



万有引カゲームの制作

Astrophysics Group, OIT

苧谷 真行

制作の目的

- 星のまわりの万有引力の働く空間に物質を投擲し、その様子をRunge-Kutta法で正確に計算しシミュレートする。
- ルールを追加しゲームとする。
- 万有引力の法則に変化を加えることで物質の動きにどのような変化が起きるのかを体感してもらう。

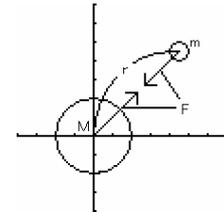
万有引力とは

- 質量をもつ物質同士が互いに引き合う力のことである。

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

このとき F は万有引力の大きさ
2つの物質の質量は M, m
2つの物質間の距離を r
Gは万有引力定数である。

$$G = 6.67259 \times 10^{-11} (m^3 \cdot s^{-2} \cdot kg^{-1})$$



Runge-Kutta法とは

- 常微分方程式の近似解を求める計算方法

$$k_1 = f(x_n, y_n)$$

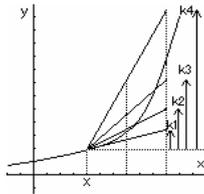
$$k_2 = f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_1)$$

$$k_3 = f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_2)$$

$$k_4 = f(x_n + h, y_n + hk_3)$$

$$yk = \frac{h}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$y_{n+1} = y_n + yk$$



解く方程式1

- 距離 r だけ離れた、質量 M と m の物体の間には、

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

という力が働く。

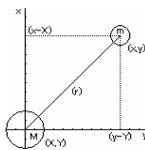
M に対しての m の力を (Fx, Fy) に分けると以下のようなになる。

$$m \frac{d^2x_1}{dt^2} = F_x \quad m \frac{d^2y_1}{dt^2} = F_y$$

解く方程式2

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -G \frac{Mm}{r^2} \frac{(x-X)}{r}$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = -G \frac{Mm}{r^2} \frac{(y-Y)}{r}$$

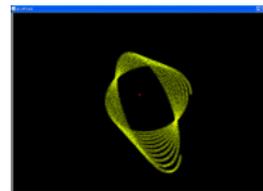


2つの物質を M と m とし、M の x 座標を X、y 座標を Y、m の x 座標を x、y 座標を y とする。

- また2つの物質間の距離を r とする

- また G は万有引力定数である。

動作画面①

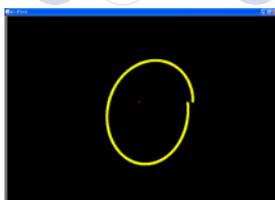


赤: 物質1
黄: 物質2

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \text{ のときの動き}$$

物質1の質量: 1×10^{18}
物質2の質量: 1

動作画面②



赤: 物質1
黄: 物質2

$$F = G \frac{Mm}{r^3} \text{ のときの動き}$$

物質1の質量: 1×10^{18}
(初速度は①の1/20) 物質2の質量: 1

今後の課題

- 万有引力の法則の変更
- シミュレーションパターンの追加