

JAXA の今村プロジェクトサイエンティストが資料 6-1-1 (PLANET-C 開発状況)を 15 分弱で説明した後、14 分弱の質疑応答があった。

池上委員長:どうぞ、ご質問等御座いましたら。

森尾:あの、一寸教えて頂きたいんですけど、金星の空気って、CO₂ で覆われてると。其の厚みってのか、どれ位なんでしょうか、大体。

JAXA 今村:はい、あの、大気の厚みってのは中々定義し難いんですけども、あの、例えば大気量に関しては地球の大気の 100 倍位あります。地球の 100 倍の量の大気があって、其の成分が殆ど 2 酸化炭素であるとお考えください。

森尾:あの、地球の場合だと、例えばあの、上空 100 キロ位から上が宇宙で、其れ迄で、まあ、衛星とかだと 200 キロ位から上でないと減速が激しくてって、そう言う見方で言うと一番近いとこ 300 キロなんですけども、...

JAXA 今村:ウーン、ただ、そう言う意味ではあんまり状況は変わらないですネ。上の方に行きますと金星の大気は結構直ぐに、上の方で、上空では大気は温度が低いと云う事もあって、かなり下の方にグッと集まっていますネ、上の方で密度は速やかに落ちて行きますので、高度 200 キロ 300 キロに行くと地球とそんなに変わらない状況になります。

森尾:雲は?それで。

JAXA 今村:雲の高さが実は高いです。あの、地球の雲はせいぜい数キロの高さですけども、約其の 10 倍の高さです。高度

60 キロ位の処に雲があるとお考えください。ですから、そう云う意味では、雲位の高さまで行きますと、地球とほぼ同じ気圧になります。1 気圧位です。ですからまあ、そう云う意味では我々の常識で言う処の大気圏で云うのが、10 倍位までの高さまで広がっていると考えて頂いても良いと思います。

森尾:それで此のあの、6 頁の参考と云う処の、軌道の絵が書いてある処で、斯う云う関係で、此の絵の上に太陽の位置を書く、固定して書けるんでしょうか、それとも太陽の位置はグルグル回るんですか。

JAXA 今村:太陽との位置関係は金星の一年の内にグルッと一回りする格好になります。これは北側から見た絵になって居りますので、で、慣性空間で軌道の向きと云うのは大体固定して居りますので、金星が太陽の周りを回るに従って、探査機的位置関係で言えば、太陽が照らす面と云うのは一年間でグルッと一回りする格好になります。

森尾:一年間で?

JAXA 今村:エエ、ですからあの、まあ、金星の昼間側を観測するのに適した時期と、昼側を観測するのに適した時期と云うのが交互にやって来ると云う事であります。

森尾:金星は一日、一回転何時間ですか?

JAXA 今村:金星は自転周期は 243 日ですネ。で、其れに対して公転周期は 225 日かナ。其処は非常にあの、近くなっています。

森尾:243 日?

JAXA 今村:が、自転ですネ。で、225 日が公転周期です。

森尾:アア、じゃあ殆ど?

JAXA 今村:そうですネ。で、其の向きが実は逆になって居ります。

なので、

森尾:公転と自転がネ。

JAXA 今村:そうですネ。公転と自転の向きが逆になっています。

ですので、金星の上に立っている人から見ると、太陽が一回登って沈んで昇って来るまでは何れの周期とも又違って、117 日と云う、何れにしてもかなり長い時間を掛けて、一日と云うのはどう定義してもかなり長い世界です。そう云う意味でも、非常にあの、スーパーローテーションと云うのは不思議でして。と云うのは、それ程一日が長いと、金星から見ると太陽の光ってのは、常に殆ど同じ面を照らしてる様なもんですネ。そうすと、温度分布ってのは其れで殆ど決まってしまう様なもので、雲の高さまで行くと例えば太陽の直下では凄く熱くて、夜側では冷たいと。そうすると例えば昼側から夜側に向かう循環ですとか、まあ、そう云った循環が想像されていた時代もあったんですネ。ところが実際に探査機が行って調べてみると、何処を取っても東から西に高速の大気の循環があると。此れは中々地球の気象学では理解出来ない処で、まあ、様々な説はあるんですけども、決め手がない状態です。

森尾:そんな風に回っていると、北極と南極の空気はどうなんでしょうか。

JAXA 今村:北極と南極の空気はですネ、実はそんなに、あの、北極、南極も、あと赤道も含めて、そんなに温度は変わらない

いんです。と言いますのは、金星は大気がとても分厚いと云う事で、所謂熱し難く冷め難い大気です。なので、非常に一寸した大気の運動があるだけで温度に関しては凄く良く均(なら)されてしまって、昼も夜も、北極・南極も、殆どあの、地面まで行くと多分、精々1 度とか、其の位しか温度が変わらないと云う様な、そう云う世界であります。

森尾:斯う云う軌道を回ると、衛星自身の温度って云うのは、金星からの輻射熱で近い処でうんと温度が上がって、遠くなると温度が冷たくなってと云う様な事繰り返す訳ですか。

JAXA 今村:そうですネ、あの、金星の...ただ金星の...はいあの、もう少し言いますと、金星の近くに来ると、雲からの太陽光の照り返しで熱くなります。ただ、金星其のものは実は雲の高さまで行くとかなり冷たくて、殆ど氷点下になります。と言いますのは、金星は大変厚い雲に覆われて居て、反射率が高いので、実はやって来る太陽光の殆ど全て跳ね返してしまうんです。地面まで届いてる太陽光ってのは、地球の実は十分の一位で、太陽光の入力と云う意味では金星は地球よりも却って小さい訳なんです。まあ、其れを反映して、一番外側、宇宙に接している雲のてっぺんは非常に温度が低くなっていて、氷点下の世界です。ですから、其処からの熱輻射って云うのは殆ど無視出来る位なんですけども、ただ、一方で反射率の高い雲があるので、金星の近くを通る時にはその反射光で温度が上がります。

森尾:衛星は、大体何度位の温度範囲なんですか。

JAXA 今村:衛星ですか。あの、衛星の内部は、其処は温度の差

が付かない様に設計していますので、逆にあの、精々まあ数度か数十度、まあ、精々十度とか其の位の範囲ですネ。一寸寒くなるとヒータを炊くと云う形で安定化しています。

池上委員長:其れに関連して、ツキユキ(?)がたまたま故障が起きたムニャムニャ、大気がチャンとムニャムニャ、で、オチテル(?)訳ですネ。ヒーツ(?)の場合はどうなんですか、重力はじゃあ 1G よりも大きいんですか。

JAXA 今村:いえ、あの、重力は殆ど同じです。

池上委員長:ア、同じ。それでも尚且つ大気のおカズ(?)の仕方が違うって云うのは、理由は分かってんですか?

JAXA 今村:はい、あのですね、まあ全ては未だスペキュレーション(?)って言うか、想像なんですけども、金星も地球の実は表面にある揮発性の物質の量と云う意味ではそんなに変わらないと思われています。と言いますのは、金星の大気が非常に¹熱い¹のは偏(ひとえ)に二酸化炭素が大量にあるからなんですけども、じゃあ地球で何で二酸化炭素がこんなに少ないかって云うのは、此れは地球では二酸化炭素が海に溶けて、更に海に溶けたものは陸地から溶け出して来たカルシウムなどのミネラルと結び付いて炭酸カルシウムを作ります。其れが沈殿して最終的には地殻、地面の中に取り込まれて行ってしまっていると。そう云う形で、地球の二酸化炭素の量って云うのはかなり低く抑えられてんですネ。だから、

仮に例えば地球を金星の軌道まで持って行って、温度をドンドン上げてやると、何が起こるかって云うと先ず海が全部蒸発すると。で、其の内地面に埋もれて居た二酸化炭素が全て大気中に出て来ると。そうすると多分今の金星とそんなに変わらない大気が出来あがる筈なんですネ。

池上委員長:アア、分かりました。

JAXA 今村:但し、一つ大きな違いがあって、水なんです。水に関しては地球には沢山ある。海が有るけども、金星には無いんです。で、其れが何処に失われたかって云うのは今持って謎です。

池上委員長:其れは? ...はい、どうぞ。

青江:あの、一つ教えて下さい。

JAXA 今村:はい。

青江:さっきあの、スーパーローテーション、幾つかの説があると。最も有力な説と云うのを一つ教えて下さい。

JAXA 今村:そうですネエ、エエト、どれが良いかな。あの「どれが良いかな。」って云う位、未だ決着してないんですが、多分二つ位に多分絞られて来てると思ってます。

青江:分かり易い奴を。

JAXA 今村:そうですネ、じゃあ、一つ分かり易いのを申し上げますと、金星から見ると、太陽って云うのは西から東に回ってるんですネ。あの、金星全体が東から西に自転してる関係上、金星に止まってる人から見ると西から東に太陽がこう動いて行くと云う事になります。そうすると、金星の厚い雲は常に太陽光に照らされてるんですけども、其の太陽光に照らされて

¹ 「熱い」なのか「厚い」なのか分からないが、取敢えず斯うした。資料説明では地表温度 500 度と言っていた。

熱くなってる、加熱されてる場所って云うのが金星の一日の内にグルッと東西一周するんですネ。そうすると何が起こるかって云うと、太陽光によって照らされて空気が膨張して膨らんでる場所が強制的にグルッと東西方向に動かされると。そうすると、其れに因って惑星スケールの、波長何万キロと云う様な大変大きなスケールの波が大気中に作りだされます。あの、例えば水を張った水槽の中で、大きな何か、板が何かをグッと動かしてやると無理矢理波が作られる様なもので、惑星スケールの波が作り出されるんですネ。で、そう云った波が金星の雲の中で生まれて、其れが厚い雲の上或いは下に伝搬して伝わって行きます。で、波って云うのは実はあの、何か流体が波打ってるだけではなくて、運動量って云うものを持っていて、力を伝えて行くんですネ。例えば海の波が渚に寄せて来ると、渚に立っていて其れを受け止めると押される力を感じます。其れと同じ様な事で、流体中を波が作られて伝わって行くと、其の、伝わって行った先に力を伝えると。で、そう云った形で、恐らく高層で作られたそう云った種類の波が、地面に迄伝わって行って力を伝える。で、其の伝える力って云うのは太陽の、...地面から見て太陽が動いて行くんですが、其の動いて行く方向の力を地面に伝えるんですネ。で、そうすると逆に、波が伝わって行って地面に力を伝えると、元々波を作り出した雲の高さの大気って云うのは、その反動で逆方向に加速を受けます。で、其の方向って云うのが、当に今我々が見てるスーパーローテーションの方向と一致するんです。ですから、そう云った形で継続

的にズーッと作られては伝わって行ってって云う形で、徐々に地面と大気の間でそう云った力、所謂物理の言葉で言えば運動量のやり取りがあって、徐々に大気中にそう云った運動のエネルギーが蓄積されて行ったと。其れが今の金星の状態じゃあないかと云うのが、一つの仮説としてはあります。ただ、実際にそう云う波が作り出されて、地面まで伝わって行ってる様子って云うのが観測された事はないんですネ。ただ、数値シミュレーションに依る研究も色々されてるんですけども、上手く条件をいじればそう云った事は起きないではないんだけど、中々あの、非常に其の与える状況に敏感な処があって、確定的な事は言えないと云う状況です。で、今回「あかつき」ミッションは色んな気象現象を捉えようとしてますけども、其の内の一つは勿論、今申し上げた様な仮説に出て来る、惑星スケールの波何ですネ。まあ、上手くすればあの...て云うか是非我々はそう云った波をキチンと検出して、ホントにそう行ったプロセスが働いてるかどうかって云うものを確かめたいと考えています。

青江: どうも。

森尾: 反対に回ってるって言う、金星自身が自転する。金星が出来た時は地球とおんなじ様な回り方してて、何かの拍子にひっくり返ったんですか？

JAXA 今村: そう云う考えもあります。あの、二つ考え方があって、一つは、たまたま最初に違った方向の回転が出来たと。と云うのは、最近の惑星形成論の立場って云うのはかなり昔と変わって来ていて、小さな隕石がドンドン衝突して、合体して

ただ出来上がったと云うよりは、最終段階では火星位の大きさの、地球よりはもう少し小振りな惑星が最後大きな衝突を何回かやって、其れで出来上がったと。そう云ったプロセスで最後惑星が今の大きさになったんだとすれば、最終段階でどう云う方向でぶつかるかに依って、色んな回転状態が生まれる。まあ、たまたま金星は逆方向にゆっくりした回転だと言う考え方はあります。もう一つの考え方は、元々地球と同じ様な回転をしていたんですけども、あのまあ、厚い大気を持っていて、まあ、其の大気を介してですネ、まあ太陽とも間の潮汐力で以て、徐々に地面と大気の間で力のやり取りがあって、まあ、或る条件下では最終的に安定する状態って云うのは地球と逆方向の、ゆっくりした回転になると云う様な考え方もあります。或いはその、惑星の内部で、大気を考えないで惑星の内部で、そのまあ、コアがありますネ、其のコアって云う液体の部分がありますけども、其処とマントルとの間の摩擦に依って、矢張り安定化する状態って云うのは、逆方向にゆっくりとした自転であると言う様なアイデアもあります。其処はあの、中々決着しないと云うか、まあ、決着をする日があるのかどうか良く分からないんですけども、あの、色んな考え方があります。其処は、其れはそれど面白い...

池上委員長: ESA とネ、一緒にあの、同時に、金星の周りを観測してるってのは、大体どの位... ですか？

JAXA 今村: エエト、其れはあの、向う側の予算状況に依る処が結構大きくてですネ、向うは未だ探査機は暫く元気そうなんですけども、少なくともあの、一年程度は、...

池上委員長: オーバーラップ？

JAXA 今村: 一年位はあの、はい。同時に観測すると云う事になってます。其の後何処まで出来るかって云うのは、偏(ひとえ)に同時観測でどれだけ成果を出して、アピール出来るかに掛っていると思ってます。

池上委員長: どうも有り難う御座いました。で、実はですネ、今回の打上げに関する安全の調査審議を今予定して居りまして、で、其れに関わる前段の説明をですネ、次、して頂きたいと思います。

続けて JAXA の西田室長が資料 6-12(H- A#17 打上げ計画)を 8 分強で説明した後、7 分強の質疑応答があった。(17 号機は PLANET-C を金星に向かう軌道に投入するのが目的であるが、ミッション終了後に LE-5 エンジンの再々着火と燃焼状況の観測を行う。また、金星に向かう軌道に於いて IKAROS と UNITEC-1 を、又、第 2 段の第一回燃焼終了後に小型副衛星(早稲田大学、鹿児島大学、創価大学)3 基を投入する。)

池上委員長: はい、どうぞ。

青江: 4 頁ですかネ。あの、4 頁のネエ、下から 4 行目の、「コントロールドリエンリ等に対応するため²」の「等」は何なんです

² 此の文章が不正確である。「対応するため、」だとりエンリ 実験を行う様に解釈されるので、「将来行われるであろうコントロールドリエンリ等に備え、再々着火を行い、燃焼データ等の技術データを収得する。」とすべきだろう。

か。

JAXA 西田:これはですネ、H- A ロケットの二段目に使ってます LE-5B と云うのは、再々着火まで出来るエンジンで御座いまして、多様なミッションが今後想定された時にですネ、色々対応出来る様なものになってます。これはあの、燃焼を更に行うと云う能力を持ってますんで、まあ、其れの、そう云う多様なミッションが出て来た時に対応出来るようにと云う事で、「等」を付けて御座います。今回のメインとしましては、コントロールドリエンタリを目指した形がまあ、第一で御座います。

青江:それからあの、其の下ですけれどネエ、「金星遷移軌道上で実施されるため、...影響はない。」と、「地上安全計画、飛行安全計画に影響はない。」と云うのはどう云う風に理解をしたら良いか、極斯う、簡単に教えてください。

JAXA 西田:はい、極簡単に言いますと、金星、...あの、先ず 2 段がですネ、通常ですと地球を斯う回って、地球の周回をするんですけれども、基本的には PLANET-C を分離した後にいきますので、地球に戻る事無く、**殆ど金星の方に向かって飛んで行く³**と云う様な事を指してます。

森尾:そうすとあの、PLANET-C は一度も地球を一回転する事無く、金星に向かう訳。

JAXA 西田:エエト、**現在のアレですとまあ、其れに近い形で行く**

³ 曖昧な表現で、此れでは金星に到着する様に受け止める人が出て来る。「凡そ、地球と金星の間の惑星軌道を飛び続ける事になる。」と答えるべきだろう。

と⁴

森尾:で、同じ様にあの、IKAROS もですか。

JAXA 西田:IKAROS はですネ、一寸...

JAXA(傍聴者):IKAROS もほぼ同じになります。

森尾:じゃあ、IKAROS も

JAXA 西田:はい、ほぼ、あの、金星に行く様な。

森尾:金星を周回する軌道に入るんですか。それで UNITEC-1 で云うのは金星に行かないでどっか行っちゃう、それとも此れも金星を周回する。

JAXA(傍聴者):PLANET-C の後に分離する衛星は、皆あの、金星に向かう、金星遷移軌道...(此処からマイク使用)... PLANET-C を分離した後に分離されます IKAROS と UNITEC-1 は、これはどちらもあの、其の後ロケットの第 2 弾と一緒に金星の方に向かって行く金星遷移軌道に投入されます。

森尾:で、金星の周りを回るんですか。

JAXA(傍聴者):いえ、IKAROS も UNITEC-1 も金星の周りは回らずに、其の傍(そば)を通過して、又、太陽の周りを回ると云う、

⁴ 此れもすっきりしない回答である。今、宇宙開発委員会に掛けて居るのだから、今年の夏に打上げるのだろう。北半球が夏の時期なので、正午近くに打上げれば其の軌道傾斜と地球の公転面の傾斜の差が小さいのではないか。打上げ後地球を半周し、裏側の夜の部分で第 2 宇宙速度まで加速すれば、最も V を小さく出来ると云う事なのではないか。此れを、「V」と云う専門用語を使わずに説明すべきだと思う。

そう云う。

森尾:(聞き取れない。)

JAXA(傍聴者):はい。

青江:分かんなかったんだけど、上段部がですネ、エエト、落ちて来ないと云う事ですか。

JAXA 西田:はいあの、金星の方に向かってってですネ、其の儘先の方に進んで行くと云う事。

青江:二段とムニャムニャ。

JAXA 西田:はい、はい、はい。

青江:其れでズーッとどっかへ、まあ、宇宙の彼方⁵へ飛んで行く。

JAXA 西田:はい。

青江:今回はそうだと言う。

JAXA 西田:はい、そうです。

青江:衛星じゃなく、上段部がネ。

JAXA 西田:はい、上段部です。はい。

池上:そうするとデブリ、地球の周りを回るデブリじゃない訳ですネ、もう行っちゃうから、太陽のデブリ、ヒッヒッ。

青江:其れと、第 2 段の機体、所謂上段部のコントロールドリエン トリとの対応すると云うのは、どう云う風に関係しとると思えば良いの。

JAXA 西田:はい、あの、コントロールドリエン トリの時にはですネ、

⁵ 第三宇宙速度まで加速しない限り、太陽の引力から逃れる事は出来ない。此の質問に「はい。」と答えるのは、曖昧を通り越して虚偽にならないか。

地球を斯う回って来てですネ、或る一点に落とす為にですネ、2 段のエンジンを燃焼させまして、減速させて地球に落とすと云う形になります。で、其の為には、今の予定で行きますと 2 段が斯うズッと回ってきまして方向を逆に向けてですネ、そんな時に 2 段斯う吹かします。その、残ってます燃料を最終的に吹かす訳なんですけど、其の吹かす時の状態を模擬して、今回その、...

青江:普通は斯うしたのを吹かすんだけど、今回は金星遷移軌道の斯う飛びよるやつ、上へ向けてビュッと吹かすの。

JAXA 西田:そうです。此の飛んで...

青江:それにしても、吹かし方のデータを取るんだと。...

JAXA 西田:そうです、そうです。はい、そうです。

青江:云う意味?

JAXA 西田:はいそうです。

青江:ふーん。

井上:ひっくり返す事はやるんですか。

JAXA 西田:ひっくり返しはやりません。アイドルモード燃焼と云う、まあ、ホントのアイドル状態での、その、燃料をガスで押して、火を付けると云う部分だけです。

青江:ひっくり返しとくと良いかも知れません⁶ネ。

⁶ 直観的に其の様に考える事は当然だと思われるが、金星遷移軌道上で行う実験であるから、加速後にどの様な軌道に入るかと云う事を最も重要視しなければならない。理想的な軌道は、金星と地球の公転軌道の間で、どちらの公転軌道にも接近しないと云うものだろう。

池上委員長:他に？

MHI 奈良:あの、姿勢を変える事は通常のミッションでも衛星の分離の時に姿勢を変えて、あの、複数衛星ある場合は機体の向きを横に向けたりと云うオペレーションはやって居りますので、

青江:ムニヤムニヤ、もう何度もやっとなるから、...

MHI 奈良:其れ自体はあの、経験済みの技術だと考えて居りまして、まあ、今回は2段の燃焼をすると云う事に対してやりますので、H- B の時は落とすと云う事なんですけども、其の観点ではなくて、その燃焼する時の推進系の特性データを確認すると云う事を目的として居ります。

青江:ウン。成程。はい。

池上委員長:あの、火星。ア、じゃないや、あの、金星に行かないですネ、其のポッドですネエ、アレ確か4つ載せる事が出来たんじゃなかったでしたっけ。

JAXA 西田:J-POD ですか？

池上委員長:ええ、そうそう。...で、一つはやっぱり埋まらなかった訳ですか？

JAXA(傍聴者):あのー、これは、先ず、公募で選定した時に、エエト、其れで上がって来たのが此の三つしかなかった、あの、J-POD に入るのがと云う事と、丁度その頃はですネ、実はあの、ベトナムの衛星があのアジア協力の方でと云う話の一応ありまして、で、まあ、ただ、其方の方は一寸開発が間に合わずに乗れなかったと云う、そう云う事です。

池上委員長:ア、そうですか、じゃあ一寸残念だったですネ。本

来お客さんがもう一人乗り予定だったのが、上手く行かなかった⁷と。...何か他に...どうぞ。

森尾:J-POD って云うの、打上げた後、2 段エンジンの 2 回目の燃焼ってのは何秒位なんですか。此れで、地球周回軌道から金星に行く軌道に入るんですネ。

JAXA 西田:はい、そうです。2 回目の燃焼の時にですネ、あの、金星に向かう線に軌道に持って行きますので。一寸、済みません.....約 5 分位ですネ。はい。

池上委員長:此れに関連致しましては安全評価について、...で、此れは？

更に続けて松尾参事官が資料6-1-3(安全部会での審議)を1分程で説明した後、質問はなく安全部会に審議が付託された。

⁷ 有料の乗客であれば此の様な評価もあろうが、ベトナム政府との間の協定はどんなものだったのだろうか。若し無料で提供する協定だったとすれば、手を差し伸べたと云う実績が残せ、実施に当たって行わなければならない諸々の作業をしなくて良くなったので、「大変好ましい結果に終わった。」と評価出来る。

すべからく、此の様な国際政治の場に於ける出来事は、軽々に評価しない方が良いでしょう。