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、丁寧に説明を行う。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いついて､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さ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。	