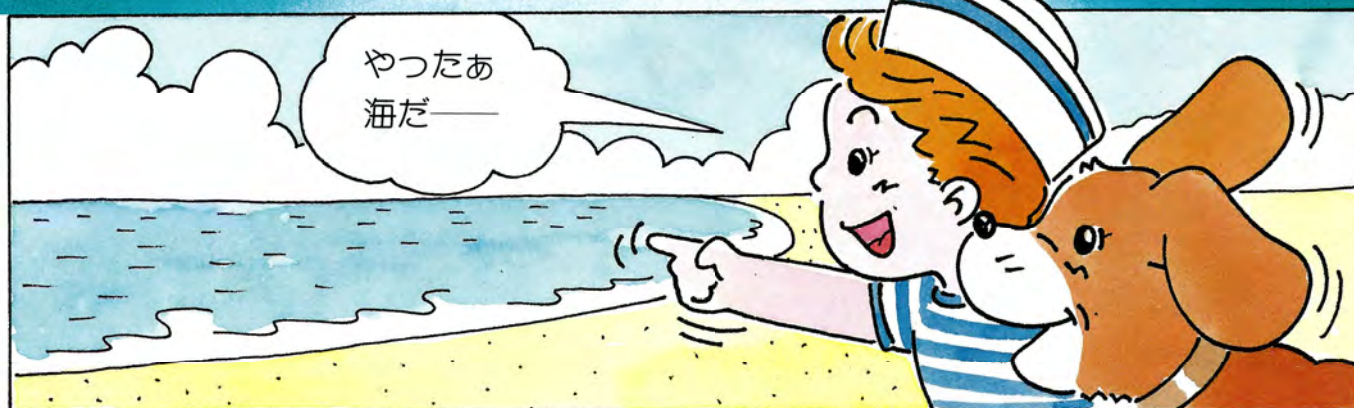
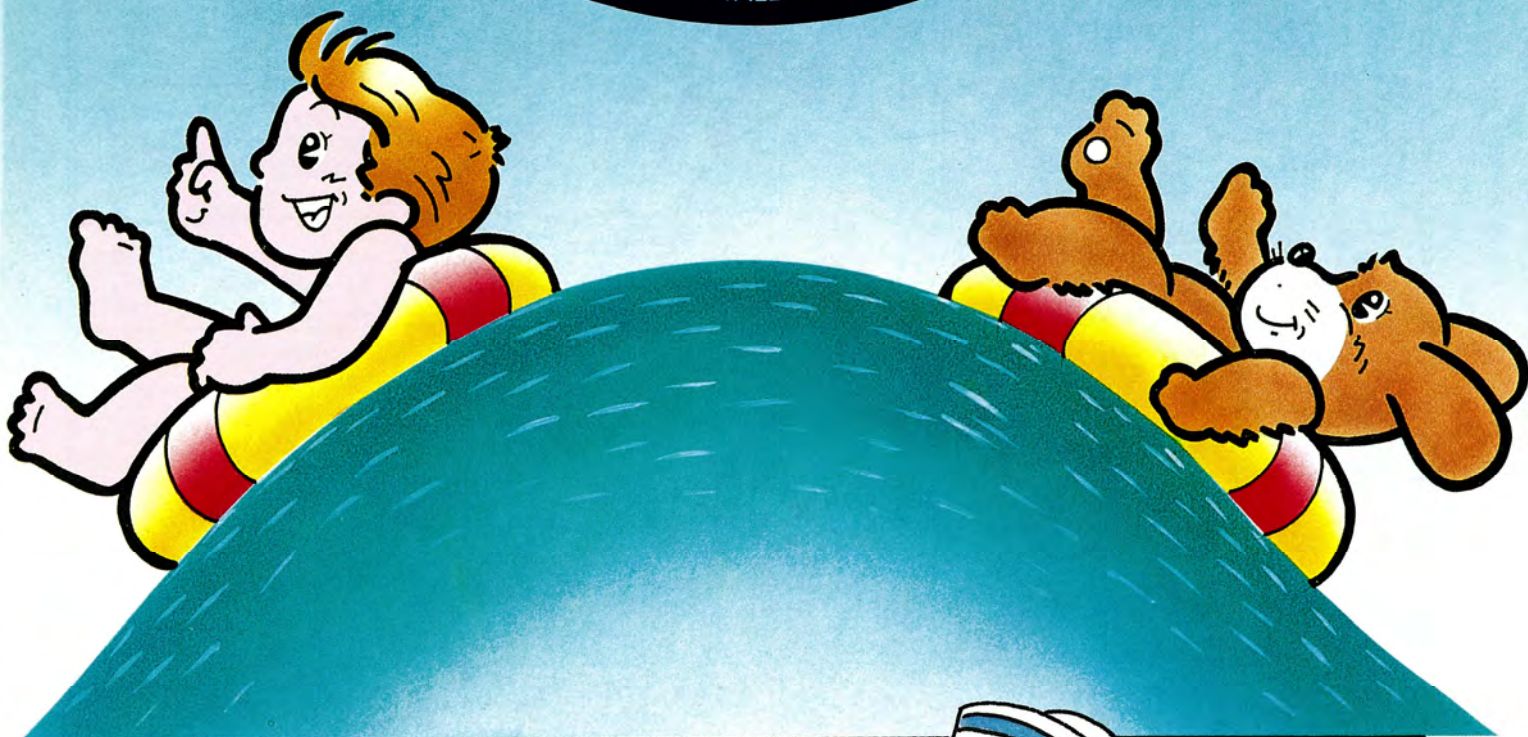


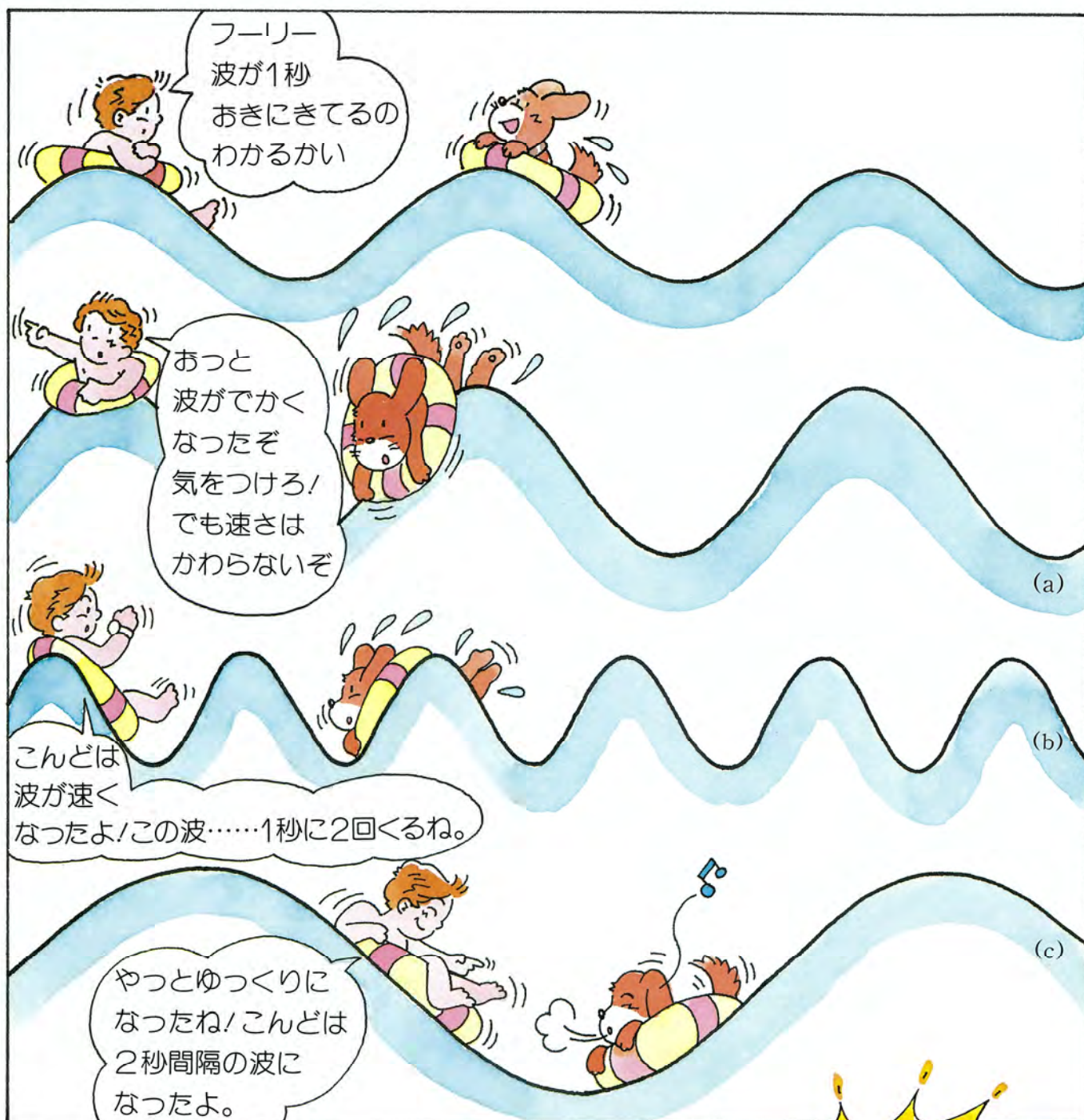
フーリーとウェービー

音と波とFFTアナライザのお話

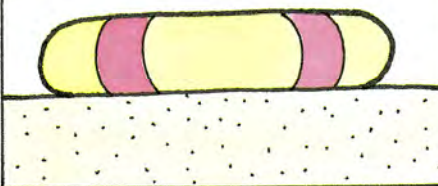


ONOSOKKI

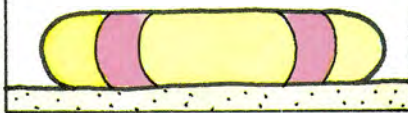




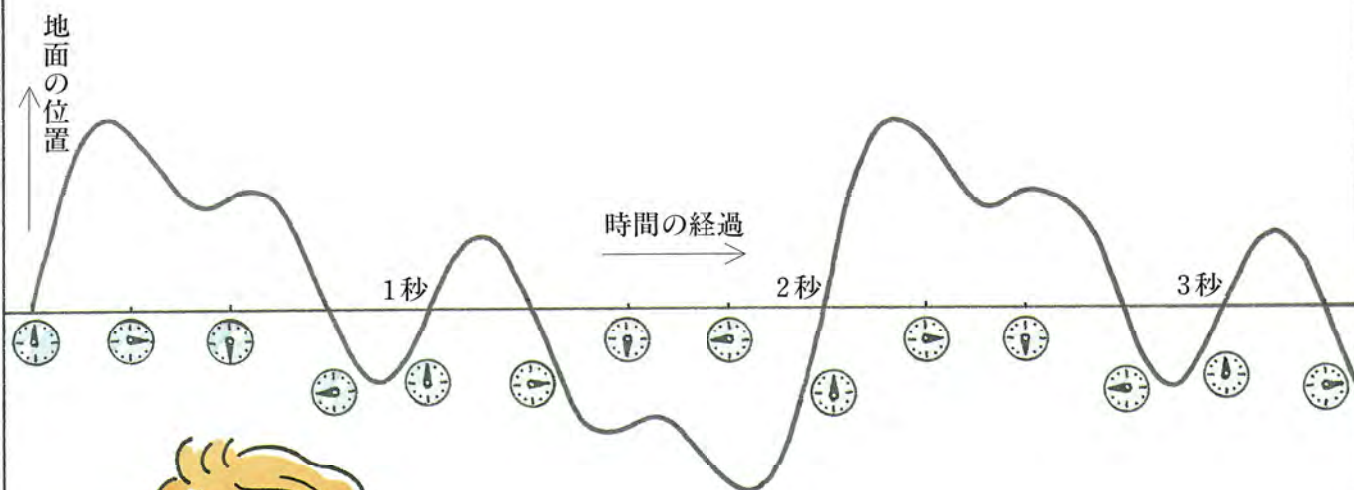
そうだ! フーリー、
この地面の揺れも、
スローモーションにすれば、
実は地面が上がったり



下がったりを
繰り返してるんだ
よね。



これを
時間を
追って
描いてく
とどうな
ると思
う?



ほら、こんな
ふう地震も
まるで波みた
いに描けるん
だよ。



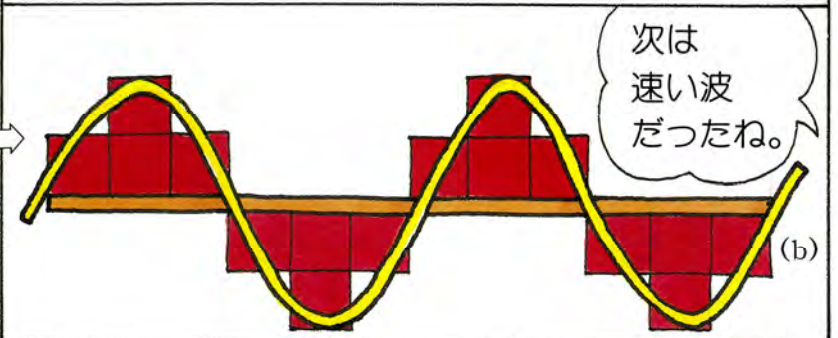
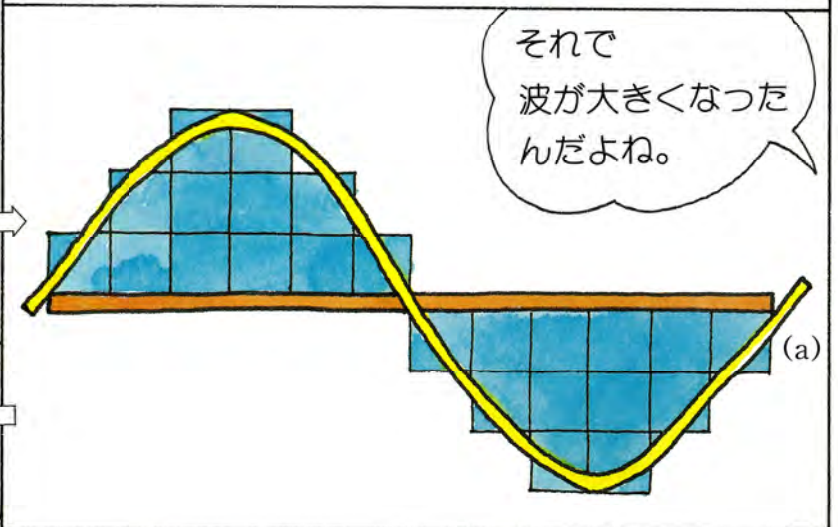
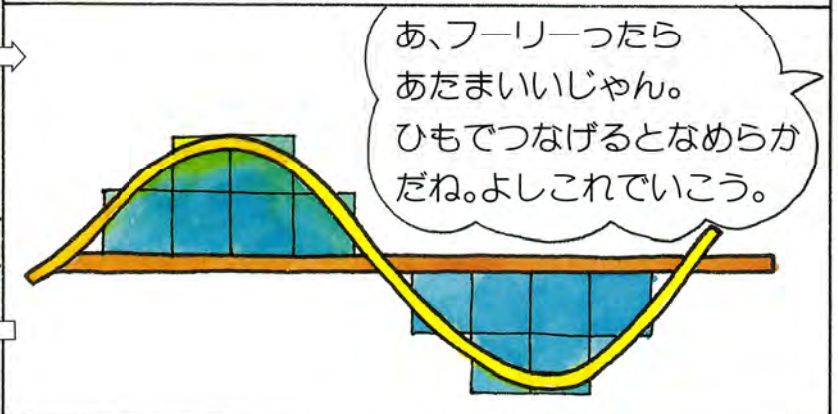
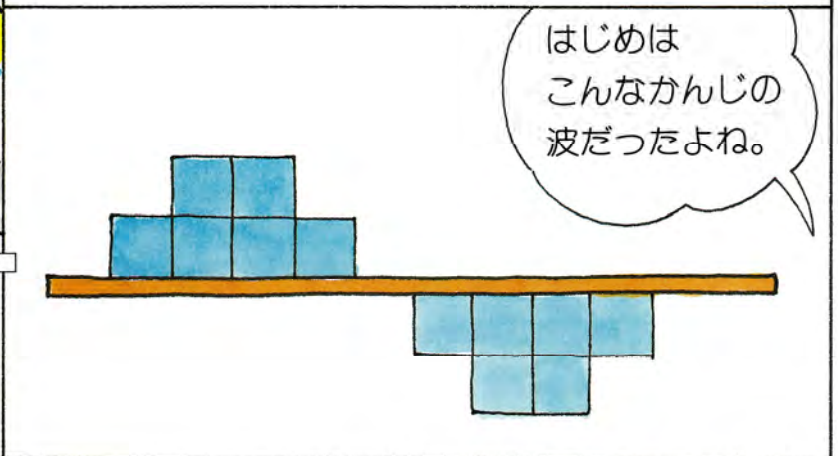
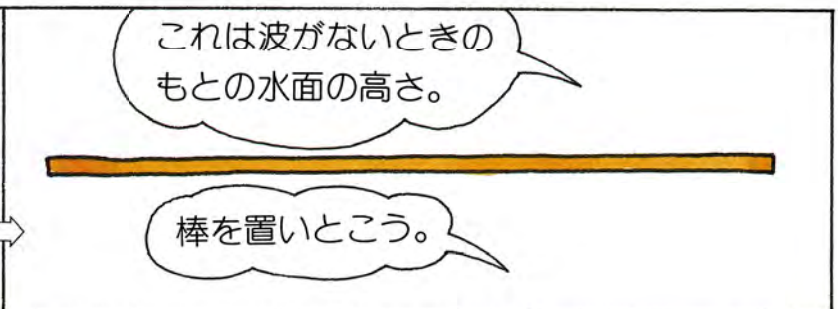
でも、海の波
よりはずっとご
ちゃごちゃし
ているね。

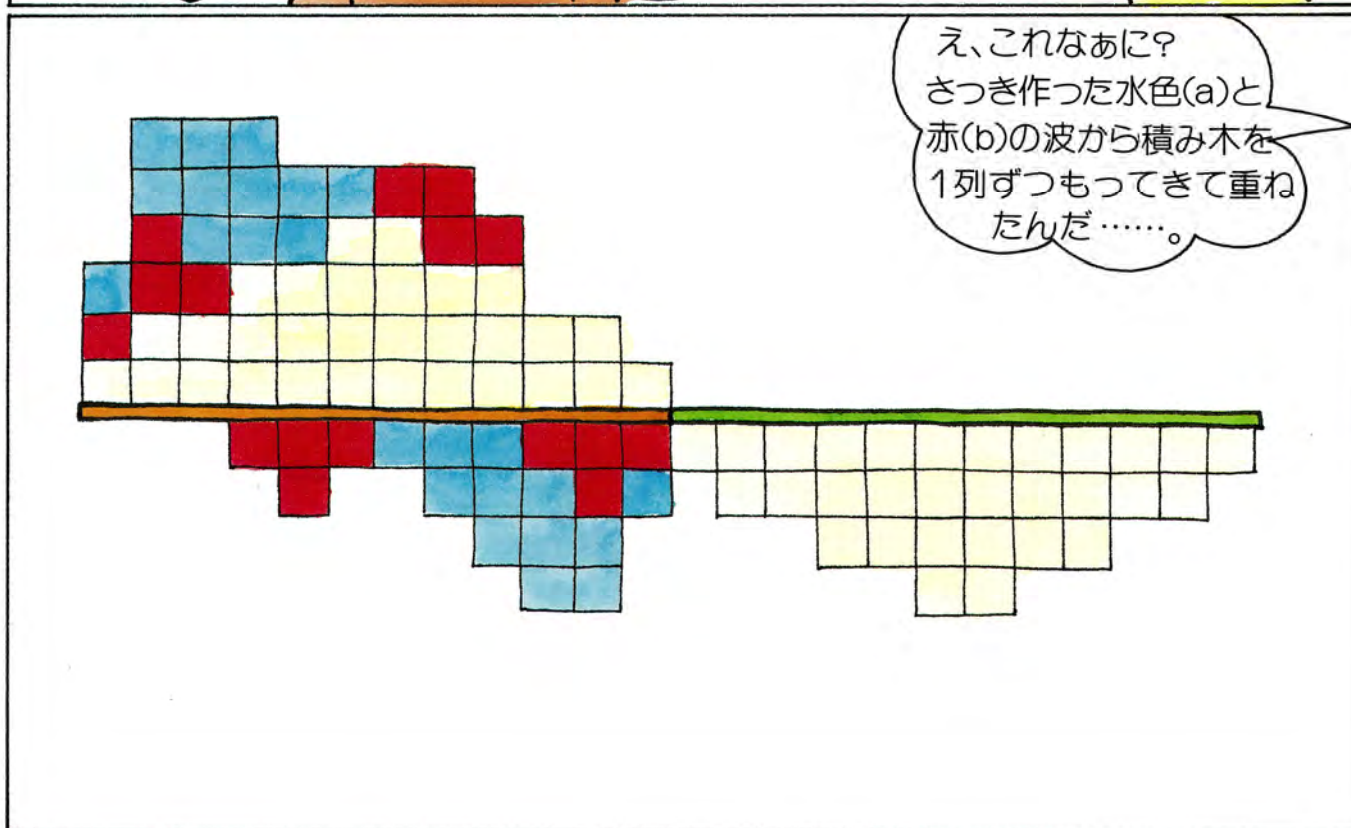
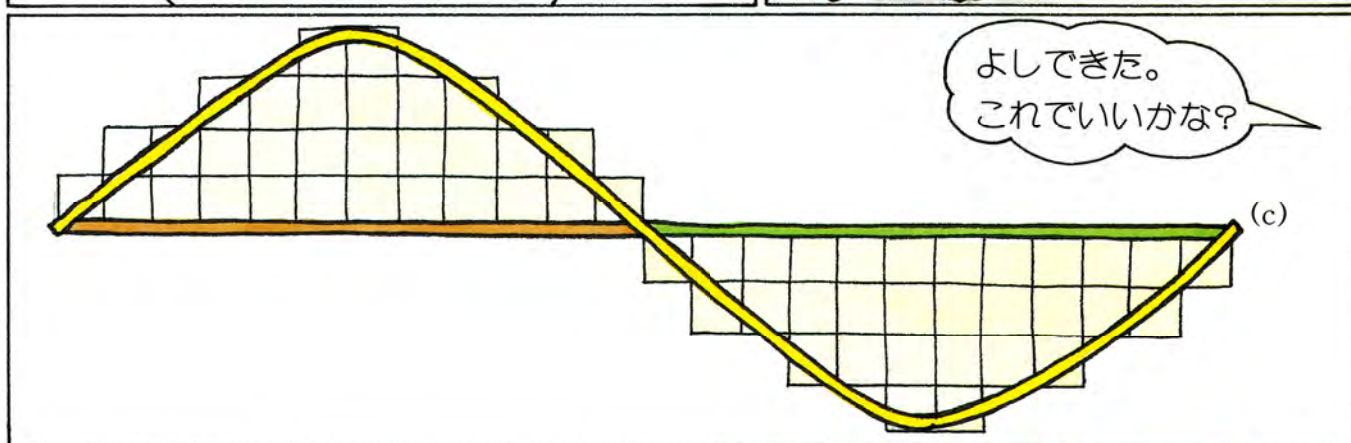
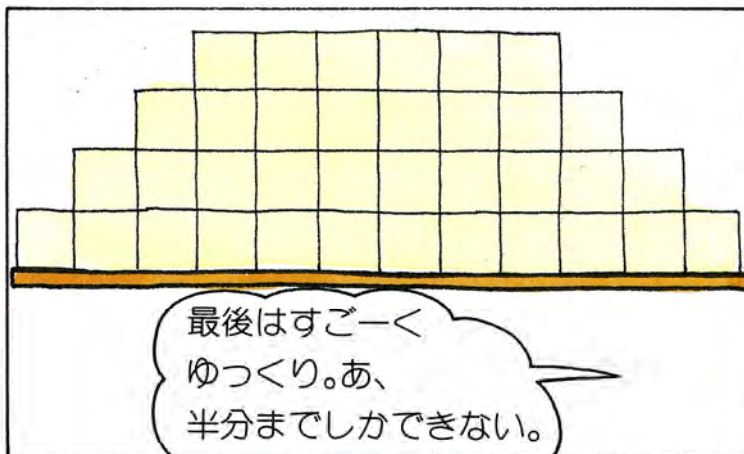
あつ!
たいへん。



逃げよ!
フーリー
津波が来る
かもよ。

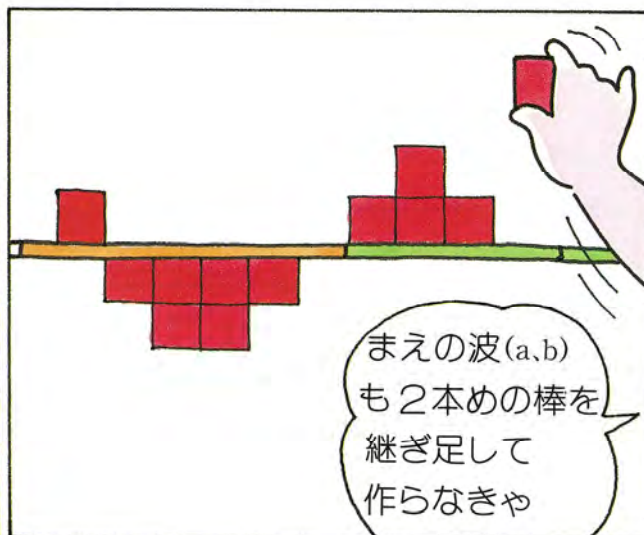




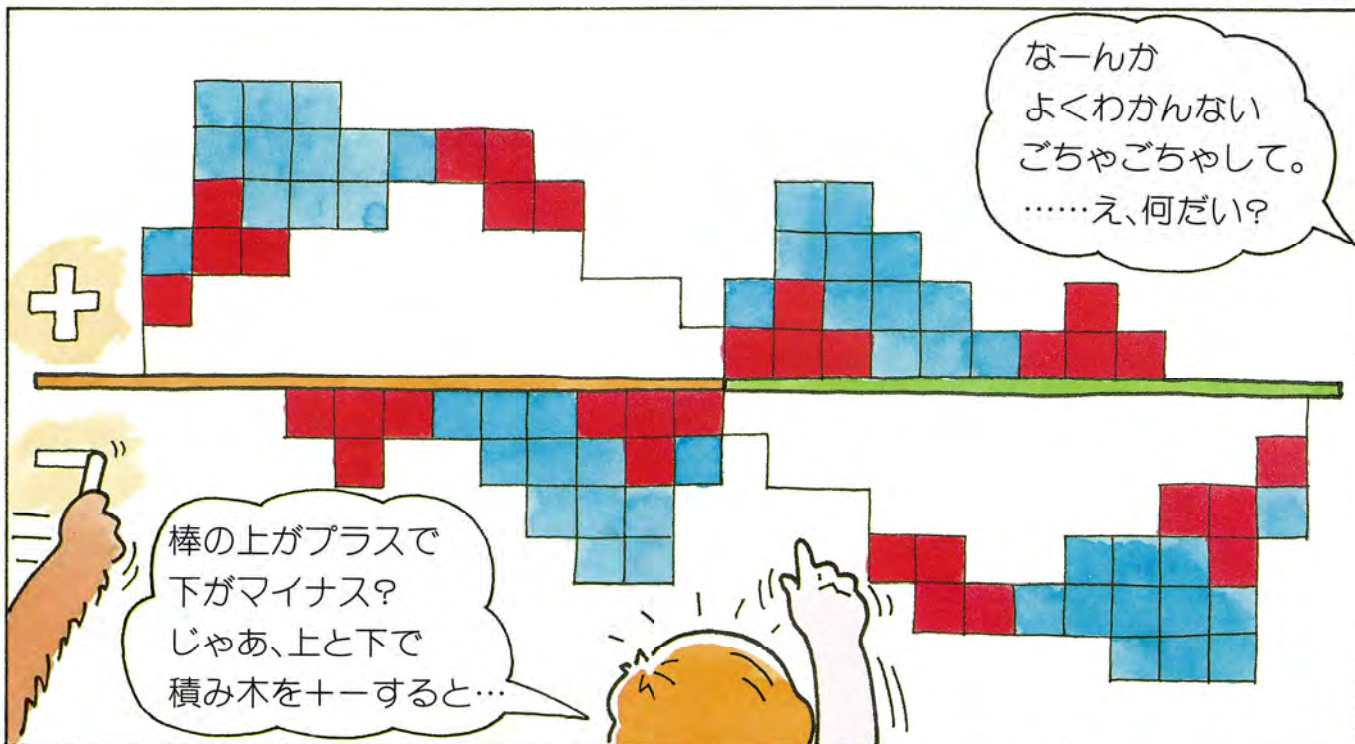




へえ
何ができるかな
2本めの棒の
ところも作って
みようよ。

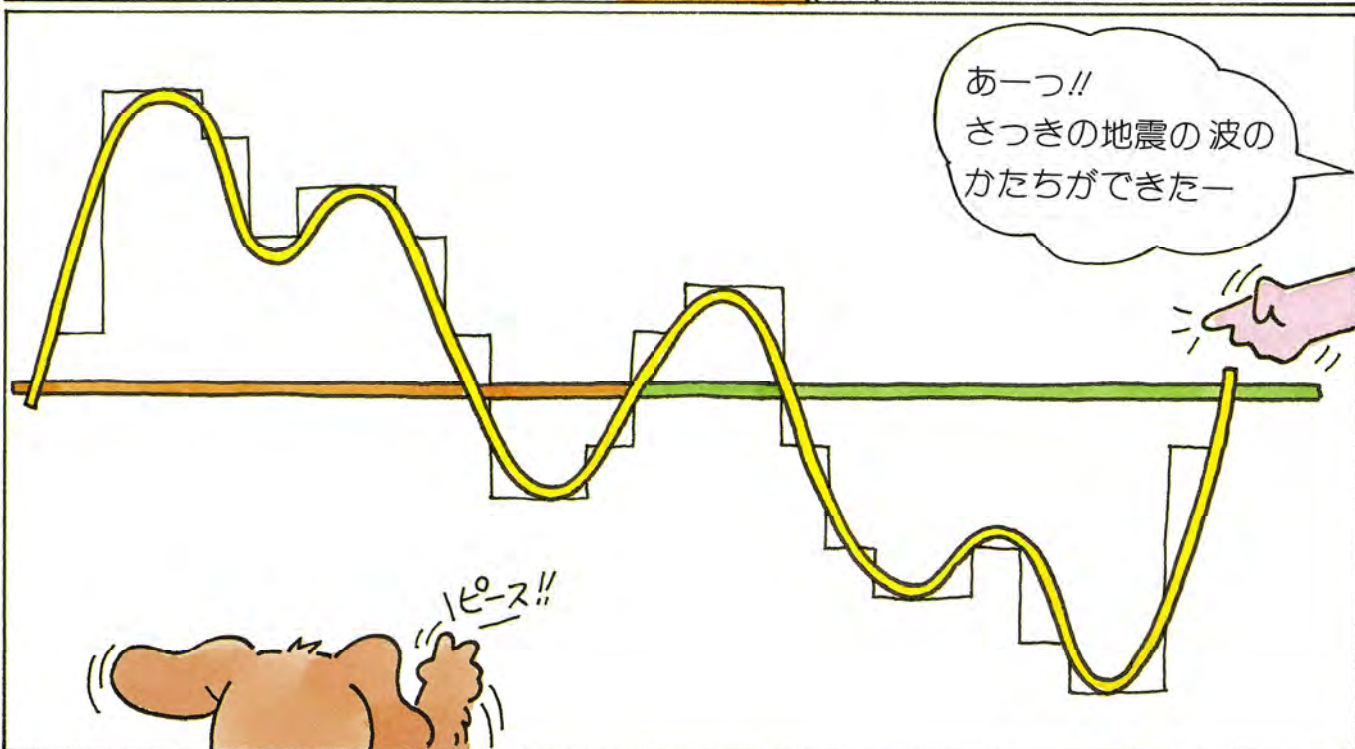


まへの波(a,b)
も2本めの棒を
継ぎ足して
作らなきゃ



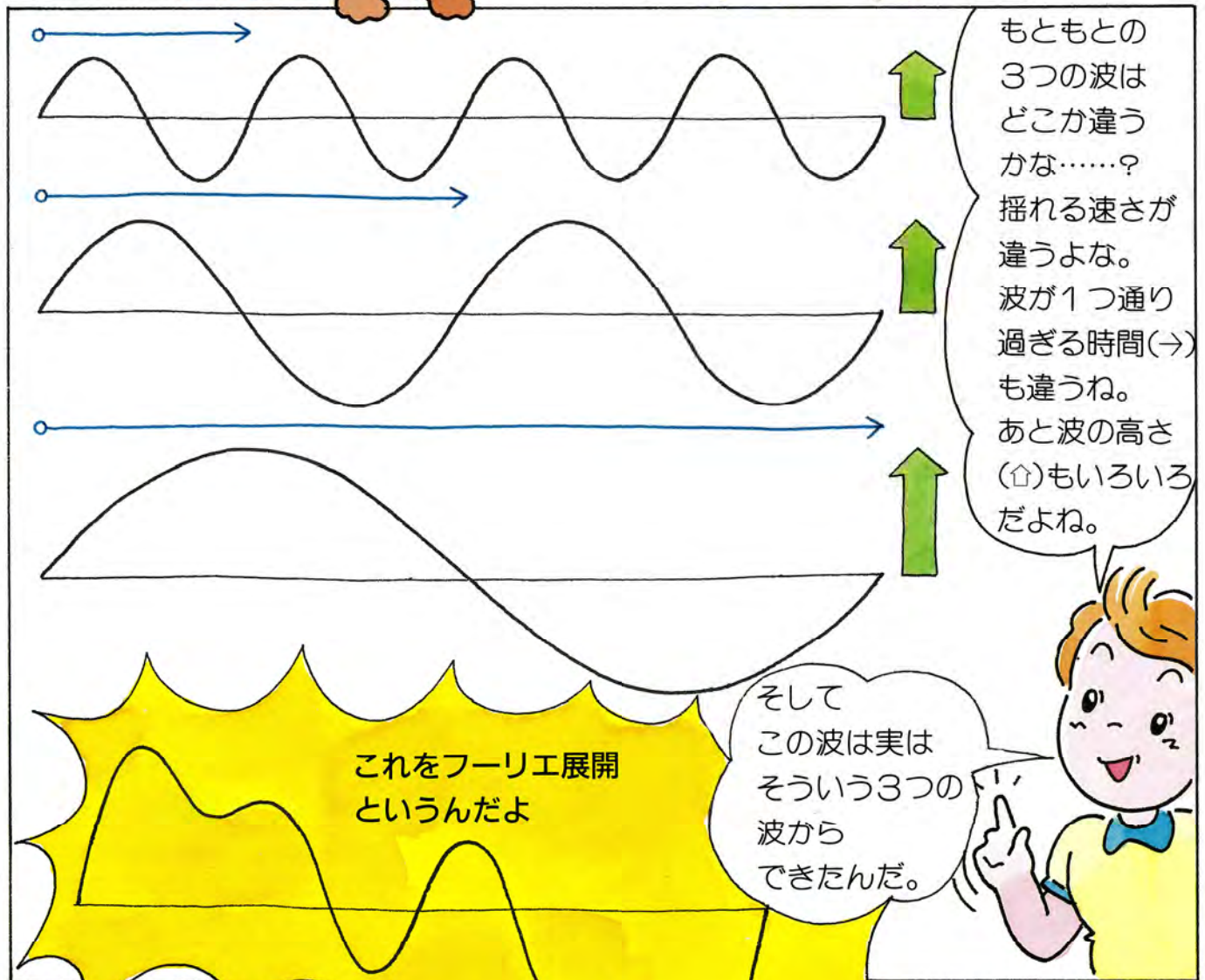
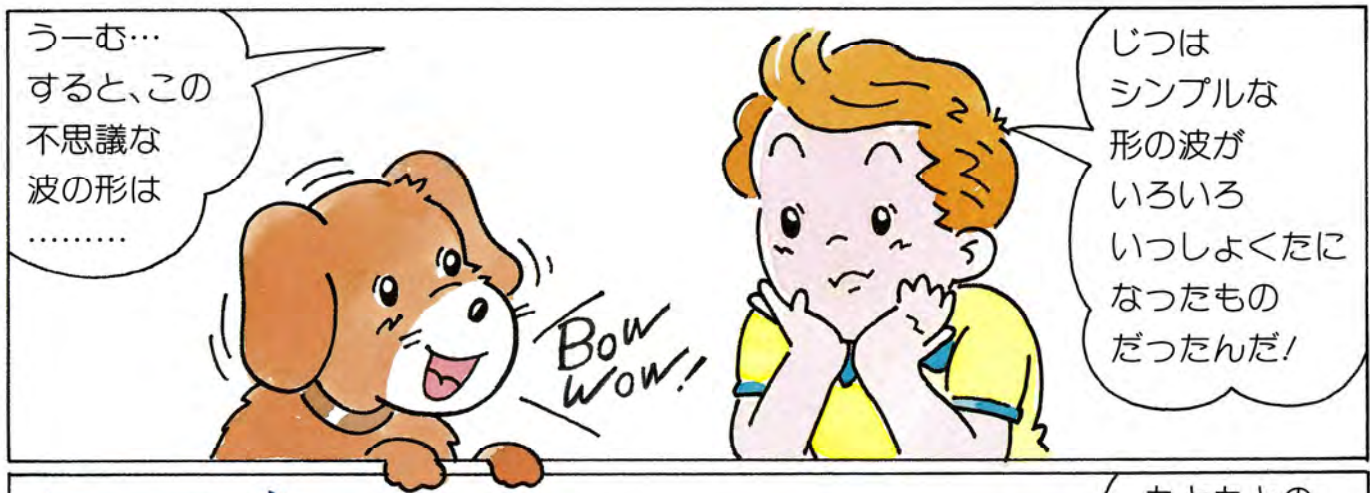
なーんか
よくわかんない
ごちゃごちゃして。
……え、何だい？

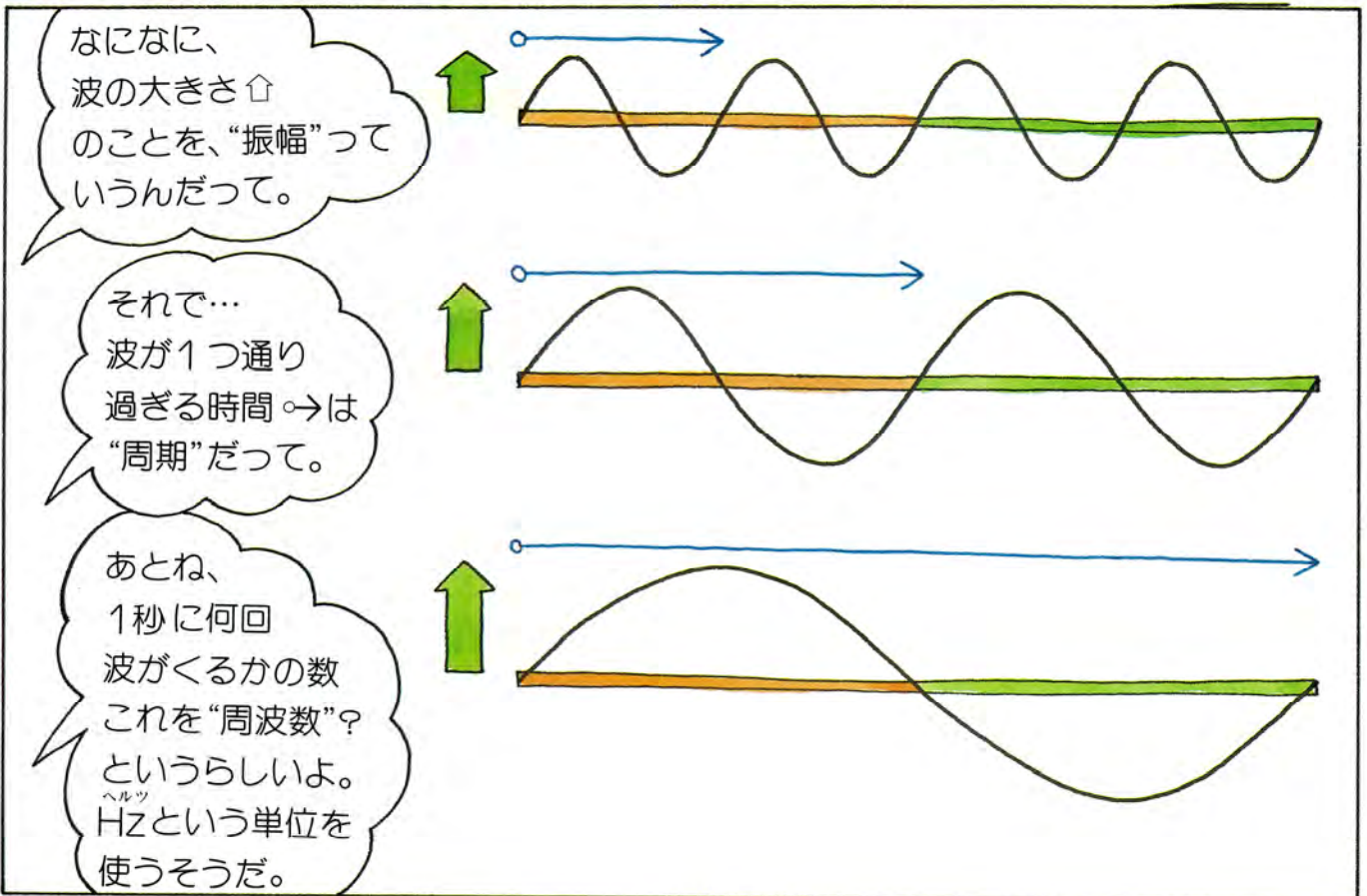
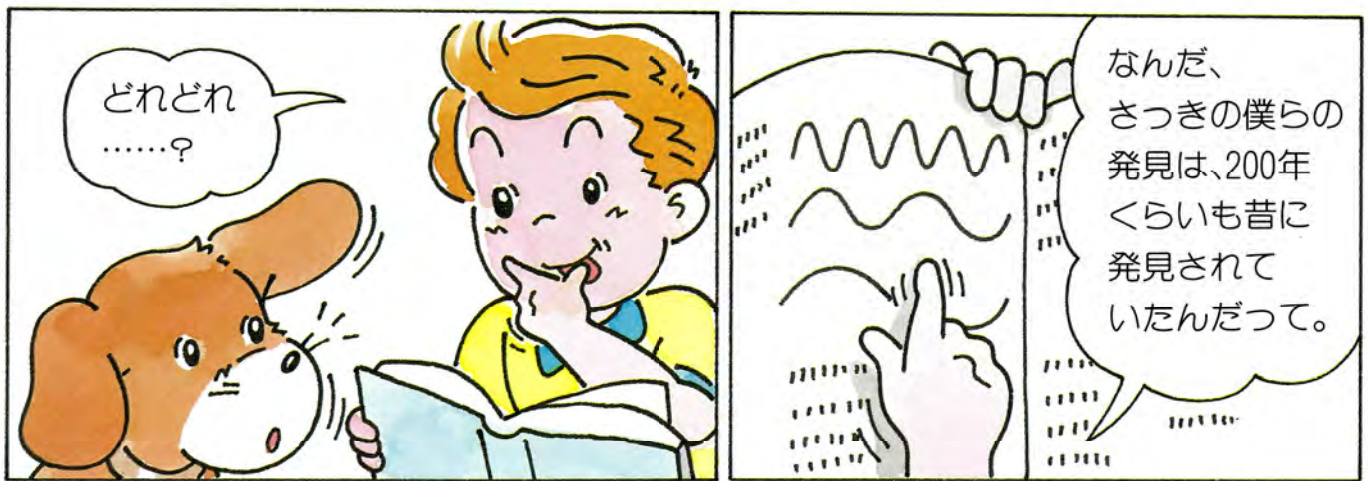
棒の上がプラスで
下がマイナス？
じゃあ、上と下で
積み木を+-すると…

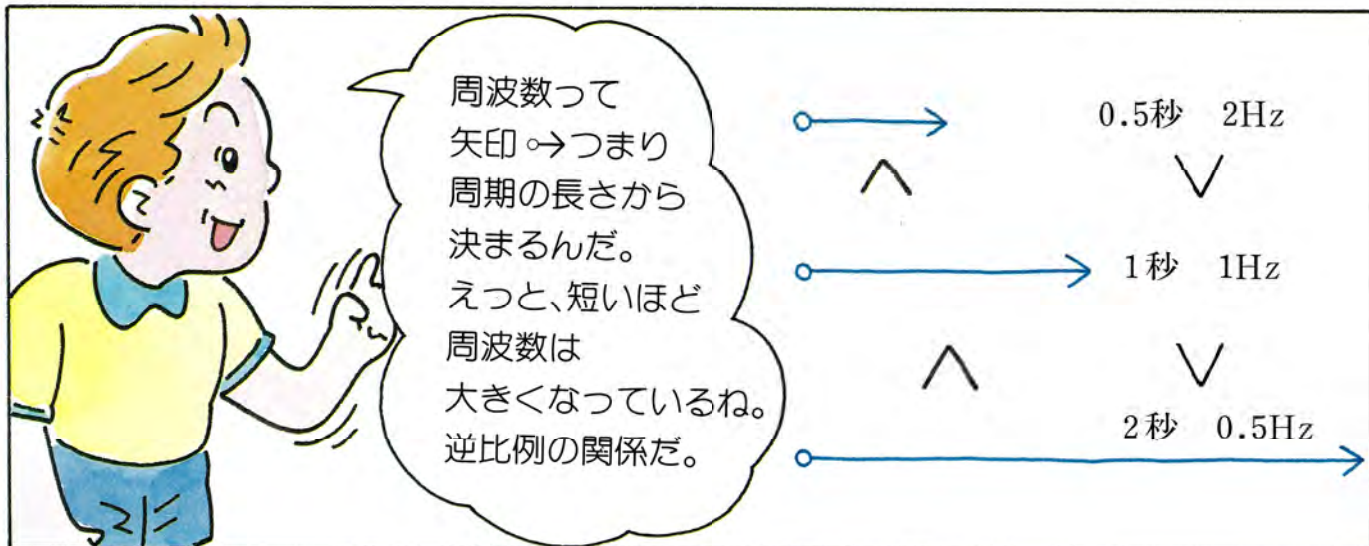


あーっ!!
さっきの地震の波の
かたちができたー

ピース!!

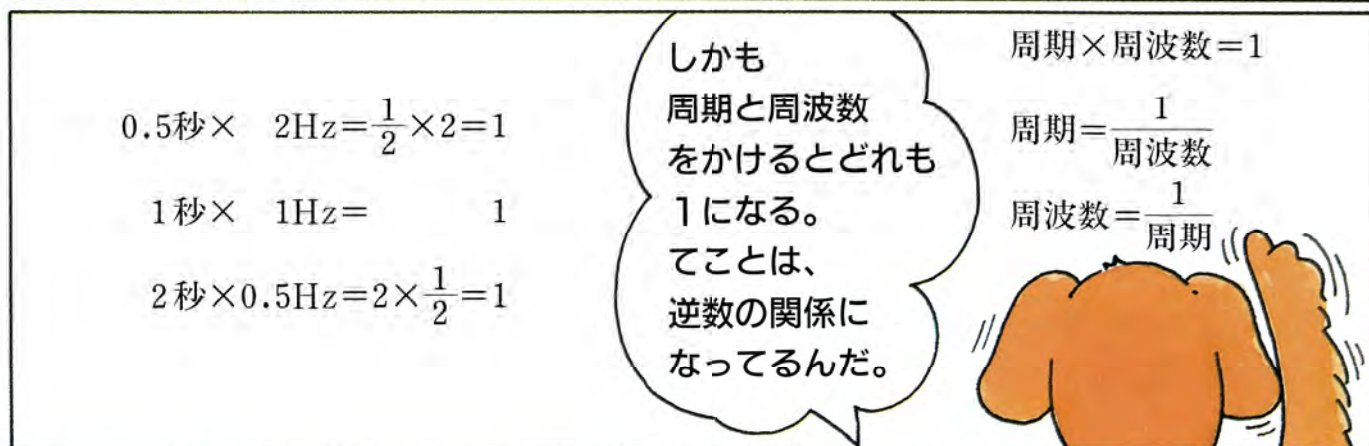






周波数って
矢印→つまり
周期の長さから
決まるんだ。
えっと、短いほど
周波数は
大きくなっているね。
逆比例の関係だ。

0.5秒 2Hz
1秒 1Hz
2秒 0.5Hz



0.5秒 $\times$ 2Hz = $\frac{1}{2} \times 2 = 1$
1秒 $\times$ 1Hz = 1
2秒 $\times$ 0.5Hz = $2 \times \frac{1}{2} = 1$

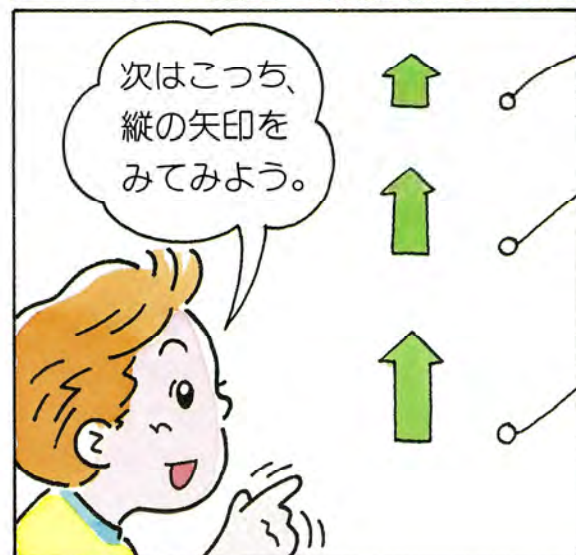
しかも
周期と周波数
をかけるとどれも
1になる。
てことは、
逆数の関係に
なってるんだ。

周期 $\times$ 周波数 = 1
周期 = $\frac{1}{\text{周波数}}$
周波数 = $\frac{1}{\text{周期}}$

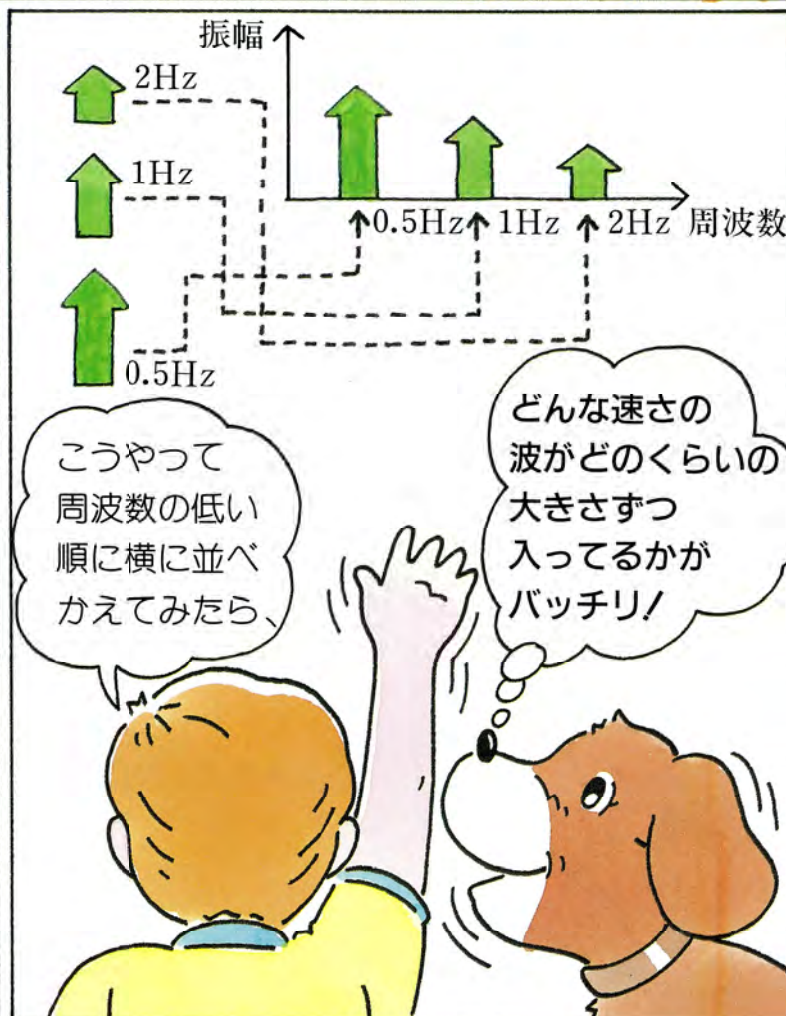


すげえ
なるほど
なあ。

ありがとう
ありがとう
ヤッ



次はこっち、
縦の矢印を
みてみよう。

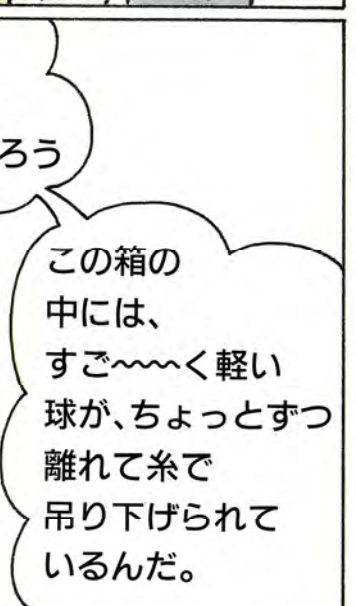
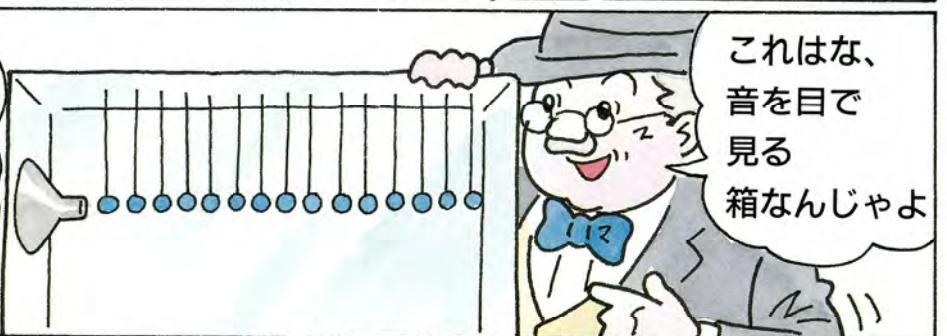
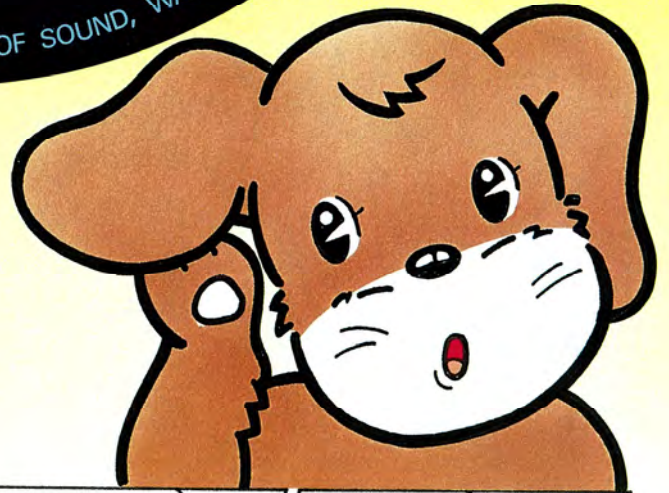
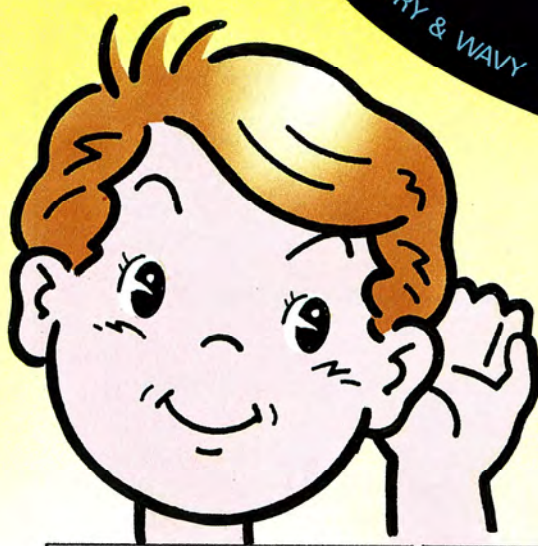


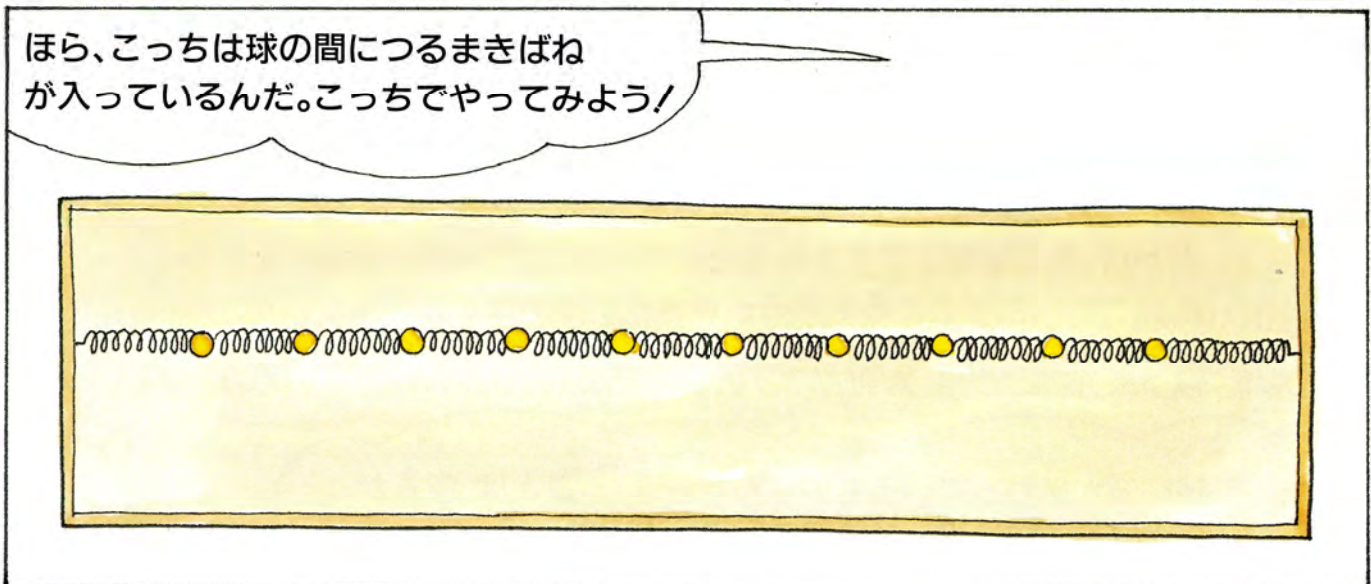
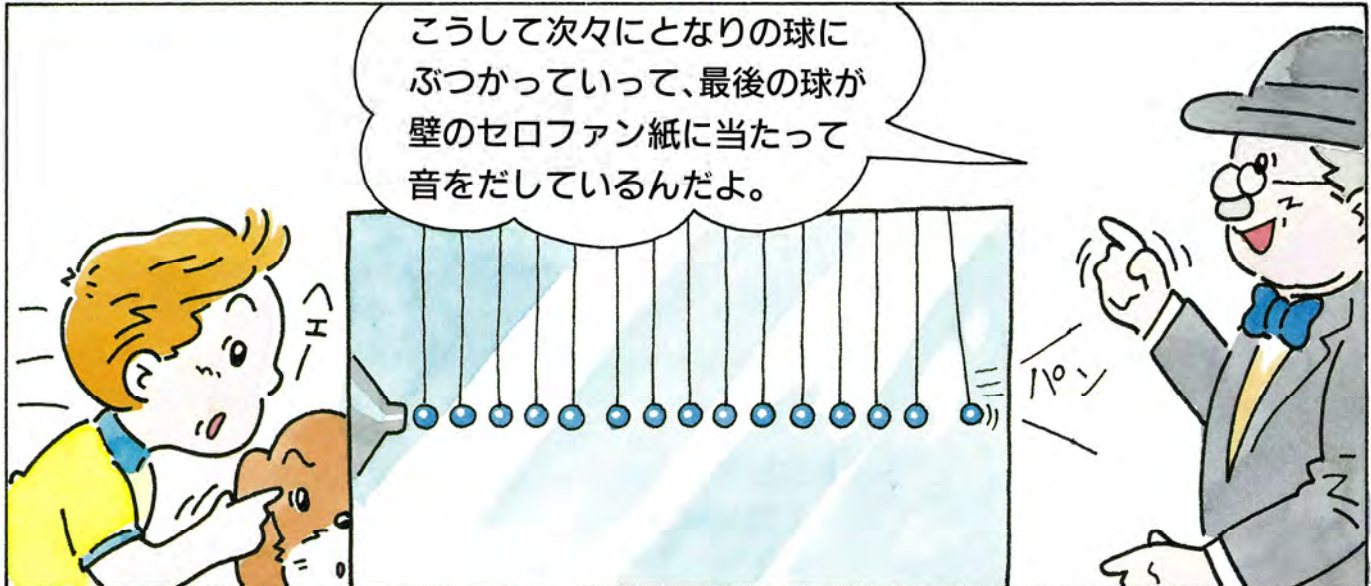
振幅
2Hz
1Hz
0.5Hz
0.5Hz 1Hz 2Hz 周波数

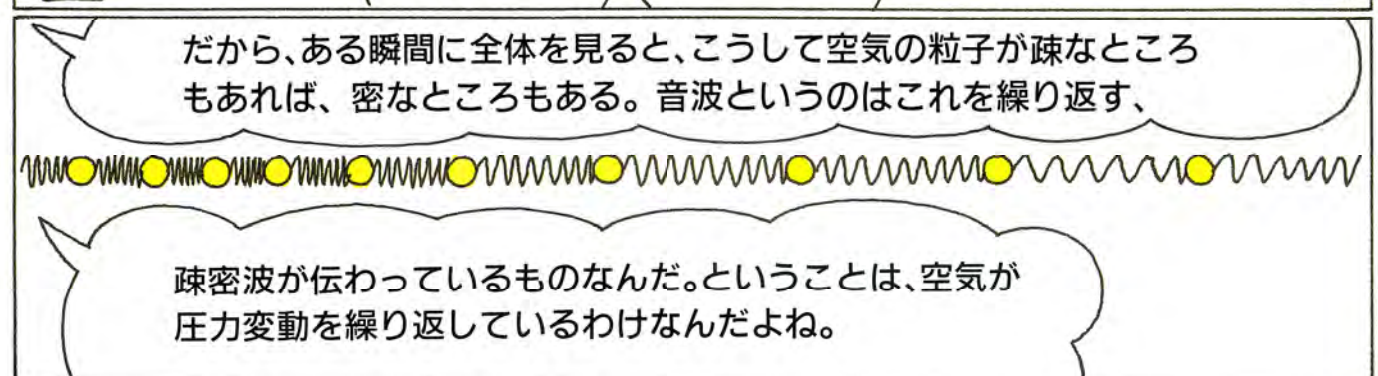
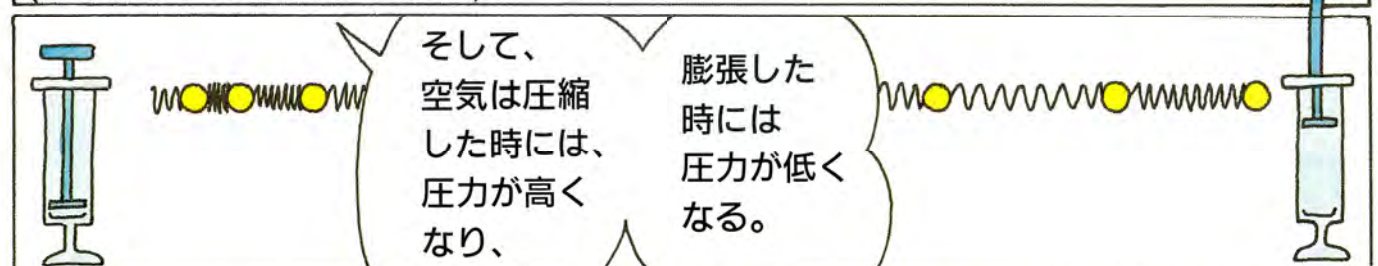
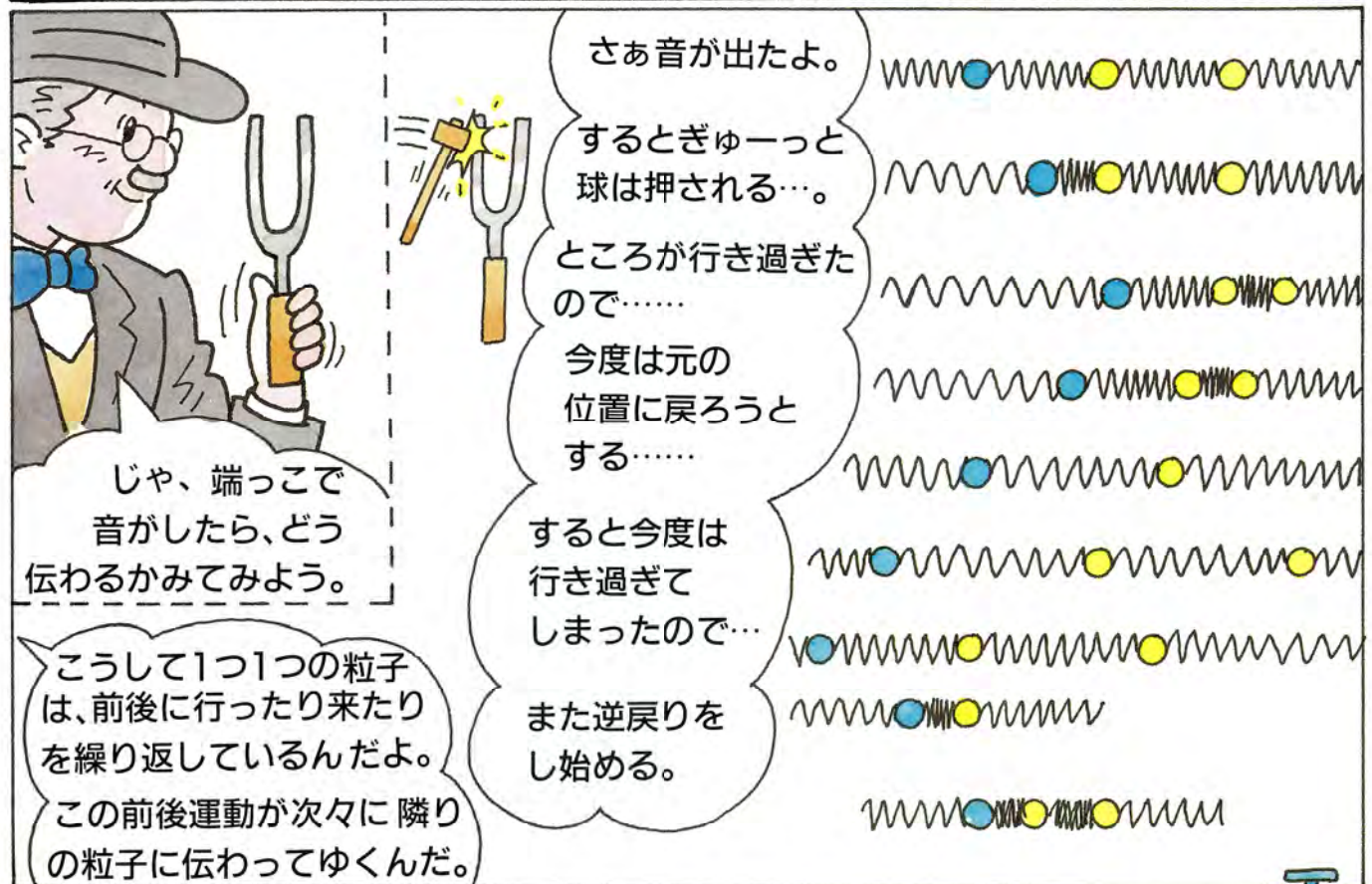
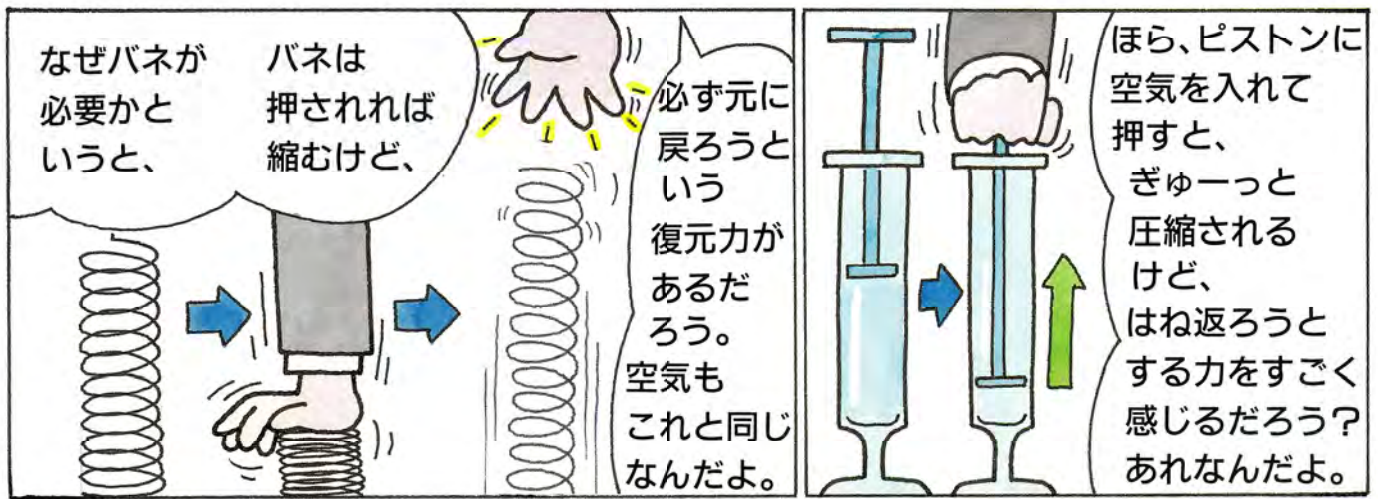
こうやって
周波数の低い
順に横に並べ
かえてみたら、

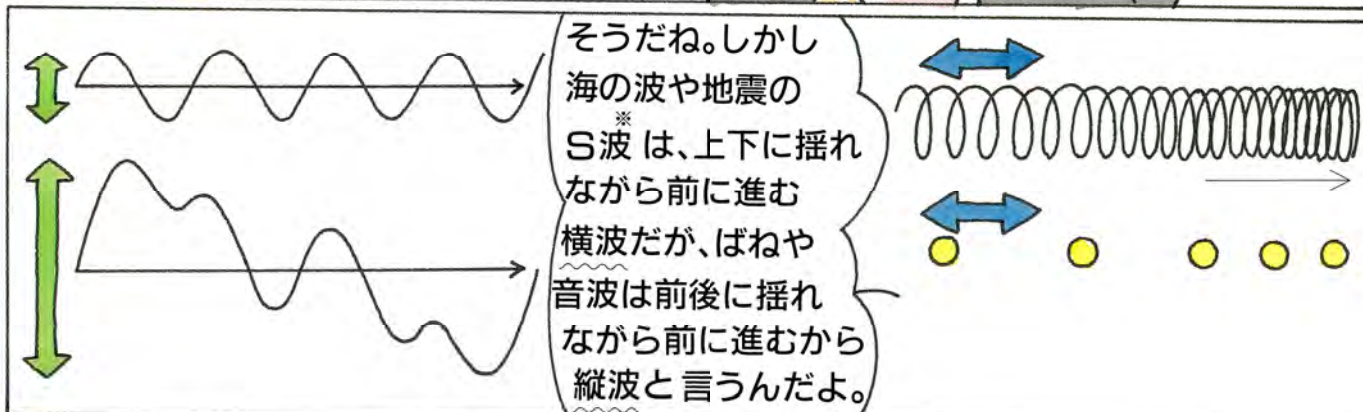
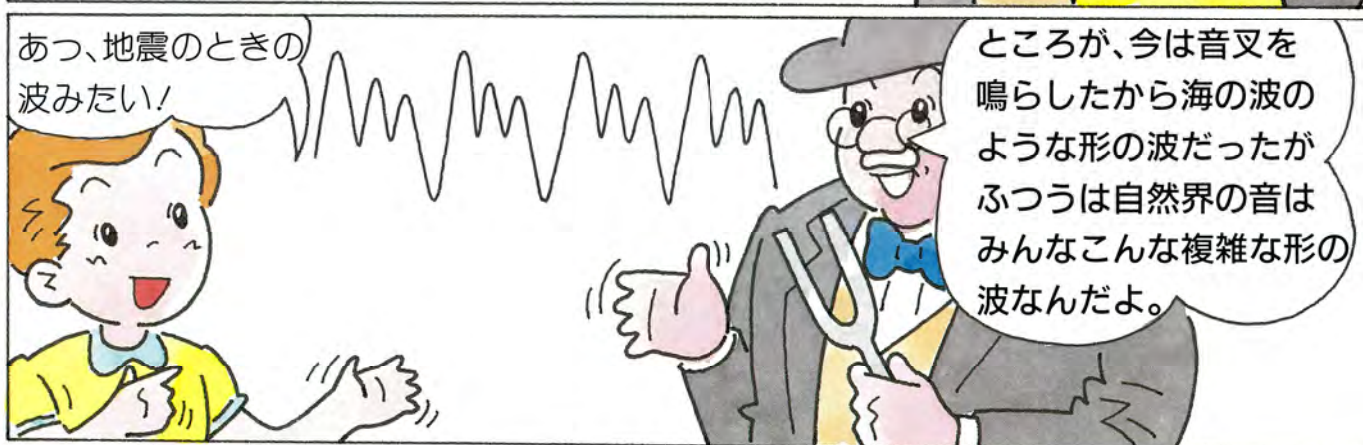
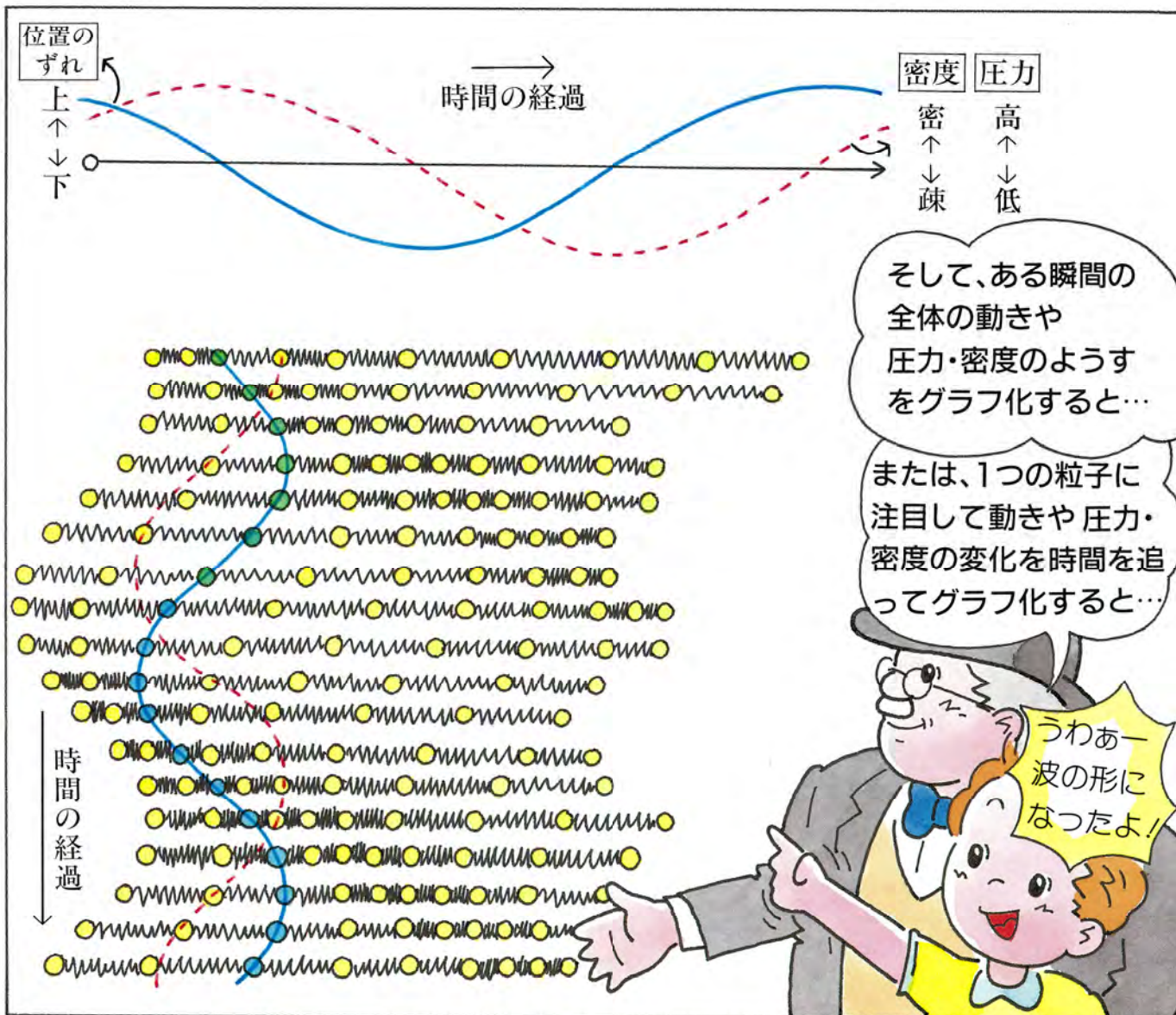
どんな速さの
波がどのくらいの
大きさずつ
入ってるかが
バッチリ!

②音のはなし

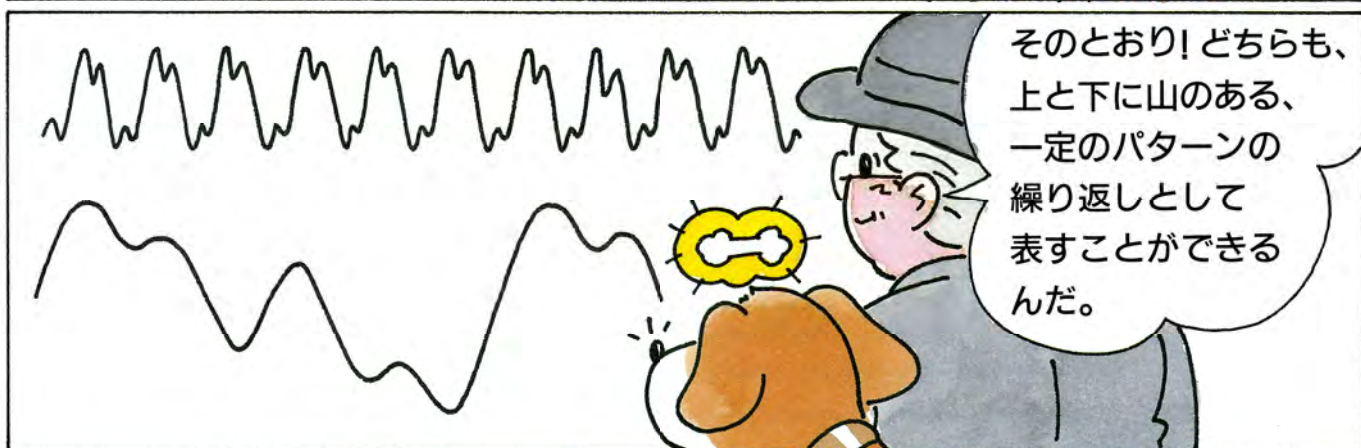








※地震には前後に揺れる縦波のP波もあります。

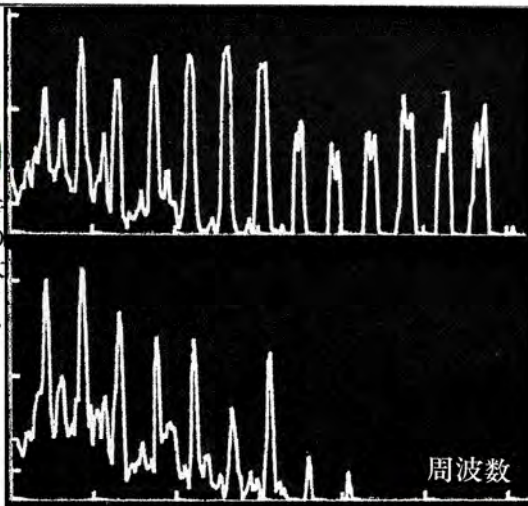


※純音とは、かんたんな波のこと!

たとえば、オーケストラの音合わせは440Hzの八長調のラの音で合わせているが、同じ高さでも音としては楽器によってちがうだろう。これはどんな周波数の音をどのくらいずつ含んでいるかがそれぞれ違うからなんだよ。この含みかたや響きかたなんかでそれぞれの音の感じがきまるんだ。



音の大きさ



周波数

ふ〜ん、面白いねえ。音も振動も同じなのか……そういえば、ギターの弦も音がしてる時はぶるぶる震えてて、指でつまむと音が止まっちゃうもんねえ…



そうだね。喉だって、声を出すと震えてるだろう。声も人間が声帯を振動させて、空気に圧力変化を起こし、その疎密波が君の鼓膜を揺らして、音として感じているんだよ。

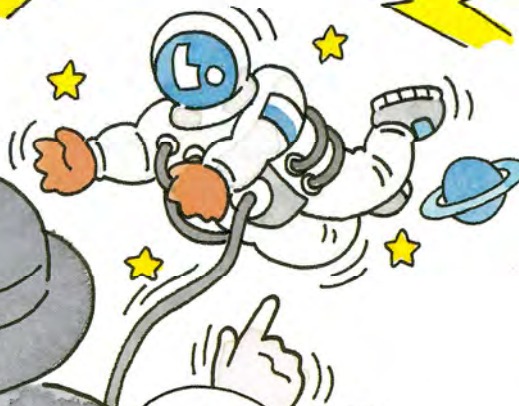


じゃあ、音のするときは、必ず何かのモノが振動しているの？

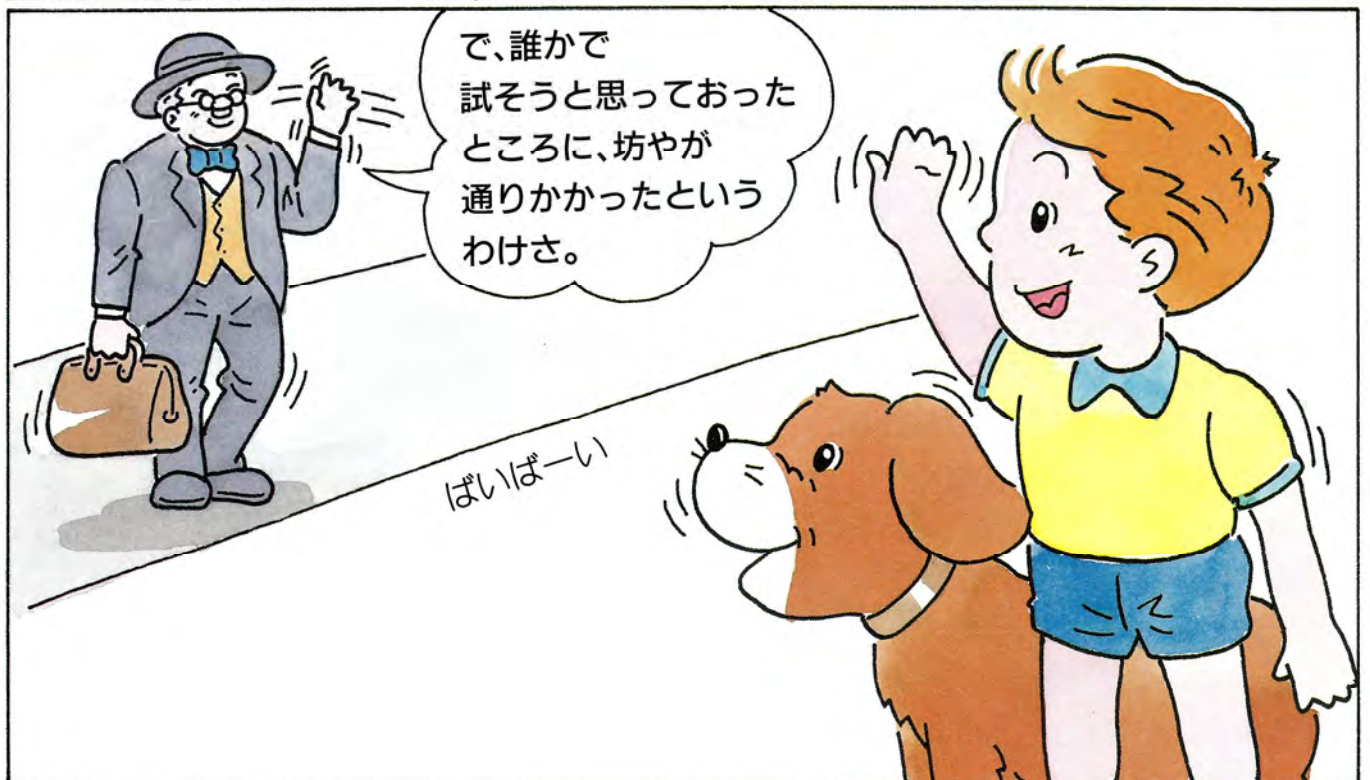
そうとも限らないんだ。例えば雷は音がしても空には何もないだろう？あれは放電によって空気が急激に膨張して、急激な圧力変化を起こすことによって鳴っているんだ。要するに空気に圧力変化が起ると疎密波が発生し、それが伝わっていくから音になるんだ。



だから空気の無い宇宙では音を伝えるものがないから、音がしないんだよ。



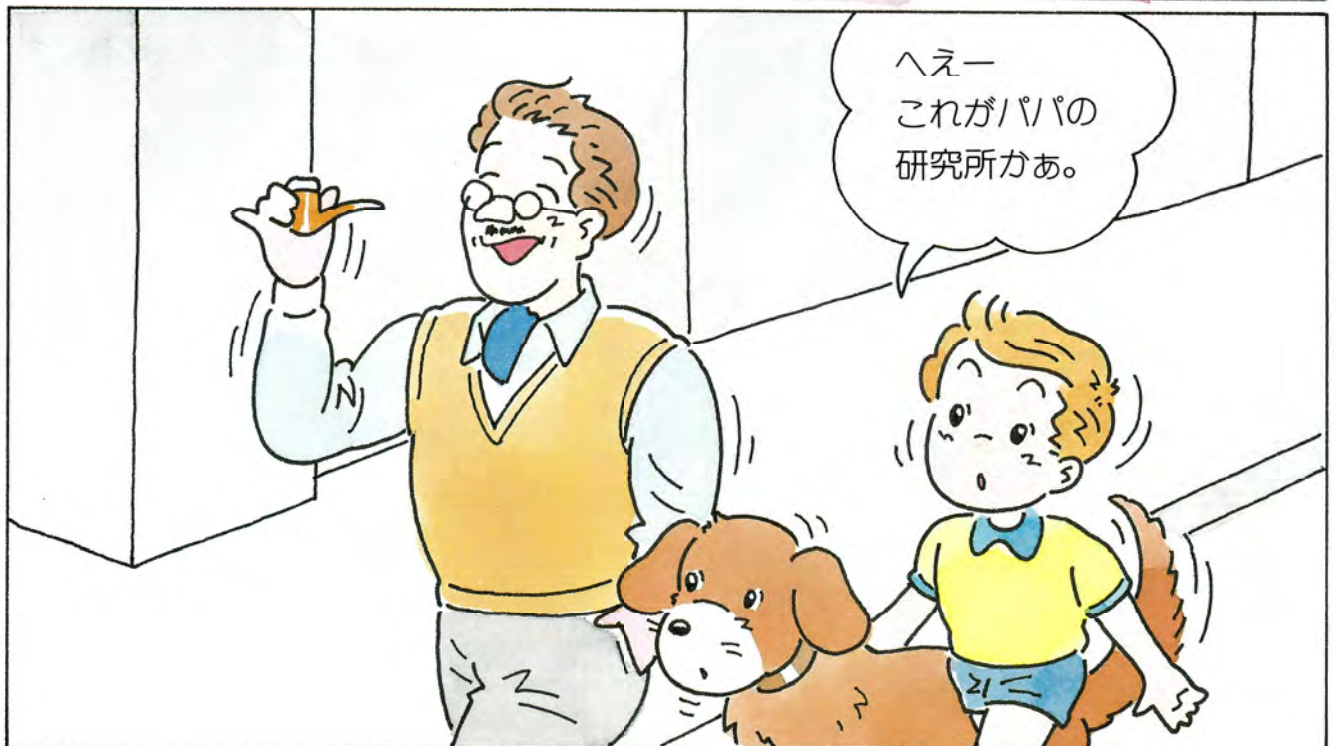
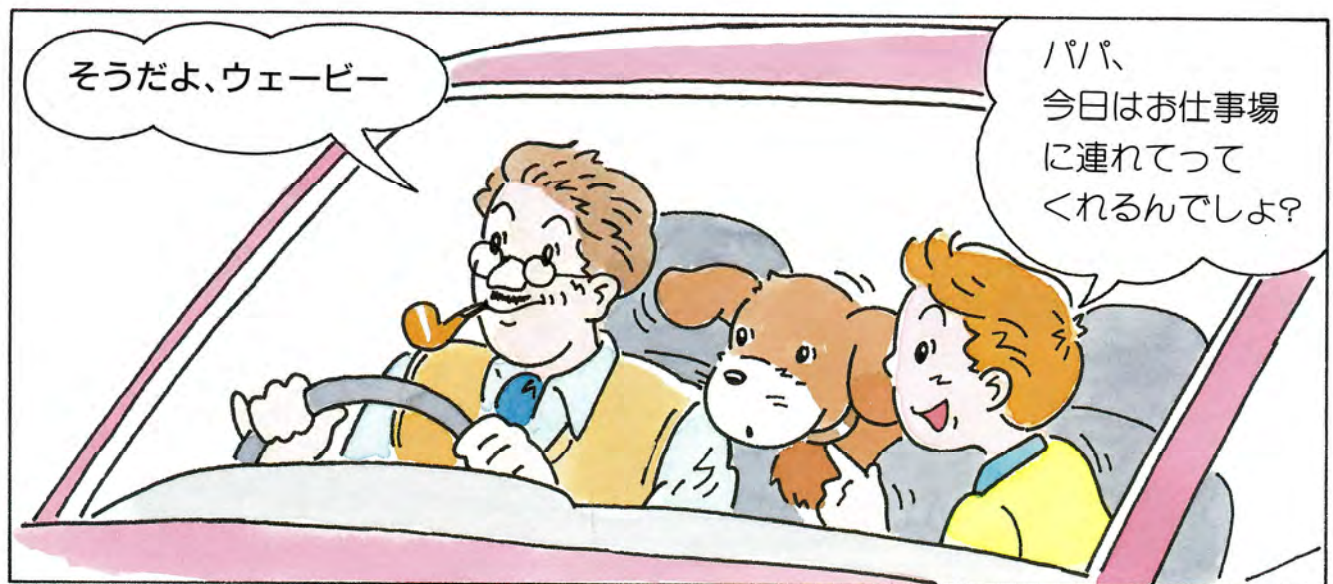
※声帯の振動ででた音は声道や口を通して口唇共鳴し、声となります。

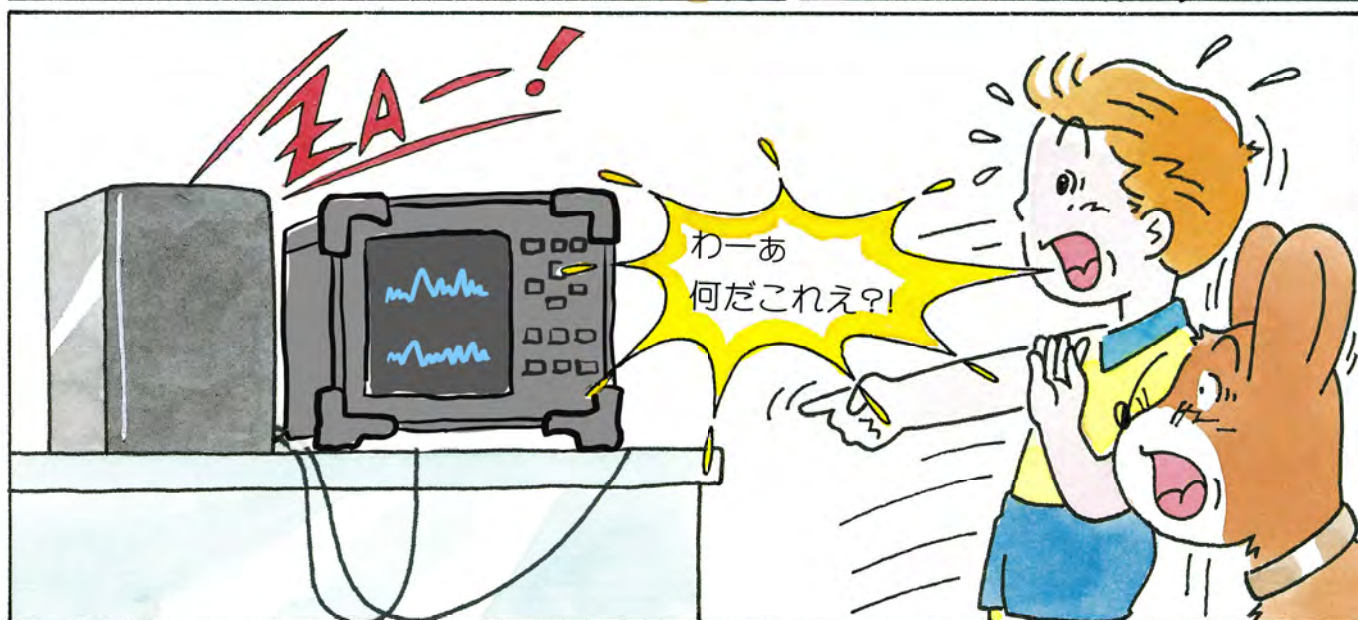




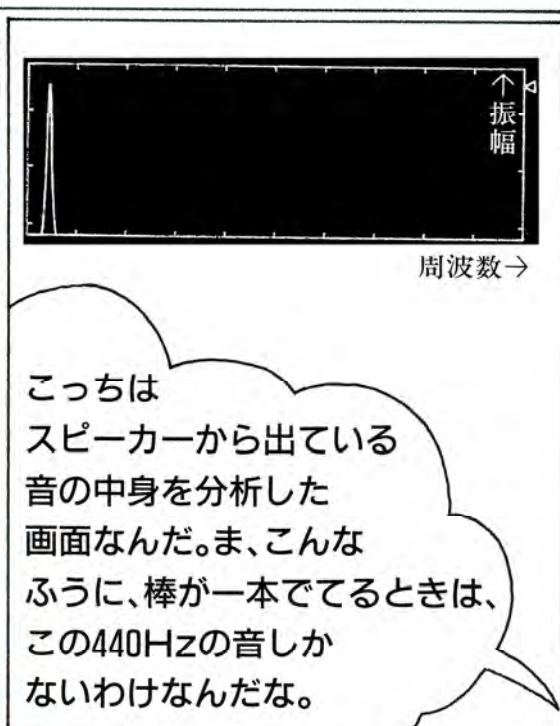
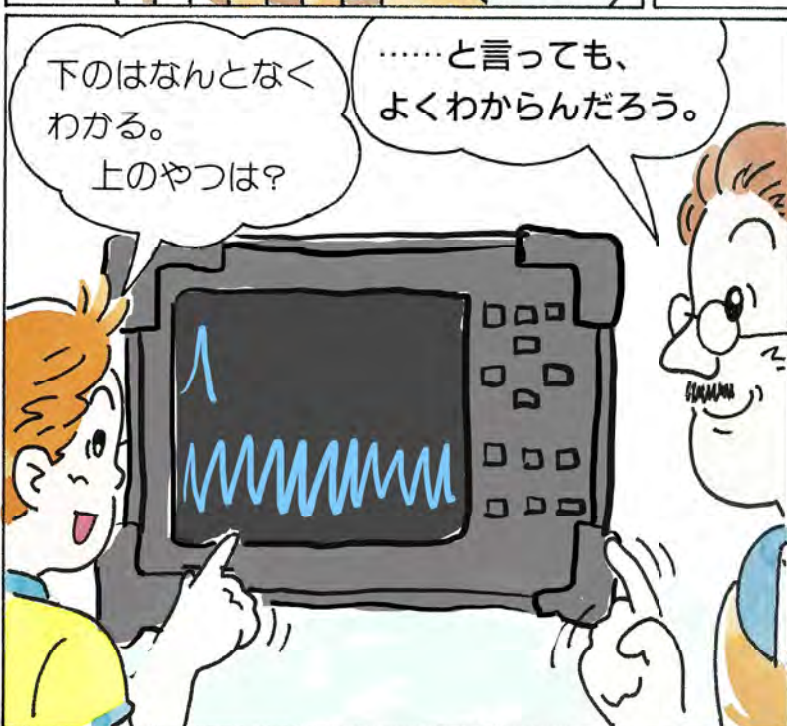
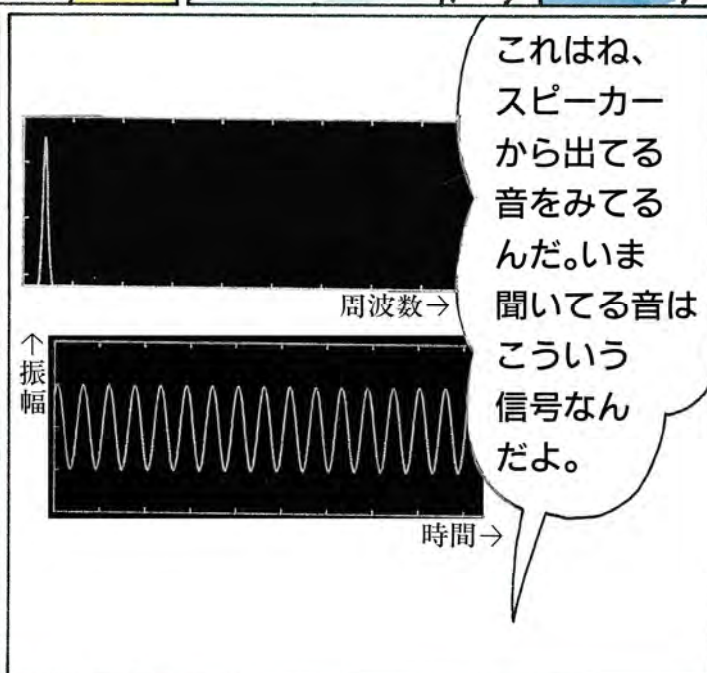
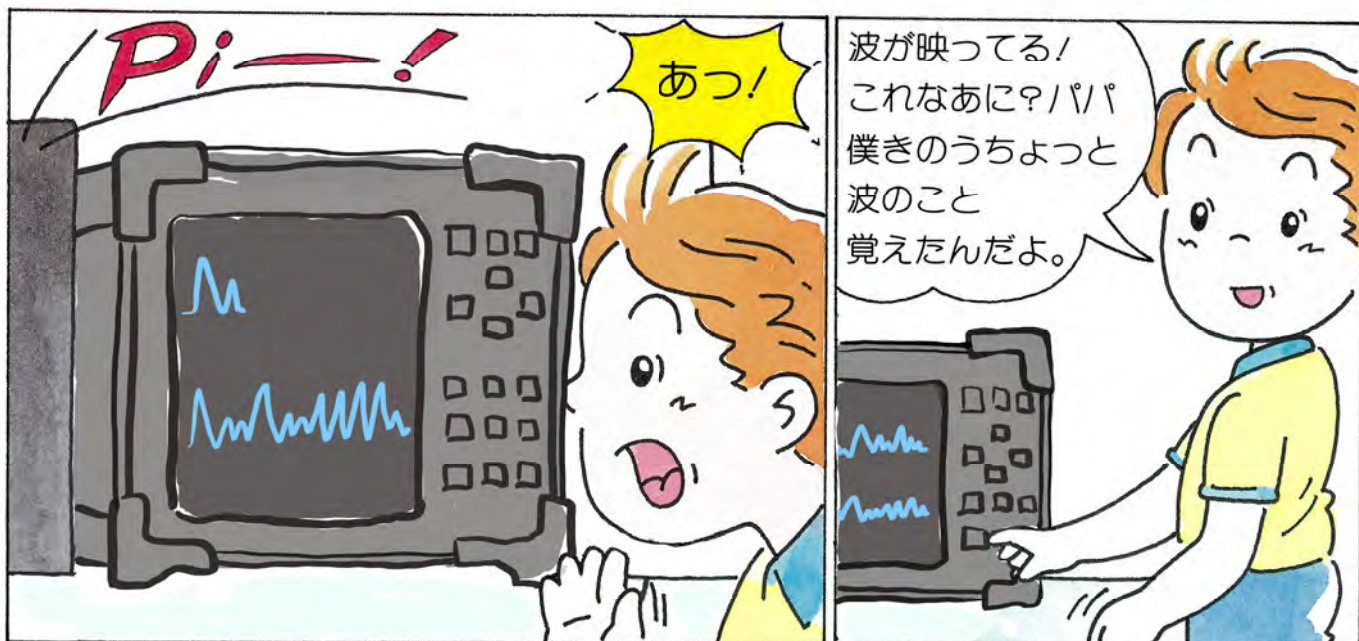
※2 犬には人より高い音まで聞こえます。

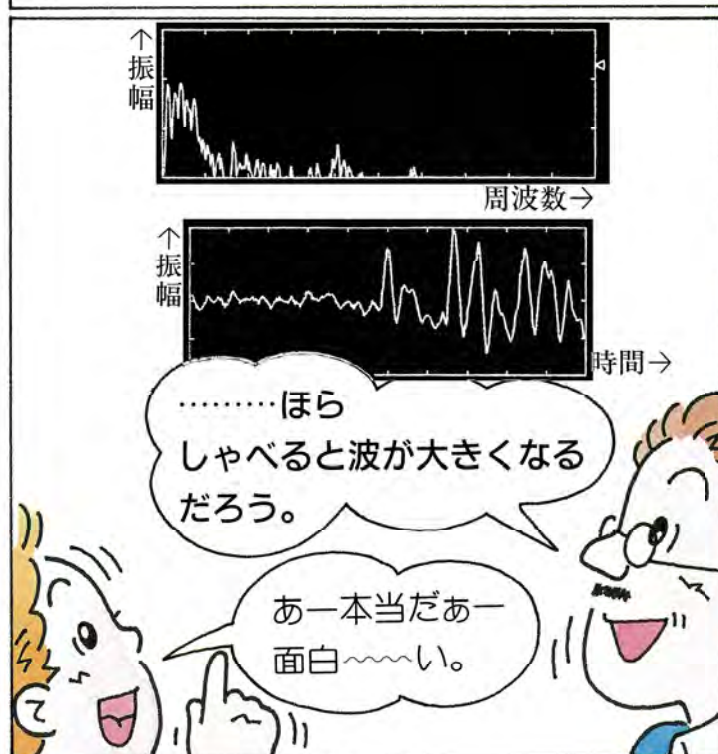
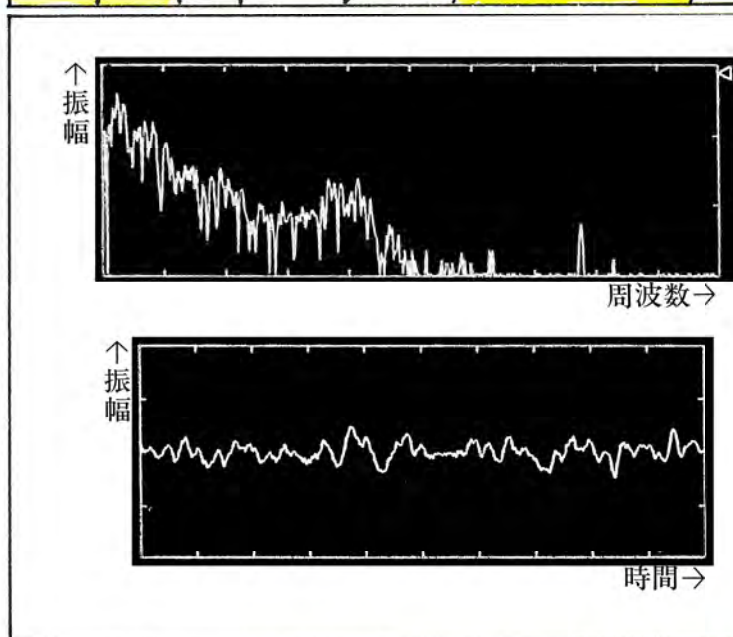
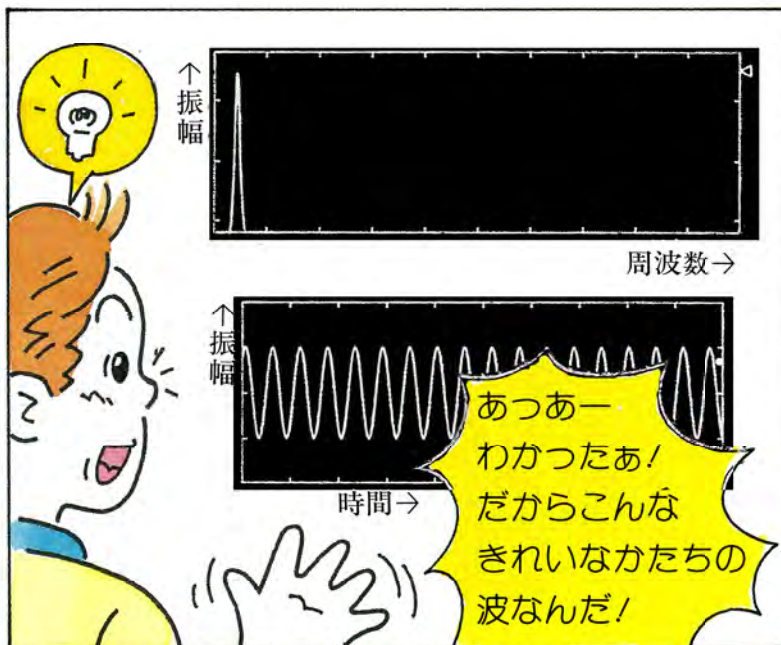
※1 周波数では、TVやラジオでMHz帯(メガヘルツ=10⁶Hz)、
赤外線や光ではTHz帯(テラヘルツ=10¹²Hz)、X線では
10¹⁶THz=10¹⁸Hzぐらいになります。





※FFT(Fast Fourier Transform=高速フーリエ変換)



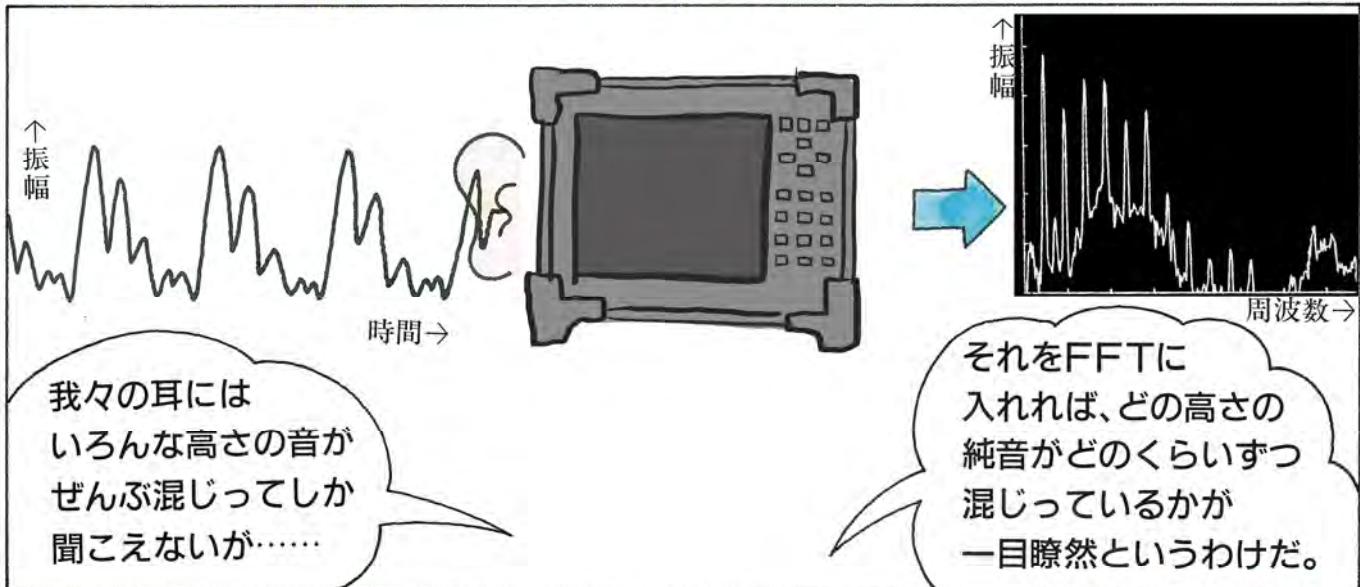




これは、
もしかして
音の波のかたち
を見たりとか、
音の中にどんな高さ
の波がどのくらい
ずつ入っているかが
わかる機械なの？



OH/
その通りだ
ウェービー。
ス・スゴイ！



我々の耳には
いろんな高さの音が
ぜんぶ混じってしか
聞こえないが……

それをFFTに
入れれば、どの高さの
純音がどのくらいずつ
混じっているかが
一目瞭然というわけだ。

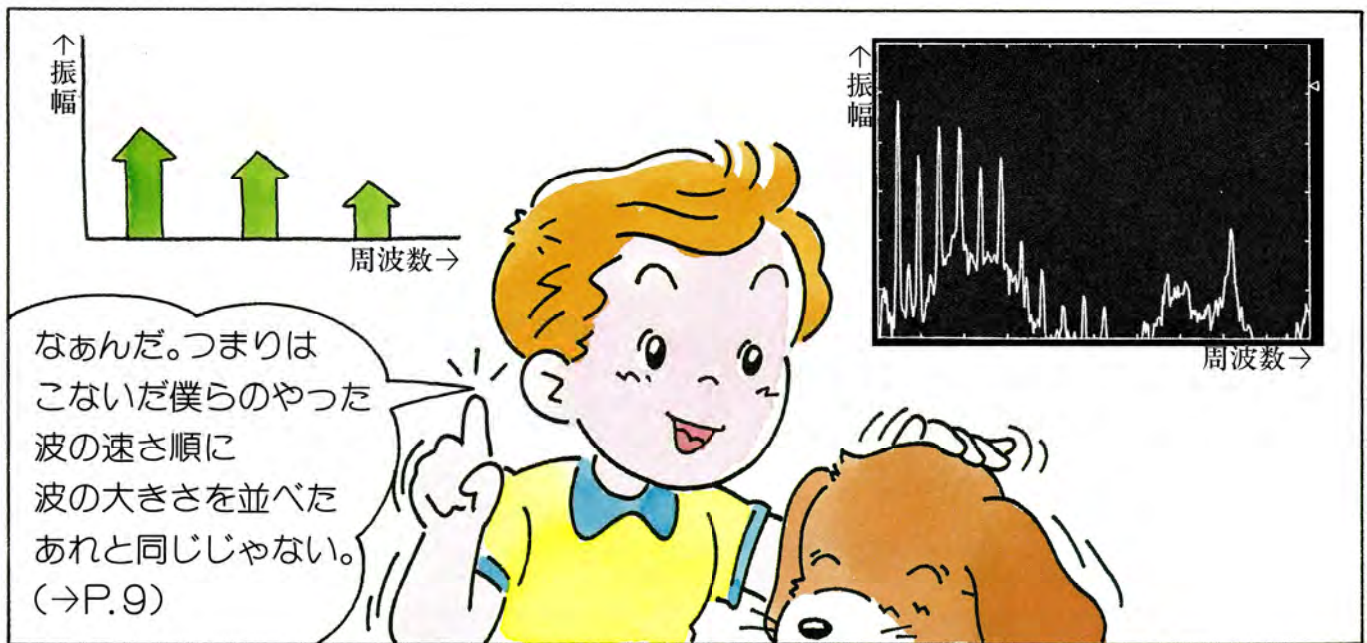


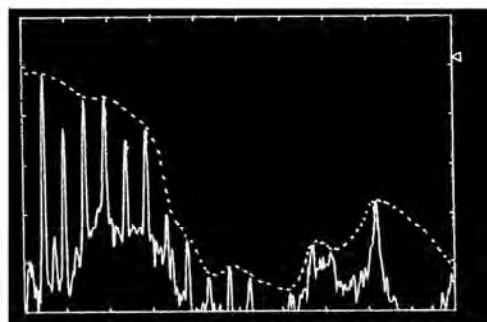
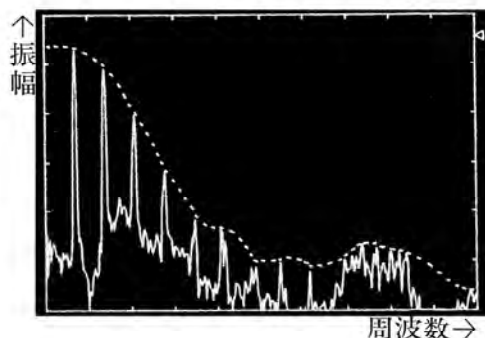
あっ純音っ
ていうのは…。

さっきのこういう
音でしょ。サイン波とか
正弦波ともいうんだよね。



そうそう。だけど自然界
の音ってのはみんないろんな
高さの純音が混ざり合っ
てできているから、
それをばらしてみろ
というわけなのさ。

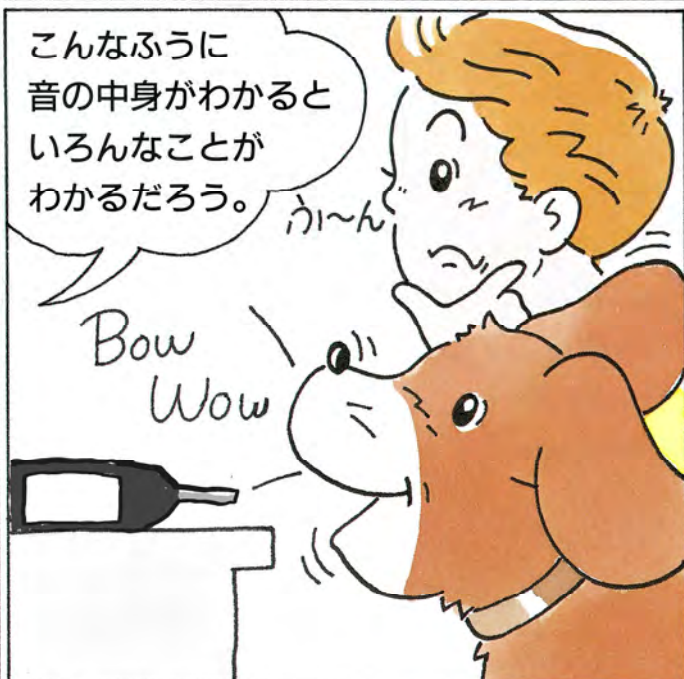




ほーら、
上がウェービー、
下がパパの声の中身だよ。
同じことばをしゃべった
から、全体的なかたち
(……)は似てるだろう。
でも、お前は怒鳴ったから
山の高さが高いね。
それに、お前のほうが
山が全体に右に
寄ってるだろう。



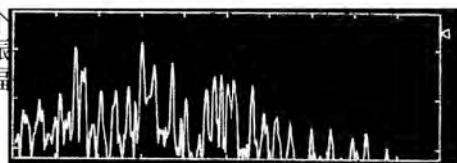
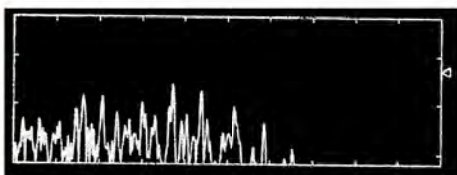
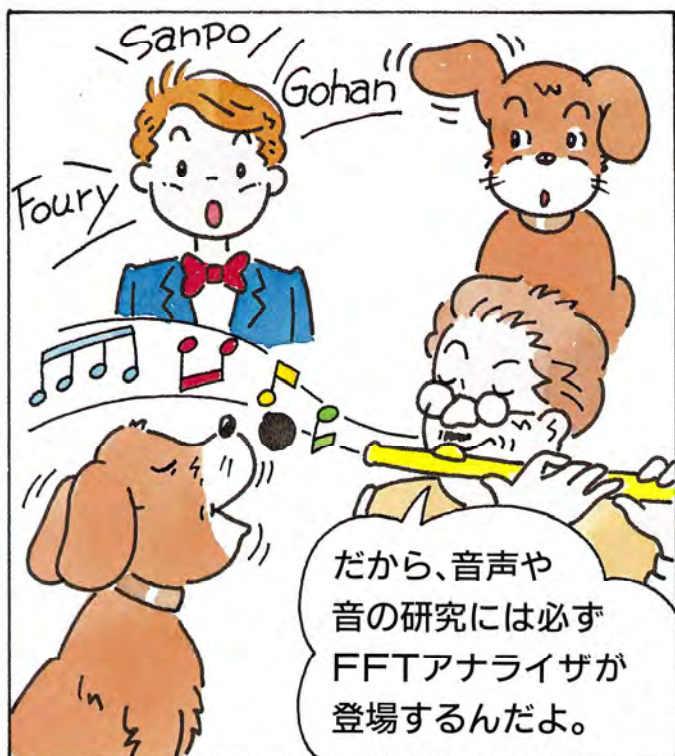
子供の声は
高いから、中身も
全体に高い音
からなってるん
だね。



こんなふうに
音の中身がわかると
いろんなことが
わかるだろう。

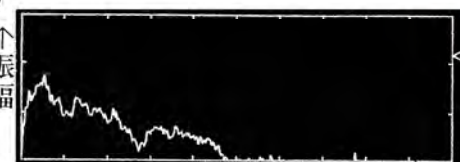
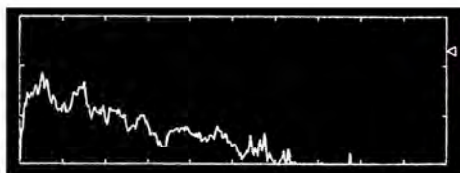
わーん

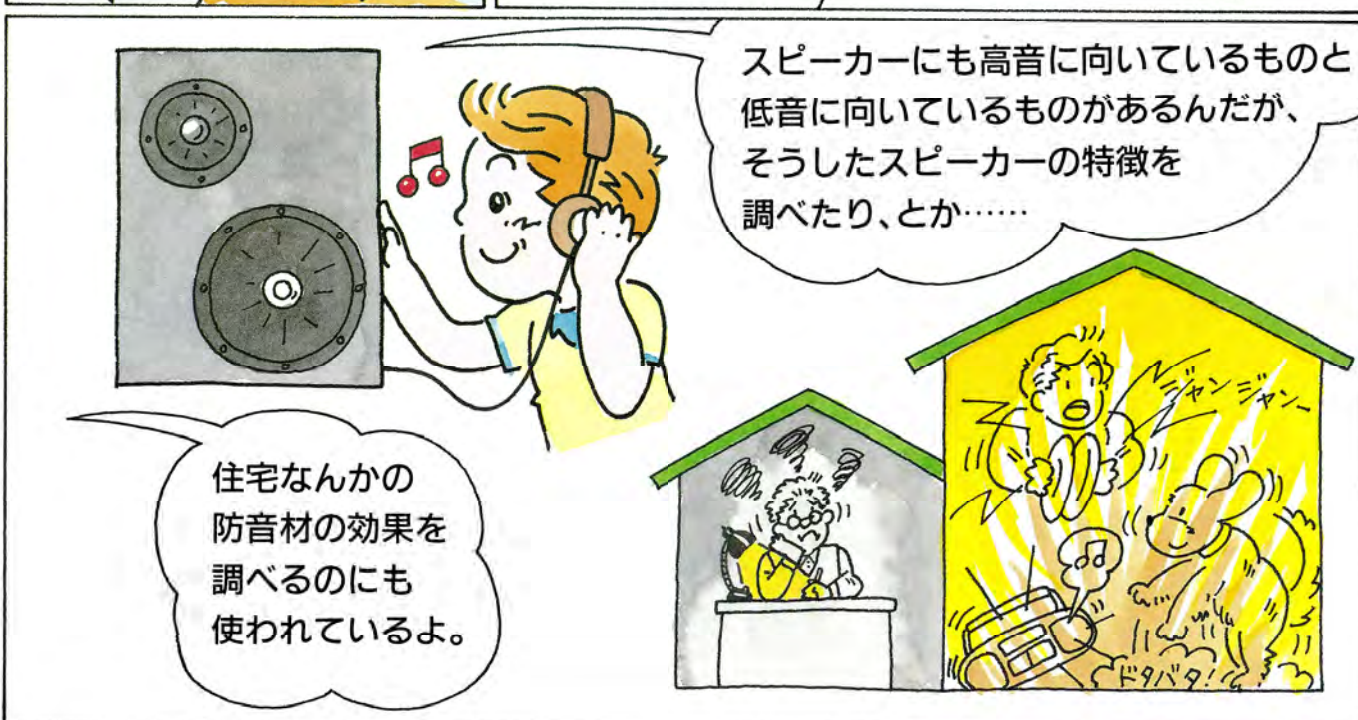
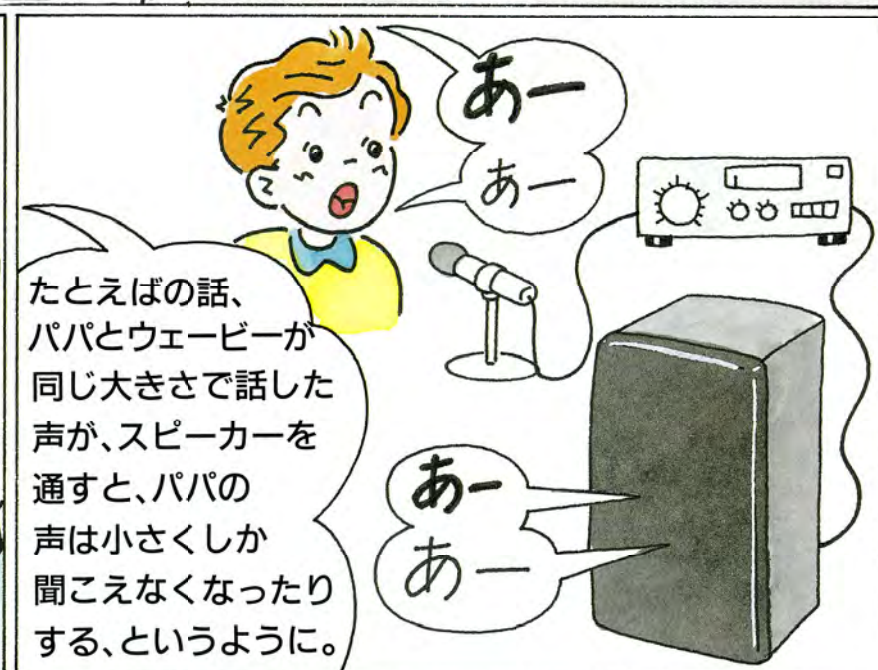
Bow
Wow

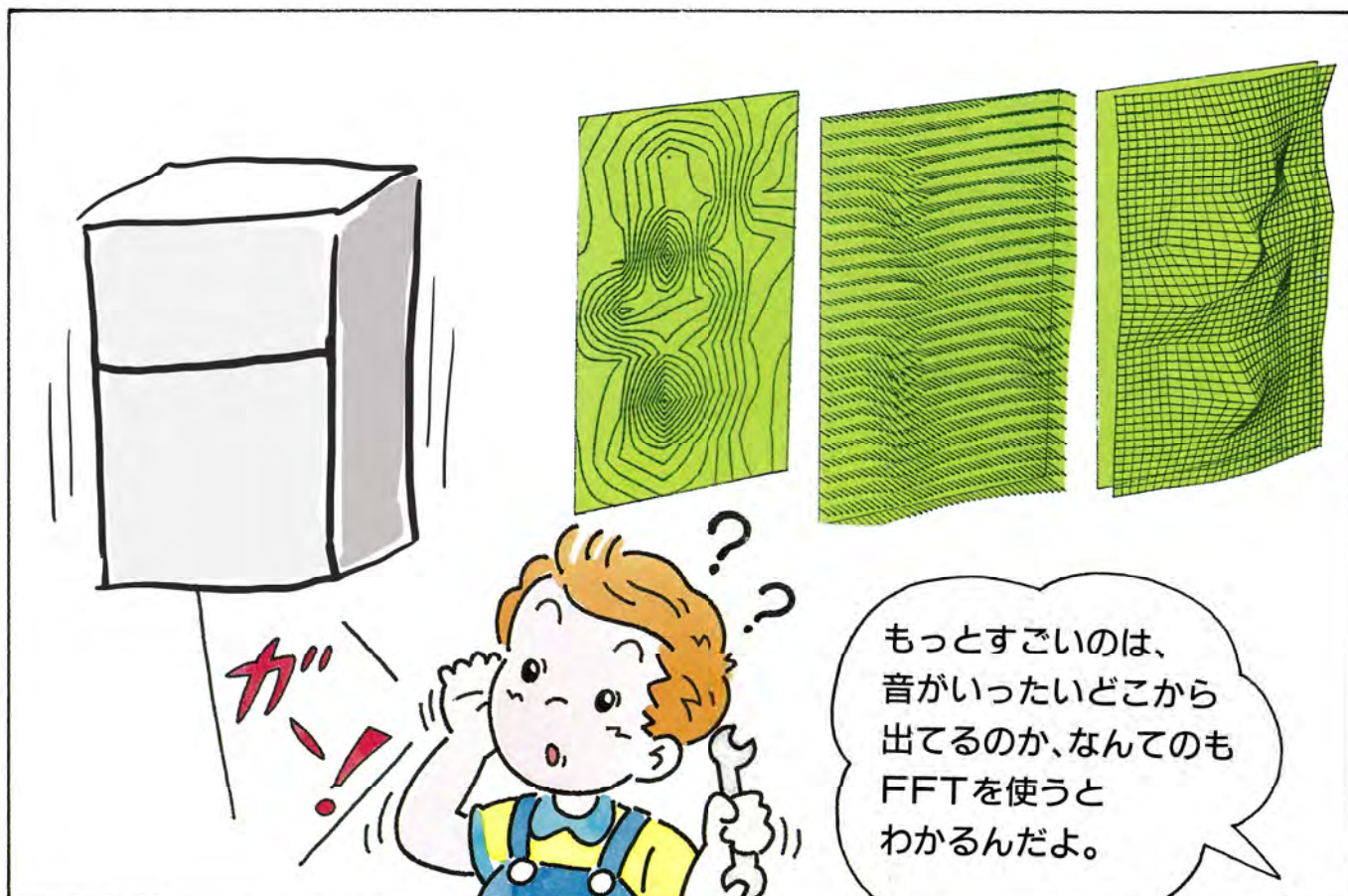


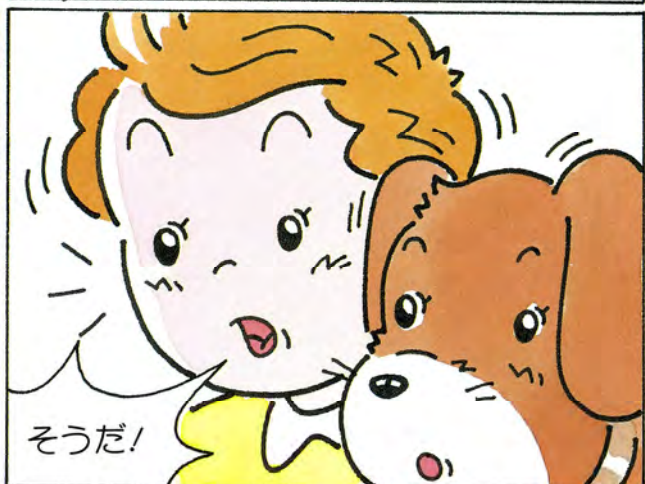
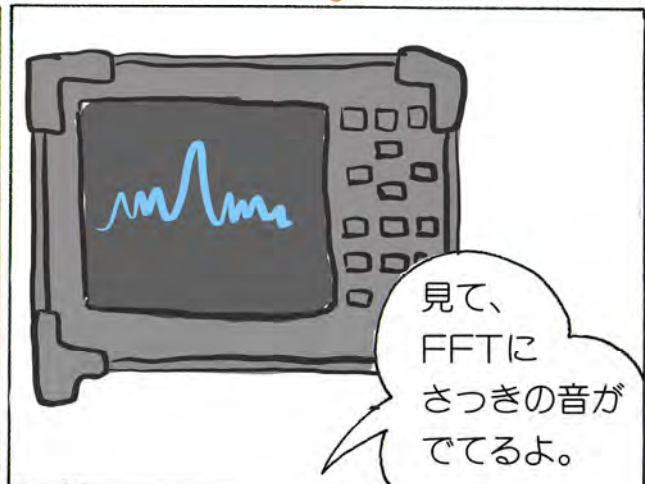
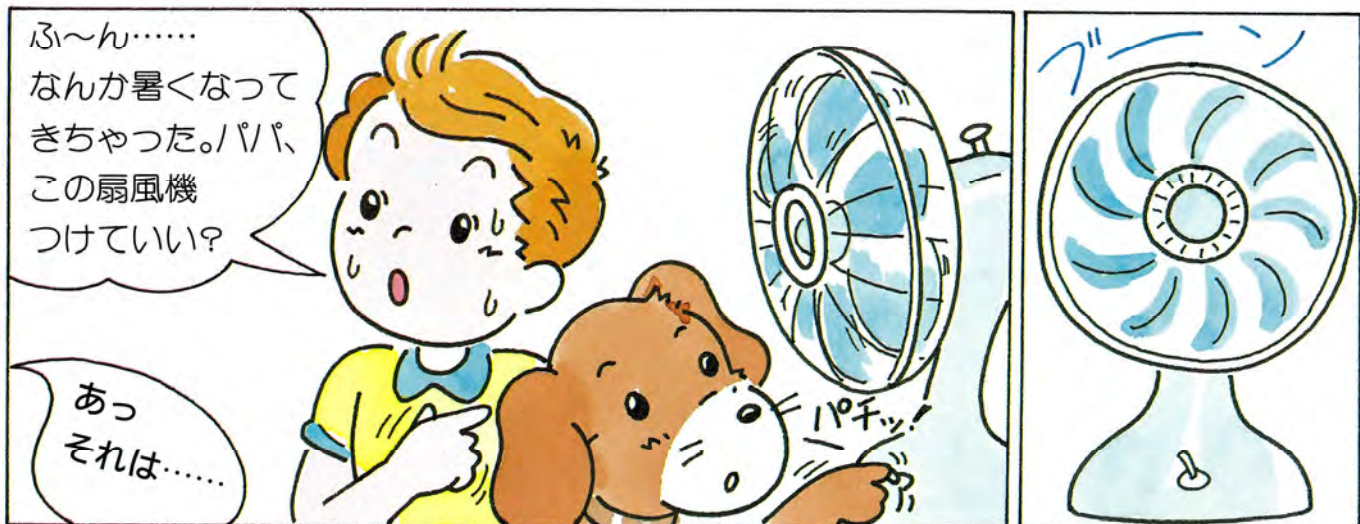
そうだね、例えば何かの音を気持ちのいい音にしたい、なんていう時…気持ちのいい音とそうでない音の中身はどこが違うのかとか、気持ちのいい音の特徴はどこか、どこをどうかえるとそんな音がでるのか……。

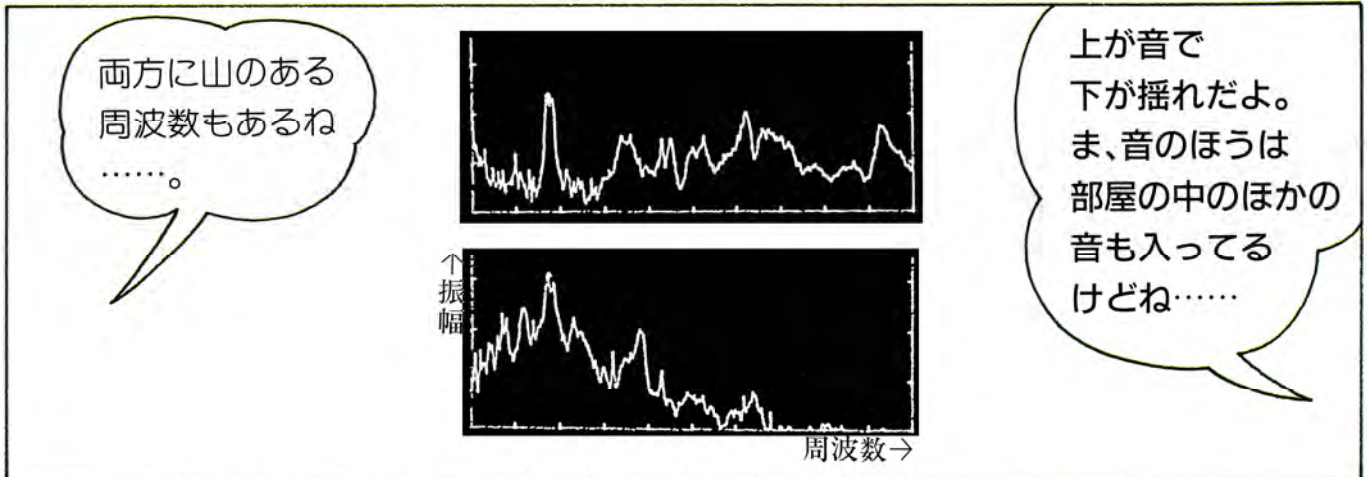
あるいは、うるさい音がするものを、もっと静かにしたいとき……うるさい音のおおもとはどのへんの音なのかがわかれば、その音のでているあたりを改良すれば、ぐんと音を小さくできるとかがわかるんだ。

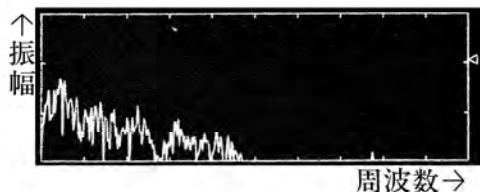




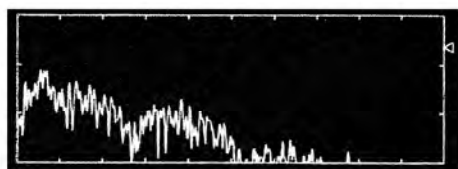






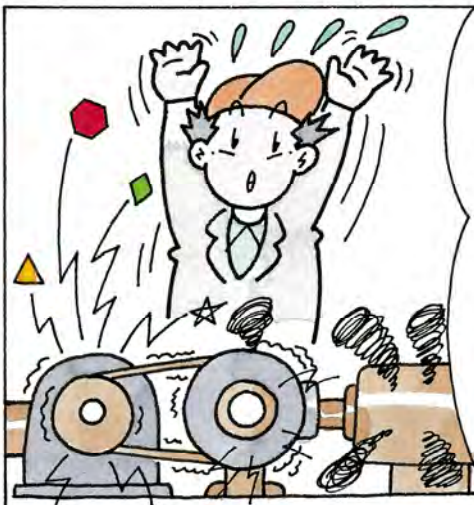


揺れのほうだけを見たらいいんだよ。たとえば調子の良いときのデータと比べると、どのへんの振動が違うのか、なんてのがわかると、そこに注意して、その山が

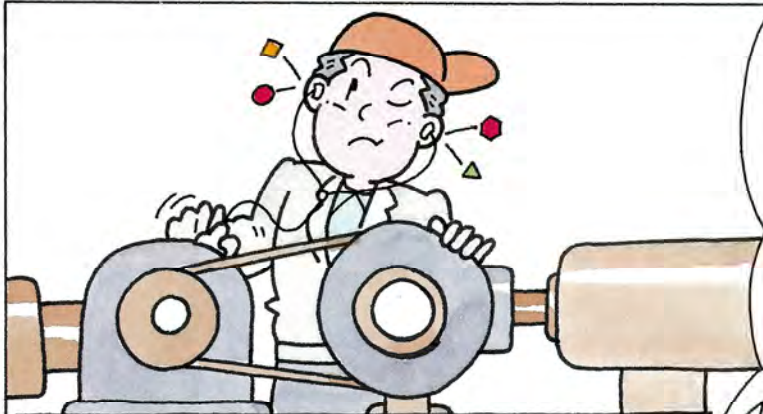


か
か
か
か
か

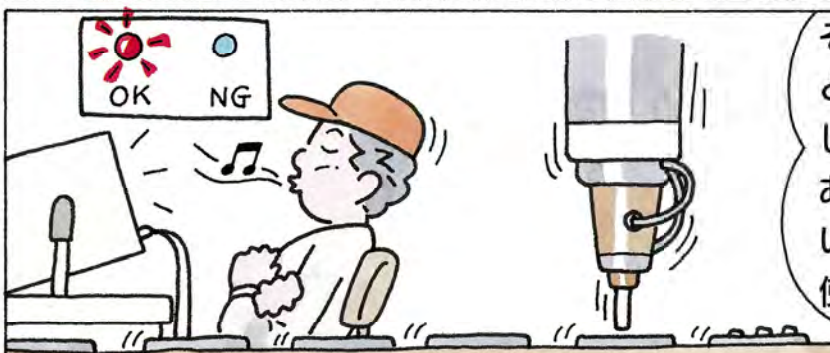
どのくらいの高さを超えたらもう機械の調子が悪くなってきた、なんていう合図にもなるだろ。



これは、工場なんかではとっても重要なことなんだよ。だって機械の調が悪いと、製品もへんなものができてしまうし、壊れてしまったらラインが停ってしまうことになるから、膨大な損失だ。働いている人にも危険だしね。



だから、調が悪いのを見つけたら早めに治さなければいけない。そんなときも、振動の中身を見れば、その揺れが主にどのくらいの速さの揺れによるものかがわかる。するとその速さの揺れを出すのは、機械のどのへんの部分か予測がつくから、機械のどのへんが調が悪いのかがわかるんだ。



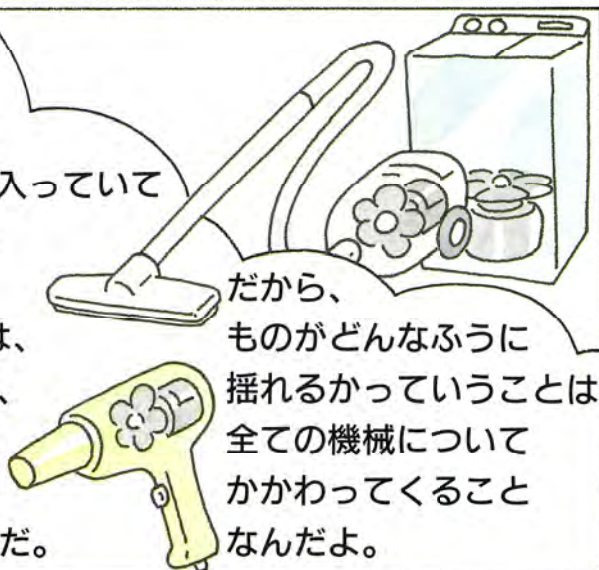
それから、製品の出荷検査のところで、たたいたり動かしたりしたときの音や揺れから、ある山がある高さを超えたものは不良品というように、不良品のチェックにも使えるね。



そうだね。
でもそれはみんな
実はそういう工場
で作っているんだよ。

へえ～
そんなことやってる
なんて、ちつとも
知らなかったなあ。
だって僕たち、
でき上りの
カッコいいものしか
見てないもの。

それにね、
機械ってのは
およそ何だって
中にモーターが入っていて
それが回るから
動くんだろう。
と、ということは、
ミクロに見れば、
多かれ少なかれ
みんな少しずつ
振動しているんだ。

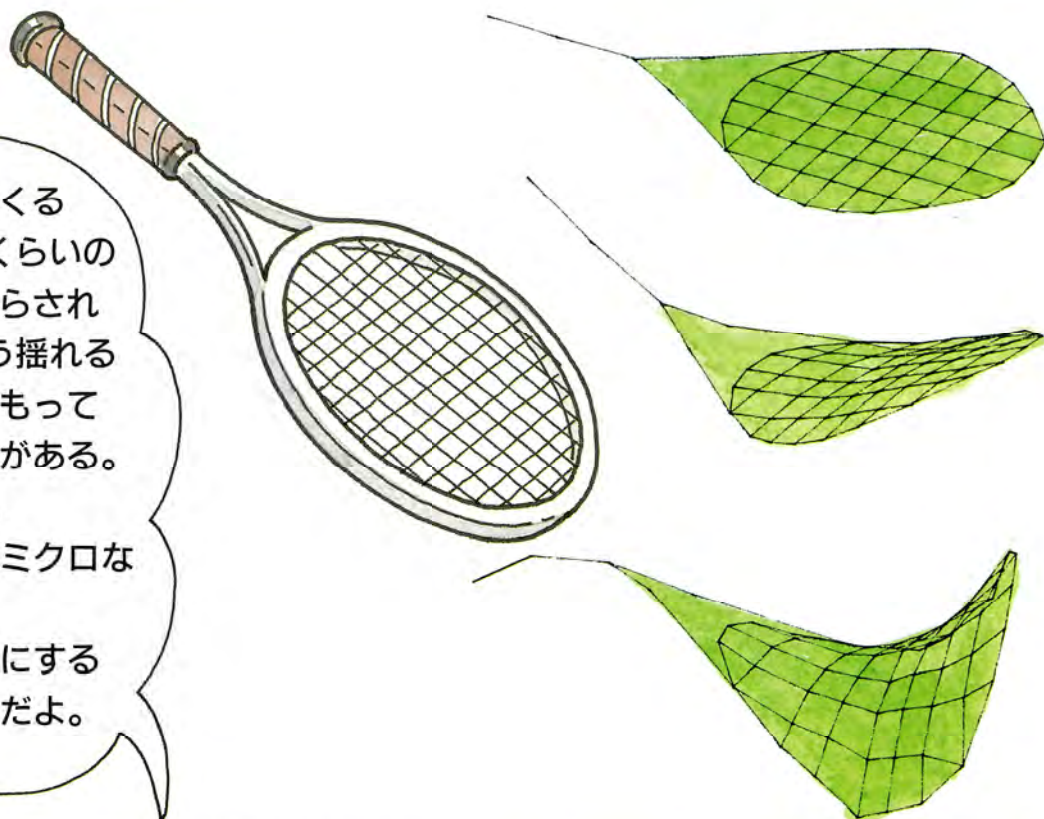


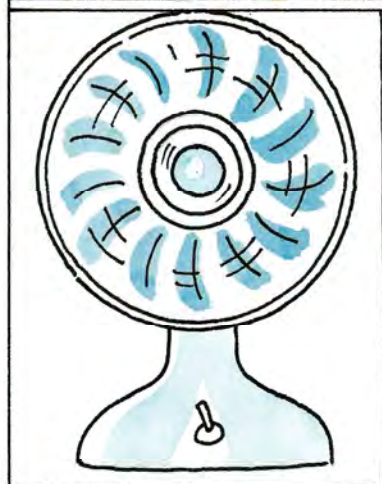
だから、
ものがどんなふう
に揺れるかっていうことは
全ての機械について
かかわってくること
なんだよ。



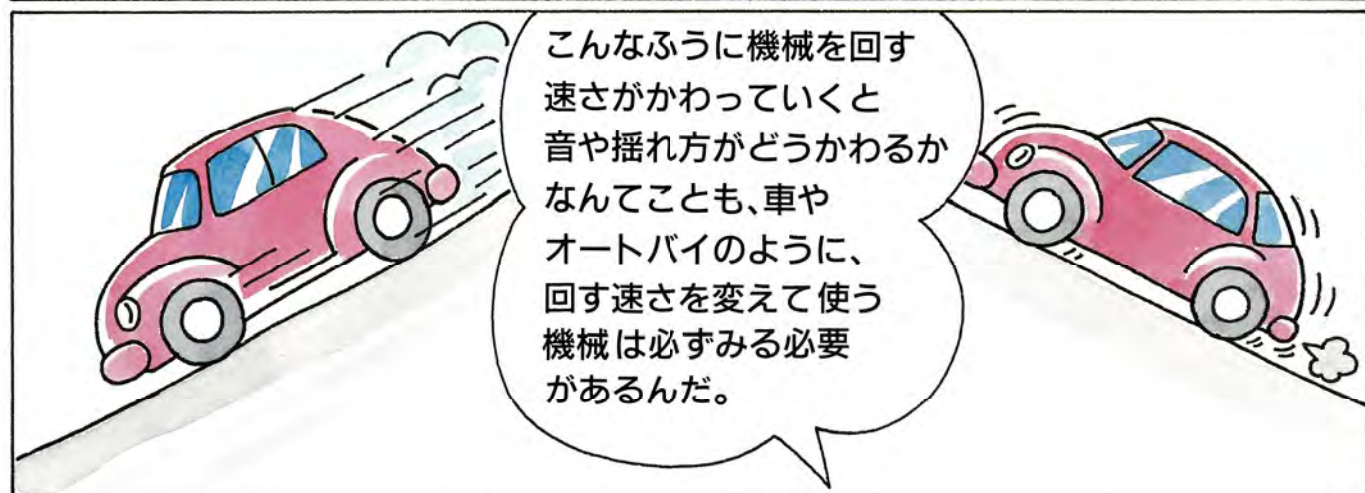
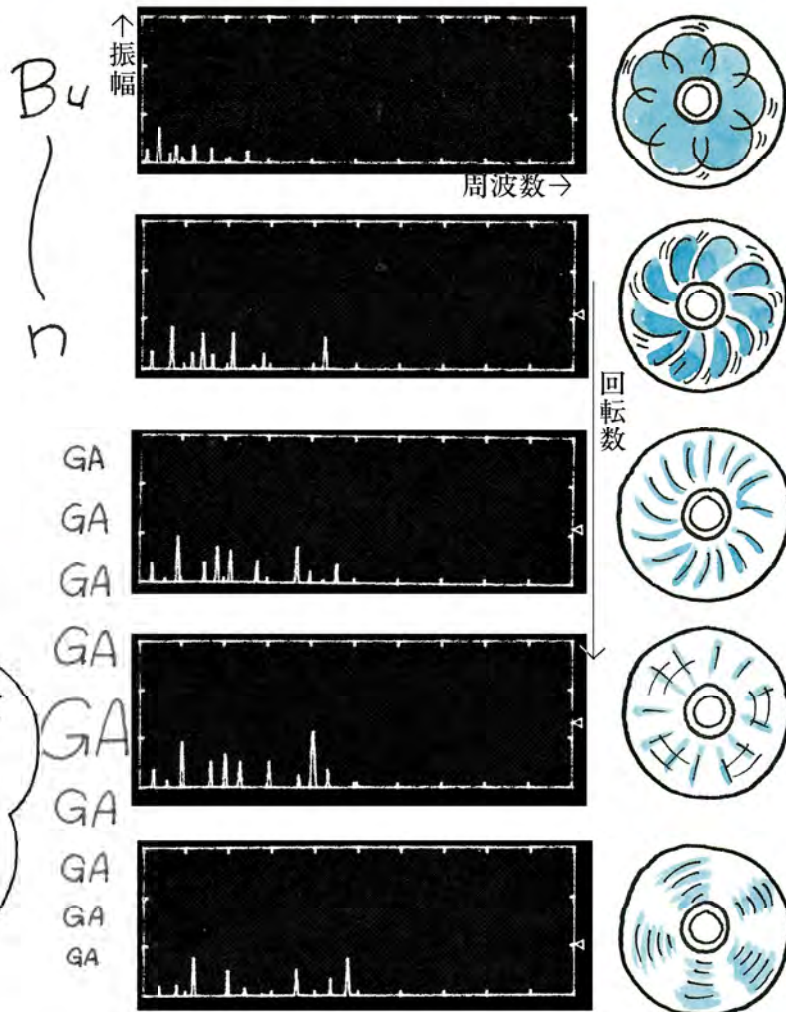
そういえば
そうだね。

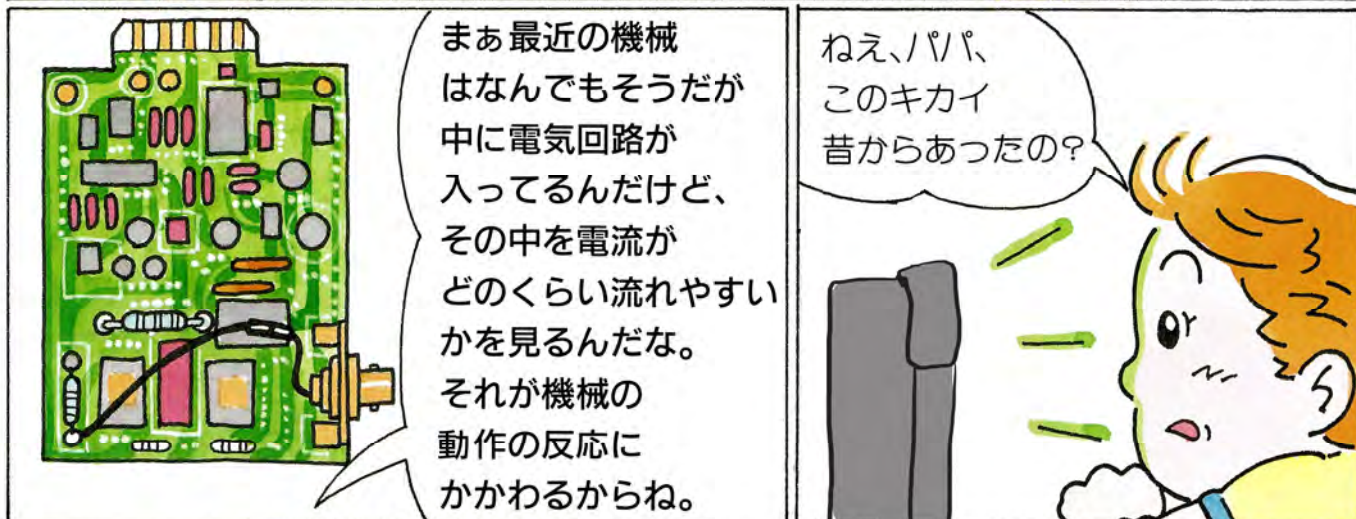
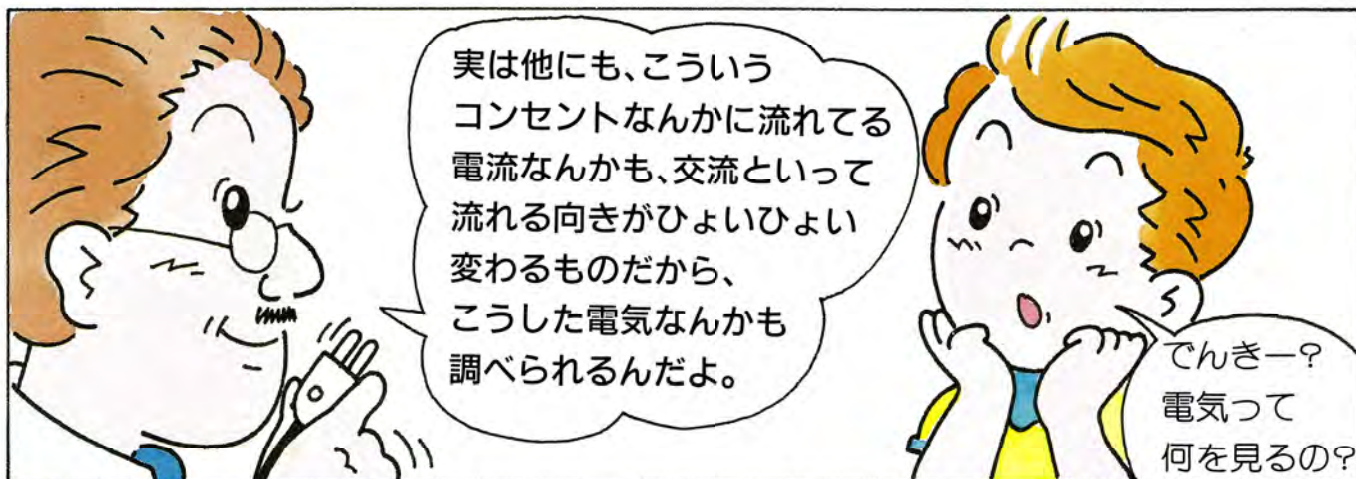
だからものをつくる
ときには、どのくらいの
速さの揺れにさらされ
たら、ものがどう揺れる
かってことを前もって
調べておく必要がある。
FFTを使うと、
そうしたもののミクロな
動きかたを
アニメーションにする
こともできるんだよ。

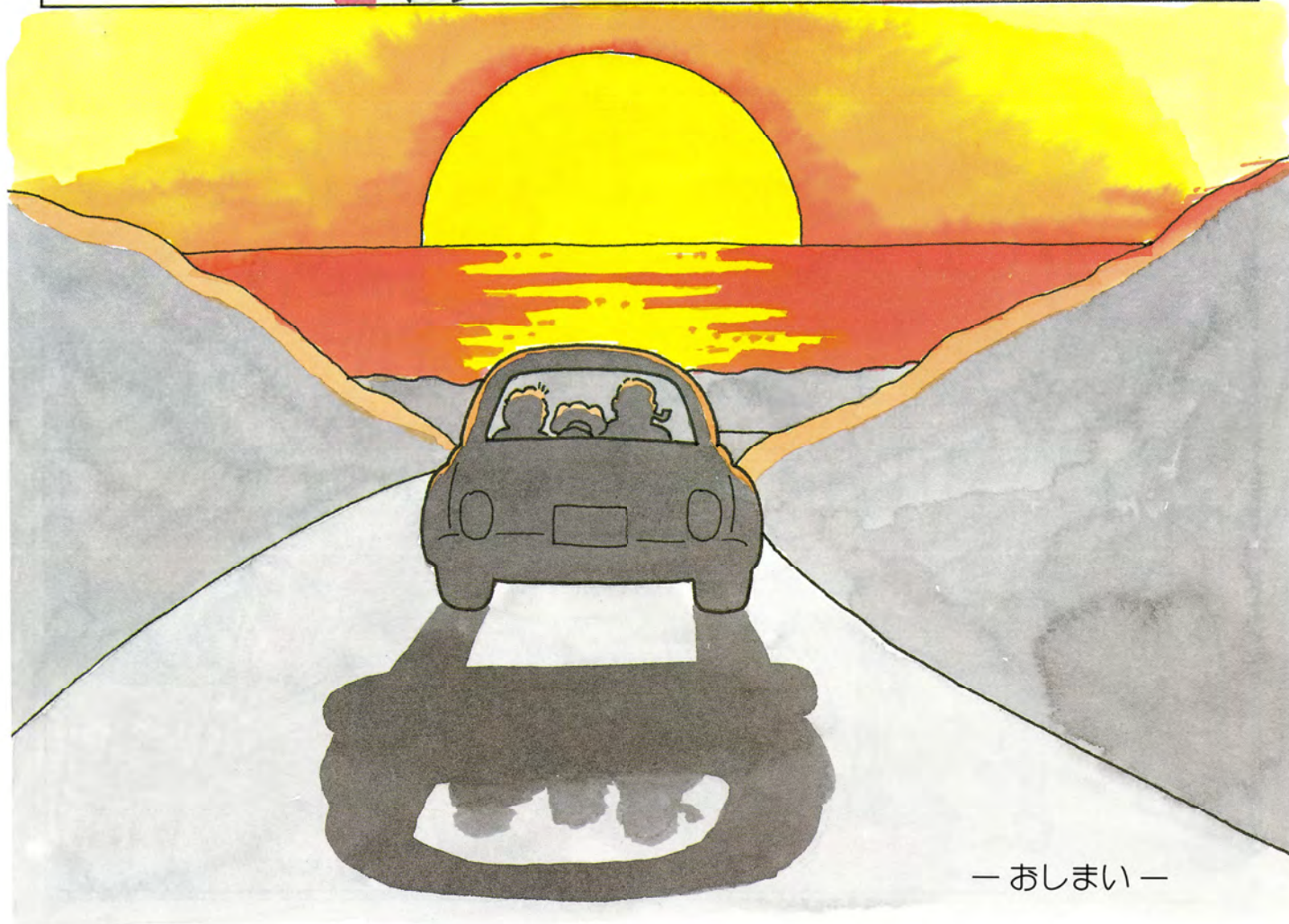
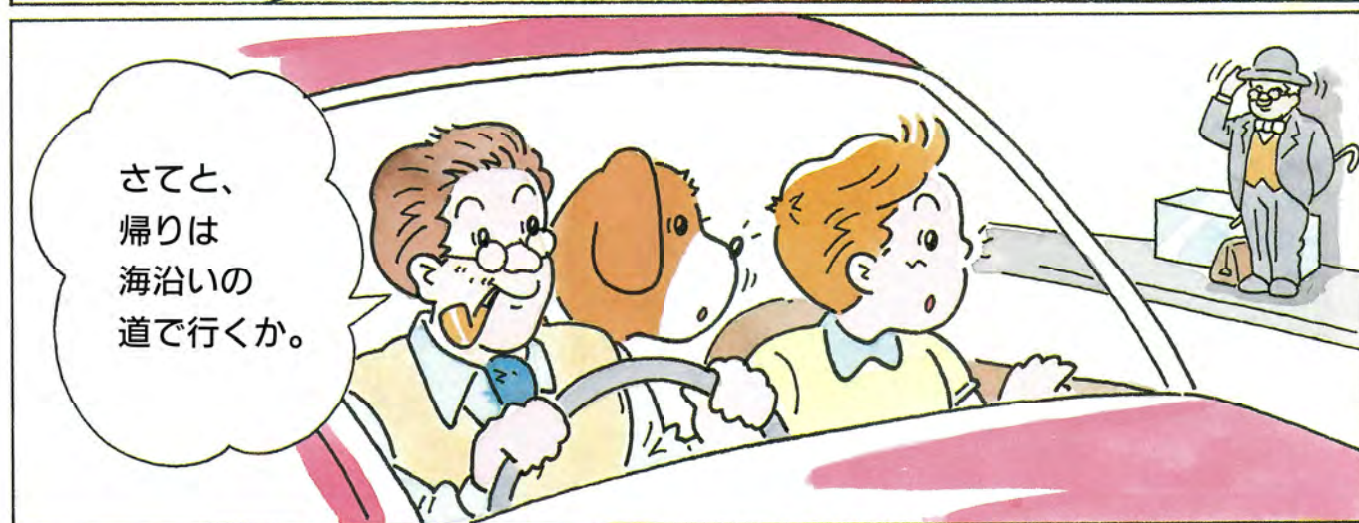
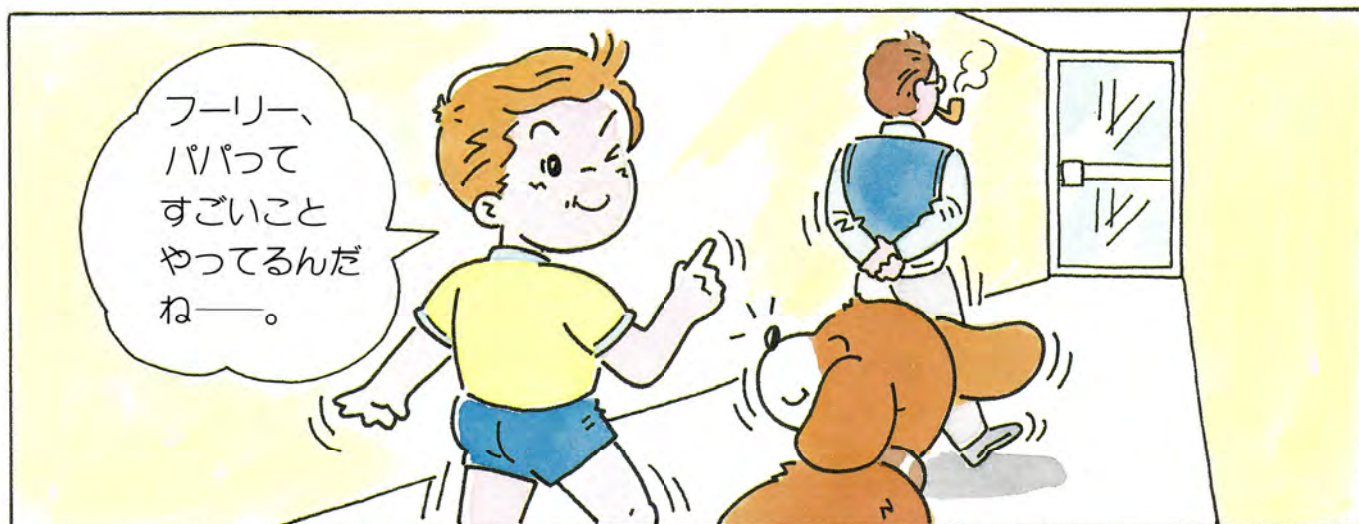




見てごらん、
ウェービー。いまスイッチを
入れたら、だんだんと
扇風機の回転が
速くなってって、それにつれて
画面の山が右にずれていくね、
そうして途中しだいにその山が
高くなってきて、すごい音が
したと思ったら、また
山が小さくなって
いっただろ。







— おしまい —

おわりに

この本は一般の方々に、FFTアナライザというものは何なのかを知って頂くために作成しました。

とはいえ、こうした特殊な分野で使われるいわば裏方的な世界のものでありますから、一般の方々にすんなりご理解いただくのはとても難しいことと思われました。

ですからまず、自然現象の物理的な説明からお話を始めてみました。

しかしそれもまた、通常私達の概念には存在しないことです。ですから、どうしたらすんなりご理解いただけるかとずいぶん頭を悩ませたものです。

しかし世間には意外にもこうしたことを、やさしく書いたものも探せばきちんとあるものです。

それらをめぐるうち、この波動という現象が実は音や振動に限らず、身の回りのいろいろな自然現象に共通した原理であることを知り、私自身驚かされました。

皆様にも、この身近な波動という現象について、少しでも親しみをもっていただけたら嬉しく思います。

そうして、日常私達のまったく知らないところで、実はFFTアナライザというものが私達の生活を便利にするお手伝いをしていることも、頭の隅っこにでも残していただければ幸いに思います。