

## 菅生チャレンジⅢ (大会データ処理とシミュレーションによる走行戦略の立案)

システム科学技術学部 機械知能システム学科

2年 岸 将史 2年 佐々木 祐輔

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

教授 御室 哲志

### 1. 目的

本学ものづくりサークルS.E.I.M.では小型バッテリーカーのWEM(World Econo Move)菅生大会に参加することで、勾配変化の激しい過酷なコースでの走行エネルギー効率の向上を目指している。今年度8月の本学として3回目の大会参加において、電圧、電流、走行速度、位置情報(GPS)等のデータを取得し、解析して来年以降の大会参加のための車両改良と走行戦略に役立てる。

### 2. 菅生サーキット概要

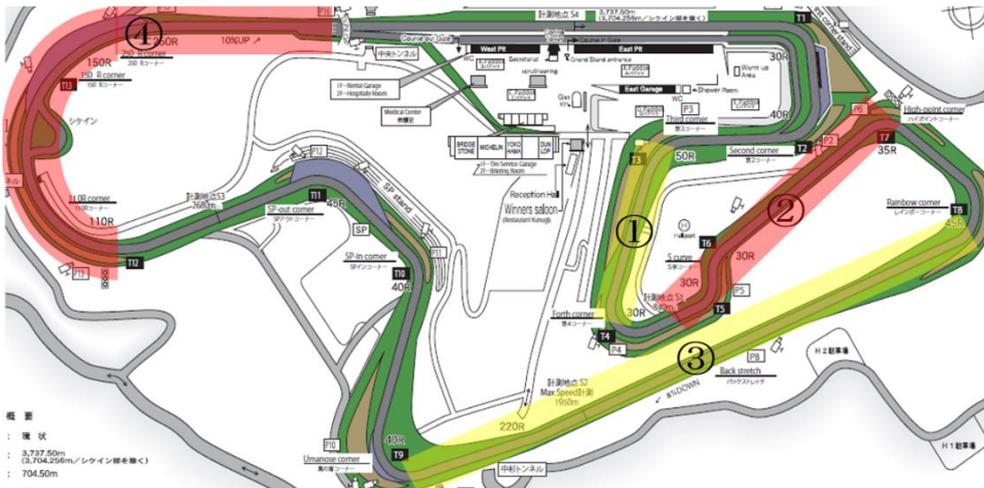


図2.1 菅生サーキット全体

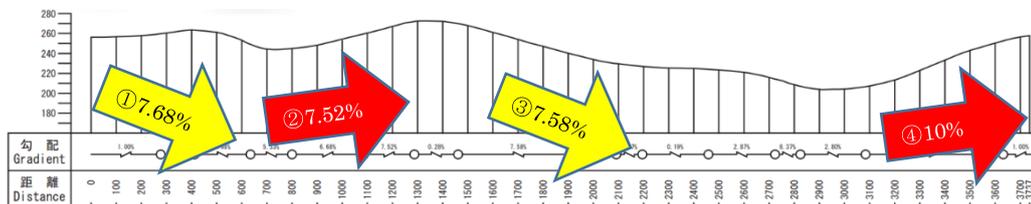


図2.2 菅生サーキットの勾配

図2.1, 図2.2からわかるように菅生サーキットは全長3.73 kmの勾配の多い。ポイント①, ③のくんだりで再生制動を行い、その後の②, ④の上りで再生エネルギーを上乗せ走行することで、航続距離向上が期待できる。

3. 車両仕様



図3.1 APU WEM ver. SUG02018

表3.1 APU WEM ver. SUG02018 の諸元

車体サイズ	3,480mm(L)×450mm(W)×470mm(N)
モータ	DCプレシレスモータ 1000W
バッテリー	F P X1258 105.5Wh(20HR), 4直列
キャパシタ	600F, 12直列2並列
車両重量	23.0kg+ドライブ54kg+バッテリー12kg
タイヤ, ホイール	3輪とも14インチ×2.10インチ

当初の計画では、キャパシタ利用に応じて4個のバッテリーを2直2並と4直を切り替えて使う予定であったが、下記トラブルにより本戦時は4直固定とした。また、キャパシタ回路の下記不具合で1~5周目は何度も停止したため、6週目以降はキャパシタ不使用で走行した。

4. 大会結果と考察

配線をすべて燃やしてしまうトラブルにより、正規の回路で走行できず、目標とする速度まで上げることができなかったことと、回生制動を利用すると、車両が止まってしまうアクシデントがあり、回生制動なしで走行した。

以上の問題があったにもかかわらず、2時間以内の走行距離を競う本戦で、12周と1070mまで走行し(1時間52分でバッテリーを使い果たした)、大学の部で優勝することができた。ロガーによりGPS速度・電流・電圧を記録した。12周中の8周目のデータを図4.1に示す。

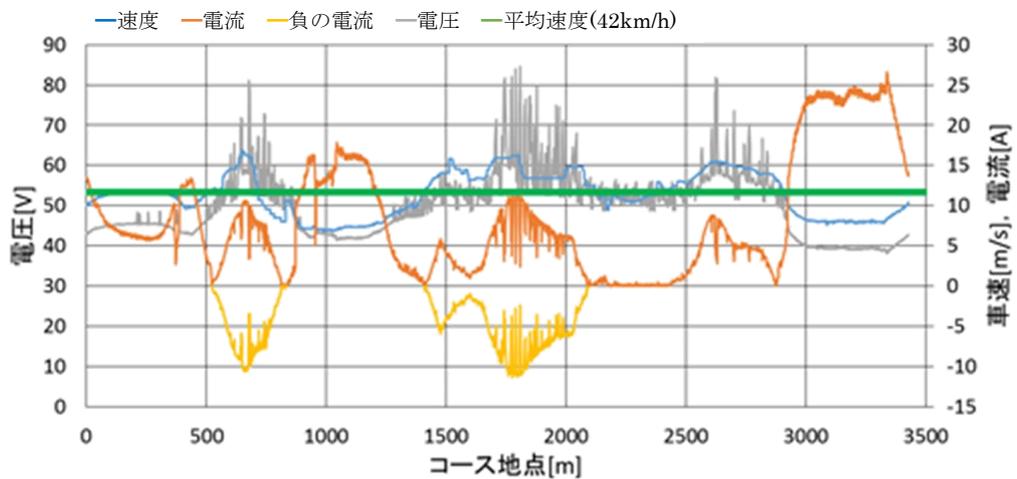


図4.1 8周目のデータ

図4.1より②7.52%勾配，④10%勾配は共に上り勾配のため，電流値は高い値となり，車速は遅くなっている．また，7.58%の下り勾配では，電流を使用せずに速度を保つことが可能なため，電流値が下がる．電流はロガーの特性により正で表示されるが，実際には下り坂の回生による負の電流が流れている(図4.1 緑線)．電流がゼロになる回生区間で車速を読み取った結果 42km/h であった．

表4.1に ノンストップで走行できた 6～10 周目の走行距離，車速，消費電力量を示す．

表4.1 走行データ

周回	走行距離	本戦データ			シミュレーション
		平均車速 [m/s]	消費電力量 [Wh]	正電流のみの電力量 (参考)[Wh]	消費電力量 S[Wh]
6	3459.733	10.62	20.20	29.54	19.02
7	3436.528	10.71	20.80	30.95	18.17
8	3457.192	10.93	19.60	27.99	19.37
9	3532.981	10.26	18.41	28.56	17.88
10	3437.218	10.38	17.68	28.28	17.38
平均/合計	3464.730	10.58	349.5	411.2	356.8

本戦走行中の電力をもとに，車速に対する走行抵抗を算出したものを図4.2に示す．

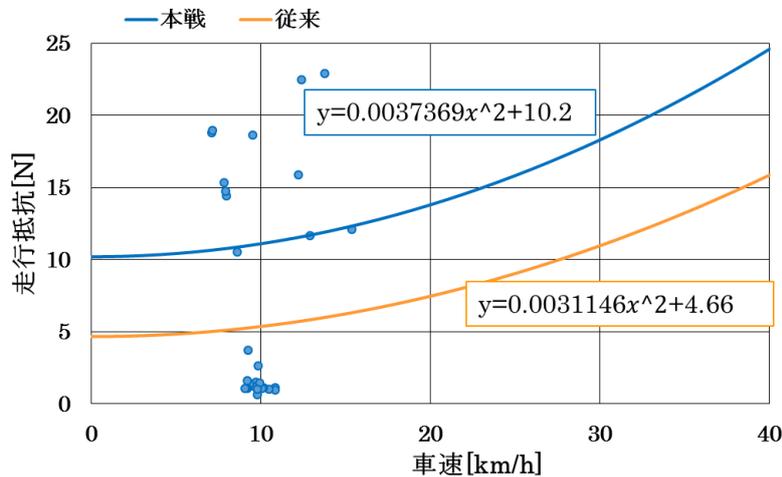


図4.2 走行抵抗

図4.2より読み取り車速範囲が狭いのでカーブフィットの信頼性は低い，オレンジの従来計測値に比べて明らかに悪化しており，アライメント調整不良，タイヤの空気圧不足，潤滑不足などの原因究明が必要である．

シミュレーションでは上記本戦データの走行抵抗カーブを入力していることもあり，実測の消費電力に近い結果が得られている．

5. 車体改良と走行戦略見直しについて

- 走行抵抗が大きくなってしまった原因は、アライメント調整等に最大の問題があると推定する。またカウルの立て付けの悪さや表面の荒れが空気抵抗を増していると考え、カウルの改良も進める必要がある。
- これからの走行戦略を考える。平均速度の最も大きな8周目の走行データをもとに速度を10%ずつ減らした場合の結果で図5.1に示す。

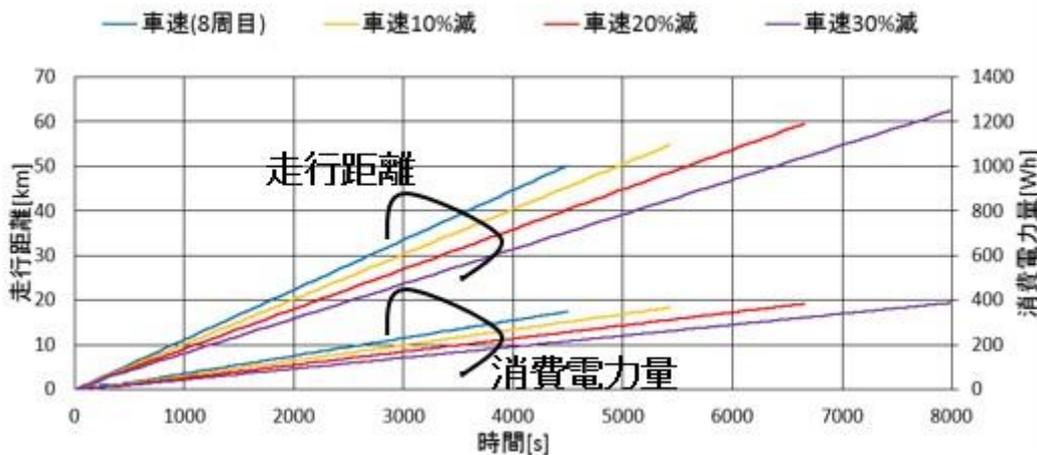


図 5.1 車両速度と走行距離・バッテリーの関係

今回のシミュレーションでは、バッテリーの放電電流が大きいとバッテリー効率が低下する特性に忠実なモデルが入っている。8周目の速度パターンで2時間の走行をすると、1時間15分でバッテリーがなくなってしまう。シミュレーションの結果、全体の速度を20%減らした速度で走行することにより、最も走行距離が向上される結果となった。

6. まとめ

- これまでの大会の課題であったスローパンクは、タイヤ銘柄変更で一旦解消された。
- 計測システムの不備により十分な測定値が得られなかった。システム改善が必要。
- 今回の本戦ではキャパシタを用いた積極的な回生はできていないが、それでも下り坂での回生が大きな効果を生んでいることがわかった。キャパシタ利用については更なる検討が必要である。キャパシタ利用をしない場合、今大会より20%車速を下げた方が有利。
- 速度抵抗が大きくなってしまった原因は、タイヤアライメント調整に最大の問題があると考える。またカウルの立て付けの悪さや表面の荒れが空気抵抗を増していると考え、カウルの改良を進める必要がある。現在進めている新キャンノピー部の製作状況を示す。



図6.1 製作途中の新キャンノピー（オス型）