

09 揚力の大きいセールシェイプの作り方

インターハイ優勝を目指して

How to create a sail shape with great lift

(Aiming to win the Inter-High School Championships in yacht racing!)

要旨 私たちはヨット部に所属していてインターハイに向けて日々練習している。練習している中でヨットはセールに働く揚力によって走ると知った。そこでセールに働く揚力をどのようにしたら強くすることができるのか調べることにした。

Abstract We belong to the yacht club and practice for the Inter-High School Championships. In the practice, we knew that yachts are moved by lift force. So, we researched the way to make the lift force of the sail stronger.

1 研究背景と研究目的・意義

1.1 研究背景

私たちはヨット部に所属している。部活動でヨットに乗り、どうやったら速く進ませられるか疑問に思った。理想としているセールシェイプはあるものの完璧にその形にすることはできず、本当にその形が速いのかもわからない。また、風の強さによって適しているセールシェイプは異なるので、理想の形を研究したいと思った。

1.2 リサーチクエスチョンと先行研究・事例

リサーチクエスチョンは「一番速く走れるセールシェイプとは」と決めた。先行研究では米村でんじろう先生の「なぜヨットは風上に進む？」でヨットの進む理由は、ヨットは揚力という力を分解して進んでいるからであると説明されていた。揚力とは風を受けて、物体の表側と裏側に流れる風の速さの違いによって発生する圧力差のことだと分かっている。

1.3 研究の目的・意義

ヨットを速く走らせることができれば、インターハイで上位を目指すことができる。また、日本のセーリングの発展及び普及に貢献する。

1.4 仮説とその根拠

揚力を大きくするためにはセールの表裏に通る風の速さが関係していると思うので、膨らんだセールの方がより大きな揚力が発生するのではないかと仮説を立てた。

2 研究方法1 実験するためのヨットの模型を製作

2.1 研究の目的とリサーチクエスチョン・仮説との関係

研究するためにヨットの帆と船を製作してみた。揚力について調べるために形を変えられる帆を作成しその帆が実際に揚力を発生させてヨットの模型が進むかどうかを研究した。

2.2 研究と分析方法

- (a)ヨットの模型に車輪を付けて風を当ててどのくらい進むかを調べた
- (b)ヨットの模型をビー玉の上に乗せて風を当ててどのくらい進むかを調べた
- (c)ヨットの模型を水に浮かべて風を当ててどのくらい進むかを調べた

2.3 結果

- (a)進むことはできなかった
- (b)追い風であれば進むことができた
- (c)風をどの角度から受けても進むことができた

2.4 考察

- (a)車輪の摩擦力が強すぎて前に進むことができなかった
- (b)風上方向に進むよりも風下方向に進むほうが力は加わりやすい

(c)水上では摩擦力が小さいのでどこからの風でも前に進んだ

3 研究方法2 セールシェイプの実験①

スモークマシンを用いて帆の裏と表に流れる風の流れ方を可視化して、セールシェイプによる風の流れ方の違いについて研究した。

3.1 研究と分析方法

研究方法 スモークマシンから模型のヨットを 30 cmほど離して置き、スタンドを使い模型ヨットの帆の真上からスマホのスロー動画で撮影する。撮影できた動画を比べて考察をする。

(a) 帆の形を平らにして煙を当てる

(b) 帆の形を膨らませて煙を当てる

3.2 結果

(a) 風の流れ方が裏表で差がでなかった

(b) 風の流れ方に裏表で差が出た

3.3 考察

(a) セールシェイプが平らだと風が帆に沿って流れなかったため揚力が発生しなかったのではないかと考えた

(b) セールシェイプが膨らんでいると、凸部分に入る風はそのまま吹き抜けるが、凹部分に入る風は瞬間的に広い場所に入るので少し遅くなると考えた



実験 1a



実験 1b

4 研究方法3 セールシェイプの実験②

セールシェイプは膨らんでいるほうが流れ方に違いが出て揚力が発生することがわかったの

で、膨らませ方に違いをつけて研究する。

4.1 研究と分析方法

研究方法 研究方法2と同じ状況で実験をする。帆の膨らませ方を変えて煙を当てる。

- (a) 帆の上部をまげて、下部を平らにする
- (b) 帆の上部を平らにして下部をまげる

4.2 結果

- (a) 風の流れ方に裏表で差が出た
- (b) 風の流れ方に差が出なかった

4.3 考察

(a) と (b) で風の流れ方に差が出たのは、(a) では帆に風があたったときに帆の下部から上部に吹き抜けるから大きい揚力が発生したと考えた。



実験2 (a)



実験2 (b)

5 研究方法4 セールシェイプの実験③

実際のヨットにはジブセールという二枚目の帆がついている。これは大きい帆に風を流す役割がある。ジブセールがあることによって風をより多く流し揚力が大きくなるかどうか研究した。

5.1 研究と分析方法

研究方法2と同じ条件で、大きい帆の前方にジブセールをつけて煙を当てる。

- (a) 帆の上部をまげて、下部を平らにする
- (b) 帆の上部をまげて、下部を平らにする。この帆の前方にジブセールをつける

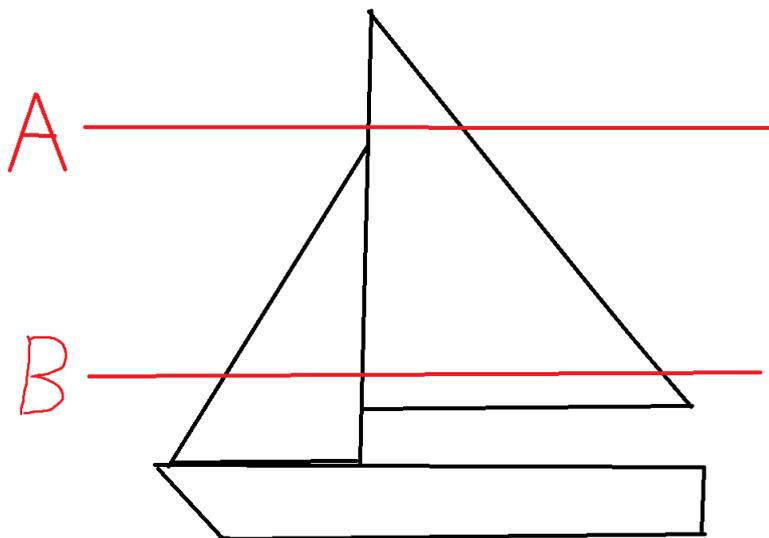
5.2 結果

(a) よりも (b) のほうが帆の裏側に多くの風が流れて表側と裏側の差が大きくなっていた。

5.3 考察

ジブセールをつけたほうが帆の表側と裏側で流れる風の差が大きくなり揚力がより大きくなるとわかった。ジブセールがあることによって大きい帆の下部に曲がった風が入ることで、大きい帆の下部は膨らんでいる必要がないとわかった。

下の図は「5.3 考察」をあらわした図である。図のA部分ではジブセールによる風が流れないが、大きい帆が膨らんでいるので揚力が発生する。図のB部分ではジブセールによる風が流れ、大きい帆が膨らんでいないが揚力が発生する。



下の図は上の図を上から見た図である
 上部のAの線とAの図、 α の図、Bの線とBの図は対応している
 また、 α の図は大きい帆の上部を曲げたセールの形である

