

科学の力で最速マシンをつくれ ver. 2016

浜松市立神久呂小学校

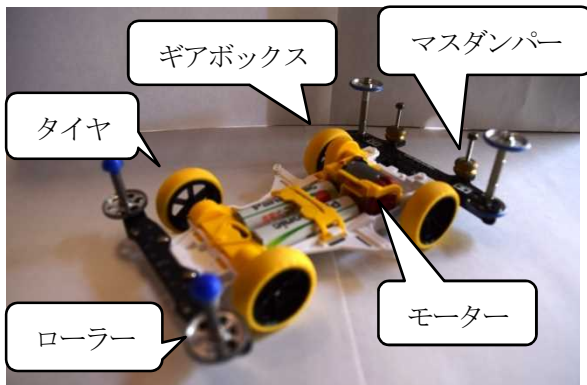
6年 小笠原陽紀

1 動機

昨年度の研究では、モーターで走る小さな模型「ミニ四駆」が、より速く安定して走るマシンになる方法を探った。研究内容とマシンの仕組み（写真1）は、次の通りである。

- ① モーターの仕組みと、その効果的な慣らし（ブラシ・慣らし時間の違い）
- ② 電池の種類による回転数の違いについて
- ③ ローラーの素材による速度の違いについて
- ④ 制震装置（マスダンパー）の取り付け位置と安定性の関係について

これらの研究により、マシンは速度、安定性が大幅に増したため、2016年7月、昨年の研究の成果とこれまでの経験をもとに、「ジャパンカップ静岡大会」に参加した。しかし、難度の高いコース設定にセッティングが合わず、うまく結果が出なかった（写真2）。



（写真1 使用したマシンとその構造）



（写真2 ジャパンカップ2016 コース全景）

今回のコースは、ドラゴンバックと呼ばれるスロープが2つ続く「ダブルドラゴン」や（写真3）、高低差170cm、角度80°という巨大なレーンチェンジャー「バーティカルチェンジャー」（写真4）などのセクションが連続し、完走することすら難しいコースだった。特にこの2つのセクションでは、相反するセッティングが必要となった。



（写真3 ダブルドラゴン）



（写真4 バーティカルチェンジャー）

そこで、今年度は、もう一度自分のマシンを見直し、ジャパンカップ2016のコースを攻略するためのセッティングを導き出すことにした。そして、9月に行われる掛川大会にもう一度挑戦しようと考えた。

2 研究内容

ジャパンカップ 2016 の攻略を目指して、昨年度よりもより速く、安定したマシンのセッティングを導き出すために、下記のような研究を行う。

	研究内容	効果
実験 1	モーターの慣らし時間とブラシの削れ方の比較	スピード向上
実験 2	フロントローラーの角度（スラスト角）による速さと安定性の両立	ダウンフォース （コーナーでの抵抗）調節
実験 3	ギア比による速さの比較 （フラットコースと立体コース）	トルクと最高速の調節
実験 4	スロープで減速し、バンクでは減速しないブレーキ位置や高さとは	ジャンプ直前での減速

3 結果と考察

(1) 実験 1 モーターの慣らし時間とブラシの削れ方の比較

ア 方法

モーターを回すほど整流子がブラシを削って電流がよく通るようになり、回転数 (rpm) が増す。モーターを 30 分ずつ回転させ、その都度ブラシの厚さを計測し、その変化を調べた。

条件：3V と 1.5V をそれぞれ 3 つずつ、慣らし用マシン 6 台に設置して比較
電池は、1.5V まで電圧を高めた充電電池で統一。モーターも同じ規格（カーボンブラシ）
モーターが熱ダレしないよう、冷凍庫内で回転。

イ 結果

3V も 1.5V も 30 分で 0～0.2mm しか削れなかった。1.8mm あるブラシを 8 時間で削れると予想していたが、3V 慣らしでも 4 時間で 0.4mm しか削れなかった。また、回数を重ねるにつれ、あまり削れなくなっていくた。

モーターの回転数は、800～1800rpm も高めることができた。

ウ 考察

- ・1.8mm の厚さのブラシを削り切るには、結果からの計算上、18 時間かかることがわかった。
- ・ブラシが削れなくなっていくたのは、ブラシが整流子の形に削れて、角が取れてなめらかになったからだと考えられる。
- ・時間を掛けて慣らしを行うことで、モーターの回転数を高められることが分かった。

(2) 実験 2 フロントローラーの角度（スラスト角）による速さと安定性の両立

ア 方法

マシンのフロントローラーの角度（スラスト角）を 0.5° ～ 12.5° まで 1° ごとに変える。そして、コースを 10 周走らせてタイムと安定性を調べる。

条件：マシンのセッティングは変えず、フロントローラーの角度のみを変える。
トラックコースを 10 周させ、合計タイムと平均タイムを測定する。

イ 結果

0.5° はコーナーでコースアウトした。それ以外は角度が大きくなるに連れ、一定の割合で (0.155 秒ずつ) 遅くなっていった。

ウ 考察

- ・スラスト角を小さくすると、それに伴って壁から受ける下向きの力（ダウンフォース）が減り、コーナーを速く駆け抜けられる。
- ・安定性と速さを両立するには、ローラーの素材（昨年度の研究）とスラスト角の大きさを上手に組み合わせることが大切である。

(3) 実験3 ギア比による速さの比較（フラットコースと立体コース）

ア 方法

ミニ四駆には、「3.5:1」「3.7:1」「4.0:1」「4.2:1」「5.0:1」というギアの組み合わせがある。最高速とトルクの関係を見出すため、フラット、立体の2つのコースでタイムを比べた。

条件：マシンのセッティングは変えず、ギアの組み合わせのみを変える。
フラットと立体のコースを各10周させ、合計タイムと平均タイムを測定する。

イ 結果

フラットコースではギア比が小さいもの、立体コースではギア比が大きいものほど速かった。

ウ 考察

- ・ギア比が小さいものは最高速に優れているため、減速の少ないフラットコースが有利。
- ・ギア比が大きいものは加速力に優れているため、減速の多い立体コースが有利。

(4) 実験4 スロープで減速し、バンクでは減速しないブレーキ位置や高さとは。

ア 方法

ミニ四駆は、シャーシ底面に摩擦力の高いスポンジを貼り、スロープで減速させる。しかし、高さ170cm、角度80°を誇るバンク「バーティカルチェンジャー」では、ブレーキを多めに、低くセッティングすると上ることができない。そこで、「スロープでは効き、バンクでは効かないブレーキセッティング」を調べる。

条件：マシンのセッティングは変えず、スポンジを取り付ける位置・厚さを変える。
設置位置→フロント・腹（シャーシの底面）・リア、スポンジ厚さ→1～3mm。

イ 結果

フロント、リアが3mm、腹が1.5mmの高さのとき、スロープではブレーキが効き、バンクではブレーキが効かなかった。腹ブレーキの効く距離は、フロントやリアよりも短かった。

ウ 考察

- ・腹ブレーキの効く場所は短く、スロープの頂上のみである。
- ・今回実験に使ったバンクの半径（R）は、バーティカルチェンジャーよりも小さいので、バーティカルチェンジャーでもブレーキが当たらないと考えられる。

4 まとめ

今回の実験で分かったことを生かし、下記のようなセッティングで掛川大会に臨む。

研究内容	分かったこと	セッティング
モーター	ブラシは約18時間で削り切れる。	耐久性も欲しいので、8時間ほど慣らす。
スラスト角	角度が小さいほど速くなるが、小さすぎるとコースアウトしてしまう。	バーティカルチェンジャーに当たる側のスラスト角を小さくする。
ギア比	大きいギアは加速、小さいギアは最高速に優れる。	バーティカルチェンジャーを上るため、大きいギアにする。
ブレーキ	フロント、リアが3mm、腹が1.5mmの高さのとき、スロープではブレーキが効き、バンクではブレーキが効かない。	その高さにセッティングし、スロープとバンクの両方を攻略する。

5 感想

今年の研究は、条件制御に手間がかかるものばかりで、ジャパンカップまでにセッティングを見出せるか不安だった。しかし、どの実験からもコースの攻略に必要なセッティングを見つかることができた。これからもさらに速く、安定するマシンを目指してミニ四駆を楽しんでいきたい。