

2023 年度年次報告書

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用

2021 年度採択研究代表者

柴山 允瑠

京都大学 大学院情報学研究科

准教授

変分的小よび幾何学的手法による人工衛星と惑星探査機の軌道設計

研究成果の概要

A. 人工衛星軌道の精度向上と効率化

これまで惑星探査機や人工衛星の定常軌道として周期軌道がよく用いられてきたが、地球の大気の探査などのために、今後フォーメーションなどが検討されていることから準周期軌道の重要性が高まってきた。これまでは周期軌道の周辺を解析することで準周期軌道を数値的に求める研究が主だったが、本研究では Percival の変分構造を元に、最急降下法で汎関数を最小化する軌道を求めることで準周期軌道の数値解法を開発した(投稿中)。

B. 月探査軌道の設計と効率化

軌道設計において周期解の重要である。例えば、月の裏側の探査はラグランジュ点近傍の周期解が用いられる。また、深宇宙探査の際に一時的に停留する軌道としても用いられる。

制限3体問題には膨大に周期軌道が数値的に見つかっている。そこで、Stromgren と Henon による周期軌道の分類法を制限3体問題に適用し、それぞれに対して変分構造をもとに周期軌道を数値的に求めた。変分法で求めたものを、ルンゲ-クッタ法で解き直して初期値の精度を上げ、さらにエルミート法でも確認している(まもなく投稿予定)

C. 探査機の新たな加速法

地球-月の重力圏を脱出する深宇宙探査軌道の計算を行なった。無限遠点を仮想的な周期軌道となる変換をし、その安定多様体を数値計算した。それにより、地球-月の重力圏を脱出できる最小のエネルギーで、遠方に到達できる軌道を求めた。