

「びわ湖クルース・ソーラーボート大会」に初参加して

高田 実*

毎年お盆明けに開催される「びわ湖クルース・ソーラーボート大会」に初めて参加した。琵琶湖の上を太陽光発電で得たエネルギーだけで自律航行する船が、チェックポイントをいかに早く周回するかという競技である。電子情報技術を習得した学生がチャレンジする大会としてふさわしいと考え、学生指導を行う前に有志で参加して手順の確認や雰囲気を感じてみることを目的とした。戦績はふるわなかったがここに取組を報告する。

Keywords : びわ湖, クルース, ソーラーボート, 自律航行, GPS.

1. はじめに

毎年お盆明けに開催される「びわ湖クルース・ソーラーボート大会」に初めて参加した。この大会は2016年度で20回目を迎え、附属滋賀職業能力開発短期大学校（滋賀職能大）は2007年第11回大会から毎年参加し、2008年第12回大会では優勝している。

滋賀職能大が積極的に各種大会に参加していることは聞いていたが、当大会が8月にあることで大会に向けた一年間の学生指導方法に自信が持てず躊躇していた。2015年第19回大会を見学して、雰囲気を体感できたので、2016年度に参加することとした。

2. 大会概要[1]

2.1 実施場所 滋賀県高島市マキノ町 サニービーチ

琵琶湖の全体図を図1に示す。湖北の四角で囲んだ部分を図2に拡大して航路を示す。

ちなみに、7月末に開催されるあの有名な『Iwataniスペシャル 鳥人間コンテスト』は、彦根市松原町にある松原水泳場を離陸し南下することが多い（図1中の「鳥」文字の位置）。

滋賀職能大は、図1中の「校」の文字の位置である。



図1 琵琶湖の全体図

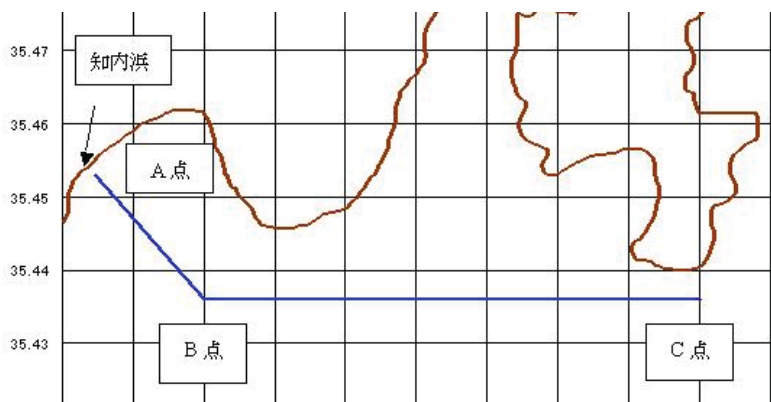


図2 航路チェックポイント

2.2 参加部門 先端技術部門のGPS自律航行船

大会には主に小中学生向け普及部門と先端技術部門の2部門あり、先端技術部門にもGPS自律航行船とラジコン操縦航行船の2種類がある。第20回大会ではラジコン操縦航行船は参加チームがなかったのか、開催されなかった。

我々は、マイコンプログラミング/GPS位置取得/自律航行/太陽光発電に関するMPPT (Maximum Power Point Tracking) 制御/モータ制御/ラジコン操作/状況の無線モニタリングなど電子情報技術の確認を目的とするので、先端技術部門のGPS自律航行船に出艇した。

2.3 実施時期 2016年8月20日(土), 21日(日)

毎年お盆明けの土日に開催される。

2.4 競技方法 競技レギュレーションから抜粋・加筆して示す。

- ・ 出発点は浜ではなく沖合なので、伴走船(漁船)に積み込む必要がある(図3)。



図3 伴走船への搬入(第19回大会滋賀職能大)

- ・ 湖上にA点, B点, C点座標があるものとする(図2参照)。
- ・ マキノ町サニービーチ桟橋を伴走船に乗って出発し, A点付近で着水。自律走行させ, A点→B点→C点→B点→終点A点の順で周回させる(約20km)。
- ・ チェックポイントA点, B点, C点通過により得点が与えられる。通過は同乗する審判の持つGPSロガーで判断する。

* 生産電子情報システム技術科
(現 北陸職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科)

- ・ 順位は、タイムの得点(100 点満点)と通過点の得点(150 点満点)の 2 日間の合計で決まる。
- ・ 着水してから 2 時間で時間切れとする。故障した場合は伴走船に引き上げて修理してもかまわないが、時計は止まらない。
- ・ 操縦は、GPS、コンパス、コンピュータによる自動操縦・自律走行。審判の指示があるまで船に信号を送らないこと。
- ・ 動力は、ソーラーパネルと補助電源であるバッテリーを併用して航行するボートである。
- ・ 搭載出来るソーラーパネルの面積は 2 m²以下で、補助電源であるバッテリーの容量は 25Wh 以下のシール型鉛蓄電池とする。
- ・ 通信や制御に必要な電源は補助電源とは別に搭載できる。
- ・ ボートは衝突回避のためラジコン操作で旋回・航行・停止が可能であること。
- ・ 船体の一部が湖面と接していること。
- ・ 競技艇のサイズは規定しない。

3. 当大会を選んだ理由

各種競技大会の中で当大会を選んだ理由を以下に挙げる。

- ・ 電子&情動的技術力を発揮できる。
 - ・ 滋賀職大の技術を参考にできる。
 - ・ 有名なソーラーカーレース等は電子情報技術だけでは勝てそうにない。他科を巻き込んでいる時間的余裕がない。
 - ・ 船体を組立方式で作れそう。
 - ・ (奇跡が起きれば) 東大に勝てるかもしれない。
 - ・ 話題になる。
- ぜひ、皆さんも参加してみたい。

4. 出場艇について

製作に当たって制約とした項目は以下の 3 点である。

- ・ 生産電子情報システム技術科だけで製作・参加すること。
- ・ 分解せずに公用車(トヨタアイリス)で運搬できること。



図 4 製作した船の写真

- ・ 他チームの物まねでなく、特色を盛り込むこと。
- 製作した船を図 4 に示す。以降項目毎に解説する。
- 4.1 仕様 製作した船の仕様やパーツ名を表 1 に示す。
- 4.2 船体の分類 一般的な船体形状を以下に挙げる [2]。

- ・ 単胴船 (モノハル・シップ)
- ・ 双胴船 (カタマラン・シップ)
- ・ 三胴船 (トリマラン・シップ)
- ・ ホバークラフトや水中翼船

面積の広い太陽光パネルを背負う必要があり、単胴船の場合は、転覆の可能性を下げるために船幅を大きくとることになるが水の抵抗が大きくなる。

双胴船が転覆の危険が少なく最適のように思えるが、横波の影響で船体が左右に揺さぶられる。また、水の抵抗が単胴船より大きい。

幅の広い太陽光パネルの両端にも船をつけたような三胴船が安定して、水の抵抗も比較的少なくすることができる。実際に上位入賞者はこのタイプが多い。

ホバークラフトは水の抵抗を避け高速化できるが、浮くための空圧を太陽光発電で作りに出すことができるか不明である。また、水中翼船も高速化でき、過去の参加チームも水中翼船タイプで優勝していると聞いている。

今回は、簡単にできる双胴船でチャレンジする。

4.3 製作した船体 船体は機械科ではない当科が設計し、特別な技能がなくても組み立てられる事が前提となるので以下の 4 点にまとめる。

- ・ 構造は、アルミ角フレーム (SUS 社 20mm×40mm)
- ・ 浮力は、カネライトフォーム(断熱材)50mm 厚で確保する。
- ・ カネライトフォームとアルミフレーム間は、アクリル板 5mm 厚を介してボルト止めとする。
- ・ 太陽光パネルは、アルミ角フレームにアルミ角フレームを立てて屋根の骨組みとし、その上にアルミパイプ構造材 (SUS 社 GF-S 19mm) で枠を作って紐で結ぶ。制御ユニットをその下に配置する。

アルミ角フレームとカネライトフォームは、アクリル板の両面にカネライトフォーム 50mm 厚を長さ 120mm のボルトナットで数箇所軽く接合(締め付けるとフォームがつぶれてしまう)し、アクリル板とアルミフレームを小さいボルトで接合した。幅方向は 4 本のアルミ角フレームで支えているが、長さ方向は長さ

表 1 製作した船の仕様

項目	仕様
サイズ	幅 91cm 長さ 180cm 高さ 60cm
重量	20kgf
発電量	179W (KIS 社 FT136-E×4 枚)
モータ プロペラ	ミンコタ社 ENDURA30 C2 2 枚羽根
補助バッテリー	12V2Ah (GS-YUASA NPH2-12)
充放電 MPPT コントローラ	電菱社 SA-MPPT-15L
マイコン	Raspberry Pi 3 model B
GPS 受信	秋月電子通商社 AE-GYSFDMAXB



図5 プールに浮かべたフレーム



図6 カネライトフォームの沈み具合

300mm アクリル板3枚と長さ1800mmのカネライトフォームの強度で支えている。

実際に水に浮かべてみた写真を図5, 図6に示す。

予想以上に浮いており, 指で簡単に移動できるほどであったが, 実際の湖上では風で流されるという問題があった。

図5のように太陽光パネル枠を約30cm上げて屋根のようにして可動式にしているのは, 通常はフラットであるが太陽の向きによって傾けることができるようにするためである。残念ながら今回は実装できなかった。

4.4 発電からスクリューまで 太陽光パネルはKIS社 FT136-E (公称最大出力44.9W)を4枚直列で使った。重量が450gf枚と軽く, 多くのチームが採用している。

競技レギュレーションでは2㎡以下であればいいので, 本来なら6枚搭載可能であるが, 発注が遅れたため納品が間に合わず, 滋賀職能大から2枚借用した。

MPPT(Maximum Power Point Tracking)制御やDC-DCコンバータを担当する充放電コントローラには, 電菱社 SA-MPPT-15Lを使った。太陽光パネルは17.8Vの電圧を出力するので, 4枚直列でつなぐと約72Vの直流電圧となる。このままではモータにつなげることができないので, 直流電圧変換を行って12Vに落としている。15Aしか流せないことが制約ではある。

モータとスクリューは, 防水作業に自信がないので

一体となったものとして, 通称エレキモータと呼ばれる電動船外機を選択した。大型で効率がいいが, 最低3A程度の電流がないと回らない。

図7に船体後部を示す。



図7 船体後部 2枚プロペラが見える

4.5 制御部 自律航行制御のマイコンは, Raspberry Pi 3 model Bで, OSにRaspbian Jessie, 開発言語はC言語とした。

4.6 運搬 結果的に幅91cm長さ180cm高さ60cmに収まったことで, 分解することなく公用車にて運搬することが可能となった。公用車の荷台サイズを計測していなかったのであらかじめ測っていたように隙間なく載せることができた。

5. 大会結果

2016年度の先端技術部門GPS自律航行船には5チームが出場した。表2に大会結果を示す。

優勝した「遊湖の会&立命館大学」と2位の東京大学チームは, 常勝チームである。東京大学チームもトラブルがなければ完走していたであろう。3位の滋賀職能大もトラブルがあり, 船上での修理に時間がかかって完走することができなかった。5位のブラジルチームは, 予選でも着水させず, ポイントを得ることができなかった。

わが近畿能開大チームは, 予選で着水させ, 本選でモータを回したところ, 過負荷により保護回路が働いて止まってしまった。陸上でテストをしていたが水中では初めてだったため, 全く進むことができなかった。ただ, 着水させたためポイントを得ることができた。図8に着水させた船体写真を示す。

表2 第20回大会結果

順位	チーム名	状況
1	遊湖の会&立命館大学	完走
2	東京大学	復路のA地点目前で時間切れ
3	滋賀職能大	往路のC地点目前で時間切れ
4	近畿職業能力開発大学校	往路のA地点で停止
5	ブラジルチーム	着水せず



図8 着水させた船体

実際に伴走船に乗った感想としては、浜辺と湖上では風の強さや波の高さが違うと感じた。特に山を越えて竹生島（ちくぶじま）付近まで行くと、風も波もより一層強くなるようである。いくつものチームが波をかぶって制御基板まで浸水しており、波と風の対策が必要となる。

6. 次回への準備

優勝チームのコピーを作ろうとしてもノウハウが不足しているのでうまくいくとは思えない。過去にない分野の船体を作って参加したいと計画している。

現在考えているのが、(1)エアポートタイプと(2)小水線面積双胴船 (SWATH: Small Waterplane Area Twin Hull) タイプである。

6.1 エアポートタイプ 板に工場扇を後ろ向きに取り付けた形で、水中にスクリューなどが無いことが特徴である。太陽光パネル2枚か4枚を載せ、ブラシレス DC モーター搭載工場扇を組み付ければ形ができる。

欠点は、騒音が大きいことと風に流されることである。最低限水中に横滑り防止フィンが必要であろう。

6.2 小水線面積双胴船 (SWATH) [2] 水中の2つの潜水艦に薄い板を立てて水上でつないだ形。大まかな浮力は水中の2つの潜水タンクでまかなう。

船の抵抗の中でも造波抵抗が大きいといわれているが、波を造る部分は薄い板で構成することで減少させることができる。また、水中のタンクは水上の波の影響を受けにくいので横波で揺さぶられることも減少できる。

欠点としては、前後の波に対しても安定なので、前

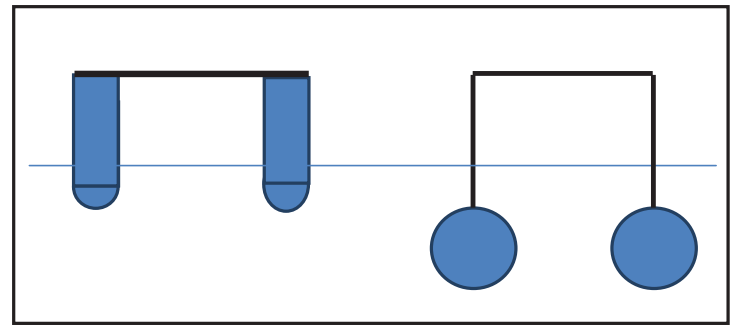


図9 左カタマラン、右 SWATH の模式図

から来た波に船首が突っ込んでしまう（バウダイビング）ことが挙げられる。対策としては、センターバウを前に伸ばした三胴船様形態がある。図9に SWATH の模式図を示す。

7. 結言

大会に参加するという目標を設定し、少ない時間の中で学生有志を募り、部材を調達して船体の形を作って大会に参加した。

今回は明らかに準備不足であった。参加するだけなら簡単だが競技レベルを他チームまで引き上げ、完走から上位を目指すには体制作りが必要である。

最後に図10に学生有志の雄姿を示す。



図10 学生有志との記念写真

高田は、この4月より北陸職業能力開発大学校勤務となったが、計画通り2種類の船で参加予定である。完走を目指し、そして大会を盛り上げてくとともに、参加学生の自信につながっていくことを期待する。

文献

[1] びわ湖クルーレス・ソーラーボート大会公式サイト <http://solar.shiga-saku.net/>

参照：2017.01.06

[2] Wikipedia, <http://ja.wikipedia.org/>

参照：2017.01.06

(2017年08月04日提出)