

2009 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

藤本 大海・谷口 和行・谷口 智久・鎌田 直也

岸本 幸子・栢原 慎太郎・叶 秀征

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の基本を学ぶことで、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）

### 【紀北見学会】

毎年の恒例として、新1回生に数々の大会で優勝経験のあるソーラーカーを見てもらうために4月30日に和歌山県立紀北工業高等学校にお邪魔し、藪下能男先生にソーラーカーを見せていただいた。また勉強会とし、CFRP成型の詳しい説明やマシンの軽量化、4輪のマシンの設計などをご指導していただいた。

### 【学内試走】

7月20日に予定していたが雨のため延期となり、7月29日の早朝に学内にてソーラーカーの動作チェックのため試走を行った。ソーラーカーレース鈴鹿でのドライバーチェンジやタイヤ交換などのピットでの作業を練習するつもりであったが、作業のわからない一回生がおらず人数が少なかったため、あまり練習ができなかった。しかし、新カウルを載せて走ったところカウルとタイヤの干渉はなく、スムーズに走ることができた。

### 【試走会 in 鈴鹿サーキット】

ソーラーカーレース鈴鹿2009のための試走会が6月15日に鈴鹿サーキットにて行われた。試走会では以下のことを行った。

- ・各所動作チェック
- ・ピットでの作業練習
- ・エネルギーマネジメントの練習
- ・ドライバーの走行練習
- ・新カウルでのテスト走行

試走会后、ミーティングにて反省会を行い本番への調整をした。

### 【ソーラーカーレース鈴鹿2009】

7月31～8月2日に鈴鹿サーキットにて行われる「ソーラーカーレース鈴鹿2009」に参戦した。この大会は国際大会であるので本自主演習での結果を一番大きく評価できるものと考え出場しているものである。

今回は、昨年に比べてマシンの完成が遅れており、テストによってドライバーの到着も遅れていたことから公式車検を円滑にパスすることができなかった。

また、昨年と同様に今年度も人員にも富んでいたが、仕事の割り振りがきちんとできてい

なかったうえ 1 回生への指示も十分にできなかったため、きちんと割り振る事によるピット作業を円滑に進めることができなかった。予選は早朝に公式車検があったため 6 周ほどしか走れなかったが本戦のスタートは 63 チーム中前から 23 番目で始めることができた。しかし、本戦ではギアボックスのスプロケの軸が外れるという予期せぬアクシデントに見舞われ、ピットに戻って修理をすることができなかったのでリタイヤせざるを得なかった。

#### 【学内試走】

9 月 25 日に行った学内試走では、走行データの取得や鈴鹿で行われたソーラーカーレース以降に施した改良した結果を確認、改良すべき点を見つけるために行い、様々な改良点を発見することができた。

#### 【ノーリツ鋼機(株)敷地内でのテスト走行】

10 月 21 日 ノーリツ鋼機(株)敷地内でのテスト走行を行う予定であったが、豪雨のため 2009 年ソーラーカーレース鈴鹿同様の防水加工までは施したが、危険と判断したため中止という形になった。試走会の目的は、走行データの取得、マシンの走行中・走行後の状態を確認するためであった。しかし、イベントでの準備の流れや車体の運び出し、車体とバッテリーのくくりつけ方など経験の浅い一年生にとっては練習となった。新加入の一年生・栢原くんもこの時から参加となったのも収穫の一つだった。

#### 【おもしろ科学まつり、自主研究フェスティバルでの展示】

11 月 14, 15 日、和歌山ビッグホエールにて行われた 2009 おもしろ科学まつり・和歌山大会に参加した。

1 日目、2 日目ともに子どもたちだけでなく、一般の方々にも科学について興味を持ってもらおうとソーラーカーの動く仕組みや性能についての説明を行った。また、1 日目は会場の中央で 30 分だけ発表する時間があり、より多くの子どもたちにソーラーカーについて興味を持ってもらおうと実際に乗ってもらったほか説明や写真撮影を行った。ブースでは、モーターのしくみを説明し、手回し発電機を用いての実体験などを行った。

#### 【旧白浜空港での試走】

8 月に行われた“DREAM CUP ソーラーカーレース鈴鹿 2009”では雨天のため、正確なデータを取得できなかったため、正確な走行データの採取ということで紀北工業高校の藪下先生のご指導のもと旧白浜空港での試走会を実施した。両日とも天気は良好であったが、2 日目は強風であったため走行練習という形をとり、1 回生を含め参加メンバー全員が試乗する形となった。カウルの変更、ギアボックスの取り付けが今回の実験と昨年の実験との主な違いである。

#### 【和歌山大学・徳島大学中間発表】

12 月 5 日に行われた、自主創造科学センタークリエにおいて、プロジェクトの中間発表を行った。中間発表では前期までの活動報告と 2011 年のオリンピッククラス参戦に向けたマシン製作の展望を報告した。また、徳島大学の学生に実際にソーラーカーを見せ、説明するなど交流を深めることも行った。

### 【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、学内でも後期当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説明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。

### 【“西日本ソーラーカー製作講習会”に参加】

2月13日に芦屋大学の西日本ソーラーカー製作講習会に参加した。オーストラリアで開催された“グローバルグリーンチャレンジ”で総合優勝した、東海大学の機械・電気面それぞれの講習をはじめ、様々なチームの製作・活動についての講演を聞く機会であった。また、講習会の最後に討論会もあり、今後の活動にかかわってくることも多数あった。

### 【カウルの製作】

今期の主な活動は、昨年から行われている新カウルやスパッツの製作の引き継ぎと完成、それに伴う1回生へのFRP技術の伝承である。新カウルは昨年に製作した製品とハニカムの板をエポキシ樹脂とガラスクロスを用いて合体させ製作した。スパッツは1回生とともにポリエステル樹脂とガラスマットを用いて製作したが何度か失敗もあった。

また、サスペンションにかかる力を軽減し、車体を安定させるためにスイングアームを溶接によって伸ばした。

### 【コンポジット材強度計算】

2月末にコンポジット材の種類別での強度計算を行った。今後のマシン製作への利用やコストを比較するために実験をおこなった。評価は重量に対する最大荷重、変位量を比較することを対象とした。

はじめにカーボンのコンポジット材を製作し、以下の方法で実験を行った。

実験方法

50[mm]幅の材を200[mm]の距離をあけた平行な2直線で下から支持し、その中心で直線に平行な線上に力を上からかけた。

実験結果

ハニカム材は最大荷重を超えると上面が剥離した。

スタイロ材は最大荷重を超えると上面に亀裂が生じた。

スタイロフォームは変形し、変位量が35[mm]を越えたあたりで割れた。

表 1 実験結果 重量と最大荷重、変位量の比較

材料	重量	最大荷重[N]	変位量[mm]
----	----	---------	---------

ガラススタイロ 6mm	15	58.0	3.5
ガラススタイロ 10mm	16	74.5	3.31
ガラスハニカム	21	72.5	3.91
カーボンハニカム①	22	128.5	3.42
カーボンハニカム②	18	116.0	3.21
カーボンハニカム③	24	117.0	3.01
カーボンハニカム④	20	93.5	2.63
カーボン平均	21	113.75	3.0675

#### 考察

ガラススタイロを比較すると、厚みが増したことでせん断応力が減り、大きな荷重に耐えられた

ものと考えられる。

ガラススタイロをガラスハニカムと比較すると、挟んでいる材との接触面積が少ないため、剥離が早かったものと思われる。

カーボンハニカムをガラスハニカムと比較すると、表面の強度が高く変位が少ないので、大きな荷重に耐えられたものと考えられる。

カーボンハニカムを比較すると、重量・強度にも差があることから、繊維のシート全体に樹脂が

均等に含浸していないと考えられる。

#### 今後の展望

強度実験結果より、カーボンスタイロの強度が強く、重量が軽いものが作ることができると考えられる。

#### 【現行マシンの改良】

2009年のソーラーカーレース鈴鹿では、車体が完成したというにはまだまだ至らない部分が多かったことや、学内試走、白浜試走会での実際の走行でほとんど完成した時点での新たな問題点が浮かび上がった。

まず、初めに全体の塗装を行った。これはチームの印象・防水も兼ねているため非常に重要な部分であるとし、早急に仕上げる必要があると考えた。デザインから自分たちだけでなく、学内にも募集をかけたりにして、メンバーで最終的に今のデザインを採用した

次に、アッパーカウルとローカウルの接合の調整を行った。マシン完成時からの問題点としてずっと課題になっている点である。理由としては高剛性の金属部分ではなく CFRP

の薄い部分やアッパーカウル自身の自重による形状の変化に伴い、載せ換えるごとに取り付け位置が変化することが原因と考えられた。また取り付け具の位置にも問題があり、それも解消する必要があった。取り付け位置をずらし、カーボンなどを用いて取り付け部分の補強をおこない、3月の学内試走において解消できているかどうかを検証する予定である。

この他には、ギアボックスの設計、キャノピーの調整やパネルの配線や、以前作成したスタイロのコンポジット材が不足してきたこと、一年生はコンポジット材を製作したことがなかった、技術の伝承、という3つの点からスタイロのコンポジット材を作成した。コンポジット材はアッパーカウルの補強などに使用した。

### 【カウルとスパッツの固定方法】

簡単に取り付けられるように思われるかもしれないが、一筋縄ではいかない問題である。ズースという部品でアッパーカウルとローアカウルを取り付けている。これは他のチームでも採用されている一般的な固定方法である。しかし、僕たちのマシン場合、アッパー・ローアカウルともに厚さが12mm程度あるため、ズースのストローク量の限界を超えているため他のチームをまねしただけではつかない。この問題は自作した金具で解決したのだが、ズースの取り付け位置がスパッツの内部になってしまうので、タイヤとスパッツの狭い所に手を入れ無理やり取り付け無ければならないのが現状である。

単純にスパッツの外になるように取り付ければよいと思うが、アッパーカウルに金具を取り付ける場所の確保ができないので、簡単にはいかない。現在はマシン横に板を出し取り付ける方法と、無理やりではあるが、現在の位置からずらして、スパッツの外に出す二つの方法を試みている。

### 【突っ張り棒の製作】

スパッツとタイヤの干渉が以前から問題となっていた。うまく干渉を避けることのできない原因として、ジャッキアップしているときと、全装備でソーラーカーが地面に接地している時では、サスペンションの長さが異なるため、上手く調整ができなかった。その問題を解決するために、全装備状態サスペンションの長さを測定し、その長さから数センチ程度調整できるような棒を製作した。

### 【新マシンの構想】

2011年のDREAM CUP ソーラーカーレース鈴鹿において現在のレギュレーションにある3輪マシンの廃止、4輪のマシンへの完全移行が予定されていたため、後期初頭に2011年までに新マシン完成を目標とした計画を立て、マシンの構想をメンバー内で話し合うことを行った。レギュレーションを基に、各自の得意とするまたは、興味の持っている分野から様々な意見を話し合う機会を設けた。設計には至らないが構想段階では様々な形状を考え、その形状の利点などを話し合うことで、お互いの知識や情報を共有する良い機会であった。

### 3. 結果・成果

9月の学内試走、10月のノーリツ鋼機試走会は12月の旧白浜空港での試走会に向けての準備であった。白浜での試走会初日は天候も優れデータの取得など鈴鹿本番を想定しての割り振りを行うなどし、約3時間試走会を行った。1日目の実験データを昨年3月の同場所での試走会のデータと比較すると、正確に比較はしてはいないが、全体的に向上していた。

マシンの改良のほかには、11月に行われた“おもしろ科学まつり・自主研究フェスティバル”やクリエ内でのマシンの展示・紹介など多くの方々に活動を知ってもらうことや、今後の発表のために活かすための経験として非常に良いものであった。

2月の西日本ソーラーカー製作講習会では、さまざまなチームの活動や製作方法、エネルギーマネジメントを知るだけでなく、討論会での今後の日本でのソーラーカーについて議論した。その多くは2011年以降の鈴鹿の話やレギュレーションの変更であったが、不明瞭な点であるために参加した多くのチームが同じ点で疑問点を持っており、そういったことを話し合うことで解決策とは言えないが、1つの案として考えを持つことができたのは非常によかったと考えられる。

コンポジット材強度試験では、現在解析中であるが、今後のマシンを作る上で、部分ごとに素材を変更するなど、コスト・剛性・重量など様々な面で比較し評価を行い、扱いが容易で比較的加工しやすくかつ剛性のとれる材料の選定などを行っていくことをかんがえると非常に重要であると考えられる。

現在のマシンの改良(電装系統・カウル・シャーシなど)が完成に近づきつつある。マシンの完成度が上がったことは成果と言える。また、情報共有のために文章やデータで残していることで、定量的な形で技術の伝承が実現できた。新マシンでは鈴鹿のソーラーカーレースに出るだけでなく、ナンバープレートの取得という新しい方向性も生まれた。(この背景には、ソーラーカーレースの先行きが不透明なことなどがある)

### 4. 今後の課題・展望 (今回見つけた問題点, 今後の予定など)

短期的な計画・目標は、3月20日21日に予定している、旧白浜空港での試走会での現行マシンの再評価を行い、“FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP DREAM CUP ソーラーカーレース鈴鹿 2010”に向けてエネルギーマネジメントの調整を行い、上位入賞を目指す。

長期的な計画・目標は2011年にDREM CUP ソーラーカーレース鈴鹿での大幅なレギュレーション変更に伴い、3輪である現行マシンは使用不可という発表が以前なされていたため、4輪の新マシンを設計・製作していく予定であったが、新レギュレーションがまだ不確定なため、現行マシンの改良を進め、新マシンは開発していく準備を2010年は進めていく予定である。今年のソーラーカーレース鈴鹿が開催された後に2011年以降の話題が展開されることが予想され、それまでには設計段階ではマシンの基礎設計は完成させたいと考えている。

チーム全体としては、あらゆる面での技術継承不足がやはり多く見受けられる。今後はよりチーム内での連絡を密に取り合ったり、会議以外にも話し合ったりチーム内で講習会を開くなどして改善していきたい。

しかし来期からプロジェクト申請がなくなり可能性があり、事実上予算がなくなってしまう。この問題を解決するために、スポンサーの獲得や個人出資などを行う必要があると考えている。

## 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・敬称略）株式会社トヨタレンタリース N TN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