第２法則（運動の法則） $\longrightarrow$ 運動量と力積の関係

第２法則（運動の法則）　：「粒子のもつ運動量の時間的変化率は、粒子が受けている力に等しい。」
より
運動量と力積の関係 ：「粒子のもつ運動量の変化は、粒子が受けた力積に等しい。」
を導出する。

［注］ 太文字の記号はベクトルを表示する。

ニュートンの運動方程式 $\boldsymbol{F} = \dfrac{d\boldsymbol{p}}{dt}$ 　より　 $\boldsymbol{\Phi} = \displaystyle\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F} dt = \boldsymbol{p}_2 - \boldsymbol{p}_1$ 　を導く。

ただし $\boldsymbol{p}_1, \boldsymbol{p}_2$ はそれぞれ時刻 t_1, t_2 のときの粒子の運動量であり、$\boldsymbol{\Phi}$ は粒子が受けた力積である。
ここでは一般に力 $\boldsymbol{F}$ は時間 t の関数とする。

$\boldsymbol{F} = \dfrac{d\boldsymbol{p}}{dt}$ ： ニュートンの運動方程式

$\boldsymbol{F} dt = d\boldsymbol{p}$

左辺を時間 t について、右辺を運動量 $\boldsymbol{p}$ について、それぞれ定積分すると

$$\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F} dt = \int_{\boldsymbol{p}_1}^{\boldsymbol{p}_2} d\boldsymbol{p} = \boldsymbol{p}_2 - \boldsymbol{p}_1$$

すなわち　$\displaystyle\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F} dt = \boldsymbol{p}_2 - \boldsymbol{p}_1$

ここで　力積 $\boldsymbol{\Phi} = \displaystyle\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F} dt$ 　を定義すると

よって　$\boldsymbol{\Phi} = \boldsymbol{p}_2 - \boldsymbol{p}_1$ ： 運動量と力積の関係