

粒子「交換力」 excahnegforce-qa060720

滑らかな、水平な氷上で質量 M_A, M_B をもつ A, B 二人がいる。A が質量 m のボールを速度 v で B に向かって投げて、そのボールを B が捕球した。その後、A と B はどのような運動をするか、理由をつけて述べよ。

[解答例]

二人とボールからなる系には鉛直方向には地球からの重力や水平面からの垂直抗力などの外力が働いている（ので、鉛直方向の運動量は保存しない）。しかし、**水平方向には外力が働いていないので、それぞれの衝突において、水平方向の運動量成分は保存する。**

A とボールの「分裂」(衝突による合体の逆過程)における**運動量保存則**：

$$0 = M_A V_A + mv$$

より、衝突後の A の速度 V_A は

$$V_A = -\frac{m}{M_A}v$$

となる。すなわち、B とは逆向きに等速度運動をする。

同様に、B とボールの衝突による合体における**運動量保存則**

$$mv = (M_B + m)V_B$$

より、衝突後の B の速度は

$$V_B = \left(\frac{m}{M_B + m} \right) v$$

となる。すなわち、B はボール捕球後、A と逆向きに等速度で運動する。

(まとめると、粒子の交換により、直接接触しなくても、A と B の間には力(この場合は反発力)が働いていることになる。)

備考：ブーメランを A と B が投げあうと、運動量保存則により、相互に近づく。これは、粒子の交換によって、直接接触しなくても、二つの物体には力(この場合には引力)が働いていることになる。