

慣性力による加速度と相対加速度

ニュートンの運動法則

第1法則（慣性の法則）

すべての物体は、外力を受けない限り、その速度を変えることはない。
つまり、静止している物体を動かしたり、
運動中の物体の速さや向きを変えたりするには外から力を加えなければならない。

第2法則（力の定義）

物体に力が働けば加速度が生じ、その向きは力の向きに等しく、
その大きさは力の大きさに比例し物体の質量に反比例する。
物体の質量を m 、物体に働く力の大きさを f 、物体の加速度の大きさを a とすると、

$$a = \frac{f}{m} \quad \text{あるいは、} \quad f = ma$$

第3法則（作用・反作用の法則）

物体 A が物体 B に力 \vec{F} をおよぼすと、物体 A はその力と同じ作用線上にあって、
大きさが等しく向きが真逆の力、すなわち力 $-\vec{F}$ を物体 B から受ける。

ニュートンの運動法則が成立しない系

列車が動き出すと、それまで静止していた物体が滑り出すのを観察することがある。
これを列車内の人がニュートンの運動法則で説明するとき、
第1法則により、空き缶に力が働いたからだと言明する。
「では、その力は？」となると、
床がなめらかで水平だとすると、重力も床からの抗力も物体が滑る向きと垂直だから、
その物体が滑るのに必要な力とはならない。
つまり、外力なしで、物体が滑ったことになる。

上の第2法則の式 $a = \frac{f}{m}$ では、左辺は $a > 0$ 、右辺は $\frac{f}{m} = \frac{0}{m} = 0$ となるので、

ニュートンの運動法則が成り立たなくなってしまう。

しかし、法則というからには、例外なく成り立たなければならないので、
つじつま合わせのために幻の力を導入する必要がある、この力を慣性力という。

慣性力の向きと大きさ

加速度運動している系（加速度系）内の運動を説明するには、
慣性力を導入しなければならない。

系内の物体の質量を m 、系の加速度の大きさを a とすると、
系内の物体は、大きさ ma の慣性力を系の加速度の向きと逆向きに受ける。

慣性力による加速度と相対加速度

列車が加速度 a で運動しているとする。このとき、車内の観測者が車内の物体（質量 m ）の運動を説明するために $-ma$ の力を導入する。しかし、この力は作用・反作用の関係の力でも場の力（保存力）でもない幻の力で、これを慣性力という。

慣性力は、次のような状況を考えれば、クリアに理解できると思う。

加速度 a で運動している列車があり、その床と床の上の物体の間に摩擦力がないとする。

列車は外力を受け大地に対し加速度 a で運動しているが、

床上の物体は列車からも床からも外力を受けないので大地に対する加速度は 0 である。

したがって、列車とともに移動中の観測者が見た物体の加速度は、 $0 - a = -a$ となる。

しかし、運動方程式を立てるにあたって、物体にはたらく外力が見当たらない。

そこで、幻の外力 F を導入し、 $F = m \cdot (-a)$ より、 $F = -ma$ とするのである。

この幻の外力 F が慣性力である。