

第 13 回海洋空間のシステムデザインカップ ひれ推進コンテスト実施報告

横浜国立大学海洋空間のシステムデザイン教室

川村恭己、村井基彦、平川嘉昭、樋口丈浩、高木洋平、満行泰河、高山武彦、早川銀河

1. はじめに

横浜国立大学では、高校生向けのものづくりコンテスト「海洋空間のシステムデザインカップひれ推進コンテスト」を毎年開催している。本年度は、第 13 回のコンテストを開催した。ひれ推進コンテストでは、参加者(高校生)が水の上を推進する模型を作りコンテストに参加する。一般に水の上を推進するためには、船で使われるようなスクリューを用いることが多いが、本コンテストでは、ひれ等を用いて「水棲生物の動きを模擬した推進装置を有する模型」を製作して競争するという内容となっている。今年度も例年と同様に、本学教員による講義(公開講座)をコンテストの約一か月前に実施した後、8 月 24 日にコンテストを実施した。コンテストへは 10 高校から 20 チームに参加していただいた。

2. 船や魚のひれに関する公開講座

まず、コンテスト開催の約 1 カ月前の 7 月 15 日(月祝・海の日)に、コンテストに参加する高校生・一般参加者を対象として、本学教員による「船や魚のひれに関する公開講座」を開催した。講義の内容を下記に示す。

- (1) 船はどんなふうによく浮くの？
- (2) 船はどうやったら早く走れるの？
- (3) ひれ推進模型の制御について？



図 1 公開講座の様子

上記の講義には、コンテストに参加を予定する高校生・一般参加者・及び付添の高校教諭等を含め合計 62 名の方に参加していただいた。高校における数学や物理の授業とは異なり、海の魅力や美しさ、ものづくりの魅力に関する話題を交えながらの講義が行われた(図 1)。村井准教授の講義では、小さな水槽に物を浮かべた実験をしながら浮体の安定についての解説が行われた。また、高木准教授の講義では、「船はどうやったら早く走れるの？-水棲生物に学ぶ-」という題目で、水棲生物が早く進む理由から、船の抵抗に関する考え方について紹介された。さらに樋口准教授は、移動体の制御について易しく紹介するとともに、模型の制御法に関する講義を行った。これらの講義に参加者は興味を持って話を聞いていた。講義終了後は、コンテストに関する案内(レギュレーションの説明等)や、回流水槽および大型実験水槽(長さ 100m×幅 8m×水深 3.5m)の見学が行われた。

3. コンテストの内容・レギュレーション

3.1 レギュレーション

ひれ推進コンテストでは、同一高校に所属する原則 2 名または 3 名でチームを編成し、各チームで製作してきた模型を用いて航走させて対戦する。各参加チームには、公開講座にて、図 2 に示すような市販の模型キットが配布される。そして、それを参考に講座終了後の約 1 カ月の間に、模型を製作することになる。コンテスト当日は、それらの模型を大型実験水槽に設置した 10m のコースを走らせてレースを行い、優勝チームを決定するという内容である。また、2018 年度から、スタートからゴールするまでのタイムに加えて、コース内にポールを設置して(図 3(a))、ポールを一周するとポイントが加算されるポイント方式により勝敗を決定するルールとなった。そのため、ラジコン使用による模型の制御が有効となり、従来より高度で自由度の高い模型製作を促している。レギュレーション概要を以下に示す。

- (i) 船体の大きさは長さ 50cm 以下、幅 30cm 以下とする。
- (ii) 推進装置は、ひれ等の水棲生物を模擬した推進装置とすること。また、ひれ等の推進装置は複数取り付けても良い。推進装置の動力源としては、電動モーターと電池を使用すること。モーターは複数個使用しても良い。動力源として使用する電圧は、最大公称 5V 以内とする。
- (iii) 模型の進行方向やその他の挙動を制御するために、市販のラジコン送受信機を使用しても良い。受信機用に使用するバッテリーは、推進装置に使用するものとは異なってもよい。
- (iv) 大型水槽に設置された 10m のコースを航走させ (a)start から goal までのタイム(t [秒])、(b)途中のポールを一周したかどうか、(c)模型の最大到達距離(s[m], ゴールした場合は s=10m となる)を計測・判定し、ポイントを与え、ポイントの高い方が良い記録(勝者)となる。



図 2 TAMIYA 社製 MECHANICAL BLOWFISH

以上のように、本コンテストでは、ポール周回のための制御装置の導入を促す一方で、制御無しでもレースに参加できるようなレギュレーションになっている。これにより、高校生が気軽に参加できるようにしている。

3.2 レース会場

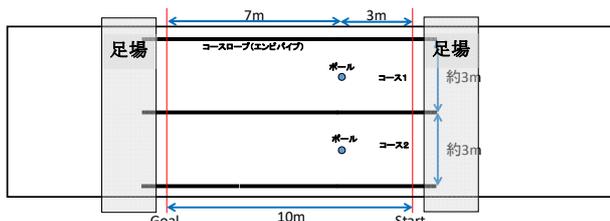
レースは、本教室の大型実験水槽(長さ 100m)内に設置した約 10m の特設コースを使用した(図 3)。また、

図3(a)のように、start から 3m の地点に周回用のポールを設置したもとなっている。対戦する 2 チームは、start 地点において模型を手で持って準備し、合図とともに手を離し goal までの 10m のコースを航走させる。Start から goal までのタイムを計測するとともに、goal できなかったチームは制限時間(100 秒)までの最大到達距離を記録する。最終的に、以下のタイムポイント(P_{time})、ポール一周ポイント(P_{pole})、到達距離ポイント(P_{dist})を合計した総ポイントが高いチームが勝者となる。

- (a)タイムポイント(P_{time}) : Start から Goal までのタイムを計測し(t [秒])、 $P_{time}=100-t$ とする。すなわち、制限時間 100 秒で、ゴール時に残っていた時間[秒]をポイントとする。
- (b)ポール一周ポイント(P_{pole}) : 各コースの途中には、ポールが設置されていて、ポールの周りを一周以上することにより $P_{pole}=150$ ポイントが与えられる。
- (c)到達距離ポイント(P_{dist}) : 制限時間内の最大到達距離を計測し(s [m])、到達距離ポイント $P_{dist}=10 \times s$ を与える。(ゴールした場合は 10m なので $P_{dist}=100$)

3.3 レース方法

レースは、まず抽選により決められた順で、予選第 1 ラウンド・第 2 ラウンドのレース (ポイントを記録するレース) を行う。次に、第 1・第 2 ラウンドのベストポイントの良かった順にトーナメント表に配置される。最終的に、決勝トーナメントでは、優勝・準優勝・3 位を決定する。また、入賞を逃したが健闘したチームや特徴ある模型を製作したチームには特別賞を贈る。



(a)10m のレースコース



(b)レーススタート地点の様子

図3 10m のレースコース(大型実験水槽)

4. コンテスト実施

4.1 コンテスト会場

8月24日(土)に、ひれ推進コンテストが開催された。今回のコンテストは、神奈川県・東京都・静岡県から10高校(穎明館高等学校、桐光学園高等学校、不二聖心女子学院高等学校、法政大学第二高等学校、神奈川県立横

浜高等学校、横浜高等学校、逗子開成高等学校、神奈川県立磯子工業高等学校、明治大学附属中野高等学校、早稲田大学高等学院)より参加した20チームで優勝が争われた。

当日は、教職員8名に加えて、学部生・大学院生合計15名がコンテスト進行を手伝った。レースコースにはスペースの関係から、レースチームの関係者しか入場できないが、講義室や控室にレースの映像を表示したり、レース会場入り口に対戦ボードを設置するなどして、レース結果やレースの様子を確認できるようにした(図4)。また、試走用プールを設置するとともに(図5)、構造実験室や研究室を解放することにより、空き時間に自由に模型の調整が行えるようにした(図6)。



図4 レース会場入り口の様子



図5 小プールでの試走



図6 模型の調整作業の様子

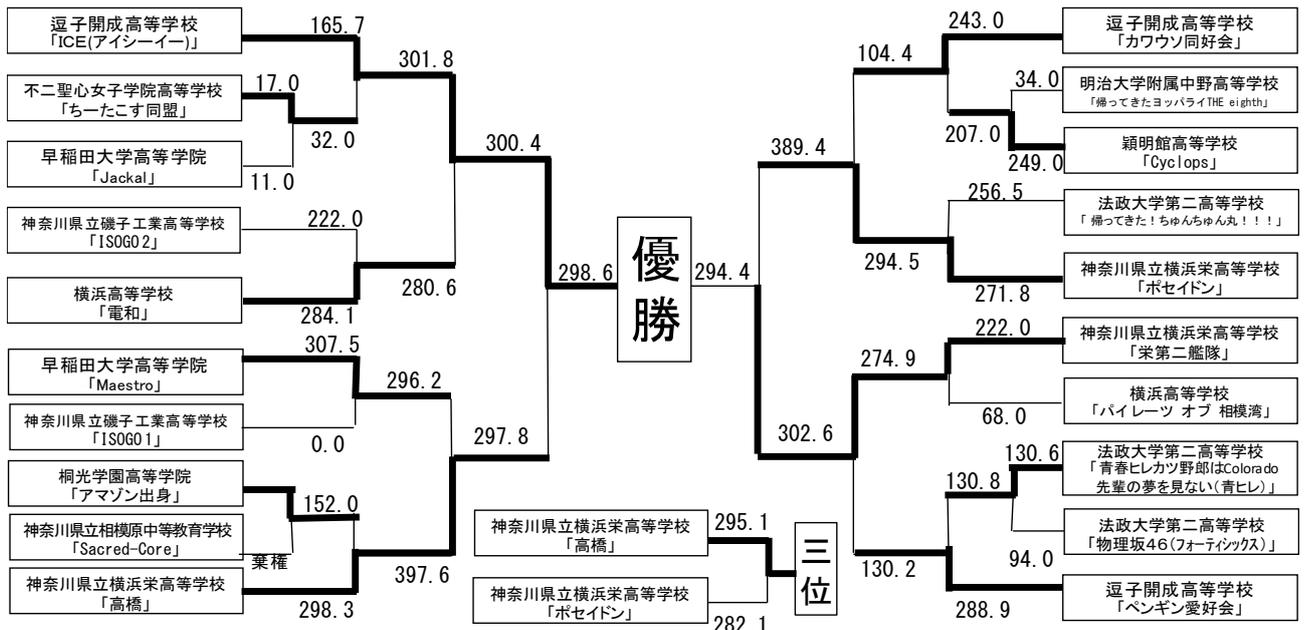


図8 決勝トーナメントの組合せと結果・獲得ポイント

4.2 コンテスト実施

コンテストは朝9:30時集合で行われ、まず、チーム全員が講義室に集合してコンテストの進行等の説明が行われた。午前中に第1・第2ラウンド(予選ラウンド)が行われた。第1ラウンド開始時には模型のレギュレーション(大きさや仕様など)のチェックを行うとともに(図6)、インタビューを行い、模型の特徴やセールスポイントをアピールしてもらった(図7)。製作された模型は、細い単胴型や双胴船等様々な模型があるとともに、多くの模型がラジコンやマイコンを用いた方向制御を試みていた。



図7 インタビューでのPRの様子

午後からは、決勝トーナメントのレースが行われた。決勝トーナメントは、午前中の予選ラウンドの持ちポイントの良いチームから順番にシードチームを決定し、最終的に図8のような組合せとなった。

レースで模型が航走している様子を図8に示す。多くのレースでは、予選の上位であったチームが勝ち抜いていたが、機器のトラブル等で安定した性能が発揮できないケースや、実力が拮抗しているレースがあり、白熱したレースが行われた。決勝戦は、逗子開成高等学校の「ICE(アイシーイー)」と神奈川県立横浜栄高等学校の「栄第二艦隊」の戦いとなった(図9)。予選1位の「ICE(アイシーイー)」チームは、昨年の同校と同様

に船体形状が変形することにより方向を変えて旋回する模型を用いていた(図8)。1回戦のレース途中で動かなくなるなどのトラブルがありながら、しぶとく決勝戦まで勝ち抜いた。一方、「栄第二艦隊」チームは、双胴の二つの船体にひれを搭載した模型で、予選から決勝トーナメントまで安定した記録で勝ち抜いてきた。決勝レースは「ICE(アイシーイー)」チームが、298.6ポイント(ゴールまで51.4秒)、「栄第二艦隊」チームは294.4ポイント(ゴールまで55.6秒)という接戦となり、「ICE(アイシーイー)」チームが優勝した。決勝レース終了後は、お互いの健闘を称え合った(図10)。



図8 ポールを周回する模型(決勝戦)

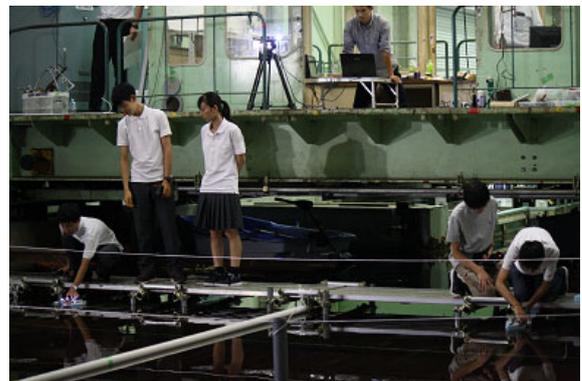


図9 決勝レースのStartの様子



図 10 決勝レース後の様子



図 11 参加チームの模型の講評



図 12 表彰の様子



図 13 表彰式後の全体写真

決勝戦が終了した後は講義室に移動し、樋口准教授によりすべての参加チームの模型の紹介・分析や講評が行われた(図 11)。各チームの参加者たちは、他チームがどのような模型を制作したかを見ながら、大変興味深く聞いていた。その後の表彰式では、主催者側より講評が述べられた後、全チームに記録賞と記念品が贈られた。そして、優勝・準優勝・3位のチームにトロフィーと賞状・

副賞が贈られた(図 12)。また、今回はコンテストで健闘した4チームに特別賞が贈られた。表彰式後の記念撮影の様子を図 13 に示す。

4.3 入賞チームと製作された模型

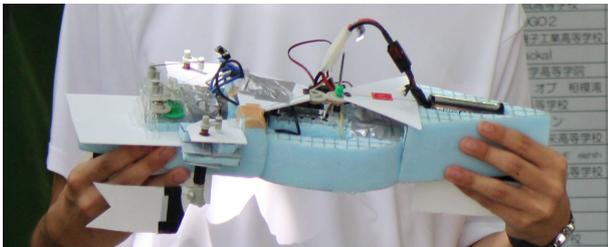
最後に各チームが製作した模型を紹介する。

- (1) 優勝：逗子開成高等学校「ICE(アイシーイー)」
 逗子開成高校の「ICE(アイシーイー)」は昨年度優勝した模型を参考に設計されたもので、胴体が複数の部分に分かれた構造で、前後の部分で中央部分の回りで回転して船体の形を変えることにより進行方向を変えることができる(図 14(a))。決勝トーナメント1回戦のレース中に停止し、同点再レースとなるトラブルがあったが、優勝までたどり着いた。逗子開成高校は5年連続の優勝である。
- (2) 準優賞：神奈川県立横浜栄高等学校「栄第二艦隊」
 横浜栄高校の「栄第二艦隊」は双胴船の模型で、決勝トーナメントでは安定した旋回を披露し準優勝となった(図 14(b))。双胴船の船体配置や電池ボックスの配置(重心位置)等を検討し、本番のレースでは安定した結果を残した。
- (3) 3位：神奈川県立横浜栄高等学校「高橋」
 横浜栄高校の3位となった「高橋」は、図 14(c)に示すように、左右のひれによって推進するとともに方向舵を設け、機動性を確保するとともに、並列回路を用いて船体の重量を下げる工夫をしていた。準決勝では、優勝チームに僅差で敗れたが、コンテストを通じて安定した走りを見せていた。
- (4) 特別賞：神奈川県立磯子工業高等学校「ISOGO2」
 磯子工業高校の「ISOGO2」は、筒状の細長い船体を持つ特徴的な模型で、潜水艇と魚雷の形をイメージして制作された。頭・胴・尾が三分割された模型で関節が稼働することにより魚をイメージした動きで進んでいた。今後動き方に改良の余地はあると思うが、魚の動きを模擬できた大変興味深い模型であり、特別賞が贈られた。
- (5) 特別賞：神奈川県立横浜栄高等学校「ポセイドン」
 横浜栄高校の「ポセイドン」は、図 15(b)に示すように船体の上部に回転する棒状の物体(製作者ははずみ車と呼んでいる)を乗せていて、ポール周りを回転する際にははずみ車を回転させ、反トルクにより船体の進行方向を変える面白い模型である。実際のレースでは方向の制御に苦労していたが、この新しいコンセプトに対して特別賞が贈られた。
- (6) 横浜高等学校「パイレーツ オブ 相模湾」
 横浜高校の「パイレーツ オブ 相模湾」はひれを左右2か所に配置した模型で、マイクロビット(プログラミング可能なマイクロコンピュータ)を使用してモーターの出力を変えることにより進行方向の制御が可能である。ジャイロセンサーを用いてコントローラーを傾けることにより進行方向を操作するなど、大変面白いレースの様子であった。そのチャレンジに特別賞が贈られた(図 16(c))。
- (7) 特別賞：法政大学第二高等学校：「帰ってきた!ちゅんちゅん丸!!!」
 今回、法政二校から参加したチームは無線マイコンモジュールのTWELITE(トワイライト)を用いた方向制御を試みていた。これらのチャレンジに対して、代表して「帰ってきた!ちゅんちゅん丸!!!」に特別賞が贈られた。

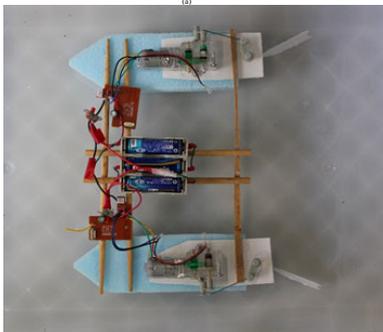
5. おわりに

今年度のコンテストも、様々な模型が出場する興味深い内容となった。特に、2018年度よりコース内に周回用のポールを導入するとともに、ポイントで勝敗を競うルールとしたため、今年度も進行方向を制御する装置を導入した模型が多かった。年々、工夫を重ね作りこんだ模型が多くなってきているように思う。また、レースも単純な直線コースでなくなったため、見ごたえのある展開が多かった。参加したチームも、自ら工夫して製作した模型が走る様子や、他のチームの模型を見ながら、とても楽しんでいただと思う。また、トーナメント形式のレースでは、レースの合間に模型の調整・試走を行ったり、レース時にはチームの応援をする等、とても盛り上がっていた。毎年感じることであるが、主催者側も楽しみながらコンテストを運営することができた。

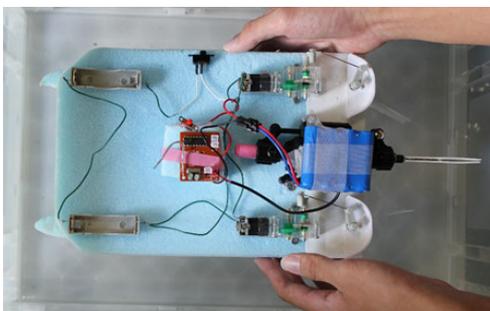
コンテスト当日や公開講座の際には、高校の顧問教諭や一般の見学があり、非常に好評であった。また、科学系クラブの活動の一環として参加している高校のチームもあり、良く工夫された模型が参加していたように思う。今後も、コンテストの内容に変化を加えながら、工学やものづくりのおもしろさを、高校生に伝えるような企画を実施していきたいと考えている。



(a)優勝：逗子開成高校「ICE(アイシーイー)」

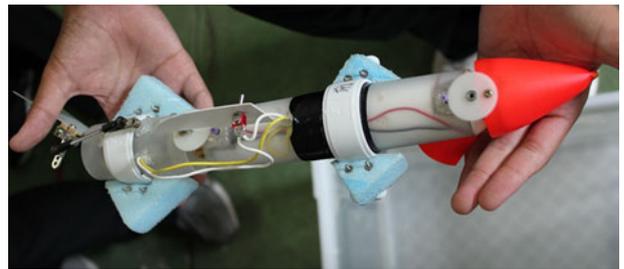


(b)準優勝：神奈川県立横浜栄高等学校「栄第二艦隊」

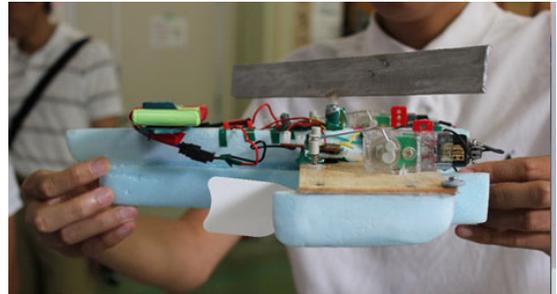


(c)3位：神奈川県立横浜栄高等学校「高橋」

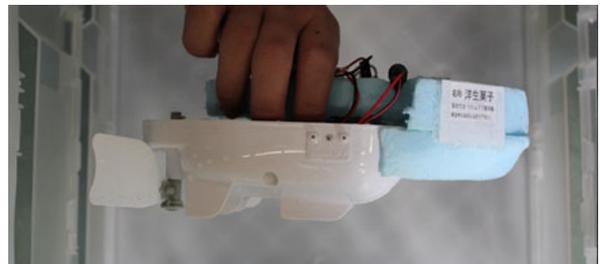
図14 優勝・準優勝・3位のチームの模型



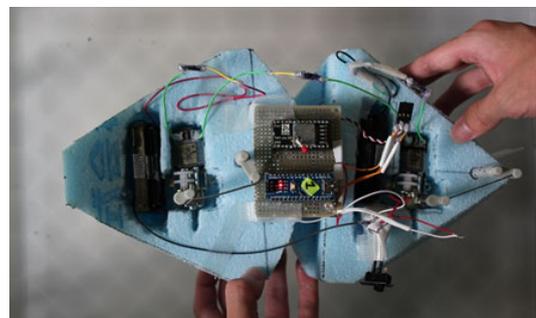
(a)特別賞：神奈川県立磯子工業高等学校「ISOGO2」



(b)特別賞：神奈川県立横浜栄高等学校「ポセイドン」



(c)特別賞：横浜高等学校「パイレーツ オブ 相模湾」



(d)特別賞：法政大学第二高等学校「帰ってきた！ちゅんちゅん丸！！！」

図15 特別賞受賞チームの模型

謝 辞

本コンテストは、横浜国立大学(公開講座)と日本船舶海洋工学会との共催で開催されました。日本船舶海洋工学会からは開催の補助を頂きました。また、横浜国立大学海洋空間のシステムデザイン教室の同窓会(弘陵航空造船会)からもサポートを頂いています。さらに本コンテストでは、神奈川県教育委員会からの後援をいただきました。関係各位に感謝の意を表します。