

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15K04896

研究課題名(和文) C^* -環とその記号力学系の分類、軌道同型の研究への応用研究課題名(英文) C^* -algebras and its applications to classification of symbolic dynamical systems and study of orbit equivalence

研究代表者

松本 健吾 (Matsumoto, Kengo)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：40241864

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の4年間(プラス1年間延長)を通して、記号力学系の分類、軌道同型の研究を C^* -環の代数同型やそのゲージ作用の分類を通して精力的に行った。結果的に、本研究により21編の研究論文を国際研究ジャーナルに発表できた。主たる研究成果として、片側位相的マルコフシフトやの位相共役類、軌道同型類、そのflow equivalence 類を C^* -環のゲージ作用の分類に関連付けたこと。さらには、この考察や考え方を一般の記号力学系やさらには、双曲型力学系の中のSmale 空間にまで拡張できたこと。この手法には、主に力学系から構成されるgroupoid の分類が用いられている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

記号力学系は、一般の力学系の最も基礎的であり、かつ大事な位相力学系のクラスであり、この力学系のさまざまな意味での分類は、一般の力学系の種々の分類に起因してなされるべき、数学的に興味深い研究対象である。また一方作用素環、特に C^* -環の分類は量子力学の物理量のなす代数系と考えられ、量子化された枠組みを扱う数学であるといえる。この二つの一見相異なる数学的对象に密接な関係があり、特に互いにその分類や構成に、そのもだけを見ていては見えなかった重要な要因を与えている。本研究では、このように力学系と C^* -環という二つの数学的对象に、それぞれの分類を通して、互いに密接な関係があることを見出したものである。

研究成果の概要(英文)：I have been studying classification of symbolic dynamics and orbit equivalence through isomorphism class of their related C^* -algebras and their gauge actions. As a result, I have been able to publish 21 research papers in internal research journals. I have found, as main results, that there are interesting relation ship among classifications of one-sided topological Markov shifts under topological conjugacy, orbit equivalence, flow equivalence and gage actions on the associated C^* -algebras. Furthermore I have extended these classifications to general symbolic dynamics and Smale spaces in hyperbolic dynamical systems. The technique is mainly groupoids constructed from the dynamical systems.

研究分野：作用素環論

キーワード：記号力学系 C^* 環 位相的マルコフシフト 軌道同型 位相共役 双曲型力学系 flow equivalence
Cutz-Krieger 環

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

記号力学系(サブシフトとも呼ばれる)とは、有限個の文字(アルファベット)を固定し、その文字からなる両側もしくは片側無限列全体の作るコンパクト、ハウスドルフ空間を考え、その位相空間の上のシフト(番号1つずらし)で不変な、閉部分空間に対して、その閉部分空間とシフトからなる位相力学系をいう。マルコフ連鎖に付随する位相的マルコフシフトも典型的な例であり、エルゴート理論だけでなく、計算機理論の中にも、数多くの記号力学系のモデルとなるものがある。応用面においては符号理論において現れる文字列の符号化や復号化などに実際にその理論が役立っている。Cuntz-Krieger は、1980年に、位相的マルコフシフトから、単純純粋無限型 C^* -環を構成した(Invent. Math. 56(1980))。これらは Cuntz-Krieger 環と呼ばれ、 C^* -環の分類理論、構造理論の中でも、とりわけ重要なモデルとなる単純 C^* -環のクラスである。研究代表者は、論文「 C^* -algebras associated with presentation of subshifts」(Documenta Math. 2002)において、Cuntz-Krieger 環の一般化として、位相的マルコフシフトとは限らない一般の記号力学系から lambda-graph system という labeled Bratteli 図形を構成し、lambda-graph system C^* -環を構成した。つまり、記号力学系のみならずその表現からも C^* -環を構成することが可能となった。これらの C^* -環はもとの記号力学系や lambda-graph system が既約であれば単純かつ純粋無限型 C^* -環になり、作用素環の構造論的観点から重要なクラスにある C^* -環になり、これらの C^* -環それ自身を研究することだけでも大変興味深い課題である。これら C^* -環には、ゲージ作用と呼ばれる1次元トーラスの標準的な作用があり、その作用による不動点環は AF-環(有限近似的 C^* -環)になり、AF-環の代数不変量である K-群や、元の C^* -環の K-理論的群がもとの記号力学系の位相共役不変量になっていることを上記論文で発見されていた。

一方、位相力学系、とりわけ記号力学系の分類に目を向けると、作用素環的視点から考えられている力学系の分類に、軌道同型による分類がある。この分類は歴史的には測度論的なエルゴート変換の軌道同型による分類が対応するフォン・ノイマン環の同型類に対応するという、Dye, Krieger の結果に端を発し、位相力学系では、Giordano-Putnam-Skau (GPS)のカントール極小系での軌道同型による分類の先駆的研究が1990年代に行われていた。本研究代表者は、カントール極小系ではなく、記号力学系や、さらにはもっと一般の双曲型力学系において、この軌道同型による分類研究も上述の C^* -環の手法を用いて行いたいと考えている。既に発表されている研究代表者単独による論文「Orbit equivalence of Markov shifts and Cuntz-Krieger algebras」(Pacific J. Math. 2010)において、片側位相的マルコフシフトの連続軌道同型という概念が定式化され、対応する Cuntz-Krieger 環の同型問題の視点から研究され始めた。その後この連続軌道同型が充足群(Full Groups)の代数同型類と対応することが証明された。そして松井宏樹氏との共同論文(Kyoto J. Math 2014)において、片側位相的マルコフシフトの連続軌道同型が、対応する Cuntz-Krieger 環の同型類と行列式の符号だけで完全に決定されることが証明され、一応の完全分類は位相的マルコフシフトの場合には解決を見た。この松井氏との共同論文では、groupoidの手法が用いられ、flow equivalence の分類と安定化された Cuntz-Krieger 環の分類問題が同値であることも示され、1980年来の未解決問題も解決した。しかしながら、まだ、この flow equivalence と連続軌道同型の明確な関係、Cuntz-Krieger 環上のゲージ作用との関係がはっきり見えておらず、力学系のゼータ函数に関連して、この関係を目に見える形で解明するという大きな問題が残っている。また、記号力学系の、位相共役や、連続軌道同型の問題は、位相的マルコフシフトの場合には上述のように、かなり解明されたが、一般の記号力学系や、もっと一般にした双曲型力学系については、かなり難しくまだ手探り状態である。これら、一般化の方向もたいへん興味深い問題であった。

2. 研究の目的

上記研究開始当初の背景にも書いたように、松井宏樹氏(千葉大)との共著論文で(Kyoto J. .2014)で片側位相的マルコフシフトの連続軌道同型が、対応する Cuntz-Krieger 環の同型類と行列式の符号だけで完全に決定されることが証明され、一応の完全分類は位相的マルコフシフトの場合には解決を見た。然しながら、両側位相的マルコフシフトの flow equivalence とゲージ作用との明確な関係や、力学系のゼータ函数との関係も明らかになっていない。また位相的マルコフシフトになされている軌道同型と Cuntz-Krieger 環の議論を、もっと一般の記号力学系や、さらにもっと一般にした双曲型力学系については、手つかずの状態であり、位相力学系の分類と C^* -環の分類理論の両方の観点からたいへん興味深い問題である。これらの問題に取り組むことが、本研究の目的である。また、W. Krieger 教授との過去の共同研究でマルコフダイクシフトのゼータ関数と位相エントロピーを計算する公式は発見できたが、まだまだ、その完全分類には遠い状況である。グラフにある条件を課した場合に flow equivalence による分類が、最近 Costa-Steinberg によりなされたが、flow equivalence での分類も位相共役による分類と合わせて W. Krieger 教授と共同で推進したいと考えている。

3. 研究の方法

初年度に、ストックホルム(スウェーデン)の Mittag-Leffler 数学研究所で"Classification of operator algebras: complexity, rigidity, and dynamics"と題した国際プロジェクトが行われ、これに2月15日から3月13日まで参加した。このプロジェクトで C^* -環の記号力学系への応用も大きなトピックの一つとなった。この国際研究プロジェクトに参加することにより、特

に北欧の研究者と交流し、研究討論をとおして、研究を強力に進めることができた。また、4年の研究期間を通して、国外では W. Krieger 教授(ドイツ、ハイデルベルグ大)と、Markov-Dyck shifts などの subshift の研究、国内では、松井宏樹教授(千葉大理)と軌道同型の観点からの分類の研究を彼らと定期的に交流することにより推進できた。

特に、本研究計画最終年度に、W. Krieger 教授を本学に招聘し、集中的に研究討論を行うこともできた。また、国内には、綿谷安男教授(九州大学数理)、梶原毅教授(岡山大環境)ら、位相力学系と C^* 環論の両方に精通している研究者もいる。作用素環論や力学系の研究集会に数多く参加し、彼らとも研究討論を何度も長時間にすることができ、研究の方向の様々な可能性もさぐることもできた。

さらには、東京大学数理科学研究科での作用素環論の定期的に行われるセミナーや、毎年2度京都大学数理解析研究所で行われる作用素環論の研究集会で、 C^* 環の研究者たちとも研究討論ができ記号力学系からできる C^* 環や、groupoid からできる C^* - 環について、多くの知見を得た。

4. 研究成果

本研究の4年間(プラス1年間延長)を通して、記号力学系の分類、軌道同型の研究を C^* - 環の代数同型やそのゲージ作用の分類を通して精力的に行った。結果的に、本研究により21編の研究論文を国際研究ジャーナルに発表できた。主たる研究成果として、松井宏樹氏と一部共同で片側位相的マルコフシフトやの位相共役類、軌道同型類、その flow equivalence 類を C^* - 環のゲージ作用の分類に関連付けることができた。特に論文「Strongly continuous orbit equivalence of one-sided topological Markov shifts, Journal of Operator Theory, 74 巻, 2015, 457-483」において、従来の連続軌道同型という軌道同値関係よりも強い軌道同値関係を片側位相的マルコフシフトに対して新たに導入し、それが Cuntz-Krieger 環とその極大部分環とさらにゲージ作用のコサイクル共役類で完全に特徴づけられることが証明された。また松井氏との共著論文「Continuous orbit equivalence of topological Markov shifts and dynamical zeta functions, Ergodic Theory and Dynamical Systems, 36 巻, 2016, 1557-1581」で片側位相的マルコフシフトが連続軌道同型であるとき対応する力学系のゼータ函数の関係を明らかにした。さらにアメリカ数学会から出版した論文「Uniformly continuous orbit equivalence of Markov shifts and gauge actions on Cuntz-Krieger algebras, Proceedings of the American Mathematical Society, 145 巻, 2017, 1131-1140」において、強軌道同値をさらに強めた軌道同型である一様連続軌道同型という概念を導入し、これが eventual conjugacy という同値関係と同じであることが証明され、従来の Cuntz-Krieger 以来の問題であった Cuntz-Krieger 環のゲージ作用の片側位相共役による問題に対して解答を与えた。論文「Continuous orbit equivalence, flow equivalence of Markov shifts and circle actions on Cuntz-Krieger algebras, Mathematische Zeitschrift, 285 巻, 2017, 121-141」では、片側位相的マルコフシフトが連続軌道同型であるとき、両側位相的マルコフシフトの flow equivalence を与える天井函数がゲージ作用のコサイクルのずれに現れることを解明した。また位相充足群については、Higman-Thompson 群を一般化した有限生成非従順可算離散群が片側位相的マルコフシフトの軌道同型の不変量として現れることが分かっているが、この群の piecewise linear functions による表示、テーブルと呼ばれる word の置換を表す行列による表示等も通常の Higman-Thompson 群の一般化として、松井氏との共同論文:「Full groups of Cuntz-Krieger algebras and Higman-Thompson groups, Groups, Geometry, and Dynamics, 11 巻, 2017, 499-531」で成功した。位相的マルコフシフトと Cuntz-Krieger 環に対して行った考察や考え方を一般の記号力学系やさらには、双曲型力学系の中の Smale 空間にまで論文「Asymptotic continuous orbit equivalence of Smale spaces and Ruelle algebras, Canadian Journal of Mathematics, 71 巻, 2019, 1243-1296」により拡張できた。これにより 0 次元でない双曲型力学系に対して、漸近的軌道同型という新しい同値関係が導入され、その同値関係の groupoid や付随する C^* -環とその極大部分環による特徴づけが得られた。また同論文において Smale 空間に対して、漸近的位相共役という漸近的軌道同型を強めた同値関係も定義され、漸近的位相共役の groupoid や付随する C^* -環とその極大部分環さらにはそれ上の双対作用による特徴づけも得られた。この漸近的位相共役や漸近的軌道同型を、逆に 0 次元の双曲的位相力学系である両側位相的マルコフシフトに適用し結果を得たのが、函数解析学の専門誌 Journal of Operator Theory に掲載された論文「Topological conjugacy of topological Markov shifts and Ruelle algebras, Journal of Operator Theory, 82 巻, 2019, 253-284」である。この論文では、両側位相的マルコフシフトに対して定義された漸近的位相共役という同値関係が、通常の位相共役と同じ概念であることが証明され、したがって、両側位相的マルコフシフトの位相共役類を付随する C^* - 環である、Ruelle 環とその極大可換部分環および、双対作用という C^* 環の言葉で言い換えることに成功した。これらの証明の手法には、主に力学系から構成される groupoid の手法が用いられ、結果的にこれら力学系に付随する groupoid の分類にも成功していることになっている。また、Wolfgang Krieger 教授と Markov-Dyck shifts を、ある条件の下での位相共役での分類を論文「Markov-Dyck shifts, neutral periodic points and topological conjugacy, Discrete and Continuous Dynamical Systems, 39 巻, 2019, 1-18」で行った。Markov-Dyck shifts は記号力学系のクラスの中でも sofic でないが有限な有向

グラフから定義される数少ないエントロピー等種々の計算が可能なクラスであると考えられている。各頂点に入ってくる辺の数が2以上の場合は、既にその分類が、対応するグラフの分類に帰着されることが分かっていたが、この Krieger 教授との共著論文において、それ以外の場合でも、そのグラフから定義される tree にある条件を付ければ、Markov-Dyck shifts は分類可能であることを証明できた。

これらが主な研究成果であり、当初の研究目的の多くは達成できたと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 123
2. 論文標題 A short note on Cuntz splice from a viewpoint of continuous orbit equivalence of topological Markov shifts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematica Scandinavica	6. 最初と最後の頁 91-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.7146/math.scand.a-102939	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 該当する
1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 370
2. 論文標題 Relative Morita equivalence of Cuntz-Krieger algebras and flow equivalence of topological Markov shifts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 7011-7050
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1090/tran/7272	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 該当する
1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 33
2. 論文標題 Imprimitivity bimodules of Cuntz-Krieger algebras and strong shift equivalences of matrices	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 253-274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1080/14689367.2017.1351922	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 該当する
1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 71
2. 論文標題 Asymptotic continuous orbit equivalence of Smale spaces and Ruelle algebras	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Canadian Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1243-1296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.4153/CJM-2018-012-x	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 83
2. 論文標題 K-theory for the simple C^* -algebra of the Fibonacci-Dyck shift	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Scientiarum Mathematicarum	6. 最初と最後の頁 177-200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.14232/actasm-015-323-0	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 32
2. 論文標題 On extensions of subshifts by finite groups	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 423-459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1080/14689367.2016.1278430	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto and Hiroki Matui	4. 巻 11
2. 論文標題 Full groups of Cuntz-Krieger algebras and Higman-Thompson groups	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Groups, Geometry, and Dynamics	6. 最初と最後の頁 499-531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi 10.4171/GGD/405	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 22
2. 論文標題 Topological conjugacy of topological Markov shifts and Cuntz-Krieger algebras	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Documenta Mathematica	6. 最初と最後の頁 873-915
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://www.math.uni-bielefeld.de/documenta/	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 285
2. 論文標題 Continuous orbit equivalence, flow equivalence of Markov shifts and circle actions on Cuntz-Krieger algebras.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	6. 最初と最後の頁 121-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi 10.1007/s00209-016-1700-3	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 145
2. 論文標題 Uniformly continuous orbit equivalence of Markov shifts and gauge actions on Cuntz-Krieger algebras.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 1131-1140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) /doi.org/10.1090/proc/13387	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 438
2. 論文標題 C*-algebras associated with Hilbert C*-quad modules of C*-textile dynamical systems	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Analysis and Application	6. 最初と最後の頁 578-628
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2016.02.020	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 144
2. 論文標題 On flow equivalence of one-sided topological Markov shifts	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 2923-2937
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1090/proc/13074	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto and Hiroki Matui	4. 巻 36
2. 論文標題 Continuous orbit equivalence of topological Markov shifts and dynamical zeta functions	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Ergodic Theory and Dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 1557-1581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1017/etds.2014.128	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 117
2. 論文標題 Cuntz-Krieger algebras associated with Hilbert C^* -quad modules of commuting matrices	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Mathematica Scandinavica	6. 最初と最後の頁 126-149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7146/math.scand.a-22239	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 74
2. 論文標題 Strongly continuous orbit equivalence of one-sided topological markov shifts	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Operator Theory	6. 最初と最後の頁 457-483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7900/jot.2014aur19.2063	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 21
2. 論文標題 C^* -algebras associated with textile dynamical systems	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 New York Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1179-1245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://nyjm.albany.edu/j/2015/21-54.html	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 36
2. 論文標題 On the Markov Dyck shifts of vertex type	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Discrete and Continuous dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 403-422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10:3934/dcds.2016.36.403	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 Kengo Matsumoto	4. 巻 485
2. 論文標題 Subshifts, lambda-graph-bisystems and C*-algebras, Journal of Mathematical Analysis and Applications,	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Analysis and Applications,	6. 最初と最後の頁 123843, 55 p
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1080/14689367.2018.1470227	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 82
2. 論文標題 Topological conjugacy of topological Markov shifts and Ruelle algebras, Journal of Operator Theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Operator Theory	6. 最初と最後の頁 253-284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.7900/jot.2018apr08.2235	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 Wolfgang Krieger, Kengo Matsumoto	4. 巻 39
2. 論文標題 Markov-Dyck shifts, neutral periodic points and topological conjugacy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Discrete and Continuous Dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.3934/dcds.2019001	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 該当する

1. 著者名 Kengo Matsumoto	4. 巻 39
2. 論文標題 Stae splittings, strong shift equivalence and stable isomorphism of Cuntz-Krieger algebras	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 93-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1080/14689367.2018.1470227	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 該当する

[学会発表] 計8件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 Flow equivalence of topological Markov shifts and extended Ruelle algebras
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2018年~2019年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 Flip conjugacy of topological markov shifts and Ruelle algebras
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2018年~2019年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 双曲型力学系における漸近的連続軌道同型と R u e l l e 環
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 スメール空間からできるRuelle 環と両側Cuntz-Krieger 環
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 Strong Morita equivalence of C^* -algebras v.s. strong shift equivalence of matrices
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 Relative morita equivalence of Cuntz-Krieger algebras and flow equivalence of topological Markov shifts
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 strongly continuous orbit equivalence of topological Markov shifts and Cuntz-Krieger algebras
3. 学会等名 日本数学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本 健吾
2. 発表標題 Subshifts , lambda-graph bysystems and their c*-algebras,
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----