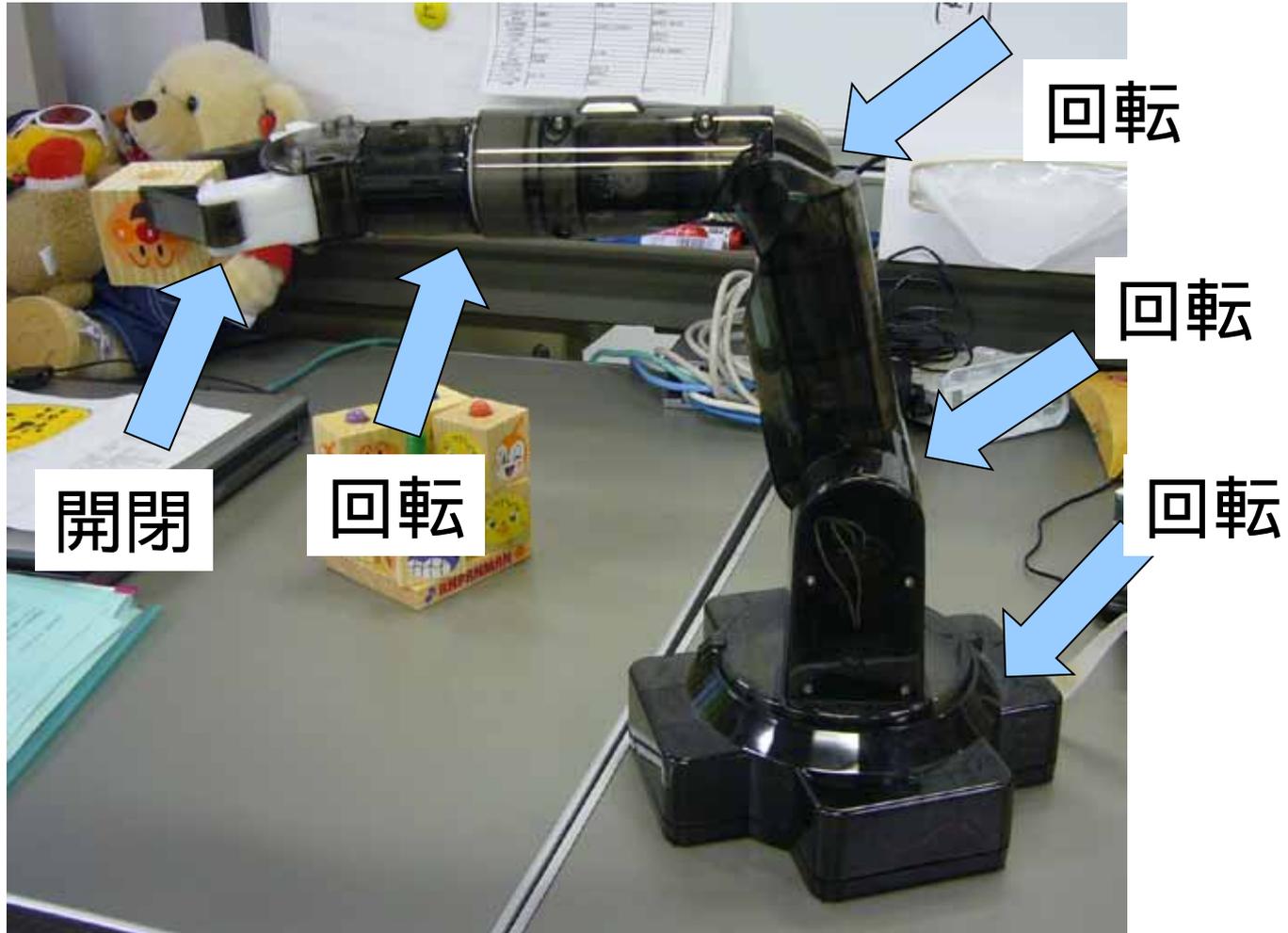


リンク機構の例 (オープンループ)

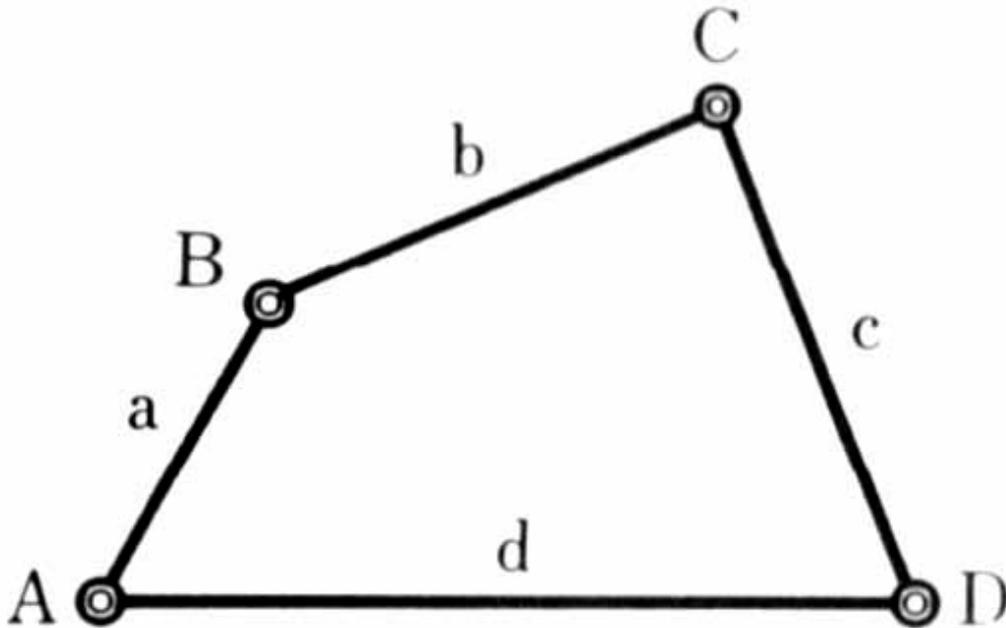
ロボットアーム (5自由度、¥5000)



第2章 リンク機構の種類と運動

2.1 4節回転連鎖

棒状の節 a, b, c, d をすべて回り対偶で組み合わせた連鎖



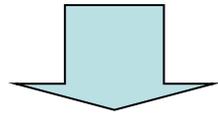
機構として成立するための条件

最長節の長さ
< 他節の長さの和

4節回転連鎖

グラスホフの定理

4節回転連鎖において、最短節が完全に回転できるための条件

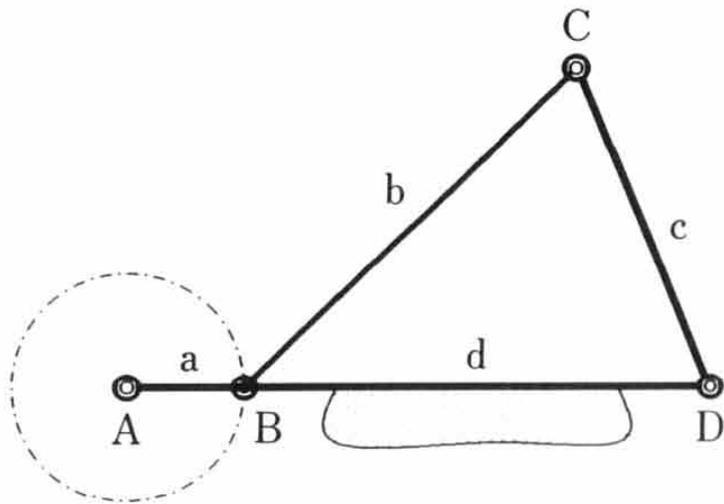


最短節と他の一つの節の長さの和が、残り2つの節の長さの和より小さいか、等しくなければならない

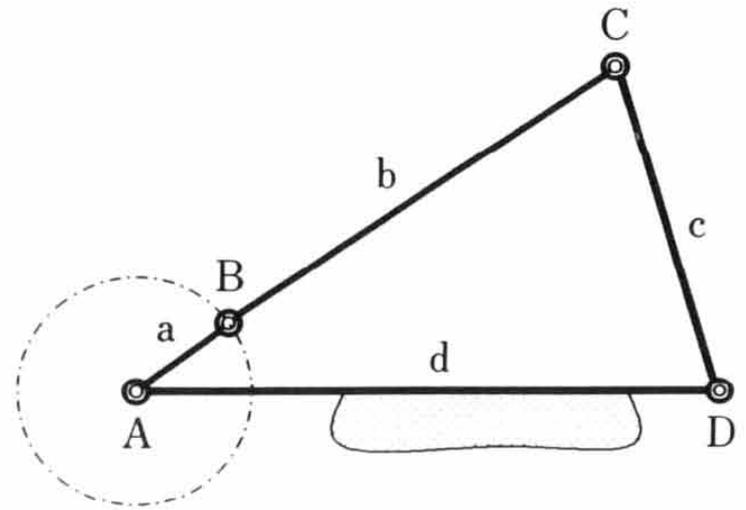
$$r_a + r_b \leq r_c + r_d \quad (\text{図 2.2 (a), (b) 参照})$$

$$r_a + r_c \leq r_b + r_d \quad (\text{図 2.2 (a), (d) 参照})$$

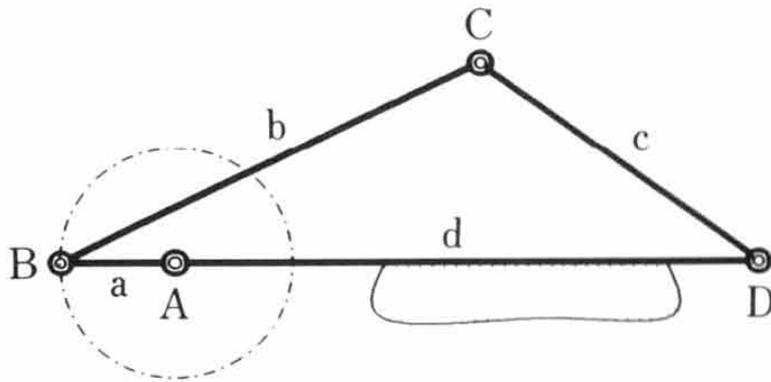
$$r_a + r_d \leq r_b + r_c \quad (\text{図 2.2 (c), (d) 参照})$$



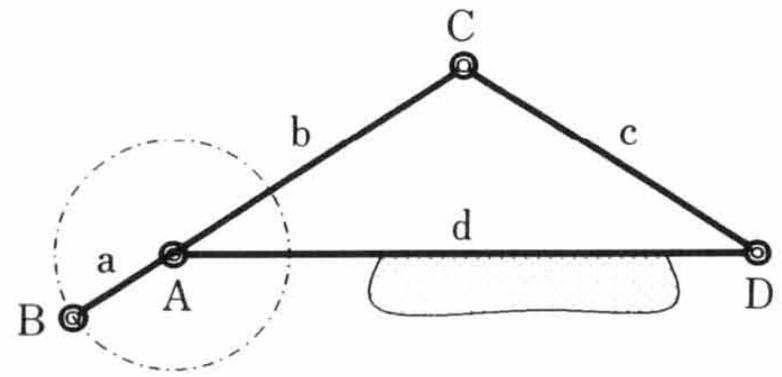
(a)



(b)



(c)



(d)

グラスホフの定理

4節回転連鎖において、どれか1つの節を固定すると、

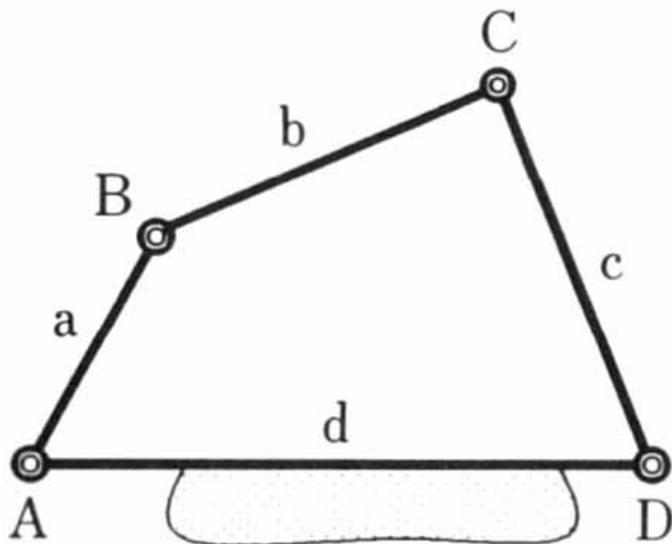
てこクランク機構

両クランク機構

両てこ機構

の3つが成り立つ

てこクランク機構



a: クランク (最短節)

b: 連接棒

c: てこ (揺動運動する節)

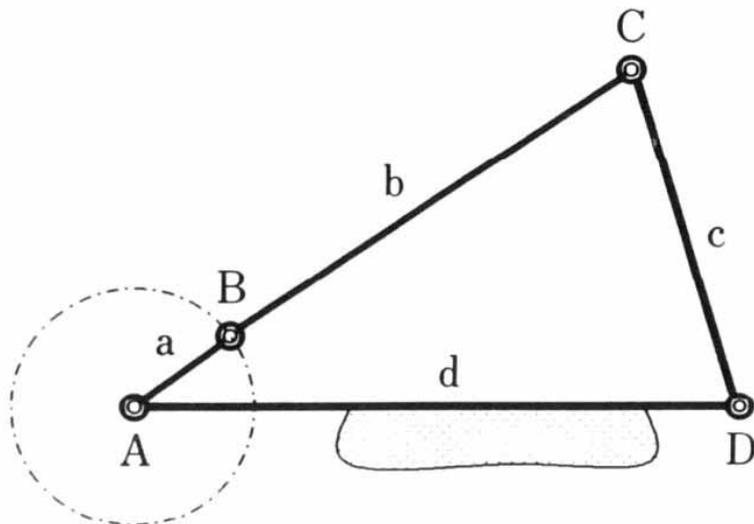
d: 固定節 (フレーム)

(bを固定しても、てこクランクになる)

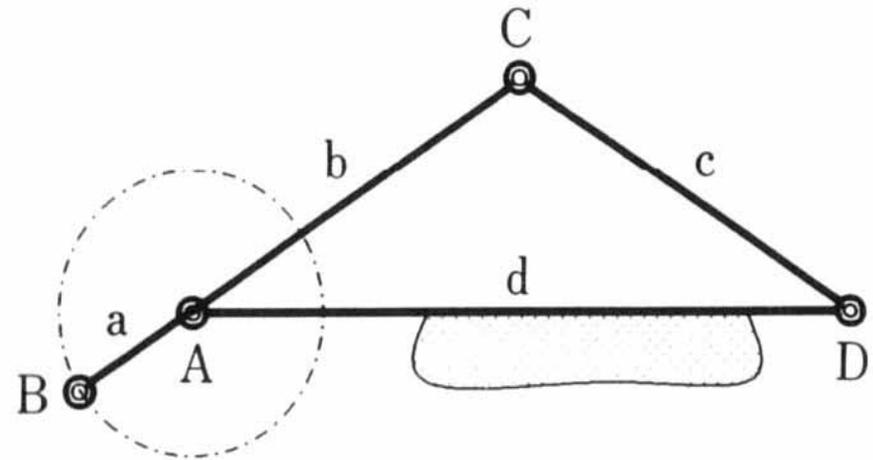
思案点と死点

思案点: 運動の途中で不拘束が生じる点
(クランクaは右, 左いずれの方向にも回転が可能)

死点: A, B, Cが意直線上にあり, cを回転させてもクランクaを回転させられない



(b)



(d)

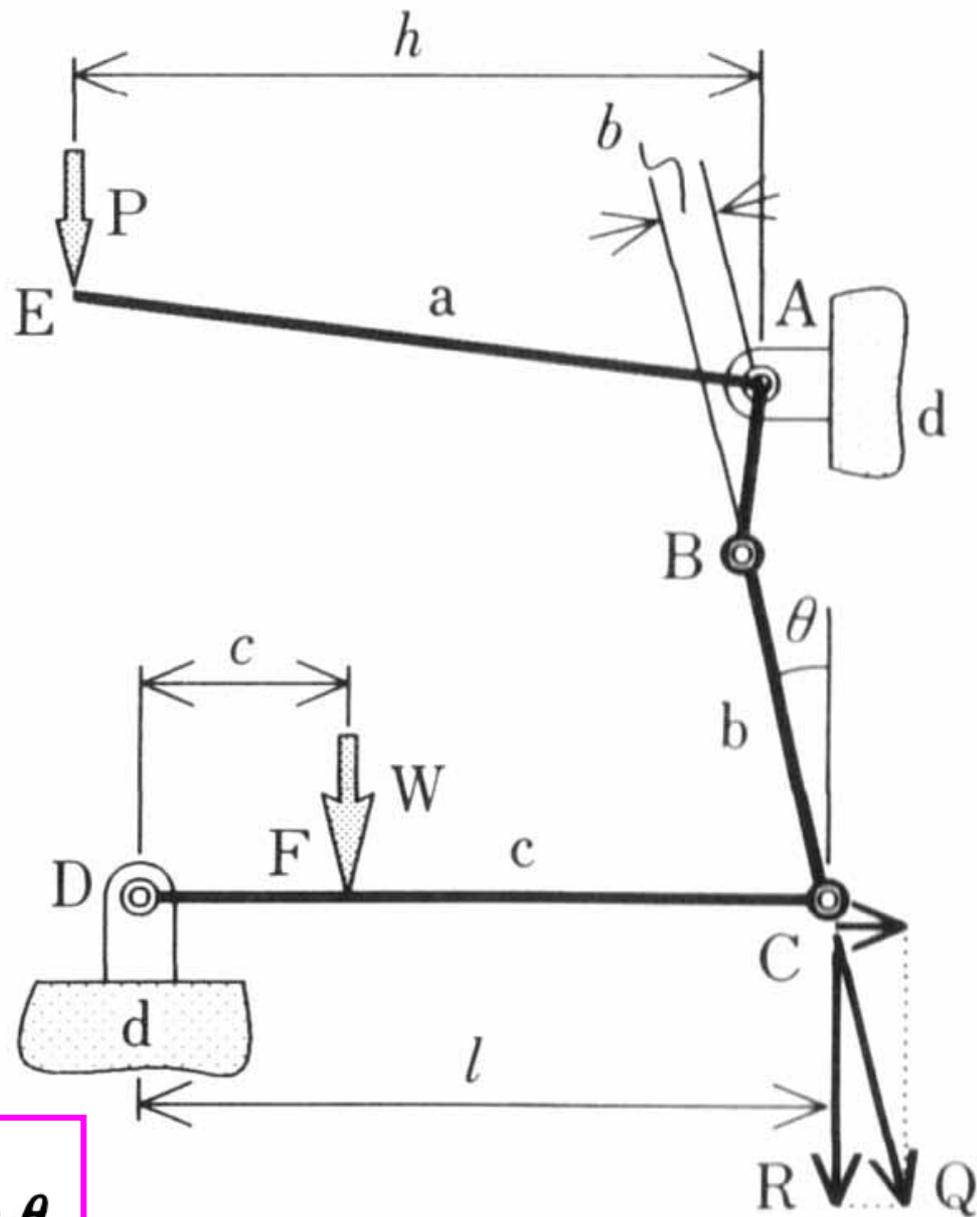
倍力装置

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

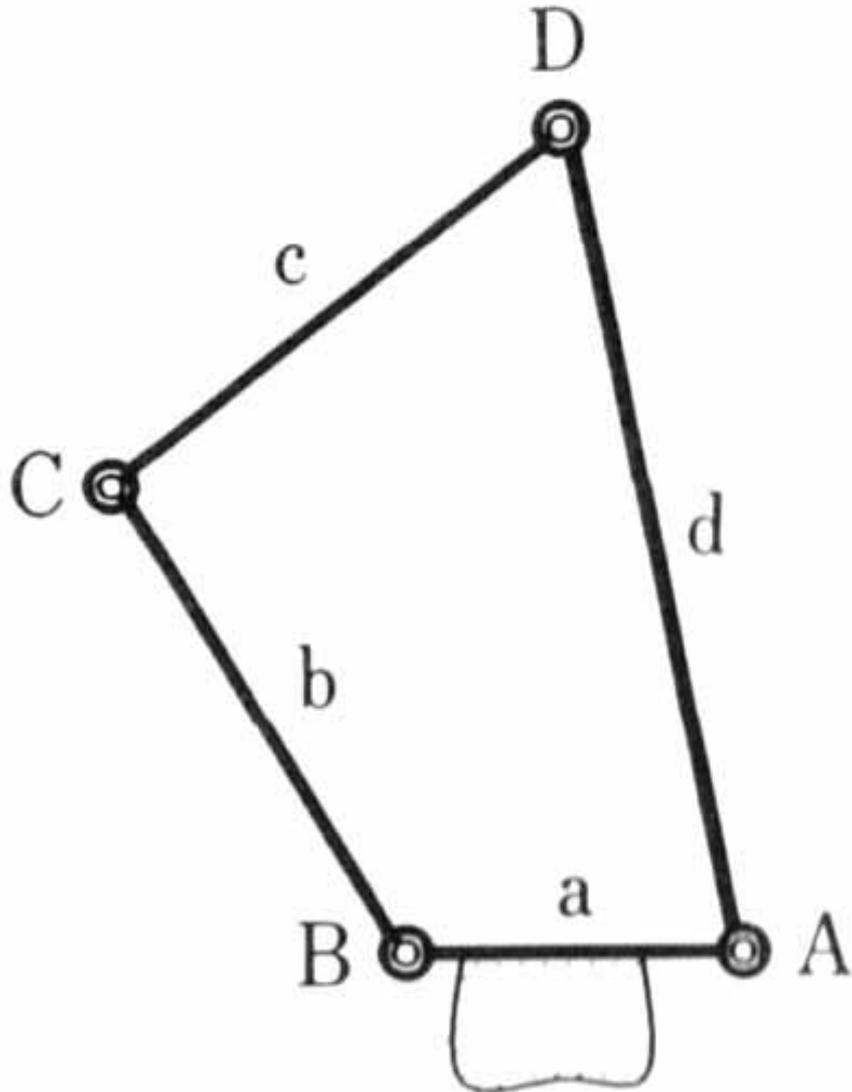
節a: ベルクランク
(ほぼ直角に曲がった節)

式(2.4), (2.5), (2.6)を
経て, PとWは次式

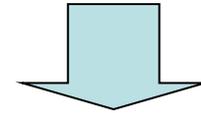
$$W = \frac{l}{c} R = \frac{l}{c} Q \cos \theta = \frac{hl}{bc} P \cos \theta$$



両クランク機構



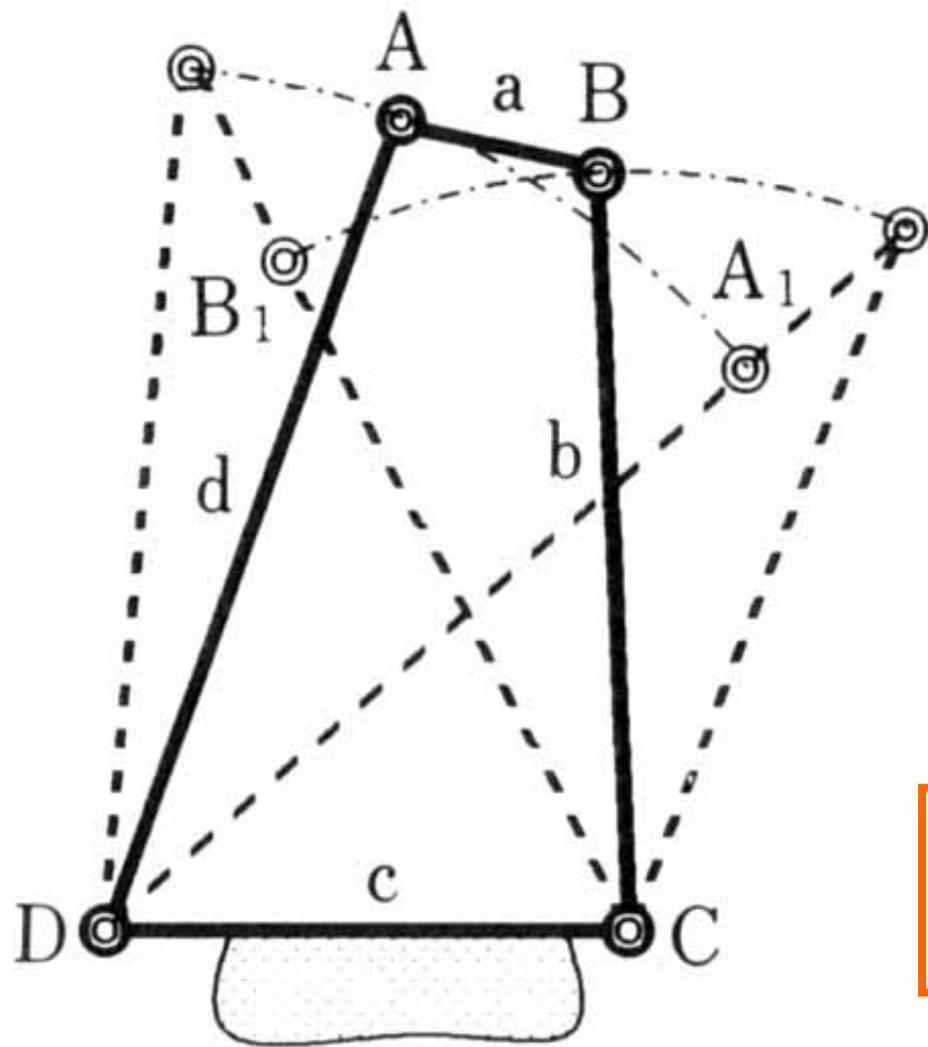
最短節aを固定



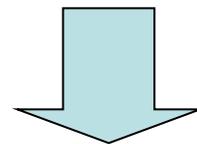
節bと節dが完全に回転
することが可能

ただし、左図ではbの等速回転に
対して、dは不等速回転となる

両てこ機構



最短節aと対向する
節cを固定

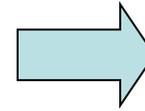


節bと節dは
揺動運動
が可能

ただし、点A₁、点B₁にきた
ときは、**思案点**となる

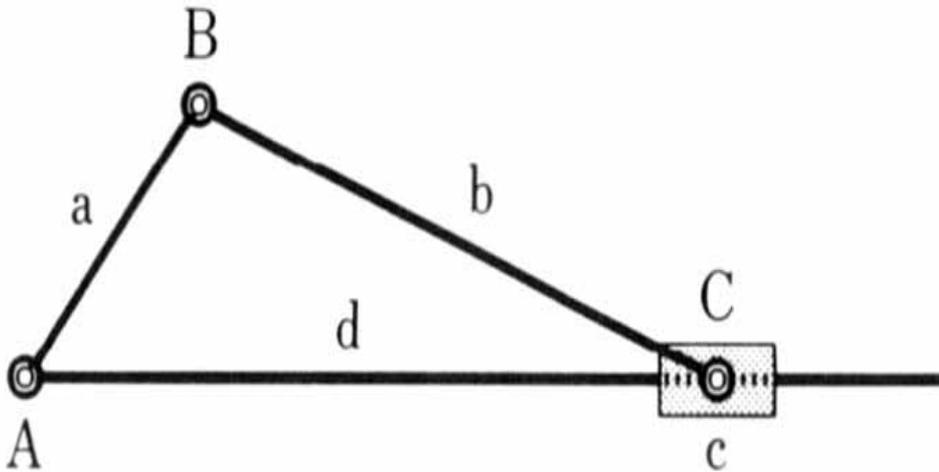
2.2 スライダーークランク機構

4節回転連鎖において, 1つを回り対偶から滑り対偶に置き換える



スライダーークランク連鎖

スライダー: 滑り運動をする節(C)



スライダーークランク機構

スライダーークランク機構の種類

- ・往復スライダーークランク機構
- ・揺動スライダーークランク機構
- ・回りスライダーークランク機構
- ・固定スライダーークランク機構

往復スライダークランク機構

節dを固定して、

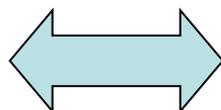
節aを回転

スライダーcを往復

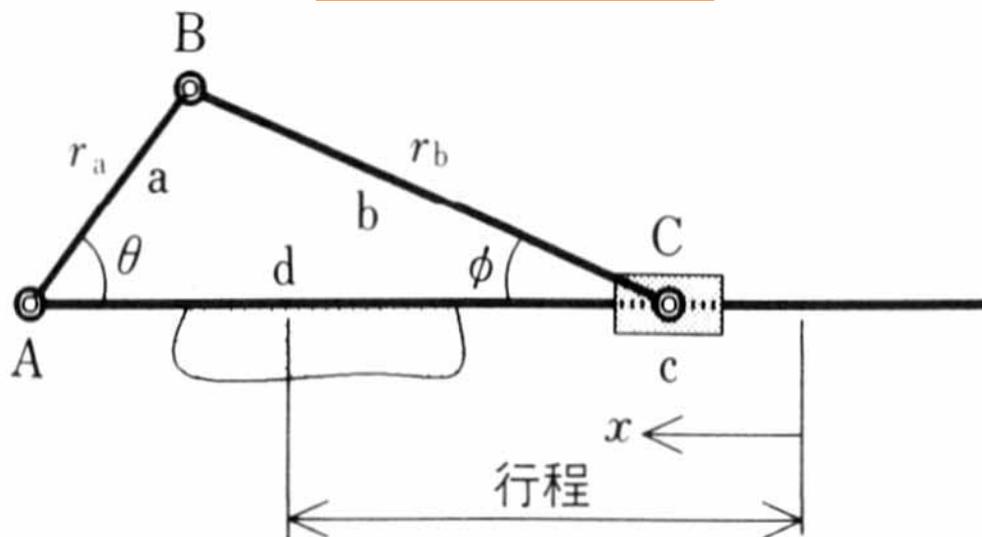
→ スライダーcは往復運動

→ 節aは回転運動

直線運動



回転運動



往復スライダークランク機構

往復スライダークランク機構における関係式

$$x = (r_a + r_b) - (r_a \cos \theta + r_b \cos \phi)$$

$$r_a \sin \theta = r_b \sin \phi \quad \cos \phi = \sqrt{1 - \sin^2 \phi}$$

$$x = (r_a + r_b) - \left(r_a \cos \theta + r_b \sqrt{1 - \left(\frac{r_a}{r_b}\right)^2 \sin^2 \theta} \right)$$

$$= r_a \left[1 - \cos \theta + \frac{1}{\lambda} (1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \theta}) \right]$$

速度は、変位を微分、加速度は2回微分して、

$$v = \frac{dx}{dt} = r_a \omega \left(\sin \theta + \frac{\lambda \sin 2\theta}{2\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \theta}} \right)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = r_a \omega \left(\cos \theta + \frac{\lambda \cos 2\theta + \lambda^3 \sin^4 \theta}{(1 - \lambda^2 \sin^2 \theta) \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \theta}} \right)$$

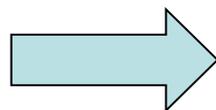
先週の演習問題の解説

式(2.8) ~ (2.10)の関係を求め微分
[式(2.11)を得る]

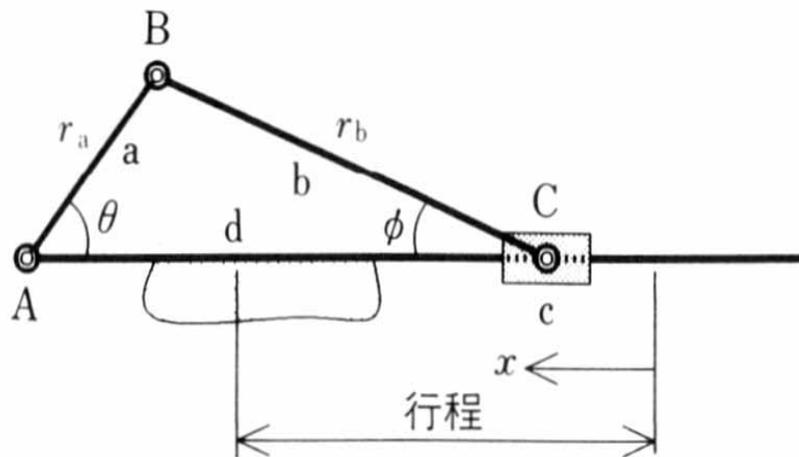
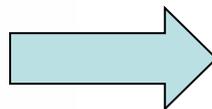
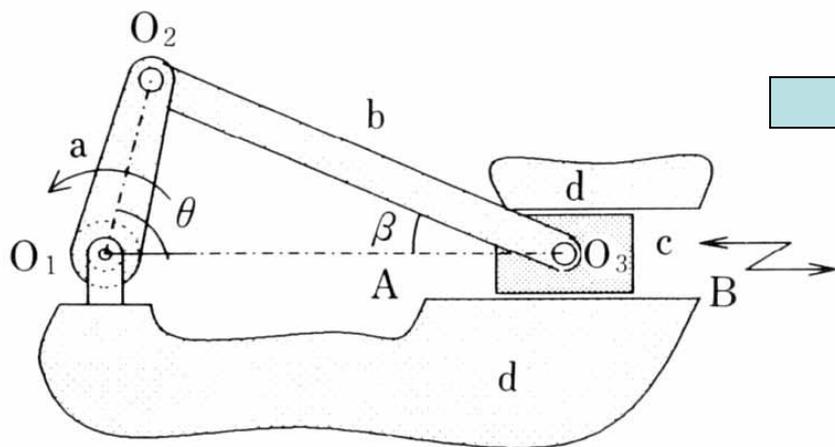
変数の置き換え

$$r_a \rightarrow r(O_1O_2)$$

$$r_b \rightarrow l(O_2O_3)$$



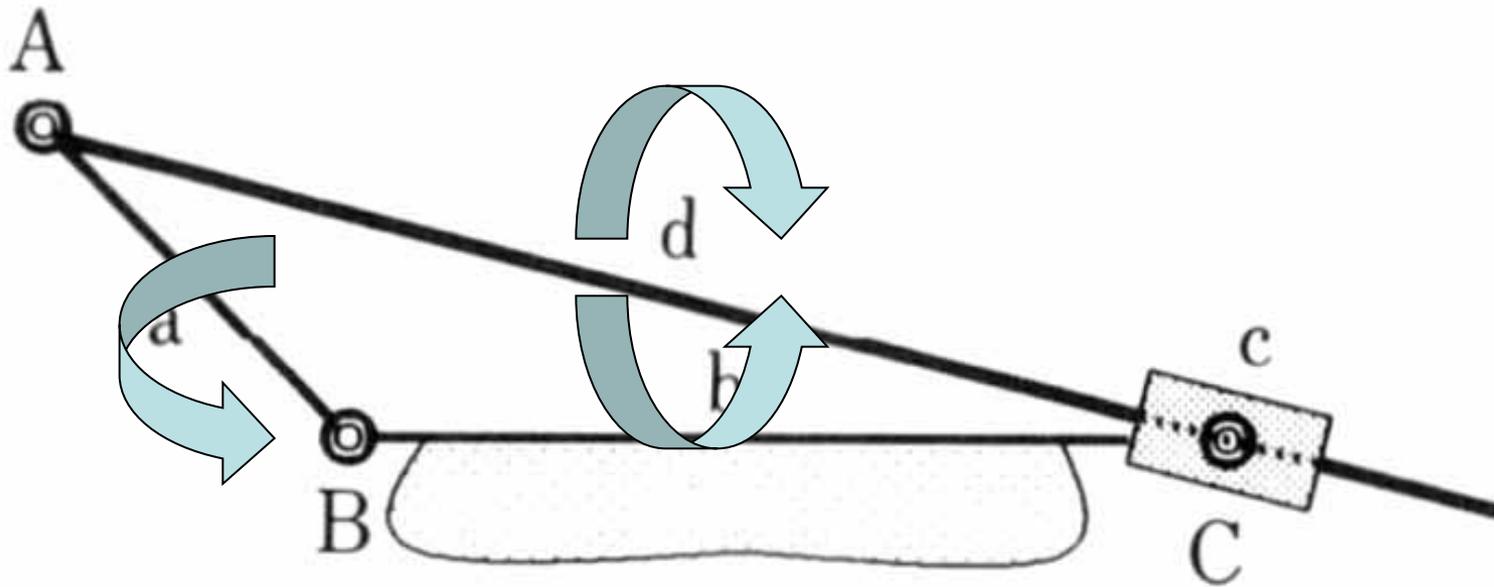
$$\lambda = r / l$$



往復スライダークランク機構

揺動スライダークランク機構

節bを固定しクランクaを回転させると
節dは固定節bに対して揺動運動する



揺動スライダークランク機構

早戻りスライダークランク機構の関係式

$$(r_b + r_a \cos \theta) \tan \phi = r_a \sin \theta, \quad \tan \phi = \frac{r_a \sin \theta}{r_b + r_a \cos \theta} = \frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta} \quad (2 \cdot 19)$$

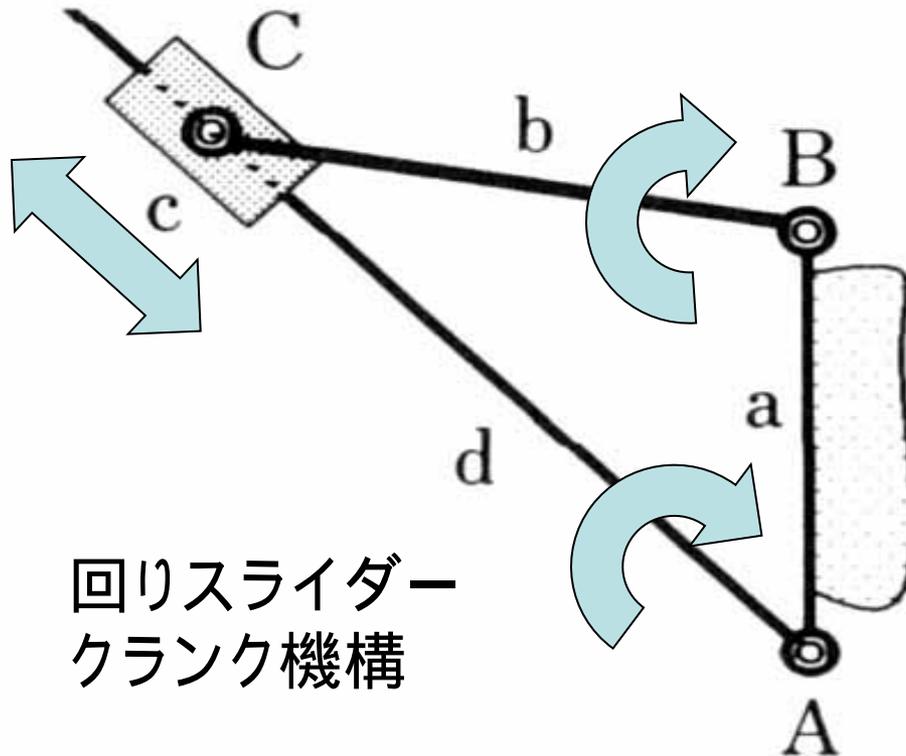
$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\sin \theta}{\lambda + \cos \theta} \right) \quad (2 \cdot 20)$$

$$\dot{\phi} = \frac{d\phi}{dt} = \frac{1 + \lambda \cos \theta}{1 + \lambda^2 + 2\lambda \cos \theta} \omega \quad (2 \cdot 21)$$

$$\ddot{\phi} = \frac{d^2\phi}{dt^2} = -\frac{\lambda(\lambda^2 - 1) \sin \theta}{(1 + \lambda^2 + 2\lambda \cos \theta)^2} \omega^2 \quad (2 \cdot 22)$$

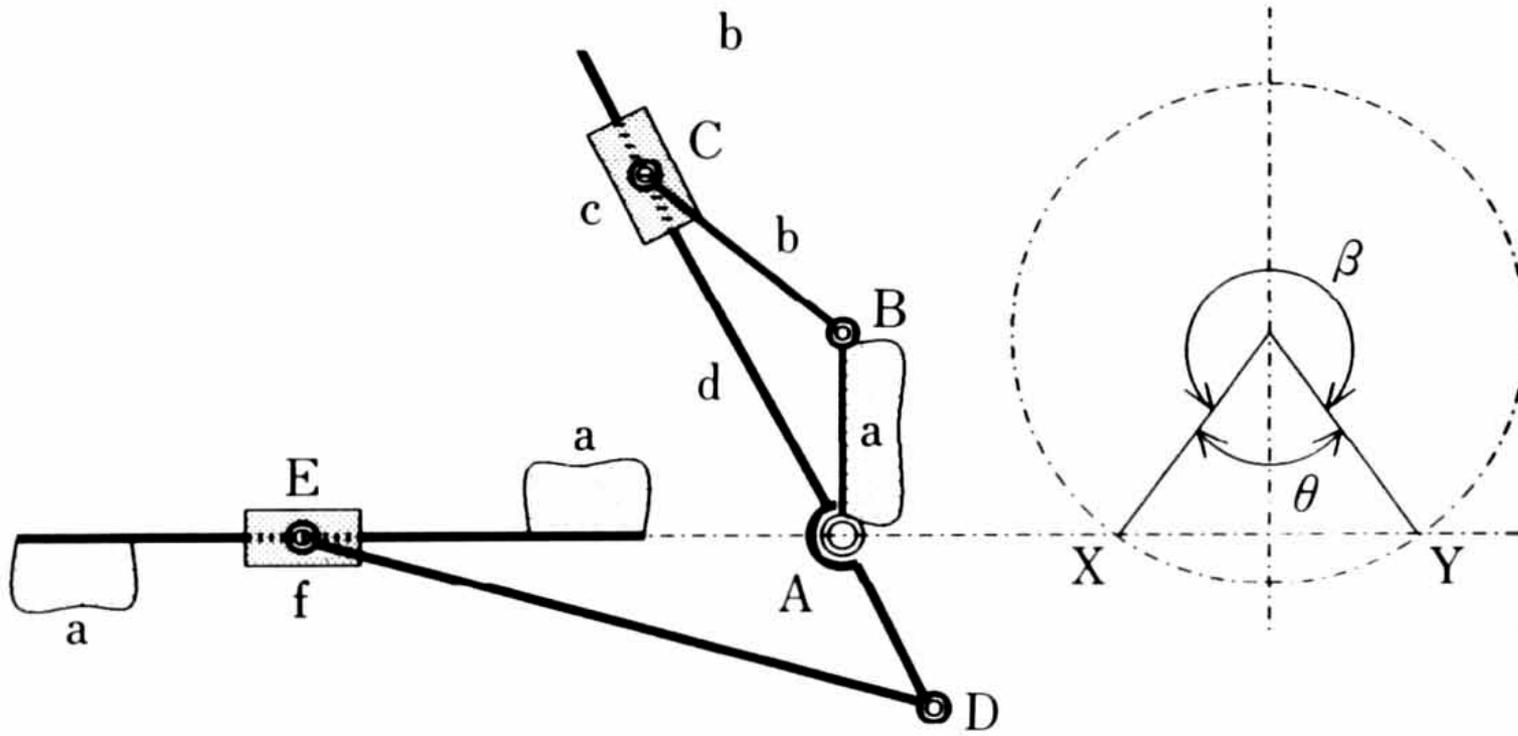
回りスライダークランク機構

最短節aを固定し, 節bを回転させると
節cは節d上を移動し, 節dも回転する



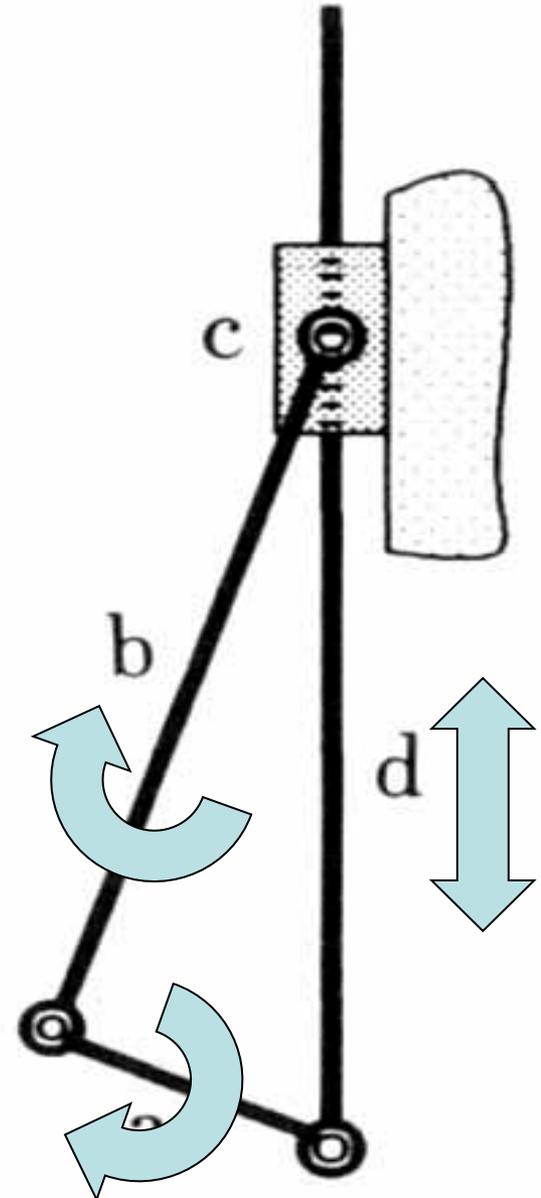
回りスライダークランク機構

ウィットホースの早戻り機構



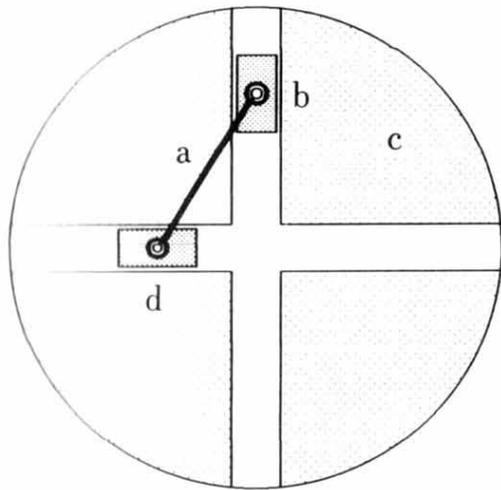
固定スライダークランク機構

スライダーcを固定し、節bを揺動させると節dはc上を移動、節aは節bに対して回転する

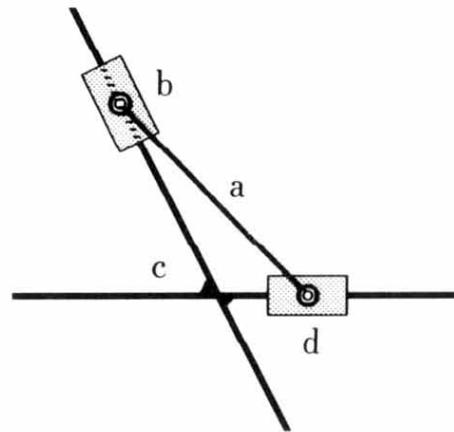


2.3 両スライダークランク機構

4節回転連鎖の4つの回り対偶のうち,
2つを滑り対偶に置き換え
対偶の順序が回り→滑り→滑り→回りの連鎖



(a)



(b)

往復両スライダークランク機構
回り両スライダークランク機構
固定両スライダークランク機構

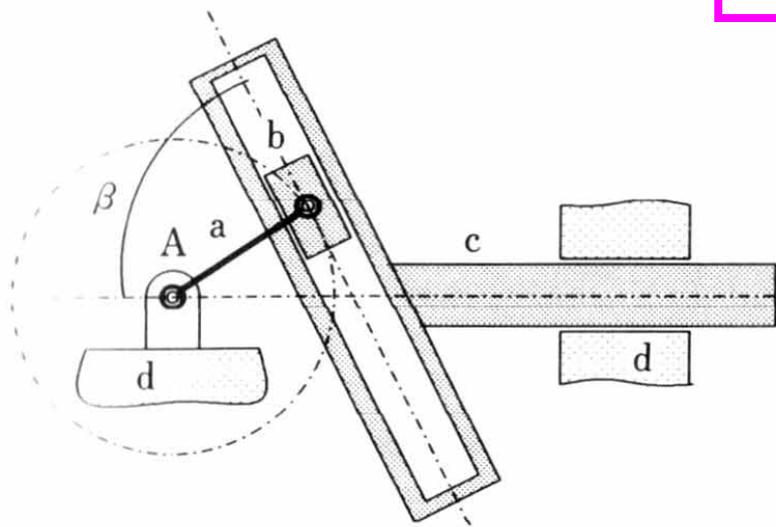
両スライダークランク機構

往復両スライダークランク機構

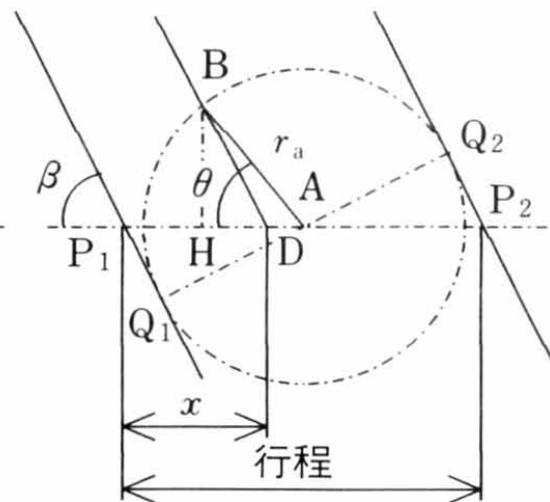
$$x = \overline{AP_1} - \overline{AD} = \frac{r_a}{\sin \beta} - \overline{AD} = \frac{r_a}{\sin \beta} (1 - \sin(\beta - \theta))$$

$$\begin{aligned} \overline{AD} &= \overline{AH} - \overline{DH} = \overline{AH} - \frac{\overline{BH}}{\tan \beta} = r_a \cos \theta - \frac{r_a \sin \theta}{\tan \beta} \\ &= \frac{r_a \sin(\beta - \theta)}{\sin \beta} \end{aligned}$$

節cは節dに対して単弦運動



(a)



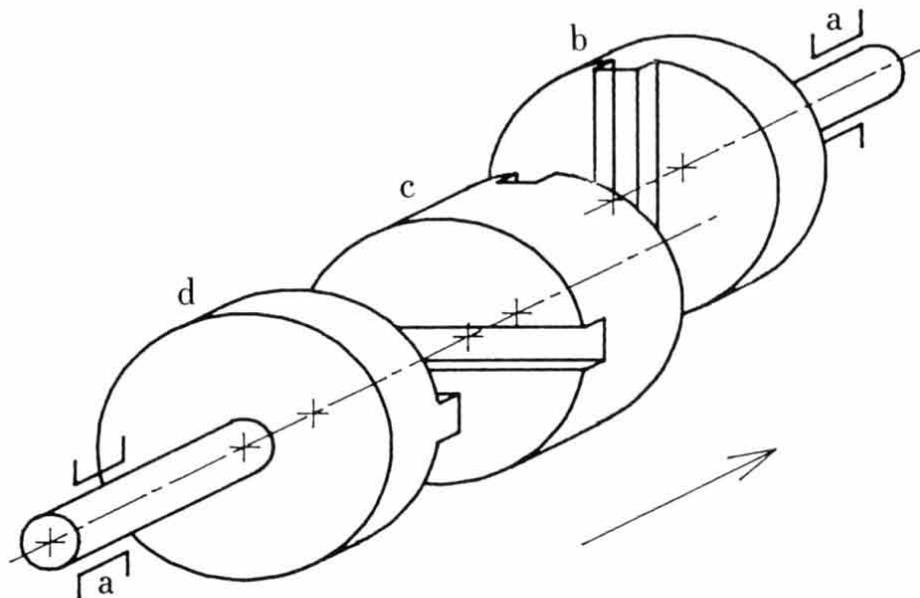
(b)

往復両スライダークランク機構 (2つの滑り方向が直角でない場合)

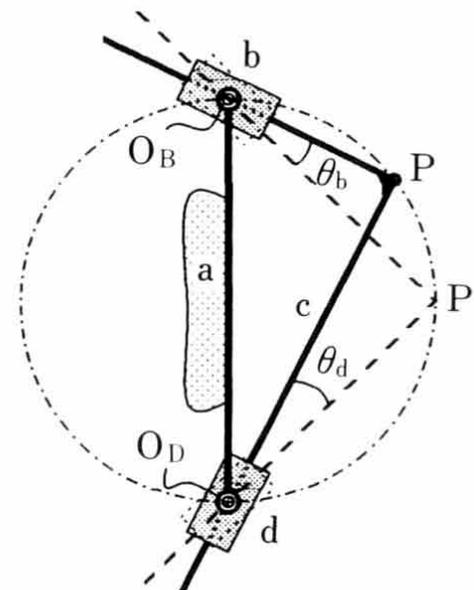
回り両スライダークランク機構

図2.14(a)において，節aを固定，スライダーb(d)を回転させるとスライダーd(b)も回転する

オルダム継手として実用化されている



(a)

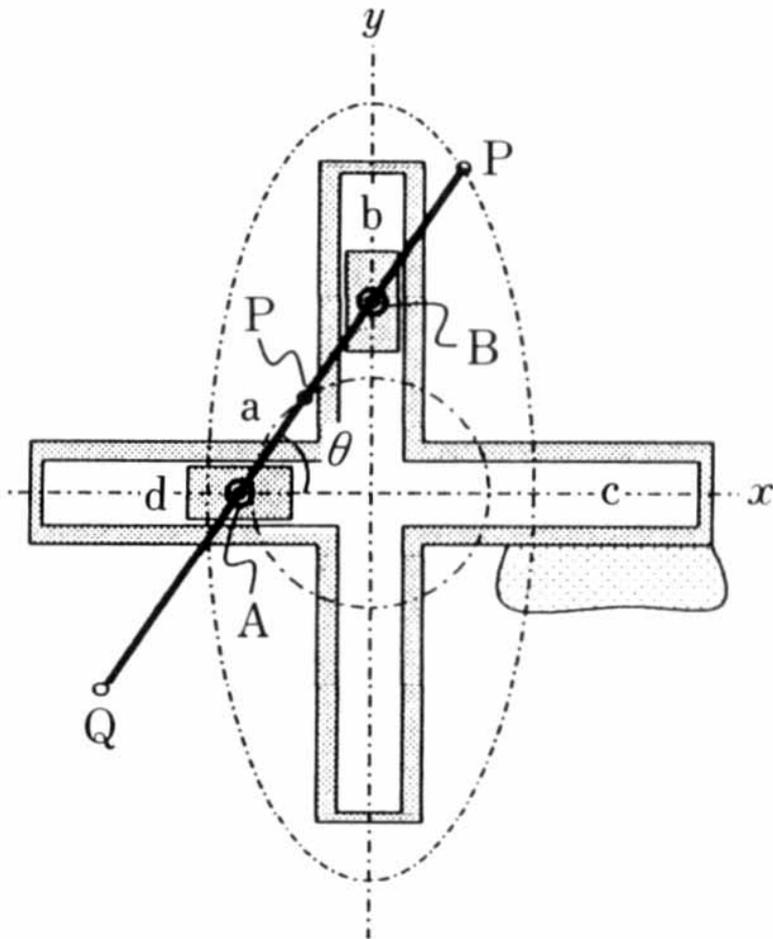


(b)

回り両スライダークランク機構

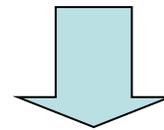
固定両スライダークランク機構

図2・14(a)において，節cを固定した場合に生ずる機構



$$x = \overline{BP} \cos \theta$$

$$y = \overline{AP} \sin \theta$$



点Pはだ円を描く
(BP=APの場合は円)