

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03435

研究課題名（和文）可積分系の離散的方法を基盤とした非線形波動解析のための計算アルゴリズムの開発

研究課題名（英文）Development of computational algorithms for nonlinear wave analysis based on discrete methods for integrable systems

研究代表者

丸野 健一（MARUNO, KENICHI）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：80380674

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：可積分系の研究において見出された離散数理構造を積極的に用いて複雑な波動現象解明のための革新的な計算手法を開発することを目標として研究を行なった。具体的には、(1) 離散可積分系研究で見出された手法を基盤とした高精度で高速な構造保存型差分スキームの開発およびその数理的性質の研究、(2) 2次元波動パターンのある時刻における情報からそのパターンを生成する厳密解を構成し波動パターンの時間発展を予測する計算アルゴリズムの開発に取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題は可積分系の研究において見出された離散数理構造を積極的に用いて複雑な波動現象解明のための革新的な計算手法を開発することが目標であるが、得られた研究成果によって従来の手法では困難であった計算、解析を可能となった。本研究課題で得られた成果をさらに発展させることで複雑な波動現象の解析が容易になることが期待される。

研究成果の概要（英文）：The goal of our research is to develop innovative computational methods for elucidating complex wave phenomena by using discrete mathematical structures discovered in the study of integrable systems. Specifically, we worked on (1) the development of fast and accurate structure-preserving finite difference schemes based on the methods found in the study of discrete integrable systems, and (2) the development of computational algorithms to predict the time evolution of wave patterns from the information at a certain time.

研究分野：数理物理，応用数学，応用可積分系，非線形波動

キーワード：応用可積分系 可積分アルゴリズム 2次元波動パターン 解構造保存離散化 自己適合移動格子スキーム 離散可積分系 ソリトン パフィアン

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

1970年代半ばの広田と Ablowitz のソリトン方程式の解構造を保つ離散化の試みから始まった離散可積分系の研究は、Bobenko らのベルリングループによる離散微分幾何学の創始とその CG 分野への応用、京都大学の中村らのグループによる特異値分解アルゴリズム等の可積分アルゴリズムの開発など、新たな数的手法の開発に応用されつつある。申請者は可積分系研究で発展した手法、知見を用いて、特異性のある解を持つ非線形偏微分方程式(浅水波を記述する Camassa-Holm 方程式, 光ファイバー中の超短光パルス記述する短パルス方程式など)の解構造を保存する差分スキームの開発に成功した。これはメッシュが特異性のある部分周辺で自動的に細かく刻まれ時間とともにメッシュが動いていく差分スキームであり、「自己適合移動格子スキーム」と呼ばれている。

一方、水深が浅いところでの2次元弱非線形水面波を記述する KP 方程式は、佐藤によって可積分系理論(佐藤理論)の中核となる方程式であることが明らかにされ、様々な側面から詳細な数学的研究がなされてきた。また、アメリカの海洋物理学者 Miles の先駆的研究により KP 方程式は津波などで観測されるマッハ反射という現象に対応する厳密解を持つことが見出され、KP 方程式は海洋波・津波の研究で重要な役割を果たすことが認識された。しかしながら、海洋波分野と可積分系分野の垣根は大きく、佐藤理論以降の可積分系理論の最先端の技法が海洋波研究に応用されることは全くなかった。2000年代になり、KP 方程式のような2次元ソリトン方程式において蜘蛛の巣状パターンなど複雑なソリトン相互作用を示す厳密解が発見され、2次元ソリトン方程式は従来認識されていた以上に多様な厳密解を持つことがわかってきた。その後、2次元ソリトン相互作用のパターンの分類の研究が活発化し、行列式の全非負性、コード図、ネットワーク図、三角形分割、Le 図形、団代数などソリトン方程式が内包する離散数理構造を利用することでソリトンが作るパターンの分類ができることがわかってきた。さらに、この2次元ソリトンパターンの分類の研究が、どのような状況下でソリトンの振幅が増大するかなど海洋波の研究において重要な問題に対する新たな数理的道具となることがわかり、2次元ソリトンに関連する研究が数学、物理学、工学の研究分野の枠を超えて世界的に盛り上がっていた。

## 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、可積分系の研究において見出された離散数理構造を積極的に用いて複雑な波動現象解明のための革新的な計算手法を開発することの開発を行うことである。具体的には、(1)離散可積分系研究で見出された手法を基盤とした高精度で高速な構造保存型差分スキームの開発およびその数理的性質の研究、(2)2次元波動パターンのある時刻における情報からそのパターンを生成する厳密解を構成し波動パターンの時間発展を予測する計算アルゴリズムの開発を目指す。

## 3. 研究の方法

(1)では可積分系理論、保存則、ホドグラフ変換、離散微分幾何学、数値計算を用いて研究を行った。(2)では、可積分系理論、行列式・パフィアンの全非負性、コード図、ネットワーク図、三角形分割、Le 図形などの組み合わせ論・計算幾何学的手法と数値計算を用いて研究を行った。

## 4. 研究成果

### (1)に関連する研究成果

大変形問題に対する数値計算スキームである自己適合移動格子スキームの構築と実装に関する

研究に取り組んだ。離散可積分系の手法とともに離散微分幾何学の手法を積極的に用いて、申請者らが提案した自己適合移動格子スキームの研究、開発を中心に行なった。短パルス方程式をはじめいくつかの物理現象の数値モデルに対して自己適合移動格子スキームの構築と精度検証を行ない新たな知見を得た。離散微分幾何学的アプローチを用いて離散空間曲線の運動から渦糸の運動を記述する複素 WKI 方程式の自己適合移動格子スキームの構築に取り組み、渦糸の運動の高精度数値計算法の開発に成功した。解構造を保ち空間と時間を共に離散化することによって得られる全離散自己適合移動格子スキームの構築と一般的な境界条件化での自己適合移動格子スキームの実装がこの研究課題の大きな課題であったが、短パルス型方程式についてこれらの課題を解決することができた。また、新型コロナウイルス感染拡大時に興味を持った感染症の数値モデルの解構造を保存する離散化に成功したが、これは自己適合移動格子スキームを構築する手法を適用することで得られた。また、解構造を保存するソリトン方程式の離散化のアイデアを発展させ、ソリトン方程式の可積分性を保つ遅延化およびそれらの超離散化に成功した。

## (2)に関連する研究についての成果

2次元可積分系理論を基盤としてコード図、ネットワーク図、三角形分割などの組み合わせ論や計算幾何学の手法を積極的に用いて2次元非線形波動方程式の分類問題に取り組んだ。特に、DKP(結合型 KP)方程式、Davey-Stewartson 方程式のソリトンが作るパターンの分類手法の開発に取り組み、ネットワーク図、コード図の拡張にたどり着いた。また、BKP 方程式に対して全くと言っていいほどソリトン解の分類のための手がかりがない状態であったが、BKP 方程式のグラム型 Pfaffian 解からソリトン解の分類に適した形の解の表示を与えることに成功し、この表示を用いて BKP 方程式のソリトン解に関する新たな知見を得ることに成功した。また、BKP 方程式の研究で得られた知見を用いて Pfaffian 解を持つ Hungry Lotka-Volterra 型方程式のソリトン相互作用の解析を行い、興味深いソリトン相互作用を示すことを見出した。(2)と直接関係しているわけではないが関連するテーマとして、1次元モデルではあるが多層流体の界面を伝わる波動現象の数値モデルとして知られている長波・短波共鳴相互作用方程式およびその拡張の数値モデルにおいてローグ波解などを構成し、大変形現象として知られる巨大波(ローグ波、フリーク波)が起こりうることを示した。

本研究課題提案時の目的はかなり達成できたが、それ以外にも当初は全く予期していなかった研究成果もいくつか得られた。特に、一般的な境界条件下での自己適合移動格子スキームの実装と時間空間離散化は大きな成果であると考えている。現在は短パルス方程式について成功したのみであるが、他の非線形波動方程式でも同様のことを行って新たな数値計算アルゴリズムとして確立させることを目指したい。また、これ以外の研究成果についてもさらに洗練させ、複雑な波動現象の解析手法として使えるツールとして確立させたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Biondini Gino, Kireyev Dmitri, Maruno Ken-ichi	4. 巻 55
2. 論文標題 Soliton resonance and web structure in the Davey-Stewartson system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical	6. 最初と最後の頁 305701 ~ 305701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1751-8121/ac78db	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 Nakata Kenta, Maruno Ken-ichi	4. 巻 55
2. 論文標題 A systematic construction of integrable delay-difference and delay-differential analogues of soliton equations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical	6. 最初と最後の頁 335201 ~ 335201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1751-8121/ac7f07	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 Chen Junchao, Feng Bao-Feng, Maruno Ken-ichi	4. 巻 448
2. 論文標題 The coupled modified Yajima-Oikawa system: Model derivation and soliton solutions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physica D: Nonlinear Phenomena	6. 最初と最後の頁 133695 ~ 133695
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2023.133695	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 丸野健一, 太田泰広	4. 巻 42
2. 論文標題 一般的な境界条件での自己適合移動格子スキーム	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 津田塾大学数学・計算機科学研究所所報 オンライン研究集会「非線形波動から可積分系へ」	6. 最初と最後の頁 93-102
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 志波直明, 田中悠太, 丸野健一	4. 巻 42
2. 論文標題 Pfaffian 解を持つ Hungry Lotka-Volterra 型方程式	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 津田塾大学数学・計算機科学研究所所報 オンライン研究集会「非線形波動から可積分系へ」	6. 最初と最後の頁 83-92
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 Park Hyeongki, Inoguchi Jun-ichi, Kajiwara Kenji, Maruno Ken-ichi, Matsuura Nozomu, Ohta Yasuhiro	4. 巻 16
2. 論文標題 Isoperimetric deformations of curves on the Minkowski plane	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Geometric Methods in Modern Physics	6. 最初と最後の頁 1950100 ~ 1950100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219887819501007	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 Chen Junchao, Chen Liangyuan, Feng Bao-Feng, Maruno Ken-ichi	4. 巻 100
2. 論文標題 High-order rogue waves of a long-wave?short-wave model of Newell type	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 52216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.100.052216	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 田中悠太, 丸野健一, 兎玉裕治	4. 巻 2019A0-S2
2. 論文標題 BKP方程式のソリトン解の分類	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 応用力学研究所研究集会報告	6. 最初と最後の頁 31 ~ 36
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 該当する

1. 著者名 常松愛加, 田中悠太, 丸野健一	4. 巻 2019A0-S2
2. 論文標題 ソリトン方程式のnonlocal reductionとdelay reduction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 応用力学研究所研究集会報告	6. 最初と最後の頁 144 ~ 150
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 Junchao Chen, Yong Chen, Bao-Feng Feng, Ken-ichi Maruno, Yasuhiro Ohta	4. 巻 87
2. 論文標題 General High-order Rogue Waves of the (1+1)-Dimensional Yajima-Oikawa System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 094007 ~ 094007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.094007	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 Junchao Chen, Bao Feng Feng, Ken ichi Maruno, Yasuhiro Ohta	4. 巻 141
2. 論文標題 The Derivative Yajima-Oikawa System: Bright, Dark Soliton and Breather Solutions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Studies in Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 145-185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/sapm.12216	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 城戸真弥, 渡邊靖之, 田中悠太, 笈三郎, 丸野健一	4. 巻 29A0-S7 (1)
2. 論文標題 DKP方程式のソリトン解のロンスキ型パフィアン表示とネットワーク	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 九州大学応用力学研究所研究集会報告	6. 最初と最後の頁 42 - 48
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 田中悠太, 城戸真弥, 渡邊靖之, 筧三郎, 丸野健一	4. 巻 29A0-S7 (1)
2. 論文標題 ソリトンとネットワーク	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 応用力学研究所研究集会報告	6. 最初と最後の頁 131 - 137
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 巢山大地, 永原新, 丸野健一	4. 巻 29A0-S7 (1)
2. 論文標題 Davey-Stewartson II 方程式のdark型線ソリトン相互作用と三角形分割	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 九州大学応用力学研究所研究集会報告	6. 最初と最後の頁 138- 144
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 巢山大地, 永原新, 丸野健一	4. 巻 2076
2. 論文標題 Davey-Stewartson 2方程式のダーク型線ソリトン相互作用の理論解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 211- 223
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 -

〔学会発表〕 計38件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 丸野健一
2. 発表標題 非線形波動方程式の数値計算法に関する最近の話題: 解構造保存差分スキームと Physics-informed Neural Network
3. 学会等名 土木学会海岸工学委員会波動モデル研究会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 丸野健一
2. 発表標題 Exact solutions and soliton interactions of two-dimensional soliton equations
3. 学会等名 研究集会Recent Advances in Nonlinear Water Waves (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 沢田陽宏, 寛三郎, 丸野健一
2. 発表標題 2+1次元表面張力波における長波短波相互作用とその多成分化
3. 学会等名 日本応用数理学会第19回研究部会連合発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋健, 丸野健一
2. 発表標題 Physics-informed neural networkによるソリトン方程式のシミュレーション
3. 学会等名 日本応用数理学会第19回研究部会連合発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松岡宏, 中田 健太, 根岸幹太, 丸野 健一
2. 発表標題 遅延箱玉系のソリトン相互作用パターンの分類と解析
3. 学会等名 日本応用数理学会第19回研究部会連合発表会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 丸野健一
2. 発表標題 Integrable discretizations of integrable nonlinear differential equations with hodograph transformations
3. 学会等名 Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences セミナー（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中田 健太, 根岸幹太, 丸野 健一
2. 発表標題 遅延ソリトン方程式の構成と遅延箱玉系
3. 学会等名 研究集会「非線形波動から可積分系へ2022」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 沢田陽宏, 笈三郎, 丸野健一
2. 発表標題 2+1 次元表面張力波における長波短波相互作用
3. 学会等名 研究集会「非線形波動から可積分系へ2022」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中田 健太, 丸野 健一
2. 発表標題 N-ソリトン解を持つ遅延 KdV、遅延ブシネスク、遅延 KP 方程式の構成
3. 学会等名 日本応用数理学会2022年度年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 根岸幹太, 中田 健太, 丸野 健一
2. 発表標題 遅延離散ロトカ・ポルテラ方程式の超離散化と遅延箱玉系
3. 学会等名 日本応用数学会2022年度年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 丸野健一
2. 発表標題 ホドグラフ変換に関わる非線形微分方程式の解構造を保存する離散化: 解構造を保存する適合格子細分化法
3. 学会等名 京都大学数理解析研究所研究集会「可積分系数理の発展とその応用」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 志波 直明, 田中 悠太, 中田 健太, 丸野 健一
2. 発表標題 Pfaffian解を持つHungry Lotka-Volterra型方程式とソリトン解
3. 学会等名 日本応用数学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中田 健太, 丸野 健一
2. 発表標題 N ソリトン解を持つ遅延ソリトン方程式の構成法
3. 学会等名 オンライン研究集会「非線形波動と可積分系」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 志波 直明, 田中 悠太, 中田 健太, 丸野 健一
2. 発表標題 パフイアン解を持つ Hungry Lotka-Volterra 型方程式のソリトン相互作用
3. 学会等名 オンライン研究集会「非線形波動と可積分系」 2021年11月6日
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸野 健一
2. 発表標題 一般的な境界条件での自己適合移動格子スキーム
3. 学会等名 第5回 精度保証付き数値計算の実問題への応用研究集会 (NVR 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸野 健一
2. 発表標題 ホドグラフ変換が関わる非線形微分方程式の解構造を保存する離散化：解構造を保存する適合格子細分化法
3. 学会等名 モビリティ数理オンラインセミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 丸野 健一
2. 発表標題 可積分系と非線形水波に関連する最近の研究について
3. 学会等名 オンライン研究集会「大振幅・非線形海洋波の数理の展望」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 丸野健一, 太田泰広
2. 発表標題 一般的な境界条件での自己適合移動格子スキーム
3. 学会等名 オンライン研究集会「非線形波動から可積分系へ」津田塾大学数学計算機科学研究所
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 志波直明, 田中悠太, 丸野健一
2. 発表標題 Pfaffian 解を持つ Hungry Lotka-Volterra 型方程式
3. 学会等名 オンライン研究集会「非線形波動から可積分系へ」津田塾大学数学計算機科学研究所
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丸野健一, 田中悠太
2. 発表標題 SIR モデルの解構造を保存する離散化と厳密解
3. 学会等名 日本応用数学会第17回研究部会連合発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中田健太, 丸野健一
2. 発表標題 多ソリトン解を持つ可積分系の遅延化
3. 学会等名 日本応用数学会第17回研究部会連合発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸野健一, 太田泰広
2. 発表標題 一般的な境界条件での自己適合移動格子スキームと数値計算
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸野健一
2. 発表標題 自己適合移動格子スキームの最近の進展
3. 学会等名 研究集会「非線形海洋波の数理とその応用」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 The 2nd JNMP Conference on Nonlinear Mathematical Physics
3. 学会等名 Integrable discretizations of integrable systems and motion of discrete curves (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 Integrable discretizations of the complex WKI equation and numerical computation of a vortex filament
3. 学会等名 ISLAND V: Integrable systems, special functions and combinatorics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 Integrable discretizations of the complex WKI equation and numerical computation of a vortex filament
3. 学会等名 International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丸野健一
2. 発表標題 自己適合移動格子スキームの境界条件
3. 学会等名 研究集会「非線形波動研究の多様性」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中悠太, 丸野健一, 児玉裕治
2. 発表標題 BKP方程式のソリトン解の分類
3. 学会等名 研究集会「非線形波動研究の多様性」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 常松愛加, 田中悠太, 丸野健一
2. 発表標題 ソリトン方程式のnonlocal reductionとdelay reduction
3. 学会等名 研究集会「非線形波動研究の多様性」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 Numerical and analytical studies of the KP1 equation
3. 学会等名 Mini Symposium on Integrable Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 Integrable discretization of soliton equations and numerical computations
3. 学会等名 2019 28th Annual Workshop on Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 Discrete structures of integrable systems and its applications
3. 学会等名 2018 ICIAM Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 DKP solitons and networks
3. 学会等名 The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 The interactions of dark line solitons in the Davey-Stewartson II system
3. 学会等名 Workshop on Nonlinear Water Waves (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中悠太, 城戸真弥, 渡邊靖之, 丸野健一, 寛三郎
2. 発表標題 KP方程式と結合型KP方程式のソリトン相互作用の解析
3. 学会等名 非線形波動現象の数理とその応用
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno
2. 発表標題 Soliton interactions of the KP and DKP equations and their network diagrams
3. 学会等名 JSPS Alumni Association Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken-ichi Maruno, Shinya Kido, Satomi Nakamura
2. 発表標題 An integrable discretization of the complex WVI equation and a vortex filament
3. 学会等名 AMS Spring Central and Western Joint Sectional Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 田中悠太, 丸野健一, 児玉裕治
2. 発表標題 BKP方程式のGram型Pfaffian解とそのソリトン相互作用
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年研究部会連合発表会
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
研究分担者	太田 泰広 (OHTA YASUHIRO)  (10213745)	神戸大学・理学研究科・教授  (14501)	
研究分担者	筧 三郎 (KAKEI SABURO)  (60318798)	立教大学・理学部・教授  (32686)	

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1件

国際研究集会 Symmetries and Integrability of Difference Equations 13	開催年 2018年～2018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		
米国	オハイオ州立大学	テキサス大学リオグランデバレー校	Ohio State University
中国	Lishui University	East China Normal University	