



企画番号：13

企画タイトル：Ene-1 Challenge に挑戦



プロジェクトリサーチ 活動報告書

企画ナンバー13

Ene-1 Challenge に挑戦

提出日 2022年11月8日

1. プロジェクトの概要

1. 1 目的

車両の製作において学修した知識を活用し、またプロジェクトを通してメンバーの課題解決能力を向上させることに加え、大学での思い出を作ることを目的とした。そして大会の目標は完走とした。

1. 2 計画

授業後やメンバーの空いている時間に各自車両製作を行う。主に毎水曜日の活動とし、車体は5月中に完成させて構内で試走を行い、6月6日に開催される試走会に参加した上で、7月31日の鈴鹿大会本番に臨む。その結果を受け、新しいマシンを製作して10月8日開催のもてぎ大会に臨む。

1. 3 活動経過の概要

活動は2月から10月にかけて行った。

2月、プロジェクトの目標とメンバーの役割を決めた。本プロジェクトでは鈴鹿サーキット3周の完走を目標とした。また、車両も新規で作成するには十分な時間がないことから、昨年度参戦した車両を改良することとした。

3月、新しいカウルのコンセプトを決定するとともに、改良ではアライメントの調整に重きを置くこととした。

4月、マシンをSTEAM コモンズに移動させ、実際に車体の改良を開始した。特に破損していた電装を新しくするため、新品の配線を用意し、電池ボックスも電池を格納できるよう新製した。

5月、電装部品の端子を新しいものに置き換え、電池の充放電を繰り返して電池の特性の理解に努め、先輪のアライメントを調整した。

6月、試走会に参加したが、1周も走ることができなかった。車両が停止した原因はブレーカーがトリップしたことであったが、過大電流が流れた原因は、その後の学内行った試走で、モータが損傷していたことで余計に電流を流さないといけない状況にあったためと判明した。

7月、モータを修理し、電池の消費を抑えて走る方法を得るため、校内の試走を行い、走行データを集めるとともに、本番でどのようなアクセル開度で走るべきか検討した。本番では電池の充電にこれまでの知見を活用して、定格値以上の電気を溜めて臨むことができた。

8月、もてぎ大会に向け、新しいマシンの設計とフレーム部品製作を行った。

9月、新マシンに走り装置とカウルの取り付けを行い、もてぎ大会用マシンを完成させた

10月、もてぎ大会に臨み、大会の成果をポスターにした。

1. 4 成果・結果

本プロジェクトは単3電池40本で走行する電気自動車を製作し、2022年7月に開催される電気自動車の大会である「2022 Ene-1 SUZUKA Challenge」(鈴鹿大会)と10月に開催される「2022 Ene-1 MOTEGI GP」(もてぎ大会)に参加した。

鈴鹿大会では、次の結果を残すことができた。1周目 36'42.993 2周目 1000m 3周目 19'13.317
総合 72位/96台 (クラス内6位/6台)

もてぎ大会(DivNEXT)では、予選19位・決勝6位で17ポイント獲得、DivNEXT総合13位(全20台)、大学生カテゴリー4位となった。

2. 活動の報告

2. 1 目的

車両の製作において学修した知識を活用し、またプロジェクトを通してメンバーの課題解決能力を向上させることに加え、大学での思い出を作ることを目的とした。そして大会の目標は完走とした。

2. 2 計画

授業後やメンバーの空いている時間に各自車両製作を行う。主に毎水曜日の活動とし、車体は5月中に完成させて構内で試走を行い、6月6日に開催される試走会に参加した上で、7月31日の鈴鹿大会本番に臨む。その結果を受け、新しいマシンを製作して10月8日開催のもてぎ大会に臨む。

2. 3 活動の経過

2. 3. 1 2月の活動

2月17日、KV-NEXT カテゴリーに参加し、プロジェクトの目標として完走を目指すことと、メンバーの役割を決めた。

2月26日、昨年度の結果を先生から説明いただいた。去年は700mAを上りで使ったため、いかに消費を少なく登れるかがポイントとなる。必要なのは剛性のある車体と転がり抵抗の少ない足回りである。また、2017年は車体重量が41.7kgで、1周全開で積算電流の値が1574mAhであった。

また、大会に参加できる（ピット内に入れる）のは、もてぎの場合ドライバー要員3人、メカニック3人+代表（先生）の計7人、学生は6人とのことであった。

2. 3. 2 先輩の事例

過去の参戦において、以下のような事例があったため、今回の参戦では繰り返さないよう留意することとした。

鈴鹿大会において

- ・8%の勾配を登れず、10Aのブレーカーがトリップしたことで3周完走できなかった

もてぎ大会において

- ・5%の勾配を登れて、平均速度16km/hの車両が必要と判明した。
- ・アクセルのon/offにより加速抵抗が増加した。
- ・48Vで走行していたところ、15周目に左前のタイヤがパンク（タイヤにクラックがあった）
- ・他チームとの接触によりカウルが破損した。
- ・電源電圧切り替えスイッチの破損により、電池全容量を取り出せなかったが、これは物理的に端子が外れたためである。

2. 3. 3 会議で得られた検討事項及び改良のポイント

改良において重要なのは、転がり抵抗を小さくすることである。

アライメント（前輪・後輪）の調整では、人が乗った状態で直進走行するかを確かめるため、長いストレートで走らせてみるのが有効である。また、いざ修正するとなったらどうやって修正するか、その方法を検討する必要がある。

新カウルの作成では、軽量で抗力（抗力係数）が小さく、ダウンフォース0に近いカウル形状にすることで、抵抗を小さくできる。

材質の選定においては、発泡スチロールまたは竹や針金で型をつくり、FRP を使用して作成することで、軽量カウルができると考えられるため、FRP の使用法を勉強する必要がある。そしてカウルの取り付け方も検討しなければならない。(マジックテープやスライド式など) カウルの性能については、過去 SolidWorks FlowSimulation CFD でシミュレーションしていた。

後輪に関して、その位置は進行方向左側に 20mm ずれていることがわかったため、6 月試走会後に位置の調整を行うことにした。アルミ溶接も精度が高くないので、ロールバーを付ける際にフレームをモータを設置する余裕を持たせた位置にずらせるか相談することとし、溶接で強度が低下する可能性がある場合、リベット接合を検討することとした。

駆動方式については、現在モータの動力をそのまま伝えるダイレクトドライブ方式であるので、チェーン駆動と比較することで、どちらがよいか判断することとした。龍谷大学の KV-1 車両はモータと後輪をチェーンでつないで走行するチェーン方式なので、KV-1 車両との比較が有効である。

ブレーキも改善が必要であったが、既存のブレーキを修理して使う方向で進め、効かない場合は新しく作ることにした。

アクセル装置について、アクセルは可変抵抗を使用しており、抵抗の値を連続的に変えることで流れる電流を調節し、出力を変化させる方式であった。そこで、抵抗のツマミはより大きく、微調整できるようにすることが必要であると判断した。

本番や作業中に着るユニホーム、作業着も必要になると先生よりアドバイスいただいたので、デザインや発注先を考えることも必要である。また、大会レギュレーションではつなぎ服(上下が完全に繋がったもの)・グローブ(軍手不可)・かかとのある靴の着用が義務付けられる。

モータと電源電圧切り替えスイッチに関しては、電流と回転数のグラフ(24V と 48V) メーカー値とマシンを使った測定より、電流と回転数にどのような関係があるかを明らかにする。また、走行時の電源電圧の選定も可能にする方が、スピードの切り替えができるので有利であると判断し、スイッチによる選択も可能にすることとした。

配線の交換に関して、銀コード(銀メッキ)やテフロンコードを使い、より太いコードに替えることで電気抵抗を少なくできると考えられるので、短く太い配線を使用し、レイアウトも配線の長さを統一するように改良することにした。

電池ボックスは、これまで電池を溶接して使用していたが、ボックスに入れる方法もあるため、どちらにすべきか検討する必要がある。ボックスにする場合は振動によって接触不良が生じる可能性があるが、大会規則で電源本体は工具を使わずに取り外せる構造でないといけないと規定があるので、この点も留意して判断する必要がある。

まずは、人が乗った状態で、何 mAh でどれだけ走るかを調べて改善点を探り、本番では作戦に活用することに決定した。

2. 3. 2 3月の活動

3月11日に小熊・福井・甲村・鈴木は近大高専にマシンの視察に行き、藪下先生からマシン設計のヒントを頂いた。特に、ボディ分割案を検討すべきことや、タイヤアライメントの調整方法を教わり、ボディの剛性を向上させる方法について意見交流を行った。視察時の様子を図 2-3-2-1 に示す。



図 2-3-2-1 近大高専マシン視察の様子

近大高専の藪下先生曰く、Ene-1 において求められるマシンは、剛性が高く、整備性が高いマシンである。剛性を高めるためには、フレームに補強パーツを加えることや、M6 ネジの使用や、寸法誤差を抑えることが有効である。また整備性を高めるには、車体を前輪から前と、前輪とメインボディ、後輪と後輪フレームの3つに分割し、各部ごとのメンテナンスを可能とすることが有効である。現在のマシンにおいては、今後タイロッドを地面に水平に設定することが必要であるとアドバイス頂いた。加えて、車体上部から三つのタイヤの中心を繋いだとき、二等辺三角形ができるように調節することも重要と教わった。

その間大学では小川・神谷・武村・藤田・富樫が車両について意見交換を行った。ブレーキシステムについて、故障している箇所を発見したためそれを修理し、使用できる状態にすること、アライメント調整はトー調整を行い、ステアリングのセンターを出すこと、カウルの構想は流線型をベースとして空気抵抗を減らす方針を決めた。電池については電池と制御回路などを1つにまとめ、配線が無駄に長くなることを避けて電力の無駄を減らすことにした。

3月15日、teams プライベートチャンネルで会議を開き、ボディ分割案について話し合い、今後の活動方針を決めた。ボディ分割案とアライメントの調整方法については、現存車体のポテンシャルを走行会までに最大限まで引き出すことにした。また後輪のセンターを出せない場合、部分のフレームを切断し、リアタイヤは車体の中心をとるように調整した後、後輪部をボルトで取り付けできるようにする方法を検討した。ボディ剛性の向上については、現存車体でも十分な剛性を発揮しているため、現行のフレーム構造のままで参戦することとした。

3月22日、野口先生ほか小熊・甲村・谷田・藤田・神谷・福井・曾我・鈴木が参加して1-342にてカウルコンセプトについて話し合い、ダウンフォース0に近いカウルにすることに決定した。

2. 3. 3 4月の活動

プロジェクトに関わるメンバーが多いため班分けを行い、各班で作業を行うこととした。活動はアライメント・動力・カウル班と3つの班に分かれ、班ごとに計画を立てて行った。各班のメンバーは以下のとおりである。なお、小熊・甲村は専属を設けず、小熊は事務作業を行うとともに、各班の活動に横

断的に参加し、作業の進捗状況を把握することに努め、甲村はチームの広報として活動を行い、活動日は主にアライメント班の作業に加わった。

アライメント班 小川 富樫 八上 川崎 粉室 小林 芦田
動力班 福井 谷田 岩井 曾我 千代 武村 (2年)
カウル班 藤田 神谷 鈴木 村井 長谷川 石立 信田 中澤 杉本 (将)

なお、上記の班分けは4月14日に決定したものである。

4月20日に実験棟からキャノピーをコモンズに移動させ、1-612で全体ミーティングを行い、今後の活動についてメンバーに説明し、班ごとの活動を開始した。

アライメント班はこの日、小川・八上・川崎・粉室・小林・芦田が参加し、ハンドルのガタつきを解消し、消耗品が何であるかを確認した。そして一刻も早く走行できる状態にすることとした。

動力班はこの日、福井・谷田・曾我・岩井・武村が参加し、モータが稼働するかテストした。また配線が傷付いている箇所がないか確かめ、交換が必要な接続部分を洗い出した。また電池の充電器は何が適しているかをネットで探した。

カウル班は村井・中澤・長谷川・杉本 (将)・藤田が参加し、マシンのフレームを測定、CADでモデリングを行った。

4月27日、松山・杉本 (裕)・井澤 (2年) が加入し、松山はアライメント班、杉本 (裕) はカウル班、井澤は動力班に加わった。これにより、各班のメンバーは以下ようになった。

アライメント班 小川 富樫 八上 川崎 粉室 小林 芦田 松山
動力班 福井 谷田 岩井 曾我 千代 武村 (2年) 井澤 (2年)
カウル班 藤田 神谷 鈴木 村井 長谷川 石立 信田 中澤 杉本 (将) 杉本 (裕)

この日、アライメント班は小川・八上・川崎・粉室・芦田・富樫・松山が参加し、タイヤ、タイヤチューブ、手袋、マスキングテープ、工具の購入を行った。

動力班は福井・岩井・千代・武村・井澤が参加し、電池ボックスの検討と必要部品のリストアップを行った。電池は昨年度使用したものがあつたため、その再利用を考えていた。昨年度使用した電池を



図 2-3-3-1 に示す。

図 2-3-3-1 昨年度使用した電池

図 2-3-3-1 の電池は、単 3 電池の端子部分がスポット溶接で繋がられている構造で、それをビニールテープで巻いて 10 本セットにしたものである。

作業を進める中で、図 2-3-3-1 に示した電池が破損する事例が発生した。突然電池から異臭がし、すぐに発熱、破裂した。原因は電池の絶縁が十分でなく、マシンフレームがアルミニウム製であったことによるショートである。破損した電池を図 2-3-3-2 と図 2-3-3-3 に示す。



図 2-3-3-2 破損した電池の端子部分



図 2-3-3-3 破損した電池の全体図

図 2-3-3-2 より、電池の端子部分の被覆が剥がれていることがわかる。また図 2-3-3-3 より、破損した電池は 10 本ある中で一部だけであることがわかる。

今回の電池の破損の原因が絶縁不良であったことから、今年度は電池に対してスポット溶接を行わず、電池ボックスを使用することとした。そこで購入した電池ケースは、単 3 電池が 10 本直列にセットできるプラスチック製である。さっそく端子を交換してモータに接続してモータを稼働させると、電池の



発熱によってケースが溶解し、使用できなくなった。その際の写真を図 2-3-3-4 に示す。

図 2-3-3-4 電池ボックスの溶解

図 2-3-3-4 のように電池ボックスの端子が溶解してバネの力で、溶けたプラスチックが外に飛び出していることがわかる。なお、このとき電池の破損はなかった。モータは単 3 電池を 20 本直列または 40 本並列に接続させて使用する。このため電池ボックスは同時に 2 つか 4 つをモータに接続していたが、そのいずれも端子部分が熱で溶解した。使用する電流によって電池が発熱するのは避けられないため、より熱に強い電池ボックスを用意する必要が生まれた。

カウル班は村井・中澤・藤田が参加し、カウルの形を 2 パターンほど考え、形状を仮決定した。またカウル作成に必要な資材を大まか(プラダン、厚手のビニールテープ、ベニヤ板、ボルト、結束バンド)に決定した。そして、決定した資材を基に必要な経費を決定した。

2. 3. 4 5月の活動

5月11日、動力班は福井・岩井・千代・曾我・谷田・武村・井澤が参加し、昨年まで使われていた古いアタッチメントを新品に交換し、新品の端子のはんだ付けを行った。端子は熱収縮チューブで絶縁した。

カウル班は杉本（将）・信田・中澤・藤田が参加し、CAD で仮のカウルデータを作成した。また、昨年度のカウルを組み立てるために必要な部品をネットで探した。

5月12日、小熊がエボルタ電池のサイクル放電を行いつつ、動力班とカウル班から必要として報告された部品をリストアップした。

5月18日、アライメント班は小川・八上・川崎・粉室・芦田・富樫・松山が参加し、注文したタイヤが届いたため、タイヤの取り付けを試みた。ただし、フランス式のタイヤ空気入れがなかったため、タイヤの装着は次回活動に回した。続いてブレーキワイヤーも取り付けを試みたが、付け方がわからなかったため、持ち越しとなった。

動力班は福井・岩井・千代・曾我・谷田・井澤が参加し、マシン内の端子でまだ新品に交換できていないものを交換する作業を行った。特に、電池ボックスとモータドライバの端子を新品に交換し、はんだ付けを行った。

カウル班は、中澤・杉本（将）。杉本（裕）・石立・長谷川が参加し、古いカウルの取り外しと、このカウルを装着するために必要なネジの本数・大きさの確認を行った。またカウルの有無によつ空気抵抗の大きさをCAD内のシミュレーションで比べようとしたが、解析方法がわからなかったことで、持ち越しとなった。

5月19日には、小熊が前日の活動の進捗を再度確認し、エボルタ電池のサイクル放電を行った後、電圧と電流を測定した。

2. 3. 5 6月の活動

6月2日、動力班は福井、岩井、千代が参加し、配線端子のはんだ付けを行った。カウル班は中澤、藤田、神谷、長谷川が参加し、配線の固定、カウル側面の貼り付け、前方のカウルの強度補強を行った。小熊・村井・鈴木は4年生と野口先生とともに試走会の参加にかかる予定の打ち合わせをした。

6月3日、この日のアライメント班とカウル班の活動の様子を図2-3-5-1に示す。



図 2-3-5-1 アライメント班とカウル班の活動の様子

アライメント班は小川、八上、川崎、粉室、小林が参加し、タイヤの空気を入れ、タイヤ・ブレーキワイヤー・メインブレーキを取り付け、アライメントの調整を行った。

カウル班は石立、神谷、中澤、信田、杉本（将）、杉本（裕）、鈴木、長谷川、村井が参加し、フロントノーズ部分の足場を作り、カウルを全て貼り付け、試走会で確認するマシンテスト項目を決めた。

次に、動力班の活動の様子を図2-3-5-2に示す。



図 2-3-5-2 動力班の活動の様子

動力班は福井、谷田、曾我、武村、岩井、千代が参加し、モータの稼働テストを行い、電池ボックス作成のため、木材の穴あけや電池ケース、配線の接続部のはんだ付けのはんだ付けを行い、実験棟にマシンを移動させた。この日動力班が作成した新しい電池ボックスを図2-3-5-3に示す。

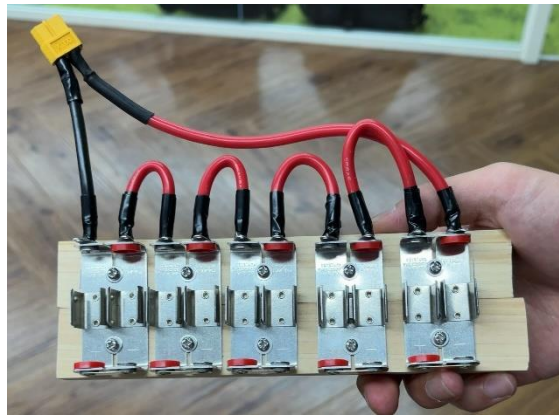


図 2-3-5-3 作成した電池ボックス

図 2-3-5-3 のように、新しく作成した電池ボックスは、アルミニウム製のケースを木製の角材を並べた土台にネジ止めし、導線をつないだものである。アルミニウム製のため端子部分が溶解しない利点がある。

6月5日、試走会を前日に控え、小熊・鈴木がマシン各部のねじ、ボルトの確認を行った。このときの様子を図 2-3-5-4 に示す。



図 2-3-5-4 ボルト締結部の確認の様子

図 2-3-5-4 のように各ネジ部、ボルト止め部分の確認を行った後、小熊が 1-603 にて電池ケースの端子をスポット溶接し、小川・村井が試走会参加にかかる必要部品を調達、整理した。

6月6日、鈴鹿までマシンを運び、試走会に参加した。試走会では2つ目のS字コーナーでブレーカーが落ちたため停止した。

6月8日は 1-342 にて試走会で取ったデータ、オンボード映像を共有し、リサーチにかかる活動記録の付け方をメンバーに説明した。この日の動力班は井澤のみ休みであった。カウル班は鈴木、中澤、神谷、藤田、石立、杉本（裕）、信田が休みで、他のメンバーが参加した。

6月9日、5号館工作室でマシン配線の確認と構内試走を行い、登坂テストを行った。

6月13日、 commons にて Ansys を使用してフレームとカウルの流体解析を行った。

6月15日、カウル班は神谷、鈴木、信田、長谷川、石立、中澤、杉本（裕）が、動力班は千代、井澤が休みで、他のメンバーが来て電池ボックスに雨対応用のサランラップを巻き付けてマシンに設置した。その後、5号館から1号館までマシンを走行させ、構内道路の勾配データの収集と登坂テストを行った。

6月15日、電池の設置場所を変更し、配線の整理を行った。

6月22日、動力班は武村、井澤が休みで、5号館から4号館までの道路を走行させ、ロガーに走行データを記録した。この日カウル班の神谷が休みであった。

6月23日、電池ボックスの大きさを測定し、ケースとして適するタッパーを探した。また、試走させたデータをグラフ化し、勾配0°のときの電力使用状況を算出した。

6月29日、構内を24Vで試走させて電池の積算電流値を計測し、満充電時の容量を確認した。

6月30日、電池を充電し、次の試走に備えるとともに、22日走行データを解析した。

2. 3. 6 7月の活動

7月6日、ブレーキ設置、カウル組み立て、充電、ローラーの整備を行い、大会事務送付用写真を撮影した。カウル班の信田、杉本（裕）、杉本（将）、鈴木が休みだった。

7月13日、動力班は千代、井澤、カウル班は鈴木が休みで、そのほかのメンバーでチームPRを作成し、大会本部に送信した。

7月14日、鈴鹿までの移動手段や当日の段取りを4年生・先生と打ち合わせをした。

7月21日、電池を過充電した際の容量をチェックした。カウル班は信田が休みであった。

7月28日、破損したコネクタの要修理部分を確認し、モータの空回しをした。

7月29日、モータの空回しで電池を放電、その後充電器の放電機能を使って規定のカットオフ電圧まで放電を行った。のちに容量の大きい電池を選定して本番に臨む電池を充電した。

7月30日、マシンを鈴鹿に運び、車検を受けてピットにマシンを置いた。

7月31日、鈴鹿大会に参加して1周完走、2周目1km走行して停止、総合72位、クラス内6位となった。

2. 3. 7 8月の活動

ここからの活動は小熊、小川、村井、長谷川、鈴木、神谷の6人となった。もてぎ大会に向けては村井が中心となり、新規車体を製作した。以下にその過程を記す。車体の設計は8月以前に3D CAD上で行い、その完成予想図を図2-3-7-5に示す。

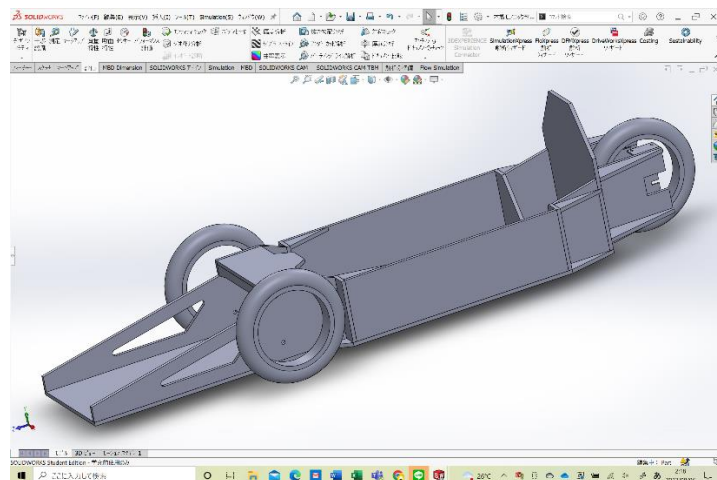


図 2-3-7-5 設計が完了した車体

図 2-3-7-5 に示したマシンは、製作のしやすさと価格の面から木材フレームで作成することとした。そのうえで強度を出すためにベニヤ板を3枚重ねた合板、12mm厚のラワンランバーコアを使用した。

8月4日、鈴鹿大会後に実験棟に置いた物品やマシンの片付けを行った。

8月8日、素材のベニヤ合板に新車体のけがきを行った。三角定規や長いアルミ板を物差しとして用いて、直線の精度が出ている板の端が板同士の接合部分になるように配置した。そのうえでけがきを行った。その様子を図 2-3-7-6 に示す。



図 2-3-7-6 けがいた様子

図 2-3-7-6 のように、マシンのフレームの形状に合わせて切り取る部分にけがき線を入れた。

8月9日、2枚目のベニヤ合板に新車体のけがきを行った。

8月10日、新車体のケガきを完了させ、steam コモンズにて部品の切り出しを開始した。その様子を図 2-3-7-7 に示す。



図 2-3-7-7 部品を切り出している様子

図 2-3-7-7 のように、作業テーブルにクランプで板を固定し、ガイド用のアルミ板に沿ってジグソー

で切断した。

8月19日 部品の切り出しを行った。大部分の部品を製作できたので、仮組みを行った。仮組みした車体を図2-3-7-8に示す。



図 2-3-7-8 仮組した車体

図2-3-7-8のように、切り出した部材をテープで止めて仮組み、steam コモンズで保管した。

8月22日、車体の基盤となる背あての部分から組み立てを開始した。その様子を図2-3-7-9に示す。



図 2-3-7-9 組み立ての様子

図2-3-7-9のように板を組み合わせて電動ドリルで2ミリの下穴をあけ、接着面に2液性のエポキシ接着剤を塗布し、接着後ネジ長さ35ミリのフレキ付きコーススレッドで部品同士を締め付け固定した。このときネジ頭が板に埋まる際、板の表面が割れずきれいに埋まる為、フレキ付きを選択した。

コーススレッドを締めて固定する際には、三角定規や差し金を当て、部材同士が垂直であることを確認しながら作業は村井と長谷川の二人体制で行った。また、組み立てと並行して切り出しに失敗した部品を改めて製作する作業を進めた。

8月23、25、26日に車体の組み立てと部品の再製作を行った。一部の部品は開口する必要があるため、板に対して垂直に穴を開けられるよう、3Dプリンターを用いて治具を製作した。製作した治具を図2-3-7-10に示す。



図 2-3-7-10 3D プリンター製穴あけ用治具

図 2-3-7-10 の治具を用いて穴あけを行った。

8月29、30日に新マシン車体の組み立てを行った。

8月31日、工作室に加工を依頼していたアルミ合金 A7075 製の部品を受領し、既存部品との仮組みを行った。これらの部品の設計には SOLIDWORKS を用いた。完成した部品を図 2-3-7-11 に示す。

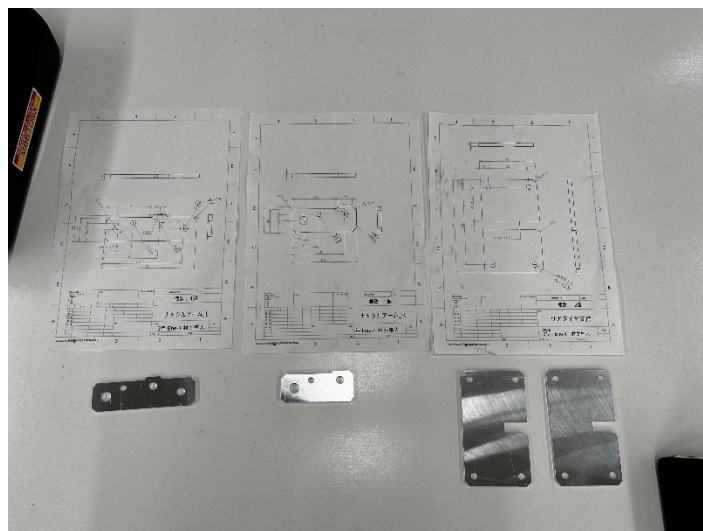


図 2-3-7-11 設計したアルミ合金製部品とその図面

図 2-3-7-11 の部品は主にマシン後部に使用するもので、ブレーキスターとモータとフレームを繋ぐ部分の部品である。特に強度が必要とされる部分に、木材フレームの上にアルミ部品を付けることにした。

2. 3. 8 9月の活動

9月1日、車体の木製部分が完成した。完成した様子を図 2-3-8-1、図 2-3-8-2 に示す。



図 2-3-8-1 組み立てが終わった車体を後部から見る



図 2-3-8-2 組み立てが終わった車体を前から見る

図 2-3-8-1、図 2-3-8-2 に示した車体では、組み立ては主に接着剤を用いた。

9月2日、接着剤が硬化後、接着不良や反りを確認した。

9月5日、ステアリングを取り付け、乗車姿勢を確認した。その後、車体を工作室に移動させ、ニス
を塗る下準備としてやすり掛けを行った。乗車姿勢のイメージを図 2-3-8-3、図 2-3-8-4 に示す。



図 2-3-8-3 乗車姿勢を前から見る

図 2-3-8-3 のように、縦の寸法はドライバーの体に合わせて作られており、マシン前部先端は足が飛び出す形となっている。また、横幅も体とマシンの隙間が小さくなるようにした寸法で設計されている。



図 2-3-8-4 乗車姿勢を右から見る

図 2-3-8-4 のように、ドライバーはマシンに寝そべるように乗車し、首だけ上げて運転する姿勢になる。

9月6日、車体にタイヤを仮組みし、配線の取り回しを考え、9月8日、保護のためにニス塗った。

9月10日、アップライトや後輪を取り付ける金具の取り付け位置のすり合わせを行い、エポキシ接着剤で接着した。

9月12日、車輪を取り付け、正しい位置に接着できているか左右の地上高を確認した。

9月13日、金具が接着されたことを確認し、車輪とモータ、ステアリングを車体に取り付け、試乗した。工作室に加工を依頼していたブレーキステーの仮組みを行い、モータとのクリアランスを確認した。

車体と仮組みしたブレーキステーを図 2-3-8-5 と図 2-3-8-6 に示す。



図 2-3-8-5 車輪とモータを取り付けた車体の様子

図 2-3-8-5 で確認できる先輪とハンドルは鈴鹿参戦車体から流用したものである。

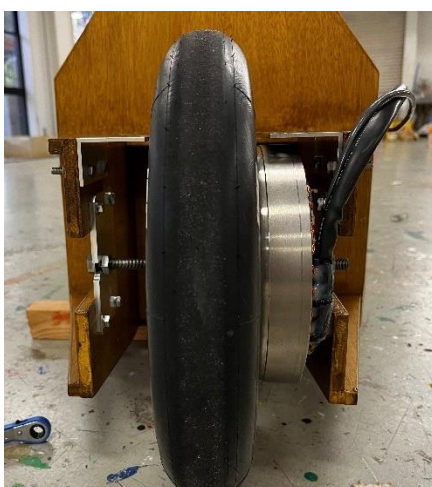


図 2-3-8-6 ブレーキステーを装着した様子

図 2-3-8-6 のように、製作したアルミ製ステーは、ブレーキの取り付けと、後輪と直結したモータ（ダイレクトドライブ）を取り付けるために使用した。

9月14日、ブレーキを取り付け、効きを確認するために試乗し、リムとシューのあたり面を調節した。

9月16日、モータ軸が昨年のレースでの接触により曲がっていることに気が付いた為、修理の為に梱包し、販売元の株式会社ミツバに向け梱包し発送した。

9月17日、ミラーの取り付け位置を検討し、穴あけ加工後ねじ止めした。

9月21日、ブレーキを借取り付けした際にガタがあったので、3Dプリントした雌ねじ付きスペーサを取り付けた。製作したスペーサを図2-3-8-7に示す。



図2-3-8-7 3Dプリントした雌ねじ付きスペーサ

図2-3-8-7のスペーサを使用し、購入したモータ、モータドライバ間の三端子雄コネクタが既存の雌コネクタと接続できるか確認を行った。

9月22日、配線のレイアウトを確認し、鈴鹿参戦車両から操作パネルや新マシンに流用予定の配線を取り外した。

9月24日、瀬田のコーナンで買い出しを行い、作業時間がより確保できる航空部格納庫へ車体を移した。

9月25日、フロントカウルの部品をプラスチック段ボールから切り出し、車体に仮止めし形状を確認した。仮止めしたフロントカウルを図2-3-8-8に示す。

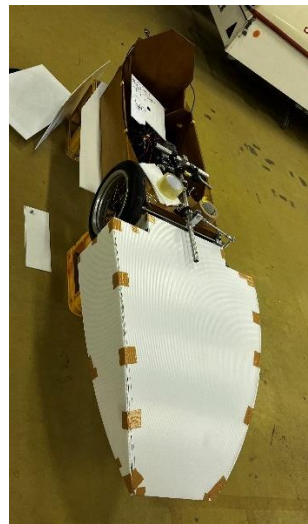


図2-3-8-8 仮止めしたフロントカウル

図2-3-8-8のように、カウルはプラスチック段ボール（プラ段）で制作した。

9月26日、修理が終わったモータの動作確認とカウルの部品の切り出しを行った。もてぎ本番で使用する電池を活性化させるため、充放電を繰り返した。全体のカウルを仮組みし、ステッカーを貼る位置決めを行った。配線を仮組みし、乗り心地や視界を確認するため試走した。カウルを仮組みした様子を図2-3-8-9に示す。

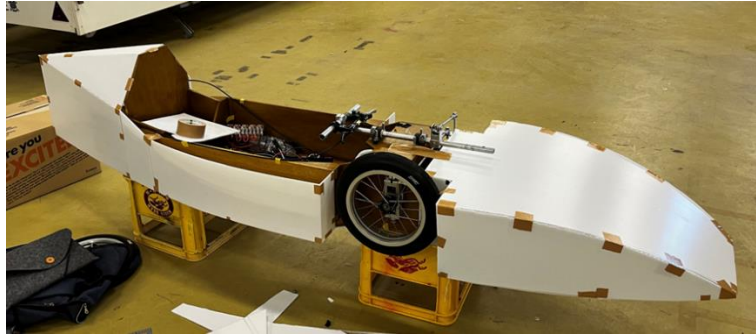


図2-3-8-9 カウルを仮組みした様子

図2-3-8-9のように、カウルはすべてプラ段で制作し、ドライバーが乗り込む部分以外はすべてカウルで覆った。

9月27日、仮止めていたフロント、サイド、リアカウルをガムテープで貼り付け、組み立てた。底面のカウルは両面テープを使い車体に固定し、大会パンフレット用写真撮影のためにフロント、サイド、リアカウルとタイヤカバーをガムテープで仮組みし、完成イメージと視界の確認を行った。その様子を図2-3-8-10、図2-3-8-11、図2-3-8-12に示す。



図2-3-8-10 完成イメージを前から見る



図2-3-8-11 完成イメージを後ろから見る

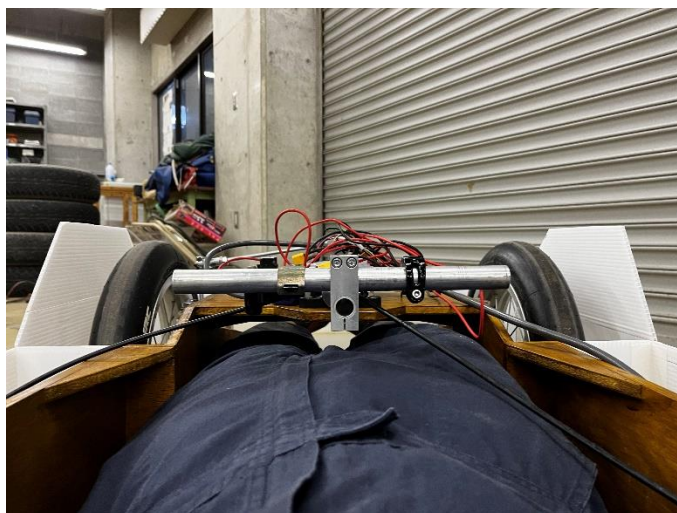


図 2-3-8-12 実際に乗り込んだ視界の様子

図 2-3-8-12 のように、実際に乗り込むと寝そべる姿勢のため視界は悪く、足元はまったく見えない。9月29日、写真撮影のために用意したリアカウルとタイヤカバーを改めて作り直し、配線を仮組みし、乗り心地や視界を確認するため試走した。

カウルには、応援していただいた企業のステッカーを一部貼り付け、デザインのサンプルとした。試走している様子を図 2-3-8-13 に示す。



図 2-3-8-13 試走の様子

9月30日、仮止めだったカウルをガムテープで貼り付け、マシンを完成させた。

もてぎ大会に向けて車体設計においてこだわった点は、コーナーリング中の横方向からの入力に耐える足回り、走行抵抗の原因となるねじれに対して構造的に強くした点と、ブレーキの取り付け位置である。

マシンの主な材料は12mm厚のラワンランバーコアであるため、強度が必要な足回りとの接合点は通しボルトナットではなく、雌ねじが切ってある金属製のフランジ付きの金具をエポキシ接着剤で車体に接着し、金具を介して荷重が車体に働くようにした。さらに、コーナーリング時に大きな荷重が加わる前輪間の板には、90°向きを変えて別の板を取り付けることで変形を防いでいる。また、車体のねじれは側面の板が左右で反対方向に前後に動く運動となる。その際に板が直角に接続する部分においては三角形の板を接着し、変形を抑えようとした。

鈴鹿大会に参戦した車両は、ブレーキ本体からシューが離れた位置に取り付けられていたため、強く

ブレーキをかけるとシューがリムに噛んで戻らなくなるトラブルがあった。この車体ではブレーキ本体を可能な限りリムに近づけるために、ブレーキを取り付けるステーの最適な取り付け位置を模索した。ブレーキを取り付ける位置には非常に厳しい制限があり、上部過ぎるとシューがタイヤに接触し、下部過ぎるとブレーキワイヤーがタイヤに接触してしまい、モータとブレーキ取り付けボルトの頭が接触してしまう。また、車軸からの距離も重要であり、近すぎるとブレーキワイヤーがタイヤに接触してしまい、離れすぎるとブレーキシューの端が取り付けボルトを超えてしまい、ブレーキを解除してもリムにシューが接触してしまう。

以上の制限の中、鈴鹿参戦車両を綿密に計測したり、段ボールで試作品を製作し形状を確認したり、モータとのクリアランスを確保するために薄頭ボルトを使用するといったことを行った。兼ね合いの結果、シューの車軸側は一部削ることでブレーキを引きずらないようにした。また、ブレーキをかけた際、ボルトが地面に対して垂直な向きで平面形状のステーを取り付けるとステーの位置がずれてしまうトラブルがあったので、L字型にすることで、取り付け位置が根本的にずれることが無いようにした。これらの特徴を図 2-3-8-14 から図 2-3-8-17 に示す。

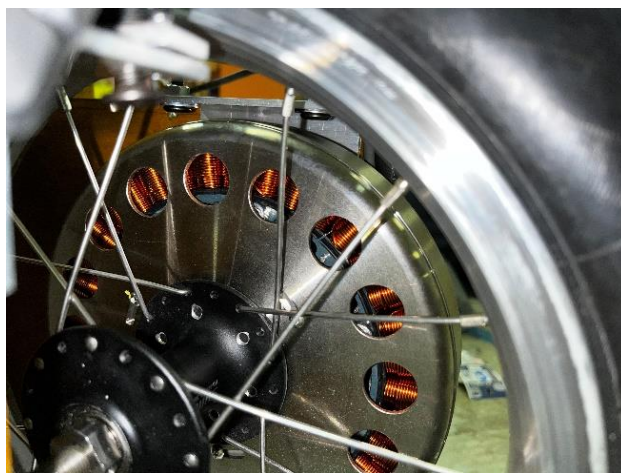


図 2-3-8-14 薄頭ボルトでモータとのクリアランスを確保した。



図 2-3-8-15 L字にすることで、ブレーキを強くかけてもステーがずれることは無い。



図 2-3-8-16 前ブレーキの詳細

ブレーキワイヤーの位置とブレーキ本体に対するシューの位置、シューとリムの接触位置を考慮した。



図 2-3-8-17 後ろブレーキ拡大図

図 2-3-8-17 は、前部と同様の 3 点を考慮した上で後輪ブレーキの調整を行った部分を示している。

2. 3. 8. 1 9月の活動（協賛者集め）

新マシンは全面が白色であり、ゼッケンを貼るスペースのほかに余白が大きくあった。今回、株式会社ミツバにモータを修理してもらった感謝の意を表し、「MITSUBA」のステッカーをマシンに貼ることにした。しかしそれでもマシンに余白が大きくあることから、9月に協賛者を募り、Ene-1活動に賛同・協力いただいた企業・団体のステッカーを車体に貼ることとした。ただし、ステッカー貼付はすべて無償で行った。以下に賛同・協力いただいた企業・団体を示す。



株式会社ミツバ 本社 群馬県桐生市



株式会社スピードパーク新潟

新潟県胎内市松波 1013-36



アルビレックスレーシングチーム



吉原写真館

吉原写真館 新潟県新発田市大手町2丁目6-22

冠婚葬祭菓子処



御菓子司 金子屋老舗 新潟県新発田市早道場8

アイボリー画材株式会社

アイボリー画材株式会社 奈良市船橋町7番地



株式会社 小林モータース Honda Cars 木津

京都府木津川市相楽川ノ尻 101-1



龍谷大学付属 平安高等学校・中学校

京都市下京区御器屋町 30

2. 3. 9 10月の活動

10月1日、底面のカウルは両面テープを使い、その他のフロント、サイド、リアカウルは3Dプリントしたステーにマジックテープを貼り付け、取り外しができるようにして車体に取り付け、カウル製作の作業の大部分が完了した。

10月3日、車体下部に木製の車体が地面と接触して傷がつかないように、鉄板をアンダーガードとしてエポキシ接着剤で取り付け、車体の重量をレギュレーション範囲内に収めた。取り付ける位置は、3つの車輪に均等に荷重がかかるよう、ホイールベースの前方から1/3の位置と鉄板の重心が一致する場所とした。アンダーガードを取り付けた様子を図2-3-9-1に示す。

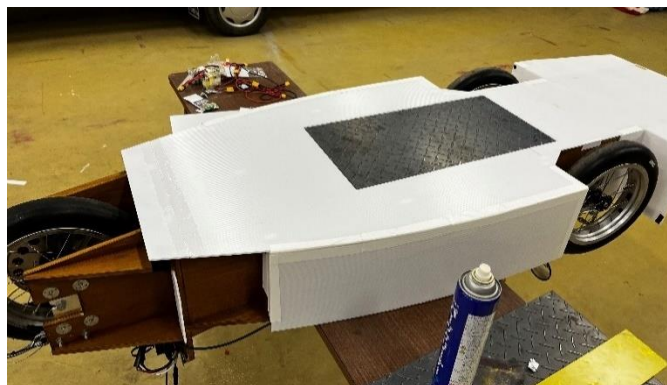


図 2-3-9-1 車体にアンダーガードを取り付けた様子

10月4日、ロガーに接続する配線の製作を行い、10月5日に車体の配線をすべて完成させ、試走を行った。10月6日には車体にステッカーを貼る作業を終えた。ステッカーは steam コモンズで印刷した。バッテリーカバーと配線カバーを製作した。作業の様子を図2-3-9-2に、ステッカーが貼られた車両を図2-3-9-3に、製作したカバーを図2-3-9-4と図2-3-9-5に示す。



図 2-3-9-2 作業の様子



図 2-3-9-3 ステッカーが貼り終わった車両

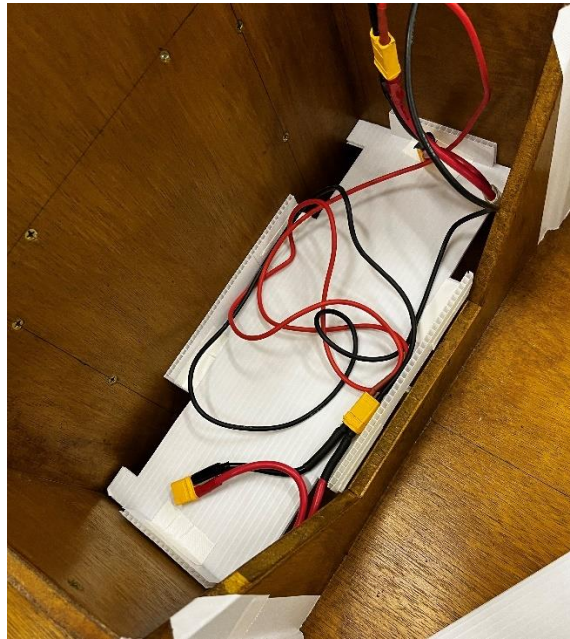


図 2-3-9-4 配線カバー

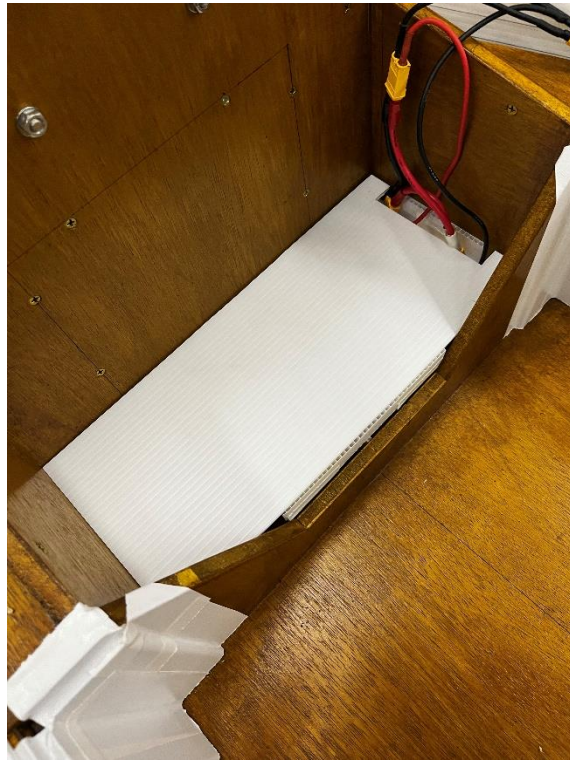


図 2-3-9-5 バッテリーカバー

10月7日、バッテリーを充電し、栃木県のモビリティリゾートもてぎへと向かった。充電方法の理解が間違っていたためにバッテリーを過充電してしまい、破裂させてしまった。そのため、急遽予備のバッテリーを準備した。破裂したバッテリーを図 2-3-9-6 に示す。



図 2-3-9-6 破裂したバッテリー

10月8日、モビリティリゾートもてぎにて2022 Ene-1 MOTEGI GP に参戦し、予選と45分間の決勝レースを完走し、予選19位、本戦6位という結果となった。大会当日の様子を図 2-3-9-7 から図 2-3-9-14 に示す。



図 2-3-9-7 車検合格後の様子



図 2-3-9-8 予選直前



図 2-3-9-9 予選走行



図 2-3-9-10 決勝直前 グリッドにて



図 2-3-9-11 決勝レース (ホームストレート)



図 2-3-9-12 決勝レース (最終コーナー)

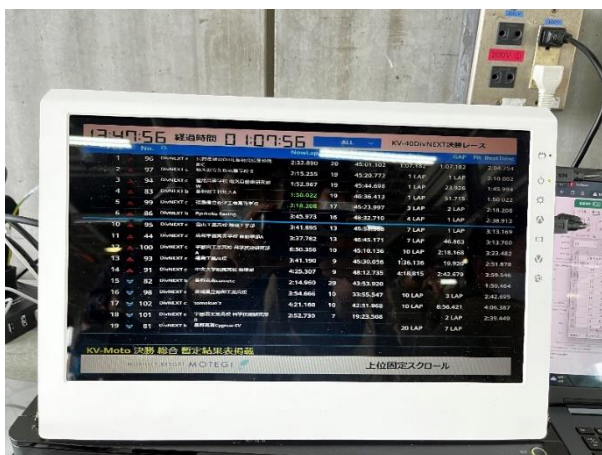


図 2-3-9-13 決勝の結果を示す場内放送



図 2-3-9-14 もてぎ参戦メンバー

2. 4 成果・結果

もてぎ大会決勝レースで得られたデータを図 2-4-1 から図 2-4-5 に示す。

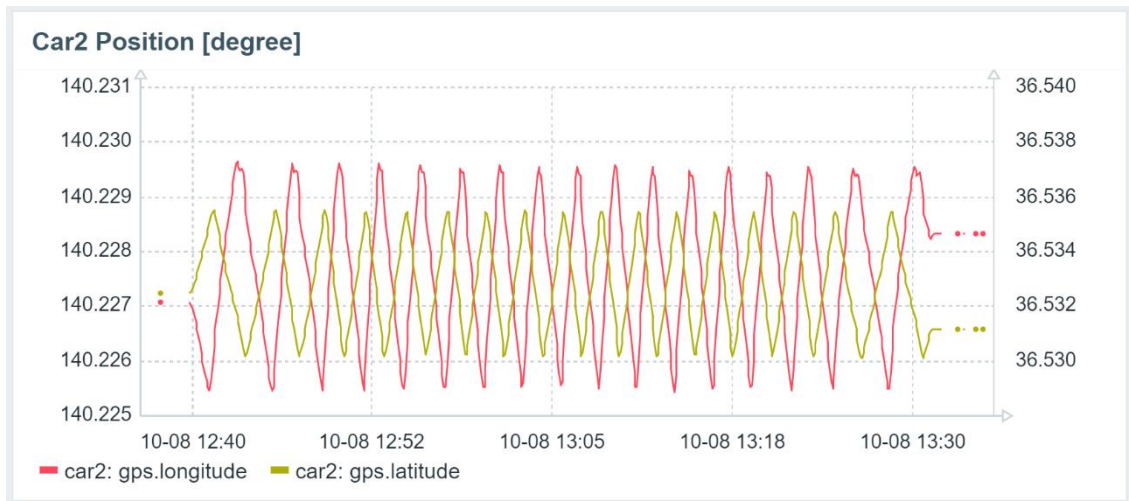


図 2-4-1 GPS で計測したマシンの位置[deg]

図 2-4-1 において、波線で表されたグラフがマシンの位置を表す。ここで、グラフの 1 周期分がマシンのコース 1 周と対応する。マシンは 16 周し、グラフも 16 回周期分あり、結果とデータが対応している。

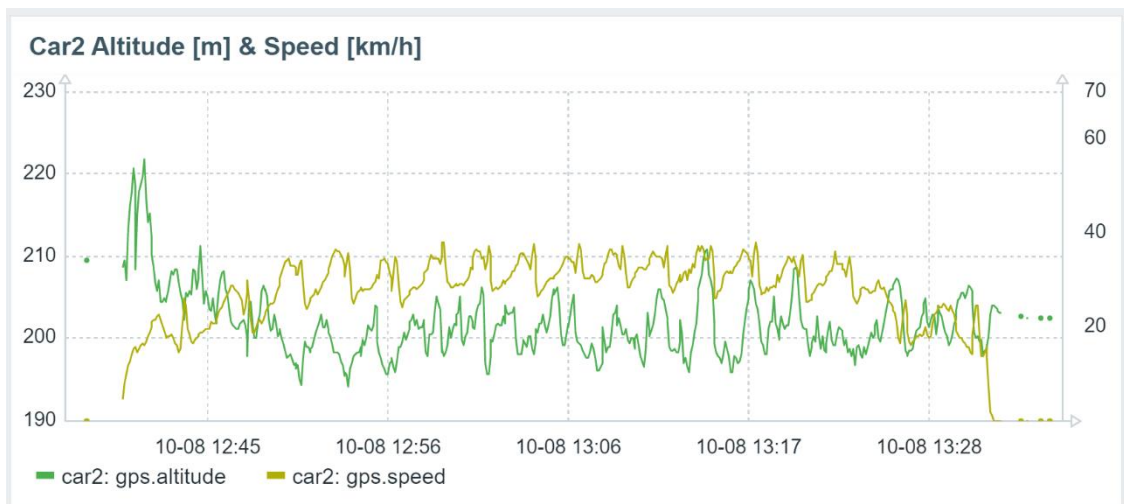


図 2-4-2 マシンの速度[m/s]

図 2-4-2 中の黄緑色で示された「gps.speed」がマシンの速度を表す。最高速は 12:59:20 に記録した 38.406 km/h である。また、速度の波形が同じ形が繰り返されていることから、コースの各コーナーでの速度が、各周回時にほぼ同じであったことがわかる。

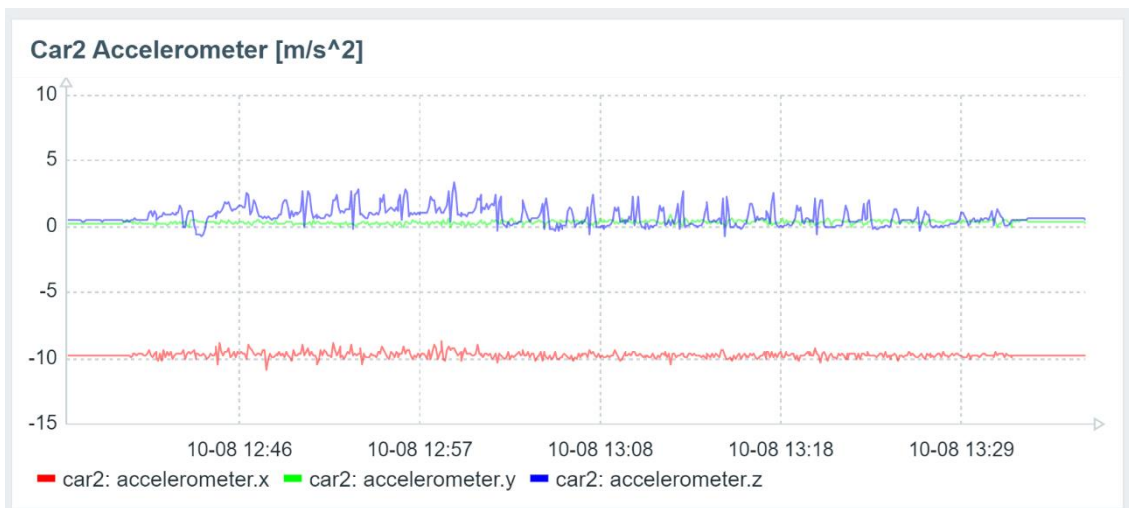


図 2-4-3 加速度[m/s²]の推移

図 2-4-3 は加速度の推移である。ここで、青で示されたグラフが z 方向、すなわち鉛直方向の加速度を示す。波形は周期的であることから、波形はコースの上下に対応していると考えられる。



図 2-4-4 電圧[V]の推移

図 2-4-4 は電圧の推移である。レース前に 54.2V あった電圧が、レース後には 47V 程度に減少した。レースを終えて 7V の減少であるが、その推移はおおむね右肩下がりの直線状であることから、走行を通しておよそ一定の割合で電圧が降下していったといえる。

グラフ上、13:26 を超えたあたりでグラフの波形が変化、それまで 42V 程度だった電圧が 47V まで上昇した。これはレースの規定時間が終わり、ピットに帰るまでアクセルを弱めた時間と一致するので、電気の使用を控えると電圧が数ボルト程度復活する可能性を示唆している。

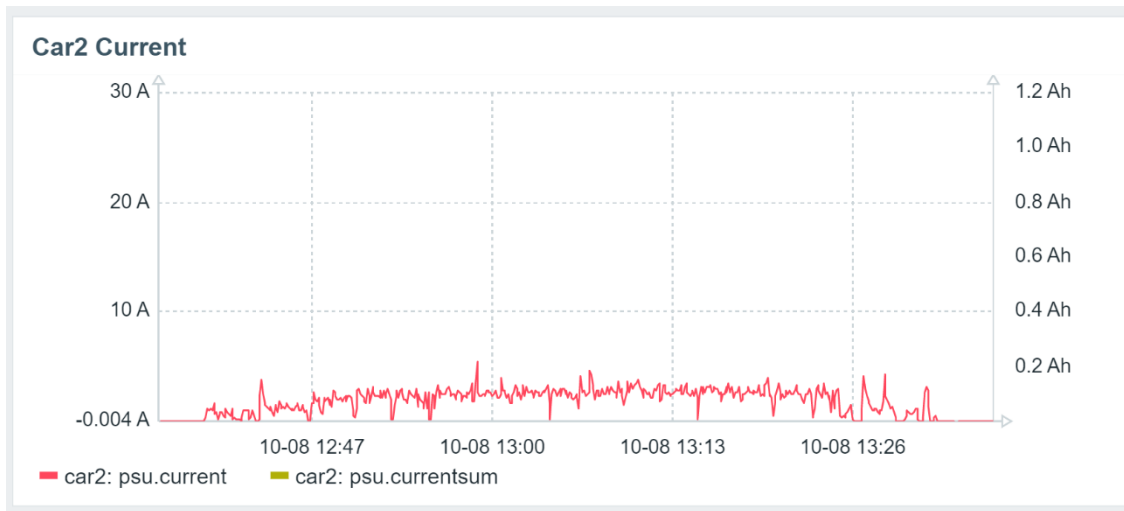


図 2-4-5 電流[A]の推移

図 2-4-5 はレース中の電流の推移である。電流はおおむね 2.0 A から 3.7 A までの範囲で推移している。電流はドライバーが操作するアクセル（可変抵抗）によって制御できるので、図 2-4-5 はアクセル開度と換言できる。

図 2-4-4 で見られた傾向と同じく、13:26 を超えてからグラフの推移が変化している。アクセルを弱めたことで一時的に電流の値は 0.2 A まで小さくなっているが、その後 4.2 A の電流を流している。これは最終コーナーの上りでマシンが失速したためである。それまでは連続的に 2.0 A を出力していたので、最終コーナー手前の下り坂で勢いをつけ、その慣性を利用して 28 km/h 程度（図 2-4-2）でホームストレートまで上っていたが、規定時間到達後、アクセルを弱めたことで下り坂での速度が伸びず、16.5 km/h（図 2-4-2）で最終コーナー立ち上がりを迎えることになった。このため、登坂に電力を使用した。

さて、本プロジェクトは、2022 年 7 月に開催された「2022 Ene-1 SUZUKA Challenge」（鈴鹿大会）と 10 月に開催された「2022 Ene-1 MOTEGI GP」（もてぎ大会）に参加し、完走を目標とした。

鈴鹿大会では 1 周目 36'42.993 2 周目 1000 m 3 周目 19'13.317 総合 72 位/96 台（クラス内 6 位/6 台）という結果を残し、完走という目標は達成できなかった。

一方、もてぎ大会（DivNEXT）では完走し、予選 19 位・決勝 6 位で 17 ポイント獲得、DivNEXT 総合 13 位（全 20 台）、大学生カテゴリー 4 位となった。