

# 円軌道と楕円軌道の比較

離心率などの係数を変えて、様々な楕円軌道を表示できます。

まずは起動してみて下さい。グラフや入力セルをマウスオーバーすると、説明が表示されます。

説明をまとめたものがこの文章の最後にあります。

例1：この画面は円軌道と楕円軌道を重ねたものです。

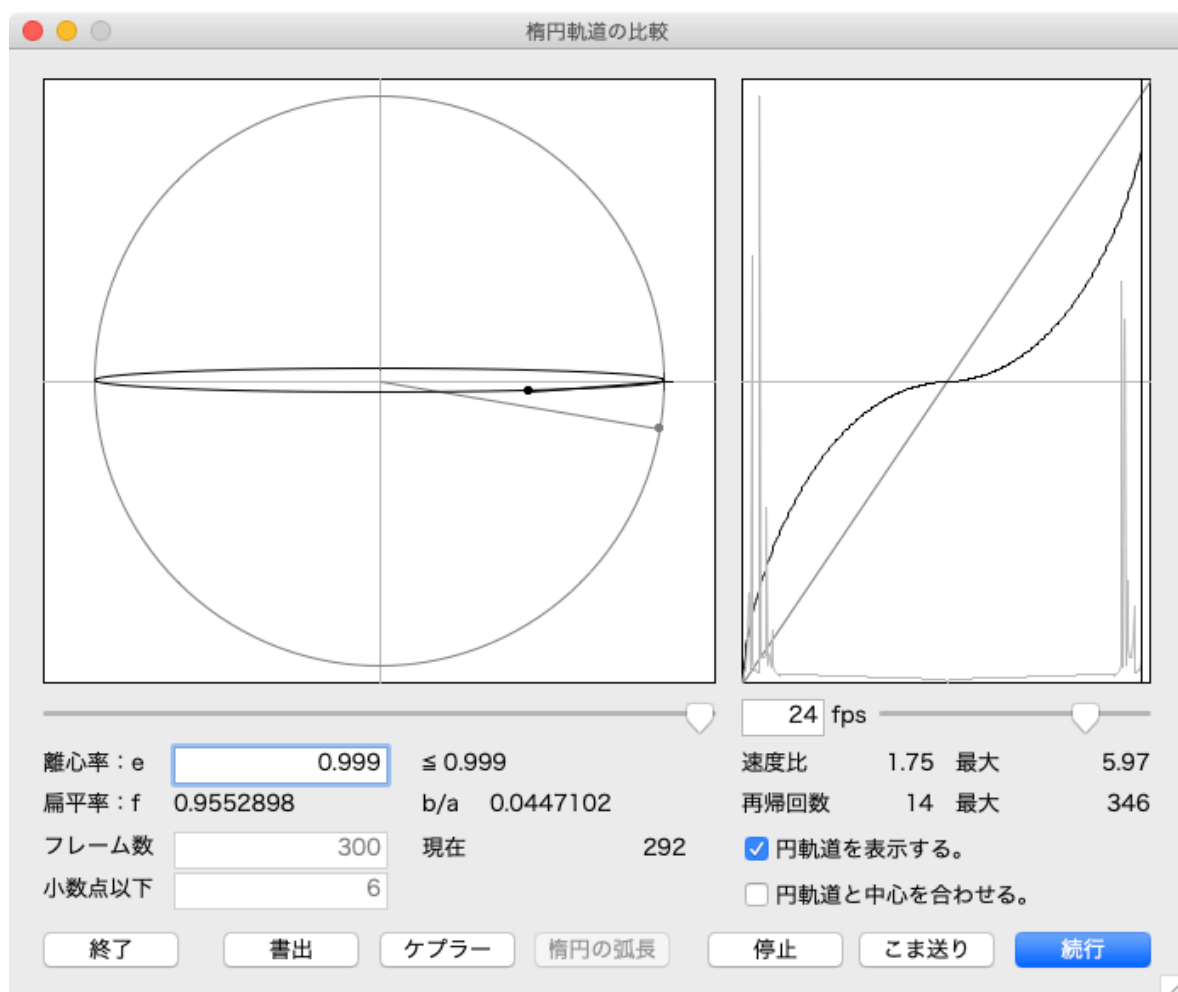
長半径が同じ場合、楕円軌道も周期は同じになります。

右の図の、薄い色のグラフは、ケプラー方程式の再帰回数を表します。

離心率を0.999に設定しているのです、両端での再帰回数が非常に大きくなっています。

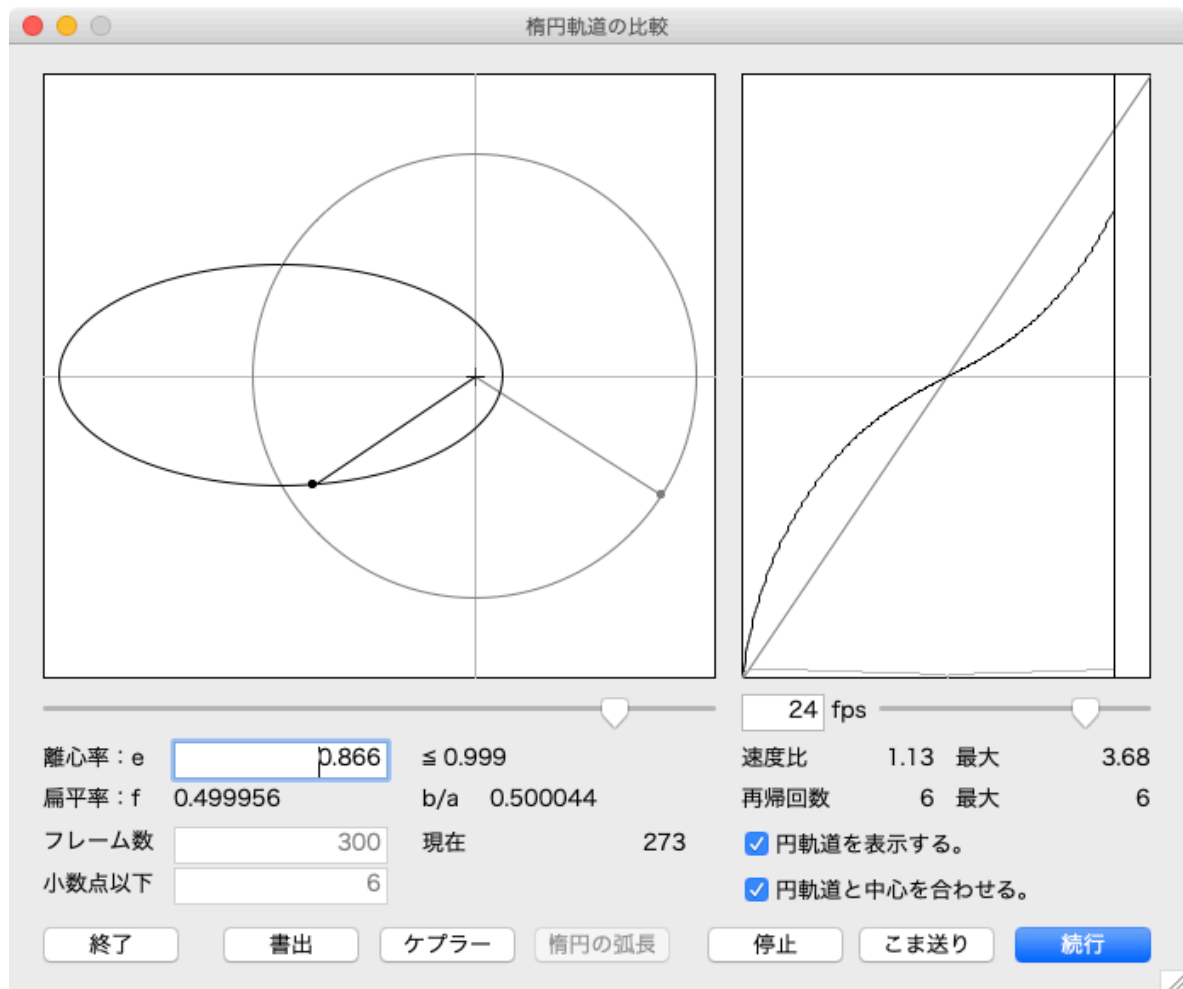
このプログラムは0.999を最大の離心率としています。

これ以上1に近づけると、ケプラー方程式が発散して結果が出なくなります。

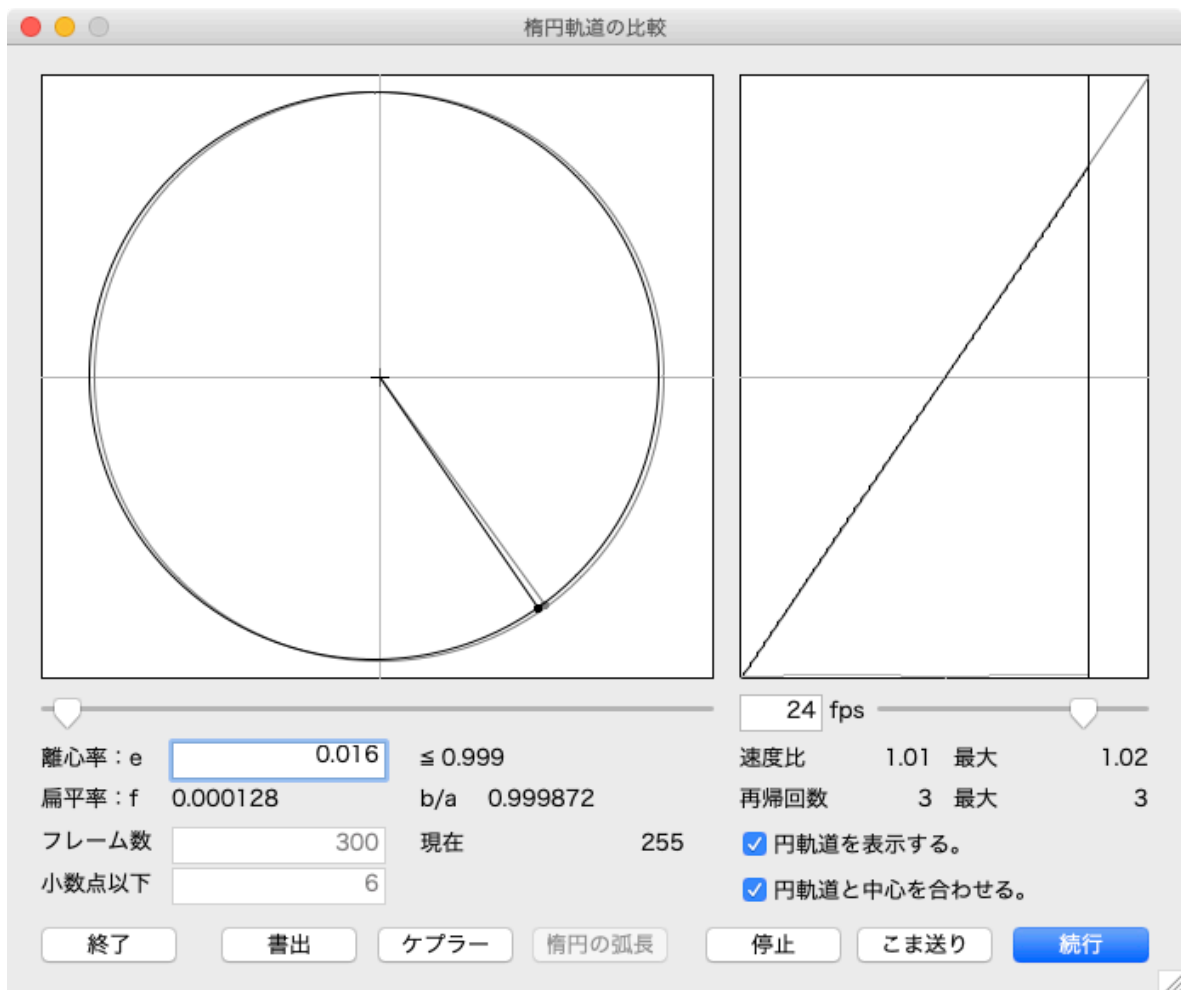


例2：こちらも円軌道楕円軌道を重ねたものですが、焦点を合わせたものです。左の図の十字の中心に太陽があり、その太陽の周りを同じ長半径の惑星が回っているとイメージして下さい。

例1同様、長半径が同じ惑星の周期は同じです。



例3：離心率を地球の離心率0.0167にした場合です。



## 操作方法

各項目にマウスを合わせると、下記の説明文を読むことができます。

### □上段

#### ■上段左側の描画ボックス

楕円と円と軌道上の物体の動きを表示します。

「円軌道を表示する」のチェックが入っているときは、同じ周期（＝同じ長半径）の円軌道を薄いグレーで表示します。

薄いグレーの垂直線と水平線は、円の中心を原点とするX軸とY軸、「円軌道と中心を合わせる」のチェックが入っているときは、楕円軌道の焦点が円軌道の中心と同じ原点になります。

#### ■上段右側の描画ボックス

軌道上の物体の移動距離をグラフで表示します。

薄いグレーの水平線は、180度の位置、対角線は円軌道の場合の移動距離を表します。

薄いグレーのグラフは、ケプラーの方程式の再帰回数（実際は再帰ではありませんが）を表示します。（1ピクセル=1回です。）

#### ■左側描画ボックス直下のスライダー

離心率を変更することができます。最小値は0（円）、最大値は0.999です。これ以上の値になると、ケプラーの方程式の再帰回数が膨大になります。

#### ■右側描画ボックス直下のテキストボックスとスライダー。

スライダーを動かすか、数値を入れることでフレームレートを指定します。ただし、描画が遅いので、この数値通りにはなりません。最速でも11fps程度です。

#### □下段、左側

##### ■離心率

離心率を変更することができます。最小値は0（円）、最大値は0.999です。これ以上の値になると、ケプラーの方程式の再帰回数が膨大になります。

##### ■扁平率

扁平率を表示します。

##### ■フレーム数

1周を何等分するかを入力します。

##### ■現在

瞬時のフレーム番号を表示します。

##### ■小数点以下

ケプラー方程式の再帰の打ち切り精度を、小数点の桁数で指定します。

#### □下段、右側

##### ■速度比

瞬時と最大の、のケプラー方程式の再帰回数を表示します。

##### ■再帰回数

瞬時と最大の、ケプラー方程式の再帰回数を表示します。

- 円軌道を表示する。

円軌道と軌道上の物体を薄いグレーで表示します。

- 円軌道と中心を合わせる。

円軌道の中心と、楕円軌道の焦点を同一位置にします。

- 「終了」ボタン：

プログラムを終了します。

- 「書出」ボタン：

長半径を1（長直径2）とした場合の、各ステップでの動径（移動距離すなわち楕円の円弧長）を表示します。

実際の値にするには、これに実際の長半径を掛ければ計算できます。

例えば、軌道ではありませんが、地球の緯度0度から10度刻みの子午線長を得るには、離心率=0.0818191910435、ステップ36とし、計算結果の動径に地球の長半径=6378.137 kmを掛けて得ることができます。

- 「ケプラー」ボタン

ケプラーの方程式のソースコードを表示します。

(このマニュアルの最後にも同じものを掲載しています。)

- 「楕円の弧長」ボタン

楕円の弧長計算のソースコードを表示します。（未実装）

- 「停止」ボタン

停止します。

- 「コマ送り」ボタン

コマ送りします。

- 「開始」ボタン

開始、もしくは再開します。

---

## Keplar方程式のアルゴリズムの説明

Real Studio（現Xojo）のBasicですが、ご存じない方もだいたい想像できると思います。尚、「Dim」は変数の型の宣言です。

無限ループの場合と、再帰を利用した場合を掲載します。

引数は下記の通りです。

Keplar( e As Double, l As Double, u As Double, s As Integer ) As Double

e:離心率

l:平均近点角

u:離心近点角

s:小数点以下桁数（有効数値ではありません。）

下記の通り、u=lとして呼び出します。

u = Kepler( e, l, l, s )

---

1.無限ループの場合。（本プログラムはこれを採用）

---

Dim du As Double

Do

$du = (l - u + e * \sin(u)) / (1 - e * \cos(u))$

$u = u + du$

Loop until Round( Abs( du \* Pow( 10, s ) ) ) = 0

return u

---

2.再帰を使った場合。（但し、離心率が1に近い場合にスタックオーバーフローになる可能性が有ります。）

---

Dim du As Double

$du = (l - u + e * \sin(u)) / (1 - e * \cos(u))$

if Round( Abs( du \* Pow( 10, s ) ) ) = 0 then

    return u

else

    return Kepler( e, l, u + du, s )

end if

---

作者：Okuyama, Ryuhei / 奥山隆平 / ryuhei.okuyama@nifty.com