

思いを伝えるために

# 電波の利用

監修/結城千代子（埼玉大学・上智大学・昭和大学兼任講師）



総務省

## はじめに

わたしたち人間は、昔から大切なことを他の人にも伝えて生きてきました。楽しいこと、役に立つこと、困ったこと、危険なことなどの、生きていく上で大切なことを、他の人に会って話をして、のろしを上げて、書いて送って、様々な手段を使って伝えてきました。



なかでも絵や文字を使って書き表した物事は、時間がたっても簡単に消えず、遠くの人やたくさんの人の元にも届けることができます。

「手紙」は多くの国で長い間活躍している「伝える方法」です。

ところが、私たちの生活が現在のように変わってくるにつれて、より遠くの人に、より速く、よりたくさんの物事を伝えられないかと、皆が考えるようになってきました。

そのために、ペンを使って紙に書くのではなく、言葉や絵や文字を全く違ったやり方で伝える方法が考え出されたのです。それが電波を使った通信です。

これから、その方法について読んだり調べたりして、電波を使ってよりよく思いを伝えられるように、皆さんと一緒に考えていきましょう。



## 目次

## 1章 電波は身近に満ちている・古くからのつきあい

日常の身近なところで電波は使われている	2
空間に広がる目に見えない波	3
電磁波の中の電波	4
言葉を伝えるために電波を使おうとした人々	5
電波を使ってこんなふうに情報が伝わる	6

## 2章 遠くに届く利便さ・必ず届く安心感

電波にはどんな種類があるか	7
電波はどこまで遠くに伝わるか	8
電波はどのくらい速く伝わるか	9
電波ははね返る、回りこむ	10

## 3章 どこでも電波のやりとり・いつでも伝わる思い

携帯電話とはどんな機械か	11
どうやって電波が相手のところに伝わるか	12
携帯電話が使う電波とは	13
どうやって安全性を決めているか	14
どうやって使うべきか	15

# 1章 電波は身近に満ちている・古くからのつきあい

## 電波は身近に満ちている

? 携帯電話はどうして話ができるのかな？カードで電車やバスに乗り降りできるのはなぜだろう。

### ① 日常の身近なところで電波は使われている

私たちのまわりは、目には見えないのですが電波がいっぱいです。

携帯電話で会話ができるのは、空中を電波が飛んで話を伝えているからです。

家で使っているコードレス電話も電波を使っていますし、パソコンを接続している無線LANも電波を使っています。

みなさんはICカードを機械にかざして、電車やバスに乗りますね。ここでは、ICカードと機械の間を電波が飛んで、乗ったところや日にち、料金などの情報をやりとりしています。

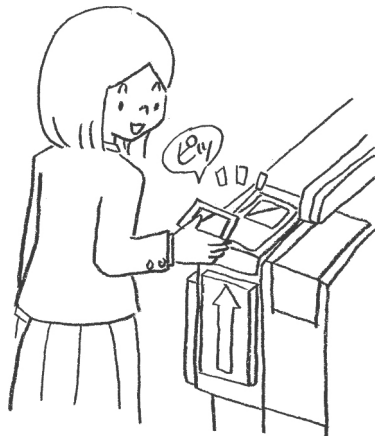
テレビやラジオの放送、様々な通信、カーナビの道案内や渋滞情報、船や飛行機の位置確認、電磁調理器や電子レンジまで、電波のはたらきは、かぞえきれないほどあります。

それでは、電波とは何なのでしょう。どうして、このようなはたらきができるのでしょうか。

また、私たちは、どのようにして、目には見えない電波のはたらきを発見し、使い方を考えてきたのでしょうか。



携帯電話を使用



ICカードを使用



無線LANを使用



ここであげた電波を利用しているものについて、一つ選び、どのように電波が活躍しているのか詳しく調べてみよう。また、これらの例以外に、どのような場面で電波は活躍しているだろうか。

## ②空間に広がる目に見えない波

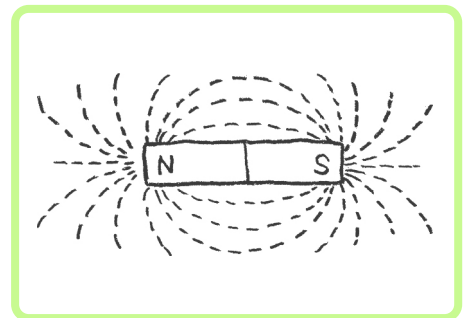
電波とは、<sup>でんじは</sup>電磁波とよばれるものの一部です。「電磁波」という言葉には、電気の「電」と磁石の「磁」という文字が入っています。「電」は「電気」、「磁」は「磁石」として、小学校でならいますね。

電気といえば、電池を使って豆電球をつけることができました。冬の日にセーターをぬぐと、静電気ではちばちと火花がとんだり、ほこりをひきよせたりしますが、これも電気的一种です。磁石は、鉄のクリップをひきつけたり、他の磁石と引きあったり反発しあったりします。

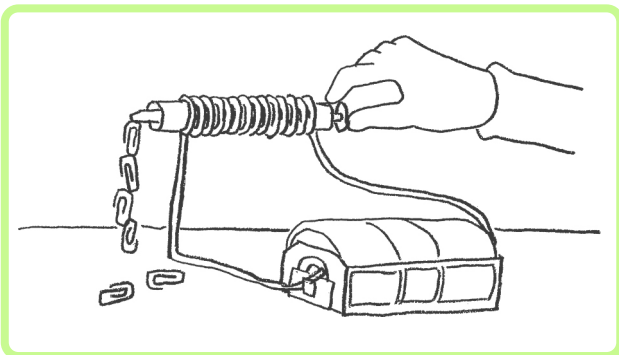
電気をおびたものや、磁石のまわりには、ほかのものに影響する空間があります。この二つは、とても深いかわりがあり、片方が変化すると、つられてもう片方も変化します。二つの関係を利用したものが、小学校で作った電磁石や、モーター、発電機です。



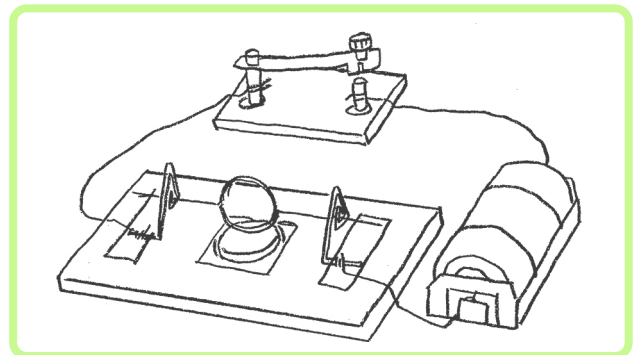
セーターを脱ぐとき、静電気のせいで、髪の毛がひきつけられる



磁石の周りの磁場のようす（鉄粉が磁石の影響を受けて磁場の形に並んでいる。）



電磁石



手作りモーター

「電磁波」には「波」という文字も含まれています。水のゆれが水面の波になるように、また、空気のふるえが音波になるように、「電磁波」は電気と磁気のつくる空間の変化が伝わっていく「波」のなかまなのです。



## おぼえているかな？

- ① 磁石のまわりに鉄粉をまくと、きれいなもようができたね。
- ① 電磁石やモーターを作ったね。
- ② コイルに磁石を出し入れすると、電流が流れたね。
- ② 導線に電流を流すとまわりにおいた方位磁針はゆれたね。

※ ①：小学生 ②：中学生

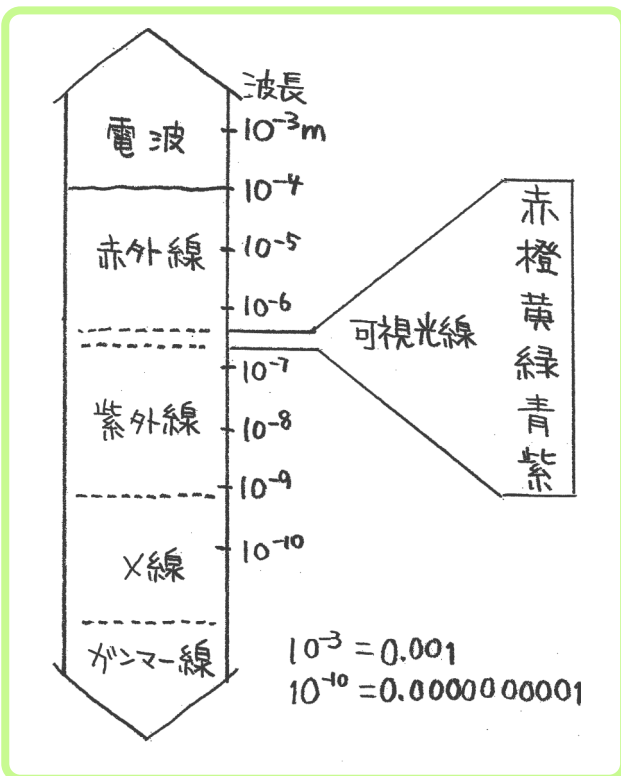
### ③ 電磁波の中の電波

私たちの目に見えるいろいろな色の光、そして目には見えない紫外線や赤外線、レントゲンの撮影に使うエックス線、がんの治療に使われるガンマ線も電磁波のなかまです。このようにさまざまな電磁波があるのですが、性質や使われ方が全くちがいます。お互いに何がちがうのでしょうか。何がそれぞれの性質を決めているのでしょうか。

「波」の山から山までの長さを波長といいます。「波」である電磁波のなかまわけは波長によるものです。電気と磁気の変化の仕方、つまりは波長が違くと、伝わり方や他の物質に与える影響が違ってきます。

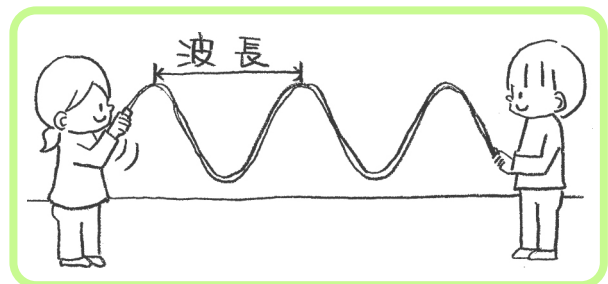
波長が1mmから100kmの電磁波を電波と呼んでいます。目に見える電磁波は光（可視光）と呼んでいて、もっとずっと波長の短いものです。

また、1秒間に波打って振動する回数を周波数といい、単位はHz（ヘルツ）です。電波もいろいろな種類があるのですが、それらはふつう周波数で区別しています。



電磁波における波長と振動数

たとえば、波長が1m（人の背丈くらい）の電波の周波数は、300MHz（メガヘルツ）になります。この周波数は身近なものでは教室で使うワイヤレスマイクで使われます。1,000倍はk（キロ）ですが、1,000,000倍はM（メガ）、1,000,000,000倍はG（ギガ）といいます。



波の図。波長とはなにか



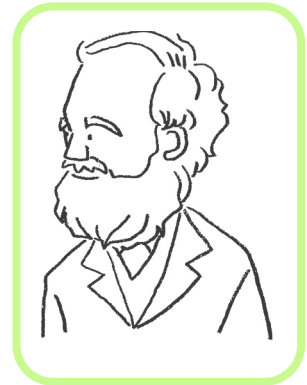
なわとびのなわで波を作ろう。はしを持ってもらって、もう一方のはしを振ると波ができる。早く振ると波長の小さい波、ゆっくり動かすと波長の長い波ができるよ。振る早さは周波数にあたるので、周波数が高いと波長は小さくなり、逆に周波数が低いと波長が長くなることがわかるね。



## 電波は古くからのつきあい

### ④言葉を伝えるために電波を使おうとした人々

19世紀のことです。イギリスのマクスウェルが、電気と磁気の変化が次々に伝わることを理論的に予言しました。このことを実際に実験して証明したのがドイツのヘルツです。ヘルツは1888年に火花を飛ばすと離れたところで火花が飛ぶことを確認しました。火花を飛ばすということは、なわとびのなわのはしを振ることにあたります。なわの振動がなわを伝わってもう一方のはしも振れたように、火花という電気の振動が電磁波になって空間を伝わったのです。その功績をたたえて、ヘルツの名前は電磁波の周波数の単位になっています。



マクスウェル

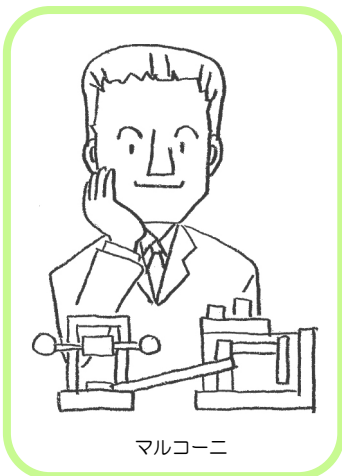
そして、「伝わる電磁波」に注目したイタリアのマルコーニは、1895年モールス信号を使って無線通信に成功しました。電波利用の第一歩でした。



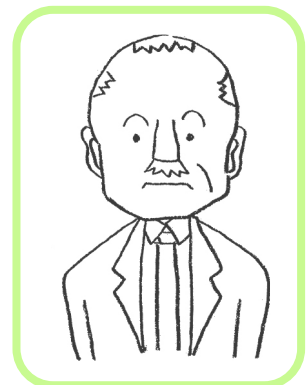
ヘルツ

日本ではヘルツの実験の翌年、長岡半太郎が同じ実験を行いました。また、マルコーニの無線通信の2年後に、松代松之介は本だけを見て無線通信機を作りあげています。

それから、100年余りが過ぎた現代、電波の利用は私たちの生活になくはないものになっています。



マルコーニ



松代松之助

アメリカのS・モールスは、文字を点と線の組み合わせで表し、電磁石のはたらきを利用して、紙に点と線をつけることで通信することを考えました。1837年実験に成功し、1844年実用化されました。当時はまだ電線を伝わる通信でしたが、マルコーニは無線通信、すなわち電線なしで電波によって伝わる通信に発展させたのです。

## ⑤ 電波を使ってこんなふうに情報が伝わる

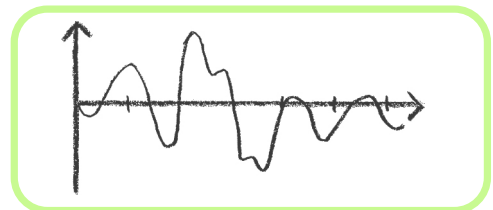
マルコーニは、モールス信号で簡単な情報しか伝えられませんでした。現在では、音や映像も伝えることができます。

電波で何かを伝えるためには、送り手の側に、音や映像を電気信号に変え電波として送り出す送信機が、受け手の側には、キャッチした電波を音や映像に戻す受信機が必要です。送信機と受信機は流れが逆になるだけで、基本的につくりは同じです。携帯電話が1台で送信機にも受信機にもなるのはこのためです。

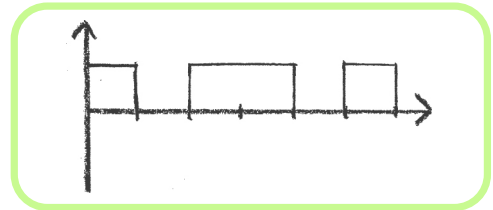
送信機では、まず、音はマイクロフォンで、画像はカメラで電気信号に変えます。その電気信号は周波数が低いため、このままでは電波になりません。そこで、発信器で周波数の多い搬送波という電波の元になるものを作ります。電気信号と搬送波を合成して、特定の周波数の電波にします。さらに増幅器でエネルギーを強くしてアンテナから送り出すのです。この流れを逆にしたのが受信機です。アンテナでキャッチした電波を低い周波数に変え、復調器で電気信号にもどします。その電気信号をスピーカーやテレビで音や映像にして、見たり聞いたりするのです。

また、音や映像を電気信号にするとき、電気の波のようすで表すアナログ方式と、電気のスイッチの入切や強弱で伝えるデジタル方式の2つの方法があります。

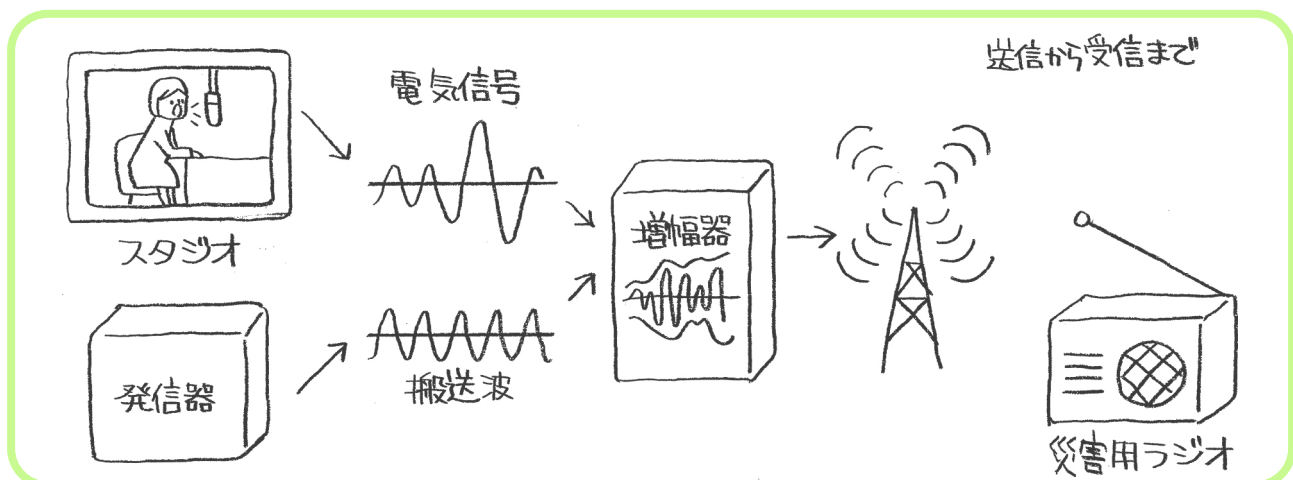
たくさんの情報を確実に伝えることができる利点から、デジタル方式への移行が進んでいます。



アナログ方式



デジタル方式



音や映像は、どのようにして電気信号に変えるのかな。まず、音や映像そのものを伝えることから考えてみよう。みんなで体験してみるのもいいね。それから、電気信号に変える方法を調べて、わかりやすい絵や図にして発表しよう。

## 2章 遠くに届く便利さ・必ず届く安心感

### 遠くに届く便利さ

#### ⑥電波にはどんな種類があるか。

電波には、いろいろな種類があり、その特性を生かした使い方をしています。

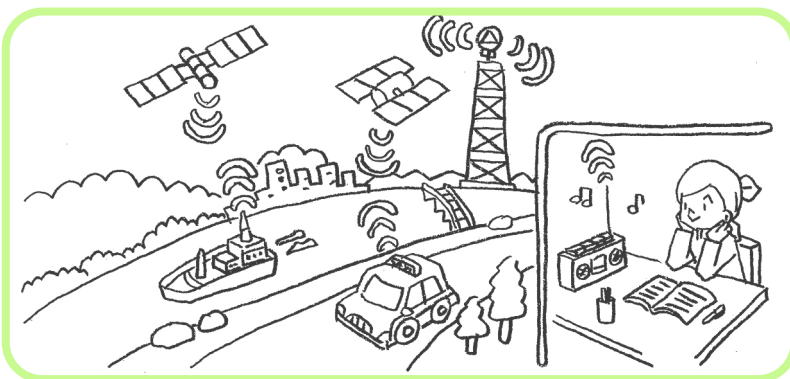
周波数が30~300kHz（キロヘルツ）、波長が1~10kmくらいの長波は遠くまで伝わるので、飛行機や船の航行の連絡に使われています。マルコーニが使ったのも長波です。波長が長い分、大きなアンテナが必要になります。

周波数が300kHz（キロヘルツ）~3MHz（メガヘルツ）、波長が100~1,000mくらいの中波は、遠くまで伝わり、しかも非常に安定した電波であることから、主にラジオ放送に使われています。

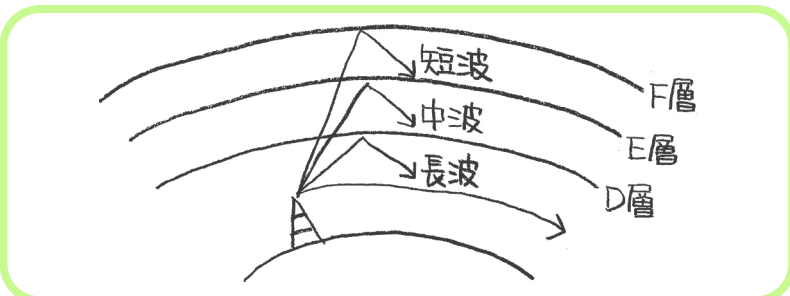
長波と中波は、近いところは地表を伝わりますが、遠くは電離層で反射して伝わります。

周波数が3~30MHz（メガヘルツ）、波長が10~100mくらいの短波は上空の電離層で何度も反射して地球の裏側まで届くことから、国際ラジオ放送やアマチュア無線、遠洋の船との通信に使われます。しかし、太陽の影響で電離層が乱されると通信できなくなることがあります。

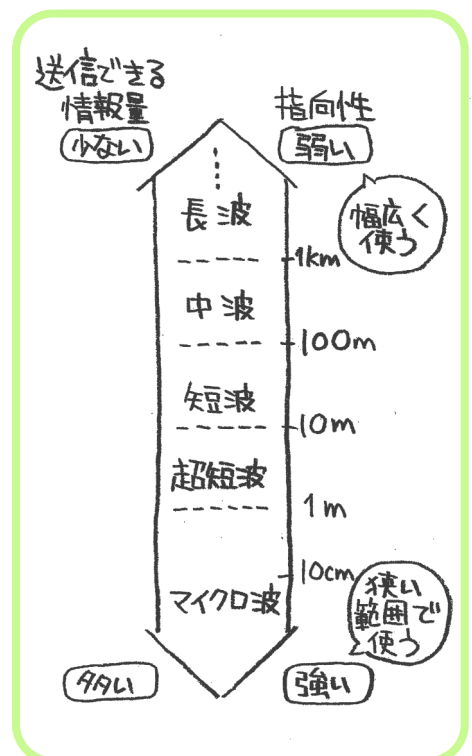
周波数が30~300MHz（メガヘルツ）、波長が1~10mくらいの超短波は中波や短波に比べ、多くの情報を電波に載せることができるので、テレビ放送やFMラジオ放送に使われます。また、移動しながらの通信にも適し、タクシー無線や航空管制用にも利用されます。



船、タクシー、ラジオも電波を受信している



電離層は地球をとりまく大気の層で、太陽からの紫外線によって気体分子がイオンと電子に分かれて存在している。電離層はいくつかに分かれていて、層によって反射する電波がちがう。D層は長波、E層は中波、F層は短波を反射し、反射された電波は地上に戻ってくる。



波長と周波数による電波の分類



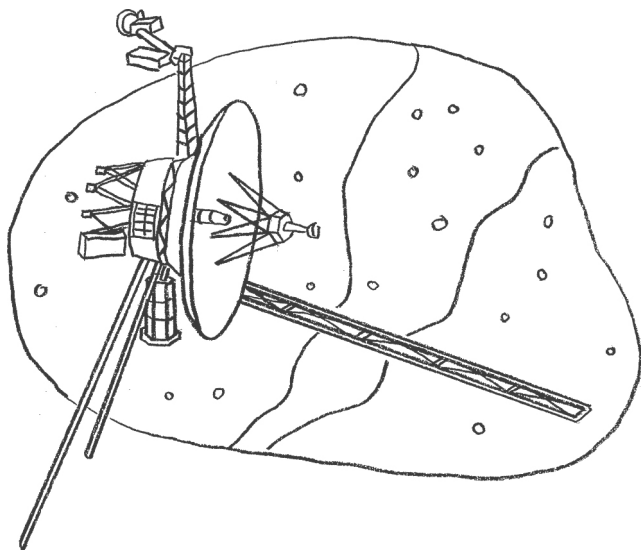
? 電波はどのくらいの速さでどこまで飛んでいくのだろう。光の仲間だけど速さは違うのかな。

## ⑦ 電波はどこまで遠くに伝わるか

海や池の波は水を伝わります。地震波は地面を伝わります。音は空気を伝わります。けれども、電磁波である光や電波は、空間の変化が伝わっていくので、伝える「もの」はありません。何も無い宇宙空間でも、どこまでも遠くに伝わって行くのです。ですから、打ち上げられた宇宙船は、どんなに遠くに行っても地球と交信することができます。

宇宙には電波を出している星が、たくさんあります。星から届く電波を電波望遠鏡でキャッチして、電波の周波数や強さを調べることで、遠くの星や銀河の様子を知ることができます。いちばん遠い星は128億光年のかなたにあります。光の速さで128億年かかる距離です。つまり、今届いている光や電波は128億年前に発せられたものなのです。

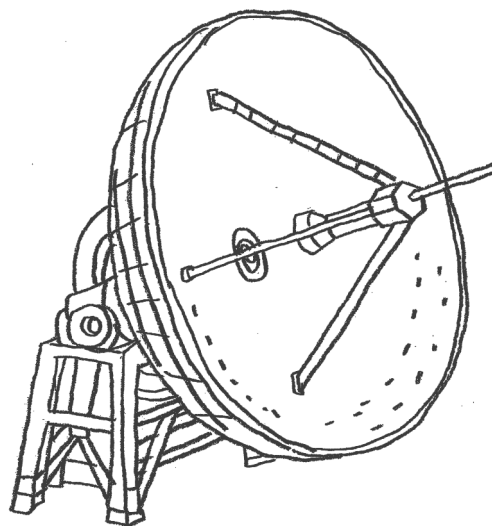
また、地球をとりまく大気に吸収されて地上には届かない電波もあるので、ロケットや人工衛星に機械をのせて、地球の外での観測も行われています。



ボイジャー1号は1977年9月5日に打ち上げられ、現在は太陽系の外を飛行しており、通信には片道約13時間かかっている。ボイジャー2号は1977年8月20日に打ち上げられた。2号も太陽系を離脱しつつある。



電波望遠鏡でとった星雲のイメージ



電波望遠鏡は、人間の生活による電波の影響が少ないところに設置するのが望ましいので、国内では臼田（長野県佐久市）と野辺山（長野県南牧村）にある。パラボナアンテナ（◎参照）を使って宇宙からの電波をキャッチする。

## ⑧ 電波はどのくらい速く伝わるか

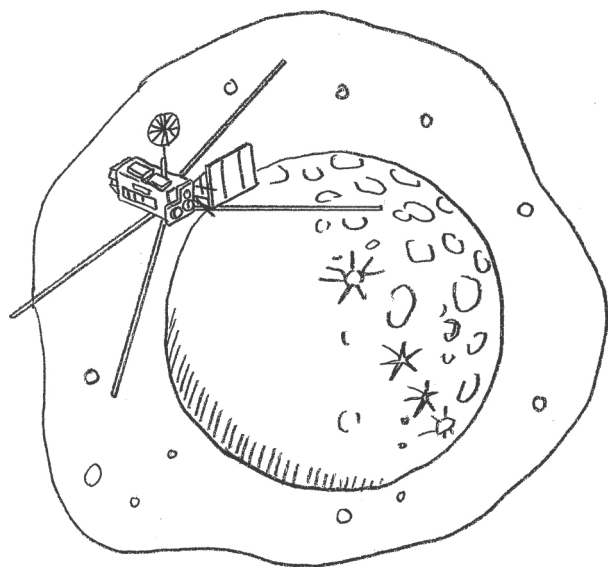
電磁波は光と同じ速さで1秒間に30万キロメートルで進みます。つまり、1秒間に地球を7回り半できるのです。そのため、地上波の放送や携帯電話の電波は、発信した時刻とほぼ同時に受け取る側に届いています。

月と地球の間の距離は約38万kmなので、月周回衛星「かぐや」からの映像などの情報は、1秒ちょっとで地球に届いていたことになります。

1章③で波長と周波数について学びました。

1秒間に何回揺れるかを示す周波数と、1回の揺れで進む距離である波長を掛けると、1秒間にどのくらい進むか、つまり速さがわかります。電波はすべて同じ速さなので、波長に対応する周波数はすぐに計算できます。

このように、電波は情報をはやく遠くに伝えることができます。「たくさん」「確実に」、さらには「はやく」「遠く」まで・・・、そうして、人間が情報を得ることのできる世界が、電波によって飛躍的に広まったのです。



月周回衛星かぐや



その1

⑦では、いちばん遠い星は128億光年のかなたにあるとわかりましたが、距離になおすと何kmになるかな。計算してみよう。

その2

2005年9月、小惑星探査機「はやぶさ」は、地球から約3億km離れた太陽系小惑星イトカワに到達して、イトカワに関するさまざまな情報を送ってきた。

「はやぶさ」に送信して返信されるまで、どのくらいの時間がかかるかな。計算してみよう。また、「はやぶさ」がどのような成果を送信してきたか調べてみよう。



おぼえているかな？

④ 花火見物をしていると、花火が見えてからどーンという音が聞こえるまで時間がかかるね。音は1秒間におおよそ340mの速さで伝わるから、光はその100万倍の速さだね。

((( 必ず届く安心感 )))

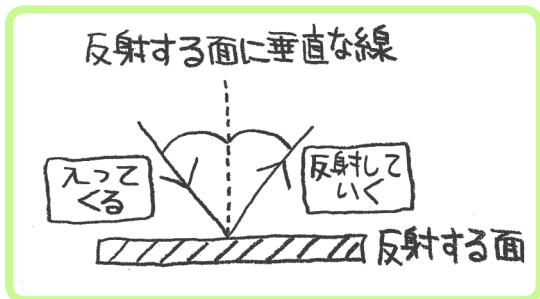
⑨ 電波ははね返る、回りこむ

ビルに太陽の光が反射してまぶしかったことはありませんか。また、リモコンを壁に向けて操作したのに、テレビが動くことがあります。これはリモコンから出た赤外線が壁に反射してテレビに届くからです。電波も光と同じようにものにぶつかると反射します。

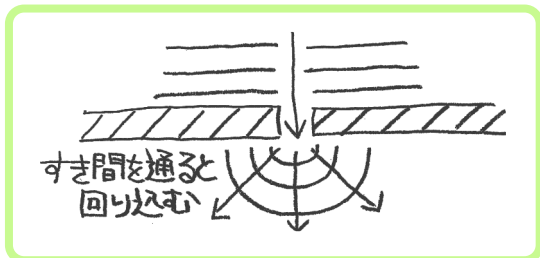
電波は上空の電離層で反射されることは、この章の⑥でお話しました。パラボラアンテナは反射を利用して電磁波を集めています。

また、「波」は障害物のうしろに回りこんで伝わる性質があります。海の波は防波堤の裏側に回りこんで海岸におしよせます。また、窓にすきまがあると外の音がよく聞こえるのは、音波がすきまの裏側にまで回りこんで進んでくるからです。一般に、波長と、障害物やすきまの大きさが近いほど回折かいせつしやすくなります。

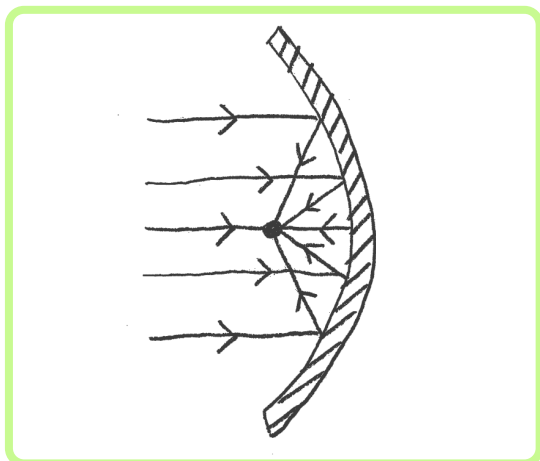
電波にも同じ性質があります。電波の障害となるのはビルや山ですが、おおよそ100mから3000mの間くらいの大きさと考えると、波長がほぼ同じ中波のラジオの電波はビルや山の裏側にも届きます。しかし、波長の短いテレビの電波は、山やビルのおかげでは受信しにくいので、中継のアンテナが必要になります。



反射の法則



回折



パラボラアンテナ 反射した光や電波が一点(焦点)に集まる曲面になっている。

従って波長の長い電波は幅広い方向に向けて使うときに便利で、波長の短い電波はアンテナなどの特定の方向に向けて使います。



おぼえているかな？

- ① 鏡で日光を反射させてみたね。
- ② 反射には、入射角と反射角は等しいというきまりがあった。
- ③ 鏡以外に、水面でも光は反射したね。

## どこでも電波のやり取り

### ⑩携帯電話とはどんな機械か

携帯電話を使うためには、まず充電器をコンセントにさして電池を充電しなければなりません。当たり前！と思うでしょうがこれはなぜでしょうか。

携帯電話は電気のエネルギーを利用している道具です。私たちが電気のエネルギーを利用したいときは、発電所から電気が届くコンセントに差すか、電気をためてある電池を使う方法があります。携帯電話の電池はコンセントにつなぐことで何度でも電気をためる（充電する）ことができ、手軽に必要な量の電気を持ち歩けるように工夫されています。

この電池から電流を流し、モーターを利用したバイブ機能、会話の声をとらえて電気信号（1章⑤参照）に変えるマイクロフォン、相手からの電波の情報を音に戻して声として聞かせてくれるスピーカーなどを動かします。また電気を光のエネルギーに変えることで、着信を点灯で知らせたり、ディスプレイに映像を映したりします。

携帯電話で最も重要なのが電波を飛ばしたり受け止めたりする機能です。言葉として話したり、キーで打ち込んだり、撮影した映像の情報は、すべて電気信号となり、電波になって基地局に向け発信されます。

また、同じように電波に乗って相手からやってきた電気信号をアンテナ部分で受け止め、電流の流れにして、携帯電話の各機能を動かすことで情報を再現します（同⑤参照）。



携帯電話では、圏内ならどこでも話をしたり、メールや写真を送ったりできる。小さな電話機なのに、いったいどうやっているのかな。



### おぼえているかな？

- ① 電池を使い回路を作り導線に電流を流すと、豆電球を点けることができたね。
- ① コイルに電流を流すと磁石になった。
- ①② 電気と磁石を合わせた力（電磁誘導）を利用して、モーター、スピーカー、マイクロフォンを作ることができたね。
- ② 発電所で作られた電気のエネルギーは、送電線を通して家庭まで届けられ、コンセントにつなぐことで利用できた。
- ①② 電池は電気をためておいて利用するもので、いろいろな種類があったね。



## ⑪ どうやって電波が相手のところに伝わるか

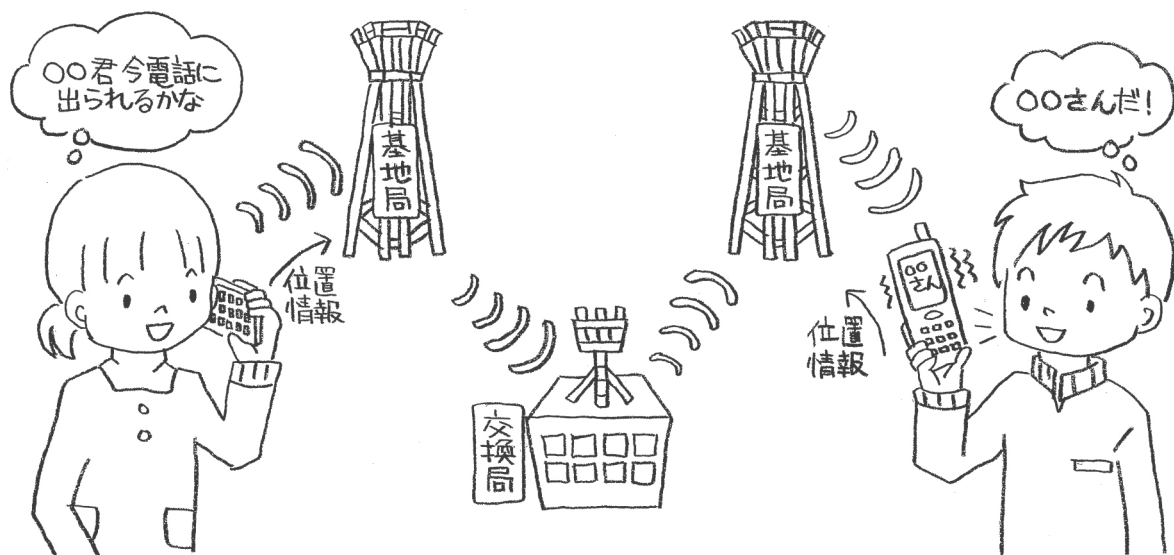
あなたの携帯電話から出た電波は、どのように相手に届いているのでしょうか。また、相手からの電波が、あなたの携帯電話に届く仕組みはどのようになっているのでしょうか。

家にある電話や公衆電話のように決まった場所にある電話は、電話線で電話会社が中継する交換局とつながっており、割り当てられた番号の回線を使って、情報が電話線を通して伝わってきます。

あちこちに移動する携帯電話の場合、電波を出したり受け取ったりするためには、割り当てられた番号の電話がどこにいるかが、交換局にわからなければなりません。そのため、全国の携帯電話の通話可能地域は、数百メートルから数キロメートルごとに、基地局を中心としたセルと呼ばれる地域に分けられていて、携帯電話は通話をしていなくても、基地局の地域が変わると、自分の居場所を基地局に知らせています。

その時その時で、居場所の情報が基地局に登録されているので、どこに移動しても、中継してくれる交換局にはその番号の電話の位置がわかります。

電波の伝わり方を図にすると次のようになります。



- ① あなたの携帯電話は近くの基地局に「ここにいる」と登録しています。
- ② あなたが通話ボタンで発信すると、相手機呼び出しの情報や声、メールの内容を載せた電波はまずこの基地局に届きます。
- ③ 次に、基地局から中継してくれる交換局に届きます。
- ④ 交換局はあなたが通話したい相手がどのセルにいるのか各基地局の情報から調べ、相手のいる基地局にあなたのメッセージを送ります。
- ⑤ 相手の基地局は相手の電話に電波を飛ばし情報を伝えます。

## ⑫ 携帯電話が使う電波とは

このように、電波を発している携帯電話ですが、使われる電波の種類は電波法という法律で決まっています。携帯電話で使われる電波は、電波（1章③および2章⑥参照）の中では波長が短く、小型のアンテナと装置で電波のやり取り（1章⑤参照）ができます。似たような長さの波長の電波は、GPSや気象衛星などにも使われています。

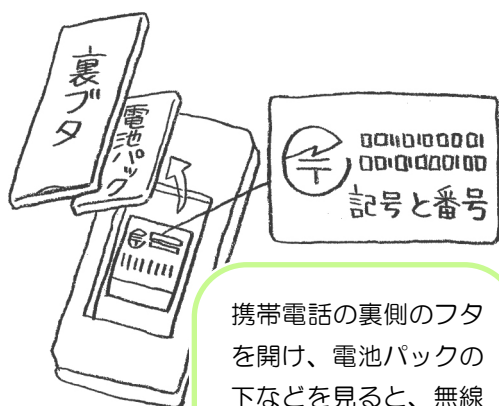
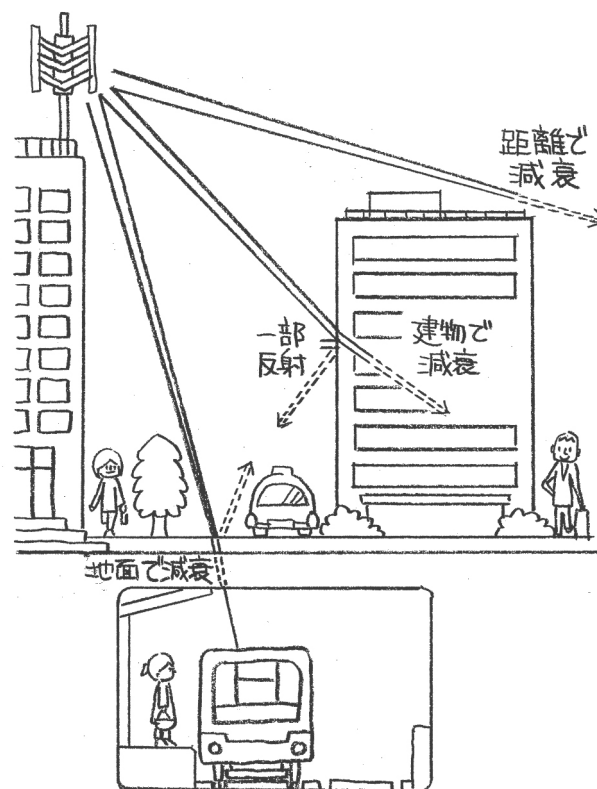
携帯電話の仕組みから考えてみると、電波が電話機そのものと基地局から発信されていることがわかりますね。電波の強さは、アンテナから離れるにつれて弱くなります（距離が2倍になれば1/4に、10倍になれば1/100に）。これを強度の減衰と呼びます。

電波の強度の減衰は、いろいろな物質に吸収されても起こります。

建物の中や地下で受信しにくいことがあるのはこのためです。

電波として使える電磁波の範囲は限られているので、皆で無駄なく使えるように、免許を取って使うことが法律で決まっています。

携帯電話ではサービスを提供している会社がこの免許を持っているので、私たちは免許なしでその電波を利用することができます。



携帯電話の裏側のフタを開け、電池パックの下などを見ると、無線局の免許を受けたことを示すマークと記号、番号が書いてある。

\* 基地局のアンテナの大きさや、送信の電力で出せる電波の強さは違うが、電波防護の指針に沿ってアンテナは立てる場所が考えられている。アンテナから出た電波は地面や建物の壁などの障害物で減衰してしまう。



電波の利用はどのような決まりがあり、勝手に使われないようにどのように守られているだろうか。みんなの大切な電波について調べて、報告してみよう。

## いつでも伝わる思い

携帯電話という機械を作るとき、使っても安全なものにするために、何について考え、確かめられてきたらどうか。

### ⑬ どうやって安全性を決めているか

人間が使う機械はすべて、安全に使えるかどうかを十分に考え、いろいろな実験で試した後、初めて使われます。中には電波を利用する機械もたくさんありますが、こういった機械では、1章、2章で学んださまざまな電波の中で、どれを利用しているかによって、それぞれの性質に基づき、安全に使うための基準が決められています。

では、携帯電話について考えてみましょう。

2章③の図にある電磁波のなかには、生き物の細胞を傷つけやすい波長のとても短いものや、ぴりぴりとした刺激を感じる波長の長いものもありますが、携帯電話で使われている電波の種類は物を温める作用があるものです。

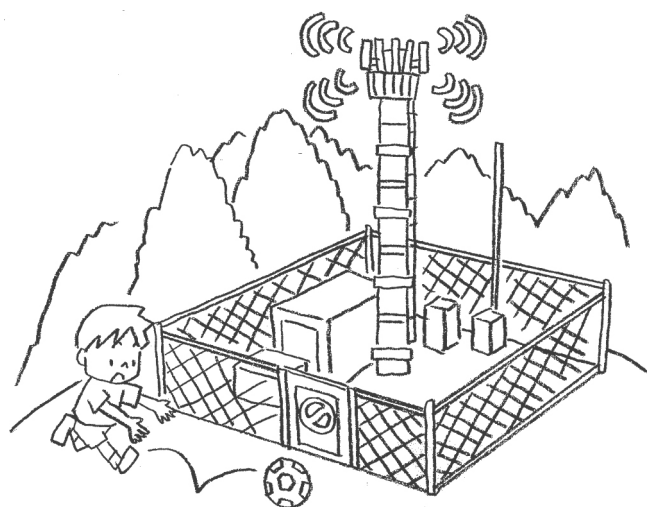
そうだとすると携帯電話では、電波のこの作用が体温に影響を与えないようにしなければなりません。このためにはどのような点を注意すればいいのでしょうか。

電波が人体にどのような影響をもたらすかについての研究は、五十年以上にわたって世界中で行われてきました。実験は細胞や動物を使い、また、ボランティアの人に協力してもらったりします。こうしてわかってきた電波の生体への影響には、電波の強さが大きく関わっていました。この結果をもとに、世界保健機関や日本の総務省は、電波の強度について、基準を決めています。

携帯電話の電話機は、電波の強度が守られる機械であることを確認してから販売されています。また、基地局なども電波の強度が守られるように設置されています。



\*携帯電話の電話機は、電波の強度が守られる機械であることを確認してから販売されます。



\*基地局は、電波の強度が守られるように設置されています。

## ⑭ どうやって使うべきか

ここまでの学習で、電波の性質とそれを利用した携帯電話についていろいろなことがわかってきました。では、携帯電話を利用する際にどのようなことに気をつけるべきでしょうか。またそれはなぜかを、学んできたことを元に考えてみましょう。

まず、携帯電話が電波を利用していることから、電波の影響を受けやすい物のそばでは、使わないようにしなければいけません。

電気は電気と磁気の変化が伝わっているものなので、電気の流れがある他のものに大なり小なり影響します。しかし、たいていの電気製品の大きな電流や、生き物を作っている複雑なさまざまな物質の間での電流は、日常使われている電波からはほとんど影響を受けません。

それに比べて、精密な電子機器では、同じ材質でできた電流の道筋がものすごく細かく入り組み、とても微細な電流が重要な役割を果たすので、電波の影響を受けやすいといえます。

このようなことから電子機器には十分な電磁防護対策がなされていますが、万一を考えて、携帯電話の使用を控えなければならない代表的な場所をあげてみました。この絵はどのような場面でしょう。なぜ、使用を控えようと皆が考えたのでしょうか。



もう一つ、携帯電話を使用するときに忘れてはいけないことがあります。それは、通話では声を出し、マナーモードにしていないと受信で大きな着信音が鳴ることです。生活のマナーとして、他の人の迷惑にならないように配慮できる人になりましょう。



携帯電話の使い方のマナーをいろいろな角度から考え、調べたり、話し合ったりしてみよう。そして、多くの人に「こうしたらよい」という提案を、「なぜそうすることが必要なのか」その理由と一緒にまとめて、発表してみよう。