第11回
科学の甲子園ジュニア 全国大会

実技競技②

「プロペラマシン・バイアスロン」

⌘ 解説 ⌘

科学の甲子園ジュニア 解説

今年度の課題は，「プロペラマシン・バイアスロン」と題して，電気で動くプロペラを動力としたマシンを作成し，走行距離部門，テクニカルコース部門の 2 つの部門で記録を競うものでした。

走行距離部門では，マシンがガイドレール付きのコース上をどれだけ遠くまで進めるか，その直進距離を競いました。また，テクニカルコース部門では，障害物が設置された複雑なコース上で充電・スタート・停止を繰り返しながら，何回のチャレンジでゴールエリアに到達できるかを競いました。

今回の競技は，プロペラ動力で動くマシンの特性を把握し，それぞれの部門の競技に応じて最適なマシンを製作，選択できるかがポイントとなりました。事前の試行や実験で検証し，その結果に応じた様々な工夫をして課題に取り組んだ様子が見られました。

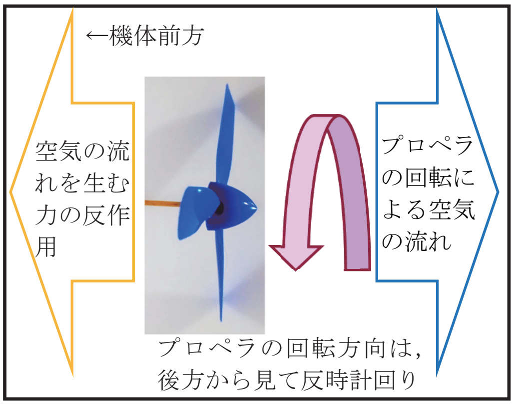
1．プロペラによる推進力と効果

⑴ プロペラによって推進力が生まれる仕組み

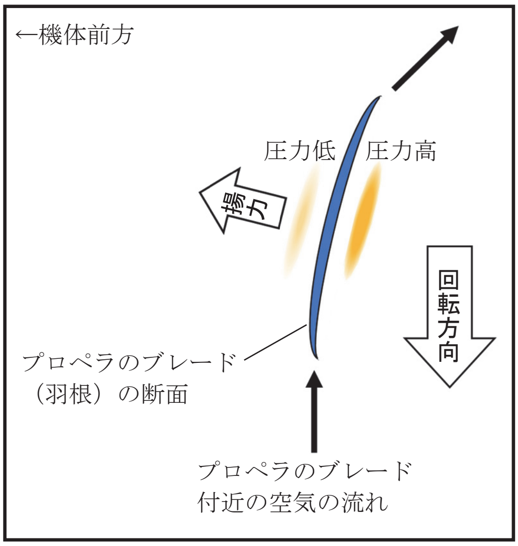
プロペラが回転すると，羽根に当たった空気が後方（青矢印）に流れます。この空気の流れを生む力の反作用として，プロペラと機体に前方（黄矢印）への推進力が生まれます。【図１】

この原理をもう少し詳しく見てみると，次のようになります。

プロペラのブレード（羽根）に迎角があるので，プロペラの回転によってブレードに当たる空気の流れが，ブレードの後方で遅く，前方で速くなります。その結果，ブレードの後方の圧力が前方に比べて高くなり，前方向に揚力が発生します。この揚力が“空気の流れを生む力の反作用（【図１】の黄矢印）の正体です。【図２】



【図１】

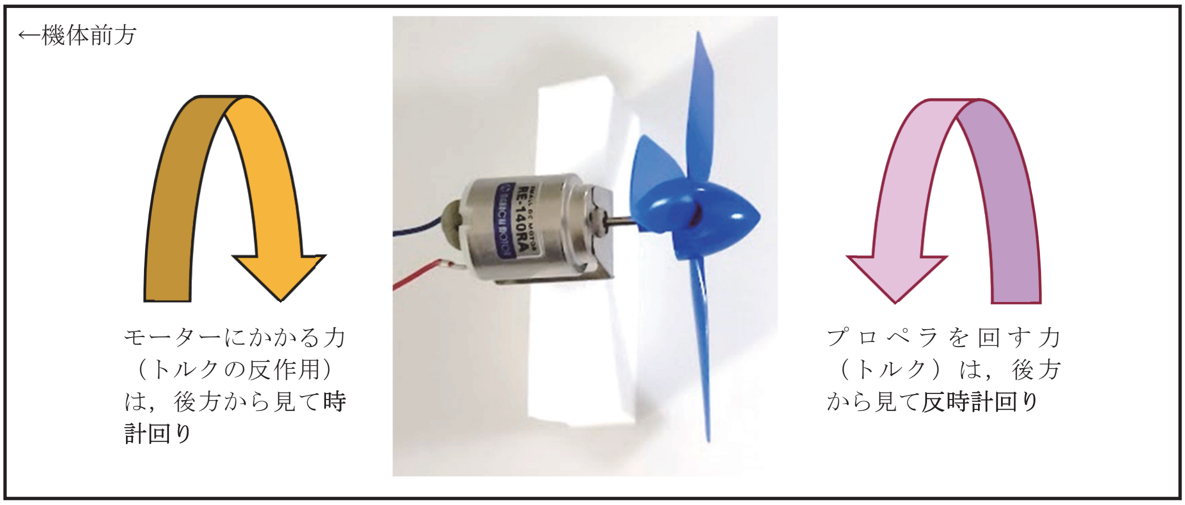


【図２】

(2) プロペラを回転させることによって機体にかかる力

プロペラが前方向へ推進する力を生み出すために，モーターを使って後方から見て反時計回りにプロペラを回す力（トルク）をかけます。このとき，モーター及び機体には後方から見て時計回りの力（トルクの反作用）がかかります。【図３】

この結果，機体の進行方向右側の走路面との摩擦力が大きくなり，機体は右方向に曲がって進んでいく傾向が生まれます。



【図３】

２．機体と走路面やガイドレールとの摩擦力

機体と走路面との摩擦力が小さいほど機体を速く遠くまで進めることができます。しかし，摩擦力が小さければ小さいほど機体の進行方向をコントロールすることが難しくなります。また，１．(2)で述べた右方向に曲がる傾向も考慮に入れる必要があります。

コースの両側に設けられたスタイロフォーム製ガイドレールは，走路面よりも摩擦力が大きいため，接触すると思わぬ方向に機体が転換したり，走行距離が伸びなかったりする可能性があります。

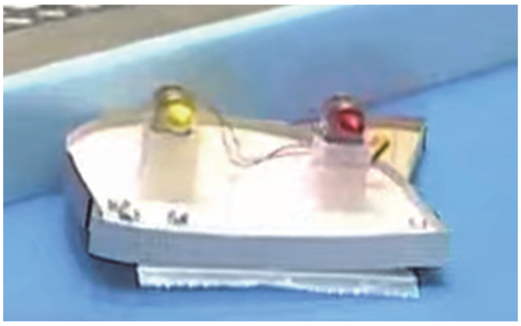
したがって，走路面やガイドレールとの摩擦力を極力小さくして走行距離を伸ばすか，ある程度の摩擦力を保つことで進行方向のコントロールを優先して安定走行させるかで機体の設計が異なっていました。

３．機体の構造

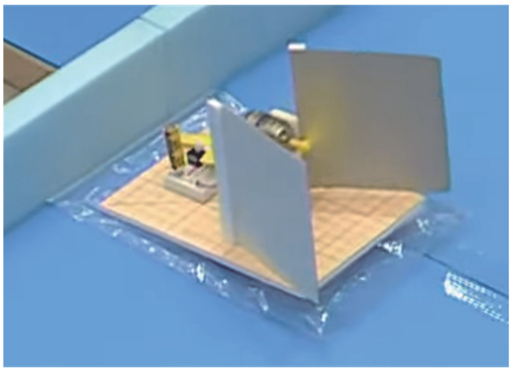
(1) ホバークラフト型

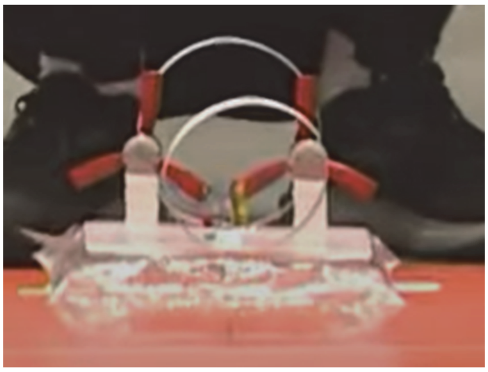
機体底面と走路面との間に空気の層を作ることで摩擦力を小さくすることができます。走路面に接する部分にビニール袋を取り付け，さらに走路面と接する部分の一部分を切り取り，ホバークラフトのスカートのような構造にすることによって，機体を浮いた状態にしていました。摩擦力が減った分，機体のコントロールが難しくなりますが，その課題を克服するために様々な工夫が見られました。

① おもりを均等に配置せず，偏らせて搭載することで走行時のバランスをとる工夫

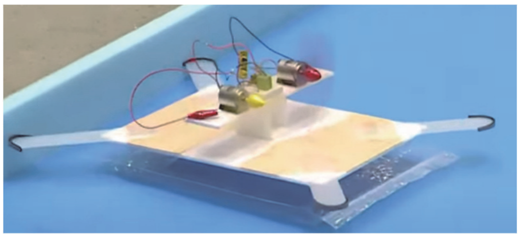


② 機体の周りの空気の流れを利用して，直進安定性を高める工夫





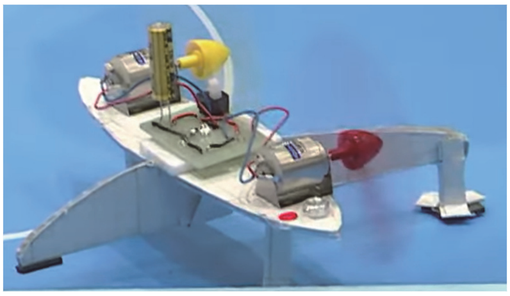
③ ガイドレールとの摩擦力を抑えながらもあえて接触させ，直進安定性を高める工夫



⑵ 水上飛行機型

翼を設けて揚力を発生させるとともに，接地面積を減らすことによって摩擦力を小さくする工夫が見られました。ホバークラフト型よりも摩擦力が大きいことで，機体の直進安定性を高めることができます。

他のタイプの機体よりも部品数が多く，形が複雑になるので，時間内に製作と試行を行うための工夫が必要でした。

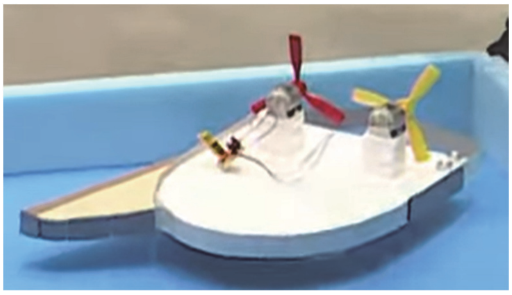
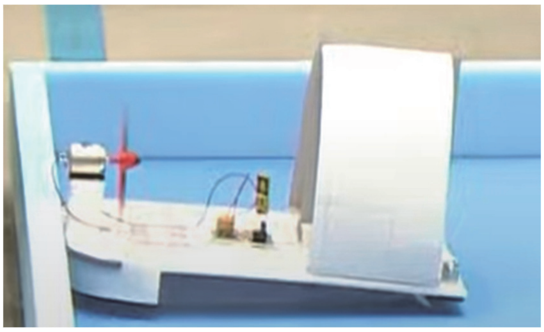
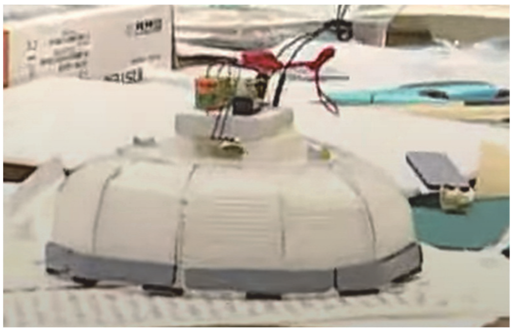


⑶　スノーボード型

走路面の摩擦力を小さくするために，機体の底面に「すべる床キズ防止シール」を使うなどしていました。接地面積を減らしたり，ガイドレールとの摩擦力を小さくしたりする工夫も見られましたが，今回は摩擦力を思いのほか小さくすることができず，苦戦している様子が見られました。

⑷　テクニカルコース専用の機体

全体が丸くなっているものや片方にのみ腕のような部品が延びているもの，ガイドに衝突した際に方向転換ができるようにしたものなど，障害物のあるコースをクリアするために様々な工夫をした機体が見られました。

４．おわりに

今回の競技では，走行距離部門の２回のチャレンジで２回とも 15 ｍを走破することができたチームや，テクニカルコース部門では規定回数を下回る回数でクリアできたチームが多くありました。いずれも，設計段階から明確なビジョンがあり，試行錯誤しながらしっかりと試行実験を行い，様々な工夫を準備して競技に挑んだことがうかがわれました。また，振り返りレポートでは，他チームの機体の仕組みを観察したり，その走行する様子を観察したりすることによって，同じ競技で競い合った同年代の選手として大いに刺激を受けていることも伝わってきました。

これらの経験が新たな課題へのチャレンジの一歩となることを期待しています。