

もるペン！

はばたき機構を用いた前進旋回可能なペンギン型水中移動ロボットの開発

東京工業大学附属科学技術高等学校 システムデザイン・ロボット分野 三年
近藤那央 斉藤七海 竹内和雅 仁科卓海 室谷英明 指導教員 門田和雄

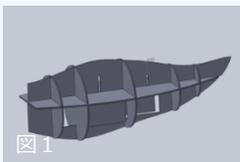
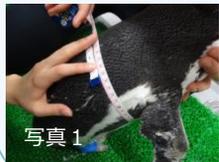
概要

海中を高速で遊泳するペンギンは、体の形状、はばたきによる推進など現代の技術を越える性能を有し、学ばべき部分が多くある。ペンギン型水中移動ロボットの開発を通して、遊泳するメカニズムを考案し、水中探査などの分野において活用できるような技術の取得を目的とする。よりペンギンに近づいた性能を得るため、形状、翼の固さは実際のペンギンを観察、計測し設計することこだわった。

構造

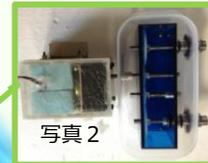
実際のペンギンの体を計測（写真1）し、計測データと図鑑の写真から、3DCADの

Solid Worksを用いて設計（図1）した。レーザー加工機で切り出したパーツを組み合わせることで、ペンギンの形になる。材料には、機械的強度、対疲労性に優れているポリアセタールを採用した。はばたき機構部分が大きいため、実際のペンギンの1.3倍に設計した。よりペンギンらしくするため、ウエットスーツを着用させる。



はばたき機構

動力源のDCモーターから歯車により左右の円運動を作り、はばたき運動に変換する。より壊れにくく、将来的に大きな力を出すためには駆動部の機構をよりシンプルにする必要があると考え、できるだけサーボモータを使用しない設計を採用した。軸部品は旋盤加工、ギアボックスはアクリルで制作した。駆動部をOリングで防水し、タッパーに入れた後ZIPLOCKに収納して防水をした。



← 防水前の羽ばたき機構
中央写真の緑部に対応

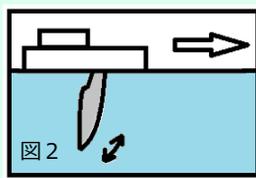
フリッパー（翼）

（頭部変更前の写真）

実際のペンギンのフリッパーを触り、同じ形状にし、柔らかさを参考にした。ポリブポリプロピレンを使用し実際には骨が入っていて固い部分は二重にした。また、二重部分に薄い金属板をはさみ（写真3）、金属板の長さを変えることにより「しなり」を変化させた。このフリッパーを船型実験装置（図2）に取り付け、サーボモータで羽ばたかせることにより推進する速度を計測した。実験では金属板が一番短いものが速かった。

→ 様々なフリッパー

赤い線の部分が金属板の長さ



日本サーボのDME44S6HPAを使用し、減速比分母25のギアヘッドを装着し、更に25/45に減速した。ギアヘッド装着時の許容トルクは4.5[kgf・cm]より、羽ばたきトルク = $4.5 \times 45 / 25 = 8.1$ [kgf・cm] である。

頭部

頭部を左右に傾かせることにより、左右に旋回をする。図3のオレンジ色で表した2本のテグスが頂点を結ばれ、頭部の両脇に通っている。各色の矢印の方向へサーボモータで引くと、赤なら左、青なら右に頭部が傾く。（ポスター中央の写真はこの機構に変更する以前のもの）

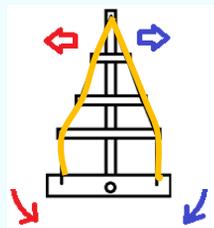


図3

仕様

機体名	もるペン！
全長[m]	0.85
全幅[m]	0.19
想定重量[kg]	3.2
到達目標速度[m/s]	0.5
はばたき周期[s]	0.75
出力トルク[kgf・cm]	8.1
制御方法	RC無線

まとめ・今後

サーボモータを使わないはばたき機構の開発をすることができた。今後、サーボモータで中心軸を動かすことで左右の羽ばたき角を制御し、旋回することを目指している。また、はばたきで潜ることを目指している。足をつけ、舵にすることも検討している。

細かく柔らかさを変えたフリッパーの実験では、柔らかさによって速度に違いが出ることが分かった。はばたきトルクによって最適な柔らかさが変わる可能性があり、今後考察したいと考えている。

ペンギンのはばたきによる推進、体の形は、水中での移動に最適化されていて、今後研究を進め、他の分野への応用も模索したい。