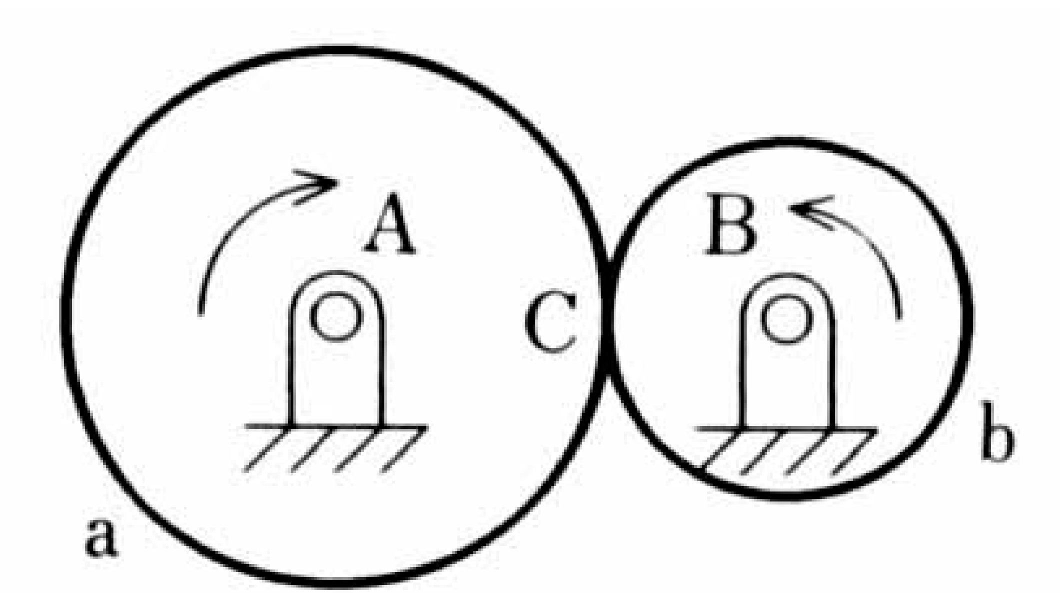
4章　摩擦伝動装置

4･1　摩擦伝動装置の定義と種類

2つの円板a, bが点Cで接触：原動軸Aを回転させると従動軸Bは転がり運動をする



摩擦伝動装置

条件
摩擦係数が高い
（接触点Cで相対運動をしない）

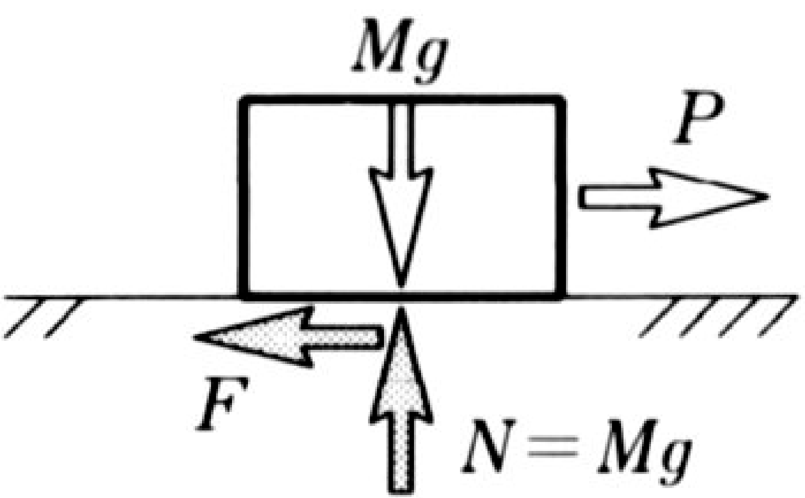
摩擦係数

摩擦伝動装置は摩擦力を利用する → 摩擦力は重要

F=μN

μ：摩擦係数

F：摩擦力
N:摩擦面に垂直な力



摩擦力の関係

① 静止摩擦係数μ_s
物体が静止状態から
動き出す時の摩擦係数
② 動摩擦係数μ_k
物体が運動中の摩擦
係数

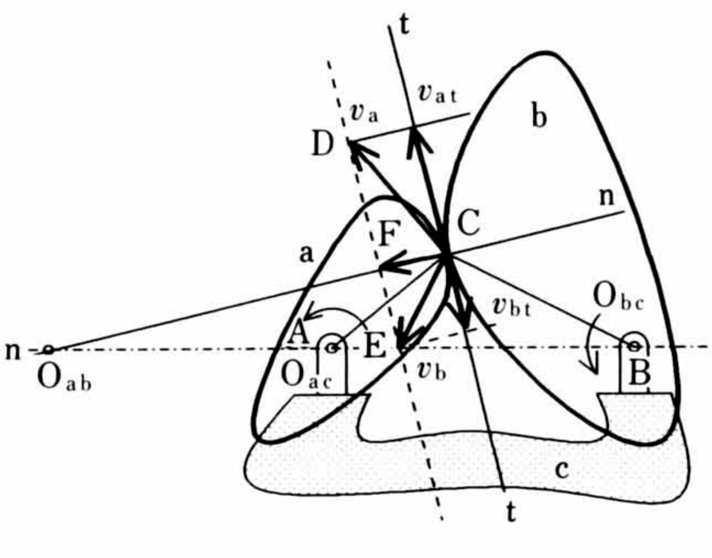
一般に
静止摩擦 > 動摩擦

転がり接触の条件

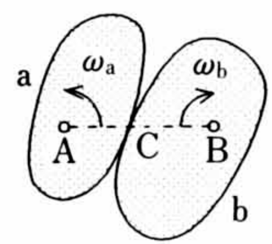
両者が転がるための条件は,

① 下図(a)における両方向の分速度が等しい
$(v_{an}=v_{bn},\ v_{at}=v_{bt})$

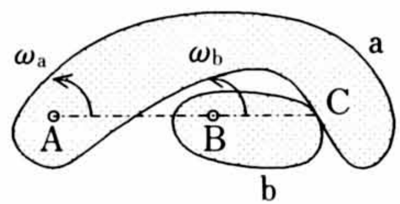
② $v_a=v_b$ $[\mathrm{AC}\times\omega_a=\mathrm{BC}\times\omega_b]$



(a)



(b)

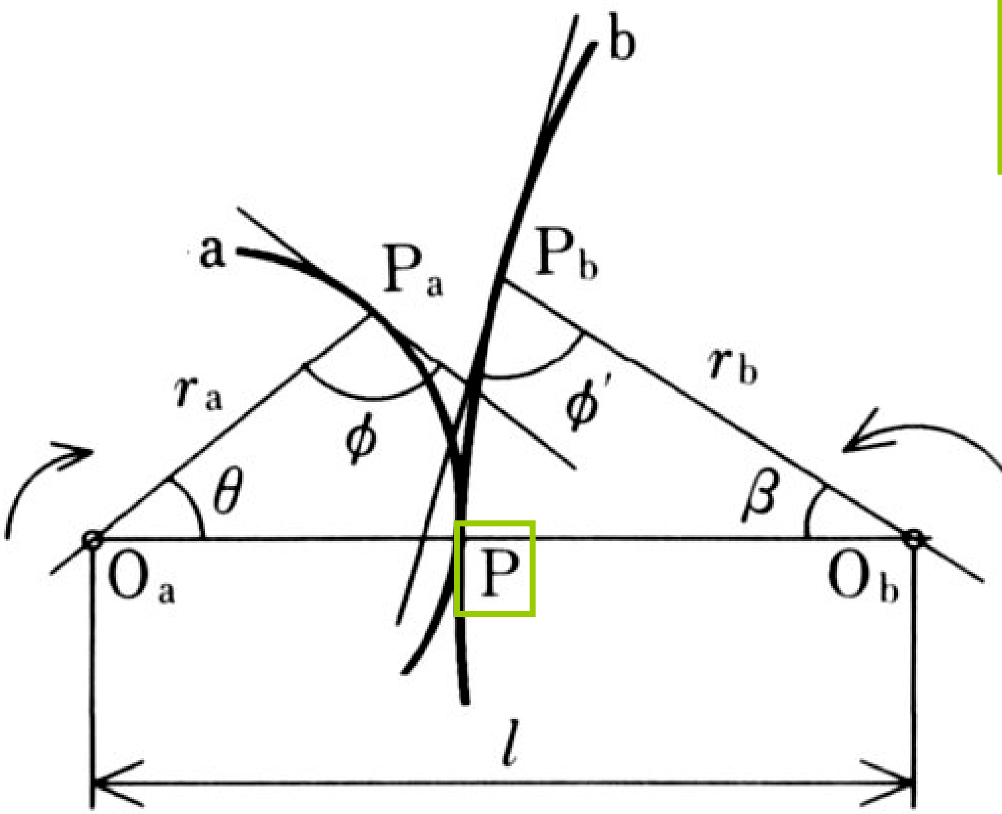


(c)

接触点Cはa,bの回転中心を結んだ線上になければならない
[左図(b)(c)]

4･2 摩擦伝動装置の運動解析

転がり接触の条件を絶えず満たすには，接触する節の形状（輪郭曲線）には制約が生じる



輪郭曲線の解析

接触点P：両回転中心を結ぶ線上

輪郭曲線の条件は，

① $r_a + r_b = l$

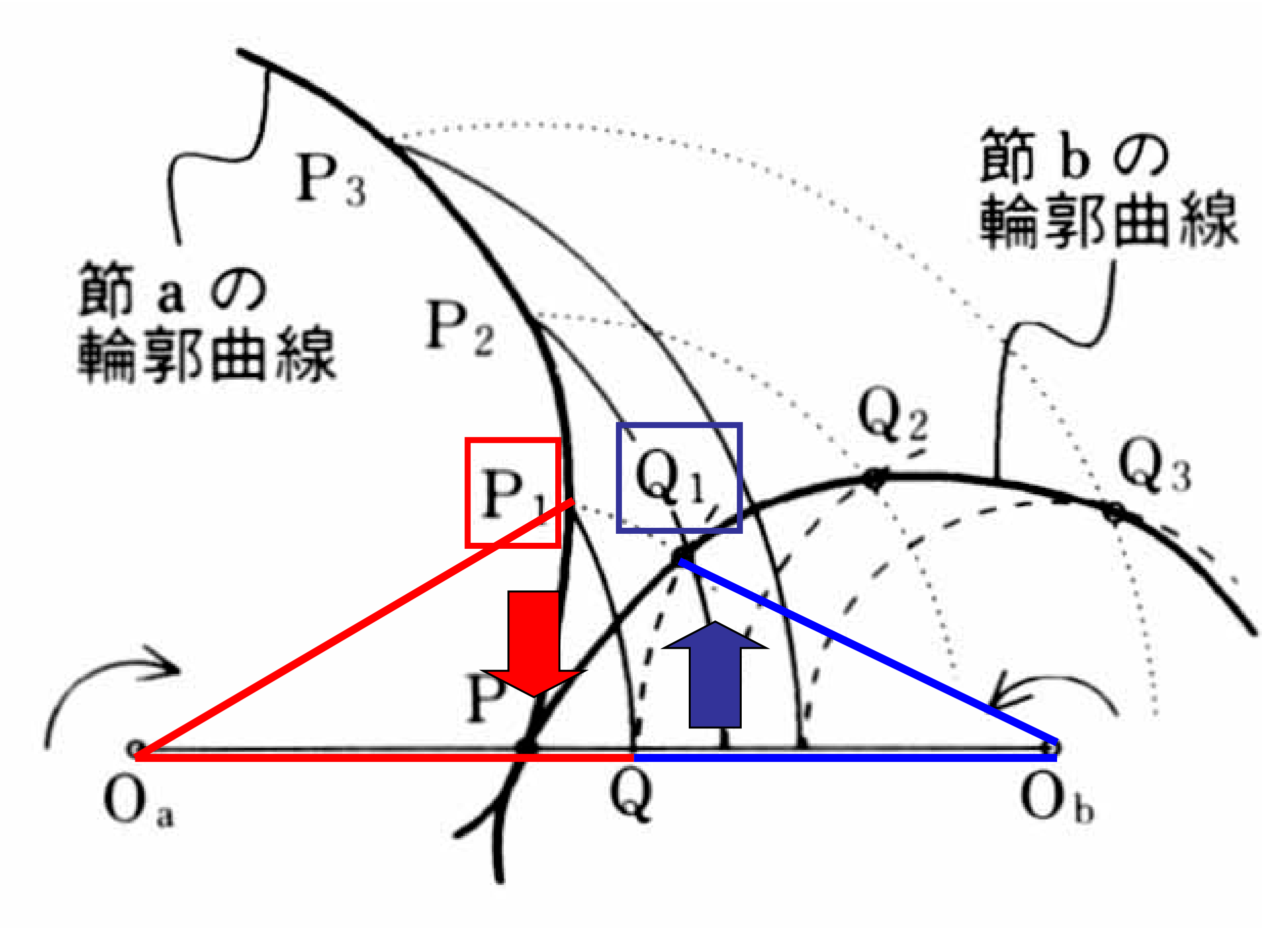
② $\varphi + \varphi' = \pi$

③ $s_a = s_b$

のいずれか2つ

作図法による輪郭曲線の求め方

基本式は, $O_aP_i + O_bQ_i = O_aO_b$



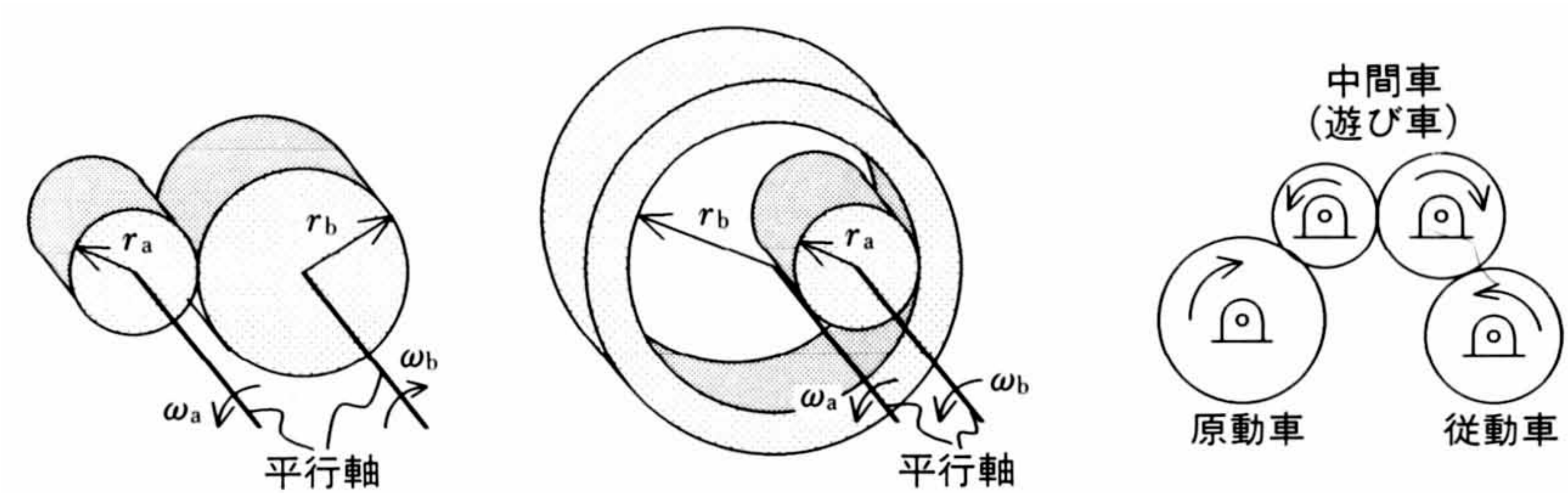
節aの輪郭曲線が決まれば，節bの輪郭曲線も決まる

4･3 角速度比一定の摩擦車

＊2軸が平行である場合

角速度比$\varepsilon = \omega_b / \omega_a = AC\,(r_a) / BC\,(r_b)$

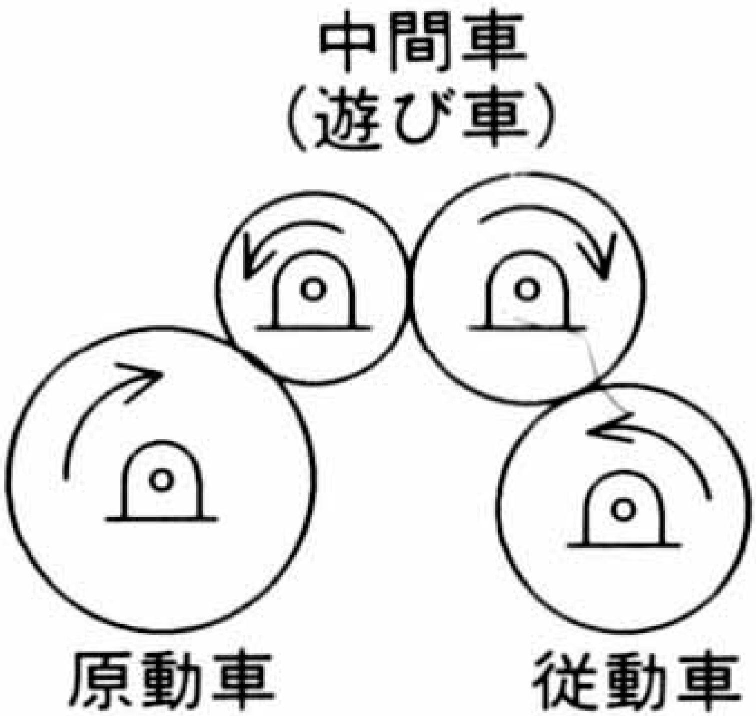
回転中心から輪郭曲線までの距離が変化できないので, 2節の輪郭曲線は円となる



外接摩擦車　　内接摩擦車　　(c)

中間車（遊び車）がある場合の最終的な角速度比は，

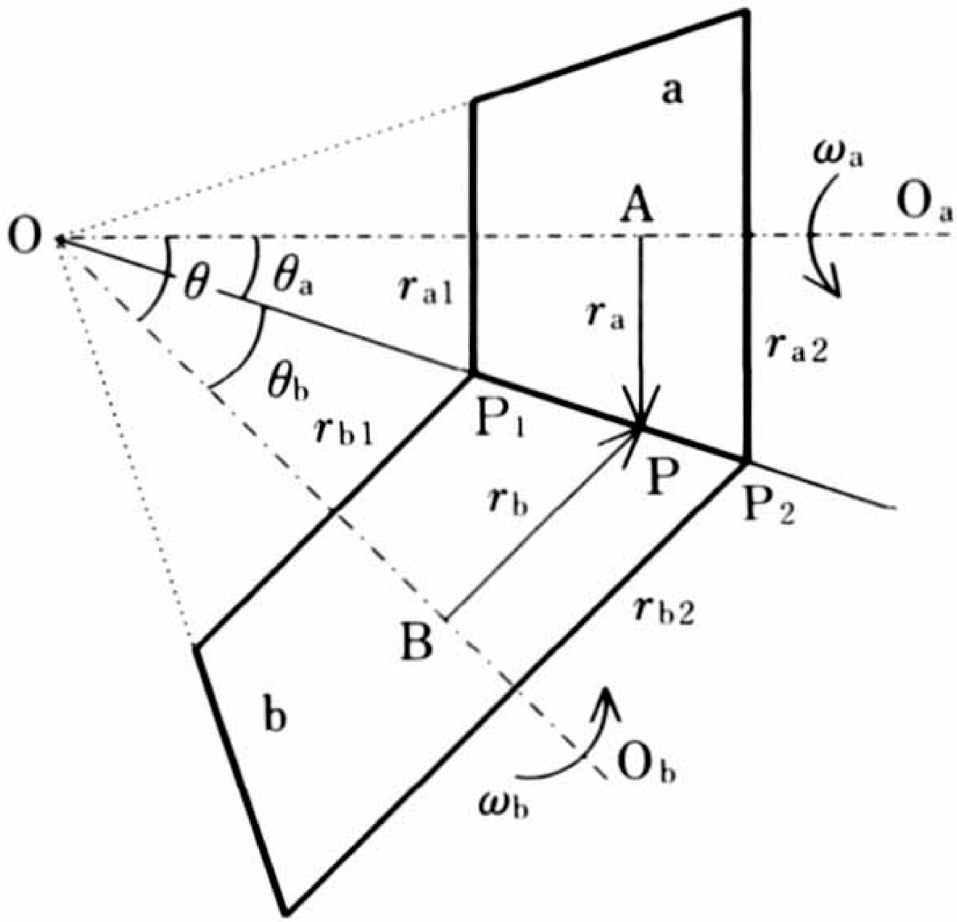
$$\varepsilon = \frac{\omega_n}{\omega_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}\cdot\frac{\omega_3}{\omega_2}\cdots\frac{\omega_n}{\omega_{n-1}} = \frac{r_1}{r_2}\cdot\frac{r_2}{r_3}\cdots\frac{r_{n-1}}{r_n} = \frac{r_1}{r_n}$$



中間車の半径は角速度比に関係しない

＊2軸が交わる場合

$$\varepsilon = \frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{r_a}{r_b} = \frac{r_{a1}}{r_{b1}} = \frac{r_{a2}}{r_{b2}}$$



節a, bの形は円錐形

円錐車 (傘車)

円錐車の関係式

角度 $\theta=\theta_a+\theta_b$

$$\sin\theta_a=\frac{\mathrm{PA}}{\mathrm{OP}}=\frac{r_a}{\mathrm{OP}}$$

$$\sin\theta_b=\frac{\mathrm{PB}}{\mathrm{OP}}=\frac{r_b}{\mathrm{OP}}$$

角速度比

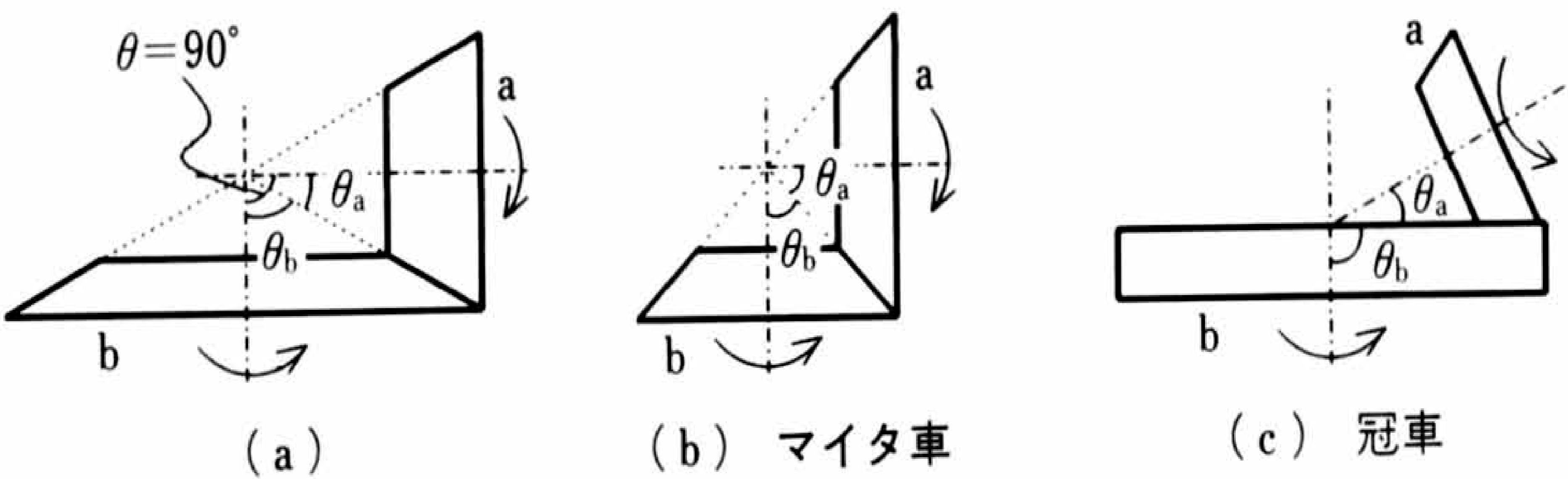
$$\varepsilon=\frac{\omega_b}{\omega_a}=\frac{r_a}{r_b}=\frac{\sin\theta_a}{\sin\theta_b}$$

$$\tan\theta_a=\frac{\sin\theta}{1/\varepsilon+\cos\theta},\qquad \tan\theta_b=\frac{\sin\theta}{\varepsilon+\cos\theta}$$

円錐車では, $\theta=90°$ が多く使われる [下図(a)]

特に, $\theta_a = \theta_b = 45°$ → マイタ車

$\theta_b = 90°$ → 冠車

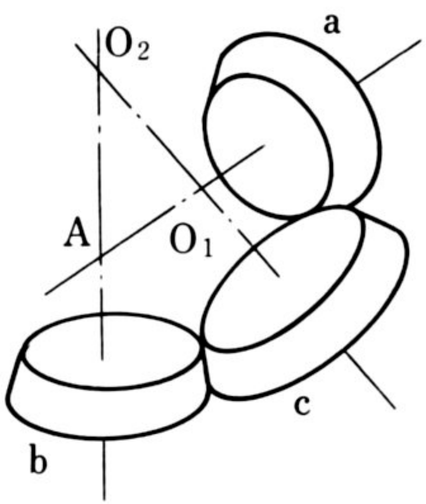


円錐車の例

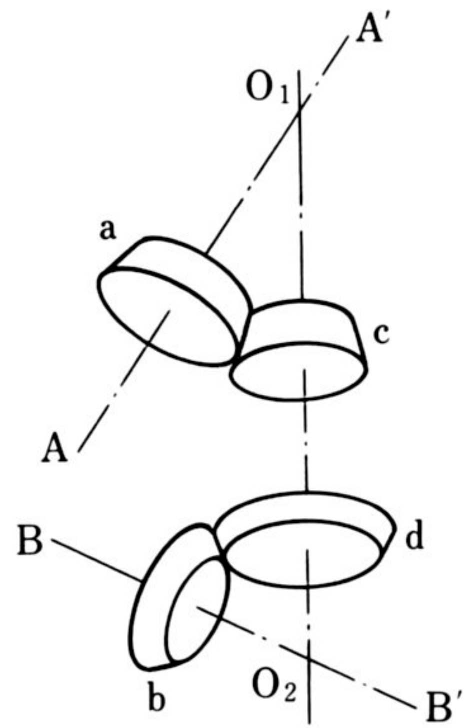
＊2軸が平行でなく，かつ交わらない場合

円錐車を3つ以上組み合わせると実現できる

運動の解析は2個の円錐車に分割して行う

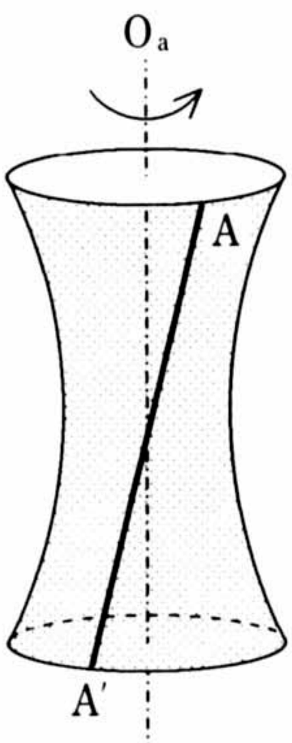


（a）

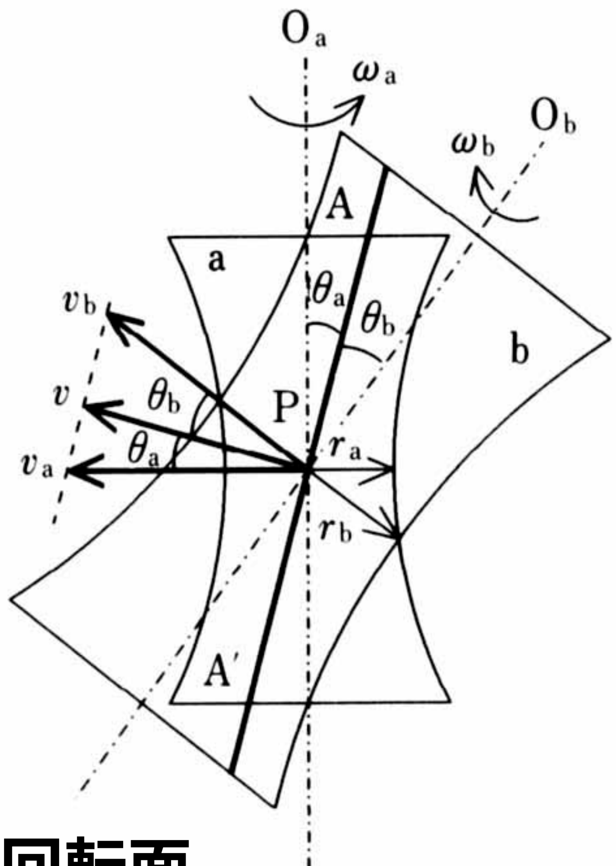


（b）

原動軸と従動軸を直接接触させる場合には，
両者の輪郭曲線は，**単双曲線回転面**となる



単双曲線回転面



$$r_a\omega_a\cos\theta_a = r_b\omega_b\cos\theta_b$$

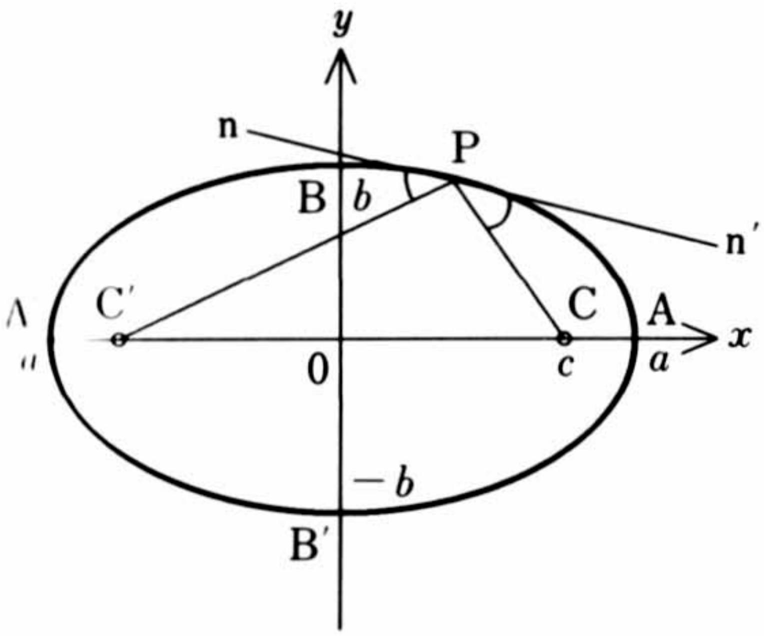
角速度比

$$\varepsilon = \frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{v_a\cos\theta_a}{v_b\cos\theta_b}$$

4･4 角速度比が回転中に変化する摩擦車

大きさの等しい2つの楕円の組合せで実現できる
→ **楕円車**

楕円の関係式



CP+CP'=2a (一定)

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

$c^2=a^2-b^2$ （BC$=a$ を意味する）

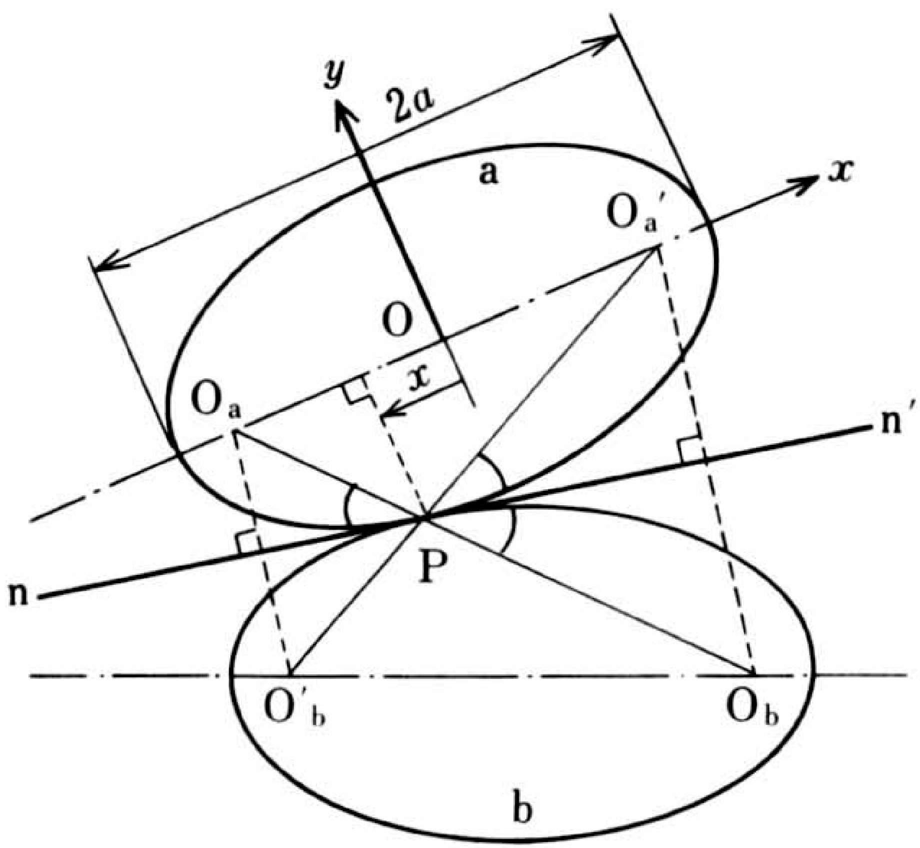
$e=\sqrt{a^2-b^2}/a=c/a$

$\angle nPC'=\angle n'PC$

式 (4･3) のABおよびBCの長さが変化する

→ 角速度比は変化する (ただしAB+BCは一定)

$$\varepsilon_{max} = \frac{1+e}{1-e}, \qquad \varepsilon_{min} = \frac{1-e}{1+e}$$



ACが増加する範囲においては, 原動節が従動節を押しつけながら回転する

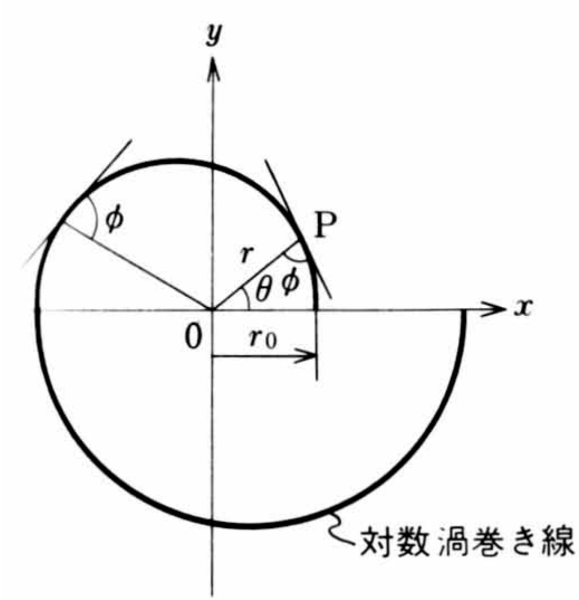
↓

確実伝動

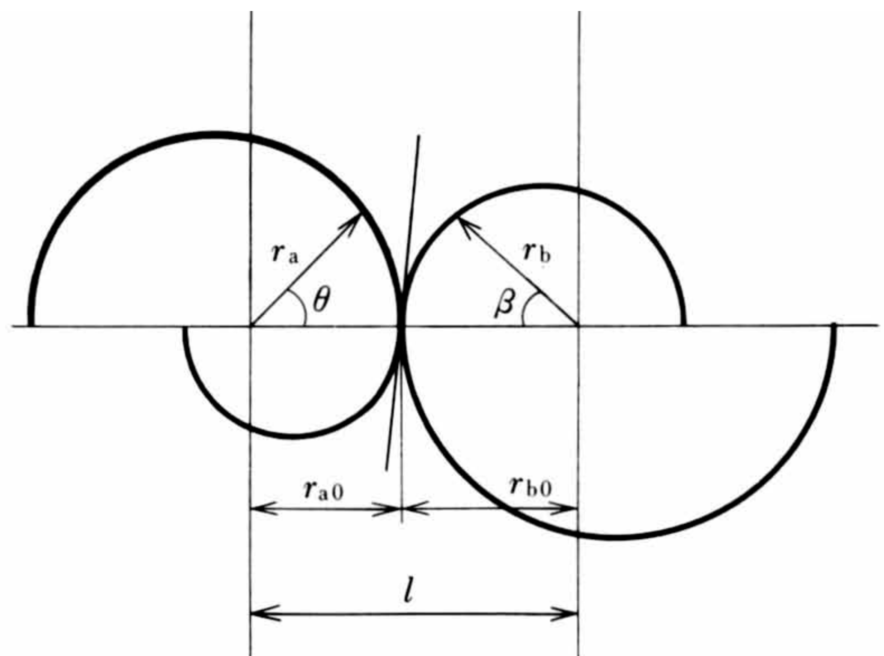
＊対数渦巻き線車

対数渦巻き線を輪郭曲線としても摩擦伝動装置が可能

① 回転に対して絶えず増加か減少する曲線
② 閉じた曲線にならない



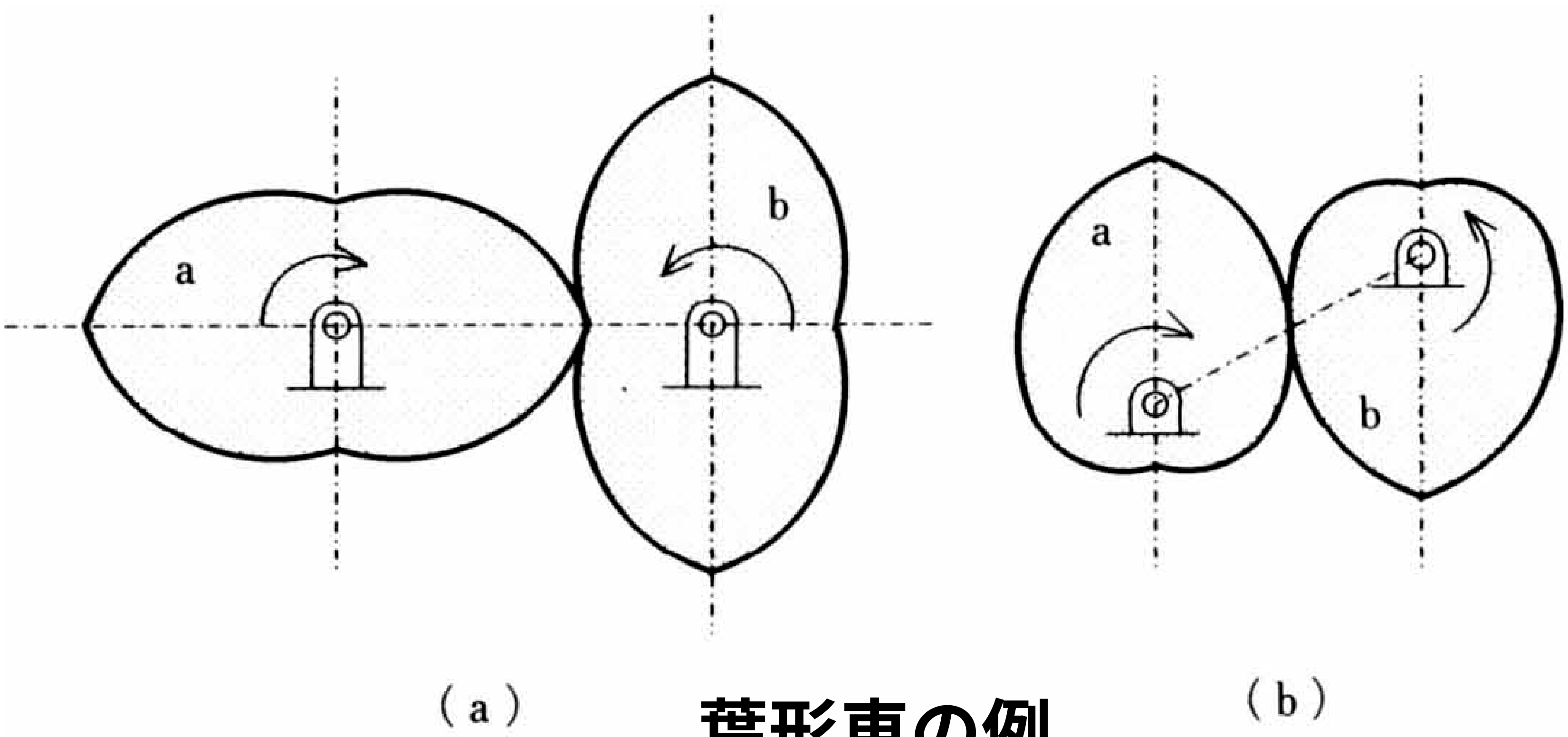
$r=r_0e^{c\theta}$



lは一定

対数曲線を組み合わせて，閉じた曲線として使用する

葉形車

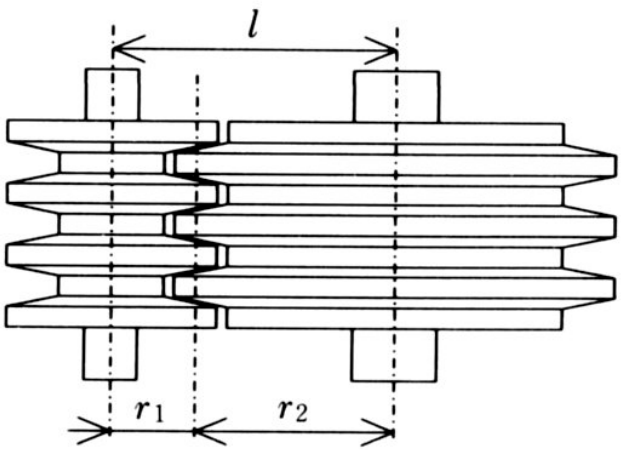


葉形車の例

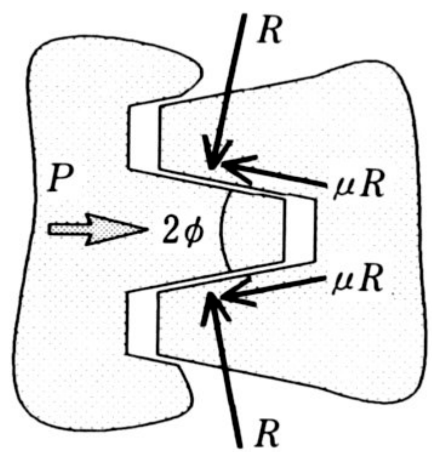
4･5　摩擦伝動装置の設計と問題点

力学的なことは，2年の機械設計で勉強する

機構学では，動くための仕組み／原理を理解



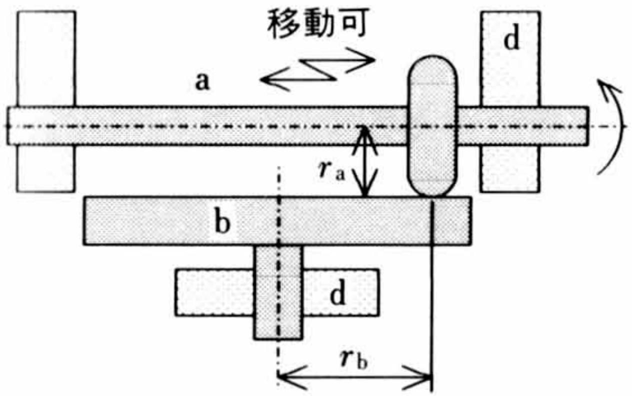
（a）



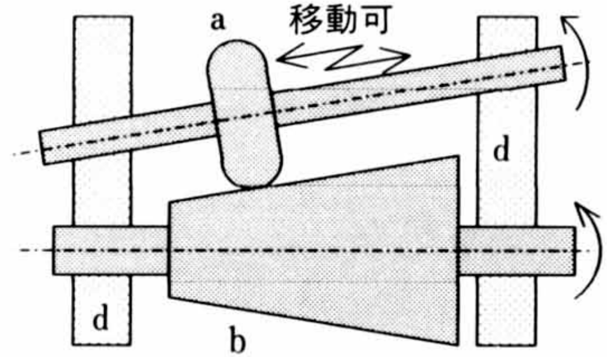
（b）

摩擦力を増加させるくさび効果

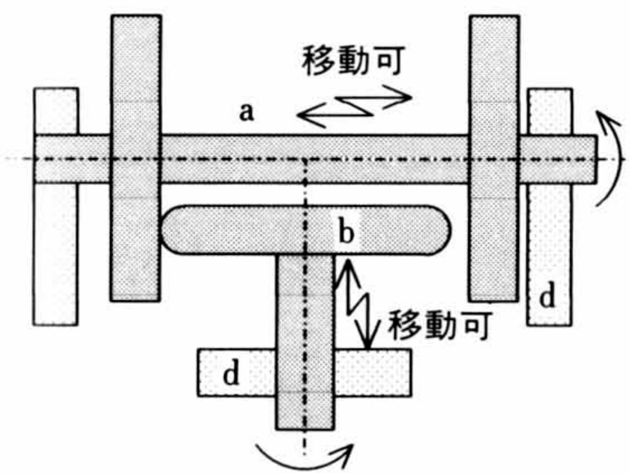
摩擦車の実用例：無断変速機



（a） 円板を用いた無段変速装置



（b） 円錐車を用いた無段変速装置



（c） 無段変速および逆回転

半径を変化させることにより，無段階に従動軸の回転速度を変えることが可能