



プレゼンテーション25点，試技75点の合計で採点する。

■プレゼンテーション(3分，25点)における評価基準と理論的背景

ここでは翼のある一般的な飛行機における力の働きについて解説するが，今回のような場合は競技の性格上，理論どおりに設計・制作しても，それが実際の飛行に結びつかない場合も多くあると思われるので，以下の解説はあくまで基礎知識としての一般情報である。

実際の競技では，理論をある程度考慮して設計するグループや，試行錯誤を繰り返すことで最適な形を決めていくグループなど様々な形が出てくるとと思われる。本競技では，仮に高得点が得られなくても，論理的・体系的に考えて設計・制作したということも評価の対象とするために「プレゼンテーション」のフェーズを設けている。

※グループによって同形の機体の微調整により飛び方を変える方法や，飛距離，位置などによりまったく違う機体にする方法など，さまざまな方法が出てくるとと思われるが，得点とは別に，その思考過程の工夫や独自性も評価の対象とする。

- 評価基準：プレゼンテーションの基本をふまえて，設計の意図や工作上的工夫などを制限時間内に説明できているかを評価する。(5点)

【基本的な飛行の原理】

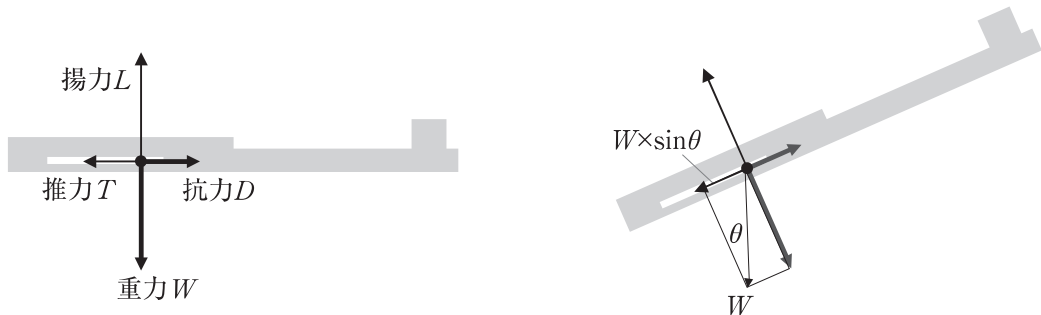
- ・構造体が飛行できるためには「揚力」と「推力」が働いていなければならない。これはジャンボジェット機でも紙飛行機でも同じである。「揚力」は以下の式で表される：

$$L = \frac{1}{2} \rho \times V^2 \times S \times C_L$$

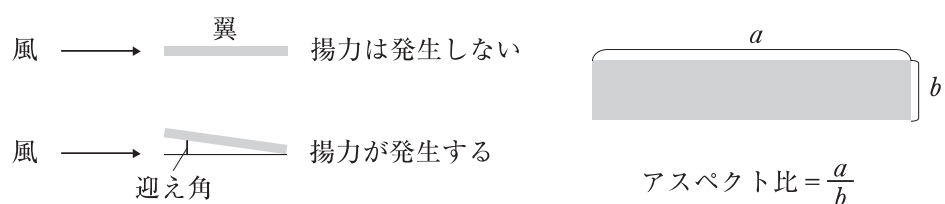
ここで L は揚力， ρ は空気密度， V は飛行速度(大気速度)， S は主翼の面積， C_L は揚力係数。

- ・ここから飛行速度が2倍になると，揚力は4倍になり，主翼の面積が2倍になると，揚力も2倍になる。
- ・揚力係数 C_L は翼の形状に関わる係数で，翼の形状によって大きく変化する。つまり，主翼の面積 S をただ大きくすれば良いということにはならない。
- ・ジェット機のような飛行機は推進力があり， V が非常に大きいので，大きな揚力を得ることができるが，グライダーと同じ飛行形態の紙の飛行体では，落下するときの重力を推力にすることで揚力を得ている。ここでは，ランチャーが斜めについた試技台から落下させることで，推力，揚力を得る。ここで重力を W とすると，次頁右図のように，推力は $T = W \times \sin \theta$ で表される。

- 評価基準：今回はランチャーの角度が調整できるので， θ をどれくらいにするかも評価の対象となる。(5点)



- ・揚力は翼の角度(迎え角)や翼の形状(アスペクト比)に大きく関係する。[翼の長さ÷翼の幅]で表されるアスペクト比が大きいほど、揚力は大きくなる。



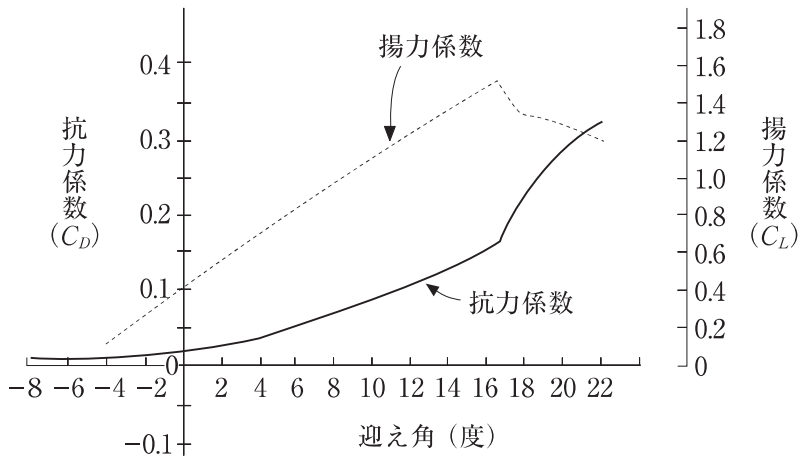
● 評価基準：迎え角やアスペクト比を考慮した設計がなされているかは評価の対象となる。(ただし、構造物が翼のある飛行機型の場合) (5点)

- ・迎え角を付けることで揚力が生まれるが、当然、空気の抵抗である抗力も大きくなる。抗力 D は以下ようになる。

$$D = \frac{1}{2} \rho \times V^2 \times S \times C_D$$

ここで D は抗力、 C_D は抗力係数。

- ・抗力係数 C_D も揚力係数 C_L と同じように、迎え角や翼形に大きく関係する。
- ・迎え角の違いによる揚力係数と抗力係数の変化は以下のようなグラフになる。



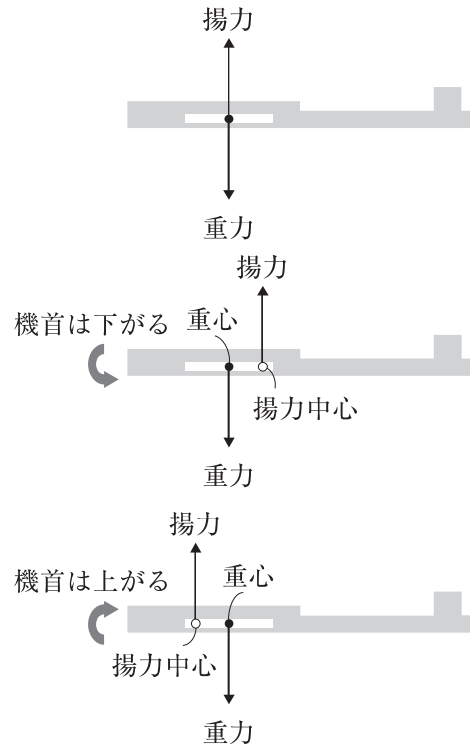
『紙ヒコーキで知る飛行の原理』小林昭夫 (ブルーバックス・講談社・1998) p 74より転載

- ・通常、揚力 L と抗力 D の比 $\frac{L}{D}$ を「揚抗比」といい、この値が大きいほど滑空性能がよくなる。

【安定性について】

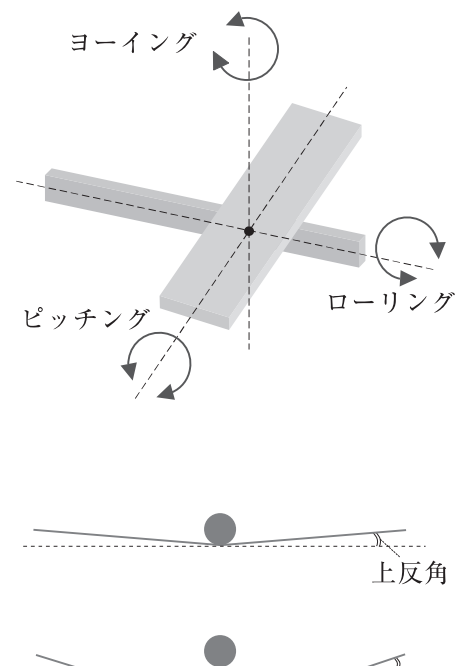
- ・今回のように非常に軽い紙の飛行体の場合、飛行体自体の安定性が飛行にとっては重要なファクターになる。
- ・安定した飛行を実現するためには様々な要因が考えられるが、右図のように重心と揚力中心を一致させることが、飛行体の安定性を向上させる大きな要因となる。
- ・通常の飛行機では、尾翼の昇降舵を操作すること(揚力を発生させること)で安定性を確保するが、紙飛行機ではそれが難しいので、重心と揚力中心をできるだけ一致させることが、安定した飛行にとっては、より重要になってくる。

- 評価基準：今回のように軽くて形に制限のあるような場合は、安定性(構造体のバランス)が重要になってくる。つまり翼のある飛行機型ばかりでなく、構造体として安定度の高いリング状などもよく飛ばすには適している。(5点)



【旋回について】

- ・着地点をランチャーの正面に設置せずに旋回して到達する飛行計画はより高度なチャレンジである。それは単に直線方向に遠くへ飛ばすのではなく、構造体を制御して旋回させながら所定の場所まで飛ばすためには、さらに工夫が必要だからである。
- ・一般的な飛行機では、右図のような力が働く。旋回するには機体を傾けなければならないので、主に「ローリング」が関連する。
- ・紙飛行機を旋回させる場合は、胴体後部の尾翼に当たる部分を折り曲げる。
- ・また、「上反角」は機体を安定させる働きをするが、両翼で上反角を変えることで旋回させることもできる。



- 評価基準：旋回させることに工夫をしている場合は加点の対象とする。(5点)

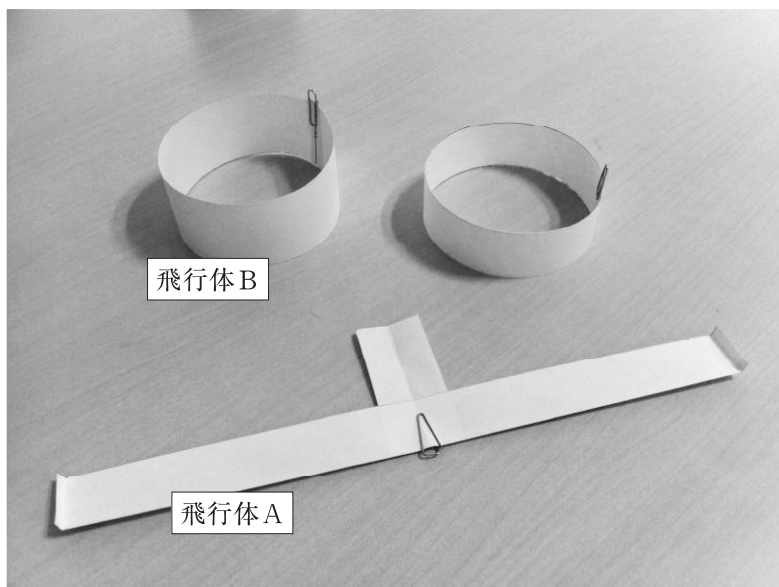
■試技(10分) 75点

- ① 3回(1チーム3名がそれぞれの飛行体を1回ずつ行うこと)の合計点
- ② 飛行体の一部がかかっている着地帯の、より高得点な方の点数を与える。
- ③ 設定した着地点に飛行体の一部がかかっていたら加点として10点を与える。

【参考】

飛行体の例 以下に飛行体の例とそれぞれの工夫・特徴を示す。

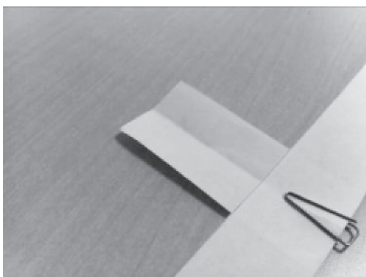
※紙の秤量：68 g/m² (四六判換算58.5 kg)



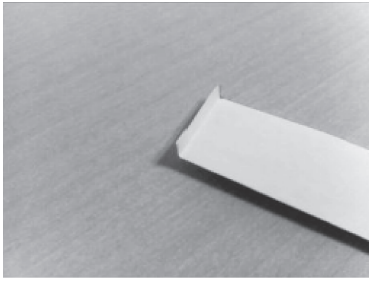
飛行体 A



翼先端部を5 mm 折り曲げることで、紙の強度を上げるとともに、バランスを保ち、安定して飛ぶようにした。

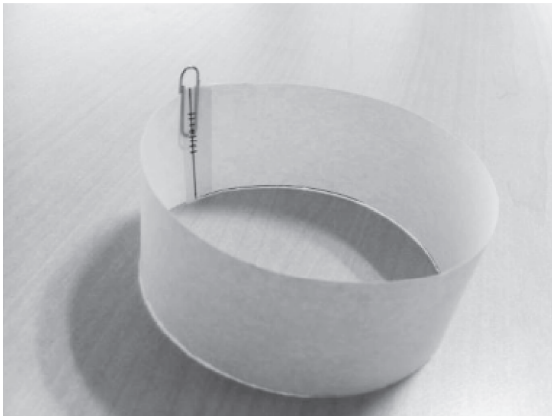


翼の後端に20 mm の尾翼のようなものをつけることで直進性を高めた。長くし過ぎると、ランチャーに引っかかったため、最低限の長さを調整した。



翼の両端を上向きに曲げ，安定性を高めた。また，この部分を調整することで，左右の方向をある程度コントロールすることができた。

飛行体 B



翼面積を大きくとろうとして，左右に長くしたところ，まったくバランスがとれなかったので，思い切って上に曲げ，さらに一周させてみたところ，とても安定して飛ぶようになった。

クリップのおもりの位置で，飛ぶ距離をコントロールできることがわかったので，クリップを付ける位置に目盛りをとり，飛ぶ距離を細かく制御できるようにした。

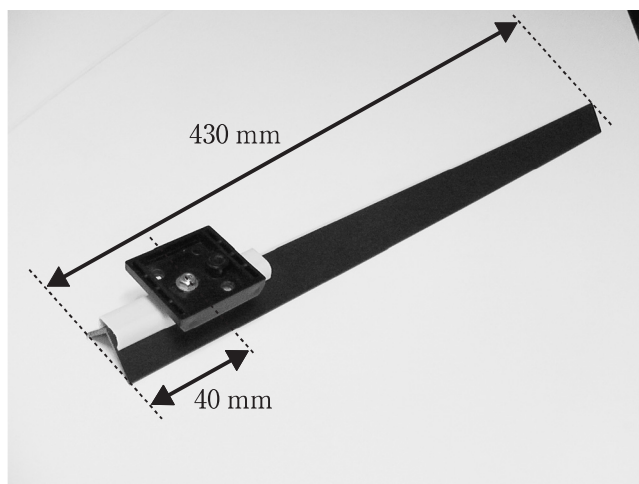
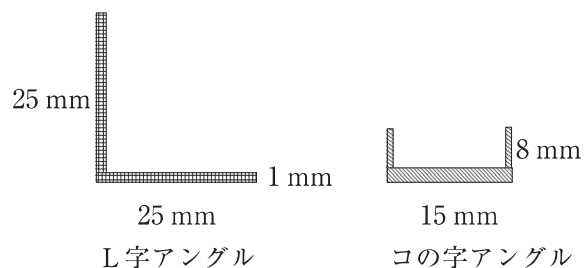
【ランチャー仕様と競技フィールド仕様】



左にランチャー外観を示す。

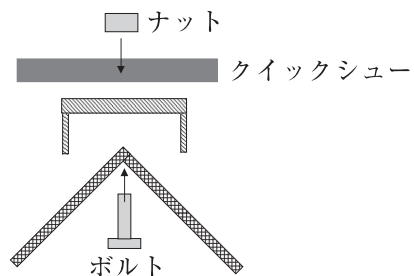
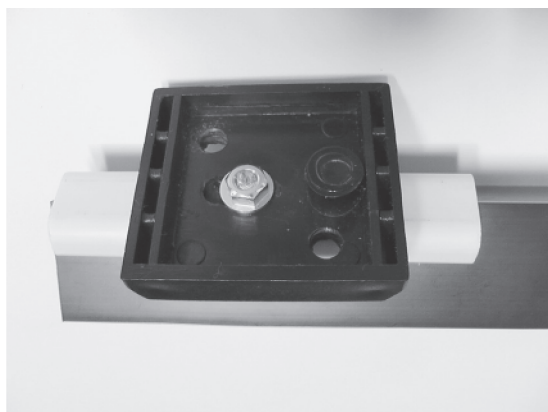
次の材料でランチャーを組み立てる。

- ・ 三脚
- ・ 塩ビ・L字アングル(25 mm×25 mm, t = 1 mm) 430 mm
- ・ 軟質プラスチック・コの字アングル(15 mm×8 mm) 80 mm
- ・ ボルト／ナット(3.5φ)



L字型のアングルを、コの字形のアングルを台にして、三脚のクイックシュー部に固定する。

クイックシューについているボルトではアングルを固定するには長さが足りないのので、このボルトを外して、用意したボルトとナットを用いる。





ランチャーを利用して，飛行体を飛ばすようすを上を示す。

三脚に十分な高さがないので，台で補ってランチャー固定部の高さ，150 cm を確保している。

ランチャーの最下端の真下を起点とした競技フィールドに，1 m 間隔でひもやロープで同心円をかき，着地帯とする。

