



第3回 科学の甲子園 全国大会

実技競技③

実技競技③ 「Mg ホバーレース」

⌘ 問題 ⌘

この競技で使用するモーターは、マブチモーター株式会社様より提供・支援をいただきました。

本競技の概要はすでに事前公開でお知らせしたとおりです。試作・試行などの事前準備の成果を存分に発揮して、全国から集まった仲間と正々堂々競い合ってください。

1. 競技内容

用意されている材料と工具類で、規定に則ったホバークラフトとマグネシウム空気電池（以下、Mg 空気電池という）を 60 分間で製作する。

製作したホバークラフトに Mg 空気電池を搭載してモーターを駆動させ、タイムレースを行う。

2. ホバークラフトとは

ホバークラフト (hovercraft) はエアクッション艇 (air-cushion vehicle:ACV) や空気浮揚艇とも呼称され、次に示すように、機体下部に吹き込んだ空気で浮上するしくみと機体が水平方向に推進するしくみを備えている。

「ホバークラフトのしくみ」

ホバークラフトの機体下部にはスカートと呼ばれる構造物に取り付けられている。スカートは一種のエアクッションで、スカートに空気を吹き込み続けることにより、機体と地面や水面の間に空気を溜め、その空気圧とスカートから吹き出る空気を利用して機体を浮上させている。また、多くのホバークラフトは、飛行機のようにプロペラを備えており、空気を押すことによって、推進力を得ている。ホバークラフトは機体が浮かんでいるため、平坦な面の上では接触抵抗がほとんど発生せず、高速で走行することができる。

3. 製作上の規定

- ① ホバークラフト及び Mg 空気電池は、用意されている材料だけで製作する。
 - ・材料は、必要なものを選択して使用することができる。
 - ・機体下部に空気を溜めるスカートとして、ポリエチレン袋を必ず使用すること。
- ② 市販の小型直流モーターを 2 個まで使用できる。
- ③ モーターの電源は、製作した Mg 空気電池とする。ただし、モーターの使用電圧範囲 (1.5 ~ 3.0V) 及び適正電圧 (1.5V) 等を考慮すること。
- ④ Mg 空気電池は、【Mg 空気電池について】を参考に製作し、ビニール被覆線以外は電池収納袋の中に収めること。
- ⑤ Mg 空気電池を収めた電池収納袋は、ホバークラフトに 2 個まで搭載できる。
- ⑥ Mg 空気電池の集電体 (電極) には、Mg 板と銅金網を適当な大きさに切って使用すること。
- ⑦ ホバークラフトの大きさは、全長 50cm, 全幅 30cm をそれぞれ超えてはならない。(機体の一部でもレーンをはみでると失格になる)

【Mg 空気電池について】

(1) 電池の構成

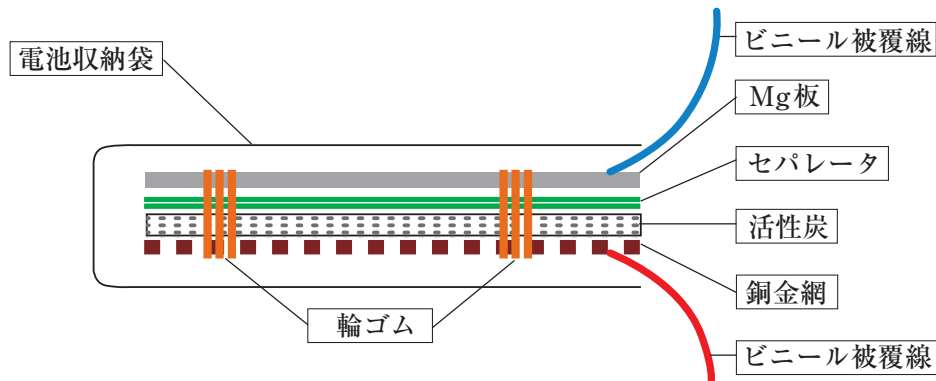
- (-) Mg | NaCl 水溶液 | O₂ (C) (+) ※正極の集電体(電極)は銅金網
- ・活物質/集電体(電極) … Mg / Mg 板, 活性炭に吸着した O₂ / 銅金網
 - ・電解質 … 食塩水
 - ・セパレータ(隔膜) … 紙フィルター
 - ・容器 … 電池収納袋(ビニール袋)

(2) 基本的な作り方(下図参照)

- ① Mg 板, 銅金網, それぞれにビニール被覆線を接続する。
- ② 銅金網の上に活性炭を均等に敷き詰める。
- ③ セパレータ(紙フィルター), Mg 板の順に②の上に重ねる。
- ④ 全体を輪ゴムで止めて密着させ, 電池収納袋に収める。

(3) 電池反応(放電)の開始

- ・食塩水をセパレータに浸み込ませることにより反応が始まる。
- ・反応 負極 $2 \text{Mg} \rightarrow 2 \text{Mg}^{2+} + 4 \text{e}^{-}$
正極 $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^{-} \rightarrow 4 \text{OH}^{-}$
全反応 $2 \text{Mg} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Mg}(\text{OH})_2$



Mg 空気電池の基本構造

4. 材料及び工具類チェックリスト

■ ホバークラフト製作材料

- ※ 材料は, 小型直流モーターと単4乾電池を除き, 自由に加工等をしてよい。
- 小型直流モーター 2 個 (マブチ FA-130RA, モーターベース及びプーリー付き)
 - 単4乾電池 2 個 (レースでは使用できない)
 - 機体スカート用ポリエチレン袋 2 枚 (規格12号, サイズ約 23 cm × 34 cm)
 - スチレンボード 1 枚 (厚さ 1 mm, B4 サイズ)
 - 工作用紙 1 枚 (A3 サイズ)
 - プラスチック板 2 枚 (厚さ 0.3 mm, B4 サイズ, ポリスチレン製/厚さ 0.5mm, A3 サイズ, 塩ビ製)
 - クリアカップ 1 個 (PET 製コップ, 口径約 70 mm × 高さ約 96 mm, 容量約 270 mL)

■ Mg 空気電池製作材料

※ 材料は、電池収納袋を除き、自由に加工等をしてよい。

※ 決勝進出チームには、決勝レース用の材料を予選レース終了後に別途配付する。

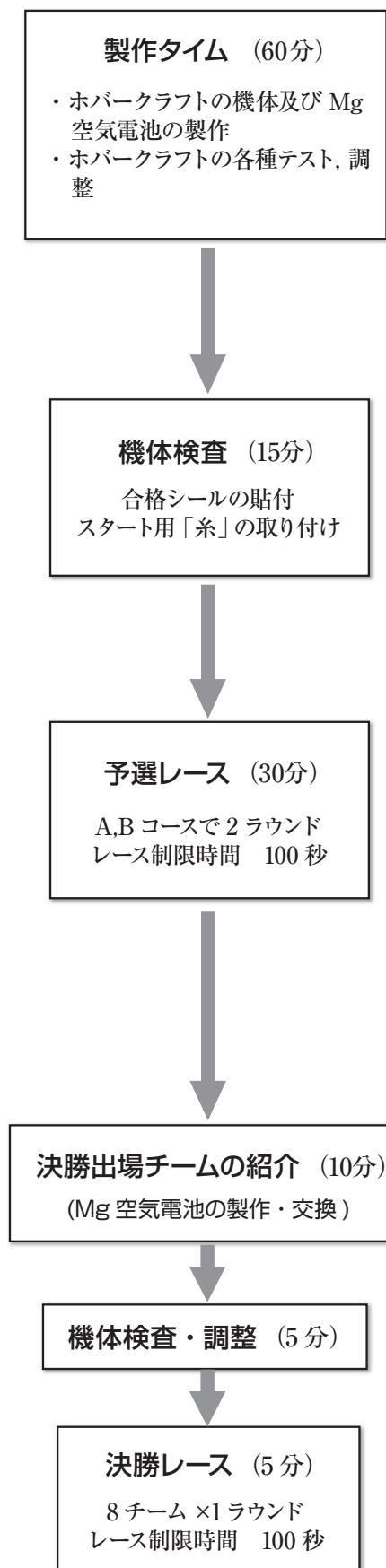
- Mg 板 3 枚 (厚さ 0.5 mm, 約 4 cm × 9 cm)
- 銅金網 1 枚 (80 メッシュ, 約 20 cm × 30 cm)
- 活性炭 50 g (粒子径 0.25 ~ 0.85mm)
- 輪ゴム 12 本
- 紙フィルター 6 枚
- ビニール被覆線 2 本 (φ 0.18mm 12 芯, 赤・青 各約 50 cm)
- 電池収納袋 6 枚 (ビニール袋, 約 5 cm × 7 cm)
- 食塩水 50mL (食塩と水の質量比が 1 : 5 の食塩水。ポリ容器に入っている)

■ 工具類

- カッターナイフ (2 本)
- カッティングマット (A4 サイズ, A3 サイズ, 各 1 枚)
- はさみ
- ラジオペンチ
- ニッパー
- セロハンテープ (幅 18 mm)
- マスキングテープ (和紙製, 幅 18 mm)
- 両面テープ (幅 15 mm)
- 多用途接着剤 (速乾性)
- コンパス
- 円切りカッター (直径 1.8 ~ 17cm の円を切ることができる)
- 四つ目錐 (きり)
- ピンセット
- 直定規 (30 cm)
- 三角定規
- プラスチックさじ
- 耐水紙やすり (# 120)
- スポイト (食塩水用)
- 洗淨びん (水道水入り)
- キムワイブ

5. 競技の流れ

(製作タイム以外の時間は予定)



- ① 材料, 工具類の持ち込みはできない。ただし, 筆記具及び設計図等の書面の持ち込みは可とする。
- ② 各種テストはホバークラフトの浮上テスト, 推進テスト等を含む。なお, 各種テスト, 調整には Mg 空気電池に代えて単 4 乾電池を使用することができる。
- ③ 規定に則った機体, Mg 空気電池であることの確認検査を受ける。規定違反の指摘をされた場合には直ちに修正する。修正できないと失格になる。
- ④ 検査に合格したらスタート用の「糸」を機体の後端に, 「合格シール」を使って貼り付ける。機体は出場するレースの呼び出しがあるまでは, 指定された場所に置いておく。
- ⑤ 予選レースは第 1 ラウンドと第 2 ラウンドの 2 回, A, B 2 ケ所のコースで行う。
- ⑥ 出場するレースの呼び出しがあったら, 所定の場所から機体を受け取り, レース直前の最終調整を行う。
- ⑦ 8 チーム一斉にスタートする。
- ⑧ 第 1 ラウンドが終了したら, Mg 空気電池を交換し, コースを替えて第 2 ラウンドを行う。
- ⑨ 予選レースの結果 (記録) の上位 8 チームが決勝レースに出場する。
- ⑩ 決勝出場 8 チームへのインタビューを行う。
- ⑪ この間に, 決勝レース用の Mg 空気電池の製作と交換, 調整を行う。
- ⑫ 交換した Mg 空気電池等の検査を行う。
- ⑬ 検査に合格したら, 最終調整を行う。
- ⑭ 決勝レースは 1 ラウンドのみ行う。スタートの方法等は予選レース同様とする。
- ⑮ レース終了後に上位チームへのインタビューを行う。

6. レースの方法

- ① 予選レースは第1ラウンドと第2ラウンドの計2回、コースを替えて行う。
- ② 1レースの制限時間は100秒とする。
- ③ 出場するレースの呼び出しがあったら機体を受け取り、レース直前の最終調整を行う。
- ④ 8チーム一斉にスタートする。なお、レース中に他の機体からの風等の影響を受けた場合でも原則として考慮はしない。また、他のレーンにはみ出た場合には失格になる。
- ⑤ スタートしてから機体の一部がゴールラインを通過するまでの時間を計測する。
- ⑥ 制限時間内にゴールできなかった場合は、走行距離がレースの結果(記録)となる。
- ⑦ 走行距離はスタートから100秒が経過した時点で、機体の先行部分が越えていた位置を、ガイドフェンスの目盛により、50cm単位で測定する。
- ⑧ 第1ラウンド終了後にMg空気電池を交換し、機体を所定の場所に戻しておく。
- ⑨ 出場するレースの呼び出しがあったら機体を受け取り、レース前の最終調整を行う。
- ⑩ 2回のラウンドのうちの上位の記録が予選レースの結果となる。
- ⑪ 予選レースの結果(記録)の上位8チームが決勝レースに出場する。
- ⑫ 決勝レースは1ラウンドのみ行う。

7. スタートの方法

チームの1名が次の要領でスタートさせる。チームの他の1名はゴールで待機する。

- ① スターターの「準備をしてください」の合図から30秒間で、機体に搭載したMg空気電池を反応させ、モーターを駆動させる。
- ② スターターの「位置について」の合図で、機体の後端に取り付けた糸の端を手に持ち、糸が張った状態で、機体の先端をスタートラインに合わせる。
- ③ 「位置について」の合図から約5秒後にカウントダウンが始まる。
- ④ カウントダウン5秒後の「Go!」の合図で糸を放し、スタートさせる。このとき、機体に触れてはならない。なお、フライングをしたときは、当該レースの記録は「なし」となる。
- ⑤ スタートで動かなかったり、コース途中で止まってしまった場合には再スタートができるが、計測時間はリセットされない。また、再スタートさせる場合も、②の要領に則り、糸の端を持って行う。
- ⑥ レース中は、再スタートさせる場合を除き、ゴールするまでは機体に触れることはできない。

8. レース結果(記録)の確認

ゴールで待機している1名がレース結果(記録)の確認を行う。

- ① 出場するレースが始まる時に、学校名等を記入した記録用紙を競技支援員に渡す。
- ② レースが終了すると、競技支援員がレースの結果(記録)を記録用紙に記入する。
- ③ 記録用紙に記入されたレース結果(記録)を確認し、間違いがなければ確認のサインをする。
- ④ 記録に疑義がある場合は、映像等によって確認の上、決定する。

9. コース仕様

- ① コースはAコース、Bコースともに8レーンで全長は約10mである。なお、次の図のように、コースの端は5cm高くなっている。



- ② レーンの幅は約 30 cm で両側に高さ 7 cm 程度のガイドフェンスがある。ガイドフェンスには、走行距離を測定するための目盛が 50 cm 間隔でしるしてある。
- ③ コースの路面およびガイドフェンスは、ポリカーボネート製プラダン（ポリカプラダン）でできている。

10. 得点

次のとおり 240 点満点で得点を与える。

■ 予選レース

順位など		得点
スタートできた場合	1 位～8 位	240 点～100 点 決勝レースの順位により得点を与える
	9 位以下	90 点～30 点以上 該当チーム数と予選レースの順位に応じて得点を与える
スタートできなかった場合		30 点
レースに出場できなかった場合		0 点

- ※ 1. 同順位のチームが複数あるために、上位 8 チームを決められないときは、当該チームについて、予選レースの記録が優れている方のチームを上位とする。
- 2. 上記 1 で決まらない場合には、Mg 空気電池を除いた機体の重量が軽い方のチームを上位とする。
- 3. スタートできた 9 位以下のチームで同順位があるときには、上位の順位得点を与える。
(例：2 チームが 10 位のときには両チームに 10 位の得点を与え、次の順位は 12 位となる。)

■ 決勝レース

順位	得点
1 位	240 点
2 位	220 点
3 位	200 点
4 位	180 点
5 位	160 点
6 位	140 点
7 位	120 点
8 位	100 点

実技競技③

- ※ 1. 1位チームが複数あるときは、Mg 空気電池を除いた機体の重量が軽い方のチームを優勝とする。2位の決定についても同様とする。
- 2. 同順位があるときには、上位の順位得点を与える。
- 3. 決勝レースでスタートできなかった場合は、順位によらず 100 点を与える。

11. その他

- ・ホバークラフト等の製作においては、怪我等のないように工具類の取り扱いに注意すること。
なお、怪我等の問題が発生したときには、すぐに近くにいる競技支援員に知らせること。
- ・Mg 空気電池の反応が進行すると、Mg 電極の自己放電によって発熱するので注意をすること。
- ・Mg 空気電池はレース終了後に電池収納袋ごとすべて回収する。
- ・競技終了後は、競技支援員の指示によって全員で片付けを行うこと。

これで問題は終わりです。