

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14939 号
------	---------------

氏 名 坂野 幾海

### 論 文 題 目

Data-driven Methods for Lyapunov Equations and Their Applications  
(リアプノフ方程式に対するデータ駆動型の手法とその応用)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	准教授	浅井 徹
委員	高知工科大学	システム工学群	准教授	泉 晋作
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	竹内 一郎
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	鈴木 達也
委員	京都大学	情報学研究科	教授	東 俊一

## 論文審査の結果の要旨

坂野幾海君提出の論文「Data-driven Methods for Lyapunov Equations and Their Applications(リアプノフ方程式に対するデータ駆動型的手法とその応用)」は、線形動的システムのパラメータから定義されるリアプノフ方程式を、システムのパラメータの情報を用いることなく、システムの状態軌道を用いて解く方法について述べている。また、その応用に関する成果を与えている。

第1章では、本博士研究の導入を述べている。特に、リアプノフ方程式のデータ駆動解法概念、関連研究、未解決問題についてまとめられている。その上で、本論文の目的、成果、構成がまとめられている。

第2章では、リアプノフ方程式のデータ駆動解法の枠組みを示している。最初に、制御工学におけるリアプノフ方程式の位置付けが述べられた上で、リアプノフ方程式の基本的性質がまとめられている。つぎに、リアプノフ方程式とデータが生成されるシステムの組合せに注意がおかれながら、データ駆動解法について述べられている。

第3章では、リアプノフ方程式をシステムの可制御性解析に応用する際のデータ駆動解法を示している。特に、この応用例ではデータの変換が必要になることを指摘し、具体的なデータの変換法が示されている。また、可制御性の強度を最大化する入力の配置問題やネットワーク構造の重みの調整問題へ展開がなされている。

第4章では、イベント駆動制御への応用に関して述べている。イベント駆動制御を実現するためには、リアプノフ関数を適切に設定し、それをイベントの生起ルールに利用することが必要であるが、これを2章に示したデータ駆動の方法で設計する方法が提案されている。

第5章では、データ駆動解法の理論面を深化させることを目的に、リアプノフ方程式に対するデータ可解性解析(与えられたデータで解を一意に決定できるか)が行われている。特に、データ可解性が、ある行列の分解可能性に関係していることを明らかにし、必要十分条件の導出に成功している。

第6章では、本研究の結論と残された課題を論じている。

以上のように本論文では、リアプノフ方程式のデータ駆動解法と応用に関して一連の成果を得ている。これらの成果は、従来のモデルベースの方法とは一線を画しており、近年注目を集めている人工知能との融合により更なる展開も期待される。つまり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である坂野幾海君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。