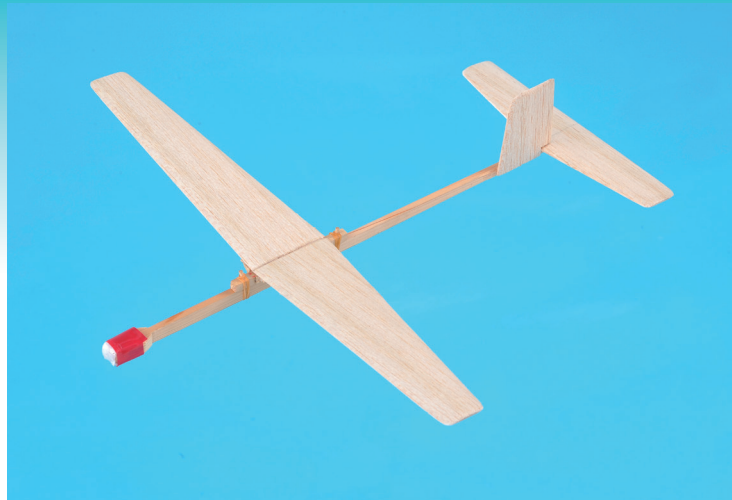


『飛ぶ』を体験的にわかって

# —風洞 グライダー、フライトシミュレーター—

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

2009年4月1日 発行

宇宙教育指導者用  
 一部貸し出し教具教材

貸し出し教具の内容は11-2ページに、申し込み方法は11-8ページにあります。

## 目標とねらい

この教材は、(1) 小型風洞、(2) バルサグライダー、(3) フライトシミュレータの3つを用います。翼が揚力を生み出すことを風洞を使って観察した後、自作したグライダーを飛ばすことにより、“揚力”への理解を体験的に深め、さらにフライトシミュレータによる飛行機の疑似操縦を加えて、“飛ぶ”ことを総合的に学ぶ教材としました。

対象学年	小学校低学年以上	所要時間	それぞれの活動各1～2時間
------	----------	------	---------------

## 1 材料や工具の用意

### ●工作に使う材料や工具など

□小型風洞：次のページの写真を参照。手元がない場合、あるいは自作しない場合は、JAXA 宇宙教育センターが貸し出していますので、それをご利用いただくことができます。詳しくは、11-8ページをご覧ください。

#### 【小型風洞の実験で使う翼】

- 板（翼の模型の台）：146mm×100mm×厚さ13mm 1枚
- 竹串（2本）
- 画用紙（48×100mm 数枚）

□ストロー（長さ30mm、直径5～6mm程度 2本）

#### 【バルサグライダー】

- 模型用の桧（ひのき）角材（胴体用）：幅5mm×高さ10mm×長さ395mm 1本
- 模型用の桧角材（主翼の台）：幅5mm×高さ10mm×長さ90mm 1本
- バルサ板（主翼用）：幅60mm×厚さ3mm×長さ200mm 2枚
- バルサ板（水平尾翼用）：幅40mm×厚さ3mm×長さ200mm 1枚

（次のページへ続きます）

- バルサ板（主翼を 10 度傾けて固定するための支持部品用）：幅 8mm× 厚さ 8mm× 長さ 60mm 2 枚
- 竹のピン：直径 3mm 程度、長さ 10mm

**【フライトシミュレータ】**

- マイクロソフト社のフライトシミュレータ（のインストールされたパソコン）
- ジョイスティック
- ラダーペダル
- 液晶プロジェクター

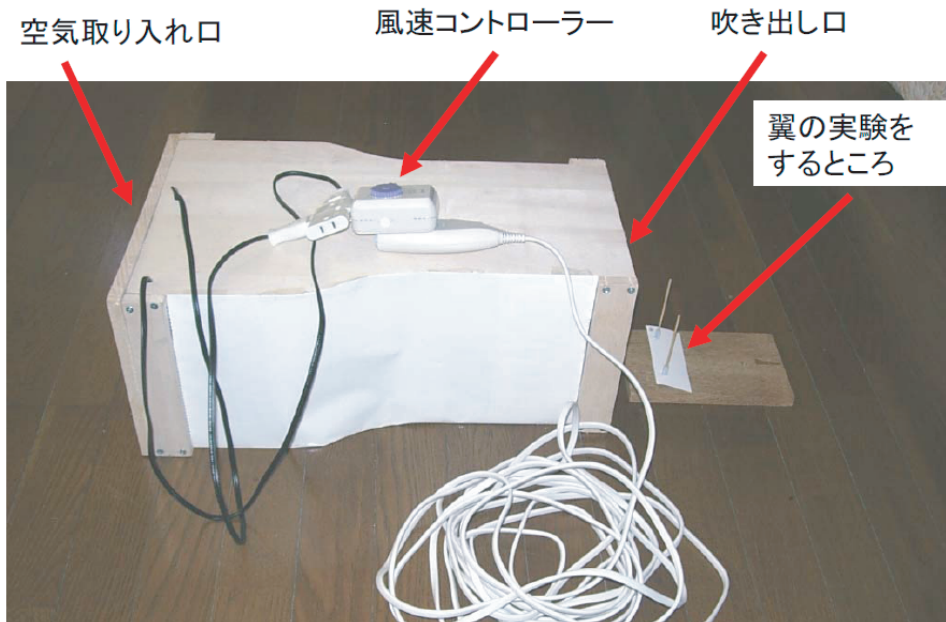
- スクリーン

**【工具など】**

- 木工用キリ
- ドライバー
- はさみ
- 速乾性木工用接着剤
- 接着剤（ストローと画用紙を接着できるもの）
- サンドペーパー
- カッターナイフ

▼この小型風洞は **宇宙教育指導者用**  
**貸し出し教具**

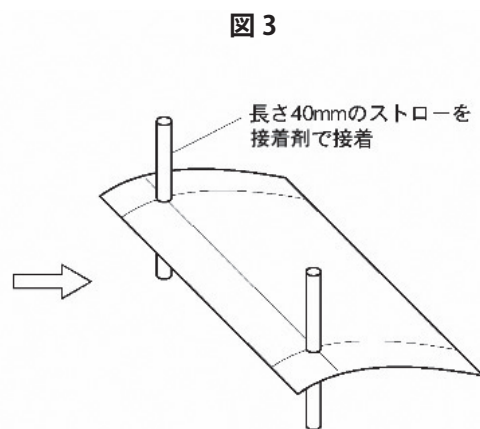
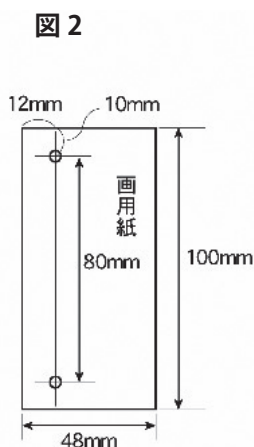
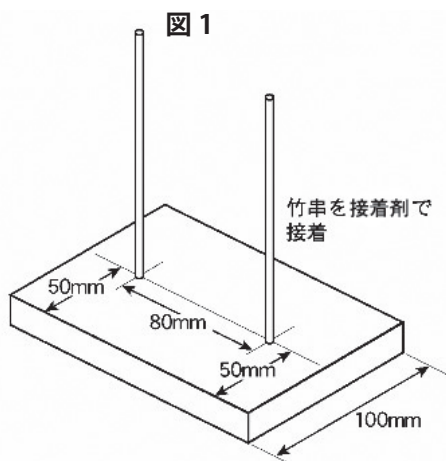
申し込み方法は 11-8 ページをご覧ください。



## 2 小型風洞で揚力を確かめる

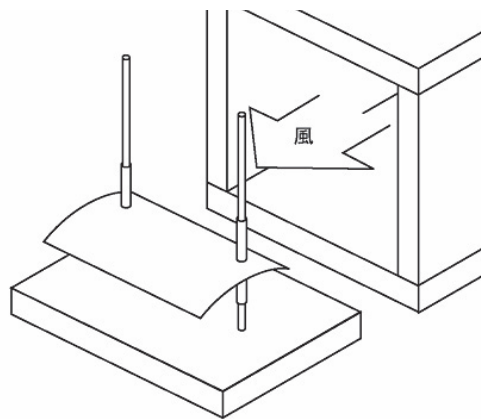
### 翼の模型と台を作る

- ①下の図1のように、板（146×100×13mm）に竹串を2本固定します。あらかじめキリで下穴を開けておき、竹串を差し込んで木工用接着剤で接着します。
- ②下の図2のように、画用紙にストローを通す穴を開け、図3のように接着剤でストローを接着します。同じものを数枚用意します。



### どんな形の翼が揚力を生み出すか調べる

- ①画用紙を使って思い思いの翼型を作り、竹串に通してファンのスイッチを入れます。いろいろな翼の形を作って実験することにより翼が浮き上がるかどうか判断できます。平坦な翼、少し上がふくらんだ翼、やや大きく上がふくらんだ翼、逆に下がふくらんだ翼などを用意して、それぞれの翼の動きを観察するのがよいでしょう。
- ②この実験をもとに、次に作るバルサグライダーの翼をイメージしておきます。



#### ●写真の小型風洞について

風洞には、風を取り込んで吹き出す吹き出し方式と、ドーナツのように回流する風路のなかで風を流す回流方式があります。後者の“回流方式”は少ないエネルギーで比較的高い風速を出すことができますが、風路が大規模になる難点があります。教材としては小回りがきき、机の上に置けるようなサイズが望ましいので、前者の“吹き出し方式”がよいでしょう。

11-2 ページ写真の小型風洞は、科学実験8で作った「ミニ風洞」を発展させたものです。（「ミニ風洞の作り方については、科学実験8-1 ページから解説してありますので、そちらをご覧ください。」）この小型風洞では、風量を増やすためにファンを大型化して2台に増やし、さらに縮流することにより加速し乱れを低減することを試みました。

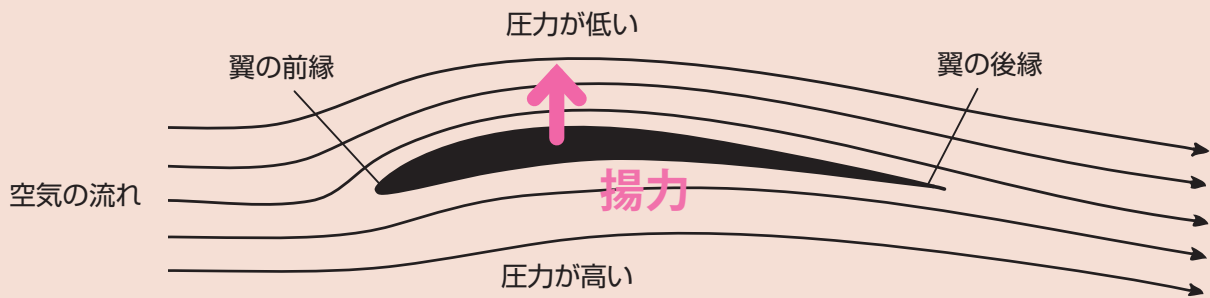
風路はファンのすぐ下流の断面が横 300mm 縦 180mm で、吹き出し口を横 220mm 縦 180mm に縮流しました。なお、吹き出し口の風速は 7m/s です。風速のコントロールは写真に示しましたが、家庭用の照明コントロール用の器具を使っています。つまみを回すことによって風速を自由に変えることができます。

この風洞は、JAXA 宇宙教育センターが貸し出していますので、それをご利用いただくこともできます。詳しくは、11-8 ページをご覧ください。

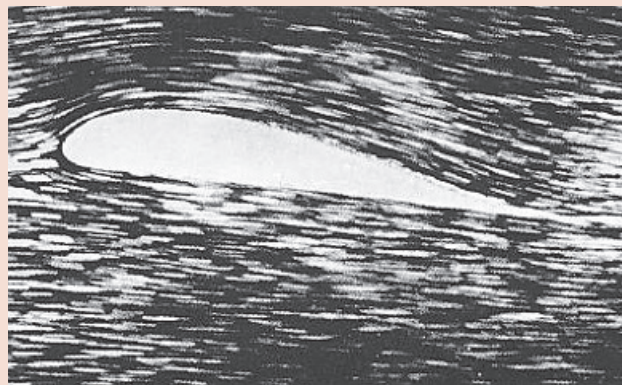
参考

## 揚力とは？

平行な気流に平行に画用紙を置くと、画用紙はそのまま止まっています。画用紙を上向きに凸に曲げ、上向きの反りをあたえると翼は上に持ち上がります。これは画用紙（翼）が上向きに反ることによって翼の上面と下面の流れが変わるからです。



翼の上面では流れが速く静圧が低く、翼の下面では流れが遅く静圧が高くなります。つまり翼の上面では周りの圧力よりも圧力が減少して翼を上へ吸い上げ、翼の下面では圧力が周りの圧力よりも上昇して翼を上へ押し上げるのです。優れた翼の場合には、翼の上面にはたらく吸い上げる力が翼の下面を押し上げる力に比べて数倍以上にもなります。このように、流れに垂直に翼を持ち上げようとする力を「揚力」といいます。



大きな揚力が発生しているときの翼と空気の流れ

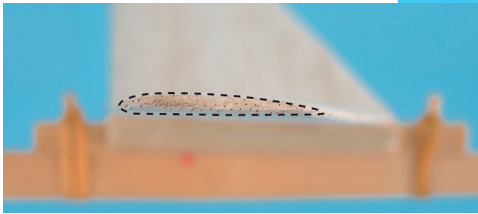
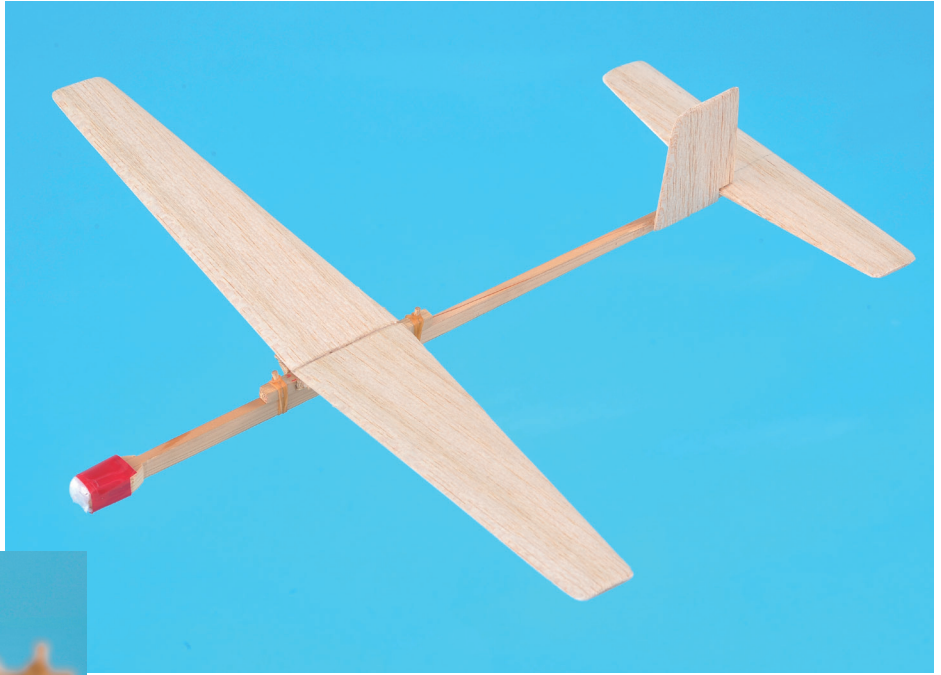
★詳しくは、「ミニ風洞」（科学実験 8-6 ページ）をご覧ください。

### 3 バルサグライダーを作る

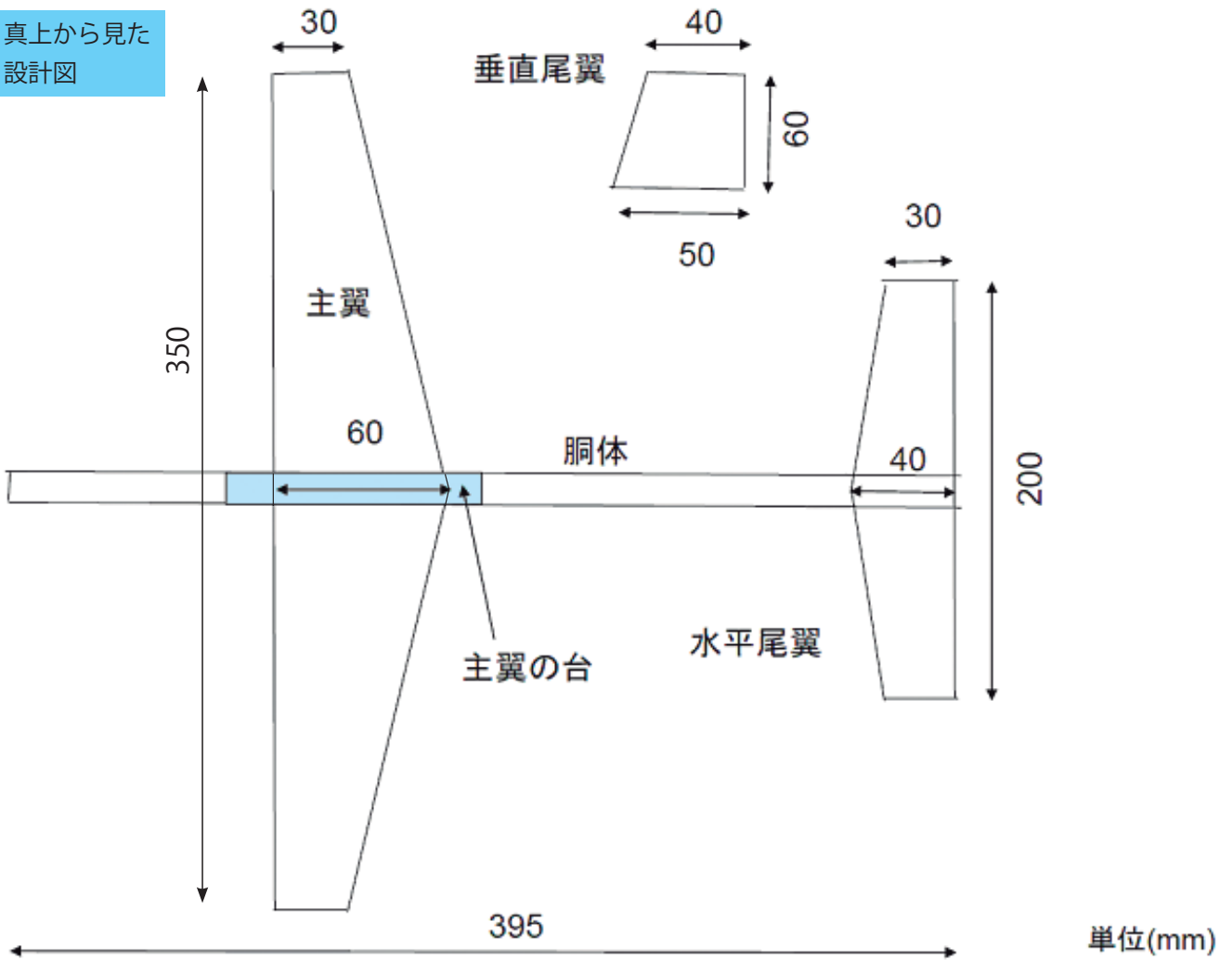
このページと次のページの完成図を参考に、バルサ材でグライダーを作りましょう。このグライダーは、重心のバランスをとって調整すればよく飛ぶ設計になっています。

翼は厚さ 3mm のバルサ板を、サンドペーパーを使って、揚力がよく発生する形（断面）に削ります。小型風洞での実験を生かしましょう。

主翼の断面をこのような形に削る

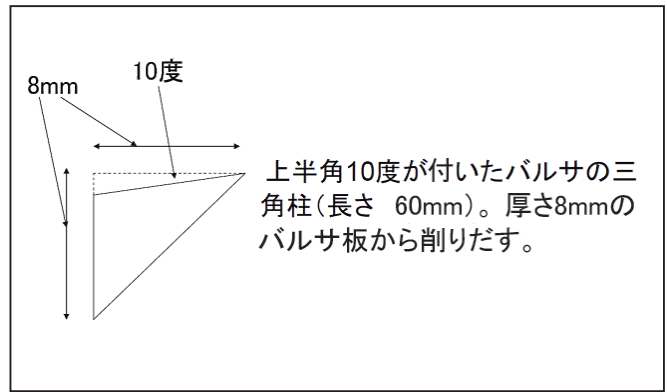
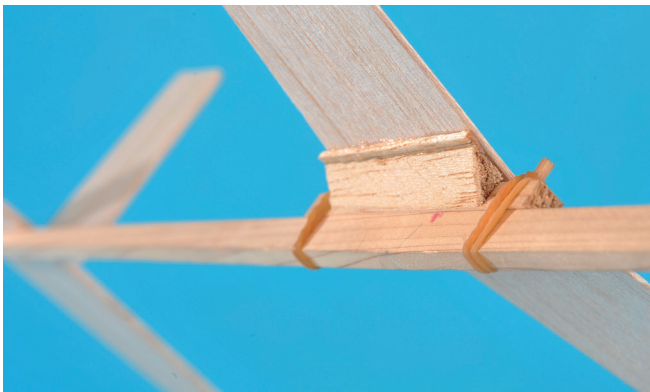
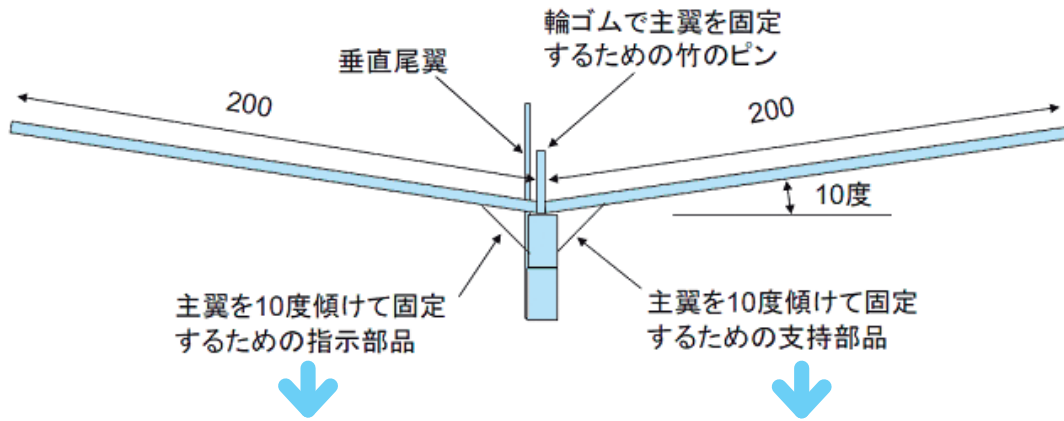


真上から見た設計図

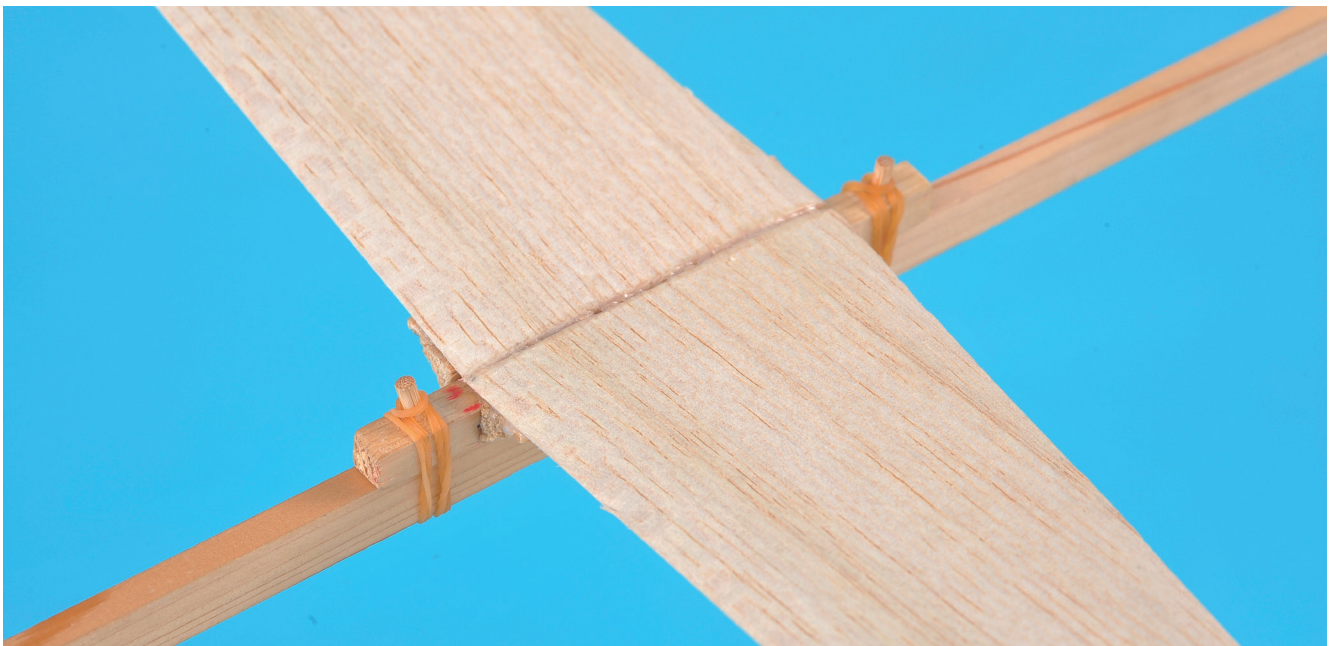
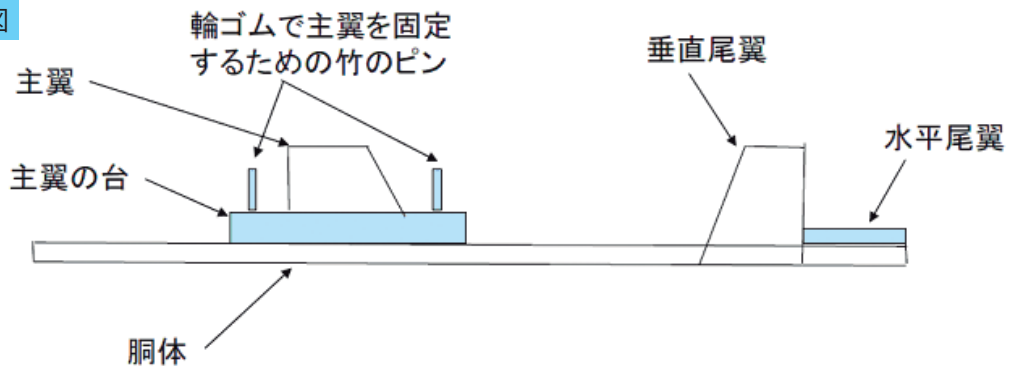


★前から見た設計図、真横から見た設計図は、11-6 ページにあります。

▼真正面から見た設計図



▼真横から見た設計図



## 4 フライトシミュレータで飛行機の操縦を模擬体験

フライトシミュレータは、パソコンのキーボードでも操作できますが、ジョイスティック、ラダーペダル、液晶プロジェクター、スクリーンなどを用意すると、実際のコックピットで操縦する気分を味わえます。実際の飛行機と同じ操作を行うことができるジョイスティックとラダーペダルを使って、子どもたちに、臨場感あふれる飛行体験をさせましょう。

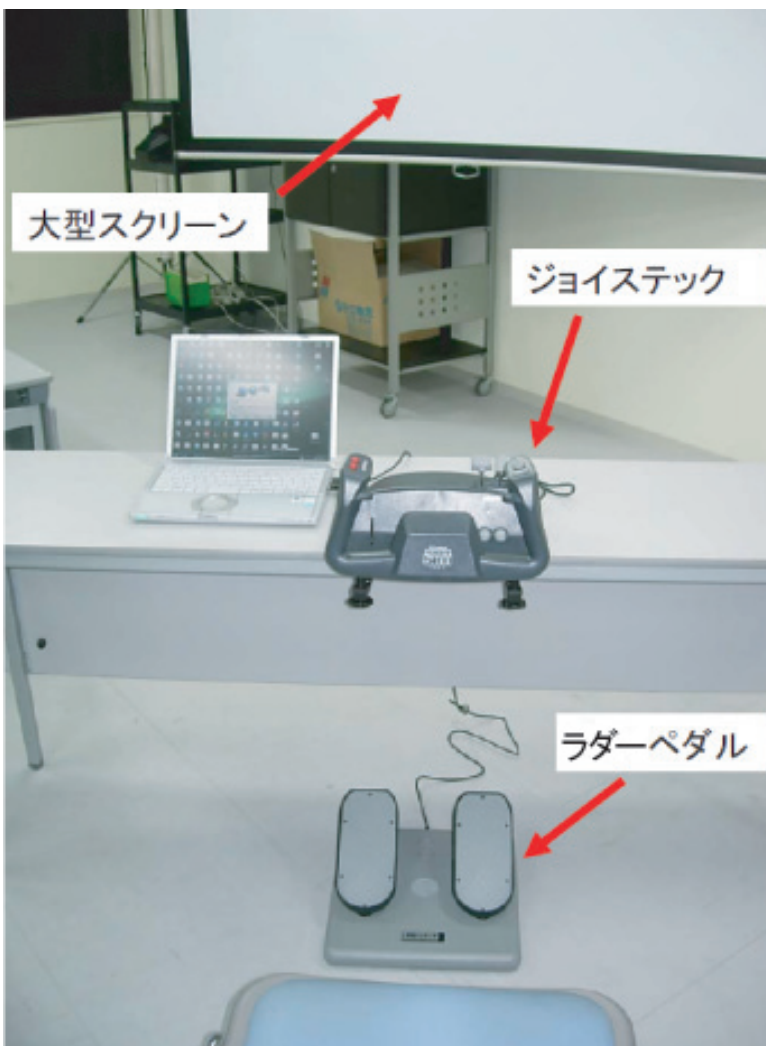
①実際の飛行機では、操縦桿でエルロン（補助翼：機体を軸周りに回転させる翼）、エレベータ（昇降舵：機体を上下に動かす翼）の操作を、ラダーペダルでラダー（方向舵：機体を上下に動かす翼）の操作を行います。これらのいくつかを同時に使いながら、飛行機を飛ばしています。ジョイスティックとラダーペダルにより、本物の飛行機と同じ感覚で、操縦を疑似体験できます。

②フライトシミュレータの画面を液晶プロジェクターを通して大型スクリーンに投影することにより、臨場感のある疑似飛行体験ができます。マイクロソフト社のフライトシミュレータは、米国ではセスナ機の自家用ライセンス取得を目指す多くの人が利用しています。実際の飛行機に大変忠実であるという評価を得ているソフトウェアです。

③子どもたちにはたっぷりと時間を与え、操縦を楽しませましょう。



フライトシミュレータで飛行機の操縦を模擬体験しているところ。



本物の飛行機と同じ感覚で操縦を模擬体験できるように、ジョイスティックやラダーペダルを用意したい。

【小型風洞】

①いろいろな翼の形を子どもたちに作らせ、それを風の中に入れてどうなるかを観察させましょう。

【バルサグライダー】

②小型風洞で揚力を発生した翼の型（断面）のイメージをもとに、今度は自分で翼の形を正確に作ることができるように指導しましょう。

③主翼の位置と重心の位置との関係を、実際にバルサグライダーを手に載せて調べてみると、飛行機の設計にいつそう興味を抱くでしょう。

【フライトシミュレータ】

④どの翼（補助翼、昇降舵、方向舵）がどんな動きをすることで飛行機がコントロールされるか、フライトシミュレータで体験的に理解させましょう。

安全対策

①キリ、竹串、カッターナイフ、はさみなど、危険な材料や道具を使う作業があるので、作業の前に正しく安全に作業できるように指導しましょう。（指導者は、事前に安全管理「1」刃物や工具の使い方」をよく読んで下さい。）

②キリと竹串は、目などを刺さないようによく注意しましょう。

③小型風洞を取り扱う際に、ファンに指やものを差し込んだりしないように気を付けましょう。風路に翼の模型を取り付ける前に、むやみにスイッチに触れないよう指導してください。（取り付け作業中は、電源コードをコンセントから必ず抜いておきます。）

④バルサグライダーを投げるときは、グライダーの飛行する方向に人が立っていないことを確認しましょう。

学習指導要領  
との関連

小学校	5年	理科（エネルギー）	電流の働き
中学校	2年	理科（エネルギー）	電流
中学校	2年	理科（エネルギー）	電流と磁界
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・粒子）	科学技術の発展

キーワード 揚力、風洞、飛ぶ、フライトシミュレータ

教材の貸し出しについて

●教材に関するご質問・貸し出しに関するご相談は、こちらへ。

「宇宙へつなぐ 活動教材集 事務局

（財団法人日本宇宙少年団内）」

電話 042-705-8072 e-mail kyozaizai@yac-j.or.jp

●教材の貸し出し条件は以下の通りです。

1. 貸付物品は善良なる管理者の注意をもって使用すること。
2. 貸付物品を故意又は重大な過失等により紛失または損傷した場合は、借受人の負担において補償または修理等を行うこと。
3. 貸出し期間中の貸付物品に起因する借受人及び第三者への損害については、一切の責任を負いません。
4. 貸付物品を転貸しないこと。

5. 貸付物品は貸付目的以外に使用しないこと。

6. JAXA が特に必要があると認めて貸付期日満了前に返却を依頼したときは、その依頼に従って貸付物品を返却すること。

7. 貸付物品を紛失、または損傷したときは、直ちに事務局に連絡し、その指示に従うこと。

8. 借受人が貸付条件に違反したときは、事務局の指示に従って、貸付物品を返却すること。

9. 往復の送料については、借受人側が支払うこと。

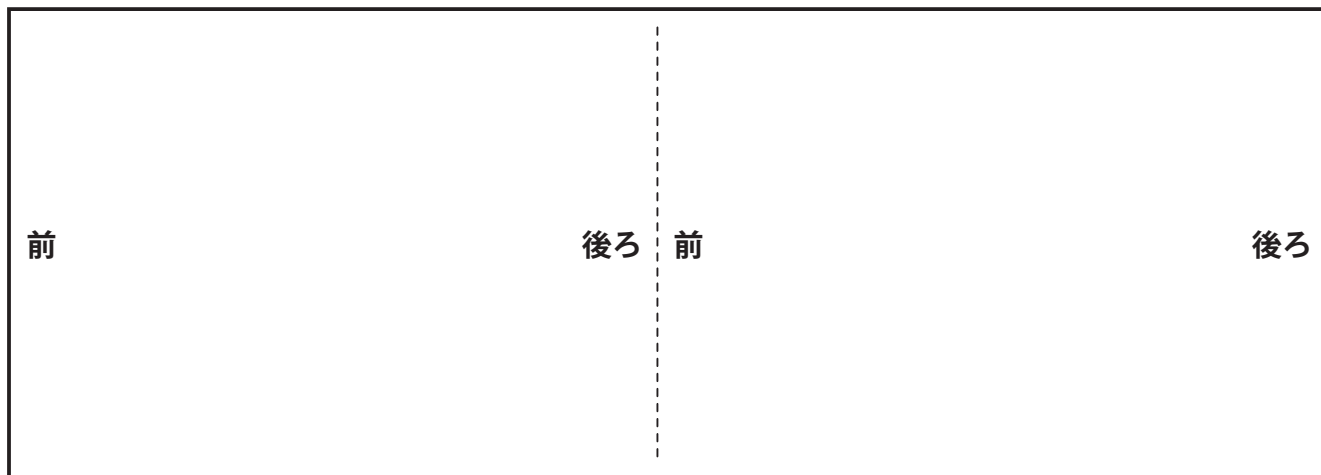
10. 使用後は、JAXA の依頼する「教材の使用に関するアンケート」に回答し、送付すること。



## 1. 小型風洞で実験した結果をまとめよう

小型風洞で実験したつばさの形（真横から見た形）を、うき上がり方によって3つに分け、図をかいてまとめておこう。

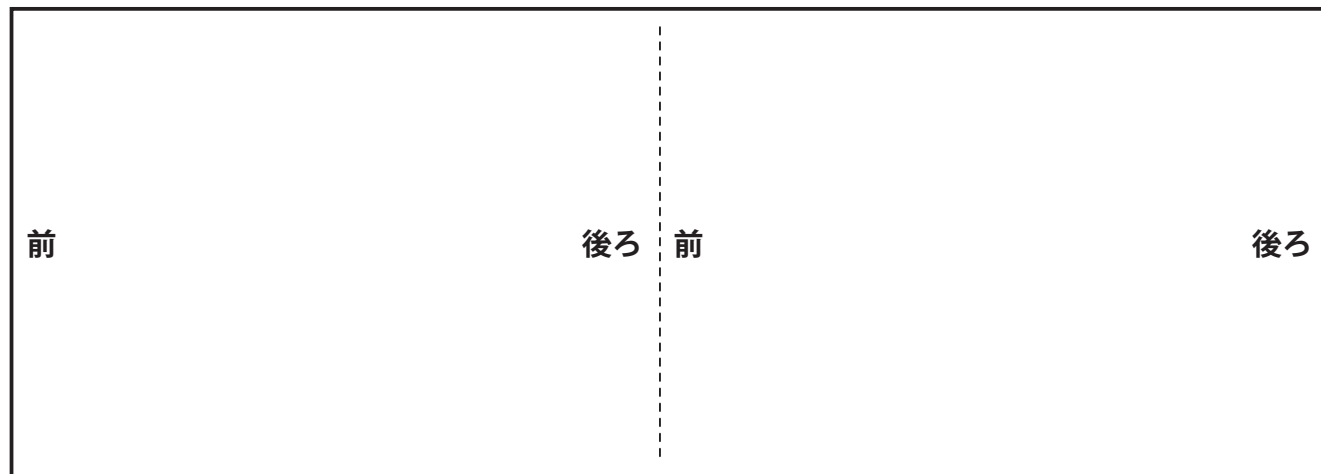
### ●よくうき上がった（大きな揚力が発生した）



### ●少しだけ上がった（少し揚力が発生した）



### ●まったくうき上がらなかった（揚力が発生しなかった）



## 2. グライダーのつばさの形をかこう

あなたが作ったグライダーは、つばさをどのような形に削りましたか。その断面の形をかきましょう。

前

後ろ

## 3. よく飛ぶグライダーの飛ばし方は？

作ったグライダーを飛ばす実験でわかったことをまとめておきましょう。どのくらいの角度で、どのように飛ばしたとき、いちばん長いきよりが出ましたか？

---

---

---

---

---

---

---

---

## 4. 発見したこと・強く感じたこと

小型風洞によるつばさの実験、グライダーの工作、飛ばす実験など、今回の学習を通して、わかったことや強く感じたことを書いておきましょう。

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---