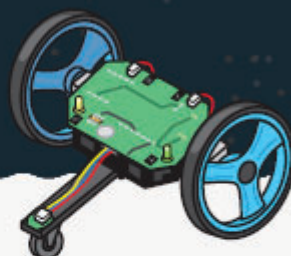




事例紹介

遠隔探査ローバーを用いた 体験型アクティブラーニング



はじめに

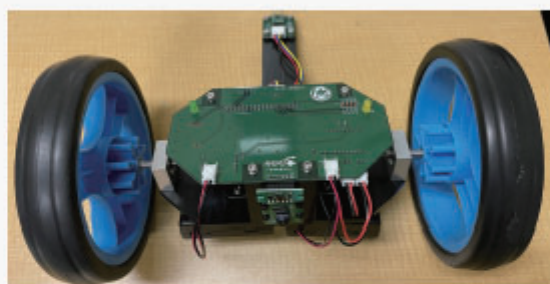
直接見たり、触れたりすることのできない物を理解したい、このような欲求は我々の知的好奇心の源で、科学技術にとどまらず、人類の文化を進める原動力と考えられます。宇宙開発においても、人類が到達できない環境で、遠隔操作により様々な情報を得て、宇宙についての理解を広げる遠隔探査は、非常に重要な要素になっています。遠隔探査によって未知の環境を理解するためには、「何をどのように知るべきか」という問いから出発して、そのために必要な装備を考え、コストなど様々な制約条件の下、実現性のあるシステムを構成し、未知の環境の中で運用し、得られた情報を解析して、未知の環境の理解につなげるという、一連のプロセスが必要になります。こうしたプロセスを体験することは、宇宙工学に限らず、様々な局面において、未知の物に挑む力を醸成することが期待されます。何より未知の環境に、仲間とともに挑むのは、楽しく、わくわくする経験で、このような遠隔探査の楽しさ、難しさを様々な人と共有し、楽しみながら様々な学びに活用したい、このような思いから、東京理科大学では遠隔探査ローバーを用いた体験型アクティブラーニングを開発し実践してまいりました。さらには、2021年度からスタートした宇宙教育プログラム 2.0 では、遠隔探査ローバーシステムを一つのプラットフォームとして、探査に限らず、環境問題や、システム設計、ルール作りなど様々な課題に活用する試みを学生とともに取り組んでいます。ここでは、遠隔探査ローバーシステムの概要と、それを活用した教材開発の試みについてご紹介します。

遠隔探査ローバーシステム

● 遠隔探査ローバー Seed-CAN 2021

遠隔探査ローバー Seed-CAN 2021 は Raspberry Pi Zero WH を中核とした WiFi 通信で遠隔操作可能な 2 輪走行ロボットです。

左右に配置したタイヤをそれぞれ独立なモータで駆動し、左右のモーターの回転スピードや方向を調節することで、前進・後退・左右への旋回その他、左右を逆回転することでその場回転も出来ます。周囲の状況やロボット自身の状態を計測するために、次のようなセンサを搭載しています。



遠隔探索ローバー Seed-CAN 2021

カメラ：Raspberry Pi Camera Module v2.0
正面方向の水平画角 62.2 度の可視画像を取得、
最大解像度 3280 x 2464

9軸センサ：MPU9250
加速度（3軸）、回転速度（3軸）、磁気方向（3軸）を計測

距離センサ：VL53L1X
カメラ視線方向の対象物までの距離を計測

また、これらのセンサの他に、ユーザーがオプションとしてセンサを自由に接続できるように、拡張接続ポートも用意されています。

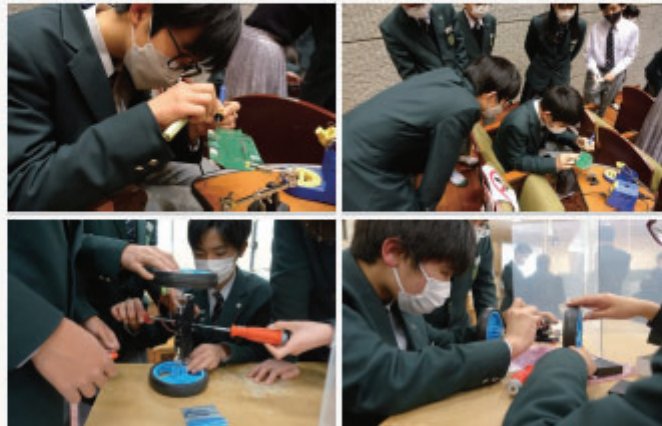
これらのセンサ情報は WiFi 通信を経由して、後述の遠隔操作ソフトウェアにより、PC 上に表示することができます。

ちなみに、これらのセンサの情報は、物理についての基本的な概念の学習にも活用することが出来ます。例えば、加速度の情報は加減速など運動の様子を反映しているだけでなく、静置した状態では、加速度＝力から、重力の方向を計測できるので、地心方向が計測できます。このことから、ローバーの姿勢を変えると、加速度の方向が変化することを観察できます。また、磁石などを近づけることで、磁気センサの値に変化が見られることから、磁気センサの性質を考え、また磁方位を使って、ローバーの方向を計測できることを学ぶことも出来ます。距離センサの値とカメラの画像を活用して、距離と見え方の関係や、光が画像に与える影響から光学についての学習に結びつけることも可能です。このように、遠隔探索ローバー Seed-CAN 2021 は多数のセンサが搭載されているので、これらを活用して様々な学習に活用することも出来ます。また、遠隔探索ローバー Seed-CAN 2021 に搭載されている9軸センサは、実際にドローンや自動車の姿勢計測に活用されているので、これらの原理が身近な物に活用されていることを、関連付けて理解することも出来ます。

なお、遠隔探索ローバー Seed-CAN 2021 は、製品としてだけでなく、半完成品のキットとしても提供することができ、自分で組み立てていく過程を活用した物作り教育に活用することも可能です。実際、2021 年度には江戸川学園取手中高等学校において、半



田付けや組み立て、アートの要素としての装飾や、ソフトウェア開発までを物作り教育課題として実施しました。



江戸川学園取手中高等学校でのローバー作成の様子

● 遠隔操作ソフトウェア

遠隔探査ローバーシステムでは、PC の上で、ローバー本体である遠隔探査ローバー Seed-CAN 2021 から送られてくる情報を表示するとともに、ローバーに対して動作の指示を伝送する遠隔操作ソフトウェアを用意しています。操作者の意図をローバーに伝える方法としては、「コマンド・テレメトリ運用タイプ」と「連続値制御タイプ」の2種類を用意しています。

・コマンド・テレメトリ運用タイプ

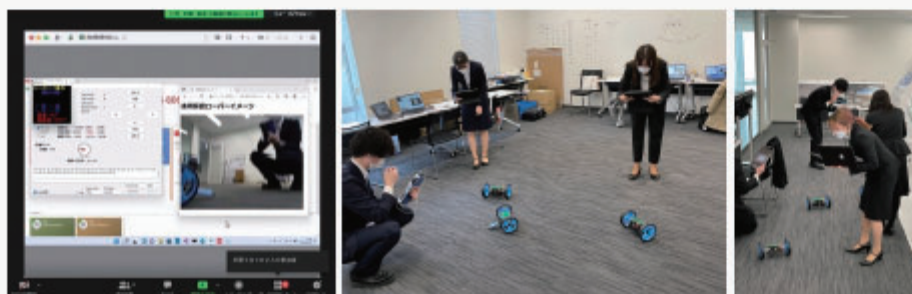
宇宙機の運用は、安全で確実な運用を行うために、一般に宇宙機から送られてくる情報（テレメトリ）によって、動作状態を確認しながら宇宙機への指示（コマンド）を一つ一つ送っていくのが一般的です。「コマンド・テレメトリ運用タイプ」の遠隔操作ソフトウェアでは、このようなプロセスを忠実にモデル化して、ローバーから送られてくる情報を確認しながら、ボタン操作によってコマンドを、一つずつ実施していくインターフェースを用意しています。さながら、宇宙機運用に参加しているように感じることが出来ます。このような運用形態は、実際の探査機に近くなりますが、運用に時間を要することと、コマンドや運用についての説明が必要で、ある程度の習熟が必要なので、運用として煩雑になる問題点があります。

・連続値制御タイプ

これに対して、ジョイスティックや、キーボード操作によって、直感的な運用を可

能にする「連続値制御タイプ」の遠隔操作ソフトウェアも用意しています。簡単で直感的な操作で、ゲーム感覚で自由にローバーを操ることができ、より親しみやすく、簡単な説明ですぐに使えるようになります。

「コマンド・テレメトリ運用タイプ」「連続値制御タイプ」ともに、遠隔操作ソフトウェアが動いている PC を、遠隔操作ソフトウェアを使って、インターネット経由で世界中どこからでも運用体験を実現することができます。実際、2021 年度には、新型コロナウイルス感染拡大の影響もあって、駒込高等学校での、対面で予定していた体験講義をオンラインで実施することが必要になり、操作体験をインターネット経由で実施し、生徒さん達がそれぞれのご家庭に居ながらにして、ローバーの遠隔操作を体験でき、非常に好評を頂きました。



駒込高等学校との遠隔ローバー操作体験の様子

宇宙機の運用においては、コマンドを送信してから、コマンドが宇宙機に到達し、動作結果が地上に返送されてくるまでに、時間遅れが発生します。伝送距離から電波の伝搬に時間がかかり、物理的な伝送遅延が発生することに加えて、運用システムや搭載機内での情報処理による遅れなどが原因となって、低軌道を飛行している比較的近距離のロボットであっても、数秒以上の遅延が発生し、惑星探査ミッション等では数分と非常に大きな遅延が発生します。どちらのタイプのソフトウェアについても、宇宙機において常に問題になる、この時間遅れを、擬似的に発生させる機能を持っていて、遅れ時間を任意に設定することが可能です。このような伝送遅延が発生すると、操作が格段に難しくなりますが、このような現象についても、実際に体感することが可能です。こうした時間遅れに対する対策は、様々な方法が考えられており、専門家の間でも議論になるところですが、このような時間遅れを体験することで、参加者がそれぞれの発想で、自分なりの解決策を考えてみるのも非常に意義深いと思います。

● 搭載ソフトウェア開発環境

遠隔探査ローバー Seed-CAN 2021 を動作させるためには、コマンドの指示を解釈



したり、動作を自律的に制御したりといった、ローバー内の制御ソフトウェアが必要になります。逆にこの制御ソフトウェアを、自分なりにアレンジすることが出来れば、希望した動作をローバーに実施させ、視覚的に確認することができます。このような仕組みを活用すると、プログラミングの教育教材としても活用することが出来ます。そこで、PC上でロボットの動作についてのプログラムを、簡単なボタン操作で生成し、ローバーにアップロード実行までを実現する搭載ソフトウェア開発環境を開発しました。この搭載ソフトウェア開発環境を活用して、2021年度に江戸川学園取手高等学校で、プログラムについての体験学習を実施いたしました。プログラムを実際の動作によって視覚的に捉えられるだけでなく、ロボットの仕組みや制御方法について、より深い興味関心を喚起する意味でも効果的と考えられます。

遠隔探査ローバーシステムをプラットフォームとして活用した教材開発の試み

この様に開発した遠隔探査ローバーシステムについて、単に遠隔操作を体験するというだけでなく、宇宙探査のイメージを持ちながら、このシステムをプラットフォームとして様々な学習に活用することも考えられます。そこで、2021年度の宇宙教育プログラムでは、このプラットフォームを活用した教材について、学生とともにアイデアを出し合い、実際に中学高校に協力を仰ぎながら、実践的な試みを行ってきました。以下そうしたいくつかの試みについて紹介いたします。遠隔探査ローバーシステムを活用した学びについては、まだまだ多くの可能性があると思いますが、そうした新たな活用方法を考える参考にできれば幸いです。

● 未知の物体の正体を探る：謎の物体モノリスを探れ

ある日突然、学校内に出現した謎の物体を、危険なので近寄れないから、遠隔探査ローバーシステムを使って探査するというストーリー設定で、遠隔探査ローバーを使って謎の物体の正体を探るという課題を、2021年度に江戸川学園取手高等学校にご協力頂き実施させて頂きました。ホールのステージに幕を下ろし、その中は宇宙空間なので、立ち入れない空間として設定し、そこに謎の物体を設置、参加者を6チームに分け、3チームずつ探査を行い、わかったことをまとめて、チーム毎に発表してもらいました。チーム構成については、中学生高校生の混成チームで年齢に幅を持たせて、学年を越えたチーム編成にしました。いずれのチームも話し合いながら、また同時に動いている他のローバーとも競い合いながら、工夫を凝らした探査を行いました。各チームの発表も、限られた情報をつなぎ合わせて、論理的で質の高い考察を行っていて、楽しく積極的に取り組める課題になったと思われます。

対象とした未知の物体は、担当者がスタイロフォームを活用して、文字を組み合わせたかなり複雑な形状を作成してしまい、「自分が探査するとしても決してわからないと思う。やり過ぎてしまった。」と反省していましたが、生徒さんの方が一枚も2枚も上手で、6チームのうち1チームは、得られた画像データと独自の推理から、材質も形状も見事に正解を言い当て、関係者を驚かせました。若い柔軟で発想力に富む頭脳の素晴らしさに、関係者一同改めて感動する経験でもありました。



江戸川学園取手中高等学校での遠隔探査実験の様子

● 未知の天体への移住を題材として、「環境」について考える

人類の宇宙進出において、宇宙での居住を考えることは、翻って、地上における我々の生存環境について考えることにつながり、環境問題や環境保全の大切さについて考える非常に良い教材になり得ると考えられます。そこで、「砂漠」や「未知の天体景観」のジオラマを作成し、その中を遠隔探査ローパーで、生存できる環境かを探査することで、広く私たちのまわりの環境や、環境問題について考えるという教材を考案し、聖学院中学校の協力を得て、中学生を対象として、実践を行いました。2022年1月15日に第1回を実施し、地上のある風景から、そこがどこか、暮らす上での環境かどうかなどを議論、ゲーム感覚でローパーを自由に走行でき、ジオラマも非常に良くてきており、非常に楽しい実践となりました。2回目では未知の惑星探査を実施しました。宇宙と生



聖学院中学校(東京)での実践の様子



存環境を結びつけて、探査という体験を通じて主体的に考える教材に進化させることができました。

● 様々な障害物がある環境でのレースを題材にして、最適なシステムについて考える

限られたリソースの中で、いかに最適なシステムを実現するかという問題は、宇宙機を開発していく際、最も重要な問題であるだけでなく、宇宙機設計に限らず地上も含めて、様々なプロジェクトを進めていく非常に重要な要素です。遠隔探査ローバーシステムを活用して、このシステム設計のプロセスを教材に活用するというアイデアがあります。学生の発案で、「月基地から、極限環境で生き続けることが出来るクマムシが脱走したので捕獲回収する」という極めてユニークな問題設定のもと、様々な障害物がある環境で、いかに早く多数の「クマムシ」を回収できるかというレースを設定しました。このとき、各チームは自分の探査ローバーを、与えられた予算の範囲内で、機体にいくつかのオプション装備を施すことができ、その過程でシステムデザイン的な思考を体験的に学ぶという仕組みになっています。この実習についても、駒込高等学校の協力の下、実施させて頂きました。

● ローバーの集団を効果的に活動させることを題材に、ルールについて考える

様々な意思の元に集団が行動するとき、時に行動の間に競合が発生する場合があります。このような競合を解消する方法の一つとして、行動についてのルールを設定することが考えられます。このルールの構成の善し悪しによって、システム全体としての活動がスムーズになったり、効率が悪くなったりします。遠隔探査ローバーシステムでは、限られた空間で、複数のグループがそれぞれローバーを操作する状況を作り出すことが出来るので、この状況を活用して、行動ルールについて考えてみようという、教材についても検討しました。この実習についても駒込高等学校に協力頂き、2021年度に実施させて頂きました。

まとめ

ここでは、東京理科大学において実施してきた遠隔探査ローバーを用いた体験型アクティブラーニングと、それを活用した教材の開発の試みについて紹介してきました。遠隔探査ローバーシステムに限らず、東京理科大学宇宙教育プログラムに関連して開発してきた教育教材等は、東京理科大学宇宙教育プログラム卒業生の有志の学生が設立した学生ベンチャー「宇宙の学び舎 seed」において、サービスとして提供できる体制を整えています。

このような取り組みを通じて、実践的な STEAM アクティブラーニングを効果的に広げていけるよう、今後も務めていきたいと思っております。

宇宙教育プログラム担当教員



代表者
向井 千秋 特任副学長（宇宙飛行士）



藤井 孝蔵 教授
工学部 情報工学科
航空宇宙工学（宇宙輸送、宇宙科学）、
流体力学、計算工学など



木村 真一 教授
理工学部
電気電子情報工学科
宇宙システム工学、自律制御工学、
ソフトウェア工学



山本 誠 教授
工学部 機械工学科
流体力学（数値流体力学、乱流、
圧縮性流、混相流、マルチフィジッ
クス）



松下 恭子 教授
理学部第一部 物理学科
X線観測による星から宇宙最大の天
体までの形成と進化



渡辺 量朗 准教授
理学部第一部 化学科
物理化学（表面物理化学、光化学）



立川 智章 准教授
工学部 情報工学科
多目的設計探索、進化計算、
データマイニング



鈴木 英之 教授
理工学部 物理学科
超新星ニュートリノを中心とする理
論天体物理学



井藤 元 准教授
教育支援機構
教職教育センター
教育学、教育哲学



興治 文子 准教授
教育支援機構
教職教育センター
理科教育学、物理教育学

宇宙教育プログラム インタビュー協力者一覧

氏名	所属
伊藤 隆	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
上野 一郎	東京理科大学 理工学部 機械工学科 教授
上野 宗孝	宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ
河村 洋	東京理科大学 名誉教授（元公立諏訪東京理科大学長）
木村 真一	東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
倉淵 隆	東京理科大学 工学部 建築学科 教授
幸村 孝由	東京理科大学 理工学部 物理学科 教授
後藤田 浩	東京理科大学 工学部 機械工学科 教授
白坂 成功	慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授 株式会社 SyInspectiv 取締役 / 共同創業者
鈴木 英之	東京理科大学 理工学部 物理学科 教授
相馬 央令子	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
立川 智章	東京理科大学 工学部 情報工学科 准教授
土井 隆雄	京都大学大学院 総合生存学館 特定教授
中須賀 真一	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授
藤井 孝蔵	東京理科大学 工学部 情報工学科 教授
藤田 修	北海道大学大学院 工学研究院 機械・宇宙航空工学部門 教授
松下 恭子	東京理科大学 理学部第一部 物理学科 教授
向井 千秋	東京理科大学 特任副学長
山本 誠	東京理科大学 工学部 機械工学科 教授



宇宙教育 プログラム 指導要領



宇宙教育プログラム 問い合わせ先

東京理科大学 宇宙教育プログラム（学務部 学務課）

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3

☎ **03-5228-7329** 📠 **03-5228-7330**

MAIL : tus_uchu@admin.tus.ac.jp

URL : <https://www.tus.ac.jp/uc/>

※本プログラムは、文部科学省の委託事業（宇宙航空科学技術推進委託費）「探究学習向け「宇宙教育プログラム」の開発と実践」によって実施されるプログラムです。

(2) 宇宙教育モデルコンテンツにおける指導案・スライド・ワークシート・配付資料

【教材】人の住む環境について考える

第1回 学習指導案

学習指導案

指導者名 東京理科大学宇宙教育プログラム T1

- 1 日時・期限 2022年1月15日(土)
 2 学年組・人数 24名
 3 本時の目標 ローバーの扱いを通して、未知の惑星が「人が住める環境」か判断し、ローバーを使って探査する方法について説明することができる。

4 本時の位置づけ

第1回	未知の惑星が「人が住める環境」か判断し、ローバーを使って探査する方法について説明することができる。
第2回	未知の惑星でのローバーでの探査を行い、「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果についてまとめることができる。
第3回	未知の惑星が「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果についてまとめたものを発表できる。

5 本時の学習展開

過程	学習内容	生徒の活動	教師の活動と指導上の留意点
導入 (13分)	T1：自己紹介 (6 min) 理科大の宇宙教育プログラムからきました△△です。今日一緒に TA として授業に参加するのは、△△、△△、△△、△△、△△さんです。2 チームに1人ずつ TA がつきますので、5分で班の中でそれぞれ学年と名前の自己紹介をしてください。 ・TA は担当チームに行き自己紹介をする。 T1：全体概要説明 (7min) ・講義のこと ・宇宙のニュース何か知ってる？ ・進行中のプロジェクト ・探査についての説明 ・宇宙のロボット →話が終わったタイミングで照明を消す	・チーム内で自己紹介する。 (名前と学年程度、簡単な自己紹介) S：前澤さんが ISS にいった！ S：はやぶさ2 S：大分の宇宙港 S：木星。エウロパ。リュウグウ。プロキシマ・ケンタウリ。	・司会は教壇、TA は各班につく ・全員が話す時間を確保する ・時間内に自己紹介を終わらせる。 ・△△、△△、△△が照明を消す
展開 1 (17分)	授業者交代 T2：ミッションの説明 (5 min.) T2：ローバーを教壇の上で出す →照明をつける (案) 移住できるかどうかの惑星探査に向けて、ローバーで操作訓練をしよう！ T2：ローバーの簡単な説明 (5min) T2：訓練 1 (5 min.) それでは、実際にローバーを操作してみよう。ローバーを思い通り動かすにはどのように操作すればよいでしょうか。 →14時8分までやってみてください。 (黒板にも書く。) T2：訓練の感想を聞く(2 min.)	S：ローバーを実際に動かしてみる。 S：ワークシートにローバーの動きについて気づいたことや見つけたものを記入する。 S：カメラでいろいろなものが見えた。 S：結構スピードが出てびっくりした。 S：右や左に回転できた。	・TA はローバー、PC,JOYCON, ローバーの説明書を持ってくる。 ・持ってきた後は担当班の近くに居る ・△△、△△、△△が照明をつける ・TA はワークシートを配る。 ・ローバーが動かない際には TA が担当するもう一方の班と合流する ・ ※生徒の活動時間は超過しやすいので、きちんとコントロールすること。

展開2 (30分)	T2：訓練2（5min） 概要説明 役割分担の説明 ローバーはどこのお国においてきただろうか？ T2：「どこ」「どうしてそこだと思ったか」を発表してもらおう（5min） T2：何を見つけた？ T2：温度はどのくらいだった？ T2：どこだと思った？	S：ローバーを動かして探査（10min） S：ピラミッドがあった。 S：砂漠があった S：20度ぐらいだった。 S：エジプト	・TAは授業者が説明している間に最終セッティング。 ローバーが動かない際にはTAが担当するもう一方の班と合流する（修理は3分が限度） ・チームごとに代表者1名に画像等を用いて発表してもらう。 ・カメラだけでなく、温度センサーの数値も確認する。
休憩 10分	14:30～14:40		※時間が超過している場合は、休み時間で調整する。
展開3 (40分)	T2：概要説明（5min） 人が住める環境とはどのようなものだろうか。 T2：まずは個人で考えて、ワークシートに記入してみよう。（2min） T2：次に、チームで考えてワークシートに記入しよう。（8min） →14時50分まで考えてみてください。 発表してもらうので、発表者も決めておいてください。 （黒板にも書く。） T2：それぞれのチームが何を考えているのか意見を全体で共有しましょう。（5min） T2：意見交換を経て、もう一度考えを深めると同時に、ローバーのどの機能を使えば未知の惑星が「人が住める環境」か探査する方法はどのようなものがあるかについて考えて、ワークシートに記入してください。（10min） T2：どんな意見が出ましたか？（10min）	S：個人で考える時間 ワークシート記入 S：チームで考える時間 ワークシート記入 S：水と空気がいると思います。 S：適切な温度が必要だと思います。 S：食べ物がいると思います。 S：チームで考える ワークシート記入 S：発表	
まとめ (10分)	T：まとめ3min	S：アンケートに回答(5min.)	今回でたアイデアを次回に生かしてもらいたい旨を伝える。

6 評価

- A：人が住める環境とローバーを使って未知の惑星が「人が住める環境」かを探査する方法について、具体例を挙げて説明できる。
- B：人が住める環境とローバーを使って未知の惑星が「人が住める環境」かを探査する方法について、例が挙げられていれば説明できる。
- C：人が住める環境とローバーを使って未知の惑星が「人が住める環境」かを探査する方法について、例が挙げられていても十分に説明できていない。

ローバーを使った 惑星探査

1

自己紹介

東京理科大学 宇宙教育プログラム

- ・ 将来 宇宙の科学技術の
魅力を伝える人を育成する

今回のメンバー(大学院生・大学生)

△△, △△, △△, △△, △△, △△

2

宇宙について 知ってること

最近のニュース

この人誰?

前澤 社長

- ・ 民間機を使った初の日本人宇宙旅行者

新時代の幕開け
誰でも宇宙へ!

3

進行中のプロジェクト

アルテミス計画

- ・ 地球から月、そして火星へ
- ・ 世界中が協力

探査

- ・ 未知の惑星
- ・ 何があるか分からない...

まずはロボットで探査

4

宇宙のロボット

- ・ 探査のため多くのロボットが稼働中
- ・ 人工衛星, 小惑星探査機

例)はやぶさ2,

- ・ 広い範囲を探索できる

- ・ ローバー

例)キュリオシティ(火星)

- ・ 詳細なデータを得ることができる

はやぶさ2 (JAXA, 小惑星)

キュリオシティ
(NASA, 火星探査)

5

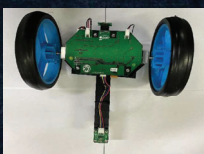
ミッション

- ・ 温暖化による海水面上昇や大気汚染で
地球環境は悪化している
- ・ 人の住める場所は少なくなっている
- ・ 私たちが目ぼしい惑星を発見した
- ・ 移住可能か来週1/22に
ローバーで惑星探査して欲しい
- ・ 今日はローバーの操作訓練を行ってもらう

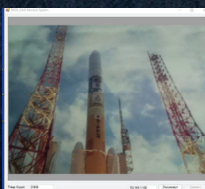
6

訓練1 基本操作(5分) 5

操作画面



カメラからの画像



7

訓練2

- ・ 君たちのローバーを世界のどこかの国においてきた
- ・ 遠隔操作でカメラの画像や温度を取得し、
どこの国に置いて来たか当てて欲しい

役割例)

- ・ ローバー操作係
- ・ センサー観測係
- ・ 記録係
- ・ 写真撮影係

8

訓練2
答え合わせ



答え: エジプト

9



生存環境



- 生きるために必要なもの
- あったら生きていけないもの

10



生存環境



- 生きるために必要なもの
- 水 大気 適切な気温
- あったら生きていけないもの
- 多くの隕石

11



どうやって調べる？



- 水 大気 適切な気温 多くの隕石
- アイデアを書きこもう

12

次回予告

次回は

未知の惑星の遠隔探査を行う
果たして生存条件を満たしているのか？
考えたアイデアを試してみよう

13

年 組 番 名前

ローバーの機体番号:

ミッション:

--

1. 訓練中に気が付いたことや見つけたものを記入しよう。

役割	名前

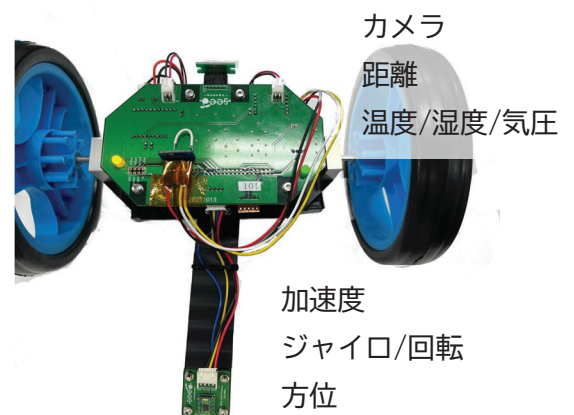
2. 人が住める環境とは何だろうか

生きるために必要なもの	あったら生きていけないもの

ローバーで調べるものと方法を考えて、表に記入しよう。

何を?	どうやって?
例) 水	
例) 大気	
例) 温度	

ローバーの機能



学習指導案

指導者名 東京理科大学宇宙教育プログラム T1

- 1 日時・時限 2022年2月19日(土)
- 2 学年組・人数 24名
- 3 本時の目標 未知の惑星でのローバーでの探査を行い、1回目の授業で考えた「人が住める環境」の条件に沿って判断し、その結果についてまとめることができる。

4 本時の位置づけ

第1回	未知の惑星が「人が住める環境」か判断し、ローバーを使って探査する方法について説明することができる。
第2回	未知の惑星でのローバーでの探査を行い、「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果についてまとめることができる。
第3回	未知の惑星が「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果についてまとめたものを発表できる。

5 本時の学習展開

過程	学習内容	生徒の活動	教師の活動と指導上の留意点
導入 (20分)	T: 前回の振り返り 15min ・ローバーで惑星探査を行った ・未知の惑星が人が住める環境か、ローバーで探査する方法について考え、ワークシートに記入した。	S: ローバーを動かしてみる 5min	あらかじめ班に分かれて おいてもらう PC・ローバー配布
展開1 (30分)	T: 惑星探査の概要説明 5min 未知の惑星を探索し、自分たちで考えた条件を基に生存できるか考えてみよう。 惑星探査	S: ローバーを動かし、探査を行う 15min S: 地図作製を行い、チーム内で次の探査方法と人の生存できる環境かどうかを議論・考察する 10min	ワークシート配布 各班を回りフォロー トラブルシューティング ・液体を発見したら、水であることを伝える。 ・自転・大気もヒントを与える。
休憩			
展開1続き (45分)	T: 発表資料のまとめ方を説明 3min 未知の惑星を探索した結果から、自分たちで考えた条件を基に人が生存できるかを発表しよう。	S: ローバーを動かし、探査を行う 15min S: チーム内で人の生存できる環境かどうか議論・考察を行い、発表資料をまとめる 30min	各班を回りフォロー トラブルシューティング
まとめ (5分)	T: まとめ 2min ・未知の惑星において探査でどんなものを見つけただろうか ・人は生きていけるだろうか		次までに発表資料をまとめてもらう

6 評価

- A: 探査で発見した事象について科学的な考察を行うことができる。また、その観察結果を基に、人が生存できる惑星か説明できる。
- B: 探査で発見した事象について科学的な考察は十分ではないが、結果を基に人が生存できる考察か説明できる。
- C: 探査で発見した事象の科学的な考察ができない。また、人が生存できる環境を探索の結果と結び付けて考察できない。

ローバーを使った 惑星探査

1

ミッション

- ・温暖化による海水面の上昇や大気汚染で地球環境は悪化している
- ・人の住める場所は少なくなっている
- ・私たちが目ぼしい惑星を発見した
- ・2/19に探査用のローバーが惑星に到着する
- ・移住を視野に置いて
ローバーで惑星探査して欲しい

2

今日の予定

- ① **訓練3**
最後の運用チェック
↓
- ② 惑星探査1回目
↓
充電(最低10分)
↓
- ③ 惑星探査2回目
↓
- ④ 成果を報告するポスターを作る！

次の探査について
考えよう！

3

ワークシート

- ・調べた場所の地図を作ろう！
- ・見つけたもの、そこからわかること、人間が生存できるかどうかを調べてまとめよう！

ミッション！		
探査場所	探査日時	探査者

ミッション！	
探査場所	探査日時

4

今日の予定

- ① **訓練3**
最後の運用チェック
↓
- ② 惑星探査1回目
↓
充電(最低10分)
↓
- ③ 惑星探査2回目
↓
- ④ 成果を報告するポスターを作る！

次の探査について
考えよう！

5

各班のzoomへ
移動してください！

6

各班の
ZOOM

2班
ID:*** *****
ps:*****

4班
ID:*** *****
ps:*****

1班
ID:*** *****
ps:*****

3班
ID:*** *****
ps:*****

5班
ID:*** *****
ps:*****

7

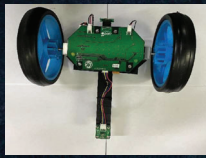
ミッション

- ・温暖化による海水面の上昇や大気汚染で地球環境は悪化している
- ・人の住める場所は少なくなっている
- ・私たちが目ぼしい惑星を発見した
- ・1/22に探査用のローバーを打ち上げる
- ・移住を視野に置いて
ローバーで惑星探査して欲しい

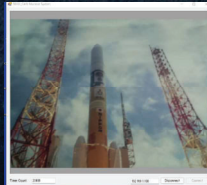
8

訓練1 基本操作(5分)

操作画面



カメラからの画像



9

訓練2

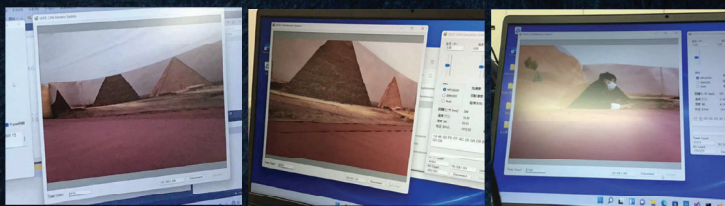
- 君たちのローバーを世界のどこかの国においてきた
- 遠隔操作でカメラの画像や温度を取得し、どこの国に置いて来たか当てて欲しい

役割例)

- ・ローバー操作係
- ・センサー観測係
- ・記録係
- ・写真撮影係

10

訓練2 答え合わせ



答え: エジプト
(気温20°C・湿度40%・気圧1013hPaぐらい)

11

生存環境

- 生きるために必要なもの



- あったら生きていけないもの



12

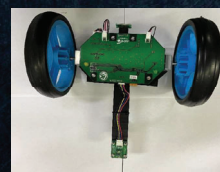
生存環境 どうやって調べる？

環境	調べる方法	環境	調べる方法
水	カメラ 湿度計 温度計	植物	カメラ
大気	気圧計 温度計 空の色	天災	カメラ
適切な気温	温度計	生き物	熱センサー カメラ
		地形	カメラ 加速度

13

訓練3 最終チェック(7分)

- このあと、ローバーが実際に探査を行う。
- 操作が上手く機能するか、どのように探査するかを最終チェックしよう。



タイマー

14

探査1 (15分)

- 未知の惑星の遠隔探査を行う。
- 果たして生存条件を満たしているのか？

ワークシート

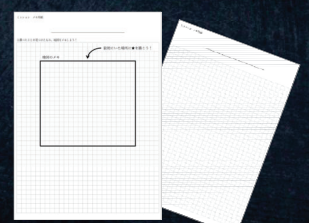
- 調べた場所の地図を作ろう！
- 見つけたもの、そこからわかること、人間が生存できるかどうかを調べてまとめよう！

タイマー

15

ワークシート

- 調べた場所の地図を作ろう！
- 見つけたもの、そこからわかること、人間が生存できるかどうかを調べてまとめよう！



16

探査1
(15分)

- ・未知の惑星の遠隔探査を行う。
- ・果たして生存条件を満たしているのか？

ワークシート

- ・調べた場所の地図を作ろう！
- ・見つけたもの、そこからわかること、人間が生存できるかどうかを調べてまとめよう！

タイマー

17

探査2
(15分)

- ・未知の惑星の遠隔探査を行う。
- ・果たして生存条件を満たしているのか？

ワークシート

- ・調べた場所の地図を作ろう！
- ・見つけたもの、そこからわかること、人間が生存できるかどうかを調べてまとめよう！

タイマー

18

発表準備
(30分)

- ・探査の結果を発表しよう。

発表内容

- ・調べた場所はどんなところか？
- ・見つけたもの、そこからわかること、人間が生存できるかどうかをまとめよう！

タイマー

19

エジプトの例

この星、住めるの住めないの？

気温20℃
湿度40%
気圧1013hPa

山
ごつごつ、岩？
建物

全体は砂？
黄色っぽいところ
赤っぽいところがある

草

住める！

なぜなら、
気温・湿度が人間が生きてのに適当！
土と植物らしきものもある！
ただし、謎の生命体があるので、要観察

N班(△△・△△・△△)

20

次回予告

次回は来月
成果報告の発表！

21

ミッション！

□ **【探査結果】** ローバーによる**探査**で見つけたもの、そこからわかること（科学的根拠）、人間が生存できるかどうかを調べてまとめよう！

見つけたもの	わかること（科学的根拠）	生存できる？

【考察】まとめよう！

人間は生存できるだろうか？ 探査結果を基に考えたことを説明しよう！

一人でまとめよう！：

みんなでまとめよう！：

ミッション メモ用紙

☆調べたことや見つけたもの、地図をメモしよう！

地図のメモ

最初にいた場所に★を描こう！



学習指導案

指導者名 東京理科大学宇宙教育プログラム T1

- 1 日時・時限 2022年3月9日(水)
- 2 学年組・人数 24名
- 3 本時の目標 未知の惑星を「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果をまとめ、発表できる。また、今回の探査を通じて身近な環境問題について考えることができる。

4 本時の位置づけ

第1回	未知の惑星が「人が住める環境」か判断し、ローバーを使って探査する方法について説明することができる。
第2回	未知の惑星でのローバーでの探査を行い、「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果についてまとめることができる。
第3回	未知の惑星が「人が住める環境」か考えた条件に沿って判断した結果についてまとめたものを発表できる。

5 本時の学習展開

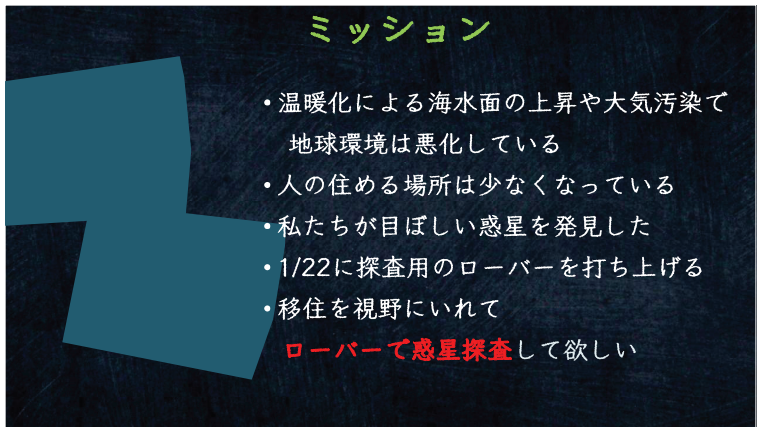
過程	学習内容	生徒の活動	教師の活動と指導上の留意点
導入 (5分)	T: 前回の振り返り 5min ・発表内容の確認		
展開1 (20分)	T: 発表資料作成のサポート	S: 班で発表準備 20min (発表資料作成が終わり次第、ローバー操作体験)	・「人が住める環境か」について発表するように伝える。
展開2 (25分)	T: 発表の司会を行う ・発表が終わったら質疑応答の時間をとる(発表:4~7 min 質疑応答:3min)	S: 発表を行う 7~10min×3 班	・発表後、生徒から質問が出なければ TA から質問 ・評価項目に従い、各班の発表を評価する
休憩			
続き (20分)		S: 発表を行う 7~10min×2 班	
展開3 (25分)	T: 未知の惑星について解説 10 min ・設置物が何だったか ・気温や CO2 濃度の健康被害 T: 地球の環境について解説 5 min	S: 気候変動への対策について班で話し合う 10 min	ワークシート配布
まとめ (5分)	T: 優秀賞・ユニーク賞を表彰 3 min T: アンケート 2 min		優秀賞・ユニーク賞の班に賞状・3D プリンタで作った景品を渡す

6 評価

- A: 前回の考察をわかりやすく発表し、さらに解説を聞き理解を深められる。
- B: 前回の考察をわかりやすく発表できる。
- C: 前回の考察をわかりやすく発表できない。



1



2

発表内容

- ・未知の惑星には何があった？
- ・探査でどんなことがわかった？
- ・人が住める環境？
 - Yes → 気をつけることは？
 - No → どんな工夫をしたら住めそうか？

3

エジプトの例

この星、住めるの住めないの？

気温20℃
湿度40%
気圧1013hPa

山
ごっこつ、岩？

建物

全体は砂？
黄色っぽいところ
赤っぽいところがある

草

住める！

なぜなら、
気温湿度が人間が生きるのに適当！
土と植物らしきものもある！
ただし、謎の生命体がいるので、要観察

4

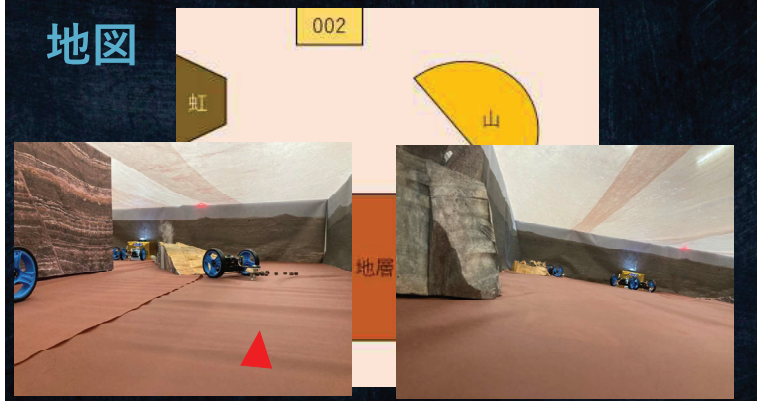
ミッションコンプリート！

- ・皆さんの探査のおかげで現在、移住に向けての活動が進められています
- ・ローバーによる探査のあと、詳しい調査が行われました

調査の結果、この惑星について分かったことを解説します！

5

地図



6

生存環境

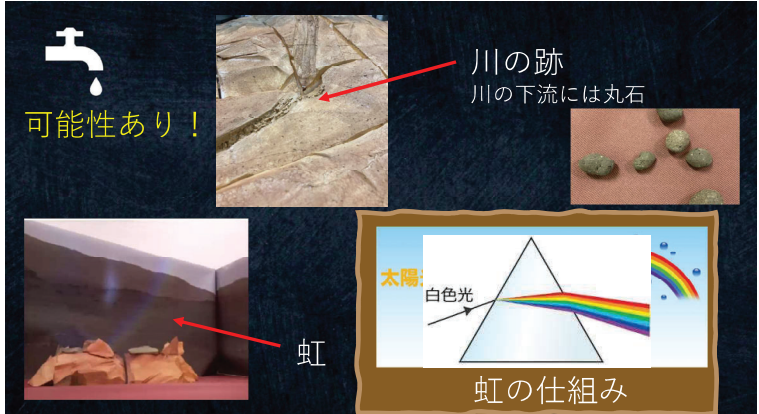
- ・生きるために必要なもの



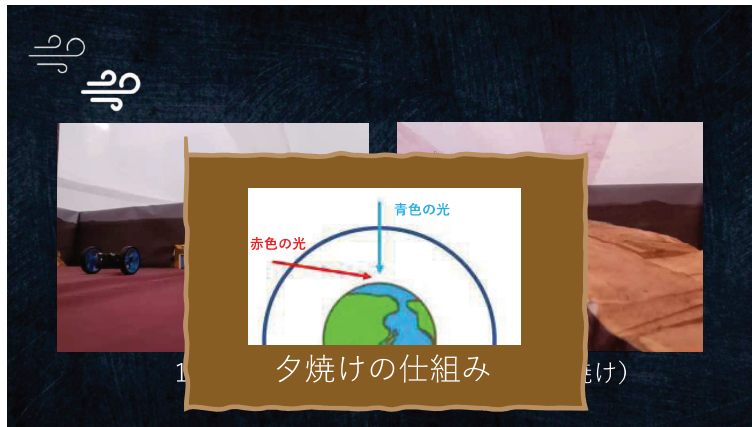
- ・あったら生きていけないもの



7



8



9

大気は薄いけどある！

気圧：980 hPa 地球の標準気圧より低め
 住める？ → 3月の長野の気圧は 960 hPa くらい
 気温：0～50 度 昼間と夕方温度差が激しい

放射冷却とは

昼

熱を受けて暖まる

夜

熱が逃げて冷える

熱の伝わり方は
 伝導・放射・対流の3つ
 空気が薄くて放射冷却が支配的だと
 寒暖差も激しくなる

<https://weathernews.jp/s/topics/201810/300175/>

10

熱中症には注意！
 快適ではないけど住める

- 温度が高すぎると → 熱中症
 主要都市の最高気温（平均値）：44℃（バグダット）
- 温度が低すぎると → 低体温症
 主要都市の最低気温（平均値）：-25℃（ウランバートル）

11

植物の形跡はあった
 工夫次第！！

赤土

スギ針葉樹林の化石
 植林すれば、スギを生やせる可能性あり

12

地震・噴火
 に気を付ける必要あり

白い煙（白色噴煙）
 現在、火山活動は活発でない火山

断層

しゅうきよく
 褶曲山脈

13

山・岩場あるが、
 平坦な場所が広い

↓

住みやすそう！

14

酸素濃度	20 %	→ 問題なし（地球と同じ）
二酸化炭素濃度	2000 ppm	→ 地球の5倍！
放射線（γ・β）	0.3 cps	→ 無害なレベル
pHメータ	7	→ 中性（水の可能性もあり）

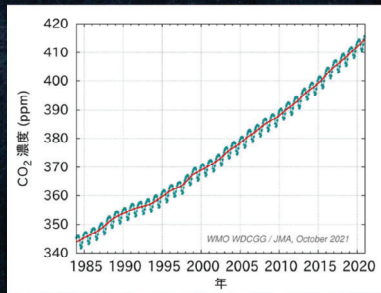
二酸化炭素濃度が高いと？

15

空気中のCO2濃度 [ppm]	人体への影響
250-350	大気中における通常濃度
250-1,000	換気が十分実施されてる屋内の通常濃度
2,000-3,000	呼吸の増加、眠気
4,000-6,000	頭痛、めまい、気持ちが悪くなる、ぼーっとする
6,000-8,000	意識レベル低下、その後意識喪失や痙攣
40,000以上	脳へのダメージによる昏睡、最悪死に至る

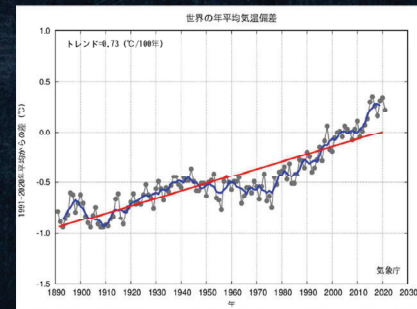
参考文献： <https://seikodenshi.com/2020/12/09/post-203/>

16



参考文献: https://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html

17



参考文献: https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html

18

温暖化の原因

温室効果ガス

- 二酸化炭素
- メタンガス
- フロンガス

考えてみよう！

気候変動に具体的な対策を



19

20

ありがとうございました！

21