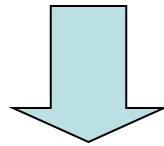


カム機構

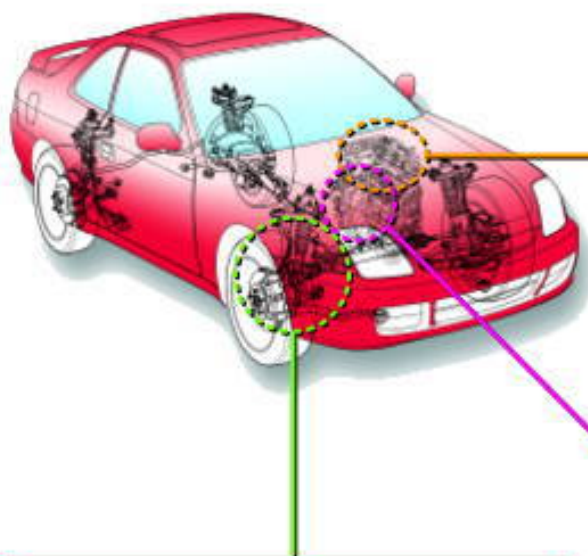
カムと呼ばれる原動節と滑りまたは転がり接触する従動節によって構成される



カムの外形(輪郭曲線)の形状によって、**回転**、**往復**、**揺動**等複雑な運動を創生できる

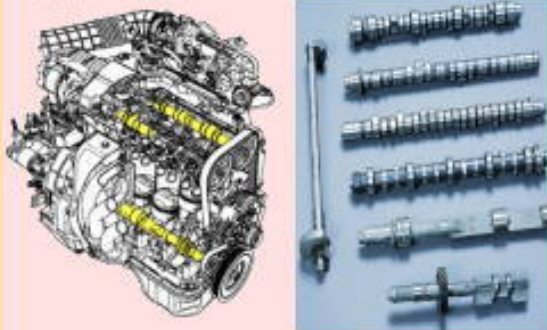
身近な例

- ・自動車のエンジン(吸排気バルブの開閉)
- ・ミシン
- ・マルチバイス等



CAMSHAFTS & BALANCE SHAFTS

エンジンの吸排気バルブの開閉を制御する部品
高精度が要求されます。



カムシャフト、バランスシャフト



BALL JOINTS

車体とタイヤを連結する重要保安部品
耐摩擦性・高耐久性が要求されます。



サスペンション/ステアリング ボールジョイント

GEARS

エンジンの回転力を車輪に伝える動力伝達部品
静粛性・小型化が要求されます。



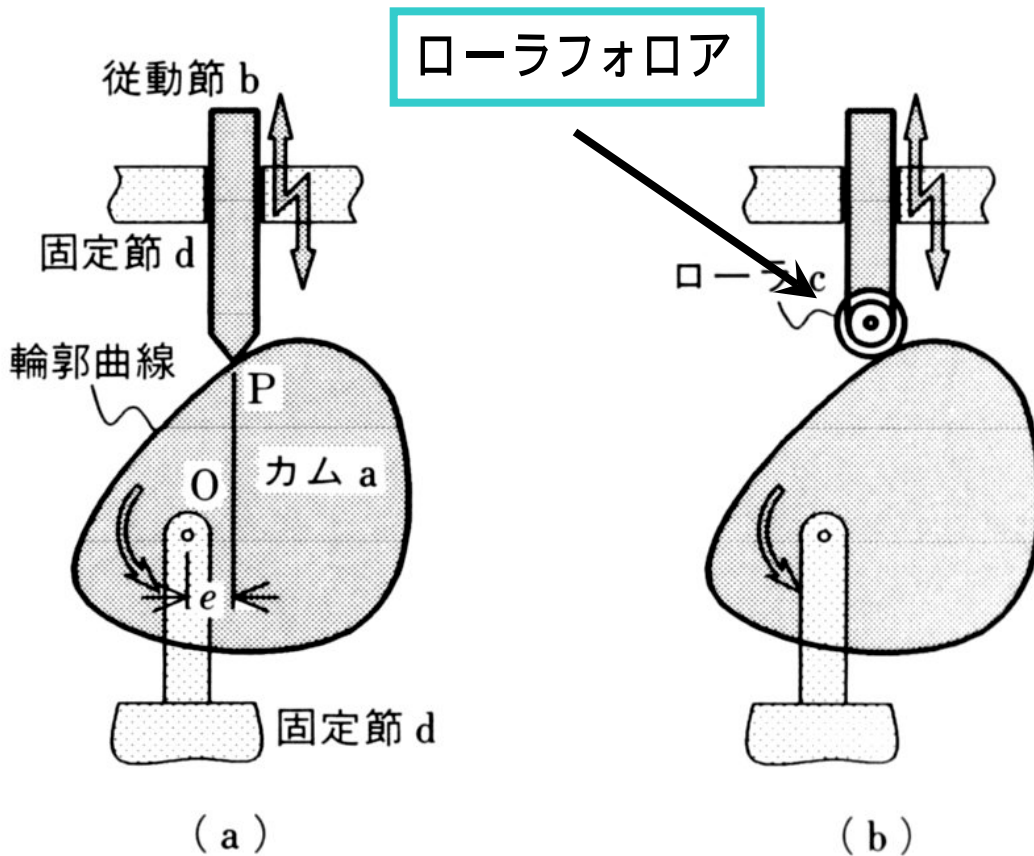
トランスミッションギヤー、ベベルギヤー



デフ Atts Assy グラネタリー

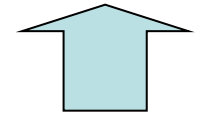
カム機構：原動節（カム）

従動節（出力節）← カムの輪郭形状
に沿って動く



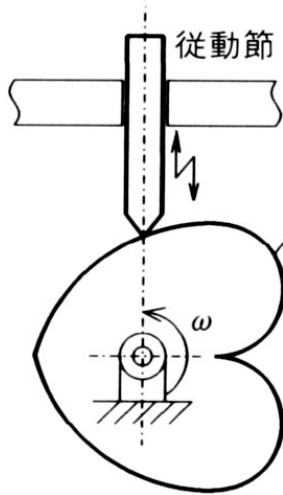
- ・ すべり接触
摩擦係数，
摩耗が大きい
- ・ 転がり接触
滑らかで，
追従性がよい

平面カム

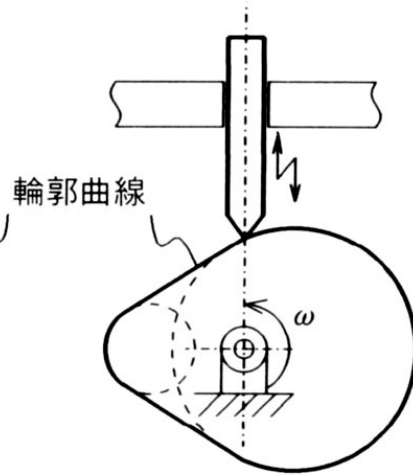


輪郭曲線が
1平面上に
あるカム

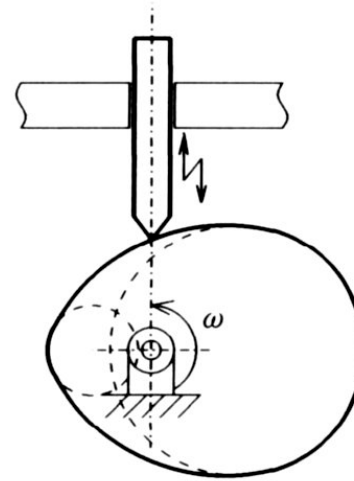
カムの形状
従動節の形
で分類



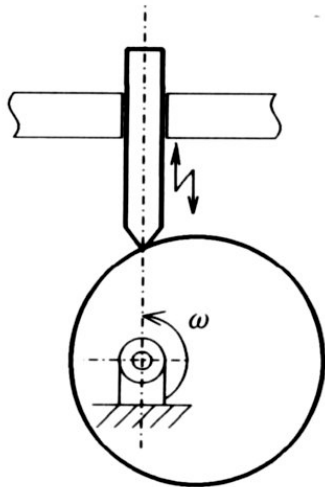
(a) ハート形カム



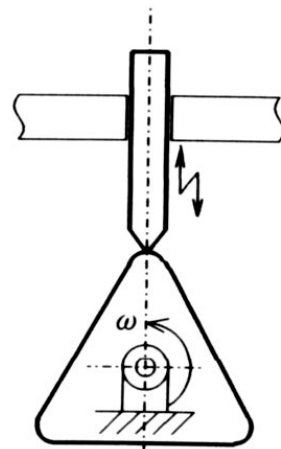
(b) 接線カム



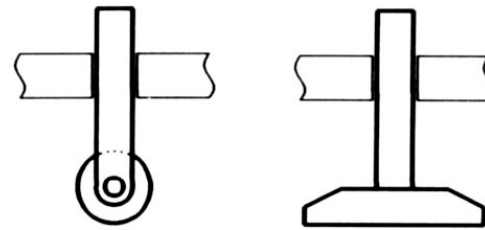
(c) 円弧カム



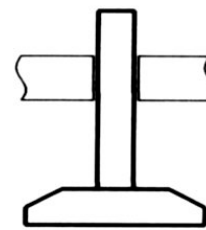
(d) 円板カム



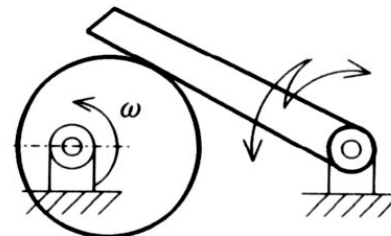
(e) 三角カム



(f) ローラカム



(g) きのこ形カム



(h) 揺りカム

板カムの種類

実際の研究で作ったカム

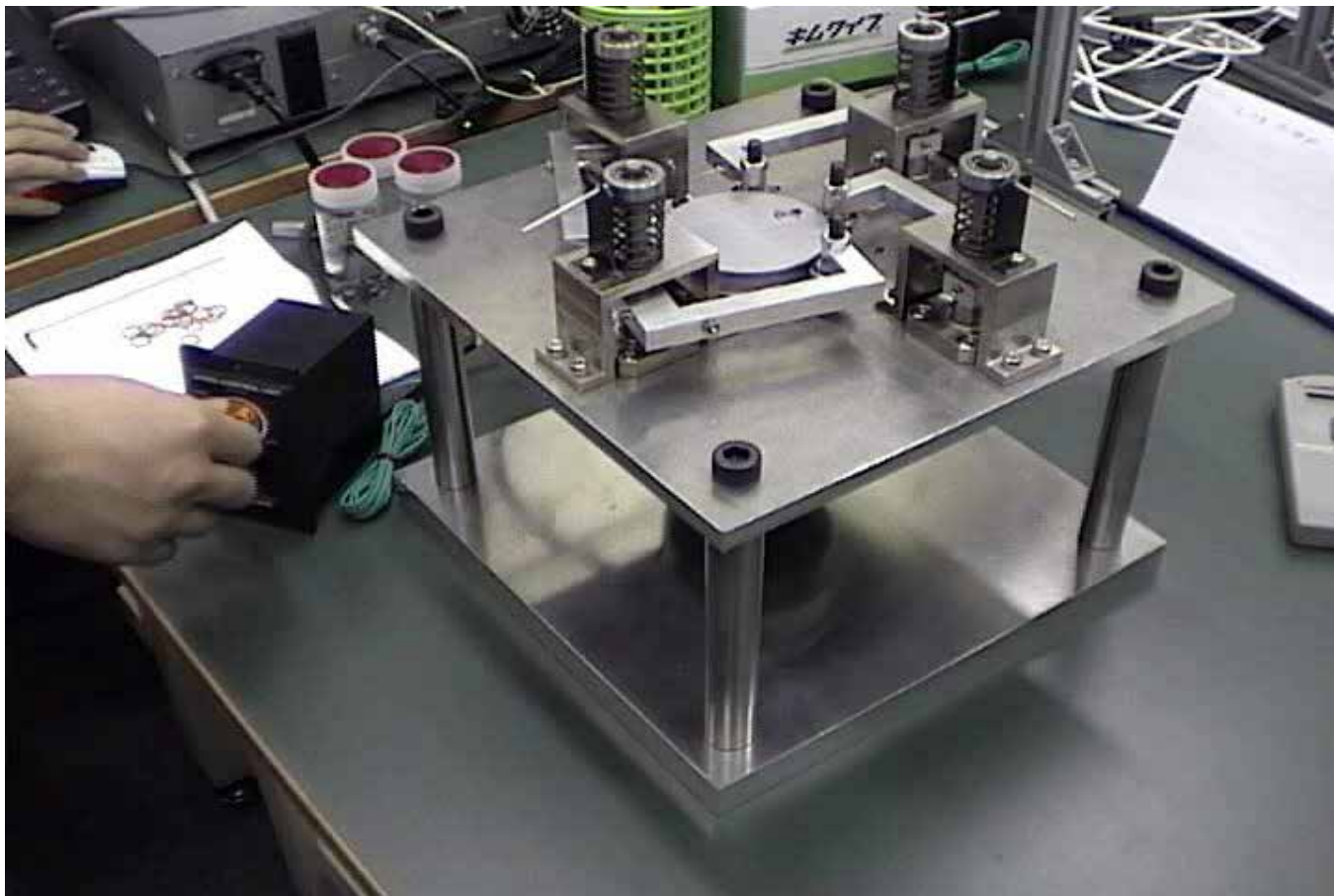


カム1



カム2

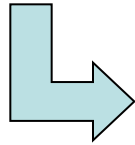
カムを使った転がり軸受揺動試験機



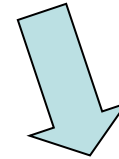
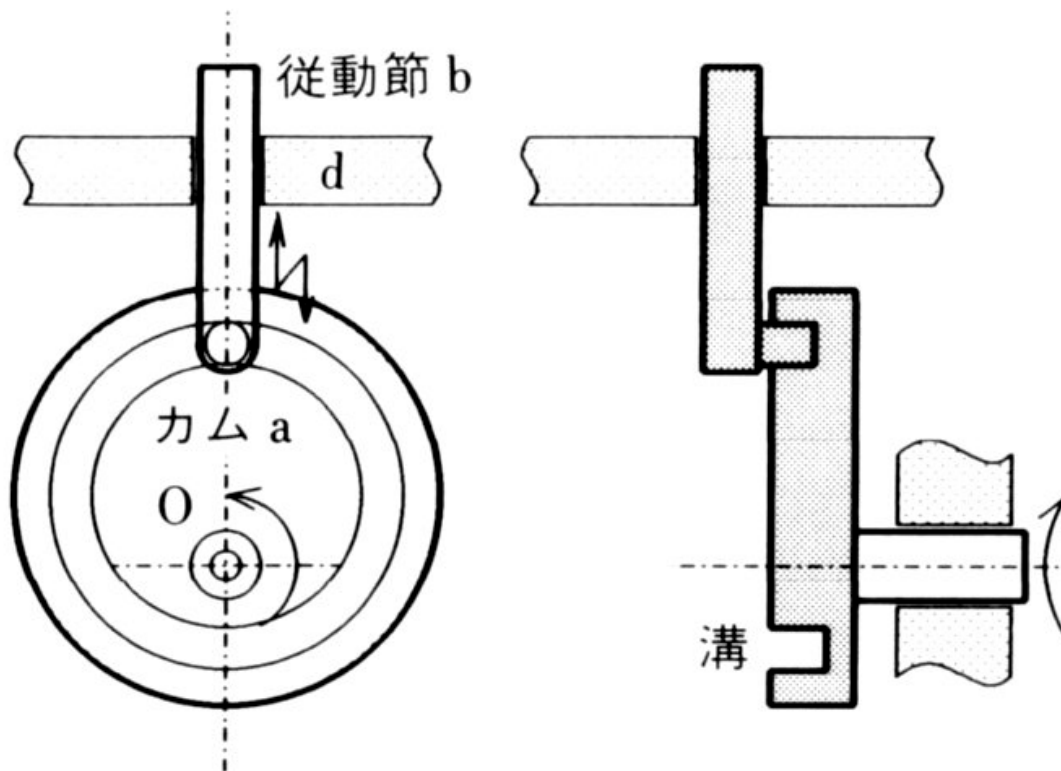
(野口研所蔵)

正面カム

板の側面に溝を作り，溝に沿って従動節を動かす



溝に沿って運動するので，确实性，信頼性が高い



確動カム

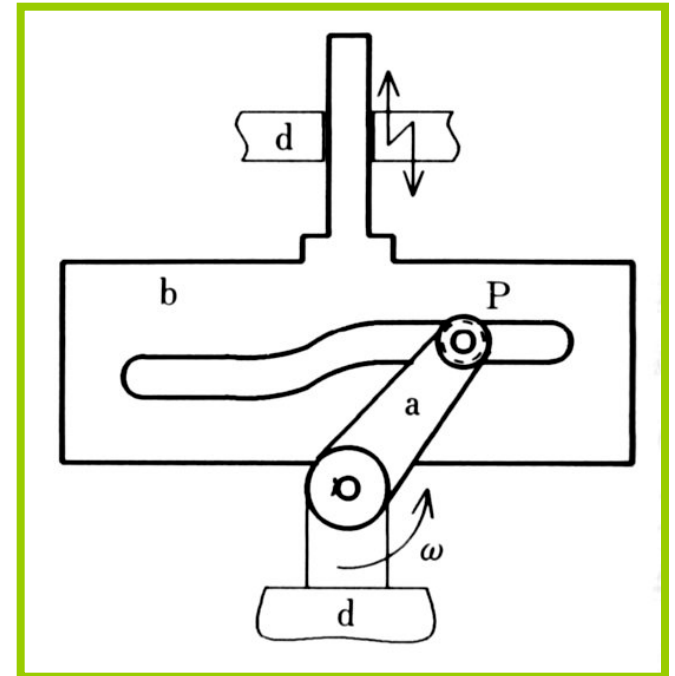
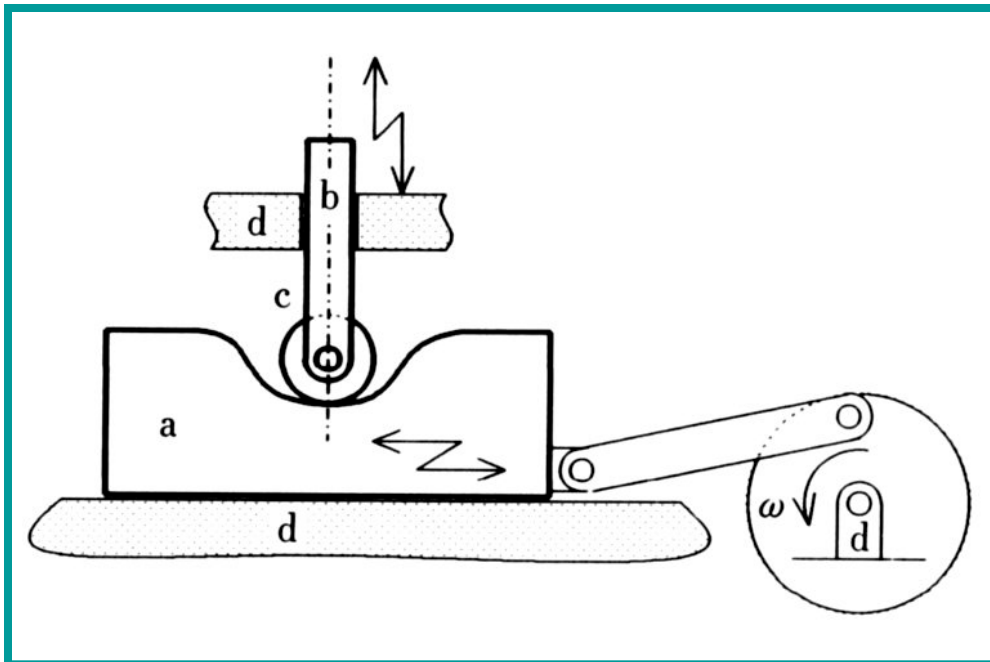
不確動カム

原動節の運動に従動節が追従できなくなる場合がある

直動カム

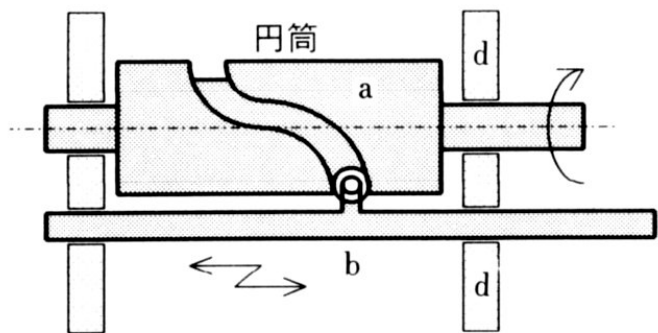
カムの直線往復運動によって、従動節が運動する

反対カム：従動節が特殊な形状をしている

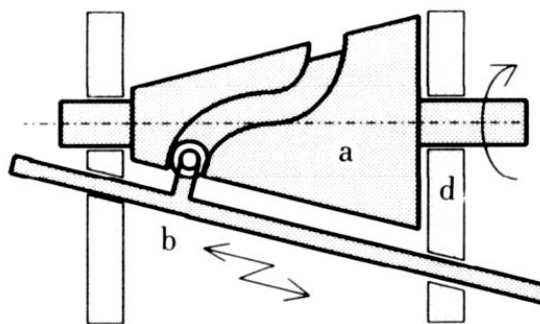


立体カム

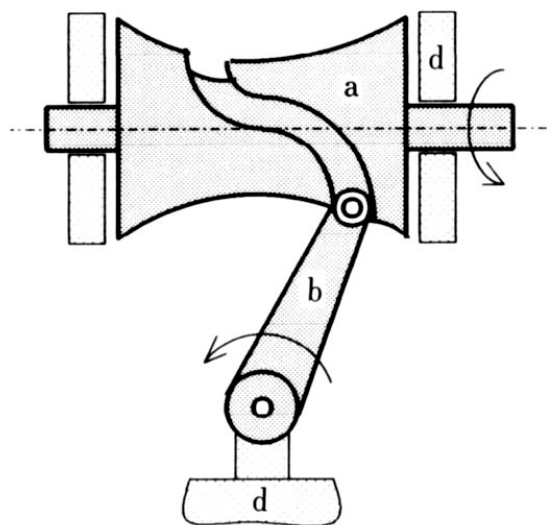
輪郭曲線が立体的になっているカム



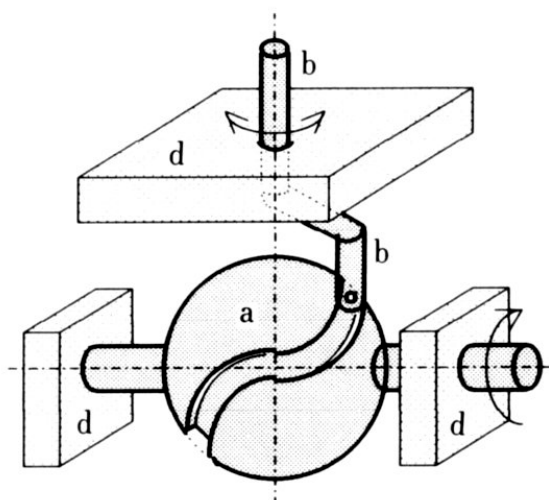
(a) 円筒カム



(b) 円錐カム



(c) 円弧回転カム



(d) 球面カム

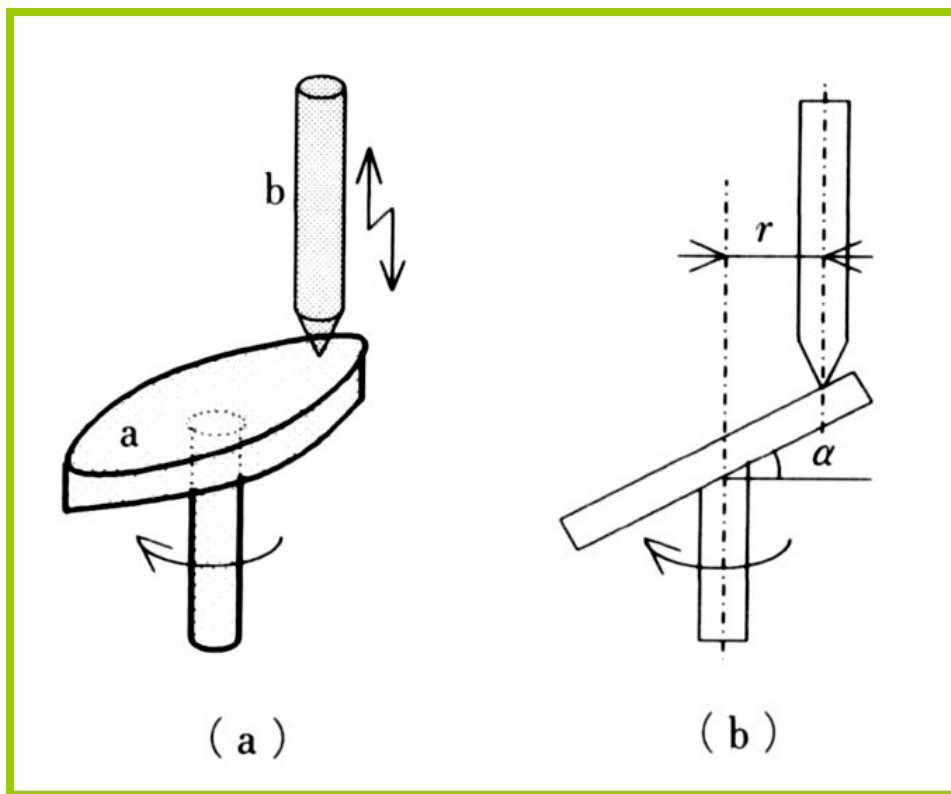
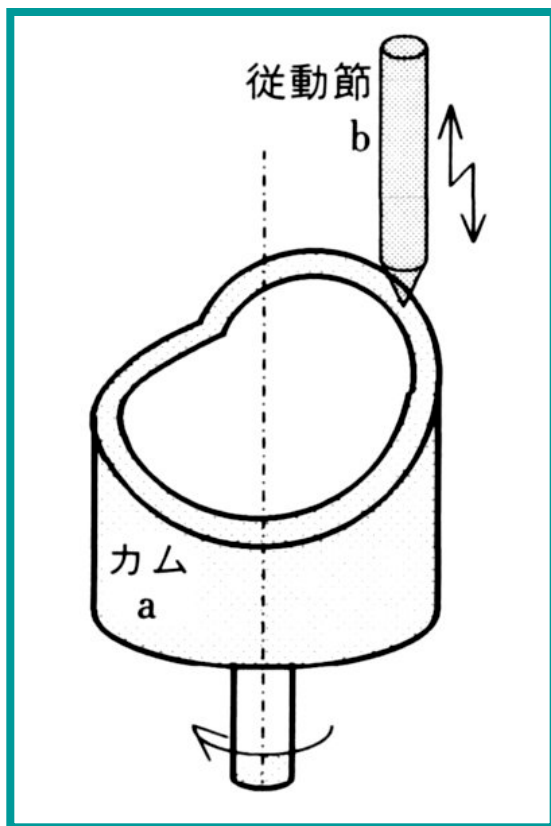
実体カム

回転体の側面に溝をつけたカム

↓
確動カム

端面カム：円筒の端面が特殊な形状

傾斜カム：原動節の軸に対して傾斜して板を取り付ける



傾斜カムの応用



幼児向け魚釣りゲーム

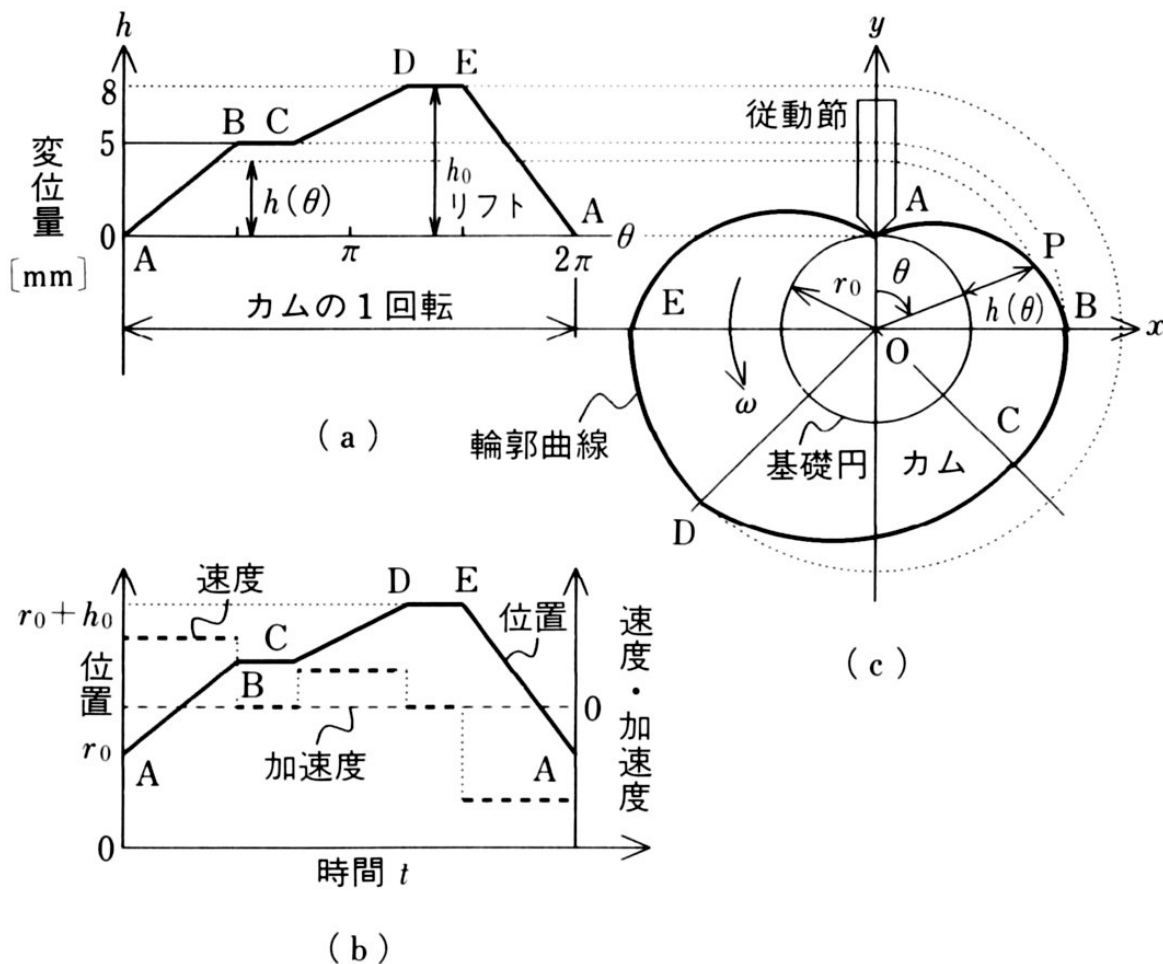


底面から魚を
上下動させる
突起が出て
いる

幼児向け魚釣りゲーム

カム線図

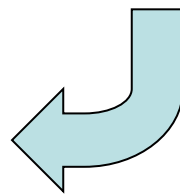
従動節にどのような運動(変位, 速度, 加速度)をさせるかによって, カムの輪郭曲線が決まる



カム線図

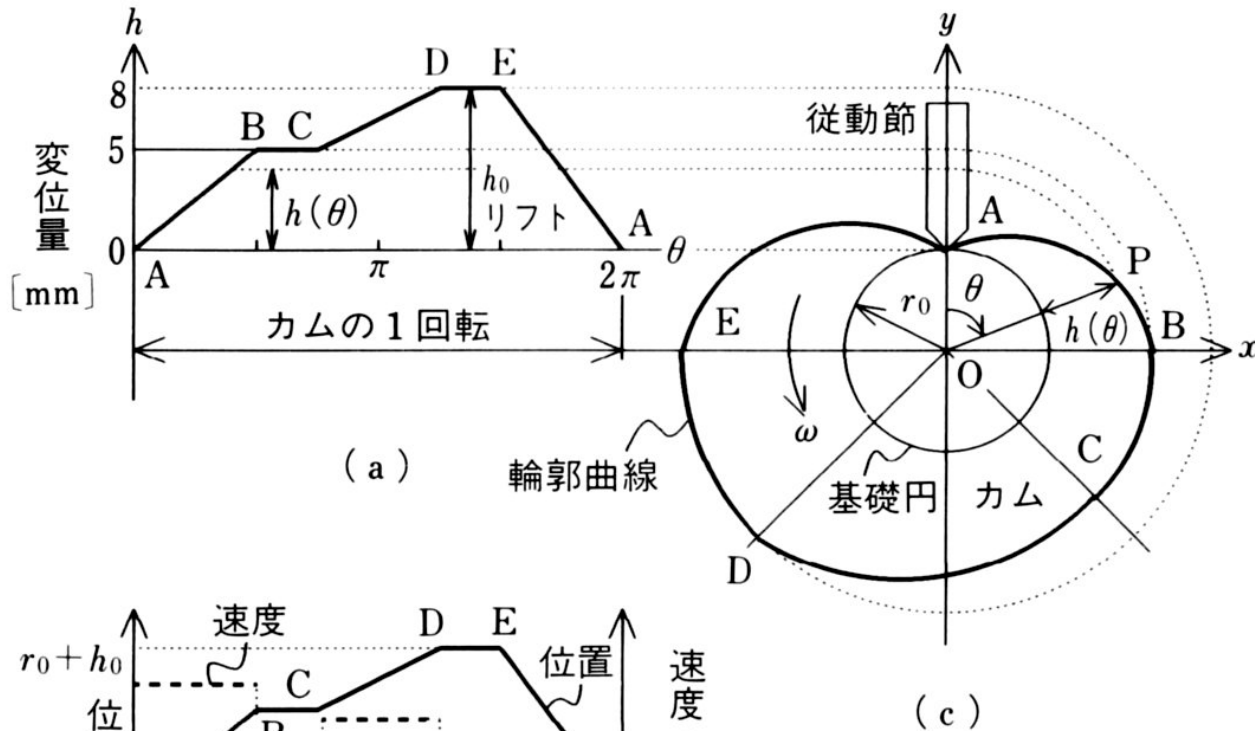
(変位曲線)

カムの回転角と
従動節の変位と
の関係

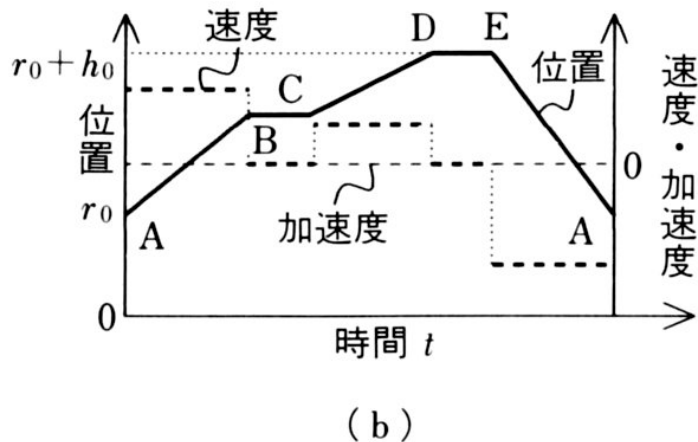


従動節の運動(変位)

A-B: 等速で上昇 B-C: 静止 C-D: 等速で上昇
D-E: 停止 E-A: 等速で下降(原点復帰)



最大変位量 h_0
↓
揚程(リフト)



速度: 変位を微分
加速度: 速度を微分

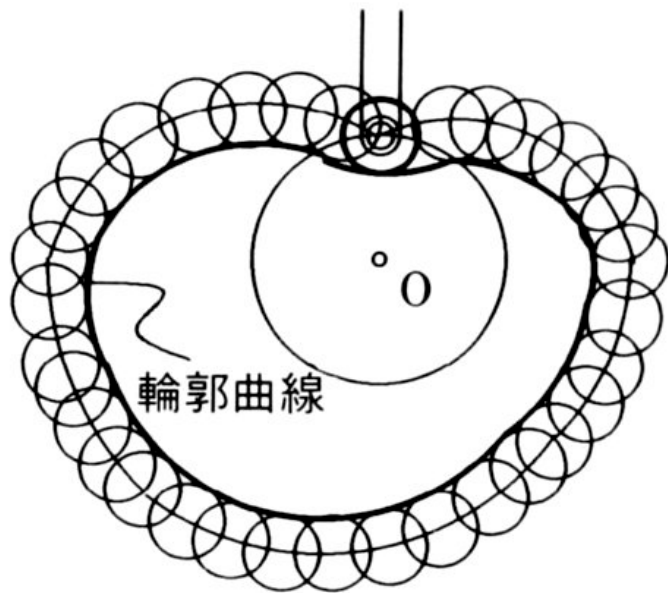
回転角と変位との関係

極座標表示

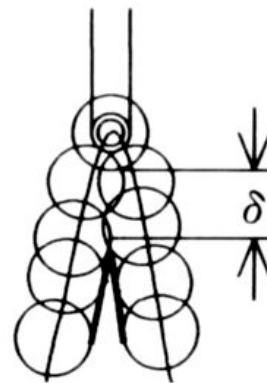
$$r(\theta) = r_0 + h(\theta)$$

XY座標表示

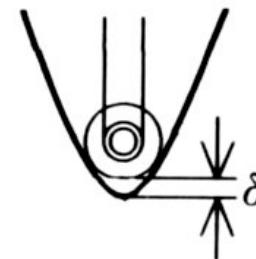
$$\begin{aligned} x_p &= \{ r_0 + h(\theta) \} \sin\theta \\ y_p &= \{ r_0 + h(\theta) \} \cos\theta \end{aligned}$$



(a)



(b) 切下げ δ



(c) 浮上がり δ

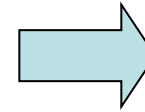
急激な変位はできない

カムの回転→従動節の直線運動

$$v_{Pn} = v_P \cos \theta_1 = \omega \cdot OP \cos \theta_1$$

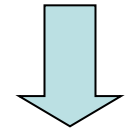
$$v_{bn} = v_b \cos \theta_2$$

$$= v_b \cos(\pi/2 - \theta_1) = v_b \sin \theta_1$$

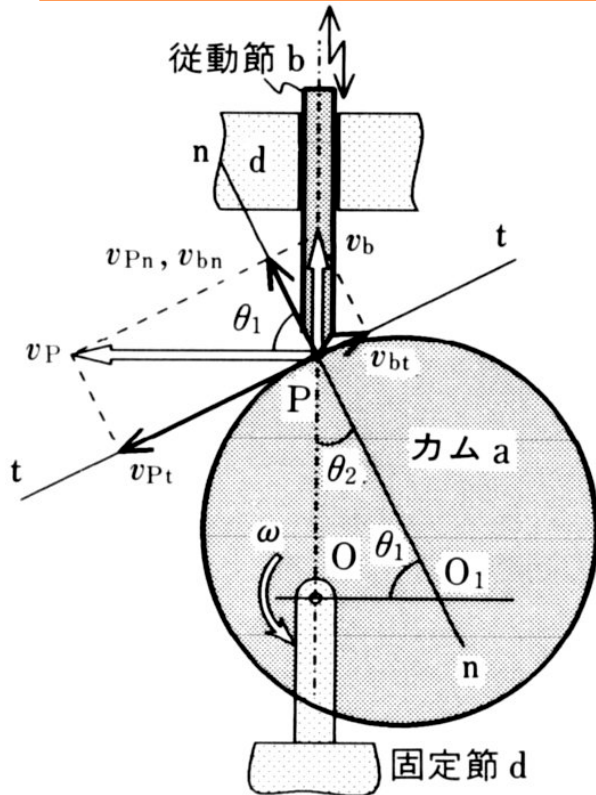


滑り接触

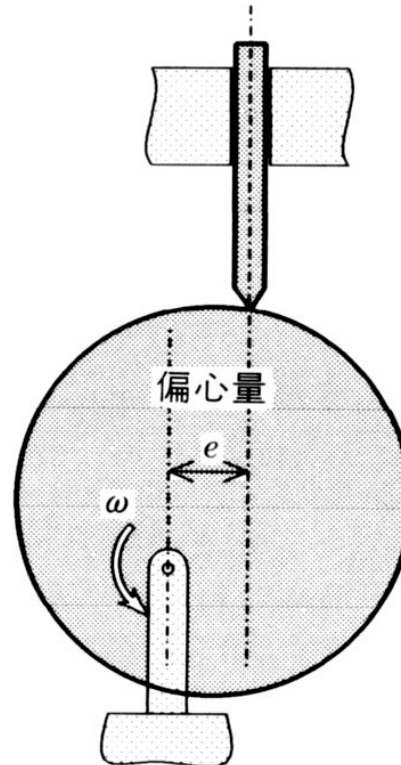
$$v_{pn} = v_{bn}$$



$$\frac{v_b}{\omega} = \frac{OP \cos \theta_1}{\sin \theta_1} = OP \cot \theta_1 = OO_1$$



(a) 円板カム



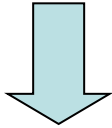
(b) 片寄りカム

カムの回転→従動節の揺動

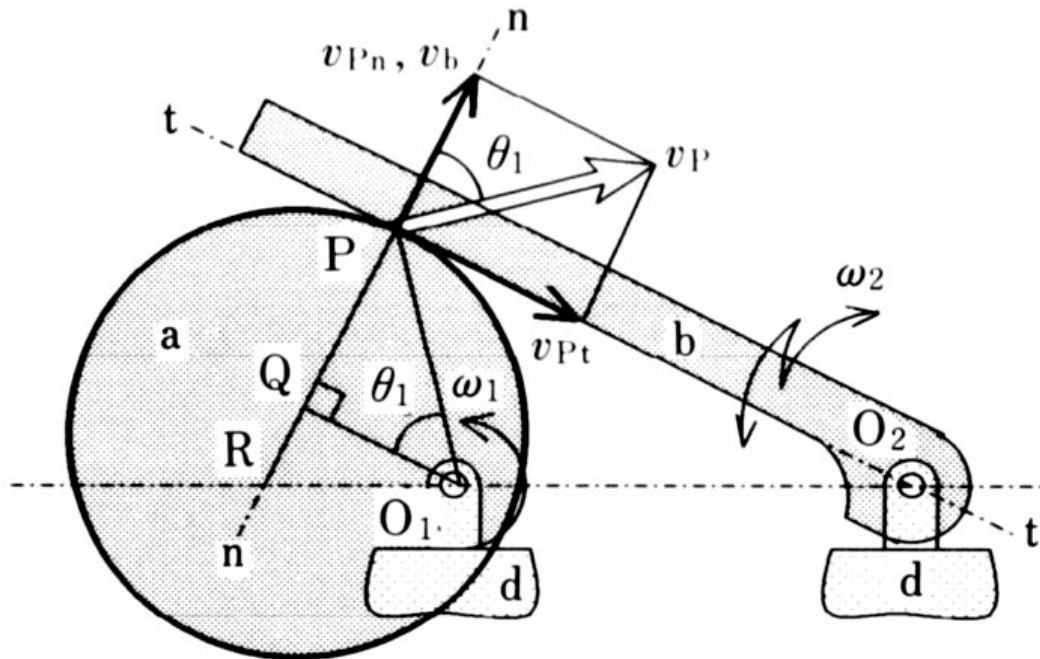
$$v_{Pn} = v_P \cos \theta_1 = \omega_1 \cdot O_1P \cos \theta_1$$

$$v_b = v_{bn} = \omega_2 \cdot O_2P$$

$$v_{pn} = v_{bn} \quad , \quad v_{bt} = 0$$

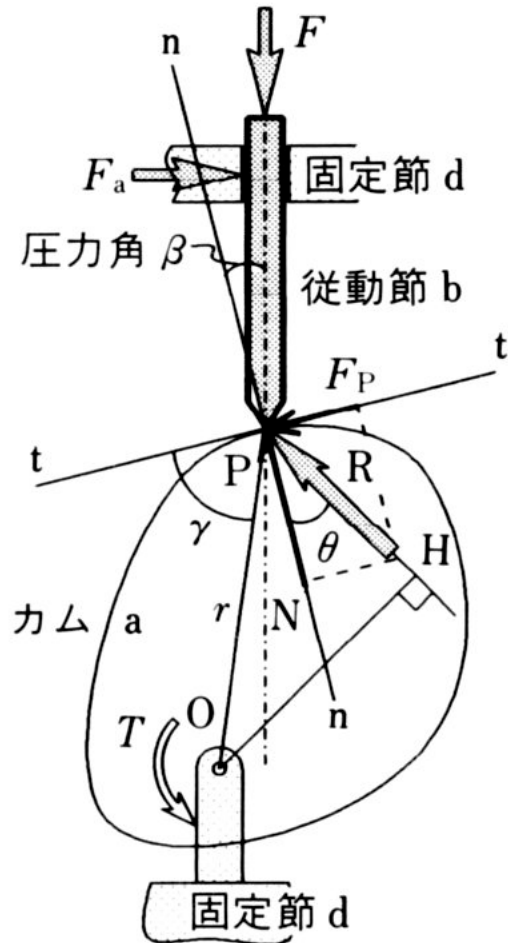


$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{O_1P \cos \theta_1}{O_2P} = \frac{O_1Q}{O_2P} = \frac{O_1R}{O_2R}$$



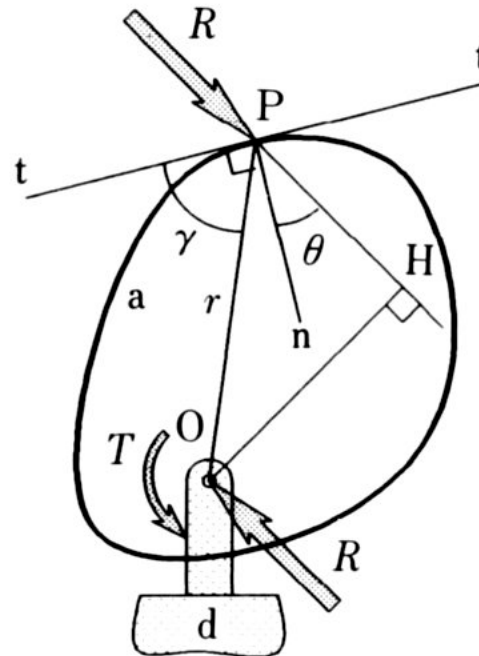
カムの形状と作用する力

圧力角：従動節の運動方向と接触点における法線方向となす角(β)



(a)

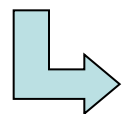
$$T = Fr \frac{\cos \gamma + \mu \sin \gamma}{\cos \beta - \mu \sin \beta}$$



(b)

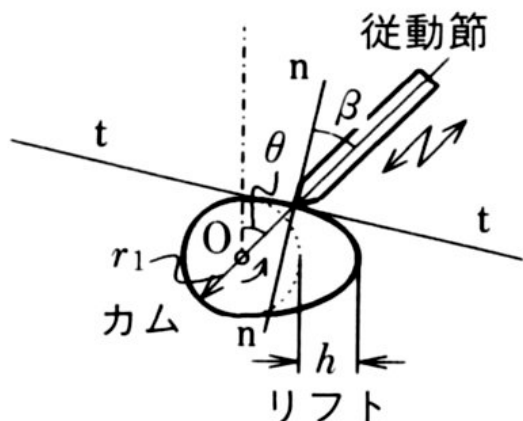
分母を小さくするように設計する
一般： $\beta < 30^\circ$
低速： $\beta < 45^\circ$

変位曲線：基礎円にプラスした基礎曲線で決まる



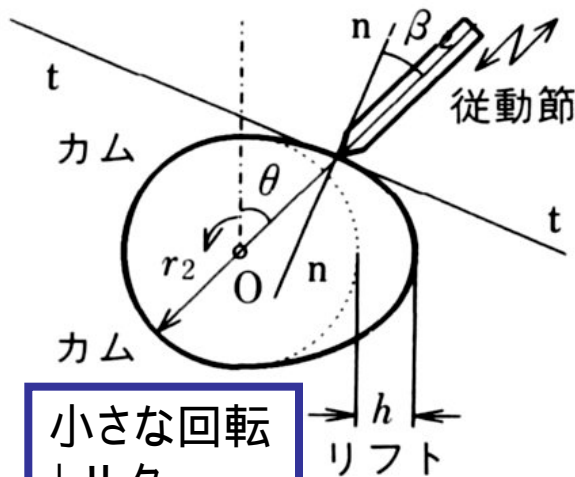
基礎円の大きさは、変位曲線には関係ない

ただし、圧力角は違ってくる：大きい程圧力角は小
($\beta_1 > \beta_2$)



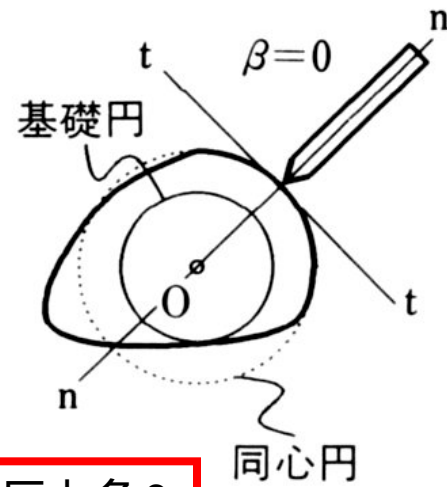
大きな回転トルク

(a)



小さな回転トルク

(b)



圧力角0

(c)

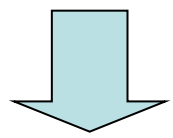
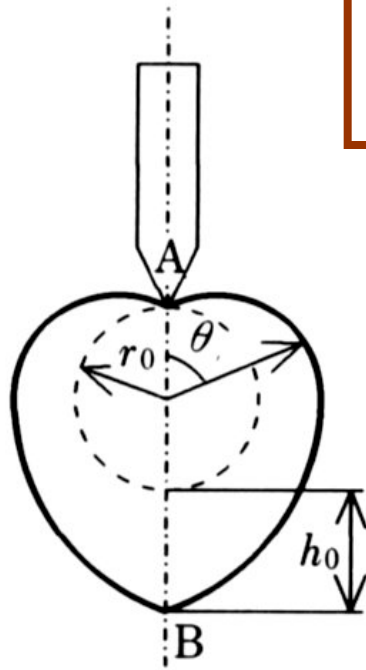
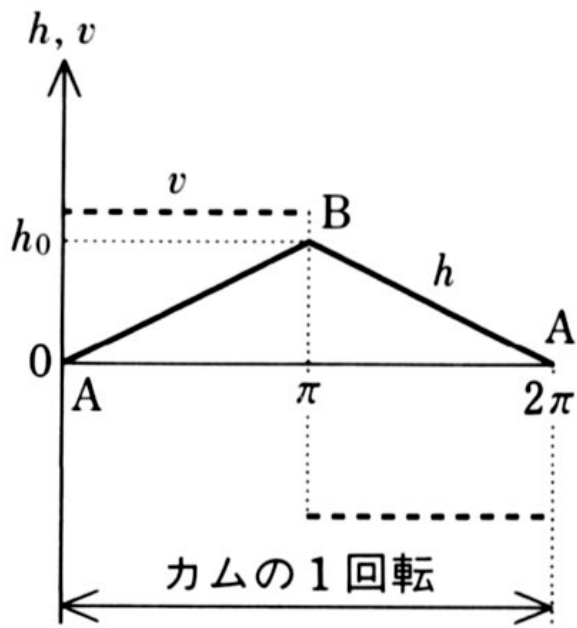
従動節の運動状態

従動節が等速運動

$$r = r_0 + \frac{v_0}{\omega} \theta$$

アルキメデスのらせん

カムは1回転周期の運動であり, 形状は閉じる必要がある

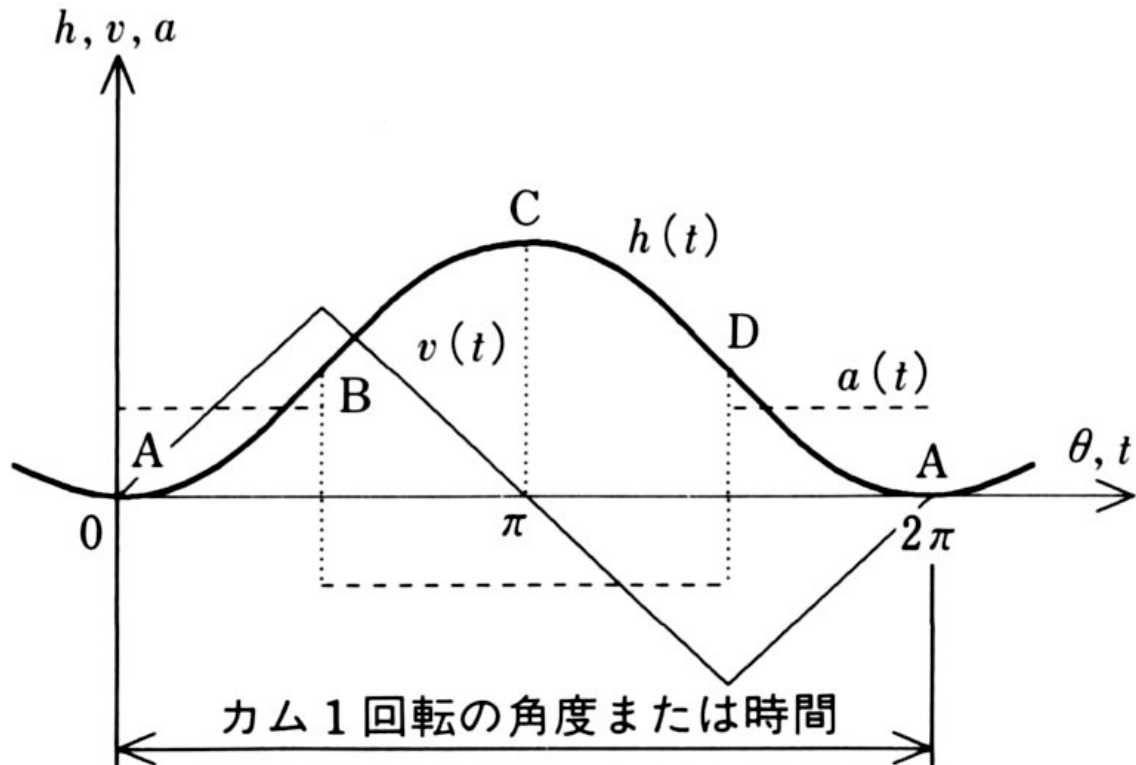


ハート形

従動節が等加速度運動

加速度が一定 → 2回積分すれば変位曲線

$$a(t)=2c \rightarrow v(t)=2ct \rightarrow h(t)=ct^2$$

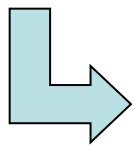


変位曲線は
放物線になる

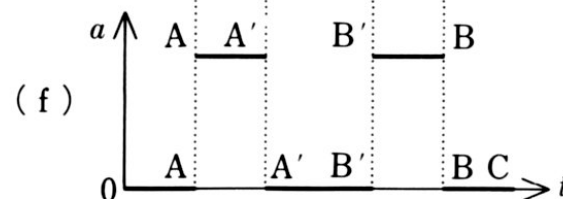
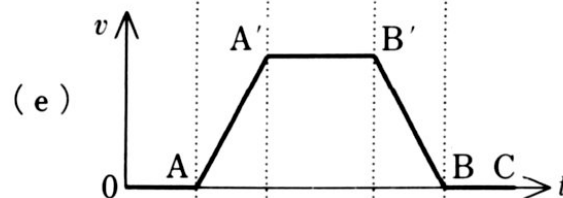
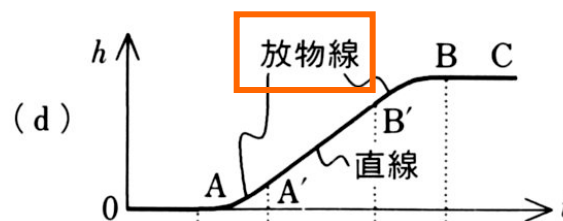
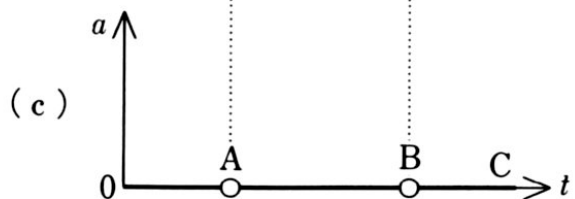
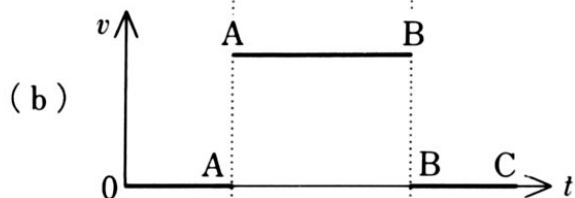
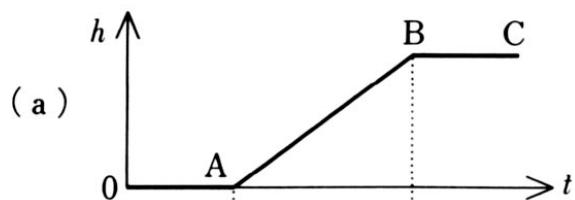
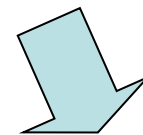
滑らかな運動が
可能となり,高速
回転カムの輪郭
形状に適する

緩和曲線

輪郭曲線形状の変わり目では、速度や加速度が変化する



高速回転させた場合には、衝撃力によって従動節が追従できなくなる



滑らかな曲線でつなぐことにより、速度変化を滑らかにする

- ・放物線
 - ・正弦曲線
- 等で変位の前後を接続