

2009687



education



Experiment  
Variables  
Engineering  
Simple machines  
**Technology**  
Mechanical advantage  
Calculate

レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付  
基本セット応用版 教師用ガイド



1. <a href="#">はじめに</a> .....	3
2. <a href="#">カリキュラム</a> .....	8
3. 原理学習用基本モデル	
<a href="#">基本的な機械要素</a> .....	9
<a href="#">メカニズム</a> .....	65
<a href="#">構造物</a> .....	89
4. アクティビティ	
<a href="#">実験用てこ(竿秤)</a> .....	95
<a href="#">タワークレーン</a> .....	102
<a href="#">斜面(傾斜台)</a> .....	109
<a href="#">ギヤレーサー</a> .....	116
5. 問題解決アクティビティ	
<a href="#">投石機</a> .....	123
<a href="#">ハンドカート(手車)</a> .....	126
<a href="#">巻き上げ機</a> .....	129
<a href="#">回転式ブランコ</a> .....	132
<a href="#">観測用タワー</a> .....	135
<a href="#">橋</a> .....	138
6. <a href="#">用語集</a> .....	141
7. <a href="#">レゴ部品概要</a> .....	145



## はじめに

レゴ エデュケーションでは、「レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セット 応用版 教師用ガイド」をご用意しました。これに含まれる アクティビティは、サイエンスとテクノロジーに纏わる内容を中心としており、生徒を自然と「もっと学びたい」という気持ちにさせる学習内容となっております。

## 対象

この教材は、小学校～高等学校の生徒を対象に開発し、理科や技術の先生に限らず、他教科の先生方にも指導できるように構成されています。10歳以上の生徒を2人組にして、生徒自らモデルを組み立て、そのモデルを使って、実験、調査を行い、より興味と理解を深めることができます。

## 目的

「レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セット 応用版 教師用ガイド」を使用することにより、アクティビティを通じて、生徒同士が活発に質問、予測をし、実験を通じて物事を様々な面から考察・分析できるような環境を作ることができます。

生徒が今まで学んできた知識や経験を、アクティビティを通じて科学的な考え方や創造性と結びつけることによって、新しい知識を自然と身につけることを目的として開発されています。



## 9686レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セットの内容

このセットには、モーターを含む396ものパーツが含まれ、18種のメインモデルおよび37種の原理学習用基本モデルの、カラー印刷された組み立て説明書が含まれています。組み立て説明書の中には、2009686レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セット 教師用ガイドと併せて使用するものと、2009687レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セット 応用版 教師用ガイドと併せて使用するものに分かれています。セットには収納トレイや、全ての部品を表示した部品概要のカードが含まれています。半透明の蓋のついた丈夫なブルーのボックスに入っており、収納はもちろん、持ち運びにも便利な形状となっています。



## 2009687 「レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セット 応用版 教師用ガイド」

このセットには、38種の原理学習用基本モデルと、4つのメインアクティビティ、そして6つの問題解決アクティビティが含まれています。そして、主な学習内容が紹介されているカリキュラムの項目と、重要な学習用語を定義した用語集が含まれています。



## 使用方法

### 組み立て説明書

レゴ エデュケーション独自の「バディビルディングシステム」に基づいた、2人組の組み立て説明書は、それぞれのパートナーがモデルの半分ずつを組み立てるための説明が掲載されています。2人組のパートナーは、それぞれ異なる説明書(AとB)を使用してモデルの半分をつくり、最終的に2人で協力しながら手早く組み合わせ、1つのモデルを完成させます。時間の短縮のみならず、他の生徒と協力しながら授業を進めることができます。

### 原理学習用基本モデル

原理学習用基本モデルを使うことで、生徒は日常的に社会で使われている機械などの構造物について、機械的かつ構造的な原理を、体験を通じて理解することができます。原理学習用基本モデルは、シンプルで組み立ても簡単なため、機械やメカニズム、および構造物の概念をそれぞれわかりやすく説明することができ、生徒の理解を促す工夫がされています。

「生徒用ワークシート」や「組み立て説明書」を使用しながら、アクティビティを通して順番に学習を進める中で、生徒は様々な原理を実験を通じて体験し、新たな発見をすると同時に、自分の知識を応用しながら理解を深めていきます。「先生のための豆知識(指導用ガイド)」では、「生徒用ワークシート」で提示された質問に対する回答例が示されています。

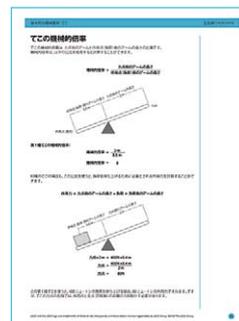
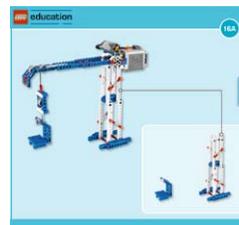
「機械的倍率」のように、機械について説明したり機械係数を計算するために使用される科学的用語は、なかなか手ごわいものです。私たちは、理論的には100%正確でなくても、またすべての科学者に受け入れられるものでなくても、より平易な用語を使用しながら、生徒に原理についてのより深い理解を習得させることを目標としています。したがって、私たちの公式の大部分は、実際の機械的倍率よりも理想的な機械的倍率に重点を置いています。理想的な機械的倍率と実際の機械的倍率の違いについては、基本アクティビティの1つで紹介します。

原理学習用基本モデルは、生徒が自分のモデルに応用された機械的、または構造的な原理を理解し、統合していくことができるようにするための1つの手法です。

### 先生のための豆知識(指導用ガイド)

先生のための豆知識(指導用ガイド)では、授業の準備に必要な様々な情報やアドバイス、ヒントをご紹介します。また、組み立てるモデルそれぞれについての、キーとなる学習エリアや語彙、質問と回答、そして授業をさらに発展させるアイデアもご紹介しております。

これらのアクティビティは、それぞれ4つの段階に分かれています。これは、レゴ エデュケーションの教育メソッドである「結びつける(Connect)」、「組み立てる(Construct)」、「よく考える(Contemplate)」、「続ける(Continue)」それぞれの頭文字をとって4Cと呼んでいるアプローチです。これに沿って進めることにより、生徒はアクティビティの流れをつかみ、自分なりに発展させていくことができます。



### 結びつける

すぐに予測や実験に入るのではなく、生徒の興味や関心、学習意欲を高めるためにも「結びつける」の段階は重要です。自らの体験で既知っていることと、これから体験することを結びつけることができた時、生徒は自分の知識として身につけることができます。各アクティビティでは、学習の趣旨や各モデルの機能が簡潔に説明されており、さらにアクティビティの中で組み立てるモデルと似た、本物の機械について紹介した動画が用意されています。より実践的な授業の展開をするための導入として、こうした説明や動画を使っていただくことは有効です。



### 組み立てる

手と頭の両方を駆使して、モデルを組み立てます。組み立て説明書を読みながら、生徒は、単にモデルを組み立てるだけでなく、主な学習内容に関連した概念を具体化するためのモデルを組み立てていきます。さらに、実験や、各モデルが意図されたとおりに機能するかを確認するためのヒントも用意されています。



### よく考える

よく考えることで、すでに習得した知識や新しい体験に対する理解が深まります。科学的な方法に基づき、生徒はアクティビティを通して自分たちの調査結果について話し合い、考察し、取り組んでいる実験や課題について、様々なアイデアをもとに、更なる工夫をしていきます。各アクティビティでは、生徒は結果を予測し、実験し、計算し、そして調査結果を記録する流れになっています。また、実験結果について、その理由などを発表させてみましょう。

最終的に、実験結果からわかる傾向について生徒に考えさせ、そして、生徒に調査結果からわかるパターンや傾向について考えさせ、不定要素を特定させ、モデルの機能やデザインにおける長所や短所について説明させてみると良いでしょう。

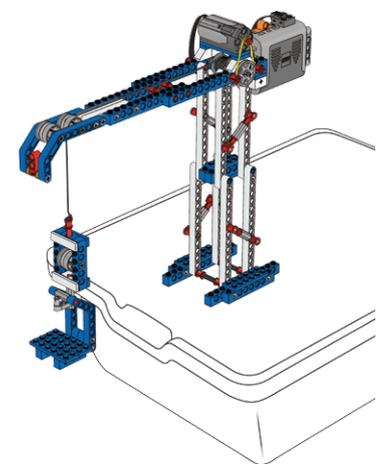
この段階から、先生方はそれぞれの生徒の学習レベルや進捗状況を確認、評価することもできます。

	機械的効率	私の予測	持ち上がった距離	持ち上げることになった質量	スピード
A <small>(1台、2段階、手順36)</small>					
B <small>(1台、2段階、手順39)</small>					
C <small>(1台、2段階、手順40)</small>					

### 続ける

学習は、適度に難しいほうが生徒にとって楽しく、創造的です。

こうした挑戦と達成の喜びを維持することによって、自然とさらに高い目標へと継続的に前進していくことができます。一つの問題に一つの答えではない オープンエンド方式のアクティビティを続けることで、生徒は「もし～だったらどうなるか」という疑問を通して、モデルの機能について考え、より優れた性能にするために、どう変更したらよいかを考えます。



## 生徒用ワークシート

生徒用ワークシートは先生のための豆知識(指導用ガイド)の説明部分でご紹介した「結びつける(Connect)」、「組み立てる(Construct)」、「よく考える(Contemplate)」、「続ける(Continue)」からなる4Cのアプローチに沿っており、生徒はほとんど先生方の手を借りることなく、自分のモデルの組み立て、実験、調査を進めていけるようになっています。生徒は、予測、実験、測定、計算、データの記録、などの過程やその結果を比較しながら、モデルに変更を加え、最終的な結論を出していきます。

生徒用ワークシートは、それぞれの生徒のレベルや達成の度合いを評価するための、使いやすいツールです。また、生徒の重要な成長の記録となります。

## 問題解決アクティビティ

問題解決アクティビティでは、科学技術と設計、構造物、美術、コミュニケーションやチームワークなどのスキルが自然と身につくようになっております。

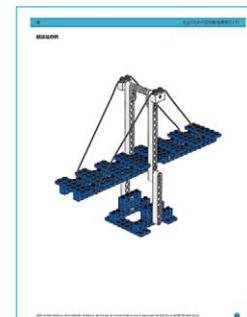
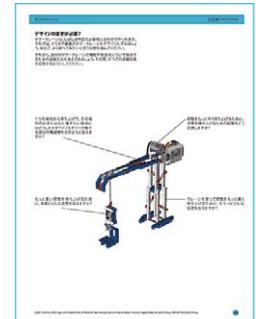
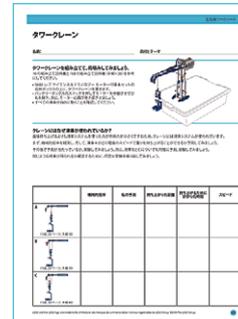
各アクティビティには、解決すべき問題について説明するという課題が設けられています。生徒は問題点と解決策について考え、その考えを元にデザインしながら、問題を解決しなければなりません。

テキストとイラストは、生徒が問題解決に取り組むための役立つヒントを提供しています。また、アクティビティを通して、生徒が自分のモデルを評価し、自分のデザインを記録し、何がうまくいき、さらに改善するにはどうしなければならないかについて考える際に、助言するための先生向けのアドバイスが含まれています。

また、アクティビティごとに例となるモデルを紹介しています。この基本モデルを出発点として、さらに改良していくこともできます。

生徒には常に、自分の解決法を考え、デザインするように促してください。問題解決アクティビティについては柔軟性のある内容ですので、現在ご使用のカリキュラムに合わせてお使いいただけます。組み立てるものの条件を追加してさらに制限を加えたり、特定の機械原理に重点を置いたり、部品ごとのコストや予算について検討してみるのも良いでしょう。

理科や技術のみならず、道徳などの時間にもご活用いただけるのも問題解決アクティビティの優れた点です。



## 授業の進め方に関するアドバイス

### アクティビティの順序

まず、「基本的な機械要素」、「メカニズム」、「構造物」の原理解習の項目から始めてください。生徒に原理解習用基本モデルのいくつか、あるいはすべてを組み立てさせ、実践的に学ばせることで、関連している概念を理解させるようにしましょう。

次に、メインアクティビティを選び、「先生のための豆知識(指導用ガイド)」と生徒用ワークシートに紹介されているアイデアについて学習させてください。

その後、問題解決アクティビティを導入して、生徒が身につけた基本的な知識を応用し、活用していくことができるかを評価することもできます。

### 組み立て説明書の活用の仕方

授業を効率的に進めていくにあたり、生徒が授業の初めにいつでも参照することができるよう、「組み立て説明書」はバインダーなどにとじておくことをお勧めします。

### 必要な学習時間は？

生徒が、教材に含まれている「続ける(応用)」の部分まで、より掘り下げて組み立て、実験、考察を行い、さらに生徒オリジナルの進化したモデルのデザインまで実施するには、2時間分(45分×2)の授業時間をとっていただくことが理想的です。

ただし、メインアクティビティの基本の部分は40分の時間内にアクティビティを実施し、片付けられるような構成となっております。

## レゴ エデュケーション



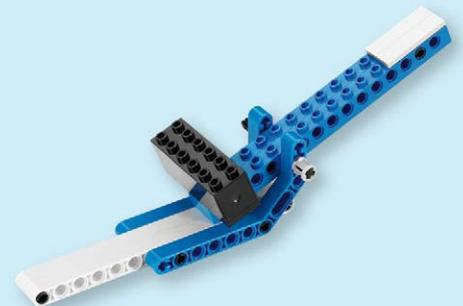
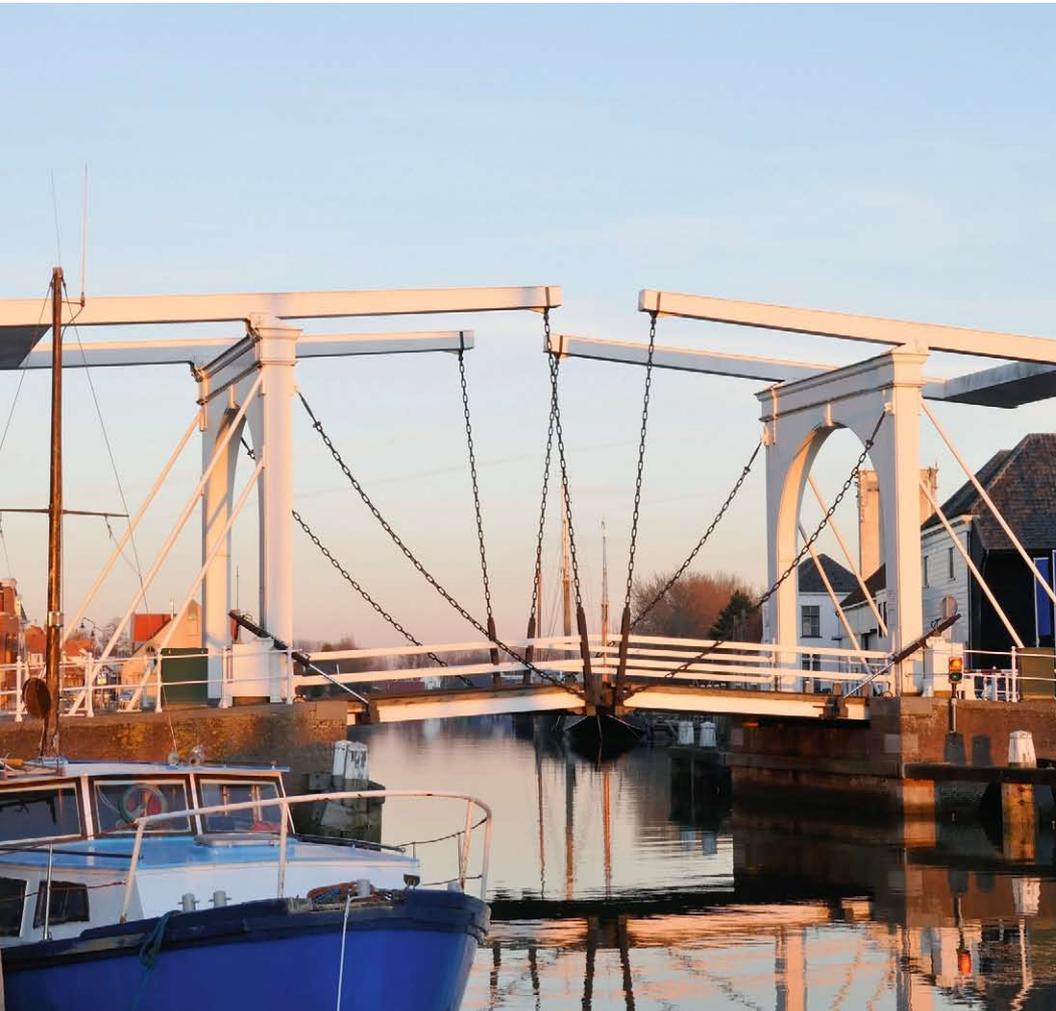


## アクティビティ別科目学習内容の内訳

	2009687									
	実験用てこ(竿秤)	タワークレーン	斜面(傾斜)台	ギヤレーサー	投石機	ハンドカート(手車)	巻き上げ機	回転式ブランコ	観測用タワー	橋
<b>科学(理科)</b>										
情報の収集、まとめ、表示										
解釈と証拠の関係を認識する										
科学的調査結果を整理して伝える										
変数の特定										
物体への作用力										
つり合い										
オブジェクトの動き										
摩擦										
<b>テクノロジー(工学)</b>										
技術的・科学的知識										
設計プロセスの応用										
実験と評価										
問題の解決法をモデル化										
評価基準と制約の特定										
デザインの評価										
収集データを使用して傾向を見出す										
傾向の特定										
情報を解釈して精度を評価										
輸送システムのサブシステム										
構造物の目的										
<b>エンジニアリング</b>										
技術設計の過程のステップを特定、説明、応用する										
設計上の問題を解決する方法を示す										
与えられた試作品の目的を解説して説明する										
張力と圧縮力について説明する										
設計上の特徴について説明する										
<b>解析・分析(数学)</b>										
メートル法と測定の慣習的システムの両方を理解する										
公式を使う										
パターンと傾向を調べる										
数学的論拠を構築して評価する										
系統立てて明確に説明する										
数学の範囲内の内容についても、数学的考え方を認識して応用する										
創造力や想像力を使って、数学的なアイデアを整理し、記録し、伝える										
想像力を使って、モデルの物理的、社会的、数学的現象を解釈する										



education



てこ

Lever

生徒用ワークシート

## 基本的な機械要素:てこ

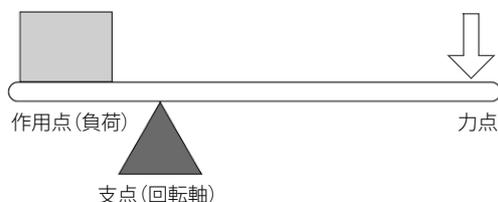
てこは、おそらく最も一般的に使用されている単純機械(基本的な機械要素の一つ)でしょう。てこは固い棒状のもので、大きなものを少ない力で動かすことができる、または強い力を小さい力に変えることができます。

支点(回転軸)によって、てこは方向を変えたり、動きの距離を変えることができます。力点、支点(回転軸)そして負荷は、すべてのてこに共通の3つの要素です。

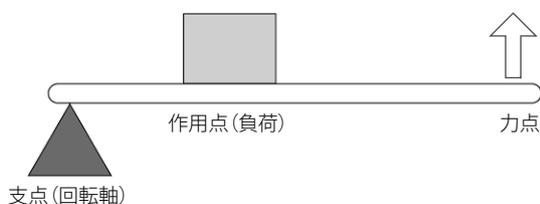
これらの共通の要素の位置によって、第1種、第2種、第3種てこに区別されます。

### 豆知識

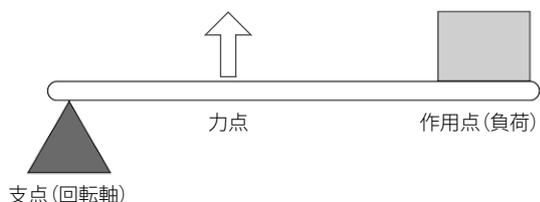
「てこ」という言葉は、フランス語で「上げる」を意味する単語から派生しています。



**第1種** てこは、支点(回転軸)が、力点と作用点(負荷)の間にあります。第1種てこの例として、シーソー、バール、ペンチ、ハサミが挙げられます。



**第2種** てこは、それぞれ反対側の端に位置する力点と支点(回転軸)の間に作用点(負荷)があります。第2種てこの例として、くるみ割り器、一輪車、栓抜きが挙げられます。

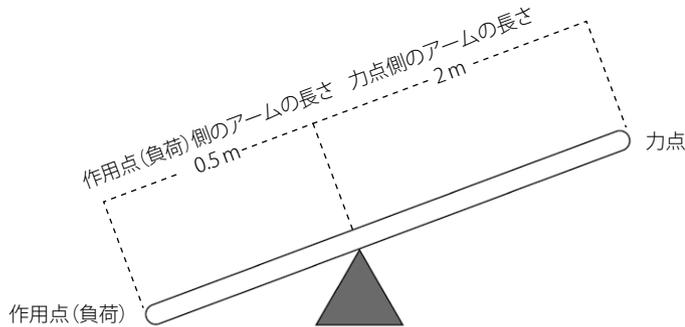


**第3種** てこは、支点(回転軸)と作用点(負荷)がそれぞれ反対側の端に位置し、力点がある間にあります。第3種てこの例として、ピンセットや氷バサミが挙げられます。

## てこの機械的倍率

てこの機械的倍率は、力点側のアームと作用点（負荷）側のアームの長さの比率です。機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{力点側のアームの長さ}}{\text{作用点（負荷）側のアームの長さ}}$$



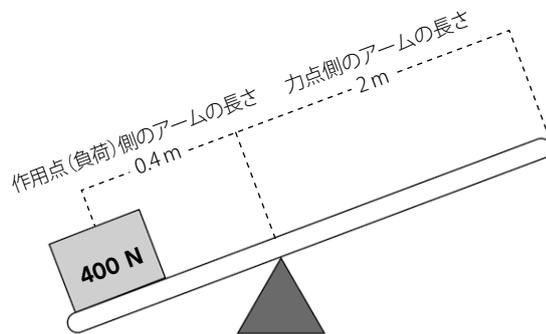
第1種てこの機械的倍率：

$$\text{機械的倍率} = \frac{2 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{機械的倍率} = 4$$

何種のものである場合も、この公式を使うと、負荷を持ち上げるために必要とされる作用力を計算することができます。

$$\text{作用力} \times \text{力点側のアームの長さ} = \text{負荷} \times \text{負荷側のアームの長さ}$$



$$\text{力点} \times 2 \text{ m} = 400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}$$

$$\text{力点} = \frac{400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$\text{力点} = 80 \text{ N}$$

この第1種てこを使うと、400ニュートンの負荷を持ち上げる場合、80ニュートンの作用力ですみます。ですが、てこの力点の先端では、作用点と支点（回転軸）の距離の5倍動かす必要があります。

**A1**

組み立て説明書IのA1(2-3ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

このてこの機械的倍率を計算してみましょう。  
次に、このてこが何種になるか、定義してみましょう。

---



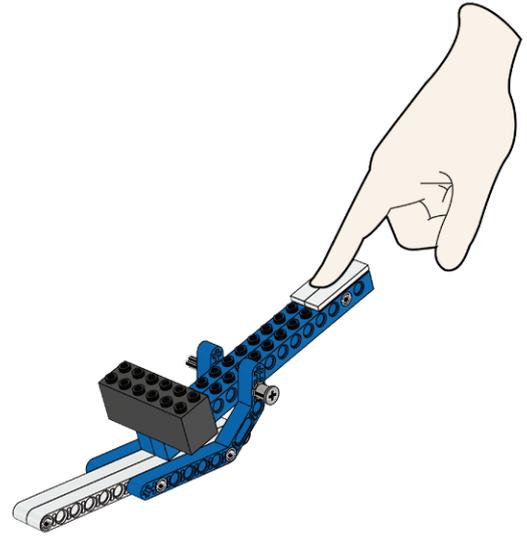
---



---



---



**A2**

組み立て説明書IのA2(4-5ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

このてこの機械的倍率を計算してみましょう。  
次に、このてこが何種になるか、定義してみましょう。

---



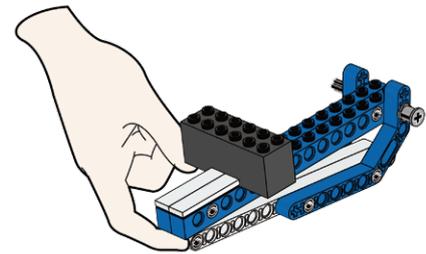
---



---



---



**A3**

組み立て説明書IのA3(6-7ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

このてこの機械的倍率を計算してみましょう。  
次に、このてこが何種になるか、定義してみましょう。

---



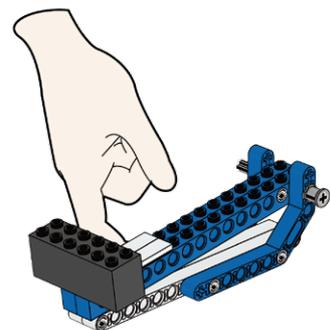
---



---

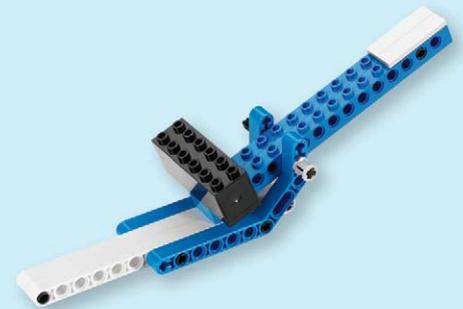
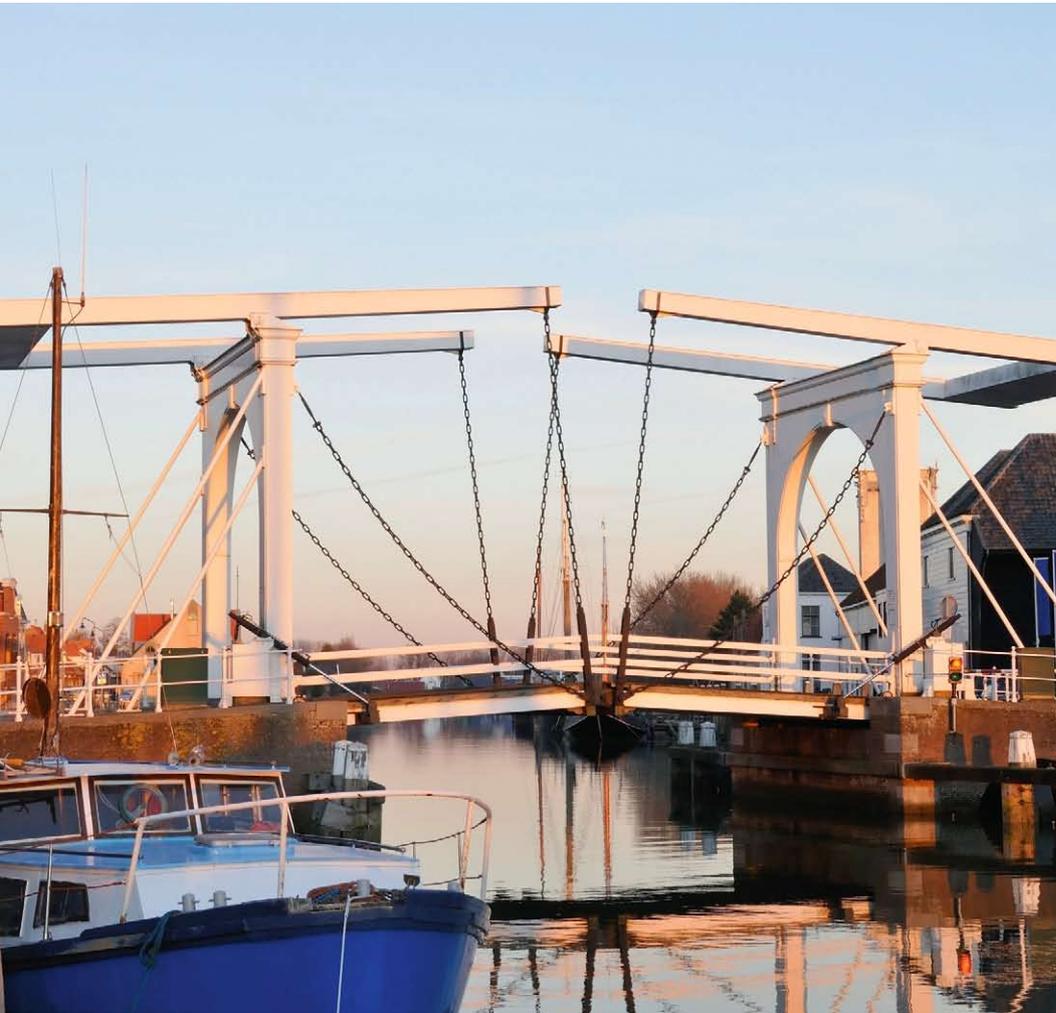


---





education



てこ Lever

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 基本的な機械要素:てこ

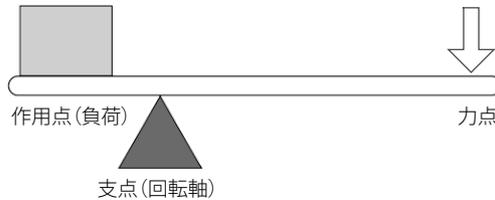
てこは、おそらく最も一般的に使用されている単純機械(基本的な機械要素の一つ)でしょう。てこは固い棒状のもので、大きなものを少ない力で動かすことができる、または強い力を小さい力に変えることができます。

支点(回転軸)によって、てこは方向を変えたり、動きの距離を変えることができます。力点、支点(回転軸)、そして負荷は、すべてのてこに共通の3つの要素です。

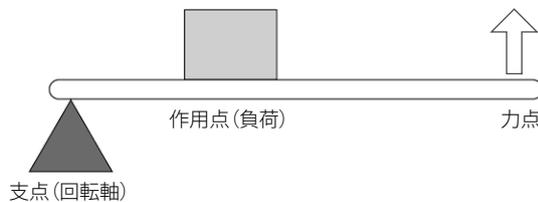
これらの共通の要素の位置によって、第1種、第2種、第3種てこに区別されます。

### 豆知識

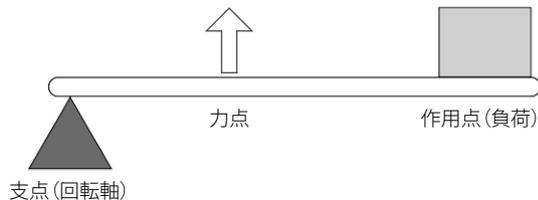
「てこ」という言葉は、フランス語で「上げる」を意味する単語から派生しています。



**第1種** てこは、支点(回転軸)が、力点と作用点(負荷)の間にあります。第1種てこの例として、シーソー、バール、ペンチ、ハサミが挙げられます。



**第2種** てこは、それぞれ反対側の端に位置する力点と支点(回転軸)の間に作用点(負荷)があります。第2種てこの例として、くるみ割り器、一輪車、栓抜きが挙げられます。

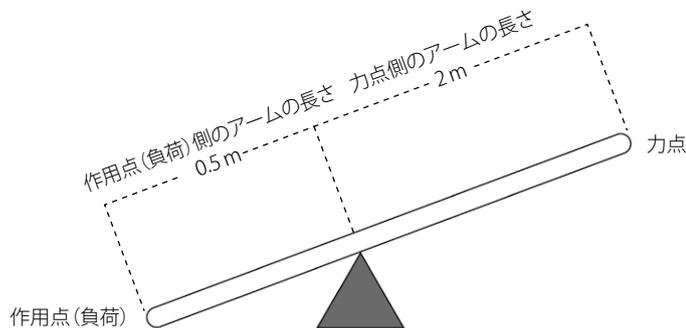


**第3種** てこは、力点と作用点(負荷)がそれぞれ反対側の端に位置し、力点が負荷と支点(回転軸)の間にあります。第3種てこの例として、ピンセットや氷バサミが挙げられます。

## てこの機械的倍率

てこの機械的倍率は、力点側のアームと作用点(負荷)側のアームの長さの比率です。機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{力点側のアームの長さ}}{\text{作用点(負荷)側のアームの長さ}}$$



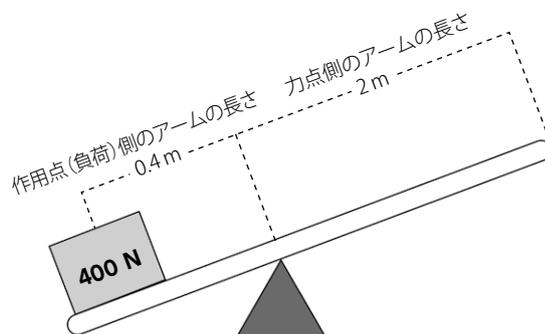
第1種てこの機械的倍率:

$$\text{機械的倍率} = \frac{2 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{機械的倍率} = 4$$

何種のもてこの場合も、この公式を使うと、負荷を持ち上げるために必要とされる作用力を計算することができます。

$$\text{作用力} \times \text{力点側のアームの長さ} = \text{負荷} \times \text{負荷側のアームの長さ}$$



$$\text{力点} \times 2 \text{ m} = 400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}$$

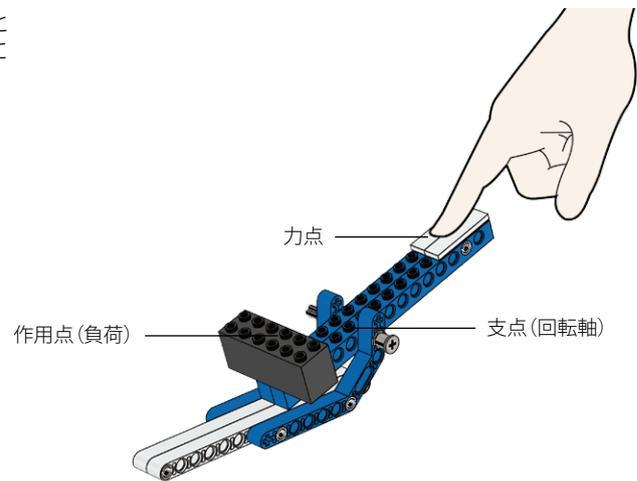
$$\text{力点} = \frac{400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$\text{力点} = 80 \text{ N}$$

この第1種てこを使うと、400ニュートンの負荷を持ち上げる場合、80ニュートンの作用力ですみます。ですが、てこの力点の先端では、作用点と支点(回転軸)の距離の5倍動かす必要があります。

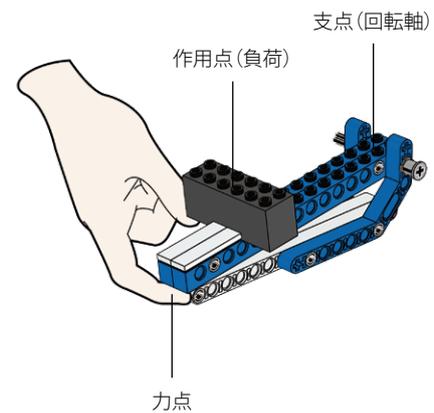
### A1

このモデルの機械的倍率は3です。これは第1種てこです。力点と負荷がそれぞれ反対側の端に位置し、支点(回転軸)がその間にあります。



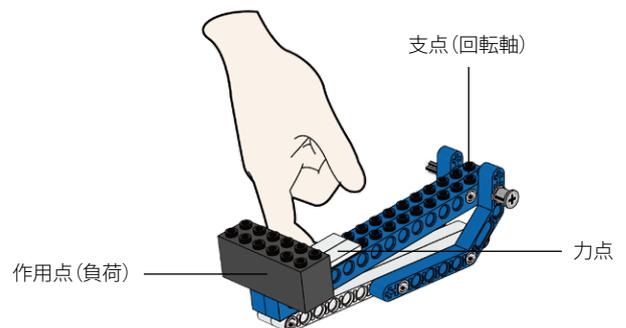
### A2

このモデルの機械的倍率は1.3です。これは第2種てこです。力点と支点(回転軸)がそれぞれ反対側の端に位置し、作用点(負荷)がその間にあります。



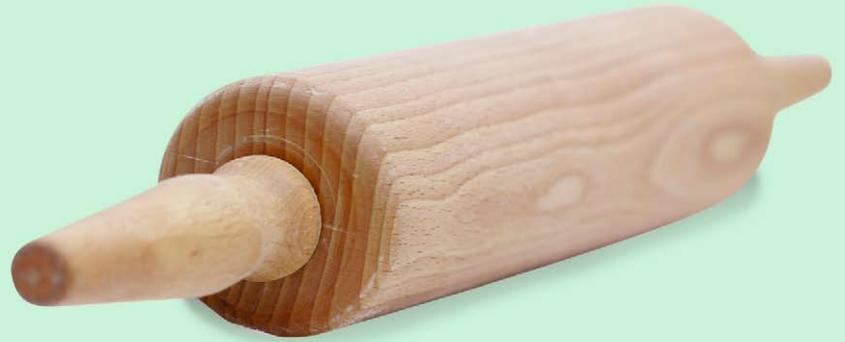
### A3

このモデルの機械的倍率は0.8です。すなわち、作用点(負荷)を持ち上げるためには、作用点(負荷)力よりも大きな作用力が必要なことを示しています。ですが、作用点(負荷)は力点と支点(回転軸)の間の距離よりも長い距離を動きます。これは第3種てこです。支点(回転軸)と作用点(負荷)がそれぞれ反対側の端に位置し、力点(力)がその間にあります。





education



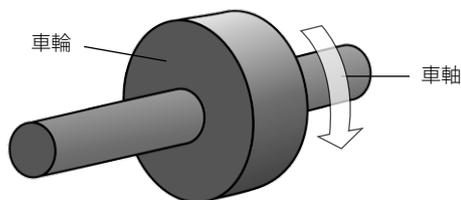
# 車輪と車軸

# Wheel and Axle

生徒用ワークシート

## 基本的な機械要素：車輪と車軸

車輪と車軸は通常円形の物体で、通常大きな車輪と小さな車軸がしっかりと固定されて使われています。



車輪と車軸は、常に同じスピード(速度)で回転します。車輪の円周の方が大きいため、車輪の外側はより早く回転し、より長い距離を移動することができます。

負荷による摩擦は、地面の上を引きずるよりも車輪のついた車に乗せた方が、ほとんどの場合に減少します。科学やエンジニアリング(工学)の分野では、車輪の用途は輸送だけに限られません。溝のついた車輪は滑車と呼ばれ、歯のついた車輪は歯車と呼ばれます。

車輪と車軸の一般的な例として、麺棒やローラースケート、手押し車が挙げられます。

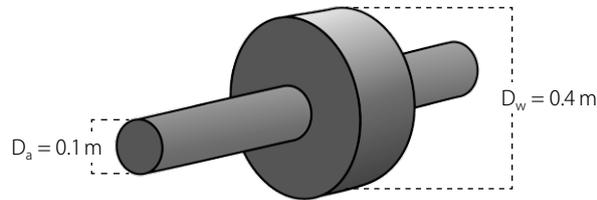
### 豆知識

これまでの研究によると、最初の車輪はシュメール人によって5600年前に作られたとされています。

## ホイールと車軸の機械的倍率

ホイールと車軸の機械的倍率は、ホイールと車軸の回転の比率を示します。どこに作用力がかかるかによって、機械的倍率は以下の公式を使用して計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{D_w}{D_a}$$



このホイールと車軸の機械的倍率は、作用力が車軸に加わった場合には、4:1 もしくは 4 です。すなわち、スピードと距離は 4 倍になりますが、力が 4 分の 1 に減少することを示しています。作用力がホイールに加わった場合には、機械的倍率は 1:4 で、スピードと距離は 4 分の 1 に減りますが、力が 4 倍になることを示しています。

ヒント:



大きなレゴ®ホイールの直径は 43.2 ミリです。



レゴの車軸の直径は 4.7 ミリです。

**B1**

組み立て説明書IのB1(8-9ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

テーブルの上で、一直線にモデルを押してみましよう。  
 今度は、ジグザグに急カーブで動かしてみてください。  
 どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



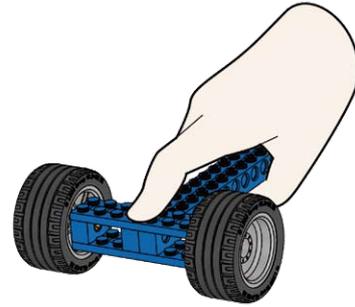
---



---



---



**B2**

組み立て説明書IのB2(10-11ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

テーブルの上で、一直線にモデルを押してみましよう。  
 今度は、ジグザグに急カーブで動かしてみてください。  
 どうなったか、なぜそうなったか説明してください。また、上のモデルと比較してみましよう。

---



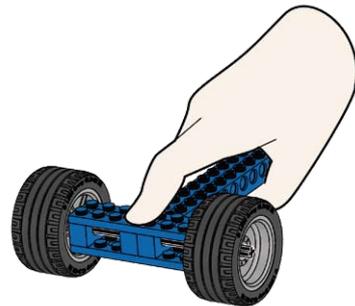
---



---



---



**B3**

組み立て説明書IのB3(12-15ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

テーブルの上で、一直線にモデルを押してみましよう。  
 今度は、ジグザグに急カーブで動かしてみてください。  
 どうなったか、なぜそうなったか説明してください。また、上のモデルと比較してみましよう。

---



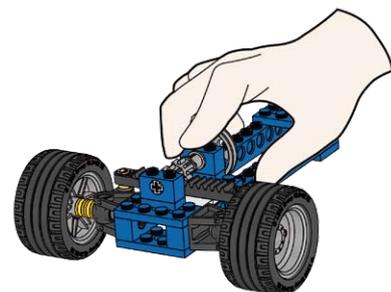
---



---



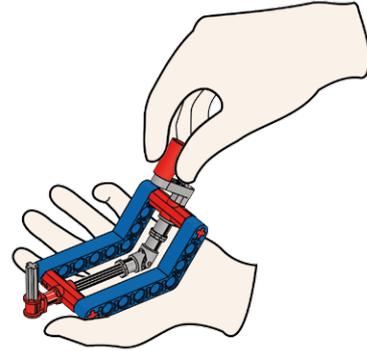
---



**B4**

組み立て説明書1のB4(16-17ページ)に従ってモデルを組み立て  
ましょう。

ハンドルを回転させ、どうなったか説明してください。




---



---



---



---

**B5**

イラストの通り、モデルを組み立ててみましょう。

レゴ®ホイールと車軸の機械的倍率を計算してみましょう。




---



---



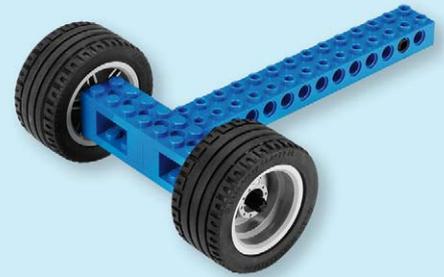
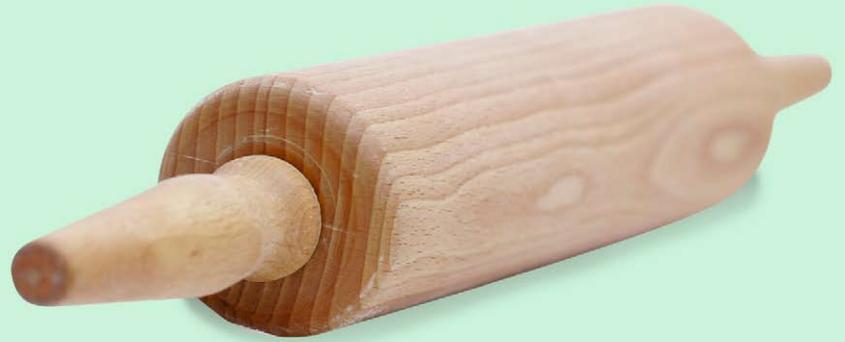
---



---



education



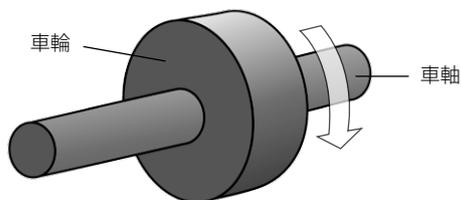
# 車輪と車軸

# Wheel and Axle

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 基本的な機械要素：車輪と車軸

車輪と車軸は通常、円形の物体で、大きな車輪と小さな車軸がしっかりと固定されて使われています。



車輪と車軸は、常に同じスピード(速度)で回転します。車輪の円周の方が大きいため、車輪の外側はより早く回転し、より長い距離を移動することができます。

負荷による摩擦は、地面の上を引きずるよりも車輪のついた車に乗せた方が、ほとんどの場合に減少します。科学やエンジニアリング(工学)の分野では、車輪の用途は輸送だけに限られません。溝のついた車輪は滑車と呼ばれ、歯のついた車輪は歯車と呼ばれます。

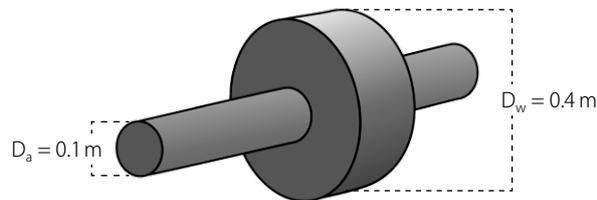
車輪と車軸の一般的な例として、麺棒やローラースケート、手押し車が挙げられます。

**先生のための豆知識**  
これまでの研究によると、最初の車輪はシュメール人によって5600年前に作られたとされています。

## ホイールと車軸の機械的倍率

ホイールと車軸の機械的倍率は、ホイールと車軸の回転の比率を示します。どこに作用力がかかるかによって、機械的倍率は以下の公式を使用して計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{D_w}{D_a}$$



このホイールと車軸の機械的倍率は、作用力が車軸に加わった場合には、4:1 もしくは 4 です。すなわち、スピードと距離は 4 倍になりますが、力が 4 分の 1 に減少することを示しています。作用力がホイールに加わった場合には、機械的倍率は 1:4 で、スピードと距離は 4 分の 1 に減りますが、力が 4 倍になることを示しています。

ヒント:



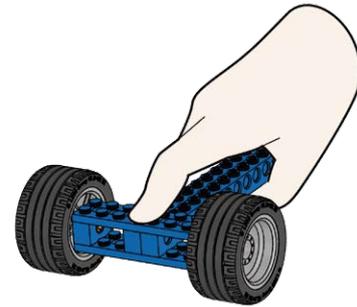
大きなレゴ®ホイールの直径は 43.2 ミリです。



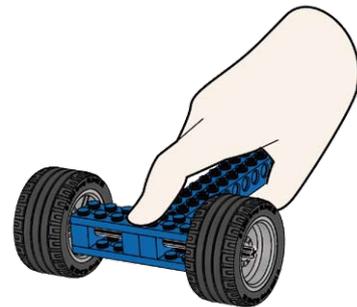
レゴの車軸の直径は 4.7 ミリです。

**B1**

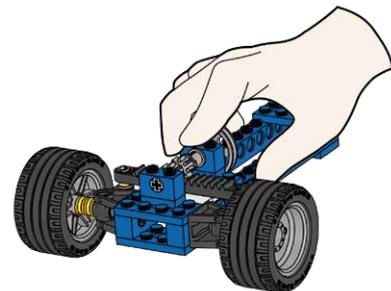
このモデルは、分割車軸を使った車です。直線を運転する場合も、急なカーブのあるジグザグパターンを運転する場合も、操縦がとても簡単です。分割車軸によって、車輪は異なるスピードで向きを変えることができます。

**B2**

このモデルは、固定車軸を使った車です。直線を運転する場合は、操縦がとても簡単です。ですが、急なカーブのあるジグザグパターンを運転する場合には、車輪は異なるスピードで回転することができないため、操縦が困難です。カーブを切るときに、車輪の1つが常にスリップします。

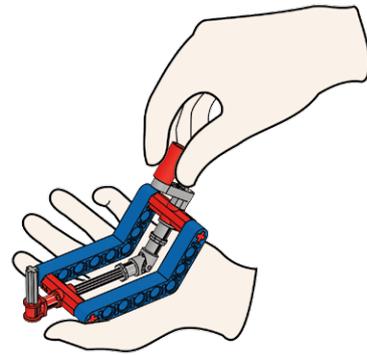
**B3**

このモデルは、ステアリングシステムを使った車です。直線を運転する場合も、急なカーブのあるジグザグパターンを運転する場合も、操縦がとても簡単です。分割車軸によって、車輪は異なるスピードで向きを変えることができると同時に、ステアリング・ホイールによって安定したコントロールが可能となります。



**B4**

このモデルは、自由継ぎ手です。ハンドルを回すと、回転運動は斜めの角度で自在継ぎ手を通して出力へと伝えられます。入力と出力の速力比は1:1です。

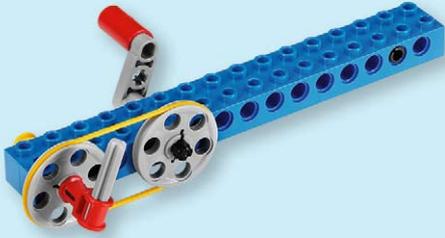
**B5**

レゴ®ホイールと車軸の機械的倍率は、9.2です。これは力点を使ってホイールを回転させるか、車軸を回転させるかによって決まります。





education



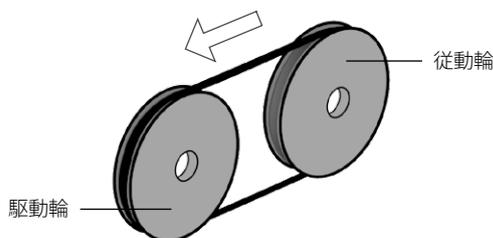
滑車

Pulley

生徒用ワークシート

## 基本的な機械要素：滑車

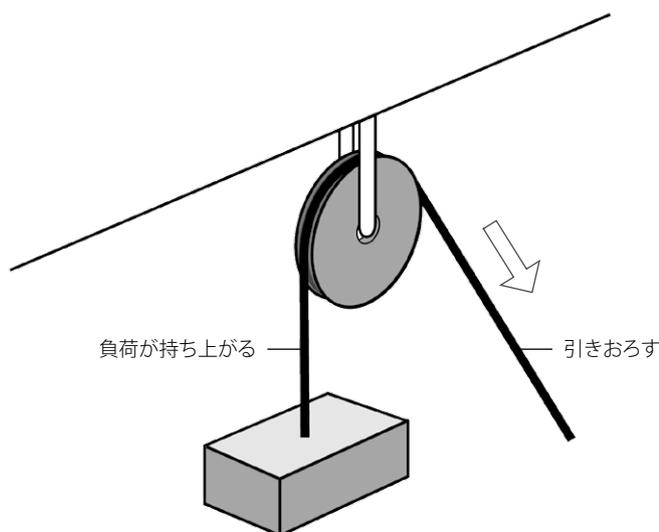
滑車は、そのへりに巻きつけたロープや鎖、またはベルトによって動く車輪です。



ベルト滑車では、2つの滑車が1つのベルトによってつながっています。外部から作用力がかかる車輪は駆動輪と呼ばれ、もう1つの車輪は従動輪と呼ばれます。駆動滑車は入力、従動滑車は出力を供給します。駆動輪によってベルトが回転すると、従動輪が同じ方向に回転します。駆動輪が従動輪より小さいと、従動輪は駆動輪よりもゆっくり回ります。

ベルト滑車が動きを伝えるためには、ベルトの摩擦が必要です。ベルトがきつ過ぎると、ベルトによって無駄な摩擦推力が滑車の車軸や軸受けに生じます。ベルトがゆる過ぎるとベルトが滑ってしまい、伝えられた力を効率的に使うことができません。滑りは、ベルトで動く機械に過負荷がかかることを防止するための安全機能です。

重量物の持ち上げ作業には、複数の滑車を組み合わせることによって、より簡単に重い物を持ち上げるためのシステムを作ることができます。



1つの滑車を使用しても負荷の持ち上げは楽になりませんが、加速したり作用力を加えることなく、動きの方向を変えることができます。ロープを引っ張ることによってのみ、負荷を持ち上げることができます。定滑車は、滑車自体は動かず、重りのみが動きます。滑車とロープの重さを無視すると、重りの重さと同じ力でロープを引く必要があります。動滑車はロープと連動して、滑車自体が動きます。滑車とロープの重さを無視すると、重りの重さの二分の一の力で重りは動きます。ただし、ロープを引く長さは二倍になります。1つの車軸に接続された複数の滑車は、持ち上げたり引きずったりするシステムでは、複滑車と呼ばれます。

滑車の一般的な例として、ブラインドやカーテン、旗ざお（フラッグポール）が挙げられます。

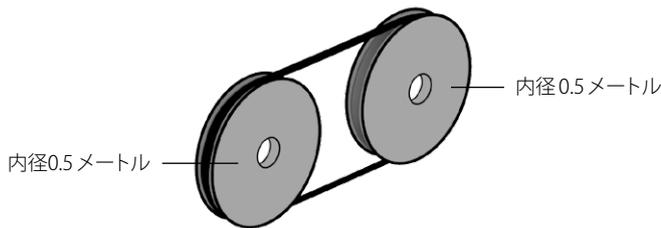
### 豆知識

滑車は、19世紀初頭のナポレオン戦争の時代に、軍艦用の滑車装置として英国海軍に供給するため、イギリスで大量生産が行われました。

# 滑車の機械的倍率

滑車の利点は、力を取るか距離を取るか選べることです。一般的に、力を節約するためには、その分長い距離を移動しなければなりません。ベルト滑車の機械的倍率を計算する最も正確な方法は、従動滑車の内径を駆動滑車の内径で割ることです。また、1回の駆動滑車の回転に対する、従動滑車の回転数を比較することもできます。ですが、スリップした場合には、正確な比較とはなりません。

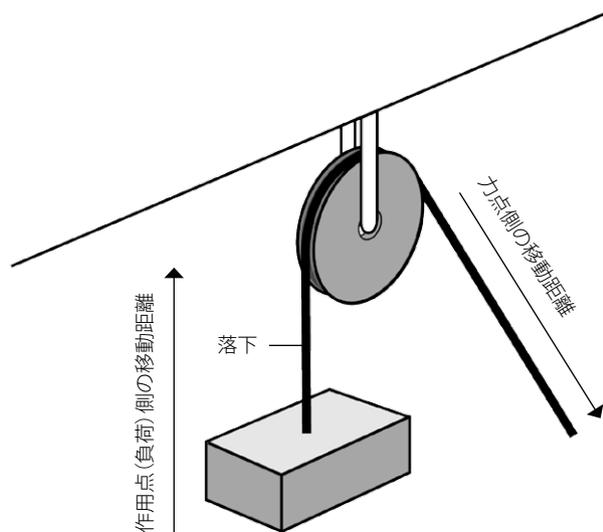
$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{従動輪の直径}}{\text{駆動輪の直径}}$$



$$\text{機械的倍率} = \frac{0.5\text{メートル}}{0.5\text{メートル}}$$

$$\text{機械的倍率} = 1$$

滑車システムの機械的倍率を測定するには、2つの方法があります。機械的倍率を測定するもっとも簡単な方法は、作用点(負荷)が落下する際の滑車の回転数(または上昇の回転数)を数えることです。あるいは、力点側の距離を作用点(負荷)側の距離で割って算出することもできます。



$$\text{機械的倍率} = 1$$

ヒント:



大型滑車の内径は22ミリです。



小型滑車の内径は5.8ミリです。

豆知識

理論的には、重さにかかわらずどんな物体でも、大きなブロックと滑車装置、そして長いロープがあれば持ち上げられるはずですが、摩擦が増加するため、最終的に滑車装置は機械的倍率の効果を活用できないレベルに達してしまいます。

### C1

組み立て説明書IのC1(18ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次に、出力ポインターのグリップ力を少しずつ強めながら、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



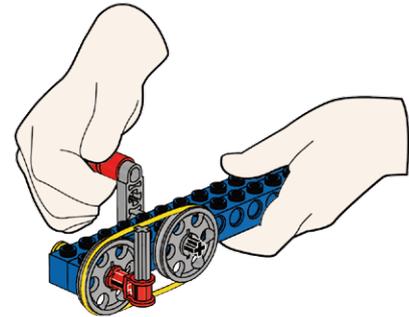
---



---



---



### C2

組み立て説明書IのC2(19ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次に、出力ポインターのグリップ力を少しずつ強めながら、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



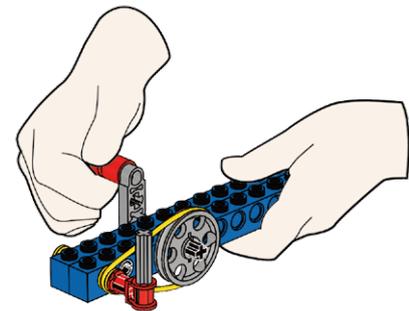
---



---



---



### C3

組み立て説明書IのC3(20ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次に、出力ポインターのグリップ力を少しずつ強めながら、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



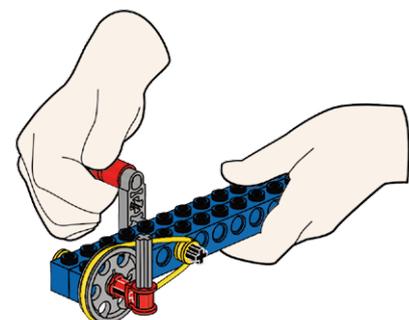
---



---



---



### C4

組み立て説明書IのC4 (21 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次に、出力ポインターのグリップ力を少しずつ強めながら、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



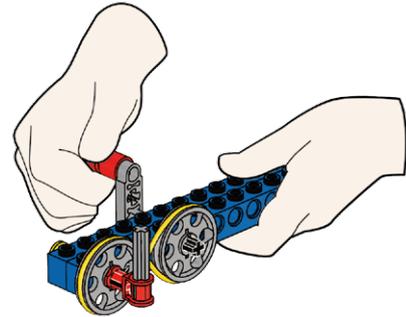
---



---



---



### C5

組み立て説明書IのC5 (22-23 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次にハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



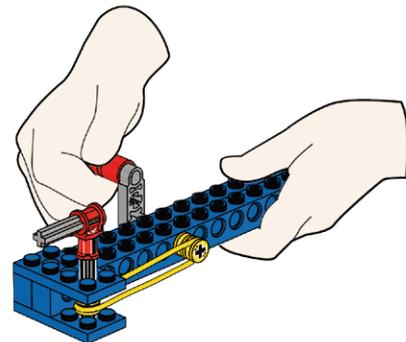
---



---



---



### C6

組み立て説明書IのC6 (24-25 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次にハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



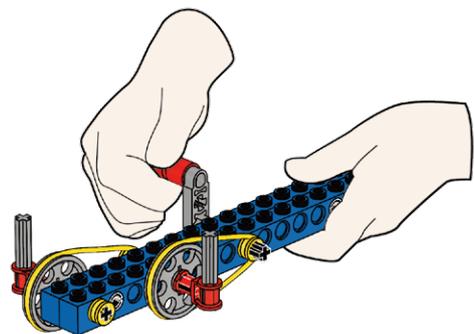
---



---

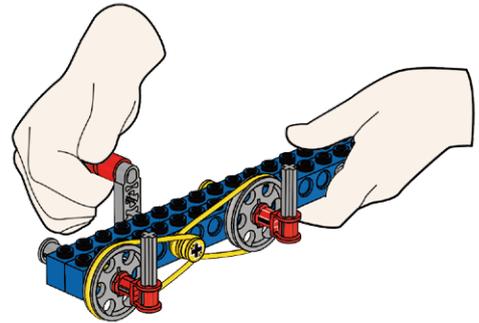


---



**C7**

組み立て説明書IのC7 (26-27 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 機械的倍率を計算してみましょう。次にハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。




---



---



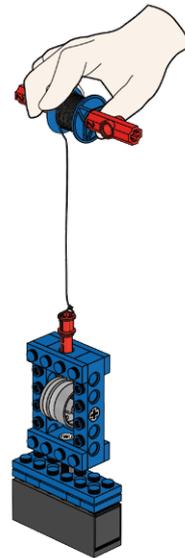
---



---

**C8**

組み立て説明書IのC8 (28-31 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 ひもを引っ張り上げて、作用点(負荷)を持ち上げます。どなったか説明してください。




---



---



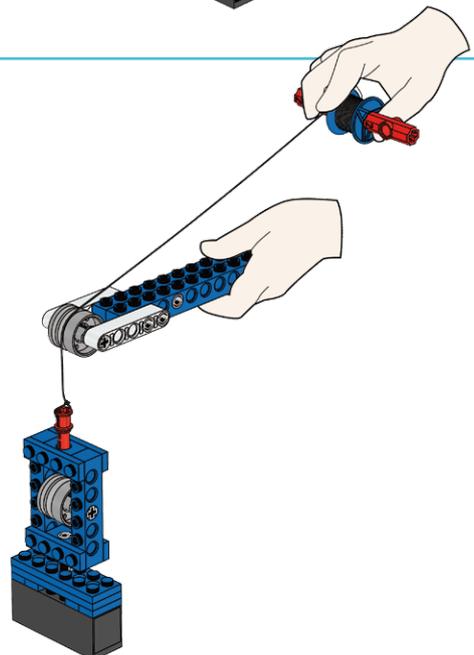
---



---

**C9**

組み立て説明書IのC9 (32-35 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 機械的倍率を計算してみましょう。次に、ひもを引っ張って、作用点(負荷)を持ち上げます。どなったか、なぜそうなったか説明してください。




---



---



---



---

### C10

組み立て説明書IのC10(36ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次に、ひもを引っ張って、作用点(負荷)を持ち上げます。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



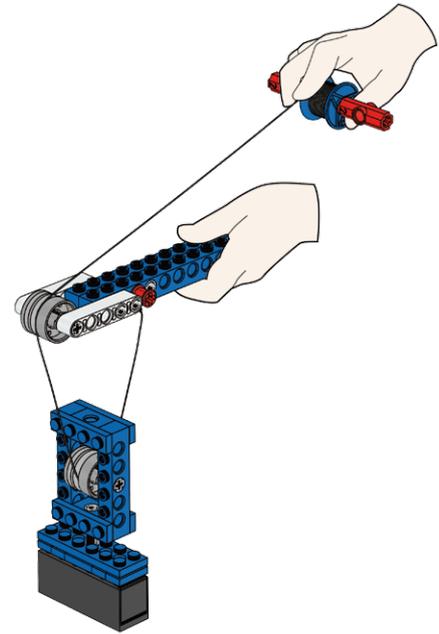
---



---

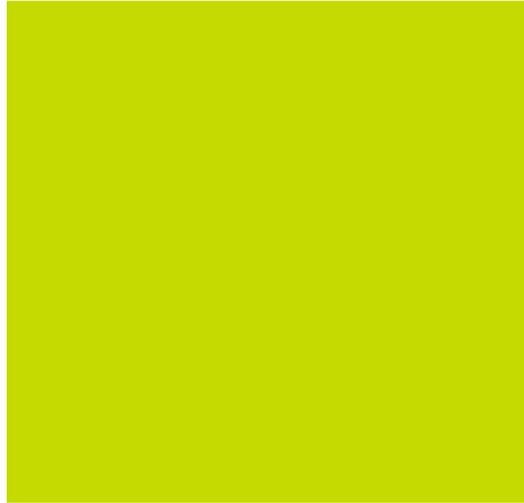
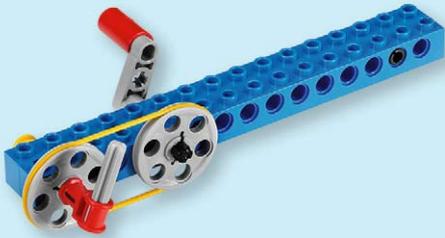


---





education

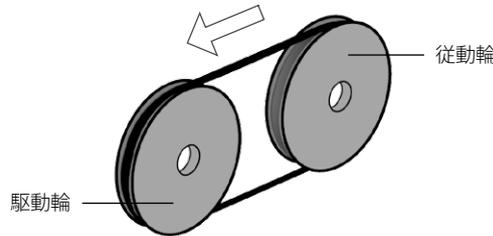


# 滑車 Pulley

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 基本的な機械要素：滑車

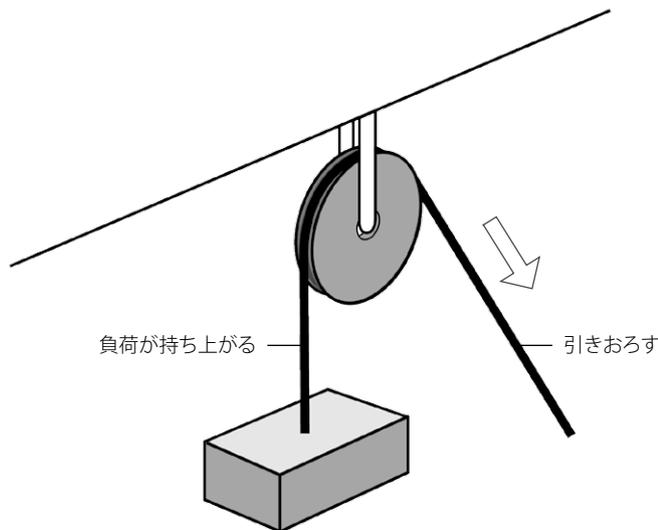
滑車は、そのへりに巻きつけたロープや鎖、またはベルトによって動く車輪です。



ベルト滑車では、2つの滑車が1つのベルトによってつながっています。外部から作用力がかかる車輪は駆動輪と呼ばれ、もう1つの車輪は従動輪と呼ばれます。駆動滑車は入力に従動滑車は出力を供給します。駆動輪によってベルトが回転すると、従動輪が同じ方向に回転します。駆動輪が従動輪より小さいと、従動輪は駆動輪よりもゆっくり回ります。

ベルト滑車が動きを伝えるためには、ベルトの摩擦が必要です。ベルトがきつ過ぎると、ベルトによって無駄な摩擦推力が滑車の車軸や軸受けに生じます。ベルトがゆる過ぎるとベルトが滑ってしまい、伝えられた力を効率的に使うことができません。滑りは、ベルトで動く機械に過負荷がかかることを防止するための安全機能です。

重量物の持ち上げ作業には、複数の滑車を組み合わせることによって、より簡単に重い物を持ち上げるためのシステムを作ることができます。



1つの滑車を使用しても負荷の持ち上げは楽になりませんが、加速したり作用力を加えることなく、動きの方向を変えることができます。ロープを引っ張ることによってのみ、負荷を持ち上げることができます。定滑車は、滑車自体は動かず、重りのみが動きます。滑車とロープの重さを無視すると、重りの重さと同じ力でロープを引く必要があります。動滑車はロープと連動して、滑車自体が動きます。滑車とロープの重さを無視すると、重りの重さの二分の一の力で重りは動きます。ただし、ロープを引く長さは二倍になります。1つの車軸に接続された複数の滑車は、持ち上げたり引きずったりするシステムでは、複滑車と呼ばれます。

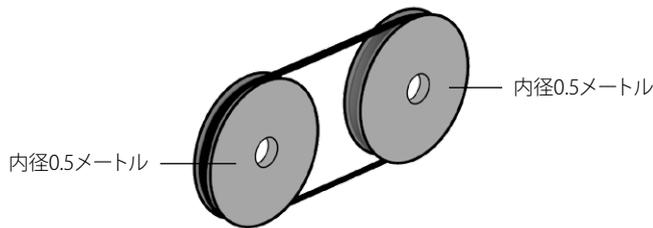
滑車の一般的な例として、ブラインドやカーテン、旗ざお(フラッグポール)が挙げられます。

滑車は、19世紀初頭のナポレオン戦争の時代に、軍艦用の滑車装置として英国海軍に供給するため、イギリスで大量生産が行われました。

## 滑車の機械的倍率

滑車の利点は、力を取るか距離を取るか選べることです。一般的に、力を節約するためには、その分長い距離を移動しなければなりません。ベルト滑車の機械的倍率を計算する最も正確な方法は、従動滑車の内径を駆動滑車の内径で割ることです。また、1回の駆動滑車の回転に対する、従動滑車の回転数を比較することもできます。ですが、スリップした場合には、正確な比較とはなりません。

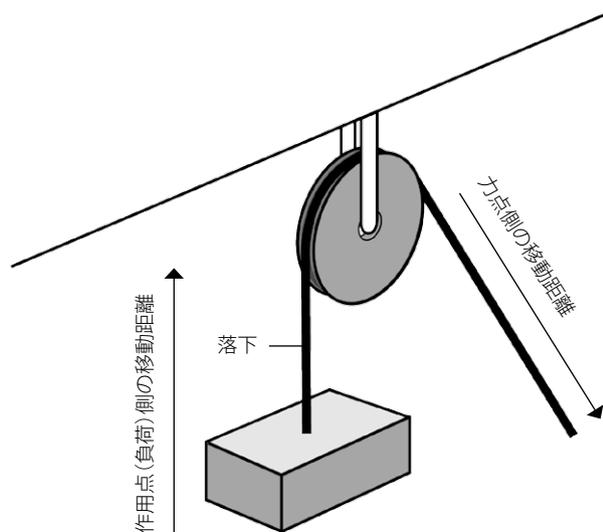
$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{従動輪の直径}}{\text{駆動輪の直径}}$$



$$\text{機械的倍率} = \frac{0.5\text{メートル}}{0.5\text{メートル}}$$

$$\text{機械的倍率} = 1$$

滑車システムの機械的倍率を測定するには、2つの方法があります。機械的倍率を測定するもっとも簡単な方法は、作用点(負荷)が落下する際の滑車の回転数(または上昇の回転数)を数えることです。あるいは、力点側の距離を作用点(負荷)側の距離で割って算出することもできます。



$$\text{機械的倍率} = 1$$

### ヒント:



大型滑車の内径は22ミリです。



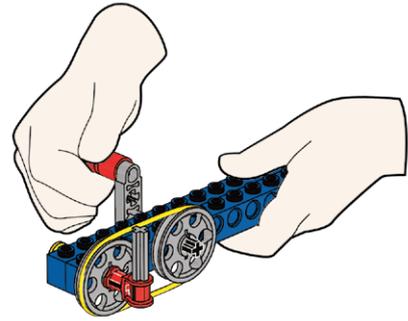
小型滑車の内径は5.8ミリです。

### 豆知識

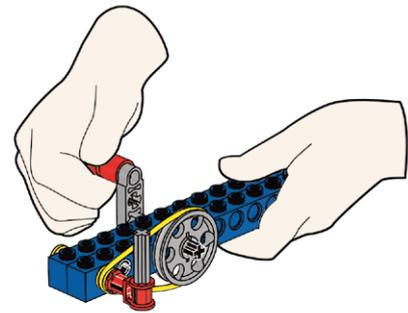
理論的には、重さにかかわらずどんな物体でも、大きなブロックと滑車装置、そして長いロープがあれば持ち上げられるはずですが、摩擦が増加するため、最終的に滑車装置は機械的倍率による利点を活用できないレベルに達してしまいます。

**C1**

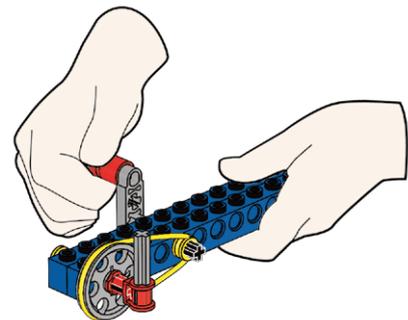
このモデルの機械的倍率は1です。このモデルは、駆動滑車と従動滑車のスピードと方向が同じベルト滑車です。出力ポインターを軽くつかむと、ベルトが滑るため、従動滑車の回転が止まります。1という機械的倍率は、レゴ®部品のサイズの比率を表しています。

**C2**

このモデルの機械的比率は1:3.8です。このモデルはベルト滑車でスピードが増加します。従動滑車は駆動滑車よりも速く回転しますが、出力が減り、ベルトがより滑りやすくなります。1:3.8という機械的倍率は、レゴ部品のサイズの比率を表しています。

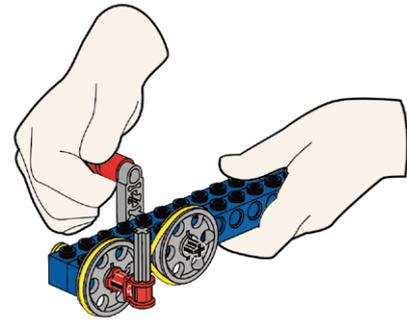
**C3**

このモデルの機械的倍率は3.8:1です。このモデルは、スピードが減速するベルト滑車です。従動滑車は駆動滑車よりもゆっくりと回転します。このため出力は増大しますが、作用点(負荷)が増えるためにベルトが滑ってしまいます。3.8:1という機械的倍率は、レゴ部品のサイズの比率を表しています。



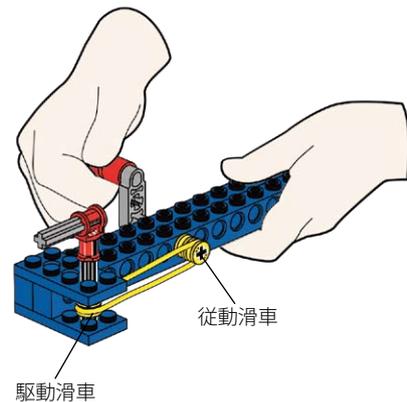
### C4

このモデルの機械的倍率は1です。このモデルは、駆動滑車と従動滑車のスピードが同じベルト滑車ですが、ベルトが交差しているため反対方向に回転しています。



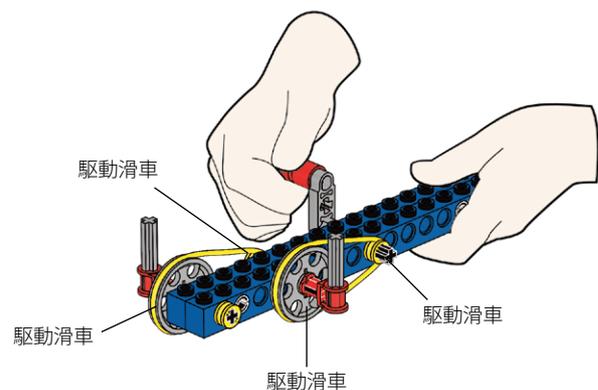
### C5

このモデルの機械的倍率は1です。このモデルは、駆動滑車と従動滑車のスピードが同じベルト滑車ですが、ベルトがねじれているため動きの角度が変わります。



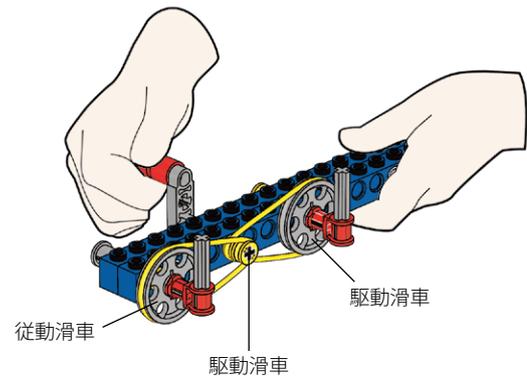
### C6

このモデルの機械的倍率は14.4:1です。このモデルは、スピードはかなり落ちますが、出力が著しく増加するベルト駆動の複合滑車です。小さな駆動滑車を使うと、大きな従動滑車がゆっくりと動きます。同一車軸上の小さな駆動滑車からなる大きな従動滑車は、2番目の大きな従動滑車の駆動滑車となります。



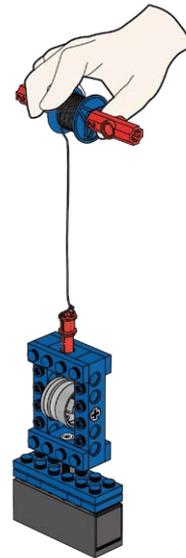
### C7

このモデルの機械的倍率は3.8:1です。このモデルは、1つの駆動滑車が2つの従動滑車を動かし、出力を2倍にするベルト滑車です。駆動滑車と従動滑車の大きさの違いによって、スピードは遅くなりますが、出力は増大します。



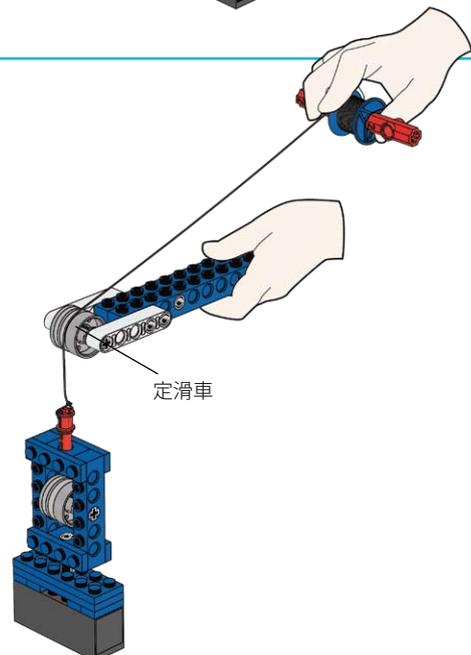
### C8

このモデルの機械的倍率は1で、必要な作用力、スピード、距離が変化しないことを示しています。レゴ®重りブロックなら、簡単に持ち上げたり下ろしたりすることができます。



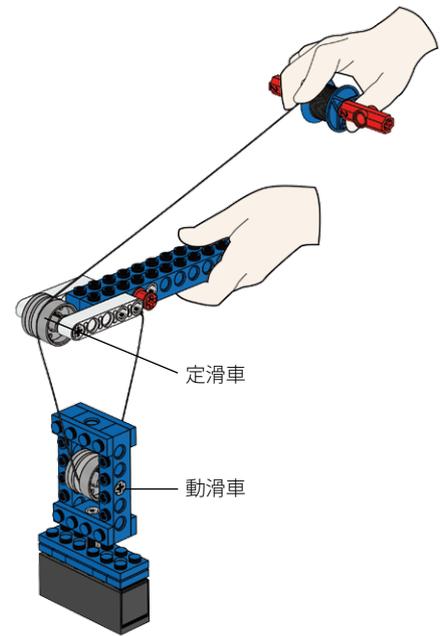
### C9

このモデルの機械的倍率は1で、必要な作用力やスピードが変化しないことを示しています。ただし、動きの方向のみ変化します。



**C10**

このモデルの機械的倍率は2で、作用点(負荷)を持ち上げるために必要な作用力が半減すると同時に、作用点(負荷)を持ち上げるスピードも落ちることを意味しています。作用点(負荷)を持ち上げるためには、2倍の長さのひもを引っ張る必要があります。





education



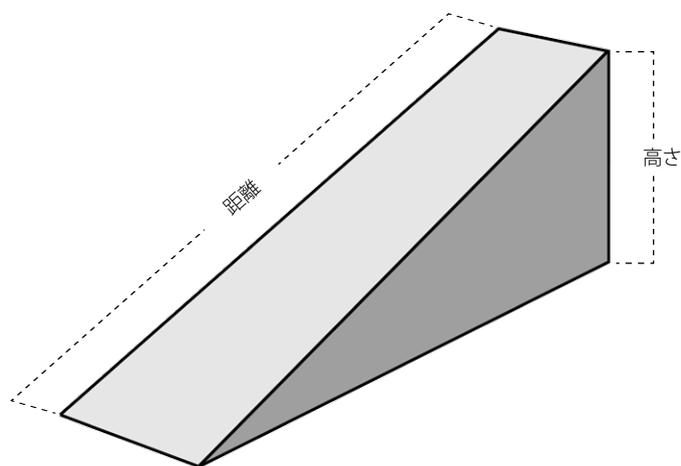
斜面

Inclined Plane

生徒用ワークシート

## 斜面の機械的倍率

斜面は物などを持ち上げるために使われる、例えば傾斜台などの傾斜している表面のことをいいます。



斜面を使用して物を指定の高さまで持ち上げますが、この場合にはより長い距離を動かさなければなりません。ただし、この場合の作用力は、まっすぐ上に持ち上げる場合よりも小さくて済みます。すなわち、たくさんの労力を使って短距離でまっすぐ上に持ち上げるか、少ない労力で徐々に長い斜面を使って持ち上げるかのどちらかとなります。

斜面の一般的な例としては、はしごや階段が挙げられます。

### 豆知識

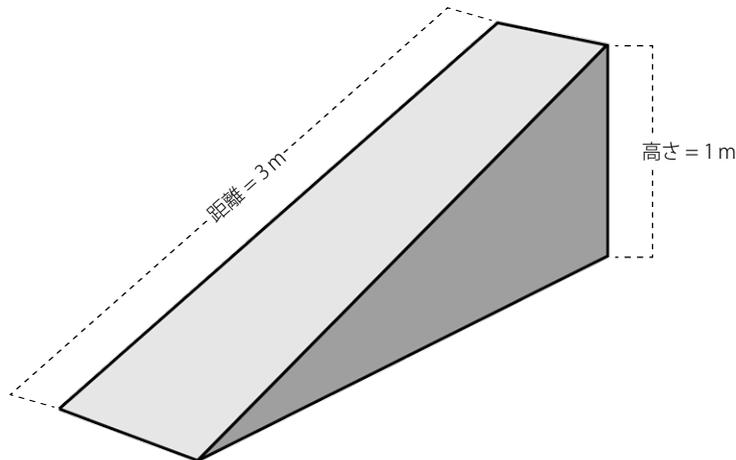
斜面を使用する利点は、何千年間も前から知られ、使用されてきました。古代エジプト人は、ピラミッドの上へ巨大な石のブロックを運ぶ際の労力を軽減するために、土で作られた斜面を使用しました。

## 斜面の機械的倍率

斜面の機械的倍率は、斜面の長さとの関係を表しています。

機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{作用点(負荷)の移動距離}}{\text{作用点(負荷)が持ち上げられる高さ}}$$



$$\text{機械的倍率} = \frac{3\text{メートル}}{1\text{メートル}} = 3$$

作用点(負荷)を持ち上げるために必要な作用力は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\frac{\text{作用点(負荷)}}{\text{力点}} = \frac{\text{距離}}{\text{高さ}}$$

また、作用点(負荷)を動かすために必要な作用力を計算することは、理論上は簡単です。ところが、実際には、斜面と作用点(負荷)の間の摩擦が加える作用力に大いに影響します。

### 豆知識

まっすぐ垂直に持ち上げる場合の機械的倍率は、常に1となります。すなわち、機械的倍率の効果なしに、作用点(負荷)全体を持ち上げなければならないことを意味しています。

**D1**

組み立て説明書IIのD1(2-12ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 機械的倍率を計算してみましょう。次に、作用点(負荷)から手を放してみましょう。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



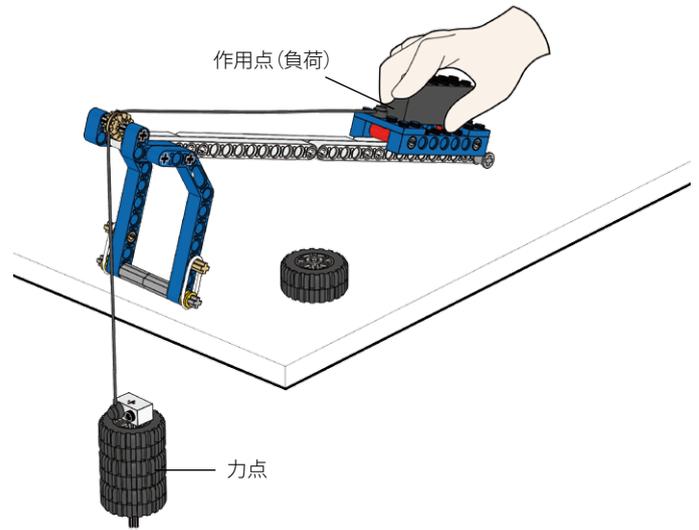
---



---



---



**D2**

組み立て説明書IIのD2(13-15ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 機械的倍率を計算してみましょう。次に、作用点(負荷)から手を放してみましょう。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



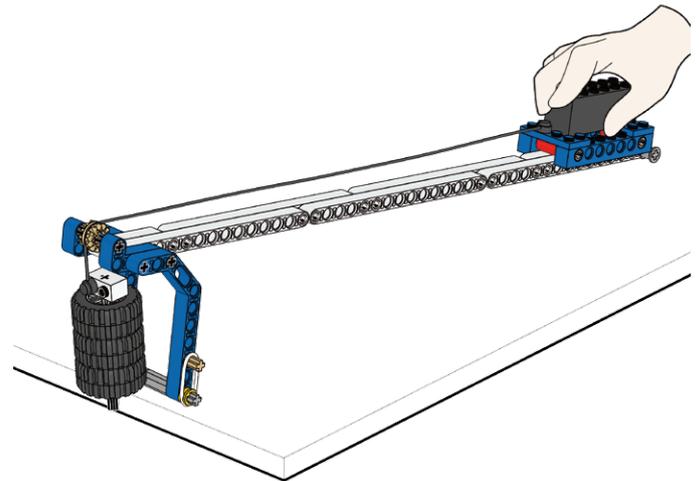
---



---



---





education



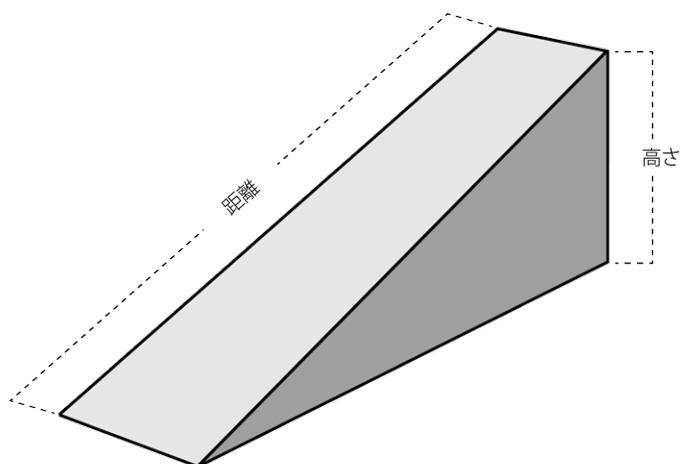
斜面

Inclined Plane

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 基本的な機械要素：斜面

斜面は物などを持ち上げるために使われる、例えば傾斜台などの傾斜している表面のことをいいます。



斜面を使用して物を指定の高さまで持ち上げますが、この場合にはより長い距離を動かさなければなりません。ただし、この場合の作用力は、まっすぐ上に持ち上げる場合よりも小さくて済みます。すなわち、たくさんの労力を使って短距離でまっすぐ上に持ち上げるか、少ない労力で徐々により長い斜面を使って持ち上げるかのどちらかとなります。

斜面の一般的な例としては、はしごや階段が挙げられます。

### 豆知識

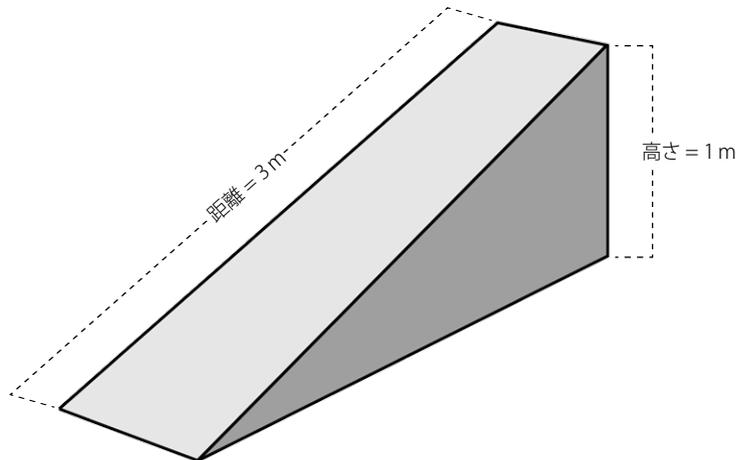
斜面を使用する利点は、何千年間も前から知られ、使用されてきました。古代エジプト人は、ピラミッドの上へ巨大な石のブロックを運ぶ際の労力を軽減するために、土で作られた斜面を使用しました。

## 斜面の機械的倍率

斜面の機械的倍率は、斜面の長さで斜面の高さとの関係を表しています。

機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{作用点(負荷)の移動距離}}{\text{作用点(負荷)が持ち上げられる高さ}}$$



$$\text{機械的倍率} = \frac{3\text{メートル}}{1\text{メートル}} = 3$$

作用点(負荷)を持ち上げるために必要な作用力は、以下の公式を使用すると計算することができます。

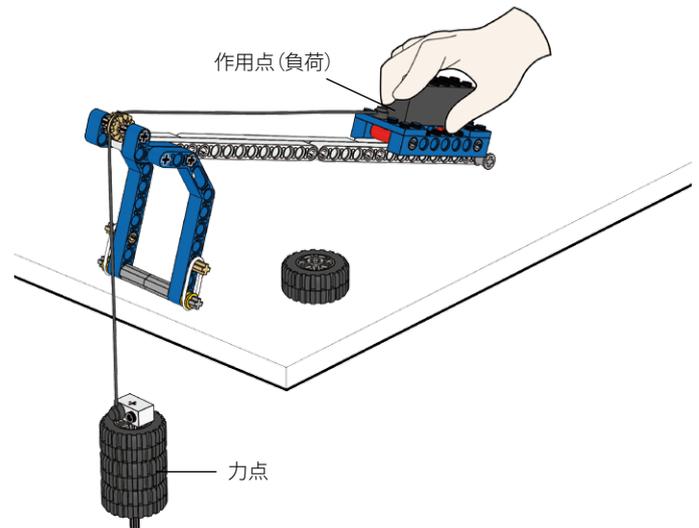
$$\frac{\text{作用点(負荷)}}{\text{力点}} = \frac{\text{距離}}{\text{高さ}}$$

また、作用点(負荷)を動かすために必要な作用力を計算することは、理論上は簡単です。ところが、実際には、斜面と作用点(負荷)の間の摩擦が加える作用力に大いに影響します。

**豆知識**  
まっすぐ垂直に持ち上げる場合の機械的倍率は、常に1となります。すなわち、機械的倍率の効果なしに、作用点(負荷)全体を持ち上げなければならないことを意味しています。

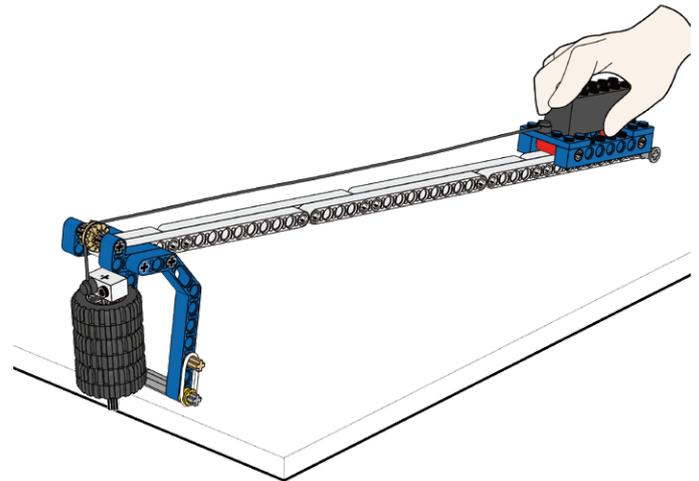
## D1

このモデルは、機械的倍率が約3の短い斜面です。作用点(負荷)から手を放しても、何も起こりません。斜面の上まで6ニュートンの作用点(負荷)を持ち上げるためには、3ニュートンの作用力では十分ではありません。つまり、このモデルは理想的機械的倍率と実際の機械的倍率の差を示しています。理想的な状況の場合には、2ニュートン以上の作用力で作用点(負荷)を上まで持ち上げることができるはずですが、摩擦のために実際の機械的倍率はより少なくなっています。作用力として車輪をもう1つ追加すれば、作用点(負荷)を持ち上げることができます。



## D2

このモデルは、機械的倍率が4.5の長い斜面を示しています。この斜面は距離が長くなっているために角度が小さくなっており、作用力によって斜面の上まで作用点(負荷)を持ち上げることができます。





education



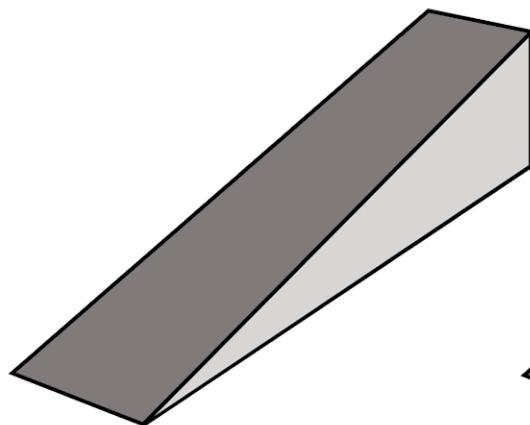
ウェッジ(くさび)

Wedge

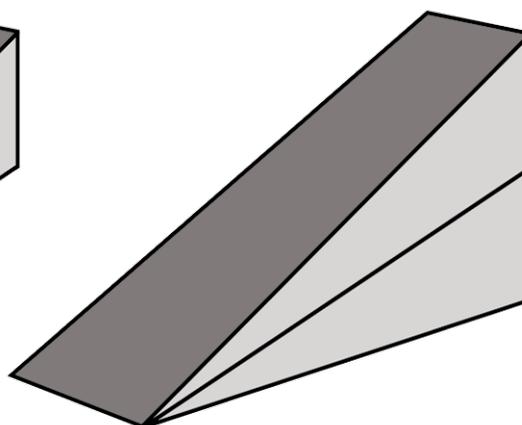
生徒用ワークシート

## 基本的な機械要素：ウェッジ(くさび)

ウェッジ(くさび)は、斜面の変形です。斜面と違って、ウェッジ(くさび)は動かす(移動させる)ことができます。



1つのウェッジ(くさび)



2つのウェッジ(くさび)

ウェッジ(くさび)は、1つまたは2つの斜面を形成します。必要とされる作用力(作用点で得られる力)は、ウェッジ(くさび)の長さ、幅、そして斜面によって変わってきます。

ウェッジ(くさび)の一般的な例としては、斧やナイフ、ドアストッパーが挙げられます。

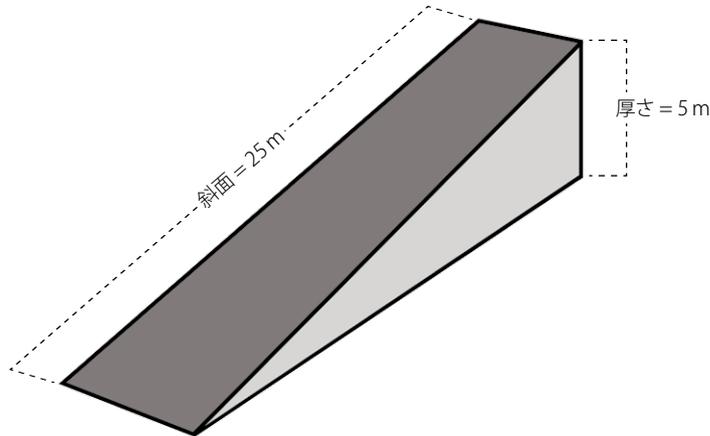
### 豆知識

ウェッジ(くさび)は、花崗岩を分割するために使用されます。ウェッジ(くさび)やフェザーと呼ばれる簡易装置は、巨大な花崗岩を分割することができます。

## ウェッジ(くさび)の機械的倍率

ウェッジ(くさび)の理想的な機械的倍率は、ウェッジ(くさび)の斜面の長さと、ウェッジ(くさび)の最も厚い側の高さとの関係を示しています。機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{斜面}}{\text{厚さ}}$$



$$\text{機械的倍率} = \frac{25 \text{ m}}{5 \text{ m}}$$

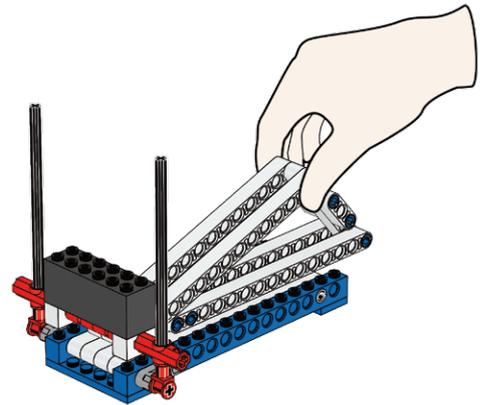
$$\text{機械的倍率} = 5$$

**ヒント:**  
ウェッジ(くさび)の角度が鋭角になるほど、機械的倍率は大きくなります。

**E1**

組み立て説明書IIのE1(16-25ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

機械的倍率を計算してみましょう。次に、作用点(負荷)の下でウェッジ(くさび)を押してみましょう。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。




---



---



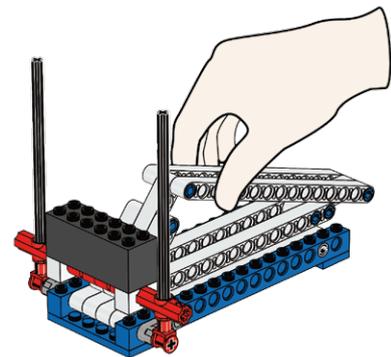
---



---

**E2**

ウェッジ(くさび)をひっくり返して、機械的倍率を計算してみましょう。次に、再度、作用点(負荷)の下でウェッジ(くさび)を押してみましょう。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。上のモデルと比較してみましょう。




---



---



---



---



education



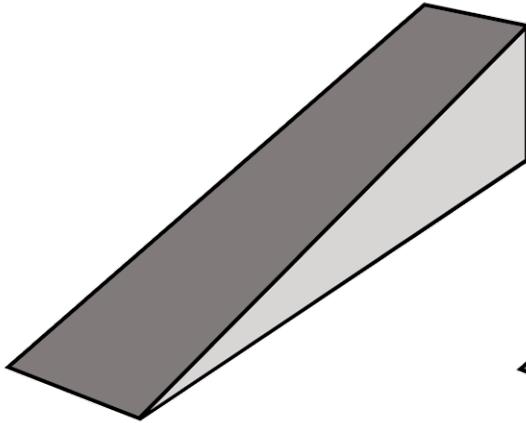
ウェッジ (くさび)

Wedge

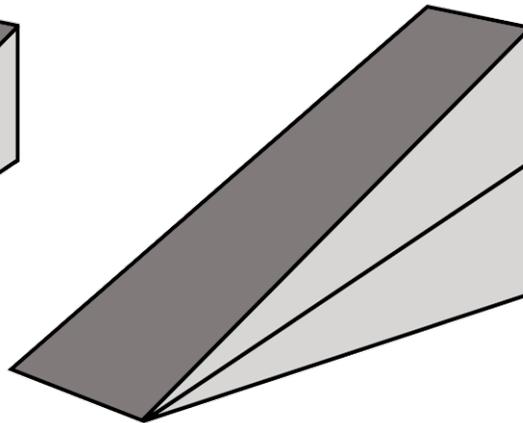
先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 基本的な機械要素: ウェッジ(くさび)

ウェッジ(くさび)は、斜面の変形です。斜面と違って、ウェッジ(くさび)は動かす(移動させる)ことができます。



1つのウェッジ(くさび)



2つのウェッジ(くさび)

ウェッジ(くさび)は、1つまたは2つの斜面を形成します。必要とされる作用力は、ウェッジ(くさび)の長さ、幅、そして斜面によって変わってきます。

ウェッジ(くさび)の一般的な例としては、斧やナイフ、ドアストッパーが挙げられます。

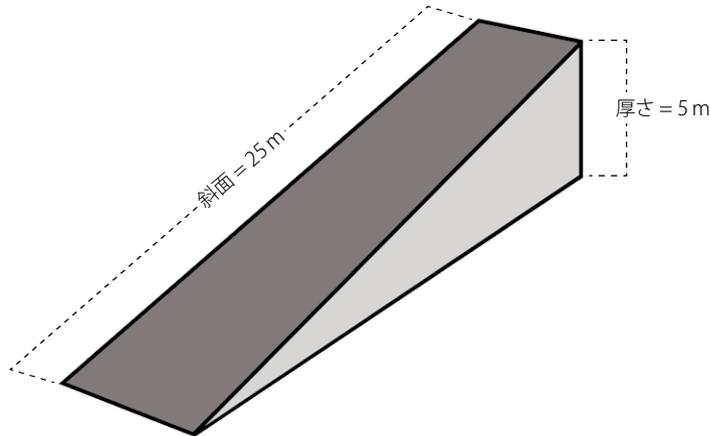
### 豆知識

ウェッジ(くさび)は、花崗岩を分割するために使用されます。ウェッジ(くさび)やフェザーと呼ばれる簡易装置は、巨大な花崗岩を分割することができます。

## ウェッジ(くさび)の機械的倍率

ウェッジ(くさび)の理想的な機械的倍率は、ウェッジ(くさび)の斜面の長さと、ウェッジ(くさび)の最も厚い側の高さとの関係を示しています。機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{斜面}}{\text{厚さ}}$$



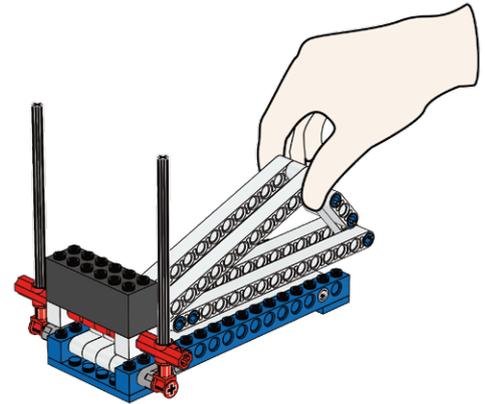
$$\text{機械的倍率} = \frac{25 \text{ m}}{5 \text{ m}}$$

$$\text{機械的倍率} = 5$$

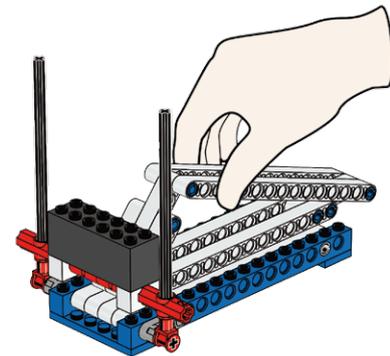
**ヒント:**  
ウェッジ(くさび)の角度が鋭角になるほど、機械的倍率は大きくなります。

**E1**

このモデルは、長い斜面で単一のウェッジ（くさび）で、機械的倍率は約3です。ウェッジ（くさび）の角度が小さいため、作用点（負荷）を持ち上げる作用力も少なくすみません。

**E2**

このモデルは、短い斜面で単一のウェッジ（くさび）で、機械的倍率は1.3です。斜面の角度が大きいため、作用点（負荷）を持ち上げるための作用力は、上のウェッジ（くさび）よりも大きくなりませんが、同時に移動距離は短くなります。





education



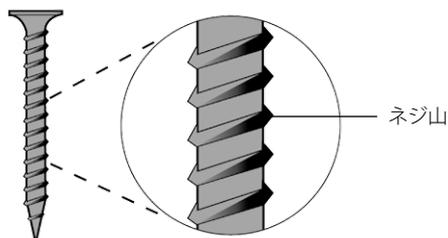
ネジ

Screw

生徒用ワークシート

## 基本的な機械要素：ネジ

ネジは、斜面の変形です。ネジ山は、円筒や円柱の面にそって巻かれている斜面であり、ネジ山の幅は、斜面の幅に相当します。



ネジのピッチが狭いほど回転数が増えますが、ねじ込む労力は減ります。この場合の負荷は、摩擦とネジがねじ込まれる木から発生するその他の力となります。

ネジが1つの木にねじ込まれる様子は、負荷の影響を受けながら長い斜面を回転していく状況と似ています。回転するドライバーの回転力は、物体にネジを留める垂直な力に転換されます。1回の回転でどの程度深くネジが入るかは、ネジのピッチによって異なります。

ピッチとは、1センチあたりのネジ山の数です。1センチあたりにネジ山が8個あれば、1/8ピッチとなります。1/8ピッチのネジは、1回転につき、物体に対し1/8センチ入ることになります。

ネジの一般的な例としては、ネジや、コルク、錐が挙げられます。

### 豆知識

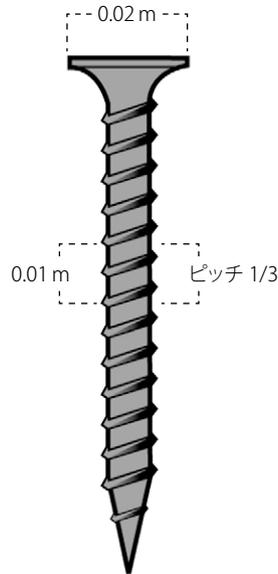
ギリシアの科学者、数学者、および発明者であったアルキメデスは、紀元前3世紀に、ネジからヒントを得て、灌漑(かんがい)用水の輸送に使用するスクリューポンプのデザインを考案しました。

## ネジの機械的倍率

ネジを使用した際の機械的倍率は、長い距離を移動することで作用力が拡散することと関係しており、そのため、重い負荷も小さな力で動かすことができます。

機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{力点の移動距離}}{\text{作用点(負荷)の移動距離}} = \frac{2\pi r}{\text{ピッチ}}$$



$$\text{機械的倍率} = \frac{2 \times \pi \times 0.02}{0.03}$$

$$\text{機械的倍率} = \text{約}4$$

これは、ねじ回しを1ニュートンの力で回せば、4ニュートンの力を出力させることができるということを意味します。

**F1**

組み立て説明書IIのF1(26-32ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 ハンドルを回転させ、スピードや方向がどうなるか説明してください。

---



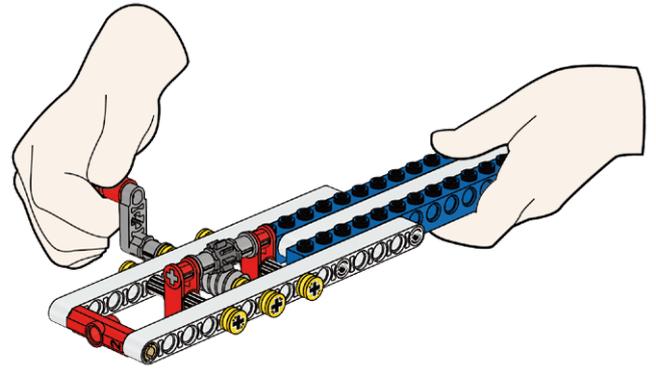
---



---



---





education



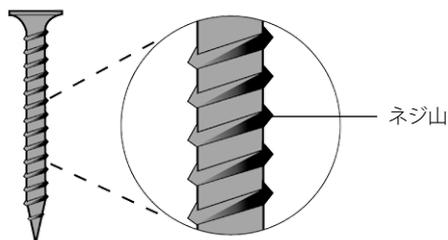
ネジ

Screw

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 基本的な機械要素：ネジ

ネジは、斜面の変形です。ネジ山は、円筒や円柱の面にそって巻かれている斜面であり、ネジ山の幅は、斜面の幅に相当します。



ネジのピッチが狭いほど回転数が増えますが、ねじ込む労力は減ります。この場合の負荷は、摩擦とネジがねじ込まれる木から発生するその他の力となります。

ネジが1つの木にねじ込まれる様子は、負荷の影響を受けながら長い斜面を回転していく状況と似ています。回転するドライバーの回転力は、物体にネジを留める垂直な力に転換されます。1回の回転でどの程度深くネジが入るかは、ネジのピッチによって異なります。

ピッチとは、1センチあたりのネジ山の数です。1センチあたりにネジ山が8個あれば、1/8ピッチとなります。1/8ピッチのネジは、1回転につき、物体に対し1/8センチ入ることになります。

ネジの一般的な例としては、ネジや、コルク、錐が挙げられます。

### 豆知識

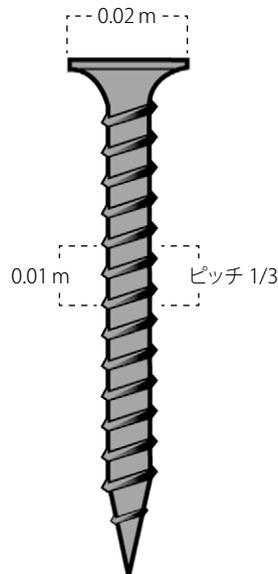
ギリシアの科学者、数学者、および発明者であったアルキメデスは、紀元前3世紀に、ネジからヒントを得て、灌漑(かんがい)用水の輸送に使用するスクリューポンプのデザインを考案しました。

## ネジの機械的倍率

ネジを使用した際の機械的倍率は、長い距離を移動することで作用力が拡散することと関係しており、そのため、重い作用点(負荷)も小さな力で動かすことができます。

機械的倍率は、以下の公式を使用すると計算することができます。

$$\text{機械的倍率} = \frac{\text{力点の移動距離}}{\text{作用点(負荷)の移動距離}} = \frac{2\pi r}{\text{ピッチ}}$$



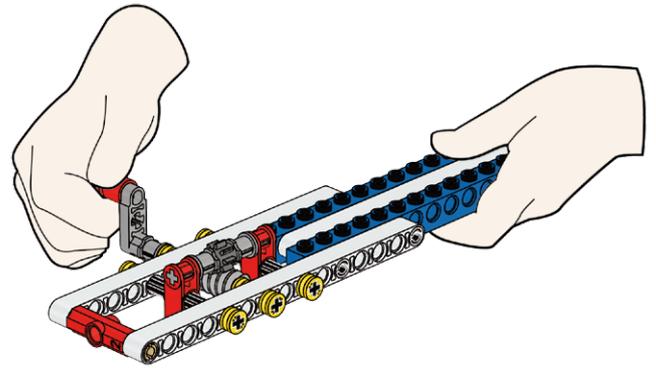
$$\text{機械的倍率} = \frac{2 \times \pi \times 0.02}{0.03}$$

$$\text{機械的倍率} = \text{約}4$$

これは、ねじ回しを1ニュートンの力で回せば、4ニュートンの力を出力させることができるということを意味します。

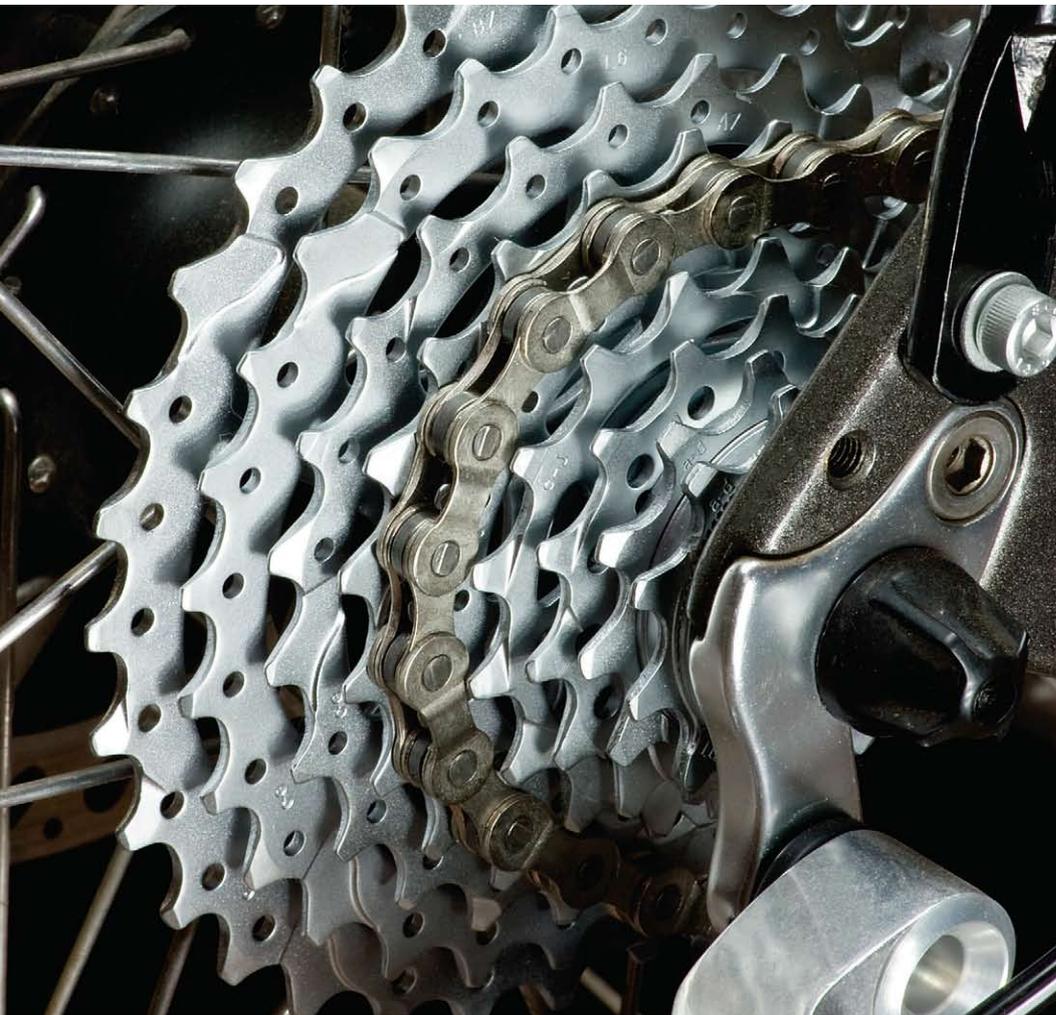
**F1**

このモデルは、ネジの原理を示すために、ウォーム歯車のネジ山を使用しています。ハンドルを回すと、ネジによって歯車は90度の角度で動きます。この場合、スピードが著しく遅くなります。





education

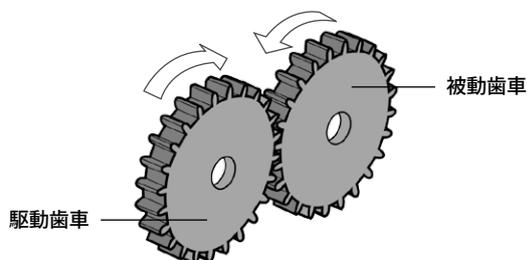


歯車 Gear

生徒用ワークシート

## メカニズム：歯車

歯車とは互いに歯がかみ合っている車輪です。歯が一緒にかみ合うため、効率的に力や動きを伝えることができます。



駆動歯車とは、手やエンジンなど、外部からの作用力で回転する歯車です。別の歯車によって回転させられる歯車は被動歯車と呼ばれます。駆動歯車は入力、被動歯車は出力を供給します。歯車装置を使用することで、スピード(速度)や方向、力を変えることができますが、常に利点と不利な点があります。例えば、出力を大きくすると同時に加速することはできません。

2つのかみ合った歯車の動くスピード(速度)の比率を知るには、被動歯車の歯数を駆動歯車の歯数で割ってください。これは歯車比と呼ばれます。24歯の被動歯車が48歯の駆動歯車とかみ合っている場合には、歯車比は1:2となります。これは被動歯車が駆動歯車の2倍の速度で回転することを意味します。

歯車は、回転運動のスピード(速度)や回転力をコントロールする必要のある数多くの機械に見られます。一般的な例としては、動力工具、車、電動泡立て器が挙げられます。

**豆知識**  
すべての歯車が円形とは限りません。歯車によっては、正方形、三角形、そして楕円のものもあります。

**G1**

組み立て説明書ⅢのG1(2ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ギヤ比を計算してみましょう。次に、ハンドルを回転させ、駆動歯車および従動歯車のスピードがどうなるか説明してください。駆動歯車と従動滑車にラベルを貼りましょう。

---



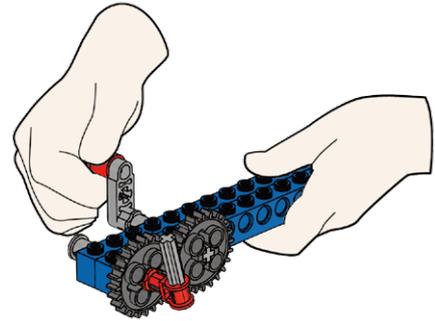
---



---



---



**G2**

組み立て説明書ⅢのG2(3ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ギヤ比を計算してみましょう。次に、ハンドルを回転させ、駆動歯車および従動歯車のスピードがどうなるか説明してください。駆動歯車と従動滑車にラベルを貼りましょう。

---



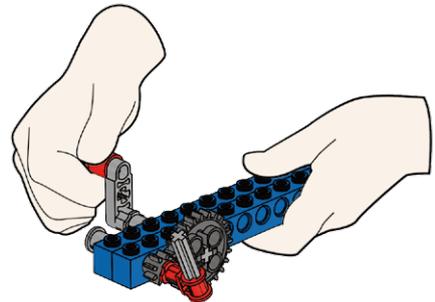
---



---



---



**G3**

組み立て説明書ⅢのG3(4ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ギヤ比を計算してみましょう。次に、ハンドルを回転させ、駆動歯車および従動歯車のスピードがどうなるか説明してください。駆動歯車と従動滑車にラベルを貼りましょう。

---



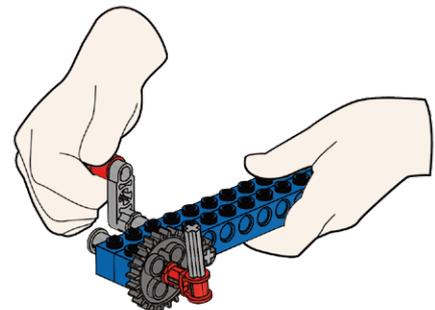
---



---



---



**G4**

組み立て説明書IIIのG4(5-6ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ギヤ比を計算してみましょう。次に、ハンドルを回転させ、駆動歯車および従動歯車の方向がどうなるか説明してください。

---



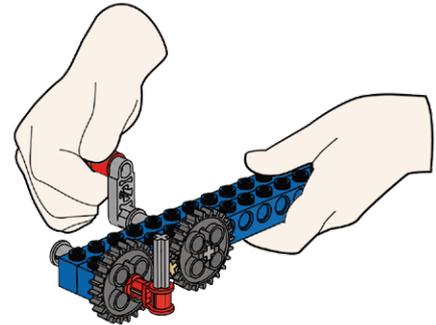
---



---



---



**G5**

組み立て説明書IIIのG5(7-8ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ギヤ比を計算してみましょう。次に、ハンドルを回転させ、駆動歯車および従動歯車のスピードがどうなるか説明してください。

---



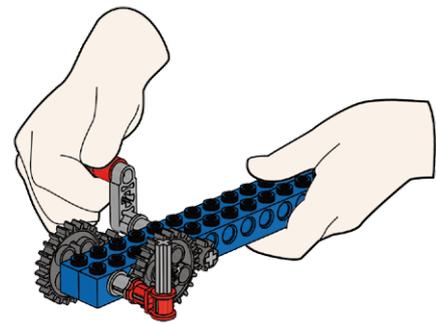
---



---



---



**G6**

組み立て説明書IIIのG6(9-10ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ハンドルを回転させ、従動歯車の動きがどうなるか説明してください。

---



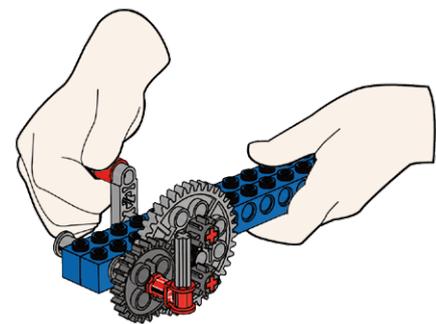
---



---



---



**G7**

組み立て説明書ⅢのG7 (11-14 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ギヤ比を計算してみましょう。次にハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。

---



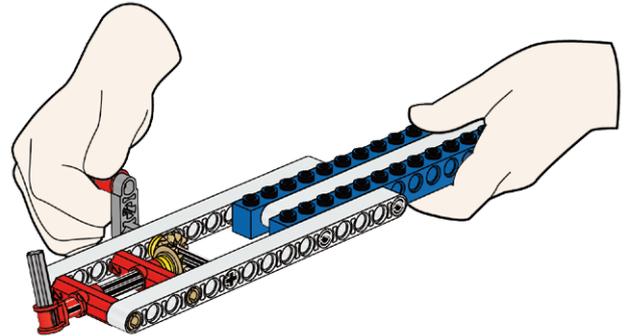
---



---



---



**G8**

組み立て説明書ⅢのG8 (15-18 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。いずれかの出力ポインターを停止するとどうなるでしょうか？両方の出力ポインターを停止するとどうなるでしょうか？

---



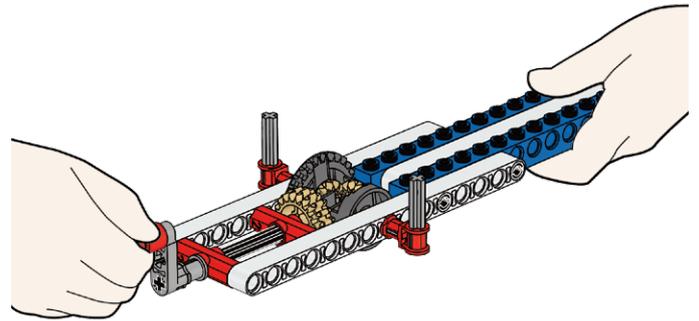
---



---



---



**G9**

組み立て説明書ⅢのG9 (19-22 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

ハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。

出力ポインターを回転しようとするとうどうなるでしょうか？

---



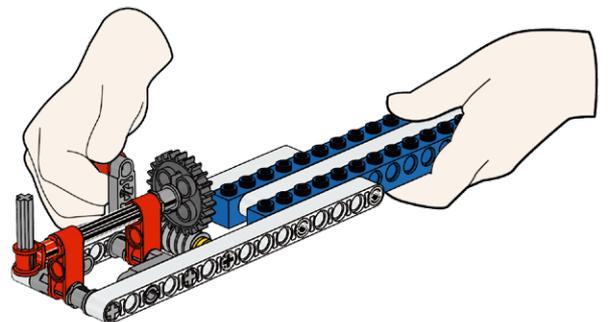
---



---



---



**G10**

組み立て説明書IIIのG10(23-25ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

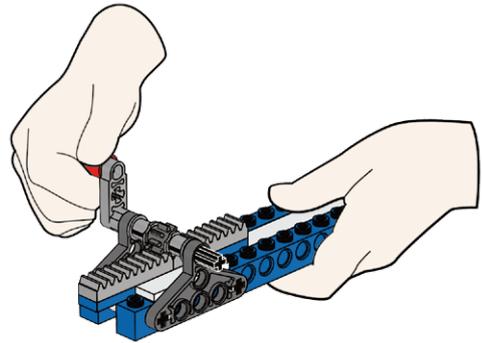
ハンドルを回転させ、どうなったか、またその理由を説明してください。

---

---

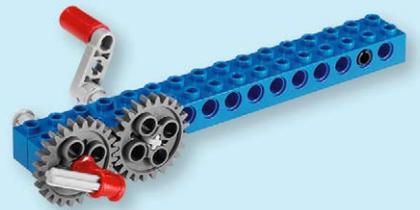
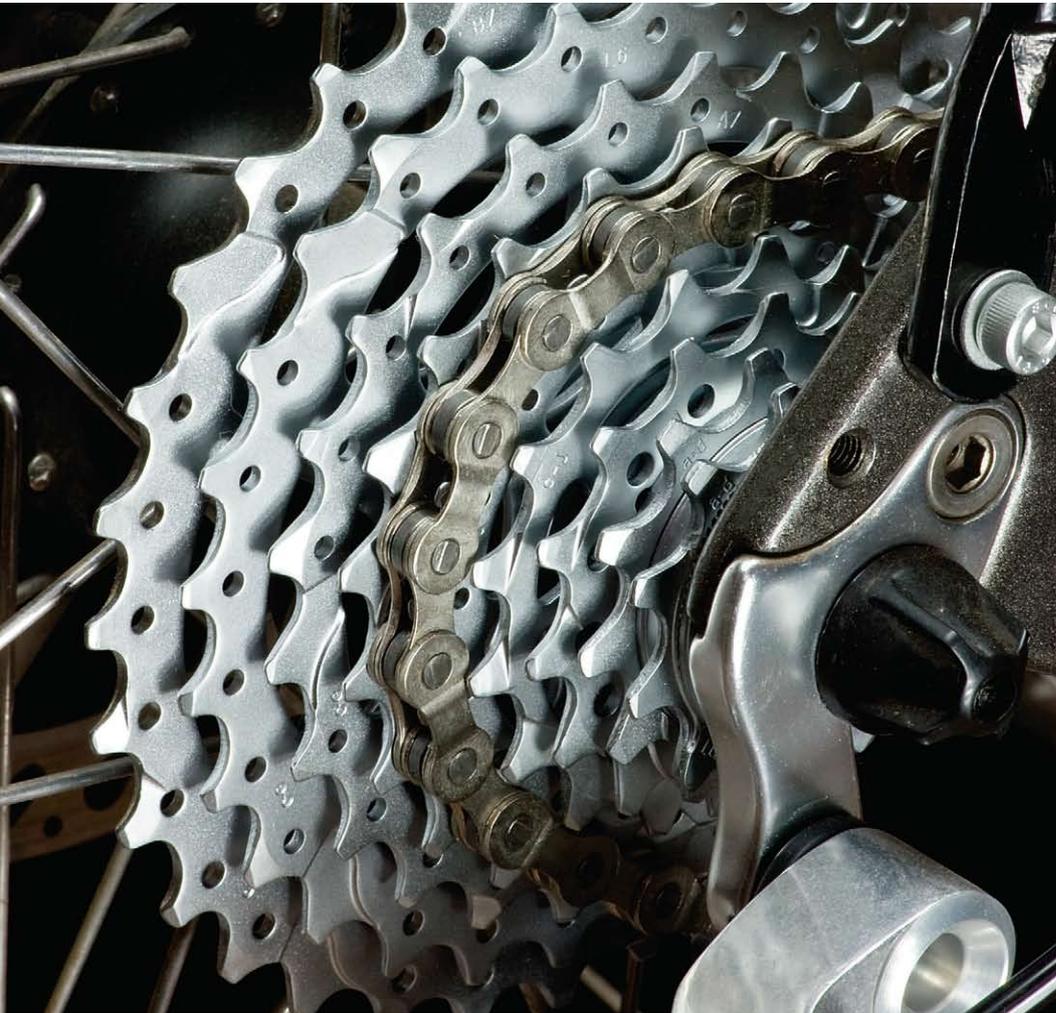
---

---





education

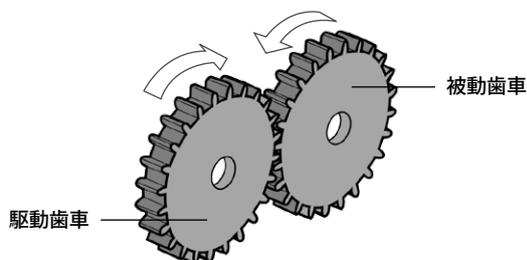


# 歯車 Gear

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## メカニズム：歯車

歯車とは互いに歯がかみ合っている車輪です。歯が一緒にかみ合うため、効率的に力や動きを伝えることができます。



駆動歯車とは、手やエンジンなど、外部からの作用力で回転する歯車です。別の歯車によって回転させられる歯車は被動歯車と呼ばれます。駆動歯車は入力、被動歯車は出力を供給します。歯車装置を使用することで、スピード(速度)や方向、力を変えることができます。ですが、常に利点と不利な点があります。例えば、出力を大きくすると同時に加速することはできません。

2つのかみ合った歯車の動くスピード(速度)の比率を知るには、被動歯車の歯数を駆動歯車の歯数で割ってください。これは歯車比と呼ばれます。24歯の被動歯車が48歯の駆動歯車とかみ合っている場合には、歯車比は1:2となります。これは被動歯車が駆動歯車の2倍の速度で回転することを意味します

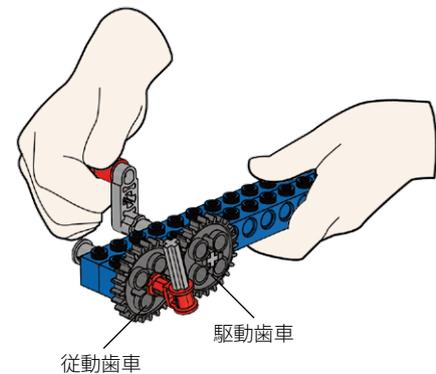
歯車は、回転運動のスピード(速度)や回転力をコントロールする必要のある数多くの機械に見られます。一般的な例としては、動力工具、車、電動泡立て器が挙げられます。

### 豆知識

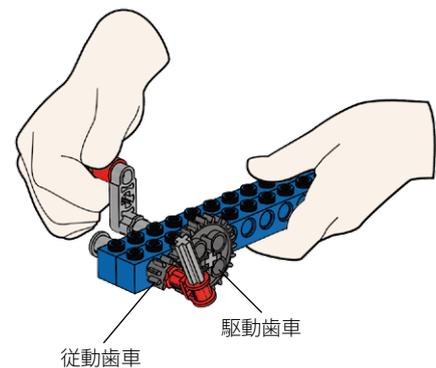
すべての歯車が円形とは限りません。歯車によっては、正方形、三角形、そして楕円のものもあります。

**G1**

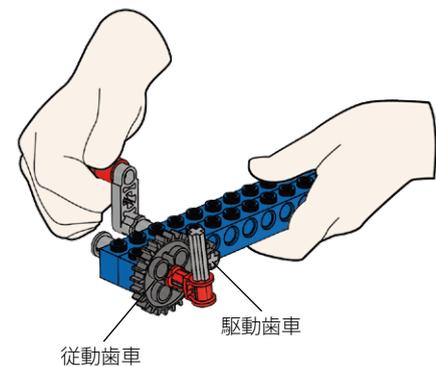
このモデルのギヤ比は 1:1 です。駆動歯車と従動歯車は歯の数が同じため、スピードは同じです。駆動歯車と従動歯車は反対方向に回転します。

**G2**

このモデルのギヤ比は 1:3 です。大きな駆動歯車が小さな従動歯車を回転させるため、結果として加速しますが、出力は小さくなります。これは、シフトアップと呼ばれます。

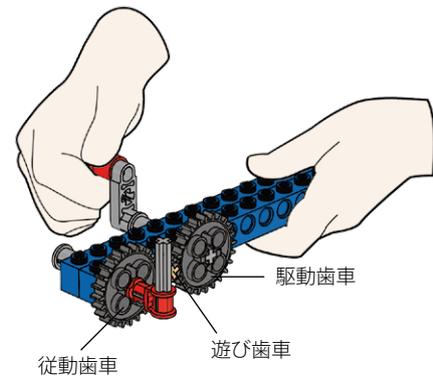
**G3**

このモデルのギヤ比は 3:1 です。小さな駆動歯車が大きな従動歯車を回転させるため、結果として減速しますが、出力は大きくなります。これは、シフトダウンと呼ばれます。

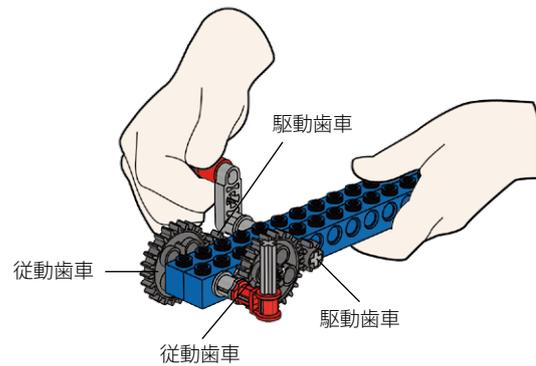


**G4**

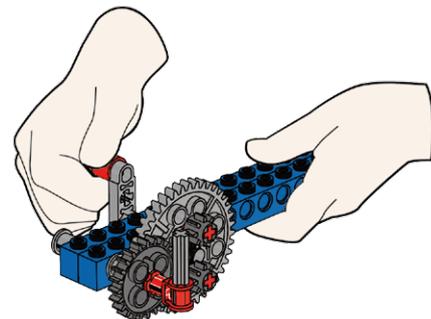
このモデルのギヤ比は 1:1 です。小さな真ん中の歯車が、遊び歯車です。遊び歯車は、駆動歯車も従動歯車も、ギヤ比やスピード、出力に影響を与えません。駆動歯車も従動歯車も、同じ方向に同じスピードで回転します。

**G5**

このモデルは、ギヤ比が 9:1 の複合歯車です。このため、回転スピードは大幅に減少し、出力は大幅に増加します。小さな駆動歯車が大きな従動歯車をゆっくりと回転させます。同一車軸上の小さな歯車からなる従動歯車が動き始め、2 番目の大きな従動歯車をさらにゆっくりと回転させます。

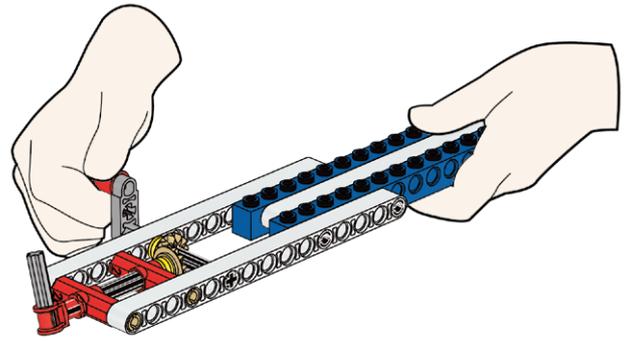
**G6**

このモデルは、駆動歯車が短時間回転してからしばらく止まるといった、周期運動を行う歯車の設定を示します。従動歯車が 2 つの駆動歯車のいずれかとかみ合っている時にのみ動きが発生するため、スピードは大幅に落ちます。

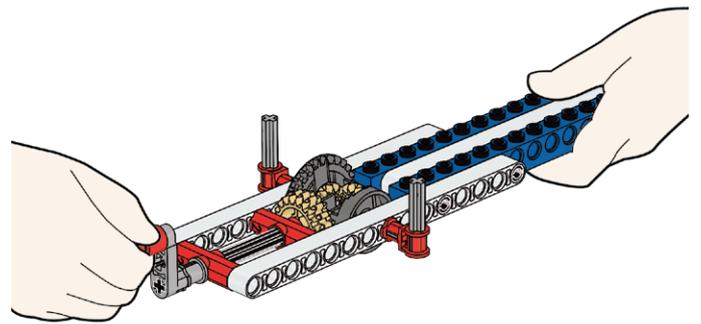


**G7**

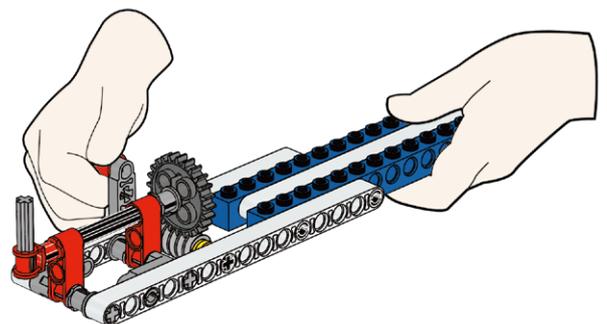
このモデルは、ギヤ比が 1:1 のアングル歯車です。2つのかさ歯車がかみ合うと、90度の角度で、スピードと力をそのまま伝えます。

**G8**

このモデルは、ギヤ比が 28:20 あるいは 7:10 の差動歯車です。入力は 90度の角度で 2つの出力として伝えられます。1つの出力ポインターが停止すると、他方のスピードが倍になります。両方の出力ポインターが停止すると、ハンドルを回転させることができません。

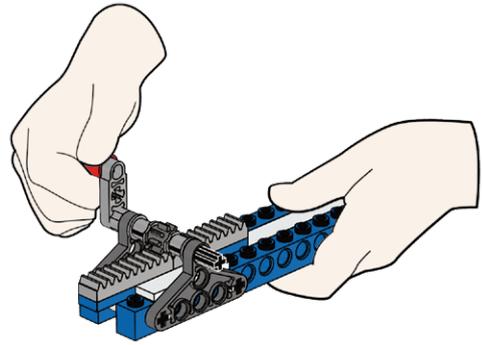
**G9**

このモデルは、ギヤ比が 24:1 のウォーム歯車です。上側の歯車を1つの歯で動かすために、ウォーム歯車を1回転させなければならぬため、スピードは大幅に落ちます。方向は90度変わります。出力は著しく増大します。ウォーム歯車は、駆動歯車としてのみ使われます。



**G10**

このモデルは、ギヤ比が1:1のラックとピニオンです。この前の歯車と異なり、ラックとピニオンは、回転運動ではなく直線運動のみに使用することができます。ハンドルを回すと、ラックは小歯車(ピニオン)の回転方向によって、前方か後方に動きます。





education

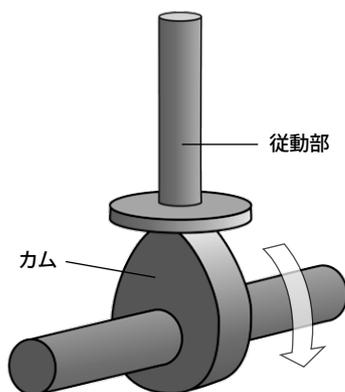


カム Cam

生徒用ワークシート

## メカニズム:カム

カムは回転する車輪のように、車軸の周りを回転する特定の形をした軸部です。



カムの形状により、従動部の動きのタイミングや角度をコントロールすることができます。また、カムは連続した可変斜面と見なすこともできます。カムは、円形であったり洋ナシ形であったり、不規則な形であったりします。

カムとカム従動部は、摩擦のために非常に摩耗しやすい傾向があります。カム従動部には通常、摩擦を減少させるための小さなローラーが付いています。

カム機構の一般的な用途としては、鉗子や電動歯ブラシ、エンジンカムシャフトが挙げられます。

### 豆知識

バネ付きのカムは、登山家が、ザイルをしっかりと固定できるように、しっかり岩石の割れ目を掴むために使われます。

**H1**

組み立て説明書III のH1 (26-27 ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。

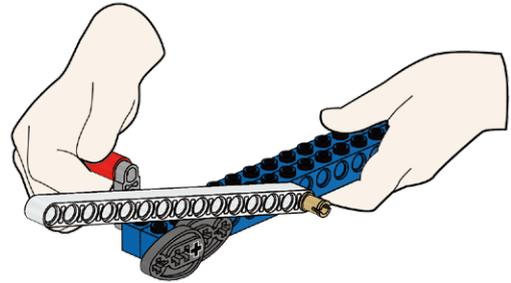
ハンドルを回転させ、従動部の動きがどうなるか説明してください。

---

---

---

---





education

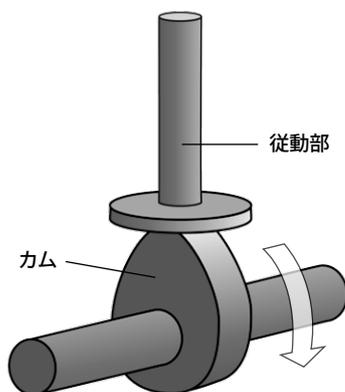


カム Cam

先生のための豆知識(指導用ガイド)

## メカニズム:カム

カムは回転する車輪のように、車軸の周りを回転する特定の形をした軸部です。



カムの形状により、従動部の動きのタイミングや角度をコントロールすることができます。また、カムは連続した可変斜面と見なすこともできます。カムは、円形であったり洋ナシ形であったり、不規則な形であったりします。

カムとカム従動部は、摩擦のために非常に摩耗しやすい傾向があります。カム従動部には通常、摩擦を減少させるための小さなローラーが付いています。

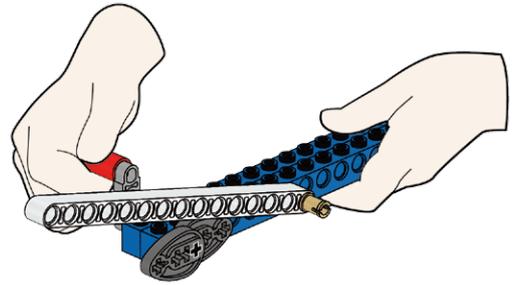
カム機構の一般的な用途としては、鉗子や電動歯ブラシ、エンジンカムシャフトが挙げられます。

### 豆知識

バネ付きのカムは、登山家が、ザイルをしっかりと固定できるように、しっかり岩石の割れ目を掴むために使われます。

**H1**

このモデルは、二重カム機構です。2つのカムの形状や大きさによって、カムの回転に伴う従動部の上向きおよび下向きの動きの順序が決まります。





education



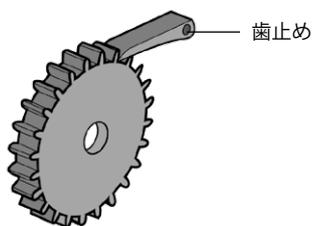
# 歯止めと歯止め装置

## Pawl and Ratchet

生徒用ワークシート

## メカニズム：歯止めと歯止め装置

歯止め機構は、車輪の回転に従って動く大歯車と歯止めから構成されています。



歯車が一方方向に動いている場合、歯止めは歯車の歯の上を上下にスライドし、次の歯の手前の切り込み部分に歯止めを送ります。その後、歯止めは歯車の歯の間のへこみにはさまれ、後戻りを防ぎます。

歯止め機構は、直線あるいは回転の動きを一方方向のみに制御することのできる、非常に効果的な装置です。

歯止め装置の一般的な例としては、時計やジャッキ、巻上げ機が挙げられます。

### 豆知識

ドライバーには、力を加えることによって一方方向にネジを回し、その後ネジを回すことなくドライバーを巻き戻すことのできるものがあります。

11

組み立て説明書IIIの11 (28-29 ページ) に従ってモデルを組み立てましょう。

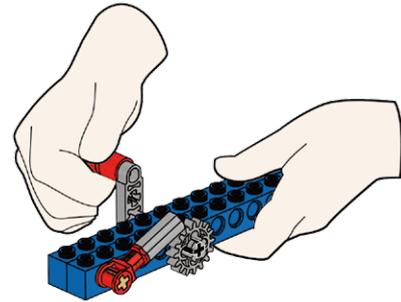
ハンドルを両方向に回転させ、どうなったか説明してください。

---

---

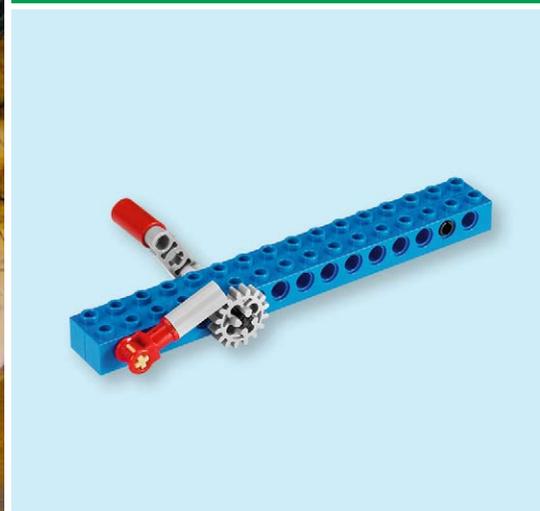
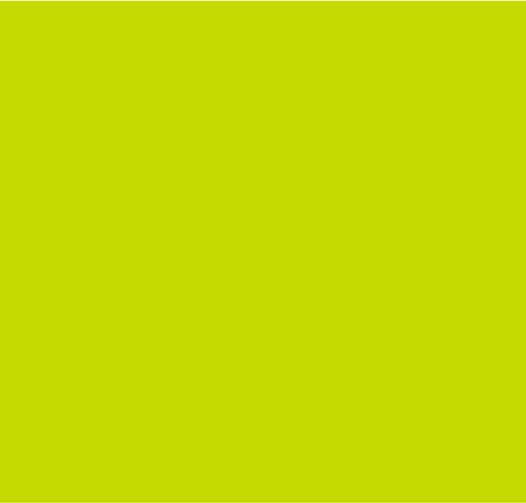
---

---





education



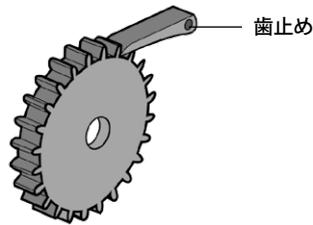
# 歯止めと歯止め装置

## Pawl and Ratchet

先生のための豆知識 (指導用ガイド)

## メカニズム：歯止めと歯止め装置

歯止め機構は、車輪の回転に従って動く大歯車と歯止めから構成されています。



歯車が一方方向に動いている場合、歯止めは歯車の歯の上を上下にスライドし、次の歯の手前の切り込み部分に歯止めを送ります。その後、歯止めは歯車の歯の間のへこみにはさまれ、後戻りを防ぎます。

歯止め機構は、直線あるいは回転の動きを一方方向のみに制御することのできる、非常に効果的な装置です。

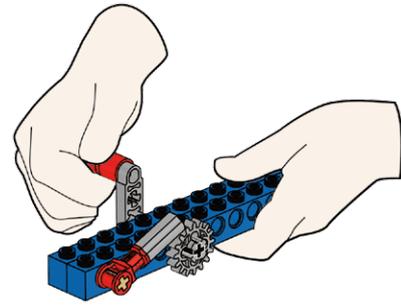
歯止め装置の一般的な例としては、時計やジャッキ、巻上げ機が挙げられます。

### 豆知識

ドライバーには、力を加えることによって一方方向にネジを回し、その後ネジを回すことなくドライバーを巻き戻すことのできるものがあります。

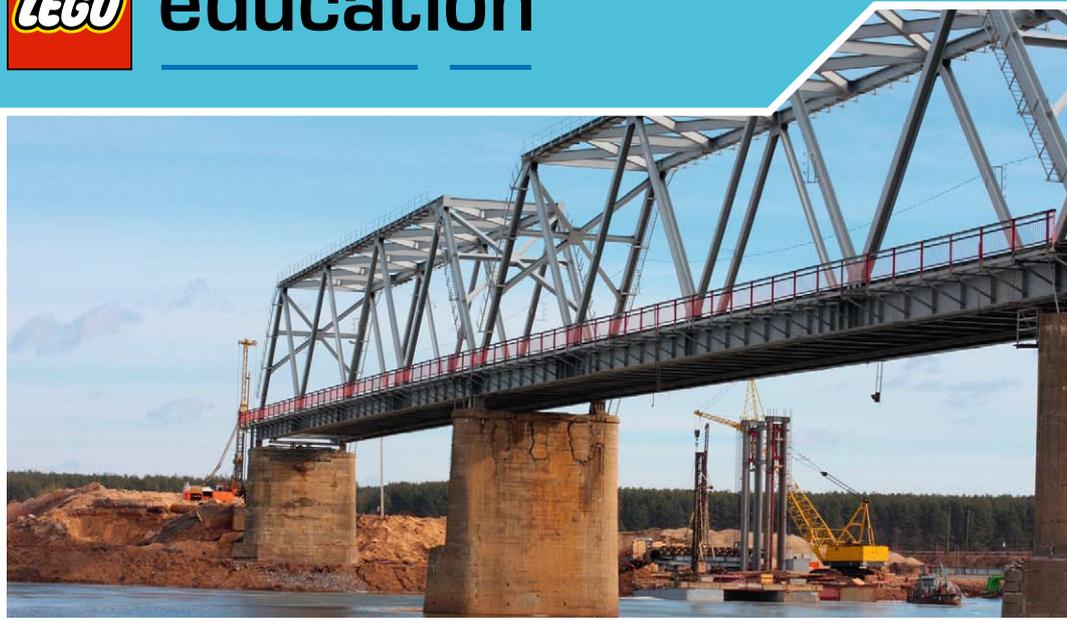
**11**

このモデルは、歯止めと歯止め装置です。ハンドルを一方方向に回転させると、歯止めは歯車の歯の上を上下にスライドし、次の歯の手前のへこみに歯止めを送ります。ハンドルを反対向きに回転させると、歯止めは止まります。





education



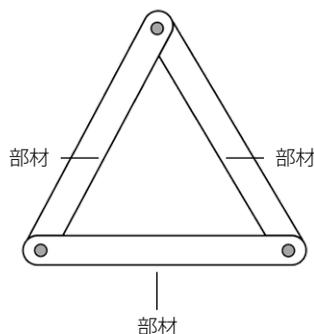
構造物

Structures

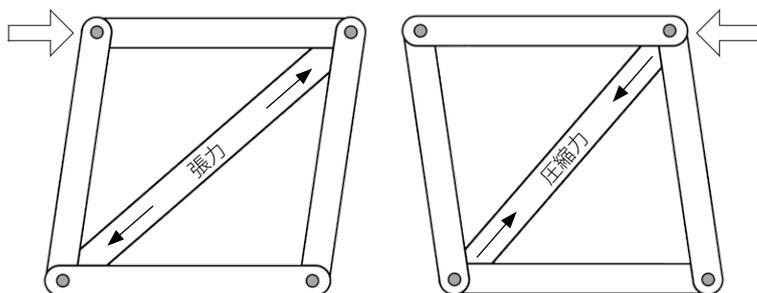
生徒用ワークシート

## 構造物

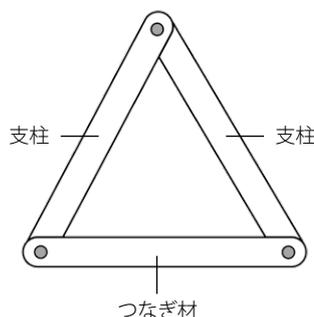
構造物とは、個々の部品が配列されて全体を形成している造りのことです。すべての構造物は、外部および内部の力の影響を受けています。構造物に作用する外部からの力の例としては、風や橋を渡るトラックやバスの重量が挙げられます。内部の力としては、家でいう屋根の重量、トラックでいう大きなディーゼルエンジン本体の揺れなどがあります。素材の品質が、構造物の安全水準に影響します。



フレーム構造は、部材と部分品から構成されています。このフレームは三角形構造のため、しっかりしています。



部材に作用する力は、張力、または圧縮力と呼ばれます。張力は構造物を引き伸ばし、圧縮力は構造物を圧迫します。



張力を受けている部材はつなぎ材と呼ばれ、圧縮力を受けている部材は支柱と呼ばれます。

構造原理の一般的な例としては、足場やビル、橋が挙げられます。

**豆知識**  
橋やクレーン、塔、そして宇宙基地でも、丈夫な構造を作るために三角形がよく使用されています。

**J1**

組み立て説明書ⅢのJ1(30ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 三角形のフレームの部材を押しったり引っ張ったりして、圧縮力や張力を作ってみましょう。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



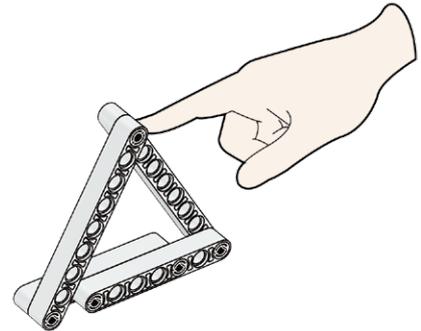
---



---



---



**J2**

組み立て説明書ⅢのJ2(31ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 三角形のフレームの部材を押しったり引っ張ったりして、圧縮力や張力を作ってみましょう。どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



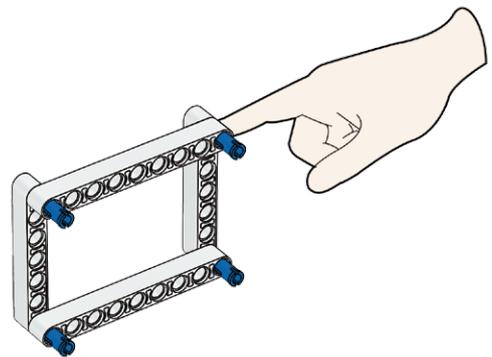
---



---



---



**J3**

組み立て説明書ⅢのJ3(32ページ)に従ってモデルを組み立てましょう。  
 長方形のフレームを押しったり引っ張ったりして、張力や圧縮力を作ってみましょう。  
 どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



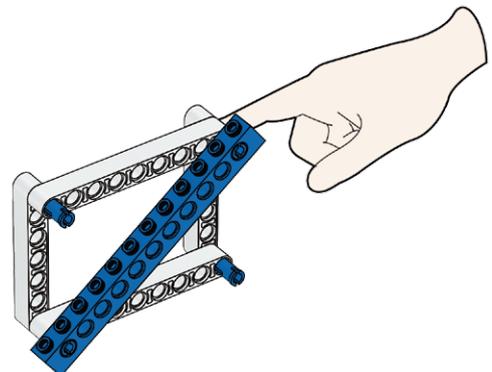
---



---

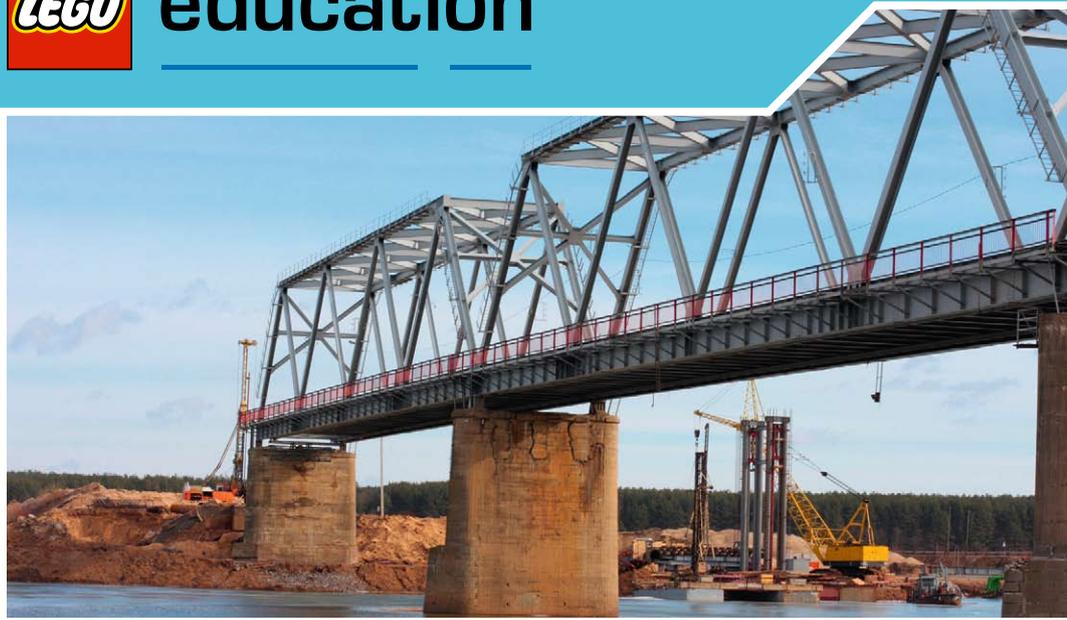


---





education



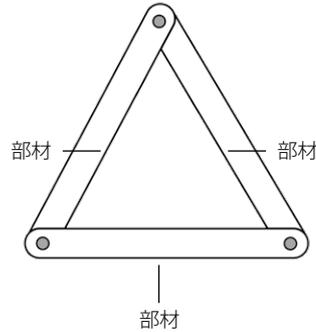
構造物

Structures

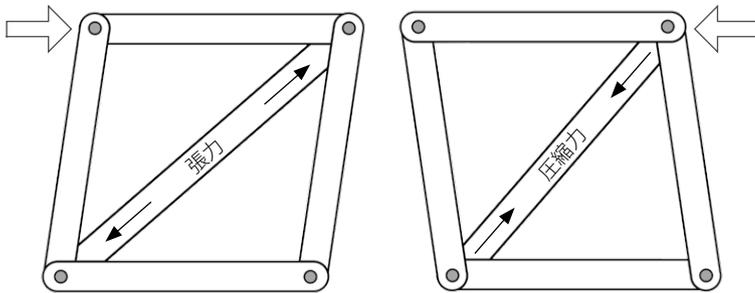
先生のための豆知識(指導用ガイド)

## 構造物

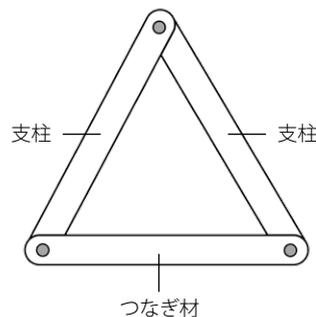
構造物とは、個々の部品が配列されて全体を形成している造りのことです。すべての構造物は、外部および内部の力の影響を受けています。構造物に作用する外部からの力の例としては、風や橋を渡るトラックやバスの重量が挙げられます。内部の力としては、家でいう屋根の重量、トラックでいう大きなディーゼルエンジン本体の揺れなどがあります。素材の品質が、構造物の安全水準に影響します。



フレーム構造は、部材と部分品から構成されています。このフレームは三角形構造のため、しっかりしています。



部材に作用する力は、張力、または圧縮力と呼ばれます。張力は構造物を引き伸ばし、圧縮力は構造物を圧迫します。



張力を受けている部材はつなぎ材と呼ばれ、圧縮力を受けている部材は支柱と呼ばれます。

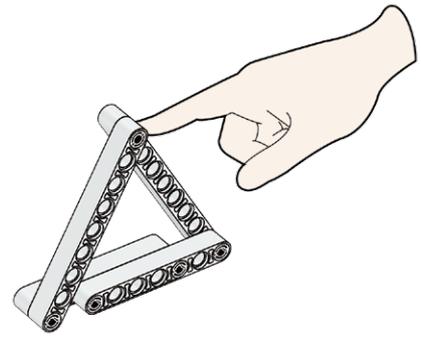
構造原理の一般的な例としては、足場やビル、橋が挙げられます。

### 豆知識

橋やクレーン、塔、そして宇宙基地でも、丈夫な構造を作るために三角形がよく使用されています。

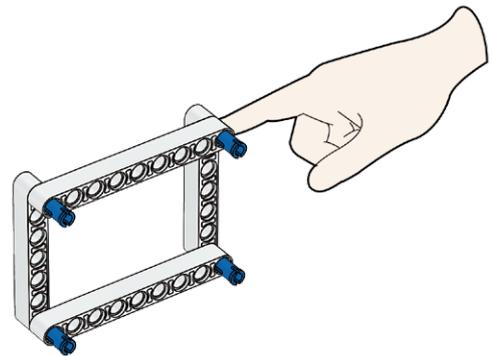
### J1

このモデルは、三角形構造物です。三角形フレームを押しても引っ張っても、形は変わりません。三角形フレームは丈夫です。



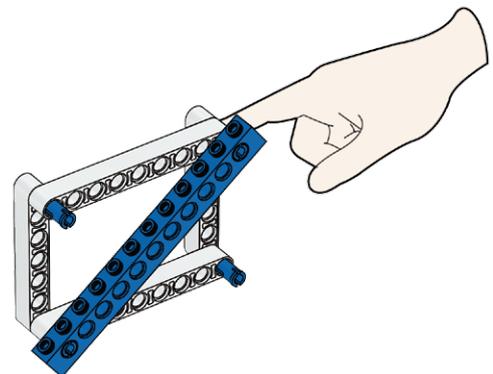
### J2

このモデルは、四角形構造物です。四角形フレームは、押したり引っ張ったりすると、簡単に形が変わります。四角形フレームは丈夫ではありません。



### J3

このモデルは、横材によって支えられた四角形構造物です。横材を加えることで、四角形フレームを押したり引っ張ったりしても、形は変わりません。横材によって、四角形フレームが丈夫になるからです。





## 実験用てこ(竿秤)

### 科学(理科)

- 物体への力の効果を実験したり測定する
- 力
- 科学調査
- 基本的な機械要素 - てこ

### テクノロジー(工学)

- 部品の組み立て
- 基本的な機械要素を作る
- 評価
- 機械的倍率
- 材料特性

### エンジニアリング

- 構造物の各部や作用点(負荷)の効果について解説、説明する
- 改良する前に、実験、評価する

### 解析・分析(数学)

- エラーの確率を割り出す
- 目盛り付けや同等な比率を求めるなど、比率に関わる問題の解決方法を開発したり、分析したり、説明する
- 適切な精度のレベルまで、長さを測定するための手法を選び、応用する
- 割合や比率を使用して、倍率と関連のある問題を解決する

### 学習用語

- 力点
- つり合い
- 支点(回転軸)
- てこ
- 作用点(負荷)
- 重量

### 副教材

- 巻尺
- 目盛りの付いた計量器

## 結びつける



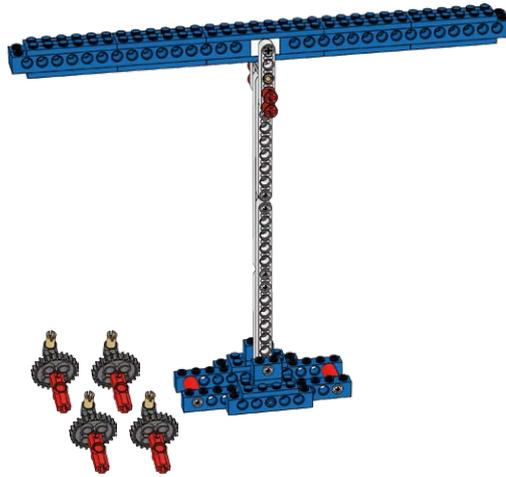
実験用てこ(竿秤)は、最もシンプルな計量器の一つといえます。実験用てこ(竿秤)は、1本のビームと中央の支点(回転軸)から構成されており、ビームの両端のいずれかの側の重量が変われば、バランスに影響が出ます。

実験用てこ(竿秤)のモデルを組み立て、重量や位置が変化することによって、機能にどのような影響が出るか実験・考察をしてみましょう。

## 組み立てる

実験用てこ(竿秤)とおもりを組み立てましょう。  
15Aの組み立て説明書と15Bの組み立て説明書  
(手順1-9)を参考にしてください。

- うでを自由に上げ下げすることができるか、実験用てこ(竿秤)がつり合っている状態にあるか確認してください。



## よく考える

### なぜ、つり合いの状態にあるのか？

イラストに示されているモデルの場合の機械的倍率を、てこの公式を使って求め、説明してください。

まず最初に、実験用てこ(竿秤) A の機械的倍率を調べてみましょう。  
機械的倍率をワークシートに記録してください。

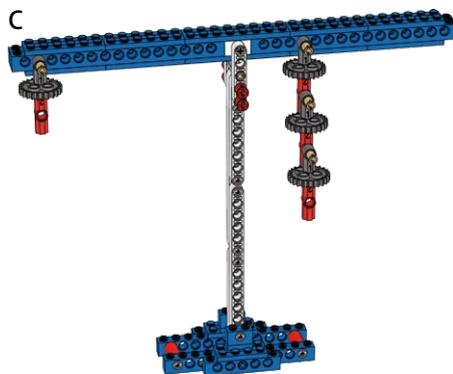
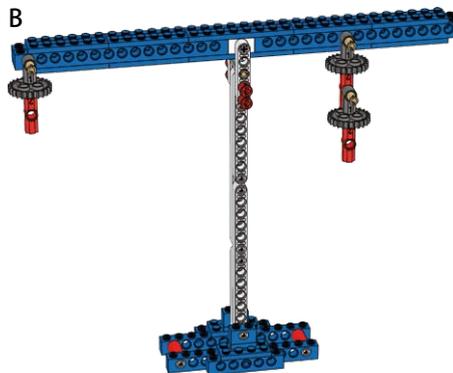
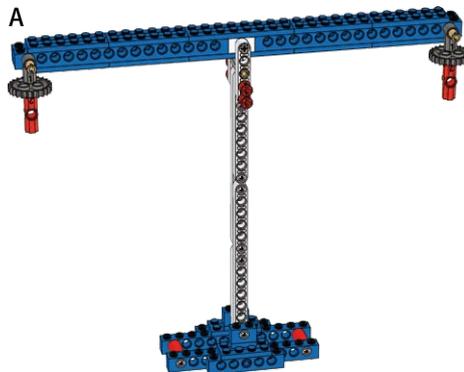
次に、公式を使用しておもりを持ち上げるために必要とされる作用力を計算し、なぜ実験用てこ(竿秤) がつり合いの状態にあるか説明してください。  
ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、実験用てこ(竿秤) B と C についても同様に行ってみましょう。

実験用てこ(竿秤) A (15B の組み立て説明書 10 ページ、手順 10) の機械的倍率は 1 です。支点(回転軸)のそれぞれの側の重りが同じであり、支点(回転軸)からそれぞれの側の重りまでの距離が同じであるため、実験用てこ(竿秤) はつり合いの状態にあります。

実験用てこ(竿秤) B (15B の組み立て説明書 11 ページ、手順 11) の機械的倍率は 2 です。支点(回転軸)の左の重さは右の重さの半分ですが、支点(回転軸)から左の重りまでは、支点(回転軸)から右の重りまでの距離の 2 倍あるため、実験用てこ(竿秤) はつり合いの状態にあります。

実験用てこ(竿秤) C (15B の組み立て説明書 12 ページ、手順 12) の機械的倍率は 3 です。支点(回転軸)の左の重さは右の重さの 3 分の 1 ですが、支点(回転軸)から左の重りまでは、支点(回転軸)から右の重りまでの距離の 3 倍あるため、実験用てこ(竿秤) はつり合いの状態にあります。



**ヒント:**  
てこの原理学習用基本モデルの項目に、この調査を行うために必要な公式が掲載されています。

**ヒント:**  
以下の公式を使用して、それぞれのモデルがつり合いの状態にあるか理由を説明してください。  
$$\text{作用力} \times \text{力点側のアームの長さ} = \text{作用点(負荷)} \times \text{作用点(負荷)側のアームの長さ}$$

**豆知識**  
  
おもりはそれぞれ 2 グラムです。

## 続ける

### 重さはどの位?

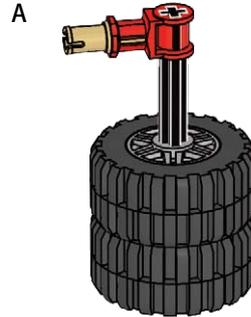
ここでの課題はつり合いから、イラストのモデルAの重さを算出することです。

まず、イラストのモデルAを片方のうでの上に取りつけ、あらかじめ組み立てられた重りをもう一方のアームに取り付け、つり合いが取れる位置を見つけてください。

次に、これらの位置に基づいて、イラストのモデルの重量を計算します。

その後、目盛りの付いた計量器を使って、精度をチェックします。  
ワークシートに結果を記入して説明しましょう。

レゴ®部品を使って自分のおもりを作り、精度を調べてみましょう。



### ヒント:

以下の公式を使って、負荷を持ち上げるために必要な作用力を計算してみましょう。  
作用力 x 力点側のアーム = 負荷 x 作用点側のアーム

### ヒント:

実際のおもりと計算上のおもりの差を求め、自分の計算がどの程度正確であったか確認してみましょう。そして、その差を実際のおもりの重さで割ってから100を掛けます。

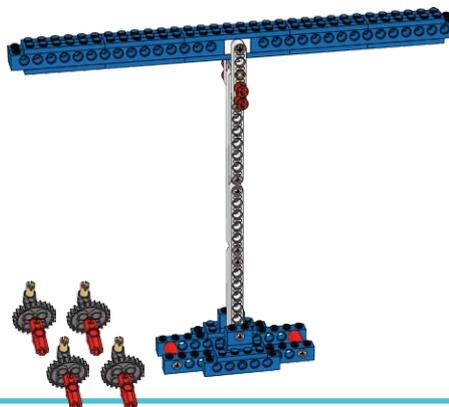
# 実験用てこ(竿秤)

名前: \_\_\_\_\_

テーマ/日付 \_\_\_\_\_

実験用てこ(竿秤)とおもり(負荷)を組み立てる。  
15Aの組み立て説明書と15Bの組み立て説明書(手順1-9)を参考にしてください。

- うでを自由に上げ下げすることができるか、実験用てこ(竿秤)がつり合いの状態にあるか確認してください。



## なぜ、つり合いの状態にあるのか？

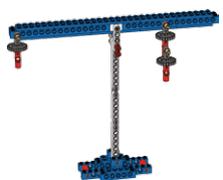
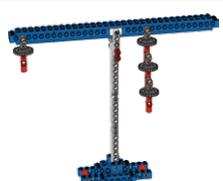
イラストに示されているモデルの場合の機械的倍率を、てこの公式を使って求め、説明してください。

まず最初に、実験用てこ(竿秤) Aの機械的倍率を調べてみましょう。

次に、公式を使用しておもりを持ち上げるために必要とされる作用力を計算し、なぜ実験用てこ(竿秤)がつり合いの状態にあるか説明してください。

次に、実験用てこ(竿秤) BとCについても同様に行ってみましょう。

以下の公式を使用して、それぞれのモデルのバランスが取れている理由を説明してください。  
作用力 × 力点側のうでの長さ = 作用点(負荷) × 作用点(負荷)側のうでの長さ

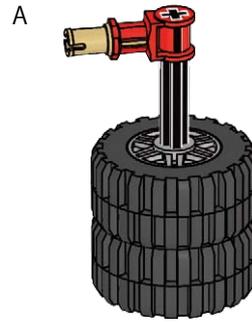
	機械的倍率	おもりの重量	支点(回転軸)から作用点(負荷)までの距離	力点の重さ	支点(回転軸)から力点までの距離
A  (10 ページ、手順10)					
B  (11 ページ、手順11)					
C  (12 ページ、手順12)					

**重さはどの位?**

ここでの課題は、つり合いを使ってイラストのモデルAの重さを算出することです。

イラストのモデルAを片方のうでに取り付け、あらかじめ組み立てられたおもりを、もう一方のうでに取り付けてつり合いがとれるようにします。これらの位置に基づいて、組み立て部品Aの重量を計算します。目盛りの付いた計量器を使って、精度をチェックします。

レゴ®部品を使って自分のおもりを作り、精度を調べてみましょう。



	計算によるおもりの重量	測定によるおもりの重量	精度の割合 (%)
A 			

**ヒント:**

実際のおもりの重量と計算によるおもりの重量の違いを求めることで、計算がどの程度正確であったか確認しましょう。次に、差異を実際の重量で割り、100を掛けてみましょう。

実験結果についての説明:

---



---



---



---



## タワークレーン

### 科学(理科)

- 物体への力の効果を実験したり測定する
- 力と構造物
- 科学調査
- 基本的な機械要素 – 滑車

### テクノロジー(工学)

- 部品の組み立て
- 基本的な機械要素を作る
- 制御機構 – モーター
- 評価
- 機械的倍率

### エンジニアリング

- 構造物の各部や作用点(負荷)の効果について解説、説明する
- エンジニアリングデザイン
- 改良する前に、実験、評価する

### 解析・分析(数学)

- エラーの確率を割り出す
- 長さを適正水準の精度で測定するために、技法や道具を選び活用する
- メートル法について理解する

### 学習用語

- 定滑車
- 摩擦
- 作用点(負荷)
- 機械的倍率
- 動滑車
- 滑車装置
- 滑車システム
- スリップ

### 副教材

- 巻尺
- ストップウォッチ
- 計量器

## 結びつける

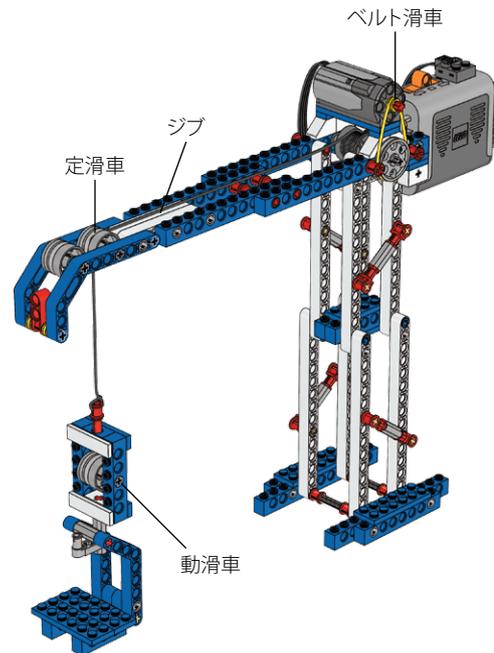


クレーンは一般的に、重い物を持ち上げて、別の場所や高さに移動させるために使用されます。港では、船から荷物を積み下ろすために使用されています。また、建設業者が建築材料を動かすために、工場では商品や機械を動かすために使用されています。クレーンにもいろいろな種類があり、地面に固定されているものや、動き回ることもできるクレーンがあります。

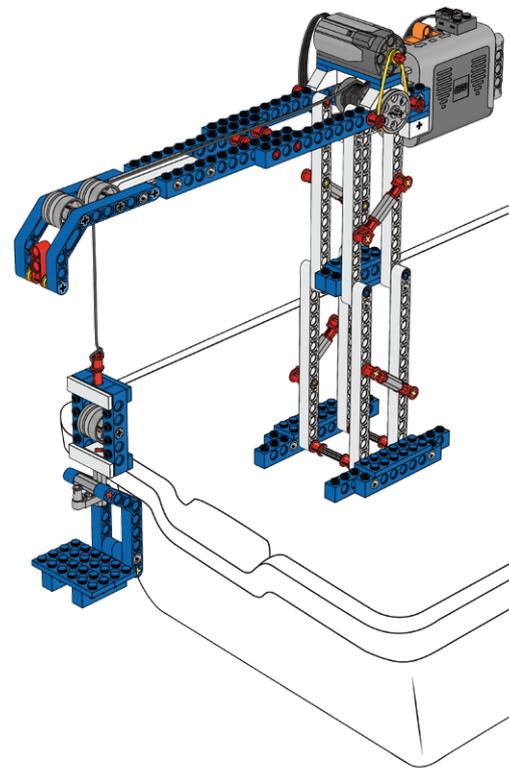
モデルのタワークレーンを組み立て、滑車システムが変化することによって、機能にどのような影響が出るか調査してみましょう。

## 組み立てる

タワークレーンを組み立てて、荷積みしてみましょう。  
16Aの組み立て説明書と16B組み立て説明書(手順1-38)を参考にしてください。



- 9686レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セットの青い収納ボックスの蓋の上に、タワークレーンを置きます。



- バッテリーボックスのスイッチを押してモーターを作動させてひもを解き、次に、モーターに再び巻き戻させましょう。
- すべての滑車が自由に動くことを確認してください。

## よく考える

## クレーンにはなぜ滑車が使われているか？

直接持ち上げるよりも滑車装置を使った方が作用力が小さくてすむため、クレーンには滑車装置が使われています。

まず、機械的倍率を観測し、そして、滑車Aがどの程度のスピードでおもりを持ち上げることができるか予測してみましょう。  
機械的倍率と予測をワークシートに記録してください。

その後で予測が当たっているか、実験してみましょう。  
ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、滑車BとCについても同様に予測、実験してみましょう。

滑車A(16Bの組み立て説明書28ページ、手順38)の機械的倍率は1です。持ち上げるスピードは、約10センチ/秒です。

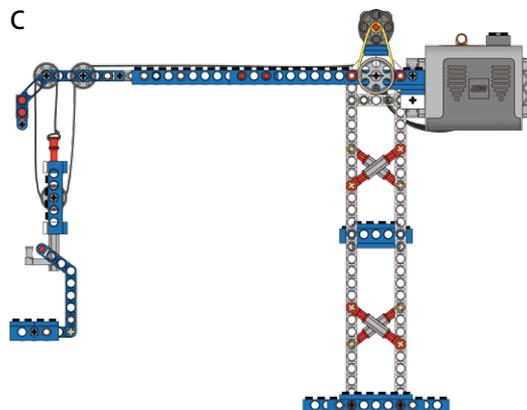
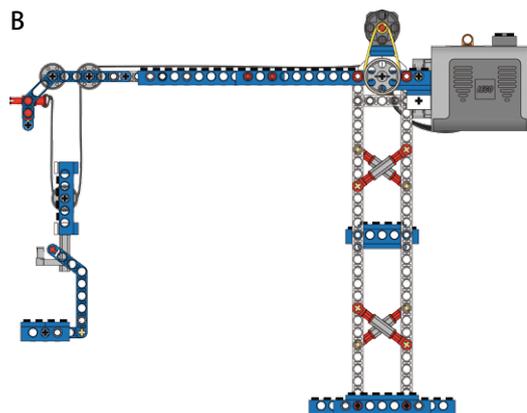
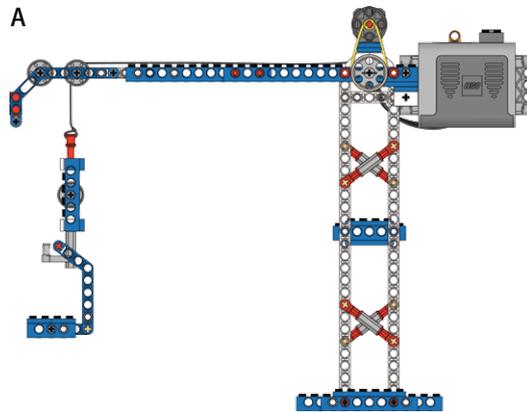
滑車B(16Bの組み立て説明書29ページ、手順39)の機械的倍率は2です。持ち上げるスピードは、約5センチ/秒です。

滑車C(16Bの組み立て説明書30ページ、手順40)の機械的倍率は3です。持ち上げるスピードは、約3センチ/秒です。

## 実験結果について説明する。

滑車Aは速いですが、機械的倍率の効果がありません。滑車Bは遅いですが、機械的倍率が2なので、負荷を持ち上げる作用力が半分ですむこととなります。これは、同じ作用力で、2倍の負荷を持ち上げることができることを意味します。

滑車Cは滑車AとBのいずれよりも遅いですが、機械的倍率が3なので、負荷を持ち上げる作用力が3分の1ですむこととなります。これは、同じ作用力で、3倍の負荷を持ち上げることができることを意味します。



ヒント：  
正確に力を測定するには、力測定器を使用します。

ヒント：  
ひもの長さは2メートルです。

ヒント：  
滑車の原理学習用基本モデルの項目に、この調査を行うために必要な公式が掲載されています。

## 続ける

### デザインの変更が必要?

タワークレーンは、特定の必要性に合わせて作られることもあります。

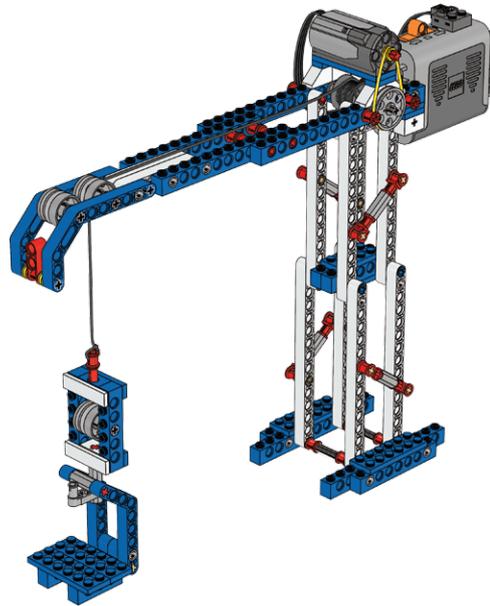
それでは、クラスで最高のタワークレーンをデザインしてみましょう。自分で、よく調べてみたいと思う分野を選んでください。

それから、自分のタワークレーンの機能や改良点について探求するための実験方法を考えてみましょう。その際、すべての実験結果を記録するようにしてください。

生徒が、「もし〜だったらどうなるか」という問いに関心のある分野を選んだ場合には、続けて以下のように質問してください。

- a) 最初のモデルと関連する部分を明確に説明する
- b) その関連部分の中で、機能を司る主な特徴を特定する
- c) 主な特徴の中で、変えられるものは何か考える
- d) その効果を確認するために、変えられる部分を変更する
- e) どの変更を加えることによって目的とする効果を得られるか、判断する
- f) 新しいデザインを記録し、説明のためのメモを加える
  - a. どんな変更を加えたのか
  - b. なぜ、その変更を加えたのか
  - c. その変更から得られた効果

生徒には、スケッチしたり、デジタル写真やビデオを取ることによって自分のデザインを記録させてください。課題を進めながらお互いに質問することができるように、共同で作業を進めさせるようにすると良いでしょう。



# タワークレーン

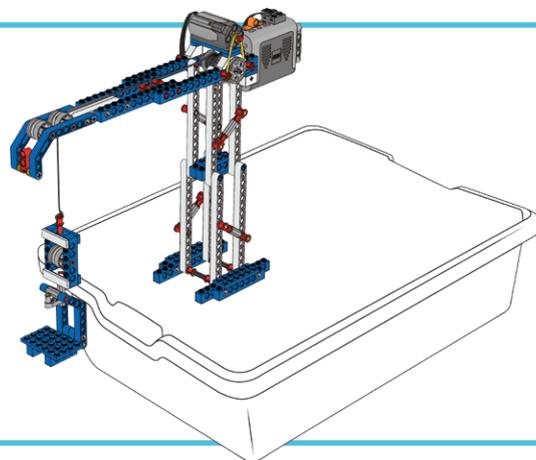
名前: \_\_\_\_\_

テーマ/日付 \_\_\_\_\_

## タワークレーンを組み立てて、荷積みしてみましょう。

16の組み立て説明書と16Bの組み立て説明書(手順1-38)を参考にしてください。

- 9686 レゴ サイエンス&テクノロジー モーター付基本セットの収納ボックスの上に、タワークレーンを置きます。
- バッテリーボックスのスイッチを押してモーターを作動させてひもを解き、次に、モーターに再び巻き戻させましょう。
- すべての滑車が自由に動くことを確認してください。



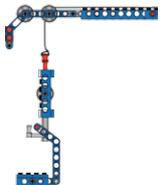
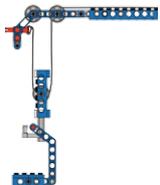
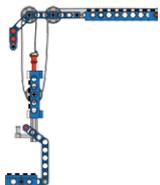
## クレーンにはなぜ滑車が使われているか？

直接持ち上げるよりも滑車システムを使った方が作用力が小さくてすむため、クレーンには滑車システムが使われています。

まず、機械的倍率を観測し、そして、滑車Aがどの程度のスピードで重りを持ち上げることができるか予測してみましょう。

その後で予測が当たっているか、実験してみましょう。次に、滑車BとCについても同様に予測、実験してみましょう。

同じような結果が得られるか確認するために、何度か実験を繰り返してみましょう。

	機械的倍率	私の予測	持ち上がった距離	持ち上げるために かかった時間	スピード
A  (28 ページ、手順38)					
B  (29 ページ、手順39)					
C  (30 ページ、手順40)					

### デザインの変更が必要?

タワークレーンは、しばしば特定の必要性に合わせて作られます。それでは、クラスで最高のタワークレーンをデザインしてみましょう。自分で、よく調べてみたいと思う分野を選んでください。

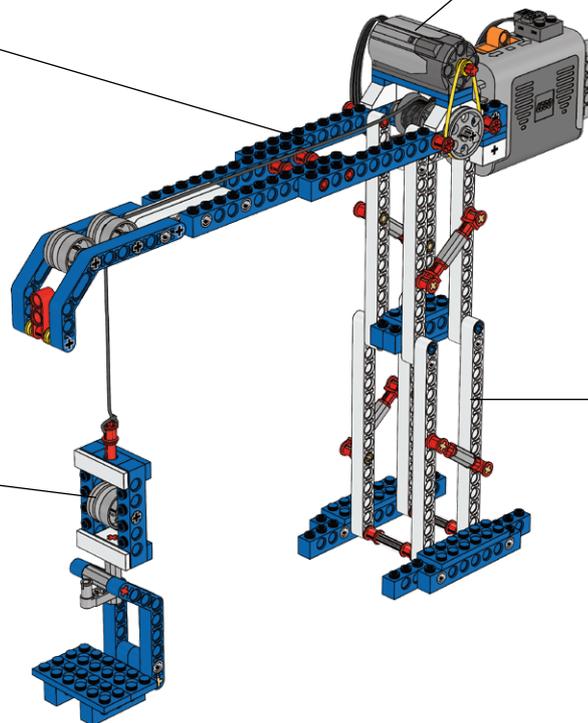
それから、自分のタワークレーンの機能や改良点について探求するための実験方法を考えてみましょう。その際、すべての実験結果を記録するようにしてください。

1つの場所から持ち上げて、その場所の右または左に置きたい場合にはどうしますか?ジブとタワーが接する部分の構造物をどのように変えますか?

荷物をもっと早く持ち上げるために、滑車を持ち上げるための配置をどう変更しますか?

もっと重い荷物を持ち上げるために、滑車にどんな変更を加えますか?

クレーンを使って荷物をもっと高く持ち上げるために、タワーにどんな変更を加えますか?





## 斜面(傾斜台)

### 科学(理科)

- 物体への力の効果を実験したり測定する
- 科学調査
- 基本的な機械要素 - 斜面
- 基本的な機械要素 - 車輪と車軸

### テクノロジー(工学)

- 部品の組み立て
- 基本的な機械要素を作る
- 評価
- 機械的倍率

### エンジニアリング

- 構造物の各部や作用点(負荷)の効果について解説、説明する
- エンジニアリングデザイン
- 改良する前に、実験、評価する

### 解析・分析(数学)

- エラーの確率を割り出す
- 長さや角度を適正水準の精度で測定するために、技法や道具を選び活用する
- メートル法について理解する

### 学習用語

- 角度
- 効率性
- 力点
- 摩擦
- 作用点(負荷)
- 斜面
- 機械的倍率

### 副教材

- 30センチの厚板か厚いボール紙
- 60センチの厚板か厚いボール紙
- 異なる表面を作るための布や研磨紙
- 巻尺
- 計量器
- 板の高さを高くするための、本または箱

## 結びつける



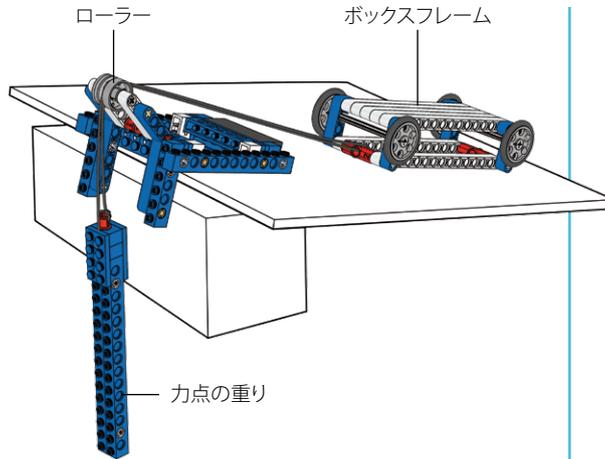
斜面(傾斜台)は昔から、重い物や大量の材料をある高さから別の高さまで動かすために使われてきました。現在では、自動車輸送のトラックで、複数の車を積み込むために斜面(傾斜台)が使われています。このように複数の自動車を輸送する際に斜面(傾斜台)を使えば、使い方も簡単で、安全で、効率も向上します。

ここでは、モデルの斜面(傾斜台)とボックスフレームを組み立て、角度や車輪が作用力にどのような影響を与えるか調べてみましょう。

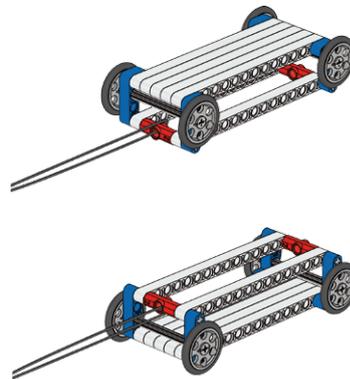
## 組み立てる

ボックスフレーム、ローラー、力点の重りを組み立てる。

17Aの組み立て説明書と17Bの組み立て説明書（手順1-15）を参考にしてください。

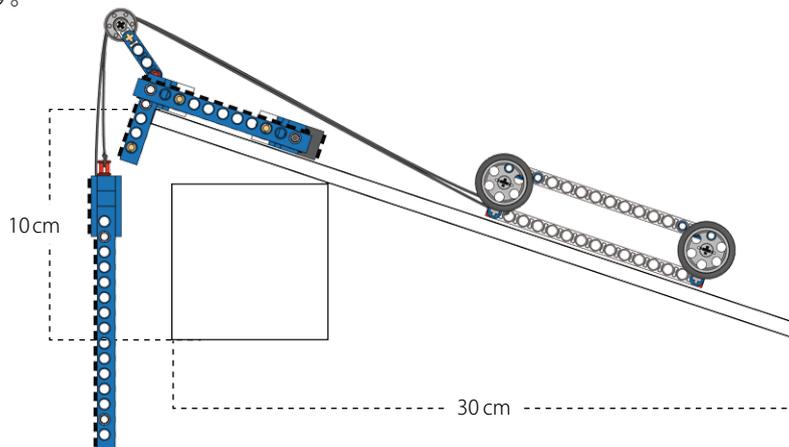


- ボックスフレーム上で、車輪が自由に回転することを確認してください。
- ボックスフレームは、上下ひっくり返して、車輪なしでそりとして使うことができます。そりとして使う以外は、またひっくり返して、車輪付きの荷車として使ってください。



## 斜面（傾斜台）を組み立てる

- サポートを置いて、30センチの厚板の上部が床から10センチ高くなるようにしてください。
- 斜面（傾斜台）の上にボックスフレームを置き、ローラーを上部の端に置いてください。力点のおもりを、端から吊るします。
- 60センチの厚板を準備して、斜面（傾斜台）の高さを変えます。



## よく考える

### 斜面(傾斜台)を利用する利点は何でしょうか?

理想と実際の機械的倍率の違いを調べてみましょう。

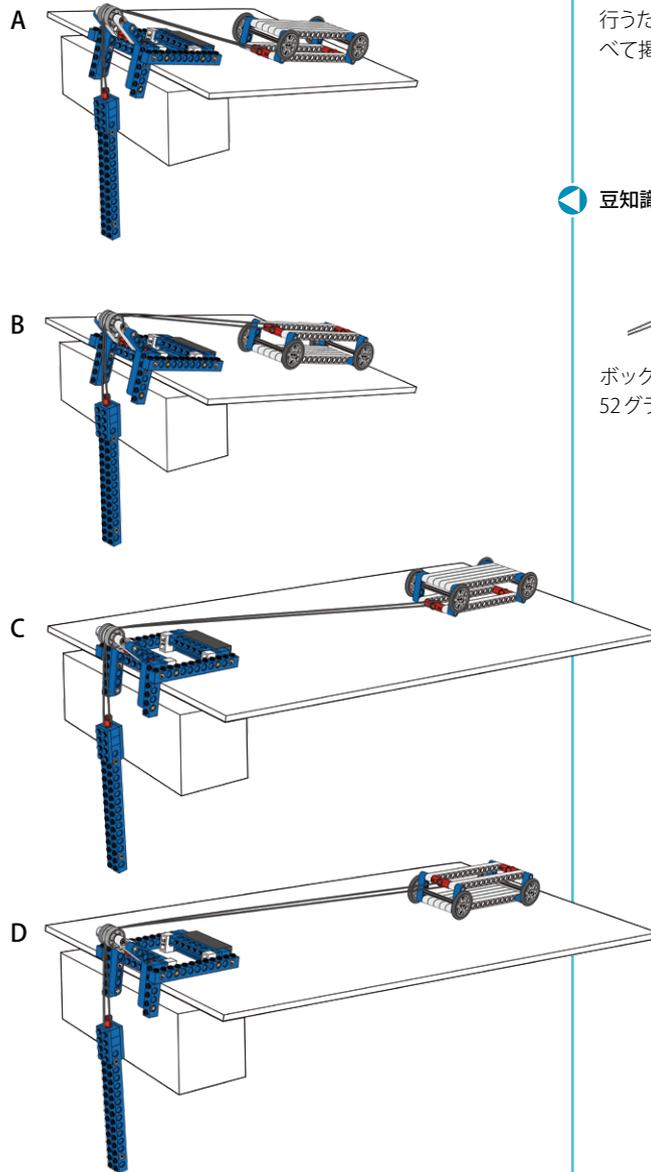
まず、理想的な機械的倍率を計算し、実際にボックスフレームAを斜面(傾斜台)の上まで引っ張るためには、どのくらいの作用力が必要か予測してください。  
機械的倍率の予測をワークシートに記録してください。

その後、おもりにレゴ®ブロックを追加してどの位の作用力が必要か実験し、実際の機械的倍率を計算してみましょう。  
ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、ボックスフレームB、C、Dについても同様に予測、実験してみましょう。

短い斜面(傾斜台)の理想的な機械的倍率は3です。実際の機械的倍率は厚板の表面の条件によって変わります。

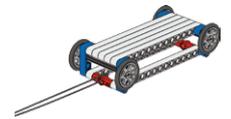
長い斜面(傾斜台)の理想的な機械的倍率は6です。実際の機械的倍率は厚板の表面の状態によって変わります。



### ヒント:

斜面の原理学習用基本モデルの項目に、この調査を行うために必要な公式がすべて掲載されています。

### 豆知識



ボックスフレームの重さは52グラムです。

## 続ける

### デザインの変更が必要？

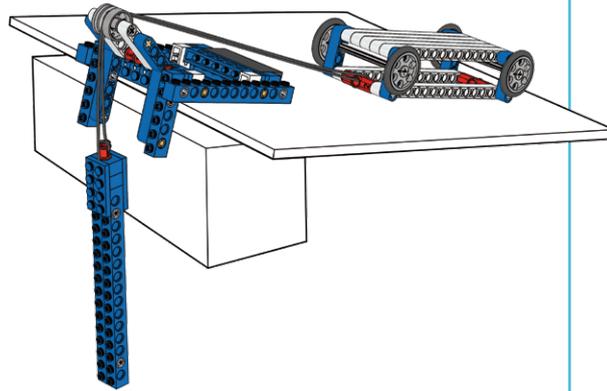
斜面（傾斜台）は、特定の必要性に合わせて、さまざまな形やサイズがあります。それでは、クラスで最高の斜面（傾斜台）をデザインしてみましょう。自分で、よく調べてみたいと思う分野を選んでください。

それから、自分の斜面（傾斜台）の機能や改良点について探求するための実験方法を考えてみましょう。その際、すべての実験結果を記録するようにしてください。

生徒が、「もし〜だったらどうなるか」という問いに対し、関心のある分野を選んだ場合には、続けて以下のように質問してください。

- a) 最初のモデルと関連する部分を明確に説明する
- b) その関連部分の中で、機能を司る主な特徴を特定する
- c) 主な特徴の中で、変えられるものは何か考える
- d) その効果を確認するために、変えられる部分を変更する
- e) どの変更を加えることによって目的とする効果を得られるか、判断する
- f) 新しいデザインを記録し、説明のためのメモを加える
  - a. どんな変更を加えたのか
  - b. なぜ、その変更を加えたのか
  - c. その変更から得られた効果

生徒には、スケッチしたり、デジタル写真やビデオを取ることで自分のデザインを記録させてください。課題を進めながらお互いに質問することができるように、共同で作業を進めさせるようにすると良いでしょう。



# 斜面 (傾斜台)

名前: \_\_\_\_\_

テーマ/日付 \_\_\_\_\_

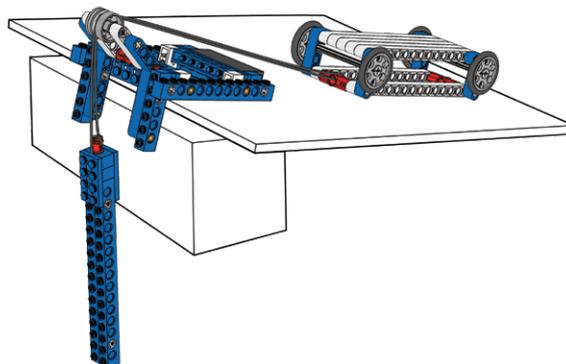
## ボックスフレーム、ローラー、おもりを組み立てる。

:組み立て説明書 17Aと17B(手順1-15)を参考にしてください。

- ボックスフレーム上で、車輪が自由に回転することを確認してください。
- ボックスフレームは、上下ひっくり返して、車輪なしでそりとして使うことができます。そりとして使う以外は、またひっくり返して、車輪つきの荷車として使ってください。

## 斜面 (傾斜台)を組み立てる。

- サポートを置いて、30センチの厚板の上部が床から10センチ高くなるようにしてください。
- 斜面 (傾斜台)の上にボックスフレームを置き、ローラーを上部の端に置いてください。力点の重りを、端から吊るします。
- 60センチの厚板を準備して、斜面 (傾斜台)の高さを変えます。



## 斜面 (傾斜台)を利用する利点は何でしょうか？

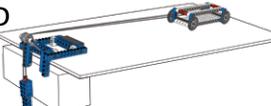
理想と実際の機械的倍率の違いを調べてみましょう。

まず、理想的な機械的倍率を計算し、実際にボックスフレームAを斜面 (傾斜台)の上まで引っ張るためには、どのくらいの作用力が必要か予測してください。

その後、おもりにレゴ®ブロックを追加してどの位の作用力が必要か実験し、実際の機械的倍率を計算してみましょう。

理想的な機械的倍率と実際の機械的倍率を比較して、精度を計算してみましょう。

次に、ボックスフレームB、C、Dについても同様に予測、実験してみましょう。

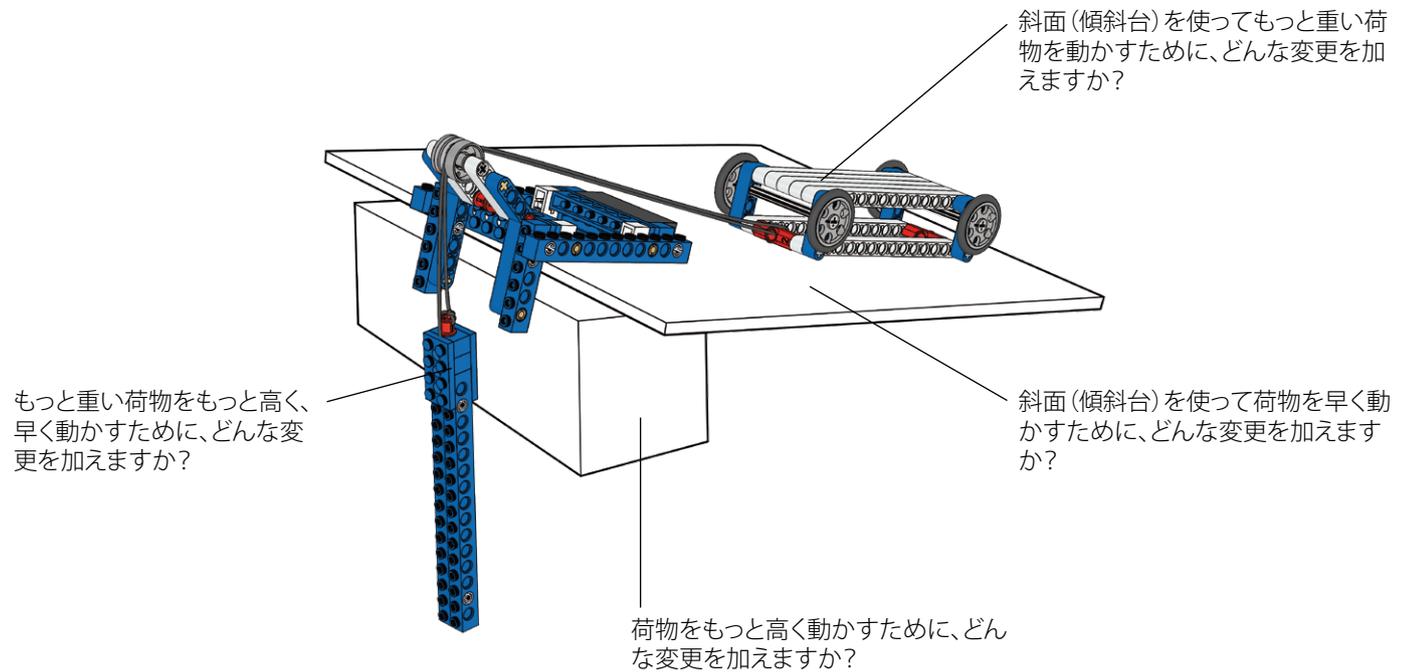
	理想的な 機械的倍率	必要な作用力に ついての私の予測	実際に必要と された作用力	実際の機械的倍率	精度の割合 (%)
<b>A</b>  (11ページ、手順15)					
<b>B</b>  (12ページ、手順16)					
<b>C</b>  (11ページ、手順15)					
<b>D</b>  (12ページ、手順16)					

### デザインの変更が必要？

斜面（傾斜台）は、特定の必要性に合わせて、さまざまな形やサイズがあります。それでは、クラスで最高の斜面（傾斜台）をデザインしてみましょう。

自分で、よく調べてみたいと思う分野を選んでください。

それから、自分の斜面（傾斜台）の機能や改良点について探求するための実験方法を考えてみましょう。その際、すべての実験結果を記録するようにしてください。





## ギヤレーサー

### 科学(理科)

- ・位置と時間について実験、測定する
- ・運動
- ・科学調査
- ・装置 - 歯車

### テクノロジー(工学)

- ・部品の組み立て
- ・評価
- ・ギヤ比

### エンジニアリング

- ・ギヤボックスの部品について解説して説明する
- ・エンジニアリングデザイン
- ・改良する前に、実験し、評価する

### 解析・分析(数学)

- ・エラーの確率を割り出す
- ・長さを適正水準の精度で測定するために、技法や道具を選び活用する
- ・メートル法について理解する

### 学習用語

- ・加速度
- ・平均スピード
- ・摩擦
- ・歯車装置
- ・ギヤ比
- ・表面
- ・車輪

### 副教材

- ・巻尺
- ・ストップラインとスタートライン
- ・ストップウォッチ

## 結びつける



レースカーはとても早く走ることができ、スリルがあります。最も速いレースカー、F1レースカーは時速約362キロ以上のスピードで走ります。ドライバーは、猛スピードの中、カーブに合わせて運転しなくてはなりません。カーブを効率的に曲がるために、ドライバーはできるだけ車の動力を失うことなくスピードを調整しなければなりません。ドライバーは、このためにギヤボックスを使います。すべての車にはギヤボックスが装備されていて、レースカーのギヤボックスの開発が進むことで、より良いギヤボックスが自家用車に使われるようになりました。同様に、レースカーがより速く、強力に、軽くなるように、異なる素材や構造が使われるようになり、これが自家用車の性能の向上に役立っています。

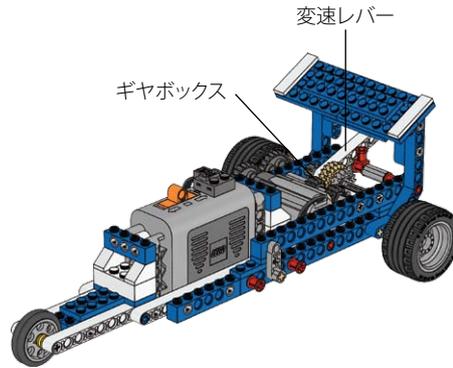
モデルのギヤレーサーを組み立て、ギヤチェンジすることによって、スピードがどう変化するか調べてみましょう。

## 組み立てる

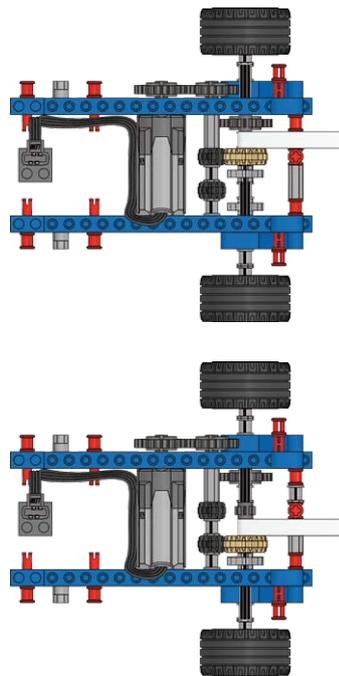
ギヤレーサーを組み立てる。

18Aの組み立て説明書と18Bの組み立て説明書(手順1-20)を参考にして下さい。

- パワーリードが、可動部に一切当たらないようにしてください。

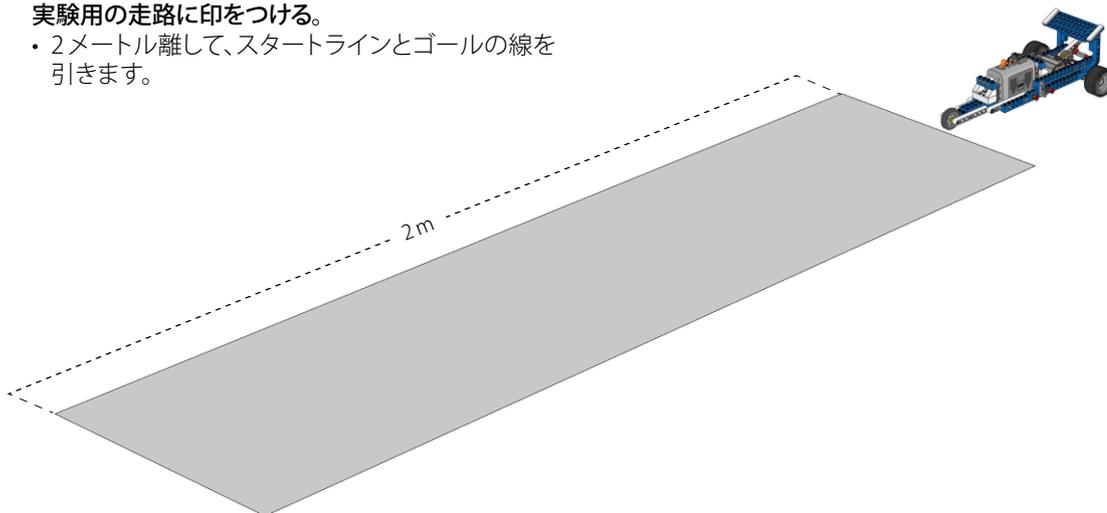


- 両方の歯車の位置を試してみて、歯車がかみ合うことを確認しましょう。



実験用の走路に印をつける。

- 2メートル離して、スタートラインとゴールの線を引きます。



## よく考える

ギヤレーサーがギヤボックスを使うのはなぜか？

ギヤレーサーがギヤボックスを使うのはなぜか？  
ギヤレーサーの中の歯車によって、パワーの点でも変速の点でも最高の結果を得ることができます。以下の公式を使って、ギヤレーサーの平均速度を計算してください。

$$\text{平均速度} = \frac{\text{距離}}{\text{時間}}$$

まず、歯車がA位置にあるギヤレーサーのギヤ比を計算し、ギヤレーサーが2メートル移動するのにどの位の時間が必要か予測してみましょう。ギヤ比と予測をワークシートに記録してください。

次に自分の予測について実験し、平均速度を計算してみましょう。  
ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、歯車がB位置にあるギヤレーサーBとCについても同様に予測、実験してみましょう。

歯車がA位置にあるギヤレーサー  
(組み立て説明書 18B、(18ページ、手順21))ギヤ比は5:1です。

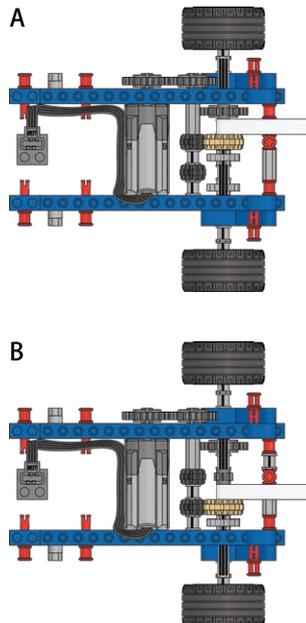
$$\text{ギヤ比} = \frac{24}{24} \times \frac{20}{12} \times \frac{24}{8} = \frac{5}{1}$$

2メートルを10秒で走るなので、平均速度は0.2メートル/秒です。

歯車がB位置にあるギヤレーサー:(組み立て説明書 18B、:18ページ、手順21))ギヤ比は5:3です。

$$\text{ギヤ比} = \frac{24}{24} \times \frac{20}{12} \times \frac{16}{16} = \frac{5}{3}$$

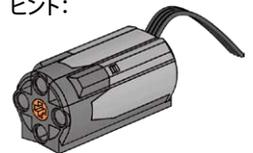
2メートルを4秒で走るなので、平均速度は0.5メートル/秒です。



◀ ヒント:

歯車の原理学習用基本モデルの項目に、ギヤ比を計算するために必要な公式がすべて掲載されています。

◀ ヒント:



レゴ®のモーターの回転数は、作用点(負荷)のない状態で約毎分400回転です。



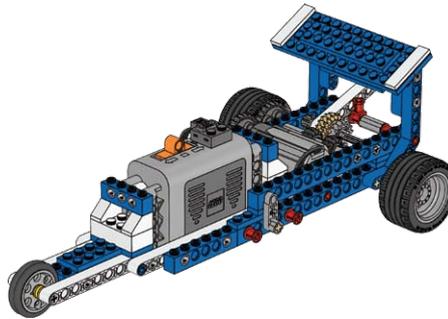
レゴのタイヤ(大)の外周は、135.7mmです。

## 続ける

### デザインの変更が必要?

レースカーは、レースの種類やコースに合うように、多くの異なる種類が用意されています。それでは、クラスで最高のギャレーサーをデザインしてみましょう!自分で、よく調べてみたいと思う分野を選んでください。

それから、自分のギャレーサーの機能や改良点について探求するための実験方法を考えてみましょう。その際、すべての実験結果を記録するようにしてください。



生徒が、「もし〜だったらどうなるか」という問いに対して、関心のある分野を選んだ場合には、引き続き以下のように質問してください。

- a) 最初のモデルと関連する部分を明確に説明する
- b) その関連部分の中で、機能を司る主な特徴を特定する
- c) 主な特徴の中で、変えられるものは何か考える
- d) その効果を確認するために、変えられる部分を変更する
- e) どの変更を加えることによって目的とする効果を得られるか、判断する
- f) 新しいデザインを記録し、説明のためのメモを加える
  - a. どんな変更を加えたのか
  - b. なぜ、その変更を加えたのか
  - c. その変更から得られた効果

生徒には、スケッチしたり、デジタル写真やビデオを取ることによって自分のデザインを記録させてください。課題を進めながらお互いに質問することができるように、共同で作業を進めさせるようにすると良いでしょう。

# ギヤレーサー

名前: \_\_\_\_\_

テーマ/日付 \_\_\_\_\_

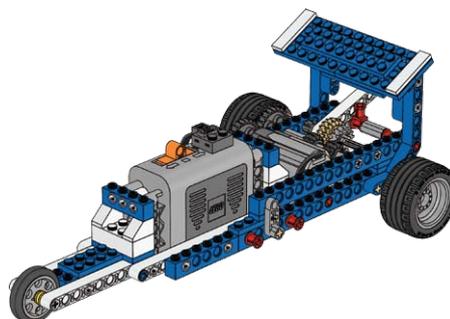
## ギヤレーサーを組み立てる。

18Aの組み立て説明書、18Bの組み立て説明書(手順1-20)を参考にしてください。

- パワーリードが、可動部に一切当たらないようにしてください。
- 両方の歯車の位置を試してみて、歯車がかみ合うことを確認しましょう。

## 実験用の走路に印をつける

- 2メートル離して、スタートラインとゴールの線を引きます。



## ギヤレーサーがギヤボックスを使うのはなぜか？

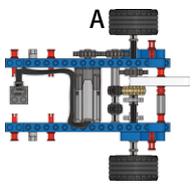
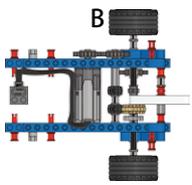
ギヤレーサーの中の歯車によって、パワーの点でも変速の点でも最高の結果を得ることができます。以下の公式を使って、ギヤレーサーの平均速度を計算してください。

$$\text{平均速度} = \frac{\text{距離}}{\text{時間}}$$

まず、歯車がA位置にあるギヤレーサーのギヤ比を計算し、ギヤレーサーが2メートル移動するのにどの位の時間が必要か予測してみましょう。

次に自分の予測について実験し、平均速度を計算してみましょう。

次に、歯車がB位置にあるギヤレーサーについても同様に予測、実験してみましょう。

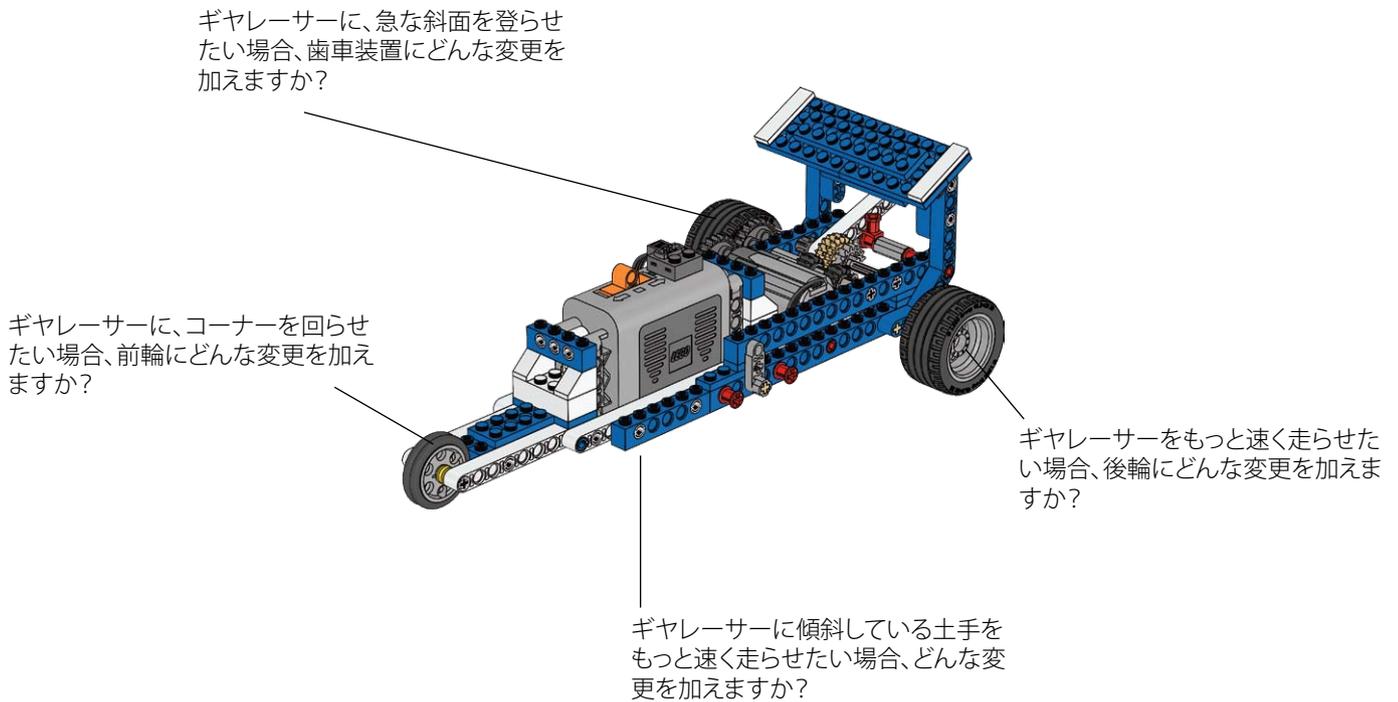
ギヤレーサーのギヤボックス内の歯車の位置	ギヤ比	予測時間	実際の時間	精度の割合 (%)	平均スピード
 <p>( 17 ページ、手順 20 )</p>					
 <p>( 18 ページ、手順 21 )</p>					

## デザインの変更が必要?

レースカーは、レースの種類やコースに合うように、多くの異なる種類が用意されています。

それでは、クラスで最高のギヤレーサーをデザインしてみましょう。自分で、よく調べてみたいと思う分野を選んでください。

それから、自分のギヤレーサーの機能や改良点について探求するための実験方法を考えてみましょう。その際、すべての実験結果を記録するようにしてください。



## 投石機



### 課題

中世の戦争でお城を攻めるための攻城兵器はとても重要でした。攻城兵器には攻城塔、はしご、そして、当時最も恐ろしい兵器であったであろう投石機が含まれます。投石機は、安全な場所から城内の射手を飛び超えて、岩を空高く飛ばし、壁を崩壊させることができました。また、投石機は、燃える俵を投げ込み、城内の木製の物などに火をつけるために使われました。投石機にもいろいろな種類があり、大きな石のブロックを釣り合いおもりとして使い、長いアームによって岩が城壁を越えて飛ぶことができるようにしたものや、ロープをねじることでエネルギーを蓄え、同様の効果が得られるようにしたものがあります。

ここでの課題は、小さな岩をできるだけ遠くまで、そして正確に飛ばすことのできる、投石機をデザインして組み立てることです。

# 投石機

## 学習目標

以下の知識を応用する:

- 基本的な機械要素、メカニズム、構造物
- エンジニアリングデザイン
- コミュニケーションとチーム作業
- 安全と製品の信頼性についての原則

## 副教材(オプション)

- メカニズムを動かすための材料 - おもり、ひも、ゴムひも。
- 安全を守るための材料。ハンドル、施錠装置など。
- 投石機を試してみるための材料。小さなボールや発泡スチロールなど。
- 巻尺。

## 動機付け

順調にデザインができるように、123ページで紹介されている写真を見たり、添付のテキストを読むよう生徒に指示してください。

あるいは、生徒にインターネットを検索させ、投石機の外観や形、および形状について学習させてください。昔の技術者が考慮に入れなければならなかったであろう制約と機能について話し合ってください。

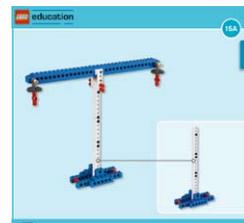
**アクティビティを進める中で、以下の質問をしながら、生徒に自分の知識や技能、そして理解している内容を課題に関連づけさせるようにしてください。**

- あなたの投石機はどんな風に動きますか? つり合いおもり、ねじれたひも、あるいは輪ゴムを使用しますか?
- 投げるための機構をサポートするために、どんな構造を使いますか?
- 投石することによって、投石機が倒れてしまわないように、どのように工夫しますか?
- 投石機が1つの場所から別の場所へ簡単に移動できるように、どんな工夫をしますか?
- 弾薬に何をを使用しますか?

**アクティビティが終了する前に、生徒に以下のことをさせることによって、自分で作った製品や自分が使った手順についてよく考えさせるようにしてください。**

- 投石機の性能を評価するための実験を行う:
  - 投石範囲は?
  - 精度は?
  - 同じパターンで動くなど、この投石機で一貫しているものは何ですか?
- デザインを描いたり、写真を取ることで自分のデザインを記録してください。
- モデルがどのように動くか、そして性能を向上させるためには何を改良したらよいかについて、書き留めてください。
- モデルを安全に使うための方法を説明してください。
- デザインでうまくいったこと、そしてデザインを改良するにはどうしたらよいかについて、簡単に書いてください。

困ったときは  
以下を参照してください。

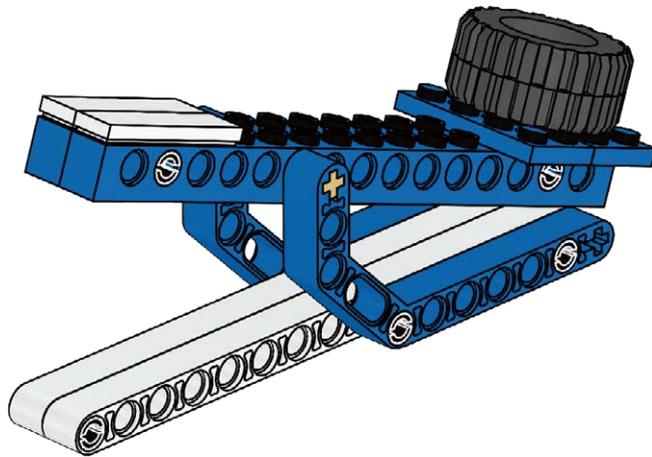
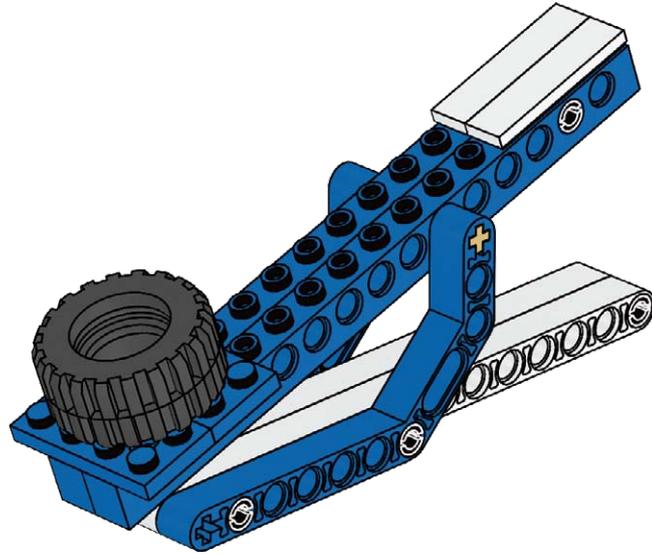


実験用てこ(竿秤)



てこの原理学習用基本モデル組み立て説明書

解決法の例



## ハンドカート(手車)



### 課題

ハンドカート(手車)は、狭い場所で小さな荷物を動かすために使用されます。例えば、図書館で重い本を別の場所へ移動させる場合に使われています。ハンドカート(手車)は重い物を運ぶことができ、安定していると同時に、操縦しやすくしなければなりません。

ここでの課題は、大きな図書館でできるだけたくさんの本を運ぶことができるようなハンドカート(手車)や、できるだけ狭いスペースで使えるようなハンドカート(手車)をデザインして組み立てることです。

# ハンドカート(手車)

## 学習目標

以下の知識を応用する:

- 基本的な機械要素、メカニズム、構造物
- エンジニアリングデザイン
- コミュニケーションとチーム作業
- 安全と製品の信頼性についての原則

## 副教材(オプション)

- 安全を守るための材料。格子、棒、柔らかな端面など。
- 予備のレゴ®ブロック、レゴ®おもりブロックなど。

## 動機付け

順調にデザインができるように、126ページの写真を見たり、添付のテキストを読むよう生徒に指示してください。

あるいは、生徒にインターネットを検索させ、ハンドカート(手車)の外観や形、取り扱い方について学習させ、考慮すべき制約や機能について話し合ってください。

**アクティビティを進める中で、以下の質問をしながら、生徒に自分の知識や技能、そして理解している内容を課題に関連づけさせるようにしてください。**

- あなたのハンドカート(手車)はどんな風に動きますか?
- 操縦するための装置には、どんな構造や機構を使いますか?
- 運ぶ本を支えるには、どんな構造を使いますか?
- ハンドカート(手車)を操縦しやすくするために、どんな工夫をしますか?
- ハンドカート(手車)が安定するように、どんな工夫をしますか?
- ハンドカート(手車)の安全性を確保するために、どんな工夫をしますか?

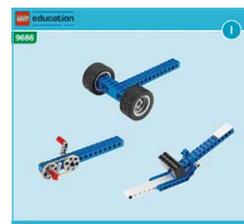
**アクティビティが終了する前に、生徒に以下のことをさせることによって、自分で作った製品や自分が使った手順についてよく考えさせるようにしてください。**

- ハンドカート(手車)の性能を評価するための実験を行う:
  - どの位たくさん運べますか?
  - 操縦は簡単ですか?
  - どの程度操縦しやすいですか?
- デザインを描いたり、写真を取ることによって自分のデザインを記録してください。
- モデルがどのように動くか、そして性能を向上させるためには何を改良したらよいかについて、書き留めてください。
- モデルを安全に使うための方法を説明してください。
- デザインでうまくいったこと、そしてデザインを改良するにはどうしたらよいかについて、簡単に書いてください。

困ったときは  
以下を参照してください。

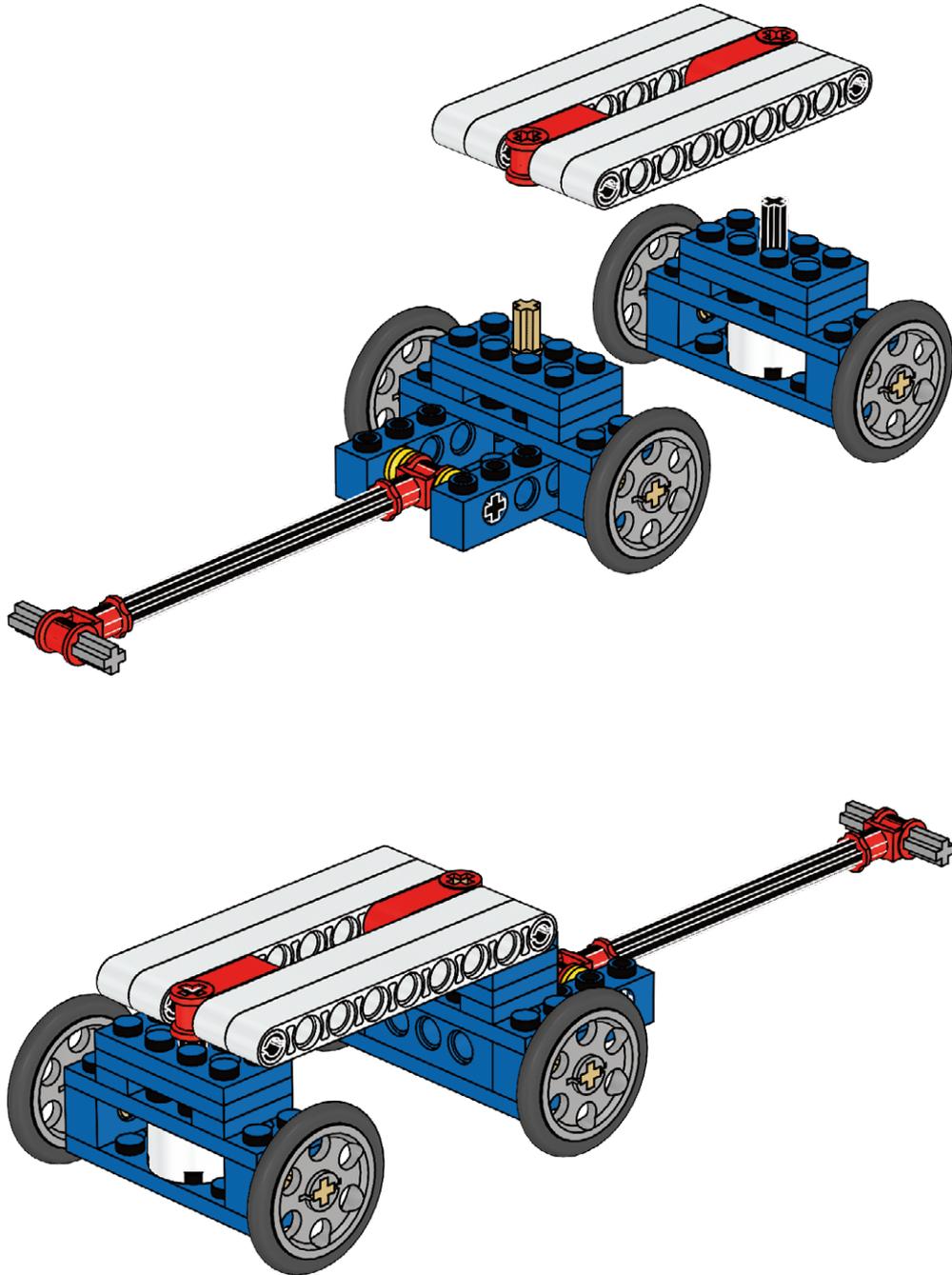


斜面(傾斜台)



車輪と車軸の原理学習用基本モデル組み立て説明書

解決法の例



## 巻き上げ機



### 課題

例えば船では巻き上げ機などの牽引力を必要とする装置がとても活躍します。帆の上げ下げ、帆の角度を風向きにあわせて調整するなど様々な場面で必要となります。この場合の巻き上げ機は小型の手動装置の場合も多いのですが、更に強力な巻き上げ機は錨の上げ下げから造船台に沿って船体そのものを動かすために使われたりします。

船の重量は重いので、巻き上げ機は強力である必要があり、故障した場合は船を非常に危険な状況にさらすことになるため、安全かつ信頼性のあるものでなければなりません。

ここでの課題は、船を水から造船台へ引き上げるために使う、動力巻き上げ機をデザインして組み立てることです。

# 巻き上げ機

## 学習目標

以下の知識を応用する:

- 基本的な機械要素、メカニズム、構造物
- 動力で動く機械
- エンジニアリングデザイン
- コミュニケーションとチーム作業
- 安全と製品の信頼性についての原則

## 副教材(オプション)

- 安全を確保するための材料。ゲート、フェンス、バリア、照明など。
- 造船台を作るための材料。厚板や厚紙など。
- ボートを組み立てたり、ボートとして使う予備のレゴ®ブロック。

## 動機付け

順調にデザインができるように、129ページで紹介されているイラストを見たり、添付のテキストを読むよう生徒に指示してください。

あるいは、生徒にインターネットを検索させ、世界のいろいろな場所で使用されている様々な種類の動力巻き上げ機の外観や形、および機能について学習させてください。昔の技術者が考慮に入れなければならなかったであろう制約と機能について話し合うように促しましょう。

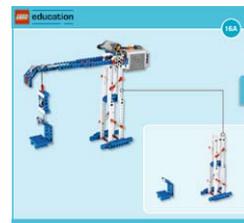
**アクティビティを進める中で、以下の質問をしながら、生徒に自分の知識や技能、そして理解している内容を課題に関連づけさせるようにしてください。**

- あなたの巻き上げ機はどんな風に動きますか？
- モーターを支えるために、どんな構造を使いますか？
- ケーブルを支えるために、どんな構造を使いますか？
- ボートにどのようにケーブルを取り付けますか？
- 巻き上げ機の引っ張る速度が速すぎないように、どんな工夫をしますか？
- 巻き上げ機の引っ張る速度が遅すぎないように、どんな工夫をしますか？
- 巻き上げ機が十分強力であるようにするために、どんな工夫をしますか？
- 巻き上げ機が、船を進水させたり水から引きあげることができるように、どんな工夫をしますか？

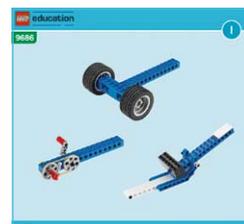
**アクティビティが終了する前に、生徒に以下のことをさせることによって、自分で作った製品や自分が使った手順についてよく考えさせるようにしてください。**

- 巻き上げ機の性能を評価するための実験を行う:
  - どのくらい重い荷物を動かすことができますか？
  - 水から引っ張りあげる際にも、進水させる際にも、うまく機能しますか？
  - 滑ることなく、きちんと機能しますか？
- デザインを描いたり、デジタル写真を取るによって自分のデザインを記録してください。
- 組み立てたモデルがどのように動くか、そして性能を向上させるためには何を改良したらよいかについて、書き留めてください。
- モデルを安全に使うための方法を説明してください。
- デザインでうまくいったこと、そしてデザインを改良するにはどうしたらよいかについて、簡単に書いてください。

困ったときは  
以下を参照してください。

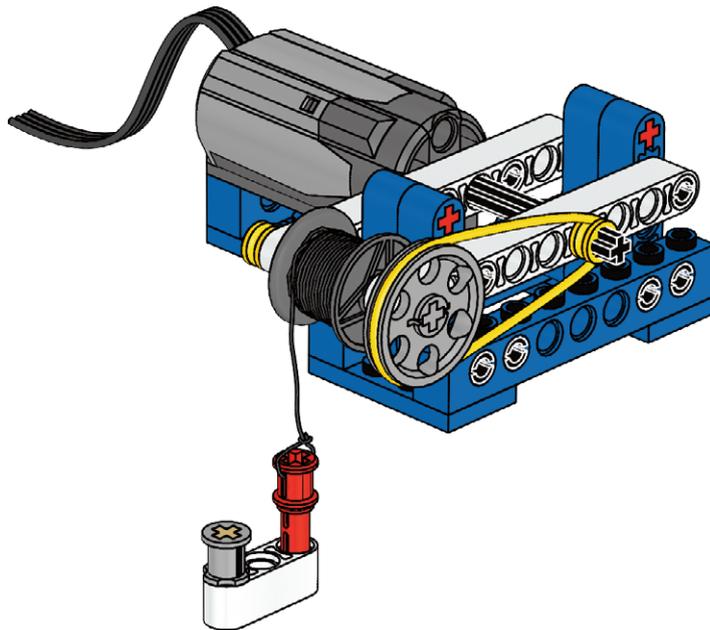
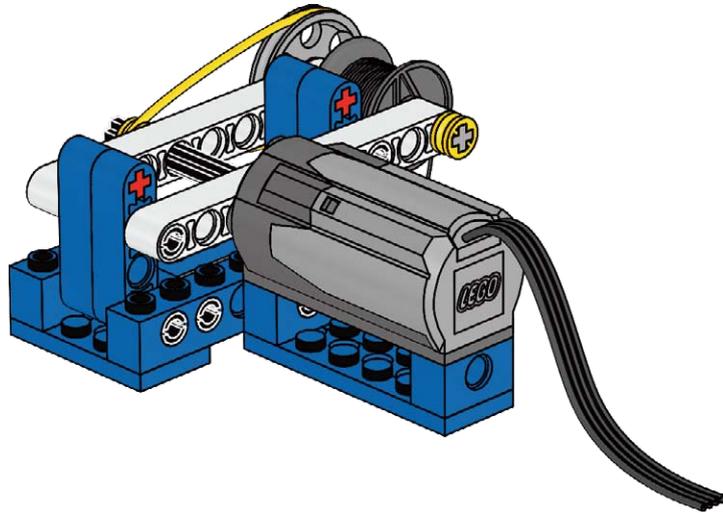


タワークレーン



滑車の原理学習用基本モデル組み立て説明書

解決法の例





## 回転式ブランコ



### 課題

公園には、ブランコや滑り台、ジャングルジム、回転式の遊具など、子ども向けの設備が設置されています。こうした設備はとても楽しいものです。子どもたちにケガがないよう、安全機能が万全でいかなる危険も回避しなければなりません。

ここでの課題は、少なくとも2人の子どもが乗れる、安全で楽しい電機で動く回転式ブランコをデザインして組み立てることです。

# 回転式ブランコ

## 学習目標

以下の知識を応用する:

- 基本的な機械要素、メカニズム、構造物
- 動力で動く機械
- エンジニアリングデザイン
- コミュニケーションとチーム作業
- 安全と製品の信頼性についての原則

## 副教材(オプション)

- 装飾のための材料。紙の旗、飾りリボン など。
- 安全を守るための材料。ゲート、フェンス、照明、シートベルト、ハンドルなど。

## 動機付け

順調にデザインができるように、132ページで紹介されている写真を見せたり、添付のテキストを読むよう生徒に指示してください。

あるいは、生徒にインターネットを検索させ、世界のいろいろな場所で、子どもたちに現在使用され、そして過去に使用されていたいろいろな種類の回転式ブランコの外観や形、および機能について学習させてください。そして、考慮すべき制約や機能について話し合ってください。

**アクティビティを進める中で、以下の質問をしながら、生徒に自分の知識や技能、そして理解している内容を課題に関連づけさせるようにしてください。**

- あなたの回転式ブランコはどんな風に動きますか?その他に、どんな部品が必要ですか?
- 一度に、何人の子どもたちが遊ぶことができますか?
- 子どもたちを支えるために、どんな構造を使いますか?
- どんな機構によって回転式ブランコは動きますか?
- 回転式ブランコが安定してバランスが取れるように、どんな工夫をしますか?
- 子どもたちの安全を確保するために、どんな工夫をしますか?
- 子どもたちを引き付けるために、どんな工夫をしますか?

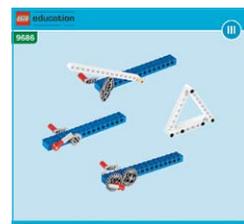
**アクティビティが終了する前に、生徒に以下のことをさせることによって、自分で作った製品や自分が使った手順についてよく考えさせるようにしてください。**

- 回転式ブランコの性能を評価するための実験を行う:
  - 乗るとわくわくするような工夫がありますか?
  - 安全に乗れますか?
  - 信頼性は確保できていますか?
- デザインを描いたり、写真を取ることで自分のデザインを記録してください。
- 組み立てたモデルがどのように動くか、そして性能を向上させるためには何を改良したらよいかについて、書き留めてください。
- モデルを安全に使うための方法を説明してください。
- デザインでうまくいったこと、そしてデザインを改良するにはどうしたらよいかについて、簡単に書いてください。

困ったときは  
以下を参照してください。

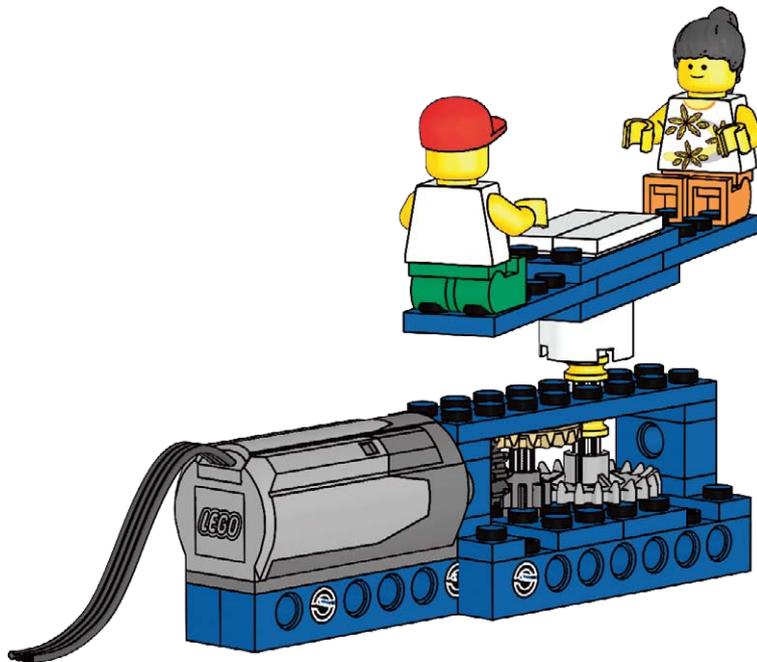
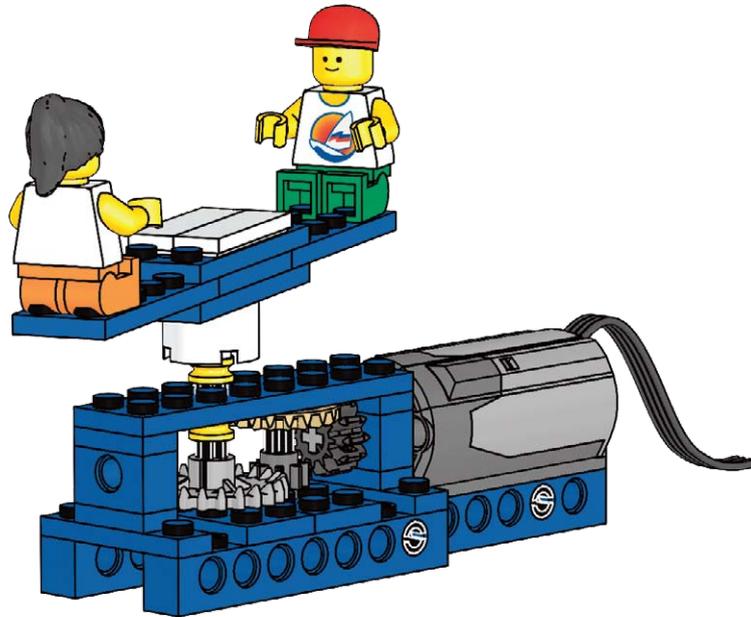


ギャレーサー



歯車の原理学習用基本モデル組み立て説明書

解決法の例



## 観測用タワー



### 課題

鳥類学者は野生の鳥たちの自然な行動を観測するため、鳥たちに見つからない状況、なおかつ高い場所で研究をする必要があります。雨風をしのげ、できるだけ高く、野鳥たちに見つからない観測タワーが必要です。

ここでの課題は、できるだけ高く、鳥の観測に適した安定した観測用タワーをデザインして組み立てることです。

## 観測用タワー

### 学習目標

以下の知識を応用する:

- 基本的な機械要素、メカニズム、構造物
- エンジニアリングデザイン
- コミュニケーションとチーム作業
- 安全と製品の信頼性についての原則

### 副教材(オプション)

- 鳥達から観測タワーを目立たなくするための材料。
- 観測タワーを危険から守る材料。ゲート、はしご、バリア、照明など。

### 動機付け

順調にデザインができるように、135 ページで紹介されている写真を見せたり、添付のテキストを読むよう生徒に指示してください。

あるいは、生徒にインターネットを検索させ、世界のいろいろな場所で使用されているいろいろな種類の観測用タワーの外観や構造、および機能について学習させてください。そして、考慮すべき制約や機能について話し合ってください。

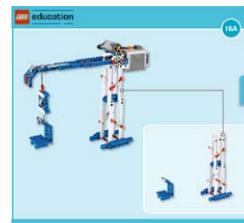
**アクティビティを進める中で、以下の質問をしながら、生徒に自分の知識や技能、そして理解している内容を課題に関連づけさせるようにしてください。**

- あなたの観測用タワーはどんな風に機能しますか?その他に、どんな部品が必要ですか?
- 観測用タワーの構造が頑丈であるために、どんな工夫をしますか?
- 観測用タワーの構造が安定しているように、どんな工夫をしますか?
- 観測用タワーの構造が風で揺れることのないように、どんな工夫をしますか?
- 鳥類学者は、どうやって隠れ場所に行きますか?
- 鳥類学者は、どうやって道具を隠れ場所に運びますか?
- 観測用タワーが鳥達に見つからないようにするために、どんな工夫をしますか?

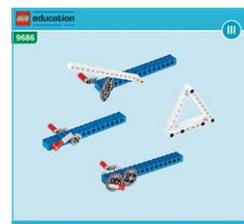
**アクティビティが終了する前に、生徒に以下のことをさせることによって、自分で作った製品や自分が使った手順についてよく考えさせるようにしてください。**

- 観測用タワーの性能を評価するための実験を行う:
  - 隠れ場所にいる鳥類学者を保護することができますか?
  - 簡単に使えますか?
  - 鳥達にみつからないよう、背景に溶け込んでいますか?
  - どの程度、安全ですか?
- デザインを描いたり、写真を取り、自分のデザインを記録してください。
- モデルがどのように動くか、そして性能を向上させるためには何を改良したらよいかについて、書き留めてください。
- モデルを安全に使うための方法を説明してください。
- デザインでうまくいったこと、そしてデザインを改良するにはどうしたらよいかについて、簡単に書いてください。

困ったときは  
以下を参照してください。

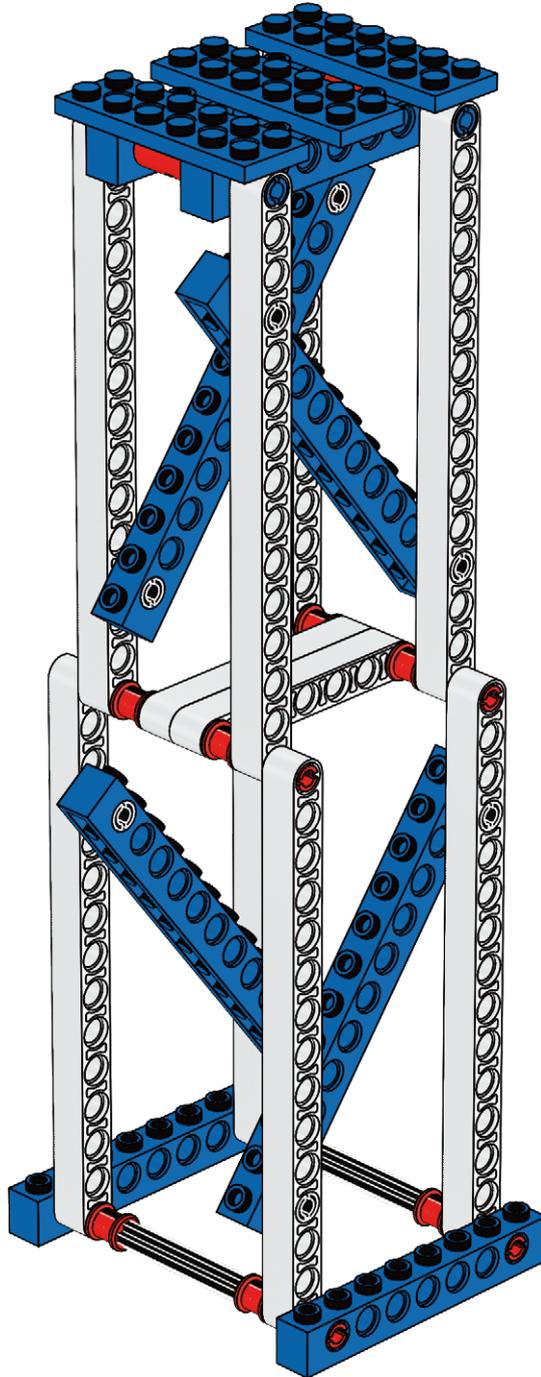


タワークレーン



構造物の原理学習用基本  
モデル組み立て説明書

解決法の例





## 橋



### 課題

橋は昔から、自然の境界を越えるために使われてきました。こうした境界は、小川や大きな川であったりします。また、峡谷や渓谷などの地形のギャップである場合もあります。時と共に、橋のデザインは改善されました。有史以前には、小川をまたがる倒れた木でできた単純な橋でしたが、現在ではデザイナーチームと建設作業者が関与する、大規模な技術作業となっています。

ここでの課題は、川を渡る必要がある人たちが使うことのできる、大きくて安全な橋をデザインして組み立てることです。

# 橋

## 学習目標

以下の知識を応用する:

- 基本的な機械要素、メカニズム、構造物
- エンジニアリングデザイン
- コミュニケーションとチーム作業
- 安全と製品の信頼性についての原則

## 副教材(オプション)

- 装飾材料。
- 安全を守るための材料。ゲート、フェンス、バリア、照明など。

## 動機付け

順調にデザインができるように、138 ページで紹介されているイラストを見たり、添付のテキストを読むよう生徒に指示してください。

あるいは、生徒にインターネットを検索させ、現在使用され、そして過去に使用されていた桁端、カンチレバー橋、つり橋、そして斜張橋の4種の橋の外観や形、および機能について学習させてください。そして、考慮すべき点や機能について話し合ってください。

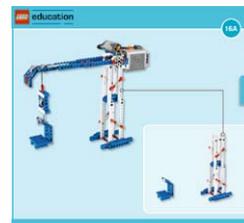
**アクティビティを進める中で、以下の質問をしながら、生徒に自分の知識や技能、そして理解している内容を課題に関連づけさせるようにしてください。**

- あなたが作るモデルの橋は、どの構造に基づいていますか？
- あなたの橋にはその他に、どんな部品が必要ですか？
- 橋が頑丈であるように、どんな工夫をしますか？
- 橋が安定するために、どんな工夫をしますか？
- 橋が安全に使えるように、どんな工夫をしますか？
- 橋が使われている際には、どの部分が圧縮し、どの部分に張力が発生しているでしょうか？

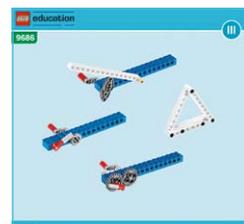
**アクティビティが終了する前に、生徒に以下のことをさせることによって、自分で作った製品や自分が使った手順についてよく考えさせるようにしてください。**

- 橋の性能を評価するための実験を行う：
  - 橋は壊れずにどの程度までの重さに耐えられますか？
  - 橋は変形せずにどの程度までの重さに耐えられますか？
  - 不釣り合いな負荷がかかると、橋がねじれたり落ちたりしますか？
  - 橋を使っている人々が、危険にさらされる可能性はありますか？
- デザインを描いたり、写真を取ることによって自分のデザインを記録してください。
- モデルがどのように動くか、そして性能を向上させるためには何を改良したらよいかについて、書き留めてください。
- モデルを安全に使うための方法を説明してください。
- デザインでうまくいったこと、そしてデザインを改良するにはどうしたらよいかについて、簡単に書いてください。

困ったときは  
以下を参照してください。

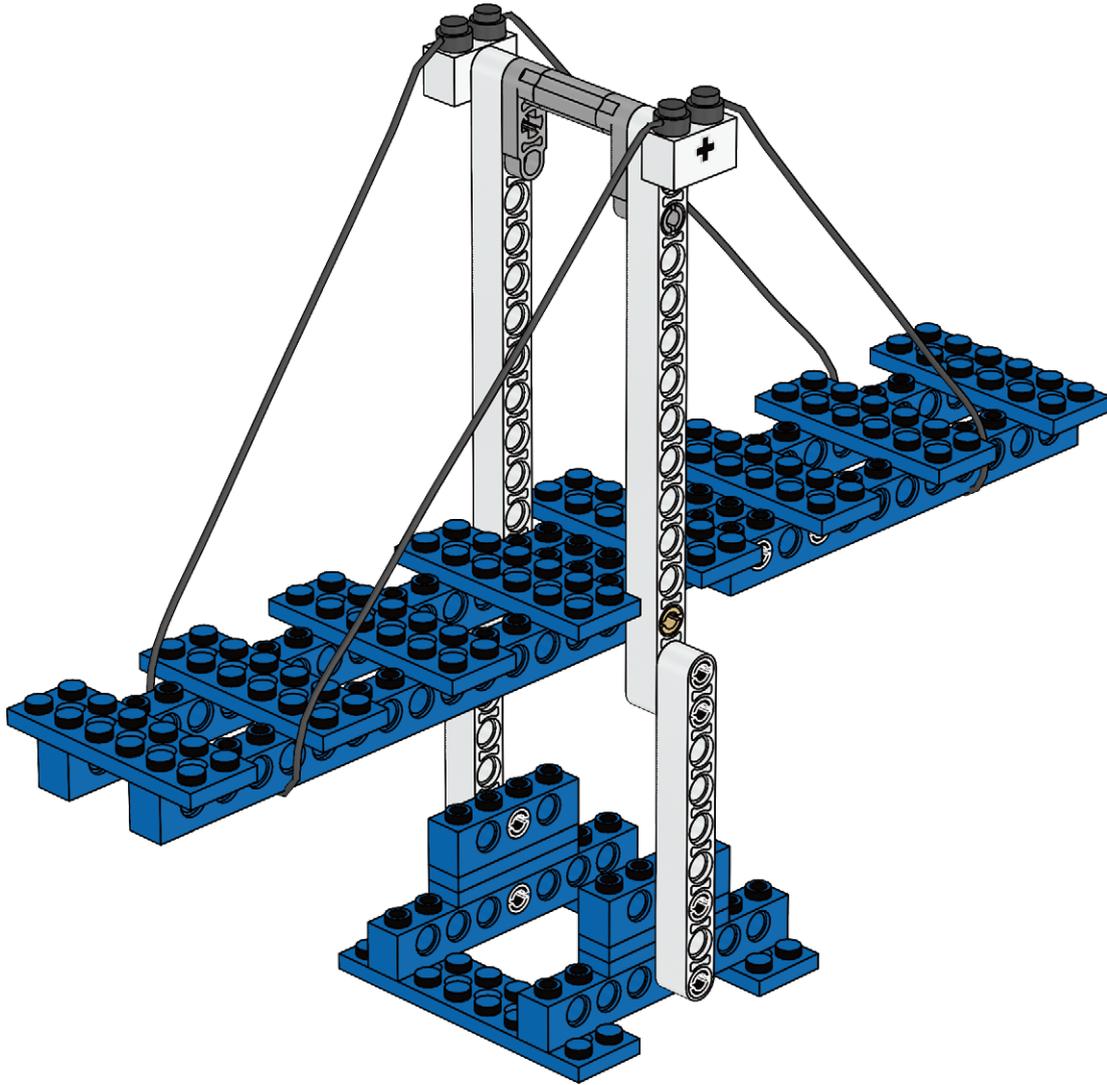


タワークレーン



構造物の原理解習用基本  
モデル組み立て説明書

## 解決法の例





## 用語集

- あ** 遊び車 駆動部によって回転され、もう一つの従動部を回転させる歯車または滑車。機械の中で力は変換されません。
- 圧縮力 構造物を押しつぶそうとして反対の方向に押そうとする、構造物内の力。RPM回転速度または1分間あたりの回転数。これは、通常、モーターの速度の計測単位です。作用点(負荷)がかかっていない場合(機械を動かしていない場合)、レゴ®のモーターの回転数は毎分約400回転です。
- い** 位置エネルギー 位置に関連した物体のエネルギー。位置が高いほど、より大きな位置エネルギーをもっていることとなります。運動エネルギーも参照してください。
- う** ウォームギヤ ねじに似たらせん状の歯がついた歯車。大きな力をゆっくりと伝えるために、小歯車とかみ合います。
- 運動エネルギー スピードに関連した物体のエネルギー。より早く移動するほど、より大きな運動エネルギーをもっていることとなります。位置エネルギーも参照してください。
- 運動量 物体の速度や質量の産物。方向が重要であるためスピードではなくて速度であり、重力に依存していないため重量ではなく質量です。
- え** エンジニアリングデザイン 科学、技術、および数学の原理を統合する、系統的で創造的な設計プロセス。
- か** かさ歯車 45度に切られた歯が付いています。二つのかさ歯車がかみ合うと、車軸と運動の角度が90°変わります。
- 滑車 ベルトや鎖またはロープを巻きつけるために、へりに溝の付いた車輪。
- 滑車、滑車装置 動くロープまたは(ブロックまたは滑車)鎖が巻きついた一つ以上の滑車が、一つ以上の定滑車に結びついたもの。この滑車は作用点(負荷)によって動き、作用点(負荷)を持ち上げる作用力を低減します。
- カム 従動部を回転させ動かす、非円形の車輪。カムの回転の動きを、従動部に往復運動または揺動運動として伝えます。時として、車軸を中心を外れた場所に通した円形の車輪がカムとして使用されます。基本的な機械要素実質的にすべての機械の基礎を形成する、6つの基本的な機械装置。
- き** 機械 作業をより簡単にあるいはより早く行えるようにする装置で、通常メカニズムが含まれています。機械的倍率作用力が増加する割合で、力やスピード、または距離に利点がある。
- 機械的倍率(実際) 実際の機械の性能の測定値。実際の機械的倍率を計算する際には、摩擦のようなすべての変数を考慮に入れる必要があります。
- 機械的倍率(理想) 理想的な状況における理想的な機械の性能の測定値。理想的な機械的倍率を計算する際には、摩擦のような変数を考慮に入れる必要があります。

く	駆動歯車	機械の一部で、歯車や滑車、てこ、クランク、車軸など、通常力が最初に機械に入力される場所。
	クラウン歯車	一方の側に、冠のように歯が飛び出しています。運動の角度を90°回転させるために、標準の平歯車とかみ合います。
	クランク	軸（または車軸）に適切な角度で接続されたアームまたはハンドルで、軸が容易に回転できるようにします。
こ	公正な実験	異なる条件における性能を比較して、機械の性能を評価すること。
	剛性(堅い)	剛性材料は、簡単に伸びたり、曲がったり、作用点(負荷)によって変形することがありません。
	効率性	機械に入力された力が、どれだけ実用的な仕事量として出力されるかを示す基準。大抵の場合、摩擦はエネルギーを浪費して、機械の効率性を低下させます。
さ	作業量	作業量を計算するには、ある物体を動かすために必要とされた力に動かされた距離(力×距離)を掛けます。「動力」も参照してください。
	作用力	機械に加えられる力または力の量。
し	支柱	圧縮力を受ける、構造物の部材。支柱があることで、構造物の各部の距離が一定に保たれます。
	支点(回転軸)	ここを中心として何かが回転したり回ったりする点。てこの支点(回転軸)など。
	質量	質量はある物質の量。地球上では、あなたの身体を引っ張る重力によって、例えば70キロなどの体重が生じます。軌道では無重力だと感じますが、残念なことに70キロの質量は変わっていません。しばしば、重量と混同されます。
	ジブ	おもりのひもが吊るされているクレーンの持ち上げアーム。
	シフトアップ	大きな駆動歯車が小さな従動歯車を回転させ、作用力を低減します。ただし、従動歯車はもっと早く回転するようになります。
	シフトダウン	小さな駆動歯車が大きな従動歯車を回転させ、作用力を増幅します。ただし、従動歯車はもっとゆっくりと回転するようになります。
	車軸	車輪の中心、またはカムの別の部分を通る棒。車軸は、伝動装置を介して車のエンジンから車輪へ、あるいはロープに縛り付けられたバケツを巻き上げる場合には車輪を介してあなたの腕から車軸へと力を伝えます。
	斜面	傾斜した表面または斜面(傾斜台)で、通常、物体を直接持ち上げるよりも小さな作用力で持ち上げるために使用されます。カムは、特殊な連続斜面です。
	従動歯車	通常は、もう一つの歯車、滑車またはてこによって動かされる歯車、滑車またはてこ。カムによって動かされるてこもこれに該当します。

従動部	従動歯車の機構を用いた部分。
小歯車	ラック歯車またはウォーム歯車とかみ合う歯車のもう1つの名称。
<b>す</b>	
スピード	速度を参考にしてください。
滑り	安全機能としての、プーリーホイール上のベルトやロープの滑り。
<b>せ</b>	
制御機構	自動的に動きを調整するメカニズム。歯止め装置は、歯車が間違った方向に回転することを防ぎます。
<b>そ</b>	
速度	一定方向における速度。車のスピードを計算するためには、移動距離をかけた時間で割ります。
<b>た</b>	
第1種てこ	支点(回転軸)が、力点と作用点(負荷)の間にあります。力点と支点(回転軸)の間のアームが長く、作用点(負荷)と支点(回転軸)の間のアームが短いと、作用点(負荷)を持ち上げる力が増幅されます。
第2種てこ	作用点(負荷)が、力点と支点(回転軸)の間にあります。このてこは作用力を増幅するため、作用点(負荷)が簡単に持ち上がります。
第3種てこ	力点が、作用点(負荷)と支点(回転軸)との間にあります。このてこは、作用力と比較して作用点(負荷)の動くスピードと距離を増幅します。
<b>ち</b>	
力	押す力または引く力。
張力	構造物を引き伸ばそうとして反対の方向に引っ張ろうとする、構造物内の力。
<b>つ</b>	
つなぎ材	張力を受ける、構造物の部材。つなぎ材があることで互いに「つながる」ため、構造物の各部分がばらばらに離れてしまうことはありません。
綱車	へりに溝のついたプーリーホイール。溝は、ロープやベルト、またはケーブルが車輪から滑り落ちないようにするためのものです。
つり合い	すべての作用力がお互いの力を相殺して、その結果つり合いの取れた安定した状態。
つり合いおもり	一方の力の作用を減らしたりなくすために使用する、物体の重さによる力。クレーンは、ジブの短いアームに取り付けられた大きなコンクリート・ブロックによって、反対側の長いアームの作用点(負荷)によって生じる不釣り合いの作用を打ち消しています。
つり合いの力	物体に働きかける全ての力が等しく反対の場合には、その物体はつり合っているため動きません。「つり合い」も参照してください。
<b>て</b>	
定滑車	作用力の方向を変えることができます。定滑車は、作用点(負荷)と一緒に動きません。
てこ	作用力が加えられた時に、定点(支点)のまわりを回転する棒。
伝動装置	一つの入力と一つ以上の出力を備えた歯車もしくは滑車で構成されるシステム。ギヤボックスや時計には、伝動装置が含まれています。

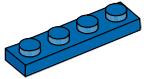
と	動滑車	作用点(負荷)を持ち上げるために必要とされる作用力の量を変えます。動滑車は、作用点(負荷)と一緒に動きます。
	動力	機械が作業をこなす速度(時間で分割された作業量)。「作業量」も参照してください。独立変数従属変数の値に影響を与えたり、変動させたりするために、実験において意図的に操作したり変更することのできる変数。
は	歯車	歯のついた歯車、または歯車の歯動きを伝えるために、歯車の歯はきちんとかみ合っています。しばしば、平歯車と呼ばれます。
	ギヤ比	駆動歯車の1回転に対する、従動歯車の回転数。ギヤ比は、従動歯車の歯数を駆動歯車の歯数で割ることで、求めることができます。ギヤ比が1:4であれば、駆動歯車が1回転する間に従動歯車が4回転することを意味します。
ひ	ピッチ	ネジが完全に1回転(360度)した時に、ネジによって動いた距離。被非制御変数実験において基準としての役割を果たす変数。
ふ	負荷	重量や質量など、構造物の対抗する力。または、機械に対する抵抗力を指します。
	複合歯車	少なくとも1本の車軸に異なる大きさの歯車が二つついている、歯車と車軸の組み合わせ。複合歯車を使うことで、入力に対する出力のスピードや力が大幅に変化します。部材構造物の個々の部品を指す言葉で、例えばドアの枠組みは二つの縦材と一つの横材から作られます。
	不つり合いの力	等しく反対の力によって対抗されていない力。不つり合いの力が加わった物体は、ある方向に動き出します。
へ	平均スピード	物体が移動する平均速度です。平均速度は、以下の公式を使用すると計算することができます。 $\text{平均速度} = \frac{\text{距離}}{\text{時間}}$
	ベルト	二つのプーリーホイールのまわりに巻かれた連続したバンドで、一つのプーリーホイールが回転するともう一つのプーリーホイールも回転します。通常、従動歯車の回転が突然止まった場合には、スリップするようにデザインされています。
	変数	独立変数に対応して観察されたり測定される変数。独立変数は、独立変数における変化の結果、変化します。
ま	摩擦	一つの表面が別の表面の上を滑るように動く時に発生する抵抗。車軸が穴の中で回転したり、手をこすり合わせる場合など。
ら	落下	負荷もしくは滑車装置に接続されたロープやケーブルなど。
	ラック(ラック歯車)	歯のついた平らな棒の形をした特殊な歯車。
	ラック歯車	歯が一直線上に均等に配置されている平らな歯車で、平歯車がこれにかみ合うことで、回転運動が直線運動に変換される。
れ	連結機構	機械的な連結機構は、動く回転軸によって連結された一連のロッドやビームを通して、動きや力を伝えます。ロッキングプライヤー、ジャッキリフト、マシン、およびガレージのドアロックにはすべて、連結機構が含まれています。



## レゴ部品概要



8x  
プレート、1×2、ブルー  
302323



4x  
プレート、1×4、ブルー  
371023



6x  
穴つきプレート、2×4、ブルー  
370923



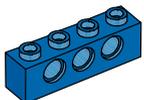
8x  
穴つきプレート、2×6、ブルー  
4114027



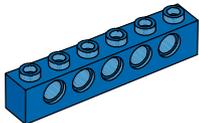
2x  
穴つきプレート、2×8、ブルー  
373823



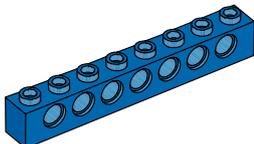
4x  
ポッチ付きビーム、1×2、ブルー  
370023



4x  
ポッチ付きビーム、1×4、ブルー  
370123



4x  
ポッチ付きビーム、1×6、ブルー  
389423



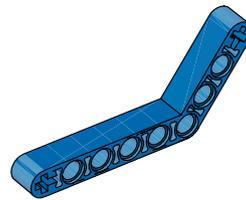
4x  
ポッチ付きビーム、1×8、ブルー  
370223



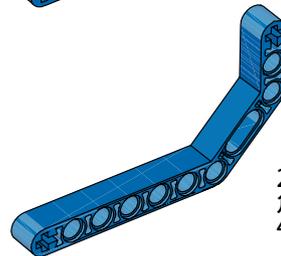
10x  
連結ペグ(摩擦あり)、  
3-モジュール、ブルー  
4514553



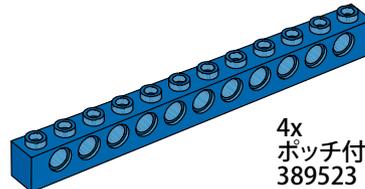
8x  
角型ビーム、4×2-モジュール、ブルー  
4168114



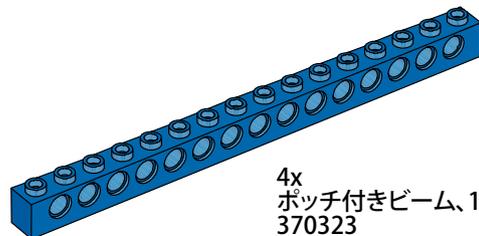
4x  
角型ビーム、4×6-モジュール、ブルー  
4182884



2x  
角型ビーム、3×7-モジュール、ブルー  
4112000

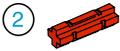
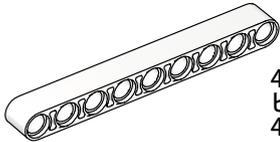
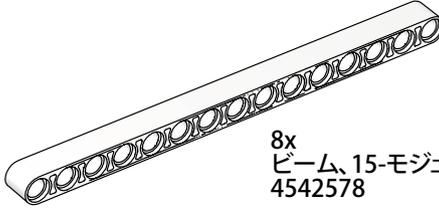
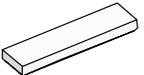
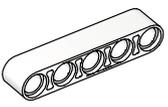
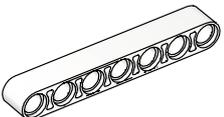


4x  
ポッチ付きビーム、1×12、ブルー  
389523



4x  
ポッチ付きビーム、1×16、ブルー  
370323

レゴ部品概要

	14x 車軸、2-モジュール、レッド 4142865		4x ビーム、9-モジュール、ホワイト 4156341
	14x プッシング付き連結ベグ、レッド 4140806		8x ビーム、15-モジュール、ホワイト 4542578
	4x 角型ブロック、2 (180°)、レッド 4234429		2x ステアリング・アーム 4114670
	10x クロスホール付き角型ブロック、レ ッド 4118897		2x ステアリング・アーム用軸受け、ブラ ック 4114671
	4x クロスブロック、3-モジュール、レッド 4175442		4x 角型ブロック、1 (0°)、ダークグレー 4210658
	2x チューブ、2-モジュール、レッド 4526984		4x 角型ブロック、3 (157.5°)、ブラック 4107082
	4x ポッチ付きビーム、1×2、 クロスホール付き、ホワイト 4233486		28x 連結ベグ(摩擦あり)、ブラック 4121715
	2x ブロック、2×4、ホワイト 300101		4x タイヤ、30、4×4、ブラック 281526
	2x ブロック、2×2 円形、ホワイト 614301		4x タイヤ、30、4×14、ブラック 4140670
	4x 屋根ブロック、1×2/45°、ホワイト 4121932		4x タイヤ、43、2×22、ブラック 4184286
	2x タイル、1×4、ホワイト 243101		
	2x ビーム、3-モジュール、ホワイト 4208160		
	2x ビーム、5-モジュール、ホワイト 4249021		
	2x ビーム、7-モジュール、ホワイト 4495927		

レゴ部品概要



12x  
車軸付き連結ペグ、ベージュ  
4186017



4x  
連結ペグ、3-モジュール、ベージュ  
4514554



16x  
プッシング、1/2-モジュール、イエロー  
4239601



4x  
連結ペグ、ハンドル、グレー  
4211688



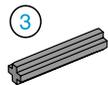
8x  
連結ペグ、グレー  
4211807



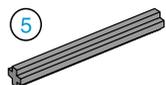
16x  
プッシング、グレー  
4211622



8x  
車軸延長部品、2-モジュール、グレー  
4512360



8x  
車軸、3-モジュール、グレー  
4211815



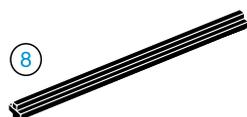
4x  
車軸、5-モジュール、グレー  
4211639



8x  
車軸、4-モジュール、ブラック  
370526

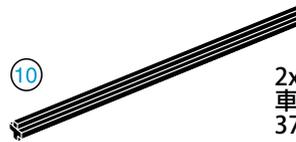


2x  
車軸、6-モジュール、ブラック  
370626



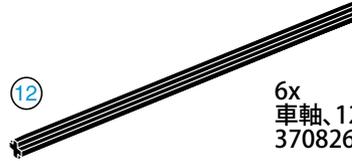
2x  
車軸、8-モジュール、ブラック  
370726

10



2x  
車軸、10-モジュール、ブラック  
373726

12



6x  
車軸、12-モジュール、ブラック  
370826



1x  
ミニフィギュア、  
ポニーテールのカツラ、ブラック  
609326



1x  
ミニフィギュア、帽子、レッド  
448521



2x  
ミニフィギュア、頭部、イエロー  
9336



1x  
ミニフィギュア、身体、ホワイト、  
サーファー  
4275606



1x  
ミニフィギュア、身体、ホワイト、  
花の模様付き  
4275536

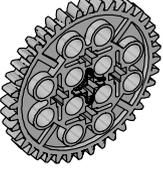
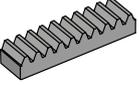
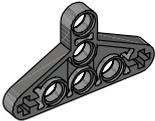


1x  
ミニフィギュア、脚、オレンジ  
4120158

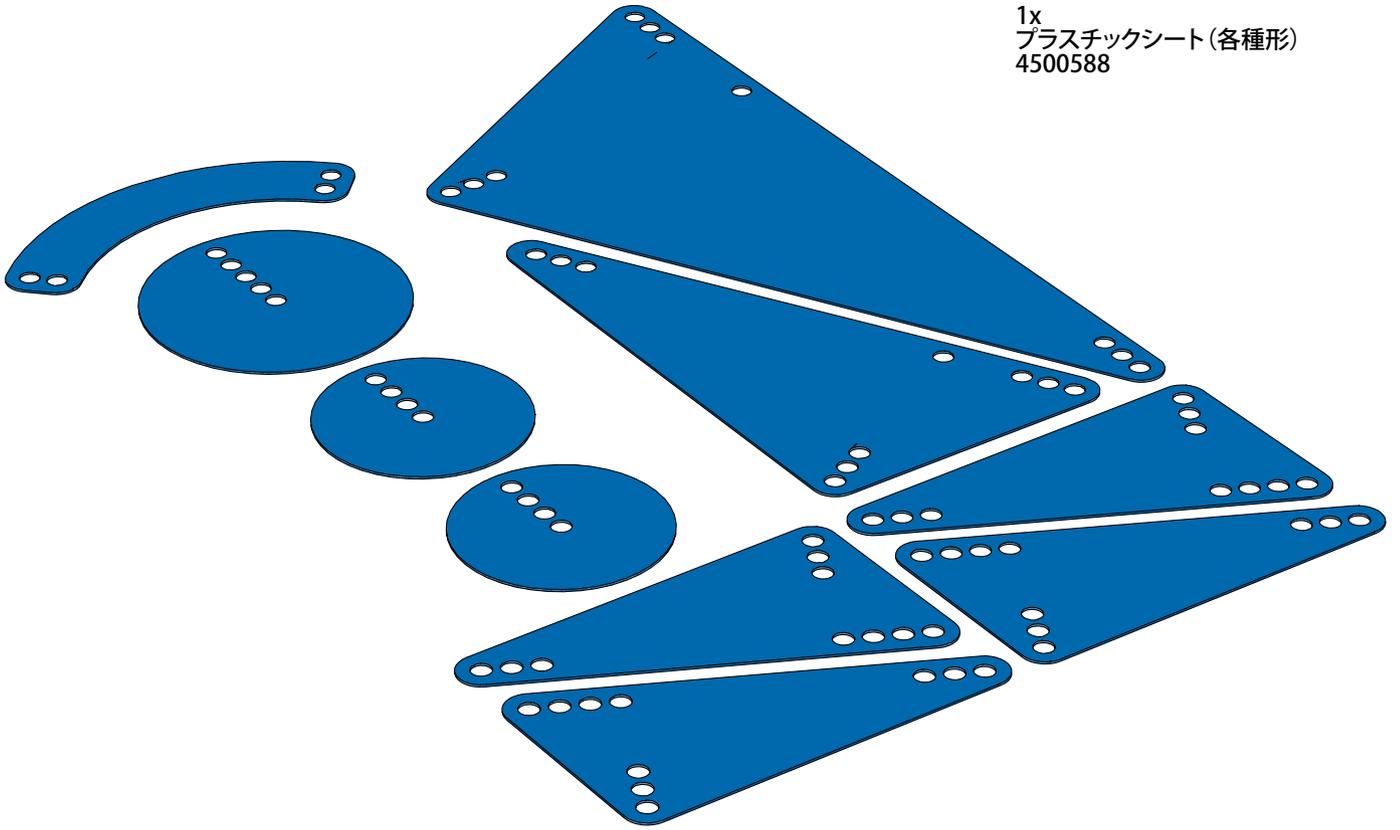


1x  
ミニフィギュア、脚、グリーン  
74040

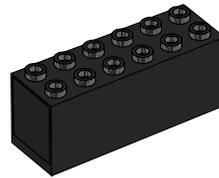
レゴ部品概要

	2x 歯車、16歯、グレー 4211563		2x ベルト、33センチ、イエロー 4544151
	4x クラウン歯車、24歯、グレー 4211434		2x ベルト、24ミリ、レッド 4544143
	2x 歯車、40歯、グレー 4285634		2x ベルト、15センチ、ホワイト 4544140
	2x ラック歯車、10歯、グレー 4211450		1x 自在継ぎ手、3-モジュール、グレー 4525904
	2x ウォームギヤ、グレー 4211510		4x ハブ、18×14、グレー 4490127
	1x 差動装置、28歯、ダークグレー 4525184		4x ハブ、24×4、グレー 4494222
	4x 歯車、24歯、ダークグレー 4514558		4x ハブ、30×20、グレー 4297210
	6x 歯車、8歯、ダークグレー 4514559		6x 連結ベグ、1½-モジュール、 ダークグレー 4211050
	2x ダブルかさ歯車、12歯、ブラック 4177431		4x ノブ付きの車軸3-モジュール、 ダークグレー 4211086
	1x ラック歯車、14歯、ブラック 4275503		4x カム歯車、ダークグレー 4210759
	6x かさ歯車、12歯、ベージュ 4514556		1x ポビン、ダークグレー 4239891
	2x かさ歯車、20歯、ベージュ 4514557		2x ½ ビーム、三角形、ダークグレー 4210689
	2x ダブルかさ歯車、20歯、ベージュ 4514555		

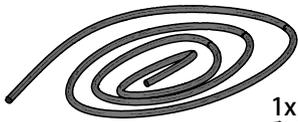
1x  
プラスチックシート(各種形)  
4500588



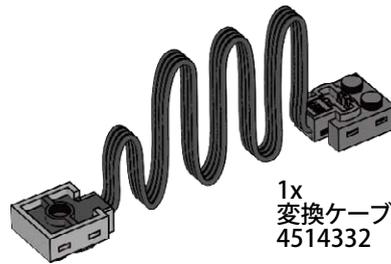
2x  
ひも、40-モジュール、ノブ付き、  
ブラック  
4528334



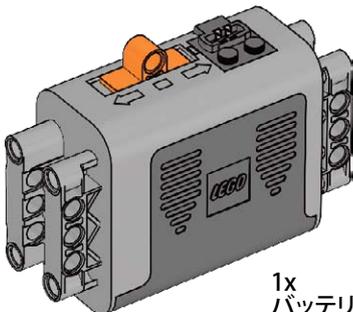
1x  
重りブロック、ブラック  
73843



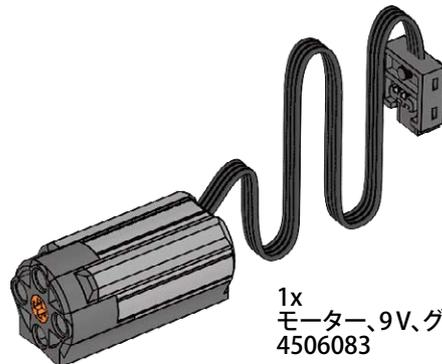
1x  
ひも、2メートル、ブラック  
4276325



1x  
変換ケーブル、ブラック  
4514332



1x  
バッテリーボックス、9V、グレー  
4506078



1x  
モーター、9V、グレー  
4506083

ローカライゼーション、翻訳およびDTP: EICOM ApS (デンマーク)

ビデオに使われていたマシンは、以下の各社/学校から提供いただいたものです。

実験用てこ (竿秤): Kig-Ind Antik

タワークレーン: Jorto n A/S

斜面 (傾斜台): Totempo. Ford Motor Company A/S

ギヤレーサー: Ferrari. Silkeborg Technical School

レゴ エデュケーションウェブサイトのアクティビティ・バンクより、学校の授業用に開発されたアクティビティを無料でダウンロードすることができます。

LEGO and the LEGO logo are trademarks of the/son des marques de commerce de/son marcas registradas de LEGO Group.  
©2009 The LEGO Group.

