

# 低公害車の研究・開発

和歌山大学 Solar Car Team

小佐田 真克・山路 浩之  
倉本 将平・小島 雄・比嘉 佑樹  
鎌田 直也・高田 政裕・谷口 和行・谷口 智久・藤本 大海  
指導教員 藤垣元治

## 【演習の目的・背景】

現在多くの資源の枯渇が叫ばれている昨今, いかによりエネルギーを効率よく使用すると共に新しいエネルギーの開発が必要とされている. これらの研究に必要な技術もしくは知識の基礎を習得し, 多くの実践的な経験を積み未来に役に立つ物を作ることに貢献できるようになることを目的とし, ソーラーカーを製作している. また, 各イベントに参加することで, 地域の人々に簡単なソーラーカーの仕組みを伝える.

## 【ソーラーカーについて】

ソーラーカーは基本的に電気自動車である. 電気自動車は年々進化し, その加速性能・エネルギー効率の良さなどの観点から, 近い将来にはガソリン車に代わる交通手段として台頭する可能性が高い. しかしバッテリーの容量には限界があり, 現在は実用に至っていない. 小規模であっても発電を行い, 走行し続けることが可能なソーラーカーは有望な技術である.

## 【演習の実施方法】

1. 車体を剛性・安全性の強化と走行抵抗の低減を行う. 特に新カウルの製作で走行抵抗のなかでも空気抵抗の向上を行う. 必要とされる FRP の加工技術や, 金属加工技術の高度化も加えて実施する.
2. 路面追従性と乗り心地の向上の為にフロント・リアサスペンションの改良を行う.
3. バッテリーの高性能化と MTTP (最大電力点追尾装置) の設置を行う.
4. 各地で行われる大会に積極的に参加し, 車体性能の確認やチーム運営の向上を図る.
5. 製作と共に必要技術の研究開発や, 子供たちへの教育プログラムの実行も行う.

## 【演習の実施内容】

### 【活動内容】

#### ● 紀北見学会

毎年恒例である、新入生への数々の大会で優勝経験のあるソーラーカー見ってもらうために5月6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、今季の課題であるFRP成型によるカウルの製作法や鈴鹿での作業内容などをご指導していただいた。



図 1 紀北マシン見学会

#### ● ソーラーカーレース鈴鹿 2008

8月1～3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 2008」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。昨年度より製作面で余裕があったので十分に車体を整備調整することができ、公式車検を円滑にパスすることができた。

今年度は人員にも富んでいたが、試走会では各人員への仕事の割り振りがしっかりとできていなかったがきちんと割り振る事によりピット作業を円滑に進めることができた。今回もホイールが抜けるなど予期せぬアクシデントに見舞われたが、スムーズなピット作業によりなんとか復旧することができ公式予選を1周だけ走ったのにも関わらず20/51位であった。

試走会の後からミーティングを重ねエネルギーマネジメントに力を入れた。図3のようなエクセルファイルを作りドライバーとの無線通信によりサーキット1周毎の車体状況がわかるようにした。決勝結果は11/51位であった。

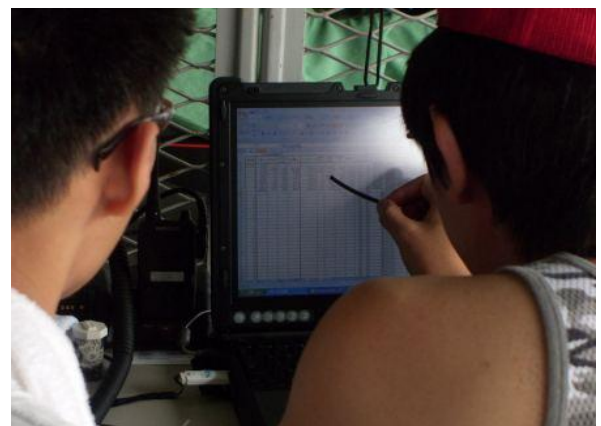


図 2 8月に行われたソーラーカー鈴鹿におけるピット作業の様子

2008年鈴鹿テストラン [互換モード] - Microsoft Excel

MS Pゴシック 11

標準

条件付き書式

セルのスタイル

挿入

削除

書式

オートSUM

フィル

クリア

並べ替えとフィルタ

検索と選択

編集

K11 =IF(E11=""&""&E11/4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	2008年鈴鹿テストラン																					
2	周回数	BT[Ah]	PANEL [Ah]	BT電圧	TIME	ラップタイム	消費 [A]	残量 予測	発電量 [A]	単電圧	T周回数	A周回数	残り時間	予定時間	余り時間	周回数	残量	電圧	消費電流 [A]	ラップ速度 [km/h]	消費電力 [W]	
3	START	0	0	52									4000	81500			54					
4	1	2.65	0.122	48.8	1022	0.1022	2.65	43.4	0.122	12.2	4	20	0.29.38	8.25.22	0.08.54	1	51.35	48.8	2.772	33.7	135.2736	
5	2	5.32	0.218	48.56	1643	0.06.21	2.67	38	0.096	12.14	6	20	0.23.17	8.31.43	0.04.14	2	48.68	48.56	2.766	55	134.31696	
6	3	7.8	0.2888	48.375	2235	0.05.52	2.48	38.76	0.0708	12.09	6	21	0.17.25	8.37.35	0.05.41	3	46.2	48.375	2.5508	59.5	123.39495	
7	4	10.55	0.4	48.22	2822	0.05.47	2.75	35.2	0.1112	12.06	7	19	0.11.38	8.43.22	0.00.04	4	43.45	48.22	2.8612	60.4	137.96706	
8	5	13.02	0.52	46.95	3421	0.05.59	2.47	38.51	0.12	11.74	6	21	0.05.39	8.49.21	0.05.39	5	40.98	46.95	2.59	58.4	121.6005	
9	6										6	21		8.55.20		6	38.51	46.95	#VALUE!		#VALUE!	
10	7										6	21		#VALUE!		7	#####	46.95	#VALUE!		#VALUE!	
11	8										6	21		#VALUE!		8	#####	46.95	#VALUE!		#VALUE!	
12	9										6	21		#VALUE!		9	#####	46.95	#VALUE!		#VALUE!	
13	10										6	21		#VALUE!		10	#####	46.95	#VALUE!		#VALUE!	

走行データ、1週あわりの消費電力 計測表

図 3 エネルギーマネジメント



図 4 8月に行われたソーラーカー鈴鹿におけるピット作業の様子

## ● おもしろ科学まつり in 田辺

8月9・10日には、田辺市内で行われた「おもしろ科学まつり」に参加した。

出展内容は、

- ・ 太陽電池からキャパシタへ充電した電気を放電する実験
- ・ 電池を用いた簡単なモータの仕組みがわかる工作

であった。

これは、旧白浜空港での実験教室の内容と同一であるがお客さんが来なかったので転用した。多くの子供が参加し大盛況であった。一年生たちも積極的に子供たちに説明をし、僕たちにとっても大変よい機会となった。

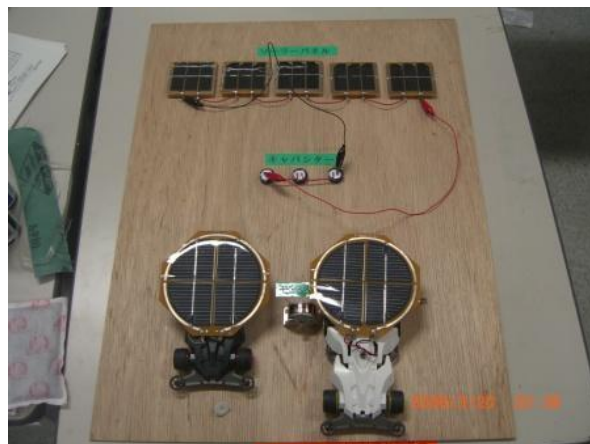


図 5 世界一簡単なモータ (左) とキャパシタの充放電実験 (右)

## ● “和歌山オールトヨタプレゼンツ”での展示・デモ走行

10月4・5日にマリーナシティで行われたトヨタの展示会に出展した。一日目は会場前の駐車場でデモ走行を行い、一般の人たちは普段見ることのできないソーラーカーの走行シーンの迫力と走る仕組みや工夫した点についての説明、さらにスプロケの交換をし、ピット作業の風景も間じかで見てもらい地域の人々にプロジェクトの活動内容に関心を持ってもらった。同時に屋内で「EV CAR」の展示も行った。

2日目は悪天候により屋外でのデモ走行は中止になったが、屋内の未来ステージにてロボットプロジェクトとともに、科学・ものづくり・創造する楽しさを来場した子供たちに伝え、ステージに上がらない時間はソーラーカーと「EV CAR」展示し、興味を持ってくれた来場に者簡単な説明をした。その間「FM 和歌山」の生放送に出演し活動内容を紹介した。一日目とは違う形になったがこの日は細部に渡る説明ができ、違った一面を見せることができた。また、未来ステージは小さいスペースだったが走行し小回りが利くことで周囲を驚かした。



図 6 未来ステージにて



図 7 スプロケ交換の様子



図 8 ラジオ出演をしている様子

## ● 徳島大学中間発表

徳島大学と共同で行われるプロジェクト中間発表に参加した。PowerPointを使ったスライドを作成や紹介用冊子を作成したことで自分たちの活動を振り返る機会となった。徳島大学との交流や和歌山大学の他のプロジェクトの活動の紹介を聞き、自分たちのほかにも面白いプロジェクトがあるという発見と刺激があった。また、和歌山大学の「クリエ」にあたる徳島大学の「イノベ（イノベーション人材育成センター）」を見学した。



図 9 会場の様子



図 10 発表の様子

## ● 和歌山ロータリークラブでの展示

1月28日に和歌山県西ロータリークラブのご招待により例会にソーラーカーを出展させていただいた。会場がラヴィーナまでと近距離だったのでキャンパス内自走して搬入し、例会の中で藤垣先生に簡単な紹介を行っていただいた。例会終了後には主井会長を始めとする会員の方々に実際にソーラーカーを見てもらい質問に答えた。



図 11 ラヴィーナにて会員の方々の質問を受ける

● プロジェクト並びにクリエの紹介

大祭開始前に芦原小学校・信愛高校の生徒が見学に来られたので、クリエについて説明した。ソーラーカーチームでは、ソーラーカーの説明のほかに、EV CAR, 科学の面白さ, 大学生活なども説明した。



図 12 大学見学者に説明をする様子

## ● “西日本ソーラーカー製作講習会”に参加

2月14日に芦屋大学で行われた“電気自動車・燃料電池車・ソーラーカー製作講習会”に参加した。この日はシニアアドバイザーの藪下先生が大学に来てくださる日でもあったので、当初予定していた人数ではなく数人を大学に残して参加した。製作のノウハウ・FRP・設計・エネルギーマネジメント・エネルギー向上のヒントなど多岐にわたる講演プログラムがあり、大変有意義な時間となった。FRPについては実際に加工したものを休憩室に展示してあり、実際に手に取ることができ勉強になった。他にも、芦屋大学のマシンも展示しており、細部の構造も見ることが出来た。



図 13 FRP 加工の技術の展示



図 14 製作講習会の会場の様子

## 【マシン・カウル製作】

### ● モーターマウント製作

昨年度の白浜試走会時にモータマウントが強度不足の為、変形してしまった。そこで、再設計しなおした、モータマウントを製作し直した。



図 15 モータマウント製作の様子

### ● 紀北工業高校・藪下先生による技術指導

後期は月に2, 3回紀北工業高校の藪下先生を招き、主に FRP 加工技術を指導していただいた。指導内容としては以下である。

- ・ ハニカム材の板

図 17 に示す、ハニカム材を用いた板はカウル作製時に使うもので大きな面積が必要とされる。このハニカム材の板の製作の手順を指導していただいた。

- カウルの型の補修

カウルの雄型を製作する際の注意点は、表面を滑らかにしなければならないことである。しかし、製作時には微細な凹凸ができてしまう。そこで、これを補修するのにポリパテ・プラサフというものを用いる。ポリパテを用いることにより凹凸を、プラサフを用いることによりピンポールを埋める事ができる。作業の様子を図 18・19 に示した。このときの、ポリパテはどのような部分で使い、硬化剤はどのくらいの分量を加えればよいか、ポリパテを盛る時のヘラはどんなものが良いか、プラサフは空気圧、噴射する量など均一に塗る方法など細かく指導していただいた。

- 雌型製作

雄型が完成したのから雌型を作製するが、この際の作業を迅速かつ丁寧に進める為のノウハウを指導していただいた。ノウハウの一つひとつはちょっとした事を変える小さなことではあったが、全体を通して見ると作業を進めるにはとても重要なことばかりであった。

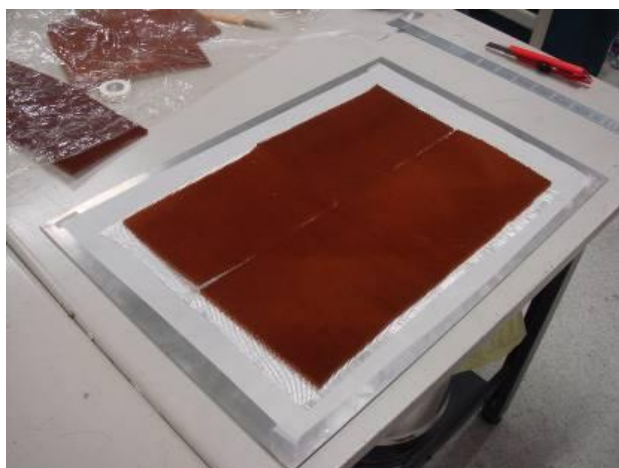


図 16 製作の様子



図 17 製作したペーパーハニカム



図 18 ポリパテによる雄型の補修



図 19 サーフェーサーを吹き付ける様子

- 引っ張り試験機によるサスペンションの研究

現在使用しているサスペンションは、フロント・リアともにやわらかすぎる状態である。よって硬いサスペ



ンションへの交換を考えているが、交換基準として現在のサスペンションの強さ、つまりバネ定数を測定する必要があった。そのため光メカトロニクス実験室の引っ張り試験機を使って力を加え、バネ定数を測定した。サスペンションのバネを外すための“スプリングコンプレッサ”，バネに力を加える為治具を製作した。中央に円筒形の具材を付けたのは、力を加えたときにバネが滑って横方向に飛んでいくことを防ぐためである。

実験の結果図 24 より、フロントサスペンションは  $41.72[\text{N}\cdot\text{m}]$ であった。また、リアサスペンションは  $61.5[\text{N}\cdot\text{m}]$ であった。これを元に現在、新しいサスペンションの設計中である。



図 20 引っ張り試験機



図 21 製作した器具



図 22 スプリングコンプレッサ



図 23 スプリングコンプレッサ使用時

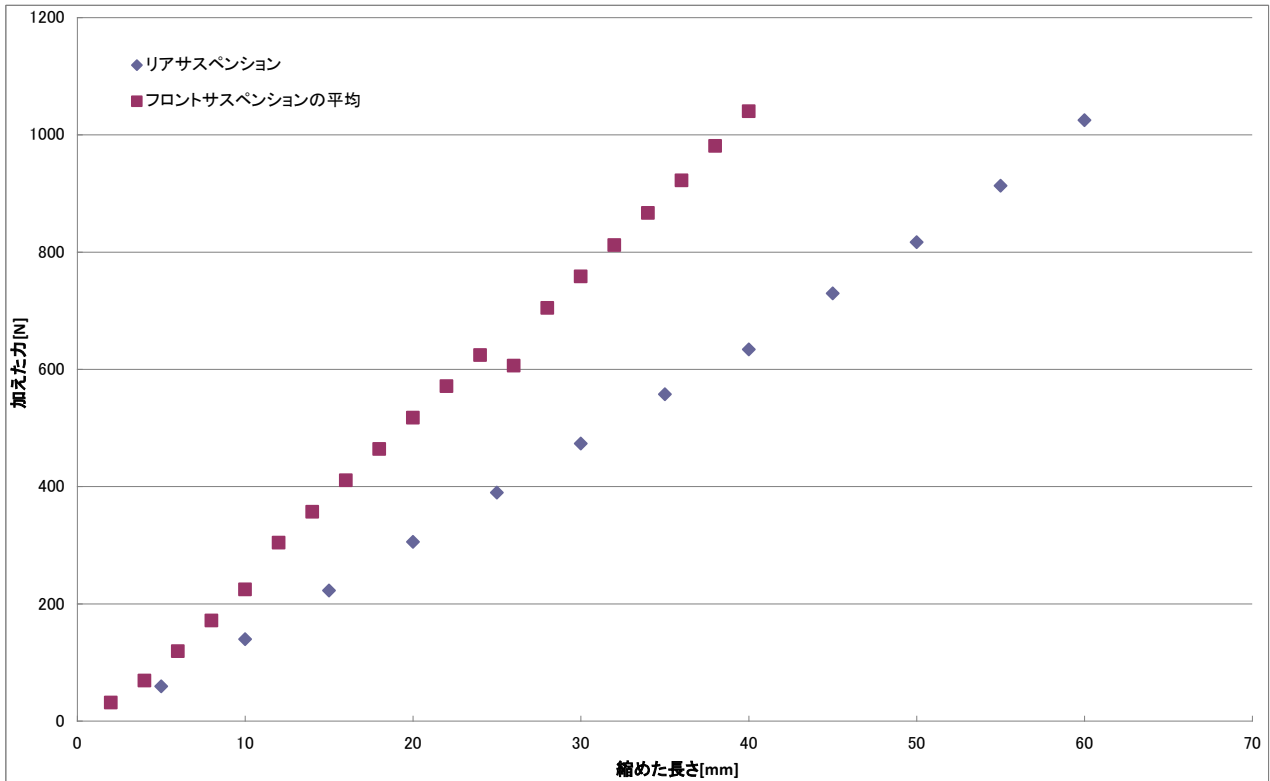


図 24 測定の結果

## ● キャノピー製作

新カウルになるのに伴って、藪下先生から雌型をお借りしてキャノピーの新規製作を行った。今回は以前のものより大きなものとなったことと、カーボン製からガラスマット製になったため多少重量は増えた。製作工程の中で真空引きをして圧力をかけ、さらに炉の中に入れて熱を加えて硬く仕上げたが、室内で作業を行ったため悪臭が充満してしまい炉の中に入れるのは中断した。



図 25 雌型に溶剤を流し込む



図 26 真空引きを雌型にかける様子



図 27 炉の中身

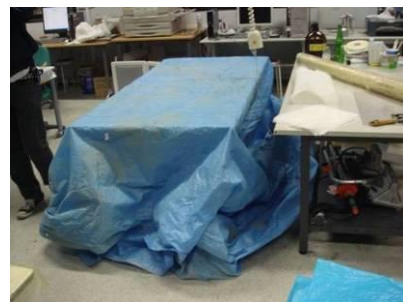


図 28 炉の外見



図 29 新・旧カウルの比較

## ● 炉の製作

製品のカウルを製作する時や、冬の気温が低く硬化が遅い時には炉の中に入れて熱をくわえると強度が増す、硬化時間の短縮などの効果がある。今までは炉がなかったがコンパネを使って簡易的ではあるが製作した。



図 30 製作の様子



図 31 完成した炉

## ● カウル製作

今期はカウル製作に重点を置いて活動してきた。新しくカウルを製作している理由は、主に FRP を用いての軽量化・耐久性の向上、空気抵抗を減らすことである。以前のカウルは主にスタイロフォームとプラスチック段ボールを用いて製作されているので加工は FRP に比べて容易であったが、熱で変形するなど耐久性は非常に弱いものであった。空気抵抗に関しては、以前のカウルに比べて側面の形状を変更することで、正面から見た時に断面積が小さくなるようにすることで減少を図っている。

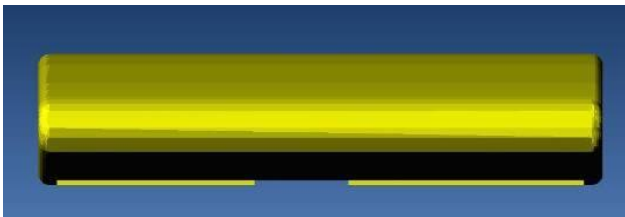


図 32 旧カウル



図 33 新カウル



図 34 大判のスタイロから切り出す



図 35 切り出したスタイロを合わせる



図 36 雄型の成形 (スタイロ)



図 37 雄型の成形 (タルク・ポリパテ)



図 38 雄型の成形 (サーフェーサー)

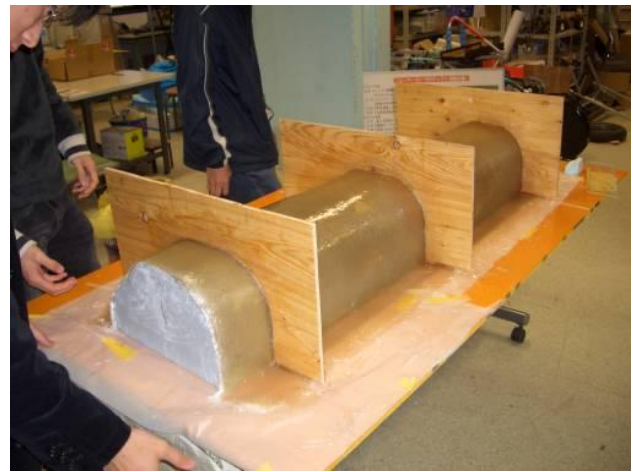


図 39 雌型の製作

## ● シャフト製作

現在のフロントスピンドルシャフトは2年前に製作したもので老朽化に伴って新たに製作した。また、新規性として以前の設計を変えることにより軽量化を図った。変更点としては、中実であるところを中空にした。



図 40 新シャフト

## ● バッテリ特性の測定

バッテリーの特性を知ることは、エネルギーマネージメントをする上で重要である。バッテリーに記載されている公称値は安全面を考慮した値であり、実際に使用してみることでそのバッテリーの本当の容量、限界、特徴などを知ることが出来る。鈴鹿のようなレースでは、この本当の電力まで使用しきる工夫が好成績につながる。今回の実験では、バッテリーに一定の負荷をかけた。測定条件が変化にくいように定電流回路を作り実験した。負荷として  $6\Omega$  の抵抗は負荷分散のため  $10\Omega$  の抵抗を 9 直 15 並に組み合わせて作った。この測定でバッテリーの公称値は  $24[\text{Ah}]$  と記載されているが、実際は  $25[\text{Ah}]$  まで使用することが可能とわかった。

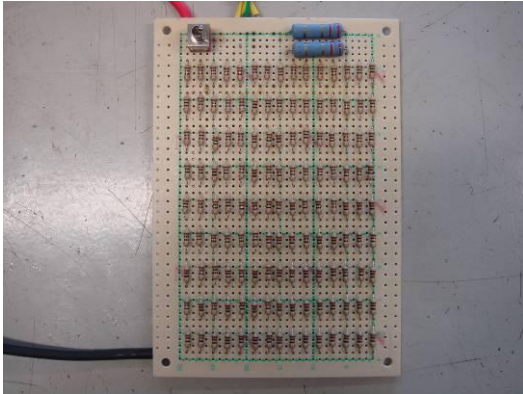


図 41  $6\Omega$  抵抗

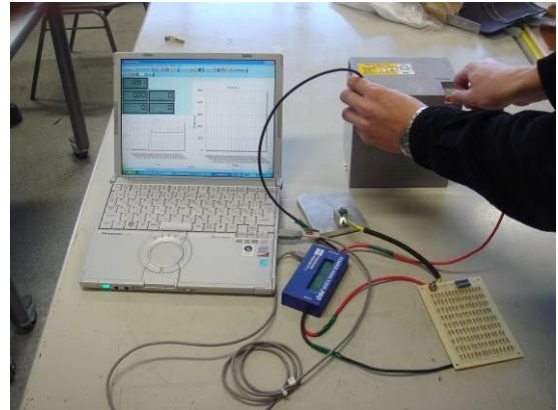


図 42 測定中の様子

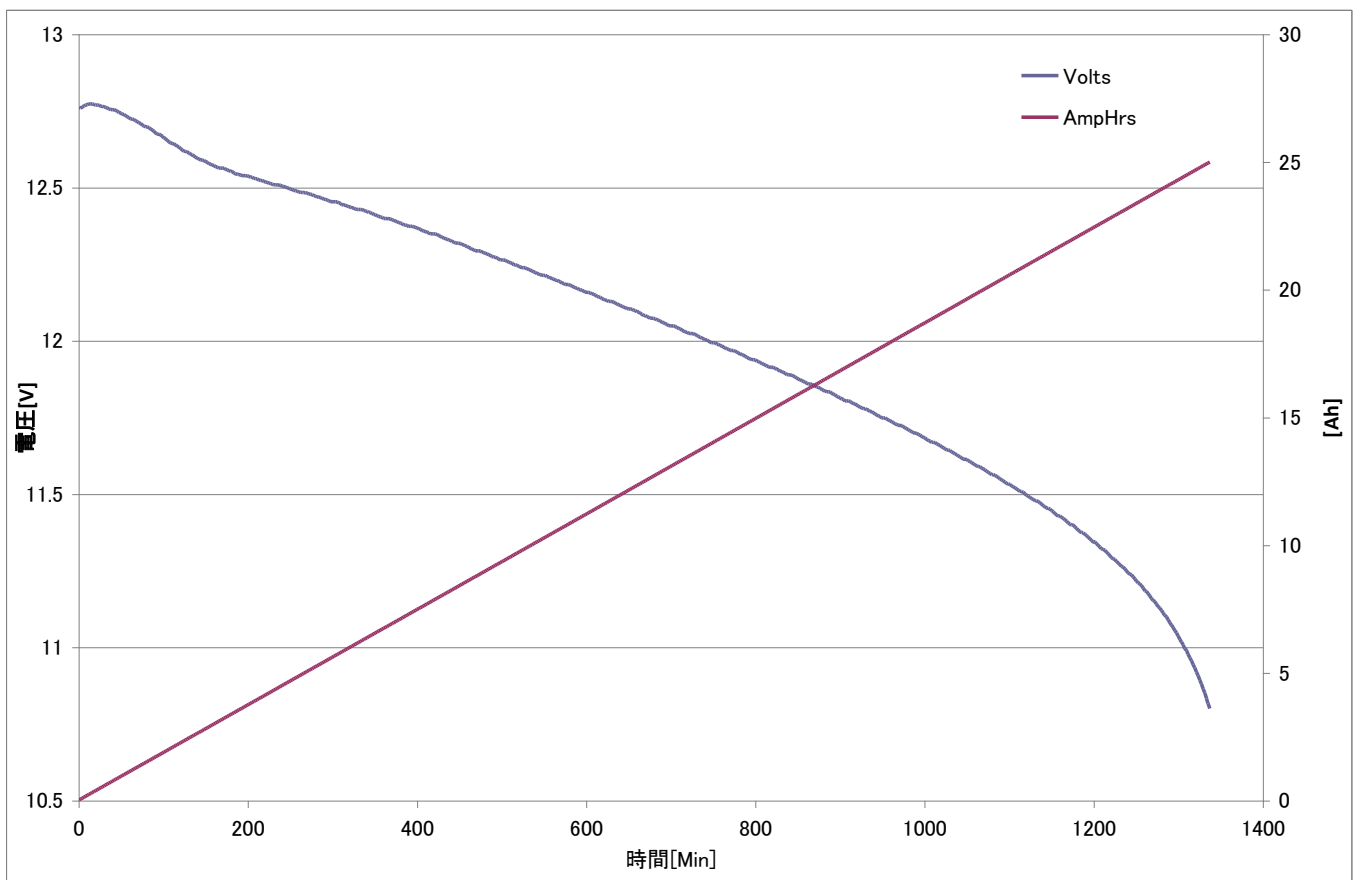


図 43 バッテリ特性測定結果

### 3.結果・成果

今期は特に新カウルの製作，サスペンションの改良に重点を置いて活動を行ってきた。よって，3月20・21日に予定している旧白浜空港での試走会で前回のマシンの走行データと比較したときに，どれだけ性能が向上されているかが具体的な結果である。この結果は次回報告する。

今期の成果としては，主に新カウルの製作に伴って，シニアアドバイザーの藪下先生指導の下FRP加工技術の飛躍的な向上が挙げられる。雄型作りに関しては，ポリパテ・サーフェーサーの使用，雌型の製作に関してはコンパネの使用・ハケの使用・離形処理の方法，ハニカム板の製作方法など多くのFRP技術を惜しむことなく指導していただいた。

工作機械を使用する機会は少なかったが，一年生が中心となって作業を行い，技術の伝承が若干進んだ。

### 4.今後の課題・展望（今回見つけた問題点，今後の予定など）

今後の課題として，一番に2010年に「Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿」でのEnjoyクラスのレギュレーション変更のためによる四輪の新シャーシの設計をおこなっていかねばならない。また，それに伴ってカウルの改修なども含まれる。計画ではすでに開始している時期だが未だに製作が開始されていないのが現状である。また，この設計は現在の二回・一回生が中心となって設計しなければならない。しかし，設計のノウハウなどは大きく欠けており，先輩から技術の伝承が急務だといえる。

今年度の前期から言い続けている技術の伝承問題ですが，FRP加工については今期一番力を入れてきた活動だったので，かなり高い技術を取得できたと感じられます。書類の処理も先輩のアドバイスを受けながらではありますが，一回生が中心となって処理し形になるものを製作できるようになりました。しかし，金属加工の技術（フライス，旋盤，溶接）設計などは若干の進展はありましたがなかなか進んでいません。

電子回路は現在複雑で無駄な部分が多く，重量的にも電気ロスのにも不利である。またドライバーから漏電の報告もあるので，回路の簡略化と漏電の原因を突き止め改善を行う予定である。

次年度の前期の予定としては3月下旬に予定している旧白浜空港での試走会。同じく3月下旬に自主研究フェスティバルに参加。昨年と同様，「Dream Cup ソーラーカーレース鈴鹿」に参加し今年度からの性能の向上を確認する。

また，展望としては以下のようなものを考えている。

#### ◎ CFRPの成形技術の開発 ◎

現在は，ドライカーボン（プリプレグ）が主流である。これは，高コストながらも成形しやすい。しかし，保存方法が冷凍保存なので扱いにくい。対する，ウェットカーボン（ハンドレイアップ）は低コストであるが成形に技術を要しドライカーボンに比べ普及していない。そこで，ウェットカーボン成形の容易な成形方法を開発することにより，低コスト化・労力の低減を図れると考えられる。

#### ◎ ソーラーパネルのラミネート技術の開発 ◎

「化石燃料の枯渇」が叫ばれる昨今，ソーラー発電や風力発電といったエコ発電が非常に注目されている。シャープがソーラーパネルだけの開発工場がそれを物語っている。そこで，現在尾久土先生のコネクションにより三菱のソーラーパネルが入手可能である。（シリコン多結晶ではあるが・・・）それをを用いソーラーパネルのラミネート技術の開発を行う。成果が出れば，もっと効率のよいソーラーパネルを支給してくれるはずである。開発の内容としては，ラミネートを薄くし透過率をよくすることにより変換効率を向上させる事が考えられる。

## 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)

NTN 株式会社・クインライト電子精工株式会社・クリエ関係者・堺市立工業高校・株式会社島精機製作所・トヨタレンタリース和歌山・和歌山県立紀北工業高校