

◆JAXA 宇宙輸送ミッション本部事業推進部長 布野 泰広

「我が国の宇宙輸送システム これまで、そして、これから」

名前	内 容
【JAXA 職員と民間出向者の関係について】	
参加者	「はやぶさ」の映画の中でありましたように、JAXA の職員と民間企業からの出向者の間で意見が対立した場合はどのように対処するのでしょうか。また、はやぶさの帰還の軌道計算で意見の対立があったのですが、スーパーコンピュータで正確に計算することはできなかったのでしょうか。
布野	出向者も JAXA に出向している以上は JAXA 職員と同じ扱いです。実際は、プロジェクトチームとして「どう判断するか」をチームメンバーで十分議論し、プロジェクトマネージャーが最終判断します。
小嶋	プロジェクトとして仕事をしている限り、プロジェクトチームの中で共通目標、共通意識を持って仕事をしているので、意見が異なることもありますが、十分議論をしながら最終的にはプロジェクトマネージャーが決定しています。
寺田	現場では企業の人だから意見の重みが違うということではなく、技術というものは「正しいものは正しい」ので、発言者によって異なることはありません。映画では演出などもありますので、演出効果の一つではないかと思います。2つ目の「京」の話についてですが、宇宙でもいろいろ計算機を使っていますが、計算する対象に応じて、コンピュータの能力は必要だと思います。
小嶋	地球観測の衛星のデータ処理では計算機を使っていますが、スパコンにはそれぞれの得意な分野があり、計算対象に応じて能力が必要です。JAXA の地球観測のデータについては、現在スパコンは使っておりません。
【こうのとりについて】	
参加者	今後、スペースシャトルのように再利用される「こうのと里」は、どのくらいで出来上がる予定ですか。
布野	今、JAXA で取り組んでいるのは大気圏で燃え尽きるというものでしたが、次の取り組みでは、物資を回収する「再使用」のカプセルタイプを「こうのと里」の頭につけて下すということを検討しております。スペースシャトルに関しましては、帰還時用のハネがついているということは行くときには余分なものであって、また、秒速8キロで地球を回っているものが地球に帰ってくるときには大気圏突入で受ける熱を機体で防護する必要があるなど、技術的な問題を解決しないと実現できず難易度が高いですが、少しずつ要素技術の研究を続けております。取り組みとしては、いきなりシャトルではなく、ある程度の実証機で取り組みを続けていきたいと思っています。実現時期については、予算と技術の難易度の問題がありますが、新型ロケットのあとの世代で実現できるよう努力したいと思っています。
【地域との密着性について】	
参加者	地域の人達が宇宙開発に携われるよう、地域と密着した取り組みを行ってほしいと思っています。
寺田	タウンミーティングで全国各地を回って意見交換を行って、その土地土地の要望を取り入れております。お子さんが参加できるものとしては「コズミックカレッジ」といって水ロケットや簡単な工作等をして、宇宙・科学原理の体験をしてもらうなどの取り組みを行っています。また、北海道では固体ロケットの開発も協力して行っております。
布野	将来の輸送系に関する取り組みとして、課題も多く、日本の英知を集めて取り組まなければならないので、シャトルのような飛行体を作るということでは、大学との連携を積極的にやろう

	<p>と思っております。九州工業大学とは「シャトルのような飛行実験」を平尾台というところで行いました。今後も積極的にやりたいと思っております。</p>
寺田	<p>九州工業大学にはお世話になっていまして、衛星の帯電放電のメカニズムなどを解明して、太陽電池パネルの耐久性を高めるというような取り組みをさせてもらっております。</p>
小嶋	<p>DPR の帯電放電に関しては、九州工大が開発しましたソフトを使って放電解析を行っています。</p>
寺田	<p>このように地域の強みを十分に生かした取り組みを行っています。</p>
<p>【これからの日本の宇宙産業の在り方について】</p>	
参加者	<p>アメリカでは宇宙を使った産業がベンチャー企業を中心として活発に研究開発が行われていますが、日本でもベンチャーが活躍する環境を作っていけば良いのではないのでしょうか。</p>
布野	<p>スペースシップワンの観光は一回 2 千万円くらいで行うというもので、お金持ちしか行けないのが実情となっています。我々が目指すのは「安くて簡単に行けるもの」だと思っておりますので、それに向けて努力したいと思っております。また、宇宙が産業として成り立っているのかということ、現在、輸送系はコマーシャル（静止衛星）ロケット産業の規模で 3 千億程度です。自動車産業から見ると圧倒的に小さいのが現実ですので、産業化まで行き着いていません。産業基盤を維持することも難しいのが現実なので、ベンチャーから新しいアイデアをもらって新たな取り組みを行うなどしたいと思っております。</p>
寺田	<p>ロケットはなかなか厳しいかもしれませんが、衛星の世界では、小型衛星は比較的安く、九州工大も作っています。ベンチャーの芽があるかもしれませんので、我々も協力していきたいと思っております。</p>
<p>【基幹ロケットのエンジンについて】</p>	
参加者	<p>次期基幹ロケットの肝であるメインエンジンはマイナーチェンジするのか、新規開発して搭載するのか、新規開発の技術的な困難課題等を教えてください。</p>
布野	<p>次期基幹ロケットでは新規開発をしようと思っております。抜本的に低コスト化をはかるため、LE-7、LE-7A からエンジンサイクルも変えようと思っております。専門的な話になりますが、現在の LE-7A は、二段燃焼サイクルといって、プリバーナという小さな燃焼器を載せていて、その燃焼ガスでターボポンプを駆動して、その駆動ガスも含めて燃焼室に送って、燃焼器が二つあるということで非常に効率の高い良いエンジンなのですが、非常に難しいエンジンでもあります。次期基幹で検討しているのは、現在、二段で使っていますエキスパンダーブリードサイクルといって、プリバーナを使用せず、水素を気化させることで、タービンを回します。それを一段に使用を検討していて、良い点としましては、コンポーネントが減ることで、まず安くなります。あと、燃焼ガス（ホットガス）が配管を回らなくなるので、非常に安全になります。そのサイクルは、現在の二段に使用していて力が 15 t くらいであります。一段に適用するにはその 10 倍くらいの力にする必要があり、技術的難易度は推力を上げることです。ロケットの開発はエンジンがキーなので、現在 LE-X という技術実証プロジェクトで、実際の大きさのエンジンを試作して、本当にその推力がですか、今年燃焼試験を行う予定です。ここがうまくいけば、大きな技術的な課題もクリアすることができます。</p>

「人工衛星による降水観測」

名前	内 容
【衛星の数と打ち上げ方向、衛星同士の間隔について】	
参加者	現在、何機ぐらいの衛星が地球を取り巻いているのでしょうか。
布野	人工衛星は 6500 個以上の衛星が打ち上がっています。
寺田	補足として、3000 個が運用中止している衛星です。今は 1100 個ぐらいの衛星が生きています。日本は約 160 個の衛星を打ち上げましたが、運用は 50 数個ぐらいです。
参加者	衛星を打ち上げる時に、衛星と衛星との距離は 1 機何キロぐらい離れているのでしょうか。
小嶋	人工衛星の軌道は静止軌道と周回軌道があり、静止軌道は通信衛星で一番多く使われていて、近づきすぎると電波干渉などの問題があります。場所を確保するのは大変で、国際調整などがあります。周回軌道の場合、自分自身が電波を発信する衛星は他の衛星に干渉を与えないか、あるいは地上の通信に干渉を与えないかということ調整する必要があります。宇宙ステーションと同じような軌道を飛ぶ衛星については、宇宙ステーションと衝突の危険性がないか調整します。最近の衛星では、衝突を事前解析して危険性がある場合にはどちらかの衛星が軌道修正して回避するという運用をしています。
参加者	どの方向に飛ばすことが一番多いのでしょうか。
布野	衛星の用途によって軌道は違います。一つは静止衛星で、赤道の真上 36,000 キロのポジションですので、そこに打ち上げるためにはできるだけ地球の自転速度を有効利用することがロケットには好ましく、種子島から真東に打つのが静止衛星の場合よく使われます。地球観測衛星は地球の北極と南極の周りを輪切りに回る（太陽同期軌道）衛星ですので、南に打ちます。
参加者	絶対にぶつからない計算理論について教えてください。
布野	ロケット打ち上げの際は、打ち上げる時間帯に宇宙ステーションがどこを飛んでいるか、打ち上げる軌道としてぶつかる可能性がないか COLA 解析（衝突回避解析）して確認しています。また、宇宙では様々な「破片」がよく飛んでいます。アメリカはデータベースを持っていて 10cm ぐらいの破片がどこに飛んでいるのかを認識しており、ぶつかる可能性がある宇宙ステーションは回避しています。10cm 以下の破片についてはデブリバンパで守っています。
【2020 年の東京オリンピックとパラリンピックについて】	
参加者	2020 年の東京オリンピックとパラリンピックの開催に JAXA としての協力・貢献できることを教えてください。
小嶋	外で行われる競技は天気が重要なので、JAXA が持っている地球観測の衛星によって天気予報の精度向上などで貢献できればと思います。
布野	私も一市民として、東京でのオリンピック開催を喜んでいます。小嶋プロマネと同様、地球観測の衛星を使って、開催式は絶対に晴れる日に開催するなどの調整を行えたら良いと思います。
寺田	測位衛星として日本版 GPS が 2018 年ぐらいに 4 機そろって実用化される予定です。個人的な意見ですが、スマートフォンなどを使った会場案内や会場の込み具合など、きめ細かく情報提供していければいいなと思っています。
【人工衛星のごみについて】	
参加者	宇宙のごみを燃やすという、人工衛星のロープはなぜ燃えないんですか。
寺田	宇宙にあるデブリ（衛星のごみ）は残しておくとも衝突したり、様々な危険性があるので、いち早く地球に落として燃え尽きさせてしまおうという取り組みがあります。もっと将来的には、

	人工衛星を回収して燃料を詰めて再利用するような取り組みもあるかもしれませんが、現在ではできないので、安全に地球に落とす取り組みとして、高度 100 キロから下まで衛星を下げて、大気との抵抗により地球に落とします。しかし、燃料を使い切った衛星では、自分で高度 100 キロまで高度を下げるのができないので、衛星から紐をぶらさげて、紐に電流を流して磁場と電流の関係で力（ローレンツ力 ^{りょく} ）が発生するので、その力を利用して衛星高度を下げ、地球に再突入させて落とすので、紐も機体と一緒に燃え尽きさせてしまう構想があります。
【衛星の災害対策利用等について】	
参加者	災害監視について、東京オリンピックにむけて竜巻などの観測予報などは進んでいくのでしょうか。海外の方に情報発信できるような方向性はあるのでしょうか。
小嶋	今の人工衛星の技術ではローカルに発生する竜巻の予測は難しいです。地上の観測ではゲリラ豪雨や竜巻などを観測し、可能であれば予測するなど、気象庁や国土交通省で研究・地上での観測装置の設置などの取り組みを行っています。
寺田	竜巻・ゲリラ豪雨などは地球観測衛星で予測することもあります。GPS も予測に役に立っています。GPS は衛星から地上までの電波が届く時間を計測して自分の位置を図る原理で、水を含んだ空気の中を電波が通ると速度がゆっくりになります。その原理を使って雲の中の水量を解析することもできます。GPS と準天頂衛星みちびきを使って、雲にどのくらいの水の量があるかを推定することによってゲリラ豪雨の予測をするというのは、既に実用化されています。
【観測衛星の分野について】	
参加者	観測や通信など衛星を新しい分野で何か利用する計画はありますか。
小嶋	JAXA だけではなく日本政府の取り組みとして、他の海洋を観測している機関と連携し、海の観測を強化していきたいと思います。具体的には、海面の高度（高さ）を精密に測ることにより海流の流れも分かるので、災害だけでなく、船舶の経済的な運行安全にも使われると思います。日本にとってもメリットがあるので研究していきたいです。
【ロケット飛行の原理について】	
参加者	ロケットは何で飛ぶのでしょうか。
布野	飛行機とロケットの違いは翼がないところです。飛行機は翼で浮く力（揚力）を持って飛んでいます。ロケットは風船を膨らませて手を放すと飛んでいくのと同じ原理で、空気を押し出して反作用によって飛ばしています。ロケットは酸素と燃料を燃やして吹き出すことによって、力を得て飛んでいます。