

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：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：電装ミッション

ミッションメンバー：システム工学部 2年和田紳助，システム工学部 3年谷口知弥，システム工学部 4年谷村太智

キーワード：BWSC、整備性、トラブルシューティング、ターミナルボックス、シリアル通信モジュール

## 1. 背景と目的

当プロジェクトはオーストラリアで隔年開催されるソーラーカーレースの世界大会「Bridgestone World Solar Challenge(以下 BWSC)」の 2023 年度大会に向けた車体の製作において、整備性の向上及びトラブルシューティングの容易化を最終目標としていた。

BWSC は高温の中、強風や砂塵などの劣悪な環境を走行するレースであり、その上レースの途中で起こるトラブルはその場で解決しなければならない。故に、予めそういったトラブルを想定し、適切に対応できるよう準備しておかなければならない。さらには、トラブルを未然に防ぐことが求められる。これまではレースの直前に配線ミスが発覚するなどの事例もあり、トラブルはいつ現れるのかは予想ができなかった。よって、車体の整備性の向上及びトラブルシューティングの容易化は不可欠である。そこで今年度はその第一歩としてターミナルボックスの製作と、シリアル通信モジュールを新たに用いたシリアル通信の導入を主に行うこととした。

## 2. 活動内容

### 2.1 ターミナルボックス

トラブルが発生した時は配線の分岐点などを調べ、原因となるものがどこにあるのかを探っていく。しかし、以前の車体ではその分岐点が散在しており検査に時間がかかっていた。この問題を解決するために必要なのがターミナルボックスである。分岐点を一定スペース内に集めることで、そのスペースの中を調べるだけでトラブルの原因を発見できるというアイデアである。

ソーラーカーの内部には 2 種類の回路が存在し、一つはパネルで発電した電気をバッテリーに送り、そしてモーターへ供給する大きな電流が流れる強電系。もう一つがライトや無線機器、ホンなど小さい電流が流れる弱電系。ターミナルボックスは後者の弱電系の方で用いた。よって、まず弱電系に属する機器をリストアップし、図 1 のように回路図を書き上げた。そして、それを基

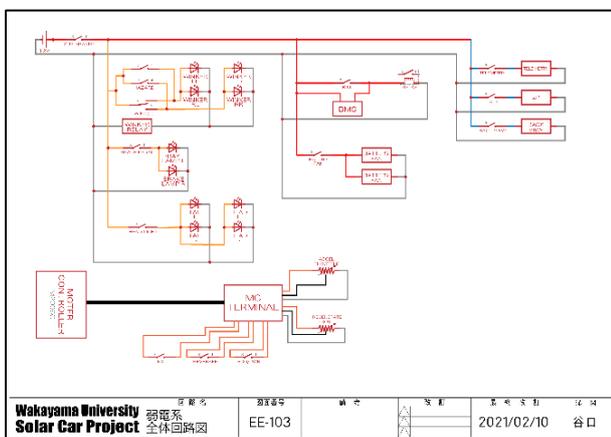


図 1 弱電系全体回路図

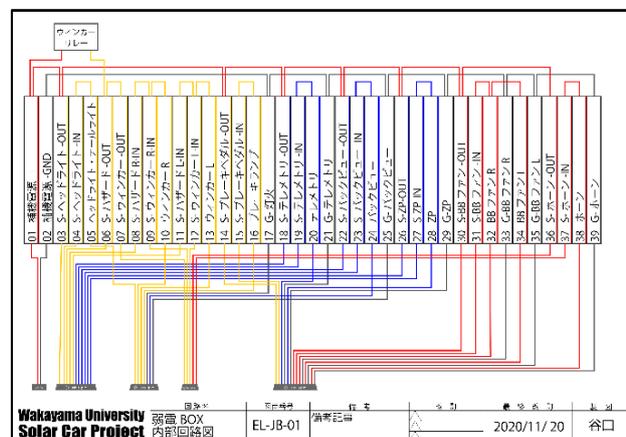


図 2 ターミナルボックス内部回路図

に図2のような内部回路図を作製した。これらの作成には「Adobe Illustrator」を用いた。配線はその用途別に大まかに色分けをしている。配線の色分けは、配線が多いときほど重要になる。次に端子台に回路図通りに配線を接続させ図3のようになった。



図3 ターミナルボックス

ターミナルボックスは現在の車体の実装した。ターミナルボックスと電源や機器との接続にはD-sub コネクタを用いたが、配線のD-sub コネクタへのはんだ付けがなかなか難しく、かなりの苦戦を強いられた。失敗を繰り返すうちにコネクタのピンがつぶれかけることもあったが何とか完成させることができ、最終的には昨年開催されたソーラーカーレース鈴鹿で無事機能させることができた。

ターミナルボックスを製作したことによるメリットは主に4つあり、デバッグの効率化、拡張性の向上、信頼性の向上、そして配線の簡略化である。トラブルの原因を探るときはこの内部を探せばいいので、デバッグを効率的に行えるようになった。そして、配線もきれいに整理され信頼性の向上にもつながった。新しい機器が必要となった場合は、端子台のブロックを追加することで拡張も容易に行える。また、このターミナルボックスからそれぞれの機器に配線を接続させるだけなので、配線及びシステムが簡略化された。しかし、デメリットもあり、置くためのスペースが必要であること、また、弱電系の配線が全てこのターミナルボックスを経由しているのでここに不具合が生じると弱電系全体に影響が及ぶことである。

デメリットの一つであるスペースの問題を解決するために考えたのが、ターミナルボックスの基板化である。基板であればサイズがコンパクトで、より狭い空間でも配置することができる。ただ、基板では拡張性に乏しい、大電流に弱いといった一面もあり、常に電気を流し続けるライトや比較的大きな電流が流れるホーンには向いていない部分もある。よって、基板化は今後さらなる検討を進めていくつもりである。

## 2.2 シリパラ通信

そもそもシリパラ通信とは何かというとシリアル通信とパラレル通信を組み合わせたものである。シリアル通信は図4のように送信側と受信側が一本の線につながっており、データを一つ一つ逐次送信していく方式である。この場合配線が一本であり簡単だが、システムとしては少々複雑となる。一方、パラレル通信は図5のように送信側と受信側を必要な本数分だけ線を用意してつなぎ、データを同時並列的に送信していく方式である。こちらの場合は配線が多くなり複雑だが、一対一の対応で線をつなげるのでシステムとしては簡単になる。

これら二つの方式を組み合わせたのがシリパラ通信である。



図4 シリアル通信

こうすることで複数の機器を少ない配線で制御することができる。ここで必要になるのがシリアル通信とパラレル通信を変換するモジュールである。

今回選んだモジュールは「P-mod RS-485」である。RS-485はEIAが制定したRS-422規格の上位互換のシリアルインターフェイスで、最大32個を同じバスで送受信でき、さらにノイズに強いという面もある。

これはライト類や無線機器類など、車体に配置した時に物理的に距離が近いものに対して使用を試みた。ライトは前後合わせて11個あり、これまでは全てパラレルでつないでいたので配線がとてがかさばっていたがここでシリアル通信を用いることができれば、かなりの配線量の削減にもつながり、トラブルの因子の削減及び重量の削減も望める。しかし、引継ぎの遅れや活動の制限などのスケジュールのズレにより、モックアップの製作が間に合わず今年度は実装及び検証には至らなかった。



図5 パラレル通信

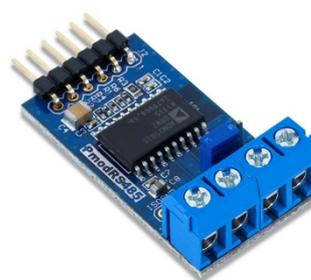


図6 Pmod RS-485

### 3. 活動の成果や学んだこと

活動の成果としては機器が動作しなかったときに原因がすぐに突き止められるようになったことが挙げられる。これはターミナルボックスにテスターを当てるだけで確認できるので、トラブルシューティングにかかる時間を大幅に短縮できた。そして、ターミナルボックスの製作に伴い車体側面の配線も整理され整備がより行いやすくなった。

学んだことは、整備性の向上に伴って信頼性が向上することである。整備がしやすい状態を保持することで、修正や改善が行いやすくなる。さらに、トラブルが発生してから解決するまでの時間が短いと、次に新たなトラブルが発生してもすぐに解決できるだろうという精神的な安心感を得られる。また、電気系とはシンプルにすることが大事であると実感した。システムが高度化するとその分トラブルシューティングも難しくなるため、散在している分岐点を集中させる、複数の配線をまとめてひとつにするといったシンプルなアイデアが結果的に整備性の向上をもたらすことがわかった。

### 4. 今後の展開

今後の作業はBWSCへ向けた車体の製作を念頭に置いて、大会のレギュレーションを満たすことはもちろんのこと、ターミナルボックスの基板化の検討や、シリアル通信モジュールの実装及び検証、配線量の削減、熱への対策、冗長性の考慮などを考えていく。これまでの車体では配線が多くあり、これは車体設計の時点で電装面を考慮しきれていなかったからである。また適切な配線の太さを選別できていなかったこともあり、配線だけでも重量がかさんでいた。そこで新車体では予め設計の段階で配線のルートを決定し、適切な太さの配線を用いることを考えている。オーストラリアのレースでは猛暑の中を走行するので、熱への対策もしっかり施す必要がある。熱による機器のト

ラブルも十分考えられるので、ファンを用いて冷却を行う、熱に強い接着方法を利用するなどを考えなければならない。また、今回製作したターミナルボックスのように問題が発生すると系全体に影響が及ぶ面に関しては、予備の系を用意するなど何か手を打つ必要があるので、改良できるのかを検討するつもりである。

## 5. まとめ

今年度は主に整備性の向上に取り組んだ。そして、整備性の重要性を学ぶことができた。しかし、BWSC に向けて依然足りないものや考慮しないといけないことが山積みである。厳しいレギュレーションを満たしつつ、車体の性能だけでなく、安全性も考え、BWSC で完走できる車体を目指してこれからも製作を続けていく。