

## 2.5. 運動変換要素

### 2.5.1. リンク機構

#### 1. リンク機構とは

機構とは、機械の運動と力の変換・伝達の仕組みをモデル化したものである。具体的なリンク機構を図1に示す。図1において、点A, B, CおよびD間の太い実線は剛体を表し、各点の○は隣接する剛体が互いに紙面に垂直な軸まわりの回転運動のみを行うように連結されていることを、斜線を付した剛体は静止系に固定されていることを、それぞれ表している。各剛体を節あるいはリンク、図1において○印で表され、2つの節を連結し互いに連結した節間の相対運動を規定するものを対偶という。また、このリンク機構では、例えば、節bの点Aまわりの回転運動を入力として節dの点Dまわりの揺動運動を出力とすることができるが、入力が与えられる節を原動節あるいは入力節、出力を取り出す節を従動節あるいは出力節という。実際の機械においてモータなどの駆動源が取り付けられる対偶を能動対偶、その他の対偶を受動対偶という。入力としては、多くの場合、単純な1軸まわりの回転運動か1軸方向の直進運動が使われる。この機構は、4つの節からなり、すべての節が平行平面内を運動するので、平面4節リンク機構と呼ばれる。

リンク機構は、節が剛体であり、対偶として図2に示す6つの低次対偶のみが使われている機構である。図2

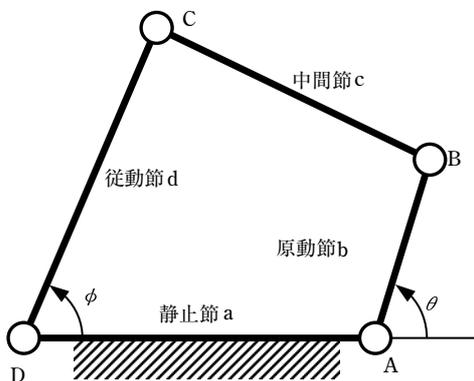


図1 平面4節リンク機構

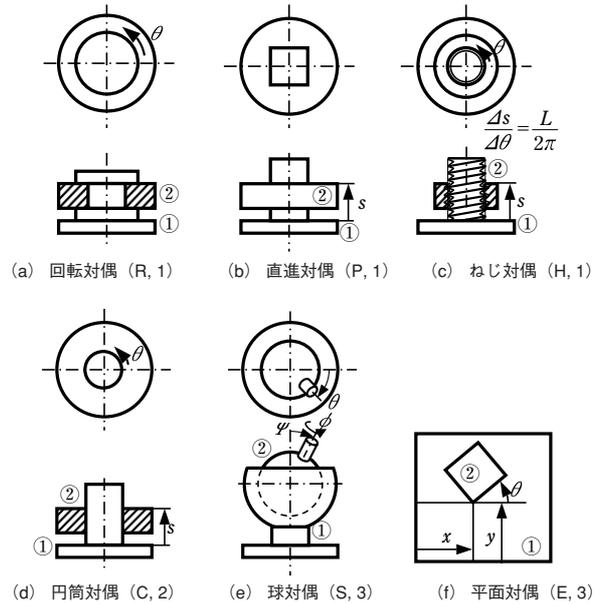


図2 低次対偶

において、例えば (a)の回転対偶は、節①に対して節②が中心軸まわりに回転だけができるように、①の円柱面と②の円筒面が接触し、かつ円柱と円筒の端面が接触するように構成されている。この対偶の運動は図に示した1つのパラメータ $\theta$ により表される。各対偶の運動は図中の記号および対偶の名称に括弧内に数値で示した数の独立なパラメータを有し、この数を対偶の自由度という。また、機構を図で表すとき、各対偶と特定の記号により図示するとともに、RやPなどの記号も付してわかりやすくすることも行われる。

リンク機構には、用いられる節の数と種類および対偶の数と種類によりさまざまな種類がある。リンク機構の入出力関係は各節の長さなどの幾何学的諸量により決定される。特定の入出力関係を実現するように標準的に使用されるリンク機構もあるが、多くの場合は、設計仕様に応じてこれらの諸量（機構定数という）を最適化して使用する。

## 4.3.12. パラレルメカニズム

### 1. はじめに

図1に代表的なパラレルメカニズムを示す。この図に示すようにパラレルメカニズムは、出力節と静止節の間に複数の節と対偶から構成される連鎖(連結連鎖と呼ぶ)が複数個並列に配置された機構である。パラレルメカニズムでは、連結連鎖を構成する対偶は必ずしも能動対偶である必要はなく、トータルで機構の自由度に等しい能動対偶が配置されれば良い。この図に示す機構では、すべての連結連鎖は球対偶、直進対偶およびフックジョイントから構成されており、直進対偶が能動対偶である。このように、パラレルメカニズムでは、多くの場合、すべての連結連鎖の構造が同じである。パラレルメカニズムはその構造的な特徴から、高精度、高速度、高剛性、高出力であり、特に高精度性と高速性が同時に要求されるロボットマニピュレータ、工作機械、位置決め装置、3次元座標測定機、多自由度関節、ハプティックインターフェース、高速性と高出力が同時に要求される体験形モーションシミュレータなどに適用されてきた。なお、以下で使用する機構に関する用語については、第2章5.1節「リンク機構」を参照いただきたい。

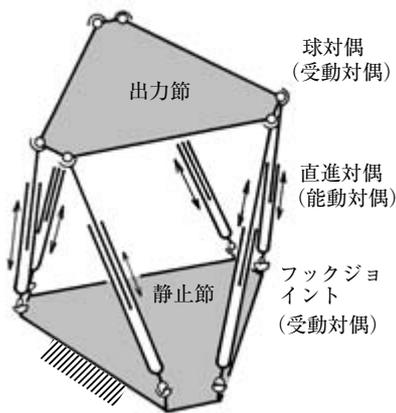


図1 代表的なパラレルメカニズム

### 2. パラレルメカニズムの種類

連結連鎖に用いられる対偶の種類・数によってさまざまな種類のパラレルメカニズムが得られる。現在広く用いられているのは、すべての連結連鎖の構造(対偶の種類、数、その順序)が同じものである。これによって、構造・特性の対称性・等方性が得られ、またモジュール化された機械要素の使用が容易となる。以下では、いくつか代表的な機構を分類して紹介する。

#### 2.1 空間6自由度機構

エンドエフェクタが3次元空間において任意の方向の並進運動と任意の軸まわりの回転運動を行うためには、6自由度機構が必要である。すべての連結連鎖の構造が同じ機構において、その自由度が6となるためにはそれぞれの連結連鎖の自由度が6でなければならない。また、各連結連鎖内の能動対偶の数は1、2および3のいずれかである、それぞれの場合の連結連鎖の数は6、3および2である。

##### 2.1.1 6連結連鎖の機構

6連結連鎖の機構のための連結連鎖としては6自由度の直列連鎖が一般的であり、ロボットに用いられる6自由度シリアル機構の6つの対偶のうち1つのみを能動対偶として残りは受動対偶とすれば良い。また、受動対偶にはアクチュエータが不要であるからフックジョイントや球対偶のような多自由度の対偶が容易に採用できる。このような多自由度の対偶の採用により節数の削減・構造の単純化を図ることができる。6連結連鎖の機構の代表的なものには図1に示した機構以外に、図2に示す2つの機構がある。図2の機構において、アクチュエータ、軸受、ボールねじ等の機械要素はすべて静止節に取り付けることができるので可動部分を極めて軽量に構成することができる。図1および図2の機構では、出力節に作用する任意の力・モーメント負荷に対し、中間節には引張・圧縮力しか作用しないので軽量・高剛性を実現することが容易である。これらの機構は工作機械<sup>1~3)</sup>、モ