

JAXA の中村氏と平子氏が資料 34-2(小型実証衛星 SDS-1 成果概要)を 12 分弱で説明した後、20 分弱の質疑応答があった。(2009 年 1 月 23 日に打上げられた GOSAT に相乗りした小型副衛星の SDS-1 は、当初の実験計画を全て達成した上に、追加の軌道実験も行って、9 月 8 日に運用を停止して停波した。)(当初の目標以上の成果を挙げたにも拘らず、池上委員長はお気に召さないらしく、経産省が行っている SERVIS との相違や、ISS 暴露部の利用に言及し、厳しく追及する場面があった。)

池上委員長:ご質問等御座いませんか。ア、どうぞ。

森尾:エエト、今迄ですと、あの、例えば DRAM とか CPU も、その一最先端のマスクルル(?)のものは、放射線の影響下では使えないと云う、まあ、うっかり使えないと云うのがあって、あの一、慎重にやって来られたと思うんですけど、今回の此の結果から、かなり最先端のものでも思い切って使ってダイジョブだと云う風な事が言える<sup>1</sup>と言って良いんでしょうか?

JAXA 平子:エエトあの、此処であの、先端マイクロプロセッサ軌道上実験装置で使った部品、此れ、あの一、まあ宇宙用としてそもそも作ったものですが、非常に高速で使ってるん

<sup>1</sup> かなりの短絡だろう。衛星の開発に時間が掛る為に、軌道上で運用を開始した時に最先端ではなくなって居るのである。携帯電話の様に、年間 4 回もモデルチェンジして居る製品とは住む世界が違う。一般の方々が良く陥りがちな、宇宙機器は最先端技術の固まりだと思ふ事が、そもそもの間違いなのである。

です、320MIPS って言う。そう云う、今迄で宇宙用で使ってる以上の速度で使ってる。それでも使えますヨって云う実績がドンドン出来てるって云う処です。

森尾:だからあの一、次から、これから開発される衛星には斯う云うものを使われると思って良いかと。あの一、320MIPS って云うのは宇宙用としては早い様だけど、まあ、携帯電話に入ってる様なもの程度ですから、そんなに凄いもんでもないと思うんですネ。唯、宇宙用がそのハンデス(?)のプロセスそのものは特殊なプロセスを使いますヨネ。従来は非常に大きなメモリとか使って居られたと思うけど、あの、マスクルル(?)が一昔前のを使われて。今後は非常にこう云うコンパクトなものを使えると考えて良いんですネ。

JAXA 平子:はい。

池上委員長:はい、どうぞ。

井上:細かい事を含めて幾つか。先ずあの一、2 頁の処に、「当初計画以上の宇宙実証を行なう事が出来た」と仰ってるのは、此れはエクストラサクセスに対応する部分の事が出来たと云う意味ですか。

JAXA 平子:エエト、エクストラサクセスを越えてですネエ、あの一、例えば SWIM の処ですと、軌道上での重力波計測と同じ様に、地上でも同時に重力波を観測する、同期を取ってやるんです。そう云う風な、新しい観測手法が使える事の実証迄をやったって云うのは、エクストラより超えた部分です。

井上:アー、そう云う...そう云う事を含めて仰ってるんですか。

JAXA 平子:はい。

井上: エエト、今の事を一寸あの、キイタカッタ(?) 処なんですけど、其の、エエト、宇宙・地上同時の重力波観測運転で云うのが、まあ、多分ご専門ではないので、アレかも知れませんが、此れが一寸意味が良く分かんなかったんですけど、その、とても、重力波を測る様なレベルの事をやってるんじゃないと思うんですけども、此の一、同時の観測運転と云うのが一寸良く分かんなかったんですけど、此れは何を言ってるんですか。

JAXA 平子: 一寸専門家の方に。

JAXA(会場から): 仰られる様に、そもそもが今回は、先ずは重力ショウナイ(?) ですネ。20 年先、30 年先を見た重力波天文を考えた時に、先ずその第一歩として、重力波を先ずは検出する検出器、其の物の搭載実証をしようと。で、実は此れ、地上では、やっぱり地球の重力がある中での実験で非常に難しいので、宇宙空間で先ずやりましょうと云う事で、そう云う形で今回、スリエサントウ(?) さしてます。で、其の中で、今回、地上と衛星の同時観測と云うのは、実は此れは、将来的な、先程言った重力波天文と云う時になると、重力波が、何処から、どの強さで、どんな物が飛んで来たのか分からなければいけないと。で、其の時に実は、地上と衛星と云う2点を取ってると、其の其線上に依って星の位置を決めるのと同じですネ。電波天文と同じで、どの方向から来たかが分かると。で、もう一点良い、実は此の SDS1 を使って良かったのは、SDS1 を其の物を慣性空間に固定の状態、斯う地上との観測地と、常に斯う衛星は回って

ますんで、位置が変わって来る。って事は、常に観測する位置の軸が斯うズレて行く為に、要するに重力波がどっから飛んで来てますかって云うのを全天サーチしてる様な状態。で、そう云った技法自体が、実は電波観測なら当たり前様な事なんですけれども、重力波でやろうとすると、他に色々な情報を消してかなきゃいけない。地上の雑音を消さなければいけない、衛星上の雑音を消さなきゃいけない。で、そう云った手法自体が、実は今迄、宇宙空間で重力波検出器なるものを動かした事が無いと云う事で、そもそも其の解析の仕方、考え方自体が未だキチッと定まって無い。で、そう云ったものを経験し、どうしたら次の段階でキチツとした計測が出来ますかと云ったものを試す為の実証試験として、地上・衛星同時観測と云うのを今回試みたと云う事になると思います。

井上: 地上って言ってるのは、何か其の種の、或る種のシミュレーション的な事をやったと云う?

JAXA: はい、それで、地上にも重力波観測装置を勿論置いて、両方で同時刻に動かしてやって、其の二つのデータから時間上を含めて比較して、どう云った風な解析の仕方をすれば、極微少な信号を取り出せますかと云った事の、所謂検証と云うよりは、解析手法の確立的なものを行なったと云うのが今回のスキダデ(?) です。

井上: 一寸此れも細かいですけど、制度と云う意味では、あの一、此の、上でどれだけ相対的なキャンセルって言いますかネ、運動をキャンセルするって云うか、その、十分精度が、思っ

てたところまで行けたと云う事なんですか。

JAXA: エエト、逆に云うとですネ、エエト、今回その、実はどの程度迄精度が迫れるかと云うかと云うのも、今回の検証の一つでした。要するに、衛星自体は完全にフリーな状態。...  
...エエト、エエト、一寸だけ説明差上げると、宇宙空間に今回要するにアルミの塊のマスを置いてやると。で、静止空間に何も無ければ力が働かなければ、其の形を保ってるんですけども、結局は衛星自体が矢張り揺れる。それから当然リアクションホイールもある、太陽輻射に依る、要するにパドルが物凄い長い時間を掛けて揺れるのもある。そう云ったものも全部拾ってると云うデータ、実は取れてます。ですから、どう云ったノイズ源があって、其れに将来はどう対応しなければいけないかと云うデータが今回取れたと云うのが、重力波検出器としての成果だと考えてます。

森尾: でも此れ、地上で同時にやると、地上でもその、観測点の振動が非常に問題になって、その一、多分 1 ミクロン以下の加速度が...非常に静かな処で...

JAXA: はい、で、実はエエト、地上の方は逆に、衛星の方が大きいもの付けないですけど、地上は或る意味一体で巨大なもの出来ますので、実は今回、衛星に載せたものは一つのモジュールが 1 キロ位の、此の位なんですけども、同じ物を今、地上で今回観測した奴は、当然ノイズも下げる為に 100 キロ位のもの、ベッセル容器の中に温度の影響、風の受けない、真空装置の中に入れて形でやると云う事で、地上の装置の方がかなり精度が出てます。そう云った意味

では、宇宙空間と云う静かな処で測った筈なんですけれども、矢張り衛星の色んな、リアクションホイール等の振動を受けて、ノイズレベルが、衛星の方が高いと云う様な結果も得て居ます。

井上: 御免なさい。最後にもう一つ、今度は重力波じゃなくて、さっきのマイクロプロセッサの AMI<sup>2</sup>ですか、此れであるの、エクストラサクセスの処に「エラー発生頻度が非常に良く一致する」って云う、此れはその一、モデルとしてはあの一、放射線の環境のモデルがいるんだと思うんですけど、其れが此れ、結構精度良く、中々やるのが難しいと云う印象を持ってるんですけど、其処まで結構な制度が出たと云う事ですか？

JAXA 平子: シミュレーションでは放射線モデルがあって、其のモデルで、此の設計したチップであれば、その、ビットエラーはどの位の頻度で起こるって云うのがシミュレーション出来ると。で、其れに対して母集団が増えて来ると、段々分散が落ち着いて来ると。其れと、軌道上でも何千ポイントってデータ、反転データを取って行くと、その発生頻度が、3 値が段々落ち着いて来ると。云う事で、其の数値がオーダ的にシミュレーションとジキ(?)が合うって云う事で、地上でのシミュレーションの環境モデル、シミュレーションの手法って云うので、其の部品が予測出来ますヨって云う事が分かったと云うのが、其の部品を安心して使えるって云う

<sup>2</sup> 資料 7 頁の最後の記事を指している。

背景になって来るんです。

池上委員長:いや、ですからネ、此れ、最初あんまり僕らも議論なくてネ、小型だから、ま、良いや、良いんだろうと。良く分かんないんですヨネ。もう一寸。今の話ですとネ、SARVISでやってるのとどう違うのか。例えば、此の部品は宇宙実証があったから使って結構ですヨって云う話でもないですヨネエ。例えばマイクロプロセッサをあの、宇宙実証やるから、どうぞ安心してお使い下さいって云う風な処迄は言っていない訳でしょ、此れ。此れをお使い下さい。

JAXA 平子:あの、そう云う意味で、エエト、安定して使えるって云う事が此処で言えてるんです。

池上委員長:じゃ、じゃ、其の部品は、もうドンドン世界で使っても構わない訳？

JAXA 平子:実際に今、此の HR5000 はあの、利用衛星でも使ってますし、これからも使う予定で計画されてます。其れに対して此の 320、高速でも使っても大丈夫って云う意味で、部品のディレーティング(?)耐性が確認出来ると。其れが、実績が増えてるって云う事です。

池上委員長:ハア。何か心配だったんですか。ヘッヘ。

JAXA 平子:いえ、心配は無いです、あの一、

池上委員長:いや、ナ、だから、何で宇宙でやる必要があった<sup>3</sup>んですかと云う、単純な質問。一応その、半導体のプロだっって云う事を前提に一寸お答え頂きたいんです。

【議題(2)】 小型実証衛星 1 型(SDS-1)の成果概要と運用終了について

JAXA 平子:あの、私は半導体のプロではないんですけども、あの、今、宇宙用で使ってる HR5000 は大体 50MIPS で使ってます。其れに対して 320 って云う高速で使ってみる、其れに依ってまあ、其処まで、どんだけ使えるかって云うのが実績出来てるって云う事で、今の使い方での安心度が増えて来ると云う事です。

森尾:同じ物を 50MIPS で使ってたのを...何て言うシステムですか？

JAXA 平子:HR5000 です。

森尾:HR？

JAXA 平子:HR5000 です。

池上委員長:で、何処で作ってるやつ？

JAXA 平子:製造メーカ...

池上委員長:其れ、民生品な訳？

JAXA 平子:いえ、民生品ではありません。

池上委員長:ア、宇宙用って事、ハアアア。

JAXA 平子:宇宙用として作ってます。

池上委員長:ア、スイマセン、だからネ、良く良く...かん...だから、アウトプットとしてどう云うものが残って来るの？ 今の話ですと、「此の部品は宇宙実証が出来ましたヨ。」って云う事で、其れは海外の衛星メーカが使おうと思ったら、まあ、使える訳ですヨネエ。で、勿論日本のメーカは多分使う事になるんでしょう。で、そうすると、其の、あの、経産省がやってる SARVIS と似た様な感じですよネエ。あそこもリチウム電池を使う様に実証しましたヨってな事やってる。で、確かあ

<sup>3</sup> 320MIPS と云う高速での使用実績を作ったと説明している。

そこは、何でしたっけ、あの一、SRAM か何かも乗っけたって話ですヨネ工。だから、其処とネ工、どう違うか<sup>4</sup>って云う事なんです。此処でやってる事が。

JAXA 中村: はい、あの一、私の認識は、まあ、SARVIS の場合にはどちらかと云うと民生の部品を宇宙に飛ばして宇宙で検証すると云う、まあ、そう云う考え方で、まあ、やるって訳ですネ。で、あの一、例えば今回の此の HR5000 につきましては、これは元々宇宙用に開発をした、高密度のハイスピードの計算機として、まあ、将来の、これから使われる様なセンサ類なんか、全部今後使われる予定になって居ます。ま、其れを、基本的に先ず宇宙用として開発を致しました、それから地上で様々な評価試験を致しましたと云う事で、地上では基本的に性能は出てるんですけども、もう一つは宇宙でそう云った様々な複合環境が掛った中でもキチンと働くと云う、当に、当に軌道上でキチンと動いたと云う事を示すのが一つです。それから、もう一つは、さっき一寸申し上げました様に、これはあの一、まあ、さっき井上先生のご質問は、多分其の軌道の放射線環境が何であったかって云う、そもそものモデルに使ったのは何であったかって、多

<sup>4</sup> 宇宙実験の必要性に続けて SARVIS との差別化を、憤った様子で追及するのは、何が気掛かりなのだろうか。部品の供給者からすれば、SARVIS でも SDS でも気にはしない。片方で採用されなければもう片方に応募する。寧ろ、経産省と文科省の間に垣根を作り、両方から外れる方が困る。少々重なりが有った方が好ましいのである。

分ご質問かナと思うんですけども、其れは此れからの観測データ等を基にしました宇宙環境データを取敢えずベースにして、あの、モデルに入力して、其れに依って、例えばエラーの発生頻度等の解析をする手法が御座います。其れが軌道上でも、まあ大体或る期間、その一、分散が小さくなった時点では、かなりそのシミュレーションの精度が良くなったと云う事で、此の部品を実際に実装される環境で今後使って行く時に、其の時のエラーの発生頻度、其れが精度良く事前に予測できると云う事が一つ分かったと云う事で、此の部品を使う、或いは将来的には外に売ると云う事に対しては、一つは宇宙を飛んだと云う実績と、もう一つはそう云った打上げ前のそう云ったエラー発生頻度の予測の精度が、或る程度検証出来たと云う処が此の部品に対する大きな成果だと云う風に、まあ、理解して居ます。

井上: 僕が聴きたかったのは、宇宙の放射線環境のモデルには、結構誤差があるものである筈だから、其れに合ったからと言って或る程度以上の事は言えないんじゃないかと、其れがとっても、「非常に良く一致する。」って書いてあるので、其処はおかしいんじゃないかと思ったんです。

JAXA 中村: 分かりました、はい。仰る通り、確かにあの一、寧ろ先生がご専門家なんで、ホントに釈迦に説法になっちゃいますけど、あの一、先ず、放射線軌道環境については、JAXA の衛星に、まああの、TEDA と称する環境モニタをやってますし、其れに依る、先ずデータはあります。それからもう一つは、まあ此れも先生のご専門で申し訳ないんです

けども、所謂その、当然あの季節の変動なり年の変動があります。まあ、それで、あの一、或るモデルで、或るそうお云った放射線モデルを入れた時に、まあ、計算をしました。それで、まああの、一寸此处で非常に良く合いましたって言葉が、非常に定性的で申し訳ないんですが、数字としてはあれ 1 桁だったかな、

JAXA 平子: 数倍のオーダーで。

JAXA 中村: ええ、大体まあ、合い方としては其れ位のオーダーで、まあ、一寸此れ、専門家とも議論したんですけども、まあ、まあ、此の位合えば合っていると行って良いんじゃないかなと云う、一寸そう云う意味で、まあ、余り他に比較するものがそんなに無いので、まあ大体、其の位合えば、所謂部品の評価と云う点では、まああの、そこそこに合っていると云う様な言い方をしても良いんじゃないかと。で、一寸こんな様な表現致しました。

森尾: そうすと、例えば衛星の設計何かについて、JAXA としての設計標準みたいなものがあると思うんですネ。どの辺はどの程度ディレーティングしてるかとかネ。其の設計標準其の物を今回の此の実験結果に基づいて、変更するって云うところまで行くんでしょうか。結局その寺田先生の方が、此の結果に基づいて、次の準天頂 2 号機は斯う云う CPU を、此のレーティングで使うと云う風にやってくれないと、此れ、実験だけで終わっちゃう可能性もある。其の辺はどうですか。

JAXA 中村: エエトあの一、所謂耐放射線設計標準って、確かに

有ります。それで、一寸其処の処に今、此れをどう反映するかって云うのは、あの一、少し一寸あの、これからの検討事項だと思えますけども、今、あの一、先生がご指摘頂いた様な、そう云う、まあ、斯う云った軌道上のデータって云うのは、あの一、今、設計標準は物を作る上での基本ですので、やっぱり斯う云うものはドンドン反映すべきだと、私は思います。あの、一寸其処はあの、少しそう云う議論を進めたいと思います。

池上委員長: ウン、**ですからやっぱり其の辺チャンと詰めて**<sup>5</sup>ネ、全体として、あの一、コンプレヘンシブな流れっての良く掴んでやらないと、此れ、幾らやったって限が無いと云う風に。だから、此れ読んでると、こんなの当り前じゃないですか、7 頁の見ますとネ、ヘッへ、地上でやりゃあ良いじゃないですかって云う風になっちゃいますからネ。...唯、あの、そうすと此れは、アレかしら、余裕があれば、あの、暴露部を使えば出来るんかしら、ISS の。

JAXA 中村: そうですネ、あの一...

池上委員長: まあ、どっちが安いかわかりませんがネ。

JAXA 中村: 仰る通りです。で、あの一、軌道上実証って云う考え方、まあ、今回たまたま SDS を使いましたけども、我々、軌

---

<sup>5</sup> 母親が子供に「宿題をやりなさい。」と云うと、子供は「今やろうと思っていたのに。」と答える事は誰もが知っている事だが、当に進めて居る処に、「チャンと詰めなさい。」と命じたらどうなるのか。せめて、「其れは良い。是非とも早く実現して欲しい。」と言わないのだろうか。人は褒められた方が成長し易いのである。

道上実証を常に色々な議論をして居ます。それで、基本は地上で十分な試験をする。此れ、あの一、基本です。それで、あの一、唯、地上の試験だけではあの一、中々分かり難いと、要するに上手くカイシダン(?)から補うんですけども、そう云うものが幾つかあります。例えば一つは、例えば実際に動くものってのは、やっぱり此れは非常に、地上でやっても重力の影響がありますので、其処はあの、やっぱり宇宙で実証するって、非常に効果があると思います。それから、重力の影響と云う意味では例えば流体が回る様なもの、そう云うものも有ります。それから、もう一つは単品で地上で試験をして、夫々パーフェクトに動くんですけども、例えば今回の例で言いますとトランスポンダが其れに当たりますけど、実際に衛星に乗っけて、だから個々では夫々試験をするんですけど、衛星に載せて、遠くに中継衛星が居るとか、或いは大気を通した地上になるとか、其れを全部トータルでやっぱり検証する、此れは非常に重要な事かなと思ってます。まあ、そう云うものを、今後色々な形で実証するんですけども、実証のプラットフォームとしては、ま、斯う云った SDS と云うものが、ま、一つのオプションですし、今、あの、池上委員長がご指摘が有った様な例えば JEM みたいなもの、そう云うものも当然あの一、乗り物としては候補になり得ます。ま、其れは、一つは当然コストがどうかと云う事と、それから、ま、どの位タイムリに持って行けるかと云う処と、ま、そう云った処で、多分トレード・オフになるんだらうと思います。

【議題(2)】 小型実証衛星 1 型(SDS-1)の成果概要と運用終了について

池上委員長:でも、暴露部をその、あの、エンジニアリング・テスト・ベッドって位置付けしましたんでネ、

JAXA 中村:そうですね、はい。

池上委員長:今迄は、中々使い難かったんで。ひょっとしたら、「そんな余裕ないヨ。」って云う風に言われちゃうかも知れないけれど、ムニャムニャ。

JAXA 中村:はい、まあ、其処はあの一、幾つかの色々なオプションがあるかと思えます、はい。

池上委員長:あと此れ、小型衛星に生きる技術が相当ある訳ですよ。小型衛星其の物に。

JAXA 中村:そうですね。あの、まあ、一寸其処は、

池上委員長:アに、10 頁見てもネ<sup>6</sup>。

JAXA 中村:はい。

JAXA 平子:あの、今回の処で使った機器って云うのは、あの、斯う云う風な低コストでやる開発の衛星には提供出来ます。

池上委員長:今あの、小型衛星の方にも色々展開してこうって云う風にやってる処で、何か参考になる様な意見があればですネ、是非其処にムニャムニャ欲しいって云う風に思いますんで、宜しくお願いします。

JAXA 平子:はい、分かりました。

池上委員長:他に何か御座いますか? 若し無ければ、どうも有難う御座いました。

<sup>6</sup> 10 頁は、小型衛星に共通バスを提供すると云う説明ではないか。かなり拡大解釈されている事を危惧する。