生活の中の物理学 (2022)

Physics in Everyday Phenomena

第12回　2022/12/12

第6章　電気と磁気

真貝　寿明

Hisaaki Shinkai

http://www.oit.ac.jp/is/shinkai/mukogawa

前々々回，レポート課題（第2回）を出しました．締切：12/26

「科学と疑似科学」

「疑似科学にだまされないためにはどうしたらよいか」をテーマにして，レポートを提出してください．

1．疑似科学（あるいはニセ科学・トンデモ科学）について調べ，印象に残った1-2の事例について説明せよ．
2．そして，疑似科学に騙されないためには，どのような注意をしたらよいか，考察せよ．

プリントにつけた雑誌記事を読み，さらに，きちんとした本や記事をもとにレポートすること．

【レポート関連】

「科学と疑似科学」

課題

- 疑似科学（あるいはニセ科学・トンデモ科学）について調べ，印象に残った1 – 2の事例について説明せよ．
- そして，「**疑似科学にだまされないためにはどうしたらよいか**」について考察せよ．

作成要領

- **きちんとした本や記事をもとにレポートすること．**
- 参考とした文献 (web ページ含む) などがあれば，**必ず**記すこと．剽窃行為が認められる場合は評価を下げます．（参考文献から引用するのは構いませんが，引用範囲は必ずそう明記すること．）
- インターネット上の文献を引用するときは，書き手が不明な個人のものは避けること．
- A4 用紙 3-5 枚程度．表紙は不要．必要であれば，図や表を添付してよい（ページ枚数に含める）．

提出手順

- Google Classroom の課題として提出．手書きの場合は写真撮影したものを提出
- 提出〆切は，**2022年12月26日（月）23:59**
- 提出ファイルの名前は，「大日 XXXXXXX ○○○○」の形式とすること．（XXXXXXX は学籍番号，○○○○は氏名）とすること．ファイル名には空白を入れず，学籍番号は半角で．
- ファイル内の初めにも，タイトル・学部学科学年・学籍番号・氏名を記載すること．

レポート課題(３)　　構想中

2023年1月30日（月）23:59 まで

成績30点分

問題１：　．．．．．

＋

問題２：　．．．．．

＋

講義で紹介した話に関連して（あるいは発展して），自分で興味をもって調べたことを説明せよ.

カーリングの石は，底面の円環部を支点にして回転する

2022/12/9

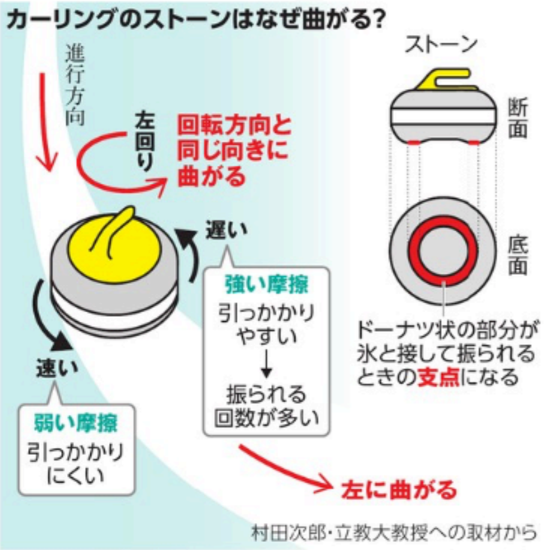
Study of curling mechanism by precision kinematic measurements of curling stone’s motion

29 教育・科学 13版 2022年(令和4年)12月9日(金) 朝日新聞

教育 科学 はぐくむ | 学ぶ | 進む | 教える | 広げる | 探究

カーリングの石 曲がる謎わかった

日本の素粒子学者が100年の議論に終止符



村田次郎・立教大教授への取材から

ストーンの底面

カーリングのストーン

扉

カーリングのストーンはなぜ曲がるのか——。100年近く科学者の間で激論が交わされた「世紀の謎」を、村田次郎・立教大教授が精密な画像解析で初めて解決した。畑違いの分野だったものの、成果をあげたことで村田さんにも新たな夢が芽生えたという。

冬季オリンピックのテレビ中継などで人気のカーリング。試合を見ていてストーンの動きに違和感を覚える人は多いかもしれない。

例えば、コップを回転させて机の上を滑らせると、時計回り（右回転）なら左、反時計回り（左回転）なら右に曲がっていく。これは一番すれる部分が進行方向の先端で、回転方向とは逆に反作用としての摩擦力を受けるからだ。

一方、カーリングのストーンは、回転方向と同じ向きへと曲がっていく。右回転なら右へ、左回転なら左へ、という具合だ。この謎は1924年に学術誌で初めて提起され、その後、さまざまな説が乱立した。

代表的なものは三つある。一つ目が、ストーンが回転している時、速さの異なる右側と左側で摩擦力が違うという「左右非対称説」。二つ目が、摩擦が何

今年の北京冬季オリンピックで熱戦を展開したカーリング女子日本代表の選手たち＝北京・国家水泳センター、白井伸洋撮影

【物理】 カーリングの石は，底面の円環部を支点にして回転する

2022/12/9

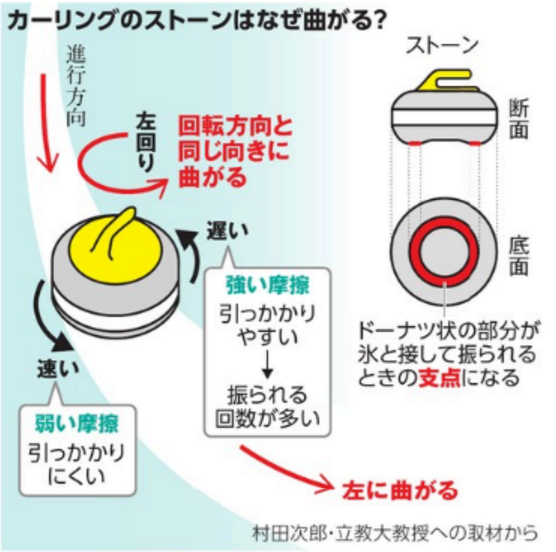
Study of curling mechanism by precision kinematic measurements of curling stone's motion

29 教育・科学 13版 2022年（令和4年）12月9日（金） 朝日新聞

教育 科学 はぐくむ 学ぶ 進む 教える 広げる 探究

カーリングの石 曲がる謎わかった

日本の素粒子学者が100年の議論に終止符



村田次郎・立教大教授への取材から

ストーンの底面

カーリングのストーン

扉

カーリングのストーンはなぜ曲がるのか――。100年近く科学者の間で激論が交わされた「世紀の謎」を、村田次郎・立教大教授が精密な画像解析で初めて解決した。畑違いの分野だったものの、成果をあげたことで村田さんにも新たな夢が芽生えたという。

冬季オリンピックのテレビ中継などで人気のカーリング。試合を見ていてストーンの動きに違和感を覚える人は多いかもしれない。

例えば、コップを回転させて机の上を滑らせると、時計回り（右回転）なら左、反時計回り（左回転）なら右に曲がっていく。これは一番すれる部分が進行方向の先端で、回転方向とは逆に反作用としての摩擦力を受けるからだ。

？

一方、カーリングのストーンは、回転方向と同じ向きへと曲がっていく。右回転なら右へ、左回転なら左へ、という具合だ。この謎は1924年に学術誌で初めて提起され、その後、さまざまな説が乱立した。

代表的なものは三つある。一つ目が、ストーンが回転している時、速さの異なる右側と左側で摩擦力が違うという「左右非対称説」。二つ目が、摩擦が何らかの理由で前側より後ろ側の方が強いためという「前後非対称説」。三つ目が、ストーン底面のザラザラが氷に引っかかり振られる「旋回説」だ。これは走ってきた人がどちらかの手で柱をつかむと、柱を支点につかんだ手の方向に振られて曲がる理屈と同じだ。

しかし、どの説が正しいか判定できるほどの精密なデータがなく、決着がつかずにきた。

！

村田さんは、三脚に設置したカメラで自身が滑らせた122投分のストーンの動きを撮影。動画から対象物の位置を100分の1ミリ単位で測れる「画像処理型変位計」という特許技術を使い、ストーンの振る舞いを精密に計測した。

その結果、中心からずれた部分が支点となって旋回が起き、ストーンが曲がることが観測できた。ストーンの底面は実は平らではなく中央がくぼんでいる。氷に触れるのは「ランニング・バンド」と呼ばれるドーナツ状の面で、少しザラザラしている。旋回の支点はこの面と一致していた。

また氷の上のストーンは、速さが遅くなるほど摩擦が大きくなる性質も精密に実測した。摩擦はストーンと氷のでこぼこの衝突回数が多いほど大きい。回転していると左右で速度差が生じるため、衝突回数、すなわち旋回の支点ができる回数にも左右差が生まれてどちらかに曲がる。

ストーンが左に回転していると、左側の速度が遅くなるので、旋回の支点ができる回数も多くなり左に曲がる。右回転ならその逆のことが起きる。つまり「左右非対称説」と「旋回説」を合わせたものが「世紀の謎」の答えだった。

村田さんは宇宙や物質の成り立ちを探る素粒子・原子核が専門だ。

4次元以上の「高次元宇宙」を探索するため、髪の毛ぐらい細いワイヤ同士など、微小なものでも万有引力の法則が成り立つかを検証している。その研究で培った精密な位置計測の技術が、今回の実験にも生きた。

精密計測によって旋回の支点がランニング・バンドにできる動かぬ証拠を見た海外の専門家からは、次々と驚きの声が寄せられたという。世紀の謎だけあって、簡単には認めがたいという意見もあったが「私の代わりにデータ自身が力強く説得してくれた。改めて自然科学における実験データの重要性を認識した」と振り返る。

謎を解いたことで、村田さんのもとには、カーリング業界から選手への講演やコーチへの研修依頼が舞い込むようになった。いま興味があるのはカーリングの新ショットの開発。普通ならぶつかりそうなところをかすめて入り込んだり、最後にかくんと曲がったり。

「一度原理が分かれば、どの方向に努力すればいいかも方針が立てやすい。選手たちと協力してウルトラショットを生み出せたら」。村田さんの夢は膨らむ。論文は科学誌に掲載された。

（水戸部六美）

【物理】 2022/12/9

カーリングの石は, 底面の円環部を支点にして回転する

Study of curling mechanism by precision kinematic measurements of curling stone’s motion

www.nature.com/scientificreports

scientific reports

https://doi.org/10.1038/s41598-022-19303-4
https://arxiv.org/abs/2203.00347

Check for updates

OPEN

Study of curling mechanism by precision kinematic measurements of curling stone’s motion

Jiro Murata

Why do curling stones curl? That is a question physicists are often asked, yet no answer has been established. Stones rotating clockwise curl right, contrary to our naive expectations. After a century of debate between contradicting hypotheses, this paper provides a possible answer based on experimental evidence. A digital image analysis technique was used to perform precision kinematic measurements of a curling stone’s motion to identify the curling mechanism. We observed a significant left–right asymmetric friction due to velocity dependence on the friction coefficient. Combined with the discrete point-like nature of the friction between ice and stone, swinging around slow-side friction points has been concluded as the dominant origin of the curling. Many new angular momentum transfer phenomena have been found, supporting this conclusion.

As one of the Winter Olympics events, the curling competition is attracting more and more attention. Along with the fun of the sport, there has been a lot of discussion about why the curling stone’s trajectory bends, i.e., curls, just like the question of the principle of a breaking ball in baseball or lift of airplanes. The curling’s mysterious behavior piques the public’s interest because of its opposite direction from the naively expected curling direction, considering the friction at the front edge. For almost a century, physicists have attempted but not succeeded in explaining the curling mechanism[1–7]. Not only that, but the situation is fraught with conflicting models, owing primarily to a lack of sufficient precise observation data.

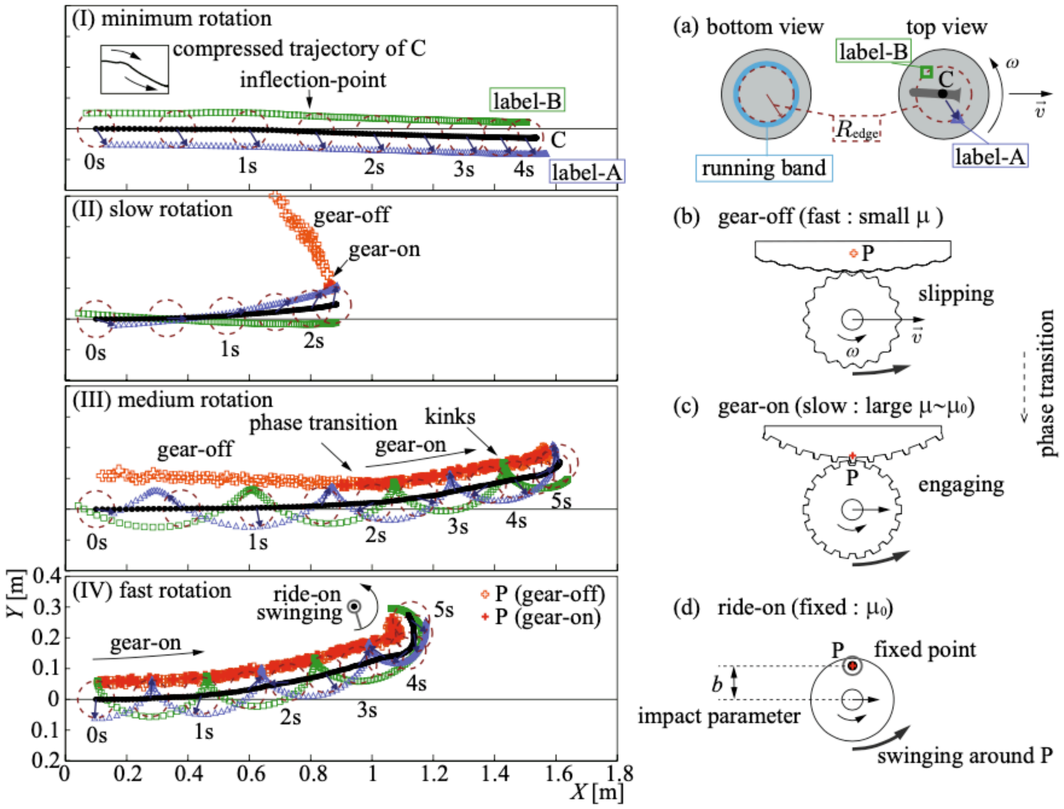
Uniform friction over the bottom of curling stones cannot produce any systematic transverse momentum transfer. Therefore, possible hypotheses must include forward–backward asymmetry[5–8] or left-right asymmetry[1,9] of the friction strength. In addition, surface roughness is often highlighted to be necessary, which may cause discrete frictioning such as pivoting due to pebble structures on ice[10–14] and dust and scratching on ice by the stone’s rough bottom surface[15]. If we suppose the Coulomb friction law (the dynamic friction force must be opposite to the velocity direction), the left-right asymmetry of the continuum friction cannot transfer longitudinal to the transverse momentum[7]. For this reason, many hypotheses recently proposed are based on the forward-backward asymmetry requesting stronger friction at the back edge[16–22], or a creative idea of scratch-guide mechanism[23–27], but none of which are established.

Methods

A precision trajectory measurement, including the rotation degree of freedom, was performed to begin a data-driven model-independent discussion. A digital image analysis technique, originally developed as an optical alignment system for a high-energy accelerator experiment[28] and as a displacement sensor for table-top gravity experiments[29,30], was used.

The measurement was performed at Karuizawa Ice Park in Nagano. The stone’s positions were measured with a sub-millimeter resolution for each static video frame (1920 × 1080 pixels) obtained at 29.97 frames/s using a camera set on the top view position at 1800 mm above the ice surface. Positions of two labels A and B attached on the top surface of the stone (Fig. 1a) were measured for each frame with a time step of $\Delta t = 1/29.97$ s. Then, positions of A and B and their center C were obtained after radial position and parallax correction as vertically projected positions on the ice plane. The XY coordinates were defined relative to the direction of the initial velocity. $t = 0$ was locally defined as the starting timing for each shot. The resolution of the image analysis system was $\sigma_x = 47$ μm which was evaluated as the standard deviation of measured C’s position x, obtained in a dedicated measurement using a static stone. Similarly, resolutions of C’s velocity v, acceleration a, and angular velocity ω

Department of Physics, Rikkyo University, Tokyo 171-8501, Japan. email: jiro@rikkyo.ac.jp



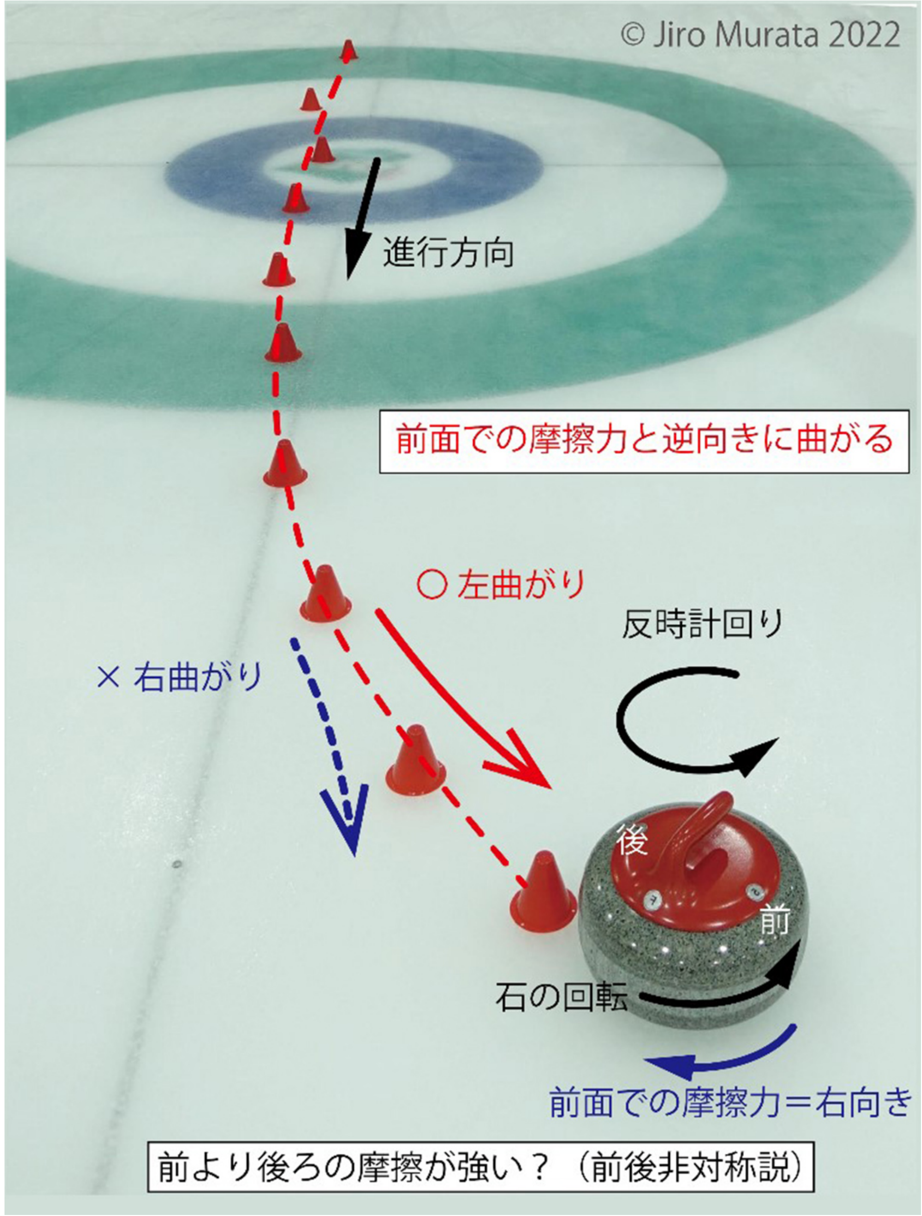
【物理】

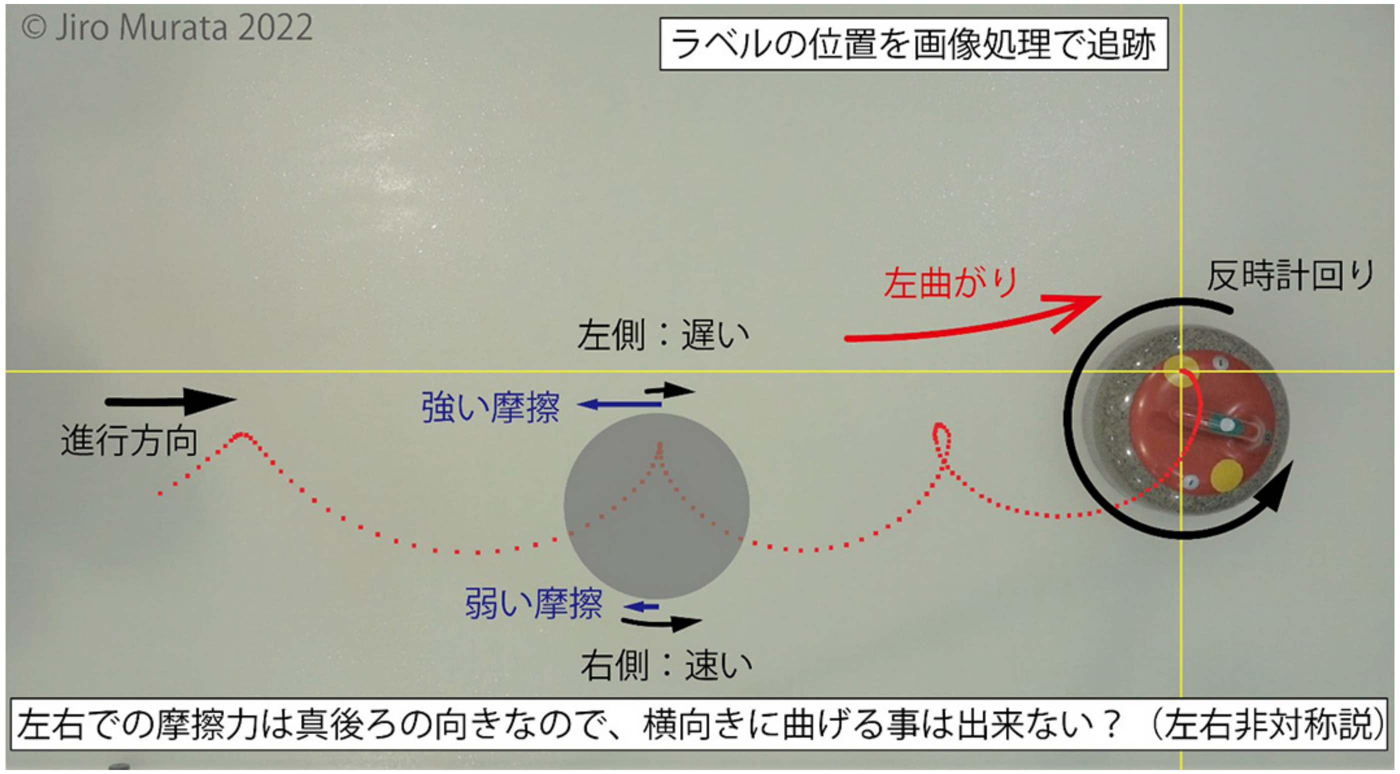
カーリングの石は，底面の円環部を支点にして回転する

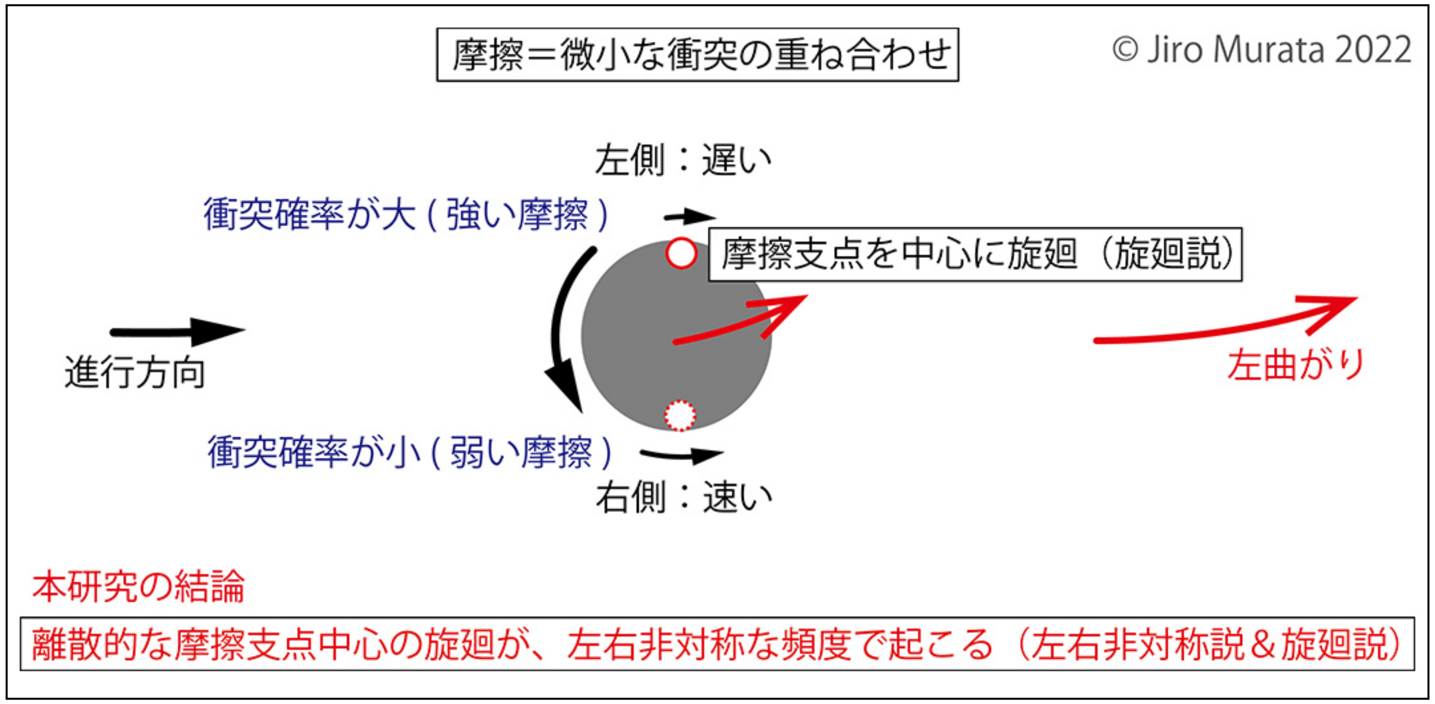
2022/12/9

Study of curling mechanism by precision kinematic measurements of curling stone’s motion

https://www.rikkyo.ac.jp/news/2022/09/mknpps0000020uo9.html



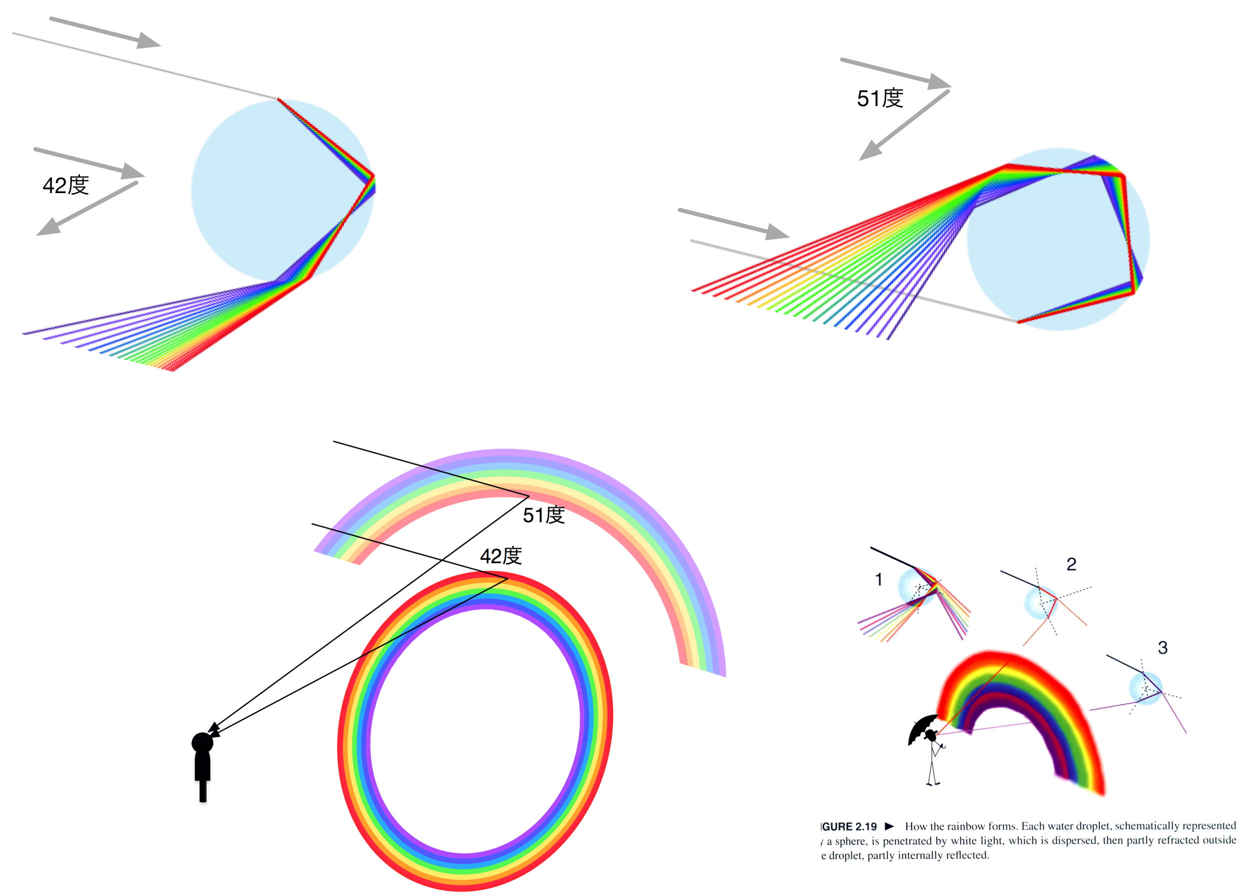




前回のミニッツペーパーから

虹がなぜできるのかということがとても興味深かったです。
今回のミニッツペーパーが難しくてなかなかわからなかったので詳しく解説してほしいです。

虹 (rainbow)

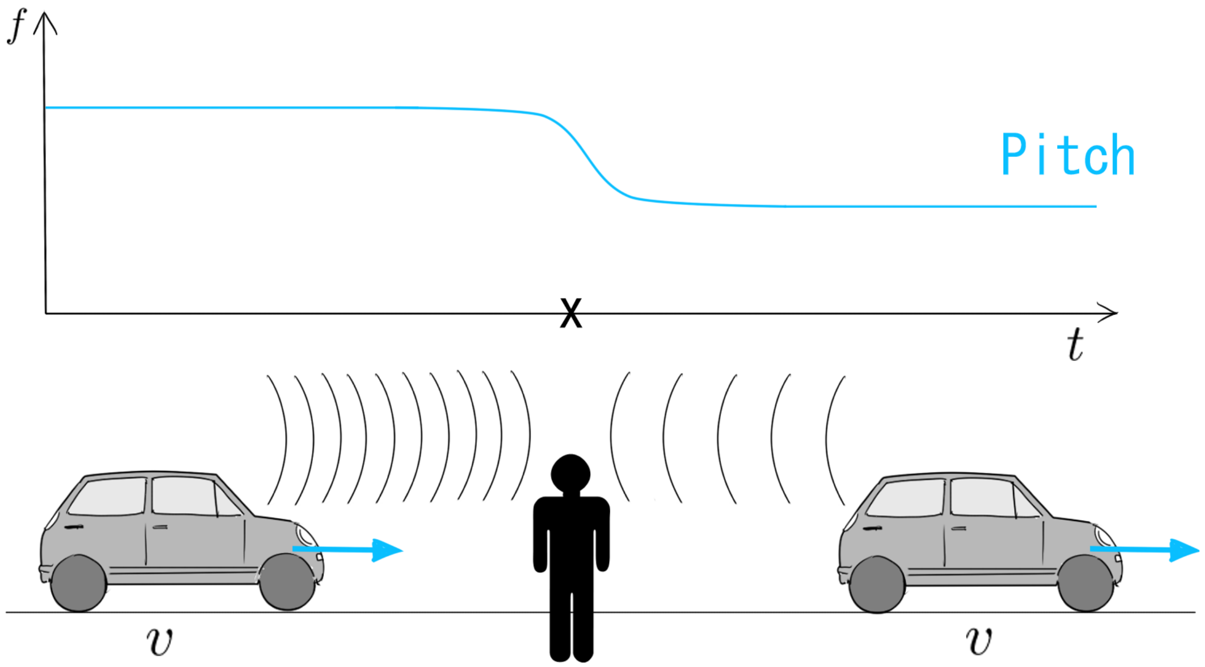


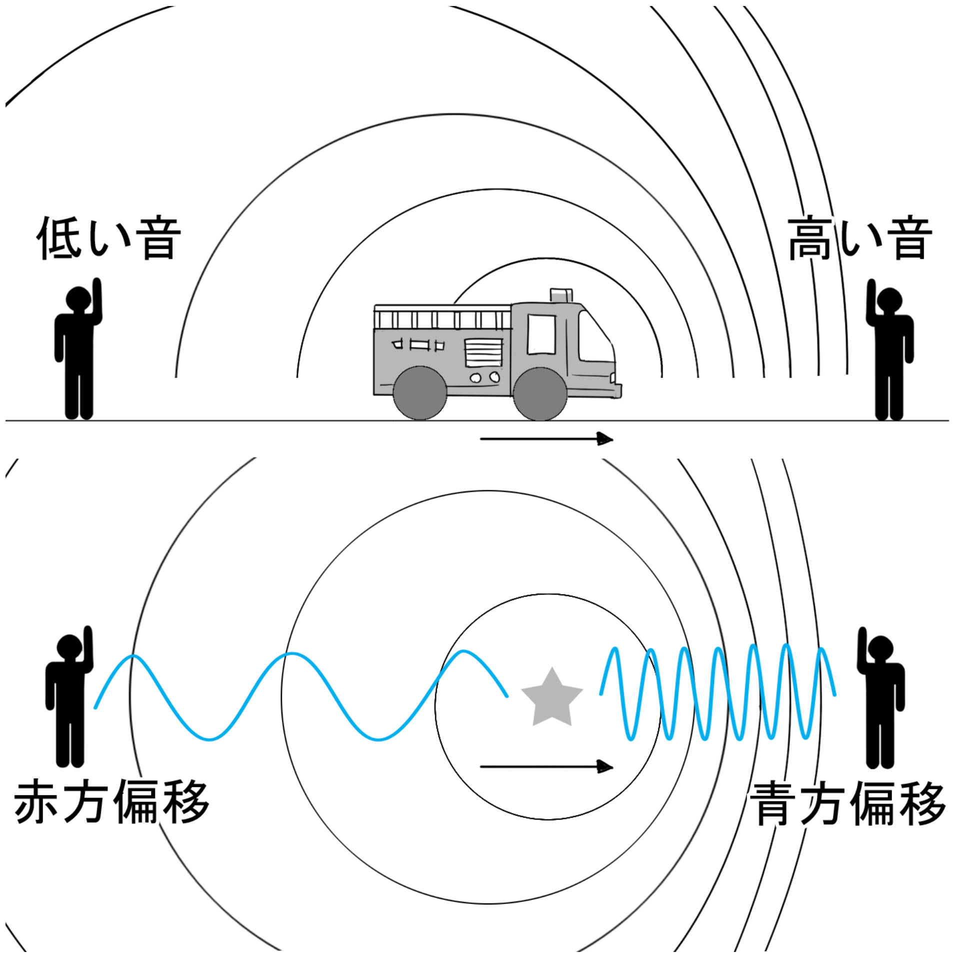
夜になって電気を豆球にしておくと、暗く光る電気の中に黒いものが動いているように見えることがありました。その時は虫だと思って、ある程度までは我慢していたのですが、気になって寝れなくなったので蓋を取ると何もいませんでした。寝ぼけていたので幻覚だったのかなとも思いましたが、よくあるドーナツ型の電気の一部が、まるで虫が歩いて光が部分的に見えなくなるような事ってあるのでしょうか。

1．虫だった
2．幻覚だった
3．飛蚊症になった

ドップラー効果

救急車が近づくときや遠ざかるときに, 聞こえる音の振動数が変化する. これは音源が動くことによって, 1秒間に伝わる波の数が増えたり減ったりすることで生じる現象で, **ドップラー効果**と呼ばれる.



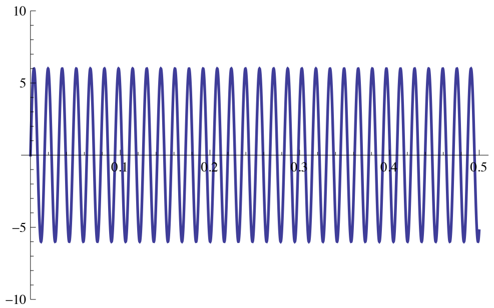


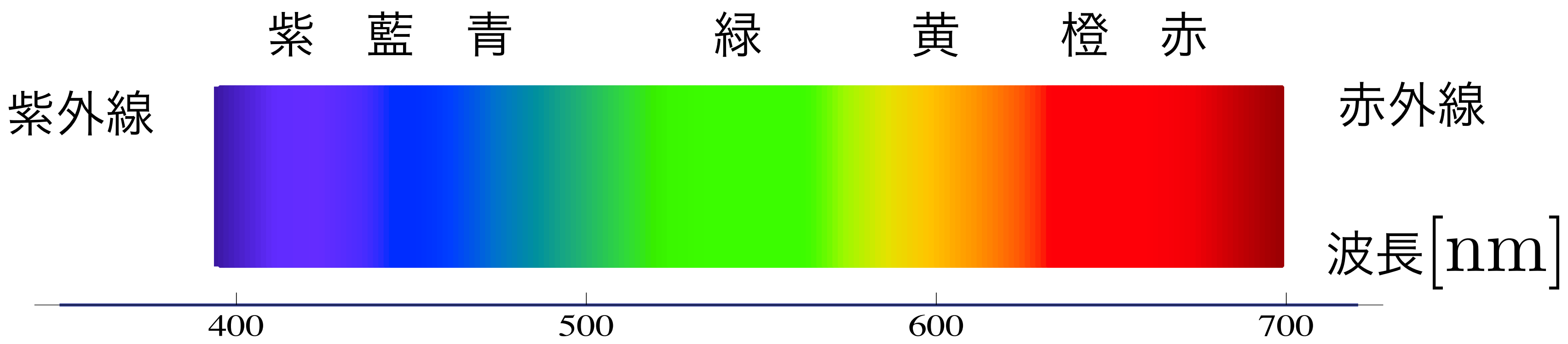
法則 **ドップラー効果**

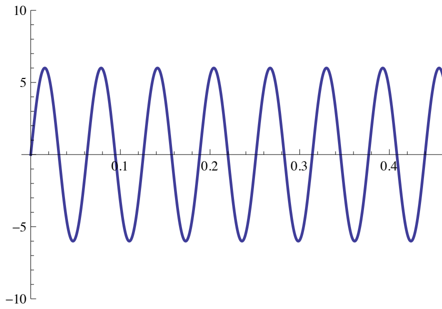
波源や観測者が移動することによって，本来伝わる波の振動数が大きくなったり，小さくなったりして観測される現象のことを**ドップラー効果**という．

音源と観測者が相対的に近づく　＝音が高くなる
音源と観測者が相対的に遠ざかる＝音が低くなる

光のドップラー効果







波長短い ⟸
振動数高い
エネルギー高い

⟹ 波長長い
振動数低い
エネルギー低い

音源と観測者が相対的に近づく

＝音が高くなる　　＝色が青くなる

音源と観測者が相対的に遠ざかる

＝音が低くなる　　＝色が赤くなる

ノーベル物理学賞受賞者 2019年

Nobel Laureates in Physics　2019

物理学賞

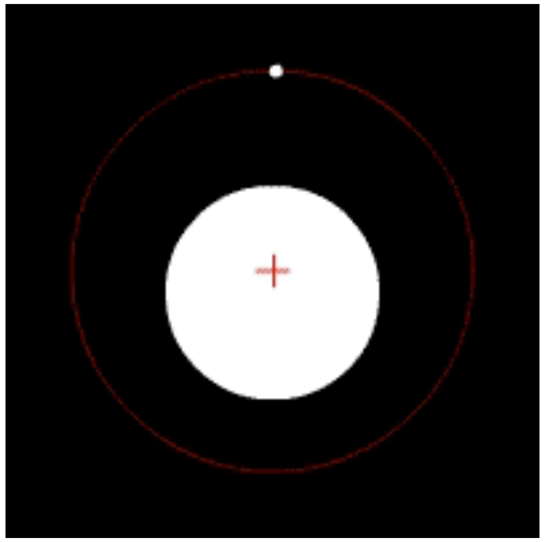
James Peebles, Michel Mayor, Didier Queloz

宇宙の進化，宇宙における地球の位置づけについて理解を改めた貢献

"for contributions to our understanding of the evolution of the universe and Earth’s place in the cosmos."

ピーブルズ

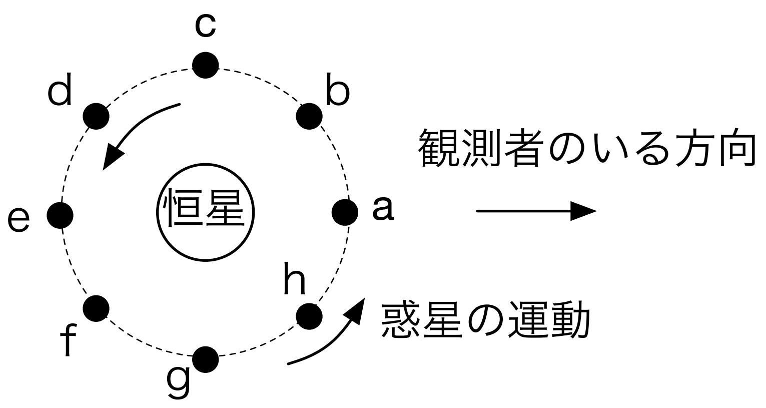
ビッグバン宇宙論の基礎理論の確立に大きな貢献をした.
宇宙マイクロ波背景輻射(CMB)の温度非等方性を定量的に計算する方法論、宇宙誕生約3分後に形成されたヘリウムの存在量、約38万年後に起こった宇宙の再結合（電離水素が中性化する過程）、膨張宇宙における密度揺らぎの線型成長とその後の非線形成長モデル、相関関数を用いた銀河分布の統計的記述などなど.



マイヨールとケロー，ペガスス座51番星のドップラー効果から，太陽系外惑星を初めて発見.

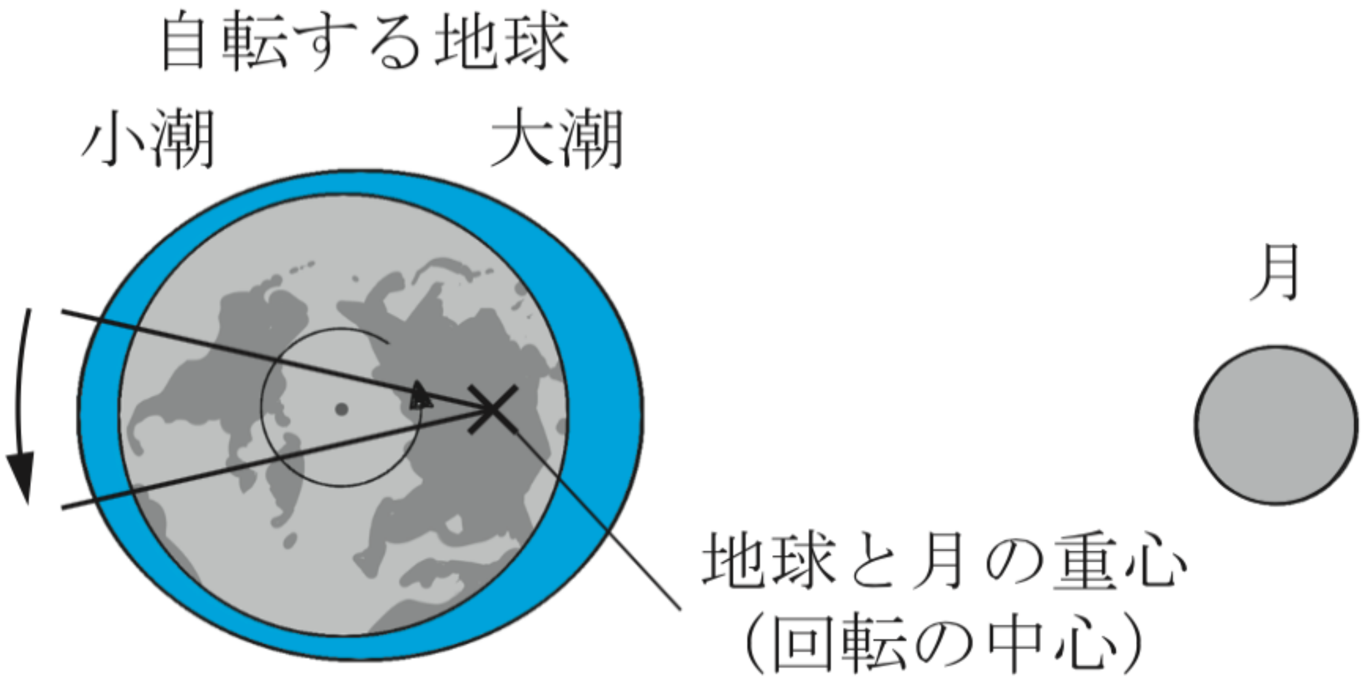
前回のミニッツペーパーから

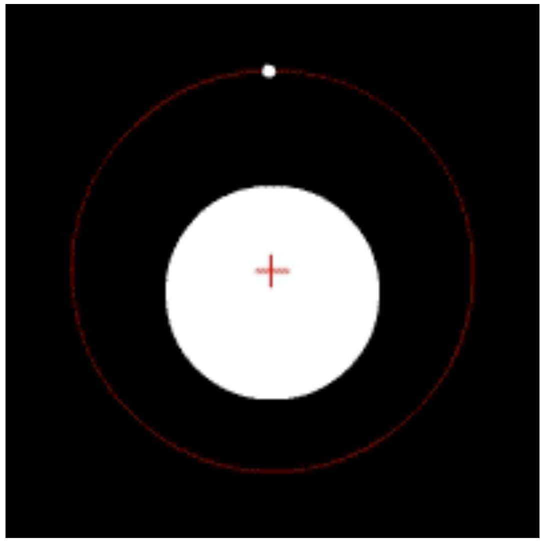
〔11-1〕惑星1つを持つ恒星の光がもっとも青方に偏移している瞬間，その惑星はどこにあるか．図の中から記号を1つ選び，その理由を記せ．「重心」という言葉を必ず用いること．



11-1の重心とは、どこの重心のことでしょうか？授業でおっしゃており、聞き逃しているようなら申し訳ございません。簡単に解説して欲しいです。

- ⁕ 青方に偏移　→　観測者に近づいている
- ⁕ ２つの星は，共通重心の周りを回る．
  →　惑星が遠ざかるなら，中心星は近づく．

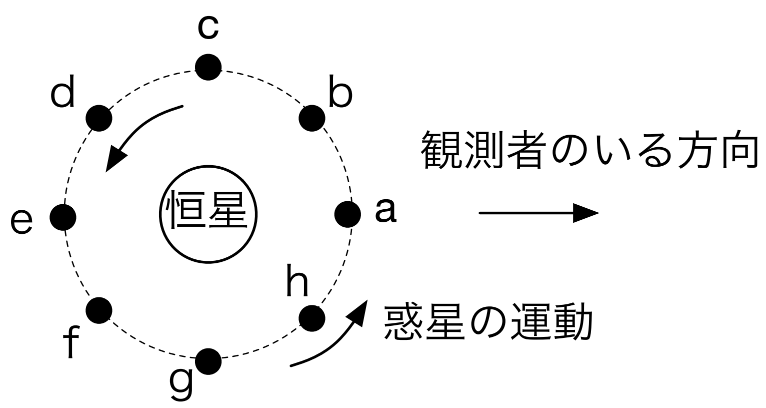




マイヨールとケロー，ペガスス座51番星のドップラー効果から，太陽系外惑星を初めて発見．

前回のミニッツペーパーから

〔11-1〕惑星1つを持つ恒星の光がもっとも青方に偏移している瞬間，その惑星はどこにあるか．図の中から記号を1つ選び，その理由を記せ．「重心」という言葉を必ず用いること．



正解15名（54名中）

「青方に偏移する」とは、観測者に近づく運動方向である。恒星と惑星は，共通重心の周りを回っており、惑星が遠ざかるなら，恒星は近づくと解釈されるため、cの惑星だと考えられる。

c 惑星と恒星は共通重心の周りを円運動している。
なので、惑星がcの位置にあるとき、観測者から見て恒星が最も近づいてくる方に動くから。

c
恒星も惑星も同じ重心の周りを運動している。
したがって、cの地点にいる惑星がいるとき、恒星の運動方向は観測者の方向に向いている。ちょっとわからないです。笑

運動方向となるので

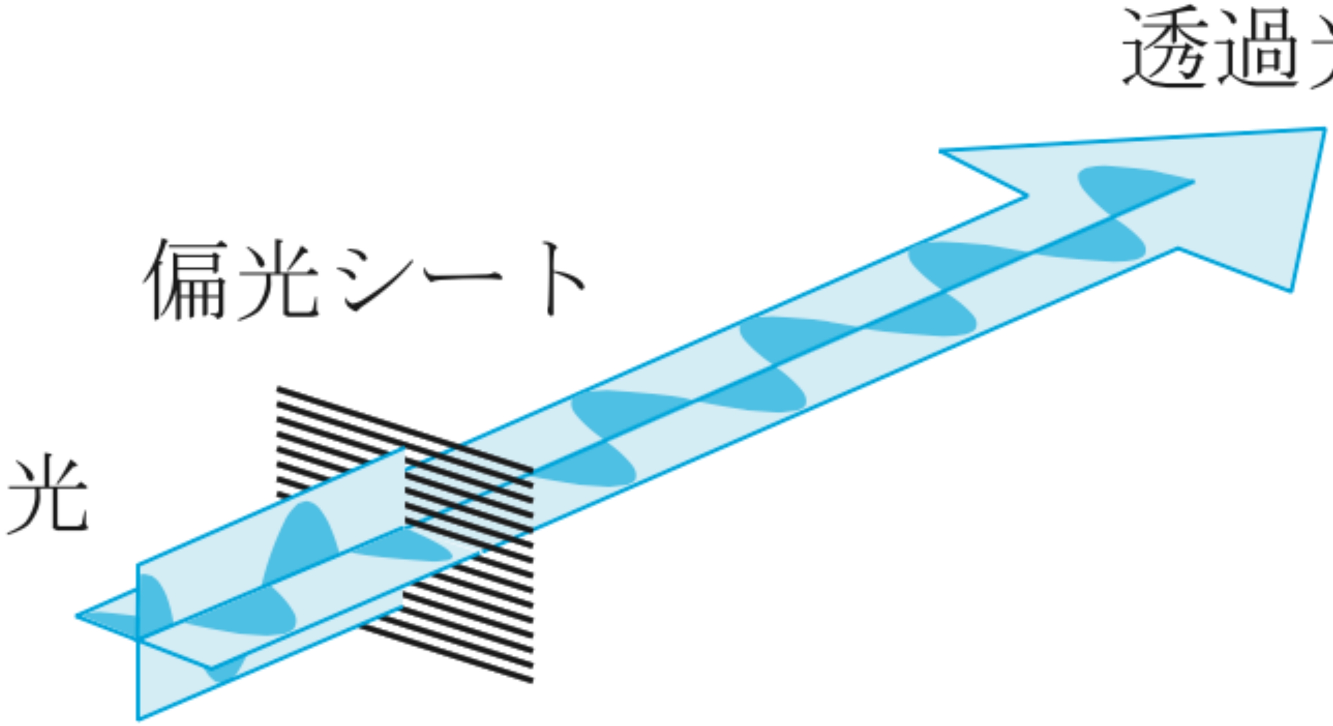
c 恒星と惑星は共通の重心を円運動している。惑星と恒星は反対同士の~~エネルギーで保つので~~、cの位置に惑星があるとすれば観測者側からすると一番~~近くに見えると思う~~。

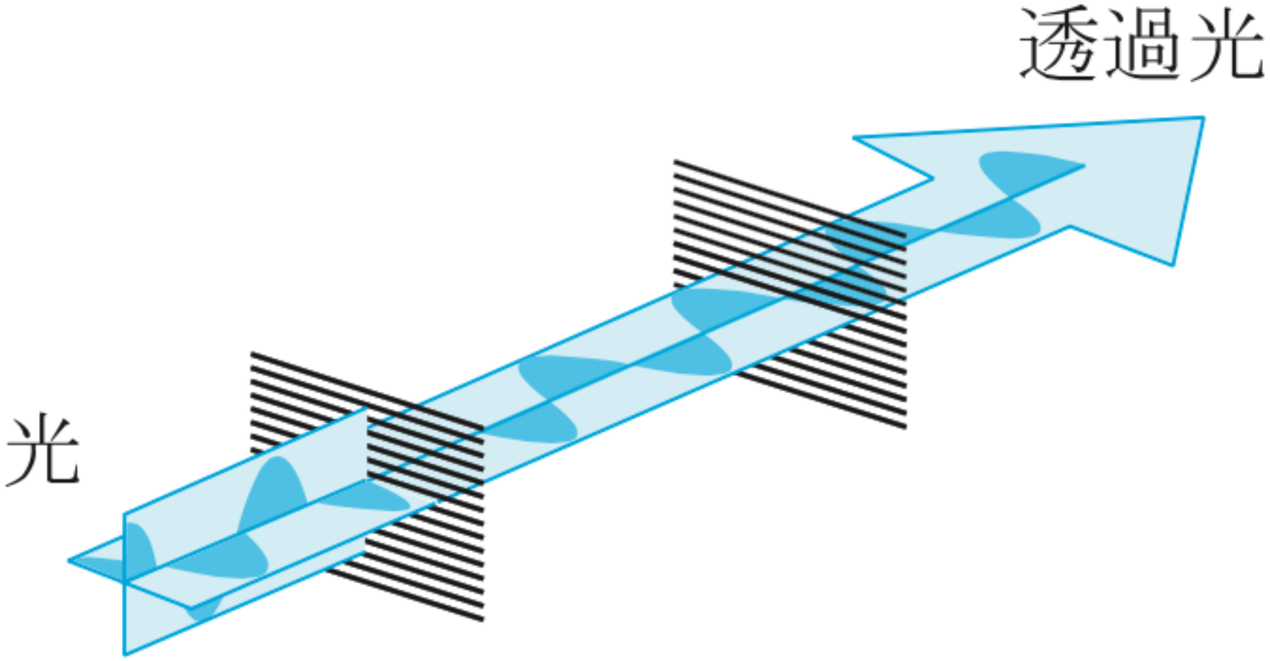
手前に向かって運動する

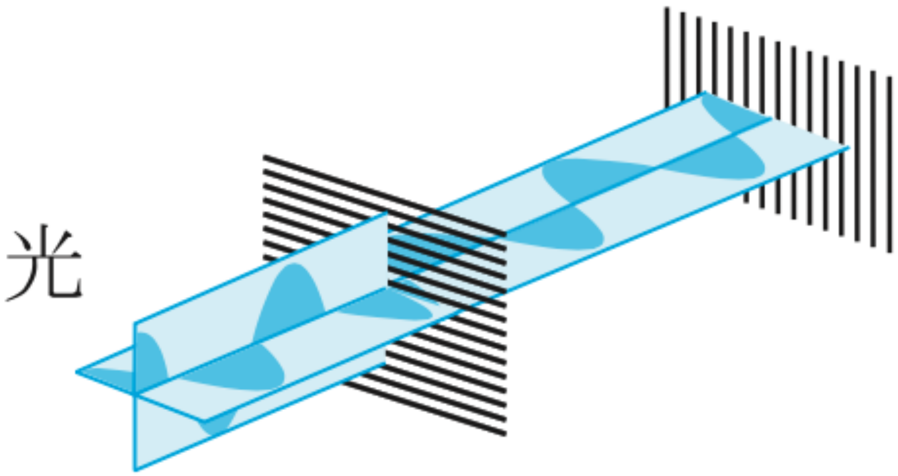
【実験ですよ】

光は横波である　偏光板で確かめよう

教科書 p173





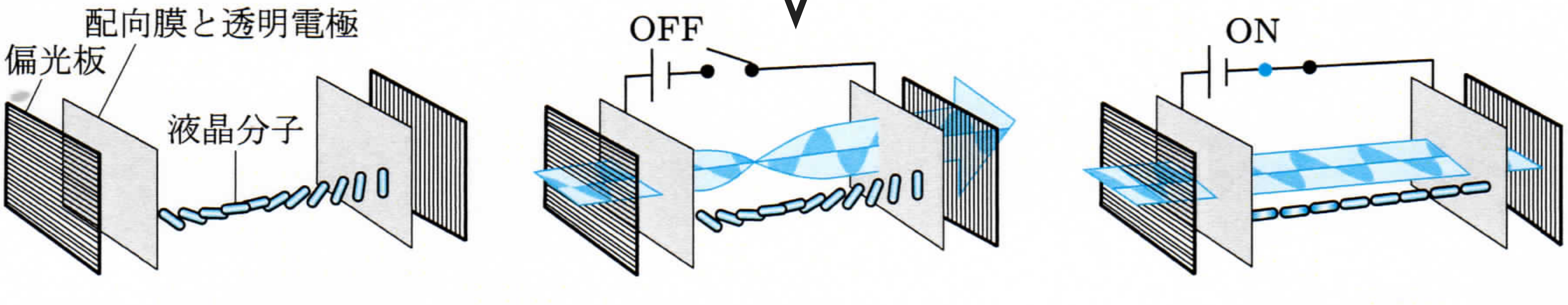


偏光板と液晶ディスプレイ

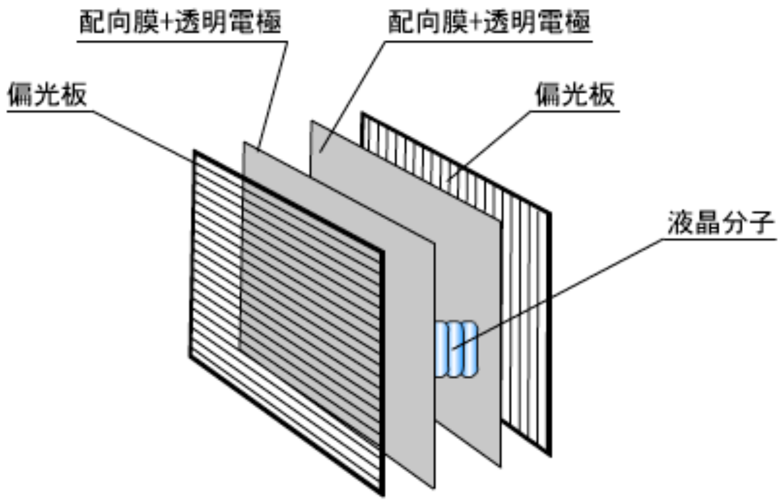
教科書 p174

液晶分子は90度ねじれて配列されている.

電源offだと，光は曲がり，偏光板を通過して白色になる.



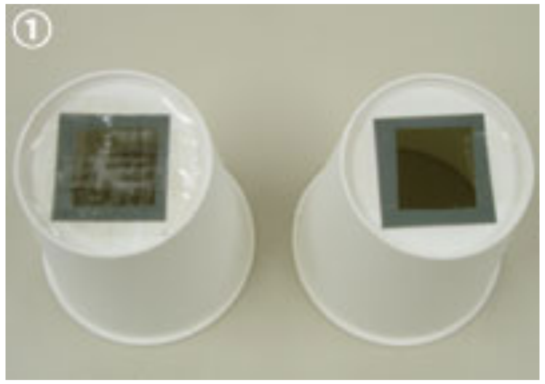
（a）液晶の構造　（b）光が通る状態　（c）光が通らない状態



電源onだと，分子がそろい，光が通過しないので黒色になる.

【実験ですよ】

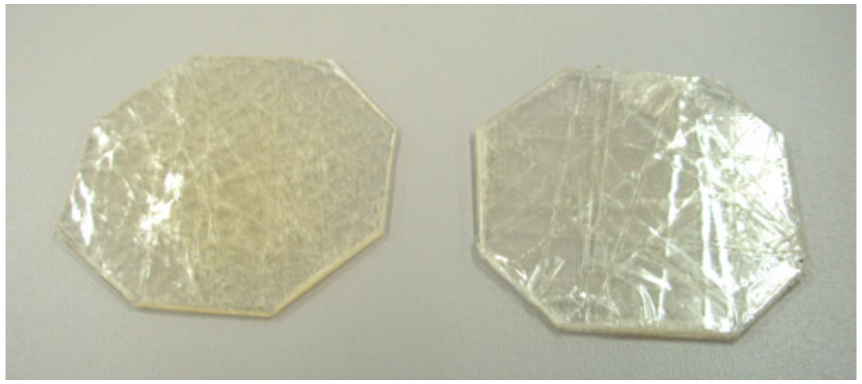
偏光板万華鏡　透明なものから色をつくる?



偏光板シート2枚を保護シートからはがす

偏光板シートを（90度回転させて）重ねるとどうなるか確認

それぞれ紙コップの穴にセロハンテープで貼り付ける



プラスチック板にセロハンテープを重ねて貼り,
偏光板シートに挟み込んで見てみよう.

https://www.kenis.co.jp/solution/experiment/physics/004_2.html
https://www.aist.go.jp/science_town/dream_lab/dream_lab_14/dream_lab_14_03.html

光の2重スリット実験

教科書 p174

■光の干渉（２重スリット）

光は波であるので，音や水の波と同様，干渉して，強め合ったり弱め合ったりする．２つのスリットを通った光は回折し，スリットから同心円状に広がっていく．２つのスリットからの距離に応じて，光の波の山と山が重ね合うときは強め合い（光り），山と谷が重なるところでは弱め合う（暗くなる）．結果として暗線がみえることになる．干渉条件は 75 ページで説明したことがそのまま成立する．

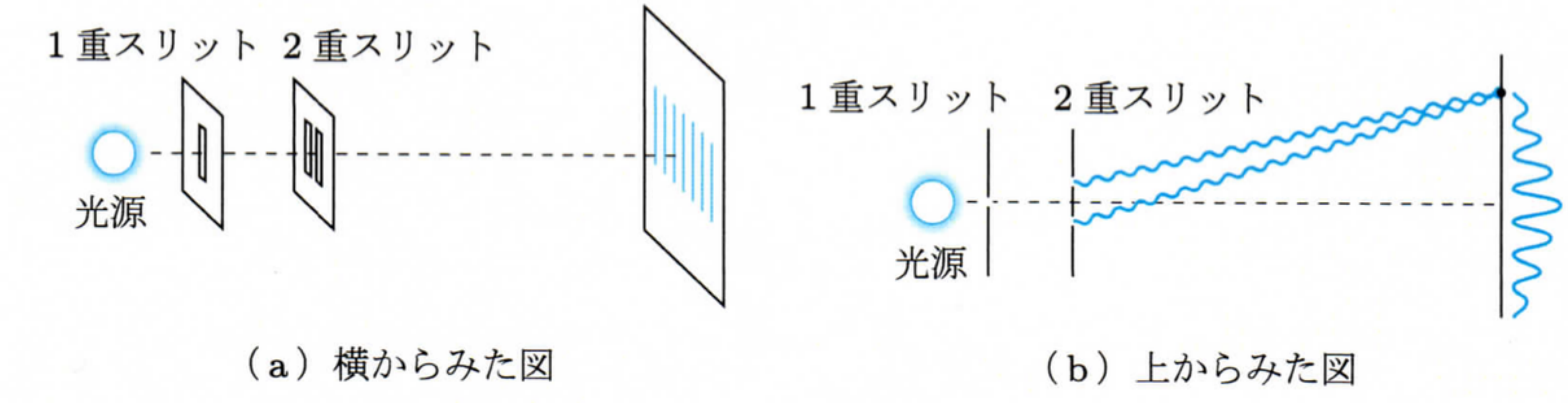


図 23: 光の２重スリット実験（ヤングの干渉実験）.

光の２重スリット実験

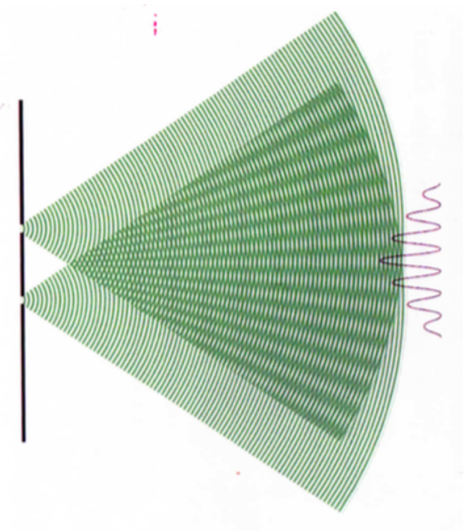


図 22: ２重スリットからの光の干渉.

前回のミニッツペーパーから

遠い星の光が地球にいる私たちの目に届いたり、光の波は反射したりしますが、消滅しないのですか？

光を波だと考えると，天文学的な距離に広がると消滅してしまいます．
しかし，光は粒子的な性質も持つため，粒子としてエネルギーを運びます．
光子(photon)と呼ばれています．

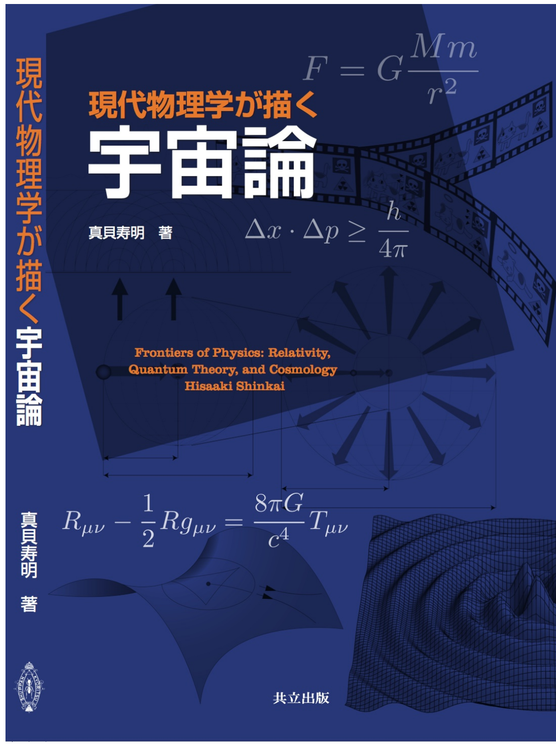
コラム 26　光は粒子である：星が見えるのは粒子的エネルギー

光が波であると考えて，周囲に広がるにつれて単位面積あたりのエネルギーが小さくなると考えると，実は私たちは星の光を認識することができない．少し計算してみよう．

太陽は 1 秒間に $W = 3.8 \times 10^{26}$ J のエネルギーを周囲に放出している．太陽から距離 r [m] にある場所で，太陽に向いた 1 m^2 の面に降り注ぐエネルギーは，1 秒間あたり，$W/4\pi r^2$ となる．太陽が約 10 光年（$= 1.0 \times 10^{17}$ m）先にあれば，2 等星ほどの明るさになる．以下では，太陽と同じ星 S が 10 光年先にあった，としよう．

人間の視細胞のなかで光を感じる部分の面積 A は，およそ $A = 4 \times 10^{-18}$ m^2 であり，10^{-20} J ほどのエネルギーで分子が反応を起こして光を感じることになるという．

光が波であると考えれば，星 S からの光のエネルギーは，面積 A あたり，1 秒間に 10^{-26} J となり，反応が起きるまでには長い時間を要することになって，星の光が見える説明ができない．ところが，光が粒子（光子）であるとすれば，1 つ 1 つの光子がエネルギーを運んでくると考えることができる．振動数 $\nu = 5.0 \times 10^{14}$ Hz の可視光に対応する光子のもつエネルギーは，プランク定数が $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J·s であることから，3.3×10^{-19} J となり，このエネルギーが視細胞を瞬時に刺激することが可能になる．1 つ 1 つの視細胞に光子が飛び込む頻度は少ないが，私たちは光を認識できるようになるのだ．



鏡は左右を反転するのに、どうして上下は反転しないのか？

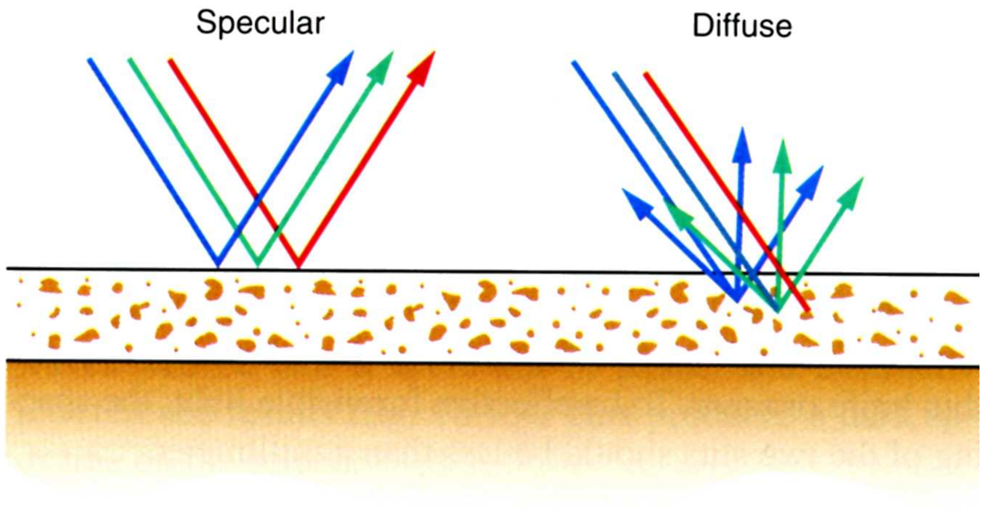
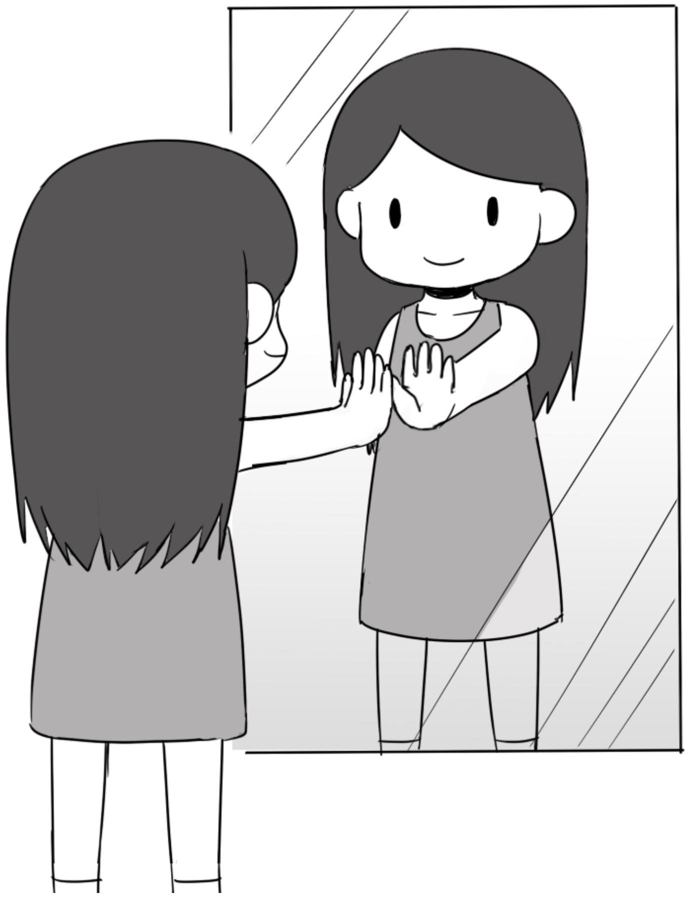
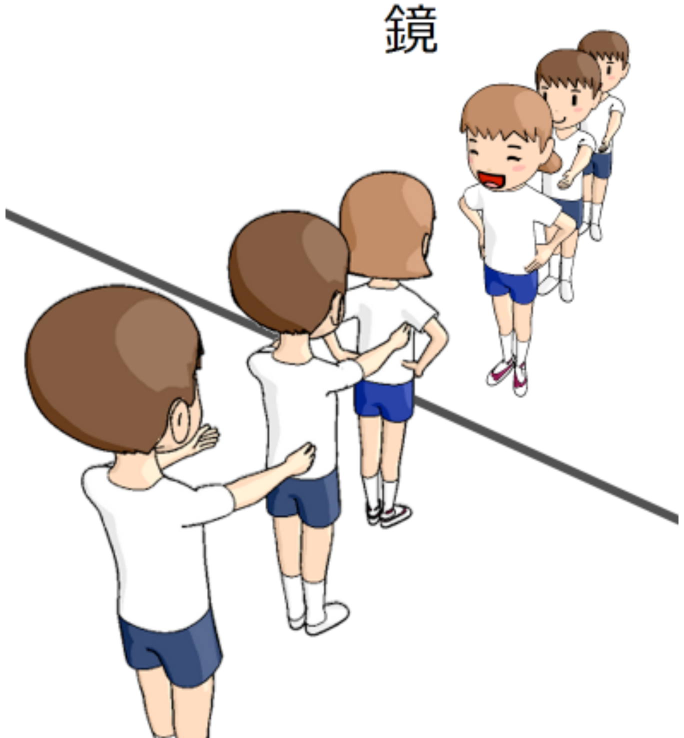


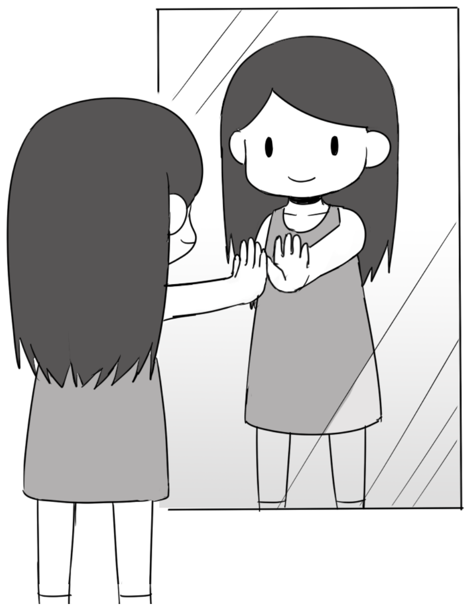
figure 16.10 Specular reflection obeys the law of reflection with all colors reflected equally. In diffuse reflection, light rays penetrate a short distance and some wavelengths are absorbed.





前回のミニッツペーパーから

〔11-3〕鏡は左右を反転させるが，上下を反転させないのはなぜか．



鏡はそもそも左右を反転させているのではなく、鏡に対して垂直に反転させているから、上下に反転させていない

左右を逆転させているのではなく、手前と奥が逆転しているからそう見える。

鏡を正面から見たときに手前と奥を逆転させているだけで、左右を反転させているわけでもない。

そもそも、左右は反転していない。なぜなら自分から見て右方向の手を動かすと、鏡の中でも自分から見て右方向の手を動かしている。反転しているのは、鏡に垂直の方向である。自分が鏡の方を向いている時、鏡の中の自分は逆にこちらを向いている。左右が反転している気がするのは、「右手」「左手」のように、鏡の裏に回った自分の視点で手がかりを見ているからである。

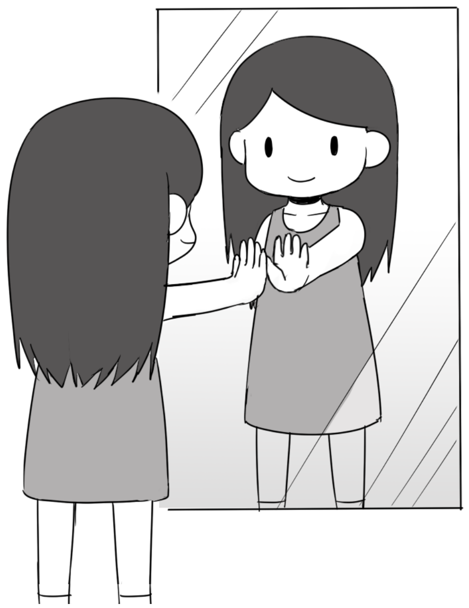
鏡は左右を反転させるのではなく，前後を反転させる装置である

？

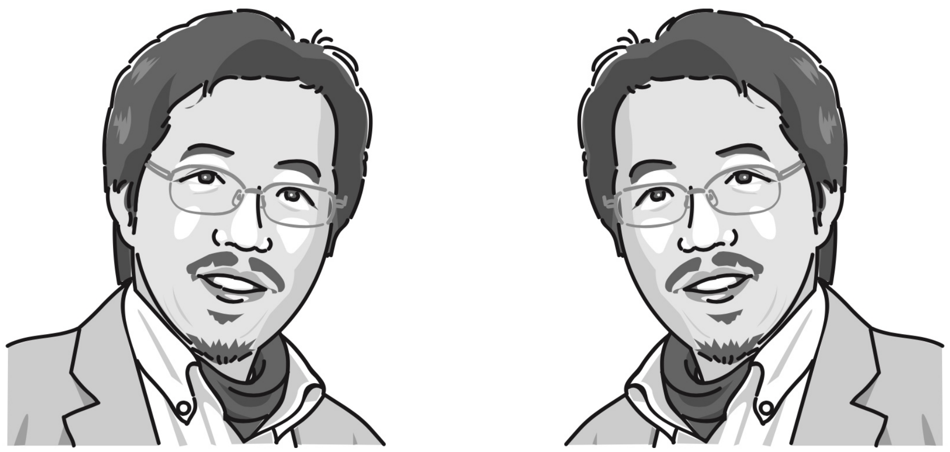
スプーンに自分が映ると上下が反転するということから、鏡は曲がることで上下を反転させることができるのだと思う。よって普段私たちが使っている鏡はまっすぐなので上下を反転させない。

前回のミニッツペーパーから

〔11-3〕鏡は左右を反転させるが，上下を反転させないのはなぜか．



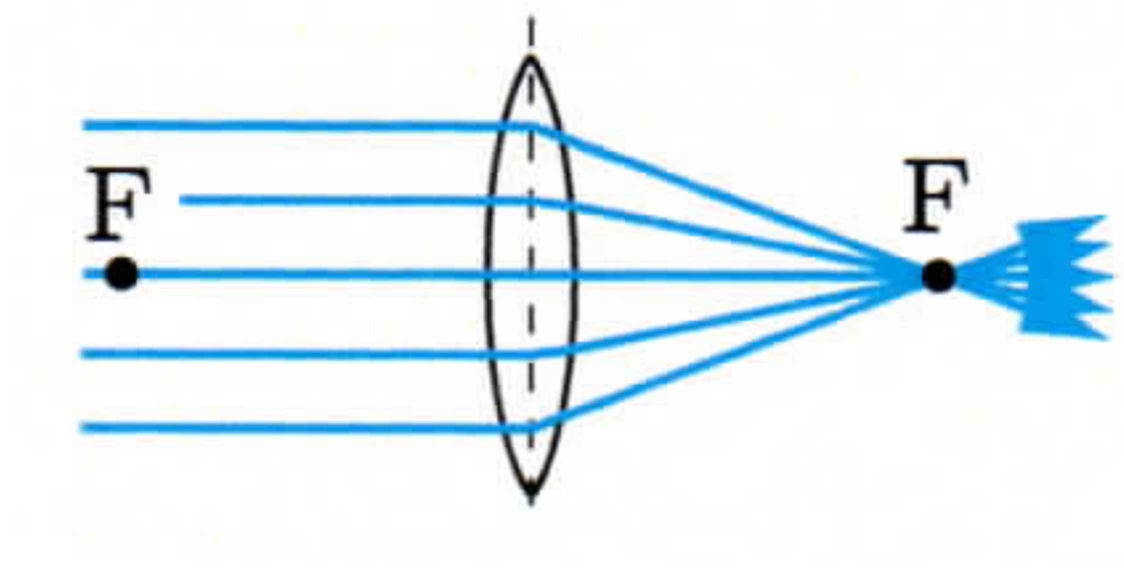
昔から鏡は左右反転しているの意味が分かっていなかったんですが今回の授業でやっと意味が分かりました。最近は左右反転鏡というのがあるそうです。鏡に映るのが人から見たときの顔になるというやつなのですが、もともと反転しているものを反転させているので逆左右反転鏡だなと思いました。

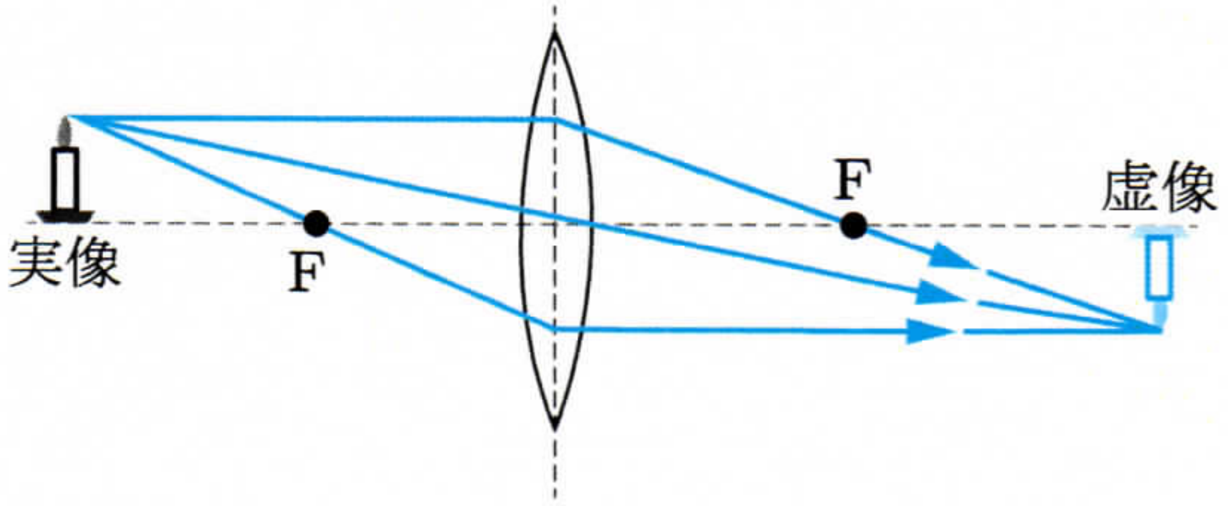


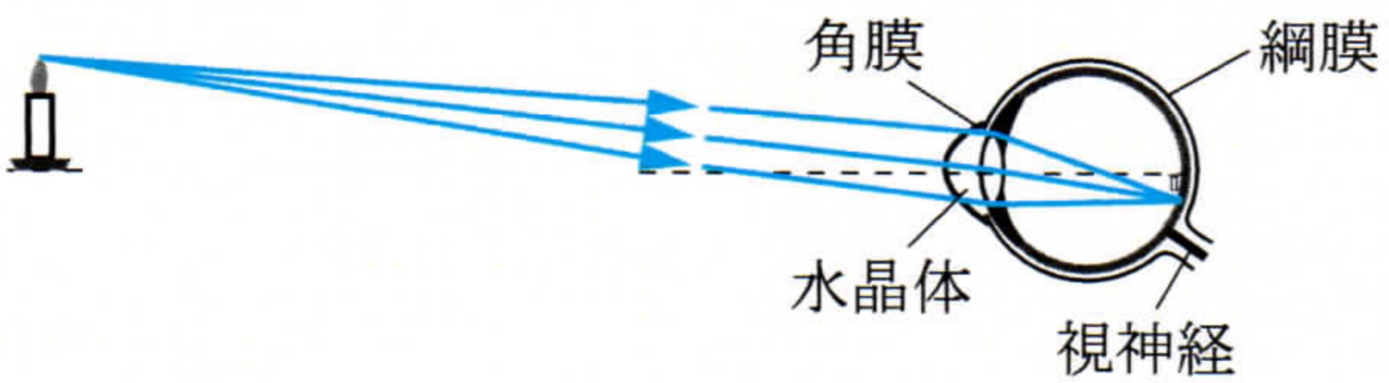
凸レンズによる像

positive lens

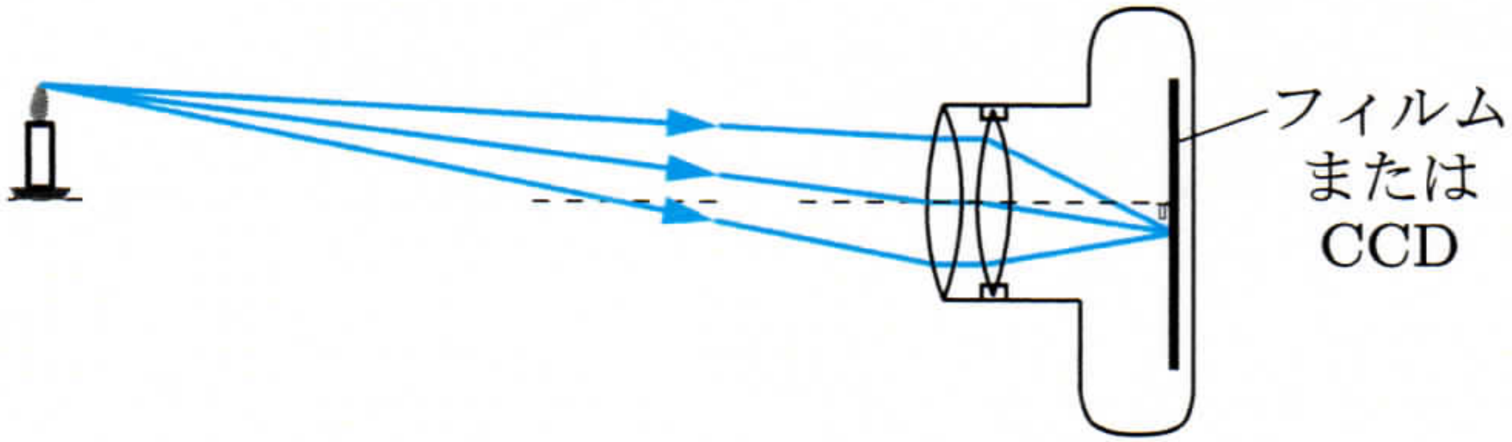
平行光線は焦点Fに集まる





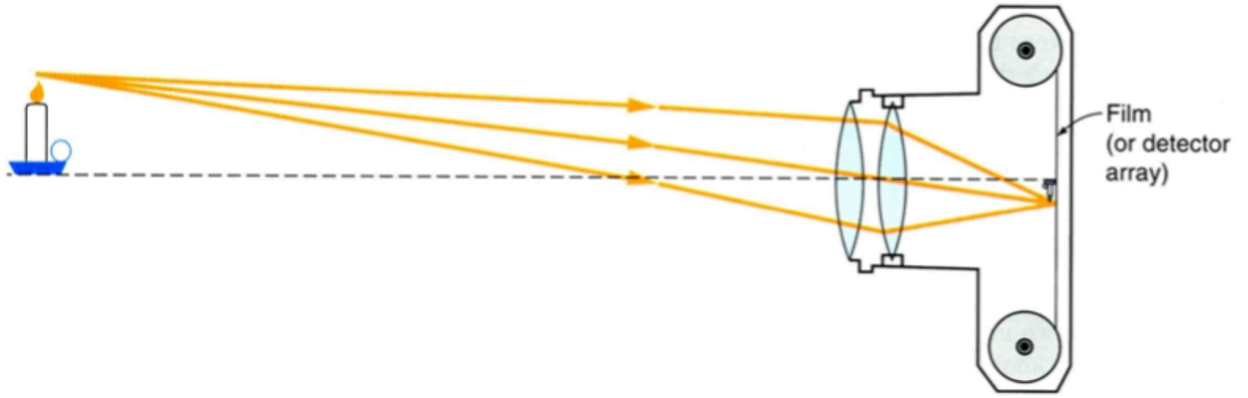


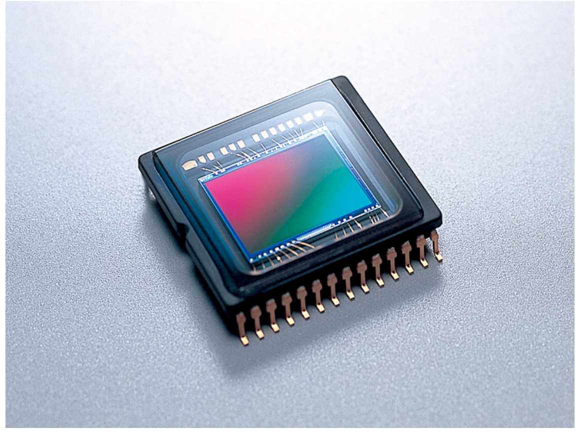
（b） 人間の目

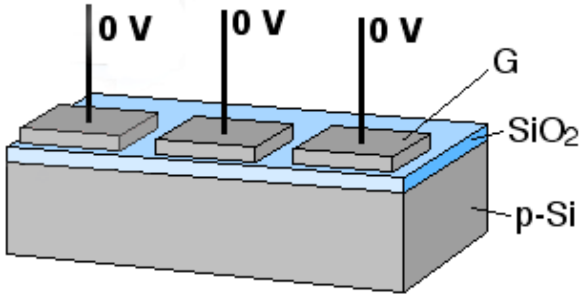


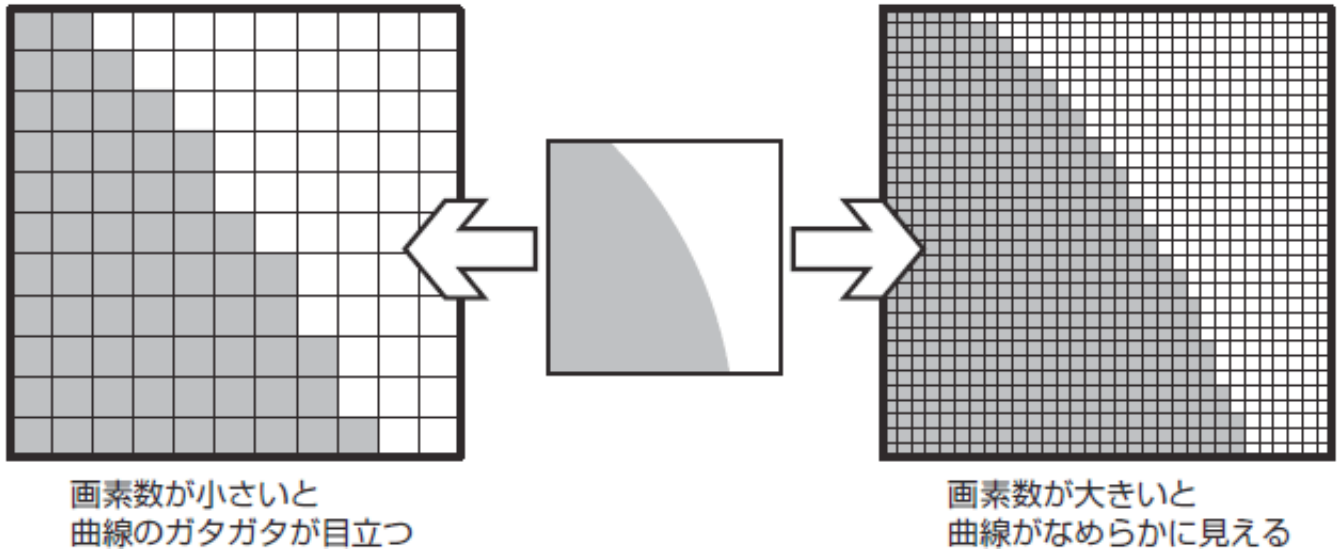
デジタルカメラ CCD 画素数=光を捕える点の数

CCD (Charge Coupled Device)







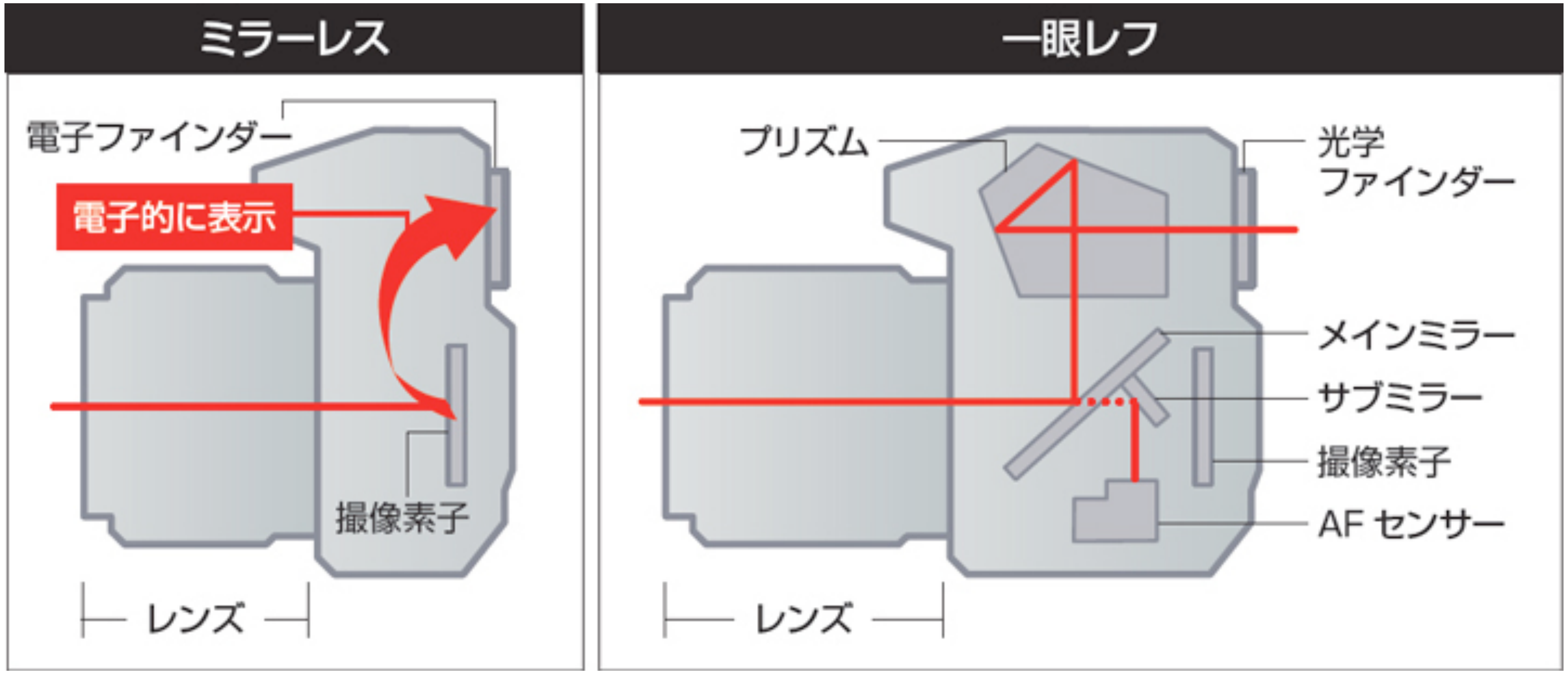


ビデオカメラやケータイのカメラによって
光の捉え方が違うのはレンズの問題ですか。

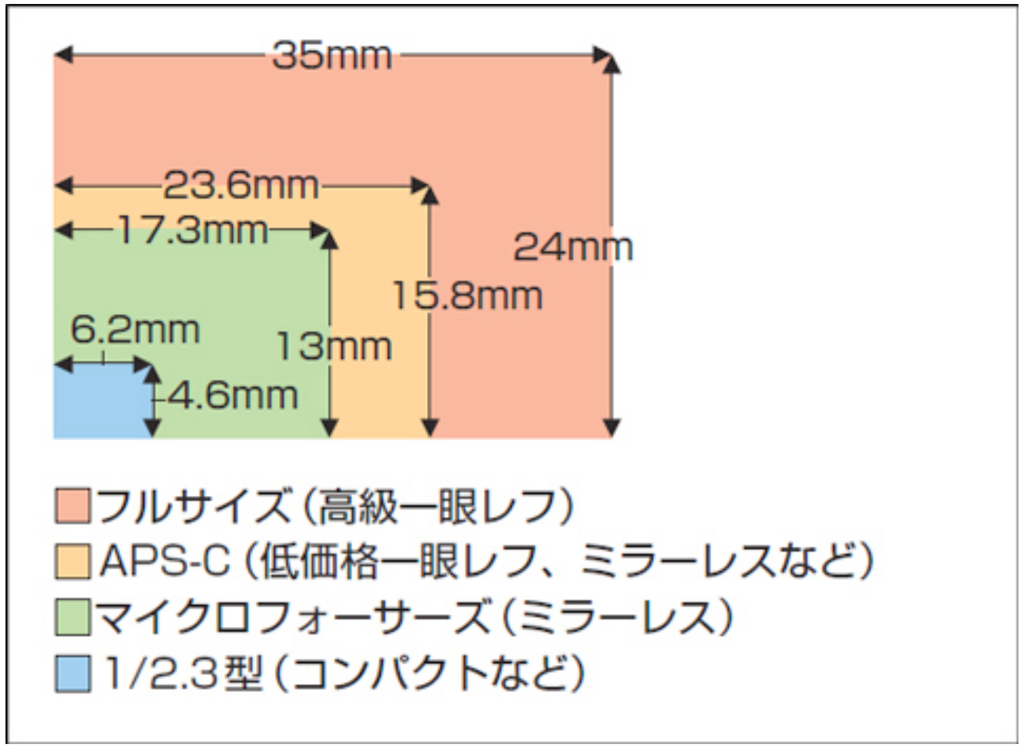
iPhone 5は800万画素
→ iPhone 12は1200万画素
Canon EOS 60Dは1900万画素
-> Canon EOS 90Dは3250万画素
Nikon D5300は2416万画素
-> Nikon D7500は2088万画素

3,504×2,336	800万画素	A３用紙印刷まで
2,592×1,944	500万画素	四つ切り印刷まで
2,400×1,800	400万画素	A４印刷用紙まで
2,048×1,536	300万画素	B５用紙印刷まで
1,600×1,200	200万画素	ハガキ・L判用紙印刷
1,024× 768	130万画素	ハガキ・L判用紙印刷
640× 480	30万画素	電子メール・HP添付
400× 300	12万画素	電子メール・HP添付

ミラーレス一眼



ボディー内部のミラーやプリズムを
廃することで小型化を実現



CCD素子のサイズからいうと，
位置づけは，入門者向け一眼レフ

http://pc.nikkeibp.co.jp/article/special/20120406/1045543/

凸レンズによる像　虫眼鏡・望遠鏡

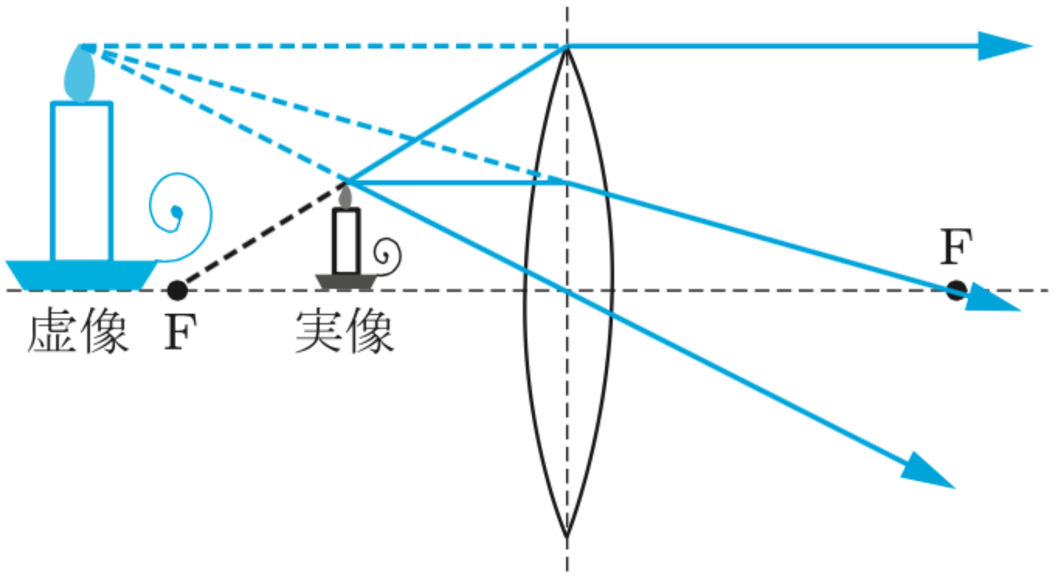


図5.80 虫眼鏡

対物レンズ
object lens

接眼レンズ
eyepiece

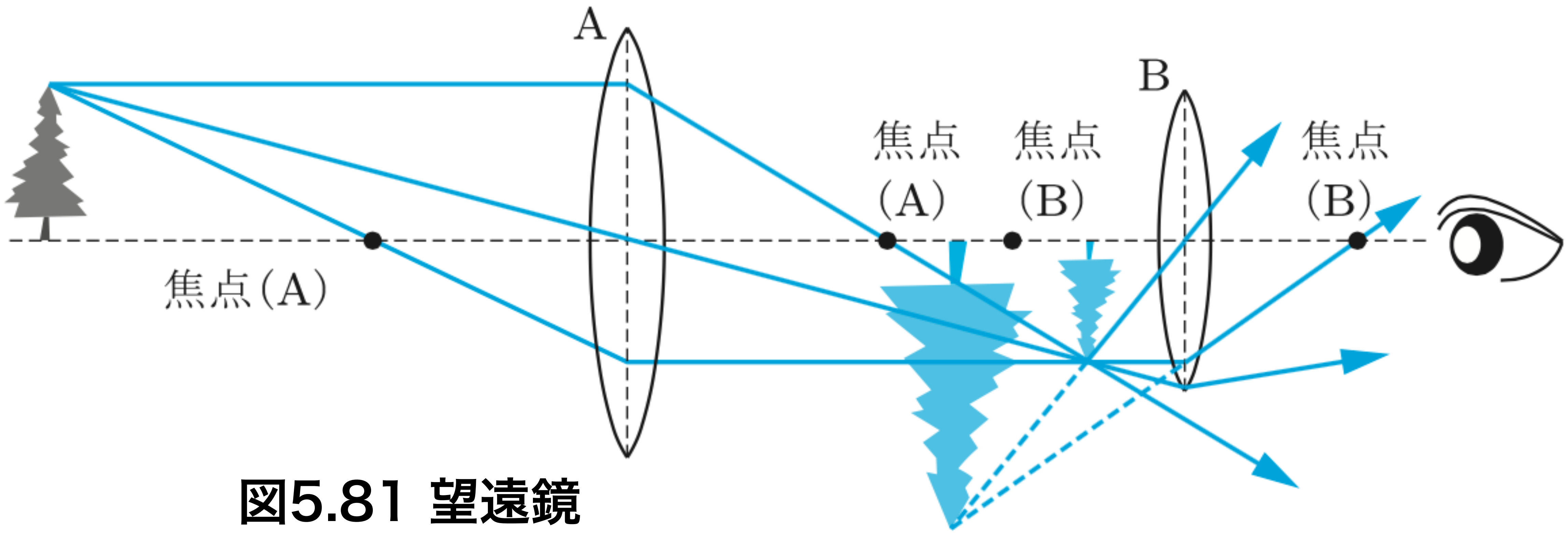
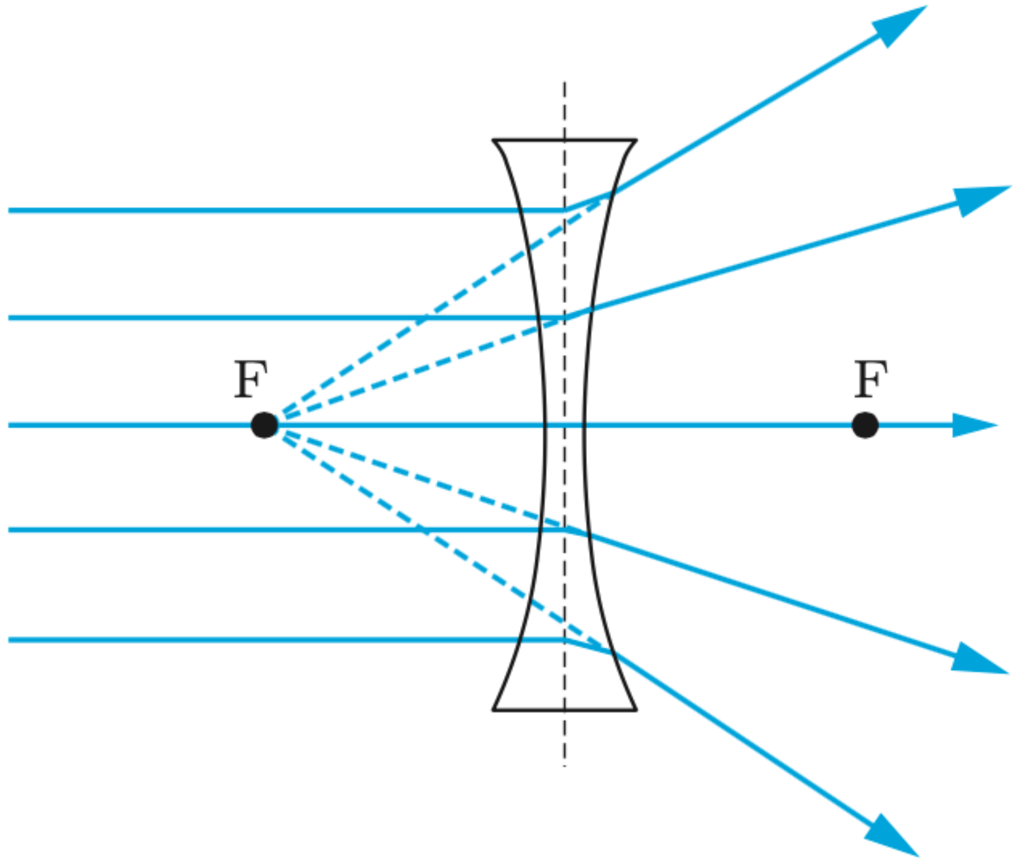


図5.81 望遠鏡

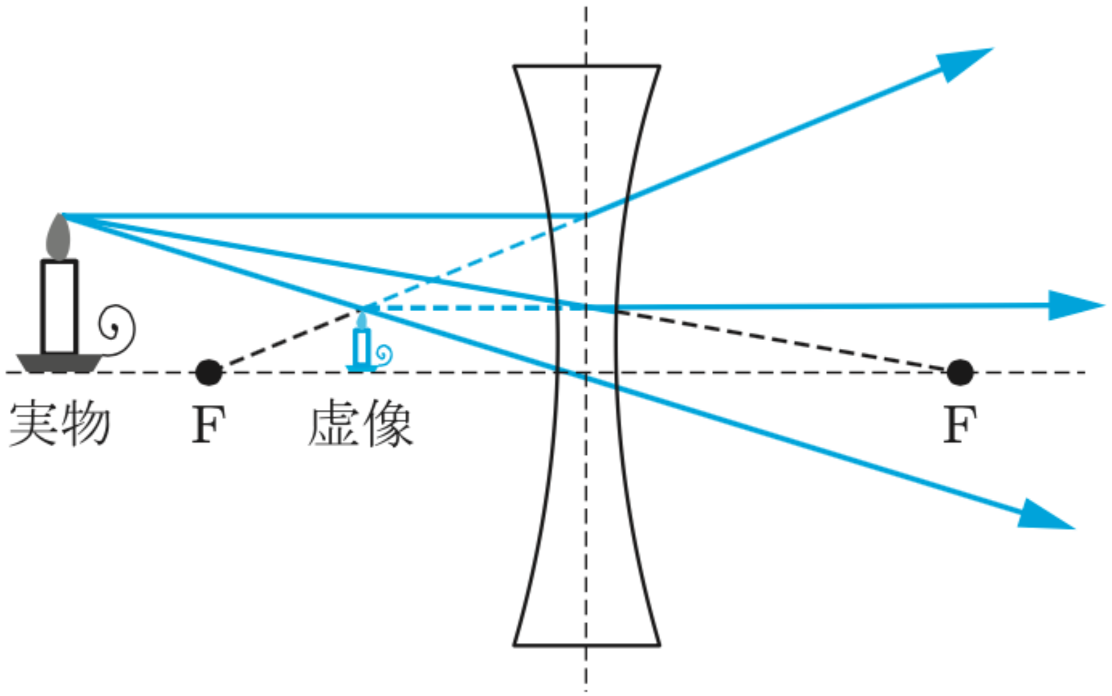
凹レンズによる像

negative lens

平行光線は焦点Fに光源が
あるかのように広がる



（a）光軸に平行な光線は，凹レンズを通過すると焦点 *F* から出発したように進む

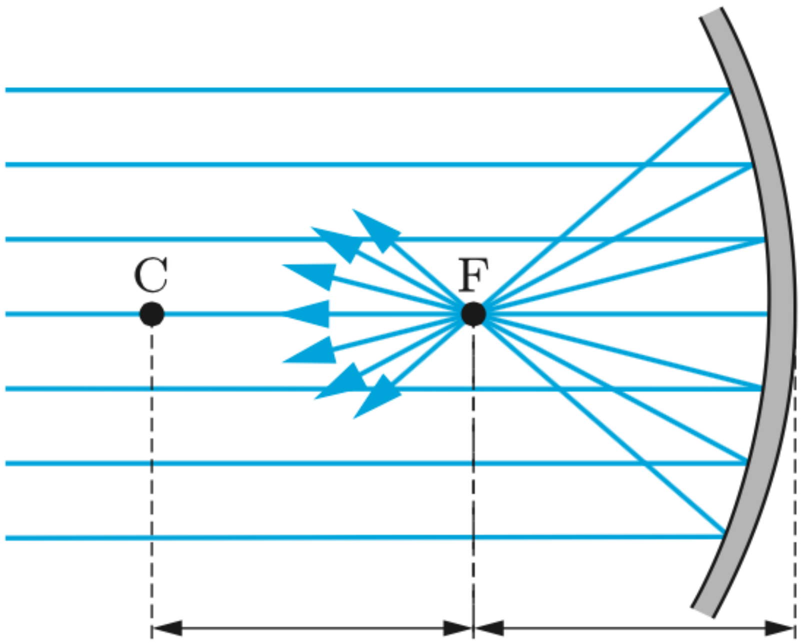


（b）焦点より外側に置いた物体の像は縮小されて映る

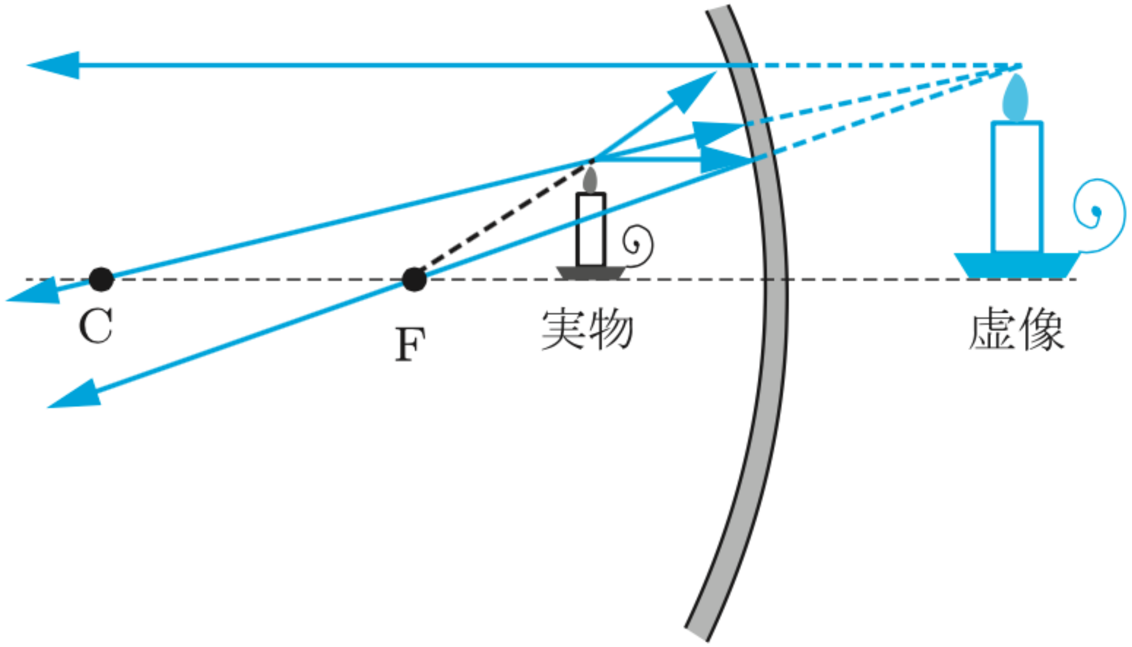
凹面鏡による像

concave mirror

平行光線は焦点Fに集まる



（a）平行光線を当てると焦点に集光する



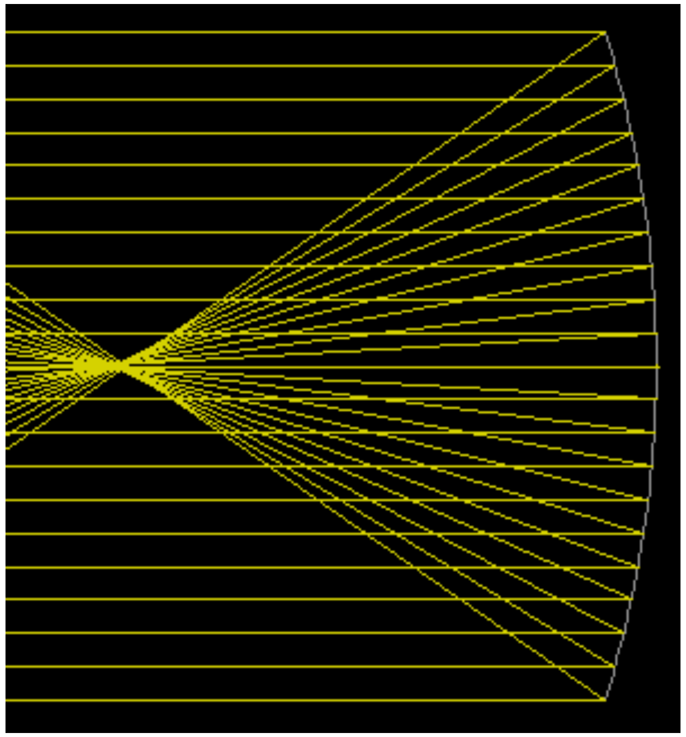
（b）焦点より内側に置いた物体の像は拡大されて映る

放物面鏡による像

parabolic mirror

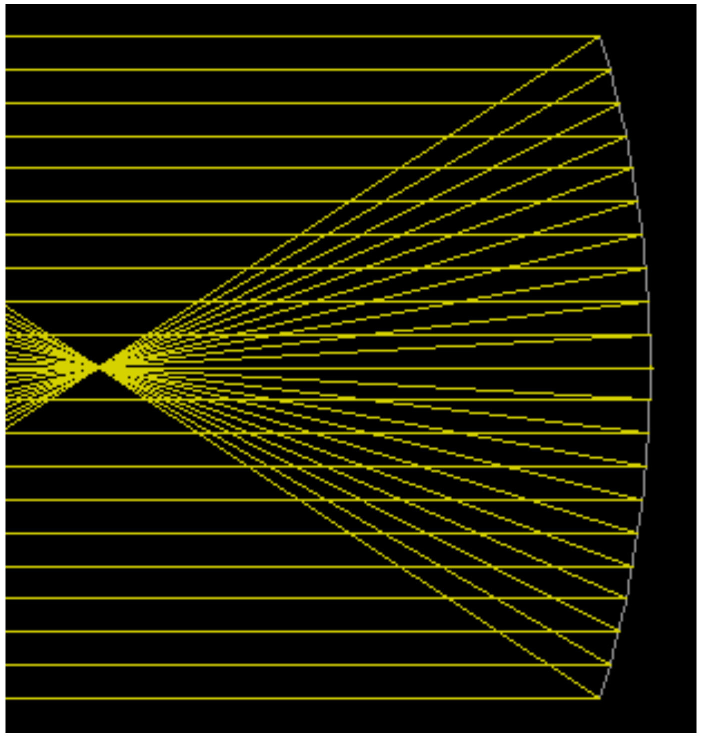
球面鏡

焦点でやや広がりをもって
光が集まる

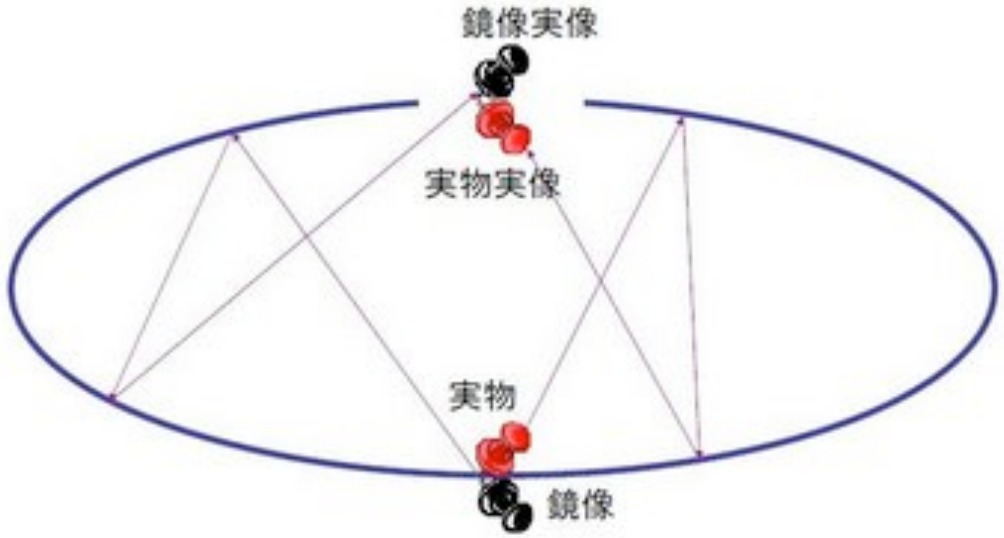


放物面鏡

完全に１点に光が集まる



http://www.astrophotoclub.com/hansya2.htm



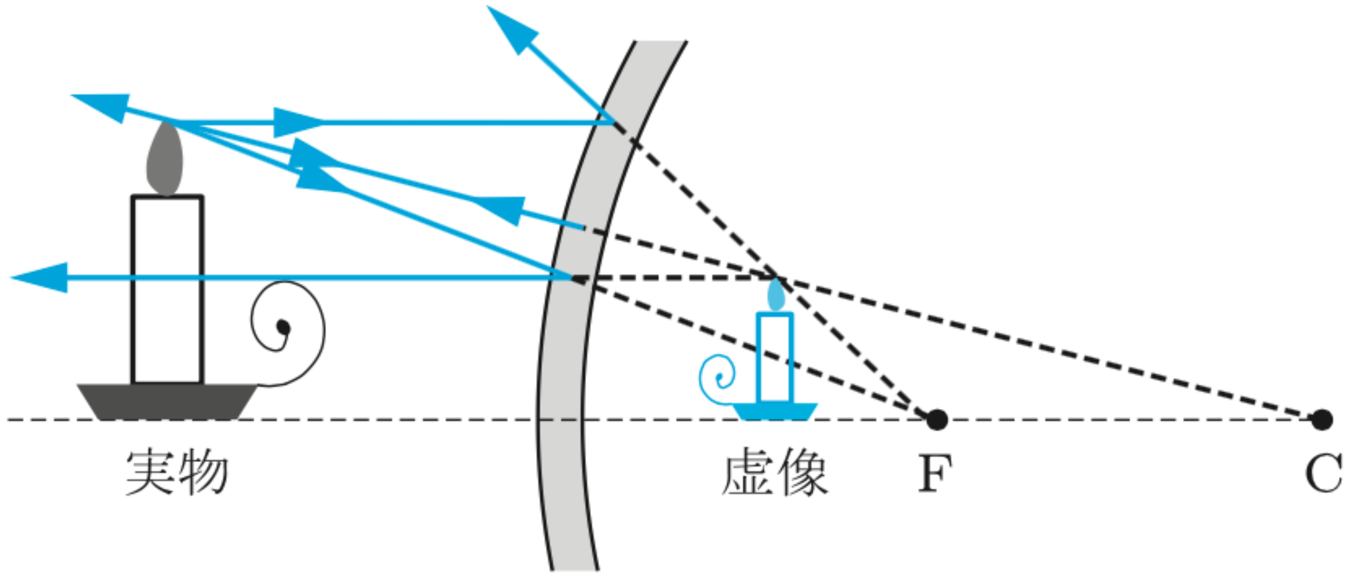
NHK　大科学実験　みんなここに集まってくる

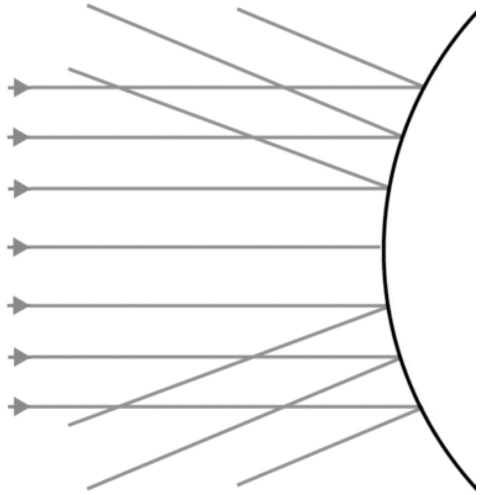
start on click 3:00

凸面鏡による像

convex mirror

広い視野が見られる





6　電気と磁気

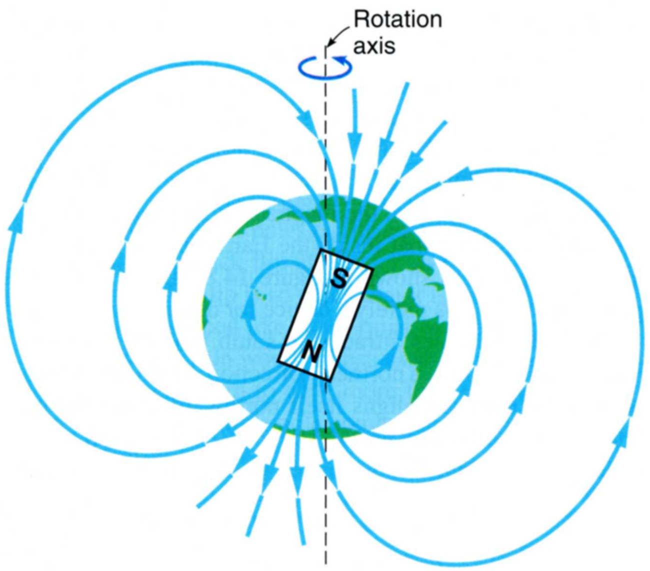
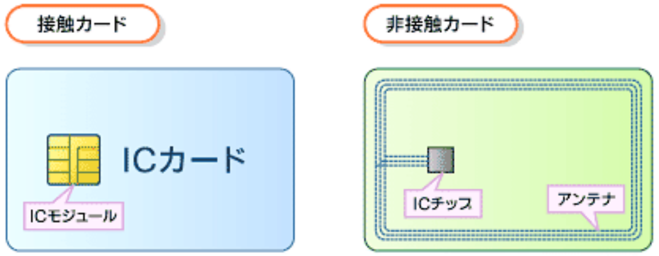


figure 14.8 The magnetic field of the Earth can be pictured by imagining a bar magnet inside the Earth (there is not one, of course), oriented as shown here.



前回のミニッツペーパーから

スマホのバッテリーの寿命を延ばすにはどうするのが正しいのですか。

乾電池を復活させる方法があるのはどういった仕組みなのか。

寒いと携帯の充電の減りが早くなると聞いたことがありますが、これは本当なのか気になります。

電池のしくみについては，後ほど取り上げます

磁気ネックレスって本当に効果があるのか気になります…。

肩こりの治療法で磁気を使うことがあるけれど、磁気にはどんな効果があるのだろうか。

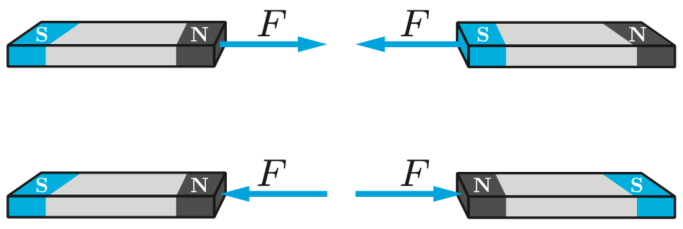
レポートとして調べてみてください.

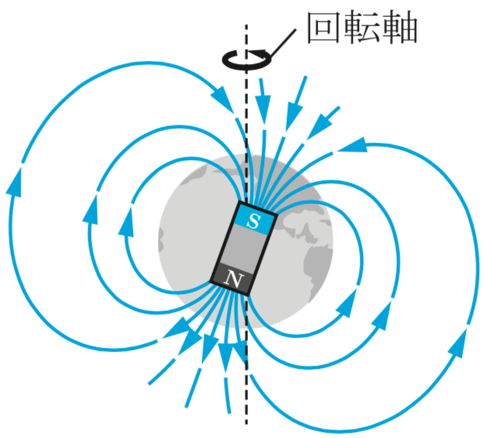
磁気を使って持続可能な電力を生み出すことは不可能なのか。

もともと発電のしくみのほとんどが（火力，水力，原子力）磁気を使った発電機です.

方位磁石が方角を指す理由を教えてください。

地球が大きな磁石になっているからです.
磁力線がはたらいて, 磁石が方角を示します.





前回のミニッツペーパーから

親にテレビの音量を下げた方が節電できるからできるだけ小さくしてと言われるのですが節電できているのでしょうか？

スピーカーの振動を少しする程度の電力は, 節電にはなりません.
エレベータの「閉じる」ボタンを押さずにいてもほとんど節電にはなりません.

スマホとICOCAやPiTaPaを一緒に入れておくのはいけない、というのはほんとうですか？

たまに電車の切符が改札を通らなくなりますが、そもそも改札はどういう仕組みでなんで改札を通らなくなるのかが知りたいです。

定期と学生証を同じケースに入れていても大丈夫ですか？

スマホと磁気カードはだめです. 電波の送受信で磁場が生じて, 磁気カード情報がなくなることがあります.
ICカードは原理がちがいますので, 問題ありません.

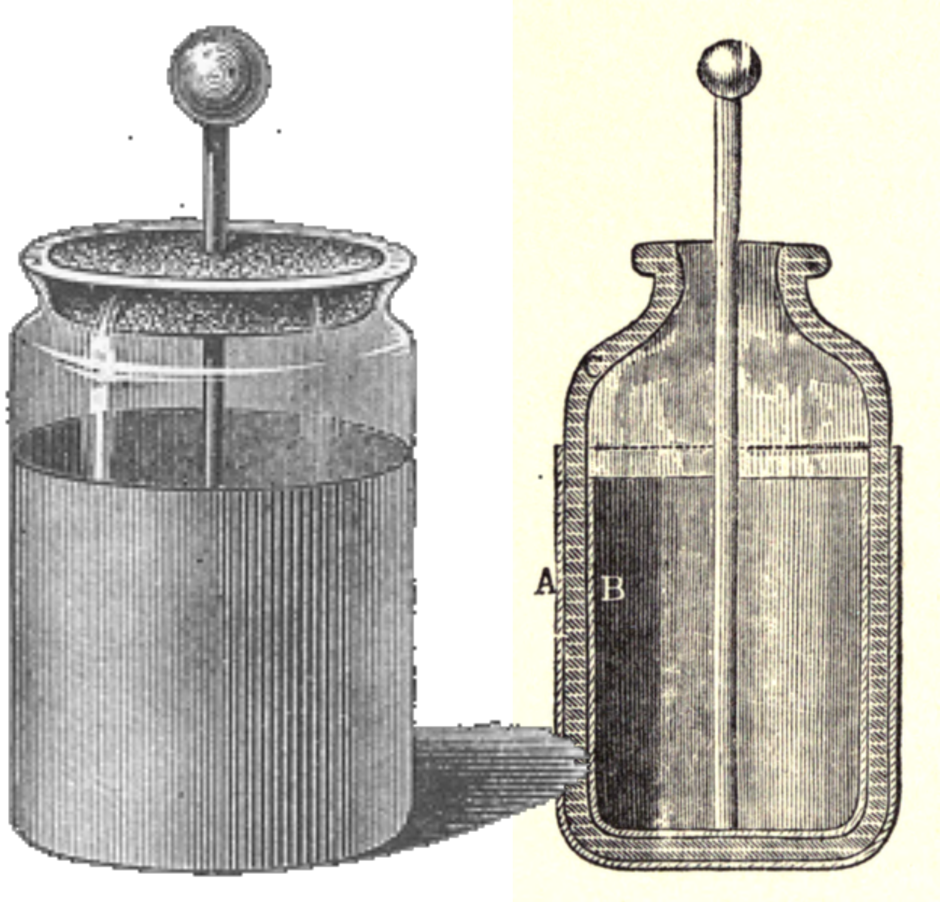
ICチップ
電波を受信すると，情報を送信し返す
接触型と非接触型がある.
セキュリティ安全．高コスト.

磁気ストライプ
接触型．磁気に弱い．情報書き換え可.
低コスト.

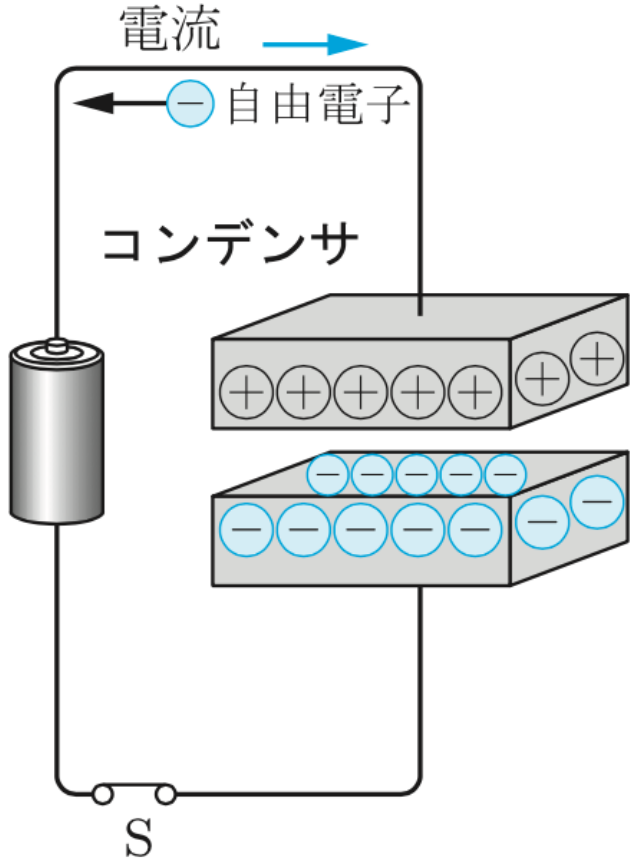
電気, 電荷

電荷，帯電，静電気

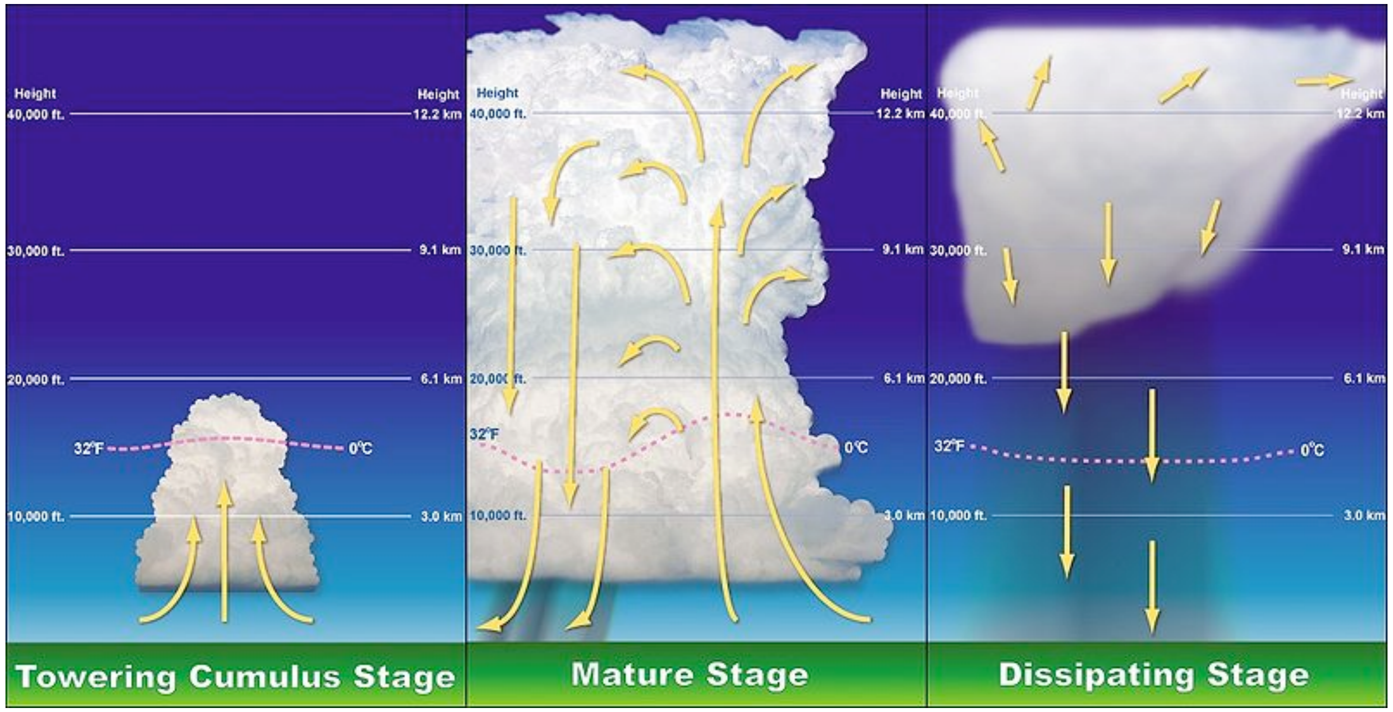
- 電気現象を生じさせるものを**電荷**という.「正の電荷」「負の電荷」がある.
  電荷（よく，q で表す）の単位は [C] クーロン．由来は Charles-Augustin de Coulomb (1736–1806)
- 物体が電気を帯びることを**帯電**，帯電したまま移動しない電気を**静電気**という.



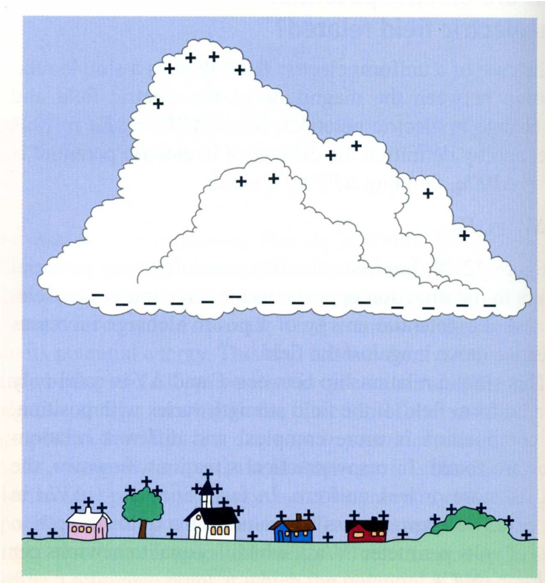
ライデン瓶
=コンデンサ
(キャパシタ)



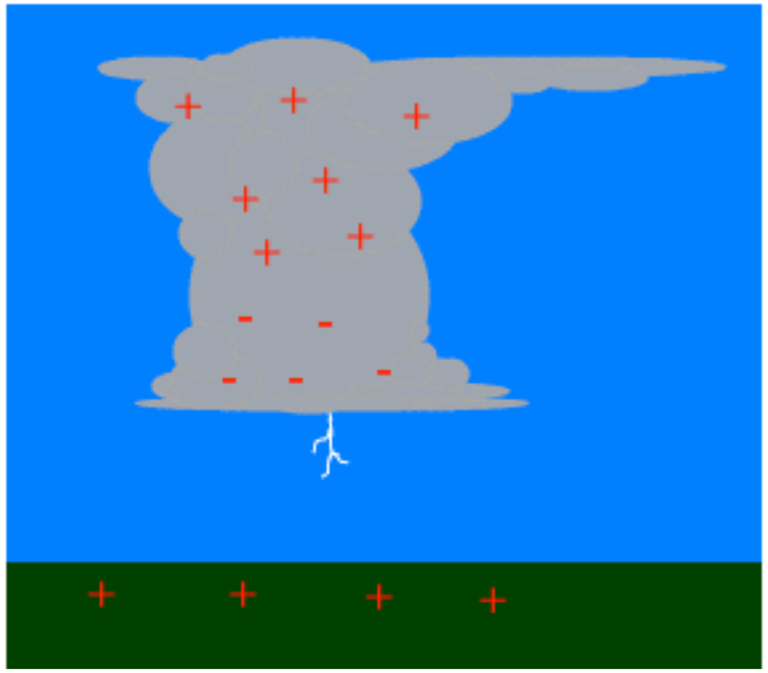
フランクリン　雷は電気であることを実証



Benjamin Franklin
(1706-90)



The charge distribution within a thundercloud induces a positive charge on objects on the Earth directly below the cloud.

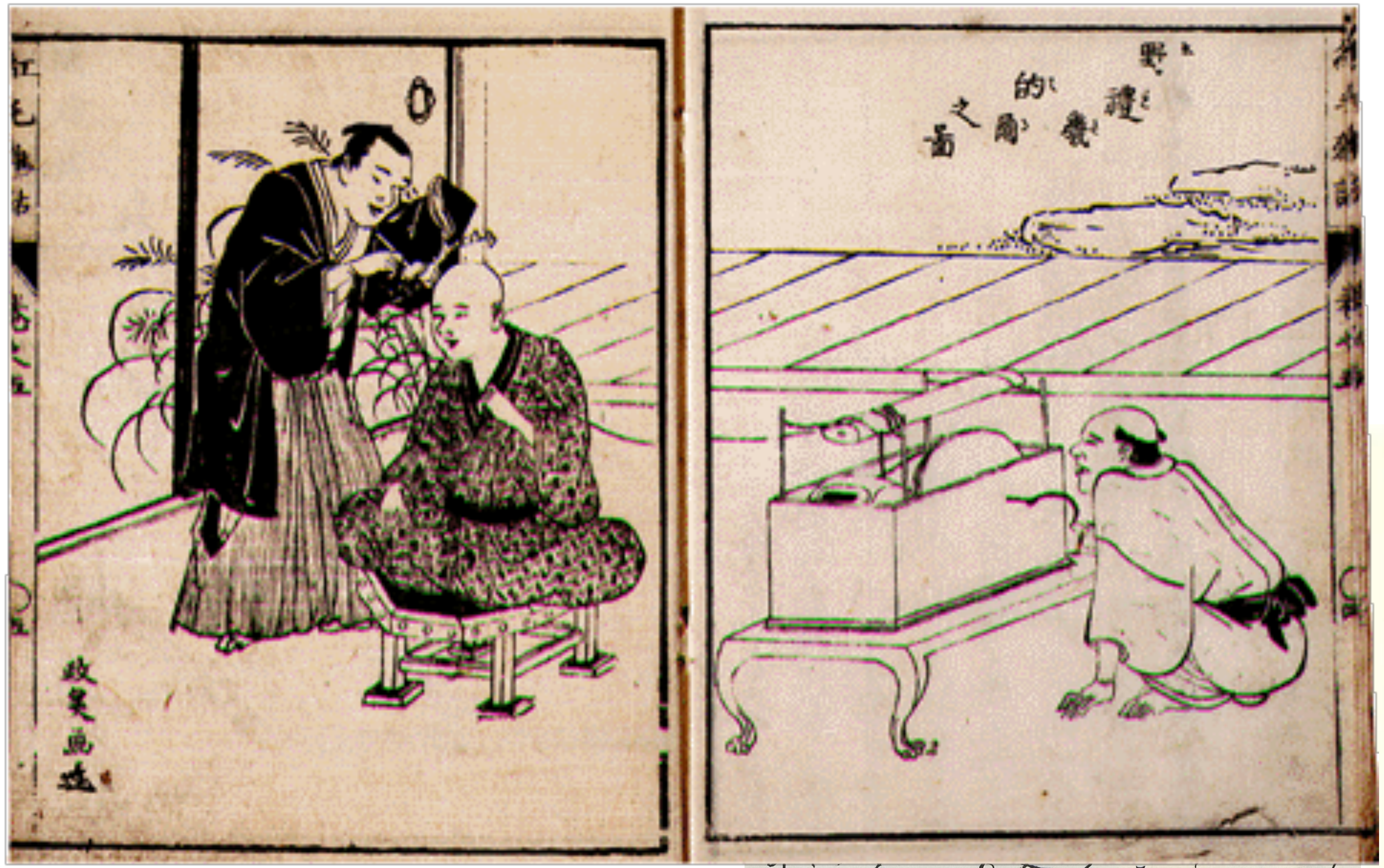


1回の放電量は数万～数十万A，電圧は1～10億V，電力換算で平均約900GW（=100W電球90億個分相当）に及ぶが時間にすると1/1000秒程度.

エネルギーに換算すると約900MJ，家庭用エアコン（消費電力1kW）を240時間連続できる

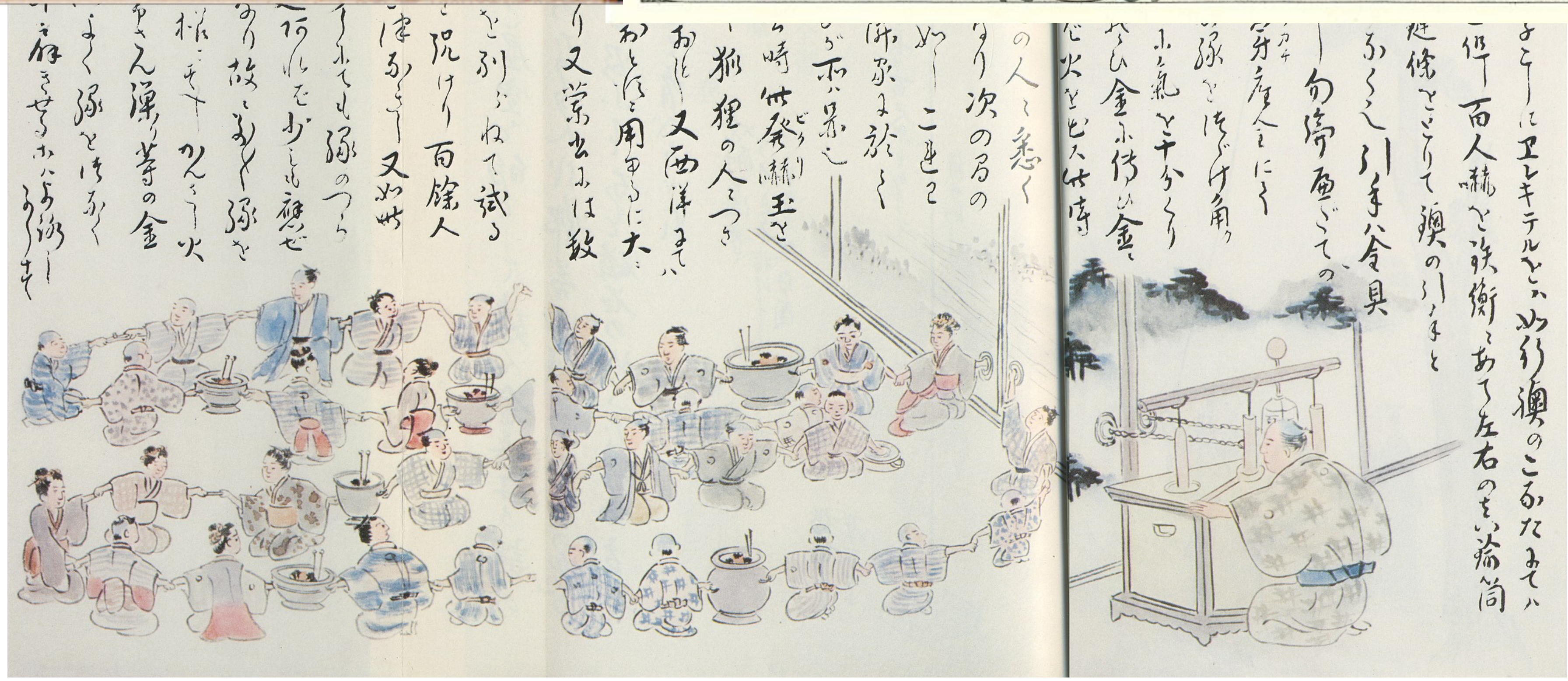
平賀源内「エレキテル」

教科書 p185



平賀源内
(1728-80)

Benjamin Franklin
(1706-90)



前回のミニッツペーパーから

電気はなぜビリビリするのか

https://www.chuden.co.jp/kids/kids_study/hatena/
https://www.chuden.co.jp/kids/kids_study/manabu/what/

人間の体には、もともと弱い電気が流れています。しかし、体には許容以上の電気が流れると「痛い」とか「ビリビリする」などの防御反応が起こり感覚に訴えるのです。
普通の状態では人体にはおよそ5,000オームの抵抗があるといわれています。このとき100ボルトの電線にふれると20ミリアンペアの電流が流れます。20ミリアンペア程度の電流では強い痛みを感じるくらいですが30ミリになると呼吸が乱れ、50ミリになると心臓がケイレンして死に至る可能性があります。

感電とは、生体に電気が流れることによって衝撃を受けること。
人間の体に許容量以上の電気が流れると、「痛い」「ビリビリする」などの防御反応が起こり、人間の感覚に訴えます。

障害	症状
神経障害	脳からの制御信号が断たれ自ら動くことができない。 （手・足のしびれ、行動不能、発声不能、失神、呼吸困難、心臓麻痺）
発熱障害	発熱器と同じように体が発熱し細胞が破壊される。 （体内細胞破壊による死亡または腐り）

電流レベル	感電の反応
1mA	少しビリッと感じる、少しチクチクする。
5mA	痛いと感じる。
10mA	ショックで苦しい、耐えられないほどの苦痛を感じる。
20mA	手、足の筋肉が萎縮し、体の自由がきかない。
50mA～100mA	呼吸ができずに死ぬ。

AED 自動体外式除細動器
Automated External Defibrillator

電流名称	電流値	影響・被害
最小感知電流	交流　約０．５ｍＡ 直流　約２ｍＡ	電撃を知覚する最小の電流。 ビリッとする。
苦痛電流	交流で約７～８ｍＡ	命に別状はないが、痛みを感じる。 筋肉がけいれんをしたように感じる。 耐えられる限界の苦痛。
離脱電流 （可随電流）	交流で約１０ｍＡ	筋肉はけいれんするが、運動は可能。 離脱可能の限界。 意識ははっきりしている。
不随電流	約２０ｍＡ	意識ははっきりしているが、運動の自由を失う。 自力での離脱はできなくなる。
心室細動電流	３～１０秒の間、約４０ｍＡが許容限界	心臓がけいれん（心室細動）を起こし、正常な脈が打てなくなる。 死亡に至る。

http://itetama.jp/blog-entry-223.html

スタンガン
瞬間的に高電圧の電気を
与え，相手を動かなくさせる

AED
自動体外式除細動器 Automated External Defibrillator
電気ショックで心臓の働きを戻す

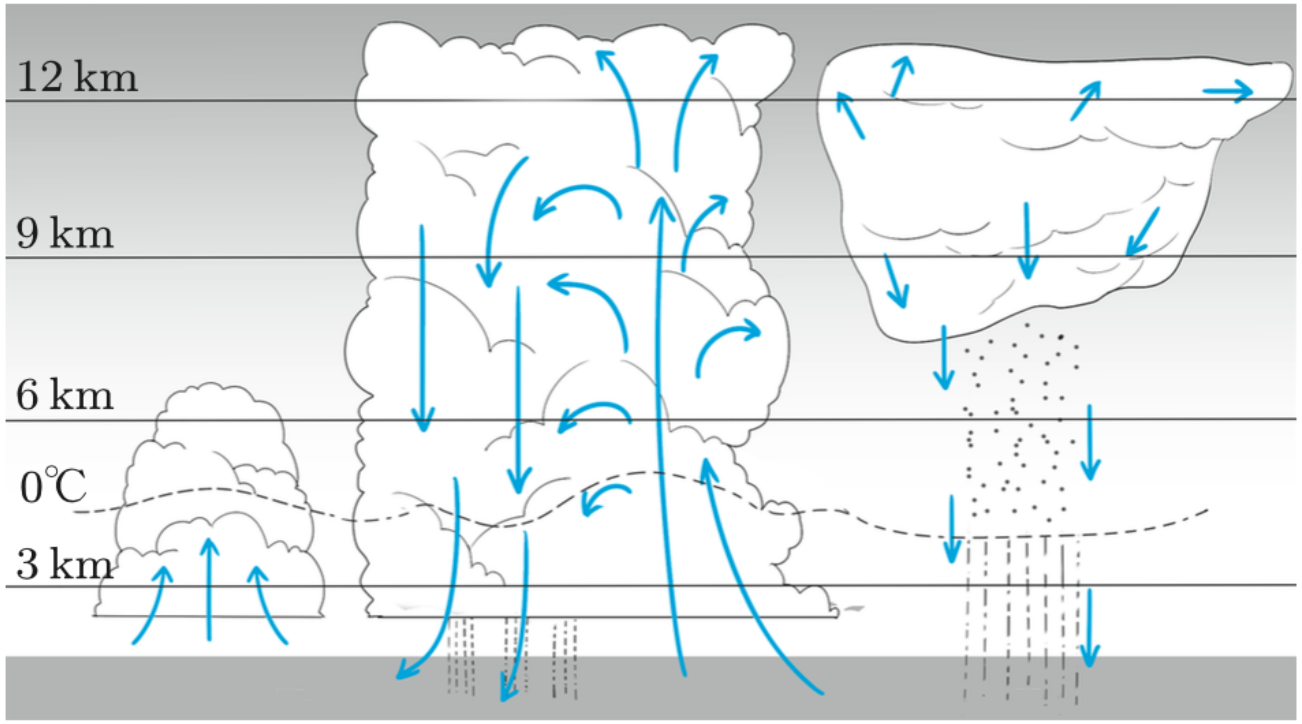
雷の正体

教科書 p186

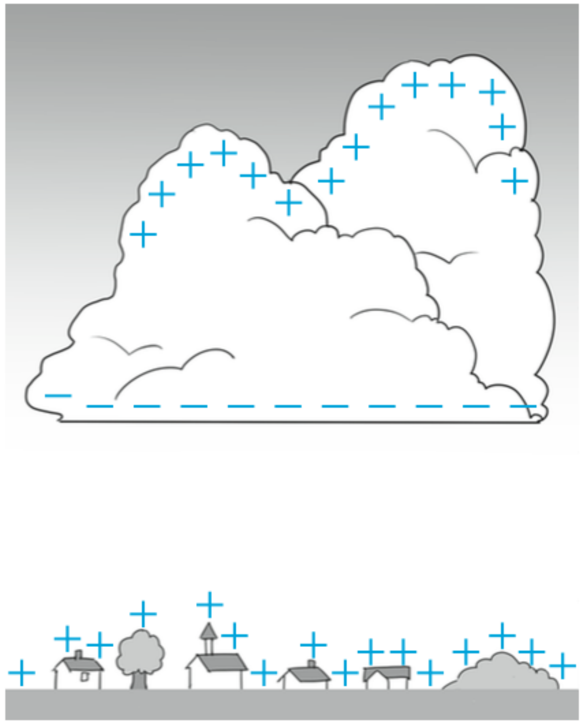
コラム 35　雷の正体

急激な上昇気流で発生した積乱雲の中では，水蒸気どうしがこすれあって，電気が発生する．正に帯電した小さい氷の粒が雲の上部に移動するので，雲の下は負に帯電する．雷は，雲と地表との間で放電する現象である．空気中では 3 万 V/cm で放電が開始する．

1 回の落雷で，放電量は数万〜数十万 A（アンペア），電圧は 1〜10 億 V（ボルト），電力換算で平均約 900 GW（ギガワット）（=100 W 電球 90 億個分相当）に及ぶ．エネルギーに換算すると約 900 MJ，家庭用エアコン（消費電力 1 kW）を 240 時間連続運転できるが，落雷の発生時間は 1/1000 秒程度でしかない．



（a）雷の発生



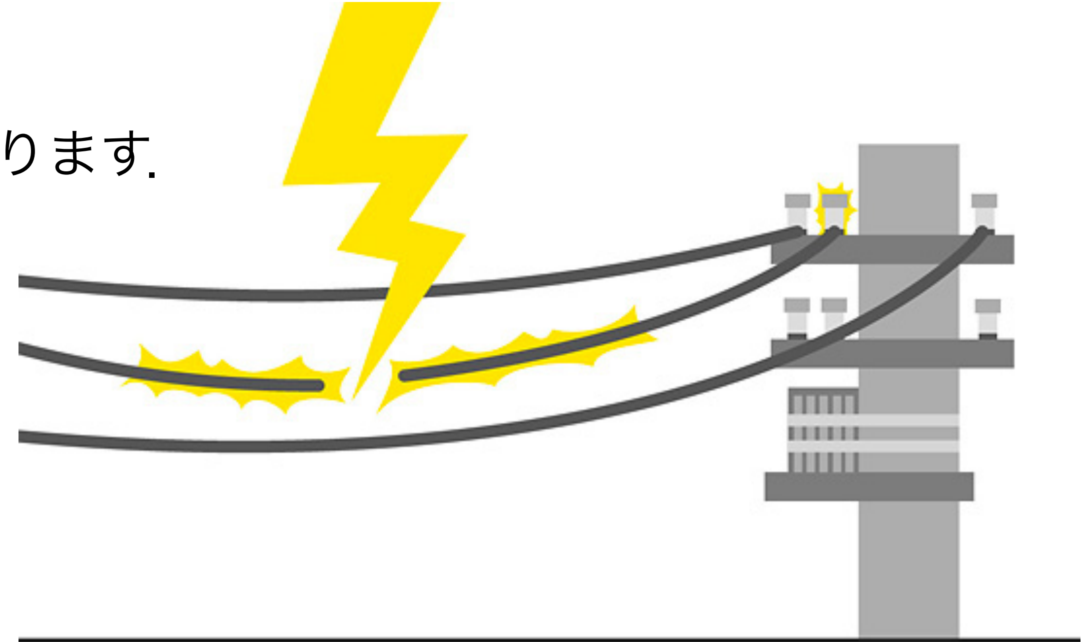
（b）雷は空中放電

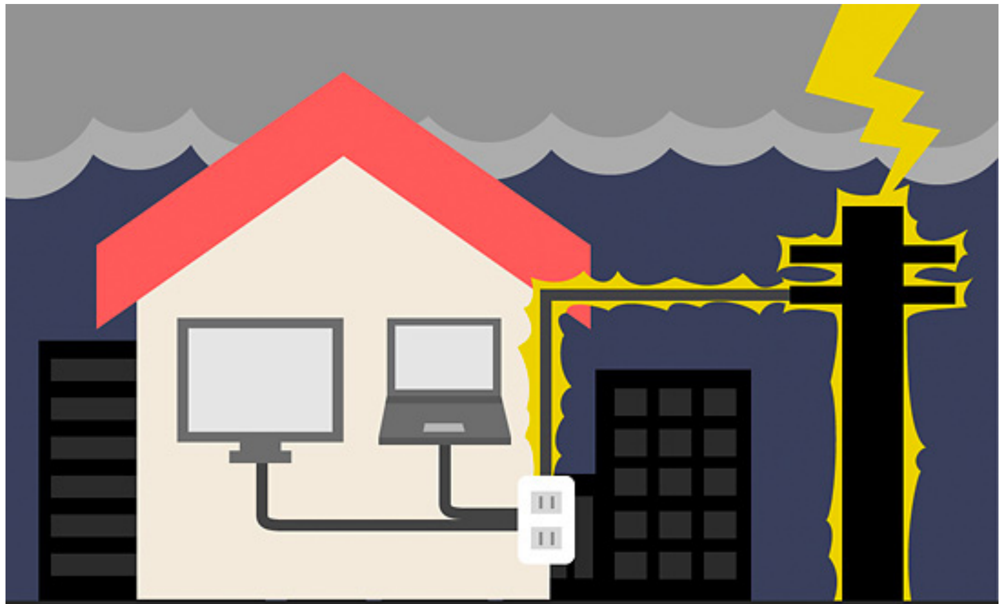
図 6.5　雷のしくみ　(a) 激しい上昇気流で積乱雲が発生し，上空で冷却されて強い雨が降る．(b) 雲の中で水分子がぶつかりあう摩擦で雲は帯電する．たまった電荷を空中放電するのが雷である．

前回のミニッツペーパーから

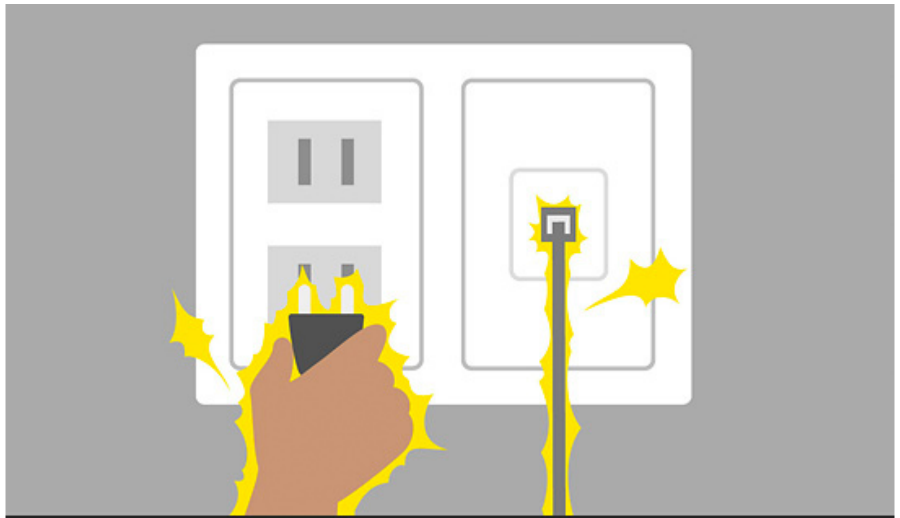
雷が落ちると停電するのはどうしてですか。

雷が瞬間的に出す電圧は，200万〜1億ボルトになります.


雷が電線に流れると許容電流をオーバーし電線が切れる場合があります


雷が電柱に落ちた場合、電線を伝って家にも流れ込み

機械が故障する恐れや


プラグなどに触れていると感電する恐れがあるため、
近くで雷が鳴り始めたら電源プラグや通信ケーブルを抜いてください

雷サージ防止機能のついたOAタップなどもあります

https://powergrid.chuden.co.jp/goannai/ippan/information/taishoho/fukkyuu/

放電

空気中では 3万[V/cm] で放電開始
人間の体は 4万[V]にいくことも.

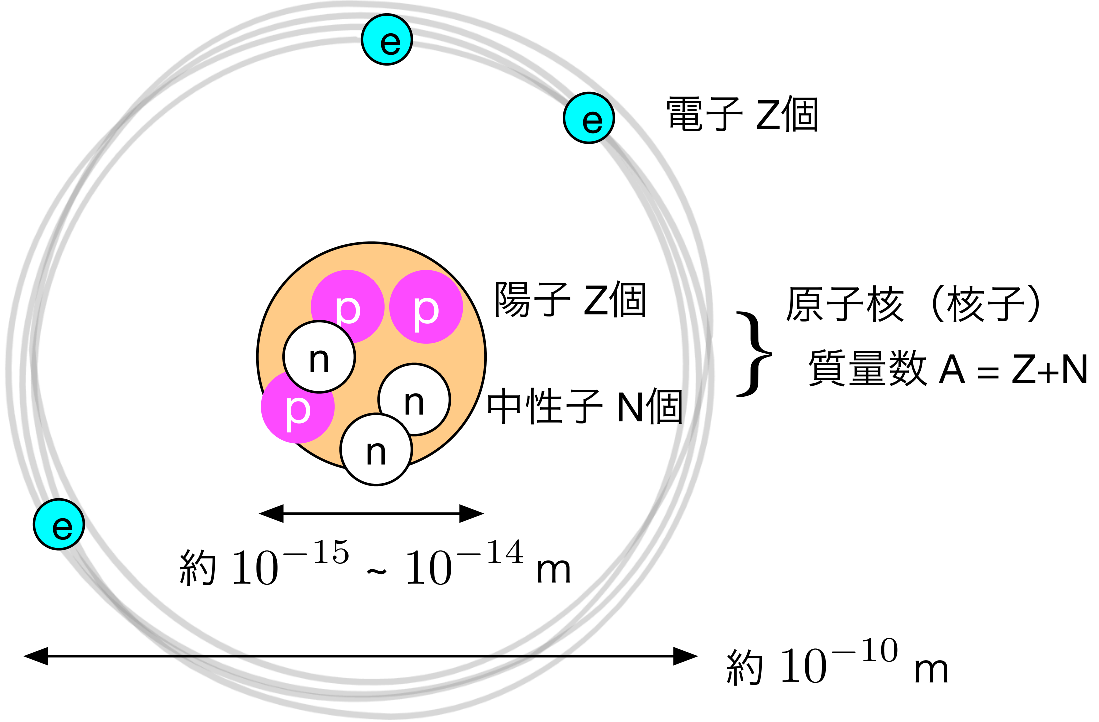
【プラズマボール】
アルゴンガス　1/100 気圧
中心はプラス極（高電圧）

電気の正体

陽子，中性子，電子

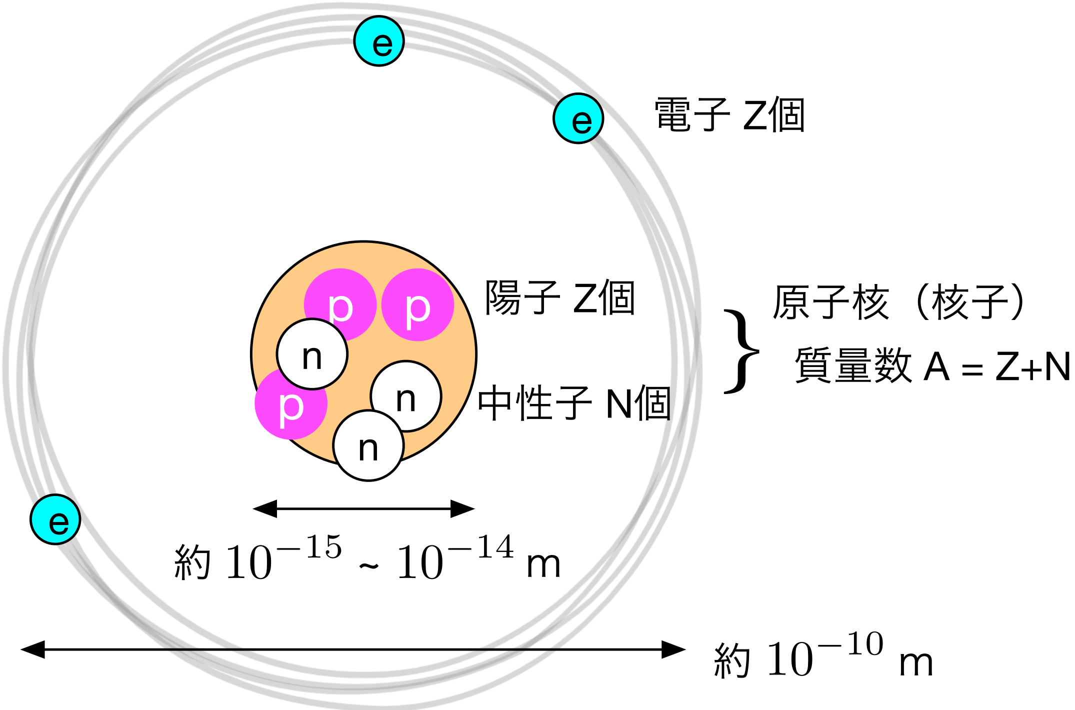
原子は**原子核**と**電子**からできていて，原子核は**陽子**と**中性子**から構成されている．電子は負の，陽子は正の電気をもっていて，中性子は電気をもたない．電子 1 つと陽子 1 つのもつ電気量は，符号が異なるが同じ大きさであり，$e = 1.6 \times 10^{-19}$ [C] である（この値を**電気素量**という）．

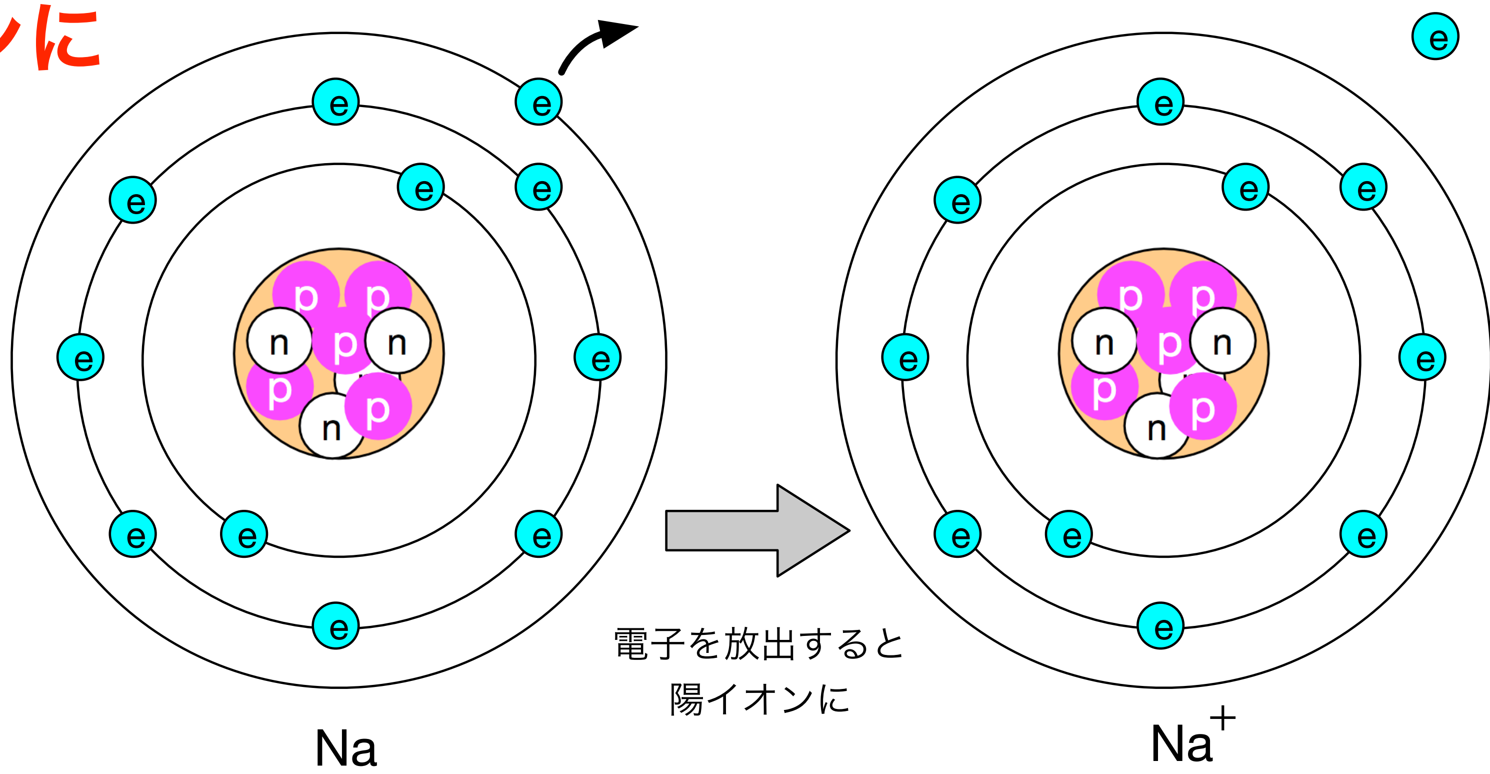
記号			電気量	質量	質量比
陽子	p	proton	$+e$	$1.67262158 \times 10^{-27}$ kg	1836.15
中性子	n	neutron	0	$1.67492735 \times 10^{-27}$ kg	1838.68
電子	e	electron	$-e$	$9.10938188 \times 10^{-31}$ kg	1

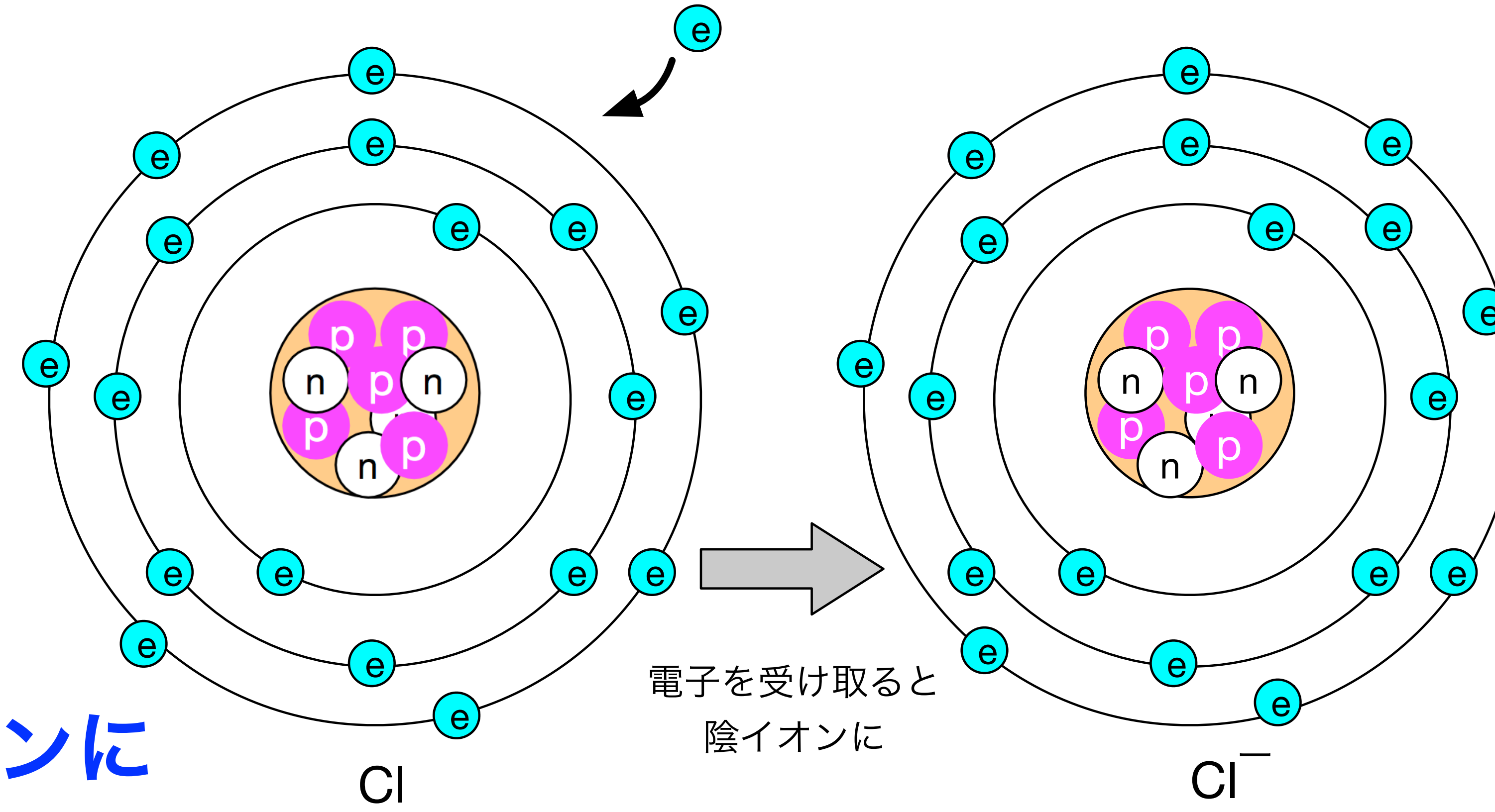


電気の正体

電子が不足＝プラスのイオンに







電子が過剰＝マイナスのイオンに

イオン（ion), 自由電子

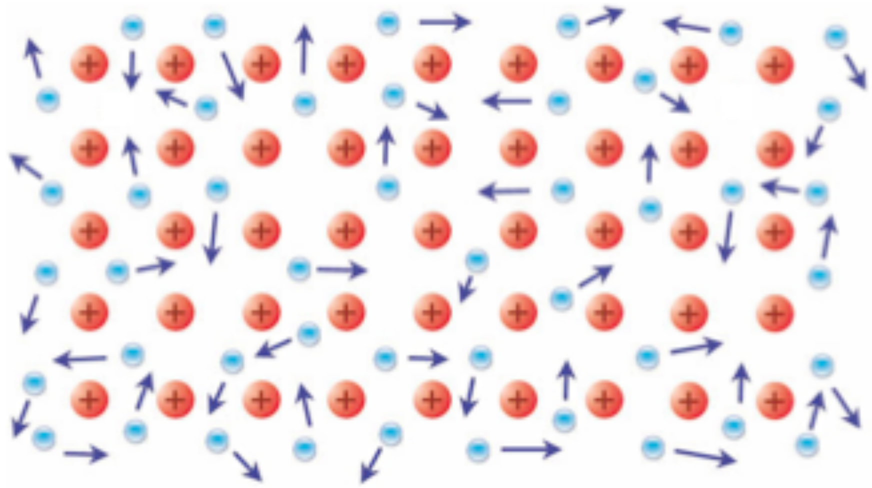
イオン

普通の原子は陽子と電子の数は等しく，電気的に中性である．正負の電荷のバランスがくずれた原子・分子を**イオン**という．つまり，

電子が不足 $\Longrightarrow$ 正イオン
電子が過剰 $\Longrightarrow$ 負イオン

自由電子

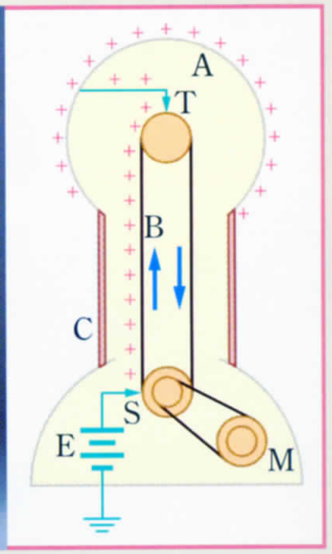
金属は，規則的に並んだ原子が互いに電子を共有していて，電子が自由に動くことができる（**自由電子**）ので，電気を伝えることができる．よく電気を伝えるものを**良導体**，伝えにくいものを**不導体（絶縁体）**，Si（シリコン，ケイ素）など両者の中間的な性質をもつものを**半導体**という．



静電気

Column　バンデグラーフ起電機

バンデグラーフ起電機は，静電気を利用して大きな電圧(→p.87)を発生させることのできる装置である。



電源 E から針 S を通じて　回転しているベルト B に電荷を与える。べ ルトによって運ばれた電荷は，針 T を通じて金属球（電極）A にたくわえられるため，A は強く帯電するようになる。

右の写真は，帯電したバンデグラーフ起電機の金属球 A に触れている人間のようすである。金属球にたくわえられた電荷は，手のひらを通じて人間の体内にも入りこむため，人間も帯電する。

帯電した髪の毛どうしが，静電気力によって反発しあうため，髪の毛が逆立っているように見える。

帯電列

マイナス（-）に帯電		プラス（+）に帯電
帯電しやすい	帯電しにくい	帯電しやすい

シリコーンゴム
テフロン
塩化ビニル
ポリプロピレン
ポリエチレン
ポリウレタン
サラン(サランラップ)
アクリル繊維
スチレン(発泡スチロール)
ポリエステル
プラチナ(白金)
合成ゴム
金
真鍮・銀
ニッケル・銅
硬質ゴム
エボナイト
紙
木材
麻
木綿
シルク(絹)
レーヨン
ナイロン
ウール(羊毛)
人間の毛髪
石英・雲母
ガラス
毛皮
アスベスト(石綿)
人の皮膚

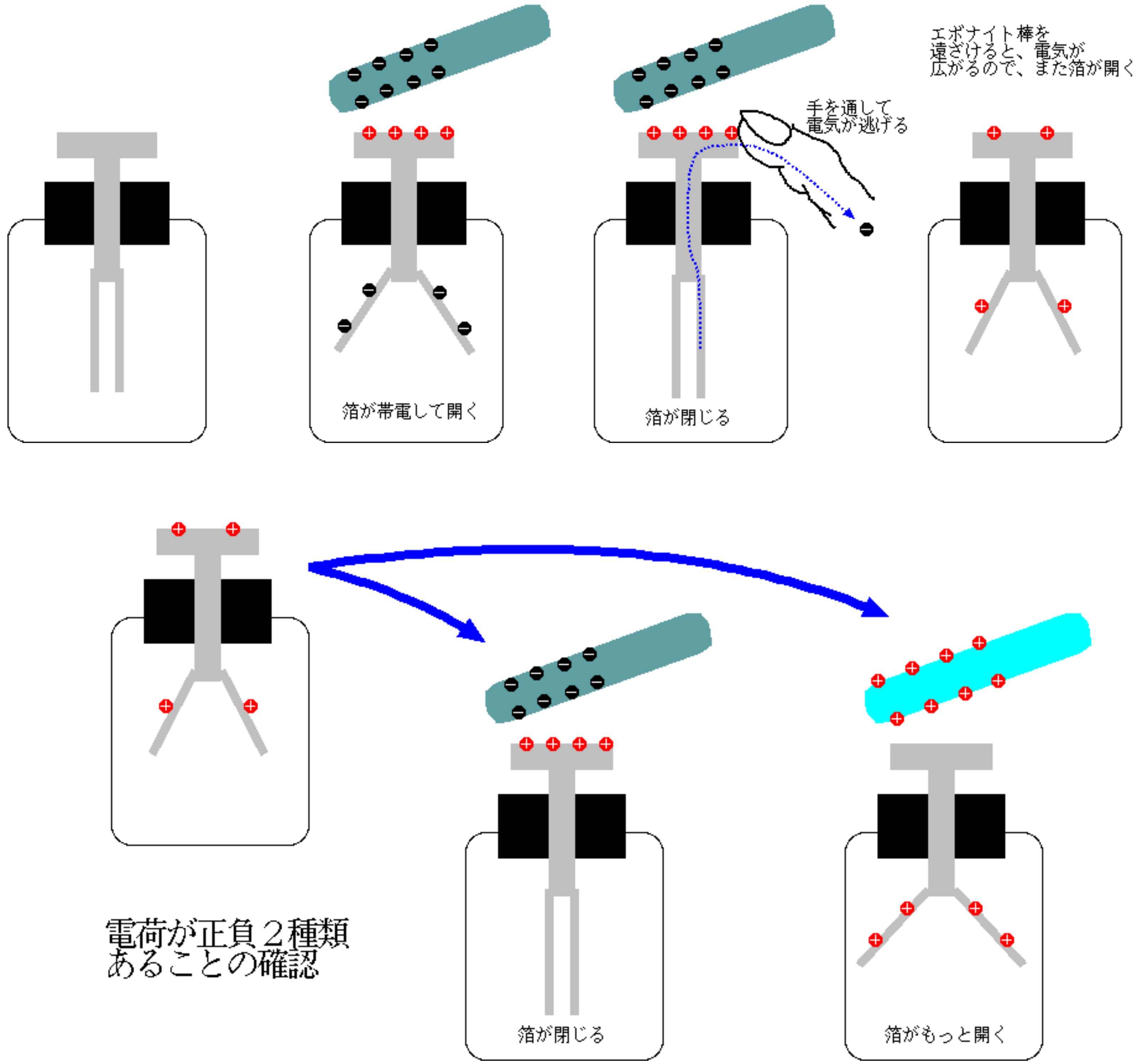
静電気

https://www.youtube.com/watch?v=TE2r0vjkXK0

start on click, 1min

箔検電器　⇒ 電荷には2種類あることがわかる

(+)毛皮　＞　ガラス　＞　エボナイト　＞　塩ビ(-)

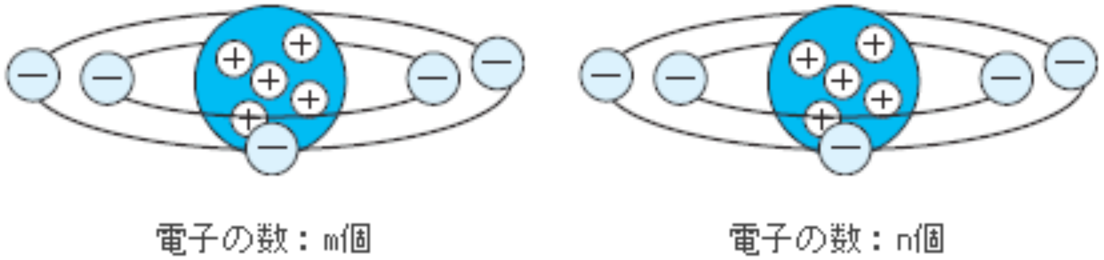


http://www.phys.u-ryukyu.ac.jp/~maeno/cgi-bin/pukiwiki/index.php

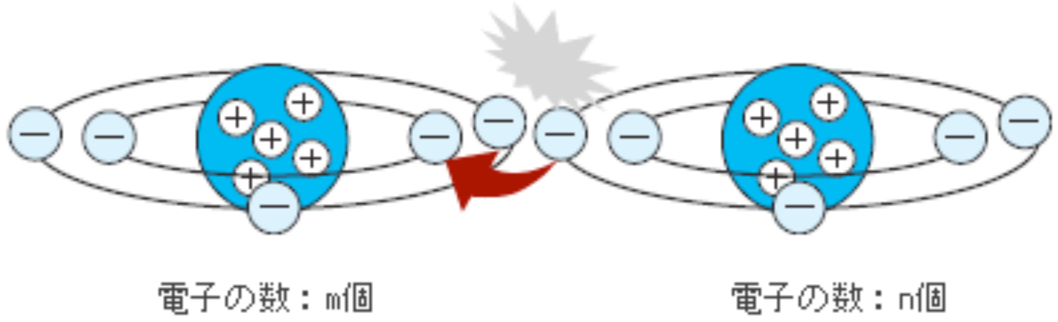
静電気　発生するのは，物体の接触や摩擦

静電気とは、物体同士の接触や摩擦によって電荷の移動が発生し、空間的に電荷の移動がほとんど無い電気のことをいいます。それでは静電気はどのように発生するのでしょうか？

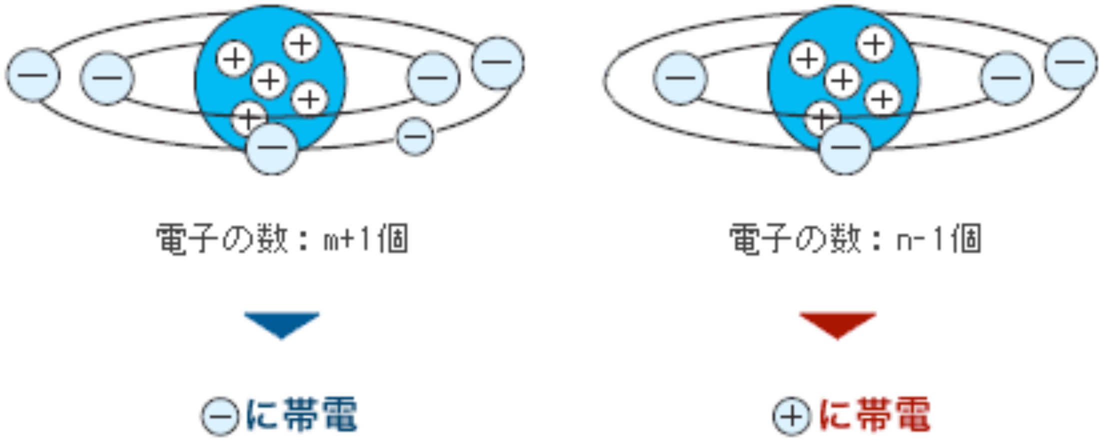
(1)原子は＋の電荷を持つ陽子と－の電荷を持つ電子、およびび中性子から構成されています。通常は陽子と電子の数は同じであり、電気的に中性で安定な状態を保っています。



(2)ところが2つの物体が接触や摩擦をすることによって、一方の原子から電子が飛び出し、もう一方の原子に電子が移動します。このとき、電子は結びつきが弱い物質から強い物質へ移動します。



(3)電子の移動によって物質の電気的中性はなくなり、物質は静電気を帯びます。電子を奪った側の物質は－に帯電し、電子を奪われた側の物質は＋に帯電します。これが静電気発生のメカニズムです。



http://www.keyence.co.jp/seidenki/special/master/seidenki/features01.jsp

教科書 p188

帯電列

マイナス（-）に帯電 ← → **プラス（+）に帯電**

- シリコーンゴム
- テフロン
- 塩化ビニル
- ポリプロピレン
- ポリエチレン
- ポリウレタン
- サラン(サランラップ)
- アクリル繊維
- スチレン(発泡スチロール)
- ポリエステル
- プラチナ(白金)
- 合成ゴム
- 金
- 真鍮・銀
- ニッケル・銅
- 硬質ゴム
- エボナイト
- 紙
- 木材
- 麻
- 木綿
- シルク(絹)
- レーヨン
- ナイロン
- ウール(羊毛)
- 人間の毛髪
- 石英・雲母
- ガラス
- 毛皮
- アスベスト(石綿)
- 人の皮膚

帯電しやすい ← **帯電しにくい** → **帯電しやすい**

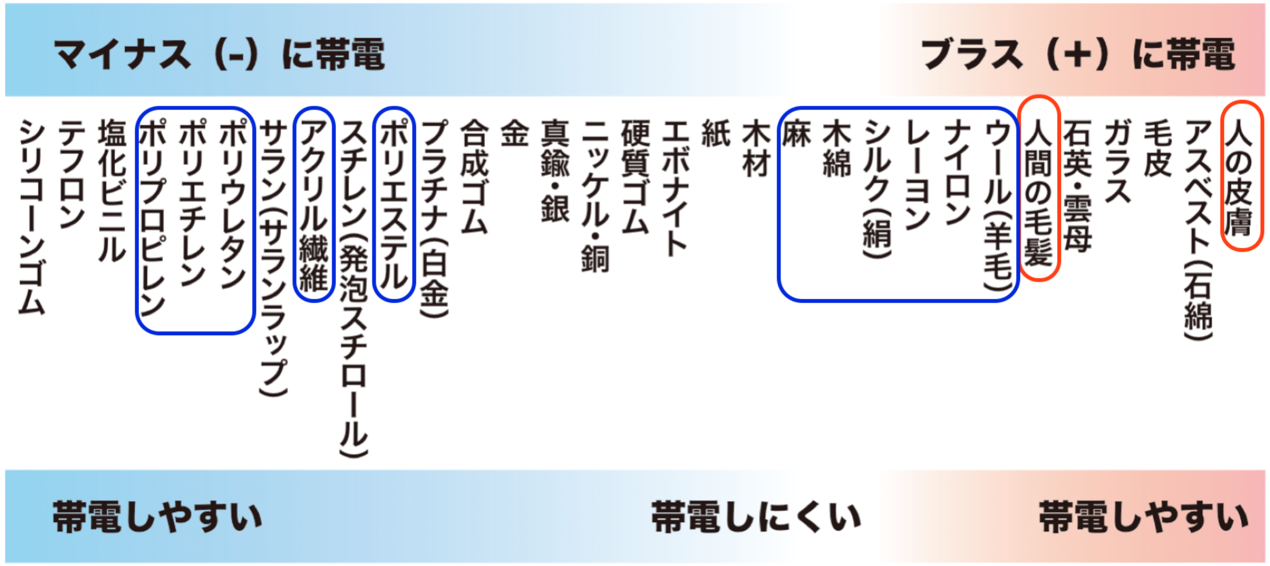
静電気　軽減する方法

教科書 p189

起こさないようにすることはできない．なんとか軽減

(1)組合わせる衣服の素材に注目する

天然繊維	植物繊維		綿など 麻 ー 亜麻<あま>(リネン)、苧麻<ちょま>(ラミー) など
天然繊維	動物繊維		羊毛、モヘヤ、カシミヤ、アルパカ、アンゴラ、キャメルなどの獣毛 絹
化学繊維	再生繊維		レーヨン、キュプラ、ポリノジック、リヨセルなど
化学繊維	半合成繊維		アセテート、トリアセテート
化学繊維	合成繊維	ポリアミド系	ナイロン6、ナイロン66、アラミドなど
化学繊維	合成繊維	ポリエステル系	ポリエステル
化学繊維	合成繊維	ポリアクリロニトリル系	アクリル、アクリル系
化学繊維	合成繊維	ポリオレフィン系	ポリエチレン、ポリプロピレン
化学繊維	合成繊維	ポリウレタン系	ポリウレタン



帯電列表の離れたものほど
静電気が発生しやすい

人間の肌は，+になりやすい

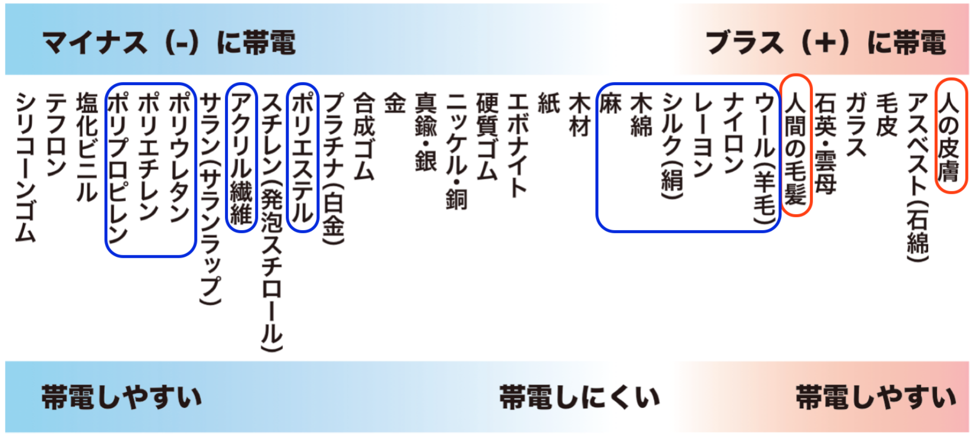
http://www.kaken.or.jp/mame/0112/

静電気　軽減する方法

教科書 p189

起こさないようにすることはできない．なんとか軽減

(1)組合わせる衣服の素材に注目する



人間の肌は，+になりやすい

(2)静電防止加工を施した製品を利用する

発生した静電気を逃げやすくした製品．導電糸

(3)湿度を高くする

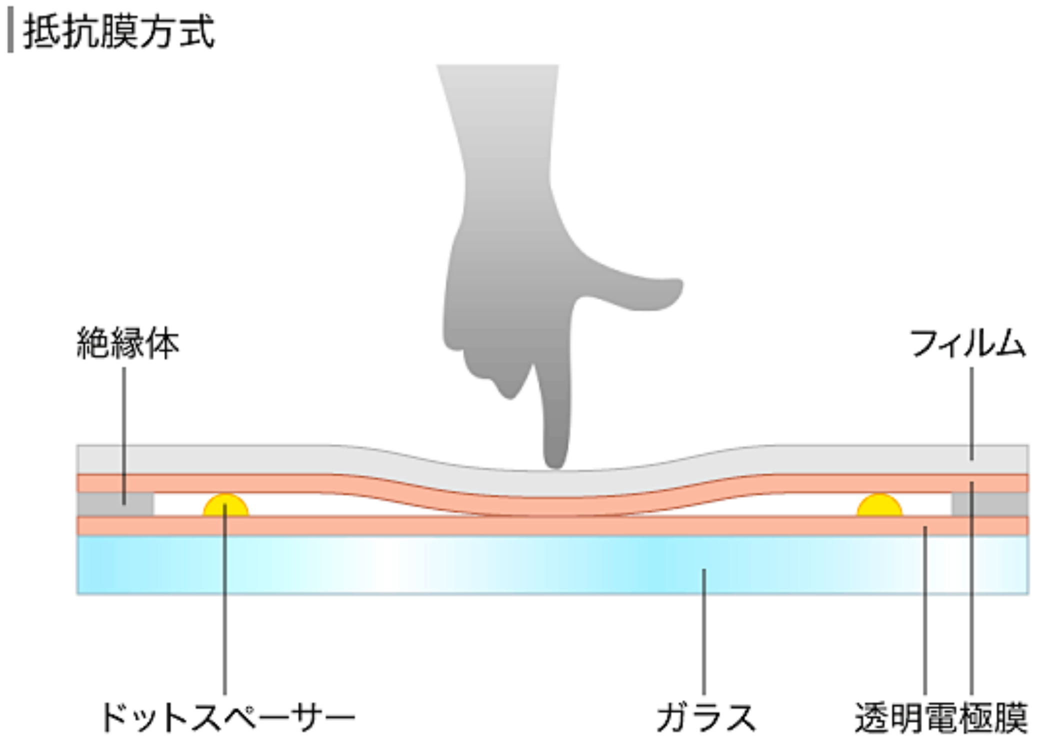
冬に静電気が起きやすいのは空気が乾燥しているから．

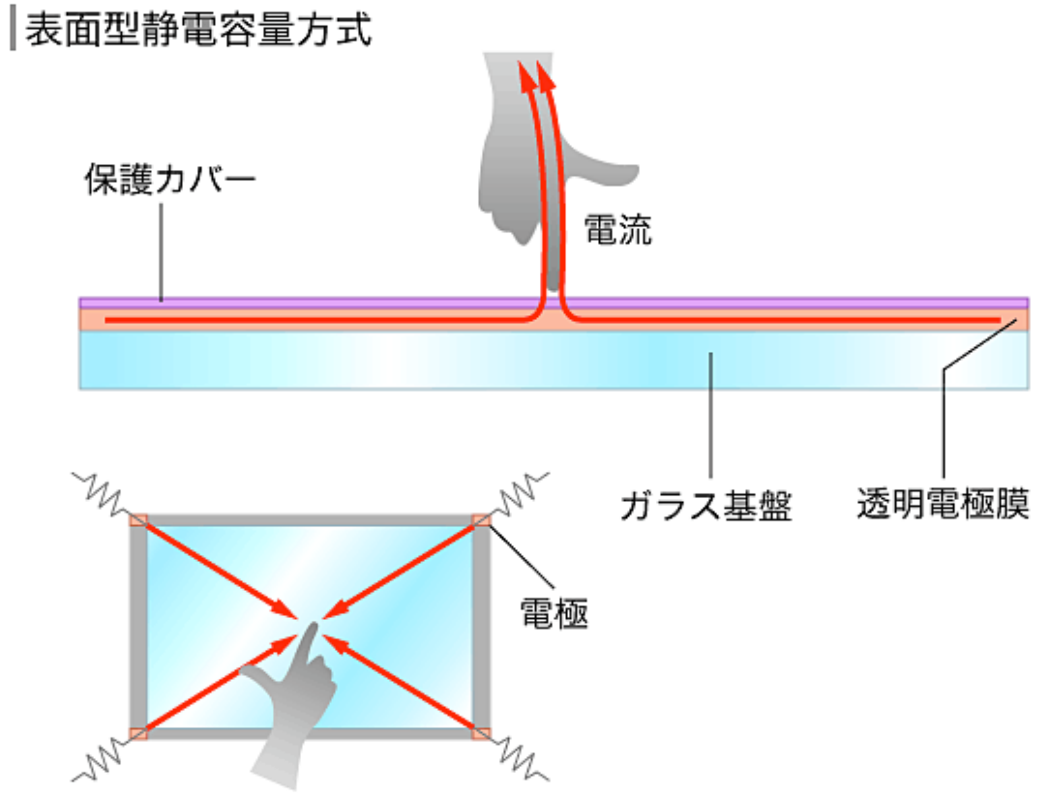
湿った空気は伝導度が高く，電気が逃げやすい．

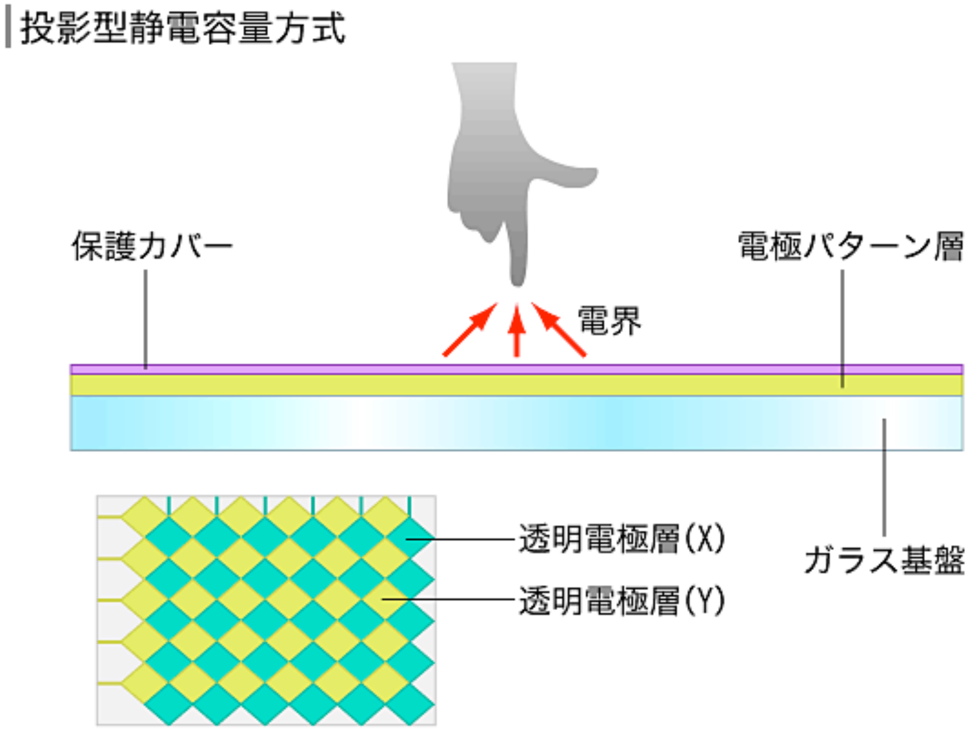
(4)柔軟剤や静電防止スプレーなどを利用する

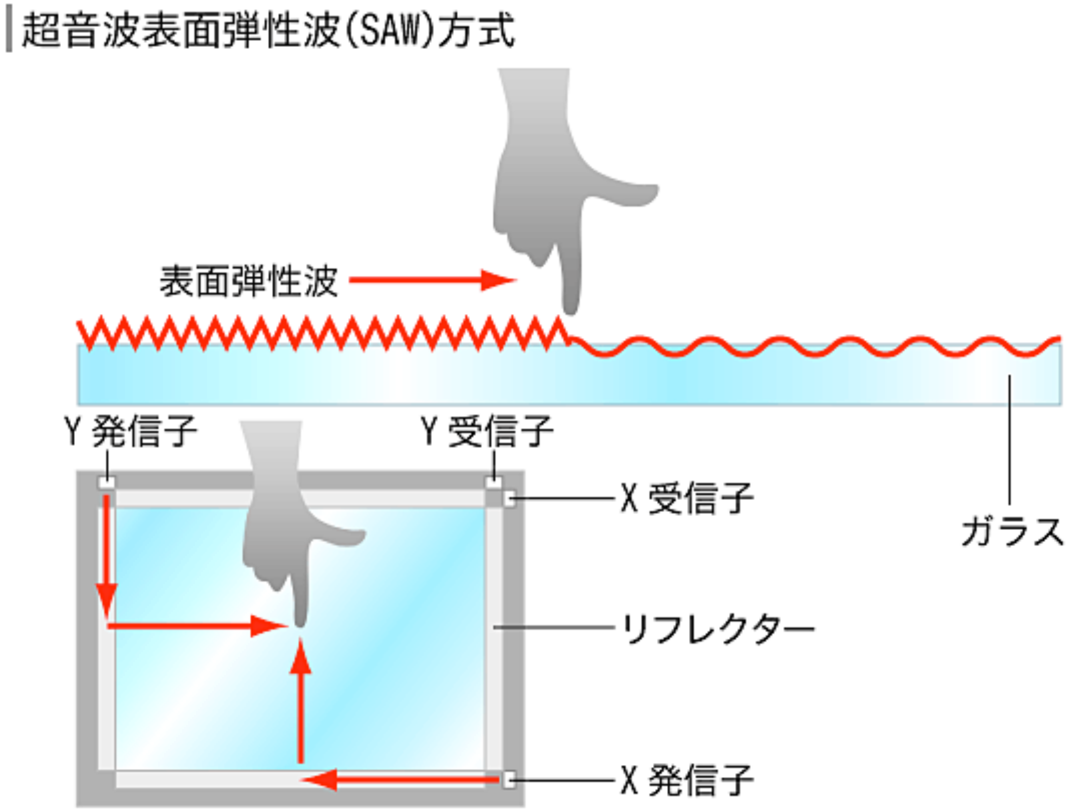
ーイオンをふりかける．地面に触れる．

タッチパネルのしくみ



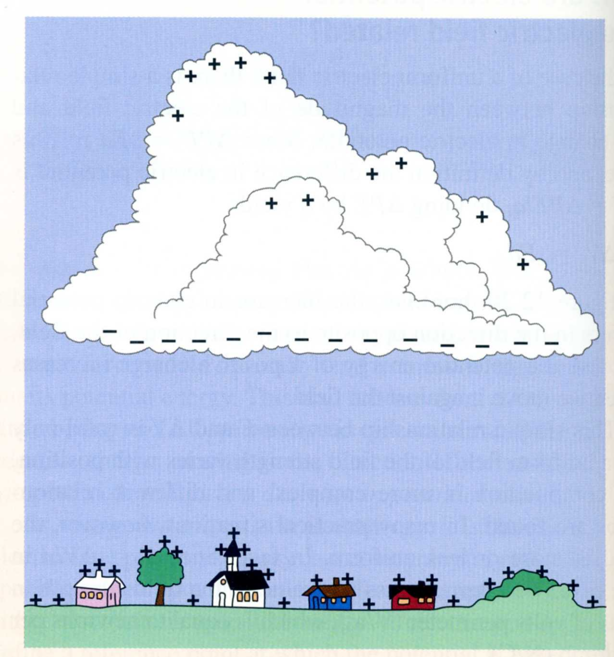




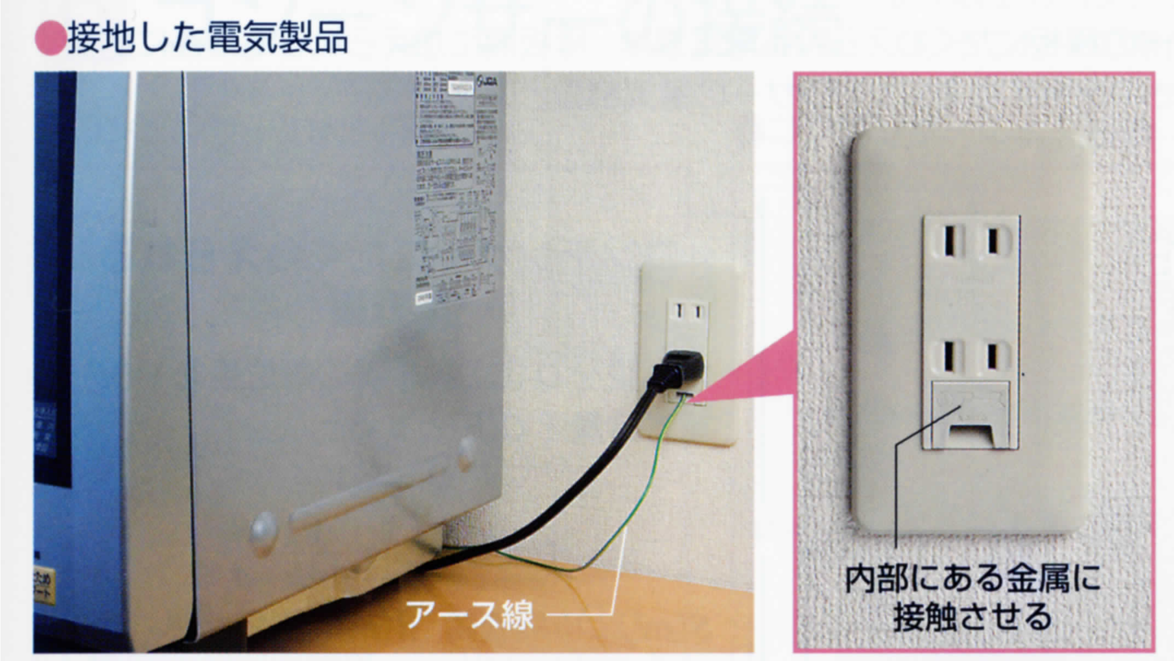


http://www.itmedia.co.jp/pcuser/articles/1009/27/

接地（アース）



The charge distribution within a thundercloud induces a positive charge on objects on the Earth directly below the cloud.



以前のミニッツペーパーから

私のお父さんがよくログセで「コンセントを差す時，抜く時は
右手でしないと，左手だと心臓に近いから感電する」とか
変なこと言うのですが，これは本当ですか？
私はそんなこと信じてませんが（笑）

あと携帯をPCなどの近くに置くのはダメってどういうことですか？

第３９回　電源コードの抜差しは右手で！

電源コードを抜差しする場合、左手は心臓に近い為、万一感電した場合に非常に危険です。
左手から感電した際、左手→心臓→右手、足等に抜けると危険です。
感電死の80%以上が体の左手、特に左手からの感電で、原因は心臓障害だそうです。
電圧は50～100Vの死亡例もありますが、200Vを越えると急激に危険度が増します。

また、手足が濡れた状態であれば、低電圧の場合でも死に至る場合があります。
万一に備えて、右手で電源コードを抜差しする習慣を身につけましょう。

http://www.yamagatadenki.com/mame4.html#第３９回

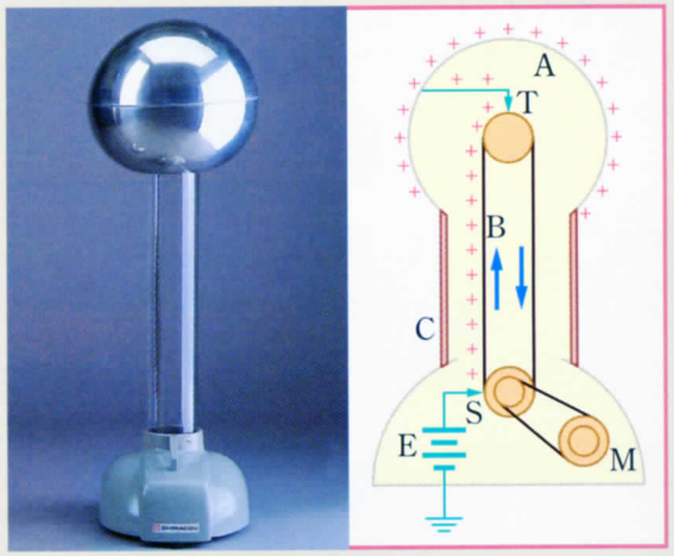
長い方がアース

【身近な技術】

静電気の応用

教科書 p190

Column　バンデグラーフ起電機



バンデグラーフ起電機は，静電気を利用して大きな電圧(→ *p*.87)を発生させることのできる装置である。
電源 E から針 S を通じて　回転しているベルト B に電荷を与える。べ ルトによって運ばれた電荷は，針 T を通じて金属球（電極）A にたくわえられるため，A は強く帯電するようになる。
右の写真は，帯電したバンデグラーフ起電機の金属球 A に触れている人間のようすである。金属球にたくわえられた電荷は，手のひらを通じて人間の体内にも入りこむため，人間も帯電する。
帯電した髪の毛どうしが，静電気力によって反発しあうため，髪の毛が逆立っているように見える。

Topic　コピー機

コピー機やレーザープリンタの原理は静電気である．次のようなしくみである．

1. 内部には感光体（光が当たると電気を通しやすくなる物質）でできた金属製のドラムがあり，ドラムを正に帯電させる．

2. 原稿の明暗に応じて感光体に光を当てると，暗い部分だけ電荷が残る．

3. 負に帯電させたトナーの粉末をふりかけると電荷の残った部分に付着する．

4. 付着したトナーを紙に転写し，熱を加えて定着させる．

コピー機から出てくる紙が熱いのは，トナーを熱定着させるからである．

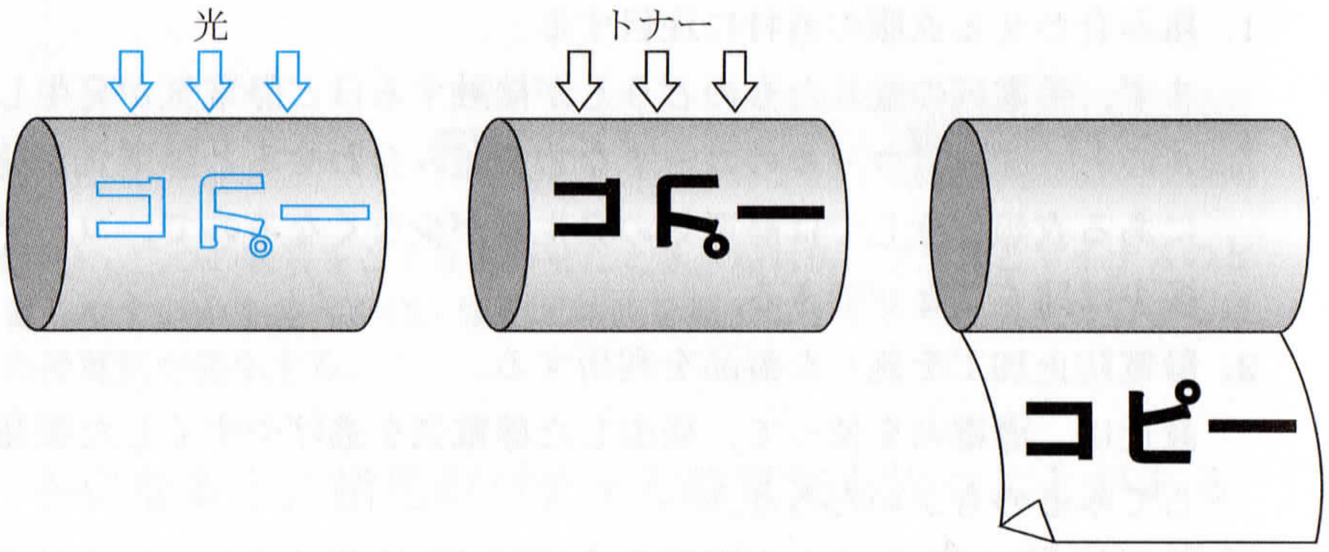
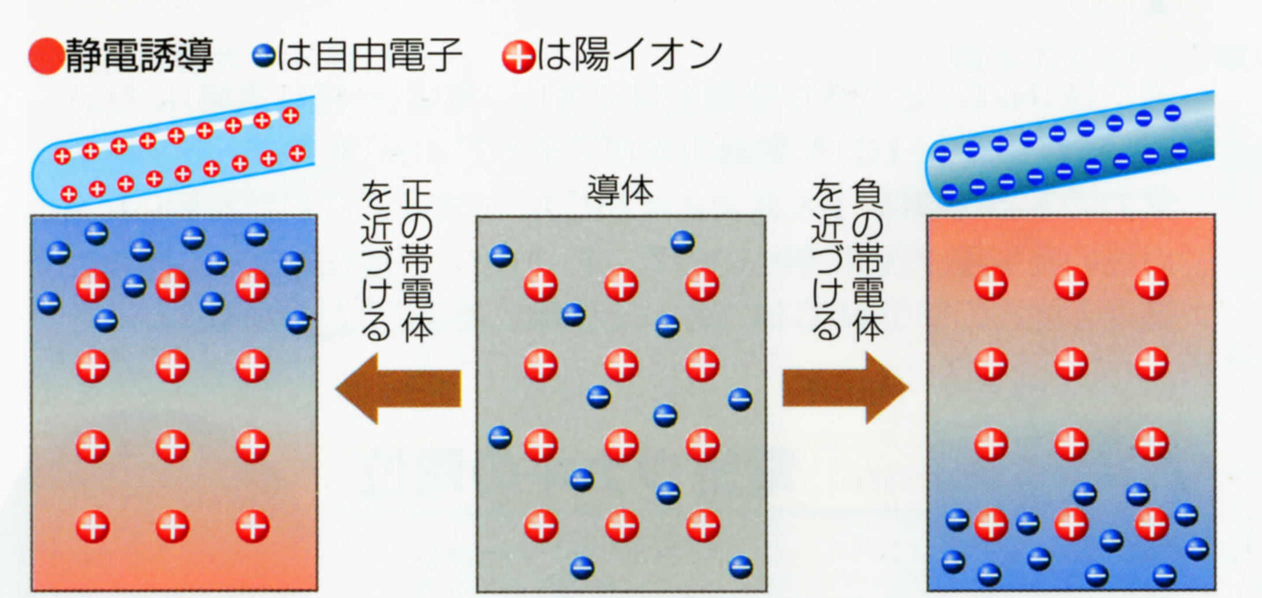
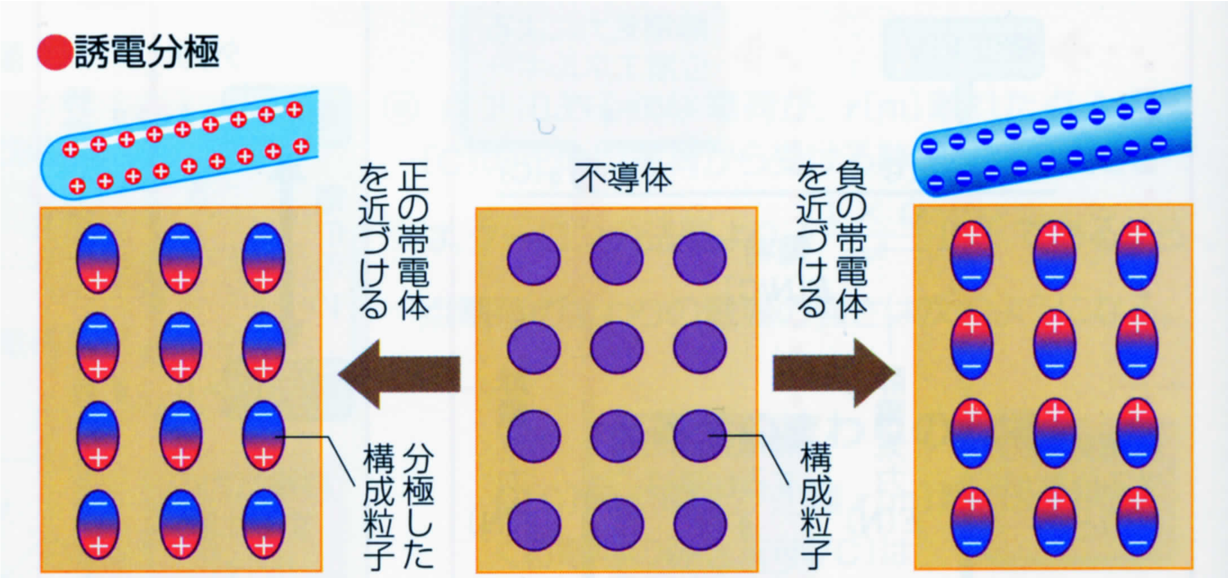


図 6.11　コピー機のしくみ

静電誘導･誘電分極



導体に，正の帯電体を近づけると自由電子は引きよせられ，負の帯電体を近づけると自由電子は遠くへと追いやられる。



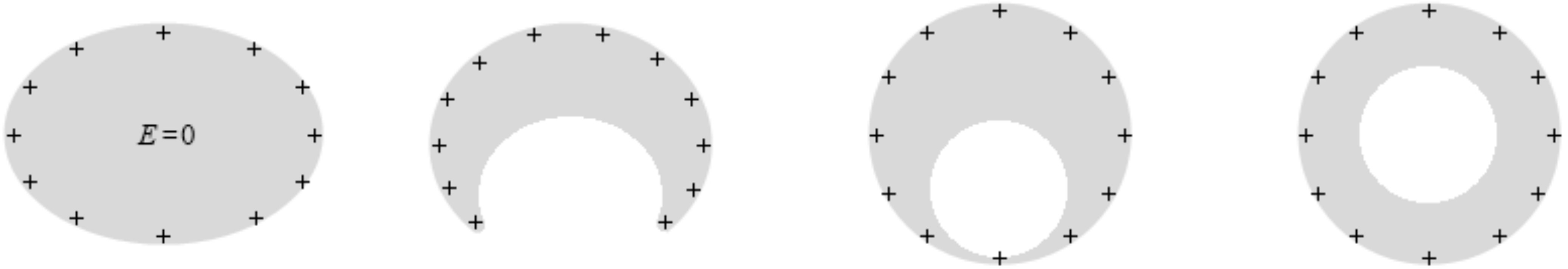
不導体に，正の帯電体を近づけると電子は帯電体側に位置がずれ，負の帯電体を近づけると帯電体と反対側に位置がずれる。これを**分極**という。

静電遮蔽(しゃへい)

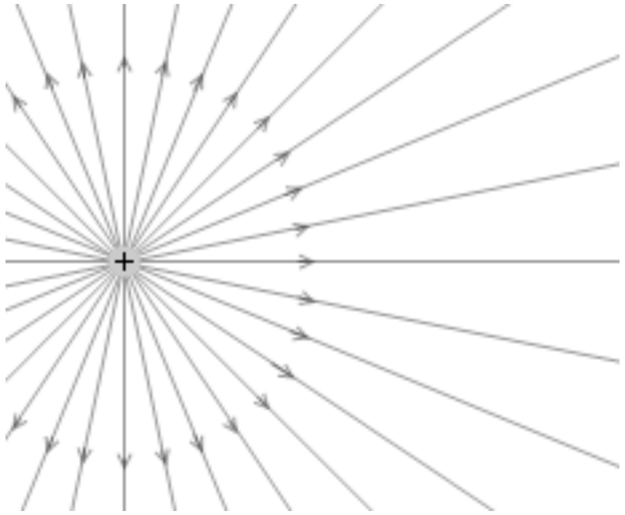
金属の箱の中には，電気は入り込めず，表面に分布する.

→→　エレベータの中，鉄筋コンクリートのビルの中では，携帯電話はつながらない.

静電遮蔽（electric shield）



導体の内部には電荷は帯電しない



携帯電話，ラジオの電波

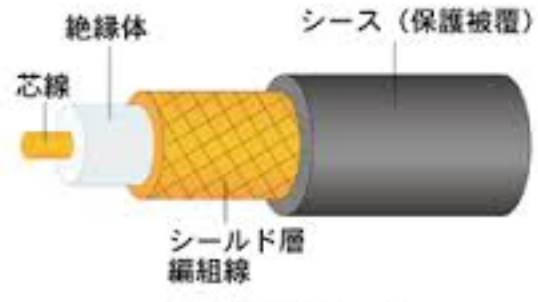
エレベータ内×，アルミ箔×

鉄筋マンション△，電子レンジ内×

冷蔵庫内×

アンテナケーブル

外側に金属



図：同軸ケーブル

http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/b2/61/6142syahei.html

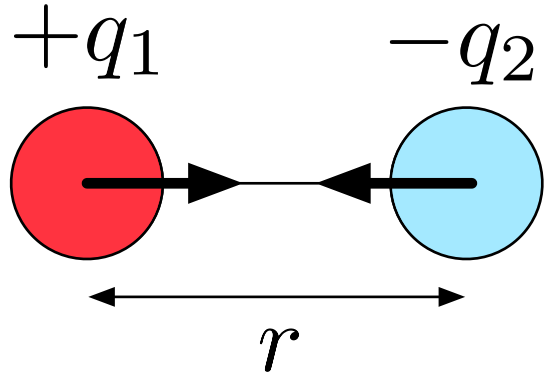
静電気力

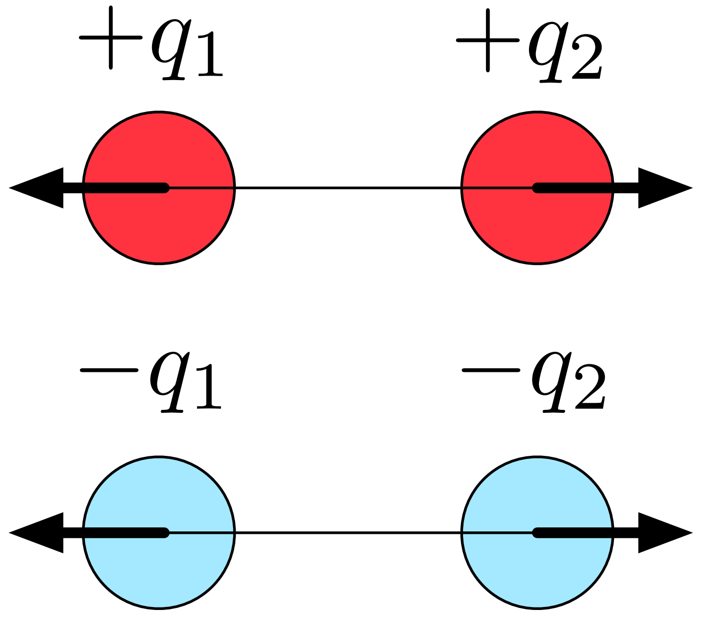
法則 **クーロンの法則（1785 年）**

同種の電荷間では斥力が，異種の電荷間は引力がはたらく．この静電気力の大きさ F [N] は，電気量 q_1 [C] と q_2 [C] を帯びた二つの電荷が距離 r [m] だけ離れているとき，

$$F = k_0 \frac{q_1 q_2}{r^2} \tag{6.2}$$

である．k_0 は定数で，$k_0 = 9.0 \times 10^9\ \mathrm{Nm^2/C^2}$ である．

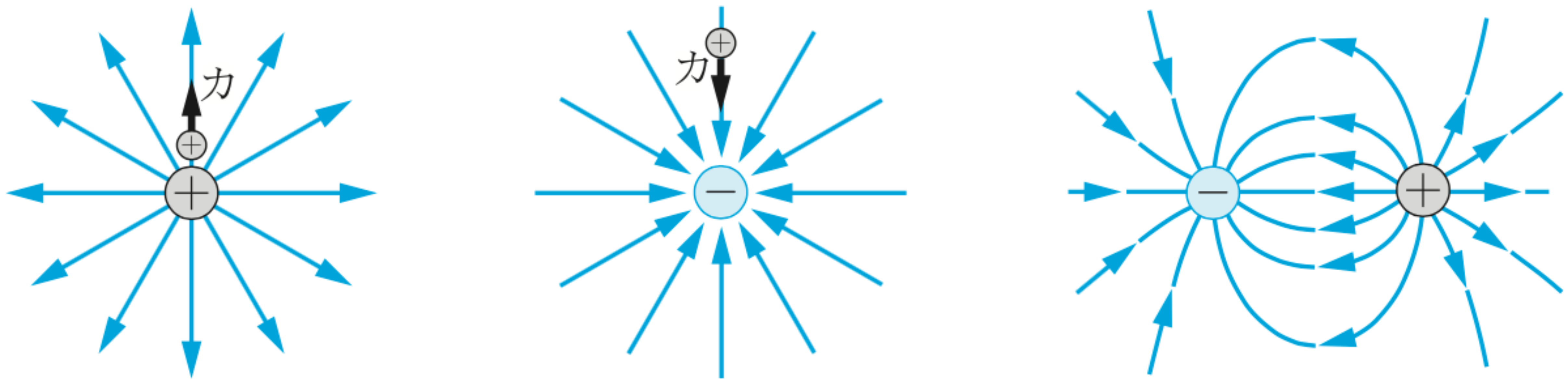




電気力線

電気の力がはたらく領域を**電界**という.

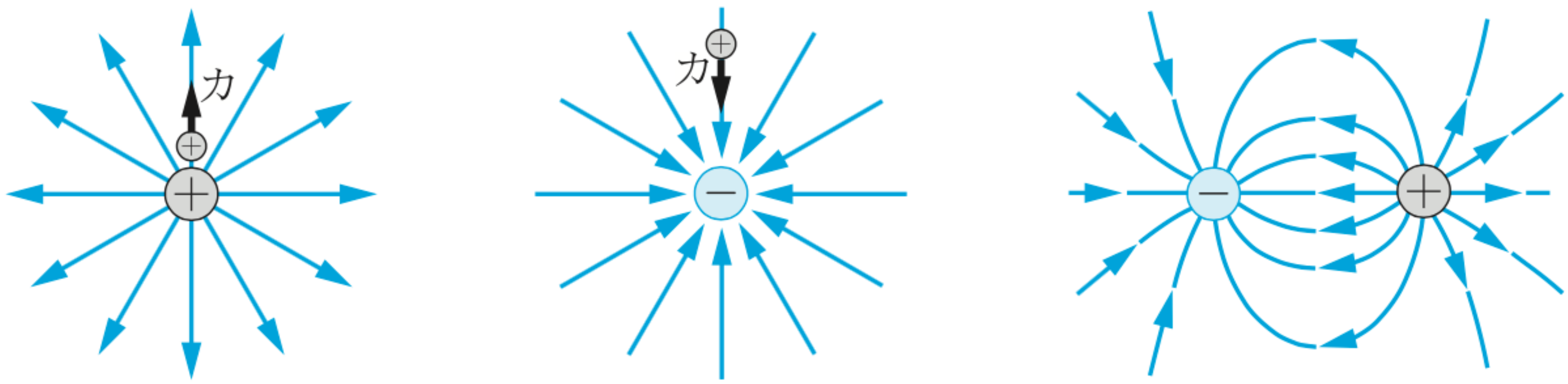
正の電荷（試験電荷）を置いたとき，その電荷が動いていく方向に線を引いたものを**電気力線**という．図 6.6 は電気力線を平面で書いているが，実際は立体的である．電気力線は交わったり，分岐したりしない.



（a）正の電荷の周囲　（b）負の電荷の周囲　（c）正の電荷と負の電荷がつくる電気力線

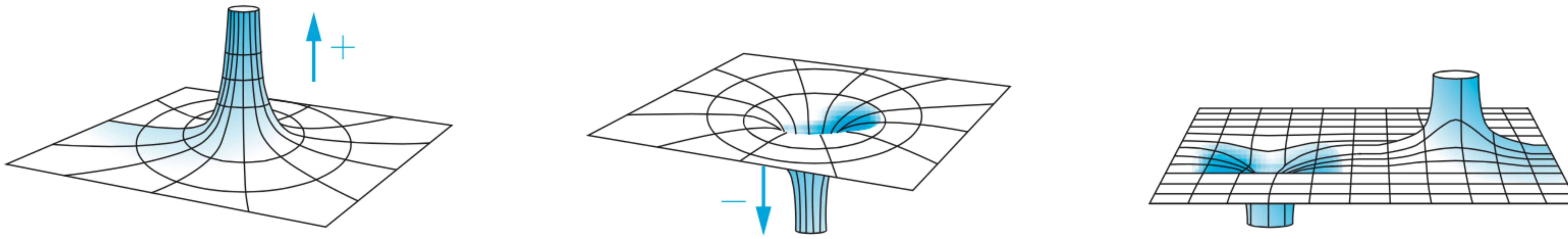
図 6.6　電気力線の例．正の電荷を置いたとき，その電荷が移動していく方法を示す.

電気力線と等電位面は直交する



（a）正の電荷の周囲　（b）負の電荷の周囲　（c）正の電荷と負の電荷がつくる電気力線

また，電荷をおいた時の位置エネルギーを**電位**という．図 6.7 に，図 6.6 に対応した電位面を示す．電位が等しい場所（**等電位面**）は，各点で電気力線に直交する．



（a）正の電荷が中心にあるときの電位　（b）負の電荷が中心にあるときの電位　（c）正と負の電荷があるときの電位

電流と電圧

移動する電気を**電流**といい，電気を流そうとする力を**電圧**という．

- 電流 I の単位は [A] アンペア．物理学者アンペール（André-Marie Ampére, 1775–1836）に由来する．
- 電圧 V の単位は [V] ボルト．物理学者ボルタ（Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, 1745–1827）に由来する．

歴史的に電流の向きは「正から負」とされるが，実際には「負から正」の向きに負に帯電した電子が移動する．

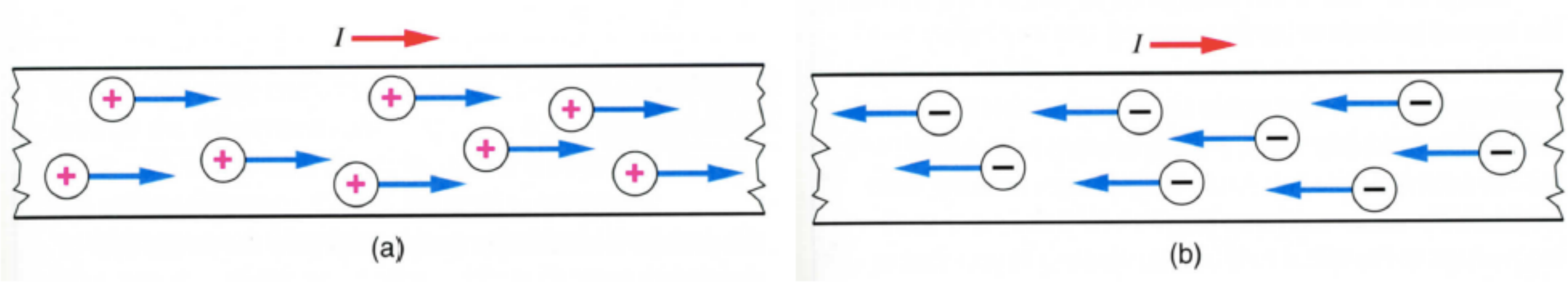
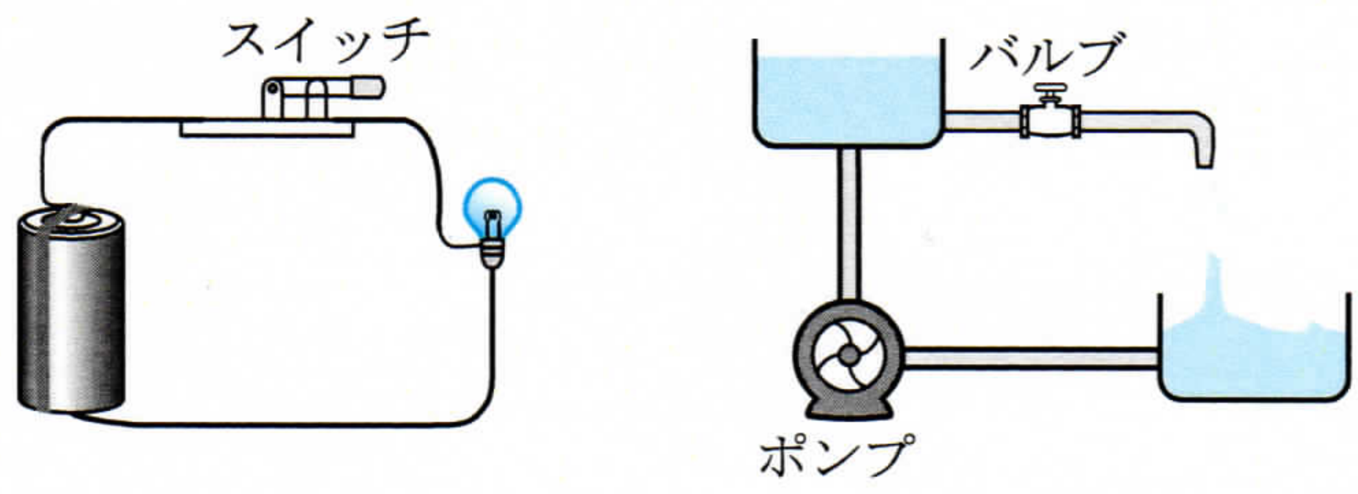


図 6.8　電流の向きは，正の電荷が動いていても負の電荷が動いていても実質同じ．

電気回路

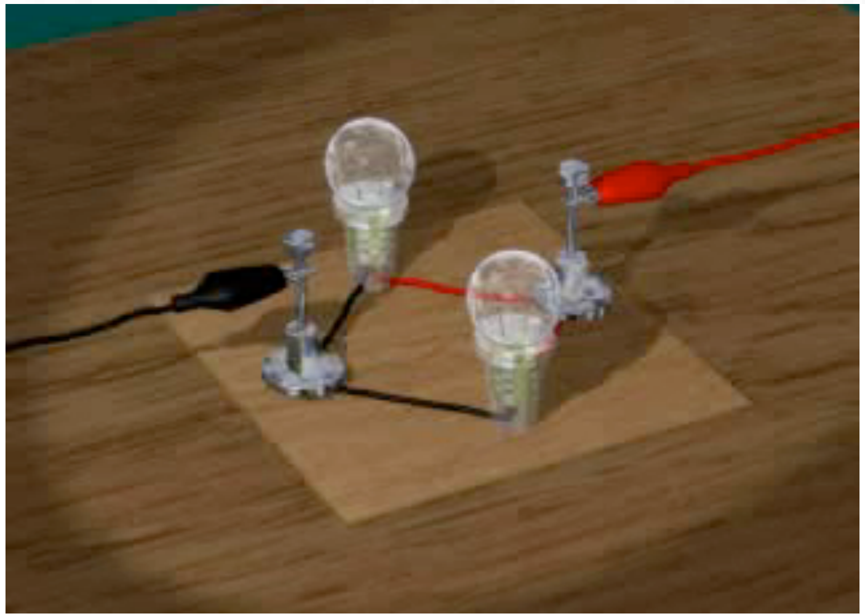
電球を電源につなげた回路を作り，スイッチを入れると電気が流れる．電流は流れにくい電球の部分（**抵抗**）で発熱して光を出す．エネルギーを失った電流は電源に流れ着くが，電源で再びエネルギーを供給されて流れ出す．



（a）電気回路　（b）水流回路

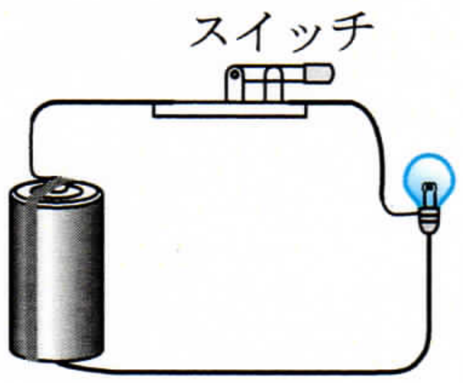
表 6.1　電気回路と水流回路の対応

	電気回路	水流回路
動くもの	電荷	水
動力源	電源	ポンプ
道	導線	パイプ
抵抗	フィラメント	狭いパイプ
切り替え器	スイッチ	バルブ
動かす力	電位差	圧力の差

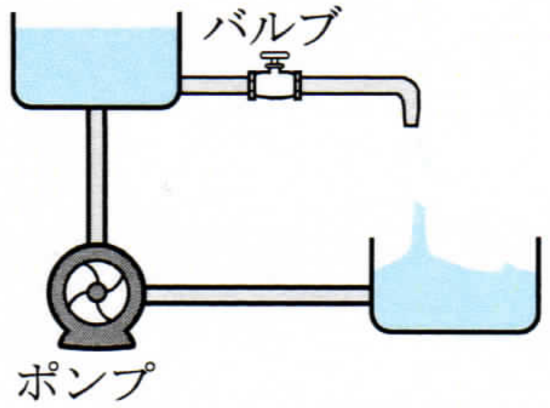


電気回路

電球を電源につなげた回路を作り，スイッチを入れると電気が流れる．電流は流れにくい電球の部分（**抵抗**）で発熱して光を出す．エネルギーを失った電流は電源に流れ着くが，電源で再びエネルギーを供給されて流れ出す．



（a）電気回路



（b）水流回路

表 6.1 電気回路と水流回路の対応

	電気回路	水流回路
動くもの	電荷	水
動力源	電源	ポンプ
道	導線	パイプ
抵抗	フィラメント	狭いパイプ
切り替え器	スイッチ	バルブ
動かす力	電位差	圧力の差

電気回路の基礎方程式（キルヒホッフの法則）は，

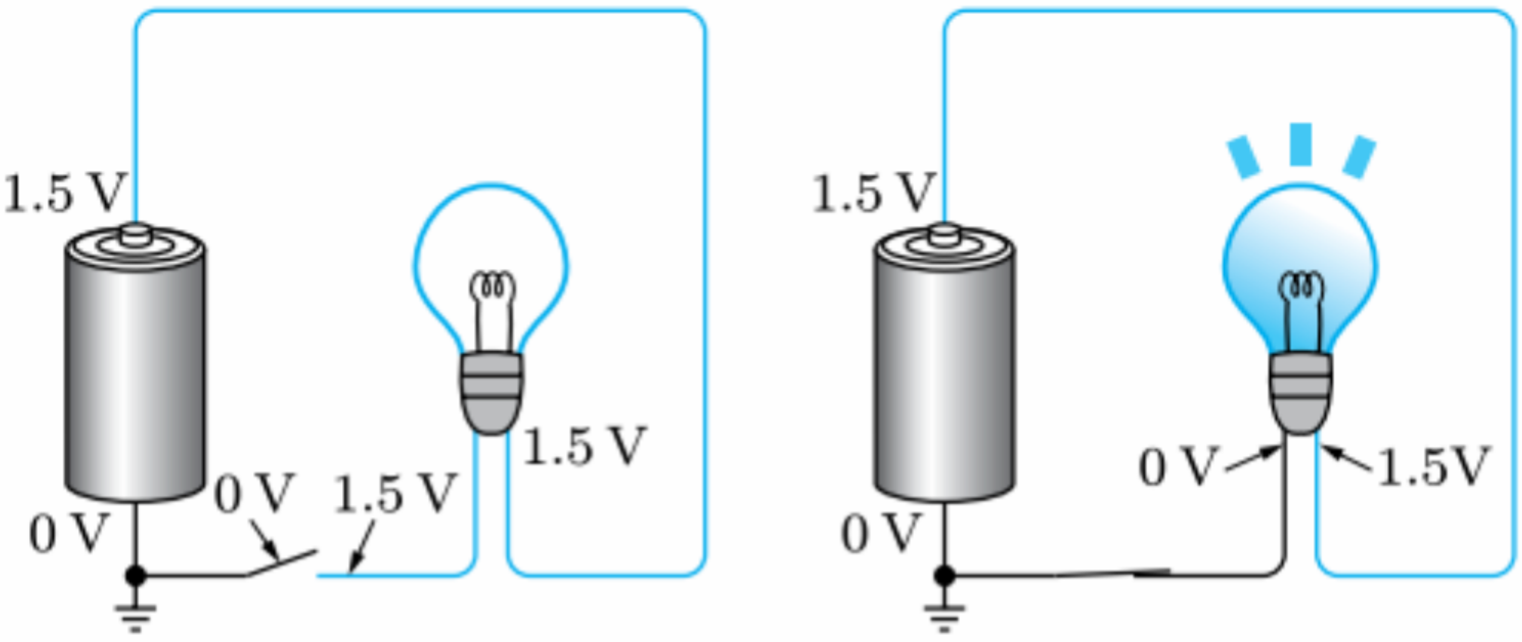
$$\Sigma(\text{回路内の起電力}) = \Sigma(\text{回路内の電圧降下}) \tag{6.2.2}$$

で，乾電池（起電力 V [V]）に抵抗 R [Ω] をつないだ回路では，流れる電流 I [A] は，

$$V = IR \quad \text{オームの法則} \tag{6.2.3}$$

Topic　スイッチを入れると電位が瞬間的に変化する

次節から電気回路の説明になるが，回路で接地（アース）した場合は，その点が 0 V の電位の基準になる．図 6.26 のように，乾電池と豆電球を結んだ回路では，スイッチを入れる前は，スイッチで断線しているところで，0 V と 1.5 V の領域に分かれているが，スイッチを入れた直後には，電流の流れにくい豆電球の両端で電位差が生じることになる．



（a）スイッチを入れる前　（b）スイッチを入れた後

前回のミニッツペーパーから

鳥が電線に並んでいても感電しないのはなぜですか？

https://www.energia.co.jp/kids/kids-ene/chosatai/wire.html

鳥が電線に止まれるのはなんでだろう?

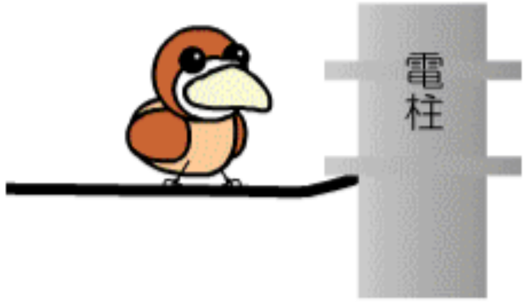
電線に鳥がとまっても大丈夫なの?

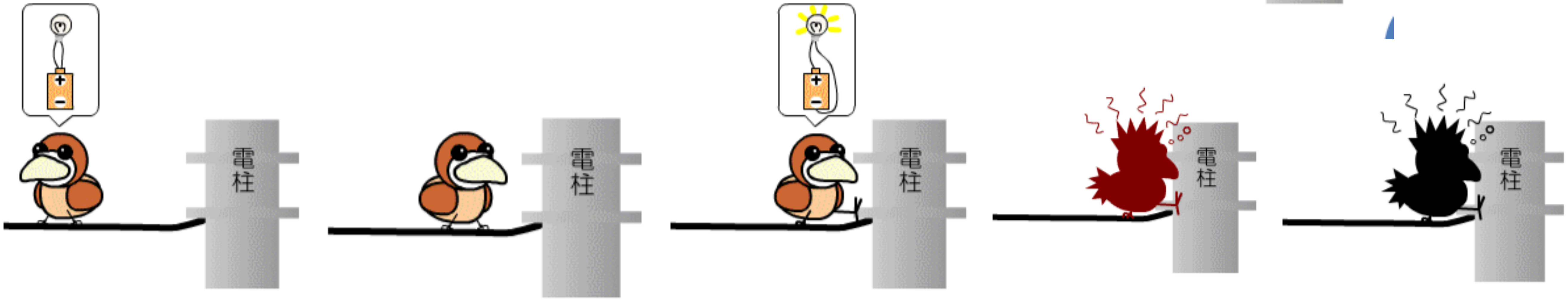
同じ電線を掴んでいるから大丈夫

電気が通っている電線に接触している鳥はどうして平気なんだろう?電線に鳥がとまっても感電しないのは,「豆電球と乾電池」と同じで,電気はどこか逃げ口がないと流れてくれない性質を持っているからなんだ。

人間は「空を飛べない=地面やどこかに触れている」ので感電してしまうんだ。鳥は電線にとまっていても他とは何も接触していないから,鳥の体には電気が流れないんだ。

鳥でも,右足に電線,左足に電柱などという,違う所と接触しているとすれば,豆電球がつくのと同じように電気が流れてしまう。電柱や鉄塔に鳥が巣をかけていることもあるけれど,巣がショートしていることがあるんだって。あぶないね。





【身近な技術】

東日本は50Hz，西日本は60Hz

教科書 p198

Topic　東日本は 50 Hz，西日本は 60 Hz

日本は静岡県の富士川と新潟県の糸魚川あたりを境にして，東側は 50 Hz（1 秒間に 50 回振動する），西側は 60 Hz の電気が発電所から送られている（図 6.29）．明治時代，関東にはドイツから 50 Hz の発電機が輸入され，関西にはアメリカから 60 Hz の発電機が輸入されたのが発端である．電気器具の中には，周波数が変わると正常に作動しなくなるものがあるので，引越の際には注意する必要がある．

周波数が違う場所にいくと，…

そのまま使えるもの

電気こたつ，電気ポット，電気毛布，電気コンロ，電気ストーブ，トースター，アイロン，テレビ，ラジオ，パソコン

そのまま使えるが能力が変わるもの

扇風機，ヘアドライヤー，換気扇，掃除機，温風暖房機，ジューサー・ミキサー

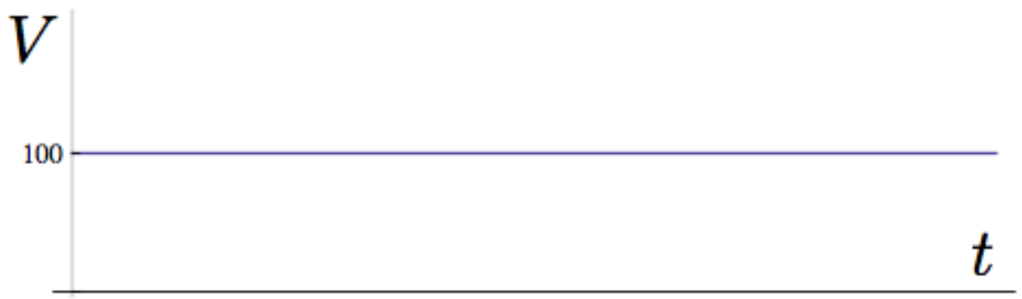
そのままでは使えないもの

洗濯機，タイマー，電気時計，電子レンジ，衣類乾燥機，蛍光灯（インバータ式以外），ステレオ

直流　と　交流

図 13:　直流電源
(DC; direct current)

図 14:　交流電源
(AC; alternating current)



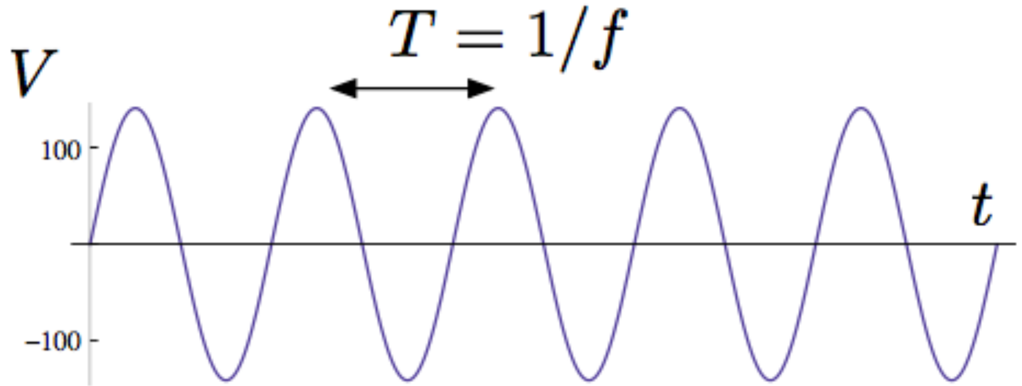
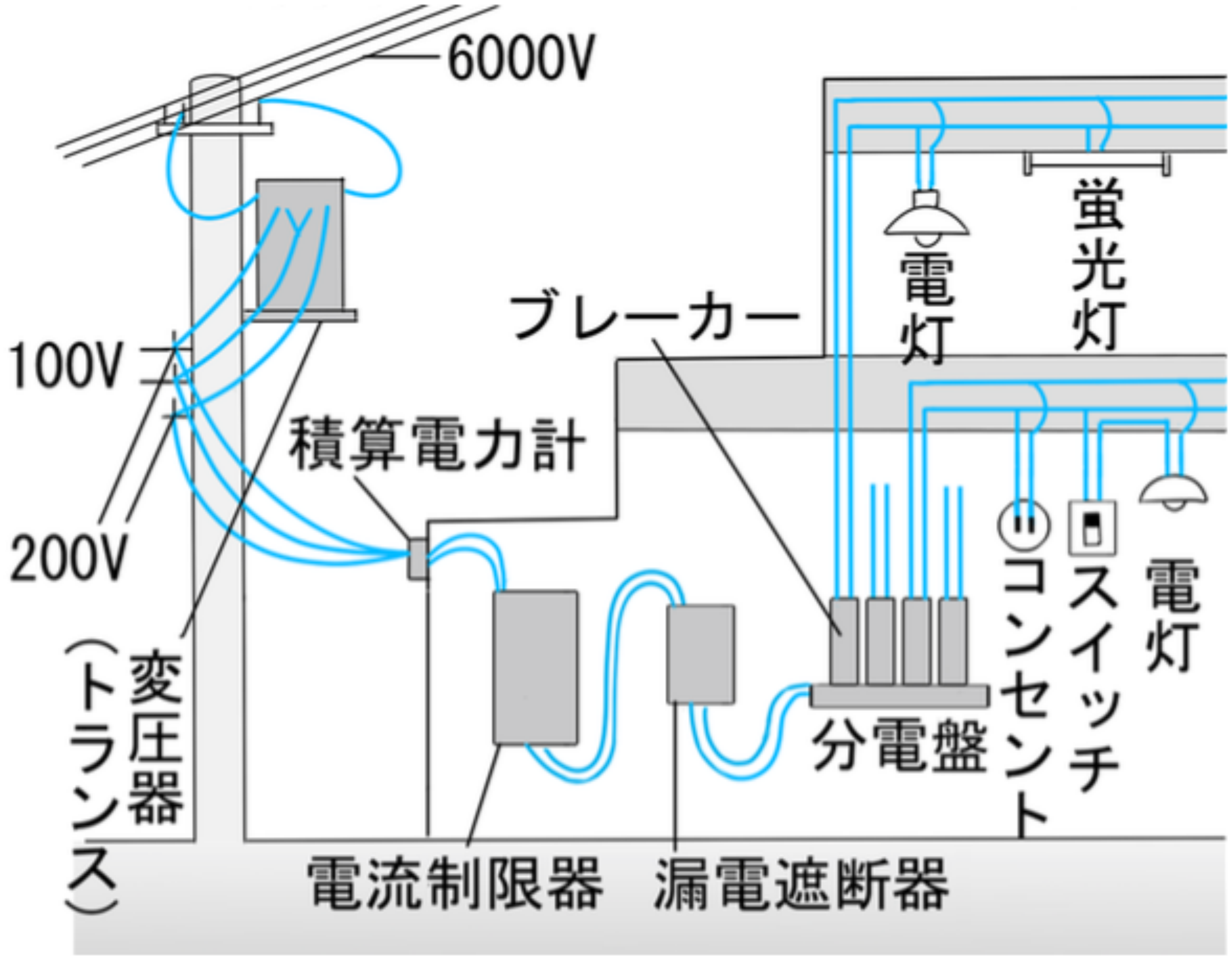


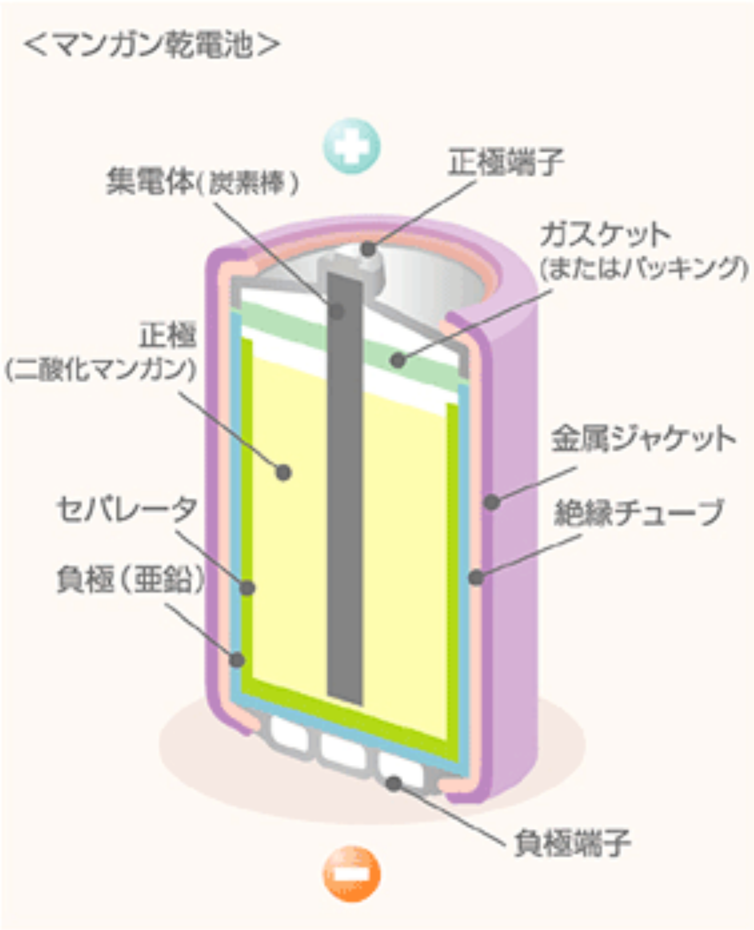
図 15:　〔左〕直流電源からの起電力 $V(t)$ は常に一定．〔右〕交流電源からの起電力 $V(t) = V_0 \sin(2\pi f t)$．$\overline{V} = 100$ V の起電力は，最大 $V_0 = 100\sqrt{2} = 141$ V になる．$f = 60$ Hz は，1 秒間に 60 回振動することを表す．

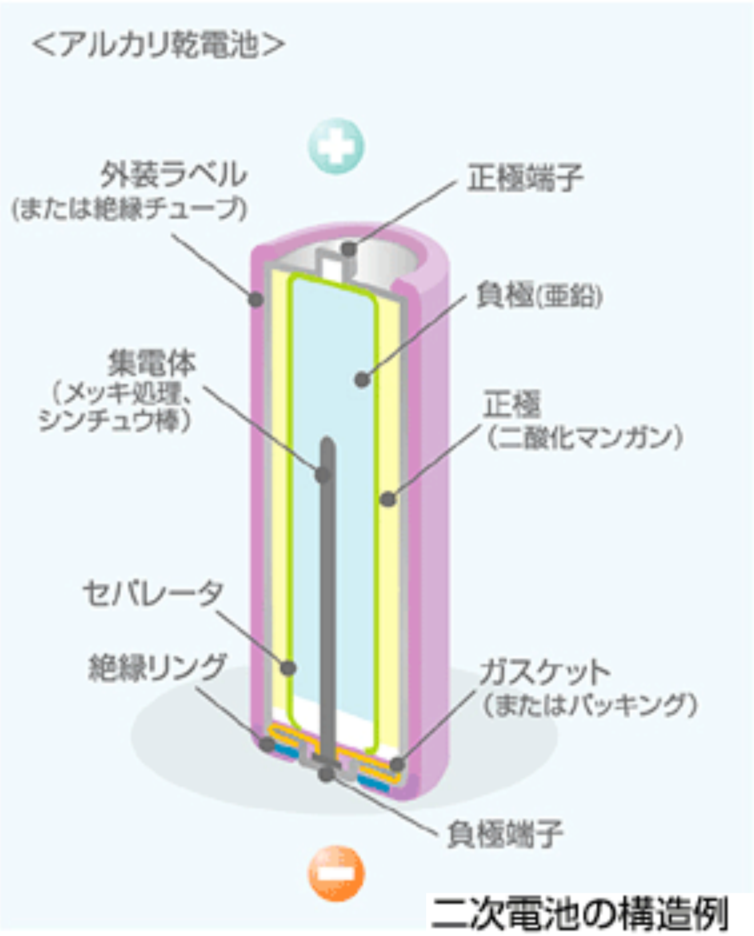
交流だと，変圧が簡単：ロスを少なく送電できる



電池のしくみ

一次電池の構造例





一次電池

マンガン電池

アルカリ電池

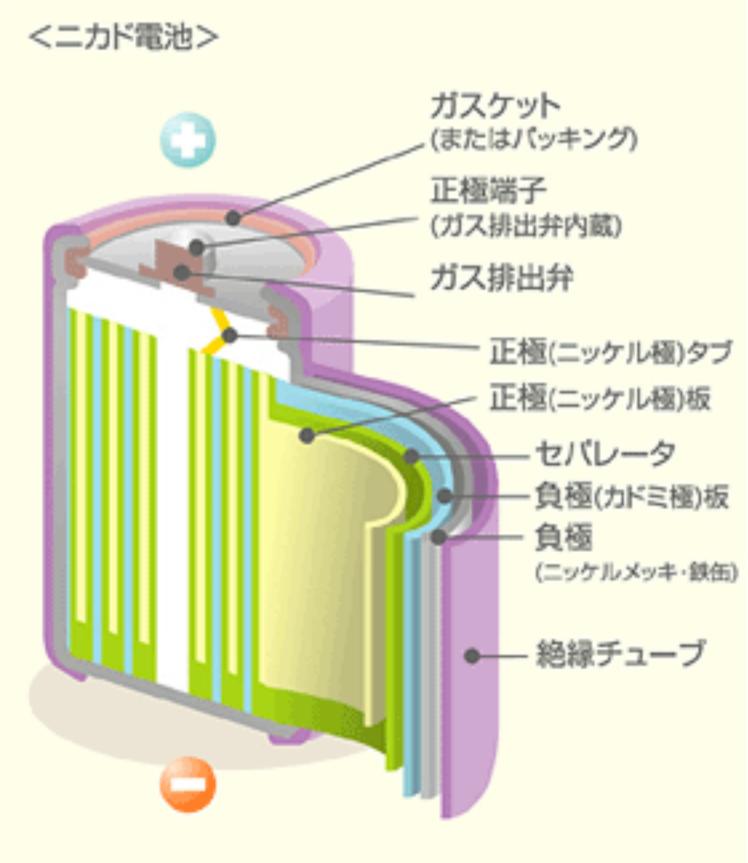
オキシライド電池

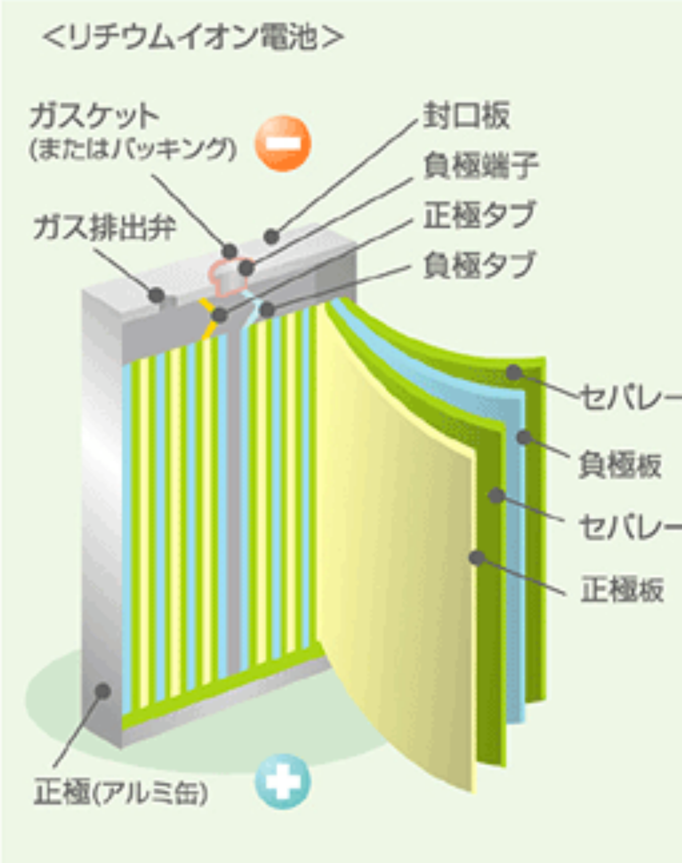
二次電池の構造例

二次電池

ニッケル・カドミウム電池

リチウム・イオン電池





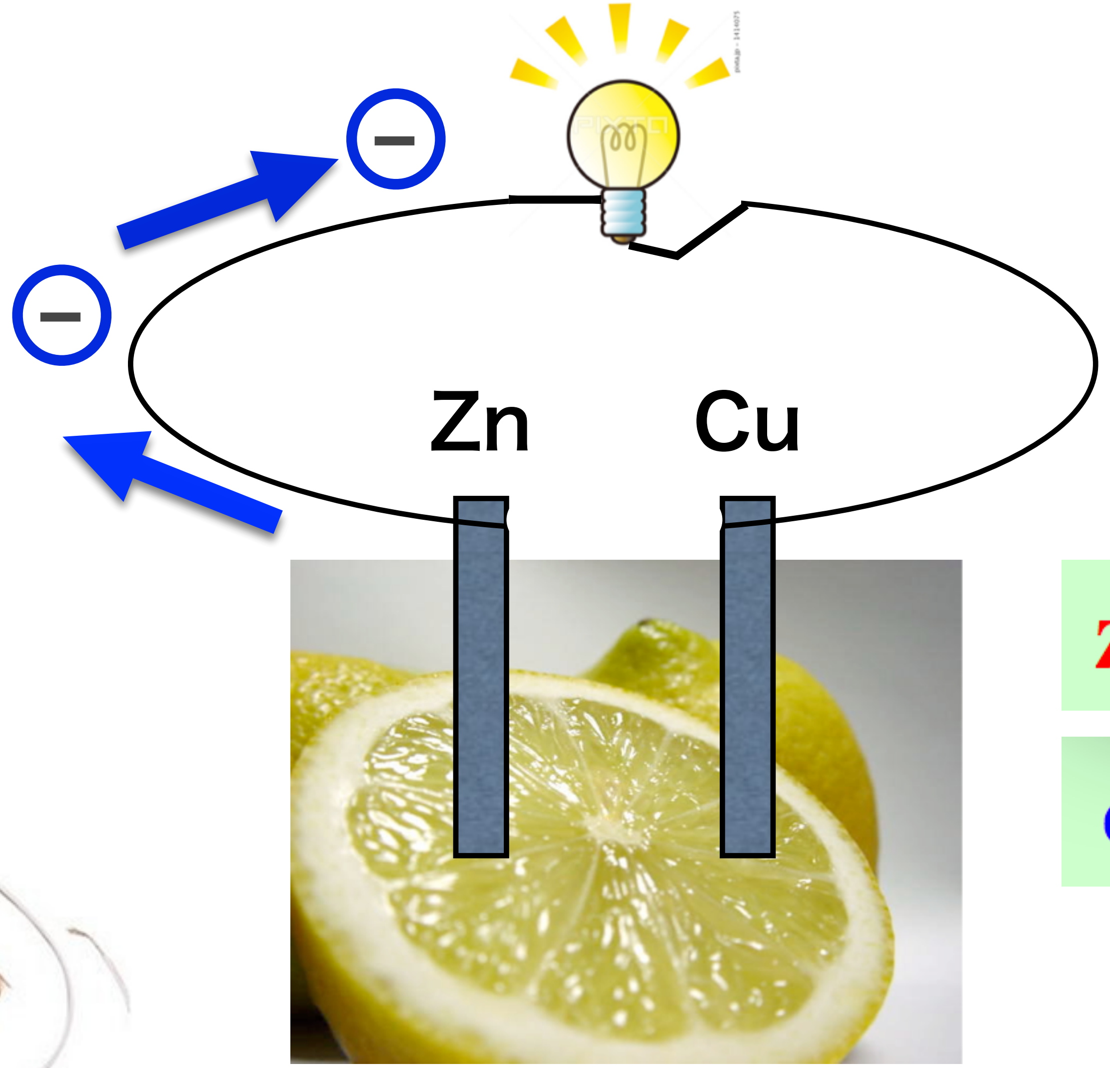
http://www.tdk.co.jp/techmag/knowledge/200510/

電池　原理はイオン化傾向

イオン化傾向　大　←←←　　　　→→→　小

K　Ca　Na　Mg　Al　Zn　Fe　Ni　Sn　Pb　H　Cu　Hg　Ag　Pt　Au

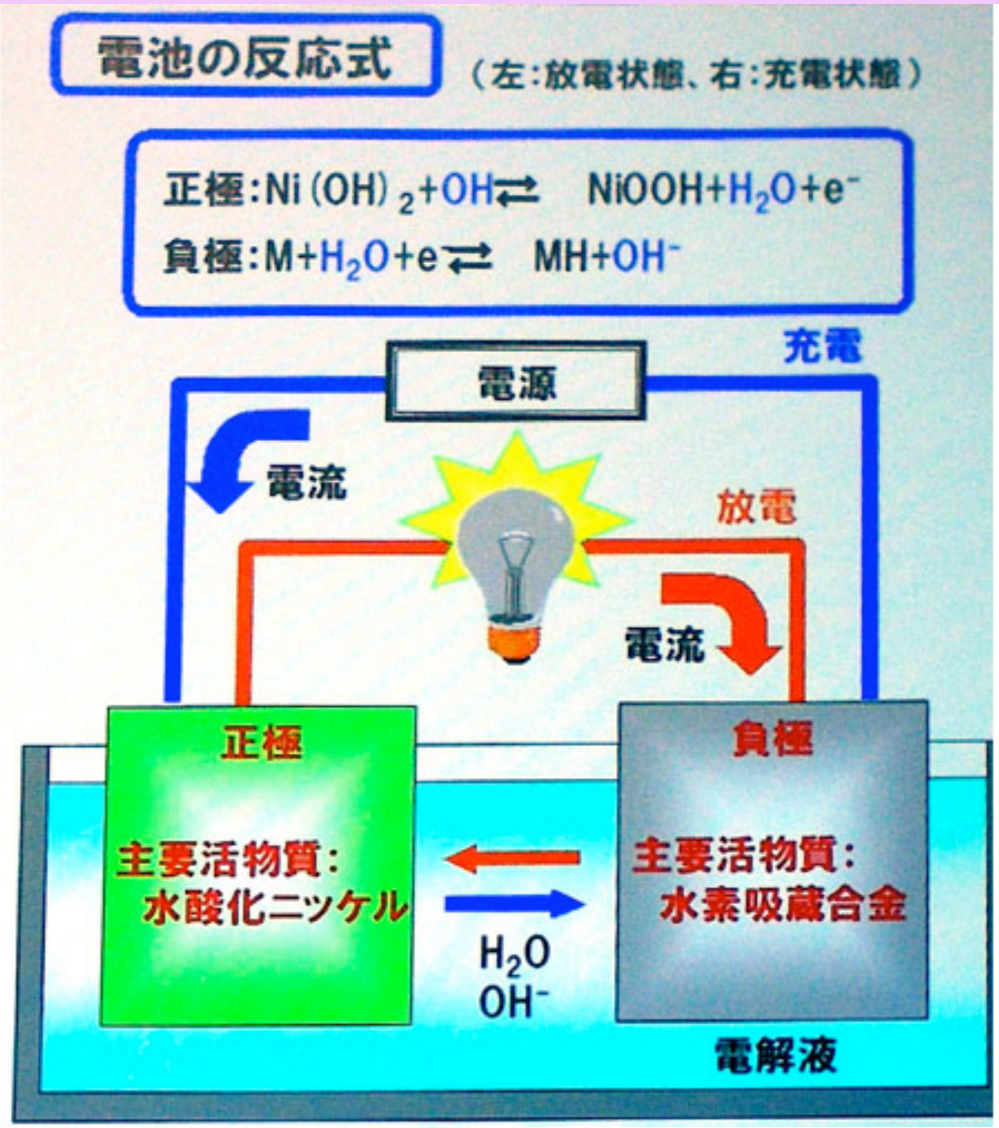
（覚え方）貸そうかな、まああてにするな、ひどすぎる借金



$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

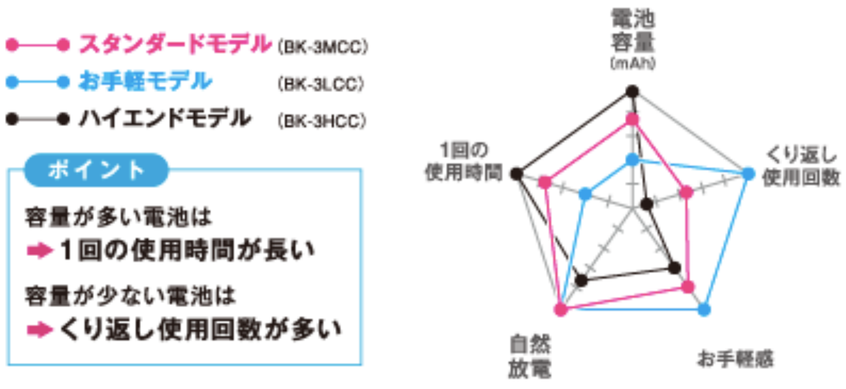
電池　充電ができるしくみ



放電時とは逆の電気を流すことで、内部が放電とは逆の化学反応を起こし、放電前の状態に戻せる。

http://panasonic.jp/battery/charge/eneloop/

性能チャート比較



ラインアップ性能比較

		スタンダードモデル	お手軽モデル	ハイエンドモデル
		eneloop	eneloop lite	eneloop pro
電池容量	単3形	min. 1,900 mAh	min. 950 mAh	min. 2,450 mAh
	単4形	min. 750 mAh	min. 550 mAh	min. 900 mAh
くり返し使用回数※5	単3形・単4形	約 2,100 回	約 5,000 回	約 500 回

※5 JIS C8708 2007（7.4.1.1）の試験条件に基づく電池寿命の目安。但し、機器及び使用条件により、実際のくり返し使用回数は異なることがあります。

http://kaden.watch.impress.co.jp/cda/word/2008/12/12/3283.html

電池　充電池とのつきあい方

携帯電話，PCなどの**リチウム電池**とは，次のようにつきあおう．

【その１】電池残量を20%〜80%で保て

完全放電・完全充電状態であると劣化が激しい．iPhoneは，充電器をさすと，80%まではで高速充電され，それ以降フル充電まではゆっくり充電されるように設定されている．完全放電状態から80%までが約1時間．

【その2】冷暗所で保管せよ

リチウムイオン電池は熱に弱い．車のダッシュボードなどは厳禁．
逆にあまり寒いのもだめ．バッテリー消費量に悪影響．

【その3】月一回は電池をリセットせよ

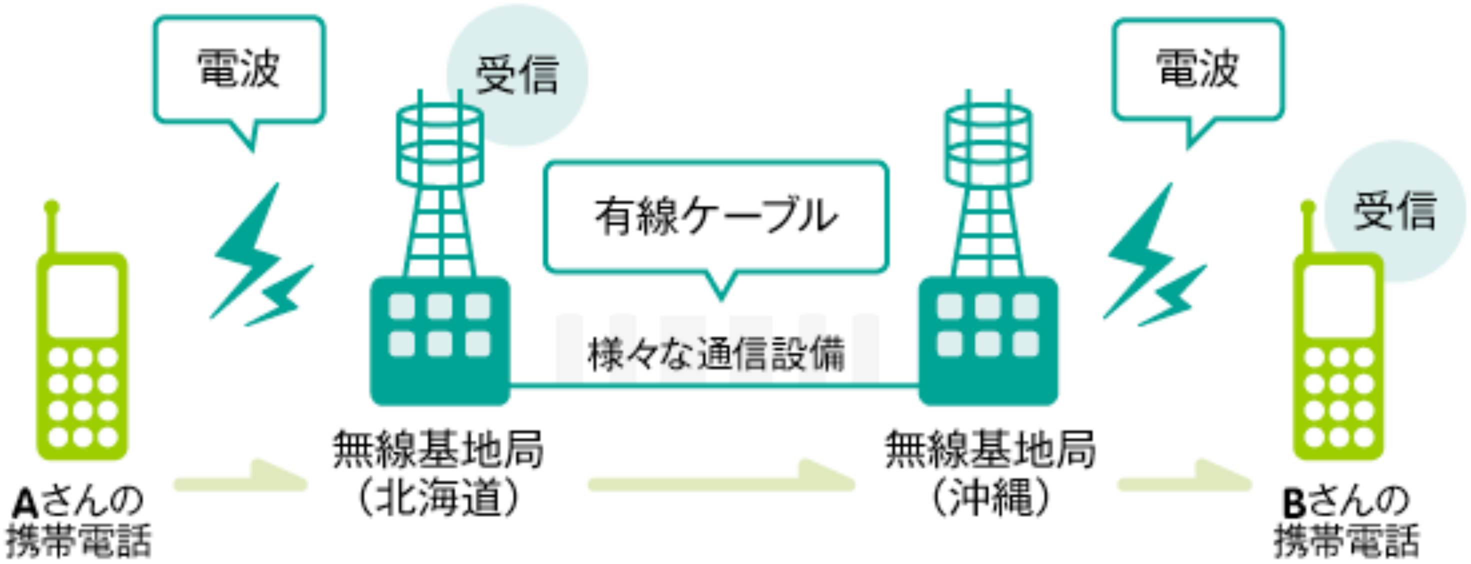
月に一度程度は，完全放電したあと，フル充電．電池内の電子を時々動かすとよい．

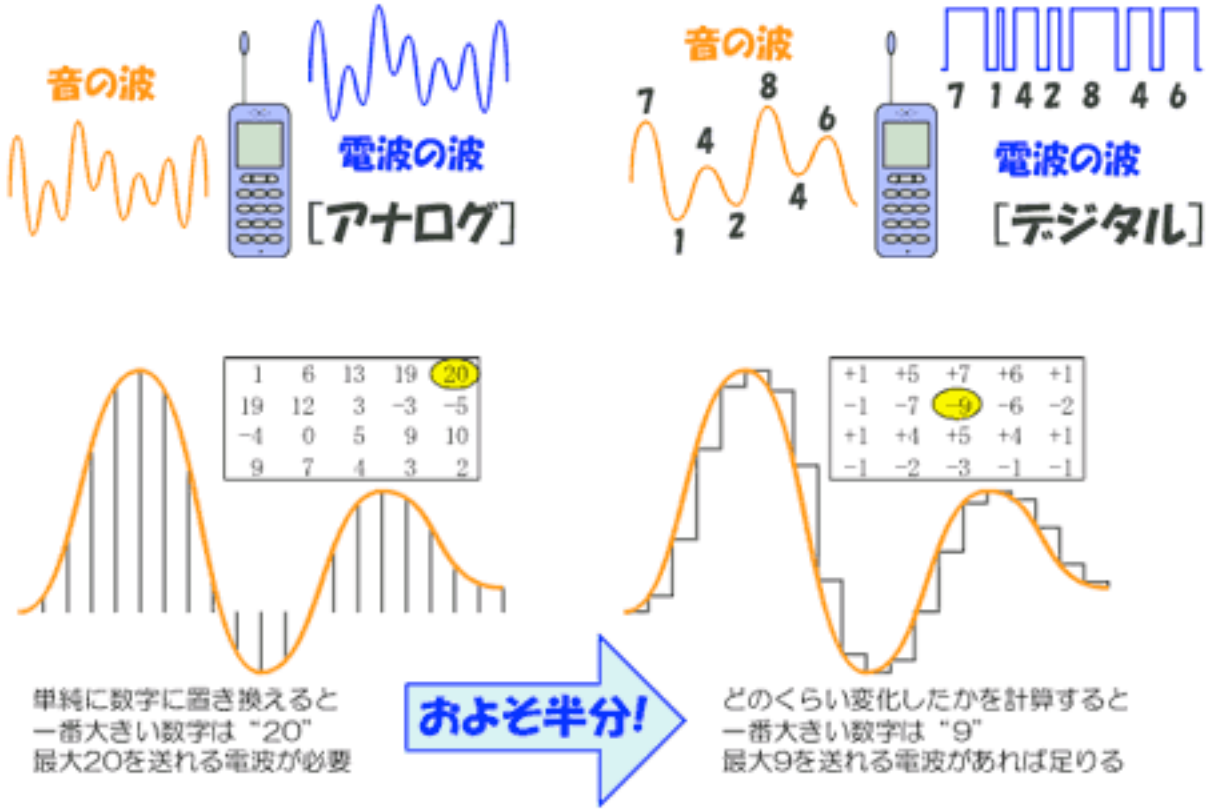
【その4】電池消耗を防げ

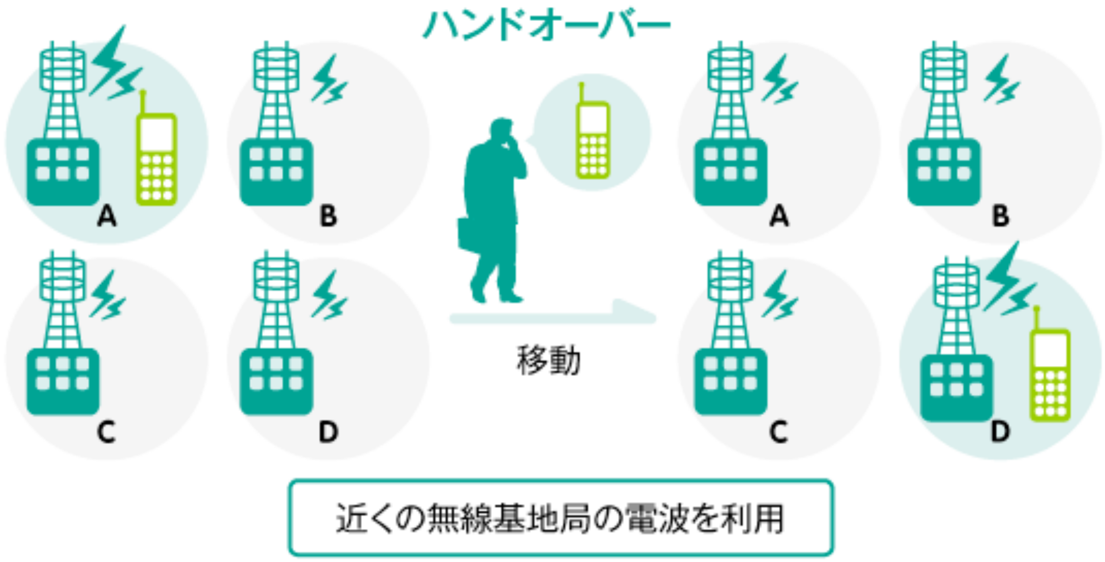
リチウムイオンの充電回数は400回．
400回を超えると本来の80%分しかフル充電できなくなる．

http://kaden.watch.impress.co.jp/cda/word/2008/12/12/3283.html

携帯電話のしくみ

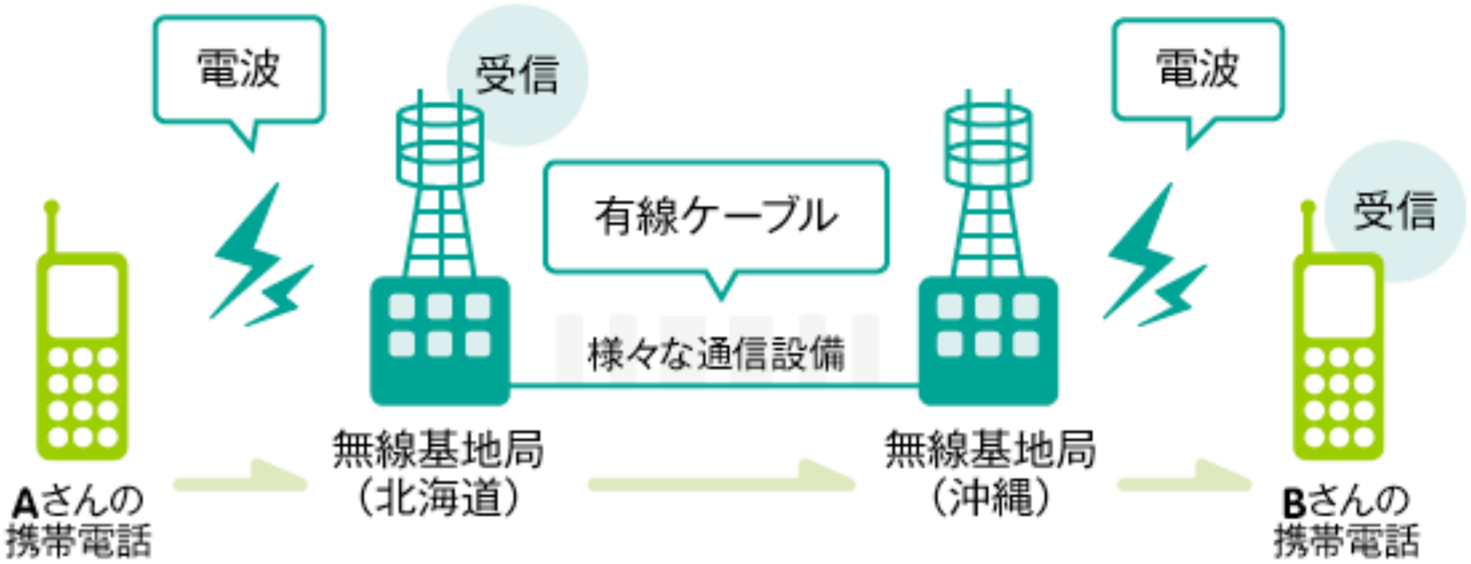


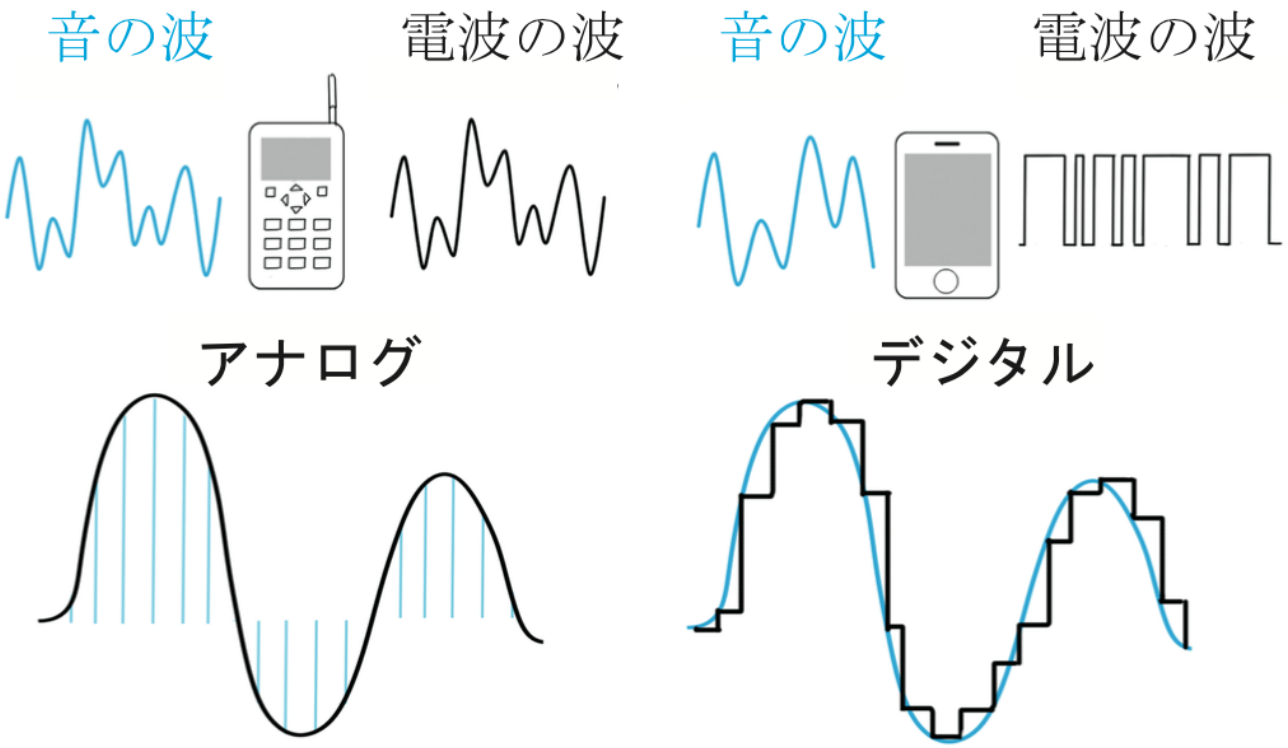


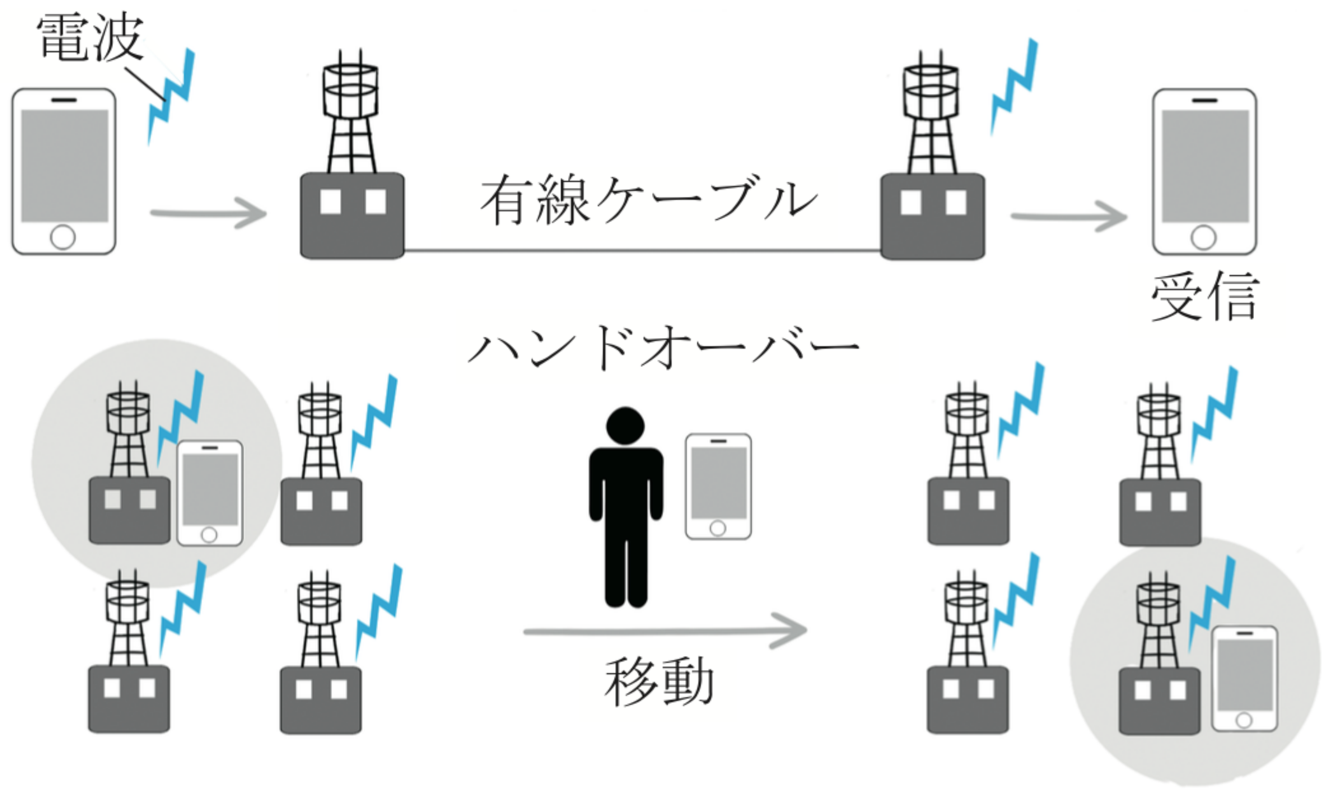


http://www.ntt-east.co.jp/business/magazine/nw_system/index.html
http://www.ieice.or.jp/jpn/kodomo/keitai/system/index.html

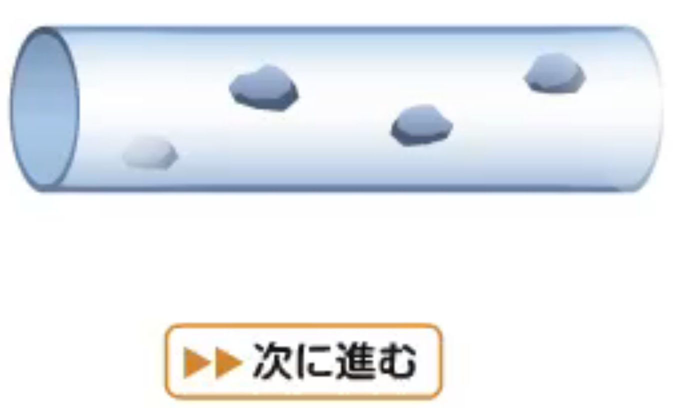
携帯電話のしくみ

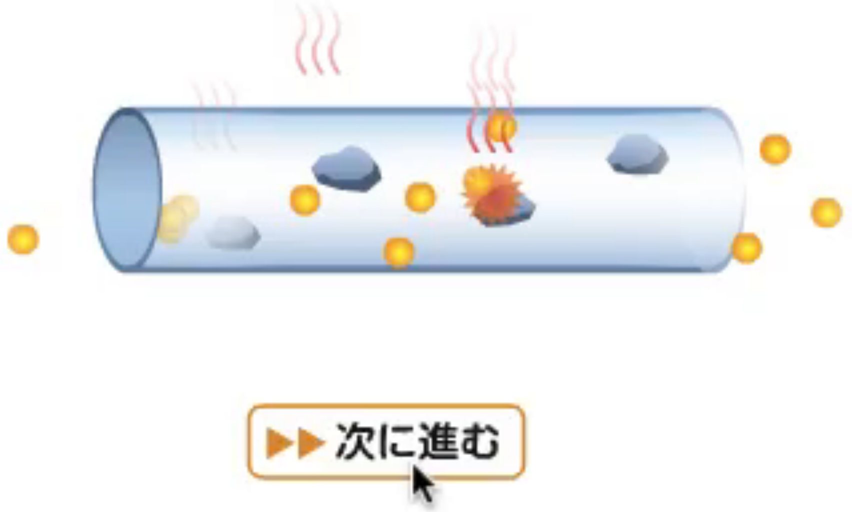

電波
受信
有線ケーブル
電波
受信
様々な通信設備
Aさんの
携帯電話
無線基地局
（北海道）
無線基地局
（沖縄）
Bさんの
携帯電話

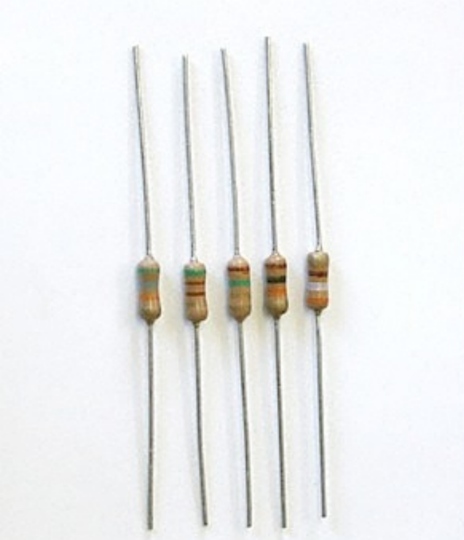

音の波
電波の波
音の波
電波の波
アナログ
デジタル


電波
有線ケーブル
受信
ハンドオーバー
移動

抵抗







固定抵抗器

知っておこう！

抵抗器の記号と単位

記号：**R**　単位：**Ω（オーム）**

1MΩ=1,000kΩ=1,000,000Ω
1kΩ=1,000Ω

電子工作では、抵抗値の小さなものから大きなものまで、幅広く抵抗値を使うので、Ω（オーム）の1,000倍にあたるkΩ（キロオーム）や1,000,000倍にあたるMΩ（メガオーム）もよく出てきます。

抵抗器の抵抗値は、文字の代わりに色の帯で表示しています。

黒	0	青	6
茶	1	紫	7
赤	2	灰	8
橙	3	白	9
黄	4	金	5%
緑	5	銀	10%

- 第1･第2色帯･･数値
- 第3色帯･････10を掛け算する回数
- 第4色帯･････誤差
- 単位はΩ

※色帯が5本の場合は、第3色帯までが数値で、第4色帯が10を掛け算する回数、第5色帯が誤差になります。

たとえば「茶緑赤金」であれば…

15に10を**2**回掛ける　=1,500Ω=**1.5kΩ**

誤差は**5**%となります。

http://www.murata.co.jp/elekids/ele/compo/resistor/

抵抗

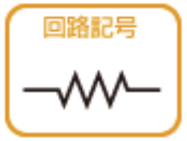
固定抵抗器

炭素皮膜抵抗器

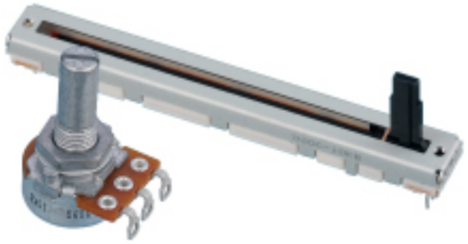
セラミックスの円筒の表面に焼き付けられた炭素の皮膜が抵抗体となり、らせん状の切り込みで抵抗値が調整されています。

●安価

▶一般電子工作
(電池で動作するような回路)



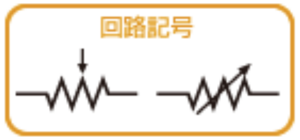
可変抵抗器



抵抗値を変えることができる抵抗器。つまみを動かすことで抵抗体の長さが変わるしくみです。

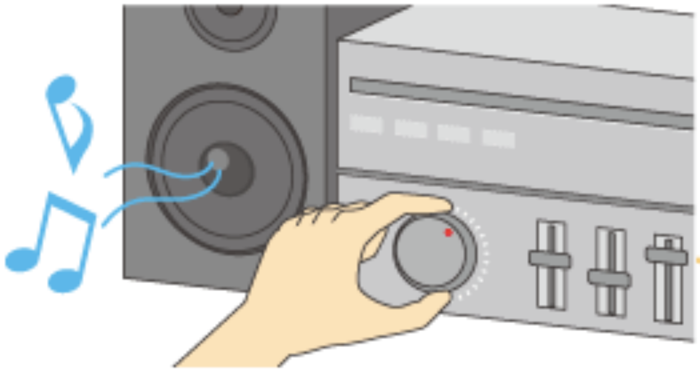
●抵抗値を自由に変えられる

▶音量調整回路

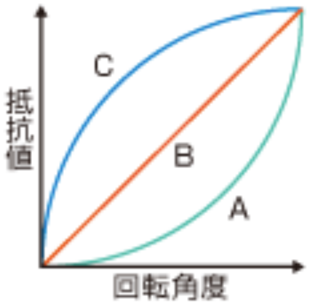


■これって抵抗器？

普段、電子部品を目にしたり、触ったりすることは少ない気がしますが、
オーディオ装置の音量調整つまみには可変抵抗器が使われています。



可変抵抗器における抵抗値の変化のカーブには、いくつかの種類があります。人間の耳 は小さな音の変化に敏感なので、音量調整 回路にはAカーブの抵抗器が使われます。



http://www.murata.co.jp/elekids/ele/compo/resistor/

コラム 39　電球の明るさの単位はワットからルーメンに

長らく，電球の明るさを示す単位は，白熱電球の消費電力（ワット [W]）が使われていた．だが，これはおかしな話で，熱放出が少ない蛍光灯や LED は，同じ明るさでも消費電力は小さい．そこで，最近では光束（光の放射量）を示すルーメン [lm] の単位を使うことが主流になってきた．

- 光源の強さ（**光度**）を表す単位はカンデラ [cd] である．カンデラはラテン語で獣脂蝋燭を表す言葉で，英語の蝋燭 (candle) と同じ語源である．単位面積あたり（$1\,\mathrm{m}^2$ あたり）の光度（**輝度**）の単位はカンデラ毎平方メートル [$\mathrm{cd/m^2}$] である．
- 光は四方八方に広がる．光の放射量（**光束**）の単位をルーメン [lm] とする（$1\,\mathrm{cd} = 4\pi\,\mathrm{lm}$ とする）．ルーメンは昼光を意味するラテン語である．単位面積あたり（$1\,\mathrm{m}^2$ あたり）の光束（**照度**）の単位はルクス [lx] である．ルクスもラテン語で光を表す．照度は光源からの距離の 2 乗に反比例して小さくなる．2 m 離れると，1 m 離れたところの 1/4 倍の照度になる（図 1.10）．

いずれの単位も人名由来ではないので，小文字で書くのが普通である．

これまで使われていたワットとルーメンの換算は，緑色（波長 555 nm）の色を基準として 1 W = 683 lm にする．ほかの色の場合はこの値より小さな係数を乗じることになる．家庭用の電球だと，30 W は 325 lm，50 W は 600 lm，60 W は 800 lm 程度に相当する．

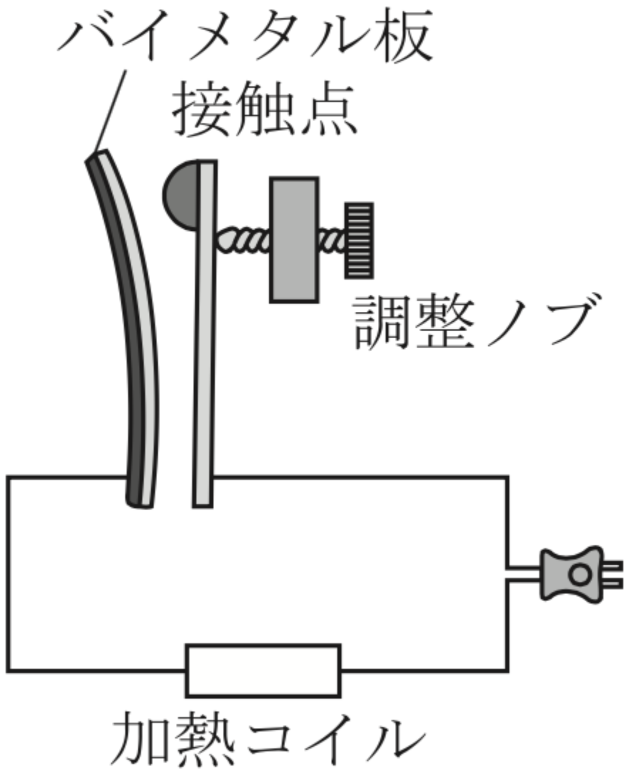
表 6.5　ワットとルーメンの対応

出力	青 (473 nm)	緑 (532 nm)	赤 (635 nm)
100 W	13600 lm	54600 lm	13600 lm
50 W	6800 lm	27300 lm	6800 lm
10 W	1360 lm	5460 lm	1360 lm
5 W	680 lm	2730 lm	680 lm
1 W	136 lm	546 lm	136 lm

【身近な技術】

温度センサーを含んだスイッチ

Toasters, electric heaters, and coffeemakers are among the appliances that contain thermostats. How do their thermostats work?



ヒューズ（ブレーカー）

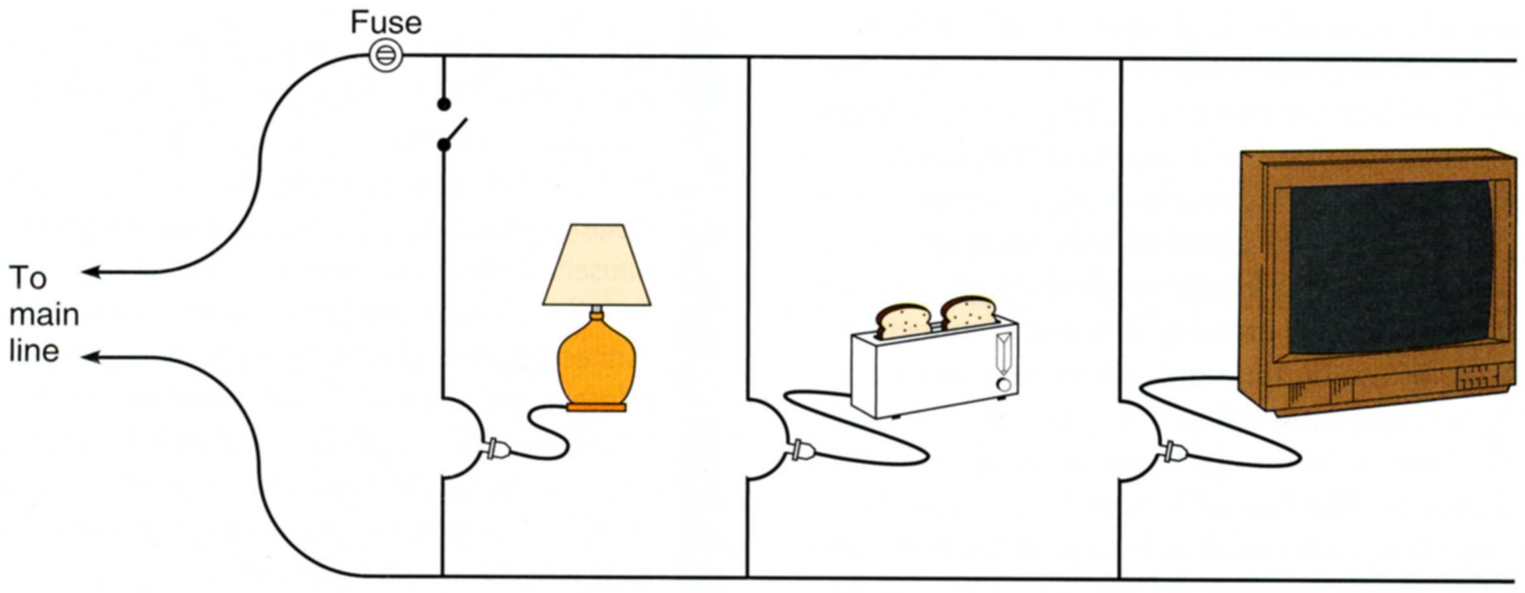
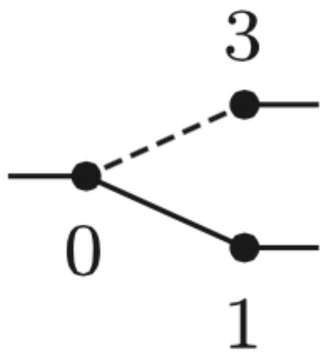


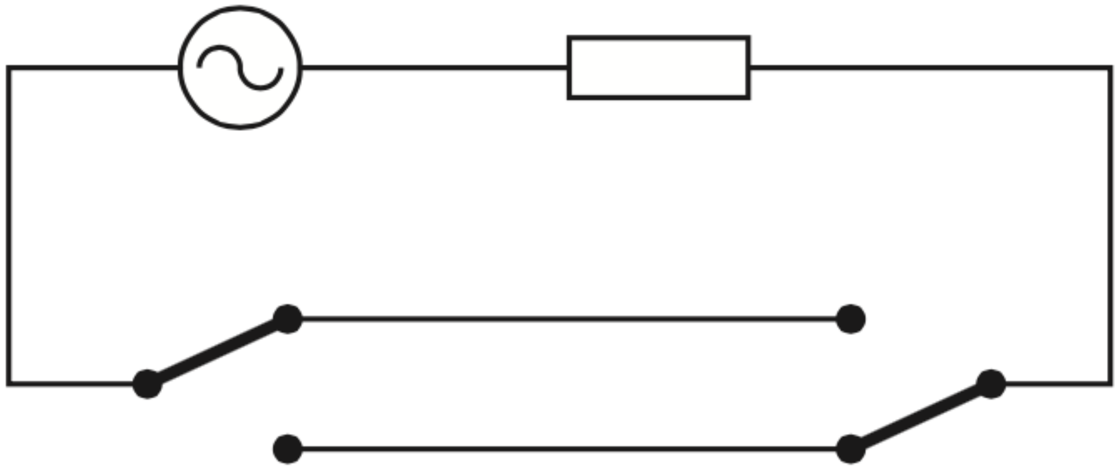
figure 13.19 A typical household circuit may have several appliances connected in parallel with one another. A fuse or circuit breaker is in series with one leg of the circuit.

【身近な技術】

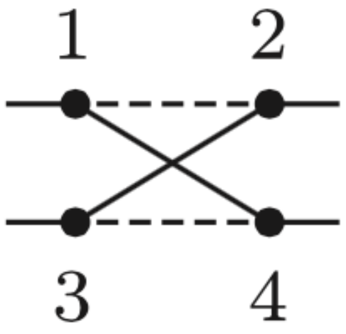
階段の電気のスイッチ（1階と2階で両方切り替え）

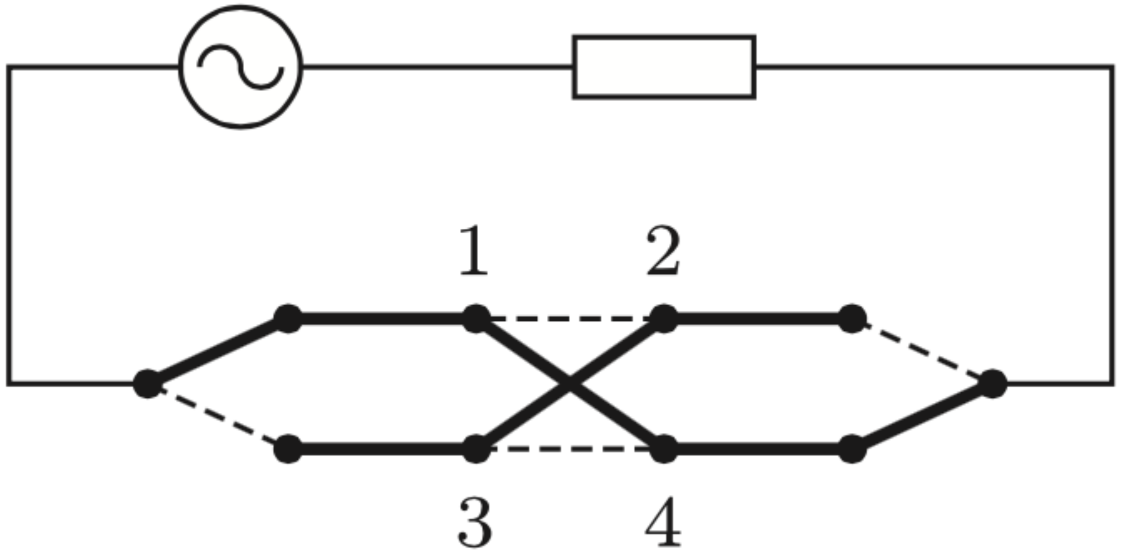
教科書 p205



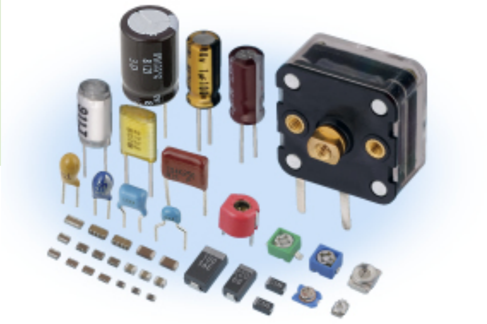


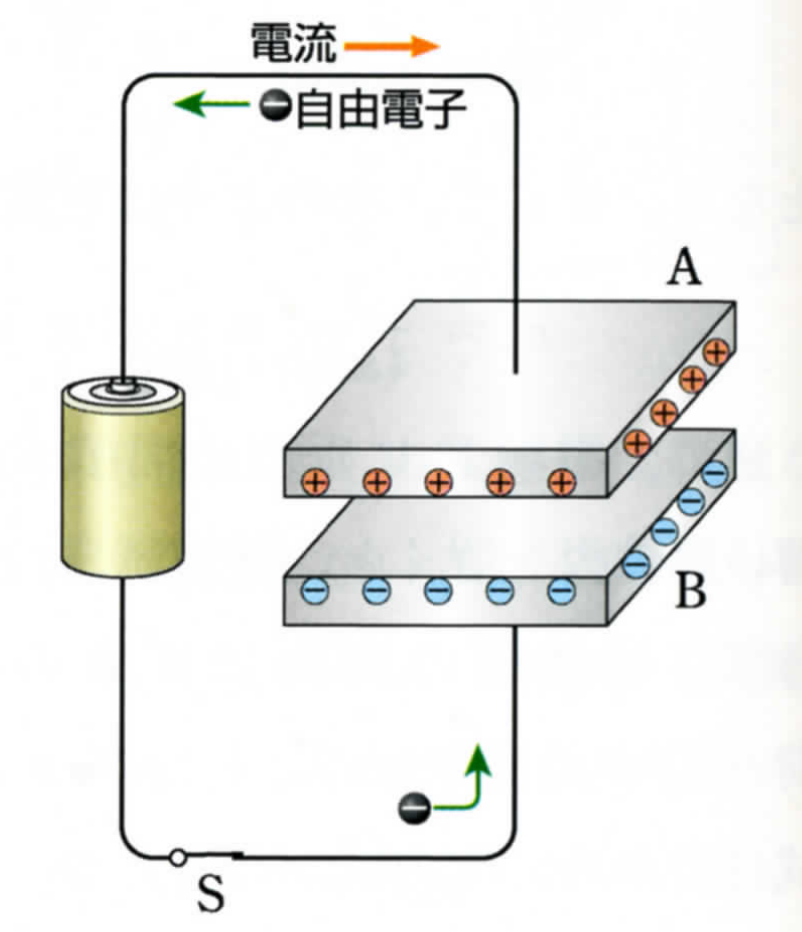
階段の電気のスイッチ（1階と2階と3階で両方切り替え）

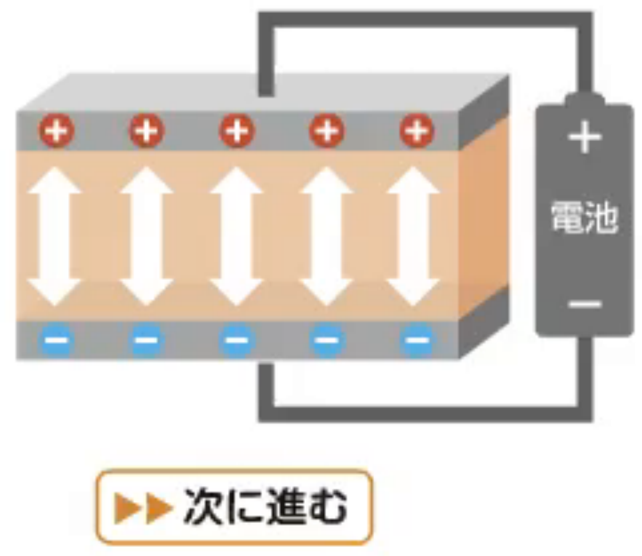


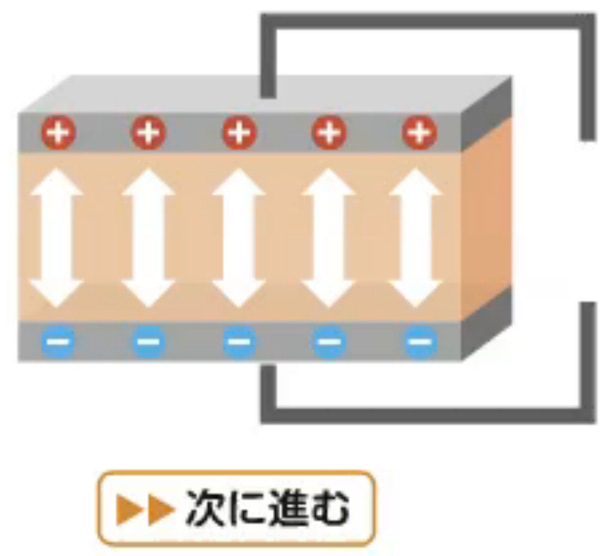


コンデンサ



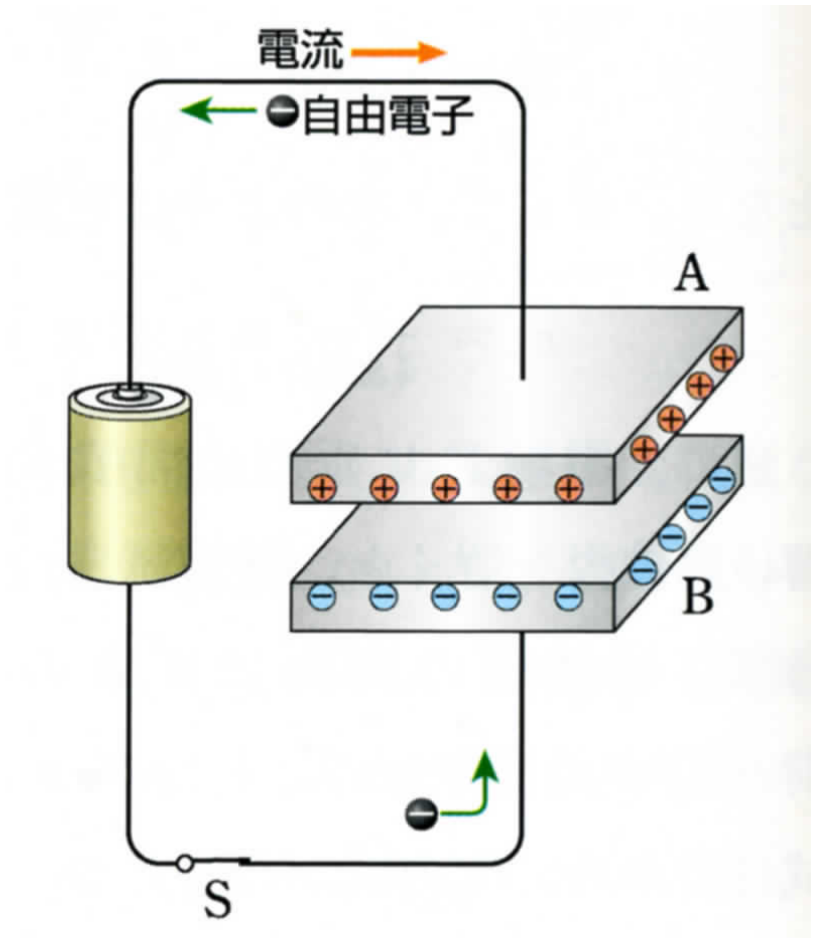






Start on Click, automatic 3 movies http://www.murata.co.jp/elekids/ele/compo/capacitor/

コンデンサ



セラミックコンデンサ

誘電率の高いセラミックスを使っています。小型で熱に強く、高周波の回路でも使えます。

●周波数特性が良い

▶無線回路、デジタル回路

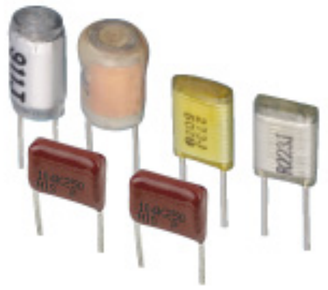
電解コンデンサ

アルミニウムなどの金属と電解質を使っています。極性がありますが、大きな容量が得られます。

●容量が大きい

▶電源回路

フィルムコンデンサ



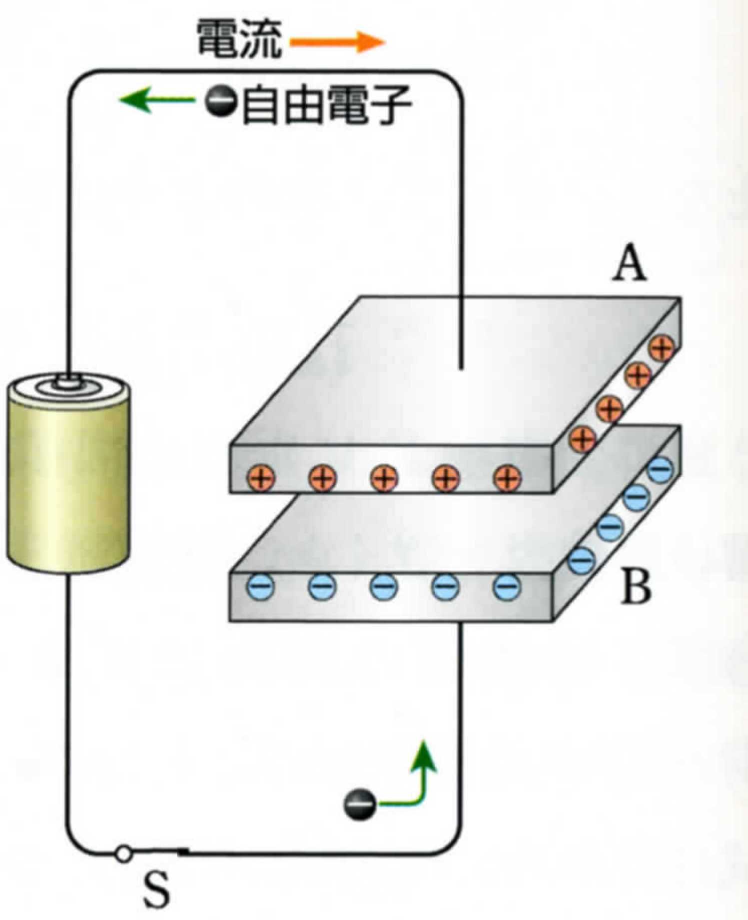
誘電体にプラスチックフィルムを使っています。温度による容量の変化が小さく、高精度です。

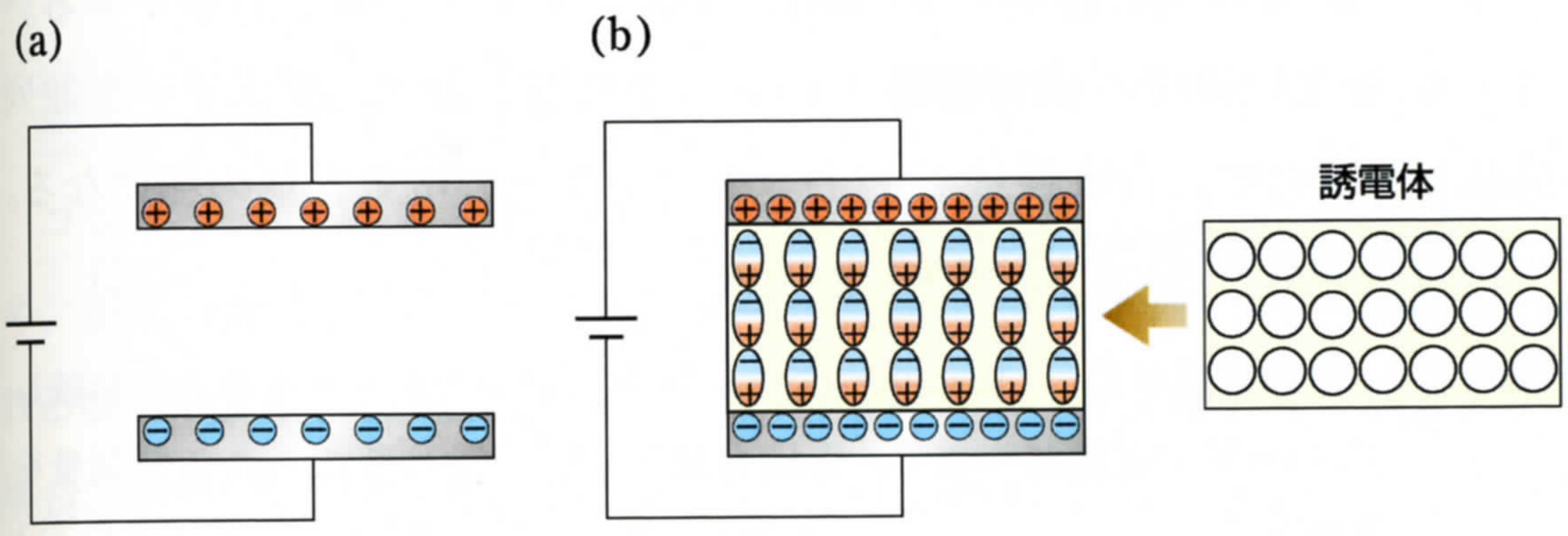
●温度特性が良い

▶オーディオ回路

http://www.murata.co.jp/elekids/ele/compo/capacitor/

コンデンサ





(a) 誘電体を挿入していない場合　　(b) 誘電体を挿入した場合

電池につないだコンデンサーの極板間に誘電体を挿入すると，誘電体は誘電分極を起こし，正極板に接した面に負の電荷が，負極板に接した面に正の電荷が現れる。これによってうち消された極板の電荷は電池から供給され，極板間の電位差を一定に保つ。結果として，極板の電荷は増え，電気容量が増すことになる。

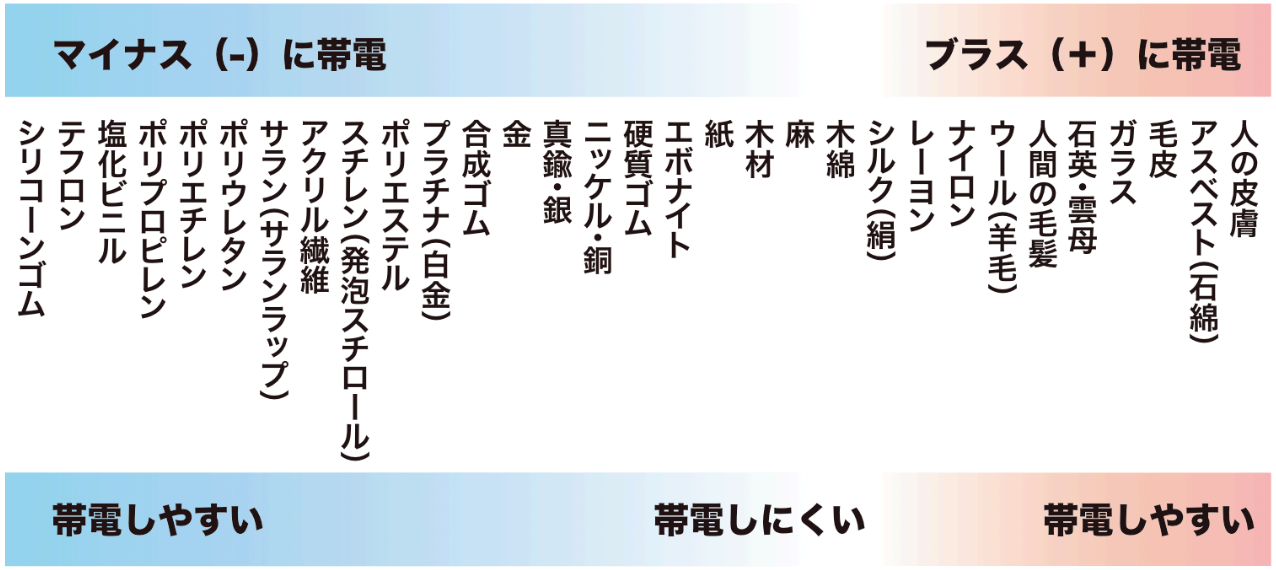
本日のミニッツペーパー記入項目

〔12-1〕次のうち，最も静電気を起こしやすい衣服の組み合わせはどれか

(a)　ウールのニットと
　　ポリエステルのフリース

(b)　ウールのニットと
　　シルクのシャツ

(c)　ナイロンのストッキングと
　　ポリエステルのフリース



〔12-2〕家庭内のコンセントで，洗濯機をつなぐコンセントには，アースがついている（ことが多い）．その理由は何か．

〔12-3〕携帯電話をアルミホイルで包むと，電話を受信しない．その理由は何か．

〔12-4〕通信欄．（講義で取り上げて欲しい疑問・要望・連絡事項など、何かあれば）

生活の中の物理学第12回

Google Formから回答

https://forms.gle/1M2asNiUmtmzS61z7

手書きのものを写真にして添付するのでもよい．

出席票を兼ねます．提出期限 12月13日(火) 23:59

ふたご座流星群　12月14日極大

12月14日、ふたご座流星群の活動が極大となる。極大時刻は22時ごろと予測されており、14日の宵から15日の明け方にかけてが一番の見ごろとなるが，前後数日は見える.

14日は22時ごろに下弦前の月が昇ってきて夜空を照らすため、条件はあまり良くない。見晴らしが良いところでも1時間あたり15～20個程度とされる。

ふたご座流星群は、1月のしぶんぎ座流星群、8月のペルセウス座流星群と並ぶ三大流星群の一つ。母天体は小惑星ファエトンとみられている。