

現実世界における力学を トレーラのモデルで考える

新井 正敏

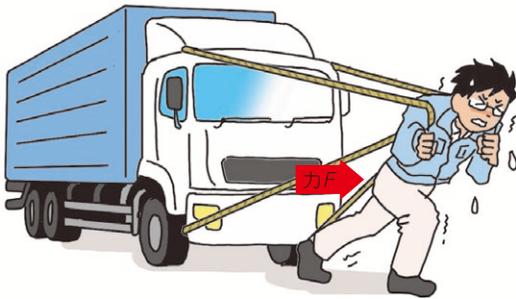


図1 本章でやること…力学の概念が現実世界でどのように機能しているかを学ぶ

大型トラックやトレーラに対して人的に力 F を加えても、実際にはほとんど動かない。現実世界において力 F とは、どのように与えられているのか

第7章では、現実世界における力と摩擦力の関係について、より深く考察していきます。高校物理では、「力 F を加える」と簡単に表現されますが、図1に示すように、大型トラックやトレーラに対して人力 F を加えても、実際にはほとんど動きません。そもそも、現

実世界において力 F とは、どのように与えられているのでしょうか。また、現実世界において摩擦力とは、どのような場面で現れ、人間はこの摩擦力とどのように向き合っているのでしょうか。

本章では、トレーラによる荷物輸送をモデルとして取り上げ、実際に走行するトレーラにどのように力が加わっているのか、そして、荷物輸送の際になぜロープやチェーンで荷物を固定（結束）するのかを通して、高校物理で学ぶ基本的な力学概念が、現実世界でどのように機能しているかを示していきます。

まずは、トレーラと荷物の関係を、直方体の上に直方体がのった物体の運動（いわゆる親亀，子亀問題）として抽象化し、基本的な運動方程式を整理します。その上で、力とは何かという概念を現実的な視点から捉え直し、輸送を行うトレーラの微分方程式を導出します。さらに、その数理モデルからSimulinkモデルを構築し、SILSを通して、力，摩擦，運動の関係を直観的に可視化して確認していきます。

7-1 台上の物体と摩擦（親亀，子亀問題）の運動方程式を整理

ここでは、高校物理で取り上げられる、物体の上に別の物体が乗って移動する、いわゆる親亀，子亀問題の挙動の確認を行います。

図2のように、水平な床の上に質量 M [kg]の直方体の台があり、その上に質量 m [kg]の小物体が乗っ

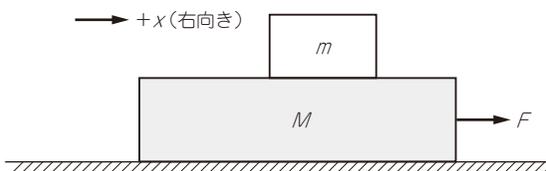


図2 台上の物体と摩擦を考える問題

小物体（質量 m ）を乗せた台（質量 M ）を右向きに力 F で引く

ています。大きさ F [N]の力で右向きに台を引っ張ったところ、台は床上を右向きに運動し、条件によっては小物体が台上で動きます。ここでは、加速度の正の向きを右向きとし、重力加速度の大きさを g [m/s²]とします。

なお、摩擦係数は動き出す前の静摩擦係数と動き出した後の動摩擦係数で異なりますが、ここでは一定とします。このとき、次の問題を考えます。

問1：台と小物体の間には摩擦はなく、台と床の間には摩擦（係数 u ）が働きます。ただし、台は床上を滑りながら運動します。このとき、台の加速度 a_M と小物体の加速度 a_m を求めてください。