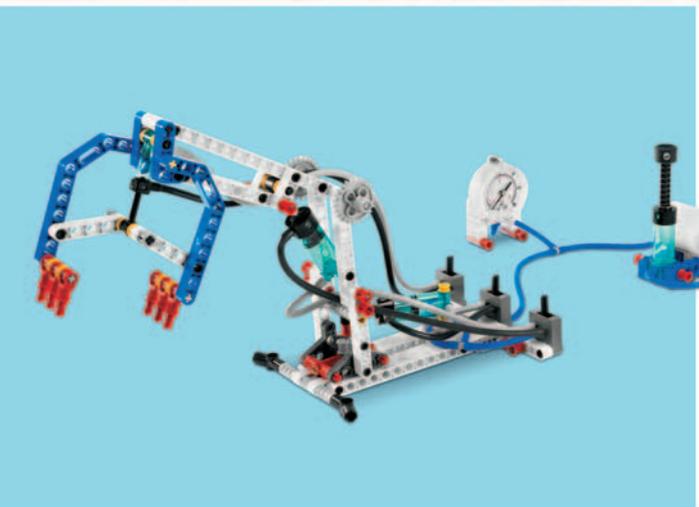


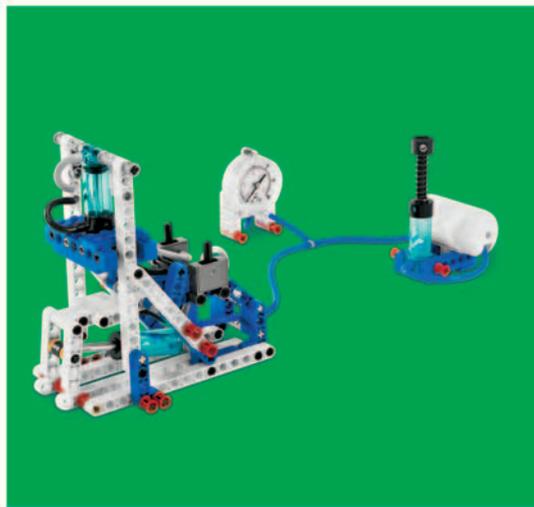
2009641



education



空気力学  
ピストン棒  
シリンダー  
圧縮  
探求  
カ  
ピストン



# 教師用ガイド



## 目次

1. <a href="#">はじめに</a> .....	3
2. <a href="#">カリキュラムの重要ポイントは?</a> .....	8
3. <a href="#">空気力学とは?</a> .....	14
4. <a href="#">原理学習用基本モデル</a> .....	23
5. アクティビティ	
5.1 <a href="#">ジャッキリフト</a> .....	35
5.2 <a href="#">ロボットハンド</a> .....	42
5.3 <a href="#">プレス機</a> .....	49
5.4 <a href="#">ロボットアーム</a> .....	56
6. <a href="#">デザインおよび製作アクティビティ</a> .....	63
6.1 <a href="#">恐竜</a> .....	64
6.2 <a href="#">かかし</a> .....	67
7. <a href="#">用語集</a> .....	70
8. <a href="#">レゴ®部品概要</a> .....	73



## はじめに

レゴ®エデュケーションのレゴ空気力学セットは、実社会における科学技術について知識を得たり、実験、学習するための理想的な教材です。

### 対象

この教材は、中学生を対象として作られています。小学校の学習内容とも関連しています。教師用ガイドには、総合的かつ詳細な手引きや説明が含まれている他、生徒が確実に学習内容を習得できるように考案された学習要領や質問、およびヒントから構成された生徒向け資料が含まれており、先生方も生徒も、この教材を使って学習を進めていくことができます。

### 目的

レゴエデュケーションがお届けする科学やテクノロジーの学習メソッドにより、生徒は、科学的に探求するためのツールや課題を用いながら、技術研究者になったつもりで学習を楽しむことができます。これらの学習メソッドは、生徒に「もしもこうだったら、どうなるんだろう?」といった疑問をかきたてます。生徒は、予想したり仮定を立てた後で、自分のモデルの動きを測定し、記録をとり、その結果を発表します。

### モデル概要

このセットには、ポンプやシリンダー、およびバルブを含む31の部品が含まれており、これらの部品の大半が、このセット専用で作られた特殊なものです。すべての部品と10冊の組み立て説明書は、レゴサイエンス&テクノロジー基本セットの収納ボックスの下側に収納することができます。

この教師用ガイドには、まず空気力学の基礎や原理を把握するための「原理学習用基本モデル」を使用した14のアクティビティ、次のステップとして実際に産業や工場で使われている機械をモデルとした4つの「メインアクティビティ(ジャッキリフト、ロボットハンド、プレス機、ロボットアーム)」、更に発展した課題として、自らデザイン、製作する2つの「デザインおよび製作アクティビティ」から構成されています。

このセットは、使いやすさ、効率的な授業、内容豊富な学習を目的として開発、構成されています。



## 新たな学習方法

### 空気力学についての実践学習

このセットは、生徒が実践的なアクティビティを通して、空気力学についての理解を深めることができるように工夫されています。

「空気力学とは?」と「原理学習用基本モデル」の項目では、先生方や生徒に空気力学の基礎からご紹介します。4つのメインアクティビティ(ジャッキリフト、ロボットハンド、プレス機、ロボットアーム)を通して、生徒は実際にモデルを使いながら空気力学の概念を探求していきます。これらのアクティビティは、生徒に意欲を起こさせる楽しい方法で、科学的、技術的な概念を紹介しますので、創造性やチームワークが育まれます。また、広範囲にわたる科学やデザイン、技術、および数学上の概念が統合されているため、非常に能率的かつ効果的な学習が可能となります。

## 使用方法

### 組み立て説明書

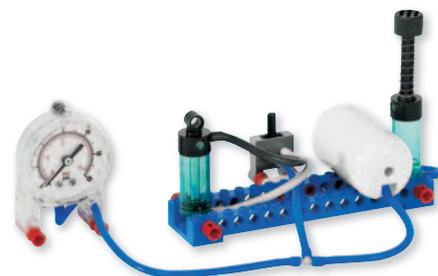
レゴ®エデュケーションの独自の「パディビルディングシステム」に基づいた2人組みの組み立て説明書は、各パートナーがモデルの半分を組み立てるための説明が掲載されています。2人組みのパートナーは、異なる説明書(AとB)を使用してそれぞれモデルの半分ずつをつくり、その後で2人で協力しながら手早く組み合わせ、より高度でパワフルな1つのモデルを完成させます。

### 3. 空気力学とは?

この項目では、空気力学とは何か、どう作用するのか、どのように活用されるのか、といった基礎的な内容について説明します。さらに、各部品のデザインや機能についての解説の他、印刷して教室で掲示することのできるページが4ページ含まれています。先生方が授業の準備をされる際の一助としてお使いになったり、生徒に配るなどしてお使いください。

### 原理学習用基本モデル

空気力学に関する基本概念を生徒に紹介すると同時に、空気力学の働きについての理解や知識を深められるような工夫がされています。生徒は、アクティビティの進度に合わせ、組み立て説明書に従いながら、これらのシンプルなモデルを使って実験を行うことができます。生徒用のワークシートの最初のページには、生徒が調査や説明をする際に、空気力学に関して正しい用語を使用することができるようにするための主要な用語が紹介されています。



### 先生のための豆知識

「先生のための豆知識」の項目では、さらに調査を進めていくためのアクティビティや質問、答え、ヒント、アイデアが紹介されています。アクティビティはいずれも、科学やデザイン、テクノロジーの学習内容の総合目標に関連付けられています。また、各アクティビティの初めのページには、そのアクティビティで得られる成果が列挙されています。すべてのアクティビティに共通して得られる成果については、「カリキュラムの重要ポイントは？」の項目をご参考ください。さらに、重要な語彙や、各アクティビティに必要となる副教材についても紹介されています。

「先生のための豆知識」は、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。この教育メソッド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

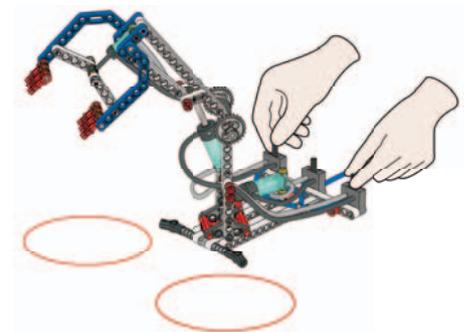
この項目では、学習の趣旨や各モデルの機能が簡潔に説明されています。さらに、これらのモデルと似た本物の機械について紹介した動画が用意されています。まずこうした説明や動画を使用したり、先生方ご自身の経験を紹介することによって、授業での話し合いのきっかけ作りをしてください。また、身近な出来事や世界で起きている出来事を例として引用し、状況設定を行ってください。

### 組み立てる

組み立て説明書を読みながら、生徒は、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作っていきます。さらに、実験をしたり、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が用意されています。

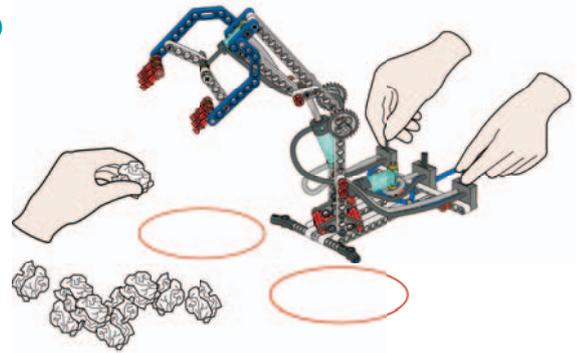
### よく考える

この教材は、科学研究に基づく調査を通して、学生が特定の技術的な学習領域について話し合い、自分のアイデアを課題に反映させたり適合させることができるように導いていきます。各アクティビティでは、生徒は結果を予測してから自分の調査結果を記録するようになっていますので、生徒に、調査結果やその調査結果についての説明や論理的な根拠を発表させてみることもできます。さらに、生徒の経験や調査結果についての理解を深めるために、数々の質問が用意されています。これらの質問を通して、先生方は、それぞれの生徒の学習状況や進歩を評価することができます。



### 続ける

生徒が行った調査の結果を活用して、さらなる調査を行うためのアイデアが提供されています。生徒は、特定のモデルの機能について実験したり、追加機能をデザインしたり、重点的な調査を行います。また、実際の機械やメカニズムと関連して、生徒が自分で調査を行ったり発明したりできるようなアイデアが提供されています。



### 生徒用ワークシート

生徒用ワークシートを活用することで、生徒はあまり先生方の手助けを必要とせずに、調査を進めていくことができます。生徒は、予測、実験、測定、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。

生徒にワークシートを比較させたり、調査結果をお互いに発表させたりすることで、自分たちが探求した概念について理解を深めさせることができます。また、先生方は、生徒の調査結果を利用して、正しい実験やデータの取り方について話し合わせることもできます。

各アクティビティの最後に、生徒に学習内容に基づいた装置を発明させたり、その装置のスケッチを描かせてみましょう。追加の課題として、あるいは宿題用の課題として活用していただくのも授業の振り返りとして理想的な方法です。

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際に役立ちます。また、生徒の重要な成長の記録となります。



### デザインおよび製作アクティビティ

これらのアクティビティの目的は、生徒が実生活において必要な事柄について、自分で解決法を考えることができるようにすることです。生徒は、解決法を考え、実際にモデルを作ってみます。次に、自分が使用した方法やデザイン条件を満たすために重点を置いた点について評価させたり、発表させてみましょう。それぞれのアクティビティは、原理解習アクティビティやメインアクティビティ（ジャッキリフト、ロボットハンド、プレス機、ロボットアーム）から得られた知識や技能、理解を土台としています。「先生のための豆知識」では、提案された解決法をどのように評価したらよいかについて、アドバイスが豊富に掲載されています。

モデルのイラストもついてしますので、生徒がなかなかデザインできずにいる場合にはご活用いただけますが、常に、生徒に自分の解決法をデザインするように促してください。



### 必要な学習時間は？

すべての原理学習アクティビティは、45分授業×2回で終了できるようになっています。

また、それぞれのメインアクティビティ（ジャッキリフト、ロボットハンド、プレス機、ロボットアーム）で、大半の生徒は45分以内に組み立て、実験、探求を行い、部品を片付けられるでしょう。重要な学習内容については、より掘り下げた調査を行うために、授業を2回行うことをお勧めします。

デザインおよび製作アクティビティでは、生徒は自分のモデルを組み立てたり、説明するための時間がより多く必要となります。

### レゴ®エデュケーション



## カリキュラムの重要ポイントは？

積極的に組み立て、探求、調査、質問するといったコミュニケーションをとることで、生徒はたくさんのことを学びます。以下はその概要です。

### 科学

- ・実用的かつ調査を目的としたアクティビティの実施
- ・アイデアを実験の説明、科学的な証拠や実用的な方法の発見
- ・記録、分析、評価

### デザインとテクノロジー

- ・アクティビティの計画、準備する際に適切なプランを立てる
- ・技術的な問題を解決し、製品改良のためにデザインや提案内容を評価する
- ・変更する際に別の視点・観点から批判的に捉え、「組み立てるものの条件」に対して創造的に対応し、製品仕様の提案書を作成する
- ・試作品を使って仕様に対する性能テストの実施をする
- ・構造や仕上げの質について評価する

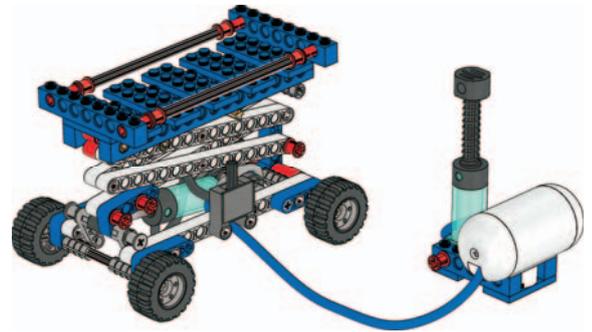
### 数学

- ・紙に正確に数表やグラフ、構造を描く
- ・類似した作業に対するチェックやその量の見積り
- ・記録方法と手段
- ・調査結果から説得力のある論拠や総論への導き
- ・現状と結果の関連付け
- ・調査結果の効果的な発表

「ジャッキリフト」、「ロボットハンド」、「プレス機」、そして「ロボットアーム」の4つのメインアクティビティを進めていくに従って、学習内容はより複雑で難易度も高くなります。

## ジャッキリフト

ジャッキリフトは、組み立て方も比較的簡単で、切替装置も1つしかありません。この調査では、動かそうとする重りや動かそうとする高さによって、リフトの性能（必要なポンプや圧力）がどう変わるかについて探求します。生徒に、表に予測と実際の結果を記入させてください。



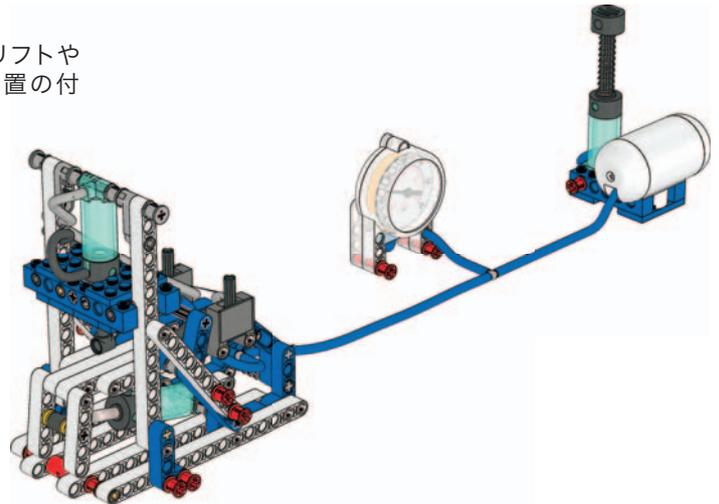
## ロボットハンド

ロボットハンドの方がジャッキリフトより組み立て方は複雑ですが、これも切替装置は1つしかありません。つかむ物体の2つの可変要素、すなわち表面の質と重さを考慮しなくてはならないため、調査はより複雑になります。さらに、重りをつぶさないで握ることのできる圧力についても調査します。圧力の測定には、ポンプで空気を送り出した回数ではなく、最初から圧力計を使用します。生徒に、表に予測と実際の結果を記入させてください。



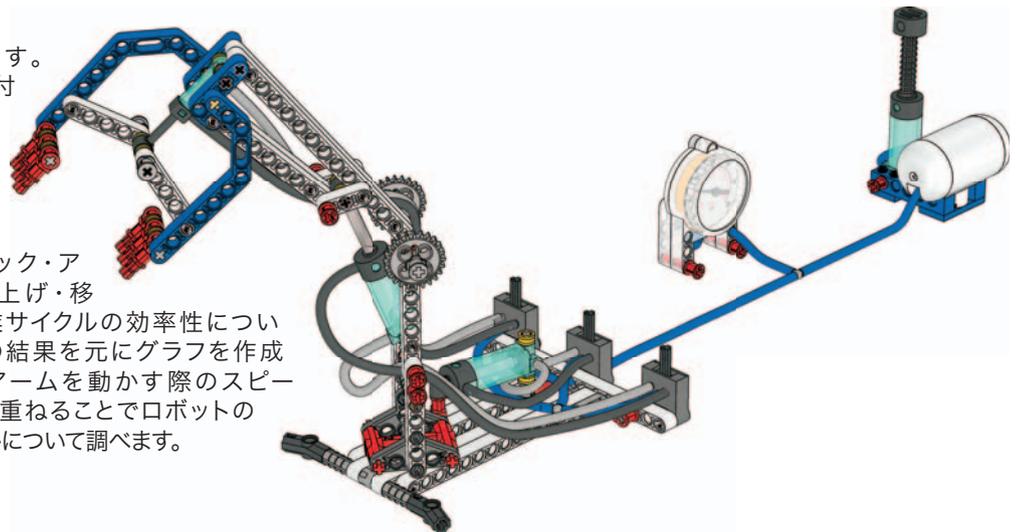
## プレス機

プレス機は、構造や空気圧回路という点において、ジャッキリフトやロボットハンドよりも複雑です。それぞれシリンダーと切替装置の付いた2つの回路が必要です。1つの回路はプレス機を動かすもの、もう1つの回路はプレス後にプレス品を取り出すためのものです。この調査では、2.5バールの開始圧力で何回プレスが完了できるかで、プレス機の効率性を調べます。生徒に、予測と実際の結果を元にグラフを作成させてください。この調査では、生徒がプレス機を操作するスピードについても調べます。



## ロボットアーム

ロボットアームはさらに複雑です。それぞれシリンダーと切替装置の付いた3つの回路があります。1つの回路はアームを回転させ、もう1つの回路はアームを上下に動かし、もう1つの回路は手を開いたり閉じたりするためのものです。この調査では、ロボットがピック・アンド・プレイスモード（物を拾い上げ・移動させ・置く）で動作する際の作業サイクルの効率性について調べます。生徒に、予測と実際の結果を元にグラフを作成させてください。この調査では、アームを動かす際のスピードや精度、そして生徒が練習を積み重ねることでロボットの性能を向上させることができるかどうかについて調べます。





## デザインとテクノロジーの学習の一環としてご利用いただける、レゴ®空気力学セット

レゴ®空気力学セットを使うことで、以下のデザインとテクノロジーの主要コンセプトに沿った学習が可能となります。

### デザインおよび製作

- ・ 材料や生産工程に関する知識を応用して製品をデザインし、目的に合った適切な実用的解決法を考える

### 創造性

- ・ 優れたデザインの原理、既存の解決法、および技術的知識を結び付け、革新的な製品や工程を開発する。
- ・ 学習内容について再度自分なりに解釈し、新たなデザインに応用し、自分のアイデアを新しい方法や革新的な方法で伝える。
- ・ アイデア、材料、技術、およびテクニックを探求、実験する。

### 厳しい批評

- ・ デザインや製作担当者に通知するため、既存の製品や解決方を分析する。
- ・ デザインや製作担当者に通知するため、ユーザーのニーズや製品の使用状況について評価する。
- ・ アイデアが与える影響、デザインの決定、技術的進歩、そしてこれらによって新しいデザインにどんな機会がもたらされるかについて探求する。

レゴ空気力学セットを使うことで、以下のデザインとテクノロジーの主要プロセスに沿った学習が可能となります

- ・ 適切な戦略を使いながら、さまざまな方法でアイデアを考え出し、発展させ、モデルを作り、伝える。
- ・ 「組み立てるものの条件」に創造的に対応し、自分自身の提案を作り、製品の仕様を決める。
- ・ さまざまな材料、構成要素、および技術に関する知識や理解をデザインに応用して製品を作る。
- ・ アクティビティを計画、準備し、次に、材料、部品、構成要素を形作り、成型し、混ぜ合わせ、組み立て、完成させる。
- ・ 技術的問題を解決する。
- ・ 製品を改良するため、アイデアや提案を評価、変更する際には、開発や製造のプロセスを通して厳しい視点で考える。

レゴ®空気力学セットを使うことで、システムやコントロールに関連したデザインとテクノロジーについて、以下の範囲や内容に関する学習が可能となります。

- ・ デザイン案のシステムおよびコントロールの実用化。
- ・ 電気、電子、空気力学を含む機械、マイクロプロセッサ、コンピュータ制御システム、およびこれらの有効利用。
- ・ システムやコントロールを使用して、サブシステムをより複雑なシステムに組み込む。

レゴ空気力学セットを使うことで、デザインとテクノロジーの以下のカリキュラムに関する学習が可能となります

- ・ 製品を分析して、機能について学ぶ。
- ・ 重点課題に取り組むことで、デザインや課題に関する知識、技能、および理解を向上させる。
- ・ 授業の内容を超えた目的や使用方法を含め、様々な方法でより複雑な状況を加味してデザインや課題を考える。
- ・ 個人でまたはチームで作業を行い、様々な役割や責任を引き受ける。
- ・ デザインおよびテクノロジーと、カリキュラムのその他のテーマや分野との関連付けを行う。



## 科学の学習プログラムの一環 としてご利用いただける、 レゴ®空気力学セット

レゴ®空気力学セットを使うことで、以下の科学の主要コンセプトに沿った学習が可能となります。

### 科学的思考

- ・ 科学的なアイデアやモデルを使用して、現象について説明し、創造的に理論を導き出したり実験する。
- ・ 観察や実験から、根拠を批判的に分析し、評価する。

レゴ空気力学セットを使うことで、以下の科学の主要プロセスに沿った学習が可能となります

### 実用的な調査技能

- ・ さまざまな科学的手法やテクニックを使って、アイデアや説明を導き出し、実験する。
- ・ 個別およびグループで、実用的かつ調査のためのアクティビティを計画し、実行する。

### 根拠についての批判的な理解

- ・ ICT 資料 (CD-ROM に入っている教材) を含む広範囲にわたる一次資料および二次資料に入っているデータを使って、記録、分析する。さらに、調査結果を使用して、科学的説明の根拠とする。
- ・ 科学的な証拠や実用的な方法を評価する。

レゴ空気力学セットを使うことで、科学に関する以下の範囲および内容に沿った学習が可能となります

### エネルギー、電気、および力

- ・ 力は、物と物の間の相互作用であり、形や動きに影響する。

### 化学と物質の動き

- ・ 異なった物理的性質や動きについて説明する、粒子モデル。

レゴ空気力学セットを使うことで、科学の以下のカリキュラムに関する学習が可能となります

- ・ 研究、実験、議論、論拠の確立。
- ・ 科学と、カリキュラムのその他のテーマや分野との関連付けを行う。



## 空気力学とは？

### 空気力学とはどういう意味？

英語の「pneumatic (空圧式)」という言葉は、ギリシア語で「風から来る」を意味する「pneumatikos」という単語に由来します。現在は、「pneumatic」という言葉は、作業に圧縮された空気を使用することを意味します。空気圧装置は長年にわたり使用されてきました。2000年前に、有名なギリシア人の発明者、アレキサンドリアのヘロンは、空気カタパルトを含むさまざまな空気圧装置を開発しました。

### なぜ空気力学を使用するのか？

今までに歯医者にかかり、歯の治療を受けたことがあれば、知らないうちに空気圧装置と間近に遭遇していたかもしれません。多くの歯科医が、空気圧を利用した歯科医療器械を頻繁に使用しており、その勢いの強さと滑らかな操作が高く評価されています。

空気圧システムを使用すると、以下のようなメリットがあります。

- ・ 空気圧装置は非常に小さく、軽く、速く、強力。
- ・ 水や油と比べて、空気は軽い。
- ・ 圧縮空気は保管も簡単。
- ・ エアホースや機械部品が濡れても安全。
- ・ 空気圧装置に負荷がかかりすぎると、機械は停止するか、圧縮し続けるか、空気が排気弁から漏れる。油圧機械のホースから漏れが生じると、水や油によって隣接した場所が滑りやすくなり危険。
- ・ どんな流体(気体や液体)も高温、高圧の場合には危険です。

### どう機能する？

例えば下記容器 A を想定してください。中は空に見えるかもしれませんが、決して空ではありません。気体分子が一杯に詰まっています。気体分子は目に見えませんが、重量や質量があり、圧力が加わっています。容器 A の圧力は、この容器が置かれている部屋の空気圧と同じです。容器が密封されると (B)、中に閉じ込められた気体分子はお互いに衝突したり容器の壁にぶつかるため、小さな空間に閉じ込められ、「圧縮される」と圧力が増します。これは、気体分子が容器の中で圧縮されることによって衝突し、そのときに生じる弾性によるものです。

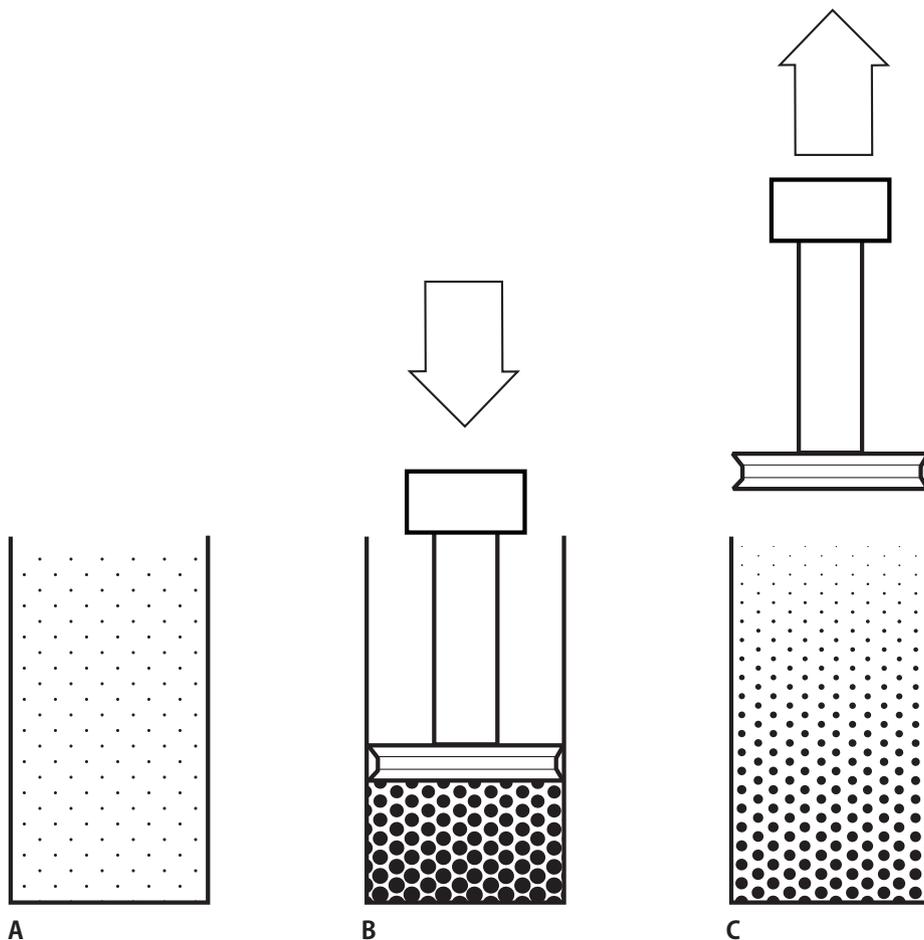
空気分子によって発生する圧力は、分子数と分子と容器内側の表面との間の衝突数によって変わってきます。圧縮された気体分子には、位置エネルギーがあります。

手やピストンを離すと (C)、容器の中と外の圧力が同じになるまで、圧縮された空気は膨張します。

気流制御回路を使用することによって、空気膨張の力を、システムに動力を供給したり動かししたりするための運動エネルギーに変換することができます。

**ヒント**  
用語の説明については、用語集をご参考ください。

**先生のための豆知識**  
圧力の計算方法について詳しく知りたい場合には、ボイルの法則から学ぶとよいでしょう。





## レゴ®空気力学セットの内容

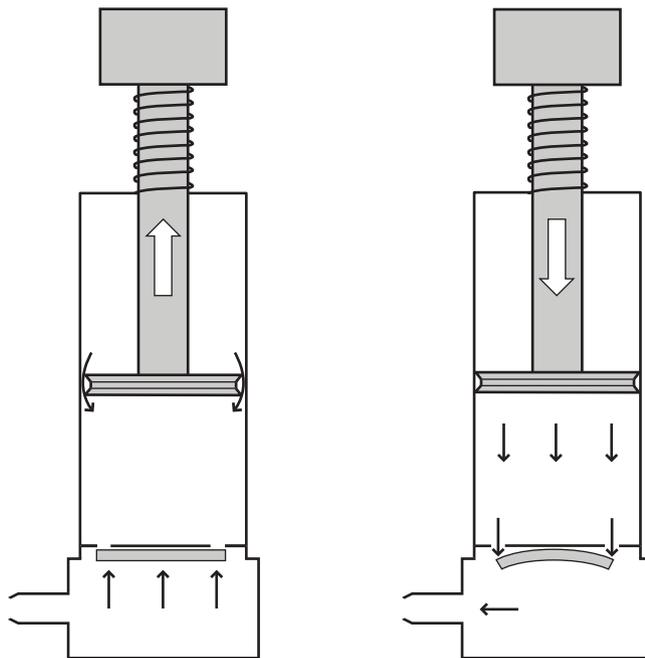
ポンプ、シリンダー、そしてバルブは、あらゆる空気圧システムの基本的な部品です。産業用にはより多くの種類の部品が使用されていますが、大半の操作は、これら3つの基本的な部品で行うことができます。

### ポンプ

ポンプは、空気を圧縮する際に使用されます。ポンプの中の気流を制御するために、特別にデザインされたピストンと弾力のあるダイヤフラム(振動板)が使用されています。

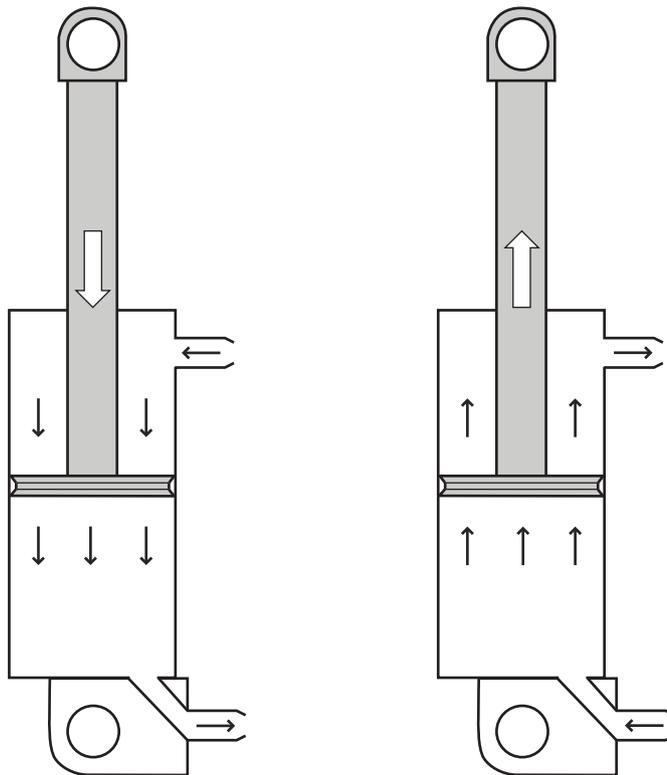
下向きストロークの際には、ポンプのピストン・シールは密閉され、圧縮された空気が弾力のあるダイヤフラムを曲げ、空気が出口から流れ出します。

上向きストロークの際には、空気はピストン・シールを通り抜け、ポンプの筒内に戻ります。同時に、弾力のあるダイヤフラム(振動板)が跳ね返るため、圧縮された空気がポンプの筒内に戻ることはありません。



### シリンダー

空気圧シリンダーは、膨張する空気（位置エネルギー）を動き（運動エネルギー）に変換することによって動きます。空気がシリンダーに入ると、いずれの空気孔から入ってきたかによって、膨張する空気がピストンを上または下に動かします。すべてのレゴ®シリンダーは複動式ですので、2つの空気孔から圧縮空気を入れることができます。



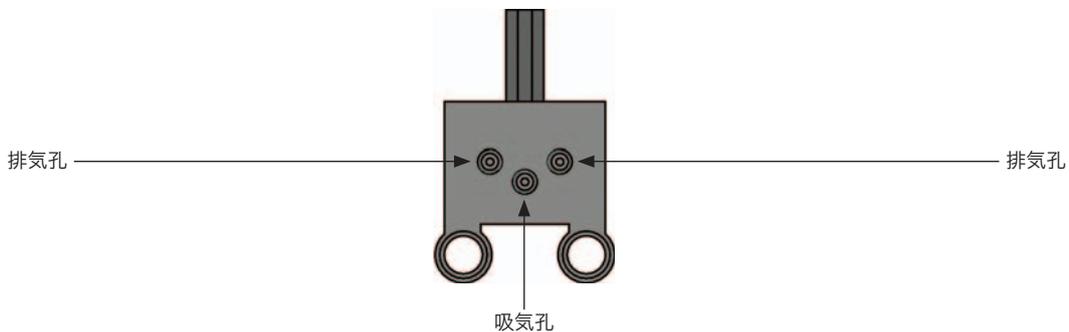
### 先生のための豆知識

シリンダーが小さければ小さいほど、より大きな圧力が必要となります。これはピストン・シールの面積が小さいためです。圧力は単位面積あたりの力です。面積が小さくなるに従って、単位面積あたりの圧力は大きくなります。

### 3つの位置のバルブ

バルブは、ポンプやタンクから吸気孔を通して圧縮空気を受け取り、2つの排気孔のいずれかを通してもう一方の空気圧部品まで空気を送り込むか、気流を止めることができます。ゴムのバルブ・シールには、吸気孔から2つ排気孔のいずれかに空気を流すための、特別にデザインされた空気室がついています。

圧縮空気の吸入に使用されていない排気孔は自動的に開き、空気がシリンダーから外に流れるようになっています。

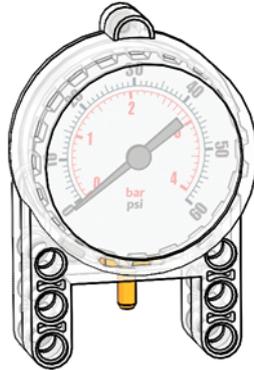


### バルブが圧縮空気の方向を制御



### 圧力計

圧力計は圧力を測定する機械です。圧力計を使用すると、装置の動きに合わせて空気圧が上下する様子を観察することができます。レゴ®圧力計は、バルブとpsi(重量ポンド毎平方インチ)の両方で圧力が表示されます。

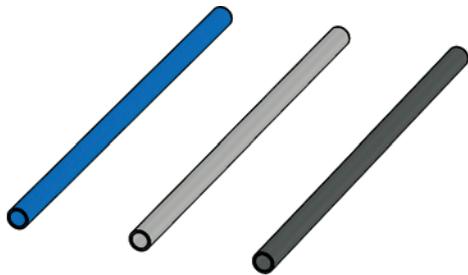


### チューブ、T字形チューブ継手、および空気タンク

長さや色の異なる柔らかいチューブは、空気圧部品間で圧縮空気を送るために使用されます。色がついていることで、不具合を発見したり、追跡したり、気流について説明することができます。チューブは、圧力が高くなり過ぎた場合には、接続箇所から空気が漏れるように特別にデザインされています。

T字形チューブ継手を使うことによって、同時に複数のチューブに空気を流すことができます。

空気タンクは、圧縮空気の保管に使用されます。



チューブ



空気タンク

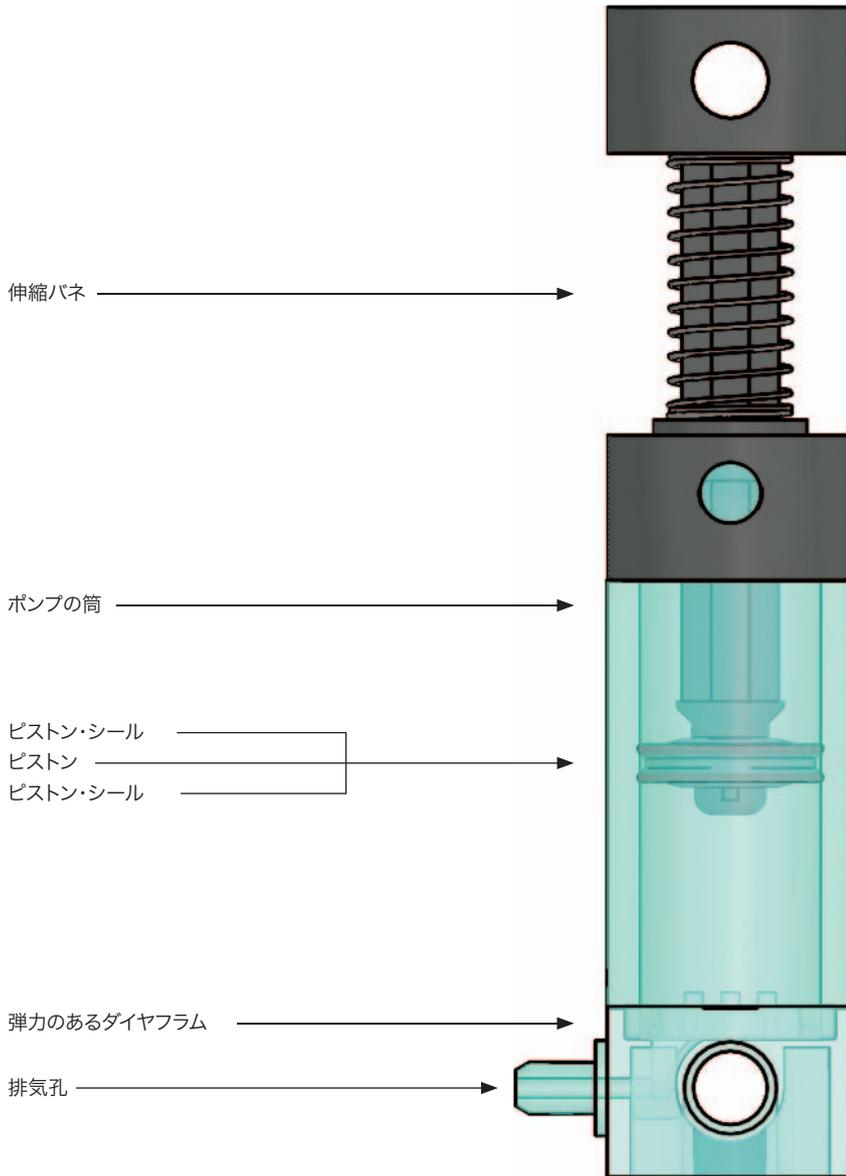


T字形チューブ継手

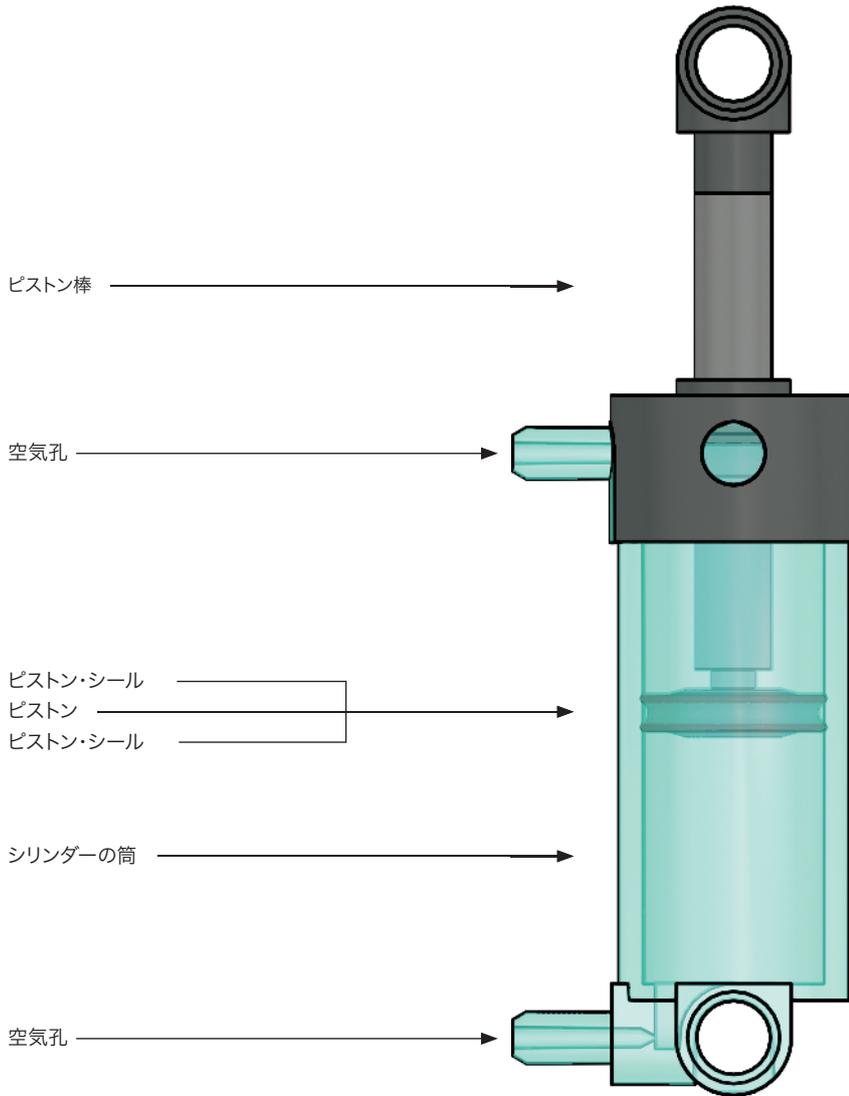
### ヒント

レゴのモデルは、以下のルールに基づいたチューブ材料を使用しています。ブルーのチューブは、ポンプ、空気タンク、そしてバルブの間で空気を送るために使用されます。ライトグレーのチューブは、バルブと下部のシリンダー-空気孔の間で空気を送るために使用されます。ブラックのチューブは、バルブと上部のシリンダー-空気孔の間で空気を送るために使用されます。

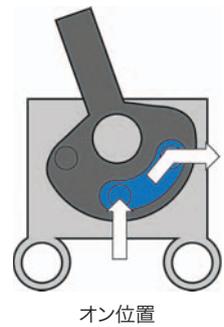
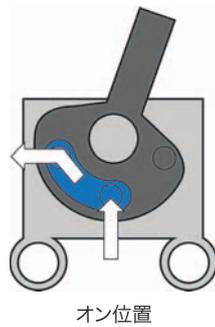
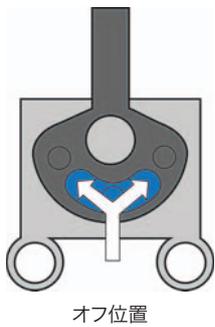
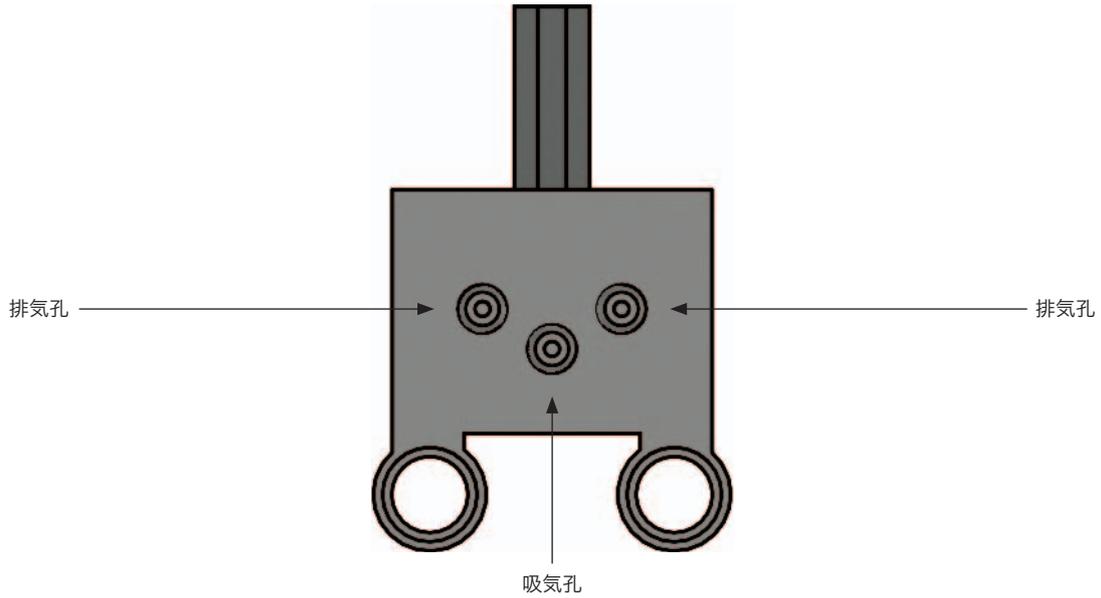
# ポンプ



# シリンダー



## 3つの位置のバルブ





## 原理学習用基本モデル

### 構成部品と空気力学の原理についてのクイックガイド

原理学習用基本モデル組み立て説明書には、小型で組み立てやすく、簡単に改造できるモデルがたくさん掲載されています。原理学習用基本モデルを使ったアクティビティを通して、空気圧部品がどのように機能するかを学習することができます。次のステップとして、実際に産業や科学技術で使われている機械をモデルとした4つのメインアクティビティ(ジャッキリフト、ロボットハンド、プレス機、ロボットアーム)や、デザインおよび製作アクティビティの理解を深めるために有効です。

### 対象

生徒のために作られたモデルです!生徒に自分で探求させたり、直接空気力学の働きを理解させることにより、アクティビティが進むにつれて生徒は空気力学のすばらしさを体験することができます。生徒用ワークシートを使いながら、生徒は調査を行ったり空気力学の基本原則を学ぶと同時に、調査結果を記録することができます。

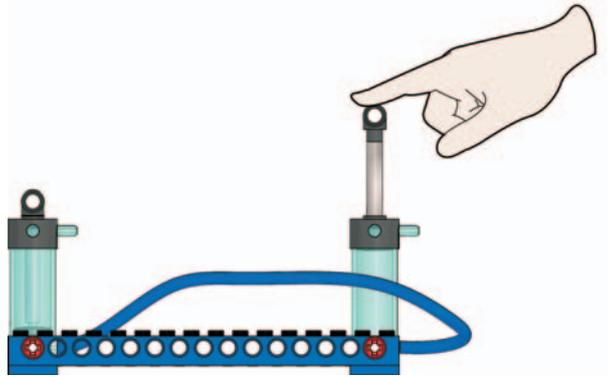
### モデルはいつ使うのが良い?

生徒に空気力学について紹介する際には、アクティビティを活用してください。また、これらのモデルを使用することによって、生徒は構造や空気力学関連の用語に詳しくなるでしょう。生徒が原理学習用基本モデルを使ったアクティビティから得た経験は、メインアクティビティやデザインおよび製作アクティビティにを学習する際の参考となります。

## 1A

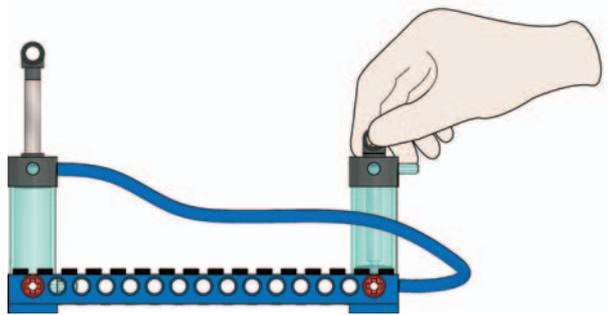
### 1A ガイドブック9、手順5に従って組み立てる

ピストン棒を下に押し、ピストンは下部の空気孔からチューブへ、それから2番目のシリンダーの下部の空気孔へと空気を押し出します。膨張した空気のため2番目のシリンダーのピストンが上に上がるため、ピストン棒が突き出します。



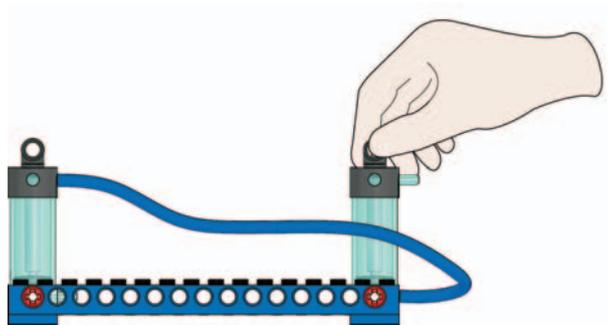
## 1B

ピストン棒を上引っ張ると、シリンダーとチューブの中が真空になります。その後で、ピストン棒を離すと、最初の状態に戻ろうとする圧力の力によって、ピストンとピストン棒が下がります。



## 1C

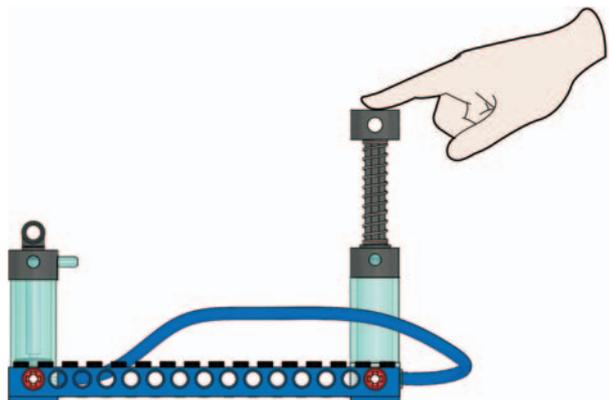
ピストン棒を上引っ張ると、2番目のシリンダーとチューブから1番目のシリンダーへと空気が移動します。1番目のシリンダーのピストン棒は、手を離れた後も上に伸びたままとなります。2番目のシリンダから1番目のシリンダへと流れる空気によって生じた真空によって、2番目のシリンダのピストンが上に上がり、その結果、2番目のシリンダのピストン棒が上に突き出します。



## 2A

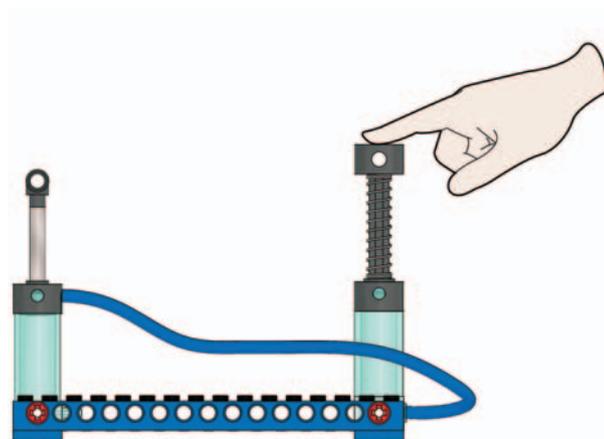
### 2A ガイドブック9、手順7に従って組み立てる

ポンプはチューブへ、そしてシリンダーの下部の空気孔へと空気を送り込みます。これによってピストンが上に上がり、ピストン棒はほぼ全部上に突き出します。



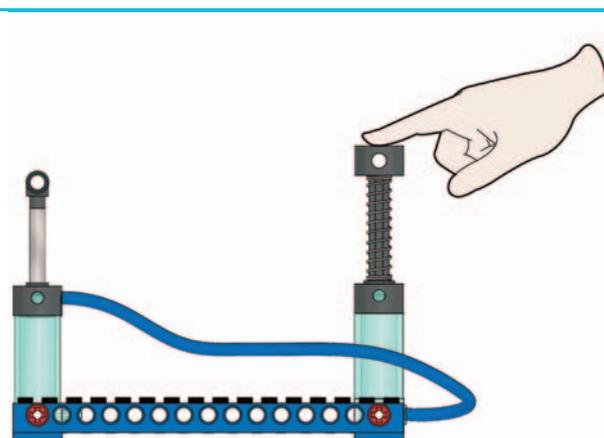
## 2B

ポンプはチューブへ、そしてシリンダーの上部の空気孔へと空気を送り込みます。これによってピストンが下に下がり、ピストン棒は完全に中に戻ります。



## 2C

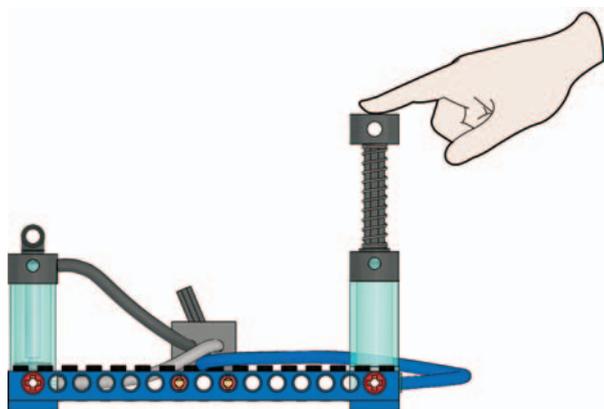
1回ポンプで空気を送り出した後は、ピストン棒を完全に引っ張り上げることができます。2回ポンプで空気を送り出した後は、ピストン棒を引っ張り上げるとはかなり大変です。4回ポンプで空気を送り出した後は、ピストン棒を引っ張り上げることは非常に困難です。6回ポンプで空気を送り出した後は、ポンプかチューブから空気が漏れ始めます。



## 3A

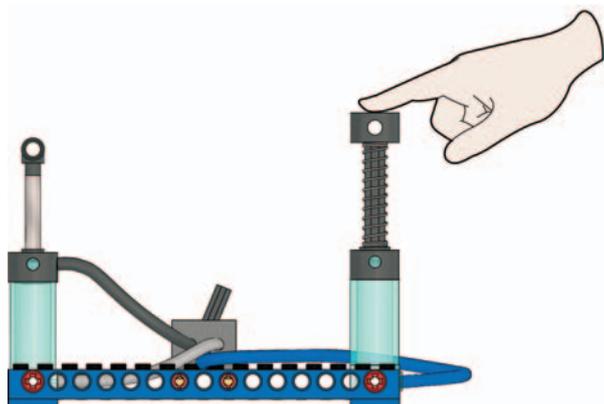
### 3A ガイドブック9、手順10に従って組み立てる

ポンプを下に押し、空気はポンプからバルブへと流れ、その後、シリンダーの下部の空気孔と繋がっているチューブへと流れていきます。空気がシリンダーに入る際にピストンが上に押し上げられるため、ピストン棒が上に突き出します。



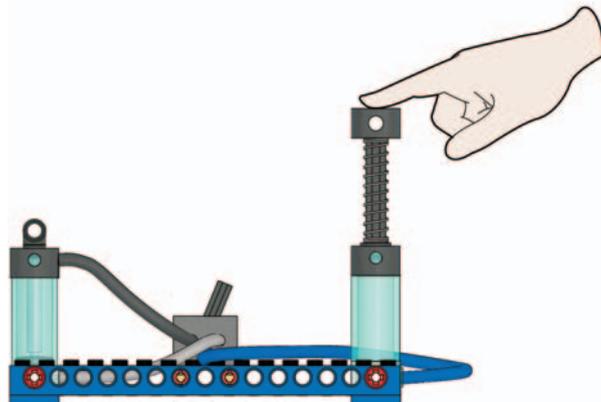
## 3B

ポンプを下に押し、空気はポンプからバルブへと流れ、その後、シリンダーの上部の空気孔と繋がっているチューブへと流れていきます。空気がシリンダーに入る際にピストンが下に押し下げられるため、ピストン棒が中に引っ込みます。



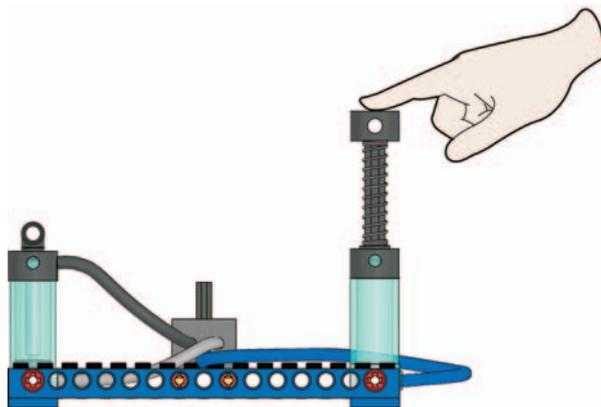
### 3C

ポンプを下に押し、空気はポンプからバルブへと流れ、その後、シリンダーの上部の空気孔とつながっているチューブへと流れていきます。空気がシリンダーに入る際にピストンが下に押し下げられますが、ピストンは既に下に下がっているため、何も起きません。7回ほどポンプで空気を送り出した後は、ポンプかチューブから空気が漏れ始めます。



### 3D

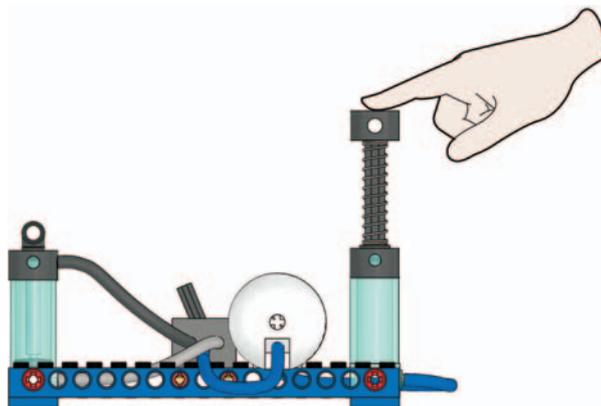
ポンプを下に押し、空気はポンプからバルブまで流れ、そこで流れは止まります。2回ほどポンプで空気を送り出した後は、ポンプかチューブから空気が漏れ始めます。



### 4A

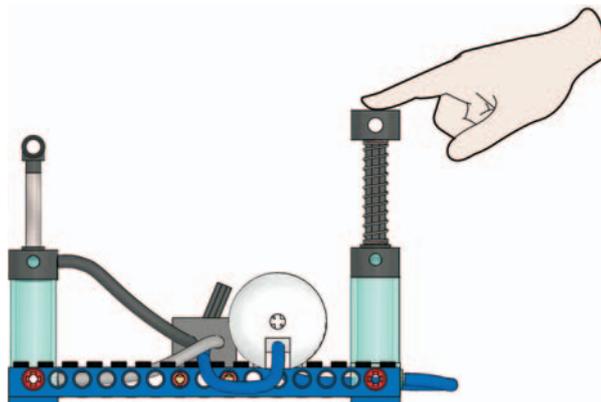
#### 4A ガイドブック9、手順13に従って組み立てる

ポンプを下に押し、空気は空気タンクを通過してポンプからバルブへと流れ、その後、シリンダーの下部の空気孔と繋がっているチューブへと流れていきます。空気がシリンダーに入る際にピストンが上に押し上げられるため、ピストン棒が上に突き出します。2回ポンプで空気を送り出した後は、ピストン棒は完全に突き出します。



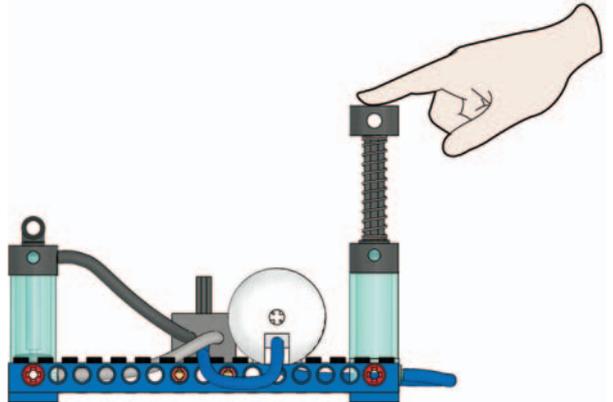
### 4B

ポンプを下に押し、空気は空気タンクを通過してポンプからバルブへと流れ、その後、シリンダーの上部の空気孔とつながっているチューブへと流れていきます。空気がシリンダーに入る際にピストンが下に押し下げられるため、ピストン棒が中に引っ込みます。2回ポンプで空気を送り出した後は、ピストン棒は完全に中に戻ります。



#### 4C

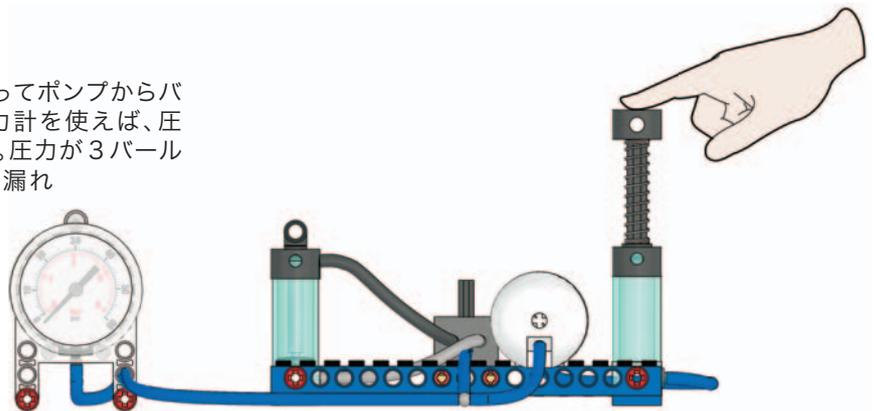
ポンプを下に押し、空気は空気タンクを通過してポンプからバルブまで流れ、そこで流れは止まります。40回ほどポンプで空気を送り出した後は、ポンプかチューブから空気が漏れ始めます。



#### 5A

##### 5Aガイドブック9、手順17に従って組み立てる

ポンプを下に押し、空気は空気タンクを通過してポンプからバルブまで流れ、そこで流れは止まります。圧力計を使えば、圧力が上昇する様子を観察することができます。圧力が3バール程度になると、ポンプかチューブから空気が漏れ始めます。



1バール以上で、シリンダーは6回、完全に動作します。

2バール以上で、シリンダーは11回、完全に動作します。

2.5バール以上で、シリンダーは13回、完全に動作します。



## 原理解習用基本モデルを使ったアクティビティ

原理解習用基本モデルを使うことで、空気力学にどのような働きがあるのかを簡単かつ実践的な方法で知ることができます。

組み立て説明書を使ってモデルを組み立て、指示に従ってすすめるとどうなるかを調べ、その後でなぜそのようなことが起こるのか説明してください。また、調査結果についてまとめる際には、各ページの上に提示されている単語を使用してください。

次に、イラストに描かれているように簡単な変更を行い、新たな学習に取り組みましょう。

5つの原理解習用基本モデルと14の手順が用意されています。これらを完成、理解すれば、楽しい空気圧装置を作ることができるようになります。

空気タンク

圧力計

ピストン棒

チューブ

空気孔

ピストン

ポンプ

バルブ

シリンダー

力

### 1A

5ページに従って1Aを組み立てる。  
ピストン棒を押し下げます。  
どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

ピストン棒を下に押しと…

---



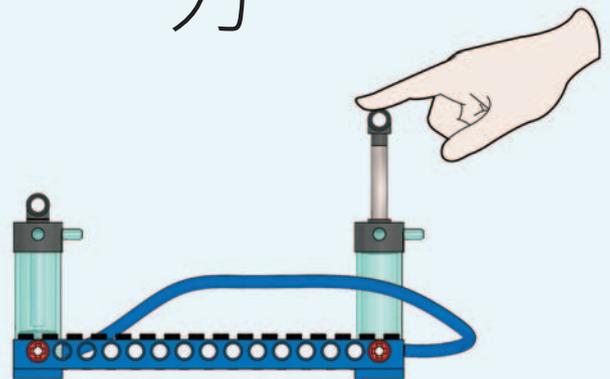
---



---



---



### 空気圧部品を使って学習する際のヒントとコツ

- ・ 空気タンクを空にする最も簡単な方法は、空気タンクとバルブをつなぐチューブを外すことです。
- ・ 常にバルブはオフ位置にしてから取り掛かりましょう。こうすることで、気流を制御することができます。

# 空気タンク

ピストン棒

# チューブ

バルブ

# 空気孔

シリンダー

# 圧力計

ピストン

# ポンプ

# 力

## 1A

5ページに従って1Aを組み立てる。

ピストン棒を押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



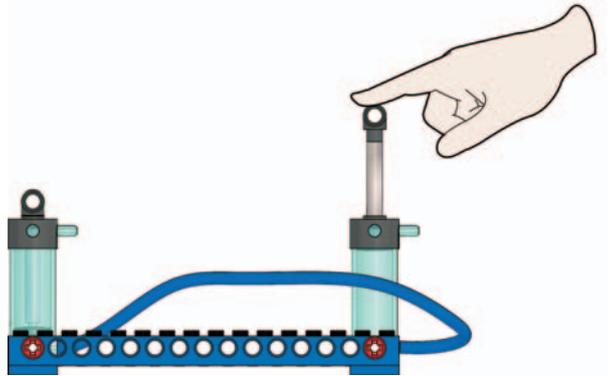
---



---



---



## 1B

イラストの通りモデルを変更します。

ピストン棒を引っ張り上げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



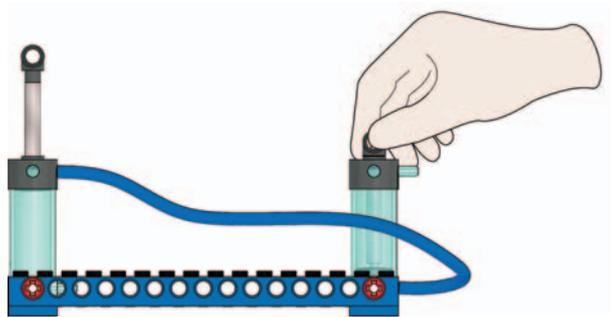
---



---



---



## 1C

イラストの通りモデルを変更します。

ピストン棒を引っ張り上げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---



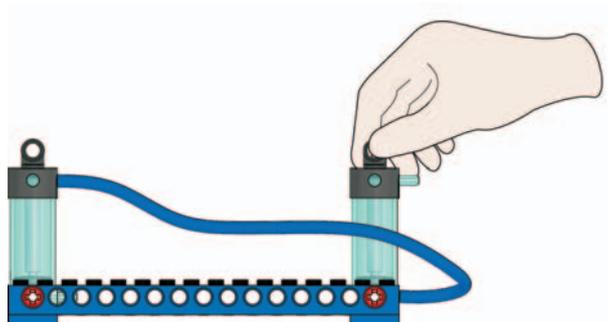
---



---



---



# 空気タンク

ピストン棒

# チューブ

バルブ

# 空気孔

シリンダー

# 圧力計

ピストン

# ポンプ

# 力

## 2A

2A ガイドブック9、手順7に従って組み立てる

ポンプを一度押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

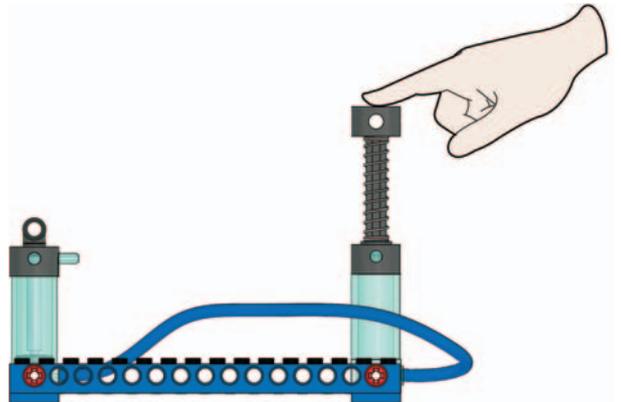
---

---

---

---

---



## 2B

イラストの通りモデルを変更します。

ポンプを一度押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

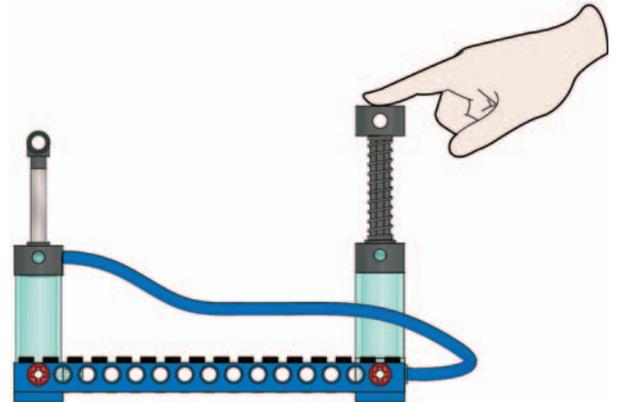
---

---

---

---

---



## 2C

ポンプで空気を送り続け、1回ごとにシリンダーピストンの

ピストン棒を上引っ張り上げてみましょう。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

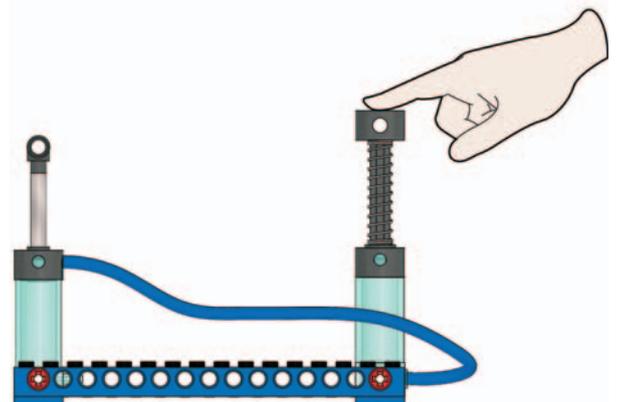
---

---

---

---

---



# 空気タンク

ピストン棒

# チューブ

バルブ

# 空気孔

シリンダー

# 圧力計

ピストン

# ポンプ

力

## 3A

3Aガイドブック9、手順10に従って組み立てる

ポンプを一度押し下げます。

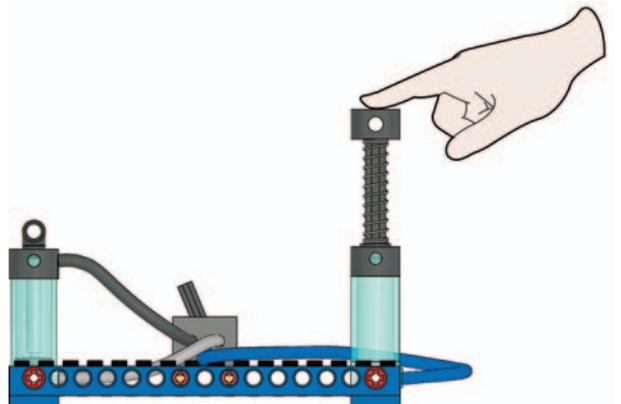
どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---

---

---

---



## 3B

イラストの通りモデルを変更します。

ポンプを一度押し下げます。

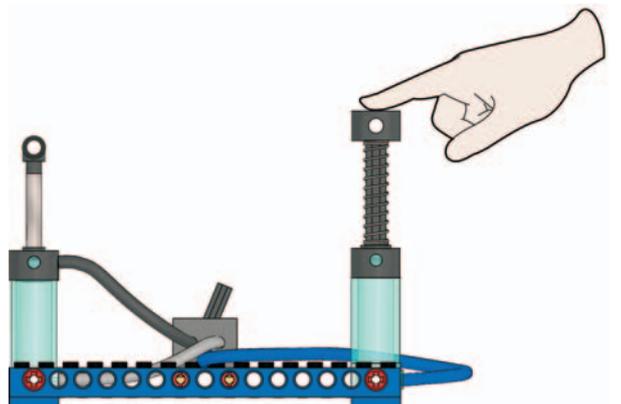
どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---

---

---

---



# 空気タンク

ピストン棒

# チューブ

バルブ

# 空気孔

シリンダー

# 圧力計

ピストン

# ポンプ

# 力

## 3C

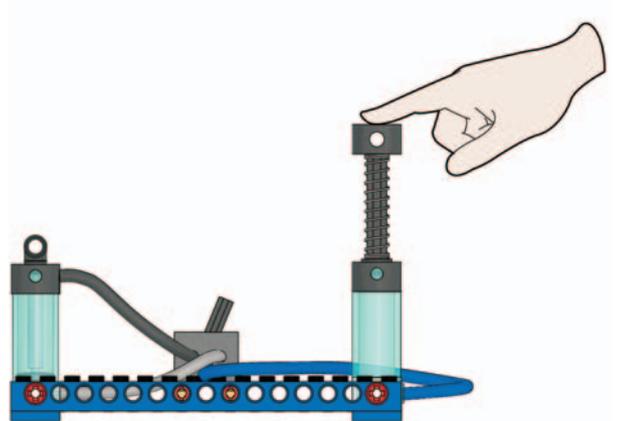
イラストの通りモデルを変更します。  
ポンプを一度押し下げます。  
どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---

---

---

---



## 3D

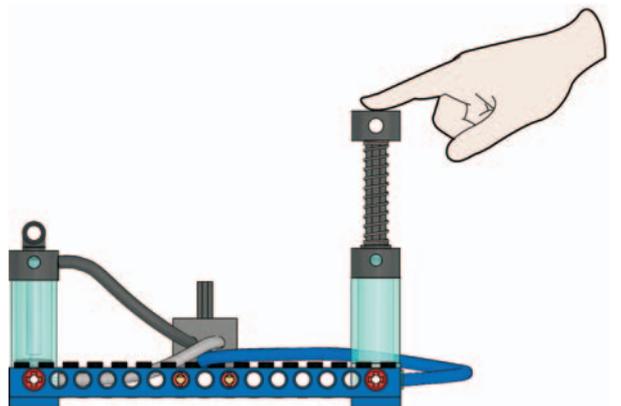
イラストの通りモデルを変更します。  
ポンプを二度押し下げます。  
どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

---

---

---

---



# 空気タンク

ピストン棒

# チューブ

バルブ

# 空気孔

シリンダー

# 圧力計

ピストン

# ポンプ

# 力

## 4A

4A ガイドブック9、手順13に従って組み立てる

ポンプを二度押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

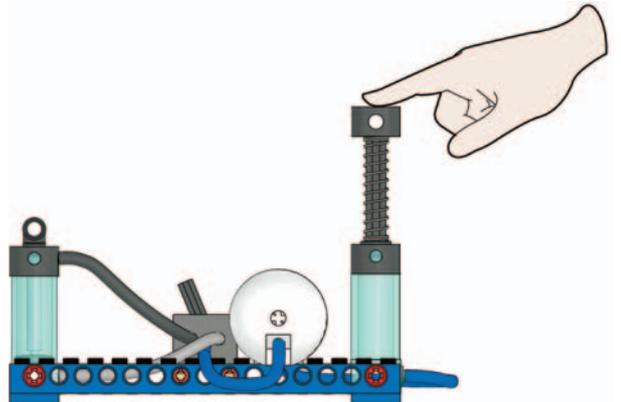
---

---

---

---

---



## 4B

イラストの通りモデルを変更します。

ポンプを二度押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

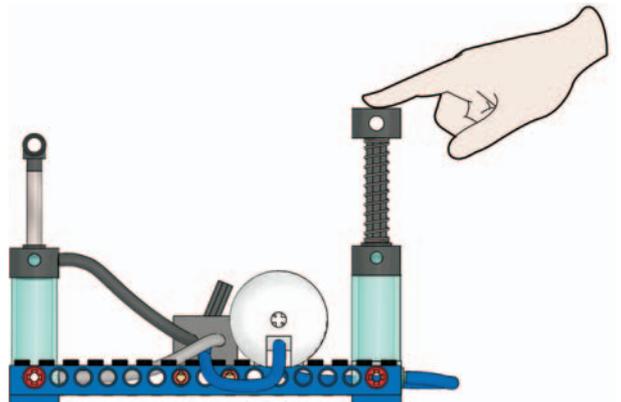
---

---

---

---

---



## 4C

イラストの通りモデルを変更します。

ポンプを二度押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

タンクを一杯にするには、何回ポンプで空気を送る必要がありましたか？

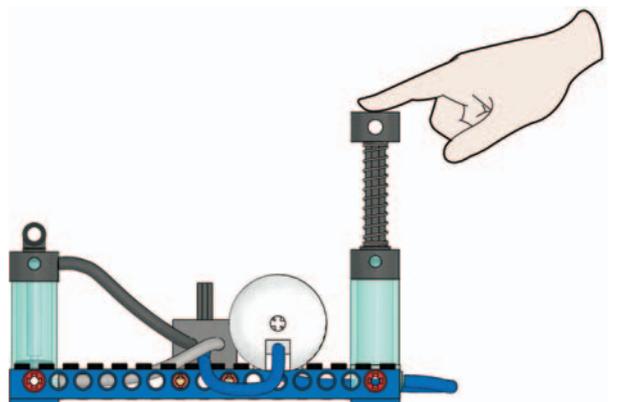
---

---

---

---

---



# 空気タンク

ピストン棒

# チューブ

バルブ

シリンダー

# 空気孔

# 圧力計

ピストン

力

# ポンプ

## 5A

5A ガイドブック9、手順17に従って組み立てる

ポンプを二度押し下げます。

どうなったか、なぜそうなったか説明してください。

その後で、ポンプで空気を送り続けます。

最高でどの位まで圧力を上げることができますか？

---



---



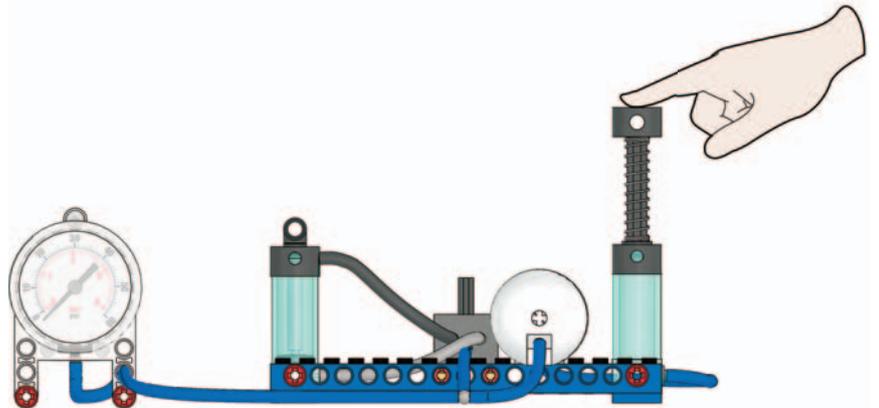
---



---



---



圧力が1バールの際には、何回ピストン棒を引き上げ、また元に戻すことができるか実験してみましょう。

さらに、2バール、2.5バールの圧力でも同様に実験してみましょう。

---



---



---



---



---





## ジャッキリフト

### 科学

- ・ 体積
- ・ 圧力がかかっているガスの動き
- ・ 力

### デザインとテクノロジー

- ・ 部品の組み立て
- ・ メカニズムの制御
- ・ 評価
- ・ メカニズムの活用 - てこ

### 学習用語

- ・ 圧縮
- ・ シリンダー
- ・ 力
- ・ てこ
- ・ 圧力計
- ・ 圧力
- ・ ポンプ
- ・ バルブ
- ・ 重量

## 結びつける

ジャッキリフトは、高い場所に簡単かつ安全に移動、到達できるようにデザインされており、はしごが利用できない場合によく使用されます。ジャッキリフトのプラットフォーム(作業足場)には道具を置いたり作業を行うスペースがあり、重い物を持ち上げることができます。

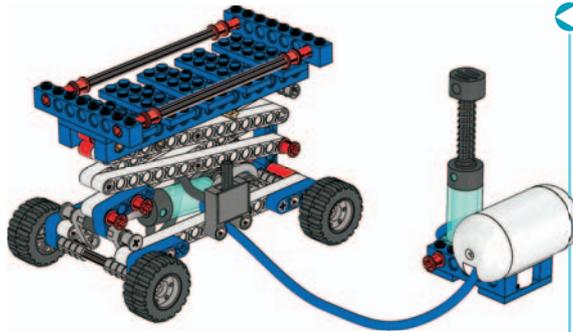
ジャッキリフトを組み立てて、重量や高さがどんな影響を与えるか調べてみましょう。  
さあ、始めましょう!



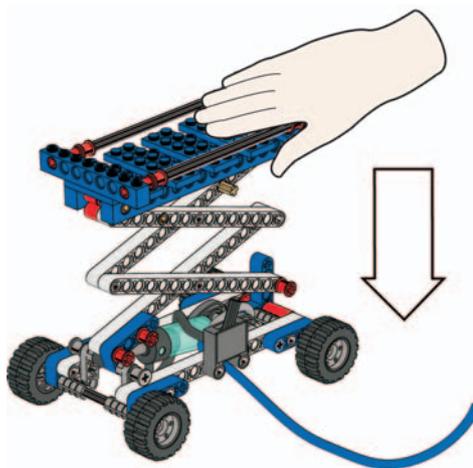
## 組み立てる

### ジャッキリフトを組み立てる

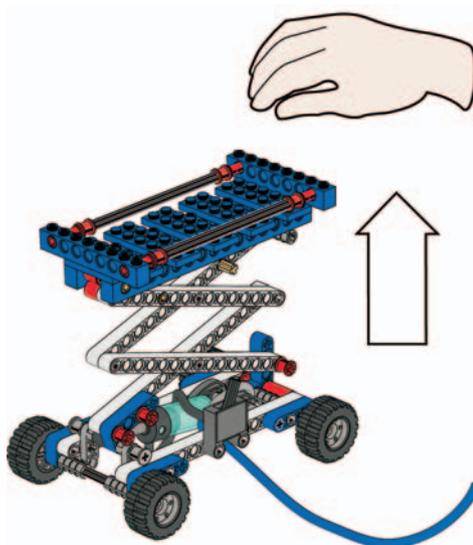
(1Aのガイドブックと、1Bのガイドブックの11ページの手順15を参考にしてください)



- ・システムにポンプで空気を送り、ジャッキリフトがスムーズに上がるか確認します。
- ・上がったジャッキリフトのプラットフォームを上から押しつけます。



- ・手を離すと、プラットフォームは再び上に戻るはずですが。戻らない場合には、空気が漏れていないか確認しましょう。
- ・次に、ジャッキリフトを下に下ろし、空気タンクを空にします。



◀ ヒント  
空気タンクとバルブをつなぐチューブを外すと空気タンクは空になります。

## よく考える

### 上に上がる?

重量と高さによって、ジャッキリフトを一番上に上げるために必要なポンプの数がどのように変化するかを調べてみましょう。

最初に、ジャッキリフトを一番上に上げるために必要なポンプの数を予測してみましょう。  
ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

次に、ポンプがいくつ必要か実験します。  
ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、ジャッキリフト B、C、D 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。

ジャッキリフト A (11 ページ、手順 15) には、約 12 個のポンプが必要です

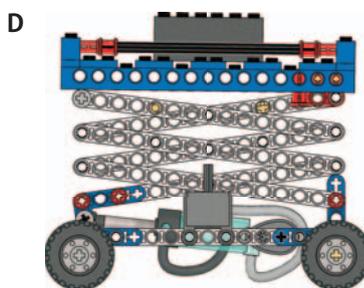
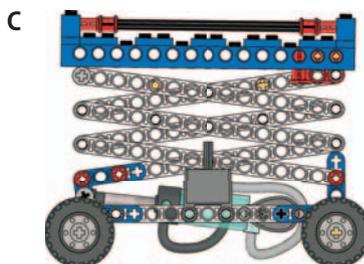
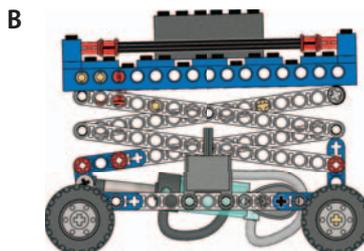
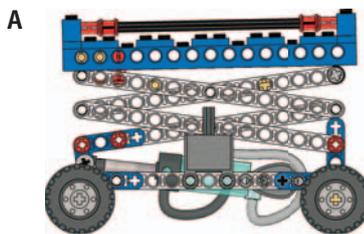
ジャッキリフト B (12 ページ、手順 16) には、約 20 個のポンプが必要です

ジャッキリフト C (17 ページ、手順 21) には、約 17 個のポンプが必要です

ジャッキリフト D (18 ページ、手順 22) には、約 28 個のポンプが必要です

以下のような質問をしながら、生徒に調査結果についてよく考えさせてみてください。

- ・自分が予測した中で、実際にそうなると思うものはどれですか? その理由は?
- ・シザーリフトはどのような仕組みで動きますか?  
第 1 種でここがいくつもつながっていて、それぞれ次のてこを締め付けています。ビームの中心にあるペグ(釘)が支点となっています。
- ・正しい実験結果が得られるように、どんな工夫をしましたか?  
空気タンクを空にしましたか?



## 続ける

### 必要な圧力は？

ジャッキリフトを一番上に上げるために必要なポンプの数がわかりました。それでは、圧力計をつけて、どの位の圧力が必要か調べてみましょう(20ページ、手順24)。

最初に、ジャッキリフトAを一番上に上げるために必要な圧力を予測してみましょう。ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

それから、どの位の圧力が必要か実験しましょう。ワークシートに結果を記入しましょう。

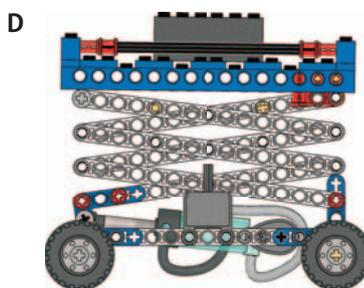
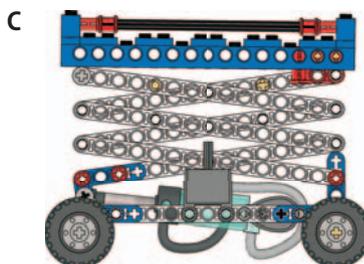
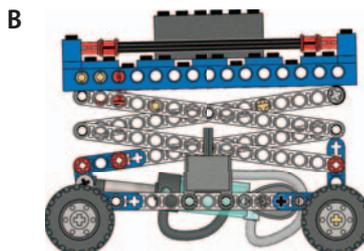
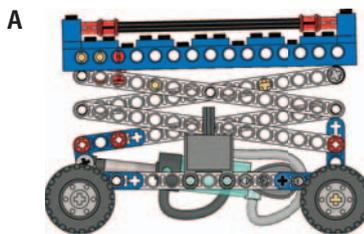
次に、ジャッキリフトB、C、Dについても同様に予測、実験してみましょう。同じような結果が得られるか確認するために、何度か実験を繰り返してみましょう。

ジャッキリフトA(11ページ、手順15)には、約1.0バールの圧力が必要です

ジャッキリフトB(12ページ、手順16)には、約1.5バールの圧力が必要です

ジャッキリフトC(17ページ、手順21)には、約1.4バールの圧力が必要です

ジャッキリフトD(18ページ、手順22)には、約2.1バールの圧力が必要です



### オプション: 詳細な調査

- ・ ジャッキリフトが一番上まで上がった直後圧力が減少するのはなぜでしょうか？ シリンダピストンが伸びると、圧縮空気の体積が増えます。体積が増えたことで、わずかに圧力が減少します。

# ジャッキリフト

名前:

---



---

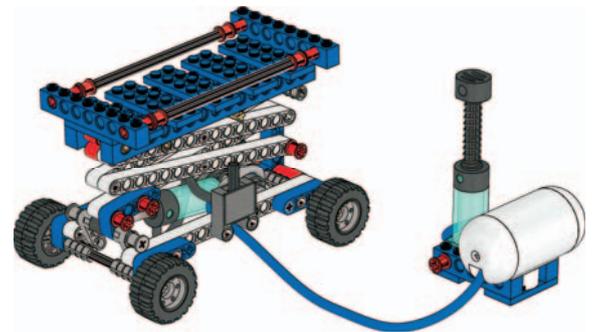


ジャッキリフトを組み立てて、重量や高さがどんな影響を与えるか調べてみましょう。  
さあ、始めましょう!

## ジャッキリフトを組み立てる

(1Aのガイドブックと、1Bのガイドブックの11ページの手順15を参考にしてください)

- ・システムにポンプで空気を送り、ジャッキリフトがスムーズに上がるか確認します。
- ・上がったジャッキリフトのプラットフォームを上から押しつけます。
- ・手を離すと、プラットフォームは再び上に戻るはずですが、戻らない場合には、空気が漏れていないか確認しましょう。
- ・次に、ジャッキリフトを下に下ろし、空気タンクを空にします。



## 上に上がる?

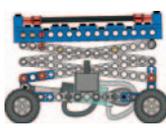
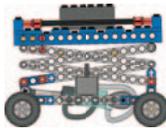
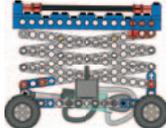
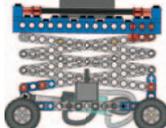
重量と高さによって、ジャッキリフトを一番上に上げるために必要なポンプの数がどのように変化するかを調べてみましょう。

最初に、ジャッキリフト A を一番上に上げるために必要なポンプの数を予測してみましょう。

次に、ポンプがいくつ必要か実験します。

次に、ジャッキリフト B、C、D 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。

	私の予測	実験結果
A 		
B 		
C 		
D 		

## 実験結果についての説明:

---



---



---

### 必要な圧力は？

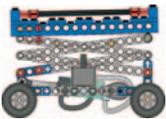
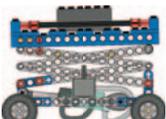
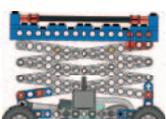
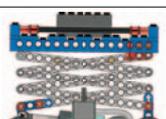
ジャッキリフトを一番上に上げるために必要なポンプの数がわかりました。それでは、圧力計をつけて、どの位の圧力が必要か調べてみましょう。

最初に、ジャッキリフトAを一番上に上げるために必要な圧力を予測してみましょう。

それから、どの位の圧力が必要か実験しましょう。

次に、ジャッキリフト B、C、D 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。

	私の予測	実験結果
A 		
B 		
C 		
D 		

### オプション: 発明! 私の空気圧装置 !

ジャッキリフトと同じメカニズムを使用し、異なる作業のできる、新しい実用的な機械を発明しましょう。その機械のスケッチを描いて、もっとも重要な3つの機能について説明しましょう。

### オプション: 詳細な研究

どんな産業や作業にジャッキリフトが使用されているか、どんな制約があるかについて説明してみましょう。



## ロボットハンド

### 科学

- ・ 圧力がかかっているガスの動き
- ・ 力
- ・ 摩擦
- ・ 重量を量る
- ・ 科学調査

### デザインとテクノロジー

- ・ 部品の組み立て
- ・ 評価
- ・ 改良する前に実験する
- ・ メカニズムの活用 - てこ

### 学習用語

- ・ 円周
- ・ シリンダー
- ・ 力
- ・ グリップ力
- ・ てこ
- ・ 圧力計
- ・ 質量
- ・ 圧力
- ・ ポンプ
- ・ バルブ
- ・ 重量

### 副教材

- ・ サイズや重量の異なる小さな物
- ・ プラスチック製のコップ

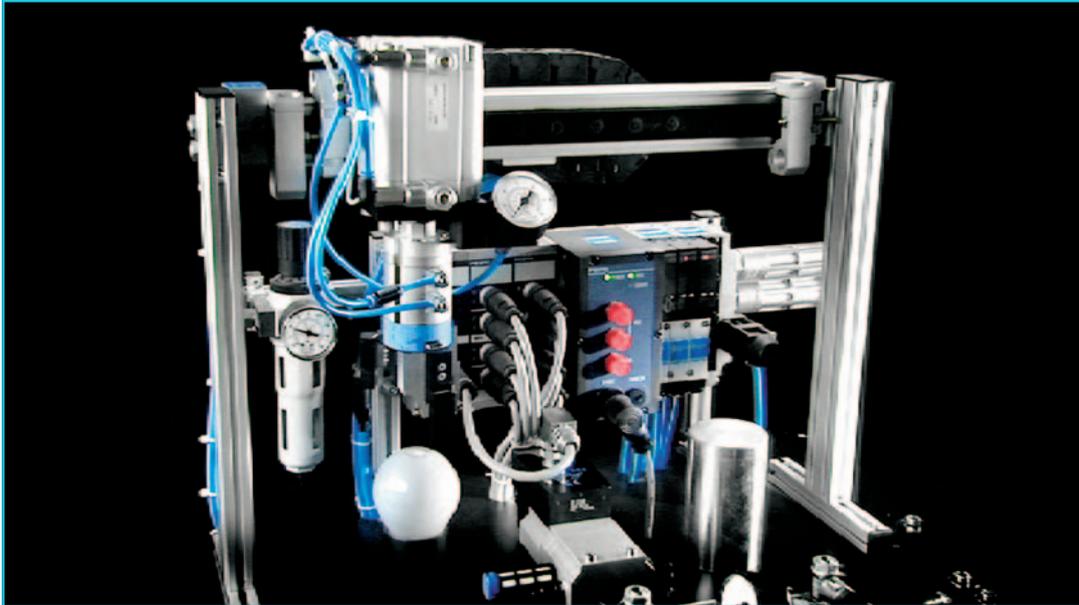
### オプション:

- ・ 塑像用粘土
- ・ 輪ゴム
- ・ 計量器

## 結びつける

工場や病院では、手で触れると危険な物を扱ったり動かさなければならないことがよくあります。例えば、金属やこわれやすいガラス製の容器の取り扱いには、通常、空圧式の手や空気グリッパーが使用されています。

ロボットハンドを組み立てて、落としたり壊したりすることなく、いろいろな物をつかむために必要な圧力を調べてみましょう。  
さあ、始めましょう!



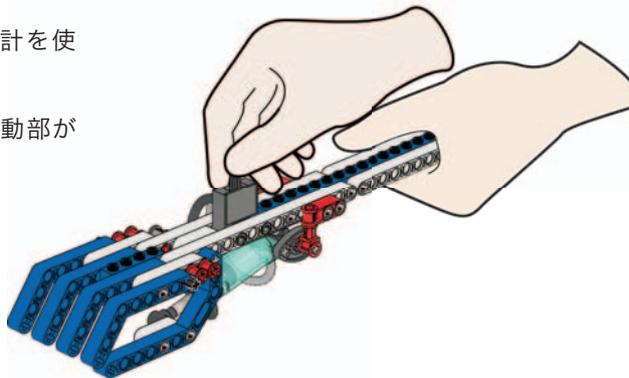
## 組み立てる

### ロボットハンドと荷台を組み立てる

(2A のガイドブックと、2B のガイドブックの 10 ページの手順16を参考にしてください)



- ・システムにポンプで空気を送り、圧力計を使用して空気が漏れていないか確認します。
- ・すべてのバルブ設定を試し、すべての可動部がスムーズに動くか確認します。



- ・次に、手を広げ、空気タンクを空にします。

◀ ヒント  
空気タンクとバルブをつなぐチューブを外すと空気タンクは空になります。

## よく考える

### グリップ力は十分？

ロボットハンドは、荷台の滑らかな白い面か青いボッチ付きの面をつかむことができます。ロボットハンドが荷台を持ち上げるのに、どの位の圧力が必要か調べてみましょう。

最初に、ロボットハンドが荷台 A を持ち上げるのに必要な圧力を予測しましょう。ワークシートに結果を記入しましょう。

それから、どの位の圧力が必要か実験しましょう。ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、ロボットハンド B、C、D 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。

ロボットハンド A (10 ページ、手順 16) には、約 0.5 パールの圧力が必要です

ロボットハンド B (10 ページ、手順 16) には、約 0.4 パールの圧力が必要です

ロボットハンド C (12 ページ、手順 18) には、約 1.2 パールの圧力が必要です

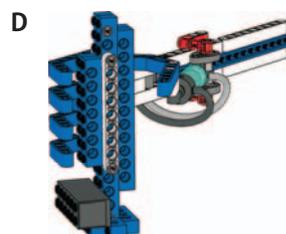
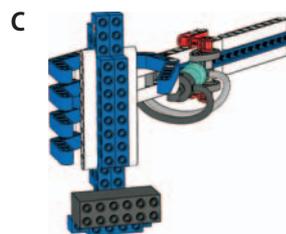
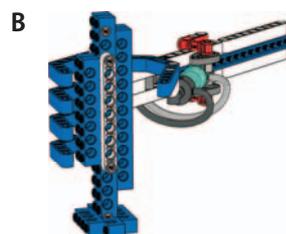
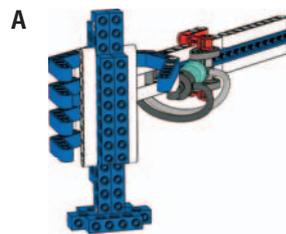
ロボットハンド D (12 ページ、手順 18) には、約 1.0 パールの圧力が必要です

重量によって変化がありますか？

重量が重くなると、つかむ物の形や材質（素材）が重要になってきます。物体上の摩擦やつかめる場所が増えれば、圧縮は少なく済みます。この方が、より安全で効率的です。

以下のような質問をしながら、生徒に調査結果についてよく考えさせてみてください。

- ・自分が予測した中で、実際にそうなると思うものはどれですか？その理由は？
- ・ロボットハンドはどのような仕掛けで動きますか？どんなてこのシステムが使われていますか？  
親指の支点は手首にあります。(第3種てこ)
- ・ロボットハンドを使って物をつかむには、どんな制約がありますか？  
4本の指と親指は、滑りやすく、摩擦力が十分ではありません。私たちの指のように、ロボットハンドの指を内側へ曲げて握ることができません。



## 続ける

### ロボットハンドは、他にどんな物をつかむことができますか？

しわになりやすい紙かプラスチック製のコップを用意します。次に、コップの中に入れられるような物を、各種用意します。ロボットハンドがコップを持ち上げるのに、どの位の圧力が必要か調べましょう。

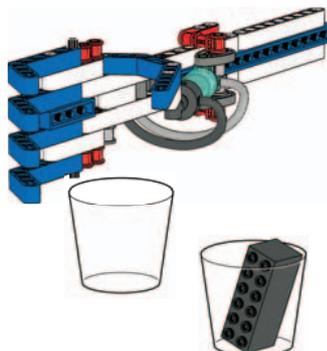
まず、ロボットハンドが異なる物体を壊すことなく持ち上げるのに、それぞれどの位の圧力が必要か予測してください。

ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

それから、どの位の圧力が必要か実験しましょう。

ワークシートに結果を記入しましょう。

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。



### ヒント

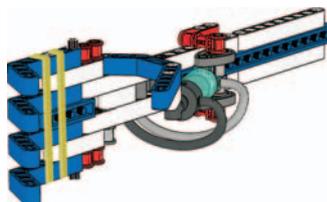
塑像用粘土で、卵の形を作りましょう。粘土の表面についた跡に基づいて、圧力によって生じた破損状況を記録します。

この際、食品包装用ラップで粘土を包み、部品が汚れないようにしましょう。

### オプション: 詳細な調査

#### グリップ力を強化するには？

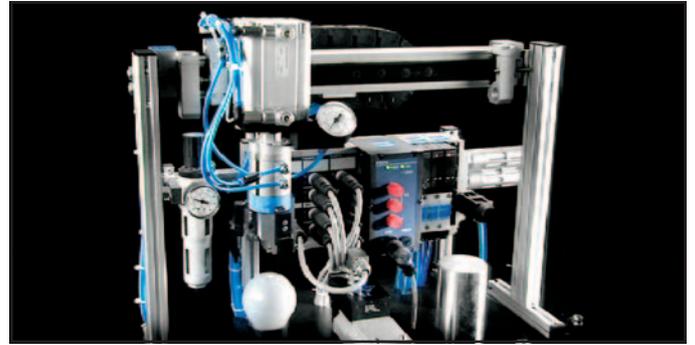
破損の可能性を少なくして、より良く安全なグリップ力が得られるようなさまざまな素材をロボットハンドに取り付けて、実験してみましょう。



# ロボットハンド

名前: \_\_\_\_\_

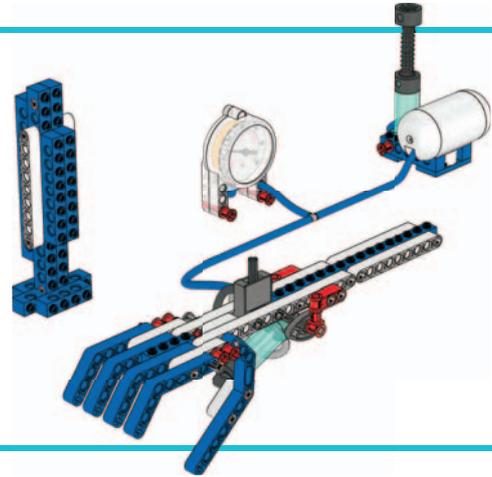
ロボットハンドを組み立てて、落としたり壊したりすることなく、いろいろな物をつかむために必要な圧力を調べてみましょう。さあ、始めましょう!



## ロボットハンドと荷台を組み立てる

(2Aのガイドブックと、2Bのガイドブックの10ページの手順16を参考にしてください)

- ・システムにポンプで空気を送り、圧力計を使用して空気が漏れていないか確認します。
- ・すべてのバルブ設定を試し、すべての可動部がスムーズに動くか確認します。
- ・次に、手を広げ、空気タンクを空にします。



## グリップ力は十分?

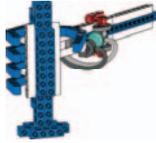
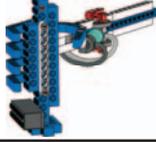
ロボットハンドは、荷台の滑らかな白い面か青いポッチ付きの面をつかむことができます。ロボットハンドが荷台を持ち上げるのに、どの位の圧力が必要か調べてみましょう。

最初に、ロボットハンドが荷台Aを持ち上げるのに必要な圧力を予測しましょう。

それから、どの位の圧力が必要か実験しましょう。

次に、ロボットハンドB、C、D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。

	私の予測	実験結果
A 		
B 		
C 		
D 		

## 実験結果についての説明:

---



---



---

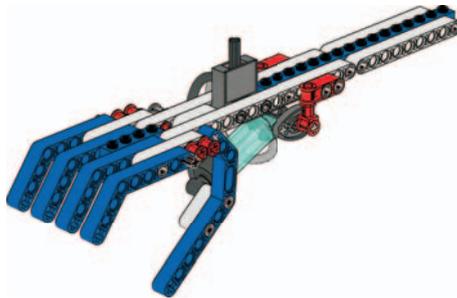
**ロボットハンドは、他にどんな物をつかむことができますか？**

プラスチック製のコップを用意します。次に、コップの中に入れてられるような物を、各種用意します。ロボットハンドがコップを持ち上げるのに、どの位の圧力が必要か調べましょう。

まず、ロボットハンドが異なる物体を壊すことなく持ち上げるのに、それぞれどの位の圧力が必要か予測してください。

それから、どの位の圧力が必要か実験しましょう。

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。



	物体	私の予測	実験結果
A			
B			
C			
D			

**オプション: 発明! 私の空気圧装置** !

ロボットハンドと同じメカニズムを使用し、異なる作業のできる、新しい実用的な機械を発明しましょう。その機械のスケッチを描いて、もっとも重要な3つの機能について説明しましょう。

**オプション: 詳細な研究**

どんな産業や作業にロボットハンドが使用されているか、どんな制約があるかについて説明してください。



## プレス機

### 科学

- ・ 面積
- ・ 圧力がかかっているガスの動き
- ・ 力
- ・ 科学調査

### デザインとテクノロジー

- ・ 部品の組み立て
- ・ メカニズムの制御
- ・ 評価
- ・ 材料特性
- ・ メカニズムの活用 - てこ

### 学習用語

- ・ 面積
- ・ シリンダー
- ・ 効率
- ・ 力
- ・ てこ
- ・ 圧力計
- ・ 質量
- ・ 圧力
- ・ ポンプ
- ・ バルブ

### 副教材

- ・ アルミホイルか食品包装用ラップ
- ・ 粘土か小さな発泡スチロール
- ・ グラフ用紙
- ・ ストップウォッチまたはタイマー

## 結びつける

プレス機は、材料を型押しして新しい形やサイズを作るためのものです。効率性を上げるためには、プレスに必要なエネルギーを最小限に抑えながら、できるだけ早く作業ができるようにしなければなりません。

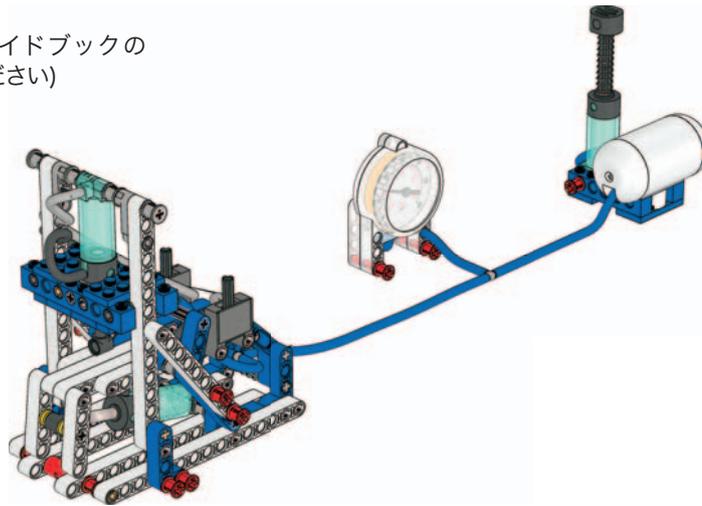
プレス機を組み立て、エネルギー効率を調べてみましょう。  
さあ、始めましょう!



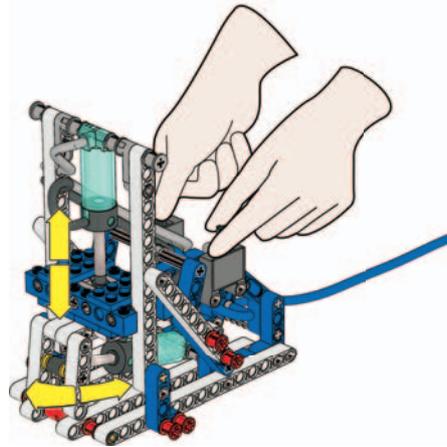
## 組み立てる

### プレス機を組み立てる

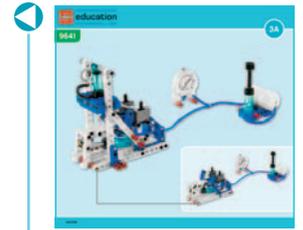
(3Aのガイドブックと、3Bのガイドブックの14ページの手順12を参考にしてください)



- ・システムにポンプで空気を送り、圧力計を使用して空気が漏れていないか確認します。
- ・すべてのバルブ設定を試し、プレス機を押し下げる、押し上げる、排気装置を上げる、排気装置を下げる、の4つのすべてのストロークが可能かどうか確認します。この際、すべての可動部が自由に動くか確認してください。



- ・次に、プレスを上げ、排気装置を前に動かし、空気タンクを空にします。



**ヒント**  
空気タンクとバルブをつなぐチューブを外すと空気タンクは空になります。

## よく考える

### プレス機のエネルギー効率は十分？

1回の作業サイクルで、プレス機を押し下げる、押し上げる、排気装置を上げる、排気装置を下げる、の4つの「ストローク」が連続して行われなければなりません。この作業を繰り返すことで、圧力がどのように失われていくか調べてみましょう。

まず最初に、空のプレス機の場合、作業サイクルを繰り返すことで、圧力がどのように失われていくか予測してみましょう。

2.5バールからほぼ0バールまで、グラフ用紙に点線で予測を書き込みます。ここで直線を使う必要はありません。

次に、実際にプレス機Aが作業サイクルを繰り返すことで、圧力がどのように失われていくか実験してみましょう。

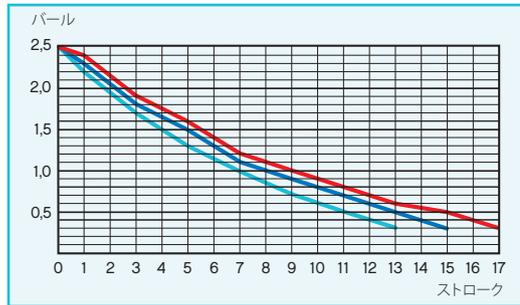
圧力は、最初2.5バールにしておきます。グラフ用紙に結果を記入しましょう。

次に、プレス機Bや、プレス機Cについても同様に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。

### 以下のような質問をしながら、生徒に調査結果についてよく考えさせてみてください：

- ・自分が予測した中で、実際にそうなると思うものはどれですか？その理由は？
- ・プレス機はどのような仕掛けで動き、どんなてこが使用されていますか？  
自動スタンプ打ち器は直接型押しし、排気装置は複雑な第2種てこを使用しています。
- ・最初の圧力を2.5バールにした場合には、何回作業サイクルを完了させることができますか？  
おおよそ、3サイクル程度です。



	A	B	C
1	2.2	2.3	2.3
3	1.7	1.8	1.9
5	1.3	1.5	1.6
7	1.0	1.1	1.2
9	0.7	0.9	1.0
11	0.5	0.7	0.8
13	0.3	0.5	0.6
15		0.3	0.5
17			0.3

### ヒント

正確なグラフを作成するには、各ストローク後に実験結果を記録しましょう。

## 続ける

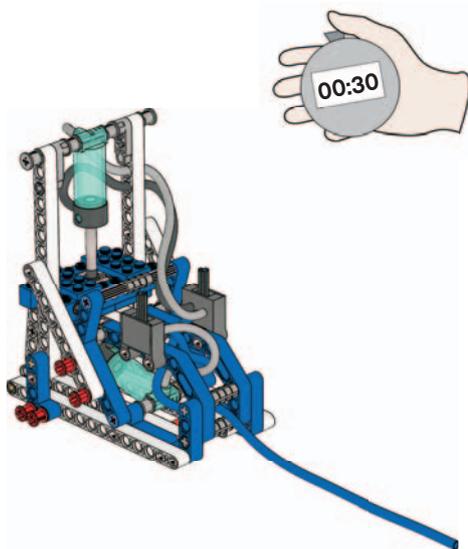
### プレス機を速く操作できますか？

空のプレス機を速く操作できれば、コストパフォーマンス効率が上がります。30秒以内に作業サイクルを何回完了させることができるか、試してみましょう。

まず最初に、空のプレス機を使って、30秒以内に何回の作業サイクルを完了させることができるか予測します。  
ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

次に、実際に何回の作業サイクルを完了させることができるか実験してみます。  
ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、好きな物体を型押しして、完了できる作業サイクルの数を比較してみましょう。



**ヒント**  
実験を始める前に、空気タンクを空にしておくか、充填しておくか決めておくのと良いでしょう。

**ヒント**  
圧力の損失を防ぐために、圧縮機を組み立ててみるのも良いでしょう。



# プレス機

名前: \_\_\_\_\_

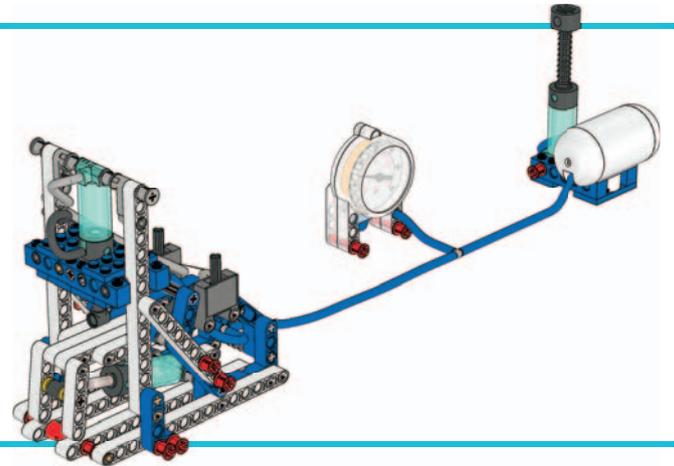
プレス機を組み立て、エネルギー効率を調べてみましょう。  
さあ、始めましょう!



## プレス機を組み立てる

(3Aのガイドブックと、3Bのガイドブックの14ページの手順12を参考にしてください)

- ・システムにポンプで空気を送り、圧力計を使用して空気が漏れていないか確認します。
- ・すべてのバルブ設定を試し、プレス機が、押し下げる、押し上げる、排気装置を上げる、排気装置を下げる、の4つのすべてのストロークが可能かどうか確認します。この際、すべての可動部が自由に動くか確認してください。
- ・次に、プレスを上げ、排気装置を前に動かし、空気タンクを空にします。



## プレス機のエネルギー効率は十分?

1回の作業サイクルで、プレス機を押し下げる、押し上げる、排気装置を上げる、排気装置を下げる、の4つの「ストローク」が連続して行われなければなりません。この作業を繰り返すことで、圧力がどのように失われていくか調べてみましょう。

まず最初に、空のプレス機Aの場合、作業サイクルを繰り返すことで、圧力がどのように失われていくか予測してみましょう。

次に、実際にプレス機Aが作業サイクルを繰り返すことで、圧力がどのように失われていくか実験してみましょう。  
圧力は、最初2.5バールにしておきます。

次に、プレス機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。  
グラフ用紙に結果を記入しましょう。

	A	B	C
1			
3			
5			
7			
9			
11			
13			
15			
17			

## 実験結果についての説明:

---



---



---

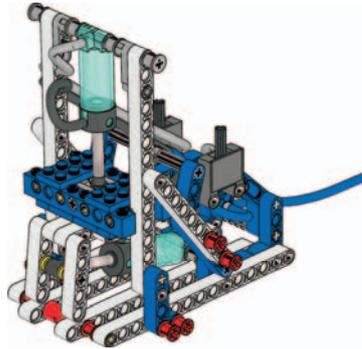
### プレス機を速く操作できますか？

空のプレス機を速く操作できれば、コストパフォーマンス効率が上がります。30秒以内に作業サイクルを何回完了させることができるか、試してみましょう。

まず最初に、空のプレス機を使って、30秒以内に何回の作業サイクルを完了させることができるか予測します。ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

次に、実際に何回の作業サイクルを完了させることができるか実験してみます。ワークシートに結果を記入しましょう。

次に、好きな物体を型押しして、完了できる作業サイクルの数を比較してみましょう。



	私の予測	実験結果
実験 1		
実験 2		
実験 3		

### オプション: 発明! 私の空気圧装置 !

プレス機と同じメカニズムを使用し、異なる作業のできる、新しい実用的な機械を発明しましょう。その機械のスケッチを描いて、もっとも重要な3つの機能について説明しましょう。

### オプション: 詳細な研究

どんな産業や作業にプレス機が使用されているか、どんな制約があるかについて説明してください。



## ロボットアーム

### 科学

- ・ 面積
- ・ 圧力がかかっているガスの動き
- ・ 摩擦
- ・ 科学調査

### デザインとテクノロジー

- ・ 部品の組み立て
- ・ メカニズムの制御
- ・ 評価
- ・ 改良する前に実験する
- ・ メカニズムの活用 - てこ

### 学習用語

- ・ 面積
- ・ シリンダー
- ・ グリップ力
- ・ てこ
- ・ 圧力計
- ・ 質量
- ・ 圧力
- ・ ポンプ
- ・ バルブ

### 副教材

- ・ サイズや重量の異なる小さな物
- ・ グラフ用紙
- ・ ボール状に丸めた紙

## 結びつける

ロボットアームは、物体を拾い上げたり、動かしたり、置いたりといった動作を含む作業に使用されます。通常、困難であったり、何回も繰り返しが必要であり、短時間で効率的に行わなければならない作業を行います。効率を高めるために、物体を拾い上げたり置いたりする作業の手順を予め決めておく必要があります。

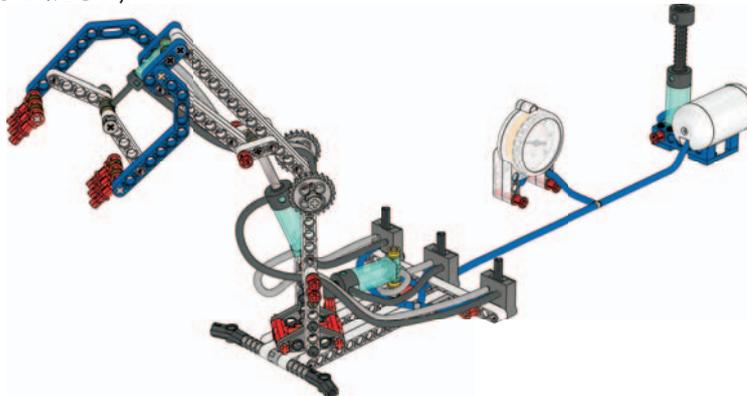
ロボットアームを組み立て、エネルギー効率を最大限に高めるためのストロークの順序について調べてみましょう。  
さあ、始めましょう!



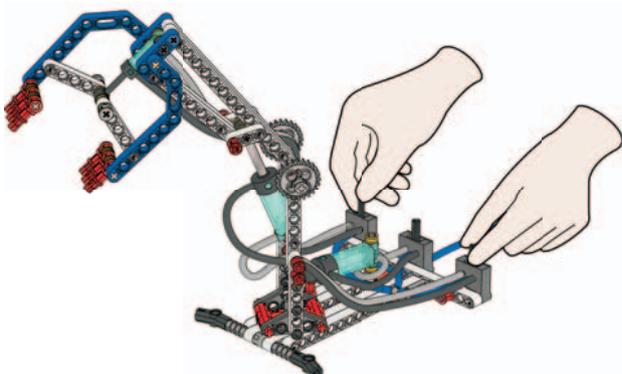
## 組み立てる

### ロボットアームを組み立てる

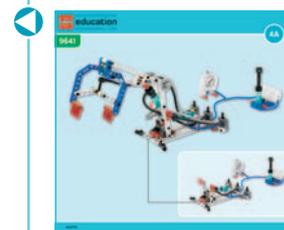
(4A のガイドブックと、4B のガイドブックの 19 ページの手順 19 を参考にしてください)



- ・システムにポンプで空気を送り、圧力計を使用して空気が漏れていないか確認します。
- ・すべてのバルブ設定を試し、すべての可動部がスムーズに動くか確認します



- ・次に、アームを右いっぱいに回転させ、アームを上げ、グリップ部を開き、空気タンクを空にして停止位置に戻します。



- ヒント**  
 空気タンクとバルブをつなぐチューブを外すと空気タンクは空になります。

## よく考える

### 最もエネルギー効率の高いストロークの順序は？

物体を拾い上げたり置いたりする作業で、最もエネルギー効率の高いストロークの順序を見つけましょう。

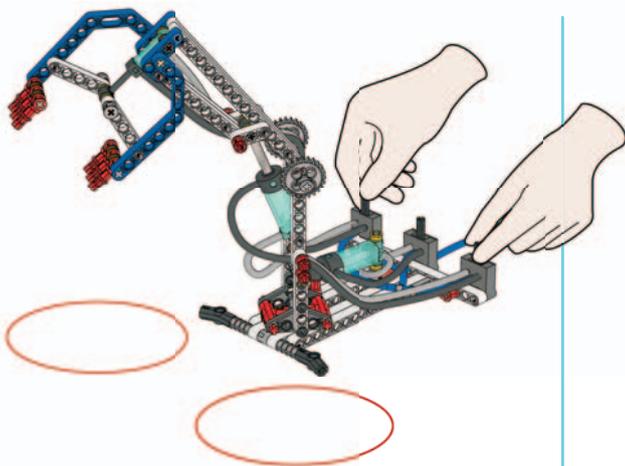
まず最初に、ボール状に丸めた紙を拾い上げたり置いたりする作業で、最もエネルギー効率の高いストロークの順序を予測します。まず、停止位置から始め、6つのすべての動きを少なくとも一回は使用し、その後停止位置に戻るようしなければなりません。

ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

次に、自分で予測したストロークの順序で実験し、それぞれのストロークの後で圧力がどの程度減少するか確認します。圧力は、最初2.5バーにしておきます。

ワークシートとグラフ用紙に結果を記入しましょう。

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。



ストローク	順序
A	アームを下げる
B	グリップ部を閉じる
C	アームを上げる
D	アームを左に回転
E	アームを下げる
F	グリップ部を広げる
G	アームを上げる
H	アームを右に回転

### 以下のような質問をしながら、生徒に調査結果についてよく考えさせてみてください。

- ・自分が予測した中で、実際にそうなると思うものはどれですか？その理由は？  
作業サイクルを完了させ、停止位置に戻るようには8つのストロークが必要です。アームを下ろさずに物体を落とす場合には、6つのストロークで完了させることができます。
- ・ロボットアームはどのような仕組みで動きますか？  
グリップ部には複雑な第3種でこが接続されています。アームリフトも第3種でこです。
- ・圧力のグラフの特徴について何か説明することができますか？  
小さいシリンダーは空気の使用量が少ないため、大きいシリンダーと比較して圧力損失は少なめです。BとFのストロークを観察してみましょう。

## 続ける

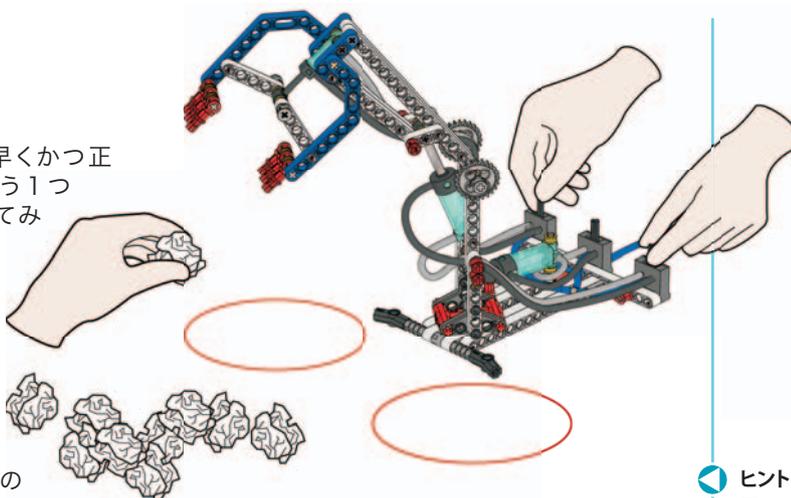
### ロボットを速く操作できますか？

ボール状に丸めた紙を、どれだけ素早くかつ正確に、1つの円の中から拾い上げてもう1つの円の中へ置くことができるか試してみましょう。

まず最初に、30秒以内にいくつのボール状に丸めた紙を正確に円の中に置くことができるか予測してください。ワークシートに自分の予測を記入しましょう。

次に実際に、30秒以内にいくつの紙のボールを正確に円の中に置くことができるか実験してください。ワークシートに結果を記入しましょう。

実験を3回を繰り返して、速度と精度が向上するかどうか確認してください。



### ヒント

圧力の損失を防ぐために、圧縮機を組み立ててみるのも良いでしょう。



### オプション: グリッパーを作る

自分で選んだいろいろな物体を拾い上げて置くことのできるようなグリッパーを、デザインして作ってみましょう。

# ロボットアーム

名前: \_\_\_\_\_

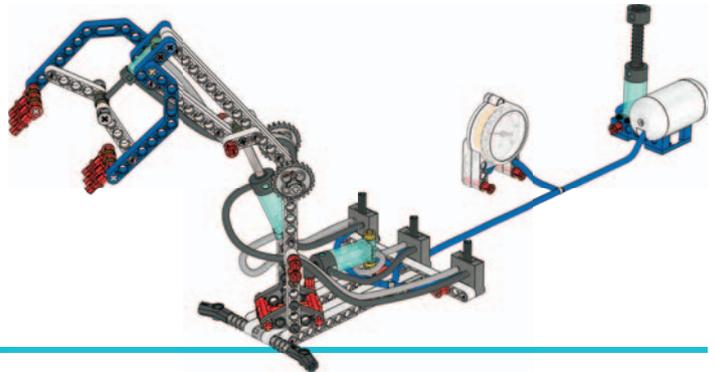


ロボットアームを組み立て、エネルギー効率を最大に高めるためのストロークの順序について調べてみましょう。さあ、始めましょう!

## ロボットアームを組み立てる

(4Aのガイドブックと、4Bのガイドブックの19ページの手順19を参考にしてください)

- ・システムにポンプで空気を送り、圧力計を使用して空気が漏れていないか確認します。
- ・すべてのバルブ設定を試し、すべての可動部がスムーズに動くか確認します
- ・次に、アームを右いっぱい回転させ、アームを上げ、グリップ部を開き、空気タンクを空にして停止位置に戻します。



## 最もエネルギー効率の高いストロークの順序は?

物体を拾い上げたり置いたりする作業で、最もエネルギー効率の高いストロークの順序を見つけましょう。

まず最初に、ボール状に丸めた紙を拾い上げたり置いたりする作業で、最もエネルギー効率の高いストロークの順序を予測します。まず、停止位置から始め、6つのすべての動きを少なくとも一回は使用し、その後停止位置に戻るようにはなりません。

次に、自分で予測したストロークの順序で実験し、それぞれのストロークの後で圧力がどの程度減少するか確認します。圧力は、最初2.5バールにしておきます。

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。  
グラフ用紙に結果を記入しましょう。

ストローク	順序
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

## 実験結果についての説明:

---



---



---



---

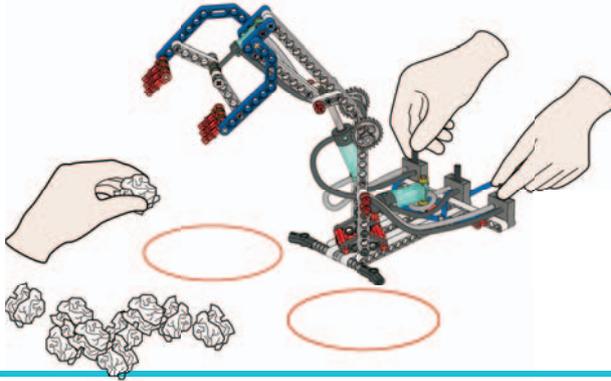
### ロボットを速く操作できますか？

ボール状に丸めた紙を、どれだけ素早くかつ正確に、1つの円の中から拾い上げてもう1つの円の中へ置くことができるか試してみましょう。

まず最初に、30秒以内にいくつのボール状に丸めた紙を正確に円の中に置くことができるか予測してください。

次に実際に、30秒以内にいくつのボール状に丸めた紙を正確に円の中に置くことができるか実験してみましょう。

実験を3回を繰り返して、速度と精度が向上するかどうか確認してください。



	私の予測	実験結果
実験 1		
実験 2		
実験 3		

### オプション: 発明! 私の空気圧装置 !

ロボットアームと同じメカニズムを使用し、異なる作業のできる、新しい実用的な機械を発明しましょう。その機械のスケッチを描いて、もっとも重要な3つの機能について説明しましょう。

### オプション: 詳細な研究

どんな産業や作業にロボットアームを使用することができるか、どんな制約があるかについて説明してください。

## デザインおよび製作アクティビティのご紹介

### 導入に適切な時期は？

原理学習アクティビティやメインアクティビティ（ジャッキリフト、ロボットハンド、プレス機、ロボットアーム）に取り組んだ後に導入することが望ましく、先生方は生徒がデザインや問題解決に、どの程度自分の知識を応用することができるか、評価することができるでしょう。各課題は原理学習基本モデルや主要モデルと関連付けられています。生徒は、デザインの課題に取り組む際に、空気力学の概念に関する自分の経験を創造的に応用していくことができるでしょう。

### 使用方法

課題ページは、印刷して生徒に配布していただくためのものです。目的や動機付けなどに関するページは、先生方用です。

### 生徒に合わせた、デザインおよび製作アクティビティ作り

デザインの経験があまりない生徒の場合や、先生方による材料の管理が必要な場合には、課題を配布し、具体的な「組み立てるものの条件」について指示してください。「組み立てるものの条件」があれば解決法が限られてきますので、生徒の様々なアイデアを比較することがより簡単になります。デザインの経験が豊富な生徒の場合には、課題を配布するだけで十分でしょう。



# 恐竜



## 課題

ある小さな映画撮影スタジオでは、新しい映画の製作に恐竜が必要です。恐竜のCGを使うこともできますが、生き生きした実寸の動く恐竜の模型を使った方が、より魅力的かつダイナミックな映画が撮れると判断しました。

恐竜は通常静止していなければなりません。演じる際には体の一部が動くようにしなければなりません。

今回の課題は、空気圧で動き、映画の場面で使えるような恐竜の模型をデザインして作ることです。

# 恐竜

## 学習目標

以下の知識を応用する：

- ・ アニマトロニクス(自然な動きをするロボット製作技術)
- ・ てこ
- ・ 製品とサービス
- ・ 空気力学
- ・ 公正な実験と製品の信頼性についての原則

## 副教材

- ・ 装飾材料

## 動機付け

- ・ 恐竜の写真を観察したり、インターネットで検索して異なる時期に生息していた恐竜の姿や、形、体つきについて詳しく勉強するように指示してください。

## 与えられた課題に対する関連知識、技能、および理解

生徒に以下の通り指示してください。

- ・ どのように恐竜を作りたいか考える。
- ・ 恐竜のどの部分を動かせるようにしたいか、またどのようにしてその動きを実現させるか考える。
- ・ 恐竜が本物に見えるようにするために、どんな装飾をしたらよいか考える。

## やる気を起こさせるための、話し合いや評価

生徒がデザインや製作を進めている間、以下について話し合わせてください。

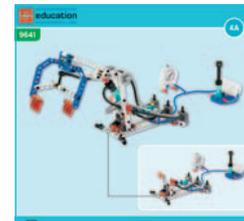
- ・ 恐竜の動きは、映画の場面に適切か。

## アクティビティ終了後は、生徒に以下について評価させてください。

- ・ 恐竜の各部は、どう動くのか。
- ・ 恐竜の動きはスムーズか、その動きは安定しているか。
- ・ 恐竜の動きは効率的か？圧力計で確認させましょう。
- ・ 本物の恐竜に見えるように、どのような装飾がされているか。
- ・ 映画のシーンのコンセプトは？また、そのコンセプトがお客様の興味、関心をとらえているかを説明する。

## 困ったときは

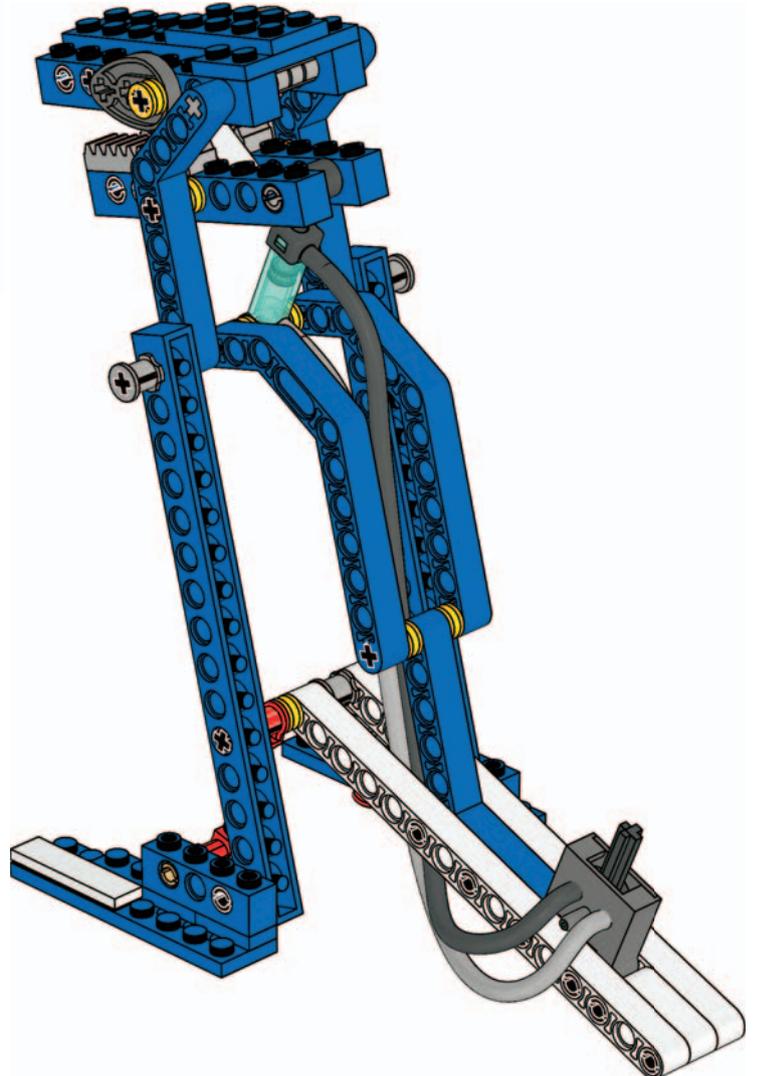
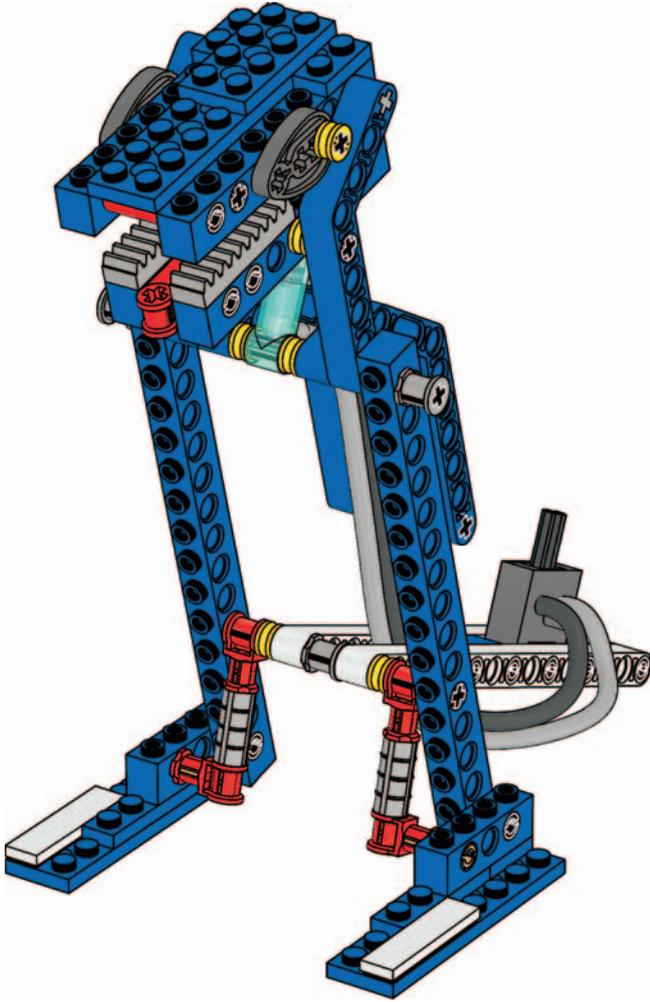
以下を参照してください。



ロボットアーム



てこの原理学習用基本モデル



# かかし



## 課題

ある地方の有機栽培農家は、鳥に作物が食い荒らされて困っています。その農夫は自分の経験から、畑に走って行って腕を激しく振り回したり、飛び跳ねたりすれば、鳥は逃げていくことを知っています。ですが、体を動かさずに鳥に向かって大声をあげても、ほとんど効果はありません。その農夫は、昔から使われている、動かないかかしを使ってみました。最初のうちは鳥は近寄りませんでしたが、すぐに慣れてまったく効果がなくなってしまいました。

さあ、この農夫の作物を狙っている鳥たちを怖がらせて追い払うことのできるような、空圧式のかかしをデザインしてみましょう。

# かかし

## 学習目標

以下の知識を応用する:

- ・ アニマトロニクス(自然な動きをするロボット製作技術)
- ・ てこ
- ・ 製品とサービス
- ・ 空気力学
- ・ 公正な実験と製品の信頼性についての原則

## 副教材

- ・ 装飾材料

## 動機付け

- ・ かかしの写真を観察したり、インターネットで検索して昔から使われているかかしと新しいタイプのかかしの外観や、形、形態について詳しく勉強するように指示してください。

## 与えられた課題に対する関連知識、技能、および理解

生徒に以下の通り指示してください。

- ・ どのようにかかしを作りたいか考える。
- ・ かかしのどの部分を動かせるようにしたいか、またどのようにしてその動きを実現させるか考える。
- ・ かかしが本物に見えるようにするために、どんな装飾をしたらよいか考える。

## やる気を起こさせるための、話し合いや評価

生徒がデザインや製作を進めている間、以下について話し合せてください。

- ・ かかしの動きは、鳥たちを脅かす効果があるか。

## アクティビティ終了後は、生徒に以下について評価させてください。

- ・ かかしの各部分は、どう動くのか。
- ・ かかしの動きはスムーズか、その動きは安定しているか。
- ・ かかしの動きは効率的か? 圧力計で確認させましょう。
- ・ 本物のかかしに見えるように、どのような装飾がされているか。

## 困ったときは

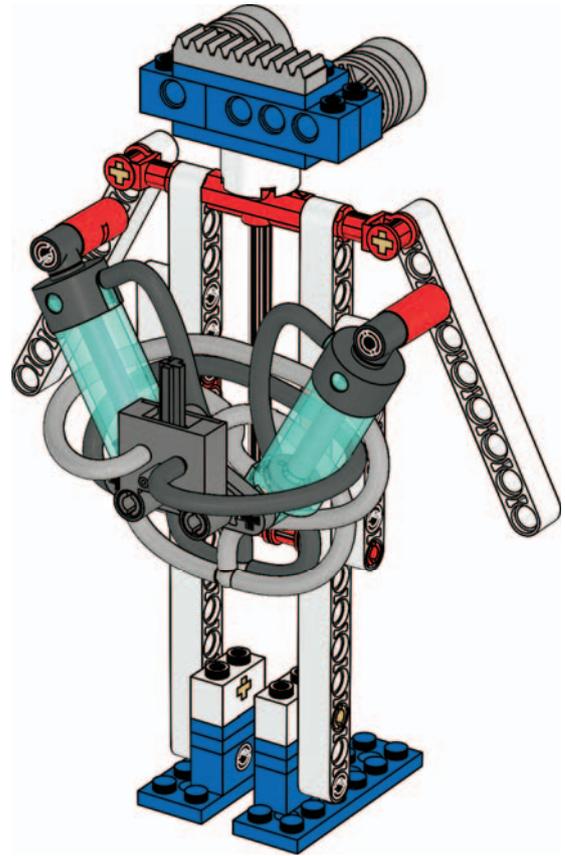
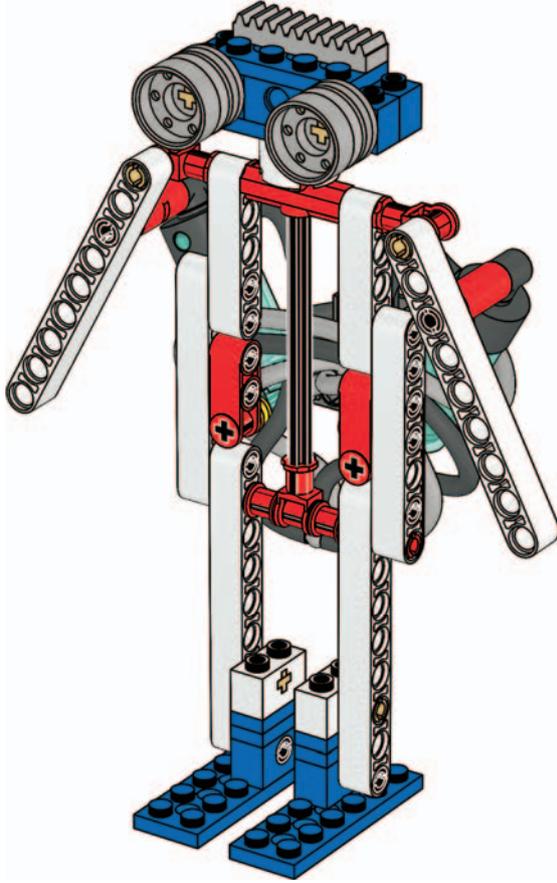
以下を参照してください。



ロボットハンド



てこの原理学習用基本モデル





## 用語集

圧縮機	空気を圧縮するメカニズム。圧縮機は自動化することも、手動で操作することもできます。
圧縮性	ガスなど、小さな容器に収納できるように圧縮して体積を小さくすることのできる物質の特性。
圧力	単位面積に加えられた力の量。海面における気圧は約15重量ポンド毎平方インチ (psi) ありますが、私たちはこの気圧に非常に慣れているので気づきません。圧力の科学的単位はパスカル (Pa) で、1パスカルは1ニュートン/平方メートルです。1ニュートンは小さな力で、1平方メートルは大きな面積なので、1パスカルという単位面積あたりの力はごくわずかな力です。事実、1重量ポンド毎平方インチ (psi) の圧力を発生させるには約7,000パスカルが、気圧を発生させるためには10万パスカルが必要です。
圧力計	圧力計は圧力を測定する機械です。レゴ®圧力計は、バルとpsi (重量ポンド毎平方インチ) の両方で圧力が表示されます。
位置エネルギー	蓄積エネルギー。圧縮空気は、シリンダーの中でピストンに対して膨張した際に、仕事をするのできる位置エネルギーをもっています。
運動エネルギー	スピードや動き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になります。
エネルギー	仕事をする能力。
円周	円の周りの距離。
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。この回転軸など。ハサミの回転軸は、2枚の刃を留めているネジやリベットです。
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。
空圧式	圧縮された空気を使用します。
空気圧回路	空気圧部品システムを通る圧縮空気の経路。
空気タンク	圧縮空気の貯蔵タンク、または貯蔵器
グリップ力	2つの表面の間のグリップ力は、表面間の摩擦の程度によって異なります。ぬれた道路よりも乾いた道路の方が、タイヤのグリップ力は向上します。
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。

効率	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。
仕事	抵抗に対して動く力と距離の積。空気を圧縮する動作は、仕事の例です。
質量	質量はある物質の量。 質量はしばしば、重量と混同されます。
重量ポンド每平方インチ (psi)	は Pounds force per square inch の略で、重量ポンド每平方インチを意味します。は、圧力測定に使用される一般的な単位です。1 psi は 6,894.76 パスカルです。
順序付け	動作が適切な順番かつ適切な間隔で起こるように設定すること。
シリンダー	ピストンとピストン棒が付いていて、片方の端が閉じられている堅い筒。圧縮空気がシリンダーに入ると、ピストンに対して膨張し、力を生成して動きが生まれます。
シリンダーピストン	「ピストン」を参照してください。
第1種てこ	回転軸が、力点と負荷の間にあります。力点と支点の間のアームが長く、負荷と支点の間のアームが短いと、負荷を持ち上げる力が増幅されます。例えば、てこを利用してペンキの缶の蓋を開けるなど。シザーリフトも、第1種てこの原理を活用しています。
第2種てこ	負荷が、力点と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、負荷が簡単に持ち上がります。手押し車など。
第3種てこ	力点が、負荷と回転軸の間にあります。このてこは、作用力と比較して負荷の動くスピードと距離を増幅します。手の親指は第3種てこです。
力	物体にはたらく、特定の方向への押す力または引く力。空気圧シリンダーによって生成された力は、空気圧とピストンの容積の積です。
チューブ	圧縮空気などの流体を送るために使用される、柔らかくて空洞の、筒状の用具。
釣り合いの力	釣り合いの力がはたらいっている物体は、静止しているか、一定の速度で動いています。
てこ	作用力が加えられた時に、定点のまわりを回転する棒。
動力	機械が仕事をこなす速度(時間で分割された仕事量)。
バール	圧力測定に使用される一般的なメートル法の単位。1 バールは 10 万パスカルです。
バルブ	圧縮空気を受け取り、チューブを通して他の圧縮空気部品へと流す装置。バルブは数箇所に設置されたハンドルによって制御されます。

ピストン	圧力の変化に応じてシリンダの中を動く、硬い円盤状のもの。
ピストン棒	ピストンとつながっている棒で、シリンダーの外まで伸びています。ピストンがシリンダーの中で動くと、ピストン棒も動きます。
ポンプ	空気や水などの流体に力を加えて、圧力や動きを生じさせる装置。
摩擦	1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。
メカニズム	部品からなる簡単な装置で、力の大きさや方向、出力スピードを変えます。例えば、てこや2つのかみ合った歯車など。
リンク装置	リンク装置は、回転軸の回転によって、接続された複数の棒やビームを通じて動きや力を伝えます。ジャッキリフトにはたくさんの接続構造が含まれています。



## レゴ®部品概要



1x  
シリンダー、小型、ブルーで透明  
4529337



1x  
ポンプ、小型、ブルーで透明  
4529222



1x  
空気タンク、ホワイト  
4529226



2x  
シリンダー、大型、ブルーで透明  
4529334



1x  
ポンプ、大型、ブルーで透明  
4529341



1x  
圧力計、透明  
4529230



5x  
T字形チューブ継手、グレー  
4211508



3x  
バルブ、ダークグレー  
4237158



4x  
チューブ、長さ48ミリ、ブルー  
4529096



3x  
チューブ、長さ96ミリ、ブルー  
4529097



1x  
チューブ、長さ192ミリ、ブルー  
4529098



2x  
チューブ、長さ96ミリ、ブラック  
4529099



1x  
チューブ、長さ192ミリ、ブラック  
4529100



1x  
チューブ、長さ320ミリ、ブラック  
4529102



2x  
チューブ、長さ96ミリ、グレー  
4529103



1x  
チューブ、長さ192ミリ、グレー  
4529104



1x  
チューブ、長さ320ミリ、グレー  
4529105

ビデオに使われていたマシーンは、以下の各社/学校から提供いただいたものです。

ジャッキリフト - フォロット社

ロボットハンド - オルフス工業学校

プレス機 - プラミダン社

ロボットアーム - シーリングシステム A/S 社

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

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.  
©2008 The LEGO Group.

