

◆宇宙科学研究所 准教授「はやぶさ2」ミッションマネージャ 吉川 真  
 「小惑星探査への挑戦、「はやぶさ」から「はやぶさ2」へ〜」

名前	内 容
<b>【小惑星帯について】</b>	
質問者	小惑星帯について、なぜ火星と木星の間にそんなに小惑星が集まったのでしょうか。
吉川	一番信じられている理由をお伝えしたいと思います。 太陽に近いと温度が高いため氷などは蒸発してしまいますが、太陽から遠い木星軌道くらいだと太陽の光が弱く、氷は凍っています。木星では岩石以外に氷も惑星を作る材料になっているけれども、内側は岩石だけが木星を作る材料でした。ちょうどこの小惑星帯が氷が蒸発するかもしれない境目で、小惑星帯で惑星が成長する前に木星の方が先にできてしまったため、木星の引力によって内側のまだ成長していない小さな惑星の軌道が変えられてしまっていて、お互いがかなり激しくぶつかるようになった。激しくぶつくと合体はせず、衝突して破壊してしまいます。木星が先にできてしまったために、小惑星帯では惑星として成長できず、小さいものだけが残っている。そんな風に言われています。
<b>【「はやぶさ2」で探査する小惑星について】</b>	
質問者	次に行く「はやぶさ2」は、球形っぽいというのは決まっているというか、分かるのですか。
吉川	まだ正確にはわかっていません。なぜ、図中では球体として描かれているかというと、地上の望遠鏡でこの「1999_JU3」という小惑星を観測して明るさの変化を調べたんです。細長い小惑星がぐるぐる回っていると向きによって明暗があります。ぐるぐる回っていると明るさの変化が大きいということです。ところが、この「JU3」という小惑星は望遠鏡で見てもあまり明るさが変化しないので、形が丸いだろうと推定しています。
<b>【「はやぶさ2」に搭載される衝突装置について】</b>	
質問者	「はやぶさ2」に初めて搭載される衝突装置が働かなかった場合の対策は練られていますか。
吉川	この衝突装置が非常に難しいです。探査機から分離して下りていく間に、探査機が移動します。衝突装置が爆発すると本体がバラバラになって破片がドカンと飛んでいくんですね。なので、破片にぶつからないように移動するのですが、さらに、小惑星の表面に球がぶつくと表面の石や砂がコーン上に吹き出しますので、探査機を安全な場所へ退避させる必要があります。もし爆発しない場合でも、こういった方法でまずは探査機を安全なように一旦遠ざけて、遠くから調べて安全を確認してからもう一度接近する。そんなやり方を考えています。
寺田	爆発しなかったら、それは諦めるのでしょうか？
吉川	残念ながらこれは1個しか持ってないので、1個切り離して爆発しなかった時には、クレーターを作る実験は失敗ということになります。
寺田	でも、観測とか、前回失敗した「ミネルバ」の代わりに2つ載せる予定なんですよ？
吉川	基本的には2つなんですけど、場合によっては3つ。かなり強化しています。 最大3つ搭載して、さらにドイツが中心となって作っている「ランダー」、着陸機も載せます。なので、合計・最大4つの着陸機が小惑星の上を下りる可能性があります。
寺田	「はやぶさ」の時よりずいぶん強化されていますね。
<b>【「はやぶさ2」のアンテナについて】</b>	
質問者	「はやぶさ」にはパラボラアンテナは1個なのに「はやぶさ2」には2個あるんですか？
吉川	「はやぶさ」は形がパラボラです。「はやぶさ2」は形が平面です。実は性能は同じなんです。

	<p>「はやぶさ」の後に打ち上げた金星探査機「あかつき」というものがありますが、「あかつき」もアンテナを平面にしました。性能は同じだったら平面の方が重さも軽いし、構造が簡単なので平面にしたというのが理由です。</p> <p>ご質問の「2つある理由」ですが、これは使う電波が違います。「はやぶさ」の方は少し専門的に言うと「X帯・Xバンド」という電波を使ったんですね。「はやぶさ2」の方は、このX帯という電波に加えてKa帯という別の周波数の電波も使います。このKa帯の電波というのはX帯に比べて周波数が4倍高い・4倍速いんですね。ですから、送れるデータが4倍になります。</p> <p>「はやぶさ2」の場合、普段はこのX帯で通信しますが、小惑星に着いてたくさんデータを取った時には、このKa帯のアンテナを使ってより多くのデータを地球に送ります。そういうことで2つのアンテナを付けました。これもKa帯のより速い通信を遠距離でやろうという実験なんです。</p>
--	--

#### 【探査機の放射線対策について】

質問者	地球には磁気があるので太陽風の影響をあまり受けないけれど、宇宙に出た際は太陽風の影響を直に受けたいと思います。どのような対策をしているのか教えてください。
吉川	これは太陽風というよりは太陽フレアですね。「はやぶさ」の場合も少し影響を受けて、太陽の表面上での爆発が起こった時に強い電磁波が来て、太陽電池の発電能力が少し下がってしまいました。本当に大きな規模での爆発は避けることができないので、太陽フレアに関して基本的なシールドをした後は、あまり強い爆発が無いようにと祈るだけです。普段の探査機と同じような仕様で作っています。あまり気にしすぎると探査機が重くなり過ぎてミッション機が載らなくなってしまうので、その兼ね合いが難しいところです。
寺田	一般的に人工衛星では今言ったような放射線対策というのがされています。おそらく「はやぶさ」も大丈夫かなと思っています。

#### 【サンプラーの位置について】

質問者	サンプラーはなぜ本体の中心には無いのですか。
吉川	本体の中心にあった方がバランスが良いように見えるかもしれませんが、これは単純な理由で、後ろにカプセルが付いているので、カプセルに近いところに管が上がっていくように作ってあります。あと、真ん中は他の色々なものが付いています。燃料タンクとかがあって、端の方が付きやすいというのもあるんですが、別にこれはバランスを取る訳ではないので真ん中でも端でも同じです。ずっとバランスを取って立っている訳ではなくて、一瞬触ってさっと飛び立ってしまうから、真ん中でも端でもそれは同じです。

#### 【「はやぶさ」の通信について】

質問者	「はやぶさ」はバランスを崩してしまって通信が途絶えたけれど、「はやぶさ2」ではどうやってバランスをとるんですか。
吉川	「はやぶさ」で通信が途絶えたのは、バランスというよりは2回目の着陸の後、燃料が漏れてガスとして吹き出してしまったんです。それで太陽電池の向きが変わって光が当たらなくなり電気が起こらなくなって通信が途絶えてしまいました。そういったことが起こらないように、今回の「はやぶさ2」は「はやぶさ」の経験を活かして着陸するときに慎重に行きます。仮に燃料漏れではなくてバランスが崩れた時には、自動的に安全モードに入って地上からの命令で復帰することができるので大丈夫ですが、特に気にしているのが着陸の時に変な風に小惑星にぶつかったりしないようにということです。慎重に運用して「はやぶさ」のような燃料漏れが起こらないようにしたいと思っています。

寺田	あと、「ホイール」で姿勢を安定させているんですね。
吉川	そうですね。探査機の向きを変える装置を「リアクションホイール」というんですけども、「はやぶさ」の時は3台のうち2台が着陸前に壊れてしまったんですね。今回「はやぶさ2」では1台追加して4台付けているのと、さらに「ホイール」になるべく負荷をかけないように、とにかく着陸まではホイールが正常に動いているように工夫した運用をしようということで、その点を気にして検討しています。
寺田	「はやぶさ」で色々なトラブルがあったので、仮にそのような状況になっても大丈夫だというような工夫が随所にされているということですね。
【「はやぶさ2」のエンジンについて】	
質問者	「はやぶさ」と「はやぶさ2」では、同じイオンエンジンを使っているのですが、1のほうで壊れた時に2ではその対策をとられているのですか。
吉川	「はやぶさ」と「はやぶさ2」のイオンエンジンの見た目はほとんど同じです。「はやぶさ」の時はイオンエンジンを長く使い過ぎて、最終的には全部壊れてしまったんです。イオンエンジンの使える部分だけをつないで使うというような回路が入っていて復帰した訳ですが、「はやぶさ2」では、まずはかなり使っても壊れないような、耐久性の良い・耐久性を改良したエンジンになっているのと、少しだけ力を強くしてあります。推力を増強しています。基本的には同じですが、少し工夫をすることによって「はやぶさ」で起きたようなトラブルが無いということを期待しています。
【「はやぶさ2」のサンプル採取について】	
質問者	インパクターが爆発しなかった時に、裏側で物資の採取はするのでしょうか。
吉川	そもそも、「はやぶさ2」では物質の採取が3回できるようになっています。行ってみないと最終的には決まらないのですが、まずはインパクターをやる前に2回、表面に降りて2か所から採取します。その後インパクターをやって、インパクターで作ったクレーターから採るのが3回目になりますが、もしその3回目のタイミングにインパクターでクレーターができなかった時にどうするか、もう一回着陸するかもしれないし、もうやらないで戻ってくるかもしれないというのは、実際に行ってから決めることになると思います。
寺田	2018年でしょうか、それを行うのは。
吉川	到着は2018年の6月くらいなので、これは1年半くらいいますから2019年くらいになるかもしれないですね。
寺田	楽しみですね。
【ミッションを終えた後の無人探査機について】	
質問者	私は将来無人探査機を作る仕事をしたいと思っているのですが、2つ質問があります。まず1つ目の質問は、「はやぶさ」の「ミネルバ」は現在はどうなっているのですか？また今後はどうなっていくのですか？2つ目の質問は、無人探査機を作っている方は自分の頑張って作ったものが大気圏突入などによって戻ってこないことについて、どう思っておられるのですか？
吉川	ぜひ、将来後を継いでください。最初の質問の「ミネルバ」ですね、ミネルバはイトカワの側で切り離して、そのままイトカワの上に落ちないで飛んで行ってしまいました。今はイトカワとほとんど同じような軌道で太陽の周りを回っているはずなんです。そのうちもしかすると、またイトカワと出会ってイトカワにぶつかっていくか、あるいは、イトカワは割と地球にも接近するような小惑星なので、場合によっては地球の大気に飛び込んでくるようなことがあるか

	<p>もしれないですね。全然通信も取れていないのでどこにいるのか分かりませんが、基本的にはイトカワと同じような軌道で太陽の周りをぐるぐる回っているということになります。</p> <p>それから2つ目、探査機が戻ってこなくて燃え尽きたということですが、惑星探査機は普通行っただけで戻ってこないんですね。「はやぶさ」みたいに帰ってくる探査機というのは非常に珍しくて、アメリカのジェネシスとかスターダストというのがあるんですけども、相手の天体に行って着陸して戻ってきたというのは「はやぶさ」しかないんです。なので、行って戻ってくること自体が珍しいんですが、「はやぶさ」が燃え尽きてしまったのは、プロジェクトをやっている人にとってはちょっと悲しかったですね。「はやぶさ」は頑張ってきたので、燃え尽きずにまたどこかに、新たな旅にまた出てほしかったんですが、もう軌道の制御ができなかったの、しょうがないということですね。</p>
寺田	<p>私も人工衛星の開発のエンジニアなのでちょっと補足すると、確かに地球にそのまま戻るのが一番良いのかもしれないですが、変な状況で宇宙に留まると迷惑をかけてしまうのですね。</p> <p>宇宙のゴミになって、さらにそれがバラバラになったりすると、他の衛星や宇宙ステーションにも悪い影響を与えてしまうので、積極的に地球に落として、燃え尽きさせてしまうということが人工衛星の世界では行われているのです。でも、本当はそのままの形で戻ると良いですよ。そういった取り組みや研究も行っていきます。</p>
【「はやぶさ」のミッションについて】	
質問者	<p>「はやぶさ」が戻ってくるように計画を立てたのは、新しくまた「はやぶさ2」を探査に出す予定があるからなのか、また別の理由があるからなのか教えてください。</p>
吉川	<p>行って戻ってくること自体が大きな挑戦なんです。月は人が行って戻ってきていますけれども、月よりも遠い惑星まで行って戻ってきたことは無いんですね。「はやぶさ」が初めてなんです。</p> <p>地球から打ち出した探査機が天体に着陸をして戻ってくるということは、NASA もやったことがない技術なので、日本が先に挑戦しようというのが大きな一つのテーマ、目的だったんですね。</p> <p>ただ行って帰ってくるだけでは意味がないですから、この「イトカワ」の表面の物質を取って戻ってくる。そうすると惑星がどうやってできたのかという科学的な情報が得られるので一石二鳥ですね。技術的にはNASA もやっていないことを先にやろうということと、科学的には惑星の起源を調べようと。この2つを狙ってやったのが「はやぶさ」なんです。</p>
【小惑星の種類について】	
質問者	<p>「はやぶさ」が行ったイトカワはS型と資料に書いてあって、「はやぶさ2」が行くのはC型と資料に書いてあるんですが、S型とC型というのは、どう違うんですか？</p>
吉川	<p>これもちょっと専門的な質問ですね。難しい図かもしれませんが、これは横軸が光の波長です。光をプリズムに通すと虹色になりますよね。この色の帯をスペクトルと呼びますが、同じようなことをするんですね。小惑星からくる光をスペクトルに分けて調べます。これは強さの分布なのでグラフになってしまっていますが、本当は色が違います。このスペクトルの形、グラフの形がこういう形をしているのがS型なんです。こういう寝てるのがC型、ちょっと斜めに上がっているのがD型なんです。このようなスペクトルの違いから、小惑星の種類が違ってくるのが分かります。</p> <p>S型の小惑星から来た隕石というのがあって、調べてみるとS型の小惑星から来た隕石は岩石の成分がほとんどです。実際「はやぶさ」が行ったことでそれがはっきりしたんです。S型の小惑星を調べたところ、地球に落ちてきている隕石の中で岩石質のものが同じだったということで、S型の小惑星の表面は岩石です。ところがC型は、おそらく地球に落ちてきている炭素質コンドライトという別の種類の隕石の元の天体だろうといわれていて、こちらは岩石なんで</p>

すが、その石の中に水とか有機物が含まれているんですね。なので、「1999JU3」というのは、まさにこういうスペクトルを持った小惑星で、ここに行って表面の物質を持って帰ってくると、今度はイトカワとは違った物質が取れるということで狙っているのです。最後に言った「木星トロヤ群」というのはD型ですが、これは調べてみないと分からない物質といわれています。

#### 【「はやぶさ2」の打ち上げについて】

質問者	「はやぶさ」はM-Vロケットというもので打ち上げたと思うのですが、次の「はやぶさ2」は確かH-IIAロケットで打ち上げると聞いています。そうなのでしょうか。
吉川	そうです。「はやぶさ2」は種子島からH-IIAで打ち上げることになっています。イプシロンだとちょっと能力不足で、「はやぶさ2」は打ち上がりません。M-V以上のロケットでないと打ち上がらないんです。
寺田	今度は種子島からの打ち上げになります。

#### 【マルコ・ポーロと探査機の電力確保について】

質問者	「マルコ・ポーロ」は日欧共同開発の話と聞いたのですが、JAXAはどのように考えているのでしょうか？ もう1つ、木星軌道のトロヤ群に飛ばす探査機を将来的には考えているそうですけど、電力確保の点はどのように考えているのですか？
吉川	「マルコ・ポーロ」というのは以前、ご質問の通りヨーロッパとJAXAが共同で検討していました。日本とヨーロッパの共同でマルコ・ポーロというミッションをESA (European Space Agency) に提案したのですが、他のミッションと競争して残念ながら負けてしまったので、一旦そこでマルコ・ポーロは終わってしまいました。 日本は「はやぶさ2」に専念しているわけですが、ヨーロッパの人たちはやはりこのプロジェクトがやりたいということで、先ほどの図のようにマルコ・ポーロに「R」がついたもの、この「R」は色々な説があるのですが、多分「Revenge」だろうということで、「マルコ・ポーロR」というミッションで、今回ヨーロッパが中心となって提案しています。ここにJAXAも協力を申し出ていて、もし通ればメインの部分は全部ヨーロッパが作るのですが、JAXAも協力することになります。実際、来週の火曜日にパリでこの審査会があって私も行ってきます。ぜひ通るといいですね。これが通ると3つのサンプルリターンができますから、かなり小惑星について科学が進むと思っています。 もう1つ、木星トロヤ群についての質問ですが、電力の確保はまさに「イカロス」の後継機なんです。ソーラー電力セイルを考えています。イカロスというのはご存じかもしれませんが、こういったソーラーセイルという宇宙ヨットです。イカロスの場合1辺が14mの大きな凧みたいなものを作り、表面に薄膜太陽電池を貼って、電力を起こす実験をして成功しました。なので、この大型のもの、1辺が50mくらいのもので大きな凧を作って、太陽電池を貼って、木星の距離でも電力が確保できると考えています。

#### 【「はやぶさ2」が帰還した後について】

質問者	「はやぶさ2」はサンプルを地球に落とした後、そのまま宇宙に飛んで行ってしまうのか、それとも初号機のように大気に飲み込まれてしまうのか。 また、もし宇宙に飛んで行ってしまえば、「のぞみ」のリベンジでぜひ火星に飛ばしてほしいと思っていますがどうでしょうか。
吉川	「はやぶさ」は、本当は地球に突入する予定じゃなくて、カプセルを切り離した後どこかに飛んでいく予定だったんですが、残念ながら科学エンジンが壊れた時点でそれが無理だということが分かっていたので、もうそういった検討はしませんでした。

<p>可能ならば「はやぶさ2」は、戻ってきてカプセルを地球に落としてから、探査機本体は大気にぶつからないで地球をスイングバイして別のところに飛ばそうとしています。飛ばす先は、地球太陽系のラグランジュ点を一つの候補としています。JAXAの惑星探査で深宇宙港、宇宙の港を作ったらどうかというアイデアがあって、それがこのラグランジュ点です。惑星間空間から来た探査機が地球の引力を利用して、港に留まると。そんな実験ができるんじゃないかというのが1つの可能性です。あるいはラグランジュ点じゃなくて、別の小惑星に接近させようとしています。残念ながら火星まではちょっと行けないので、地球近辺のラグランジュ点か小惑星ぐらいだと思っています。</p>
--

◆有人宇宙ミッション本部 宇宙飛行士運用技術部 部長 山本 雅文  
「宇宙飛行士になるためには、どのような人材が求められているか」

名前	内 容
<b>【月へのミッションについて】</b>	
質問者	宇宙兄弟で月へのミッションがありますが、具体的な計画や目標を定めているのでしょうか？
山本	<p>宇宙ステーションは元々2015年くらいまでは使えると計画していましたが、現在2020年まで運用するということまで決まっています。2016年以降、実際に予算をいくらいただけるかというところがまだはっきりしていないというところはありますけれども、2020年まではアメリカ・ヨーロッパ・ロシア・日本のみんなでやりましょうということになっています。先週アメリカのワシントンで大きな会合がありまして、ちょうどその直前くらいにアメリカ NASA が宇宙ステーションを2024年まで延長したいと発表しました。宇宙ステーションの次には、地球近傍400キロよりもっと遠くに行く計画をみんなでやるべきだと言っています。</p> <p>アメリカはかつてアポロの時代に月まで行って着陸して帰ってきていますので、火星を目標にしたいと言っています。火星に行く前に、月の近く、小惑星にまず人が行ってみて、それから火星に行くという検討を提唱しています。日本はそれを提唱している研究グループの中の一員に入っています。実はそのグループというのが、宇宙ステーションをやっているアメリカ・ヨーロッパ・日本・カナダ・ロシアが中心です。さらにインドや中国、韓国も含めて、20か国くらいが参加しています。1週間前に大きな会合があって、これから検討することとなりました。具体的な計画は其中でやっていくんですけれども、アメリカの提案している時期というのは2020年代、2030年くらいまでの間に月の周りとか小惑星を目指して、30年以降くらいに火星に行けるようにしたいと。そのために今の宇宙ステーションを2024年までに延長して、それに必要な色々な技術開発をするという計画が出ています。</p> <p>日本はそれを受けてどこまで一緒にやるか、あるいは日本独自でやるか。全部はできないから部分的に参加しようかという色々な意見があるので、それをこれから検討していくと。2030年くらいというと、今年が2014年なので16年後ですね。今中学生くらいの方がちょうど30歳前だと思います。さっき言いましたけれども、宇宙飛行士として選ばれている選定基準の中に、大学を卒業してから3年程度の職務経験ということを行っていますので、一番若くても30ちょっと前くらいが最初の候補です。なので、皆さんの可能性は十分にあると思っています。</p>
寺田	<p>昔は月に行くことをアメリカとソ連で競争していたんですが、次に月に行く時は「国際協力」、一国で行くことは多分ないです。日本も他の国と協力して行くようになると思うんですね。ですから、先ほど宇宙飛行士の話にあったように、「協調性」、みんなと一緒に仕事ができるとか、あるいは「言葉」、英語が喋れるとかロシア語が喋れるとかそういうのがどんどん大事になっていくのかなと思います。</p>
<b>【宇宙飛行士の重力訓練について】</b>	
質問者	宇宙飛行士は最大13Gまでを受ける特訓をすると聞きましたが、実際は何Gまで行うのですか？
山本	<p>私も13Gまでというのはちょっと記憶にないのですが、宇宙飛行士といっても一番最初のガガーリン飛行士、旧ソ連の飛行士が行った時やアメリカのフレンドシップで7人の人たちが行った時とか、今の宇宙ステーションの時代とでは少し違います。</p> <p>昔は確かに高いレベルまでやったかもしれませんが、宇宙ステーションの中で一番高い加速度レベルというのは、実は宇宙ステーションではなくてソユーズ宇宙船の着陸時になります。</p>

	<p>それまで、スペースシャトルの時には大体最大 3G がかかると。訓練ではもう少し高いレベルまでやりますけれども。一方ソユーズ宇宙船では、通常は 3G 程度で帰ってくるんですけども、何かあった時に自然落下状態になることがあって、弾道飛行といいますけれども、その時には 8G 程度、8G 以上がかかることがあるため、それに耐えられる訓練をロシアの方ではやっていると聞いていますが、それが 13G かどうかは分かりません。</p>
寺田	私も 8G という数字は聞いたことがありますね。
【ISS の予算について】	
質問者	国際宇宙ステーションはすごく大きいのですが、どのくらいの予算がかかったのでしょうか。
山本	<p>実は、全体でいくらかかったのかというのはよく分からないんです。日本の分担している部分の開発費は組み立てまでで 1 声 3000 億円って言ってましたけれども、組み立てが終わったのが 2008 年くらいなので、その後の打ち上げ運用等がありまして、現在のところ 6000 億か 7000 億くらいの累計だと思います。毎年「こうのとりの打ち上げや宇宙飛行士の運用とか色々な実験を行うために平均的に約 400 億円の予算を今いただいています。そのうちの 6 割くらいは「こうのとりの経費で、残りは宇宙飛行士やシステムの運用、色々な実験の運用をやっていると。全体はどうかというと、10 倍以上としかいいようがないかなと。</p>
寺田	私も正確な数字を持っていないのですが、日本が 12.8% くらい負担しているんで、8 倍以上をアメリカやロシア、ヨーロッパで負担しているということになります。先ほど日本全体で 7~8000 億。そのさらに 7~8 倍かかっているというのが宇宙ステーションの…
山本	少し訂正します。実は 8 分の 1 というのはロシアを除いているので、ロシアがいくら使っているのかが分かりません。
寺田	そうでした。さらに大きな額で宇宙ステーションを運用しているということですね。
【日本の宇宙予算について】	
質問者	日本の宇宙予算はなぜそんなに少ないのですか？
山本	<p>そうですね。多いか少ないかというのは人によって評価が違いますが、宇宙ステーションも全体予算も NASA やロシアの 10 分の 1 くらいで、ヨーロッパから見ると半分くらい。ですが、他の産業界から見て日本の宇宙がどの程度役に立っているかというのを厳しく見ていらっしゃる方もいらっしゃいまして、何しろ宇宙で使った予算というのは、1 回は宇宙に消えるものがほとんどなので、使った 100 億とか 200 億の分の成果がいつ戻ってくるかということがポイントなんです。大体、(投資した予算の成果が) 帰ってくるのには 5 年・10 年かかってしまいます。ですから 5 年後、10 年後に帰ってくる波及効果というのをきちんと評価してもらいたいなと思っていますけれども、なかなかここがいつも苦労しているところです。</p>
寺田	<p>確かに我々はもっと予算が欲しいと役所をお願いしているんですが、予算は全然上がっていないんですね。よく言われているのが、宇宙開発は夢や希望のためにはいいんだけど、実際に役に立って、これだけのお金を投じる効果はあるんですかって聞かれるんですね。やっぱりそれを示していかないとなかなか増えていかないというのを痛切に感じています。惑星探査とか、これは人類にとってはなくてはならないと思うんですね。でも、明日やらなくてもいいんじゃないかっていう意見もあるんですね。それから、宇宙ステーションもすごくお金がかかっているんですが、ここはやはり宇宙でないとできないこと、実験などをやっていかないとけないなと感じています。これから皆さんが宇宙開発をやっていく時にも、どういうことに役立っていかうかなってところまで考えて宇宙開発をやっていただければ予算も伸びていくのかなと。今我々が抱えている悩みを今度は皆さんが解決してくれるといいなと思っています。</p>

【宇宙飛行士の経歴について】	
質問者	前回の選抜試験で3人のうち、自衛官の方がお二人選ばれたと思うのですが、今まで日本の宇宙飛行士の方で医師の方が多いのと自衛官の方が多いということは、職務の上で、過酷な環境でお仕事をされてきたメンタルの面ですとか、そういったことが大きいのでしょうか？
山本	確かに前回の963名の中から選ばれた3人の宇宙飛行士候補生のうち、大西さんは民間航空機のパイロットで、油井さんは航空幕僚監部（その前は航空自衛隊のパイロット）、金井さんは海上自衛隊でいわゆる軍医さんのようなお医者さん、潜水医というような専門です。こういう人を最初から想定して選んだのかというと、決してそのような経歴を要求していた訳ではありません。ですが、極限環境下での能力、これはあらゆる緊急事態とかも含めて冷静に適正に対処できるということですし、宇宙船の指揮官にもなりうるということが宇宙ステーションの中で要求されていますので、それに近い経験をしてきたということはあるのかなと思います。でも、それは自衛隊や航空会社でなくともいらっしゃると思いますので、大事なのは日本人の「顔」になるような人がいいなと、個人的に私は思っています。
【宇宙飛行士について】	
質問者	宇宙飛行士は、ISSに行く人と月に行く人とでどちらの方が多いのですか？
山本	まさに今、ISSと月を目指す時の飛行士で何がどう違うんだろうっていうことの検討を始めたところです。もちろん一人で行くという訳ではないので、チーム作業、国際協力で月に行くのだらうと思いますが、ここに書かれている条件はほとんど同じです。 ただし、身体的特性とか健康的な話のところは、今は医学が進んできていますので、これまで難しいといわれてきた視力も今は少し緩くなっていますし、体重とか身長制限もそれに合わせたシステムを作っていけばいい。こういうところは緩くなるんだらうなと思います。ただ、月に行く宇宙飛行士というのは、まだ何も決まっていなくて申し訳ないのですが、数年後とか10年以内になると思いますけれども、その間にあんまり変わらないかもしれません。ですから、まずは宇宙ステーションに向かう飛行士の条件を目標にされたらいいのかなと思います。
【民間人の宇宙計画について】	
質問者	サラ・ブライトマンが宇宙に行く計画があったりと、文化人の宇宙進出もこれから進んでいけば面白いと思うのですが、そのようなことについて何か計画があれば教えていただきたいです。
山本	JAXAで募集選抜を行っている宇宙飛行士は、宇宙ステーションの運用をする技術的な人を募集していますが、サラ・ブライトマンは宇宙をバックグラウンドに歌手活動で行きます。彼女の場合ロシアがソユーズ宇宙船を提供するということで、かなり高額、昔は20~30億だったんですが、もう少し高い30億円を超えるお金を払っていると思います。お金があって、健康条件を満たしていて、コミュニケーションが取れば、技術的な能力は無くても宇宙へ行く別の道はあるというのは確かです。日本で出来るかということ、残念ながら現在日本の提供できる有人宇宙船はありません。アメリカが開発している宇宙船やロシアのソユーズ宇宙船を利用したフライトを提供する代理店のような機関が日本にもいくつかできているようなので、これから活発になっていくのではないかと思います。現時点では日本独自の有人宇宙船を持っていないということもあって、提供側には入っていませんけれども、国際チームで、特に民間企業の場合は各国固有の会社というよりも世界にまたがる多国籍企業を作りますので、その中に日本人が活躍している場があるのではないかと思います。
【女性宇宙飛行士について】	
質問者	宇宙飛行士に女性飛行士の比率が少ないのは、性別とか身体上のハンデがあるからなのか、単

	に女性の応募者数が少ないからなのか、男性と女性で求められているものに何か差があったりするのかなど、あれば教えてほしいです。
山本	前回 963 名の中で確か女性の応募が一割くらいだったと思います。もともと応募される割合が、本来なら 50%になってもいいんですけど、女性の方は 10 数%でした。最後の 3 次選抜は実際 10 人で、そのうちの 1 人は女性だったんです。性別で差別するというようなことは一切ないんですが、応募の条件を見てチャレンジする女性が少なかったのかもしれないかもしれません。でも、今は「宙ガール」など、割と宇宙や技術に関心を持つ女性は増えていますので、もし今募集したら 50% 近く応募があるんじゃないかなとも期待しています。
寺田	今、日本の宇宙飛行士は全部で山崎さんも入れて 11 人でしょうか？
山本	現在 11 人で、これまで JAXA に在籍した宇宙飛行士 11 名のうち女性は 2 人ですね。 1 人は向井千秋さん。一番最初の初期の 3 人選ばれたうちのお 1 人で、スペースシャトルで 2 回宇宙に行っています。向井さんはお医者さんだったんですね。お医者さんで科学技術の分野の仕事もある程度できて、かつ一緒に行く宇宙飛行士の健康問題もケアできた。そんなこともあってか、2 度目フライトは 77 歳のジョン・グレン宇宙飛行士と行きました。 もう 1 人は山崎直子さん、航空宇宙技術関係のエンジニアでした。
寺田	志願者の大体 1 割ぐらいが女性というお話がありました。だいたい志願者の比率で合格されているので、きっとたくさん志願があれば、それだけ女性の宇宙飛行士もたくさん登場するのかなということですかね。
山本	はい。ぜひ志願してください。性別ではもちろん差別しませんので。 必ず 50% 選ぶとは言いませんが、それだけの皆さんの気持ちがあれば大丈夫だと思います。
<b>【ロボット宇宙飛行士について】</b>	
質問者	初のロボット宇宙飛行士が ISS へ行くというニュースを聞きました。機械だらけの ISS の中では親しみやすい丸い形のロボットが和むと私は思ったのですが、なぜたくさんロボットがいる中で、あの 2 足歩行のロボになったのですか？
寺田	そうですね、Kirobo 君というロボットは今宇宙ステーションにいますよね。なんで 2 足歩行になったかというのは私もよく分かりません。おそらく開発する人がロボットらしいロボットを作りたかったのではないのでしょうか。でも、和むって感じだと結構かわいいですよ。だから宇宙に行って宇宙飛行士は癒されているかもしれませんね。
山本	宇宙飛行士に対しても、健康管理の中に精神心理的な支援という業務があります。精神心理系のお医者さんなども参加していますが、長期間、半年とか 1 年そのような隔離された極限環境にいと、調子がいい時はいいのですが、調子が悪くなると気が塞いだりイライラして喧嘩しやすくなったりするので、ならないようにするための手立てを色々しています。本人の家族の写真を送ったり、希望するものを送ってあげたりとか。コミュニケーションロボットも良いのではないかと専門家たちの間で話題になっていて、確かにその目的を少し達しているのではないかと思います。残念ながら JAXA で直接行っていないので詳しいことは分かりません。
<b>【人類の宇宙進出について】</b>	
質問者	スペースシャトル計画の次に、月や火星に人類の定住化みたいなものがあるというお話でしたが、そのための機材や星の重力による物質の変化など、その辺はどう対応されるのでしょうか。
山本	ちょっと私の方で先に補足をしたいと思います。 アメリカがそのような提唱をして、日本を含めた各国で議論を始めたばかりなので、具体的にどうするのかというのはまさにこれからになります。ですが、宇宙ステーションの延長、もしくは発展型と考えると、予算がなかなか認めてもらえないので間が空いてしまいましたが、あ

	<p>と数年したらアメリカのロケットや宇宙船が向かう計画があります。</p> <p>「オリオン」という名前は聞いたことがありますか？オリオン座の英語読みなんですが、オリオンという新しい宇宙船は、宇宙ステーションだけじゃなくて月や小惑星を目指しています。月とか小惑星まで行けるようなものの設計がすでに進んでいる。日本がそのうちのどこかを一緒にやるという可能性もあります。まだ決まっていないので何とも言えませんが。</p>
吉川	<p>今現在は宇宙ステーション・上空 400km で、少し前は月まで行っているんで、さらにその先にまで人が行けるようになるといいと思いますね。色々なお話がありましたように、火星というのが一つのターゲットとしてあって、火星に行く前に例えばこういった小惑星に行くか、あるいは月にもう一回行くかというような色々な議論がされているんですけども、今度の小惑星や「イトカワ」は重力がほとんど無いようなものなので、表面に降りてもほとんど無重力です。ところが、月だと地球の重力の 6 分の 1 くらいです。火星だと 3 分の 1。なので、環境は随分違ってしまいますよね。宇宙ステーションは無重力状態で、半年くらいいると身体は変わってしまうので、やはり月面基地ができたとしても、長くいると身体的な変化があると思います。そのようなことも考えながら、我々がどこまでどういう形で宇宙に人間そのものが出ていくかというのを今後検討していくのだと思います。</p> <p>太陽系空間を自由自在に行き来できるような時代が来ればいいなと。安全でお金も安くなって、皆さんが本当に宇宙旅行ができる時代になればいいなと思いますが、なかなか未だ大変かもしれないですね。</p>