



第2回
科学の甲子園 全国大会

実技競技 ④ 「クリップモーターカーF1」

⌘ 解説 ⌘

クリップモーターカー日本選手権? に出場されたみなさん、お疲れ様でした。

クリップモーターカー日本選手権へのチャレンジでは、出場したみなさんが、論理的思考力 (logical thinking) と試行錯誤 (trial and error) をもとに、課題解決への道をチームで探すことにより、工学的なセンスはもちろん、技術者や科学者の基礎となる能力を育まれることを強く願っています。また、今後、世界中の国々で、日本発の選手権が開催されることを強く期待し、この大会が10年以上長く続くことを夢見ています。

不可能を可能にする! 科学の甲子園は、熱い魂の高校生が集まる場です。昨年、負けて悔しい思いをし、リベンジを誓ったチーム、今年初めてチャレンジしたチーム、といろいろあったと思いますが、競技の結果はどうだったでしょうか。

ところで、みなさんはクリップモーターカーの真髄を見破ったでしょうか。その真髄は、クリップモーターの性能を上げることでしょうか? いや、それだけではありません!! クリップモーターカーという以上、総合的なバランスがキーポイントになるのです。

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、天下無敵かもしれません。そういうモーターをみなさんに作ってもらいたいものですが、それだけではないのです。

たとえば、世界最高峰の自動車レースのF1選手権。そこでは、エンジンの性能と同時に、車体の性能の勝負も行われています。優勝するチームは、最終的には総合力で勝ったチームなのです。

みなさんには、大会の限られた時間の中で、マシンを製作し、完成させることが求められました。そのために取り組んだ事前準備の過程を振り返れば、決められた時間内にマシンを製作し、セットアップする練習を十分に積む必要があったことでしょう。チームメイトやチームを支援する人々の意見に耳を傾けながら、試行錯誤を繰り返す過程で、時には意見が対立することもあったでしょう。そこでは、単に技術力を磨くだけではなく、人と人との間で繰り広げられるドラマが展開したに違いありません。そして、熱い思いを胸に抱きながら、かけがえのない高校生活の貴重な時間を割き、心血を注いだことでしょう。それぞれのチームは、多かれ少なかれ、このような状況を克服して全国大会にやってきているはずですよ。きっと、一生の尊き思い出となるに違いありません。

大会当日の競技は、やはり、科学に裏付けられた技術力の勝負であったといえましょう。どのチームのマシンも、まったく同じマシンはなかったはずですよ。みなさんが、考えに考え抜いて、物理学の理論とにらめっこをしながら、何が自分たちにできるのか、何が自分たちに足りないのかを議論し、学び、努力し、耐え抜いた成果が発揮されたことでしょう。

クリップモーターカーに関するキーポイントは、そう多くはないはずですよ。まず、モーターはなぜ回転するのか? モーターの動力をどう車輪に伝えるのか? モーターの動力が伝わった車輪が、なぜ走行を可能にするのか? どうしたら、より速く走るのか? どうしたら、きちんとコースを安定して走るのか? 数えあげてみてもたったこの程度でしょう。たったこの程度のポイントを押さえながら、技術力を競ったことになるのです。

それでは、これからこれらのポイントについて考えてみましょう。

1. モーターはなぜ回転するのか？

モーターの回転は、中学校でも学習したように、磁界（磁力の作用する空間）の中に電流が流れる導線を置くと、導線に力が作用することを利用して（フレミングの左手の法則）。このとき、導線が受けた力がコイルを回転させるというわけです。しかし、コイルが反転すると、コイルは元とは逆向きに回ろうとするので、整流子が必要だったわけです。そこで、クリップモーターのコイルの一方のエナメルをすべて剥がすのではなく、一部を剥がして整流子としているわけです。この仕組みは市販の模型用直流モーターと概ね同じです。

コイルが磁界から受ける力（電磁力）が $F = I L B$ （ I ：電流の強さ、 L ：導線の長さ、 B ：磁場の強さ）と表されるように、電流に強い磁力をかける必要があることがわかります。そのために、磁石はコイルの片側にだけ置くのではなく、コイルを両側からはさんで、N極とS極が向き合うように置きます。また、コイルと磁石の距離はできるだけ近くして、コイルと磁石がすれすれに動くようにします。

続いて、コイルが少しでも滑らかな回転をするように作ることが重要です。回転が滑らかでないと、ひっかかった位置でコイルの回転が止まってしまう場合があるからです。そのためには、コイルの中心軸を精度よく設計・製作するとともに、軸を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ポイントになります。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重要なポイントになってきます。

2. モーターの動力をどう車輪に伝えるのか。モーターの動力が伝わった車輪が、なぜ走行を可能にするのか？

このことが、また難しいのです。その理由は、クリップモーターは、市販の模型用のモーターと比べてパワーがとても弱いからです。そのため、モーターの動力を車輪に伝える場合、たとえば輪ゴムのテンション（張力）をきつくしてしまうと、もう車輪は回りません。みなさんは、自転車のチェーンというのは遊びが必要で、1～2cm程度緩めることができるように張らなくてはならない、ということ、学校の授業で学んだことがありますか？ かつては、オートバイのエンジンとチェーンのことは中学校の技術の教科書にも掲載されていて、誰でも義務教育段階で学んだものですが、果たしてみなさんはどうでしょうか？

さて、少しゆとりをもたせてモーターから車輪へと動力を伝えるための輪ゴムを張っても、まだ乗り越えなければならないことがあります。

それは、エンストということです。現代では、自動車はオートマチック車が主流なので、坂道発進を練習することは少なくなりましたが、かつてマニュアル車しかなかった時代には、必ず坂道発進の練習を行ったものです。それは、どういうことかというと、いきなり1速のギアにクラッチをつなぐと、クラッチの歯がガツンと噛んでしまい、エンジンがストール（失速）してしまうのです。そこで、どうするかというと、クラッチを半クラッチにして少し滑らしながらエンジンの動力を徐々に伝えていくのです。こうして、クラッチがガツンと噛んでしまわないように遊びを作って、エンジンのストールを避けたわけです。

物理法則の基本に、慣性の法則というのがあります。静止物体は外力が作用しないかぎり静止し続けるというわけです。車が、ものすごく軽ければ、半クラッチにしなくても走るかもしれませんが、車重が1トン程度あるような鉄のかたまりの自動車を走り始めさせる場合には、強力な

エンジンにとっても負荷が大きく辛いわけです。また、エンジンの回転を強くし過ぎると、今度はクラッチの方が壊れてしまいます。結局、適切なバランスを探して、その最適点をうまく活用することが必要になります。

モーターの動力を効率よく車輪に伝え、車を走らせる工夫をすることで、工学的なセンスが磨かれます。科学技術を適切に活用するためにも、知識レベルだけに留まるのではなく、是非、そのようなセンスを身に付けて欲しいと思います。

さらに言えば、車輪が動き出しても、車輪と走路面との間の摩擦が適切に効いていないと、空回りをしたり、摩擦力に負けて止まったりしてしまいます。走路面と車輪の適切な相性を探すのも、工学的センスの1つなのです。

3. どうしたら、より速く走るのか？

1つには、車体を少しでも軽くすることです。曲技飛行（アクロバット）用航空機は、極限まで機体を軽くして、飛行性能を上げています。F1カーでも、強度を保ちながら車体を軽くすることが重要になります。また、ガソリンを満タンに積んでいるとき、ガソリンが消費され車重が軽くなったときとは、走行性能が大きく変わることに注意が必要になります。

みなさんのクリップモーターカーでも、とことん軽くて強い車体を工夫し、開発して欲しいと思います。それによって、コンマ1秒でも速く走るようになることでしょう。

4. どうしたら、きちんとコースを安定して走るのか？

いくら速いマシンでも制御のきかないマシンでは、競技で勝利するのは難しくなります。今回の競技も前回同様に直線コースでのレースでした。ということは、直線走行性が優れていることが求められたはずで、距離が長くなればなるほど、きちんとまっすぐ走るかどうかは重要なファクターとなります。

以上、クリップモーターカーに関するキーポイントや背景となる科学技術について解説してきました。解説の内容は、科学の理論に基づいて議論されているものであり、これから、何十年たっても変わることのない、普遍的で重要なことだと考えています。

最後に、みなさんはこの競技に出場して多くのことを学んだはずで、今後、さらに学びを深めるとともに、皆さんが学んだことを1つでも多く、みなさんの仲間や後輩に伝えて欲しいと思います。