

電気自動車の設計・開発 2011 年度成果報告書

和歌山大学 Solar Car Project

谷口祐太

矢倉正貴・谷野広祐

石谷康平・吉田和正・後藤大和・川嶋慧輔

指導教員 藤垣元治

1. 背景・目的

電気自動車を製作することによって、大学で学んだモータ制御のための回路設計やマシンの強度計算のための材料力学などを実践すると同時に大学に通うだけでは身につけることのできない実際のモノづくりの「基礎」や「工程」を学び、自分たちだけで製作することにより学生主体の活動力を身につけることが目的である。

2. 実施内容（活動内容、実施方法、方法・手段、製作状況など）

○活動内容

【紀北工業高等学校見学】

毎年恒例の新入生と、数々の大会で優勝経験があり、シニアアドバイザーとしてご指導いただいている藪下先生のおられる紀北工業高等学校へお邪魔させていただき、見学会を行った。電装関係の見直しや、鈴鹿サーキットの走行時における注意などのご指導をいただいた。

【学内試走】

6月8日早朝に学内でソーラーカーの試走を行った。今年度が始まった時から見直されていた電装系の確認や1回生のピット作業の練習を兼ねて行った。1回生自身ソーラーカーが走っているところを見たのは初めてで、実際に乗車し走行してもらうことでマシンを製作する実感が湧いたと考えられる。

【Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿 2011 公式試走会参加】

6月13日の朝からの試走会だったので、前日の夜に鈴鹿市内に入った。前日までひどい雨だったが当日は曇りからだんだんと晴れに変わり試走時にはコンディションが整っていた。今回の試走会ではドライバーが新しくなり、コースの練習も兼ねてデータを取った。始めは消費電力が大きかったが中盤からは安定した走りになったと考えられる。しかしデータロガーの設定ミスなどによりデータの値が違ったことや、車両に関してもリアスパッツの干渉や塗装のはがれなど多くの問題が発覚した。

【NHK ここはふるさと旅するラジオ出演】

広報活動の一環として HNK 第1番組の「ここはふるさと旅するラジオ」に私たちソーラーカープロジェクトが自主演習プロジェクトを代表して出演した。この番組は全国放送であり、私たちのプロジェクトの活動を広めるイベントとして大きく利用できたと考える。また参加者の中にはふじと台の開発関係の方もいらっしやうり、地域を盛り上げるということから交流を持てた。

【プロジェクト並びクリエの紹介】

地元の小・中・高校生が大学見学に訪れた際にクリエに見学に来る機会が多く、そこで自分たにの活動やこういう施設の魅力、理科への興味を持ってもらうために積極的にこのような活動も行った。また、学内で前期の最初にメンバー募集いうことも含めクリエの紹介をクリエで活動している他チームと連携をとり説明会を開催した。活動を知ってもらうだけでなく、さまざまな人にも分かりやすく、かつ魅力的な説明をするプレゼンテーション能力を自分たちも磨くことができるいい機会であった。後期からは1回生もこの大学見学の説明に参加し、勉強になったと考える。

【FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP ソーラーカーレース鈴鹿 2011】

8月5,6日と「FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP ソーラーカーレース鈴鹿 2011」に参加した。結果は予選時の転倒によるマシンの破損で途中棄権となってしまった。その時の状況としてセンターロックナットが外れ後輪が外れモータが接地し引きずられた後、マシンは縁石に乗り上げ横転した。幸いドライバーは無事で今のところ後遺症も見られない。原因は今回から採用したホイールインモータのタイヤ取り付け時に使用する「センターロックナット」の取り扱いを誤ったことにある。センターロックナットの留め方としてタイヤ側とナット側に穴を開けねじで留めるという対策案があったが、それがされていなかった。原因の一つとしてタスクの管理がしっかりされていないと考えるよりも、この緩み止めというタスクの重要性をほとんどのメンバーが意識していないため、他のタスクを優先するあまり、緩み止めのタスクを放置する形になったのではないかと考えられる。

【公開体験学習】

11月19日に和歌山祭と同時に行われた公開体験学習に出展した。後期が始まってから1回生が中心となってイベントを企画した。ソーラーカーに用いられているソーラーパネルを題材とし、ソーラーパネルとはどんなものなのか知ってもらうことを目的とした。説明をソーラーパネルの発電原理、発電量の比較、ソーラーパネルの使用用途と3種類に分けそれぞれ担当を決めて説明した。1回生自身初めての人前での発表であることや、悪天候の中、大学祭自体が中止になるなど不安が多かったが、小さな車を使った実験や実際ソーラーカーに使われているモータを間近で見ることができ、来ていただいた子供たちに楽しんでもらえたと考える。

【おもしろ科学まつり和歌山大会】

12月10,11日におもしろ科学まつり和歌山大会に出展した。このイベントではソーラーカーから離れ、最近言われているエコカーとは何なのかを知ってもらうことを目的とした。普通の車とエコカーの違いを重さ、タイヤの転がり抵抗、空気抵抗の3つに分けて比較し、エコカーの条件を決めてそこからエコカーが優れていることを理解してもらった。またミニ

カーで上の 3 つの違いを作るとどのような変化が見られるかコースを用いて実験することや, 自らで出来るエコを挙げるなどしてより子供たちのエコへの関心を深めることができた
と考える.

【和歌山大学・徳島大学合同中間発表会】

12 月 18 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ソーラーカープロジェクトも参加した. この発表会は和歌山大学の自主演習と同じような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是和歌山大学にて開催された.

【西日本ソーラーカー講習会】

1 回生 4 名, 2 回生 1 名, 4 回生 1 名が芦屋大学で行われた講習会に参加した. エネルギーマネジメントの仕方, 製作の仕方などソーラーカーを製作するにあたっての手順, 基本的なソーラーカーの技術を学ぶことができた. このことからまだ技術的にまだ伸び悩んでいる 1 回生も勉強になったと考えられる.

○製作状況

・前期

【NGM(ホイールインモータ)の調整】

紀北工業高校の藪下先生からお借りした NGM (New Generation Motor) の使い方を改めて理解し, 自分たちのマシンに合うよう調整した. 以前用いていたユニークモータの配線では NGM を動作させることができず回路の見直しと同時にアクセルと回生ブレーキの操作性の簡素化を図った.

【配電盤の見直し】

2011 年度が始まってすぐに配線ミスによりサーキットブレーカーが炎上する事故が起きた. これにより配電盤全体の見直しを実施した. 配線をケーブルから真鍮製の板に変えることで安全性や整備性の向上が見て取れた.

【電力データ表示の改善】

マシンには浪越エレクトロニクス社製の積算電流計が搭載されており, これには電圧計・電流計・積算電流計・速度計としての機能が搭載されているが, 表示ディスプレイは 4 桁の 7 セグメント LED だけであり, 1 つの値しか表示することができなかった. 走行中に電力データを伝えてもらうには切り替えながらデータを読み上げてもらう必要があるため注意が散漫となり危険であった. そこで, 積算電流計の情報をすべて別の PIC で入力し, 1 枚の LCD に表示できる回路を製作した. 電圧・電流・積算電流の 3 値において行い, すべ

でのデータを LCD に出力するというものである。これにより切り替えなしでドライバーがデータを確認できるようになった。現段階においては LCD の表示を 50%程度しか使用していないのでさらにソーラーパネルの発電状態を表示させたり、速度を表示させたりすることもプログラムの書き直し次第で可能である。

【コントロールパネルの改善】

上記の NGM の調整とデータ表示の改善により今まで使用してきたコントロールパネルにも変更を実施した。バーハンドルに可変抵抗や LCD を直付けにしていたものに対し、ケースを設けその中に操作系や表示系の部品を入れ、全体の簡素化と操作性の改善を行った。しかし速度計はまだケースの外部に取り付けており、ドライバーの腹のあたりに取り付けられており見えにくい。LCD に速度計も表示させることができれば、よりデータの視認性も向上すると考えられる。

【リアスパッツ干渉の改善】

試走会で問題となったリアスパッツの干渉は NGM に変更してからタイヤ自身の幅が変わったことで起こったものである。干渉を無くすためにリアスパッツの開口部を広げたが打開策には至らずであった。そこでリアスパッツを縦に半分にし、FRP でつなげることで開口部の横幅の拡張を行った。実際に走行して干渉の具合を確かめたところ干渉は見られなかった。

・後期

【マシンの設計】

冬休みに入る前に本格的な新マシンの設計に入った。夏から様々な考えが出ていたが目標を「鈴鹿での優勝」という形に設定し直し、コースをより効率良く走るためのマシンを考えた。以前の設計に比べマシン全体を簡素化し大幅な軽量化を図るとともに、整備性にも長けた設計を行っている。鈴鹿サーキットをいかに効率よく走るかに重点を置いたところ、優勝した平塚工科高等学校社会部の芋虫型か従来の形で製作をするかで意見が割れたが自チームの持っている技術をふまえて従来の形で行くことにした。コーナーでの旋回性を高めるためトレッド幅を広げた結果、ホイールベース幅も長くなりマシン全体が大きくなったが以前のマシンよりも軽いと考えられる。

【現在の製作状況】

3月の白浜試走会ではフレームのみの走行を予定しているので、足回りから製作を始めている。1回生にタスクを与え製作してもらっているがかなり精度が高く作られている。ロアカウルとして使うカーボンの板材の製作も長年実施していることからスムーズに作業ができていていると考える。ここで製作したものを下に示す。



M6, M8 のロッドエンド受け



M10 ロッドエンド受け



フロントナックルアーム



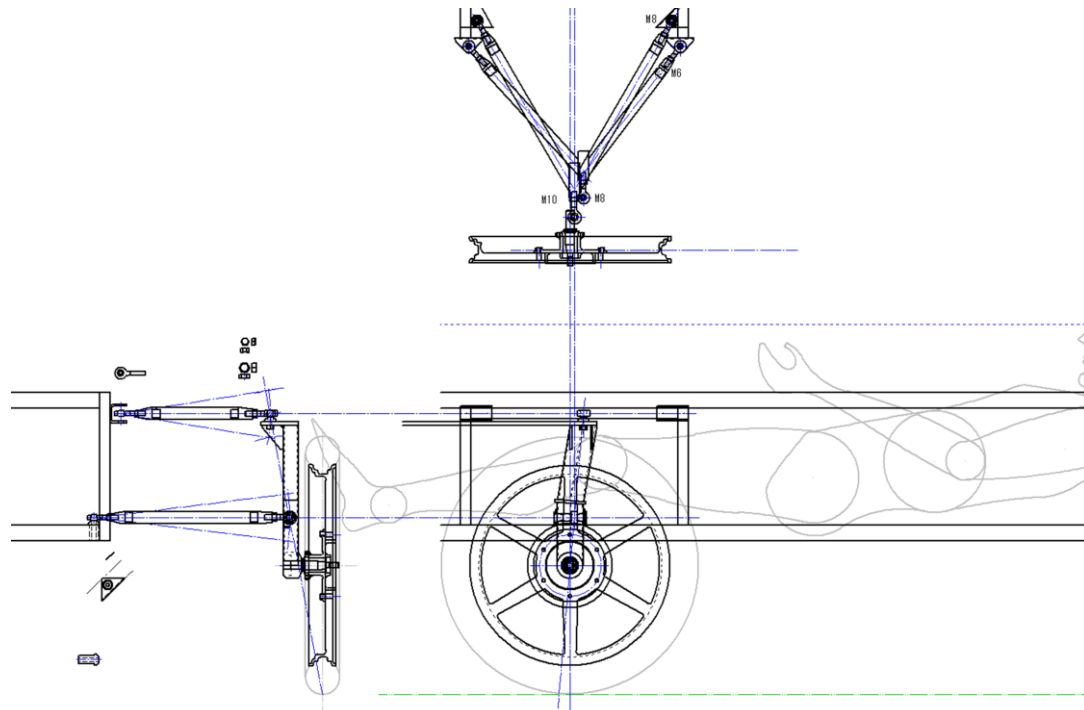
スピンドルシャフト受け



フレーム側フロントアーム受け



フレーム側フロントアーム受け
チャンネル材



jwcad によるフロントアームの設計図

図 1 製作した新マシンの部品

3. 結果・成果

今年度の「FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP ソーラーカーレース鈴鹿 2011」に向けてもっとも改良に力が入ったのは電装関係である。前マシンは現 4 回生のころに完成されたもので、これまで車体の改良は行ってきたが電装関係にはあまり手加えられていなかった。プロジェクト開始早々に配線ミスによりサーキットブレーカーが炎上してしまっただけを気に、表示系、配線系、操作系と分かれて作業を行った。紀北工業高校見学では初めて他のチームのマシンを見る 1 回生に対し、上回生もマシンに足りないところについて補える部分を見つけることができたと考える。

試走会では 3 回生が授業により参加できなかったため、4 回生 2 人、2 回生 3 人の少人数で参加することになった。事前にレース前とレース中についてタスクを立て、2 回生が主導となって作業をしたかったが 4 回生に助けられてばかりであった。マシンの走行ではリアスパッツの干渉が見取れ、1 回周ってはピットに入ることを繰り返していた。

Dream Cap ソーラーカーレース鈴鹿 2011 では予選時の転倒によるマシンの破損で途中棄権となってしまった。参加人数は試走会と同じ 4 回生 2 人、2 回生 3 人と少なく、他のタスクを優先するあまり、センターロックナットの緩み止めのタスクを放置する形になったのではないかと考える。しかし予選ではクラス 3 位の成績を残していたことから本戦まで参加すれば上位入賞を果たせたと考えられる。今回予選中に後発組の 3 回生が駆け付けたが 1 回生は待機するように指示を出していた。このことから本戦時に上回生は他のチーム

のマシンを見学するなど有意義な時間を過ごせたが、1回生には実際のレースの様子を体験させることができなかった。

公開体験学習やおもしろ科学まつりでは、1回生自身でイベントに取り組んでもらいチームマネジメントを小さなイベントから経験してもらった。結果としてはタスク管理ができておらず前日まで泊まり込みの作業になり体調を崩す者もいたが、出展時にはモノがそろっておりしっかりと発表ができていた。

中間発表会では、同年代の様々なプロジェクトが集まり発表しあう場というのは1年を通してこの発表会しかないので発表の練習として1回生だけでなく上回生も勉強になったと考えられる。今回私たちの発表では3回生の谷口さんが行い、参加したプロジェクトの中で高評価を得ることができた。

製作の過程では1回生の技術力アップを考え、仕事を見つけ行動に移らせるよう声をかけるようにしている。また今までより工作機械を使う機会が増えたので十分気を付けるために安全対策(会議での呼びかけ、注意を促す張り紙の設置)を行っている。

ただ今年度の目標の一つとしてソーラーカー以外の電気自動車の設計・開発を計画していたがそれは達成できなかった。鈴鹿本戦での事故が原因で、プロジェクトで保有するマシンが無い状態になってしまったからである。話し合った結果、新しいソーラーカーを製作することに決定し現在の活動を行っている。

4. 今後の課題・展望

新マシンの走行テストを3月19, 20日に旧白浜空港跡地で行う予定である。それに合わせてマシンを製作していくことが今後の重要タスクである。しかし1月までプロジェクトリーダーが不在のままその場しのぎの活動を続けてきてしまった。予定とは大幅に遅れているが新しくリーダーが決まった今、タスクを管理し、効率よく作業を割り当てる必要がある。

3月の白浜試走会ではフレームのみの走行となる。カウルの製作は新学期に入ってからを予定しており十分なデータは得られないが、試走会では鈴鹿での6月試走会、8月の本戦を見据えて滑走路内でのピット練習を実施し、新たにドライバーを選定して練習するなど有意義に過ごしたいと考える。

今回新しいマシンを作るに当たり以前のマシンと違う部分が多く出た。レースで勝つには4輪より接地面積の少ない3輪を用いることにして足回りも重点的に見直し一新した。フレームに関してもアルミフレームだけでなくCFRPを貼り合わせて剛性を上げるとともにアルミニウムの削減から軽量化も考えている。また芦屋講習会でFRP作業の新たな方法を知ったのでキャンピーやスパッツなど繊維が1枚2枚で形成される部品の製作に使おうと考えている。

電装関係は今までしてこなかったことに挑戦しようと考えており、モータコントローラにかかる突入電流をスムーズに流すためのプリチャージ回路の設置、DTMF信号によるテレ

メトリーシステム, 大容量のキャパシタを用いた回生エネルギー回収回路が挙げられる. キャパシタを用いた回生エネルギー回収は前年のエコカーフェスタ 2010 で1度搭載して走行したが準備ができておらず十分なデータが取れなかった. しかし表示系や通信系の改善, テレメトリーシステムが導入できればデータが正確に取れるのでキャパシタによるエネルギー回収の実験が進めることができると考える.

次年度で問題となるのが後輩の育成である. 前マシンを製作した現 4 回生のほとんどが大学を卒業してしまうので, 春休みの製作期間中に知識, 技術の伝承を行っていきたい. またメンバー全員が現在の状況やタスクを確認し, 行動に移せるように情報の共有も必要である. 1月からはメーリングリストや **facebook** で日報を流すようにしており, これをさらに広げホームページなどに載せれば広報活動にもつながると考える.

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)

NTN 株式会社 クインライト電子精工株式会社 株式会社島精機製作所 ノーリツ鋼機株式会社 株式会社和光ケミカル ロータリークラブ イコマホビー 株式会社ミスミ 白浜町役場 南紀白浜空港管理事務所 和歌山県 和歌山県立紀北工業高等学校