

陸域観測技術衛星２号（ＡＬＯＳ－２）
プロジェクトの事前評価
評価票ご意見に対する回答
（Ａ改訂）

平成２１年１２月１０日

宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、第4回～第6回推進部会において説明した陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）プロジェクトに対して、構成員からいただいた評価票で指摘されたご意見について、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 1（プロジェクトの目的）に関連するご意見

1-1	ミッションの目的	4 ページ
-----	----------	-------

● 評価項目 2（プロジェクトの目標）に関連するご意見

2-1	センサのロードマップ	5 ページ
-----	------------	-------

● 評価項目 3（プロジェクトの開発方針）に関連する質問

3-1	JAXA 内の協力体制	9 ページ
3-2	観測データの取得に関するトータルシステムの検討	10 ページ
3-3	アジアのニーズ	12 ページ

● 評価項目 5（開発計画）に関連する質問

5-1	開発資金（その1）	14 ページ
5-2	開発資金（その2）	16 ページ
5-3	鉱物探査ミッション機器の計画	18 ページ

● 評価項目 1（プロジェクトの目的）に関連するご意見

【質問番号 1-1】 ミッションの目的

【質問内容】

本 PJ の目的に関しては、概ね妥当であると考えられるが、ALOS-2 が行うべき個々のミッションについては、ALOS-2 として達成すべき内容について、成果の程度を踏まえてもっと具体的に記すべきであると思われる。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

推進4-2-3の3項「目的」（p.5）に以下のように追加いたしました。



3. 目的

- 陸域観測技術衛星「だいち」で実証された技術や利用成果を発展させ、国内外の大規模自然災害に対して、高分解能かつ広域の観測データを迅速に取得・処理・配信するシステムを構築し、関係機関の防災活動、災害対応において利用実証を行う。 （目的①）
- 災害状況把握に加え、国土管理や資源管理など衛星の運用の過半を占める平常時のニーズにも対応した多様な分野における衛星データの利用拡大を図る。 （目的②）

陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)のミッション		
公共の安全の確保	国内及びアジア地域等の大規模災害発生状況の迅速な俯瞰、並びに、二次災害危険状況や復旧・復興状況の継続的な観測を行い、関係機関の防災活動に資する。 地殻変動の予測・監視に必要な干渉SARデータを利用機関に提供することにより、予測精度の向上等に資する。	目的①
国土保全・管理	国土を広範囲かつ継続的に観測し、アーカイブデータとして蓄積することにより、国土に関する情報が随時提供され、利用が容易となるようにする。	目的②
食料供給の円滑化	水稲作付面積把握に必要な観測データを利用機関に提供することにより、農業の高度化・持続的発展に資する。	
資源・エネルギー供給の円滑化	陸域及び海底の石油・鉱物等の調査に必要な観測データを利用機関に提供することにより、資源探査方法の高度化に資する。	
地球規模の環境問題の解決	温室効果ガスの吸収源となる森林の変化監視に必要な観測データを利用機関に提供することにより、地球温暖化対策に貢献する。	

● 評価項目 2（プロジェクトの目標）に関連するご意見

【質問番号 2-1】 センサのロードマップ

【質問内容】

宇宙基本計画において、今後 10 年程度の目標として定められているところに沿った目標設定になっており 妥当であると考えられるが、他の部門（例えば、経済産業省等）での開発中とされるセンサー等の内容が分からないので、全体としての 10 年程度のロードマップを説明して欲しい。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

JAXAの総合技術ロードマップ（第6回推進部会では2009年2月版を提示）は、平成21年6月に制定された宇宙基本計画との整合も考慮しつつ改訂作業が行われており、我が国全体の宇宙技術を見据えております。

最新の第4版（2009年12月版）から地球観測分野の技術ロードマップを別紙1に示します。例えば、経済産業省が開発中のハイパーセンサについては赤色の箇所に含まれていません。

経済産業省が策定した技術戦略マップ2009より抜粋した地球観測分野のセンサ技術ロードマップを別紙2に示します。経済産業省の宇宙技術戦略マップ策定委員会にはJAXAの有識者や開発メーカーも参加し、情報交換を密に行っております。

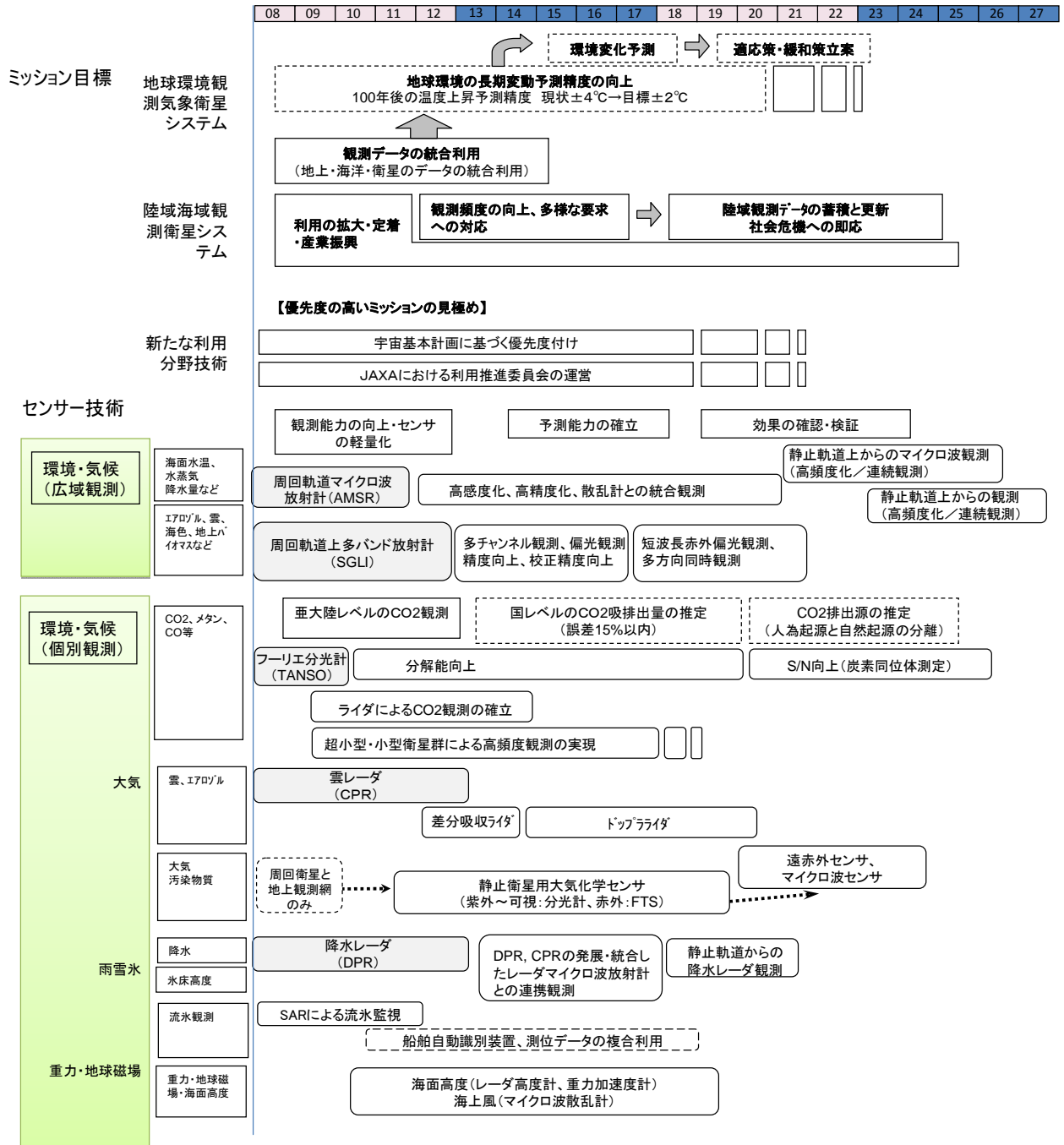
JAXA総合技術ロードマップ（第4版）より抜粋

I. 衛星(利用)分野 1. 地球観測 技術ロードマップ(1/2)



技術戦略シナリオ

- 『地球環境変動の予測』から、『対策の検証』へ進める。
- 我が国が得意とする電波センサー技術の着実な発展。
- 光学観測の高分解能化、高精度化に向けた技術開発の遂行。
- 新たな利用分野の優先に応じて、必要となるセンサ等の技術開発を進める。



I. 衛星(利用)分野 1. 地球観測 技術ロードマップ(2/2)



08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

センサー技術

気象 静止

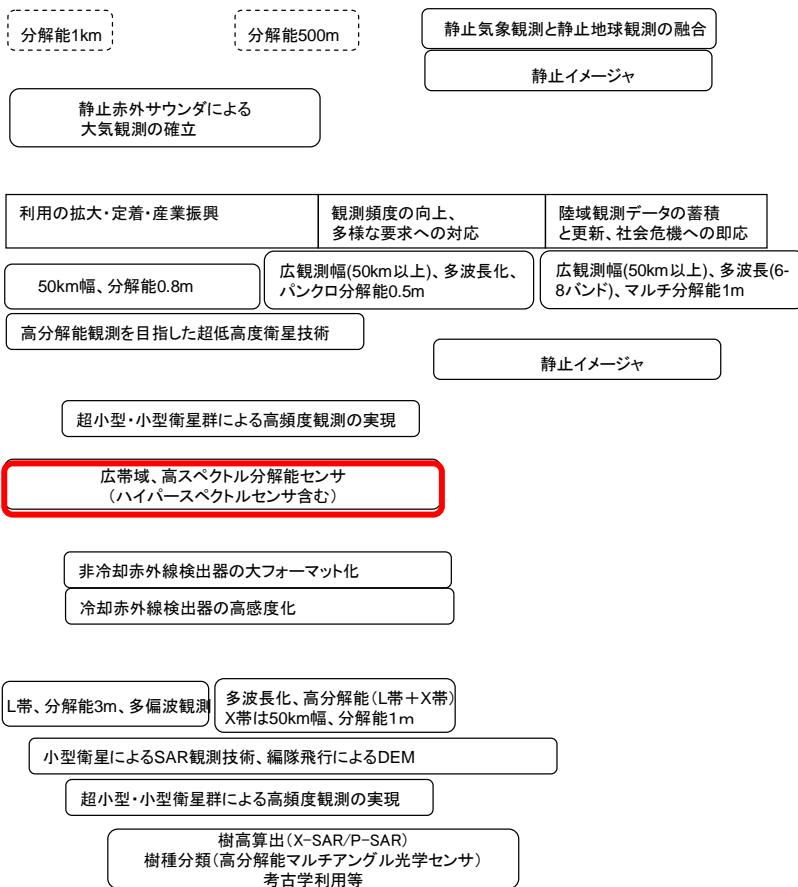
陸域詳細

光学

- 広域観測
- 高分解能観測
- 高頻度観測
- 多波長観測
- 赤外線観測

レーダ

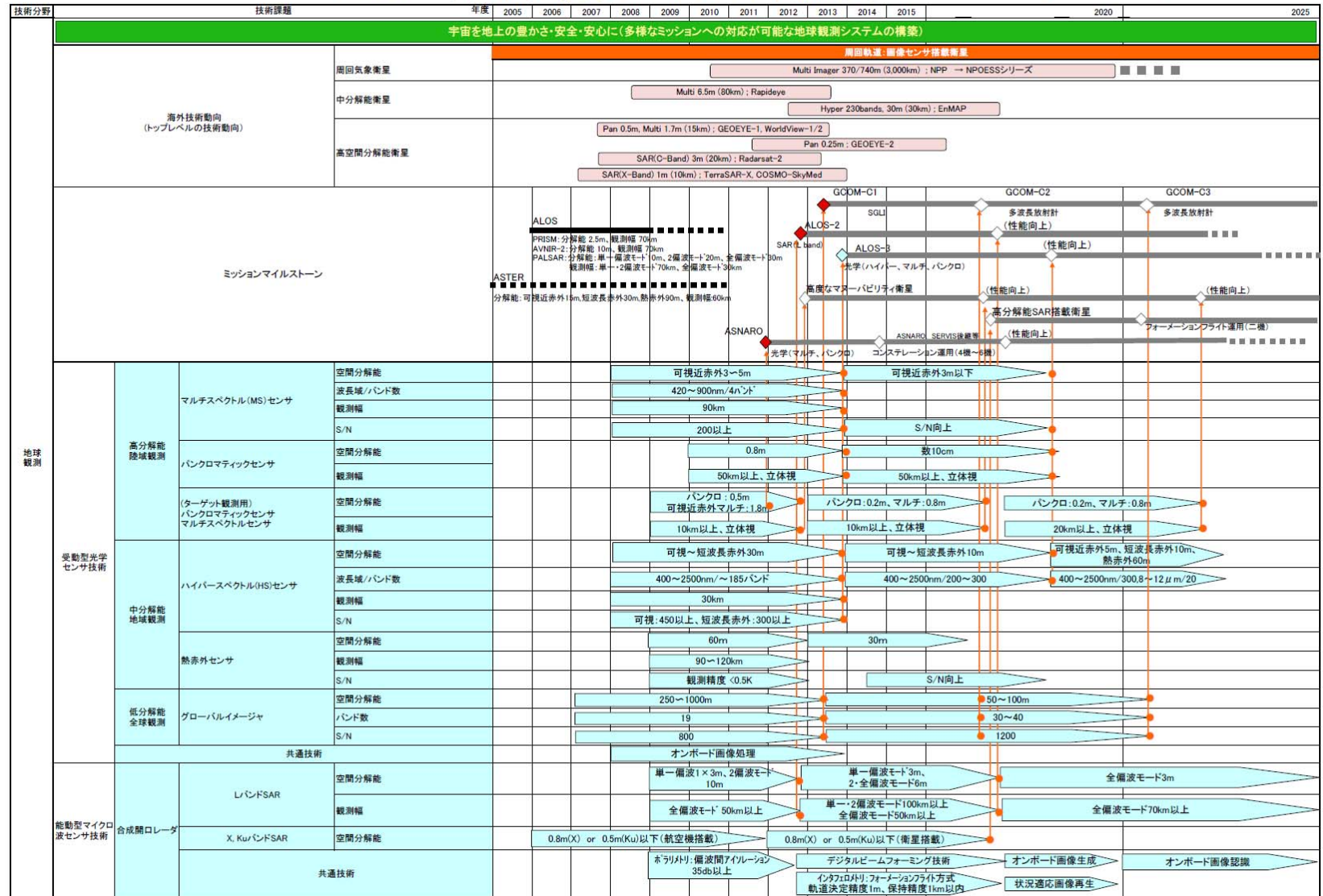
- 広域観測
- 高分解能観測
- 高頻度観測
- 多周波・多偏波観測



技術戦略マップ2009（経済産業省）より抜粋

重要技術項目 宇宙分野の技術ロードマップ（地球観測分野）

◆ : 運用、開発中ミッション ◇ : 研究ミッション ◊ : 将来想定ミッション



● 評価項目3（プロジェクトの開発方針）に関連するご意見

【質問番号3-1】JAXA内の協力体制

【質問内容】

JAXA内の協力体制が、本プロジェクトに直接関連する部門に限定されている感が否めない。

例えば、HTVの経験で得られたGPS利用時の軌道精度向上の技術、ASTRO-Hで考えている背面照射形CCDの活用（これは、ALOS-3、GCOM-Cへの活用）などJAXAへ他のProjectとのKnow-Howの交流が、もっとあっても良いのではないか。

【回答者】JAXA

【回答内容】

技術的な横通しについては、宇宙科学本部と研究開発本部の専門技術組織が連携し、プロジェクト支援業務の横断的な実施をはかっています。Know-How等の情報は専門技術組織に蓄積されると共に、必要に応じて各プロジェクトに展開されています。

ALOS-2プロジェクトにおいては、各専門技術グループ内にALOS-2担当を指名し、プロジェクトチームと一体となって開発をすすめるとともに、Know-How等の情報の活用を行っています。

例えば、姿勢・軌道制御系サブシステムについては、誘導制御グループがすべてのプロジェクトに対して技術の横通しを行うとともに、共通コンポーネントであるGPS受信機等の研究開発を行っており、ALOS-2プロジェクトはその開発・運用実績を活用しています。電源系サブシステムについても、電源グループが研究開発したリチウムイオンバッテリー等の開発・運用実績を活用しています。他サブシステムについても同様です。

また、ALOS-2、ALOS-3の研究段階において、下記の検討・評価を宇宙科学本部（ISAS）と連携して行いました。

- ・光学センサ用CCDとして、裏面照射タイプの検討をISASと一緒にいき、転送速度や画質等への影響などを評価しました。
- ・また、アナログASICについても、ISASと一緒に検討を行い、相関二重サンプリング（CDS）やA/D変換速度などの評価を行いました。

【質問番号 3-2】 観測データの取得に関するトータルシステムの検討

【質問内容】

観測データの取得に関しても、JAXA 航空部門の専門家も動員する等で、航空機等他の手段も複合させた、トータルシステムの検討を行うべきではないか？

【回答者】 J A X A

【回答内容】

JAXAでは、平成17年より、ALOSの後継システムを検討しており、防災関係省庁との検討会を通じて新たな利用ニーズを把握しつつ、トータルシステムを検討する中で、航空機や地上システムの役割を踏まえて、衛星観測に求められる機能を設定しております。JAXA内の検討には、航空部門の専門家も参加しております。

マクロ情報とミクロ情報を認識して、衛星がなすべき機能（基本的に、航空機観測でできることは航空機観測に任せる）を設定しております。実際、JAXA地球観測事業においても、航空機搭載用の合成開口レーダを保有しており、目的に応じて航空機観測も行っています。その際、航空機の航法データの解析には、JAXA航空部門の専門家にも協力いただいております。

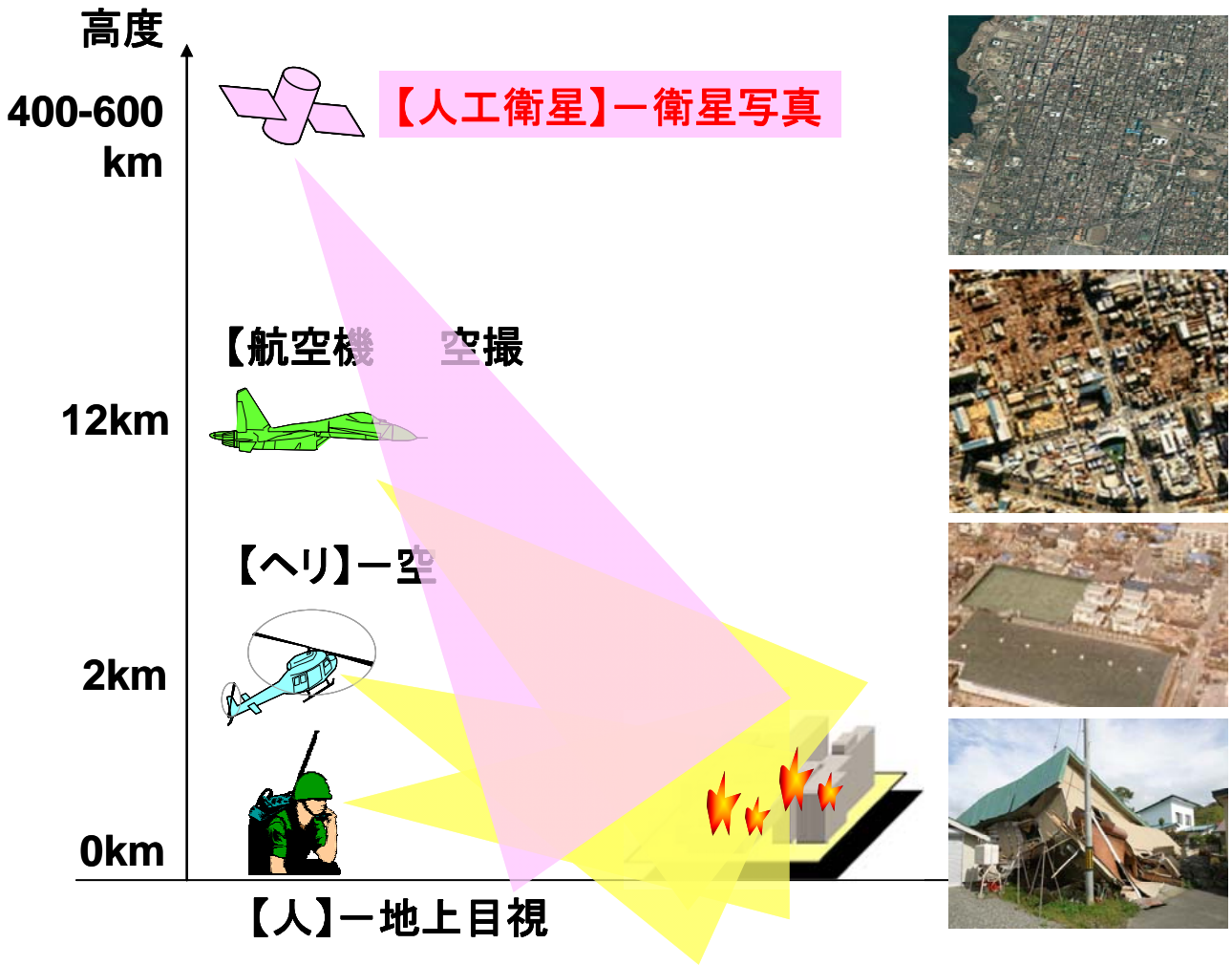
最終的に、マクロ情報とミクロ情報を融合して、利用機関自身が求める情報を抽出し、行動を起こすためのシステムは、それぞれの利用機関において検討がなされています。例えば、国土地理院におかれては、航空機を保有されておられますが、今後、ALOSのシリーズ化が期待できることから、航空機観測から得られる情報と、衛星観測から得られる情報を、うまく融合して地図作成等を進めておられると伺っております。

（参考）

JAXA航空部門においても、航空機がなすべき観測の1つとして、災害監視無人機の検討に着手しておりますが、JAXA利用本部防災利用システム室の有識者が、設計審査会等に参加するなどして、互いの役割を認識した上で、トータルシステムを目指せるよう連携を図っております。

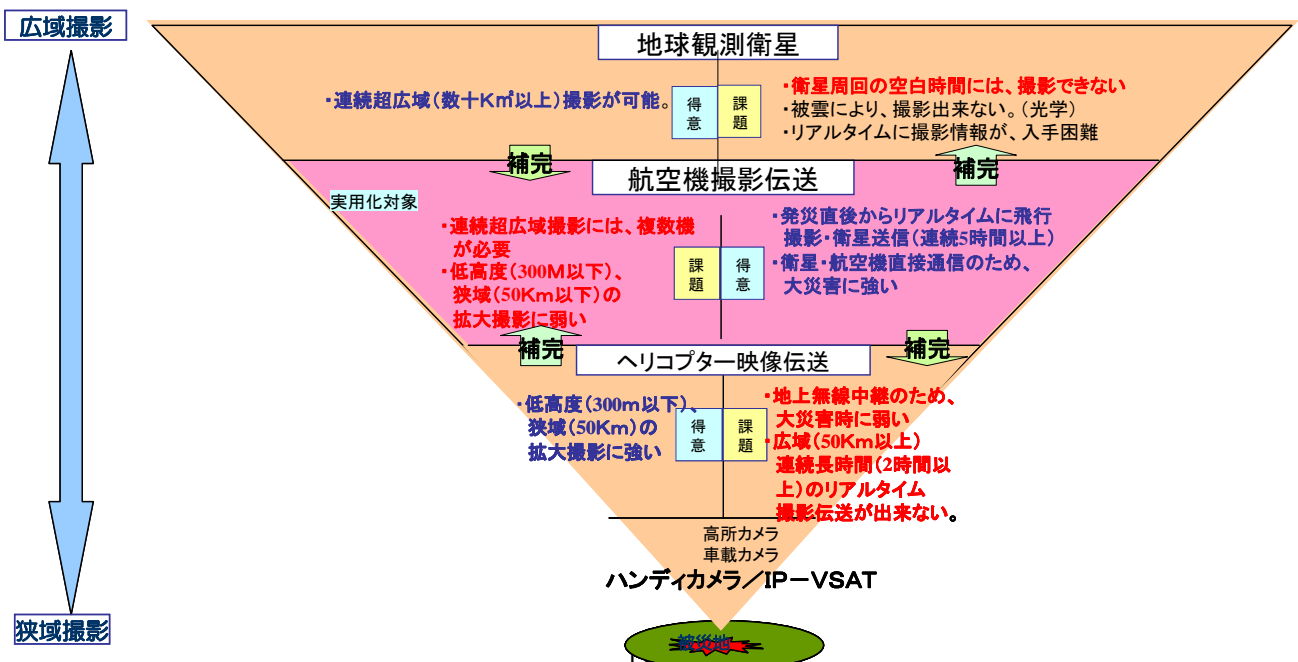
●防衛省における航空機観測と衛星観測の利用

【防災のための地球観測衛星等の利用に関する検討会 第3回資料より抜粋】



●衛星観測、航空機観測、地上観測の役割分担と連携

【防災のための地球観測衛星等の利用に関する検討会 第4回資料より抜粋】



【質問番号 3-3】 アジアのニーズ

【質問内容】

アジアのニーズの把握状況を示すこと。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

1995年度からアジア工科大学と連携して、アジア各国のニーズを踏まえた能力開発を行ってきています。特に、近年は「だいち」データを利用した問題解決型の能力開発(ミニ・プロジェクト)を進めており、2005年度から2008年度における各国からのニーズは、下記となっています。

- ・ 洪水: バングラデシュ、ラオス、タイ、ベトナム、ミャンマー、ネパール、スリランカ、カンボジア、中国
- ・ 地滑り: ブータン、スリランカ、ベトナム、フィリピン
- ・ 森林火災: インドネシア、ベトナム
- ・ 地図作成、GIS: カンボジア、マレーシア、ブータン
- ・ 干ばつ、土地劣化: モンゴル、フィリピン
- ・ 地震: ネパール
- ・ 海面上昇: スリランカ
- ・ 津波: インドネシア
- ・ 火山: フィリピン
- ・ その他: フィリピン(稲作域図)、ベトナム(沿岸管理)

また、参考として、年度ごとの分野等について、別紙に示します。

(別紙)

問題解決型ミニ・プロジェクトのサマリ (2005年度から2008年度)

<2008年度 / JFY2008 Mini-Projects>

国名	Country	分野	Area
① バングラデシュ	Bangladesh	洪水	Flood
② ブータン	Bhutan	地すべり	Landslide
③ カンボジア	Cambodia	GISデータベース	GIS database
④ インドネシア	Indonesia	森林火災	Forest fire
⑤ ラオス	Lao PDR	洪水	Flood
⑥ マレーシア	Malaysia	地図作成	Mapping
⑦ モンゴル	Mongolia	干ばつ・土地劣化	Drought & Land degradation
⑧ フィリピン	Philippines	干ばつ	Drought
⑨ スリランカ	Sri Lanka	海面上昇	Sea level rise
⑩ タイ	Thailand	洪水	Flood
⑪ ベトナム	Vietnam	洪水	Flood
		19組織 / 11ヶ国	19 Organizations / 11 Countries
		11ミニプロジェクト	11 Mini-Projects

<2007年度 / JFY2007 Mini-Projects>

国名	Country	分野	Area
① バングラデシュ	Bangladesh	洪水	Flood
② ブータン	Bhutan	Web-GIS	Web-GIS
③ カンボジア	Cambodia	地図作成	Mapping
④ インドネシア	Indonesia	津波	Tsunami
⑤ ラオス	Lao PDR	洪水	Flood
⑥ ミャンマー	Myanmar	洪水	Flood
⑦ ネパール	Nepal	洪水	Flood
⑧ フィリピン	Philippines	火山	Volcano
⑨ スリランカ	Sri Lanka	洪水	Flood
⑩ ベトナム	Vietnam	森林火災	Forest fire
		17組織 / 10ヶ国	17 Organizations / 10 Countries
		10ミニプロジェクト	10 Mini-Projects

<2006年度 / JFY2006 Mini-Projects>

国名	Country	分野	Area
① バングラデシュ	Bangladesh	洪水	Flood
② カンボジア	Cambodia	洪水	Flood
③ 中国	China	洪水	Flood
④ ラオス	Lao PDR	洪水	Flood
⑤ ネパール	Nepal	洪水	Flood
⑥ フィリピン (2)	Philippines (2)	干ばつ 地すべり	Drought Landslide
⑦ スリランカ	Sri Lanka	地すべり	Landslide
⑧ ベトナム	Vietnam	地すべり	Landslide
		19組織 / 8ヶ国	19 Organizations / 8 Countries
		9ミニプロジェクト	9 Mini-Projects

<2005年度 / JFY2005 Mini-Projects>

国名	Country	分野	Area
① バングラデシュ	Bangladesh	洪水	Flood
② カンボジア	Cambodia	洪水	Flood
③ ネパール (2)	Nepal (2)	地震 洪水	Earthquake Flood
④ フィリピン (2)	Philippines (2)	稲作域図作成 地すべり	Rice area mapping Landslide
⑤ スリランカ	Sri Lanka	地すべり	Landslide
⑥ ベトナム (2)	Vietnam (2)	沿岸地域管理 洪水	Coastal area management Flood
		17組織 / 6ヶ国	17 Organizations / 6 Countries
		9ミニプロジェクト	9 Mini-Projects

● 評価項目 5（開発計画）に関連する質問

【質問番号 5-1】 開発資金（その1）

【質問内容】

開発資金については、個々のプロジェクトの金額の妥当性を議論するのは難しい。

- JAXA 全体としての、① 間接部門の経費の妥当性、② JAXA 研究者の研究/開発効率、
③ 外部からの調達品のコスト等に分けて全体の仕組みを一度 議論してみてはどうか。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

- ① 間接部門の経費はプロジェクト資金には含まれておりません。なお、マトリックス制を活用し、プロジェクトチームの人数は従来に比べて大幅に低減しています。
- ② プロジェクトの活動については毎年度、JAXA の本部長評価（外部機関の委員も含む）、経営陣の評価を受けるとともに、文部科学省の独法評価を受け、また総合科学技術会議の評価を受けています。
- ③ プロジェクト資金は、開発メーカーの RFP の提案をベースにプロジェクトが査定を行い、JAXA の経営審査（プロジェクト移行審査）において、別紙に示すプロジェクトコスト評価を受け、設定されます。開発メーカーへの発注は、毎年度の予算額を踏まえ、プロジェクト資金の範囲内で行います。

JAXAにおけるプロジェクトコスト評価について

JAXAにおいては、プロジェクトコストの超過を未然に防ぐことを目的として、平成19年度より、チーフエンジニアオフィスによるライフサイクルコストの評価（以降「コスト評価」という）を実施しています。

コスト評価は、プロジェクト準備開始、及び移行の可否をそれぞれの段階で JAXA として意思決定するための経営審査プロセスの一環として実施されます。コスト評価は以下の観点で行います。

- (1) 前提の確認：ミッションの意義、技術的特徴、制約条件、プロジェクト範囲 等
- (2) リスクの識別と対応策の妥当性：プログラムのリスク及び技術的リスク、各リスクへの対応コスト、プロジェクトマージンの考え方 等
- (3) コスト根拠：コスト推定の根拠となったリファレンスのデータ、開発方針に応じたコスト推定に至る考え方・根拠、算定プロセス・算定状況 等
- (4) 【準備開始段階の評価のみ】フロントローディングとして開発段階におけるリスクを低減するために必要なコスト

以上の評価活動は以下の点から有効と考え、今後も継続的に実施する所存です。

- » 横通し機能のあるチーフエンジニア・オフィスからプロジェクトへの知識継承、アドバイス
- » 経営審査の場で統括チーフエンジニアより評価結果を報告することにより、コストの客観性を担保
- » プロジェクト実施部門と経営層で、プロジェクトのスコープ、コスト、リスク等の認識を共有することにより、プロジェクト実施部門が責任と権限をもって着実にプロジェクトや研究開発を遂行

なお、プロジェクトの進捗状況は本部長等による日常的な掌理に加え、四半期毎に理事長による確認がなされ、ミッションの達成に関わる問題が見出された場合には、ミッション達成のために今後投入が必要な資源に対してプロジェクトの意義及び価値が見合うものか否かを含め、理事長が総合的な判断を行うプロセスを定めています。

【質問番号5-2】開発資金（その2）

【質問内容】

開発資金について、他国の同様な衛星の比較等、開発費が妥当であるという根拠を示すこと。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

GCOMプロジェクトが整理した欧米の衛星との総開発費の比較結果にALOS-2ならびに主要なレーダ衛星の費用を追加しました（図1）。

ALOS-2についてもGCOM-C1と同様に欧米と比べて低い開発費となっています。開発方針の②に示しているように既存技術を最大限に活用し、新規開発はミッション要求の達成に必要な要素技術に特化していることがコスト低減に寄与していると考えられます。

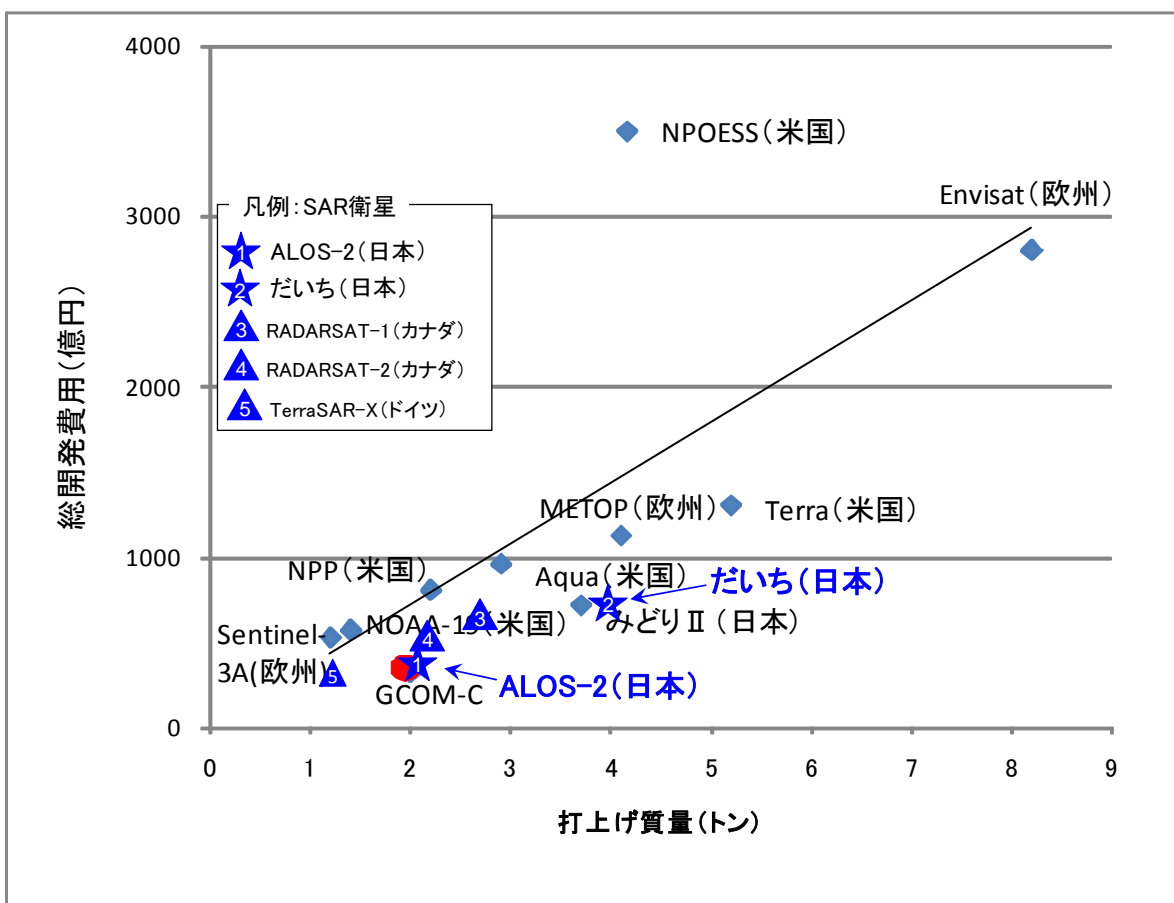


図1： 打上げ質量に対する地球観測衛星の総開発費

また、地上システムについても複数衛星の運用に対応し、後続衛星の固有機能の追加で対応できるような設計としており、「だいち」シリーズとしてのコストを低減する努力を行っています。

海外のレーダ衛星とのコスト・性能比を比較するため、観測幅内の画素数を代表性能として比較を行いました(図2)。ALOS-2は海外衛星と比べて広い観測幅を持ちながら、コスト・性能比で優れています。

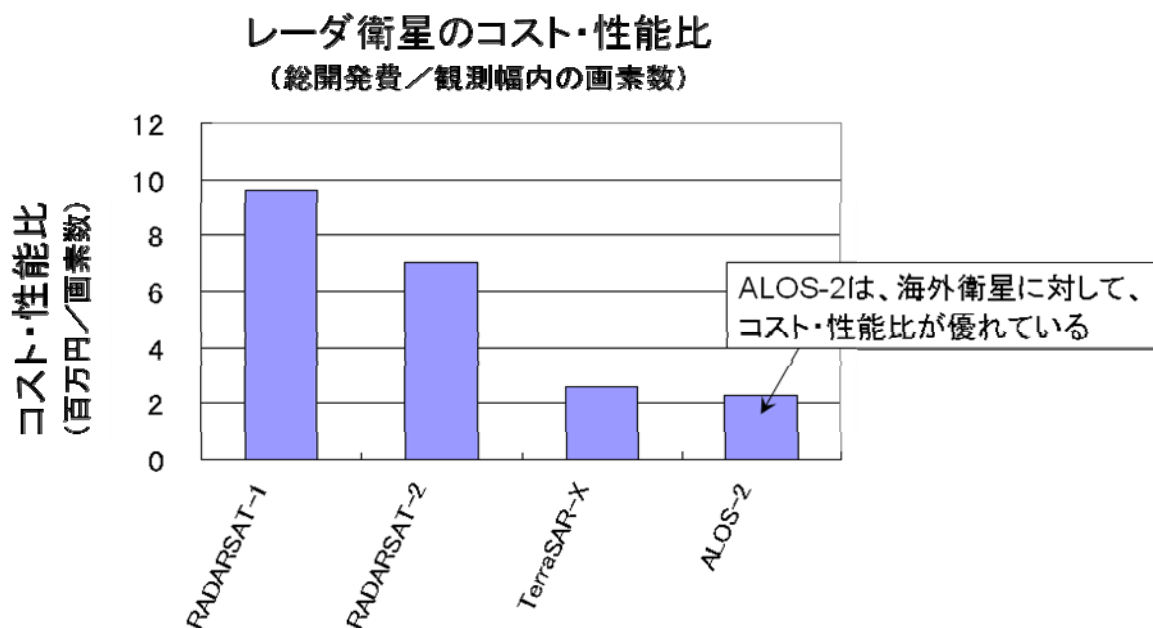


図2： レーダ衛星のコスト・性能比

参考： 主要なレーダの総開発費のデータ (図1で使用)

衛星名	打上げ質量 (トン)	総開発費*1 (億円)	打上げ年
Radarsat-1(カナダ)	2.7	603	1995
Radarsat-2(カナダ)	2.2	469	2007
TerraSAR-X(ドイツ)	1.2	259	2007
ALOS	4.0	705	2006
ALOS-2(日本)	2.0	383	2013

主要なレーダのコスト・性能比のデータ (図2で使用)

衛星名	性能			総開発費*1 (億円)	コスト・性能比
	観測幅(km)	分解能(m)	画素数		
RADARSAT-1	50	8	6250	603	9.65
RADARSAT-2	20	3	6667	469	7.04
TerraSAR-X	30	3	10000	259	2.59
ALOS-2	50	3	16667	383	2.30

(通貨レート：90円/カナダドル、140円/ユーロ)

*1 推定を含む。

【質問番号 5-3】 鉱物探査ミッション機器の計画

【質問内容】

鉱物探査ミッション機器に関して、本来現時点では具体計画が明確になっているべきである。衛星開発をスムーズに進行させるために、早急に明確化して衛星設計に遅滞無く反映することが必要である。

【回答者】 J A X A

【回答内容】

Lバンドレーダは、地表の背斜や褶曲構造など石油堆積盆地の情報を取得するために利用されています。一方、ハイパースペクトルセンサにより金属鉱床の変質帯を探査したり、鉱物等の識別を行うことが期待されます。

経済産業省が開発中のハイパースペクトルセンサの ALOS-3 への搭載についての検討を行うため、JAXA と JAROS(資源探査用観測システム・宇宙環境利用研究開発機構)の間で共同研究契約を締結し、技術情報の交換を密に行い、早急に具体計画を明確にするよう進めています。