物理学Ⅰ　13 回目 2012-07-03　　　　担当：中野武雄（nakano@st.seikei.ac.jp）

前回のおさらい

剛体の運動の扱いについて学びました。剛体は「質点間の距離が変わらない」特殊な質点系で、この性質により運動の自由度を減らすことができるのでした。通常は、重心の並進運動と、重心まわりの回転運動とに分けて記述するのが一般的で、重心の並進運動は質点の運動の式と基本的に同じかたちになるのでした。

さらに、回転の自由度を記述する運動の式に関連して、慣性モーメント

$$I = \sum_i m_i {\rho_i}^2$$ （ただし ρ_i は「回転軸」からの距離）

を導入しました。これを用いると角運動量の大きさ $\left|\vec{L}\right| = I\omega$ となるので、回転運動のトルク方程式をシンプルに表現できました。また回転運動のエネルギーも I と ω だけで表現できました。連続体の剛体については、分割数を無限に多くする極限を取れば質点系に帰着でき、数学的には積分として取り扱うことができる、という内容を紹介しました。

今日の内容：剛体の運動の具体例

剛体運動の具体例として、実体振り子、円柱の転がり、自動車のトルクと加速度、という 3 つの話題を用意してみました。前の 2 つは教科書にも載っています。

実体振り子は、剛体を軸でピン止めして回転のみを自由としたもので、運動の自由度はこの軸回りの回転角 1 つだけになります。この場合は重心回りではなく、この軸の回りについてのトルク方程式を立てるのが一般的です。この方程式の解について、振り子の周期を中心に、いくつかの結果を示します。

2 つめは坂道を転がる降りる円板（円柱）の問題です。斜面を摩擦なく滑り降りる運動を 8 回目に扱いましたが、その剛体版です。これは平面運動の典型例で、重心の並進運動の式と、重心回りの回転の式を連立させて解きます。斜面に平行な方向の重心の並進速度と、回転の角速度との間には、転がりにすべりが無ければ一定の関係がありますから、これを満たすように方程式を解いていきます。またここでは回転運動のエネルギーを考えると、力学的エネルギー保存の関係が成立することも見てみましょう。

最後は機械科らしい話題として、自動車のエンジンの性能と推進についてちょっと考えてみましょう。これは余話として、軽い気持ちで聞いてください。

今日の課題

次回は試験前に返却できないので、レポートは集めません。講義の前に 2 回分の課題の解説をしますので、今回の分については自己採点をしてください。

1. 半径 1.00 m の一様な厚さの円板の、中心から 0.50 m のところに穴を開けてピンで固定した。この実体振子の微小角振動における振動周期は何 s か。$g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$ とせよ。
2. $g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$ の重力下で、半径 10cm の円板を傾斜角が 30 度の斜面に沿って転がした。すべりは無かった。坂の高さ（講義中の h ）は 30 cm であった。
   (a) 円板が斜面を転がり終えたときの重心の並進速度を計算せよ。
   (b) 円板を中空の円筒に変えた場合について、同様に重心の並進速度を計算せよ。
   (c) 中身が詰まった球に変えた場合について、同様に重心の並進速度を計算せよ。