

令和 6 年 5 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2018～2023

課題番号：18H05322・20K20341

研究課題名（和文）散逸系複雑ダイナミクスの万能細胞を求めて

研究課題名（英文）Toward the understanding of organizing center for the complex dynamics in dissipative systems

研究代表者

西浦 廉政（Nishiura, Yasumasa）

北海道大学・電子科学研究所・客員研究員

研究者番号：00131277

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,900,000円

研究成果の概要（和文）：ナノ微粒子中における多様な構造形成をCoupled Cahn-Hilliard方程式系を用いて調べた。対応する無限次元自由エネルギー風景の形状探索における階層的サドル解ネットワークの重要性を不安定解数値探索法により明らかにした。同時に反直感的な角を持つ多面体構造形成の原因は圧力や初期濃度などの初期実験設定に深く関係し、これらは方程式系の時定数により制御できることが判明した。この時定数制御は静的な「万能細胞」を補完する新たなダイナミックな思想である。2次元衝突問題や不均一媒質でのパターンダイナミクスの理解においても複合特異点などの非平衡組織中心網の視点から重要な問題に解決をもたらした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

無限次元自由エネルギーの探索方法の新たな視座を提供した。自由エネルギーには膨大な極小解が存在し、それらはサドル型分水嶺により分たれている。その網羅的探索は困難であるが、高い不安定性を持つサドル解の成すネットワークとその下流探索により、興味ある解のクラスを網羅的に列挙できることが可能となった。また未知関数が複数である場合にはその時定数比の変化が分たれたbasin探索に極めて有効であることが示された。実際、時定数変化は実験設定と密接に関係しており、材料は同じでも実験状況に応じて様々な生成物が得られることと関連している。この方法は普遍的に適用可能であり、実験家にとっての羅針盤としての役割を果たす。

研究成果の概要（英文）：We investigated the diverse structural formations within nano-particles using the coupled Cahn-Hilliard equations. Through a systematic numerical exploration, we revealed the significance of hierarchical saddle solution networks embedded in the corresponding infinite-dimensional free energy landscape. Additionally, we found that the formation of counterintuitive polyhedral structures is deeply related to experimental initial settings such as pressure and initial concentration of polymers, which can be controlled by the characteristic time scales of the model equations. This time scale control represents a new dynamic approach complementing static "universal cells" viewpoint. Moreover, our perspective from the viewpoint of non-equilibrium organizing center such as high Morse index singularities has provided key contribution to understand the complex pattern dynamics arising in 2D collision problems and dynamics of patterns with oscillatory tails in heterogeneous media.

研究分野：応用数学

キーワード：大域分岐解析 ナノ微粒子 反応拡散方程式 相分離 自己組織化 Cahn-Hilliard 方程式 空間局在解

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

真に平衡から遠い複雑現象の理解のための新たな数理的視点 非平衡組織中心網(Far from Equilibrium Network (FFEN)) を築き、そこから複雑ダイナミクスの統一的理解と制御を目指す革新的方法論の構築を実験、解構造全探索計算そして数学解析の三位一体の体制で切り開くことが期待されていた。具体的にはナノ微粒子形態予測と制御、3次元衝突問題、不均一性が生み出す自発ダイナミクスの3課題の解明から普遍的枠組みを取り出す。これらは材料科学、流体、化学反応など全く出自は異なるが、最も退化し不安定と考えられる解の集合(FFEN)に着目することにより、統一的理解が可能になると考えられた。いわば散逸系複雑ダイナミクスを生み出す万能細胞を見つけ出す挑戦である。背景として空間局在解の衝突ダイナミクスの理解において退化した不安定解ネットワークの役割が決定的であることが明らかにされた経緯がある。実験家は多様な形態や機能を生み出すために、意図せずに極めて平衡から遠い状態を初期に作り、そこから出発することで、これまでにないものが出ることを直感的に理解している。

### 2. 研究の目的

これまでの多彩な分野における水平展開から、本格的な垂直展開への挑戦として「パターンを生み出す万能細胞」の数理実体を明らかにする。そこから多様な形態、ダイナミクスを統一的理解し、制御することを目指す。

#### (1)3次元ナノ微粒子系における形態探索と実験デザインの創成

微粒子形状と内部ミクロ相分離を制御する変数の時定数空間と実験設定の対応付け及び初期値空間と最終モルフォロジーの経路探索と分類を実施し、最も多様な解を生み出す組織中心解の同定を行い実験デザインの指針とする。

#### (2)高次元衝突問題におけるFFENの解明

反応拡散系の空間局在解の3次元衝突問題における最も退化した組織中心網FFENの探索を実施する。まずは正面衝突に限定し、対称性の高いFFENの候補を探索する。次に解析的手法も併用しFFENからの開折を行いネットワーク構造を明らかにする。

#### (3)不均一性がもたらす自発ダイナミクスの解明

微少な媒質の不均一性が自発的パルス生成を示すなど、興奮性、振動性などactiveな媒質においては、不均一性が多様なダイナミクスを生み出すことが知られている。JumpやBumpなどの基本型不均一性がもたらす秩序解の全探索を行い、対応するFFENの全容を明らかにする。とりわけ振動テールを持つ場合を考察し、多様なダイナミクスを生み出すネットワーク構造を明らかにする。

#### (4)非線型・非平衡世界の理解のための新たな視座の提供

事例に共通するFFEN構造の抽出を実施し、平衡から遠く離れた散逸系複雑ダイナミクスの理解のための全く新たな視点と方法論を確立する。

### 3. 研究の方法

これらを遂行するために次の理論および実験手法を用いる。

(1)ナノ微粒子創成デザインとその実験的検証(藪, 西浦): 初期実験設定と数理モデルに含まれるパラメータの対応が付く形での実験デザインを構築する。とくに貧溶媒-良溶媒比率, 圧

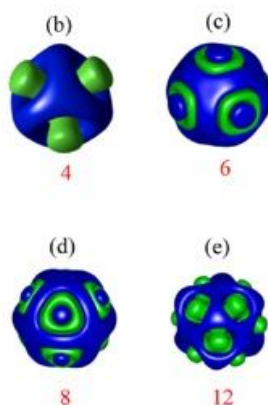
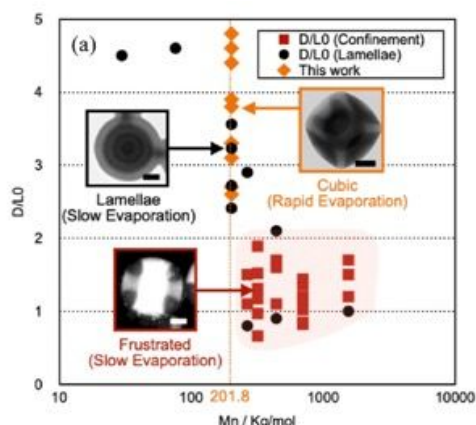
力，温度等の実験パラメータと数理モデルパラメータの対応原理を探る．とりわけ微粒子形成ダイナミクスと内部のマイクロ相分離の2つのダイナミクスの競合過程に関与する時定数パラメータ依存性を調べることで，最終形態への分化ルートを明らかにし，FFENの同定を目指す．

(2)解空間全構造探索による階層的ネットワークの解明（西浦，渡辺，國府）：最も退化し，最も対称性が高い組織中心解の探索を数値的大域分岐解析により実施し，そこから派生するネットワーク構造の解明を(3)の手法を併用しつつ解明する．

(3)複合退化特異点からの開折による組織中心解(FFEN)の同定と有限次元ダイナミクスへの帰着（西浦，渡辺）：粒子パターンの不安定化に伴う特異点としてサドル・ノード分岐，ピッチフォーク（ドリフト）分岐，ホップ分岐などがある．これらが複合したより高次の特異点がFFENの要のノードとなる可能性がある．目的の(2),(3)においては，ホップ・ピッチフォーク複合特異点などが重要な役割を果たすと考えられている．それらの複合特異点の近傍においては，退化次元に応じた有限次元ダイナミクスへの帰着により厳密解析が可能となる．

#### 4．研究成果

(1) 3次元ナノ微粒子系における理論と実験の対応関係：実験設定は使用する実験材料（ポリマー一種）・溶媒から始まり，圧力，温度，初期濃度など多岐にわたる．どの要素が最終結果に大きな影響を及ぼしているのか事前には不明なことが多い．とくに自由エネルギーに含まれるパラメータに直接関与していないと思われる要因，例えば初期ポリマー濃度，析出時の圧力などは当初マイナーと考えられてきたが，理論的考察からそれらは極めて重要な役割を果たすことが明らかになった．それは自由エネルギーの汎函数微分で得られるcoupled Cahn-Hilliard 方程式系の2つの未知関数  $u$ ,  $v$  の時間微分の前の時定数比に関わり，その比が最終形状に大きな影響を与えるのである．例えば，圧力が低ければ，ポリマー粒子析出が加速され，それは微粒子形状を記述する変数  $u$  の時定数を小さくする方向に寄与する．本研究の課題の一つである，多面体解の探索においては，微粒子の析出とその内部のマイクロ相分離の形成のスピードの比が決定的であり，析出スピードが速いパラメータ領域でのみ多面体解は得られ，実験においても確認された(図1)．これは形態形成が階層的，すなわち微粒子の全体形状とその内部でのマイクロ相分離という2つのダイナミクスがどのような順番で進行するかが最終状態に大きく影響するからである．言い換えると自由エネルギーの極小解として様々な多面体解は存在するが，それを探索するには，最速降下法（時定数比=1）では見つけることはできず，それに適した時定数パラメータ比の降下法で探索することが不可欠となる．3次元無限次元自由エネルギー

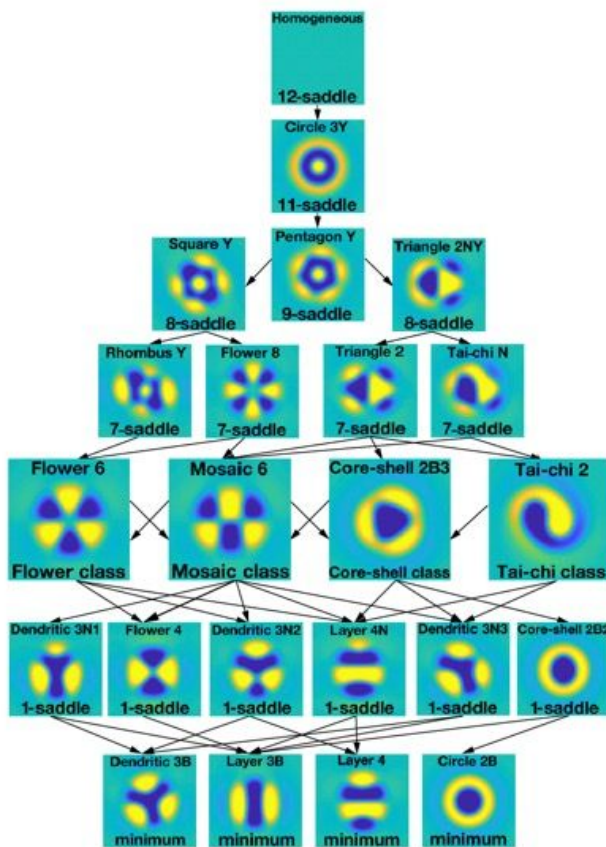


の極小解は極めて膨大であり，その分布は一般に明らかでない．時定数比という動的な要素が深く関与していることは大きな発見であり，実験デザインにおいても基盤的情報となる．この成果はアメリカ化学会の interdisciplinary

図1 (ACS Omega, 2024)

journal であるACS Omega に掲載され、その表紙を飾った。数学的には時定数比がゼロもしくは無限大の時には、無限次元 slow manifold の問題となり、新たなslow-fast系のカテゴリーを生み出し、今後の発展が期待される分野となった。

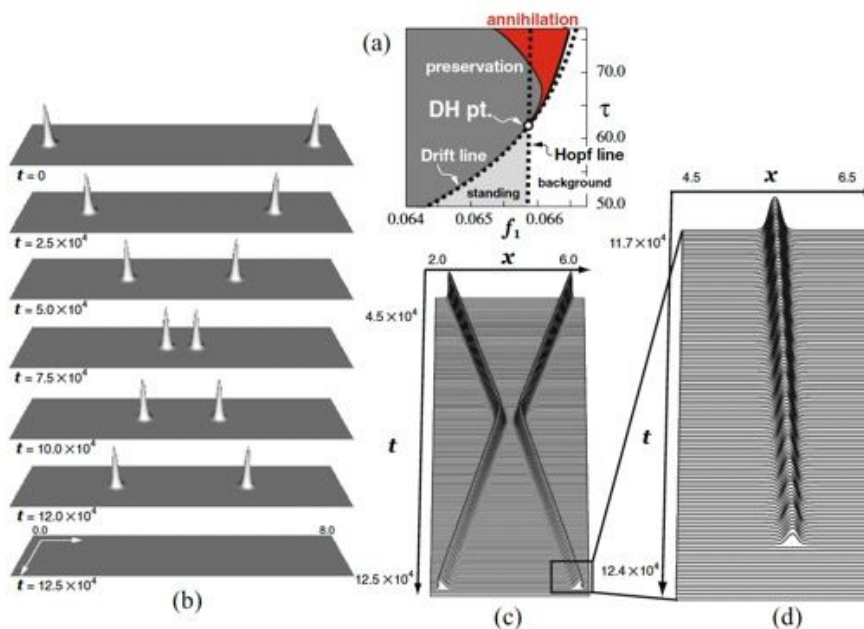
(2) 2次元自由エネルギー風景問題：空間次元が2次元の場合は、3次元と比較して極小解の総数は減少し、あるパラメータ領域では、



ランダム初期値から出発した場合に、どのようなサドル解を經由して、エネルギー極小解に到達するかが明らかになる。探索の仕方として、万能細胞に相当するMorse index が高いサドルを見つけることが有効であり、そこから下流に水を流すように極小解を探索するのが効率的となる。これは Dimer 法と呼ばれる手法であり、研究協力者でもある北京大学の Lei Zhang らのグループにより開発されたものである。事前情報としてサドルの位置やその不安定指数を必要とせず、自発的なダイナミクスに従って探索可能となる。この成果はナノ微粒子問題では最初の結果であり、PRE(2021)に発表された。

図 2 (PRE 2021)

(3) 高次元衝突問題におけるFFENの解明：対消滅(annihilation)は、空間局在解の衝突における典型的なアウト



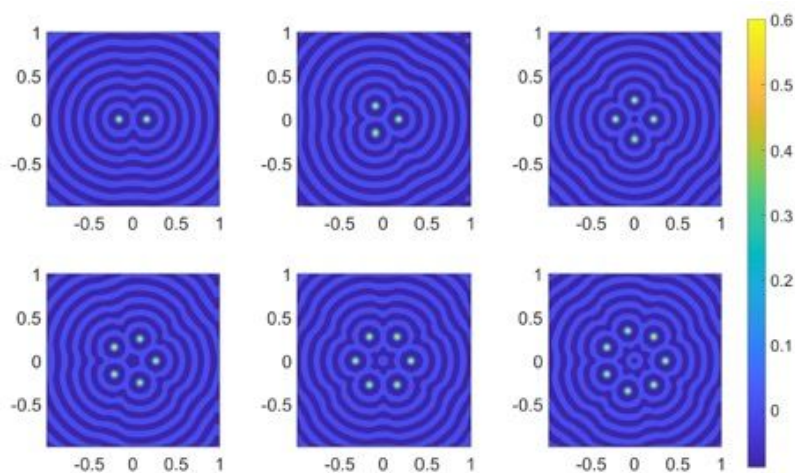
プットの一つであり、大変形であるがゆえに、それを生み出す内在的ダイナミクスは長い間不明であった。余次元2のHopf-drift型複合特異点がそれを生み出す組織中心の一つであることが明らかになった。中心

図 3 (JJAIM 2023)



多様体次元低減法により，衝突ダイナミクスは有限次元問題に帰着され，それにより消滅領域のbasin boundary が明らかにされた．それは不安定な脈動型進行パルスで特徴付けられ，その安定多様体がbasin boundary を与える．消滅領域はHopf-drift特異点にその端点を持つ舌 (tongue)形状であり，annihilation tongueと呼ばれる．ドリフト分岐に近いことから，任意に遅い速度のパルス衝突であっても対消滅は起こり，反直感的であるが，これはbasin が特異点に近づくと縮小する舌形状に起因する．これは日本応用数学会 40 周年記念号 JJAIM(2023) に掲載された

(4) 振動テール問題：空間局在解のテールには単調型と振動型の 2 種類がある．振動型の場合には，2 つの局在解の相互作用は斥力と引力が交互に現れ，単調型と比べ複雑になるだけでなく，様々なクラスターが形成され，それらの分類と安定性が重要な問題となる．1次元において



では $m$ -山定常パルスと進行パルスがスネーク型大域分岐構造と多重イソラ構造を作り，それらの相互関係も明らかにされた．2次元においては，リング形状のクラスター解の存在とその安定性を論じた．定常リングと回転リング解の存在と安定性が議論された．この結果

図 4 (SIADS, 2022)

はSIADS (2022) に発表された．

(5) 不均一場における振動テール局在解ダイナミクスの解明: 媒質に不均一性があると，そこを伝搬する進行局在解のダイナミクスは大きな影響を受ける．とりわけテールが振動型の場合には，不均一性との引っ掛かり方が多様となり，単一のバンプの存在が無限個のサドルを含む平衡点を生み出し，それが通過，反射，トラップなど進行パルスの運動を規制する．これらのダイナミクスの basin boundaryは上の平衡点をつなぐ無限個のヘテロクリニック軌道により成ることがわかり，初期値への敏感な依存性を反映するものとなっている．この結果は4に述べたスネーク型大域分岐の結果と共にPhysica D (2022) に発表された．

(6) 3種反応拡散系問題への接合漸近展開法によるパルス解厳密存在証明と多重ホップ解析：3種系反応拡散系に対する定常パルス解を接合漸近展開法により厳密に構成した．幾何的特異摂動法と比較し，とりわけ複素固有値の挙動についてより精緻な結果が得られた．手法はSLEP法と呼ばれる（代表者により80年代に開発された）ものであり，その有効性が改めて示された．余次元2の複合特異点の存在もこの解析から示され，そこから多様な解が出現することは数値的に確認された．この結果はJDE (2021) に発表された．また3種Schnakenberg モデルに対して，多重Hopf分岐が存在することが証明され，複数のパルスが共存する場合にin-phase, out of phase等の多彩な振動モード解析を実施した．この結果はNonlinearity (2021) に掲載された．

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Avalos Edgar, Teramoto Takashi, Hirai Yutaro, Yabu Hiroshi, Nishiura Yasumasa	4. 巻 9
2. 論文標題 Controlling the Formation of Polyhedral Block Copolymer Nanoparticles: Insights from Process Variables and Dynamic Modeling	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 17276-17288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.3c10302	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 Nishiura Yasumasa, Teramoto Takashi, Ueda Kei-Ichi	4. 巻 40
2. 論文標題 Arbitrarily weak head-on collision can induce annihilation: the role of hidden instabilities	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 1695 ~ 1743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13160-023-00607-5	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 Matsuo Muneyuki, Yasuda Katsunari, Nishi Kei, Kuze Masakazu, Kitahata Hiroyuki, Nishiura Yasumasa, Nakata Satoshi	4. 巻 127
2. 論文標題 Originating Point of Traveling Waves on a Spherical Field Dependent on the Nature of Substrate Surface	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 1841 ~ 1847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c08041	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 Yasumasa Nishiura, Shuangquan Xie	4. 巻 21
2. 論文標題 Dynamics of N-Spot Rings with Oscillatory Tails in a Three-Component Reaction-Diffusion System	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SIAM J. APPLIED DYNAMICAL SYSTEMS	6. 最初と最後の頁 2268-2296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/22M1492143	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 Yasumasa Nishiura, Takeshi Watanabe	4. 巻 440
2. 論文標題 Traveling pulses with oscillatory tails, figure-eight-like stack of isolas, and dynamics in heterogeneous media	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physica D	6. 最初と最後の頁 133448
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2022.133448	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 Kota Okamoto, Ippei Obayashi, Hiroshi Kokubu, Kei Senda, Kazuo Tsuchiya, Shinya Aoi	4. 巻 16
2. 論文標題 Contribution of Phase Resetting to Statistical Persistence in Stride Intervals: A Modeling Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Neural Circuits	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) 10.3389/fncir.2022.836121	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 Masato Hara, Hiroshi Kokubu	4. 巻 -
2. 論文標題 Learning dynamics by reservoir computing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JDDE	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) 10.1007/s10884-022-10159-w	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 L. Tong, Y. Nabae, T. Hirai, H. Yabu, T. Hayakawa	4. 巻 224
2. 論文標題 Creation of Thermal Response Ordered Mesostructure Polymer Particles Using Diblock Copolymers via 3D Confined Self-Assembly	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Macromolecular Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 2200402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/macp.202200402	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 Xu Zhen, Han Yucen, Yin Jianyuan, Yu Bing, Nishiura Yasumasa, Zhang Lei	4. 巻 104
2. 論文標題 Solution landscapes of the diblock copolymer-homopolymer model under two-dimensional confinement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 14505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.104.014505	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 Xie Shuangquan, Kolokolnikov Theodore, Nishiura Yasumasa	4. 巻 34
2. 論文標題 Complex oscillatory motion of multiple spikes in a three-component Schnakenberg system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nonlinearity	6. 最初と最後の頁 5708 ~ 5743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6544/ac0d46	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 Nishiura Yasumasa, Suzuki Hiromasa	4. 巻 303
2. 論文標題 Matched asymptotic expansion approach to pulse dynamics for a three-component reaction diffusion system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 482 ~ 546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2021.09.026	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 Duncan William, Gedeon Tomas, Kokubu Hiroshi, Mischaikow Konstantin, Oka Hiroe	4. 巻 20
2. 論文標題 Equilibria and their Stability in Networks with Steep Sigmoidal Nonlinearities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SIAM Journal on Applied Dynamical Systems	6. 最初と最後の頁 2108 ~ 2141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1137/21M1398331	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 Avalos Edgar, Akagi Kazuto, Nishiura Yasumasa	4. 巻 186
2. 論文標題 Visible fingerprint of X-ray images of epoxy resins using singular value decomposition of deep learning features	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Computational Materials Science	6. 最初と最後の頁 109996 ~ 109996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.commat.2020.109996	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 Nishiura Yasumasa	4. 巻 2020
2. 論文標題 The central philosophical viewpoint/concept of "mathematics of the commons" as a promising direction of applied mathematics.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 9 ~ 11
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 無
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 Avalos Edgar, Xie Shuangquan, Akagi Kazuto, Nishiura Yasumasa	4. 巻 409
2. 論文標題 Bridging a mesoscopic inhomogeneity to macroscopic performance of amorphous materials in the framework of the phase field modeling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physica D: Nonlinear Phenomena	6. 最初と最後の頁 132470 ~ 132470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2020.132470	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 Ueda Kei-Ichi, Nishiura Yasumasa, Kitajo Keiichi	4. 巻 156
2. 論文標題 Mathematical mechanism of state-dependent phase resetting properties of alpha rhythm in the human brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 237 ~ 244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2020.03.007	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 Okamoto Kota, Aoi Shinya, Obayashi Ippei, Kokubu Hiroshi, Senda Kei, Tsuchiya Kazuo	4. 巻 15
2. 論文標題 Fractal mechanism of basin of attraction in passive dynamic walking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioinspiration & Biomimetics	6. 最初と最後の頁 055002 - 055002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-3190/ab9283	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 Kei-Ichi Ueda, Yasumasa Nishiura, Keiichi Kitajo	4. 巻 -
2. 論文標題 Mathematical mechanism of state-dependent phase resetting properties of alpha rhythm in the human brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neurosci Res.	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) 10.1016/j.neures.2020.03.007	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 Kei Nishi, Yasumasa Nishiura, Takashi Teramoto	4. 巻 398
2. 論文標題 Reduction approach to the dynamics of interacting front solutions in a bistable reaction-diffusion system and its application to heterogeneous media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica D	6. 最初と最後の頁 183-207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2019.03.009	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 Yutaro Hirai, Edgar Avalos, Takashi Teramoto, Yasumasa Nishiura, Hiroshi Yabu	4. 巻 4
2. 論文標題 Ashura Particles: Experimental and Theoretical Approaches for Creating Phase-Separated Structures of Ternary Blended Polymers in Three-Dimensionally Confined Spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 13106-13113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.9b00991	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 Yang Li, Hiroshi Kokubu, and Kazuyuki Aihara	4. 巻 391
2. 論文標題 Explicit transversality conditions and local bifurcation diagrams for Bogdanov-Takens bifurcation on center manifolds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physica D	6. 最初と最後の頁 52-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2018.11.005	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 Kei-Ichi Ueda, Keiichi Kitajo, Yoko Yamaguchi, Yasumasa Nishiura	4. 巻 99
2. 論文標題 Neural network model for path-finding problems with the self-recovery property	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 032207(1-13)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.99.032207	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 Peter van Heijster, Chao-Nien Chen, Yasumasa Nishiura, Takashi Teramoto	4. 巻 31
2. 論文標題 Pinned Solutions in a Heterogeneous Three-Component FitzHugh-Nagumo Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Dynamics and Differential Equations	6. 最初と最後の頁 153-203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10884-018-9694-7	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 Julius Rhoan T. Lustro <sup>1</sup> , Genta Kawahara, Lennaert van Veen, Masaki Shimizu, and Hiroshi Kokubu	4. 巻 862 R2
2. 論文標題 The onset of transient turbulence in minimal plane Couette flow	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Fluid Mech. Rapids	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jfm.2018.971	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42件(うち招待講演 33件/うち国際学会 27件)

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Multiscale pattern formation in space and time
3. 学会等名 10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 The floodgates to pattern formation problems
3. 学会等名 International Conference on Reaction-diffusion systems; from the past to the future -in memory of Prof. Masayasu Mimura- (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西浦廉政
2. 発表標題 数学における2つの文化
3. 学会等名 21世紀の複雑系研究集会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hiroshi Kokubu
2. 発表標題 Reservoir computing for dynamics
3. 学会等名 KiPAS Dynamics Days (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 國府寛司
2. 発表標題 力学系のリザーバー計算
3. 学会等名 2023年度 武蔵野大学 数理工学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Dynamics of localized patterns with oscillatory tails
3. 学会等名 International Conference on Nonlinear Partial Differential Equations 2022, October 19-21, 2022 -In honor of Professor Hiroshi Matano's 70th Birthday- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Collision in Dissipative Systems -A Role of Hidden Instabilities-
3. 学会等名 Colloquium at Beijing International Center for Mathematical Research (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西浦廉政
2. 発表標題 コモンズの数学へ
3. 学会等名 西浦廉政先生古希記念研究会 -21世紀応用数学の現在と未来- (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Kokubu
2. 発表標題 Two new ideas for dynamical time-series analysis
3. 学会等名 AIHARA MS Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroshi Yabu
2. 発表標題 Polymer self-assembly under 3D confinement
3. 学会等名 ACS Fall Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西浦廉政, 渡辺毅
2. 発表標題 Traveling pulses with oscillatory tails, figure-eight-like stack of isolas, and sensitive dependence on initial data in heterogeneous media
3. 学会等名 日本応用数理学会2021年度年会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Traveling pulses with oscillatory tails, figure-eight-like stack of isolas and dynamics in heterogeneous media
3. 学会等名 Oberwolfach Workshop (ID 2132) "Dynamics of Waves and Patterns" (hybrid) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Yasumasa Nishiura, Edgar Avalos, Takashi Teramoto, and Hiroshi Yabu
2. 発表標題 Metamorphosis of polymer nanoparticles
3. 学会等名 SIAM MS21 (online) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Traveling pulses with oscillatory tails, figure-eight stack of isolas, and dynamics in heterogeneous media
3. 学会等名 PIMS workshop on New Trends in Localized Patterns in PDEs: Mathematical Theory and Applications to Physics, Biology and the Social Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西浦廉政
2. 発表標題 散逸系におけるマクロな粒子性と波動性
3. 学会等名 MIMS共同研究集会「幾何学・連続体力学・情報科学の交差領域の探索 (II)」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西慧, 西浦廉政
2. 発表標題 3 種反応拡散方程式でみられる進行連結パルス解の相互作用と遷移ダイナミクスについて
3. 学会等名 日本数学会 2022 年度年会 春季総合分科会
4. 発表年 2021年 ~ 2022年

1. 発表者名 西慧, 西浦廉政
2. 発表標題 3 種反応拡散方程式でみられるパルス解の分岐構造と遷移ダイナミクス
3. 学会等名 日本数学会2021年度春季総合分科会, 応用数学科会, 慶應義塾大学矢上キャンパス (オンライン配信)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西浦廉政, Shuangquan Xie, T. Kolokolnikov
2. 発表標題 Complex oscillatory motion of multiple spikes for a three-component Schnakenberg model
3. 学会等名 日本数学会2020年度秋季総合分科会, 応用数学科会, 熊本大学 (オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西浦廉政
2. 発表標題 ミクロとマクロの橋渡し - 数理的立場からの一考察
3. 学会等名 第69回高分子討論, 岩手大学 (オンライン開催) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroshi Kokubu
2. 発表標題 Learning dynamics of the logistic maps by Reservoir Computing
3. 学会等名 International Conference: Differential Equations for Data Science 2021 (DEDS2021), RIMS, Kyoto University, online (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Heterogeneity-induced Dynamics
3. 学会等名 Tohoku - Lorraine Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 On the Interplay between Intrinsic and Extrinsic Instabilities of Spatially Localized Patterns
3. 学会等名 SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems (DS19), MS158, May 22, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura, Edgar Avalos, Takashi Teramoto, Hiroshi Yabu
2. 発表標題 From Janus to Ashura -A hierarchical structure of nanopolymer-particles-
3. 学会等名 ICIAM2019, Valencia, July 19. 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Watanabe, Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Collision dynamics of traveling spots against axisymmetric heterogeneity
3. 学会等名 Equadiff 2019, July 8--12, Leiden University, Leiden Netherlands (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Self-healing of multistate network systems
3. 学会等名 Workshop on emerging areas in reaction-diffusion systems, East China Normal University, May 25, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroshi Kokubu
2. 発表標題 Morse decomposition of dynamics from time-series data and its application
3. 学会等名 EASIAM, Wuhan University, Wuhan, China June 13-16, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西 慧, 西浦 廉政, 寺本 敬
2. 発表標題 ジャンプ型非一様性をもつ3種反応拡散方程式における双安定パルス解のダイナミクス
3. 学会等名 2019日本数学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Classification of amorphous materials and the dynamic toughness problem
3. 学会等名 Phase-Field Models of Fracture (19w5207) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Spontaneous recovery of loop structure and a role of post-inhibitory rebound in multistate network systems
3. 学会等名 Advances in Pattern Formation: New Questions Motivated by Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 On the interplay between intrinsic and extrinsic instabilities of spatially localized patterns
3. 学会等名 Algebraic Topology in Dynamics and Data 2018 (ATDD '18) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Snaky Structures of Localized Patterns with Oscillatory Tails and Collision Dynamics in Heterogeneous Media
3. 学会等名 SIAM Conference on NONLINEAR WAVES and COHERENT STRUCTURES (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Frustrated Nanoparticles and their Metamorphosis
3. 学会等名 KSIAM 2018 Spring Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Data analysis for the toughness of polymer materials-An illustration of topological approach, machine learning and phase field modeling-
3. 学会等名 South Lake Workshop in Bioinformatics and System Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 Self-recovery of loop structure for the defects of networks
3. 学会等名 China-Japan Symposium on Defects and Cracks in 2018 CSIAM Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西浦 廉政
2. 発表標題 振動テールをもつパルスの非局所相互作用
3. 学会等名 札幌非線形現象研究会2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasumasa Nishiura
2. 発表標題 How defects impact on the dynamics of spatially localized patterns
3. 学会等名 Second Joint Australia-Japan workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 西浦 廉政
2. 発表標題 振動テールをもつ空間局在解に見る非局所相互作用の起源
3. 学会等名 第230回広島数理解析セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Yabu
2. 発表標題 Experimental and Theoretical Approaches for Controlling of Morphologies of Nanostructured Polymer Particles
3. 学会等名 E-MRS 2018 Spring Meeting (2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西浦廉政、渡辺毅
2. 発表標題 非局所相互作用の力学系的起源
3. 学会等名 2018応用数学合同研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Kokubu
2. 発表標題 Computer-assisted Approach to Global Dynamics of Multi-parameter Systems
3. 学会等名 KSIAM Spring Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 國府寛司
2. 発表標題 ダイナミクスの数学ー失敗から生まれた研究分野とその発展ー
3. 学会等名 失敗学会夏の大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Kokubu
2. 発表標題 Morse decomposition of the switching system and its smooth perturbations
3. 学会等名 International Conference on Algebraic Topology in Data and Dynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>西浦廉政研究室 「 commonsの数学」  <a href="https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/nishiura_labo/researchmap">https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/nishiura_labo/researchmap</a> 西浦廉政  <a href="https://researchmap.jp/ynishiura">https://researchmap.jp/ynishiura</a></p>
---

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	藪 浩  (Yabu Hiroshi)  (40396255)	東北大学・材料科学高等研究所・教授    (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	渡辺 毅  (Watanabe Takeshi)  (40726676)	公立諏訪東京理科大学・工学部・特任准教授    (23604)	
研究分担者	國府 寛司  (Kokubu Hiroshi)  (50202057)	京都大学・理学研究科・教授    (14301)	

	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
研究協力者	アバロス エドガー  (Avalos Edgar)		
研究協力者	ザン レイ  (Zhang Lei)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計3件

国際研究集会 10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics:MS656 Minisymposium "Multiscale pattern formation"	開催年 2023年～2023年
国際研究集会 Summer Workshop 2023 "Patterns and Waves in Niseko"	開催年 2023年～2023年
国際研究集会 SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems (DS19), Snowbird Ski and Summer Resort Snowbird, Utah, U.S.	開催年 2019年～2019年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
中国	北京大学		