

皿回しの力学

村田憲治@山県高校

直径 20~30cm の金属製の蓋（クッキーの缶などの蓋）に、直径 3~4cm の蓋（薬瓶などの蓋）を接着して作った「皿」を、長さ 1m、直径 8mm 程度の木の棒で回す・・・という遊びは科学広場でも人気のメニューですが、これについてちょっと考えてみました。

傾いて落ちそうになった皿を救うには？

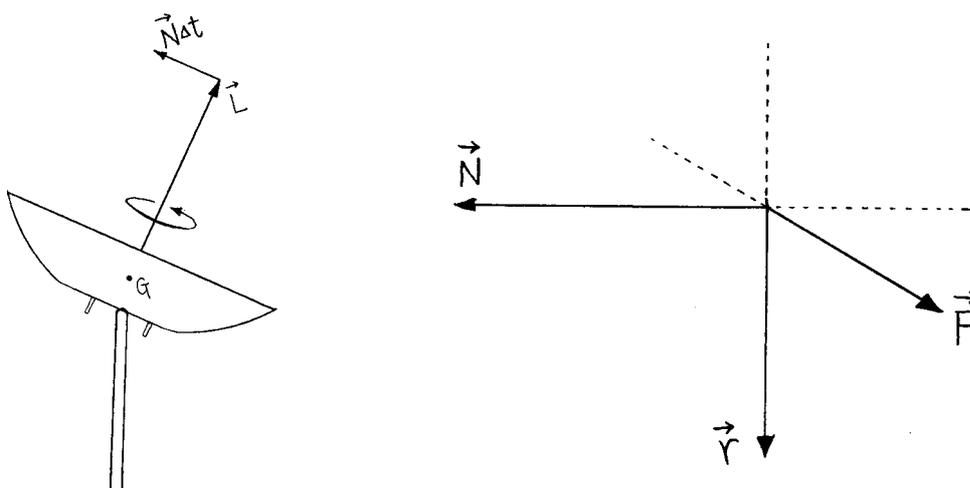
回転数が落ちてくると皿は傾いて歳差運動しはじめます。このままでは皿の傾きはどんどん大きくなって、ついには落下してしまいますが、ここで何とか皿を水平に戻して回し続けることはできないでしょうか。上達すると、棒を持つ手が勝手に反応(笑)して皿の姿勢を立て直してしまうのですが、力学的に説明すれば次のようになるでしょう。

歳差運動して落ちそうになっている皿（皿自体は下から見て時計回りに回転しているとします）の角運動量ベクトル \vec{L} は左図のように斜め上を向いています。この \vec{L} を真上に向けてやればよいわけですから、 $\Delta\vec{L} = \vec{N}\Delta t$ （ $\Delta\vec{L}$ は角運動量ベクトルの変化、 \vec{N} は力のモーメント）の関係から $\Delta\vec{L}$ が図の向きになるように力のモーメント \vec{N} を加えてやって、 $\vec{L} + \Delta\vec{L} = \vec{L}'$ としてやればよいのです。つまり問題は $\Delta\vec{L}$ （すなわち $\vec{N}\Delta t$ ）を図の向きにするには、どちら向きに力 \vec{F} を加えたらよいのか、ということになります。

$\vec{N} = \vec{r} \times \vec{F}$ （ \vec{r} は皿の重心 G から力点への位置ベクトル）ですから、3つのベクトルの向きは右図のような関係になっています。したがって、力 \vec{F} は紙面の裏から表の向きに加えてやればよい（棒の先端を「くい」と手前に動かす）ことが分かります。

例会参加者数人でやってみたところ、回転数がかなり落ちて普通だったらこれ以上回すのを諦めてしまうくらいに傾いた皿でも、皿の傾きに注目しながらタイミング良く力を加えてやれば、皿を水平に戻すことができました。(^-^)

murata@straycats.net



「広げた扇子の上で歳差運動する独楽をまっすぐ立てる」という芸を披露する「こまのおっちゃん」の動画がココ↓にあります。これは必見です。

<http://www.straycats.net/html/news201.html>