

2018 年度 報告

異分野を融合させた先端技術を用いた競技用国産カヌー開発



東洋大学



目的

海に囲まれた日本であるにもかかわらず、近年、海水浴や川遊びなどの機会が減り、海や川に親しむことが少なくなっている。自然界のルールに則り、日本の技術で海や川と共生する方法を創出し、海の自然との融合、海を知り共に生きるためのイノベーションを図る。異分野融合プロジェクトによる本邦初の国産カヌー開発を通じて、日本の技術を世界に向けて発信すると共に海や河川の環境への啓蒙活動を展開していく。

「誰でもがスポーツに親しみ、子供たちに夢を与える社会を作る」には2020年東京オリンピック・パラリンピックの成功も重要である。この為には、競技特性に優れた装具類を選手に提供することも必要。日本カヌー連盟によると国際的な大会で使われる競技用カヌーは東欧製品が主流で、小柄な日本人選手にとっては操作性などの面で課題が多いとの事。日本のカヌー選手からは日本人の体格に合った敏捷性の高い国産船艇とパドルの独自開発・提供が強く要請されている。本事業では東洋大学のバイオメティクス研究と都内中小企業のCFRP（炭素繊維強化プラスチック）の加工組立技術を結集し、これまでのコンセプト艇の検討過程で得られた成果を活用して東京オリンピックでメダル獲得が可能な競技用カヌーを開発する。

競技用国産カヌーの開発を通じて、日本の船艇開発の技術革新を行うことで日本の技術力を発信する。

2018年度事業内容

1. 開発環境の整備

ハイパフォーマンスPC(HPC5000-XSL216TS)2台、専門ソフトウェア (ANSYS Academic Research HPC)等を東洋大学川越キャンパス 機電実験棟1階に整備

2. コンソーシアム委員会の開催

(1) 時期：2018年4月26日、10月15日、10月29日、2019年2月2日（4回）

(2) 場所：東洋大学白山キャンパス、川越キャンパス、青梅市御岳交流センター

(3) 参加者：東洋大学、(株) テックラボ、(株) 浜野製作所、東京東信用金庫、(株) ワイジーエムワン、リーディングカンパニー(株)、他

3. カヌーの開発

(1) 設計・製作：プランニング、機構設計、構造解析、成形、検査

2018年4月～ プランニング・基本設計

6月～ 機構設計、構造解析

7月～ 成形、製作、検査

9月3日 完成

① 試験艇：

コースの流れを受けて推進力へ変換する船底形状を設計し、コンピュータ上でシミュレーションし、性能を確認した。模型を用いた水路における可視化実験で流体力学的特性の評価を行い、設計に反映した。これらをもとに、実スケールでの製作用図面を作成し、実際の型設計、および製作を業務委託した。また、レーシングカーと同様の強度が高く軽量なCFRP（炭素繊維強化プラスチック）により船艇本体を作製した。実験艇で課題であった浮力バランスについても改善され、実戦を見据えた船艇となった。

② コックピット：

日本代表選手の協力の下、日本人の体にあった形状のシートを開発した。

③ 性能評価：

本体を作る前に模型を製作し、以下の実験並びに解析を行い、性能を評価し、形状修正等を繰り返した。主に浮力バランスと直進性、造波抵抗に関して改良を施した。

④ 抵抗計測実験：

回流水槽内にて抵抗計測実験を行い、船艇性能を見積もった。可視化による流れの観察を行い、前進時の抵抗低減と後方からの流れによる抵抗増加の相反する性能を両立させるために、はく離点を後方に下げる形状を模索した。

⑤ 数値解析による船艇性能評価：

水面にできる波や流れの変化による影響をコンピュータ上で計算し船艇周りの流れの状況の評価した。はく離点の移動を中心に形状を系統的に変化させ数値シミュレーションを行った。

(2) 試乗及び評価：

人工水路における試乗・評価は、当初リオデジャネイロ（9月）とオーストラリアのシドニー（2月）を予定していたが、経費と効果の観点から海外人工水路における試乗はシドニーのみとして、国内で試乗・評価を行った。選手による試験では共同研究者である藤野氏を中心として、日本代表選手、ジュニア代表選手に、作製したカヌーに試乗してもらい性能評価を行った。

2018年9月9日 御岳溪谷にて試乗&評価

10月8日 御岳溪谷にて試乗&評価

10月～2019年1月：計測、シミュレーション、シートの調整

2019年2月2日 御岳溪谷にて試乗&評価

2月17日～20日 オーストラリア シドニー人工水路 試乗&評価

(3) 総合評価：

2019年3月 シミュレーション結果、試乗結果等から総合評価を行った。

事業実施によって得られた成果：本事業でターゲットとしているカヌー・スラローム競技の動力源は、人がパドルで漕ぐ力と競技コース内の水流の2点である。船艇の開発に注目すると、このコース内の水の流れを如何にうまく使うかがポイントとなる。本事業で開発した船艇は、後ろからの流れに対する抵抗を大きくし、コース内の流れを最大限に活かすことを可能とした。さらに、ものづくりの新しい概念であるバイオミメティクス技術と1000分の1秒を競うレーシングカー開発にも使われるCFRP（炭素繊維強化プラスチック）の先端加工組立技術を用いて、全く新しい概念による国産カヌーを開発することができた。

成功したこととその要因：本事業では、大学の持つ先端的開発力・シミュレーション技術、ものづくりの新しい概念であるバイオミメティクス技術と、民間企業が持つ1000分の1秒を競うレーシングカー開発にも使われるCFRP（炭素繊維強化プラスチック）の先端加工組立技術、福祉分野で注目されている防滑技術やラッピング技術など、異分野の先端技術を融合させたプロジェクトを組織し、1つの目的に向かって開発したことにより、日本独自のカヌー開発が可能となった。

今後の課題：製作過程において、強度と耐久性を重視したことにより、重量が目標値を超えてしまった。強度と耐久性を担保しつつ総重量9Kg以下になるよう最適化を図る。

4. 完成プレス発表会の開催

(1) 場所：2018年10月29日、東洋大学白山キャンパス（125記念ホール）

(2) 内容：競技用試験艇の完成に際しプレス発表会を実施した。

報道関係者 23媒体 34名 他関係者30名出席。

NHK首都圏ネットワーク：10/29午後6時台ニュースで「目指せメダル 国産競技用カヌー」当日の様子が放映された。また、当日からweb newsサイト（26媒体）および新聞掲載がなされた。現在まで継続的に、テレビ・雑誌の取材の申し込みがあり、適宜対応している。

プロジェクト概要



水走
-MITSUHA-

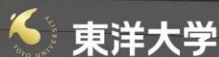
東洋大学 国産カヌー開発プロジェクト

Stream to 2020

本プロジェクトは、東洋大学の
生体医工学の分野・機械工学の
分野から、人間工学・運動生理学・
流体力学・バイオミメティクス
(生物模倣) による大学の「知」
及び産業界が有する
「技術」を融合させた
産学連携の
プロジェクトです。
これにより初の競技用
国産カヌーを製作し
2年後には日本人選手が使用し
優勝するところを目標に
2017年5月からプロジェクトを
スタートしています。



このカヌーを「水走」みつは
と命名し、今もなお
開発を重ねている段階です。
水走の設計コンセプトは、
日本人の体型に合った
コックピット形状により
操作性が良いこと。
そして
船艇流体力学
および
バイオミメティクスの
応用により
生物の機能を最大限に生かし
水の流れを掴む設計を
掲げています。



水走 プロジェクトチーム

-MITSUHA-

Manufacture

船艇製作



ウェア開発・防滑



ラッピング



外装デザイン



Evaluation

船艇評価



公益社団法人 日本カヌー連盟
東京都カヌー協会 理事長
藤野 強

Investigation & Development

研究開発責任者



東洋大学理工学部生体医工学科
教授 **望月 修**

プロジェクトチームリーダー



東洋大学理工学部生体医工学科
教授 **寺田 信幸**

研究開発担当



東洋大学理工学部機械工学科
准教授 **窪田 佳寛**



Support

プロジェクト支援



Support

プロジェクト推進支援



プロジェクト推進支援





2016

Planning

5月13日：東京東信用金庫と、東洋大学の産学連携協力に関する協定を締結した

Planning

2020年東京オリンピック・パラリンピックのカヌー競技に向けた、国産カヌー競技製品の製作について、東洋大学、東京東信用金庫、浜野製作所、東京都カヌー協会の藤野 強理事長らと会合を重ね、プロジェクトチームの立ち上げ、準備を順次進めた

2017

Launch

1月：大学として研究開発チームを立ち上げ、学内資金の獲得と、コンセプト艇開発に向けた取組みを開始

Planning

2月：船体の作製担当に、CFRP・カーボン加工等を専門とするテックラボをチームに加え、コンセプト艇作製に向けて具体的検討を開始

Preparation

1月～4月：模型作製、3D計測、意匠設計図作製、秘密保持契約、意匠・特許申請、レギュレーション確認など

Manufacturing

5月：キックオフミーティングを経て、コンセプト艇作製を依頼

8月：コンセプト艇完成

Manufacturing

コンセプト艇から得られた情報を基に競技試作に向けて実験艇の設計、作製検討を開始

2018

Test ride-①

1月：実験艇が1月下旬に完成し、1月29日、駿河台大学において静水での試乗を実施

Test ride-②

2月5日～2月末：「AUSTRALIAN OPEN CANOE SLALOM RANKING RACE」大会会場（人工水流）に実験艇を持ち込み、試乗実験を行う

Contract

4月：日本財団からの支援決定

4月：水走（MITSUHA）実験艇の結果を踏まえた試験艇開発を開始

Manufacturing

9月：水走（MITSUHA）試験艇 完成

Test ride-③

9月9日：御岳渓谷において流水での水走（MITSUHA）試験艇試乗を実施



水走
-MITSUHA-

カヌースラロームとは（競技説明）

競技エリア

コースは、全長250～400mあります。
コース上には、2本のポールでできたゲート（旗門）が18～25個あります。
ゲートは通過順序が決まっています。
ゲートには、上流から下流に通過するダウンストリームゲート（緑白ポール）、
下流から上流に通過するアップストリームゲート（赤白ポール）があります。

勝敗

スタートからゴールまでの所要タイムと、各ゲートを通る際のペナルティタイムによって勝敗を決定します。
ゲートのポールに体や船体、パドルが触れると、2秒のペナルティタイムが追加されます。
ゲートを通さずにゴールすると、ゲート不通過1つにつき、50秒のペナルティタイムが追加されます。
決められた方向以外にゲートを通じた場合も不通過となります。

カヤック・カナディアンカヌー

カヤック（水走はこちらの仕様です）

全長3.5m以上、全幅0.6m以上の艇を使います。
漕者は艇の進行方向に向かって座り、両端にブレードのついたダブルブレードパドルを左右交互に漕ぎながら艇を前に進めます。

カナディアンカヌー

全長3.5m以上、全幅0.6m以上の艇を使います。
漕者が艇の進行方向に向かって立膝もしくは正座の姿勢をとり、片方にブレードのついたシングルブレードパドルで左右どちらか片方のみを漕ぎながら前に進みます。

（緑白ゲート）
ダウンストリームゲート
上流から下流に向かって通過



（赤白ゲート）
アップストリームゲート
下流から上流に向かって通過

RULE CANOE SLALOM

CANOE SLALOM

競技概要

流れの上流からもしくは逆に下流から吊るされたゲートを通過する技術とスタート地点からゴールまでにかかった所要時間の両方を競います。

スキー競技と同様に1艇ずつスタートし、ゲートに接触したか非通過のゲートが有るか否かによる減点ポイントと所要時間が計算され順位が争われます。

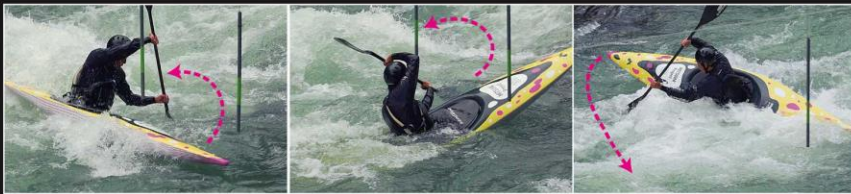
水走 -MITSUHA-

学術的に裏打ちされた船艇開発

安定性・直進性・回転性

100分の1秒を競うスラローム艇に求められる要素、それは優れた安定性、競技場の急流に対する高い直進性、素早くゲートを通るための高い回転性能です。

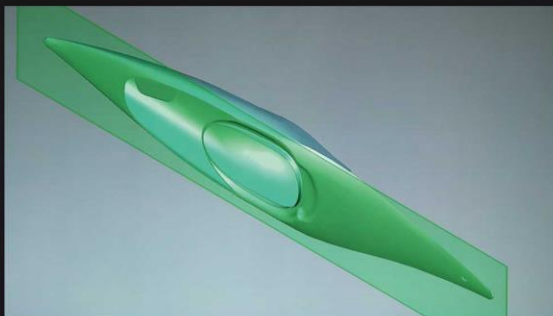
私たちはそれらの要素を高い次元で追求、実現させるために、従来の人の感覚や経験に基づいたカヌーの設計、製造方法ではなく、数値計算 (Computational Fluid Dynamics, CFD) や水路を使用した流体力学を用いた実験・検証を基に、学術的な観点から水走を設計、製造しました。



安定した姿勢でゲートへ入り込む 艇を最大限に回転させ回り込む すぐに体制を整えて直進加速する

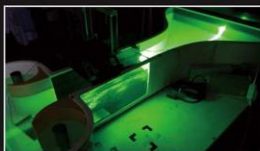
数値計算・実験と検証

設計段階からCFDを用い、船艇の断面図からシミュレーションを行い、船艇の周りの水の流れ・圧力を計算。模型と水路を用い、研究室に流水を再現。水の流れにレーザーをあて、可視化した気泡から圧力の状態を確認。その結果、競合艇にない学術的に裏打ちされたコンセプトの船艇が誕生しました。

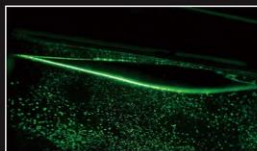


CFD

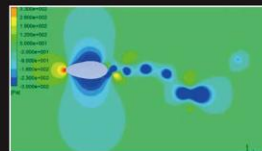
数値流体力学
Computational Fluid Dynamics
略称：CFD とは、流体の運動に関する方程式をコンピュータで解くことによって流れを観察する数値解析・シミュレーション手法。計算流体力学ともいい、コンピュータの性能向上とともに飛躍的に発展している。



研究室に流水を再現



可視化した気泡で圧力状態を確認



圧力を計算する

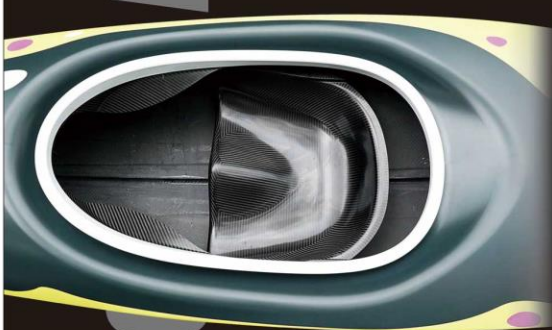


水走

-MITSUHA-

水走の技術 - 安定性の向上 -

国産カヌーだから実現できること。
それは日本人選手の体型にフィットした
コックピット形状を備えさせられることです。



MITSUHA COCKPIT

これまで主流だった海外製カヌーは
日本人選手向けには作られておらず、選手が搭乗した際の
身体のホールディング性能は高いとは言えませんでした。

水走はコックピット形状を日本人選手向けに設計し、
高いレッグホールディング性能を確保することにより、
急流での艇の安定性および操縦性を高めました。

CANOE SLALOM



水走 -MITSUHA-

水走の技術 – 船首形状の特長 –

バイオミメティクスの応用により
高い直進性能と回転性能を
水走にもたらししました。

水や空気の抵抗を最も軽減する形状として知られる「カワセミのくちばし」から
コンセプトを得た船首形状により、水の抵抗を軽減させるばかりではなく、
抵抗を活かしてより速く流水を駆け抜けるための研究を重ね、それを実現しました。

水流に引っ張ってもらった感覚があり、船首が水中に沈んでも抜け出しやすく、
直進時やアップストリームゲート通過時に旋回してから加速するまでの
タイム短縮にその効果を発揮します。

※バイオミメティクスとは生物模倣。生体のもつ優れた機能や形状を模倣し、工学や医療分野に応用すること。

水走
-MITSUHA-

水走の技術 - 船尾形状の特長 -

特徴的な船尾形状は

カヌースラロームの全行程において

水走に高い回転性能をもたらしました。



「カモノハシのくちばし」からコンセプトを得た船尾形状により安定性を確保しつつ
選手が意のままに船艇をコントロールできる高い回転性能を備えました。

アップストリームゲート、ダウンストリームゲート両方において
選手が100分の1秒を削る手助けをします。



東洋大学