

モータの技術を楽しく使おう！

2013年度成果報告書

Wakayama Motor's Project

システム工学部光メカトロニクス学科 矢倉 正貴

富田 大樹

指導教員 長瀬 賢二

1. 背景・目的

現在自動車の開発においてエンジンだけではなく、モータを用いた開発が常に行われている。そしてモータを補助ではなく主要な駆動として使用されることが多くなった。その中で様々な状況下において要求された性能を出すために、モータ自身その状況下に適応しなければならないと考える。

そこで本プロジェクトでは、モータの巻き線と駆動回路、ソフト設定を変更し、モータに通常仕様と2倍出力仕様といった2つの特性を持たせることを目的とする。コイルに2つの特性を持たせる技術はツインコイルと呼ばれ、元々コミカミノルタ株式会社でDCモータに使用されていたものであり、トルクと回転数それぞれの要素を共に変更させるものとなる。そしてサーボモータに転用することは世界初となる。

そして実用できるレベルになれば、論文の作成や特許の取得を行いたいと考える。またモータキットを電動バイクや電動ゴーカートに使用し、製作物の幅を広げたいと考える。中でも浜松オートレース場で行われるソーラーバイクレースに出場し、活動を学外に広げ、様々な交流を持つことを最終目標にしたい。

2. 活動内容（活動内容、実施方法、方法・手段、製作状況など）

○活動内容

【試作モータの製作】

私たちが活動を行う中で、まずは手元にあったモータキットの試作を行った。このモータキットはミツバ株式会社から出されている「ブラシレスモータ製作キット」であり、巻き線、駆動回路、プログラムの変更ができ、一からモータを製作することで、定量的かつ体感的にモータの仕組みがわかるようになっている。

ツインコイルという技術がどのようなものなのか理解するために、手動でコイルの切り替えが可能な試作モータを製作した。

【ソーラーバイクレース 2013 の見学】

来年度の活動では開発したモータの実用化に向けて、実車への転用を行う。その場として、浜松オートレース場でのソーラーバイクレースを考えている。この大会は原動付自転車サイズの自作バイクにモータとバッテリーを積み、時間内に走行した距離を競うものである。

和歌山大学ソーラーカープロジェクトとも長い付き合いがある紀北工業高校の藪下先生の計らいでレース場内に入り見学することができた。多くのマシンを見学したところ、本プロジェクトと同様のモータキットを使用しているチームもあり、より実用化に向けての気持ちが高まった。

【実験装置(ブローニーブレーキ)の製作】

製作したモータの評価を行うために、出力測定の実験装置の製作を行った。通常の実験装置だと測定するモータに対し、同規模のモータやブレーキ、トルクセンサ、回転計、その制御を行うコントローラが必要になる。しかし予算に幅が持てないため、装置の簡略化が大きく挙げられるブローニーブレーキを採用した。

【和歌山大学・徳島大学合同中間発表会】

12月7日に行われた和歌山大学・徳島大学合同中間発表会に私たち Wakayama Motor's Project も参加した。この発表会は和歌山大学の自主演習と同じように活動を行っている徳島大学の学生たちとそれぞれの活動報告や情報交換のために、相互発表を行っているものである。毎年行われており今年は和歌山大学にて開催された。

【わかやま自主研究フェスティバル】

12月14日に開催されたわかやま自主研究フェスティバルに出展した。フェスティバルでは、「中規模モータ(数十ワット～数キロワット程度)の出力実験へのブローニーブレーキの採用」という題名で出展を行い、賞として佳作、副賞として金一封を頂くことができた。

【学外へのアウトプット】

プロジェクト活動で学んだことを学外にアウトプットし、交流を持った。活動としてはメンバー個人の友人からの仕事である。芸術大学に通っている友人のモータを使った作品を手伝うために、モータドライバ回路の製作を行った。他人から初の仕事を請け、QCDを守る仕事を行うことができたと考える。

○製作状況

【試作モータの製作】

前述にあるようにまず手元にあるモータキットの試作を行った。プロジェクトで新たに購入するモータはソーラーバイク等に載せる実車用となるので、試作モータを用いて今後のモータ開発を行っていくことにした。モータを製作していく中で最も時間を取るのが、コイルを巻くことであった。

【実験装置(ブローニーブレーキ)の製作】

通常の実験装置に比べ大幅な簡略化が可能なブローニーブレーキの製作を行った。ここでブローニーブレーキについて簡単に説明する。

ブレーキの大まかなつくりはモータにかかる負荷としての重り、それを吊り下げる糸、糸を巻き取るプーリー、そして負荷を計測する秤によって構成される。全体図は図1のようになる。この時ばねばかりに掛かる負荷は重りの質量そのものなので、重りの質量を M と

すると $Mg[N]$ となる (g は重量加速度). そしてモータが回転することで, 重りがプーリーにより引き上げられる. すると, 重りが引き上げられた分, ばねばかりの負荷は軽くなり mg となる. ここからモータが回転したことで発生したトルクは, プーリーの半径を r とした場合次のように表せる.

$$T = r(M - m)g [N \cdot m]$$

また同時に回転数と電流も計測することで, 出力は,

$$W[w] = 1.027 \times T[N \cdot m] \times N[\text{rpm}]$$

出力変換効率は,

$$\eta = W_{out}/W_{in}$$

と算出される.

そして今回使用・製作した装置の構成はモータ固定台, 重り, 巻き取り用の糸, 糸を巻き取るプーリー, 回転計, フォースゲージ, データロガーである.

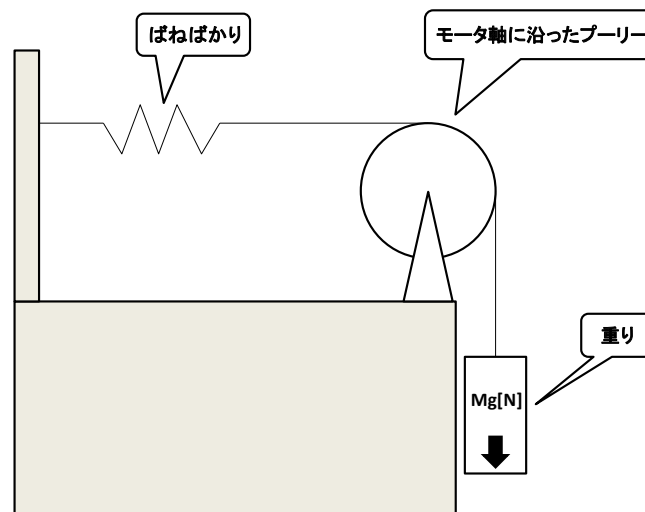


図 1. ブローニーブレーキ全体図

3. 結果・成果

モータを自作するということから, 様々な文献に目を通し, モータの技術を少しでも学ぶことができたと考える. 今回特にコイルなどのハード面を意識し製作して活動していたことから, 今後モータを製作するときハード面に関しては素早く対応できると思われる.

モータ出力測定実験装置の製作では, 本来小型モータに使用されるブローニーブレーキをあえてプロジェクトで使用している中規模モータに採用した. それにより実験装置の有効性について検証することが挙げられた. その有効性について説明する.

以下にあるのは今回ミツバから購入したモータキットの公式データである(図 2)。実験装置で測定した値とこちらの値を比較することにより、有効性の検証を行った。

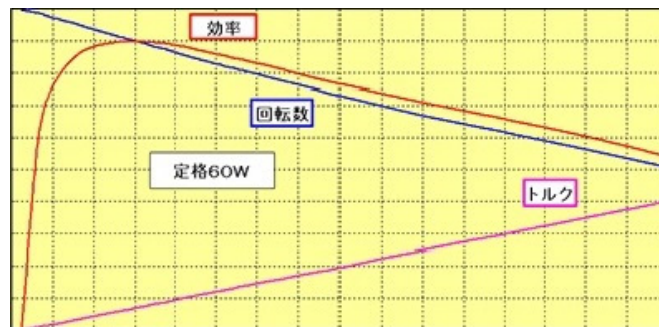


図 2. ブラシレスモータキット公式出力データ

次に示すものは、取得した出力データである(図 3)。そして図 2, 3 を重ね比較したものが図 4 である。

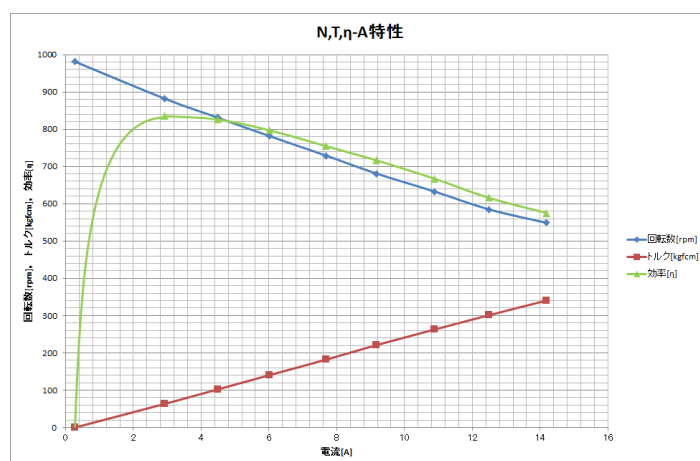


図 3. 実験装置による出力測定データ

ミツバ公式データとの比較

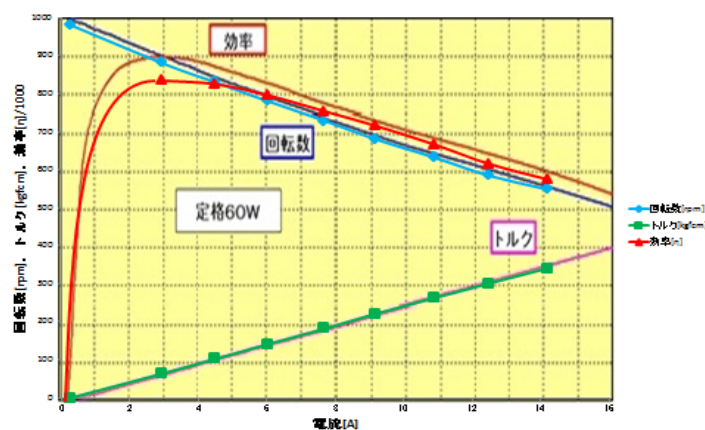


図 4. 公式データとの比較

以上、少し見にくくなっているが、水色プロット線が回転数[rpm]、緑色プロット線がトルク[kgfc \cdot m]、赤色プロット線が出力効率[η]となっている。効率の方は公式データに対し 9割強の数値と言ったところだが、回転数とトルクはほぼ一致していると言える。これにより実験装置は有効性が確かめられ、実験環境が整った。

そして各電圧(5V, 12V, 24V)による動作の様子や 24V 仕様時の効率線図の作成などが成果となる。これによりあらゆる状況下でのモータの使用範囲を知ることができる。実験装置の製作とその検証が今期活動の最大の成果と言える。

しかしプログラムの変更による出力の変化を測定することはできていない。そして自身が求めるモータはコイル、回路、プログラム全体での変更を考えており、まだそのモータは完成に至っていない。

4. 今後の課題・展望

課題として、先ほどあったようにさらなるモータ開発がある。現在プログラムの問題で活動が停滞していることもあり、一刻も早いプログラムの解析が必要になる。実車転用のモータを製作するまでに、試作モータでの開発を終えるつもりである。現在考えている開発の種類は、周波数によるモータ動作の変更とコイルの線径変更による効率特性の測定、実車転用際の動作の確認である。これらを終えて自身の求めるモータを製作していきたいと思う。

展望としては、実車(バイク)への転用である。来年度の活動は、ソーラーバイクレースへの出場を目標に、自作モータの性能評価を行っていくつもりである。そのソーラーバイクの基礎は折り畳み自転車を考えており、そちらを改造してレースに出場する。モータのみの技術だけでなく、機械的な製作技術から、レース時のエネルギーマネジメントを行う必要があり、さらに技術を磨くことができると思われる。その中で、メンバーの取得と後輩の育成にも力を入れていきたい。ソーラーバイクレース自体小さな大会なので夏の期間だけでも十分に勉強することができる。他プロジェクトでも学びたい人がいれば、どんどん学びの場を提供していきたい。

5. 謝辞

本プロジェクトを運営するにあたり下記の方々ならびに企業のご支援・ご協力を賜りました。ここに記して深く感謝いたします。(五十音順、敬語略)

クリエ 寺本東吾, 下代組機構 下代博之, 浪越エレクトロニクス株式会社, ミツバ株式会社