

研究紹介

船の操縦

野本謙作

船は人が乗って河や海を渡ったり、荷物を運んだりする道具だから、それは自分が行きたい方向に走れなければならない。船の操縦の問題は船の歴史と共に古いと言うことができる。

日本語でも「かじを取る」と言うのは慣用句になっている。(あいつはトップ作だから、あなたがうまくかじを取ってやって下さい)

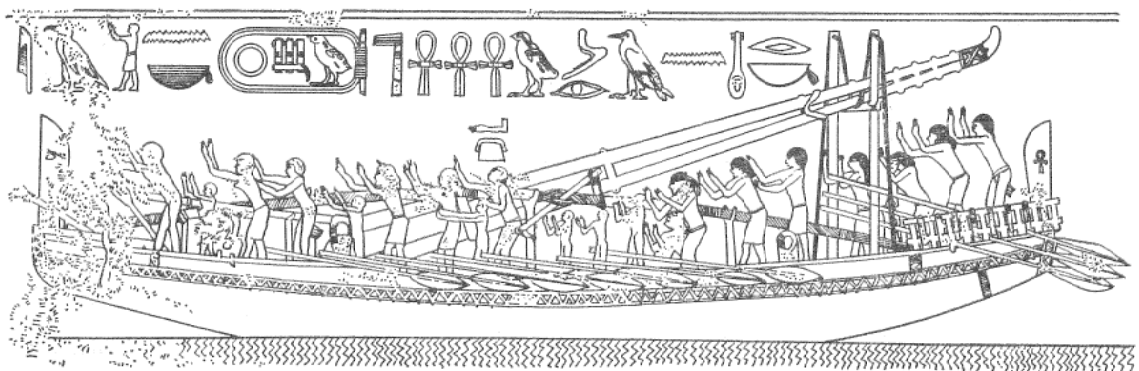
早速脱線するが、日本語の慣用句には海事用語が多い。それも陸人おかびとのそれではなくて海で生活している人たちの言葉であるのは興味がある。(あの人が頼みの綱だったが、あれでは取り着く島もない。乗るか反るかの瀬戸際だったが、やっとここまで漕ぎ着けた)

とにかく、船のかじを取ることは大昔から人間の関心を引いた。ここに掲げる2枚の絵は紀元前2600年および同1400年頃のいずれもエジプトの船である。古い方の船では舷側に7本、船尾に3本のオールがある。大きさや形は同じだが、舷側の7本は推進用、船尾の3本は主として操縦用だろう。この絵は、もっと昔の、もっと小型の船では1本か2本のオールを推進、操縦兼用に使っていたのが、船の大型化に伴ってオールが推進用と操縦用に分かれて行った過程を物語る。現在でも一人乗りのボートや手漕ぎの釣伝馬では推進操縦兼用の一對のオールや1

本の櫓を使っている。

新しい方のエジプトの船は更に大型になり、舷側に並ぶ推進用オールは15本に増えた。船尾の操縦用オールは1本にまとめられて大型になり、形も推進用とは全く違ったものになっている。軸と交叉する柄が出ている所を見ると、この操縦用オールは横向きに漕いで船の向きを制御するのではなくて、軸の回りに回転して船が前進することによって起こる水流を斜めに受け、発生する揚力で船を操縦したものだろう。ここまで来れば船尾中心線上、ほぼ垂直な回転軸の回りに回転する平板(又は翼型)と言う現在の舵までもう一息と言う感である。

実際にはこの一息が西方世界で約3000年極東でもそれより1000年も早くはない。いずれにしても、こうして跡を辿って見ると船の操縦手段の発展の過程がよく分かる。初め一つであった推進、操縦の両機能が船の大型化に伴って分化し、推進は強力、大規模、一本調子のものとなる。船尾に設けた操縦用の平板(コントロール・サーフェイス)、もとはと言えば推進用のオールと同じものだったが、それは必要に応じて水流を斜めに受けて船の方向を制御するための力を発生する。エネルギー的に言えば、推進用の大きいエネルギーの一部を必要な分だけ操



縦用に振り向けているわけで、その振り向けに必要なエネルギーは大変小さい。

このことは推進の主力が人力から帆に移り、遂には——たかだか、この百年余りのことだが——機械力になった今でも基本的には全く変わらない。更に飛行機はもちろんのこと、ミサイルのような物騒なものから人工衛星の打上げに使う大型ロケットまで、流体中を動く限りはこの形の方向制御が一番気が利いていて、それだけ広く使われている。

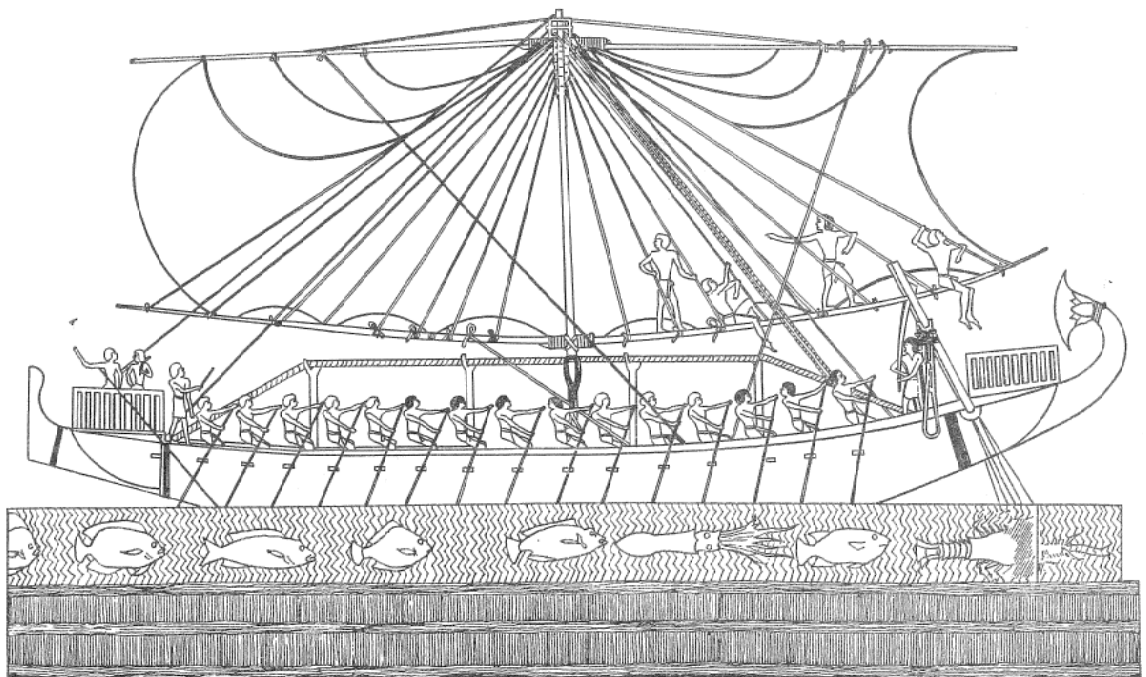
船尾に付ける方向制御用の平板、すなわち舵の作用についてもう一つ大切な点がある。それは船の進行方向を安定させる作用である。どんな制御でもそうだと思うが、制御された系の挙動は適当に安定していなければならぬ。少しの外乱でしょつちゅうフラフラしたり、自分勝手にあらぬ方に逸れて行ってしまったり、自然に振動を起こして止まらなかつたりしては困る。

船の方向制御においても推進用の大きいエネルギーが控えているから、その制御を誤ると船の運動が発散する、すなわち不安定な系になる可能性は十分ある。これに対して、船の運動を絶えず検知してその過度な動きを抑制するように舵を動かす、と言うのは制御屋さんが早速考えそうなことである。それも勿論結構だが、

そのもう一つ前に舵そのものが大きい安定効果をもっていることを見落してはならない。この効果は舵を動かさなくてもちゃんと作用するもので、passiveな安定効果である。それだけに舵取りが居眠りしていようと、操縦制御回路が故障しようと同関係ない安定効果であって信頼性が高い。

この効果は簡単に言えば弓の矢の羽根の効果である。矢が方向を逸れ始めると気流が羽根に斜めに当たり、羽根に発生する揚力が矢の方向が逸れるのを抑止する。意識すると否とに拘らず舵は必ずこの効果を持っているわけで、舵を取付ただけで船の進行方向はずっと安定する。その上、いつも余計な運動を抑える方向に動かしてやればなお安定になる。そして船の方向を変える必要が起こればその方向に舵を大きく動かしてやれば船は旋回を始める。行き過ぎないように手前で舵を戻してやると舵の安定効果で旋回が止まる。この時舵を反対に取って安定効果を強化してやるともっと手際のよいコースの変更ができる。

こうして舵には二つの作用がある。一つは船の方向を変える作用であり、もう一つは船の方向が変わるのを抑制する作用である。前者は舵を動かすことによって発生し active な作用で



ある。後者は般が旋回することによって発生し passive な作用である。この相反する二つの作用を1枚の板に持たせたものが舵である。このように分析してみると、流体中を運動する物体の方向制御の道具としてこれ程気の利いたものはちょっと考えられないだろう。

船舶流体力学と言う学問があって運動する船の回りの水の流れ方を研究し、どんな力が船体や舵に作用するかを求める。計算だけではなかなか片付かないので船の模型を走らせて力を計測し、どんな船型にどんな舵を付ければ操縦運動の特性はどうなるかを知ろうとする。さらに船の運動に応じて舵を自動的に動かす制御装置はどんな論理のどんな回路や機構がよいかと言

う問題もある。狭い所や交通の輻輳する水域では自動装置では心許ないので航海士と操舵員が協力して絶えず船の運動や周囲の状況を測定しながら船を動かす。人間と船と操船用計装を一体とする“閉じた人間機械系”の挙動を考えることになる。

だが考えて見ると、四千年前のエジプトの船の操縦と現在と基本的にはどれだけ変わったことだろうか。そう言えばオールと弓の矢と宇宙ロケットは同じ形だ。長い棒の一端に平板が付いている。長い道程の方向を見誤まらないためには孫悟空が筋斗雲に乗って観音様の掌の中を飛び回っていた話を思い出してみるのも無益ではあるまい。