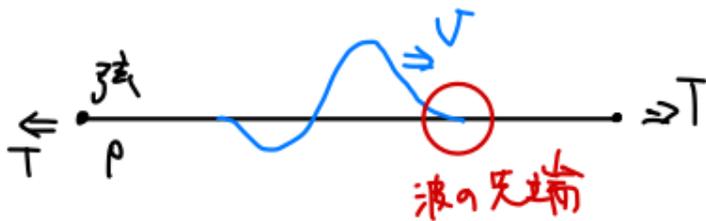


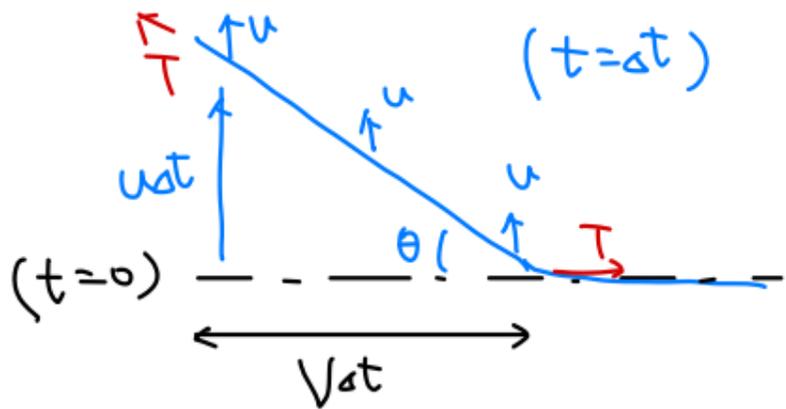
<#5> 波動

キ-7-14 弦、定常波

□ 次の図のように速度 V で波が弦を伝えている状況を考える。



波の先端に着目する。 $t=0$ の図には、点線(次の図)のように、 $t=0$ で弦は $t=0$ には青色実線の図のように、 $t=0$ には



$t=0$ のとき、波の先端 $V\delta t$ の長さの部分。図のように、上向きに速度 u を持っている。弦の方向には、 T の張力で引かれている。

(1) δt の時間、長さ $V\delta t$ の部分の弦は、上向きに u の運動を張力から得るのである。答は、 $t=0$ 、弦の線密度は ρ とし、

$\sin \theta$ 十分に小さいため、図の角度 θ は $\sin \theta \approx \tan \theta$ という近似が成立するとする。

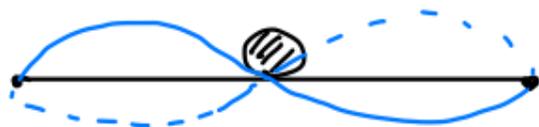
(2) この運動量が $\pm p$ には張力によるものとし、弦を伝わる波の速さが何によって決まるか。答えよ。

□ ギターの弦の振動について考える。

(1) ギターは 6本の弦のうち 1本に着目する。この弦の長さを l 、線密度が ρ のとき、基本振動が f_0 の音を出したければ、張力をいくらにすれば良いか求めよ。

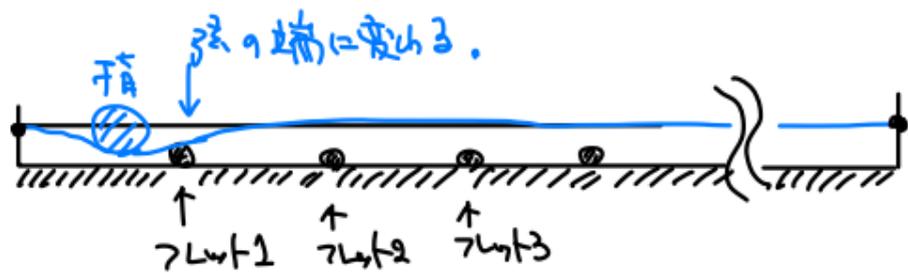
ただし弦を伝わる音の速さは $V = 330$ 。

(2) 次の図のように、弦の中心に軽く指を触れることで、定常波の形に変えることができる。(ハーモニクス)



この図のとおり音は基本振動の何倍か求めよ。

(3) ギターには フレット という構造がある。指で弦をおさえることにより、一時的に弦の長さを変えることにより音の高さを変えることができる。



前問と同じ高さの音を出すためには、

$7Lwt$ の $1/4$ と $3/4$ の位置にある必要があり、求める。

- (4) $7Lwt$ は半音分の音の高さを調整できるようにギターには複数個ついている。ギターで使われている平均律という音階では、半音上は $2^{1/12}$ 倍、振動数は $2^{1/12}$ 倍になることを考慮すると、上の図の弦の左端と $7Lwt1$ の間の距離は $1/4$ に $2^{1/12}$ である。

- (5) $7Lwt k$ と $7Lwt (k+1)$ の距離は $1/4$ に $2^{k/12}$ である。