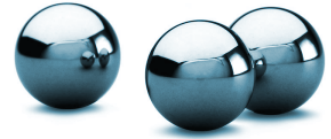




## 独自のベアリングを作る



TryEngineering - [www.tryengineering.org](http://www.tryengineering.org) 提供

このレッスンに対するご意見はこちらまでお寄せください。

---

### レッスンの焦点

このレッスンは摩擦の概念を探究し、ボールベアリングがどのように摩擦を減らすかに焦点を合わせます。

---

### レッスンの概要

「独自のベアリングを作る」では摩擦と、摩擦を減らすためのボールベアリングの使用の概念に焦点を合わせます。生徒はボールベアリングの異なる用途と、時間の経過につれて設計がどのようにローラーベアリングを組み込むように変化したかに関して学び、ビー玉を使って摩擦をテストし、ボールベアリングが使われている日常器具を認識します。

---

### 年齢

8-18 才。

---

### 目的

- ✦ 摩擦について学びます。
- ✦ ボールベアリングについて学びます。
- ✦ 技師がどのようにボールベアリングを改善し、ローラーベアリングを開発したかを学びます。
- ✦ ローラー/ボールベアリングがどのように機械に使われ、日常生活に影響を与えているかを学びます。
- ✦ グループでチームワークと問題解決について学びます。

---

### 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。

- ✦ 摩擦
- ✦ ボールベアリング
- ✦ 工学設計
- ✦ 問題解決
- ✦ チームワーク

独自のベアリングを作る

1 / 13ページ

---

## レッスン内容

生徒は摩擦について、またどのようにボールベアリングが摩擦を減らし機械の寿命を延ばすかを学びます。学習する内容には摩擦、ボールベアリング、工学設計、および問題解決が含まれます。生徒はチームでビー玉を使いボールベアリングを模倣します。

---

## リソース/材料

- ✦ 教員用リソース文書(添付)
- ✦ 生徒用リソースシート(添付)
- ✦ 生徒用ワークシート(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))
- ✦ Timken - Types of Antifriction Bearings (Timken - 摩擦削減ベアリングのタイプ) ([www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp](http://www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp))
- ✦ Timken: From Missouri to Mars - A Century of Leadership in Manufacturing (ミズーリから火星まで - 製造のリーダーシップの 100 年) ([www.timken.com/aboutus/history/pdf/history.pdf](http://www.timken.com/aboutus/history/pdf/history.pdf))
- ✦ Bearings 101 (ベアリングの基本)([www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx](http://www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx))
- ✦ ITEA Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (国際技術教育学会による技術能力の基準：技術研究の教材) ([www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm](http://www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm))
- ✦ McREL Compendium of Standards and Benchmarks (基準と評価に関する McREL 概要) ([www.mcrel.org/standards-benchmarks](http://www.mcrel.org/standards-benchmarks)) 検索およびブラウズ可能な形式による K-12 教科課程対応教材基準に関する資料。
- ✦ National Science Education Standards (全米科学教育基準) ([www.nsta.org/standards](http://www.nsta.org/standards))

---

## 推奨文献(英語)

- ✦ 『Timken: From Missouri to Mars - A Century of Leadership in Manufacturing』 (ISBN: 0875848877)
- ✦ 『Bicycling Science』 David Gordon Wilson(著) (ISBN: 0262731541)
- ✦ 『Ball and Roller Bearings : Theory, Design and Application』 (ISBN: 0471984523)

---

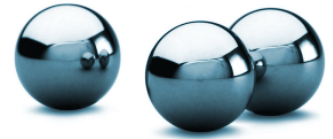
## 任意の作文

- ✦ ボールベアリングやローラーベアリングが組み込まれた 3 種類の機械について説明する簡単な作文を書いてください。ベアリングの使用により、機械はどのように改善されますか？

---

## 高学年の生徒対象の追加課題

- ✦ 高学年の生徒はチームで、他の形状のベアリングが現在のボールまたはローラー設計に勝る長所を持つかどうかを探究します。長所を持つ、または持たない理由は何ですか？



教員用：

## 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、全米研究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 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 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

#### 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。

- ✦ 人類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 B: 物理学

この学習により、生徒全員は以下を理解します。

- ✦ 物質の特性とその変化
- ✦ 運動と力
- ✦ エネルギー伝達

#### 教材基準 E: 科学技術

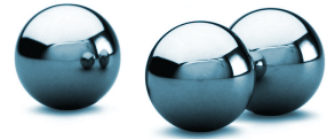
学習の結果、生徒全員は以下を習得します。

- ✦ 技術設計能力
- ✦ 科学技術についての理解

#### 教材基準 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
- ✦ 科学の歴史



教員用:

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 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。

- ✦ 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。

- ✦ 歴史的な観点

## ◆技術能力の基準 - 全年齢層

### 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。
- ✦ 基準 7: 生徒は技術の歴史に対する影響についての理解を養います。

### 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。

### 技術社会に対応する能力

- ✦ 基準 13: 生徒は製品とシステムの影響を評価する能力を養います。

# 独自のベアリングを作る



教員用:

教員用リソース

## ◆ レッスンの目標

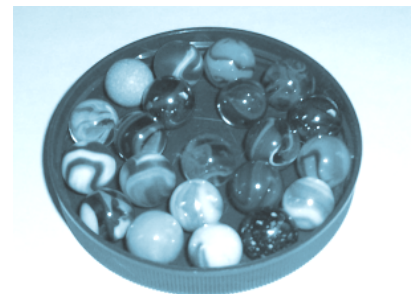
機械の設計で摩擦を減らすためにどのようにボールとローラーベアリングが機能するかを実演して、摩擦について探究します。生徒は、さまざまな表面上でビー玉を使いながらふたを移動して摩擦の減少を比較し、ボールベアリングと製品の歴史的発展について学び、チームで摩擦について探究します。

## ◆ レッスンの目的

- ✦ 摩擦について学びます。
- ✦ ボールベアリングを機械の設定に組み込むことにより摩擦を減らせるかについて学びます。
- ✦ ボールベアリングとローラーベアリングを組み込んでいる多くの機械について学びます。
- ✦ チームワークについて学びます。

## ◆ 教材

- 生徒用リソースシート
- 生徒用ワークシート
- 生徒のグループあたり教材 1 セット
  - ビンのふた (ジャム容器など)
  - 25 個の均等サイズのビー玉 (ふたの厚みよりも直径が大きい)
  - 本
  - カーペットかじゅうたんの生地一片



## ◆ 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. 生徒を 3-4 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。
3. ビンのふたを、机の表面、タイル床、カーペット生地など、異なる表面上で移動し (内側を下に向ける) その際に摩擦力を感じ取るように生徒に指示します。
4. 次にふたの内側ほぼいっぱいビー玉を載せます (ビー玉が自由に移動できないほどには載せない)。本を使ってふたを裏返し、前と同じ表面をふたが移動する最にどれだけ簡単になったかを生徒に感じ取らせます。

独自のベアリングを作る

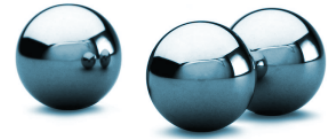
6 / 13ページ

5. 本やその他の重りをふたの上に置く等、状態を変えて試します(ビー玉を使用する、使用しない場合の両方)。ビー玉の土台により、異なる重りでの移動は容易になりますか？
6. 生徒にボールベアリングやローラーベアリングを組み込んでいる別の機械を複数挙げ、生徒用ワークシートを完了するように指示します。
7. 各生徒はクラスに機械のリストを発表し、ベアリングがどのように機械の設計と操作を改善しているかについて説明させます。

◆ **所要時間**

45 分のセッション 1 回。

# 独自のベアリングを作る



生徒用リソース:

摩擦とは何ですか？ボールベアリングはどのように役立ちますか？

## ◆ 摩擦

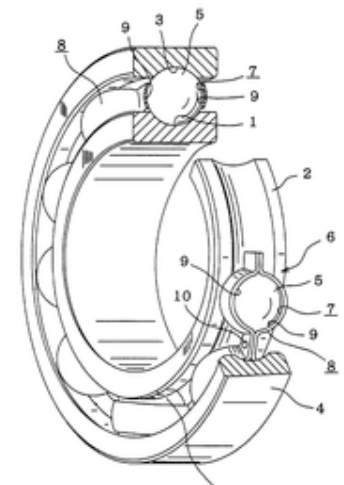
摩擦とは2つの物体がこすれ合う際の抵抗を指します。摩擦が大きいほど2つの物体の移動が困難になります。摩擦が小さいほど物体の移動は簡単でスムーズです。例えば、カーペットの上で滑らかな教科書よりもゴムを移動するほうが、大きな摩擦を生じます。機械ではパーツが相互にこすり合い、摩擦が増すとパーツの磨耗が加速します。

## ◆ ボールベアリング

ボールベアリングとは、球状のベアリングを回転する要素として使うベアリングアセンブリを指すことがあります。またこれはベアリングアセンブリの個々のボールを指すこともあります。ボールベアリングは、セラミック、金属、ステンレス、その他の混合材料を含む多くの異なる材質から構成されます。これらの材質により摩擦が減り、機械の寿命が延びます。また機械の騒音を防止します。ベアリングは、物体はこすれながらよりも回転しながらの方が移動しやすい、という簡単な原理に基づいています。テーブル上の本やカーペット上のビンのように、2つの物体が接触移動する時、表面上の摩擦は移動速度を落とします。その代わりに物体が相互に回転すると、表面に接触する面積が限られて摩擦が削減します。

## ◆ 転動体ベアリング

転動体ベアリングは2つの物体間に丸い動体を置いて重量を移動するベアリングを指します。物体の相対的な移動により丸い動体はずか滑り、転がります。右側のイラストは米国特許 6074099 のケージ軸玉ベアリングの特許設計で、丸いパーツの間にボールが納められています。最も早期に使われた有名な転動体ベアリングは、地面に複数の丸太を置き、その上に石のブロックを置いたものです。石を引っばると、丸太が地面の上をわずかな移動摩擦で転がります。石が移動を続けられるように、後方に残された丸太を前に移動します。このようなベアリングは机に複数のペンや鉛筆をおいて、その上に手を載せることにより模倣できます。



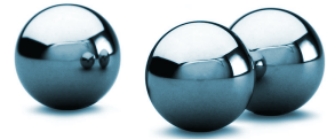
独自のベアリングを作る

8 / 13ページ

## ◆ ボールベアリング無しの自転車?ローラーベアリング無しのローラーコースター?

自転車は摩擦を削減するためにボールベアリングを使う機械の良い例です。ボールベアリングはペダル、ホイールの正面と背面のハブ、ハンドルバーが付くチューブにあります。スケートボードとローラーブレードにもボールベアリングが付いています。これらの例以外にもボールベアリングは重要な設計要素として、海上油井基地、飛行機、自動車に使われています。ローラーベアリングはローラーコースターにも使われています。

# 独自のベアリングを作る



生徒用リソース:

## ボールベアリングの歴史 - 製品の進化

### ◆ 歴史

前述した木のボールベアリングが回転テーブルを支える例は、イタリアのネミ湖でローマ船の遺跡から発見されたものです。難破は紀元前 40 年とされています。レオナルド・ダ・ビンチは 1500 年ごろにボールベアリングのタイプについて説明したといわれています。ボールベアリングの問題の 1 つは、相互にこすり合って追加の摩擦を生じることですが、これはボールを囲うことで防止できます。囲われたボールベアリングは、最初にガリレオにより 1600 年に説明されています。

### ◆ 革新的構想

19 世紀の先見の明を持った四輪馬車の製造革新者である Henry Timken 氏は、1899 年に先細りしたローラーベアリングの特許を取得しました。Timken 氏は、相互接触により物体の移動が妨害される摩擦という重要な古い技術的問題の解決を基礎とした企業を思い描きました。Timken 氏は、「人類は抜本的に摩擦を削減するものを考案できれば、世界に真の価値を与えるものを達成することができる」と発言しました。そして翌年、Timken Company がこの革新的構想を生み出しました。



Henry Timken

### ◆ 製品の設計と改善

Timken 氏が開発事業を始めたとき、主なベアリングは、古代からあまり変わらなく使われてきた水準または「摩擦」ベアリングでした。それは基本的には潤滑に依存した摩擦削減の主な役割を果たす、回転軸の周りの穴の金属性裏地でした。Timken 氏はボールベアリングの実験を開始しましたが、これらはすぐに磨耗しました。彼は、「ローラー」ベアリングは自動車などの移動手段に将来性があるという結論にいたりました。これは自転車よりもはるかに重い自動車などは、ボールベアリングの各ボールの一点の接触点でなく、ローラーの全長に渡り移動させることができるためです。Timken 氏は直線のローラーを試しましたが、最終的には全方向からの力をベアリングが維持できる先細り型が良いと判断しました。1899 年以来 Timken Company は 60 億個以上のベアリングを製造し、今日ではあらゆる種類のベアリングを手がけています。

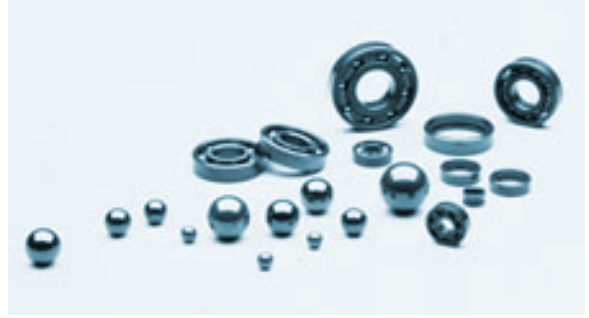


独自のベアリングを作る

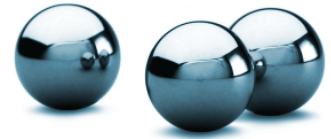
10 / 13 ページ

#### ◆ 業界と適用

ボールベアリングは輸送、航空宇宙、製造、農業、およびスポーツ/エンターテインメントを含むほとんどの業界で使用されています。航空機の着陸ホイール、風力タービン、衛星、および圧延工場でボールやローラーベアリングが使われています。歯科機器などの医療分野でもミニチュアのベアリングが活躍しています。



# 独自のベアリングを作る



## 生徒用ワークシート:

### ステップ 1:

生徒用参照シートを読んでベアリングについて学び、ボールとローラーベアリングの歴史と進化について学びます。

### ステップ 2:

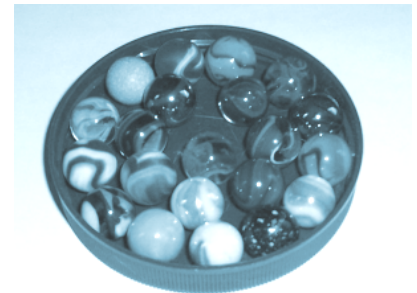
生徒を 3-4 人のグループに分け、本、机上、床、カーペットの表面でふたを移動させます。

#### 質問:

1. 異なる表面でふたを移動した際、どのような摩擦の違いがありますか? 摩擦が最も強い表面はどれですか?その理由は何ですか?

### ステップ 2:

ふたの内側ほぼいっぱいビー玉を乗せます(ビー玉が自由に移動できないほどには乗せない)。本を使ってふたを裏返し、ビー玉が入った状態のふたにより摩擦が軽減される状態で、前と同じ表面を移動します。



#### 質問:

2. ふたの下にビー玉がある際、どのような摩擦の違いがありますか?

3. ビー玉によりすべての表面で摩擦が減りましたか? それとも一部の表面で減りましたか?摩擦が最も強い表面はどれですか(特定できる場合)?その理由は何ですか?

### ステップ 4:

本やその他の重りをふたの上に置いた状態で試します(ビー玉を使用する、使用しない場合の両方)。

#### 質問:

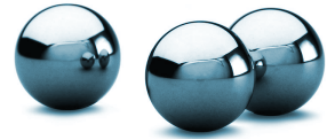
4. 重りを加えると、ビー玉の土台による移動は容易になりますか?

5. このようなデバイスはどのように適用できますか? 重い項目を移動する必要がありますか?これはどのように役立ちますか?

6. ボールベアリングやローラーベアリングを組み込んでいる機械を 3 つ挙げてください。

1: \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

# 独自のベアリングを作る



任意の生徒用ワークシート:

あなたは技師です!ローラーベアリングの問題解決

## ◆ 手順

あなたは技師です!チームでローラーベアリングと提供された材料を使って、生徒の机またはテーブルを3メートル移動する計画を立てます。課題: 人差し指だけを使うことで、机がテーブルの移動に使う力を制限してください。最高 100 本の鉛筆と無限のテープを使うことができます。

## ◆ 教材

生徒のグループあたり教材 1 セット

- 鉛筆 100 本
- テープ
- 輪ゴム
- カーペットかじゅうたんの一片

## ステップ 1:

以下に独自の解決方法を示したイラストを描きましょう。

## ステップ 2:

あなたの計画を実行しましょう!人差し指だけで机を移動できるか試してください。

## 質問:

1. 計画した設計は成功しましたか?その理由は何ですか?
2. 解決策をより効果的にするために、どのような修正を行いましたか?
3. 人差し指だけで机/テーブルを移動できましたか?