

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、理系分野の学問の面白さを学び、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。

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

<p>(5分)</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>
<p>展開1 (開発20分) (落下実験15分)</p>	<p>○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。</p>	<p>・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。</p>
<p>展開2 (開発20分) (落下実験15分)</p>	<p>○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。</p>	<p>・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</p>

		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。	

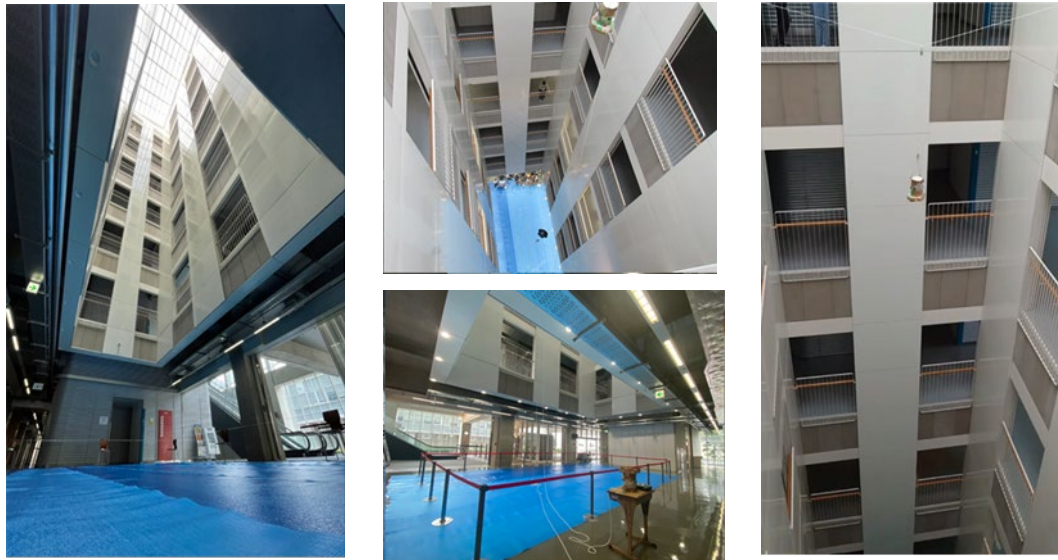


図1. 床保護用のブルーシート(左)・1階の落下区域を囲む規制線(中央下)・落下装置(右)・生徒が製作したパラシュートが落下装置から投下される様子(中央上)

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】

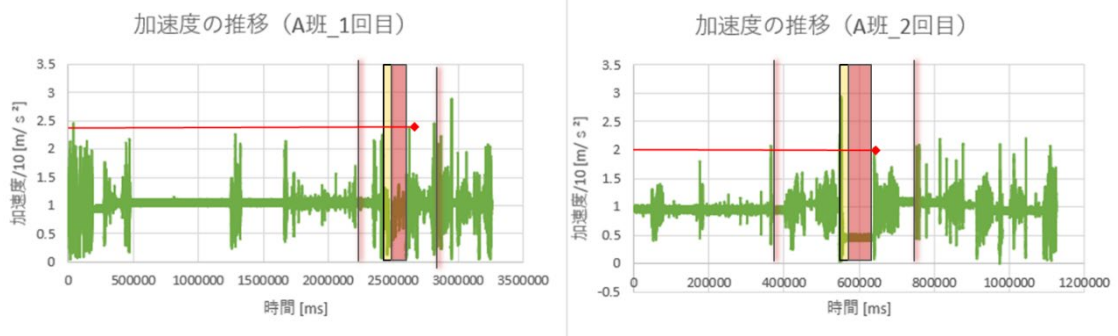


図 2. 速度センサーによる、加速度の緩和の計測

※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。