

「はやぶさ2の現場から - 史上初のサンプルリターンへの挑戦 -」 ＜第2回＞「岩だらけの表面でどこへ降りるか？」

～着陸点を決める苦闘～

質問・回答集



回答者 第2回講師
菊地 翔太 先生
※一部科学館スタッフが回答

おしえて！
菊池先生！



着陸点選定に関する質問

タッチダウンの着陸点とミネルバやマスコットの着地点は、どのような優先順位で決めるのでしょうか？

タッチダウンをする際にターゲットマーカーを使います。はやぶさ2が着陸する予定のところにミネルバやマスコットが着陸してしまうと、ターゲットマーカーと見分けがつかなくなってしまう恐れがあったため、まず、はやぶさ2の着陸候補点を選び、それ以外からミネルバやマスコットの着地点を決めました。(菊地先生)

着陸点を決めるまで、みなさん徹夜をされたのですか？最大どのくらい徹夜しましたか？

徹夜してしまうと、頭が動かなくなるので、僕自身はきちんと睡眠を取るようになっていました(笑)。体調を崩してしまうことが一番困るので、メンバー全員体調管理には気をつけていました。ただ、僕はお風呂や布団に入っている、ついつい着陸点のことを考えてしまっていましたね。(菊地先生)

どうして50日で着陸点を決めることができたのでしょうか？その秘策は？

準備をしっかりやったということ、いろいろな研究者のチームワークを発揮できたこと、やはりこの2つですかね。(菊地先生)

タッチダウンの1回目と2回目では、どちらの方が着陸点を決めるのが難しかったですか？

難しさの質が少し違いましたが、どちらも難しい面がありました。1回目のときは何も情報がないところから選んだという点で難しかったですし、情報がそろってきたからといって2回目は人工クレーター近くに着陸しなければならなかったのです。どちらもそれぞれ難しかったですね。(菊地先生)

リュウグウ到着前と後で、着陸点を決める手順や決め方に大きく変わったことはありますか？

基本的には、到着前に計画していたのと同じような手順で、到着後に着陸点を選びました。しかし、着陸点のサイズは、到着後に大きく変えました。到着前には、半径50mの広くて平らな地点を選ぶ予定でしたが、最終的には半径3mの狭い地点を選びました。これは、岩だらけのリュウグウに安全に着陸するための変更です。(菊地先生)

フムフム!



はやぶさ2は、岩の上に着陸することは、できますか？

広くて平らな地面であれば着陸できるように、広くて平らな岩であれば着陸できると思います。実際に、着陸できそうな岩がないか探したこともあったのですが、残念ながらいい岩はみつかりませんでした。(菊地先生)

リュウゴイドでの練習とは具体的にどのようなことをしていたのですか？

はやぶさ2の着陸点を実際に選ぶときには、リュウグウをカメラなどで観測したデータを使います。リュウゴイドでの練習は、まずこのような観測をまねして、仮想的なデータを作ることからスタートしました。自分たちで作ったリュウゴイドの観測データを使って、表面の地形を計算することで、安全な着陸点を探す練習をしました。他にも、リュウゴイドの表面温度や成分を仮想的に観測することで、どの地点に降りれば価値の高いサンプルを取ることができるか、みんなで議論しました。このような議論は、実際にリュウグウの着陸点を決めるためにとても重要なので、リュウゴイドでの着陸点選びは、とても良い練習になりました。(菊地先生)

リュウゴイドとは、はやぶさ2の運用訓練で使った仮想のリュウグウのことだよ



リュウゴイドでの練習でも短期間で着陸点を決めるということをしていたのですか？

リュウゴイドでの練習は約5か月間行い、実際の着陸点選びよりは少し長く時間を使いました。この理由は、「観測データを仮想的に作る」という練習ならではの準備作業が必要だったためです。手順をひとつずつついでに確認しながら、着陸点を決める練習を行いました。(菊地先生)

安全マップは何をもとにどうやって作るんですか？

安全にはいろいろな要素が含まれています。はやぶさ2が地面・岩に当たらない、でこぼこしていないというのもひとつですが、はやぶさ2の温度が高くなりすぎない、はやぶさ2が発電できる場所、という安全かどうかを考えるポイントです。いろいろな観点から安全性というのを調べて作っています。(菊地先生)



10万回ものシミュレーションをどれだけの時間をかけてやったのですか？

シミュレーションするためプログラムを組むなど、準備をするのには数か月かかりますが、実際にシミュレーションした、計算にかかった時間はものの5分です。スーパーコンピューターを使っている訳でもなく、今日の講演に持参したノートパソコンで計算しました。(菊地先生)

未知の小惑星に着陸するのは簡単なことではないんだね!



まだまだ続くよ!

気になることがあったら、本や、はやぶさ2プロジェクトのホームページなどでどんどん調べてみよう!

小惑星リュウグウはどんな物質 できてると予想されますか？

リュウグウには有機物と呼ばれる炭素を含む物質が存在すると予想されます。ただ、リュウグウのサンプルを地球に持ち帰ってくるまでは、どのような物質がどれくらいの割合に含まれているかは正確にわかりません。リュウグウがどのような物質でできているか、答え合わせができるのを、僕を含めて世界中の科学者が楽しみにしています。(菊地先生)

リュウグウには結果としてもの すごく水分が少なかったらしい ですが、岩石だらけで着陸ポ イントがなかなか見つからな かったことと関係があるのです か？予想が大きく違っていた のには何か理由があったのです か？

水が少なかったのはおっしゃる通りです。ただ全く無かったわけではなくて、わずかながらでも水があることはわかっています。当初予定していたよりどのくらい少なかったのか、というのは後日研究者の方に確認しておきたいと思います…。岩石だらけだったこととは関係していないと思います。(100%の自信はないですが。)(菊地先生)

行ってみるまで
どんな小惑星か

わからなかったから、
行ってから考えることが
いっぱいだったんだ



リュウグウは
岩だらけだった……



リュウグウの表面が岩だらけだ たのは想像以上でしたか？ それとも想定内でしたか？

想像以上でした。これ多分、想像できていたはやぶさ2プロジェクトのメンバーはほとんどいないんじゃないですかね。科学者の人も技術者の人もみんなびっくりというところでした。予想外のことがわかって、みんなアイデアを出し合って対処したということですね。(菊地先生)

リュウグウはどうしてでこぼこ しているのですか？

リュウグウがこれほどでこぼこしていたのは、はやぶさ2メンバーにとっても予想外だったので、まだ理由が完全にわかったわけではありません。ただ、リュウグウでの観測によって、リュウグウはラブルパイルと呼ばれるタイプの小惑星だということが判明しました。ラブルパイルとは、砕けたがれきが寄せ集まってできた小惑星のことです。様々な大きさのがれきで出来ていることが、リュウグウがでこぼこしている理由のひとつだと思います。(菊地先生)

イトカワもリュウグウもそう でしたが、小惑星がいびつな 形をしているのはなぜですか？

惑星のような重力が大きい天体であれば、おにぎりやぎゅっと握るような感じできれいに丸い形にまとまっています。小惑星は惑星に比べて重力が小さいため、ユニークな、いびつな形そのままが残っています。(菊地先生)

菊地先生にとってリュウグウの 形や地形は予想外でしたか？

形は何となく予想していた形に近かったのですが、岩が多いことは予想外でした。着陸点選定担当だったので、リュウグウの予想外の岩の多さには、最初から最後まで悩まされましたね…。(菊地先生)

どうやってリュウグウの北極の 場所が分かるんですか？

リュウグウに到着してから、リュウグウの形状モデルを作る中でリュウグウの自転軸がわかります。リュウグウの自転の向きから北と南がわかるため、北極の位置がわかります。(菊地先生)



小惑星は球体じゃないのに、球 体を想定して緯度経度を使っ ていると思うのですが、そこ に誤差や苦勞する点はないの ですか？

すごくマニアックな質問ですね。リュウグウの場合は比較的球に近い形でしたので問題ありませんでした。例えば、スライドでお見せした小惑星クレオパトラのように、真ん中がへこんだ形の星を探索しようとするなら、緯度経度ではない、その他の表し方をきちんと考えるのではないかと思います。(菊地先生)

何かをやり遂げるために大事に していることは何ですか？

自分が取り組んでいることを楽しむように心がけています。楽しいことやわくわくすることは、自然とあきらめることなくやり遂げられるように思います。着陸点選定の活動についても、大変なことは多かったです。私自身は楽しむ気持ちを忘れずに、最後まで取り組めたかなと思っています。(菊地先生)

リュウグウ出発の日のTwitter で「エキサイティングな1年半 をありがとう!」というコメン トを見ました。この1年半で最 も印象に残っていることは何 ですか？

リュウグウ滞在中の1年半で最も印象に残っているのは、1回目のタッチダウンで探査機が着陸した直後に、計画通りに上昇したとわかった瞬間です。計算上は、安全に確認できることを確認していましたが、はやぶさ2が無事上昇したとわかるまでは、とても緊張しました。成功後にメンバーみんなで喜びを分かち合ったのは、とても良い思い出です。(菊地先生)

JAXAにはどうやって入った んですか？

はやぶさ初号機の活躍に感化されて宇宙を志すようになり、大学院でJAXAの川口先生の研究室に入りました。そこから研究をして、知識とか経験を磨いてJAXAに入ったという経緯です。(菊地先生)

楽しむ気持ち!



プロフィールにあった「着陸軌道設計」とは何ですか？どんなことをするのですか？

着陸軌道設計とは、はやぶさ2が目標点に着陸するための目に見えない軌道を計算する作業です。はやぶさ2がリュウグウの重力に引っ張られて、どのように動かすかをコンピュータを使って、正確に計算します。このような軌道計算をすることで、はやぶさ2をどの位置からどの速度で飛行させれば、目標地点にぴったり着陸できるかをシミュレーションすることができます。(菊地先生)

着陸点を決める以外のミッションにも携わっておられるのですか？

着陸点を決める以外にも、はやぶさ2の軌道計算をいくつか担当しています。例えば、選んだ着陸点に正確に着陸するための軌道を計算したりしました。他にも、はやぶさ2がリュウグウに到着する時に、少しずつ軌道を修正しながらリュウグウに近づいたのですが、その時の軌道修正の計算も担当しました。(菊地先生)

小学生の時に影響を受けた本は何ですか？

小学生の時に読んだ本で、印象に残っているのは、ベープ・ルースの伝記ですね。ベープ・ルースがプロ野球にスカウトされたときに、「大好きな野球が続けられて、その上、お金までもらえるのか！」と喜んだ、という話がなぜか印象に残っています。小学生の当時は、自分も好きなことを仕事にできたらいいなあ、と何となく思っていました。今は、はやぶさ2プロジェクトの一員として、好きな仕事ができているので、とても幸運だと感じています。(菊地先生)



過去の放送もぜひ見てみてね！

宇宙に実際に行ってみたいですか？

いつかは是非行ってみたいと思っています!!ただ、ロケットに乗るのは怖いです…(笑)。(菊地先生)

どうしてはやぶさ2プロジェクトのメンバーになったのですか？

はやぶさ初号機に憧れて宇宙の道を目指したというところがあるので、はやぶさ2に貢献できないかということで、学生のときからいろいろな研究をしてきました。はやぶさ2プロジェクトに携わりたいという思いで、はやぶさ2プロジェクトに応募しました。(菊地先生)

この後の夢や目標は何ですか？

小惑星探査はとても面白いと思っています。いろんな小惑星を見てみたいというのはひとつの夢ですね。あとは例えば小惑星の表面で土木工事のようにして掘って、その場で何かを作り出すということが将来できるようになると楽しいなと思います。(菊地先生)



大人になっても夢はいっぱいだよ！

気になることがあったら、本や、はやぶさ2プロジェクトのホームページなどでどんどん調べてみよう！



たくさんのご質問、ありがとうございました！

ピンポイントタッチダウンとは、普通のタッチダウンとはどのように違うのでしょうか？

普通のタッチダウンでは、分離したターゲットマーカを追いかけるようにして降下していくのに対し、ピンポイントタッチダウンでは、すでに地面に落ちたターゲットマーカに対して、着陸位置を決めて降下していきます。第3回照井先生のご講演(開始から21分経過したあたり)で詳しくご説明されています。(科学館スタッフ)

タッチダウンのとき、なぜそんなにすぐに離陸したのですか？

はやぶさ2の設計段階から携わってきたわけではないので、最終的に着陸脚を載せなかったのにはいろいろな議論があったのだと思いますが、はやぶさ2はサンプラーホーンで1本足で降りるということになります。ずっと降り続けてほっておいてしまうとはやぶさ2が尻餅をつく状態になってしまいます。尻餅をついて倒れてしまう前にすぐ飛び上がるようになっています。(菊地先生)

糸川先生は中島飛行機を退職してペンシルロケット開発をスタートしたそうですが、民間の宇宙開発は成功しますかね？

ぜひ民間の宇宙開発も成功してほしいなと思います。私自身、日本でも民間の宇宙開発が盛り上がってきていることは感じていますし、このままJAXAと合わせて発展していければ面白いんじゃないかと思います。(菊地先生)

当初の目的としては、糸川先生は敗戦した日本を元気づけたいという気持ちが大変強かったようですね。糸川先生の気持ちの中には、宇宙開発はいずれ国が卒業したら民間が頑張るだろうという気持ちが大変濃くあったので、糸川先生の望みでもありますけど、世界中の民間企業も含めて、非常に大勢の人で宇宙開発に取り組めば、民間のロケットで子どもたちが宇宙に行くという時代が近づいてくるんだろうと思っています。(的川先生)

GPS衛星が周りにない宇宙で、どのような仕組みで3次元で位置を把握できるのでしょうか？

小惑星に対して横方向と高さ方向で3次元がわかります。横方向はターゲットマーカを位置を見て、高さ方向はレーザーで測ることで、小惑星に対してどの位置にいるかということがわかるようになっていきます。(菊地先生)

ここまでご覧いただきありがとうございました。

こちらの質問・回答集は、2020年6月27日に配信したトークイベント「新型コロナウイルスに負けない! はまぎんキッズ・サイエンス YouTube トークイベント Vol.7 「はやぶさ2の現場から - 史上初のサンプルリターンへの挑戦 -」 <第2回> 「岩だらけの表面でどこへ降りるか? ~着陸点を決める苦闘~」の配信時、事前質問受付にて寄せられた質問をもとに作成しております。

参考: 「はやぶさ2」プロジェクトウェブサイト URL: <http://www.hayabusa2.jaxa.jp/>

過去の放送はこちらからご覧ください。(科学館公式 HP イベントページ)

