

補助事業番号 2021M-159

補助事業名 2021年度 データ駆動と最適制御理論の融合による宇宙期の高精度かつ省エネルギーな制御手法に関する補助事業

補助事業者名 九州大学 坂東 麻衣

## 1 研究の概要

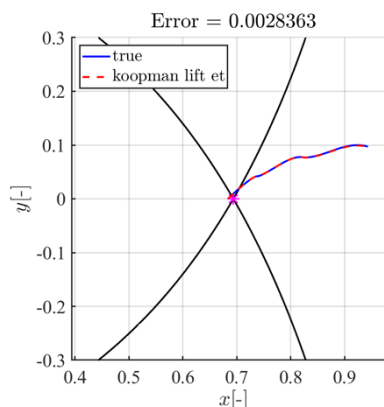
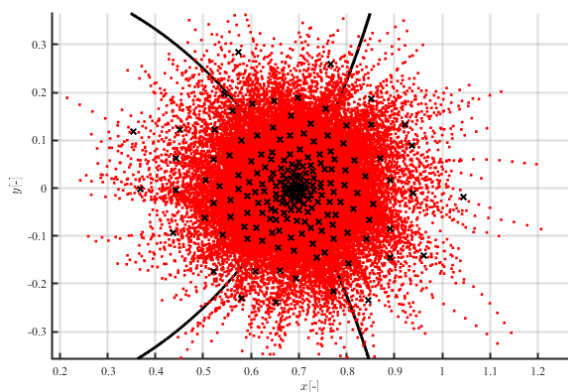
### 2 研究の目的と背景

### 3 研究内容

#### (1) 動的モード分解によるモデリングと精度検証

(<http://www.aero.kyushu-u.ac.jp/gcl/mbando/>)

宇宙機の運動方程式を積分し、データ駆動モデリングの検証に必要なデータを作成するためのシミュレーション環境を構築した。構築したシミュレーション環境により運動の時系列データを取得し、モデリングを行った。通常のアプローチの他、遅延座標系を用いた手法、非線形基底関数を用いた拡張動的モード分解のアルゴリズムを実施して精度の検証を行い、適切なデータの数とアルゴリズムの検証を行なった。特に、拡張動的モード分解では宇宙機の運動が比較的良好な精度で得られた。



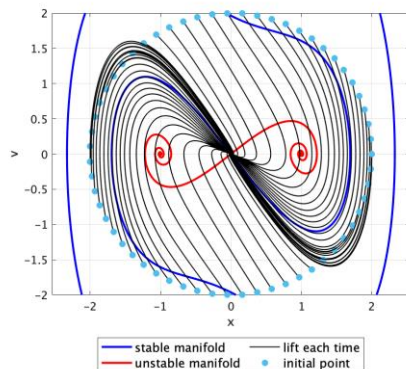
データ駆動解析に用いた時系列データ

データ駆動モデリングと実際の軌道の比較

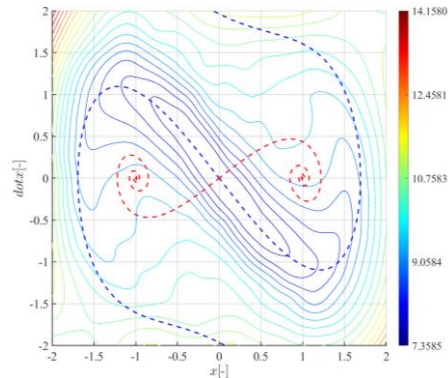
#### (2) 動的モード分解と最適制御理論の融合による制御手法の開発と検証

(<http://www.aero.kyushu-u.ac.jp/gcl/mbando/>)

動的モード分解により構築したモデルに対して最適制御理論を適用し、制御系を実装した。2次元力学系のDuffing方程式に対して最適制御問題に対して、データ駆動解析を行った。最適制御系を評価する方法として、データ駆動で得られた最適制御系が非線形最適制御問題のハミルトンヤコビ方程式をどの程度満足しているかを指標として検証する方法を提案した。



データ駆動非線形最適制御



最適性の評価

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

現在のデータサイエンス分野の著しい発展により、大量の情報を基礎とした物理現象の理解や制御が可能となってきた。本研究により宇宙機のような複雑な機械システムにおいても現実的な制約を考慮し、かつ、単純な線形制御理論の枠組みを適用することでデータ駆動型の制御が可能であることを示した。これにより、現代社会を支えるロボット、無人航空機、ロケットや人工衛星などの機械システムを複雑・煩雑化することのなく高度な制御理論を実装する道筋が示されたといえる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

応募者がこれまでに研究してきた、宇宙機の非線形運動の力学的な性質を積極的に利用した最適制御理論をデータサイエンスと融合することによってさらに拡張し、航空宇宙工学や機械工学における現実的な課題の解決しようとする試みである。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

廣瀬悠斗, 佐藤杏輔, 坂東麻衣, 外本伸治, クープマン作用素による宇宙機のデータ駆動力学系のモデル予測制御, 第9回制御部門マルチシンポジウム, 2022.03.

#### 7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名：九州大学大学院 工学研究院

(キュウシュウダイガクダイガクイン コウガクケンキュウイン)

住 所： 〒819-0387

福岡市西区元岡744

担 当 者： 准教授 坂東 麻衣(バンドウ マイ)

担 当 部 署： 航空宇宙工学部門

E - m a i l: [mbando@aero.kyushu-u.ac.jp](mailto:mbando@aero.kyushu-u.ac.jp)

U R L: <http://www.aero.kyushu-u.ac.jp/gcl/index.html>