

水ロケットを打ち上げよう!! —基本型水ロケット—

本教材は宇宙とのつながりを軸として科学を身近に感じてもらうために作った科学教材です。本教材の利用による事故等については一切責任を持ちかねますので、本教材の利用は、経験のある指導者の指導の下に行ってください。



●教材提供●
日本宇宙少年団
横浜分団 竹前俊昭氏
大和まほろば分団 二唐義夫氏

2005年3月31日 発行
2013年4月1日 改訂

目標とねらい

基本的な水ロケットの工作と打ち上げを通して、「ロケットを打ち上げる楽しさ」を味わいます。予想以上の飛距離に驚き、空気の力と水の勢いで飛ばしたんだという実感が大きな感動を呼びます。単なる工作と実験に留まらず、「もっとやりたい！（向上心と継続）、次はこうしたい！（工夫）、どうして？（知的好奇心）」と思う心を育てましょう。

対象学年

小学校低学年以上

所要時間

工作：2～3時間、打ち上げ：5～10分（1回）

1 水ロケットの工作

●工作に使う材料と道具

【水ロケット本体の材料】

- ペットボトル（1.5リットル×2本）：ボディ、スカート（フィン取付用の筒）＊必ず炭酸飲料のものを使用する。傷や割れがあると内圧がかかったときに破裂や破損の危険があるので、よくチェックする
- 牛乳パック（1リットル×2枚）またはポリプロピレン板（PPシート厚さ0.75mm〈折りやすく、形状の保持性がよい〉）：フィン（尾翼）
- 色画用紙（B5判×1枚）：ノーズコーン
- 新聞紙（大判×1枚）：ノーズコーンに入れる緩衝材
- 油粘土（15～20g）：おもり（ノーズコーン先端に入れる）
- ノズル（市販品、工作教室のときは主催者より貸与してもよい）
- セロハンテープ/ビニールテープ/両面テープ/ホッチキス
- タコ糸 2mのもの1本

【工具・道具】

- （リーダーは刃物や工具の安全な使い方を事前に指導すること）
- はさみ
- カッターナイフ
- 机上保護板（カッターマット、段ボールなど）
- フィン取り付け位置図（ペットボトルと同径円に中心線を入れたもの、次ページ参照）

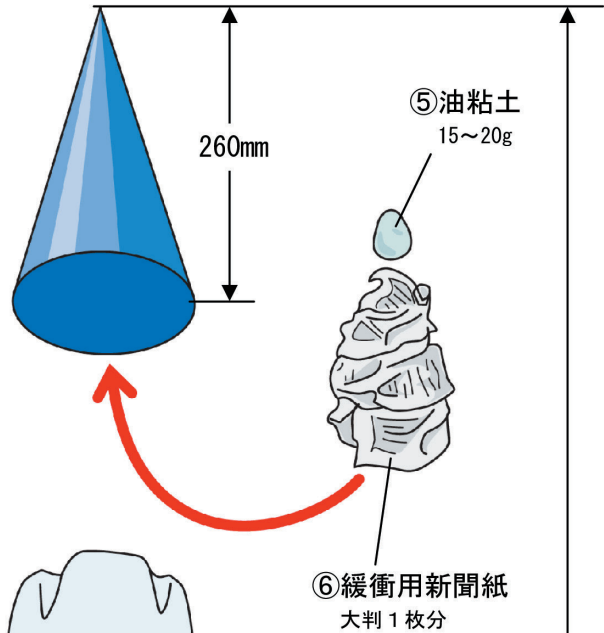
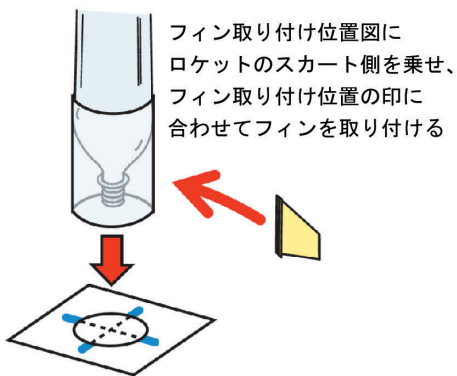
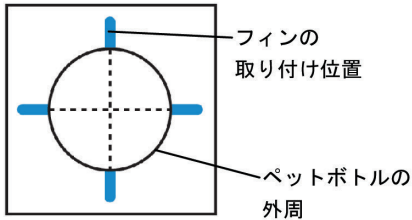
【打ち上げに使うランチャー（発射台）】

- プラスチック製の市販ランチャーを購入する事をお勧めする。自転車のブレーキを使用したリモートレバーで発射できるタイプが最も安全である。通信販売でも購入することができる（ロケット 1-5 ページ「ランチャーなどの教材入手先」参照）。

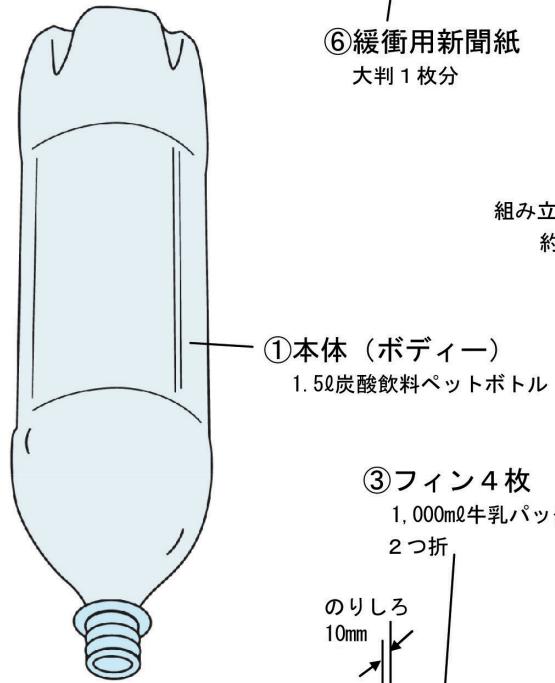
●概略寸法図 (単位 mm)



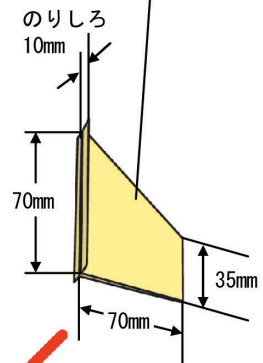
フィン取り付け位置図



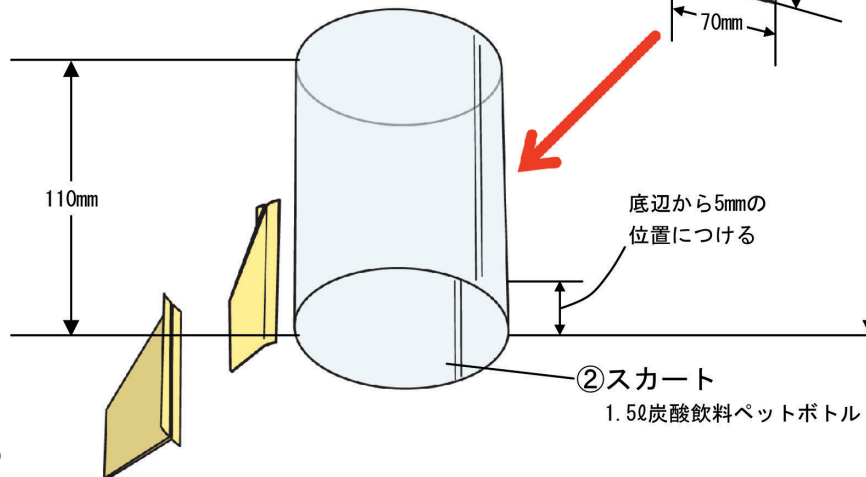
組み立て後の寸法
約 530mm



③フィン4枚
1,000ml牛乳パック
2つ折

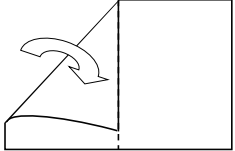


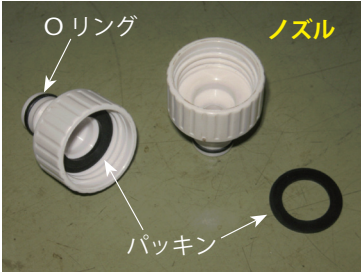
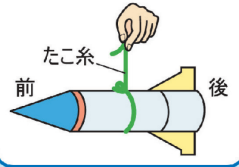

⑦ノズル
市販品



(全体重量 約150g)

●工作の順序と指導（2～3時間）

子どもの作業内容	指導内容	備考
①ボディになるペットボトルを選ぶ ・傷や割れ、へこみや変形していないペットボトルを選ぶ。	・ボディには圧力がかかるので、傷や割れがあると圧力をかけたときに、破裂や破損の恐れがある。へこみや変形があるとバランスが悪くなり、組立時に部品が正確に取りつけられない。	
②スカートを作る ・ペットボトルの上下を切り、胴体の部分（中央円柱部）をスカートとして、水ロケットボディ下部に中心位置（ペットボトルの中心）を合わせてビニールテープでしっかりつける。	・下部になる切り口には危険防止のためにビニールテープを巻き、触ったときに指を切ったりしないようにしておく。	・スカートが長いとランチャーに当たってセットできない場合がある。また、ノズルとジョイントのセット不良が発生したときに外せないことがある。
③フィンを作る ・牛乳パックを二つ折りして、のりしろの部分をはしにとり、好きなフィンの形を書いてハサミで切る。続いて同じ形のを数枚作る。（基本型では4枚） ・フィンを広げて内側同士を両面テープで張り合わせる（またはホッチキスで止める）。 ・のりしろ部を除きフィンの外周をビニールテープで巻きしっかり補強する。 ・完成したフィンののりしろを左右に広げて両面テープを貼りつけ、フィン取り付け位置図をもとに、スカートに貼りつける。 ・さらに上からビニールテープでのりしろ部を貼り、全体を補強する。		
④ノーズコーンを作る ・色画用紙を円錐の形に丸めて、セロハンテープで仮止めする。 ・下のはみ出したところを切って三角ぼうしのような形にする。 ・完成したらビニールテープでつなぎ目をしっかり固定する。 ・できたノーズコーンの中に油粘土と新聞紙を丸めて入れる。	・コーンを立てたときに鉛直に立つよう底面を正確に切る。組立が正確で容易になる。 ・ノーズコーンの先端がとがっていて危険と思われる場合は、先端を少し切っておく。 ・油粘土は重心の位置を前方にするためのもの。新聞紙は落下時の衝撃を吸収するためと、油粘土を固定するためのもの。	 ・簡単なようだけどなかなかうまく円錐（形状、長さ）ができない場合は、色画用紙を半分に折った折り目に合わせて丸める等、いろいろな方法を試してみる。

子どもの作業内容	指導内容	備考
<p>⑤ 組み立てる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボディ（スカートとフィンはずについている）にノーズコーンを取りつける。 ・各 부품の接合部はビニールテープでしっかり固定する。 ・ノズルをセットする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・組立はボディの中心線に各 부품の中心線を合わせ、ボディを立て360度回転させながら、傾いたりゆがんだりしていないか確認し、仮づけをしながら正確に取りつける。 ・ノズルにパッキンやOリングがついているかどうかを確認しボディにしっかり取りつける。パッキンやOリングに傷はないか確認する。傷があると水漏れする。 	 <p>ノズル Oリング パッキン</p>
<p>⑥ 名前やイラストを書く</p> <ul style="list-style-type: none"> ・完成した水ロケットに自分の名前やロケットの名前・号機を書く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・絵や好きな言葉（夢や希望）を書かせてもよい。 	
<p>⑦ 重心の位置を調べ、飛ばす前のテストをする</p> <div data-bbox="220 943 491 1189"> <p>● 重心位置を調べよう ●</p>  <p>たこ糸 前 後</p> </div> <div data-bbox="196 1245 507 1503">  </div> <p>ストリングテスト (スウィングテスト)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・重心の位置を調べる 水ロケットを糸でつるして水平になるところに重心がある。重心とフィンまではどれくらい離れているかを見きわめる。 ・飛ばす前のテスト 重心位置でひも（たこ糸 約1.5m程度）を結びぐるぐる回してみる。（ストリングテスト（スウィングテスト）） ・正しい姿勢が保てる範囲（復元力）を確認する ・ひもをボディに結びつけ、ずれたり、外れたりしないようにセロハンテープでしっかり固定し、持った指から糸が外れないようにし、まわりの人を退避させてからストリングテスト（スウィングテスト）を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・重心とフィンの場所が近づきすぎると飛び方が不安定になる。 ・重心の位置を変えるにはノーズコーンの先端に入れた油粘土の量を調整する。少なくすれば重心の位置が後ろへ、多くすれば重心の位置は前へ移動する。 ・安定して回すことができたなら、重心に結んでいるひもをフィン側に少しだけずらし、同じように回してみる。それでも安定して回すことができればOK。 ・安全確認を十分行い、自分や周囲の人がケガをしないように気をつける。
<p>⑧ 検査する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・部品の組み付け忘れはないか？ ・各 부품はボディの中心線と合っているか？ 左右対称についているか？ ・接合部はしっかり固定されているか？ ・検査官になったつもりで、しっかり検査をする。 		

2 水ロケットの打ち上げ

●水ロケット打ち上げ時の各係と子どもの配置



●打ち上げ前に準備するもの

用具・保護具	<input type="checkbox"/> ランチャー（発射台。自転車用空気入れを使う市販品がお勧め） <input type="checkbox"/> 自転車用空気入れ（圧力計付がよい） <input type="checkbox"/> 泥水跳ね返し防止用ビニールシート（ランチャーの下に敷く） <input type="checkbox"/> 給水用 500cc ペットボトル（水道の蛇口よりの直接給水でもよい） <input type="checkbox"/> セーフティコーン（射場区域の明示）、トラロープ、立ち入り禁止等の安全表示看板 <input type="checkbox"/> シールテープ（水漏れ対策） <input type="checkbox"/> ドライバー、ペンチ等（ランチャーの修理用など） <input type="checkbox"/> ヘルメット <input type="checkbox"/> ゴーグル <input type="checkbox"/> 耳栓
--------	---

*ランチャーなどの教材入手先

(1) 夢小屋：〒 504-0815

岐阜県各務ヶ原市蘇原東栄町 1-6-3 電話/FAX 0583-71-3453

(2) ブルーウィングス（かかみがはら航空宇宙科学博物館内ミュージアムショップ）

電話 0583-86-8145 FAX 0583-86-8164

(3) ナリカ（旧 中村理科工業）通販サイト「1・2 理科」

<http://www.12rikachan.com/>

(4) 日本ペットボトルクラフト協会 部品供給サービス

http://www.pcaj-i.jp/skytales_co_ltd/index.html

この絵のどこが危険か考えさせよう！



- ① 電線が近くにある → 引っかかる
- ② 車道がすぐそばにある → 車などに当たる
- ③ 強風 → どこへ飛ぶか分からない
- ④・⑤・⑥ 一般者 → 水ロケットを気にしていない
- ⑦ 真上打上げ → どこに落ちるかわからない
- ⑧ 水ロケットをキャッチ → ケガ
- ⑨・⑩ 加圧中の水ロケットに前から近づく
→ いつ発射（暴発）するか分からない
そして何より、打上げ全体の安全を管理する管制官と監視係がない

●打ち上げに必要な条件

要件	留意点
場所	<ul style="list-style-type: none"> 十分な広さを確保する。 飛行が安定している機体でも、長さ約 100 m、幅 50 m以上の広さは必要。 他者の有無を確認する。 とくに第三者や子どもがいるときは安全な場所への退避をお願いする。 射場区域（立ち入り禁止区域）をセーフティコーンや看板等で明示する。
天候	<ul style="list-style-type: none"> 強風（とくに横風）、雷鳴時は打上げを中止する。雨の場合も注意力が散漫になりやすいので中止するのがよい。 (小雨で実施の場合は通常以上の安全を確認のうえ行うこと)
ランチャー・自転車用空気入れ	<ul style="list-style-type: none"> 使い方の熟知と水・空気漏れの対策方法の確認 →ロケット 1-9 ページ 補足資料「ランチャー・自転車用空気入れ」を参照。
保護具の着用	<ul style="list-style-type: none"> 落下する水ロケットから頭部を保護する（落下地点の監視員）：ヘルメット 発射時に飛び散る泥から目を保護する（発射担当者及び近くの子ども）：ゴーグル 破裂、暴発から耳を守る（発射担当者及び近くの子ども）：耳栓

●人員（役割分担）→前ページの図参照

人員	留意点
管制官	<ul style="list-style-type: none"> 準備から打ち上げ、回収までの進行と、打ち上げ場全体の安全管理を行う。
ランチャー係	<ul style="list-style-type: none"> 水ロケットのランチャーへのセット確認（ロック確認）は、必ずランチャー係が行う。セットの仕方がわからない子どもだと、ロックしていない状態かもしれない。 全員がセットできたら、管制官の指示により加圧（ポンピング）を開始する。 加圧の補助 小学校低学年は、最後まで加圧するのが無理かもしれない。親に手伝ってもらうのもよい。 水漏れや空気漏れの対応 決して子どもを水ロケットに近づけない。上からのぞかない。 自転車用空気入れがランチャーから外れていないか、空気入れのクリップ部（口金）を点検する。（外れていれば漏れる音がする） 加圧は斜め後ろで行い、ランチャーの真後ろに子どもを立たせない。（発射時も）
監視係	<ul style="list-style-type: none"> 立ち入り禁止区域への侵入者確認。 立ち入り禁止区域内に人がいるときは、管制官に合図をして、打ち上げを待ってもらい、安全な場所に退避を指示する。また、区域外への落下も予想されるので、周囲の人にも注意を促す。 どこに落ちたかを確認する。 木に引っかかったり、池などに落下したときは安全に回収する方策を指示する。 水ロケットを回収した後は打上げ場の脇を歩いて速やかに戻るように指示する。

● 試し打ち

- ①機体の飛行特性、飛距離、高度、着地点等を把握しておくこと。
(射場の広さに応じた適正圧とランチャーの上下角)
- ②最高圧又はポンピング回数を決めておくこと。

● 打ち上げ (1回で5～10分)

子どもの作業内容	指導内容	備考
①水入れ (燃料充填) ・水は 500cc 程度を入れる。 ・ノズルにゴムパッキン及びOリングが入っている事を確認し、ノズルをボディに確実に締める。	・ノズルの締めつけは小学校低学年では心許ない。逆に大人が行う場合は、締めすぎないように注意。パッキンを潰してしまうことがある。	
②ランチャーにロケットをセット	・ランチャー係が、ノズルがきちんとジョイントにロックされていることを確認する。 ・射場の広さを考慮し、ランチャーの上下角・方位を再設定する。	
③加圧前確認 (手順の再確認)	・管制官の指示に従う。 ・加圧が終了したら、自転車用空気入れを倒して待つ (加圧完了合図と安全確保)。	・加圧を始めたら、決して水ロケットに近づかない。 (水漏れ等があったら、ランチャー係が管制官に知らせる)
④加 圧	・管制官は射場の監視係に、周囲の安全確認及び加圧の予告をする。 (全員の退避を確認する) ・管制官は加圧開始の指示を出し、全員の加圧が終了するまで待機する。	・4～5気圧程度に加圧する。
⑤カウントダウン	・水をかぶるので、ランチャーの真後ろには立たない。 ・射場の監視係は周囲の安全確認を行い、カウントダウンに入る。 ・カウントダウンは管制官の指示に従い、全員で大声を出して行う。	・発射レバーはワイヤーが外れやすいので、上下逆にするなど工夫する。 ・全員が大声でカウントダウンすることにより、打ち上げに集中することができる。
⑥発 射	・カウントダウンのゼロとともに、発射する。	★指導者は必ず事前に試し打ちをしておく。
⑦回 収	・全機が発射し終わったら、回収に行かせる。 ・回収したら射場の端を通り、速やかに安全エリアに逃れる。	・全員の打ち上げが終わるまで (全機が発射されるまで)、回収に行かない。
⑧次のロケットをランチャーにセット	・回収中でも時間短縮のため、ランチャーへのセットは行ってもよい。	・風向・風速と落下点の状況を見て、適宜ランチャーの上下角・方位を修正する。

補足資料 ランチャー・自転車用空気入れ

ランチャーのジョイントや稼動部は事前に確認しておく。打上げ時は、加圧後にジョイント不良でセッ
トした水ロケットが発射しない時がある。その時は子供たちを退避させて、ランチャー係が安全を確保し
た上で点検する。

水・空気漏れの原因と危険度及び対策

① ボディーとノズルの間からの漏れ

ノズル取付け不良またはゴムパッキン不良（暴発の恐れ無し）

→ ノズルの増し締めができれば良いが、大抵はスカートが邪魔で無理なので、ホースを外して自転
車バルブのナットを緩め、圧を抜く。

② ノズルとジョイントの間からの漏れ

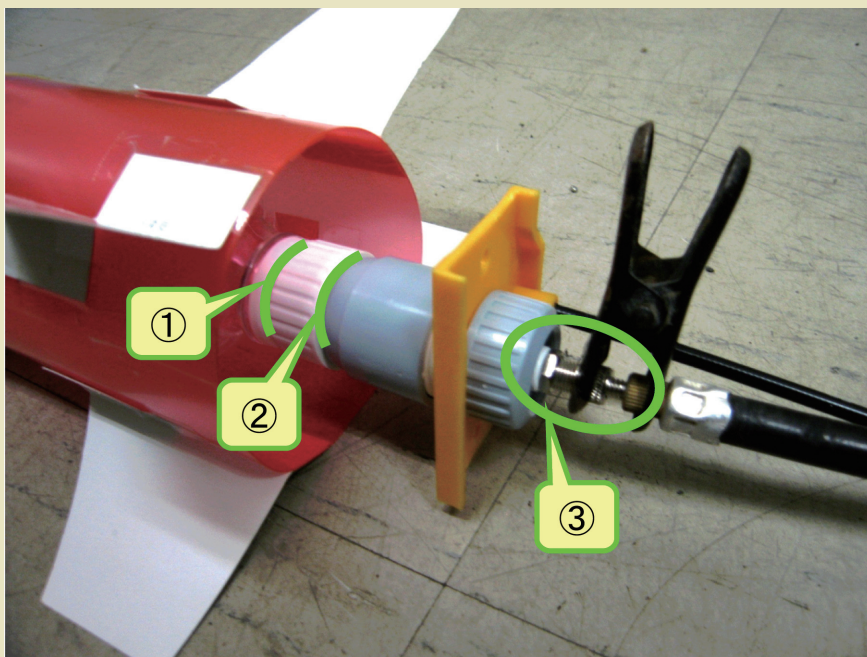
ロック不良（暴発の恐れあり！）

→ ロケットに触ると暴発するので、ホースを外して自転車バルブのナットを緩め、圧を抜く。

③ ジョイントの後ろからの漏れ

自転車バルブ不良（虫ゴム不良・ナット緩み）または空気入れ接続不良（暴発の恐れ無し）

→ ナットを増し締めし、ホースを付け直す。



④ 自転車用空気入れが外れた！

自転車用空気入れバルブが正常なら水ロケットの圧力は変化無し
（虫ゴムは逆流防止になっている）

<重要> 自転車用空気入れの圧力計が示しているのは、ボディ内の圧力ではなく「ホース」の圧力である。

通常は虫ゴムの働きにより、表示圧力よりペットボトル内の圧力の方が低い「安全側」になっている。ではどんな時に、表示圧より内圧の方が高い「危険側」になってしまうか？

それは水・空気漏れの③・④の場合の様に、加圧中に一度ホースを外した時に起こる。例えば 0.4MPa (メガパスカル) (およそ 4 気圧) まで加圧した所でホースを外すと、虫ゴムの働きでペットボトル内の圧力は保たれているにも関わらず、表示圧力はゼロまで戻ってしまう。ホースを付け直して表示が 0.5 まで空気を入れると、ペットボトル内は 0.9MPa (メガパスカル) (およそ 9 気圧) 近い圧力がかかってしまっている事になる。このまま発射すると、予想以上に飛んでしまっ
て思わぬ事故を招きかねない。

ホースが外れた時の圧力を覚えていれば、それに足し算して加圧すれば良いが、水ロケットを外してやり直すのが無難である。

※ 1MPa (メガパスカル) = 1000kPa (キロパスカル) = 1000000Pa (パスカル)



科学する心を
育てよう

なぜ飛ぶのか (原理)、もっとうまく飛ばすにはどうしたらよいか (工夫) と基本的な問いかけを続けながら、子どもたちの好奇心を高めていきましょう。次のような実験や観察を指導メニューに加えると、子どもたちの好奇心や理解を高めることができます。

- ①水の量を多くしたり少なくしたりして、飛ぶ距離や高度がどのように変わるかを試してみる。
- ②フィンの形をいろいろ変えて、飛び方を観察する。
 - ・フィンを斜めにつけると、機体ぐるぐるとスピンする。回転と飛行の安定性および飛距離の関係を調べてみる。
 - ・フィンをつける位置を水ロケットの先のほうにしたり、まん中にしたりしてみる。
 - ・フィンの枚数も変えてみる。
- ③ノーズコーンの長さを変えたり、中に入れる油粘土や新聞紙の量を変えて飛び方を観察する。
- ④重心とフィンがどれくらい離れているときが一番安定して飛ぶのか実験してみる。重心より前 (ノーズコーン側) にフィンをつけるとどうなるだろうか？

※これら②③④を試すときは危険も伴う (どこへ飛ぶか分からない) ので、ベテランリーダーの下で、リーダーの指示やルールを守って実験する。リーダーはいきなり本番に入らず、前もって限界テストをしておく。

- ⑤気体と圧力の性質を知る安全教育
 - ・圧縮性の高い気体 (空気) が高圧で閉じこめられている。
 - ・ボトルがガチガチに固くなっている事で高圧である事を実感させる。
 - ・圧縮空気が入っていて破裂の危険性がいつも伴う。絶対に破裂させてはならない。
 - ・ゴム風船を用いて、破裂の恐ろしさを体感させる。

安全対策

- ①加圧された空気の力について、事前に話をしておく。(例：風船の破裂)
- ②工作の基本的な注意事項や打上げ時の注意事項は、その活動を始める前の落ち着いた状態で参加者及びリーダー・指導者全員で確認し合う。必要な場合は保護者にも協力を呼びかける。
- ③自由に作ったロケット（どこへ飛ぶか分からない）を打ち上げるときほど、打ち上げ手順を守る必要がある。
- ④成功したときの喜びと感動を味わわせるために、リーダーは"限界"や"異常事態"を知っておく。
- ア. 破裂や落下機体に当たった時の衝撃を防ぐ→ヘルメット
破裂時の音・破片を防ぐ→耳栓・ゴーグル
- イ. 飛行不安定機体及び部品の飛散から守る→射場広さの確保
- ⑤そもそも危険が伴っていることをよく認識しておく
- ア. 圧力容器を扱っている（参考：圧力容器、高圧ガス保安法他）
- イ. ペットボトルの本来の目的以外の使用をしている（PL 法外）
- ウ. 当事者以外は誰も安全を保証してくれない。
- エ. 事故が発生しても誰も損害を補償してくれない。
- オ. 自主自律、自己責任の活動であることをしっかり認識することが必要である。
- ⑥打ち上げ時には必ず管制官を配置する
- 子どもたちの安全確保のためには、安全管理責任者を決めてバラバラではなく一元化された状態で運営することが大切。
- ⑦空気入れ、ランチャーの安全確認
- ア. 空気入れ・ランチャーは整備を行い、丈夫で安全なものを使う。水ロケットの打ち上げに際しての空気ポンプによる事故が報道されたことがある。国民生活センターによる市販の自転車用空気入れのテスト結果が下記の URL に掲載されているので参考にいただきたい。http://www.kokusen.go.jp/test/data/s_test/n-20061006_1.html#gyoukai
- イ. レース用自転車に使用する圧力計付きの高圧用ポンプを使用するのがよい。
- ウ. 電源が使用できるときには、圧力レギュレーター付きの小型の電動ポンプが安全である。
- エ. 日本製あるいは日本製相当のものが望ましい（できれば SG マークのあるもの）。

学習指導要領との関連

小学校	3年	理科（粒子）	物と重さ
小学校	4年	理科（粒子）	空気と水の性質
中学校	1年	理科（エネルギー）	力と圧力
中学校	3年	理科（エネルギー）	運動の規則性
中学校	3年	理科（エネルギー）	力学的エネルギー
中学校	3年	理科（エネルギー・粒子）	科学技術の発展
小学校	2年	算数（量と測定）	長さの単位、体積の単位
小学校	3年	算数（量と測定）	長さや重さの単位

キーワード

ロケット／水ロケット／反動推進／圧力／ペットボトル

教材提供 : 日本宇宙少年団横浜分団 竹前俊昭氏 協力 : 財団法人日本宇宙少年団 YAC 株式会社学習研究社
日本宇宙少年団大和まほろば分団 二唐義夫氏

発行 : 宇宙航空研究開発機構 宇宙教育センター

©JAXA2013 無断転載を禁じます