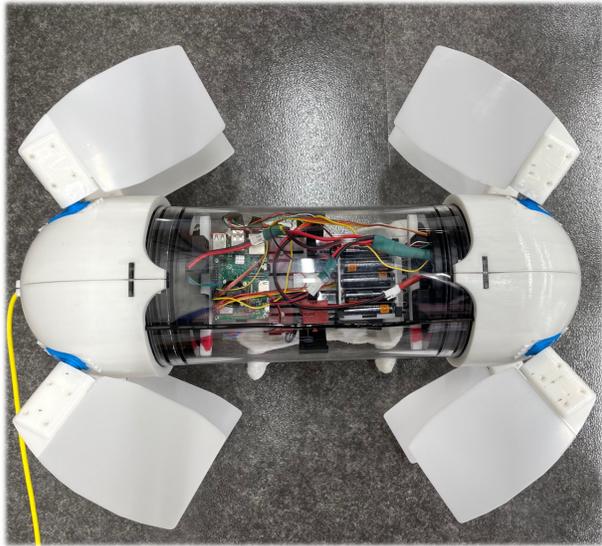


ひれ推進ロボット

スクリュープロペラを用いた従来型的水中ロボットとは異なり、水中生物のようにひれを用いた推進ロボットには、魚網や海藻の巻き込み事故がない、水中生物を傷つけないという利点があり、水中調査の分野での活躍が期待できる。

機体

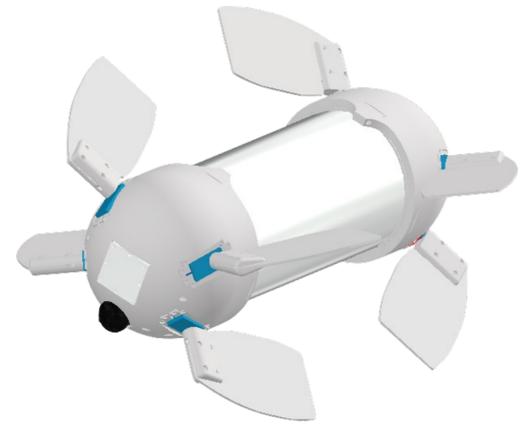


AIT-MFR

ヒレ推進を採用した水中ロボットには、遊泳時にヒレを羽ばたかせることで、機体が揺さぶられてしまい、不安定であるという点や、ヒレのみでは垂直浮上、潜水といった動作に制限ができ、6自由度を下回ってしまうという短所がある。

本機体では、8つのヒレを軸をずらして設置し、対抗するヒレを逆方向に振動させることにより機体の振動を防いでいる。この構造を採用することで、従来のような少数のヒレを持つロボットと比較して、**遊泳時の姿勢安定性が向上している、移動方向・姿勢変化において6自由度を得ることができるといえる**という点で優れている。また、生物模倣型ロボットでありながら、**単純な構造**であることが利点として挙げられる。

ヒレ部分に厚さ1mmのPOMを用いることで、水中でヒレがしなり水を後ろに押し出す力が発生する。機体は**9軸センサ、深度センサを搭載**しており、**フィードバック制御が可能**である。また、**機体前方・下方にカメラを搭載**しており、それに伴い**ライトも搭載**している。機体の制御には**ROS2**を利用している。

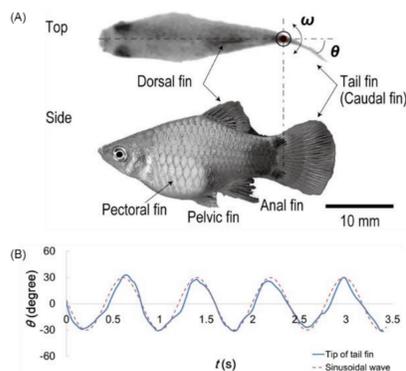


全長	0.57[m]
全高	0.39[m]
全幅	0.24[m]
重量	9.4[kg]
ヒレの数	8

羽ばたき動作

ヒレ単体の動作

各ヒレは1自由度という単純な構造をしている。ヒレの羽ばたき動作は実際の魚の動作と近似することができる正弦波を採用した。

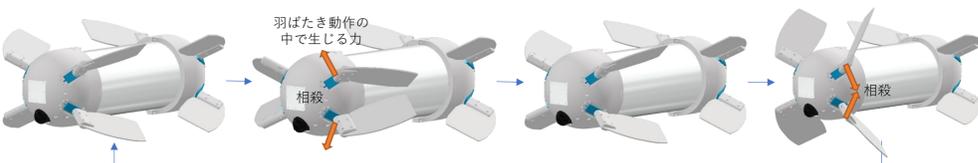
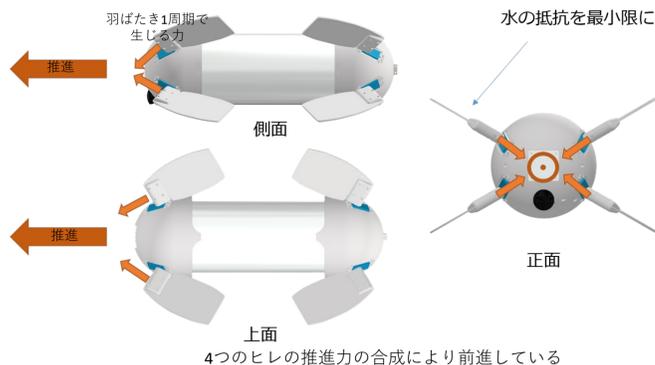


Morphological Considerations of Fish Fin Shape on Thrust Generation (Kenji Kikuchi, 2014)

ヒレによる推進

本機体は、複数のヒレを羽ばたかせて、動作する。羽ばたかせるヒレを変化させることにより、多様な動作が可能である。

複数のヒレを利用することで、生物模倣型特有の羽ばたきによる機体の振動を相殺して、安定した遊泳が可能である。



上図のように羽ばたかせることで、羽ばたきによる振動を相殺している
推進の例(前進動作)

各ヒレの推力ベクトル、振動の原因となる力のベクトル、それらの力により生じるモーメントを計算し、6自由度の動作を作成した。

各ヒレの動作は単純であるために、スクリューを用いた水中ドローンのような自由度の高い制御の確立が比較的容易である。

X型舵

X型舵の特徴

X型舵を利用しているものとして知られている海上自衛隊の潜水艦「そうりゅう」は、X型舵を用いることで、高い旋回性能を実現している。また、舵3つでも操縦が可能である、座礁リスクが低減するといった利点もあげられる。

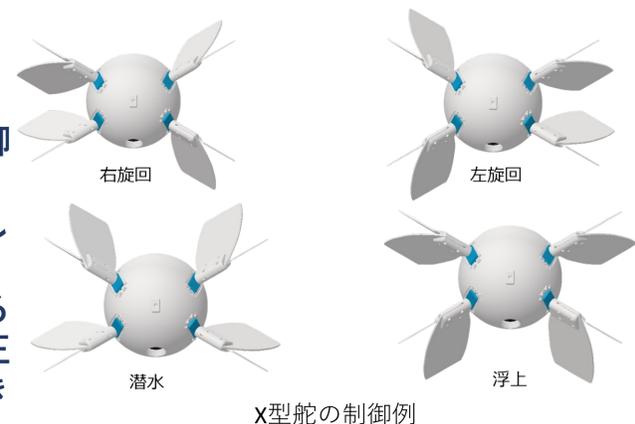
本機体において、羽ばたき推進の前進動作では、前方4つのヒレを羽ばたかせることで、推進力を得る。この時、動作していない後方4つのヒレをX型舵として利用することができる。

羽ばたきによる姿勢の制御とは異なり、制御に水流が必要ではあるが、より細かい制御が可能である、応答性が羽ばたき周期に依存しないといった利点がある。

X型舵の制御

右図にヒレをX型舵として利用した場合の制御例を示す。

羽ばたき制御と比較して、より細かい3自由度の姿勢変化が可能であるため、推進時の姿勢補正等に应用することができる。



X型舵の制御例

フィードバック制御

本機体は3軸加速度センサ・3軸ジャイロセンサ・3軸地磁気センサ・深度センサを搭載している。

右図に姿勢センサ、X型舵を用いた姿勢補正フィードバック制御の例を示す。

姿勢補正の他にも深度センサを用いた羽ばたき制御によるホバリングが可能である。

