

第1章 機械運動学の基礎

1.1 機械とはなにか、機構とはなにか

現代社会には、様々な分野で多様な機械が使われている。運送分野では、車や電車、バイク、船、飛行機など、農業分野では、トラクターやコンバインなど、製造分野では、産業用ロボットや工作機械などが代表的なものである。これらの機械は、その中で「自動化」の意味を含んでおり、エネルギーを与えれば人の代わりに自動的に仕事をするものである。

では、「機械」と「機構」の違いはなんだろうか。これは、仕事の概念で説明ができる。機械における電気やガス、熱、ガソリンなどのエネルギー原は、その自体が仕事をすることはできない。なぜなら、物理的な意味での「仕事」は、「力×変位」であるからである。つまり、それらが発する何らかのエネルギーを利用して物理的な運動に変換しなければ、物理的な意味での仕事はできない。その「物理的な運動に変換する」役割を果たすのが「機構」である。機械は、エネルギー原が「力」を発生し、その力で機構が「変位」を発生することで仕事を行うと理解すればよい。これは、上で述べた機械に含まれる「自動化」の意味も説明している。エネルギー源は機構を動かすための力を自動的に生成するため、人の力を借りる必要はない。人の力で仕事が行われる場合、それに用いられた道具は機構であり、機械ではない。

機械と機構の違いが理解できただろうか。では、機械と機構をすこし学問的に定義することにする。機械 (machine) とは、「力に対して抵抗を示す物体が組み合わされて定まった相対運動を行い、外部からエネルギーを受け取って有用な仕事をするもの」と定義される。ここで、キーワードとなるのは、「エネルギー」「剛体の組み合わせ」「相対運動」「仕事」であ

る。つまり、機械というのは、エネルギーにより剛体の組み合わせが相對運動をして仕事をするものと表現できる。機構 (mechanism) は、その中で「剛体の組み合わせが相對運動を行う」部分に該当し、主に入力された運動を望ましい出力運動に変換するものである。機械を構成するキーワードの中で、「エネルギー」と「仕事」が、「入力側運動」と「出力側運動」に変わることになる。機構の役割は、入力側の剛体の運動を、それを含む内部に仕組まれた複数の剛体が互いに相對的運動を行い、最終的に出力側の剛体の運動に変換するものである。「機構学」は、剛体をどのように相對運動させて入力された運動から望ましい出力運動を生成するか、つまり、機構の入出力側間の運動の伝達を扱う学問である。機構は通常機械の内部に含まれてその運動を実現する要素であるため、機械の運動をどう実現するか観点から機構学を「機械運動学」ともいう。

では、具体的な例を挙げて「機械」「機構」「機構学（機械運動学）」について説明しよう。図1は、モータを用いて離れた場所にある物体を水平方向へ移動させる機械である。モータは電気エネルギーから回転トルクを発生して歯車Aを回転する。これに結合された歯車Bは、歯車Aとの減速比に基づいて変換されたトルク及び回転速度で回転運動を行う。歯車Bの回転軸にはリンクAがキー等で結合されていて、同じ速度で回転する。リンクAとBはベアリング等ので結合されていて、リンクBはリンクAの回転運動により押されたり引っ張られたりする。リンクBの先端はスライダーにより結合されていて、水平方向にのみ運動が可能であるため、前後方向へ往復運動をする。これにより、リンクBの先端は物体を任意の力で押すことで物体は任意の速度で並進運動を行う。図1は、電気エネルギーを用いて物体をある力で移動させる仕事を行うものなので、「機械」である。その構成の中から、モータの回転軸の運動をリンクBの先端の並進運動に変換する部分が「機構」となる。「機構学」は、モータの回転運動とリンクBの先端の並進運動間の関係を数式又は図を用いて解析し、明らかにする学問である。