https://sorae.info/space/2020news-top10.html

2020 年「宇宙天文ニュース」10 大ニュース ～前半・宇宙開発編～

2020-12-24　松村武宏

2020 年も残すところあと 1 週間ほどになりました。新型コロナウイルス感染症が全世界に広がった今年は宇宙開発や天文学の分野も大きな影響を受けましたが、厳しい状況下でもこれまでの努力が実った瞬間や今後の流れを左右する出来事がありました。そこで sorae では今年お伝えしたニュースのなかから注目すべきニュースを 10 本ピックアップ。今回は前半の「宇宙開発ニュース編」として 5 本をご紹介します！

■小惑星探査機「はやぶさ 2」の地球帰還と再出発

再突入カプセルを放出する「はやぶさ 2」を描いた想像図（Credit: 池下章裕）
再突入カプセルの内部（サンプルキャッチャ A 室）から見つかった、第 1 回タッチダウンで採取された小惑星リュウグウの砂（Credit: JAXA）

2020 年 12 月 6 日、小惑星「リュウグウ」でサンプル採取を行った宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ 2」が地球に帰還しました。サンプルが詰め込まれた再突入カプセルを分離した「はやぶさ 2」は地球を離脱し、拡張ミッションの目標である別の小惑星に向かって再出発しています。

「はやぶさ 2」は 2018 年 6 月にリュウグウへ到着し、2019 年 2 月 22 日に 1 回目のタッチダウン（サンプル採取）を、同年 7 月 11 日に 2 回目のタッチダウンを実施。同年 11 月 13 日にリュウグウを出発して地球への帰路につきました。12 月 6 日に地球へ接近した「はやぶさ 2」本体から切り離されたカプセルは大気圏に突入し、予定通りオーストラリアのウーメラ立入制限区域に降下。待機していた JAXA のスタッフによって無事回収されています。回収されたカプセルには目標の 0.1g を 50 倍以上も上回る約 5.4g の砂だけでなく、リュウグウに由来するガスが入っていたことも確認されました。地球外の天体に由来するガスのサンプルが得られたのは人類史上初めてのことです。今後はリュウグウで採取・密閉保管された新鮮なサンプルをもとに、太陽系初期の様子や地球の水、そして生命の起源にも迫る研究が進められることになります。

また、「はやぶさ 2」本体は直径約 30m と推定される小さな小惑星「1998 KY26」への 2031 年 7 月到着を目指す拡張ミッションに向けて飛行を続けています。このサイズの小惑星は 100 年～200 年に 1 度のペースで地球に落下するとされており、「はやぶさ 2」の拡張ミッションは天体衝突に対する取り組み「プラネタリー・ディフェンス（惑星防衛）」の観点からも注目されています。

■スペース X の新型有人宇宙船「クルードラゴン」の本格運用始まる

「クルードラゴン」運用初号機を乗せて打ち上げられたファルコン 9 ロケット（Credit: NASA/Tony Gray and Kevin O'Connell）　国際宇宙ステーションで笑顔を見せる野口聡一宇宙飛行士（Credit: NASA）

2020 年 11 月 16 日、JAXA の野口聡一宇宙飛行士ら 4 名を乗せたスペース X の有人宇宙船「クルードラゴン」運用初号機による運用ミッション「クルー1（Crew-1）」の打ち上げが行われました。クルードラゴンは翌 17 日に国際宇宙ステーション（ISS）へ到着し、4 名は長期滞在クルーとして現在 ISS に滞在しています。

アメリカ航空宇宙局（NASA）のコマーシャルクループログラム（商業乗員輸送計画）のもとで開発されたクル

ードラゴンは、今年から本格運用が始まったばかりの新しい宇宙船です。開発が大詰めを迎えた 2019 年 3 月には無人飛行試験ミッション「デモ 1（Demo-1）」、2020 年 5 月には 2 名の宇宙飛行士を乗せた有人飛行試験ミッション「デモ 2（Demo-2）」の打ち上げが実施されており、いずれも ISS へのドッキングと大西洋への着水に成功しています。

クルー1 は一連の飛行試験に続く最初の本格的なクルードラゴンの運用ミッションです。ISS の滞在人数は緊急時の脱出手段も兼ねる有人宇宙船の搭乗人数に左右されますが、ISS に 4 名を運ぶことができるクルードラゴンの実用化により、ロシアの有人宇宙船「ソユーズ」で地上と ISS を往復する 3 名と合わせて ISS の 7 名体制が始まっています。従来の 6 名から 1 名が増加したことで、ISS での科学実験を 2 倍に増やせるといいます。

2011 年に退役したスペースシャトル以来 9 年ぶりにアメリカが運用する有人宇宙船となったクルードラゴンは、JAXA の星出彰彦宇宙飛行士が参加する「クルー2」（Crew-2、2021 年春）と、4 名参加する宇宙飛行士のうち 3 名が決まった「クルー3」（Crew-3、2021 年秋）の打ち上げ予定がすでに発表されています。また、スペース・アドベンチャーズによるクルードラゴンを利用した宇宙旅行サービスも 2021 年以降に提供される予定です。

■米・中・UAE の火星探査機・ローバーが相次いで打ち上げられる

地球と火星が接近するタイミングから火星探査機の打ち上げ好機となった 2020 年夏は、火星探査機やローバー（探査車）が相次いで地球を旅立ちました。

UAE の火星探査機「HOPE（アル・アマル）」を描いた想像図（Credit: UAE Space Agency）
火星探査車「Perseverance」を描いた想像図（Credit: NASA/JPL-Caltech）

まずは 7 月 20 日、アラブ首長国連邦（UAE）の火星探査機「HOPE」（アル・アマル、日本語で「希望」の意）が種子島宇宙センターから H-IIA ロケットに搭載されて打ち上げられました。中東初の火星探査機となった HOPE は火星大気の観測を主な目的としており、火星を 55 時間で 1 周する軌道に投入される計画です。

続いて 7 月 23 日、中国の火星探査機「天問 1 号」を乗せた長征 5 号ロケットが中昌文昌衛星発射センターから打ち上げられました。中国初の火星探査機である天問 1 号は周回機・着陸機・探査車から構成されており、火星周回軌道への投入から数か月後にユートピア平原へ着陸機が降り立つとされています。

そして 7 月 30 日、NASA の火星探査車「Perseverance」（パーセベランス、パーサヴィアランス）を乗せたアトラス V ロケットがケープカナベラル空軍基地から打ち上げられました。Perseverance による火星探査ミッション「マーズ 2020」は、古代の火星で誕生していた可能性がある生命の探索が重要な目的。NASA と欧州宇宙機関（ESA）が共同で実施する火星からのサンプルリターンミッションに備え、Perseverance にはサンプルを保管する容器が搭載されています。また、Perseverance は火星大気中での飛行を実証するための小型ヘリコプター「Ingenuity」（インジェニュイティ）も搭載しています。なお、3 か国の探査機はいずれも 2021 年 2 月に火星へ到着する予定です。　　関連　・火星探査車「パーセベランス」打ち上げ成功！　火星には来年 2 月到着

・H-IIA ロケット 42 号機打ち上げ実施。UAE の火星探査機「HOPE」を搭載

・中国、火星探査機「天問 1 号」の打ち上げ実施　2021 年に火星に到着

■日本の宇宙ステーション補給機「こうのとり」運用終了

国際宇宙ステーションに接近する「こうのとり」9 号機と、キャプチャに備えるロボットアーム（Credit: JAXA/NASA）　　月周回有人拠点「ゲートウェイ」に接近する HTV-X（左）を描いた想像図（Credit: JAXA）

2020 年 8 月 20 日、前日に ISS を離脱した宇宙ステーション補給機「こうのとり（HTV）」9 号機が大気圏へ再突入しました。「こうのとり」による補給ミッションは 9 号機が最後だったため、これで「こうのとり」すべての運用が終了したことになります。
2009 年 9 月の技術実証機（初号機）から運用が始まった「こうのとり」は、ISS に最大約 6 トンの物資を運ぶことができる世界最大級の無人補給船です。大型の貨物や実験装置を船内と船外に同時に積み込んで輸送できるのは「こうのとり」が唯一で、1〜2 年の打ち上げ間隔で合計 50 トン以上の物資を ISS に運びました。全 9 回の打ち上げと輸送はすべて成功しています。
「こうのとり」はロシアの補給船「プログレス」やクルードラゴンのように ISS へ直接ドッキングすることはできませんが、ISS に接近したところをロボットアームがキャッチする「ランデブー・キャプチャ方式」が採用されました。これは「こうのとり」初号機で実証された技術で、後にアメリカの補給船「シグナス」や「ドラゴン（旧型）」でも採用されています。
なお、現在 JAXA では「こうのとり」の後継機となる新型宇宙ステーション補給機「HTV-X」の開発を進めています。「HTV-X」は ISS への輸送だけでなく、NASA が建設を計画している月周回有人拠点「ゲートウェイ」への物資輸送や、ISS への補給ミッション後に軌道上で実験などを行う最大 1 年半の延長ミッションを行うことも計画されています。関連　・こうのとり 9 号機、大気圏への再突入完了　JAXA 発表
・「こうのとり」と「きぼう」双方から同時に撮影した映像を JAXA が公開
・JAXA の新型補給船「HTV-X」ウェブサイト刷新＆Twitter アカウント始動

■NASA が月を目指す 18 名の宇宙飛行士「アルテミスチーム」を発表

2020 年 12 月 10 日、NASA は 1972 年 12 月以来途絶えている有人月面探査を再開する「アルテミス計画」で月を目指すことになる 18 名の宇宙飛行士を「アルテミスチーム」として発表しました。
アルテミスチームのメンバーはすべて NASA の宇宙飛行士で、いずれも STEM 分野や医学などの専門知識を有するエキスパートです。宇宙飛行の経験もさまざまで、女性宇宙飛行士の連続宇宙滞在記録（328 日）を今年更新したクリスティーナ・コック（Christina Hammock Koch）宇宙飛行士や、JAXA の星出彰彦宇宙飛行士、金井宣茂宇宙飛行士と一緒に ISS へ滞在したことがあるジョセフ・アカバ（Joseph Acaba）宇宙飛行士のようなベテランだけでなく、2017 年に選抜されたばかりの飛行士も選ばれています。2024 年に実施が予定されているアルテミス 3 ミッションでは、この 18 名のうち誰かが半世紀ぶりに月へ降り立つ「最初の女性と次の男性」になります。

▲アルテミスチーム 18 名の宇宙飛行士たち（Credit: NASA/Bill Ingalls）▲

なお、アルテミスチームには日本や欧州など計画の協力国の宇宙飛行士を含む新たなメンバーが加わる可能性が示されており、すでにカナダの宇宙飛行士が 2 回飛行する機会が発表されています。計画が順調に進めば 4 年後に始まる 21 世紀の有人月面探査、実現する日が楽しみですね。

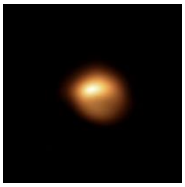
https://sorae.info/astronomy/2020news-top10-html.html

2020 年「宇宙天文ニュース」10 大ニュース 〜後半・天文編〜2020-12-25　松村武宏

2020 年も残すところあと 1 週間ほどになりました。新型コロナウイルス感染症が全世界に広がった今年は宇宙開発や天文学の分野も大きな影響を受けましたが、厳しい状況下でもこれまでの努力が実った瞬間や今後の流れ

を左右する出来事がありました。そこで sorae では今年お伝えしたニュースのなかから注目すべきニュースを 10 本ピックアップ。今回は後半の「天文ニュース編」として 5 本をご紹介します！

■オリオン座の「ベテルギウス」で大幅な減光が観測される



赤色超巨星ベテルギウスを描いた想像図（Credit: ESO）

2019 年 12 月にヨーロッパ南天天文台の「超大型望遠鏡（VLT）」によって撮影されたベテルギウス（Credit: ESO/M. Montargès et al.）

オリオン座の 1 等星「ベテルギウス」は、今後 10 万年以内に超新星爆発が観測されると予想されている赤色超巨星です。ベテルギウスでは 2019 年 10 月から 2020 年 2 月にかけて約 1.6 等まで暗くなった大幅な減光が観測され、超新星爆発の予兆ではないかとして話題になりました。ベテルギウスはもとも膨張と収縮（脈動）を繰り返すことで周期的に明るさが変わる脈動変光星としても知られています。減光を示したのも今回が初めてではなく、ベテルギウスを長年観測し続けてきた研究者の予想通り 2020 年 2 月下旬からは増光に転じています。

今回観測された減光の原因は解明されていませんが、ベテルギウスが放出した塵によって地球から見たベテルギウスの一部が隠されたことが原因だとする説や、ベテルギウスの表面に出現した巨大な黒点による温度低下が原因だとする説などが提唱されています。また、これまでベテルギウスは地球からの距離が約 700 光年で直径が太陽の 1000 倍以上と考えられていましたが、実際の距離は約 530 光年先で直径は太陽の約 750 倍だとする研究成果が今年発表されています。この研究ではベテルギウス内部の核融合反応についても分析されており、「爆発にはまだ遠い」と結論付けられています。満月に匹敵する明るさに達するとされるベテルギウスの超新星爆発を、人類が観測する日は来るのでしょうか？

関連　・ベテルギウスはいつ爆発する？　オリオン座の赤色超巨星を徹底解説

・「爆発にはまだ遠い」ベテルギウスは従来予想よりも小さくて近い星？

・ベテルギウスの減光の謎に迫る。原因は黒点？それとも塵？

・ベテルギウスの減光がついにストップ。増光の兆しを見せる

・減光し続ける「ベテルギウス」の最新画像が公開。2 月下旬から増光に転じる様子

・ベテルギウスとその向こう側で輝く無数の星々

■千葉県北部に落下した隕石が「習志野隕石」と命名される

千葉県習志野市で見つかった隕石「習志野隕石 1 号」（2 つの大きな破片を組み合わせた状態）（Credit: 国立科学博物館）　千葉県船橋市で見つかった隕石「習志野隕石 2 号」（2 つの大きな破片を組み合わせた状態）（Credit: 国立科学博物館）

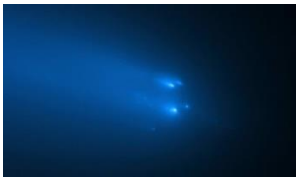
2020 年 7 月 2 日未明、関東地方の上空を西から東へと火球（明るい流星）が通過し、流星観測ネットワークなどによって撮影され話題になりました。この火球は隕石の落下をともなうもので、習志野市と船橋市で隕石の一部が発見・回収されています。国立科学博物館のガンマ線測定によって回収された破片は最近落下した隕石であることが確認されていましたが、国立極地研究所や九州大学などによる詳しい分析の結果、2 か所で見つかった破片は同じ隕石に由来することや、太陽系が形成された約 46 億年前の直後に隕石が形成されたこと、隕石の種類は「H5 コンドライト」であることなどが判明。国際隕石学会への登録申請を経て、10 月 24 日付で「習志野隕石」として正式に登録されました。なお、習志野隕石 1 号（習志野市で発見）は 70g と 63g の大きな破片を中

心に合計 156g が、習志野隕石 2 号（船橋市で発見）は 95g と 73g の大きな破片を中心に合計 194g が回収され、分裂した隕石が広範囲に落下する隕石雨だったことが確認されています。国立科学博物館によると国内に落下した隕石としては 53 番目で、2018 年 9 月の「小牧隕石」以来およそ 2 年ぶりとされています。

関連・7 月 2 日の深夜に流れた火球、落下した隕石の破片が発見・回収される

・千葉県周辺に 7 月 2 日に落下した「習志野隕石」が国際隕石学会に登録

■見られる？ 見られない？ 新しく発見された「彗星」が話題に



ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した崩壊後の「アトラス彗星（C/2019 Y4）」（Credit: NASA, ESA, D. Jewitt (UCLA), Q. Ye (University of Maryland)）

太陽探査機「パーカー・ソーラー・プローブ」が撮影した「ネオワイズ彗星（C/2020 F3）」（Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Naval Research Lab/Parker Solar Probe/Brendan Gallagher）

2020 年は彗星にも注目が集まりました。2019 年 12 月にハワイの小惑星地球衝突最終警報システム「ATLAS」によって発見された「アトラス彗星（C/2019 Y4）」は、当初太陽に再接近する 2020 年 5 月 31 日には 0 等前後まで明るくなると予想されており、最接近直前の 5 月上旬～中旬にかけて 1～3 等で輝く様子を肉眼で見られるかもしれないと期待されていました。しかし、2020 年 4 月上旬になるとアトラス彗星の核が崩壊したことが確認され、その後「ハッブル」宇宙望遠鏡によって 30 個ほどに断片化した様子が撮影されました。彗星の予測は難しく、過去には大彗星になることが期待されながらも太陽への接近時に崩壊した「アイソン彗星（C/2012 S1）」の例もあります。関連　・肉眼で見える可能性のアトラス彗星、核の崩壊が確認される

・崩壊したアトラス彗星の断片を確認。ハッブル宇宙望遠鏡が撮影

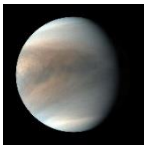
いっぽう、2020 年 3 月にアメリカ航空宇宙局（NASA）の赤外線天文衛星「NEOWISE」によって発見された「ネオワイズ彗星（C/2020 F3）」は、太陽最接近後に 1 等ほどまで明るくなり、日本でも 7 月上旬～中旬にかけて肉眼や双眼鏡・望遠鏡で観測することができました。次に太陽へ接近するのは 5000 年以上先とみられており、その輝きは世界中で観測・撮影されています。

関連　・次は 5000 年以上先のネオワイズ彗星、満点の星空を背景に巨大望遠鏡とのベストショット

・ハッブル宇宙望遠鏡がネオワイズ彗星をクローズアップ撮影

・NASA の太陽探査機が宇宙から撮影した「ネオワイズ彗星」の姿

■金星の大気中に「ホスフィン」を検出、生命活動に由来するかも？



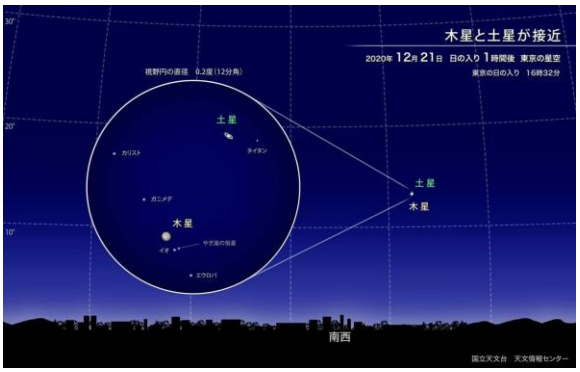
金星探査機「あかつき」の観測データをもとに作成された金星の画像（疑似カラー。Credit: PLANET-C Project Team）　　金星の地表と空を描いた想像図（Credit: ESO/M. Kornmesser）

2020 年 9 月、金星の大気中に「ホスフィン」（リン化水素、PH3）という物質が約 20ppb の割合で検出されたとする研究成果が発表され、研究者の間で議論を巻き起こしました。

木星や土星などの巨大なガス惑星では、高温・高圧な内部で生成されたとみられるホスフィンが検出されています。しかしガス惑星とは環境が異なる地球の自然界におけるホスフィンは、嫌気性の微生物によって生成される生命活動に由来する物質です。地球や金星のような岩石質の惑星において、生物が関与せずにホスフィンが生成される過程は知られていません。金星の地表は温度が摂氏約 480 度、気圧が約 90 気圧と地球よりも過酷な環境ですが、高度 50～60km 付近の大気中は気温などの条件から生命が存続できるのではないかと考えられており、

酸性度の高い環境に順応した仮想の微生物を想定したライフサイクル（生活環）も研究されています。金星の大気で検出されたホスフィンは未知の非生物的な反応で生成された可能性もあるものの、生命の存在を示しているかもしれないとして注目されているのです。ただ、発表されたホスフィンの検出には反論も相次いでおり、研究に用いられたチリの電波望遠鏡群「アルマ望遠鏡」による観測データの一部に問題が見つかったことから、データの再処理と再公開も行われています。ホスフィンはたしかに検出されたのか、検出されたのであればそれは何に由来するのか。今後も研究の進展に注目です。　関連　・未知の化学反応？ 生命が関与？ 金星の大気からホスフィンを検出　・アルマ望遠鏡による金星観測データ、一部の再解析を終えて公開される
・金星の雲に存在するかもしれない生命のライフサイクル

■木星と土星が 397 年ぶりに大接近！ 望遠鏡で一度に観測可能



カナリア諸島のテイデ天文台で撮影された木星（下）と土星（上）（Credit: Daniel López and Alfred Rosenberg/IAC）
2020 年 12 月 21 日 17 時 30 分頃の東京における木星と土星の見え方を再現した図（Credit: 国立天文台）

2020 年 12 月、木星と土星が地球からの見かけ上接近する「会合」の時期を迎えました。最接近は 12 月 22 日未明で、木星と土星は満月の見かけの直径の約 5 分の 1（約 6 秒角）まで接近。最接近の瞬間は日本から観測することはできなかったものの、その前後となる 12 月 21 日や 22 日の日没後には、くっつきそうなほど接近した木星と土星を肉眼でも見ることができました。

木星と土星の会合そのものは約 20 年ごとに起きていますが、惑星は形や傾きがそれぞれ異なる軌道を各々の周期で公転しているため、会合の時にどこまで接近して見えるのかは毎回異なります。前回ここまで近づいたのは 1623 年 7 月 17 日だといいますから、今回の会合は 397 年ぶりの大接近ということになります。

一生のうちに数回しか見られないというだけでも貴重ですが、大接近ともなればさらに貴重。1623 年の会合は赤道付近以外では観測が難しかったとみられており、木星と土星を望遠鏡で同時に観測するのは今回が人類史上初めてかもしれないのです。ちなみに、次に同じくらい木星と土星が接近する会合は 60 年後の 2080 年 3 月とのことなので、若い世代のなかには大接近を 2 回見られる人がいるかもしれませんね。

関連　・木星と土星が南西の空で大接近！ 約 400 年ぶりのイベントを見てみよう　文／松村武宏

https://news.mynavi.jp/article/20201224-1608263/

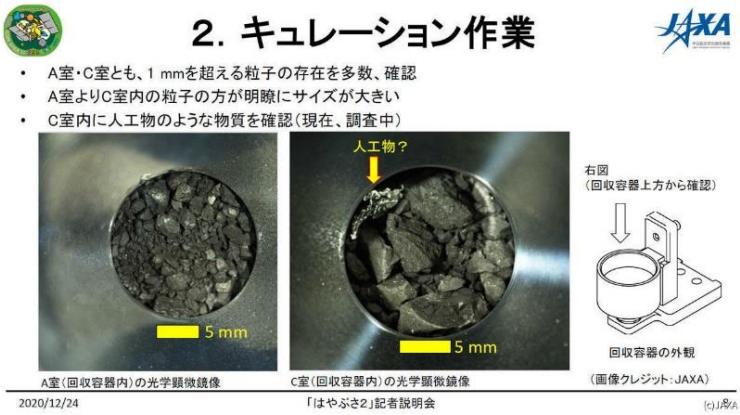
JAXA、はやぶさ 2 のサンプルキャッチャーC 室内に 5mm 超の小石を確認

2020/12/24 15:30　2020/12/24 15:36　著者：小林行雄

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は 12 月 24 日、小惑星探査機「はやぶさ 2」が持ち帰ったサンプルコンテナのサンプルキャッチャーC 室内に 5mm を超え、1cm 近いサイズのサンプル(小石、礫)を確認したことを明らかにした。

はやぶさ 2 が持ち帰ったリュウグウのサンプルを入れたカプセルは 2020 年 12 月現在、JAXA 相模原キャンパス内に設置されているキュレーションセンターのクリーンルーム内にてキュレーション作業が進められている段階。今回、その一環として、すでに開封済みのサンプルキャッチャーA 室に続いて、残りの B 室ならびに C 室の開封が行われたという。

その結果、A 室に加え、C 室にも大粒のサンプルが入っていることが判明(B 室内にも肉眼で見えるレベルの細かな粒子が存在していることが確認されたという)。専用の回収容器にそれぞれのサンプルを収め、顕微鏡観察を行ったところ、A 室、C 室ともに 1mm を超える粒子が多数存在していることを確認。特に C 室は 5mm よりも大きい、中には 1cm 近いサイズのサンプルが複数存在していることが確認されたという。



回収容器に入れられた A 室ならびに C 室のサンプル。C 室のサンプルの方が大きいことが見てとれる (C)JAXA
C 室は、2 回目のタッチダウンで採取したサンプルを収めるための部屋。2 回目のタッチダウンで採取されたサンプルは、衝突装置を使って作った人工クレーターの内部のものであることから、今回確認されたサンプルはリュウグウの地下から採取された物質である可能性が高いが、現時点では詳細な分析などが進められていないため、まだ確定できないとしている。また、回収容器での観察では、C 室内に人工物のような金属片の存在を確認。JAXA では現在、実際にそれが何であるのかについて調査を進めているとしているがリュウグウでのサンプル採取の際に行われる弾丸の打ち出し機構に起因する人工物が入ってしまう可能性があることが分かっているとしている。

https://sorae.info/space/20201221-change5.html

中国、月面サンプルリターンミッション「嫦娥 5 号」地球へ帰還　1731g の試料採取に成功

2020-12-22　出口 隼詩

地球へ帰還した嫦娥 5 号のカプセル。月のサンプルが入っている（Credit: CNSA/CLEP）
式典で公開されたサンプルの容器（Credit: CNSA）
月面のサンプルが入った中国の無人探査機「嫦娥 5 号（じょうがごごう：Chang'e5）」が、23 日間のミッションを終え、現地時間 12 月 17 日未明、中国北部・内モンゴル自治区に帰還しました。嫦娥 5 号は、中国として初めて月面サンプルリターンに挑んだミッションで、月のサンプル（試料）を地球へ持ち帰った世界で 3 番目の国、44 年ぶりの快挙となりました。嫦娥 5 号は、着陸機、上昇機、周回機、帰還カプセルの 4 つで構成されています。今回のミッションでは、月面のサンプルを約 2kg 採取したということです。内訳として着陸機に取り付けられているロボットアームで表面の砂を約 1.5kg 採取。また、専用のドリルを使用し、約 2m ほど掘り下げて地下のサンプルも採取しました。なおカプセルは飛行機で北京まで運ばれ 19 日に研究者への引き渡し式典が開催されました。式典ではサンプルの容器の公開や採取した月のサンプルの重量が 1731g であることを公表しました。
■嫦娥 5 号のタイムライン

11 月 24 日：長征 5 号ロケットを使用して打ち上げ
11 月 28 日：月の楕円軌道に投入
11 月 29 日：近円形月周回軌道に投入
12 月 2 日：着陸機と上昇機が月面に着陸
・ドリルを使用し、500g の地下サンプルを採取
・ロボットアームを使用し、表面の砂を 1.5kg 採取
・サンプルは、上昇機に設置された真空の入れ物に格納
12 月 4 日：上昇機が月の軌道へ戻る
12 月 6 日：周回機と上昇機がランデブー、ドッキングする
・月の軌道上で無人の探査機がドッキングすることは世界初。
12 月 7 日：上昇機分離
12 月 14 日：周回機が地球へ帰還する軌道に入る
12 月 17 日：帰還カプセルのみ大気圏再突入後、パラシュートを開き、モンゴルの草原に着陸
（※日付は全て日本時間）Image Credit: CNSA　Source: CNSA, Space.com, SpaceNews　　文／出口隼詩

https://news.mynavi.jp/article/20201223-1606798/

NASA、火星の石を地球に持ち帰る「マーズ・サンプル・リターン」計画実施へ

2020/12/23 14:44　著者：鳥嶋真也

米国航空宇宙局(NASA)は 2020 年 12 月 17 日、火星から岩石や砂などの試料を持ち帰る「マーズ・サンプル・リターン(MSR)」計画を、実現に向けた段階へ進めると発表した。打ち上げは 2020 年代後半の予定で、2 機の探査機を打ち上げ、火星探査車「パーサヴィアランス」が火星で集めた試料が入った試料管を回収し、地球へ持ち帰る。惑星科学者は長い間、火星の試料を手に入れることを待ち焦がれており、実現すれば火星に生命が存在したかどうかの理解を深め、ひいては地球上の生命の起源を理解することにもつながると期待されている。

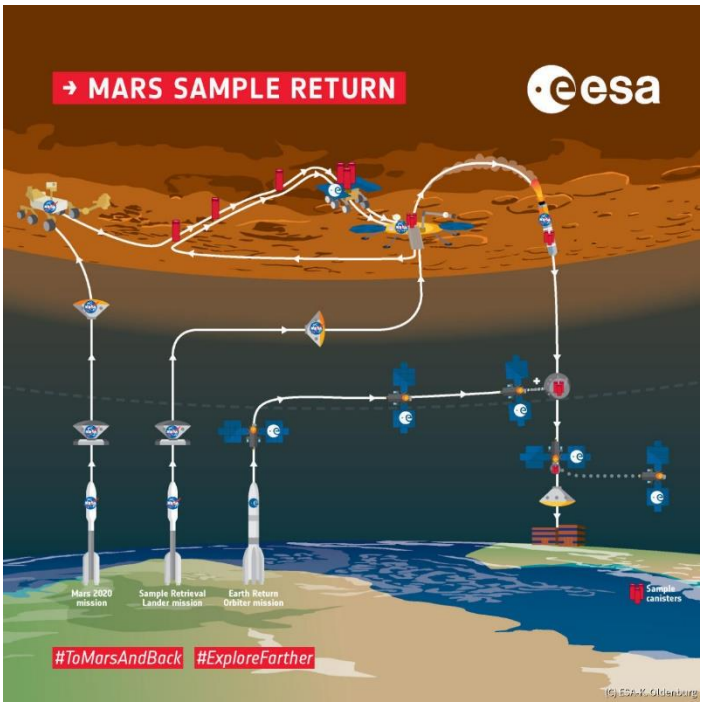
マーズ・サンプル・リターン(MSR)の想像図。火星探査車「パーサヴィアランス」が集めた火星の石や砂などの試料を載せたロケットが、火星から打ち上げられる様子が描かれている (C) NASA/JPL-Caltech

マーズ・サンプル・リターン(MSR)計画

マーズ・サンプル・リターン(MSR:Mars Sample Return)は、NASA と欧州宇宙機関(ESA)が共同で検討を進めている、火星から岩石や砂などの試料を持ち帰る「サンプル・リターン」を目的とした史上初の計画である。

火星は太古の昔、地球のような環境だったと考えられており、生命が存在していた可能性もあるとされる。これまで何機もの探査機が送り込まれたが、探査機に搭載できるサイズや性能の観測機器では、分析できることが限られており、科学者たちは隔靴掻痒の状態にある。そこで、火星から試料を持ち帰り、地球の最新の装置で分析ができれば、探査機ではわからない多くのことがわかるかもしれない。また、その試料を保存しておけば、将来さらに性能が向上した装置で分析することもできる。実際、過去にアポロ計画などで持ち帰られた月の試料は、何十年にもわたって保存されており、新しい装置で分析されたり、新しい理論やモデルが生み出された際に保存した石を使って検証したりといったことが行われている。こうしたことから、惑星科学者は長い間、火星からも試料を手に入れることを待ち焦がれている。火星から試料を持ち帰るのは、大きなロケットと複雑な探査機が必要であるなど、これまでは技術的に難しく、構想はあっても実現することはなかった。しかし近年、いよいよ実

現の目が出てきたことで、MSR 計画が立ち上がった。その準備段階はすでに始まっており、今年 7 月に打ち上げられ、来年 2 月 18 日に火星に着陸する予定の NASA の火星探査車「パーサヴィアランス」には、試料を回収し、試料管に収容する機構が搭載されている。パーサヴィアランスは古代の微生物の痕跡を探すとともに、ロボット・アームの先にあるドリルを使って、その痕跡が含まれているかもしれない火星の岩石やレゴリス(割れた岩石や塵)を採取し、試料管に密閉。火星の表面、もしくは地下に置いて保管する。そして 2020 年代後半、MSR の「サンプル回収着陸機(Sample Retrieval Lander)」と、「地球帰還周回機(Earth Return Orbiter)」を、それぞれ別々に打ち上げる。サンプル回収着陸機は火星に着陸したのち、探査車「サンプル回収ローバー(Sample Fetch Rover)」を送り出し、パーサヴィアランスが残した試料管を回収。そして着陸機に搭載した小型ロケットに載せ替え、火星から打ち上げ、火星の周回軌道に乗せる。その後、地球帰還周回機でそのロケットを捕まえ、試料管を載せ替えたのち、火星を出発して地球に向かう。地球帰還は 2030 年代の初頭に予定されている。
NASA は、サンプル回収着陸機と、火星から打ち上げるロケット、地球帰還周回機の捕獲・試料管の格納・帰還システムを開発。ESA は地球帰還周回機と、試料管を回収するサンプル回収ローバー、そして着陸機のロボット・アームの開発を担当する。



火星からサンプル・リターンを行う模式図。パーサヴィアランスの打ち上げから、MSR の地球帰還までの工程が描かれている (C) ESA-K. Oldenburg
今年 7 月に打ち上げられた NASA の火星探査車「パーサヴィアランス」。来年 2 月 18 日に火星に着陸し、探査活動を行う傍ら、MSR ミッションのために火星の石や砂を採取し、試料管に詰めて火星に保管するという使命も背負っている (C) NASA/JPL-Caltech
かつて、これほど大掛かりで複雑な無人の探査ミッションは行われたことがなく、実現には課題や必要な技術開発が山積している。そのため NASA は今年はじめ、MSR のコンセプトを評価するため、専門家による独立審査委員会を設立。10 月には同委員会が、44 の勧告を出しつつも、NASA には MSR を実施できるだけの準備があるという報告書を発表した。これを受け、NASA は MSR 計画の継続的な評価を行うため、別の専門家集団となる MSR 常設審査委員会を設立。そして今回、同委員会は MSR 計画を「フェイズ A」に進めることを勧告し、実現に向けて一歩前進することになった。このフェイズ A では、MSR 計画にとって重要となる技術を成熟させ、また設計上の重要な事柄について決めていき、そして産業界とのパートナーシップの評価などが行われる。
NASA の科学担当副長官を務めるトーマス・ザブーケン氏は「火星の試料を地球に持ち帰ることは、宇宙開発の黎明期から惑星科学者にとっての夢でした。今回、MSR 計画がフェイズ A に進むことが決まったことは、この

目標を現実のものにするための重要な次のステップです。MSR は複雑なミッションであり、それはこのミッションが先進的な宇宙探査であることを体現しています」と語る。また、NASA ジェット推進研究所(JPL)で MSR のプログラム・マネージャーを務める Bobby Braun 氏は「フェイズ A の策定作業を開始したことは、今後待ち受けているいくつものステップのうちのひとつに過ぎませんが、私たちのチームにとって記念すべき一歩です。MSR 常設審査委員会による審査は、私たちの計画を強化することにつながり、そして NASA と ESA、企業の協力によって、MSR の実現のための具体的なアプローチを形作っていくうえでのマイルストーンとなりました」と語る。さらに、MSR ミッションの実現に必要な、火星からのロケットの打ち上げや、火星周回軌道でのランデヴー・ドッキングなどといった技術は、有人火星探査を行う際にも必要になることから、MSR はその予行練習になるという側面もある。NASA が現在進めている「アルテミス計画」では、2024 年以降に有人月探査を行ったのち、その技術やノウハウを活かし、2030 年代以降に有人火星探査を行うことが検討されている。
NASA で MSR のプログラムのディレクターを務める Jeff Gramling 氏は「MSR は、人類のための重要な工学的な進歩と、他の惑星への往復飛行ミッションのための技術の進歩を促すことになります。MSR で得られる火星の試料は科学的に前例のない大きなものであり、そしてまた NASA が目指す有人火星探査にも貢献することになります」と語っている。なお、火星からのサンプル・リターンは、中国も 2030 年ごろに実施するという構想を発表している。ロシアも、2020 年代に「マールス・グルーント」という計画を実施する考えを示しているが、探査機やロケットの開発が遅れていることなどから、まだ実現の見通しは立っていない。
また、日本の宇宙航空研究開発機構(JAXA)では、火星の衛星のひとつ「フォボス」からのサンプル・リターンを行う「MMX(Martian Moons Exploration)」という計画が進んでおり、2020 年代前半の打ち上げを目指し開発が行われている。
参考:NASA 火星探査車「パーサヴィアランス」 - 史上初だらけのミッションの全貌
参考文献 ・News | NASA Moves Forward With Campaign to Return Mars Samples to Earth
・Missions | Mars Sample Return ・ESA - Mars sample return
・Space Images | Mars Ascent Vehicle Launching with Samples (Artist's Concept)
鳥嶋真也とりしましんや この著者の記事一覧はこちら

https://sorae.info/space/20201225-long-march.html

中国、新型ロケット「長征 8 号」打ち上げ成功　再利用が可能に

2020-12-25 出口 隼詩

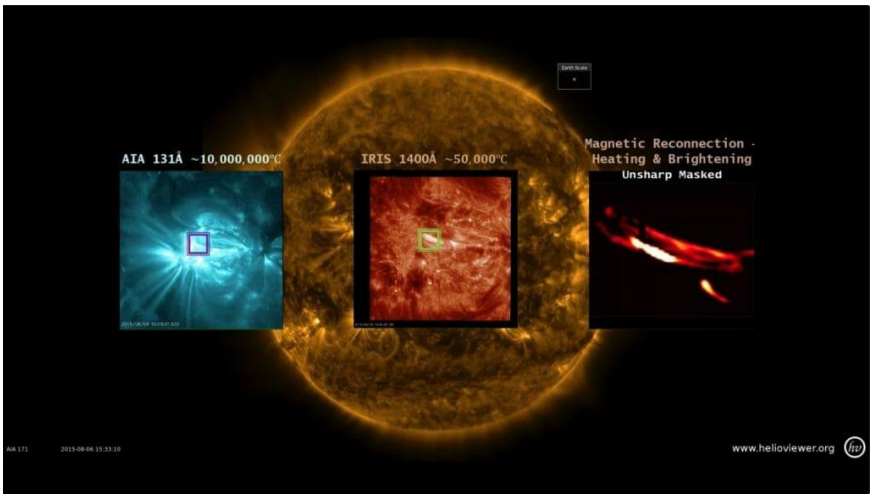
文昌衛星発射場から打ち上がる長征 8 号（Credit: CNSA） 整備場にそびえ立つ長征 8 号（Credit: CASC）
日本時間 12 月 22 日午後 1 時 37 分、中国・海南島にある文昌衛星発射センターから「長征 8 号」が打ち上げられました。長征 8 号は新型のロケットで、今回が初めての打ち上げとなります。新技術実証衛星 7 号を含む 5 機の人工衛星を搭載し、太陽同期軌道に投入しました。打ち上げから 40 分後、中国航天科技集団公司（CASC）は成功を確認しています。なお、長征ロケットシリーズ 356 回目の打ち上げとなりました。
■長征 8 号とは
・全長：50.3m

・打ち上げ時重量：356t
・直径：第一段ロケット 3.35m　第二段ロケット 3m　補助ロケット 2.25m　フェアリング 4.2m
・燃料：第一段ロケット→PR-1 と液体酸素　第二段ロケット→液体水素と液体酸素
・能力：太陽同期軌道(SSO)700km に 4.5t のペイロードを投入する
長征 8 号は、中国航天科技集団公司（CASC）の下部組織である中国キャリアロケット技術研究院（CALT）が開発を行いました。研究と開発は 2017 年からスタート。また、このロケットは長征 3A 号と長征 7 号を基にして開発されました。
■長征 8 号の特徴と今後の見通し
○環境に優しい燃料の使用：これまで中国が打ち上げてきたロケットは有害な物質を含んだ燃料を使用していました。しかし、長征 8 号では環境に優しい液体酸素や液体水素を燃料として使用しています。
○再利用が可能に：長征 8 号は今後「再利用」が可能になります。現在、再利用が可能でかつ成功している有名なロケットに、スペース X 社の「ファルコン」ロケットがあります。長征 8 号もファルコンロケットのように、発射後第一段ロケットが地球へ帰還し、再利用される見込みです。ファルコンロケットと異なるのは、中心のコアブースターだけでなく、両側についている補助ロケットもコアブースターにくっついて地球へ帰還する点です。
○打ち上げがよりスムーズに：一年で約 10 機の打ち上げが可能。年間のロケット生産能力も 20 機に達する見通しです。また、中国南部に位置する文昌衛星発射センターだけでなく、北部に位置する酒泉衛星発射センターからも打ち上げ可能となります。
■中国のロケット開発の位置づけ
中国では過去 6 年間で 6 種類の新型ロケットを開発、運用してきました。固体燃料を使用した長征 11 号や大型で月や火星へ探査機を送り込んだ長征 5 号など、小、中、大型のロケットが登場しました。打ち上げ衛星の幅広いニーズに応えることができます。また、民間会社もロケット開発を行っており、そのうち iSpace 社と Galactic Energy 社は打ち上げに成功しています。Image Credit: CNSA, CASC　Source: CNSA, CASC　文／出口隼詩

https://sorae.info/astronomy/20201225-nanoflare.html

長年の謎。太陽コロナ加熱問題解決の鍵「ナノフレア」の観測に成功か？

2020-12-25　飯銅 重幸



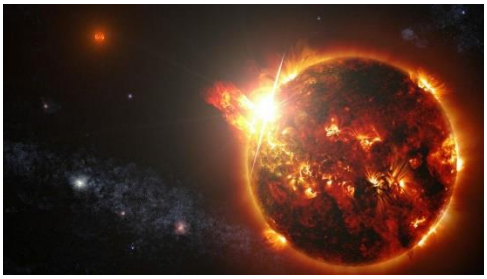
左端のフレームから右端のフレームにかけてズームアップされている。一番、右端のフレームに映っているのがナノフレアではないかと推測されているループ(loops=輪)。(Image Credit:NASA/SDO/IRIS/Shah Bahauddin)
NASA は 12 月 21 日、「ナノフレア」の観測に成功した可能性があると発表しました。「フレア」は太陽の表面で発生する爆発現象で、ナノフレアは通常のフレアの 10 億分の 1 ほどの規模の微小なフレアをいいます。このナ

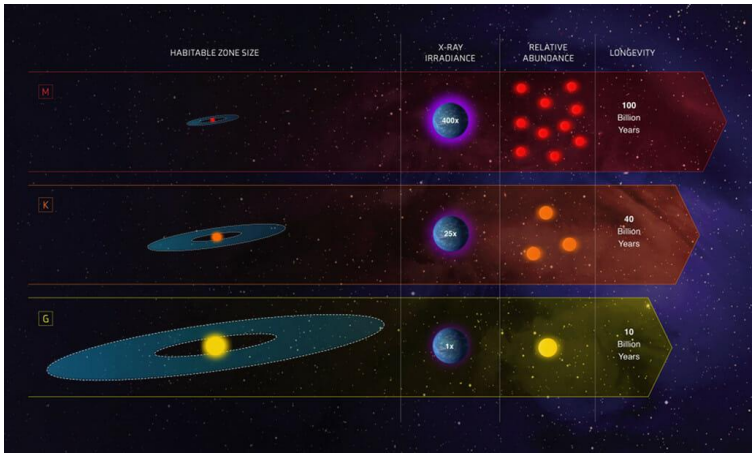
ノフレアはいわゆる「コロナ加熱問題」の解決のカギを握っていると考えられています。
太陽の表面温度は 6000℃ほどです。ところが「コロナ」と呼ばれる太陽の大気の上層部の温度は数百万℃にもなります。では、なぜ太陽の表面よりも表面から少し離れたコロナの方が温度が高いのでしょうか？この問題をコロナ加熱問題といいます。そのメカニズムについては、まだ完全には解明されていませんが、2 つの有力な考え方があります。プラズマのなかを伝わる波動によってコロナが加熱されているとする「波動加熱説」と、ナノフレアによってコロナが加熱されているとする「ナノフレア説」です。大規模なフレアや中規模なフレアだけでは、コロナの温度を保つのに足りないことはすでに解っています。そこでナノフレア説では、大規模なフレアや中規模のフレアに加えて、ナノフレアによってもコロナがコツコツと温められているのでないかと考えるわけです。ただこれまでナノアレアが実際に観測されたことはありませんでした。
コロラド大学のシャー・バハウディンさん率いる研究チームは元々はコロナのすぐ下の層でチラチラと輝いている小さな明るいループ(loops=輪)を研究していましたが、NASA の太陽観測衛星 IRIS のデータから、このループの温度が周囲よりも数百万℃も高いことが解りました。これは全くの予想外でした。そこで、研究チームが、シミュレーションをおこなったところ、問題のループは「磁気リコネクション」と呼ばれる現象によって引き起こされていることが解りました。磁気リコネクションとは、いったん切断された磁力線が再び他の磁力線と繋がる現象で、これによって莫大な熱が発生します。大規模なフレアや中規模なフレアはこの磁気リコネクションによって引き起こされると考えられています。つまり問題のループは大規模なフレアや中規模なフレアと同じメカニズムで引き起こされていたのです。また、NASA の太陽観測衛星 SDO の観測データから、問題のループが現れてから、すぐにその真上にあるコロナが数百万℃にまで加熱されることも確認されました。
ただ、研究チームは、その可能性は高いものの、このループがナノフレアであるという断定はまだ避けています。研究チームでは、これから、問題のループが、コロナ全体を加熱できるほどに、太陽全体で、しかも、十分な頻度で、発生しているかどうかを確認していきたいとしています。
もしかしたら、天文学の長年の大きな謎の 1 つだったコロナ加熱問題がついに解決される日も近いかもしれませんね。Image Credit: NASA/SDO/IRIS/Shah Bahauddin　　Source: NASA　文／飯銅重幸

https://sorae.info/astronomy/20201222-flare.html

地球外生命の兆候が恒星のフレアによって検出しやすくなる可能性

2020-12-22　松村武宏





恒星で生じたフレアを描いた想像図（Credit: NASA's Goddard Space Flight Center/S. Wiessinger）
左からハビタブルゾーンのサイズ、X 線の放射照度、相対的な星の数、星の寿命を示した図。恒星は上から M 型星、K 型星、G 型星の順（Credit: NASA ESA, Z. Levy (STScI)）
ノースウェスタン大学の Howard Chen 氏らの研究グループは、恒星のフレアが太陽系外惑星の大気に及ぼす影

響を分析した研究成果を発表しました。研究グループによると、系外惑星に存在するかもしれない生命の兆候が、恒星で起きるフレアの影響によって検出しやすくなる可能性があるようです。

■フレアにさらされる惑星でも大気中にオゾンが残るケースがある

すでに 4000 個以上が見つかっている系外惑星のなかには、サイズや組成が地球に似た岩石質とみられる惑星も見つかっています。その多くは太陽（G 型星）よりも小さく宇宙では一般的な恒星である M 型星（赤色矮星）や K 型星の周囲を公転しています。M 型星や K 型星では太陽よりもフレアの活動が盛んです。そのため、表面の水が凍ることも蒸発することもないハビタブルゾーンを系外惑星が周回していたとしても、恒星の活動が大気に致命的な影響を及ぼすことで、系外惑星における生命の居住可能性が減少するのではないかとする研究成果がこれまでにも幾つか発表されています。関連：古い赤色矮星を周回する系外惑星も生命にとって過酷な環境の可能性

今回の論文の上席著者であるノースウェスタン大学の Daniel Horton 氏も「M型星や K 型星ではハビタブルゾーンが太陽よりも小さくて狭く、太陽よりも頻繁にフレアが生じています。潮汐力によって自転と公転の周期が一致（潮汐固定または潮汐ロック）している惑星では、恒星風を防ぐ磁場が存在する可能性も低いでしょう」と語ります。Chen 氏らは今回、大気化学と気候の 3D モデルを利用して、M 型星や K 型星を周回する系外惑星の大気のシミュレーションを行いました。頻繁にフレアの影響を受ける惑星とフレアの影響を受けない惑星の大気化学を分析した結果、継続的なフレアにさらされる惑星の大気組成は異なる化学平衡状態になることが実際に示されたといいます。ただし、フレアの影響下でも生命は存続できるかもしれません。Horton 氏によると、幾つかのケースではフレアが大気中のオゾンすべてを破壊するには至らず、「地表の生命にもまだチャンスがあるかもしれない」（Horton 氏）といいます。オゾンは有害な紫外線の一部が地表に到達するのを防ぐ役割を果たす、生命にとって重要な物質です。

■フレアが生命活動に由来するガスを検出しやすくする可能性

また、研究グループによると、系外惑星の大気に含まれる二酸化窒素、亜酸化窒素、硝酸といった生命の兆候を示す微量なガスが、フレアの影響によって検出可能なレベルまで増える可能性があるといいます。

Chen 氏は「フレアなどの宇宙天気現象は生命の居住可能性を損なうものとされてきましたが、私たちの研究では、生物学的プロセスの存在を意味するかもしれない重要なガスを検出する上でフレアが助けになる可能性を定量的に示すことができました」とコメントしています。

なお、2021 年 10 月打ち上げ予定の宇宙望遠鏡「ジェイムズ・ウェッブ」は系外惑星の大気組成を調べることが目的の一つとなっており、フレアによって検出しやすくなったこれらのガスを発見できるかもしれません。

Image Credit: NASA's Goddard Space Flight Center/S. Wiessinger　Source ノースウェスタン大学文／松村武宏

https://jp.techcrunch.com/2020/12/25/2020-12-24-elon-musk-says-spacex-to-double-launch-pad-usage-for-starship-tests-super-heavy-flights-coming-in-a-few-months/

イーロン・マスク氏が 2021 年 Starship 開発テストを倍増すると発言、深宇宙探査用ブースター初飛行は「数カ月後」

2020 年 12 月 25 日 by Darrell Etherington

SpaceX（スペース X）は 2021 年に向けて、Starship の開発プログラムを大幅に強化する予定だ。同社の CEO であり創設者でもある Elon Musk（イーロン・マスク）氏は米国時間 12 月 24 日、同社がテキサス州ボカチカにある開発施設の 2 つの発射台を利用してプロトタイプロケットを打ち上げ、Super Heavy の飛行テスト（低高度の「ホップ飛行」から始まる）を「数カ月後」に開始する予定だとツイートした。

スペース X は最近、メキシコ湾にあるテキサス州のテスト施設の Pad B に、Starship（シリーズの 9 番目）のプロトタイプこと SN 9 を設置した。SN 9 はその前身である SN 8 が高度約 4 万フィート（約 12.19km）までの飛行に成功し、量産バージョンの動力着陸に利用される重要なベリーフロップマニューバを実行した後に、より積極的なテストを実施する予定だ。SN 8 は予想以上に強く接地し壊れてしまったが、スペース X によれば飛行中のすべてのテスト目標が達成されたという。
SN 9 は今後、地上試験を受けた後に独自の飛行試験を行う予定だ。これによりチームはさらなるテストを行うための貴重なデータを得ることができ、最終的にはプロトタイプを軌道に乗せることを目指している。マスク氏のツイートによると、ボカチカの発射台となる Pad A と Pad B の両方で 2 つのプロトタイプが並んで設置され、スペース X のロケット製造のスピードに合わせて打ち上げペースが加速する可能性があるという。
一方、Super Heavy がまもなくテストを開始するかもしれないというニュースは、2021 年のスペース X と Starship にとって楽しみなものだ。Super Heavy は同社が宇宙船を軌道に乗せて打ち上げ、最終的には火星を含む深宇宙探査への打ち上げに利用するためのブースターだ。Super Heavy は高さが約 240 フィート（約 73.15 メートル）で、28 基の Raptor エンジンを搭載し、貨物を積んだ Starship を地球の重力から離脱させるのに必要な推進力を提供する。関連記事：SpaceX のプロトタイプロケットが着陸時に大爆発、しかし飛行テストは成功
画像クレジット：SPACEX　　［原文へ］　（翻訳：塚本直樹 / Twitter）

https://jp.techcrunch.com/2020/12/23/2020-12-22-nasa-opens-new-launchpad-at-kennedy-space-center-meant-to-serve-multiple-commercial-launch-customers/

ケネディ宇宙センターに商業打ち上げ客の利用を想定した新たな発射施設が完成

2020 年 12 月 23 日 by Darrell Etherington

NASA は、フロリダにあるケネディ宇宙センターの新しい発射施設である Launch Complex 48（LC-48）の建設を完了した。この発射施設は SpaceX（スペース X）、SLS（スペース・ローンチ・システム）、ULA の打ち上げを実施している LC-39A、B、または SLC-41 よりも小型のロケットで利用できる。また複数の事業者が利用できるように設計されており、恒久的な構造物がないため、使用する事業者に応じて柔軟な構成が可能だ。
KSC でシニアプロジェクトマネージャーを務める Keith Britton（キース・ブリットン）氏が NASASpaceflight.com に語ったところによると、LC-48 の目的は「非常に早いサイクルかつ低コストでの新しい打上げシステムへのニーズを満たす」ことにあるという。これは現在終了している DARPA のコンペティションを想定し、小型ロケットを設計した Astra などの企業によって開発およびテストされているモデルのいくつかと、非常によく似ている。Virgin Orbit（ヴァージン・オービット）のような企業は、特殊な打ち上げ施設を不要とすることで、応答性と可搬性のある打ち上げ能力を実現することを目指しているが、垂直離陸の必要性を回避するという観点では、小規模な打ち上げのスタートアップとしては少数派だ。Astra、Firefly、Orbex そして新たに復活した Vector Launch を含む多くの企業は、柔軟性と移動性を追加し現場で必要とされる人とインフラをスケールダウンできる小型ロケットに焦点を当てている。
LC-48 では、まだ実際の打ち上げは予約されてない。NASA は多くの企業と協議中で、正式な顧客は獲得していない。しかし早ければ 2021 年には、新しい打ち上げ施設からいくつかのミッションが行われる可能性があると予想している。画像クレジット：NASA / GETTY IMAGES　［原文へ］　（翻訳：塚本直樹 / Twitter）

https://jp.techcrunch.com/2020/12/22/2020-12-21-dedicated-commercial-human-in-space-operations-are-coming-sooner-than-you-may-realize/

民間による商用有人宇宙活動は思いのほか早く実現する

2020 年 12 月 22 日 by

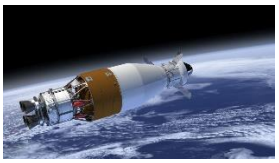
「宇宙で働く」という話を聞いたとき、SF の話をしているのだと感じたとしても無理はない。だが、地球の大気圏外で実際に働く人の数は、また人生の多くの時間を宇宙で過ごす人の数も、加速度的な割合で増え始めている。今はまだ人数がとても少ないので増加速度はゆっくりに感じられるが、間もなく目に見えてくるはずだ。人数を急速に増やすための計画も準備が整っている。近々、これを中心的に牽引することになる企業は、宇宙ステーションでの民間向けサービスを提供し、ゆくゆくはステーションの運営も行おうという Axiom Space（アクシオム・スペース）だ。Axiom は、国際宇宙ステーション（ISS）での経験や専門知識を持つ人たちによって設立され、経営されている。同社はすでに、民間クライアントのために ISS 上で NASA の宇宙飛行士の手を借りた研究開発ミッションを実施している。2021 年からは、民間宇宙飛行士の ISS への送り迎え全般を取り仕切る計画を立てており、新しい商用宇宙ステーションの建造計画もある。これは、いずれ ISS が引退した後に、その役割を引き継ぐことになっている。Axiom の最高ビジネス責任者 Amir Blachman（アミア・ブラックマン）氏は、先週開催された TC Sessions:Space のパネルディスカッションに登壇した。このディスカッションには、他にも NASA の探査およびミッション計画責任者の Nujoud Merancy（ニュジャウド・メランシー）氏、Sierra Nevada Corporation（シエラネバダ・コーポレーション）上級副社長であり元宇宙飛行士の Janet Kavandi（ジャネット・カバンディ）氏、Space Exploration Architecture（スペース・エクスプロレーション・アーキテクチャー、SEArch+）共同創設者 Melodie Yashar（メロディー・ヤシャー）氏も登場した。ここでは、公共と民間の団体が、地球の外で、または遠く離れて、過ごす時間が長くなる（比較的近い）将来の準備がどれだけ進んでいるかが集中的に議論された。「今です。もう数年前から今です」とブラックマン氏は、実際に宇宙で暮らす人の数が NASA の宇宙飛行士を超えるのはいつかという質問に答えた。「Axiom は、独自のミッションで ISS にクルーを送り込みます。同時に新しい商用宇宙ステーションを建造し、ISS が引退した後にその役割を引き継ぐ予定です。私たちの最初の有人ミッションは、今から 12 カ月後に予定している 4 人の宇宙飛行士の打ち上げです。この 4 人はすでに身体検査を行い、宇宙服の採寸を済ませています。またすでに、打ち上げを行う企業との医療とトレーニングのチームを統合を行いました。この 4 人は 2021 年に、別のクルーを 2022 年に、2023 年に 2 人、2024 年には 4 人を打ち上げ、その後は数を増やしていきます」。バックマン氏とメランシー氏は、Axiom の将来の商用ステーションにも、NASA の将来の月面基地や月の軌道を巡り月ミッションの足場となるルナゲートウェイにも、自動化とロボットシステムが重要になると話していた。「ISS は、人が常駐することを基本としています」とメランシー氏。「無人ステーションになることは想定していません。地上の管制官たちが実際にたくさんのオペレーションを行っていますが、ステーションの維持管理は人間が行う仕組みになっています。月の構造物やゲートウェイを計画する際には、そのような贅沢はいえません。ゲートウェイは、人がいるときだけ稼働します。月面基地に人が滞在するのも、次第に長くなりますが、最初は 1 週間程度です。しかしながら、人がいない間も、有用な科学調査や有用な探索が行える状態を維持しておかなければなりません。そこで、テレロボティクスや地上からのコマンドによる維持管理能力を持たせ、クルーが到着したときに、ハッチを開けて中に入ればすぐに仕事にかかれる環境になっているというのが理想です」。「火星での、またそれ以前に月面での、そうした住居や重要インフラの建設においては、できる限り自立的に行うべきであり、またそのように考えで進めるべきだという想定の下で、私たちは作業を進めてきました」とヤシャー氏は続けた。「そのため私たちは基本的に、人を送り込む前の予備的

ミッションの段階から、建設、材料、採掘、原料加工に至るほぼすべてのシステムと、私たちが目指している他のすべてのシステムが、多かれ少なかれ、できる限り自律的に行われることを期待してデザインしています」。カバンディ氏も、現代の有人宇宙システムには大幅な自動化を導入すべきという点で、他のパネリストの考えに共鳴していた。それによって複雑性が増さないかとの私の質問に、彼女はむしろ反対の結果をもたらすと答えた。皮肉なようだが、宇宙の有人活動への道を拓くには、人の手をできるだけ減らすことが重要になるということだ。宇宙のインフラの運用と管理においてはなおさらだ。「技術の進歩は、物事をより単純化する場合もあります」とカバンディ氏。「長年かけて私たちが能力を高めてきた過程で、たとえばコンピューターは、どんどん難しくなるのではなく、より簡単に使えるようになりました。目標は、クルーの拘束時間やクルーの維持管理の手間を削減して、どのようなミッションにおいても、研究やその他宇宙で本来行うべき仕事に専念できるようにすることです。インターフェイスを単純化するほど、自動化率は高まります。クルーは何か問題が起きたときだけ介入すればよくなります。しかし通常は物事が滞りなく進行し、クルーは何もしないで済むというのが理想のかたちです。そうなれば、本来宇宙で行うべき仕事に集中できる自由な時間が増えるのです」。画像クレジット: AXIOM SPACE
［原文へ］　（翻訳：金井哲夫）

https://sorae.info/space/20201225-eus.html

NASA 新型ロケットの打ち上げ能力を強化する「EUS」の詳細設計審査が完了

2020-12-25　松村武宏



SLS のコアステージから分離された EUS とオリオン宇宙船を描いた想像図（Credit: Boeing）
ボーイングは 12 月 21 日、現在開発が進められているアメリカ航空宇宙局（NASA）の新型ロケット「SLS（スペースローンチシステム）」で使われる「EUS（Exploration Upper Stage、探査上段）」の詳細設計審査が完了したことを発表しました。これにより、EUS の開発はハードウェアの製造に移行することになります。
EUS は SLS の「ブロック 1B」や「ブロック 2」と呼ばれる構成の第 2 段として使用される上段ステージです。ブロック 1B は並行して開発が進められている新型有人宇宙船「オリオン」および 10 トン以上の追加のペイロード（搭載物）を含む 38 トンのペイロードを、オリオン宇宙船を搭載しない場合は 42 トンのペイロードを月へ向かう軌道に投入する能力を有します。ブロック 1B は NASA の有人月面探査計画「アルテミス」における 2 回目の有人月面探査ミッション「アルテミス 4」から用いられる予定で、その後は打ち上げ能力をさらに強化したブロック 2 へと切り替えていくことが計画されています。なお、2021 年 11 月に予定されているオリオン宇宙船の無人飛行試験ミッション「アルテミス 1」から 2024 年に予定されているアルテミス計画最初の有人月面探査ミッション「アルテミス 3」までは、第 2 段に「ICPS（Interim Cryogenic Propulsion Stage、暫定的な極低温推進ステージ）」を採用した SLS の「ブロック 1」が用いられます。ICPS はユナイテッドローンチアライアンス（ULA）が運用するロケット「デルタ IV」の上段ステージをベースに開発されたもので、EUS のエンジン（RL10）が 4 基であるのに対して ICPS は同じエンジンを 1 基のみ搭載。ブロック 1 が月へ向かう軌道に投入できるペイロードはブロック 1B よりも少ない 27 トンで、アルテミス計画最初の 3 ミッションおよび木星の衛星エウロパを探査する「エウロパクリッパー」の打ち上げに用いられる予定です。
Image Credit: Boeing　Source: Boeing / NASA　文／松村武宏
https://news.biglobe.ne.jp/domestic/1225/ym_201225_2178945469.html

宇宙開発予算、補正含め過去最大の４４９６億円に…有人月探査計画に参加などで

12 月 25 日（金）21 時 32 分　読売新聞　　内閣府　写真を拡大

　内閣府は２５日、宇宙開発関連の２０２１年度当初予算案が政府全体で３４１４億円に上り、２０年度第３次補正予算案と合わせて過去最大規模の４４９６億円になったと発表した。補正と合算した予算額が４０００億円を超えたのは初めて。　内閣府によると、２１年度当初予算は前年度比１３・６％増で、補正と合わせた予算額の合計も２３・１％増の大幅な増額となった。　補正込みの予算額の内訳は、文部科学省が２１２４億円（前年度比２５９億円増）で、全体の５割弱を占めた。このほか防衛省５５３億円（同２４１億円増）、経済産業省１８７億円（同１５９億円増）など各省で増額が目立った。　政府は６月、新たな「宇宙基本計画」を閣議決定し、日本が参加する米国主導の有人月探査「アルテミス計画」に関連した研究開発の推進などを掲げている。井上科学技術相は２５日の閣議後記者会見で、「大変力強い予算案になった」と評価した。

https://news.mynavi.jp/article/20201225-1607323/

宇宙飛行士の訓練を教育に活用!?　中等教育の現場で見た、その目指すべき姿

2020/12/25 07:00　著者：林公代

目次 1　宇宙飛行士の訓練方法を非認知スキル向上に活用　学生時代は成績優秀だったのに、社会で活躍できないのはなぜか？　2　主観的評価+客観的評価で「非認知スキル」を数値化・客観化し変化を見る
3　学校現場での反応は？

宇宙という未知の空間で多国籍の仲間と協調しながら仕事を行う宇宙飛行士を 1 つのロールモデルとし、その訓練方法を教育に生かすプログラムが開発された (提供:NASA)
左から Space BD 永崎将利社長、早稲田実業学校 玉井邦彦教諭、Z 会ソリューションズ事業開発室 瀬戸裕一郎室長　　プログラムを立ち上げた Space BD の永崎将利社長

宇宙飛行士の訓練方法を非認知スキル向上に活用

世界は今、ドラスティックに変化している。私達日本人はその変化に対応できるのか。
計算や暗記など IQ で測れる能力は高いと言われる一方、急激で予測不能な変化に対応する力や新たな価値を想像する力といった IQ で測れない力、専門的には「非認知スキル」と呼ばれる能力が、日本人は低いとも言われるようだ。こうした状況に対し、文部科学省(文科省)は 2021 年度から中学校で、2022 年度から高校で新しい学習指導要領をスタートさせる。その内容は知識や技能に加え、「未知の状況にも対応できる『思考力・判断力・表現力』」や「学びに向かう力・人間性」をバランスよく育んでいくとするものだ。しかし、非認知スキルはどうやって高めるのだろうか？そんな問いに対する 1 つの解が、12 月 18 日に発表された。Space BD×Z 会グループ×JAXA による「宇宙飛行士の訓練方法を活用した新教育プログラム DiscoveRe Method(ディスカバリー メソッド)」だ。宇宙飛行士の訓練方法を、どのように非認知スキルを高めるような教育に活用するのか。実際の教育現場の反応は？プログラムを立ち上げた Space BD の永崎将利社長、Z 会ソリューションズ事業開発室の瀬戸裕一郎室長、DiscoveRe Method を実践中の早稲田実業学校 玉井邦彦教諭に話を伺った。

学生時代は成績優秀だったのに、社会で活躍できないのはなぜか？

DiscoveRe Method は、Space BD 永崎社長が総合商社の人事部で働いていたころの、ある問いが原点だという。その問いとは「人の優秀さとは何なのか？」。「私は教育学部出身で、商社入社後は人事部に配属されました。新

卒採用ではどうしても筆記試験で合否を判定し、非認知スキル的なものを評価することが難しい。採用を担当した 3 期約 400 名の中にはその後、会社組織になじめずに苦しむ姿や悲しい出来事をたくさん見てきました。学生時代にすごく優秀と言われてきた人間が、なぜ社会でうまく物事を進められないのか。仕事を進めるには、コミュニケーション力や折れない心など、学力だけではない力が求められます。この乖離を何とかしないと、苦しい人たちをたくさん生み出してしまう。これが私が教育事業を立ち上げた原点です」(永崎氏)

商社を退職し独立した永崎氏は、中学生を対象に日本のビジネスリーダーを育成してほしいという依頼に必死に取り組む。だがリーダーとしての「非認知スキル」の定義がないと話にならない。「正当性のある物差し」を模索する中で 1 つの解となったのが、宇宙飛行士である。「子供たちみんなが将来宇宙飛行士になるわけではありません。でも多国籍チームの中で仕事を行い、宇宙空間という未知の世界に挑む宇宙飛行士に求められる資質や能力は、今後の社会で求められる能力の 1 つのロールモデルになる。そこで JAXA の協力を仰ぎ、実際に宇宙飛行士の訓練を担当するプロフェッショナルと一緒に、教育のためのコンテンツを作っていったのです」(永崎氏)。

JAXA 新事業促進部 J-SPARC プロデューサー・高田真一氏は「日本の有人宇宙開発は約 20 年の蓄積があります。(技術面やハード面だけでなく)宇宙のノウハウを世の中に還元、貢献していきたい」と共創事業の意義を語る。では具体的にどんなコンテンツになっているのか、見ていこう。

主観的評価+客観的評価で「非認知スキル」を数値化・客観化し変化を見る

授業はまず、宇宙飛行士・山崎直子さんによる説明動画から始まる。宇宙飛行士がチームワークなどいわゆる人間力を大切にし、能力を磨いていること、学校で生徒たちがこのプログラムを通して「なりたい自分」に近づけることなどについて語られる。その後、生徒たちは客観的な能力を測る「スキルチェック」を行う。36 問の設問に対して、宇宙飛行士の行動を模範とした場合、「どう行動するのが良いと思うか」という観点から選択肢を 1 つ選んでいく。

客観的な能力を測る「スキルチェック」の例 (出典:https://space-bd-education.com/why/index.html)

次に、時間をあけ、「セルフチェック」を行う。こちらは自分の能力を主観的に判断するもの。60 問の設問に対して、自分がどれに当てはまるのかを 5 段階から選ぶ。

主観的な能力を測る「セルフチェック」の例。教育活動の前後に行う（出典:https://space-bd-education.com/why/index.html)

こうして主観的・客観的に自分の非認知スキルをチェックした後、探究活動や修学旅行、文化祭などの教育活動を行う。その後、再度「セルフチェック」を行う。スキルチェックやセルフチェックの結果や教育活動前後の変化は「レポート」の形で後日学校に送られてくる。その結果をふまえ、生徒自身が今後の目標などを「振り返りシート」に記入する。教育活動の前後でセルフチェックに変化が出た場合は、何が影響してそうなったかを考えさせる。この振り返りが、今後の自分の行動につなげるためにもっとも大事なポイントだそう。

スキルを測る物差しのベースになっているのが、宇宙飛行士に求められる 8 つの能力である。NASA や JAXA などが宇宙飛行士として望ましい行動と心構えをもとに「自己管理」「コミュニケーション」「異文化理解」「チームワーク」「状況認識」など 8 つの能力を定義しており、宇宙飛行士選抜や訓練でこの能力があるかどうかをさまざまな手段で評価している。つまり、宇宙飛行士に求められる能力という正当性の物差しを作り、今まで定義の難しかった非認知スキルを可視化し、成長したかどうかを評価できるのが、この DiscoveRe Method の最大の売りのようだ。私もデモ用のテストに取り組んでみたが、中高生向けとは言え、社会人でもなかなか考えさせられる設問が多い。例えば、スキルチェックでは「やる気が出ない時はどうしたらよいですか」という設問に「やる気が出ない理由を考える」という選択肢を選びながら、そうできない自分を「だからダメなんだ…」と一人振り返る。一方、セルフチェックの「対人コンフリクト管理」の項目では「もめ事が起きても冷静さを保つことができる」の設問に 5 段階で 2 をつけざるを得なかった。自分の弱みを数値化することで、次はなんとかしようと思えるような気がした。JAXA の協力を得つつ、Space BD が宇宙用の言葉から教育用の言葉にコンテンツを落とし込む作業を共に行ったのが、教育事業で約 90 年の歴史をもつ Z 会グループだ。コンテンツ作りで苦労したのはどんな点だろう？

Z 会ソリューションズ事業開発室 瀬戸裕一郎室長　早稲田実業学校 玉井邦彦教諭

「実際に NASA や JAXA で定義されている宇宙飛行士に必要な能力は、英語で記述されています。それを小学生や中・高校生にどういう言葉で伝えれば正確に伝わるのか、ものすごく時間をかけて検討し、質問文を完成させました」(Z 会・瀬戸氏)

具体的には、宇宙飛行士に求められる「自己管理」や「コミュニケーション」などの 8 つの能力から、実際にどんな行動をとるのかを示した 96 の行動マーカーがある。その意図がずれないように、例えば小学生にわかる言葉でどう提供すればいいのか。「JAXA 専門家と非認知スキルの専門家である星槎大学客員教授(OECD・PISA 読解力調査専門委員)北川達夫先生や中学高校の先生、教科書を編集されてきた先生方と共に作り上げました」(Z 会・瀬戸氏)　そもそも Z 会グループは、この事業にどんな可能性を感じて参画したのか。「弊社のグループでも学力の 3 要素のうち、知識・技能以外の主体性や多様性、協調性などをどう測定するか、どう伸ばしていくかに

ついて、アセスメント(評価)を開発していました。非認知スキルについても質問紙形式で評価するなどの活動はしていましたが、趣旨やメリットを学校に理解していただくのはなかなか難しかったのです。今回、わかりやすくていいなと思うのは宇宙飛行士が活動する上で大切な事柄が何であるかを、生徒さんがイメージしやすい点です。宇宙飛行士は、多種多様な文化背景を持った方同士が協調しながら活動して成果を出すわけですから、非認知スキルの重要性について、具体的に説明することができるのです」と瀬戸氏は語る。社会でこれらの能力が必要とされるのはわかるが、知識偏重の大学入試が変化しない限り、教育現場を劇的に変えるのは難しいのではないだろうか、という疑問が浮かぶ。瀬戸氏によると、大学入試も変化しているという。「国公立大学をはじめとして『総合型選抜』が増え、国立大学協会も定員の 3 割を総合型選抜からの合格者とする、と明言しています。たとえば京都大学では、高校時代にどういう研究をしてきたかという『学びの報告書』を書かせていますし、東京大学法学部ではグループディスカッションが取り入れられています。京都大学の場合、テーマを深く探求するには考えて行動する力が求められますし、東京大学法学部の総合型選抜でのグループディスカッションでは、きちんと相手の意見を受容した上で自分の意見を伝え、最終的にみんなの意見を統合することが求められる。付け焼刃ではなかなか磨けない能力です」(Z 会・瀬戸氏)つまり、非認知スキルを早い段階で鍛える必要があるということだ。

学校現場での反応は？

気になるのが、実際の生徒たちの反応だ。この「DiscoveRe Method」事業は経済産業省の先端的教育ソフトウェア導入実証事業(EdTech 導入補助金)に採択された。JAXA 宇宙教育センターとの授業連携で参加する学校も含めると、公私立中学・高校 15 校計 5000 名以上が参加している。そのうちの一校、東京都国分寺市にある早稲田実業学校で中等部 3 年生の担任をされている玉井邦彦先生に生徒たちの様子を伺うことができた。

最初にこのプログラムの話を聞いた時の印象について、玉井先生はこう話す。「面白いと思いました。宇宙というネーミングだけで夢があるし、わくわくする。『子供たちは食いついてくるな』と」。3 年生全 6 クラス 234 名が 2020 年 10 月～12 月の「総合的な学習の時間」を使い、DiscoveRe Method を導入中だ。

学校現場の教師たちは超多忙だ。その中でこのプログラムを実施することはプラスアルファになるし労力がかかるに違いない。だが「僕の信念として、何か新しいことにチャレンジする。生徒にもトライアル＆エラーを求めているし、今までやったことがないことをやらなければ、何も変わらない」とプログラム導入にあたり、全クラスの先生を説得した理由を玉井先生は語る。そもそも、今の生徒たちは「非認知スキル」という考え方になじむのだろうか？　「現場で思うのは、やっぱり『点とってなんぼ』という考え方があること。個人的にそれはよくないと思っている。このプログラムを機会に『なぜ学ぶのか』、『この先どうやって生きていくのか』を考えることがすごく重要なことだと思う」。玉井先生に生徒の様子を聞く中で驚いたエピソードがあった。「文化祭の出し物を何にするか、クラスで話し合おうとしたら何も意見が出なかった。学級委員に聞いたら、『昨日 LINE で全員にアンケートを送って、結果が出ています。クラスでみんなで話し合うのは恥ずかしいし、何を言われるかわからないから、それでいいですよね』と言われたんです。『そんなのダメだよ、議論しようぜ』と言っても、なかなかついてこない」。現在は文部科学省が「アクティブ・ラーニング」を推進し、一方的に教師が知識を教えるのではなく、話し合って授業を進めようという方向になっている。「地理や数学でどう答えを出していくか、みんなで話し合おうという授業スタイルをとっていますが、やる子もいれば全然やらない子もいます」(玉井先生)

今時のスマホ世代だ……そんな生徒たちが DiscoveRe Method にどう取り組んだのか。

イントロダクションの動画を見た生徒たちは「すごい面白そう！」という反応が主だったが「なんでこんなのやるんだろう」とぽかんとする生徒もいたそう。非認知スキルのチェック作業では「学校教育の弊害だと思うが『あなたがとるであろう行動を書きなさい』とあるのに『これが正解だろう』とか『これがあってるかな』と周りの子と相談してしまう。正解はなく、自分はどう思うのかを選ぶのに、『いかに点数をとるか』になってしまうんです」(玉井先生)　　そんな生徒たちが、このプログラムによって、どんな変化を見せていくのだろうか。

(次回に続く)　　林公代はやし・きみよ