

温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）搭載

GOSAT センサ（TANSO）

研究公募

(Research Announcement)

2012 年 8 月

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

独立行政法人 国立環境研究所

環境省

緒 言

2007年に公表された「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」第4次評価報告書において、「20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの大気中濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高い」と報告されている。このような人為起源の温室効果ガス、とりわけ二酸化炭素の大気中濃度の近年における大きな増加は、化石燃料の大量消費及び森林伐採などによる二酸化炭素の大気中への放出が、陸域生態系や海洋などによる吸収を大幅に上回っていることに起因する。将来の気候の安定化のためには、人為起源の放出と陸域生態系や海洋などによる吸収とをバランスさせることが必須の要件である。しかしながら、陸域生態系や海洋による吸収の過程や、大気・陸域生態系・海洋の間の炭素循環に関わる気候フィードバックの理解は、現在までのところ必ずしも十分ではなく、将来の気候変化予測の不確実性の大きな要因のひとつとなっている。

これらの問題を明らかにするために、人為起源の二酸化炭素の放出に関する空間的・時間的変動を把握することに加えて、観測に基づいて二酸化炭素濃度の空間分布とその時間的変動や、二酸化炭素に次いで重要な温室効果ガスであるメタン濃度の空間分布とその時間的変動を求め、さらには陸域生態系や海洋による吸収・放出の空間分布とその時間的変動、そしてそれらを駆動するメカニズムに関する十分な科学的知見を獲得することが必要とされている。既に、地球上の限られた地点ではあるものの、温室効果ガスの濃度の観測とその変動要因の分析が進められている。これに加えて、空間的かつ時間的に変動する二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガス濃度分布を、人工衛星を利用し全地球規模で連続的かつ系統的に観測し、これらの問題を解明することが、将来の気候変動の予測及び影響の評価に有効な気候システムモデルの信頼性を高めるうえできわめて重要である。

GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite) プロジェクトは、これらの要請に応えるため、独立行政法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、独立行政法人国立環境研究所 (NIES)、環境省 (MOE) の三者 (以後、三者と称する) により推進している共同プロジェクトである。三者では、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) の更なるデータ利用促進に向け、これまでの公募方式を見直して、2012年8月より随時受け付けによる研究公募 (RA) を開始する。

2009年1月23日に成功裡に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) の軌道上運用は3年以上が経過し、GOSAT プロジェクトでは、公募研究を過去3回に亘って実施したことにより、国内外のRA研究者により数多くの研究成果が得られるとともに、高品質なデータが蓄積されて来た。今後は、GOSAT データが世界のより広範な分野の研究者に利用され、新たな視点からの独創的な研究成果が得られるなど、RA応募者の利便性や成果の拡張性を高めることを目的として、2012年8月より新規研究公募 (新規 RA) の随時応募受け付けを開始するものである。詳細については、以下の研究公募文書をご覧頂きたい。なお、本公募に関する事務局はNIESに設置されている。

本文	GOSAT 研究公募本文
添付 A	GOSAT 衛星及び搭載センサ TANSO の概要
添付 B	GOSAT/TANSO 校正・検証計画および処理アルゴリズムの概要
添付 C	GOSAT 運用方針及び TANSO 基本観測計画
添付 D	GOSAT/TANSO 研究提案書の内容及び応募フォーム
添付 E	GOSAT データ利用公募型共同研究約款
添付 F	ユーザ区分、RA に関する用語および略語

以下に第 4 回 RA のスケジュールを、随時受付 RA の最初の事例として示す。

・随時受付研究公募の発出	2012 年 8 月 31 日
・随時受付研究公募（第 4 回）提案書 受付期間	2012 年 8 月 31 日～10 月 26 日※
・随時受付研究公募（第 4 回）登録（査読）期間	2012 年 8 月 31 日～11 月 11 日
・随時受付研究公募（第 4 回）選定審査	2012 年 11 月 16 日
・選定通知	2012 年 11 月 30 日
・契約	2012 年 12 月 3 日以降
・随時受付研究公募（第 4 回）中間報告書・進捗状況報告書提出期限	2013 年 12 月 28 日

※2012 年 10 月 26 日より後も、引き続き随時受付 RA として応募を受け付ける予定である。なお、本文書記載より後の公募と選定のスケジュールは、GOSAT プロジェクトのホームページを通じて適宜公表する。

お問い合わせ先：

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター

GOSAT プロジェクトオフィス

TEL: 029-850-2966 FAX: 029-850-2219

ホームページ：<http://www.gosat.nies.go.jp/jp/proposal/proposal.htm>

E-mail：gosat-prj1@nies.go.jp

受付時間：平日 10:00～17:00（土日祝日を除く）

2012 年 8 月
 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
 独立行政法人 国立環境研究所
 環境省

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)
搭載
GOSAT センサ (TANSO)

研究公募
(Research Announcement)

2015 年 3 月

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
独立行政法人 国立環境研究所
環境省

GOSAT/TANSO 研究公募
(Research Announcement)

目 次

1.	はじめに	1
2.	GOSAT/TANSO Research Announcement (RA) の定義	3
2.1.	GOSAT プロジェクトについて	3
2.2.	GOSAT/TANSO RA の目的	3
2.3.	GOSAT/TANSO RA の範囲	3
2.4.	GOSAT/TANSO RA の基本方針	4
2.5.	GOSAT/TANSO RA の実施体制	5
3.	GOSAT 衛星及び TANSO 搭載センサの概要	6
3.1.	GOSAT 衛星の概要	6
3.2.	GOSAT/TANSO-FTS の概要	6
3.3.	GOSAT/TANSO-CAI の概要	6
4.	GOSAT/TANSO データポリシー	7
5.	GOSAT/TANSO プロダクトの提供と利用基準	12
5.1.	配布プロダクト一覧	12
5.2.	データフォーマット及び提供媒体	12
6.	資金提供	13
7.	応募資格	14
8.	Principal Investigator (PI)の権利と義務	15
8.1.	PI の権利	15
8.2.	PI の義務	17
8.2.1.	中間報告	17
8.2.2.	最終報告と共同研究契約の満了	17
9.	研究提案書の作成・提出要領	18
9.1.	研究提案書作成上の注意	18
9.2.	使用言語	18
9.3.	ページ数	18
9.4.	研究提案書の内容及び執筆要領	18
9.5.	研究提案書の送付先	18
10.	研究提案書の選定	20
10.1.	評価及び選定手順	20
10.2.	評価基準	20

10.3.	選定通知後の手続き	20
11.	研究公募の取り消し・延期	21
12.	想定される研究内容	22
12.1.	GOSAT プロジェクト側で実施中または実施予定の研究	22
12.2.	公募により研究提案が期待される研究分野	23
13.	スケジュール	24
13.1.	第 1 回研究公募関連スケジュール	24
13.2.	第 2 回研究公募関連スケジュール	24
13.3.	第 3 回研究公募関連スケジュール	22
13.4.	随時研究公募関連スケジュール	22
14.	問い合わせ先	25

添付文書一覧

- 添付資料 A GOSAT 衛星及び搭載センサ TANSO の概要
- 添付資料 B GOSAT/TANSO 校正・検証計画および処理アルゴリズム概要
- 添付資料 C GOSAT 運用方針及び TANSO 基本観測計画
- 添付資料 D GOSAT/TANSO 研究提案書の内容及び応募フォーム
- 添付資料 E GOSAT/TANSO データ利用公募型共同研究約款
- 添付資料 F ユーザ区分、RA に関する用語および略語

※ 添付資料 A, B, C については、第 1 回の研究公募時点のままの資料である。添付資料 B については処理アルゴリズムがバージョンアップするなど、現状では変更された箇所も存在する。最新の状況については、GOSAT プロダクト提供サイト (GOSAT User Interface Gateway, 以下 GUIG) をご参照頂きたい。

1. はじめに

2007年に公表された「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」第4次評価報告書において、「20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの大気中濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高い」と報告されている。このような人為起源の温室効果ガス、とりわけ二酸化炭素の大気中濃度の近年における大きな増加は、化石燃料の大量消費及び森林伐採などによる二酸化炭素の大気中への放出が、陸域生態系や海洋などによる吸収を大幅に上回っていることに起因する。将来の気候の安定化のためには、人為起源の放出と陸域生態系や海洋などによる吸収とをバランスさせることが必須の要件である。しかしながら、陸域生態系や海洋による吸収の過程や、大気・陸域生態系・海洋の間の炭素循環に関わる気候フィードバックの理解は、現在までのところ必ずしも十分ではなく、将来の気候変化予測の不確実性の大きな要因のひとつとなっている。

これらの問題を明らかにするために、人為起源の二酸化炭素の放出に関する空間的・時間的変動を把握することに加えて、観測に基づいて二酸化炭素濃度の空間分布とその時間的変動や、二酸化炭素に次いで重要な温室効果ガスであるメタン濃度の空間分布とその時間的変動を求め、さらには陸域生態系や海洋による吸収・放出の空間分布とその時間的変動、そしてそれらを駆動するメカニズムに関する十分な科学的知見を獲得することが必要とされている。既に、地球上の限られた地点ではあるものの、温室効果ガスの濃度の観測とその変動要因の分析が進められている。これに加えて、空間的かつ時間的に変動する二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガス濃度分布を、人工衛星を利用し全地球規模で連続的かつ系統的に観測し、これらの問題を解明することが、将来の気候変動の予測及び影響の評価に有効な気候システムモデルの信頼性を高めるうえできわめて重要である。

GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite) プロジェクトは、このような状況に鑑み、独立行政法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、独立行政法人国立環境研究所 (NIES)、環境省 (MOE) の三者 (以後、三者と称する) が推進する共同プロジェクトである。その目的の一つは、温室効果ガスの亜大陸規模 (数千 km 四方) での吸収排出量の推定精度を高め、地域ごとの吸収排出状況の把握や森林炭素収支の評価などの環境行政に貢献することである。さらに、GOSAT データの利用研究を通じて、温室効果ガスの全球濃度分布やその時間変動や、全球の炭素循環のメカニズムとその気候変動への影響に関する科学的知見の集積が図られ、気候変化予測及び影響の評価に役立てられる。また、これまでの地球観測技術を継承・発展させ、温室効果ガスの測定技術を開発するとともに、将来の地球観測衛星に必要な技術開発を行うことである。

これらの目的達成に向けて、JAXA は主に衛星及びセンサの開発、打上げ、機器の校正、運用、データ取得、及び、レベル 1 データプロダクト (スペクトル) 作成までのデータ処

理を担当する。また、NIES は、センサの仕様要求検討、データ高次処理運用システムの開発及び運用、データ処理アルゴリズムの開発、レベル 2 データプロダクト（温室効果ガス濃度）作成、レベル 3 及びレベル 4 データプロダクト作成（温室効果ガス濃度全球分布データ及び、それを基にした炭素吸収・排出分布等の算出）、データ質の検証、及び、データプロダクトの保存・提供を担当する。さらに、MOE は、センサ開発の一部を分担するとともに、検証データ取得、GOSAT データの科学利用を通じての環境行政への活用を担当している。また、三者が設置し運営している GOSAT サイエンスチームのアドバイスと協力を得ながら、これらの事項の実施に必要な研究開発を行ってきており、今後とも引き続き実施することとしている。

本研究公募（Research Announcement: RA）では、GOSAT プロジェクトから得られる成果をさらに豊かに有効なものとするため、これらの三者プロジェクトで実施する基本的な研究開発項目に加え、データ処理アルゴリズム、校正、検証、炭素収支推定・大気輸送モデル、及び、データの科学的利用研究について、一般からの研究提案を受け付ける。RA 選定・評価委員会の評価を経て、三者が採択した提案課題については、「データの優先的配布」、「一定範囲内の観測要求の権利」、「その他の関連データの提供」などに、便宜を図ることとしている。なお、選定委員は国内外の専門家より三者が依頼する。

GOSAT プロジェクトの内容（衛星搭載機器、データ処理アルゴリズム、校正・検証計画、データ利用計画など）については、次章以下に詳しく書かれているので、熟読の上、積極的に研究提案を行っていただきたい。

2. GOSAT/TANSO Research Announcement (RA) の定義

2.1. GOSAT プロジェクトについて

GOSAT には GOSAT/TANSO (Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation) と呼ばれる観測センサが搭載されている。GOSAT/TANSO はさらに、温室効果ガスを測定する FTS (Fourier Transform Spectrometer) センサと、雲・エアロゾル情報を取得する CAI (Cloud and Aerosol Imager) センサから構成されている。

GOSAT の目的は、温室効果ガスの全球の濃度分布とその時間的変動を測定し、また、亜大陸レベルでの吸収排出量の推定精度を高めることにより、京都議定書に基づく組織的観測の維持及び開発の促進に貢献するとともに、京都議定書第 1 約束期間(2008~2012 年)における地域ごとの吸収排出量の把握や森林炭素収支の評価等の環境行政に貢献することである。同時に、これまでの地球観測技術を継承・発展させ、温室効果ガスの測定技術を開発するとともに、将来の地球観測衛星に必要な技術開発を行うことも目的としている。

2.2. GOSAT/TANSO RA の目的

RA の目的は、GOSAT プロジェクトの目的達成に向けて三者が実施する上記の基本的な事項に加え、一般からの研究提案を受けることにより、データ処理アルゴリズム、校正、検証、炭素収支推定・大気輸送モデル、及び、データの科学的利用研究について、さらに発展させ、プロジェクトから得られる成果をさらに豊かで有用なものとするにある。応募課題のうち、RA 選定・評価委員会の評価において適切であると認め三者が採択した提案課題については、「データの優先的配布」、「一定範囲内の観測要求の権利」、「その他の関連データの提供」などに便宜を図ることとしている。

RA の実施により、JAXA 及び NIES が実施する校正・検証計画に即した研究を補足、追加する研究が行われること、GOSAT/TANSO データ処理アルゴリズム研究や炭素収支推定・大気輸送モデル研究及びデータ利用研究の促進が図られること、GOSAT/TANSO データの有用性・有効性評価が第三者的に行われること、国内外の研究者に対する GOSAT/TANSO データの利用機会が増大すること等が期待される。

2.3. GOSAT/TANSO RA の範囲

GOSAT/TANSO RA は、日本国を含む総ての国を対象とし、国内及び海外を問わず、GOSAT/TANSO データの利用を希望する全ての研究者、教育機関、研究機関、政府機関に対して公募が行われ、非営利かつ平和利用を目的とする全ての研究提案が対象となる。従

って、非営利目的かつ平和利用であれば、民間企業からの研究提案も認められる。

本 RA で採択された研究課題を実施する研究者を「RA 研究者」と呼ぶが、それぞれの研究課題について研究代表者（Principal Investigator、以下 PI と呼ぶ）1 名を選定するものとする。連絡、各種データ授受、研究提案書提出などの三者との窓口は、総て PI とする。また、研究提案採択時の共同研究契約（添付資料 E 参照）については、PI が所属する機関（所属機関がない場合は PI 個人）と三者の間で行われることを原則とする。

なお、本 RA で採択された場合、さらに協定という形で協力関係を強化することもあり得る。

2.4. GOSAT/TANSO RA の基本方針

GOSAT/TANSO RA の基本方針は、以下に示す通りである。

- 1) RA の採否は、三者が設置する「GOSAT/TANSO RA 選定・評価委員会」の評価結果を受け、三者により決定される。RA 選定・評価委員会は、課題選定のための評価に加え、8.2.1 に示す通り、研究の進捗状況の評価を行い、採択研究が適切に行われているかどうかの判定を行う。
- 2) 研究期間は、衛星センサの運用期間に加えて地上システム運用期間（GOSAT 打上後、原則として 5 年間（2014 年 1 月 22 日））の範囲までとするが、1 年以上にわたる長期研究の場合は、三者に対して中間報告を行うものとする。なお、中間報告は、原則として年 1 回とする。
- 3) RA は、第 1 回を 2008 年 4 月～8 月に、第 2 回を 2009 年 4 月～8 月に、そして第 3 回を 2010 年 8 月～2011 年 1 月に実施した。2012 年月以降は、これまでの応募状況を勘案し、また、RA 研究者の利便性の向上と RA 研究者として採択される機会の向上を目的に、三者は RA の随時募集を開始する。
- 4) PI は、ミッション運用期間中に、複数の研究課題について研究提案をし、研究を実施することができる。（同一人が複数提案することを妨げない。）
- 5) PI は、RA 選定・評価委員会が定める 1 研究課題あたりの範囲内で、観測要求を出すことができる。
- 6) PI に対しては、1 研究課題あたりのデータ配布要求について、RA 選定・評価委員会が承認した範囲内で、GOSAT データが無償で提供される。
- 7) GOSAT/TANSO RA への応募・研究計画書の提出等は、原則として RA 事務局が運営するホームページ及び E-mail によるものとし、事情に応じて郵送による提出なども受け付ける。
- 8) 研究提案の選定は、第 1 回目が 2008 年 8 月、第 2 回目が 2009 年 7～8 月、第 3 回目が 2011 年 1 月に実施され、随時提案募集が開始される 2012 年 8 月以降は、原則的に半年に 1 回程度開催される RA 選定・評価委員会の場において選定を実施する。

- 9) RA に選定された研究課題名、PI の氏名、及び PI の所属機関名は、NIES GOSAT プロジェクトオフィスが運営するホームページ上にて公開するものとする。
- 10) GOSAT/TANSO RA により得られた成果は、原則として学術雑誌への論文発表その他の方法により一般に公表するとともに、三者が開催する研究成果報告会で報告しなければならない。
- 11) PI に対する研究費の補助は、原則として行わない。
- 12) PI の所属する研究機関 (Research Organization、以下 RO と呼ぶ) は、研究実施に先立ち、三者と共同研究契約 (添付資料 E 参照) を締結しなければならない。なお、研究機関に所属しない PI については、三者と直接共同研究契約を締結する。

2.5. GOSAT/TANSO RA の実施体制

三者は、GOSAT/TANSO RA を確実かつ効率的に実施するため、NIES GOSAT プロジェクトオフィス内に事務局を設置した。事務局は、三者が定める基本方針のもとに、以下の業務を実施する。

- 1) RA を準備し、日本国内及び海外に RA を発出する。
- 2) 三者が組織する RA 選定・評価委員会の事務局事務を行う。
- 3) RA の応募を受け付け、RA 選定・評価委員会に採否の判定に必要な評価を依頼する。
- 4) 研究提案の採否を PI に通知する。採択となった PI に対して、研究実施のための共同研究契約 (添付資料 E 参照) 締結の支援を行う。
- 5) PI から、契約で定めた時期に、成果物を受領し、三者に配布する。
- 6) 三者が実施する研究成果報告会の開催を支援する。
- 7) 8.2.2 項の共同研究契約終了に関わる PI の義務 (研究成果最終報告書の提出) が RA 選定・評価委員会に確認された場合、契約満了となる旨を RO (所属する研究機関のない場合は PI) に対し、書面で通知する。

なお、事務局の連絡先・問い合わせ先は、14 章に示すとおりである。

3. GOSAT 衛星及び TANSO 搭載センサの概要

3.1. GOSAT 衛星の概要

温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT の概要を添付資料 A の A.1 に示す。

3.2. GOSAT/TANSO-FTS の概要

GOSAT に搭載される 2 種類のセンサのうち、二酸化炭素とメタンなどの温室効果ガスなどを観測するフーリエ干渉分光計である、TANSO-FTS の概要を添付資料 A の A.2 に示す。

3.3. GOSAT/TANSO-CAI の概要

GOSAT に搭載される 2 種類のセンサのうち、雲やエアロソルなどを、画像として取得する、TANSO-CAI の概要を添付資料 A の A.3 に示す。

4. GOSAT/TANSO データポリシー

PI は、以下の事項に同意する事を条件として、研究に必要なデータ（限定数）を三者から無償で受け取ることができる。

- 1) 平和利用目的に反する利用の禁止
- 2) 目的外利用の禁止
- 3) 第三者への再配布の禁止
- 4) データ配布は、PI と RA 研究者の範囲とする
- 5) GOSAT データを利用し、成果を公表する際は、出所表示を遵守
- 6) 三者の同意なく、共同実施（京都議定書第 6 条）、クリーン開発メカニズム（京都議定書第 12 条）及び国際排出量取引（京都議定書第 17 条）のために GOSAT データを利用することの禁止（この目的のために利用する時は、三者の同意を得て、取り決めを締結した上で利用することができる）

配布されるデータは、衛星の運用状態および衛星センサの物理的制約を受ける。TANSO-FTS 及び CAI 各センサの不可視域については、それぞれ添付資料 A の A.2、添付資料 A の A.3 を参照のこと。

衛星及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、三者はその責任を負わない。

GOSAT/TANSO から取得されたオリジナルデータの権利は、三者に帰属する。ここで、オリジナルデータとは、JAXA または NIES から提供されたプロダクトのことである。RA 研究者が研究の成果として得られたデータとは区別する。

RA 研究者は、一般ユーザへの GOSAT/TANSO データ公開に先立ってデータを利用することができる。また、GOSAT 基本観測計画（添付資料 C）で取得予定のデータを使用することができる。

新規の観測要求については、別途、協議するものとするが、GOSAT/TANSO への観測要求及びデータの取得提供要求については、各センサの観測上の制約（不可視域や観測モードの変更など）に留意し、「GOSAT 運用方針及び TANSO 基本観測計画」（添付資料 C）を参照して提案する研究計画を検討すること。

RA 研究者が提供を受けることのできるデータは、以下の通りである。

1) L1, L2 標準プロダクト（表 1 参照）

標準プロダクトとは、校正済みの L1B プロダクト、およびその検証の終了後に、検証されたプロダクトの全量が一般ユーザにまで公開される L2 以降のプロダクトのことである。L1 プロダクトおよび L2 プロダクトの校正と検証には、それぞれ 4 段階のステージがある。

それぞれの校正ステージ、および検証ステージの定義を表 2 および表 3 に示す。L1 プロダクトおよび L2 プロダクトとも、確定ステージになった段階で一般ユーザに公開される。

2) L2 研究プロダクト (表 1 及び後述の表 6 参照)

研究プロダクトは、校正・検証研究を始めとして、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るプロダクトであり、検証ステージにおいて V ステージにまでしか行かないプロダクトである。RA 研究者には、研究に必要な範囲のプロダクトを適切な時期に提供する。ただし、研究プロダクトは基本的に検証作業の対象ではないため、研究プロダクトの「V ステージ」とは「P ステージ」と同等の内容に、RA* からのフィードバック情報が補足説明として加わった程度のものである点に注意を要する。

3) L3 プロダクト (表 1 参照)

L3 プロダクトは、L1, L2 プロダクトから作成される全球規模のプロダクトであり、「検証」は行われませんが、確認のために一般公開前に RA 研究者に開示される。

4) L4 プロダクト (表 1 参照)

L4 プロダクトには、標準プロダクトとして L4A (全球 CO₂ 吸収排出量) と L4B (全球 CO₂ 濃度) とがあり、また、研究プロダクトとして L4A (全球 CH₄ 吸収排出量) と L4B (全球 CH₄ 濃度) とがある。標準プロダクトについては、12.1 に示す「炭素収支推定・大気輸送モデル分野」の研究者に開示後、意見をj得て留意事項等に反映した後に、確認のために一般公開前に RA 研究者に開示される。

5) JAXA 所有の GOSAT 以外の衛星データ

JAXA が所有する GOSAT 以外の衛星データを使用したい場合は、JAXA に申請のこと。なお、申請した場合には RA 事務局にもその旨の連絡を行うこと。

表1 GOSAT/TANSO プロダクト一覧 (2015年3月30日現在)

処理レベル	センサ/バンド区分	プロダクト名(和名)	プロダクト名(英語名)	プロダクト区分	プロダクト単位	提供形式
L1A	FTS	FTS L1A データ	FTS L1A data	インターナル(※1)	FTS シーン	HDF5
	CAI	CAI L1A データ	CAI L1A data	インターナル(※1)	CAI シーン	
L1B	FTS	FTS L1B データ	FTS L1B data	標準	FTS シーン	
	CAI	CAI L1B データ	CAI L1B data	標準	CAI フレーム	
L1B+	CAI	CAI L1B+データ(※2)	CAI L1B+ data	標準		
L2	FTS SWIR	L2 CO ₂ カラム量 (SWIR)	L2 CO ₂ column amount (SWIR)	標準	スキャン	
		L2 CH ₄ カラム量 (SWIR)	L2 CH ₄ column amount (SWIR)	標準		
		L2 H ₂ Oカラム量 (SWIR)	L2 H ₂ O column amount (SWIR)	標準		
	FTS TIR	L2 CO ₂ 濃度プロファイル (TIR)	L2 CO ₂ profile (TIR)	標準		
		L2 CH ₄ 濃度プロファイル (TIR)	L2 CH ₄ profile (TIR)	標準		
		L2 H ₂ Oカラム量 (TIR)	L2 H ₂ O column amount (TIR)	研究		
	CAI	L2 雲フラグ	L2 cloud flag	標準	CAI フレーム	
		L2 雲特性	L2 cloud property	研究		
		L2 エアロゾル特性	L2 aerosol property	研究		
L3	FTS SWIR	L3 全球 CO ₂ カラム平均濃度 (SWIR)	L3 global CO ₂ distribution (SWIR)	標準	全球・月	
		L3 全球 CH ₄ カラム平均濃度 (SWIR)	L3 global CH ₄ distribution (SWIR)	標準		
	CAI	L3 全球輝度	L3 global radiance distribution	標準	全球	
		L3 全球反射率	L3 global reflectance distribution	標準		
		L3 植生指数	L3 NDVI	標準	区域(緯度 30度 × 経度 60度)	
L4A	-	L4A 全球 CO ₂ 吸収排出量(※2)	L4A global CO ₂ flux	標準	全球(64地域&1度メッシュ)・年	テキスト または NetCDF
		L4A 全球 CH ₄ 吸収排出量(※2)	L4A global CH ₄ flux	標準	全球(43地域&1度メッシュ)・年	
L4B	-	L4B 全球 CO ₂ 濃度(※2)	L4B global CO ₂ distribution	標準	全球 2.5度 メッシュ・月	NetCDF
		L4B 全球 CH ₄ 濃度(※2)	L4B global CH ₄ distribution	標準		

(※1) 校正に協力する研究者および研究機関に提供する内部プロダクト

(※2) ブラウズ画像も付随して提供されるプロダクト

背景が黄色のプロダクト：一般公開中のプロダクト

背景が緑色のプロダクト：RA 研究者にのみ提供中のプロダクト

背景が青色のプロダクト：一時的に公開を停止しているプロダクト

表 2 L1 標準プロダクトの校正ステージの定義

校正ステージ		ステージの定義
未チェック (U)	Unchecked	観測データを処理しただけのプロダクト。
未校正 (P)	Preliminarily checked	観測データを処理し、目視レベルで確からしい結果が得られたプロダクト。
校正済み (Ca)	Calibrated	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。
確定 (C)	Confirmed	校正済みプロダクトを一定期間限られたユーザが利用し、データに関する問題が報告されなかったプロダクト。

表 3 L2 標準プロダクトの検証ステージの定義

検証ステージ		ステージの定義
未チェック (U)	Unchecked	観測データを処理しただけのプロダクト。
初期チェック済み (P)	Preliminarily checked	観測データを処理し、目視レベルで確からしい結果が得られたプロダクト。
検証済み (V)	Validated	より精度の高い別種の観測データ（例えば、地上観測など）との比較解析を終え、その妥当性が確認されたプロダクト。
確定 (C)	Confirmed	検証済みプロダクトを一定期間限られたユーザが利用し、データに関する大きな問題が報告されなかったプロダクト。

(なお、大規模なバージョンアップの後は、今後も上記ステージが定義される。)

表 4 L3 標準プロダクトの評価ステージの定義

評価ステージ		ステージの定義
未チェック (U)	Unchecked	L1 または L2 プロダクトを処理しただけのプロダクト。
評価済み (E)	Evaluated	L1 または L2 プロダクトを処理し、目視レベルで確からしい結果が得られたプロダクト。
確定 (C)	Confirmed	評価済みプロダクトを一定期間限られたユーザが利用し、データに関する大きな問題が報告されず、かつユーザからのコメントが留意事項等に反映されたプロダクト。

表 5 L4 標準プロダクトの検査ステージの定義

チェックステージ		ステージの定義
未チェック (U)	Unchecked	L2 プロダクトと地上測定局のデータから炭素収支解析によって算出しただけのプロダクト。
初期チェック済み (P)	Preliminarily checked	L2 プロダクトと地上測定局のデータから炭素収支解析によって算出し、目視レベルで確からしい結果が得られたプロダクト。
検査済み (Ch)	Checked	初期チェック済みのプロダクトを一定期間専門分野のユーザーが確認し、データに関する大きな問題が報告されず、かつユーザーからのコメントが留意事項等に反映されたプロダクト。
確定 (C)	Confirmed	検査済みのプロダクトを一定期間限られたユーザーが利用し、データに関する大きな問題が報告されず、かつユーザーからのコメントが留意事項等に反映されたプロダクト。

5. GOSAT/TANSO プロダクトの提供と利用基準

5.1. プロダクト一覧

RA 研究者がデータ配布要求を申請することのできるプロダクトを、プロダクト区分別に GOSAT/TANSO プロダクト一覧として前項の表 1 に示す。

5.2. データフォーマット及び提供媒体

1) データフォーマット

GOSAT/TANSO データのうち、L1～L3（レベル 1 からレベル 3）の処理データについては、地球観測センサで標準的に用いられているフォーマットを考慮し、以下のフォーマットで提供される。

- －HDF 5 (Hierarchical Data Format 5)

また、L4（レベル 4）の高次処理データでは、TRANSCOM で採用されているフォーマットを考慮し、以下のフォーマットで提供される。

- －NetCDF

- －テキスト

2) データ提供媒体

GOSAT/TANSO データは、インターネットによるオンライン提供を基本とする。

6. 資金提供

PI に対する資金提供は、原則として行わない。

7. 応募資格

平和目的であり、かつ直接営利を目的としない研究提案であれば、世界各国研究機関、教育機関、政府機関、私企業及びその他いかなる団体に属する研究者、個人の研究者でも、国籍を問わず、本研究公募に応募することができる。

8. Principal Investigator (PI) の権利と義務

2.3 節で述べたように、本 RA に応募する場合、及び、採択され研究課題を実施する場合、三者との窓口は、総て研究代表者 PI (1 名) とする。また、2.4 節 12) に記した通り、採択された研究課題を実施するにあたり、PI が所属する機関(所属機関がない場合は PI 個人)は、三者と添付資料 E に基づく共同研究契約を締結しなければならない。

8.1. PI の権利

PI は、以下の権利を有する。

- 1) 研究目的の達成に必要な観測要求を出すことができる。
- 2) 早期に、標準プロダクトの無償での提供を要求できる。(大規模なバージョンアップの場合も含む。)
- 3) 研究プロダクトの無償での提供を要求できる。但し、数量については、目的との整合性に応じて決定する。
- 4) 何らかの理由により FTS レベル 2 プロダクトとして定常処理・提供されていない観測地点のうち、ブラウザ画像上で目視で雲がないことが確認された観測データについて、レベル 2 の強制処理と結果の要求ができる。
- 5) FTS レベル 2 プロダクト (CO₂ カラム量(SWIR)、CH₄ カラム量(SWIR)、H₂O カラム量(SWIR)) とは別に、それらのプロダクトに関する付加情報(「サブデータセット」と称する)を取得できる。
- 6) 大規模データ提供サーバを利用出来る。但しこの権利は、利用申請書を提出して承認を受けた RA 研究者のみが利用可能となる。
- 7) 一般ユーザへの開示用の通常のスクリーニング条件を緩和した FTS レベル 2 プロダクトの提供要求を行うことが出来る。
- 8) 研究代表者 (PI) 会議に参加することができる。

注) 本文書発行後に創生される新しいプロダクトに関する PI の権利 (特権) については、ホームページ上やメールなど適切な手段にて PI に通知するものとする。

なお、アルゴリズム研究および校正・検証に関わる研究を実施する RA 研究者を「RA*」とし、それ以外の研究課題を実施する RA 研究者を「RA+」とする。また、炭素収支推定・大気輸送モデルに関わる研究を実施する RA 研究者を「RA-Mo」とする。上述の RA 研究者および一般に対して提供されるプロダクトの種類および時期は、以下の表 6, 7, 8, 9 のとおりである。

表6 L1の標準および研究プロダクトの提供区分

	標準プロダクト	研究プロダクト(※1)
RA*	P (Preliminarily checked)ステージから提供	—
RA+	Ca (Calibrated)ステージから提供	—
一般	C (Confirmed)ステージから提供	—

表7 L2の標準および研究プロダクトの提供区分

	標準プロダクト	研究プロダクト(※1)
RA*	P (Preliminarily checked)ステージから提供	P (Preliminarily checked)ステージから提供
RA+	V (Validated)ステージから提供	V (Validated nominally)ステージから提供 (※2)
一般	C (Confirmed)ステージから提供	提供されない

表8 L3の標準および研究プロダクトの提供区分

	標準プロダクト	研究プロダクト(※1)
RA	E (Evaluated)ステージから提供	E (Evaluated)ステージから提供
一般	C (Confirmed)ステージから提供	提供されない

表9 L4の標準および研究プロダクトの提供区分

	標準プロダクト	研究プロダクト(※1)
RA-Mo	P (Preliminarily checked)ステージから提供	P (Preliminarily checked)ステージから提供
RA-Mo 以外の RA	Ch (Checked)ステージから提供	Ch(Checked)ステージから提供
一般	C (Confirmed)ステージから提供	提供されない

(※1) 研究に必要な範囲のプロダクトを適切な時期に提供する。ただし、三者はプロダクトの妥当性を保証しない。なお、現時点では L1 の研究プロダクトは想定されていない (表1 参照)。

(※2) 検証作業の対象ではないため、L2 研究プロダクトについては V ステージを「Validated nominally」とする (4章(2) 参照)。

8.2. PIの義務

8.2.1. 中間報告

PIは、三者の指示する形式に従って、原則として、年一回、GOSAT 関連のワークショップ、シンポジウム、中間報告会、あるいは、三者が開催する会議等において各自の研究成果の総てまたは一部を発表もしくは提出し、研究の進捗状況を報告する。三者は、中間評価のために提出された中間成果報告及び進捗状況報告を、RA 選定・評価委員会の審議結果に基づいて評価し、その結果を研究代表者の所属する研究機関（RO, 所属する研究機関のないPIについてはPI）に連絡する（共同研究約款第2条）。

なお、RA 選定・評価委員会が研究の進捗状況を審査し、RA 研究者によるデータの利用目的や利用用途が当初の研究計画から逸脱または、契約に違反すると認めた場合は、三者が契約を破棄する可能性がある。

8.2.2. 研究成果最終報告と共同研究契約の満了

全てのPIは、契約上の指示に基づき、提案書で予定された研究期間が満了となる時、三者に研究成果最終報告書を提出すること。提出期限は、概ね、直近の中間報告から1年後までとし、研究成果最終報告書がRA 選定・評価委員会に受理された時点で、RA 事務局は、契約完了の旨をRO（所属機関のないPIについてはPI）に対し書面で通知する。なお、研究成果最終報告書は英語により作成すること。

9. 研究提案書の作成・提出要領

9.1. 研究提案書作成上の注意

本研究公募に対しては、下記の指示に従って文書の作成を行うこと。指定された要領で作成されていない研究提案書については、評価の対象としないこともある。また、提出された文書は返却しない。

- ・本章の提出要領及び添付資料 D「研究提案書の内容及び応募フォーム」に従い、研究提案書を作成すること。また、添付資料 D の応募フォーム（フォーム 1a, 1b, 2 は必須）を必要に応じて選択し使用すること。
- ・研究提案書は、A4 またはレターサイズ用の紙に印刷するイメージで PDF 化し、添付する論文等の参考資料があれば、それと合わせ、GOSAT/TANSO 研究公募事務局のメールアドレス（gosat-prj1@nies.go.jp）に提出すること。送付ファイルサイズの上限は、メール本文も含め、10MB である。もしもこれを超える場合は、研究提案及び参考資料のそれぞれを印刷したもの 6 部を用意し、更に研究提案書の PDF ファイルを CD-R 等の電子媒体に収録し、合わせて郵送にて提出すること。
- ・文字は、ワードプロセッサを使用し、10 から 12 ポイントのサイズを使用すること。
- ・各ページには、下中央にページ番号、左上角に応募者の氏名を記載すること。

9.2. 使用言語

研究提案書及び添付する参考資料は、英語または日本語で作成すること。また、添付資料 D のフォーム 1a、1b のカバーシートに限り、日本語を母国語とする者は、英語版と日本語版の両方を作成し、提出すること。

9.3. ページ数

研究提案書は、必要かつ本質的な内容を中心に、できる限り簡潔にまとめること。添付資料を除き、全体で 20 ページ以内とする。さらに詳細な規定については、添付資料 D を参照のこと。

9.4. 研究提案書の内容及び執筆要領

添付資料 D を参照のこと。

9.5. 研究提案書の送付先

9.1 節で述べた通り、研究提案書等応募書類の提出は、電子メールによる送付が原則であるが、これによりがたい場合は、必要な応募書類を全て同封し、下記宛先まで郵送すること。

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

独立行政法人 国立環境研究所 地球環境研究センター

GOSAT/TANSO 研究公募事務局

TEL: 029-850-2966(Japanese)

TEL: 029-850-2035(English)

FAX: 029-850-2219

E-mail: gosat-prj1@nies.go.jp

10. 研究提案書の選定

10.1. 評価及び選定手順

提出された研究提案書は、「GOSAT/TANSO RA 選定・評価委員会」において評価される。その結果を基に、三者側で、最終選定を行う。より豊かな科学的成果を生み出すことを狙いとして、RA 選定・評価委員会による選考審議の過程において、提案された研究計画について調整・修正を求めることがある。また、RA 選定・評価委員会は、GOSAT サイエンスチームに助言を求めることがある。選定結果は、総ての提案者に対し、事前に公募関連スケジュールとして案内した期日までに応募者に通知される予定である。第 4 回 RA の公募関連スケジュールは、本文書項目 13.4 に記載してある。それ以降の RA のスケジュールについては、NIES GOSAT Project のホームページ上で適時案内を行う。

10.2. 評価基準

研究提案の選定にあたって考慮される評価基準は、次に示す通りである。

- 1) 研究提案内容が GOSAT RA の目的に合致しているか。
- 2) 研究手法・アプローチ方法の妥当性、概念あるいは研究の新規性。
- 3) 研究目的を達成する上で必要な研究能力、経験、設備、技術を有しているか。
- 4) GOSAT の目的との整合性及び関連性があるか。
- 5) 研究期間内に、研究目的を達成できるか。

10.3. 選定通知後の手続き

課題が採択された PI の RO は、原則として、「GOSAT/TANSO データ利用公募型共同研究約款」(添付資料 E) に基づき、三者と共同研究契約を締結する。RO 及び PI は、約款に定めている研究実施に関する詳細な条件を遵守すること。

事務局は、三者の意向を受けて契約締結に必要な事務を行う。

11. 研究公募の取り消し・延期

三者は、文書による通知をもって、本研究公募及びこれに基づく共同研究を取りやめる権利を有する。また、本研究公募スケジュールの延期、公募自体の取り消し、また、それに関する通知を受け取らなかった人物に対するいかなる責任も負わないものとする。

12. 想定される研究内容

GOSAT プロジェクトでは、その目的を達成するために必要とされる研究開発を三者のそれぞれの役割分担の下に、サイエンスチームのアドバイスと協力を得ながら実施してきているところであり、今後も引き続き実施することとしている。これらには、GOSAT/TANSO の機器校正、高次データの検証（検証観測及び解析）、データ処理アルゴリズム開発・改良、大気輸送モデル開発、陸域生態系モデル開発、排出インベントリ整備、炭素収支推定モデル開発などが含まれる。また、濃度分布や炭素収支分布の時間空間変動など、データ特性やデータ質の評価に関わる基本的な現象解析などの研究を行うこととしている。また、天然ガスのパイプラインからのメタン漏洩検知や局所的な森林火災の検出など、先進的なデータ利用研究を行う。具体的には、次節参照のこと。

GOSAT プロジェクトでは本公募研究の実施により、より高品質のデータプロダクトの作成に向けて研究成果がプロジェクトに還元され、また、データ利用研究が一層促進され、GOSAT で取得されるデータが地球温暖化問題の解明に有効に活用されることを期待しており、国内外からの新たな研究提案を歓迎する。

以下に、GOSAT プロジェクト側で実施する予定の研究課題例を示す。公募研究の提案に際しては、これらを補強するような研究提案に加え、独自の検証データを活用した研究、あるいは新たな観点からの独創的な研究など、多くの課題が提案されることを期待する。

12.1. GOSAT プロジェクト側で実施中または実施予定の研究

1) 校正分野

TANSO-FTS にかかるインターフェログラムからスペクトルへの変換時の校正（波長校正を含む）、観測視野の揺らぎ補正に関する校正、装置関数校正、放射輝度校正、代替校正など。TANSO-CAI の放射校正と幾何補正、センサの感度変化校正など。

2) データ処理アルゴリズム分野

高速データ処理アルゴリズム開発、サンダリント観測データ処理手法や偏光データを利用した処理アルゴリズム開発、熱赤外データからの各種パラメータ導出アルゴリズム。気体分子分光パラメータの評価、太陽光スペクトルの評価。短波長赤外(SWIR)データと熱赤外(TIR)データの複合利用など。

3) 炭素収支推定・大気輸送モデル分野

排出インベントリデータベースの整備及び高精度化、大気輸送モデル・陸域生態系モデルなどの高精度化、CO₂/CH₄データ同化モデル開発、高い時間・空間分解能の炭素収支推定モデル開発など。

4) 検証分野

* 衛星打上げ前

航空機 *in situ* 観測等による検証用地上設置高分解能 FTS 及び小型地上用 FTS の検定、航空機搭載または地上設置 FTS によるサングリント観測アルゴリズム評価、エアロソルなどの検証用機器（ライダー、スカイラジオメーター等）データによる検証手法の開発など。

* 衛星打上げ後

CO₂ カラム量・CH₄ カラム量のデータ質検証として、陸域検証サイト及び海域検証サイト（島、岬を含む）における検証データの取得及び検証解析、民間航空機搭載機器データによる検証解析、他衛星データやモデル計算結果との比較など。TIR から導出される CO₂ 濃度高度分布、CH₄ 濃度高度分布のデータ質検証についても、同様。CAI データプロダクトの検証。

5) データ利用研究分野

FTS：濃度分布や炭素収支分布の時間空間変動などのデータ特性やデータ質の評価に関わる基本的な現象解析。パイプラインからのメタン漏洩検知や、森林火災などの局所的な大量排出の検出、植生の蛍光の検出などの先進的研究。N₂O、CFC 等の大気微量成分の観測可能性の研究。

CAI：CAI による全球植生指標図の作成とその利用など。

12.2. 公募により研究提案が期待される研究分野

- 1) 校正分野
- 2) データ処理アルゴリズム分野
- 3) 炭素収支推定・大気輸送モデル分野
- 4) 検証分野
- 5) データ利用研究分野

13. スケジュール

13.1. 第1回研究公募関連スケジュール

- ・研究公募の発出 2008年4月7日
- ・研究公募の登録・応募期限 2008年7月7日
- ・選定通知 2008年8月29日
- ・契約 2008年8月30日以降
- ・第1回研究代表者(PI)会議/ワークショップ
2008年11月5～7日
- ・GOSAT 打上げ 2009年1月23日
- ・中間報告書提出期限 2009年12月28日

13.2. 第2回研究公募関連スケジュール

- ・研究公募の発出 2009年4月7日
- ・研究公募の登録・応募期限 RA*ユーザ：2009年6月1日
RA+ユーザ：2009年6月23日
- ・選定通知 RA*ユーザ：2009年7月31日
RA+ユーザ：2009年8月28日
- ・契約 RA*ユーザ：2009年8月3日以降
RA+ユーザ：2009年8月31日以降
- ・第2回研究代表者(PI)会議/ワークショップ 2010年1月28～29日
- ・中間報告書提出期限 2010年9月30日

13.3. 第3回研究公募関連スケジュール

- ・研究公募の発出 2010年8月20日
- ・研究公募の登録・応募期限 2010年10月29日
- ・選定通知 2011年1月31日
- ・契約 2011年2月1日以降
- ・第3回研究代表者(PI)会議/ワークショップ
2011年5月19～20日
- ・中間報告書提出期限 2012年3月1日

13.4. 随時受付研究公募（第4回）関連スケジュール（〔〕は以降の原則）

- ・随時受付研究公募の発出 2012年8月31日
〔第5回以降については※参照〕
- ・随時受付研究公募（第4回）提案書受付期間 2012年8月31日～10月26日※
〔50日以上を原則とする〕
- ・随時受付研究公募（第4回）登録（査読）期間 2012年8月31日～11月11日
〔査読には随時回すが、原則は提案書受付期間終了後約2週間後までの期間とする。〕
- ・随時受付研究公募（第4回）選定審査 2012年11月16日
〔査読期間終了後、事務局とりまとめの時間をおいて、RA選定・評価委員会の開催時に選定審査を行う。〕
- ・選定通知 2012年11月30日
〔選定審査後、速やかに行う。〕
- ・契約 2012年12月3日以降
〔選定通知後にROと三者との間で行う。PIが研究機関に所属していない場合は、PI本人が三者と契約を締結する。〕
- ・随時受付研究公募（第4回）中間報告書・進捗状況報告書提出期限 2013年12月28日
〔課題採択後、概ね1年後を期限とする。〕

※ 2012年10月26日以降も随時研究提案を受け付ける。第5回及びそれ以降の選定スケジュールは、NIES GOSAT Project ホームページを通じて適時公表する。

なお、上記期間中にRAへの応募が全くない場合、あるいは採択課題が無かった場合には、公募の回数の繰り上がりは行わずに公募を継続する。（例：第4回の公募に応募が無かった場合、次回のRA選定・評価委員会まで選定審査は持ち越されると共に、第4回の公募が継続されることになる。これに伴うスケジュール変更は別途調整され、NIES GOSAT プロジェクトホームページ等で公表される。）

14. 問い合わせ先

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2
独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター
GOSAT/TANSO 研究公募事務局
TEL: 029-850-2966 (Japanese)
TEL: 029-850-2035 (English)
FAX: 029-850-2219
E-mail: gosat-prj1@nies.go.jp

補足説明資料

約款の改訂（添付資料 E）、プロダクトの配布状況、第 10 回随時公募スケジュールを反映して、「研究公募」本文中の下記部分を読み替えてください。

頁	節	「研究公募」本文中の記述	変更内容
表紙， P1		独立行政法人 宇宙航空研究開発機構	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
表紙， P1， P16， P25		独立行政法人 国立環境研究所	国立研究開発法人 国立環境研究所
P4	2.4 2)	研究期間は、衛星センサの運用期間に加えて地上システム運用期間（GOSAT 打上後、原則として 5 年間（2014 年 1 月 22 日）の範囲までとする・・・	研究期間は、契約締結の日から最大 4 年で、GOSAT の地上システム運用期間内とする・・・
P8	4. 3)	L3 プロダクトは、L1, L2 プロダクトから作成される全球規模のプロダクトであり、「検証」は行われませんが、確認のために一般公開前に RA 研究者に開示される。	L3 プロダクトは、L2 プロダクトから作成される全球規模のプロダクトであり、「検証」は行われません。その画像データだけが一般公開されている。
P17	8.2.1	（記述なし）	中間報告書は日本語で記述しても良い。（追記）
P17	8.2.2	提出期限は、概ね、直近の中間報告から 1 年後までとし、	（この文章を削除。）
P25	13.4	随時受付研究公募（第 4 回）関連スケジュール	随時受付研究公募（第 10 回）関連スケジュール（詳細は別紙 2 を参照）

別紙 1 随時受付研究公募（第 10 回）関連スケジュール

別紙 1

随時受付研究公募（第 10 回）関連スケジュール

- ・随時受付研究公募（第 10 回）提案書受付 2015 年 12 月 7 日～2016 年 3 月 15 日
- ・随時受付研究公募（第 10 回）査読期間 2016 年 3 月 16 日～4 月 16 日
- ・随時受付研究公募（第 10 回）選定審査 2016 年 4 月中旬
- ・選定通知 2016 年 4 月 22 日
- ・契約 2016 年 4 月 25 日以降
- ・随時受付研究公募（第 10 回）最初の中間成果報告書・進捗状況報告書提出期限
2017 年 3 月 1 日

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)

搭載

GOSAT センサ (TANSO)

研究公募

(Research Announcement)

添付資料 A

GOSAT 衛星及び搭載センサ TANSO の概要

温室効果ガス観測技術衛星(Greenhouse gases Observing SATellite) (GOSAT) には温室効果ガス観測センサ(Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation - Fourier Transform Spectrometer) (TANSO-FTS) と雲・エアロソルセンサ(Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation - Cloud and Aerosol Imager) (TANSO-CAI) が搭載される。また TANSO-FTS と TANSO-CAI をあわせて TANSO と称する。

A.1 GOSAT 衛星の概要

GOSAT は、平成 20 年度に、H-IIA ロケットにより打ち上げられ、5 年間に渡り、全球の二酸化炭素及びメタンの濃度分布（気柱量及び高度分布）を観測する。GOSAT は、TANSO-FTS と TANSO-CAI のセンサ部を、衛星地球指向面（+Z 面）に搭載し、センサを常に地心方向に向けるよう 3 軸姿勢制御を行う。また、展開した太陽電池パドルにより、衛星及びセンサの運用に必要な電力を確保するとともに、センサで取得したミッションデータをミッションデータ記録装置（MDP）に記録・再生し、地上局に伝送する。

図 A.1-1 に GOSAT の軌道上外観図、表 A.1-1 に主要諸元、表 A.1-2 に観測軌道パラメータをそれぞれ示す。また、図 A.1-2 に軌道を示す。

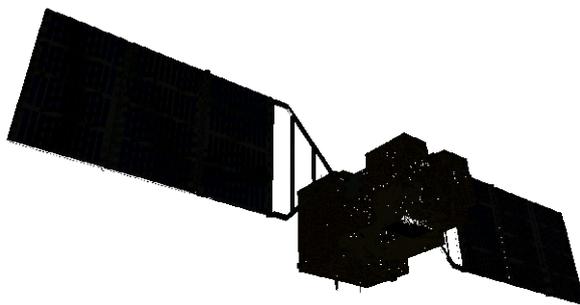


図 A.1-1 GOSAT 軌道上外観

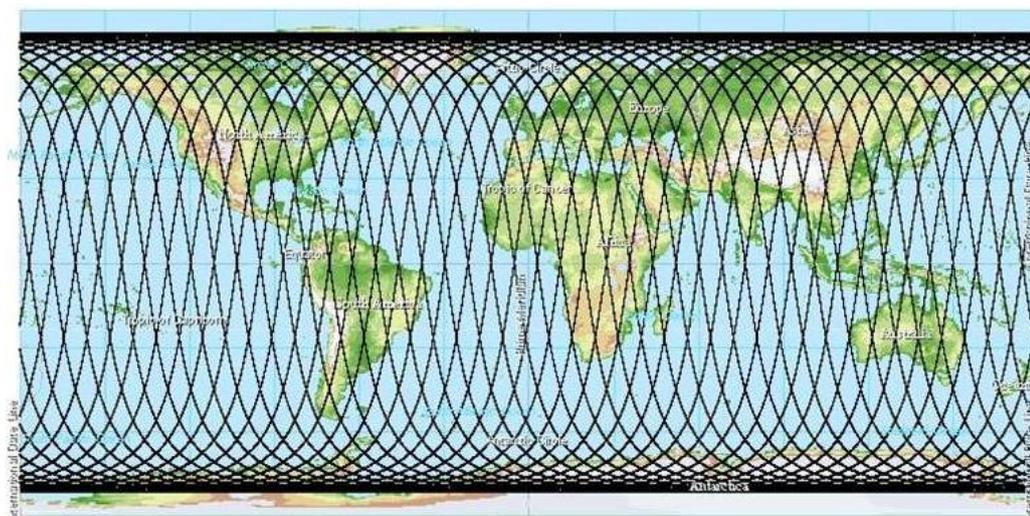
表 A.1-1 GOSAT の主要諸元

項目	諸元
サイズ	本体：高 3.7m(X)×幅 1.8m(Y)×奥行 2.0m(Z) (突起物除く) パドル翼端間：13.7m
質量	1750 kg
発生電力	3.8 kw (EOL)
寿命	5 年
打上げ時期	2009 年 1 月 23 日

表 A.1-2 GOSAT の観測軌道パラメータ

項目	諸元
軌道の種類	太陽同期準回帰軌道
軌道高度	666 km
軌道傾斜角	98.06 deg
1 日の周回数	14 + 2/3 周
回帰までの周回数	44 周
降交点通過地方太陽時	13 時±15 分

図 A.1-2 GOSAT の軌道



A.2 GOSAT/TANSO-FTS の概要

A.2.1 TANSO-FTS の概要

TANSO-FTS の概要を表 A.2-1 に示す。

表 A.2-1 TANSO-FTS の概要

観測方式	直下視観測方式
センサ方式	フーリエ干渉計による大気吸収分光測定
機能	<ul style="list-style-type: none"> ①可視、短波長赤外、熱赤外で地心方向の大気観測を行う。 ②格子点観測を行う。 ③1 インターフェログラム取得中、同一地点を観測する。 ④SNR 向上の目的で足し合わせ観測を行うため、同一地点を観測する。 ⑤定常観測時にクロストラック方向に指定された固定角度間隔で走査できる。 ⑥3 日回帰ごとに、同一地点観測ができる。 ⑦2 軸の走査機構を用いてサングリントが予想される地点をポインティングできる。 ⑧定常観測モード、サングリント観測モード、定点観測モードを組み合わせで観測できる。 ⑨以下の軌道上校正を行う。 <ul style="list-style-type: none"> (1)短波長赤外で太陽照度校正、熱赤外で黒体を用いた校正を行う。 (2)短波長赤外および熱赤外で深宇宙校正を行う。 (3)GOSAT およびポインティング機構を月方向に指向することにより、年に1 度感度校正を行う。

TANSO-FTS は以下の3 ユニットから構成される。

- ① TANSO-FTS ・ 光学系ユニット
- ② TANSO-FTS ・ 制御系ユニット
- ③ TANSO-FTS ・ 電気回路ユニット

ブロック図を図 A.2-1 に示す。TANSO-FTS は実利用実証ミッションであることを考慮し、極力、冗長構成を採用している。また、外観図および光学系ユニットの内部構造を図 A.2-2 示す。

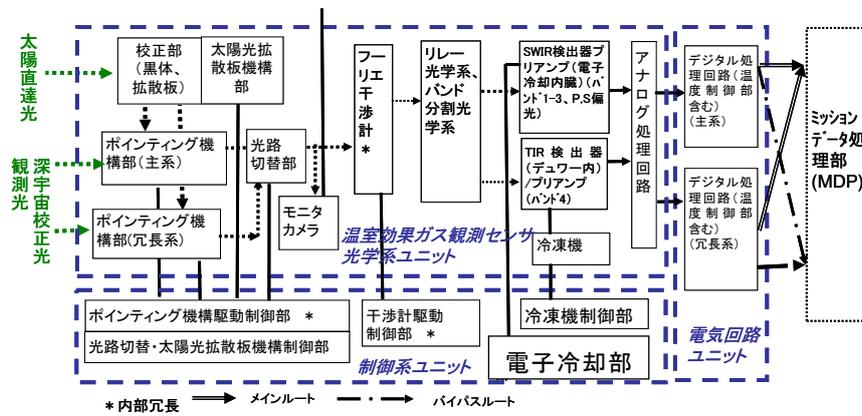


図 A.2-1 TANSO-FTS のブロック図

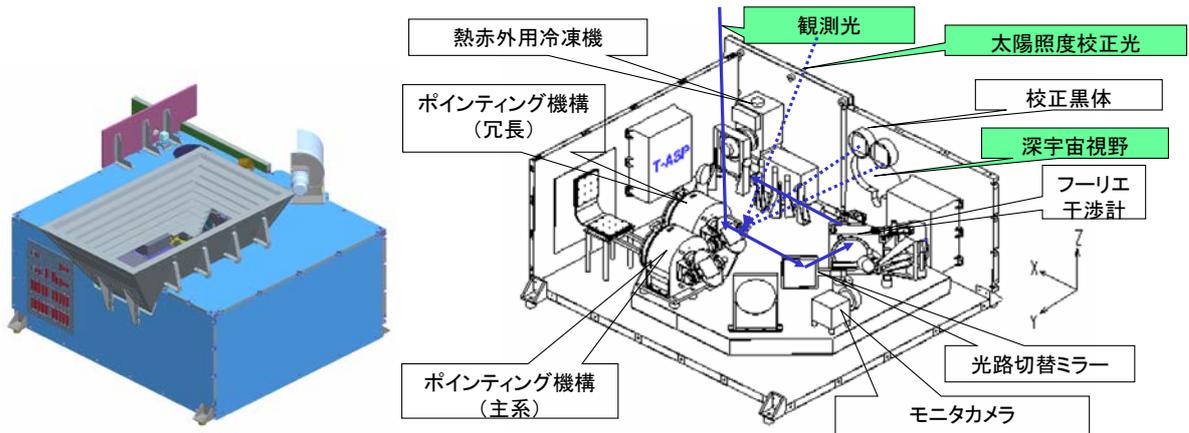


図 A.2-2 外観図および光学系配置図

A.2.2 TANSO-FTS の仕様

(1) フーリエ干渉計機構部

フーリエ干渉計機構部の仕様および走査の概要を表 A.2-2 に示す。

表 A.2-2 フーリエ干渉計機構部の仕様および走査の概要

分光方式	フーリエ干渉計
ポート数	2ポート方式（シングルパス）
走査	V字型のスイングアームの先端に2つのコーナーキューブが取り付けられ、支持されたフレキシブルブレードを中心に左右に走査する（図 A.2-4 参照）。
データ取得方式	両側走査片道データ取得
ビームスプリッタ	ZnSe（コーティングなし）
サンプリング	半導体レーザによるサンプリング
信号処理	インターフェログラムデータを地上へ伝送

走査の概要を図 A.2-3 に示す。走査速度安定化要求は1%以下である。光路差ゼロ（ZPD）の位置を中心とする両側のインターフェログラムを取得する。

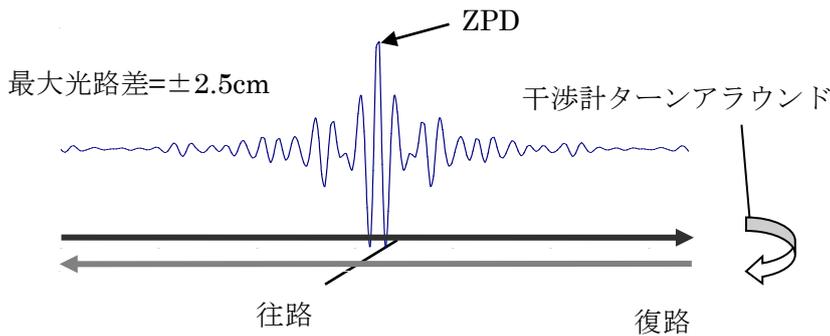


図 A.2-3 フーリエ干渉計走査概要

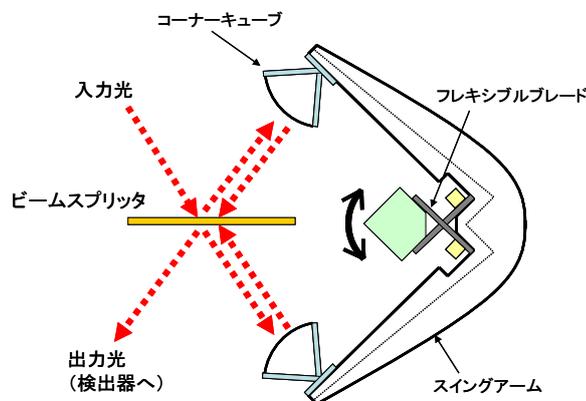


図 A.2-4 ダブルコーナーキューブ／スイングアーム／フレキシブルブレードの概要

(2)バンド構成

TANSO-FTSは4バンドの検出器を有しており、各バンドは同一視野をもつ。
表 A.2-3 に4バンドの波長範囲、分光分解能などを示す。

表 A.2-3 各バンドの波長範囲と分光分解能

バンド	バンド 1	バンド 2	バンド 3	バンド 4
波長帯	可視	短波長赤外	短波長赤外	熱赤外
偏光観測	有	有	有	無
波長範囲 (注1)	12900- 13200 cm ⁻¹	5800- 6400 cm ⁻¹ (注5)	4800- 5200cm ⁻¹	700- 1800 cm ⁻¹
帯域外特性 (注2)	<12700cm ⁻¹ . >13400cm ⁻¹ において、透過 率 0.1%以下。	<5000cm ⁻¹ >6800cm ⁻¹ において、透過 率 0.1%以下。	<4500cm ⁻¹ >5500cm ⁻¹ において、透過 率 0.1%以下。	<600cm ⁻¹ >3800cm ⁻¹ において、透過 率 0.1%以下。
分光分解能 (注3)	0.2 cm ⁻¹	0.2 cm ⁻¹	0.2 cm ⁻¹	0.2 cm ⁻¹
装置関数の半値 全幅 (注4)	0.6 cm ⁻¹ 以下	0.27 cm ⁻¹ 以下	0.27 cm ⁻¹ 以下	0.27cm ⁻¹ 以下
測定パラメータ	(O ₂) →気圧、 巻雲情報	CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O	CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O, 巻雲情 報	CO ₂ , CH ₄ , H ₂ O, ほか

注1:バンド1, 2, 3の波長範囲においては最大効率値の80%以上の効率を有する。

バンド4は波長範囲においては検出器感度を量子効率に換算し、最大効率値の60%以上の効率を有する。ここで規定する効率は光学系効率、検出器の量子効率、アンプの応答をかけたものとする。

注2:フーリエ変換に伴う信号の折り返し波長域では0.01%以下とする。

注3:分光分解能は(1/(2*最大光路差))で規定する。

注4:装置関数の半値全幅は単色光源を全画角の範囲に照射し、アポダイゼーションを行わずに逆フーリエ変換を行った場合の半値全幅で規定する。

注5:バンド2においては、軌道上装置関数測定用1.55μm(6460cm⁻¹)レーザー波長で0.1以上の透過率を有すること。

(3) 光学系・バンド分割・偏光観測方式

表 A.2-4 に TANSO-FTS の光学系・分光・偏光に関する仕様の概要を示す。
また、図 A.2-5 に TANSO-FTS 光学系の概要を示す。

表 A.2-4 光学系・バンド分割・偏光に関する仕様の概要

光学系	有効口径	φ68 mm (バンド1~3)、φ60 mm (バンド4)
	F 値	F=2 (FTS と検出器間に設置する検出器光学系の F 値)
	光学系	反射光学系、ただし、バンド1-3 の検出器への集光は屈折光学系を用いる。
	口径絞り	バンド1-3 は、コーナーキューブが口径絞りとなる。 FTS 走査に伴う光束の移動は、口径68mm に対して、光路垂直方向に1mm 以内である。 バンド4 は、背景光をおさえるために、口径絞りを検出器光学系の中に設置する。
	視野絞り	フーリエ干渉計による変調後、集光し、全バンド共通のスリットで視野を決定する。(15.8mrad : 地表面換算10.5km)
バンド分割	バンド分割	スリットで視野を絞った後コリメートし、バンド1 より、順番にダイクロイックフィルタで各波長帯の観測光を分割する。
	帯域外光除去	検出器光学系部にバンド1-3 それぞれに狭帯域バンドパスフィルタを設置する。
偏光	偏光分割	バンド1-3 に関しては、検出器光学系部に偏光ビームスプリッタを設置し、2 偏光を同時観測する。

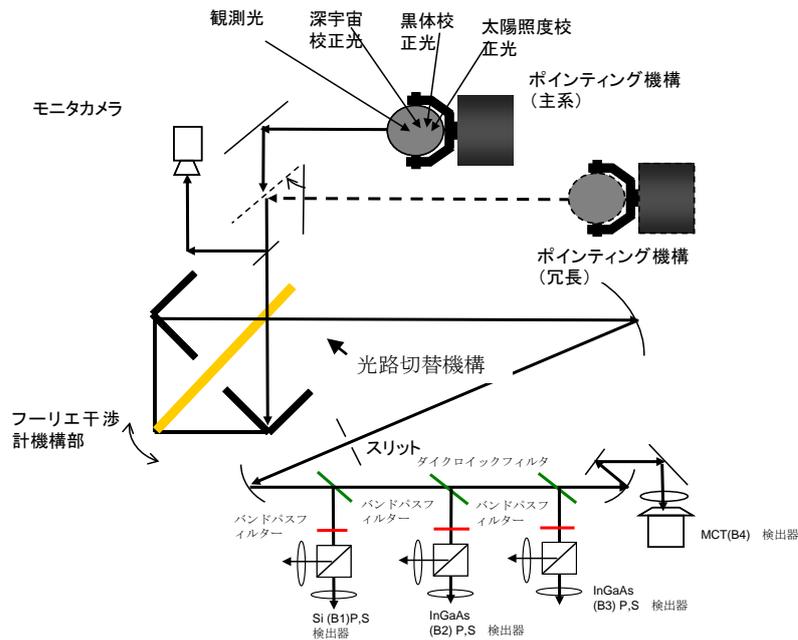


図 A.2-5 TANSO-FTS の光学系概要

(4) バンド間・センサ間レジストレーション

バンド間・センサ間のレジストレーションは、以下の通りである。

- ① FTS 内のバンド間レジストレーション：0.05 画素以下
- ② TANSO-FTS と TANSO-CAI のレジストレーション：TANSO-CAI の 0.5 画素以下
- ③ FTS 入射部にモニタカメラ（視野確認カメラ）を設置し、TANSO-CAI とのレジストレーションをとれるようにする。

A.2.3 TANSO-FTS の観測方式

(1) 観測の原理

太陽は絶対温度 6000 度弱の黒体光源とみなすことができ紫外から近・短波長赤外までの光を主に放射する。太陽から放射された短波長赤外光は雲・エアロゾルなどにより吸収、散乱される以外は大半が地表面に到達し、地表面で散乱された光が再び大気圏外に戻るのので、これを衛星から観測することができる。短波長赤外光領域には二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、水蒸気 (H₂O) の吸収線が存在するので、この測定から濃度を算出することができる。

地表面や雲などからは、それ自身のもつ温度と波長特性に応じた強度の熱赤外放射があり、その波長帯には主要大気成分及び微量大気成分の吸収線が多数存在する。大気成分を構成する各気体分子は、短波長赤外や熱赤外の波長範囲に固有の吸収線をもつ。吸収の強さはスペクトルにより異なるが、これらの吸収波長、吸収強度と濃度の関係については、実験室などで求められたデータベースを用いることができる。観測対象である大気分子の吸収スペクトルを検知し、光を電気信号に変換（光電変換）し、スペクトルごとの強度を求め、そのレベルから大気分子の量を導出するのが、分光観測の原理である。

衛星に搭載されたセンサでは、観測対象の方向に走査鏡を向けて、観測光を導入し、回折格子や干渉計などの分光計により、波長帯ごとに分かれた検知器で観測光を光電変換し、電気信号として地上にデータを送信する。地上で受信されたデータから、情報を抽出し、スペクトルデータに変換する。こうして得られたスペクトルデータから、地球大気に存在する各大気成分の量を計算する。

(2) フーリエ干渉計の原理

フーリエ干渉計は光をビームスプリッタ(BS)で分割した後、光路差の異なる二つの光を干渉させる装置であり、光路差を順に変えて得られるインターフェログラムを、逆フーリエ変換することにより、光源のスペクトルを得る。この方式には以下の特徴がある。

- ① 光量利得に優れている。
- ② 広波長範囲のスペクトルを高分光分解能で取得出来る。

フーリエ干渉計は、コンピュータの発達により高速の逆フーリエ変換が可能となったこと、また、レーザ測距により高精度の機械走査が可能となったことにより実用化された。図 A.2-6 にマイケルソン型干渉計の原理図を示す。通常 M1 は固定鏡で M2 は可動鏡であるが、TANSO-FTS では M1, M2 ミラーを一つのスイングアームに搭載することにより M1, M2 を逆位相で同一距離動かすことができることから光路差は 2 倍となり、高速走査も可能で、高分光分解能と高空間分解能の両者が実現できるという特徴がある。

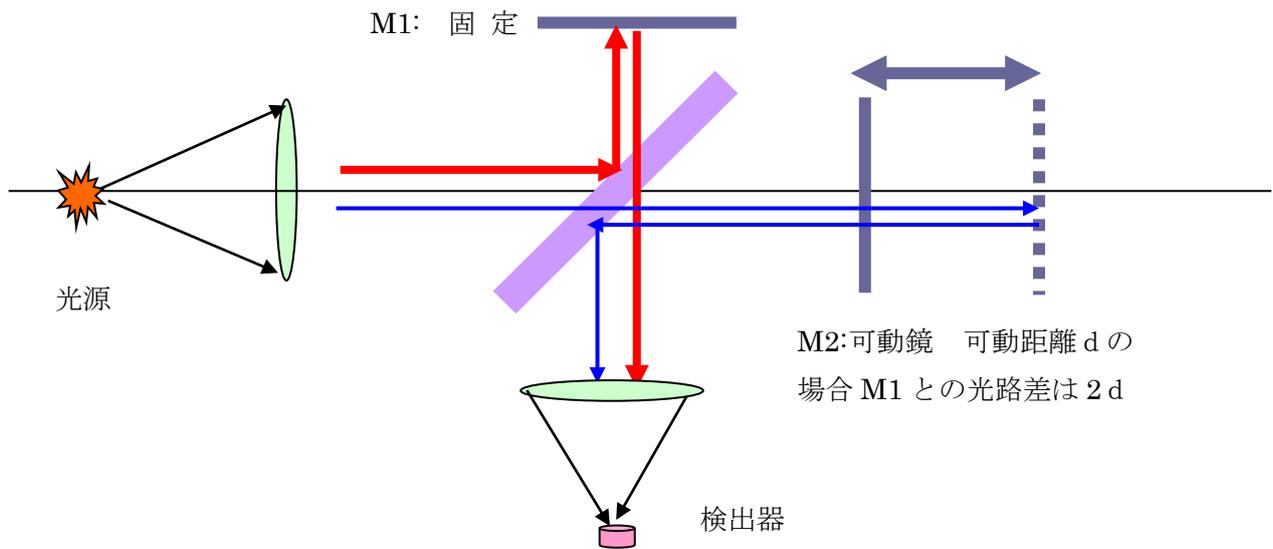


図 A.2-6 マイケルソン型干渉計の原理図

なお、衛星搭載用としては、ロケット打上げ時の振動環境や宇宙空間での熱環境も考慮した設計が行われる。

フーリエ干渉計では図 A.2-7 に示すようなインターフェログラムと呼ばれる信号が得られる。

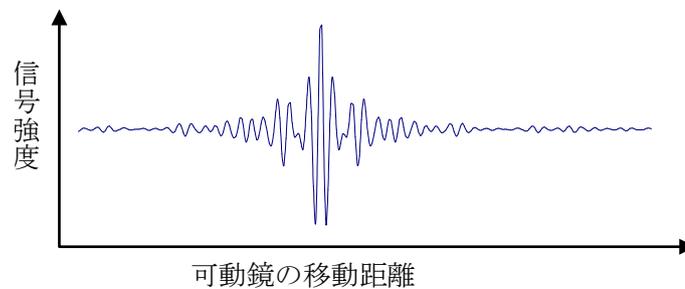


図 A.2-7 インターフェログラムデータ

このインターフェログラムを逆フーリエ変換すると図 A.2-8 に示すような大気による吸収スペクトルが得られる。ここに示したスペクトルは、地球大気中の水蒸気、 CO_2 、 CH_4 により吸収された太陽光を GOSAT 地上試験モデルにより平成 17 年 11 月に観測したものである。

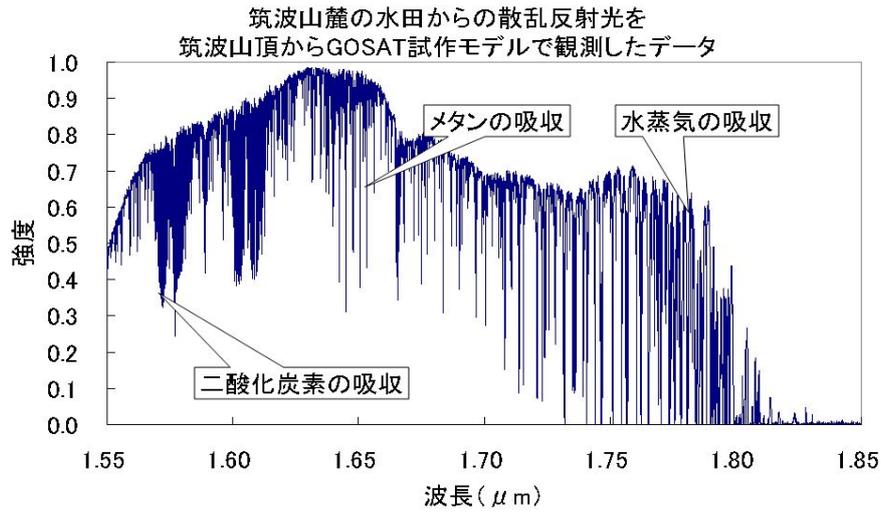


図 A.2-8 H17年11月GOSAT地上試験モデルにより筑波山頂で
取得した大気散乱光スペクトル(1.6 μm帯のみ)

衛星では高頻度で観測ができるため、上記で取得したスペクトルから大気成分量をもとめ、全球分布図が求まり、図 A.2-9 の全球の分布図を得ることができる。

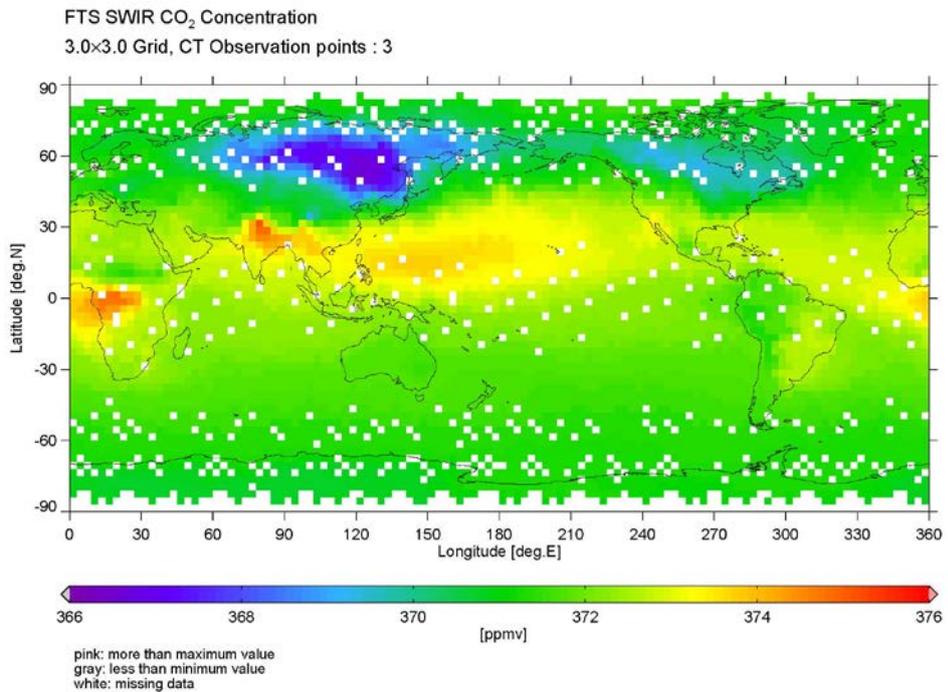


図 A.2-9 CO₂ 全球分布図

上記に示した衛星観測データと大気輸送モデルを用いて、図 A.2-10 に示すような二酸化炭素のネット吸収排出量全球分布図が得られる。

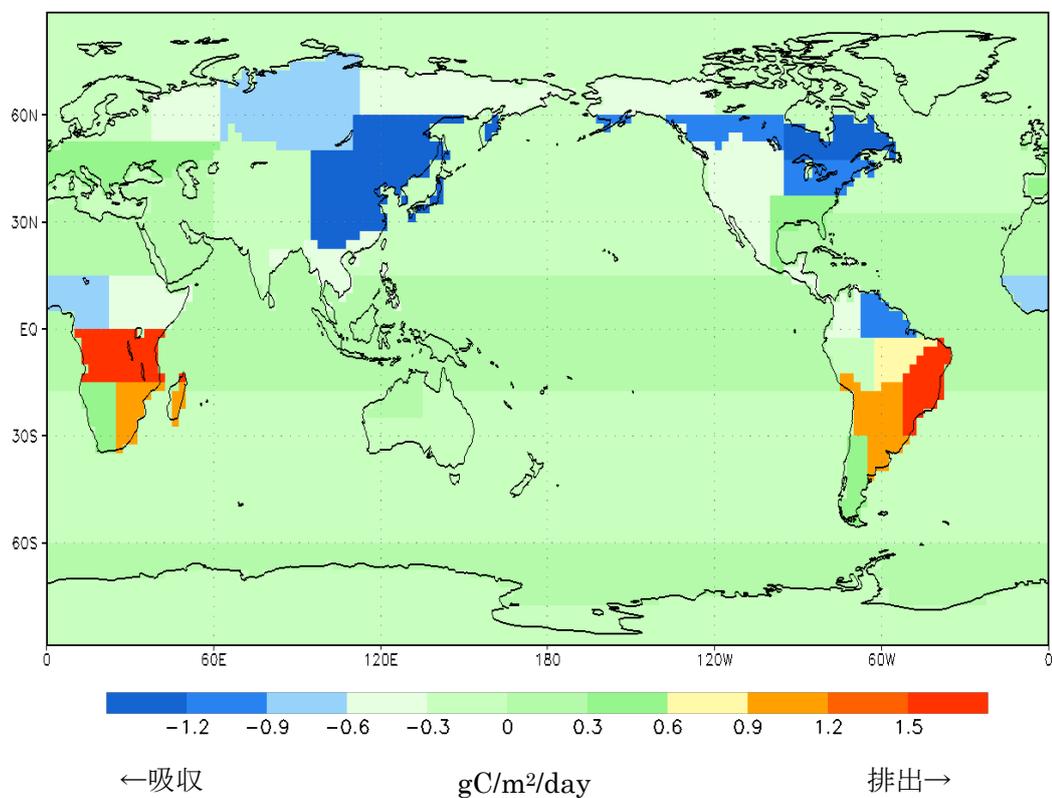


図 A.2-10 二酸化炭素のネット吸収排出量全球分布

更に、得られた二酸化炭素のネット吸収排出量と大気輸送モデルを用いて、図 A.2-11 に示すような二酸化炭素の3次元全球分布が得られる。

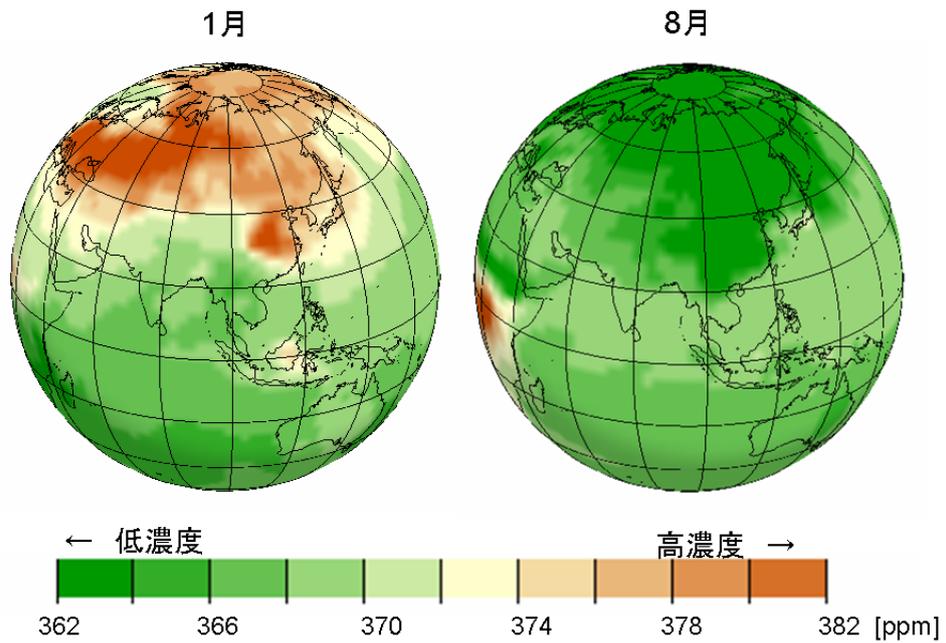


図 A.2-11 ネット吸収排出量と大気輸送モデルより得られる二酸化炭素の3次元全球分布

(3) GOSAT での観測

図 A.2-12 に示すように太陽からの可視・短波長赤外放射光の地球大気及び地表面からの反射光および熱赤外波長域での地表面および地球大気からの熱放射光を観測する。

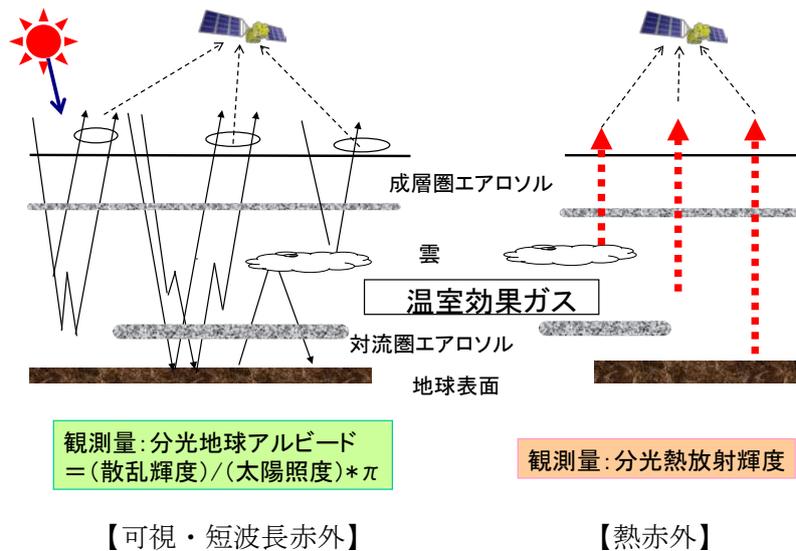


図 A.2-12 GOSAT での観測

TANSO-FTS は可視波長域の $0.76 \mu\text{m}$ から熱赤外 $14.3 \mu\text{m}$ までの広波長範囲にわたって地球から放射される光を観測する (図 A.2-13 参照)。気温の鉛直分布は熱赤外で測定する。気圧は酸素分子 (O_2) の吸収から求めることができる。気柱量は CO_2 炭素よりも濃度が高くかつ一定な O_2 の吸収をリファレンスとして導出する。

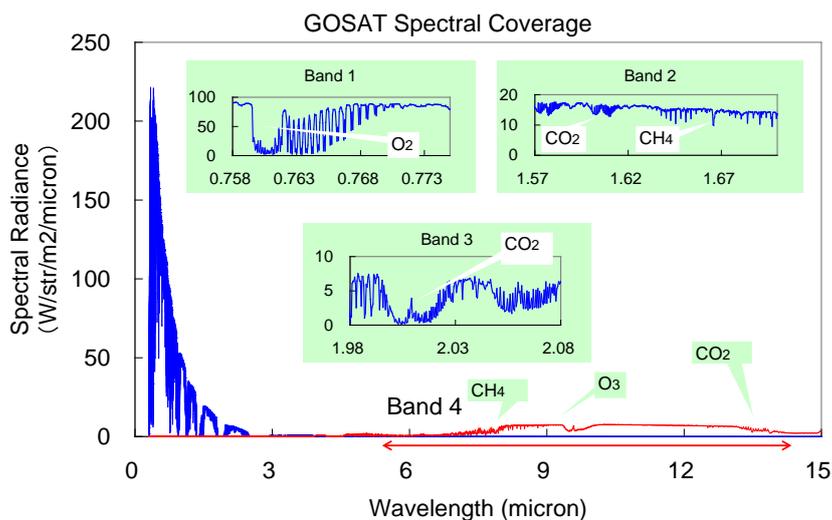


図 A.2-13 TANSO-FTS の観測波長帯と大気の吸収線

A.3 GOSAT/TANSO-CAI の概要

A.3.1 TANSO-CAI の概要

表 A.3-1 に TANSO-CAI の目的を示す。

表 A.3-1 TANSO-CAI の目的

目的 1	FTS データの有効性の判定	厚い雲がある場合はデータを棄却するかの判定をする。被雲率だけでなく雲の厚さを判定できることが望ましい。
目的 2	雲、エアロソルの検出・FTS データの補正	FTS データの雲、エアロソルによる誤差を補正するための情報を提供する。雲特性、エアロソルの特性(光学的厚さ、エアロソルタイプ)を評価する。そのためエアロソルの分光特性を導出できることが望ましい。

TANSO-CAI では、エアロソルのタイプ、光学的厚さを導出する必要がある。そのために、大気分子による吸収がなく、最大の SNR が確保でき、かつエアロソルの光学的厚さの分光特性が観測可能な波長帯を選定する必要がある。一般にエアロソルによる散乱は大きく偏光するため、偏光観測が望ましい。しかしながら、直下視に近い固定角度で観測を行なう TANSO-CAI では、偏光量が小さくなり、エアロソル推定が著しく困難となるため、偏光観測よりもバンド数の確保を優先させた。このような理由から TANSO-CAI では、表 A.3-2 に示すような 4 バンドを選定した。

表 A.3-2 TANSO-CAI の観測波長帯と選定根拠

	選定根拠
バンド 1 (0.380 μ m)	地表面反射率が低い紫外で O ₃ の吸収がないこと。
バンド 2 (0.674 μ m)	植生の反射率の立上りと O ₂ Bバンド及び H ₂ O の吸収に干渉しない。
バンド 3 (0.870 μ m)	H ₂ O の吸収に干渉しない。
バンド 4 (1.60 μ m)	CO ₂ 、CH ₄ の吸収は補正できるものとし、H ₂ O の吸収をさげ、最大の波長幅を確保する。かつ検出器のカットオフの温度変動の影響をうけない。

TANSO-CAI は以下の 2 ユニットから構成される。

- ① TANSO-CAI 光学系ユニット
- ② TANSO-CAI 電気回路ユニット

ブロック図を図 A.3-1 に示す。

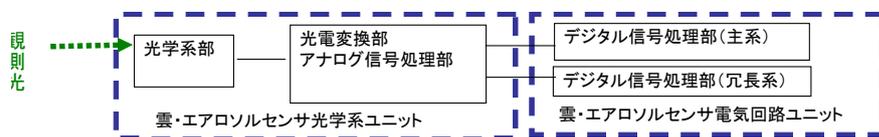


図 A.3-1 TANSO-CAI のブロック図

また、TANSO-CAI の外観図を図 A.3-2 に示す。

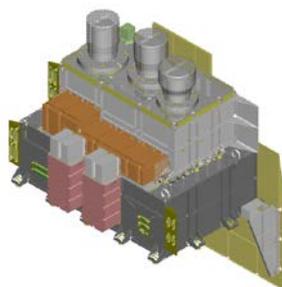


図 A.3-2 TANSO-CAI の外観図

A.3.2 TANSO-CAI の仕様

(1) 波長帯と性能

TANSO-CAI の仕様を表 A.1-1 に示す。

表 A.3-3 TANSO-CAI の仕様

	バンド1	バンド2	バンド3	バンド4
中心波長 (μm) (注1)	0.380±0.005	0.674±0.005	0.870±0.005	1.60±0.01
波長幅 (μm) (注1)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.10
帯域外特性① (μm) (注2)	<0.36 及び >0.4 で1%以下	<0.658 及び >0.692 で1%以下	N.A.	<1.0 及び >1.69 で1%以下
帯域外特性② (μm) (注2)	N/A	>0.696 で 0.1%以 下	<0.840 及び >0.890 で0.1% 以下	N/A
帯域外特性③ (μm) (注3)	>0.45 で 0.15%以 下	N/A	N/A	N/A
帯域外特性④ (μm) (注3)	>0.7 で 0.03%以下	N/A	N/A	N/A
偏光観測	無			

注1：中心波長、波長幅は1および2次のモーメント量で規定する。光学系効率の分光特性、フィルタの分光特性、検出器の分光特性などを考慮する。

注2：右記の波長で水蒸気の吸収帯を避けるため、帯域外①での感度は中心波長の感度の1%以下であること、帯域外②での感度は中心波長での感度の0.1%以下であること。

注3：右記の波長で帯域外③での効率は中心波長の効率の0.15%以下、帯域外④での効率は中心波長の効率の0.03%以下であること。

(2) 瞬時視野およびクロストラック方向の視野角

直下点において500 m(バンド1, 2, 3)、1.5 km(バンド4)とする。クロストラック方向の視野角は±35 degとする。(日照時の観測で3日間で全球をカバーする)。図 A.3-3 に、瞬時視野及び視野の概念図を示す。

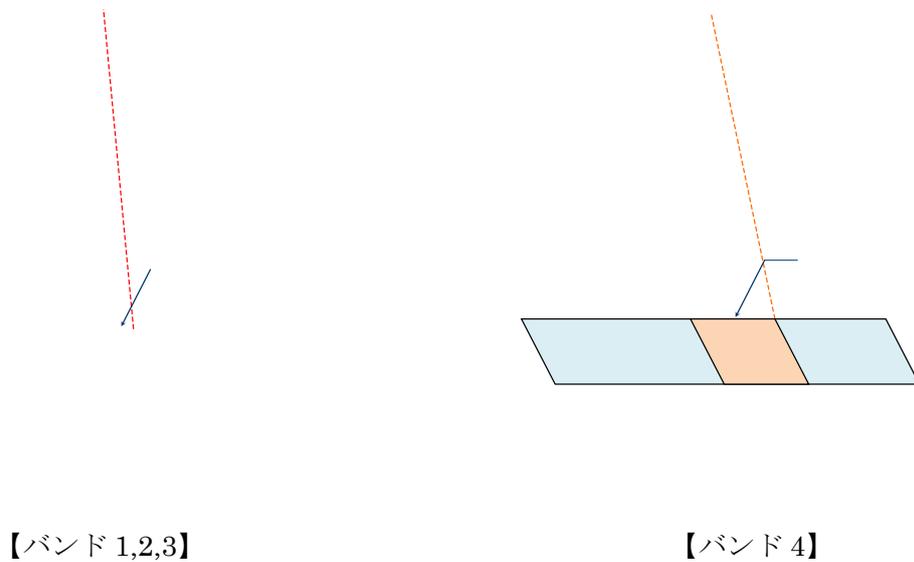


図 A.3-3 TANSO-CAI の瞬時視野と視野

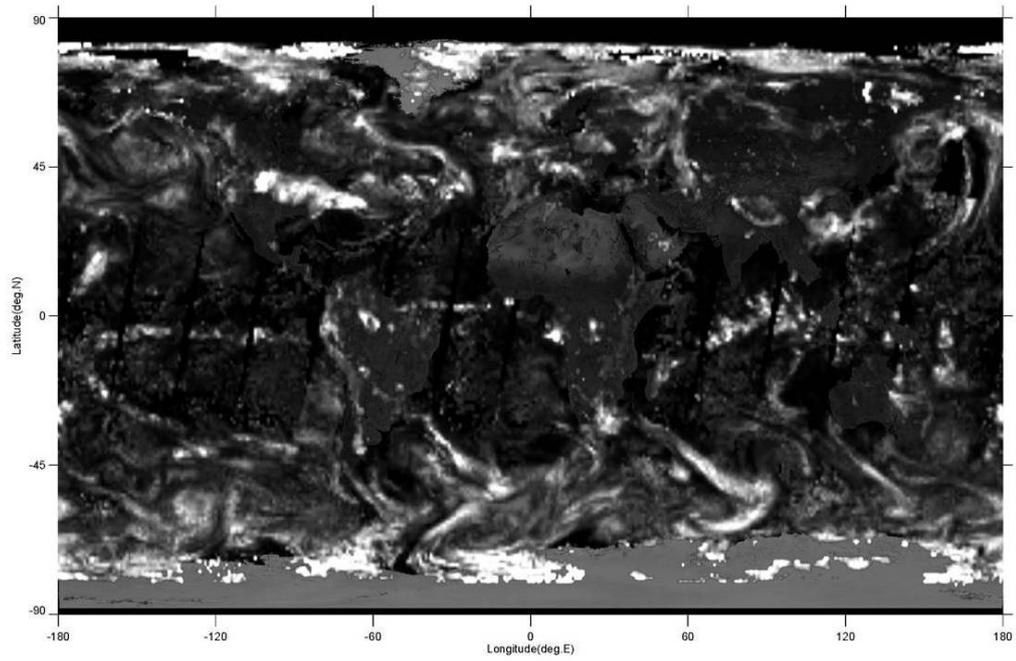
A.3.3 TANSO-CAI の観測方式

CO₂, CH₄ の気柱量は、太陽光、地表面、衛星間の光路上の吸収量から導出される。光路長は、濃度既知である酸素 (O₂) の TANSO-FTS の 0.76 μm 帯の吸収量を用いて導出する。光路中に、雲・エアロソルが存在する場合は、実効光路長が変わるため、補正が必要となる。

雲とエアロソルの影響の補正精度を向上させるため、紫外、可視、短波長赤外の波長帯からなる多バンドの電子走査イメージャを搭載し、雲被覆と陸域及び海上のエアロソルの観測を行う。エアロソルの空間分布を把握するため広範囲 (1000km) のクロストラックの視野を有する。

TANSO-FTS と TANSO-CAI のレジストレーションは、打上げ後、TANSO-FTS 内に取り付けられた視野確認カメラを用いて行う。

図 A.3-4 に CAI の観測例を示す。



Copyright (c) 2007 NIES

図 A.3-4 MODIS データより作成した CAI (バンド 2 に相当) による観測例

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)
搭載
GOSAT センサ (TANSO)

研究公募
(Research Announcement)

添付資料 B

GOSAT/TANSO 校正・検証計画および処理アルゴリズム概要

B-1 GOSAT/TANSO 校正計画

B-1.1 校正計画の概要

校正とは、標準プロダクトであるレベル 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、幾何、分光特性、画質等が、目標精度内にあることを確認するための評価である。その評価手法は、

- ・ 地上試験による性能評価（打上げ前：地上試験データの利用）
- ・ 軌道上校正（打上げ後：校正モードデータの利用）
- ・ 代替校正（打上げ後：観測データ等の利用）

により実施される。

また、校正精度向上のための校正係数の改定、あるいは、補正用レベル 1 処理アルゴリズムは地上処理システムに反映され、レベル 1 プロダクトはバージョンアップされる。

B-1.2 校正スケジュール

地上試験によるセンサ性能評価は、打上げの約 1 年前までに完了する。打上げ後の初期の校正評価は、試験運用段階（打上げ後 3～6 ヶ月）に実施する。校正済みレベル 1 プロダクトは打上げ後 6 ヶ月を目標に Ver.1 としてリリースされる。初期の校正においてはデータが 1 年分に満たないため、データ収集におけるマッチアップ条件等には工夫を要する。

B-1.3 打上げ前の性能評価

TANSO-FTS、および、TANSO-CAI の主要機能、性能は打ち上げ前に評価を実施する。主に、以下の項目について地上試験による評価を実施する。

(1) 感度および SNR

光電変換性能の指標である FTS-SWIR バンドおよび CAI の感度、SNR については、値付けされた積分球を用いて校正および評価を行う。積分球の値付けは、亜鉛などの定黒体炉より、比較分光計を用いて行う。FTS-TIR バンドの感度校正、SNR の評価については、熱真空試験時に、空洞黒体を用いて実施する。

(2) 偏光感度

FTS-SWIR バンドおよび CAI の偏光感度は、以下の手法により実施する。まず、積分球の出射部に偏光板を設置し、直線偏光光をつくる。その直線偏光光を、後段に設置した 1/2 波長板を回すことにより位相を回転させる。回転する直線偏光光を入射することにより、偏光感度を取得する。FTS では、ポインティング機構部の反射鏡およびフーリエ干渉計機構部のビームスプリッタで主に偏光が生じる。

(3) 装置関数

分光分解能の指標である FTS の装置関数は、バンド毎に拡散された波長可変レーザ光源による光を導入し取得する。また、CAI は単色光を導入して分光特性を取得する。

(4) 視野および MTF

光学性能の指標である、FTS および CAI の視野、および、CAI の MTF は、コリメータに点光源およびスリット光源を設置して評価する。同時に、センサ基準軸に対するアライメント、および、バンド間、ピクセル間のアライメントも評価する。

また、FTS の内部には視野を確認するために高分解能の視野モニタカメラ (CAM) が搭載されている。CAM の視線方向は FTS の視線方向に一致しており、CAM もセンサ基準軸に対してアライメントを評価している。

B-1.4 打上げ後の校正

打上げ後の校正は、軌道上校正と代替校正により実施される。軌道上校正は、校正モードデータを利用することにより実施され、代替校正は主に観測データを利用することにより実施される。

軌道上校正で取得される校正モードデータについての詳細は、添付資料 C 「GOSAT 運用方針及び TANSO 基本観測計画」の「C-2.4.3 校正モードでの運用」に記載されている。本運用方針に従って校正モードデータは取得され、レベル 1 処理、トレンド評価等に使用される。

B-1.4.1 TANSO-FTS (SWIR バンド) の校正

TANSO-FTS の打上げ後の校正は、輝度、幾何、分光特性の 3 つの観点から評価を実施する。SWIR バンド (B1~3) の P/S 偏光バンド毎に、以下の校正項目についての評価を実施する。

(1) 輝度評価

(a) 感度校正

SWIR バンドの軌道上校正は、毎周回の拡散板による太陽照度校正、および、TIR バンドと同時に深宇宙校正を実施する。レベル 1 処理においては、地上試験データから得られた感度校正係数を用いて観測値を輝度値に変換することを予定している。また、太陽照度校正データ、および、後述する月校正データの解析、代替校正結果により感度校正係数は改定される。

(b) 月校正

月面の太陽反射光を校正源として、SWIR バンドの全光学系効率の校正を目的とする。月校正は、校正時に月の面平均輝度が極大となる周回 (月齢 14.8 ± 0.1 の時期) に行う。月校正時は、FTS 視野内に月が完全に入るように衛星を月指向し、FTS のポインティング機構により 2 分以上指向する。

月は輝度変化率で 10^{-7} /年の非常に安定した反射体である。MODIS, ASTER 等の紫外～短波長赤外バンドを観測するセンサの月校正による感度トレンド評価結果では 1%未満の安定度があると報告されている。評価方法を以下に示す。

- ・ 安定した光源を用いた 1 回毎の感度トレンド評価
- ・ ROLO データ (USGS 月校正用反射率 DB) を用いた絶対感度の評価

(c) リニアリティ

FTS 光学系に輝度レベルの異なる一様な光を入射した観測データを用いて、光学系応答のリニアリティを温度依存性も含めて確認する。一様なターゲットの候補を以下に挙げる。

- ・ オフセット：深宇宙校正
- ・ 低輝度：海洋、雪氷 (B2-3)
- ・ 中輝度：森林
- ・ 高輝度：太陽照度校正、雪氷 (B1 のみ) ,乾燥塩湖 (B1 のみ) ,砂漠、プレーヤ

(d) 絶対輝度

代替校正実験、もしくは、良く校正された他衛星センサや航空機センサとの同期観測実験によって得られる、地表面放射輝度と、FTS で観測される放射輝度が等価になるように、センサ輝度モデルの評価を行い、校正係数を算出し、絶対輝度の精度評価を実施する。

評価手法は、

- ・ 現場データを用いた手法
- ・ 全球データを用いた手法

に大別される。

① 現場データを用いた手法

代替校正実験により、ある地点の詳細な物理パラメタ (地表面反射率等) を、精度良く同期して取得することにより、計算される大気上端輝度を、GOSAT 観測輝度と比較し、評価する。観測波長帯が、CO₂、CH₄等の吸収バンドのため、検証実験も同期することが望ましい。

② 全球データを用いた手法

良く校正された他衛星センサのデータを利用して、同期したデータを抽出して輝度を比較する。輝度は観測時刻の違いや、観測ジオメトリの違いに影響されるため、直接比較しても合わない場合がある。その場合は、地表面反射率等の物理パラメタを利用して計算される大気上端輝度を、GOSAT 観測輝度と比較し、評価する。

現在、利用する他衛星センサのデータとしては、Aqua/MODIS、および、OCO 等を予定している。

(e) センサ間の相対輝度

1.6 μ m 帯は、FTS バンド 2、および、CAI バンド 4 の双方で観測している。センサ間の相対的な輝度精度を、ゲイン毎に時間変動、温度依存性を評価する。

(2) 幾何評価

(a) 指向精度

FTS 内部には視野を確認するための CAM が搭載されている。FTS と CAM のアライメントは既知であるとする。CAM は VGA モードで約 30km の視野、約 100m の空間分解能を持つ。輝度の明暗境界が明瞭で、その緯経度が既知である場所を地上基準点 (GCP) として、CAM 画像から FTS の幾何精度を評価する。評価に使用するシーンを以下に挙げる。

- ・ 陸海境界線（半島や岬などの突端部を含む海岸線をまたぐシーン）
- ・ 島（FTS10km 視野内に島が収まるシーン）

(b) 指向安定度

インターフェログラム取得中（通常 4sec）における、ポインティングミラーの指向精度について、モニタカメラを動画モードでデータ取得することによって評価する。評価に使用するシーンを以下に挙げる。

- ・ 陸海境界線（半島や岬などの突端部を含む海岸線をまたぐシーン）

(c) センサ間幾何精度

FTS と CAI 間の幾何精度を評価するために、CAM 画像、および、CAI 画像における共通の GCP のずれを評価する。また、センサ間で共通の波長を観測しているため、CAI バンド 4（1.5km 分解能）画像上で、FTS バンド 2（10km 分解能）の位置を輝度マッチングで探索することにより、CAI に対する FTS の幾何精度を評価することを検討している。

(3) 分光特性評価

(a) 装置関数

1.55 μm 半導体レーザー光を拡散板に照射してその拡散光を観測し、バンド 2 の装置関数の評価を行う。

(b) 波長精度

既知の大気吸収線の波長位置を用いて、波長シフト量の評価を行う。

(c) 偏光感度

偏光特性が既知であるターゲットの P/S 偏光バンド間の輝度比について、以下のデータを用いて評価を行う。

- ・ 太陽照度校正（太陽自然光は無偏光）

(d) SNR

一様な高輝度領域をターゲットとして、バンド検出器毎、ゲイン毎における SNR の評価を行う。以下に挙げるデータについて蓄積を行い、評価を行う。

- ・ 太陽照度校正データ
- ・ 砂漠、雪氷（B1 のみ）

B-1.4.2 TANSO-FTS（TIR バンド）の校正

(1) 輝度評価

(a) 感度校正

TIR バンドの軌道上校正は、深宇宙放射（3K 輝度温度相当）および搭載黒体（約 290K 輝度温度相当）を利用することで実施する。レベル 1 校正処理アルゴリズム案について以下に挙げる。

- ・ 搭載黒体を高輝度、深宇宙放射を低輝度の両端とし、高次式でフィッティングする。高次項の係数は地上試験で得られた値を用いる。

- ・ 装置内部の背景放射の影響を受けるので、校正に使用するデータの組合せやセンサ内のモニタ温度等に注意して、位相補正を考慮する。

(b) リニアリティ

FTS 光学系に輝度レベルの異なる一様なターゲットの光を入射した観測データを用いて、光学系応答のオフセット、および、リニアリティを温度依存性も含めて確認する。使用するデータの候補を以下に挙げる。

- ・ オフセット：深宇宙校正
- ・ 低輝度：雪氷
- ・ 中輝度：森林、海洋
- ・ 高輝度：搭載黒体校正、砂漠、プラーヤ

(c) 絶対輝度

SWIR バンドの絶対輝度と同様に、

- ・ 現場データを用いた手法
 - ・ 全球データを用いた手法
- により、絶対輝度の評価を行う。

① 現場データを用いた手法

気温、水蒸気等の大気プロファイルを取得し、また、海面水温をブイで測定している地点について、高精度での評価を実施する。

② 全球データを用いた手法

良く校正された他衛星センサのデータ（レベル 1 相当）を利用して、同期したデータを抽出して輝度を比較する。また、全球レベルで精度の整った、海面水温データ、気象データ等を用いて海洋上の広範囲において、校正精度の評価を実施する。

現在、利用する他衛星センサのデータとしては、Aura/TES、および、Aqua/AIRS 等を予定している。また、データベースとしては NOAA レイノルズ海面水温等を予定している。

(2) 幾何評価

FTS の SWIR バンドおよび TIR バンドは同光学系により取得されているため、SWIR バンドによる幾何補正後に、TIR バンドの幾何精度の評価を行う。

(3) 分光特性評価

(a) 波長校正

既知の大気吸収線を観測し、波長シフトを評価する。

(b) SNR

一様な高輝度領域をターゲットとして、ゲイン毎における SNR の評価を行う。以下に挙げるデータについて蓄積を行い、評価を行う。

- ・ 搭載黒体
- ・ 砂漠

B-1.4.3 TANSO-CAI の校正

(1) 輝度評価

(a) 感度校正

CAI は軌道上における感度校正について特別な機能を持たないので、地上試験で得られる感度校正式を用いて校正を行うが、オフセット（暗時出力）についてのみ以下のデータ取得を行う。

- ・ 夜間観測
- ・ 暗時素子

(b) 月校正

CAI の月校正は、FTS の月校正と同周回において実施する。CAI の 1 次元アレイ検出器のうち、月光が入射する素子の感度校正を行うことを目的とする。月校正時は、CAI 画像取得のために Y 軸方向に 0.1deg/sec 以下の書く速度で月の全面を含む±2.55deg 以上の回転を 2 往復（4 走査）連続で行う。

(c) リニアリティ

CAI 光学系に輝度レベルの異なる一様な光を入射した観測データを用いて、光学系応答のリニアリティを温度依存性も含めて評価する。一様なターゲットの候補を以下に挙げる。

- ・ オフセット：夜間観測、暗時素子
- ・ 低輝度：海洋、雪氷（B4 のみ）
- ・ 中輝度：森林
- ・ 高輝度：雪氷（B1-3）、乾燥塩湖（B1-3）、砂漠、プレーヤ

(d) 絶対輝度

FTS と同様に、

- ・ 現場データを用いた手法
 - ・ 全球データを用いた手法
- により、絶対輝度の評価を行う。

① 現場データを用いた手法

全世界に展開されているエアロネット、および、スカイネットのエアロソルデータを利用して、できるだけ多くの地点において最適化することにより校正係数を決定する。

② 全球データを用いた手法

良く校正された他衛星センサのデータ（レベル 1 相当）を利用して、同期したデータを抽出して輝度を比較する。また、全球レベルで精度の整った、他衛星センサのデータから抽出された物理量（レベル 2 相当）や、それに順ずるデータベース、具体的には、地表面反射率、エアロソルパラメタ、気候値等を用いて、校正精度の評価を行う。

現在、利用する他衛星センサのデータとしては、Aqua/MODIS、および、Aura/OMI 等を予定している。または、データベースとしては、GOME、TOMS の地表面反射率等を予定している。

(2) 幾何評価

(a) 指向精度

輝度の明暗境界が明瞭で、その緯経度が既知である場所を地上基準点 (GCP) として、CAI 画像から幾何精度を評価する。評価に使用するシーンを以下に挙げる。GOSAT で使用する GCP データベースは、海岸線データベース GSHHS から予め選定しておく。

- ・ 陸海境界線 (半島や岬などの突端部を含む海岸線をまたぐシーン)

(b) バンド間レジストレーション

前述(a)により指向精度をバンド毎に評価して、そのずれ量を相対的に決定する。

(3) 画質評価

(a) 画素間感度校正

広範囲に一樣かつ高輝度なターゲットを用いて、各ピクセル方向にデータを蓄積し、その平均値を算出し、ライン方向に平均値を比較して画素間感度を補正するための係数を算出する。観測刈幅が 750-1000km あるため、一度に校正することは不可能である。数ヶ所のサイトが必要となる。ターゲットの候補を以下に挙げる。

- ・ 雪氷 (B1-B3)、砂漠

(b) MTF

エッジスペクトルや点スペクトルを抽出するために、海岸線等のエッジ、あるいは、島等の点源を観測した幾何補正済み画像を用いて MTF を算出し、光学特性における空間分解能に関して評価する。評価に使用するシーンを以下に挙げる。

- ・ 陸海境界線
- ・ 島

(c) SNR

一樣な高輝度領域をターゲットとして、バンド検出器毎、ゲイン毎における SNR の評価を行う。以下に挙げるデータについて蓄積を行い、評価を行う。

- ・ 雪氷 (B1-3)、乾燥塩湖 (B1-3)、砂漠、プラーヤ

B-1.5 校正準備

(1) 現場データを用いた校正手法の検討

TANSO 観測データ、および、地上観測データを用いた代替校正においては、一様性 (FTS の 10km 視野を確保)、時間安定度、晴天率、アクセスの良さを考慮して、実験サイトを選定する必要がある。それらを満たすサイト候補地として、

- ・ 米国ネバダ Railroad Valley プラーヤ
- ・ 豪州南オーストラリア Strzelecki 砂漠 (Tinga Tingana)

について検討を行った。

Railroad Valley は長年 Landsat, MODIS, ASTER 等の代替校正サイトとしてアリゾ

ナ大学が定常的に利用している場所であり、OCO も校正実験サイトとして検討している。Strzelecki 砂漠内の Tinga Tingana は CSIRO がエアロネットを設置している場所であり、サイトの一様性が高い。

図 B-1-1 に、Railroad Valley、および、Tinga Tingana の MODIS 画像を示す。赤丸は校正サイトをポインティングしたときにおける FTS の 10km 視野を表す。画像は約 30km 四方である。Railroad Valley は FTS の 10km 視野に対して一様なエリアがぎりぎりであるのに対し、Tinga Tingana は一様性が高い。図 B-1-2 に、2004 年の晴天率について示す。両サイトとも冬季の晴天率は落ちる。打上げ時期も考慮して、南北両半球にサイトを確保しておくことが望ましい。実施については検討中である。

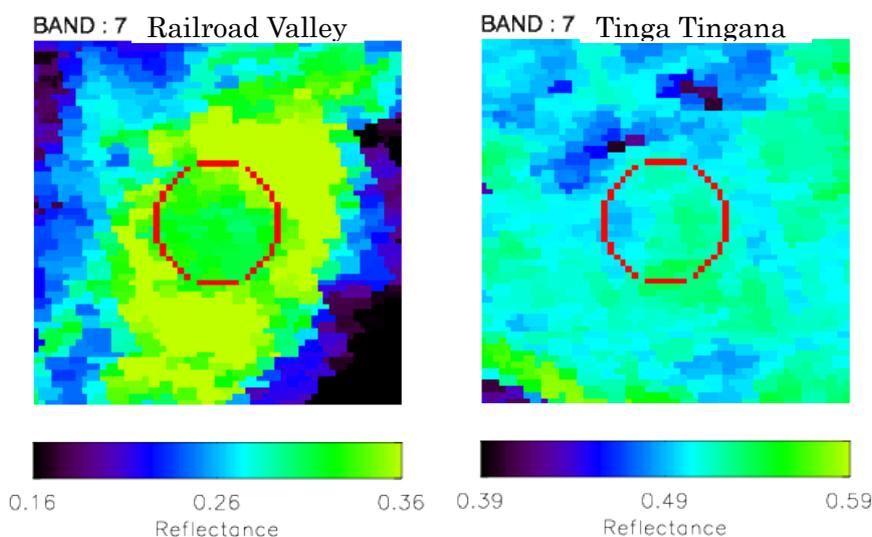


図 B-1-1 校正サイト候補地の MODIS バンド 7 (2.1 μ m) 画像

(2) 全球データを用いた校正手法の検討

他衛星センサのデータを用いた相互校正に適切なサイトを選択するために、既存の全球データを利用してサイトの空間一様性や、時間安定度等の評価を実施している。

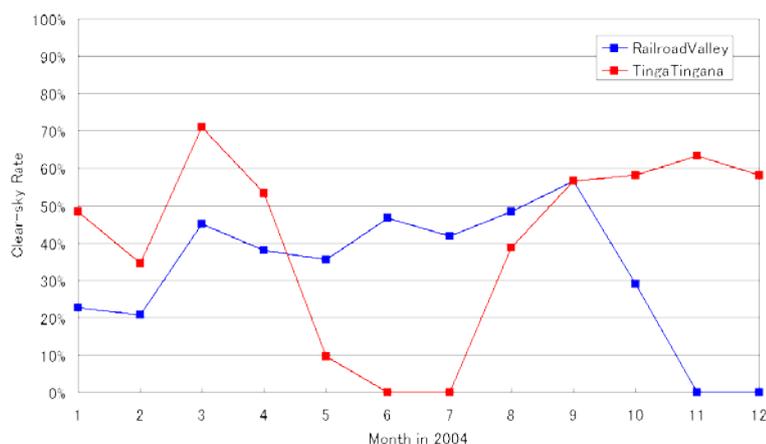


図 B-1-2 校正サイト候補地の晴天率 (2004 年の Aqua/MODIS データ)

図 B-1-3 に、MODIS バンド 7 (2.1 μm) の 5x5 ピクセル (約 25km 四方) 内の平均反射率、および、25 サンプルの標準偏差を示す。使用したデータは、Aqua+Terra の MODIS 全球反射率データ (16 日平均データ) である。サハラ砂漠やルブアルハリ砂漠等に一樣な反射率を有するサイトが存在する。また、この波長帯は土壤水分の影響を多分に受けて反射率が下がるため、高反射率サイトは砂漠や裸地に限られる。

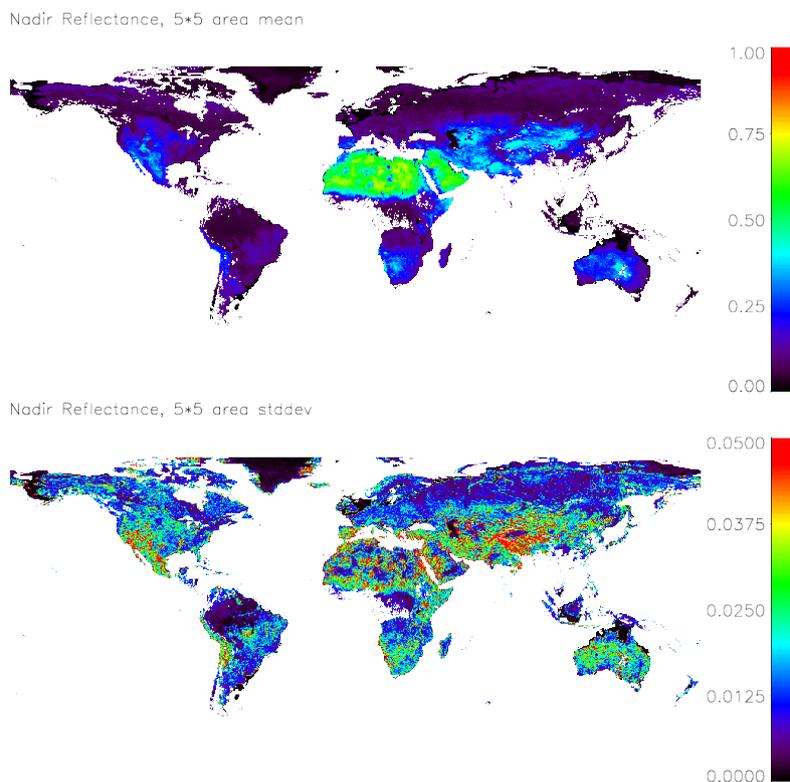


図 B-1-3 MODIS バンド 7 (2.1 μm) 地表面反射率データによる空間一様性調査
 上図 : 5 \times 5 ピクセル (約 25km) の平均反射率 下図 : 25 サンプルの標準偏差

図 B-1-4 に、サハラ砂漠の地表面反射率 1 年平均 (約 22 サンプル)、および、1 年間の標準偏差を示す。図中の x 地点、Egypt1(N27.12, E26.10)、および、Algeria3(N30.32, E7.66)は、POLDER の代替校正サイトに利用された地点である。図 B-1-5 に、Egypt1 および Algeria3 の 1 年間の反射率時系列データを示す。POLDER が使用しているサイトは時間安定度が高く、また、図 B-1-3 から空間一様性が高いサイトを選んでいることが解る。

このような既存データの解析を通して、TANSO-FTS、および、CAI の解像度や観測スワッスに合わせた、適切なサイトの選択、および、データ収集を行う計画である。

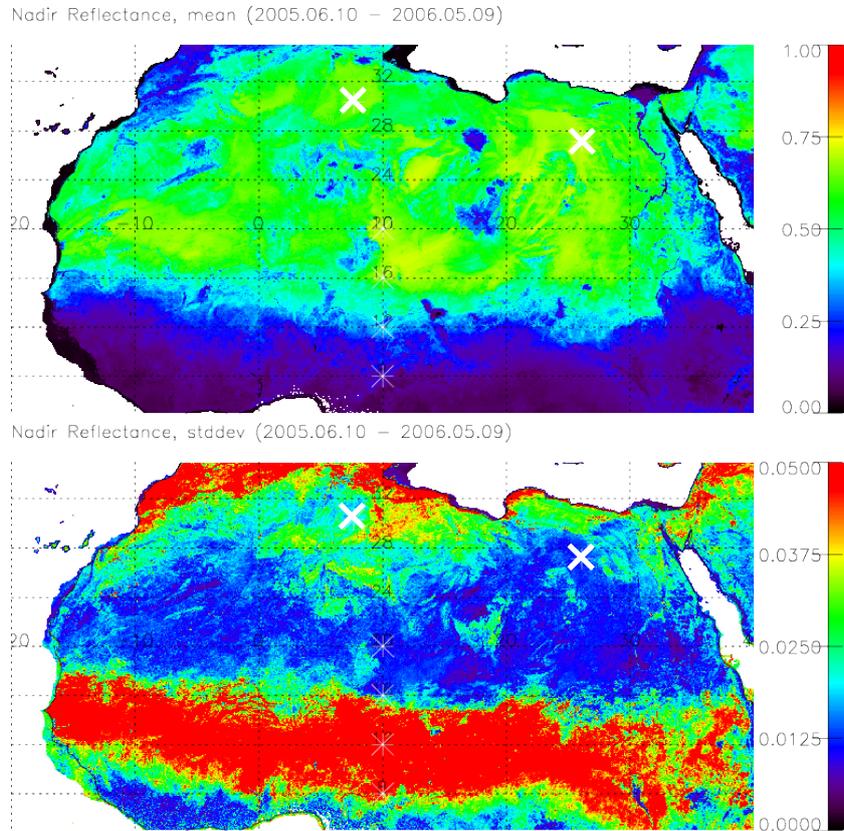


図 B-1-4 MODIS バンド 7 (2.1 μ m) 地表面反射率データによる時間安定度調査
上図：1 年平均値 (約 22 サンプル) 下図：標準偏差

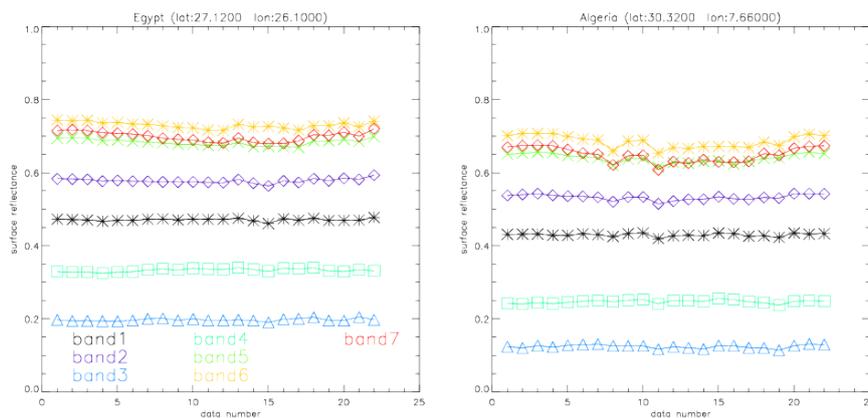


図 B-1-5 特定地点における地表面反射率の 1 年間時系列
左図：Egypt1 サイト 右図：Algeria3 サイト

B-2 GOSAT/TANSO 検証計画

B-2.1 検証の基本的な考え方

GOSAT プロダクトの「検証 (validation)」とは、研究公募本文の表 1 に示す L2、L3、L4 プロダクトの不確かさ* (uncertainty) をこれらとは独立に得られたより不確かさの小さいデータを用いて評価することを言う。これに対し、同等の不確かさの観測データあるいはモデルも用いて推定されたデータによる評価を「比較」と言い、ここでは検証と区別する。いずれも、GOSAT プロダクトのデータ質の評価 (data quality assurance) を目的とするが、同時にデータ処理アルゴリズムの妥当性を評価する意義を有しており、必要に応じてアルゴリズムの改訂に反映される。

なお、L1 プロダクトデータの評価は「校正 (calibration)」と言われ、JAXA が中心になって行う。特に、輝度スペクトルの校正 (絶対輝度、リニアリティ、オフセット、波長校正、装置関数、SNR など) が重要である。

TANSO-FTS の観測から得られた輝度スペクトルから CO₂、CH₄ のカラム量導出に必要な分光パラメータや太陽のフランフォーファー線はアルゴリズム開発の段階において評価し使用されているので、ここでは対象としない。

検証計画の策定にあたっては、検証観測や解析作業に充てられる人員や予算に限りがあるために、検証項目に優先順位を設定する必要がある。

GOSAT の打上げ前は、アルゴリズムの妥当性を評価することが重要である。これを「アルゴリズム検証」と言う。アルゴリズム検証に必要な高所設置および航空機搭載 FTS による観測実験はこれまでに行われている。アルゴリズムの改良のためには今後も観測実験を実施することが必要と考える。

打上げ後についても、プロダクト検証に加えて、誤差要因に関連するパラメータ (エアロソルの光学的特性等) の妥当性を評価することが重要である。これを「パラメータ検証」と言う。

GOSAT の社会的貢献は高次プロダクトの方が大きいと言える。しかしながら、高次プロダクト作成の基礎となる低次プロダクト (L2) の検証が第一義的に重要である。したがって、低次プロダクトの検証の後に高次プロダクトの検証を行うのが望ましい。

検証および比較すべきプロダクトの優先順位を以下のとおりとした。

- (1) L2 SWIR CO₂ カラム量、L2 SWIR CH₄ カラム量
- (2) L2 TIR CO₂ 濃度プロファイル、L2 TIR CH₄ 濃度プロファイル
- (3) L3 SWIR CO₂ カラム量全球分布、L3 SWIR CH₄ カラム量全球分布
- (4) L4A CO₂ フラックス全球分布
- (5) L4B CO₂ 濃度全球分布

* 不確かさ = $\sqrt{(\text{確度})^2 + (\text{精度})^2}$

$$\left(\text{uncertainty} = \sqrt{(\text{accuracy})^2 + (\text{precision})^2} \quad \text{accuracy} = \text{bias} \right)$$

検証データの収集に係る基本方針としては、GOSAT の観測対象領域が全球にわたり、種々の地表面条件、気象条件、大気条件の下での観測を行うことから、すでに世界各地に展開され定常的に取得されている多様な観測データの利用を優先することとする。その際、

複数の特定観測地点のスーパーサイト化（検証に必要な観測機器を設置し重点的・定期的
に観測を行うサイト）を図り、プロダクト検証・アルゴリズム検証に必要なデータを収集
する。また、種々の気象条件下での航空機観測を含んだキャンペーン観測を実施する。

検証の対象とするデータは、以下に示す地域・気象条件下で取得されたデータとする。

- a. 陸域クリアスカイ
- b. 海域クリアスカイ（サングリント観測）
- c. 陸域で薄い巻雲・エアロゾルがある場合
- d. 海域で薄い巻雲・エアロゾルがある場合（サングリント観測）

※厚い雲に覆われた場所は対象としない。

なお、検証においては時空間的一致基準を考慮して行う必要がある。

実際の検証解析作業のうち、基本的な検証解析とアルゴリズム改訂への反映に関する業
務は GOSAT プロジェクトの一環として NIES において実施する。その他、サイエンスチ
ームメンバー、RA による研究者、一般利用者などによる検証解析に係る研究が実施される
ことを期待する。

B-2.2 アルゴリズム検証のための観測実験

衛星打上げ前に、衛星観測を模擬した実験、すなわち高所設置や航空機搭載 FTS（衛星
搭載類似センサ）によって地上からの太陽反射光を観測し、CO₂ カラム量導出のアルゴリ
ズムの検証を行う必要がある。

(1) 高所定点観測

NIES はこれまでに筑波山の山頂付近（800m）に TANSO-FTS に類似の FTS を設置し
た観測実験を 2005 年と 2006 年の 2 回実施している。これらの観測実験では FTS 観測から
算出された CO₂ の濃度を検証するために、麓の農地付近から高度 3,000m まで CO₂ の濃度
計を搭載したセスナを飛ばし、FTS の結果と濃度測定結果を比較した。その結果、FTS に
より高度 3km 以下の気層の CO₂ カラム量が約 1%の精度で観測できることが確認された。
したがって、今後もこのような観測実験をいろいろな気象条件で実施し、精度を向上させ
ることが重要である。

(2) 航空機実験

高高度を飛行する航空機に搭載した FTS による観測と航空機による CO₂ 濃度の直接観測
を同時に行うことで、アルゴリズムの検証を行う。この手法は、高所定点観測に比べると
航空機の振動の問題はあるものの、より高高度から衛星と同じように直接下方視観測でき
るメリットがある。

B-2.3 SWIR と TIR プロダクト検証

(1) SWIR 観測による CO₂ および CH₄ のカラム量の検証

CO₂ および CH₄ のカラム量の検証に用いる観測装置は、十分に確立された技術に基づい
たもので、そのデータ質は保証され、バイアスがなく、1%程度より優れた観測精度を有す
ることが必須である。カラム量の直接的な観測手段としては、太陽直達光を光源とする吸
収法がもっとも優れており、現在利用可能な測器の中では地上設置の高分解能 FTS が適し
ている。FTS による観測は 10 分間程度の太陽直達光があれば常時可能である。

TANSO-FTS のフットプリントは 10.5km と広く、観測誤差の観点からはその範囲内で

平坦で地表面被覆状態が一様な場所が検証対象とする観測点として望ましい。FTS 観測地点の中には高山地域の観測点も含まれているので、観測点の周辺環境の情報収集により、できるだけ平坦で誤差要因の少ない観測地点を選定する必要がある。

TANSO-FTS による導出値に顕著なバイアスがある、あるいは測定精度が一定程度を下回るとき、誤差要因を特定しデータ処理アルゴリズムの改良を行う必要がある。カラム量の導出に影響するパラメータとして、巻雲、エアロソル、地表面アルベド、気圧、気温、水蒸気、その他の気体濃度があるが、このうち、巻雲、エアロソルの影響が最も大きい。地表面アルベドは TANSO-FTS 観測データからリトリーバル解析により比較的高精度で得られ、また導出されたカラム量は地表面アルベドにさほど影響されないため、地表面アルベドの検証の優先度は下がる。また、気象要素（気圧、気温、水蒸気）は客観解析データを活用するため検証の優先度は高くない。

巻雲、エアロソルの測定のためには、光学的厚さや鉛直方向に平均化された粒径分布や複素屈折率を推定できるスカイラジオメータと巻雲やエアロソルの高度分布および球形・非球形の区別が可能な偏光ライダーが必要である。これらを FTS 観測地点に設置し同時観測することが検証戦略上重要である。

CO₂ カラム量の算出において、定期旅客航空機の離着陸時における高度分布の直接測定（あるいは試料採取と分析）データが有効である。ただし、地上から高度約 11km 程度までしか CO₂ の濃度プロファイルが観測できない。高度 11km より上空には、およそ 22% の CO₂ が存在するので、カラム量を導出するためには 11km 以上の量を精度よく推定あるいは何らかの方法で測定する必要がある。この高度領域の CO₂ 量の変動が 4% より小さければ、過去の実測値に基づくモデル気候値で代替できる。また、航空機で測定できない地表面から航空機の最低観測高度の濃度を把握するために地表での CO₂ 濃度の測定が必要である。さらに、巻雲、エアロソルの測定のため、検証サイト近傍でのスカイラジオメータとライダーの利用などが望ましい。なお、空港によっては大気汚染が著しい場合があるので検証に用いる際には観測地点と気象条件をよく吟味する必要がある。

CH₄ については、航空機観測（ボトルサンプリング）が行われており、データが利用できる可能性がある。また、大気球観測は 35km 付近まで最近のデータがあり、検証に有効であると考えられる。

サングリント観測は主として海洋上でなされるが、サングリント観測によるプロダクトの検証には、海岸線近くに設置された高分解能 FTS のデータや、海岸線付近上空を飛行する航空機観測で得られたデータなどで代替できる可能性がある。

地上測定の CO₂ および CH₄ のデータは WDCGG から得られるが、季節変動や空間代表性を考慮すれば、傍証に利用できる可能性がある。特に、南半球では濃度の季節変動が小さいため有効性が高く、場合によっては検証データにもなり得る。

研究的な検証として例えば、航空機で測定した複数の濃度プロファイルと地域大気輸送モデルを用いて観測域周辺の CO₂ 分布を合成（データ同化）し、GOSAT の観測地点に対応する地表面が平坦で一様なアルベドを持つ場所の上空の濃度プロファイルを求め、GOSAT のデータを比較する方法などが考えられる。ただし、この手法そのものの妥当性の検証が必要であるなど、解決すべき課題は多い。

検証データ収集の方針は以下のように考えている。

- 複数の特定観測地点に必要な観測装置（高分解能 FTS、ライダー、スカイラジオメータ）を整備して重点的に観測を行う「観測地点の重点化」を行う。

- ・「観測地点の重点化」で網羅出来ない気象条件や地表面条件については、「航空機を含むキャンペーン観測」により検証を行うことも有効である。
- ・GOSAT の観測は全球にわたることから、定常的に得られている観測データ（既存地上高分解能 FTS、航空機観測データ、地上観測データ WMO WDCGG 等）を活用する。
- ・海域においてはサングリント観測によりカラム量が導出される。海域では陸域より濃度の変動が小さいため、風向を考慮して海の近くの陸域検証地点のデータが利用できる。また、島嶼や船舶における観測データを間接的な評価に用いることができる。

以上の方針に基づいて典型的な観測地点でのデータ取得を行うが、観測地点の選択の指標としては次のような分類が考えられる。

- ・緯度：低緯度、中緯度、高緯度
- ・水蒸気：多いところ、少ないところ
- ・アルベド：均一なところ、不均一なところ
- ・エアロゾル：変動のあるところ、変動があまりないところ

現在、地上 FTS で 10 ヶ所、航空機観測で 10 ヶ所程度を検証地点として確保できれば最低限の条件は網羅できると考えられる。ただし、検証の必須条件を満たす簡便な検証観測装置が開発されれば、多数展開を行う可能性はある。

各地点のデータについては、時空間変動を考慮した評価を行いプロダクトの不確かさを明らかにする。ただし、バイアスの評価には季節変動のないところで 3 ヶ月程度、一般には半年程度の時間が必要である。これらの評価を基に上記の条件を基準にグルーピングして品質保証を与える。これが難しい場合は、時空間変化を考慮したトランジェクトリ解析や地域 CO₂ 輸送モデルを用いた検証・解析を行うことが有効と考えられる。

次に具体的な観測およびデータ取得計画について述べる。

a) FTS 観測による検証

①地上高分解能 FTS による観測

国内複数地点において、地上設置の高分解能 FTS による定常観測を実施する。

検証においては、地上高分解能 FTS 観測データを TANSO-FTS の解析で用いるのと同じデータ処理アルゴリズム（放射伝達の式）を用いて解析を行い評価することも有効である。

②地上高分解能 FTS ネットワーク等のデータ利用

地上高分解能 FTS の観測ネットワークからデータを取得する。これらのデータについては、データ提供機関との直接交渉や RA に基づく研究協力などにより、データ利用できるよう調整を進める。

検証データを取得する地点の選定においては、TANSO-FTS のフットプリントが 10.5km と広いことから、その範囲内で平坦で地表面被覆状態が様な場所が誤差要因も少なく、初期段階の検証観測点として望ましい。

したがって以下の条件をもとに検証地点を選択していく。

- ・季節変動：小さい（南半球）→ 大きい（北半球）

- ・大気汚染：軽微 → 甚大
- ・地表面：単純 → 複雑

オプションとしては、

- ・サンダリント
- ・雪氷

③小型 FTS による観測

小型 FTS については、測定精度などのデータ質や運用安定性を評価した上で、移動観測が必要な場合には活用する。

b) 航空機観測および大気球観測による検証

①航空機観測データの利用

航空機搭載の CO₂ 濃度連続観測装置は水平飛行時だけでなく、離着陸（上昇・下降）時にも測定できるため、高高度レベルでの CO₂ 濃度の空間（水平）分布データと空港周辺の濃度プロファイルが得られる。

なお、航空機は高度約 10km の定高度飛行までの上昇時に約 100km、定高度飛行からの下降時に約 200～300km 水平移動することから、濃度の空間代表性などを解析時に考慮する必要があるが、これについては輸送モデルを用いた評価が可能である。また、空港周辺の大気下層は都市大気などにより高濃度になっていることが多いことから、風向を考慮して利用可能なデータであるかどうかを判断する必要がある。さらに、航空機到達高度より上空の CO₂ 濃度の変動を評価する必要がある。大気球による成層圏の観測の知見によれば、荒く見積もっても 0.5% のカラム量変動にとどまることがわかっているが、今後詳細な検討を進めていく。

②大気球観測データの取得

大気球観測データは、航空機観測を行う範囲より上空の CO₂ カラム量の変動特性を把握するために過去のデータも含めて取得することが必要である。

c) その他

①小型気球による観測

現在研究開発中の小型気球用 CO₂ ゾンデについて、測定精度などのデータ質や運用安定性を評価し、費用等も含めて実用レベルに達していると判断出来れば、検証に利用する。

②小型分光測定装置による観測

現在研究開発中のファブリーペローエタロンについて、測定精度などのデータ質や運用安定性を評価し、費用等も含めて実用レベルに達していると判断出来れば、検証に利用する。

(2) TIR 観測による CO₂ および CH₄ プロダクトの検証

L2 TIR CO₂ および L2 TIR CH₄ プロダクトの検証には、SWIR CO₂ および SWIR CH₄ プロダクトの検証用に収集・取得したデータを活用する。さらに、気温、気圧、湿度のプロファイル、地上の射出率データを加えれば有効である。夜間のデータについては取得されたデータを可能な限り活用する。今後、TIR 関係者との調整を行い検証計画の策定を進

める。

なお、O₃濃度プロファイルは JAXA が内部で作成する研究プロダクトであるため、データ質の評価も JAXA により行われる。

(3) SWIR 観測に基づく CO₂ および CH₄ カラム量の全球分布の比較

L3 プロダクトは、検証された L2 プロダクトを基に時間・空間平均操作により算出されるものであり、特段の評価を要しない。

(4) CO₂ フラックスの比較

L4A CO₂ フラックス全球分布や L4B CO₂ 濃度全球分布については以下の理由のため比較という位置づけとし、プロジェクトとして実施するのではなく研究として RA で行うことが望ましい。

- ・ L4A、L4B ともモデルによって推定される。
- ・ 輸送モデル自身の信頼性は絶対とは言えず、研究者間で議論されている。いくつかのモデルのアンサンブル平均を取れば比較が可能である。
- ・ フラックス観測は研究ベースであり、データ入手には多大な労力が必要である。
- ・ フラックス観測をモデルと比較するためにはスケールアップが必要であるが、これ自体が研究レベルである。
- ・ 海フラックスは交換係数に依存している。

L4A プロダクトは、全球を 64 の領域に分割し、領域毎の月平均の CO₂ のフラックスを推定したものである。

L4A プロダクトの観測データとの比較は、海域（緯度 5° × 経度 5°）についてはほぼフラックスが一樣であると考えられるので、船舶による観測データの利用が有効である。

一方、陸域については、計算過程では、領域内のフラックス分布パターンを仮定して、緯度 1° × 経度 1° のメッシュサイズでフラックスの分布が算出される。これに比べて CO₂ フラックスの地上観測は「点」であり、フラックスの地域差が大きく、かつ観測点が少ない上に分布が空間的に偏っているため、L4A の検証に直接用いることには困難がある。これに対処するには陸域生態系モデルを用いたスケールアップの手法が必要である。これまで、わが国を含め各国でこれについて研究されているが、さらに研究の進展が望まれる。

CO₂ の研究として以下のような比較が考えられる。

a) 大気－海洋間の CO₂ フラックスデータの利用

大気－海洋間の CO₂ のフラックスは、表面海水の CO₂ 分圧および大気 CO₂ 分圧を測定し、交換係数を用いて求められている。交換係数は、風速と海面水温と塩分に依存する。

b) フラックスサイト観測データの利用

北海道にはフラックスモニタリング地点が数箇所あり、地形と植生の均一性に難があるものの、陸域生態系モデルを利用することによって GOSAT の全球炭素収支推定モデルによるフラックス (L4A) との比較に使える可能性がある。

(5) CO₂ 全球濃度分布の比較

L4B として提供予定のプロダクトは、緯度 1° × 経度 1° のメッシュサイズの 1 ヶ月平

均の 3 次元濃度分布データである。L4B と他の観測データの比較には、その基となる緯度 $1^\circ \times$ 経度 1° のメッシュサイズの 1 時間値または月平均値を用いる。比較用データとしては L2 の検証に用いたデータ（地上設置 FTS などによるカラム量、航空機観測などによる濃度プロファイル）や地上や海上の観測で得られるその他のデータを総合的に活用する。

(6) 他衛星との比較

CO₂や CH₄のカラム量を観測する OCO などの衛星との比較は、GOSAT プロダクトのデータ質を評価するのに有効である。

a) OCO

OCO は NASA/JPL (Jet Propulsion Laboratory) が 2008 年 12 月に打上げ予定の衛星で、GOSAT と同様に短波長赤外波長帯を利用して CO₂ カラム量を観測する。OCO はアメリカの EOS 計画で打上げられた観測衛星群 A-train の最前列を飛行し、エアロソル等関連する様々な物理量を他の衛星から得ることができるため、OCO 自体は CO₂ (および O₂) のカラム量の観測に特化している。

分光器は回折格子型で、観測バンドは GOSAT とほぼ同じ $1.61 \mu\text{m}$ 、 $2.06 \mu\text{m}$ および $0.76 \mu\text{m}$ となっている。

GOSAT-OCO 間の協力協定などの枠組みに基づき、データ入手の方法、手続きについて今後、調査検討する。

b) SCIAMACHY

SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography) は、ヨーロッパ宇宙機関の ENVISAT 衛星に搭載されているセンサで、主な目的は対流圏と成層圏の化学に重要な大気微量成分を観測することを目的としている。分光器は回折格子型で、紫外、可視、短波長赤外波長領域に感度をもつ 8 つのチャンネルを有する。観測モードは直下視観測、太陽・月掩蔽観測、大気周縁散乱観測があり、O₃、CO、CH₄などの濃度プロファイルとともにカラム量を観測できる。

CO₂の導出も試みられていることから、GOSAT との比較も有効である。

その他、温室効果ガスを測定することを主目的としていない AIRS や IASI などのデータとの比較も考えられる。

B-2.4 SWIR 観測の誤差要因に関連するパラメータの検証

(1) エアロソル・薄い巻雲

TANSO-FTS (SWIR) の L2 アルゴリズムの妥当性を評価するために、プロダクトのデータ質の検証に加えて誤差要因に関連するパラメータであるエアロソルの光学的特性（光学的厚さ、波長指数および一次散乱アルベド）や高度プロファイルを、以下のようなネットワーク等を通じて利用する。ただし、データがサイト上にアップされるまでにかなり時間がかかるため、早く入手する必要がある場合は、観測者に対して直接データ取得交渉が必要になる。

また、FTS 観測あるいは航空機観測を行っている地点には、スカイラジオメータやライダーを設置する必要がある。ライダーはエアロソルや薄い巻雲の高度分布を 15m 程度の精度で測定でき、また偏光解消度から球形／非球形が区別できるため、これにより雨雲か巻雲か、砂塵かを区別できる。スカイラジオメータは、太陽直達光および天空の前方散乱を測定するが、これらから光学的厚さ、粒径分布、複素屈折率が導出でき、さらに一次散乱アルベド、位相関数を求めることができる。これらは TANSO-CAI の検証に役立つ。

(2) 地表面反射率

SWIR のリトリバルの結果としての地表面反射率の精度確認のために下記のデータを取得する。その際、対象地域は地表面が均質な場所を選ぶ。

a) MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) は、NASA の地球観測衛星 Terra/Aqua に搭載されている光学センサである。0.4~14 μm の波長域を 36 バンドで観測し、観測幅は約 2,330km、空間分解能は 250~1,000m である。NASA のサイエンスチームがアルゴリズムを開発し、各データセンターが地表面反射率を含めた種々のプロダクトを作成している。

b) ASTER

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) は、NASA の地球観測衛星 Terra に搭載されている光学センサであり、可視近赤外放射計、短波長赤外放射計および熱赤外放射計で構成されている。0.52~11.65 μm の波長域を 14 バンドで観測し、観測幅は 60km、空間分解能は 15~90m である。日本側で作成される標準プロダクトは、地表面反射率、地表面温度、地表面放射率および DEM などである。

(3) 酸素カラム量

バンド 1 (O₂ A バンド) から得られる酸素カラム量を検証する。

a) 地上気圧およびレーウィンゾンデデータ

定常的に観測を行っている高層気象観測地点のデータを利用し、必要に応じて観測を実施する。レーウィンゾンデデータは、他の検証にも利用される。

b) 客観解析値

高層気象観測地点の分布は海洋や発展途上国、極地でまばらであり均一ではないことから、客観解析値も検証に利用する。

B-2.5 CAI プロダクトの検証

TANSO-CAI は TANSO-FTS の補助センサである。このため、TANSO-FTS の L2 のプロダクト (誤差要因に関連するパラメータ) の導出に必要な CAI プロダクトをまず検証すべきであり、それ以外の CAI プロダクトの検証は優先順位が下がる。なお、雲マスクプロダクトの検証は重要である。CAI L1B は NIES が作成するプロダクトであるため、位置、バンド間レジストレーションおよびラジアンズなどについて評価を行うことは重要である。

CAI プロダクトと SWIR の誤差要因に関連するパラメータの検証データは共通するものがあることから、今後、CAI 関係者との調整を行い検証計画の策定を進める。

B-2.6 キャンペーン観測

リモートセンシング機器 (FTS、ライダー等) と同時に航空機搭載の直接観測機器による観測を実施し、TANSO-FTS の測定精度を確認することは重要である。

衛星同期時に高高度まで上昇する航空機により高精度の CO₂ 濃度プロファイルを取得し

てカラム量を求め、それぞれの機器の精度の時間的変化がないか評価を行う。航空機が到達できる高度より上空の CO_2 の濃度は圏界面高度によって変化するので、圏界面高度を正しく求める必要がある。これにはレーウィンゾンデによる同時観測データや客観解析データの内挿を用いる。航空機が測定できない地表面から航空機の最低観測高度の濃度を把握するために、地表での CO_2 濃度の測定が必要である。

また、誤差要因となるエアロソルの直接観測を航空機で同時に実施することも有効であると考えている。

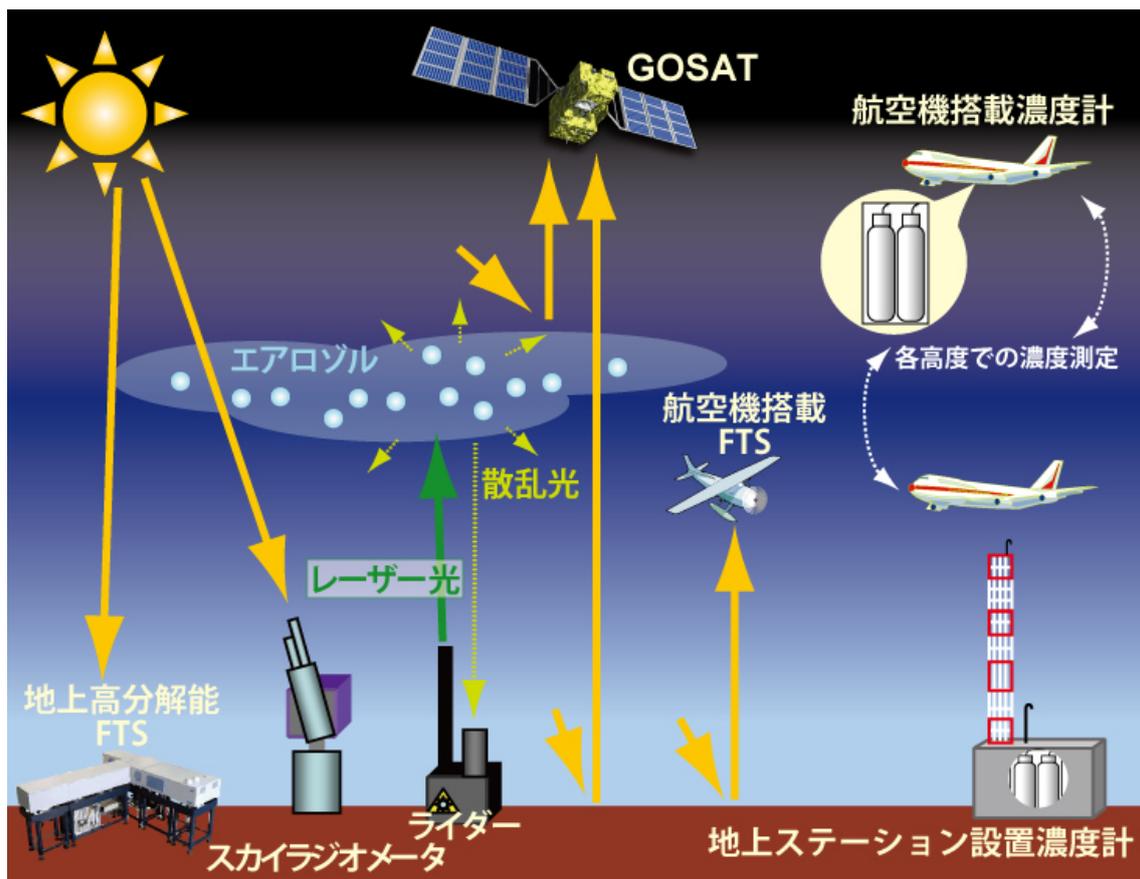


図 B-2-1 CO_2 カラム量、 CH_4 カラム量に対する検証観測の模式図

B-2.7 検証スケジュール

衛星打上げ日を 2009 年 1 月としたときの、検証スケジュールを表 B-2-1B-2-1 に示す。

これは、本計画案に記載した現時点での検証準備／データ確保のスケジュールを列記したものである。

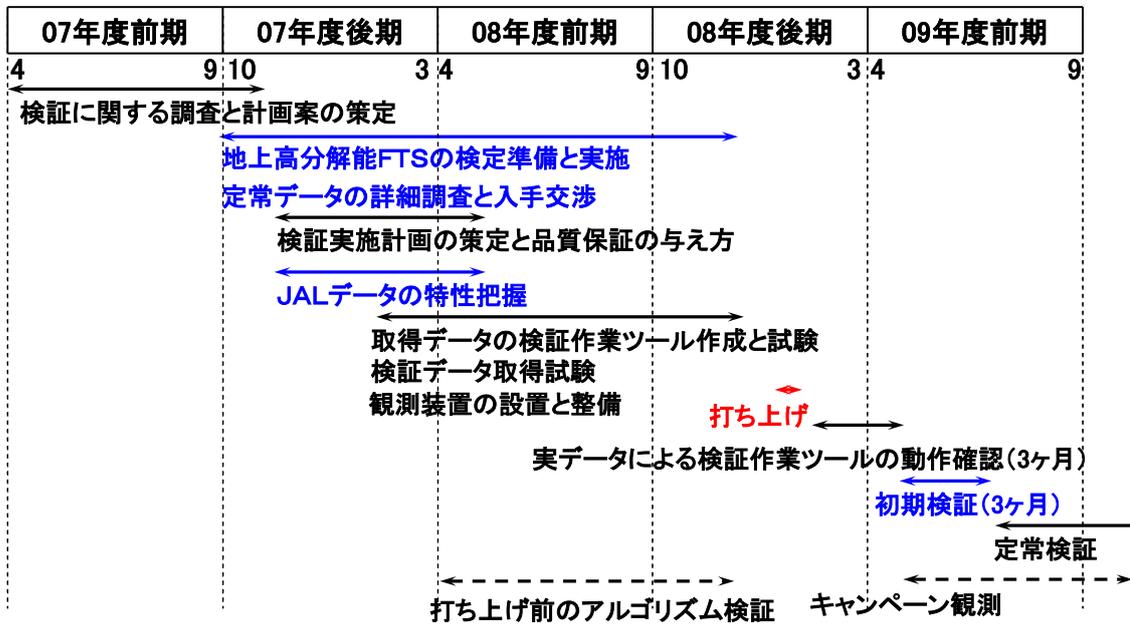


表 B-2-1 検証スケジュール

B-3 GOSAT/TANSO 処理アルゴリズム概要

B-3.1 全体データ処理の概要

全体データ処理の概要と、各処理によって得られるデータレベルの概要を図 B-3-1 に示す。データプロダクトの処理レベル (L1, L1A~L4B) については、RA 本文の表 1 を参照のこと。

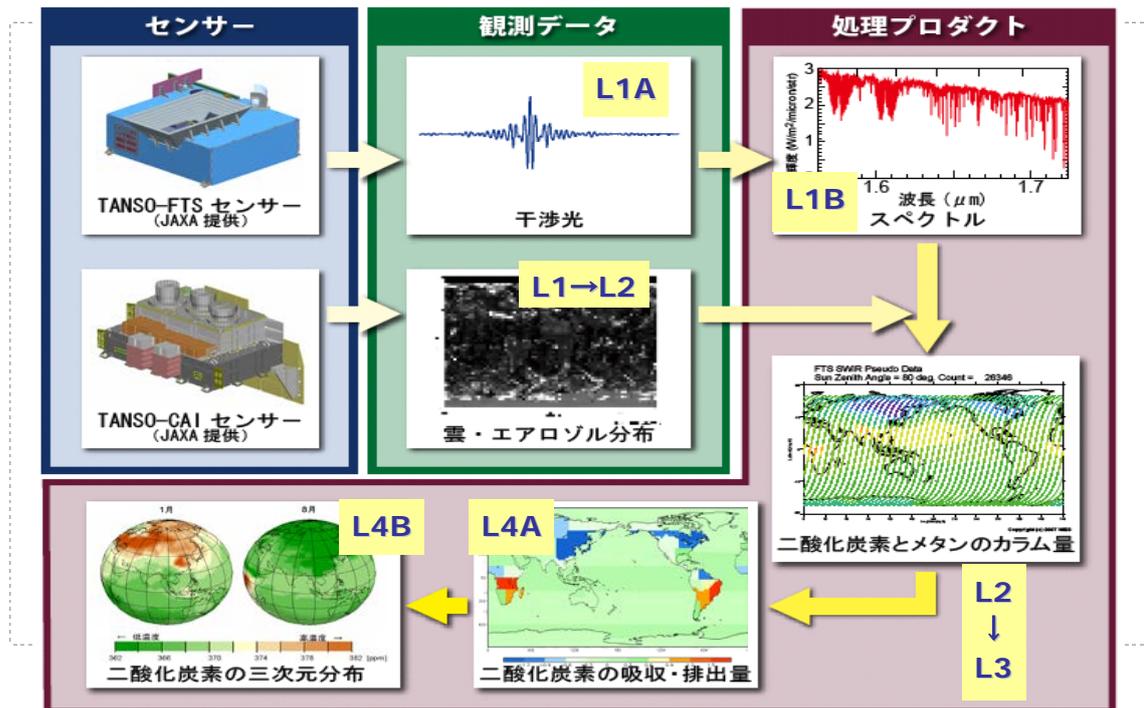


図 B-3-1 データ処理の流れとデータプロダクトのレベル

TANSO-FTS と TANSO-CAI を用いて測定されたデータは、図 B-3-1 に示す流れでデータ処理がなされプロダクトが作成される。FTS による観測値のインターフェログラム (L1A) からスペクトル (L1B) が得られ、CAI (L1) からは雲やエアロソルに関するデータ (L2) が作成される。これらのデータを統合し、雲やエアロソルの少ない観測点において、二酸化炭素とメタンのカラム量 (L2) を算出し、全球でのそれらの濃度マップ (L3) の作成と、大気輸送モデルを利用した解析により、全球における二酸化炭素の吸収・排出量の分布 (L4A) と二酸化炭素の三次元分布 (L4B) を推定する。

本添付資料では、TANSO-FTS 及び TANSO-CAI の L1 処理及び L2 処理を中心に、処理概要とそれらのアルゴリズムの概要を示す。

B-3.2 TANSO-FTS レベル 1 処理

(1) L1A データ (インターフェログラム)

L1A データには、観測データのインターフェログラム、校正データ (TANSO の標準散乱板による大気圏外太陽照度データ) のインターフェログラム、時刻データ、ミッションテレメトリデータ (装置内温度、追尾機構のポインティング角度)、工学値変換デー

タなどが記録されている。なお、L1A データは内部プロダクトに位置づけられており、一般ユーザには公開されないが、校正・検証・アルゴリズム開発を課題とする RA 研究者には一部提供する予定である。

(2) L1B データ (スペクトラム)

L1B データには、基礎データ (データ数、ゲイン値、走査方向等)、観測データのスペクトル (SWIR は波数あたりの電圧値 $[V/cm^{-1}]$ 、TIR は分光放射輝度 $[W/cm^2/cm^{-1}/str]$)、校正データ、装置関数、時刻データ、ミッションテレメトリデータ、工学値変換係数、品質データ、幾何情報データ (観測点の中心位置を示す緯度・経度) などが記録されている。また、SWIR の感度校正データが提供される。

(3) L1A データから L1B データへの処理概要

SWIR バンド (バンド 1, 2, 3) については、以下の順に処理が施される。

- ・工学値変換 (離散値 Digital Number → 電圧値への変換)。
- ・スパイクノイズ検出・補正を施す。SWIR バンドについては、機能としては有するが、原則非線形補正は施さない。
- ・上記インターフェログラムの zero path difference (ZPD)位置検出。
- ・フーリエ変換を行う。
- ・低周波成分を確認して、フラグ生成 (低周波成分が大きいときはフラグを立て、走査中に視野が揺らいだこと及び微小振動を受けたことを示す)。
- ・フラグが立った場合は、低周波成分補正を施したインターフェログラムを作成。
- ・窓関数を与え、分解能を落として複素フーリエ変換(FFT)を行う。変換後の実数部と虚数部との関係から位相角を求め、変換された値から位相情報を読み取る。
- ・位相補正をせずに zero-filling を行って 76,545 点とした (低周波成分補正済みの) インターフェログラムを複素フーリエ変換し、上記で求めた位相角分を回転して位相補正済みのスペクトル (実数部のスペクトル) を求める。なお、L1B データとしては、実数部と虚数部の両方のデータが提供される。

TIR バンド (バンド 4) については、以下の順に処理が施される。ただし、下記の方法は一つの処理手法であり、今後変更される可能性がある。

- ・工学値変換 (離散値 Digital Number → 電圧値への変換)。
- ・スパイクノイズ検出・補正、直流(DC)分を差し引き、非線形補正を行う。
- ・上記インターフェログラムの zero path difference (ZPD)位置検出、FFT シフト
- ・位相補正をせずに SWIR と同様に低周波成分から視野の揺らぎ補正の有無を判断して必要なら補正を実施。
- ・位相補正後に zero-filling を行ってインターフェログラムのデータポイント数を 38,400 ($=2^9 \times 3 \times 5^2$) 点に揃えた上でフーリエ変換を行い、更に TIR の深宇宙観測データと黒体観測データとを用いて、観測スペクトルデータ (フーリエ変換後の実数部データ) を分光放射輝度 $(W/cm^2/cm^{-1}/str)$ に換算する。

なお、バンド 1, 2, 3 に関しては ZPD でのインターフェログラムの値がデジタル数値で 65,400 以上の場合は飽和とみなし、品質フラグを立てる。バンド 4 に関しては、ZPD でのインターフェログラムの値がデジタル数値で 65,400 以上の場合、または 136 以下の場合は飽和とみなし、品質フラグを立てる。

また、TANSO-FTS では、①発振波長（1310 nm（ノミナル））が温度により変化する半導体レーザを用いていること、②軌道上の温度変動でアライメントが変動する可能性があることから、波長校正を行う。

B-3.3 TANSO-CAI レベル 1 処理

TANSO-CAI には 4 つのバンドがあり、バンド 1～3 は波長幅 20 nm、空間分解能 0.5 km、素子数 2000 で、バンド 4（中心波長が 1.60 μ m）は波長幅 90 nm、空間分解能 1.5 km、素子数 500 である。

L1A データには放射補正及び幾何補正を行うための情報が付与される。

なお、L1A データは内部プロダクトに位置づけられており、一般ユーザには公開されないが、校正・検証・アルゴリズム開発を課題とする RA 研究者には一部提供する予定である。

(1) 放射補正

L1A のデジタルデータは、工学値変換係数を用いて輝度($W/m^2/\mu m/str$)に変換される。検出器はダイオード型検出器であるため、出力値の非線形補正は原則として行う必要はない。なお、TANSO-CAI の各バンドのゲインは、月単位でゲイン切り換えテーブルが用意され、出力信号が飽和しないように調整しながら運用される予定である。

(2) 幾何補正

バンド間データ相互の拡大・縮小及び回転情報から、バンド間レジストレーションが可能となる。バンド 3 を基準とし、その他のバンドはそこからのずれ量の相対値として提示される。中心画素は、バンド 1～3 は 1024 画素、バンド 4 は 256 画素である。なお、補正後のバンド間レジストレーション誤差は 0.2 画素以下を目標としている。また、L1 データには代表素子の緯度・経度情報が付与される。

(3) L1B データ

TANSO-CAI の L1 データは上記の補正のための情報が付与されて提供されるが、それに基づいて工学値変換を行い、バンド間レジストレーションを実施し、更に画素毎に標高情報 (Digital Elevation Model ; DEM) を利用してオルソ変換を施して観測位置を補正したデータを L1B データ (標準プロダクト) として提供される。

(4) L1B+データ

TANSO-CAI の L1B データを更に適度なシーン単位に地図投影し、各バンドの画素毎の輝度データを保管してリサンプリングした画像を L1B+データ (標準プロダクト) として提供する。

B-3.4 TANSO-CAI レベル 2 処理

TANSO-CAI からは、雲フラグ情報が標準プロダクトとして算出され、雲特性パラメータ、エアロゾル特性パラメータが研究プロダクトとして算出される。

まず、TANSO-CAI の可視 2 つのチャンネルを用いて、海面上と比較的暗い陸面上における光学的に厚い雲の判別を行う。次に、雲と判別され、それが水雲である場合は雲特性解析を行う。推定される雲特性は雲の光学的厚さ τ_c (光の波長 0.5 μ m における) と雲粒有効半径 r_c である。 τ_c は光に対する雲の厚さを示す無次元量である。CAI から算出する予定の雲プ

ロダクトを表 B-3.4-1 に示す。

表 B-3.4-1 TANSO-CAI から導出される雲プロダクト

推定パラメータ	単位	バンド番号	備考
雲フラグ	-	2,3,4*	海面上と比較的暗い陸面上の光学的に厚い雲
雲光学的厚さ(@0.5 μm)	-	2,4	水雲及び氷雲
雲粒子有効半径	μm	2,4	水雲及び氷雲
鉛直積算雲水量	g/m^2	2,4	

※バンド4は研究として用いる。

次に、TANSO-CAI の全バンドデータと、気象データ等の補助データと合わせ、エアロソル特性の解析を行う。地球上には多種多様なエアロソルが混在しているが、主要なエアロソルとして、硫酸塩・黒色炭素・有機炭素などの人為起源エアロソル、砂塵性エアロソル、海塩エアロソルが挙げられる。推定の際には、人為起源エアロソルを硫酸塩と黒色炭素の内部混合によるものとし、人為起源・砂塵性・海塩の3種が外部混合する粒子系を仮定し、それぞれの光学的厚さ(波長 550nm における) τ_a および人為起源エアロソルにおける黒色炭素の含有率(体積比) γ_{soot} を推定する予定である。これらを表 B-3.4-2 に示す。

表 B-3.4-2 TANSO-CAI から推定されるエアロソルパラメータ

推定パラメータ		
エアロソル光学的厚さ (波長 550nm)	人為起源エアロソルモード	τ_{acm}
	砂塵性エアロソルモード	τ_{dst}
	海塩エアロソルモード(*海上のみ)	τ_{slt}
人為起源エアロソルモードにおける黒色炭素体積比率		γ_{soot}

*サングリント外

以下、それぞれのアルゴリズムの概要について述べる。

(1) 雲フラグアルゴリズム

MODIS や GLI のような多波長イメージャは、多くの可視バンドに加えて、高層雲や絹雲の判別を行う水蒸気バンドや赤外スプリットウィンドウを有するため、単独センサのみで高精度な雲判別を行うことができる。一方、TANSO-CAI は近紫外から短波長赤外に4バンドのみを有するため MODIS や GLI より判別精度が劣る可能性がある。従って、雲フラグのユーザは、CAI から提供される数種類の雲判別テストの結果と、別途 FTS 観測等から提供される雲フラグを適宜選択して利用することが推奨される。CAI において雲判別に利用できる主なバンドは、可視光のバンド2 (0.670 μm) とバンド3 (0.865 μm) である。光学的に厚い雲の場合に、短波長赤外のバンド4 (1.6 μm) が氷雲と水雲の区別に用いられる可能性があるが、現在は研究段階である。雲フラグアルゴリズムでは、バンド2とバンド3における反射率の閾値テストと、可視における2つのバンドの反射率の比の閾値テスト(カラーテスト)を行う予定である。前者は雲の反射率が海面や比較的暗い陸面よりも高いことを、後者は雲におけるチャンネル2と3の反

射率が同程度であることを利用した判別方法である。

CAI の雲フラグアルゴリズムは表 B-3.4-3 に示す 4 つの個別テストを行い、その結果を格納する予定である。

表 B-3.4-3 CAI 雲フラグテスト (予定)

テスト番号	実施内容
Test1	$R[B2] > (R2+A[B2])$
Test2	$R[B3] > (R3+A[B3])$
Test3	$0.9 < (R[B2]/R[B3]) < 1.1$
Test4	if “true” on test1 and Test3, then examine $R[B4]/R[B2]$.

ここで、 $R[B2]$, $R[B3]$, $R[B4]$ は CAI のバンド 2, 3, 4 の反射率^{注 1)}、 $A[B2]$, $A[B3]$ は CAI バンド 2, 3 での地表面アルベド、 $R2$, $R3$ は地表面アルベドのマーゲン値である。Test1 から Test3 は、対象ピクセルが雲である可能性について診断する。Test4 の結果は、氷雲と水雲を判別する判断材料を試験的に提供する。なお、TANSO-CAI 単独による雲フラグの精度には次のような限界が予想される。まず、光学的に薄い雲、特に巻雲は上記の手法では捉えきれない。また、雪氷面や砂漠等の明るい地表面や、地表面状態の時間変化が激しい領域では CAI 単独での雲判別には限界がある。

注 1) ここで定義する反射率は $\pi L / (F_0 \cos \theta_0)$ を示す。 L は観測放射輝度、 F_0 は装置関数を考慮した太陽照度、 θ_0 は太陽天頂角である。

(2) 雲特性アルゴリズム

雲の光学的厚さと雲粒有効半径が求められる原理は次の通りである。まず、CAI のバンド 2 ($0.67\mu\text{m}$) における水滴の複素屈折率の虚数部が $\sim 10^{-8}$ 程度と非常に小さいため、雲粒による多重散乱が起こっても吸収をほとんど受けない。従って、雲層内に入射した光は雲粒による散乱を繰り返し、最終的に雲頂から衛星方向に散乱された光が観測されることになる。雲の光学的な厚さが増大すると、雲頂から上向きに散乱される光が増加するため、CAI のバンド 2 はより多くの光を観測することになる。光学的厚さが 70 程度まで増大すると、多重散乱の結果上向きに散乱される確率は上限に達し、観測輝度はそれ以上変化しなくなる。一方の雲粒有効半径の推定には CAI のバンド 4 ($1.6\mu\text{m}$) が用いられる。この短波長赤外波長における水滴の複素屈折率の虚数部は $\sim 10^{-5}$ と可視光より 3 桁大きい。従って、雲層に入り込んだ短波長赤外光は雲粒による散乱を繰り返すうちに吸収されてしまうことになる。雲粒のサイズが大きいほど吸収が強いため、衛星搭載センサが観測する光が弱くなる。粒径が大きくなると雲層における吸収は徐々に飽和するため、雲粒有効半径 $30\mu\text{m}$ 程度が上限である。

雲特性リモートセンシングでは、可視光、短波長赤外光の観測輝度から、光学的厚さ、雲粒有効半径 が求められる。実際の観測輝度には、地表面反射成分や雲層からの熱放射成分のように、雲特性推定には本来不要な放射成分が含まれている。大気層や雲層の透過率、衛星天頂角、太陽天頂角、相対方位角などからこれら不要な放射成分を計算し、除去する。衛星観測を用いた物理量の推定は、放射伝達コード(Nakajima and Tanaka,

1986, 1988)を用いたシミュレーションによる観測放射輝度と TANSO-CAI が観測した放射輝度との比較によって行われる。このような推定方法ではニュートン法等による反復計算が必要になるが、ここで利用するアルゴリズムでは、前もって雲の光学的厚さと雲粒有効半径を変化させながら、角度に依存した輝度値や大気層や雲層の透過率、球面アルベドを計算しておいたデータベース(Look Up Table, LUT)を用意する。

(3) エアロソルパラメータ推定アルゴリズム

TANSO-CAI は、エアロソル散乱に感度があり、エアロソルリモートセンシングに一般によく利用される 670nm と 870nm の他、地表面反射の影響が少なく、また吸収性のエアロソルに感度のある 380nm と大粒子エアロソルに感度のある 1.6 μ m に観測バンドを有する。これら 4 バンドの衛星シグナルを理論計算し、MAP(Maximum a Posteriori)法を用いてエアロソル特性パラメータの導出を行う。

なお、TANSO-CAI からエアロソルパラメータを推定できる条件に限られるため、推定できない場所のエアロソルについては GOSAT プロジェクトで開発しているエアロソル輸送モデルを用いた推定結果を利用する。このエアロソル輸送モデルは、Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species (SPRINTARS) を核として GOSAT プロジェクト用に開発されたエアロソルの三次元動態シミュレーションモデルである。

B-3.5 TANSO-FTS (SWIR バンド) のレベル 2 処理

TANSO-FTS の短波長赤外の 3 バンド (以下、TANSO-FTS-SWIR と記す) では、バンド 1 ~3 のそれぞれについて、入射光の直交する 2 つの偏光面の信号を測定するため計 6 バンド分のデータ (インターフェログラム) が得られる。この TANSO-FTS-SWIR データに加え、種々の補助情報を利用して、二酸化炭素とメタンのカラム量を、目標とする精度 (二酸化炭素については相対誤差 1%, メタンについては相対誤差 2%) で計測する。求めたカラム量[molecules/cm²]は、水蒸気を除いた湿度 0%の大気 (乾燥気体) に含まれる二酸化炭素の割合を示す量 XCO₂ [v/v] (体積混合比) に換算して利用されることが多い。この換算のためには、バンド 1 から求めた酸素のカラム量 (または地表面気圧) や観測時・観測地点の客観解析データに基づく地表面気圧を利用する。

TANSO-FTS-SWIR の L1B (スペクトル) から L2 のカラム量算出までのデータ処理の流れを図 B-3-2 に示す。

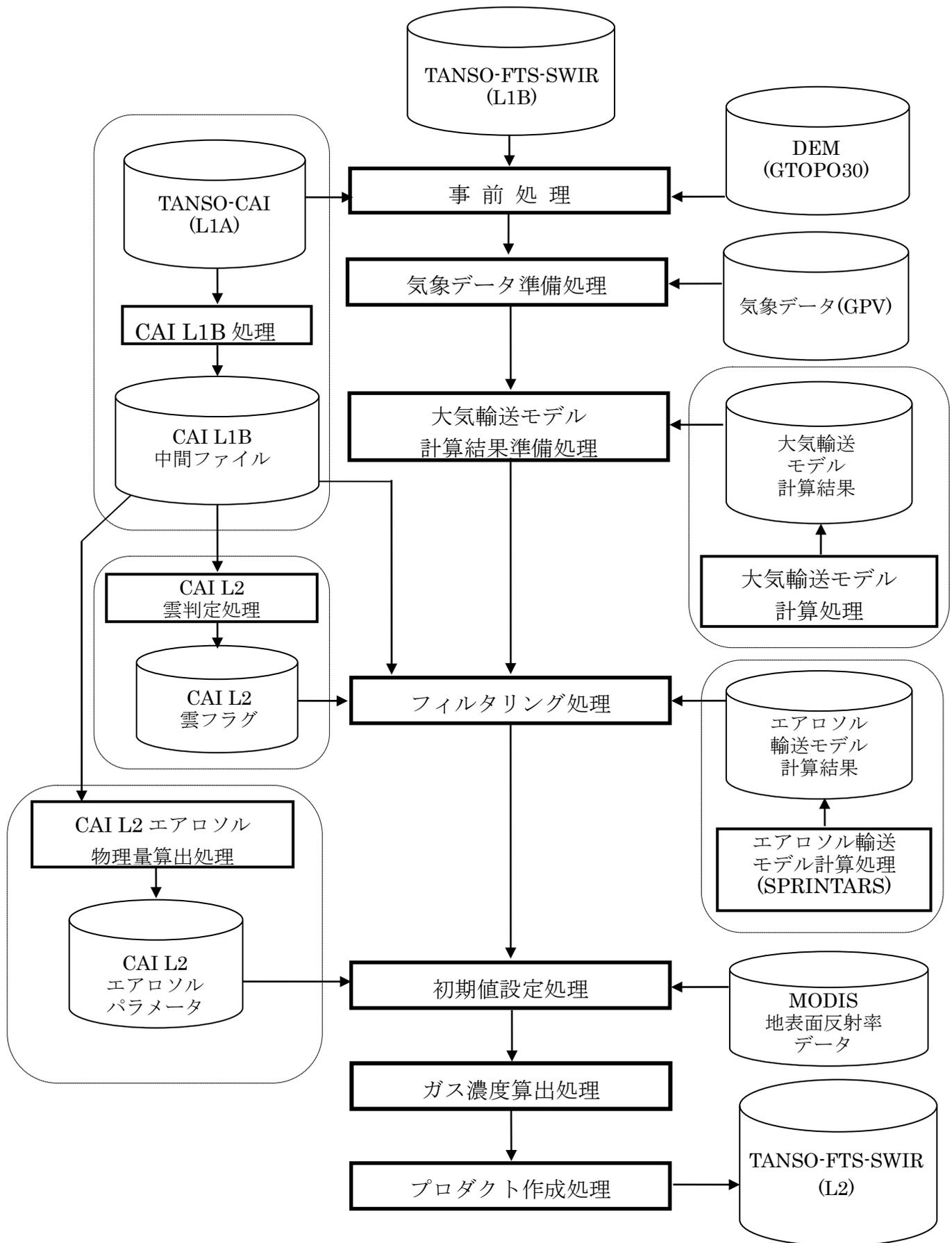


図 B-3-2 TANSO-FTS-SWIR 信号の L2 データ処理フロー

(1) 偏光情報の利用

TANSO-FTS-SWIR では、直交する 2 軸での偏光信号が求められる。これらを **parallel** (平行)軸と **senkrecht** (ドイツ語で垂直を意味する)軸という意味で、**P** と **S** と表記する。**P** と **S** の観測データの扱いは、処理方式の中で次の 3 つの方式による利用を考えている。処理の初期バージョンでは「方式 1」を利用する予定である。地表面の散乱光観測の場合には偏光度は小さいが、海面のサングリント観測では偏光度が大きくなることがシミュレーションで確認されている。

【方式 1】: 観測の偏光二成分を合成し、全強度の輝度スペクトルとして利用する。この場合、放射伝達の理論計算には偏光状態を記述しない従来からの放射伝達モデルを用いる。

【方式 2】: 観測の偏光二成分の輝度スペクトルをそのまま独立情報として利用する。即ち、放射伝達には GOSAT プロジェクトで開発した偏光状態を記述する放射伝達計算モデル (Pstar2b コード) を使用する。Pstar2b コードは高速化の工夫により、従来の偏光を考慮しない放射伝達計算コードの数倍程度の処理時間で計算が可能である。

【方式 3】: 観測の偏光二成分の輝度スペクトルをそれぞれ全強度の輝度スペクトルで近似して使用する。ここでは、偏光に関連するパラメータ (地表面アルベド・散乱位相行列など) は偏光成分毎に異なる値、それ以外のパラメータ (光学的厚さ・気体濃度など) は同一の値であると仮定して、偏光軸別に偏光状態を記述しない放射伝達モデルを用いて近似的に計算する。

(2) 推定アルゴリズム

L1B から L2 のカラム量推定のアルゴリズムとしては、その最終的な推定対象である二酸化炭素及びメタンのカラム量を求めるために、中間パラメータとして気体の体積混合比の高度分布を求める。推定に必要な気温・気圧等の鉛直分布データは、観測地点の日時における気象パラメータの客観解析データを用いる予定である。なお、TANSO-FTS-SWIR で利用する短波長赤外波長帯の複数の吸収線は、輝度スペクトル信号に高度分布を求められるような高度方向に鋭な加重関数構造を持たない。したがって、中間的に求める体積混合比の高度分布は非常に不安定な構造を持つ場合がある。しかし、多重散乱やパスラディアンスの影響を無視した厳密性に欠ける説明ではあるが、観測輝度スペクトル中の吸収帯構造の吸収の深さを積分した面積の大小が、カラム量の大小に関係が深いため、カラム量は安定的に求められる。

その L1B から L2 への推定処理アルゴリズムは、観測輝度スペクトルへの非線形最小二乗法を用いた制約付きガウスニュートン法による手法を標準とする。すなわち、観測情報と先験情報とを用いて、解を安定に求める手法を用いる。逐次的に求められる解は、B-3-(1)式で示される。 i 回目の推定対象パラメータベクトルを x_i とし、その先験情報 (a priori 値、推定開始時点の初期値としても利用) を x_a とし、観測スペクトルの分散共分散行列 (波数点数 \times 波数点数) を S_ε 、先験情報の分散共分散行列 (推定対象パラメータ数 \times 推定対象パラメータ数) を S_a 、観測スペクトルベクトル (波数点数) を y 、 x_i を条件として放射伝達計算により理論的に計算される観測スペクトルを $F(x_i)$ 、推定対象パラメータの単位量変化に対するスペクトルの変化量を表すヤコビアン (Jacobian) 行列 (波数点数 \times 推定対象パラメータ数) を K_i とすると、

$$x_{i+1} = x_i + (K_i^T S_\varepsilon^{-1} K_i + S_a^{-1})^{-1} [K_i^T S_\varepsilon^{-1} (y - F(x_i)) - S_a^{-1} (x_i - x_a)] \quad \text{B-3-(1)}$$

で表される。なお、 $K = \partial y / \partial x$ である。

また B-3-(1)式は、B-3-(2)式のような評価関数 $J(x)$ を最小とする解を選択することに相当し、Maximum A Posteriori (MAP) 推定法 (または最大事後確率推定法) と呼ばれる。

$$J(x) = [y - F(x)]^T S_\varepsilon^{-1} [y - F(x)] + (x - x_a)^T S_a^{-1} (x - x_a) \rightarrow \min. \quad \text{B-3-(2)}$$

S_ε の要素の値は、波数別の観測装置の特性 (SNR) などの情報に基づいて決める。 S_a の対角要素は、高度ごとに推定対象パラメータがどの程度自由に変化し得るかの先験情報に基づいて与え、非対角要素は推定対象パラメータ間の変動の縛り (例えば、気体種ごとの高度分布の相関など) の情報から要素の値を与える。

B-3-(2)の理論スペクトルの計算には、HITRAN 2004 データベースの分子分光パラメータを利用する。ただし、バンド 2, 3 の二酸化炭素は、2008 年の改訂版のラインパラメータを利用し、1.67 μm 帯のメタンのラインパラメータの一部は、GOSAT プロジェクトで独自に作成したデータを用いる予定である。また、B-3-(2)のスペクトルフィッティングを行う際には、太陽大気 of Fraunhofer 線と地球大気の水蒸気の影響を除去するため、波数選択を行う予定である。1.6 μm 帯及び 2.0 μm 帯における太陽 Fraunhofer 線の情報は、GOSAT プロジェクトが米国 Harvard-Smithsonian Observatory の Dr. R. L. Kurucz に依頼して作成されたデータを使用する。

なお、太陽光が地表面 (または海表面) で散乱されて衛星センサに到達するまでの放射伝達の過程は、光路途中の大気分子やエアロゾル粒子、雲粒子による (多重) 散乱と減衰の効果を計算できる HSTAR コード (東京大学気候システム研究センターの中島映至教授のグループによって開発された RSTAR コードを拡張したコード) を核にして、それを改良したコードを使用して研究開発を進めている。これにより、光学的に薄い巻雲やエアロゾルの存在下でもカラム量を目標精度で推定できることが、数値シミュレーションにより確認されている。したがって、図 B-3-2 処理フローにおける「フィルタリング処理」によって、観測データのシーンがクリアスカイ、もしくは光学的に薄い巻雲またはエアロゾルが存在する状態であるかを判別して、これらのデータに対して L2 データ処理を実行する予定である。

また、実際の推定には、B-3-(1)式を基本として、更に地表面アルベドも推定対象に加えて同時推定を行う。これにより、観測地表面のいかなるスペクトル構造に対しても柔軟に二酸化炭素とメタンのカラム量を推定することが可能である。

(3) 高速化推定アルゴリズム

上記の推定アルゴリズムを実現するために、現在は、離散座標軸 (Discrete ordinate) 計算法と呼ばれる放射伝達計算法と、MAP 法と呼ばれる推定手法を組み合わせたデータ処理システムが開発されつつある。また、これ以外にもモンテカルロ法と等価理論 (Equivalence theorem) を組み合わせて簡易放射モデルをつくり、そのパラメータと二酸化炭素など他の未知量を同時に観測スペクトルから高速かつ高精度に導き出す手法 (Photon Path-length Probability Density Function; PPDF 法) を GOSAT 定常処理アルゴリズムの将来バージョンとして研究開発を進めている。

B-3.6 TANSO-FTS (TIR バンド) のレベル2 処理

これまでの衛星観測による CO₂ 濃度解析には、主に熱赤外センサのデータが用いられてきた。しかし、この手法では対流圏中層から上層にかけての濃度変化は精度良く解析できるものの、境界層内で起きる植生への取り込みによる CO₂ 濃度の大幅な低下や、人為発生源近くにおける地表付近での濃度増大などの検出は難しい。これは、濃度変化の起きる高度の気温と背景放射の等価輝度温度との差が下層大気ほど小さく、検出が難しくなるからである。

TANSO-FTS の熱赤外バンド (以下、TANSO-FTS-TIR と記す) の場合、気温の鉛直分布にも依存するものの、晴天下では上空から 700~750hPa くらいの高度までの CO₂ 濃度の鉛直分布が得られるものと期待されている。図 B-3-3 には中緯度における典型的な鉛直分解能関数 (Averaging Kernel) を示す。

(1) CO₂ 鉛直濃度分布の推定処理アルゴリズム

熱赤外センサデータから CO₂ 濃度を導出するためには、独立した気温情報が必要となる。TANSO-FTS-TIR の場合、同時運用されるマイクロ波センサ等がないため、客観解析データを用いる。

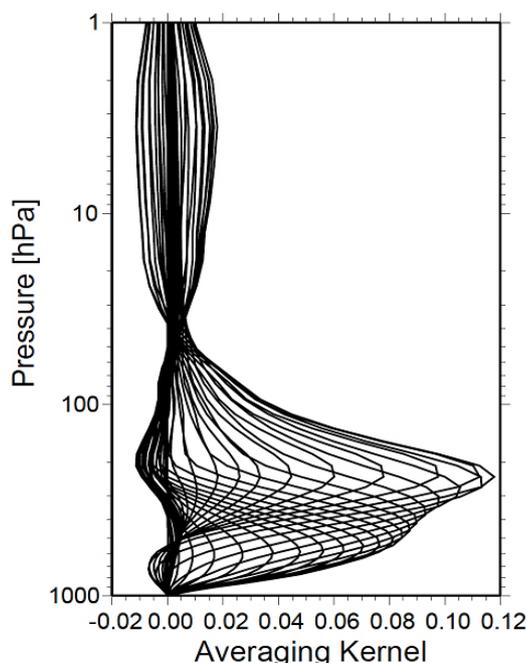


図 B-3-3 TANSO-FTS-TIR データによる CO₂ 解析の鉛直分解能関数 (Averaging Kernel)。中緯度における典型的な例。(作図：齋藤尚子)

CO₂ 濃度の推定には物理解析手法を適用し、TANSO-FTS-SWIR と同様に最大事後確率推定法 (MAP : Maximum A Posteriori) を B-3-(2)式を用いる。

CO₂ 濃度の初期推定値と共分散値は、CO₂ 輸送モデルの出力結果を統計的に処理して得られた結果を用いる。ヤコビアン行列は気温と CO₂ 濃度の鉛直分布の関数であるため、客観解析データから気温分布を、また、CO₂ 濃度については上記初期推定値を用いて、地域、季節、時刻を考慮した最適値を各観測データについて個別に計算する。

(2) CO₂カラム濃度分布の推定処理アルゴリズム

この解析には10 μm付近にあるCO₂のホットバンドの放射輝度スペクトルを利用するもので、暖かい地面や海面を背景にした場合、放射の減少量が掩蔽法のようにCO₂濃度に依存することを利用してはいる。

まず、客観解析データを初期推定値として解析された各FTS視野内の気温と水蒸気量の鉛直濃度分布を元に、CO₂濃度の単位変化に対するCO₂の10 μm帯における放射輝度スペクトルの変化量（ヤコビアン行列）を計算する。一方、水蒸気量推定誤差の低減のため、理論計算スペクトルと観測スペクトルとの間の系統的なズレを、気体による吸収の少ない波長域を用いて補正するというベースライン補正を行う。このベースライン補正を行った後の理論計算スペクトルと観測スペクトルの差の値にヤコビアンをかけることにより、CO₂カラム量を導出する。放射輝度スペクトルの理論計算を行うためには、地表面射出率の波長依存性のデータが必要となるが、これには地表面射出率データベースと観測時前後の気象データを用いて推定された結果を用いる。また、この波長帯に影響を及ぼすオゾンの濃度については、OMI 等の衛星搭載センサからのデータを利用する。

(3) 雲判別

FTS 視野内雲量の推定は、昼間は TANSO-CAI の解析結果を元に行う。ただし熱赤外放射スペクトルは巻雲などの薄い氷雲の検出に優れているため、TANSO-FTS-TIR による解析結果も併用する。一方、夜間においては TANSO-CAI は運用されないため、TANSO-FTS-TIR 単独での雲判別を行う。

TANSO-FTS-TIR データを用いた雲解析には次の3つの方法がある。

1. スライシング法
2. 閾値法
3. スプリットウィンドウ法

1. については、CO₂の15 μm帯を用いた Menzel et al. (1983)の方法を適用し、積雲の雲頂高度の推定を行う。2. は、気象衛星 NOAA 搭載の AVHRR や MODIS センサデータの解析結果として保存されている海面水温データベースの値と、雲無しと仮定して TANSO-FTS-TIR データから解析された海面水温との差の値から判別する方法である。この方法は海上では優れているものの、陸域における客観解析データの地表面温度の推定誤差が大きいため、陸域では参考データとして利用する。3. は、8~10 μm と 11~13 μm の2つの波長帯のデータを組み合わせて解析する方法で、主に雲域と判別された場合の雲高度、雲粒の氷/水の判定を行う。

B-3.7 レベル3以降の処理

全球を一定区画（2.5° メッシュなど(TBD)）に区切り、一定期間において観測された TANSO-FTS-SWIR の二酸化炭素とメタンのカラム量データ（L2）を用いて、時間空間補間や適切な統計処理を施し、区画ごとの濃度の代表値を求める。それらを全球マップとして表し、L3 データを作成する。TANSO-FTS-TIR についても全球マップの L3 を作成する予定であるが、その詳細については今後決定する。

TANSO-CAI の L3 処理については、標準プロダクト：[ある期間単位での、全球輝度マップ（雲有り）、全球輝度マップ（雲なし）、植生指数マップ]、研究プロダクト：[ある期間単位での、エアロゾル特性マップ、雲特性マップ] の作成処理を想定しているが、その詳細については今後決定する。

その他、GOSAT の L2 または L3 データと地上測定局の二酸化炭素及びメタンの濃度デ

ータから大気輸送モデルの逆推定によって求められる全球 64 分割のフラックスマップ (L4A) と、それに基づいて大気輸送モデルにより計算された二酸化炭素及びメタンの三次元濃度分布マップ (L4B) については、それらのデータプロダクトの提供が衛星打ち上げから 1 年以上後になるため、現在その処理の詳細を固めているところであり、本添付資料での説明は省略する。

以 上

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)

搭載

GOSAT センサ (TANSO)

研究公募

(Research Announcement)

添付資料 C

GOSAT 運用方針及び TANSO 基本観測計画

「GOSAT/TANSO 運用方針及び TANSO 基本観測計画の概要」

本添付資料は、研究提案書の作成に当たって、参照もしくは確認すべき GOSAT 衛星の基本的な運用方針及び TANSO センサの基本観測計画について、記述するものである。より詳細な内容について、確認する必要がある時には、RA 事務局（本文 14 章の問い合わせ先）に問い合わせること。

C-1 GOSAT の運用

C-1.1 GOSAT 軌道運用軌道パラメータ

表 C-1.1-1 に GOSAT の観測軌道を示す。

表 C-1.1-1 GOSAT の観測軌道

項目	諸元
軌道の種類	太陽同期準回帰軌道
軌道高度	666 km
軌道傾斜角	98.06 deg
周期	約 98.2 分
回帰日数	3 日
1 日の周回数	14 + 2/3 周/日
1 回帰の周回数	44 周回
降交点通過地方太陽時	13 時 ± 15 分 (12:48)
回帰精度	±2.5km

C-1.2 軌道制御及び軌道の保持

GOSAT は、センサ観測運用における回帰精度 ±2.5km を満たすため、太陽同期準回帰軌道の軌道（降交点通過時及び高度/周期等）を保持するため、軌道制御 3～6 日(TBD)の範囲で軌道制御マヌーバを実施する。

C-2 TANSO-FTS/CAI 運用

C-2.1 TANSO-FTS/CAI の機能

(1) TANSO-FTSの機能

- 可視、近赤外、短波長赤外、熱赤外で地心方向の大気観測を行う。
- 格子点観測を行う。
- 1 インタフェログラム取得中、同一地点を観測する。
- SNR 向上の目的で足し合わせ観測を行うため、繰り返し同一地点の観測を行う。
- 定常観測時にクロストラック方向に指定された固定角度間隔で走査できる。
- 3 日回帰ごとに、同一地点を観測する。
- 2 軸の走査機構を用いてサングリントが予想される地点をポインティングする。
- 軌道上で、短波長赤外で太陽照度校正、熱赤外で黒体を用いた校正を行う。
- 短波長赤外および熱赤外で深宇宙校正を行う。
- GOSAT およびポインティング機構を月方向に指向することにより、年に 1 度感度校正を実施する。

(2) TANSO-CAIの機能

- 0.5~1.5km の空間分解能で雲、エアロソルの観測をおこなう。
- GOSAT の +Z 軸を月方向に指向することにより、年に 1 度感度校正を行う。

C-2.2 運用モード

TANSO-FTS および TANSO-CAI の基本運用モードを表 C-2.2-1 および表 C-2.2-2 に示す。

表 C-2.2-1 TANSO-FTS 基本運用モード

運用モード		概要
観測モード I	日照観測	短波長赤外 (SWIR)、熱赤外 (TIR) の観測を行う。黒体校正、深宇宙校正を行う。
	日陰観測	熱赤外 (TIR) の観測を行う。黒体校正、深宇宙校正を行う。
観測モード II		(衛星太陽電池パドル片翼故障時などに) 熱赤外の運用を停止するとともに、ポインティング機構を固定し、GOSAT からの供給可能な電力が低下した場合に対応する。 ※1 周回中の観測時間は 10 分間とし、その他の時間はスタンバイ II モードを前提とする。 ※TANSO-CAI はオールオフモードを前提とする。
特定観測モード	サンダリント観測	コマンドにより、指定したサンダリント点の観測を行う。
	特定点観測	コマンドにより、指定した地点の観測を行う 例えば、湖沼の観測、検証サイトの観測、CO ₂ 地上観測点上空の観測などがある。
校正モード	月校正	短波長赤外の観測を 1 年に 1 度必要に応じて行う。月面平均輝度極大の時期に GOSAT を月に指向し、TANSO-FTS 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。
	太陽照度校正	太陽照度校正を GOSAT 日照、地表面日陰時に毎周回おこなう。GOSAT の日出に行う。
	装置関数校正	1.55 μm 帯の半導体レーザ光を照射し、装置関数校正を行う。
	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。

表 C-2.2-2 TANSO-CAI 基本運用モード

運用モード		概要
観測モード		観測を行う。
校正モード	月校正	1 年に 1 度必要に応じて行う。月面平均輝度極大時に GOSAT を月方向に指向させて実施する。月校正は、温室効果ガスセンサの月校正時に行う。
	電気校正	電圧基準信号を入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	夜間オフセットレベルの校正を行う。

C-2.3 周回中の運用

定常運用における TANSO-FTS および TANSO-CAI の周回中の運用を図 C-2.3-1に示す。図 C-2.3.2 に観測モード I とサングリント観測等の特定観測モードのイメージを示す。海上で行うサングリント観測は、サングリントが発生する大洋上空、中低緯度で行う。

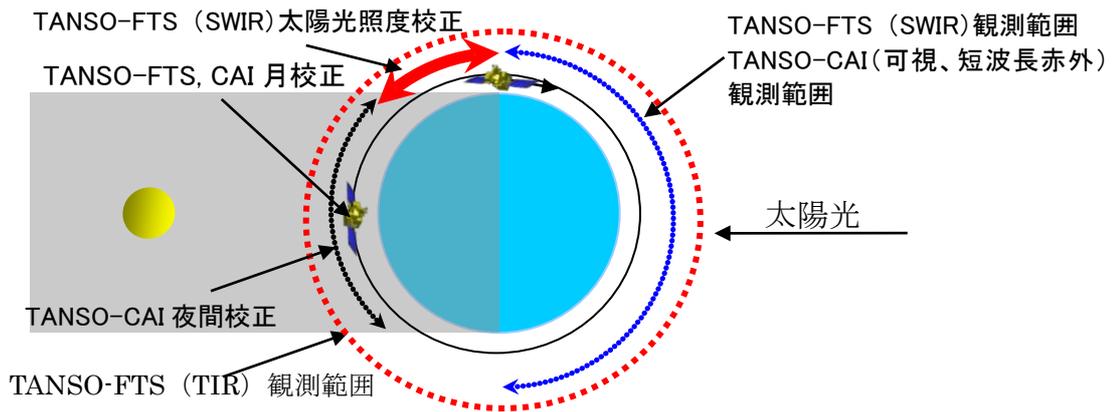


図 C-2.3-1 周回中の運用

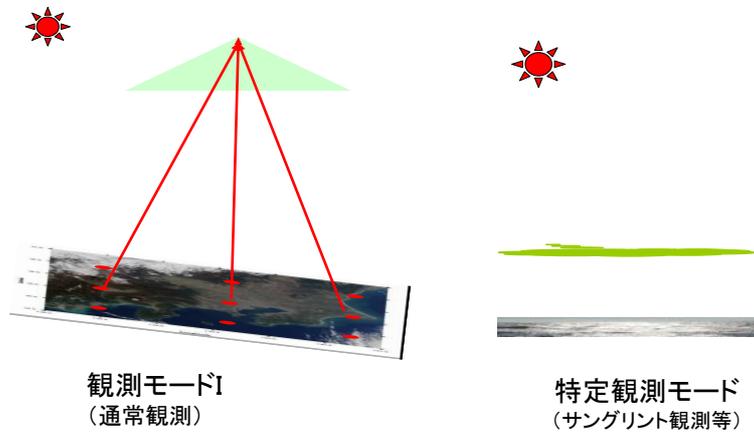


図 C-2.3-2 通常の観測と特定観測の観測イメージ

C-2.4 ノミナル運用

C-2.4.1 FTS のノミナル運用

(1) 定常点観測

TANSO-FTS SWIR は観測する地表面日照の条件で観測する。TANSO-FTS TIR は、日照・日陰を問わず常時観測する。ただし、TANSO-FTS SWIR、TIR とも軽負荷モード(LLM)、および超軽負荷モード(S-LLM)時は運用が変更される。TANSO-FTS の通常観測は、クロストラック方向のスキャン点数 1,3,5,7,9 の 5 つのモードがある。TANSO-FTS は、衛星から昇交点通過時刻を受信し、時刻調整運用を行う (FTS 走査周期の補正)。3 日帰帰ごとに通常観測のポインティングモードごとに、同じ地点を観測する (目標精度 4km)。TANSO-FTS-SWIR の日照観測開始・終了タイミングは地上よりストアードコマンドで指定する。

表 C-2.4-1 に格子点観測時における走査パターン (例) を示すとともに、その際のクロストラック走査パターンを図 C-2.3-1 に示す。また、観測点分布の縦横間隔比を表 C-2.4-2 に示す。

表 C-2.4-1 データ取得周期とクロストラック走査パターン

クロストラック方観測点数	1 回の観測時間(sec)	同一地点足し合わせ回数
1	4.0	3
3	4.0	3
5	4.0	1
7	2.0	1
9	1.1	1

※：観測タイミング調整のため、指定観測開始時刻直前でポインティング機構を停止させることを許容する。

表 C-2.4-2 観測点分布の縦横間隔比較

クロストラック方向観測点数	緯度 30deg での横間隔 (km)	緯度 30deg での縦間隔 (km)	1 地点あたり観測時間 (sec)	CT 静定時間 (sec)	AT 静定時間 (sec)	AT 時間間隔	AT 角範囲 (deg(+/-))
1	788.8	90.3	12.8	N/A	0.4	13.2	3.7
3	262.9	283.1	13.2	0.6	0.6	41.4	12.1
5	157.8	152.2	4.0	0.45	0.45	22.2	6.5
7	112.7	114.9	2.0	0.4	0.4	16.8	4.9
9	87.6	86.2	1.1	0.4	0.4	12.6	3.7

※1 地点あたり観測時間：クロストラック観測点数 1 点および 3 点モードでは IGM を 3 回重ね合わせるため

Turn around 時間 (=CT 静定時間+AT 静定時間) × 2 を含む。

※AT 時間間隔 = 1 地点あたり観測時間 × CT 観測点数 + CT 静定時間 × (CT 観測点数 - 1) + AT 静定時間 = (1 地点あたり観測時間 + Turn around 時間) × CT 観測点数

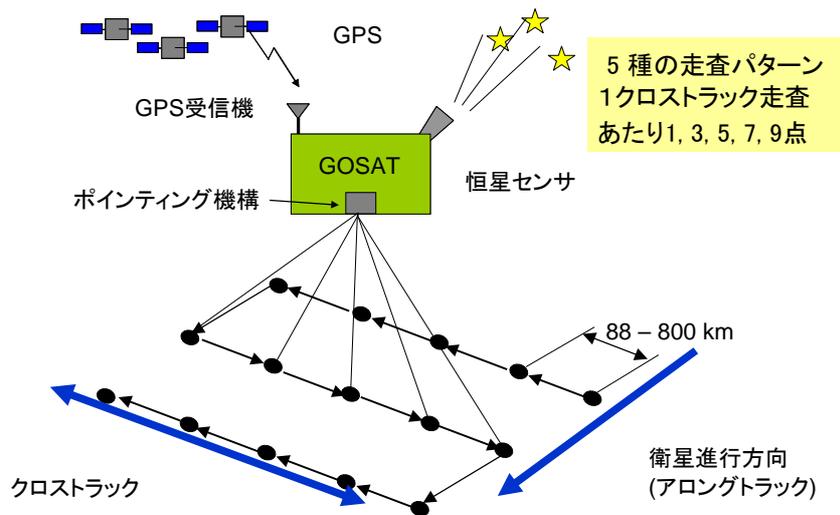


図 C-2.4-1 クロストラック走査パターン

(2) 特定点観測

TANSO-FTS の特定点観測モードとして、校正検証サイト等、比較的狭い観測範囲対象を観測する場合、特定点（一点）観測を実施する。また、天然ガスパイプラインのように広い範囲を観測する場合、特定点（連続）観測を実施する。観測モードとしては、特定点（一点）観測と特定点（連続）観測は同一である。地上よりコマンドで観測時刻、AT、CT 角の指定を行う。

(3) サングリント観測

TANSO-FTS サングリントモードは、大洋上で実施する。地上で計算したサングリント点とその点を観測するためのポインティングミラーの角度を設定し、サングリント点を带状に観測していくモードである。サングリント観測は、中低緯度で行うが、観測緯度範囲は現在検討中である。ただし、季節ごとに観測緯度範囲は異なる。

C-2.4.2 CAI のノミナル運用

TANSO-CAI は観測する地表面日照の条件で観測する。ただし、軽負荷モード（LLM）、および超軽負荷モード（S-LLM）時は運用が変更される。TANSO-CAI の日照観測開始・終了タイミングは地上よりストアードコマンドで指定する。

C-2.4.3 校正モードでの運用

(1) 黒体、深宇宙校正運用

TANSO-FTS 深宇宙校正 (SWIR、TIR) および黒体校正 (TIR) は、通常観測モードまたは特定観測地点観測モード中に地上からのコマンドで指定した任意の軌道位置 (昇交点通過時刻からの経過時間で指定、最大 1 周回 16 回) で、校正データを取得する。個別指定であり、設定上は等間隔である必要は無い。校正位置は、前回から変更の必要がなければ、指定する必要は無い。なお、黒体/深宇宙の観測は、直前の観測モードと同じ観測時間 (1.1 または 2 または 4 秒) が適用され、黒体方向への移動に 1 観測点分、黒体の観測に 1 観測点分、深宇宙 方向への移動に 1 観測点分、深宇宙の観測に 1 観測点分の、合計 4 観測点分を要する。移動時間にも検出器出力がデータとして出力されるため、データレートに変化は生じない (有効なデータとの識別のため、ポインティング完了フラグが未完了となる)。

(2) 太陽照度校正運用

TANSO-FTS の太陽照度校正 (拡散板校正) は、地表面が日照に入る直前で、使用する拡散板を選択し、ストアードコマンド (時刻をパラメータとしたコマンド) により太陽照度校正モードに移行させることにより実施する。

(3) 月校正運用

TANSO-FTS、TANSO-CAI の感度校正は、月面の太陽光反射光を校正光として行う。月面全体の反射光の積分値を校正光とする。TANSO-CAI は 1 次元アレイのうち、月校正光が入射する素子の感度校正を行う。校正光が照射しない素子の感度校正は、砂漠などの地上観測データを用いて相対校正を行う。TANSO-CAI の中心付近の素子が故障した場合は衛星の指向方向にオフセットをかけ正常な素子を用いる。

C-2.5 ゲインの設定

(1) TANSO-FTS のゲイン設定

TANSO-FTS は、Band-1, 2, 3 について、3 段階(L, M, H)のゲイン設定が可能である。ただし、バンド毎に異なるゲインを設定することはできない。また、以下の設定で観測を行うことを想定している。

- 定常観測、特定点観測 : ゲイン H
 ただし、緯度の低い砂漠地帯は必要に応じてゲイン M で観測する
- サンダリント観測 : ゲイン H
 ただし、必要に応じてゲイン M で観測を行うことも想定される。
- 太陽照度校正 : ゲイン M (固定)

- ゲイン L は原則として使用しない。

ゲインは、パスおよび緯度引数をパラメータとして以下の観測において必要に応じて設定を変更することができる。

- 指定した緯度引数帯を通過するとき
- サングリント観測をおこなうとき
- 特定点観測を実施するとき

(2) TANSO- CAI のゲイン設定

TANSO-CAI は、3 段階(L, M, H)のゲイン設定が可能である。実際には、積分時間でゲインの調整を行う。ゲインは、パスおよび緯度引数をパラメータとして値を設定できる。ただし、バンド毎に異なるゲインを設定することはできない。ゲインの設定値は静的なパラメータとして保持し、1 ヶ月に 1 度程度の頻度で変更することを想定している。

温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）
搭載
GOSAT センサ（TANSO）

研究公募
(Research Announcement)

添付資料 D

GOSAT/TANSO 研究提案書の内容及び応募フォーム

1. カバーシート

1.1. 研究者プロフィール（フォーム 1a）

以下の項目について、もれなく記入すること。

- ・ 研究代表者（以下 PI）の情報：氏名、役職、所属部署、所属機関、住所、国籍、電話番号、ファックス番号、電子メールアドレス
- ・ RA 研究者（Co-I）の情報：氏名、所属機関、電子メールアドレス
- ・ PI の経歴、研究分野における経験、過去の論文など
- ・ PI の署名

1.2. 研究提案書関連情報（フォーム 1b）

以下の項目について、（ ）内の指示に従い、記入すること。

- ・ 研究分野（校正分野、検証分野、データ処理アルゴリズム分野、炭素収支推定・大気輸送モデル分野、及び、データ利用研究分野の 5 つから 1 つ選択。）
- ・ 研究テーマ（研究内容を簡潔かつ適切に表すものとする。）
- ・ 主に利用するセンサ（FTS、CAI、もしくは 無し から選択。）
- ・ 複合的に利用するセンサ（FTS、CAI、もしくは 無し から選択。）
- ・ 観測要求（要求する場合、予想される要求 FTS スキャン数を明示すること。）
- ・ データ配布要求（要求する場合、本文「表 1 GOSAT/TANSO プロダクト一覧」からプロダクト名を選択。）
- ・ 研究提案書の要旨（600 字以内）（研究の目的、選択した研究分野における当該研究の意義、方法、タイムスケジュール、期待される成果についての記述を含む。）

2. 本文（5 ページ以内）

研究提案書の本文には、背景、目的、当該分野の科学技術の水準、またはその他の分野で進められている関連研究からみた当該研究の重要性及び作業内容について詳細に記述すること。なお、作業内容については、実施する作業及び実験の大まかな計画、方法、手順の概要を説明すること。以上の内容を羅列し、下に挙げた項目のうち必要な項目について記述すること。

- ・ 目次
- ・ 研究目的
- ・ 研究分野における意義・重要性
- ・ 方法
- ・ 使用するアルゴリズム
- ・ 期待される成果
- ・ GOSAT/TANSO データ配布要求と取得計画（地域、処理レベル、プロダクト名、時期等）
- ・ JAXA 所有の衛星データ提供要求（地域、処理レベル、時期等）

3. 作業計画（研究スケジュール）（フォーム 2）

フォーム 2 を利用し、研究における主な作業や関連するスケジュールの説明を含め、研究活動のタイムスケジュールを記入し提出すること。

4. データ配布要求

JAXA 所有の GOSAT 以外の衛星データの要求（フォーム 3）

以下の衛星データセットを要求する研究者は、フォーム 3 に必要事項を記入し提出すること。なお、JAXA からは以下の衛星の観測データを提供することができる。

- Japanese Earth Resources Satellite (JERS)（全球）
- Advanced Earth Observing Satellite (ADEOS)（全球）
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)（全球）

また、過去に観測された衛星データは、下記サイトにてカタログ化され、検索可能であるため、応募者はデータ要求表を提出する前に、各衛星データの検索サイトで希望するデータが存在するか否か確認することを推奨する。

- JERS, ADEOS, TRMM データの検索サイト
<https://www.gportal.jaxa.jp/gp/top.html>

5. 研究者に関する情報

研究提案の選定に資するため、PI の経歴、主な発表論文及び出版物、特別な技能・資格について記述する。また、研究分担者 (Co-I) についても同様の内容を記述すること。

6. データ処理・解析設備

研究を実施するために利用できる設備や主な機器、研究者が自ら追加的に購入できる主な設備について記述する。また、今回応募する研究に対して、研究者が所属する機関・団体から組織的な援助を受けられる場合、それについても記述すること。

フォーム 1a

Proposal No.
(JAXA/NIES/MOE 使用欄)

<カバーシート>
研究者プロフィール

研究代表者 (PI)

氏名 : _____
役職 : _____
所属部署 : _____
所属機関 : _____
住所 : _____
国籍 : _____ 電子メールアドレス : _____
電話 : _____ ファックス : _____

研究分担者 (Co-I)

氏名	所属機関	電子メールアドレス
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

PI の経歴、研究分野における経験、過去の論文など :

PI の署名 :

共同研究作業計画（研究スケジュール）

PI の氏名 : _____

	2016						2017						2018					
	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2
予定						中間評価						中間評価						中間評価
内容																		

	2019											
	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2
予定						中間評価						
内容												

JAXA 所有の GOSAT 以外の衛星データの要求
 (対象衛星 : JERS, ADEOS, TRMM, ADEOS-II, SPOT, LANDSAT)

PI の氏名 : _____

センサ名	地域 (パス/ロウ又は 緯度/経度)	観測時期	要求シーン数		処理レベル
			最小	最大	

データ提供の方法及び使用媒体は、データ量に応じて決められます。

GOSAT データ利用公募型共同研究約款

独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）、独立行政法人国立環境研究所（NIES）、環境省（MOE）の三者（以下、「三者」という。）は、温室効果ガス観測技術衛星（Greenhouse gases Observing SATellite、以下、「GOSAT」という。）プロジェクトから得られる成果をさらに豊かに有益なものとするを目的に、GOSAT データポリシーに定義される全プロダクト（以下、「GOSAT データ」という。）を利用した研究提案を受けるため、従来より GOSAT 搭載温室効果ガス観測センサ研究公募（以下、「RA」という。）により、提案された研究のうち、RA 選定・評価委員会において適切であると認めた提案課題を採択してきた。今般、採択課題の多くが契約上の終了時期を迎えるにあたり、研究継続のための再契約と、新たな研究公募を実施するため、ここに共同研究約款を示す。

三者及び採択された研究提案を行った研究代表者（Principal Investigator、以下、「PI」という。）の所属する研究機関（Research Organization、以下、「RO」という。）は、次の各条によって共同研究契約（以下、「本契約」という。）を締結・履行するものとする。なお、所属研究機関のない PI については、以下の各条の「RO」を「PI」と読みかえるものとする。

（定義）

第1条 本契約書において次に掲げる用語は次の定義によるものとする。

- (1) 「研究成果」とは本契約に基づき得られたもので、PI が RA の提案書に記載した研究計画にしたがって GOSAT データを使用して研究を実施することにより得られた成果物（報告書、図表、データ）であり、第 6 条に定める研究成果報告書等の書面で確定される本共同研究の目的に合致した発明、考案、意匠、著作物、ノウハウ等の技術的成果及び科学的知見をいう。
 - (2) 「知的財産権」とは知的財産基本法第 2 条第 2 項に規定する権利をいう。
 - (3) 「中間評価」とは、三者による研究成果の評価をいう。三者は第 6 条第 2 項により、とりまとめられた中間成果報告書および進捗状況報告書の評価を行う。
- 2 本契約書において「発明等」とは、特許権の対象となるものについては発明、実用新案権の対象となるものについては考案、意匠権、商標権、回路配置利用権及びプログラム等の著作物の対象となるものについては創作、ノウハウの対象となるものについては案出をいう。
- 3 本契約書において知的財産権の「実施」とは、特許法第 2 条第 3 項に定める行為、実用新案法第 2 条第 3 項に定める行為、意匠法第 2 条第 3 項に定める行為、商標法第 2 条第 3 項に定める行為、半導体集積回路の回路配置に関する法律第 2 条第 3 項に定める行為、著作権法第 2 条第 1 項第 11 号に定める二次的著作物を創作する行為、同項第 15 号、同項第 19 号及び同項第 20 号に定める行為並びにノウハウの使用をいう。

- 4 本契約書において「PI」とは、RA に研究提案書を提出し、採択された研究提案書における研究課題を実施する研究代表者をいう。また、研究分担者（Co-Investigator、以下、「Co-I」という。）とは、大学院博士後期課程在学相当若しくはそれ以上の研究経歴を有する研究協力者であり、PI に代表される研究活動を支援するもので、RO から承認され、三者に登録された者をいう。RA 研究者とは、PI 及び Co-I、並びに PI 及び Co-I を支援する研究者であって RO が三者に提出し承認されたものをいい、学生、補助員及び博士研究員を含む。

（共同研究の分担等）

第2条 三者は、本共同研究の実施に関し次の各号に示す業務を行う。

- (1) RO から提示され、三者により承認された範囲内で、データの処理要求を受け入れ、GOSAT データを RO に提供する。
- (2) RO が研究活動を実施するために必要となる衛星運用データ等の情報を可能な限り提供する。
- (3) 中間評価において研究成果及び進捗報告を評価し、その結果を RO に連絡する。
- (4) 研究報告会等、必要な会合を開催する。

2 RO は、本共同研究の実施に関し次の各号に示す業務を行う。

- (1) 共同研究作業計画に従った研究を実施する。
- (2) 進捗状況報告書、中間成果報告書（原則年 1 回）及び研究成果最終報告書の提出を行う。
- (3) 三者が主催する研究報告会等、必要な会合へ PI 又は Co-I を出席させる。

（研究期間）

第 3 条 本共同研究契約は、RO が申込書により申込をし、三者がこれに対し承諾することをもって成立するものとし、本共同研究の研究期間は、本契約締結の日から最大 4 年で、GOSAT の地上システム運用期間内とする。ただし、中間評価の審査により、継続が不可とされた場合は、契約が途中で解除されることがある。また、契約期間を延長したい場合、RO は三者に書面にて申請し、延長が認められれば、本契約は同一条件で最大 3 年延長されるものとする。

（共同研究に従事する者）

第 4 条 RO は、研究提案書に記載された PI を本共同研究に参加させるものとする。

- 2 Co-I に対しては、本契約書の RO 関連条文を準用するものとし、PI は、Co-I に対し、本契約内容を遵守させるよう措置をするものとする。
- 3 PI は、Co-I を追加するときは、RA 選定・評価委員会に書面により申請し、三者の承認を得るものとする。

- 4 PI は、登録された Co-I 以外の者を本共同研究の RA 研究者として参加させようとするときは、予め三者に書面により通知するものとし、当該者に対し本契約を遵守するよう必要な措置をとるものとする。
- 5 PI 又は Co-I 以外の RA 研究者は、提案書で定められた目的を達成するため、PI 及び Co-I の管理の下に GOSAT データにアクセスすることが出来る。

(研究経費)

第 5 条 三者及び RO は本共同研究において自己の研究分担を遂行するにあたり必要となる費用を、それぞれが負担するものとする。

(研究成果報告書の作成)

- 第 6 条 RO は、本共同研究完了時に、本共同研究の実施期間中に得られた研究成果について英文にて研究成果最終報告書を取りまとめ三者に提出する。
- 2 RO は、原則として年一回、三者による研究成果の中間評価のため、日本文または英文の進捗状況報告書及び中間成果報告書を三者に提出する。ただし、契約後 1 年以内に研究期間が終了する研究課題については、この限りではない。

(ノウハウの指定と定義)

- 第 7 条 三者及び RO は、ノウハウとして取り扱うことが適切であると思われる事項について、速やかにノウハウの指定を行うものとする。具体的にノウハウとは、前条の研究成果報告書に研究成果として記載された事項のうち、本共同研究の実施にあたって用いる知識や技術で、研究を実施する過程で得られるものである。ノウハウの指定は、三者及び RO の協議と合意に基づき行われるものとする。
- 2 ノウハウの指定に当たっては、秘匿すべき期間を明示するものとする。
 - 3 前項の秘匿すべき期間は、三者及び RO が協議のうえ、決定するものとし、原則として本共同研究完了日の翌日から起算して 5 年間とする。ただし、三者及び RO は協議のうえ秘匿すべき期間を延長、又は短縮することができる。

(機器等の持込)

- 第 8 条 三者及び RO は、本共同研究を実施するために必要がある場合は、予め相手方の同意を得て、必要な機器その他の物品を、相手方の施設内に持ち込むことができる。この場合相手方の諸規程等に従わなければならない。
- 2 三者及び RO は、相手方が持ち込んだ物品等（以下、「持込物品」という。）を、本共同研究実施目的以外に使用してはならない。
 - 3 持込物品を滅失又は損傷した場合は、原因にかかわらず速やかにその旨を相手方に報告しなければならない。

(情報交換)

- 第 9 条 三者及び RO は、本共同研究を実施するために必要な、自己が所有する技術資料及びプログラム等（GOSAT データを除く。以下同じ）（以下、「技術資料等」という。）を相互に無償で提供し、使用させ、必要がある場合は助言を要請することができる。
- 2 三者及び RO は、相手方から提供された技術資料等を、相手方の承諾なく本共同研究以外に使用し、又は本共同研究に従事する者以外の者に開示してはならない。
- 3 三者及び RO は、本契約終了後、相手方から提供された技術資料等について、相手方の指示により、相手方に返却又は適切に廃棄する。

(GOSAT データの提供及び権利)

- 第 10 条 三者は、第 2 条第 1 項第 2 号に基づき、以下の各号に従って RO に GOSAT データを無償で提供するものとする。
- (1) RO に対しては、データ配布要求について、RA 選定・評価委員会が提言し、三者が承認した範囲内で、GOSAT データが提供される。
- (2) 三者は GOSAT データの品質及びタイムリーな提供を保証するものではない。
- (3) GOSAT の不具合、運用上の制約、その他の事由により、GOSAT データを RO に提供できない事態が生じたとしても三者は責を負わない。
- 2 RO は、三者から提供を受ける GOSAT データの取得・取り扱いについて、次の各号に従うものとする。
- (1) RO は、RA 選定・評価委員会が提言し、三者が定める 1 研究課題あたりの範囲内で、観測要求を出すことができる。
- (2) RO は、GOSAT データを、本共同研究の目的に限り利用することができる。
- (3) RO はバックアップの目的以外で GOSAT データを複製してはならない。ただし、本共同研究実施に必要な RA 研究者に提供するための複製を除く。
- (4) RO は、GOSAT データのうち、原初データに復元可能な GOSAT データを第 16 条（秘密の保持）に準じて扱うものとし、本共同研究に従事する者以外の者に提供・開示してはならない。
- (5) RO は、本契約終了後、提供された GOSAT データを適切に管理する。
- 3 三者が RO に提供する GOSAT データの権利に関しては以下の各号に従うものとする。
- (1) 三者は RO に提供する全ての GOSAT データについて、一切の知的財産権を有する。
- (2) 前号にかかわらず、RO が本共同研究の実施により GOSAT データを改変し高次付加価値データ（高次な処理を施したデータで、原初データに復元できないデータ）を作成した場合、当該データに関する知的財産権の帰属については、三者及び RO の知的貢献の度合等を考慮して双方が協議して定める。

(知的財産権の帰属及び発明に関する権利の出願等)

- 第 11 条 三者及び RO は、本共同研究の実施に伴い発明等が生じた場合には、速やかに相手方に通知し、当該発明等に係わる知的財産権の帰属及び発明に関する権利の出願等の要否等について協議するものとする。
- 2 本共同研究の結果、三者又は RO が単独で発明等を行ったときは、当該発明等に係わる知的財産権は三者又は RO の単独所有とし、単独で当該知的財産権の出願等の手続きを行うことができるものとするが、出願等の前に予め相手方の確認を得るものとする。この場合、出願等及び権利保全に要する費用は、当該知的財産権を単独で所有する当事者が負担するものとする。
- 3 本共同研究の結果、三者及び RO が共同で発明等を行ったときは、当該発明等に係わる知的財産権を共有するものとし、その持分は三者及び RO が協議のうえ定める。また、当該知的財産権に係る出願等を行おうとするときは、別途共同出願契約を締結し、かかる共同出願契約に従って共同して当該知的財産権に係る出願等を行うものとする。この場合、出願手続き及び権利保全に要する費用は、それぞれの持分に応じて三者及び RO が負担する。
- 4 RO は、本共同研究で実施される研究目的のために知的財産保護を三者に要請したい場合には、書面にて三者側に通知する。この場合、三者は RO がその知的財産保護を進めて良い旨の承認を遅滞なく行うものとする。

(外国出願)

- 第 12 条 前条の規定は、外国における知的財産権の出願及び権利保全についても適用する。
- 2 三者及び RO は、前条第 3 項に基づく三者及び RO 共有の知的財産権に係わる外国出願を行うにあたっては、双方協議のうえ行うものとする。

(研究成果の自己利用の実施)

- 第 13 条 三者及び RO は、共有の研究成果を利用する場合は、三者及び RO が自己の研究開発目的で(自己の目的で第三者に利用させる場合を含む。)、非営利かつ平和目的の場合に限り、相手方の同意を得ることなく、無償で利用することができる。
- 2 三者及び RO は、共有の知的財産権を利用する場合は、前項に定める場合を除き、あらかじめ相手方の同意を得、別途締結する利用契約で定める利用料を支払う。
- 3 三者は、RO が三者に提出した進捗状況報告書、中間成果報告書及び研究成果最終報告書について、第 17 条(研究成果の公表)を遵守したうえで、利用、編集、複製、頒布することができる。この場合、PI と Co-I は著作者人格権を行使しないものとする。

(知的財産権の第三者に対する実施許諾)

第 14 条 三者及び RO は、本共同研究の実施により得られた三者及び RO が共有する知的財産権を第三者に実施許諾しようとするときは、事前に相手方の書面による同意を得るものとし、許諾の条件は協議して定める。

2 三者及び RO は、前項により第三者に実施許諾する場合、別途契約する実施契約で定める実施料を第三者から徴収するものとする。この場合において、第三者から徴収する実施料は、当該権利に係わる持分に応じて三者及び RO に分配するものとする。

(持分の譲渡等)

第 15 条 三者及び RO は、本共同研究の実施により生じた知的財産権の自己の持分を三者及び RO で協議のうえ、指定した者に限り譲渡できる。当該譲渡は、別途契約する譲渡契約により行う。

2 三者及び RO は、共有の知的財産権の自己の持分を放棄する場合は、相手方に予め通知し、相手方が希望するときは、自己の持分を当該相手方に譲渡する。

(機密の保持)

第 16 条 本共同研究における秘密情報とは、次の各号のいずれかに該当するものをいう。

(1) 本共同研究の結果得られた成果のうち、秘密である旨の表示が付された書面、サンプル等の有形物、又は有形無形を問わず三者及び RO で秘密情報として取り決め、書面により確認されたもの。

(2) 有形無形を問わず、相手方より秘密として開示・交付された情報。

2 三者及び RO は、秘密情報を適切に管理し、これを本共同研究に従事する者以外の者に漏洩し又は開示してはならない。ただし、次の各号のいずれかに該当するものについてはこの限りではない。

(1) 相手方から知得する以前に、既に公知であるもの。

(2) 相手方から知得した後に、自らの責によらず公知となったもの。

(3) 相手方から知得する以前に、既に自ら所有していたもので、かかる事実が立証できるもの。

(4) 正当な権限を有する第三者から秘密保持の義務を伴わず適法に知得したことを証明できるもの。

(5) 相手方から知得した情報に依存することなく独自に得た資料・情報で、かかる事実が立証できるもの。

(6) 相手方から公開又は開示に係わる書面による同意が得られたもの。

(7) 裁判所命令若しくは法律によって開示を要求されたもの。この場合、かかる要求があったことを相手方に直ちに通知する。

3 第 2 項に基づく秘密保持義務は、本契約終了（解除を含む）後も 5 年間有効とする。ただし、三者及び RO で協議の上、この期間を延長、又は短縮することができるものとする。

る。

(研究成果の公表)

第 17 条 三者及び RO は、本共同研究によって得られた研究成果について、第 16 条で規定する秘密保持の義務を遵守したうえで発表もしくは公開すること（以下、「研究成果の公表」という。）ができるものとする。

- 2 前項の場合、三者又は RO（以下、「公表希望当事者」という。）は、研究成果の公表に先立ち書面にて相手方に通知し、相手方の事前の書面による同意を得なければならない。この場合、相手方は、正当な理由なくかかる同意を拒まないものとする。（RO から三者への通知は、原則として論文提出又は学会・講演会発表の 30 日以前に行うものとする。）
- 3 前項の通知を受けた相手方は、当該通知の内容に将来期待される利益が公表により喪失するおそれがある内容が含まれていると判断されるときは、公表内容の修正を書面にて公表希望当事者に通知し、公表希望当事者は、相手方と協議するものとする。公表希望当事者は、公表により将来期待される利益を喪失するおそれがあるとして本項により通知を受けた部分については、相手方の同意なく公表してはならない。
- 4 公表希望当事者は、当該研究成果の公表に際し、当該成果が本共同研究により得られた成果である旨及び GOSAT データの出所を明示する。
- 5 第 2 項の通知を要する期間は、本共同研究の有効期間及び本共同研究完了日の翌日から起算して 1 年間とする。ただし、三者及び RO 協議のうえ、この期間を延長、又は短縮することができるものとする。

(相互の損害責任)

第 18 条 三者及び RO は、本共同研究の実施により、相手方によって引き起こされた、自己の職員の障害、死亡又は自己の財産の損害、滅失について、相手方の故意又は重過失によるものを除き、賠償を請求しないものとする。

(研究の休止及び復帰)

第 19 条 以下に記載する、研究遂行上やむを得ない事由が発生した時には、三者及び RO は協議のうえ、本共同研究を休止することができる。休止期間及び復帰時期については、三者及び RO は協議のうえ、決定するものとする。この場合において、三者及び RO は、いかなる補償の請求も行わないものとする。なお、休止期間が共同研究の有効期間を超える場合や、復帰の目処が立たないと想定される場合には、第 20 条 (1) により、RO は契約の解除を三者に申し出、三者は、これにより、契約の解除に合意するものとする。

- (1) 地震・火災・風水害等不慮の災害
- (2) PI の退職
- (3) 主たる研究担当者の病気・事故等による長期入院または長期療養等

- (4) 主たる研究担当者の出産・育児休暇・介護休暇
- (5) 主たる研究担当者の他機関等への長期出向または長期出張
- (6) 研究予算凍結等による研究体制維持困難
- (7) RO の組織変更等による研究体制維持困難
- (8) その他研究遂行上真にやむを得ない事由と RA 選定・評価委員会が判断し、それを三者が追認する場合

(契約の解除)

第 20 条 三者及び RO は、次の各号のいずれかに該当するときは本契約を解除することができるものとする。

- (1) 三者及び RO の合意によるとき。
 - (2) 相手方が本契約の履行に関し不正又は不当な行いをし、催告後 7 日以内に是正されないとき。
 - (3) 相手方が本契約に違反し、催告後 7 日以内に是正されないとき。
- 2 三者は、次の各号のいずれかに該当するときは本契約を解除することができる。
- (1) 中間評価の審査により、継続が不可とされたとき。
 - (2) 三者が本共同研究の枠組みを終了するとき。
- 3 本契約が解除された場合であっても、RO は、解除までに実施された研究について成果をとりまとめ、研究成果最終報告書を三者に提出するものとする。

(契約の有効期間)

- 第 21 条 本契約の有効期間は第 3 条に定める研究期間に加え、以下の契約終期までとする。すなわち、契約の始期は、三者と RO 責任者による署名日の中の最も遅い署名日とし、契約終期は、「研究成果最終報告書」(共同研究完了時に第 6 条の規定により提出される)が RA 事務局に提出され、RA 選定・評価委員会に受理された日とする。
- 2 前項の本契約期間終了後も、第 9 条、第 10 条第 2 項及び第 3 項、第 11 条から第 15 条までの規定は、当該条項に定める知的財産権の権利存続期間中有効とし、第 16 条及び第 17 条の規定は、当該条項において規定する期間効力を有する。

(協議)

第 22 条 本約款に定めのない事項について、これを定める必要があるときは、また、本約款の内容の整合性、解釈等に疑義の生じたときは、三者及び RO が協議のうえ定めるものとする。

(RO の変更)

第 23 条 PI の異動等により、RO が変更される場合は、三者と RO で締結された本共同

研究契約は自動解除となる。

- 2 PI が研究課題を継続するにあたり、PI が新たに所属する機関（所属機関がない場合は PI 個人）と三者は、改めて共同研究契約を締結しなければならない。
- 3 前項の共同研究契約締結において、PI の新たな所属機関及びそれが所属する国が、RA の目的に適合しない場合、または GOSAT データの平和利用に抵触するであろうと判断された場合は、三者は契約締結を拒否する権利を有する。

(PI の変更の特例)

第 24 条 RO は、研究契約を継続するにあたり、やむを得ない事情により同一機関に所属する別の職員を新たな PI として変更登録をしたい場合には、新たな PI 候補者が三者に書面にて申請し、それを RA 選定・評価委員会が承認し、三者が認めた場合に、本契約は同一条件で継続できるものとする。

以上

署 名 欄

1. 研究代表者の所属機関の代表者または研究代表者：

- ・機関名：
- ・連絡先：
- ・代表者名：

平成 年 月 日

署 名 _____

2. 三者代表：

- ・ 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門
事業推進部長 深津 敦

平成 年 月 日

署 名 _____

深津 敦

- ・ 国立研究開発法人 国立環境研究所 地球環境研究センター
衛星観測研究室長 横田 達也

平成 年 月 日

署 名 _____

横田 達也

- ・ 環境省 地球環境局 総務課 研究調査室
室長補佐 竹中 篤史

平成 年 月 日

署 名 _____

竹中 篤史

以 上

GOSAT RA 共同研究契約解除の申し出

平成〇〇年〇〇月〇〇日

環境省 殿
 (国研) 宇宙航空研究開発機構 殿
 (国研) 国立環境研究所 殿

第__回 RA 研究代表者 (PI) _____より、下記の理由により
 契約解除が必要な旨の申し出がありましたので、_____(所属機関名)_____
 は、PI の所属機関として、三者との共同研究契約の解除を希望します。

研究代表者	
所属機関	
課題名	
契約解除理由	

以上

(研究代表者の所属機関の代表者)

機関名 :

連絡先 :

代表者名 :

平成 年 月 日

署名 _____

GOSAT RA 共同研究契約解除承諾書

三者（宇宙航空研究開発機構（JAXA）、国立環境研究所（NIES）、環境省（MOE））は、契約解除の申し出を承諾します。

三者代表者：

- 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門
事業推進部長 深津 敦

平成 年 月 日

署名 _____
深津 敦

- 国立研究開発法人 国立環境研究所 地球環境研究センター
衛星観測研究室長 横田 達也

平成 年 月 日

署名 _____
横田 達也

- 環境省 地球環境局 総務課 研究調査室
室長補佐 竹中 篤史

平成 年 月 日

署名 _____
竹中 篤史

以上

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)
搭載
温室効果ガス観測センサ (TANSO)

研究公募
(Research Announcement)

添付資料 F

ユーザ区分、RA に関する用語および略語

F.1 ユーザ区分

GOSAT プロダクトのユーザを以下のように区分する。

F.1-1 GOSAT プロダクトのユーザ区分

ユーザ区分	説明
プロジェクトスタッフ(PS)	GOSAT プロジェクトの実施主体である三者に所属する研究者、職員など。また、三者よりの委託を受けて GOSAT 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(RA)	RA に採択された研究課題を実施する者で、三者に承認され、登録された PI (Principal Investigator) と Co-I (Co-Investigator) をいう。
RA*研究者(RA*)	RA 研究者の中で特に校正、データ処理アルゴリズム、検証の各分野に属する研究課題を実施する研究者。
RA+研究者(RA+)	RA 研究者の中で、炭素収支推定・大気輸送モデル、データ利用研究の各分野に属する研究課題を実施する研究者。
RA-Mo 研究者 (RA-Mo)	RA 研究者の中で、炭素収支推定・大気輸送モデル分野に属する研究課題を実施する研究者。
サイエンスチームメンバー(ST)	GOSAT サイエンスチームのメンバー。
サイエンスチームメンバー*(ST*)	GOSAT サイエンスチームのメンバーの中で、特に校正、データ処理アルゴリズム研究、検証の各分野に関わる研究課題を実施するメンバー。
一般(GU)	上記以外の一般のデータユーザ。

F.2 RA に関する用語および略語

本 RA で用いられている用語および略語の説明を以下に示す。

表 F.2-1 本 RA に関する用語

用語	意味
RA 研究者	RA に採択された研究課題を実施する研究者で、三者に承認され、登録された PI (Principal Investigator) と Co-I (Co-Investigator) をいう。
RA 選定・評価委員会	RA に応募された研究課題の選定を行い三者に提言し、また、選定された研究課題の成果に対する評価を行い三者に報告する委員会。

用語	意味
アポダイゼーション	インターフェログラムをフーリエ変換してスペクトルを得る際に、光路差の関数としての擬似的な加重（アポダイズ関数）をインターフェログラムに乗じて畳み込み演算を行う処理を示す。アポダイゼーションを行わない場合、装置関数が sinc 関数となる。一般に、アポダイゼーションを行うことで sinc 関数の振動を抑制することができるが、同時に装置関数の半値全幅が大きくなる。
アロングトラック方向	衛星固定座標系における衛星の進行方向。
インターフェログラム	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のこと。
インバースモデル	注目する大気成分（例えば二酸化炭素）の吸収・排出源及びその量を、大気輸送モデルと統計学的手法を併用し、GOSAT等の観測データより推定する手法（モデル）。
エアロソル	大気中に浮遊する微小な液体または固体の粒子。（エアロゾルまたはエーロソルとも言う）。
オリジナルデータ	JAXAまたはNIESから提供されるGOSATのデータプロダクト。RA研究者の研究の成果として得られるデータとは区別する。
観測要求	GOSAT が定常的に観測する地点とは別に、校正検証サイトの観測など、ある特別な意図をもって観測地点を指定する要求のこと。
幾何補正	観測データの位置に関する情報の補正。バンド間レジストレーション、標高を考慮した観測位置の緯度・経度の補正などをいう。
気体カラム量 (気柱量)	単位面積あたりの鉛直気柱内に存在する気体の総量（単位面積当たりの分子数）。
気体濃度プロファイル	気体濃度（単位体積当たりの分子数または単位体積に占めるその気体の体積割合を表す）の高度分布
区域	全球を経度方向に西経 25 度から 60 度ごとに、緯度方向に北緯 90 度から 30 度ごとに区切り、36 分割した領域を 1 区域とし、CAI L3 植生指数プロダクトの格納単位として用いる。
領域	L4A プロダクトの、温室効果ガスのネット吸収排出量を算出するために全球を 64 分割した単位。
クロストラック方向	衛星固定座標系における衛星の進行方向と垂直な方向。

用語	意味
ゲイン	TANSO-FTSにおいて、観測対象の明るさ（光量）に応じて、コマンドにより適切な信号処理レベル（電圧）まで信号を増幅するための信号増幅率をいう。Band 1～Band 3を同時にL (Low)、M (Middle)、H (High)の3段階で設定可能。 TANSO-CAIについては、露光時間を変えることによって受光信号の強度を変化させられるため、より細かなゲイン調整が可能である。
研究代表者	RA に採択された研究課題を実施する研究者のうち、その研究課題の代表者であり、三者との共同研究契約における窓口となる者。PI (Principal Investigator)のこと。
研究分担者	RAに採択された研究課題を実施するPIの研究協力者である。PIおよび三者に承認され、登録された者をいう。Co-I (Co-Investigator)のこと。
検査ステージ	<p>GOSATのL4プロダクトがユーザに提供・公開される過程では、次の3つの検査作業が行われる。</p> <p>①□初期チェック：</p> <p style="padding-left: 2em;">L2プロダクトと地上測定局のデータから炭素収支解析によって算出し、目視レベルで確からしさを検査する。</p> <p>②検査解析：</p> <p style="padding-left: 2em;">初期チェック済みのプロダクトを一定期間専門分野のユーザが確認する。</p> <p>③提供後確認：</p> <p style="padding-left: 2em;">プロダクトを特定ユーザに提供し、提供後一定期間内に特定ユーザからプロダクトについて大きな問題の報告がされていないか確認する。</p> <p>プロダクトは検査作業の進行に応じてU(Unchecked)、P(Preliminarily Checked)、Ch(Checked)、C(Confirmed)の4段階（ステージ）に分類される。この分類のことを検査ステージと呼ぶ。</p>

用語	意味
検証ステージ	<p>GOSATのL2プロダクトがユーザに提供・公開される過程では、次の3つの検証作業が行われる。</p> <p>①初期チェック： データ処理アルゴリズムの妥当性を確認するため、特定の観測データを処理し、目視により処理結果を確認する。</p> <p>②検証解析： プロダクトの信頼性を評価するため、検証データとの比較を行う。</p> <p>③提供後確認： プロダクトを特定ユーザに提供し、提供後一定期間内に特定ユーザからプロダクトについて大きな問題の報告がされていないか確認する。</p> <p>プロダクトは検証作業の進行に応じてU (Unchecked)、P (Preliminarily Checked)、V (Validated)、C (Confirmed)の4段階(ステージ)に分類される。この分類のことを検証ステージと呼ぶ。</p>
Co-I (Co-Investigator)	<p>RAに採択された研究課題を実施する研究分担者で、PIの研究協力者である。PIおよび三者に承認、登録された者をいう。</p>
校正ステージ	<p>GOSATのL1プロダクトがユーザに提供・公開される過程では、次の3つの校正作業が行われる。</p> <p>①初期チェック： センサ特性を確認するため、特定の観測データを処理し、目視により処理結果を確認する。</p> <p>②校正解析： センサの校正を終え、その妥当性を確認する。</p> <p>③提供後確認： プロダクトを特定ユーザに提供し、提供後一定期間内に特定ユーザからプロダクトについて大きな問題の報告がされていないか確認する。</p> <p>プロダクトは校正作業の進行に応じてU (Unchecked)、P (Preliminarily Checked)、Ca (Calibrated)、C (Confirmed)の4段階(ステージ)に分類される。この分類のことを校正ステージと呼ぶ。</p>
コーナーキューブ	<p>光を反射する性質を持った3枚の平面の板を互いに直角に組み合わせ、立方体の半分を作ったもの。その内側に入射した光は、平面で3回の反射を繰り返した後、もとの入射方向に戻る性質を有する。</p>
サイエンスチーム	<p>GOSATプロジェクトに科学的助言を与えるために設置された組織。</p>

用語	意味
サングリント	一般には太陽光の水面における鏡面反射現象をいう。鏡面反射点は太陽、センサ、鏡面反射点が同一面内にあり、入射角と反射角が等しいところをさすが、センサーへの入射光が最も強くなるのはこの近傍になるので、FTSの水面の観測では鏡面反射点近傍を観測する。
シーン	<p><u>FTSの場合：</u></p> <p>FTSの1周回分の観測データを、衛星の昇交点通過時刻を起点に時間で60等分したものをシーンと定義する。シーンはFTSレベル1プロダクトの格納単位である。</p> <p><u>CAIの場合：</u></p> <p>衛星の昇交点を起点とした1周回分のデータをシーンと定義する。シーンは、CAIレベル1Aプロダクトの格納単位である。通常、CAIは地上日照時のみデータを取得するため、CAIの1シーンは1つの連続した地上日照域のデータを含む（日陰域のデータは含まれない）。</p>
スキャン	TANSO-FTS によってひとつのインターフェログラムを取得する単位。
装置関数校正	センサの波長方向感度特性を考慮して行う校正。
大気輸送モデル	注目する大気成分（例えば二酸化炭素、メタン）の分布とその変動を推定する数値モデル。二酸化炭素（メタン）であれば、既存の吸収・排出量データを基に、気象データ（気温、風等）や大気中での化学反応を考慮し、その濃度の変動をシミュレートする。
ダイクロイックフィルタ	特定の波長の光を透過させ、ほかの波長を反射させる作用をもつ光学フィルタ。
太陽同期準回帰軌道	太陽同期軌道と準回帰軌道を組み合わせた軌道のこと。地球が太陽のまわりを1回転する1公転周期の間に人工衛星の軌道面も1回転する太陽同期軌道の特性に加え、一定周期で同一の軌道にほぼ回帰する準回帰軌道の特性がある。GOSATでは、44周回、3日の後にほぼ同一軌道に回帰し、また、降交点通過時の地方太陽時が13時近傍に制御され、その結果中・低緯度での衛星直下点での地方太陽時もその近傍になる。
炭素収支推定モデル	GOSATなどによって得られた大気中の二酸化炭素などの分布から、気象データを利用して、全球を適当なスケールに分割した地域毎に炭素の吸収あるいは排出量を推定するモデル。

用語	意味
定常点観測	TANSO-FTS が通常観測する地点。ポインティングモード (1,3,5,7,9 点の 5 つのモードがある) のいずれの場合も 3 日回帰毎に同じ点の観測を行うことになる。
特定点観測	校正検証サイトや天然ガスパイプラインに沿った観測点など定常点観測とは、異なる地点の観測を行うこと。
排出インベントリ	調査に基づく二酸化炭素などの人為的な排出量に関する地域ごとの情報。
(光に関する) バンドパスフィルタ	特定の範囲の波長帯の光のみを通し、他の波長の光は通さない (減衰させる) 作用をもつ光学フィルタ。
半値全幅	装置関数などの山型の関数の広がりを表す指標。単峰の形の関数とその最大値の半分の値となる二箇所の波長または波数の差で定義される。
PI (Principal Investigator)	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の略称であり、三者との共同研究契約における窓口となる者。
ビームスプリッタ	光束を二つに分割する光学部品。ビームスプリッタに入射した光の一部は反射し、一部は透過する。偏光成分を分離できるものは偏光ビームスプリッタと呼ばれる。
評価ステージ	<p>GOSATのL3プロダクトがユーザに提供・公開される過程では、次の2つの評価作業が行われる。</p> <p>①初期チェック： 特定のL2プロダクトからL3プロダクトを処理・作成し、目視により結果を評価する。</p> <p>②提供後確認： プロダクトを特定ユーザに提供し、提供後一定期間内に特定ユーザからプロダクトについて大きな問題の報告がされていないか確認する。</p> <p>プロダクトは評価作業の進行に応じて U (Unchecked)、E (Evaluated)、C (Confirmed)の3段階 (ステージ) に分類される。この分類のことを評価ステージと呼ぶ。</p>
フーリエ変換分光光度計 (Fourier Transform Spectrometer, FTS)	干渉計によって得られる装置への入射光の干渉信号 (インターフェログラム) を観測し、その信号をフーリエ変換することにより輝度スペクトルを得るための観測装置。GOSAT では二酸化炭素やメタンなどの吸収または放射の輝度スペクトルの測定に利用される。

用語	意味
プロダクト	GOSAT によって観測されたデータの処理結果を、ユーザに提供するために所定のフォーマットに成形したデジタル情報、またはその電子ファイル。データプロダクトとも言う。
プロダクト配布要求	研究課題を実施するために必要なプロダクトの提供を要求すること。
フレーム	CAI にて、シーンを衛星の地上軌跡で 60 等分したデータをフレームと定義する。フレームは、CAI レベル 1B、CAI レベル 1B+及び CAI レベル 2 のプロダクトの格納単位である。
分光分解能	波長の場合、分光計が分離することが出来る最小波長差をいう。波数分解能の場合は、波数で表す。
偏光	電場および磁場が特定の方向に偏って振動している光。
放射輝度校正	観測データの整数値（デジタルナンバー）を放射輝度の単位へ工学値変換する際に、種々の観測データや変換方式を用いて正しい変換値を求めること。
マヌーバ	制御用のエンジンの噴射等により、衛星の姿勢や速度を制御すること。衛星の姿勢や軌道を所定の値に保持・変更する場合に用いられる。
陸域生態系モデル	森林や草原などの陸域植生の生態系と大気との熱や水、炭素等の交換過程（光合成、呼吸等含む）をモデル化したもの。

表 F.2-2 本 RA に関する略語

略語	完全表記
ADEOS	ADvanced Earth Observation Satellite
ADEOS- II/GLI	ADvanced Earth Observation Satellite- II/GLobal Imager
AERONET	AErosol RObotic NETwork
AIRS	Atmospheric InfraRed Sounder
ALOS	Advanced Land Observing Satellite
ASE	Association of Space Explorers
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
ASTER GDEM	ASTER Global Digital Elevation Model
AT	Along Track
CAI	(See TANSO-CAI)
CALIPSO	Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observation
CAM	monitor CAMera
CME	Continuous CO2 Measuring Equipment
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales (in French) : National Center of Space Studies (in English)
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
CT	Cross Track
DB	Diode Box
DEM	Digital Elevation Model
ENVISAT	ENVIronmental SATellite
EOS	Earth Observing System (NASA Project)
FFT	Fast Fourier Transform
FTS	Fourier Transform Spectrometer, or see TANSO-FTS
GAW	Global Atmosphere Watch (WMO Project)
GCP	Ground Control Point
GOME	Global Ozone Monitoring Experiment
GOSAT	Greenhouse gases Observing SATellite
GSFC	Goddard Space Flight Center (NASA)
GSHHS	Global Self-consistent Hierarchical High-resolution Shorelines
HDF	Hierarchical Data Format

略語	完全表記
HITRAN	HIgh-resolution TRANsmission molecular absorption database
HSTAR	High-resolution System for Transfer of Atmospheric Radiation
IASI	Infared Atmospheric Sounding Interferometer
IGM	InterferoGraM
IIR	Imaging Infrared Radiometer
ILAS	Improved Limb Atmospheric Spectrometer
ILS	Instrument Line Shape
IMG	Interferometric Monitor for Greenhouse Gas
IRS	Indian Remote Sensing satellite
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
JERS	Japanese Earth Resources Satellite
JPL	Jet Propulsion Laboratory
LLM	Light Load Mode
LUT	Look Up Table
MAP	Maximum A Posteriori
MDP	Mission Data Processor
MODIS	MODerate resolution Imaging Spectroradiometer
MOE	Ministry Of the Environment of Japan
MOS	Marine Observation Satellite
MTF	Modulation Transfer Function
NDACC	Network for the Detection of Atmospheric Composition Change
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NetCDF	Network Common Data Form
NIES	National Institute for Environmental Studies (Japan)
NIR	Near InfraRed
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OCO	Orbiting Carbon Observatory (NASA Spacecraft)
OMI	Ozone Monitoring Instrument
POLDER	POlarization and Directionality of the Earth's Reflectances
PPDF	Photon Pathlength Distribution Function
PRISM	Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping

略語	完全表記
RA	Research Announcement
RAMCES	Reseau Atmospherique de Mesure des Composes a Effet de Serre (in French) : Near Real Time CO2 Concentration (in English)
ROLO	RObotic Lunar Observatory
RSTAR	Remote sensing System for Transfer of Atmospheric Radiation
SAR	Synthetic Aperture Radar
SCIAMACHY	SCanning Imaging Absorption spectroMeter for Atmospheric CartographY
S-LLM	Super-Light Load Mode
SNR	Signal to Noise Ratio
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre
SPRINTARS	Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
SST	Sea Surface Temperature
ST	Science Team
SWIR	Short Wavelength InfraRed / Short Wave Infrared Radiometer
TANSO	Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation
TANSO-CAI	TANSO – Cloud and Aerosol Imager
TANSO-FTS	TANSO – Fourier Transform Spectrometer
TCCON	Total Carbon Column Observing Network
TES	Tropospheric Emission Spectrometer
TIR	Thermal Infrared Radiometer
TOMS	Total Ozone Mapping Spectrometer
TRANSCOM	atmospheric tracer TRANSport model interCOMparison project
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission
U, E, C	Unchecked, Evaluated, Confirmed (Stages of Evaluation)
U, P, Ca, C	Unchecked, Preliminarily checked, Calibrated, Confirmed (Stages of Calibration)
U, P, Ch, C	Unchecked, Preliminarily checked, Checked, Confirmed (Stages of Check)
U, P, V, C	Unchecked, Preliminary checked, Validated, Confirmed (Stages of Validation); Unchecked, Preliminary checked, Validated nominally (for L2 research products)

略語	完全表記
USGS	U.S. Geological Survey
VGA	Video Graphics Array
WDCGG	World Data Centre for Greenhouse Gases
WFC	high-resolution Wide Field Camera
WMO	World Meteorological Organization
WWW	World Wide Web
ZPD	Zero Path Difference