

未来に活用できるオリジナル電気自動車

静岡県浜松市立船越小学校
6年 青木土恩

1 研究のきっかけ

現在、地球温暖化や異常気象が起きている。その原因は二酸化炭素の排出で、これを防ぐためには、良い発電の仕方や排気ガスを出さない移動の方法が必要である。

エネルギーを効率的に使い、クリーンで過ごしやすいスマートシティやスマートホームを維持するために、電気自動車は必要不可欠だと思う。

2 電気自動車で3つの重要なこと

電気自動車に必要な技術は大きく3つあり、モーターと電池と車体である。

まず、モーターは磁力や銅線の太さや巻き数で効率的な回転ができるようにすることが大切である。

次に電池の開発では、電極の種類や水溶液を選ぶことで電圧が高く電流がたくさん流れるようにすることである。

車体は、強く最大限に軽くすることが大切である。なぜなら、軽い方がモーターの力が小さくても走り出すことができるし、スピードが出せるからである。

3 モーターの研究

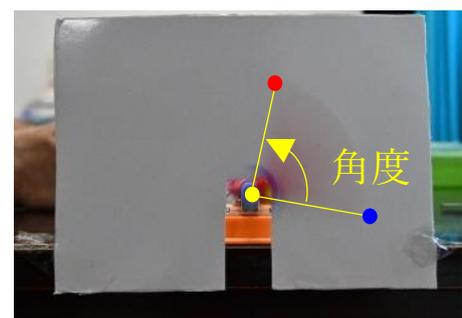
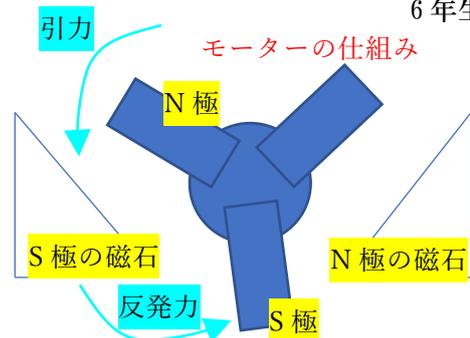
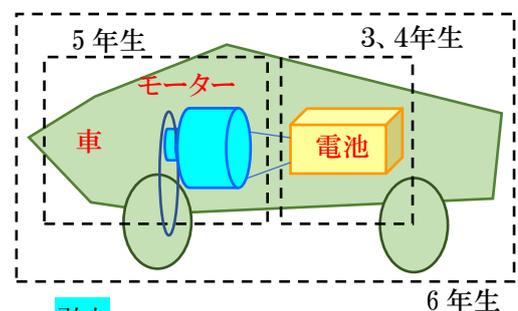
(1) モーターの仕組み

5年生ではコイルモーターを作ったが、大きな電流を必要としながらあまり力のないモーターだった。だから今回は自作の3極モーターをチャレンジした。ここでは、アンペールの右手の法則が重要である。まず、コイルモーターの先端がN極になっている。次に、左側のS極の磁石に引っ張られ先端のN極がS極になり反発しその力で回転する。常にどこかで力が働いていて効率よくモーターが回る。右の写真は3極モーターである。3極モーターの性能を最大限にするために、下記の条件の数値を変えながら、4つの性能を調べた。

(2) 実験をする条件と性能評価

<条件>

- ア 銅線の巻き数
- イ 銅線の太さ
- ウ 鉄芯の長さ
- エ 磁石の強さ



<測定する性能>

- オ モーター自体の重さ
- カ モーターの力
- キ モーターの中を流れる電流値
- ク モーターの回転スピード

(3) 回転スピードの調べ方

モーターの軸に、赤い棒を付けてモーターを回した。1秒間に10枚撮影できる一眼レフカメラで、1/400秒のシャッタースピードで撮影した。1/400秒で棒が回転した角度から、回転数を計算した。

(4) モーターの力の調べ方

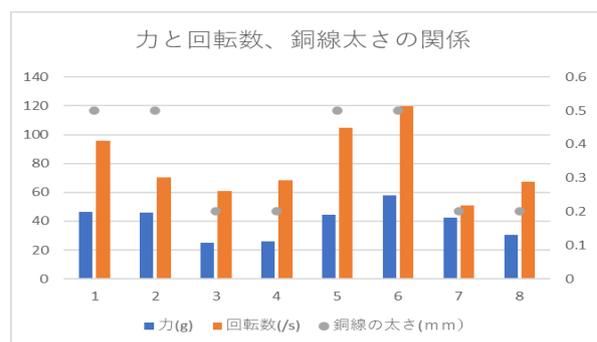
重量計を用意し、重量計のフックと3極モーターの軸を釣り糸でむすび、力を測定した。

(5) 実験結果とわかったこと

力と回転数、モーター重さ、電流の結果が左下の表である。表をもとにグラフを作成した。右下のグラフのように銅線の太さと力の関係は比例している。銅線太さが0.2(mm)のときは力が平均約25(g)、回転数は平均約60(回数/秒)ぐらいだった。0.5(mm)になると力が平均約50(g)ほど、回転数が平均約100(回転/秒)あたりに上がった。銅線が太くなると力が約2倍、回転数も約1.7倍となることがわかった。また5年生で開発したコイルモーターより力は約30倍、回転数が最大2倍と圧倒的に数値が大きくなった。

結論は銅線太さ、巻き数、鉄芯の長さの数値が大きくなると性能が上がる結果になった。

モーターNo	鉄芯の長さ (mm)	銅線の太さ (mm)	銅線の巻き数 (回)	力(g)	回転数 (/s)	モーターの重さ (g)	電流 (A)
①	7	0.5	45	46.4	95.7	10.93	1.2
②	7	0.5	30	46	70.4	8.3	0.8
③	7	0.2	150	25	60.9	7.26	0.6
④	7	0.2	100	26.2	68.1	6.39	0.3
⑤	10	0.5	30	44.4	104.6	10.48	1.6
⑥	10	0.5	45	58	119.6	13.03	1.7
⑦	10	0.2	150	42.4	50.9	8.98	2
⑧	10	0.2	100	30.6	67.2	7.86	0.5
コイルモーター		1	6	2	52.0	5.79	



4 電池の研究

(1) 電池の仕組み

4年生で研究した電池では、電極が溶けて原子が液体の中に入りイオン化して、電子は電極に残っているということを知った。電子はもう1つの電極に流れて、それが電流である。電流がたくさん流れる電池を作るには重要なことが2つ(イオン化傾向、pH)あると思った。

(2) 実験条件の選び方

ア 液体に溶けやすい電極(イオン化傾向)

イオン化傾向の高い金属と低い金属があり、その差が大きくなる電極の組み合わせは、電流が良く流れるという事を知った。だから、実験には「亜鉛—銅」「アルミニウム—銅」「マグネシウム—銅」で行うことにした。

イ 電極を溶かしやすい液体(酸性とアルカリ性)

右の図は、7種類の水溶液のpHを調べた。薄い塩酸はpH=0で酸性、食塩水は中性、重曹はpH=10でアルカリ性となった。この3つの水溶液を実験に使うことにした。



(3) 実験をする条件と性能評価

電気自動車を走らせるために、電池の性能がわかる調べ方を考えた。電極と水溶液の組み合わせの9パターンで電流電圧を測った。

<条件>

ア 電極

- (ア) 亜鉛-銅
- (イ) アルミニウム-銅
- (ウ) マグネシウム-銅

イ 水溶液

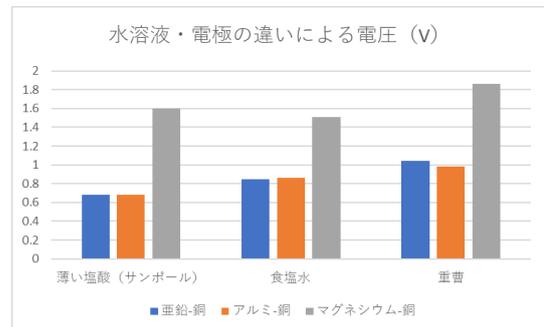
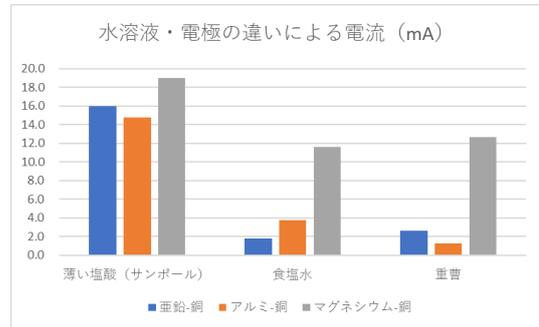
- (ア) 薄い塩酸 (サンポール)
- (イ) 重曹
- (ウ) 食塩水

<測定する結果>

- ア 電流
- イ 電圧

薄い塩酸とマグネシウム-銅の電極が、1番電流電圧が高いということが分かった。

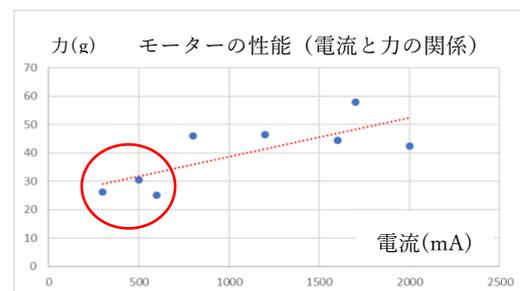
しかし、薄い塩酸とマグネシウム電極の反応が激しく、電極がすぐに溶けてしまい、発生した気体が飛び散ったことや水溶液の温度がかなり上がってしまったことから、消耗が激しく、安全性が低いため、このまま電気自動車を作っていくことは難しいと思った。そこで、電極の組み合わせは、同じくマグネシウム-銅にして、反応がおだやかで一般的に入手しやすい、電流電圧が高く出た食塩水で車を作ることにした。



8 電気自動車の研究

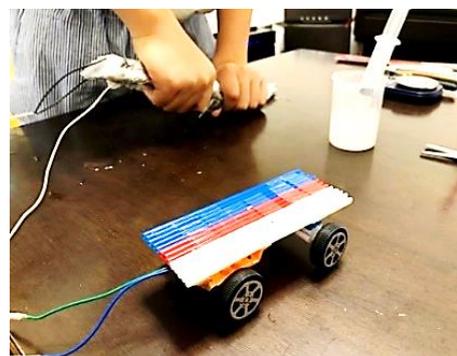
(1) 電流が少なくても回る効率的なモーター

車体は、電池を含まず、ストローを使うことで約40(g)の軽い車体ができ、大きな電流を流す電池を開発することは難しいため、グラフから少ない電流で40(g)の車体を運べるモーターは赤丸の④のモーターが良いと思った。



(2) 電気自動車を走らせた様子

一方で、これらのモーターを回すためにグラフから少なくとも500(mA)の電流が必要なためマグネシウム電極板の面積をさきほど電池実験の5倍にした。また、4年生の実験結果から活性炭をもちいることで電流がさらに15倍になると予想した。電極の面積を大きくし、活性炭を使えば計算上は $12 \times 5 \times 15 = 900$ (mA)となり、900(mA)の電流が出せればモーターを回せると考えた。作り方は、マグネシウムと活性炭の電極を用意して、食塩水が染みたキッチンペーパーとともにサランラップで包んだ。活性炭は凸凹が多く電極の表面積が大きくなり、電子が流れる量を増やし効果を上げるために強く握った。



そうすることで、予想通りゆっくりと車が走り出すことができた。