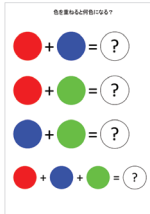
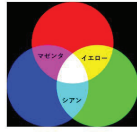


実験 - 光の三原色の簡易実験 -



赤、緑、青の3色の
ライトを用意し、
黒板で実演

三原色クイズ！



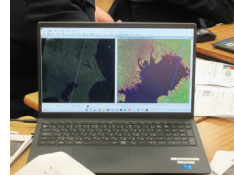
13

画像解析 - 東京湾の経年変化を可視化 -

1972、1999、2020年の衛星画像をそれぞれ色合成

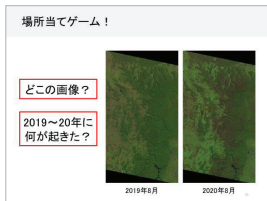


色合成した画像をGoogle Earthに投影



14

画像解析 - オーストラリア森林火災を観察 -



15

ディスカッション

- 噴火時に人工衛星等を使用した対策を考案 -

<流れ>

①人工衛星の特徴を説明

②富士山が噴火として想定

③班ごとに話し合い

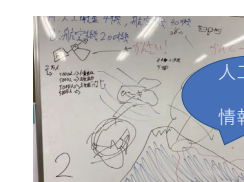
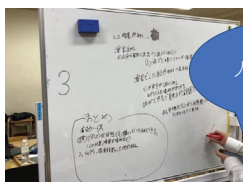
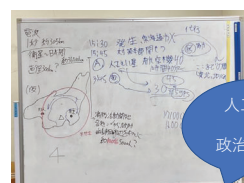
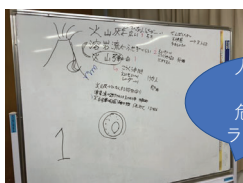
・噴火状況、被害状況の把握
・案AorBの選択、対策の考案

④発表



16

ディスカッション - 各班の発表内容 -



17

良かった点と反省点

良かった点

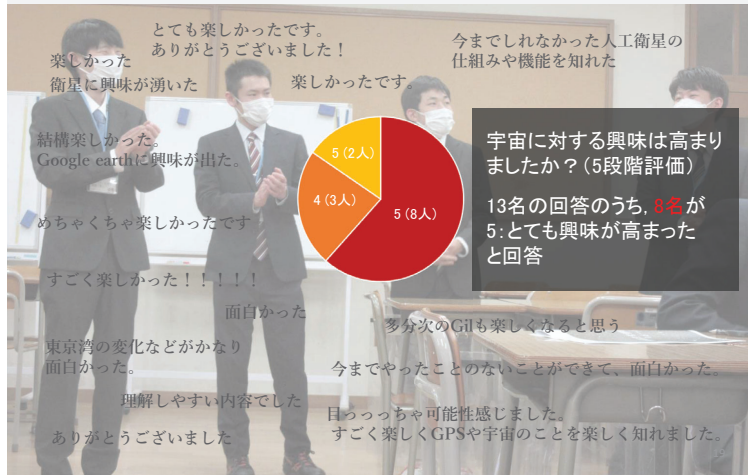
- ・生徒が色合成のやり方を習得することができた
- ・生徒は解析結果や生徒自身の持っている知識を用いて、考察を考案することができていた
- ・生徒間の意見交換が活発だった

反省点

- ・解析内容が少し単調だった
- ・解析に夢中になりすぎて、講義に少し集中できていない生徒がいた
- ・ディスカッションで人工衛星の幅広い利点を活かすことができなかった

18

生徒からの声



今回の教材づくりで達成できたこと

○前回の教材づくりにおける課題

・生徒について事前に情報を得ることが難しかった

・生徒の経験や知識の差が大きかった

→「**物足りない**」と生徒が思ってしまう授業に

・時間の制限の中で、納得する経験にたどりつけない

・疑問が残ったまま、授業後に自分だけで取り組める状態になっていない

→「**難しい**」と生徒が思ってしまう授業に

飽きない仕組みと自立するためのサポートをもつ教材になった。
設定した授業目的を十分に達成できた。

(4) 宇宙教育教材 学習指導案

E1班:みんなの想いを組み立て積み上げ、宇宙に住まう未来をこの手に

1. 日時場所

2022 年 9 月 17, 18 日／東京理科大学野田キャンパス

2. 生徒

中学生・高校生

3. 指導内容

月や火星など、地球外に人類が長期滞在する計画が進められている。本授業では、地球上での建築物の構造や強度、コストや加工性などを長所、短所を総合的に判断して決断する手法について理解を深める。この長所、短所を総合的に判断して決断する手法をトレードオフという。地上での建築について生徒はシミュレーションでの活動を通して理解を深めた後、月面に建築物を建てる場合の輸送上のコスト、入手性、加工性、持続可能性の 4 項目について生徒が最適解を検討し、住環境の未来について自分の意見をもてるようにする。またその際に、実際の建築で重要になってくる単位や、材料工学についての基本的な知識を含めシステム開発の流れを踏むことで、宇宙への興味関心を深めるきっかけとしたい。

4. 指導上の留意点

大学の建築学科で履修するような材料工学の内容を扱う為、中学生がわかるような表現にしたり、大きなスケールを扱う宇宙についてイメージがしやすくなるような工夫を取り入れる。また、途中で生徒が活動に用いるシミュレーションには材料工学に基づいて、結果が瞬時にレーダーチャートで表示されるように作成しているが、どのような計算式が含まれているかはブラックボックスとなっているため、興味がある生徒には授業後に個別のフィードバックを行う。

5. この授業の目標

宇宙での住環境について、材料工学を基にした地球上で建築する際のトレードオフの考え方についてシミュレーションを通して理解を含め、月面に建築物を建てる際の輸送上のコスト、入手性、加工性、持続可能性の 4 項目について生徒が最適解を検討し、宇宙での住環境について自分なりの考えを持ち、他者に説明できるようにする。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り 組む態度【態】
-------	--------------	-----------------	----------------------

単元の評価基準	・ミッション1, ミッション2それぞれの要素について、授業の中で得られた知識を活用して最適解を選ぶことができる。	・シミュレーションの結果と、判断基準に合理性がある。	・積極的にシミュレーションを実施したり、話し合いに参加している。
評価の方法	・ワークシートの記述。	・エクセルシミュレーションの結果を踏まえ、どのような理由で最適解を導き出したか。	・班での活動。

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①授業形態の工夫

最大 5 人までの班を形成し、班活動を中心とすることで個々の生徒が主体的に参加しやすい環境を構築する。また、班ごとにパソコンとパソコンの画面を共有するためのプロジェクターを用意し、大きな画面を見ながら班ごとに議論ができるような工夫をしている。授業の最後には、大判のポストイットを利用し、班で考えた未来の住環境をスケッチしてもらい、全体発表で共有する。

②指導方法の工夫

授業は、授業者のほかに 4 名の授業補助者がいる。したがって、班活動の際には授業者が班を回って全体をみるだけでなく、班ごとに授業補助者がついて議論が潤滑に行えるような補助を行う。

③教材の工夫

地上で建築する際にどのような材料を選ぶべきかを考える際に検討する 4 つの要素である強度、コスト、入手性、加工性について、材料工学に基づいたシミュレーションを開発した。シミュレーションで表示されているタイトルは「強度を保ち、コストを抑えられる設計をしよう！」である。エクセル上で作成したシミュレーションでは、生徒が材料を選べば、それぞれの要素ごとに 0 から 1 の値が表示される。この値は、たとえば入手性であれば 1 に近い値であれば入手しやすいことを意味している。実際に材料を選ぶ際には、どれかの要素だけ良くても総合的な判断が必要であるため、トレードオフについて理解を深めるために各要素の結果をレーダーチャートで自動的に表示させ、結果の関係を可視化で示す工夫をしている。生徒が選べる変数は、材料と、どのような形状の梁にするかであり、2 つの変数を変えながら、最適解を考えられるようなシミュレーションを作成した。

8. 本時の展開

	学習内容 (○) と学習活動 (・)	指導上の留意点 (・)
導入 (5 分)	○「宇宙に住もう！」と題し、宇宙環境、地球環境の違い（大気、温度、気圧、重力、放射線）について解説を行う。宇宙空間での住居の例として、ISS(国際宇宙ステーション)について解説する。	・生徒の学年が中学 2 年生から高校 3 年生までと幅広く、各自の既有知識も異なるため、理解度について確認しながら進める。
展開 1 (15 分)	○ミッション 1：地球で安全な建物を作ろう 生徒には、この後に 4 つの材料と 5 つの形状の中から、お相撲さんが乗れる安全な梁（はり）を作れるような条件を選ぶシミュレーションを行ってもらうことを説明する。 ○安全とは、①壊れにくく、②変形しすぎないことであることを、例を挙げて解説する。 ○シミュレーションで選べる材料は、アルミ合金、一般構造鋼、CFRP、木材である。それぞれの使用箇所、特長、質量や強度、加工性や入手性について解説する。 ○梁の形状としては、角形管、H 型を基にした 5 種類である。それぞれの形状について解説する。 ○トレードオフの関係について解説し、班ごとに最適解を考えるように促す。	
ディスカッション (20 分)	・どの材料と形状を選べば、最も強度が高くなるかについてエクセルのシミュレーションを実施し、班ごとに議論する。 ・得られた結果について、ワークシートに記入する。 ○班ごとに選んだ材料と形状について、理由も含めて発表してもらう。 ・選んだ材料と形状について、班での議論を踏まえて理由とともに発表する。 ○発表結果についてフィードバックを行う。	・ワークシートを配布する ・班の中での全員が議論に参加できるように見回り、活動を支援する。 ・最適解は、一般構造鋼と角形管(100,4,10)。最適解を選ばなくても、選んだ理由との関連について

		フォローする。
展開 2 (15 分)	○ミッション 2：月の地下洞窟に家を作ってよう 月で建築物を作るという状況に対し、材料 の①入手性、②加工性、③コスト（材料費＋ 輸送）について考えるように促す。地上と異 なる点は、輸送しなければいけない点であ る。 ○月周回衛星「かぐや」が撮影した月の映像と、 月での縦孔について解説する。 ○月の縦孔内の洞窟の環境に近い南極の昭和 基地では、断熱性能が高く加工が容易な木材 が使用されていること、コンクリートでは低 温による障害があるだけではなく現地調達 が困難であることを解説する。	・ロケットで材料を輸送し なければいけないこと、現 地で加工する必要があるこ となど、輸送のイメージを 具体化できるように丁寧に 解説する。 ・月の縦孔は地下洞窟にな っているため、洞窟内の予 想される広さや放射線被ば く量（特別対策を必要とし ない量）、温度（平均-20℃、 南極基地と同程度）につい て解説する。
ディス カッシ ョン 2 (20 分)	○入手性、加工性、輸送コストに加え、持続可 能性も新たな観点と加え、月面での建築に最 も適している材料と形状についてシミュレ ーションを通して班で議論させる。 ○材料と形状が決まったら、月の地下洞窟内に どのような家を作るのか、選んだ梁の形状 を基に大型のポストイットにデザインさせ る。 ・入手性、加工性、輸送コストに加え、持続可 能性も新たな観点と加え、月面での建築に最 も適している材料と形状についてシミュレ ーションを通して班で議論する。 ・得られた結果について、ワークシートに記入 する。 ・月の地下洞窟内にどのような家を作るの か、選んだ梁の形状を基に大型のポストイッ トにデザインする。	・班の中での全員が議論に 参加できるように見回 り、活動を支援する ・月面の環境や、輸送につ いて実感がわいていない ようであれば机間巡視で 説明を補足する。 ・「1gでも軽くすること」 という条件の下、検討す るように促す。
まとめ (15 分)	○ディスカッション 2 のシミュレーションを 通して選んだ材料と形状について、班ごとに 理由も含めて発表してもらおう。デザインした	

	絵についても、工夫点も含め発表してもらう。 ・選んだ材料と形状について、班での議論を踏まえて理由とともに発表する。デザインした家についても、工夫点も含めて発表する。 ・他の班の結果や理由についてワークシートに記入する。 ○宇宙での住居環境の未来について解説する。	・評価項目を基に、各班の発表を評価する。 ・最適解は、どの観点を重視するかによって異なり、1 つに決められないように設定されている。班ごとに、何を優先するのか、他の観点の結果は許容できる範囲なのかなどについて、どのように考えたのか、考え方を支援する。 ・宇宙での住環境や建築、輸送、トレードオフの関係などについて興味を高めてもらえるように工夫する。
--	--	--

E2班：月面探査地の最適地を得られた情報に基づいて意思決定できるか

1. 日時場所

2022 年 9 月 17, 18 日／東京理科大学野田キャンパス

2. 生徒

中学生・高校生

3. 指導内容

宇宙開発においては、関わる人の綿密なコミュニケーションが欠かせない。授業の冒頭では、マーズ・クライメイト・オービターとアポロ 13 号の 2 つの具体的な事例を紹介する。また、簡単なアイスブレイキングも取り入れる。本授業では、現在実際に動いているアルテミス計画の月面の着陸地点の 13 の候補地に着目し、月面探査機が着陸する地点が決定するまでのプロセスを体験できるような授業を行う。

最適地選定までのプロセスとして、「活動目的の設定」、「月面領域の選定」、「探査地点の選定」の 3 つのプロセスがあり、実践を通してこの 3 つのプロセスを学ぶ。「活動目的の設定」では、その活動の目的によってどんな課題が解決されるのか（課題の抽出）、「月面領域の選定」では、環境条件の調査（月面環境調査）、「探査地点の選定」では、月面リソースの確保（候補地探査）が考えられる。

月面探査地を得られた情報に基づいて意思決定できるかが授業の大きなテーマであり、ミッション 1 では、「活動目的の設定」と「月面領域の選定」を含んでいる。具体的には、班活動において生徒個々が持っている月面データを基に、班でディスカッションする内容である。ミッション 2 では、「探査地点の選定」を含み、地上と宇宙に分かれた環境で月面探査機ローバーを用いる授業である。

この授業を受けることで、コミュニケーションの大切さを学ぶだけでなく、実際のアルテミス計画の動向を生徒が主体的に調べる効果も期待される。

4. 指導上の留意点

ミッション 2 では、インターネットの不具合やローバーとの通信など、物理的な環境のトラブルが生じるとミッションがうまくいかなくなる。また、何が起きているか生徒がわからないと、通信トラブルだけで授業が終わってしまう可能性もあるため、トラブルが起きたときの対処法や情報共有の方法について綿密に準備しておく。

5. この授業の目標

班での活動を中心として月面探査の 2 つのミッションを通して、人間がお互いに情報、意思、思考を伝達しあうことの難しさを体験し、コミュニケーションの大切さについて理解を

深める。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り組む態度【態】
単元の評価基準	・ ミッション1で割り振られた月面の1地点での環境(水資源の有無、地形、温度、放射線量、科学的背景)などについて理解を深める。	・ ミッション1で割り振られた地点での環境で有人の探査が可能かについて、理由とともに適切に評価できる。 ・ ミッション2では、自分の役割の中で、相手が必要な情報を判断し、適切に伝えることができる。	・ 積極的に口頭のみで相手に必要な情報を伝えようと努力している。
評価の方法	・ 特になし	・ ワークシートの記述内容。 ・ ミッション2の達成具合。	・ 活動

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①授業形態の工夫

アイスブレーキングでは2人1組のペアワーク、ミッション1では1班5人での活動、ミッション2では同じ1班5人だが異なる部屋でコミュニケーションを取る内容にするなど、多様な授業形態を取り入れている。

②指導方法の工夫

ミッション1では、各班に授業補助者がつき、班での話し合い活動が潤滑になるように支援する。特に、5人1班の1人1人に異なる情報を与えるジグソー法を取り入れたため、全員が主体的に参加することが期待される。

ミッション2では、インターネットの不具合やローバーとの通信など、物理的な環境のトラブルが起きることで授業が円滑に進まなくなる可能性があるため、教室ごとに担当者を決め、支援にあたる。

③教材の工夫

実際のアルテミス計画に基づき、NASAの公表している月面の各地点でのデータや月面査地の最適地のプロセスなどを授業の骨格としたため、授業が終わった後に生徒が主

体的にアルテミス計画について学びやすくなるよう工夫した。

8. 本時の展開

	学習内容 (○) と学習活動 (・)	指導上の留意点 (・)
導入 (10 分)	○宇宙に関する実際の事例からコミュニケーションの大切さを伝える。 ○アイスブレーキングとして、生徒は 2 人 1 組になり、それぞれ相手に見せないように教員が口頭で伝えた図形を手元の紙に書く。(例えば太陽と星など。) 次に、ペアになった生徒同士で、自分が描いた図の形や大きさを口頭のみで相手に伝え、まったく同じ図形を再現して描くことができるかどうかチャレンジする。 ・口頭のみでのコミュニケーションの難しさを体験する。	・マーズ・クライメイト・オービターは失敗したコミュニケーション (単位の伝達ミス、ヤードとメートルの混在)、アポロ 13 号は成功したコミュニケーションの例として、それぞれのコミュニケーションの特徴を伝える。
展開 (75 分) ミッシ ョン 1 (28 分)	○月面に関する基礎知識を確認する。 ○ミッション 1 : 資料に基づいて、月面探査に最適な地点を見つけよう! (注 1) ・5 人で 1 班を形成する。 ○NASA のデータに基づき作成された 5 地点の資料 (高地、トランクリティ・アウトポスト、アリストアルカス、ファーイースタン、南極点付近) を配布し、まず個人で与えられた地点が有人探査するにふさわしいか、与えられた観点ごとに判断項目に従って判断する。 ・それぞれの観点について、与えられた評価基準に従って数値化し、判断の根拠もワークシートに記入する。 ○次に、班でどの候補地が最も適切か議論し、最も有人での月面探査に適していると考える地点を 1 つ定める。 ○話し合った結果について、根拠を踏まえて発表する。	・温度や紫外線情報などが含まれているため、人が活動する場合にふさわしいかどうか。

ミッション 2 (40 分)	○ミッション 2：地上と宇宙に分かれた環境で、月面探査機ローバーを操作し、どの探査地点が最もふさわしいか判断しよう！ ・このミッションで使う教室は 3 部屋で、「地上にいる管制官がいる部屋」、「月面にいる司令塔とローバーの操作者がいる部屋」、「ローバーが動く部屋」に分ける。ローバーのコースは、班の数（ここでは 3 班）だけ用意し、それぞれの班ごとに異なるジオラマコースが作成されている。このジオラマコースの地形の情報は、地上にいる管制官のみに渡す。 ・注 2 に示したように、班を構成する 5 人のうち、1 名が地球上にいる管制官として K409 号室へ、2 名が月面基地にいる司令塔として K402 号室へ、2 名が月面探査機に乗っている操縦者として K402 号室へ移動する。 ・注 3 に示したようにローバーは 30 cm ほどの大きさで、実際に人が乗ることはできない。操縦者役は、ローバーに乗って操作しているつもりで PC の操作画面を操作する。 ○地球上にいる管制官は、操作地点の航空図を持っており、それを基に月面にいる司令塔に指示を出す。 ○月面にいる司令塔は、地球上にいる管制官からの情報を受け取る。また、ローバーに搭載されているカメラの映像と、地上の感染いかんから得られている地理情報を統合し、ローバーの操作者に、観測地点までの行き方について指示を出す。 ○月面上にあるローバーに乗っている（つもり）操縦者は、司令塔の指示を基にローバーを操作する。	・各教室に授業補助者がつき、トラブルが起きている場合や、生徒がミッションで苦勞している場合には必要な補助を行う。また、各部屋の授業補助者同士が綿密に情報共有できる体制を取る。生徒はテレビ会議システムを用いて情報共有し、各部屋の担当者同士はトランシーバーを用いる。
まとめ (5 分)	○ミッション 2 で得られた結果について、根拠を踏まえて発表する。 ○まとめとして、・アルテミス計画など、実際の月面探査計画と結びつけ、生徒の知的好奇心	

	につなげる。	
--	--------	--

注 1 :

ミッション1の概要

概要
 NASAのある月面探査の計画チームと同じように、あなたのチームもこれから行われる月面探査のための最適地を提案することになるのです！！
 候補領域5つの中から最適領域を選び、その理由を報告せよ！！

個人タスク
 ・ 候補領域に関する月面データを確認し、合計点数を算出。

チームタスク
 ・ 5つの候補領域の中から、最適領域を選ぶ。

それぞれのデータについて、その領域が「GO」なのか「NO GO」なのか、あるいは将来の活動でこの領域のデータがもっと必要「More Data」なのかを判断してください。

Mission Go	3点
Need More Data	2点
Mission No Go	1点

ムーンマトリクス(ミッション1)

各候補領域の各評価項目に基づいて、最適領域を決定する。

評価項目	候補領域				
	高地	南極点付近	アリストアルカス	トランクリティ・アウトポスト	ファウニススタン
水、その他資源					
地形図					
温度					
放射線					
科学					
その他					
合計点数					

チームメンバー:

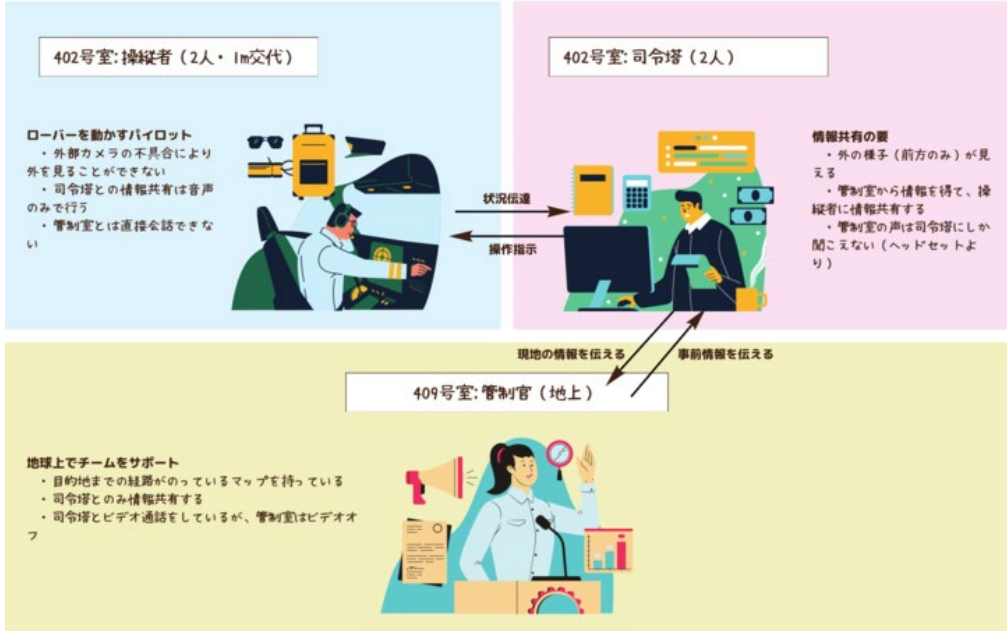
選ばれた候補領域:

なぜこの領域を最適領域に選んだのですか?:

出典 : <https://www.nasa.gov/artemisprogram>

注 2 :

3つの役割説明



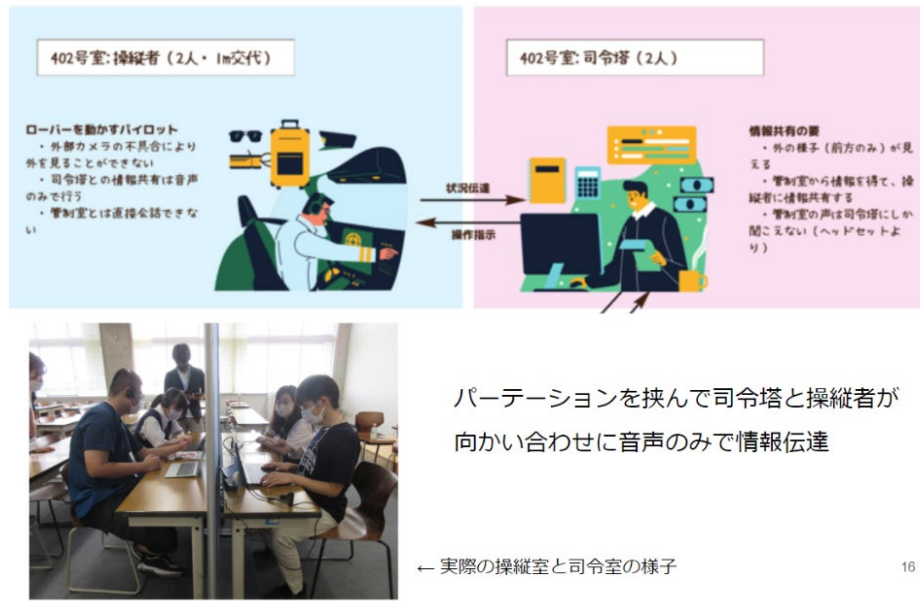
司令塔と管制室はzoomでビデオ通話していて、
お互いヘッドセットをつけている

← 実際の管制室の様子

17

■ 地球上での管制官のできることと役割

- ・目的地までの経路がのっているマップを持っている。
- ・月面の司令塔とのみ情報共有する。
- ・司令塔とインターネットを介して PC でビデオ通話をしているが、管制官はビデオオフ。他の班の音声は混在しないように、ヘッドセットをつけている。



■ 月面での司令塔のできることに役割

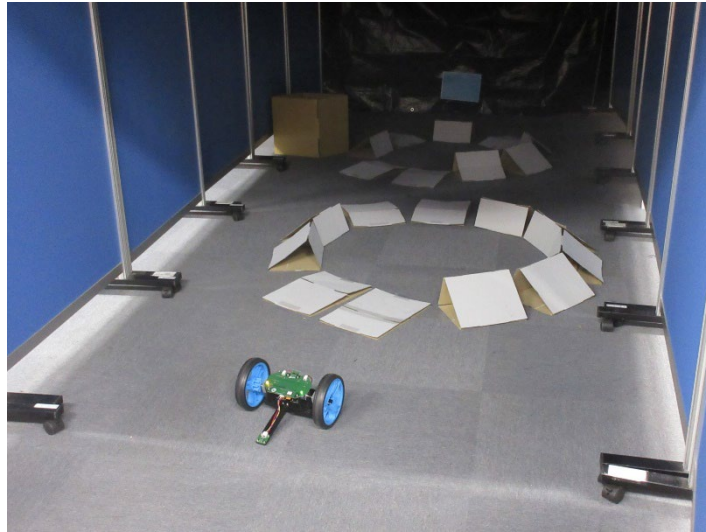
- ・地球上の管制官とインターネットを介して PC でのビデオ通話により地図情報を得て、ローバーの操作者に情報提供をする。
- ・ヘッドセットをしているため、地球上の管制官の声は司令塔にしか聞こえない。
- ・ローバーの操作画面も PC 上に立ち上げられており、ローバーに搭載されたカメラの外のような（前方のみ）が見える。

■ 月面にあるローバに乗っている（つमりの）操縦者のできることに役割

- ・PC にローバーの操作画面が立ち上げられている。
- ・ローバーにはカメラが搭載されているが、カメラの不具合により外を見ることができない（という設定になっている）。
- ・月面にいる司令塔とは音声で情報共有ができる。

（本来は月面上の別の場所にいる設定であるが、インターネット回線を使って音声通話をする、授業としては大掛かりになる。写真の様にパーティションを挟んで操縦者と司令塔が座っているため、普通に話すと音声のコミュニケーションができる。）

注 3 :



月面の探索地点を想定し、段ボールなどで作成した障害物。手前に見える車輪が2つついたものが探査しているローバー。

E3班:趣向を凝らし、安全に配慮したパラシュートの開発を体験しよう！

1. 日時場所

2022 年 9 月 17, 18 日／東京理科大学野田キャンパス

2. 生徒

中学生・高校生

3. 指導内容

宇宙船の帰還時に用いられるパラシュートの開発では、命を預かるという責任が生じる。パラシュートの製作および落下実験を通して、開発者としての安全管理意識を高める。パラシュートにつながれた宇宙船（おもり部分）には加速度センサーを搭載し、どのように落下したのかについて定量的に分析できるような工夫もしてある。さらに、パラシュート落下実験の成否について、鉛直方向の落下地点からどの程度近くに落下したのか、落下速度はどの位だったのかなど複数の評価項目を設け、班ごとに競うようなゲーム性も取り入れている。

また本授業を通して、理系分野の学問的面白さを学び、学問への興味関心を高めたり、進路選択に対して幅広い視野が得られるようなものとしたい。

4. 指導上の留意点

パラシュート落下実験については、野田キャンパス講義棟の 7 階までの吹き抜け部分を使うため、7 階、1 階と途中階に複数人を配置し、無線で常にコンタクトを取りながら安全確保を行う。また、1 階は立ち入り禁止のロープ、床面保護の養生、関係者のヘルメット着用などを徹底する。当日はプロジェクト参加者だけでなく、授業を履修している大学生や他イベントの参加者などが講義棟にいるため、特に安全管理の配慮が必要である。

5. この授業の目標

安全基準を守り、落下時の減速具合と落下精度の良いパラシュートの作成および落下実験を通して、実際の宇宙船帰還でも用いられているパラシュートの理論的背景や技術について理解を深め、興味関心を高める。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り 組む態度【態】
単元の評価基準	・抵抗を受けて落下する物体の理論を知	・2 回目のパラシュートの製作において、1	・積極的にパラシュートの製作に取り組

	り、パラシュート落下実験を通して体験知として身につける。	回目の結果を受けて原因を考え、改善のための工夫をすることができる。	んだり、作製のための話し合いに参加している。
評価の方法	・パラシュートの大きさ、パラシュートにあける穴の大きさ、紐の長さなどのバランスをどう考えたか、議論のようすと成果物から評価する。	・2回目の落下実験の結果が1回目よりも改善されたか。	・班での活動。

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①授業形態の工夫

最大5人までの班を形成し、班活動を中心とすることで個々の生徒が主体的に参加しやすい環境を構築する。全国各地から集まるイベントのため、アイスブレイキングとして惑星のイラストの入ったネームカードなどを用意し、班での活動が円滑に行えるような工夫をした。

②指導方法の工夫

授業は、授業者のほかに複数名の授業補助者がいる。したがって、班活動の際には授業者が班を回って全体をみるだけでなく、班ごとに授業補助者がついて議論が潤滑に行えるような補助を行う。

パラシュートの落下実験は班ごとに2回行い、1回目の落下実験の結果を受けて、さらに生徒が工夫を加えることができるような授業展開にした。

③教材の工夫

パラシュート落下実験では、パラシュートの形状、素材だけでなく糸の素材、おもりの素材や大きさ、質量など複数のパラメータが考えられる。授業時間が限られているため、基本的なパラシュートの形は1つにし、次の素材は生徒が選べるように用意した。

なお、おもりは加速度センサーを搭載したものを用意した。

- ・パラシュート：パラソルの布、ビニール袋、断熱シート
- ・紐：タコ糸、テグス

8. 本時の展開

	学習内容（○）と学習活動（・）	指導上の留意点（・）
導入	○「みなさんはこれから宇宙開発者となり帰還	・亡くなった宇宙飛行士の

(5 分)	船の製作に携わります」というテーマの下、任務中の事故によって亡くなった宇宙飛行士、チャレンジャー事故などの例を挙げ、開発者としての安全管理の重要性について伝える。これらの事故の中には、未然に防げる事故があることも伝える。	写真、チャレンジャー事故の写真は提示するが、インパクトも大きいため動画は扱わない。
展開 1 (開 発 20 分) (落 下 実験 15 分)	○パラシュート開発 1 ○安全管理項目を例示し、チェックが大切であることを説明する。 ・配布された資料に記載された安全管理項目について理解を深める。 ○パラシュートの製作方法、選択できる素材、パラシュートを落下させる際の発射装置に入れるための折りたたみ方について解説する。 ・班ごとにパラシュートに用いる素材を選択し、パラシュートを製作する。 ・全員で落下実験をする場所に移動する。(教室前に位置されている、1 階から 7 階までの吹き抜け部分。) ○落下のための装置の操作に関する説明、落下実験時の安全管理や手順について説明する。 ・落下実験を行う。	・落下区域に入らないよう、生徒が規制線の中に入らないようにする。落下の際は、安全監督者の下 1 階と 7 階で掛け声を合わせて落下させる。
展開 2 (開 発 20 分) (落 下 実験 15 分)	○パラシュート開発 2 ○1 回目の落下実験の結果を振り返ってもらう。班ごとのパラシュートの個性ごとに多様な結果が表れる。パラシュートが開かないことも考えられる。うまくいかなかった原因について再考し、改善させる。 ・1 回目の結果を受け、改善策について議論し、議論の結果を受けたパラシュートを製作する。 ○落下のための装置の操作に関する説明、落下実験時の安全管理や手順について説明する。 ・落下実験を行う。	・パラシュート落下経験のある授業補助者が班ごとについているため、各班に応じた修正案を提示する。 ・落下区域に入らないよう、生徒が規制線の中に入らないようにする。落下の際は、安全監督者の

		下1階と7階で掛け声を合わせて落下させる。
まとめ (5分)	○各班の落下精度、加速度センサーの結果などについて振り返りを行う。	

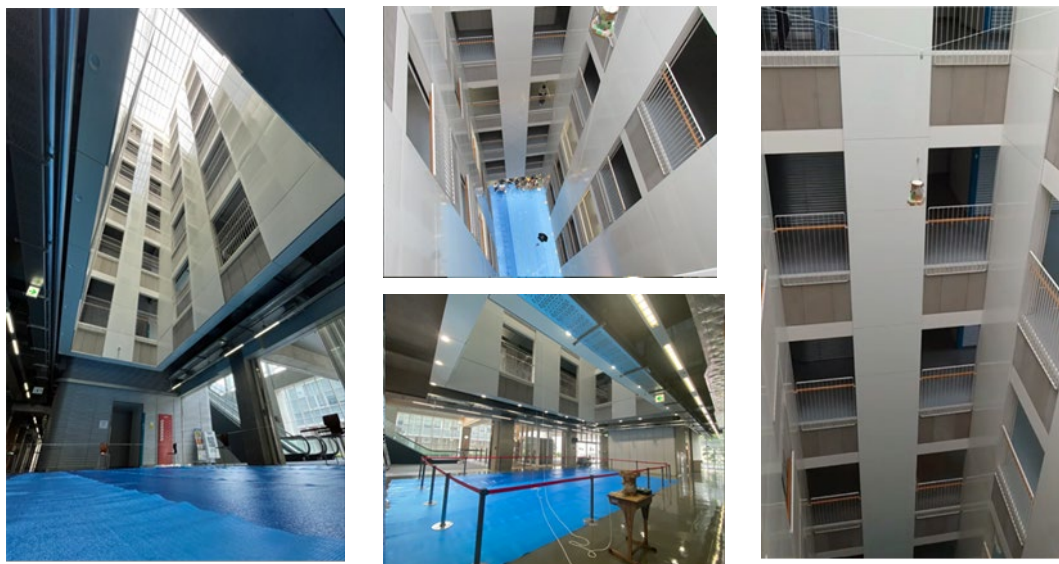


図1. 床保護用のブルーシート(左)・1階の落下区域を囲む規制線(中央下)・落下装置(右)・生徒が製作したパラシュートが落下装置から投下される様子(中央上)

表1.パラシュート製作(2回目)の際、生徒が参考にした1回目の投下時における情報

(1) 加速度センサーの解析結果	具体的なツール
■ 加速度がどの程度減衰しているか (∵地上 9.8 m/s^2)	【加速度センサー】
■ 終端速度で運動している時間の長さ (s)	【加速度センサー、動画】
■ 着地衝撃の大きさ (m/s^2)	【加速度センサー】
(2) 撮影動画による落下の様子	
■ パラシュートが無事展開した	【加速度センサー、動画】
■ 壁への衝突回数(回)	【動画】
(3) 実際の観測	
■ 「目標地点⇄着地地点」の距離 (cm)	【実測値】
■ 1回目に投下したパラシュートの状態 (衝撃で破れていないか、ヒモが絡まっていないか)	【成果物の観察】 【原因の議論と考察結果】

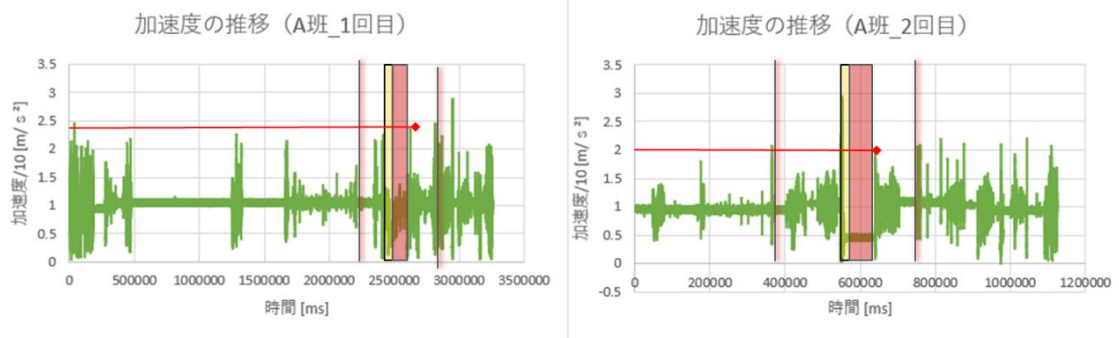


図 2. 速度センサーによる、加速度の緩和の計測

※グラフの縦軸はペイロードの加速度の 10 分の 1 を示し、横軸は 1000 分の 1 秒を表している。またグラフ内で黄色塗りの領域は、加速度が減衰する減衰過程であり、赤塗りの領域は終端速度到達後に等速度運動している領域である。また赤線で指示した点は、着地衝撃の最大値である。

E4班: ローバーで惑星のサンプルを採取し、生命の痕跡を調査せよ！

1. 日時場所

2022 年 9 月 17, 18 日／東京理科大学野田キャンパス

2. 受講者

宇宙教育プロジェクトの公開講座に応募し選抜された中学 2 年生から高校 2 年生

3. 指導内容

架空の宇宙探査が盛んな時代（2060 年）を設定し、車型の探査ロボットであるローバーを使って未知の惑星に生命がいるかどうかについて探査をしてもらう。生徒たちに探査してもらう惑星は、未知の惑星「ヘローナ」である。授業は 2 部構成になっており、第 1 部は開発編として、地球上を想定してローバーの操作に慣れてもらう。パソコンでローバーの遠隔操作を行い、モデルコースでの操作で、動くスピード、向きを変えるなどを確認するなどである。班は 3 班用意し、それぞれ班ごとに第 2 部での惑星探査のために必要だと考えられる機能をカスタマイズ（たとえばカメラをつけるなど）する。第 2 部の探査編では、未知の惑星「ヘローナ」の近くに設置した「ヘローナゲートウェイ」に生徒たちがおり、ローバーは「ヘローナ」にある設定で遠隔操作し、惑星探査の結果、採取できたサンプルの分析や探査ミッションの振り返りを行ってもらう。

なお、授業はエンターテインメント性を持たせた演出をし、雰囲気も含めて生徒に楽しんでもらう。

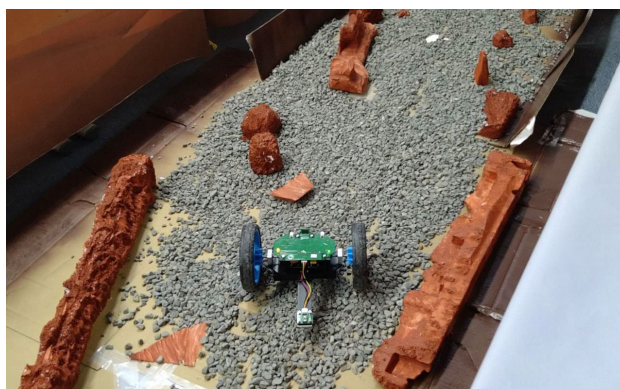


図1 ジオラマコース上にあるローバー

4. 指導上の留意点

パソコンによるローバーの遠隔操作は生徒にとっては初めての経験であることが想定されるため、第 1 部の開発編で参加している生徒 1 人 1 人が体験できるように時間配分を配慮する。また、対話型授業になるように工夫し、班の中でのファシリテーションを重視し、余計な手を加えないようにしたい。

5. この授業の目標

生命の存在に必要な 3 要素について理解を深め、ローバーの遠隔探査を通して宇宙開発に関する興味関心を高める。また、より臨場感を持たせるために英語での交信も含める。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り組む態度【態】
単元の評価基準	・生命の存在について必要な 3 要素を知る。	・生命の存在に必要な 3 要素のうち、班で割り当てられた 1 要素について、ローバーの探査で得られたサンプルを基に、根拠に基づいて判断することができる。	・積極的にローバーの操作や話し合いに参加している。
評価の方法	(該当なし)	・ワークシートの記述と論理立った発表になっているか。	・班での活動。

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①授業形態の工夫

最大 5 人までの班を形成し、班活動を中心とすることで個々の生徒が主体的に参加しやすい環境を構築する。ローバーの操作を全員ができるよう、タイムマネジメントをしっかりとる。

②指導方法の工夫

授業は、授業者のほかに複数名の授業補助者がいる。したがって、班活動の際には授業者が班を回って全体をみるだけでなく、班ごとに授業補助者がついて議論が潤滑に行えるような補助を行う。

③教材の工夫

生命に必要な 3 要素それぞれについて、未知の惑星「ヘローナ」の異なる地点で観測を行うという設定の下、3 つの別々のジオラマコースを作成する。砂利をたくさん引いたコース、発泡スチロールなどを用いて作成した雪山のようなコース、平野のようなコースなどである。資料やワークシートについても、デザイン性を高め工夫した。

8. 本時の展開

	学習内容 (○) と学習活動 (・)	指導上の留意点 (・)
導入 (10 分)	○未知の惑星「ヘローナ」には生命はいるだろうか？ ○2060 年に、未知の惑星「ヘローナ」を探索するために調査員に選ばれた高校生であることを説明する。ミッションは、「ローバーによる遠隔探索からサンプルを採取し、生命が存在することを示せ」である。 ○生命の存在に必要な 3 要素は、熱源、有機物、水である。 ・生命の存在に必要な 3 要素は、熱源、有機物、水であることを知る。	・資料とワークシートを配布。
展開 1 (35 分)	○ミッション 1：開発編 in Earth ○地球上でローバーの遠隔探索をしてみよう。 ・資料の説明をする。 ・資料に従って、次の 6 点について行う。参加者 15 人を 3 班に分けて、班ごとに行う。班の名前はそれぞれ、サーモ、ゾイ、ネロである。 ① 探索ルートを描いてみよう (p.3) ② ローバーを操作してみよう (p.4,5) ③ ローバーの車輪をカスタマイズしよう (p.6) ④ メンバーで役割を分担しよう (p.7) ⑤ ミッション経過を英語で伝えよう (p.8) ⑥ ミッションチェックリストを作ろう (p.9)	・各班に授業補助者が 2 名ずつついてサポートする。 ・ローバーを操作するジオラマコースについて (注 1) * 設置するもの 障害物、ゴール * セット
展開 2 (35 分、 うち探 査準備 10 分、 探索 15 分)	○ミッション 2：探索編 in ヘローナゲートウェイ ○探索準備 ・人工拠点「ヘローナゲートウェイ」に移動する。 ○探索準備について説明する。配布資料を基に、ヘローナの概要、生命存在の 3 つの要素について復習し、地形の変化とミッションについて説明する。	・地上編では、ローバーが見える状態でパソコンで遠隔操作をできたが、探索編では PC を操作する場所とジオラマコースの間を覆いで囲い、操作者

	○生命の存在を探るという目的の再確認と、調査方法について説明する。 ○役割分担をするように促す。 ・班内で役割分担する。役割は、探査機の操作をする人、ジオラマコースの項目を確認する人、本部との連絡手段を持っている人、などである。 ○探査開始 ・ローバーをゴールへ向かわせる。 ・ミッションをチェックする (p.9)。 ・ゴールしたら本部に英語で伝える。 ・本部で成分分析が完了した各班のサンプルとデータを受け取る。	はローバーが見えない状態での遠隔操作となる(注2)。 ・展開1と展開2の間に休憩時間があるため、ジオラマコースは変更する。コースには、追加で採取してもらうサンプルを置く。 ・本部と拠点とのやり取りは一部英語で行う。  ・ゴールした時点でサンプルを採取し、本部で成分分析を行ったことにする。成分のデータと採取したサンプルを生徒に渡す。
まとめ (20分)	・どのようなサンプルが採取できたか、サンプルの分析シートを見て班で考察する (p.10,11)。 ○振り返りを班ごとに発表してもらう。 ・採取したサンプルを基に、生命の存在について考察したことを発表する。	・班についての授業補助者は考察できるように支援する。

フィールドで用いられた材料

- ・ネロ…発泡スチロール
- ・ゾイ…砂利

- ・サーモ…乾燥砂利

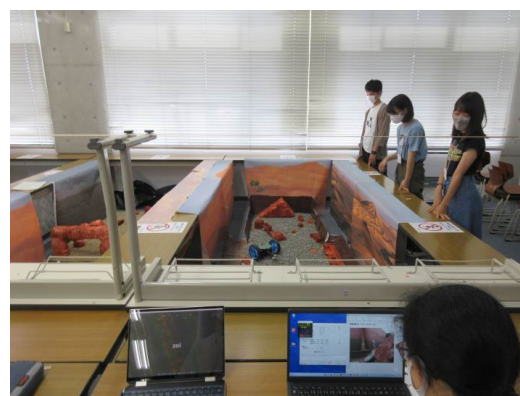
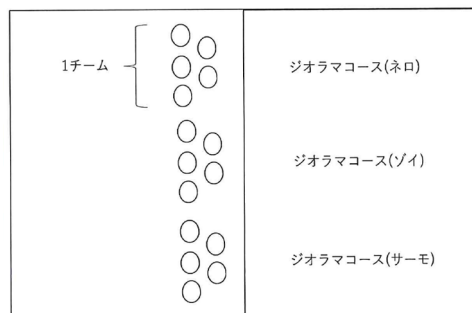
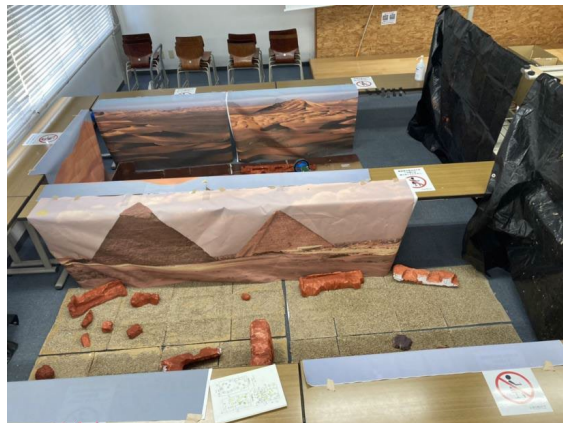
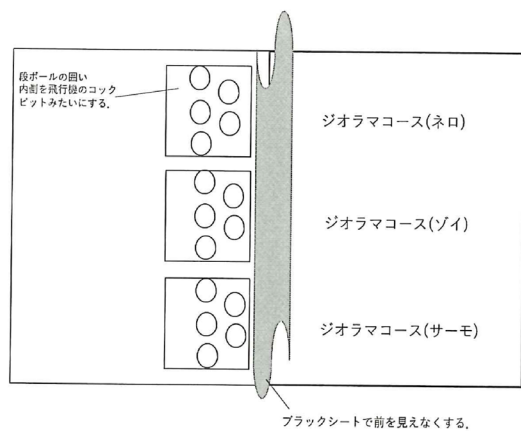


図2 開発編のようす

- (左上) 3班分のジオラマコースと班の生徒が操作する場所の概念図。
- (右上) 生徒側から見た写真。ジオラマコースの説明を聞いている。
- (左下) 探査コースのようすをワークシートにスケッチしているようす。
- (右下) 手前の卓上に PC が置いてあり、2名の生徒がローバーの操作をしている。左図の一番上のジオラマコース（ネロ）の生徒側からみた写真である。操作している生徒からは、ローバーの走るジオラマコースを見ることができる。ジオラマコースは3本あり、写真中では手前から奥に向かって配置されている。一番右側にあるジオラマコースを走るローバーを3人の生徒が並んでみている。

注 2 :



(左上) 3 班分のジオラマコースと班の生徒が操作する場所の概念図。

(右上) 地上との違いは、操作する生徒とジオラマコースの間はブラックシートがあり、操作者からローバーが見えないことである。操作する PC が置かれている場所は段ボールでおおわれており、飛行機のコックピットのような雰囲気にしてある。右の写真は、ジオラマコース (ネロ) の手前から撮影されており、ゾイとサーモのコースが映っている。写真には写っていないが右側に操作用 PC が置かれている。

(左下) 生徒側から班ごとに PC の画面を見てローバーによる遠隔探査をしているようす。

(右下) ミッションを終え、拍手しているようす。

S1 班：宇宙デブリの課題とその改善

1. 日時

2023 年 2 月 18 日

2. 生徒

高校 1 年生から 2 年生 30 名程度

3. 指導内容

現在地球周辺に大量に存在しているスペースデブリについて、その問題点や現在考案されている対応策について、具体例を示しながら講義を行う。また、スペースデブリの除去に欠かせないランデブーをシミュレーターで体験してもらい、周回軌道を体感を基に理解してもらう。さらに、今後のスペースデブリ対策についてのグループワークも行ってもらい、これらの活動を通し、生徒には、持続可能な宇宙開発について考えてもらう。

4. 指導上の留意点

ランデブーのシミュレーターは、地球の周りを物体が回っているという周回軌道について深く理解していないとうまく操作できない。事前に軌道についての解説はするが、生徒がシミュレーターを操作し、挑戦、失敗、フィードバックという過程を何度か体験した後、操作が何を意味しているのかについて補足説明をすることで、生徒の「気づき」を促したい。また、裏テーマとして SDGs を設定しており、宇宙でのデブリ問題は地上での問題でも共通して考えられることがあることを、まとめの際に言及する。

5. この授業の目標

スペースデブリの現状とその問題点を整理し、スペースデブリ除去の必要性を正しく認識したうえで、現在検討されている除去の方法を知る。その一例として、デブリの捕獲を念頭に置いたシミュレーションの演習を行い、その難しさについても理解を深める。そのうえで、現在検討されているデブリ除去のメリットとデメリットを整理し、デメリットを解決できるような自分たちなりのスペースデブリ除去法をグループで考え、図にまとめ、発表する。以上の活動を通し、宇宙開発に伴う課題を認識し、「持続可能な宇宙開発」という視点を持てるようにする。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り組む態度【態】
単元の評価基	・地球の周りの軌道	・現在のデブリ除去	・積極的にシミュレ

準	を回っている物体を加速させたり、減速させたり、上下の向きを変えるとどのような軌道を取るかなどについて理解する。 ・宇宙空間についての正しい知識を用いて話し合いができる。	の方法をふまえ、オリジナリティのあるアイデアを出すことができる。 ・班内の意見を客観的な指標を用いて評価することができる。	ーションを実施したり、話し合いに参加したりしている。
評価の方法	・ワークシートの記述。 ・シミュレーションの操作。 ・話し合いの観察。	・話し合いの観察。	・班での活動

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①指導形態の工夫

各班 4 人程度に分け、用意したパソコンを用いて全員が 1 回はシミュレーターを操作できるようにする。また、授業内での話し合いの際にポストイットを配布し、自分たちが考えるスペースデブリ除去の方法について、図を用いて説明してもらう。授業内では適宜図や数値などの資料配布を行う。

②指導方法の工夫

教室前方で授業者以外は各班に配置し、議論やシミュレーターの補助を行う。

③教材の工夫

スペースデブリ除去の方法は大きく分けると、(1)デブリへの接近と(2)デブリの除去である。授業では、(1)をシミュレーターによって、(2)を話し合いで取り上げられるようにした。シミュレーターは本学の木村真一教授が開発したランデブーシミュレーターを使用しており、ランデブーする目標のデータは ISS である。ISS の画像データを、廃棄された人工衛星（という設定の人工衛星の 3D データ）に差し替えることも検討したが、ISS ほどの大きな物体とであってもランデブーすることが難しいことを体験してもらうことによって、破棄された人工衛星など実際のデブリではもっと難しいことも学べる可能性を考慮し、ISS とのランデブーを用いることとした。

シミュレーターは噴射（加速）と逆噴射（減速）の 2 つのボタンと噴射量のレバーのみで直感的に操作できるようになっているが、正しく扱うには周回軌道についての正しい理

解が欠かせないようになっている。また、話し合いは大判のポストイットを用いて内容を書き留め、そのまま発表できるようにする。

8. 本時の展開

	学習内容 (○) と学習活動 (・)	指導上の留意点 (・)
導入 (15 分)	○スペースデブリについて数の経年変化やその問題点についてまとめ、講義形式で伝達する。その中でデブリ除去の可能性について言及する。	・生徒にわかりやすいようにするため、スライド以外にも適宜、図や数値をまとめた資料を配布する。
展開 1 (30 分)	○ランデブーシミュレーターを用いてデブリ除去のためのデブリへの接近を体験する。 ・1人1回はシミュレーターを行う。 ・毎回噴射、逆噴射の数値とランデブー成功にかかった時間を記録し、最適値を見つける。	・各班に授業補助者を配置し、シミュレーターのトラブルに対応できるようにする。 ・地球周回軌道についての講義を間に挟み、物理を学んでいなくても噴射と逆噴射のみで軌道上のデブリに接近できる原理を知ってもらう。
展開 2 (10 分)	○デブリ除去は接近だけではなくその後どのように除去するかという方法も検討する必要があることを伝え、現在検討されている除去の方法とそのデメリットについて講義を行う。	・生徒にわかりやすいようにするため、スライド以外にも適宜、図や数値をまとめた資料を配布する。
ディスカッション (25 分)	○現状のデブリ除去の方法をふまえ、その課題点を解決できるようなデブリ除去の方法を考える。 ○考えた案について、そのメリット、デメリットについて班内で検討する。 ○考えた案を、大判のポストイットを用いて発表する。	・班の中で全員が議論に参加できるように見回り、活動を支援する。 ・客観的な判断基準をもって検討することができているか適宜確認する。
まとめ (10 分)	○持続可能な宇宙開発についての講義を行う。	・デブリを「除去する」だけでなく「新たに生み出さない」ようにするにはどうするか、ということを

	○視点を地球に移し、今日検討した内容からSDG s につながる要素があることを伝える。	伝え、現在の各国の基準などを説明する。 ・17 の目標のうち、特に「12 つくる責任 使う責任」に関わることを重点に置いて説明する。
--	--	--

S2 班：迷った時 人は宇宙(そら)を見上げる

1. 日時

2023 年 2 月 18 日

2. 生徒

高校 1 年生から 2 年生 30 名程度

3. 指導内容

この授業は、天文学の中でも位置天文学と呼ばれる天体の位置情報と測地学という古典的な天文測定・航法を用いて、天体の動きや見え方と位置情報との関連から天文分野における方位概念の確立を高めることをねらいとする。

授業ではまず、道具を使わずに手を用いて星の高度を測り、推定位置を割り出す。さらにより正確な推定位置を割り出すために六分儀を用いて星の高度を測定する。最終的に、天体の位置やその動きの正確な観察結果の記録、分析、地上の位置との関連を紙面上で可視化し、どの程度の精度で測ることができたのか、なぜ誤差が生まれたのかを考える授業を行う。

指導にあたっては、天文航法の基礎知識や六分儀の測定方法は現役海技士のご協力の下作成した。また無料の星座アプリを用いて教室内に星空を作ることによって生徒が疑似的に天体を観測したり、星の膨大な位置情報データと計算式を導入した表計算ソフトでの解析による指導法を開発し、他の教科の単元での活用にも広げられるような工夫をした。

4. 指導上の留意点

正しい情報を生徒に伝えるために天文航法の基礎知識や六分儀の測定方法を現役の海技士の協力の下作成した。実際の天文航法でも使われる六分儀と天測歴を用いて、よりホンモノの測定に近づけている。六分儀を用いた天文航法では、生徒として考えられる高校 1 年生が未履修の三角関数を使うだけでなく、90 分間では習得不可能な複雑な計算を要することから、星の膨大な位置情報データと計算式を導入した表計算ソフトを事前に準備した。

5. この授業の目標

- ・宇宙飛行士も習得が求められるとされる、天文航法の手法を正しく理解し、測定結果の解析から、天文学者をはじめとした研究者の実験・解析手法を学ぶ。
- ・実験値と標準値の比較から、天体に関する正しい理解と好奇心を高める。
- ・測定結果に対して自分なりの考察を持ち、他者に論理的に説明できるようになる。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り組む態度【態】
単元の評価基準	・六分儀を適切に使用し、正確な測定ができる。	・測定結果に対し、自身のもつ自然科学的知識から考察が行える。	・意欲的に測定に貢献し、自身の意見を他者に分かりやすく説明できる。
評価の方法	・測定結果（ワークシートに記述）と標準値（事前にメンターが計測）との比較	・測定結果と自身の知識をもとに、信憑性ある考察ができているか。	・全体に向けた結果発表 ・班での活動

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①指導形態の工夫

最大 5 人までの班を形成し、班活動を中心とすることで個々の生徒が主体的に参加しやすい環境を構築する。また、個々が測定する星を割り当てられることで、責任感をもって慎重な測定活動を行えるように工夫している。

測定を行うにあたり、具体的なストーリーを設け、授業補助者も役を演じることにより、生徒の没入感を高め意欲的に楽しんで活動できる雰囲気を作り出す。

②指導方法の工夫

各班に測定方法を熟知した授業補助教員を付け、測定が円滑に行えるように補助を行う。

六分儀を用いた計測の前に、手を使った天文航法に試みてもらう。2つの測定方法で得られ結果の差から正しい道具を使用することの重要性を説く。

③教材の工夫

- ・ホンモノの六分儀、天測歴を使用することにより、他ではできない体験を提供できると同時に、実際の研究者や航海士が行っている測定を追体験できるようにした。
- ・また、天文航法で用いられる複雑な計算を、事前に表計算ソフトに計算式を組み込んでおくことにより、生徒が解析に多くの時間を使わず、得られた結果を基に思考を巡らせる機会を提供する。
- ・携帯端末の無料アプリである Star Walk を用い、実際の地点とある時刻の星空をプロジェクターを用いて教室内に投影し、測定位置と高さを定めておくことによって、室内かつ非無限遠という環境であり、プロジェクターで投影される画像に歪みのある星空でも授業で天文航法を扱うことを可能にした。事前に標準値となる測定結果を測定し、準備しておくことで、生徒の測定結果の正確性を評価できるようにした。

8. 本時の展開

	学習内容 (○) と学習活動 (・)	指導上の留意点 (・)
導入 (10 分)	○生徒は遊覧飛行をしているという設定の下、事故が起きて墜落してしまい、場所が分からないというストーリーを演劇を交えながら説明する。GPS も故障しているため、星空を頼りに場所を特定しなければいけないという必然性を伝える。 ・風景写真からでは場所が特定できないこと、ある時間に見える星が分かれば、地球上のどこにいるかおよその位置が特定できることを学ぶ。 ・3 つの星の位置が分かれば、自分の位置がかなり精度よく決まることを学ぶ。	・演劇を交えて生徒の関心と学習意欲を誘う導入を行う。 ・生徒に疑問を投げかけ、自身で考察を持つように誘導する。
展開 1 (35 分)	ミッション 1：手を用いて 3 つの星の高度を求め、天文航法で位置を特定しよう ○手を用いて北極星の高度を求めよう。 ・教室内のプロジェクターで映し出された北極星(タブレット端末用の無料アプリ Star Walk を活用) の高度を 1 人ずつ求め、ワークシートに記入する。 ・班で活動を行い、北極星の高度の平均値を求める。 ○アルタイル、カフの高度について、班活動で手を用いて測定し、班員全員の平均値を求める。 ○得られた 3 つの星の観測高度の平均値を、事前に準備された表計算ソフトの入力欄に入力し、算出された修正差と方位角をワークシートに記入する。 ○クラス全体で、ワークシートにある天測位置決定用図を用いて誤差三角形を描く演習を行う。	・ワークシートを配布する ・全員が正しく測定できているかどうか留意する。 ・天測位置決定用図の作成は難しいため、授業者がプロジェクターで図を黒板に写し、どのように誤差三角形の図を描くか実

		演しながら、生徒には自分の測定値を基に描くように指導する。 ・墜落地点の大まかな緯度は 35° とする。
展開 2 (25 分)	ミッション 2：六分儀を用いて 3 つの星の高度を求め、天文航法で位置を特定しよう。 ○六分儀を用いた星の高度の測定方法について、実物を用いながら説明する。 ○六分儀は 3 つしかないため、補助的にタブレット端末用の無料アプリ sextant を用いて高度が測定できることを説明する。 ・班に分かれ、六分儀を用いて使って天体（北極星、アルタイル、カフ）の高度を測定する。 ・表計算ソフトに測定結果を記入し、それぞれの星の高度の平均値、修正差、方位角を求める。その結果をワークシートに記入する。 ・表計算ソフトで得られた解析結果を基に、ワークシートの天測位置決定用図を用いて現在の位置を見積もる。 ・手を使った測定結果よりも六分儀を用いた測定の方が精度良く測定を行えることを、得られた誤差三角形を比較することで認識する。	・六分儀の測定方法とアプリの使用法の補助資料を配布する。 ・1 人が六分儀で測定している間は他の人はすることがない為、タブレットのアプリを用いて観測をするように促す。 ・どの程度、観測の精度が上がったかは、ワークシートの誤差三角形の大きさで判断できる。。
展開 3 (10 分)	○墜落地点を特定しよう 六分儀を用いた測定では、結果を入力した表計算ソフトに、推定の緯度と経度が算出されるようになっている。班ごとに測定結果を発表してもらい、どの範囲に位置が特定されたのかを説明する。 およその位置の緯度と経度を決め、google map を用いて、具体的な位置を特定する。	・事前に表計算ソフトに入力しておいた位置は生徒の所属している高校である。
まとめ (10 分)	○天文航法は古典的であるが、現在の GPS の位置特定も基本的な原理は同じであることを伝える。 ○天文航法で自分の位置の情報が得られるこ	

	とを理解したうえで、星を見て欲しいと伝える。	
--	------------------------	--

S3 班：生命が存在可能な惑星の条件とは

1. 日時

2023 年 2 月 18 日

2. 生徒

中学 2 年生から 3 年生 40 名程度

3. 指導内容

昨今、地球温暖化によって地球が近い将来人類の住めない惑星になるのではないかと危惧されている。本授業では、生命が存在できるハビタブルゾーンに着目し、太陽からの距離と惑星の光の強度を測定する実験を通して、地球の大切さと火星移住のための条件について理解を深める。

4. 指導上の留意点

太陽系に関する基本的な天文分野の学習は中学 3 年生で扱うため、中学 2 年生は惑星についての知識は個人差が大きいことが考えられる。知識がなくても授業内容が分かるように、丁寧の説明を行う。また、中学校理科の学習範囲を超えた内容も扱うため、生徒の理解度を確認しながら授業を進める。

5. この授業の目標

生命が存在する条件が複数あり、その条件を満たす狭さを理解する。授業の前半では、太陽に見立てた LED 球からの距離の違いによる光の強度の測定を取り入れ、距離の二乗に反比例して光の強度が弱くなること、離れた惑星では表面温度が低くなることを実験を通して学ぶ。後半では、火星へのテラフォーミング（地球のように人類が住める環境を他の惑星に作り出すこと）を例に挙げ、どのように実現可能かについて班での議論を通して困難さを学ぶ。最期に、地球という環境が生命維持のために特別な環境であることを理解し、保全することの大切さや、困難であっても宇宙開発や探査することの必要性についても考える機会としたい。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り 組む態度【態】
単元の評価基準	・生命が存在する条件について説明できる。	・実験結果から、光の強度は温度という観点にもつながり、	・積極的に実験や議論に参加できるか。

	・ 恒星からの距離と光の強度、温度の関係について説明できる。	生命維持できるかどうかの観点を持つことができる。 ・ 火星へのテラフォーミングの方法について、既有知識を基に議論することができる。	
評価の方法	・ ワークシートの記述	・ 班での活動やワークシートの記述	・ 班での活動

7. 指導に当たっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①指導形態の工夫

最大4名までの班を構成し、1人ひとりが実験や議論に寄与できる環境を作る。

②指導方法の工夫

前半は実験を通して、太陽系の惑星について理解を促す。後半は現在計画されている火星へのテラフォーミングを題材に移住の困難さや宇宙開発の意義、地球環境の保全の重要性について議論を中心に考えを深めさせる。

③教材の工夫

惑星の温度は主に太陽からの距離、恒星のエネルギー密度、温室効果ガスの3つに依存する。実験では太陽に見立てたLED電球からの距離に応じて、光の強度がどの位が変わるかについてセンサを用いて測定し、結果をグラフにまとめさせる。実験結果から、惑星が受け取る光の強度は距離の二乗に反比例するとわかる。

太陽系の惑星が、太陽からどの程度離れているのかについては中学校3年生で学ぶ内容であるが、実験を通して学ぶことはほとんどない。光の強度が距離の二乗に反比例することは、中学校理科の学習範囲を超えるが、生命が生きる環境を考えるという点では実験をすることで、生徒が考えを深めることができると考えられる。

8. 本時の展開

時 間	学習内容（○）と学習活動（・）	指導上の留意点
導 入 (10分)	○有人火星探査に興味を示している著名人を例に挙げ、火星に住めるのかという問題提起を行う。 ○動物や人間が生きていくために必要な条件は何か？ ・動物や人間が生きていくために必要な	・ ワークシートや授業資料を配布する ・ 中学2年生と天文分野を既に学んだ3年生では知識に差があるため、丁寧に説明する。

	条件について考え、ワークシートに記入する。また、発表して意見を共有する。 ○生命が存在する惑星に水が必要であること、水が液体として存在するためには条件が厳しいことを理解する。 ○ハビタブルゾーンについて説明する。 ・生命が維持できる惑星の条件について理解を深める。	
展開1 (35分)	○太陽からの距離の違いで、惑星にはどの位の光が届き、どの位の表面温度になるだろうか。 ・太陽に見立てたLED球と光の強度を測定するセンサを用い、太陽系の惑星に届く光の強度を距離の関数として測定する。  ・距離と光の強度の関係の実験結果を基に、ワークシートにグラフを記入する。 ・光の強度が、太陽からの距離の二乗に反比例することに気づく。 ・光の強度は、温度という観点につながることに気づく。 ○光の強度が、太陽からの距離の二乗に反比例する原理について、演示実験を交えながら説明する。 ○光の強度は、温度という観点につながることを説明し、金星、地球、火星の推定の表面温度を示しながら、太陽からの距離の二乗の反比例にはならなさそうなことを説明する。	・班ごとに授業補助者がつき、生徒が太陽系と実験内容を結び付けながら実験を行えるように支援する。

	○その要因として、惑星での大気の有無や温室効果ガスについて説明する。	
展開2 (30分)	火星のテラフォーミング(terraforming)について考えよう。 ○フォーミングとは、地球のように人類が住める環境を他の惑星に作り出すことであると説明する。 ○火星のテラフォーミングのためには、火星の大気の再組成と、大気の保温効果による気温の上昇を引き起こす必要がある。どのようにしたらよいだろうか。 ・大気の再組成と保温効果について、与えられた選択肢の長所短所を班で議論する。 ・班で話し合った結果について発表する。	・①工場を作り二酸化炭素を作る、②他の生物を先に移住させる、という選択肢を与える。他の方法を思いついた班があった場合は、適宜補足する。 ・火星がどのような惑星かの知識がないと議論がうまく進まないため、班ごとに授業補助者がつき、議論を活性化させるために必要な知識は補足説明する。
まとめ (20分)	○現在考えられている火星のテレフォーミングの方法について解説する。 ○ハビタブルゾーンの話に戻り、火星に住むためにはかなり困難があること、地球がいかに生命が生きるために特別な環境であるかということについて説明する。 ○地球環境を保持することと同時に、地球外の惑星である火星などへの移住について宇宙開発が続けられていること、宇宙開発の結果として得られた成果が地球で役立つことについて解説する。	

S4 班：データを価値ある情報に

～JAXA の画像解析ソフトを用いて、衛星画像から地球規模の問題を分析する～

1.日時

2023 年 1 月 14 日

2.受講者

中学 2 年生から 3 年生 40 名程度

3.指導内容

第二次世界大戦後、人工衛星が多く打上げられるようになり、ここ半世紀でリモートセンシング技術は身近で日常に不可欠なものとなった。また、多くの職業でデータ解析は切っても切り離せないものとなっている。

本授業では、将来宇宙に関わる職業が選択肢の一つになりうる生徒に、画像解析の体験を通して、リモートセンシングの重要性を伝える。授業では、人工衛星により撮影された地球の過去と現在の画像を、班ごとに解析する。授業の最後には班ごとに解析結果を発表してもらい、比較することで結果や考察の違いについて生徒が理解を深め、よりよい解析を行うにはどうすればよいのか、改善のための議論を行い、画像解析における一連の流れを体験できるようにする。また、研究・開発において成果の報告は必要不可欠なものとなっているため、解析後に成果発表の時間を設けた。人工衛星から得られた画像の解析により、広い意味での宇宙開発の一端を体験する事でさらに宇宙への関心を深めてもらう。

4.指導上の留意点

生徒は初めて使用するソフトを用いて解析を行うため、進捗状況や理解度を把握しながら、確実に伝わるように丁寧に説明する必要がある。

5.この授業の目標

衛星画像教育用ソフト EISEI を用いた画像解析と班での議論を行っていく中で、試行錯誤を重ね、結果がわかりやすくなる為の方法を生徒自身が見つけられる。また、人工衛星による画像撮影の利点を体系的に理解し、それらをどのように活用できるかについて他者に説明できるようにする。

6.授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り組む態度【態】
単元の評価基	・光の三原色、混色に	・画像解析の色合成	・積極的に画像解析

準	について理解し、画像解析の色合成ができる。	で得られた結果を基にして、経年変化でどのようなことが起こったのかを説明できる。 ・画像解析の演習 2 つを終えた後に、火山の災害時に人工衛星をどのように利用すべきか考察し、自分の考えを述べることができる。	や議論に取り組んでいる。
評価の方法	・ワークシートの記述。	・ワークシートの記述。 ・班での議論のようすやホワイトボードの記述。	・班での活動。

7.指導にあたっての工夫（①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫）

①指導形態の工夫

生徒自身が実際に画像解析を体験し、得られた結果が何を意味しているのかを班で議論し、他者に説明する活動を中心に行う。生徒にとって初めてのソフトを用いて画像解析を行うため、内容の理解に加えて操作上の困難が生じることも考えられるため、班活動を中心とすることで、生徒それぞれが主体的に参加しやすい環境を構築する。

②指導方法の工夫

班ごとにパソコンを用意し、班の構成人数をなるべく少人数（最大 5 人）とし、班ごとに授業補助者をつけ、生徒がいつでも質問できる環境を作ることで、きめ細かい指導を行う。

③教材の工夫

衛星画像教育用ソフトウェア EISEI を用い、土地の経年変化を読み取る。具体的には、衛星写真での土地の経年変化を目視してもわかりにくいいため、光の 3 原色を利用し、年代の異なる写真ごとに異なる色で土地の部分を表現し、重ねることで年代の違いによる差異を色の違いから読み取ることを目的としている。生徒は、画像から得られた

差異の可視化された情報に基づき、その原因を推測できるようにしたい。画像解析では光の3原色、光の波長と色の関係、画像の仕組みの理解が必要なため、画像解析の前にそれらを演示実験も交えながら説明する。

衛星画像を用いて日本だけでなく世界の土地の変化を調べることで、「地球規模の問題を分析する」というテーマを通して、人工衛星の利用価値や必要性を実感してもらう。

8.本時の展開

	学習内容（○）と学習活動（・）	指導上の留意点（・）
導入・ 講義 (10分)	○データサイエンスは日常を豊かにすることを解説する。 ○衛星画像解析を行うために、リモートセンシングと反射波、物体による太陽光の反射、どのように色は見えるのか、光の三原色について演示実験を交えて解説する。 ・人工衛星から様々なデータが得られることを知る。 ・光の三原色について知る。 ・光の三原色を用いて画像解析ができることを知る。	・光の三原色
解析1 (25分)	○解析1：東京湾の経年変化を調べよう ○衛星画像教育用ソフト EIESEI を使い、画像の取り込み方、複数の画像がある場合に三原色を用いた色合成の方法を解説する。 ・1972年と1999年と2020年の東京湾の画像を目視で比較し、違いについて考察する。 ・次に、画像解析で比較を行い、2020年の方が土地の部分が aumentando いるという結果から、その原因について班ごとに考察を行う。 ○EIESEI で解析した画像を Google Earth に貼り付ける方法を解説する。 ・画像データは、GPS で位置情報まで持っていることを、画像を Google Earth に貼り付ける演習を通して学ぶ。 ・考察内容と議論の結果はワークシートに記入する。	・一班(4～5人)につきPC一台の為、皆が均等に活動できるよう、机の配置や時間配分を工夫して、活動をサポートする。 ・解析の間は常にタイマーを表示をする。 ・生徒の操作上の困難や内容の理解度について、よく確認しながら慎重にすすめる。

解析 2 (30 分)	○解析 2：森林の変化から地球規模の問題を考えよう ・森林の経年変化の画像解析を行い、森林火災によって短期間で急激な変化が起きていることを画像解析から見出す。 ・光の三原色の考え方から、色がどのような状態を示しているのか考える。 ・Google Earth に出力して、森林がどのような場所のデータであるか、地理的な特定を行う。 ○画像解析の手法として、色合成では時間変化で物理的に変化があったものについては視覚的にわかりやすいが、肉眼の方がわかりやすかったり、色合成だけでは分からない情報があったりすることに気づかせる。	・解析の間は常にタイマーを表示する。
発 展 (20 分)	○富士山の火災が起き、被害状況をいち早く把握したい。噴火情報を把握するためには、どのような手法でどのようなデータがあればよいか考えよう。 ○手法については、被害情報を把握するためには、A と B の選択肢を用意し、どちらが有効か理由とともに考えさせる。A 人工衛星と航空機 40 機、B 航空機 200 機。その他に、救助隊員 2 万人と車両 300 台が用意されている。 ○班で選んだ A, B を基に、どのようなデータを取得すべきか議論させる。 ○班ごとにホワイトボードを用いて考えた内容について発表する。	・班ごとにホワイトボードを用いてディスカッションを進める。
まとめ (5 分)	○データをどのようにして社会に組み込むのかを考え、情報として誰かに手渡せるようにすることが求められていることを説明する。 ○光学センサ、ASR センサ、マイクロ波の利用などで陸域、空域、海域それぞれで人工衛星を利用してわかることは沢山あることを説明する。データをどう活かすかが大切であることを説明する。	



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

東京理科大学

宇宙教育 プログラム 通信

2022.11
第11号

TUS Space Educational Program (T-SEP)



宇宙教育プログラム

CONTENTS

- 宇宙教育プログラムの魅力
- 宇宙教育プログラム2.0の概要
- 大学生による中学・高校生のための「宇宙教育プログラム」開催
- 2022年度 聴講者募集(オンライン)について



宇宙教育プログラムの魅力

理学部第一部 化学科
准教授 渡辺 量朗

宇宙に憧れ、宇宙分野で活躍したいと夢見る大学生*が集う、東京理科大学の「宇宙教育プログラム」。「本物に学ぶ」をモットーに2015年度にスタートして以来、現在第3期目に入っており、従来からの宇宙科学技術分野に、新たに教育学など人文社会分野の要素も加わって、さらに広い視野をもつ人材の養成が期待されています。(*第2期までは高校生も)

私は2016年度から「宇宙教育プログラム」の講師陣に加わりました。本学の「グローバルサイエンスキャンパス」(2014~2018年)でドイツへの海外派遣引率を担当したご縁がきっかけでした。私の専門は化学で、宇宙については素人でしたが、「中の人」として参加するうち「宇宙教育プログラム」にすっかり魅せられてしまいました。そんな私の体験をいくつかご紹介させていただきます。

第1期では、10名の受講生とともに米国NASAのJohnson宇宙センター(ヒューストン)、Ames研究所(シリコンバレー)などを訪問しました(2017年2月と2018年3月)。現地で宇宙飛行士と握手し大変感動しました。また、パラボリックフライト実験のジェット機に同乗し、20秒間の無重量状態で体がふわふ



Johnson宇宙センターにて

わ浮かぶ宇宙飛行の疑似体験をしました(2018年1月)。

第2期では北海道赤平市にある施設「コスモトレー」で実験を行いました(2021年2月)。コロナ禍のため教職員のみで出発し、吹雪の中を現地に向かいました。受講生の制作した観測装置をカプセルに入れ、高さ50メートルの塔のてっぺんまで吊り上げてから、自由落下させて2.5秒間の微小重力状態で作動させます。私はスマートグラスを装着しFPS(一人称視点シューティングゲーム)的な現場映像をZoomで配信しながら、受講生の目と手になって実験を行いました(詳細は通信第9号)。



パラボリックフライト

「宇宙教育プログラム」では、全国から集まった受講生がチームを組んでプロジェクトを計画し、準備し、実行し、成果を発表します。この過程で、チームワーク、プロジェクトマネジメント、リーダーシップ、責任感、連帯感などの大切さを学んでいきます。受講生たちのあふれるエネルギーを推進力に、担当教員とスタッフが力を合わせ、困難を乗り越えながら情熱をもって「宇宙教育プログラム」を実施し、進化させています。「宇宙教育プログラム」の魅力の源泉は、関係者全員分の「宇宙への思い」にあると思います。

Team E1 ヘパイストス

「宇宙に住む未来に向けて建築デザインをしよう」

人類が誕生してから現在に至るまで、我々は地球というこの小さな星の上のみで生活を営んできました。そんな我々人類の居住スペースが、いつの日か他惑星に拡張されようとして研究開発が進んでいる今日です。

私たちは、そんな地球外移住に関するテーマを中心に据え、生徒の宇宙への興味関心を引き出せるようなディスカッション形式の授業を行いました。このプログラムならではの科学的客観性を持たせた議論を行えるよう、私たち大学生メンバー内に専門分野を持つ、建築物の材料工学を具体的な題材として置きました。授業を作成する過程で、参加者の宇宙への想いを惹きながら尚且つ客観性を持たせた議論を展開させるという、この両輪のバランスをとることに注力しました。

多様な専門分野、所属大学の学生が集ったチームでは、本番授業完遂までに想像以上の困難がありました。自分が知らない分野への関心と学習、チームメンバーへの信頼とコミュニケーション、そして自分自身と担当任務に対する自負。限られた環境下での協働で得られたこれらの経験は、唯一無二の本当の学びであったと感じています。

今回出会えた仲間たちがそれぞれ感じ得たことを携え、この星の上で活躍する未来を願って…



大学生による 中学・高校生のための 「宇宙教育プログラム」 開催

9月17日(土)・18日(日)に、本学野田キャンパスで「大学生による中学・高校生のための『宇宙教育プログラム』」を行いました。プログラムでは、大学生が考えた宇宙を題材にした4種類の教材を、中学・高校生の皆さんに体験してもらいました。教材は、1教材あたり45分×2コマで構成しています。



向井千秋特任副学長から、参加者の皆さんへメッセージ

Team E3 フォルトウナ

「パラシュートで宇宙飛行士の乗った宇宙船を無事に帰還させよう」

E3班は、参加者がパラシュートを製作し、宇宙船と仮定した加速度センサを7階の高さから投下する落下実験を行いました。パラシュート開発の重要性・開発者の持つべき心持ちについて講義した後、3グループに分かれてパラシュートの製作・改良、合計2回の投下を行い、より良いパラシュートの製作を目指してもらいました。評価は、動画による落下状況の撮影、加速度センサのデータ、着地点と目標地点までの距離の3つの指標を基に行いました。

今回の授業を通し、参加者の自由な発想、例えばパラシュートの作成マニュアルに無い方法でパラシュートの作成改善を行うなど、何度も驚かされました。パラシュート開発の知識がほとんどない参加者が、失敗から学び、議論を繰り返し、アイデアを形にしていく姿は開発者そのものでした。悩み、悔しがり、時に喜ぶ姿から、実践形式が初対面の参加者の繋がりを強化し、多くの感情や発想を生む可能性を秘めていることを知れたのは、今回我々が得られた最大の成果と言えます。また、パラシュートの製作過程で、「失敗と試行錯誤を繰り返すことが成功に繋がる／開発者には命を預かる責任がある」という宇宙開発の片鱗に触れてもらうことができ、やりがいを感じることができました。

本授業のように参加者に自由な発想を求める授業形態では、柔軟に時間配分の変更が可能でありつつ、作業と休憩でメリハリをつけられるカリキュラムにする必要があると考えられます。反省点は、短い時間内で参加者自身がデータ解析を行い、発表を行う時間を確保できなかったこと、「技術者が宇宙飛行士の命を預かっている」という認識を維持した状態で授業を行えなかったことです。「技術者が宇宙飛行士の命を預かっている」という認識を念頭に置いて授業に取り組んでもらえるように、こちらの意図を効果的に伝える手法の考案が必須です。例として、授業のストーリー性を強くする。宇宙船に搭乗すると仮定する宇宙飛行士の写真や、ロケットの事故映像などを常に見える位置に掲示しておく。参加者から宇宙飛行士役の人を選出し、作成期間・投下試験などで自身が作ったものに人が乗ることが意識できるような見せ方をする等があげられます。



Team E2 コロリョフ

「コミュニケーションを取りながら月を探索しよう」

私たちE2班では、宇宙教育を通じて宇宙飛行士と中高生に共通する課題である「コミュニケーションの大切さ」を伝える方法を模索しました。

ミッション1では、前半で宇宙飛行士がミッションを行う際にコミュニケーションがいかに重要か実例を交えて伝え、後半ではグループに分かれて資料を読み込み、月面探索を行う最適地を話し合ってもらいました。更に、ミッション2では、参加者は通信士、操縦士、指揮官の3職種に分かれて、ローバーを操縦してフィールドを探索すると共に、水があるゴールへの到着を目指しました。そして、最後に、成果、課題を総括しました。この目的は、3職種間での意思伝達の重要性を知ることだったので、総括の際に、「相手の立場に立った意思伝達の大切さを学んだ。」という参加者の言葉を聞き、目的を果たせたと確信しました。

私たちは、今回の活動を通じて短期間で案を実現できる形にまで持っていく計画・実行力を養うことができました。一方で、明確な評価基準を作成することが課題です。今回、時間的な問題で参加者の工夫や任務の達成度合いを測る評価基準を設けることができませんでした。今後は、参加者の学習効果向上のために、評価基準を模索したいと考えています。



Team E4 スタートルズ

「遠隔探索ロボットで未知の惑星を探索しよう」

宇宙の仕事を身近に感じてもらいたいという想いから、私たちE4班は惑星探索ローバーを用いた体験型授業を行いました。

参加者は、生命の痕跡のある未知の「仮想」惑星における、手がかりの発見から考察までの一連の流れを体験しました。授業は、開発編と探索編との2段階構成で行いました。

開発編では、ローバーの操作を確認したり、車輪をカスタマイズしてその性能を吟味したりしました。続いて探索編では、3つのグループでそれぞれ生命の痕跡の手がかりとなる、熱源、氷、有機物の探索を行いました。惑星の地面をイメージして作成したジオラマ上でローバーを走らせた後、元素組成などの手がかりを発見しました。最後にグループごとに情報を共有して話し合い、生命の存在の可能性を調査するというミッションの目標を達成することができました。

授業を通して、参加者が普段の学校生活では味わえない非日常な学びの体験を与えることができたと思います。授業を実践して、ローバーを操作することが楽しかった、大学生のサポートのおかげで探索の理解が深まった、というような参加者の声がありました。参加者が積極的に取り組んでくれる姿を見て、私たちもより一層良い授業を作り上げたいという刺激をもらいました。今後の教育、教材作りに活かしていきます。



宇宙教育プログラム2.0の概要

東京理科大学の宇宙研究、科学教育、教育学を専門とした教員の指導のもと、
理工系と人文社会系の垣根を越えて、主体的・対話的で深い学びに基づく
中高生向けの宇宙教育教材・カリキュラムを開発、実践できる
大学院生・大学生を育成します。

宇宙教育教材・
カリキュラムの
充実・強化

文理の枠を超えた 宇宙教育の浸透

宇宙を題材に主体的・対話的で
深い学びに基づく教育ができる

小中高の教員の輩出
教育関連企業等へ就職
教育事業の起業
科学コミュニケーターの輩出

宇宙教育の
普及と裾野拡大

(協力機関)
(株)宇宙の学び舎seed

宇宙教育事業を展開

将来の宇宙分野の
裾野拡大

受講生

理工系に限らず
人文社会系を含む
教育に関心の高い
大学院生・大学生

東京理科大学 宇宙教育 プログラム

- 宇宙教育教材・カリキュラム開発能力の育成
 - ・チームで宇宙教育コンテンツを
提案、計画、開発
 - ・効果的なファシリテーションの手法を学び
学校現場等で実施
- 宇宙教育プログラムの教育現場等への普及
- 探究学習型宇宙教育を行うための
指導要領の作成

宇宙 × 教育

実施

(協力機関)
教育現場

・教育委員会
・中学校
・高等学校 等

学外協力者

・中学校、高等学校の現任教員
・宇宙分野の研究者、技術者、起業家
・宇宙飛行士
・人文社会系の研究者 等

学生メンター

本プログラムの
ファシリテーションを行うに
相応しい教育を受けた学生

東京理科大学

・宇宙教育プログラム OB/OG 学生 ・宇宙関連研究の実績
・教員養成のノウハウ ・OB/OG 教員のネットワーク ・実力主義的教育実績 等
の有機的な連携

2022年度 聴講者募集(オンライン)について

「宇宙教育プログラム」で実施する講演を、一般にオンラインで公開します。ぜひご参加ください!

2022年12月11日

上野宗孝氏
(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ)

2022年12月18日

白坂成功教授
(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)
片寄裕市氏
(東京理科大学インベスト・マネジメント株式会社代表取締役)

2023年3月12日

Garvey McIntosh氏
(アメリカ航空宇宙局(NASA))



実施内容等の詳細・お申込み
は、宇宙教育プログラムHP
(<https://www.tus.ac.jp/uc/>)
をご確認ください。

宇宙教育プログラム
お問い合わせ先

東京理科大学 宇宙教育プログラム事務局(学務部 学務課)

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3 TEL:03-5228-7329 FAX:03-5228-7330
MAIL:tus_uchu@admin.tus.ac.jp URL:<https://www.tus.ac.jp/uc/>





東京理科大学

宇宙教育 プログラム 通信

2023.3
第12号

TUS Space Educational Program (T-SEP)



宇宙教育プログラム

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

CONTENTS

- 宇宙を題材に授業を作る
- 学校現場での実践について
- プログラムを受講して
- メンターとしての役割
- 宇宙教育プログラム2.0の概要
- 2023年度受講生の募集について



宇宙を題材に授業を作る

教育支援機構
教職教育センター教授 興治 文子

2021年度からスタートした第3期宇宙教育プログラムは、「宇宙×教育」を軸としてスタートしました。受講している学生たちが宇宙を題材として授業を作り、実際に中学生や高校生を対象として授業を行います。私は、本学の教職課程で理科教育を担当していることがきっかけで、2021年度より本プログラムに参加しました。

私の中学2年生のときの夢は宇宙飛行士になることでした。ある出来事をきっかけに、当時の宇宙飛行士であった毛利衛さん、向井千秋さんにインタビューさせていただいたことは、大変貴重な経験であり大切な思い出です。その後の進路としては物理学を選び、現在は物理教育を専門分野としています。学問分野に根差した教育方法の研究(discipline-based education research, DBER)は米国などで研究分野として位置づけられていますが、現状では日本ではまだあまり普及していません。DBERは物理学や化学、天文学などのそれぞれの専門分野を学生が学ぶ際に分野固有の学習上の困難があります。このことを踏まえて、それぞれの分野の専門家が認知心理学などの知見を取り入れて学生の理解を促す教育方法などを研究する実証的な学問です。専門分野の知見を活かして、宇宙教育プログラムに参加している学生の教育活動に貢献したいと考えています。

2022年度のプログラムに参加している大学生たちは本学だけでな

く、複数の大学の学生が参加しています。分野も国際理解や法学など人文社会系の学問を専門にしている学生もいます。彼らが自分の専門分野の強みを活かしながら、どのように宇宙の魅力を伝える授業が作れるのか、試行錯誤の1年でした。

全国の中高生から応募を募って野田キャンパスで開催した9月の実践は宇宙教育プログラム通信第11号に掲載されています。大学生たちが実践したパラシュートの落下実験を中心とした授業や、探査ロボットを中心とした授業は、どちらかといえば「理系っぽい」教育内容です。一方で、コミュニケーションやディスカッションに主眼を置いた授業もあり、特別な機材がなくても小中高の学校現場でも取り入れられる要素が多くありました。

12月から2月にかけては、中学校や高校に出向いて授業することを想定して準備を行いました。スペースデブリ、六分儀を用いた天文航法、ハビタブルゾーンやテラフォーミング、人工衛星の利用など、多様なテーマで受講生自身も原理や現状を調べながら授業を作っていました。教えることは、自分自身の学びを深め大きく成長する機会です。私自身も受講生やメンターの皆さんと授業づくりを通して日々学ぶことが多い毎日です。関心のある方は、HPでも詳細を公開する予定ですので、ぜひご覧ください。

学校現場での実践について

Team S1

スペースデブリ問題を通して 持続的な宇宙開発について検討する

まずはチームとしての活動という点において、しっかりと役割分担のもとに行えたと思います。例えば、準備の段階では、各人の得意な分野をふまえ、明確に役割を分けて行うことができました。また、当日の実践でも役割を事前に分担し、それを全体で共有しておく事で、直前での人数変更にも対応することができました。

また、宇宙に関する教材作成という点では、チーム始動から一貫したテーマをもって作成することができた点や、時間配分をしっかりと定め、その中で各活動の内容を充実させたものにできたことが非常に有意義だったと考えます。特に、後半におけるグループワークでは、ポストイットを活用して自分たちの意見を図にして説明することで、生徒の主体性を持った活動を促し、活発なグループワークが行えていたと考えます。

最後に、今回の実践の全体を通し、班員それぞれが自分の得意分野を活かして活動に参加できたと同時に、これまで触れてこなかった分野に触れることができたという点において、班員の成長にもつながっており、今回の実践は非常に有意義のものであったと考えます。



Team S2

天文航法を用いて星の高度から 自分の位置を特定しよう!

S2班では、天文学の中でも位置天文学と呼ばれる天体の位置情報と測地学という古典的な天文航法を用いて、星の高度と位置情報との関連性から自分の位置を特定できる仕組みを理解することを目的としました。具体的には「星座アプリ」での天体観測、「星の膨大な位置情報データを導入したExcel」を用いた解析を行いました。授業の前半では道具を使わずに手を用いて星の高さを測り、後半ではより正確な推定位置を割り出すために六分儀を用いて星の高度を測定しました。最終的に、恒星の高度の観測結果の記録・分析から自分の位置を紙面上に可視化しました。

この授業を通して、恒星を観測するだけの部分的な観察をもとに、地球全体における位置を把握できるように指導することは大変難しいということを実感しました。さらに、緯度経度の導出過程への生徒からの疑問を、その都度フォローできるような授業体制を整え、より深い理解をうながす授業を作る必要があると感じました。



Team S3

地球環境を大切に、 火星居住について考えよう

S3班は授業の主題を「地球を大切に、そして宇宙進出の夢を持とう」としました。これに基づき授業は、「地球の希少価値の再認識」、「他惑星のテラフォーミング」を惑星科学の視点から構成しました。

前半は、太陽に見立てたLED電球と光センサを用いてハビタブルゾーンを推定する実験を行いました。また、太陽からの距離により算出される惑星の温度と実際の温度の差異について、温室効果ガス等の観点から考察を行いました。後半は、地球と火星を比較し、火星のテラフォーミングについてディスカッションを行いました。ここでは「火星の気温を上げる方法」について、より良い解決策の提案、発表を行いました。自身の柔軟な発想を他者に伝える能力が高い生徒が多く、盛り上がりを見せました。

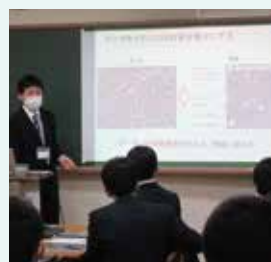
長期の準備期間の中での計画や実行は、私たちにとって大きな課題でした。各班員が目指す授業の方向性が異なり、時に議論は難航しましたが、他班の方々の力添えもあり、無事に授業を実践することが出来ました。今回の経験を活かして、今後は分野を横断した柔軟な発想を持ち、またチームマネジメント力を高めていきたいです。



Team S4

データを価値ある情報に

リモートセンシングに着目し、衛星画像で地球規模の課題を分析するというテーマで授業を行いました。宇宙ビジネス市場の拡大により、どの職業も宇宙と関わりを持つ可能性があります。そうした背景を踏まえ、宇宙開発と社会を繋ぐ宇宙利用を学ぶことができるよう設計しました。授業は解析とディスカッションの2段階です。解析編ではJAXAの教育用ソフトEISEIを用いて画像の色合成を行い、東京湾の埋立地の分析をしました。また、光の三原色の簡易実験で色合成への理解を深め、Google Earthと連動させ地理情報との関連性を調べました。ディスカッション編では富士山の噴火が起きた際の被害状況の把握について、人工衛星を使ったアイデア出しをしました。授業を通して普段体験できない衛星画像に触れることができ、生徒から人工衛星に興味を湧いたという声がありました。ディスカッションで人工衛星の幅広い利点を活かしきれなかったという課題があったので、今後改善したいと考えています。



プログラムを受講して



二松学舎大学
文学部 国文学科
3年

吉田 輝



今回の宇宙プログラムの実践において私が実感したのは、何か一つのことを完成させることの難しさです。

例えば、私がこれまで行ってきたのは、教材が用意されていて、その教材をどう活かして授業を行うか、ということを考えるものでした。

しかし、今回はまず生徒に何を伝えたいか、そのためにはどういった教材を作れば良いかというところから考えねばならず、その点において、これまで考えたことのなかった視点からのアプローチが必要でした。

また、今回は班で授業を行うということで、班員が同じ方向を向いていることも不可欠でした。そのため、私はプロジェクトマネージャーとして、それぞれの意見を吟味してできるだけ全員の意見の良い点を残せるように話し合いを進めるなどして、当日まで一貫したテーマを班内で共有しながら進めることができたと思います。



東京理科大学
理工学部 機械工学科
4年

竹内 誠人



宇宙教育プログラムを受講し、何を伝えるのか何が伝わっているのかを意識するようになりました。今回のプログラムは、テーマから教材作成まで自由であり何でも出来る環境でした。自由度が高い分、はっきりと伝えなければ何も伝わらないことを痛感しました。“何をしてもらいたいの？なにをすればいいの？”突き詰めていくと、生徒が分かりやすかつ自分たちのやりたいことの両立は難しさもありました。

しかし、班員と協力して意見を出し合うことで形になっていきました。参加生徒たちの宇宙分野への興味のきっかけを作れていた嬉しく思います。

メンターとしての役割



東京理科大学
理工学部 電気電子情報工学科
2年

甲斐原 みい



私は高校生の時に受講生として、本学に入学してからはメンターとしてプログラムに参加しています。私自身が本プログラムで学んだことはとても多く、私の中で非常に大きな存在となっています。

本プログラムは今期から「教育」により焦点を当てた内容となりました。教育分野については私も経験が浅いので受講生と一緒に学びつつ、私の経験や知識を活かすことでサポートをしています。無難な答えを一方的に提示するのではなく一緒に話し合いながら考えることで、受講生がより良い学びを主体的に得られるように意識しております。

私がここで沢山の学びを得たように、受講生の皆さんも有意義な時間を過ごせるようこれからも全力でサポートしていきます。



東京理科大学
工学部 機械工学科
4年

中濱 英亮



私は、2019年度に5期生として本プログラムを受講し、宇宙に関する知識のほか、チームマネジメントやファシリテーションの重要性など多くのことを学びました。ここで学んだことをより多くの人に広めたいという考えのもとメンターに志願しました。実際にチームでプロジェクトを立案・実行するという主体的な学びから得られる経験こそが受講生に多くの学びを与えると考え、受講生が主体的な活動をしやすい環境を構築することを意識しています。受講生の活動を客観的に見ることで学びを得られることも多く、メンターとしての活動が自身のスキルアップにも繋がっていると感じています。これからも、受講生にとってよりよい学びが出来る場となるようにサポートしていければと思います。

宇宙教育プログラム2.0の概要

東京理科大学の宇宙研究、科学教育、教育学を専門とした教員の指導のもと、
理工系と人文社会系の垣根を越えて、主体的・対話的で深い学びに基づく
中高生向けの宇宙教育教材・カリキュラムを開発、実践できる
大学院生・大学生を育成します。

宇宙教育教材・
カリキュラムの
充実・強化

文理の枠を超えた 宇宙教育の浸透

宇宙を題材に主体的・対話的で
深い学びに基づく教育ができる

小中高の教員の輩出
教育関連企業等へ就職
教育事業の起業
科学コミュニケーターの輩出

宇宙教育の
普及と裾野拡大

(協力機関)
(株)宇宙の学び舎seed

宇宙教育事業を展開

将来の宇宙分野の
裾野拡大

受講生

理工系に限らず
人文社会系を含む
教育に関心の高い
大学院生・大学生

東京理科大学 宇宙教育 プログラム

- 宇宙教育教材・カリキュラム開発能力の育成
 - ・チームで宇宙教育コンテンツを
提案、計画、開発
 - ・効果的なファシリテーションの手法を学び
学校現場等で実施
- 宇宙教育プログラムの教育現場等への普及
- 探究学習型宇宙教育を行うための
指導要領の作成

宇宙

教育

実施

協力

実践

フィード
バック

発展

(協力機関)
教育現場

・教育委員会
・中学校
・高等学校 等

学外協力者

・中学校、高等学校の現役教員
・宇宙分野の研究者、技術者、起業家
・宇宙飛行士
・人文社会系の研究者 等

学生メンター

本プログラムの
ファシリテーションを行うに
相応しい教育を受けた学生

指導

成長

実施

東京理科大学

・宇宙教育プログラム OB/OG 学生 ・宇宙関連研究の実績
・教員養成のノウハウ ・OB/OG 教員のネットワーク ・実力主義的教育実績 等
の有機的な連携

2023年度受講生の募集について

宇宙・学校教育や教材開発に興味がある大学院生・大学生を募集します！

募集定員

大学院生・大学生 計30名

事前エントリー期間

2023年4月1日(土)～4月21日(金)17時

出願書類提出期間

2023年4月3日(月)～4月24日(月)17時

詳しくは、宇宙教育プログラムHP
(<https://www.tus.ac.jp/uc/>)
に掲載の「募集要項」をご確認ください。



宇宙教育プログラム
お問い合わせ先

東京理科大学 宇宙教育プログラム事務局(学務部 学務課)

〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3 TEL:03-5228-7329 FAX:03-5228-7330
MAIL:tus_uchu@admin.tus.ac.jp URL:<https://www.tus.ac.jp/uc/>

