

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2021年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：ソーラーカープロジェクト

ミッション名：車体ミッション

ミッションメンバー：システム工学部2年上田日花里，システム工学部3年北拓郎，システム工学部2年田所遥斗

キーワード：BWSC2023 安定性 安全性 フレーム設計 足回り設計

1. 背景と目的

本プロジェクトは本ミッション開始当初、オーストラリアで開催される Bridgestone World Solar Challenge (以下 BWSC) の 2023 年大会に出場、優勝できる車体の製作を最終目標とし活動していた。そのため、今年度は一昨年まで行われていた BWSC2021 年用の新車体設計を引き継ぎ、3 輪車体での安全性の確保と小型フレームの設計を中心とし、設計を進めていくことを予定していた。しかし、設計開始前の昨年 8 月、プロジェクト内の世代交代によって BWSC2021 の設計に携わっていたメンバーが全員引退となった。そのため BWSC2023 参戦時にメインで活動を行う 2 回生と 1 回生で再度、自分達の最終目標と車体コンセプトについて検討を行った。その結果、BWSC2023 は今後のソーラーカープロジェクトの方針に大きな影響を与えるということから、まずは「世界大会という大きな舞台で確実に完走すること」に目標を変更することになった。それに伴い、車体コンセプトも「強風、高温、砂塵といったオーストラリアの過酷なレース環境でも確実に完走できる安全性と安定性に優れた車体」に変更となった。

2. 活動内容

2.1 全体の設計

2.1.1. 形状の検討

以上の目標とコンセプトを踏まえ、新たに BWSC2023 完走へ向けた新車体の設計を開始した。設計開始にあたって、まずはソーラーカーの形状の検討を行った。ソーラーカーには大きく分けてモノハルとカタマランという 2 種類の形状が存在する。ちなみに本プロジェクトの現車体のうめ☆号はモノハルを採用している。話し合いの結果、表 1 からわかるように、車体製作、電装設計、ドライバー、全ての観点に置いて、モノハルが良いという結論に至った。


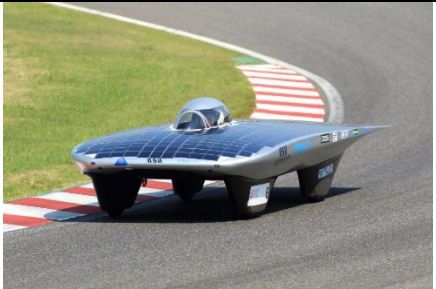
		
比較項目	モノハル	カタマラン
製作ノウハウ	多い	少ない
製作難易度	低い	高い
配線	単純	複雑
運転難易度	低い	高い

表 1：モノハルとカタマランの比較

2.1. 2. 車輪数の検討

ソーラーカーの形状がモノハルに決定したところで、次に車輪数の検討を行った。(表2) 2021年用の車体では走行速度に大きな影響を与える空気抵抗の少なさを重視し、3輪を採用していた。しかし、私たちは安定性が高い点、構造が単純化しやすいことから強度を高くしやすい点の2点を重視し、4輪を採用することにした。また、4輪では大きくなりがちな空気抵抗も妥協せず、4輪で安定性を確保した中で、いかに小さな抵抗に抑えるかを検討していくという形に収まった。

比較項目	3輪	4輪
安定性	悪い	良い
構造	複雑になりがち	単純化しやすい
重量	小さい	大きい
転がり抵抗 (※1)	大差なし	大差なし
空気抵抗 (※2)	小さくしやすい	大きくなりがち

※1：転がり抵抗＝転がり抵抗係数×車重×重力加速度（1kgあたり約0.34N）

※2：空気抵抗＝1/2×空気抵抗係数×空気密度×前方投影面積×速度

表2：3輪車体と4輪車体の比較

2.1. 3. 設計の細分化

車体コンセプトと大まかな形状、車輪数という設計の大筋が決まったところで今までメンバー全員で進めていた車体設計を足回り、フレーム、カウルの3部門に細分化し、同時進行で設計を進めていくことになった。

2.2. フレーム設計

2.2. 1. 設計の軸

フレーム設計は以下の2点を軸として設計を進めていくことになった。まず、車体全体の空気抵抗を減らすためには車体の最も内側、核となるフレームの小型化が必須となる。次に安全性を高めるためには強度のしっかりとした設計に加えて、いかにその設計に忠実に製作できるかが重要となる。そのため製作しやすいシンプルな形を目指すことになった。このようにフレームは小型化と簡略化の2点を重視して設計を進めていく。

2.2. 2. 最低限必要なフレーム寸法の算出

まずは小型化の実現のため、BWSC2021のレギュレーションとドライバーの体型から最低限必要なフレームサイズを算出し、2D図面におこした。(図1)。

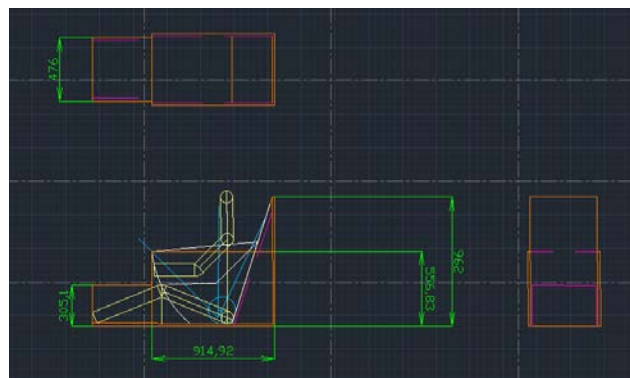


図1：最低限必要なサイズを確保したフレーム図面

2.2.3. 電装機器の位置検討

次に、車体に搭載する3つの電装機器の位置検討を行った。(図3)1つ目はトラッカーボックス。トラッカーボックスの通信を妨げないよう非透過材料であるカーボン avoided 配置を行った。2つ目はモーターコントローラー。モーターとの距離を縮めることで、2つを結ぶ配線の単純化、軽量化を図った。3つ目はバッテリー。前方投影面積を小さくするため、うめ☆号で採用している側面への配置を避け、車体後方に配置した。また先程のモーターコントローラーも前方投影面積縮小のため、車体側面に窪みを作り、そこに埋め込むという形になった。

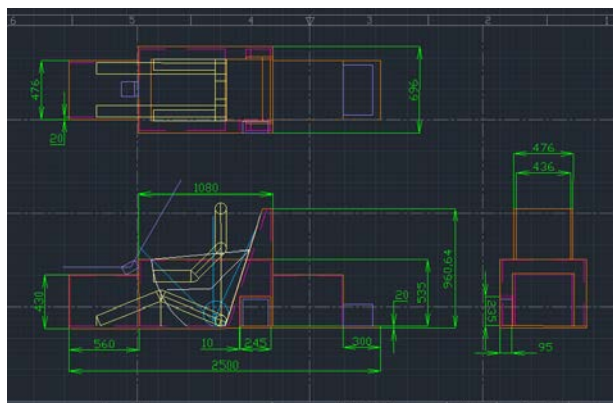


図3：3つの電装機器を搭載したフレーム図面

2.2.4. 足回り設計との均衡を図った形状変更

最後に足回り設計とのバランスを考えた形状変更を行った。まず、前回までの図面ではタイヤを設置した際にタイヤが中央と後方の箱に干渉してしまうため(図4)、図5の様に中央の箱の前面を斜めにカット、さらにバッテリーの向きを変更し、後方の箱の幅を抑えるという2点の対策を行った。次に図5では、フレームの横幅が広く、足回り部門が求めるトレッド幅が実現できないため、前方の箱をマネキンの足先で一度区切り、さらに幅の狭い箱を設置した。さらに前方の箱を前に長くすることで、タイヤと車体の間隔を確保したままで、先程斜めにカットしたことで失われていたシンプルな形状を取り戻すことに成功した。(図6)



図4

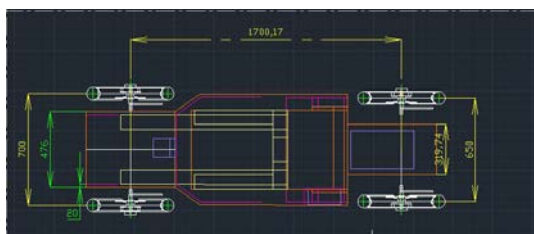


図5

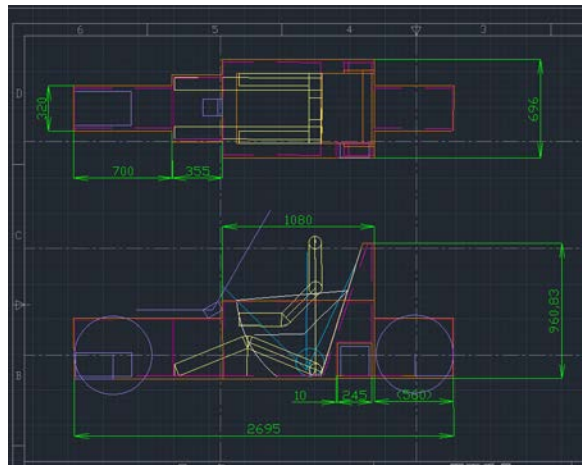


図6

2.3 足回り設計

2.3.1. 設計の軸

足回り設計は以下の 3 点を軸として設計を進めていくことになった。まずは設計と整備の行いやすさ。これはフレーム同様シンプルな形状を目指す。次に BWSC では前年まで参戦していたソーラーカーレース鈴鹿と異なり、直線のコースが多くなる。そのため直進性能の向上が必要となる。最後に安全性の確保だ。これは強度解析によって車体やドライバーへの負荷を検証する必要がある。足回りはこのように簡略化、直進安定性、強度の 3 点を重視してサスペンションジオメトリの設計を進めていく。

2.3. 2. 具体的な設計

まずは車体寸法のレギュレーションをもとに理想的なトレッド幅とホイールベースを設定した。これにより、車体の安定性やコーナリング性能の向上、前方投影面積の縮小が期待できる。またタイヤ周りのキャスター角やキングピン角の設定を行い、直進安定性の向上を目指した。これらを前述のフレーム設計とすり合わせ、足回りの配置を行った。

3. 活動の成果や学んだこと

成果としては設計開始前にメンバー全員で改めて、目標やコンセプトを明確にしたことで、設計を 3 部門に細分化した後も一貫性を持って設計が進められた点があげられる。

学んだこととしては設計を 3 部門に分けたことで、各部門の作業効率や各部門担当者の知識の向上が見られたが、一方で部門間での細やかなコミュニケーションが疎かになり、他の部門の詳細な状況や意図がわからなくなってしまうという事態が発生してしまった。このことから、今後はメンバー全員でこまめに詳細な内容でのコミュニケーションをとりプロジェクト全体の連携を高めていく必要があると考えられる。

4. 今後の展開

まずフレーム設計では前述の 2D 図面を 3D 化し強度解析によってその安全性を検証。また、1/1 サイズのモックアップを作成してドライバーの姿勢確認や搭載物の位置フレームの製作方法を確認する。

次に足回り設計では前述の 2D 設計の継続それが終わり次第、フレーム設計同様に 3D 化と強度解析を行う。

最後にカウル設計では空気抵抗の減少を目指す為前方投影面積を縮小し、Cd 値を減少させることを設計の軸として活動を進めていく。具体的な活動としては先程紹介されたフレーム、足回りの図面に合わせた 3D 図面の作成。そして、それらを流体解析にかけることでより空気抵抗の少ない図面の考案を行う。また、初のカーボンカウル作成に備えてカーボン積層の練習を重ねていく。

5. まとめ

今後はフレーム、カウル、足回りの 3 部門が連携し 2022 年夏に予定されている BWSC2023 年用レギュレーションの発表に備えた設計、製作準備を進めていく。車体設計の 3 部門だけでなく、電装班、総務班も含めたプロジェクト全体がしっかりとしたコミュニケーションのもと、連携してそれぞれの活動を進めていくことで、最終目標である「世界大会 (BWSC) という大きな舞台で確実に完走すること」の実現に確実につながるはずである。