

## 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だしたか。	・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)	<p>○ミッション2：月の地下洞窟に家を立てよう 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。</p> <p>○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。</p> <p>○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なく現地調達が困難であることを解説する。</p>	<p>・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。</p> <p>・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。</p>
ディスカッション2 (20分)	<p>○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。</p> <p>○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。</p> <p>・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。</p> <p>・得られた結果について、ワークシートに記入する。</p> <p>・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。</p>	<p>・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</p> <p>・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。</p> <p>・「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。</p>
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	

	<p>絵についても、工夫点も含め発表してもらう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・他の班の結果や理由についてワークシートに記入する。</li> </ul> <p>○宇宙での住居環境の未来について解説する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・評価項目を基に、各班の発表を評価する。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
--	--	---