

陸域観測技術衛星 2号 (ALOS-2)  
プロジェクトの事前評価  
質問に対する回答

平成 21 年 11 月 12 日

宇宙航空研究開発機構

**【本資料の位置付け】**

本資料は、平成21年11月2日に開催された第4回推進部会における陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）プロジェクトの説明に対する構成員からの質問に対し、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の回答をまとめたものである。

● 評価項目 2（プロジェクトの目標）に関連する質問

|     |                     |        |
|-----|---------------------|--------|
| 2-1 | 将来展望                | 4 ページ  |
| 2-2 | 宇宙基本計画からのギャップ       | 10 ページ |
| 2-3 | ALOS-2 だけでは達成できない目標 | 12 ページ |
| 2-4 | 研究課題の対処方針           | 13 ページ |
| 2-5 | ALOS-2 の技術レベル       | 14 ページ |
| 2-6 | 地上データとの照合           | 16 ページ |
| 2-7 | ALOS の実績            | 17 ページ |
| 2-8 | ALOS との比較           | 20 ページ |

● 評価項目 4（システム選定及び基本設計要求）に関連する質問

|     |           |        |
|-----|-----------|--------|
| 4-1 | 観測精度の技術課題 | 22 ページ |
| 4-2 | 海外衛星の補完   | 23 ページ |

● 評価項目 5（開発計画）に関連する質問

|     |           |        |
|-----|-----------|--------|
| 5-1 | 海外との調整・協力 | 25 ページ |
| 5-2 | 開発体制      | 26 ページ |

● 評価項目 2（プロジェクトの目標）に関連する質問

【質問番号 2－1】 将来展望

【質問内容】

技術開発者としての将来展望を示す。

【資料の該当箇所】 推進 4－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

宇宙基本計画の今後10年程度の目標に対し、ALOS-2の目標及びALOS-3の目標を示すとともに、将来の技術展望を次ページ以降に整理しました。

## 宇宙基本計画の目標に対する技術開発側の展望(1/4)



| 主なニーズ                          | 今後10年程度の目標<br>(宇宙基本計画)   | ALOS-2の目標   | ALOS-3の目標  | 技術開発側の展望<br><i>将来必要な研究開発(斜体)</i>  |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| 公共の安全の確保<br>アジア地域における災害時の情報の把握 | アジア地域における災害においては、被災国等と連携し、航空機等による撮影と相まって災害発生後基本的には3時間以内で画像を撮影し、被災国に提供するとともに、我が国による救援活動に活用する。                       | アジア地域における災害においては、ALOS-2により概ね24時間以内に画像を撮影し、センチネル・アジアを通して被災国に提供する。また、国際災害チャータの要請に対応した災害観測を行う。   | アジア地域における災害においては、ALOS-2またはALOS-3(晴天時)により概ね12時間以内に画像を撮影し、センチネル・アジアを通して被災国に提供する。他は同左。  | レーダ2機、光学2機の「だいち」シリーズがあれば、日中(晴天時)は概ね3時間以内、夜間は概ね6時間以内にレーダは1~3mの空間分解能で25~50km幅、光学は1mの空間分解能で50km幅の画像を撮影し、センチネル・アジアを通して被災国に提供可能となる。また、国際災害チャータの要請に対応した災害観測を行うことが可能となる。上記に加えて、ASNAROにより観測の補完を行うことができれば、夜間や悪天候時についても時間短縮を図れる。    |
|                                | 我が国における災害においては、同様に被災地域の画像を撮影し、最新のアーカイブ画像とともに、人家被害や道路被害状況等の詳細情報を防災機関に提供する。  | 我が国における災害においては、ALOS-2により概ね12時間以内に画像を撮影するとともに海外宇宙機関と協力して、迅速な観測を行う。⇒迅速な観測の対応はP.12を参照。<br><br>緊急観測後は、防災機関に対し、設定された時間以内(P.11に規定)にプロダクトを配信する。<br><br>アーカイブ画像は、「だいち防災マップ(光学画像)」と比較用のSAR平時データの提供を行う。 | 我が国における災害においては、ALOS-2またはALOS-3(晴天時)により概ね12時間以内に画像を撮影するとともに海外宇宙機関と協力して、迅速な観測を行う。<br><br>緊急観測後は、防災機関に対し、設定された時間以内にプロダクトを配信する。<br><br>アーカイブ画像は、「だいち防災マップ(光学画像)」をALOS-3で更新したもの」と比較用のSAR・光学平時データの提供を行う。 | レーダ2機、光学2機の「だいち」シリーズがあれば、日中(晴天時)は概ね3時間以内、夜間は概ね6時間以内にレーダは1~3mの空間分解能で25~50km幅、光学は1mの空間分解能で50km幅の画像を撮影可能となる。上記に加えて、ASNAROや海外衛星により観測の補完を行えば、夜間や悪天候時についても概ね3時間以内に画像を撮影することが可能となる。<br><br><i>より詳細な被害状況の把握のためレーダの空間分解能向上が必要。</i> |
|                                | その後、数日に亘って、詳細被害状況、二次災害危険状況、復旧・復興状況の把握のために、画像情報や地殻変動の情報等を提供する。被災地域を広域に把握するとともに、洪水・土砂災害等における人家被害や道路被害の詳細状況の把握も可能とする。 | その後、数日に亘って、詳細被害状況、二次災害危険状況、復旧・復興状況の把握のために、画像情報や地殻変動の情報等を提供する。被災地域を広域に把握するとともに、洪水・土砂災害等における人家被害や道路被害の詳細状況の把握も可能とする。  | 同左   | <i>より詳細な被害状況の把握のためレーダの空間分解能向上が必要。</i><br><br><i>また、分析方法の高度化が必要であり、利用機関や大学と連携して研究を行う。</i>  |
|                                | 人工衛星等の整備・活用(光学及びレーダ衛星で4~8機)や分析方法の高度化等を行う。  | 人工衛星等の活用のため、「だいち」の利用実証成果をユーザ主体の利用活動として定着させるとともに、分析方法の高度化のための研究を利用機関や大学と連携して行う。  | 同左   |   |

## 宇宙基本計画の目標に対する技術開発側の展望(2/4)



| 主なニーズ    |            | 今後10年程度の目標<br>(宇宙基本計画)   | ALOS-2の目標  | ALOS-3の目標  | 技術開発側の展望<br>将来必要な研究開発(斜体)   |
|----------|------------|--|--|--|---|
| 公共の安全の確保 | 地殻変動の予測・監視 | <p>地表面の情報を広域かつ長期間にわたり、継続的・高頻度で取得することで得られる画像情報の面的な解析結果を、電子基準点等による特定の地点の情報と組み合わせて活用することにより、地殻変動を1センチメートル程度の精度で面的かつ稠密に監視する。</p> | <p>ALOS-2により地殻変動を2センチメートル程度の精度で検出するための干渉SARデータを提供する。</p>   | -  | <p>「だいち」シリーズのレバンドレーダ衛星2機を連携して飛行させるとともに電子基準点等の情報と組み合わせることができれば、地殻変動を1センチメートル程度の精度で監視可能となる。</p> <p><i>主要な誤差要因である大気の影響や電離層の影響を低減するなど解析技術の高度化が必要であり、利用機関と共同研究を行う。</i></p> |
|          |            | <p>特に大規模な地殻変動の予兆が認められたり火山の活動度が高まったりした場合には、GPSによる現地での臨時観測等と合わせ、少なくとも3時間毎に対象地域の監視を行い、今後の地殻変動や火山活動の推移に関する予測精度を向上させる。</p>        | <p>我が国の地殻変動においては、干渉処理のベースとなるアーカイブデータがすべての入射角に対して整備された後はALOS-2により概ね1日1回観測を行い、干渉SARデータを提供する。</p>   | -  | <p>「だいち」シリーズのレバンドレーダ衛星2機があれば、概ね6時間毎の観測を行うとともにGPSによる臨時観測等と合わせて、3時間毎の監視を行うことが可能となる。</p> <p><i>(他の地上観測手段と組み合わせた予測手段の高度化の研究は、利用機関が主体で行う。)</i></p>                         |
|          |            | <p>また、海色変化の情報等を含む画像情報を可能な限り早く提供することにより、海底火山活動のモニタリングの手段として活用することを目標とする。</p>  |  | -  | <p>ALOS-3のマルチスペクトルセンサにより海色の観測を行い、データを提供する。</p>  |
| 国土保全・管理  | 国土情報の蓄積    | <p>シリーズ化した衛星による光学及びレーダセンサで広範囲かつ継続的に国土を観測し、その情報を体系的に蓄積することで、国土開発・保全、農林業、環境等に関する基本的な情報として活用を図ることを目標とする。</p>                    | <p>国土開発・保全、農林業、環境等における利用のため、ALOS-2により広範囲かつ継続的に国土を観測し、アーカイブデータとして蓄積する(災害時の状況把握に必要なアーカイブ画像も含む)。<br/>また、冬期オホーツク海の海水監視のため、ALOS-2による観測を行い、準リアルタイムで提供する。</p> | <p>国土開発・保全、農林業、環境等における利用のため、ALOS-2およびALOS-3により広範囲かつ継続的に国土を観測し、アーカイブデータとして蓄積する(災害時の状況把握に必要なアーカイブ画像も含む)。</p> | <p>レーダ2機、光学2機の「だいち」シリーズがあれば、「広範囲かつ継続的に国土を観測し、その情報を体系的に蓄積することで、国土開発・保全、農林業、環境等に関する基本的な情報として活用が図れる。</p>   |
|          |            | <p>海外においても「だいち」による森林の違法伐採の監視や世界遺産のモニタリング等が試みられつつあり、今後は我が国の衛星画像の海外での利用拡大を図る。</p>  | <p>海外の森林の違法伐採の監視については、「地球規模の環境問題の解決」の目標とする。</p>  |  |   |

## 宇宙基本計画の目標に対する技術開発側の展望(3/4)



| 主なニーズ    |                 | 今後10年程度の目標<br>(宇宙基本計画)   | ALOS-2の目標   | ALOS-3の目標   | 技術開発側の展望<br>将来必要な研究開発(斜体)   |
|----------|-----------------|--|---|---|---|
| 食料供給の円滑化 | 穀物等の生育状況や品質等の把握 | <p>衛星画像の解析から米等の生育状況の把握や品質(タンパク質、水分等の含有量)の推定し、農業経営の高度化を図る。</p> <hr/> <p>災害時の水稲被害の損害評価については、現在目視すること等により行っているが、今後農家の減少に伴い損害評価員の減少が予想されるため、評価手法の改善が課題となっている。全国の水稲に対する評価が可能となる高解像度の衛星画像を用いた評価手法を確立し、現在14道県で実証段階にある当該手法を全都道府県において用いる体制の整備を図る。</p>   | <p>水稲被害の評価のベースとなる作付面積把握のためにALOS-2の高解像能観測データを提供する。</p>   | <p>ALOS-3により水稲の観測を行い、高解像度衛星画像を提供する。</p> <hr/> <p>左記に加えて、ALOS-3により被害状況把握のための観測を行い、高解像度衛星画像を提供する。</p> | <p>「だいち」シリーズの光学衛星2機があれば、晴天時1ヶ月に1回程度の観測が可能であり、適切な時期に水稲などの観測を行うことが可能となる。</p> <p><i>(生育状況の把握や品質の推定の高度化のための研究は利用機関が主体で行う。)</i></p> <hr/> <p>水稲被害の評価のベースとなる作付面積把握のため「だいち」シリーズのレーダによる観測データを提供するとともに、「だいち」シリーズの光学衛星2機があれば、災害時の水稲被害を晴天時は2日以内に観測することが可能となる。</p> <p><i>小規模な水田の作付け面積把握のためレーダの空間分解能向上が必要。</i></p> |
|          | 資源・エネルギー供給の円滑化  | <p>陸域及び海底の石油・鉱物等の調査</p> <p>石油の存在する地層を構成する鉱物やレアメタル等の鉱物の判別性能を現行の10種類程度から3倍の30種類程度へ向上させたより分解能の高いセンサによる観測を継続的・広範囲に実施することにより、人工衛星を活用した石油や鉱物等が存在する可能性の高い地域を高精度かつ効率的に選別、特定する陸域資源探査方法の高度化等を図る。</p> <hr/> <p>センサの高分解能化によりオイルスリックの判別性能を上げることにより、我が国の周辺海域を始めとする海底資源の発見に資することを目標とする。これらを我が国の資源・エネルギー確保戦略上の基本的な情報として活用する。</p> | <p>石油・鉱物等の探査のためのALOS-2の高分解能観測データ等を提供する。</p> <p>陸域資源探査方法の高度化は利用機関が主体で行う。</p> <hr/> <p>海底油田の探査のためのALOS-2の高分解能観測データ等を提供する。</p> | <p>鉱物の判別性能を向上させたより分解能の高いハイパースペクトルセンサを経済産業省が開発しており、ALOS-3への搭載について調整中。</p>                            | <p>「だいち」シリーズのLバンドレーダおよび経済産業省が開発中のハイパースペクトルセンサがあれば、石油や鉱物等が存在する可能性の高い地域を観測することが可能となる。</p> <p><i>(陸域資源探査方法の高度化は利用機関が主体で行う。)</i></p>  |

## 宇宙基本計画の目標に対する技術開発側の展望(4/4)



| 主なニーズ                         |                                      | 今後10年程度の目標<br>(宇宙基本計画)  | ALOS-2の目標  | ALOS-3の目標  | 技術開発側の展望<br>将来必要な研究開発(斜体)  |
|-------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|--|
| その他                           | 人工衛星を活用した海洋監視手法の研究開発                 | 我が国周辺海域における密輸・密航、外国漁船による違法操業等の海上犯罪、不審船事案、重大海難事故等、あるいは、我が国に至る海上輸送路における海賊行為等に対応するために、人工衛星を活用した海洋監視手法を研究開発する。  | ALOS-2による船舶監視のための解析手法の研究を利用機関と共同で行う。   | 高分解能光学センサによる観測も加えた船舶監視の研究を利用機関と共同で行う。  | 船舶識別のためのレーダの空間分解能向上が必要。<br><br>解析手法の研究を利用機関と共同で行う。   |
| 地球規模の環境問題の解決                  | 二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスに関する全球の分布・吸収排出量の把握 | 温室効果ガスの吸収源となる森林や植生の変化を、「だいち」の分解能の向上等により、現在よりも詳細に把握することを通じ、途上国における森林減少・劣化による温室効果ガスの排出削減(REDD*)の把握・検証などに活用する。<br>*Reducing the Emission from the Deforestation and the forest Degradation | 熱帯雨林等の長期的・季節的な変化をALOS-2で観測し、解析データを提供する。<br>また、熱帯雨林等の伐採監視の実証活動のため、ALOS-2による広域観測データ等を提供する。               | ALOS-3により、森林や植生を観測し、データを提供する。  | 「だいち」シリーズのLバンドレーダと光学センサがあれば、森林や植生の変化を、現在よりも詳細に把握することが可能となり、途上国における森林減少・劣化による温室効果ガスの排出削減(REDD)の把握・検証などに活用できる。<br><br>森林のバイオマス量推定の高精度化のための解析技術の高度化が必要であり、利用機関と共同で行う。 |
| 今後10年程度の目標のためにセンサや衛星等が達成すべき目標 |                                      |   | Lバンドレーダ<br>・スポットライトモード(空間分解能1~3m、観測幅25km)<br>・高分解能モード(空間分解能3m、観測幅50km)<br>・広域観測モード(空間分解能100m、観測幅350km) | 光学センサ<br>・パナクロ(空間分解能1m以内、観測幅50km)<br>・立体視機能<br>・カラー:空間分解能5m以内<br>・ハイパースペクトルセンサ(搭載を調整中) | レーダの高空間分解能化<br>・Lバンドに他バンドを加えた2周波SARの研究<br>・Lバンドの周波数帯域拡張(レンジ方向の分解能向上のため)に向けた国際調整  |



## 【質問番号 2-2】宇宙基本計画からのギャップ

### 【質問内容】

評価実施要領には、「JAXA において具体化された内容が、宇宙基本計画等に照らして適切であるかに基づき、評価を行う」という記載がある。

現在のだいちに比較すれば、ALOS-2は着実に技術の進歩がみられることは評価できる。しかし、例えば、公共の安全の確保のために、宇宙基本計画には、アジア地域における災害においては、災害発生後基本的には3時間以内としているが、ALOS-2の目標は概ね24時間以内とされ、我が国においてもJAXAの目標は12時間以内とされている。両者の目標の差は非常に大きく、対照表として示された内容では、到達目標の観点から、JAXAで検討している技術の適切さを良しと判断するにはなかなか困難である。技術は着実な積み重ねにより進歩することから、ALOS-2のサクセスクライテリアの中にも上記の時間の実現の可能性を具体的に明示いただき、JAXAの着実な技術の進歩が宇宙基本計画に記載の内容と比較対照できるようにしていただきたい。

また、宇宙基本計画とJAXAの目標との間の差が生じる理由を知りたく、宇宙基本計画の目標を実現するために必要な今後の具体的な技術課題やそのために要する研究期間や開発コストの必要性についても言及いただきたい。それにより、今後の開発計画と実現の可能性が明示されれば、両者間の差に対する理解が深まることとなるであろう。

### 【資料の該当箇所】推進4-2-3

### 【回答者】JAXA

### 【回答内容】

災害発生時の時間要求に対するALOS-2の目標は、サクセスクライテリアから参照されているALOS-2のプロダクト表に追記しました（次ページ）。

宇宙基本計画の今後10年程度の目標を実現するための具体的な技術課題等については質問番号2-1の回答をご覧ください。

衛星バスについてはALOS-2にて必要な開発を行い、ALOS-3以降ではマイナーチェンジで対応する計画です。観測センサについては、ALOS-2、ALOS-3それぞれに必要な研究開発を行います。開発コストについては、個別のプロジェクトで明確にし、評価を受けます。

## 4. 目標

### ALOS-2のプロダクト

| 提供プロダクト                | 主な用途           | 分解能            | 観測機会   | 受信後提供時間(**)      |
|------------------------|----------------|----------------|--|------------------|
| 標準処理データ                | 国土管理等<br>基本データ | 1~3m<br>(10m)  | 国内: 概ね12時間以内(*)<br>(3日に1回)                             | 1時間以内<br>(3時間以内) |
| 災害速報図                  | 緊急観測画像         | 1~3m<br>(10m)  | 国内: 概ね12時間以内(*)<br>(3日に1回)<br>アジア: 概ね24時間以内(*)<br>(なし) | 1時間程度<br>(適宜)    |
| 被害区域図                  | 被害域の判別         | 1~3m<br>(10m)  | 国内: 概ね12時間以内(*)<br>(なし)                                | 数時間<br>(なし)      |
| SAR干渉解析画像(***)         | 地殻変動把握         | 3m<br>(10m)    | ベースデータ取得後<br>国内: 概ね12時間以内(*)<br>(2週間に1回)               | 数時間<br>(適宜)      |
| 海水分布図                  | 海水速報           | 100m<br>(100m) | 2日に1回<br>(5日に1回)                                       | 2時間以内<br>(5時間以内) |
| パス/モザイク画像<br>(長尺/連結画像) | 森林観測等          | 10m<br>(10m)   | 42日に1回<br>(46日に1回)                                     | 5日程度<br>(10日程度)  |

括弧内の数字は「だいち」の仕様値または実績値

(\*): SARはその観測原理から衛星直下の観測ができない。軌道の関係から時間内に観測することができない一部の地域があるため、概ねという表現としている。また、アジアについては最も軌道間隔が広く、観測待ち時間の長い赤道付近での時間を規定している。

(\*\*): 受信後提供時間は、災害時等の即時提供の場合。

(\*\*\*) : 干渉SARによる地殻変動検出精度は2センチメートル程度を目標とする。

【質問番号 2-3】ALOS-2 だけでは達成できない目標

【質問内容】

ALOS-2 の目標の項を見ますと、ALOS-2 で殆ど全て達成可能なようにも思えますが、3 時間以内に災害地域の画像を撮影すること以外にも、鉱物資源の探査、植生の把握等、ALOS-2 だけでは目標を達成出来そうも無いこともあるように思います。ALOS-2 で達成出来ること、その後の開発或いは国際協力に待つ必要があること等を明確にしておく必要があると思います。

【資料の該当箇所】推進 4-2-3 4. 目標

【回答者】JAXA

【回答内容】

ALOS-2 だけで達成できない目標については、質問番号 2-1 の回答別紙に整理しましたので、そちらをご覧ください。

例えば、鉱物の判別性能を向上させたより分解能の高いセンサは、経済産業省が開発中のハイパースペクトルセンサが該当します。

【質問番号 2-4】 研究課題の対処方針

【質問内容】

宇宙基本計画の目標に対して研究課題があるのなら、その点を課題として明確にし、どのように実用に結び付けて行くかの一応のストーリーが必要であると思います。

【資料の該当箇所】 推進 4-2-3

【回答者】 JAXA

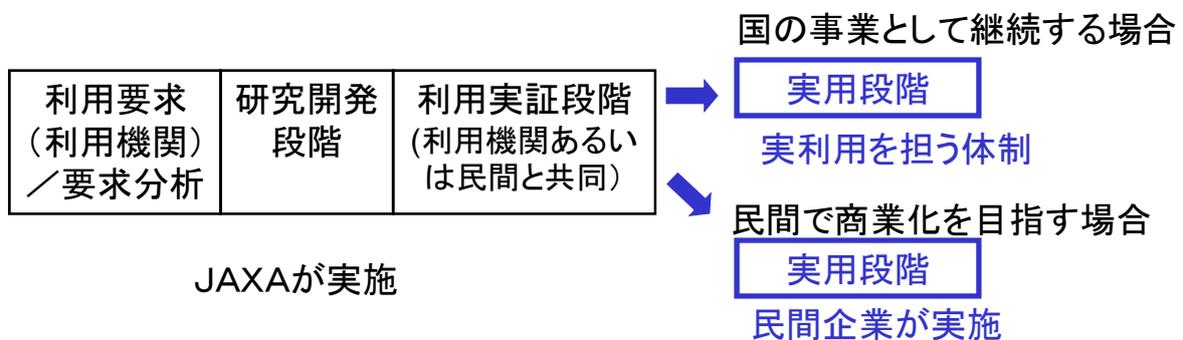
【回答内容】

宇宙基本計画の10年程度の目標に対する研究課題については、質問番号 2-1 の回答をご覧ください。

研究開発を実用に結び付けていくためのストーリーは、以下のように考えております。

**ALL JAPANとして必要な課題**

- 研究開発の成果が社会に定着するために、研究開発から実利用までの「**一貫した計画**」が必要。  
(例) 気象衛星(気象庁)、通信・放送衛星(民間事業者)
- この「**実利用を担う体制**」が必要。



【質問番号 2－5】ALOS-2 の技術レベル

【質問内容】

外国の軍用以外の SAR ミッションを見ますと、未だ実用レベルでは無く技術開発あるいは実証レベルの衛星が多いように思われます。ALOS-2 は災害監視、地殻変動観測、穀物の生育状況把握、鉱物資源探査等に関してどのレベルにあると考えますか。

【資料の該当箇所】 推進 4－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

利用解析技術に関して、「だいち」の利用実証における達成状況、ALOS-2に向けた課題を次ページにまとめましたので、ご参照ください。

## バンドSARを用いた利用解析技術

| 項目                   | 必要な利用解析技術   | ALOSでの達成状況   | ALOS-2に向けた課題  |
|----------------------|---|--|---|
| 災害時の情報把握             | <ul style="list-style-type: none"> <li>土砂災害、土石流、水域特定などに対して、災害前後の画像を用いて変化場所を即座に特定する技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>異なる入射角画像と高分解能DEM等を用いて変化場所を即座に特定する技術を開発し、防府市の土砂災害に適用。数10m程度の土石流跡を抽出した。水域特定はほぼ対応できている。</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>現手法の精度向上(高分解能化対応を含む)。</li> <li>干渉SARで地滑り等をとらえる技術の研究。</li> </ul>  |
| 地殻変動の予測・監視           | <ul style="list-style-type: none"> <li>高精度地殻変動抽出技術</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>能登半島地震、ソロモン島地震、中越沖地震等から地殻変動量の抽出、断層の推定等に貢献できた(地殻変動の推定精度は2cm程度)。</li> <li>火山活動監視のための観測データを国土地理院に定期的に提供している。</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>地震後の地殻変動を観測するため観測方法や変動推定精度の高精度化の研究。</li> <li>レーダ波の干渉を考慮したGPS高精度軌道決定と決定時間の短縮。</li> </ul>                              |
| 国土情報の蓄積              | <ul style="list-style-type: none"> <li>地滑り危険箇所、泥炭層(北海道)の地盤沈下監視技術</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>地滑り箇所として、七五三掛(しめかけ)、能登半島地震後を抽出することができた。監視のための手法は確立している。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>全国の地盤沈下を網羅的に観測し、その量をGISで管理する技術が課題(利用機関と協力して実施)。</li> </ul>   |
| 穀物等の生育状況の把握          | <ul style="list-style-type: none"> <li>水稲作付け面積推定の高精度化</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>国内7カ所の試験サイトで作付け面積を推定中。また、中国(ポーヤン湖近辺)での水稲面積を推定した。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>PALSARで蓄積した複数時期の画像と生育曲線、高次分析による雑音除去(主成分分析の領域毎の応用)による水稲作付け面積推定の高精度化の研究。</li> </ul>                                    |
| 陸域及び海底の石油・鉱物等の調査     | <ul style="list-style-type: none"> <li>海底から湧出するオイルの監視による海底油田の発見</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>カリフォルニア沖合、日中国境付近で多く見られる(経産省/産総研/ERSDACが実施)。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>時系列データの監視方法が課題。</li> <li>分析の高度化は利用機関が実施。</li> </ul>  |
| 人工衛星を活用した海洋監視手法の研究開発 | <ul style="list-style-type: none"> <li>船舶監視技術</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>船舶の航跡から船舶速度ベクトルを把握する基礎的な技術を研究。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>左記研究の利用実証。</li> <li>GIS管理技術が課題(利用機関と協力して実施)。</li> </ul>  |
| 温室効果ガスの吸収源となる森林の変化把握 | <ul style="list-style-type: none"> <li>森林伐採監視技術</li> <li>森林分類とバイオマス量推定技術</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>アマゾンの違法伐採監視のための観測データを定期的にブラジル政府機関(IBAMA)に提供。</li> <li>JAXAプロジェクトとして国際規模での森林分類、森林バイオマス量を推定中。200t/haまで観測が可能であることを確認。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>季節変化する反射具合を補正し、バイオマス量の大きい自然林とバイオマス量の小さい人工林の正確な区別(高精度化)が課題。</li> <li>全球規模での監視による陸域総炭素量の把握と評価手法を利用する国際的な体制。</li> </ul> |

【質問番号 2-6】 地上データとの照合

【質問内容】

植生、資源探査等はレーダ観測データだけでは目的を達することは困難であり、地上データとの照合等の作業も必要と思いますが、その作業および体制はどのように計画されていますか。

【資料の該当箇所】

【回答者】 JAXA

【回答内容】

植生の観測を例にとると、LバンドSARはバイオマス量を多く含む樹幹部まで信号が浸透し、その情報をレーダで受信できる為に、高い周波数のSARに比べ優位ですが、ご指摘のように地上データとの照合は不可欠です。森林バイオマス量推定およびその長期間の変化に関してはGEOの枠組み内で国際共同作業として実施することが決められ、ボルネオ、メキシコ、タンザニア等7テストサイト（下図参照）を中心として手法、アルゴリズムの開発、ひいては結果の検証が実行されています。それとは別に、森林総合研究所、北海道大学等と連携して、現地機関（インドネシア）との共同研究等を実施しています。また、JAXAの国際研究として京都炭素計画の中で、森林炭素量の推定を北部オーストラリア、インドネシア（スマトラ）をターゲットとして、現地データと照合しながら推定中です。

ALOS-2に向け、これらの協力体制を維持していく計画です。

## PALSAR acquisition status (June 12 - Sep 31, 2009) : GEO



**Brazil & Guyana** - 2 coverages June/July [completed]; Aug/Sep [completed]

**Mexico** - 2 coverages Aug/Sep [completed]; Sep/Oct [on-going]

**Cameroon** - 2 coverages June/July [completed]; Sep/Oct [on-going]

**Tanzania** - 2 coverages June/July [completed]; Sep/Oct [on-going]



**Borneo** - 3 coverages June/July [mosaic generated]; Aug/Sep [completed]; Sep/Oct [on-going]

**Tasmania** - 3 coverages June/July [completed]; Aug/Sep [completed]; Sep/Oct [on-going]

【質問番号 2-7】ALOS の実績

【質問内容】

ALOS がどのようにデータ利用して、ALOS-2 が何を狙っているのかを示す。

【資料の該当箇所】 推進 4-2-3

【回答者】 JAXA

【回答内容】

「だいち」(ALOS)は、地球資源衛星 JERS-1 (1992 年打上げ) の観測技術を高度化し、①地図作成、②地域観測、③災害状況把握、④資源探査の分野での利用実証を行うことを目的として、2006 年に打ち上げられました。設計上の寿命期間 (3 年間) の運用を通じ、国土地理院(①)、農水省(②)、環境省(②)、海上保安庁(②)、内閣府(防災部門)等の防災機関(③)、経産省(④)などの行政組織との連携により、これらの目的は達成されたと考えております。また、更なる利用の拡大を図るため、地方自治体等による利用を促進するための活動も推進しております。

③災害状況把握については、国内災害のみならず、センチネル・アジアや国際災害チャータを通して、海外の大規模災害に貢献しています。特に、センチネル・アジアでは、アジア諸国の人材育成を含めた衛星利用の推進を行っており、具体的な利用に応じたトレーニングを行うとともに利用者からの要求の吸い上げも行っています。

「だいち」のデータ利用状況は次ページ以降の別紙を参照ください。

これらの成果は宇宙基本計画に反映され、「アジア等に貢献する陸域・海域観測衛星システム」の構築が国の目標として設定されました。

上記システムの実現に向けた 5 年間の開発利用計画として、「だいち」については、災害時の情報把握や国土情報の蓄積、石油・鉱物等の調査などの利用を引き続き進めるとともに、「だいち」をシリーズ化して運用していくことを目指し、光学(ハイパースペクトルセンサ含む)及びレーダセンサの両センサともに広域性と高分解能を両立した性能向上、分析方法の高度化、処理時間の短縮のための研究開発と人工衛星の研究開発を進めるべく、まず我が国が得意とする L バンドレーダを搭載した ALOS-2 を打ち上げ、利用を推進することとされています。

ALOS-2 では、「だいち」で実証された技術や利用成果を発展させ、我が国が唯一運用している L バンド合成開口レーダの世界トップレベルの技術開発を行うとともに、利用機関と連携した利用実証、並びに多様な分野における衛星データ利用の拡大を進めていきます。

## 「だいち」のデータ利用状況

「だいち」は、第3期科学技術基本計画における戦略重点施策・国家基幹技術として推進され、科学技術政策における8分野のうち3分野（環境、社会基盤、フロンティア）にまたがる施策として実施され、研究開発目標を達成していることが総合科学技術会議によって確認されています。特に、宇宙開発分野（フロンティア）だけでなく、利用分野（環境・社会基盤）で評価されていることは特筆すべき点であり、環境対策、防災活動といった国民の安心・安全の確保に大きな役割を果たしていることから、今後も継続した運用が求められています。一方、「だいち」は既に設計寿命を超えており、環境分野、社会基盤分野で一定の役割を果たしていくためには、後継機の導入が必要となっています。

地図作成では国土地理院により定常的に「だいち」画像からの経年変化抽出を実施し、インターネット地図閲覧サービス「電子国土ポータル」、「ウオッチず」で公開、随時更新すると共に、地形図修正が行われ、適宜、刊行されています。

地域観測では、農林水産省による主要農作物の作付状況把握のための、面積調査用の判読参照図として「だいち」データの適用確認を行い、水稻作付面積の把握、損害被害の把握に利用が開始されています。

海上保安庁のオホーツク海の流氷監視（海氷速報図）に「だいち」データを継続的に利用し、航行安全に大きく貢献したことにより、日本航海学会より航海功績賞を受賞しました。

資源探査では経済産業省（ERSDAC）に対し、PALSAR データを継続的に提供し、オイルスリック（海底から湧出する原油による海表面の油膜）のモニタリング等に利用されています。

環境省は、岩手県の産廃監視利用を発展して、今年度から10道府県と4市でモデル事業を実施します。

海外では、ブラジル政府によるアマゾン域の森林伐採監視のために「だいち」PALSAR データを提供し、森林伐採地域の特定に協力しています。更に世界銀行による生態系監視、ユネスコによる世界遺産監視への取り組みに対し「だいち」画像を提供しています。

利用研究の成果として、PALSARを用いた東南アジアの50メートル分解能正射投影モザイク図を完成し、今後、年に2回程度の頻度で更新し、年次変化を追跡することで東南アジアの森林変化を観測しています。また、GEOSSと協力して世界の熱帯雨林減少を観測中です。

災害状況把握の取り組みとして、防災行政のとりまとめである内閣府と取り決めを締結し、災害発生時や訓練時に、政府指定防災機関に対し「だいち」画像情報の提供を実施しています。災害発生時の緊急観測については、国内では能登半島地震、新潟中越沖地震、及び駿河湾を震源とする地震などに対応し、これまで30回の緊急観測を実施しました。平成20年6月の岩手・宮城内陸地震では、地震発生後2時間半で災害発生前の衛星地形図を内閣府等に発信し、翌日より被災後の衛星地形図を政府機関や自治体に提供し、災害状況把握に活用されました。海外では、国際災害チャータ、センチネル・アジアにより、中国四川省大地震、ミャンマーのサイクロン「ナルギス」等、これまで129回の緊急観測を

実施し、災害状況の把握等に貢献しました。四川大地震に対する「だいち」の貢献に対して、中国国家防災委員会および中国国家防災センターより感謝状を受領しました。「ナルギス」の緊急観測では、国際赤十字及び国際協力機構（JICA）にデータを提供し、現地の救援活動に貢献しました。

地殻変動検出に用いるPALSARの差分干渉処理技術の高度化について、日本測地学会より坪井賞を受賞しました。

その他民間利用として観測データの標準処理品の有償配布や、高次付加価値品の販売が（2006年10月～2009年8月までに合計68,320シーン）が主配布業者である(財)RESTEC、及び代理店22社（PASCO、JSI、国際航業、ビジョンテックなど）によって行われ、データの一般利用が進んで来ています。

【質問番号 2－8】ALOS との比較

【質問内容】

昨年の事前評価時には災害監視衛星であったものが今回は ALOS-2 となっており、衛星の目的が大きく変わってきているように思われます。災害監視を目的とした SAR の観測精度を 10m クラスから 1m クラスまで向上させる目処が付いたとしても、新たに追加されたミッションに対して、この衛星がどのような点で有効なのかももう少し明確にする必要があると思います。ALOS-2 と称する限り ALOS で達成できたこと、ALOS に於ける課題が ALOS-2 にどのように反映されているのか明確にすることも必要と思います。

【資料の該当箇所】 推進 4－2－1 4. 目標

【回答者】 J A X A

【回答内容】

災害監視以外のミッションを含めたユーザニーズと ALOS-2 で向上した性能がどう対応するかを次ページに整理しました。

なお、昨年までは「災害監視衛星」としてプロジェクトを進めることとしておりましたが、これは、ALOS の利用実証を通じて得られた防災分野からの利用要求が、衛星の機能・性能改善を最も必要としているためです。「災害監視衛星」という名称であっても、これまでの（防災以外の）ALOS 利用者にも継続利用が確保できる内容（いわゆる上位互換）としておりました。

利用ニーズとALOS-2の性能との対比表

|                        |                                  | 分解能   | 観測幅   | 帯域                                       | 観測機会   | 必要な機能  |
|------------------------|----------------------------------|---|---|--|--|--|
| ALOS<br>(PALSAR)       | 高分解能モード                          | 10m   | 70km  | Lバンド                                     | 国内:3日に1回   |  |
|                        | 広域観測モード                          | 100m  | 350km   |  | オホーツク海:5日に1回   |  |
| ALOS-2                 | スポットライトモード                       | 1-3m  | 25km  | Lバンド                                     | 国内:概ね12時間以内<br>アジア:概ね24時間以内  |  |
|                        | 高分解能モード                          | 3/6/10m   | 50/50/70km  |  |  |  |
|                        | 広域観測モード                          | 100m  | 350km   |  | オホーツク海:2日に1回   |  |
| 公共の安全<br>の確保           | 災害時の情報<br>把握                     | 1m級<br>⇒ALOS-2はスポット<br>ライトモードを搭載                              | 50km以上<br>⇒ALOS-2で3m分解能と<br>両立  |  | 3時間以内を満足するに<br>はレーダ4機が必要   | 可視判読性を高めるため<br>の偏波機能(擬似カラー処<br>理)。観測機会を増やすた<br>めの広域ビームポイント<br>⇒ALOS-2で実現 |
|                        | 地殻変動の予<br>測・監視                   | 分解能が向上し<br>た場合DEM利用<br>が期待できる<br>⇒ALOS-2で実現                   | 長い断層を把握するた<br>め高分解能モードの他に<br>広域観測モードも必要<br>⇒ALOS-2で継続                             | 干渉処理のため<br>にLバンドは必須<br>⇒ALOS-2で継続        | 観測頻度の向上<br>干渉精度を上げるための軌道制御<br>⇒ALOS-2は左右観測、適切な軌道選択により観測頻度<br>をALOSよりも向上。 |  |
| 国土保全・管<br>理            | 国土情報の蓄<br>積                      |   | オホーツク海全体を観<br>測するため広域観測モ<br>ードが必要<br>⇒ALOS-2で継続                                   |  | 冬季毎日(1日1回)<br>⇒ALOS-2で概ね実現(他<br>の観測要求との競合が問<br>題)                        | 海氷判別のための偏波機<br>能に期待<br>⇒ALOS-2で実現(広域観測<br>モードに偏波機能搭載)                    |
| 食糧供給の<br>円滑化           | 穀物等の生育<br>状況の把握                  | 小規模な水田の<br>把握のための高<br>分解能化<br>⇒ALOS-2で実現                      | 市町村単位の統計のた<br>めに70km規模<br>⇒ALOS-2で継続  |  | 作物の成長時期を逃さな<br>いための頻度向上<br>⇒ALOS-2で実現(他の観<br>測要求との競合が問題)                 |  |
| 資源・エネル<br>ギー供給の<br>円滑化 | 陸域及び海底<br>の石油・鉱物等<br>の調査         | 詳細な地形把握<br>のための高分解<br>能化<br>⇒ALOS-2で実現                        | 全球観測を実現する観<br>測幅<br>⇒ALOS-2で継続  | 土地被覆を把握<br>するためLバンド<br>⇒ALOS-2で継続        | 干渉精度を上げるための軌道制御<br>⇒ALOS-2は左右観測、適切な軌道選択により観測頻度<br>をALOSよりも向上             |  |
| 地球規模の<br>環境問題の<br>解決   | 温室効果ガス<br>の吸収源となる<br>森林の変化監<br>視 | 分解能が向上さ<br>れた場合、樹高<br>測定のための<br>DEM利用が期待<br>できる<br>⇒ALOS-2で実現 | アマゾンやインドネシアなど国<br>外の広大な森林を観測<br>するために高分解能モ<br>ードだけでなく広域観測モ<br>ードも必要<br>⇒ALOS-2で継続 | 透過性が求めら<br>れるためLバンド<br>は必須<br>⇒ALOS-2で継続 | 2週間以内(違法伐採)<br>⇒ALOS-2で継続  |  |

● 評価項目 4（システム選定及び基本設計要求）に関連する質問

【質問番号 4－1】観測精度の技術課題

【質問内容】

ALOS-2での技術開発はSARの観測精度を1mに上げることに尽きるように思いますが、技術課題は全てクリアーされており、技術上の課題は無いということですか。課題が残されている場合にはその点と解決策を示して下さい。

【資料の該当箇所】推進 4－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

SARについては、推進4-2-3のP. 23に示したように新規開発要素部分を対象としたフロントローディング（BBMの試作による評価）が終了しておりますが、アンテナパネル：全5枚を用いたアンテナパターンの確認、SARから出力される高速観測データ（最大800Mbps）の衛星内伝送に係る確認などの技術課題があり、開発モデル（EM）により評価・確認をする予定です。

また、バス系のコンポーネントについても、P. 19に示したようにXバンドによる地上への伝送に必要な多値変調器（16QAM）など、EMが必要なものについては技術的な課題と認識しており、開発試験・評価をする計画としています。

【質問番号 4 - 2】 海外衛星の補完

【質問内容】

迅速な観測対応のために海外の衛星と協力していくというアプローチは、長期的にみても重要と思います。

「開発研究」の際の評価資料（付録）に海外衛星二例について SAR の比較がありましたが、ここで、改めて、現在対象として考えている 4 衛星が、機能・性能上、補完的に用いることのできるものであること、をご説明下さい。

また、併せて、それらと比較した場合の ALOS-2 の SAR の特徴や先端性も示して下さい。

【資料の該当箇所】 推進 4 - 2 - 3 p. 12

【回答者】 J A X A

【回答内容】

次ページに、ALOS-2と海外SAR衛星との比較を整理しました。

- ・ALOS-2は高分解能と両立した広い観測幅とグローバル観測を特長としており、それを実現するスポットライト方式やデュアルビーム方式、高効率のデータ圧縮方式は先端的な技術です。
- ・海外SAR衛星の観測幅はALOS-2と比較して狭いですが、補完として用いることは可能と考えております。周波数による違いなどを含め、今後デモンストレーション等を通して、確認していきます。

また、光学衛星のTHEOSはパンクロ（2m分解能、22km観測幅）、マルチスペクトル（15m分解能、90km観測幅）の性能を有しており、同様に補完として用いることは可能と考えております。

# ALOS-2と海外SAR衛星との技術比較



## ALOS-2 の特長

- 観測機会向上のため、広い観測可能域を設定(左右観測等)
- 高分解能(1m程度)と観測幅(25km)の両立が可能なスポットライト方式を実現
- 広い観測幅(50km)を実現するためのデュアルビーム方式を採用
- データ伝送の効率化のため、改良したデータ圧縮技術を採用

|                                   | 観測機会の向上   | スポットライト方式*1                   | デュアルビーム方式  | データ圧縮方式   |
|-----------------------------------|---|-------------------------------|--|---|
| ALOS-2<br>Lバンド<br>(1.2GHz帯)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>左右視観測</li> <li>広い観測可能域<br/>(約1160km<br/>入射角:8度~70度)</li> </ul> | 進行方向分解能:1m<br>観測幅:25km x 25km | <ul style="list-style-type: none"> <li>広域観測用<br/>(受信時にアンテナを分割し、広域画像を取得する)</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>改良型BAQ*2技術<br/>(通常のBAQ方式と比較し、約80%に圧縮)</li> </ul> |
| TerraSAR-X<br>Xバンド<br>(9.6GHz帯)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>左右視観測</li> <li>観測可能域<br/>(約550km<br/>入射角:20度~50度)</li> </ul>   | 進行方向分解能:1m<br>観測幅:5km x 15km  | <ul style="list-style-type: none"> <li>実験モード:移動体検出用<br/>(受信時にアンテナを分割して取得される2枚の画像を差し引き、移動体の速度(位相差)を検知)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>BAQ方式</li> </ul>                                 |
| COSMO-SkyMed<br>Xバンド<br>(9.6GHz帯) | <ul style="list-style-type: none"> <li>左右視観測</li> <li>観測可能域<br/>(約590km<br/>入射角:25度~57度)</li> </ul>   | 進行方向分解能:1m<br>観測幅:10km x 10km | <ul style="list-style-type: none"> <li>移動体検出用<br/>(受信時にアンテナを分割して取得される2枚の画像を差し引き、移動体の速度(位相差)を検知)</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>BAQ方式</li> </ul>                                 |
| RADARSAT2<br>Cバンド<br>(5.7GHz帯)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>左右視観測</li> <li>観測可能域<br/>(約500km<br/>入射角:20度~49度)</li> </ul>   | 進行方向分解能:3m<br>観測幅:20km x 20km | <ul style="list-style-type: none"> <li>なし</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>BAQ方式</li> </ul>                                 |

\*1:スポットライト方式は、衛星進行方向の分解能を向上させる技術。

(参考:観測幅方向(衛星進行方向に対して左右方向)の分解能は周波数帯域により制限され、Lバンドでは分解能3mが限界)

\*2:BAQ:ブロック適応量子化(Block Adaptive Quantization)の略

## ● 評価項目 5（開発計画）に関連する質問

【質問番号 5-1】 海外との調整・協力

【質問内容】

- ・ 海外衛星のデータ処理について、海外との調整の状況について整理して示す。
- ・ 海外宇宙機関との間で、協力に関して、これまでどのような話し合いや検討がなされており、今後、検討を具体的にどのように進めていくか、を説明いただければ参考になります。

【資料の該当箇所】 推進 4-2-3

【回答者】 JAXA

【回答内容】

これまでに、イタリアASI、ドイツDLR、カナダCSAの各宇宙機関との間で、「だいち」及びALOS-2を利用した災害時の観測に係る相互協力に向けた基本合意を取り交わしました。

海外衛星のデータ処理の実施主体については、衛星保有側が行うことを想定しておりますが、時間要求に対して最適解を検討しているところです。

現在運用中の「だいち」と相手機関の衛星を利用して、災害時の緊急観測協力のデモンストレーション、並びに、災害時にどのような運用手続きにするのか（観測要求、ダウンロード、データ処理の方法等）のALOS-2に向けたフェージビリティスタディを開始しており、実施計画の詳細検討を進めています。平成22年初めを目途に、各宇宙機関との間でそれぞれ実施計画を取りまとめる予定です。

なお、タイGISTDAとの間では、「センチネルアジア」の枠組みを利用します。

【質問番号 5 - 2】 将来の商業化

【質問内容】

高精度の地球観測衛星の場合セキュリティの問題があり、また外国の例を見ますと商業化もかなり進んでいるように思われます。そのため国際協力が困難が伴うのでは無いかと思われる一方、将来の商業化或いは商業衛星との競合等の問題もあるかと思いません。その当りの考え方はどのようになっていますか？

【資料の該当箇所】 推進 4 - 2 - 3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

高分解能画像に関するセキュリティについては、国が定める方針に従い、その範囲内において国際協力を進めていきます。海外宇宙機関との災害監視のための協力については各国のセキュリティ方針の範囲内で実施されることから、現時点で大きな問題はないと考えています。

商業化については課題と認識しており、今後、宇宙戦略本部事務局等の関係者との間で緊密な議論をしていきます。