

◆JAXA 衛星利用推進センター長 松浦 直人 「宇宙の使い方について」

名前	内 容
【準天頂衛星の個数・位置制御・アンテナ損傷について】	
質問者	<p>準天頂衛星について、日本全国をカバーするには1機では足りないという話を聞いたことがありますが、今は一機しか上がっていないのでしょうか。2機目や3機目の予定を聞かせてください。また、衛星の位置・高さの制御の仕組みについて詳しく聞かせてください。最後に「きく8号」のアンテナについて、サッカーのグラウンドくらいの大きさのアンテナを最終的に打ち上げてから広げるというようなことをちょっと読んだ記憶がありますが、それだけのものを広げて、宇宙デブリなどで損傷しないのでしょうか。損傷した際の対応策も教えてください。</p>
松浦	<p>最初の準天頂のお話ですが、2018年までにあと3機上げる予定になっています。「みちびき」以外に3機、トータルで4機になる予定です。基本的に一つの人工衛星が、日本付近にいたい8時間、ビルの間や林の中でも信号が送られるようになるべく高いところに飛んでくるようにしています。4機体制になると、自動車を自動走行させるなど、我々の身近な技術に人工衛星が応用できる時代が来ることとなります。これは民間企業が開発をやっていて、5年後にはできるように今から準備作業を続けています。宇宙空間にある人工衛星は位置を決めて滞在させていますが、上空800キロ程度の低いところを飛んでいる人工衛星は大気・空の影響を受けて徐々に落ちていきます。100キロになるとすぐに落ちてしまいます。また、高い所にある大気の影響をあまり受けないところの人工衛星も地球は真ん丸ではないので、重力が一定に働かないものですからズレていってしまいます。ズレを修正するには、人工衛星についている小さなロケットで行います。ロケットはものによって違いますが「ヒドラジン」という燃料を積んでいて、燃料を金属に流して反応させ、スプレーのようにプシュッと飛び出した反動を使って位置を直します。方向は当然制御できるようになっております。これは人工衛星には大体ついていますが、大学などが打ち上げた小さな人工衛星には何もついていないので、そのまま制御できずに落ちてしまいますが、普通我々が使っているもの、民間企業さんが打ち上げているものには大体ついています。それから、「きく8号」という人工衛星は「テニスコート」くらいの大きさです。ひとつは19m×13mでテニスコート一面くらいのアンテナを広げて一つ一つは小さな傘みたいなものが広がってそれが複数個ついているような構造になっています。それが両側にあります。両方広げると大体40mくらいの長さになります。今でも元気に動いています。何をやっているかというスマートフォンよりももう一回り大きいくらいの、携帯の装置がありましてそれと通信するという実験を行っています。「きく8号」が打ち上げられたのは2006年で、だんだん使い古されてきたので今は細々と実験をしております。津波を回るブイを高知の沖などに敷設していて、そういった小さなアンテナと通信するような実験を行っています。「きく8号」にデブリがあたっているかどうかは実際に見ることができません。ただし、放射線や目に見えないような太陽から飛んでくる粒子を測定する装置を見ると相当ぶつかっているといった結果がみることが出来ます。ですが、デブリが当たってそれが壊れているというようなデータは無いので、「きく8号」のアンテナはメッシュなので通り抜けているか、ぶつかっていたとしても、それで壊れたという状態ではないということだけは間違いありません。</p>
寺田	<p>補足しますと、準天頂衛星初号機「みちびき」を開発したのは私にして、プロジェクトマネージャーをやらさせていただきました。準天頂の「準」というのは「ほぼ」という意味で「ほぼ天頂にある必要がある衛星」なんです。残念ながら1機だと8時間くらいしか日本上空にいられないということで、先ほど説明があったようにあと3機、2018年までに整備されます。1機でも8時間は天頂にあるので、皆さんがそれを受信することができるカーナビも売られてい</p>

て、かなり売れているようです。これは10cmとか1mは無理ですがGPSよりもかなりいい精度のようです。それから、「きく8号」の大型アンテナを開発したのも実は私です、こちらはご指摘のようにデブリがアンテナにぶつかることを想定して表面はストッキングのようなメッシュになっています。トリコット編みという編み方で、パンストのように伝線することはなくて、穴が開いても広がらない編み方であって、アンテナにどんどん穴が開いているかもしれないんですが、全体的な性能はまだ十分維持されています。

【元素等の調査について】

質問者 透過型電子顕微鏡の技術を何とか応用して、地球規模の元素マップなどを得るといような案は今のところないのでしょうか？

松浦 全部は当然無理ですが、そういったことはものによって可能だと思います。測定装置を変えることで、いろんなものを見ることができます。例えば、二酸化炭素を測りたいとか、あるいは海の塩分濃度を測りたいなどの要求はあります。しかし、今のところ「元素でどこにナトリウムが多いですか」「どこにカルシウムが多いですか」という強い要求がありません。よく上がってくる「金はどこにありますか」「銀はどこにありますか」という希望や要求があれば、それを観測できないのかという研究に繋がっていきます。ただ、どの元素がどこに分布しているかということ調べるのができたとしても、それで何が得られるのかというところを、きちっと説明できないと、人工衛星というのは高額なものですから、お金が集まらないということになります。ちなみに先ほど言いかけた金はどこにあるとか、資源を測りたいという人工衛星は当然ありますが、元素そのものを実は直接見れないんです。その代り、こういった地殻変動をしていると奥底にはこういった地層があるというような研究があって、表面と中身が繋がるような研究がされていると、表面の地表をみて、その地下に何があるのかというのを測ったりすることも出来ます。ですから、元素そのものというよりもその周辺の情報で新たなものを見つけるとい作業は可能になります。新たな知見が見つかるとか、メリットとかを説明できれば人工衛星の形になるかもしれません。

寺田 石油の場所などはお金になるので良いのではないのでしょうか。

松浦 石油を直接見ることは当然できませんが、海は見る事ができるので、海底から石油が漏れ出しているところがあって、どこから出てきているのか、人工衛星使ってみたりするという事はやられています。

【衛星を使った自動車の自動走行について】

質問者 自動車の自動走行ができれば運転免許がいらなくなるので、興味を持っています。先ほど「1台の車の実験」を見せていただきましたが、実用段階になったとして多数の車がそのシステムがきちんと動くのかなど、見通しと現状をお聞かせください。

松浦 自動走行の実験は、複数台というより1台ごとの精度を上げるという段階です。自動走行で本当にどこのレーンを走ったらいいかというのも重要ですが、渋滞の回避というものにすごく期待されています。渋滞というのは多数の車が坂道やカーブなどで無意識に速度が落ちることで、徐々に後ろに繋がり遅れが出て渋滞が起こるといような研究になります。もしそれが、自動的に一定のスピードで走ることができたら今のような渋滞にならないといような研究がされていて、非常にスムーズな流れになります。ここからは将来の話なので少し推測も入ってしまうのですが、今でも車にセンサーを搭載して車間を測ったりしています。人工衛星の情報だけではなく、車にもセンサーをつけてすでに実験をしていて、電波を飛ばして前の車との距離とかスピードを測って、トラックを80km/hで車間距離40cmを保って走行させるということなどの実験をメーカーさんはやっています。ですので、そういったものと組み合わせた技術になる

	<p>うとしているのではないかと思います。免許がなくて運転できるというのはすばらしいと思うのですが、問題点を挙げると、すでに今議論が始まっていますが、もし自動走行で事故を起こした場合の責任について真面目に議論されていまして、当然ながら今の法律ではカバーできません。乗っていた本人は「運転していません」、その車を作った会社は「いや、うちじゃないので、運転した人が悪いんじゃないですか?」とかいうことになると非常に問題で、実際にやるときには法律の議論をしていかないと実際に走らせることができないかなという風に思います。</p>
寺田	<p>実は GPS の最大の欠点はトンネルの中では位置が分からないんです。となると、衛星だけではすべてが解決しないので色んな技術を複合しないとできないと思います。それから、GPS は精度を保証していませんので、もし GPS を使って事故を起こした場合は自己責任になってしまいます。これはやっぱり制度が追いついていないんですね。色々と解決するべきことがたくさんあって、エンジニアとしては面白いかなと思っています。</p>
【今後の方向性や基幹ロケットと衛星の関連性について】	
質問者	<p>安全保障関連の衛星が増える中で、今後、JAXA で打ち上げて管理・運用するような非軍事の衛星の予算や機数はこういった推移を取ると見込んでいますか? また、次期基幹ロケットの開発は衛星ミッションにこういった影響を与えるのか、有人利用なども含めて教えていただければと思います。</p>
松浦	<p>JAXA 的には結構答えにくいところなんですけど、私の私見も含めてお話させていただきます。先ほど見せた予算グラフがありますが、そのグラフの上に情報収集衛星という政府が持っている人工衛星の予算が乗っています。この衛星は宇宙から地球を見るという人工衛星で非常に目が良く、どの国が何をやっているかというのを見る安全保障用の人工衛星です。1999 年くらいから、JAXA になる前から仕事としてやっていて、衛星を作ることはしていますが、使用するのは完全に政府なので、JAXA の人間は政府が何をしているのかを知りません。今まで JAXA は安全保障の仕事に関わっていないと思っていたんですけども、我々が開発した技術が少し使われたりしています。武器になるということではなく、宇宙から地球を見る観測装置が同じだったりします。JAXA の法律が変わり「安全保障のほうにも仕事が増えました」というんですが、防衛省がほしい技術を提携して行おうというレベルの話でして、今年から具体的な協議を始めたところです。宇宙というエリアは当然ながら冷戦時代からずっと加速したとおり、戦いの歴史とどうしても一緒になって伸びていきます。他の国は防衛機関と宇宙機関がペアになって仕事をしていることが多いです。日本は過去の歴史もあって溝があったんですけども、今ようやく溝がなくなったというような状態です。なので、これから何を行うか考えるということになります。新型基幹ロケットは、より大型のロケットになります。ターゲットは明確で、通信や放送衛星目線です。世の中では人工衛星が非常に大きくなっています。なぜかといいますと、大きな人工衛星に中継装置などを沢山積んだ方が安くなるからです。ですから、より大型になって、運ぶロケットも大型にならなくてははいけない。そうしないと世界の人工衛星を打ち上げることができないということになります。一方で、私が担当しているような宇宙から地球を見るというような人工衛星は、当然大きくなっていうのもあるんですが、より雨を見たいとか、海を見たいとか、だんだん分野が専門的になって、半分とか三分の一くらいの大きさになります。小さくなると、ロケットに空きスペースができますが、三分の一のスペースしか使わなくても、打ち上げ費用が同じなので、残りのスペースに他の仲間を積んで、1 台あたりにかかる料金を下げたいのですが、なかなか仲間が募らないという非常に厳しい状態になってきます。基幹ロケットというのは重要な役割で、種子島や内之浦は、宇宙への窓口となっておりますから、いかに</p>

	<p>沢山のものを打ち上げていくかが重要で、他の国の人工衛星も上げようとなるとやっぱりそういった需要とかニーズを見てロケットをこう変えていく必要があるというような流れの中に今、基幹ロケットがいるというような状況です。</p>
寺田	<p>新型基幹ロケットの一つの売りは、H-IIA ロケットを1機上げるのにだいたい100億ですが、それをできるだけ安くしようとしています。これは衛星にとってもメリットがありますので、間違いなく期待できることかなと思っています。</p>
<p>【開発した技術の使い方について】</p>	
質問者	<p>例えばメールを使うようになってから漢字を書けなくなったとか、インターネットが普及してから情報を早く得られるようになった代わりに自分で考えることをしなくなったとかという話があると思うのですが、講演の中にあった、自動車の自動運転や農業の種まきなど、もちろん今までできなかったことができるようになるというメリットはあると思いますが、それによって失うものも出てくると思います。たとえば教育機関だと今、小さいころから情報教育をしてメディアリテラシーを身に着けようということがあると思うのですが、JAXAとしては、その問題に対してどういう風に考えていて、またその問題に対して何か取り組みをしていらっしゃるのか取り組みをしていらっしゃるののであれば、どういうことをされているのかということをお教えいただければと思います。</p>
中川	<p>宇宙に限らず、人間の活動そのものに問われているもので、私たち人間というのは今までできなかったことを何とかしたいと人間の嵯峨みたいなもので、何万年かかかってずっとそれをやってきています。ただ、それと同時におっしゃるとおりに失ってきているものもあります。ですから、これは JAXA がとかそういう矮小な世界ではなくて結局人間みんなに問われていることで、私たちは明日を良くしたいということで新しいツールを考えるのです。自動車もそうです。とても便利になった反面、現実として日本国内だけでも年間数千人の人を殺しているわけです。私たちは年間に数千人を殺しながらそのシステムを安穩として使っています。これはものすごく怖いことで、欠陥を含むシステムを我々は良しとして使っているわけです。たとえば原子力発電所もそうで、いいこともあったかもしれないけど、ものすごく深刻な事態を生んだわけです。文明とか文化というのは色々いいこともあるけど必ず悪いことも生んできた。そんな中でどうやって我々は折り合いをつけて、そのなかでどうやって次の時代を作っていくか。それは技術の問題ではなくて、人間社会そのものに問われている。技術は技術でしかない。それを生かしてどういう社会にするかは、我々みんなに問われていることだと思います。それを救っていかれるかどうかは、100年後、200年後人類が人類としてちゃんと繁栄しているかどうか、我々に問われていることで一緒に考えていきましょう。</p>
<p>【オゾンホールの修復について】</p>	
質問者	<p>オゾンホールが年々大きくなっていくのがよく話題に上がって、例えば「フロン」などで穴が広がると聞きますが、開いてしまった穴をふさぐ研究というのはしていないのでしょうか。</p>
松浦	<p>増やす研究というのは聞いたことがあります。ただ、今オゾンホールの大きさが少なくとも、大きくはなっていない。オゾンホールを作る原因となる物質、エアコンや冷蔵庫などに使用されていたフロンガスを別なものに変えて対応しています。先進国以外では対応できていない国もありますが、その量がどんどん減ってきていて、オゾンホールが広がるのが止まって、もしかすると修復し始めているかもしれない。そこはまだ意見が分かれているようです。これは想像ですが増やすということをやるとしても、南極大陸くらいの大きさで穴が開いているので、地上からオゾンを増やしてやるレベルではないかなと思います。もし、修復したとしても徐々に今の自然現象で起きるオゾンというもので修復できることになろうかなと思います。</p>

◆JAXA 宇宙科学研究所宇宙物理学研究系 教授 中川 貴雄
「何が今の宇宙を作ったのか？」

名前	内 容
【「SPICA」のミッションについて】	
質問者	<p>今回の「SPICA」の売りと、大型化が進んだことにより難しかった点（冷却など）、軌道も前とはかなり違った場所になると思うので、今のミッションの準備の中での難しい点はどこなところなのかを教えてください。</p>
中川	<p>日本の宇宙の研究、特に赤外線の研究をどういう風にしていくか、私たちは2段階の戦略を立てました。1段階目はどこにどういう天体がいるか調べる。それが「あかり」の使命であり、全天のカタログというのを作りました。2番目の使命は、作ったカタログを元に個別の天体を詳しく調べる。それが「SPICA」の目的になります。それから、この冷却するということも、これもなかなか大変ですし軌道も違います。SPICAの軌道は、太陽・地球系が作るラグランジュ点の2つ目、L2の周りのハロー軌道に行きますと資料に書いてありますが、何のことか分からないと思います。実は太陽の周りをものが回っていると太陽からの距離に応じた周期で回るので、距離が変わると必ず周期が変わりますが、実は非常に珍しいところが3点あって、例えば地球と太陽の径だと地球と太陽を結ぶ直線状で地球から太陽の反対側に150万キロ、静止軌道が36000キロだったので、その50倍くらいのところですけど、150万キロのところに行くと、これはちょうど地球と同じ周期で回ることができるという軌道が存在します。これは、実は地球と月の系でも、安定性は悪いですが、存在していて、大きな構造物を作りたいと思うとそういうところに行けばいいということになるので、ガンダムに出てくるジオン公国とかいうのはラグランジュ地点に作られているわけです。日本として（太陽—地球系の）ラグランジュ点のL2に行くのはこのミッションが初めてになります。ここが軌道として安定で天体観測に良いということもあります。探査としてこれから惑星に行くという場合はここが必ず一番ポテンシャルとしてここを通っていくのが得なところになりますので、これから出かけていくという意味でも非常に大切な軌道になると思っています。3番目は冷やすということですが、今までの「あかり」は「液体ヘリウム」を搭載して持っていきました。液体ヘリウムを使って蒸発潜熱で冷却するという方式だったのですが、熱が入ってくると液体ヘリウムが蒸発して行って、なくなるとそこで寿命がつかせてしまいます。これでは悲しいので、「SPICA」では一切液体ヘリウムを持っていかずに、機械式冷凍機という超高性能冷蔵庫エンジンみたいなものを持って行く予定です。それで冷却するというので寿命も長くでき、軽くもできるということを狙っているということです。</p>
【それぞれの宇宙望遠鏡の性能について】	
質問者	<p>TMT やだいが先ですがジェームスウェップ宇宙望遠鏡などと同じラグランジュポイントにいった、目的が同じようなものがあるような気がするのですが、独自に計画されているのでしょうか。</p>
中川	<p>このクラスの望遠鏡となると明らかなことは人類が持てるのは1個だと思います。これはアメリカもヨーロッパも入っていて世界で1個作る望遠鏡です。現在の予定として2018年に6.5mのジェームスウェップ宇宙望遠鏡を宇宙に打ち上げようとしています。実はジェームスウェップはこんなに低温ではありません。ジェームスウェップスペーステレスコープが得意とするのは、一番最初の出した直接の光を検出するという意味では、一番適した望遠鏡です。私たちの宇宙を面白くしているのは先ほど言ったように塵の存在であり、重元素の存在で、そういった塵に隠された天体を見ようとすると「SPICA」が一番強いんです。そういった意味ではっきりと</p>

私たちの宇宙は2つの側面を持っていて、星からの光というのも一つの情報ですが、まわりの塵に隠された天体を見るというのも、もう一つとても大切なことで、そこはハッキリと（ミッションごとに）棲み分けをしています。だから地上の TMT (Thirty Meter Telescope) も、直接の星の光を見るのに適している。だけど、「SPICA」はそういう意味では全くユニークで塵の世界を見るには「SPICA」が最強です。ですから世界の人々と作りたいたいと思っています。

【機械式冷凍機の仕組みについて】

質問者 先ほどおっしゃった「SPICA」に使われる予定の機械式冷凍機の仕組みをもう少し詳しく教えてください。

中川 実は機械式冷凍機というのはそんなに特殊なものではなくて、色んな所に使われています。例えばこの屋上にある「ひとみ」という望遠鏡も「シュッポン、シュッポン」と音を出していると思いますが、まさにあれが機械式冷凍機です。熱は放っておくと、必ず温かい方から冷たい方にしか流れないという厳然たる事実があります。その逆向きにしようすると何かの仕事をやらなければならないといけない。そういったときに熱の入った気体を膨張と圧縮をうまいサイクルで繰り返してやると冷却することができます。非常に簡単な例でいうと、ここにある大気は上に行く膨張して周りに仕事をします。その結果として冷えます。そうしたことを効率的に行ってやると冷却することができます。その為には「外からエネルギーを与えてやらなければならない」というものです。

質問者 それを宇宙で使う上で難しいこと、あと「SPICA」規模の大きさの上で難しいことはありますか？

中川 難しいことは、動くものを作るとどんなに頑張っても必ず壊れるということです。ものには寿命があります。ですので、この冷凍機というものを長時間動かすことができるように保障することができるかということが一番難しいことです。色々なものは動く前に「加速試験」と呼ばれる、たとえば10年間保証しようと思ったら10年間に相当することを、加速して1年間で試験するという方法があるのですが、冷凍機というのは加速試験と言われるような有効な手段が見つかりません。従って10年間、保証しようと思うと10年間動かすしかないというのが今一番大きな問題です。大きくなってくると当然いろいろなところから熱が入ってきますので、「SPICA」の望遠鏡で一番難しいのは、そういった色々なことが入ってきて本当に宇宙で冷却できるかという点です。この望遠鏡は宇宙で動かすのにうまく最適化されているのでそれを地上で実証するというのはとても難しい大きな任務です。

【「SPICA」の打ち上げについて】

質問者 「SPICA」の打ち上げのロケットは日本が担当するのでしょうか？

中川 打ち上げは日本が担当することになっています。今のところ H-IIA ロケットを想定していますが、先ほどの話にあった新基幹ロケットというのが出てくると、私たちは大きくなるととてもうれしいです。

寺田 今、新型基幹ロケットは2020年の初フライトを目指して、開発を始めようとしていますので、間に合いますね。

【地球外の知的生命体について】

質問者 地球外の知的生命体はいるのでしょうか。ドレイク方程式では、単に7つのパラメーターを掛け算しているだけだと思うのですが、その方程式からいくと生命が存在するところまでは定量化できると思います。文明を持つ確率というのがありますが、「何をもって文明とするのか」、あと確かに知的生命体だけ「どう見ても猫だ」という場合などもあるかと思っています。知的生命体が存在する確率とか、天文台長さんのご意見もこの機会に教えてください。

中川	<p>ドレイクの方程式というのは、方程式でも何でもありません。単なる推定で、おっしゃる通りパラメーターを複数個掛け算しただけです。あと、「どう見ても猫だ」という場合は、完璧な宇宙人です。それよりも我々は、未だにどうして生物なるものがここ地球で生まれたかも分かっていない。無生物と生物との間には厳然たる違いがあります。もっとも、その中間にはウイルスみたいな化学物質とも生物ともいえるようなものもあります。生命が存在すると今のところわかっている唯一の例であるここ地球ですら、どうして生命が生まれたかはよくわかっていません。いわんや、外のことになると分かりません。「宇宙人はいるんですか」とかは、もう半分哲学の世界に入ってきます。天文学者というのは、きわめていい加減な種族です。窓から外を見て黒色の羊が一匹いたとします。そうすると天文学者は「この国にいる羊はすべて黒色だ」といいます。でもそれは嘘で本当のところは、少なくともこの国には身体の半面が黒色である羊が少なくとも一匹いるというのが正しい表現であるわけです。だから前者の立場、すなわち一匹の半面を見たから絶対に他にもいるというような立場に立てば、宇宙人は $N=1$ はここに存在しているんだから、ほかに存在しないわけがない。後者の立場に立てば「わかりません」というのが答えだと思います。</p>
土佐台長	<p>宇宙の知的生命について、いるとかいないとか言ったことはないのですが、仮にドレイクの式でうんと楽観的な推定をしたときに、例えば銀河系の中に 100 万の知的文明があると、仮にそうしたとしても隣の文明がどこにあるかというとな何十光年も先になる。そういうところと通信をしたりあるいは UFO に乗ってやってくるなんてことはありえません。それは不可能であるということはあると思っています。この機会にちょっと質問させていただきたいのですが、最近、太陽系外惑星がたくさん見つかっていますが、もし大気の中に酸素があったら、それは非常に特別で面白いのですが、実際に酸素がそういう太陽系外惑星から検出されるのかどうか、可能性と方法を教えていただけたらと思います。</p>
中川	<p>まず、方法でいえば当然のことながら地球の中にいる限りは、他の天体の酸素を計測するのは非常に難しいです。大気中には 20% の酸素がありますので、それを超えて見つけるのは難しいので、宇宙に行くしかないということになります。太陽からの距離で、地球よりも少し外側を回っているガス型の惑星と呼ばれている惑星、例えば木星などは、大気の組成がある程度分かっています。ところが木星というのはかなり太陽から遠いんです。それに対して地球の軌道というのはすごく小さい。それが「SPICA」で確実に検出できますかという、まず無理です。むしろもう少し重い「スーパーアース」と呼ばれるようなものであれば非常にラッキーだったら可能性はあるかもしれないけどそれでもやはり、難しいと思います。だから私が定年までに絶対にこれを謎解きしますかと言われてたらそれは良くわかりません。もっとも、私が大学院に入った時には系外惑星の研究なんてものはすべて眉唾でしたので、この十何年間の進歩を考えると、将来のことはちょっとわかりません。</p>
【はやぶさのミッションと宇宙エレベーターについて】	
質問者	<p>「はやぶさ」のことで聞きたいのですが、イトカワの試料を取って帰ってきたということなのですが、その分析の結果はこれからどこまで調べられていくのか、調べるのにどのくらい時間がかかるのかなど、大変楽しみにしているので今わかる段階で教えていただければと思います。また、衛星について、やっぱり地球の周りにごみを増やしているということにもなるので、たとえばいろんな衛星をまとめて月に着陸させてしまっ、月を第二の観測場所にしたら、費用も安くて色々わかることもたくさんあるのではないかなと思うのですがどうでしょうか。あとは最後に JAXA のほうで宇宙エレベーターなんかも考えていらっしゃるようなんですけども、その実現性などもお聞きしたいと思っています。</p>

中川	まず、宇宙にごみをまき散らしてはならないというのは大前提です。現在、衛星の運用について、月に行くにはすごくエネルギーが必要となり、お金がかかって大変なので、ごみを出さないためにも基本的にはある年月内に地球大気内に落とすというのが今のルールです。実は「あかり」という衛星も十何年あとで、大気に落ちる軌道に入れました。基本的には今地球の周りを回っている衛星はそのまま回っているのではなく、必ず落とすというのが今の大きなルールです。だから、たとえば ISS もあれだけ大きなものですが、運用が終わった時にはどこかに落とすことになるかと思います。
寺田	月の天文台はいかがですか？
中川	頭の中で月の天文台ってかくとカッコいいし考えやすいのですが、月に軟着陸するのはエネルギー的にすごく損です。しかも月は天文台の環境としては、地面があるのは百害あって一利なしで、ごみは出るし着陸にすごくエネルギーがかかるので、メリットがほぼないです。唯一メリットがあるとすると月の裏側に行くと、ある波長では地球の周りの放射を隠すことができるって言われていることです。一方、月にものすごく立派なインフラ設備ができてそこにはるかに安いお金で行けるという事になるのであれば、それはそれでメリットがあると思いますが、単純に一番簡単な計算でエネルギーの計算をすると、月に天文台を作るのは損です。「はやぶさ」の目的は、太陽系ができた歴史を知りたいというのが大きなミッションです。そのために何故「イトカワ」に行ったかという、地球のような大きな惑星は、惑星になった後、それ自身でいろいろな進化をしてしまっ、もともと出来てきたような歴史はほとんど洗い流されてしまっています。地球は地表面を人類がめちゃくちゃにしてしまっていますので、もう何もわからない。しかし数百メートルの惑星であれば、もともとあったものが集まっただけなのでそれなりに昔の情報が残っているだろうということで、探査機が行っていて今非常に面白い状況です。成果については何回も継続して発表されていて、宇宙風化などと言われる太陽光にたたかれて表面で粒子がどう変わってきたかというようなことは非常に面白い結果が出されています。ただし、非常に小さな粒なので、粒をあつめるだけでも集め尽くすのには10年以上の時間がかかると今言われています。どこまで頑張るかはちょっとその辺はこれからまたご相談ということです。「はやぶさ」はS型って言われる小惑星の中でも一番沢山あるものに行ったんですけど、次の「はやぶさ2」ではC型と呼ばれる、より原始的な状態を持っている、より昔の情報を持っていると思われる天体に行って、調べたいとおもっています。「はやぶさ2」が今、製作されていて、来年打ち上げということになっています。
松浦	宇宙エレベーターについてですが、最近盛り上がっているのは、「ナノチューブ」という新型素材ができて、それを使えば可能じゃないかと言われていたからです。具体的に研究も続けられていますし、JAXAの事業ではないんですが、JAXAの職員が何人か研究会に参加しています。構想もあるし、物質もできているのですが、構造物の建造については、誰も答えられないという、今のレベルでは全然無理だという風に言われています。つまり、36000キロがさらに向こう側にもカウンターバランスを持つような巨大構造物を作れるかというところまでは至っていません。ただ、一個一個のパーツに使えるような素材が出てきているということで、前は空想の話だったんですが今は「もしかすると」というレベルまで至っているということで建設会社も含めてそういう研究会に参加しているというのが現状だと思います。
寺田	まだまだやるべきことがたくさんありそうです。宇宙エレベーターができると衛星にとっても素晴らしいことなんですが、まだまだです。
【JAXAが開発した実用製品について】	
質問者	私は宇宙開発がどのように生活に役に立っているのかというようなところに興味があります。

	<p>通販のカタログなどを見ていると「NASAが開発した毛布」などがあります。色々な研究の段階で新しい素材を開発してできたもの、例えば「ゴアテックス」がそうだと聞いたことがありますが、「JAXAが実は開発しました」というものは宇宙食以外にありますか？</p>
寺田	<p>「みちびき」で撮った地球の絵を東京都立第一商業高校が制服に採用しました。他には、消臭下着です。宇宙ステーションでは宇宙飛行士がお風呂に入れないので、消臭下着を着用します。これは普通の下着に比べると加齢臭を8割~9割くらい除くというものです。それから、宇宙布団、宇宙運動靴、それから宇宙用の照明。これは宇宙でガラスを使って破片すると飛び散って危ないのでLED照明にしています。それから宇宙食が多いです。あとは、ダイヤモンド缶とかミウラ折り。ミウラ折りというのは展開構造物に使っていて、このパターンをタイヤで使っているとか、野球のスパイクの刃、こちらは傾斜機能材料というのに使っています。ロケットの接合部には免震ゴムの緩衝技術を使っています。それから、ロケットの点火技術の火薬などはエアバックを膨らますというような技術にも使用されています。あとは食べ物について「宇宙あさがお」など、宇宙を旅行して出来た酵母ですとか種子、これを地球に帰って育ててお酒にしたりします。それから、地球観測はいっぱいありますね。地球観測の画像のパターン・地球観測で撮った絵をダウンジャケットやトランク스에貼り付けたものも、結構売れているらしいです。同じように家具などもあります、これも結構売れているようです。それからお茶について、地球から見た葉っぱの様子を観測して、それでそこに含まれている繊維量とか、そういうものを測って今一番取り時だというタイミングでお茶を取っているという、こんなものもあります。結構いっぱいあります。</p>
【プロジェクトと予算について】	
質問者	<p>衛星の技術というのは、すぐ我々の生活にリンクするというか役に立つというのがすごくわかって、すぐプロジェクトに繋がりがやすい気がします、宇宙の本質を知るだとか誕生を見るとするのは、わくわくするのですが、現状、そのお金がなかなか出づらくてプロジェクトになりづらい気がするのですが、今回こうやってプロジェクトを立ち上げる時に苦労したこととか、何かございましたら教えてください。</p>
中川	<p>日本という国がどれだけのお金を科学・技術に使うのかというのは、これは非常に難しい問題です。日本という国が、国として何によって立つのかという、とても本質的なことに問われています。例えば単に物を作るという事でいうと、労働費の違いがあり、アジアのほかの国に勝てるわけがないわけですね。そうすると日本の最大の資源は何かという、これは迷うことなく、皆さんのような向学心に富んだ「とても優秀な人材」だと思います。これは絶対に日本が誇るべきとても大切な宝で、言葉が悪いですが、これだけの「質がそろった」優秀な人材がそろった国なんて、そうは無いと思います。そうしたときに、日本人として誇りをもつということは大切なことです。私は、はやぶさのプロジェクトには全く関わっていませんが、「日本はこれを成し遂げたんだ」と感動しました。あれがプロジェクトとして成功だったかどうかは微妙で、あんなことにならないようにするのが本当は正しいプロジェクトだと思いますが、それでもあれをみて感動するものです。あのことによって、私たち日本人がとても自信を持てた。「科学」は日本の国として拠って立つべき大切なものだということに、もし多くの人達が自信を持つことができたなら、それは非常に大きな成果です。私たちがフラッグシップ的な最先端の科学を導くときの成果そのものも大切ですが、それがこういう形で私たちが話をさせていただける機会をもって、それで少しでも皆さんが面白いと思っていただけたら、それがたぶん、「本当に最大の成果なんだな」と私は個人的にそう思います。</p>
松浦	<p>私もプロジェクトの立ち上げに関わった人間で、その話をすると方向性が違ってきてしまいま</p>

	<p>すが、JAXA になって今年で 10 年目です。中川先生と私とはもともと別の組織で、中川先生は宇宙研、私は宇宙開発事業団、そして、航空技術研究所の 3 つが一緒になって、今年の 10 月 1 日で 10 年になりました。ISAS は今でも有名かもしれないけど私は NASDA だったんです。NASDA は 33 年くらいだったけど、JAXA のほうが実は 10 年しかたっていないのに、名前が浸透して有名になっています。先ほど NASA の話がありましたが、JAXA もそういったもののラベリングで JAXA っていう名前が付けば信用度が格段に上がるっていうところまでいきたいなっていう風には思っています。それともう一つ、実は国内よりも海外の方が非常に評価が高かったりします。色々なプロジェクトを成功させたり、技術的なものだったりがあって、特に NASA やら European Space Agency (ESA) ともお付き合いがありますがアジアの地域に行くと、みなさんの目の輝き方が全然違うというのを痛感します。「え！？宇宙やるよりもその日の暮らしを考えた方がいいよ」っていうような国も当然あるんですが、「どうしても俺は宇宙をやりたい」と「自分の国で人工衛星を作りたい」っていうんですよね。本当に食べるものも困るような国までも。そこまでしてやりたいって目の輝き方が全然違う。やっぱり魅力のある世界だし、自分も「ああいう風になりたい」あるいは「あそこに行きたい」っていう風に思われる分野かなという風に思っていますので、よりこれを技術的な問題だけではなくて、ブランドなど色々な要素でそれを見せる形にするとか説明する作業とか、いろんな要素が組み合わせられないと成り立たない仕組みになっていますので、そういったところもこれから努力していきたいなという風に思いました。</p>
寺田	<p>2008 年に JAXA という名前を聞いたことがある人の割合は 38.2%でしたが、「はやぶさ」効果などもあり、2013 年の 2 月に調査したところ 71.8%、実はこの前の年に調査したら NASA の名前よりも JAXA の名前を知っているっていう人のほうが多かったっていうそういう統計結果もありました。JAXA というブランドを守り続けていくためにもみなさんの協力、それからやはり「失敗しない・信用第一」というのもあると思うので、その辺できっちりやっていきたいと思いません。</p>