

第11章 リンク・カム

11.1 リンク

リンク機構: 節が回り対偶や進み対偶によって連結された機構
→ 機械に決められた動きをさせる仕組み

11.1.1 リンク機構の特長

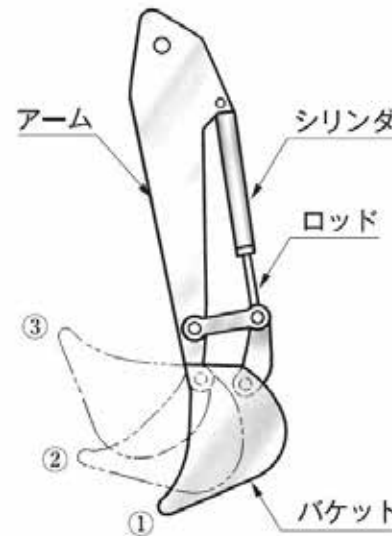
機械に目的の運動をさせるには、**駆動源の運動形態を**
変化させる必要がある → 電子的ではなく、**メカ的に行う**



重さに耐える強度
と耐久性がある
気温変化、振動に
強く、単純構造
メンテナンスが
容易



(a)



(b)

11.1.2 リンク機構

(1) 連鎖の自由度 ← 1ME機構学で学習済み

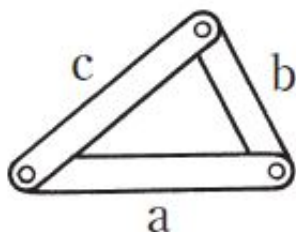
機械として動作させるためには、機構の自由度は**1**

限定連鎖

自由度0では、動かない
自由度が2以上では決まった動きをしない

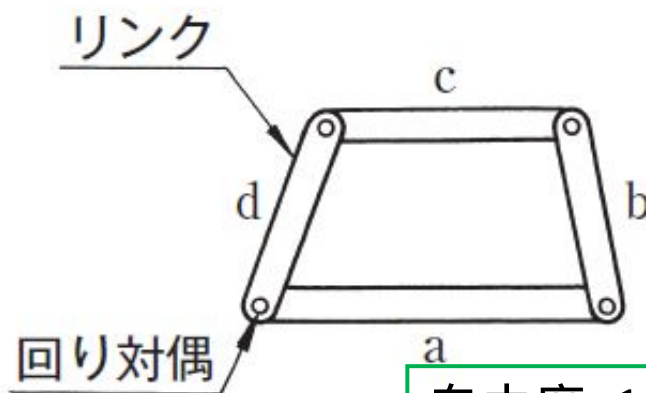
$$f = 3(n-1) - 2n_1 - n_2$$

n_1 : 自由度1の対偶数
 n_2 : 自由度2の対偶数



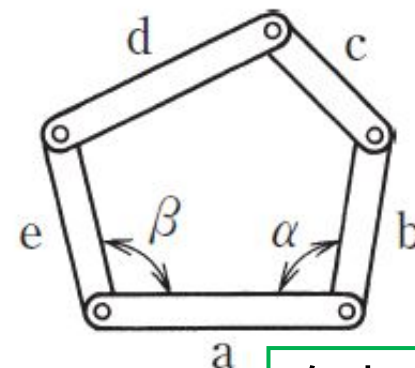
自由度:0

(a) 三節連鎖



自由度:1

(b) 四節連鎖



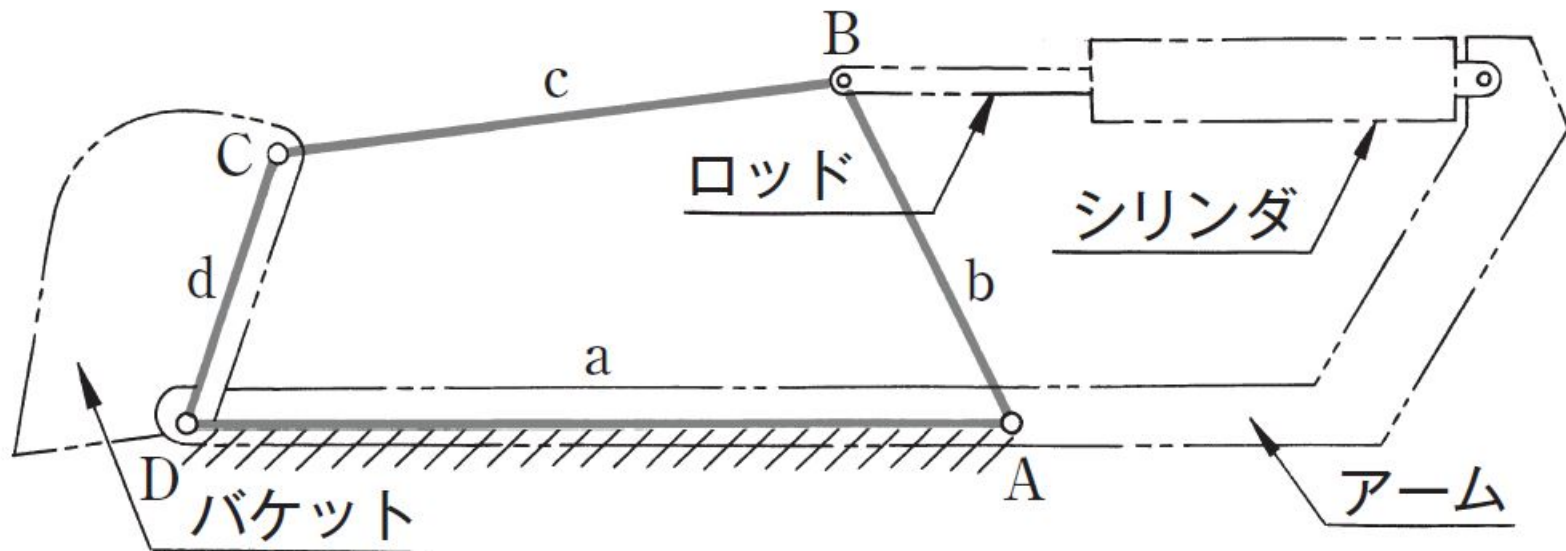
自由度:2

(c) 五節連鎖

(2) リンクの動き

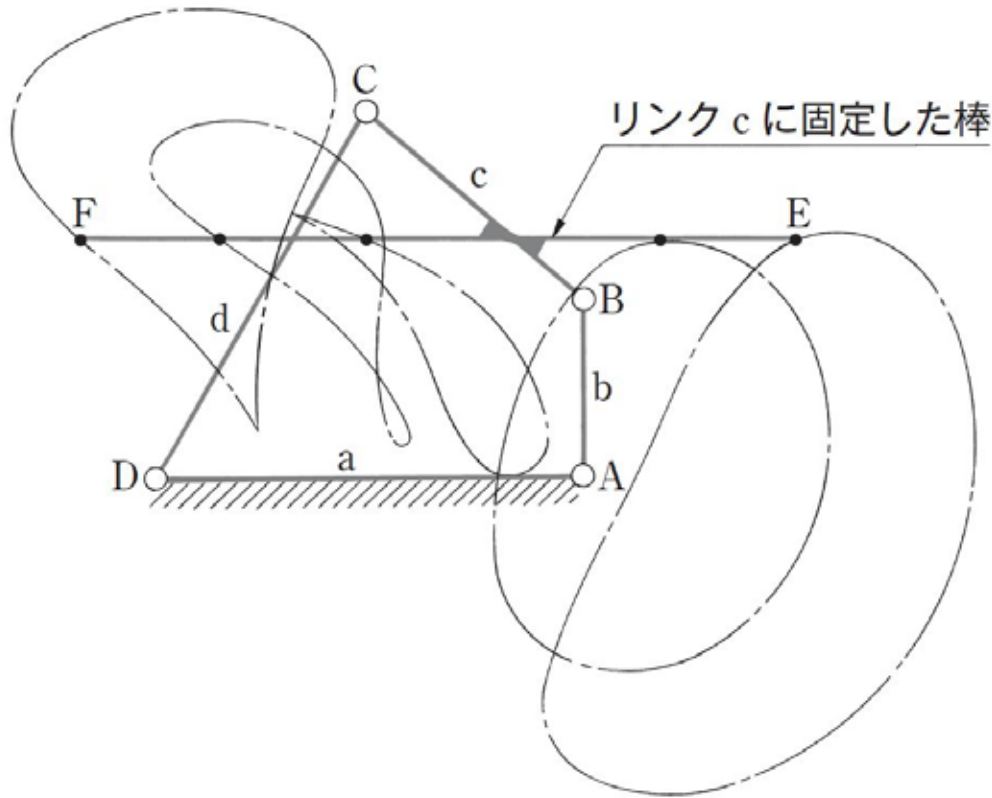
四節リンク機構

- リンクa: 静止系に固定された静止節 (固定節)
- リンクb: 動力を取り入れる原動節
- リンクc: 中間節 (原動節と従動節を接続)
- リンクd: 目的の運動を取り出す従動節

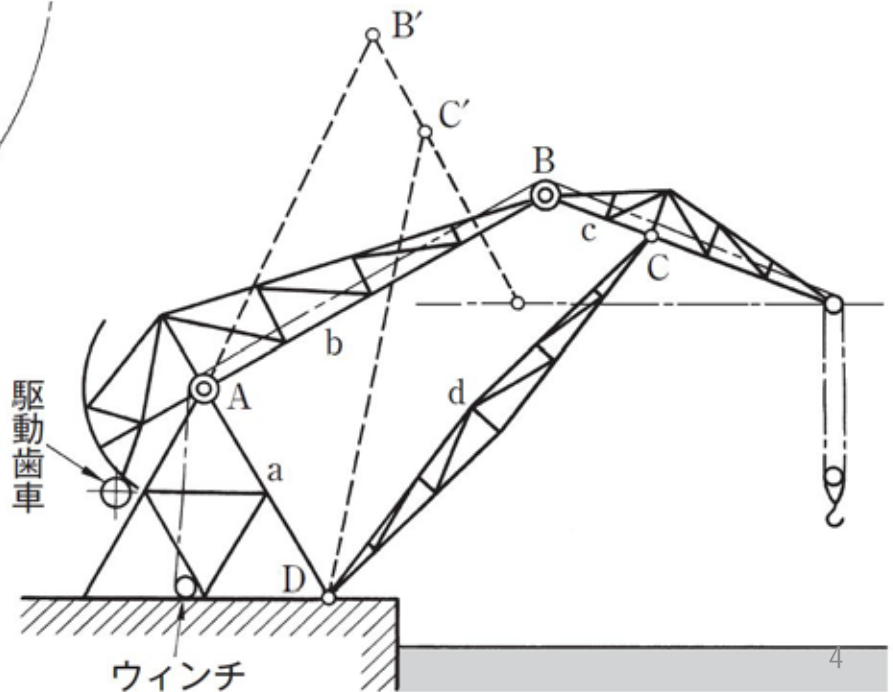


(3) 中間節の動き

中間節曲線: 中間節上の各点が動きによって描く曲線

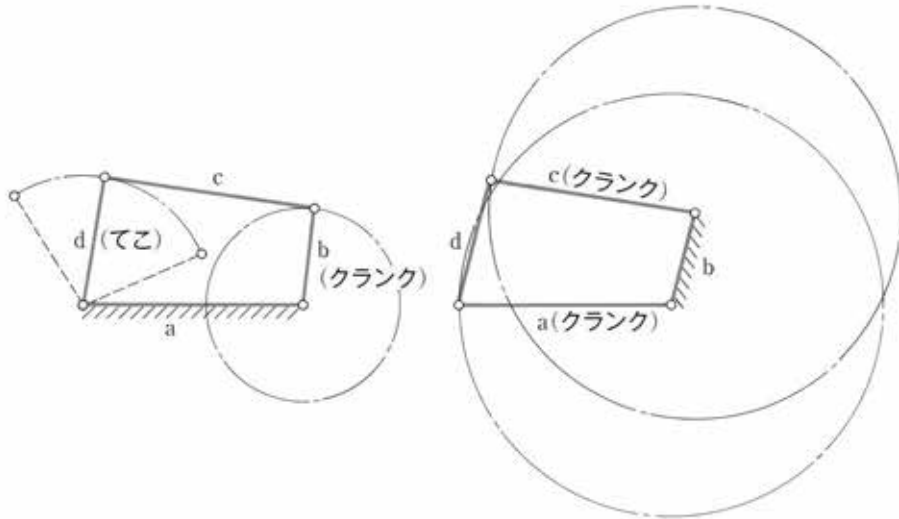


水平引き込みクレーン
荷物が水平に移動するように
リンク長さが決められている



(4) 機構の交替

四節リンクにおいて、静止節を変えることによって異なった動きをさせることが可能 → 静止節を変えることを**機構の交替**という

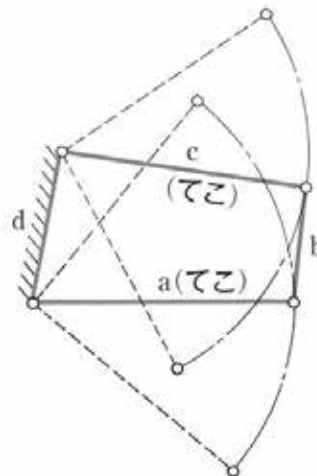
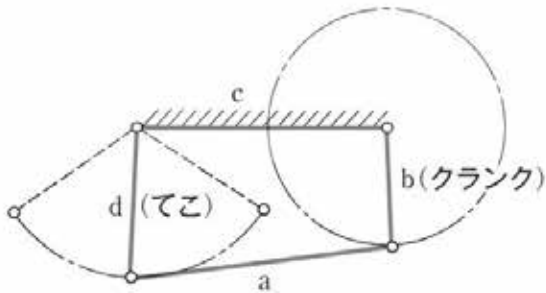


(a) てこクランク機構 (回転揺動機構)

(b) 両クランク機構 (二重回転機構)

てこ - クランク機構における機構の交替例

- (a) リンクaを静止節
b節が動くとd節がてこになる
- (b) リンクbを静止節
節aとcがクランク
(**両クランク、二重回転運動**)
- (c) リンクcを静止節
(a)とおなじような動き
- (d) リンクdを静止節
節aとcがてこ
(**両てこ、二重揺動運動**)



(c) てこクランク機構 (回転揺動機構)

(d) 両てこ機構 (二重揺動機構)

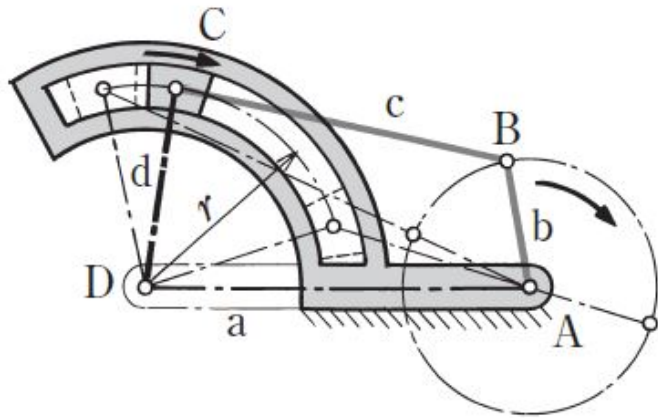
スライダクランク機構

回り対偶を進み対偶に変える

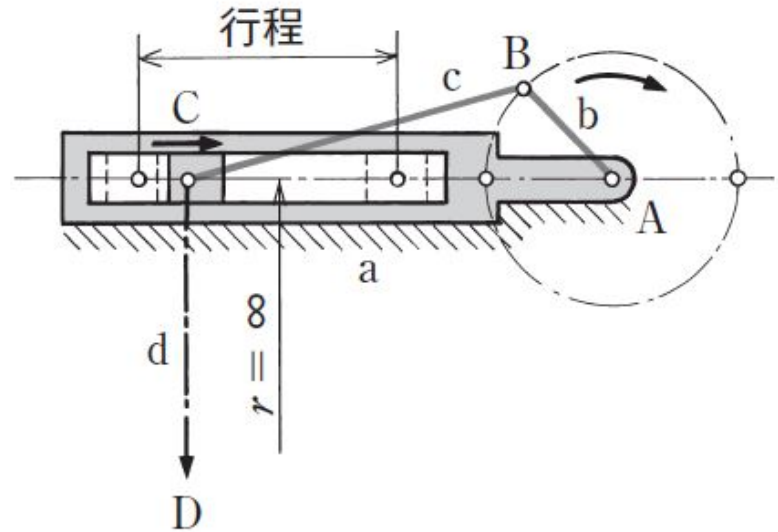


円弧揺動、直線揺動と回転を組み合わせた動きが可能

スライダクランク機構: 自動車のエンジン、圧縮機など



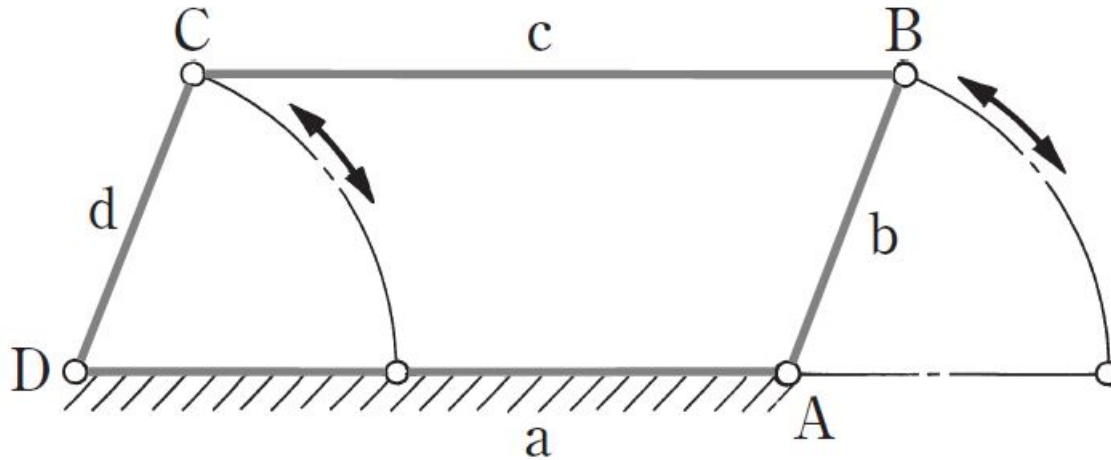
(a) てことスライダ



(b) スライダクランク機構

(5) 特殊な運動

・平行クランク機構



四節リンクにおいて、

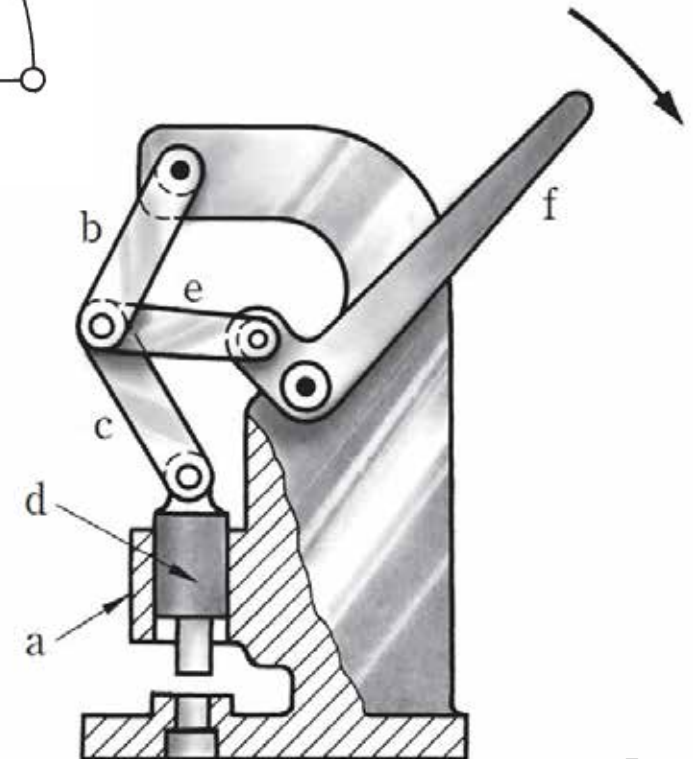
$$a=c, b=d$$



とdは常に平行に動く

・トグル機構

リンクfを押し下げると、その力が**増幅**されてdを押し出す



1ME機構学では……

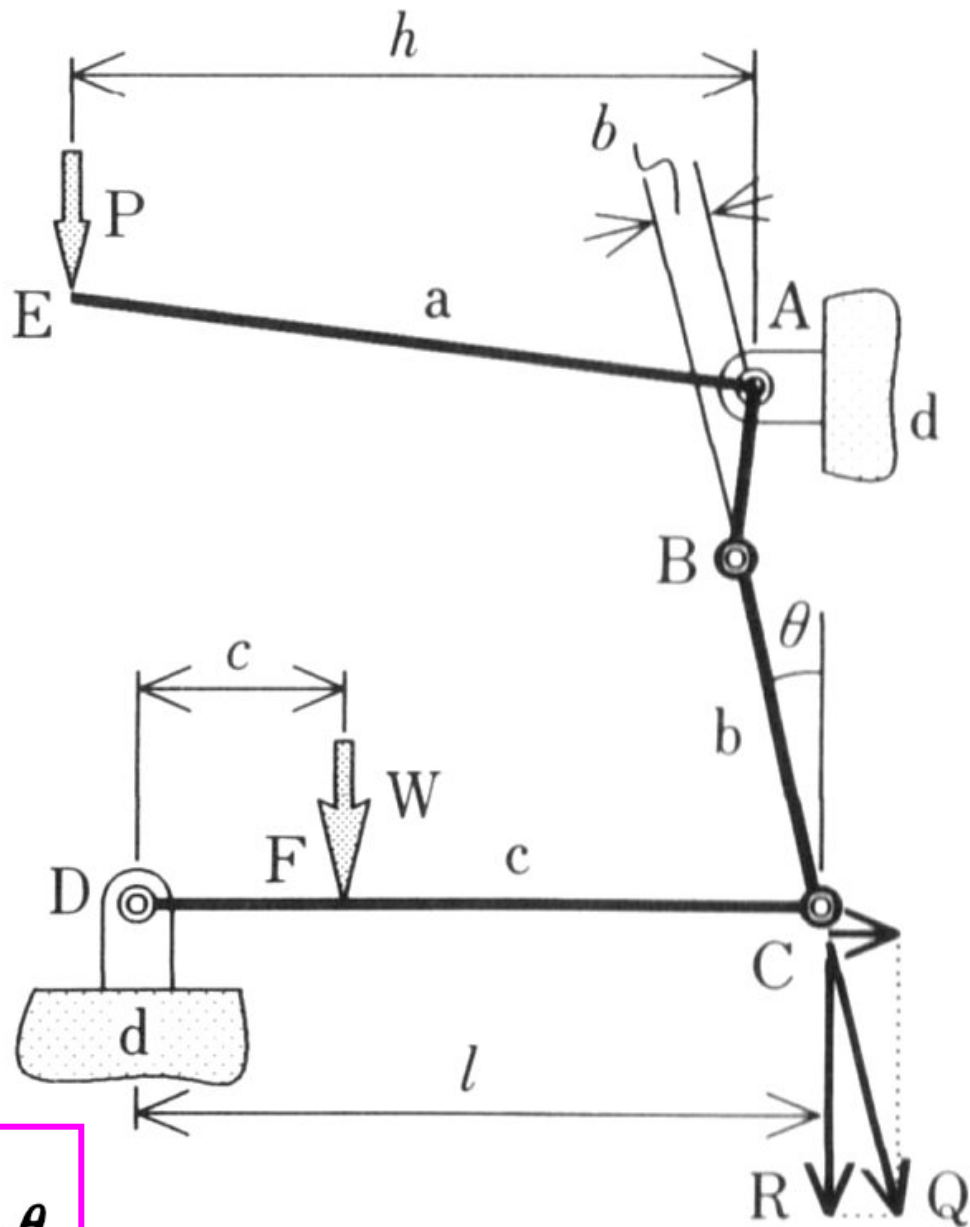
倍力装置として 学習済み

点Eに加えた力Pよりも
点Fに与える力Wが
大きくなる

節a: ベルクランク
(ほぼ直角に曲がった節)

PとWは、

$$W = \frac{l}{c} R = \frac{l}{c} Q \cos \theta = \frac{hl}{bc} P \cos \theta$$



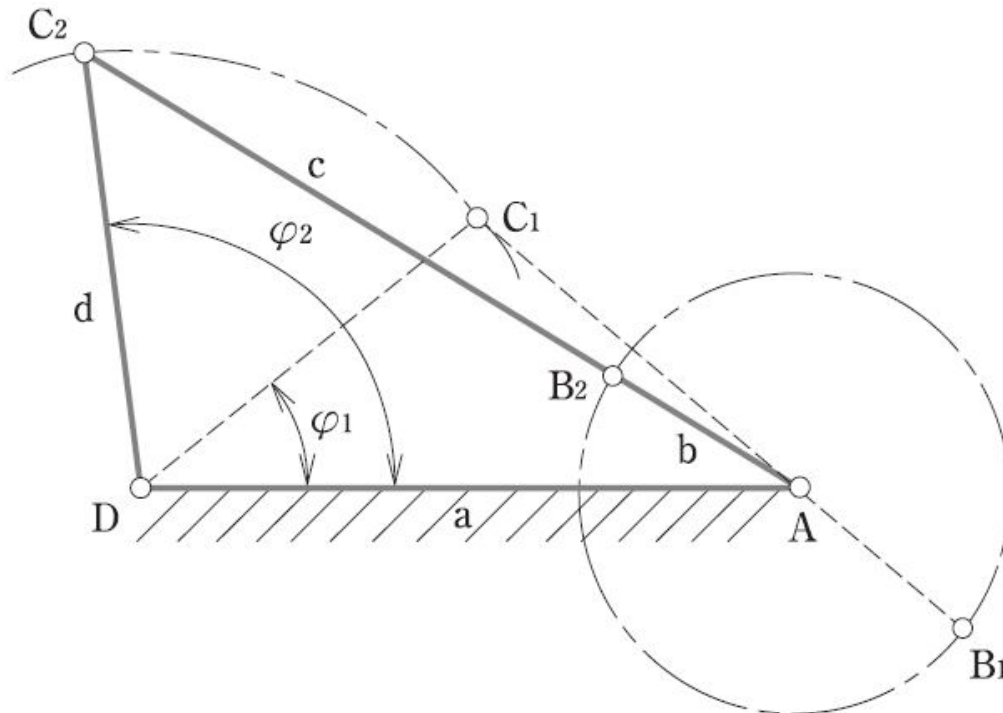
10.1.3 リンクの長さの決め方

(1) てこの揺動範囲が与えられた場合

てことなるリンクdの揺動範囲(角度) ψ_1 、 ψ_2 が与えられている場合のリンクの長さ($\psi_2 - \psi_1$ だけが与えられていることも多い)

静止節ADを書く

点Dを中心とする半径dの円弧上に $ADC_1 = \psi_1$ 、 $ADC_2 = \psi_2$ となる C_1 、 C_2 を書く



$AC_1 = c - b$ 、 $AC_2 = c + b$ なので、

$$b = \frac{\overline{AC_2} - \overline{AC_1}}{2},$$
$$c = \frac{\overline{AC_2} + \overline{AC_1}}{2}$$

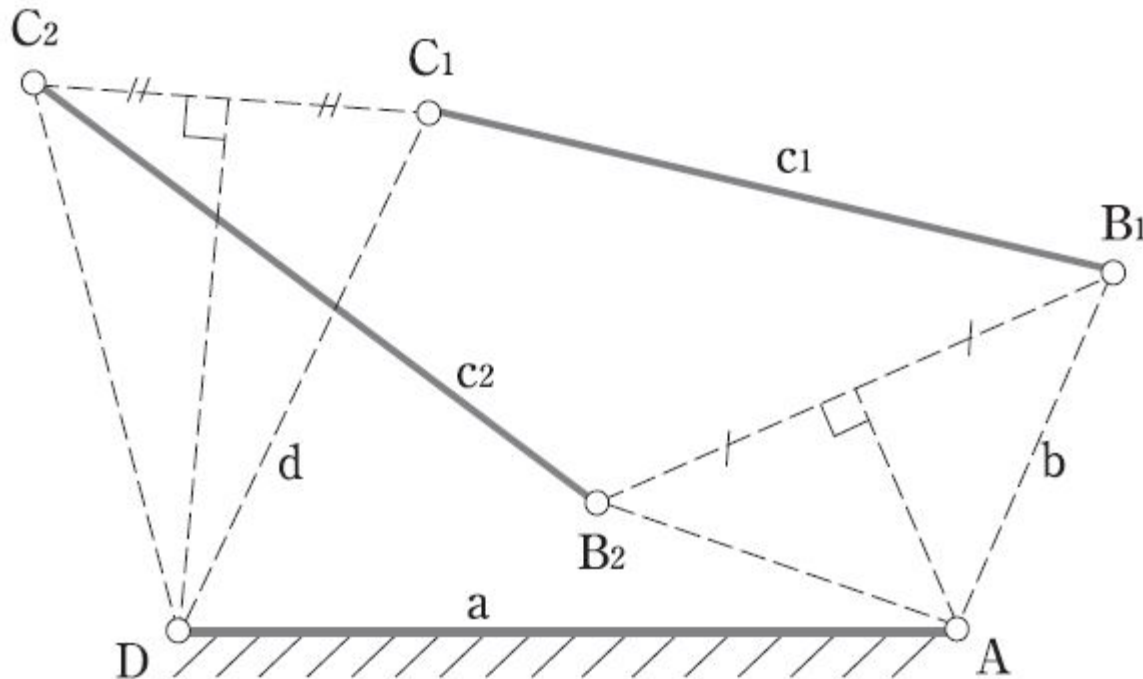
(2) 中間節の移動位置が与えられた場合

- ・2位置の移動位置が与えられた場合

既知：静止節のライン、リンクcの長さc、
移動位置 C_1 と C_2



C_1C_2 、 B_1B_2 の垂直2等分線と静止節の線ADとの交点がDとA



節の長さは、

$$b = AB_1 \text{ (or } AB_2)$$

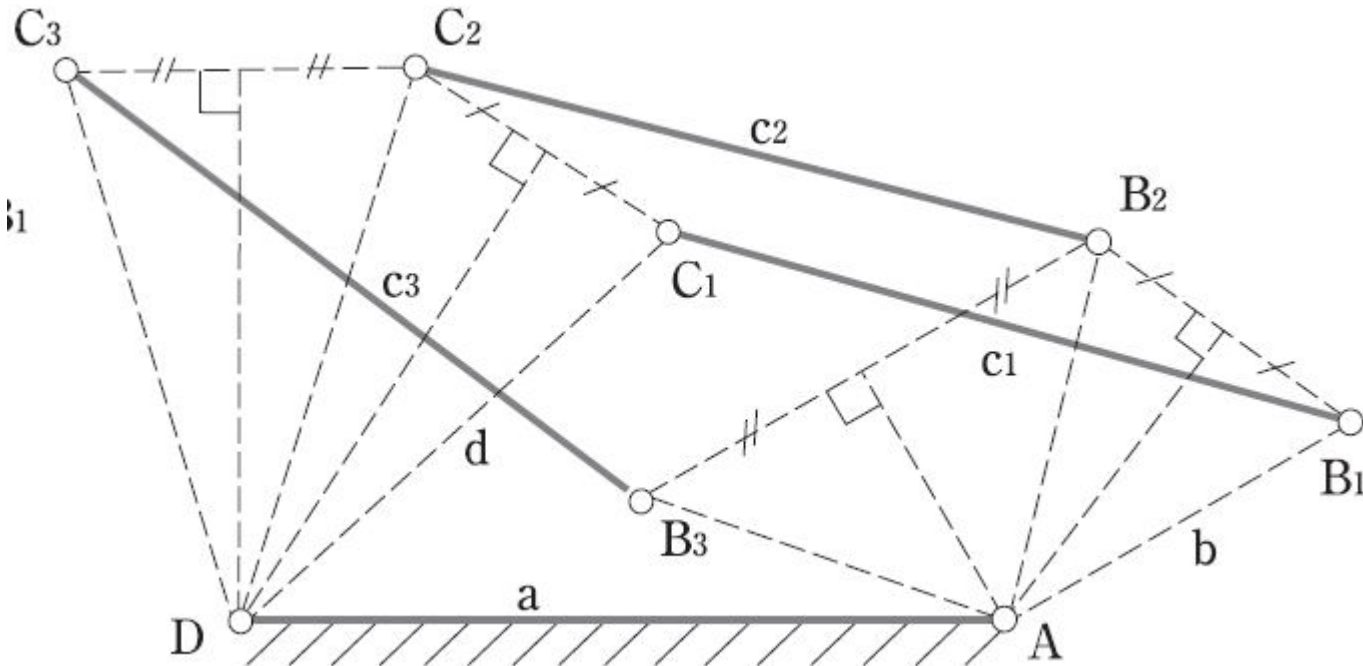
$$d = DC_1 \text{ (or } DC_2)$$

・3位置の移動位置が与えられた場合

既知: リンクcの長さc、移動位置 C_1 、 C_2 、 C_3



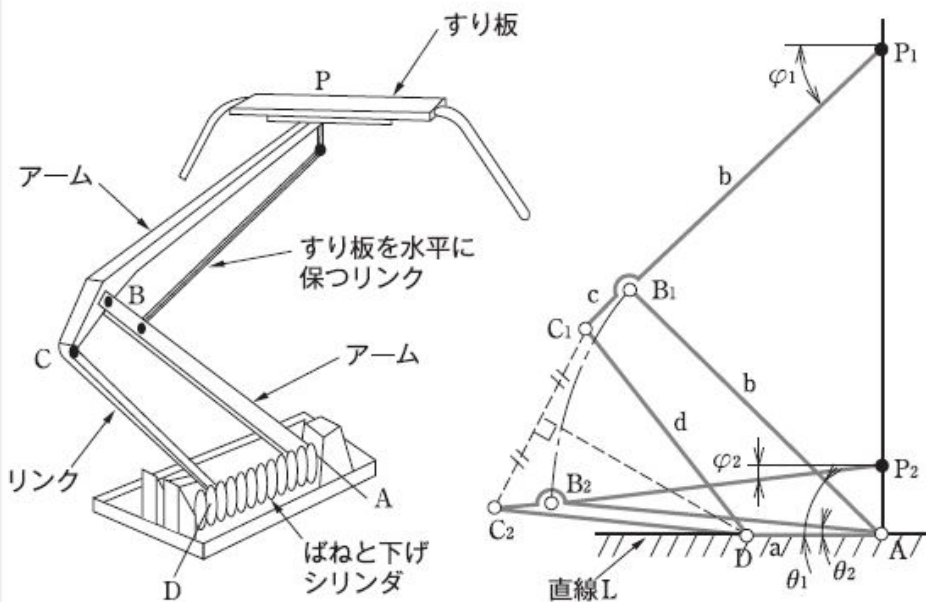
B_1B_2 、 B_2B_3 の垂直二等分線の交点がA
 C_1C_2 、 C_2C_3 の垂直二等分線の交点がD



節の長さは、
 $a=AD$
 $b=AB_1$
 $d=DC_1$

例題 1

図(a)の電車の四節リンク機構のパンタグラフでは、すり板が架線にほぼ直角に上下動するようになっている。図(b)のように、すり板の取り付け位置Pは、中間節BCの延長線上にあって、長さは $\overline{BP} = \overline{AB} = b$ であり、静止節ADは架線に平行な屋根に固定されている。すり板が、架線に接しているとき $P_1-B_1-C_1$ 、格納されているとき $P_2-B_2-C_2$ になるように、リンク \overline{AD} と \overline{CD} の長さ a, d を求めよ。ただし、 $b = 500 \text{ mm}$ 、 $c = \overline{BC} = 80 \text{ mm}$ 、 $\theta_1 = \varphi_1 = 40^\circ$ 、 $\theta_2 = \varphi_2 = 5^\circ$ とする。



(a) シングルアーム形パンタグラフ

(b) リンクの長さの決め方

例題1の図

解答

中間節の2位置が与えられた図11-11(a)と同じ問題であり、長さの寸法を $\frac{1}{10}$ に縮めて作図するとよい。図(b)において、対偶Aを任意の位置に定め、点Aを通り架線に平行な直線をLとする。与えられた条件に従って $A-B_1$ と $P_1-B_1-C_1$ 、 $A-B_2$ と $P_2-B_2-C_2$ を描く。線分 $\overline{C_1C_2}$ の垂直二等分線と直線Lとの交点が対偶Dである。作図したもものから測定すると、 $a \doteq 243 \text{ mm}$ 、 $d \doteq 337 \text{ mm}$ になる。

答 $a \doteq 243 \text{ mm}$ 、 $d \doteq 337 \text{ mm}$

11.2 カム

11.2.1 カムの種類

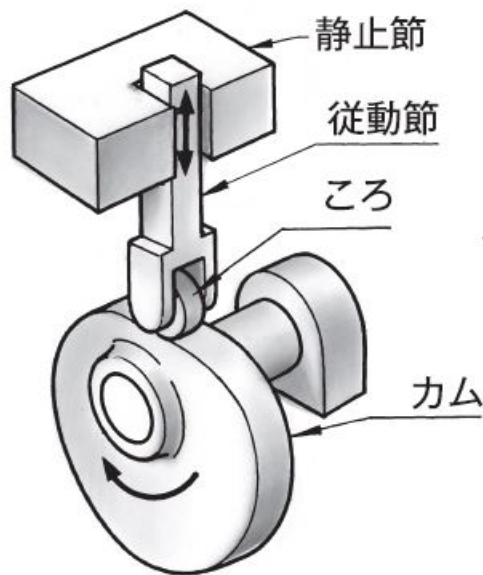
平面カム：輪郭曲線が平面線図

例：板カム、・・・

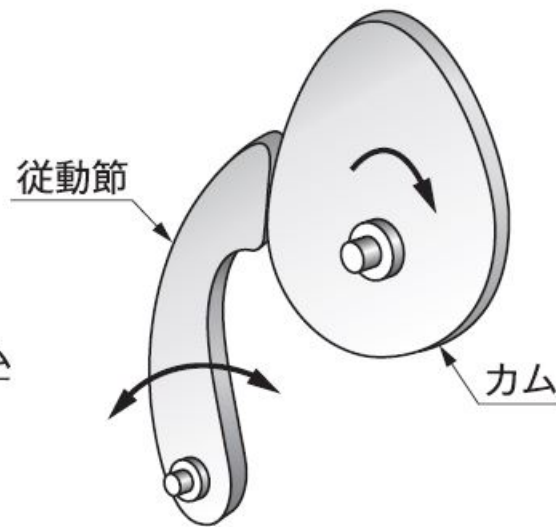
立体カム：輪郭曲線が空間線図

例：円筒カム、球面カム、

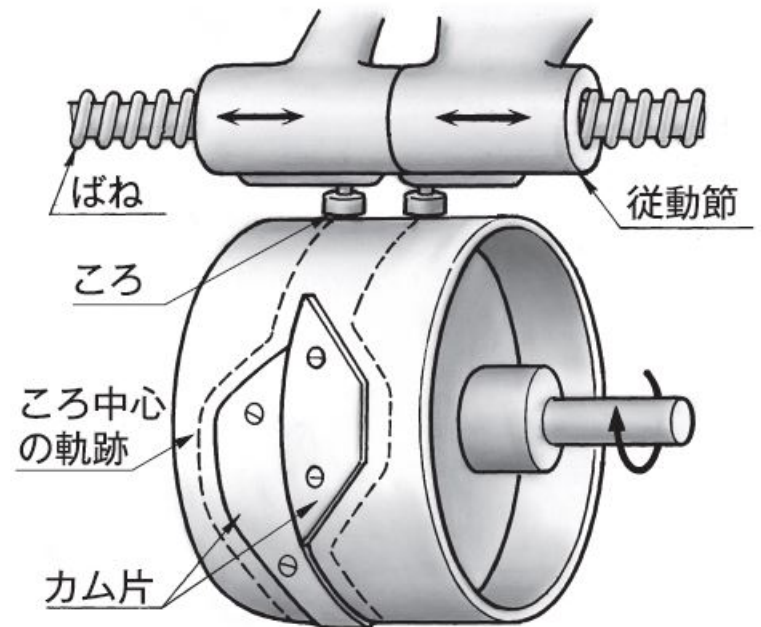
相対運動をするので、
接触部においては、
摩擦、摩耗を減らす
工夫が必要
例：カムフォロア



(a) 直進従動節をもつ板カム

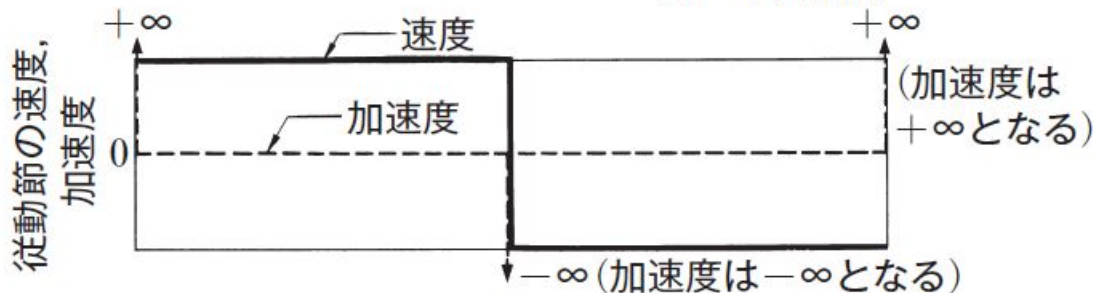
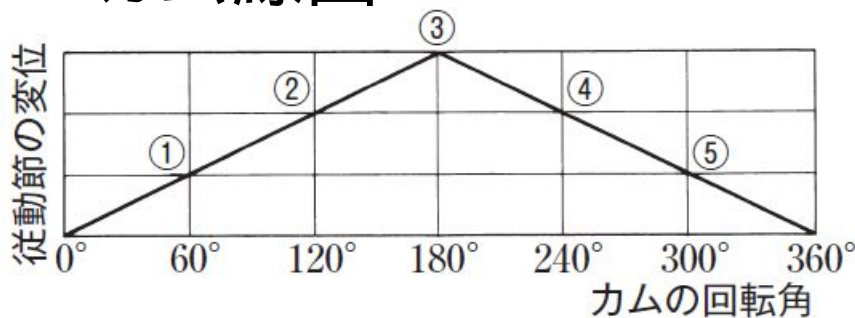


(b) 揺動従動節をもつ板カム

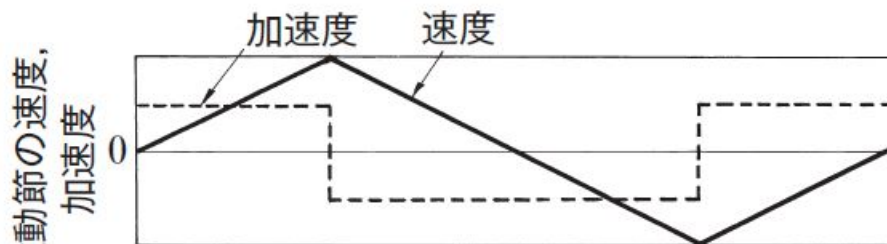
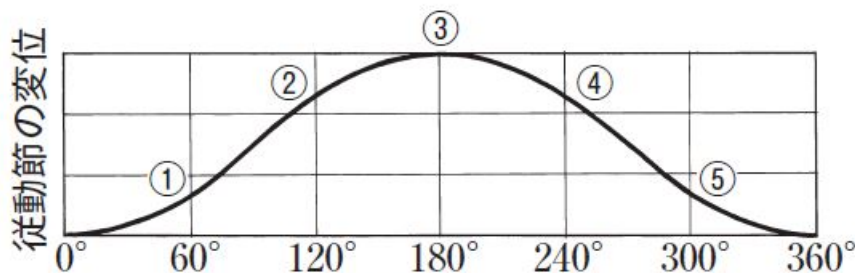


(c) 円筒カム

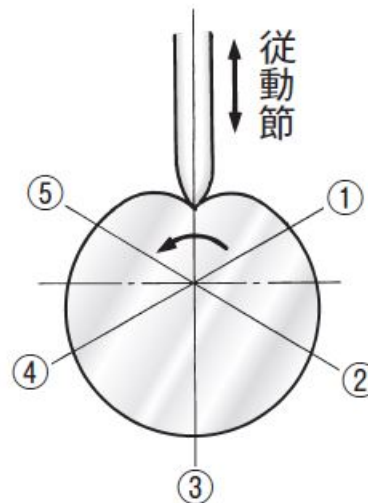
11.2.2 カム線図



(a) 等速度運動



(b) 等加速度運動



カム線図: カムの運動と従動節の運動を線図にしたもの

等速運動

加速度の変化が大きいため、**緩和曲線**を用いる

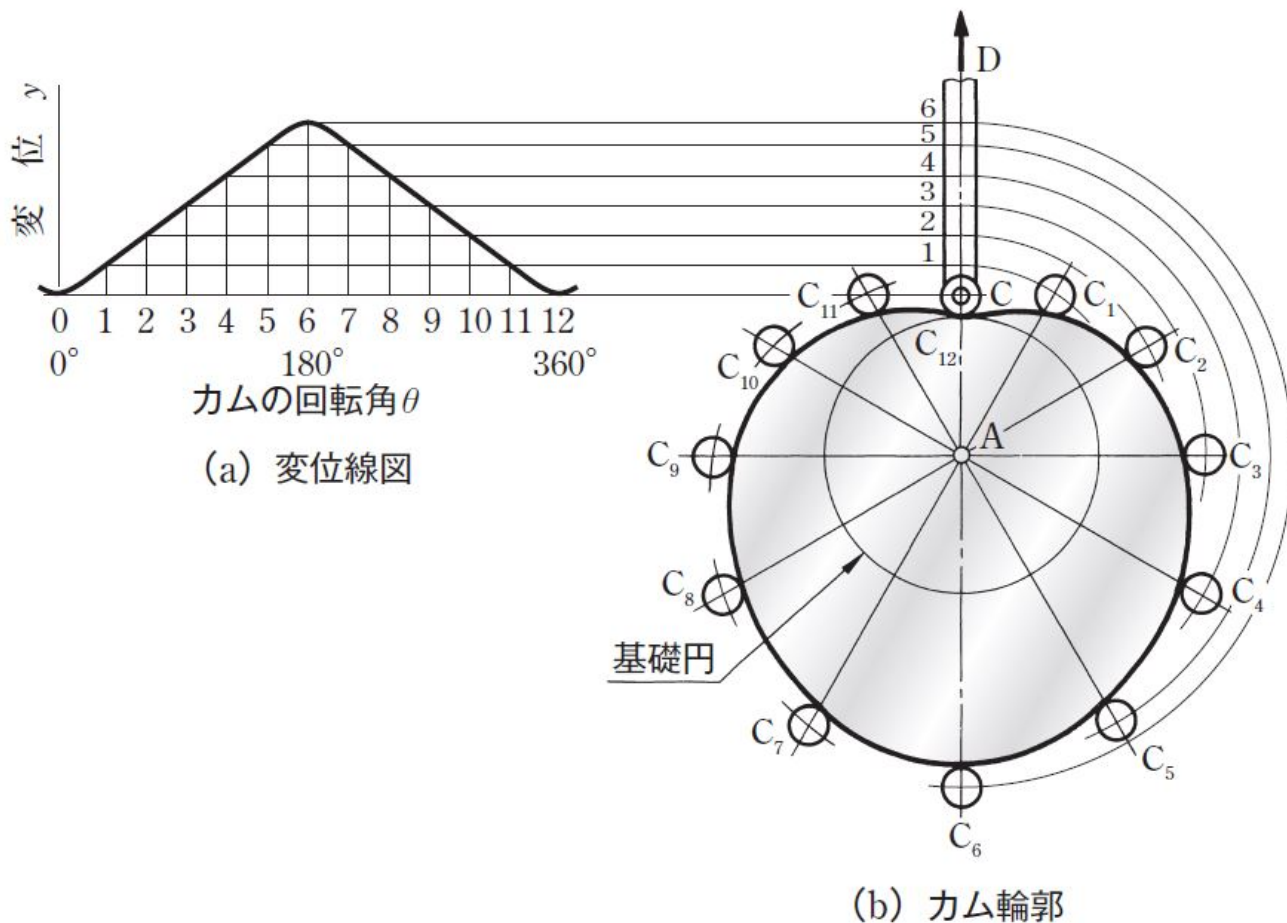
等加速度運動

速度の急激な変化は起きない

11.2.3 板カムの輪郭の求め方

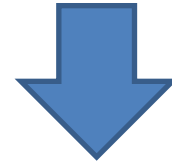
カムの回轉角度 θ と従動節の変位 y の関係だけでは、輪郭曲線は決められない

→ 適切な圧力角、スペースを考慮した基礎円が重要

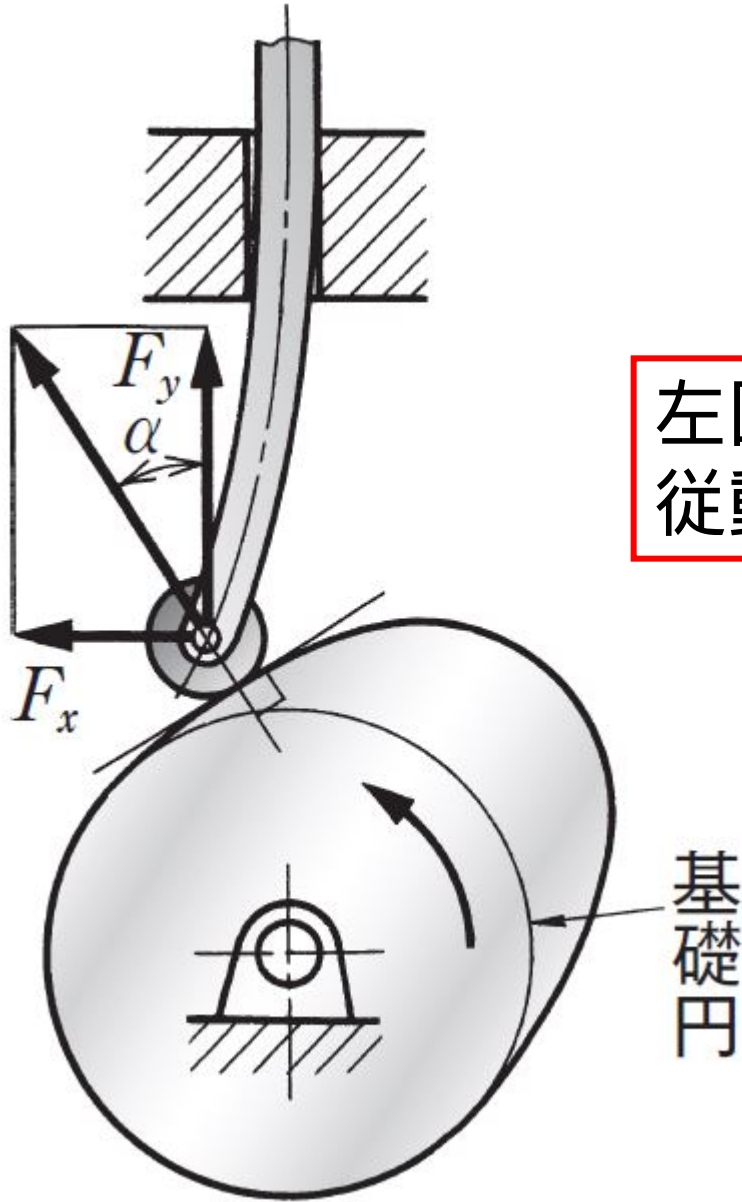


輪郭曲線は、基礎円に角度に応じた変位を増(減)する

スペースを小さくするには、
基礎円を小さくすればよい



左図に示す圧力角 α が大きくなり、
従動節を曲げる力が大きくなる



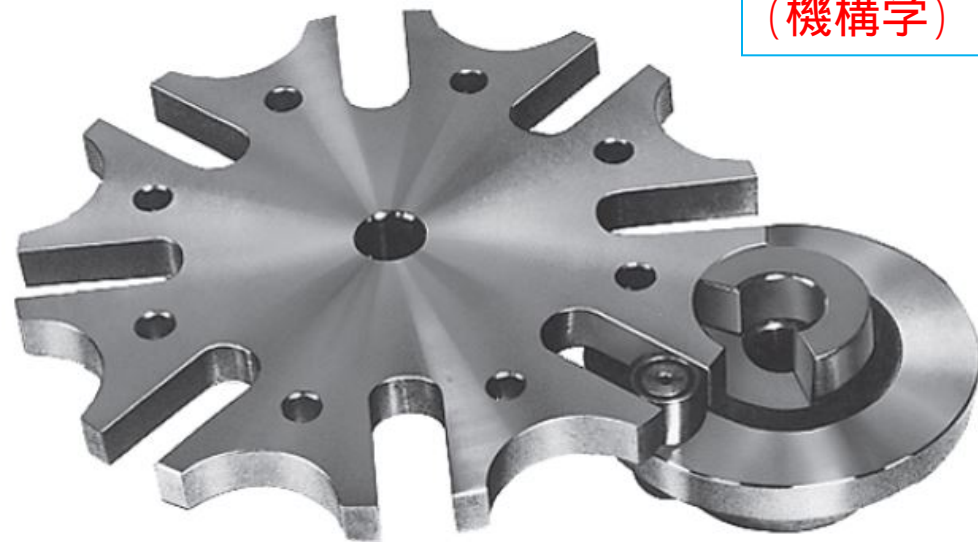
$$\alpha < 30 \sim 45^\circ$$

カムと従動節の摩擦が大きい
ほど、圧力角を小さくする必要
がある

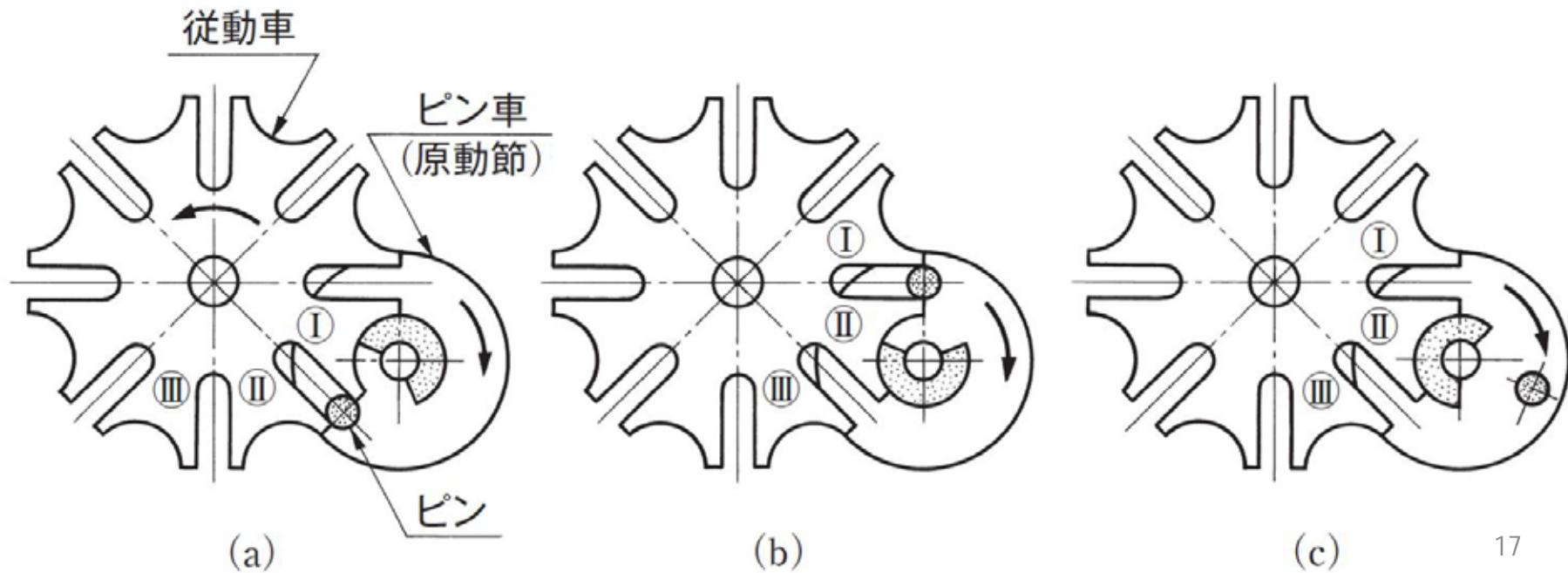
11.3 間欠運動機構

動きは動画で
(機構学)

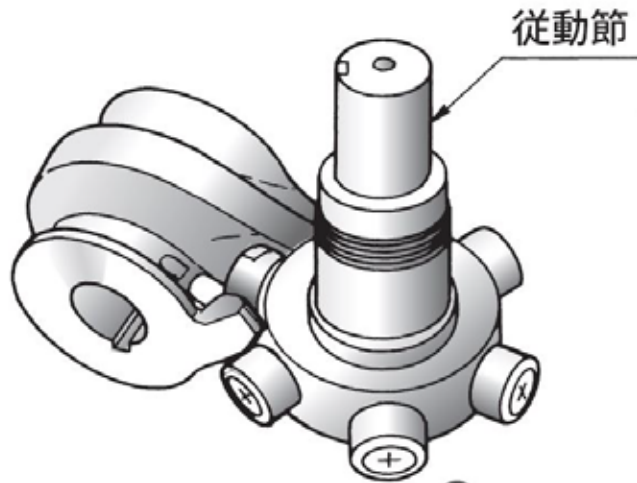
連続運動をしている
原動節に対して、従動節
は周期的な断続運動を
する



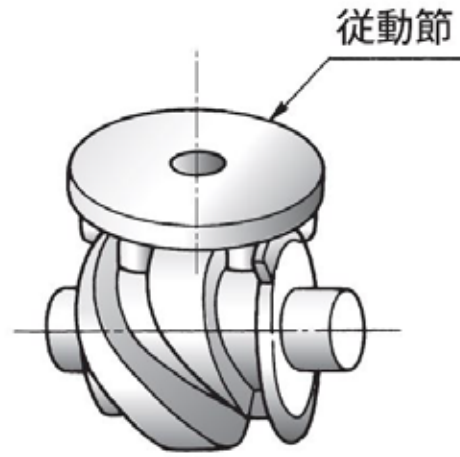
代表例：**ゼネバ機構**



インデックスカム

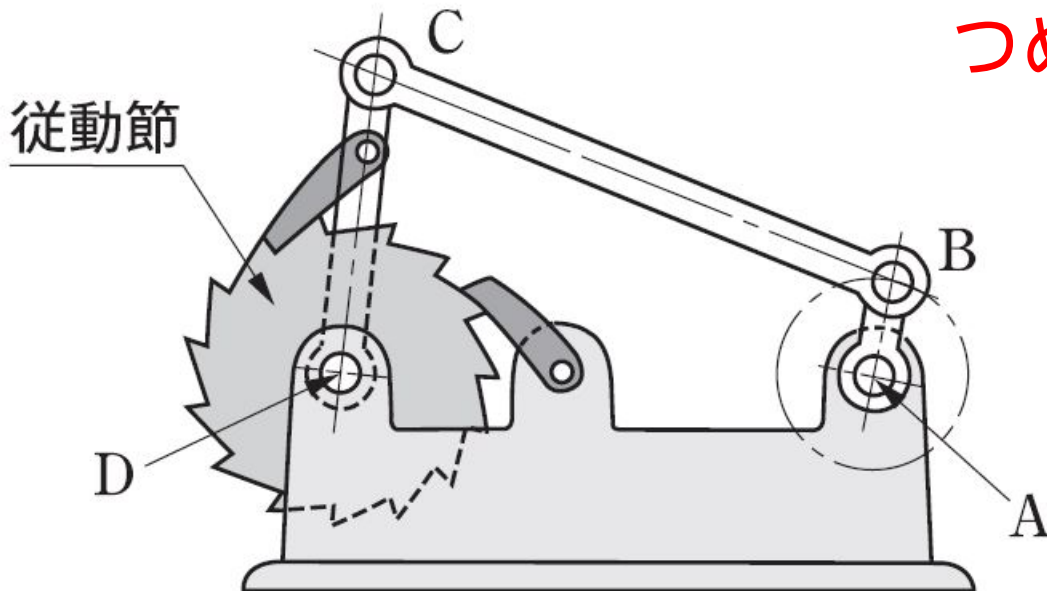


(a) ローラギヤカム^④



(b) バレルカム^⑤

つめ車



ABを回転させるとCDが揺動するが、間につめがあるので、左に動く際に車を回転させる。右に動く際には、つめがかからないので空転。