



第12回 科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技②

「スロープ・バンプ・ジャンプ！」

⌘ 解説 ⌘



科学の甲子園ジュニア 解説

今年度の競技は、「スロープ・バンプ・ジャンプ!」と題して、台車の位置エネルギーを利用して、飛行物体を遠くまで飛ばして、その距離を競うものでした。

この競技では、台車が持つ位置エネルギーをできるだけロスすることなく運動エネルギーに変換すること、台車が急停止することで動作する飛行物体を飛ばすための機構で効率よく安定して飛行物体に運動エネルギーを与えることなど、工夫できるポイントが多くあります。

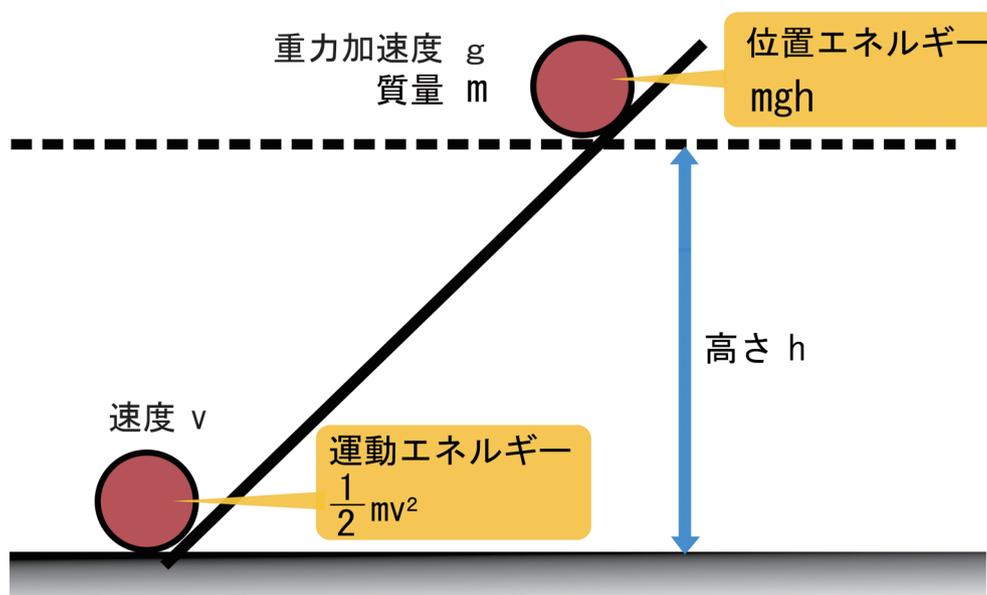
今回の大会では、飛行物体を遠くへ飛ばすための仮説と検証を繰り返しながら、様々な創意工夫をして課題に取り組んだ様子がたくさん見られました。

1. 物体の運動

(1) エネルギーの変換と保存

エネルギーとは、他の物体に対して「仕事」をすることができる能力のことであり、仕事とは、ある力に逆らって物体を動かすことです。

今回の競技では、台車が机から 50 cm の高さであり、スタート直前の静止状態では位置エネルギーのみを持っています。位置エネルギーは高さと同様に質量に比例します。高さが同じならば、規定内で最大の 300 g の台車がより多くのエネルギーを持っていることになります。



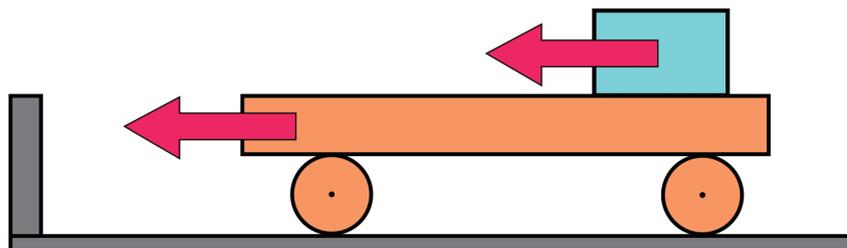
そっと手を離すと、台車が重力により斜面を速くなりながら下っていきます。高さが少なくなっていくため位置エネルギーが減少しますが、その分運動エネルギーが増加します。斜面を下り終わった台車は、位置エネルギーがすべて運動エネルギーに変換されています。運動エネルギーは質量と速さの2乗に比例します。高さが同じため速さも同じ（理論的に

は質量に無関係)なので、位置エネルギーと同じように、質量の大きい台車がより多くの運動エネルギーを持っていることになります。ただし、初めの位置エネルギーが運動エネルギーにすべて変換されても、物体が持つエネルギーの総量は保存されるため、初めの位置エネルギー以上の運動エネルギーを得ることはできません。

(2) 慣性の法則

ニュートンが発見した慣性の法則とは、「物体に力がはたらかない、または、はたらく力が釣り合っている場合には、静止している物体は静止し続け、動いている物体はそのまま等速直線運動を続ける」ということです。

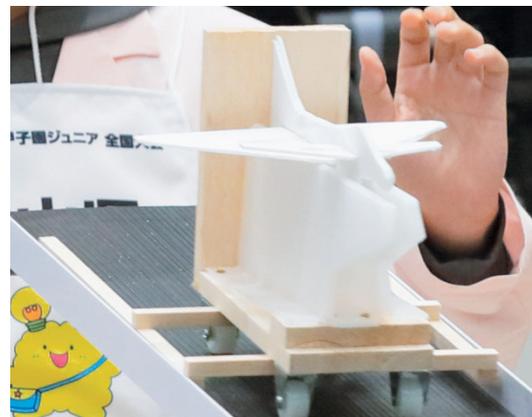
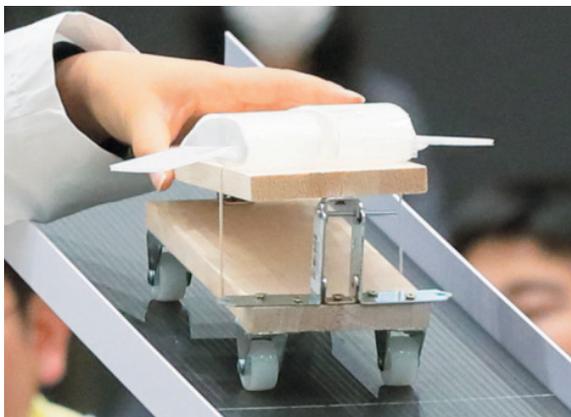
今回の競技では、台車に飛行物体が搭載され、台車と同時に斜面を下ってきます。台車は走路面の端でストッパーにぶつかり急停止します。しかし、台車に搭載されていた飛行物体には力が働いていないため、慣性の法則により、同じ速さで運動を続けようとし、したがって、台車に飛行物体を飛ばす機構がなくても、この慣性によって飛行物体は台車から投げ出され、数十 cm の距離程度は飛ばすことができます。



2. 飛行物体を飛ばすための機構

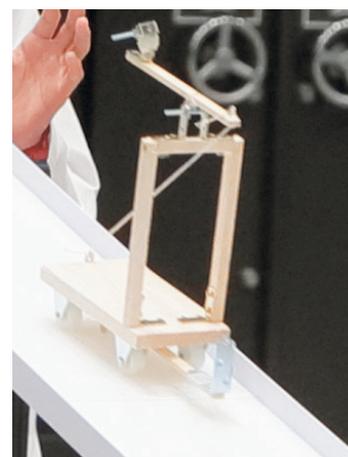
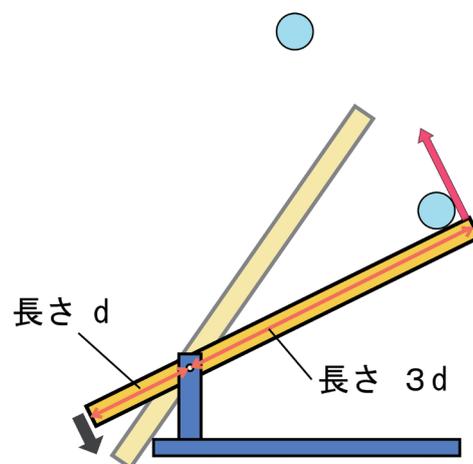
(1) 慣性活用型

台車がストッパーに衝突して止まり、慣性で飛行物体が飛び出す機構を備えたものです。飛行物体を飛行機型にし、飛び出す角度を調整することで飛距離をだそうと工夫しています。



(2) てこの原理活用型

台車がストッパーに衝突する際、てこの支点からの距離が短い部分（長さ d ）が押されると、支点から反対側の距離が長い（長さ $3d$ ）の部分が飛行物体を押し出します。この時、支点からの距離の比に応じて、移動距離が長くなるため台車の速さよりも速く（この場合3倍）飛行物体を飛ばすことができます。ただし、支点からの距離の比に反比例して押し出す力が小さくなるので、発射時の速度を上げるには、飛行物体の質量を小さくする必要があります。また、支点からの距離が長くなると、支点でのぐらつきが大きくなり、安定して飛行物体を飛ばすことが難しくなります。



多くのチームがてこの原理活用型を採用していました。様々な形で飛行物体を安定して飛ばすための工夫が見られ、成果を上げていました。中でも沖縄県チームは、シンプルな構造ながら、安定性を高め5回中4回もフィールド越えを達成し、残り1回もフィールドの端まで飛ばすことができました。

また、右の写真のように、てこの先端にもう一つアームをつけ、その先端にタコ糸で飛行物体をつるして飛ばす工夫が見られました。台車全体の長さが規制されてい



る中、この取り付けアームによって、支点からの距離をより長くすることができる反面、安定して飛行物体を飛ばすことが難しくなりますが、飛行物体の速さを上げることに成功していました。

(3) 弾性力活用型

物体が変形したとき、元の形に戻ろうとする弾性力が生じます。飛行物体を遠くに飛ばすために製作材料を変形させ、弾性力を活用する工夫が見られました。

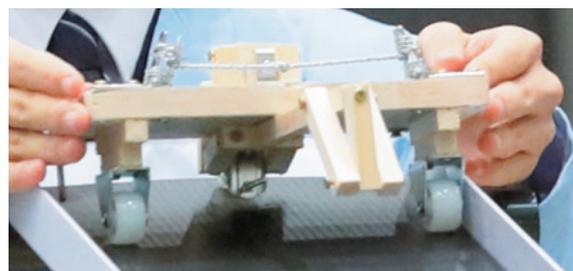
① 木材の弾性力

角材をしならせて弾性力を生じさせます。中でも予想外だったのが、優勝した埼玉県チームが採用した弓矢型でした。台車がストッパーに衝突した際に、矢のストッパーが外れ弾性力のみで飛行物体を飛ばし、5回中4回もフィールド超えを達成しました。



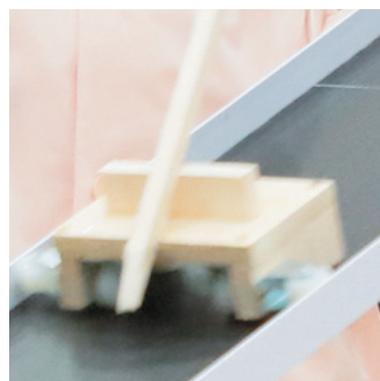
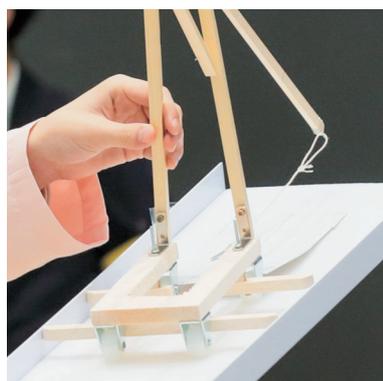
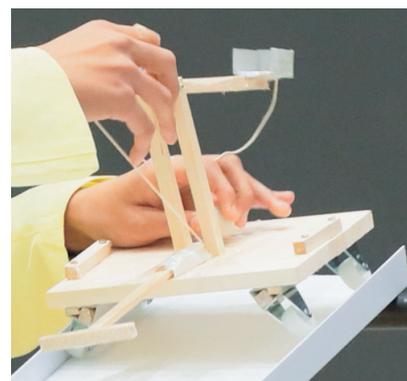
② 針金の弾性力

針金をばねのように巻いて、ばねとして使うことで弾性力を活用する方法です。ただし、今回使用した針金は、強い弾性力を生むばねにするには柔らかすぎました。逆に、その柔らかさをうまく生かして強力な弾性力を生み出す工夫が見られました。東京都チームは2本の針金をねじって両端を固定し、それに飛行物体をひっかけて飛ばし、5回中4回もフィールド超えを達成しました。



(4) 台車とガイドレールとの摩擦力への対応

台車の位置エネルギーが運動エネルギーに変換される際に、ガイドレールに触れることで摩擦力が生じ、エネルギーが減ってしまいます。走路面をまっすぐに進むための工夫が必要になりました。また、台車全体の質量の最大値が決まっているため、決められた範囲内で正確に製作する技術も必要になりました。



3. おわりに

今回の競技では、ベスト部門でフィールド越え（1500点）を達成したチームが4チームあり、アベレージ部門でも最大1500点を獲得したチームが3チーム、1000点を越えたチームが7チームありました。

いずれも、設計段階から明確なビジョンがあり、しっかりとした試行実験を行い、様々な工夫を試行錯誤してチャレンジしたことがうかがわれました。また、事後のレポートでは、他のチームの完成した機体の仕組みを観察したり、走行する様子を観察したりしながら、同じ競技にチャレンジした同じ年代の選手として互いに大いに刺激を受けていることが伝わってきました。これらの経験が新たな課題へのチャレンジの一步となることを期待しています。