

特集

令和元年度 大阪府医師会勤務医部会研修会

「はやぶさ2」の成果をもたらす 新しい惑星科学

～私が選んだ「7+aの成果」～



この記事は、令和2年1月28日に開催された
「令和元年度大阪府医師会勤務医部会研修会」
の様子をまとめたものです。



星賀正明・大阪府医師会理事

大阪府医師会理事 星賀正明

令和元年度の勤務医部会研修会を始めさせていただきます。

この研修会は、昭和58年より毎年1回程度、日常診療に偏りがちな勤務医会員の視野を広げることを目的として広範囲な分野からテーマを選択し開催しており、今回で通算58回を迎えます。

今年度は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）より講師の先生をお招きし、2014年に打ち上げを成功された「はやぶさ2」を中心にお話を伺いたいと思っております。「はやぶさ2」は、2019年2月に小惑星「リュウグウ」への着陸に成功し、現在は帰還に向け運用が始まっているようでございます。非常に興味深いお話が伺えるかと思ひ、大変楽しみにしております。

講演の座長は、勤務医部会副部長であります幸原晴彦先生をお願いいたします。

勤務医部会副部長 幸原晴彦

本日は、「『はやぶさ2』の成果がもたらす新しい惑星科学——私が選んだ『7 + α の成果』」と題しまして、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所太陽系科学研究系准教授として活躍されています田中智先生にご講演いただきます。田中先生、よろしく申し上げます。



幸原晴彦・勤務医部会副部長

「はやぶさ2」の成果が
もたらす新しい惑星科学
～私が選んだ「7 + α の成果」～

田中智・宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 太陽系科学研究系准教授

本日のタイトルは「『はやぶさ2』の成果がもたらす新しい惑星科学」、「私が選んだ『7 + α の成果』」という副題で話させていただきます。

自己紹介ですが、はやぶさ2には、中間赤外カメラという科学観測機器が搭載されているのですが、その主査を務めています。専門は、もともとは地球内部物性や地球内部の物理学で、そこからスタートして惑星科学、そして惑星探査機開発等々を専門としております。

● 成果その1 :

到着までトラブルらしい
トラブルが起きない

はやぶさ2の打ち上げは2014年12月3日でした。到着までに約3年半かかりましたが、トラブルらしいトラブルが全く起きなかったことは、驚くべき成果だと思います。セーフホール



田中智氏

ドに入ったのは1回のみです。セーフホールドというのは、探査機が制御不能になって冬眠状態というか、ある姿勢になってじっとしているような状態に入ることです。これが起こると一大事になります。これに1回だけ入ったのですが、故障したわけではなく、別の理由です。ほぼノートラブルで3年半というのは、これまでの惑星探査ではほとんど見られなかったことで、これを第1の成果に挙げました。(図1)

はやぶさ2の探査機は割と小柄で、4×2×

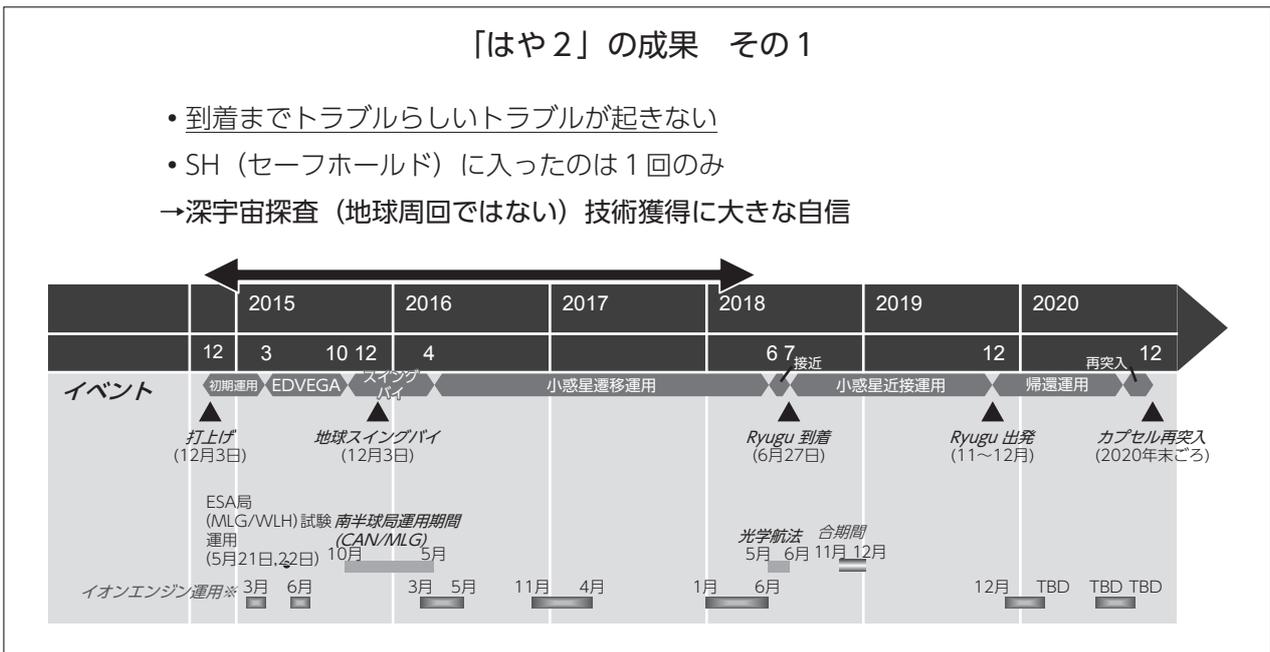
2メートルぐらいです。科学観測機器は主に4つ——光学航法カメラ、レーザー高度計、近赤外分光計、そして私が担当している中間赤外カメラを搭載しています。惑星探査機としては比較的小ぶりで、重量は600キログラムぐらいです。(図2)

「はやぶさ2」の前に「はやぶさ」初号機がとても有名になりましたが、大トラブル続きで命からがら帰ってきて、映画が3本できました。それと比べて、はやぶさ2は、100キロ程度重量をアップした程度です。

とりわけトラブルが起こらなかったのは電気推進系（イオンエンジン）です。はやぶさは、数日に1回は止まって、復旧してというのを何度も繰り返していたらしいのですが、はやぶさ2はほぼトラブルで止まることなく動いていました。はやぶさの実績を基にして改良された成果です。

もうひとつは、リアクションホイールといって、衛星の姿勢を安定させるのにジャイロ、いわゆるコマを回しているのですが、そのコマがはやぶさ2には4つ搭載されています。前の

(図1)



「はやぶさ」は3つで、そのうちの2つが壊れたのでほとんど役に立たなかったのですが、このリアクションホイールも1つ追加し、もちろん改良もし、回転数や節約管理もして、今でも1つも壊れていません。

これまでの日本の惑星探査機で、トラブルのなかったものはないと思ってください。例えば、「はやぶさ」は姿勢制御装置故障で一時行方不明になって大変なことになりますし、イオンエンジントラブルは日常茶飯事でした。現在、惑星探査機で金星に「あかつき」が飛んでいます。これは、実は軌道に投入するときメインエンジンのノズルが破壊されてしまい、大変な目に遭いました。それから、月周回探査には「かぐや」が2007年に打ち上がっていますが、これも一部観測機器が使い物にならなくなるなどということがありました。

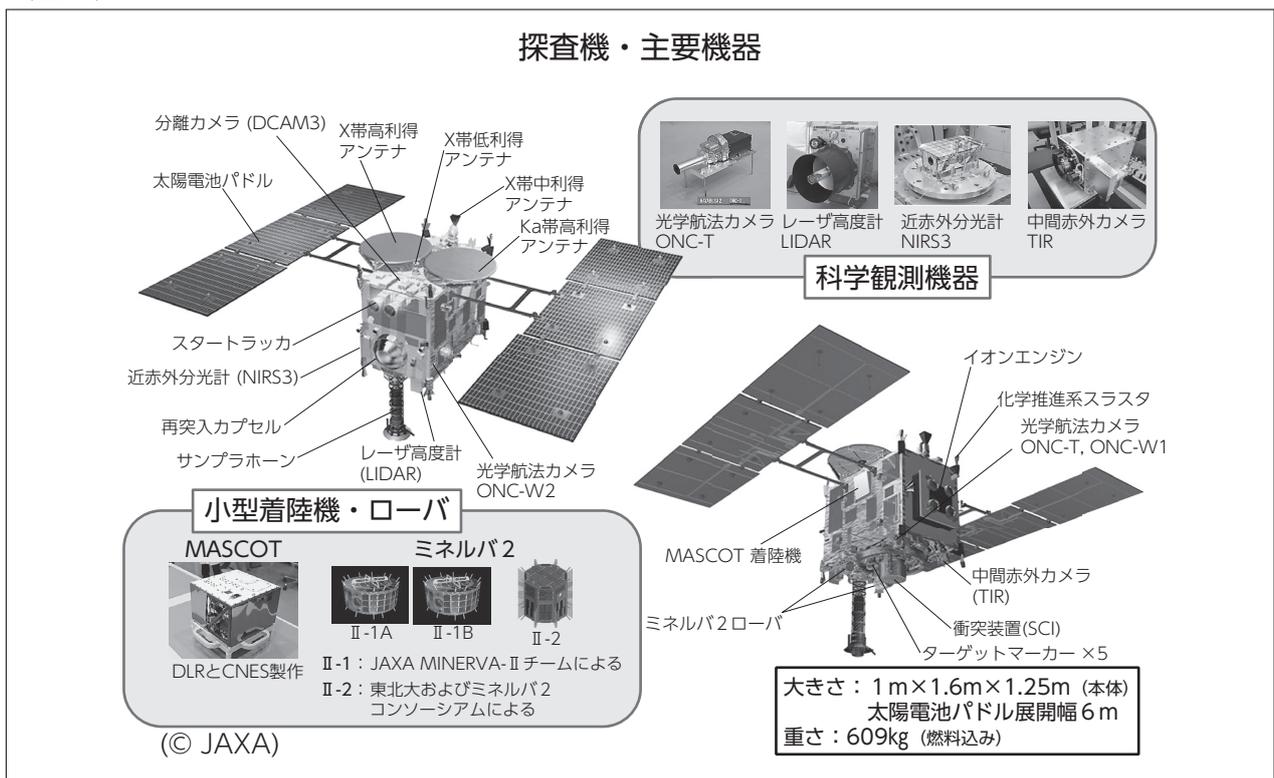
月探査は1958年から始まっています。1950年代から始まり、最初の頃はアメリカもソ連もか

なり失敗していました。1960年代になってようやく成功が増えてきたけれども、それでもやはり失敗続きということで、ようやく1969年7月にアポロ11号で成功しました。しかし、その後も失敗続きです。

日本が最初の月探査として開発を進めたものに「LUNAR-A」というのがあります。これは、私が若い頃から約20年にわたって、ある意味命をかけてきたミッションですが、1990年にミッション化したものの、不幸なことに2007年に打ち上げずして中止という、日本には前代未聞のミッションでした。はっきり言って地獄を経験しています。このときは非常にショックでした。

こういうこともあり、トラブルらしいトラブルが起きないというのは私にとってはとても印象的な成果です。それをもって深宇宙探査——地球を回っているものではない技術獲得にかなり大きな自信になったと認識しています。

(図2)



● 成果その2 :

Ryuguが姿をあらわにし、
科学者の想定を覆した

2つ目は接近フェーズ。2018年6月になると、点としてですがようやくリュウグウが見え始めました。そしてそれは多くの科学者の想定を覆しました。(図3)

リュウグウが点で見え始めたのは2,000キロぐらいの距離からです。日を追うに従って徐々に近づいてきて、6月の後半にこのような姿だったということがついに登場したわけです。

リュウグウの姿が「サイエンス」誌の表紙に、「ROCKY ASTEROID」(岩だらけの小惑星)という副題で載りました。(図4)

これに対して、「仮想リュウグウ」といって、私たち科学者が到着前にリュウグウはこういう姿ではないかと想像して作ったものがありますが、ここまで岩だらけな状態だというのは想定外であり、これには参りました。

大きさは予想どおりの900メートル程度でし

(図3)

た。自転周期もほぼ予想どおりの8時間ぐらいでした。形についてはおおよそ、球形に近いと思っていたのですが、コマ形でした。英語ではトップシェイプと言います。トップシェイプがどうしてできるかという、過去にかなり早く回転していたので遠心力で真ん中が膨れ上がっているわけです。ですから、過去に高速回転していたということが分かりました。

いわゆる球ではないので斜面がどこでも急勾配です。このような急勾配のところはタッチダウンしにくく、適切な場所が非常に限定されるということが分かりました。

(図4)

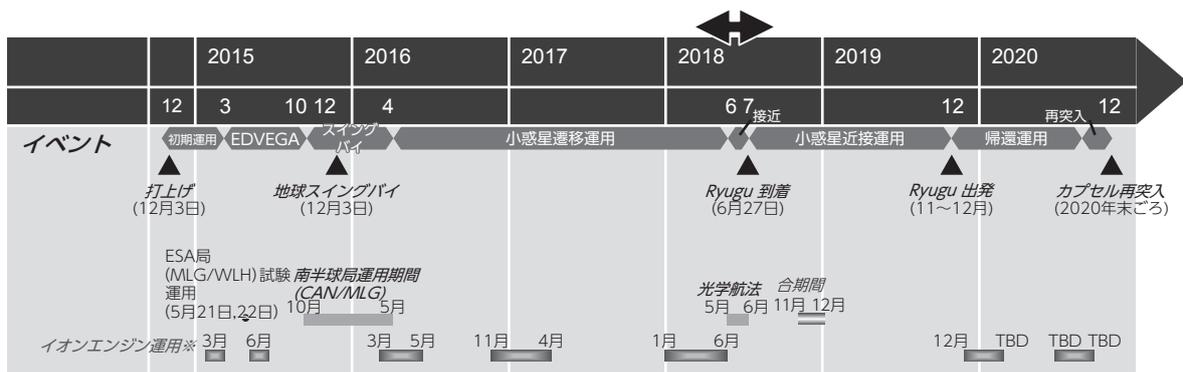


当初の計画では着陸精度は半径30メートル
→安全に着陸できる地点は「ない」

「はや2」の成果 その2

- 接近フェーズでいよいよRyuguが姿をあらわにした。そしてそれは多くの科学者の想定を覆した

→予想は予想に過ぎず、現実はそう甘くない。探査することの意義と重要性を改めて認識



そして、自転軸、つまりリュウグウが回転している方向です。地球は太陽軌道面に対して23.4度傾いており、リュウグウの場合は40度ぐらいかと思っていたのですが、ほぼ垂直でした。それは、タッチダウンには都合の良い条件でした。

なお、想定よりも岩がごろごろして、どこに降りればいいのか、タッチダウンが非常に難しいと、後で悩まされることになりました。

なぜここまで予想と違っていたのか。この状況を推定するのに熱慣性という物理指標があります。これは物の温まりやすさ・冷めやすさの指標だと思ってください。例えばコンクリートのようなものは熱慣性が大きく、温まりにくいのですが、一度温まるとなかなか冷えにくい。逆に、温めるとすぐ温まって、冷やすとすぐ冷えるようなものは熱慣性が低いものです。リュウグウはその値が200~400（注：MKS単位系）ぐらいだと推定されており、数センチの石ころが支配的だろうというのが惑星業界の常識だったのです。実際リュウグウの熱慣性の値は

200~400だったのでいくらでもタッチダウンするところはあるだろうと思っていたのですが、そうは問屋が卸さなかったというのが一番の想定外でした。

やはり予想は予想に過ぎなくて、現実はその甘くなく、探査することの意義と重要性をここで改めて認識しました。

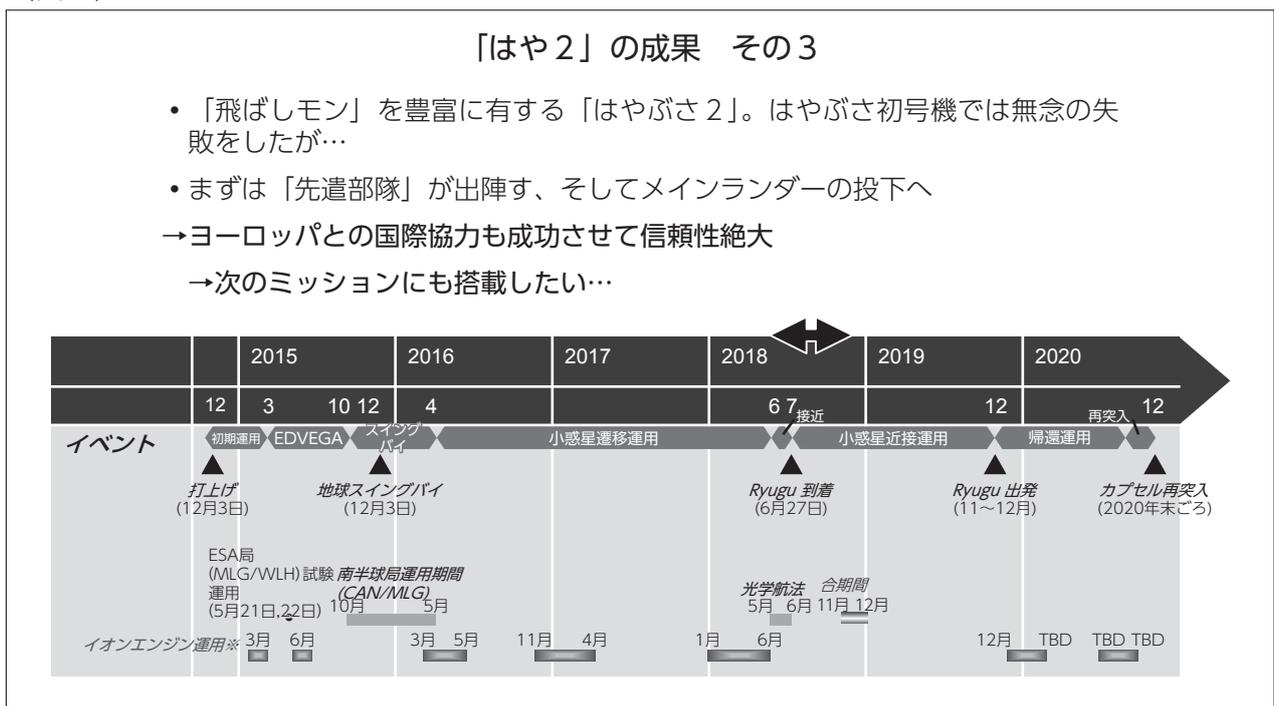
成果その3 :

「飛ばしモン」を豊富に有する

さて、3つ目です。はやぶさ2には「飛ばしモン」をかなり豊富に用意しています。「はやぶさ」初号機ではリリースはしましたが着地には失敗しました。(図5)

はやぶさ2は小型着陸機を4つも持っていました。衝突装置(SCI)と分離カメラ(DCAM)も飛ばしモンです。更に、再突入カプセル、これも最終的には分離して地球に落とすというものです。探査機から離れていく機器が非常に多いのです。

(図5)



さて、2018年から2019年にかけて、ついに決断したタッチダウンです。ニュースにもなったのでご存知かと思いますが、我々の中で議論、検討がかなりありました。タッチダウンが非常に難しかったからです。

今まで探査機が行った小惑星の姿は、どれも表面はのっぺりしていて、何気に着陸できそうなものがほとんどです。こういう状況が我々の頭にあったのですが、リュウグウは岩だらけだったので、降りるところについてさんざん悩みました。

プロジェクトとしては10月には絶対にタッチダウンしたいと切望していましたが、降りるところが見つからず、延期せざるを得ない状況になりました。はやぶさ2は3回タッチダウンできる計画で設計されていますが、10月のタッチダウンを延ばすと、2019年12月ぐらいに離脱することを考えれば3回というのは無理と判断して、結果的に2回に減らしました。

岩のカウンティング（大きさと数）を地道に測定し、どの場所が安全に着陸できるかのセーフティエリアマップを作りました。これは、ここに運よく降りることができれば、危険な岩を避けられるというエリアです。降りようとしたところに10メートルぐらいの精度で降りられず、少しずれると当たってしまいます。では、はやぶさ2がどのぐらいの精度で降りられるかというと、当初は20～30メートル程度は確保する必要があるという計画でした。つまり、10メートルに対しては成立していないのですから、どうしようとなったわけです。

そこで、タッチダウン方式を変えようということになりました。はやぶさ2はターゲットマーカという反射板を5つ搭載しています。降りる前にターゲットマーカを地表に落として、それを捕捉する機能があります。その機能でここにいるのだということを認知したら、そ

こを目がけて降りるという予定です。よって、ターゲットマーカをどのぐらいの精度で落とせるかが重要で、それが大体数十メートルというレベルだったのです。

では、方式をどう変えたのかというと、着陸するときにターゲットマーカを落とすのではなく、前もって落としておいて、その場を一回退散します。退散して次に着陸するために、ターゲットマーカを最初に捕まえます。捕捉した後に、東に何メートル、北に何メートル行けというコマンドをプログラムしておきます。それによってあらかじめ落とした位置から捕まえて、そこから何メートル動けという指示で最終的にタッチダウンするという方法を取りました。その場しのぎで思い付いた方法ではなかったのですが、やったこともないし、確実にターゲットマーカを捕捉できる保証も全然なかったもので、上手くできるかどうか分からない状態でした。しかし、やらざるを得ないということでこの方式に踏み切りました。

このためにシミュレーション訓練を100回ぐらいやりました。何度となく失敗を繰り返して、まともな結果が得られたのは20回目ぐらいです。それでも、相変わらず上手くいかないことを繰り返して、その都度何が悪かったかを解析してそれを本番に生かしています。したがって、運よく着陸に成功したのではありません。これだけやったから成功すると思うぐらい繰り返したので自信はありました。

● 成果その4：

サンプルリターン

ミッションの夜明け

成果4としては、ようやく日本におけるサンプルリターンミッションの本格的な夜明けを約束されるという歴史的な事象だったと思います。(図6)

それから、ターゲットマーカを落とすという方式は世界にはなく、NASAからも羨望される方法だと聞いています。この方法は精密着陸には特に良いと評価されています。

● 成果その5 :

数多くの降下運用で得られた
貴重な近接撮像画像

成果の5つ目は、少し科学的な成果を紹介しようと思います。(図7)

2018年7月から2019年11月に離脱するまで、科学観測機器は写真を撮り、着陸するときや、はやぶさ2に近づいて運用するときも踏まえて、非常に貴重な近接した画像を撮像しております。

私が担当したのがTIR (Thermal InfraRed Imager) というものです。入国の検疫を通るときにカメラが置いてあるのをご存じだと思いますが、それです。人の温度を赤外線で感知して、この人は熱があるというのが分かるもので、それを宇宙搭載機用のクオリティーとして開発したものです。これで撮像すると惑星表面

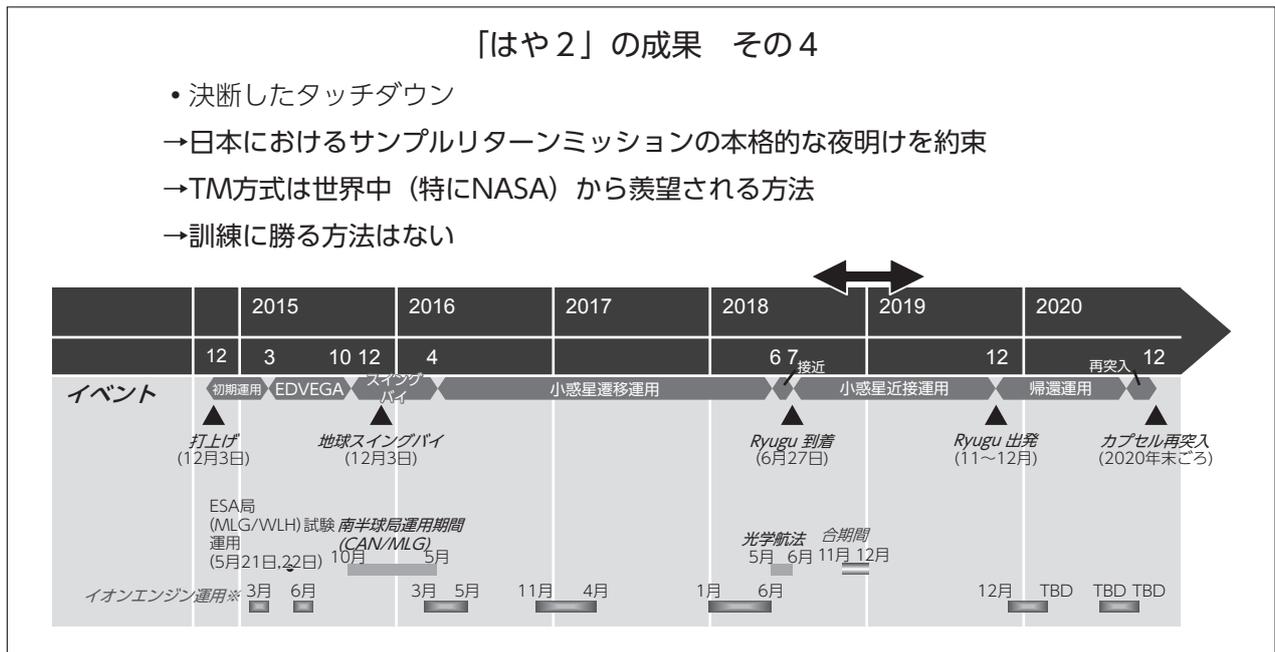
の温度がイメージングで分かります。

撮像できた画像を見ると、影になったところが、普通のカメラでは真っ黒になってしましますが、TIRは温度なので、影になっても温度がある限りは見えて、だんだん冷えていくのが分かります。これを見たときにすごく感激しました。この冷え方を全部解析すると、このあたりの熱物性が瞬く間に分かるからです。

ここで重要なことは、黒いところがいわゆる熱慣性が低い、要するに、すごく温まりやすいけれども冷えやすいという普通の石では見られない物性です。ところが、大きな石を含めて、すごく黒い。簡単に言うと、すごく大きな石にもかかわらず熱慣性はものすごく低い。熱慣性が低いということは、すごくもろい。イメージとしては、軽石やスポンジみたいな大きな塊がリュウグウの表面にたくさんあるということです。

逆に、白いところは熱慣性が高く、普通の石ころみたいな熱物性を持っているところです。何を言っているかということ、普通は石ころだと高く、砂とか米粒なら暗くなるはずなだけ

(図6)



れども、リュウグウの表面の世界はそれが全く逆転して、石ころみたいなところは非常に低くて、そうではないところは逆に本当の石ころみたいな物性を持つことが分かりました。ですから、リュウグウの世界というのは、熱的に見れば、私たちの常識とは全く逆の世界だと分かったわけです。

TIRはリュウグウと探査機との距離、太陽距離、太陽角度など様々な異なる条件で約2万枚の画像を取得しました。リュウグウの熱的な性質だけではなく、表面の状態と熱の関係、表面のでこぼこの関係と熱の関係がどのように応答するかというのは、1990年代あたりから盛んに議論されてきた謎だったのですが、リュウグウの写真でほぼ解決できていると思っています。学問的に非常に価値のあるデータです。それにしても、リュウグウの表面の熱的性質というのは想定外で、科学者としてはある意味うれしい誤算です。その意味では、TIRの観測は一番想定外の結果を出した成果だと思っています。数多くの近接撮像画像を解析中ですが、まだまだ多くの成果が期待できていると思っています。

成果その6：

前代未聞のアクロバット

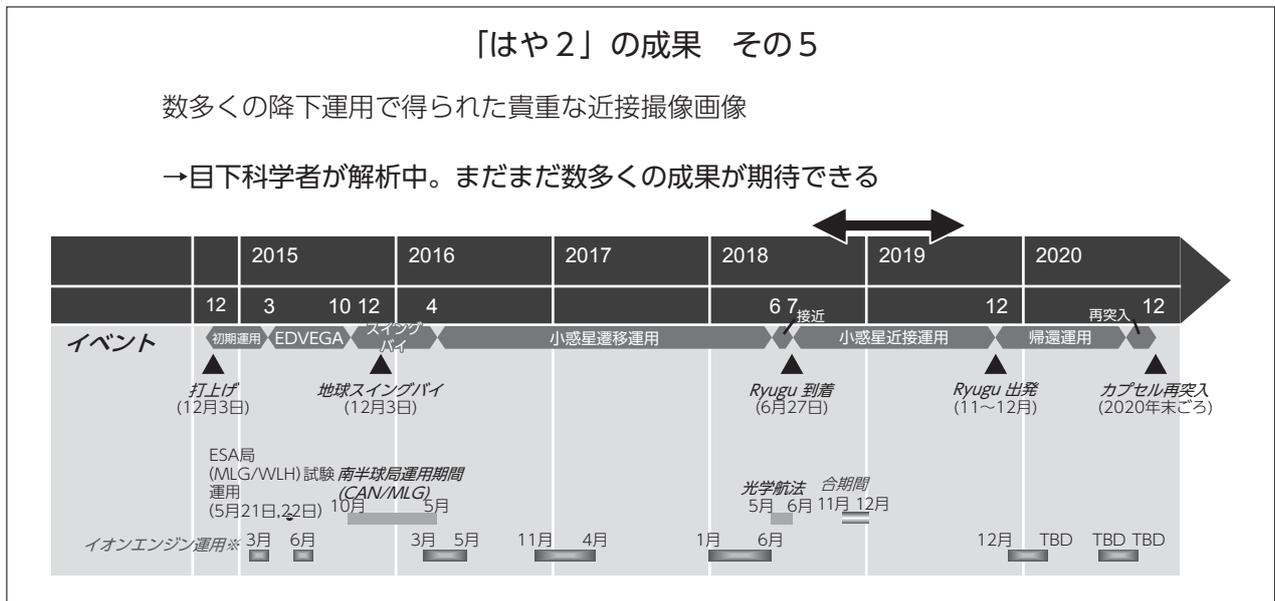
次に、成果6です。(図8)

プロジェクトメンバーの誰もが上手くいくと思っていなかった前代未聞のアクロバット的な成果が起きました。衝突装置と呼ばれるものがついているのですが、数十センチの樽みみたいな形になっている中に爆薬が入っていて、ライナーと呼ばれるものをすごい勢いで押します。そうすると、これが秒速2キロぐらいに加速されて惑星表面にぶつかるというものです。我々はSCIと呼んでいます。

これはかなり複雑な行程を踏んでおり、爆薬を切り離す、素早く逃げる、DCAM分離——カメラを分離する、DCAMは衝突地点付近を撮像してデータを送る、はやぶさ2は200キロぐらい迂回運用をして元の軌道に収まる——はやぶさ2本体を傷つけると話にならないので、こういう計画が組まれました。

その後、クレーターをどのように探そうかということも議論されてきました。結果的には大きなクレーターができたからよかったのです

(図7)



が、我々が想定していた大きさは、最小なら25センチ、大きかったら10メートルぐらい。ですから、どんな大きさか分からないと。それをどうやって探すのかという訓練をしました。

10メートルというのは想定したほぼ上限の大きさです。これは何を意味しているかというと、石が飛んできてクレーターができたけれども、この物質間同士の強度はほとんどないということを実証することになりました。強度があるものだと、石におつけるとその強度ゆえにクレーターの大きさは小さくなるのですが、ほとんど強度なしだと大体10メートルになるという結果だったので、強度はかなり小さいということがこの実験で証明されました。

どういふものが衝突してどのぐらいの大きさのクレーターができるかということはこれまで実験的に詳しく調べられており、クレーターの大きさと数を数えることによって表面の年齢を推定することができます。端的に言うとクレーターがすごくたくさんあるところは古い、全然ないところは新しい表面だと分かるのですが、

(図8)

今回のこの実験で貴重なデータが取得された結果、強度がない表面は約1,000万年程度ということが分かりました。これに対し強度があるような状況だったら1億6,000万年程度と推定され、全く異なる表面年齢を示していることになります。

SCIの成功に関しては、惑星表面で衝突の一部始終を観測できたのは非常に貴重なデータです。無重力に近い環境での実験というのは前例がなく、未来永劫このデータが使われると思います。

● 成果その7 :

上層部の反対を押し切った

タッチダウン 

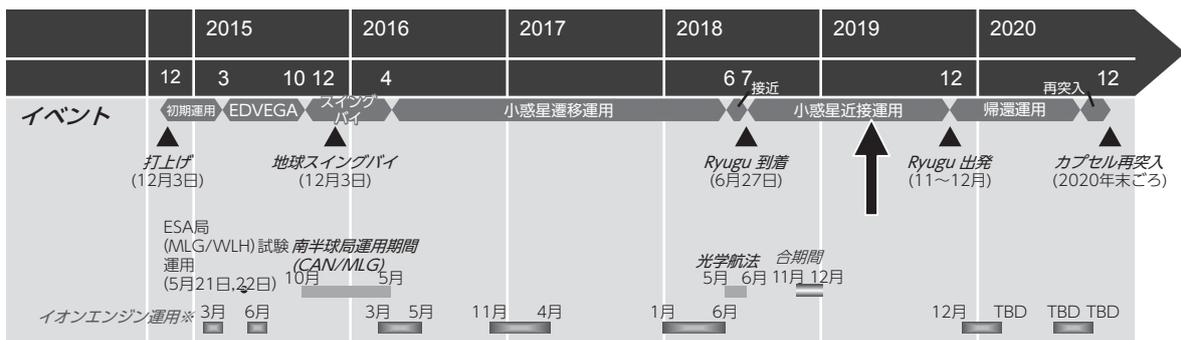
最後は、7月に行った2回目のタッチダウンです。これは「上層部の反対を押し切った2回目のタッチダウン」、本当に押し切ったのです。(図9)

実際問題、どこに降りるかというのは決めていました。科学者は、表面のものではなく、表

「はや2」の成果 その6

- プロジェクトメンバーの誰もが(担当者までもが)上手いくとは思っていなかった前代未聞のアクロバット

→惑星表面で衝突の一部始終を観測できた非常に貴重なデータ。無重力に近い環境での実験は前例がなく価値が高い



面下から飛び出た物質、地下にある物質が一体何かというのを知りたくてしょうがないのです。どうしてかという、表面の物質というのは、太陽の直射日光にさらされ続けて日焼けします。その結果、酸化還元反応が鉱物で起こってしまい、始原的な状況を探りたい科学者にとってはいまいちなデータ・サンプルになってしまふ、そういう運命を表面のデータは持っています。ところが、潜っているとそういうことはない、地下にある、よりフレッシュなデータが欲しいという欲求がすごく高いのです。

2回目のタッチダウンは上手くいって、精度は60センチ。狙ったところに対して60センチの精度で降りました。ただ、60センチでもエンジニアの人は悔しがっていました。

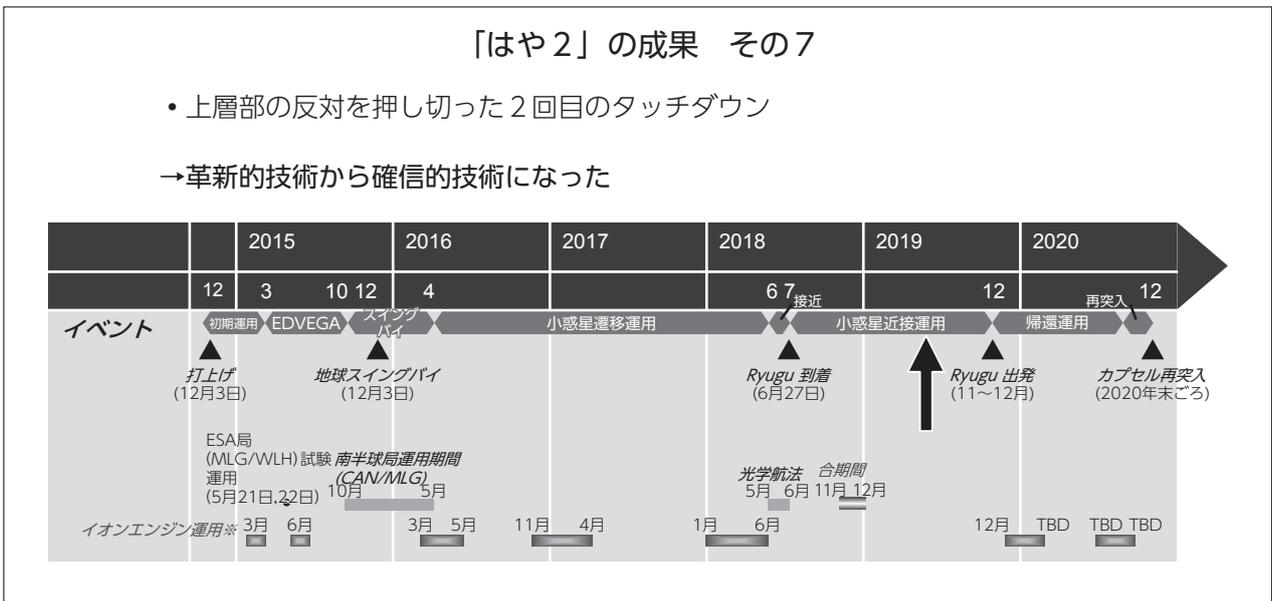
2回目のタッチダウンを終えて、はやぶさ2は2019年11月13日にリュウグウを離脱して地球に向けて航行中です。

● +αの成果その1 :

はや2は帰ってくる

ここまでが7つの成果でした。プラスアルファと書いたのは、「未来成果予想」になります

(図9)



す。(図10)

はやぶさ2は2020年12月に地球に帰ってきます。地球近傍に戻り、搭載している再突入カプセルを地上へ向けて分離、カプセルが到着します。

太陽系というのは、最初、原始太陽系円盤、ガスみたいなものが集まって行って太陽ができて、一種のダストのようなものが集積して固まって行って地球のような惑星ができたというシナリオが一般的です。太陽系円盤ができてから小惑星ができるまでの間、45億6,800万年から45億6,300万年までの500万年ぐらいの間に様々なドラマチックなことが起こっています。そこが科学者の重要なターゲット、ミッシングゾーン（謎に包まれた時間）であり、太陽系からガス円盤ができて惑星ができあがるまで、簡単に言うと、赤ちゃんができて2~3週間の頃の秘密を明かそうというのが、小惑星とか惑星科学の本質的で重要な問題になります。リュウグウに行って本丸のサンプルを取ってきたということで、どの辺まで解明できるかというのが一番の興味の対象になっています。

こうした物質というのは事実、人類が手にし

が、はやぶさ2の場合は、サンプルカプセルを離して、はやぶさ2そのものはエスケープ、いわゆる地球の圏外に出ることを計画しています。これは何を意味するかというと、次があるのではないかと思わせるわけです。

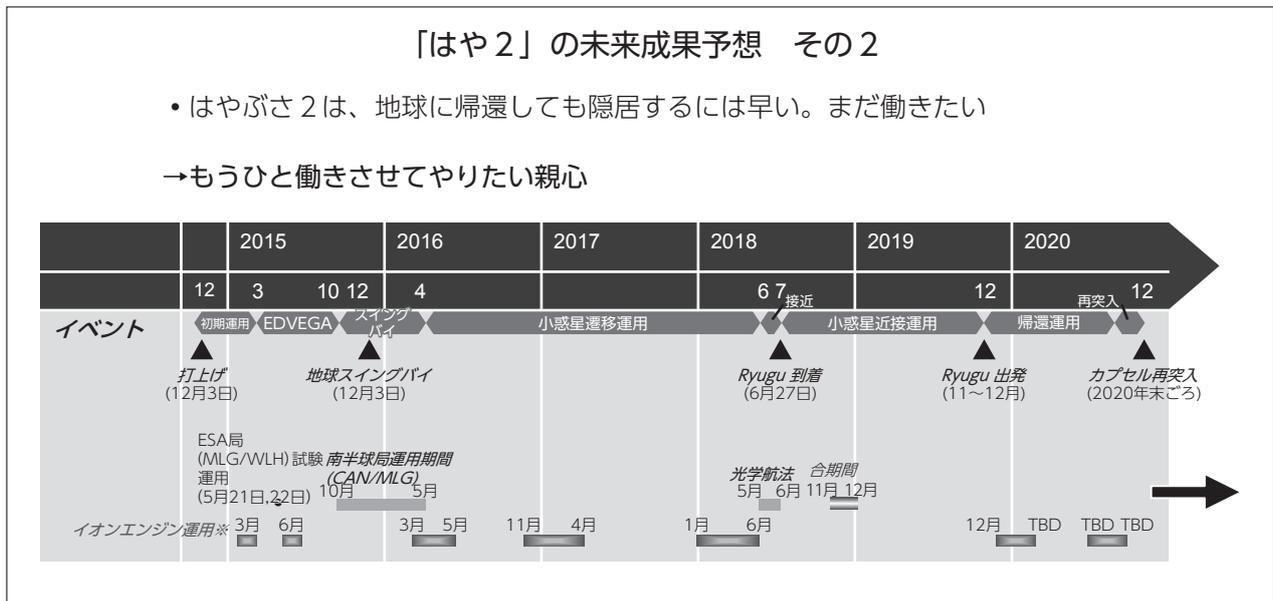
2020年に地球に帰った後、実際に行ける天体が200~300見つかっていて、現在プロジェクトチームは、到着可能で科学的にも意義の高い天体を検討しています。正直言うと、もうひと働きさせてやりたい親心ということに尽きます。

● +αの成果その3 :

この経験値は未来を約束する

はやぶさ2の成功は、運だけではなく必然です。「この経験値は、未来を約束する」と格好よく言えますけれども、若い方々へのモチベーション、宇宙科学をやっている人だけではなく、こういう講演を聞きに来られたお子さんが、格好いいとか、将来宇宙に関する何かをやりたいと思うこと、それを目指して頑張ろうという気持ちは、この世知辛い世の中でいろいろな意味でプラスになっているのだろうと思えるようになってきました。(図12)

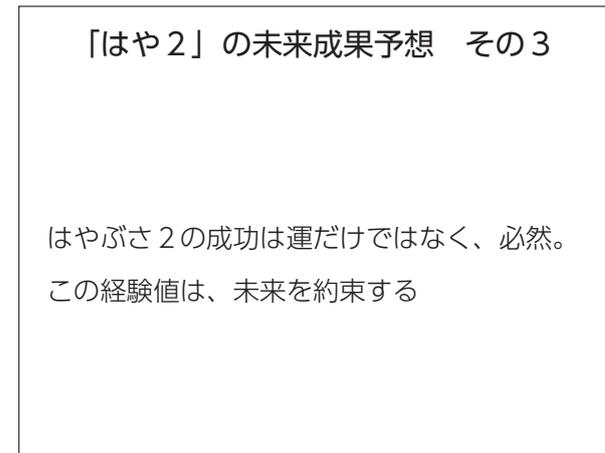
(図11)



また、異なった形ではありますが、未来のプロジェクトを成功させるためのエッセンスだと。よく失敗に学んだ成功と言いますが、成功するにはどうするかということもかなり確信的に今回分かった気がしますので、そういう経験を未来に伝えたいと思います。

それから、最近になって若手によるはやぶさ3に向けた将来ミッションを立ち上げるという気運が盛り上がってきつつあるのはとてもうれしいことで、そうしたことを引き継いで次のプロジェクトを検討して、将来のはやぶさ3・

(図12)



4・5とつなげていってほしいと思います。

最後に、私にとっての成果です。ここに示したのは、これまでにずっと構築してきたウィキページですが、このドラマの一部始終を記録に残すということにすごく気を使ってプロジェクトをやっています。これにはほとんどのミーティングの資料や議事録を一元管理して持っています。パスワードがかかっているのですが皆さんは残念ながらご覧いただけませんが、こういうものを残すというのは昨今のデジタル時代だから特に重要だと思っています。ミッションをやっているとメールが1万通とか軽く飛び交って、それでどうなるかという、「あのときどうだった?」と全く分からなくなってしまう。皆さんもご経験があると思います。メールや一過性

のものではなくて、こういう形で系統的に資料や議事などをきちんと残していくことも大切な仕事だと思っています。はやぶさ初号機みたいにすごい事件が起こったとか、どこか行方不明になってしまったということは今のところはないので、ドラマチックなものではないけれども、詳しく紐解くとなかなかのものだと思っています。将来これを見返していくと1~2冊は本を書けるかな、と。そういうものとして未来に残していきたいと思っています。12月にははやぶさ2の本ミッションは終わるので、それを機にこのページはクローズしようと思っていますが、私が自慢できるとしたらこういうものをきちんと残しているということだと思っています。

質 疑 応 答

○座長 田中先生、ありがとうございます。

それでは、ご質問を受け付けますが、いかがでしょうか。

○Q 小惑星の引力ですが、石はそこにちゃんとついてますよね。我々は小惑星を歩けるんですか。

○田中 歩けません。重力は、地球の重力の10万分の1程度です。

○Q 生命の起源について、何か示唆されるものがあるのでしょうか。

○田中 アミノ酸ぐらいのものは豊富にあるそうですけれども、いわゆる機能分子という類いのもの、DNAとか色素もそのような類いようですが、そういうものはいまだに1つも見つかっていません。持って帰ってきたものの中から機能性の有機物質が見つかったら世界的な

大トピックになると思いますが、ないだろうと言われてます。

○Q 比熱が小さくて、クレーターが予想された中で最大だったということは、表面は岩石が交じっていますけれども、砂の塊みたいな感じでしょうか。

○田中 我々の常識で考えると、岩石は一度溶けるのです。溶けて塊ができると考えています。溶けるのは理由があって、太陽系ができたときに放射性発熱元素が多量にあったことが分かっています。それが熱源になって溶かした結果、こういう石ができたのだというのが我々の概念です。そうすると、やはり密度は2g/ccとか3g/cc、そこらで拾う石ぐらいの密度になりますが、リュウグウの岩石はそういうでき方はしていなさそうに思えてなりません。温度は少し上がったかもしれないけれども、生焼け

みたいに中途半端に固まっているのかなと考えざるを得ないです。逆に砂の方が熱慣性が高いから、こういう固まりはもろく固まっていて、比較的小さい本当の石みたいなものが砂みたくに見えているのかなとイメージしています。

○Q 地球上に何か似ているものはないですか。

○田中 全く想像が付きません。ただし、宇宙から降ってきているものは2種類あって、1つは隕石です。もうひとつは、宇宙塵——宇宙のちりです。宇宙塵の密度は結構低いのです。ですから、ばらばらになってふわふわと降ってきているあのちりそのものは、根源はこういうものだったのかなという気はします。

○Q こういうミッションをすることに対する成功確率はどれくらいなんですか。

○田中 設計上は絶対成功する確率でやっています。あらゆる誤差解析をして、数字上は失敗しません。しかし、ターゲットマーカを落としたときに岩石の影などに隠れてしまって行方不明になってしまえば終わりです。これは落としたときの運にもよるので、そういう我々にはどうしようもない、天の神様にしか分からないところはどうしても出てきてしまいます。でも、やっている人はもちろん絶対成功しますと言ってやります。

○Q リュウグウは重力が非常に少ないから、転がっている岩を押したらすぐ飛んでいってくれないかなと思うのですが。

○田中 はやぶさ2がジェットを吹いたときに10センチか20センチのものはころころと転がりましたが、メートルクラスのものは無理です。それをやろうとしたらそれで燃料を使ってしまって大損になるので、やはり静かにおりて、私たちが避けながら玉手箱をもらう方がお得感があると思います。

○Q 先生が入られたのは30年ぐらい前です

か。そのときからこれを描いておられたんですか。

○田中 私が学生の頃に、はやぶさ初号機をやった川口淳一郎先生という人が研究室に来て、「小惑星に行こう」と。先生が黒板にこういうアイデアだというのを書いたことを今でも覚えています。物事の始まりはそんな感じです。誰かが、こういうアイデアがあるのだけどというのを持ってきて、それっておもしろいという話になって、そこから規模の小さいものをだんだん大きくしていったって、結果的にこんなすごいプロジェクトになっています。その先生が、「こんな話を聞いてください」ということから始まったのをよく覚えています。

○座長 では、お時間ですので令和元年度の勤務医部会研修会を終了させていただきます。どうもありがとうございました。(拍手)

(文責：広報委員会)