

## ー 2段式模型ロケット ー

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  
福岡分団 麻生茂氏

★単段式画用紙火薬ロケットの作り方や打ち上げ方については、「画用紙火薬ロケット」をご覧ください。ここでは、その発展的な応用として、2段式ロケットを学びます。

### 目標とねらい

単段式のロケットを打ち上げた子どもたちは、さらに高く飛ばそうと試みます。今回の教材はH-II Aと同じ2段式ロケットです。単段式の画用紙火薬ロケットに、モーター（火薬エンジン）を1基つけ加えることによって2段式となります。ここでは2段式の1段目となる模型ロケットの作り方を説明します。

対象学年	小学校高学年以上	所要時間	工作：2～3時間、打ち上げ：5～10分（1回）
------	----------	------	-------------------------

## 1 2段式模型ロケットの工作

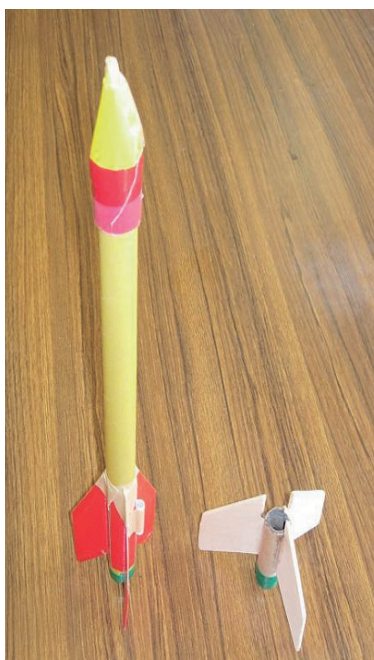
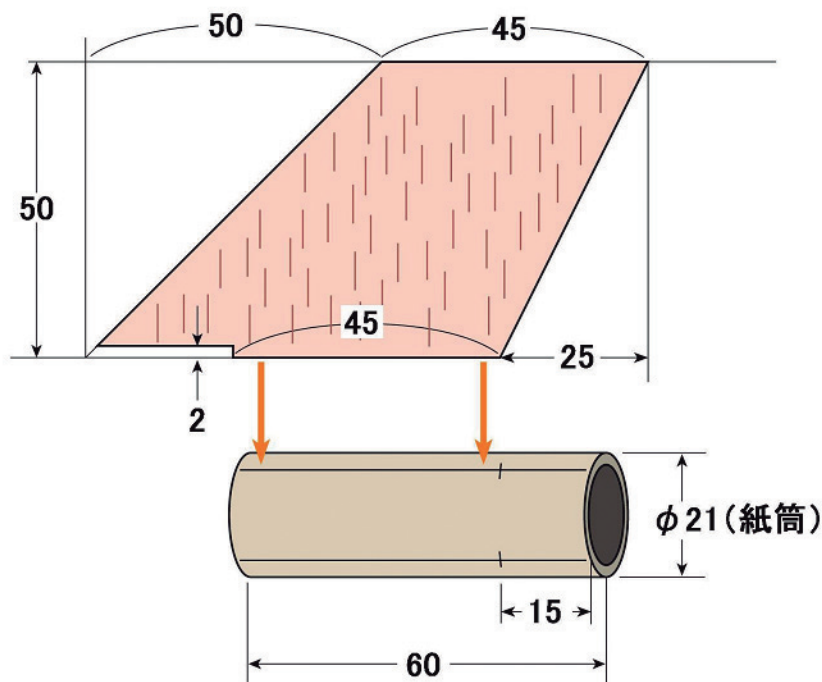
### ●工作に使う材料と道具

<p><b>【ロケット本体の材料】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> バルサ板（厚さ3mm、長さ21cm、幅5cm）：フィン（尾翼） *バルサはホームセンターなどで入手可能。</li> <li><input type="checkbox"/> 内径18mmの紙筒（長さ6cm）：ロケット本体（ボディ） 1段式ロケットも同じもので製作するとよい。 *内径18mmの紙筒は日本宇宙少年団福岡分団事務局（asospace@ybb.ne.jp）で入手可能。あるいは、厚めの紙を外径18mmの木の丸棒に接着材をつけながら数回巻きつけると作れる。</li> <li><input type="checkbox"/> 単段式ロケット（2段目のロケットになる。作り方は「画用紙火薬ロケット」ロケット5-1～10ページ参照）</li> <li><input type="checkbox"/> A型エンジン（2段目用、A8-3）、B型エンジン（1段目用、B6-0）</li> </ul> <p><b>【打ち上げに使うランチャー（発射台）】</b> 使い易さと安全面から、市販のランチャーを購入する事をお勧めする。 *ロケット5-3ページ「ランチャー、モーターなどの入手問い合わせ先」参照</p>	<p><b>【工具・道具】</b> （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）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> カッターナイフ</li> <li><input type="checkbox"/> 机上保護板（カッターマット、段ボールなど）</li> <li><input type="checkbox"/> 紙ヤスリ</li> <li><input type="checkbox"/> 速乾性接着剤</li> <li><input type="checkbox"/> セロハンテープ（幅15mm以上）</li> <li><input type="checkbox"/> ビニールテープ（幅10mm）</li> <li><input type="checkbox"/> タコ糸</li> </ul>
---	--

●工作の順序と指導 (2～3時間)

1 段目のロケットを作る

- ①バalsa板からフィンを3枚切り取る。このとき、バalsa板の木目ができるだけロケットの軸に垂直になるように気をつけると、風を受けたときのフィンの強度が増す。切り取った後にバリ(切り取った線よりはみ出た部分)を取る。とくにフィンを紙筒に取りつける部分は紙ヤスリに押しつけてけずり平滑にする。
- ②紙筒の外周を3等分した位置(フィンの取り付け位置)に線を引く(「画用紙火薬ロケット」のロケット5-2ページ③に3分割の図があるので参照)。下(お尻のほう)から15mmのところを目印をつける。
- ③フィンに速乾性接着剤をたっぷりつけ、本体に予め引いた線に沿って接着する。



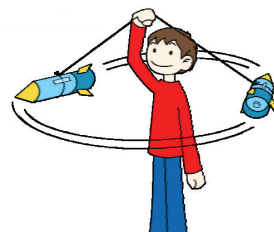
2 段目(左)と1 段目(右)



1 段目の機体

ロケットにエンジンを装着し組み立てる(→右図)

- ①2 段目用 A 型エンジンと 1 段目用 B 型エンジンをセロハンテープで固定する。このとき、エンジンの向きに注意。どちらのエンジンも、ノズルが下(地上側)にくるようにする。セロハンテープは1 回だけ巻く。
- ②2 段目の筒に、①でつなげたエンジンを差込み、2 段目のエンジンをビニールテープでしっかりと固定する。ノズルが下(地上側)にくるように差し込む。
- ③1 段目のロケットをエンジンの後ろから差し込み、1 段目のエンジンが 1 段目の筒の後端から 10mm 出るようにしてビニールテープで固定する。  
\*このとき、2 段目のフィンの位置と 1 段目のフィンの位置を合わせるようにすると、打ち上げ時に抵抗が少ない。1 段目のエンジンと 2 段目のエンジンの継ぎ目が、ちょうど 1 段目の筒の前端と同じ位置にあることを確認する。
- ④タコ糸で輪を作り、ロケットを輪に通し水平になるところ(重心)を見つけ、重心位置にタコ糸を固定する。このタコ糸の先端を持ってロケットを約 2～3m の半径で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))。どのような向きから始めてもロケットの先端が前を向いて飛ぶことを確認する。  
\*確認ができなかったら、ロケットの先端が前を向いて飛ぶまでノーズコーンに油粘土を詰める。



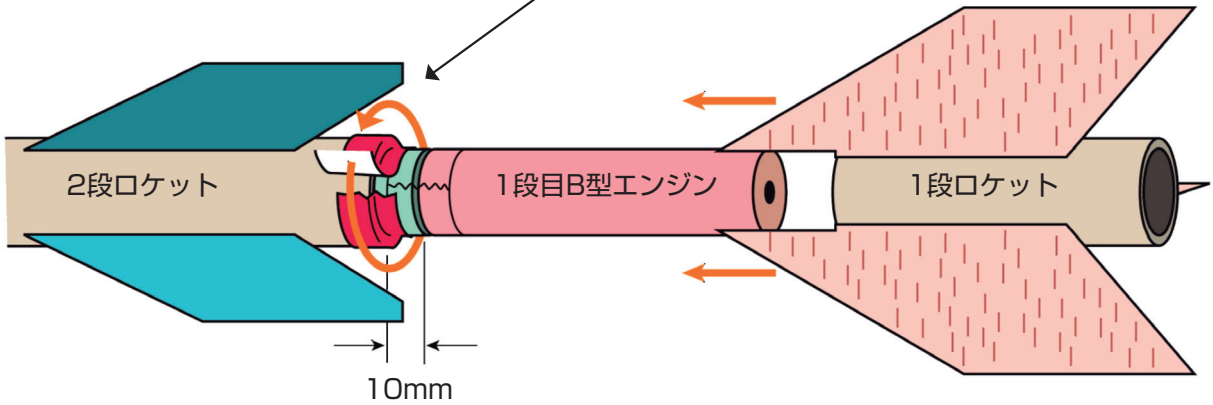
ストリングテスト  
(スウィングテスト)

2 段式ロケットの組み立て (単位 mm)

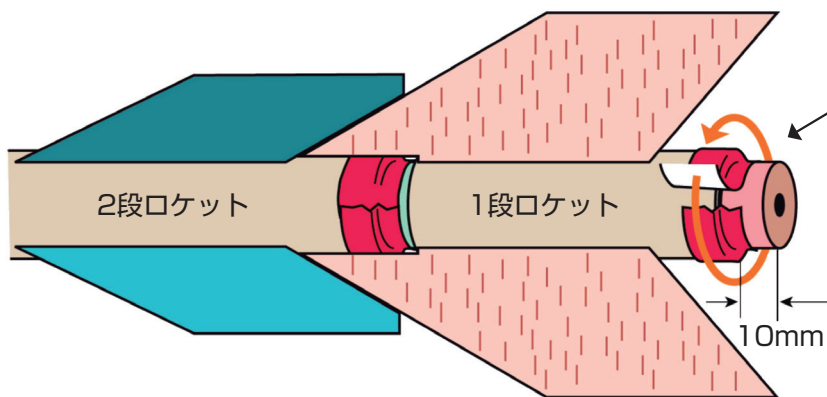
1) 1 段目エンジンと 2 段目エンジンを  
セロハンテープで固定する。



2) 2 段目ロケットに 2 段目エンジンを差し込み、ビニールテープで固定する。このとき、一段目 B 型エンジンまで固定してしまわないように十分注意する。



3) 1 段目ロケットを後ろから差し込み、  
1 段目のエンジンが筒の後ろから  
10mm 出るようにする。ビニールテープで固定



2 2 段式模型ロケットの打ち上げ

打ち上げの手順や注意すべき点は、「画用紙火薬ロケット」のロケット 5-6 ~ 9 ページを参照してください。

考えさせよう  
体験させよう

- ①ロケットの進む原理を説明するにあたって、こんな問いかけをしてみよう。「ふくらませた風船の口を放すと、どうして風船が前に飛んで行くのかな?」「風船を膨らませたときに入れた空気はどこにいったのだろう」ロケット推進は、基本的には後ろにものを出したらその反動で前にすすむものだとわかればよい。
- ②現在の技術では、単段式のロケットでは人工衛星が地球を回る速度 7.9km/s まで速度を上げることができない。そこで、H-II A ロケットのように 2 段式にして、1 段目で速度を上げ、それが燃え尽きたら切り離し、2 段目に点火してさらに速度を増していることを説明しよう。

## 安全対策

- ①火薬を使うロケットの発射は、必ず経験のある指導者が行う。この場合、A 型及び B 型のエンジンを使うことになるので、日本モデルロケット協会の 4 級ライセンスを取ることが望ましい。B 型エンジン以上の使用にあたっては、エンジンの種類によって 3 級ライセンス以上が必要である。
- 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打ち上げ手順を必ず守る。
- ④リーダーは“限界”や“異常事態”を知っておく。  
ア. モーター（火薬エンジン）の危険性（点火、燃焼、点火不良、燃焼不良ほか）  
イ. 破裂や落下機体に当たったときの衝撃を防ぐ→ヘルメット  
破裂時の音・破片を防ぐ→耳栓・ゴーグル  
ウ. 飛行不安定機体及び部品の飛散から守る→打ち上げ場の広さを確保
- 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. 火薬を扱っている。（火薬取締法）  
イ. 高速で飛ぶ。  
ウ. 高いところから落下してくる。  
エ. 当事者以外は誰も安全を保証してくれない。  
オ. 事故が発生しても誰も損害を補償してくれない。  
カ. 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火薬の恐ろしさを認識しておく。  
ア. 突然の発火が起こりうる。  
イ. 火傷の危険性がある。  
ウ. 暴発の危険性がある。
- ⑦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。そのため、安全確保のために訓練された管制官が必要である。
- ⑧火薬を使うロケットならでの安全対策  
ア. 発射台をクイで固定し、垂直から 30 度以上傾けない。  
イ. 発射台の近くには消火器か水バケツを用意する。  
ウ. モーター、イグナイターは金属製のもの以外の箱に別々に保管する。  
エ. モーターに傷やヒビがないか調べて、不良品は使用しない。  
オ. モーターの近くで火気を使わない。  
カ. モーターの置き場所は発射台から 20m 離すこと。  
キ. 発射台には、一回の打ち上げに使うロケットモーター以外は持ち込まない。  
ク. モーターの置き場所は、打ち上げ関係者以外は立ち入り禁止にする。  
ケ. モーターを盗まれないようにする。  
コ. 強風や雨、雷の時には打ち上げない。

キーワード

加速度・加速度計・宇宙への出発時・反対向きの力・ロケット