

〔短期在外研究〕

研 究 者	東京農工大学 工学府 博士後期課程 羽金 昌平	2216101
共同研究者／ 所 属 ・ 職 名	Lorenzo Jamone / Queen Mary University of London ・ Associate Professor, Senior Lecturer in Robotics	
滞 在 期 間	2021 年 10 月 1 日～2021 年 12 月 23 日	
滞 在 地	ロンドン・イギリス	
研 究 課 題	Linearizing Robotic Manipulator's Dynamics Using Koopman Operator and Applying Generalized Predictive Control クープマン作用素を用いたロボットアームの力学同定および適応型一般化予測制御の開発	

概 要：

本研究は、ロボットなどの高い非線形性を有する力学系に対して、機械学習を通して線形制御手法を比較的簡単に導入することを可能にする。在外研究の目的としては、ロボットアーム、ハンドという高い非線形性を機械学習の側面から研究をしている Lorenzo Jamone 教授とそのチームが擁する最先端ロボット設備の下で、実際のロボットから測定されるデータを取得、制御器を設計、そして実機による実証実験まで行うことである。その意義としては、一般に線形制御手法の多くは、設計手順が一般化され、目指す安定性能から制御器の設計までが十分に検証されている。一方で、非線形力学系に対する制御は、複雑な非線形数理モデルを介して設計するため、ケースバイケースの制御になってしまい、想定される動作環境が多様な場合は実現したい安定性能から逆算して制御器を設計することが難しい。この事が安全保障上のバリアとなり、ロボットが未だに人間に近い環境で活躍することができない一因である。そこで、クープマン作用素というものをを用いて非線形モデルを、線形の形で記述することを模索する。クープマン作用素とは、ある関数空間をその変数を拡張することによって別の関数空間へと変換する作用素である。ロボットの力学モデルに対して、適切なクープマン作用素を同定することができれば、その力学系を線形の形で記述することが可能になり、線形制御手法を通して体系的にその安定性を論じることが可能になる [1]。今回の在外研究では、適切なクープマン作用素を同定する手法を考案し、データ取得に際した最適な動作の生成、そして実際のロボットを用いたデータ取得を行うことができた。

- [1] Y. Susuki, I. Mezic, F. Raak, and T. Hikiyara. Applied koopman operator theory for power systems technology. Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE, 7(4): 430-459, 2