

ソーラーカーの試作 (第3報, W.S.R.in Akita, S.R.in Noto)

西側通雄・清水啓司・横井隆治・佐藤幹夫・高 行男

1 はじめに

1970年代前半のオイルショック以降化石燃料の枯渇問題, 化石燃料による自然環境汚染問題がクローズアップされた。このオイルショックを契機に企業や大学等で化石燃料の代替エネルギーの開発・研究が進められるようになり, その中で, 太陽光が無公害なエネルギーとして注目されるようになった。今日, 太陽光を電気に変換する太陽電池を車体に搭載し走行するソーラーカーの試作・研究は自動車メーカ, 電気の関連企業, 大学の研究機関, 一般ユーザー等で行われている。そして, この試作・研究の成果を試す場としてソーラーカーラリーやレースが各地で開催されている。国外で開催されているソーラーカーラリーやレースは, 1985年に開催されたTour de Sol (スイス)を始め, World Solar Challenge (オーストラリア), Sunrayce (アメリカ)が知られている。国内では, 1989年に開催された朝日ソーラーカーラリーを始め, ソーラーカーラリーイン能登, ワールドソーラーカーラリーイン秋田, ソーラーカーレース鈴鹿等がある。

筆者らは, 化石燃料の代替として無公害で永久的な太陽エネルギーの有効利用が不可欠であると痛感し, ソーラーカーの試作を切望していたが, 1992年に開催されたソーラーカーラリーイン能登 (S. R. in Noto'92)¹⁾に出場する機会を得た。1992年試作1号車で, 1992年ソーラーカーラリーイン能登 (S. R. in Noto'92)¹⁾, 1993年ワールドソーラーカーラリージャパンイン大潟 ('93. W. S. R. J. in Ogata)²⁾に出場した。1993年の試作2号車は, 1号車に使用した多結晶シリコン太陽電池から効率の良い単結晶シリコン太陽電池を使用し, 1号車に比べ小型に仕上げ, 1993年 '93. W. S. R. J. in Ogata, 1994年ワールドソーラーカーラリーイン秋田 ('94. W. S. R. in Akita)³⁾, 朝日ソーラーカーラリーイン名古屋'94³⁾に出場した。1995年には, 太陽電池を車体と切離し, 試作2号車より更に小型な3号車を試作した。本稿では試作3号車の試作概要及び試作3号車で出場した1995年の'95. W. S. R. in Akita, 1996年の'96. W. S. R. in Akita及びS. R. in Noto'96の3大会の概要を報告する。

表1 車両規定

大会名	クラス区分	乗車定員	太陽電池		蓄電池		車輪数	車体寸法 全長×全幅×全高
			総発電量	張付面積(実張付面積)	種類	容量・質量		
'95.W.S.R in Akita	フリー	1	無制限	4.44×2 (8m ²)	自由	3kWh/20h	自由	6m×2m×1~1.6m
		2		6×2 (12m ²)				
	ストック	1	↑	4.44×2 (8m ²)	鉛	↑	↑	↑
		2		6×2 (12m ²)				
	ジュニア	1	↑	4.44×2 (8m ²)	↑	↑	↑	↑
		2		6×2 (12m ²)				
'96.W.S.R in Akita	フリー	1	無制限	4.44×2 (8m ²)	A		自由	↑
		2		6×2 (12m ²)				
	ストック	1	↑	4.44×2 (8m ²)	鉛	75kg	↑	↑
		2		6×2 (12m ²)				
	ジュニア	1	↑	4.44×2 (8m ²)	↑	↑	↑	↑
		2		6×2 (12m ²)				
S. R. in Noto'96	フリー	1	無制限	車体寸法の範囲内		A	3輪以上	↑
		2						
	スタンダード	1	800W以下	↑	B		↑	↑
		2						
	ジュニア	1	480W以下	↑	鉛	75kg	↑	↑
		2						

A

鉛	75kg
ニッケル・カドミウム,ニッケル・鉄	60kg
ニッケル・亜鉛	45kg
銀・亜鉛, その他	24kg

B

鉛	75kg
ニッケル・カドミウム,ニッケル・鉄	60kg
ニッケル・亜鉛	45kg

2 試作車の概要

表1に'95. W.S.R. in Akita, '96. W.S.R. in Akita及びS. R. in Noto'96の出場車両の主な規定を示す。W.S.R. in Akitaの1995年と1996年大会の大きな違いは、蓄電池における規定が容量制限から重量(質量)制限に変わった点である。この規定はS. R. in Noto'96でも採用されている。これは主な国際ラリーやレースの規定を統一するためである。

SUN BIRDと名付けた試作3号車の主要諸元を表2に、その外観を図1に示す。SUN BIRDは太陽電池を車体から切離し上部に配置することにより主要車体寸法より全長で2.8m、試作1号車(図2)と比べ2.5m、試作2号車(図3)と比べ1.3m程度短い。全幅は主要車体寸法より0.4m程度狭い。また、車体をスチールパイプからアルミ合金パイプで仕上げたので、試作1号車と比べ40kg軽減できた。国内で開催される多くのラリーやレースのクラス区分には、太陽電池の総発電量は無制限、蓄電池の種類は自由という多額の試作費用を要するフリークラスがあるが、比較的安価

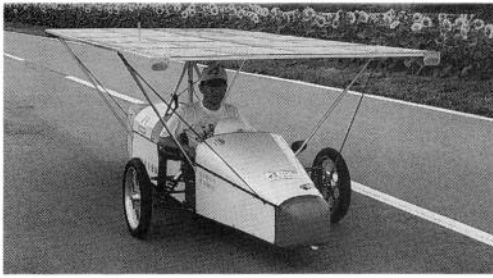


図1 試作車（3号車）

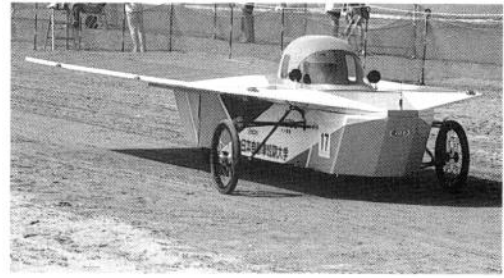


図2 試作車（1号車）

に仕上げるため太陽電池は総発電量800W、蓄電池は鉛蓄電池の限定クラスの仕様とした。蓄電池の容量は2.3kWh(10時間率)、質量は64kgで、新しい車両規定にも適合する。なお、SUN BIRDには試作1・2号車で課題であったエネルギー残量が確認できる積算電流計を装着した。

3 大会の概要

3.1 W.S.R.in Akita

'95.W.S.R.in Akitaは1995年7月28日から7月30日の3日間、秋田県大潟村ソーラーカーラリー専用コースで開催された。図4にW.S.R.in Akitaのコースを示す。このコースは、1994年大会と同様一周31kmの専用コースで、途中で3つの橋が交差し、橋の下を潜り抜ける為に僅かな傾斜がつけられている以外はほぼ平坦なアスファルト舗装のコースである。参加台数は、フリークラス11台、ストッククラス40台、ジュニアクラス29台で合計70台であった。大会における我々の走行方法は、5km毎にドライバから無線により太陽電池からの入力電流量とモーターで消費される出力電流量の報告を受け即時に残量と次の5kmの走行速度を設定する方法である。'95. W. S. R. in Akitaは全日程（3日間）とも晴で午後は風の強い天候であった。1日目は、太陽電池からの入力電流量7343kJと蓄電池の持つ電流量（10時間率定

表2 試作車諸元

■ 寸法・重量

全長	3,170	mm
全幅	1,620	mm
全高	1,200	mm
車輪数	3	輪
車両重量	160	kg
乗員数	1	名

■ 仕様

ボディ	アルミニウム	
シャシ	アルミニウム合金角パイプ	
タイヤ	2.25-14	
ホイール	14×1.40UT-P	
ブレーキ	メイン	ディスクブレーキ
	サブ	自転車用キャリパブレーキ
ステアリング	ラック・ピニオン	

■ 動力系

太陽電池	メーカー	シャープ
	タイプ	単結晶シリコン(NT3432BD)
	総出力	800 W
モーター	メーカー	ユニーク
	タイプ	DCブラシレス(DR086s)
	定格	3200 W
	最大出力	3500 W
	重量	3.9 kg
バッテリー	制御方法	P. W. M
	メーカー	湯浅電池
	形式	鉛(NPH12-12)
	容量	1.7 kWh/1h
駆動方式	電圧	96 V
	形式	チェーン
	減速比	5.0

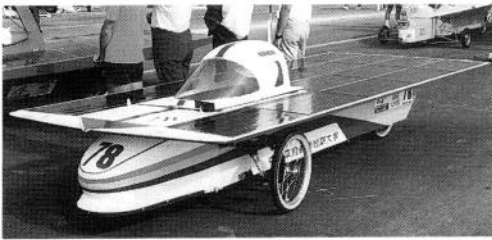


図3 試作車 (2号車)

格容量8294kJ) から1394kJの合計8737kJを使い, 7時間で6周を走行した。2日目は, 太陽電池からの入力電気量10833kJの内から10803kJを使い, 残りを蓄電池に蓄え, 8時間で7周を走行した。3日目は, 太陽電池からの入力電気量10593kJと蓄電池から848kJの合計11441kJを使い, 7時間で7周を走行した。3日間合計では, 太陽電池からの入力電気量28769kJと蓄電池から2211kJの合計30980kJを使い, 22時間で20周を走行したが, 総合39位, ジュニアクラス14位の成績であった。

表3に'95.W.S.R.in Akitaのクラス別成績(上位5チーム)を示す。'95.W.S.R.in Akitaでは, 蓄電池容量の75%(周回数に換算すると4周分)を残したまま終了した。その理由の一つに, SUN BIRDの設計段階でW.S.R.in Akitaのコースが平坦で舗装路面であるので車軸にサスペンションが不要と考えリジットにしたが, 走行時に路面からの振動がドライバーに伝わり予想以上に疲労が大きく, 長時間の運転ができなかったことが揚げられる。

'96.W.S.R.in Akitaは1996年7月26日から7月28日の3日間, 1995年大会同様のソーラーカーラー専用コースで開催された。参加台数は, フリークラス11台, ストッククラス32台, ジュニアクラス26台で合計69台であった。走行方法は'95.W.S.R.in Akitaと同様である。'96.W.S.R.in Akitaは全日程とも午前中曇りがち時々雨, 午後は晴たり曇ったりで風の強い天候であった。1日

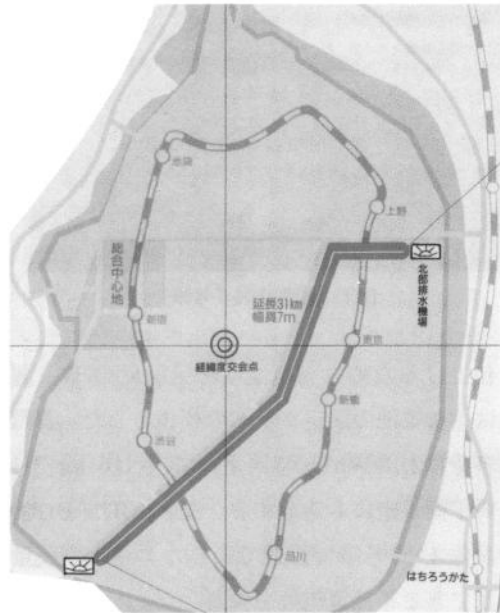


図4 コース(W.S.R.in Akita)

表3 大会成績('95.W.S.R.in Akita)

フリークラス			
順位	チーム名	周回数	
1	HONDA R & D	45	
2	CLUB NAKAYOSHI BE-PAL	45	
3	DESERT ROSE TEAM	37	
4	TEAM AKITA	37	
5	MARKSソーラーカーチーム	34	

ストッククラス			
順位	チーム名	周回数	
1	カルソニックSOFIXチーム	34	
2	早稲田大学永田研究室	33	
3	TEAM 湯郎	32	
4	未来21グループ	30	
5	MINO FAMILY TEAM	29	

ジュニアクラス			
順位	チーム名	周回数	
1	ジョージワシントン大学	39	
2	ミネソタ大学	32	
3	青山学院大学理工学部	32	
4	芦屋大学	30	
5	東海大学工業高校	30	
:			
14	中日本自動車短期大学	20	

目は、太陽電池から7097kJと蓄電池から7422kJの合計14519kJを使い、7時間で8周を走行した。2日目は、1日目に蓄電池の電気量の90%を使ったため、走行距離を減らし、太陽電池からの入力電気量9919kJの内から蓄電池へ2123kJを蓄え、7796kJのみを使い、8時間で6周を走行した。3日目は、太陽電池から8207kJ、蓄電池から2136kJの合計10343kJを使い、7時間で7周を走行した。3日間合計で太陽電池から25223kJ、蓄電池から7435kJの合計32658kJを使い、22時間で21周を走行したが、総合27位、ジュニアクラス10位の成績であった。表4に'96.W.S.R.in Akitaのクラス別成績(上位5チーム)を示す。'96.W.S.R.in Akitaには'95大会の反省から、前後軸ともサスペンション付きに、座席をアルミ合金板から体にフィットするレーシングカート用シートに改良したので、ドライバーの運転疲労は大きく軽減された。また、'95大会に比べ太陽電池からの入力電気量が3546kJ少なかったが、蓄電池の電気量を9%(周回数に換算すると半周分)のみを残すまで走行した結果、'95大会より1周多く走行できた。これは、太陽電池からの電気量と蓄電池の電気量とで走行する限界といえる。W.S.R.in Akitaで今大会以上の周回を重ねるには、太陽電池を張付け面積限度まで搭載し、太陽電池からの電気量を増やすのが1つの対処法と考えている。

表4 大会成績('96.W.S.R.in Akita) フリークラス

順位	チ	ーム	名	周回数
1	O	S	U	39
2	東海大学工業高校			34
3	三菱マテリアル・秋田			34
4	北海道自動車短期大学			32
5	CLUB Nakayoshi ZDP			30

ストッククラス

順位	チ	ーム	名	周回数
1	チ	ーム	渦 郎	33
2	S	O	F I X	32
3	Team Jona Sun			27
4	天王ソーラーカークラブ			26
5	H・A・Tレーシングチーム			25

ジュニアクラス

順位	チ	ーム	名	周回数
1	ジョージワシントン大学			39
2	青山学院大学理工学部			38
3	芦屋大学			33
4	日本電子専門学校			28
5	鶴岡高专			25
∴				
10	中日本自動車短期大学			21

3.2 S.R.in Noto

S.R.in Noto'96は1996年8月24日、石川県能登半島千里浜の砂上に造られた特設コースで開催

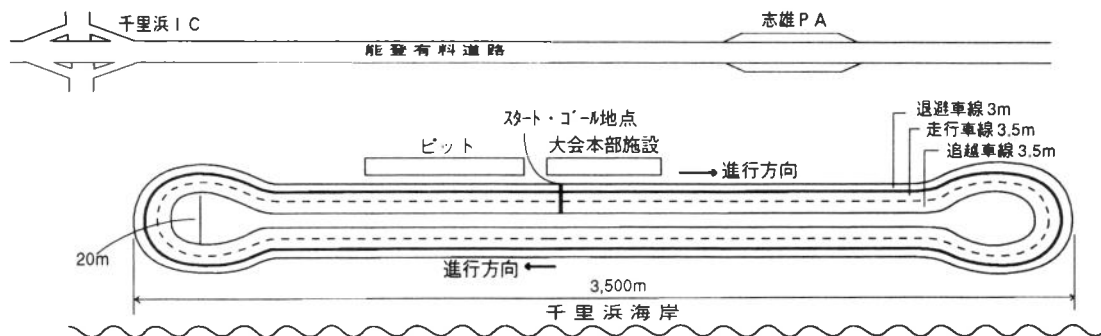


図5 コース (S.R.in Noto)

された。図5にS.R.in Noto'96のコースを示す。距離は1周7km, 両端の旋回部とスタート・ゴール地点は簡易舗装, その他の部分はビニールのネットを敷き砂に車輪が埋もれないような処置がなされていた(1992年大会で車輪が砂に埋もれ立ち往生した経験がある)。しかし, 大会前日の高波でコース片側半分が海水に浸ったため, 凹凸が激しく走行抵抗の大きいコースとなっていた。天候は曇りがちで太陽からの入力電気量はあまり期待できない状態であった。ラリーは午前8時30分にスタートした。3日間をかけ延べ25時間で周回を重ねるW.S.R.in Akitaと異なり, 各チーム2時間の制限時間で多くの周回を重ねるというレース形式である。ソーラーカーのレースよりEVレースに近い短期戦レースである。参加台数はオープン部フリークラス16台, スタンダードクラス10台, ジュニアクラス7台, 学生の部スタンダードクラス14台, ジュニアクラス22台で合計69台であった。太陽電池からの電気量は2時間ではあまり望めない。走行方法は, 車両に搭載した蓄電池容量を2時間率(10時間率定格容量の70%)に換算し走行した。その結果, 太陽電池からの入力電気量1262kJと蓄電池の持つ電気量6635kJの合計7897kJ(平坦舗装路面走行時の2.51倍の消費率)を使い1時間51分35秒で9周を走行したが, 10周目途中でタイムアップとなった。同クラスのソーラーカー全てが制限時間内に10周を完走できず, 9周を完走した3チームの内一番早いタイムで通過した本学チームがクラス優勝した。表5にS.R.in Noto'96のクラス別成績(上位5チーム)を示す。S.R.in Notoのように砂地のコースを走行するにはサスペンションやフレームの強度が要求され, 走行抵抗が大きいのでスピード重視より駆動力重視のモーターセッティングが有利である。タイヤもSUN BIRDに装着した幅の広いソーラーカー専用かバイク用の方が有利である。

表5 大会成績(S.R.in Noto)

オープンの部 (フリークラス)				
順位	チ	ーム	名	周回数
1	ジョージワシントン大学			16
2	上海統用太陽能研究所			15
3	再		輝	14
4	金沢市立工業高校			13
5	石川県立工業高校			13
オープンの部 (スタンダードクラス)				
順位	チ	ーム	名	周回数
1	T e a m		太陽虫	16
2	H・A・T		レーシングチーム	13
3	愛知時計電機			12
4	関電		姫路	11
5	カンデン		R & D	9
オープンの部 (ジュニアクラス)				
順位	チ	ーム	名	周回数
1	EVカークラブ		ベベロンチーノ	6
2	滋賀ソーラーチーム			6
3	S O L A R		J A P A	5
4	Tokino SUN Family			2
5	愛知時計電機		金沢	1
学生の部 (スタンダード)				
順位	チ	ーム	名	周回数
1	中日本自動車短期大学			9
2	金沢美術工芸大学			9
3	ソルボン大学			9
4	静岡工科専門学校			8
5	カウアイ・コミュニティ・カレッジ			8
学生の部 (ジュニアクラス)				
順位	チ	ーム	名	周回数
1	学校法人若松第一高校			10
2	東海大学工業高校			9
3	愛知県立豊川工業高校			8
4	栃木県立宇都宮工業高校			8
5	関西大学太陽エネルギー研			8

4 お わ り に

筆者らが出場した各大会から多くの経験を得た。その中で、電気量が確認できる積算電流計の装着はラリーを競う上で大変有効である。W.S.R.in Akitaのように太陽電池の発電量無制限の場合、張付け面積一杯に太陽電池を装着するのが有利である。一方、S.R.in Notoのように未舗装路面でのラリーでは操縦性、走行安定性が重要である。太陽電池をSUN BIRDのように車体の上方に配置する場合、車体に強固な支柱で固定することが必要である等、各大会のコースに合せたセッティングが重要であることが分かった。今後、経験を活かして試作車の改良を行いたいと考えている。

おわりに、SUN BIRD試作にあたってご協力頂いた遠山 寿氏及び大会出場に際しご協力頂いた木下勝晴助教授、林 文明氏、中川 実氏に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 西側通雄, 清水啓司, 横井隆治, 佐藤幹夫, 高橋正則, 高 行男 “ソーラーカーの試作 (第1報, ソーラーカーラリーイン能登)” 中日本自動車短期大学論叢, 第23号 (1993) p.43-47.
- 2) 西側通雄, 清水啓司, 横井隆治, 佐藤幹夫, 高橋正則, 高 行男 “ソーラーカーの試作 (第2報, W. S. R. JAPAN in Ogata)” 中日本自動車短期大学論叢, 第24号 (1994) p.73-78.
- 3) 西側通雄, 清水啓司, 横井隆治, 佐藤幹夫, 高 行男 “ソーラーカーの試作” 自動車整備技術に関する研究報告誌, 第24号 (1995) p.14-18.