

ALOS

ユーザハンドブック

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター



目 次

1.	はじめに	1
2.	ALOS サイエンスプログラム	2
2. 1	構想と背景	2
2. 1. 1	多様化する地球環境問題	2
2. 1. 2	Think globally and act locally---地域のニーズと調和した地球環境 対策の実現 2	
2. 1. 3	地理情報システム(GIS)の普及	3
2. 1. 4	ALOS の構想	3
2. 1. 5	ALOS 京都・炭素観測計画	5
2. 2	目標	8
2. 2. 1	一般的な目標	8
2. 2. 2	戦略的な目標	16
2. 3	ALOS データ利用事例	19
2. 3. 1	校正検証 (PALSAR)	19
2. 3. 2	校正・検証 (PRISM、AVNIR-2)	21
2. 3. 3	森林、湿原、植生	24
2. 3. 4	地質、地形	28
2. 3. 5	水文・水資源、雪氷	31
2. 3. 6	災害監視、災害管理	35
2. 3. 7	土地利用、土地被覆、農業	42
2. 3. 8	海洋学分野への利用事例	44
2. 3. 9	国際極年 (International Polar Year : IPY)	52
2. 3. 10	都市	54
3.	ALOS について	55
3. 1	衛星概要	55
3. 2	PRISM 概要	56
3. 3	AVNIR-2 概要	58
3. 4	PALSAR 概要	60
4.	プロダクトについて	63
4. 1	PRISM	63
4. 1. 1	プロダクト概要	63
4. 1. 2	プロダクトフォーマット	72
4. 2	AVNIR-2	75
4. 2. 1	プロダクト仕様	75
4. 2. 2	プロダクトフォーマット	82
4. 3	PALSAR	85
4. 3. 1	プロダクト概要	85
4. 3. 2	プロダクトフォーマット	90

5.	運用について	94
5. 1	センサ運用の概要	94
5. 1. 1	PRISM	96
5. 1. 2	AVNIR-2	97
5. 1. 3	PALSAR	98
5. 2	運用シナリオ	99
5. 3	運用の優先順位	109
6.	ユーザサービス	110
6. 1	ユーザサービス	110
6. 1. 1	サービス概要	110
6. 1. 2	ユーザ種別	110
6. 1. 3	データ提供方針	111
6. 2	AUIG	115
6. 2. 1	AUIG 概要	115
6. 2. 2	サービス利用制約	115
6. 2. 3	利用方法	117
6. 2. 4	注意事項・制約事項	118
6. 3	ALOS 研究公募	120
6. 3. 1	はじめに	120
6. 3. 2	研究目標と目的	121
6. 3. 3	データ提供	124
6. 3. 4	資金提供	125
6. 3. 5	応募資格	125
6. 3. 6	PI の権利と義務	125
6. 3. 7	研究体制	126

1. はじめに

「だいち」が打ち上がり1年半がすぎた。この間、衛星、センサの初期ミッションチェック、初期校正、定常校正を行い、衛星とセンサの性能を確認した。衛星は正常・順調であり、センサに正しい位置、姿勢、時刻を提供し、地球観測センサの屋台骨役を果たしていることを確認した。これら情報は、センサの画像性能を世界一流に引き上げる源である。観測センサである高分解能の立体視センサ、可視近赤外センサ、そして、L-バンド合成開口レーダはそれぞれが高い性能を持っており、過去一年半に実施した性能評価結果に基づき、画像処理技術を駆使し、画像精度（幾何学精度、ラジオメトリック精度：校正検証）を向上してきた。地球観測の応用事例としてのデータからの地球物理量の抽出については、現時点、数値標高モデルの作成、正射投影法の修得、地震・火山変動量抽出、森林伐採などの環境変化の把握、などを行ってきた。「だいち」は幅広く社会に貢献することが求められている。災害時対応が一例である。即時観測計画の立案、被災箇所の特典、データの即時配信が求められており、この一年半に、これらの機能確認を行った。勿論、画像の精度があつてこそそのものであり、その意味で、この1年半に、技術的・目的的にも各種フィードバックを得て、使いやすい観測システムになってきたと思う。本データ利用ハンドブック（第二版）は、打ち上げ前に作成した前版が“実データを使えばこうなるであろう”を基調としたのに対して、この一年半の成果を主体として作成した。未完成の分野も多いが、最終目的地までの経過として捕らえていただければありがたい。本資料により、だいちの研究、利用（校正検証も含めて）で何がわかるかが見えてくると思う。その意味で、本資料は読者にとって将来にわたって参照できる文書ではないかと考えている。

宇宙航空研究開発機構

地球観測研究センター

ALOS サイエンス・プロジェクト・マネージャー

島田政信

2. ALOS サイエンスプログラム

2. 1 構想と背景

2. 1. 1 多様化する地球環境問題

これまで、地球環境問題に関する議論の多くは温室効果ガスによる地球温暖化のインパクトの予測・評価と防止に向けられてきた。一つの国から排出される温室効果ガスがたちまち拡散し、全球的な規模で影響を与えるという点において、気候変動はきわめてわかりやすい「地球」規模の環境問題である。

しかし、地球環境問題は、気候の変動だけでなく（場合によっては気候変動と関わりなく）、食糧問題に代表されるような資源問題としての側面も有している。突然、地球規模の飢餓が起こることはありそうにないが、主要穀物の生産不足や価格の高騰がまず脆弱な地域に大きなプレッシャーを与え、波及的に世界システムを不安定化する可能性がある。

たとえば、アフリカで頻発している内戦などにおいても土地資源の劣化や水資源の不足に伴う恒久的な貧困がその根底にあり、さらに戦乱による荒廃が輪をかけて、多量の難民などを発生させている。こうした土地・水に起因する資源問題は世界システムの不安定化などを引き起こす可能性があることから、まさにグローバルに共通な重要課題であるといえよう。

しかし、食糧の生産基盤の強化や脆弱性の改善のためには、土地や水、植生などに関する「ローカル」な情報収集の積み重ねが必要である。また、生物多様性の維持に代表されるように、生態系の保全や遺伝子資源の保護も重要な地球レベルの課題と認識されはじめている。これにも同様にローカルな情報のグローバルな積み重ねが必要とされる。

すなわち「グローバルな問題を扱うためには、解像度の粗いデータで十分」というのではなく、地域スケールでも十分使える高精度なデータがグローバルスケールで必要なのである。そしてそれは技術的に十分可能になりつつある。

2. 1. 2 Think globally and act locally---地域のニーズと調和した地球環境対策の実現

京都議定書に象徴されるように地球環境問題は、その影響の大きさの評価や発生メカニズムの解明だけが議論される段階から、対策の立案と合意形成、実現戦略が議論される段階へと移りつつある。

温室効果ガス排出の抑制に限っていえば炭素排出税や排出権取引、省エネ技術開発などに加え、炭素蓄積・固定のための森林保全等が有効な対応策として考えられている。森林保全・再生といった政策は、地域に密着し直接的な利害関係が生じると考えられることから、円滑かつ効果的に実施するためには、地域のニーズと調和させることが不可欠である。地域の住民などが大きな不利益を被るグローバルな政策は「持続可能」ではない。

結果として、グローバルな視点からの政策を実現するために当該地域のローカルなデータが必要となる。特に土地や水資源の保全や持続的な利用による食糧生産の安定化や災害リスクの軽減、あるいは生態系の保全による種の多様性の維持といっ

た目標は、まさにそれぞれの地域で行われてきた地域計画・管理本来の政策課題そのものである。

このようにグローバルな視点からの要求と地域のニーズを調和させた、実現可能な政策立案のために、グローバルなカバレッジを持ち、ローカルなニーズも検討に反映することのできる詳細な地域データが必要となる。

2. 1. 3 地理情報システム (GIS) の普及

今日、多くの地域計画・開発の現場で地理情報システムの利用が本格化しつつある。地域計画や管理には、様々な情報をつきあわせた総合的な判断やシミュレーション（思考実験）による裏付け・評価が必要であり、数値地図を媒介として環境・資源、人間活動などに関する情報を統合することを可能にする GIS は、不可欠なツールであるといえる。

しかし、現在、地域の計画や管理において特に慎重な検討を必要とする開発途上の多くの地域については、地形・植生といったきわめて基本的なデータですら、GIS で管理すべきデータが存在しないか、あるいはあっても国防上の理由などにより公開されないことがきわめて多い。逆に言えば、受け皿となる GIS 環境の整備が急速に進みつつあることを考えると、GIS で利用できる新鮮な情報を円滑・効率的に流通させることができれば、その波及効果はきわめて大きいと期待される。特に、どんな利用にも不可欠な地形などの基礎情報（空間データインフラと呼ばれることが多い）の提供が望まれている。

こうした GIS の普及はさらに、一般の利用者がかなり強力なデータ処理能力を持ち始めていることも意味する。必要なソフトを添付し、最新の入力パラメータがネットワーク経由で簡単に入手できるようにするなど、利用者の処理しやすい形でデータを提供すれば、データ処理のある部分をユーザーに任せることも可能になると考えられる。また、高次処理を進めるためのソフトウェアも、広く配布することでデータの有効利用を進めることが可能になる。

2. 1. 4 ALOS の構想

食糧生産問題や水資源問題、災害問題、生物多様性の問題などローカルでありながらグローバルな視点からの調整や支援が必要な課題の解決を促進するためにはどのような情報を整備することが必要であろうか？

こうした問題の基礎にあるのは、土壌、水循環、植生（森林から農地まで）の現状とその変化に関する情報である。土壌の質そのものに関する情報は衛星リモートセンシングからとらえることは容易ではないが、土壌浸食などによる土壌劣化の危険性は、多くは気候的要因、地形的要因により左右される。また水循環や植生についても、気候、地形的な要因が支配的である。災害についても同様のことがいえる。もちろん、これらに加えその地域を人間がどのように利用しているか、という土地利用的な情報が不可欠である。

気候データは衛星リモートセンシングの直接の観測対象ではないので除くと、以上のような情報のベースは、いわゆる地形図であろう。図 2. 1. 4-1 は大陸別

に地形図の整備状況を整理したものである。これによると、最も縮尺の大きな1:1,000 から1:31,600 の領域ではアフリカやアジアなどの発展途上地域を多く抱える大陸で非常に整備率が低いことがわかる。実はこの領域の地形図、特に（わが国での言い方に従えば）1:25,000 に対応する程度の地形図は、国から地域スケールの環境計画・資源管理計画、開発計画などに不可欠な情報源であり、ODA などによる途上国援助などにおいても中心的な役割を果たしている。

これまでこうした縮尺の地形図、そしてそれに対応する GIS データは、プロジェクトのために必要最低限構築されるか、あるいは古い紙地図をそのまま利用する、衛星画像で代用する等の応急処置によりカバーされてきた。そこで、衛星から効率的に取得できるデータという観点から、ALOS (Advanced Land Observing Satellite) は以下のようなミッションを掲げた。

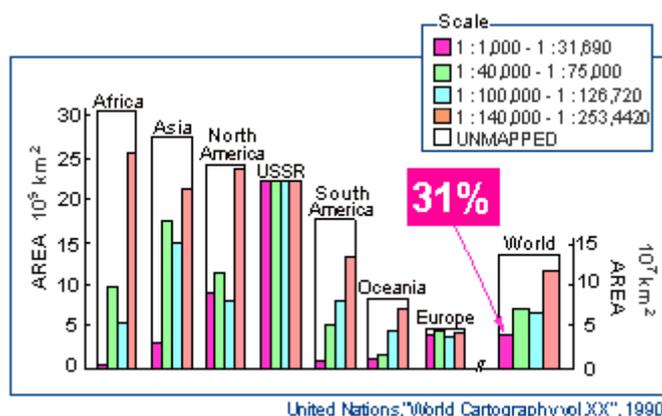


図 2. 1. 4 - 1 大陸別に見た地形図整備の状況
(出典：United Nations, "World Cartography vol. XX" 1990)

- (1) 全球スケールでの地形図（空間データ基盤）の作成・更新を行う。
特に地形標高を精度 5m 以下、グリッド間隔にして 10m 程度で面的に計測する（ほぼ 1:25,000 地形図に対応）ことを目標とする。地形標高は画像からの計測技術が比較的確立しており、また変化が少ないことから衛星による計測が有利である。さらに地形標高データに高分解能な光学センサ、合成開口レーダデータを重ね合わせるにより、植生や土壌に関する情報を一体として提供できる。標高データが完成した地域に関しては、地表面変化に焦点をあてた観測を行うことができる。なお、こうしたデータはグローバルスケールの空間データ基盤を構成する。
- (2) 地域観測を通じて世界各地の「持続可能な開発」を支援する。
上記のグローバルな空間データ基盤以外に、衛星画像から抽出されるさまざまな環境・資源情報を提供することにより、地域レベルでの環境・資源の保全・管理や持続的な開発・利用を支援する。

(3) 地域観測を通じて世界各地の「持続可能な開発」を支援する。

干ばつや火山噴火、洪水などの突発的な災害は持続的、安定的な地域開発に対して、致命的な影響を与えることが少なくない。既に利用可能となっているさまざまな衛星や災害モニタリングシステムと一体となって、災害状況に関するデータの収集・提供を行う。

(4) 国内外の資源探査を行う。

土地・水資源などのモニタリングに加えて、鉱物資源などの探査に役立つ情報を提供し、地域開発を支援する。

(5) 将来の地球観測に必要な技術開発を行う。

ALOS は全球のデータを基本的に漏れなく収集することを目的とした高分解能衛星としてはほぼ唯一のものであり、センサ開発技術や取得データ処理技術にチャレンジングな研究・開発課題が多い。またこうした技術は次世代の地球観測技術に大きなインパクトを与えると考えられることから、技術開発プロジェクトとしての意義も大きい。

2. 1. 5 ALOS 京都・炭素観測計画

「京都・炭素観測計画」は、宇宙航空研究開発機構・地球観測研究センター（JAXA EORC）が主導する国際的な共同プロジェクトである。1995 年から 2003 年まで実施した、JERS-1（地球資源衛星 1 号）SAR（合成開口レーダ）による GRFM/GBFM（熱帯雨林、寒帯林マッピングプロジェクト）を ALOS 用に継続発展させたものである。

この計画は ADEOS-II（環境観測技術衛星）搭載の GLI（グローバルイメジャー）の観測プロジェクトを含むものである。

さらに以下を支援するために、関連データや情報の準備を行う。

- UNFCCC 京都議定書
- IGOS-P で規定された全球炭素観測システムに向けての国際的な貢献

第 2 のミッションとして、地球環境関連条約（湿地保全に関するラムサール条約、UN Convention to Combat Desertification, Convention on Biological Diversity）との連携をはかり、直接あるいは間接的なサポートを行う。

(1) 目的

本プロジェクトの目的は、次の広義のカテゴリーに分けられる。

- 森林、土地被覆の変化の抽出と定量化
 - 変化の識別と影響を受けた区域のアセスメント
 - バイオマス量の増加変動の定量化
- メタン発生源のマッピングとモニタリング
 - 湿地：

- 湿地範囲（領域）のマッピング
- 浸水ダイナミクスのモニタリング
- 灌漑田：
 - 水田範囲（領域）のマッピング
 - 収穫のタイミングと収穫
- 寒冷圏の凍結、融解ダイナミクス

(2) データ取得戦略

大陸スケールにおける系統のかつ均一なデータ観測要求を満足するための、専用のデータ取得戦略を現在開発中である。この戦略には次のような特徴がある。

- 大陸スケールにおける空間的な均一性（ギャップのない連続的な観測）
- 時間的な均一性（短時間内の地域観測）
- 複数空間分解能（20m、100m、250m）
- 適切な繰返し頻度（月毎から年毎）
- 長期的継続（衛星の運用寿命の間）
- 全球陸域観測

ALOS 搭載の L バンド合成開口レーダ PALSAR(1, 270 MHz/23.5 cm) は、膨大な数の偏波、オフナディア角、分解能の組み合わせで観測する能力を備えているが、時間と空間における均一性と互換性を維持するために次の 3 つのモードが選択されている。

- HH 偏波、オフナディア角 34.3 度、10m 分解能
- HH+HV 偏波、オフナディア角 34.3 度、20m 分解能
- HH 偏波 ScanSAR、100m 分解能

ADEOS-II 搭載の GLI センサは 36 バンドのマルチスペクトル放射走査計である。そのうち 6 バンドは 250m の空間分解能を有し、ETM+と MODIS (B、G、R、NIR、MIR1、MIR2) のバンドにスペクトルにより対応する。

データ取得計画は JAXA の一連の観測シミュレーションによって設定される。現段階では、PALSAR HH+HV 偏波を年間 200,000 件シーン取得することを計画している。それぞれの大陸を毎年少なくとも 2 回カバーする。

(3) 科学的サポート

他の関連国際協力(例えば GOF-C-GOLD、GTOS/TCO) のプロジェクト計画と提携した科学的関連性を確認するために、科学諮問会議が設立された。

この会議は、炭素モデリングや生物物理パラメータ算定に関する研究者、SAR 研究者、及び GOF-C、TCO、FAO の代表者、また宇宙機関や大学、公立研究機関の科学

者によって構成されている。

2. 2 目標

上記の ALOS ミッションを達成するためには、地形図データなどのデータプロダクトを実利用者には提供するばかりでなく、ALOS データを利用して、環境・資源分野から情報処理分野に至る幅広い分野のサイエンスや利用化研究を推進することが不可欠である。本プログラムは、特に関連の深いサイエンス分野及び利用化研究分野について、推進目標を設定し、実現のための行動計画を記述する。

推進目標のうち、特に重要と考えられ、構築のために JAXA のリソースを集中的に投入すべきと考えられるデータプロダクト、及びそのためのアルゴリズムを戦略目標とよぶ。それは一般的な目標から ALOS ミッションとの関係、波及効果、投入リソースの制約などを考慮して選定される。一般的な目標が主として研究公募を通じて推進されるのに対し、戦略的な目標は EORC などを中心として計画的に達成する。

2. 2. 1 一般的な目標

サイエンス及び利用化研究推進プログラム（以降推進プログラムと呼ぶ）を通じて、サイエンスや利用化研究のどの分野にどのような貢献をすべきか、そのために必要なデータプロダクト、アルゴリズムは何かを、主要分野ごとに以下に整理する。なお、分野の選定に関しては、IGBP におけるコアプロジェクトの分類を参考にした。

(1) 土地利用・被覆研究

土地利用や土地被覆の分布や変動を把握し、そのメカニズムの解明、変動モデルの構築に寄与する。そのためには以下のデータプロダクトの作成と作成アルゴリズムの開発が必要である。

1) 高精度 DEM(数値地形モデル) :

地形条件は、土地利用の決定やその変化過程に大きな影響を与える。また、土壌浸食や流出変化などに代表されるように、土地利用や土地被覆の変化に起因する環境インパクトに関しても重要な因子となっている。2万5千分の1から10万分の1スケールに対応する数値地形データがあれば、上記のような研究に有効に利用できる。なお、対象地域の雲量などに応じて、PRISM や PALSAR を使い分ける必要がある。そのために、ステレオマッチングやインターフェロメトリ計測アルゴリズムなどの開発が必要になる。

2) オルソ画像 (PRISM 画像、AVNIR-2 画像、PALSAR 画像) とそれらを利用した土地利用・被覆分布データ :

都市、集落の拡大・変化、農地分布や農業形態の変化、森林伐採などの把握に利用できる。レーダ画像も耕作強度の変化（耕地面の粗度の変化）や農作物の作目の変化などの把握に利用できる可能性がある。また、ADEOS-II 衛星データの併用手法に関する研究も推進する必要がある。

(2) 地形学・地質学

浸食・斜面崩壊などによる地形変化・流路変化の計測、標高データを用いた地形分類や解析に寄与する。そのためには以下のデータプロダクトの作成と作成アルゴリズムの開発が必要である。

1) DEM(数値地形モデル) :

地形分類・解析、流路解析等に利用する。

2) オルソ画像(特に PALSAR) :

地形分類等に利用する。

3) 土壌浸食や堆積などに起因する地形変化データ :

インターフェロメトリ計測により、時間的な地形標高の変化計測手法を開発する。黄河流域など土壌浸食や堆積による地形変化の著しい地域を対象にする。

(3) 陸上(植物)生態系・農林業関連研究

炭素の循環などを中心とした植生のダイナミクスの解明や、それを利用した農作物モニタリングや草原の生産力推定、人為的な影響による植生量の変化研究などに寄与する。そのためには同時期に観測を行うその他の衛星データなども併用した以下のデータプロダクトの作成や作成アルゴリズムの開発が必要である。

1) 森林分布のモニタリング :

PALSAR や AVNIR-2 を利用して全球スケールでの森林分布の計測手法を高精度化する。さらに大陸・全球スケールの森林分布データセットを構築する。

2) バイオマス分布計測 :

植生のダイナミクスを記述する最も重要な変数の一つであるバイオマスを対象に、森林を主な対象として、計測手法の開発を行う。その際、PALSAR と AVNIR-2 との同時観測等を試みる。

3) 森林管理への応用 :

上記のバイオマス計測技術の開発と平行して、森林伐採のモニタリングや生長量推定、植林状況のモニタリング技術の開発などを行う。さらに大陸・全球スケールのバイオマス分布データセットを構築する。

4) 草地や農作物の成長量や収量モニタリング :

特定地域を対象として、PALSAR に加え、AVNIR-2 も併用した集中的な観測等を行い、草地の生産力推定や農地の作付け把握、収量推定手法を開発する。また、干ばつなどによる農作物の収量変化・草地の生産力変化のモニタリング手法なども開発する。

5) バイオマスバーニングなどの人為的な影響による植生変化のモニタリング :

特定地域を対象とした PALSAR に AVNIR-2 も併用した集中的な観測により、バイオマスバーニングなどによるバイオマス量の変化、植生構成の変化などを計測・モニタリングする手法を開発する。

6) 砂漠化モニタリング :

過耕作や過放牧、不適切な灌漑などによる土地生産性の低下や土壤劣化状況をモニタリングする。AVNIR-2 などによる土壤表面への塩類集積などを直接モニタリングする他、植生の劣化などを PALSAR や AVNIR-2 などにより観測することで砂漠化の進行状況を間接的にモニタリングする手法などを開発する。

(4) 気候システム・水文過程・水資源関連研究

1) 表面過程 :

植生状況の把握や土壤水分量の計測手法の開発や土壤水分データセットなどの構築をベースとして、地表面過程の解明に資する。

① 植生活動のモニタリング :

バイオマス量や LAI などの蒸発散量推定に重要な変数の計測アルゴリズムやデータセットの開発を推進する。ADEOS-II など他の衛星データも合わせて利用する手法の開発も重要である。

② 土壤水分量分布の推定 :

PALSAR による土壤水分量の測定アルゴリズムやデータセットの開発を推進する。ADEOS-II など他の衛星データも合わせて利用する手法の開発も重要である。

③ 流出解析 :

従来十分なデータがなく、流出解析が十分行えなかった地域などで ALOS のデータプロダクトにより流出解析・研究を行うことを可能にすることで、さまざまな気候や土地条件下での流出現象の解明に資する。

a. 高精度 DEM :

従来の 1kmDEM 等に比べはるかに高精細な DEM を利用することで、精度の高い流出解析を可能にする。

b. 土地利用・被覆分布と変動量データセット :

土地利用・被覆変化による水収支、流出変化の解析に利用する。

2) 水質汚濁解析 :

より高精度な地形データや土地利用・被覆データセットを提供することにより、水質汚濁負荷の発生量の推定や、汚濁負荷の流下・流達分析の高度化に資する。

① 高精度 DEM :

高精細な DEM を利用することで、精度の高い流出解析や土壌浸食などによる汚濁負荷発生量推定を可能にする。

② 土地利用・被覆分布と変動量データセット :

土地利用・被覆変化による汚濁負荷の発生量の解析に利用する。さらに、流出解析を合わせることで、負荷の流達・流下状況を把握する。なお、効果的な研究の推進には、他の衛星データとの併用が必要になる。

3) 雪氷関連解析 :

積雪、陸氷及び海氷について、高分解能な ALOS 搭載センサデータを使用して、以下の解析を高精度に行うことによって、気候及び水資源変動の把握等に貢献する。

① 積雪面積、積雪量の把握や変動量の計測 :

PALSAR 及び AVNIR-2 の観測データを解析することによって、積雪面積、積雪量を高精度に推定し、その変動パターン（季節変化及び年変化）を把握する。

② 氷床及び氷河の変動量の計測と解析 :

PALSAR のインターフェロメトリック計測及び AVNIR-2 の観測データを解析することによって、南極やグリーンランド氷床の質量収支や山岳氷河等の変動を把握する。

③ 海氷モニタリング :

PALSAR と AVNIR-2 の観測データを解析することによって、極域や沿岸域の海氷面積の推定やその変動パターン（季節変化及び年変化）を把握する。また、PALSAR の SCANSAR データを使用した、広範囲の海氷モニタリングの手法開発

や、PALSAR の多偏波観測データ等を使用した海氷分類の高精度化を行う。

(5) 海洋・沿岸域研究

1) 沿岸域研究

沿岸海域の海洋汚染、波浪、海上風、沿岸流、海氷や海浜変形・漂砂などに関連する情報を抽出することにより、海上交通業務、海洋汚染防止、漁業などの沿岸域で行われる経済活動を支援する。そのためには、以下のアルゴリズムの開発とプロダクトの作成が必要である。

① 沿岸域油汚染データセット：

PALSAR の画像から油汚染海域を抽出する手法を開発する。油汚染海域を正しく抽出するためには、その周囲の海上風・波浪場の解析が不可欠であり、波浪・海上風データセット開発と並行して進める必要がある。

② 沿岸域における高精度 DEM：

既存の水深データ等と組み合わせた沿岸域の高精度 DEM と組み合わせること、波浪変形や海浜変形解析、海面上昇による影響解析などに資する。

③ 沿岸域波浪・海上風データセット：

PALSAR 観測データを用いて、沿岸域の海上風と波浪に関するデータセットを作成する。さらに、それらと数値モデルを合わせ用いて、沿岸域の流動状況を推定する手法を開発する。これらは海浜変形解析や漂砂解析などの境界条件を与える上でも有効である。

④ 沿岸域海氷データセット：

PALSAR と AVNIR-2 により、沿岸域の海氷モニタリング手法とその情報を的確に配信する手法を開発する。沿岸域海氷データセットを作成し、様々な沿岸域の活動を支援する研究・開発に供する。

2) 海洋ダイナミクス

PALSAR を活用し、あるいは ADEOS-II 衛星などの他の衛星データの併用手法などを開発することにより、沿岸海域及び外洋域の大気・海洋相互作用、波浪、海洋諸現象のダイナミクスに関する研究に貢献する。

① 沿岸地形・大気・海洋相互作用：

沿岸域地形の影響により海上風は変形し、沿岸海洋上に局所的な強風域や弱風域が生じる。そのような海上面の変形は沿岸波浪の発達や沿岸流の形成にとって、本質的に重要であるにもかかわらず、これまであまり研究されて

こなかった。PALSAR による高空間分解能波浪・海上風データセットを構築することで、沿岸地形・大気・海洋相互作用の研究に貢献し、そのメカニズム解明が大きく進むと期待される。

② 波浪・海流相互作用と様々な海洋現象の検出：

PALSAR の SCANSAR モードによるデータを利用して、波浪と流れなどの相互作用に関する研究を進めることにより、SCANSAR 画像内に可視化される大規模海流（黒潮など）、冷・暖水塊、沿岸流、内部波などを検出することが可能となり、海洋ダイナミクスの理解に貢献する。

(6) 災害・地震研究

以下のような分野に関して、データセットの提供やそのための手法開発を通じて貢献する。

1) 地殻変動：

地殻変動などに起因する地表面の変位を PALSAR によるインターフェロメトリック観測によりモニタリングする手法を開発する。特定危険地域を対象とする。

2) 火山噴火モニタリング：

火山噴火活動に伴う山体の変形を PALSAR によるインターフェロメトリック観測により、モニタリングする手法を開発する。

3) 斜面災害：

急傾斜地を中心とした高精度 DEM を PRISM や PALSAR により作成し、斜面崩壊の危険性などを評価する手法を開発する。その際、斜面及び斜面周辺の土地利用・被覆データセットを併用し、斜面表面の風化・浸食状況、水の浸透状況の推定や、崩壊時の被害推定に役立てる。

4) 洪水・氾濫解析とシミュレーション

従来データが十分でなかった地域において高精度 DEM を利用することにより、短期流出（洪水）解析や氾濫解析手法の適用地域を大幅に広げることが可能にし、それを通じて解析手法の高度化や、現象解明に貢献する。その際、土地利用・被覆データも利用することにより、解析精度の向上を図るばかりでなく、被害想定や避難方策検討の高精度化も推進する。

5) 津波解析

従来データが十分でなかった地域において高精度 DEM を利用することにより、津波の遡上解析などの適用地域を大幅に広げることが可能にし、それを通じて解析手法の高度化や、現象解明に貢献する。その際、土地利用・被覆データも利用することで、解析精度の向上を図るばかりでなく、被害想定や避難方策検討の高精度化も推進する。

6) 災害モニタリング技術の開発

干ばつ、洪水、大規模火災、斜面災害、地震災害などの災害状況（溢水面積・焼失面積の推定など）の把握や、被害発生の状況推定（たとえば、農作物生産量への影響）を迅速化、高精度化する手法を開発し、関連する災害研究の推進に資する。

(7) 資源探査手法の研究

鉱物資源に関する探査技術の高度化を図る。PALSAR などの画像に DEM 等も統合した解析手法などを検討する。

(8) 空間データ基盤構築手法研究

1) データ基盤の構築手法の高度化

さまざまなサイエンス研究や実利用の基礎となる高精度 DEM や地物データを効率的に作成するために、地形計測、地物などの自動認識・3次元計測技術の高度化を図る。3次元計測に関しては、PRISM 画像を対象とした画像標定手法の開発、ステレオマッチング手法の開発が必要となる。PALSAR に関しては、インターフェロメトリ計測アルゴリズムの開発が必要となる。道路・大規模構造物、都市域などの地物の自動判別・認識に関しては、PRISM、AVNIR-2、PALSAR など画像に、計測 DEM 等も統合した解析手法などを検討する。

2) 超大量画像の管理・検索手法の高度化

地図や位置座標に結びつけて超大量画像を蓄積・管理する技術や、地図や位置座標からの画像の効率的な検索手法、配信方法など、ALOS データをテストケースとして利用することで、空間データ基盤を支える超大型画像アーカイビングシステムに関する研究を推進する。

(9) マイクロ波の散乱・干渉特性に関する基礎的研究

地形補正手法の高度化やインターフェロメトリック観測の高精度化、ポラリメトリック観測の高度化と応用分野の開拓を目標として、以下に示すような基礎的な研究を進める。

1) ポラリメトリックデータのデコンポジション手法の研究

PALSAR で取得するポラリメトリックデータについて、支配的な後方散乱特性を抽出するデコンポジション手法の研究を行い、観測対象物の散乱特性を考慮した分類等の分野に応用する。

2) ポラリメトリック・インターフェロメトリ解析手法の研究

リピートパスで取得されたポラリメトリックデータを使用し、インターフェロメトリック解析を行うことによって、寄与する媒体の散乱解析する研究を行う。応用分野としては、森林の高さ(樹高)の算出や分類精度の高精度化等である。

(10) 高分解能光学センサによる高精度観測に関する基礎的研究

光学センサによる宇宙からの高精度観測を可能にするのと同時に、次期高分解能光学センサの開発に資することを目的として、特に以下のような項目に関する研究を行う。

1) 衛星の位置・姿勢決定精度(姿勢及び姿勢変動率)が搭載光学センサの正確なポインティング特性及び分解能特性に及ぼす影響を解析・評価し、その影響を低減する方式の研究を行う。

2) 衛星打ち上げ時の衝撃、経年変化や内部の温度変化等が光学系アライメント(光学ベンチとその取り付け構造体を含む)歪み特性、光電変換特性、分解能特性などに与える影響の解析及び評価を行う。

3) 不均質地表面観測データに対する大気多重散乱(特に空間的・時間的に大きく変動するエアロゾル等)の影響を解析し、観測データから地表面アルベドを高速・高精度に推定するコードの研究開発を行う。

4) センサ固有のMTF特性及び大気のMTF特性等により劣化した観測データを高精度に復元処理する方式の研究を行い、最適なMTF補正フィルタを開発する。

2. 2. 2 戦略的な目標

以上のような一般的な目標を効果的に達成するために、以下のような戦略的な研究プロダクトを構築・開発する。

(1) データプロダクト

1) 高精度 DEM とオルソ画像 (PRISM、AVNIR-2、PALSAR 画像を対象) :

多くの分野で基礎的なデータとして高精度な DEM とそれに付随した地表面情報が利用されることや、他の衛星が提供できない ALOS 独自のプロダクトであることから、戦略的なデータプロダクトとして位置づける。しかしながら作成には多量の計算リソースを必要とするため、精度や解像度などは対象地域によって変化させることも考える。その際、地域別に優先度をつけ、かつデータノード機関などとの連携を考慮するものの、最終的には全球カバーを目指す。

2) バイオマス分布データ (主に PALSAR 画像による。全球) :

バイオマスは陸上生態系の炭素循環を考える上で最も重要な変数の一つであると同時に、森林管理などに際しても有益な情報を提供する。しかしながら、地上計測は困難であり、広い範囲をカバーするデータは存在しない。また、森林を中心としたバイオマスの計測に比較的有利であると言われる L バンドを搭載する衛星も ALOS 以外に存在しないことから、PALSAR 画像に AVNIR-2 画像や高精度 DEM を組み合わせることで、バイオマス分布データを構築する。これは、JERS-1SAR データによる、グローバルフォレストマッピング (GRFM) データセットとの時系列解析を可能にする点でも大きな意味がある。

3) 地表面変位量データ (地震危険地域のみ) :

地表面の微小な変動分布を PALSAR によるインターフェロメトリ計測により抽出する。わが国を中心とする環太平洋地域は常に地震の脅威にさらされており、地殻変動モニタリングがきわめて重要である。地表面変位量データの作成には、定期的な衛星観測や継続的な地上観測が必要となることから特定の地震危険地域を中心に、観測を行う。

4) 沿岸域環境データ

① 波浪・海上風データ、油汚染海域データ :

沿岸域の波浪と海上風に関する情報を PALSAR によって抽出する。より高度な海上風・波浪情報を抽出する手法を開発し、ALOS 独自プロダクトの作成を目指す。また、波浪海域に暗く現れる油汚染域の検出は、周囲の波浪海域の解析と並行して行うことにより、より有効に行われるので、合わせて開発を進める。

② 沿岸域海氷データ：

海氷の抽出は最も確実にい行い得るし、その需要も高い。したがって、高速に高度海氷情報を抽出し、的確に配信する方法を開発することができれば、大きな社会的な貢献が期待できる。

(2) アルゴリズム開発

1) 地形自動計測およびオルソ画像作成手法の高精度化、高効率化

高精度 DEM 作成と、オルソ画像作成は大きな計算能力を必要とする。またプロダクトの品質がアルゴリズムの性能により大きく影響される。そこで、効率的、高精度な地形計測アルゴリズム（センサの位置・姿勢推定アルゴリズム、3重ステレオマッチングアルゴリズム、インターフェロメトリ計測アルゴリズム）を重点的に開発する。

2) バイオマス計測手法の高精度化（DEM や AVNIR-2 画像、その他の衛星画像の併用）

全球スケールでのバイオマス分布データをより高い精度で計測するために、データ処理アルゴリズムを開発する。

(3) センサの校正・検証および関連する基礎研究

高精度 DEM やバイオマス分布データなどの計測精度を向上させるためには、センサの校正・検証が不可欠である。また、センサの校正・検証に不可欠な基礎的な研究は次世代の高性能センサを開発するためにも重要な研究である。そのため、校正・検証、及びセンサの精度向上を目的とした基礎的な研究を戦略目標として追求する。

特に、光学センサの校正・検証項目としては輝度特性、幾何特性、空間分解能特性、システムノイズ特性等の評価を高精度に行う。

また下記項目について研究し手法を確立する必要がある。

1) 光学センサの校正・検証

① 輝度校正の高精度化

光学センサの輝度校正は、打ち上げ前の地上校正試験、及び飛行中のオンボード校正及び地上テストサイトを用いる代替校正を行い、輝度校正係数を精度良く推定する。打ち上げ後に地上テストサイトを用いて行われる代替校正方式の高精度化と安定化の研究は特に重要である。またこれに必要な高精度放射伝達コードの開発が望まれる。

② DEM 等の高精度化

レジストレーションの評価と補正の自動化、ポインティング精度の評価と補正、3重ステレオ画像の特徴を活かした高精度 DEM の自動生成手法を開発する。

③ 大気効果の補正

不均質地表面観測データに対する大気多重散乱（特に空間的・時間的に大きく変動するエアロゾル等）の影響を解析し、観測データから地表面アルベドを高精度に推定する手法の研究開発を行う。

2) PALSAR システムの校正・検証

また、PALSAR に関しては、ラジオメトリック精度向上を目的とした基礎研究を戦略目標として追及する。

① 規格化後方散乱係数算出の高精度化

打上げ前の試験、軌道上での内部校正データ及び地上ターゲットを使用した外部校正実験のデータを使用して、PALSAR の各観測モードにおける標準成果物デジタルカウント値の値付けの研究を行う。主な校正項目は、軌道上アンテナパターンの推定及び絶対校正係数の算出である。

② インターフェロメトリック SAR データの高精度化

PALSAR で取得されるリピートパスインターフェロメトリックデータに関して、標高算出または地表面変動を高精度に検出するために、位相差の算出精度を高める手法の研究を行う。

③ ポラリメトリック SAR データの高精度化

ポラリメトリックモードは、PALSAR においては実験的な運用モードとして位置付けられているが、将来型 SAR の動向として非常に重要なモードである。本運用モードで取得できるデータについて、位相補正、クロストーク推定及びゲインインバランスの推定を高精度に行う手法を研究し、データ解析の精度向上に役立てる。

2. 3 ALOS データ利用事例

2. 3. 1 校正検証 (PALSAR)

2006年2月14日に初画像を取得して以来、PALSARの校正を継続して行ってきた。PALSARは幾つかの運用モードを持っており、各々について、特性の詳細な評価、それらをふまえて処理アルゴリズムの作成、そして画像化処理ソフトウェアの作成と最適な調整を行った。各種評価作業を通して、画像の精度を確認した後、平成18年10月24日の標準データの一般配布を開始した。それ以降は、校正係数やセンサの特性が時間的に変化していないかどうかを監視した。SAR処理アルゴリズムの校正には、PALSAR校正モードデータの収集とその解析、地上不要波の除去の為にフィルタの帯域調整、幾何学精度向上の為に地上機器との比較と時間遅れ常数の設定、ラジオメトリック精度向上の為にビーム間偏差の極小化、レンジアンテナパターンの再校正の為にアマゾン画像の解析が必要であり、それらを実施した。世界規模で配置したコーナー反射鏡の位置情報と反射係数を用いて、幾何学精度、ラジオメトリック精度を達成した。その結果、それぞれ9.3m、0.2dBを達成し、標準成果物が十分な精度と当初の精度目標を達成したことがわかった(図2.3.1-1にラジオメトリック校正係数の時間的安定性を、図2.3.1-2に幾何学精度評価の結果を示す)。

更に、高次成果物である干渉SAR処理によるDEMの作成、地殻変動図を作成し、PALSARが当初予定した成果品を作成する能力が十分にあることを確認した。図3に高次成果品の一例として大山の3次元画像を示す。これは、複数の干渉SAR処理によりPALSAR標高データを作成し、それを用いてPALSARデータを正射投影し、三次元表示したものである。

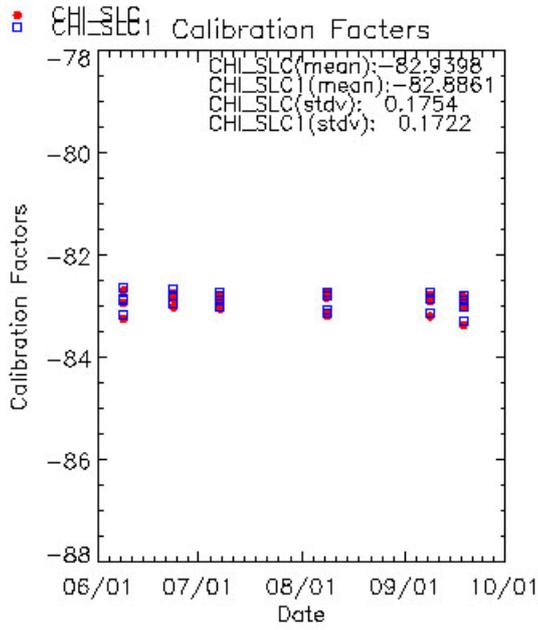


図 2. 3. 1-1 ラジオメトリック精度の時間変化

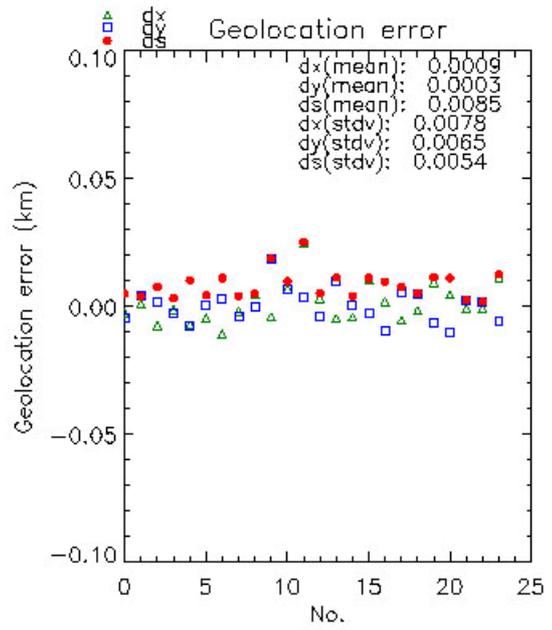


図 2. 3. 1-2 幾何精度の分布

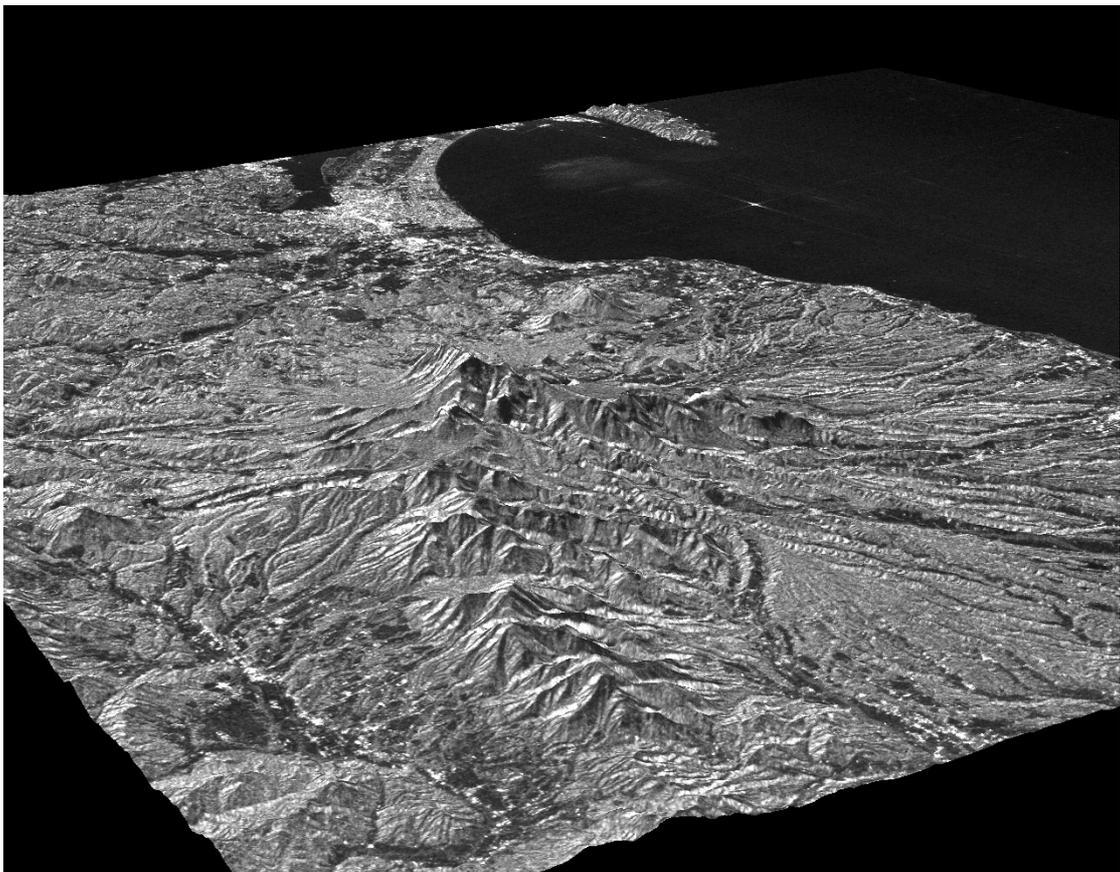


図 2. 3. 1-3 干渉 SAR で作成した DEM と SAR 画像を用いての立体視表示

2. 3. 2 校正・検証 (PRISM、AVNIR-2)

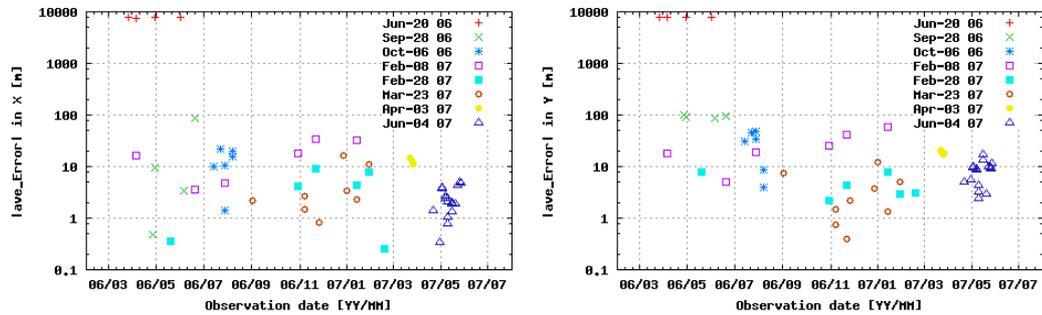
PRISM、AVNIR-2 の校正は幾何、輝度のそれぞれについて相対校正、絶対校正として継続的に実施している。特に、PRISM については ALOS の指向決定技術にもとづく幾何の絶対精度、さらに 3 方向視観測画像を用いた標高データ (digital surface model、DSM) の推定精度、AVNIR-2 については輝度の絶対校正が重要な課題と言える。

PRISM の幾何の相対校正は、CCD ユニット間のアライメント評価として実施し、パラメータの補正を行った。2007 年 8 月現在、バージョン 3 のパラメータで運用し、幾何相対精度は 3 方向視ともに 4m 以下となっている。幾何の絶対精度は、指向アライメントパラメータの更新として精度管理を行い、パラメータの更新とともに評価を継続している。現在、バージョン 10 の指向アライメントパラメータを用いて標準成果物の作成を行っており、直下視 12m (RMS)、前方・後方視 24m (RMS) 程度の絶対精度を持つ。図 2. 3. 2-1、図 2. 3. 2-2 は 2006 年 3 月以降の直下視の幾何精度評価結果を時系列で示したものである。ここではシーン毎に地上基準点 (GCP) を用いて評価した結果の平均誤差を図 2. 3. 2-1、標準偏差を図 2. 3. 2-2 に示し、(a)、(b) はそれぞれ X (ピクセル) 方向、Y (ライン) 方向についてプロットしたものである。便宜上、縦軸の平均誤差、標準偏差は絶対値で対数表示した。横軸は評価に用いたデータの観測日を示し、各プロットは評価日の違い、すなわち評価に使用したデータの処理に用いたパラメータの違いを表している。ALOS の打ち上げ初期、オンボードの時刻配信に 1 秒の誤差があったことから Y 方向に 8km 程度の大きな誤差、また X 方向は処理ソフトウェアにおけるセンサ取付角設定に間違いがあり 8km 程度の誤差があった。処理ソフトウェアはすぐに改修され、X 方向の平均誤差は 20m 程度まで抑制された。オンボードの時刻配信誤差は 2006 年 9 月にファームウェアが更新され、数 km という誤差はなくなったが、指向アライメントパラメータ推定誤差のために 100m 程度の誤差が残った。その後、数回の指向アライメントパラメータの更新で Y 方向の平均誤差は徐々に精度を上げてきたことが分かる。

AVNIR-2 の輝度絶対校正は、均一地表面を対象とした既存衛星の光学センサとの相互校正 (Cross Calibration) として実施している。図 2. 3. 2-3 は AVNIR-2 と NASA の地球観測衛星 TERRA 搭載の中空間分解能光学センサ MODIS の相互校正結果を示したものである。まず、均一地表面における AVNIR-2 観測画像を分解能の違いを考慮して空間平均し大気上端での放射輝度を求めた。MODIS 観測画像は AVNIR-2 との波長応答関数、衛星天頂角など幾何条件の違いを考慮して大気上端での反射率を求め、これから大気上端での放射輝度を求め、この両者を比較した。この結果、AVNIR-2 の輝度絶対精度はバンド 1~3 が 4.6% (RMS) 以下、バンド 4 が 15.6% (RMS) 以下となった。

高次成果物の検証として、PRISM による DSM およびオルソ補正画像、AVNIR-2 のオルソ補正画像の精度評価を実施している。PRISM による DSM の検証は、様々な地形、土地被覆状態において詳細に評価し、フラットな地形で高さ 4.8m (RMS)、様々な地形では 5.8m~7.5m (RMS) 程度の精度で DSM が作成できることを確認した。また、PRISM、AVNIR-2 とともにオルソ補正画像は基本的に 1 画素以下の水平精度で作成できることを確認している。図 2. 3. 2-4 は静岡県伊豆半島の土肥港付近を観測した PRISM

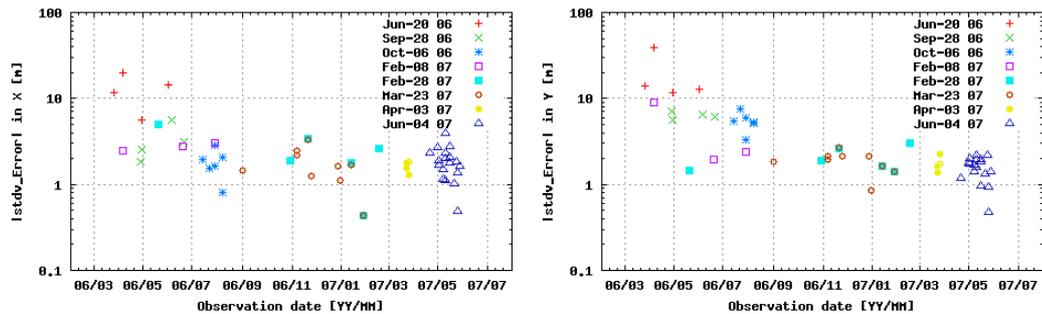
から作成した DSM と、 PRISM/AVNIR-2 から作成したオルソ補正のパンシャープン画像を重ね合わせ鳥瞰図表示したものである。



(a) X 方向の幾何平均誤差

(b) Y 方向の幾何平均誤差

図 2. 3. 2-1 : ALOS 打上げ以降の PRISM 直下視幾何精度の時系列変化



(a) X 方向の幾何誤差の標準偏差

(b) Y 方向の幾何誤差の標準偏差

図 2. 3. 2-2 : ALOS 打上げ以降の PRISM 直下視幾何誤差の標準偏差の時系列変化

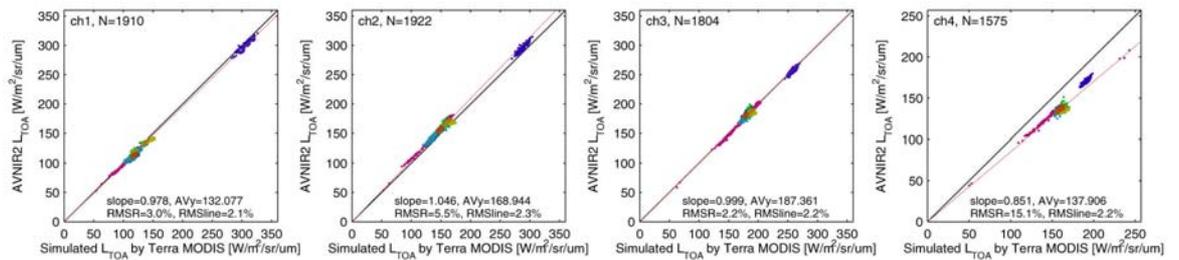
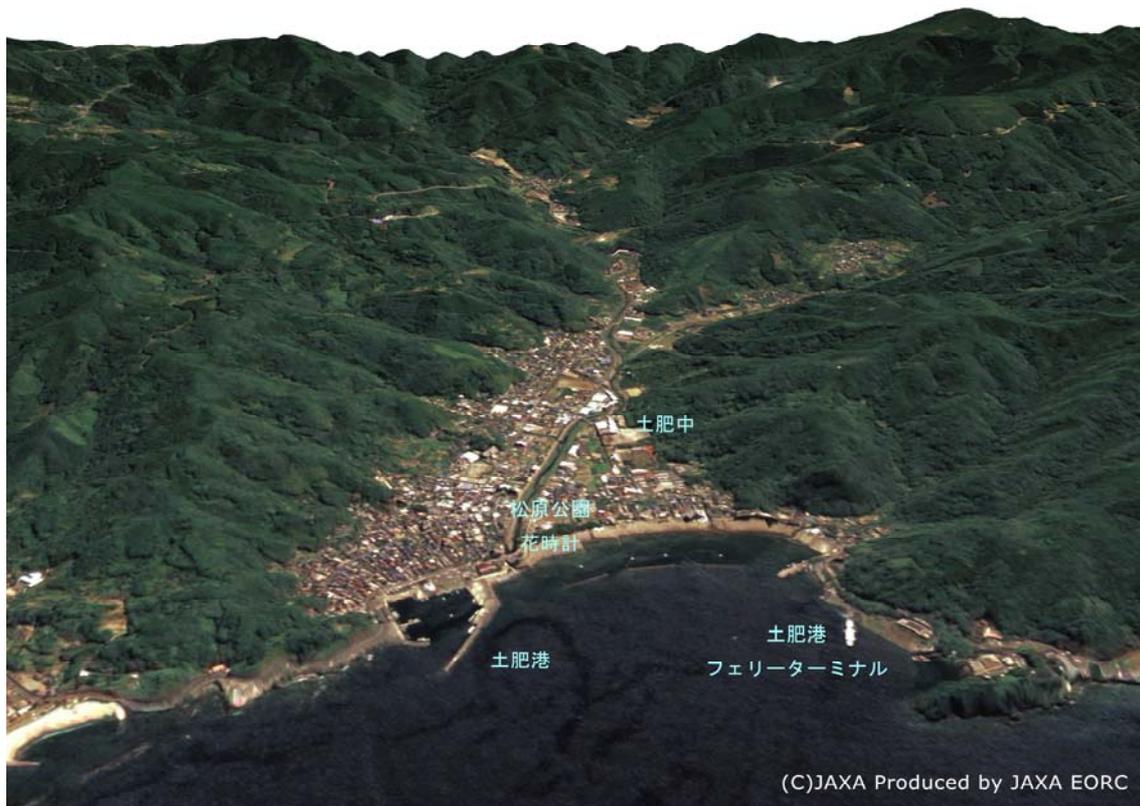


図 2. 3. 2-3 : AVNIR-2 と TERRA/MODIS の輝度相互校正結果

各図は左から AVNIR-2 のバンド 1, 2, 3, 4 を示し、それぞれ横軸は MODIS 大気上端での反射率から求めた AVNIR-2 相当の放射輝度、縦軸は AVNIR-2 で観測された放射輝度を示す。



陸域観測技術衛星だいち (ALOS) 土肥周辺鳥瞰図

画像 : AVNIR-2, PRISMオルソパンシャープン画像
標高データ : PRISM数値地表モデル (DSM)
観測日 : 2007年8月20日 (AVNIR-2, PRISM同時観測)

図 2. 3. 2-4 : PRISM/DSM と PRISM/AVNIR-2 によるオルソ補正パンシャープン画像
による静岡県土肥港付近の鳥瞰図 (2007年8月20日観測)

2. 3. 3 森林、湿原、植生

土地被覆とその変化のモニタリングとマッピングを行う際、主として AVNIR-2 と PALSAR を活用する。マルチスペクトルセンサの AVNIR-2 は、植生のスペクトル特性に反応するため、森林と湿原の特徴把握にとって重要なツールとなる。過去 35 年間にわたり、光学技術が幅広く活用され、成功を収めているが、その限界も十分に認識されている。ALOS 搭載のその他センサと同じく、AVNIR-2 も全球観測戦略に組み込まれている。この戦略では、地球の全陸域データが年数回にわたり、一貫した体系的なやり方で観測される。その目的は、雲量にかかわらず、多年度にわたって均質の全球データを確立することにある。このような全球データから、地球上の高所領域に関する AVNIR-2（ならびに、PRISM および PALSAR）データの時系列が作成できるのである。

一方、能動型のマイクロ波センサである PALSAR は、対象物のスペクトル特性に反応するのではなく、主としてその粗度や構造組成（粗度または構造が大きくなれば、後方散乱も大きくなる）および誘電特性（または水分量：対象物の水分量が多ければ、信号吸収は小さい）に反応する。よって、土地被覆の種類が異なれば、後方散乱も異なるのが普通であり、マイクロ波センサを用いた土地被覆分析では、この特徴が重要となる。PALSAR においては、静水や露出土壤のように、地表が滑らかであれば、送信信号はセンサと反対の方向に反射されるため、後方散乱はほとんど生じない。これに対し、森林など、構造的により複雑な対象物は、比較的明るく映る。葉、枝、幹と信号の相互作用により、大部分の送信信号がセンサに戻ってくるからである。

大まかにいえば、合成開口レーダ（SAR）のセンサは、それぞれの波長と同じくらい、またはそれより大きい対象物に反応するため、SAR の波長より小さい対象物は透明に見えるのが普通である。光学像では見える雲や煙などの小粒子が、マイクロ波画像で見えないのはこのためである。PALSAR の L バンド波長は 23.6 cm と比較的長いので、レーダから送信された信号が植生キャノピーの下まで届き（葉は透明に見える）、植生の物理的構造に関する情報を把握できるのである。

偏波チャンネルも PALSAR の「スペクトル・バンド」と見なすことができる。図 2. 3. 3-1 に示すとおり、送信と受信の偏波が同じ場合（HH および VV）と送信と受信の偏波が異なる場合（HV および VH）チャンネルが補完的な情報を提供するからである。HH と VV の信号は通常、枝、茎および表面境界層と相互作用を起こすのに対し、送信と受信の偏波が異なる場合、HV と VH の後方散乱は、植生キャノピー内における多重散乱から生じることが多い。

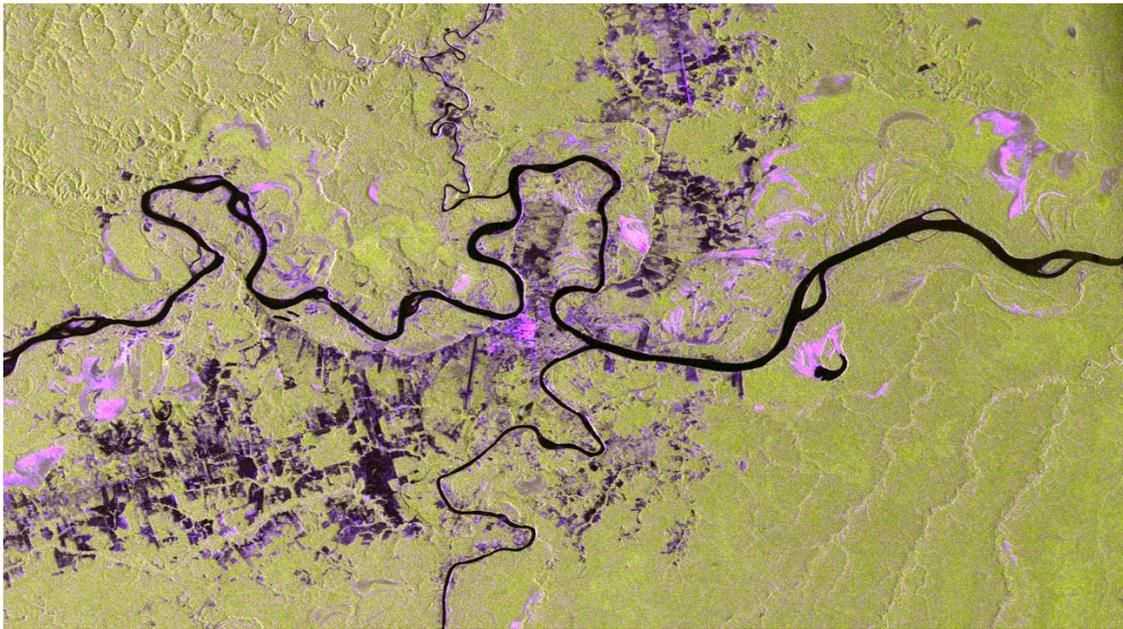


図 2. 3. 3-1 ALOS PALSAR による二重偏波観測
(アマゾン西部、2006 年 8 月 21 日)

送信と受信の偏波が同じバンド (HH) を赤、送信と受信の偏波が異なるバンド (HV) を緑、(HH-HV) の差分を青の各チャンネルで示したカラー合成画像。HH バンドは直接的な反射による後方散乱に、HV バンドは体積散乱にそれぞれ反応するため、この画像では森林が緑、伐採区域が濃紫、開放水面が黒、冠水植生が薄紫に見える。

(1) 森林変化のモニタリング

PALSAR の重要な応用例として、全球的な土地被覆の人為・自然変化の特定とモニタリングがあげられるが、そのためには、いつ、どこで変化が生じたか、および変化が生じた区域に関する最新情報が不可欠となる。人為的变化が生じるおそれのある湿原や森林は多いため、雲量に関係なく、これら区域を定期的にモニターできる能力は極めて重要である。SAR が多時期で観測したデータのカラー合成画像は、攪乱のマッピングを行う上で簡単かつ有効な手段といえる。攪乱の時空間的特徴を浮き彫りにできるからである。

東南アジアのあるマングローブ地帯について、JERS-1 SAR の観測データをもとに多時期で作成されたカラー合成画像を示したのが図 2.3.3-2 である。ここでは、1992 年、1995 年および 1998 年に観測された画像がそれぞれ赤、緑、青のチャンネルで表されている。この期間に変化が見られなかった区域は灰色の濃淡（濃灰色－攪乱のないマングローブ、薄灰色－再生したマングローブ／陸上森林、白－都市部、黒－開放水面）で示してある。これに対し、変化があった区域については、いつ、どのような変化が生じたかに応じて、色づけがしてある。

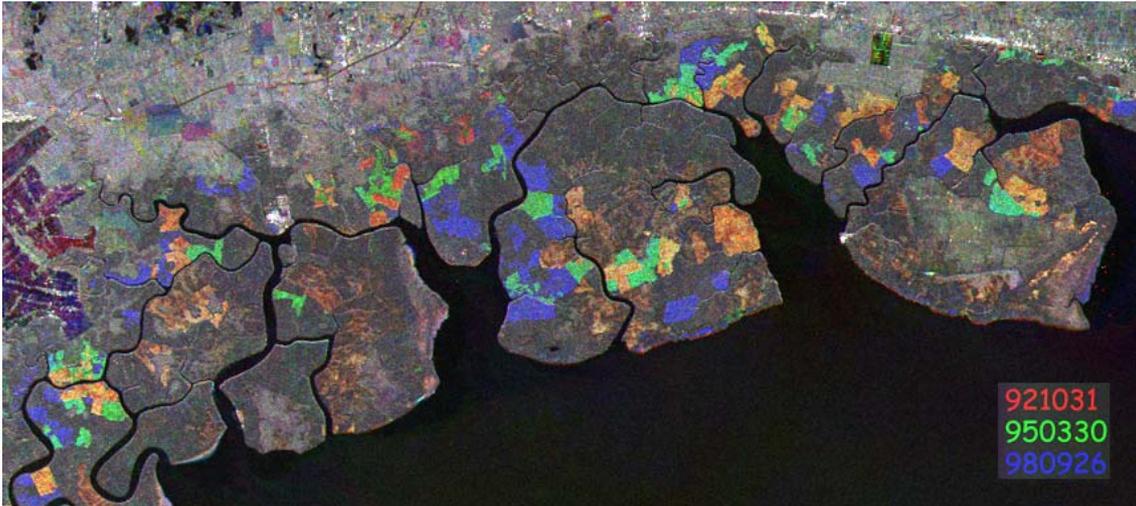


図 2. 3. 3-2 JERS-1 SAR の多時期時観測データを用いた東南アジアにおけるマングローブ林の攪乱モニタリング（赤：1992年、緑：1995年、青：1998年）

攪乱を受けない成熟したマングローブは濃灰色に見える。1992年から1995年までに伐採された区域は緑、1995年から1998年までに伐採された区域は青く映る。1992年以降の再生区域はオレンジ色に見える。

(2) 湿原のモニタリング

湿原における浸水現象の時空間的特徴のマッピングは、環境面から見ても、炭素循環のモデリングから見ても、重要な関心事項である。PALSAR や JERS-1 SAR など、Lバンド SAR の独特かつ顕著な応用例のひとつとして、閉鎖的な森林キャノピーの下で生じる浸水の探知があげられる。光学センサや波長の短い SAR を含め、他のセンサでこれを観測できるものはないからである。この観測が可能であるのは、Lバンド信号が部分的に樹冠層と相互作用を起こしながらも、大部分が森林キャノピーを貫通して地面に到達し、樹幹を垂直軸、地表を水平軸として2平面（「二重反射」）反射を起こすからである。図 2.3.3-3 に示すとおり、後方散乱信号の大きさは、地表の状態によって大きく左右されるため、SAR が森林の浸水状態を観測する際には、これが重要なパラメータとなる。浸水のない林床は通常、粗度が大きいいため、多方向への散乱を引き起こす (a)。林床が滑らかな水面となっている場合には、たとえわずか 1 cm の浸水であったとしても、垂直軸である樹幹と水平軸である水面の間で、ほとんどロスのない2平面反射が生じる絶好の条件が整う。その結果、衛星には大きく増幅された信号が返信される (b および c)。Lバンド画像で浸水区域が明るく映るのはこのためである。しかし、森林が完全に水没し、開放水面になると、送信信号はまったくセンサに戻らず (d)、この区域は暗く映るのである。

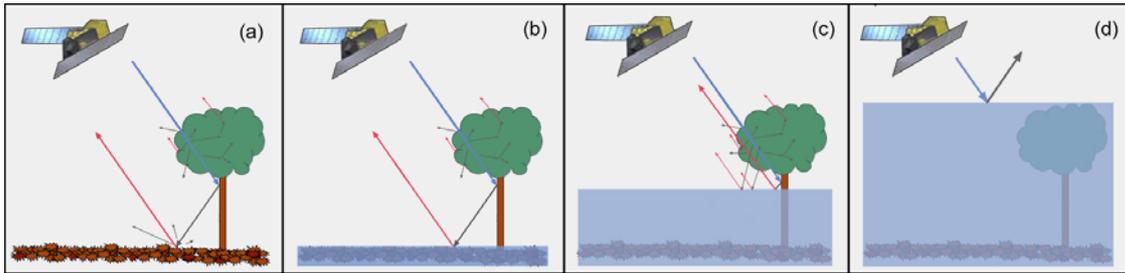


図 2. 3. 3-3 Lバンド (HH) の後方散乱メカニズム

青の矢印—送信信号。赤の矢印—送信信号のうち、衛星に向かって反射される部分。黒の矢印—送信信号のうち、衛星外に反射される部分。(a)：浸水がない状態。信号は樹冠と地面で分散。画像では中位の灰色に映る。(b)および(c)：林床が冠水。樹幹と浅水面(b)および深水面(c)との強力な2平面反射。浸水区域はLバンド画像で明るく映る。(d) 森林が水没し、開放水面に。マイクロ波信号は開放水面に1度だけ反射し、衛星に戻ってこないため、画像上でこの区域は暗く映る。

図 2. 3. 3-4 は、浸水した森林がLバンド SAR データでどう映るかを表している。図に示されているのは、1995年10月(渇水期)と1996年7月(氾濫期)に JERS-1 SAR で観測したアマゾン中流域のモザイク画像の一部である。右図に白く映っている部分は、上述のとおり氾濫期に浸水した区域である。

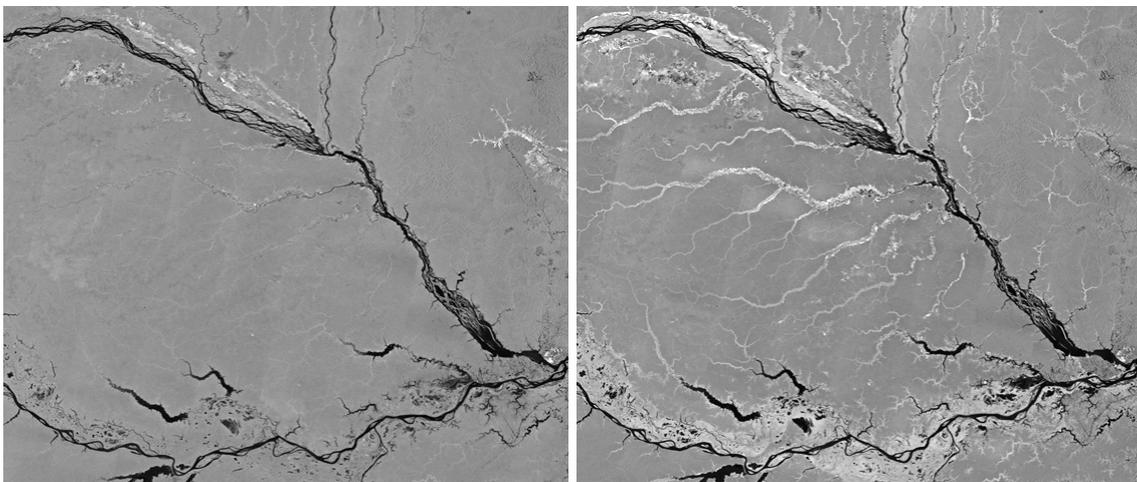


図 2. 3. 3-4 JERS-1 SAR (Lバンド HH 波) による森林浸水の観測 (左図—渇水期のアマゾン川流域、右図—氾濫期)

白い部分—浸水した森林、灰色の部分—浸水していない森林、黒い部分—開放水面)。

世界の主要な湿原について、浸水状態の季節的変化をマッピングすることは、ALOS PALSAR の主目的のひとつである。ScanSAR によるワイドビーム偏波観測を毎回帰行することにより、浸水と力学と大洪水に関する詳しい情報の提供が図られている。

2. 3. 4 地質、地形

ALOS は、地域的なニーズに対応できる高分解能の観測データを、全地球的な範囲で取得することができる。このため、侵食・斜面崩壊などによる地形変化・流路変化の計測、標高データを用いた地形分類や解析を全球規模で行うことに寄与することが期待されている。

そのため、以下のデータプロダクトの作成と、作成アルゴリズムの開発が進められている。

- (i) 地形標高(DEM)：地形分類・解析、流路解析に利用する。
- (ii) オルソ画像(特に、PALSAR)：地形分類等に利用する。
- (iii) 地形標高の変化計測：土壌浸食や堆積などに起因する、時間的な地形変化を捉えるのに利用する。

図 2. 3. 4 - 1 は、入射角の異なる PALSAR オルソ画像を重ね合わせたものである。オルソ変換によって地形の倒れこみが補正され、地形分類や地形変化把握に、入射角の異なる観測データを用いることができる。

これまで、地質、地形分野では次に示すような ALOS のデータ利用が計画されている。

(1) 地下の鉱脈と地表の形状とは関連するものである。これより、カナダの Sudbury Basin では、DEM に合成開口レーダデータを重ね合わせるにより、高分解能な地形図を作成して鉱物探査を行う試みが、これまでに 10 年余りにわたって続けられている。ALOS 打上げ後には、そのデータを使うことが計画されている。

(2) チベット南端の地殻変動と地震災害の調査を行うため、ALOS PALSAR で干渉 SAR 計測により地表の変形を捉え、ALOS PRISM による DEM により地殻変動、土地隆起、及び土壌浸食等の地形変化の詳細な解析を行うことが計画されている。ここでは、垂直方向の変形に関し、1mm/年~1cm/年の精度が要求される。

(3) 韓国済州島は火山島であり、これまでも NASA/JPL AIRSAR、JERS-1SAR、及び KOMSAT-1 EOC データにより DEM が作成されてきた。さらに、ALOS PALSAR、PRISM データを用いて火山災害のモニタリングを行うことが計画されている。

(4) ブラジルはアマゾン川流域を含む広大な国土であるので、ここ 30 年近くにわたって SAR による調査が行われてきた。ALOS PALSAR は、高い空間分解能、明確な偏波特性、立体視機能等があるため、そのデータ利用が待ち望まれている。

(5) ALOS PALSAR による海岸部の地形図作成に関する利用として、韓国で干渉 SAR により干潟の DEM の作成、さらには偏波 SAR により堆積物の識別まで行うことが計画されている。

(6) ロシア北西部で石油の採掘現場の地形の変化の研究が進められており、ALOS PRISM、AVNIR-2、PALSAR の高い空間分解能、分光特性が期待されている。

(7) ハワイなどの火山島の観測が干渉 SAR により行われてきているが、ALOS PALSAR を利用してその観測を続けていくことに期待が持たれている。さらに、中央アメリカ、カリブ海地域での火山活動のモニタを行うことも期待されている。図 2.3.4-2 は PALSAR で得られたハワイ島・キラウエア火山の地殻変動図である。PALSAR の高い干渉性能によって、火口の約 10cm の隆起を検出することに成功している。

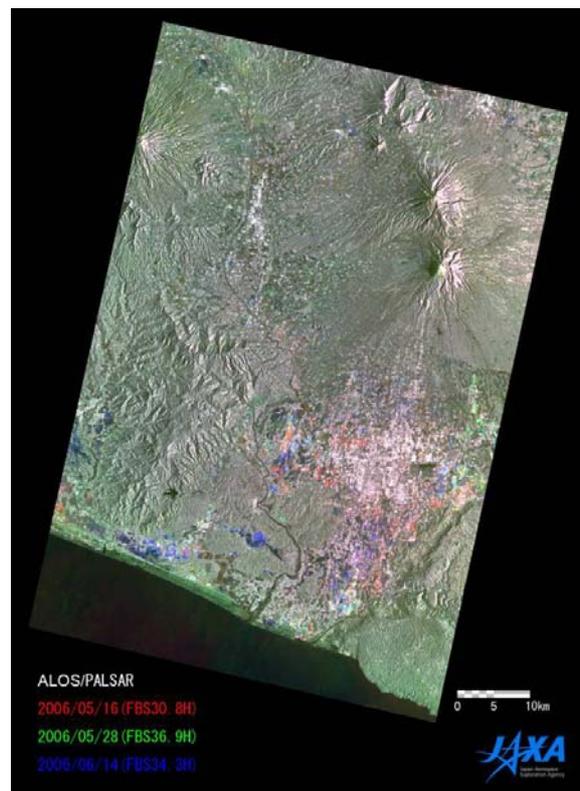


図 2.3.4-1 入射角の異なる 3 つの PALSAR オルソ画像の重ね合わせ

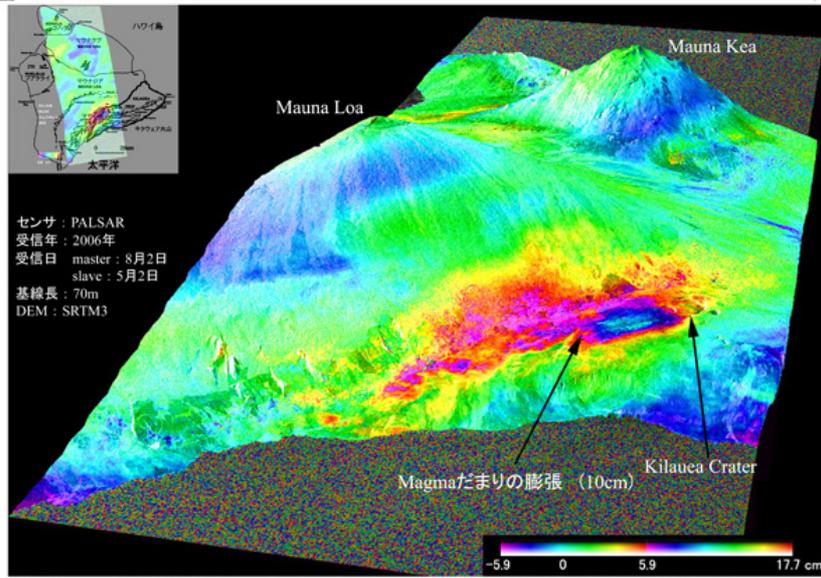


図 2. 3. 4 - 2 PALSAR によるハワイ島・キラウエア火山の地殻変動検出

2. 3. 5 水文・水資源、雪氷

河川管理を主な目的とする流域水文学の分野では、雨や雪など降水として地上に供給された水は、蒸発散と流出過程を経て河川へ流れ出る。このプロセスの中で、積雪や土壌水分は重要なパラメータの一つであり、流出過程そのものを決めるのは地形である。河川管理は水資源の管理や予測を行う上でも、干ばつや洪水、土砂崩れなどの災害予測を行う上でも重要な課題である。地上の水は蒸発散、水蒸気輸送、凝結、降水という水循環過程を通して、同時に熱エネルギーも効率的に輸送しており、この大気－陸域相互作用がローカルな気象現象や地球規模での気候システムに大きな影響を与えることになる。また、冬季の海上における海水分布や極域・寒冷圏の海氷・氷河分布もグローバルな気候変動や地球温暖化の指標となるため、これらの把握は雪氷分野だけでなく気候・気象分野においても重要な課題といえる。以下に水文・水資源、雪氷分野における ALOS データ利用の特徴的な成果について概要を述べる。

(1) 地形抽出と河川流域解析

河川管理の基本は、流域スケールの流出量解析である。近年、流出解析には分布型流出モデルを用いることが有効とされるが、これには流域内での地形を把握することが必要不可欠である。PRISM で作成される数値地形モデル(DSM)は標高抽出精度 5m ながらも同時に数 10km² の領域で DSM の作成が可能で、河川流域の地形特性を把握するためには十分利用可能である。また、AVNIR-2 で得られる地表面アルベド、土地被覆分類などは地表面熱収支や蒸発散量推定などいずれも大気－陸域相互作用を解明する上で重要な地表面パラメータとなる(図 2. 3. 2 - 4 参照)。

(2) 土壌水分量、空気力学的粗度の推定

陸域地表面に存在する土壌水分は、太陽からの熱エネルギーがどれだけ大気へ運ばれるかを決定するパラメータの一つであり、また地表面の空気力学的粗度は蒸発効率に影響を及ぼす。これら水文パラメータの計測にはマイクロ波リモートセンシングが有効である。能動型マイクロ波センサの PALSAR は、マイクロ波の中でも波長の長い L-band を用いた合成開口レーダ(SAR)であり、高い空間分解能を有している。また衛星搭載型 SAR では世界初の多偏波同時観測が可能で、さらに入射角も可変である。SAR から得られる後方散乱係数は、水分等に依存する比誘電率と地表面粗度(地表面の凹凸)が大きく寄与する。

PALSAR の 4 偏波もしくは 2 偏波同時観測データは、これまで未知数の数に対して観測量が不足していた SAR による土壌水分推定において推定精度の向上が期待される。多偏波 SAR を用いた土壌水分推定アルゴリズムの開発は既に進められており、PALSAR データを用いることでこれらアルゴリズムの妥当性の検証、チューニングおよびオペレーショナルな利用が可能になることが予想される。土壌水分の推定精度が上がれば、必然的に地表面粗度の推定精度も向上し、この値から空気力学的粗度の推定に関する研究も進められている。図 2. 3. 5 - 1 は

2007年8月上旬の大雨にともなう朝鮮半島の洪水の様子をPALSARが捉えた画像である。大雨後の8月11日観測のPALSAR ScanSAR HH偏波画像を赤、大雨前の7月25日観測のScanSAR HH偏波画像を青と緑に割り当てカラー合成した。この画像で青に見えるのは洪水にともなう冠水域と考えられるが、赤っぽく見える場所は大雨にともない土壌水分量が増加していることが示唆される。

また、PRISMで作成されるDSMは建物上部の高さを表すため、都市域における水文気象モデルの入力値として使用することができる。これまで詳細な都市部の高さを表すモデル(都市モデル)は航空機搭載レーザスキャナーや写真測量で計測するしかなかった。PRISM/DSMでは10m以下の空間分解能で都市モデルの作成が可能で、ヒートアイランド現象の解明にも役立つと考えられる。図2.3.5-2は都市モデルの一例としてPRISM/DSMとPRISM/AVNIR-2によるオルソ補正パンスシャープン画像の鳥瞰図である。

(3) 積雪水量、海氷分布の推定

冬季、陸域地表面に存在する積雪は、貴重な水資源となる一方、融雪洪水等の災害要因にもなり得る。また海洋上の海氷分布も漁業、海上交通管制を行う上で重要な情報である。どちらも高い地表面アルベドを有し、グローバルな熱エネルギー循環に大きな影響を与える。

海氷分布に関しては、海氷の有無は画像が取得できればある程度、判別可能であるため、PALSARでは広観測域モード、AVNIR-2ではポインティング角変更機能などが有効である。海氷の質(一年氷、多年氷等)を含めた判別には、SARの多偏波観測や多入射角観測による散乱特性の違いを用いるアルゴリズムの開発が進められており、PALSARへの適用が期待されている。海上保安庁では冬季オホーツク海の家氷分布の把握にPALSARデータの利用を始めている(図2.3.5-3参照)。

積雪に関しては、積雪密度と含水率に依存する比誘電率、積雪粒径、積雪深、下部境界面での散乱特性など非常に多くのパラメータが後方散乱係数に寄与していると考えられる。この現象解明にはやはり観測量を増やすことが重要であり、PALSAR多偏波観測や多入射角観測の有効性に期待される。波長の長いPALSARでは積雪深推定の可能性が期待される。

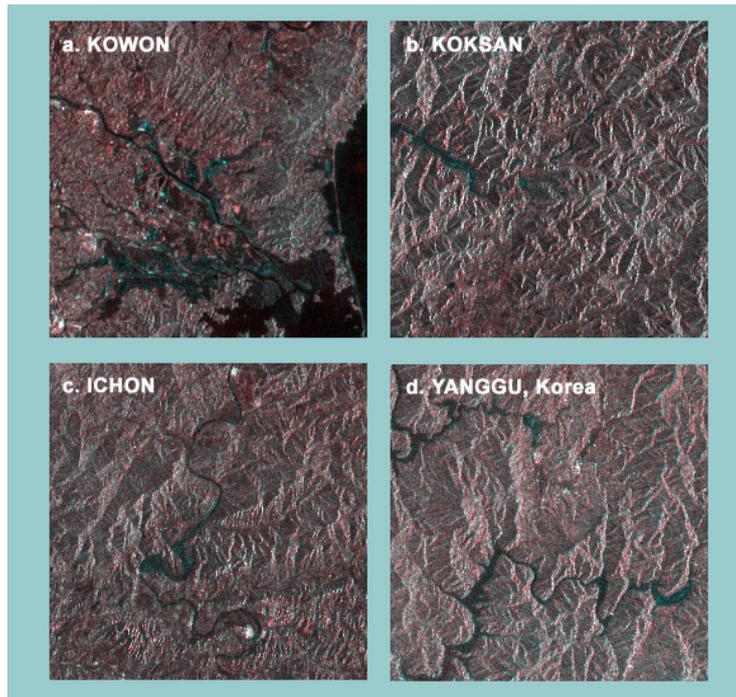


図 2. 3. 5 - 1 2007 年 8 月上旬に発生した朝鮮半島の洪水の様子

洪水発生後の 8 月 11 日観測の PALSAR/ScanSAR 画像を赤，洪水前の 7 月 25 日観測の ScanSAR 画像を青と緑に割り当てたカラー合成画像。青く見える場所は洪水にともない冠水した領域，赤く見える場所は大雨にともない土壌水分が増えた場所を示す。



図 2. 3. 5 - 2 PRISM/DSM による都市モデルの一例

PRISM の 3 方向視画像から算出した DSM と PRISM/AVNIR-2 オルソ補正パンシャープン画像を重ね鳥瞰図表示したもの。大きい建物の高さ情報が算出できている様子が見える。

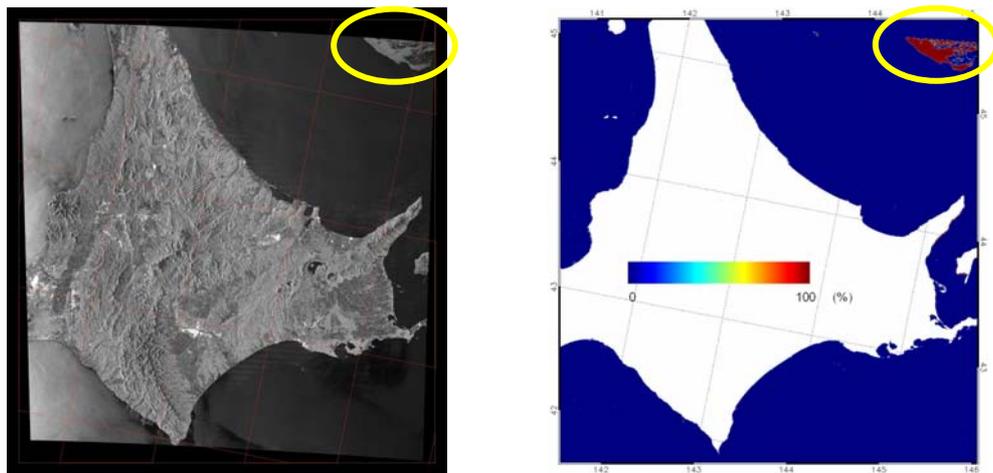


図 2. 3. 5 - 3 2006 年 4 月 17 日観測の PALSAR/ScanSAR による
冬季オホーツク海の海水分布推定.

左は ScanSAR 強度画像、右は推定された海水密接度画像。

2. 3. 6 災害監視、災害管理

(1) はじめに

災害観測では、ポインティング機能を有する AVNIR-2、全天候・昼夜観測可能な PALSAR の利用が特に有効である。ALOS により観測可能あるいは観測が期待できる災害は、

地震・火山

風水害・雪害

海上災害

危険物等災害

林野火災

である。これらの災害と過去の解析実績および観測が可能であると思われる被害をセンサと対応付け、表 2. 3. 6-1 にまとめた。以下に、各センサから得られる観測データの利用法と解析事例、今後期待できる成果についてまとめる。

(2) PALSAR による災害監視および災害管理

PALSAR は天候（雲の有無）に関係なく、また昼夜を問わず地上を観測することができ、災害監視に有効なセンサである。SAR データの利用法の中でも、『差分干渉解析』による地殻変動の検出は JERS-1/SAR で十分に実績があり、ALOS/PALSAR では軌道決定精度、姿勢精度が JERS-1 よりも格段に向上していることから、より多くの干渉ペアの取得と L-バンド SAR の特徴を生かした山岳部を含む広範囲の地殻変動の詳細な把握が期待できる。とりわけ地震や火山噴火に伴う地殻変動のモニタリングにより、断層運動や火山噴火のメカニズム解明、または防災・減災への利用が期待できる。図 2. 3. 6-1 は PALSAR データの差分干渉解析によって検出された地殻変動の例である。左図は平成 19 年 3 月 25 日（日本時間、以下同じ）に発生した能登半島地震、右図は平成 19 年 4 月 2 日にソロモン諸島で発生した地震に伴って起こった地殻変動（衛星-地上間の距離の変化）を干渉縞と呼ばれる色のサイクルで表している。災害前後の振幅画像やコヒーレンス画像の比較からは、建物倒壊、浸水、溶岩流、消失エリアの把握が可能で、被災エリアのマッピングやハザードマップの作成を支援するデータとしての利用が期待できる。図 2. 3. 6-2 はパプアニューギニア・ラバウルにある Tavurvur 火山で起こった、平成 18 年 10 月 7 日噴火前後の振幅画像である。噴火前（左図：平成 18 年 7 月 17 日撮影）の画像と比べて噴火後（右図：平成 18 年 10 月 17 日）の画像内では流出した溶岩流が確認できる（図中赤丸）。他にも振幅画像を利用してタンカー事故によるオイル流出エリアを観測した事例があり（図 2. 3. 6-3）、複雑な解析を必要としなくても災害管理へのデータの利用が可能である。ポラリメトリでは、偏波の組み合わせや特徴の変化を解析することにより、地表面や地上の状態の変化が抽出可能で、被災エリアの把握などへの利用が期待できる。

(3) 光学センサ (AVNIR-2、PRISM) による災害監視および災害管理

光学センサは、災害状況の把握が十分可能な高い空間分解能 (PRISM 直下視で 2.5m、AVNIR-2 直下視で 10m) を持っており、災害前後の輝度差比較や災害後のカラー合成画像を分類することにより、液状化、土砂災害、浸水、倒壊、消失エリアの抽出が可能である。図 2. 3. 6-4 は先述した能登半島地震の際に起こった土砂崩れや斜面崩壊の様子を光学センサで捉えたものである。この画像は二つの光学センサ (AVNIR-2 と PRISM) のデータから作成された、『パンシャープン画像』と呼ばれる高分解能のカラー合成画像である。観測対象領域の状態が極端に変わるような場合、例えば土砂崩れや液状化、津波による樹木の倒伏などは災害前後のカラー合成画像のみからの目視判読も可能で、即時の災害対応への利用が期待される。図 2. 3. 6-5 は先述したソロモン諸島での地震の際に発生した津波による被害状況を AVNIR-2 によって捉えたものである。画像から樹木が減っている様子が見られるが、この地域では実際に多くの樹木や家屋の倒伏・倒壊があったことが現地観測から確認されている。また、光学センサは PALSAR では見えにくい災害を抽出することが可能で、比較的規模の小さな災害や PALSAR では透過してしまう火山の噴煙、赤潮・青潮のモニタリングにも適している (図 2. 3. 6-6)。このように光学センサと PALSAR を組み合わせることにより総合的な災害状況の把握が可能となると考えられる (表 2. 3. 6-1 参照)。

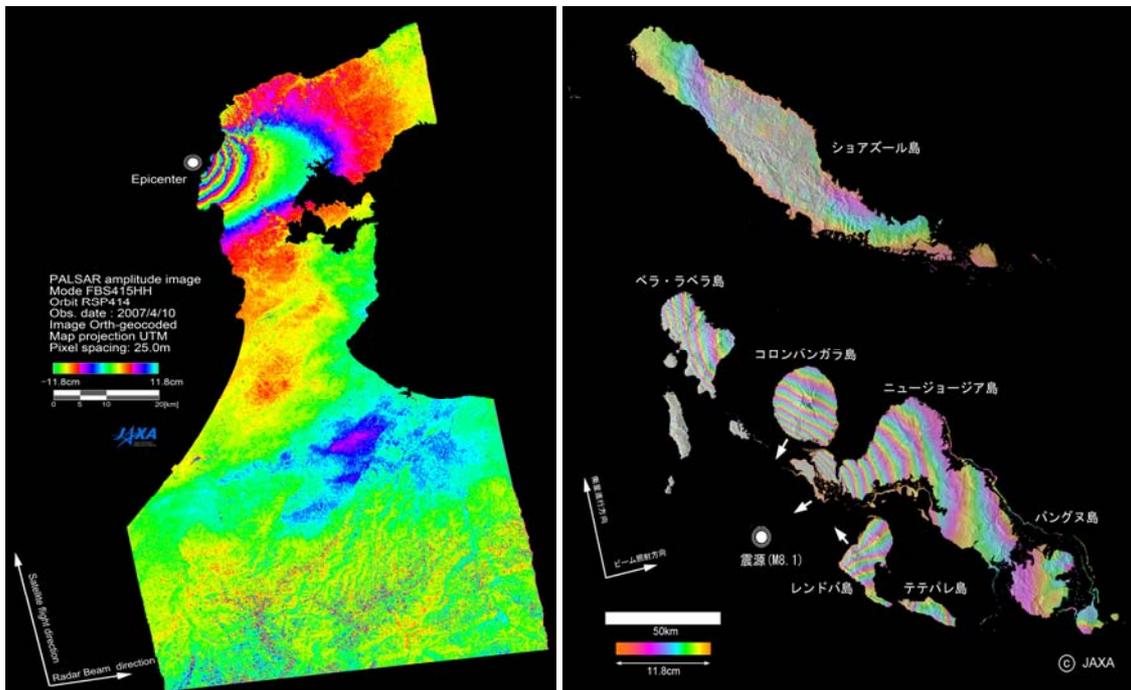


図 2. 3. 6-1 PALSAR データの差分干渉解析によって得られた地震活動に伴う地殻変動

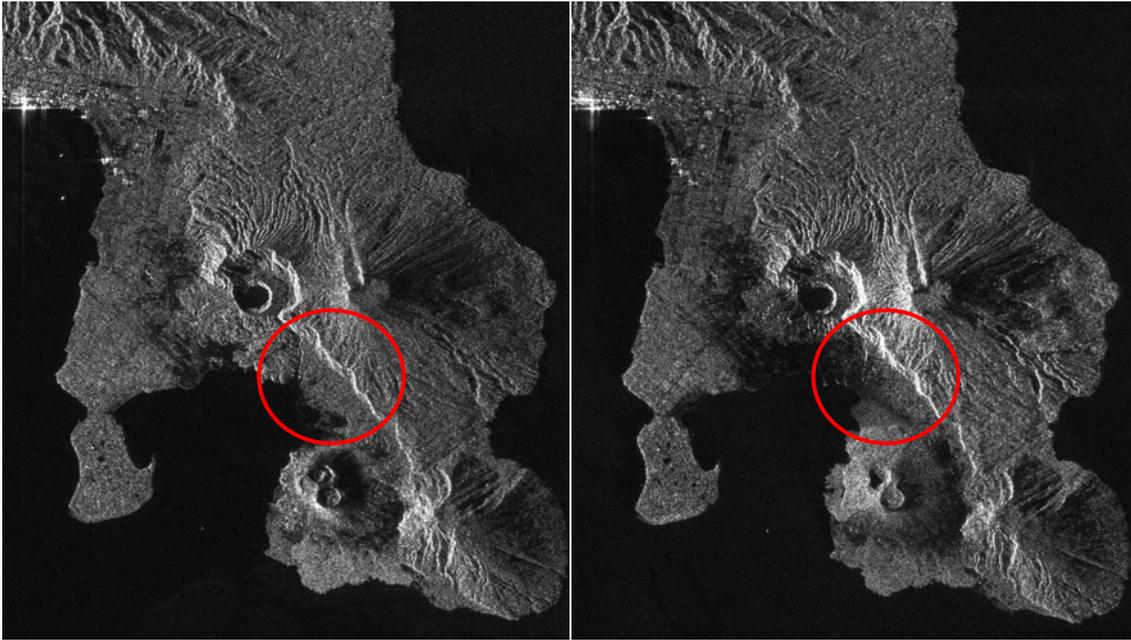


図 2. 3. 6-2 Tavurvur 火山（図中赤丸）における平成 18 年 10 月 7 日噴火前後の PALSAR 振幅画像（左噴火前、右噴火後）



図 2. 3. 6-3 平成 18 年 8 月 11 日フィリピン・ギマラス島沖で発生したタンカー原油流出事故周辺海域の PALSAR 画像
（図中赤楕円内の帯状の薄暗い領域が原油である可能性がある）



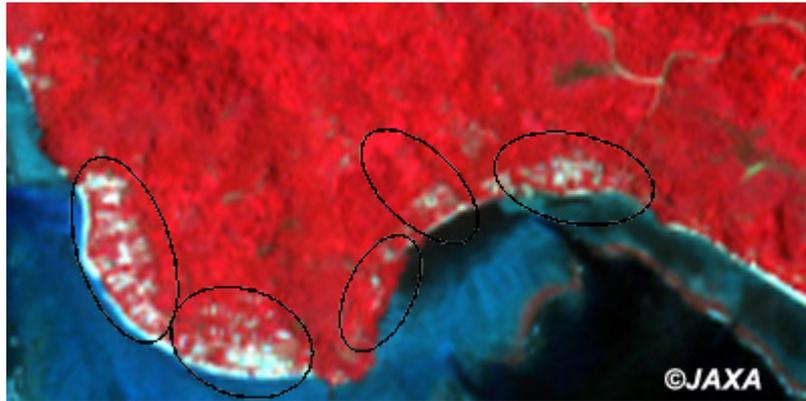
被災前（平成 18 年 8 月 10 日撮影、左：輪島市門前町付近、右：輪島市輪島崎町付近）



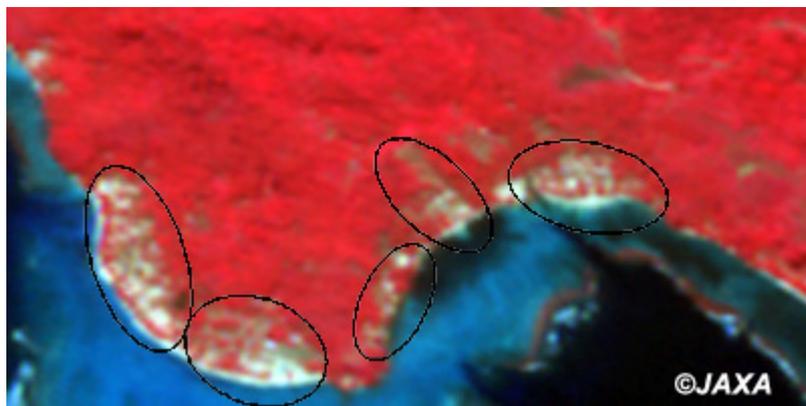
被災後（平成 19 年 3 月 28 日撮影、左：輪島市門前町付近、右：輪島市輪島崎町付近）

図 2. 3. 6-4 平成 19 年 3 月 25 日に発生した能登半島地震前後に撮影された
パンシャープン画像

（図中赤丸内で、左図は道路が埋まっている様子が右図は崖崩れの様子が見られる）



被災前（平成 19 年 3 月 8 日撮影、ソロモン諸島・ギゾ島南部）



被災後（平成 19 年 4 月 8 日撮影、ソロモン諸島・ギゾ島南部）

図 2. 3. 6-5 平成 19 年 4 月 2 日にソロモン諸島で発生した地震の前後に AVNIR-2
によって撮影されたカラー合成画像
（フォールスカラー画像、図中黒丸内の赤い領域（樹木）が減少している）



白潮発生前（平成18年5月4日撮影、福岡市沖博多湾）



白潮発生後（平成19年4月20日撮影、福岡市沖博多湾）

図2. 3. 6-6 平成19年3月から発生し始めた白潮と呼ばれる赤潮

表 2. 3. 6-1 災害と観測可能であろう被害の関係

	地殻変動 Crustal deformation	火山活動 (火口の拡大、溶岩流など) volcanic activity	道路・鉄道災害 damage: road & railroad	建物被害 (倒壊) damage: structure	地盤災害 (地盤沈下・液状化・地割れなど) geohazard	斜面災害 (地すべり、土砂崩れ、斜面崩壊、土石流) landslide	洪水 flood	火災 fire disaster	石油流出 oil spil	津波・高波 Tsunami	流水 sea ice	雪崩 avalanche
地震	PAL	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI
台風	-	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-	-	PAL/AV2/PRI	-	-
風害	-	-	-	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-	-	PAL/AV2/PRI	-	-
豪雨災害	-	-	-	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-	-
斜面災害	-	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-	-	-
火山災害	PAL	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-
雪害	-	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-	-	PAL/AV2/PRI
海上災害	-	-	-	-	-	-	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	PAL/AV2/PRI	-
危険物等災害	-	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	-	-	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-
林野火災	-	-	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	PAL/AV2/PRI	-	-	PAL/AV2/PRI	-	-	-	-
その他												

PAL: PALSAR, AV2: AVNIR-2, PRI: PRISM

2. 3. 7 土地利用、土地被覆、農業

土地利用や農業の分野で衛星データを利用する場合、光学センサのバンドや SAR の偏波の情報を用いて、地表の状態を調べる方法が有効である。これまでの衛星で得られた画像を元に解析された結果のうち、ALOS にも適用できると考えられる代表的な例を以下に紹介する。

- (1) 水田の作付け状況把握 (AVNIR-2、PALSAR)
- (2) 土地利用状況と変化の把握 (AVNIR-2、PALSAR)
- (3) 植生分類情報の抽出 (AVNIR-2)

(1) 水田の作付け状況把握 (AVNIR-2、PALSAR)

AVNIR-2 のバンド情報や SAR の強度画像を利用して、水田の抽出が期待される。LANDSAT データを用いた解析では、大規模水田において、比較的精度の良い結果が得られている。しかし、日本の多くの地域で、作付けを行う時期が梅雨に当たるため、光学センサでの観測はある程度限られる。一方、天候に無関係にデータが取得できる SAR では、カナダの RADARSAT に搭載された C バンド SAR を使って、北海道の石狩平野で水田を観測している例があげられる。このケースでは、稲の生長に伴って、SAR の強度が変化している様子が示されている。

(2) 土地利用状況と変化の把握 (AVNIR-2、PALSAR)

AVNIR-2 で得られる 4 つのバンドの画像うちの 3 つを赤、緑、青 (RGB) にそれぞれ割り当てることで、①トゥルーカラー (R:G:B=band3:2:1)、②ナチュラルカラー (R:G:B=band3:4:2)、③フォールスカラー (R:G:B=band4:3:2) と呼ばれる画像が作成される。これらの画像から、以下のような土地利用情報を得る事ができる。

- トゥルーカラー：肉眼で見るのと近い画像
- ナチュラルカラー：森林（緑）、田畑や芝（黄褐色）、市街地や水のない水田（赤紫）、水域（青紫）
- フォールスカラー：森林や草地（赤）、植物が少ない場所（灰）

AVNIR-2 の 4 バンドの画像に、教師なし、教師付き分類等の手法を適応することで、地表の土地利用の状況も把握できる。また、これらの解析を継続的に行う事で、土地利用状況の変化についての情報も得る事ができる。これまでの例としては、1995 年から 1998 年の間の、JERS-1 OPS と LANDSAT TM の画像を用いて、タイ全体の土地被覆分類などが行われている。図 2. 3. 7-1 左には、神奈川県相模川中下流域における AVNIR-2 のフォールスカラー画像、および右図には、AVNIR-2 の 4 バンドの画像を用いた教師付き分類（最尤法）による植生分類図を示す。

また SAR では、これまでに航空機搭載 SAR (Pi-SAR) で得られる 4 偏波の情報を使って、都市域等での土地被覆マップを作成する試みも行われている。

(3) 植生分類情報の抽出(AVNIR-2)

上で述べた AVNIR-2 の 4 バンドを利用した土地利用情報の抽出法を、森林部に適用することで、樹種の推定などが行うことができる。これまでに、LANDSAT データを用いて、富士山北斜面の森林を分類した例などが報告されている。また、植生調査の実務者に LANDSAT 画像を見てもらって行った聞き取り調査では、

- 落葉期の画像では、落葉樹と常緑樹の区別が可能
- 各植生の概略分布が把握できる。ただし細かい樹種別樹木分布判読は困難との報告がされている。

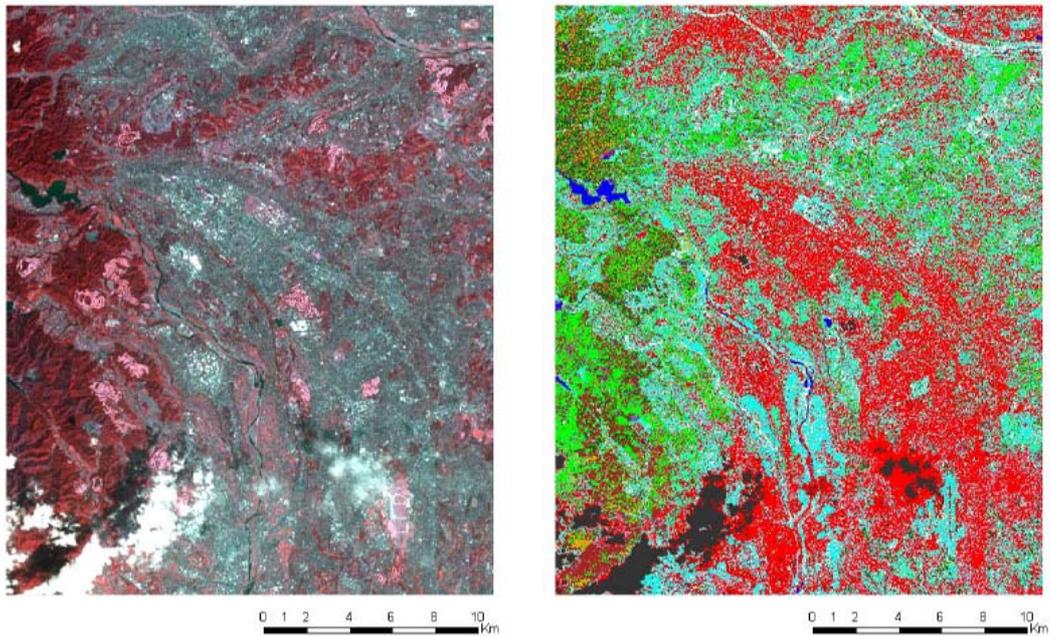


図 2. 3. 7-1 相模川流域（神奈川県）における、AVNIR-2 による
フォールスカラー画像（左）および最尤法分類図（右）の例

2. 3. 8 海洋学分野への利用事例

(1) 光学センサの利用事例

ALOS の光学センサ (AVNIR-2、PRISM) を用いた利用事例として、可視近赤外域のスペクトル情報を利用した沿岸域のモニタリング (汚濁・汚染、赤潮、珊瑚礁等の分布) が挙げられる。

図 2. 3. 8-1 に 2006 年 6 月 1 日に東京湾付近を観測した AVNIR-2 の画像を示す。AVNIR-2 は 10m の空間解像度で青 (460nm)、緑 (560nm)、赤 (650nm)、近赤外 (825nm) の 4 チャンネルを持つ。左図(a)は赤、緑、青チャンネルによる RGB 画像、右図(b)は近赤外、赤、緑チャンネルによる RGB 画像である。横浜港～千葉港にわたる東京湾の広い範囲で、周囲の海域と違う変色域が確認できる。横浜市環境科学研究所によると、5 月下旬から 6 月始めにかけて渦鞭毛藻 (*Prorocentrum minimum*) による赤潮が東京湾で大規模に発生していたことが報告されており、それに対応するものと考えられる。反射率 (大気上端) の 4 チャンネルの関係 (図 8(c)) を見ると、赤潮と思われる変色域において、近赤外が他の海域に比べて明らかに高いことがわかる。

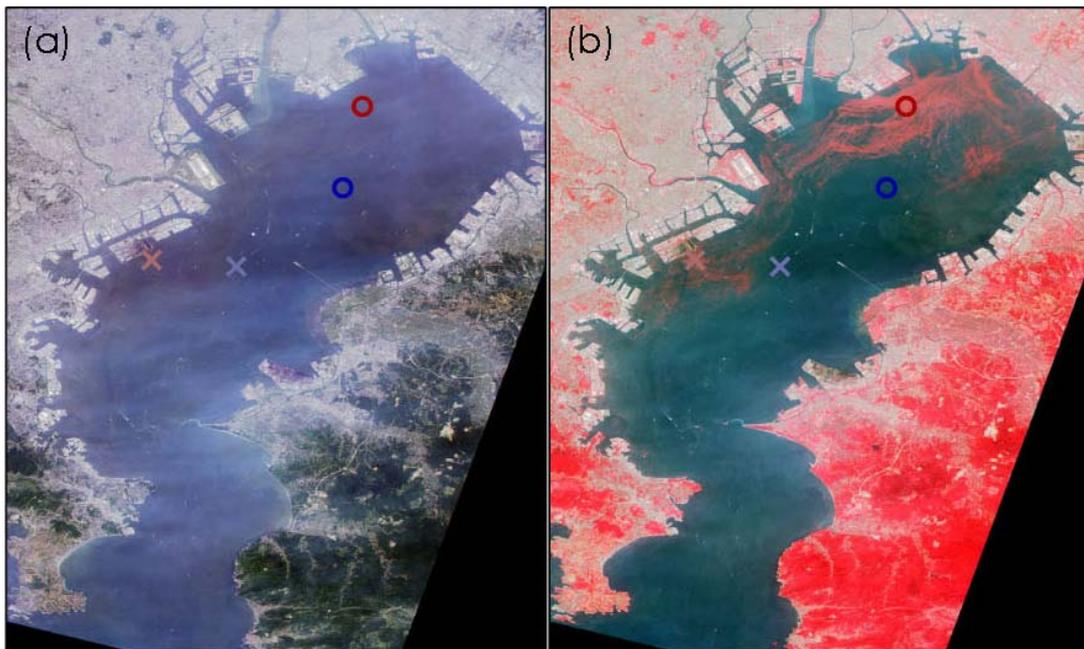


図 2. 3. 8-1: AVNIR-2 による 2006 年 6 月 1 日の東京湾

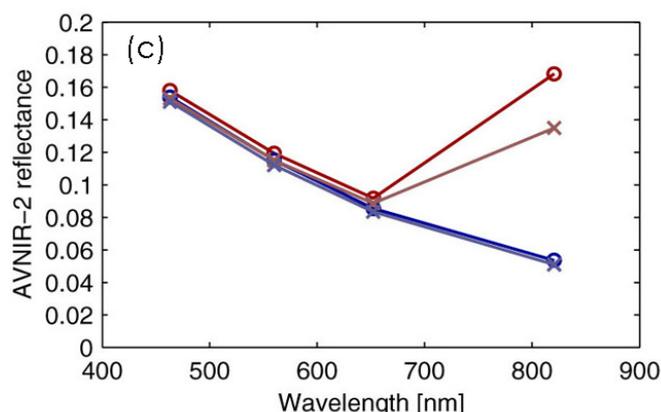


図2. 3. 8-1 (c)：画像中の変色海域(赤系色)と非変色海域(青系色)を2組(計4点)抽出してプロットした図

横軸は波長、縦軸は AVNIR-2 観測の反射率。○と×は左図中の記号と対応。

衛星センサによる赤潮の観測では、広範囲の分布が一度に得られるというメリットがあるが、以下のような課題も存在する。

- 1) 海面の「色」しか見えないので、種別や量を直接推定できるわけではない
- 2) 上空からの観測となるので、周囲の水色と赤潮の色の違いが小さい場合には判別しづらい
- 3) 海面のサンダリングや上空のエアロゾルの状況によって見えづらくなる
- 4) 衛星センサの観測スケジュールや雲によって観測できない日がある

このように、まだいくつかの課題はあるものの、AVNIR-2等の衛星観測と現場の赤潮観測データを蓄積し、解析手法の検討を行なうことによって、赤潮の効果的なモニタリングや赤潮プロセスの解明へ繋がっていくことが期待される。

(2) SAR の利用事例

合成開口レーダー(SAR)は天候に関わらず、10m から 100m の空間分解能で海面の荒さ情報を可視化できるセンサで、複雑な空間変動を示す沿岸域の研究、監視に有効なデータとなると期待される。ALOS に搭載された PALSAR は L バンドの SAR で、これまで海洋に対して利用が進んでいる C バンドに比べて波長が長いという特徴がある。図2. 3. 8-2 は、SAR の波長による海洋表面の見え方の違いを示している (W.G.Pichel 氏 (NOAA) 提供)。諸外国の衛星搭載 SAR でよく用いられる C バンドは、海洋表面のセンチ・オーダーの波にも散乱し、細かなところまで把握できる反面、比較的大きな構造に対しては把握しづらいことが分かる。一方、PALSAR で用いられる L バンドは、10センチ・オーダーの波によく散乱されるため、C バンドほど細かな部分は分からないものの、大きな構造がよく捉えられていることが分かる。また、PALSAR は L バンドの衛星搭載 SAR では初の多偏波モード、広域観測モードを有しており、データの蓄積により新たな研究の進展が期待される。以下、PALSAR を利用した研究事例として、1) 高解像度海上風算出、2) 波浪情報抽出、3) 沿岸渦の可視化、4) 流出油の検出について紹介

する。

- **C-band**
– centimeter scale
- **L-band**
– decimeter scale
- **P-band**
– ~ meter scale

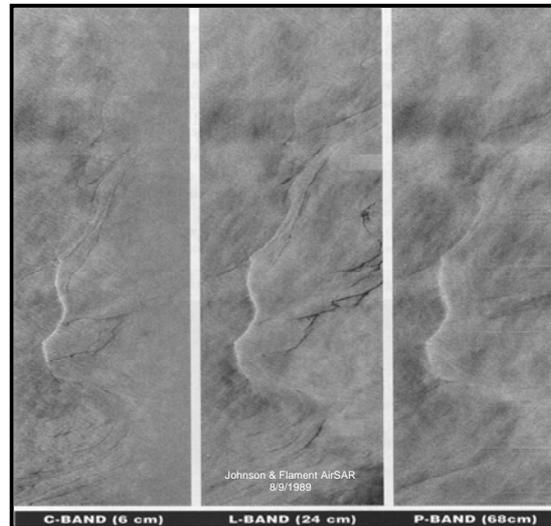


図 2. 3. 8 - 2 SAR の波長の違いによる海表面画像の特徴の差

1) 高解像度海上風算出

海面の粗さは海上風と関係するため、マイクロ波の後方散乱強度と海上風の関係式を構築することにより、高解像度海上風分布を得ることが可能となる。マイクロ波の後方散乱を海上風速に変換するための関数（海上風推定のモデル関数）は、Ku バンドやCバンドのマイクロ波散乱計により確立された[2],[3]。Cバンドモデル関数はERSやENVISATのSARに適用され、高分解能風速分布算出が行われている。SARでは一方向からの後方散乱しか得られないため、風向を与えることで風速を算出する。客観解析やモデル等、別のデータソースから風向を決定するのが一般的であるが、SARの画像パターンから風向を算出する方法も提案されている。一方、Lバンドに対してはJERS-1 SARを用いたモデル関数の開発がなされたが[4]、入射角依存性を考慮したモデルとはなっていない。PALSARは広域観測(ScanSAR)モードを有するため、入射角依存性を考慮したモデル関数の開発が可能となった。現状のモデル関数では、おおよそ、2.6 m/sの精度で海上風算出が可能である[5]。

図 2. 3. 8 - 3 に 2006 年 6 月 8 日に北海道周辺を観測した PALSAR データから風速を算出した結果を示す。矢印は散乱計を基に計算された海上風のうち、PALSAR の観測時刻に近いものを表示した。海上風は地形の影響を受けて空間的に大きく変動しているが、SAR による高解像度海上風は、散乱計では観測できない沿岸近くの海上風を捉えている。沿岸海上風は、波浪の発達や表層循環の主要な駆動力であり、レジャー、漁業をはじめとする人間活動に

大きな影響を与えるパラメータである。

図2. 3. 8-2に示したように、Lバンドは、Cバンドほど海上の細かな波に対して感度が高くないので、低速の風に対しては不利な面があるが、Cバンドでは後方散乱強度が飽和する高風速域の海上風算出において期待されている。図2. 3. 8-4に2007年7月16日のひまわり(MTSAT)の可視画像に、日本の東方海域を観測した、PALSAR画像(ScanSAR)を重ねて表示した。ひまわり画像からは台風4号に伴う雲分布が確認できるが、PALSARの後方散乱の強度もそれに対応するバンド構造を伴った円状パターンとなっている。今後、高風速域におけるモデル関数が構築されれば、気象衛星では捉えられないスケールの台風直下の風速分布の算出が可能となる。

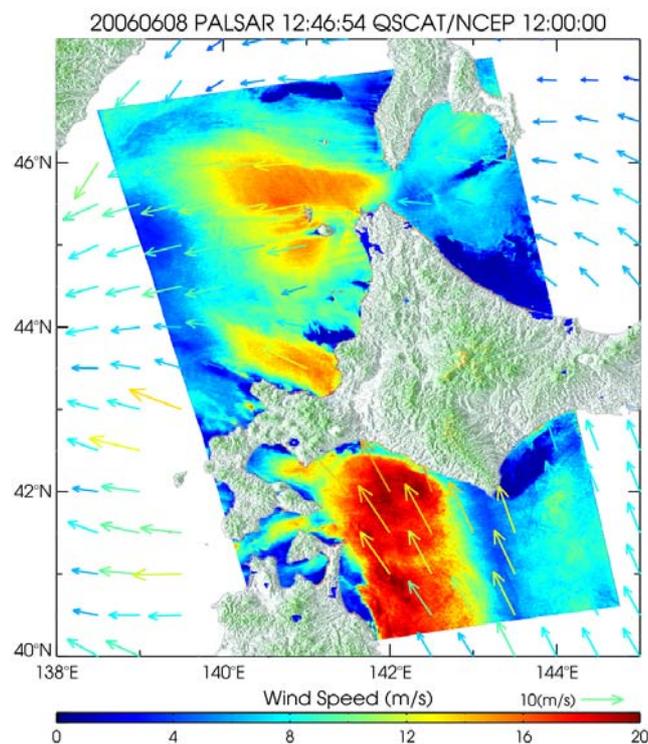


図2. 3. 8-3 2006年6月8日観測のPALSARデータから求めた
北海道周辺の海上風速分布

Colorado Research Associates 提供の QSCAT/NCEP Blended Ocean Winds データを矢印
で重ねて表示。

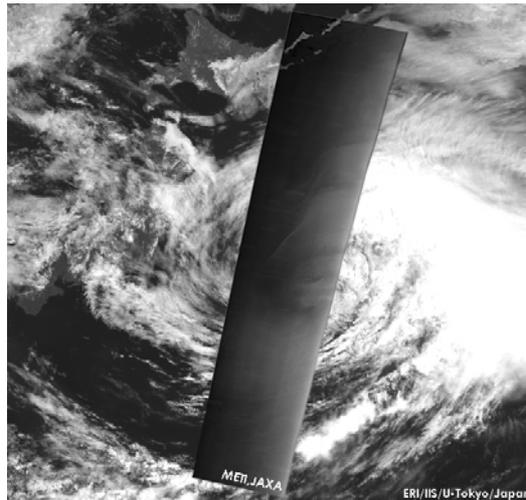


図2. 3. 8-4 2007年7月16日のMTSAT（ひまわり）の可視画像に、日本の東方海域を観測した、PALSAR画像を重ねて表示。

MTSAT データは東京大学生産技術研究所より提供。

2) 波浪情報抽出

SARの海洋利用の1つとして波浪情報の抽出がある。現業的に波浪のモニタリングや予報が行われていることからわかるように、その海上交通や海岸構造物に対する重要性は言を待たない。波浪も海上風や海流と同様に、沿岸域では、陸上地形や海底地形の影響を受けて複雑に振る舞うが、その理解は外洋ほどには進んでいない。SARは沿岸域の波浪パラメータを抽出可能なセンサであり、高解像度風速やモデルと併用することでこの分野の進展が期待される。図2. 3. 8-5はPALSARの高分解能モードで海上を観測したデータである（左図）。北西-南東向きの筋状構造はうねりが可視化されたもので、SAR画像の2次元スペクトル（右図）より、うねりの方向が推定可能である。また、SARによる波スペクトルから波浪の有義波高を推定する方法が提案されており、LバンドSARによる沿岸波浪パラメータ抽出の可能性が示されている[6]。

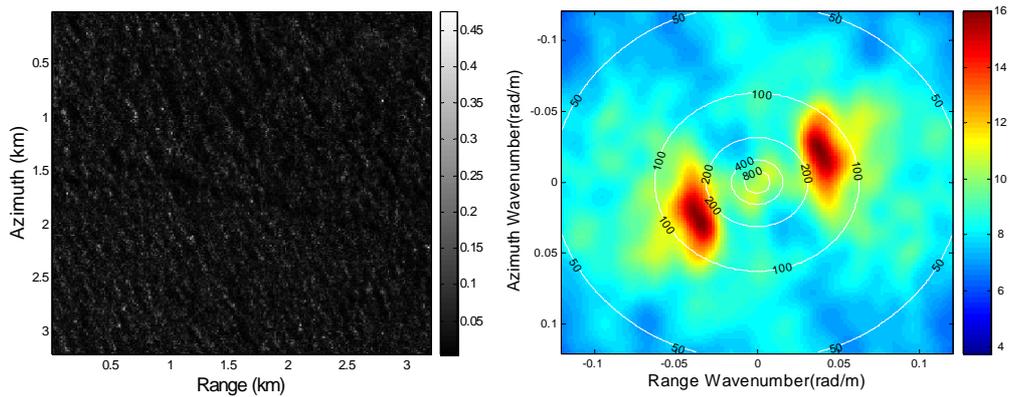


図 2. 3. 8 - 5 PALSAR 高分解能モードで観測された海上の画像（左図）とその 2 次元スペクトル（右図）。

[5]より引用。

3) 沿岸渦の可視化

岬や島などの地形は流れとの相互作用により、複雑な 3 次元的な沿岸流を引き起こす。これらの流れは外洋とは異なる混合、拡散過程を通じて、物理、生物フロントを形成する。近年、衛星観測により、これらの地形との相互作用により生じると考えられる 10km 以下のスケールの沿岸渦の存在、分布が明らかにされてきた。沿岸渦は生物過程を通じて、漁業にも密接に関わる現象であり、その振る舞いの把握が求められている。SAR は高解像度で海面を観測し、かつ、天候にほとんど左右されないため、沿岸渦の研究に適したデータである。

図 2. 3. 8 - 6 に 2006 年夏季に伊豆諸島、三宅島付近を観測した PALSAR 画像を示す。御蔵島、イナンバ島の後方に島のスケールの渦列が可視化されている。2006 年夏季は黒潮が三宅島、御蔵島付近を通過していたことから、黒潮の流れと島（地形）との相互作用により形成されたと考えられる。図 2. 3. 8 - 7 に MODIS により観測された 2006 年 8 月 4 日の海面水温 (SST:左) と Chlorophyll-a (Chl-a:右) を示す。三宅島、御蔵島の後方で低温域（渦）、高 Chl-a パターンが見られる。これは、島の後方で生物生産性が増加する” island mass effect” を表していると考えられる。また、数値モデルにより、可視化された渦はカルマン渦的な性質を持つことが確かめられた^[7]。以上のように、SAR および他の衛星データ、現場観測データ、数値モデル等を組み合わせることにより、沿岸渦等の沿岸域の現象への理解が進むと期待される。

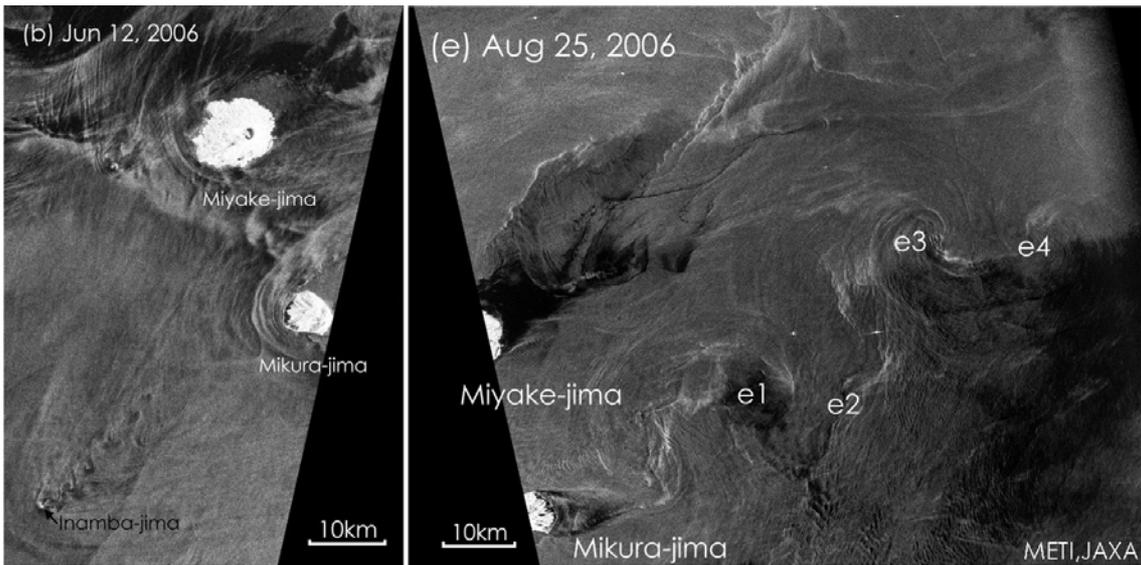


図 2. 3. 8-6 2006年6月12日(左)、2006年8月25日(右)に伊豆諸島、三宅島付近を観測した PALSAR 画像。

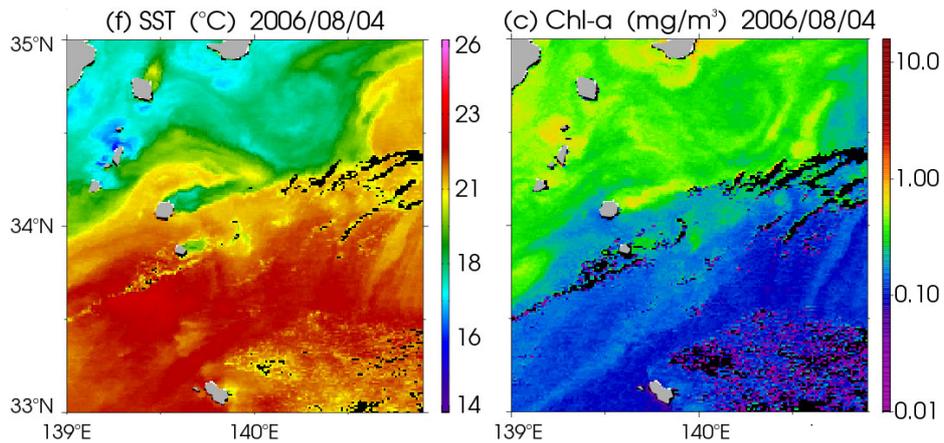


図 2. 3. 8-7 2006年8月4日観測の MODIS SST Chl-a 画像

東海大学情報技術センター (TRIC) および宇宙航空研究開発機構 (JAXA 地球観測センター (EOC)) が受信・輝度/幾何変換処理 (Level 1B) 処理し、そのデータを JAXA/地球観測研究センター (EORC) が準リアルタイム処理して公開。

4) 流出油の検出

さらに実利用に近いものとして、大規模災害のモニタリングが挙げられる。図 2. 3. 8-8 (a) は、2006年8月25日の ScanSAR 画像で、8月11日にフィリピン中部ギマラス島沖で発生した、タンカー“ソーラー1”の沈没によって流出したオイルの漂流の様子を捉えている。タンカーの沈没地点である赤い点を起点に、黒い筋として、流出したオイルが確認できる。オイル流出域は海面上の油が被膜となって波が立ちにくいいため、SAR 画像では暗く映る。このオイル流出事故に対しては各宇宙機関の協力により集中的な観測が行われ、

UNOSAT では ENVISAT と Radarsat の SAR による観測からオイル流出分布図を作成した。PALSAR 画像から推定されたオイル流出域と合わせて表示することで (図 2. 3. 8 - 8 (b))、流出域の分布とその時間変化を把握することが可能となる。

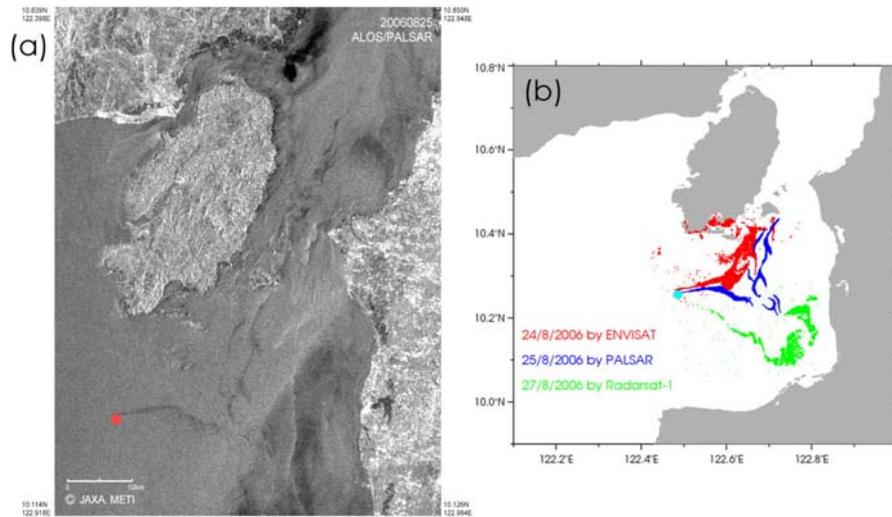


図 2. 3. 8 - 8 (a) 2006 年 8 月 25 日観測の PALSAR ScanSAR 画像。

(b) SAR データから推定したオイル流出域

ENVISAT (赤) と Radarsat (緑) による推定域は UNOSAT 作成の分布図から引用。

2. 3. 9 国際極年 (International Polar Year : IPY)

IPY は、南北両極域を対象とする国際的、学際的、科学的研究及び観測計画であり、International Council for Science (ICSU) 及び World Meteorological Organization (WMO) がオーガナイズして、2007 年 3 月 1 日から 2009 年 3 月 1 日までの 2 年間実施される。今回の IPY は、1882-3 年、1932-3 年、1957-8 年に続く 4 回目のものとなる。

日本では、国立極地研究所の研究者が中心となって関連の研究者を組織し、IPY へ貢献する様々な研究計画をとりまとめるとともに、それぞれの研究を担当する PI により、研究が実施されている状況である。

今回の IPY の実施にあたり、以下の 6 主課題が IPY 全体の目標として定義されている。

- 空間的、時間的な変動を計測することにより、極域の現在の環境状態を把握する。
- 過去及び現在の極域における環境・住民の変動を計量・理解し、その予測を向上させる。
- すべてのスケールにおける極域と全地球との相互作用について及び相互作用を規定している過程について理解を深める。
- 極域における科学的最先端で未知な事項を探求する。
- 地球の内核・地球磁場・地球空間・太陽系内外の観測を展開し、発展させるために、極域の地の利を生かす。
- 周北極人間社会の回復や維持を定める文化的・歴史的・社会的過程を調査し、地球規模文化の多様性や公民権への周北極人間社会の特異な寄与を明らかにする。

上記の学術課題に基づき、諸分野の研究者により 6 つの観測企画が提唱されている。

- 極域環境の 2007-2008 年時点での現状を把握するための、多分野同時観測
- 極域環境の変動を規定している要素を理解するために必要な主要資料の取得
- 多分野観測網の維持、継続観測
- 学術的最先端への国際的・組織的・多分野観測隊の派遣
- 地球内外の重要事項を調査するための、極域観測の実施
- 周北極人間社会の、第 1 回国際極年 (1882-83 年) から現在までの、状況変化についてのデータバンクの構築

ALOS 利用研究においては、南極域の ScanSAR ブラウズ・モザイクを観測したサイクル毎に提供し、IPY 研究に貢献することとしている。どうか利用されたい。

また、第 2 回研究公募において、IPY について新たに研究分野を設定して公募したところ、3 件の研究提案が選定された。これらの研究提案は、干渉 SAR を使った氷床の移動速度検出、SAR による海氷厚の推定、干渉 SAR 及び光学センサデータを併

用しての氷床表面高の抽出等を行い、IPY に貢献を行う研究となっている。

第1回研究公募は2000年に選定されたため、IPY計画が検討される以前であり、IPY自体を意識したものはないが、雪氷研究として選定された研究の中にIPY関連のものが存在する。これらは、例えば、北極域の河川の雪解けによる洪水のSARでの解析、ScanSARによる南極海海水分布のマッピング、SARによる氷床のマッピングとマスバランスの解析、SAR等のマイクロ波センサを利用した雪解け域マッピング等である。

2. 3. 10 都市

地球観測データは都市環境に関する観測にも広く用いられている。ALOS の特徴である高分解能やマルチスペクトル観測などを利用すると、都市部の土地利用や都市環境などの実態把握が可能である。将来的には、衛星観測を用いて得られたデータをもとに、都市管理、都市計画の向上に資することが望まれる。

以下に、都市分野における ALOS データの応用分野について概要を述べる。

(1) 都市部の土地被覆

AVNIR-2 の 4 バンドの画像に教師なし、教師付きの土地被覆分類の手法を適応することで、都市部の市街地や水域などを判別・把握することができ、さらに時期の異なるデータからは、それらの時間変化も抽出することができる。

また、NDVI 等の指標や土地被覆分類から、都市環境の問題を把握する上で重要な、都市部の緑被の状態などを知ることができる。

土地被覆分類では、雲や昼夜に影響されない PALSAR のデータの利用も期待される。特に多偏波による観測では、対象物の散乱特性を詳細に知ることができ、ターゲット分解やエントロピー分類などを行うと、市街地の判別が可能になると考えられる。

(2) 都市開発のモニタリング

地球観測衛星は地表面の一貫した観測を周期的に行えることから、都市の拡大や、自然や生活環境への影響の実態把握にも役立つことが期待される。これまでに、Landsat などの陸域観測衛星を用いて、急激に開発が進む中国の大都市について市街地の広がりや密度増加の様子が図示され、各都市の発展パターンの違いについての議論などがなされている。

都市の拡大のモデルとしては、セル・オートマトンを用いた都市成長シミュレーションモデルなどが知られており、衛星による観測と合わせて都市の実態を定量的に把握することが可能になりつつある。

(3) 都市環境問題

都市における環境問題においては、水質汚濁、大気汚染、ヒートアイランド現象など様々な現象が挙げられる。水質汚濁については河水、海水の画像の解析によって直接的な観測が可能であるが、これ以外の現象についても間接的な観測が可能である。

例えば緑被地など自然環境の存在が大気汚染やヒートアイランドを低減すると考えられることから、土地被覆分類等による分析が有効である。ヒートアイランド現象については、都市気温の数値シミュレーションや、熱赤外バンドのセンサを有する他衛星による直接観測と組み合わせ、緑被地の気温低減効果を見積もる研究などが知られている。

3. ALOS について

3. 1 衛星概要

日本の地球観測衛星計画は、その観測目的に応じて主に大気・海洋を観測する衛星と、主に陸域を観測する衛星の2つにシリーズ化し、それぞれ開発が行われている。陸域観測技術衛星 (ALOS) は、地球資源衛星 1 号 (JERS-1) および地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS) による陸域観測技術をさらに高度化し、地図作成、地域観測、災害状況把握、資源探査等への貢献を図ることを目的としている。

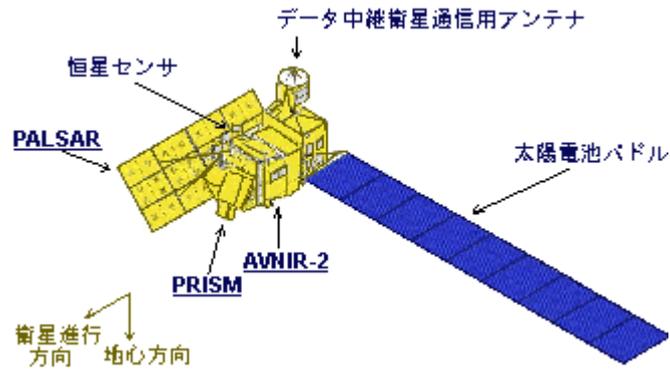


図 3. 1 - 1 ALOS 概要

ALOS は、高精度で標高抽出を行うためのパナクロマチック立体視センサ (PRISM)、土地被覆の観測を高精度に行うための高性能可視近赤外放射計 2 型 (AVNIR-2)、および昼夜や天候によらず陸域観測が可能なフェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ (PALSAR) の 3 つの地球観測センサを搭載している。さらに、高速・大容量データハンドリング技術と高精度位置姿勢決定技術をともなって、高分解能の陸域観測に威力を発揮することが期待されている。

ALOS は 2006 年 1 月 24 日に種子島宇宙センターから H-IIA ロケットで打ち上げられた。(図 3. 1 - 1、表 3. 1 - 1 参照)

表 3. 1 - 1 ALOS 主要諸元

打上げ日	2006 年 1 月 24 日
打上げ機	H-IIA ロケット
打上げ場所	種子島宇宙センター
衛星質量	約 4 トン
発生電力	約 7 kW (寿命末期)
設計寿命	3~5 年
軌道	太陽同期 準回帰軌道
	回帰日数 : 46 日 サブサイクル : 2 日
	高度 : 691.65 km (赤道上空)
	傾斜角 : 98.16°
姿勢決定精度	2.0 x 10 ⁻⁴ ° 以内 (オフライン、GCP あり)
位置決定精度	1m 以内 (オフライン)
データ転送速度	240Mbps (データ中継衛星経由) 120Mbps (直接送信モード)
搭載データレコーダ	固体データレコーダ (90Gbytes)

3. 2 PRISM 概要

PRISM は可視域を観測する光学センサで、地表を 2.5m の分解能で観測することができる。PRISM のデータは高精度の数値標高モデル (DEM) を作成するために使われる。標高を含む地形データを取得するために 3 組の光学系を持ち、衛星の進行方向に対して前方視、直下視、後方視の 3 方向の画像を同時に取得する。

それぞれの光学系は軸外し 3 枚鏡のプッシュブルーム走査方式で構成されており、直下視では 70km、前方視と後方視は 35km のそれぞれ観測幅を持つ。前方視と後方視の放射計は地心方向に対して ±約 24°、衛星進行方向に対して傾けて取り付けられている。これにより高精度の地形データを高頻度で取得することが可能となる。(図 3. 2 - 1、表 3. 2 - 1、図 3. 2 - 2 参照)

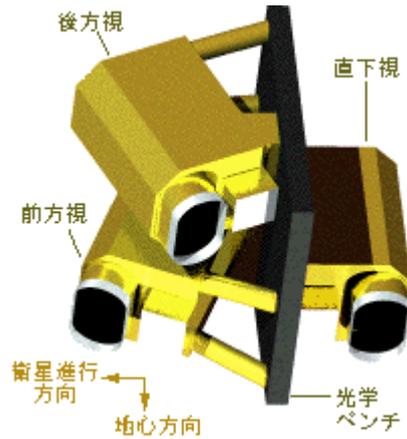


図 3. 2-1 PRISM 概要

表 3. 2-1 PRISM 主要諸元

バンド数	1 (パングロマチック)
観測波長帯	0.52~0.77 μm
光学系	3 式 (直下視、前方視、後方視)
ステレオ視 B/H 比	1.0 (前方視後方視間)
地上分解能	2.5m (直下視)
観測幅	70km (直下視のみ) / 35km (3 方向視モード)
信号対雑音比	>70
空間周波数伝達特性	>0.2
ディテクター数	28000/band (観測幅 70km) 14000/band (観測幅 35km)
ポインティング角	$\pm 1.5^\circ$ (3 方向視モード、クロストラック方向)
量子化ビット数	8 ビット

注記: 北緯 82° および南緯 82° を超える範囲は観測不可能。

表 3. 2-2 観測モード

モード1	前方視、直下視、後方視による3方向視 (観測幅 35km)
モード2	直下視(70km) + 後方視(35km)
モード3	直下視(70km)
モード4	直下視(35km) + 前方視(35km)
モード5	直下視(35km) + 後方視(35km)
モード6	前方視(35km) + 後方視(35km)
モード7	直下視(35km)
モード8	前方視(35km)
モード9	後方視(35km)

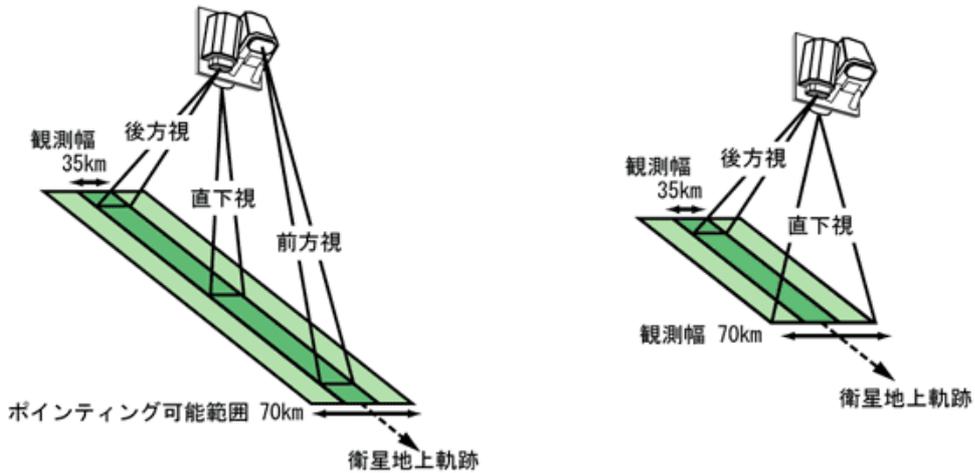


図 3. 2-2 PRISM 観測域

3. 3 AVNIR-2 概要

AVNIR-2 は地球観測プラットフォーム技術衛星(ADEOS)に搭載された AVNIR の分解能をさらに向上させたもので、可視・近赤外域の観測波長を用いて、主に陸域、沿岸域を観測することにより地域環境監視等に必要な土地被覆分類図、土地利用分類図などの作成を行う。

AVNIR-2 はまた、災害状況の把握のために衛星進行直方向に観測領域を変更するポインティング機能($\pm 44^\circ$)を持っている。(図 3. 3-1、表 3. 3-1、図 3. 3-2 参照)

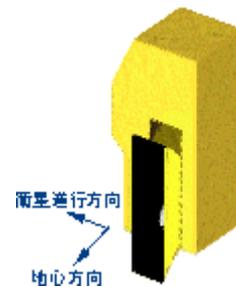


図 3. 3-1 AVNIR-2 概要

表 3. 3-1 AVNIR-2 主要諸元

バンド数	4
観測波長帯	Band1 : 0.42 ~ 0.50 μ m Band2 : 0.52 ~ 0.60 μ m Band3 : 0.61 ~ 0.69 μ m Band4 : 0.76 ~ 0.89 μ m
地上分解能	10 m (直下視)
観測幅	70 km(直下)
信号対雑音比	>200
空間周波数伝達特性	Band1~3 : >0.25 Band 4 : >0.20
ディテクター数	7000/band
ポインティング角	$\pm 44^\circ$ (3方向視モード、クロストラック方向)
量子化ビット数	8ビット

注記：北緯 88.4° および南緯 88.5° を超える範囲は観測不可能。

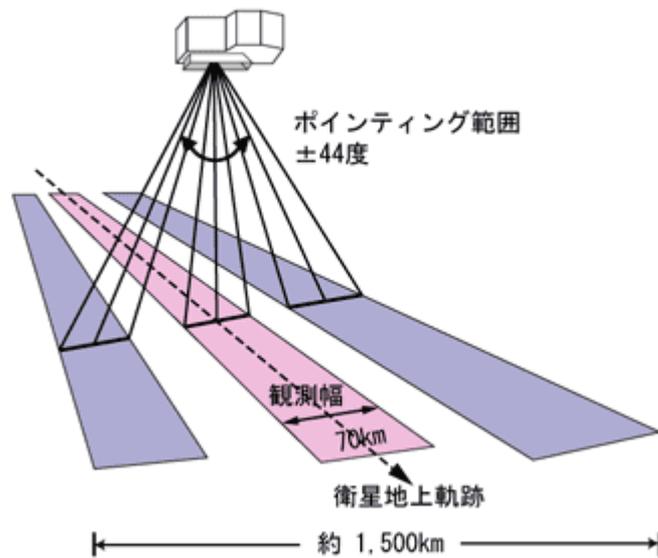


図 3. 3-2 AVNIR-2 観測域

3. 4 PALSAR 概要

PALSAR は地球資源衛星 1 号 (JERS-1) に搭載された合成開口レーダ (SAR) の機能・性能をさらに向上させたもので、天候や昼夜に影響されない能動型のマイクロ波センサです。PALSAR は高分解能観測モード、観測角を可変し 250~350km (スキャン数に依存) という広い観測幅を有する広観測域モード (ScanSAR) を持っています。これは、これまでの SAR と比較して 3~5 倍の観測幅となる。(図 3. 4-1、表 3. 4-1、図 3. 4-2 参照) なお、PALSAR の開発は宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と (財) 資源探査用観測システム研究開発機構 (JAROS) の共同で行っている。

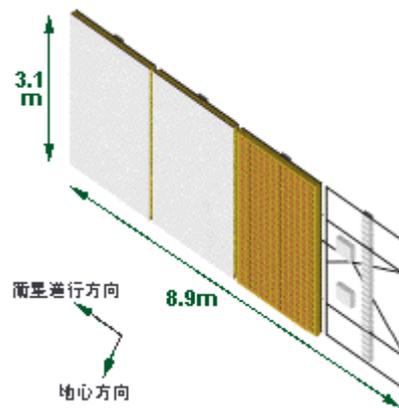


図 3. 4-1 PALSAR 概要

表 3. 4 - 1 PALSAR 主要諸元

モード	高分解能		広観測域	多偏波 (実験モード *1)
中間周波数	1270 MHz (L-band)			
バンド幅	28MHz	14MHz	14MHz、28MHz	14MHz
偏波	HH or VV	HH+HV or VV+VH	HH or VV	HH+HV+VH+VV
入射角範囲	8~60°	8~60°	18~43°	8~30°
地上分解能	7~44m	14~88m	100m (multi look)	24~89m
観測幅	40~70 km	40~70 km	250~350km	20~65km
量子化ビット数	5 bits	5 bits	5 bits	3 or 5bits
Data rate	240Mbps	240Mbps	120Mbps、 240Mbps	240Mbps
雑音等価後方散乱係数 *2	< -23dB (観測幅 70km) < -25dB (観測幅 60km)		< -25dB	< -29dB
信号対アンビギュイティ 比(S/A) *2、*3	> 16dB (観測幅 70km) > 21dB (観測幅 60km)		> 21dB	> 19dB
ラジオメトリック精度	1 シーン内で 1dB/1 軌道内で 1.5dB			
アンテナサイズ	アジマス方向:8.9m x エレベーション方向:3.1m			

注記: オフナディア角 41.5° の時、北緯 87.8° および南緯 75.9° を超える範囲は観測不可能。

*1 電力の関係により、運転時間に制限があります。

*2 高分解能モード: オフナディア角は 34.3°

広観測域モード: オフナディア角は 34.1°

多偏波モード: オフナディア角は 21.5°

*3 PALSAR の技術変更により、S/A レベルが低下することがあります。

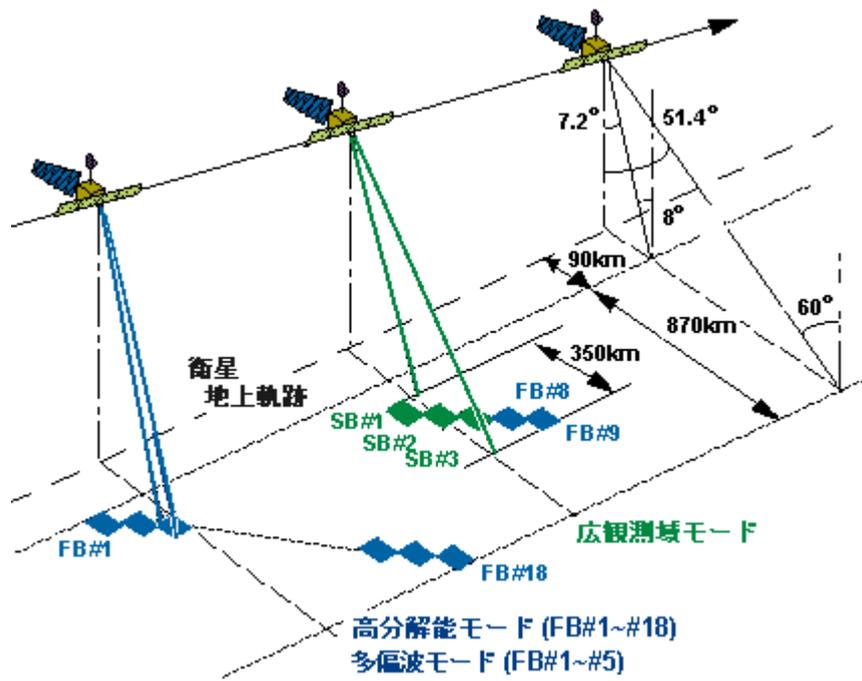


図3. 4-2 PALSAR 観測域

4. プロダクトについて

4. 1 PRISM

PRISM は、観測データにラジオメトリック補正及び幾何補正を施し、レベル 1A、レベル 1B1、レベル 1B2 のプロダクトを作成して提供する。表 4. 1-1 に PRISM プロダクトの処理レベルの定義を示す。

表 4. 1-1 PRISM プロダクトの処理レベルの定義

レベル	
1A	レベル 0 から切り出され、伸張・ライン生成された PRISM 生データ。レベル 1B 以降の処理に必要なラジオメトリック情報、幾何学的情報が付加される。
1B1	レベル 1A データにラジオメトリック補正を施し、絶対校正係数を付加する。レベル 1B2 以降の処理に必要な幾何学的情報等のアンシラリ情報が付加される。
1B2	レベル 1B1 データに幾何学的補正を施す。以下の補正オプションが使用可能。 R : Geo-reference データ。 G : 地図への重ねあわせを行う。Geo-coded データ。

4. 1. 1 プロダクト概要

(1) シーンの定義

PRISM のシーンは RSP 番号 (パス、フレーム) およびシーン移動量によって定義される。各パスは衛星の緯度指数に基づき 7200 のフレームに分割され、PRISM ではフレーム番号は 5 間隔 (約 28km 間隔) となる。また、処理済データではシーン移動が指定でき、シーン移動量はフレーム数によって指定される。

処理設備ではこのように RSP を基準に入力データで画像位置及び範囲を決定する方法で Raw プロダクト (幾何学的未補正データ) 及び Geo-reference プロダクト (衛星進行方向を基準に地図投影したもの) のシーンを定義し、Geo-reference プロダクトと同じ範囲を北が上になるように回転した方法で Geo-coded プロダクト (地図上での方向を基準に投影したもの) のシーンを定義する。表 4. 1. 1-1 に、PRISM のシーンの定義とシーンサイズを示す。

表 4. 1. 1-1 PRISM のシーンサイズとシーンの定義 (1/3)

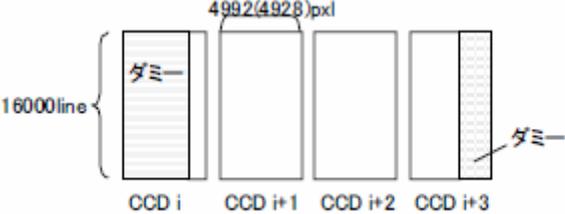
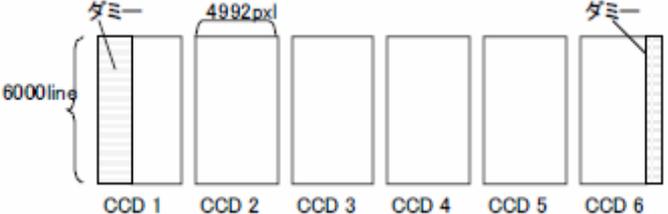
処理レベル	観測モード	シーンサイズ	シーン定義、切り出し方法
1A, 1B1	直下視通常モード、前方視、後方視	<p>約 35km×35km (4 ファイルの場合： 4992pxl×16000 line×4=305 Mbyte：直下視 4928pxl×16000 line×4=301 Mbyte：前方視・後方視 ：うち有効 4864pxl×3×16000line)</p> 	<p>シーン位置は衛星位置の RSP (パス、フレーム) とシーン移動量で定義される。フレーム番号に対応するシーン中心時刻を算出し、これを中心として一定ライン数を切り出す。シーン移動が指定されている場合は、移動したフレーム番号に対応する中心時刻を算出する。</p> <p>イメージファイルは CCD ユニットごとに作成される。各ファイルは 4992pxl (直下視) および 4928pxl (前方視、後方視) で、データがない部分はダミーとする。CCD 間の重複部分は削除しない。また、偶奇の並べ替えが行われたデータである。通常 4CCD4 ファイルであるが、3CCD3 ファイルの場合もある。</p>
	直下視 70km 観測モード	<p>約 70km×35km (4992pxl×16000 line×6=457 Mbyte ：うち有効 4864pxl×6×16000line)</p> 	同上

表 4. 1. 1-1 PRISM のシーンサイズとシーンの定義 (2/3)

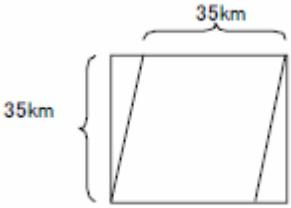
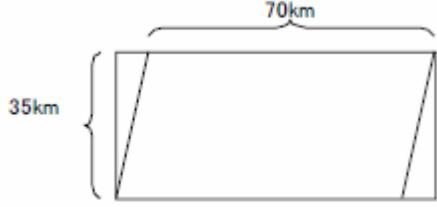
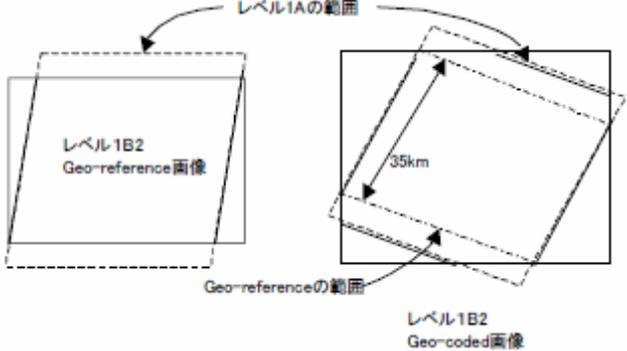
処理レベル	観測モード	シーンサイズ	シーン定義、切り出し方法
1B2R (Geo-reference)	直下視通常モード、 前方視、後方視	35km×35km (スキュー分をのぞく) ((14000+ α) pxl×14000line=187Mbyte) 	シーン位置は衛星位置の RSP (パス、フレーム) とシーン移動量で定義される。フレーム番号に対応するシーン中心時刻を算出し、これを中心として一定ライン数を切り出す。シーン移動が指定されている場合は、移動したフレーム番号に対応する中心時刻を算出する。 イメージファイルは全体で 1 ファイル (CCD 間で合成済み)
1B2R (Geo-reference)	直下視 70km 観測モード	70km×35km (スキュー分をのぞく) ((28000+ α) pxl×14000line=374Mbyte) 	同上

表 4. 1. 1-1 PRISM のシーンサイズとシーンの定義 (3/3)

処理レベル	観測モード	シーンサイズ	シーン定義、切り出し方法
1B2G (Geo-coded)	直下視通常モード、 前方視、後方視、 直下視 70km 観測 モード	<p>可変サイズ (Geo-reference を回転した画像)</p> 	<p>シーン位置は、地図の北方向が上になり、Geo-reference 画像の四隅が4 辺に接するようにフレーミングする。従って Geo-coded は Geo-reference を回転した画像となり、サイズは可変で最大約2 倍になる。 イメージファイルは全体で1 ファイル。</p>

(2) シーン関連情報の定義

以下に PRISM プロダクトのシーン関連情報の定義を示す。

1) 未補正(レベル 1A、1B1)関連

PRISM は直下視は 6、前方視、後方視は 8 つの CCD ユニットを持ち、PRISM レベル 1A 及び 1B1 画像は CCD ごとにイメージファイルが作成される。PRISM 画像は CCD 内の任意の画素から直下視通常観測モード及び前方視、後方視では、4864×3 画素が切り出され、直下視 70km 観測モードでは 4864×6 画素が切り出され、伝送される。各イメージファイルは、直下視は 1 ライン 4992 画素、前方視及び後方視では 4928 画素である。切り出し開始画素より前の画素、あるいは切り出し終了より後の画素が含まれる CCD のイメージファイルはその部分ダミーデータがセットされる。シーン四隅はダミーを除いた 1 ライン目と最終ラインの切り出し開始、切り出し終了位置で定義される。

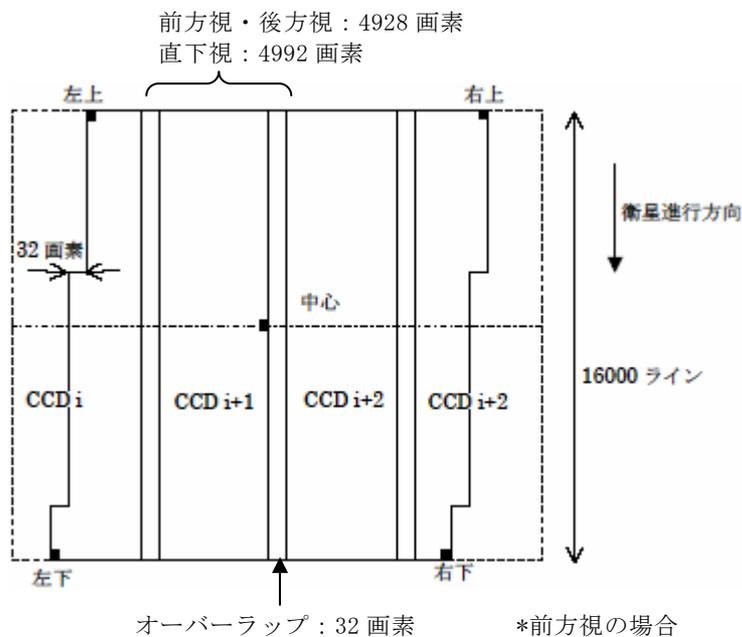


図 4. 1. 1-1 PRISM 未補正画像のシーン関連情報概念図

① シーン四隅の緯度経度：

左上：1 ライン目の切り出し開始画素中心の緯度経度

右上：1 ライン目の切り出し終了画素中心の緯度経度

左下：最終ライン(16000 ライン目)の切り出し開始画素中心の緯度経度

右下：最終ライン(16000 ライン目)の切り出し終了画素中心の緯度経度

② シーン中心ピクセル番号、ライン番号：

ピクセル番号：8000 ライン目の切り出し開始画素、切り出し終了画素の中間値を絶対画素番号で算出。ただし、CCD 間のオーバーラップ

(32 画) を考慮した中心値。なお、絶対画素番号は CCD1 からの CCD を通して振られた画素番号である。

ライン番号：1 ライン目と最終ラインの中間値(8000.5)

③ シーン中心の緯度経度：

上記アドレスに対応する緯度経度

*なお、前方視、後方視の場合、シーン間に地球自転補正のため、切り出し開始画素番号が変化する場合があります。直下視では地球自転補正は行われません。

2) レベル 1B2 Geo-reference 画像

レベル 1B2 Geo-reference 画像は、未補正画像の中心ラインを基準としてフレーミングされ、35km 14000 ラインを持つ地図投影済み画像である。カラム方向は未補正画像の有効範囲が入るようフレーミングされる(可変長)。有効範囲は、地球自転補正により切り出し開始画素がシーン中で切り替えられた場合、大きいほうの値で定義される。切り出し終了画素は逆に小さいほうの値で定義される。

なお、アセンディング画像の場合、おおむね北が上になるように、画像方向は反転される(衛星進行方向が上)。

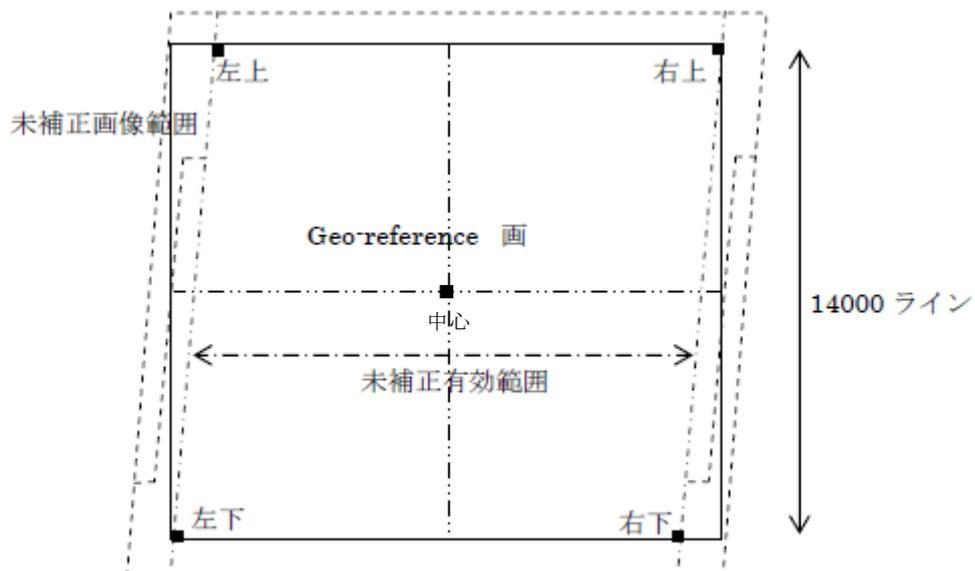


図 4. 1. 1-2 PRISM 1B2 Geo-reference 画像のシーン関連情報概念図

① シーン四隅の緯度経度：

左上：1 ライン目と未補正有効開始画素ラインとの交点の緯度経度

右上：1 ライン目と未補正有効終了画素ラインとの交点の緯度経度

左下：最終ライン（14000 ライン目）と未補正有効開始画素ラインとの交点の緯度経度

右下：最終ライン（14000 ライン目）と未補正有効終了画素ラインとの交点の緯度経度

なお、アセンディングの場合、反転しているため、有効開始画素が右側になり、有効終了画素が左側になるため、交点の計算も左右が逆になる。

② シーン中心ピクセル番号、ライン番号：

ピクセル番号：画像のカラム方向サイズを s （可変）とすると、 $(s+1)/2$

ライン番号：画像の中心ライン番号（=7000.5）

③ シーン中心の緯度経度：

上記アドレスに対応する緯度経度

3) レベル 1B2 Geo-coded 画像

レベル 1B2 Geo-coded 画像は地図上の北が上になるようにフレーミングした画像である。フレーミングは Geo-reference の画像の四隅が、Geo-coded 画像の四辺に接するように行う。

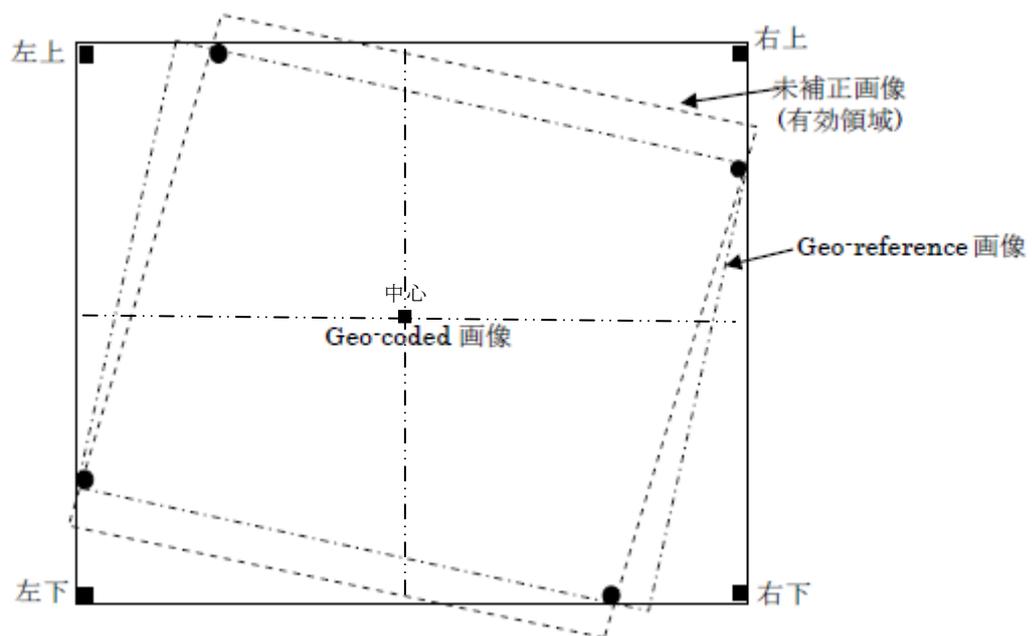


図 4. 1. 1-3 PRISM 1B2 Geo-coded 画像のシーン関連情報概念図

① シーン四隅の緯度経度：

左上：ダミー領域を含む画像全体の左上隅の画素の緯度経度

右上：ダミー領域を含む画像全体の右上隅の画素の緯度経度

左下：ダミー領域を含む画像全体の左下隅の画素の緯度経度

右下：ダミー領域を含む画像全体の右下隅の画素の緯度経度

② シーン中心ピクセル番号、ライン番号：

ピクセル番号：画像のカラム方向サイズを s （可変）とすると、 $(s+1)/2$

ライン番号：画像のライン数を 1 （可変）とすると、 $(1+1)/2$

③ シーン中心の緯度経度：

上記アドレスに対応する緯度経度

(3) 処理パラメータ

以下に PRISM プロダクトに対し指定可能な処理パラメータを示す。(ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PRISM 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J01)) J 改訂版より抜粋)

- ① 1B2 オプション
- ② 地図図法
- ③ リサンプリング法
- ④ UTM ゾーン番号
- ⑤ PS 投影パラメータ
- ⑥ 地図の向き
- ⑦ 使用軌道データ精度
- ⑧ 使用姿勢データ精度
- ⑨ 準拠楕円体
- ⑩ シーン移動 (along track)

(4) プロダクト説明

PRISM のプロダクトを表 4. 1. 1-2 に示す。

表 4. 1. 1-2 PRISM プロダクト

Level	シーン指定	ファイル数/内容	単位	サイズ
1A、1B1 (直下視通常モード、前方視、後方視)	RSP (パス、フレーム) +シフト	8/CCDi~CCDi+3 (もしくはCCDi+2)	Geo-reference	1*4992*16000*4= 305M (直下視) 1*4928*16000*4= 301M (前方視・後方視) (4ファイルの場合)
1A、1B1 (直下視 70 km 観測モード)		10/CCD1~CCD6	Geo-reference	1*4992*16000*6= 457M
1B2R (Geo-reference 直下視通常モード、 前方視、後方視)		4/CCD 間合成済	Geo-reference	1*(14000+ α)*14000= 187M
1B2R (Geo-reference 直下視 70km 観測 モード)		4/CCD 間合成済	Geo-reference	1*(28000+ α)*14000= 374M
1B2G		4/CCD 間合成済	Geo-coded	可変 最大で Geo-reference の 2 倍 =374M*2 =748M

* サイズ = (バイト) × (ピクセル) × (ライン) × (バンド)

4. 1. 2 プロダクトフォーマット

PRISM プロダクトは CEOS フォーマット (BSQ) である。詳細について以下に示す。

(1) プロダクトフォーマット全体構成

PRISM プロダクトは 5 種のファイルから構成され、各々のファイルは複数のレコードより構成される。

- ① ボリュームディレクトリファイル：論理／物理ボリュームの識別情報
- ② リーダファイル：幾何学的情報／ラジオメトリック情報
- ③ イメージファイル：画像データ
- ④ トレイラファイル：画像の品質情報
- ⑤ サプリメンタルファイル：幾何学的情報／ラジオメトリック情報／姿勢・軌道情報（レベル 1B2 の場合は含まない）

PRISM の幾何的未補正画像では、イメージファイルを CCD ユニット毎に作成する。従って、通常観測時はイメージファイルは 4 つあるいは 3 つとなり、直下視 70km 幅観測モードの場合にはイメージファイルは 6 つとなる。なお、隣接する CCD の観測データ間には、地表の同じ範囲を撮像する約 32 画素の重複データがあるが、これを削除することはない。また、各イメージファイルの 1 ラインあたりの画素数は CCD の使用素子数と同じ 4992 画素（前方視、後方視は 4928 画素）固定とし、伝送されない画素はダミーとする。図 4. 1. 2-1 に PRISM のプロダクトのファイル構成を、図 4. 1. 2-2 にプロダクトのレコード構成を示す。また、表 4. 1. 2-1 にプロダクトを構成するファイル名、レコード名、およびその内容を、表 4. 1. 2-2 に各ファイルの命名規約を示す。

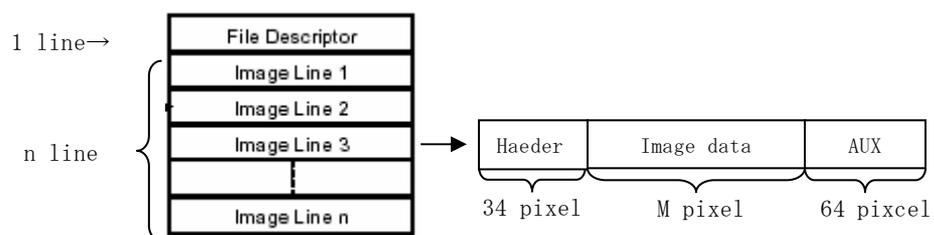


図 4. 1. 2-1 PRISM プロダクトファイル構成

表 4. 1. 2-1 PRISM イメージファイルのライン数・画素数

Level	観測モード	m	n	イメージファイル数
1A、1B1	通常観測 (35km)	直下視：4992 画素 前方視・後方視：4928 画素	16000 ライン	3~4
	直下視 70km	直下視：4992 画素	16000 ライン	6
1B2 (Geo-reference)	通常観測 (35km)	14000+ α 画素 =イメージピクセル数 (ファイルディスクリプ タ 249~256 バイト目参 照)	14000 ライン	1
	直下視 70km	28000+ α 画素 =イメージピクセル数 (ファイルディスクリプ タ 249~256 バイト目参 照)	14000 ライン	1
1B2 (Geo-coded)		イメージピクセル数 (ファイルディスクリプ タ 249~256 バイト目参 照)	バンド当りのライン数 (ファイルディスクリ プタ部 237~244 バイ ト目参照)	1

表 4. 1. 2-2 PRISM ファイル命名規約

	レベル 1A、1B1	レベル 1B2
ボリュームディレクトリ ファイル	VOL-ssssssssssssss-pppppppp	VOL-ssssssssssssss-pppppppp
リーダーファイル	LED-ssssssssssssss-pppppppp	LED-ssssssssssssss-pppppppp
イメージファイル	IMG-XX-ssssssssssssss-pppppppp p	IMG-ssssssssssssss-pppppppp
トレイラファイル	TRL-ssssssssssssss-pppppppp	TRL-ssssssssssssss-pppppppp
サブリメンタルファイル	SUP-ssssssssssssss-pppppppp	—

Sssssssssssssss : シーン ID、pppppppp : プロダクト ID、XX : CCD 番号 (01-08)

(2) プロダクトレコード説明

プロダクトの 8 種類のレコードのフォーマットおよび内容について示す。

8 種類のレコードは以下の通りである。

- ①ボリュームディスクリプタ
- ②ファイルポインタ
- ③テキスト
- ④ファイルディスクリプタ
- ⑤シーンヘッダ
- ⑥アンシラリ
- ⑦イメージ
- ⑧トレイラ

1) レコードデータタイプ

レコードの説明に使用するデータタイプの定義を表 4. 1. 2-3 に示す。

表 4. 1. 2-3 データタイプ一覧

タイプ (略号)	詳細
Am	キャラクタ表示 (特に指定がない場合、左詰め)
Im	整数を表現する ASCII 文字列 (右詰め)
Fm.n	実数タイプデータ表示 (右詰め)
Gm.nEp	実数タイプデータ表示 (指数表現、右詰め)
Bm	2 進数表示 (1 番目が最上位のバイト)

m …………… 表示桁数

n …………… 小数点以下の桁数

p …………… 指数における乗数

2) レコードタイプコードおよびレコードサブタイプコード

各レコードは、各々を区別するために、レコードタイプコードとレコードサブタイプコード (以下サブタイトルコードと略す) を持っている。

各レコードのタイプコードを表 4. 1. 2-4 に示す。

3) プロダクトフォーマット

フォーマットの詳細については下記を参照。

<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/doc/format.htm>

4. 2 AVNIR-2

AVNIR-2 処理ソフトウェアは、レベル 0 データを受け取り、ラジオメトリック補正および幾何補正を施し、レベル 1A、レベル 1B1、レベル 1B2 のプロダクトを生成する。表 4. 1-1 に AVNIR-2 プロダクトの処理レベルの定義を示す。

表 4. 2-1 AVNIR-2 プロダクトの処理レベルの定義

レベル	定 義
1A	レベル 0 から切り出された、伸張・ライン生成された AVNIR-2 生データ。レベル 1B 以降の処理に必要なラジオメトリック情報、幾何学的情報等のアンシラリ情報が付加される。
1B1	レベル 1A データにラジオメトリック補正を施し、絶対校正係数を付加する。レベル 1B2 以降の処理に必要な幾何学的情報等のアンシラリ情報が付加される。
1B2	レベル 1B1 データに幾何学的補正を施す。以下の補正オプションが使用可能。 R : Geo-reference データ。 G : 地図への重ねあわせを行う。Geo-coded データ。 D : DEM が整備されているシーンについては概略 DEM 補正を行い、ポインティング時の地形の影響を補正する。 なお、DEM 補正が有効なのは日本域のみである。また、ポインティング角が大きい場合 DEM 補正エラーが発生する可能性があり、エラーの部分は補間を行うため、精度は保証されない。

4. 2. 1 プロダクト仕様

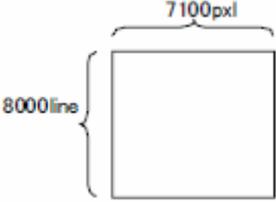
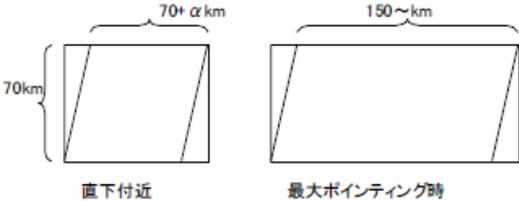
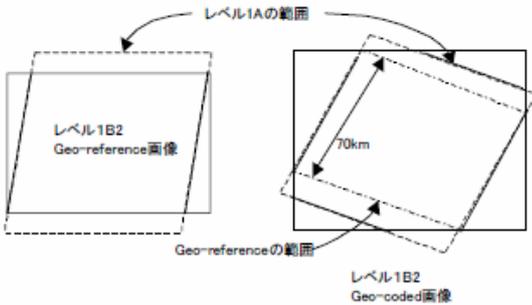
(1) シーンの定義

AVNIR-2 のシーンは RSP 番号（パス、フレーム）およびシーン移動量によって定義される。各パスは衛星の緯度引数に基づき 7200 のフレームに分割され、AVNIR-2 ではフレーム番号は 10 間隔（約 56km 間隔）となる。また、処理済データではシーン移動が指定でき、シーン移動量はフレーム数によって指定される。

処理設備ではこのように RSP を基準に入力データで画像位置及び範囲を決定する方法で Raw プロダクト（幾何学的未補正データ）及び Geo-reference プロダクト（衛星進行方向を基準に地図投影したもの）のシーンを定義し、Geo-reference プロダクトと同じ範囲を北が上になるように回転した方法で Geo-coded プロダクト（地図上での方向を基準に投影したもの）のシーンを定義する。

表 4. 2. 1-1 に、AVNIR-2 のシーンの定義とシーンサイズを示す。

表 4. 2. 1-1 シーンサイズとシーンの定義 (AVNIR-2)

処理レベル	シーンサイズ	シーン定義、切り出し方法
1A, 1B1	<p>約 70km×70km (直下) (7100pxl×8000 line×4 バンド=217 Mbyte)</p> 	<p>シーン位置は衛星位置の RSP (パス、フレーム) とシーン移動量で定義される。フレーム番号に対応するシーン中心時刻を算出し、これを中心として一定ライン数を切り出す。シーン移動が指定されている場合は、移動したフレーム番号に対応する中心時刻を算出する。 イメージファイルは各バンド 1 ファイルで、偶奇画素でファイルを分けない。また、レベル 1B1 での簡易スタガ補正は行わない。</p>
1B2R (Geo-reference)	<p>70km×70km (直下) (ポインティング時はクロストラック方向のサイズが増加する)。 ((7100+α) × 7000line×4 バンド=190Mbyte : 標準 : ピクセルスペーシング 10m) ((4730+α) × 4667line×4 バンド=84Mbyte : ピクセルスペーシング 15m) ((3550+α) × 3500line×4 バンド=47Mbyte : ピクセルスペーシング 20m)</p> 	<p>シーン位置は衛星位置の RSP (パス、フレーム) とシーン移動量で定義される。フレーム番号に対応するシーン中心時刻を算出し、これを中心として一定ライン数を切り出す。シーン移動が指定されている場合は、移動したフレーム番号に対応する中心時刻を算出する。 イメージファイルは各バンド 1 ファイル</p>
1B2G (Geo-coded)	<p>可変サイズ (Geo-reference を回転した画像)</p> 	<p>シーン位置は、地図の北方向が上になり、Geo-reference 画像の四隅が4 辺に接するようにフレーミングする。従って Geo-coded はGeo-reference を回転した画像となり、サイズは可変で最大 2 倍になる。 イメージファイルは各バンド 1 ファイル</p>

(2) シーン関連情報の定義

以下に AVNIR-2 プロダクトのシーン関連情報の定義を示す。

1) 未補正 (レベル 1A、1B1) 関連

AVNIR-2 は 4 バンド構成で、各バンド 7100 画素の CCD を持つ。ただし、CCD はスタガ配置になっており、奇数画素と偶数画素とでは地表上で約 5 ライン離れた場所を撮像することになる。奇数画素が相対的に衛星進行方向前方を撮像し、偶数画素が後方を撮像する。各バンドの撮像位置は厳密にはバンド間レジストレーション誤差により異なるが、ここではバンド 3 で代表させる。

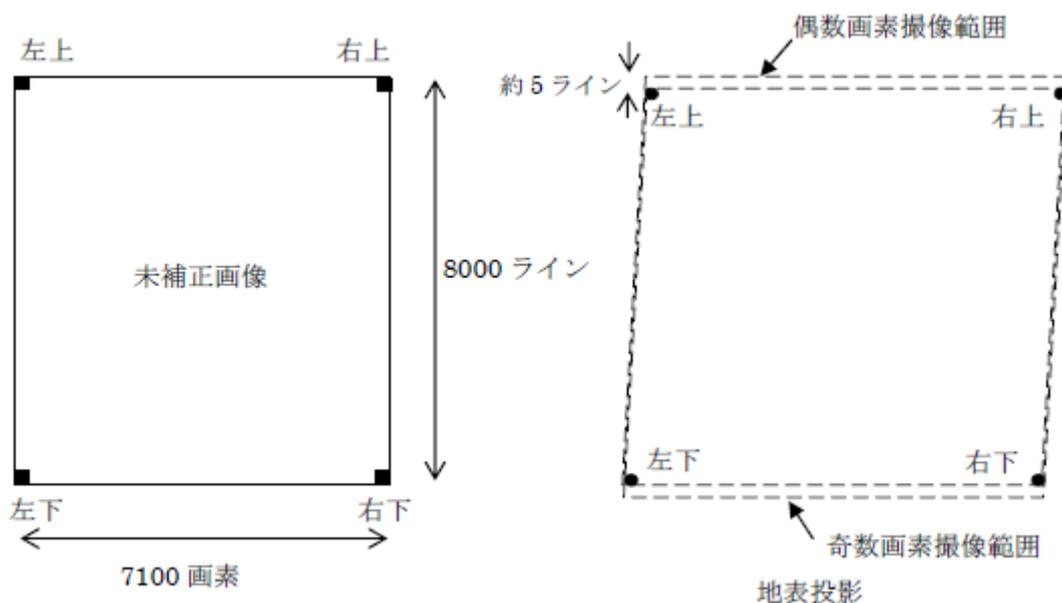


図4. 2. 1-1 AVNIR-2 未補正画像のシーン関連情報概念図

① シーン四隅の緯度経度：

左上：1 ライン目 1 画素目 (奇数画素) の緯度経度

右上：1 ライン目 7100 画素目の奇数画素相当の位置の緯度経度。(実際には偶数画素が存在するが、位置としては仮想上の奇数画素の撮像点位置をとる)

左下：最終ライン (8000 ライン目) 1 画素目の偶数画素相当の位置の緯度経度。(実際には奇数画素が存在するが、位置としては仮想上の偶数画素の撮像点位置を取る)

右下：最終ライン (8000 ライン目) 7100 画素目 (偶数画素) の緯度経度

② シーン中心ピクセル番号、ライン番号：

ピクセル番号：7100 画素の中間値 (3550.5)

ライン番号：8000 ラインの中間値 (4000.5)

③ シーン中心の緯度経度：

上記アドレスの奇数画素相当の撮像点位置と偶数画素相当の撮像点位置の
中点の緯度経度

2) レベル 1B2 Geo-reference 画像

レベル 1B2 Geo-reference 画像は、未補正画像の中心ラインを基準として
フレーミングされ、70km 7000 ライン（ピクセルスペーシング 10m 時）を持
つ地図投影済み画像である。カラム方向は未補正画像範囲が入るようフレー
ミングされる（可変長）。フレーミングの際にはバンド 3 を使用する。

なお、アセンディング画像の場合、おおむね北が上になるように、画像方
向は反転される（衛星進行方向が上）。

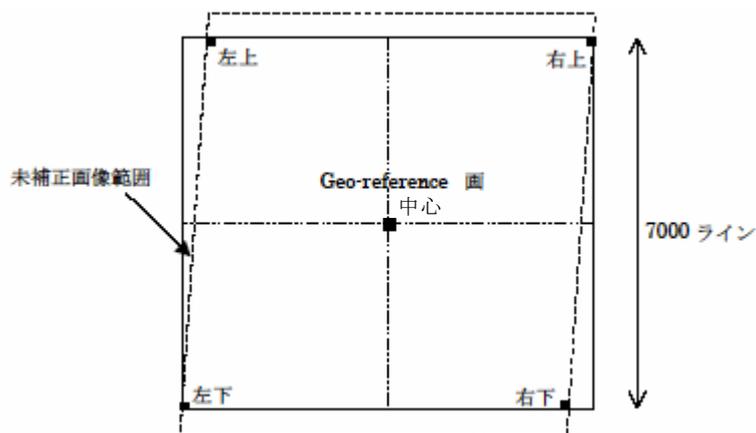


図 4. 2. 1-2 AVNIR-2 1B2 Geo-reference 画像のシーン関連情報概念図

① シーン四隅の緯度経度：

左上：1 ライン目と未補正開始画素ライン（未補正左上と左下を結ぶ線）
との交点の緯度経度

右上：1 ライン目と未補正有効終了画素ライン（未補正右上と右下を結
ぶ線）との交点の緯度経度

左下：最終ライン未補正開始画素ラインとの交点の緯度経度

右下：最終ラインと未補正終了画素ラインとの交点の緯度経度

なお、アセンディングの場合、画像を反転しているため、未補正開始画素
ラインが右側、終了ラインが左側になるため、交点の計算も左右逆になる。

② シーン中心ピクセル番号、ライン番号：

ピクセル番号：画像のカラム方向サイズを s (可変) とすると、 $(s+1)/2$

ライン番号：画像の中心ライン番号。ピクセルスペーシングの値とライン数、中心ライン番号を以下に示す。

ピクセルスペーシング	ライン数	中心ライン番号
10m	7000 ライン	3500.5
12.5m	5600 ライン	2800.5
15m	4667 ライン	2334
20m	3500 ライン	1750.5

(デフォルトのピクセルスペーシング値)

ポインティング角	0～31.6 度	31.6～40.3 度	40.3 度～
ピクセルスペーシング	10m	15m	20m

③ シーン中心の緯度経度：

上記アドレスに対応する緯度経度

3) レベル 1B2 Geo-coded 画像

レベル 1B2 Geo-coded 画像は地図上の北が上になるようにフレーミングした画像である。フレーミングは Geo-reference の画像の四隅が、Geo-coded 画像の四辺に接するように行う。

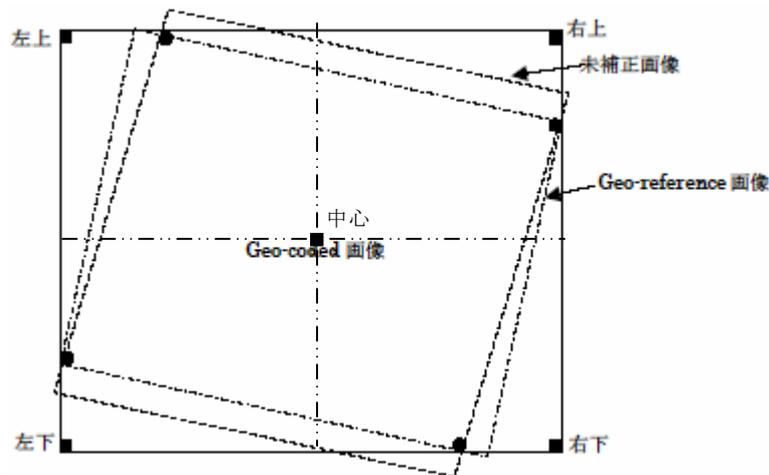


図 4. 2. 1-3 AVNIR-2 1B2 Geo-coded 画像のシーン関連情報概念図

① シーン四隅の緯度経度：

左上：ダミー領域を含む画像全体の左上隅の画素の緯度経度

右上：ダミー領域を含む画像全体の右上隅の画素の緯度経度

左下：ダミー領域を含む画像全体の左下隅の画素の緯度経度

右下：ダミー領域を含む画像全体の右下隅の画素の緯度経度

② シーン中心ピクセル番号、ライン番号：

ピクセル番号：画像のカラム方向サイズを s （可変）とすると、 $(s+1)/2$

ライン番号：画像のライン数を l （可変）とすると、 $(l+1)/2$

③ シーン中心の緯度経度：

上記アドレスに対応する緯度経度

(3) 処理パラメータ

以下に AVNIR-2 プロダクトに対し指定可能な処理パラメータを示す。(ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 AVNIR-2 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J02)) J 改訂版より抜粋)

- ① 1B2 オプション
- ② 地図図法
- ③ リサンプリング法
- ④ UTM ゾーン番号
- ⑤ PS 投影パラメータ
- ⑥ 地図の向き
- ⑦ 使用軌道データ精度
- ⑧ 使用姿勢データ精度
- ⑨ 準拋楕円体
- ⑩ シーン移動 (along track)
- ⑪ ピクセルスペーシング

(4) プロダクト説明

AVNIR-2 のプロダクトを表 4. 2. 1-2 に示す。

表 4. 2. 1-2 AVNIR-2 プロダクト

Level	シーン指定	ファイル数/内容	単位	サイズ
1A	RSP (パス、フレーム) +シフト(フレーム番号)	8/B1~B4	Geo-reference	1*7100*8000*4 = 217M
1B1		8/B1~B4	Geo-reference	1*7100*8000*4 = 217M
1B2R(D)		7/B1~B4	Geo-reference	1*7100*7000*4 = 190M ((標準) max : 約 450M ピクセルスペーシング 10-15-20m のとき max 1*8876*7000*4 =273M ピクセルスペーシング 10m 固定のとき max 1*16679*7000*4 =445.4M
1B2G(D)		7/B1~B4	Geo-coded	可変 最大で Geo-reference の 2 倍=891M

* サイズ = (バイト) × (ピクセル) × (ライン) × (バンド)

4. 2. 2 プロダクトフォーマット

AVNIR-2 プロダクトは CEOS フォーマット (BSQ) である。

(1) プロダクトフォーマット全体構成

AVNIR-2 プロダクトは 5 種のファイルから構成され、各々のファイルは複数のレコードより構成される。

- ① ボリュームディレクトリファイル：論理／物理ボリュームの識別情報
- ② リーダファイル：幾何学的情報／ラジオメトリック情報
- ③ イメージファイル：画像データ
- ④ トレイラファイル：画像の品質情報
- ⑤ サプリメンタルファイル：幾何学的情報／ラジオメトリック情報／姿勢・軌道情報（レベル 1B2 の場合は含まない）

AVNIR-2 の幾何的未補正画像では、偶奇画素でファイルを分けることはしない。また、幾何的未補正画像では、偶奇画素間のスタガ配列の簡易補正は行わない。すなわち、同一観測時刻の画素データを同一ラインとする。

図 4. 2. 2-1 に AVNIR-2 のプロダクトのファイル構成を、図 4. 2. 2-2 にプロダクトのレコード構成を示す。また、表 4. 2. 2-1 にプロダクトを構成するファイル名、レコード名、およびその内容を、表 4. 2. 2-2 に各ファイルの命名規約を示す。

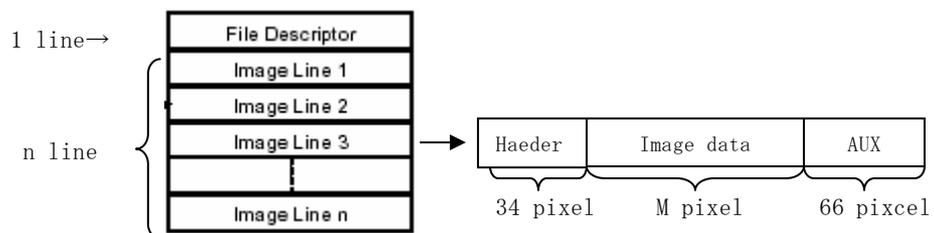


図 4. 2. 2-1 AVNIR-2 プロダクトファイル構成

表 4. 2. 2-1 AVNIR-2 イメージファイルのライン数・画素数

Level	観測モード	m	n	イメージファイル数
1A、1B1	通常観測	7100 画素	8000 ライン	4
1B2 (Geo-reference)	ピクセルスペーシング 10m	7100+ α 画素 =イメージピクセル数 (ファイルディスクリプタ 249~256 バイト目参照)	7000 ライン	4
	ピクセルスペーシング 12.5m	?+ α 画素 =イメージピクセル数 (ファイルディスクリプタ 249~256 バイト目参照)	5600 ライン	4
	ピクセルスペーシング 15m	4730+ α 画素 =イメージピクセル数 (ファイルディスクリプタ 249~256 バイト目参照)	4667 ライン	4
	ピクセルスペーシング 20m	3550+ α 画素 =イメージピクセル数 (ファイルディスクリプタ 249~256 バイト目参照)	3500 ライン	4
1B2 (Geo-coded)		イメージピクセル数 (ファイルディスクリプタ 249~256 バイト目参照)	バンド当りのライン数 (ファイルディスクリプタ部 237~244 バイト目参照)	4

表 4. 2. 2-2 AVNIR-2 ファイル命名規約

	レベル 1A、1B1	レベル 1B2
ボリュームディレクトリファイル	VOL-ssssssssssssss-ppppppp	VOL-ssssssssssssss-ppppppp
リーダーファイル	LED-ssssssssssssss-ppppppp	LED-ssssssssssssss-ppppppp
イメージファイル	IMG-XX-ssssssssssssss-ppppppp	IMG-XX-ssssssssssssss-ppppppp
トレイラファイル	TRL-ssssssssssssss-ppppppp	TRL-ssssssssssssss-ppppppp
サプリメントファイル	SUP-ssssssssssssss-ppppppp	—

Sssssssssssssss : シーン ID、ppppppp : プロダクト ID、XX : バンド番号 (01-04)

(2) プロダクトレコード説明

プロダクトの 8 種類のレコードのフォーマットおよび内容について示す。

8 種類のレコードは以下の通りである。

- ①ボリュームディスクリプタ
- ②ファイルポインタ
- ③テキスト
- ④ファイルディスクリプタ
- ⑤シーンヘッダ
- ⑥アンシラリ
- ⑦イメージ
- ⑧トレイラ

1) レコードデータタイプ

レコードの説明に使用するデータタイプの定義を表 4. 1. 2-3 に示す。

表 4. 2. 2-3 データタイプ一覧

タイプ (略号)	詳細
Am	キャラクタ表示 (特に指定がない場合、左詰め)
Im	整数を表現する ASCII 文字列 (右詰め)
Fm.n	実数タイプデータ表示 (右詰め)
Gm.nEp	実数タイプデータ表示 (指数表現、右詰め)
Bm	2 進数表示 (1 番目が最上位のバイト)

m …………… 表示桁数

n …………… 小数点以下の桁数

p …………… 指数における乗数

2) プロダクトフォーマット

フォーマットの詳細については下記を参照。

<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/doc/format.htm>

4. 3 PALSAR

PALSAR は、観測データにレンジ圧縮及びアジマス圧縮を施し、レベル 1.0、レベル 1.1、レベル 1.5 のプロダクトを作成して提供する。表 4. 3-1 に PALSAR プロダクトの処理レベルの定義を示す。

表 4. 3-1 PALSAR プロダクトの処理レベルの定義

処理レベル	処 理 内 容
1. 0	シーン単位の切り出しを行う。 観測データは 8 ビットにパッキングされる。 多偏波観測モードにおいては各偏波データの分離を行う。 Scan SAR 観測データに関しては各スキャンの分離を行う。
1. 1	レンジ圧縮及び 1 ルックアジマス圧縮を行った後の、スラントレンジ上の複素数データ。 位相情報を含んでいるため、この後の処理のベースとなる。
1. 5	レンジ圧縮及びマルチルックアジマス圧縮を行った振幅データをグラウンドレンジに投影し、更に選択された地図投影を行ったデータ。 ピクセルスペーシングは観測モードにより選択が可能である。 本プロダクトに含まれる緯度・経度は標高を考慮していない。

4. 3. 1 プロダクト概要

表 4. 3. 1-1 に PALSAR のプロダクトの種類を以下に示す。

表 4. 3. 1-1 PALSAR プロダクトの種類

運 用 モ ー ド		処 理 レ ベ ル			備 考
		1. 0	1. 1	1. 5	
高分解能モード	1 偏波	○	○	○	1 8 ビーム
	2 偏波	○	○	○	1 8 ビーム
広観測域モード	バースト方式 1	○	—	○	3 種類
	バースト方式 2	○	—	○	3 種類
直接ダウンリンクモード		○	○	○	1 8 ビーム
ポラリメトリモード		○	○	○	1 2 ビーム

(注) レベル 1.0 は観測モードデータの他に校正モードデータを含むことがある。

(1) シーンの定義

PALSAR のシーンは RSP 番号 (パス、フレーム) 及びシーン移動量によって定義される。

各パスは衛星の緯度引数に基づき 7200 フレームに分割され、PALSAR の広観測域モード以外では、フレーム番号は 10 間隔 (約 56km 間隔)、広観測域モードでは、フレーム番号は 50 間隔 (約 278km 間隔) となる。また、本プロダクトではシーン移動が指定でき、シーン移動量はフレーム数によって指定される。表 4. 3. 1-2、表 4. 3. 1-3、表 4. 3. 1-4、表 4. 3. 1-5 に、PALSAR の代表的なモードのシーンサイズを示す。

表 4. 3. 1-2 PALSAR レベル 1.0 データのシーンサイズ

モード	オフセット角/スキャン番号	アジマス方向	レンジ方向			シーンサイズ (MB)
		レコード数	サンプル数	サンプルデータサイズ (byte)	レコード長 (byte)	
高分解能モード (1 偏波)	21.5	28572~31060	7008	14428	14500	395.1~429.51
	34.3	33402~35575	10304	21020	21100	672.13~715.86
	41.5	29656~31660	11936	24284	24300	678.26~8733.70
高分解能モード (2 偏波)	21.5	28572~31060	3504	7420	7500	408.73~444.32
	34.3	33402~35575	5152	10716	10800	688.06~732.82
	41.5	29656~31660	5968	12348	12400	350.70~374.40
直接ダウンリンクモード	21.5	28572~31060	3504	7420	7500	204.36~222.16
	34.3	33402~35575	5152	10716	10800	344.03~366.41
	41.5	29656~31660	5968	12348	12400	350.70~374.40
ポラリメトリモード	21.5	29927~31907	1584	3580	3600	410.98~438.18
広観測域モード (バースト方式 1) 5Scan	1	14244~15624	4976	10364	11200	1148.77~ 1236.57
	2	29250~31064	4720	9852	11200	
	3	16080~17483	5376	11164	11200	
	4	26435~28339	4432	9276	11200	
	5	21542~23260	4688	9788	11200	

(注) ・パルス繰り返し周波数 (PRF) によりレコード数が変わり、シーンサイズが変わる。

・高分解能モード (2 偏波)、ポラリメトリモードのシーンサイズは、各偏波の合計サイズを示す。

・上記データは、ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR レベル 1.0 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J03)) D 改訂版より抜粋。

表 4. 3. 1-3 PALSAR レベル 1.1 データのシーンサイズ(参考値)

高分解能モード, 直接ダウンリンクモード				ポラリメトリモード		
オフディア角 (deg)	レンジ方向サンプル数		アジマス方向 サンプル数	オフディア角 (deg)	レンジ方向 サンプル数	アジマス方向 サンプル数
	1 波	2 波, 直接ダウン リンクモード				
9.9	3,936	1,824	18,432	9.7	1,344	18,432
14.0	5,088	2,400	18,432	13.8	1,472	18,432
18.0	6,144	2,944	18,432	16.2	736	18,432
21.5	7,168	3,456	18,432	17.3	768	18,432
25.8	8,288	4,000	18,432	17.9	800	18,432
28.8	9,056	4,384	18,432	19.2	832	18,432
30.8	9,568	4,640	18,432	20.5	1,312	18,432
34.3	10,400	5,088	18,432	21.5	1,344	18,432
36.9	10,816	5,376	18,432	23.1	1,216	18,432
38.8	11,296	5,600	18,432	24.2	1,024	18,432
41.5	11,680	5,792	18,432	25.2	1,056	18,432
43.4	12,256	6,080	18,432	26.2	1,120	18,432
45.2	9,248	4,576	18,432			
46.6	9,472	4,704	18,432			
47.5	9,664	4,800	18,432			
49.0	9,824	4,864	18,432			
50.0	9,952	4,928	18,432			
50.8	8,224	4,064	18,432			

(注 1) アジマス方向サンプル数は、FFT長を 16384 とし 1 処理単位の出力長を 9216 として 2 処理単位で 1 シーンとして算出。

(注 2) SWST (Sampling Window Start Time) の切り替えが含まれる場合などにおいては、レンジ方向サンプル数が変わる可能性がある。変動量は、256 サンプル程度。

(注 3) レベル 1.1 データの 1 レコードは、1 レンジラインから構成される。1 レンジ内のデータは、ニアレンジ側からファーレンジ側に並べる。ライン方向は、アジマス方向サンプルの時間の早い側から順に並べる。

(注 4) 上記データは、ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR レベル 1.1/1.5 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J04)) D 改訂版より抜粋。

表 4. 3. 1-4 PALSAR レベル 1.5 データ (Geo-reference) のシーンサイズ(概算値)

モード	ピクセルス ペーシング	画像サイズ レンジ×アジマス	アジマス方向 ピクセル数	レンジ方向 ピクセル数	シーンサイズ (MB)
高分解能・ 直接ダウン リンク モード	6.25m	70×52~78km	8900~13100	11200	280
		50×64~79km	10300~13100	8000	200
		40×75~79km	12000~13100	6400	160
	12.5m	70×52~78km	4500~6600	5600	71
		50×64~79km	5200~6600	4000	50
		40×75~79km	6000~6600	3200	40
広観測域 モード		250×350km	3500	2500	17
		300×350km	3500	3000	21
		350×350km	3500	3500	24

(注) ・容量は最大値の場合(但し、地図投影による拡大は含まない)。地図投影法による拡大を考慮した場合、高分解能モード・直接ダウンリンクモードでは PS での最大容量(緯度=±25° の時)は、上記の容量の 2 倍となり、広観測域モードでは、PS での最大容量(緯度=0° のとき)は上記の容量の 4 倍、MER での最大容量(緯度=±73° のとき)は 11.7 倍、LCC での最大容量(基準緯線緯度 $\phi 1=50^\circ$ 、 $\phi 2=20^\circ$ として緯度=-52° のとき)は 12.1 倍となる。
 ・上記データは、ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR レベル 1.1/1.5 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J04)) D 改訂版より抜粋。

表 4. 3. 1-5 PALSAR レベル 1.5 データ (Geo-coded) のシーンサイズ(概算値)

モード	ピクセルス ペーシング	画像サイズ レンジ×アジマス	東西方向 ピクセル数	南北方向 ピクセル数	シーンサイズ (MB)
高分解能・ 直接ダウン リンク モード	6.25m	70×52~78km	8300~17200	11200~17200	558
		50×64~79km	10300~ 15300	8000~15300	400
		40×75~79km	12000~ 14600	6400~14600	320
	12.5m	70×52~78km	4200~8600	5600~8600	140
		50×64~79km	5200~7700	4000~7700	101
		40×75~79km	6000~7300	3200~7300	81
広観測域 モード		250×350km	4300	4300	36
		300×350km	4600	4600	41
		350×350km	5000	5000	48

(注) ・容量は最大値の場合(但し、地図投影による拡大は含まない)。地図投影法による拡大を考慮した場合、高分解能モード・直接ダウンリンクモードでは PS での最大容量(緯度=±25° の時)は、上記の容量の 2 倍となり、広観測域モードでは、PS での最大容量(緯度=0° のとき)は上記の容量の 4 倍、MER での最大容量(緯度=±73° のとき)は 11.7 倍、LCC での最大容量(基準緯線緯度 $\phi 1=50^\circ$ 、 $\phi 2=20^\circ$ として緯度=-52° のとき)は 12.1 倍となる。
 ・上記データは、ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR レベル 1.1/1.5 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J04)) D 改訂版より抜粋。

(2) ピクセルスペーシング

レベル 1.5 におけるピクセルスペーシング及びルック数と観測モードの関係を、以下に示す。

表 4. 3. 1-6 ピクセルスペーシングとルック数 (レベル 1.5)

高分解能モード		広観測域モード		直接ダウンリンクモード	ポラリメトリモード
1 偏波	2 偏波	バースト方式 1	バースト方式 2		
6.25m(2 ルック) 12.5m(4 ルック)	12.5m(4 ルック)	100m	100m	12.5m(4 ルック)	12.5m(4 ルック)

(3) 処理パラメータ

表 4. 3. 1-7 に各処理レベルでの処理パラメータを示す。

表 4. 3. 1-7 処理パラメータ一覧

項 目	処 理 レ ベ ル		
	1.0	1.1	1.5
地図投影法	—	—	UTM, PS MER, LCC(*3)
フレーミング (*1)	—	—	GR, GC
画像方向 (*2)	—	—	Map
リサンプリング法	—	—	NN, BL, CC
測地座標系 (準拠楕円体)	—	—	ITRF97(GRS80)
シーン移動	-5 ~ 4	-5 ~ 4	-5 ~ 4
窓関数	—	矩形	矩形
マルチルック数	—	1	観測モードに依存
ピクセルスペーシング	—	—	観測モードとルック数に依存

(*1) GR : ジオレファレンス、GC : ジオコーデッド

(*2) フレーミングがGCの時のみ有効

(*3) 広観測域モードの場合のみ UTM, PS, MER, LCC から選択でき、それ以外は UTM, PS の 2 種類からの選択となる

4. 3. 2 プロダクトフォーマット

PAL SAR標準処理プロダクトのフォーマットは、CEOSのSARデータプロダクトフォーマット標準を基本とし、一部修正追加したものである。

(1) プロダクトフォーマット全体構成

イメージボリュームは4種類のファイルで構成される。ファイル名及びその内容を表4. 3. 2-1に、各ファイルの構成レコードを表4. 3. 2-2に示す。

表4. 3. 2-1 ファイル構成及び命名規約

ファイル種別	ファイル命名規約	内 容
ボリュームディレクトリ ファイル	VOL-シーン ID-プロダクト ID	イメージボリュームの先頭に位置し、当該ボリューム及びファイルの管理情報を格納する。
リーダーファイル	LED-シーン ID-プロダクト ID	イメージファイルの前に位置し、後続するファイルの内の画像データと関連のあるアノテーションデータ、アンシラリデータ等の情報を格納する。
イメージファイル	IMG-XX-シーン ID-プロダクト ID	リーダーファイルの次に位置し、画像データを格納する。
トレイラファイル	TRL-シーン ID-プロダクト ID	イメージファイルの次に位置し、画像データに関する最終情報を格納する。

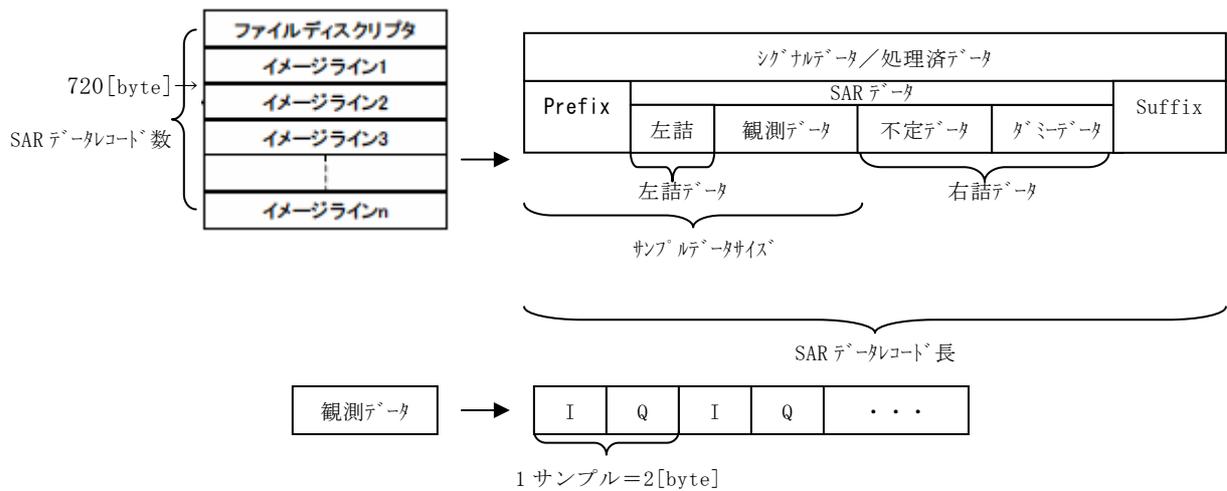
XX：偏波（HH、HV、VH、VV）（送信偏波、受信偏波の順）

表 4. 3. 2-2 各ファイルのレコード構成

ファイル/レコード名	処理レベル		
	1.0	1.1	1.5
a) ボリュームディレクトリファイル			
1) ボリュームディスクリプタレコード	○	○	○
2) ファイルポインタレコード	○	○	○
3) テキストレコード	○	○	○
b) SARリーダファイル			
1) ファイルディスクリプタレコード	○	○	○
2) データセットサマリレコード	○	○	○
3) 地図投影データレコード	—	—	○
4) プラットフォーム位置データレコード	○	○	○
5) 姿勢データレコード	○	○	○
6) ラジオメトリックデータレコード	—	○	○
7) データ品質サマリレコード	—	○	○
8) キャリブレーションレコード	○	—	—
9) 設備関連データレコード	○	○	○
c) SARイメージファイル			
1) ファイルディスクリプタレコード	○	○	○
2) シグナルデータレコード	○	○	—
3) 処理済データレコード	—	—	○
d) トレイラファイル			
1) ファイルディスクリプタ	○	○	○
2) 低分解能画像データレコード (*1)	—	○	○

(*1) 広観測域モードは本レコードを含まない。

図 4. 3. 2-1 に PALSAR の SAR イメージファイルのレコード構成を、表 4. 3. 2-3 に SAR イメージファイルのライン数・画素数・データサイズを示す（他のファイルのレコード構成については ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR 編 (NEB-01006 (ALOS-DPFT-J03 または ALOS-DPFT-J04)) を参照）。



*1 サンプルは、I チャンネルデータ (1[byte]) と Q チャンネルデータ (1[byte]) とで構成される

図 4. 3. 2-1 SAR イメージファイルのレコード構成

表 4. 3. 2-3 SAR イメージファイルのライン数・画素数・データサイズ

処理レベル	Prefix [byte]	左詰 [byte]	観測データ		データレコード数 [ライン]	右詰 [byte]	Suffix [byte]
			サンプル数	データサイズ [byte]			
1.0/1.1	412	0	実際のデータピクセル数 (=サンプル数) (シグナルデータ 25~28 バイト目参照)	サンプル数×2[byte]	SARデータレコード数 (ファイルディスクリプタ 181~186 バイト目参照)	SARデータ長-観測データサイズ (ファイルディスクリプタ 187~192 バイト目参照)	0
1.5	192	0	実際のデータピクセル数 (=サンプル数) (処理済データ 25~28 バイト目参照)	サンプル数×2[byte]	SARデータレコード数 (ファイルディスクリプタ 181~186 バイト目参照)	SARデータ長-観測データサイズ (ファイルディスクリプタ 187~192 バイト目参照)	0

(2) プロダクトレコード説明

プロダクトは4種のレコードのうち、SAR イメージファイルのフォーマット及び内容について示す。

1) レコードデータタイプ

レコード説明に使用するデータタイプの定義を表 4. 3. 2-3 に示す。

表 4. 3. 2-3 データタイプ一覧

タイプ(略号)	詳 細
Am	キャラクタ表示(特に指定がない場合、左詰め)
Im	整数を表現する ASCII 文字列(右詰め)
Fm.n	実数タイプデータ表示(右詰め)
Gm.nEp	実数タイプデータ表示(指数表現、右詰め)
Bm	2進数表示(1番目が最上位のバイト)

m 表示桁数

n 小数点以下の桁数

p 指数における乗数

2) プロダクトフォーマット

フォーマットの詳細については下記を参照。

<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/doc/format.htm>

5. 運用について

5. 1 センサ運用の概要

ミッション機器の運用として、以下の運用が予定されている。

- 1) 陸域日照時：PRISM、AVNIR-2、PALSAR のうち 1~3 センサの観測
- 2) 陸域日陰時：PALSAR の観測、PRISM、AVNIR-2 の校正

定常運用においては、PRISM、AVNIR-2 は衛星直下点を中心とした観測を行い、PALSAR はオフナディア角 34.3° の観測を基本とする。

また、災害観測運用時には、AVNIR-2 のクロストラックポインティング及び、PALSAR の可変オフナディア角機能を用いて、AVNIR-2 または PALSAR による災害発生地域の迅速な観測を行う。

表 5. 1-1 各センサの運用条件

センサ	陸域		海域
	日陰	日照	
PRISM	×	◎	△
AVNIR-2	×	◎	△
PALSAR	◎	○	△

◎：優先、○：可能、△：優先度低い、×：校正運用

3 センサに関して、同時運用における主な制約、あるいは成立条件を以下に示す。また、表 5. 1-2 に、各センサのデータレートを示す。

(センサ制約)

- 3 センサの同時運用が可能。
- 同一のセンサで 120Mbps と 240Mbps の 2 種類のデータレートを有する場合は、どちらか一方のみが運用可能。

(HSSR 制約)

- HSSR は、記録 2 チャンネル、再生 1 チャンネルを有し、2 チャンネル同時記録 (240Mbps+120Mbps) が可能。(120Mbps+120Mbps も可能だが使用されない)
- HSSR への記録と直接ダウンリンク (120Mbps) の同時運用が可能。

*HSSR：ALOS に搭載された高速半導体データレコーダ。圧縮、多重化されたデータの記録・再生が行われる。

表5. 1-2 各センサのデータレート

センサ	レート	備考
PRISM	240Mbps	1/4. 5 圧縮データ(観測モードの種類に因らない)
	120Mbps	1/9 圧縮データ(観測モードの種類に因らない)
AVNIR-2	120Mbps	AVNIR-2 の全てのモード
PALSAR	240Mbps	以下の観測モード以外のモード
	120Mbps	直接ダウンリンクモードと広域観測モード(バースト方式1)

5. 1. 1 PRISM

PRISM は、可視近赤外のパンクロマチック観測バンドにより、直下視・前方視・後方視の各画像データを取得する。PRISM は、観測中に地球自転の影響による前方視・直下視・後方視の各放射計の観測視野のズレを補正するための地球自転補正機能を有しており、衛星システムから供給される衛星位置情報に基づいて、最適な画像切り出し位置を自動的に選定し画像を取得する。なお、衛星本体がヨーステアリング実施時は、この地球自転補正機能はオフされる。

PRISM の各放射計はそれぞれ 70km 以上の観測視野を有しているが、通常の 3 放射計による観測モードでは、観測幅は 35km である。この観測視野を、衛星直下に対して ±1.5° (約 17.5km) 電子的にポインティングすることができる。また、直下視放射計は 70km 幅のデータを出力するモードを有している。この場合、他の放射計については、後方視放射計の 35km 幅のデータを出力することができる。

表 5. 1. 1 - 1 に、PRISM の運用モードを示す。

表 5. 1. 1 - 1 PRISM の運用モード

モード名		内容	備考
観測モード	1	直下視／前方視／後方視同時 35km 観測	観測要求可能
	2	直下視 70km+後方視 35km 同時観測	観測要求可能
	3	直下視 70km	観測要求可能
	4	直下視／前方視同時 35km 観測	観測要求可能
	5	直下視／後方視同時 35km 観測	観測要求可能
	6	前方視／後方視同時 35km 観測	観測要求可能
	7	直下視 35km 観測	観測要求可能
	8	前方視 35km 観測	観測要求可能
	9	後方視 35km 観測	観測要求可能
校正モード	1	電気校正モード	
	2	暗示校正モード	
スタンバイモード	1	スタンバイモード 2 へ移行するための条件を維持する	
	2	観測モードに移行するための条件を設定する	
スリープモード		欠陥／故障及び回復不可能な機能性能の劣化を起こさない温度を維持する	
サバイバルモード		ALOS の姿勢異常／電源異常等の場合に、欠陥／故障及び回復不可能な機能性能の劣化を起こさない保存条件を維持する	
オールオフモード		全ての電源をオフとする	

5. 1. 2 AVNIR-2

AVNIR-2 は、可視近赤外の 4 バンドの観測により、高分解能画像データを取得する。衛星進行方向に対して直行する方向に $\pm 44^\circ$ の範囲（衛星進行方向左を正）でポインティングを行う機能を有する。

表 5. 1. 2-1 に、AVNIR-2 の運用モードを示す。

表 5. 1. 2-1 AVNIR-2 の運用モード

モード名	内容		備考
観測モード	観測の実施		観測要求可能
スタンバイモード	観測モード・校正モードに移行するための必要な条件を設定／維持する		
校正モード	1	内部光源 A を用いた校正を実施する	
	2	内部光源 B を用いた校正を実施する	
	3	内部光源 A、及び B の同時点灯を用いた校正を実施する	
スリープモード	欠陥／故障及び回復不可能な機能性能の劣化を起こさない温度を維持する		
サバイバルモード	ALOS の姿勢異常／電源異常等の場合に、欠陥／故障及び回復不可能な機能性能の劣化を起こさない保存条件を維持する		
オールオフモード	全ての電源をオフとする		

5. 1. 3 PALSAR

PALSAR は、L バンドの周波数帯を使用した合成開口レーダである。オフナディア角を 9.7～50.8° の範囲で変更することが可能である。オフナディア角 34.3° における地表分解能は高分解能観測モードで 10m である。この他に、スキャン SAR による広観測域観測モードを有する。

表 5. 1. 3-1 に、PALSAR の運用モードを示す。

表 5. 1. 3-1 PALSAR の運用モード

モード名		内容	備考
観測モード	高分解能モード	単偏波 (HH/HV) 又は 2 偏波同時観測 (HH+HV/VV+VH) の高分解能観測	観測要求可能
	広観測域モード	スキャン SAR による広観測域観測 (単偏波) データレートは高分解能モードと同じ、又は半分	観測要求可能
	直接ダウンリンクモード	データレコーダや DRTS を使用せず、データを直接ダウンリンクする観測 (単偏波) データレートは高分解能モードの半分	観測要求可能
	ポラリメトリモード	4 偏波同時観測 (HH+HV+VV+VH) オフナディア角の範囲は 9.7～26.2°	観測要求可能
校正モード	定期的に行う校正	雑音測定 1、雑音測定 2	
	観測毎に行う校正	雑音測定 3、送信電力モニタ、送信波形取得	
	オプション	受信/送信 REV、受信/送信系総合特性、受信部入出力特性、受信部 ATT 特性、受信部周波数特性測定	
アンテナ展開モード		アンテナを開放、オフナディア角展開、及び展開を行う	
スタンバイモード		観測モード又は校正モードの実施に必要な条件を維持する サバイバルモード及びスリープモードからスタンバイモードに移行した場合には、観測モード、校正モードの実施に必要な条件を整備する	
スリープモード		PALSAR のコンポーネントを非動作時の許容温度範囲	
サバイバルモード		に維持する	
オールオフモード		全ての電源をオフとする	

5. 2 運用シナリオ

「ALOS 基本観測計画」は、なるべく多くのユーザの要求を満たす共通モードを選んで、共同の観測を行うことにより、要求の全体量を減らし、かつ全体としての要求達成度を向上させることを目標として、共同の観測プランとして構築されたものである。

多くのユーザの要求を満たすためには、全世界の陸域について、系統的かつ合理的な観測計画を作成する必要がある。また、モニタ観測や地殻変動検出などでは、ある領域の観測を短期間の間に行い、かつ繰り返し行うことが重要となる。これらのことを考慮した上で、基本観測計画では、PALSAR の高分解能モードで 3 回/年、広観測域モードで 1 回/年、PRISM と AVNIR-2 で 1 回/年のグローバル観測を行う。また、日本などの一部地域では、特別な観測を計画する。

表 5. 2-1、表 5. 2-2 に、観測領域、観測モード、観測頻度の根拠となった基本概念を示す。

表 5. 2-1 ALOS 基本観測シナリオ (世界)

	領域	頻度	モード	基本概念
PALSAR (Ascending)	グローバル	2 回/年	FBD(HH+HV, 34.3)	グローバルモニタ・森林観測・地殻変動モニタ 干渉観測を考慮して、2 回帰(*)連続した観測を行う
		1 回/年	FBS(HH, 34.3)	森林観測・資源探査
	一部地域	1 回/2 年	Polarimetry(21.5)	Polarimetric InSAR
	一部地域	7 回/2 年	FBD(HH+HV, 34.3) & FBS(HH, 34.3)	地殻変動モニタ
PALSAR (Descending)	グローバル	1 回/年	ScanSAR(HH, 5-beam)	グローバルモニタ
	一部地域	不定期	FBS(HH, 34.3)	地殻変動モニタ 34.3° は、JERS-1(35°)からの連続性 PALSAR の性能的にも 34.3° が最も良くなるよう 整形されている
	湿原地域	8 回(1 年間)連続	ScanSAR(HH, 5-beam)	湿原モニタ
PRISM	グローバル	1 回/年	3 方向視モード	各地域の月平均雲量データ(**)を考慮 ポインティング±1.2° (2 回帰*)で 1 回カバー
AVNIR-2	グローバル	1 回/年	直下	各地域の月平均雲量データ(**)を考慮
PALSAR+ AVNIR-2	一部地域	1 回/年	FBS(HH, 34.3) & 34.3°	PALSAR/AVNIR-2 の 34.3° での同時観測

* 回帰 衛星が全く同じ場所に戻ってくるまでの期間。ALOS の場合は 46 日。

** ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Program) 1989-1995 年月平均雲量データを参考に、地域毎の観測時期を考慮。

表5. 2-2 ALOS 基本観測計画（日本）

	領域	頻度	モード	基本概念
PALSAR (Ascending)	日本	6回/年	FBD(HH+HV, 34.3)	森林観測・地殻変動モニタ 干渉観測を考慮して、2回帰(*)連続した観測を行う
		5回/2年	FBS(HH, 34.3)	地殻変動モニタ・資源探査
		1回/2年	Polarimetry(21.5)	Polarimetric InSAR
		1回	FBS(HH, 21.5)	緊急時 InSAR 用(定常運用初期)
		1回	FBS(HH, 34.3)	緊急時 InSAR 用(定常運用初期)
PALSAR (Descending)	日本	1回/年	ScanSAR(HH, 5-beam)	グローバルモニタ
	東日本	3回/年	FBS(HH, 34.3)	地殻変動モニタ
	北海道近海	3回/年	ScanSAR(HH, 5-beam)	流氷モニタ
PRISM	日本	3.5回/年	3方向視モード	各地域の月平均雲量データ(**)を考慮 ポインティング±1.2°(2回帰*)で1回カバー
AVNIR-2	日本	7回/年	直下	各地域の月平均雲量データ(**)を考慮
PALSAR+ AVNIR-2	日本	1回/年	FBS(HH, 34.3) & 34.3°	PALSAR/AVNIR-2の41.5°での同時観測

* 回帰 衛星が全く同じ場所に戻ってくるまでの期間。ALOSの場合は46日。

** ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Program) 1989-1995年月平均雲量データを参考に、地域毎の観測時期を考慮。

また、ALOS 基本観測計画では、地理的、環境的な特徴、ALOS データノードのエリアや、センサ運用、広観測域モード観測重点領域等を考慮し、全世界を、図5. 2-1、図5. 2-2、図5. 2-3、図5. 2-4のような地域に分割した。

各センサの地域毎のデータ取得計画については、PRISM 基本観測計画を表5. 2-3、AVNIR-2 基本観測計画を表5. 2-4、PALSAR 基本観測計画のAscendingを表5. 2-5、Descendingを表5. 2-6および表5. 2-7に示す。なお、表中横軸の年月の下に記された番号は、回帰番号を示している。回帰番号とは、打ち上げ日以降の46日（ALOSの1周回）をCycle 1と定義し、その後1周回毎に加算される値である。打ち上げ後の3ヶ月は初期チェックアウトフェーズ、その後5ヶ月間が初期校正フェーズとなっており、基本観測計画はCycle 7に開始される。各回帰番号がいつを示しているか、表5. 2-8に示す。また、初期チェックアウトフェーズが20日間延長となったため、Cycle 3の開始時期は2006/5/16からとなっている。

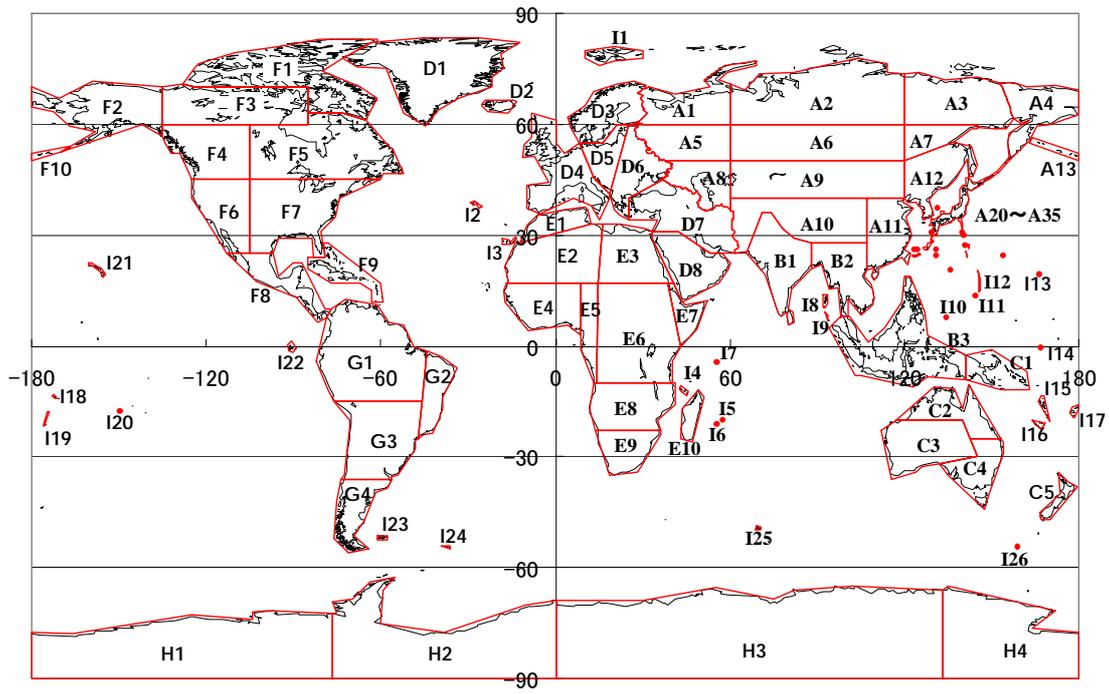


図 5. 2-1 ALOS 基本観測計画エリアマップ (Ascending)

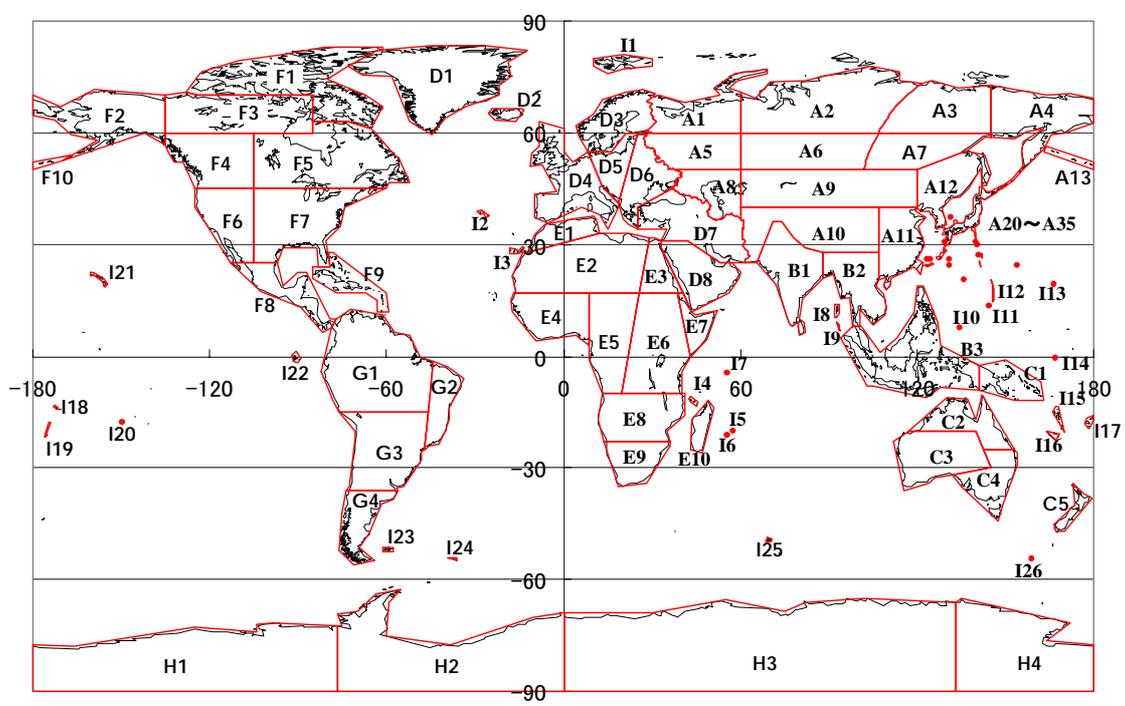


図 5. 2-2 ALOS 基本観測計画エリアマップ (Descending)

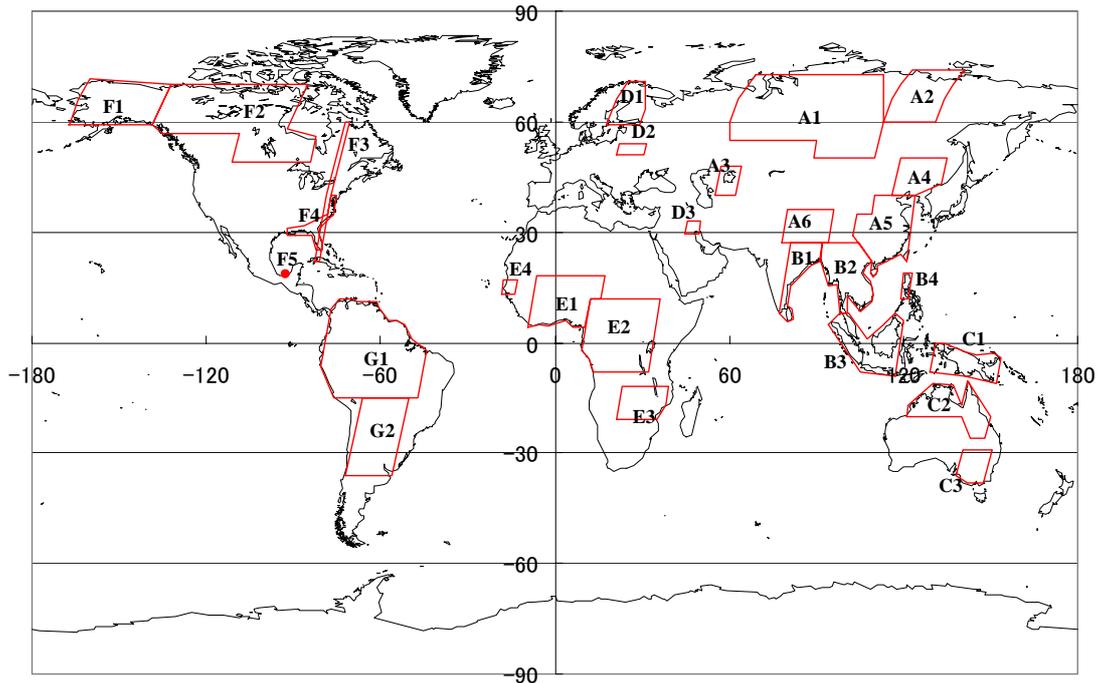


図5. 2-3 ALOS 基本観測計画エリアマップ (Wetland ScanSAR)

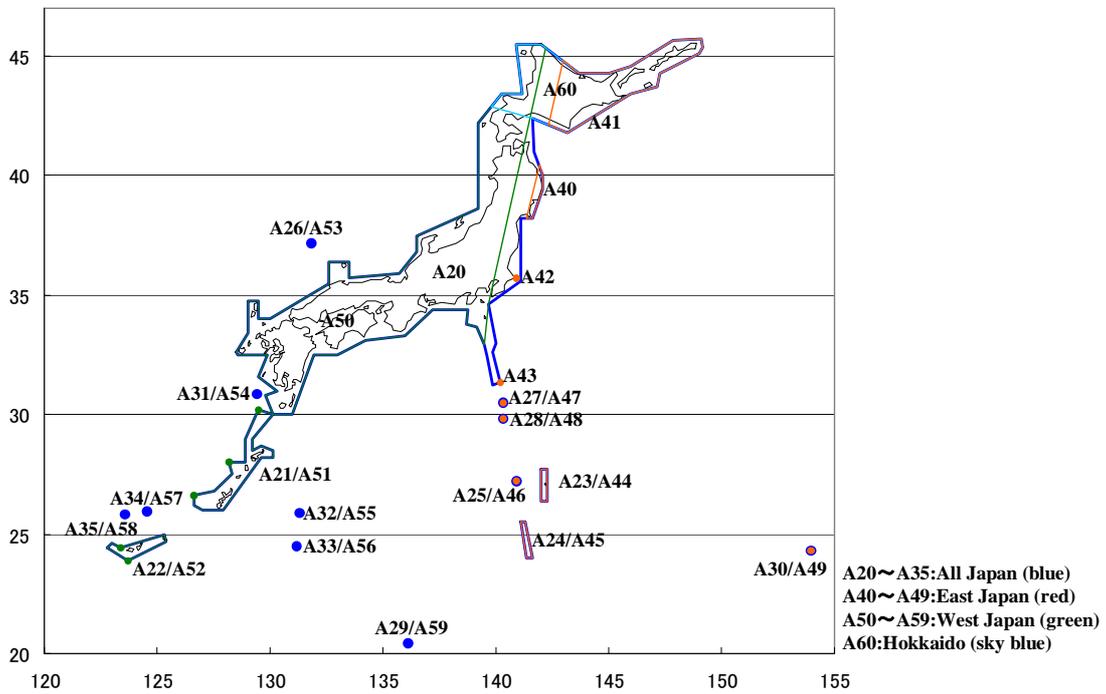


図5. 2-4 ALOS 基本観測計画エリアマップ (日本域拡大)

表 5. 2 - 8 回帰番号の定義

回帰番号	期間	備考
Cycle1	2006/1/24 ~ 2006/3/10	初期チェックアウトフェーズ
Cycle2	2006/3/11 ~ 2006/4/24	
Cycle3	2006/5/15 ~ 2006/6/30	初期校正フェーズ
Cycle4	2006/7/1 ~ 2006/8/15	
Cycle5	2006/8/16 ~ 2006/9/30	
Cycle6	2006/10/1 ~ 2006/10/19	
Cycle7	2006/10/20 ~ 2006/12/04	
Cycle8	2006/12/05 ~ 2007/1/19	
Cycle9	2007/1/20 ~ 2007/3/6	定常運用フェーズ
Cycle10	2007/3/7 ~ 2007/4/21	
Cycle11	2007/4/22 ~ 2007/6/6	
Cycle12	2007/6/7 ~ 2007/7/22	
Cycle13	2007/7/23 ~ 2007/9/6	
Cycle14	2007/9/7 ~ 2007/10/22	
Cycle15	2007/10/23 ~ 2007/12/7	
Cycle16	2007/12/8 ~ 2008/1/22	
Cycle17	2008/1/23 ~ 2008/3/8	
Cycle18	2008/3/9 ~ 2008/4/23	
Cycle19	2008/4/24 ~ 2008/6/8	
Cycle20	2008/6/9 ~ 2008/7/24	
Cycle21	2008/7/25 ~ 2008/9/8	
Cycle22	2008/9/9 ~ 2008/10/24	
Cycle23	2008/10/25 ~ 2008/12/9	
Cycle24	2008/12/10 ~ 2009/1/24	
Cycle25	2009/1/25 ~ 2009/3/11	
Cycle26	2009/3/12 ~ 2009/4/26	
Cycle27	2009/4/27 ~ 2009/6/11	
Cycle28	2009/6/12 ~ 2009/7/27	
Cycle29	2009/7/28 ~ 2009/9/11	
Cycle30	2009/9/12 ~ 2009/10/27	

5. 3 運用の優先順位

ALOS の衛星運用は、以下に示す運用の優先順位に従って実施される。

- 1) 衛星緊急運用
- 2) ハウスキーピング(HK)運用
- 3) 災害状況把握運用
- 4) 校正／検証運用
- 5) 基本運用（基本観測計画）
- 6) 協定に基づく国内利用機関による独自利用
- 7) データノードによる独自利用
- 8) 研究目的による独自利用
- 9) 上記以外の観測要求

6. ユーザサービス

6. 1 ユーザサービス

ALOS データに関する各種サービスについて以下に示す。

6. 1. 1 サービス概要

ユーザは、その種別に応じた、衛星データの検索・注文・観測要求、各種情報の確認・参照等のサービスを受けることができる。

一般ユーザについては、これらのサービスは ALOS データ主提供業者（Primary Distributor: PD）である RESTEC により提供される。

RESTEC の問い合わせ窓口及びオンラインサービスの URL は以下の通りである。

<問い合わせ窓口>

（財）リモート・センシング技術センター 利用推進部 データ普及課
〒106-0032 東京都港区六本木 1-9-9 六本木ファーストビル 12 階
TEL 03-5561-9777 FAX 03-5574-8515 E-mail data@restec.or.jp

<オンラインサービス : CROSS>

<http://cross.restec.or.jp>

共同研究者並びに共同研究代表者（Principal Investigator : 以下 PI という）と機関ユーザについては、これらのサービスは、主に AUIG（ALOS User Interface Gateway / ALOS に関する各種サービスを WWW ブラウザで利用するためのオンライン情報サービス）を介して提供される。

6. 1. 2 ユーザ種別

ユーザは、以下の 3 つの種別に大別される。

1) 一般ユーザ

データ入手の際に特別な資格や申請等を必要としない一般の方。

2) 共同研究者並びに PI

JAXA と契約・協定等を結んで、共同研究を行う研究者のこと。JAXA/EORC の研究公募に応募し承認された、ALOS データを用いて利用化研究および科学研究を実施する代表研究者を PI という。

3) 機関ユーザ

JAXA と契約・協定を結んで研究を実施している機関のこと。

6. 1. 3 データ提供方針

ALOS データの提供は、データ提供の目的を以下の 2 つの区分に分け、区分に応じて提供実施方針及び提供価格を設定する。

(1) データ提供方法

1) 非商業目的提供

以下の研究開発目的業務に資するために行うデータ提供で、行政機関、大学、研究機関等の提供相手方と取り決めに締結した上で、JAXA から直接提供する。但し、世界各地への本目的での提供については、ALOS データノードの考え方により実施する。

- ① 技術開発：衛星及び搭載センサの評価、解析技術の高度化等の技術研究
- ② 実利用実証／実利用化研究：地図作成、地域観測、災害状況把握、資源探査等の分野における実利用化研究、実利用実証
- ③ 災害緊急時におけるデータ提供
- ④ 地球科学研究等：地球環境問題への対処に貢献するための地球科学研究等
- ⑤ その他、JAXA 事業に資するもの：JAXA 事業の普及、啓発に資する広報、教育目的のデータ利用

③に関し、JAXA が加入している国際災害チャータに係わるデータ提供については、国際災害チャータの枠組みにより実施するものとする。

2) 商業目的提供

上記 1) 以外の不特定多数の利用者への提供で、民間の提供業者等を通じての実施を原則とする。但し、世界各地への提供については、非商業目的提供の場合と同様、ALOS データノードの考え方により実施する。

(2) ALOS データノード

ALOS データノードとは、従来、国際機関間での地球観測衛星データの提供は全球データを地域に分割することなく実施してきたが、ALOS データの提供については、膨大な処理を要するデータを地域のニーズにあった利用に供するため、全世界を 4 つの地域に分割し、当該地域で処理・提供する地域分担の考え方である。JAXA 及び JAXA との協定により指名された ALOS データノード機関及びサブノード機関が、担当地域内におけるデータ提供業務を実施する。なお、商業目的の提供については、原則的に地域データ提供業者 (Regional Distributor: RD) を介して実施する。

各地域を担当する ALOS データノード機関を以下に示す。

- ① アジア地域：JAXA（アジア地域のうち、タイ、ミャンマー、ラオス、ベトナム、カンボジア、マレーシア、インドネシア、シンガポール、ブルネイ、フィリピンは、サブノード機関としてタイ国地理情報宇宙技術開発機関 (GISTDA) が担当)
- ② 欧州・アフリカ地域：欧州宇宙機関 (ESA)
- ③ 南北アメリカ地域：米国海洋大気庁 (NOAA) 及びアラスカ大学 (UA)
- ④ オセアニア地域：ジオサイエンス・オーストラリア (GA)

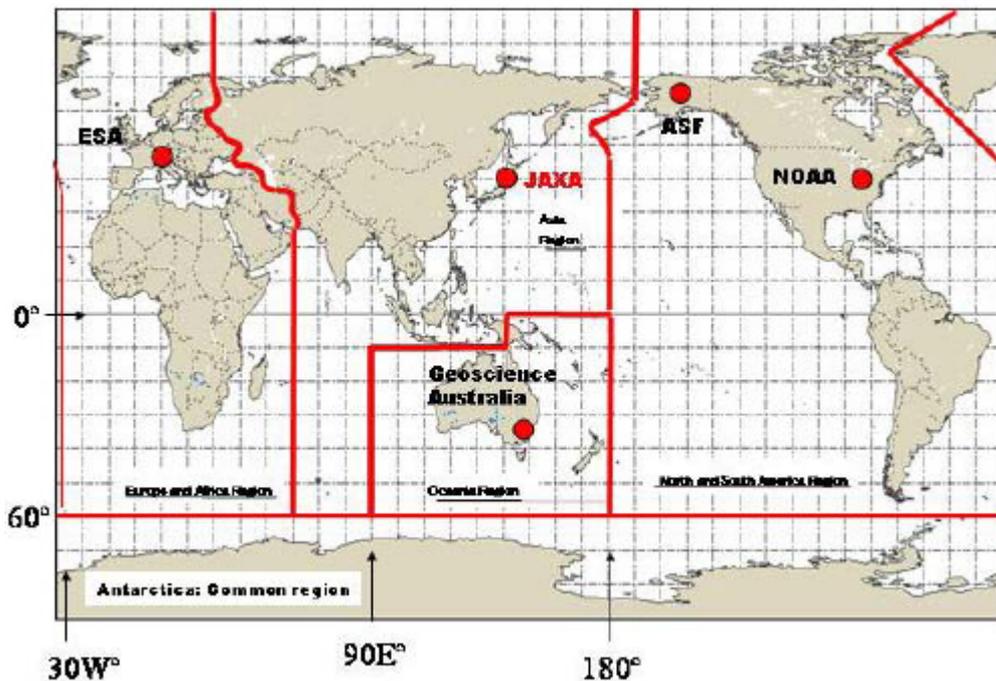


図 6. 1. 3-1 ALOS データノード担当機関と担当域

(3) データ提供価格

1) 非商業目的提供

JAXA から提供する場合の価格は、データを処理、複製するために JAXA に発生する提供実費（媒体材料費、処理・複製人工費、光熱費、JAXA 間接費、JAXA 一般管理費等）となる。

JAXA 以外の ALOS データノード機関から提供する場合の価格は、各ノード機関がデータ提供に要する提供実費とし、ノード機関が各々設定を行う。

2) 商業目的提供

各提供業者が設定する提供価格となる。従って、各ノード域により、提供価格は異なる。

(4) データ利用基本条件

1) データ利用者に許諾されるデータ利用に係わる権利、条件

- ① データを改変して付加価値データ又は付加価値製品を作成し、これらを内部利用する権利。
- ② 上記改変データのうち、高次付加価値製品*を複製、利用、第三者に提供する権利。但し、第三者への提供（公表を含む）に際しては、JAXA が原初データの提供者である旨明記すること。
- ③ 高次処理はしないものの、原初データのピクセル構造に復元できない下記ア、イ、の形態に変えて、第三者への提供（公表を含む）する権利。第三者への提供（公表を含む）に際しては、JAXA がデータの著作権を有する旨明記すること。但し、データを単に画像化したものや、それに類似するもので全く加工を施さない場合、第三者への有償提供（別途契約を要する）の場合は除く。
 - ア. 紙媒体に出力し、作成したポスター、カレンダー、パンフレット等（広報、宣伝目的を含む）
 - イ. 研究論文、文書などの挿絵として（ホームページ等ウェブ上の掲載を含む）、画像、JPEG やビットマップファイル等の形態に変えたもの
- ④ JAXA の承認を得た上で、ウェブ等で公開することを目的に、カタログデータ（間引きデータ）や限定量のサンプルデータ等を作成、公開する権利。

*高次付加価値製品：改変データのうち、高度なデータ処理（データ解析または複数衛星データの組み合わせ、データ以外の外部情報に基づく画像処理、物理量変換等を行うこと）を施し改変したデータで、かつ原初データのピクセル構造を保持せず、原初データに復元不可能なものをいう。

2) データ利用者に対する禁止事項

- ① データの複製（バックアップ及び上記1）②及び③に該当する場合を除く）
- ② データの第三者への提供（上記1）②及び③に該当する場合を除く）

(5) 非商業目的利用者のデータ利用条件

当該利用者には、上記（3）のデータ利用基本条件に加え、以下の利用条件を付すこととする。

- ① JAXA との取り決めに定められた目的以外にデータを利用してはならない。PI の提供データの利用は、研究公募における研究活動のみに許可される。
- ② データを利用して行った研究成果又は利用の成果を JAXA に報告し、JAXA がその成果を、自己の業務実施の目的で、無償で利用することを認める。

(6) データの権利

- ① JAXA は、提供する全てのデータについて、著作権その他一切の知的所有権を有する。(ただし、PALSAR に関しては、JAXA と経済産業省に帰属する。)
- ② ユーザが、高次付加価値データを作成した場合は、JAXA は当該データについて自己の保有する著作権を行使せず、ユーザは当該データを自由に利用することができる。

(7) その他(制約事項等)

- ① 提供データの利用は、平和目的に限る。
- ② 配布されるデータは、衛星の運用、DRTS (データ中継技術衛星) の位置等の条件により、提供シーン数及び観測地域について制約を受ける。
- ③ 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、提供時期の遅延ほか、悪天候、その他 JAXA が制御不可能な事態によってデータ提供が不可能となった場合、JAXA はその責任を負わない。

*以上 6. 1. 3 項については、「陸域観測技術衛星 (ALOS) データ提供方針 (SDA-040006)」(平成 16 年 10 月 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター) より抜粋した。

6. 2 AUIG

6. 2. 1 AUIG 概要

AUIG は、ALOS に関する各種サービスを WWW ブラウザで利用するためのオンライン情報サービスである。衛星に関する情報の参照や観測データの注文等を行うことができる。AUIG のサービスには、

- 観測済みデータ、観測要求等の簡易的な検索機能を提供するサービス（無償）
- 観測済みデータ（画像等）の注文サービス（有償）
- 日本域の最新で良質な画像を検索・閲覧できるサービス（無償）

また、ALOS に関する様々な情報を提供するサービス、

- 飛行位置・軌跡を地図表示するサービス（無償）
- 過去に観測した実績のある場所を地図表示するサービス（無償）

等がある。但し、衛星データ提供サービスには、ユーザ登録を必要とするものがあり、ユーザ登録は共同研究者（PI 含む）と機関ユーザを対象としている。

6. 2. 2 サービス利用制約

表 6. 2. 2-1 に、AUIG が提供するサービスに対する制限について示す。

表 6. 2. 2-1 AUIG のサービス一覧

	サービス概要	共同研究者/PI	機関ユーザ	一般ユーザ
ユーザ登録	ユーザ登録実施	○	○	×
ユーザ情報変更	ユーザ登録情報変更	○	○	×
パスワード変更	登録パスワード変更	○	○	×
カスタマイズ	AUIG 利用時の画面表示設定・変更	○	○	×
プロダクト注文	アーカイブデータ・観測予定シーン・観測要求の 3 種類のデータ(*)に対する注文・観測要求依頼 (ただし観測要求は検索のみ)	○ (50 シーン /年無償)	○ (協定に基づく)	×
オーダーステータス	「プロダクト注文・観測要求」にて注文したものであるものに対するステータスの確認	○	○	×
日本域データセット	日本の陸域の最新かつ良質な画像 (GeoTiff フォーマットの処理済みデータ) の参照	○	○	○
観測・カタログ検索	アーカイブデータ・観測予定シーン・観測要求の 3 種類のデータの参照	○	○	○
観測実績	ALOS の運用期間中の観測実績確認 (センサ毎)	○	○	○
観測計画	ALOS の観測計画参照	○	○	○
軌道制御情報	ALOS の軌道制御に関する情報の参照	○	○	○
飛行位置検索	ALOS の飛行位置 (軌跡) の確認	○	○	○
緊急観測画像	ALOS が緊急観測した画像の参照	○	○	○
FAQ	AUIG ご利用時に頂いたお客様からのご質問にたいする回答の掲載	○	○	○
What's New	本サイトの更新情報の掲載	○	○	○
LINK	AUIG、ALOS、宇宙開発に関連したサイトリンク紹介	○	○	○

* アーカイブデータ：ALOS の取得済みデータ、観測予定シーン：観測計画済みに対するプロダクト、観測要求：まだ計画されていない未来に対する観測要求。

6. 2. 3 利用方法

全てのユーザは、WWW ブラウザを用いてインターネット経由でアクセスすることで、AUIG によるサービスを受けることができる。また、AUIG に未登録の共同研究者/PI 及び機関ユーザは、本ホームページからユーザ登録を行うことができる。

AUIG の URL は以下の通りである。

<日本語版> <https://auig.eoc.jaxa.jp/auigs/jp/top/index.html>

<英語版> <https://auig.eoc.jaxa.jp/auigs/en/top/index.html>

6. 2. 4 注意事項・制約事項

AUIG を利用する上での注意事項・制約事項を以下に示す。

(1) 注意事項

1) 検索件数による制限値について（プロダクト注文・観測要求サービス）

プロダクト注文・観測要求サービスでは、検索に要する時間を考慮した結果、1度に検索できるシーン数について次のように制限を設けている。

- アーカイブデータのみを検索した場合：3000 シーン
- それ以外の場合：アーカイブデータ、観測予定シーン、観測要求各 1000 シーン

この件数を超えると検索は自動的に中断され、ここまでの検索結果が表示される。

2) 検索時の領域指定範囲について（プロダクト注文・観測要求サービス、カタログ検索サービス）

AUIG では、検索ロジックの性質上、検索領域の指定範囲により以下のような検索結果になる場合がある。

- 指定領域の緯度が 40° を超えた場合、見かけ上領域外のシーンが検索される。
- 経度方向に長い領域を指定すると、要求領域のみに対応する結果が得られない場合がある。

これらの点について、予めご了承ください。

3) 注文内容の変更及びキャンセルについて（オーダーステータスサービス）

注文受付からプロダクト作成までの一連の処理は、システムにより自動的に行われる。そのため、オーダーステータスサービスの画面に表示された時点から注文内容変更またはキャンセルは受け付けられなくなるので、予めご了承ください。

また、観測予定シーンならびに観測要求について、注文内容変更またはキャンセルする可能性のある場合は、注文時に観測後保留オプションを指定しておく必要がある。

4) 観測実績の表示について（観測実績表示サービス）

観測実績は「広域メッシュ単位」と「GRS メッシュ単位」の2種類で表示し、地図の縮尺に応じて自動的に切り替わる。「広域メッシュ単位」は、「GRS メッシュ単位」での観測実績をまとめた最大値を表示するものであるため、目安

として使用する。なお、「GRS メッシュ単位」の表示であってもシーンとは異なるため、誤差が含まれる。厳密な観測シーンについては、「観測・カタログ検索」で確認することができる。

(2) 制約事項

1) ブラウザについて

AUIG を利用する際には、以下のブラウザを使用するものとする。

ブラウザ	Version	Windows	Mac	UNIX(Solaris)
Internet Explorer	5.0	×	—	—
	5.1.X, 5.2.X	—	×	—
	5.5, 6.0	○	—	—
Netscape	4.0-4.6	×	—	—
	4.76	—	—	×
	4.78	×	×	—
	6.23	○	○	—
	7.02	○	○	—
	7.1	○	○	—

○ : OK

× : Not supported

— : N/A

Internet Explorer 5.1.X, 5.2.X (Mac) について:

地図画面を表示することはできない。

Netscape 4.78 (Windows) について:

ウィンドウサイズを変更すると、何も表示されなくなるが、これはブラウザの仕様によるものである。

6. 3 ALOS 研究公募

6. 3. 1 はじめに

宇宙航空研究開発機構(JAXA)が実施する ALOS 研究公募は研究分野を定義し、広く一般に研究提案を募集するものである。JAXA は 1999 年に第 1 回研究公募を、2007 年に第 2 回研究公募を実施した。但し、第 1 回研究公募が全世界の研究者を対象としたのに対し、ALOS データの世界的な配布体制 (ALOS データノード) の構築が進展したことにより、JAXA が直接配布を実施するアジア・ロシア域の研究者に研究提案を募集した。

この研究は、JAXA の地球観測研究センターの ALOS 解析研究プロジェクトによって推進される、パンクロマチック立体視センサ (PRISM)、高性能可視近赤外放射計 2 型 (AVNIR-2) 及びフェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ (PALSAR) のデータを用いた ALOS 解析研究プロジェクト計画を支援することになる。

以下、第 2 回研究公募を例として研究公募の内容を説明する。

研究提案は、平和目的でありかつ商業利用を含まない次の 3 つの分野に関するものである。

- 校正・検証
- 利用化研究
- 科学研究

さらに、この 3 つの研究分野において、次の項目を含む ALOS 科学及び利用に関する全ての範囲を研究対象とすることができる。

(1) 土地利用・土地被覆研究、(2) 地形学・地質学、(3) 陸域 (植生) 生態学、農業、林業研究、(4) 気候システム、水文過程及び水資源関連研究、(5) 海洋学及び沿岸域関連研究、(6) 災害及び地震、(7) 資源探査、(8) 空間情報インフラストラクチャーの開発、(9) 散乱及び干渉特性の基礎研究、(10) 高分解能光学センサによる高精度観測の基礎研究、(11) 極域研究。

研究公募への応募は、図 6. 1. 3-1 で JAXA の担当するアジア・ロシア域 (朝鮮民主主義人民共和国を除く) に所在地を持つ、教育機関、研究機関、私企業、政府機関、その他いかなる団体の研究者にも可能とした。提案が採用された応募者は、研究代表者 (Principal Investigator、以下 PI) として JAXA の解析研究プロジェクトに参加することになる。

なお、研究公募の下では、JAXA は PI に対する経費の支援を行わない。

PI の特典を下記に示す。

- 研究に関係する ALOS データの無償利用 (50 シーン/年度)

6. 3. 2 研究目標と目的

ALOS から得られる様々なプロダクトは、多様な分野のサイエンスの発展に大きな貢献をすることが期待されている。こうしたプロダクトは、その作成や利用における様々な研究の成果によって初めて地球環境、天然資源、災害状況把握や災害モニタリングのデモンストレーション及び地域開発計画の策定など多くの実利用分野に対して有効に活用されることが可能となる。

研究公募では、(1) 校正・検証、(2) 利用化研究、(3) 科学研究の3つのカテゴリにおいて、ALOS データを単独、もしくは他のデータセットと併用して行う研究を募集した。

(1) ALOS データとセンサの校正・検証

ALOS に搭載されるセンサは従来のセンサに比べて様々な面において高性能化が図られている。これらセンサの校正・検証は、センサ自身の性能、得られた画像の品質を把握することであり、その結果は高次成果物の品質に直接関係するため、極めて重要な作業である。そこで、大別して以下の二種類の研究テーマを募集した。

1) センサの校正

基本的にはセンサの特性評価、得られた画像データの画質評価を行う。得られた画像データ、外部校正機器のデータを用いてのセンサ入出力特性の評価（校正係数の決定も含めて）を行う。

対象センサ：PRISM、AVNIR-2、PALSAR

PRISM

センサ特性評価（画質評価含む）

幾何学校正

ラジオメトリック校正（ストライプ除去、校正係数決定含む）

AVNIR-2

センサ特性評価（画質評価含む）

幾何学校正

ラジオメトリック校正（ストライプ除去、校正係数決定含む）

PALSAR

センサ特性評価（画質評価含む）

幾何学校正

ラジオメトリック校正（ストライプ除去、校正係数決定含む）

2) 物理量の抽出アルゴリズムの開発と検証

校正された画像データやトランスデータを用いて物理量を抽出するアルゴリズムを作成、あるいは、得られた物理量の精度検証を行う。抽出する物理量としては、①DEM、②オルソ画像、及びそれ以外の物理量であり、これらを抽出するためのアルゴリズム開発と検証に関する研究である。

(2) 利用化研究

これまでの地球観測衛星データの利用対象は、既に定常的に利用されている一部の分野を除き、科学目的要素が強く、さまざまな技術的運用上の問題から、現業での定常利用はあまり進んでいない。しかしながら、地球観測データの利用過渡期を迎え、利用技術の確立が急務であり、利用拡大及び社会システムでの定常利用が期待されている。そのため、新しい利用だけでなく、JERS-1 や ADEOS 等で培われたデータ処理技術を生かしつつ、利用拡大に最大の努力が払われなければならない。

農作物、森林、漁場等の資源モニタリングや管理だけでなく、海氷、海洋状況、災害等の数値予報モデルへの ALOS データの利用は、国益に資するものとなる。また、国際的レベルでの公共利用ユーザに対する ALOS データの提供は、潜在的利用ユーザの発掘及び市場拡大につながるだろう。更に、用途の広いデータとユーザオリエンティッドなデータおよび付加価値サービスの提供によって、個人のニーズから市場のニーズまでを満たすことが可能となるであろう。

利用化研究の主な例を以下に示す。

- ・土地利用及び土地被覆変化のモニタリング
- ・海洋状況の予報、沖合利用のための海氷予報
- ・海上交通モニタリング、沿岸域の漁場管理
- ・農業と森林資源管理（作付面積把握、収穫量予測、植生変化の抽出 等）
- ・自然災害（森林火災、洪水、土砂災害、地震 等）
- ・汚染モニタリング（油汚染、赤潮 等）
- ・地質、天然資源の探査
- ・干渉処理に関係する利用（数値地形モデルの作成、地殻変動、植生分類 等）
- ・国土数値情報、GIS の構築
- ・教育分野における利用

(3) 科学研究

ALOS によって得られるデータプロダクトは科学研究の推進にも寄与する。それは、幅広い地球科学分野に関わる多くの環境問題（例えば、植生分布の変化、バイオマスの燃焼、水資源管理、環境資源アセスメント、災害および地震モニタ

リング、寒冷圏モニタリング)に不可欠となる。地球システムに関わる要素はそれぞれ複雑な相互作用を持ち、これに対する現在の知識は、効果的かつ戦略的な開発に対して必要とされる精度をともなった環境変化を予測するためにまだ十分ではない。

本カテゴリーの研究には、基礎的な科学研究(すなわち、陸域特性の把握、観測原理、地球物理学に関するパラメータ推定に関するアルゴリズム開発)、さらに地球科学プロセスに関する研究が含まれ、一つもしくはいくつかの地球科学分野に位置付けられる。また、局地的なレベルから地域、グローバルレベルまでの様々な空間スケールと様々な時間スケールを対象とすることができる。他の衛星データ(すなわち、JERS-1 や ADEOS)を用いた解析と、これらの解析を比較することも可能である。科学研究の主な例を以下に示す。

- ・ 土地利用、土地被覆の変化
- ・ 地形、地理、地質、資源分野
- ・ 陸域環境システム、農業および森林分野
- ・ 気候システム、水文過程および水資源関連研究
- ・ 海洋学および沿岸域関連研究
- ・ マイクロ波散乱および SAR 干渉法に関する研究
- ・ 高分解能な光学センサによる観測に関する基礎研究
- ・ 国際極年 (IPY) に対応した極域研究

6. 3. 3 データ提供

(1) データ政策

PI は、以下の事項に同意することを条件として、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) から研究に必要なデータが無償で受け取ることができる。

- 1) JAXA が提供するデータ及び成果物に含まれる全ての知的所有権は JAXA に帰属する。(ただし、PALSAR に関しては、JAXA と経済産業省に帰属する。)
- 2) 提供データの利用は、平和目的及び非商業目的に限る。
- 3) 提供データの利用は、本研究公募における提案された研究活動にのみ許可される。
- 4) 提供データを承認のない第三者に再配布することを禁止する。(事前に JAXA から承認された共同研究者 (CI) への再配布は認められる。)

研究者向けに配布されるデータは、衛星の運用、DRTS (データ中継・追跡衛星システム) の位置等の条件により、提供シーン数及び観測地域について制約を受ける。

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、悪天候、その他 JAXA が制御不可能な事態によってデータ提供が不可能となった場合、JAXA はその責任を負わない。

(2) データ提供

研究者は、JAXA のアーカイブデータ (ALOS 及びその他の衛星) 及び ALOS 基本観測計画で取得されるデータを使用することができる。新規の観測要求を提案することは原則不可である。

1) 標準処理データ

- PRISM : レベル 1A、レベル 1B1、レベル 1B2
- AVNIR-2 : レベル 1A、レベル 1B1、レベル 1B2
- PALSAR : レベル 1.0、レベル 1.1、レベル 1.5

2) 高次処理データ

基本的には、高次処理データとして作成される以下のデータの利用を研究の前提にはしてはならない。高次処理データは、研究公募で選定された PI からの要求に応じて作成されるものではないが、PI や関係機関等からの要望に応じてサンプル・データを作成することがあり、結果として作成されたデータを自己責任においてアーカイブデータとして利用することはできる。

- PRISM : DSM、オルソ画像

- AVNIR-2 : オルソ画像
- PALSAR : DEM、オルソ画像

3) JAXA 所有の ALOS 以外の衛星データ

対象衛星データは、MOS、JERS、ADEOS、TRMM、ADEOS-II、ERS*、SPOT*、RADARSAT*、LANDSAT*、および IRS*のセンサデータとする。

*: 海外衛星の観測データについては、受信可能なエリアが日本周辺に限定される他、観測期間の制約もある。

6. 3. 4 資金提供

PI に対する資金提供は行わない。

6. 3. 5 応募資格

平和目的かつ非商業目的での研究提案であれば、前述の図 6. 1. 3-1 の JAXA 担当範囲内の国々（但し、朝鮮民主主義人民共和国を除く）に所在地を持つ、教育機関、政府機関、私企業およびその他いかなる団体に属する研究者でも本研究公募に応募することができる。

6. 3. 6 PI の権利と義務

(1) PI の権利

PI は、6. 3. 3 項に述べられている衛星データの提供について JAXA に要求が受け入れられた場合、そのデータの無償提供を受ける権利を持つ。

(2) PI の義務

1) 中間報告

PI は各自の研究の状況を JAXA の指示する形式に従って中間報告書にまとめ、提出しなければならない。提出期限は、2008 年 1 月 31 日である。また JAXA 及び ALOS ノード機関が開催する PI 会議に出席し、研究の進捗状況と成果の発表を行うことが大いに推奨される。

2) 最終報告

すべての PI は契約上の指示に従い、JAXA に最終報告書を提出しなければならない。提出期限は、2009 年 7 月末日の予定である。また、JAXA が開催する会議、シンポジウムおよびワークショップにて各自の研究成果のすべてまたは一部を発表する必要がある。

6. 3. 7 研究体制

宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター（以下、EORC）のALOS データ利用研究の体制を以下に述べる。

EORC にALOS サイエンスプロジェクト・マネージャがとりまとめを行うALOS 研究グループが組織されており、研究公募で選定されたPI の活動は、このグループの活動の中で実施されている。

プロポーザルの選定・評価に関しては、ALOS プログラムサイエンティストを長とする各分野有識者による研究公募評価委員会が実施し、JAXA の研究公募選定委員会において決定された。また、各PI の中間報告の結果を評価し、研究継続の可否判断を行う委員会についても今後組織される予定である。

*ALOS 研究公募については下記へお問い合わせください。

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター

ALOS 利用研究事務局

E-mail: aproject@jaxa.jp



付録1 略語集

略語表	
略語	欧文名称 和文名称
ADEOS	Advanced Earth Observing Satellite 地球観測プラットフォーム技術衛星「みどり」
ADEOS-II	Advanced Earth Observing Satellite-II 環境観測技術衛星「みどりII」
AIRSAR	NASA/JPL DC-8 Aircraft SAR NASA/JPL 航空機搭載合成開口レーダ
ALOS	Advanced Land Observing Satellite 陸域観測技術衛星(JAXA)
ATT	Attenuator 減衰器
AUIG	ALOS User Interface Gateway ALOSに関する各種サービスをWWWブラウザで利用するためのオンライン情報サービス
AVNIR	Advanced Visible and Near Infrared Radiometer 高性能可視近赤外放射計(ADEOS 搭載)
AVNIR-2	Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 高性能可視近赤外放射計 2 型(ALOS 搭載)
bps	bit per second 1 秒当たりのビット伝送速度
BSQ	Band Sequential バンド順データ並び(CCT のデータフォーマットの種類)
CAL/VAL	Calibration/Validation 校正・検証
CCD	Charge Coupled Device 光の情報をデジタルデータに変換する半導体素子のことで、光学センサの受光部に使用されている。
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites 地球観測衛星委員会
CPU	Central Processing Unit 中央処理装置
dB	decibel デシベル
DEM	Digital Elevation Model デジタル標高モデル
DRTS	Data Relay Test Satellite データ中継技術衛星(JAXA)
DSM	Digital Surface Model デジタル表層モデル
DTM	Digital Terrain Model デジタル地形モデル
EOC	Earth Observation Center 地球観測センター
EORC	Earth Observation Research and application Center 地球観測研究センター

略語	欧文名称 和文名称
ERS	European Remote Sensing Satellite ヨーロッパ・リモート・センシング衛星
ETM+	Enhanced Thematic Mapper, Plus 改良型セマティックマップ プラス(Landsat7号搭載)
FAO	Food and Agriculture Organization 国連食糧農業機関
FBD	Fine mode Beam Dual-polarimetric 高分解能モード 2波
FBS	Fine mode Beam Single-polarimetric 高分解能モード 1波
GA	Geoscience Australia ジオサイエンス・オーストラリア
GBFM	Global Boreal Forest Mapping 全球北方林マッピング
GCP	Ground Control Point 地上基準点:画像データの幾何学補正処理等に使用する地上の位置ぎめの為のターゲット
GIS	Geographic Information System 地理情報システム
GISTDA	Geo-Informatics and Space Technology Development Agency タイ地理情報・宇宙技術開発機関
GLI	Global Imager グローバル・イメジャ(ADEOS-II搭載)
GOFC-GOLD	Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics 全球森林被覆観測
GPS	Global Positioning System 汎地球測地システム
GRFM	Global Rain Forest Mapping 全球熱帯雨林マッピング
GRS	Ground Reference System 地上参照座標系
GSFC	Goddard Space Flight Center ゴダード宇宙飛行センター(NASA)
GSI	Geographical Survey Institute 国土交通省国土地理院
GSJ	Geological Survey of Japan (独)産業技術総合研究所地質調査総合センター
GTOS	Global Terrestrial Observation System 全球陸上観測システム
GUI	Graphical User Interface グラフィカルユーザインタフェース
HDDR	High Density Digital Recorder 高密度デジタル記録装置
HDDT/HDT	High Density Digital Tape 高密度デジタルテープ

略語	欧文名称 和文名称
HDF	Hierarchical Data Format 階層型データフォーマット
H-II	H-II H-II ロケット:日本の大型国産ロケット
H-II A	H-II A H-II A ロケット:H-II ロケットの改良型
HK	Housekeeping ハウスキーピング(衛星の内部構成機器の状態監視)
HSSR	High-speed Solid State Data Recorder 高速半導体データレコーダ
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol ハイパーテキストトランスファープロトコル
IC	Integrated Circuit 半導体集積回路
IDCP	InterDAQ Control Protocol InterDAQ 制御プロトコル仕様
IGBP	International Geosphere-Biosphere Program 国際地球圏-生物圏国際共同研究計画
IGOS	Integrated Global Observation Strategy 統合地球観測戦略
IGOS-P	Integrated Global Observation Strategy partnership 統合地球観測戦略パートナーシップ
INSAR	Interferometric Synthetic Aperture Radar (=IFSAR) インターフェロメトリック SAR
IRS	Information Retrieval Subsystem 検索処理サブシステム(JAXA/EOC 設備)
ISAS	Institute of Space and Astronautical Science 宇宙科学研究本部
ISCCP	International Satellite Cloud Climatology Project 国際衛星雲気候学プロジェクト
JAROS	Japan Resources Observation System Organization (財)資源探査用観測システム研究開発機構
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency (独)宇宙航空研究開発機構
JERS-1	Japanese Earth Resources Satellite-1 地球資源衛星ふよう1号(日本)
JPEG	Joint Photographic coding Experts Group 静止画像などを圧縮、伸長させる機能を持ったアルゴリズムで画像フォーマット保存形式のひとつ
JPL	Jet Propulsion Laboratory ジェット推進研究所(NASA)
JTWC	Joint Typhoon Warning Center 合同台風警報センター(米国)
JWA	Japan Weather Association (財)日本気象協会

略語	欧文名称 和文名称
KAIST	Korea Advanced Institute of Science and Technology 韓国科学技術院(韓国)
KSA	Ka-band Single Access Kaバンド単元接続
KOMPSAT-1	Korean Multi-Purpose Satellite-1 多目的衛星アリアン1号(韓国)
LAI	Leaf Area Index 葉面積指数
LANDSAT	Land Satellite ランドサット(米国の地球観測衛星)
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectrometer 中分解能画像分光放射計(EOS-AM1/Terra 及び EOS-PM1/Aqua 搭載)
MOS	Marine Observation Satellite 海洋観測衛星(日本)
MTF	Modulation Transfer Function 変調伝達関数(空間周波数の振幅の絶対値)
NASA	National Aeronautics and Space Administration 航空宇宙局(米国)
NASDA	National Space Development Agency of Japan 宇宙開発事業団 現: JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) (独)宇宙航空 研究開発機構
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration 海洋大気局(米国)
ODA	Official Development Assistance 政府開発援助
OPS	Optical Sensor 光学センサ(JERS-1 搭載):VNIR と SWIR の 2 つのセンサモードがある
OS	Operating System オペレーティングシステム
PALSAR	Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ
PI	Principal Investigator 主任研究者、代表研究者
Pi-SAR	Polarimetric and Interferometric Airborne Synthetic Aperture Radar CRL/JAXA 航空機搭載合成開口レーダ
PRF	Pulse Repetition Frequency パルス繰り返し周波数
PRISM	Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping パングロマトリック立体視センサ(ALOS 搭載)
RADAR	Radio Detection and Ranging レーダ
RADARSAT	Radar Satellite 合成開口レーダを搭載した地球観測衛星(カナダ)
RESTEC	Remote Sensing Technology Center of Japan (財)リモートセンシング技術センター

略語	欧文名称 和文名称
Rev	Revolution 周回
RGB	Red/Green/Blue 赤/緑/青(光の3原色)
SAR	Synthetic Aperture Radar 合成開口レーダ(JERS-1 搭載)
Scan-SAR	Scan-Synthetic Aperture Radar 合成開口レーダ広域観測モード(ALOS 搭載)
sigma-SAR	Sigma Synthetic Aperture Radar Processor Σ SAR 及びσ SAR と同義で、JAXA/EORC が開発した SAR 処理ソフトウェアの総称
SPOT	Satellite Probatoire d'Observation de la Terre SPOT 衛星(フランスの地球観測衛星)
TBD	To Be Determined 未定
TCO	Terrestrial Carbon Observations 陸上炭素観測
TIFF	Tagged Image File Format Aldus 社と Microsoft 社によって開発された画像データのフォーマット
TKSC	Tsukuba Space Center 筑波宇宙センター
TM	Thematic Mapper セマティックマップ(Landsat4-5 号搭載)
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission 熱帯降雨観測衛星
UA	University of Alaska アラスカ大学
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change 気候変動枠組条約(事務局)
UTM	Universal Transverse Mercator ユニバーサル横メルカトル図法(地図投影法の一つ)
VCDU	Virtual Channel Data Unit 仮想チャンネルデータユニット
VCID	Virtual Channel Identification 仮想チャンネル ID
WWW	World Wide Web ネットワーク上の複数の独立した情報を変更することなく統合し、ハイパーテキストとして提供するシステム

付録2 関連情報

参考文献および関連文書

- [1] United Nations. “World Cartography” New York, vol. XX, 1990, ISBN-9211004322.
- [2] A. Stoffelen, and D. Anderson, “Scatterometer data interpretation: Estimation and validation of the transfer function CMOD4”, J. Geophys. Res., vol. 102, pp.5767–5780, 1997.
- [3] F. J. Wentz, and D. K. Smith, “A model function for the ocean-normalized radar cross section at 14 GHz derived from NSCAT observations”, J. Geophys. Res., vol. 104, pp.11499–11514, 1999.
- [4] T. Shimada, H. Kawamura, M. Shimada, “An L-band geophysical model function for SAR wind retrieval using JERS-1 SAR”, IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, vol. 41, pp.518–531, 2003.
- [5] O. Isoguchi, and M. Shimada, “Relationship between wind vectors and L-band radar cross sections examined using PALSAR”, Proceedings of 2007 IGARSS (DVD), Barcelona, Spain, 2007.
- [6] H. Kawamura, J. Sun, and T. Shimada, “Retrieval of surface wave parameters from PALSAR images”, submitted to J. Geophys. Res., 2007.
- [7] O. Isoguchi, M. Shimada, F. Sakaida, and H. Kawamura, “Kuroshio-induced cold eddy streets in the lee of isolated islands”, Proceedings of 2007 IGARSS (DVD), Barcelona, Spain, 2007.
- [8] 文部科学省. “南極地域観測第 VII 期計画(平成 18～21 年度)参考資料-1:国際極年 2007–2008(IPY2007–2008)”, 2005.
- [9] IPY, “A Framework for the International Polar Year 2007–2008”, IPY framework document, 2004
- [10] 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター. “ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PRISM 編” 東京, J 改訂版, 2006, NEB-01006(ALOS-DPFT-J01).
- [11] 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター. “ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 AVNIR-2 編” 東京, J 改訂版, 2006, NEB-01006(ALOS-DPFT-J02).
- [12] 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター. “ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR レベル 1.0 編” 東京, J 改訂版, 2006, NEB-01006(ALOS-DPFT-J03).
- [13] 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター. “ALOS 処理プロダクトフォーマット説明書 PALSAR レベル 1.1/1.5 編” 東京, I 改訂版, 2006, NEB-01006(ALOS-DPFT-J04).
- [14] 宇宙航空研究開発機構. “地球観測データ利用ハンドブック ALOS 編(ドラフト版)” 東京, 2004.
- [15] 宇宙航空研究開発機構地球観測利用推進センター. “陸域観測技術衛星(ALOS)データ提供方針” 東京, 2004, SDA-040006.

Organizing Committee of Sixth International Carbon Dioxide Conference. “6th International Carbon Dioxide Conference vol. 1” Tokyo, 2001, ISBN-4-9901002-0-4.

Organizing Committee of Sixth International Carbon Dioxide Conference. "6th International Carbon Dioxide Conference vol. II" Tokyo, 2001, ISBN-4-9901002-1-2.

NASDA, European Space Agency (ESA), Committee on Earth Observation Satellites (CEOS). "CEOS SAR Workshop 2001 ABSTRACTS" Tokyo, 2001, NDX-000238.

NASDA, ESA, CEOS. "CEOS SAR Workshop 2001 Proceedings" Tokyo, 2001, NDX-000306.

MITI, NASDA. "FINAL REPORT OF JERS-1 / ERS-1 SYSTEM VERIFICATION PROGRAM VOLUME 1" Tokyo, 1995.

MITI, NASDA. "FINAL REPORT OF JERS-1 / ERS-1 SYSTEM VERIFICATION PROGRAM VOLUME 2" Tokyo, 1995.

NASDA, EOC. "JERS-1: Earth Visitor's Guide" Tokyo, 1996, NCX-000119.

Earth Observation Center (EOC), NASDA. "JERS-1 DATA USERS HANDBOOK" Tokyo, 1994.

EORC, JAXA. "JERS-1 Research Invitation Program Final Report" Tokyo, 2004, NDX-030063.

EORC, NASDA. "JERS-1 SCIENCE PROGRAM '99 PI REPORTS Global Forest Monitoring and SAR Interferometry" Tokyo, 1999.

EORC, NASDA. "Proceedings of 1st ALOS PI Workshop" Tokyo, 2001, NDX-000264.

EORC, JAXA. "Proceedings of 2nd ALOS PI Workshop" Tokyo, 2004, NDX-030064.

Earth Science and Technology Organization (ESTO), "Proceedings of The Second Workshop on SAR Interferometry -SAR WORKSHOP '97 TSUKUBA- : Auditorium of AIST Tsukuba Research Center, Tsukuba, Japan; November 18-20, 1997 / Disaster Prevention Science Team, Committee for Earth Observation Systems, Earth Science and Technology Forum" Tokyo, 1997.

National Institute of Agro-Environmental Sciences, Science Technology Agency of Japan (Japan International Science and Technology Exchange Center). "Proceedings of The International Workshop on Investigation of Tropical Environments using New Remote Sensing Sensors such as Micro wave Sensors (IWITERS) -SAR WORKSHOP '97 TSUKUBA-" Tokyo, 1997.

Ministry of International Trade and Industry (MITI), NASDA. "Result Reporting Meeting of JERS-1 / ERS-1 System Verification Program Abstracts" Tokyo, 1994.

宇宙開発事業団地球観測センター. "JERS-1 OPS データフォーマット説明書" 東京, 第2版, 1995, HE-93064A.

宇宙開発事業団地球観測センター. "JERS-1 SAR / ERS-1 AMI IMAGE データフォーマット説明書 (第2版)" 東京, 1995, HE-93065A.

宇宙開発事業団. “SAR Workshop 2003” 東京, 2003.

宇宙開発事業団地球観測データ解析研究センター. “SAR インタフェロメトリによる地殻変動の研究-差分干渉 SAR 解析の精度向上をめざして-” 東京, 2001, NDX-000262.

(財)リモート・センシング技術センター. “合成開口レーダデータ利用事例集” 東京, 2003.

宇宙開発事業団 地球観測データ解析研究センターナホトカ号流出油観測緊急対策チーム. “人工衛星・航空機による漂流重油の観測 ナホトカ号重油流出事故衛星観測調査報告書” 東京, 1997.

宇宙開発事業団地球観測センター. “地球観測データ利用ハンドブック-JERS-1 編-” 東京, 1994.

地球観測衛星委員会. “地球観測ハンドブック 2002” 宇宙開発事業団, 東京, 2002.

(財)資源・環境観測解析センター. “地球資源衛星 1 号(JERS-1)データ利用成果集” 東京, 1999.

宇宙開発事業団・(財)資源・環境観測解析センター. “地球資源衛星 1 号(JERS-1)を利用したプログラムとその成果” 東京, 1999.

宇宙開発事業団地球観測センター. “地球資源衛星 1 号(ふよう 1 号)合成開口レーダ写真集” 東京, 1995, NCX-000060.

宇宙開発事業団地球観測センター. “地球資源衛星 1 号(ふよう 1 号)光学センサ写真集” 東京, 1996, NCX-000118.

関連ホームページ

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

- <http://www.jaxa.jp/>

宇宙利用推進本部

- <http://www.satnavi.jaxa.jp/>

地球観測研究センター (EORC)

- <http://www.eorc.jaxa.jp/>

地球観測センター (EOC)

- http://www.eorc.jaxa.jp/hatoyama/homepage_j.html

ALOS プロジェクト

- <http://alos.jaxa.jp/index.html>

EORC ALOS

- http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/index_j.htm

(財)資源・環境観測解析センター (ERSDAC)

- <http://www.ersdac.or.jp/>

国際極年 (International Polar Year:IPY)

- <http://www.ipy.org/>

お問い合わせ

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター

ALOS 利用研究事務局

E-mail: aproject@jaxa.jp

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1