

令和 2 年 5 月 27 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03282

研究課題名（和文）非マルコフモデルと不連続フィードバックに基づく非線形確率ロバスト制御理論の構築

研究課題名（英文）Construction of nonlinear stochastic robust control theory based on non-Markov model and discontinuous feedback

研究代表者

西村 悠樹（Nishimura, Yuki）

鹿児島大学・理工学域工学系・准教授

研究者番号：20549018

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：超スマート社会に必要な技術の多くは不規則振動に悩まされる。本研究の目的は、これら非線形システムの不規則振動を把握・制御するために、確率制御理論を通常非線形制御理論と統合し、真に実用的なシステムノイズ除去・低減のための確率安定性理論を構築することであった。これに関し、本研究課題では、非線形確率システムの多岐にわたる特異な性質を定性的に解析し、実システムに対して適用が容易な非線形確率ロバスト制御の開発を試みた。また、提案理論の有用性を数値シミュレーションならびに各種の実機実験で示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：確率システム論の実応用展開を意識した研究は推定や線形制御理論では幅広く行われているが、最初から非線形システムを対象としたものは世界的に少ないことがある。また、半世紀にわたって謎とされてきた確率制御理論の諸問題を解決しつつ実応用展開に向かうために、最先端の非線形制御理論と非マルコフ確率論の精神を融合した理論展開は学術的な独創性を有する。

社会的意義：本研究課題は確率制御技術の発展による超スマート社会下の家庭・福祉用ロボットや地震被害の抑制、プラント等の省エネルギー運用などにも活用されるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Many technologies for the realization of super-smart society are generally influenced by irregular noises and vibrations. The aim of this study was to construct a stochastic stability theory for analyzing and controlling stochastic nonlinear systems, especially achieving the elimination and attenuation for irregular system noises in a practical view point. In this study, we analyzed various singular properties of stability for nonlinear stochastic systems, and then tried developing nonlinear stochastic robust control easily applied to practical systems. The validity of the proposed methods was confirmed by numerical simulation and some experimental results.

研究分野：非線形制御理論

キーワード：確率システム 非線形制御 リャプノフ安定論 有限時間整定制御 ラフパス解析 振動抑制制御

## 1 . 研究開始当初の背景

超スマート社会の実現に向けて、家庭用・福祉用ロボットの普及が本格化してきた。しかし、これら「人体と直接触れ合う」ロボットは軽量かつ非線形特性を持つため不規則な振動が発生しやすく、所望の作業を実現できないことが多くある。この例に代表されるように、非線形制御システムから不規則振動を除去することはシステムの安全性を確保するための喫緊の課題である。

不規則振動を含む非線形確率システムの安定判別や制御設計は国際的な重点課題であるが、確率微分方程式によって数式モデル化される非線形確率システムは、安定性のような基礎概念から常微分方程式論を基本とする非線形制御理論と異なることが種々の問題を引き起こしている。さらに、不規則振動のモデル化そのものについて数学分野において現在盛んに研究が進められているが、これら最先端確率モデルの制御分野への導入は取り組みがなかった。

そこで本研究課題では、これら非線形確率システムの謎を逐次整理した上で確定システムの安定論との統合を図り、真に実用的なシステムノイズ除去・低減のための確率安定性理論を再構築することにあつた。

## 2 . 研究の目的

本研究課題では、振動抑制制御を非線形確率ロバスト制御として再構築し、現実に即した推定と安定性の理論を開発する。これにより、ロボット、インバータ、超精密制御などの不規則振動を正確に把握し、自在に制御できるようにすることを目的としていた。具体的なテーマとしては以下を計画していた。

- (1) 微分不可能な確率リアプノフ関数や不規則振動によって平衡状態が崩れる場合の安定性を解析し、不規則振動が過渡状態および定常状態に与える影響を定量化する。さらに、最小射影法を確率システムに拡張することにより、微分不可能リアプノフ関数を用いた汎用的な不連続フィードバック制御則の設計法を開発する。
- (2) 「許容誤差 / 過渡振動の期待値の最大値」と「安定化達成確率」とのトレードオフ関係を明らかにし、定常 / 過渡振動を望みの確率で抑えるための確率許容誤差制御設計と確率有界安定化理論を構築する。さらに、不規則振動によって弱体化された安定性を最大限に回復し、アクチュエータの性能限界まで過渡振動を抑制するための疑似概漸近安定化制御則を開発する。
- (3) 現実の不規則振動を「より正確に」モデル化するために非マルコフ確率過程を調査し、確率積分の非一意性に対応するために確率システムを一つの集合モデル(確率微分包含式)として扱う。さらに従来手法の拡張である上記 1,2 と融合させ非マルコフノイズで駆動される非線形確率システムの安定性理論と推定理論を開発する。
- (4) 以上の理論を用いて複数の実機実験を行い、その実用性を確認する。

## 3 . 研究の方法

前項で示した 4 項目についての研究方法は以下を予定していた。

- (1) 確率システムにおける特徴的な問題として、簡単な線形システムにすら局所リブシツ連続なリアプノフ関数が存在しないケースがある。これは連続時間システムのリアプノフ逆定理が半世紀も停滞していることとも関連している。しかし、微分不可能リアプノフ関数を認めると、平衡点がないのにリアプノフ関数を持つシステムが現れる。これらの現象は、不規則振動の存在により過渡状態の挙動が異常なものとなるためだと考えられる。そこで、目標点を「平衡点」と「それ以外」とに分類し、個別に安定性を定義した上で、微分不可能な確率リアプノフ関数を許容することで確率安定論を改良する。
- (2) 不規則振動が存在している場合でも、拡散係数によっては確率 1 で特定の部分空間に解軌道を留めておくことができる(概有界化)。しかし、その条件は比較的厳しいため実用シーンでは使えないことがある。そこで、概有界化と確率有界化にNSS解析を融合することで「どれくらいの大きさの空間にどれくらいの確率で留めておきたいか」という数値的な目標を達成するフィードバック制御則設計法を提案する。
- (3) 非整数ブラウン運動や遅延ブラウン運動など最先端の確率過程論をもとに工学的問題の実態に即した不規則振動のモデル化を行い、そのダイナミクスを例えばラフパス解析を用いて制御システムとして表し、さらに、従来の制御理論を援用してノイズ推定機構を構築する。また、標準ブラウン運動のときと同様、確率積分には自由パラメータが残存することを示す。
- (4) 実機実験では、非線形性が強い超音波モータの高精度な制御を提案する確率制御理論に基づき実施することや、モビリティの障害物回避に確率制御理論を導入すること、ドローンに確率有界安定化制御を施し、提案手法の有用性を示す。

#### 4. 研究成果

前項までに示した目的と計画に基づき、研究を遂行した。その結果として以下の成果を得た。

- (1) 確率システムのリャプノフ安定論を発展させ、従来の平衡点を「概平衡点」、それ以外の点を「瞬時点」に分類し、それぞれの安定性と漸近安定性を定義した上で、十分条件を導いた。その十分条件を示すための確率リャプノフ関数は、従来は状態空間全域で二回連続微分可能であることが要求されていたが、本研究では目標点でのみ非平滑となるように緩和した。この成果を得るためには確率過程論の見識をより深める必要があり、理論面でそれなりに時間を要した。
- (2) 概有界化に関し、疑似概漸近安定化(図1)について検討を重ねた。確率有界化については主としてどのような制御問題に役立つかについて検討を重ねた。その結果として、ドローンの外乱抑制や宇宙機の振動抑制など、航空宇宙工学に役立つことを明らかにした。NSSとの融合による定量的な解析はまだ途上であるため、令和2年度より実施予定の新しい基盤研究課題へと引き継ぐこととなった。
- (3) 非マルコフノイズへの対応のため、ラフパス解析に基づいて確率制御システムを再構成するとともに、確率安定論の再構築可能性について模索した。その結果、従来の確率安定論から残る不必要に特異と思われる部分について考察を含めることができた。当該部分は依然として未解明部分を残しているが、この解明には比較的長い時間を要すると考えられることもあり、令和2年度より実施予定の新しい基盤研究課題へと引き継ぐこととなった。
- (4) 超音波モータの精密位置決め制御問題について、不連続制御則での高速整定を実現するとともに、チャタリング的な現象を抑制するために本研究課題で提案した新しい確率安定論に基づき確率制御則を補償器として設計した。この補償器により、提案理論の工学的有用性を示した。また、最小射影法および制御バリア関数を確率システムに拡張し、それをモビリティの安全制御に役立てるための基礎的実験結果を得た。

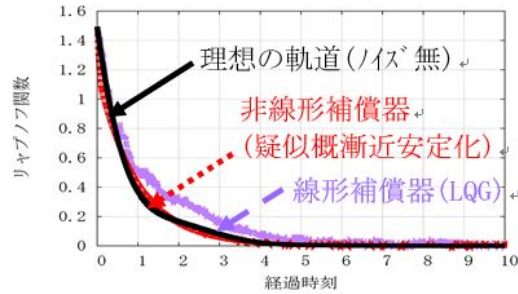


図1. 疑似概漸近安定化の簡単な例。

上記の結果は、システム制御理論・確率システム論・安定論の更なる発展のために重要であるとの位置づけがなされており、それは上記の結果の複数が、当該分野における国際的あるいは全国的な一流紙に掲載されたことで客観的に示されている。

以上より、前項で述べた4項目に対し、「基盤研究」の枠組みとしては十分に目標達成となったものと考えられる。

今後の展望としては、上記(2)で述べた新しい基盤研究課題において疑似概漸近安定化の理論体系を整えて実応用展開を目指すこと、上記(3)で述べた非マルコフノイズへの対応のためラフパス解析による確率安定論の構築を目指し、同時に上記(1)で述べた確率安定論の特異性について解析を進めること、および、モビリティの安全制御設計への非線形確率ロバスト制御の活用を進めることで社会への貢献としたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nishimura Yuki, Tsubakino Daisuke	4. 巻 65
2. 論文標題 Local Controllability of Single-Input Nonlinear Systems Based on Deterministic Wiener Processes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Automatic Control	6. 最初と最後の頁 354 ~ 360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TAC.2019.2912452	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 西村悠樹	4. 巻 64B
2. 論文標題 確率リャブノフ安定論~ノイズが導く多様な安定性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 システム/制御/情報 (別冊『確率システムシンポジウム50回記念』特集号)	6. 最初と最後の頁 34 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kimura Shuma, Nishimura Yuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic disturbance attenuation based on nonlinear compensator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Symposium on Nonlinear Theory & Its Applications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino Kenta, Nishimura Yuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Conditions of almost sure boundedness and practical asymptotic stability of continuous-time stochastic systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of IFAC World Congress 2020	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino Kenta, Nishimura Yuki	4. 巻 52
2. 論文標題 On Stochastic Finite-Time Stabilization with Continuous State-Feedback Controllers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IFAC-PapersOnLine	6. 最初と最後の頁 204 ~ 209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ifacol.2019.11.779	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura Yuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic Lyapunov Stability for Rough Differential Equations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 European Control Conference	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ECC.2019.8796199	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Nishishita, S. Satoh, K. Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic bounded stability in the three-body problem with probabilistic uncertainty using port-Hamiltonian representation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Aerospace Technology Japan	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoh Satoshi, Fujimoto Kenji	4. 巻 29
2. 論文標題 Iterative feedback tuning for Hamiltonian systems based on variational symmetry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Robust and Nonlinear Control	6. 最初と最後の頁 5845 ~ 5865
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/rnc.4692	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tasaka Naoya, Satoh Satoshi, Hatanaka Takeshi, Yamada Katsuhiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic stabilization of rigid body motion of a spacecraft on SE(3)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Control	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00207179.2019.1637544	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoh Satoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Introduction to an iterative solution method for nonlinear stochastic optimal control problems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of SICE 2019 Annual Conference	6. 最初と最後の頁 1082~1084
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoh Satoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Attitude estimation for a spacecraft based on stochastic control theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of SICE 2019 Annual Conference	6. 最初と最後の頁 545~547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 N. Tasaka, S. Satoh, K. Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic systems modeling and stabilization of the attitude of a spacecraft	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science	6. 最初と最後の頁 2019-d-006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Nishishita, S. Satoh and K. Yamada	4. 巻 -
2. 論文標題 Stochastic bounded stability in the three-body problem with probabilistic uncertainty using port-Hamiltonian representation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 32nd International Symposium on Space Technology and Science	6. 最初と最後の頁 2019-d-013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura Yuki, Ito Hiroshi	4. 巻 92
2. 論文標題 Stochastic Lyapunov functions without differentiability at supposed equilibria	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Automatica	6. 最初と最後の頁 188 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.automatica.2018.03.013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino Kenta, Nishimura Yuki, Yamashita Yuh	4. 巻 124
2. 論文標題 Convergence rates of stochastic homogeneous systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Systems & Control Letters	6. 最初と最後の頁 33 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sysconle.2018.11.013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino Kenta, Nishimura Yuki	4. 巻 51
2. 論文標題 Strong Solutions of Stochastic Differential Equations in Finite-Time Stabilization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFAC-PapersOnLine	6. 最初と最後の頁 266 ~ 271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.07.289	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoh Satoshi、Fujimoto Kenji	4. 巻 23
2. 論文標題 Gait generation for a biped robot with knees and torso via trajectory learning and state-transition estimation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 489 ~ 497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10015-018-0476-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takase Masaki、Nakamura Hisakazu、Kuga Soki	4. 巻 51
2. 論文標題 Local Minimum Connection for Static Smooth Control Lyapunov Function	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IFAC-PapersOnLine	6. 最初と最後の頁 272 ~ 278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ifacol.2018.07.290	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 上原理, 西村悠樹, 星野健太	4. 巻 J100-A
2. 論文標題 確率システムの有限時間安定性補償器	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌A	6. 最初と最後の頁 303 ~ 308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoshi Satoh	4. 巻 27
2. 論文標題 Input-to-state stability of stochastic port-Hamiltonian systems using stochastic generalized canonical transformations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Robust and Nonlinear Control	6. 最初と最後の頁 3862 ~ 3885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Hayashi Y., Igarashi M., Nakamura H.	4. 巻 52
2. 論文標題 Contact Assist Control Barrier Function for Human Assist Control	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IFAC-PapersOnLine	6. 最初と最後の頁 741 ~ 746
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ifacol.2019.12.051	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saito Masayuki, Nakamura Hisakazu, Hayashi Takuya, Yoshinaga Takao	4. 巻 -
2. 論文標題 Locally Semiconcave Control Barrier Function Design for Human Assist Control	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	6. 最初と最後の頁 430 ~ 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IECON.2019.8927572	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tezuka Issei, Nakamura Hisakazu	4. 巻 -
2. 論文標題 Time-varying Obstacle Avoidance by Using Exact Differentiator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	6. 最初と最後の頁 571 ~ 576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IECON.2019.8926883	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計30件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Takeuchi Kouki, Nishimura Yuki
2. 発表標題 Stabilization of fourth-order chained system by rough signals
3. 学会等名 The 2018 International Symposium on Nonlinear Theory & Its Applications (NOLTA 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura Hisakazu、Satoh Yasuyuki
2. 発表標題 Etale synergistic hybrid control design for asymptotic stabilization on manifold via minimum projection method
3. 学会等名 The 2018 IEEE Conference on Decision and Control (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Igarashi Motoi、Nakamura Hisakazu
2. 発表標題 Collision avoidance assist control for two-wheel vehicle robots by control barrier function
3. 学会等名 The 2018 International Automatic Control Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takai Maki、Shudai Hiroki、Nakamura Hisakazu、Kunori Yu
2. 発表標題 Input correction control of state constrained nonlinear system by using revived transformation
3. 学会等名 The 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoh Satoshi、Yamada Katsuhiko
2. 発表標題 Spacecraft attitude estimation based on stochastic kinematics modeling on $S^0(3)$
3. 学会等名 The 50th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Application (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hoshino Kenta, Nishimura Yuki
2. 発表標題 On Design of Homogeneous Feedback Controllers for Finite-Time Stabilization of Stochastic Systems
3. 学会等名 The 50th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Application (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤訓志
2. 発表標題 確率的不確かさを含む連続時間システムのモデル化と制御 – 確率微分方程式と確率解析を使って –
3. 学会等名 日本機械学会東海学生会第219回講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤訓志
2. 発表標題 確率システムモデルに基づく剛体姿勢の非線形推定
3. 学会等名 第6回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤訓志、山田克彦
2. 発表標題 経路積分法に基づく非線形確率最適制御のフォーメーションフライト制御への適用
3. 学会等名 第28回アストロダイナミクスシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木下亮、西村悠樹、谷口康太郎、中村文一、田中幹也
2. 発表標題 超音波モータのチャタリング補償付き有限時間位置決め制御
3. 学会等名 第6回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村文一、島村諒、西村悠樹
2. 発表標題 確率制御バリア関数を用いたヒューマンアシスト制御
3. 学会等名 第6回計測自動制御学会 制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村悠樹、星野健太
2. 発表標題 粘性優解と非滑確率リアプノフ関数の関連付け
3. 学会等名 第61回自動制御連合講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村悠樹、星野健太
2. 発表標題 滑らかでない確率リアプノフ関数による確率漸近安定条件の緩和
3. 学会等名 第62回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Nishimura, Kenta Hoshino
2. 発表標題 A non-smooth stochastic Lyapunov function and its relationship with viscosity solutions
3. 学会等名 The 2017 Asian Control Conference (ASCC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田坂俊郎, 佐藤訓志, 佐伯正美
2. 発表標題 劣駆動機械システムの確率有界安定化制御と2ロータヘリコプタへの応用
3. 学会等名 第61回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤訓志
2. 発表標題 確率的不確かさを考慮したシステム表現と最適制御
3. 学会等名 ヒューマノイド・ロボティクス2017夏の学校
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村悠樹
2. 発表標題 確定・確率システム論の融合に基づくシステム制御理論の新展開への目論み
3. 学会等名 真なるダイナミクスの追求によるシステム制御理論の躍進を目指すシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤訓志
2. 発表標題 確率一般化正準変換に基づく確率ポート・ハミルトン系の内部安定化と入力-状態安定化
3. 学会等名 真なるダイナミクスの追求によるシステム制御理論の躍進を目指すシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 星野健太
2. 発表標題 確率ノイズによる非線形システムの制御
3. 学会等名 真なるダイナミクスの追求によるシステム制御理論の躍進を目指すシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村悠樹
2. 発表標題 ラフバス解析に基づく確率リアプノフ安定論の解析
3. 学会等名 第60回自動制御連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹内康貴, 西村悠樹
2. 発表標題 非ホロノミックシステムのラフ安定化における入力信号の考察
3. 学会等名 第50回計測自動制御学会北海道支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊寛久, 西村悠樹
2. 発表標題 ノイズの印加されたアクティブ動吸振器による制振制御
3. 学会等名 第50回計測自動制御学会北海道支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村修馬, 西村悠樹
2. 発表標題 同次制御の混合によるアクティブ動吸振器の制振制御
3. 学会等名 第50回計測自動制御学会北海道支部学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井裕大, 中村文一
2. 発表標題 微分フラットシステムに対するISS-CLF設計
3. 学会等名 第5回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野健太, 西村悠樹
2. 発表標題 確率システムの有限時間整定制御における強い解の存在性
3. 学会等名 第5回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryo Shimamura, Hisakazu Nakamura
2. 発表標題 Human assist control of two-wheeled mobile robot based on stochastic control barrier function
3. 学会等名 Proceedings of SICE Annual Conference 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kengo Shinozaki, Ryota Hamatani, Hisakazu Nakamura
2. 発表標題 Collision avoidance system for humanoid robot Pepper by using relaxed control barrier function
3. 学会等名 Proceedings of SICE Annual Conference 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松浦 隼, 五十嵐 基, 中村 文一
2. 発表標題 厳密微分器を用いた電動車いすの移動障害物回避制御
3. 学会等名 第7回制御部門マルチシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤 将之, 中村 文一
2. 発表標題 制御バリア関数を用いた円形障害物に対するステアリングアシスト制御
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 手塚 一成, 中村 文一
2. 発表標題 厳密微分器を用いた移動障害物回避制御
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

鹿児島大学工学部機械工学科西村研究室 <a href="http://www.mech.kagoshima-u.ac.jp/~yunishi/">http://www.mech.kagoshima-u.ac.jp/~yunishi/</a>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	星野 健太  (HOSHINO Kenta)  (10737498)	京都大学・情報学研究科・助教   (14301)	
研究分担者	佐藤 訓志  (SATO H Satoshi)  (60533643)	大阪大学・工学研究科 ・准教授   (14401)	
研究分担者	中村 文一  (NAKAMURA Hisakazu)  (70362837)	東京理科大学・理工学部電気電子情報工学科・准教授   (32660)	