運動方程式は加速度を求めるだけではありません。見方を変えると，有効な保存則を導くことができるのです。

❶力の時間的効果 力積

力に力がはたらいた距離をかけると，（ 仕事 ）という物理量になり，運動エネルギーの変化を与えました。それが，力学的エネルギー保存の法則につながりました。

では，力に力がはたらいた時間をかけると，どうなるか，次にまとめてみてください。

（まとめの例）力×時間＝力積 単位 N･s（ニュートン秒）

力積はベクトルで，$\vec{F}\Delta t$と表される。

（数学的な事項：仕事は$\vec{F}\cdot\vec{x}$と表されベクトルの内積でスカラー）

この ・ はベクトルの内積を示す記号（演算子）なので，省略は不可

❷力積と運動量

力積とは何かまとめてみてください。

力積とは，力に力が物体にはたらいていた時間をかけた物理量で，ベクトル量である。$\overrightarrow{F}\Delta t$と表され，単位は N･s である。

運動量とは何かまとめてみてください。

運動量とは，物体の質量に速度をかけた物理量で，ベクトル量である。$m\overrightarrow{v}$と表され，単位はkg･m/sである。

運動の激しさを示す量の一つである。

運動エネルギーも運動の激しさを示す量といわれることがある。

一直線上の運動で，一定の力を物体が受けたとき，力積が運動量の変化に等しいことを示してみてください。

運動方程式から示せます。時間 Δt の間に速度が v から v' に変わったとすると，

$$ma = F \ \Rightarrow \ m\frac{v' - v}{\Delta t} = F \ \Rightarrow$$
$$m(v' - v) = F\Delta t \ \Rightarrow \ mv' - mv = F\Delta t$$

と示すことができます。

（補足：単位について）力積が運動量の変化に等しいことから，N・sとkg・m/sは同じ単位であるといえる。実際，N・s＝kg・m/s^2・s＝kg・m/s となり等しいことがわかります。単位としての組み立て（単位の次元）は同じですが，力積と運動量は異なる物理量です。そのため，原則として力積にはN・sを用い，運動量にはkg・m/sを用いるのがよいのです。

◇平面上の力積と運動量

力が一定の場合，力積と運動量はどのような関係になっているかベクトル式で示してください。

運動方程式から示せます。時間 Δt の間に速度が $\overrightarrow{v}$ から $\overrightarrow{v'}$ に変わったとすると，

$$m\overrightarrow{a} = \overrightarrow{F} \ \Rightarrow \ m\frac{\overrightarrow{v'} - \overrightarrow{v}}{\Delta t} = \overrightarrow{F} \ \Rightarrow$$
$$m\left(\overrightarrow{v'} - \overrightarrow{v}\right) = \overrightarrow{F}\Delta t \ \Rightarrow \ m\overrightarrow{v'} - m\overrightarrow{v} = \overrightarrow{F}\Delta t$$

と示すことができます。（ベクトル記号がつくだけです。）

❸変化する力の力積　バットでボールを打ったりするときをはじめとして，物体にはたらく力は一定でないのが普通です。それでは，一直線上での運動に限って，力が変化する場合の力積の求め方を説明してみなさい。

$F-t$ グラフで考えていきます。まず，図1のように力一定の場合の力積は，グラフに作る面積に等しくなっています。

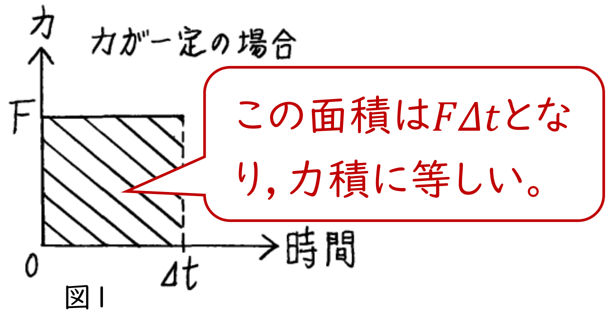

図1

次に，力が変化する場合には，図2のように時間区間を等間隔に小さく分割します。時間区間を十分に小さくとれば，一つの区間では，力はほぼ一定とみなすことができます。したがって，この区間での力積は赤い長方形の面積で近似できます。

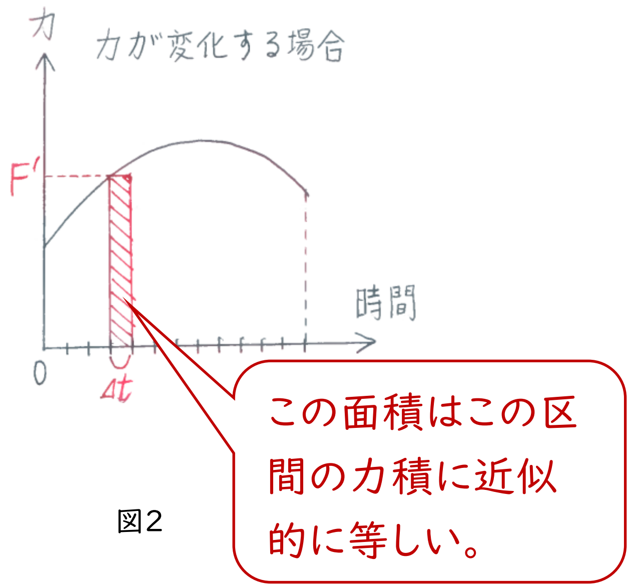

図2

区間全体で考えると，図3のようにグラフがつくる面積が力積になっていると考えればよいことになります。力が時間に対して直線的に変化する場合には，台形の面積を求めることになり，計算は簡単です。

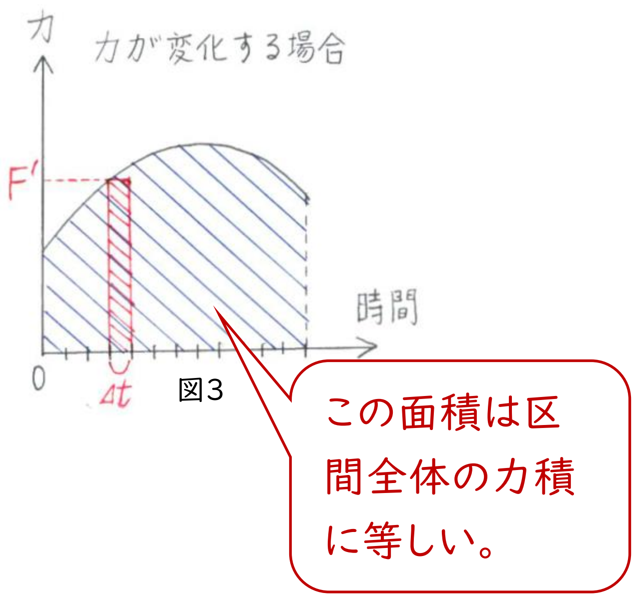

図3

（これは，等加速度直線運動の変位を求めるときに使った考え方です。）

❹平均の力とはどのような力でしょうか。

平均の力とは，「同じ時間物体にはたらいたときに，物体に同じだけの運動量の変化を生じさせる力」をいいます。このことから，物体の運動量の変化をかかった時間で割ったものが平均の力になっていることがわかります。