

<バイオナビ 2.1> 各種機構

(1) リンク機構

① 四節回転機構

四節回転機構（四つ棒機構）は、本章の図 2.21(a)に示されたように、4 個の節を回転対偶で四角形に結合した最も基本的な 1 自由度のリンク機構である。固定する節の選び方と節の長さの関係で、特徴のある機構になる。長い節を固定するとレバー（てこ）クランク機構，短い節を固定するとダブルクランク機構またはダブルレバー機構になる。以下に，代表的なリンク機構について述べる。

② てこクランク機構 (lever crank mechanism)

機構を図 2.21-1 に示す。この機構の動作は，四節回転機構で最短リンクをクランクとし，これと隣り合うリンクのうち，一方のリンクを固定節として，最短リンクと対向したリンクに揺動運動を行わせる。特徴は，揺動リンクを原動節，回転するリンクを従動節とした場合には，回転リンクに 2 箇所の死点が生じる⁴⁾。

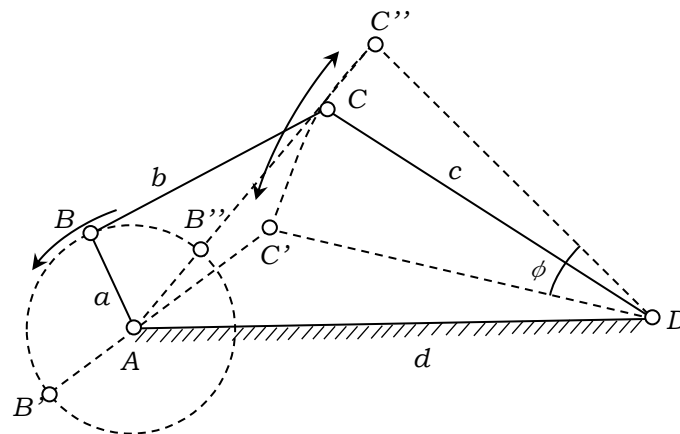


図 2.21-1 てこクランク機構

③ パンタグラフ

並行クランク機構の連結節上の点は全てクランク円と同じ半径の円弧を描く。機構を運動の拡大や縮小に利用したものがパンタグラフ (pantograph) である¹⁾。

図 2.21-2 において並行クランク機構 $\overline{1234}$ のリンク $\overline{12}$ の延長上に点 P をとり、この点をまわり対偶によって固定節につなぐ。リンク $\overline{23}$ 上に点 Q をとり、 \overline{PQ} とリンク $\overline{14}$ の交点を S とする。 Q が Q' に移動すると、点 S は \overline{PQ} 上の点 S' に移動しかつ

$$\frac{\overline{PQ}}{\overline{PS}} = \frac{\overline{PQ'}}{\overline{PS'}} = \frac{\overline{QQ'}}{\overline{SS'}}$$

となる。点 Q が任意の曲線を描けば、点 S も一つの曲線を描く。描かれた両方の図形は相似であり、寸法の比は

$$\overline{PQ} : \overline{PS} = \overline{2Q} : \overline{1S}$$

となる。点 Q が元の図形を描くと点 S は縮小した図を描き、点 S が元の図形を描けば点 Q は拡大した図を描く。

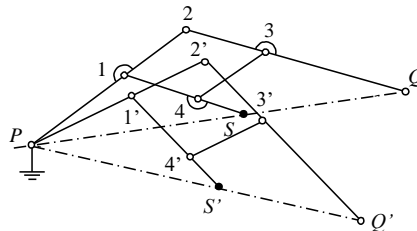


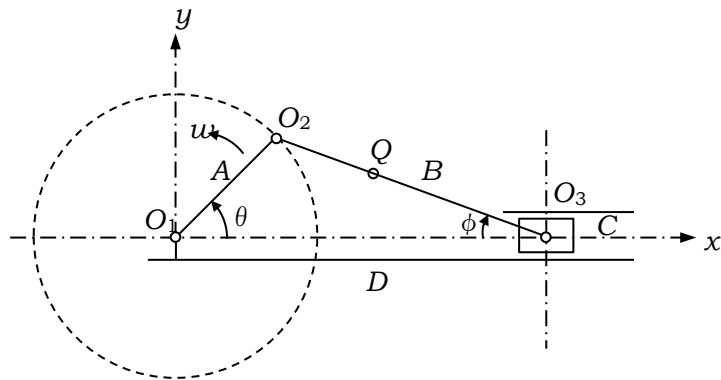
図 2.21-2 パンタグラフ

④ スライダ（ピストン）・クランク機構

蒸気機関や内燃機関について、運動に本質的な構造を抽出すると、図 2.21-3 のように比較的簡単なピストン・クランク機構(piston-crank mechanism)となる。すなわち、ピストン C がシリンダ D の中を直線的に往復運動すれば、連接棒 B を介してクランク A が回転運動を行う。逆にクランク A の回転運動からピストン C の直線運動を生成できる。ピストン・クランク機構は

回転運動⇒直線運動，あるいは，直線運動⇒回転運動

となるため、両者は互に変換できる機構である。図 2.21-3 のピストン・クランク機構は、並進運動を行うリンク C と、回転運動を行うリンク A と、並進および回転の組合せの運動を行うリンク B と、静止しているリンク D の 4 個のリンクから成り、典型的な機構を構成する¹⁾。



A : クランク, B : 接続棒, C : ピストン

図 2.21-3 ピストン・クランク機構

リンク間の連携は、 O_1 点を中心にAはDに対して、 O_2 点を中心にBはAに対して、 O_3 点を中心にCはBに対して回転運動を行う。このリンクとリンクとの繋ぎ目は“まわり対偶”と呼ばれる。一方、Cは固定節（固定のリンク）Dに対して直線運動を行うため、“すべり対偶”と呼ばれる¹⁾。

ピストン・クランク機構において、ピストンの一つの位置に対してクランクと接続棒の位置は一義的に決定される。逆に、クランクの一つの位置に対して他のリンクの位置も一義的に決定することができる。よって、機構の運動はピストンの位置を表す変位 x 、またはクランクの運動を表す変位角 θ のいずれか一個で表すことができるため、“1自由度”系の運動となる¹⁾。

(2) カム機構

輪郭曲線を持つ主動節が回転、揺動または往復運動を行うと、接触している従動節が周期的な運動を起す機構による伝動を**カム伝動** (cam gearing) という。両リンクの曲線は任意に与えられるが、通常は一方が点か線で他方の複雑な曲線に接するように運動する。この曲線節を**カム** (cam) という。カム伝動においてはカムが主動節となる場合が多い。カム装置はリンク装置よりも直接的に曲線の相対運動を行わせることができるので、自動機械や製造機械などに広く応用されている¹⁾。

カム装置の基本形式は図 2.21-4 のように主動節のカムが回転運動を行い、

直線あるいは点で接触する従動節が揺動運動を行う。図 2.21-4 は回転する板の外周が接触面をなし、ある曲線形状を持つもので**板カム** (plate cam), または周縁カムとも呼ばれる^{2), 3)}。

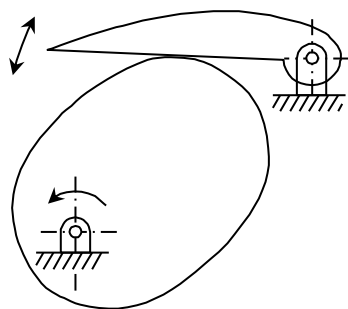


図 2.21-4 板カムと揺腕

(3) 摩擦伝動機構

摩擦伝動は、摩擦車やベルト伝動あるいはクラッチなどで伝動に利用されるが、ブレーキのような速度制御にも利用される¹⁾。

① 摩擦車：**摩擦車** (friction pulley; friction wheel) は図 2.21-5 のように両方の車を Q の力で押し付けると、接線力 $F \leq \mu Q$ の力まではすべることなく動力の伝達出来る。ころがり摩擦に相当する摩擦モーメントは作用するが、その値は非常に小さい¹⁾。

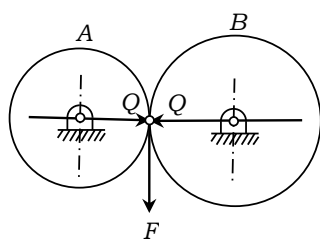


図 2.21-5 摩擦車

② ベルト伝動：四節回転連鎖（四つ棒機構）の連結節の剛体棒の代りに糸（ベルト）を張り車に巻きかけ（ると）、糸では押す力を伝えられないが、引っ張る力は伝えることが出来る。図 2.21-6 において C のクランクを矢印の向きに回転させると、リンク B を経てリンク A の運動を起こすことが出来る。

リンク B を引張節と呼ぶ。対偶 1 と 4 をそれぞれリンク A とリンク C がその中に隠れるようにする。対偶 2 を中心が 1 の円周上に、対偶 3 を中心が 4 の円周上にくるようにする。このようなリンクをベルト車（調車）(belt pulley) という。糸は二つのベルト車 A と C に接する。糸とベルト車の間に摩擦があれば、その力の範囲内で運動を伝達することが出来る。図 2.21-7 のように糸（ベルト）を二つのベルト車の間にかけてると、一定の角速度の比を常に保った運動を連続的に同じ向きに続けさせることが出来る。このような機構を巻掛け伝動機構と呼ぶ¹⁾。

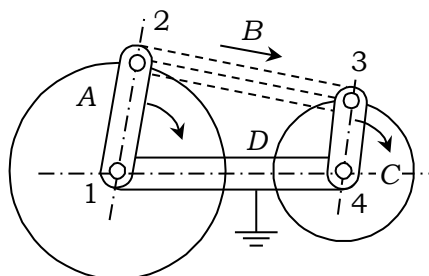


図 2.21-6 四棒機構

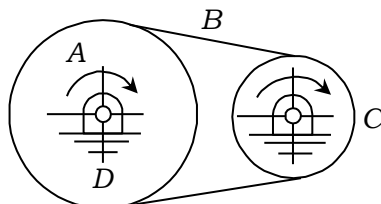


図 2.21-7 ベルト伝動機構

(4) 歯車（列）機構

歯車 (gear) では、回転体の外周に等間隔に歯を設け、歯を次々にかみあわせて確実に回転運動、直線運動あるいは動力を伝達する。この歯車による伝達方式を歯車伝動、伝達装置を歯車伝動装置という。歯車は摩擦車と同様にすべり接触を行い、両リンクは接触点において接線方向に速度差を持つ¹⁾。歯車には多くの種類があり用途によって選択される。現在使用されているほとんどの歯車は、インボリュート曲線を歯形に持つインボリュート歯車である。

歯車対で、歯数が少ない方の歯車を小歯車(ピニオン)、多い方を大歯車(ギ

ヤ)という。大歯車の歯数を小歯車の歯数で除した値が歯数比である。歯車対で相手の歯車を回転させる歯車を駆動歯車，回転させられる歯車を被動歯車という。歯車対を組合せたものが歯車列である。原動軸の回転装置を所要の回転数にするために適当な歯車列を設けた歯車装置を変速歯車装置と呼ぶ。回転を減速する歯車列を減速歯車[列]，増速するものを増速歯車[列]と呼ぶ^{2),3)}。

(5) ねじ (screw) 機構

おねじとめねじの組み合わせは，回転運動と併進運動を立体的に変換する対偶である。図 2.21-8 のように直角三角形の紙片 ABC を直径 d の円柱に巻き付けると，斜辺 AC は円柱面上に ac の曲線（つるまき線）を描く。底辺 AB の長さが円周率 πd に等しいとき， c 点は a の真上にくる。この距離 ac ，すなわち BC をリードという。三角形の傾斜を表す角 θ をリード角という。リードを l とすれば， $l = \pi d \tan \theta$ の関係がある¹⁾。

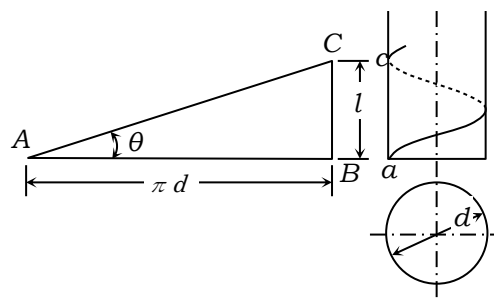


図 2.21-8 ねじ機構

(6) ばね (spring) 機構

物体の弾性，または変形によるエネルギーの吸収，蓄積や放出などを利用する目的の機械要素である。変形しやすい形状と優れた弾性特性，ならびにその変形に十分耐えうる強度やじん性を有している。使用目的としては，①衝撃の緩和・吸収，または防振，②2要素間の接触や位置の保持，運動の制限・調節，③必要な荷重や圧力の発生，④エネルギーの貯蔵，⑤力の測定，⑥ばね振動の利用などがある^{2),3)}。

(7) 流体機構

機械的エネルギーを流体のエネルギーに変換し、さらに機械的エネルギーに戻して動力を伝達する装置を**流体伝動装置** (hydraulic transmission; hydraulic power transmission) という。エネルギーを伝達する作動流体としては、主に潤滑性の高い油が用いられる。流体伝動装置には動力伝達の際、流体の静圧を利用するものと、速度エネルギーを利用するものの2種類がある。前者は容積式ポンプと油圧モータ、または空気圧モータ(アクチュエータ)を組合せたもので、低速で大きな動力を伝達するのに用いる。後者には入力軸にポンプインペラ、出力軸にタービンランナを一体に組合せた流体継手と、流体継手の流路内に固定された案内羽根(ステータ)を挿入した**トルクコンバータ(流体トルクコンバータ)** (torque converter) とがある^{2),3)}。