

「非線形波動現象の数理とその応用」

期間 2026年6月10日（水）～12日（金）

場所 京都大学数理解析研究所 111号室



アクセス

[プログラム・講演要旨]

6月10日（水）

14:30～14:40 開会・事務連絡

14:40～15:10 ○松岡千博（大阪公立大学）、石原秀樹（大阪公立大学）

ホドグラフ方程式を用いた圧縮流体における高次元厳密解

重力項を考慮した圧縮流体、相対論的流体にホドグラフ法を適用し、ホドグラフ方程式の導出とそれによって記述されるいくつかの厳密解を紹介する。

15:10～15:40 ○小林伸達（東京理科大学）、太田雅人（東京理科大学）

領域上のザハロフ型方程式系の時間大域解の存在

空間3次元ザハロフ型方程式系の初期値境界値問題の時間大域解の一意存在及び解の高階ソボレフノルムの増大評価についての結果を述べる。この方程式系は2次の相互作用項をもつ非線形シュレディンガー方程式と分数階空間微分を含む非線形項をもつ非線形波動方程式の連立系である。解の構成にはコンパクト性の議論を用いず、近似方程式系の解があるバナッハ空間上のコーシー列をなすことを利用した。

15:40～15:50 休憩

15:50～16:20 ○佐久間敬佑（筑波大学大学院）、金川哲也（筑波大学）

気泡間相互作用による波の非線形・散逸・分散効果の増大：KdV-Burgers方程式に基づく解析

初期気泡径が異なる多数の球形気泡を一様に含む液体中において、平面進行圧力波の弱非線形伝播を表現するKdV-Burgers方程式を導く。特に、ある気泡の振動により生じた圧力波が周囲の気泡の挙動に影響を及ぼす現象「気泡間相互作用」が圧力波伝播に及ぼす影響を調べる。方程式の非線形・散逸・分散項の係数の関数形を導き、圧力発展の数値解を求めた。結果、気泡間相互作用は波の非線形・散逸・分散の各効果を増加させることが判明した。

16:20～16:50 金川哲也（筑波大学）

混相流の非線形波動方程式と被膜気泡の運動方程式

気泡を含む様々な混相媒質（粘弾性媒質や多孔質媒質）中における非線形波動現象を、KdV型や非線形 Schrödinger 型の発展方程式の観点から理論的に述べる。また、被膜気泡の運動方程式の観点から、弾性管、膜と液相の粘弾性などが気泡振動に及ぼす影響を考察する。

6月11日（木）

9:30～10:00 ○柿沼太郎（鹿児島大学）、小杉淳悟（鹿児島大学大学院）

河川流や陸上遡上を考慮した河川津波の数値解析

海域に繋がる一様断面の河道において、河川流を考慮し、河川津波の3次元数値解析を行なった。すなわち、河川流を与えて定常状態を得た後、海域で津波を発生させ、幾つかの条件に対する河川津波の津波高さ及び陸上の浸水面積を調べた。

10:00～10:30 ○宮下卓也（京都大学）、西野 藍（京都大学大学院）

移動気圧波により生成された海洋長波が深海域へ入射する際の捕捉特性

本研究では、浅い海底面から勾配斜面に入射する海洋長波の基礎特性を整理し、同方向に伝播する気圧擾乱により生成された長波との対応を数値計算で検討した。まず、線形長波理論にもとづき、一様水深域と斜面を接続した平面2次元海底地形における透過・散乱問題を解析した。次に、数値モデルを用いて移動気圧場により励起される海面長波の過渡応答を計算し、周期波理論で得られる反射および斜面での捕捉特性との比較を行った。

10:30～10:40 休憩

10:40～11:10 角島 浩（元富山大学）

sine-Gordon キンクの antikink-kink の相互作用

前回に引き続き、sine-Gordon 方程式の2ソリトン解である antikink-kink 解の相互作用の様子を報告する。相互作用中のエネルギー密度と運動量密度の振る舞いも調べる。

11:10～11:40 ○吉良はるな（早稲田大学大学院），志波直明，田中悠太，
丸野健一（早稲田大学）

B 型 Hungry Lotka-Volterra 方程式の数理構造

空間離散のソリトン方程式として，戸田格子とならび Lotka-Volterra 方程式（Volterra 格子）がよく知られている．これは KdV 方程式の空間変数を離散化したものと考えることができる．Lotka-Volterra 方程式の拡張として Hungry Lotka-Volterra 方程式（Ito-Narita-Bogoyavlensky 格子）が知られているが，これは KP 方程式の離散化である離散 KP 方程式から導くことができる．本講演では，離散 BKP 方程式から得られる時間離散および時間連続 B 型 Hungry Lotka-Volterra 方程式の数理構造について報告する．

11:40～13:00 昼食休憩

13:00～13:30 ○土井祐介（大阪大学），中谷彰宏（大阪大学）

Pairwise Interaction Symmetric Lattice の Zone Boundary Mode の緩和過程の解析

FPUT- β 格子に特定の強度の長距離非線形相互作用を追加した格子である Pairwise Interaction Symmetric Lattice（PISL）は非線形局在モードが滑らか移動性を有することが知られている．PISL における Zone Boundary Mode の安定性を議論しその緩和過程において生成される非線形局在モードの振る舞いを議論する．

13:30～14:00 ○吉村和之（鳥取大学），平田夕大（鳥取大学大学院）

連続対称性を有する非線形格子における Discrete Breather によるフォノン散乱 Discrete Breather（DB）は，非線形格子における空間的に局在した定在波である．本研究では，ポテンシャル関数がある連続対称性を有する 1 次元非線形格子を扱い，小振幅フォノン波束の DB による散乱特性について議論する．格子の対称性により，特異な散乱特性が現れることを述べる．

14:00～14:10 休憩

14:10～14:40 ○小野弘貴（大阪大学大学院），土井祐介（大阪大学），
中谷彰宏（大阪大学）

対称性の破れに励起されるフォノン間相互作用の数値解析

本講演では，フォノン輸送における結晶運動量空間に対する対称性に着目して，その対称性の破れが励起するフォノン間相互作用に対して数値計算を行った結果を発表する．UFL と呼ばれる非線形格子モデルに対して，初期条件として励起したフォノンから他のフォノンが励起される順番（フォノン励起列）を書き下し，対称性の破れがフォノン励起列に与える影響を調べる．

14:40～15:10 飯塚 剛（愛媛大学）

2次元系における量子ダイナミック安定化

ダイナミック安定化とは力学系に高速振動を加えることによって、新たな安定状態が生じる現象である。これは古典的な非線形力学系に限らず、量子系でも見受けられる。ただし、量子ダイナミック安定化の一般的な研究は1次元系に限られており、高次元系は皆無だと考えられる。本研究では理論的に有効ハミルトニアンを導出するとともに、ADI法による数値計算を通じて有効理論の正当性を検証する。

15:10～15:40 ○鹿野忠良（Institut Vercors）、柿沼太郎（鹿児島大学）

2011.3.11 に南部沖定点観測ブイが捉えた急上昇津波波高の正体—波形と海底形状との関係確認による津波高さ急上昇の予測—

2011年東北津波の際、岩手南部沖GPS波浪計は、水面の緩やかな上昇の後、急激な上昇を記録した（河合 et al., 2011）。定点ブイの波高記録は、ブイを通過して陸に向かう津波の波形と読める。津波高さの急激な上昇が、その時津波が通った海底状況で生じる可能性を考慮すれば（鹿野, 2025）、ブイから海岸までの海底に水面形と類似の起伏があるか点検する事で、津波波高の、ありうる危険な急上昇を予測できるであろう。

15:40～15:50 休憩

15:50～16:50 高川智博（港湾空港技術研究所）

[招待講演] 非ガウス型モデル誤差の克服に向けた津波アジョイント逆解析手法の発展

海水圧縮性や地球弾性等の副次効果を考慮した津波伝播モデルと、その数理的発展であるアジョイント逆解析手法を解説する。特定の断層形状を仮定せず初期水位を直接推定する高解像度手法に加え、非線形性等に起因する位相・振幅のモデル誤差を逐次補正する最新のアルゴリズムを紹介する。2024年能登半島地震などの実津波データへの適用例を通じ、津波現象の再現と予測の数理について議論する。

18:00～21:00 懇親会

6月12日(金)

9:30~10:00 宮本雲平 (秋田県立大学)

圧縮性粘性液滴の不安定性

表面張力で支えられた圧縮性粘性流体の液滴の線形安定性を解析する. 球対称摂動に対する分散関係を導出し, 特定の条件下で不安定性が生じ得ることを示す. 粘性は減衰を与える一方で臨界条件自体には影響しないことを明らかにする. さらに, 安定・不安定の境界近傍で臨界現象にも類似した振る舞いが現れることを指摘し, その物理的解釈を与える.

10:00~10:30 ○戸田晃一 (富山県立大学), Luiz A. Ferreira (サンパウロ大学),
中村 厚 (北里大学), 澤渡信之 (東京理科大学)

一般化 Zakharov-Kuznetsov 方程式における多次元進行波解の構造と安定性について

Zakharov-Kuznetsov (ZK) 方程式を含む一般化多次元スカラー場方程式に対し, 複数の ansatz に基づく進行波解の構造を議論する. 座標回転を伴う qnsatz を導入することで, 波速が伝播方向に依存する異方的媒質としての描像が得られることを示す. さらに, 「Coleman による偽の真空問題」との対応を用い, 三次元以上における球対称かつ単調減少な安定局在解の存在について検討する.

10:30~10:40 休憩

10:40~11:10 Mikael A. Langthjem (Kansai University)

Asymptotic approximations and stability of a propagating bucklewave

Asymptotic approximations and stability of shock-like propagating bucklewave solutions are investigated for a model problem related to bucklewave propagation in undersea pipelines. The model problem consists of a linear elastic beam resting on a nonlinear elastic foundation, with inclusion of axial tension and inertia related to a propagating buckle. The beam is subjected to a constant lateral load, representing a constant hydrostatic pressure. It is shown that, at the so-called Maxwell load by which quasi-static bucklewave propagation is possible, the governing equation can be transformed into the stationary extended Fisher-Kolmogorov equation. An asymptotic approximate solution is developed for the case where the shock-like bucklewave is oscillatory but in the form of an evanescent wave. Finally, the stability of this solution is discussed.

11:10～11:40 ○関根康平（神戸大学大学院），片岡 武（神戸大学），
Triantaphyllos R. Akylas（マサチューセッツ工科大学）

地形により励起される航跡波に関する実験

地形を過ぎる流れにより励起される水面波（航跡波）の実験結果について報告する．とくに励起される波の振幅に着目し，線形理論および非線形数値解と比較した．地形形状については「半円柱」と滑らかな「sech 関数型」を採用し，励起される波の振幅の特徴が大きく異なることを示す．

11:40～12:10 辻 英一（九州大学）

地形が生成する表面波に与える境界層の影響

地形が生成する表面波の弱非線形モデル方程式として forced Korteweg-de Vries (fKdV) 方程式が研究されている．一方，境界層を考慮した KdV 方程式が Kakutani らにより導出されている．本研究では，境界層の効果を含めた fKdV 方程式を解析し，生成される表面波の性質について調べる．

12:10～12:20 閉会・事務連絡
