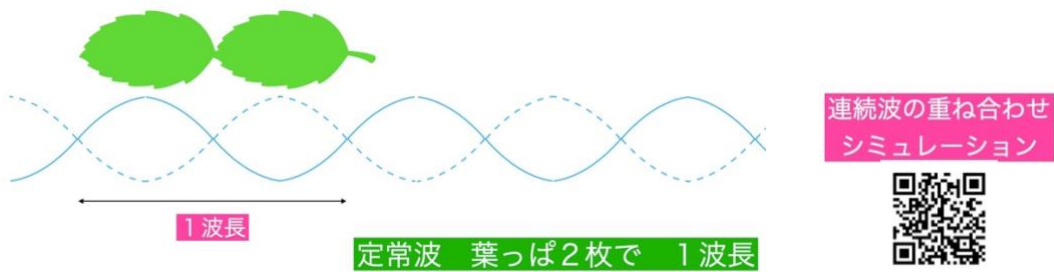


○ 定常波と弦の固有振動

これから弦楽器や管楽器などの音になる仕組みについて見ていきます。まずは弦楽器です。ギターやバイオリンなどの弦楽器は、弦を振動させて音を出します。弦を振動させると、弦にできた波が弦の両端で反射します。それらにより両端が節となる（ ）ができます。

→ 定常波の復習

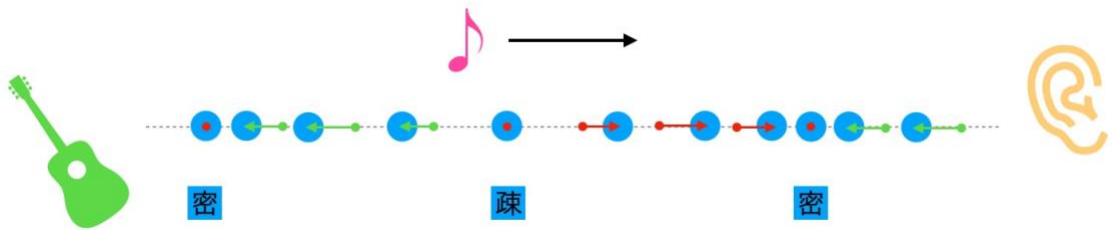


連続波の重ね合わせ
シミュレーション

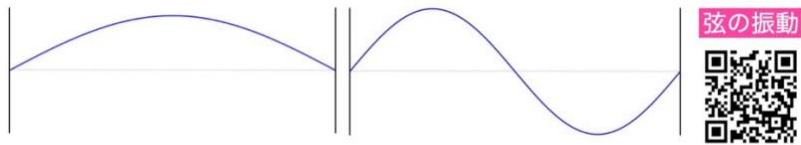
定常波 葉っぱ2枚で 1波長

<https://scratch.mit.edu/projects/224259809/>

弦の振動が空気を定期的に振動させるため音波となって伝わってきます。



弦の両サイドは固定されているため節となる定常波ができますが、そのパターンは様々で、いろいろな弦の固有振動があります。



弦の振動

Standing Waves (Tom Walshさんが作ったGeogebraの教材)

<https://www.geogebra.org/m/EJ8USu9q>

○ 弦の固有振動のパターンと固有振動数 f

弦の固有振動の様子と、そのときの固有振動数の関係について見てみよう。弦を伝わる波の速さを V とします。V は弦の張力や弦の種類を変えなければ、振動パターンが変わっても変化しません。

弦の振動パターン (長さ L[m])	波長 λ [m]	速度 v[m/s]	振動数 f[Hz] =	振動パターンの 名前
①	① $\lambda_1 = 2L$	① $v_1 = V$	①	① 基本振動
②	②	② $v_2 = V$	②	②
③	③	③ $v_3 = V$	③	③

○ 弦を伝わる波の速さの式

弦を伝わる波の速さは、次の式で表すことができます。ここで ρ は線密度といい、弦の単位長さ (1 m) あたりの質量です (弦が持っている定数で、弦の素材を変えるとこの値が変わる)。また T は張力であり、弦を張る力の強さです。

$$V = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

※ 弦の中を伝わる波の速さは音速(約 340m/s)ではありません。

この関係式を用いると、 $f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ となります。高い音をならすためにはどうすれば良いか、表を埋めてみましょう。

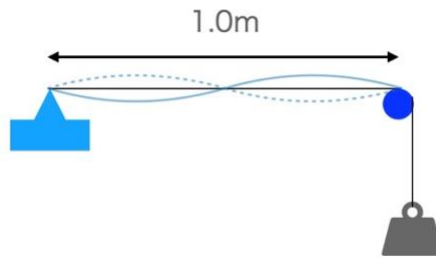


弦のようす

① 長さ ② 太さ ③ 張り方

高い音	い	い	い
	⇕	⇕	⇕
低い音	い	い	い

問題 音源に糸の一端をつけ、図のように振動させたところ、2個の腹をもつ定常波ができました。弦を伝わる波の速さは $4.0 \times 10^2 \text{m/s}$ とする。



- (1) 音源の振動数 f はいくらですか。
- (2) 音源の振動数は変えずに、弦の長さを 1.5m としたとき、定常波の波長を求めなさい。また腹の数は何個ですか。
- (3) 音源の振動数は変えずに、弦の長さを 1.0m に戻して、おもりの質量を 4 倍にすると、腹は何個できますか。またこのときの波の速さを求めなさい。