させて、再び2つの光を干渉させることによって得られる干渉光パターン。

(2) サンダリント

水面観測時に、太陽光入射角と反射角がほぼ等しいとき、太陽光が観測方向にほぼ鏡面反射されることにより、水面が非常に明るく見える現象を指す。実際には水面上の微小な波により、サンダリント領域は幾何的に鏡面反射となる領域よりも広くなるが、その大きさは太陽とセンサの位置関係や海上の風速等に左右される。

本ハンドブックの作成にあたり、以下の方々にご協力頂きました。

(CAI-2 雲識別アルゴリズム)

大石優氏、石田春磨氏、石原吉明氏、中島孝氏

(CAI-2 エアロソルアルゴリズム)

橋本真喜子氏、石崇氏、中島映至氏

(FTS-2 TIR 気温・気体濃度プロファイルアルゴリズム)

齋藤尚子氏

(FTS-2 TIR 雲エアロソル特性アルゴリズム)

染谷有氏、今須良一氏

地球観測データ利用ハンドブック (GOSAT-2/いぶき 2号)

2020年10月 初版

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

国立研究開発法人 国立環境研究所
