

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト  
＜2020年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：フレーム・足回りミッション

ミッションメンバー：システム工学部2年北拓朗, システム工学部3年坂本眞悟, システム工学部3年萬谷響

キーワード：高耐久性、走行性能、目標変更、オンライン活動、チームマネジメント

## 1. 背景と目的

当プロジェクトは、2021年10月に開催される世界最高峰のソーラーカーレースであるBridgestone World Solar Challenge (以下BWSC)に出場し、優勝することを目標としている。BWSCはオーストラリアの公道約3000kmを5日間で走りきる過酷なレースである。求められる技術力の高さ、国外大会への出場に伴う様々なハードル、開発からレース本番を含めた様々な場面でのチームマネジメントなど、出場チームには総合的な能力が非常に高い水準で求められる。高い壁であるが、だからこそ出場する価値のある大会であり、挑戦する意義のある大会であると言える。

さて、BWSCのレース特性として、先にも述べたように3000kmを5日で走りきる過酷さがある。レース中は高温かつ強風が吹くなどの劣悪な環境での走行を強いられる。しかし、現在の最新車体「うめ☆号」ではこの環境に耐えられない。そのため、環境に耐えうる新たな車体の設計をする必要がある。このような背景から、本ミッションでは、高い走行性能を満たしつつ、信頼性と耐久性を持つソーラーカーの足回り及びフレームの設計・製作することを目的とする。

## 2. 活動内容

2021年大会に向けての新車体設計としてまずは、BWSC2019年大会の車体規則を参考に小型フレームの開発を目指した。フレームをより小型化することにより、車体全体の重量の削減、前方投影面積の減少による空気抵抗の削減が見込める(①式)。

$$F_D = \frac{1}{2} * C_d * \rho * A * V^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

空気抵抗[N] = 1/2 × 空気抵抗係数 × 空気密度[kg/m<sup>3</sup>] × 前面投影面積 [m<sup>2</sup>] × (速度 [m/s])<sup>2</sup>

2019大会の車体規則にぎりぎり即しながら、治具などの製作の都合などを加味、また、応力解析をかけつつ、強度の弱い箇所に関しては構造や厚みなどの変化で対応して設計を進めた。

その後、2020年6月5日に、目標とする2021年大会の車体規則が発表された。ここでは、2019年規則では認められていなかった「3輪ソーラーカー」の製作が認められていた。これを受けて、それまでの設計は白紙に戻し、3輪ソーラーカーの製作に挑戦することになる。これは他のチームと同じことをしては、レース経験で劣る私達が他チームより早くゴールすることなど到底できないと考えたためである。重量や空力性能、安定性などといった3輪車体と4輪車体の一長一短を吟味し合った上で、他チームも近年経験のない3輪に挑戦することとした。

当初の活動予定ではこのまま2021年大会に向けて活動を続けていく予定だった。しかし、新型コロナウイルスの影響により、クリエでの活動制限、材料調達への支障から、製作スケジュールに大きな遅れが発生し始めた。メンバーの時間的・体力的な負担の増加や学業への支障が懸念される事

態となり、また、オーストラリアへの渡航制限や大会運営による開催判断がない事から、先行きが不透明なため、製作費の使用に慎重な判断が求められる状況となった。

これらの状況を鑑み、メンバーで議論を重ねることにより、BWSC 出場目標を 2023 年大会に変更した。また、活動内容も予定と大幅に変更し、今年度はレースとしての経験を積む目的で 2021 年ソーラーカーレース鈴鹿に参加することとした。(なおソーラーカーレース鈴鹿は、2020 年大会は中止、更に 2021 年大会をもって、次年度以降の開催はされないとのアナウンスが大会公式より発表されている。)

これ以降は出場大会の変更に伴う活動内容の変更として、2019 年のソーラーカーレース鈴鹿後に発生した問題に関するうめ☆号の修理を複数箇所行った。主な修理内容の 1 つ目は、「ソーラーカーの全幅はトレッド幅の 2 倍以内でなければならない」というレース規則を、カウルの劣化変形により満たせなくなっている問題の解決である。つまり、トレッド幅の拡張もしくは全幅の縮小のどちらを実行するかを議論することとなった。以下にそれぞれの手法のメリット・デメリットを表にした。これについては現在もプロジェクト内でどちらを採用するか検討中である。

表 1 トレッド幅拡張と全幅縮小の比較

	トレッド幅の拡張	全幅の縮小
メリット	<ul style="list-style-type: none"><li>・車体の走行安定性が増す。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・車体の空力性能が上がる（前方投影面積が小さくなる）。</li><li>・カウルの劣化による変形が修正される。</li></ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"><li>・足回りのパーツを再製作する必要があるのでコストが高い。</li><li>・フレームと足回りパーツの結合を一度外すことになるので、結合部分の強度低下が予想される。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・工数が多く、工期も長い。</li><li>・パネルの搭載面積が減ることにより、レース中の総発電量が減る。</li><li>・パネルの張り替え作業が発生するので、パネルの損傷リスクがある。</li></ul>

更に、2019 年のソーラーカーレース鈴鹿後に発生した問題に関するマシン修理の 2 つ目として、ブレーキ故障の修復作業を行った。これはブレーキキャリパーのオイル排出チューブの連結部分にある O リングが擦れて劣化していたことにより、ブレーキホース内に空気が流入していたことが原因であった。該当の O リングの取り換えをしようとするするとブレーキキャリパーのオーバーホールが必要になるが、キャリパーのような精密部品は一度分解してしまうと、組み立てなおしても元の動作を再現することが非常に難しい。ドライバーの安全やブレーキ機構の信頼性を鑑みて、最終的にブレーキキャリパーそのものを取り換えて解決とした。

### 3. 活動の成果や学んだこと

学んだこととしてはコロナ禍におけるオンラインでできる事の追究がある。活動制限がかかってから会議や新歓活動、勉強会を始め、CAD、流体解析なども遠隔で行うようになった。現段階でもやれる事は多々あり、他にオンラインで代替できるものがないか日々探究している。更に、今まで

の解析作業は大まかな比較検討のみしか出来ていなかったが、3 輪検討などを通して解析手法を確立した為、流体解析や 3DCAD の活用により車体に関わる要素技術の獲得ができ、比較対象を定量的に扱うことができるようになった。

他に学んだこととして私たちの想像力の乏しさを痛感した。前節から分かる通り、BWSC に向けて作業をしている中、うめ☆号にはあまり手を加えてはいなかった。そのため、エア抜き作業をするまでブレーキの故障に気づくことが無かった。また、コロナウイルスによる入構禁止により、カウル製作に割くことのできる時間が短くなった。このため、カウル修正に割ける作業時間が少なくなってしまうが、これは当初から予想のできる問題であった。

#### 4. 今後の展開

今後の展開としては、メンバーの経験蓄積としてソーラーカーレース鈴鹿 2021 に出場する予定である。足回り・フレーム面での作業は、ブレーキ周りの修理や、後輪のトレッド幅の拡張実験、牽引フック機構の実装などを予定している。しかし、今回のように新型コロナウイルスによってそもそもソーラーカーレース鈴鹿 2021 が開催されない場合や、活動制限延長により車体整備が出来ない場合もあるため、今後の動向に気を配り、目標変更なども含めて柔軟に対応していく。

また BWSC2023 のために、中断している 3 輪検討や小型フレームの設計を、鈴鹿 2021 の準備と並行して進めていく。

#### 5. まとめ

BWSC への出場を 2 年延期したことで、卒業や引退に伴うメンバーの入れ替えが発生することとなった。したがって、製作作業ももちろんのこと、プロジェクトの技術力の継承や出場へのモチベーションの維持といった点も、今後は非常に重要な課題となってくる。しかし、今年度はリモート活動への急激な対応などもあり、新入生への教育などは特に不十分になってしまった。残り 2 年で BWSC 出場を再実現するためにも、国内最大のソーラーカーレースである鈴鹿 2021 への出場を通して、メンバーの経験蓄積や技術力の向上を図ることが肝心になる。プロジェクト一丸となって、この高い壁を乗り越えていきたい。