

第 1 期気候変動観測衛星(GCOM-C1)プロジェクトの 事前評価質問に対する回答

平成 20 年 2 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 20 年 1 月 28 日に開催された第 2 回推進部会における第 1 期気候変動観測衛星(GCOM-C1)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。

2. 背景及び位置づけに関連する質問
 - 2-1 米国の NPOESS や欧州にも地球観測衛星プログラムがあるが、観測におけるそれらとの国際的分業体制がどうなっているか。 頁 5
 - 2-2 リリース基準精度や標準精度が、海外の衛星のセンサと比較してどの程度のものであるか示し、SGLI の世界の観測センサの中での位置づけを明確にしてほしい。 頁 9
3. 目標に関連する質問
 - 3-1 国際的な協調の説明の中で、米欧の計画で不足している午前の観測を“補う”、とありますが、午前の軌道をとることに關して、より主体性のある理由を挙げることはできませんか。例えば、ADEOS との関係、海色観測との関わりなど。 頁 11
 - 3-2 標準プロダクトに関して三段階の精度を設定し、サクセスのレベルと対応付けられています。22～23 頁の表を拝見しますと、リリース基準精度から目標精度までの間で大幅な精度の向上を目指されているものが多々見受けられます。参考までに、一例として、陸圏において、森林のバイオマスの精度を、リリース基準精度 100%から目標精度 20%まで向上させるのに、どのようなアプローチをとられる方針であるか、概略をお示しいただけませんか。 頁 12
 - 3-3 偏光観測は SGLI の特徴の一つと見受けられますが、GCOM-C1 のミッションにおいて、どのように活かされるのでしょうか。23 頁の表の中で、陸上エアロゾル(近紫外)と陸上エアロゾル(偏光)を比べますと、リリース基準、標準、目標の三精度とも同じ値になっていますが。 頁 14

5. システム選定及び基本設計要求に関連する質問
- 5-1 NPOESS は VIIRS の開発が難航し、打上げが延期され、コスト増加が生じているという話がある。SGLI はそのような状況がないのか、それともそこまで追い込んでいないのか、技術的に難易度が低いのか等、VIIRS の現在の状況と VIIRS と SGLI の差異について併せて述べ、問題が無いことを示してほしい。
頁 16
- 5-2 センサ開発について、SGLI の各コンポーネント、サブシステムの各レベルが、どのようなレベルに達していて、次のステップでどうやるのか。
頁 20
- 5-3 センサ開発について、フロントローディングの中で苦労しているものがあるか？ 苦労している点について個別に具体的に示せないか。
頁 22
- 5-4 ADEOS 日用の GLI では開発が相当に手間取った上に、宇宙空間で水分が抜けることによって GLI カメラ構造に寸法変更が発生して焦点が狂うのでは無いか等、最後まで Unknown な問題があったように思います。GLI の軌道上における性能評価結果はどのようになっていますか？ また GLI からの Lesson-Learned としてどのようなものがあり、SGLI にはどのように反映されていますか？ 更にミッション機器の仕様はどのような場で議論されて決定されましたか？
頁 27
- 5-5 衛星バスの Heritage (軌道上実績のある衛星バスの実績をどのように活用しているか) はどのようになっていますか？ このミッションでの新規開発部分はありますか、またその場合にはどのような先行開発が行われていますか？
頁 28
- 5-6 衛星バス、ミッション機器別に、主な輸入品にどのようなものがあるか教えてください。輸入品の中には、長期的には国

産化を図る計画のものはありますか？ 頁 30

6. 開発計画に関連する質問
- 6-1 GCOM-C1 プロジェクトが今般「開発研究」に移行する準備が整ったという事は、重要な開発要素は概ね完了し、その他の要素についても今後の開発研究及び開発段階で解決すべき課題とその解決方法が見通せていると理解して良いのでしょうか。
頁 31
- 6-2 バス機体についての質問です。GCOM-C1 は、GCOM-W1 のバス系機器 80% もの共有化をはかり互換性を持たせる設計にするとのことですが、なぜ経費がたったの 10% (20%) しか削減できないのでしょうか。民間の発想ですと 30%、40% 削減は当たり前数字として提示され、50% 削減目標など立て必死にすべての効率化を図りますが、いかがでしょうか？
頁 32
- 6-3 GCOM-C1 の開発期間(予備設計開始より開発が終了するまでの期間)は約 5 年半と見積もられています。一方 GCOM-W1 は同期間が約 4 年半となっている。
衛星バスについては GCOM-W1 の 80% 以上を流用することによりコストも開発期間も短縮できるが GCOM-C1 の方が観測センサ等の構成機器が多いため全体として開発資金はほぼ同等となったと説明されている、ならば GCOM-W1 と比較して予備設計、基本設計にそれぞれ倍の開発期間を要するというのは長すぎないか。
衛星の開発期間を短縮する事は JAXA の課題の一つであると認識していますが、GCOM-C1 の開発にあたって開発期間短縮の為に従来のやり方と較べてどの様な改善をしようとされ

ているのか説明していただけると有難い。 頁 33

6-4 実施体制の中で、利用研究機関のほとんどが国内機関に限られているが、本計画が国際的な期待を受けている中で、海外の機関とのより積極的な成果利用をさらに行う必要性はないのか？ 頁 34

2. 背景及び位置づけに関連する質問

【質問番号 2-1】外国の地球観測衛星との関係

【質問内容】

米国のNPOESSや欧州にも地球観測衛星プログラムがあるが、観測におけるそれらとの国際的分業体制がどうなっているか。

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 18 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

(1) 観測頻度・時刻の分担

可視～熱赤外による光学観測では雲があると地表面が観測できないため、それを補うための高頻度の観測が必要になります。また、変化の早い雲の観測周期を小さくするためには、やはり高頻度の観測が必要になります。この観測頻度の確保のために、午後の時

間帯の観測には、現在、米国の Aqua 衛星に搭載された従来型の MODIS センサによる観測が実施されており、将来も米国 NPOESS 衛星に搭載される先端型の VIIRS センサによる観測が継承される予定です。他方午前の時間帯の観測には、現在、欧州の METOP 衛星に搭載された従来型の AVHRR センサによる観測が実施されており、この時間帯を将来、先端型のセンサである SGLI が同じく先端型のセンサである欧州の Sentinel-3 と共に分担する予定としております。国際分担以外の午前軌道の選択理由は、質問番号 3-1 の回答にも示しましたので合わせて参照ください。

(2) 各センサの特長と役割分担

GCOM-C1 に搭載される SGLI の特長は、陸上エアロゾルの高精度観測のための近紫外波長や偏光観測機能、陸上バイオマス(地上部バイオマス)推定のための多方向観測機能および陸・沿岸の詳細観測を行う 250 m 分解能による観測機能といった、変化に富んだ日本の国土や、発展著しい東アジアからの物質流入の観測に適した機能を持っていることに優位性を持ちます。

一方で、米国 NPOESS 衛星に搭載される VIIRS は 3000 km という広い観測幅によって 1 日で地球全体を観測可能であり、多くの熱赤外チャンネルを持つことに優位性があります。また、欧州 Sentinel-3 衛星に搭載される OLCI と SLST という 2 つのセンサは、300 m の比較的高い分解能と 9 チャンネルの多方向観測によって地表面温度を高精度に推定できることに優位性があります。これらの海外センサによる観測と、SGLI の高精度エアロゾル観測 & 多方向植生観測、高分解能陸沿岸観測を組み合わせることで地球環境変動をより効果的に監視・解明することが期待できます。

【質問番号 2-2】SGLI の世界における位置づけ

【質問内容】

リリース基準精度や標準精度が、海外の衛星のセンサと比較してどの程度のものであるか示し、SGLI の世界の観測センサの中での位置づけを明確にしてほしい。

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 35 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

海外の衛星センサと比較する場合、必ずしも全ての SGLI プロダクトについて同等のプロダクトが定義されているわけではないため、代表的なプロダクトについて別紙の表のようにまとめました。表では、SGLI プロダクトの標準精度と海外衛星センサの精度値との比較を行っております。

表に示した SGLI プロダクトの精度値は、衛星データからプロダクトに変換する際の理論的な限界値に加え、比較する地上観測の測定誤差等をも考慮した値となっております。それに対し、海外衛星センサの精度値は、定義が明確に定義されておらず、理想的な条件における理論的な限界値のみが示されている可能性があります。

SGLI では、IPCC で取り上げている気候数値モデルの高精度化への貢献と全球森林炭素量の監視(第 2 回推進部会資料推進 2-1-2、p.10-12 参照)を行うことを目的として、エアロゾルおよび植生観測に重点をおき観測機能を強化しております。具体的には、陸上エアロゾルを観測するのに適した近紫外域観測機能および偏光観測機能を備えるとともに、植生観測(地上部バイオマス)に適した

多方向観測機能を有しております。特に前者の陸上エアロゾルの観測機能は、米国の NPOESS や欧州の Sentinel-3 の搭載センサにはない SGLI 独自の機能となっております。また、植生観測(地上部バイオマス)についても、表に示したように、SGLI でのみ精度が規定されております。

陸上エアロゾルや地上部バイオマス以外のプロダクトについても、SGLI の標準精度は、概ね米国の NPOESS や欧州の Sentinel-3 に搭載されるセンサのプロダクトとほぼ同等の精度を有しており、先端型センサとして、海外衛星センサとの協力観測を行うための性能を十分備えております。

以上のように、海外の先端型センサとほぼ同等の精度を有しながら、欧米にはない独自のプロダクトを生成することができる最先端のセンサーとなっております。

3. 目標に関連する質問

【質問番号 3-1】 午前軌道をとる理由

【質問内容】 国際的な協調の説明の中で、米欧の計画で不足している午前の観測を“補う”、とありますが、午前の軌道をとることに關して、より主体性のある理由を挙げることはできませんか。例えば、ADEOS との関係、海色観測との関わりなど。

【資料の該当箇所】 推進 2-1-2 18 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

GCOM-C/SGLI が午前の軌道を選択した理由には、(1)地表面を観測する際に重要となる晴天率の日中変動特性を考慮したこと、さらに(2)日本がこれまで打上げてきた ADEOS、ADEOS- が午前軌道を取ってきたこと、(3)漁業への実利用を考慮した場合の配信時刻に有利なこと、が挙げられます。さらに、国際的な観測協力の中で欧米の計画で不足している部分を補うことが可能となります。

(1) 晴天率の日中変動特性の考慮

米国地球観測衛星の MODIS 観測データの解析結果では、北緯 70 度～南緯 70 度を平均して見た場合、午前 10 時半の方が午後 1 時半に比べて晴天率の割合が 3%程度(海域で約 2%、陸域で約 4%)大きくなりました。この傾向は地域によって異なり、特に夏季の陸域では、日射で地面が暖められる午後の時間帯に積雲が発達する傾向があり、月平均の晴天率の差が 10%になる場合も見られました。したがって、海色や植生などの地

表面の観測はもちろん、海上や陸上のエアロゾルを観測する場合においても、晴天域を観測する機会をより多く確保できる午前軌道の方が望ましいと判断しております。

(2) ADEOS、ADEOS- 継承

日本がこれまでに打上げてきた光学センサには、ADEOS に搭載された海色海温走査放射計 OCTS と ADEOS- に搭載されたグローバルイメーჯァ GLI があり、いずれも午前軌道に投入されております。どちらも、日本の衛星観測データの解析技術の向上に大きく貢献してきております。これらの代替センサデータを含む午前軌道光学センサによる長期間データの資産や経験を今後も生かしていく上で、GCOM-CI を午前軌道に打上げる意義は大きいと考えております。

(3) 漁業への実利用への考慮

漁業利用の面においても、午前軌道の観測データであれば、午前中にクロロフィル濃度、海面水温の情報が漁業関係者に提供できれば午後に出漁に間に合うため有用であるとの要請をいただいております。

以上を考慮した結果、GCOM ミッションの目標を達成する上では、午前側の観測時刻が望ましいと判断しております。

【質問番号 3-2】標準プロダクトの三段階の精度に関連して

【質問内容】 標準プロダクトに関して三段階の精度を設定し、サクセスのレベルと対応付けられています。22～23頁の表を拝見しますと、リリース基準精度から目標精度までの間で大幅な精度の向上を目指されているものが多々見受けられます。参考までに、一例として、陸圏において、森林のバイオマスの精度を、リリース基準精度100%から目標精度20%まで向上させるのに、どのようなアプローチをとられる方針であるか、概略をお示しいただけませんか。

【資料の該当箇所】 推進 2-1-2 21～23 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

GCOM-CI/SGLI 標準プロダクトの地上部バイオマス推定アルゴリズムは、植生表面の3次元形状の違いを二方向性反射の違いとしてとらえることによって正確に推定することを目指しております。現在想定している(森林)地上部バイオマスの推定手法は、二方向性反射モデル(BRDF)等から森林の樹冠形状を推定し、樹冠径、胸高直径、樹高などを求めて地上部バイオマスを求めるものです。この中で精度に大きく影響を与えるのは、「衛星観測による植生BRDFの推定」、「植生BRDFから地上部バイオマスへの対応付け」であり、
「
」について従来の衛星にないSGLIの軌道方向の多方向観測機能を用いて正確なBRDFモデルを推定する予定です。
「
」については、適用できる植生種類毎のモデルに基づいて構築し、地上観測による検証データの蓄積によってより精度を確保する予定です。

SGLI 標準プロダクトの3段階の精度は、以下の計画に沿うものです。

- (1) リリース基準精度100%は、従来の推定手法(隣り合った衛星軌道による多方向視等による)によって、打ち上げ後1年以内に達成しうる数値として設定しております。この手法では、植生指数などとバイオマスの関係を用いた経験的な推定式を利用します。以上を踏まえてリリース基準精度を設定しております。
- (2) 標準精度50%は、(1)に加えてSGLIの特長である軌道方向の多方向観測による陸上植生の3次元情報を用いた新しいバイオマス推定アルゴリズムを用いることで、達成しうる数値として設定しております。従来の衛星ではできない「衛星進行方向の前後方向から」観測できるため、(1)の方法に比べて精度が向上します。
- (3) 目標精度20%は、さらに地上計測による検証データを蓄積し、推定アルゴリズムを改善することにより到達しうる目標として設定しております。

【質問番号 3-3】偏光観測について

【質問内容】 偏光観測は SGLI の特徴の一つと見受けられますが、GCOM-C1 のミッションにおいて、どのように活かされるのでしょうか。23 頁の表の中で、陸上エアロゾル(近紫外)と陸上エアロゾル(偏光)を比べますと、リリース基準、標準、目標の三精度とも同じ値になっていますが。

【資料の該当箇所】 推進 2-1-2 18、23、35 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

偏光観測機能は、陸上エアロゾルの観測精度を向上させるために、GLI で実績のある近紫外域チャンネルによる観測機能に加えて、SGLI で新たに備えた観測機能です。別紙の表に、それぞれの観測機能で得られるエアロゾル情報をまとめました。

近紫外域チャンネルを用いた観測により、陸上エアロゾルの光学的厚さと光吸収特性(全エアロゾルに占める煤粒子あるいは土壌粒子の割合)が分かります。一方、偏光観測により、光学的厚さと粒子の大きさを判別することができます。気候学的に地球の放射収支を見積もる観点では、前者の近紫外域観測で得られる光学的厚さと光吸収特性が重要な物理量となります。しかし、得られた光吸収特性が、都市大気汚染や森林火災などの燃焼起源から発生する比較的小さな煤粒子によるものであるのか、それとも黄砂などの砂漠起源から発生する粒が大きな土壌粒子によるものかについては、情報が得られません。そこで、偏光観測機能によって粒子の大きさの情報を得ることができれば、光を吸収する粒子の発生源に関する情報

を得ることができます。

地球の温暖化の進行に伴い、森林火災や黄砂などの自然起源のエアロゾルの発生源や発生頻度は今後大きく変動する可能性があります。また、人間活動の拡大に伴うさらなる大気汚染の深刻化が懸念されております。したがって、偏光観測機能で得られるエアロゾルの発生源に関する情報は、エアロゾルによる気候形成への影響を見積もる上で有益な情報となります。

なお、プロダクトの算出単位としては、近紫外域チャンネルおよび偏光チャンネルをもちいて、それぞれ独立にエアロゾル情報を抽出することが可能です。そのため、抽出精度については、各手法で共通に抽出できる光学的厚さで定義されております。23 頁の表に示した精度値は、ADEOS-2 に搭載された GLI や POLDER-2(SGLI より粗い空間分解能で偏光多方向観測を行う光学センサ)による推定実績の延長線上として設定しております。近紫外域チャンネルを用いる手法では、解析の中で仮定する地表面反射率に含まれる誤差が抽出精度に影響しております。また、偏光チャンネルを用いる手法では、放射輝度に比べて微小な大気の大気偏光度の情報を用いるために、僅かなセンサノイズや放射輝度の校正誤差が抽出精度に影響しております。それぞれの手法の特徴を考慮し、また、衛星データの精度評価に用いる地上観測値の誤差要因についても検討した結果、精度目標は同じ数値になっております。

5. 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 5-1】NPOESS について

【質問内容】

NPOESS は VIIRS の開発が難航し、打上げが延期され、コスト増加が生じているという話がある。SGLI はそのような状況がないのか、それともそこまで追い込んでいないのか、技術的に難易度が低いのか等、VIIRS の現在の状況と VIIRS と SGLI の差異について併せて述べ、問題が無いことを示してほしい。

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 18 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

VIIRS は、現在運用中の MODIS の機械走査方式(走査鏡回転による走査)を機能拡張した鏡筒回転による機械走査方式を採用した単一の放射計です。これに対して、SGLI は VIIRS とほぼ同等な性能を持つ光学センサですが、それまでの単一放射計の単純な機能拡張による実現ではなく、SGLI-VNR と SGLI-IRS という 2 つの放射計により分担して実現します。その意味で、SGLI は開発実績のある同タイプの光学センサである ADEOS 搭載 OCTS や ADEOS- 搭載 GLI とも観測方式が異なります。

これは、観測チャンネル数を 36 チャンネルから 19 チャンネルに削減する一方で、ほとんどのチャンネルを 1 km から 250 m もしくは 500 m にした高分解能化と偏光・多方向観測機能を追加したことが背景にあります。即ち、GLI と比べて増加した観測機能・性能要求に対

応する解として、単一の放射計の機能拡張による実現ではなく、2 つの放射計により実現するという方式です。要求される観測機能・性能を 2 分割することにより、SGLI-VNR の設計は、可視・近赤外波長域の観測に最適化することができ、これまでの ADEOS 搭載 AVNIR や Terra 搭載 ASTER/VNIR の電子走査方式の技術を踏襲しています。また、SGLI-IRS の設計は、赤外波長域の観測に最適化した設計とすることができ、OCTS や GLI の機械走査方式の技術を踏襲しております。要約すれば、性能向上のための技術的困難さを低減し、過去の実績技術を活用できるようなシステム設計を実施したということです。

個々の技術に関しては、段階を踏んだ確認を実施しています。クリティカルな要素に関しては先行部分試作により、評価を終了しています。コンポーネントレベルの性能評価のために現在組立作業を実施しており、今年半ばに性能確認を実施する予定です。具体的な評価項目に関しては、質問票 No.9 の回答として記載しましたので合わせてご参照ください。

なお、初期の VIIRS 開発において難航していると報道された検知器の冷却性能については、既に SGLI の先行部分試作において所望の温度に冷却できることを確認できています。

【質問番号 5-2】センサ開発の状況

【質問内容】

センサ開発について、SGLI の各コンポーネント、サブシステムの各レベルが、どのようなレベルに達していて、次のステップでどうやるのか。

【資料の該当箇所】 推進 2-1-2 35 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

SGLI のセンサ開発は、BBM-EM-PFM という3つのモデルを製作して実施します。(BBM : Bread Board Model , EM : Engineering Model , PFM : Proto Flight Model)

BBM : SGLI において採用するクリティカルな技術開発要素について確認する試作モデル

EM : センサ全体*として耐環境性、機能・性能や衛星とのインタフェースを確認するモデル(*冗長系は除く)

PFM : 実際に衛星に搭載して打ち上げるモデル

このBBM の試作・試験は、SGLI-VNR/SGLI-IRS の各々について、以下の4つの段階で実施しています。現状では第3段階のコンポーネントの試作・試験・評価を実施している段階です。

第1段階 概念設計にもとづくSGLI 観測原理をベースに、検知器等の本質的に観測性能を左右する要素の先行部分試作を実施する。

第2段階 先行試作試験結果を含めて、設計・解析を行ないSGLI 観測システム設計をまとめる。

第3段階 BBM コンポーネントの試作・試験・評価を実施する。

第4段階 コンポーネントを組み合わせた試験を実施し、クリティカルな技術開発要素について評価を行なう。

現在実施中のSGLI 試作試験においては、各コンポーネントが到達している技術レベル(技術成熟度)をベースとなる技術をもとに分析した上で、SGLI に適用した場合の新規性を考慮して上記のBBM 試作・試験ならびに先行クリティカル要素の部分試作の範囲を決定しております。

SGLI における技術レベル分析については添付をご覧ください。

【質問番号 5-3】センサ開発のフロントローディング

【質問内容】

センサ開発について、フロントローディングの中で苦労しているものがあるか？ 苦労している点について個別に具体的に示せないか。

【資料の該当箇所】 推進 2-1-2 35 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

質問番号9への回答に示しましたが、SGLIのフロントローディングにおいては、検知器等、本質的に観測性能を左右する要素の先行部分試作から始め、観測システム設計、コンポーネント試作・評価、コンポーネントの組み合わせ試験までの段階的な評価作業を実施しています。

各段階の作業において、その段階の評価作業を適切に行ない、その結果を如何に確実に次の段階に反映していくかが非常に重要と考えて実施しております。例えば、最初に実施した先行部分試作では、以下のような点に留意を払っております。

- 1) 正確に試験結果を評価すること
- 2) 評価結果を設計へフィードバックすること
- 3) 十分な評価となっていない点を、次のコンポーネント試作・評価計画に反映すること

個別状況について、添付資料をご覧ください。

【質問番号 5-4】GLI の軌道上における性能評価結果

【質問内容】ADEOS 用の GLI では開発が相当に手間取った上に、宇宙空間で水分が抜けることによって GLI カメラ構造に寸法変更が発生して焦点が狂うのでは無いか等、最後まで Unknown な問題があったように思います。GLI の軌道上における性能評価結果はどのようなになっていますか？ また GLI からの Lesson-Learned としてどのようなものがあり、SGLI にはどのように反映されていますか？ 更にミッション機器の仕様はどのような場で議論されて決定されましたか？

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 35 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

GLI の軌道上における性能評価結果は、JAXA 技術資料として報告書がまとめられております (GLI 軌道上技術評価報告書)。本報告書に、軌道上のハードウェア評価結果がまとめられており、後続プロジェクトへの反映事項がまとめられております。

例えば、GLI 軌道上評価では軌道上のデータと打上げ前の地上試験データと突き合わせた評価が非常に有効でしたので、SGLI においては試作試験段階から地上試験データを蓄積・評価し、軌道上評価へつなげていく予定としております。

また、SGLI への観測要求は、GCOM 総合委員会の下に SGLI 利用ワーキンググループを作り、ほとんどの GLI 主要ユーザも参加の上で要求仕様を決定し、最終的には GCOM 総合委員会において了承いただいております。

なお、ご指摘の GLI 構体からの脱湿・熱変形による焦点ずれについては、その影響と推定されるセンサ出力の変動は特に確認されておりません。ただし、この点も含めて SGLI では十分な設計・評価を実施する計画にしております。

【質問番号 5-5】衛星バスの Heritage

【質問内容】衛星バスの Heritage (軌道上実績のある衛星バスの実績をどのように活用しているか) はどのようなになっていますか？ このミッションでの新規開発部分はありますか、またその場合にはどのような先行開発が行われていますか？

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 30 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

衛星バスは、軌道上実績のあるものから選定しています。(説明資料 34 ページに実績を示しています。)ただし、ミッション要求や部品の廃品種のために、設計変更を行う部分があります。実績機器からの変更は、GCOM-W1 と共通の機器は GCOM-W1 で評価試験を実施します。(現在、評価モデルを製作中)GCOM-C1 特有のミッション要求により、GCOM-W1 と異なる設計を必要とするもの(ミッションデータ処理系)は、GCOM-C1 の開発段階で評価試験を実施する計画です。

GCOM-CI の衛星バスの設計に対する考え方は、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、SELENE 等のフライト実績、WINDS、GOSAT 等の開発実績のある技術を採用しました。特に、海外から調達する機器はフライト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-C1 の衛星バス構体、機器及び機器レイアウトについては、GCOM-W1 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(41/48 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機器(データレートの増加による符号化器、データレコーダ、送信機)が中心です。

GCOM-CI 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、SGLI 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。これらは、GCOM-W1 と設計が共通ですので、GCOM-W1 で評価を実施しているところです。

【質問番号 5-6】輸入品

【質問内容】衛星バス、ミッション機器別に、主な輸入品にどのようなものがあるか教えてください。輸入品の中には、長期的には国産化を図る計画のものはありますか？

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 34 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

衛星バスの中の輸入品は、説明資料の 34 ページの表に示しています。この中で、恒星センサに関しては、総合技術研究本部で国産化のための研究が実施されています。

ミッション機器に関しては、VNR 用 CCD および TIR 用赤外検知器として輸入品を採用しています。検知器は、その都度ミッションに最適な検知器を選定しており、共通化が困難であることから、2 号機を含めて国産化等の予定は未定です。

6. 開発計画に関連する質問

【質問番号 6-1】開発研究への移行について

【質問内容】

GCOM-C1 プロジェクトが今般「開発研究」に移行する準備が整っ

たという事は、重要な開発要素は概ね完了し、その他の要素についても今後の開発研究及び開発段階で解決すべき課題とその解決方法が見通せていると理解して良いのでしょうか。

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 55 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

衛星バスに関しては、説明資料 34 ページに示しましたように、既存技術を踏襲し、GCOM-W1 と設計の共通化を実施しています。ただし、ミッション機器とのインタフェースに関する部分については、設計変更が必要です。現状、設計変更が必要なミッションデータ処理系等の変更内容については仕様レベルで把握しており、従来技術で対応可能であると判断しています。

開発研究段階では、ミッション機器の試作試験結果を反映して、さらに設計変更部分について詳細化する予定です。

開発段階では、設計変更部分の機能・性能を確認する評価モデルを製作し、試験によって確認する予定です。

また、ミッション機器の SGLI に関しては、重要な開発要素に関しては先行部分試作により確認がほぼ終了しています。(具体的な項目については、No.5-2, No.5-3 の質問票の回答を参照下さい。)

開発研究段階では、コンポーネントレベルでのクリティカルな性能の評価を実施する予定です。

開発段階では、SGLI のシステムレベルの評価モデルを製作し、熱的・機械的環境における評価及びシステムレベルの機能・性能試験を実施する予定です。

以上から、重要な開発要素は概ね完了し、今後の開発研究及び開発段階で解決すべき課題とその解決方法が見通せていると判断しています。

【質問番号 6-2】コストについて

【質問内容】

バス機体についての質問です。GCOM-C1 は、GCOM-W1 のバス系機器 80%もの共有化をはかり互換性を持たせる設計にすることですが、なぜ経費がたったの 10% (20%) しか削減できないのでしょうか。民間の発想ですと 30%、40%削減は当たり前の数字として提示され、50%削減目標など立て必死にすべての効率化を図りますが、いかがでしょうか？

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 30・42 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

GCOM-W1 の衛星バスのコストのうち、打ち上げられる機体(フライト品)の製造・試験費用が約 70%を占めています。フライト品の品質・信頼性を確保するためには、製造工程の変更や試験の簡略化を行うことが出来ないため、GCOM-C1 についても同等のコストが必要です。

残りの 30%は、設計費用および設計確認のための開発試験費用です。GCOM-C1 では、ミッション機器が GCOM-W1 と異なるため、その変更に伴う設計変更があります。ですが、多くの機器で

GCOM-W1 と設計の共通化を図ることにより、この部分のコストを30%以上削減しました。衛星バス全体としては、10%のコスト削減を実現しています。

【質問番号 6-3】開発期間について

【質問内容】

GCOM-C1 の開発期間(予備設計開始より開発が終了するまでの期間)は約5年半と見積もられています。一方GCOM-W1 は同期間が約4年半となっている。

衛星バスについてはGCOM-W1 の80%以上を流用することによりコストも開発期間も短縮できるがGCOM-C1 の方が観測センサ等の構成機器が多いため全体として開発資金はほぼ同等となったと説明されている、ならばGCOM-W1 と比較して予備設計、基本設計にそれぞれ倍の開発期間を要するというのは長すぎないか。

衛星の開発期間を短縮する事はJAXA の課題の一つであると認識していますが、GCOM-C1 の開発にあたって開発期間短縮の為に従来のやり方と比べてどの様な改善をしようとされているのか説明していただけると有難い。

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 44 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

衛星の開発では、ミッション機器と衛星バスの間で設計情報をやり取りして、それぞれのインタフェースにかかわる部分の設計を進め

ていきます。

GCOM-C1 のミッション機器であるSGLI は、43 ページに示すように、BBM-EM-PFM の3段階開発を実施する計画であり、GCOM-W1 搭載のAMSR2 より技術開発項目が多いため、開発期間が長くなります。このSGLI の設計、製作試験作業に同期するように衛星バス側の作業を設定しているため、全体の開発期間がGCOM-W1 より長期になっています。

SGLI 完成後の衛星システムインテグレーション・試験の作業は、1年程度の期間なので全体スケジュール短縮の効果は小さいですが、GCOM-W1 との設計共通化による組み立て・試験手順の習熟効果等により期間を短縮したいと考えています。

【質問番号 6-4】海外機関との成果利用

【質問内容】

実施体制の中で、利用研究機関のほとんどが国内機関に限られているが、本計画が国際的な期待を受けている中で、海外の機関とのより積極的な成果利用をさらに行う必要性はないのか？

【資料の該当箇所】推進 2-1-2 47、48 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

「海外機関によるより積極的な成果利用」に関しては、ご指摘のとおりと認識しており、日々活動しているところです。GCOM データに

については、原則無償で一般研究者に提供を行う計画であり、さらなる利用促進に向けて欧米の宇宙機関と調整を図っています。具体的には、以下のとおりです。

- NPOESS と連携して世界中の気象現業ユーザへの GCOM データの提供と利用を促進する計画であり、この協力は、昨年 11 月の第 4 回地球観測サミット(南ア)においても GEOSS の早期成果の一つとして報告されている。現在、NPOESS を開発している NOAA(米国海洋大気庁)とデータ交換等の協力に関して詳細を協議しているところです。
- GCOM は、全球観測システム(GCOS)の実施計画の衛星観測に対する要求でも重要な計画として確実な実施が要求されており、地球観測衛星委員会(CEOS)において、その観測データが世界の気候分野の利用者に提供、利用されるための調整を行っています。
- 本年 4 月には、米国ワシントン DC において、日米欧が参加する地球観測セミナーを開催し、GCOM を米国議会スタッフ、政府関係者、メディア等に PR するほか、ノルウェーにおいてヨーロッパの利用機関、研究者を対象に、GCOM に関するセミナーを開催し、GCOM データのヨーロッパ展開を図りたいと考えています。
- GCOM-C1 の開発移行後に、世界の研究者に対して、GCOM-C1 に関する研究公募を実施する予定です。
(GCOM-W1 に関しては、1 月に発出済みです。)