



第1回  
科学の甲子園 全国大会

総合競技 ②

⌘ 解説 ⌘

クリップモーターカー・フォーミュラー1にご参加のみなさん、お疲れ様です。

ところで、みなさん、最初、クリップモーターカーって何？と思われたことでしょうか。クリップモーターを回すことですら、難しかったという経験をもっているみなさんも多いことでしょうか。しかしここは、科学の甲子園！そんなへこたれ魂の人は、ここには来ていないでしょう。不可能を可能にする！そんな熱い魂の高校生が集まる場、科学の甲子園！

さて、能書きはここまでにして、クリップモーターカーの真髓を、君たちは見破ったでしょうか。クリップモーターの性能を上げることか？いや、それだけではない!! さすがに、クリップモーターカーという以上、総合的なバランスがポイントになる。

もちろん、目を見張るようなクリップモーターが完成すれば、天下無敵かもしれない。そういうモーターも諸君達に作ってもらいたいものだが、なかなかそう簡単なものでもないし、我々スタッフが準備した材料の範囲のなかでの戦いである。与えられた材料を、どう最高の状態に料理しきるか、諸君達の腕が試されるわけである。

鯛やひらめを料理するとき、もちろん、魚そのものの調理、ここでいえばクリップモーターのことだが、も、重要である。しかし、盛り皿が貧相ではどうしようもなかろう。ここでいえば、模型自動車の車体、シャーシーのことである。そこで諸君も気が付くだろう。魚と盛り皿、どちらもがすごくても、魚と盛り皿がいい相性でじっくりこないと、せっかくの魚がダメになったり、せっかくの盛り皿が生かされなかったりするわけだ。この実験では、モーターとシャーシーの相性だ。まさに、現実のF1においてもそうだ。エンジンメーカーがすごいエンジンを開発しても、搭載するシャーシーとの相性で、いいマシンにセットアップできるかどうかが決まる。

こうして、いいマシンが完成しても、まだ、やらないといけない仕事がある。それは、まさに、チューニングである。F1においても当日、ギアー比を、コースや選手にあわせてセッティングし直す。

クリップモーターカー、どうだ、奥が深いだらう。

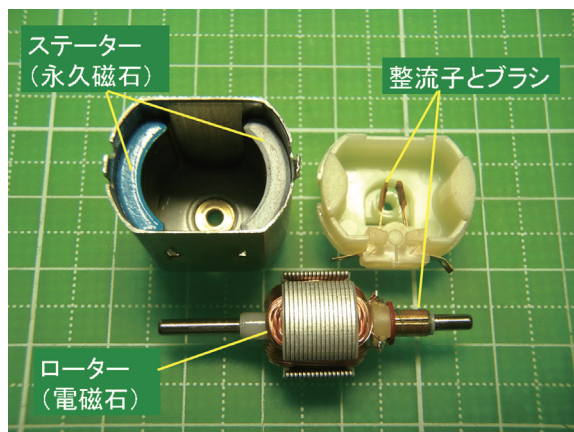
しかし、さらに奥の深い話がある。4速ミッションとか5速ミッションなどと言われる変速機の話だ。実際の自動車では、エンジンと駆動輪は変速機でつながっている。変速機というと自転車をみてもわかるように単にギアー比を変えるだけのもののように思っていないか。4速ミッションとか5速ミッションの1速は、エンストを避けるために重要なのだ。この変速機はクラッチ操作というエンジンと変速機の駆動を切り離す装置によって行う。そして、マニュアル車という自動車では、このクラッチ操作が重要である（いまの自動車やスクーターは、オートマといって、クラッチ操作が必要ではない。）。エンジンをかけて、いきなり1速に入れると、エンストしてしまって、自動車が動かない。1速につながるときには、実は、クラッチをすべらせながらつなぐ。そうしないと、ガツンと止まってしまう。まさに、クリップモーターカーが止まってしまうのは、そういう原因である。このことに諸君は気がついただろうか。

我々の先輩エンジニアが毎日、あーでもないこうでもない議論を戦わせ、科学者が理論でつなぎ、技術者がこれを実現する。こうして、我々の高度科学技術文化は築きあげられてきたのである。

そこに諸君が、参加している。この現実こそが、一番大事なのだ。

## 【解説】

クリップモーターは、小学校でも取り上げられ、中学校で詳しく説明されているように、永久磁石と整流子によって電流の向きを制御された電磁石によってできている。市販の模型用モーターも概ねこの仕組みに差はない（整流子付き（ブラシ付き）直流モーター）。



クリップモーターのクリップがブラシ、エナメル線の一部を削ったところが整流子にあたる。模型用のモーターはとても小さいが滑らかに、かつ力強く回る。これらのモーターを参考にしたりしながら、より力強いクリップモーターを作るための工夫を考えていこう。

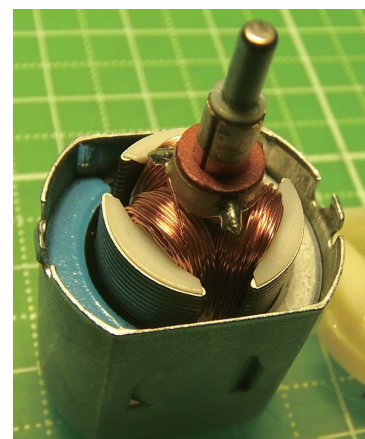
## (1) ローターの磁力を大きくする

ローターの磁力を大きくするには、コイルの巻数を増やして磁束を大きくすれば良い。しかし、巻数を増やせば同時にローターの重量も大きくなるので、バランスを考えなければならない。

模型用のモーターでは、コイルの中に鉄心を入れて磁力を大きくしている。鉄心は、磁束の変化で生じる誘導電流（**うず電流**）による損失を減らすため、**薄い板を何枚も積層したものを使っている。**

## (2) ステーターの磁力を無駄にしない

ステーターの永久磁石の磁力を有効に利用するためには、**ローターとステーターの距離をできるだけ近づけることが重要。**模型用のモーターは、ステーターとして2つの永久磁石がある。さらにこれら2つの永久磁石はローターとのすき間がほとんどなく、ステーターの永久磁石はローターの形に添うような弧状になっている。使われている永久磁石は、今回の競技で使われた「ネオジム磁石」よりも磁力の小さな「フェライト磁石」だが、これらの工夫によって、小さな磁力を有効に利用している。



ローターを少し引き出したところ。ローターとステーターの間にわずかなすき間しかないことがわかる

### (3) 滑らかな回転を

モーターは、どんなに大きな力を得ても、一般的には、滑らかな回転を得られなければ意味がないとされている。コイルの中心軸を精度良く設計、製作するとともに、クリップに通したときに滑らかに回転するように調整することが大事である。大会当日、これらの調整が行いやすいような車体設計もまた大事になってくる。

しかし、実際にクリップモーターカーを走行させる場合には、モーターの一般的な設計の通りとは限らない。ちなみに、新幹線では、モーターについては滑らかな回転をめざしているが、動輪に関しては、真円ではなく、楕円構造となっている。それは、高速走行時に車輪とレールが滑らないためである。

### (4) その他

模型用モーターは、コイルが3つに分かれた3極の構造である。整流子を持つモーターは、ローターとステーターが最も近づいたときに一端電流をゼロにしてから電流の向きを変えなければならない。クリップモーターのような2極の構造だと、このときコイル全体の電流がゼロになってしまい、回転力もゼロになるので、慣性力だけで回転することになる。模型用のモーターは、1つの極に流れる電流がゼロになっても、残りの2つの極には電流が流れ、回転力が生じている。

ただし、クリップモーターで3極構造を作るのは、整流子となるエナメル線の処理や回転のバランスを考えると難しいだろう。