

高校生ロケットコンテスト安全基準

ロケットの諸元に対する条件と安全審査基準

2022年6月9日改訂

高校生ロケットコンテスト大会実行委員会

はじめに

高校生ロケットコンテストに出場するチームは、高校生ロケットコンテスト大会実行委員会が定めた以下のロケットの諸元に対する条件と安全基準を満たさなければならない。また、ロケットは飛行中変形しないように十分な強度があり日本モデルロケット協会の定めるモデルロケット安全コード(巻末に別紙として示す)に沿ったものでなければならない。

I. 高度競技

1. ロケットの諸元と材質等に対する条件

○ロケットの諸元と材質等に対する条件は以下のとおりとする。

機体の直径と長さ	直径 20mm 以上が連続して 200mm 以上の長さであること
ペイロード部分	Jolly Logic 社のセンサー Altimeter Two (寸法 49mm x 18mm x 14.5mm 質量 9.9g) が収納できるスペースを有すること
重量の制限	ロケットの全備重量は、使用する ESTES 社エンジンが定めるモデルロケットの最大離陸重量を超えてはいけない。
ロケットの色	視認性向上のために、ロケット全体の 80%以上を赤あるいは濃いオレンジ色で塗ること。それ以外の色は視認性、安全性の観点から認めないことがある。
パラシュートやストリーマの装着	ロケットは飛行後、安全に地上で回収されるため、パラシュートやストリーマを装着しなければならない。また、パラシュートやストリーマの色は赤あるいは濃いオレンジ色とすること。それ以外の色は視認性、安全性の観点から認めない。
ロケットの材質	紙、木、ゴム、プラスチックに限る。先端部・本体・尾翼には絶対に金属を使ってはいけない。これ以外に使用したいものがあれば事前に問い合わせること。
発射台とガイド棒の直径	ESTES 社の発射台 (NO. 2215 Porta-Pad® II Launch Pad) の発射台を提供する。ガイド棒の直径は 3mm、長さは 600mm 程度。自前の発射台の持ち込みは許可するが、安全に打ち上げられないと判断したものはその使用を禁止し、実行委員会が提供する発射台を使用する。

2. 安全性に対する条件

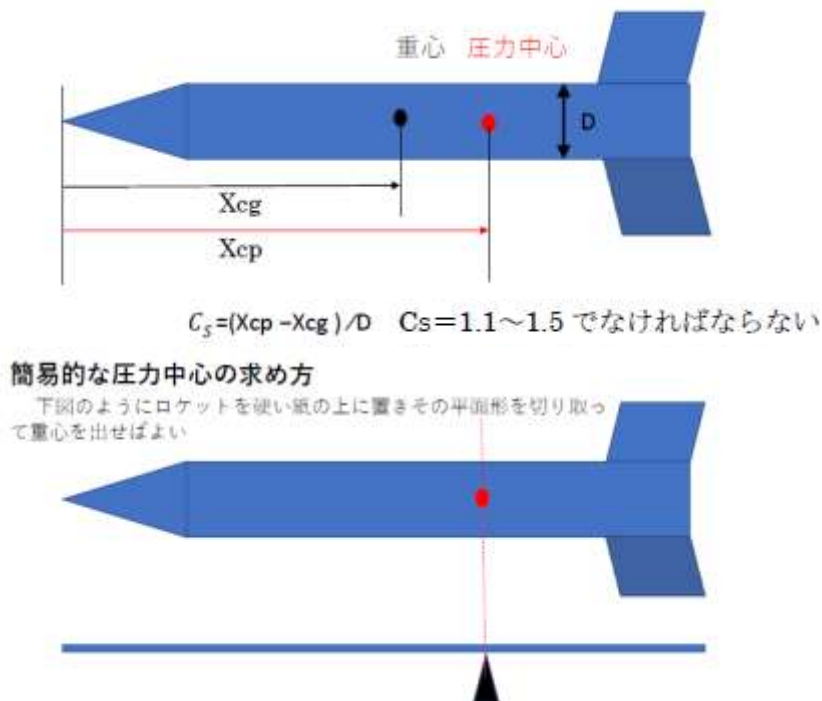
- ロケット機体はパラシュートで安全に着地させること。ロケット機体からパラシュートやストリーマが展開できない場合、もしくは落下途中に分離して自由落下した場合は失格とする。
- モデルロケットを打ち上げる際には、発射台の状態、保安区域内立ち入り者の有無、低空の飛行物の有無を指さし呼称して危険のないことを確認して点火すること。また、点火操作を行う者は、周囲の者が確実にわかるように大声でカウントダウンして発射すること。これらを守らず打ち上げた場合は失格とする。

参考例 「発射台、異常なし。地上異常なし、上空、低空飛行物体なし。打ち上げます。5秒前、4, 3, 2, 1, 0 発射」(これをそれぞれの安全確認場所を指呼して行うこと)

- パラシュートやストリーマは電気信号で展開できるようにしてもよいが、安全のため、より信頼性の高いバックファイヤでも開くようにしておくこと。つまり1つのパラシュートを電気とバックファイヤの2通りで開けるようにするか、別々のパラシュートを設けること。
- 点火コントローラ、ランチャーは、大会側で用意する。
- 安全のため、機体およびパラシュートやストリーマは地上から認識ができるように赤あるいは濃いオレンジ色で塗ること。機体審査において目立つ色に変更するように求められた場合、その指示に従わないチームは競技に参加することができないことがある。

3. 安定性に対する条件

- 競技に参加するモデルロケットの安定比は $C_s=1.1\sim 1.5$ でなければならない。
ここで、ロケットの安定比 $C_s=(X_{cp}-X_{cg})/D$ である。ここで圧力中心 X_{cp} 及び重心 X_{cg} は、いずれもロケット先端から測った距離とする。Dはロケットの胴体の直径。
圧力中心は、下図を参考にして簡易的に求めるか、フリーソフト「Open Rocket」を使って求めてもよい。



○安定性を最終的に確認するために重心を糸で吊るして行うスイングテストを実施し、ロケット先端が確実に前方(風上側)を向くことを審査員の前で示さなければならない。

○競技用の機体に加え予備の機体を1機製作することが望ましい。

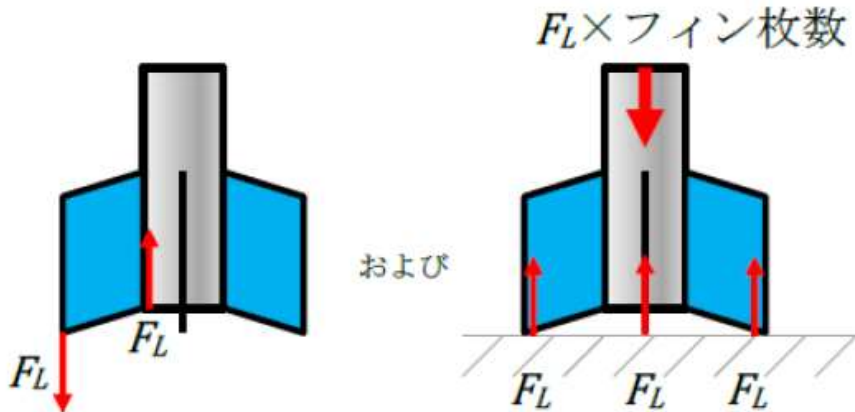
3. 強度に対する条件

ロケットは以下の条件をすべて満たさなければならない。

1. フィンの縦の強度

$F_L = 2 \times (\text{フィン1枚の質量}[\text{kg}]) \times (\text{機体の最大加速度}[\text{m/s}^2])$ と定義する。

モデルロケットのフィン1枚に縦方向に F_L [N] の荷重をかけた時、フィンはこれに耐えなければならない。

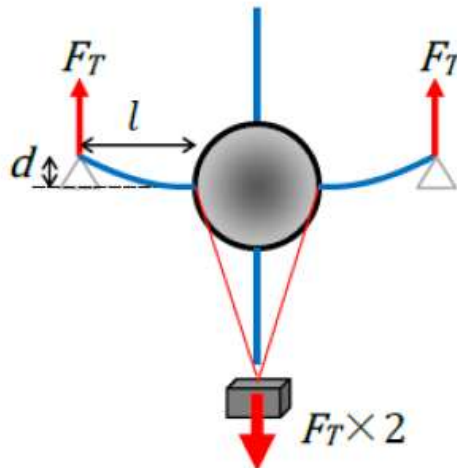


2. フィンの横の強度

$F_T = 0.5 \times (\text{フィン1枚当たりの表面積}[\text{m}^2]) \times (\text{機体の最高速度}[\text{m/s}])^2$ と定義する。

モデルロケットのフィン1枚に横方向 F_T [N] の荷重をかけた時、フィンの反りは10度以内でなければならない。無論、胴体から脱落してはいけない。

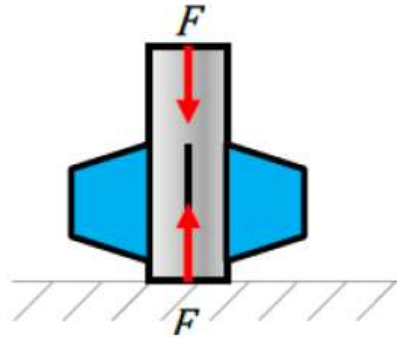
$$\frac{d}{l} \leq \tan 10^\circ = 0.176$$



3. 機体の圧縮強度

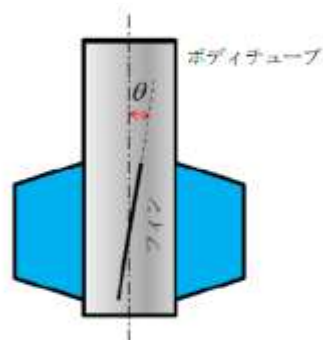
$F = 2 \times (\text{機体の質量}[\text{kg}]) \times (\text{機体の最大加速度}[\text{m/s}^2])$ と定義する。

モデルロケットの機体 に F [N] の圧縮荷重をかけた時、機体はこれに耐えなければならない。



4. フィンの取り付け角度

フィンの胴体の軸に対する取り付け角度 θ は2度以内であること。



以上

なお、ここに掲げた内容は予告なく変更することがあります。

【別紙】

モデルロケット安全コード

(SPACE-DEVICE 株式会社のウェブサイトより引用 <http://www.space-device.com/code.html>)

(1) 材質

モデルロケットには、その動力や飛行に通した紙・木・ゴム等の軽い素材を用いること。先端部や本体・尾翼には絶対金属を使つてはならない。

(2) モーター/エンジン

モデルロケット協会が認定した燃料充填済みの製品だけを使う。部品・成分などはどんな方法でも変更しないこと。

(3) 回収

必ず安全に地上に回収できる回収装置を使わなければならない。また回収装置を熱から守る詰め物には、防炎処置をしたものだけを使うこと。

(4) 重量と推力の限度

全打ち上げ前重量は1500gを越えてはならない。推進器の全力積は 320 ニュートン秒を上限とする。また機体の重量は使用する推進器に示された最大打ち上げ重量を超えないこと。

(5) 安定

個々の機体は初めての打ち上げ前に安定を確かめておかななければならない。但し、安定が確かめられている製品は除く。

(6) 搭載物

虫以外の生きた動物や燃焼物・爆発性の物・危険物を積まない。

(7) 打ち上げ場所

高い木や建物、電線、乾いた灌木、枯れ草等の無い、開けた屋外で打ち上げること。場所の広さは次表を参考に決めること。

全力積 (ニュートン秒)	推進器 タイプ	確保すべき 距離(半径 m)
0.00～ 1.25	1/4A～1/2A	7.5 以上
1.26～ 2.50	A	15 以上
2.51～ 5.00	B	30 以上
5.01～ 10.00	C	60 以上
10.01～ 20.00	D	75 以上
20.01～ 40.00	E	77 以上
40.01～ 80.00	F	84 以上
80.01～160.00	G	93 以上

(8) 発射台

安全な飛行経路を確保するため、モデルロケットが安定に必要な速度に達するまで、方向と姿勢を保つ機構を備えた発射台から打ち上げること。ガイド棒の先端は、目を突いたりすることがないように高くするか、安全キャップを取り付けなければならない。噴射ガスが直接地面を打って焦がしたりしないよう、反射板を備えること。辺りの枯れ草・落ち葉等燃えやすいものを取り除いておくこと。

(9) 点火装置

電氣的に遠隔操作によって推進器を始動できる点火装置を使うこと。スイッチは手を離すとオフに戻るようになっていること。取り外し式の点火スイッチと直列の回路切断機構を備えること。点火するときにはそのロケットに取り付けられた推進器の全力積の合計が 20 ニュートン秒以下の場合には 5m、それ以上の推進器の場合には、対人保安距離に従い、全員が離れなければならない。点火器は電気式で推進器メーカー指定のもので、スイッチを押してから 1 秒以内に始動するものでなければならない。

(10) 射場安全

打ち上げ前に発射場にいる人々全員にロケットの打ち上げを注意喚起するために、5 秒前から声高らかに秒読みしなければならない。絶対モデルロケットを武器として使ってはならない。点火に失敗したときは、始動装置の安全キーをはずすか、電源を遮断すること。30 秒経過するまで誰も発射台に近寄ってはならない。

(11) 飛行条件

風速が毎秒8.3m 以下の日であれば打ち上げはしない。雲の中や飛行体の近くへ、あるいは人や家、車が混み合う所で飛行させない。

(12) 事前打ち上げ試験

実験的な設計のロケットや技術・方法等は、事前の試験で十分安定と安全を確かめること。他の人が存在する場所で、未知な実験をしてはならない。

(13) 打ち上げ角度

発射台は鉛直方向から 30 度以上の角度をとる構造にしてはならない。水平方向への推進力を得るためにモデルロケットの推進器を使用しない。

(14) 回収障害

もしモデルロケットが電線や回収に危険が伴うような場所に降着したときは、危険を冒してはならない。