

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
<2024 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：太陽電池の気象条件への依存に関する研究

ミッションメンバー：システム工学部 2 年西村孝太郎,システム工学部 2 年田中碧

キーワード：太陽電池 BWSC 日射量 発電量

背景と目的

当プロジェクトは、2025 年にオーストラリアで開催されるソーラーカーレースの世界大会「Bridgestone World Solar Challenge 2025(以下 BWSC2025)」での完走および 10 位以内でのゴールを目標としている。この目標の達成に向けた以前からの課題として、車体の空力性能と太陽電池の発電量のバランスを考慮した車体設計があげられる。これらはトレードオフの関係であると考えられるが、これまで定量的に評価できない状況であった。このことに加え、BWSC2025 の大会規約が前回のものから大幅に変更されることとなった。主な変更点として、開催時期が 10 月から 8 月になることや、車体に貼ることのできる太陽電池の面積が増加し、バッテリーのエネルギー容量の上限が減少したことなどが挙げられる。これらの変更により、大会時の発電量が前回大会までのものとは異なることが予想され、事前にレース時の走行計画を立てることが難しくなった。そのため、本ミッションでは日射量や気温などが変わることでよりどの程度太陽電池の発電量が変化するかを確認した後、BWSC2025 に向けた車体の太陽電池の配置を考えること、それらを基に大会時の発電量を予測し、走行計画を立てることを到達目標とした。

1. 活動内容

はじめに述べた目的を達成するために、以下の 3 つについて取り組んだ。

1.1 白浜大会でのデータ収集

2024 年 10 月に開催された「白浜 ECO-CAR CHALLENGE」にて、前回の世界大会に出場した車体を用いて発電量の計測を行い、図にまとめた。

1.2 車体形状の決定

空力性能を重視した車体や、発電量を重視した車体など複数の候補を提案し、その中から最適なものを選んだ。空力性能を重視した車体では、前方から見た面積が小さく空気抵抗が少ないが、太陽光をうまく受けることができない。一方で発電量を重視した車体ではその逆であり、空気抵抗は大きくなってしまう。そのため、これらの中間のような設計を採用した。また、前回大会では車体の形状を決定した後に太陽電池を配置するという手法をとったため、必要以上に車体が大きくなってしまった。そのため、今回の新車体では新車体の案が一つ提案される毎に CAD 上で太陽電池を貼り、その結果をフィードバックするという手法をとった。

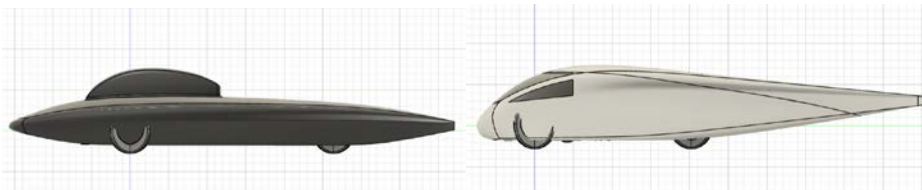


図 1.1 空力性能を重視した車体

図 1.2 発電量を重視した車体

1.3 太陽電池の配置と MPPT の分割設計

1.2 で決定した車体の形状をもとに、太陽電池と MPPT の配置の設計を行った。大会規約により

増加する分の太陽電池を新たに購入することが難しく、他のソーラーカーチームが過去に使用していたものを流用することになったため、決められた形の太陽電池を Excel 上に書き出し、パズルのようにして配置した。このとき、車体の曲がった箇所に配置する太陽電池は小さいものにする点や、オーストラリア大陸を縦断するというレースの性質上陰がかりやすい箇所には、極力太陽電池を配置しないなどの工夫を施した。

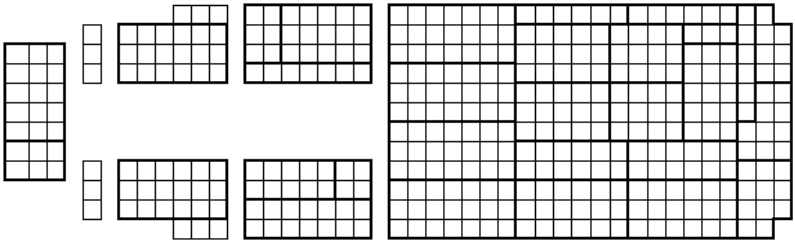
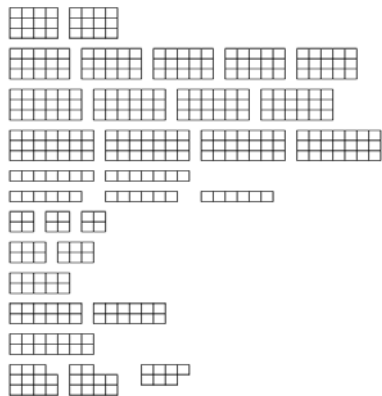


図 1.3 決められた形の太陽電池 図 1.4 Excel 上で並べた太陽電池の配置

次に MPPT の配置について考えた。MPPT とは太陽電池から得られた電圧を、バッテリーを充電でできる電圧まで昇圧するコンバーターのことであり、製品の仕様上出力できる電圧が制限されているため、この車体では複数個接続して使用する必要があった。MPPT を複数個使用するに当たって、どの太陽電池のモジュールを一つの系統として接続するか考える際に、車体の軽量化のため配線が短くすることなどを意識して設計を行った。また、MPPT による電力の消費を減らすために、昇圧比（出力電圧を入力電圧で割った値）が 1.1 に近くなるように接続の仕方を工夫した。

定格仕様

最速太陽電池 (1000W/m ² 値)	開放電圧: 10V~30V以内 短絡電流: 6.5A以下 (ピーク 7.5A以下) 最大出力電力: 125W以下
出力電圧	入力電圧 × 1.1 以上 ※出力上限電圧はVR2にて調節します。 上限調節範囲: 23 - 37V (オプション品: 18 - 33V)
推奨昇圧比範囲	1.1 - 2.5 (Vout/Vin)
最高効率	99%以上 (Vout=34.5V, 昇圧比: 1.15での測定値)
本体消費電流	4.5mA (無負荷)
保護機能	過電圧保護 (OVP) 過電流保護 (OCP) 過熱保護 (OTP)
保護素子	PV逆流防止ダイオード MPPTバイパスダイオード 過電圧保護ダイオード (入力、出力)
基板サイズ	90mm(W) × 40mm(D) × 19mm(H) (端子台実装時、Hは端子台高さ)
取付ネジ穴ピッチ	82mm × 32mm (φ3.4mm、M3サイズ)
重量	42g (ヒートシンク込み)
端子台対応 圧着端子	幅6mm以下、M3サイズ
最大動作温度	125度以下

※仕様、価格等は予告無く変更する場合があります。

図 1.5 MPPT の仕様

2. 活動の成果や学んだこと

1.1 で得られた発電量のデータを図にしたものを以下に示す。なお、大会は二日間にわたって開催され、1日目の天気は雨だったのに対し、2日目は晴れだった。また、データを収集した時間は、1日目が 10時から 15時であり、2日目は 8時から 13時だった。

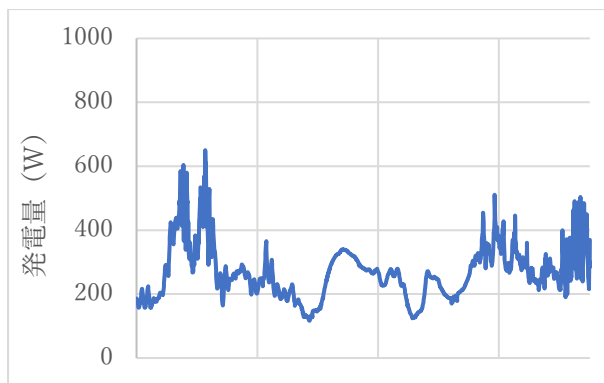


図 2.1 大会 1 日目の発電量（横軸は時刻 10 時から 15 時）

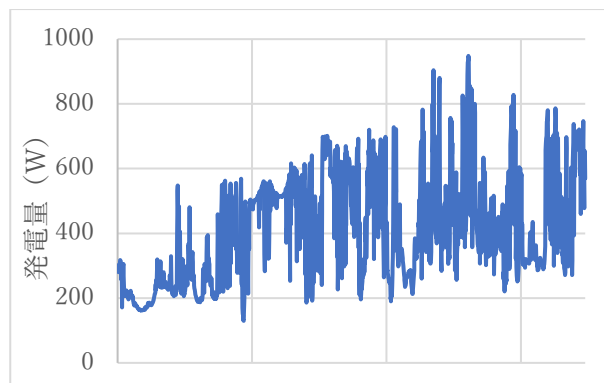


図 2.2 大会 2 日目の発電量（横軸は時刻 8 時から 13 時）

上の図から、晴れの日には雨の日に比べ短時間での発電量の変化が大きくなること分かったが、これは雲がかかるたびに大幅に発電量が低下したためだと考えた。また、晴れの日発電量が小さい時間（雲がかかったと考えられる時間）では、雨の日とその値はほぼ同じであることが図から見て取れた。なお、本来は発電量と同時に日射量も測定する必要があったがうまく測定できなかったため、インターネットで公開されている日射量のデータベースを参考に比較したところ、概ね比例していることが分かった。

また、車体の形状および太陽電池の配置は以下の画像のようになった。

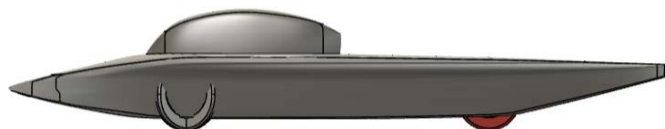


図 2.3 新車体を横から見た図

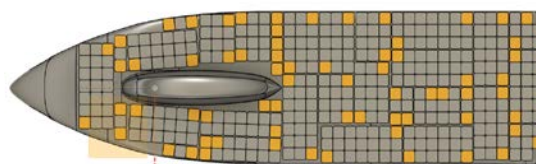


図 2.4 新車体を上から見た図

新車体では、車体の大きさを太陽電池が貼りきれの最小限にしながら、太陽電池を貼る面の反りを抑え、太陽からの光をうまく受けやすい形状にした。それに加え、車体前端の方は常に陰がかかることが考えられるため、太陽電池は貼らないようにした。

最後に、提案した MPPT の配置の候補を以下に示す。なお、一つの色につき一つの MPPT を用いる。

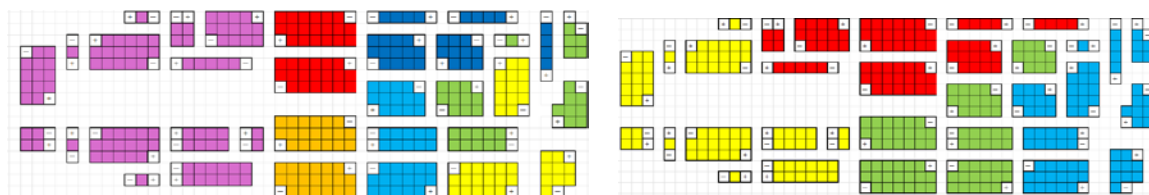


図 2.5,6 MPPT の配置案

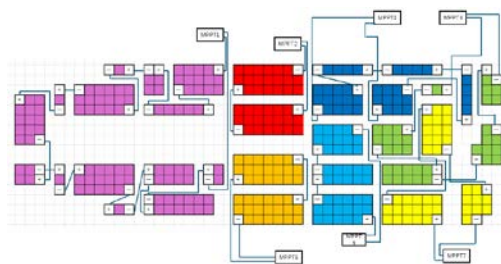


図 2.7 配線を考慮した MPPT の配置

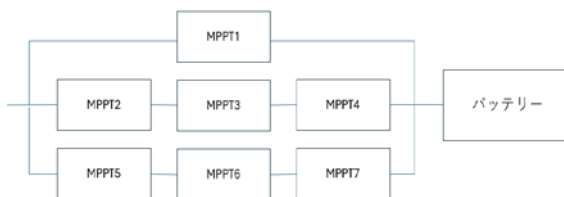


図 2.8 MPPT の接続方法

3. 今後の展開

今回の活動からは、当初の目的であった、BWSC2025での発電量を予測することができなかった。そのため、今後日射量と発電量との関係について調べるとともに、気温との関係についても調べることで大会時の発電量を予測し、走行計画を立てる。また、空力性能と発電量の定量的な評価も達成することができなかったため、その手法について考察を行う。

また、MPPTの配置案は一つに絞り込むことができなかったため、予定している白浜試走や栃木試走などで発電量を比較することで、MPPTの最適な配置を決定する。

4. まとめ

本ミッションでは、主題になっている気温や日射量などの気象条件により、発電量がどの程度変化するのかという点については定量的に明らかにすることができなかった。一方で、前回大会からの課題であった太陽電池を貼る際の無駄なスペースや、MPPTの適切な配置については多少改善することができた。このミッションを通して得られた成果や知見を糧にして、引き続き目標達成に向けて活動していきたい。