

宇宙電磁環境を利用した地球衝突小惑星の軌道変更に関する研究
Orbital Deflection of Potentially Hazardous Asteroids Using Space Environment

京都大学 生存圏研究所 山川研究室

山口 皓平

研究成果概要

本研究では、京都大学化学研究所スーパーコンピュータシステムを利用し、小惑星近傍における帯電した宇宙機の軌道ダイナミクス解析を行った。これは、小惑星と宇宙機を人工的に帯電させ、両者の間に働くクーロン力を利用して小惑星を牽引、ひいては軌道変更する、クーロン力・アトラクタの検討の一環である。まず、小惑星の重心に原点を持ち、その公転運動と共に回転する回転座系における運動方程式を、宇宙機制御の観点から、より有利となる形式に変換した。これは、宇宙機と小惑星を無質量のロッドでつながった一つの衛星とみなし、小惑星と宇宙機間の距離、更に、元の回転座標系に対する姿勢を表す 2 つの角度を変数とするものである。また、得られた運動方程式を線形化し、行列の形式で記述することで、宇宙機のより詳細なダイナミクス解析を行った。検討にあたり、京都大学化学研究所スーパーコンピュータシステムで提供されるアプリケーションの一つである **Mathematica** を利用することで、宇宙機の軌道制御則の提案も行った。小惑星の牽引力は、宇宙機と小惑星の距離に依存する。提案した制御則はこの距離を必要に応じて変化させるためのものであり、小惑星を効果的に軌道変更するために非常に重要な検討であるといえる。なお、この制御則の有用性は、非線形方程式に制御則を導入した結果を検証することによって確かめられている。**Mathematica** を用いることで数式のシンボリックな取り扱いが可能となり、複雑な数式変形などを効率的に進めることができた。更に、行列の取り扱いが容易となり、可制御性などの重要な要素の把握も効率的に進めることができた。また、以上の成果をとりまとめ、第 30 回 International Symposium on Space Technology and Sciences にて口頭発表を行った。更に、The ISTS Special issue of JSASS, Aerospace Technology Japan に論文として投稿し、現在査読中である(In Minor Revision)。

今後、これまでに得た成果をもとに、制御則のより詳細な検討を進める。特に、制御則の適用可能範囲は小惑星の軌道に依存することから、様々な小惑星近傍における宇宙機の運動を、行列で記述された線形方程式で表し、その性質を調査する。ひいては、より効果的な軌道変更ミッションの提案につなげることを目標とする。

発表論文(謝辞あり)

発表論文(謝辞なし)

K. Yamaguchi and H. Yamakawa, Electric Solar Wind Sail Kinetic Energy Impactor for Asteroid Deflection Mission, The Journal of the Astronautical Sciences, First online, 2016, January, pp. 1-22, DOI: 10.1007/s40295-015-0081-x