



## レッスンの焦点

このレッスンでは、船舶工学とセーリングに焦点を置きます。生徒は、船舶技師と造船技師の仕事について探究します。また、チームに分かれて、日用品を使って帆船を設計します。この帆船に求められる能力は、扇風機からの風を帆で受けること、指定重量の重りを載せた状態で浮かんでいること、および、120 cm 進むことです。生徒は「技師」のチームに分かれて、帆船を設計、製作、およびテストし、他のチームの製作物を評価し、感想をクラスで発表します。

## レッスンの概要

「帆船を作る」では、技師が船舶を設計する方法について学習します。また、チームに分かれて帆船を製作します。この帆船に求められる能力は、指定重量の重りを載せられること、扇風機からの風を帆で受けて動力に変えること、および沈まずに 120 cm 進むことです。各チームは帆船を設計、製作、およびテストし、他のチームの帆船を評価し、感想をクラスで発表します。

## 年齢

8-18 才。



## 目的

- ◆ 船舶工学およびセーリングの原理について学びます。
- ◆ 工学製品の計画と設計について学びます。
- ◆ 社会のニーズを満たすことについて学びます。
- ◆ チームワークとグループ作業について学びます。

## 習得内容

この学習で生徒は以下についての理解を深めます。

- ✦ 船舶工学
- ✦ 問題解決
- ✦ チームワーク

## レッスン内容

生徒は、船舶技師と造船技師の仕事について探究します。また、チームに分かれて、日用品を使って帆船を設計します。この帆船に求められる能力は、扇風機からの風を帆で受けること、指定重量の重りを載せた状態で浮かんでいること、および、120 cm 進むことです。生徒は「技師」のチームに分かれて、帆船を設計、製作、およびテストし、他のチームの製作物を評価し、感想をクラスで発表します。

### 帆船を作る

---

## リソース / 教材

- ◆ 教師用リソース文書(添付)
- ◆ 生徒用ワークシート(添付)
- ◆ 生徒用リソースシート(添付)

---

## 教科課程枠組みとの調整

添付されている教科課程の調整用シートをご覧ください。

---

## インターネットでの参照資料(英語)

- ◆ TryEngineering ([www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org))
- ◆ WB-Sails DynaSim (<http://www.wb-sails.fi/en/sail-technology/dynasim>)
- ◆ The Physics of Sailing (<http://newt.phys.unsw.edu.au/~jw/sailing.html>)
- ◆ International Sailing Federation ([www.sailing.org](http://www.sailing.org))

---

## 推奨文献(英語)

- ◆ 『Introduction to Marine Engineering, Second Edition』(ISBN: 0750625309)
- ◆ 『The Complete Sailor: Learning the Art of Sailing』(ISBN: 0070571317)
- ◆ 『Toy boats, 1870-1955: A pictorial history』(ISBN: 0684159678)

---

## 任意の作文

- ◆ 船舶技師が世界中を航行する巡航船を設計する際、世界各地の海水温をどのように考慮すべきかについて簡単な作文を書きます。

**教師用:****教科課程枠組みとの調整**

注意:このシリーズにおけるすべてのレッスン プランは、全米教育評議会により設定された全米科学教育基準に準じ、科学教育者協会により推奨され、また該当する場合には国際技術教育学会による技術能力基準または国立数学教師評議会による学校数学の目標と規準に準じるものです。

**◆全米科学教育基準 学年 K-4 (年齢 4-9 才)****教材基準 A: 疑問としての科学**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 科学的な質問をするために必要な能力

**教材基準 B: 物理学**

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ◆ 物体と物質の特性
- ◆ 物体の位置と運動

**教材基準 E: 科学技術**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

**教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 地域レベルの課題に対する科学技術

**教材基準 G: 科学の歴史と本質**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 人間の試みとしての科学

**◆全米科学教育基準 学年 5-8 (年齢 10-14 才)****教材基準 A: 疑問としての科学**

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 科学的な質問をするために必要な能力

**教材基準 B: 物理学**

この学習により、生徒全員は以下についての理解を習得します。

- ◆ 運動と力
- ◆ エネルギー伝達

**教材基準 E: 科学技術**

5-8 学年における学習の結果、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

**教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 社会における科学技術

**教材基準 G: 科学の歴史と本質**

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 人間の試みとしての科学

## 帆船を作る



## 教師用:

## 教科課程枠組みとの調整(続き)

## ◆全米科学教育基準 学年 9-12 (年齢 14-18 才)

## 教材基準 A: 疑問としての科学

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 科学的な質問をするために必要な能力

## 教材基準 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 運動と力
- ◆ エネルギーの保全と無秩序の増加
- ◆ エネルギーと物体の相互作用

## 教材基準 E: 科学技術

この学習により、生徒全員は以下を習得します。

- ◆ 技術設計能力
- ◆ 科学技術についての理解

## 教材基準 F: 個人的および社会的な観点から見た科学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 自然災害と人為災害
- ◆ 地域、国、世界レベルの課題に対する科学技術

## 教材基準 G: 科学の歴史と本質

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ◆ 人間の試みとしての科学

## ◆技術能力の基準 - 全年齢層

## 技術の本質

- ◆ 基準 1: 生徒は技術の特性と範囲についての理解を養います。
- ◆ 基準 2: 生徒は技術の中心概念についての理解を養います。
- ◆ 基準 3: 生徒は技術分野間および技術と他分野との関係についての理解を深めます。

## 技術と社会

- ◆ 基準 6: 生徒は技術開発と使用における社会の役割についての理解を深めます。

## 設計

- ◆ 基準 8: 生徒は設計の特質についての理解を養います。
- ◆ 基準 9: 生徒は技術設計についての理解を養います。
- ◆ 基準 10: 生徒はトラブルシューティング、研究開発、発明と革新、および問題解決における実験の役割についての理解を養います。

## 技術社会に対応する能力

- ◆ 基準 11: 生徒は設計手順を応用するための能力を養います。

## 技術社会

- ◆ 基準 18: 生徒は輸送技術についての理解を深め、これらを選び使用する能力を養います。
- ◆ 基準 20: 生徒は建築技術についての理解を深め、これらを選び使う能力を養います。



## 教師用: 教師用リソース

### ◆ レッソンの目標

「帆船を作る」では、技師が船舶を設計する方法について学習します。また、チームに分かれて帆船を製作します。この帆船に求められる能力は、指定重量の重りを載せられること、扇風機からの風を帆で受けて動力に変えること、および沈まずに 120 cm 進むことです。各チームは帆船を設計、製作、およびテストし、他のチームの帆船を評価し、感想をクラスで発表します。

### ◆ レッソンの目的

- ◆ 船舶工学およびセーリングの原理について学びます。
- ◆ 工学製品の計画と設計について学びます。
- ◆ チームワークとグループ作業について学びます。

### ◆ 教材

- ◆ 生徒用リソース シート
- ◆ 生徒用ワークシート
- ◆ インターネット上のリソース(任意)
- ◆ 作成材料
  - 生徒のグループあたり教材 1 セット: コーティングされている空の牛乳パックまたはジュース パック、はさみ、重り(同じ種類の硬貨数枚、または、中に砂を詰めたフィルム容器)、紙、ボール紙、のり、テープ、ひも、帆の材料(アルミホイル、プラスチック製ラップ、絹布、骨組み、風船)、つまようじ、アイスキャンディの棒、輪ゴム、針金。各チームに同じ材料を支給してください。

### ◆ 手順

1. 生徒に生徒用参照シートを数枚配ります。これらはクラスで読むか、または宿題として読むように事前に渡します。
2. インターネットに接続できる場合は、次のウェブ サイトにあるセーリング物理学およびセーリング シミュレータの内容を生徒に確認させます。
  - SailTrimSim ([www.wb-sails.fi/news/SailTrimSim/TrimSimFrames.htm](http://www.wb-sails.fi/news/SailTrimSim/TrimSimFrames.htm))
  - The Physics of Sailing ([www.physclips.unsw.edu.au/jw/sailing.html](http://www.physclips.unsw.edu.au/jw/sailing.html))
3. 生徒を 2-3 人のグループに分け、1 グループに 1 セットの教材を渡します。
4. 生徒に、それぞれが「技師」のチームに分かれて、帆船を設計するという課題に取り組むことを説明します。この帆船に求められる能力は、扇風機からの風を帆で受けること、指定重量の重りを載せられること、および、沈まずに 120 cm 進むことです。
5. 生徒がチームごとに集まり、帆船の計画を立て、紙に設計図を書きます。
6. 次に、生徒が帆船を製作します。
7. 生徒が交替で、教師が作成した水路で帆船をテストします。テストの一貫性を保つために、教師が扇風機を作動させます。生徒は、帆が風を受けているかどうか、および、沈まずに 120 cm 進むかどうかを確認します。
8. 生徒は、評価シートと感想シートに記入し、感想をクラスで発表します。

### ◆ ヒント

1. 水路として使用できるものとしては、浅く長い入れ物、プラスチック製プランター、子供用プールなどがあります。
2. チームでテスト後に帆を交換または再設計しなければならないことがあるので、そのための時間と材料を生徒に与えてください。そうすれば、生徒は製作をやり直して再度テストすることができます。

### ◆ 所要時間

45 分のセッション 2 回から 4 回。

## 帆船を作る



## 生徒用リソース:

### 船舶工学、セーリング、および物理学

#### ◆ セーリングの概要(がいよう)

セーリングとは、水上で帆船(はんせん)の動きを制御(せいぎよ)する高度な技術のことです。帆(ほ)に当たる風の力によって帆船が進みます。今日では、大半の人々にとってセーリングは娯楽(ごらく)であり、水上にいることの楽しみを追い求める活動、および、刻々と変わる波と風の中で帆船を操縦するのに必要な技術を追い求める活動になっています。歴史的に、セーリングは文明発展の一要素となってきました。帆船の描写(びょうしゃ)が初めて登場するのは、紀元前 3500 年ごろのエジプトの壺(つぼ)です。

#### ◆ 帆の空気力学

帆は、船を 2 方向のうち一方に進めます。船を風の吹(ふ)く方向へ(つまり風下に向かって)動かす場合は、帆が風を受けるように調整するだけでかまいません。この場合、帆は空気力学的に見ると失速しています。風が強くなると、帆の後方に乱流が発生するので、空気力学的に不安定になります。すると、追い風が強くなり、船が揺(ゆ)れます。その場合、スピナーカーと横帆(おうはん)をこまめに調整して、上側の縁(ふち)が先端(せんたん)になるように、また、エーロfoilとして機能するようにします。ただし、垂直下方向への気流の量が増減します。このように調整することにより、船体に揚力(ようりょく)が加わります。また、両側の浸水(しんすい)面積が小さくなり、波をかぶるリスクが低下する可能性があります。帆を使って船を進めるもう 1 つのケースは、船を横風の中でまたは風に向かって進める場合です。これらの場合、帆を使って横風を後方に流すことによって船を進めます。運動量保存の法則に従い、空気が後方に流れると、船は前方に進みます。この推進力を揚力と呼びます。ただし、揚力は主に水平方向に働きます。帆によって生成される揚力は、2 つの要素に分解できます。1 つは前方向の力、もう 1 つは横方向の力です。これらの力は、船体と竜骨(りゅうこつ)によって生成される抵抗(ていこう)力に対抗(たいこう)します。帆船では、竜骨またはセンターボードは船が横滑(すべ)りするのを防ぐ役割を果たします。竜骨は、縦方向(船首から船尾(せんび))の断面が小さく横方向(船側から船側)の断面が大きい形状になっています。断面が小さい部分に沿った動きに対する抵抗力は小さく、断面が大きい部分を横切る動きに対する抵抗力は大きくなるので、船は横方向ではなく前方に進みます。



#### ◆ 船舶技師と造船技師

船舶(せんぱく)技師と造船技師は、船、ボート、およびそれに関連する設備の設計、製造、保守に従事しています。航空母艦(こうくうぼかん)から潜水艦(せんすいかん)、帆船からタンカーまで、あらゆる船舶の設計および製造の監督(かんとく)を行います。造船技師は、船型や安定性などを含(ふく)む船の基本設計に従事します。船舶技師は、船の推進力や操舵(そうだ)装置などのシステムを担当します。船舶技師と造船技師は、さまざまな分野の知識を水上のすべての乗り物の設計および製造プロセス全体に応用します。



## 帆船を作る

## 生徒用ワークシート: 独自の帆船を製作する

### ◆ 工学のチームワークと計画

みなさんは船舶技師のチームであり、日用品を使って帆船を設計するという課題を与えられています。この帆船に求められる能力は、指定重量の重りを載(の)せられること、および、扇風機(せんぷうき)の風を利用して教室内に設置された水路を 120 cm 進むことです。

### ◆ 計画と設計の段階

各チームに材料が 1 セット配布されています。チームでこれらの材料の内容を確認し、以下の空欄(くうらん)に帆船の設計図を書いてください。航行時の安定性を確保するために、重りをどのように分散して載せるべきかを検討してください。また、帆の材料、および、帆を船体に確実に取り付ける方法についても検討してください。

## 生徒用ワークシート: 独自の帆船を製作する(続き)

### ◆ 製作段階

チーム内で帆船を製作した後、以下の質問に教えてください。

1. 実際に製作した帆船は、設計時点の内容と比べてどの程度類似していますか？

2. 製作段階で設計変更(へんこう)が必要になった場合は、その理由を書いてください。

3. 製作段階で材料がさらに必要になりましたか？ 必要になった場合、それはどの部品ですか？

### ◆ テスト段階

先生によって、帆船をテストするための水路が設置されています。製作した帆船をテストしてください。帆または船体の最初の設計が適切でないことがわかった場合、設計を変更して製作し直すことができます。最初の設計が適切でなくても、気にする必要はありません。工学で重要なのは、最適な設計になるまで製品のテストと設計変更を重ねることです。



**生徒用ワークシート: 評価****◆ 評価段階**

次の質問に回答し、「帆船を作る」で体験したことをまとめてください。チーム内で意見を出し合い、回答を考えてください。

1. 製作した帆船に指定重量の重りを載せることができましたか？ また、帆船の帆で風を受けること、および 120 cm 進むことができましたか？
2. そのような帆船を製作できた場合、テスト プロセスで帆船の設計を見直す必要がありましたか？ 課題の要件を満たすために、帆船をどのように変更する必要がありましたか？
3. 自分のチームの設計は、規模を拡大すれば実際の大きさの帆船にも適用できると思いますか？ その理由は何ですか？
4. 他のチームが製作した帆船で興味深かった点は何ですか？ 他のチームの設計の中で、自分のチームの帆船に採り入れたかった点は何ですか？
5. 各チームの最終的な帆船にはどのような違(ちが)いがありましたか？ そのことから問題解決に関して何を学びましたか？
6. このプロジェクトにもう一度取り組む機会があったら、チームでどのような点を変更しますか？
7. グループではなく自分 1 人で製作したとしたら、要件を満たす帆船を製作できたと思いますか？ グループ内でのやり取りは、設計と問題解決プロセスにどのように役立ちましたか？

**◆ 発表**

この学習で学んだことをグループごとにクラスで発表します。