

S1 班：宇宙デブリの課題とその改善

1. 日時場所

日時：2023 年 2 月 19 日

場所：東京理科大学野田キャンパス

2. 受講者

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おう。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おう。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】
-------	--------------	-----------------	----------------------

単元の評価基準	<ul style="list-style-type: none"> ・地球の周りの軌道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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現在のデブリ除去の方法をふまえ、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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・積極的にシミュレーションを実施したり、話し合いに参加したりしている。
評価の方法	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・話し合いの観察。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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おう。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

教室前方で講義を行う学生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され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。	・受講生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。 ・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。	・各班に補助教員を配置し、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。	・受講生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

	<p>○視点を地球に移し、今日検討した内容からSDGsにつながる要素があることを伝える。</p>	<p>うするか、ということ を伝え、現在の各国の基準 などを説明する。</p> <p>・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。</p>
--	--------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------