

箔検電器の角度、その2

箔検電器の角度、その1に引き続き、その2を考えてみました。

両開きの箔検電器（図1）を考えます。

箔検電器には一様に電荷密度 ρ が分布していて、箔の開く角度 θ によって電荷分布や全体の静電容量などが変わらないものとします。

重力加速度を g 、箔の質量を m 、箔の長さを h 、箔の接合点を O 、 O から a だけ離れた点を P 、 b だけ離れた点を Q として、 P の電荷が Q の電荷から受ける力の O の回りのモーメントを求めます。これをすべての点の組み合わせで求め、その和と重力によるモーメントの合計をゼロとします。

$$\vec{A} = (-a \cdot \sin\theta, a \cdot \cos\theta)$$

P の位置ベクトル

$$\vec{B} = (b \cdot \sin\theta, b \cdot \cos\theta)$$

Q の位置ベクトル

$$\vec{F} = \frac{\vec{A} - \vec{B}}{|\vec{A} - \vec{B}|} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\rho\Delta r \cdot \rho\Delta r}{|\vec{A} - \vec{B}|^2}$$

P の電荷が Q の電荷から受ける力
クーロンの法則より

$$\Delta \vec{N} = \vec{A} \times \vec{F}$$

\vec{F} の O の回りのモーメント

$$\vec{N} = \sum_a \sum_b \vec{A} \times \vec{F} = mg \cdot \frac{h}{2} \cdot \sin\theta$$

O の回りの全モーメント=0より

$$\sum_a \sum_b \vec{A} \times \frac{\vec{A} - \vec{B}}{|\vec{A} - \vec{B}|} \cdot \frac{\rho^2}{|\vec{A} - \vec{B}|^2} \propto \sin\theta$$

$$\sqrt{\frac{\sin\theta}{\sum_a \sum_b \vec{A} \times \frac{\vec{A} - \vec{B}}{|\vec{A} - \vec{B}|^3}}} \propto \rho \quad \text{----- 式1}$$

式1をエクセルを使って計算してみました。

以下はプログラムと結果です。

50度以下では比例しているように見えます。

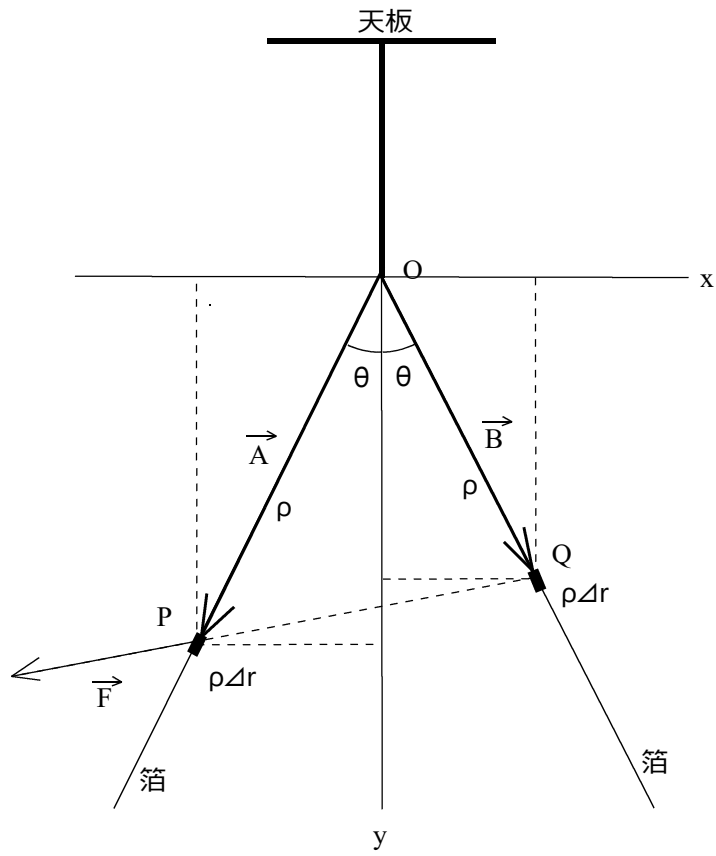


图1

```

Sub zxc()
    k = 5
    For i = 1 To 80 Step 2
        t = i * 3.14 / 180
        n = 0

        For a = 1 To 100 Step 1
            ax = -a * Sin(t)
            ay = a * Cos(t)

            For b = 1 To 100 Step 1
                bx = b * Sin(t)
                by = b * Cos(t)

                abx = ax - bx
                aby = ay - by
                abz = Sqr(abx * abx + aby * aby)

                aabz = (ax * aby - ay * abx) / abz ^ 3
                n = n + aabz

            Next b
        Next a

        m = Sqr(Sin(t) / n)

        Cells(k, 2) = i
        Cells(k, 3) = m
        k = k + 1
    Next i
End Sub

```

```

'表示位置
'角度 θ
'ラジアンにする
'積算のために初期値を0にする

'位置ベクトルAの大きさを変化させる、∠r=1
'ベクトルAのx成分
'ベクトルAのy成分

'位置ベクトルBの大きさを変化させる、∠r=1
'ベクトルBのx成分
'ベクトルBのy成分

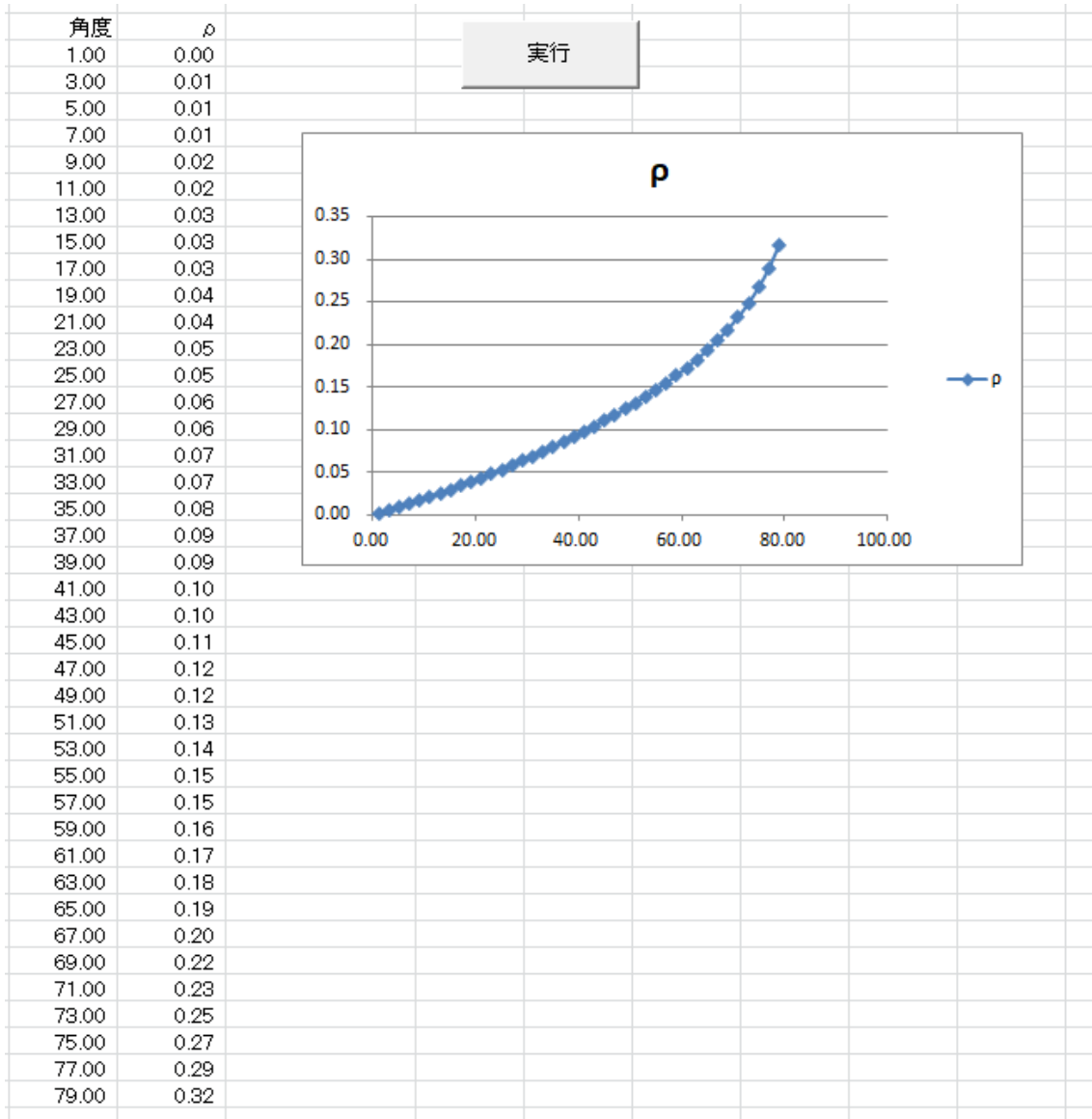
'A-Bのx成分
'A-Bのy成分
'A-Bの絶対値

'モーメントの計算、外積
'積算

'ルートの計算

'角度
'ルートの値
'表示位置を変える

```



エクセル VBA によるシミュレーション

<http://www.cfs.chiba-u.jp/koudai/kenhinto/hakukendenkikakudo1.xlsm>