

事務局の瀬下参事官補佐が資料 1-1-1(審査実施要領)を 10 分弱掛けて説明した後、質問は無かった。続いて JAXA の早川基先生が資料 1 1 2(プロジェクトの説明)を 1 時間余りかけて説明した。その後 1 時間を越える活発な質疑応答があった。

青江部会長:ご意見、ご質問等、頂きたいと思います。

澤岡:リスク管理に関する事ですが、ESA が 800 億円に対して日本が 150 億円と云う計画ですが、費用負担と云う点では ESA が主導権を持っている訳で、今まで大きな変更が随分ありましたが、理事会で決めてるから、もうこれで行けるだろうと云う事ですが、色々な国際情勢等が変わって居りますので、今後また変更が無いとは言えない訳ですけども、そう云う辺りは此処でのリスク評価の外に在る問題でして、此の部会の評価では考える必要が無い、あくまでも与えられた境界条件の中で考えれば良いですねと云う確認¹が一つと、もう一つはロケットを打上げ運用する側と衛星側と、多少日本の国内でも文化の違いがあり、ESA の内部でも違うはずで、其れで 2 国間の共同研究した時の総合解析をあなた任せで良いのか、向こうがやったデータを信じて良いのかどうか、もっと口を出した方が良いんじゃないか、其の

¹ リスク管理の対象だと思う。回答の中で言っている様に、ESA / JAXA プロジェクトチームの定期会議で情報交換する仕組みが出来ており、更に必要に応じた交流がある。其れはリスクに対応している事になるのではないかと。リスクとは、何も技術的なリスクだけではないだろう。

【議事(1)】 水星探査計画(BepiColombo)プロジェクトの事前評価について

辺りリスク管理と関係して、どの様にお考えかと。日本にはそう云う事出来ないのか、其の辺りの事項を教えて頂きたい。

青江部会長:前者の方の問題と云うのは、どちらかと云うと此の部会そのものがどう受け止めるかと云う感じになりますでしょうね。まあ、先程説明があったように、ESA の理事会で以て決めたと云う事で以て、其れを一応信用すると云う事、それ以上、所謂国際協力には常に付きまといますですね。其れ以上の事をどの程度まで我々として要求するのかと言いましようか、何処まで堅くなれば開発ゴーと言って良いのかと云うのは一般論としてどうなるんでしょうかね。(聞き取れない)と云うのは、当然他人様の事として有る訳ですね。また、ESA がやっぱりやめたと言う事と云うのは、

JAXA 早川:ESA 側が Bepi のプログラムをキャンセルすると云う可能性がゼロかと言われたら、其れは国際協力上ゼロであるとは答えられませんけれども、先程も言いました様に、ESA の関係国の閣僚会議でコストプロファイル、年度毎に幾ら掛かりますと云うプロファイルがミッション終了までが承認されていると云う事で、総額が承認されていると云うのとは一寸レベルが違う状態まで来ています。なので、プロジェクトの開発上で非常に大きな問題が起きたら其れに伴うディレーと云うものは当然可能性は有りますが、政治的なもの、お金の問題だけで ESA 側の都合で遅れると云う事はもう殆ど無いかなと云う風に思ってます。で、全体が遅れると云う事に関して言いますと、先程の軌道の設定・運用の話です

が、今、我々年に4回程度ESA側のプロジェクトチームとフェース・トゥ・フェースの会合を持っています。で、必要に応じてメールベースでの会合、打ち合わせを、其れからテレビ会議等々を含めて情報の共有をして、全体のプロジェクトに影響を与える様な問題に関しては、相互に情報を流し、我々の方で何か問題がある事は向こうに知らせます。で向こう側で大きい問題が出ると言う様な事であれば其れはこちら側に連絡を貰うと言う事で、情報共有をして、なるべくお互いの間で、単独で抱え込んで問題を解決しようと言うだけではなくて、お互いの協力で解決出来るものは解決をして進めて行こうと言うスタンスでやっています。あと、打ち上げまでの軌道の話だと思んですけども、此れが JAXA 側が出来ないかと言われたら、JAXA 側でも出来ます。但し其れをキチンとやる為には、電気推進を使うと言う事から電気推進のプロファイルを全部知らないといけない。それと ESA 側が開発するモジュールの質量等々が全部絡んできます。で、その辺の情報は ESA 側の方が細かく持っているのと、ESA はイソコ(?)と言う所で其れの専門の組織を持っていて、かなりの実力を持っています。で、我々の関係者でも、イソコとの色々な情報共有と言うのは、別の所からでも行われていて、イソコに関して其処は信頼が出来ると言う風に思っています。ですので、我々が出来ないかと言われたら出来ますが、イソコの結果を我々の方として検算をすると言う処で充分であろうと言う風に考えています。経路に関して言うとそう言う事です。其れからデータに関して

も、今、年に4回程度のシステム同士の打ち合わせをすると言う風に申しあげましたけども、其れの内の何回かにイソコの間に入って来ていて、地上系とのインターフェイスと言うのも今話を始めている処です。具体的な、どう言うテレメータを、どう言うフォーマットで流して、途中どう言う風に受け、どう言う試験を何時やると言う風な事も全部詰めているので、そう言う意味で言いますと、丁度 JAXA で衛星を打ち上げる時も地上系の方と色々な打ち合わせるのと同じレベルでイソコと話をしていると言う事でヨーロッパだからどう、それから日本だからどうと言う話ではないだろうと思っています。そんな処で宜しいでしょうか。

森尾:今のに関連して、こう言う開発計画とは、計画通り行かない事だとか、まあモッコイ(?)と言う事は、あの一、過去の整理と言うか、頂いた 1-1-1 の資料だと平成 15 年の 6 月 24 日に此の計画の事前評価をされた訳ですね。その直後と言うか、15 年の 11 月に ESA 側から遅れると言う通知があって、約 2 年遅れると言ったと云うんですか。で、其れに伴って 16 年の 8 月 ESA から連絡があって、もう一度進捗状況の確認があって、其の時点では変更以前に比べて若干の余裕が生じると言う事で、特段の問題はないと、で、此の尙進めましょうと言う風に、其の時点の評価になつてると言う事ですね。先ず、第 1 点は一般的に 2 年遅れると、同じ人数で続ければ経費が其れだけ増える。その時の特段の問題が無いと言う言い方は、人数を絞って経費を減らし、予定通りの予算に入るようにされたと言う事なのか、予定よ

りお金は掛るけど当初考えたものよりはもっと精度の良いとか完成度の高いものに挑戦するとか云う事で、その2年の時間と云うものを具体的にどう云う形で有効に使われたのか、その辺どう云う処理をされたのかと云うのが1点。もう一つは今度16年の8月に評価された、今言った様な何等かの事で相手に対して、対応する方策を取られたんだと思うんですけど、またその後17年の12月ですから、また14カ月ぐらい後になると、もう一度遅れる訳ですね。結局当初計画から見ると3年位ですか。其れはこのJAXA側から見ると、此の計画にとってプラス面マイナス面があると思うんですけど、具体的にどう云う点がプラス面があるか、或いはどう云う点がマイナス面があるかと云う様な評価ですね、一寸お聞かせ頂けるとありがたい。

JAXA 早川: 最初の2年の遅れに関してですが、サイエンス的にはマイナス面があります。其れは着陸機が無くなると云う事で、磁場の観測に関して言うと3点取れる、地表面に一番近い処で取れる1点は無くなる。²但し、着陸機がキャンセルされた理由と云うのが、此れは非常に明確で、着陸機と云うのは寿命がせいぜい2週間しか無い。その間に有効なデータ、この着陸機があると云う事で有効になるデータと云うのは、或る磁場変動が起きたと云う事が必要なんですけども、其れが起きる確率がどの位あるかと云う事と、この

MSE と云う着陸機一機を持って行く為に、残りのMPO、MMOを持って行くのと同じだけのロケットを一機、費用としても凡そ600億円掛る。ESAも着陸機と云うのは今まで行った事が無く成功した経験が無いと云う事から物凄くリスクが高い。にも拘らず、サイエンスのアウトプットとしては、それは有るんですけども、コストにほんとうに見合うかMPO、MMO 合わせただけのインパクトがMSEが増える事であるかと言われると、其れは甚だ疑問であるとする事からキャンセルされました。ですので、まあ、サイエンスとしてインパクトが有るんですけども、一番の大元で狙っているサイエンスとして、非常に大きなインパクトが有るものではないと云う事からサイエンスに関してはデメリットは有るけども我々としてはアクセプタブルであると。で、スケジュールの方に関して言いますと、実は最初の2年の遅れと云うのは我々にとってはプラスになっています。此れはJAXA側の問題ですけども、開発に掛る年数と云うものが一番最初の予定と云うのがかなり厳しくて、我々としてもこのスケジュールは非常にタイトであると言っていたものなんです。その分が2年遅れたと云う事で其処はスケジュールがリラックスができたと云う事で、開発として楽になる、チャンとした開発が出来るようになるという事で、此れはプラスに働きました。で、2度目の1年の伸びと云う方は、質量、コストの制約から出ていて、此れは実は1年半ぐらいずっとそう云う検討をESA側がしていて、我々とずっとその間打ち合わせをしていますので、我々としても掴んでいて、実際に打上げが1年遅れると云

² 些細な指摘であるが、遅れと着陸機のキャンセルは別個のものである。

うのが分かった段階で、我が行う作業と云うのを、ある 1 年間で予定した作業を 2 年間に分けますと云う事で、其処でスローダウンをして吸収をさせました。ですから、コストとして増加分が全くのゼロでは無いですけれどもミニマムに抑えて、コストとしてインパクトが無い様な受け方をしています。

青江: はい。

鈴木: 水星と云うのは今迄あんまり行った例が無いと云うお話なんですけども、彗星の周りの宇宙環境、特に放射線環境と云うのは判ってるんでしょうか。それと、もし高エネルギーの粒子が非常に多いと、ある程度故障ってのはどうしても避けられないと思うんですけども、其れとの関連で、冗長設定の考え方ってのはどう云う風になってんでしょうか。

JAXA 早川: 先ず、宇宙環境なんですけど、これは実は良く判っていません。それで、放射線環境で言いますと、太陽からのフレア等に伴うソーラープロトンと呼ばれる高エネルギーのプロトンが有るんですけど、これが太陽からの距離に従ってどう変わるかと云うのは実は判ってなくて、過去に有るデータで云うとヘリオスと云う、此れもヨーロッパアメリカの衛星ですけど、其れが何点か測ったデータが有るんですけど、其のデータだけを信じると実は地球から内側に入ると余り増えないと云う可能性も有ります。ただ、此れは物凄く甘い見方で、元々太陽から出たものが広がって行くとすると、距離が増えれば当然密度が下がると云う事で、影響は下がるんです。其れが、太陽で作られたものであればそう云う風

になりますし、途中で加速をされて作られたものであると、其処の場からの距離と云う事で、あまりそう云う距離の変動に依らない可能性があります。此れが実は判っていません。で、我々メッセンジャーのデータをそう云う意味では早く知りたくて、安心出来るかと云うのが其処に掛っています。で、安全サイドに、矢張り設計としてはしなければならぬので、現状が一番きつい条件、ですから全ての元が太陽の表面から出て来る。で、距離の二乗で其の強度が落ちて来ると云うモデルで評価をしています。と云う事で、放射線に関しては、ラドハードと呼ばれるんですけど、耐放射線性のある部品を使うと。で、或るシールド厚と、その耐放射線耐性と云うものを規定して、其れ以上の性能を持つものを使いなさいと云う事で設計しています。で、冗長系に関しては、此れは科学衛星の場合にどうしても重量と観測のあれとぎりぎりに詰められるところなんですけど、今の処非常に大事な部分に関しては冗長性をキチンと確保をしようとする事で設計を進めています。具体的には、例えば衛星の太陽電池の発電をしている処をバス電圧に変えるコンバータってのが有るんですけど、過去科学衛星は此処に関して言うと実は冗長が全くありません。で、過去の衛星で其処が壊れたと云う事も全くないので、本当は信頼性がかなりあると思われるんですけど、今、其処に関しても冗長を持たせて、複数中の 1 台が壊れてもミッションが遂行できる様な設計にしています。ですから、基本的に大事な処に関しては、出来る限りで冗長系を取ってます。ただ、此れは結局重量それが

らその結果で積める観測機器、サイエンスの結果、多分兼ね合いになりますので、パーフェクトに全てが冗長系を取れると云う訳ではありません。但し非常に重要な処には冗長系を取る。例えば先程説明しましたけど、ミッション系のデータ処理に関して MDP と云うもので一括処理をすると云う風に言いましたが、実はあれは 2 台なんです。で、一台は観測器の内の半分、もう一台はもう半分を見てまして、CPU 部分と素子に使う部分と云うのは分れています。CPU 部分だけが死んだのであれば、片方の生き残った一台は残っている生きている通信系部分を使って残りの観測器も全部制御できると云う事で、まあ、但し書き付きではありますが、そう云う意味で冗長系を取っています。それから、磁場のセンサ等は非常に大事なセンサになります。此れが両方こけてしまったら Bepi としてはミッションとしても成立しないと云っても良い位の影響が出て来ます。此れは 2 台を積んでいて、夫々が別々のミッションデータ・プロセッサに繋げています。と云う事で、一台が壊れても影響が出ないと云う様な形にして、なるべく、出来る範囲で冗長性を上げると云う事でやっています。

佐藤: 23 頁のサクセスクライテリアの事で、青江副会長から話がありましたように、メッセンジャーが行ってる訳ですけども、まあ、色んな成果も出すと思うんですけども、其れはまあ、十分折込済みの事だと思っんですけども、まあ、具体的にメッセンジャーなんかで此方でサクセスクライテリアに書いてあるような、ミニマムサクセスだとか、フルサクセスだと

か、其の当りのデータに関しては先ずメッセンジャーから、まあ。例えばこう云う磁場はある程度分かったとか、そう云う事が発表される可能性あるのかと云う事と、メッセンジャーの磁場の測定についてお伺いしたいと云う事です。それから、エクストラサクセスの中で言っておりますけれども、MPO との連携でそう云う事が分かるか云う話で御座いますけれども、其れは正にリアルタイムの連携なのか、後でデータを合わすことで宜しいのか、其の辺りの関係をお伺いしたいと思うんです。それからもう一つ、エクストラサクセスの中でダスト分布の話が御座いますけれども、此れはまあ、MMO 独自できることではないかと思っんですけども、此れはあえてエクストラであるか云う理由が一寸分からないんですけれども、其の点で御座います。

JAXA 早川: 先ず、メッセンジャーとの関連から行きます。メッセンジャーに関して言いますと、実は、メッセンジャーのグループと BepiColombo のグループは解析に関しては協力をしようとする事で話が進んでます³。で、メッセンジャーとして何

³ さりげなく説明した為か、此の重要な情報が委員の耳に届かなかった。メッセンジャーは先に乗り込むことにより、新しい疑問を沢山見付けると云う映えある業績を残すだろうが、其のメッセンジャーのグループが、Bepi の観測データを貰いたがっているので、後から観測を始める不利を補って余りある有益な観測を目指している事を証明している。また、早川先生の説明は、競争心、功名心を抑えた真面目な技術者の姿が窺える。其の方の分析に基づく計画で、ピア・レビューを経たものは、信頼して良いと思う。

が出来るかは、正確なところ、行ってみないと分からない処がありますが、軌道としてメッセンジャーは基本的に水星の北半球を詳細に調べます。それから、先程言い忘れましたけど、水星は表面の内の 47%位しか撮像もされていません。それらをキチッと撮像して、兎に角全球をちゃんと見ましょと、先ず。と云うのが目的で行ってしまして、今回のフライバイで多分今迄撮られていなかった部分の半分位の所が、フライバイから遠ざかるときに撮られているはずだと思います。そう云う事から、メッセンジャーでいろんな事が新たに見付かる発見と云うのは、当然メッセンジャーが先に行きますから、発見を凄く一杯すると云うのはメッセンジャーです。で、我々今メッセンジャーのグループと BepiColombo のグループと云うのは、それらで多分行くと分かる事よりも疑問が一杯増える、その疑問をちゃんと解くのが BepiColombo であると云う事で、メッセンジャーのグループと今協力を開始しています。ミニマムサクセスに対してどうなるかと云う事ですが、まあ、磁場に関してメッセンジャーが測れるのは北半球の極部の部分のかなり限られた所になります。当然まあ、彼等ですから手を変え、品を変え解析をしてきて、こう云う結果だと言って、例えば固有磁場があるとか、そうでないと云う話しは出て来るとは思いますが、本当に其れを確認できるのは、Bepi が行かないと出来ないと思うんです。それから、磁気圏の観測に関して言うと、磁気圏の観測のためのセンサもメッセンジャー積んでいるんですけども、衛星の姿勢上の制約とかが大きくて、どうしても満足の行く観測と

云うのは中々出来ない。だから発見はすると思います。摩訶不思議だと云う事は一杯出てくる。ですけれども其れを解くのは矢張り Bepi が行かないとできないだろうと云う事で、そう云う意味で我々はメッセンジャーの結果をミニマムサクセスの処で凌駕出来るであろうと云う風に考えています。あと、エクストラサクセスの MPO との共同観測に関して言うと、これは MPO 側に積んでいる機器と Bepi の関連する機器が、同じ時間帯で同じ様な事が測れる様なモードで運用するのが大事なので、計画段階から其れを考慮して、軌道等のことも考慮して、計画段階からの協力になります。ですから取られたデータ、どちらも完全にバラバラで取って、とられた結果を後で合わせると云う協力もあるんですけども、其れよりも一段踏み込んだことを考えています。それからダスト分布なんですけども、これはエクストラサクセスに入っているのは、なぜフルサクセスではないのかと云うお話なんですけども、これはダスト分布をキチッと測れると云う事で、先程ダストの処で言いましたけれども、希薄大気としての生成原因と云うものをかなり押えられる可能性がある。其処をキチンと押えて、それで希薄大気の生成と消滅の過程を理解すると云う処まで踏み込んで行く。其れには実はダスト観測だけではなくて、MPO 側の観測機器とのデータともあわせる。その三つを全部合わせてやると、非常に踏み込んだ解析が出来て、結果が出せると云う事を考えているので、エクストラサクセスに在る訳です。

青江部会長: 私、全く良く分からない人間からしますとね、メッセ

ンジャーが行って何か新しいことが分かった。そうしたら此処に書いてあるフルサクセスをもう一步踏み込まんといかん様になる事だって有る⁴んじゃないかと云う気がするんですよね。此れじゃあもう、所謂、少し陳腐化して、駄目だよと云う事だって有るんじゃないかと。だから、とか、そう云う事は無いんですか。

JAXA 早川:メッセンジャーのグループとしては当然そうなるべく頑張ってデータを解析します。Bepi に絡んでいるサイエンティストも、そうなるべくデータの解析をします。ですが、多分、メッセンジャー機のデータでは此処に書いてあるフルサクセスのものを行なうことは出来ません。先ず磁場に関して言いますと、先程言いましたように軌道が非常に北半球に偏っていると。此れ、中の構造まで或る程度推測をしようと思うと、全球に対しての分布を採ることが大事なんですけど、メッセンジャーの軌道は北半球に接近し急激に離れて行ってしましまして、内部磁場の影響と云うのを測れる所と云うのが限られた領域に、どうしてもなってしましまして、其処の部分もデータから外挿して全部を推測をすると

⁴ 此処から、踏み込んでならない所に踏み込んだ様に思う。機器の変更無しに、観測の成果目標を微調整することは可能であろう。善良な科学者・技術者は否定できない。しかし、プロジェクト員が練り込み、ピア・レビューに耐えて来た目標である。メッセンジャーが存在する事も承知した上で立てられた計画であり、メッセンジャーでは出来ないことに挑戦しようとするものだと言っている。簡単にサクセスクライテリアを見直せと発言して貰いたくない。

云う事は出来て、それは当然やるんですけども、じゃあ其れが本当ですかと言われた時には、其れは保証の限りではない。なので、此処に書いてあるフルサクセスに関して言うと、磁場に関して云うと先ずメッセンジャーは其れをすることは一寸無理だと思うんです。此れはもうメッセンジャーの軌道上の制限で、どうしても其処には或る仮定とか、色んな仮定を置かないと推測はできない。百聞は一見にしかずというもので、推測を一杯しても実際に測って見たらそれは違うかも知れない。と云う事で、フルサクセスをメッセンジャーが満足することは多分無理だと思います。

青江部会長:満足することが出来ないかどうかは、其れはそうかも知れませんが、其れによって新しい知見によって此処に書いてある事を直さなきゃいかん様な事は無いんですか。

JAXA 早川:其れは期待したいですね⁵。

佐藤:正に青江部会長が仰ったことなんですけど、私ども宇宙論の分野では、NASA の打上げた早くヤソク(?)を上げるダブルマウントと云うミッションと、若し上がるんだったらブランク衛星とを比較したり、ブランク衛星はほんとに重量で、確かに沢山の優秀なものがありますけども、やっぱりアメリカのダブルマウント衛星は早く安くと云う訳で極めて大きな成果を出したわけですよね。そう云う事を考えると、矢張り、メッセンジャー、何年も掛かりますけども、データを出してくる

⁵ 観測の留意点、絞り込みや重点化が出来ると云う意味だろうか。しかし、この一言が議論の方向を誤らせた可能性がある。

訳ですから、其の時点で、どうなんでしょうかね、搭載機器を替えると云う事なんか此れは難しいことだと思うんですけども、何か一寸、やっぱり対応はやっぱり必要ではないかと云う印象は一寸したんですけど⁶、少なくとも何かメッセンジャーの観測に応じた何か其の、観測の探知システムのマ(?)ってのはジュウテンカツウロ(?)とか、そう云う事は可能だと思うんですね。其れでもって何か若干の変更も有って良いんじゃないかと私は思うんですけども、どのようにお考えでしょうか。それから一寸付属的な話ですけど、ダスト分布の話は、ただ単に大気だけの話なんでしょうか。所謂太陽近傍に於けるダストの分布だとか、そう云うのは独自に結構価値の有る事だと私は思うんですけども、そうするとそんなダストの分布なんてのはミニマムサクセスであっても良い話じゃないかと、私はそう云うに思うんですが如何でしょうか。

JAXA 早川:後半の方のダストなんですけれども、佐藤先生の仰る通りで、ダスト分布としても非常に面白いものが有ります。

⁶ 青江部会長の発言に勇気付けられてしまい、遠慮がちなながらも見直しを要求してしまった。此の審査は「開発研究」から「開発」への移行について評価するものである。此のタイミングで此の発言だと、「開発研究」の段階に留まり、「観測機器の研究をしながら、もっと挑戦的な目標を達成しろ。」と言っている事になってしまう。若しそうで無いのならば、サクセスクライテリアだけを書き直せ、即ち「作文のやり直し」を要求しているのか。宇宙科学者の発言だけに、重さが違うので、対処に困るのではないか。

但し、どの位の頻度でダストが計測されるかと云う予測をしますと、一日に一カウント有るか無いかと云う処で、一寸其れだけで一つのサクセスクライテリアとして設けるにはきついと云う事があって、実は其れ分かったら面白いんですけども、こう云う所に書ける処までほんとうに出せますかと云う処になると一寸疑問があります。それもあってダスト分布に関しては希薄大気に絡んだ所をエクストラサクセスとして挙げさせて頂いてます。前半に対してはプロジェクト・サイエンティストの藤本の方から説明させて頂きます。

JAXA 藤本:メッセンジャーと BepiColombo ってのは非常に良い協力関係に有って事を先ず強調させて下さい。2年前に水星に科学に関するレビューの本と一緒に書きました。サネトワキン(?)チームにはメンバーを交換しています。それから来年度 COSPER と云う国際会議があるんですけども、国際会議に共同でセッションをと云う様な事をドンドン始めていますので、非常に良い協力関係に在ると云う事を先ず申し上げたいと思います。で、勿論協力関係に在る訳ですから、今後メッセンジャーの成果を以って、BepiColombo の成果を最大化する方向に考えて行きたい訳なんですけれども、メッセンジャーの観測機のスペックを考えますと、メッセンジャーの結果を以って此処にあるサクセスクライテリアの内どれが入れ替わるかと云う事になりますと、具体的にはミニマムサクセスの中で、例えば磁場ですと固有磁場の有無を確定すると、そう云う表現をしていますけども、此の有無を確定すると云う中身がもう少し具体化する

る。或は、磁気圏構造の概要を確定すると致しましたが、概要の内容がもう少し具体化する。恐らくはそう云うレベル、具体的に申しますと、そう云う処で此のサクセスクリテリアがよりリファインされると云う風に考えます。で、フルサクセスで書き上げている様な事に対してメッセージャーがどれくらい貢献出来るかと言いますと、寧ろ此処に書いてある様な、今の段階で期待できない事と言うよりも、ナンヘイボタクワエドモドラ(?)ってみたいの期待の方が寧ろ大きくて、今、現時点で予想出来る事って云う意味に於いては、此のミニマムサクセスの中のヒキモノ(?)形がユルイグタレ(?)かって云う、多分その様なレベルの貢献がメッセージャーから期待出来る。で、其れでも十分大きな期待なんですけども、そう云う事は十分期待出来るんじゃないかと云う風に我々考えています。で、まあ、その様に考えますと、メッセージャーとBepiColomboでは随分性能の違いが有って、そんなメッセージャーに意味が有るのかなとお考えになるかも知れませんが、水星と云うのはそれ程謎の惑星で、其の程度のかなり限定された観測であっても矢張りメッセージャーが先に行って貰って、色々な謎を提示してくれると云う事は、BepiColomboにとって非常に有り難い事ですので、二つの計画の間の協力関係と云うのは非常に上手く行くもんだと確信しております。

佐藤: 済みません。と云う事はやっぱりあれでしょうかね。メッセージャーの成果を受けて、新しい疑問が出てきて、其れに対応したフルサクセスも考える可能性もあると云う話で宜し

いでしょかね⁷。

JAXA 藤本: 今、現時点で、出来るだけ予測すると云う事でしたら、恐らくミニマムサクセスの中で具体化すると云うのが、今、一番正確な予想なんですけど、勿論、仰る様にサプライズ有り得ますので、フルサクセスに及ぶ可能性はあります。

中西: 今、一寸費用の事が、効率が良いとか安いかなと気になったので、一寸お金の事についてと言いますか、どんな風に使われて行くのかと云う事をお伺いしたいんですけども、全体 150 億円、既に 30 億円支出したと仰っていると云う事は、120 億円 6 年間掛けて必要だと云う事だと思うんです。そうしますと、年平均して 20 億円、そうしますと此の予算を使って何処までやるかと云う目標は上手く行くかどうかは、まあ、分からないにしても、ミニマム、フル、エクストラと分けてるに於いては、エクストラを目指して 20 億円投資を考えると良いんですね。そうしますと、途中で矢張り色々方向が変わったり、それから、予算も上手く行かないかも知れないと。そうしますと、佐藤委員今仰ったように、やっぱり効率が良いと言うか、どうすればコスト的にもっと代替で他のものが使えるとか、矢張り、技術面は非常に良く分かるんですけども、コスト的な予定と言いますか、計画って云うの

⁷ 一寸ニュアンスが違うのではないかと。これは「研究開発」から「開発」への移行を審議しており、移行を決断したら観測機器の変更や観測機器への性能要求を変える事は出来ない。変更出来るのは運用計画であり、観測によって解明を狙っている対象の表現が鋭敏になるだけではないか。

が、少し伝わってきて無いと。例えば今年は何に力を入れたのかとか、其れを使う上で於いてヘイキ(?)した結果エクストラになるかも知れないし、ミニマムかも知れないけれども、若し此処が上手くなければどう云う代替があるとか、そう云う事は何処で、どんな風に紹介して頂けるんでしょうか。

JAXA 早川: 先ず、あの、誤解がある様なので訂正をさせて頂きたいと思うんですが、エクストラサクセスをする為に余計なお金が掛かる訳では御座いません。ですから此処で掛かる費用と言っているのは、我々が公募で求めた観測機、それから其れを載せていく衛星を作るのに必要なお金で、ミニマムサクセスだけで行ったら安くなるとか、エクストラサクセスをするから高くなると云うものではありません。これから後何処にお金が掛かるかと云う事ですが、例えば来年度で言いますと我々此の EM 品と呼ばれる、電気的な性能としてフライトさせるものと等価なもの、それから MTM とよばれますが構造的に等価、それから熱的に等価、そう云うモデルを作ります。で、此れでまあ、例えば電気的なものでしたら性能がチャンと出ますかと云う様な処、衛星全体としてはですね。それから構造に関しても今考えられている環境条件でチャンと耐えますか、それから熱のモデルで云うと今計算で出していて、各部分がどう云う熱になる、だから貴方はどの位の温度で耐えられるように作ってくださいとか、この温度要求は此れだったら満足してるはずですよとかって云うのを全部確認をして行くと。そう云うモデルを作るのにかなりの費用が掛かります。此れをキチッとやっておきません

【議事(1)】 水星探査計画(BepiColombo)プロジェクトの事前評価について

と、FM を作って試験をしてみたら駄目でしたと云う訳には行きませんので、個々のと頃をキチンと作って、其処を確認をして、それで確認が取れたものでフライトするものを造ると云うのが開発の基本になっています。

中西: そうすると、開発で此処までお願いすると云う事にいくら掛かるか、で、其れに対する目標ですね。此処は 20 億円掛けて努力をすると言っているので、足りないかも知れないし、多いかも知れないんですが、其れはまたエクストラサクセスクライテリアとは別の観点であると考えて宜しいわけですか。

JAXA 早川: お金に関しては、こう云うものを作るときにどの位の費用が掛かるかと云う見積を取っていて、総額としてどの位掛かります。それから観測機に関しても自分たちやっていく上でどの位掛りますと云うのを持っています。其れに或るマージン、危険対応の予備も取って居て、若し、不測の事態が起きた時には其処を調整する。其れからコストとして我々実際に年でやる事に、今年やる作業で中身かなり、ほんとに此れが要るのか、こんなに掛かる筈が無いでしょと云う様な処で、コストとして残して行く。その分を予備としてリスク対応に沿って行くと言う様な事をやっています。

青江部会長: 多分、今、この評価で以て開発にゴーを頂いたならば、それ以降開発に入る訳ですが、その過程においてコスト面、スケジュール面、特にこの二つの側面に於いて大きく変えると云う事態が生ずれば、中間評価と云う仕組みが御座いまして、其れを立ち上げて頂いて、もう一度此処で以てこう云う情勢の変化があるんだけどもどうでしょうかと。引

き続き開発を継続して宜しいかどうかと云うご評価を頂く事になるかと思うんですね。但し、実はこれがまた悩みのあれなんですけれども、此の 150 億、次年度以降 120 億の支出と云う計画になってる訳です。120 がどれだけ増えたら中間評価を立ち上げるのか、明確な数値的クライテリアは実の処無いんですね。だから、其処が難しい処と言いましょか、これはまあ宇宙開発委員会の場で、スケジュール的コスト的に相当程度多く狂えば、其れはそう云う事になるんじゃないかと。其処で以てチェックを掛けて行くと云う事になるんじゃないかと思うんですね。それからもう 1 点、先程佐藤先生が言われたように、新しいサプライズが起こって、其れじゃあ皆さん方がですね。フルサクセスと云うのは正に此処を狙いたいと云う事ですね、此のプロジェクトに於いて、此処を狙いたいと云う処を何等かの形で変える、その新しい知見によって、と云う風な事態が生ずれば、**此れはどうしたら宜しいですかね。其れを提案頂いて直します⁸。**

松尾: 其処のそこはどうも現象の解明みたいな話になりますとね、謎が生じて其れを解く、解明すると云う話になると、今からアプリオリ(?)にフルサクセスを提示する事自身がサイエ

⁸ 此れは明白であり、提案頂くまでも無いことではないか。MMO による観測が科学的な意味を持たなくなれば、搭載機器を一から見直して新たな観測目標に合わせる必要があり、中間評価を開催して審議すべきである。ただ、現段階で其れを恐れて「開発」移行を見送るような愚は行ってはならない。JAXA の説明では、メッセンジャーはそれ程のインパクトにはならないらしい。

ンスミッションについて、私、難しいんじゃないかと思う。で、此処を見ても有るのはデータの精度が書かれている、こう云うものをこう云う精度で測りたいと云うだけであって。ですから、先程問われております、新しい現象の解明と云った様な事は結構書き難いような話になってるような気が致します。だから、此れをサイエンスミッションに適用する時には、其れだけ何か工夫が要るのかなと云う気がしないでも御座いません。一寸気になってました。そもそも此のサクセスクライテリオンと云うものは、後から失敗なのか成功なのか判断に迷った時に此れを使いましょうと云う様な動機も有った様な処が、

青江部会長: いえ、そもそも其の為なんですよ。

松尾: で、あまり**開発の時の行動指針と云う意味⁹**が、最初私有りましたけど、一寸そう云う面から少しかけ離れた処も有る様な気がしてます。だから、今、部会長が定義をはっきり仰いまして、それなら其れで、そう云う風な使い方が良いんだと思います。

青江部会長: 今、正に云われた通り、「事後評価」を何時の時かやる訳ですね。「事後評価」をする時に此の「サクセスクライテリア」を以てして、フルサクセスがチャンと達成できておれば、此れは、まあ、言ってみれば優が付くと。優を付けても

⁹ 有って然るべきであろうが、「目的」と「目標」に書く事が出来るので、蒸し返しになってしまう。「事後評価」に於いて、委員が「目標」と「結果」を照らし合わせて「評価」出来るのであれば、JAXA に無駄な重複作業を強いた事になる。

よろしいと。こう云うものの訳ですよ。私が、サイエンス知らぬ人間がこう言うのは大変ズレてんのかも知れないんですが、メッセンジャーが新しい知見持って来て、そうした時には此処に書いてあるこれが優にはならないと、まあまあ可程度だと云う風な事に、いや、形式論的になるんじゃないですか。¹⁰ そう云う事から、其れは変えて、チャンと優に値するフルサクセスの中身にしておかなきゃいかんのじゃないかと。正に此れ事後評価の為のものですからね。

池上: 今のに関連しまして、説明の仕方も有ると思うんですね。先程の説明聞いてますと、発見はメッセンジャーがやって、その結果の追認なり精度を上げる事を我々がやりますよって云う様にも聞こえる訳ですよ。一寸其れはね、矢張り新しい発見も有ると云う処をもう一寸強調するなりして頂きたいと云う事が一つと、其れから相乗りをする MPO の方は、MPO でやろうとしている事って云うのはメッセンジャーの方から見た場合には、やられてない事をやろうとしてる、つま

¹⁰ 「サクセスクライテリア」と云う言葉に惑わされている。此処での議論は「リスク管理」ではないか。科学ミッションばかりでなく、開発に長期を要する衛星ミッションは、他の手段、他の衛星によって目指す目標が陳腐化するリスクを常に持っている。発生しそうなリスクに対しては対応策を考えておき、(中間評価を行うでも良いし、ピアレビューに掛けるでも良い。)発生しそうな無いリスクなら腹を括ってゴーを掛ければ良い。対応策の議論をしようともせず、リスクの発生は希少であるとの JAXA 説明を信じず、観念的な話を続けても無意味ではないか。

り、発見が MPO には沢山有るとお考えなんですか。

JAXA 早川: 幾つか有ったんですが、先ず、コストの件ですが、コストに関して JAXA 内でコストキャップがあります。此れを超えると先ず JAXA の中で審議があって、その結果を宇宙開発委員会の方に報告すると云うものが先ず入っています。其処が、非常に大きな乖離だと多分ミキヒラカエル(?)と云う様な事が起きると云う事になっています。2 番目にサクセスクライテリアですが、先程松尾委員長が仰られたのは非常に正しくて、此処に書かれているのは観測の精度をどの程度でやりますと云う話が書かれています。この結果でサイエンスをどうするかと云うのは、実はその観測精度で観測したデータをどう云う処でどう云う風に取りますかと云う、運用の面でかなり変わって来る。メッセンジャーによって変わって来るのは、観測精度が変わる訳ではなくて、どう云う処でどう云うものをターゲットに測るかと云う運用指針が変わって来ると。なので、此処に書かれているフルサクセスがメッセンジャーの結果によって変わると云うのは、基本的にはありません。此れはサイエンスとして何をターゲットにしますかと云うのは非常に矢張り難しい話で、今分かっていて、こう云う事は疑問ではっきりあります。で、此れを解くためにはこう云うものが要ります。で、メッセンジャーが行った時に新たに要るものってのが有るかも知れませんが、今積んでいくものに関して其れの構成を変えなければならないと云う事は多分無いだろうと云うのが私の想定で御座います。但し、

青江部会長: いやいや、だから、此の、正にとるデータの精度が書いてあるんですよね。其れはプロジェクトの所謂目標としては、それ以外には無いから。其れによって科学をどんなものやるかと云うのは此れは次の話だから。そのプロジェクトのサクセスクライテリアが其れで以て全部イワシテンクスン(?) ですね。但し、何かサプライズがあれば、200 キロメートルスケールと書いてあるのが 100 キロメートルスケールでなきゃいかんようになったら、直さなきゃいかんでしようと言ってるんです。其れだけの事を言ってるんです。

JAXA 早川: そう云うスケールに関しては有り得るかも知れないです。

青江部会長: だから有り得るんだったら、其れは例えば理屈から言えば、メッセンジャーの成果をじっと待って、次の事をやるうじゃないですかと云う事にするか、それともプロジェクトは進めつつ、その新しい状態が生ずれば、此れを直してチャンと然るべき処をチャンと狙って貰うかどっちかでしょう。いや、まあ、科学を知らない人間からするとそうなるんですよ。

JAXA 早川: そう云う意味では多分後者になる事になると思うんです。と云うのが、例えば此れを 100 キロスケールで測ると云う風にした時に、積んでいる観測機器が変わると云うものではなくて、其処から取るデータ量をどう云う風にしたら良いかと云う処に多分一番大きく効いてきます。ですから、先程も言いました様に運用をどうしますかと云う処には大きく効く事になります。で、例えばメッセンジャーのデータで北半

【議事(1)】 水星探査計画(BepiColombo) プロジェクトの事前評価について

球の極を非常に精度良く高く測る必要が有るとなったら、其処にデータを送る資源と云うのを我々としては運用で費やすと云う形にはなるかも知れません。

青江部会長: 廣澤先生、私が言ってる様な事有り得ないんですか。

廣澤: 仰る事はご尤もだと思います。ただ、矢張り、**想定した議論をし過ぎても非常に生産的で無い¹¹**と思うんですよね。矢張り、状況に即してものを考えて行った方が良いと思います。早川さんが仰った後の立場をとると云うのが、理解が出来る事だと私は思います。

青江部会長: はい。

JAXA 早川: あと、Bepi でも当然発見は期待しています。ただ、メッセンジャーが何を発見するかが分かっていないので、其の後 Bepi が何を発見するかと云うのを今、発見出来るか出来ないかと言われた時に、其れはメッセンジャーの結果を見て無いと大法螺吹きをするのであればあれですけども、矢張り其処は結果をちゃんと見て其の上でだと思います。で、必ず、其れは発見と云うのは当然なと思います。例えば磁気圏の監視で言いますと、凶れる時間分解能と云うのがかなり違う。此れは凄くそう云う意味ではデータの質として変わるので、必然の付加なる発見枠(?) それから MPO に関して言うと、MPO は基本的にリモートセンシングの観

¹¹ 穏やかな言葉を選んだが、無茶な要求を宥(たしなめ)めている。また、早川先生は、「メッセンジャーが先に成果を残しても、陳腐化のリスクは運用計画で対応する。」と云う事を言っている。

測器がメインで、水星の固体の表面を観測すると云う事です。そう云う意味ではメッセンジャーは北半球に対して非常に詳細な観測をする。で、南半球に対しても取敢えず全球に関して観測は出来ます。但し、まあ、例えば火星の探査を考えてみて頂ければ分ると思うんですが、火星には何機も行っていて、地表面を観測するカメラって云うのは解像度がどんどん上がっていくと云う、その結果新たに知見と云うのが、驚きと共に知見が増えて行ってます。それと同様の事は Bepi とメッセンジャーの間に有るって事になります。解像度に関して言いますと、矢張り、メッセンジャー制限があるので、ただし、今迄測れて無い処、あれ初めて行きますから、当然、色んな驚きは有る。だけど、其処を今度は Bepi が行って全球を其れより更に上の解像度で見ると云う事で、更に、一段の進歩があり、当然のことながら其処で色んな発見と云うのが期待できると思うんです。

池上: あ、ですから、今、補足しますとね、精度を上げるって云うのは、私も科学者あるいは技術者のはしくれですけどね、関心が有るんだけど、矢張り結果がどうかって事の方がアピールする訳ですよ。ですからあまり精度論に、要するに精度が低かったら頭(?)になる、或いは色々デジタル上の技術を使うとあって色々方法が有る訳です。その辺説明の仕方是非(聞こえない)お願いしたいと思います。

JAXA 早川: どうも有難う御座いました。今後気を付けたいと思います。

JAXA 藤本: 一寸一つ補足させていただきます。今、正に核心を

ついた議論が行われると思うんですけども、此れは BepiColombo に限らず、科学衛星全てに共通なんですけども、何か成果を約束する時に、非常に難しい問題、ジレンマに突き当たります。つまり、非常に新しいサプライズ、今までの謎を解くと云う、今まで分らなかった事を解きますと、こう云う言い方は出来るんですけども、新しい謎を発見します、新しいサプライズを此れでもたらしめると云う、もう一つジャンチャ(?)先の事に関しては中々約束が難しいって云う事が有ります。実は、謎を解くと云う事だけではなくて、謎を提案する、新しい発見をしますと云う事に関してのかなりの期待をしているんですけども、其れを約束してしまうとサプライズでは無い訳です。正にサプライズを約束すると云う、或る種のジレンマに陥る訳です。其処はどうしてもはっきり申し上げられないと云うのが科学衛星共通的な悩みでもあります。我々勿論大発見、或いは、世の中がびっくりする様なサプライズと云うのを期待してるんですけども、其れは早川先生の言葉に有る様に、非常に科学者の良心に従って、余り大法螺は吹けないと云う状態にある。其れは宇宙研の中で常に議論されている、共通的な正に核心をついた話題であると思います。

青江部会長: あ、済みません。何も此処で大発見を約束して貰うのは一度も無かった¹²と思うんですよ。このサクセスクライ

¹² 其の言葉は無かったが、メッセンジャーが大発見をしたら、其れに対応しなければならないと言っている。同じ意味である。

テリアと云うのは、例えば赤外線のと云うのは、赤外線です。2回サーベイすること、これを約束して貰う。其れで以てどう云う大発見が為されるかと云うのは、これはサイエンスの方の成果として、これは期待をします。約束は2回サーベイして貰う。此処、だから今回も此処のこれを達成して貰う。これは約束して貰う事じゃないかと思うんですね。

松尾: そうさせられて困ったとは言いませんから。

佐藤: と云うのも、松尾先生何かの仰ること全くその通りだと思うんです。やっぱり、評価は此のクライテリオンに加えて、そう云う衛星全体に対して、ほんとに、科学ミッションを含めてですけども、先ず基本的にこれゼンセンセイ(?)あるって事は、これ、大変シツタ(?)と思うんですけども、やっぱり科学ミッションはですね、やっぱり結果でやっぱり何かセノ(?)処有って良いと思うんです。はっきり言って、如何に精度良く観測したって、新しい発見が無ければ、其れは科学ミッションとして評価が低くあるべきなんです¹³。此れいくら優になつたって、エクストラサクセスが成功したとか言っても、実際の宇宙とか、科学ミッションに関しての科学的成果と云う意味では、面白くないデータだつて有る

¹³ 正しい事を言っているのだが、何の為に発言してるのだろうか。「開発研究」から「開発」に移行することの可否を論じる上で、重要なのだろうか。「事後評価」の段階で、じっくり議論して頂きたい。OICETSの事後評価が計画されているが、其処で議論を出して頂けるのだろうか。

訳ですね。そう云う風になったら仕方無いんで、やっぱり新たな此処に有る様なクライテリオンだけの評価ではなくて、やっぱり、科学ミッションとしての固有のそう云う評価と云うのが、新たにやっぱりすべきだと云う事だと思ふんです。まあ、一寸、其れは今回の話と一寸、直接は関係御座いませんけど、やっぱりそう云う事やっぱり必要じゃないかと思ふつくづくほんとに思いました。是非、そう云う事も考えて頂きたいと思ふます。

青江部会長: 正に、此処での評価の事後評価の仕方の問題なんです。今の先生の事は其の通りだと思ふんですけれども、サイエンスとしては良いものが出て来なくても優なんです。この評価の仕方は。

佐藤: また、あれですね。機械が壊れたりして、此処のクライテリオンではサクセスでは無いと出ても、ホントはやっぱり他の機器が活躍して科学的には物凄く良い成果が出る事も有る訳です。其れはやっぱりこれと別に、何か科学ミッションの固有の何か有って良いと思ふんです。其の事が追加的には新たに必要じゃないかと云う気が致します。

水野: 今、ご議論、とても大事な話をしてると思ふんですけれども、一つ参考資料の1-1を眺めてましてね、第3回推進部会に予定されている計画の中に Bepi と GCOM と OICETS があります。じゃあ、其れ等のサクセスクライテリアがどうなつて居たかなって事を少し思い出してたんですけども、所謂サイエンスミッションと、まあ、例えば一番最後の通信実験ですか、此のクライテリアのフント(?)或る意味公平なのか

など、片やこんな精度でこんなことをやりますと云う事が、サクセスクライテリアになっていて、片やどのような条件で何年間連続運用したならばと云うクライテリアになっている訳です。まあ、一寸、此处で、今日の議論じゃ無いのかも知れませんが、或る程度宇宙開発委員会なり、或いは推進部会なり、サクセスクライテリアって一体何なのかどうかして事を、もう一寸皆さんの御意見を聞くなり議論しても良いかと思うんです。ですから、今、先程の先生の御意見賛成です。科学ミッションだからと云って、此の物差しでこう測れば良い、其れはクライテリアじゃなくて、やっぱり、何かの科学的な意義を見出すこと、其れを書くか書かないかと云う議論ありますが、そう云ったものも、所謂国の予算を使ってやる実験エイトチ(?)するならば、或る意味公平な視点で、同じ様なツコンチョウト(?)で議論できるって云う様なものが必要じゃないかな¹⁴と思います。

森尾: 私の意見も水野先生に近い。此れは「事後評価」の為のもので、だから、そうしたらやると言っていた事が出来たかどうか

¹⁴ 委員自身がプロジェクトの目的と目標を読んで、ミッションの成果と比較分析し、事後評価が出来るのであれば、サクセスクライテリアは不要になる。其れが出来ないから JAXA にクライテリアを書かせている。目的と目標とは異なる記事を無理矢理作るので、公平さが欠けたように見えるクライテリアが提出される。其の具体的な改善案を出さず、「様なものが必要」では、議論が不十分である。多分、実用衛星は目標重視で、科学衛星は目的重視で事後評価をするのが良いだろう。

かと云う、まあ、難しいですけどね。で、ただ今から 5 年後に打ち上げるって云う様なものだから、今は此れで価値あると思っている事、5 年経った処ではもうこんな事は常識になって、こう云うデータ取っても意味が無いみたいになるとですね、若し、そうしたらどうするかって云う。そう云う、根本的にはそう云意味で御座いますね。で、私は今回そう云う風になるとは全く思いませんが、例えば次に SELENE2 と云うのを打上げようとする風な事を長期計画で議論しましたけど、あれが今回は中国よりも一カ月位日本が先に打ち上げて、まあ、データを早く取るって云う様な。でも、次やった時、今度はあちらさんが一年位早く打ち上げて、日本が SELENE2 でやろうとしている事は全部やっちゃったと云う時に、此れから作るであろう計画とそれに伴うクライテリアにずっと固執して、中国がやった事の二の舞¹⁵をほんと日本もやるんですか。最悪の場合は計画も延期、仕切り直しでもしないといけませんよ。私¹⁶は科学ミッションで云うのはそう云う性格を持って、其処は実用衛星とは全然違う処だと思うんですね。ですから、実行段階までどれ位のライセンス(?)あがるかに応じて、サクセスクライテリアなるもの或

¹⁵ 二番煎じの誤り。

¹⁶ 計画の変更も廃止も有るだろうが、漠然と「最悪の場合は」と言うのでは、議論にならない。また、このリスクは管理されていると思う。国際探査戦略(GES)の検討グループ(ISECG)で議論を行い、各国の探査計画を発表し合っている事で、リスクを把握し対応を検討出来る様にしている。

る程度、可能な範囲で変動されても良いと思うんですけど、其れがミニマムでも意味が無いみたいに世の中の状況変わったり、計画そのものを見直すと云う、自己評価の物差しじゃなくなっちゃうと思うんですよ。ですから、今の段階であまりサクセスクライテリアの事を此のプロジェクトについて議論しても余り意味無い様に思うんですけど、今のメッセンジャーですか、どんなデータ出してくるかによって、まだ5年位ある訳ですから、当事者の方でこう云うデータをメッセンジャー持ってきたんだったら、こう云うデータが取りたかったとか、こっちにプライオリティを取ろうとか、可能な処は若干ある様に思うので、その時にもう一度議論しても良いと云う気がするんですよ。

青江部会長:其れは部会長ですね。まあ、あの一、どうも、あの一、先程のお話ですと、メッセンジャーがどう大活躍をしようが、此処に書いてある様な、サクセスクライテリアに記述してある様な状況を変更しなきゃならないような事態と云うのは、どうも、殆ど考えにくいと云う事の様で御座いますから、此の時点でどうこうと云う事はどうも無さそうだと。但し、それこそ科学の世界ですから何が起こるか分からない訳で、今森尾さんが仰られる様な事態が生ずる様な事があれば、これは此れで又所謂、此れも一種「中間評価」を立ち上げる一つの要因なのかも知れませんね。と云う風な事で、要求に応じて、まあ、メッセンジャーが大活躍する事を祈念しつつ、(会場、笑)取敢えず、このまんま、そんな処で。

それから、科学ミッションのサクセスクライテリアと云うもの

の考え方につきましては、一寸もう一回、少し頭の中で整理をしといて、ほんとにまあ、実用を指向したミッションと同じ様な整理の仕方の良いのかどうなのか、もうそうするしか無いんじゃないかと云う風には思っと思ってんですけど、もう一回考えてみます。

鈴木:私の話は何時も工学的な話だけなんですけど、科学ミッションでは随分 ESA だとか NASA との交流があるとお話だったんですけど、衛星設計そのものは、此れも何かの交流があるんでしょうか。それとも衛星は全く日本独自の設計なんでしょうか。

JAXA 早川:どう答えたら良いのか中々難しいご質問なんですけど、基本的には各々其れ迄の経験をベースに独自の設計をしています。但し、こう云う部分で我々例えば困っているとか、其れに関して君は何か良い情報なり経験なりが無いかと云うようなやり取りはして、其れだったらこう云う過去のこう云う衛星で俺たちはこんな事をやった、其れが使えるんじゃないかとか、こう云う材質が何処何処でやってるのがチュオウ(?)だとか、そう云う情報の交換はやっています。

鈴木:解りました。そうしたら、まあ、或る程度世界的な経験が活かせると云う、或る程度はと云う事ですね。そう云う理解で宜しいでしょうか。

JAXA 早川:はい、そう考えて頂いて結構だと思います。

松尾:今の話に一寸関連するんだけど、サンシールドに、何か分離をする時にぶつかるとかぶつからないとか指摘を受けたって云うのがありましたよね。何か何処でも最初に考えそう

な事なんだけど、何でそんなところで指摘を受けたのかと云うのを特別の事情があるならお聞かせ願いたい。決して、余計な事を言うと何か引かれちゃうから今後言うまいって云う様な教訓には取らないで頂きたい。

JAXA 早川: 端的に言うと、お互いの間に、美しき誤解があったと云う処がある。先ず、サンシールドの角度を設定する時に、どう云う角度にしようかと。で、此れ、実験をして無いので我々として正確な値を出せませんと。だから、一声エイヤで何度と云う話をしたんですね。其れはまあ、分離機構の人間から考えて、これ以上分散が有ったら一寸其の分離機構はひどいよネと云う事で、マージン込み込みで其処には入るだろうと云う値を我々が提示したのに対して、其の時の我々の提示のベースは、下側の衛星は動かない、セヘイ(?)である。だから其れに対して相対的にこう動きますと云う話をしたんですけども、其処の処が美しき誤解と言うか、その角度だけが後一人歩きをしてしまった処がある。で、実は質量比で言うと1対2位ですから、向こうが力の軸に対してオフセットが、当然向こうがローテイトする、その分の角度って云うのが見積もられていなかった。それが向うのレビューの時に、その角度大丈夫って云う非常に無邪気な質問に対して、キチンと考えてみたらヤバいじゃないかと云うの出て来たと云う事です。ですから、まあ、やっぱりそう云う意味では情報のやり取りが一寸不足をしていたと云う事だと思います。其れを機に、インターフェイスに関しては非常に密に情報をやり取りをして、お互いの間に影響が出そう

なものと云うものの情報のやり取りにつきましてはもっと密にやると云う風に代わりました。

小林: プロジェクトの意義(8頁の1-2)の中(最後の行)に実践的教育機会を供給すと云う風な、此れは大学院生とか、そう云う人たちの活用と云う事だと思います。非常にこう云う機会を与えられた、チャンスを得た学生さんは実力を上げるのに、非常に有効で大変好ましいことだと思うんです。一方、此れは学生さん達に機会を供給してはいるけども、逆に皆さん方から言うと、彼らは戦力、開発の時の実質的な戦力になって居るんじゃないかと思うんです。そう致しますと、其れが何か実施体制の中で、そう云うものが見える様な形になるのが好ましいのかなと、そう云う人達を戦力として実務に当たって貰うと、それなりに気を配る事も何かあるんじゃないかと思ひましてね、また、其れが従来からの ISAS から続いて開発の仕方の特色でもあるんだと思うんで、最後の方に実施体制っちゅうのが有りますよね。何時も毎回おんなじような図が出てきて面白くないんです。何がそう云う科学衛星の場合は実用衛星とは違うこう云うものなんだよっちゅうのがちらっとでも分る様な格好になってると良いんじゃないかなと云う、一寸ちっちゃな提案なんです。

JAXA 早川: 多分此の絵をもっと学生も含めて分り易く書いた方が良いんだと云う事だと思いますが、仰る通りです。我々戦力としてもアンテイ(?)頂いてますし、どう云う風に書いたら良いかと言われると一寸、かなり難しい処が有りまして、例えば此の Bepi で言うと、観測機器に関して、例えば粒子計

の観測器で云うと、此処でシコツト(?)してありますけど、実は此れ此の機器の開発に絡んでいる学生を除く研究者だけです。で、サイエンティストとエンジニアで6、70人になります。で、実際は此処が一つのプロジェクト体制になっています。で、更に、此の夫々の分析器って云うのは夫々の開発の主幹と云うのが国とか機関が異なっていて、で、夫々矢張り此処は此処で、一つのプロジェクトとしてなっていて、まあ、プロジェクトの上にプロジェクトが重なっている様な階層構造になっています。その辺をパッと一目で体制を分る様な絵って云うのが、中々書くのが難しくて、出来ると私としても大変良いなと思うんですけども、何か上手い書き方のアイデアがあったら教えて頂けると大変助かるんですけども、日本側で言うと、其処には学生も込みでこう云う風に入っていますよと云うのが、分る様な書き方が出来ると良いなと思うんですけども、中々私の貧弱な頭のアイデアでは、良い書き方が出来ません。是非、アイデアがあったら教えて頂ければと思います。

小林: 私が狙ってるのは、学生さんとかそう云うのがタッチすれば、其の人達がやったことが、もし何か問題が有った時は其の上の人がキチッとチェックしなかったとか色んな事がありますよね。で、そう云った事がちゃんと裏に何か感じられるものになると良いなって云う事なんです。勿論育成もするんですけど、その代り逆に責任も持ってますよと云う事が現れる様な書き方になって頂けると。難しい注文なんじゃないかね。

【議事(1)】 水星探査計画(BepiColombo)プロジェクトの事前評価について

青江部会長: まあ、少し知恵を絞ってみてください。大変一つポイントだと思います。それから、大変申し訳ありません。一寸時間が過ぎてしまいました、

宮崎: 一つ確認なんですけど、様々な観測機器によって膨大なデータが観測されると思うんですけども、其れは或る程度リアルタイムに取れるんでしょうか。それとも地上のコンピュータで処理されるのかと云う事と、31頁に在る衛星上の自律機能、其れはどんな機能ですか。それから、地上の自動診断と云うのは、ムニャムニャお伺いしたいんです。

JAXA 早川: 先ず最初のデータに関してですが、データに関しては衛星上で一次処理をしたものをデータレコーダに蓄えていて、その中で有効であると、ですから其のデータを降ろす価値があると云うものを選択して降ろすと云う事をやります。なので、そう云う意味で云いますとリアルタイムに診断して、データのセレクションをすると云う事になります。また、其の降ろす時にサマリーデータみたいなのを降ろして、どの期間が面白いからと云う事で、このインターバルのデータの詳しいものを降ろしなさいと云う様な事もやりますので、インターアクションもやります。ただ、第一次的にはオンボードでかなりセレクションをすると云う風に考えて頂いて良いかと思います。それから、衛星上の自律機能ですが、此れは「のぞみ」で最初に使われだして、「はやぶさ」で非常に良く使われている機能で、観測上のハウスキーピングと呼ばれるデータを基に、何か異常が起きたときにどう云う対処をなさいと云う、まあ、衛星の中をキタク(?)ホセイコウ

ド(?)に入るって云うのがありますが、其れのアドバンスモードみたいなことを想像して頂ければ良いかなと思います。で、あと、地上の自動診断機能、運用計画立案と云うのも、「のぞみ」が本格的に使って、その前の「ジオテール」「あけぼの」位から開発を始めて、日本の衛星みんな使っているんですが、自動診断と云うのは、例えば衛星の或る部分の温度が何度になったと云うのは、普通に診断をしているやつと云うのは其の間、ミッション期間中の最低何度、それから最高何度と云う処で診断をします。此れを越えたらおかしいです。そう云う荒い条件ではなくて、例えば衛星と太陽の間の距離が此の位の時には此処の温度はこう云う狭い範囲になる筈だ、其れを越えたら何かおかしいと。それからタンクの圧力に関して、衛星の温度が、衛星と太陽の距離が此の位だったら温度がどの位だから、そしたらこう云う範囲になる、其れが超えたらおかしいと。そう云う事で、非常に或る意味インテリジェンスを持たせて、細かい処で判断する。ですから、何かが異常が起きる兆候を引っ掛け易くすると云う為のものです。実際、此れは、非常に役に立って立って、「のぞみ」の運用などでも非常に此れが役に立っています。それから最後の「計画立案」と云うのは、此れはやはり運用安全のために、例えば途中で日陰があります、それに対して非常に電力の要る観測があります。其れが整合が取れているかと、観測計画を立てて行った時にそう云う色んな整合が取れているか、衛星が危険になってしまう事が無いか、そう云うものを診断しながら、此処で

【議事(1)】水星探査計画(BepiColombo)プロジェクトの事前評価について

はこう云う観測、此処ででこう云う観測したいですとした時に、じゃあ、何時どう云うコマンドを打つ必要が有るか、其の時に例えばデータレコーダはチャンと其れで満足してまずとか、電源は大丈夫ですかとか、そう云う処まで見てくれると云うもので、衛星の運用を行なう為の一種プログラムです。開発するための。衛星に対して送るコマンド列を作る為の支援システムです。

青江部会長: はい、どうも有難う御座います。

JAXA(もう一方): 一寸補足させて頂きたいんです。今、早川の方からデータを降ろす時に、つまり殆どリアルタイムにデータのセレクションと云う話がありました。そう云う事も勿論有りますけれども、基本的には降ろして来たデータを地上のサイエンティストが地上で処理し、データ解析をして世界に配信するってな事は、地上のコンピュータでやります。48 頁に図が出ておりますけれども、大きな科学データベースを作る、其れをキャリブレーションしたり配信したりと云う事は地上の仕事になる訳です。ですから、2 段階になる訳ですね。

青江部会長: どうも有難う御座いました。時間が大変過ぎまして、大変申し訳御座いません。更なるご質問につきましては、事務局にメールで以って入れて頂きますと、チャンとお返しするように致しますので、どうぞ宜しくお願い申し上げます。(終了)