

第 1 期水循環変動観測衛星(G C O M - W 1)
プロジェクトの事前評価
質問に対する回答

平成 1 9 年 7 月 2 4 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19年6月5日に開催された第4回推進部会における第1期水循環変動観測衛星（GCOM-W1）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 1 (目的・目標・開発方針) に関連する質問

質問番号	内容
1 - 1	P14 「ミニマムサクセス」と「フルサクセス」の違いをよりわかりやすくなるように、表現を修正すべき。
1 - 2	目標の中に現在までの日本の衛星をマーケティングのPPM方式でそれぞれを位置づけると、判りやすくなるかと思えます。この衛星(マイクロ波放射計が一番の強みとなるのか)と従来型との比較や差別化が強調され判りやすくなります。
1 - 3	地球環境に役立つ衛星ですから、当然境界のない世界との連動も考えられます。日本のみの目標記載ではなく将来展望として、最終的な世界ネットワークでの着地点はどこになるのか、こうした事も記載すると意義が明確になります。
1 - 4	第2期の製造開始時点では、第1期の衛星の軌道上での作動実績を反映することは出来ない由ですが、それならば第2期の衛星も一括発注、一括生産した方がコスト的に相当有利になると思われそうですが、そのような考え方は取れないものでしょうか？またコマーシャルミッションでは、設計変更する可能性の低い High Value ,Long Lead Time 機器は一括発注してコストダウンを図ることが通常行われていますが、そのような方式をとることは考えられませんか？
1 - 5	GCOM-W1 の目標のひとつである観測プロダクトについて一部のものについては前回の提示より精度が劣化しているのは何故か。
1 - 6	観測プロダクトの精度目標に関して今回新たに“リリース”と称する精度が付け加えられ、三段階となった。十分検討された上でのこととは思いますが、これらの三段階に対応できるようなグランドトゥース(真値との対応付け)の検証がどの程度可能なのか、その作業のストーリーの裏付けが、今回のプロジェクト提案説明の範囲内では、見出しにくい。

評価項目 2 (システム選定及び基本設計要求) に関連する質問

2 - 1	<p>AMSR2 受信部開発に関する質問</p> <p>高周波用部品が代替品となること、また、7.3GHz という新規周波数帯もあることから、全ての周波数帯について、試作評価が行われていることは、妥当と考えます。受信部に関して、質問があります。AMSR-E において軌道上で起こった受信機の不具合に対応して、AMSR2 受信部の開発では、どのような対処方針が取られているのでしょうか。地上での試験段階では現れず、軌道上で、時間の経過と共に発生する現象である場合には、特別な注意が要ると思われます。</p> <p>Ref. 例えば、JAXA からの AMSR-E 運用結果報告(平成 17 年 8 月、宇宙開発委員会)に 89GHz A 系 V 偏波受信機出力低下、および、89GHz A 系受信機出力異常、という軌道上不具合が述べられている。</p>
2 - 2	AMSR の冗長設計はどのようになっていますか？機構系、センサ系(Detector および Proximity Electronics)データ処理系、電送系別に説明して下さい。

2 - 3	海外衛星メーカーは衛星バスシリーズを非常に重視しており、同一設計のバスをシリーズ化して、設計、製造上のHeritageを保つことによって衛星の信頼性向上とコストダウンを図っています。また新しい衛星の受注に際しては、そのHeritage設計からどのような変更が行われているかの説明が重要な要素となっています。更に国として、衛星では無く、衛星バスの開発を推進している例も多く見られ、衛星分野の発展のためには信頼の高い低コストの衛星バスを作り上げることが重要です。GCOMプログラムでは6個の衛星を開発する計画となっていますが、衛星バスの設計乃至は共通性に対する考え方はどのようになっていますか？またGCOM-W1の衛星バスは、Heritage衛星バスからの設計変更点は具体的にどのようになっていますか？
2 - 4	リモートセンシングミッションでは、衛星と共に地上インフラの整備が重要であることは論を待ちません。従来、衛星からデータはドンドン送られてくるのに、地上のデータ処理が追いつかなかつたとの噂を耳にしたこともあります。現状、地上インフラはどのようになっているのでしょうか？また、今後の課題と整備計画は明確になっていますか？
2 - 5	現時点では取得が困難なデータ及びプロダクトも視野に入れた新しいセンサ開発に関し、本衛星に相乗りで搭載して試験をするか、別途小型試験衛星で実用化テストを行う等の方法を考えてはどうか。

評価項目3（体制）に関連する質問

3 - 1	P44 「実利用・利用実証」と「科学研究」の位置を上下入れ替えるべき。
3 - 2	P38,43,45 「データ利用」について明確になるようにまとめる。
3 - 3	観測センサはJAXAが別途開発し、……(P47)となっているが要求元と、より緊密な開発体制を構築することは考えられないか。
3 - 4	GCOM-W1の開発資金の低コスト化の検討は評価できる。しかしながら、今回算出され20億円の削減が最大限の努力による結果なのか、もう少し適切な説明がほしい。
3 - 5	実施体制の中で、利用研究機関との協力関係は重要であると思われるが、現状の調整状況がいずれも、準備中あるいは調整中となっており、具体的な状況がつかめない。調整はもっと早い段階から進めるべきものではないか。

評価項目4（リスク管理）に関連する質問

4 - 1	JAXAはこれまで多くの衛星を打上げ、また種々の実績を上げると共にトラブルも経験して来ましたが、Lesson-Learnedはどの部門が統一的に纏め、どのような形でその後のプログラムに反映してきていますか？また、反映されていることはどの部門がどのように確認するシステムとなっていますか？
4 - 2	第三者によるレビューがどの程度徹底しているか不明。

4 - 3	開発研究段階で設定したリスクの対処は評価できる。ただ、開発段階での計画の中には、リスク回避に予算設定が必要なケースもあるように見受けられるが、もしそうであるならば、それらの計画を可能な限り事前に提示すべきものと思われる。
4 - 4	上記実施計画において「リスク管理の実行」として述べられている内容は、プロジェクトの進行の過程で不断になされる Continuous Risk Control であるはずで、表に挙げたものは開発スタート時(現段階)に考えられるリスク項目の例示である旨、注記しては如何か。

評価項目 1（目的・目標・開発方針）に関連する質問

【質問番号 1 - 1】

【質問内容】

P14 「ミニマムサクセス」と「フルサクセス」の違いをよりわかりやすくなるように、表現を修正すべき。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2 P 1 4

【回答者】 J A X A

【回答内容】

添付の通り、P.14 を修正しました。修正箇所を赤字で示しています。

4. 目標

GCOS第1期のサクセスクライテリア

GCOSはGCOSなどで要求されるなるべく多くの物理量で総合的に気候変動解明に貢献するミッションであるため、多くのプロダクトの達成度から総合的に判断する。

評価条件		サクセスレベル		
		ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス
プロダクト生成に関する評価	標準プロダクト (標準精度 / 目標精度)* ¹	打上げ後約1年間で、校正検証フェーズを終了し、外部にプロダクトリリースを実施すること。 リリース基準精度* ² を達成すること。	打上げ後5年間で、標準精度を達成すること。	打上げ後5年間で、目標精度を達成するものがあること。
	研究プロダクト (目標精度)* ¹	-	-	打上げ後5年間で、気候変動に重要な新たなプロダクトを追加出来ること。
データ提供に関する評価	実時間性	リリース基準精度達成後、打上げ後4年経過時点* ³ までの間、稼働期間中に目標配信時間内配信を継続していること。	リリース基準精度達成後、打上げ後5年経過時点までの間、稼働期間中に目標配信時間内配信を継続していること。	-
	連続観測	リリース基準精度達成後、打上げ後4年経過時点* ³ までの間、稼働期間中に継続的にデータを提供していること。	リリース基準精度達成後、打上げ後5年経過時点までの間、稼働期間中に継続的にデータを提供していること。	-

*1標準プロダクトは、ミッション目的の実現に対して特に重要で、ADEOS-IIなどの実績で実現性が十分確認されており、データの提供形態としても計画的な提供を行なうべきプロダクトを指す(研究利用機関・実利用機関とGCOS総合委員会で協議の上決定した)。研究プロダクトは、開発や利用の面で研究段階にある、あるいは計画的な提供形態にそぐわないプロダクト。

*2リリース基準精度: 気候変動解明に貢献しうるデータとしてリリースできる最低精度。ADEOS-IIIにおける実績を基に利用者と協議して決定。

*3 第2期衛星打上げまでの期間を設定

【質問番号 1 - 2】

【質問内容】

目標の中に現在までの日本の衛星をマーケティングのPPM方式でそれぞれを位置づけると、判りやすくなるかと思えます。この衛星（マイクロ波放射計が一番の強みとなるのか）と従来型との比較や差別化が強調され判りやすくなります。

【該当箇所】推進4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

質問番号1 - 3と併せて回答いたします。

(1) JAXAにおける地球環境観測の取り組みについて

JAXAの衛星をマーケティングのPPM方式を用いてその位置付け、比較差別化等を行ってはいませんが、GCOMを含むJAXAの地球観測衛星の位置付け、諸外国の動向、JAXAの活動方針等については、平成18年7月27日の宇宙開発委員会計画部会資料3-1-4で報告されております。

その中で記載されているJAXAの地球環境観測に対する基本方針の概要は以下の通りです。

- ・ 利用機関との連携に基づく宇宙技術の利用実証により、宇宙からの地球環境観測システムの構築を図る。
- ・ 我が国が持つ技術の強みを活かして独自性をさらに発展させるとともに、他国の計画とも有機的な連携を図り、全球地球観測システム（GEOS S）10年実施計画へ貢献する。
- ・ 社会インフラの一部として重要な役割を果たすべき地球観測衛星については、信頼性の確保に重点を置く。

(2) 我が国の地球観測衛星の貢献分野と観測センサ

2003年のエビアンサミットにおいて小泉首相が提案した地球観測サミットの3回（第1回：2003年7月・ワシントン、第2回：2004年4月・東京、第3回：2005年2月・ブリュッセル）にわたる開催を経て了承された全球地球観測システム（GEOS S）10年実施計画の9つの分野のうち、日本は、以下の3分野で貢献することとなっています。

- ・ 「災害の防止・軽減」
- ・ 「地球温暖化・炭素循環変化」
- ・ 「気候変動・水循環変動」

これらの分野でのGCOMを含むJAXAの衛星及び観測センサについて添付に示します。（添付のP.13に赤字・赤線で補足説明追記）。

(3) 我が国が得意とする地球観測センサ及びその世界的位置付け

地球環境観測（上記のうち「地球温暖化・炭素循環変化」、「気候変動・水循環変動」）に関する我が国の技術ロードマップを添付に示します（添付のP.27に赤字・赤線で補足説明追記）。

地球環境観測を行うために必要な観測センサをすべて1カ国で開発するのは困難ですので、我が国は、これまで開発してきた観測センサの技術を継承・発展する形で以下の通り研究・開発を進めています。

米国衛星TRMM搭載降雨レーダ（PR） 米国衛星GPM搭載降雨レーダ（フェーズドアレイ2周波降水レーダ） 欧州衛星搭載EarthCARE搭載雲レーダ（高周波ドップラ雲レーダ）
ADEOS- 搭載AMSR 米国衛星Aqua搭載AMSR-E GCOM-W1搭載AMSR2
ADEOS- 搭載OCTS ADEOS- 搭載GLI GCOM-C1搭載SGLI（次世代GLI）
ADEOS- 搭載IMG、ILAS ADEOS- 搭載ILAS-2 GOSAT搭載赤外分光計（TANSO）

（注）米国衛星GPM搭載降雨レーダ（フェーズドアレイ2周波降水レーダ）、欧州衛星搭載EarthCARE搭載雲レーダ（高周波ドップラ雲レーダ）、GCOM-C1搭載SGLI（次世代GLI）、GOSAT搭載赤外分光計（TANSO）については、それぞれ添付のP.18、19、P.20、P.22をご参照ください。

これらのセンサは、機能・性能の面で世界的に匹敵するものがなく、我が国が得意とするところです。また、衛星、観測センサともに、世界的にも最高水準の信頼性を有しています。

(4) GCOM-W1搭載AMSR2の役割と世界的位置付け

(3) で示した観測センサのうち、本推進部会での評価対象であるGCOM-W1に搭載するAMSR2は、水循環に関連する全球的な水蒸気量、降水量、海面水温等を観測する世界最高性能のマイクロ波放射計です。性能の劣る米国のセンサは運用されているものの、現在まで同レベルのセンサは海外では開発に成功しておりません。（6月5日の資料推進4-2-2のP.42をご参照ください）。

また、観測プロダクトに対しても、現在運用中のAMSR-Eにおいても国内のみならず欧米等の気象予測機関等で使用されており、また、午後に観測する海外衛星も当面予定されませんので、今後もニーズが増大すると考えられます。

尚、AMSR2を補完するデータ（より詳細な海上風速・風向等）の取得が可能なマイクロ波散乱計は、わが国では開発実績がなく、今後の開発計画もありません。米国で実績があるため、GCOM-Wの第2期衛星以降でのマイクロ波散乱計の搭載については、今後ともNASA/NOAA（米国海洋大気庁）と調整を継続することとしています（6月5日推進部会資料4-2-2のP.4

及びP.27をご参照ください)。

(5) 国際的な協調体制

6月5日の推進部会でJAXA理事の堀川がご説明した通り、JAXA、欧州、米国の計画の情報は地球観測のコミュニティーである地球観測委員会（CEOS）という場を通じて交換しており、互いの計画は認識しております。また、JAXA-米国（NASA、NOAA（米国海洋大気庁））、JAXA-欧州宇宙機関（ESA）との1対1での情報交換も行っています。添付のP.29及び30に米国の主な地球観測衛星計画、P.31に欧州の主な地球観測衛星を示しております。

地球環境観測を行うために必要な観測センサをすべて1カ国で開発するのは困難ですので、今後ますます、異なる種類のセンサの分担開発や同種センサの観測時間の補完等、米国、欧州との連携を強め、わが国の得意な分野での世界的な貢献を果たしていく予定です。

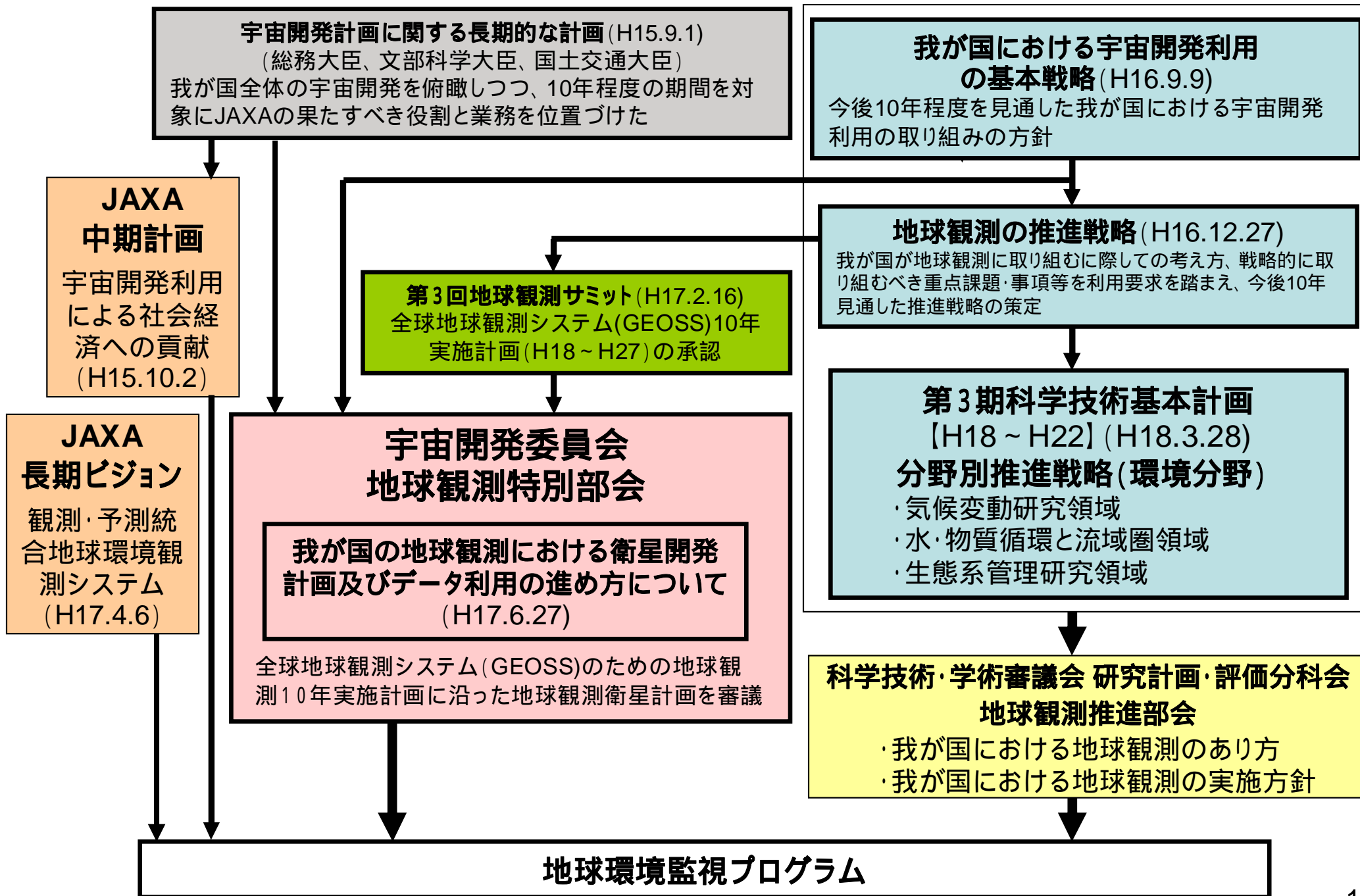


JAXAにおける地球環境観測の 取組について

平成18年7月27日
宇宙航空研究開発機構
理事 堀川 康

1. 経緯

総合科学技術会議

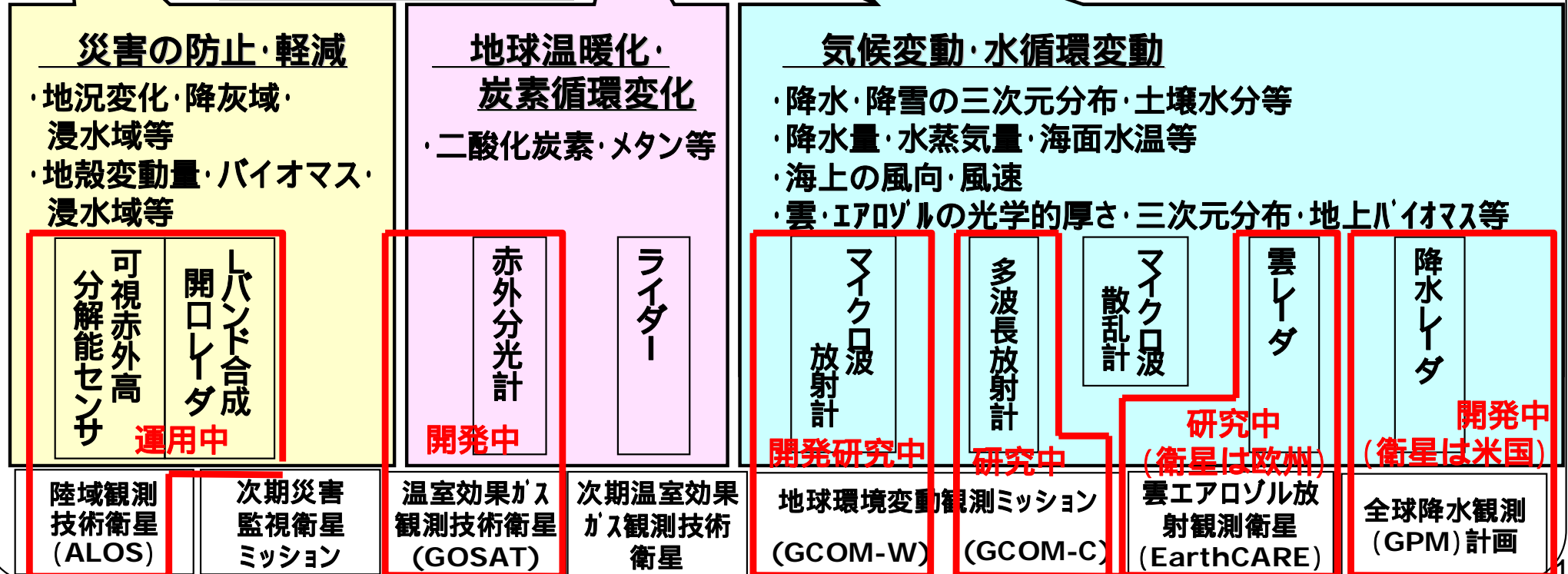


2. 背景 (GEOSS10年実施計画と我が国の貢献3分野)

GEOSS10年実施計画(9つの社会経済的利益分野)

災害の防止・軽減	人間の健康と福祉	エネルギー資源管理	気候変動	水資源管理の向上	気象情報	生態系の管理と保護	農業及び砂漠化	生物多様性の保護
(課題と範囲) ・山火事 ・火山 ・地震 ・地盤沈下 ・洪水 ・沿岸災害 ・津波 ・水関連災害 ・激しい気象現象 ・汚染イベント	(課題と範囲) ・栄養 ・水質 ・大気の状態 ・B領域紫外線 ・熱波寒波 ・疾病媒介動物 ・健康統計	(課題と範囲) ・エネルギー需要と供給の気象に係した変動 ・エネルギーインフラに対するリスク ・再生可能エネルギー ・汚染と温室効果ガス排出	(課題と範囲) ・大気中 ・海洋 ・陸上 ・氷上 での気候システム変数	(課題と範囲) ・降水 ・土壌水分 ・流量 ・湖沼や貯水池の水位 ・積雪面積 ・氷河と氷 ・蒸発散 ・地下水 ・水利用	(課題と範囲) ・正確でタイムリーな短期・中期予報に必要な気象変数	(課題と範囲) ・主要な生態系の広がり ・有益な特性値 ・錯乱レジーム ・生態系変化要因	(課題と範囲) ・穀物生産 ・家畜と漁業統計 ・食料安全保障と旱魃予測 ・農地 ・劣化指数 ・栄養素バランス ・営農組織 ・土地被覆変化	(課題と範囲) ・生態系の領域と条件種の分布と現状 ・鍵を握る個体群における遺伝的多様性

我が国の貢献3分野



2. 背景 (我が国における地球観測のあり方)

分野別の推進戦略 15分野

1.地球温暖化 (課題) ・全球的把握 ・大気観測 ・陸域炭素循環と生態系観測など	2.地球規模水循環 (課題) ・水循環統合観測など	3.地球環境 (課題) ・エアロゾル、オゾン等大気汚染物質観測など	4.生態系 (課題) ・複合的な観測拠点整備 ・観測標準手法の確立など	5.風水害 (課題) ・衛星観測と気象水文観測の連携促進など	6.大規模火災 (課題) ・森林火災の発見と状況把握など	7.地震・津波・火山 (課題) ・地震・津波の定常的・長期的観測網の構築など	8.エネルギー・鉱物資源 (課題) ・高度衛星観測センサーの開発など	9.森林資源 (課題) ・森林資源量の実態把握システム構築 ・森林炭素固定量把握など	10.農業資源 (課題) ・農地実態把握 ・農業生産量把握など	11.海洋生物資源 (課題) ・西部北太平洋観測体制の整備など	12.空間情報基盤 (課題) ・空間情報基盤整備 ・地球地図整備など	13.土地利用及び人間活動に関する地理情報 (課題) ・農地分布データ整備 ・都市・集落分布データ整備など	14.気象・海象 (課題) ・衛星による気象・海象観測など	15.地球科学 (課題) ・対流圏大気から超高層大気に至る大気観測など
--	--	--	---	---	---	---	---	--	---	--	--	---	--	--

5つのニーズに対応した重点的取組み

地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応

・二酸化炭素・メタン等

ライダー

赤外分光計

**水循環の把握と管理
風水害被害の軽減**

・降水強度・降水の三次元分布、水蒸気、降水量、土壌水分
・積雪、波浪、海面水温等

マイクロ波
放射計

マイクロ波
散乱計

多波長放射計

雲レーザ

降水レーザ

**対流圏大気
変化の把握**

・ガス状・粒子状物質の三次元分布観測等

ライダー

紫外分光計

地震・津波被害の軽減

・災害情報抽出
・被害情報把握
・地殻変動量等

可視赤外高分
解能センサー

バンド合成
開口レーザ

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)

次期温室効果ガス観測技術衛星

地球環境変動観測ミッション (GCOM-W) (GCOM-C)

全球雲エアロゾル観測衛星 (EarthCARE)

全球降水観測 (GPM) 計画

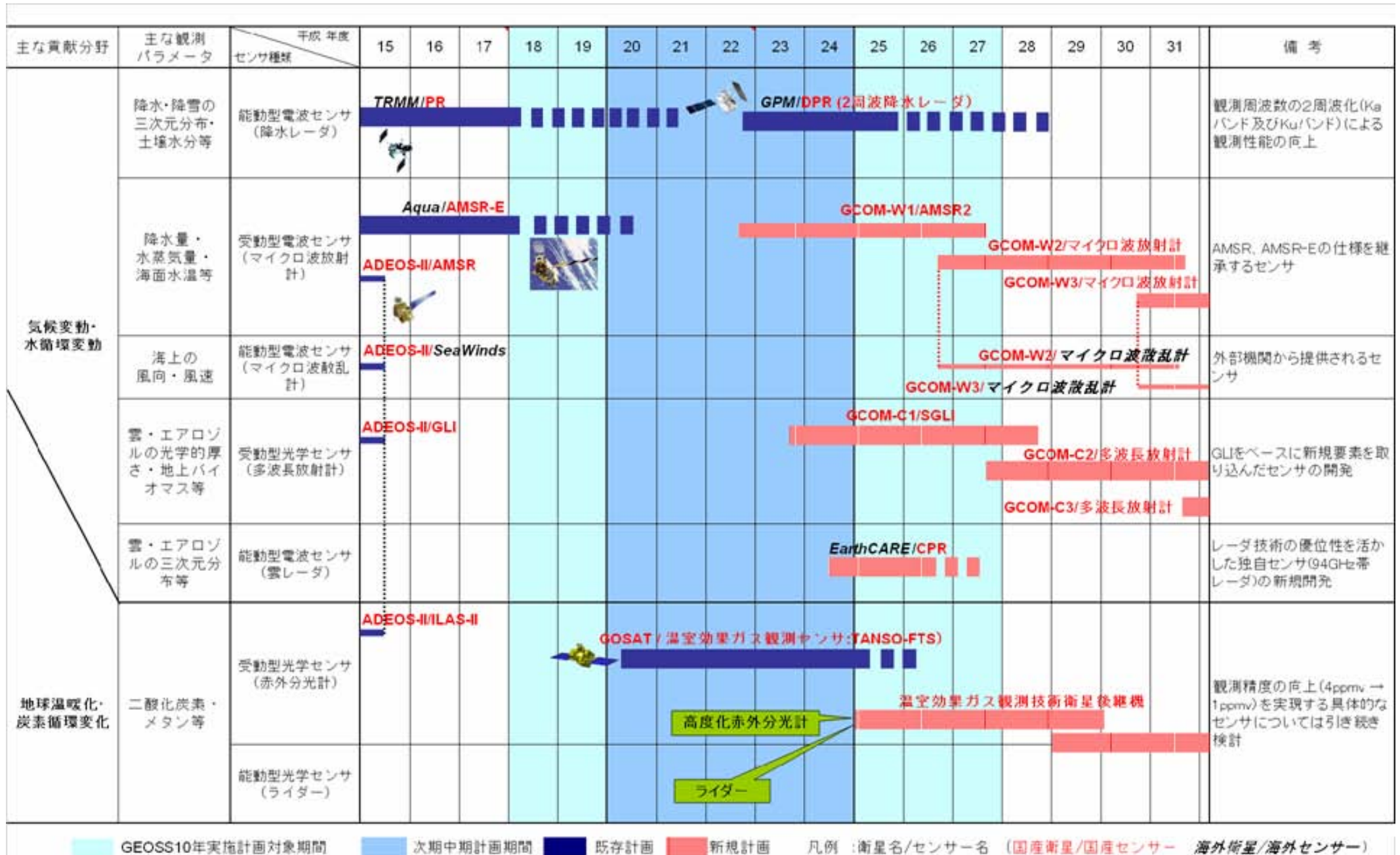
陸域観測技術衛星 (ALOS)

次期災害監視衛星ミッション

3. 地球環境観測プログラム(基本方針)

- 全球地球観測システム(GEOS S)の社会利益分野や、我が国における地球観測のあり方及び実施方針における観測要求を踏まえ、利用機関との連携に基づく宇宙技術の利用実証により、宇宙からの地球環境観測システムの構築を図る。
- 地球環境観測システムを我が国の社会インフラとして捉え、データ取得・提供の長期継続性と運用の自立性を前提として、地球観測衛星開発計画を立案する。
- 我が国が持つ技術の強みを活かして独自性をさらに発展させるとともに、他国の計画とも有機的な連携を図り、全球地球観測システム(GEOS S) 10年実施計画へ貢献する。
- 社会インフラの一部として重要な役割を果たすべき地球観測衛星については、信頼性の確保に重点を置き、「衛星の信頼性を向上するための今後の対策について」(2005年3月、宇宙開発委員会推進部会)に示された方針に則り開発を実施する。
- 観測センサについては、長期継続観測の実現に向けた技術実証に対する要望を第一とし、先端技術の開発がデータ利用のさらなる高度化、多様化をもたらすことを念頭に置きながら、技術のブレークスルーを生み出す機会も考慮に入れたメリハリのある開発戦略を構築する。

3. 地球環境観測プログラム(スケジュール)



GEOSS10年実施計画対象期間
次期中期計画期間
既存計画
新規計画
 凡例：衛星名/センサー名 (国産衛星/国産センサー 海外衛星/海外センサー)

3.1 気候変動・水循環変動観測システム

システム構築の考え方


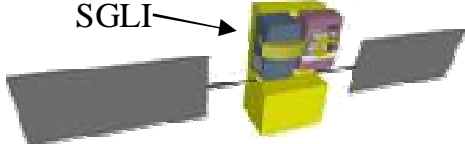
- 地球規模での気候変動・水循環メカニズムを解明するため、可視・赤外域からマイクロ波に至る広い波長領域に対応するセンサによる観測を長期間実施する
- 気候変動、水循環に関する多様なデータを長期間取得、提供するとともに、国の政策決定にかかわる気候変動メカニズムに関するプロセス研究や長期気候変動の予測精度向上等へ貢献する
- 気象予報、漁業情報提供、海路情報管理などを行う実利用機関に対するデータ配信により、気象の予測等の現業分野へ貢献する

システム構築

- 地球環境変動観測ミッション(GCOM)の衛星群を継続開発
- 全球降水観測(GPM)計画の主衛星を日米共同開発
 - 二周波降水レーダ(DPR)の開発(JAXA、NICT)
- 雲エアロゾル放射観測衛星(EarthCARE)搭載用の雲レーダ(CPR)の開発(JAXA、NICT)

3.1.1 地球環境変動観測ミッション(GCOM)

- 目標**
- 地球規模での気候変動・水循環メカニズムを解明する上で有効な物理量(海面水温、土壌水分等)の観測を地球規模で長期間的(10年～15年程度)に行えるシステムを構築し、気候変動メカニズムに関するプロセス研究や気候数値モデルの改善による長期気候変動の予測精度の向上に貢献する。
 - 気象予報、漁業情報提供、海路情報管理などを行う実利用機関に対するデータ配信を行い、災害をもたらす激しい気象の予測等の現業分野への貢献を行う。

衛星	水循環変動観測衛星(GCOM-W)	気候変動観測衛星(GCOM-C)
軌道	太陽同期準回帰 高度(赤道上): 約700km 傾斜角: 約98度 昇交点地方時: 13:30	太陽同期準回帰 高度(赤道上): 約800km 傾斜角: 約99度 降交点地方時: 10:30
形状	AMSR2 	SGLI 
ミッション寿命	5年	
打上げ手段	H-IIAロケット	
衛星質量	約1.8トン	約1.8トン
観測センサ (斜体字は他機関のセンサ)	<ul style="list-style-type: none"> 高性能マイクロ波放射計2型(AMSR2) マイクロ波散乱計(2機目以降に搭載予定) 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代グローバル・イメージャ(SGLI)
打上げ年度	2010年度より順次	2011年度頃より順次

3.1.2 全球降水観測(GPM)計画

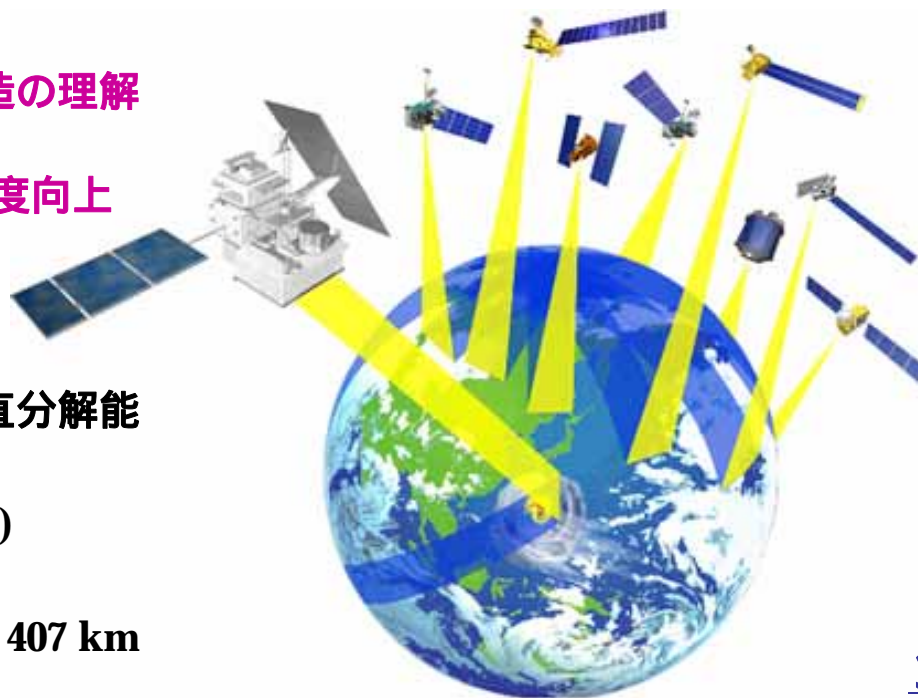
- 目標**
- 1機の主衛星と8機程度の副衛星群による3時間毎の全球降水観測
 - 二周波降水レーダの観測データによるマイクロ波放射計の観測データからの降水量推定精度向上

主衛星

目的:

- 降水システムの水平、鉛直構造の理解
- 降水粒子情報の取得
- 副衛星群による降水量推定精度向上

- 二周波降水レーダ
(DPR: 13.6GHz, 35.5GHz)
~5 km 水平分解能, 250 m 鉛直分解能
~245 km 走査幅
- 多周波マイクロ波放射計 (GMI)
- 太陽非同期軌道
軌道傾斜角: 約 65°、高度: 約 407 km



副衛星群

目的:

- 十分な観測頻度 (降水は時間空間変動の大きな物理量)
- 科学的、社会的応用

- マイクロ波放射計搭載の衛星群 (~ 8機)
NASA, NOAA, JAXA
その他機関により実現
- 全球で3時間ごとの観測頻度
- 太陽同期極軌道
- 600~800 km 高度

3時間毎の全球降水マップ

- 副衛星群提供機関によって提供されるマイクロ波放射計データの処理

ミッション期間: 3年2ヶ月

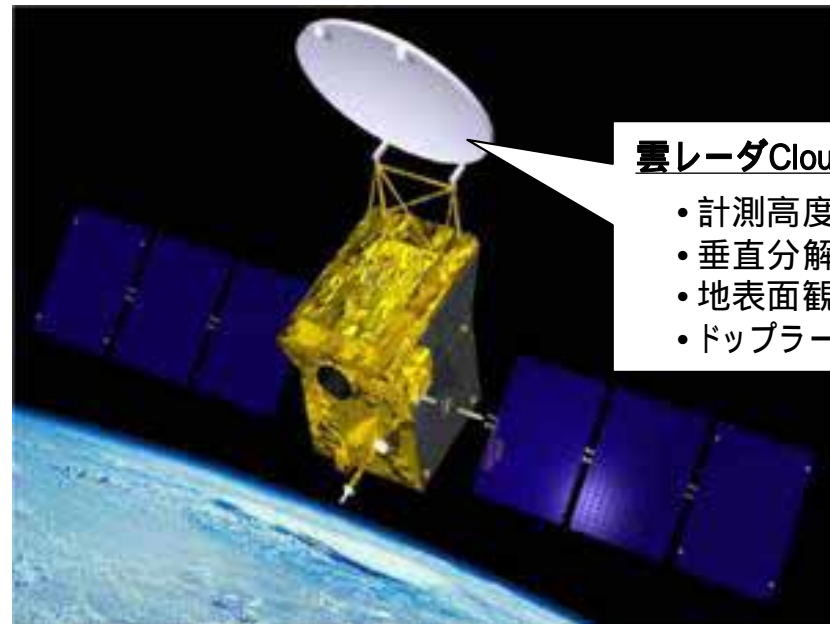
主衛星 : JAXA(二周波降水レーダ(NICTとの共同開発)、打上げ(調整中))
NASA(衛星バス、マイクロ波放射計)

NASA: 米国航空宇宙局
NOAA: 米国海洋大気庁

3.1.3 雲エアロゾル放射観測衛星 (EarthCARE) 搭載雲レーダ(CPR)

目標 気候変動予測の主要誤差要因である、雲・エアロゾルについて3次元分布を観測し、相互作用を含めたその地球放射収支に関するプロセスを明らかにする

- EarthCARE 衛星
(欧州宇宙機関:ESA)
 - 総重量:約1.2 ton
 - 軌道:低軌道太陽同期準回帰軌道(高度450km,降交点地方通過時13:30)
- 搭載センサ
 - 雲プロファイルレーダー
[94GHzドップラーレーダー]
(JAXA、NICT共同開発)
 - 大気ライダー(ESA)
 - 多波長イメージャー(ESA)
 - 広域放射計(ESA)



雲レーダCloud Profiling RADAR(CPR)

- 計測高度範囲 -0.5 ~ 20km
- 垂直分解能 500m (サンプル100m)
- 地表面観測視野:650m (cross track)
- ドップラー計測範囲: -20 ~ +20 m/s

EarthCARE (Earth Cloud, Aerosol and Radiation Explorer)

3.2 地球温暖化・炭素循環変化観測システム

システム構築の考え方

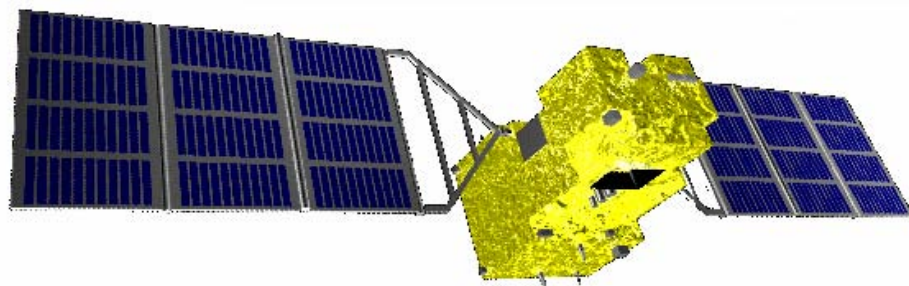
- 温室効果ガス(CO₂等)の全球濃度分布を観測するとともに、CO₂吸排出量の推定誤差を低減
- CO₂の国別吸排出量を評価できる技術基盤の確立
- 温室効果ガスのデータ取得、提供の長期継続と政策決定への情報提供

システム構築

- 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)の開発
- 温室効果ガス観測の継続的な実施を目的としたGOSAT後継機の開発
 - CO₂濃度・空間分布に関する精度の向上に必要な観測センサの開発(受動型光学センサの改良(高波数分解能化、高感度化)、能動型光学センサの研究(ライダー)等)

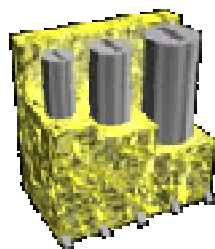
3.2.1 温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)

- 目標**
- 京都議定書第1約束期間(2008年～2012年)において、温室効果ガス(CO₂など)の全球濃度分布を1,000kmメッシュで測定する。(CO₂の精度目標;3ヶ月平均、相対精度1% (4ppmv))
 - CO₂吸収排出量の亜大陸規模(約7000kmメッシュ)での推定誤差(現状:炭素換算0.54GtC / 年)を半減する。
 - 国単位でのCO₂の排出量・吸収量を評価できる技術基盤を確立する。



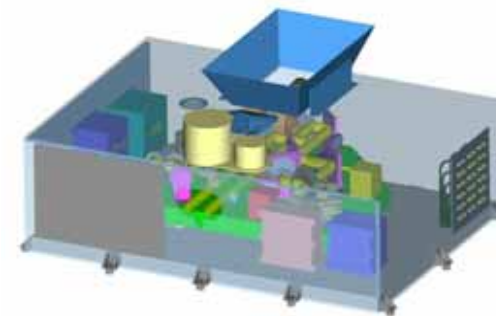
*) GOSAT計画は、環境省、国立環境研究所との共同ミッションである。

サイズ
 本体: 約2.6m × 2.4m × 3.7m
 パドル翼端間: 約13m
 質量: 1750kg
 発生電力: 4kw
 観測軌道: 高度666km
 軌道傾斜角98°
 寿命: 5年
 打上げ時期: 2008年8月頃
 打上げロケット: H-IIAロケット



雲・エアロソルセンサ: TANSO-CAI
 波長範囲

バンド1	0.38 μm
バンド2	0.67 μm
バンド3	0.87 μm
バンド4	1.62 μm

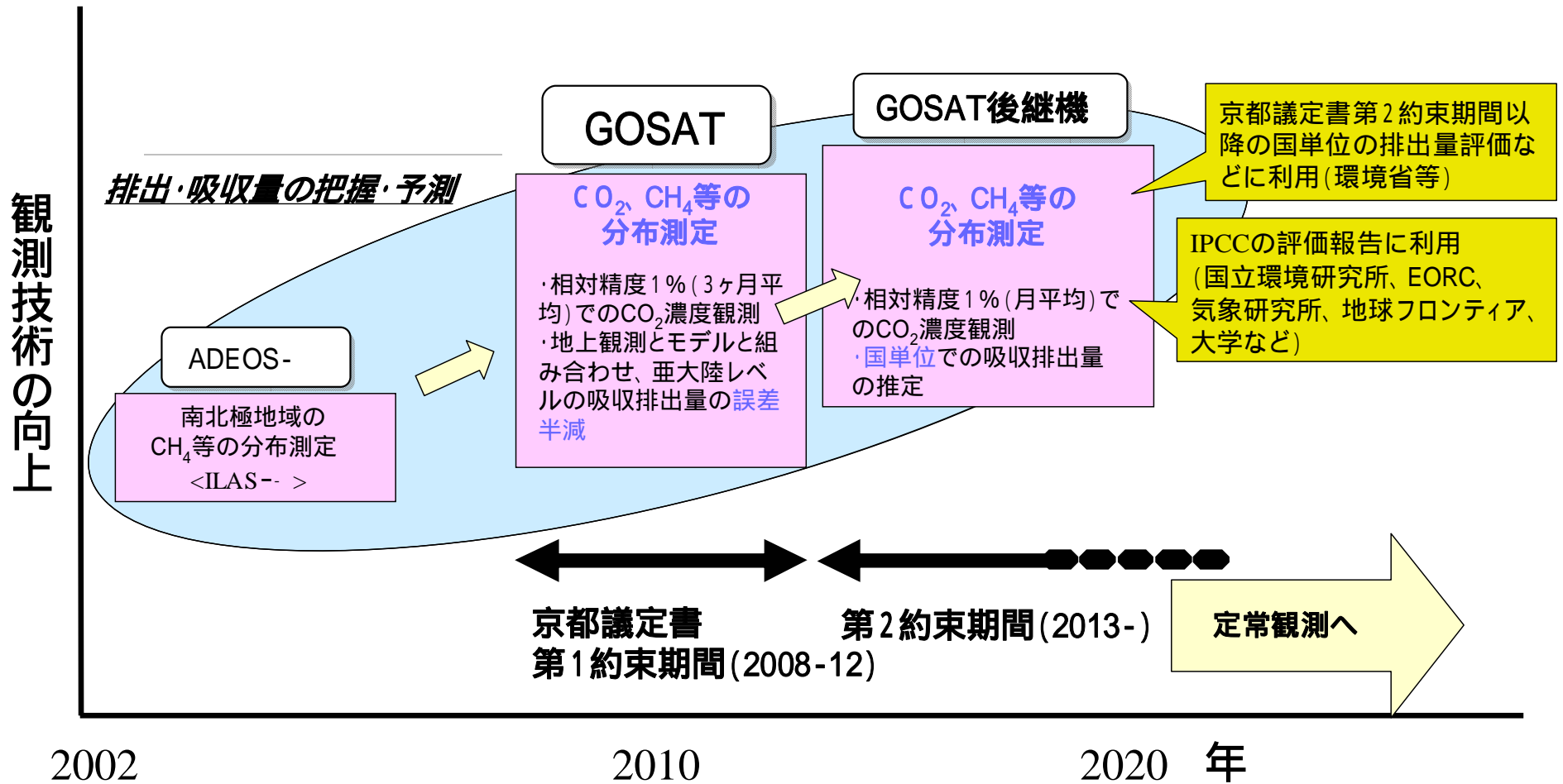


温室効果ガス観測センサ: TANSO-FTS
 波長範囲

バンド1	0.76 μm
バンド2	1.6 μm
バンド3	2.0 μm
バンド4	6-15 μm

分光分解能 0.2cm⁻¹

3.2.2 温室効果ガス観測技術衛星後継機



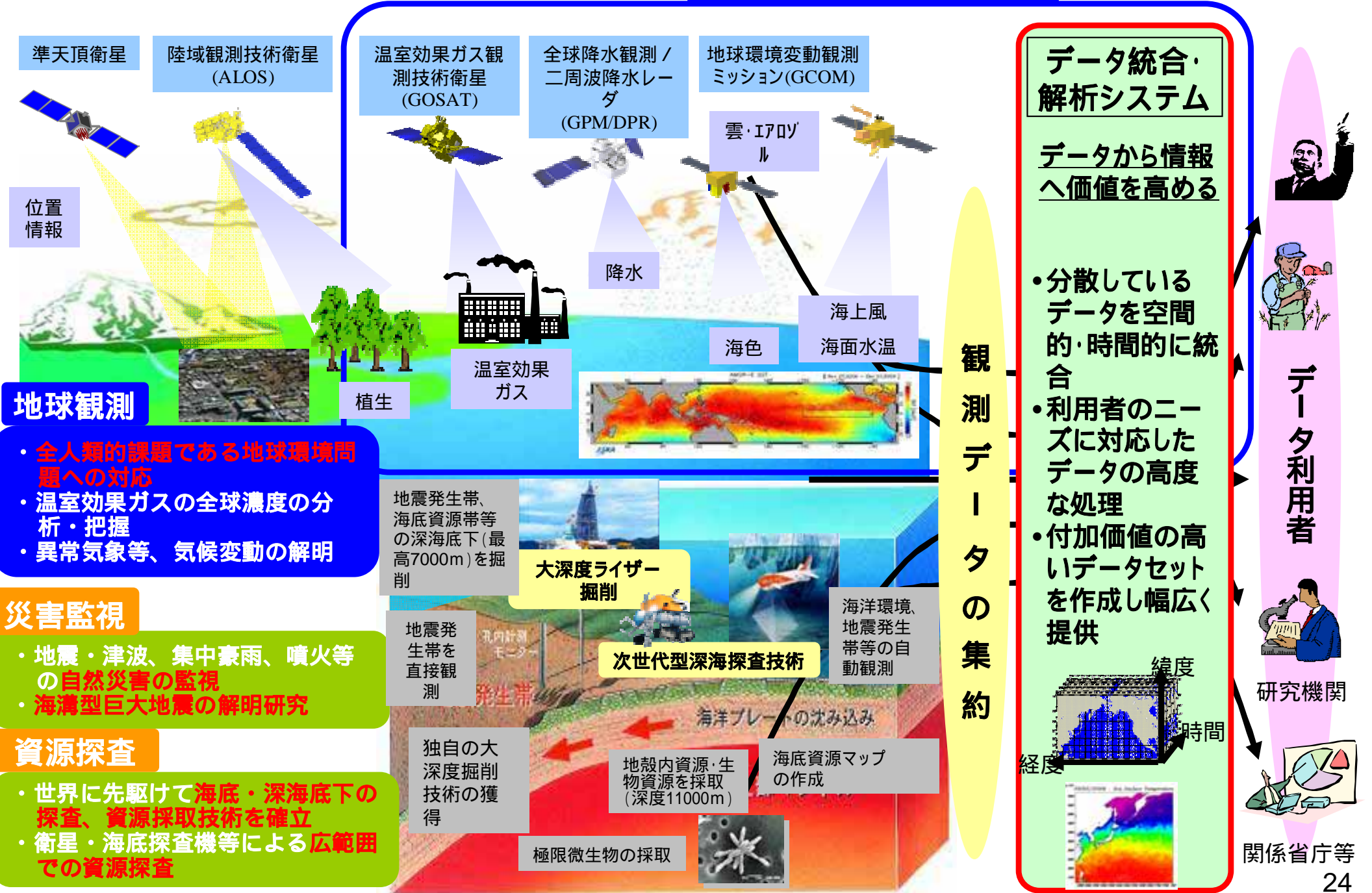
(注1) 宇宙開発委員会第1回GOSAT評価小委員会資料「温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT) プロジェクトについて」(平成16年8月10日、宇宙航空研究開発機構 / 環境省 / 国立環境研究所)より抜粋

(注2) 本ロードマップは、GOSATプロジェクト立ち上げ時に作成したものであり、GOSAT後継機への協力、データ活用方法については、現時点で環境省はコミットしていない。

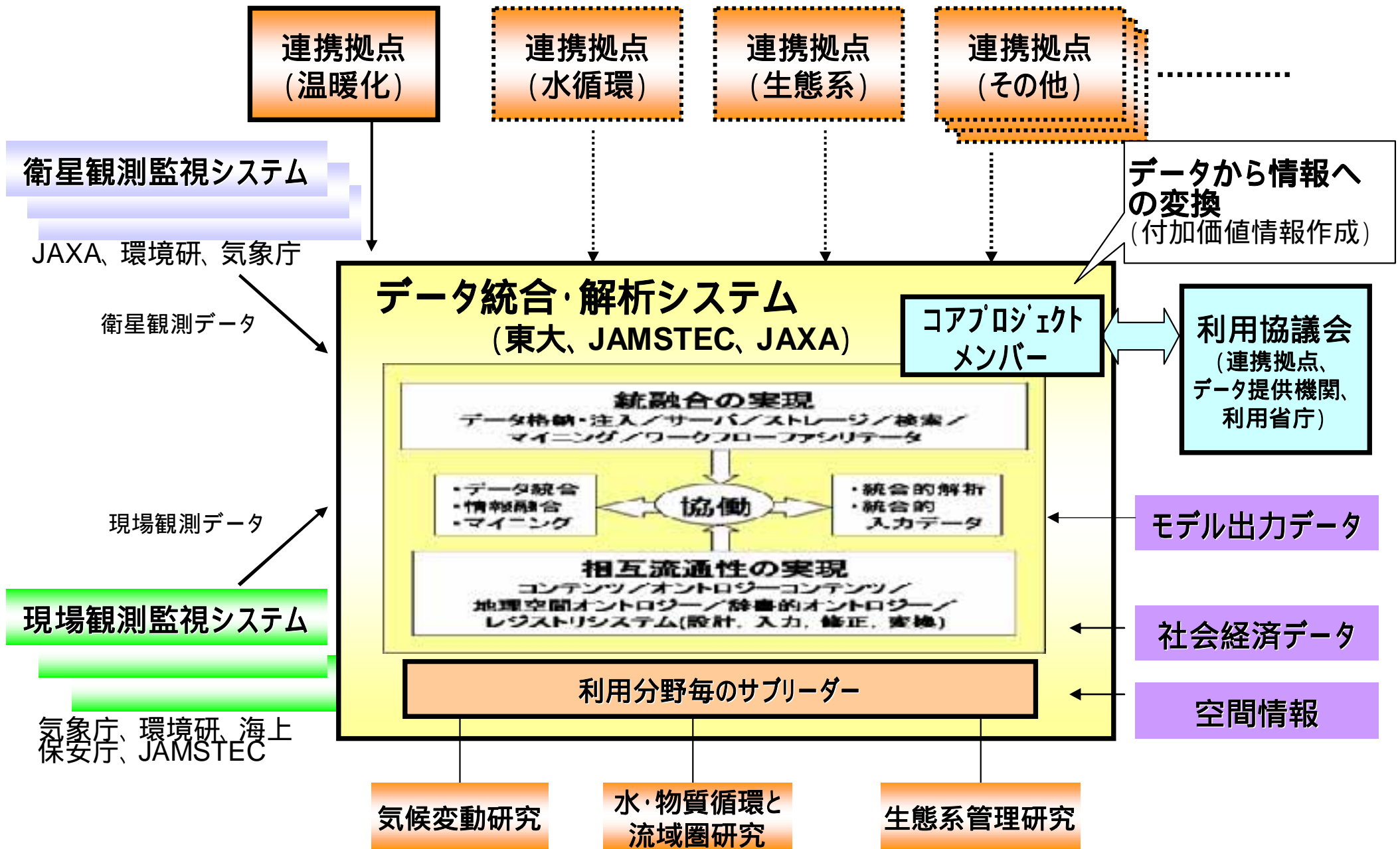
4. 地球観測データ利用(データ統合・解析システム)

海洋地球観測探査システム

地球環境観測プログラム



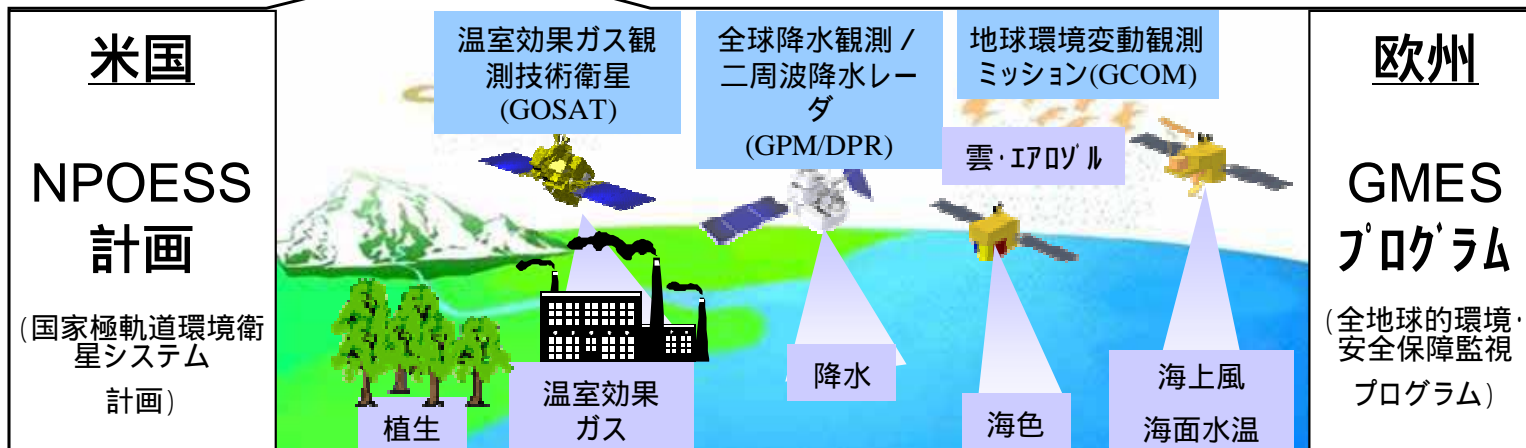
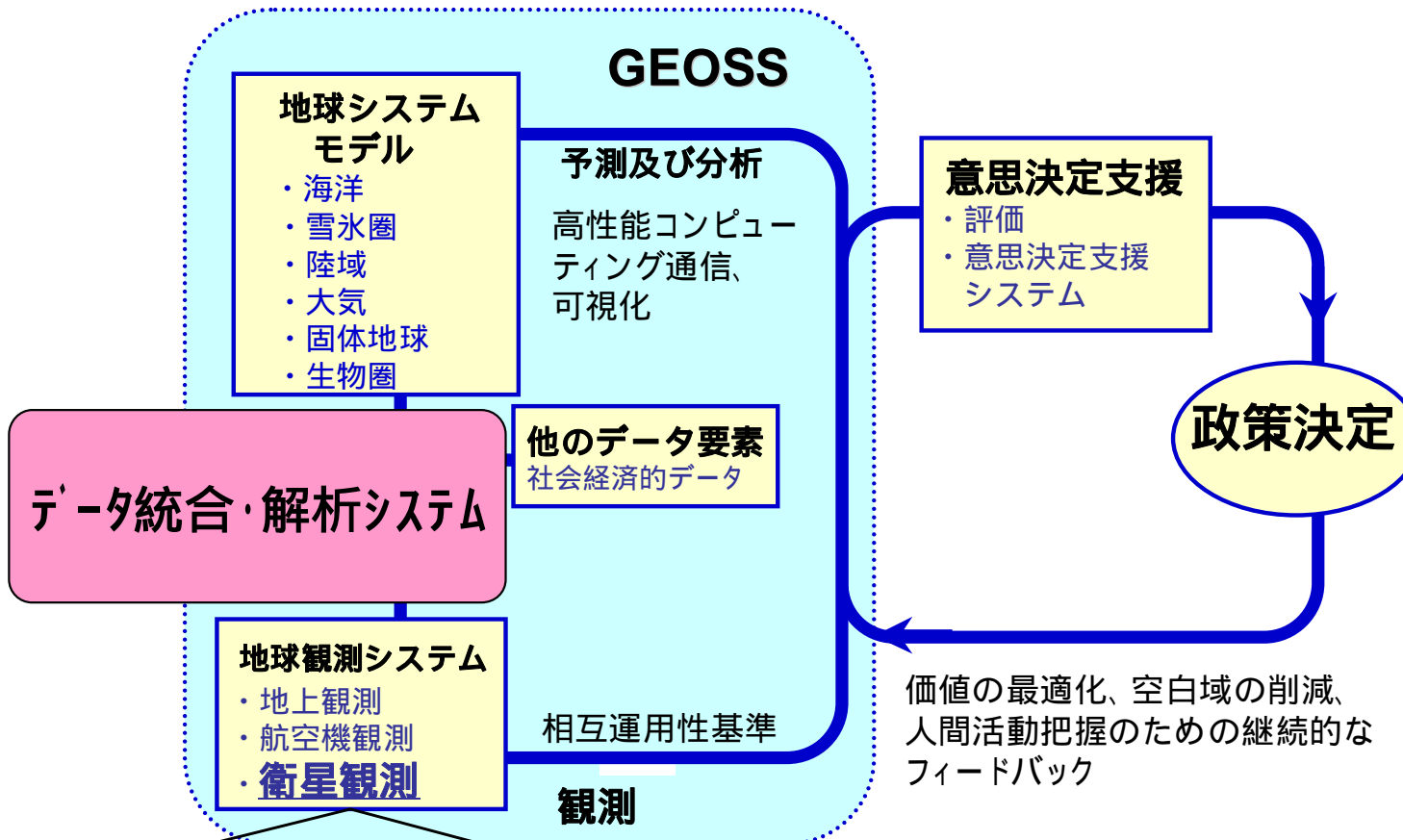
4. 地球観測データ利用 (データ統合・解析システムの枠組み)



5. 国際協力 (全球地球観測システム: GEOSS)

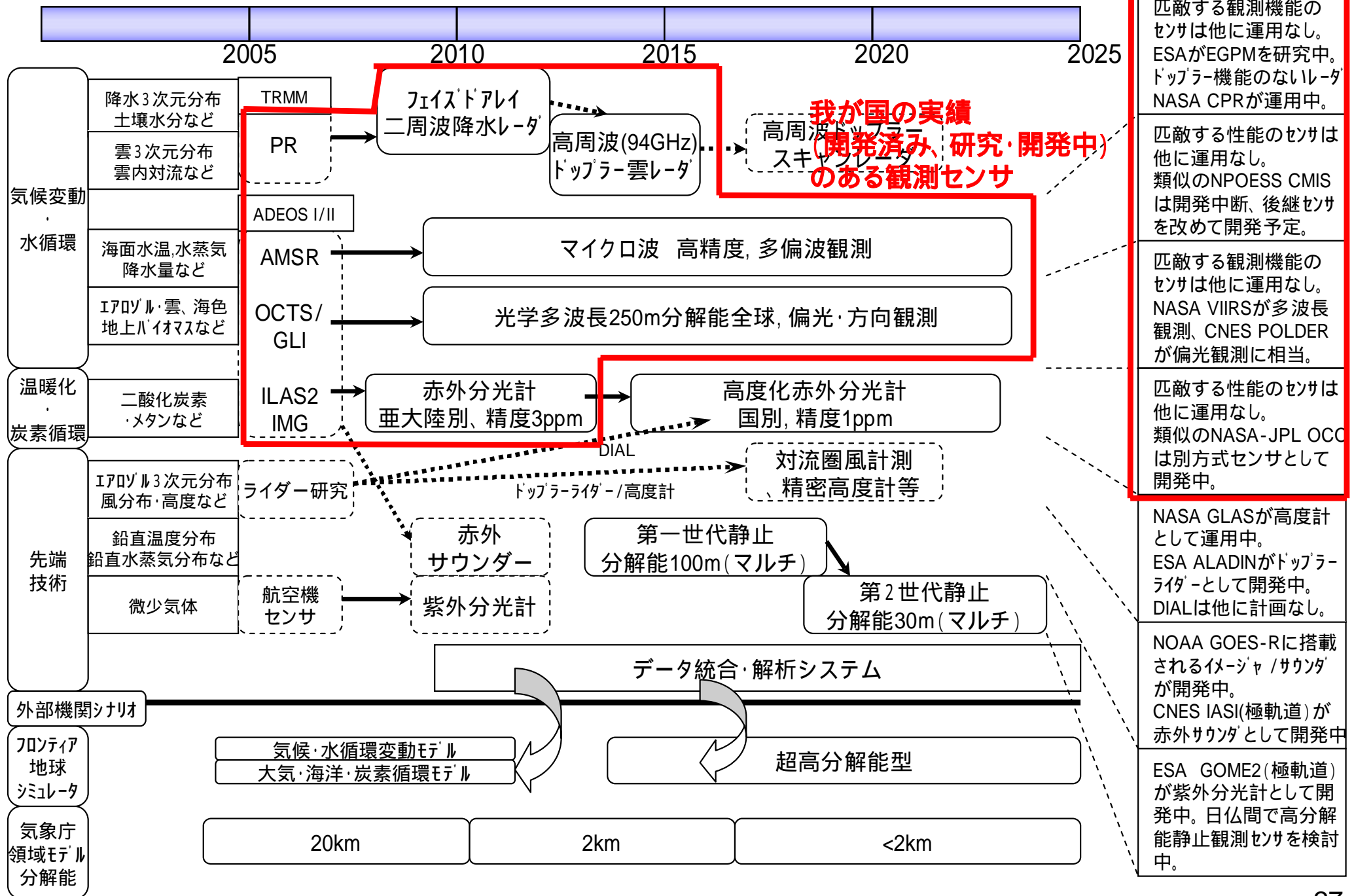
全球地球観測システム (GEOSS) 地球観測10年実施計画 (H17.2採択)

9つの社会利益分野



6. 今後の展開 (技術ロードマップ)

観測と予測を統合した地球環境観測技術ロードマップ



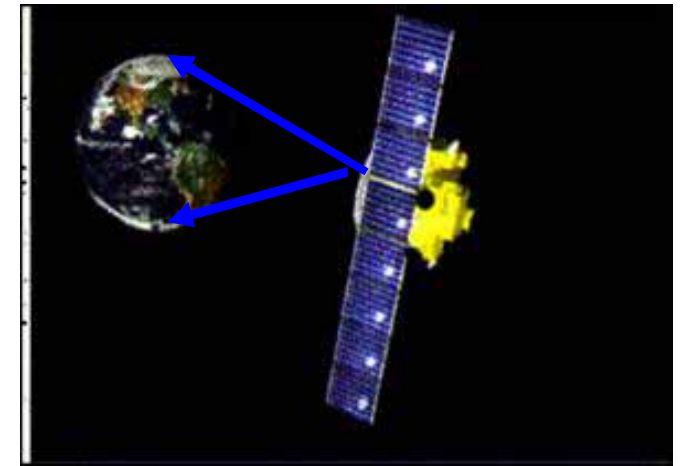
6. 今後の展開(先端技術開発の検討)

- 広域大気汚染常時監視センサの検討
 - 紫外可視分光計、紫外可視イメージャ
- 静止赤外センサの検討
 - 赤外分光計(赤外サウンダー含む)
- 静止地球観測衛星の検討
 - 衛星バス関連技術(高精度姿勢制御、高姿勢安定性等)
- 能動型光学センサの検討
 - ミー散乱ライダー、差分吸光ライダー、ドップラーライダー

紫外可視分光計
NO₂, SO₂, 対流圏O₃, など

紫外可視イメージャ
黄砂, エアロソルなど

赤外サウンダー
鉛直温度, 鉛直水蒸気など



ライダー
エアロソル3次元分布, 風分布など

米国の主な地球観測衛星計画

(静止衛星、商業用高分解能衛星は除く)

参考資料

現在 (2004)

2006-2009頃

2009以降

LANDSAT-7
陸域観測

衛星開発: NASA, 運用: 米国地質研究所 (USGS)

LDCM
陸域観測

LANDSAT Data Continuity Mission

注記の無い場合は開発機関が運用を実施

NOAA POSE
気象観測

Polar Orbiting Environmental Satellite

DMSP
気象観測

Defense Meteorological Satellite Program

Terra
大気、陸域、海洋

Aqua
大気、海洋、地表面

Aura
大気化学

EOS

WindSat/Coriolis
海上風速風向

TRMM
降水の構造

Tropical Rainfall Measuring Mission

QuikSCAT (海上風)

SeaWiFS (海色)

Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor

EO-1 (ハイパースペクトル)

ICESat (氷床・陸の高度)

SAGE III (対流圏エアロゾル)

Stratospheric Aerosol and Gas Experiment

GRACE (重力場)

Gravity Recovery and Climate Experiment

SORCE (太陽放射)

Solar Radiation and Climate Experiment

DLRと共同

JASON-1 (海洋循環)

CNESと共同

Calipso (放射ラッパ、大気状態)
Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations

CNESと共同

CloudSat (雲の構造)

OCO (二酸化炭素)
Orbiting Carbon Observatory

Aquarius (海水塩分濃度)

2009年

NPP
大気、海洋、陸域

NPOESS Preparatory Project

2013年~
NPOESS
気象観測
National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System

NPOESSはGPM副衛星の役割も果たす

JAXA他と共同

GPM
降水の構造、全球分布

Global Precipitation Measurement

凡例

NOAA

DoD

NASA

NPOESS計画 (National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System)

注:2006年6月8日「米国下院科学委員会公聴会」でのNPOESS計画変更案に基づく

- NPOESS C1, C2 + METOP (EUMETSAT) の計3機の衛星から構成される国際極軌道現業観測システム
- ほぼ4時間間隔の軌道(降交点地方時 9:30, 13:30, 5:30)に衛星を配置することにより、全球の気象状況の変動を網羅的に観測
- ダイレクトブロードキャストが行われ、無償で直接受信が可能となる予定
- 可視近赤外 (VIIRS)、マイクロ波 (CMIS代替センサ、ATMS)、赤外域 (CrIS) を観測する4つの主センサ(下表 * 印)と各種センサにより、地球環境に関するほとんどの観測カテゴリーを網羅
- 2006年(METOP)、2013年(C1),2016年(C2)より順次打上開始予定、但しC1にはCMIS代替センサは搭載されない
- 午前軌道はMETOP観測のみ、MODIS/GLIクラスのセンサ(VIIRS)は投入されない

NPOESS Payloads

NPOESS Instruments	NPOESS			METOP	NPP
	C2 0530	C1 0930	C1 1330	0930	(1330?)
<u>IPO Developed</u>					
Visible/IR Imager Radiometer Suite (VIIRS)*	X	X	X	X (AVHRR)	X
Cross-track IR Sounder (CrIS)*	←	X	X	X (IASI/HIRS)	X
Conical-MW Imager/Sounder (CMIS)* 代替センサ	X	X	C3のみ		
Ozone Mapper/Profiler Suite (OMPS)			X	X (GOME)	
GPS Occultation Sensor (GPSOS)			X	X (GRAS)	
Space Environmental Sensor Suite (SESS)			X	X (SEM)	
Aerosol Polarimetry Sensor (APS)		X			
<u>Leveraged</u>					
Advanced Technology MW Sounder (ATMS)*	←	X	X	X (AMSU/MHS)	X
ARGOS-Data Collection System (A-DCS)	X		X	X	
Search and Rescue (SARSAT)	X	X	X	X	
Earth Radiation Budget Sensor (ERBS)			X		
Solar Irradiance Sensor (TSIS)	X				
Radar altimeter (ALT)	X				
Advanced Scatterometer (ASCAT)				X	
Launch	2016		2013	Jul.2006予定	2009



* Critical instrument - Failure constitutes need to replace satellite

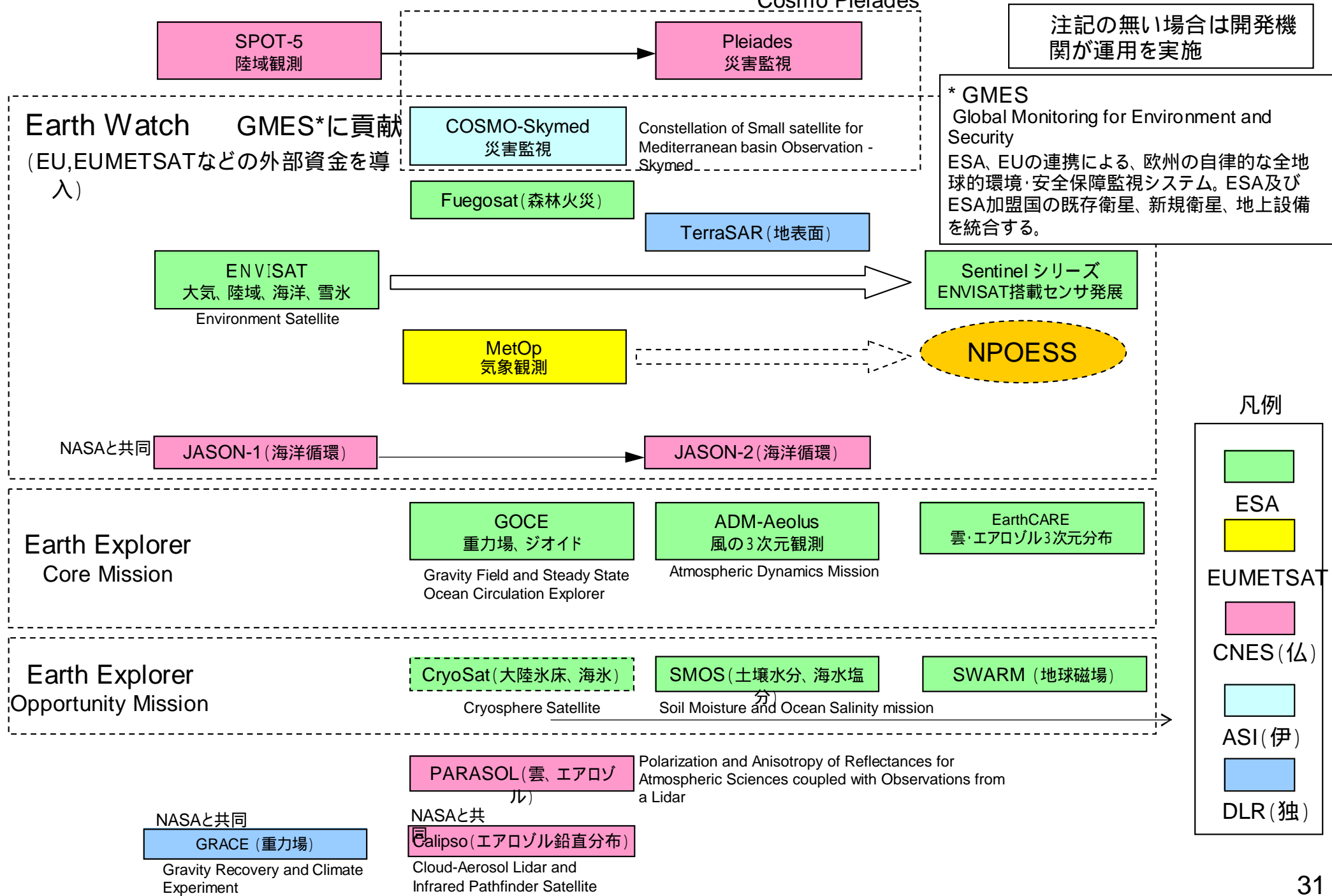
欧州の主な地球観測衛星 (静止衛星、商業用高分解能衛星は除く)

参考資料

現在 (2004)

2005-2007頃

2009以降



【質問番号 1 - 3】

【質問内容】

地球環境に役立つ衛星ですから、当然境界のない世界との連動も考えられます。日本のみの目標記載ではなく将来展望として、最終的な世界ネットワークでの着地点はどこになるのか、こうした事も記載すると意義が明確になります。

【該当箇所】推進4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

質問番号1 - 2で併せて回答いたします。

【質問番号 1 - 4】

【質問内容】

第2期の製造開始時点では、第1期の衛星の軌道上での作動実績を反映することは出来ない由ですが、それならば第2期の衛星も一括発注、一括生産した方がコスト的に相当有利になると思われませんが、そのような考え方は取れないものでしょうか？またコマーシャルミッションでは、設計変更する可能性の低いHigh Value ,Long Lead Time機器は一括発注してコストダウンを図ることが通常行われていますが、そのような方式をとることは考えられませんか？

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

GCOMについては、第一期のGCOM-W1とGCOM-C1について設計の共通化を実施することとし、コストの低減を図っています。

第二期衛星以降の衛星との共通化に関しては、第一期での開発実績、技術の進展、等を踏まえて検討することとしています。

一括で発注した場合、部品・材料の長期保管管理・寿命管理が必要になり、また、部品・材料の不具合時にメーカーの技術支援や代替品調達が困難となることがあります。さらには、第二期以降で機能・性能向上の要求があると、保管中の部品・材料が使用されない場合もあり、コスト増となる可能性があります。

【質問番号 1 - 5】

【質問内容】

GCOM-W1の目標のひとつである観測プロダクトについて一部のものについては前回の提示より精度が劣化しているのは何故か。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

ご指摘のとおり、昨年の小委員会で提示した資料から、いくつかの物理量については設定値を変更しております。GCOM総合委員会において専門家とユーザによる議論を継続し、最終的に現在の精度目標を設定いたしました。

添付のように、精度の定義を明確化したことによる精度規定の変更と、打ち上げ1年度に達成するリリース基準精度と5年後に達成する標準精度とを明確にわけたためです。

GCOM-W1標準製品の精度変更部分

プロダクト	精度(前回)		精度(今回)		変更理由	
	標準	目標	標準	目標		
輝度温度 (6周波帯・2偏波)	± 1.5K	± 1.0K ± 0.3K	± 1.5K	± 1.0K ± 0.3K	変更なし。	
地球物理量	積算水蒸気量	3.5kg/m ²	2.0 kg/m ²	± 3.5kg/m ²	± 2.0kg/m ²	変更なし。
	積算雲水量	0.05kg/ m ²	0.02kg/ m ²	± 0.05kg/m ²	± 0.02kg/m ²	変更なし。
	降水量	海上40-50% 陸上200%	海上20% 陸上100%	海上 ± 50% 陸上 ± 120%	海上 ± 20% 陸上 ± 80%	対象領域を「全球」から「熱帯～温帯」へ変更したことに伴い、特に陸域の精度設定を高くした。寒帯については研究プロダクトとして検討予定。
	海面水温	0.8	0.5	± 0.5	± 0.2	リリース基準精度導入に伴い標準精度を高く設定。目標精度は、定義を「緯度10°毎の1ヶ月平均バイアス値」と変更したため数値を変更。
	海上風速	1.5m s ⁻¹	1.0m s ⁻¹	± 1.0m/s	± 1.0m/s	リリース基準精度の導入に伴い標準精度を高く設定。
	海水密接度	10%	5%	± 10%	± 5%	変更なし。
	積雪量	20cm	10cm	± 20cm	± 10cm	変更なし。
	土壌水分量	5%	5%	± 10%	± 5%	全球データ精度検証の観点から検証領域の拡充を想定しており、より条件の悪い領域における検証達成精度を考慮して標準精度を低く設定。

- ・ 昨年の小委員会時点でTBCとしていた精度について、GCOM総合委員会において専門家とユーザによる議論を継続し、最終的に現在の精度を設定した。
- ・ 上の表に、標準精度および目標精度についての変更点とその理由をまとめた。
- ・ 上の表には示していないが、備考欄の注釈についても、より明確な表現になるよう修正を実施した。
- ・ 精度の値については、特に示さない限り瞬時値の二乗平均平方根誤差を表すこと、および「±」を明記した。

【質問番号 1 - 6】

【質問内容】

観測プロダクトの精度目標に関して今回新たに“リリース”と称する精度が付け加えられ、三段階となった。十分検討された上でのこととは思いますが、これらの三段階に対応できるようなグランドトゥース(真値との対応付け)の検証がどの程度可能なのか、その作業のストーリーの裏付けが、今回のプロジェクト提案説明の範囲内では、見出しにくい。

【該当箇所】推進4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

ご指摘の件につきましては、地球物理量にも依存いたしますが、総論としては以下のように考えています。以下、グランドトゥースデータを検証データと記述しています。

まず、評価期間の長さによる検証データの量と質の発展が挙げられます。

打上げ後約1年で評価するリリース基準精度については、打上げ後の初期チェックアウト期間、並びにデータ評価期間を考慮し、使用可能な期間の検証データを用いた評価を行います。

標準・目標精度については、5年後の評価時点までに蓄積される十分な量の検証データを用い、季節サイクルや長期トレンドまで含めた評価を実施します。

また、現業機関で取得される定常観測データ等と、GCOMのために実施する観測キャンペーン等による詳細観測データを併用する地球物理量もあります。多くの場合、初期には全球規模の総体的な精度を定常観測データにより評価し、続いて詳細な観測キャンペーンデータによって段階的に精度を上げていきます。

上記のように、評価期間に応じて変化する検証データの量・質・種類を考慮しつつ、各精度目標を設定しています。より詳細な検証内容については、校正検証計画書を作成して実施していく予定です。

評価項目 2 (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 2 - 1】

【質問内容】

AMSR2 受信部開発に関する質問

高周波用部品が代替品となること、また、7.3GHzという新規周波数帯もあることから、全ての周波数帯について、試作評価が行われていることは、妥当と考えます。受信部に関して、質問があります。AMSR-Eにおいて軌道上で起こった受信機の不具合に対応して、AMSR2 受信部の開発では、どのような対処方針が取られているのでしょうか。地上での試験段階では現れず、軌道上で、時間の経過と共に発生する現象である場合には、特別な注意が必要と思われるます。

Ref. 例えば、JAXA からの AMSR-E 運用結果報告 (平成 17 年 8 月、宇宙開発委員会) に 89GHz A 系 V 偏波受信機出力低下、および、89GHzA 系受信機出力異常、という軌道上不具合が述べられている。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

AMSR-Eの軌道上運用中に発生した89GHzA系V偏波受信機出力低下は、受信機の検波回路に使用された2式1組の検波ダイオードの特性変化が原因であると結論付けています。AMSR2では、本不具合への対策として、検波ダイオードの代替品を以下の方針で選定し、特性差の小さい2式のダイオードを検波器に使用します。

- ・可能な限り同一ウエハ上チップを使用する。
- ・ダイオードの直流特性を測定し、特性が近いものを使用する。

なお、フロントローディングにおいて、代替品の候補として選定した2品種の検波ダイオードをペアとして6組ずつ調達し、電気特性試験及び経年変化特性試験を実施しています。試験の結果、特性差が小さい品種を選定済みであり、フライト品に関しても、本品種をマッチドペアとして調達する方針です。

AMSR-Eの軌道上運用中に発生した89GHzA系受信機出力異常は、海外調達品である89GHzA系受信機内のガン発振器(ガンダイオードを発振器とする局部発振器)の故障が原因の1つとして絞り込まれており、品質管理上の問題があったことが明らかになっています。AMSR2では、コンポーネント製造メーカーの調達している部品や製造プロセスまでを設計審査等で確認し、内在する不具合を製造前に予防するとともに、品質管理に必要な記録を残すように要求していく方針です。

【質問番号 2 - 2】

【質問内容】

AMSRの冗長設計はどのようになっていますか？機構系、センサ系（Detectorおよび Proximity Electronics）データ処理系，電送系別に説明して下さい。

【該当箇所】推進4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

AMSR2では設計寿命を5年としており、AMSR-Eの3年から延長しています。そのため、従来（AMSR、AMSR-E）では単一故障点であった、モーメントムホイール、7GHz帯受信機、センサユニット信号処理部インタフェース回路を、AMSR2では冗長化し、5年での信頼度を3年でのAMSR-Eと同等としています。実績のあるAMSR、AMSR-Eの設計を踏襲できる範囲内で最大限の冗長化を行いました。
系別の冗長設計は以下の通りです。

機構系

アンテナ部：非冗長
展開機構部：非冗長（火工品ラインは冗長）
アンテナ回転駆動機構：非冗長
アンテナ回転駆動回路：冗長
モーメントムホイール：冗長（AMSR2で冗長系追加）
質量中心調整機構：非冗長

センサ系

受信部：非冗長（但し、7GHz帯の6.9GHz受信機と7.3GHz受信機（AMSR2で追加）は機能冗長、89GHzは冗長）
受信部は6周波数帯で各々独立したコンポーネントとなっており、1つの故障が他の周波数に波及しない設計となっている。
受信機電源：冗長

データ処理系

センサユニット信号処理部：部分冗長（制御ユニット信号処理部とのインタフェース回路、AMSR2で追加）
制御ユニット信号処理部：冗長

電力分配部、その他

電力分配部：非冗長（単純な電力分配機能で、電圧変換等の能動的な回路は無し。）
校正部：非冗長
ヒータ制御部：制御回路電源部のみ冗長

【質問番号 2 - 3】

【質問内容】

海外衛星メーカーは衛星バスシリーズを非常に重視しており、同一設計のバスをシリーズ化して、設計、製造上のHeritageを保つことによって衛星の信頼性向上とコストダウンを図っています。また新しい衛星の受注に際しては、そのHeritage設計からどのような変更が行われているかの説明が重要な要素となっています。更に国として、衛星では無く、衛星バスの開発を推進している例も多く見られ、衛星分野の発展のためには信頼の高い低コストの衛星バスを作り上げることが重要です。GCOMプログラムでは6個の衛星を開発する計画となっていますが、衛星バスの設計乃至は共通性に対する考え方はどのようになっていますか？またGCOM-W1の衛星バスは、Heritage衛星バスからの設計変更点は具体的にどのようになっていますか？

【該当箇所】 推進4 - 2 - 2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

GCOM-W1の衛星バスの設計及び共通性に対する考え方は、以下の通りです。

・従来技術の活用

信頼性向上、コスト低減、開発期間短縮を図ることを目的に、バス系機器毎の技術成熟度の分析結果に基づいてALOS等のフライト実績、SELENE、WINDS、GOSAT等の開発実績のある技術を採用しました。また、海外から調達する機器は実績のある既製品とし、新規開発技術はありません。

・共通化

GCOM-W1の衛星バス構体、機器及び機器レイアウトについては、GCOM-C1との共通化を考慮して設計を進めました。その結果、バス系機器の80%以上(42/50品種)を共通化し、互換性を有しています。共通化されない機器は、ミッション機器の変更によるミッションデータ処理系のコンポーネント(データレート増加による符号化器、データレコーダ、送信機)が中心です。

また、バス構体にトラス構造のミッション構体を取り付け、ミッション機器を搭載する方式としています。従って、GCOM-C1のSGLI(多波長光学放射計)のみならず、その他のミッション機器も搭載可能で、GCOMシリーズ以外のミッションにも対応できる共通化バス設計としました。

この衛星バスは、平成17年3月の宇宙開発委員会推進部会で報告した通り、できる限り既存技術(ALOS、SELENE、GOSAT等)を活用するとともに、太陽電池パドル系及び電源系を含めて最大限の冗長化を図り、信頼性の確保を優先させています。これらにより、将来的にも使用可能な中型衛星バスとしています。

GCOM-W1の衛星バスは、Heritage衛星バスからの主な設計変更点は具体的に以下の通りです。

- ・ミッション要求の変更による設計変更

ALOS、SELENEで実績のあるミッションデータ処理系（符号化器、データレコーダ）を、AMSR2のミッションに合わせて変更しています（動作周波数、記録再生方法等）。

- ・部品の廃品種による設計変更

ALOS、SELENE、WINDS 等で実績のあるテレメトリコマンド系計算機、姿勢軌道制御系計算機等を代替部品に置き換える変更を行っています。

【質問番号 2 - 4】

【質問内容】

リモートセンシングミッションでは、衛星と共に地上インフラの整備が重要であることは論を待ちません。従来、衛星からデータはドンドン送られてくるのに、地上のデータ処理が追いつかなかったとの噂を耳にしたこともあります。現状、地上インフラはどのようになっているのでしょうか？また、今後の課題と整備計画は明確になっていますか？

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

・地上系システムは以下の3つから構成されます。

- 追跡管制システム

コマンド立案、コマンド運用、追跡、測距、衛星の状態監視などの機能をもつ。

- ミッション運用系システム

ミッション機器の観測計画立案、ミッションデータのダウンリンク、データ処理、データ・プロダクトのアーカイブ、ユーザサービスなどの機能を持つ。

- 利用研究系システム

処理アルゴリズム開発、校正検証、応用研究の機能を持つ。

・追跡管制システム、ミッション運用系システム、利用研究系システムいずれも、これまでの衛星で実績のある設備（受信設備、地上ネットワーク等）、AMSR、AMSR-Eで実績のある技術（データ処理、処理アルゴリズム開発、校正検証等）を活用します。

尚、「従来、衛星からデータはドンドン送られてくるのに、地上のデータ処理が追いつかなかった」、とのことですが、地上の設備で使用する計算機の能力が向上しておりますので、現在運用されている衛星も含めて、データ処理が追いつかないことはありません。

・GCOMで新規の開発は、従来の衛星では筑波にあった追跡管制系の衛星運用に関する計画立案機能と、EOC(鳩山)にあったミッション運用に関する2つの計画立案機能を統合・一元化した機能を持つ設備（設置は筑波）です。これまでの機能の整理・統合が開発要素ですが、リスクは小さいと考えています。これにより、筑波とEOCのI/Fに係る作業が不要となり、衛星運用の簡素化、信頼性向上が図れます。

・平成19年度は地上設備の概念検討を実施しており、整備計画は明確になっています。開発の予算が認められれば、平成20年度から開発に着手します。

【質問番号 2 - 5】

【質問内容】

現時点では取得が困難なデータ及びプロダクトも視野に入れた新しいセンサ開発に関し、本衛星に相乗りで搭載して試験をするか、別途小型試験衛星で実用化テストを行う等の方法を考えてはどうか。

【該当箇所】推進4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

GCOMミッションは長期間のデータ継続性が要求されていることから、第2期以降のGCOM-Wではコアセンサの変更は予定していません。

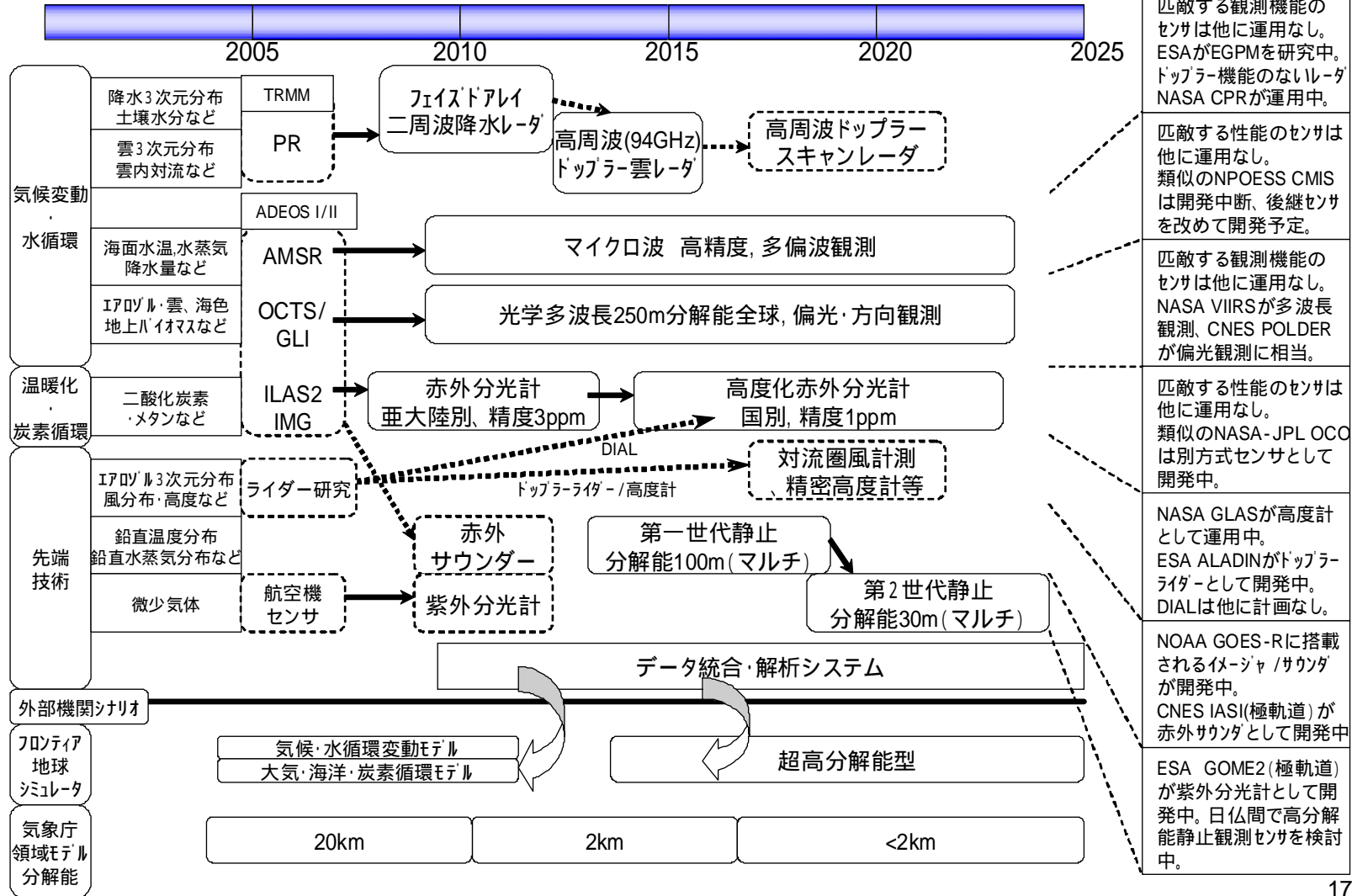
AMSR2では取得が困難なデータ、AMSR2を補完するデータの取得を目的としたセンサ開発や研究はJAXA内別プロジェクトにおいて既に進めています。2周波の降雨レーダ、雲プロファイリングレーダで、海外の衛星に搭載する計画です。その他、研究を進めている観測センサ技術は平成18年7月27日の宇宙開発委員会計画部会でJAXAから報告をいたしました(当該のP.17及びP.18を添付します)。これらの新規研究センサをGCOM-W1に相乗りで搭載して試験をすることはスケジュール的に厳しいです。

また、一般に新しいデータを取得するセンサは、大型のアンテナや光学系等が必要となり、小型試験衛星には搭載が困難です。例えば、AMSR2では、分解能向上のために、アンテナ径をAMSR-Eの1.6mから2.0mに変更しています。

JAXAの小型試験衛星計画では、現在、SDS-1に高性能部品や小型高機能通信機等の搭載を予定しています。これらの技術は、高機能・高性能の観測センサ及び観測衛星にも必要となるものです。また、センサの要素技術のうち、SDS-1以降の小型試験衛星に搭載が可能かつ事前検証が必要なものについて並行して検討を進めているところです。

6. 今後の展開 (技術ロードマップ)

観測と予測を統合した地球環境観測技術ロードマップ



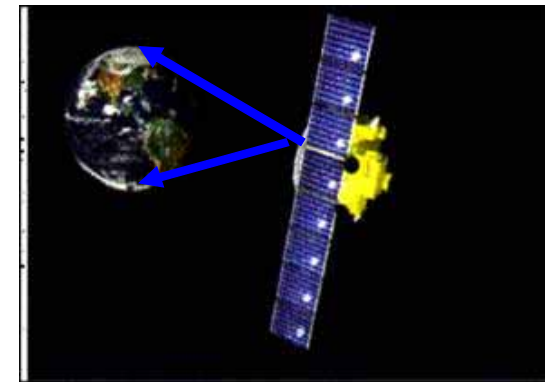
6. 今後の展開 (先端技術開発の検討)

- 広域大気汚染常時監視センサの検討
 - 紫外可視分光計、紫外可視イメージャ
- 静止赤外センサの検討
 - 赤外分光計(赤外サウンダー含む)
- 静止地球観測衛星の検討
 - 衛星バス関連技術(高精度姿勢制御、高姿勢安定性等)
- 能動型光学センサの検討
 - ミー散乱ライダー、差分吸光ライダー、ドップラーライダー

紫外可視分光計
NO₂, SO₂, 対流圏O₃, など

紫外可視イメージャ
黄砂, エアロゾルなど

赤外サウンダー
鉛直温度, 鉛直水蒸気など



ライダー
エアロゾル3次元分布, 風分布など

評価項目 3（体制）に関連する質問

【質問番号 3 - 1】

【質問内容】

P44 「実利用・利用実証」と「科学研究」の位置を上下入れ替えるべき。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2 P 4 4

【回答者】 J A X A

【回答内容】

位置を入れ替えました。添付をご参照ください。

7.3 実施体制 利用研究機関との関係

分野	利用目的	利用機関	衛星	利用概要	調整状況
科学研究	気候変動研究	気象庁、千葉大学環境リモートセンシング研究センター、名古屋大学水循環研究センター、東海大学情報技術センター、地球環境フロンティア研究センター、東京大学気候システム研究センター、水産総合研究センター等	GCOM-W/C	気候変動や水循環変動研究 ・気候数値モデルの高度化 ・長期変動の予測精度向上 ・植生指数、土壌水分の長期変動把握 ・海洋の低次生態系変動予測モデルや魚モデルの開発	研究機関と調整中 (気象庁、千葉大学環境リモートセンシング研究センター、名古屋大学水循環研究センター、東海大学情報技術センターはAMSR関連での共同研究実績あり)
実利用・ 利用実証	気象予報	気象庁	GCOM-W	・数値天気予報 ・台風中心位置決定 ・全球日別海面水温解析 上記を用いた海洋の健康診断表やエルニーニョ監視	共同研究準備中 (AMSR-Eデータ利用中)
	漁海況情報、水産資源管理	水産総合研究センター 漁業情報サービスセンター(JAFIC)	GCOM-W/C	・水産試験場、漁業者向け漁海況情報データ配信 ・漁場探査、水産資源管理	水産総合研究センター：利用計画について調整中 JAFIC：協定に関して調整中(AMSR-Eデータ利用中)
	海況環境管理、海水速報	海上保安庁	GCOM-W/C	・東京湾モニタリング(赤潮・青潮状況把握) ・冬季海水速報	共同研究準備中 (AMSR-Eデータ利用中)
	気象予報	米国海洋大気庁(NOAA)	GCOM-W	・気象予報、ハリケーンモニタ等	利用計画について調整中 (AMSR-Eデータ利用中)

【質問番号 3 - 2】

【質問内容】

P38,43,45 「データ利用」について明確になるようにまとめる。

【該当箇所】 推進4 - 2 - 2 P 3 8、4 3、4 5

【回答者】 J A X A

【回答内容】

ご指摘のページについて以下のように検討・修正を行いました。(添付をご参照ください)

・38ページ

GCOM利用研究系システムは、プロダクトを算出するアルゴリズム開発、プロダクトの校正・検証、ならびに応用研究を実施するJAXA内部の体制・システムです。内部での研究実施に加え、GCOM総合委員会、ならびにその中に構成する予定のサイエンスチームの幅広い協力を得て実施するため、38ページの図にこの関係を追記しました。

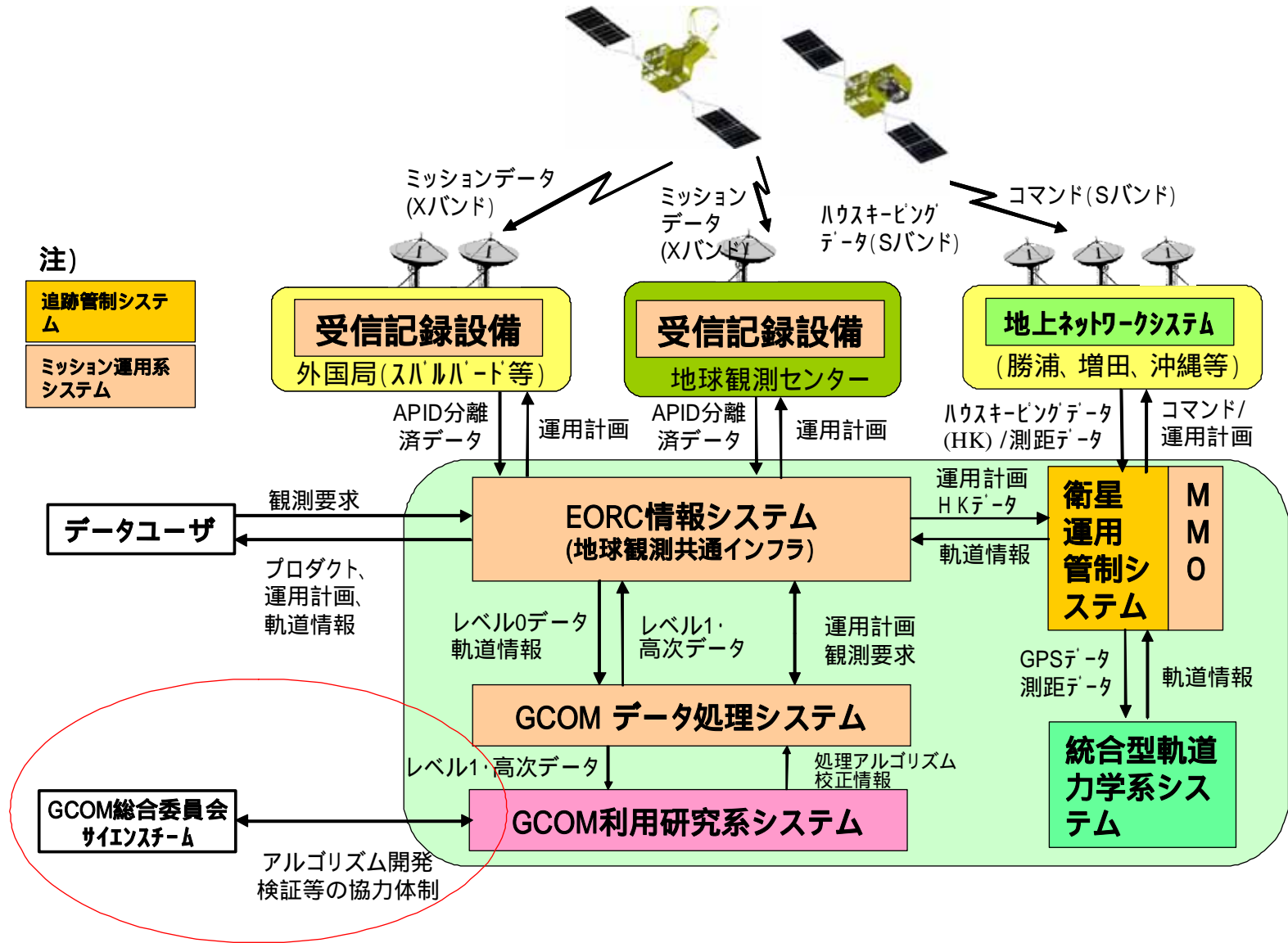
・43ページ

研究公募で構成する予定のサイエンスチームは、GCOM総合委員会の元で活動を行います。GCOM総合委員会は利用機関や研究者の代表から構成され、ミッション要求に関する調整等を効率的に行う窓口となります。

・45ページ

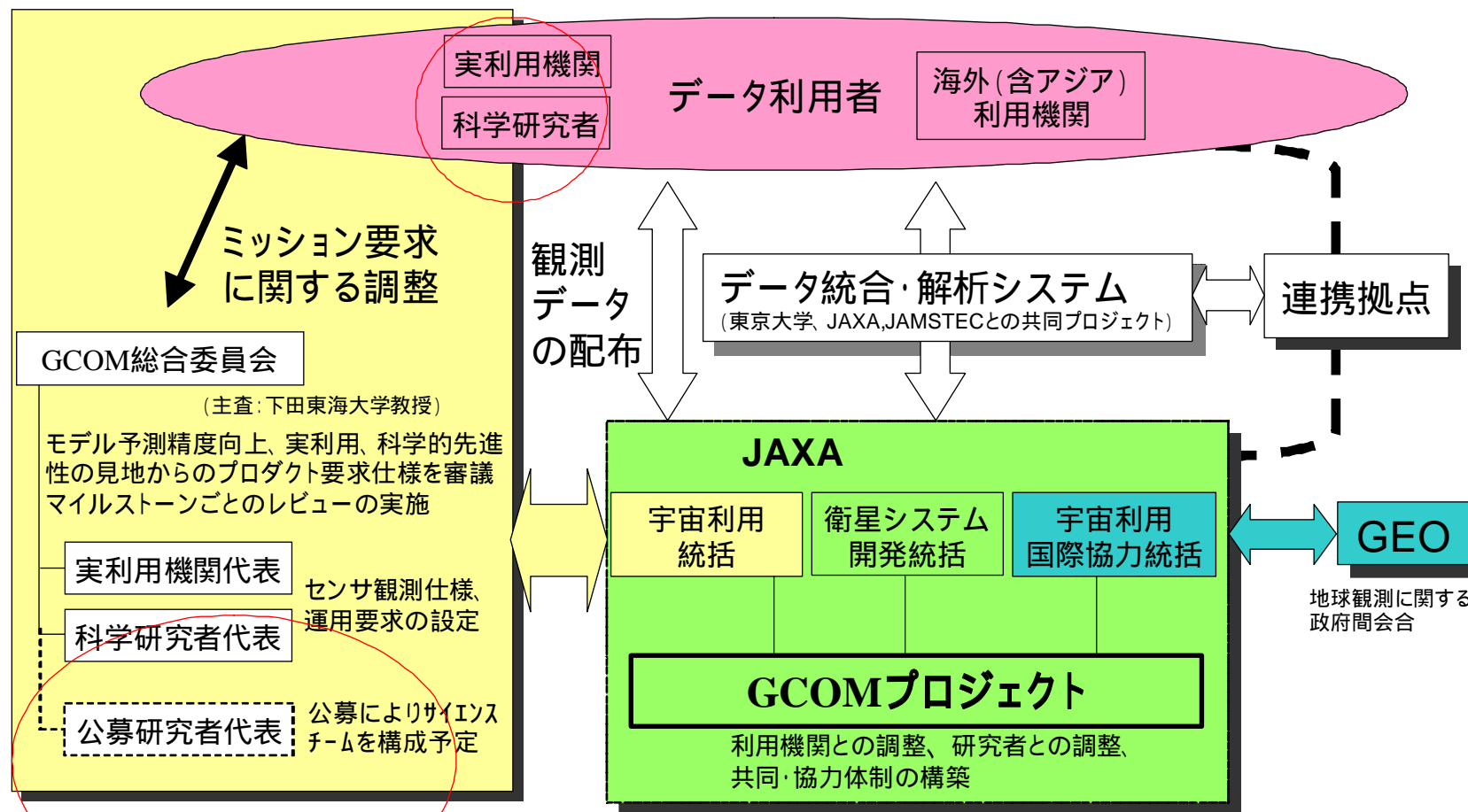
本ページはJAXA社内体制を示しており、「利用研究系プロジェクト」は前述の利用研究系システムを運用する社内体制です。本ページには外部との関係を示していませんので、修正は行いませんでした。

6.4 地上システム



7.3 実施体制

外部機関との関係



【質問番号 3 - 3】

【質問内容】

観測センサはJAXAが別途開発し、・・・(P47)となっているが要求元と、より緊密な開発体制を構築することは考えられないか。

【該当箇所】 推進4 - 2 - 2

【回答者】 JAXA

【回答内容】

開発の初期段階では、ミッション要求、センサの機能・性能、プロダクトの精度等に関しては、利用機関、研究者等のユーザの代表であるGCOM総合委員会で調整して決定しました。

開発研究段階では、決定したセンサの機能・性能、プロダクトの精度等に関する仕様を信頼性、品質を確保してハードウェア、ソフトウェアでどのように実現するかの作業を、JAXAが担当企業と協力して実施しています。主要なマイルストーンである設計確認会や審査会にはGCOM総合委員会の代表者にも参加していただき、また、GCOM総合委員会でJAXAから進捗の報告を適宜行うことにより、ミッション要求に沿った開発が行われていることを確認していただいています。

開発段階以降後も、審査会等でのユーザ代表者の参加、GCOM総合委員会でJAXAからの報告等を行うことにより、ユーザとの緊密な体制を維持して開発を進めていきます。

観測センサは、衛星システムに先駆けて、担当企業を選定してフロントローディングを実施しています。センサの開発完了後に、担当企業及び契約が異なる衛星システムに支給し、衛星システム側でシステムインテグレーション、システム電気試験・環境試験を実施します。

尚、高機能・高性能の観測センサについては、複数のユーザから幅広い要求があり、それを取りまとめ開発することは容易ではないため、観測センサをユーザ自ら開発するケースは多くありません。

【質問番号 3 - 4】

【質問内容】

GCOM-W1の開発資金の低コスト化の検討は評価できる。しかしながら、今回算出され20億円の削減が最大限の努力による結果なのか、もう少し適切な説明がほしい。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

昨年(平成18年)の推進部会で提示した衛星開発費「約200億円」は、過去のJAXA地球観測衛星の実績をもとに見積もったものです。その後、概念設計をまとめて、担当企業を選定し、予備設計を実施して衛星システムのベースラインを固めました。その過程で、機器毎の技術成熟度の分析を行い、その結果に基づいてフライト実績、開発実績のある技術を可能な限り採用し、設計・解析や開発モデルの製作等に関するコストを削減しました。最大限の努力の結果、20億円の削減の見通しが得られました。

【質問番号 3 - 5】

【質問内容】

実施体制の中で、利用研究機関との協力関係は重要であると思われるが、現状の調整状況がいずれも、準備中あるいは調整中となっており、具体的な状況がつかめない。調整はもっと早い段階から進めるべきものではないか。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

6月5日の推進部会資料4-2-2のP.44に記載のある利用機関の多くは、みどり 搭載 AMSR、Aqua 搭載 AMSR-E のデータ使用実績を有するユーザであり、現在も AMSR-E のデータを利用しています。資料中で「準備中」、「調整中」としているのは、GCOM-W1/AMSR2 としての共同研究契約、協定を締結していないためです。これまでの実績を踏まえて、今後詳細に調整を行い、利用機関との共同研究契約、協定を締結する予定です。

尚、AMSR、AMSR-E を利用している機関が明確となるように、添付の通り P.44 の資料を修正しましたのでご確認ください。

7.3 実施体制 利用研究機関との関係

分野	利用目的	利用機関	衛星	利用概要	調整状況
科学 研究	気候変動研究	気象庁、千葉大学環境リモートセンシング研究センター、名古屋大学水循環研究センター、東海大学情報技術センター、地球環境フロンティア研究センター、東京大学気候システム研究センター、水産総合研究センター等	GCOM-W/C	気候変動や水循環変動研究 ・気候数値モデルの高度化 ・長期変動の予測精度向上 ・植生指数、土壌水分の長期変動把握 ・海洋の低次生態系変動予測モデルや魚モデルの開発	研究機関と調整中 (気象庁、千葉大学環境リモートセンシング研究センター、名古屋大学水循環研究センター、東海大学情報技術センターはAMSR関連での共同研究実績あり)
実利用 ・ 利用 実証	気象予報	気象庁	GCOM-W	・数値天気予報 ・台風中心位置決定 ・全球日別海面水温解析 上記を用いた海洋の健康診断表やエルニーニョ監視	共同研究準備中 (AMSR-Eデータ利用中)
	漁海況情報、水産資源管理	水産総合研究センター 漁業情報サービスセンター(JAFIC)	GCOM-W/C	・水産試験場、漁業者向け漁海況情報データ配信 ・漁場探査、水産資源管理	水産総合研究センター：利用計画について調整中 JAFIC：協定に関して調整中(AMSR-Eデータ利用中)
	海況環境管理、海氷速報	海上保安庁	GCOM-W/C	・東京湾モニタリング(赤潮・青潮状況把握) ・冬季海氷速報	共同研究準備中 (AMSR-Eデータ利用中)
	気象予報	米国海洋大気庁(NOAA)	GCOM-W	・気象予報、ハリケーンモニタ等	利用計画について調整中 (AMSR-Eデータ利用中)

評価項目 4（リスク管理）に関連する質問

【質問番号 4 - 1】

【質問内容】

JAXAはこれまで多くの衛星を打上げ、また種々の実績を上げると共にトラブルも経験して来ましたが、Lesson-Learnedはどの部門が統一的に纏め、どのような形でその後のプログラムに反映してきていますか？また、反映されていることはどの部門がどのように確認するシステムとなっていますか？

【該当箇所】推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

過去の不具合（地上での製造・試験、軌道上運用）や教訓は、安全・信頼性推進部が統一的にまとめ、維持管理しています。特に重要かつ他プロジェクトに水平展開が必要な不具合については、安全・信頼性推進部が信頼性技術情報としてまとめて、各プロジェクト、宇宙関連各社に通知し、各プロジェクトが反映要否を検討し、必要な場合に反映する仕組みとしています。

詳細は以下の通りです。

（1）過去の不具合等の反映

不具合情報システム

地上開発時および軌道上運用で発生し処置されたもの全てをデータベース化し、Web上で閲覧、検索可能としている（JAXA職員は全て、各社は自社分）。

信頼性技術情報

ロケット、衛星の重要不具合をJAXA内および宇宙関連メーカーに通知している。尚、サブシステムやシステムでの審査会（PDR、CDR、PQR）において、信頼性技術情報の不具合の反映の要否、必要な場合の対処の妥当性を審査している。

教訓集等

諸外国の不具合事例、JAXA開発経験者の教訓（成功事例を含む）をデータベース化し、JAXA職員に公開している。また、開発が終了したプロジェクトの反映・教訓を技術資料化し、後続プロジェクトに反映している。

（2）最新のリスク情報の共有・水平展開

リスク管理会議等

宇宙利用推進本部内の全プロジェクト及び関連部署（安全・信頼性推進部、科学本部等）によるリスク管理会議や品質保証担当者による連絡会議を定期的に行い、情報の共有を図っている。

部品アラート情報

国内外の部品不具合情報の速報をJAXA部品担当者（プロジェクト含む）及び宇宙関連メーカーに通知している。

【質問番号 4 - 2】

【質問内容】

第三者によるレビューがどの程度徹底しているか不明。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

(1) 経営層のレビュー

平成 19 年 2 月 27 日に実施したプロジェクト移行審査において、GCOM-W1 のミッションの目的・成功基準、開発スケジュール、人員計画、資金計画、リスク管理等について妥当であることが経営層により審査されています。

また、開発期間を通して四半期毎に、プロジェクトからスケジュール、コスト、技術課題等をまとめた進捗状況を経営層に報告し、レビューを受けることとなっています。

(2) プロジェクト外の第三者による審査、技術レビュー

これまでの審査会等(*)においてプロジェクト外の第三者に参加していただき、技術のみならず、開発計画、リスク管理を含めた幅広いレビューを実施していただいています。

レビューアは、JAXA 内では独立評価チーム(大学研究者や宇宙関連企業の OB 等の招聘)、他プロジェクトの専門家、JAXA 外では GCOM 総合委員会の代表者です。また、宇宙とは直接関係の無い企業出身で、信頼性に造詣が深いメンバ(信頼性推進評価室)にもレビューをいただいています。

今後も基本設計審査等で継続して上記のメンバに審査していただく予定です。

また、特にクリティカルとなる技術については、6 月 5 日の推進部会資料 4-2-2 P.50 のリスク項目「AMSR2 信頼性向上、性能向上による開発要素の増加」に示すとおり、開発段階で JAXA 内外の専門家による第三者レビューを計画しています。

具体的には、AMSR2 のクリティカル技術である高周波回路、回転機構系等について、JAXA 内外の専門家に、製造メーカーでの仕様書類、図面、取得データ等の確認を含む詳細なレビューをしていただく予定です。

(*) 平成18年9月の概念設計報告会、平成18年10月のシステム要求審査(SRR)、平成19年2月のシステム定義審査(SDR)等

【質問番号 4 - 3】

【質問内容】

開発研究段階で設定したリスクの対処は評価できる。ただ、開発段階での計画の中には、リスク回避に予算設定が必要なケースもあるように見受けられるが、もしそうであるならば、それらの計画を可能な限り事前に提示すべきものと思われる。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

6月5日の推進部会資料4-2-2のリスク管理項目のうち、「H- Aロケットの打上げ遅延」による代替ロケットの検討、及び「GCOM-W1搭載H-IIAロケット打上げの失敗」の場合のGCOM-W2開発の早期着手については、現状の開発のベースラインから大幅な計画変更を要するので、予算の追加措置を行う計画としています。その他の技術的な課題は、現状の開発計画の中で必要な解析や試験等の予算設定を行っています。

【質問番号 4 - 4】

【質問内容】

上記実施計画において「リスク管理の実行」として述べられている内容は、プロジェクトの進行の過程で不断になされる Continuous Risk Control であるはずで、表に挙げたものは開発スタート時（現段階）に考えられるリスク項目の例示である旨、注記しては如何か。

【該当箇所】 推進 4 - 2 - 2

【回答者】 J A X A

【回答内容】

ご指摘の主旨も踏まえ、「リスク管理の実行」はプロジェクトの開始から終了まで継続的に実施すること、表に挙げたものは主要なリスクの開発研究段階での処置（実績）及び開発段階での計画であることを 8 項のリスク管理に明記し修正しました。添付をご参照ください。

8 . リスク管理

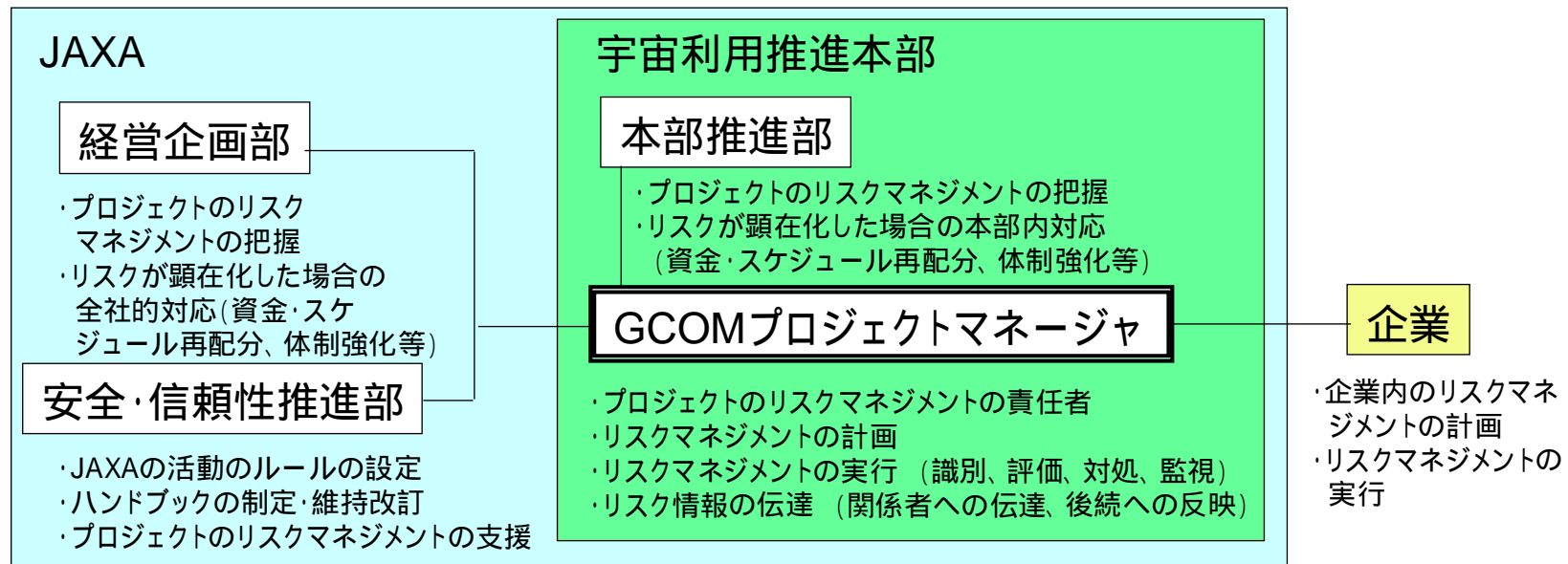
(1) リスク管理方針

GCOMプロジェクトのリスクについては、衛星の開発に係わるリスクを許容できる範囲に低減し、衛星開発を確実に実行するために、JAXAの標準である「リスクマネジメントハンドブック」(JMR-011)に基づき、「GCOMプロジェクトリスク管理計画書」としてまとめ、開発期間を通して維持管理を行う。

(2) リスク管理の実施計画

➤ リスク管理体制の構築

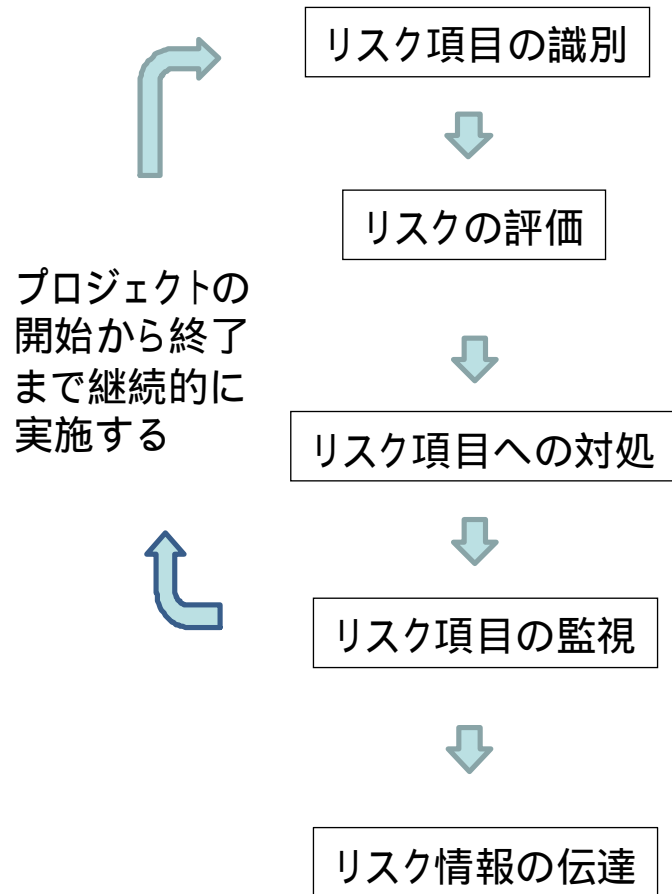
プロジェクト内外の役割と責任を決定し、リスク管理を実行する体制を構築する。



8. リスク管理

➤ リスク管理の実行

プロジェクトの開始から終了まで、継続的に以下のリスク管理を実行し、開発へのフィードバックを図る。



設計結果に基づく知見、既開発衛星からの知見、不具合情報システム、信頼性解析手法、独立評価等からリスク項目を識別する。

発生可能性、影響度からリスクの大きさを評価する。(*)

許容できないリスクに対処策または代替策を準備、許容できるリスクは監視を継続する。

リスク項目の対処状況を監視し、リスク項目が完了基準を満たした場合は完了とする。未了のリスクについては、再度リスクの識別・評価を行う。

関係者への伝達を行い、リスク情報を共有する。プロジェクト完了後は後続プロジェクトへの反映・教訓をまとめる。

(*) リスク中以上は特に詳細に管理する

発生可能性	大	リスク大	リスク中	
	中	リスク中	リスク小	
	小	リスク小		
		小	中	大
		発生の影響度		

8. リスク管理

(3) リスク管理状況(総合プロジェクト)

GCOMプロジェクトリスク識別結果のうち、総合プロジェクトに関する主要なリスクの開発研究段階での処置(実績)及び開発段階での計画を以下に示す。

リスク項目(注)	プロジェクト	開発研究段階での処置	開発段階での計画
観測データ受信局不具合による観測データ受信停止 【カテゴリ1】	ミッション運用系	スバルバード局を観測データ受信局に予定しているが、受信局不具合時は、バックアップとして地球観測センター、キルナ局、フェアバンクス局を使用して観測データ伝送可能な衛星システムとした。	バックアップ局も含めたデータ伝送が可能となる地上システムの設計を進める。
H-IIAロケット打ち上げの遅延 【カテゴリ1】	ロケット	H-IIA打ち上げの遅延に備え、代替ロケットを想定し、それらのロケットに適合できる衛星設計要求とした。また、打ち上げ遅延の状況に応じた対応を取る計画とした。	1年程度の遅延の場合は、打ち上げを遅延させる。それを越える遅延の可能性が生じた場合は、その遅延に伴う悪影響により止むを得ないと判断されるときには、代替ロケットによる打ち上げの調整を開始する。
GCOM-W1搭載H-IIAロケット打ち上げの失敗 【カテゴリ1】	ロケット	直ちにGCOM-W2開発に着手し、観測の遅れを最小限とする計画とした。	開発研究段階で本リスク対処は完了
衛星開発の遅延 【カテゴリ3】	衛星	衛星開発の全フェーズにおいてマスタスケジュール等でクリティカルパスを明確にした。また開発作業項目をブレイクダウンした。コスト、スケジュールの客観的、定量的な管理するEVM (Earned Value Management)の手法を採用することとした。	EVM手法を用いて、ブレイクダウンした作業毎のコスト、スケジュール進捗管理を十分に行って、コスト増加、スケジュール遅延を防止する。

(注) カテゴリ1: JAXA/プロジェクトのコントロールが困難な外的要因が主で、必要に応じ追加コスト、スケジュール見直しを要するもの
 カテゴリ2: 内的要因が主で、開発段階で新たにリスクとして識別されたもの
 カテゴリ3: 内的要因が主で、開発研究段階で処置されたためリスクを大幅に低減したもの

8. リスク管理

質問番号4 - 4添付

(4) 開発段階でのリスク管理(衛星システム)

GCOMプロジェクトリスク識別結果のうち、マネジメントリスク及びGCOM-W1衛星システムに特有な技術リスクのうち主要なものの開発研究段階での処置(実績)及び開発段階での計画を以下に示す。

リスク項目(注)	サブシステム	開発研究段階での処置結果	開発段階での計画
AMSR2の低温校正源視野に対する両翼パネルの干渉 【カテゴリ3】	システム	低温校正源に対するパドルの干渉による影響を確認する解析を行い、許容範囲であることを確認した。(P.26参照)	開発段階において、実データで解析結果が妥当であることを検証する。
AMSR2信頼性向上、性能向上による開発要素の増加 【カテゴリ3】	AMSR2	単一故障点を可能な限り排除するための冗長化、精度向上のための高温校正源の熱制御方式の設計変更を実施した。(P.30参照) 改修部分の設計検討及びクリティカルな部位の要素試作・評価を終了した。(P.32～36参照)	機器レベルで開発試験を実施する。クリティカルな技術についてはJAXA内外の専門家による第三者レビューを計画する。
軌道上不具合時のAMSR2回転動作に起因する姿勢擾乱 【カテゴリ3】	システム、姿勢軌道制御系	軌道上でAMSR2の回転制御不具合の発生を低減するための信頼性向上を図った。(P.30参照) 衛星姿勢擾乱制御の実績のある姿勢制御系を選定した。(P.25参照)	今後、GCOM-W1固有の姿勢制御系動作、衛星システム運用の詳細を検討し、姿勢制御系S/Wや衛星運用に反映する。

(注)カテゴリ1: JAXA/プロジェクトのコントロールが困難な外的要因が主で、必要に応じ追加コスト、スケジュール見直しを要するもの
 カテゴリ2: 内的要因が主で、開発段階で新たにリスクとして識別されたもの
 カテゴリ3: 内的要因が主で、開発研究段階で処置されたためリスクを大幅に低減したもの