

宇宙開発委員会 第5回推進部会議事録(案)

1. 日時 平成19年7月24日(火)14:00～16:24
2. 場所 三田共用会議所 第3特別会議室
3. 議題
 - (1) 第一期水循環変動観測衛星(GCOM-W1)プロジェクトの事前評価について
 - (2) 全球降水観測/二周波降水レーダ(GPM/DPR)プロジェクトの事前評価について
 - (3) その他
4. 資料
 - 推進5-1-1 第一期水循環変動観測衛星(GCOM-W1)の事前評価質問に対する回答
 - 推進5-1-2 第一期水循環変動観測衛星(GCOM-W1)プロジェクトについて(改定版)
 - 推進5-2-1 全球降水観測/二周波降水レーダ(GPM/DPR)プロジェクトの評価実施要領(案)
 - 推進5-2-2 全球降水観測/二周波降水レーダ(GPM/DPR)プロジェクトについて
 - 参考資料5-1 第一期水循環変動観測衛星(GCOM-W1)プロジェクトの評価実施要領
5. 出席者
 - 【宇宙開発委員会】
 - 推進部会部会長
 - 部会長代理

青江 茂
池上徹彦

- 委員長
- 委員
- 特別委員

【文部科学省】

- 研究開発局参事官
- 文部科学省研究開発局宇宙利用推進室長
- 研究開発局参事官付参事官補佐

【説明者】

- 独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)
- 宇宙利用推進本部本部長 理事
- 宇宙利用推進本部 GCOM プロジェクトマネージャ
- 宇宙利用推進本部地球観測研究センター計画マネージャ
- 宇宙利用推進本部地球観測研究センター主任研究員
- 宇宙利用推進本部 GPM/DPR プロジェクトマネージャ
- GPM 利用検討委員会 Chair

- 松尾弘毅
- 森尾 稔
- 小林 修
- 佐藤勝彦
- 澤岡 昭
- 鈴木章夫
- 高柳雄一
- 中西友子
- 廣澤春任
- 水野秀樹
- 宮崎久美子

- 池原充洋
- 竹縄佳二
- 瀬下 隆

- 堀川 康
- 中川敬三
- 松浦直人
- 今岡啓治
- 小島正弘
- 中村健治

6. 議事内容

(1) 議題「第一期水循環変動観測衛星(GCOM-W1)の事前評価について」

JAXA(ジャクサ)から推進5-1-1及び推進5-1-2に基づき説明を行った。主な質疑は以下のとおり。

【鈴木特別委員】冗長設計でディテクタはシングルだと思うが、ディテクタのデータを読みにくい電子回路は冗長であるか、それともシングルであるか。CCDのデータを読みにくい回路である。

【JAXA(中川)】受信機はRFであるので通常の実機になる。

【JAXA(堀川)】電波の実機である。

【鈴木特別委員】そうではなくて、CCDで光が当たると電気が入る。

【JAXA(堀川)】光ではない、これはマイクロ波放射計であるから、マイクロ波の信号強度をはかる。

【鈴木特別委員】強度をはかるわけか。その強度をはかったものを何かで読むわけであろうが、その回路は冗長系ですか。

【JAXA(中川)】その回路は信号処理をする部分については一部冗長化ができていますが、すべてが冗長にはなっていない。それで、受信機については通常受けて水平偏波(H)と垂直偏波(V)でそれぞれ電波を受けて、それぞれ独立6チャンネル、それぞれV、Hが独立にある。それぞれが独立なシステムを持っているということで、最後の信号処理回路は一つのものになっているが、その間、受信機からデータを読みにくいところについてはそれぞれほぼ単系になっている。ただ、それぞれの受信機器の1つの故障が他の受信機の故障に波及するものではないという作り方になっている。

【JAXA(堀川)】アンテナがあるビーム幅で地表面を見ていて、そのアンテナをスキャンさせている。スキャンするスポットごとに地表から返ってくるマイクロ波を受信機で信号として得て、その信号強度を

地上で1枚の絵に並べているわけである。

【鈴木特別委員】信号強度を増幅するところは一部冗長ではないのか。

【JAXA(堀川)】そこは受信機になるので、受信機そのものは単系である。受信機から得られた信号強度を数値データとして信号処理をしているところがあるが、そこはサイズの問題等があるので、完全冗長ではなく、可能な限りの内部冗長としている。

【澤岡特別委員】15ページの目標のリリースであるが、リリースの定義がよくわからない。

これはユーザ側がこの数値であればいいということであるか。それなら、ユーザによって言うことが違うのではないかという気がするが、どの程度この数値に根拠があるのか。

【JAXA(中川)】このリリース基準もユーザであるGCOM総合委員会で議論をいただいた数値である。15ページの下の少し字は小さいが、3のところでは気候変動に貢献し得るデータとしてリリースできる最低精度というような定義でリリース精度というのを設定している。ただ、もう一つの観点は、まず先ほど御説明したように期間があることである。校正検証する期間も約1年弱しかないので、その間に集まるデータ、それともう一つは、アルゴリズムを検証する期間も1年切るわけで、その期間でできる範囲という面から、作る側と利用する側で、気候変動解析に使えるぎりぎりの最低精度といった観点から、ユーザを含めて議論して決めた値である。

【青江部会長】理解するのに43ページの絵が一番いいか。要するに、ユーザといってもいろいろいて、その総意がきちんと正確にここに反映される形になっているかという趣旨だと理解していいか。

【JAXA(ジャクサ)(中川)】GCOM総合委員会は各研究分野の方々に集まっていたいて、その方々の議論の中でここまでなら使

えるという値を委員会としてアウトプットを出していただいている。

【青江部会長】 この委員会が、言ってみれば日本のユーザの総意がきちんと結集できる形になっていると、一部の人たちだけ引っ張ってきたのではないと、非常に幅広く集約できる形になっているのだということを御説明しなければいけないのではないかと思うが。

【JAXA(ジャクサ)(中川)】 44 ページに書かれている気候変動研究の方々、実利用の機関の研究者、担当の方々に参加いただきしており、我々が想定し得る利用の範囲内ですべてを尽くしているのではないかと考えている。

【松尾委員長】 私も少しわからなかった。GCOM 総合委員会で幾つか分野があるとおっしゃったが、この数値ならどの分野の方も最低限我慢できるとおっしゃっているのか、それとも、この数字で 1 つは最低我慢できる分野があるとおっしゃっているのか。

【JAXA(ジャクサ)(中川)】 まず、気候変動研究のモデル機関が、モデルにインプットするデータとしてここまでの精度があれば使えるといった判定をしている。それから、実利用についてもこれぐらいの精度があると、AMSR、AMSR-E で利用している精度がほぼ維持できているといった判断で、リリース基準としてはミニマムとしてこれだけの精度があれば十分だという基準だと考えている。

【JAXA(堀川)】 いずれにしても、ミニマムサクセスが目標ではなく、標準精度のものを 5 年後に提供するフルサクセスが目標。これは特に十数年、このデータを提供していくことが目的であるので、その基準になる標準精度がベースである。最初の 1 年間で GCOM から得られたデータがどこまで皆さんの利用に供せるか、校正できるかということで評価し、1 年間でここに示す精度のデータの校正ができれば、気象変動がメインの目標達成が評価できる。それ以外にもある程度の使い方ができると思う。その後、さらに校正を進め

ていくことによって、皆さんの、研究、利用に供せるようなデータになっていくのだと思っている。

【廣澤特別委員】 今の細かい数値目標のことに関係するが、また、先ほどの鈴木委員の質問と関係するが、精度として最も高いところをねらっている「目標」の数値が出るためには V 偏波と H 偏波を両方使う、すなわち両偏波が働かなければこの「目標」の数値に至らないということはあるか。V 偏波と H 偏波を組み合わせることによって高い精度に達するようなものがここに含まれているとすると、冗長系の考え方とも関係すると思う。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 JAXA(ジャクサ)で利用研究を担当している今岡と申す。

先ほどの御質問の V 偏波、H 偏波の組合せという点については、まず純粋に冗長系の話はなしで申し上げますと、基本的にはほとんどの対象量について V と H の情報は非常に独立になっているので、この組合せが非常に重要となっている。そういう意味で、ここに示した量の中で精度目標の一番上をねらうのであればやはり両方が必要だと言える。ただ、用いる周波数はそれぞれに異なるので、そのすべての V 偏波、H 偏波が独立にすべてないとプロダクトができないという意味ではないが、概論的にはそういうことになる。

【廣澤特別委員】 V 偏波と H 偏波の両方があって特に効果があるのは観測項目でいくと例えばどれであるか。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 総論的になるが、原則的には表面の情報が、V と H の情報が一番必要であるので、この中でいうと海洋に係るような海面の水温や海上風速と土壌水分、この辺が V、H の情報が一番必要であると思う。

【廣澤特別委員】 どうもありがとう。V 偏波と H 偏波があるから冗長だという考えは取らず、それぞれについて最善を尽くす、ということを当

然なさっているとは思いますが、大事な点なので念を押させていただいた。

【青江部会長】 澤岡先生、よろしいか。

【澤岡特別委員】 ユーザは仕事の内容との変化とともに、要求している数値が変わることがある。その時、はしごを外されたと思わないことが必要ではないかと思う。今回はとにかくかなり信頼の置けるデータとして、この数値をもとに精度目標や冗長を設定したと理解させていただいた。

【青江部会長】 下田主査のもとに GCOM 総合委員会が設けられて、それから、ある各サイエンスのコミュニティの代表とでもいべき方々を結集された形で委員会が構成され、そこでこれでいいと言っていたものだということのようである。

【澤岡特別委員】 素人が、精度が陸上 $\pm 120\%$ という数字を見て、こんな数字で仕事ができるのかという単純な疑問をもっている。

【森尾委員】 私も今の御説明でなかなか釈然としない。おそらく今おっしゃっている 15 ページの目標プロダクトというのは、本当にこれだけあれば十分なものではなくて、今日現在可能な技術で得られるデータとしてこの程度が一つの妥協点だということであろう。ユーザ側から見ればもっと精度を上げてほしいというのもあるはずであるし、あるいは、ここに書いてない項目で、例えば海上風速などは風向も欲しいという声もあるはずだが、出てきていない。

だから、この表はある意味では実現可能だという現実を踏まえた妥協点を書いてあるのであって、言ってみれば学校の試験で 100 点とればいいというのがこの表を満たせばいいということであろう。でも、実際は 100 点より高いところを目指してほしいという気持ちがあるわけで、特に科学技術をやっている人たちにはもっと上を目指してほしいと私は思う。

今の中川さんの御説明を聞いても、とにかく 100 点をとれるような回答になっていて、なかなかこれ以上のことを何とかチャレンジしようという熱意は全く伝わってこない。どうもそれは、1 つは、回答者が JAXA (ジャクサ) となっていることなのではないか。この 5-1-1 の資料も回答者が宇宙航空研究開発機構となっていて、個人名が入ってないから全く無機質だと思う。だから、各質問に対する回答にも個人名を入れていただければ、その回答者の熱意というものがもっと伝わってくるのではないかと思うが、いかがか。

【JAXA (ジャクサ) (中川)】 まず最初の御質問。おっしゃったように、今 AMSR については AMSR-E の実際にほぼ実用に使われているデータがあり、衛星からの観測の限界や現状のアルゴリズムといったものがあるので、そこから実現可能な目標として標準精度、リリース精度を設定した。

ただ、さらにもっと頑張るという意思表示はしているつもりである。我々としては今ベースにあるものからさらにそれからプラスアルファの設計変更要求、機能要求をして、それに対して実現可能と思われるところを、サクセスクライテリアのフルサクセスの基準として、標準精度と設定している。ただ、もっと精度はよいほどいいというのはユーザの御意見であるので、さらに向上したいと考えている。

それから、回答への記名については事務局で答えていただけるか。

【瀬下参事官補佐】 5-1-1 の各質問項目に対する回答者のところに JAXA (ジャクサ) と、個人名が書かれていないが、組織を代表して責任を持つ方が答えていただくという理解のもとで考えていたので、JAXA (ジャクサ) というのがすべて中川プロマネと読みかえていただいてもいいのではないかと思う。

【青江部会長】 ほかはいかがか。

【中西特別委員】既に質問したことには幾つかお答えいただいているが、まだ私にはミニマムサクセスとフルサクセスとエクストラサクセスの表記がよく理解できていない。この点をもう少し説明が欲しいとコメントしたところ、5-1-1の7ページをご覧になると一番よくわかるが、赤字で書いてあるように年限を入れただけの回答だった。そうすると、何年度までに何ができる、何年度までに何ができるという予定となり、ミニマムサクセス、フルサクセス、エクストラサクセスの言葉使いとは異なると思う。先ほどの目標と関係すると思うが、本当はここまでする予定であるけれども、ここまでできなければこの程度でも仕方ない等という意味の書き方ではないかと思う。

あと、もう一つ、これを見させていただいたときにはコストのことがほとんど意識されていないというか、書かれていないように思えた。開発資金も1ヵ所だけ200億円が180億円に減ったと書いてあり、そのご説明をいただいたところだが、例えば最後の危機管理のところでは、もしもこれが失敗した場合は幾らかかる等、やはりコスト面は全てオープンにする必要があると思う。打上げ失敗だといくらかかるということも書いておくと、コストということがもう少し認識されてくると思われる。質問の57ページのところの回答では、予算の追加措置を行う計画と書いてあるが、例えばそれは幾らぐらいになると見積もられているのか。

【JAXA(中川)】まず1つ目の御質問で、サクセスクライテリアは、5年後にここまでできればミニマム、ここまでできればフルというような考え方ではなくて、衛星を考えると寿命というものがあるし、ある時点でどこまでできたかでミニマムと考えようといったとり方をとっている。

今おっしゃったような、5年後にこのレベルまでいけばミニマムだし、このレベルまでいけばフルサクセスという考え方も一つの考え

方かもしれないが、ここでは、時間の軸で1年後にここまでのレベルに達していればミニマムと考えようといった考え方をとっている。

要は2軸で考えているということで、単に目標の達成だけのある時点ですべてのレベルで決めているわけではない。

【青江部会長】多分ますます混乱してきたのだと思うが、実施機関が目指すのはフルサクセスなのである。ミニマムサクセスを目指すなどということはない。ただ、ミニマムサクセスというのは何であるかという、何かが生じたときにフルサクセスが達成できなかったときに、いきなり0点になるというのはいささか評価の仕方としてはおかしいかもしれない。

そのときにその中間があるはずだと、いわゆる合格と不合格の間に何か現実問題として中間があるはずだと。その場合、事後の評価のときに、このあたりまでできればそれはその中間というか、マルとペケの間のもので何らかの御評価をくださいと、それを言っているだけだと。目指すのはあくまでもフルサクセスだという理解をしたらどうにかならないだろうか。

【中西特別委員】よくわかった。1年後に5年後の目標までできれば特にいいのだが、5年後に1年後の目標までしかできないということも想定するという意味、つまり5年間たってもミニマムだけの成果だったということも想定するということが。

【青江部会長】結果としてはあり得ると。

【中西特別委員】はい。

【青江部会長】だから、あくまでもこれをもとに事後評価をやるというものである。この人たちがミニマムを目指すことは決してない。

【JAXA(中川)】あと、2つ目の御質問で、追加の予算が必要になるケースが幾らぐらいかかるのかという御質問があったと思う。それは50ページのH-Aロケットの遅延のところ、万が一H-A以外

の代替ロケットで打ち上げる場合、それはそのロケット 1 本分の費用が必要である。H- A では約 100 億円と言われており、海外のロケットについてのコストについてはまだ調査し終わっていないが、そのロケット打上げ費用 1 機分が必要となる。

それから、次の場合、W1 の打上げが失敗した場合、W2 の開発に着手するということになるので、基本的には衛星 1 機分、それは現在の 180 億円よりは開発試験をしないので安くなるが、そのお金とロケット 1 機分、地上設備は不要であるので、その点が必要になる。

回答になっているか。

【中西特別委員】 結構です。

【宮崎特別委員】 2点あるが、1点目は43ページの実施体制の外部機関との関係のところであるが、そこにデータ利用者の中に海外としてアジアの利用機関も含まれているが、44ページの表にはそのアジアの機関のことは書いてない。現在、アジアの機関との調整等はどのような状況であるか。どういう利用目的でアジアの機関が参加するのか等、そういう今の状況を教えてほしい。

2点目はリスク管理の50ページのところである。カテゴリ1と3というリスク項目があるが、カテゴリ2というのがないのは、カテゴリ2というのは今のところまだ考えられていないということなのか。

【JAXA(ジャクサ)(中川)]後の方から。最初の質問は松浦のほうからお答えする。

まだ開発に着手していないので、開発段階で今新たに識別されるということが今まだ特にここには書いていないと。これから開発段階に入ってどんどんリスクは上がってくると思うが、それについてリスク管理の中で識別評価していきたいと考えているので、今現在では想定できていないということである。

また、開発段階での計画として、現在列の一番右の列に書いているが、開発研究段階から開発段階に移行した段階ではこういったリスクがまだ残っているということで、これは引き続き開発段階で考慮していくアイテムになっている。

もう一点、アジアについてはその担当の方から御説明する。
【JAXA(ジャクサ)(松浦)] JAXA(ジャクサ)の利用推進を担当している松浦と申す。

先ほどの御質問で43ページに「含アジア」と書いてあって44ページはないということで、状況はどうかという御質問かと思うが、現在のアジア地域の現状からいうと、AMSR 2のようなデータを使うとといったことができる機関というのはかなり限られているので、このデータを提供するという考えではなくて、もう少し環境全般を監視するといったコンセプトで提案している。それはアジア太平洋地域宇宙機関フォーラム(APRSAF)と呼ばれて、文科省とJAXA(ジャクサ)がリードして、今回はインドで14回目が開かれるフォーラムがあるが、その中でアジア地域の環境モニタというのをやろうというコンセプトの提案をしている。前回、仮のコンセプトのディスカッションを始めたばかりで、こういう情報を使うと一体何がわかるかという説明も含めて今提案している状況であって、ここの44ページに書けるような調整状況のところはまだ至っていないという現状である。

【小林特別委員】 41ページにGCOM-W1の運用スケジュールがあるが、このW1の事後評価というのはこのスケジュールでいくと定常運用終了審査に当たるのか、あるいは、ミッション終了審査に当たるのか少し確認させていただきたい。

というのは、エクストラサクセスのところ、いわゆるサクセスの定義のところ、期間が全部5年間以内に限ってある。このスケジュー

ルを見ると5年後の後、いわゆる後期利用段階としても生きていれば利用、活用したいという趣旨だと思うが、もしこれがミッション終了審査の段階で事後評価を行うのであれば、エクストラサクセスのところに5年以後のものも含めてもいいのではないかという気がしたが、それを期待しているの、であれば、逆に要らないということなのか、私の勘違いか。

【JAXA(ジャクサ)(堀川)】 これまであまり実績がなく、ケース・バイ・ケースのことが多いので文科省や宇宙開発委員会と御相談の上でということになる。基本は定常段階が終了した後、後期利用段階を継続して運用し、それで、その間にエクストラサクセスの成果が上がっていくということもあるので、多くの場合はミッション終了、すなわち、もうこの衛星が燃料も尽きた、完全に電波が途絶えたというような状況になった後、評価をいただくとと思うが、それがあまりにも長くなったときに、中間的に最終の評価というのをやっていただくというケースもあり得るかと思う。その辺は御相談かと思う。

【青江部会長】 通常であると、多分定常運用が予定の時期が終了した時点、まだ生きているわけであるが、そのときに評価を終えた後、本当に死んだ段階ぐらいに、大々的な評価でなくても委員会のような場にその段階でそのアウトプットを出していただいて、エクストラがあったかという確認をするといった手順かと。

【小林特別委員】 私が言いたかったのは、もし5年より先にも運用できることを期待しているのであれば、何かサクセスのところにそういう項目があった方がよいのではないかということである。エクストラというのは基本的に満たさなくてもいいわけであろう。しかし、初めからこういう余分な成功も得られるだろうと期待していたのだということが文章の中にあってもいいのではないか。これだともう5年間しか私は知らないというように思える。

【青江部会長】 従来、単発の衛星の場合にはあるミッション寿命を超えてさらに運用できたときにエクストラだという言い方をさせていただいたこともあるが、GCOMMはシリーズ衛星ということで次のミッションが終了するタイミングをねらって、あるいは、それ以前に次の衛星が上がるように考えているということもあるので、このGCOMの1号機についてはとりあえず5年後の段階で目標の精度を達成できていればそこをエクストラと書いた。もちろんエクストラの余寿命で並行して2つの衛星がさらにデータを提供してくれるという状態もそれはエクストラという評価をいただけるのならそういう方がいいとは思う。それがマンダトリーな要求では必ずしもないのではないかということがあると思う。

【松尾委員長】 先ほどの15ページであるか、120%で商売になるとはうらやましいという話にも関連するが、どうもこの数値目標というのが、内輪の約束事みたいな話で、専門外の人から見るとこれがどういう意味があるかというのはなかなかわかりにくいであろう。だから、これは難しいのであろうが、例えば気候変動の解明という大目標に対して、この物理量は一番感度が高いにもかかわらず、わかってない等、その手のつながりがもう1ステップどこかにあるとわかりやすいと思う。

そうでないと、単に±何度と言われてしまうと、そうかというだけになってしまふところがある。そう簡単ではないだろうと思うから、努力をしてみたいと申し上げるだけであるが、宣言して単にクリアするための目標だけであって、それ自体の意味というのが少し隣の人にはわかりにくい。

ただし、これがセンサ側から言って、できないことを言われても困ると。今できるぎりぎりのところはこれであるという基準ならば、それはそれである種の明快な答えにはなっている。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 こういう表に一つにまとめるというのは、やる側からしてもかなり難しいところがあって、このバックグラウンドにいろいろな条件やいろいろなものがある、そういうところは内部になるが、校正検証の計画書を立てる等というところで補ってやっていこうと思っている。わかりにくいという御指摘はもっともだと思う。

【松尾委員長】 この数字自体は極めてわかりやすいが、バックグラウンドが極めてわかりにくく、だから、どうしたという話になる。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 やはり衛星だけでしかなかなかはかれないものというものもあって、それをどうやって評価するか等、その辺でこういう数字が出てしまうという面もあって、その辺を今後コメントいただいたということで検討させていただきたい。

【池上委員】 私はエンジニアを長くやっていたが、こういうのは初めてで、これは測定の誤差をバーで表す、測定の精度なのか、あるいは、絶対値に対して測定値がどうかというのなのかもこれはわからない、絶対値がそもそもわからない話を対象にしているわけだから。私が申し上げたいのは、少なくともプロでなくてもわかるような表現をどこか、注釈でもいいから書いていただかないと、全体に対して疑いのまなざしを持たれる可能性があるということである。

【澤岡特別委員】 例えば、降水量1時間当たり20ミリまでは測れるとあるが、そこで、マイナス120%というのは、まず100%を引くとゼロになり、120%ではさらに負の領域に行ってしまう。その辺、どう常識として理解していいのか。一般の方が理解できる表現の方法はないのか。降水量がマイナスということに素朴な疑問が残る。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 ここに示した数値というのはすべてある値

の例えば地上ではかった値に対して、瞬時でこれぐらいの比較ができるという値になっている。実際には人工衛星で一番重要なのは全球で幅広く、例えば降水量はどういう分布になっているかということの方が非常に重要であって、そういう観点から言うと、この数字そのものがそのまま直接全球の評価にはつながらないというのは実はおっしゃるとおりである。地上のデータを使って評価していくという面からは、やはりこういう値で評価して値を出すしかない、そういう検証の面からの制限はある。

その辺は1つの数字であらわすということ自体実はかなり限界があるのであるが、そういうところはこの表以外のドキュメント等で補うようにしていくしかないかと思っている。

【高柳特別委員】 素人として質問するが、100%以上の数字の意味がわからない。この目標のところは $\pm 80\%$ という100%以下の数字があるので、努力していけば変わる目標なのかと理解したのだが、一般の人から見たら、陸上はわからないと言ってくれた方がよほど明快なような気がするが。でも、努力すると $\pm 80\%$ までいくということを言いたいわけであろう。

【JAXA(今岡)】 目標という意味で示しているのはそういうことである。

【高柳特別委員】 だから、その意図はわかるが、 $\pm 120\%$ というのは一般の人が見たらおかしい。

【青江部会長】 100%を超えるというのがおかしいという意味で。

【高柳特別委員】 そうである、わからないであろう。

【青江部会長】 それを今聞かれているのだから、それに対してのお答えは何もしてないのではないかという気がしてしょうがない。100を超える $\pm 100\%$ というのがそもそもどういう意味なのかと。

【高柳特別委員】 そうである。

【佐藤特別委員】 プラスは意味があるが、マイナス120%はやはりない。

そこはマイナス 100%が限度である、0 になるのが限度である。

マイナスはやはりマイナス 100%である。それ以上は意味ない。

【青江部会長】 そもそも概念としておかしいわけであろう。

【佐藤特別委員】 エラーバーとして意味がない。プラスは意味がある。

【青江部会長】 というふうに問われているが。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 はい。

【佐藤特別委員】 プラスはプラス 200%でも意味がある。上限がわからないという意味であるが、その程度までは上限が出せるという意味である。しかし、マイナスの数値は意味がない。降水量がマイナス 10 などというのはないのだから。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 御説明を加えるたびに少し混乱しているところがあるが、定義として今考えているのはその右に書いているが、平均降水強度に対する RMSE(ルートミンスクエアエラー)の割合ということで、相対的な誤差と考えている。

【青江部会長】 了解した。大変申し訳ないが、全員どうも 100 を超えるマイナスのパーセントというのは理解できていない。それをきちんと説明をメールかどこかできちんとするということとする。その上で、評価票の方についての記述方、よろしく願いを申し上げたい。

【廣澤特別委員】 少し余計なことかもしれないが、マイクロ波放射計の測定の実理と絡めて、今のことを私なりに解釈してよいか。マイクロ波放射計の出力信号はノイズのようなものである。そのノイズのような信号から電力(パワー)を求めるが、その際、観測装置に固有の条件(周波数帯域幅と積分時間)と観測対象からの放射、周辺からの放射、および観測装置の雑音で決まるマイクロ波放射計観測に固有の「ゆらぎ」が残る。このゆらぎの中心値である平均電力において、観測対象からの放射に対応する電力(情報

部分)はその一部を占める。つまり、情報部分は、あるバイアスの上に乗ったような形となり、かつ大きなゆらぎの中にある。一回の測定では平均電力の真値は判らない。プラスマイナス何パーセントというゆらぎの範囲にある。推定問題を解いて物理量に変換した後も、このゆらぎによる不確定性は残る。バイアスを差し引くということと、ゆらぎによる不確定性ということから、結果的に、情報部分の推定値が、見かけ上マイナスになってもやむを得ない。精度の表現を、マイナスにならないように無理に切るのはかえって不自然である。私は提示された数値表現でいいと思う。

【青江部会長】 了解した。

今の廣澤先生からの御説明も含めて、とにかくわかるようにしていただけるか。

【JAXA(ジャクサ)(今岡)】 了解した。

【青江部会長】 かなり学問的なことではないかという気がするが、とにかくお願いする。その上で、できるだけ早急に今のことについてきちんとJAXA(ジャクサ)側から回答する。

その上で評価の記入方、よろしく願い申し上げます。

(2) 議題「全球降水観測/二周波降水レーダ(GPM/DPR)プロジェクトの事前評価について」

事務局から、推進5-2-1に基づき、説明があった。

JAXA(ジャクサ)より、推進5-2-2に基づき、説明があった。

主な質疑は以下のとおり。

【青江部会長】 GPM 計画の非常に大きな部分を構成する主衛星のプロジェクトが NASA と JAXA(ジャクサ)の分担になっているわけであるが、NASA の分担をとった分の JAXA(ジャクサ)の分、NICT と一緒になった日本担当分、ここを一つのプロジェクトとしてつかまえていただいて、この場で御評価をお願いする。全体の計画は背景に置いていただいてというか、この全体計画の中の一環たるこの主衛星プロジェクトの日本部分について御評価をお願いする。

【佐藤特別委員】 質問であるが、そうすると、副衛星との連携がどういふふうに行く、どういふふうに組織全体として衛星の成果があるか等、そういうことが評価では対象ではなくて、DPR というその装置だけの評価ということか。

【青江部会長】 そのそのまさにそういう副衛星との関係がこうなっておるといふことも要素に入れていただいて、これを御評価いただくということではいかがか。

【佐藤特別委員】 そうすると、そういう副衛星との連携で成果があるか等についての評価については評価をするのか、しないのか。

【JAXA(堀川)】 その部分について、発言してよろしいか。

【青江部会長】 どうぞ。

【JAXA(堀川)】 副衛星についてすべてを JAXA としてコミットできる範囲ではないので、そこは評価の対象外、ただ参考としていただ

くという位置づけと認識している。

【佐藤特別委員】 了解した。基本的にはやはりこれは大筋では NASA が主体であると認識してよろしいか。

【JAXA(堀川)】 NASA がというか、国際協力で全球マップをみんなで作ろうというものである。JAXA の DPR で全球マップのこの部分をコントリビューションするというので、そのコントリビューションの中身が適切かどうかを御評価いただくのかと思う。

【青江部会長】 背景には置いていただかなければいけないとは思いますが。

【佐藤特別委員】 了解した。

【中西特別委員】 先ほどの GCOM の 120% プラスマイナスの誤差と比べると、こちらは断然誤差が低く、こちらの技術の方がはるかにいいように思えるが、GCOM との関係はどう考えるのか。もちろん、いつ上げる等の関連は14ページに書かれているが、どういふふうを考えれば良いのか。

【JAXA(小嶋)】 まず、観測原理が違う。GPM の方はレーダで直接的に雨粒に電波を当てて、その雨粒からはね返ってくる電波の強さによって雨をはかる。しかも、レーダであるので三次元的に垂直分布がはかれるということで、マイクロ波放射計よりも原理的に雨をはかる能力は高い。ただし、マイクロ波放射計に比べると、観測幅がかなり狭いという欠点がある。であるので、GPM は高い精度でレーダではかったデータをうまく使うことによって、副衛星群に載っているマイクロ波放射計による雨の推定精度を向上させるというのが基本的なコンセプトになっている。

それと、推定精度の記述であるが、GCOM の方は多分瞬時の推定値で規定していると思うが、GPM の方は水循環に寄与するというので、ある程度の広い領域、かつ、マンスリーの平均値

でもって精度を規定している。それが水循環変動や気候変動には非常に重要ということで、統計的に平均化したもので精度を規定しているので、見かけ上、瞬時値で規定している GCOM-W よりも値がよく見えるということはある。

【中西特別委員】 それぞれの特徴があるということはわかるが、ここで一緒にデータを考える、つまり一緒に結果を検討する方針はないのか。

【JAXA(小嶋)】 そういう意味では、JAXA が開発する GCOM-W も GOM 計画の中の一つの副衛星としてデータを使うという計画である。

【中西特別委員】 これはGPM/DPRだけのことが書かれているようであるが、互いに補完して初めていいデータになるのではないかと思われるので、一緒に検討していくというスキームもお願いしたい。

【JAXA(ジャクサ)(小嶋)】 雨の部分については非常にオーバーラップしているので、研究のコミュニティ、あるいは、利用のコミュニティについては連携をとりながら進めている。

【廣澤特別委員】 3時間ごとの全球観測ということが最初の方には出てくるが、それが途中から少し見えにくくなっている。今回の評価の対象の範囲に、3時間ごとの全球観測、という部分は入っているのか入っていないのか。

【JAXA(小嶋)】 3時間ごとというのは副衛星の数に関係するということで、エクспリシットには入っていないが、この19ページ目の中で3つ目の広域河川の日雨量の推定精度プラスマイナス40%以内と規定している。これは副衛星群がある程度数があって、観測頻度が十分達成されることでこの精度が達成されるわけで、副衛星群の数、あるいは、何時間ごとに観測するというよりも、

エンドユーザからどの精度で雨の量をはかりたいかということに基づいてミッション要求条件を今回設定している。それでは、その副衛星の数とミッションの精度とはどうなっているかということについては、少し細かいが、55ページのところに広域の河川の日雨量の推定精度ということでまとめていて、55ページの右側の図を見ていただくと、何時間ごとに観測するかというサンプリングと、それから、それによってどの程度そのサンプリングの誤差が低減していくかという研究成果があって、この成果に基づいて要求精度を設定している。

【廣澤特別委員】 評価の範囲がよくわからなくなってくるわけである。議長、整理していただきたい。

【青江部会長】 20ページをお開きいただいて、20ページの方にDPRのサクセスクライテリアというのがある。この、これの対象部門というものを御評価いただく。そして、今おっしゃられた3時間等というのは21ページの方、副衛星と一緒に達し得るもの、これについては参考と書いてあって、これは副衛星群が逐次登場してくれればこういったこともできるということになる。だから、これはとりあえず少し横に置いていただいて、今の主衛星によるところのこの20ページに書いてあるこれを達成し得るか、達成しようとしている部分を御評価いただくという。

【廣澤特別委員】 いつもこういった議論が起こるが、プロジェクト全体としての価値を考えると、副衛星を含めた大きなとらえ方をすべきであろう。このミッションはこれだけ価値があるのだと。ところが、評価そのものとなると急に範囲が狭くなり、DPRだけの話になってしまう。プロジェクト全体の大きな意義を十分踏まえて、背景に十分言及しながら評価してほしい、とおっしゃっていただいた方がありがたい。

【青江部会長】 私の言い方が大変悪くて申し訳ない。背景に置いていただいて、そういったものというものも当然アウトプットとしての期待とでもいうか、そういったものがあるということである。ただし、評価のときに、何か不確定なものまで入れて評価をするというのは大変難しいかと思っていて、その心配だけなのである。この副衛星群というのはまだどれだけ登場してくれるかというのが今時点においてははっきりしていない。そういう状況下で評価をするとなれば、はっきりしたものというものを対象として評価をする以外にはないかと思ったのだが。

確かにおっしゃられている意味や意義を縮めてしまうつもりはない。そういう趣旨で申し上げているのではないが、いかがか。矮小化してしまうか。

【廣澤特別委員】 工夫して書けとおっしゃっているのだと思うので、努力する。

【佐藤特別委員】 私もやはり本当はそういう評価をしたいと思うが、残念ながら、やはり副衛星との連携のことについては何の報告もないし、どういう働きかけをして副衛星がきちんと上がるように、また、機能ができるような動きを努力されてというか、外交の能力やそういうことだと思うが、そういうことをされている報告がないので、残念ながらここでは評価できないと思うが、事後評価のときは絶対あるべきだとは思う。

【鈴木特別委員】 このプロジェクトは TRMM の延長というお話であるが、TRMM の評価というか、それがどういう成果があって、それをさらにどういうふうに発展させるかと、そのあたりは何か今までまとめたものはあるのか。

【青江部会長】 一部若干 TRMM の評価というのが最初の方に一部出ている。

【JAXA(小嶋)】 全体をまとめた1枚のチャートとしては5ページであるが、付録として56ページ目から数枚にわたって TRMM の成果をまとめている。今日は時間の関係でここまで御説明できなかったが、長期間にわたる観測を継続しているということで、成果についてはきちんとまとめている。

【青江部会長】 何か整理をして、少し皆さんに御紹介をしておくようにしておいていただけないか。

それから、もう一点、佐藤先生の言われたことに関連してであるが、副衛星群の、先ほどどう登場してくれるかまだはっきりしないということを今申し上げたが、協定等といったことがきちんとできてないという状況に今あるわけであろう。しかし、これから先の普通素直な推移というものをかんがみれば、きちんと出てくるはずだとは思える。そのところをもう少しきちんと御説明をするような、補足説明をするようなものを用意していただけないか。

【JAXA(ジャクサ)(小嶋)】 了解した。

【鈴木特別委員】 先ほどの話で少し確認したいのだが、結局私の言いたいことは、TRMM でこういう成果があったと、ただ、こういうふうにもっと改良、こういうことがあればもっとよくなると、したがって、こういうところを改良してこういうところをねらっているんだというあたりを是非御説明いただければと思うが。

【JAXA(小嶋)】 17ページの左下の表に「現状(TRMM/PRの成果と課題)」ということで、どういう成果が上がっているが、今現在の政策レベルからおりてくる要求に対してはまだどういう足りないところがあるかというところを整理している。それらも踏まえてGPM/DPRとしての目的が設定されているということを17ページで示している。

【高柳特別委員】 多分、鈴木さんと同じような意図で聞いているが、つ

まり TRMM がすごくいい仕事をして、9 年生きているが、これは寿命が 3 年 2 ヶ月でフルサクセスの評価も 3 年というところになっている。この 3 年 2 ヶ月というのはどうやって決めているのかを知らない人間の質問であるが、TRMM は 9 年間働いているのに、今度上げる衛星は 3 年 2 ヶ月で評価を考えるとということをはわかるように教えていただきたい。

【JAXA(小嶋)】 3 年 2 ヶ月というのはエンジニアリング的な達成可能な寿命と、それから、利用面、科学面から最低限必要な観測時間ということで設定されたものである。

それで、TRMM がなぜここまで長く続いてきたかという一つの大きな理由は、TRMM はもともと最初は高度 350 キロに打ち上げられていて、高度 350 キロで 3 年 2 ヶ月もつような搭載燃料を積んでいる。ところが、非常にいい成果が出たということで、少しでも寿命を延ばしたいということで、途中で高度を 400 キロに上げている。このところは非常に大気の密度が濃いところで、これを 50 キロ上げることで非常に燃料の節約になっていて、寿命が延びているというのが非常に大きな原因である。

【青江部会長】 しかし、前に行ったものが 9 年も生きていて、次に行くものが 3 年だというのは何となく釈然としない。

【JAXA(ジャクサ)(小嶋)】 そういう意味で、GPM にはエンジニアリング的な設計寿命は 3 年 2 ヶ月なのであるが、衛星側の搭載推薬量は 5 年分の推薬を搭載している。

【森尾委員】 いわゆる 9 年やったことに意味があるのであれば、今度のものも例えばおそらく高度が低い方が精度がいい等ほかのメリットもあるのであろうから、最初 3 年間で予定されている高度でやって、今の TRMM のように一旦ミッションが終わったら、さらに高度を上げてさらに 3 年間もたせる等、そういう何かフレキシブ

ルなことを考えられないか。皆さん、どうも 9 年もっているのに、次のものが 3 年だというのは納得できないという感じはあると思うが。

【JAXA(堀川)】 もともと 3 年ミッションのものを運用していて、軌道高度を先ほど言ったように 350 キロを 400 キロに伸ばすことによって、結果的に 10 年以上の期間もつようになった。従ってそれは当初の想定した燃料量に対して結果的にそういう期間もつということになったわけである。GPM についてはやはり 3 年のミッション、それで利用し、いろいろな副衛星群によるデータの校正等に寄与するものとしては十分であるということでミッション期間が考えられていると思う。

それを 5 年以上問題がなければ、運用を継続すると思う。今、森尾先生がおっしゃったような(高度を途中で変えるという)話もそれはあり得ると思うが、アルゴリズムの設定というのが結構高度が違うことによって変更するのが大変であり、現状 TRMM は 400 キロの高度に上げているので、GPM はそれと同じ高度にして、アルゴリズムを共有化できるような、あるいは、データの評価が共有できるような高度にしている。あっちを上げたりこっちを上げたりというのはそう簡単にできる話ではないと思っている。

【鈴木特別委員】 先ほどの話で私が聞いたかったことは、27 ページに仕様が書いてある、レーダについてである。これは TRMM に対してどのぐらいの改良をしている等、定性的な話は先ほどのお話でわかるが、これは新しい開発であるから何らかのチャレンジというか、やっていると思うが、そのあたりが定量的にわからないと、評価しにくいということなのである。

【JAXA(ジャクサ)(小嶋)】 TRMM の PR を本当は書けばよかったのであるが、一番大きな、よくわかるのは、最小測定降雨強度、つ

まり感度であるが、TRMMの降雨レーダは0.7 mm/hrである。それに対してKu PRは0.5ミリ、Ka PRは0.2ミリになっている。それから、もう一つの大きな特徴は、Ku帯のレーダとKa帯のレーダと2つのレーダのビームを合わせて、同じ雨域を2つの周波数のビームで同時に観測すると、それによって非常に降水の物理パラメータの推定精度を高めるところが大きな特徴である。

【鈴木特別委員】 了解した。そういうところが是非知りたかったのである。

【青江部会長】 大変申し訳ない。予定の時間を少し過ぎていて、それで、前回のGCOM-Wと同じように、大変恐縮であるが、今日の今までの御質問はきちんと整理して対応していただく。同時に、もう一度これを御覧いただいて、それで御質問があるかどうかと思うので、それをまた前回と同じように出していただいて、それに対して逐次回答をさせていただくという形で進めさせていただきたいと思う。是非どうぞよろしくお願ひ申し上げたいと思う。

それから、念のために申し上げるが、先ほどのいわゆる3年2ヵ月でいいというのは、多分今の御回答では皆さん納得されていないと思う。1号目がもう何年も前に上げたものがあれであって、あれだけ要望もされているようなものであったら、今度はもう少しよくなる、もっと長くなる、それを目指すというような、ごく素朴にはそうであろう。

【JAXA(堀川)】 寿命を延ばさないという言い方をしているのではなくて、エンジニアリング的にミッションライフを保証しているので、TRMMと同じやり方で寿命保証しているということである。

【青江部会長】 保証というか、ここをターゲットにできないのか。

【JAXA(ジャクサ)(堀川)】 実際にはまた延びるかもしれない。

【青江部会長】 それをターゲットにするというのが合理的ではないのか。

【JAXA(堀川)】 保障するのは困難であるが、結果的にまた延びるかもしれない。

【青江部会長】 保証しなければいけないわけであろう。

【松尾委員長】 しかし、延ばそうと思っても推進剤は5年分しか持っていないのであろう。

【JAXA(ジャクサ)(小嶋)】 搭載推薬はそうである。5年間は保証する。

【松尾委員長】 だから、延ばそうと思ってもそれで制限を受ける。

【JAXA(ジャクサ)(堀川)】 その制約はある。

【松尾委員長】 だから、それはものすごくはっきりしている話である。

【JAXA(ジャクサ)(堀川)】 それは設計上の話であるから。

【青江部会長】 いずれにせよ、それが合理的だということを言わないと納得できないわけであって、それを言っていたきたいと言っているわけである、説明していただきたいと言っているわけである。

【松尾委員長】 あのと時もNASAは早くやめようと思ったが、議員さんも巻き込んでの結果がああいう結論になってしまったわけであろう。だから、また似たようなことが起こったときに、5年分しか持っていないでいいのか。

【森尾委員】 少し確認させていただきたい。先ほど最初の質問で、例えば降雨量の精度、こちらはレーダであり、GCOM-Wの場合はマイクロ放射計であるため、全然測定方法が違うから精度がいいのだという話であった。一方、向こうは瞬時の降雨量でこちらはある時間の積分値で、副衛星からのデータも活用してこういう精度が上がるという御説明だったと理解したが、それで正しいか。

【JAXA(ジャクサ)(堀川)】 DPR については DPR だけだと思うが、どうぞ。

【森尾委員】 副衛星のデータは活用しない。

【JAXA(ジャクサ)(堀川)】 DPRのアウトプットは、

【森尾委員】 二周波のレーダだけのデータ。

【中村教授】 利用検討委員会のチェアをやっている中村である。

測り方が違うので、瞬時値についてもはるかに良い精度となる。マイクロ波放射計の場合はエラーバーで 120%の値が上下、下は出ないが、上の方が大きく上がるためエラーバーが出ていると思うが、レーダの場合ははるかに小さいエラーバーが瞬時値として出る。それがGPMではDPRになるのでエラーバーをもっと圧縮できる。

PRとDPRはどう違うのかということがあるが、我々は実際PRのデータを扱っているが、PRでは非常に長期間のデータがあつてとても良いが、精度本体に関しては私の感じでは限界にきている。それを突破するためには、新しいセンサを上げなければいけない。そこにDPR、二周波で測ろうという非常に強いモチベーションがある。二周波にしないと、もうこれ以上ドラスティックに精度が上がらない。そのために、マイクロ波放射計の精度も向上できないレベルに来ている。そのためにDPRは不可欠だ。

【森尾委員】 瞬時値なのか。

【中村教授】 瞬時値でよくなる。それもドラスティックに。

【青江部会長】 どうもありがとう。

ということで、逐次出していただいて。

それから、お金、資金計画について、38 ページをお開きいただきたいと思うが、92 億と 18 億とここに書いてあるが、これは打上げ経費が入っていない。

【JAXA(ジャクサ)(小端)】 打上げ経費は含んでいない。

【青江部会長】 これは日米で半々で、これの外数にあるということである。大体約 100 億円、その半分ある。それから、92 億円と書いてあるが、これは開発研究の段階で幾らか使って支出済みである。

【JAXA(ジャクサ)(小端)】 既支出分は約 30 億円。

【青江部会長】 だから、残りの 60 億円余りというのがこれから先の所要経費、プラス、地上関係で 18 億円、これが所要経費であると整理をお願いするということであろう。

【JAXA(ジャクサ)(小嶋)】 間違いない。

【青江部会長】 ということで、大変少し時間が過ぎてしまって申し訳なかった。本日の会合はここまでとさせていただきたいと思う。

あと、先ほど来申し上げたように、逐次質問を出していただいて、それに対しては全部 JAXA(ジャクサ)側が答えるということを通じて御評価をお願い申し上げたいということである。どうぞよろしくお願い申し上げます。

何かあと。

【瀬下参事官補佐】 最初の議題である GCOM-W1 については、評価票を事前にもうお送りしているが、その記入をしていただいて、来週の月曜日、7 月 30 日を期限に事務局の方に提出していただきたいと思う。何人かの先生においてはもう既に評価票を記入していただいているが、本日 JAXA(ジャクサ)の方から回答していただいたその回答を御覧になった上で、もし修正、見直し等が必要であれば、前回の提出いただいた評価票に上書きなり修正していただいたものを事務局の方に出していただければありがたいと思う。

それから、2 つ目の議題である GPM/DPR については、部会長

からお話があったように、質問という形で事務局の方に受け付けるので、これも来週の月曜日、7月30日を期限として事務局の方に、フリーフォーマットで結構であるので送っていただければ、今回の GCOM 改定版と同じような形で次回報告させていただく。

それから、次回の推進部会については8月上旬ということで、今8月7日を第1候補として調整している。また議事等が決まったら改めて御連絡する。

以上である。

【青江部会長】 質問は日にちを切っているが、それを超えても構わない。できる限り期日までに質問をお寄せいただくと JAXA(ジャクサ)側も回答しやすいということであるので、よろしくお願い申し上げる。

それでよろしいか。

本日はどうもありがとう。

了