

2021/1/20 (水)  
易しい科学の話

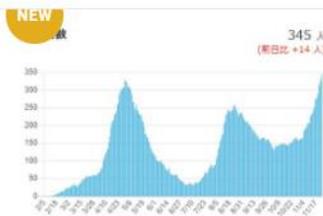
# 2020年の科学技術ニュース

吉岡 芳夫

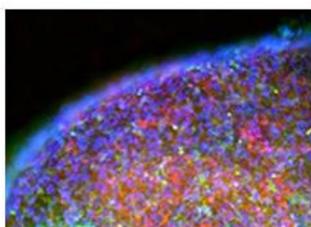
この資料は、インターネット上の情報を利用して作成しました。



2020/11/30  
データ中継衛星打ち上げ成功  
H2Aロケット43号機



2020/11/26  
コロナ重症者数が過去最多を  
更新し、医療現場がひっ迫  
専門家組織「命助けられな…



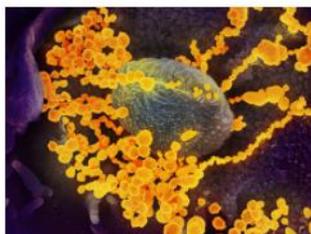
2020/11/25  
iPS細胞から人工心臓組織、  
高感度の評価デバイスを開発



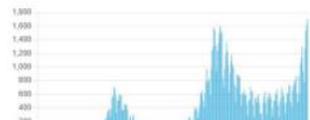
2020/11/24  
コロナ禍と向き合った「サイ  
エンスアゴラ2020」閉幕 10  
0の企画通じ、未来社会の…



2020/11/20  
スパコン「富岳」、計算速度  
などで連覇



2020/11/19  
新型コロナウイルス、変異で  
感染力強まる 東大医科研が  
ハムスター実験で解明



8月	7月	6月	5月
4月	3月	2月	1月
2019年			+
2018年			+
2017年			+
さらに表示する			

特集ページ

**新型コロナウイルス  
感染症**  
 特集  
 -COVID-19とわたしたち-



今こそ科学を楽しもう!

[ニュース一覧 | Science Portal -  
科学技術の最新情報サイト  
「サイエンスポータル」  
\(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)

# 取り上げたニュース

1. 車にひかれてもつぶれない虫
2. 一億年前の蛍の光をゲノム復元で再現
3. はやぶさ 2号 小惑星の土を持ち帰る快挙
4. 新型ウィルスワクチンの異例の速さで開発
5. ノーベル医学生理学賞 C型肝炎の抗ウィルス薬の開発
6. ノーベル化学賞 ゲノム編集技術

車にひかれても  
つぶれない昆虫

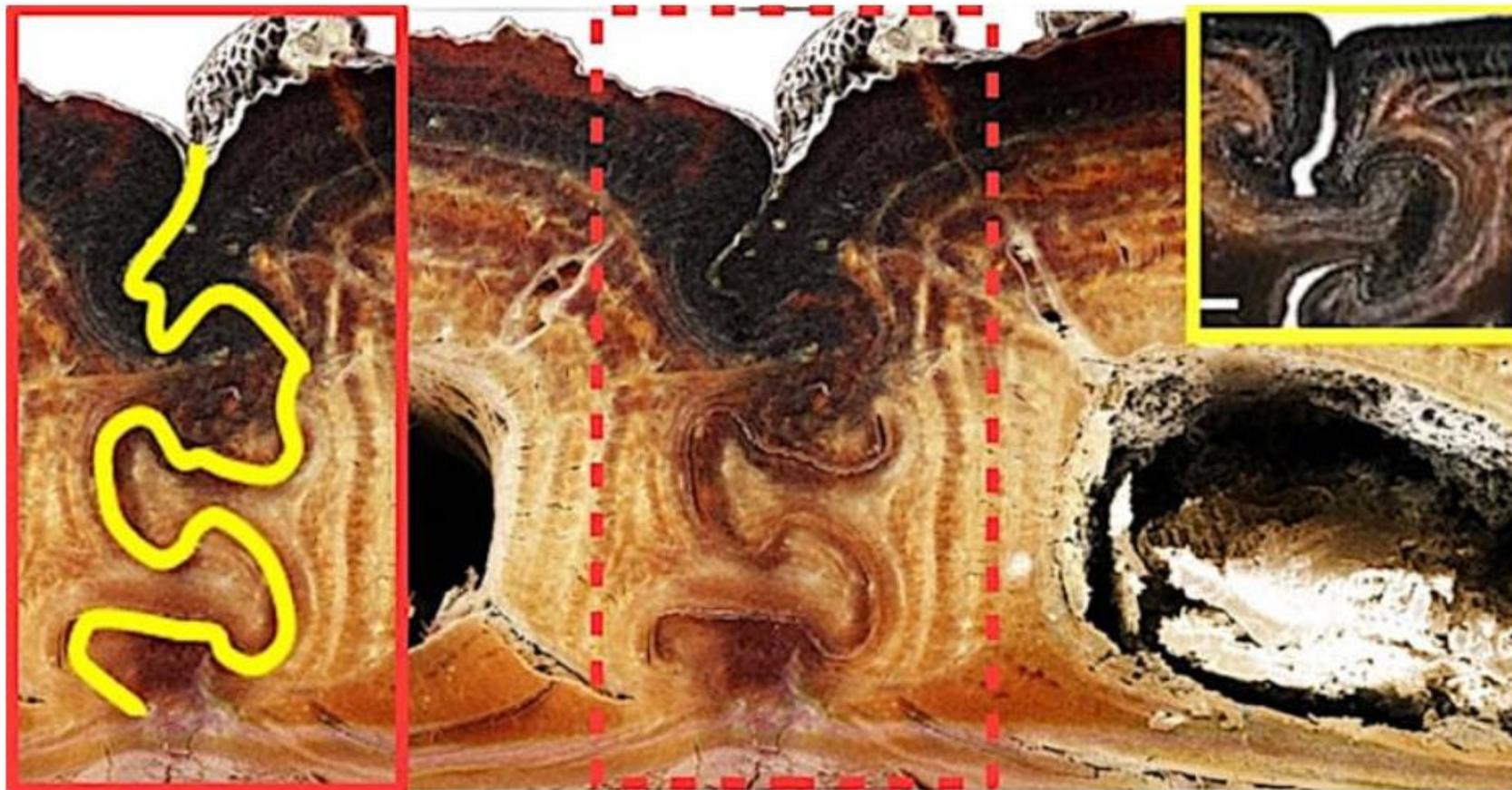


「鋼鉄で武装した甲虫」と呼ばれるコブゴミムシダマシ（デビッド・キサイラス米カリフォルニア大アーバイン校教授提供）

「鋼鉄で武装した甲虫（こうちゅう）」と呼ばれ、車にひかれても平気な昆虫がいる。

その頑強さは、硬い羽や胴体が特殊な構造で互いにかっちり支え合うことで実現していることを、東京農工大などの国際チームが突き止めた。

自分の体重の4万倍近くの重さに耐えられるといい、その構造が、航空機や自動車の強度向上などに応用できる可能性があるという。



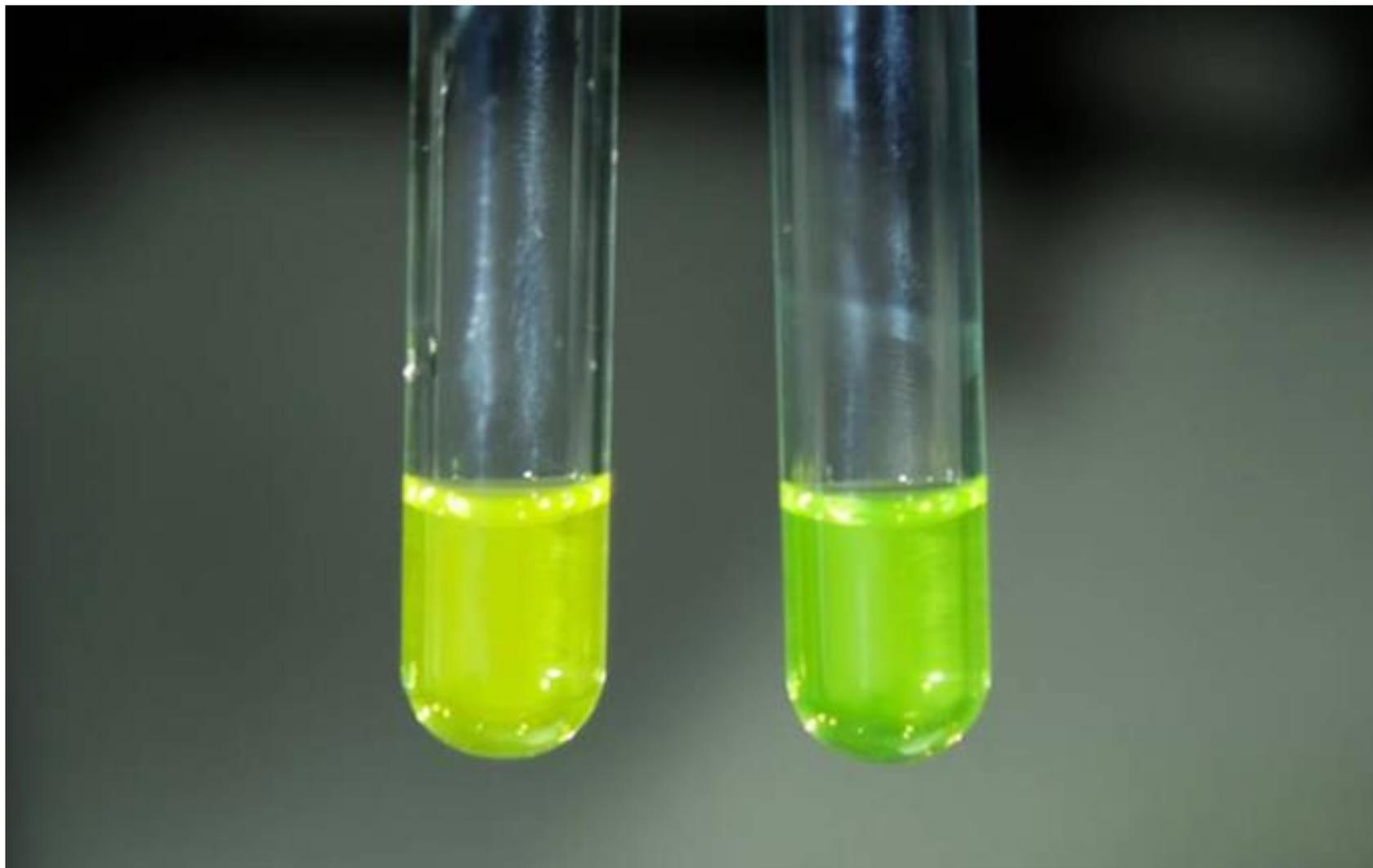
コブゴミムシダマシの外骨格の接合部の断面。2対の凹凸構造でかみ合っている（中央の点線枠内）。左の赤枠内はその凹凸を黄色線で強調したもの。右上の黄色枠内は近縁種のもので、凹凸が1対しかない（デビッド・キサラス米カリフォルニア大学教授提供）

コブゴミムシダマシの外骨格の接合部の断面。2対の凹凸構造でかみ合っている（中央の点線枠内）

炭素材料でこの2対の凹凸をまねた人工の構造体を作り、接合部の特性を調べたところ、航空機などの外板のつなぎ目や部品を接合する「リベット」に比べ、特に靱性の点でかなり優れていることを確認。

この構造は航空機や自動車などの生産に応用できる可能性があるという。

一億年前の蛍の光を  
ゲノム復元で再現

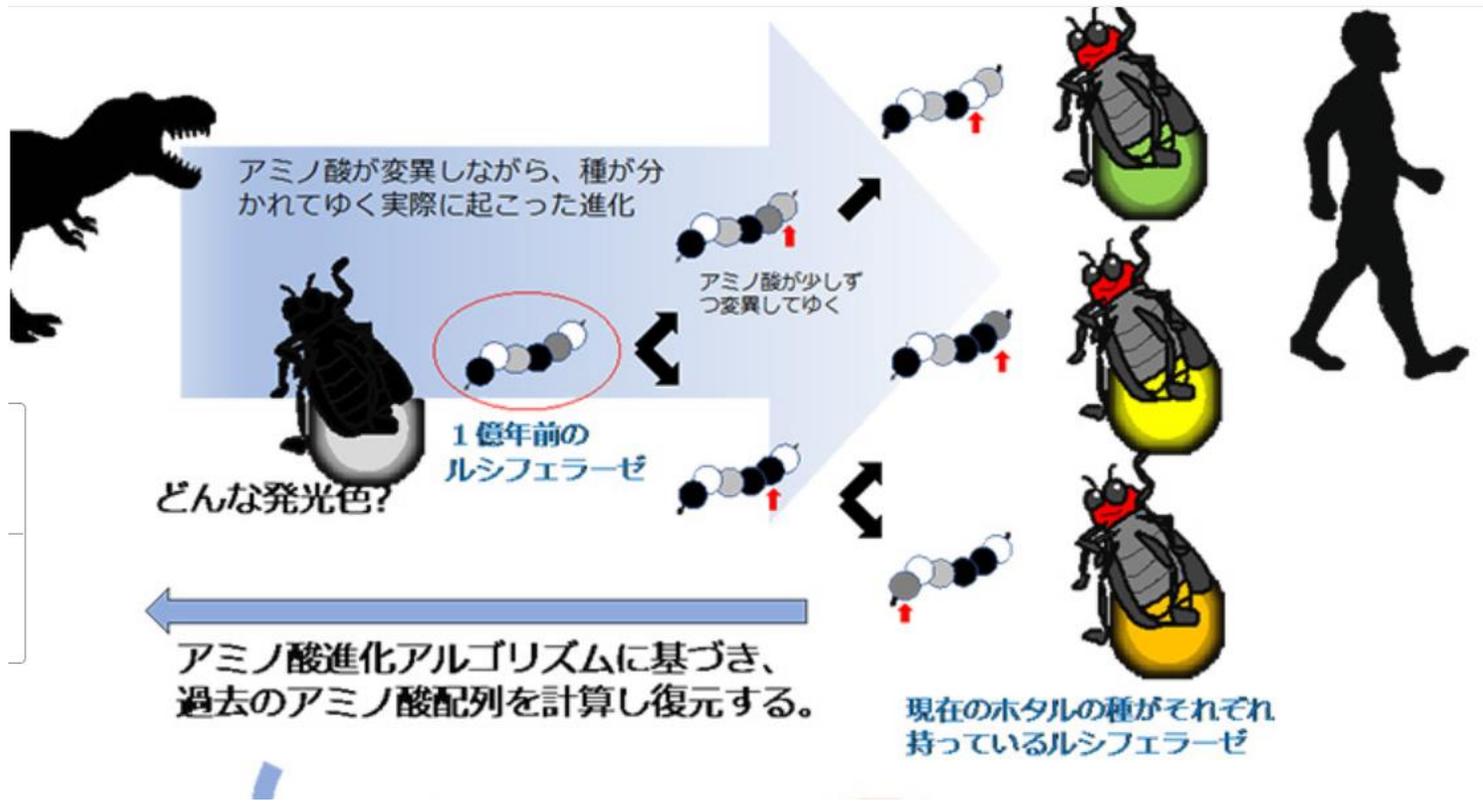


試験管内での発光。

現代のゲンジボタルの黄緑色（左）と異なり、約1億年前の遺伝子配列を推定して復元した光は深い緑色になった。

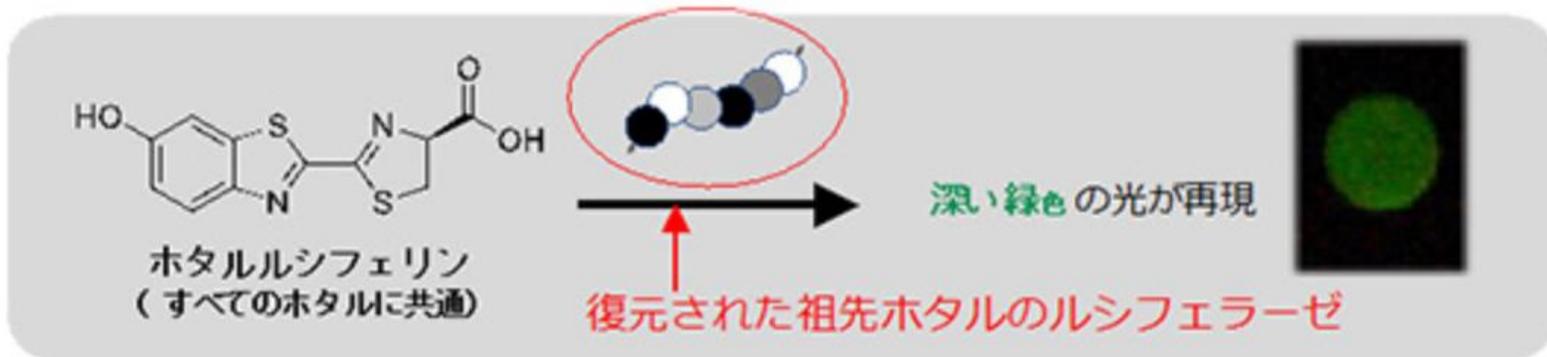
（中部大提供）

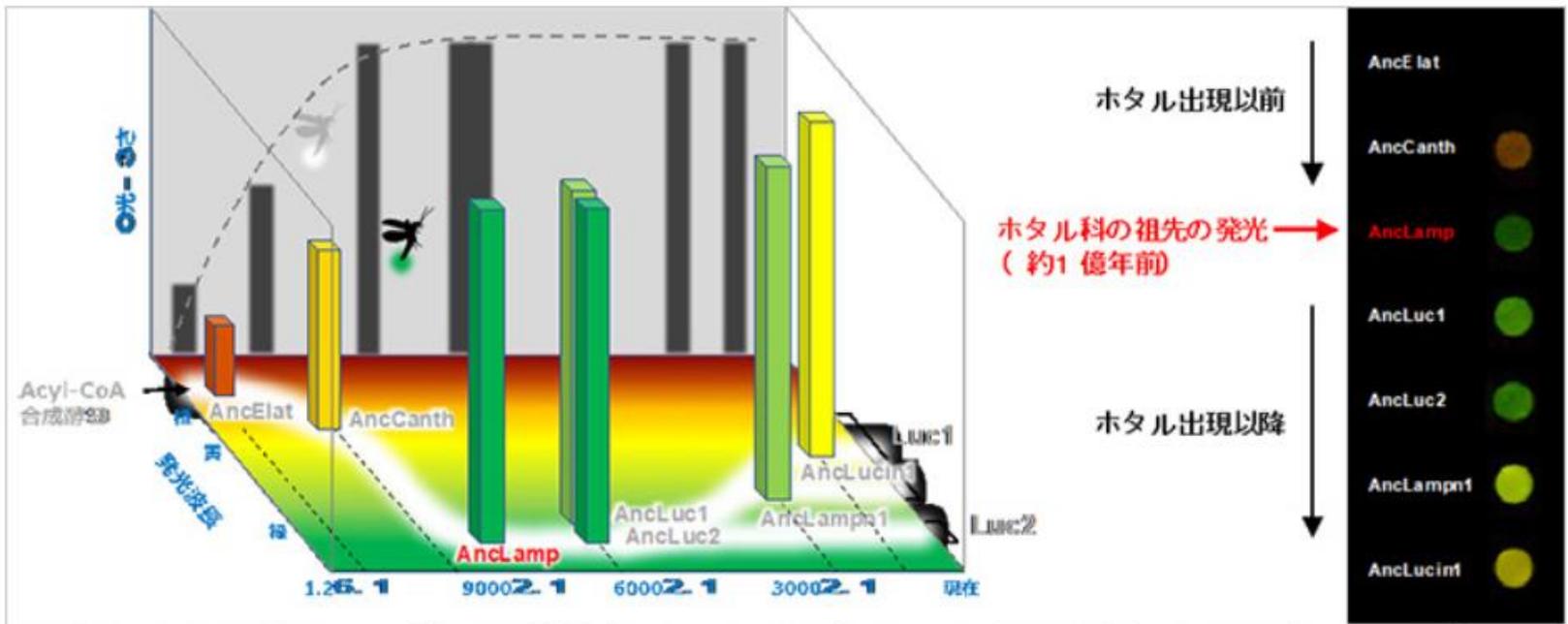
- ホタルの仲間は世界で約2000種類あるとされ、発光色は緑色から黄緑色、黄色、オレンジと種によってさまざまだ。ホタルのルシフェリンは種すべてに共通であり、ルシフェラーゼのアミノ酸配列の違いで発光色が異なることが知られていた。このため、ルシフェラーゼ遺伝子については多くの研究蓄積がある。
- 研究グループが着目したのは、「祖先配列復元」という手法だ。アミノ酸の進化アルゴリズムに基づき、過去のルシフェラーゼ遺伝子の配列を計算した。この手法は進化生物学では以前から使われており、古代のヘモグロビンやホルモン受容体などのたんぱく質が復元されてきた。しかし、直接目で見えるような現象が再現されたのは初めてという。



## ホタルによる発光反応

ホタルにより行われている生物発光現象はルシフェリンという発光の基になる物質（発光基質）とルシフェラーゼと呼ばれる発光反応を触媒する酵素タンパク質（発光酵素）によって生じ、ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応と呼ばれている。





地球上にホタルが現れる1億年より以前（ホタル出現以前）は、その祖先は赤色に弱く発光していたが、最初のホタル（ホタル科）が現れた時は深い緑色（AncLamp）に強く発光するように進化が起こった。その後（ホタル出現以降）、緑色～黄緑色～黄色～橙色のいろいろな発光色のホタルが進化した。



参考画像：ミャンマーから発見された約1億年前のホタルの琥珀化石  
 尾端に発光器があるのがわかるが、当然ながらその発光の色は化石には残っていない  
 （画像提供：モスクワ昆虫センター・カザンチェフ博士）

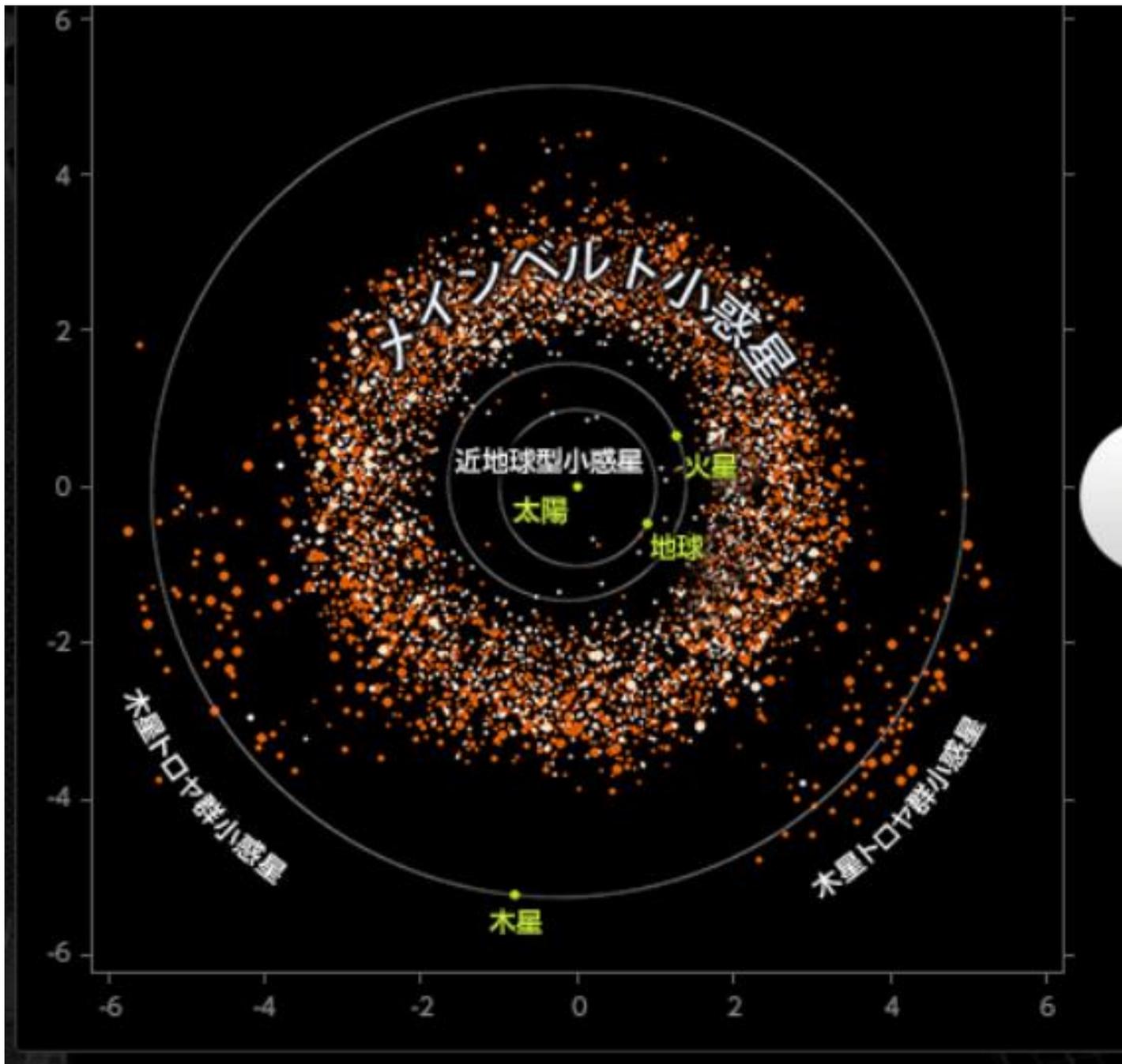


はやぶさ 2号

小惑星の土を持ち帰る快挙

# はやぶさ 2号の目的

- 太陽系の起源を探ること
  - 地球などの惑星は、ガスと塵の円盤「原始太陽系円盤」の中で作られた。
  - 惑星形成の過程で、熱によりドロドロに溶けたため、元の物質がなんであったかがわからない
  - 小惑星は惑星にまでなっていないので、熱の影響を受けていない。つまり、太陽系誕生当時や形成途中の物質の情報を持っている天体である。
- 地球は表面の7割が水。
  - 水はどこから来たのか？
  - 生命を誕生させた材料はどこから来たの？
    - 隕石の中には水や有機物を含むものがある。
    - 水や生命の材料を小惑星が運んできたのかもしれない



# 小惑星衝突の懸念

- 6600年前の恐竜絶滅は、惑星の衝突による
- ロシアに落下した直径20mの小惑星でも1000人以上が負傷した
- 直径10kmもの小惑星が衝突したら、人類は大きなダメージを受ける
- 未然防止のためには、小惑星を発見し、監視しなければならない。
- 現在発見されている小惑星や彗星の数は数十万個にもおよぶ
- 小惑星が金属でできていれば、有力な資源にもなる。

# 資源利用には、重力の小さい天体が有利

- また、地球に接近する軌道を持つ小天体は、月に続く近未来の有人探査のターゲットとして近年大きな注目を集めています。
- さらに遠い将来、人類が深宇宙空間に進出した暁には、月や火星のような重力の大きな天体ではなく、重力の小さな小天体の資源を利用するほうが効率的だと考えられます。
- このような利用方法を探る上でも、小惑星探査は重要なのです。

# はやぶさ 2号

- 「はやぶさ2」は、基本的には「はやぶさ」で行ったサンプルリターン方式を踏襲
- ただし、より確実にミッションを行えるよう、信頼性を高める様々な改良が加えられていた。
- またその一方で、小惑星表面に人工的なクレーターを作り、地下のサンプルを持ち帰るといった、新しい技術も完全に成功した。
- 太陽系天体探査技術を向上させることも、「はやぶさ2」の重要な目的です。

# はやぶさ 2号の概要

質量	約600kg
打ち上げ	2014年12月3日13時22分（H-IIAロケット26号機）
軌道	小惑星往復
小惑星到着	2018年
地球帰還	2020年
小惑星滞在期間	約18ヶ月
探査対象天体	探査対象天体 地球接近小惑星 Ryugu (仮符号 1999 JU3)
主要搭載機器	サンプリング機構、地球帰還カプセル、光学カメラ、レーザー測距計、科学観測機器（近赤外、中間赤外）、衝突装置、小型ローバ

打ち上げ 2014年12月3日 13時22分04秒

年	月日	事項	状況
2018	1月10日	第3期イオンエンジン運転開始	済み
	6月5日	イオンエンジン運転終了	計画
	6月5日	小惑星接近誘導開始（距離2500km）	計画
	6月21日～7月5日	小惑星到着（高度20km）	予定
	7月末	中高度観測1（高度5km）	予定
	8月	重力計測降下（高度1km）	予定
	9月～10月	タッチダウン運用スロット1	予定
	9月～10月	ローバ投下運用スロット1	予定
	11月～12月	合運用（通信不可の期間）	予定
2019	1月	中高度観測2（高度5km）	予定
	2月	タッチダウン運用スロット2	予定
	3月～4月	クレーター生成運用	予定
	4月～5月	タッチダウン運用スロット3	予定
	7月	ローバ投下運用スロット2	予定
	8月～11月	小惑星近傍滞在	予定
	11月～12月	小惑星出発	予定

実績

小惑星到着	2018年6月27日
MINERVA-II 1分離	2018年9月21日
MASCOT分離	2018年10月3日
第1回タッチダウン	2019年2月22日
衝突装置分離	2019年4月5日
第2回タッチダウン	2019年7月11日
MINERVA-II 2分離	2019年10月3日
小惑星出発	2019年11月13日
地球帰還	2020年12月6日（カプセル着地）

このスケジュールは、リュウグウ到着後様々な要因で変更される可能性がある。  
状況が「済み」以外は、確定しているわけではないことに注意。

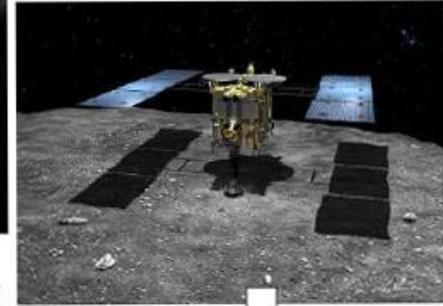
# はやぶさ2号のミッション

打上げ  
2014年12月3日



小惑星到着  
2018年6-7月

▲  
地球スイングバイ  
2015年12月3日



リモートセンシング観測によって、小惑星を調べる。その後、小型ローバや小型着陸機を切り離す。さらに表面からサンプルを取得する。

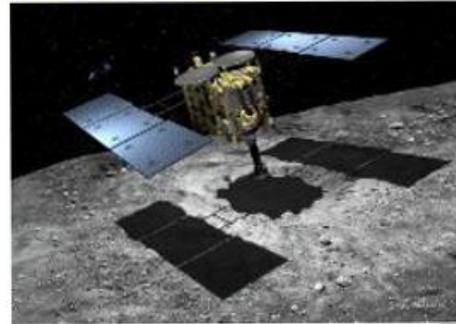
地球帰還  
2020年末ごろ



サンプル分析

(イラスト 池下章裕氏)

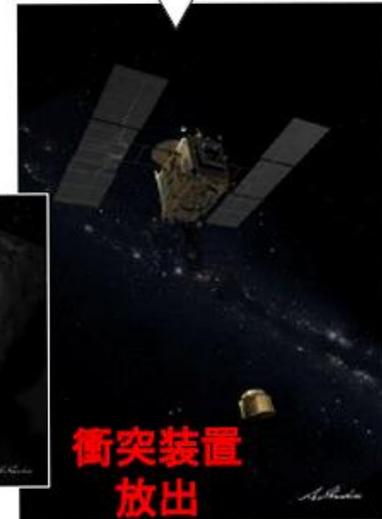
小惑星出発  
2019年11-12月



安全を確認後、クレーターにタッチダウンを行い、地下物質を採取する。

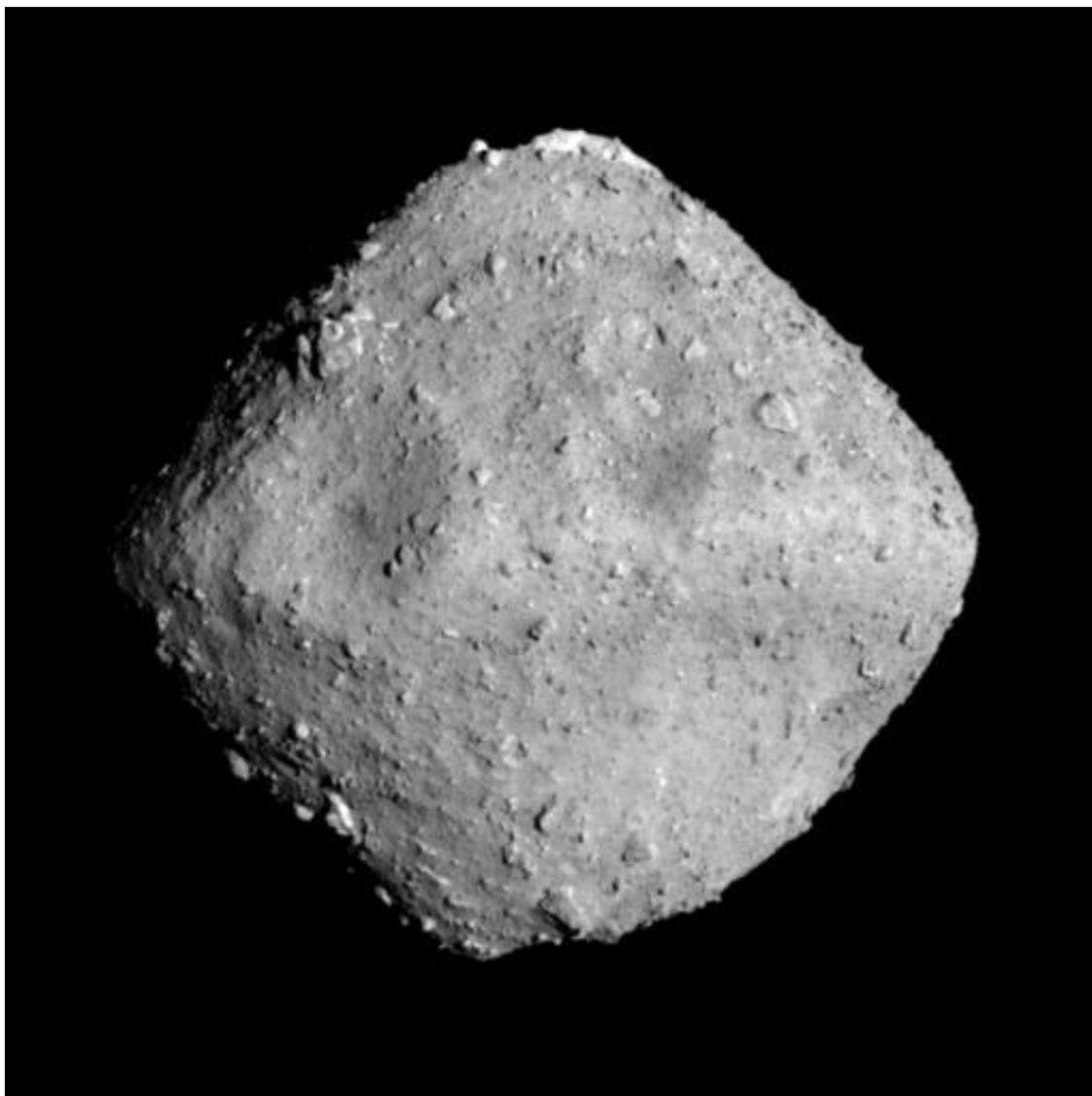


人工クレーターの生成



衝突装置放出

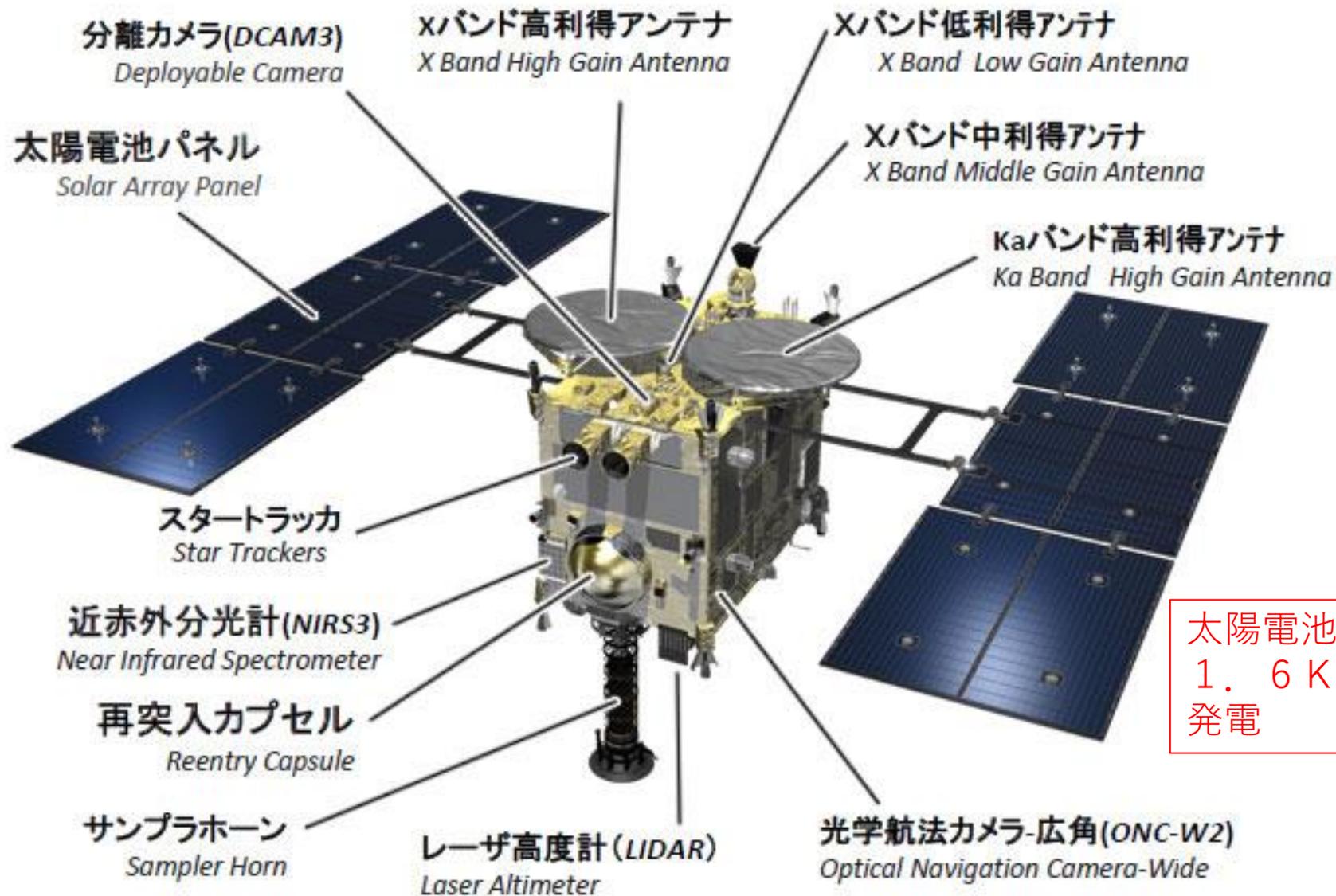
衝突装置によって、小惑星表面に人工的なクレーターを作る。



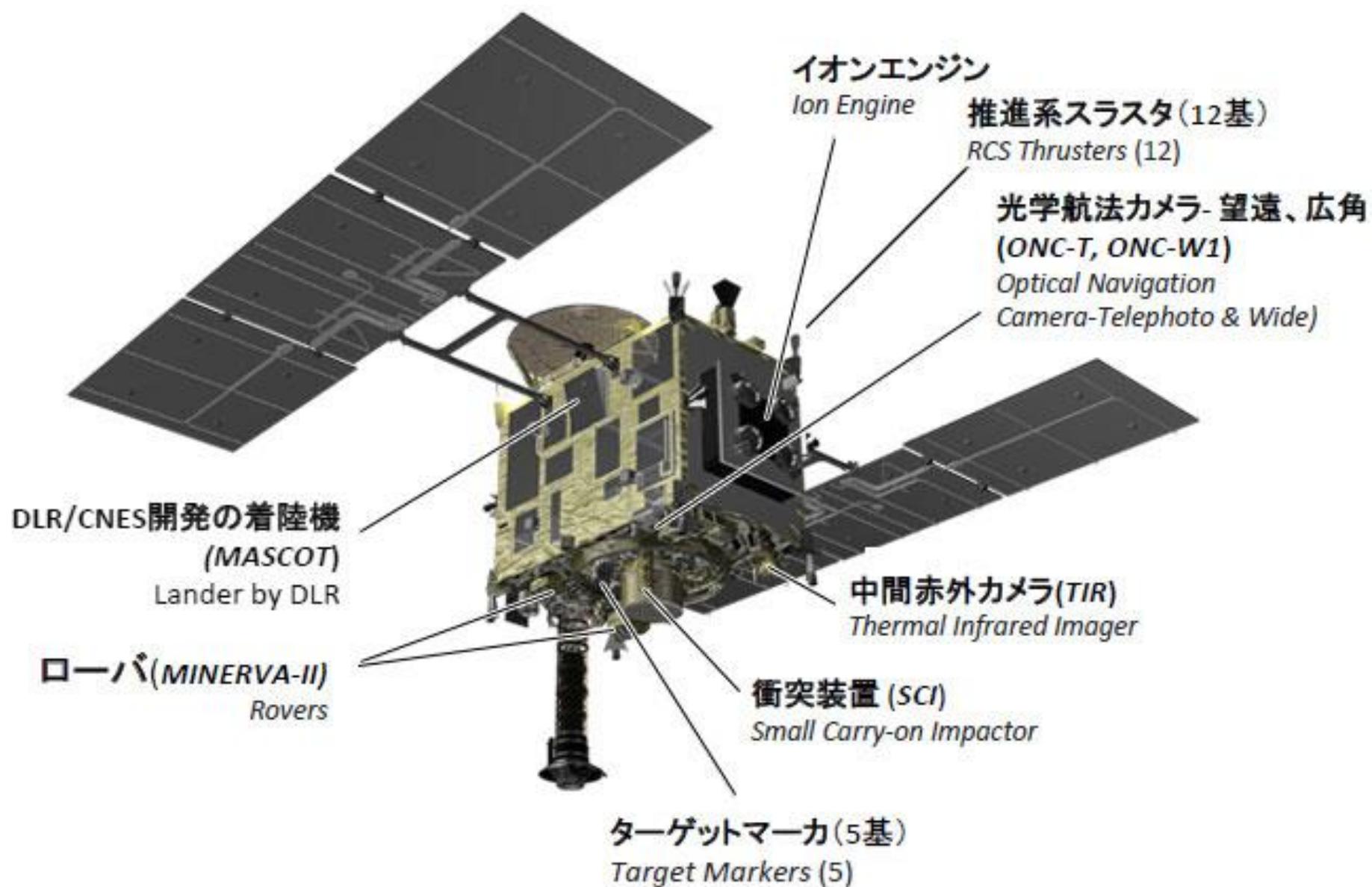
2018年6月26日、12:50（日本時間）頃の撮影。

画像クレジット※：JAXA, 東京大, 高知大, 立教大, 名古屋大, 千葉工大, 明治大, 会津大, 産総研

平面アンテナは、重さを1/4にした



太陽電池は、  
1.6 KWを  
発電



# はやぶさ 2号の実際の大きさ



<https://www.youtube.com/watch?v=KHir75B1Wo4&feature=youtu.be>



# 電気推進系(イオンエンジン)



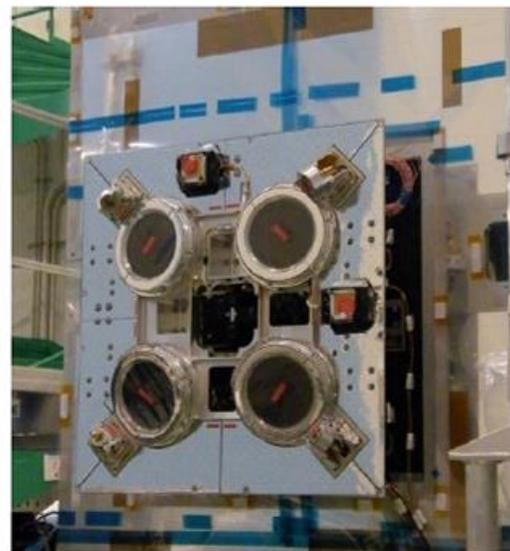
- 名称:  $\mu 10$
- キセノン※をプラズマ(イオン)にし、電圧をかけて加速して噴射する。
- イオンの生成には、マイクロ波放電方式を用いている。
- 4台搭載し、最大で3台の同時運転を行うことで、最大で28mNの推力を発生する。
- キセノンは約60kg搭載し、合計で2km/s程度の加速を行う。
- 地球から小惑星また小惑星から地球へのクルージング時の軌道変更に使われる。

## ※キセノンを使う理由

- 単原子分子であるために2原子以上からなる気体よりも電離電圧が小さい。そのため加えたエネルギーが加速に使われる割合が多くなる。
- 他の物質と反応しにくい。
- 質量(原子量)が大きいので、加速の効率がよい。



フライトモデルの真空チェンバ内での噴射試験の様子



はやぶさ2イオンエンジン

(© JAXA)

# イオンエンジンによる推進



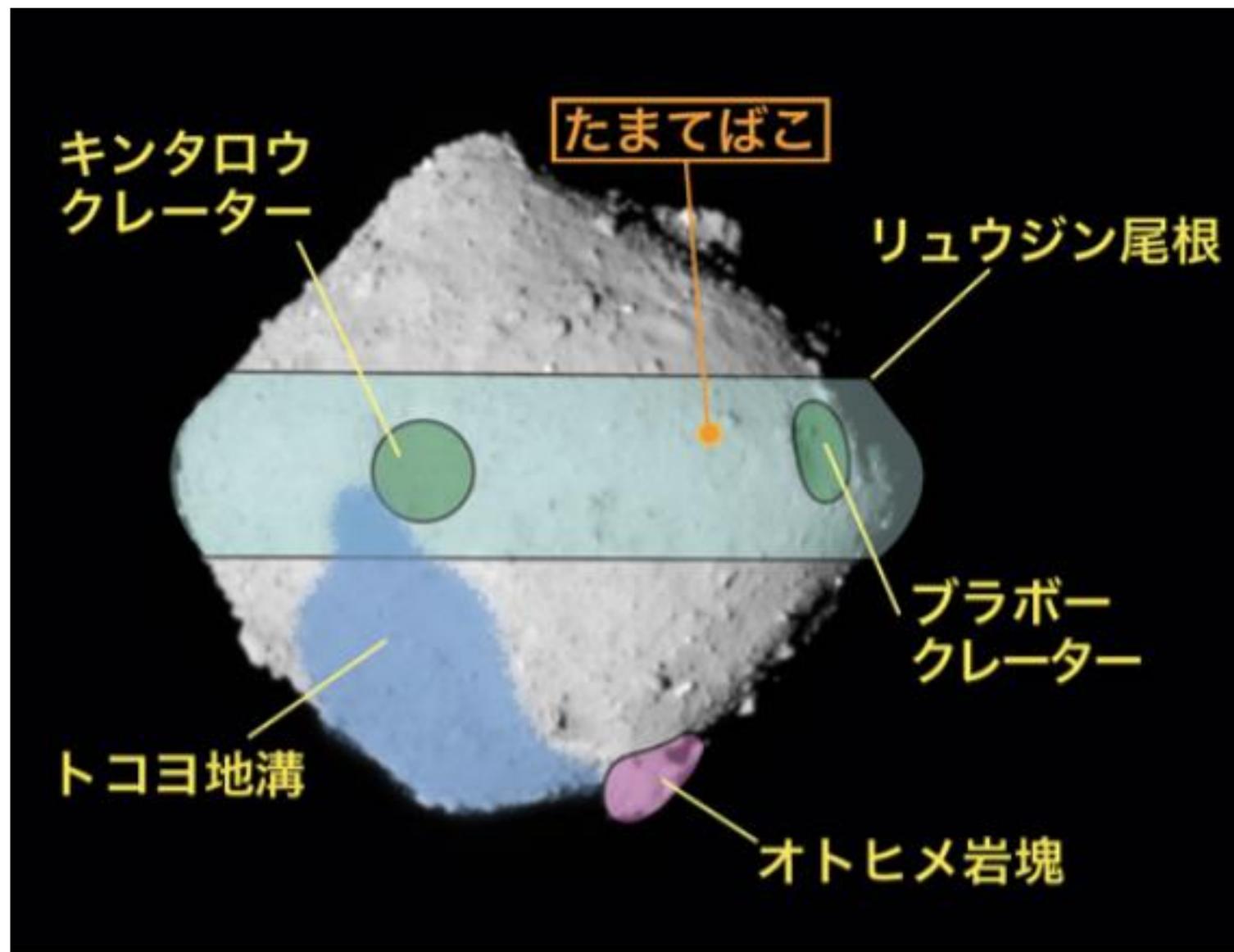
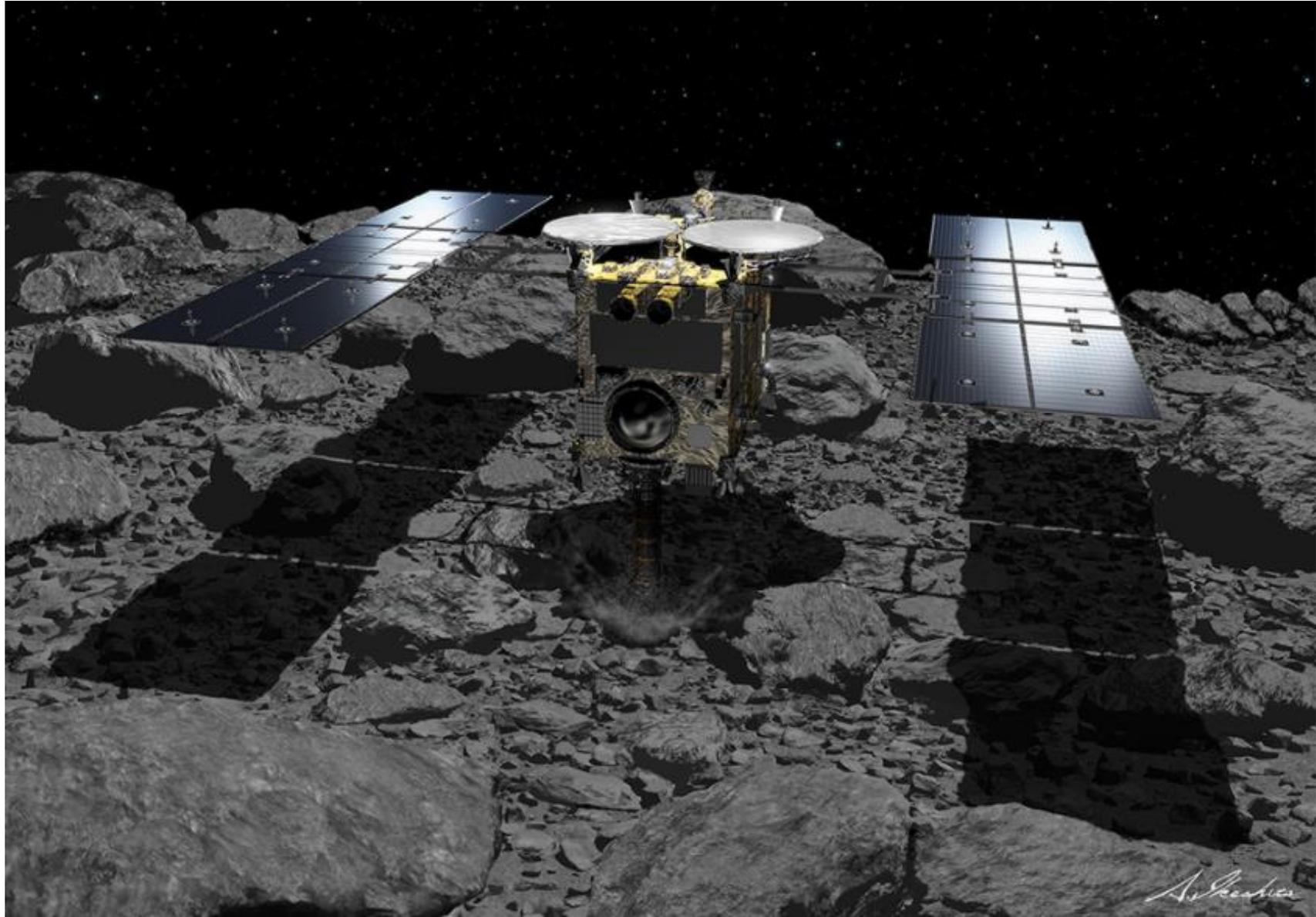


図3 第1回タッチダウン地点（愛称「たまたまばこ」）  
（クレジット：JAXA）

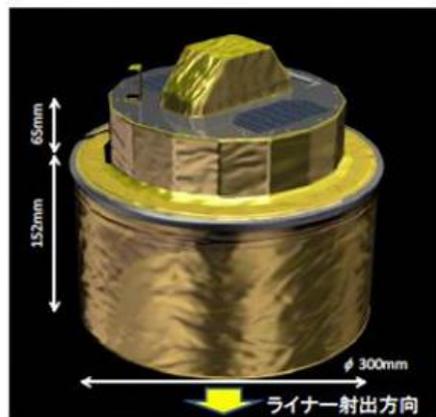


# 地下物質の採取方法

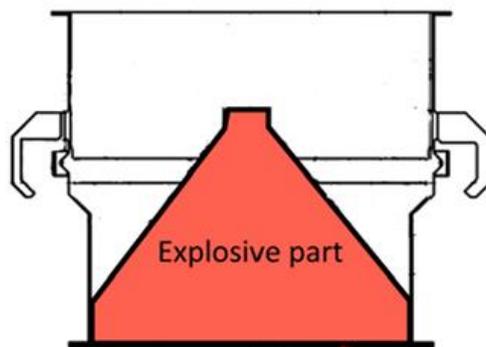
- 「衝突装置」で人工的にクレーターを形成する新たな機能の搭載を検討しています。
- 人工的に作ることができるクレーターは直径が数メートル程度の小さいものと予想されていますが、衝突により露出した表面からサンプルを採取することで、宇宙風化や熱などの影響をあまり受けていない、新鮮な地下物質の調査が出来ると期待されています。



# 衝突装置：構造

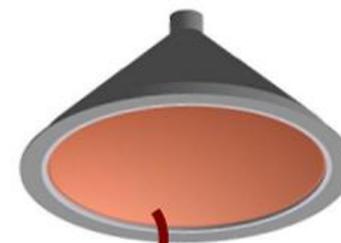


外観



断面図

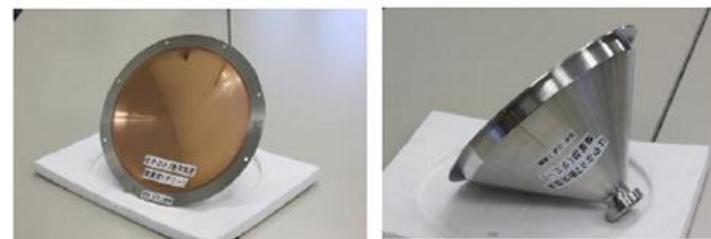
銅板



爆薬部

金属ライナを加速する部分(金属ケースに爆薬が充填されている)

- ◆ 形状: 円錐形(直径265mm)
- ◆ ライナ(衝突体となる部分): 純銅
- ◆ 爆薬: HMX系PBX(Plastic bonded explosive)
- ◆ 質量: 約9.5kg (爆薬: 4.7kg, ライナ: 2.5kg)
- ◆ ライナ厚み: 約5mm



試作品

(© JAXA)



# サンプリング装置 (SMP)



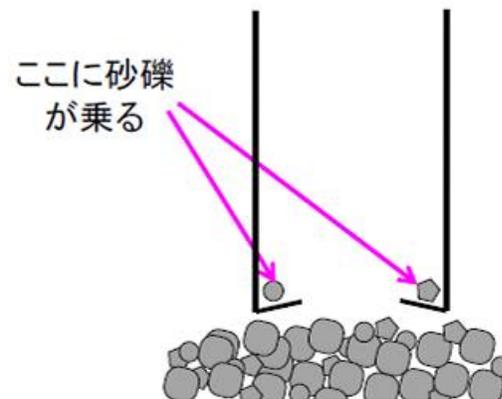
- 小惑星表面から試料を採取する装置
- 基本設計は「はやぶさ」と同じで、筒状のホーン部先端が小惑星表面に触った瞬間にホーン内部で小さな弾丸を撃ち出し、表面から射出した試料がホーン上部に昇っていき格納庫(キャッチャ)に入る仕組み。
- 「はやぶさ2」ではシール性能を上げ、揮発性のガスも密閉して持ち帰れるようメタルシール方式を新たに開発し搭載している。希ガスも採取することができる。
- 試料を格納するキャッチャは「はやぶさ」の2部屋から増やし3部屋に改良。
- 「はやぶさ2」では、さらに、下の図に示すように、ホーンの先端に小さな折り返し部品をつける改良をしている。この折り返しの上に砂礫を引っ掛け(1~5mm程度の砂礫が乗る形状)、探査機が上昇中に急停止をすると砂礫はそのまま上昇を続けキャッチャに入る仕組みである。これは弾丸による試料採取のバックアップとなる。

(© JAXA)

サンプラホーン



ISASニュース写真



## YouTube 上での はやぶさ 2号に関する動画

はやぶさ 2 が、リュウグーに到着のニュース

[はやぶさ2、「リュウグウ」到着 地質など分析へ  
\(18/06/27\) - YouTube](#)

太陽系と生命の起源の謎を探る！ 小惑星探査機「はやぶさ2」

[太陽系と生命の起源の謎を探る！ 小惑星探査機「はやぶさ2」 - YouTube](#)

6月27日午前9時35分に小惑星「リュウグウ」の上空約20kmのホームポジションへ無事到着

[【レポート】小惑星探査機「はやぶさ2」の小惑星リュウグウ到着に関する会見 - アストロアーツ \(astroarts.co.jp\)](#)

カプセル地球に帰還

[探査機「はやぶさ2」のカプセル地球に帰還 現地チームが回収 | はやぶさ2 | NHKニュース](#)

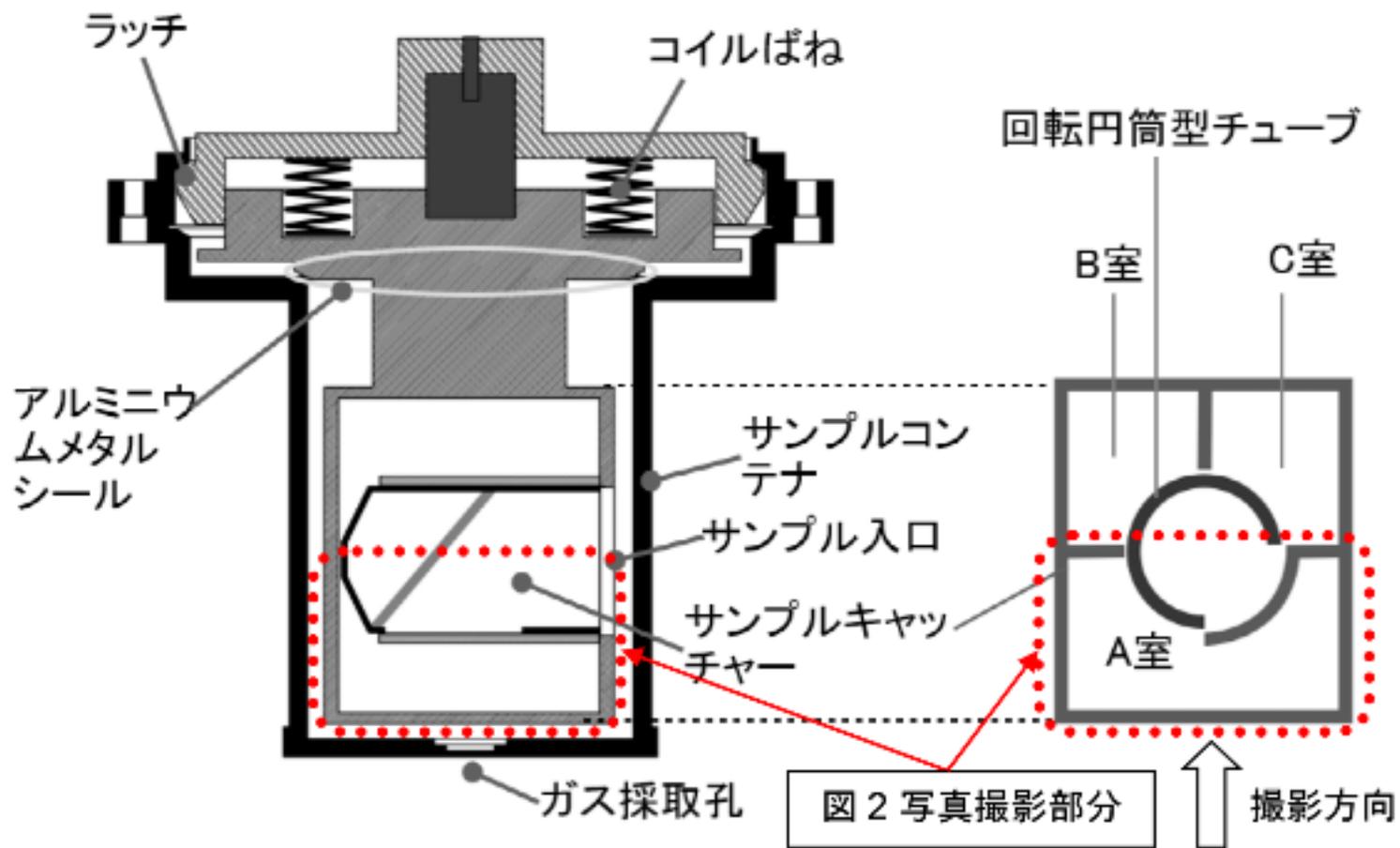


図1 サンプルコンテナの構造 (クレジット: JAXA)

「C型小惑星」は、「炭素質コンドライト」と呼ばれる隕石のふるさどであると予想されています。

「はやぶさ2」が向かうC型小惑星は、有機物(炭素を含む化合物)や水を多く含む天体と考えられています。

炭素と水は、我々人類を含む地球上の生物の最も基本的な要素であり、地球生命の原材料とも言えるでしょう。

「はやぶさ」に続く「はやぶさ2」ミッションでは、このC型小惑星からのサンプルリターンを行います。



クレジット : JAXA



クレジット : JAXA



クレジット : JAXA



クレジット : JAXA

# 地球圏外から気体状態の物質のサンプルリターンは世界で初めて

- 2020年12月7日に豪州ウーメラ現地本部に設置されたQLF（Quick Look Facility）でコンテナ内から採取されたガスの質量分析を行った結果、地球の大気成分とは異なることが分かった。
- コンテナの状態は、アルミニウムメタルシールによる封止が設計どおり行われており、地球大気の混入がミッションでの許容レベルより十分低く抑えられたこと。
- サンプルコンテナ内では、豪州でガスを回収した後も同じ成分のガスが発生していることが相模原キャンパスで確認できたことから、採取されたガスはサンプルの脱ガスに起因するものと考えられること。
- 引き続き、コンテナの開封作業を行うとともに、採取したガスについての分子組成や同位体組成の詳細な分析を初期分析チームにて行います。

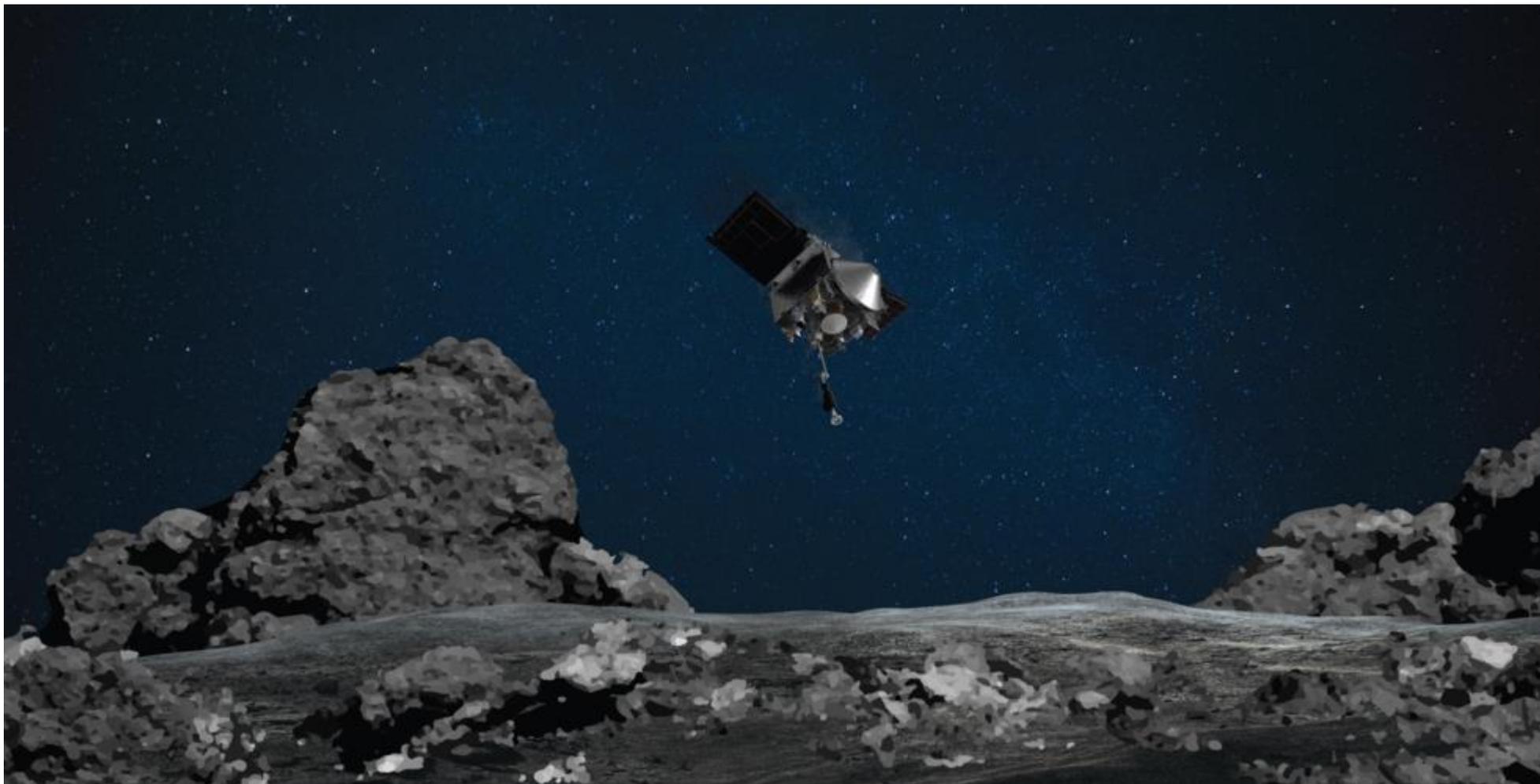


2020年12月6日に豪州ウーメラにて回収された「はやぶさ2」再突入カプセルは12月8日にJAXA相模原キャンパスに搬入され、以降、再突入カプセル内のサンプルコンテナの開封作業を行っています。

12月15日11時00分にサンプルコンテナ内サンプルキャッチャーA室を開封し、第1回タッチダウン時（2019年2月22日）に採取・格納されたと考えられる小惑星Ryuguサンプルを確認しました。

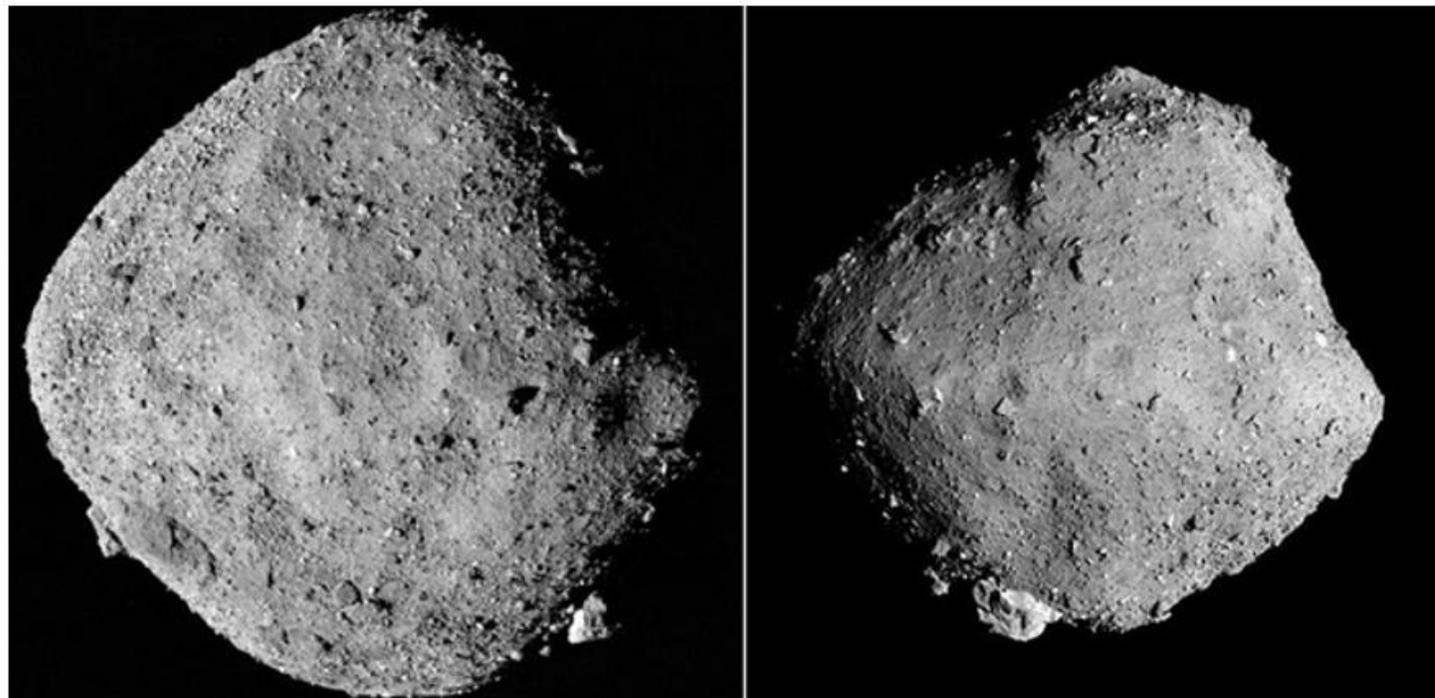
米国版のはやぶさ

NASAのオシリス・レックス宇宙船が小惑星に触れる



ベンヌとして知られるこのよく保存された古代の小惑星は、現在地球から2億マイル(3億2100万キロメートル)以上です。

ベンヌは直径約500メートルで、はやぶさ2が探査した「りゅうぐう」と同様、地球に接近する軌道を持つ炭素質の星。そろばんの玉のような形をし、有機物や水を含むなどの特徴もりゅうぐうと似ているとされる。試料を持ち帰って詳しく分析すれば、太陽系形成や生命の起源の謎を解く手がかりが得られると期待されている。



左が小惑星ベンヌ(NASA、米アリゾナ大学提供)、右がりゅうぐう(JAXA、東京大学など提供)。形や

新型コロナウイルス用ワクチン  
異例の早さで開発

[新型コロナ: DNA・mRNA・ベクター... 多様なワクチンの違いは?: 日本経済新聞 \(nikkei.com\)](#)



新型コロナウイルスに対するさまざまなワクチンの開発が進んでいる（写真は7月、英オックスフォード大学）  
=AP

特集 [新型コロナウイルスの現実各国で開発競争激化！](#)  
[「ワクチン」の可能性 | ヘルシスト \(healthist.net\)](#)

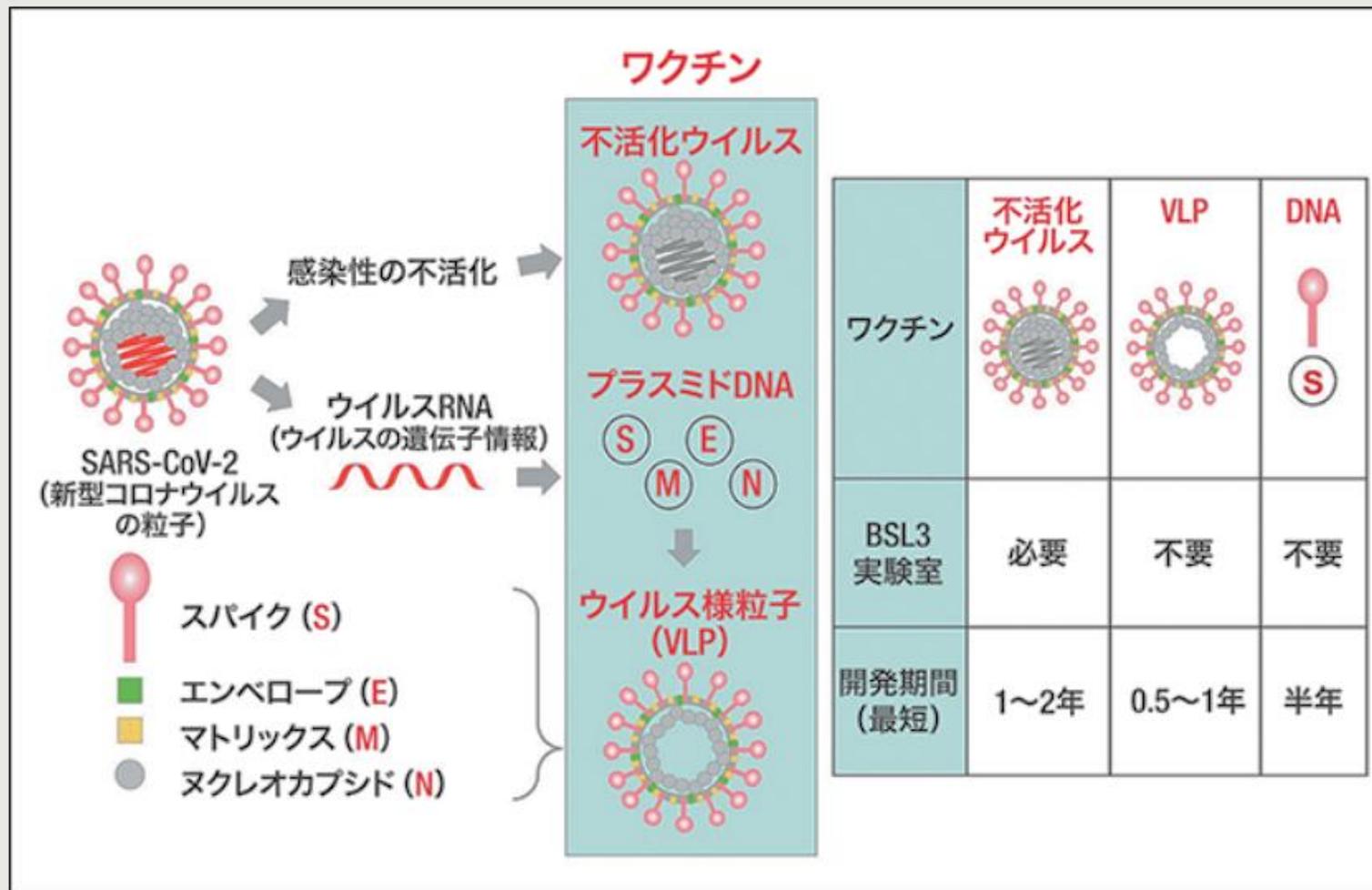


図1 新型コロナウイルスのワクチン開発

大阪大学と大阪大学微生物病研究所、大学発ベンチャー企業などが、主に3種類のワクチンを最短の期間で開発するために奮闘している。感染性のない、VLPワクチンやDNAワクチンの早期開発に期待が高まっている。(図版提供:松浦善治)

# VLP ワクチンは、昆虫に作らせる

- ウイルスは遺伝子とそれを取り囲む殻から構成されており、新型コロナウイルスの殻の上を、『スパイク』を含めて3つのタンパク質が被っています。
- 遺伝子組み換え技術を使って、**昆虫にしか感染しないバキュロウイルスに新型コロナウイルスの3つのタンパク質の遺伝情報を組み込みます。**
- **この遺伝子組み換えバキュロウイルスを、蛾の幼虫の細胞に感染させると、細胞内では見た目は新型コロナウイルスそっくりなVLPが産生されます。**
- このようなVLPは、ウイルス粒子としての特徴はありますが、感染力はありません。この新型コロナウイルスそっくりな粒子をもとにして開発するのがVLPワクチンです。
- VLPが体内に入ると、免疫機能が発動されて、抗体がつくられるという仕組みです。
- 実用化までの開発期間も、不活化ワクチンに比べて、かなり短縮できると思われます。

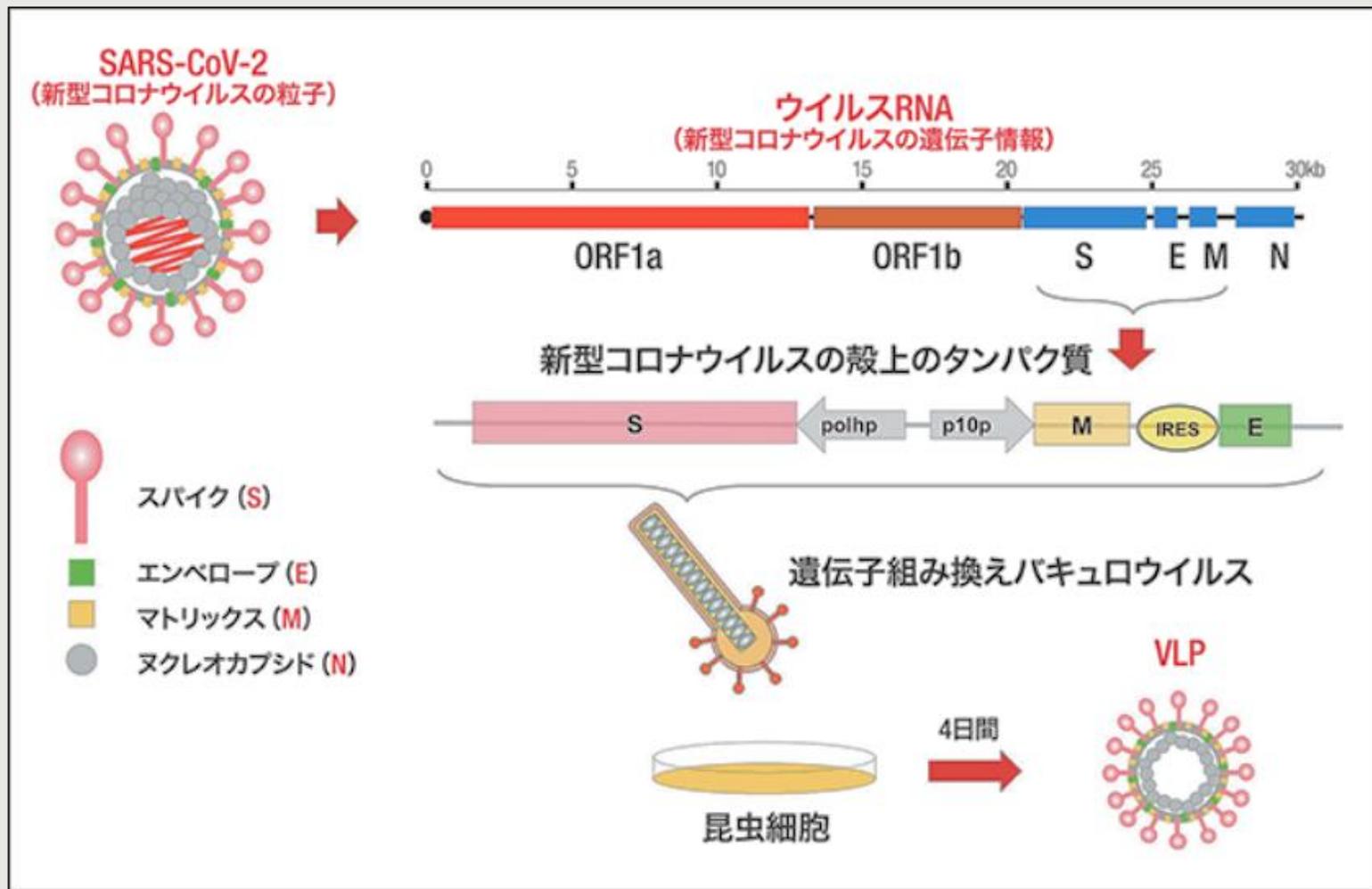
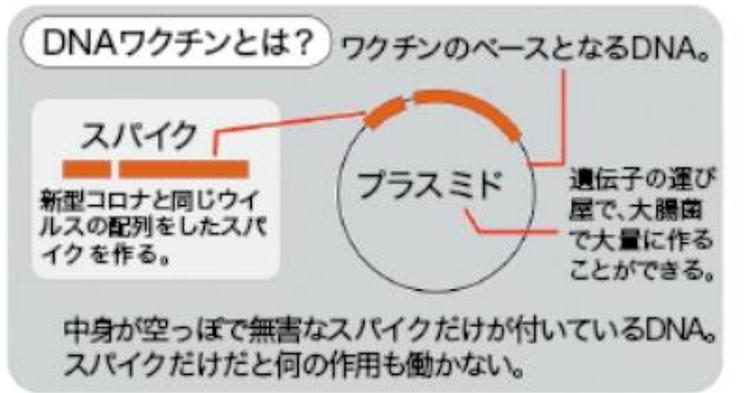


図2 新型コロナウイルスの VLP

VLPは、新型コロナウイルスの殻だけを使った遺伝子組み換え技術で、昆虫だけに感染するバキュロウイルスを用いることで産生できる。精製してワクチンにするが、病原性も感染性もない。有効性の実験が続く。(図版提供:松浦善治)

VLPは新型コロナウイルスの殻だけを使った遺伝子組み換え技術で、昆虫だけに感染するバキュロウイルスを用いることで産生できる。生成してワクチンにするが病原性も神瀬遠征もない。

ウイルスの遺伝子情報のみを使うDNAワクチン。体内の細胞に感染する手がかりとなるスパイク(S)タンパクの情報、遺伝子を発現させるプラスミドDNAという環状のベクターに入れ、筋肉内に注射。体内ではスパイクタンパクだけができ、それに対抗する抗体ができる。開発期間が短いのが特徴だ。  
(図版提供：森下竜一)



ワクチンの仕組み:スパイクだけを体内に発現させ抗体を作るためのもの

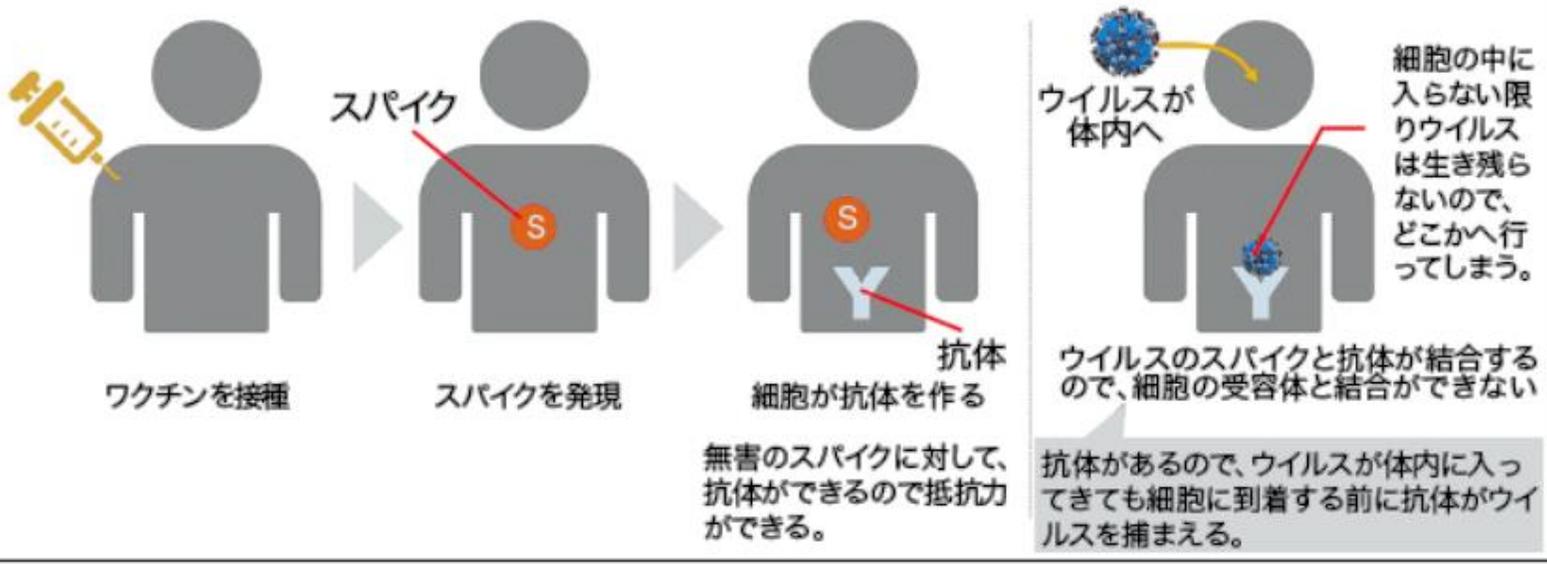


図3 DNAワクチンの仕組み

# DNAワクチン

新型コロナウイルスのスパイクタンパクの遺伝子情報のみを使うので、病原性はまったくなく、安全性は非常に高い。

**DNAワクチンでは、もとになるプラスミドDNAを大腸菌の中に入れて、大腸菌ごと増やします。その増えた大腸菌をすり潰して、DNAワクチンのもとになるプラスミドDNAを取り出してつくるのです。**

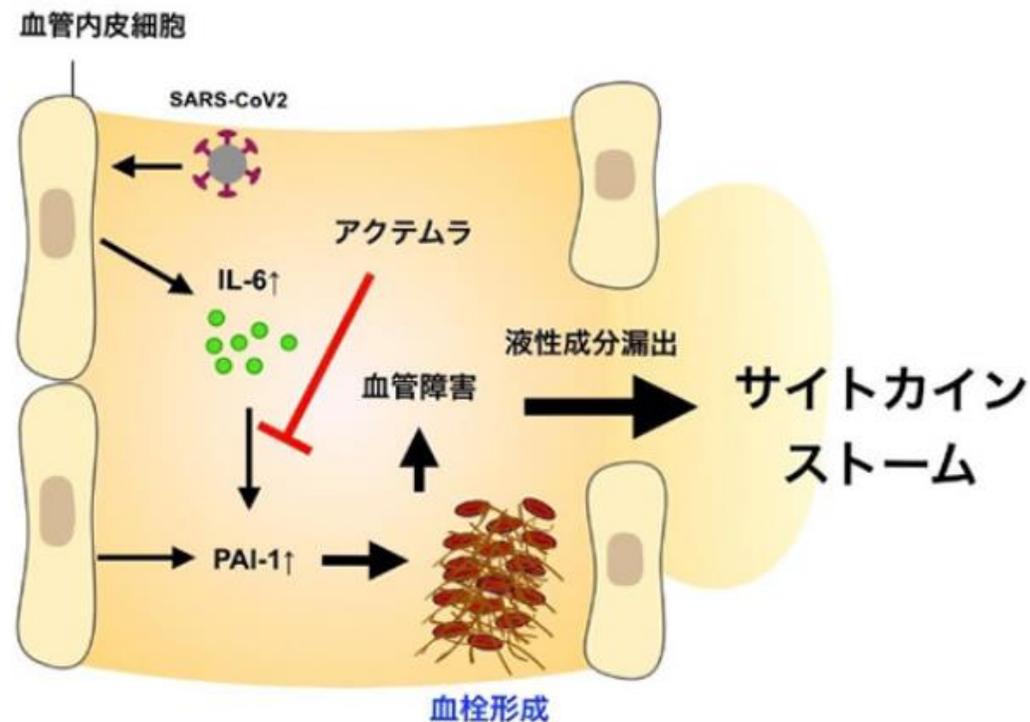
短期間で大量生産ができるので、新型コロナウイルスのようなパンデミックなケースには向いている。

新型コロナウイルスも変異が生じていますが、遺伝子情報が手に入れば、すぐに対応できることも、大きなメリットです。

## 新型コロナ患者で起きる免疫暴走の引き金物質を発見 阪大グループ

研究論文は22日に米科学アカデミー紀要に掲載された。COVID-19の患者では生理活性物質サイトカインの一つ「インターロイキン6」(IL-6)が血中に増加し、このIL-6が血管からPAI-1を放出。血栓が形成されてサイトカインストームに至り、重症化する仕組みを解明したという。

[新型コロナが時に引き起こす恐怖の「サイトカイン・ストーム」とは？このウイルスは分からぬことが多過ぎる \(fnn.jp\)](#)



新型コロナウイルスの感染により、血中のIL-6がPAI-1を介して血栓形成を促進し、サイトカインストームの引き金になることを示す概念図。抗体医薬品「アクテムラ」がIL-6の働きをブロックする（大阪大学提供）

ノーベル医学生理学賞

C型肝炎の抗ウイルス薬の開発

# 肝炎について

- 肝臓の炎症、つまり肝炎は、アルコール中毒やさまざまな毒素・自己免疫疾患でも起こりますが、最も重要な原因はウイルスです。
- 1940年代には、感染による肝炎として二つのタイプがわかっていた。
- 一つ目はA型肝炎で、これは汚染された水や、食物で感染し急性の肝炎を引き起こす。しかし、長期的な影響はない。
- 二つ目のB型肝炎は、慢性肝炎を引き起こし、肝硬変や肝臓がんになるす可能性がある。
- 実際、血液による肝炎は、死亡率とも深い関連があり、今日でも世界中で年間数百万人の方が亡くなっている。
- 感染症のコントロールには、感染の原因となる物質を特定することが大切。
- 1960年代、バルーク・サフランパークは、血液を介する肝炎の一部の原因であるB型肝炎ウイルスを発見し、これが診断法や有効なワクチンの開発につながった。

# C型肝炎ウイルスの発見

- 2020年のノーベル生理学医学賞は、肝硬変や肝がんといった世界中で問題となっている病気を引き起こすウイルスであるC型肝炎ウイルスの発見に多大な貢献をした3人の科学者に贈られた。
- 肝炎を引き起こすウイルスとしてA型肝炎ウイルスとB型肝炎ウイルスが分かっていたが、血液を介してうつる肝炎の大部分は原因不明だった。
- C型肝炎ウイルスの発見により、慢性肝炎の原因が分かり、例えばそのウイルスを標的とした治療法の開発や、例えば輸血等の前にC型肝炎ウイルスがないか検査をすることで感染を防ぐことができ、たくさんの方の命が救われた。

# C型肝炎の発見

- A型、および B型肝炎のウィルスは検査で見つけることができるようになった後、これらウィルスがない人の血液を輸血しても慢性肝炎を起こす人がまだ多かった。
- 慢性肝炎の患者の血液で、チンパンジーも慢性肝炎に感染する。
- 製薬会社カイロン社にいたマイケル・ホートンは、ウィルスの遺伝子配列を単離するというプロジェクトを開始した。ホートンらは、感染したチンパンジーの血液中に含まれる核酸を集めればそこに未知のウィルスに由来する遺伝子情報があるだろうと考えた。
- これらを発現ベクターに入れ、タンパクをつくります。同時に、肝炎患者から採取した血液中にはすでに未知のウィルスに対する抗体があるだろうと仮定して、患者さんの血清を使って、チンパンジーの血液由来の発現ライブラリーのスクリーニングを行った。

- 包括的な検索の結果**1**つの陽性クローンが見つかり、このクローンはフラビウイルス科に属する新規の**RNA**ウイルスに由来することが分かった。このようにして**C**型肝炎ウイルスが見つかった。
- **C**型肝炎ウイルスは発見されたが、このウイルスがどのように自己複製して肝炎を引き起こすのかということまでは分からなかった。
- ワシントン大学のチャールズ・M・ライス研究員は、**C**型肝炎ウイルスのゲノムの末端に、これまでには明らかにされていない領域があるを発見し、そこが、ウイルスの複製に重要な役割があると考えた。
- 遺伝子操作により **C**型肝炎ウイルスの**RNA**変異体をつくり、これをチンパンジーの肝臓に注入すると、慢性肝炎を引き起こすことを見つけました。

ノーベル化学賞

ゲノム編集技術

## 2020年のノーベル化学賞は、 「ゲノム編集」の新たな手法の開発

- 「ゲノム編集」は、生物の遺伝情報を自在に書き換えることができる新たな手法で、欧米の2人の女性研究者が選ばれた。
- 2人が開発した手法は、すでに農作物の品種改良などのほか、がんの新しい治療法の開発や新型コロナウイルスの研究に用いられている。
- 一方で、今回の発表の中で、スウェーデンの王立科学アカデミーは、この技術は人類に大きな恩恵をもたらさしうるものの、胎児の遺伝情報の書き換えにも用いることができることから、「人類は新たな倫理的な課題に直面することになる」と指摘している。

## 受賞者

エマニュエル・シャルパンティエ所長（左側の人）  
（ドイツ、マックス・プランク感染生物学研究所）  
ジェニファー・A・ダウドナ教授（右側の人）  
（アメリカ、カリフォルニア大学バークレー校）



シャルパンティエ所長は「私たちに続いて科学の道を歩もうとする若い女性たちにとって、今回の受賞が前向きなメッセージになることを願っています」と話していた。

## 授賞理由

- 2人は「細菌」の免疫の仕組みを利用して、ゲノムと呼ばれる生物の遺伝情報の、狙った部分を極めて正確に切断したり、切断したところに別の遺伝情報を組み入れたりすることができる、「CRISPR-Cas9」（クリスパー・キャスナイン）と呼ばれる「ゲノム編集」の画期的な手法を開発したことが評価された。
- 「CRISPR-Cas9」はそれまであった「ゲノム編集」の方法に比べて簡単で効率がよく、より自在に遺伝情報を書き換えることができることから、すでに作物の品種改良などのほか、がんの新しい治療法の開発や新型コロナウイルスの研究に用いられている。

# 遺伝子を自由に書き換える

## クリスパーカス9によるゲノム編集のイメージ

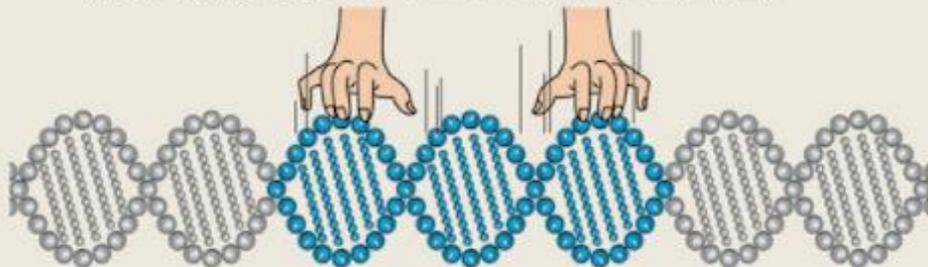
- ① ガイド役 (RNA) がはさみ (カス9酵素) を DNA内の標的遺伝子に誘導



- ② はさみが標的遺伝子を切断し、その遺伝子固有の機能を停止させる (ノックアウト)



- ③ 切断した箇所に新しい遺伝子を挿入することもできる (ノックイン)



PIXTA

# 早・安・楽で世界を席卷

## ゲノム編集ツールの変遷

	ツール名	発明年	コストと必要日数
第1世代	ZFNs	2003	5500 <sup>ドル</sup> / 22日
第2世代	TALENs	2009	360 <sup>ドル</sup> / 10日
第3世代	クリスパーキャス9	2012	30 <sup>ドル</sup> / 5日

\*コストはヌクレアーゼ(DNAを分解する酵素)1対当たり

\*2017年時点。米アーク社の資料を基に日興アセットマネジメント作成

第1世代より  
必要日数は約4分の1、  
コストは約180分の1に

# 遺伝子の「ハサミ」にノーベル化学賞...遺伝性疾患の治療に可能性開く

- シャルパンティエ氏は、扁桃炎や敗血症を引き起こす細菌を研究していた際、免疫システムにある未知の分子が**DNA**を「切断」することを発見した。
- 彼女はこの発見を発表後、ダウドナ氏と共同研究を始め、細菌の遺伝子のハサミを試験管の中に再現し、使いやすい道具にした。
- **DNA鎖**には、細胞に何をすべきかを伝える何万ものコード化された命令が含まれているが、はさみは**DNA**を適切な場所で切断するだけでなく、接合点を修復できることもできる。
- いまや、生化学の研究室などで、作物を干ばつに強くしたり、遺伝子疾患の新しい治療法を開発したりするために使われている。

## ゲノム編集マダイ 効果は?

生後 1年5か月で比較

通常



ゲノム編集



厚み 平均 **1.5倍**



# 遺伝子改変畜産動物の作製

角欠失乳牛の作製

肉牛：角のないものが多い

乳牛：角のあるものが多い→安全のため角を物理的に除去

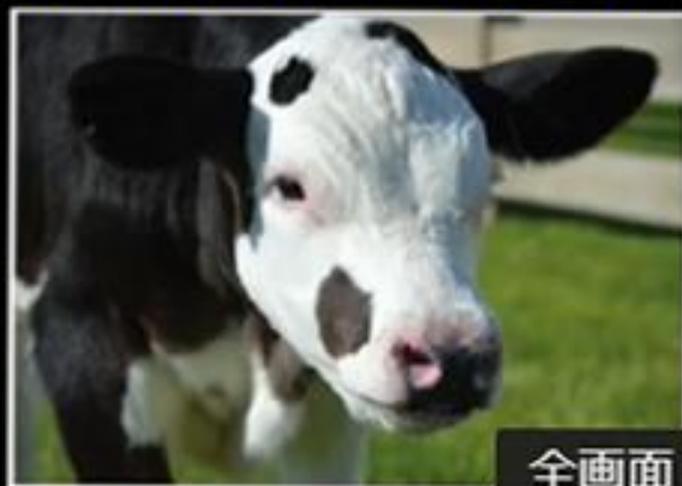
角の有無はPOLLED遺伝子の配列の差 交配すると数十年かかる  
TALENで乳牛のPOLLED遺伝子を肉牛の配列にHDRで改変

本来乳牛には角があるもの多く、  
物理的に除去する

POLLED改変乳牛は角が生えない!!



By David.Monniaux (Wikipediaより)



全画面 (f)

Carlson, Nat Biotechnol 2016

ナニっ?

ゲノム編集 馬場の文相

日本人も支えた「ノーベル化学賞」

## ゲノム編集でできること

### 食品の品種改良



- 害虫に強くなる
- 収穫量アップ



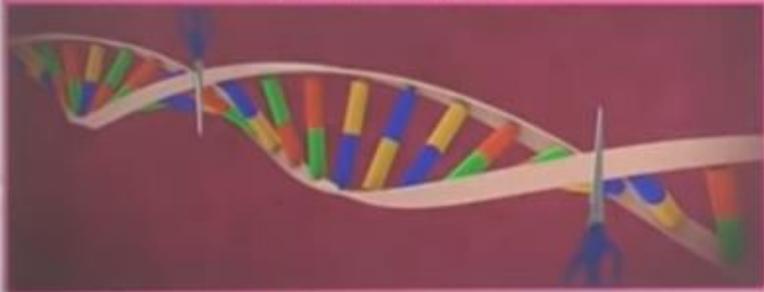
- 腐りにくく日持ちする
- 栄養価や甘み ↑



0  
TEL  
NEWS

## ゲノム編集の課題

### 安全性



狙った場所以外の  
遺伝子を操作する危険性

### 倫理面



遺伝病の治療などでは  
受精卵の遺伝子を操作



10万人の患者の全ゲノム解析

# 10万人の患者の全ゲノム解析がスタート がんや難病の新治療法開発を目指す

- 既に多数の患者のゲノムを集めて解析する研究が盛んに行われている。
- ゲノム医療は、患者の患部の組織を用いて、多数の遺伝子を同時に調べ、遺伝子変異を明らかにすることにより、一人一人の体質や病状に合わせて治療などを行う医療だ。
- 既に東京大学や国立国際医療センター、東北大学などが実施している。
- **これまでは解析の対象が一部のがんや難病に限定され、遺伝子の働きが判明している部分が中心だった。**
- **全ゲノム解析ではこれまで働きが分かっていない遺伝子部分も含めたゲノム全体を解析の対象にするという。**

[10万人の患者の全ゲノム解析がスタート がんや難病の新治療法開発を目指す | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」\(jst.go.jp\)](#)

2021/1/20 (水)  
易しい科学の話

# 2020年の科学技術ニュース

おわり

吉岡 芳夫

この資料は、インターネット上の情報を利用して作成しました。

# 小惑星を探査し、地球を理解する

- 地球などの惑星は、元は小さな天体が集まってできたと考えられています。しかし、惑星が誕生する過程でいったんどろどろに溶けてから固まっているため、惑星をつくった元の物質についての情報は失われています。
- いっぽう、小惑星や彗星はあまり進化していない天体ですから、太陽系が誕生した頃やその後の進化についての情報を持っていると考えられています。
- これらの天体は、「始原天体」とも呼ばれています。このような天体を調べることにより、太陽系がどのように生まれ、どのように進化してきたのか、また私たちのような生命をつくる元になった材料がどのようなものであったのかについて、重要な手がかりが得られる可能性があります。
- そして、このような知識は、太陽系だけでなく、その他の惑星系の誕生や進化を比べる上でも不可欠です。

## 小天体の探査目的（2）

- 小天体の探査目的は、科学だけではありません。小惑星や彗星は、過去に何度も地球に衝突しており、そのたびに当時の地球環境に大小様々な影響を与えてきました。
- 6550万年前の恐竜絶滅の原因とされる天体衝突から、最近ではロシアに落下して被害を与えた隕石もありました。
- 「宇宙からの天災」は今後も発生するであろうと容易に推測されます。こうした天体の地球衝突に備える「プラネタリー・ディフェンス（スペースガード）」活動の一環としても、地球に近づく小天体の探査は重要なテーマです。