

白浜 ECO-CAR チャレンジへの 神戸高専ソーラーカーチームの挑戦

Challenge of Kobe City College of Technology Solar Car Team to Shirahama ECO-CAR Challenge

福井智史*

1. はじめに

神戸市立工業高等専門学校（以下、神戸高専と記す）ではソーラーカー研究会が研究会活動の一環として 2006 年にソーラーカーチームを結成して以来レース活動に取り組んで来た¹⁾。その主たる活動の場は、鈴鹿サーキット国際レーシングコースで開催されるソーラーカーレースであった。ところが、鈴鹿サーキットでのソーラーカーレースを主催する（株）モビリティランドは 2021 年のレースをもって鈴鹿サーキットでのレース開催を終了するという発表を行い、30 年のソーラーカーレースの開催に幕を下ろした²⁾。この決定は、神戸高専ソーラーカーチームが活動の場所を失うだけでなく、全国のソーラーカーチームが切磋琢磨する場を失い、各チームが今まで蓄積して来たソーラーカーの設計と製作の知識、レースでマシンをマネジメントして最高の性能を発揮させる知識、さらには年間を通してソーラーカーに取り組む人と技術と物資を次世代へと引き継ぐ機会を失うことになってしまいかねない事態となった。

これは環境問題やカーボンニュートラルが呼びかけられている今の時代に、これからこれらの問題解決に取り組むべき技術者の育成に大きな損失であり痛手となる。鈴鹿サーキットでのソーラーカーレース終了を惜しんでいるだけでは、次世代への人材育成も技術伝承も行えないことから、これまでソーラーカーレースに取り組んで来た有志が集まり、鈴鹿サーキットでのソーラーカーレースに代わる全国規模のソーラーカーレースを企画し開催するに至った。

本報告は、新規にソーラーカーレース開催に至った背景・経緯・開催内容についての解説と、この大会に全力で取り組む神戸高専ソーラーカーチームが

開発したソーラーカーの紹介、2023 年度のソーラーカーレースへの参加報告を行う。

2. ソーラーカーレースの歴史

ソーラーカーレースは、車の表面に設置した太陽電池パネルから得られる太陽エネルギーによって動く電気自動車、すなわちソーラーカーによるレース競技である。世界で最初のソーラーカーレースは 1985 年にスイスで開催されたツール・ド・ソルであり、日本では 1989 年に神戸市立農業公園で開催された朝日ソーラーカーラリーが競技としての最初のソーラーカーレースになる。日本の自動車産業が欧米と比較して数十年の後塵を拝したのと比較して、ソーラーカーレースに関しては、欧米チームとともに日本の各チームはソーラーカー黎明期から国内外のレースで戦って来た³⁾。

現在も世界各地でソーラーカーによるレースが数多く開催されている。特に有名な世界規模の大会は、オーストラリアで開催されるワールド・ソーラー・チャレンジ (WSC)、アメリカで開催のサンレース、スイスで開催のツール・ド・ソル、鈴鹿サーキットで開催のソーラーカーレース鈴鹿、秋田県大潟村で開催のワールドグリーンチャレンジ、南アフリカ共和国で開催のサウス・アフリカン・ソーラー・チャレンジなどになる³⁾。

一方、日本国内でのソーラーカーレースの開催状況は、1990 年代に一時的に世間の関心が高まったことにより各地で多くのレースが開催され、企業だけでなく高校・高専・大学チームの参加により盛り上がりを見せた。しかし一部のレースで事故が発生した事や、バブル崩壊により経済状況が悪化したことから徐々に下火になり、現在では大潟村で開催の

* 神戸市立工業高等専門学校 機械工学科

ワールドグリーンチャレンジと鈴鹿サーキットで開催されるレースのみという状況になっていた。この状況での鈴鹿サーキットでのレース開催終了は、特に西日本のチームにとっては活動場所を失うことになる大きな出来事となった³⁾。

なぜ他のレースではなくソーラーカーレースの開催が技術者育成にとって重要かについて説明する。レースにはレギュレーション（規則）が必ずある。世界を見渡した時に、レーシングマシンのシャシに関しては、安全対策のためレギュレーションにより特定のコンストラクタが供給した共通のシャシを使うレースばかりになってしまっている。ベースモデルの無い完全オリジナルのシャシを自分のチームで自由に設計・加工・組立して持ち寄る本格的なレースは、レース頂点のFormula 1と、それ以外はソーラーカー、エコノムーブ、エコノカー、学生フォーミュラー辺りしか残っていない。完成品を買ってくるのではなく、自分達でゼロから設計図に線を引き加工してマシンを作る“もの作り文化”と、それを競い合う“走る実験室”であるレースの場は、時代が変わっても技術者としての知識と経験の伝承のために絶対に消してはいけないと筆者らは感じている。このことから、これまでソーラーカーレースに関わって来た様々な人材が集まり、特に西日本のチームが参加しやすい大会を新たに企画開催することを計画するに至った。

3. 白浜 ECO-CAR チャレンジ大会の企画

鈴鹿サーキットでのソーラーカーレース終了がアナウンスされた2021年の春には鈴鹿サーキットでのレースに参戦する各ソーラーカーチームの代表がWEB上で声を掛け合い、ソーラーカーレースの自主開催へ向けた模索が始まった。

新しいレースの詳細は、2021年7月30日から31日に開催されたソーラーカーレース鈴鹿最終戦の際に、今後もレース参加継続を希望する各チームのスタッフが相談と最終調整を行い、2021年10月2日から3日に第1回の白浜 ECO-CAR チャレンジ大会実施を計画し、その要項を公表した。ソーラーカーレース鈴鹿に代わる大会であるので、1年後の2022年にトラブルなく大きな規模で開催するために、プレ大会として2021年10月2日から3日を開催日として計画した。レースはソーラーカーだけでなく、同様に関西地域での大会開催が終了し、活動の場を失っていたワールドエコノムーブ（以下、WEMと記す）とKV-40と呼ばれる、競技用電気自動車のレー

スも取り込んだものとなった。

多くのソーラーカーチームの夢を乗せた2021年の大会であったが、同年秋以降の新型コロナウイルスの再流行により、開催延期の末に中止となった。そして再び準備に取り組み、2022年9月に待望の白浜 ECO-CAR チャレンジ2022大会を記念すべき第1回大会として開催するに至った。

4. 白浜 ECO-CAR チャレンジ2022大会

初回開催となった白浜 ECO-CAR チャレンジ2022大会のセレモニー写真を図1に、大会概要を表1に示す。

イベントは祝日を利用した23日と24日の2日間とし、初日は午前にはWEMのフリー走行兼予選、午後にソーラーカー2時間耐久レースとWEMの決勝レースを予定し、2日目の午前と午後にソーラーカーの3時間耐久レースを予定していた。しかし23日は台風15号の接近と重なり、強風や豪雨に見舞われ排水性能の良い滑走路でも走行時に水しぶきが上がるほどのヘビーウェット路面となり、安全対策のために急遽この日のソーラーカーのレースとセレモニーがキャンセルされ、24日のみのレースとなった。

白浜 ECO-CAR チャレンジ2022大会の競技結果を表2に示す⁵⁾。今まで大会に参加する側であった各チームのメンバーの中から数名が大会運営役員を分担するとともに、各チームのメンバーも自分達で作上げる大会として大会運営にボランティア協力し、事故なく大会を開催することができた。3日間の大会への来場者は大会実行委員会が準備した参加メンバーとボランティア用の弁当だけで2日目が247個、3日目が205個であったので、1日目の来場者に加えて弁当を注文していない応援や観戦の来場者を加算すると、のべ600名近くになると推定さ



図1 セレモニーでの集合写真

れ、想定以上の大きなイベントとなった。

5. 白浜 ECO-CAR チャレンジ 2023 大会

第1回大会の成功を受け、第2回となる白浜 ECO-CAR チャレンジ 2023 大会は 2023 年 11 月 18

表1 白浜 ECO-CAR チャレンジ 2022 概要

開催日	2022 年 9 月 22 日～24 日
開催地	南紀白浜空港 旧滑走路
主催	白浜 ECO-CAR チャレンジ大会実行委員会
協賛	西尾レントオール(株), (株)ミツバ, 三段壁洞窟, (有)土井ファーム, 野村商会
協力	有限会社トータルホケンいでは, 有限会社ダッシュ
後援	NPO 法人 クリーン・エナジー・アライアンス, 一般社団法人 日本太陽エネルギー学会, 公益社団法人 日本設計工学会 関西支部, 公益社団法人 日本材料学会 関西支部, 一般社団法人 日本機械学会 関西支部, 一般社団法人 マグネシウム循環社会推進協議会, 一般社団法人 南紀白浜観光協会
競技クラス	ソーラーカー: エキスパート, アドバンス, ビギナー 電気自動車: WEM, オープン, ジュニア
競技日程	9 月 22 日(木) [ソーラーカー] [WEM] 搬入, ピット設営, 車検, フリー走行 9 月 23 日(金・祝) [ソーラーカー] 車検, フリー走行, 予選, 太陽光充電 [WEM] 車検, フリー走行, 決勝レース, 表彰, 搬出 9 月 24 日(土) [ソーラーカー] 太陽光充電, 決勝レース, 表彰, 搬出

日から 19 日にかけて南紀白浜空港旧滑走路で開催された。開催月が前年よりも遅くなったのは、有力チームのいくつかがオーストラリアで隔年開催される WSC に参加のため、有力チームの大会日程重複を配慮したためである。

大会スケジュールは第1回大会を踏襲しており、大きな変更としてソーラーカー、WEM 共に参加車両クラスの見直しが行われた。ソーラーカー部門は 11 月 17 日に会場への資材搬入、ピット設営、フリー走行が行われた。11 月 18 日は午前中に決勝第1ヒート走行、午後には決勝第2ヒート走行の予定であったが、強風と雹のため参加チームの安全を考え午後の決勝第2ヒート走行が中止となった。11 月 19 日は予定通り5時間の決勝第3ヒート走行が開催された。競技結果を表3に示す。3日間の大会への来場者は第1回とほぼ同じ、のべ600名近くとなった⁴⁾。

表2 白浜 ECO-CAR チャレンジ 2022 大会結果

<ul style="list-style-type: none"> WEM 部門オープンクラス 1 位 (21 周) 東郷アヒルエコパレーシング [Pursuiter] 2 位 (14 周) Team-K [Red Star] 3 位 (13 周) 404ecorun [15mk-2]
<ul style="list-style-type: none"> WEM 部門ジュニアクラス 1 位 (9 周) 堺市立堺高等学校科学部 B [SCIENCE822] 2 位 (2 周) 堺市立堺高等学校科学部 A [SCIENCE922]
<ul style="list-style-type: none"> ソーラーカー部門エキスパートクラス 1 位 (74 周+55 周) Team REDZONE [FREEDOM] 2 位 (63 周+48 周) 大阪工業大学 TEAMREGALIA [Cielo] 3 位 (64 周+40 周) 工学院大学附属高等学校 [Practice Revive]
<ul style="list-style-type: none"> ソーラーカー部門アドバンスクラス 1 位 (59 周+45 周) 呉港高等学校 [夢創心] 2 位 (55 周+44 周) Team MAXSPEED [Flat Out] 3 位 (53 周+43 周) Cabreo [みかん Gen2]
<ul style="list-style-type: none"> ソーラーカー部門ビギナークラス 1 位 (52 周+45 周) STEP 江東 [えこっくる 002] 2 位 (53 周+37 周) 神戸高専ソーラーカーチーム [Red Hawk] 3 位 (30 周+12 周) 香川高専次世代自動車研究部 [ソーラーカー (NITKC)]

表3 白浜 ECO-CAR チャレンジ 2023 大会結果

<ul style="list-style-type: none"> ・WEM 部門オープンクラス 1 位 (14 周) 東郷アヒルエコパレーシング [Pursuiter] 2 位 (12 周) teamEVF [F-05] 3 位 (12 周) 星翔高等学校電気自動車研究部顧問's [黒文鳥]
<ul style="list-style-type: none"> ・WEM 部門ジュニアクラス 1 位 (12 周) 千葉黎明高等学校工学部 α [RMC 千葉黎明 KAZUOα] 2 位 (10 周) 堺市立堺高等学校科学部 923 [SCIENCE923] 3 位 (8 周) 堺市立堺高等学校科学部 823 [SCIENCE823]
<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーカー部門レジェンドクラス 1 位 (117 周) 柏会 [HAYABUSA] 2 位 (103 周) 大阪工業大学 TEAM REGALIA [Cielo] 3 位 (97 周) THE BLUE STARS [E-7]
<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーカー部門アドバンスクラス 1 位 (110 周) Team REDZONE [FREEDOM] 2 位 (90 周) 近代高専ソーラーカー・EV 部 [K-Tec SOLAR 23] 3 位 (86 周) Cabreo [みかん Gen2]
<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーカー部門エンジョイクラス 1 位 (82 周) 神戸高専ソーラーカーチーム [Red Hawk] 2 位 (1 周) 香川高専次世代自動車研究部 [LEGACY IMPACT]

6. 神戸高専ソーラーカーチームの活動

筆者が所属する神戸高専では、技術者教育の一環として、一般の方々への認知度が高い NHK ロボットコンテストへの取組支援と同様に、ソーラーカーレースへの取組に対しても積極的に支援と指導を行って来た。神戸高専ソーラーカーチームは年に1回のレース参加へ向けて、ソーラーカーの性能改善の改良を毎年行くとともに、数年に1度のソーラーカー全面設計更新を繰り返してきた。

2021 年の鈴鹿サーキットでの最後のレースから 2023 年の白浜 ECO-CAR チャレンジまでは、Red Hawk と名付けた同じボディとフレームシャシを使用するタイミングであったため、レース車両の熟成



図2 The body of the Solar Car

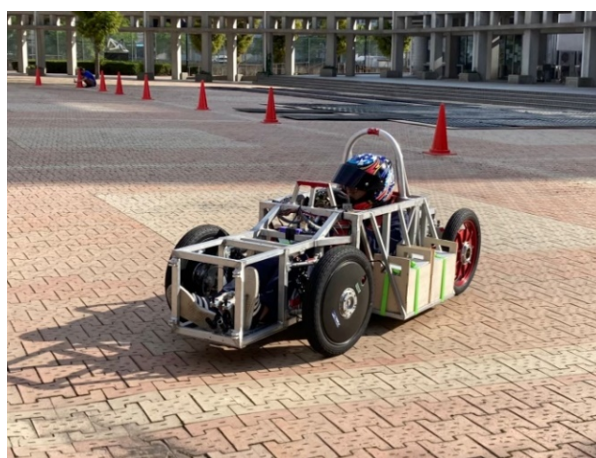


図3 The Chassis of the Solar Car

が進み 2023 年のレースでクラス 1 位という好成績を残すことができた。この Red Hawk について以下に詳しく紹介する。

7. ソーラーカー Red Hawk

図2にソーラーカー Red Hawk のボディ外観、図3にシャシフレームの外観を示す。全長は 4355mm、全幅は 1080mm、全高は 995mm、ホイールベースは 1370mm であり全ての設計と製作を神戸高専ソーラーカーチームの学生が数年間を掛けて行った。ボディ材質はゼットロンと呼ばれるポリプロピレンを主原料とした積水化学工業 (株) 製の発泡ボードおよびチーム内で成形した炭素繊維強化プラスチック (以降 CFRP と記す) とした。駆動部は、モーターは (株) ミツバがソーラーカー用に供給する M2096D- II、ソーラーパネルは野村商会製 Sunpower E66、駆動用バッテリーは古河電池製 FPX12240H とした。フレーム材質はアルミ合金 A7204 とした。各部の設計は CAD ソフトウェアに Jw_cad を使用し、様々な解析は Dassault Systems

Solidworks Corp. 製の Solidworks Education 2019 を用いて行った。

7.1 ボディの構成

ボディ外板はすべて厚さ 12mm と 5.5mm のゼットロン板を使用した。ゼットロンは軽量かつ柔軟であり曲面の成型が容易であるが、それと引き換えに強度が不足する。そこでボディを支える骨組みになる補強ガゼット部分や走行中に大きな力が作用するボディ下面には、ゼットロン板を心材として表面に炭素繊維を樹脂で貼付けた CFRP を用いて補強を行った。

ボディ中央部に盛り上がる運転席キャノピーはスタイロフォームやパテ等を用いて雄型を製作し、これにガラス繊維強化プラスチック GFRP を積層して雌型を製作した。この雌型に薄く炭素繊維強化プラスチック CFRP を積層し、スクリーン部分に透明ポリカーボネート板を取り付けて製作した。製作したキャノピーを図 4 に示す。CFRP は強度確保のために 2 層積層した。キャノピーの開口部分の面積が大きいためスクリーン部分の強度確保のために厚さ 0.75mm の透明ポリカーボネート板を使用した。

7.2 シャシの構成

一般的にソーラーカーは 3 輪もしくは 4 輪で設計される。走行抵抗を極限まで小さく設計するには、地面と接触するタイヤの数を少なくする方が好ましいことから、3 輪の方が有利となる。一方で走行速



図 4 The Canopy of the Solar Car



図 5 The 5 axis CNC processing parts

度が高い場合には安定性確保のために 4 輪の方が好ましくなる。2023 年度に使用した車両は国際レーシングコース鈴鹿サーキットで開催されていたソーラーカーレース鈴鹿の最新レギュレーションに最適化して 100km/h を超える最高速度に耐えるように専用設計開発したため 4 輪シャシを採用している。

シャシフレーム材質にはアルミ合金 A7204 製の角パイプを精密に切り出し、それを溶接により組み立て、アルミの軽量さを活かした鳥籠のようなトラス骨組み形状とした。

車輪をシャシフレームに取り付ける部品であるアップライトは走行中に大きな繰り返し集中荷重が作用することから強度と剛性が求められる。フレームと同じアルミパイプでは剛性が不足したことから、DP Technology 社製の CAM ソフト ESPRIT により 3 次元加工データを作成し、DMG 森精機(株)製の 5 軸加工機によりアルミ合金ブロックから図 5 に示す部品に切り出した。アップライト部品は寸法が大きいため、金属加工のコストと作業時間削減のためにアップライト本体、タイロッド接続用アーム、プレーキマウントに分けて切削し、溶接により組み立てた。組立後のアップライト部品を図 6 に示す。

8. 白浜 ECO CAR チャレンジ 2023 への参加報告

白浜 ECO CAR チャレンジ 2023 のソーラーカー参加車両クラスは、レジェンド、アドバンス、エンジョイに 3 区分され、この区分によりバッテリーの種類・搭載可能重量、ソーラーパネルの規格が異なる。神戸高专ソーラーカーチームは鉛バッテリー 80kg、シリコンソーラーパネル 480W のビギナークラスにエントリーした。このクラスは次世代の技術者育成

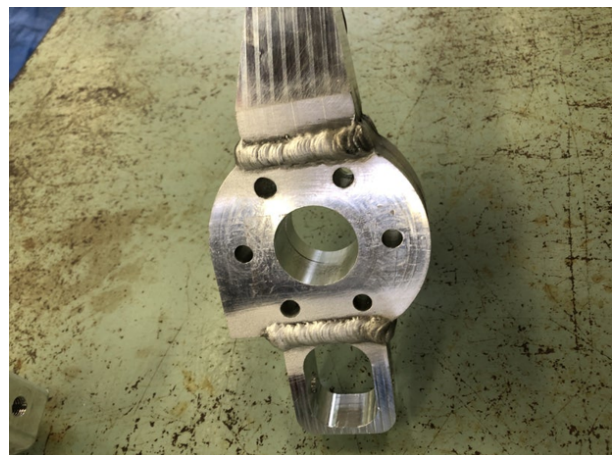


図 6 The Upright of the Solar Car

を目指して、限られた予算の高専や大学等の学校チーム参戦を容易にするために制定されたクラスである⁵⁾。

8.1 大会までの準備

出走するソーラーカーは過去2回のレースを完走した実績があることから、基本性能は大きく変更せず、長時間運転するドライバの操作性向上と快適化、電装部品の信頼性向上、トラブルが発生した場合の整備性改善、ボディの補強に1年間取り組んだ。また、学校敷地内での試験走行だけでなく、大会会場である南紀白浜空港 旧滑走路を借りた実地試験走行を行いドライバの運転習熟を行って大会に備えた。

万全の準備を行い、大会前日の11月17日に会場へ車両と資材の搬入を行い、フリー走行に臨んだが、フリー走行直前の車検時に配線の断線が判明し、急遽断線個所の特定と修理に取り組むこととなり、前日のフリー走行を行うことができなかった。

8.2 大会の状況

11月18日の大会1日目、午前中の決勝第1ヒートは問題なく周回を重ね、車両の動作チェック、ドライバの運転習熟を行うことができた。しかし午後から強風が吹き、電が降り出したため決勝第2ヒートが中止となった。これにより、決勝の合計走行時間が8時間から5時間に短縮されることとなった。

スプリントレースであれば、レース時間の短縮はレースマネジメントに大きな影響がないが、耐久レースであるソーラーカーレースでは、この変更はマネジメントに大きな変更が生じる。天候に依存した太陽光の発電電力とバッテリーが持つエネルギーをレース終了時間までにゼロになる少し手前まで使い切った上でライバルよりも1mでも先へ進むためには、毎周回指示されるピットからドライバへの指示速度やアクセル開度に相当する指示電流値の再計算が必要となる。万一エネルギーを使い切ってゼロにしまうとレース完走にならない。このため、刻々とドライバから無線で送られてくるデータや天候を元にピット奥に陣取るマネジメント班がリアルタイムでエネルギー管理を行う状況となった。

11月19日の決勝第3ヒートは予定通りに進行し、マネジメントの対応により問題なく走行していたが、残り20分あたりから消費電力値が予想よりも多くなり、無事に完走を目指すためにレース途中にコース上に一旦停止して太陽光充電によりバッテリー電圧の回復を行い、ゴールを目指した。これらの結果、総走行82周でソーラーカーエンジョイクラス

1位の戦績を得ることとなった。

9. おわりに

ソーラーカーレースは数日間のイベントであるが、ソーラーカーレースへの取り組みは1年間続いている。必要な人材、費用や時間を考えるとソーラーカーレースへの取り組みは容易ではない。しかしチームとして業務の分担、様々な技術の継承、マネジメント、目標の共有など、取り組みを通して学ぶことは非常に多く深い。ライバルとなる学校チームが、1人でも多くの学生・生徒とともに参加してくれることを切に願う。

参考文献

- 1) “チーム紹介”，神戸高専ソーラーカーチーム “，<http://www.kobe-kosen.ac.jp/groups/solarcar/team.html> (2025年4月16日閲覧)。
- 2) “29回目のソーラーカーレース鈴鹿，30年の歴史に幕。”，JAF モータースポーツ，<https://motorsports.jaf.or.jp/enjoy/topics/2021/20210812> (2025年4月16日閲覧)。
- 3) “ソーラーカーの歴史”，ソーラーカー考古学研究所，http://sunlake.org/solar/archaeology/archaeology_top.htm (2025年4月16日閲覧)。
- 4) “バッテリー EV とソーラーカーが和歌山・白浜町で激戦！新イベント「白浜 ECO-CAR チャレンジ」が1年越しでついに開催！！”，JAF モータースポーツ，<https://motorsports.jaf.or.jp/enjoy/topics/2022/20221024> (2025年4月16日閲覧)。
- 5) 白浜 ECO-CAR チャレンジ 2023 大会規則，(2023) 白浜 ECO-CAR チャレンジ大会実行委員会。

著者略歴



福井智史 (フクイ サトシ)

1989年3月立命館大学大学院博士課程前期課程卒業。同年3月国立高松工業高等専門学校奉職。2016年4月より神戸市立工業高等専門学校にて教授として教鞭をとる。高松高専、香川高専、神戸高専にてソーラーカーチームの指導に関わるとともに、2021年から白浜 ECO-CAR チャレンジ大会の開催に取り組む。博士 (工学)。