

2010 年度

# ソーラーカーの研究・開発

和歌山大学 **Solar Car Project**

倉本 将平・小島 雄・井上 慶介

藤本 大海・谷口 和行・谷口 智久

岸本 幸子・谷口 祐太

矢倉 正貴・湯川 候士・奥田 博文・谷野 広祐

指導教員 藤垣 元治

## 1. 背景・目的

ソーラーカーを作るにあたり、モーターを制御するための回路設計やマシンの強度を出すための材料力学などを学び、また、「構想→設計→製作→実験→データの取得→改良→レースによる車体性能の評価→新構想」とモノづくりにおける基本を学ぶことで、通常では大学の授業において学び得ない「物が出来上がるまでの一連の流れ」を経験す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。また、カーボンプリプレグの加工法やサスペンションのばねの硬さ、軽量化などのご指導をいただいた。

#### 【大阪産業大学にてソーラーカーの講習会および見学】

関西学生会 6 月度運営委員会および第 147 講演会が大阪産業大学で行われ、講演会に参加した。大阪産業大学ではクリーンエネルギーを活用した様々な車を研究されており、改めて、ソーラーパネルだけでなくほかのクリーンエネルギー活用の例を学ぶことができた。また、今後四輪マシンの設計の参考になるマシンの見学会にも参加させていただいた。

#### 【学内試走】

6 月 13 日早朝に学内でソーラーカーの動作チェックを行った。昨年度は鈴鹿サーキットでの公式試走会にて、モーターコントローラーの動作チェックを行わなかったため走りだせない事態が起こったので、今回は試走会前の各部分最終チェックを行った。途中雨が降り出したため、小 1 時間ほどの試走になった。その後はピット作業の練習を新入生とともに行った。

#### 【Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿 2010 公式試走会参加】

6 月 28 日の早朝からの試走会だったので、前日の夜より鈴鹿市内に入った。28 日ゲート開門とともにサーキットのピットに入り、最終チェックを行った。時間に余裕を持って試走開始することができた。走行中、1 回生の参加がなかったため、しっかりと 1 年生にピット作業を指導することができなかった。マシンに異常がなく、3 人ドライバー交代も順調に行えた。エネルギー管理は初心者ばかりだったが、体重差も考慮不足があったが、スムーズに行えたと思う。今まで、カウルが熱や直射日光に弱く、走行中以外のパネルからの充電は行っていなかったが、今回昼休憩の間パネル充電を行うことができた。パネルからの充電で電圧が回復するが、電流は、あまり回復してこないことがわかった。

#### 【プロジェクト並びにクリエの紹介】

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。

### 【Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿 2010 参戦】

7月29日～8月1日に行われた Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿 2010 に参戦した。

1年生にエネルギーマネジメントのためのタイムキーパーをしてもらい、予選前のバッテリーの追い充電をおこなった。タイムキーパーの練習が不足していたためデータロガーとのデータとすべて比較できるに至らなかった。途中、残量計（浪越）の電圧の振れ幅が大きく誤ったデータを読んではまった。ホーンが熱および補器バッテリーの残量がなくなり、機能しなくなった。しかし、ホーンは復旧したがLCDが示さなくなった。予選は結果3位、本戦は結果9位に入り、1ケタの順位に入ったが、バッテリーを使いきることができず、まだ走るだけの電流電圧があったことで、エネルギーマネジメントの勉強、バッテリーの特性の勉強不足があらわになった。



図1 Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿 2010の様子

### 【学内試走】

11月14日、エコカーフェスタ 2010 大会の事前チェックとして学内試走を行った。主に足回りの干涉チェック、操舵角の調整を行った。

### 【エコカーフェスタ 2010 参戦】

11月28日に行われたエコカーフェスタ 2010 60分耐久レース EV部門に参戦した。

一回生ドライバーの練習も兼ね本戦はメインで走行してもらった。予選、大会出場が2週間前に決定したこともあり、配線の結合部分がうまくつながっていなかったため、途中電気が通らず停止してしまうトラブルが発生した。しかし、本戦では完走し、優勝することができた。今大会では、キャパシタを積んでのデータ収集も行うことにしていた。しかし、データロガーが作動せずデータをとれていなかったため、データを比較することができなかった。しかし、キャパシタへの充電効率がバッテリーへの充電効率より上回っていたことがわかった。全体を通して、事前準備の不足があらわとなってしまった。

広報活動において、他の参加チームはほぼ乗用車での参加であったため、あまり広くは知られていないソーラーカーについてしてもらおうことができ、効果的であったと考えられる。

## 【おもしろ科学まつり】

今イベントにおいて、一回生が中心とし、イベントを企画した。企画をし、実際モノを作り、人前で発表するという、マネジメントから製作までを体感してもらうのを目的とした。自転車発電・充電する仕組みを説明するキットとパネルで発電しモータを動かし動くキットを製作し、ソーラーカーの一つ一つの仕組みを子供たちに知ってもらうことができた。また、今回は今までになく、学内敷地で、人がいる中でのデモ走行が行えた。



図2 おもしろ科学まつり ミニソーラーカーの紹介

## 【西日本ソーラーカー製作講習会】

1回生4名、2回生1名が芦屋大学で行われた講習会に参加した。製作手順を学ぶよい機会になった。また、エネルギーマネジメントの仕方、製作の仕方、図面の書き方などソーラーカーを製作するにあたっての道筋、これからのプロジェクトの方向性を考えるよい機会となったと考えられる。東海大学の木村先生の話は興味深く、より一層理解を深めることになった。

## 【和歌山大学学長表彰】

2月18日、本大学において、エコカーフェスタ2010の成績を評価され、学長表彰をいただくことができた。

## 【プロジェクト並びにクリエの紹介】

おもしろ科学まつりのように年齢層がバラバラではなく決まった年齢層に合った説明をするように心がけた。また、より大学やクリエ・プロジェクトの事を知ってもらうきっかけになるようなプレゼンテーション能力の向上のよい機会になった。同時に視覚でも印象に残るような展示パネルを製作し、大学のホームページに印象的なバーナーを提案し、掲載してもらえた。



図3 大学ホームページのバーナー

## ○製作状況

### 【フットブレーキの改良】

ドライバーの身長差をカバーするため、フットブレーキに段差を付け、フットレストの位置を変更した。体重差を埋めるためのバラストが 10 キロあり、板状にすることによりスペースを確保し固定することができた。

### 【新スパッツの製作、操舵角の調整】

後輪に装着しているスパッツにタイヤを出すために空けている穴が大きすぎるため、後輪のスパッツを新規に製作した。新しいスパッツはタイヤの大ききギリギリの穴があけられ、無駄な空気抵抗を減らすことができていると思われる。

前輪に装着しているスパッツはタイヤが左右に動くために、大きくハンドルを切った際にスパッツとタイヤが干渉してしまう。そこで、ハンドルの切れ角を制限する装備を設けて干渉するまでハンドルが切られないようにした。

### 【ロールバーの強化】

昨年の Dream Cup 参戦時にロールバーの大きさが不十分であると指摘を受け、昨年はそのまま出走することが許されたが、今年は既存のロールバーにアルミの中空パイプを溶接することでロールバーを強化した。これにより今年は車検を問題なくパスすることができた。

### 【バッテリーBOXの製作・改良】

バッテリーを搭載するとき、これまではバッテリーBOXに入れた後シャーシに荷造り用のロープで固定する方法を採用していたが、今期このバッテリーBOXを改良し、シャーシ横側のバッテリーマウントにねじ止めできるようにした。これにより加減速、旋回時にバッテリーBOXがずれることがなくなり、マシン全体の安全性能が向上した。

### 【計器類の改善】

バッテリーの電圧流と残量を表示する計器の表示に誤差が生じていた問題の原因究明にあたり、修復することに成功した。また、新たに PIC と LCD 液晶表示器を用いてバッテリーとソーラーパネルの電圧・電流・積算消費電流を表示させる計器を製作した。

### 【足回り装備の改良】

ソーラーカーのブレーキには自転車用の油圧ディスクブレーキを使用しているが、Dream Cup 参戦前にブレーキ装備を一新した。これまで使用していたブレーキディスクは摩耗と変形で十分な性能を得られていなかった。今回のブレーキ装備の交換で以前と比べて制動力が向上し、安全性能がより高まった。

また、足回りの強化としてフロントサスペンションスプリングの変更とリアサスペンションのダンパー・スプリングの交換を行った。今回の交換では足回りを固める方向にセッティングを変更し、コーナリング時の限界が高くなったほか、加減速・旋回時の荷重移動が少なくなって操作性が向上した。Dream Cup を終え、大学に帰還してからマシンの点検を行っていたところ、右前輪サスペンションのスプリングを固定する部品のねじ部分が破損して固定できていない状態になっていた。そこで車高調整の幅が広がるように設計を変更して、新たに部品を製作した。

## 【回生ブレーキによるキャパシタへの充電の確認】

エコカーフェスタ 2010 に向けて、キャパシタを搭載し、回生ブレーキによって戻る電流をキャパシタに入れることを行った。電流 0A からのフル充電には時間が要したが、取り出すにあたって何の障害もなかった。今後時間や、大電流の戻り場所がない場合などの課題点を解決していく必要がある。

## 【その他】

足回りやマシンの消耗した部品を交換するにあたって、スパーサーを作り直しマシン全体を磨いた。現在 NGM 用のスイングアームとそれを制御する電子基板の製作中である。

## 3. 結果・成果

学内試走にむけてマシンの製作の大詰めはソーラーカープロジェクトのメンバーにとって初となる、チーム全体が集合しての作業となった。ここで、2 回生以上の上回生は 1 回生に製作方法を指導いく中で 1 回生の技量や得意不得意を判断することができた。このことは今後のチーム運営及び仕事の振り分け時に大きく影響し、効率の良い作業手順が得られたと思われる。また、作業台上でのチェックでは発見することのできなかつた、タイヤがスパッツやカウルに干渉する箇所を確認することができた。この問題は鈴鹿サーキットでの試走会までにハンドルの舵角を制限する機構を新たに製作することによって解決できた。

鈴鹿サーキットでの試走会までは学内での試走会で判明した問題点を効率よく解決してゆき、出発前の事前準備を十分に行えたことで当日は時間的に余裕をもって行動することができた。また、準備の甲斐あつてか、大きなトラブルは発生せず規定時間内には有意義に走行データの収集を行うことができた。

試走会で得られた走行データをもとに最適なギヤの減速比を再計算し、Dream Cap ソーラーカーレース鈴鹿 2010 に挑んだ。また、バッテリーの充電方法について紀北工業高校の藪下先生にアドバイスをいただき、自動充電器による充電に加えて直流電源装置を用いた充電を行った。しかしながら、試走会と違ってドライバーの体重によるハンデ用のウエイト 10kg を搭載したことや、バッテリーの残量を正確に把握できなかつたことから、予選では好ラップタイムを目指す走りでも予選 3 位の成績を残しながらも、本戦では 9 位という結果に終わってしまった。ベスト 10 に入れたことは誇りであるが重量バランスやバッテリーの残量を正確に把握することでよりよい結果を残せたのではないかとすると後悔が残る。

Dream Cap ソーラーカーレース鈴鹿 2010 当日の人割りでは、人によって仕事の量が大きく異なつていたり 1 人に負担がかかりすぎたりするなど様々な問題が生じてしまった。このことから、今後のプロジェクト運営では学外でのイベントなどの際に、多くの人数を効率よく動かす方法を検討することが重要ではないかと考えている。

白浜試走会では、バッテリーの電気容量の違いによる性能をテストでき、1 回生のピット練習、ドライバーの一定走行・無線の指示による走行の練習ができ、有意義なものになった。データロガーからのデータ整理もメンバー全員ができるようになった。同時に行ったラミネート前後の太陽光パネルの発電効率実験では、今まで表面に何の加工もされていないものより、ラミネートを施したパネルの方が、強度が上がり、割れたりする破損が少なく、発電できることが分かつた。

エコカーフェスタ 2010 では、ピット練習がうまく身についておらず、手書きでとるデータが取れず、ロガーからのデータも、操作ミスにより取り出すことができなかつた。キャパシタを搭載しての走行が参加メンバーでは誰もしておらず、準備万端ではなかつた。それにより予選配線がつながっていない

いトラブルが発生した。しかし、予選の断線トラブルを解消し本戦では、マシン自体は万全の態勢で送り出せた。その結果、完走し学長表彰をいただけた。乗用車での参加がほとんどだった今大会では、ソーラーカーは目立つ存在となり、より一層ソーラーカーにたいする理解を深め、広報活動として効果的だったと思われる。

おもしろ科学まつりでは、1回生にこのイベントに対してのチームマネージメントをおこなってもらい、小さなイベントから、プロジェクトの運営の仕方を学んでもらおうとしたが、結果として、スケジュールが思うように進まなかったり、製作面での技術が追い付いていなかったりし、マネージメントとしては失敗だったようにおもう。しかし、イベント当日、出店時にはすべてのモノがそろっている状態にできた。

#### 4. 今後の課題・展望

4輪マシンに関する部分(特に製作部分)について、2011年のソーラーカーレース鈴鹿は現行マシンを用いることも現在のレギュレーションが変更されない限り可能である。しかしそれ以降のソーラーカーレース鈴鹿の成り行きが未だに不明であることと、現在使用している3輪マシンのシャーシが製作開始から約5年が経過しており、スイングアームが最も顕著に表れたが、かなりの老朽化が始まっていると考えられる。これらに伴い、改修を行うのではなく設計し直して新たなマシンを製作しようと考えている。現在のところ、NGM用スイングアームをもとに4輪の設計をし、製作にあたっていく予定である。上でも述べたとおり3輪マシンから受け継げるところは受け継いで使用する。

いきなり人が乗れるようなマシンを設計するのではなく、今年度はヒアリング審査で述べたとおり試作車を製作する。車内空間のレイアウトモデル、風洞実験用のカウルのモデルなどの製作を行う予定である。これらの製作の為に2D,3DCADの使い方を1~3回生が習得することを目指す。

その他の研究内容等に関して以下に記す。

現在のメンバー内で電気回路を製作できるメンバーが非常に少ない。1回生の中には希望しているメンバーもいるので、練習も兼ねての基礎固め、後々にはレース中にドライバーが読み上げているデータの送受信の回路の作成等を行ってもらおう予定である。

三菱電機株式会社より提供されているソーラーパネルのラミネートの研究を行う。ラミネートの行われていない状態のソーラーパネルの発電量とラミネートをおこなった状態のソーラーパネルの発電量を比較し、ラミネートによる損失を算出する。また、日射角度による発電量を測定するなどの実験も行う。

現在使用しているGFRPやCFRPの強度計算を以前行ったが、前回は材料以外にも最も高価なドライカーボンの強度計算を行っていなかったため、こちらも行おう予定である。これに伴って従来のハンドレイアップではない、恒温槽を用いてカーボンを焼くためのエポキシの硬化特性などの調査を行い、理想的に焼いたカーボンの強度計算を行う。また、前回とちがいが何枚も積層した場合についても強度計算を行う予定である。

今後の一番の課題は、知識ある先輩が今期でぬけるので、知識の伝承・技術の伝承を早急に行っていかなければならない。春休みを利用し、先輩方の持てる知識を今後活動していくメンバーで共有できるように活動時間を増やしていきたいと思う。

## 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