Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

バイオメカニズム学会誌, VOL. 7 , №1 (1983)

解　説

動　物　型　推　進　器

六　車　義　方*

1. 振動型推進器

動物が移動するのに使用する推進器は、振動型推進器が普通である。動物の中でも、バクテリアのみは鞭毛を動かせるのにモーターのような回転運動を与えることができるが、他のほとんどの動物は回転運動は不得意であり、振動運動により推進器に波動運動を与えて移動する。

そういう意味で、動物型推進器とは振動型推進器のことである。

そこで、以下、振動型推進器のことについて記述してみよう。

まず、振動型推進器に対する回転型推進器については多くの研究がなされ、実用品も多種ある。船舶用推進器としてのスクリュープロペラ、飛行機用推進器としてのファンプロペラ、自動車用推進器としての車輪などがそれである。

しかし、振動型推進器は、電気モータやエンジンなどとマッチングしにくい点などがあって、今日まで実用化が遅れてきた。技術史と共に発達してきたエネルギ動力は、家蓄力、水力、蒸気力、電気力、内燃機関とどれをとってみても、回転動力として取り出されるように工夫されており、振動力として取り出されるように工夫されたものは、わずかである。

それでも、移動技術の多様化要望などと共に、回転型以外の推進技術にも少しずつ応用面が開かれつつあり、例えば、リニアモーターカーやヒレシップ(後述)などが、低騒音、低公害、高効率などの利点を掲げて、最近、人気は急上昇している。

更に、動物型推進器は、単に動物の推進を模した変種の推進技術という点にとどまらず、動物の運動からは想像もできないアイデア、即ち、氷上自転車やアイスモービルなどという全く新規な氷上乗り物の技術分野をも切り開いているのである。

＊　ワンダービークル技術研究所
〒621　京都府亀岡市千代川町今津芝間壱番地97
電話　07712−4−6381

2. ペンギン・アシカ型推進器

主に、胸の筋肉を働かせて、つばさや脚の変形した水中翼を水中で上下にはばたいて高速で移動するのが、ペンギン(図1)やアシカ(図2)である。

彼等の素晴らしい水中推進に比べて、人間の泳ぎは何と見貧らしいことであろうか？　両手両足を不器用にあがいて、水しぶきをあげ、エネルギをものすごく浪費する割には、実にのろのろとしか泳げない。最大速度の得られるクロール泳法にしても、時速4 *km*程度のスピードしか出ない。長時間泳ぐ場合にはもっと遅い。

胸の筋肉による推進は、かなり三角筋が発達していないとスピードが得られないが、腕力により水中翼に上下波動推進運動を起させて遊泳する手動水泳具(図3)というものがある。これは、ペンギンの泳ぎにヒントを得たもので、腕の力で、アスペクト比の大きい横長の水中翼板を操作して推進力を得るものである。

また、アシカの前肢の運動を模して、やはり水中翼に波動推進運動を起させて走るカヌー(図4)がある。これは、カヌーに乗ったものが船体の両側に半没した垂直水中翼を両手で引き寄せたり押し広げたりして、カヌーに推進力を与えるものである。

水中翼の操作次第では、ブレーキをかけたり、バックしたりもできる。

カヌーやボートでは、まあまあのスピードは確保できるが、人間が水中にどっぷりとつかってしまう水泳推進の場合には、大きな造波抵抗があり、容易なことでは高速の得られないのは周知のことである。

推進器とは言えないかもしれないが、不精者には動力水泳具(図5)がもってこいの道具である。小型のガソリンエンジン動力により強力な推進力が得られ、時速8 *km*程度のスピードで楽々と泳げるのである。

レジャーとしての海水浴なら、このような道具

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)



図1 ペンギン

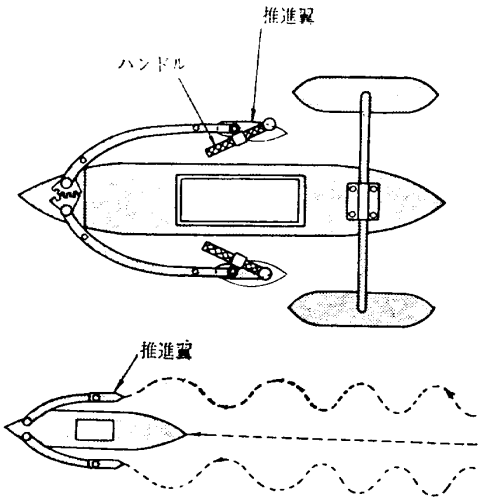


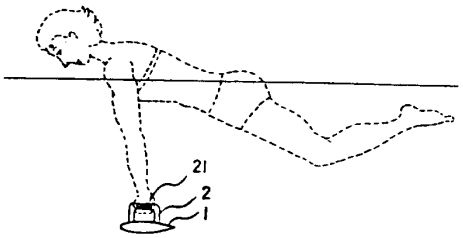
図4 カヌー(アシカ型)



図2 アシカ



図5 動力水泳具



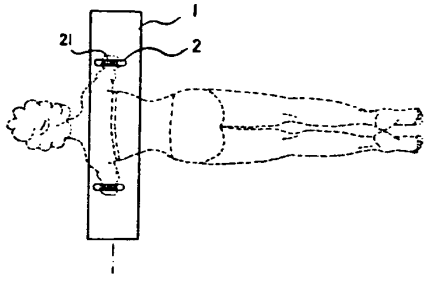


図3 手動水泳具(ペンギン型)

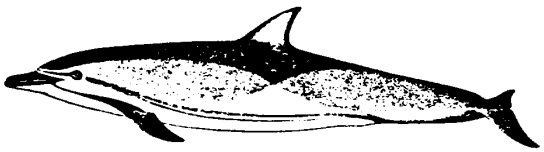


図6 イルカ

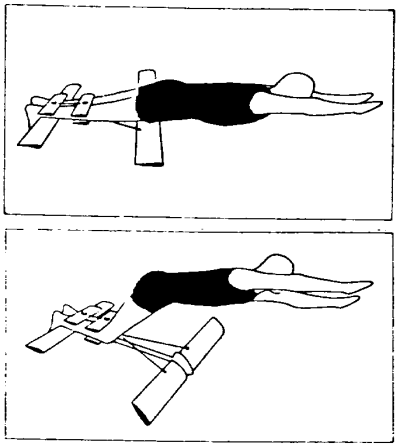


図7 アケオン足動水泳具

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

もあって良いであろう。

3. イルカ・魚型推進器

主に、下肢の筋肉を働かせて、身体の後端の水中翼を上下方向または左右方向に波動推進運動させて泳ぐのが、イルカ(図6)や魚である。

下肢の筋肉を使うとは言っても、よく使う筋肉だけが発達することを考えると、イルカやマグロなどの流線形の身体から推察するに、やはり泳ぐには、背骨を中心とする身体全体の筋肉を使うのであろうか？

前述のペンギン・アシカが身体の前半に主推進器を持つのに対して、イルカや魚は身体の後端に主推進器を持つので、推進効率は極めて高く、スピードも出る。

現実に、イルカやカジキの水中移動速度は時速40*km*以上と言われており、その超スピードぶりには驚かされる。

イルカのように、尾ビレを上下に打ち振って水中推進するシステムは、人間にとっても比較的真似し易いシステムであり、ドルフインキック泳法は言うに及ばず、水泳補助具としては、アケオン足動水泳具(図7)があり、また、スイムフィン(図8)も原理的にはこれと同じである。

例えば、時速2*km*で長時間泳げる水泳者がスイムフィンをつければ、同じ労力で7割程度速度が上昇し、アケオン足動水泳具では、2倍の時速4*km*にスピードが上昇することが確認されている。

上下波動推進具の一層巧妙なものに、水上歩行器(図8)があり、これは左右の一対のフロートを前部の一本の横軸を中心として揺動できるように連結配置し、乗り手がそれぞれの脚を左右のフロートに差し込み、足踏み運動をすることにより、フロート後端の尾ビレを上下波動運動させて推進力を得るものであり、各フロートは体重を預けられた際には沈下して下方へ尾ビレを動かせ、体重を抜いた際にはフロート自身の浮力により上方へ尾ビレを動かせるという駆動システムである。

これで、時速10*km*以上のスピードで水上を迅走することができる。

また、最近では、エンジン駆動の動力式波動推進器の研究も頻繁におこなわれており、一色・森川氏の開発したヒレシップ(図10)の成功は話題になった。これも勿論、イルカの尾ビレを模した推進器を船尾に持っており、浅瀬や海水浴場近辺でも安心して走ることができるのである。

これ等、図9・図10の推進器は上下波動型の推進運動を与えられるので、船体の揺れはほとんど無く、極めて高効率なのであるが、舵取器を別に備えつける必要があり、小回りができないという

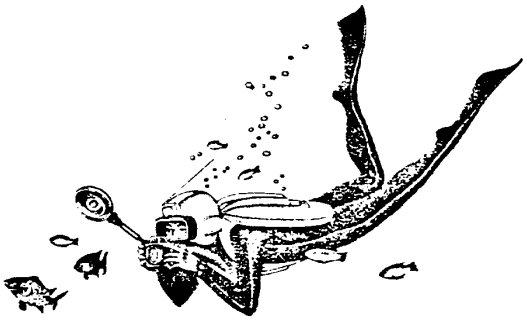


図8 スイム・フィン

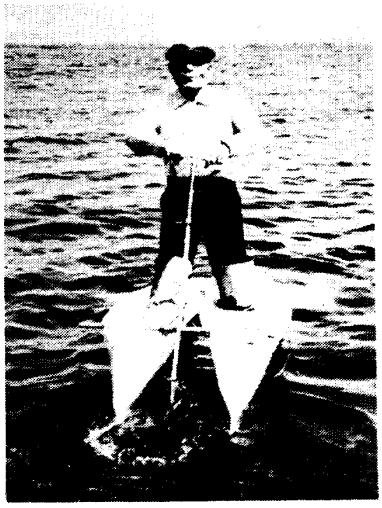


図9 足動水上歩行器

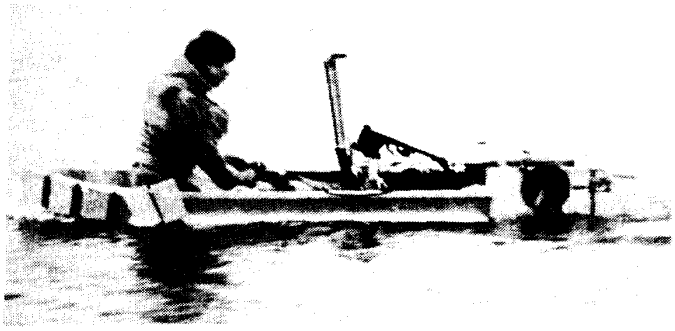


図10 セレシップ

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

欠点がある。

魚型推進器では、左右方向へ尾ビレを振動させて推進するシステムであるので、魚と同様に尾ビレ一枚のみを持つ場合には船体が反作用を受けて揺れ易いという欠点があるので、通常は尾ビレを二枚持たせてこれを対称に運動させることにより反作用を打ち消すという工夫をする。

魚型推進器のシステムは、ボート用としてよりも陸上走行用乗り物に盛んに応用されており、尾ビレを車輪に置き換えて路上を走る魚型三輪自転車(図11)が実用されており、また、スケートリンクを軽快に走る氷上自転車(図12)が存在する。

これらは、左右の一対のステップに乗り手が両足を引っかけて、ひざに開脚・閉脚の運動を与えると、後方の尾ビレ運動をする一対の車輪やブレードがトーイン・トーアウトを交互に繰り返して推進力を得るものであり、路上または氷面上をスイスイと走ることができるのである。

元来、水の凍結した平滑面上をアイスブレードを使って滑走する技術は、とても魅力的な移動技術であり、最近はスケート・セーリング(図13)やアイスモービル(図14)などのレジャースポーツも登場し、スケートの応用として多様化しつゝある。

前者はヨットと同じく、風力を利用して帆走を楽しむ氷上ヨットの簡便なものであり、後者は小型ガソリンエンジンを動力として氷上を迅走する一人乗りの氷上自動車である。

両者とも、氷面にはスケートブレードがガッチリと喰い込んで正確に針路を保ってくれ、且つスケートブレードに横方向の力を与えることにより駆動滑走する。

これ等の駆動滑走原理は、基本的には、スケート靴によるスケーティング(図15)と何ら変わるところは無い。

蛇足ではあるが、上述のアイスモービルの推進原理を今少し詳しく述べれば、スケートブレードをエンジン動力で円盤と共に水平方向に旋回させ、氷面上にトロコイド曲線を軌跡として描かせながら走行するものであり、このスケートブレードを車輪に置き換えれば、操縦桿豆自動車(図16)となり、路上を自在に走り回ることもできるのである。



図 11 路上を走行する魚型三輪自転車

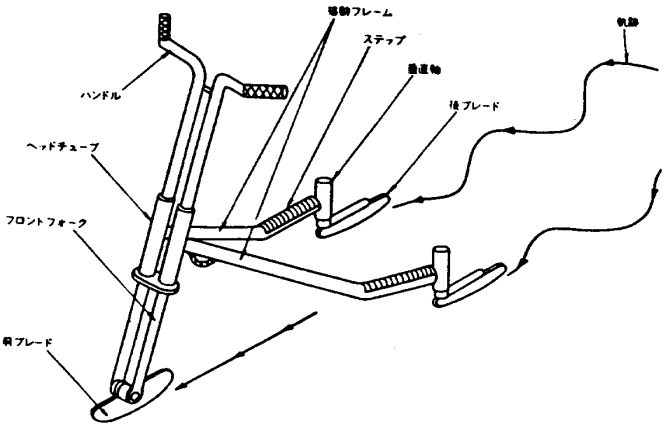


図 12 氷上自転車は、3枚のアイスブレードで荷重を支持し、2枚の後方ブレードで駆動力を生じさせるしくみである。

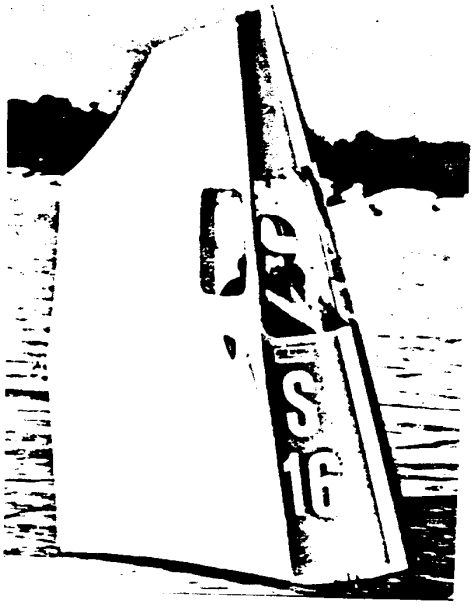


図 13 スケート・セーリング

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)



図 14 アイスモービル



図 15 スピードスケーティング



図 16 操縦桿豆自動車の試走

重複するので詳細には述べないが、図17に示す如く、前方の四個の駆動輪が公転運動しつゝ首振運動を伴なうことにより一定方向へ推進力を生み出す。操縦桿を倒した方向へ走り、倒し加減でスピードのコントロールができる点がこの操縦桿豆自動車の特徴である。

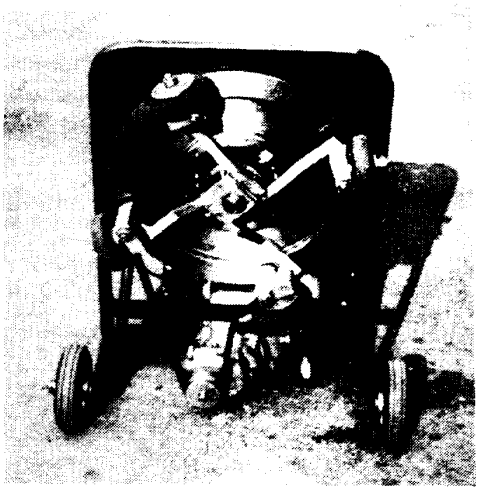


図 17 操縦桿豆自動車の裏面写真

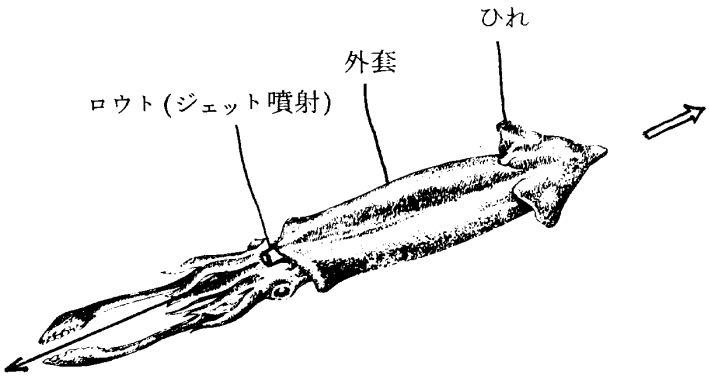
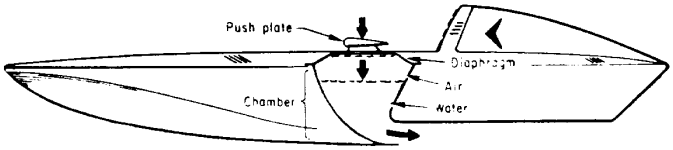


図 18 イカのジェット推進



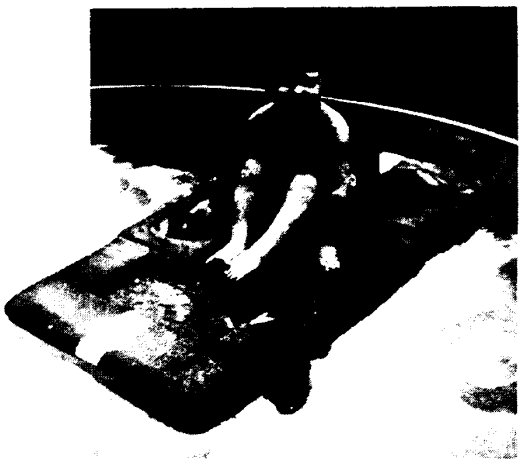


図 19 手動ジェット推進ボート

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

4. その他の動物型推進器

イカのジェット噴射推進(図18)もよく知られている推進方向である。外套の中に水を吸い込み、これを細いロウトから高速で噴出させて、その反作用で急速移動し、時には空中へ飛び出してロケットさながらに飛行する。

イカのジェット噴射を参考にして発明されたと思われる動物型推進器に手動ジェット推進ボート(図19)がある。

写真にあるように、ボートに乗った子供が両手で左右の把手をそれぞれに上下方向に押したり引いたりすると、一種のポンプ室が作動して、水を後方へ噴射するシステムである。

たいして効率の良い推進方法とは思えないが、簡便で耐久性のある面白い推進器といえる。

また、かつては空を征服していた翼竜(図20)の滑空飛翔は、今、再びハンググライダーというスポーツとして復活し始めており、また、ゲイラカイト(図21)として子供達の間で愛好され、またたく間に普及した。

この凧の飛翔能力は抜群であり、ほぼ垂直に上昇するので、狭い場所でも凧上げができる点がうけたのである。

カイトに尚一層の面白さを与えるために、小型風船を組み込んだ遊泳風船凧(図22)も試作されており、これは、無風状態でも上昇し、且つ紐を引けば前進する能力のある変わり種凧である。

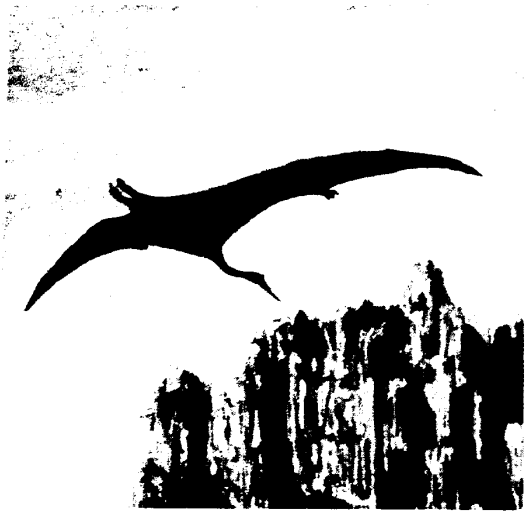


図 20 翼竜の滑空推進

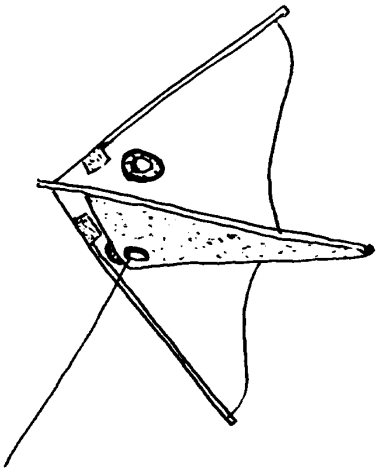


図 21 ゲイラ・カイト

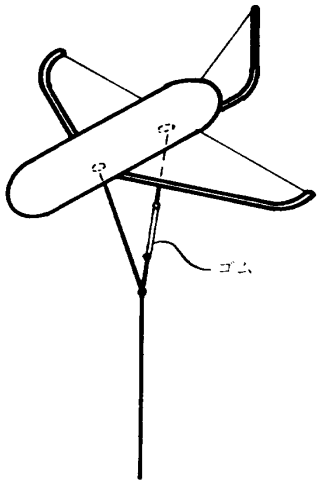


図 22 遊泳飛行風船

4. さいごに

昨今はロボットばやりであるが、動物型のロボットをつくるのが私たちの目標ではない。

私達の目標は、科学をベースにした良い技術を見つけ、社会に役立つものをつくり、普及させることにある。

動物の科学の中には技術に応用できる素晴らしいものがたくさんあり、中でも、動物型推進器というテーマには、無限の応用技術の源がある。

今後とも、多くの動物型推進器が開発されるであろうが、何よりも、デザインのシンプルさを失なわぬことが肝要であり、複雑化を好む工学技術者へのいましめである。

NII-Electronic Library Service