

名前	内 容
【きぼうの実験成果について】	
参加者	きぼうでの実験成果が実用化されるにはどのくらいかかりますか？
五味	ものによって差があります。今ご紹介した薬関係だと5～15年程かかると思います。宇宙関係なく地上で薬を作る場合でも最低10年長くて20年程かかると言われていています。今、宇宙でやっている実験というのは、工程の中のごく初期段階なので薬になるまでには時間が必要です。その他の材料等は、早いもので5～7年位で役に立つようになると思います。
参加者	合金など真空で作らなくてはいけないものを地上で作ろうと思ったらどうするんですか？地上で作れないものを宇宙でやっているんだから、地上でそれをやろうと思った時に、どのような工夫をするのでしょうか。
五味	宇宙では無重量状態でやるんですが、地上でも短時間であればものを浮かせた状況を作ることができます。ですが、地上では長時間は無理ということと、重いものは下に沈むので、ものが交じり合う度合いが宇宙の方がはるかによく、効率的ということになります。
寺田	宇宙ステーションが完成したのは2011年で、完成してまだ2年程しかたっていないのでこれからいろいろと実験の成果が出て、実用に繋がっていくだろうと思います。真空状態は地上でもできるが、無重量環境を長期的に作るというのは宇宙ステーションじゃないとできないので、特にこの環境での成果が期待されるところです。
【きぼうの部品の選考基準について】	
参加者	きぼうの部品などを作る工場はどのような基準で選んでいるんですか。
五味	きぼう自身は既に3年ちょっと前に完成していますが、ずっと使っていくものなのである時期になると劣化した機器の交換が必要になります。それらの部品、コンポーネント等はJAXAで一定の基準や条件を設け、そのための試験も行い、それに合格したものだけが宇宙で採用されます。
寺田	宇宙に参加している企業はみなさんが知っているような、例えば、NECさんや三菱重工業さんのような大きな企業だけでなく、小さな企業もたくさん参加していますので、そのような小さな企業にも注目してみてください。
【静止衛星について】	
参加者	宇宙船はものすごいスピードで飛んでいるから落ちないということなんですが、静止衛星は、静止しているということですが、なぜ落ちないのですか。
五味	静止衛星も速いスピードで地球の周りを24時間で回っています。静止衛星の高度は36000km、ステーションは400kmということで、高度が違います。地球を1周するのに宇宙ステーションは約90分、静止衛星は24時間で1周しています。速いスピードで地球の周りをまわっているのは事実です。
寺田	静止衛星という名前だけど、衛星が止まっているわけではありません。静止衛星は地球の自転と同じ角速度で回っているので、例えば日本から見るとあたかも止まっているように見えるので、静止衛星という名前です。だけど、同じく24時間、正確に言うと23時間56分で地球の周りを1周するという、かなり速い速度で回っています。
【宇宙ステーションの振り分けについて】	

参加者	宇宙ステーションで日本は「きぼう」を作ったと聞きましたが、どこの国がどこを作るかというのはどういう基準で振り分けているんですか？
五味	宇宙ステーションは最初は米国が各国に呼びかけています。各国は自分達の技術レベルや経験、何を実験したいかとか等を勘案し、手を挙げました。例えばカナダはスペースシャトルの時代からロボットを担当していましたので、ロボットアームをやりたいと手を挙げました。日本は宇宙ステーションを作る前までは衛星を作ることはできましたが、人が活動したり実験をしたりすることはまだできていませんでした。これは大きなチャレンジ・飛躍でしたが、実験室を担当して日本独自で実験を試みたいということで手を挙げ、他国と調整した結果、合意に至り、日本が実験棟を担当することになりました。ヨーロッパも実験室をやりたいということで、日本の実験室よりは小型ですが、別の実験棟を担当しています。ロシアは元々宇宙ステーションの小さなものを作っていたので、ロシア独自のステーションを宇宙ステーションに結合させて、2つのステーションがくっついたような形になっています。
寺田	宇宙ステーションは15か国が参加していて、アメリカ・ロシアの比率が一番高いですが、次に比率が高いのは日本で、12.8%の割合で宇宙ステーション全体に貢献しています。ヨーロッパの宇宙機関が日本よりも多くの予算を使って宇宙開発をしているとありましたが、そのヨーロッパよりも日本が宇宙ステーションに貢献している割合は大きいということになります。しかも日本人の宇宙飛行士はロシア、アメリカの宇宙飛行士に次いで、3番目に宇宙での滞在時間が長いということで、日本は宇宙ステーションに対して非常に大きな役割を演じています。
【きぼうの実験結果について】	
参加者	きぼうの中で日本が行った実験結果というのは世界でシェアしていくためのものですか。日本が実験したら日本だけの結果になるのですか。
五味	ものによると思います。世界の研究者と一緒にやっているものは成果を共有していくものもありますし、日本の産業界に役立つようなものは、日本の成果として温存してやるものがあります。数から言うと、世界の研究者と共有するものが多いです。
【宇宙ステーション内の臭いについて】	
参加者	私が学生のころに聞いた秋山さんの講演で一番記憶に残っているのが、「船内がすごく臭かった。その臭かったというのは体臭だった。」ということです。臭いは宇宙空間ですごく辛かったということをお聞きしました。現在はデオドラントのようなものも開発されているそうなのですが、今の宇宙空間というか船内の臭いというのはどうなのでしょう。
五味	宇宙飛行士から臭いに関してクレームを受けたことはありません。ただし、もちろん臭いはあると思いますが、臭いよりは音の方が気になるという意見はありました。今現在は、当時よりかなり空間も広く、着るものも汗を吸ってすぐに乾く素材を日本のメーカーさんが開発したりして、対策はできてきているのではないかと思います。
【JAXA で働きたいと思っている中高生に対するの広報について】	
参加者	昔は「宇宙飛行士になりたい」という内容がほとんどだったが、最近は「宇宙に携わる仕事をJAXAでやってみたい。そのためにはどうしたらいいのか」という質問を多数受けるようになりました。小学生向けの広報はインターネット等でも見かけるが、本気になって考えている中高生に対して、もう少し広報を行っていかうという考えはあるのでしょうか。既に私が知らないだけでJAXAのホームページ内に中高生を対象としているページがあるのか等を教えていただけませんか。
寺田	JAXAで働きたい方向けの採用情報のホームページはあります。ただ、中高生に向けての専門的なホームページは現在はありません。JAXAに入るのに宇宙工学の勉強をしなくては入れないと

	<p>かいうことはなく、多方面の分野の専門の方を広く採用しています。例えば理系で言えば宇宙工学だけでなく材料や電気、機械、化学、物理など、理系の学部であればほとんどの学部から採用しています。更に理系だけではなく、文系の方も多く採用しています。法律や経済、国際関係、広報を専門に勉強してくる方もいます。JAXA に入るために特別な勉強をする必要はないと思います。自分の得意な科目を磨いて来れば JAXA に入れるというのが私が思っている答えになります。</p>
國中	<p>この後大学に進学される方もいらっしゃると思いますが、その後大学院という教育プログラムもあります。いろいろな大学または大学院で宇宙工学を科目に掲げている教育機関がありますので、そこを卒業されて、その後 JAXA に就職される方がたくさんおられます。理系だけではなく文系の仕事もたくさんあります。当然大きな会社ですから技術だけでは回りませんので、文系の方の仕事もたくさんあります。例えば、はやぶさで私たちはオーストラリアからカプセルを持って帰ってきましたが、オーストラリアに落ちたカプセルを日本に持って帰ってくることは輸出入に当たります。理系の宇宙技術とは全く違う分野の仕事で、法律や手続き、手順、ルールに則り、オーストラリアから日本に輸出入をおこないました。この様な分野については JAXA の文系の職員が熱心に努力して成功に導きました。</p>
五味	<p>現在、JAXA の毎年の採用人数はおそらく 40 人弱程だと思います。そのうち文系の方が 7~8 名くらい。あとの 30 名くらいが理系の人ということになっています。理系の中で航空宇宙学科の人は比較的多いですが、多くの分野の人を採用しています。ちなみに私は電気工学を専攻しておりました。</p>
【宇宙飛行士の脱出方法について】	
参加者	<p>ロケットが宇宙に行って地球に帰ってきた時に、海に落ちてしまった時などは、宇宙飛行士の人達はどこから出るんですか。</p>
五味	<p>通常はロシアで打ち上げて、カザフスタンの平原に降りてきますが、軌道が少しずれると海あるいは湖に落ちてしまうということも考えられます。そのため地球上の数か所に着陸地点を想定しています。飛行士はそのための訓練もしています。海に落ちた場合、宇宙船のカプセルは浮いていて、船内からハッチの開閉及び空気の取り入れは可能ですが、安全のため閉めた状態で地上部隊が来るまでの間待ちます。この際、最悪の場合も想定して、飛行士自身がチームワークで生きるためにできることを考えなくてははいけません。</p>
寺田	<p>そういういろんなことを想定して宇宙飛行士は訓練をしています。</p>



「はやぶさ 1 号/2 号が拓く深宇宙探査」 01 : 44 : 33~

名前	内 容
【弾丸発射についての改善策】	
参加者	「はやぶさ」は弾丸が発射されませんでした、「はやぶさ 2」でも弾丸が発射されるミッションがありますが、その点の改善策はありますか？
國中	はやぶさが着陸した時は太陽の向こう側にいました。地球と太陽の距離は 1 億 5 千万キロという距離ですが、1 億 5 千万キロは光の速さで 8 分かかります。光の速さと電波の速さは同じなので、地球から命令を送り、太陽の向こう側のはやぶさに届けるのに 3 億キロ電波を飛ばすので 16 分かかります。また電波を受信し、はやぶさから地球に返事が届くのに 16 分かかります。つまり 30 分後にしか答えが返ってこない。こんな状態では地球からリモートコントロールはできません。だからはやぶさは自分自身のコンピュータで次に何をするか考え、着陸というを行いました。つまり、はやぶさはコンピュータとプログラムの塊です。そのプログラムも膨大なプログラムで、そこに 1 つだけ困ったコマンドが入っていて、そのために弾丸が発射できませんでした。これは良い経験だったので、次は地上にシミュレータを作り事前に全てのコンピュータのプログラムを検査、検証し、今開発を行っています。
寺田	今度は失敗しないようにいろいろな工夫がされているということです。
【はやぶさのアンテナについて】	
参加者	「はやぶさ」では放物型のアンテナがついていて、「はやぶさ 2」では平面型のアンテナですが、なぜ平面型になったのですか。
國中	平面型の方が軽くできるからです。ただ、放物型のアンテナは周波数によらずどんな電波でも対応できますが、平面アンテナは 1 つの狭い周波数の電波にしか対応できません。なので、2 つのアンテナが積んであります。1 つは X 波という 8GHz くらいの周波数。もう 1 つは Ka 波という 20GHz くらいの周波数に対応するように専用にしたアンテナです。背が低い平面型アンテナのメリットがあります。「ミディアムゲインアンテナ」という別のアンテナが付いていて、このアンテナは首を振ることができます。パラボラアンテナの場合は背が高いので反対側に置いてあるアンテナはパラボラアンテナが邪魔をして使えませんでした。なので、はやぶさの場合は、保護アンテナを 2 つくらい積んでいたのですが、はやぶさ 2 の場合は 1 つの保護アンテナでどちらの方向も向くことができます。
【小惑星に人が行けるようになるかについて】	
参加者	日本独自の技術で小惑星に人が行けるようになるには何年くらいかかりますか？
國中	人が行くのはたいへん難しいです。ようやく日本は宇宙ステーションの技術を、アメリカに教えてもらって人間を宇宙に送り込むことができました。と言っても宇宙ステーションがいるのは上空 400km です。月のはるか遠くの 38 万キロという所にありますし、小惑星イトカワは 1 億 5 千万キロと、距離としては非常に遠くの宇宙になります。遠くの宇宙に人を送るのはアメリカでも大変難しい仕事だと考えられています。それでも是非とも日本も独自の技術で人間を宇宙に送り込みたいと思っています。宇宙ステーションは 15 か国で運営しており、その中で日本は大変大きな役割を担っています。人間を小惑星、月に送り込むという大きな世界共働の活動に、日本として参加していきたい。そういう枠組みの中で日本は技術を磨き、日本が主体的に貢献するという道筋を考えているところです。

【はやぶさの行と帰りにかかる時間の違いについて】

参加者	はやぶさ2のプログラムでは2014年に打ち上げられて2018年に向こうに着き、2020年に帰ってくると書いてありましたが、なぜ行きの方が時間がかかるんですか。
國中	宇宙の観測方法はいくつかあります。1つはフライバイという方法で、もう1つはランデブーといい、ランデブーの後に着陸します。フライバイというのはすれ違うということです。すれ違う瞬間にカメラで写真を撮り、後から撮った写真を送るという方法。フライバイはすれ違うだけなので、ある一瞬、時間と場所が合えばすれ違うことができます。もう1つのランデブーとは、並走するという事です。着陸する前に、並走は必須です。並走するためには速度もあわせないとはいけません。つまり時間と場所と速度を合わせることになります。ランデブーの方が合わせるパラメーターが多いのです。場所はX、Y、Z。時間はT。この4パラメーターを合わせればフライバイ。速度はU、V、W。場所はX、Y、Z。時間はT。ランデブーは7パラメーターを合わせないとできません。4パラメーターと7パラメーターでは大変大きな違いがあり、7パラメーターを合わせこむのには大変時間がかかります。更にそれをイオンエンジンで行うのは大変時間がかかるので、行きは3年半程かかり、ランデブーした後に着陸するという事になります。次に、地球に帰ってくる時はどうするかというと、地球とランデブーするのではなくて、フライバイします。地球とすれ違いざまにカプセルを地球に落とし、自分はそのまますり抜けて行ってしまいます。なので帰りはフライバイですむということです。4パラメーターだけで済むので帰りは1年位で帰ってくることができます。はやぶさの場合、計画当初はフライバイするつもりだったのですが、燃料が足りなくて地球をすり抜けることができなかつたので地球に落としてしまいました。はやぶさ2ではカプセルを分離した後にスラスタを噴射し地球に落ちない軌道に乗り換え、地球を脱出して別の宇宙に出かけていく計画でいます。

【イオンエンジンと光子セイルについて】

参加者	はやぶさはイオンエンジンで、イカロスは光子セイルだと思いますが、今後どちらが可能性があるのでしょうか。
國中	どういう分野に何をを使うかという使い分けなので、どちらが優劣というわけではないと思います。光にも押す力というのがあります。太陽の光を大きな面積で受けることによって、光の圧力を推力に変えることができます。そのような技術実証のためにイカロスという膜面展開実験を既に行いました。イカロスは1辺が14m、対角が20mの大きな風呂敷のようなものを宇宙で広げました。それで発生した推力というのは1ミリニュートンくらいの力です。はやぶさは3台のイオンエンジンで30ミリニュートンという推力を出しました。大きさにすれば先端から先端まで5m位のものでイカロスと大きさだけで比べると大変小さなものです。大きさは小さいけれど1ミリニュートンと30ミリニュートンという30倍くらいの力の差がありますから、能動的に電気を推力に変えるという意味では、瞬間的な推力ははやぶさの方が断然大きいということになります。ただ、また別の見方をするとはやぶさのイオンエンジンはキセノンというガスを微量ですけれども噴射しながら推力を出しています。それに対してイカロスはまったく推進剤、燃料を使わずに1ミリニュートンを出し続けることができますので、どのように使い分けるかということです。短い時間で速く目的天体に行こうとすれば、イオンエンジンになります。時間がかかっても遥か彼方の木星まで行く場合にはイカロス方式の方がメリットが出てきます。ですから、どちらが勝っているというわけではなく、どういうミッションにどういう使い方をするかということでそれぞれの技術を使い分けるということになります。

【選ばれた1999JU3について】

参加者	太陽系にはC型の小惑星がたくさんあると思うのですが、今回のはやぶさ2で選ばれた1999JU3
-----	--

	という小惑星は何をもとにして探査対象にすると決めたんですか。
國中	宇宙全体から見ればC型小惑星というのはたくさんありますが、ただC型小惑星がたくさんあるのはメインベルトという所で火星と木星の間にあり、非常に遠いです。はやぶさが行った小惑星は近地球型小惑星というもので、メインベルトよりもっと近い所にあります。はやぶさ2は、はやぶさと技術的にはほぼ同じものです。はやぶさ1や2の技術で行ける場所となると、近地球になります。地球のそばにあるC型というのは実は少ししかなく、一生懸命望遠鏡で探した結果、ここ数年で行けそうなC型小惑星が実は「1999JU3」しかなかったのです。他にあと2程あるのですが、条件はあまり良くありませんので日本はこの「1999JU3」を狙っています。実はアメリカもヨーロッパも別のC型小惑星への探査を計画しています。ですが条件からするとやはり「1999JU3」の方が有利なので、もし日本が何らかの問題があってははやぶさ2で「1999JU3」に行くのを諦めると言ったとすると、きっとアメリカやヨーロッパに出し抜かれてしまうと思います。だから是非とも私たちは次の1年半後の2014年に打ち上げたいと思っています。
【はやぶさの材質について】	
参加者	はやぶさとはやぶさ2の材質を教えてください。
國中	全体の構造はアルミです。それから炭素と接着剤を混ぜたような板など、軽量化の為にそのようなものも使っています。青く見えるのは太陽電池で、表面全体は金色に見えていますが、これはポリイミドという宇宙でよく使う有機材料です。樹脂でできています。
参加者	はやぶさとはやぶさ2で使っているものは変わっていないのですか。
國中	材料自体はほとんど一緒です。宇宙で使う材料なので、はやぶさ1、2で使っている材料が大きく違うということはないです。
参加者	軽いのを重視して、その材質を決めているのですか。
國中	そうですね、なるべく軽い材料を使います。あえて熱伝導をよくしないといけない箇所は重くても仕方がないので、それでも銅などはあまり使わずにカーボンのフィルムなどを使ったり。あとは鉄よりも軽くて丈夫なチタン合金で燃料タンクを作ったりしますが、はやぶさ1、2で大きな違いはありません。
寺田	はやぶさの質量はどれくらいですか？
國中	はやぶさは、燃料も入れて530kg。はやぶさ2ですと600kg位になると思います。それでも軽自動車位の重さです。
【星の王子様キャンペーンについて】	
参加者	星の王子様に会いに行きませんかキャンペーンに応募しているのですが、応募は一人1回のみでしょうか。あと、自分は宇宙や星に興味があるので、たくさんの人にこのようなキャンペーンを知ってもらいたいと思って、インターネット等で呼びかけをしていますが、そのような活動に制約があれば教えてください。
國中	ご協力ありがとうございます。広く皆様に広めていただいて結構だと思います。それから、キャンペーンに複数回登録していただいても、特に差しさわりは無いと思います。是非とも多くの方に広めて頂いて、はやぶさ2を応援していただきたいと思っています。よろしく願いいたします。
寺田	是非今日会場にいらした方々、ご家族、学校の友達にも広めていただき、たくさんメッセージや名前だけでも大丈夫ですので、集まることを期待しています。2018年に1999JU3に到着して2020年には地球に帰ってくるというミッションですので、その時に自分が書いたメッセージ

	が地球に帰ってくるのはすごく感動すると思います。是非よろしくお願いします。
國中	先ほど、ターゲットマーカ―に搭載するという話をしましたが、ターゲットマーカ―に搭載する分とカプセルに電子情報として載せる分と 2 種類あります。両方登録していただければ、1 つは行った小惑星の表面に落ちていますし、もう 1 つはカプセルに乗って 2020 年に帰ってくるという企画ですので是非ともご協力方お願いいたします。
【はやぶさ、はやぶさ 2 のフォローミッションについて】	
参加者	はやぶさは大気圏に突入して燃えてしまいましたが、もしそのまま宇宙空間を飛んでいれば、はやぶさ 2 を作らないで、また実験などできたのでしょうか。
國中	最初ははやぶさは、もう一度地球を離脱させ、何かやろうかなというのは考えていたのですが、ミッションの途中で燃料を失ってしまったので、それ以降はフォローミッションは考えられなくなりました。はやぶさ 2 は、計画としては、フライバイしてカプセルを分離し、当初の役目を終えた後は、いろんなことができるのではないかと期待して考えているところです。別の小惑星にフライバイして見てくるとか、ラグランジュ点という重力がキャンセルする安定した場所に探査機を送り込み停留させるとか、いろんな実験が考えられると思います。まだ具体的に何をするか決める段階ではなく、我々に与えられた当初の目的、小惑星に着いてもう一度地球に帰ってくるということを履行することが第一義なので、それが上手くいきそうになったあかつきには、後続のミッションを考えたいと思っています。まだ何も決まっています。
【はやぶさとはやぶさ 2 のイオンエンジンの違いについて】	
参加者	はやぶさのイオンエンジンとはやぶさ 2 のイオンエンジンは違いますか？
國中	だいぶ違います。はやぶさを打ち上げたのは 2003 年で、はやぶさ 2 を打ち上げるのは 2014 年ですから、11 年も出番がありませんでした。この間何もしていなかったわけではなく、たくさんの方が私の研究室に来ていましたので、彼らと共に性能向上の研究をしていました。その結果、大変良い成果が出ていまして、はやぶさに載せたイオンエンジンは 8 ミリニュートンくらいの推力を出すことができましたが、はやぶさ 2 には 2 割がた性能を向上させた 10 ミリニュートンの推力を出すエンジンが完成しています。現在もはやぶさ 2 に載せるエンジンのチューニングを行っているところです。4 台似たような性能を持たせるといのは、とても骨が折れるのですが、大変安定的に 10 ミリニュートンを出せるエンジンを完成させることができました。どのようにしたら性能が上がるとか、長寿命になるかというのは、それぞれの学生の修士論文の課題として、学生と共に研究してきた成果です。この 11 年間の成果を次のはやぶさ 2 でも存分に発揮していきたいと思っています。
寺田	10 ミリニュートンや 8 ミリニュートンで、どれくらいなのか想像がつかないので、解説していただけますか。
國中	10 ミリニュートンというのはいくらかと言うと、実はあまりたいしたことはありません。1 円玉はアルミでできた 1g ですが、地球の表面で 1g に地球の重力が及ぼす力が、だいたい 10 ミリニュートンになります。1 円玉をようやく浮き上がらせることができる程度の力です。地球の表面ではほんのわずかな力ですが、宇宙は真空で地面もなく抵抗もないので、わずかな力でも、時間をかけて探査機を押し続ければとても速いスピードに達することができます。弱い力なんですけど、1 年も 2 年もずっと噴射し続けることができるというのがこのイオンエンジンの特徴です。
寺田	8 ミリニュートンを 10 ミリニュートンにするというのは非常に大きな改善です。
【はやぶさ 2 の改良点について】	

参加者	はやぶさの時にリアクションホイールが壊れたり、最後の方にイオンエンジンが壊れたりなど、大変な苦勞をされたと思いますが、はやぶさ2での改良点を教えてください。
國中	ご心配をおかけして申し訳ございませんでした。はやぶさ2では、はやぶさの経験を活かして、事故・故障が起きないようにシステムを開発したいと思っています。化学推進器の燃料が漏れてしまった1つの要因は凍結です。使っている燃料は水と似たような特性で、0℃くらいになると凍ってしまいます。凍ると水道管が破裂するのと同じく、探査機の中の配管も膨張して割れてしまいます。そのために燃料が漏れたんだと考えられています。ですから今度は絶対に冷やさないように、熱設計を強固に作りました。ヒーターや保温システムも完全独立冗長系といって、2系統持っており、片側が仮に壊れてしまっても、もう片方で温めることができるというシステムを推進系には作りこんでいます。リアクションホイールも絶対に3つ必要なんですが、はやぶさは3つ必要な所、3つしか搭載していませんでした。はやぶさ2では4つ持っていきます。普通は「スキュード」と言って、四角錐の斜辺に向かって4つを乗せるというのが宇宙技術の常套ですが、はやぶさ2ではXYZ方式、X軸に1つ、Y軸に1つ、Z軸に2つ乗せるという方法を使っています。実ははやぶさが帰って来れたのは、Z軸のリアクションホイールだけで帰ってきました。はやぶさ2ではXYZは温存して、Zに2つ乗せているうちの1つだけを使い小惑星にたどり着き、たどり着くまではXYZを温存する作戦を取るつもりです。イオンエンジンについても中和器という部品が途中で寿命が切れてしまったんですが、はやぶさ2のイオンエンジンの中和器は性能向上したものを投入しています。このような対策を施しています。
【リアクションホイールZ軸について】	
参加者	Z軸に2つとありましたが、Z軸というのははやぶさ2ではどういう方向を調整するものになりますか。
國中	全体が回転する方向です。
参加者	推進方向に向かってでしょうか？
國中	違います。Z軸というのはアンテナが向いている方向です。Z軸を常に太陽に向けておけば、探査機姿勢が回転していてもいなくても、太陽電池に光が当たり電力を確保することができます。
寺田	太陽電池パドルが常に太陽に向いているように姿勢を安定させるというのが、衛星にとっては生命を守ることになるので、そちらの軸をより強くすることです。
【はやぶさの部品の選定基準／宇宙で使う部品は地球で応用できるか について】	
参加者	はやぶさ、はやぶさ2に載せられた機械などは日本製のものがたくさん載っていると思うのですが、それらはどの様な基準で選んだり開発したりしていますか。もう1つははやぶさに載せられたイオンエンジンやアンテナは、宇宙だけではなく地球でも応用できますか。
國中	衛星で使う宇宙部品は海外からの輸入が多いです。部品レベルでは日本製というのはあまり多くありません。例えばイオンエンジンが使っているマイクロ波源や、スイッチ類、バルブ、これらはアメリカ・ヨーロッパが量産しています。日本では利用が少ないので、日本で作ってもコスト的に安くなりませんし、性能の良いものも作れません。そのような事情でコンポーネントレベル、部品レベル、半導体なども海外製が大多数です。部品レベルにて日本で自立するというのは現状では難しいです。ただ是非とも日本で技術を温存したいことは、海外から部品を集めてきてでも、ある塊のコンポーネントを作り上げる力、インテグレーションというか設計能力です。例えば電気回路や構造回路、構造設計というのを日本で独自に行って、部品は安いものや性能の良いものを海外から調達して作る。このような技術は是非とも日本で持っていかなければいけないと思っています。また、はやぶさ、はやぶさ2の為に作った技術をそのまま地

	<p>上で応用展開するというのは難しいです。宇宙の彼方ではじめて性能を出すという機械なので、地上の製品とは性質が違います。地上製品は 10000 個など大量に作り、そのうち 95%動いたら良くて、残りの 5%は壊れたら交換すれば良いという考え方です。部品も、調子が悪ければ交換すれば良いという考え方で地上の物はできています。ところが宇宙の物は誰かが行って修理するとは不可能なので、絶対壊れないようにするという作り方です。地上製品と宇宙製品の大きな違いはそこです。なので、はやぶさやはやぶさ 2 で使った技術がすぐそのまま地上に転用できることは非常に例が少ないです。ただ長いスパンで見ると、宇宙技術が結果として我々の生活に資するということはたくさんあります。皆さんも携帯電話を使っていらっしゃると思いますが、携帯電話が扱っている電波の周波数というのは昔は 800MHz、900MHz だったものが、今は 1GHz、2GHz というところまで上がってきています。実は 1GHz、2GHz という電波は宇宙が最初に使っていました。宇宙でその様な技術が開発され、小型軽量省電力になってきたので、皆さんの携帯電話に使えるようになったのです。今度は地上で周波数をたくさん使わなくてはいけなくなってきたので、宇宙で私たちが使っていた周波数を使ってはいけないということになってきています。昔は 2GHz という電波で衛星を使っていましたが、はやぶさでは 2GHz の電波はもう使ってはダメですよということになったので、8GHz の電波を使うようになりました。更に、はやぶさ 2 では 8GHz もこのまま地上に使われてしまうので、その前に技術を伸ばしておかなくてはということで、8GHz と並べて 20GHz の電波も先行して使おうとしているところです。現在は 8GHz はあまり身の回りにはありませんが、そのうち 8GHz という周波数も私たちの身の回りで使えるようになってくるはずで、この様に長いスパンで見ると宇宙で先行技術開発をした結果が回りまわって我々の生活に役立っているという一つの例です。こういった長いストーリーは、はやぶさやはやぶさ 2 だけで行ったわけではなくて、長い人工衛星、宇宙技術のストーリーの中でその様なことが起きているということも申し述べたいと思います。</p>
<p>【プロジェクト関係者の士気を下げないために心掛けていることについて】</p>	
<p>参加者</p>	<p>前回の様にロストになった時に、世間からプレッシャーがあると思うんですが、プロジェクトを遂行するにあたり、皆さんの士気を下げないために心掛けているようなことはありますか。</p>
<p>國中</p>	<p>はやぶさは、大変長いプロジェクトで、そのストーリーは映画で描かれています。当時は川口がプロジェクトマネージャーとしていろいろ工夫されたのを、当時の一員として傍目で見ました。今回は私がそのようなことをやらなくてはならず、自分でどこまでできるか自信がありませんが、お陰様で「はやぶさ 2」のメンバーの結束は固く、一丸となって探査機完成をめざしています。JAXA の他部署からも協力を得ていますし、日本の大変多くの方々からも星の王子様キャンペーンや寄付金等、応援を頂いています。海外に行って説明をしても、日本の挑戦的なミッションに対して大きな賞賛を得ております。この様なたくさんの応援を得て、JAXA の中では大変士気の高い、良いチームができております。彼らを勇気づけながら、2014 年の打上げに向かってシステムを作っているところであります。先ほど紹介したミッションパッチ等も皆さんと共感を分かち合う一助になろうと思います。</p>