

# 2019年度 報告書

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の開発



## 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、日本の技術の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ミ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を含む世界水準の大会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。

## 2019年度事業内容

### 1. 競技用カヌーの開発（実戦艇・試合艇）

(1) 設計・製作: プランニング、機構設計、構造解析、成形、検査

実戦艇

2019年4月～ プランニング、機構設計

5月～ シミュレーション、モデル実験、構造解析

6月～ 成形、検査、→ 実戦艇 完成



完成した水走 MITSUHA 実戦艇

<https://youtu.be/UFS3MdbRxBk>

## 試合艇

2019年10月～ 設計、シミュレーション実験による評価・最適化

12月～ オリンピック仕様での設計、シミュレーション、モデル実験

2020年1月～ 最終設計、モデル実験、

2月～ 成形、検査 → 試合艇 完成



完成した試合艇



人間工学的形状のシート

### ① 実戦艇・試合艇：

昨年開発した試験艇から得られた成果を基に、コースの流れを受けて推進力へ変換する船底形状を再設計し、コンピュータ上でシミュレーションを行い、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。これらを基に、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。試験艇と同様の強度が高く軽量の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。試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：

日本代表レベルの選手の協力の下、日本人の体に最適化した人間工学的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。主に試験艇で課題であった浮力バランスと直進性、造波抵抗に関して改良し、最適化した。

### 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:

2019年7月 静水・流水実験・評価（葛西 カヌー・スラロームセンター）

8月 公開実験・評価（葛西 カヌー・スラロームセンター）

9月 実戦艇の評価と改良点の洗い出し、試合艇の開発スケジュールの確認

10月 河川実験・評価（御岳）、試合艇のオリンピック仕様について選手と協議

11月 河川実験・評価（御岳）、試合艇について実戦艇形状の改良部位を検討



カヌー・スラロームセンターでの公開テスト

<https://www.toyo.ac.jp/news/research/cooperation/ciit/20190820/>

<https://www.youtube.com/watch?v=e0tiopL3SQM>

(3) 総合評価:2020年3月

2020年3月 シミュレーション結果、試乗結果、試乗した選手からの要望等から総合評価

実戦艇を用いて、オリンピック会場となるカヌー・スラロームセンターで7月に非公開テスト、8月に公開テストを実施した。さらに、共同研究者である藤野氏を中心として、作製したカヌーの性能評価を国内外で行った。その結果を集約すると以下の評価となった。

- ・直進性能は昨年開発した試験艇を引き継ぎ進みが良く安定している。
- ・ターンから流れに出るタイミングも取りやすく壁（カヌーの側面）も使えるようになった。
- ・ただしターンをする際、少し鈍い動きが感じられた。

この原因として

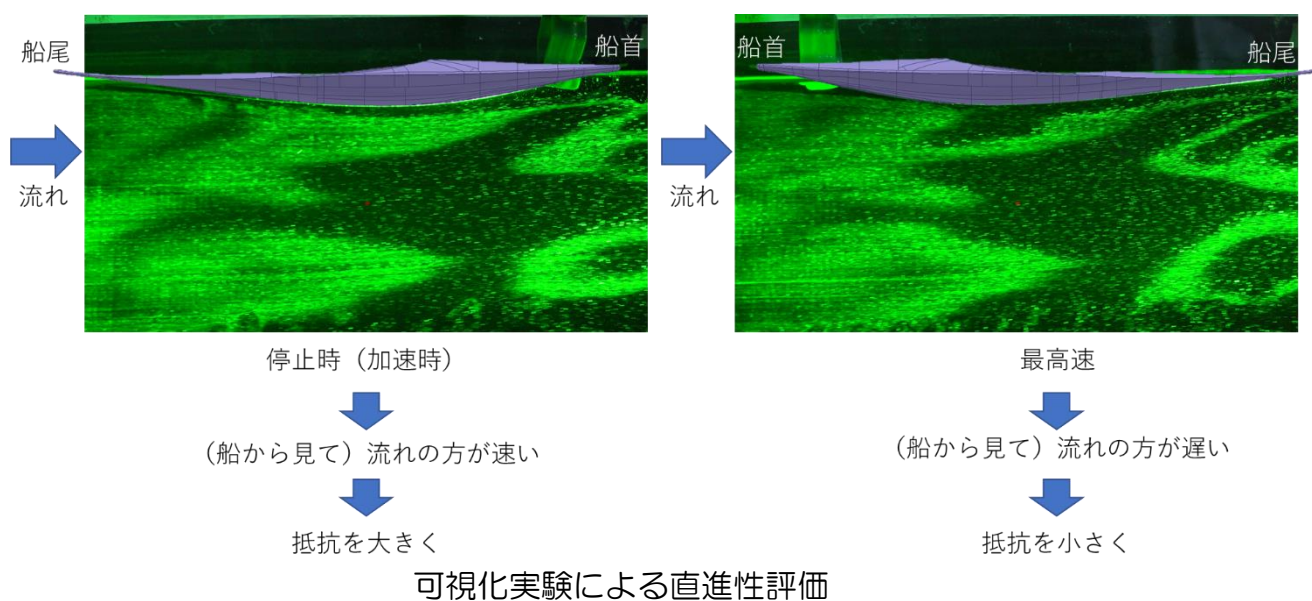
- ・スターンにロッカーカーブが足りない。
- ・コーミング後方でデッキ部分のふくらみが抵抗になっている。

これらのインプレッションを基に、試合艇開発に向けた改善点としては、

- ・スターンを薄くシャープにする。ただし船底形状のコンセプトを残す。
- ・スターンにロッカーカーブを1°追加。
- ・コーミング後方デッキ部分のふくらみについて浮力を確保しながら減らす。

モデル実験・数値解析：これらの評価・要望を基にオリンピック仕様の試合艇の設計を行った。

設計した試合艇 1/10 モデルを用いて、水路により可視化実験を行い直進性の評価を行った。さらに、シミュレーションによる性能評価を実施した。競技用カヌーの性能向上に向けて、船の姿勢と流れのはく離位置について詳細に検討を行った。流れの可視化ならびに PIV による流れ場解析から、水の流れが船尾から船首に向かうようなときには、船首を立てることにより流体抵抗が大きくなることが示唆された。また試合艇モデルでは、船首から船尾に向かうような、流れよりも速く移動する状態では、流れのはく離は見られなかった。加速時には抵抗を大きく、高速移動時には抵抗を小さくすることを実現した船であることが明らかとなった。



## 2.コンソーシアム委員会の開催

(1)時期:2019年5月23日、8月19日、2020年1月15日(3回)、

当初3月に予定していた第4回コンソーシアムはCOVID-19感染問題で中止した。

(2)場所:東洋大学川越キャンパス、白山キャンパス、葛西カヌー・スラロームセンター

(3)参加者:水走作製チーム(東洋大学、テックラボ、YMG1、KARA-FULL)、東京東信用金庫、他

## 3.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、人がバ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メティクス技術と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。

オリンピック仕様で開発した試合艇は、COVID-19の全世界的な爆発的な感染による2020東京オリンピックの延期や非常事態宣言などの影響で、公式試合での使用に至っていない。この度のパンデミックが早期に収束し、カヌー競技が再開されることを切に願っている。

## 4.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メテックス技術と民間企業が持つ、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、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。

5. 活動を通じて明らかになった新たな課題と対応案：

今回、ものづくりの新しい概念であるバイオメテックス技術、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）の先端加工組立技術、防滑技術、ラッピング技術など異分野の先端技術を融合させて、競技用カヌーの開発を行ったが、さらには、漕艇技術を可視化するアスリート育成のためのトレーニングシステムの開発も必要であると思われる。

事業成果物：

【成果物の名称】

1. 競技用カヌー2艇
2. 報告書
3. 専用ウェブサイト (<http://mitsuha.tokyo/>)にて、開発経過、活動報告、大会記録を随時掲載する。報告書の公開も行う。
4. マスコミ等への積極的な情報提供
  - ・ TV：テレビ朝日系列 TOKYO 応援宣言 2019年4月21日  
<https://www.youtube.com/watch?v=Zd58qdCUKzA>
  - ・ ポスター：東京都教育庁 2019年4月 小中学校に掲示
  - ・ 新聞：日本経済新聞 2019年5月9日 33面
  - ・ 雑誌：カヌーワールド Vol.18（舵社）、2019年6月7日、86-89ページ
  - ・ オリンピック会場での公開テスト（葛西 カヌー・スラロームセンター）2019年8月19日
  - ・ 国産カヌーの実戦艇公開テスト関連掲載新聞：

No.	掲載日	媒体名	見出し
1	2019/8/20	スポーツニッポン（東京）	国産カヌーの実戦艇テスト 開発チーム自信
2	2019/8/20	産経新聞（東京）	国産カヌー 五輪へ自信 東洋大が開発、本番会場でテスト
3	2019/8/20	神戸新聞	国産カヌーI公開テスト 五輪へ「日本人にあわせた設計」東洋大など開発
4	2019/8/21	静岡新聞（夕刊）	国産カヌー完成 コースでテスト 東洋大など開発
5	2019/8/21	東京新聞（東京）	東京 2020 国産カヌー艇 水上走る 東洋大など開発 江戸川区の会場でテスト
6	2019/8/23	熊本日日新聞	五輪に向け国産カヌー 本番コースでテスト
7	2019/8/26	Fuji Sankei Business i.	東洋大や都内の町工場など開発 五輪へ国産カヌーをテスト
8	2019/8/28	中国新聞	国産カヌー 五輪へ船出 東洋大など開発 採用働きかけ
9	2019/8/29	日刊工業新聞（東京）	23 国産カヌー 実戦へ船出（東洋大など）
10	2019/8/29	日刊工業新聞（東京）	国産カヌーの実戦へ船出 東洋大など開発

- ・ イノベーション JAPAN2019 での大学組織展示の「水走プロジェクト」紹介  
 日時：8月29日（木）～30日（金）  
 場所：東京ビックサイト「青海展示棟 B ホール」  
 出展・プレゼンテーション 寺田信幸・窪田佳寛（東洋大学）



イノベーション JAPAN 2019 での展示

- (3) 文部科学省エントランス企画展示で「競技用国産カヌー開発水走プロジェクト」を紹介  
 展示期間：8月19日（月）～9月20日（金）  
 場所：文部科学省エントランス  
 講演：8月22日 望月 修（東洋大学）



文部科学省2階エントランスでの展示

- ・ 冊子：Fole、2019年9月1日、36-37ページ、みずほ総研
- ・ 水走プロジェクトウェブサイト：<https://mitsuha.tokyo>



# 水走

MITSUHA PROJECT

## 東洋大学 国産カヌー開発プロジェクト

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東京五輪では日本人選手が使用し、優勝することを目標に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」と名付け、開発を行っています。水走の設計コンセプトは

- ▶ 流体力学およびバイオミメティクスにより、生物の機能を生かし流れを掴む設計
- ▶ 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く、扱いやすい船艇

を掲げています。



# SYMBOL

## 水走の由来と

## シンボルマーク



シンボルマーク



+



地球

水走は、「古事記」では弥都波能売神、「日本書紀」では罔象女神と表されるイザナミの娘である水の神の名前に由来します。

シンボルマークは古代(神代)文字の一つである篆書体の「水」と「走」を組み合わせたものと、バイオミメティクス(生物模倣)の設計コンセプトから、すべての生物の礎である「地球」をモチーフに水のゆらぎを加えて型に捕らわれず、変化し続ける様(進化)を表しています。

また地球をモチーフとすることで世界的な活躍の願いも込められています。



# プロジェクトチーム



## 研究・開発



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



研究開発責任者  
東洋大学 理工学部 生体医工学科 教授  
望月 修



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

## 製作



船艇制作  
TECH-LAB



外装・総合デザイン  
KARA-FULL



ラッピング  
YMG1



ウェア開発・防滑  
LEADING COMPANY

## 評価



船艇評価  
東京都カヌー協会 理事長  
藤野 強

## 支援

### 助成



日本財団



東洋大学  
TOYO UNIVERSITY  
東洋大学オリンピック・  
パラリンピック研究助成

### プロジェクト推進支援



東京東信用金庫



株式会社浜野製作所

# 水走プロジェクトの経緯



御嶽溪谷評価試験

2017.01

東洋大学 望月修教授と東京都カヌー協会 藤野強理事長との出会いがきっかけとなりプロジェクトが動き始める。

2017.05

東洋大学を中心とした産学連携による水走開発プロジェクトチームが発足。

2017.08

## 0号艇-コンセプト艇 完成

バイオミメティクスをコンセプトにカワセミ、カモノハシ、サメの特徴を受け継いだコンセプト艇が完成。外装デザインのモチーフはダブル迷彩。

2018.01

## 1号艇-実験艇 完成

直進性を高めるためお椀型の膨らみは取り除かれ、ボトム芯材を葉脈のように配することで剛性を高めた。外装デザインのモチーフはヤドクガエル。

2018.02

シドニー五輪が開催された人工コースに実験艇を持ち込み評価試験を実施。



御岳溪谷評価試験

2018.09

## 2号艇-試験艇 完成

カーボン素材の変更で剛性を高めると同時に、直進性・回転性を更に高め現在の設計のベースに。外装デザインのモチーフはウミウシ。御嶽溪谷において流水での試験艇の評価を実施。

2019.01

## 2号艇-試験艇の改修

2号艇の旋回性能向上を目指し一部修正。外装デザインはカラーリングを変更。

2019.07

## 3号艇-実践艇 完成

カーボン構成を変え、重量と剛性のバランスを向上させる。外装デザインのモチーフは上面に鳥類、底面に魚類。

2019.08

東京五輪のカヌー競技場であるカヌー・スラロームセンターで3号艇公開テストを実施。

文部科学省エントランスでの展示に合わせて0号艇の外装デザインを変更。



カヌー・スラロームセンター 公開テスト

— 生物模倣 —

# バイオミメティクス

バイオミメティクス-生物模倣-とは生体のもつ優れた機能や形状を生かし、工学や医療分野の製品開発に応用することです。水走も生物の能力を生かした開発を進めています。

## カワセミ

カワセミは魚を目掛けて水中に飛び込み一瞬で捕まえることができます。これはくちばしが水に飛び込む際の流体の抵抗を低くしているためです。水走の船首にはこの形状を取り入れる事で、激流を下る際の直進性に役立てられています。



## カモノハシ

カモノハシは首を左右に振って餌を探します。このくちばしもまた流体の抵抗が低いため、水を切るように動かし効率よく餌をとることができます。水走の船尾にもこの形状を取り入れる事で高い旋回性を実現しています。



## サメ

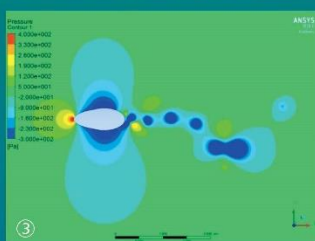
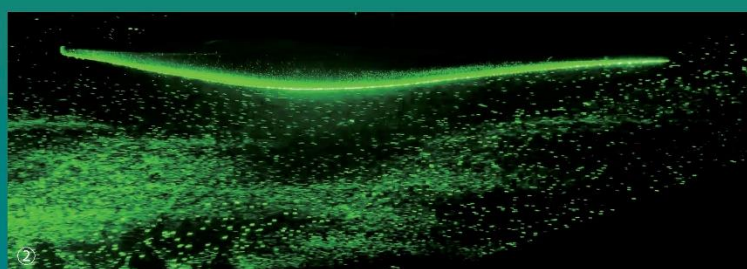
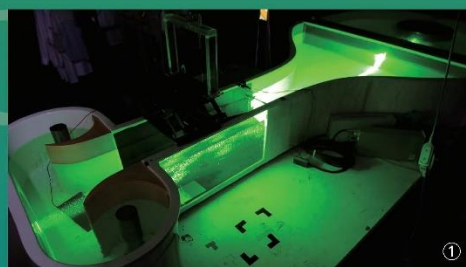
サメの口とエラからヒントを得て、川の流れを活かしています。船首の凹みは流れの中に突っ込むことで初速を高め、船尾のダクトは受け取った川の流れを吹き出すことで推進力に変換します。流れに「押してもらい」加速する0号艇から、流れに「引っ張ってもらい」加速する1号艇へ船体形状を一新したため、1号艇以降には採用されていません。



# 流体工学

川には流れが存在します。水走はこの流れの力を活かしています。

我々の研究分野である流体工学を生かして加速するときには水の流れを使い、最高速度に達してからは抵抗を小さくする、この2つの相反する機能を工学の知恵と技術によって実現しています。



水走は設計段階から CFD※を用いてシミュレーションを行い、流れの状態を解析してきました。

模型と水路を用いて研究室内で流水を再現し、船艇周りの水の流れを可視化した結果と CFDの結果を合わせて船艇形状を検討しました。

その結果、競合艇には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(Computational Fluid Dynamics) - 数値流体力学 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調べる数値解析・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。

- ① 研究室内で水流を再現
- ② 流れの可視化
- ③ 流体の運動を計算
- ④ コンピュータ上で設計



# 人間工学

今世界で活躍している競技用カヌーの多くはヨーロッパで作られたものです。そのカヌーを使って活躍している日本人選手を考えたときにそれは体格もあっていなければ日本の技術を活かしたのものにもなっていない。

水走はコックピット形状を日本人選手向けに設計することで選手が搭乗した際に高いホールディング性能を確保し、

激流での艇の安定性および操縦性を高めました。