

連載 ポイントを押さえて実機的设计に活かす

# 力学の考え方

## 基礎と応用

米屋技術士事務所  
金友 正文\*

\*かねとも まさふみ：代表 技術士（機械部門、情報工學部門）  
URL：https://www.kbtkomeya.com/

## 第2回 機械部品の平面運動、作用する力と運動

### はじめに

機械装置の構成機器である機械要素は、位置の変化である動作を伴うものが多い。エアシリンダは圧縮された空気の力を用いてピストンを動かし、その先端に取り付けた部品の直線運動を行う。また、パルスモータはコイルに流す電流による磁場と永久磁石の磁化の相互作用で力を得て、軸に取り付くねじなどの部品を回転駆動する。このように「移動動作」は、機械装置に要求される性能で、これを達成するには、起動、運動、停止という一連の動きを行う。

ここで機械運動は、平面運動と3次元運動に大別され、平面運動とは、直線座標系のx軸とy軸でつくり出されるxy面などの平面内の運動をいう。平面運動中の機械部品はその部品内のすべての点が、この平面内で動くことになる。一方、3次元運動はx、y、z軸内の空間内での運動である。機械技術者が理解しなければならないこの両運動のうち、ここでは平面運動について、その内容を示し、理解をさらに深めるために具体的な事例を説明する。

### 平面運動について

運動を記述する際、その運動によって変形しない部品を剛体と呼び、平面運動を考えると、この剛体をその運動の対象として取り扱うことにする。ここに示す4種類の運動について理解すれば機械運動の知見を得たことになる。

移動動作は、直線と回転の2種類で表される。この2種類の運動は、互いに独立で、一般的な運動を記述する場合、両者が混ざり合った運動となったり、ある固定点で回転する運動となったりと応用動作がある。図1にこの運動の種類と内容を示す。ここでは、「直線並進運動」、「曲線並進運動」、「固定軸回転運動」、「一般平面運動」の4種類とその動きを模式的に示し、機械装置の絵によってその事例を示している。なお、「直線並進運動」と「直線運動」を混同して使用しているが、直線運動は直線並進運動に含まれる。運動の説明は、部品の動作方向を細線で示しており、この運動を機械で実現するにはその運動方向を規制する案内でその移動部品を拘束しなければならない。事例の上の絵で示した移動台は、移動台を直線案内(クロスローラー案内)でその方向を保持している。下の絵で示したピストンはその外周部を案内

(カッコ内の数字は運動の種類番号を示す)

種類	部品の運動	運動の説明
① 直線並進運動		<b>運動の動作</b> 剛体内のすべての点は、平行状態を保ちながら移動する <b>運動の表現</b> $m$ : 質量 $a$ : 加速度 $v$ : 速度 $x$ : 変位 $F$ : 力
② 曲線並進運動		<b>運動の動作</b> 剛体内のすべての点は、同じ曲線上を移動する <b>運動の表現</b> $m, J$ : 質量、慣性モーメント $a, \alpha$ : 加速度、角加速度 $v, \omega$ : 速度、角速度 $X, \theta$ : 変位、角度 $F, T$ : 力、トルク
③ 固定軸回転運動		<b>運動の動作</b> 剛体内のすべての点は、回転軸を中心に回転移動する <b>運動の表現</b> $J$ : 慣性モーメント $\alpha$ : 角加速度 $\omega$ : 角速度 $\theta$ : 角度 $T$ : トルク
④ 一般平面運動		<b>運動の動作</b> 回転と並進の複合的な運動 <b>運動の表現</b> 直線並進運動表現と固定軸回転運動表現の両方

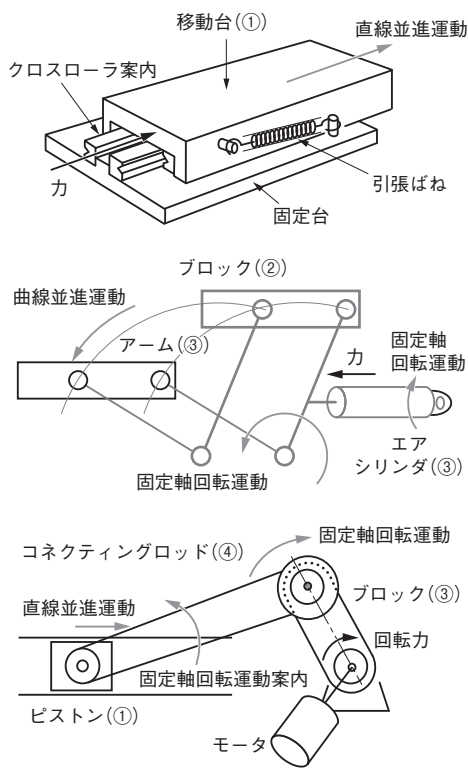


図1 運動の種類とその説明

で保持して同様にその直線運動を拘束している。

このように機械装置では、目的の運動を得るには力とともにこの拘束部品である案内が必須の付属品となる。したがって、機械の運動を考える際、この案内は重要な機械要素で、これを考慮しなければ機械の動作を論ずることはできない。運動の説明の中で、その運動を定量的に表現する記号と名称を記述しておいた。

ここで、4種類の運動のうちの一般平面運動は、直線並進運動と固定軸回転運動の複合した運動と考えて、直線並進運動と固定軸回転運動について説明する。曲線並進運動は部品内の各点が、曲線上の並進移動に対して部品の姿勢が変化しない運動となっている。

### 1. 並進運動

以下、並進運動と回転運動を説明する際、その見通しをよくするため、案内となる機械構造部品の軸受は除去して説明する。図2に示すように、紙面方向に対してある厚みを有する異形状の機

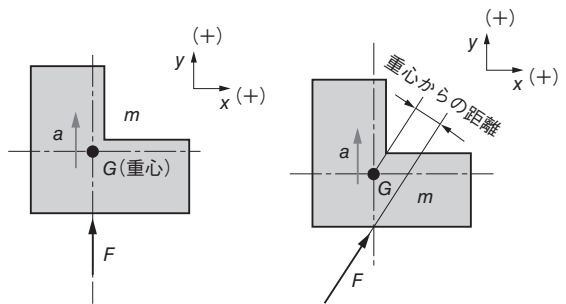


図2 並進運動の説明図 図3 非並進運動の説明図

械部品がxy平面に置かれているときに、その重心方向であるy軸の(+)方向に力が作用する場合、力が作用した方向に機械部品は加速度を受ける。このとき、図3に示す力の作用は、その方向が機械部品の重心を通っていないので、この直進運動の規則に従わない。機械部品に案内がない場合、直線並進運動を生み出すための条件は、その力の向きが機械部品の重心位置の通過が必須となる。

ここで、直線並進運動で用いた用語とその単位