

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	坂東 麻衣
研究機関名	九州大学
所属部署名	大学院工学研究院
役職名	教授
研究課題名	宇宙ミッション創出へ向けたデータ駆動型サイエンスと軌道工学の融合
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

第一年次に行った、[1-1] 平衡点近傍の周期軌道のデータ駆動力学系解析、[1-2] 地球一月遷移カオス軌道のデータ駆動力学系解析の研究項目について、1 年目の解析結果を踏まえ研究をさらに深化させ、設計論への展開と応用可能性について研究を進めた。特に、第二年次は力学系の解析に加え、最適制御理論の融合に関連した研究を開始した。以下に具体的な研究成果を示す。

[2-1] 最適制御を付加したデータ駆動力学系の構築

低推力軌道の最適化計算アルゴリズムにより、最適に制御された低推力軌道のデータを観測し、データ駆動解により低推力最適制御力学系の背景にある力学系を明らかにするため、研究項目 1 の手法を随伴変数により拡張された状態空間に対して適用することでデータ駆動力学系を構築し、クープマン作用素の理論によりデータ駆動力学系の線形最適制御問題を解くことで、元の力学系の非線形最適制御問題の解を得るための方法を提案した。これにより、最適軌道のサンプルデータから大域的な非線形最適制御則を抽出することが可能となった。

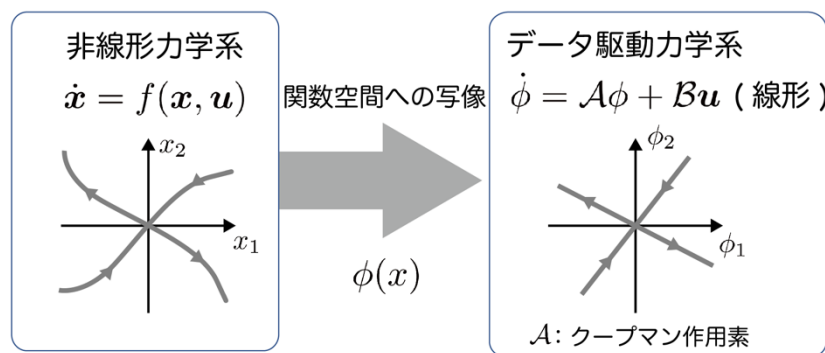


図 1 非線形力学系のクープマン作用素を用いた線形表現

[2-2] 小惑星重力環境でのデータ駆動力学系の構築

複雑な力学環境をもつ小惑星近傍からの最適着陸問題を考え、着陸制御において不確定性のある環境下においても力学環境を正確にモデリングし、着陸誘導制御を行うための理論構築を行った。データ駆動型のアルゴリズムである動的モード分解ではデータから直接モデル構築を行うことができるが計算

に多くのメモリを必要とする。本研究では、実時間の誘導制御に実装可能なアルゴリズムとして遅延座標系と逐次最小二乗法を組み合わせた新たな逐次 DMD アルゴリズムを構築し、小惑星着陸問題に応用した。

[2-3] CPU 並列計算プラットフォームの構築

最適軌道のデータ取得には大規模な最適化計算が必要となるため、CPU 並列計算において確率勾配法のアルゴリズムを実装し、最適軌道の候補を並列的に計算する環境を構築した。