

シミュレーションによる小惑星衝突から地球を守る方法の考案

茨城県立日立第一高校

菊池亮汰(2)、酒田優斗(2)、鈴木蒼太(2)、田山阿太郎(2)、林彩那(2)

1 緒言

近年、小惑星の地球衝突を防ぐ方法は、NASAを始めとして研究が進められている※1。本研究は、太陽系天体の軌道シミュレーションを用いて、小惑星の小惑星衝突を防ぐ新しい方法をつけることを目的とする。小惑星は実存する可能性のあるもの、特に火星と木星の間に存在する小惑星帯に位置するものを対象とする。

2 実験方法

2-1.天体の軌道のシミュレーション

プログラムコード(python)を用いて作成する。太陽系の惑星の初期条件(xyz座標、xyz速度)はNASAのhorizon system ※2の2023年7月5日0:00:00のデータを用いる。また、天体の動きを見やすくするためにアニメーション化を行う。(図1)

2-2. 小惑星の特定

時間の向きを負とした逆算シミュレーションを行い、衝突する小惑星を特定する。数値解析として、オイラー法を用いる。

2-3. 小惑星の軌道を変化させる

重力トラクタ※3の手法を用いて小惑星の軌道を変化させる。

ここで、重力トラクタとは、小惑星の近傍に宇宙機を停留させ、その小惑星と宇宙機との間に生じる万有引力によって小惑星を牽引する方法をいう(図2)。

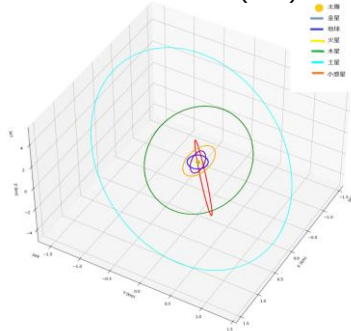


図1 太陽系天体のシミュレーション

3D Orbit Comparison: Asteroid (With/Without Tractor)

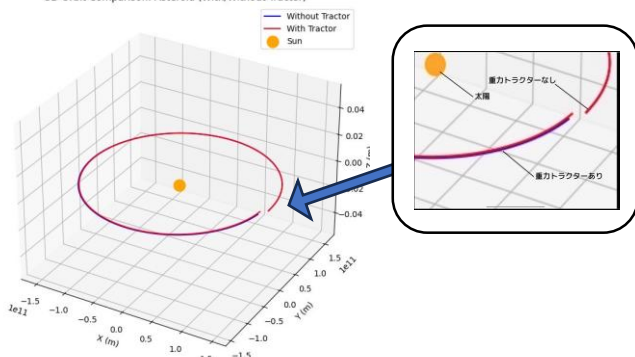


図2 重力トラクタによる軌道の変化

3 結果

3-1.天体の軌道のシミュレーション

先行研究に加え、新たに金星、火星、土星の軌道のシミュレーションに成功した(図1)。また、天体のアニメーション化にも成功し、視覚的な明瞭性が向上した。

3-2. 小惑星の特定

シミュレーションの実行を重ねる中で、誤差が拡大し、信頼できる結果を得ることができなかった。

3-3. 小惑星の軌道を変化させる

重力トラクタによって小惑星の軌道を変化させることに成功した(図2)。

4 考察

4-1. 小惑星の特定 (結果3-2の考察)

数値解析の精度の影響で誤差が拡大し、また、修正しにくくなっていると考察する。

4-2. 小惑星の軌道を変化させる

(結果3-3の考察)

重力トラクタによる手法は有効である。しかし、使用した数値は実際のものと異なるため、ある質量をもつ小惑星に影響を与えるために必要な宇宙機の最小質量を求める実験が必要であると考察する。

5 結論と展望

視覚的な明瞭性が向上したアニメーションは効果的であることがわかった。また、重力トラクタによる軌道変更は有効であるもわかった。

今後は、コードの煩雑さを解消し、誤差を修正する方法を検討する。また、重力トラクタによる手法を、実験2で得た結果で用いて実際にシミュレーション上で軌道を変化させたい。

また、小惑星の近傍に停留させる宇宙機の質量や速度による軌道の変化の具合を数値として出力し、グラフ化するなどして、本研究の数値的な信頼を得たい。

参考文献

※1 宮澤悠良, 三代雅人, 軌道計算で求める小惑星接近確率, 第13回茨城県高校生科学研究発表会 研究要旨, 2024

※2 "NASA Jet Propulsion Laboratory Solar System Dynamic Horizon System", <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/app.html>
<https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/app.html>(2025年3月7日閲覧)

※3 山口皓平, 天体の地球衝突回避方法, 天文月報, 2017, vol110, no.2, p124-130, https://www.asj.or.jp/geppou/archive_open/2017_110_02/110_124.pdf(2025年3月10日閲覧)