



はじめに



# ひらめきと 好奇心



りんごが木から落ちるのを見て万有引力を発見したというニュートン（→24ページ）の話は有名ですね。ニュートンは、りんごが落ちると、地球のまわりを月が回ることは、同じ法則によるものだと発見し、その法則を式で表しました。石が落ちるのも、地球の動きも、全部説明できてしまうすごい法則です。これは科学の世界に革命をもたらす大きな発見でした。

その一方で、ニュートンと同じ時代にレーウェンフック（→20ページ）という人がいました。レーウェンフックは織物をあつかう商人で、今で言うアマチュアの科学者でした。彼は、身近にあったガラスをみがいて作った小さなレンズ1つで、それまでだれも見ることがなかったミクロの世界を発見しました。

ニュートンとレーウェンフックに共通するのは、好奇心とひらめきでしょう。身のまわりのちょっとしたことが、科学の大きな発見につながったのです。

このシリーズでは、そんな科学者たちの物語と、それにまつわる実験を紹介しています。ぜひ実際に実験をして、科学者たちが味わったおどろきや感動を体験してみてください。

米村でんじろう

## この本の使い方

この本では、歴史上の科学者を取りあげ、その物語と関係する実験を紹介しています。

### 科学者の紹介ページ

どんな人？

科学者の肖像、名前、生まれた年と亡くなった年、どんなことをした人かを簡単にまとめています。

科学者の物語

発見や発明、実験の物語です。重要な部分を太字にしています。



コラム

物語に出てきた言葉の解説や、関係のある情報を紹介しています。

### 実験のページ

実験のタイプ

実験をおこなうのにおすすめの人数や、大人といっしょにやる必要があるかどうかなどをしめています。

用意するもの

実験で使う材料や道具のリストです。

実験の手順

実験のやり方を写真と文章で説明しています。

注意

実験で注意することです。

解説

実験の結果やその理由をわかりやすく説明しています。重要な言葉を太字にしています。

かかる時間

実験にかかるおよその時間をしめています。

単元と学年

小学校から中学校までの理科や算数（数学）の授業で、関係のある単元と学年です。

ポイント

実験を成功させるコツを説明しています。

### 実験のポイントと注意

実験は一度で成功するとはかぎりません。あきらめずにくり返し挑戦しましょう。実験に使う材料は、ホームセンターや百元均一ショップなどで安価に手に入ります。同じものがない場合は、代わりに使えるもので工夫してみましょう。実験を始める前に、材料や道具がそろっているか確認しましょう。はさみやカッターナイフを使うときは、けがをしないように注意し、難しいところは大人に手伝ってもらいましょう。



実験でわかる  
発見・発明  
大百科

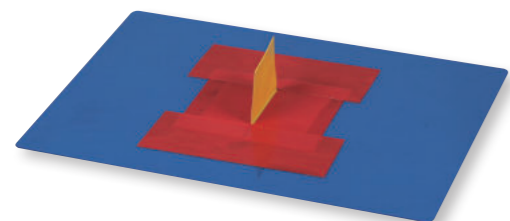
2 もくじ

はじめに ひらめきと好奇心 2  
この本の使い方 3

デカルト 6

浮力の実験 デカルトの潜水夫 8

単元と学年 物の重さ (小学3年)、力の働き (中学1年)、力のつり合いと合成・分解 (中学3年)



ゲーリケ 10

大気圧の実験 下じきの吸盤 12

単元と学年 力の働き (中学1年)、気象観測 (中学2年)

フェルマー 14

確率の実験 カードあてゲーム 16

単元と学年 確率 (中学2年、数学)

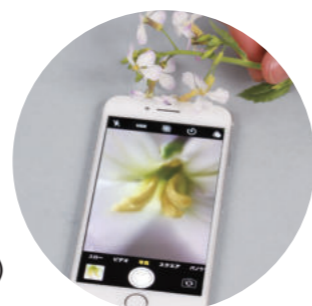


〔科学小話〕 単位になった科学者たち 18

レーウェンフック 20

顕微鏡の実験 スマホ顕微鏡 22

単元と学年 光と音の性質 (小学3年)、光と音 (中学1年)



ニュートン 24

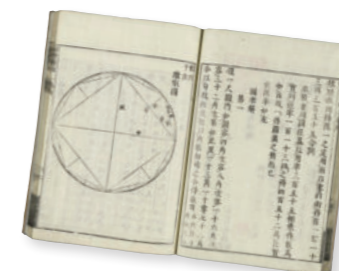
重力の実験 先に落ちるのはどっち? 26

単元と学年 物と重さ (小学3年)、運動の規則性 (中学3年)

関孝和 28

算数の実験 和算に挑戦 30

単元と学年 数と計算 (小学3~6年、算数)



〔科学小話〕 ノーベル賞のはじまり 32



フランクリン 34

静電気の実験 静電気振り子 36

単元と学年 電流 (中学2年)

インゲンハウス 38

でんぷん反応の実験 でんぷんを見つけよう 40

単元と学年 植物の養分と水の通り道 (小学6年)



ワット 42

蒸気の実験 ポンポン蒸気船 44

単元と学年 空気と水の性質 (小学4年)、状態変化 (中学1年)

さくいん 46





ばん ゆう いん りょく はっ けん  
「万有引力」を発見した

# ニュートン



どんな人?

【アイザック・ニュートン】  
1642年～1727年

ニュートンはイギリスの物理学者、数学者です。ガリレオが亡くなった年のクリスマスの日に生まれました。子ども時代は、友だちと遊ぶよりもひとりで機械じかけのおもちゃを作っているほうが好きな、自立できない少年でした。ケンブリッジ大学で科学に目覚め、その後「万有引力」の発見や、運動の3法則など、物理学の基礎になる「力学」を完成させました。また、光の分析や微分積分法の発見でも知られています。

## りんごでひらめいた！ 力の法則

1665年、ヨーロッパではペストというおそろしい伝染病が流行していました。ニュートンが通う大学も休校になり、彼はペストがおさまるまでふるさとの農場にもどることにしました。その1年半の間に、ニュートンはいくつかの科学の歴史に残る偉大な発見をしました。

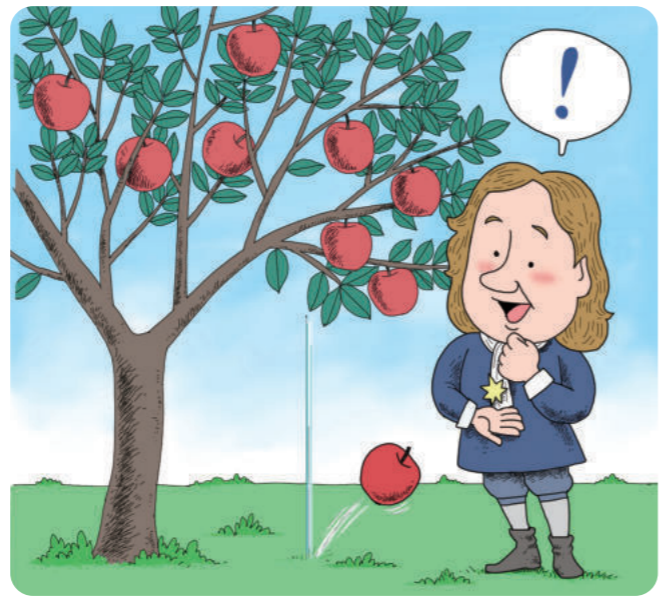
ある日、農場の木からりんごがぽんと落ちるのを見たニュートンに、ある考えがうかびました。

「りんごが落ちるのは地球に引っばられているからだ。そしてその力は、地上のりんごだけでなく、空にうかぶ月にもおよんでいるのではないだろうか？」

ニュートンは、その引っばる力=引力は、地球だけでなくすべてのものが持っている、たがいに引きつけあっているのではないかと考えました。これが「万有引力の法則」です。ニュートンは考えました。高い山の上から大

砲を水平にうつと、弾は曲線をえがいてはなれたところに落ちます。弾を速くうち出すと、弾はもっと遠くに落ちます。弾をどんどん速くしていくと、ついには弾は地球にそって回り始めるかもしれない。月や惑星も同じようにして地球や太陽のまわりを回っているとしたら？

ニュートンはこの考えを確かめるために、50年前にケプラーが発見した惑星の運動の法



則にあてはめて、複雑な計算を試みることにしました。惑星それぞれの質量\*と太陽からの距離で引力を計算すると、その結果はケプラーの法則におどろくほど近いものでした。

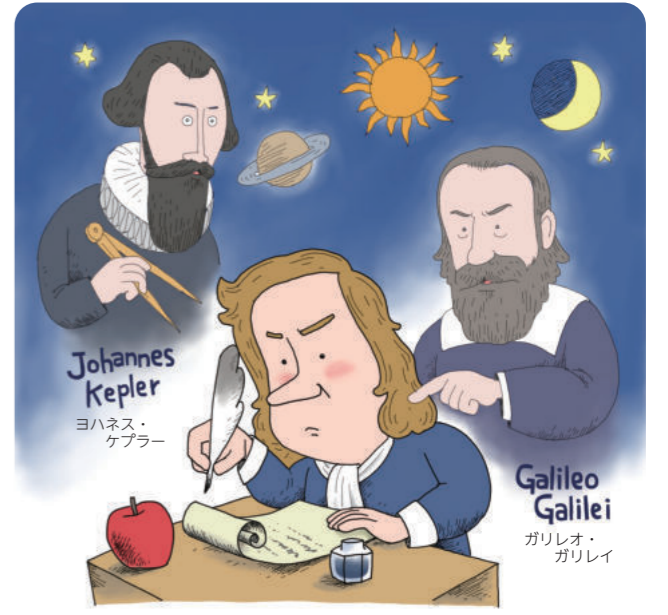
こうしてニュートンは、地上でりんごが落ちるのも、宇宙の天体の運動も、すべて「万有引力」というひとつの法則で説明できることを証明しました。それは、ケプラーやガリレオのような科学者たちが取り組んでもできなかった偉大な仕事でした。しかしニュートンは、ライバルの科学者フックにあてた手紙にこう書いています。

「もしもわたしが人より遠くを見わたせたとしたら、それは巨人の肩に乗っているからです。」

この言葉は、「先人の積み重ねた発見の上に、新しい発見がある」というたとえなのです。

- ▶▶▶ ケプラー (1巻 42ページ)
- ▶▶▶ ガリレオ (1巻 38ページ)

\*質量……物質そのものの量。重力の大きさによって変わらない。「kg」の単位で表す。



## 運動の3法則

ニュートンが発見した運動の基本法則。「ニュートン力学」ともよばれています。

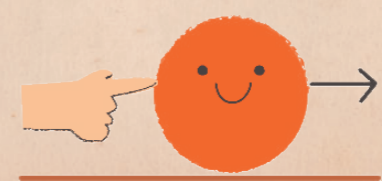
### 1 慣性の法則

外から力が加えられないかぎり、静止している物体は静止し続け、運動している物体は同じ方向、同じ速さで運動を続ける。



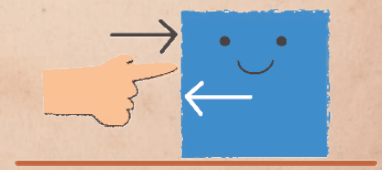
### 2 運動の法則

物体に力が加わる時、物体には加速度が生じる。この加速度は、加えられた力が大きいほど大きく、物体の質量\*が大きいほど小さくなる。



### 3 作用・反作用の法則

ある物体がほかの物体に力を加えたとき、加えたほうも相手から同じ大きさで、反対方向に働く力を受ける。





# 重力の実験

単元と学年：物と重さ（小学3年）、運動の規則性（中学3年）

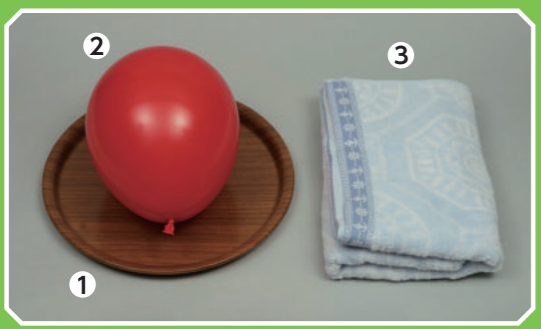
## 先に落ちるのはどっち？

重いものと軽いものを同時に落としたり、どちらが先に落ちるかな？  
実験で確かめよう。

### 用意するもの

- ① お盆
- ② ふくらませた風船
- ③ バスタオルなど

！ お盆で床をきずつけないように、床にバスタオルなどをしてやりましょう。



### 実験の方法

実験①と②の2つのやり方で、お盆と風船を落とし、どちらが先に落ちるか確かめます。



### 実験の予想

実験①と②では、それぞれどうなるか予想しよう。

**実験 ①**

A お盆が先に落ちる。  
B 風船が先に落ちる。  
C お盆と風船が同時に落ちる。

**実験 ②**

A お盆が先に落ちる。  
B お盆と風船が同時に落ちる。  
C お盆が落ちて、風船はうかぶ。

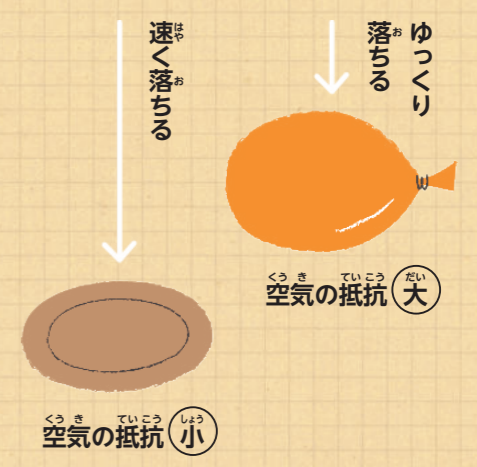
### 結果



### 【解説】落ち方がちがうのはなぜ？

実験①では、風船はお盆よりも空気の抵抗を受けるので、お盆よりもゆっくり落ちます。実験②では、お盆が空気をさえぎるため、風船が受ける空気の抵抗がとても小さくなり、結果としてほぼ同時に落ちるのです。

空気の抵抗の影響をほとんど受けない場合、ものは重さにかかわらず同じ速さで落ちます。これを実験で証明したのがガリレオです。ニュートンはそれをさらに研究して、「地球上にある物体は、重力によって地球に引っぱられているので、重さに関係なく同じように落下する」ことを明らかにしました。



▶▶▶ ガリレオ (1巻 38ページ)



かみなり でん き しょう めい  
雷が電気だと証明した

# フランクリン



どんな人?

【ベンジャミン・フランクリン】

1706年～1790年

**フ**ランクリンはアメリカの政治家、科学者です。マサチューセッツ州のボストンで、17人兄弟の15番目に生まれました。本を読むのが好きでしたが勉強はきらいで、10歳で学校をやめて兄の印刷会社で働き始めました。その後自分で会社を作り、印刷や出版の仕事で成功をおさめ、42歳のときに引退して科学の研究を始めました。また政治家としても活躍し、アメリカ合衆国の独立に貢献したことから「アメリカ合衆国建国の父」のひとりに数えられています。

## 嵐の中の危険な実験

大昔から人類は雷をおそれてきました。神話や聖書の中でも、雷は神が使う武器としてえがかれてきました。人々は、落雷は神が人間にあたえる罰だと信じていたのです。

しかし、そのころ電気の研究をしていたフランクリンは、静電気をためる「ライデンびん」でおこる電気火花と、稲妻が同じものなのではないかと考えました。



▶ライデンびん。ガラスびんの内側と表側にうすく金属（錫など）をはり、ふたから金属（真鍮など）のくさりをつらしたものを。

フランクリンは、稲妻が電気だと証明するために、雲から稲妻を引き出す実験をしようと思いつきました。電気の火花がとがった物体に引きよせられることは知られていましたから、何かとがったものを雷雲に近づけることができれば、ライデンびんに雷の電気をためることができはるはずだと考えたのです。

フランクリンは、木のわくに布をはり、たこを作って、そこに鉄の針金を取りつけました。これを高く上げ、電気が糸を通して下りてくるのを、ライデンびんで受ける計画です。たこを上げる糸には麻ひもを使い、電気をためるための鉄のかぎを結びつけます。電気がしめったひもを伝って自分に流れると命の危険すらあるので、手に持つ部分には電気の通りにくい絹のリボンをつけました。

1752年6月のある日、フランクリンは雷雲が近づくの待って、たこを上げました。長い時間たって、ようやく電気が下りてきたことを示すきざしが現れました。フランクリンがぶら下げた鉄のかぎに指を近づけてみると、その

瞬間、パチッと音がして、かぎから指へ明るい火花が飛びました。

「思ったとおりだ！ やっぱり雷は電気だ。」  
それからライデンびんの針金をかぎに近づけて電気をためると、静電気をためたときと同じように針金の先から火花が出ることが確かめられました。

フランクリンの実験のニュースがヨーロッパに伝わると大評判になり、科学者たちが同じ実験をして、フランクリンの考えは正しいことが証明されました。当時アメリカはヨーロッパの植民地として低く見られていたため、フランクリンの研究はヨーロッパの学者たちをおどろかせ、彼は科学者として有名になりました。

フランクリンはこの研究をもとに雷の被害を防ぐ「避雷針」を考案し、それはアメリカだけでなくヨーロッパでも広まりました。

【名言】  
「天は自ら助くるものを助く」  
フランクリンの言葉。  
天は、他人の助けを借りずに自分自身で努力する者に力をかしてくるという意味。



▲フランクリンの肖像がえがかれているアメリカ合衆国の100ドル札。





静電気の実験

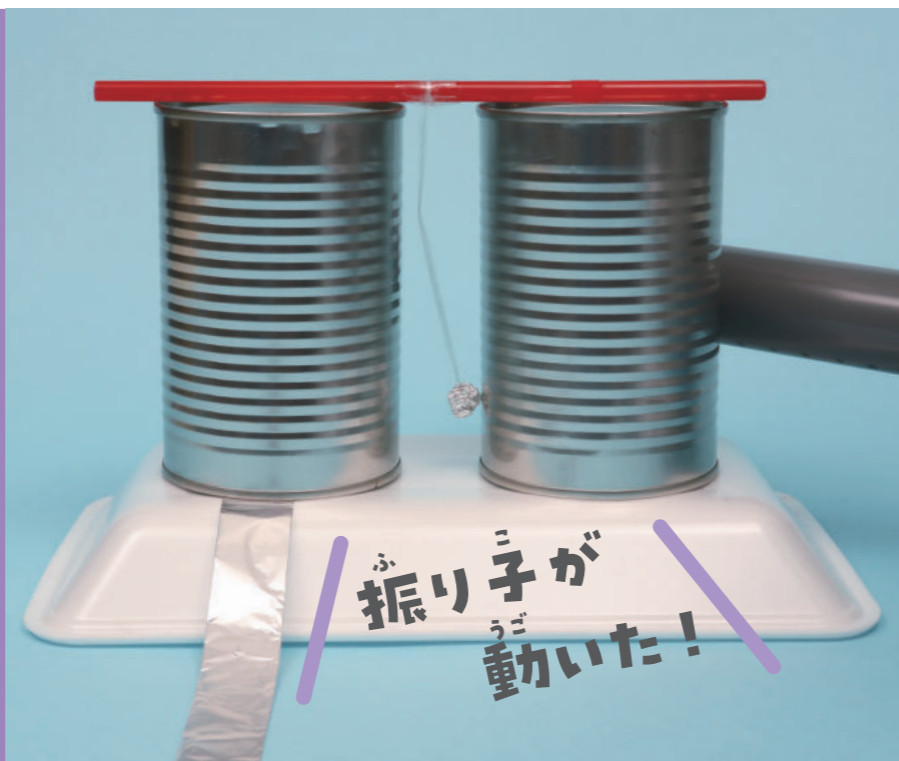
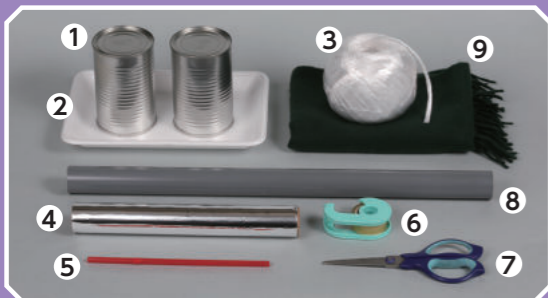
単元と学年：電流 (中学2年)

静電気振り子

静電気ので、ひとりでに振れる振り子だよ。  
見えない電気を感じよう！

用意するもの

- ① 金属の缶 2個
- ② 発泡スチロールトレイ 1つ
- ③ 荷づくりひも
- ④ アルミホイル
- ⑤ ストロー (プラスチック製) 1本
- ⑥ セロハンテープ
- ⑧ 塩ビ管 (または細長い風船)
- ⑦ はさみ
- ⑨ マフラー



実験の手順

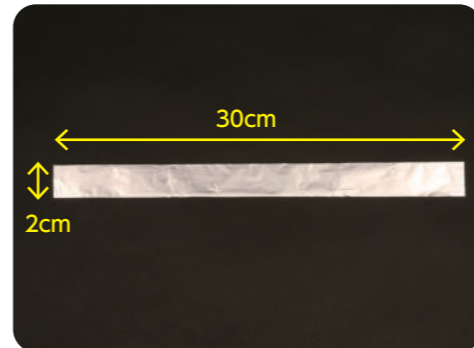
① 荷づくりひもを 20cm くらいに切り、細くさく。



② 5cm 角に切ったアルミホイルで①の先を包みながら、丸めて小さな玉にし、振り子にする。



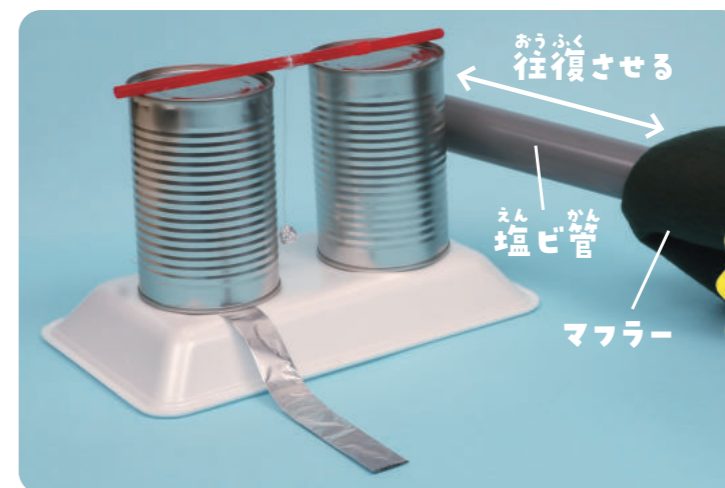
③ アルミホイルを 30cm くらいに切り、たたんで幅 2cm くらいの帯にする。



④ 発泡スチロールトレイの上に缶を 2 つならべて置き、②を結びつけたストローをのせて、アルミホイルの玉を缶の間にぶら下げる。③を片方の缶の下にはさみ、帯のはしがつくえに接するようにする。



⑤ 塩ビ管をマフラーでこすって静電気をおこし、帯をはさんでいないほうの缶に近づける。これをくり返すと、振り子が 2 つの缶の間を行ったり来たりする。



振り子と缶の間が広すぎても、せますぎてもうまく動きません。ちょうどよい距離をさがしましょう。

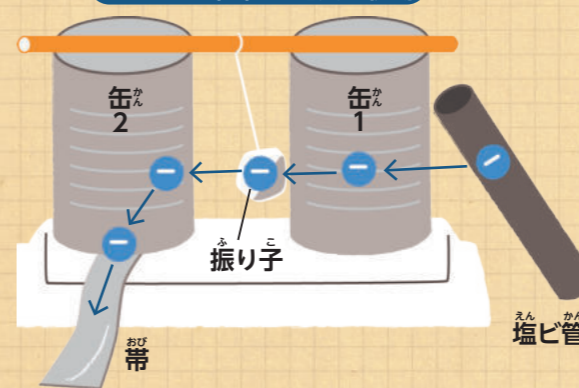
ポイント

【解説】 どうして振り子がひとりでに振れるの？

電気にはマイナス (-) とプラス (+) 2 種類があって、ちがう種類の電気どうしは引きよせ合い、同じ種類の電気は反発し合います。

塩ビ管をマフラーでこすると、塩ビ管にはマイナス (-) の電気がおきます。マイナス (-) の電気が次々と移動することで、振り子が振れ続けます。

マイナス (-) の電気の移動



静電気振り子のしくみ

- ① 塩ビ管におきたマイナス (-) の電気を缶 1 に近づけると、缶 1 にマイナス (-) の電気が移動する。
  - ② 缶 1 のマイナス (-) の電気に、振り子が引きよせられる。
  - ③ 振り子が缶 1 にふれると、振り子にマイナス (-) の電気が移動する。振り子と缶 1 が反発して、振り子が缶 2 のほうへ振れる。
  - ④ 振り子が缶 2 にふれると、振り子からマイナス (-) の電気が缶 2 へ移動し、帯を伝わって机に逃げる。
  - ⑤ マイナス (-) の電気を缶 2 にわたした振り子は、また缶 1 のマイナス (-) の電気に引きよせられる。
- ①～⑤をくり返すことで、振り子が振れ続ける。



# さくいん

## あ

アリストテレス 6、10  
 アルキメデス 9、29  
 アルキメデスの原理 9  
 アルフレッド・ノーベル 32  
 アレッサンドロ・ボルタ 19  
 アンデルス・セルシウス 19  
 アンドリュー・ワイルズ 15  
 アンドレ・マリー・アンペール 18  
 アンペア 18  
 アンペールの法則 18  
 ウィリアム・トムソン 18  
 ウラン 33  
 運動の3法則 24-25  
 運動の法則 25  
 X線 33  
 円周率 29

## か

確率 14、16-17  
 確率論 14-15  
 括用算法 29  
 ガリレオ  
 (ガリレオ・ガリレイ) 18、24-25、27  
 ガル 18  
 慣性の法則 25  
 吸盤 12-13  
 キュリー夫妻 33  
 近代科学の父 18

ゲーリケ 10-11  
 ケプラー 24-25  
 ケルビン 18  
 顕微鏡 20-23  
 光合成 38-40  
 酵素 41

## さ

作用・反作用の法則 25  
 産業革命 19、42  
 ジェームズ・プレスコット・ジュール 18  
 重力 26-27  
 ジュール 18  
 ジュールの法則 18  
 蒸気 42-45  
 蒸気機関 11、19、42-43  
 真空 10-11  
 塵劫記 28-30  
 静電気 34-37  
 セルシウス度(セ氏) 19

## た

大気圧 11-13、43  
 体積 9  
 ダイナマイト 32  
 俵杉算 30  
 単位 18-19、42  
 中間子 33  
 つるかめ算 28、31  
 デカルト 6-8、10  
 テスラ 19  
 点竄術 29

でんぶん 39-41  
 トリチェリ 10  
 糖 41

## な

ニコラ・テスラ 19  
 ニトログリセリン 32  
 ニューコメン  
 (トーマス・ニューコメン) 11、42  
 ニューコメン機関 42-43  
 ニュートン 2、24-25、27-28  
 ニュートン力学 25  
 ねずみ算 28  
 ノーベル賞 32-33

## は

倍増し算 31  
 ハイน์リヒ・ヘルツ 19  
 パスカル  
 (ブレーズ・パスカル) 14-15、19  
 パスカルの原理 19  
 パスカルの定理 19  
 万有引力 2、24-25  
 微生物 20  
 避雷針 35  
 フェルマー 14-15  
 フェルマーの最終定理 14-15  
 フェルメール 21  
 フランクリン 34-35  
 プリーストリ 38  
 振り子の等時性 18  
 浮力 8-9

プリンキピア 25  
 ベークマン 6-7  
 ヘルツ 19  
 ボイル 11  
 放射線 33  
 方法序説 7  
 ボルト 19  
 ポロニウム 33

## ま

マルデブルグの半球 10-11

## や

湯川秀樹 33  
 ユリウス・フォン・ザックス 39  
 ヨウ素でんぶん反応 41  
 葉緑体 39  
 吉田光田 29

## ら

ライデンびん 34-35  
 落体の法則 18  
 ラジウム 33  
 レーウェンフック 2、20-21、23  
 レントゲン 33

## わ

和算 28-31  
 ワット  
 (ジェームズ・ワット) 11、19、42-43