



## 非線形波動現象の数理とその応用 RIMS 研究集会

プログラム&アブストラクト (◎は招待講演, ○は共著の場合の発表者)

10月12日(水)

13:05 ~ 13:35

村重 淳 (茨城大・理)

非定常ホドグラフ変換を用いた水波の非線形運動の数値計算

水波の渦無し運動の新しい計算方法として、等角写像を非定常運動に適用する方法を紹介する。従来の境界積分法に基づいた方法との比較により、新しい計算方法の特徴を明らかにする。

13:35 ~ 14:05

三村 和男 (東海大・教養)

回転水槽実験における「スーパー・ローテーション」現象

回転水槽実験において、金星大気で見られるような「スーパー・ローテーション」現象が実現された。この回転水槽は、北半球規模の惑星ベータ効果と赤道から北極の間の差分加熱を備えている。回転台の角速度は0.1, 0.2, 0.3rpmとした。得られたスーパー・ローテーションの尺度は、各々、8.7, 6.0, 5.1であった。PIVデータ解析の結果、差分加熱によって励起された子午面循環にコリオリ力が作用するというメカニズムを示唆している。

14:05 ~ 14:35

新井 宗之 (名城大・理工)

傾斜水路上の浅水流転波列に関わる波動方程式と水路実験

傾斜水路上の浅水流の非線形波動に関する研究である。水面変動方程式の導出に浅水流運動方程式の積分方程式を適用し、逡減摂動法を用いて微小パラメータの $5/2$ 乗までの方程式からKdV-Burgers型の方程式を得る。この方程式の長波波速近傍での波形の特徴を示す。また、長さ56mの直線水路による転波列の実験結果および上記波動方程式の数値解等の関係を示す。さらに、摂動展開の微小パラメータ $7/2$ 乗までの方程式から4階および5階微分方程式を得ることを示す。

◎ 14:45 ~ 15:45

田村 仁 (港湾空港技研)

海洋波および海上風乱流に関する現地観測研究

本発表では海洋波のスペクトル構造とソース項バランスに関する既往研究レビューを行った後、マイアミ大学によって開発されたASIS (Air-sea interaction spar) ブイによる実海域観測データを中心に海洋波および海上風乱流特性の考察を行う。

15:55 ~ 16:25

○田中 光宏 (岐阜大・工), 横山 直人 (京大・工)

波動乱流スペクトルの初期時間発展について

ある3波系の波動乱流を対象として, 時間発展の初期段階におけるスペクトル変化率について詳しく調べた. DNSと波動乱流理論を比較した結果, 非共鳴相互作用まで考慮した Janssen 理論の予測は, ごく短時間の速い変動に対しても DNS とよく一致することを確認した. またある程度の時間経過後, Janssen 理論が与えるスペクトル変化率は Hasselmann 理論の値に漸近することを確認した. ただし, その漸近的振舞いは波数領域によって異なることも分かった.

16:25 ~ 16:55

○片岡 武 (神戸大・工), Triantaphyllos R. Akylas (MIT)

内部波ビームの3次元的不安定性

大気・海洋中において頻繁に観測され, さらに室内実験においても古くからよく研究対象となってきた内部波ビームであるが, 3次元攪乱に対して不安定であることが分かったのはつい3年前のことである. 内部波ビームの3次元的不安定性について, これまで明らかとなったことをまとめて報告する.

10月13日(木)

9:30 ~ 10:00

○山崎 徳幸, 船越 満明 (京大・情)

直方体容器の水平鉛直方向への共鳴的加振による水面波

流体の入った容器を水平方向に加振すると, 共鳴により加振振動数に近い固有振動数をもった水面波が励起される. 一方, 流体の入った容器を鉛直方向に加振すると, 共鳴により加振振動数の半分に近い固有振動数をもった水面波が励起される. 本講演では, 底面が正方形であるような直方体容器に対して, 水平方向と鉛直方向へ同時に共鳴的な加振を行った場合に励起される水面波モードの複素振幅に関するモデル方程式を導出し, この方程式の定常解のパラメータ依存性および非定常解について説明する.

10:00 ~ 10:30

○平川 知明 (九大・総合理工), 岡村 誠 (九大・応力研)

三次元大振幅浅水波

KP 方程式は, 弱非線形性かつ弱二次元性を仮定することで, 水波の基礎方程式から導かれる. また, KP 方程式の周期解はテータ関数で表すことができる. 本研究では, full-nonlinear な水波の基礎方程式の周期解を数値計算で求め, この数値解と KP 方程式の周期解を比較することで, KP 方程式の妥当性について調べた.

10:40 ~ 11:10

○吉永 隆夫 (阪大・基礎工)

静電場中での平面液体ジェットの線形安定性

主流と同方向に静電場がかけられた場合の, 平面ジェットの周期攪乱に対する線形安定性を解析的に調べている. 特に, これまでほとんど報告されていない, 電気ペクレ数やジェット周囲の平面壁の安定性におよぼす影響を明らかにしている.

11:10 ~ 11:40

辻 英一 (九大・応力研)

Entropic Lattice Boltzmann Method による非線形波動方程式の数値解析

格子ボルツマン法は, 並列計算に向くなど優れた特徴を有する数値計算法であるが, 弱(非)粘性系への適用については難しい点がある. Navier-Stokes 方程式については, エントロピー関数を用いた方法が示されており, こ

の方法を用いた非線形波動モデル方程式の結果を、従来の計算結果と比較、検討する。

◎ 13:10 ~ 14:10

野口 尚史 (京大・工)

衝撃波と大気ソリトンのアナロジー実験

非線形波動現象についてのデモンストレーションの目的で行なった2つの室内実験を紹介する。1つは航空の学生実験として実施している、浅水波アナロジーを利用して衝撃波の基本的な性質を再現する水路実験である。物体からの斜め衝撃波・離脱衝撃波、Lavalノズルによる「亜音速流」から「超音速流」への加速、などを観察できる。もう1つは「モーニンググローリー」という大気ソリトン現象の機構を再現する実験である。

(17時より実験施設見学)

14:20 ~ 14:50

○細井 聖也, 花崎 秀史 (京大・工)

物体により励起される表面張力波 —オイラー方程式の解と弱非線形理論の解—

底面に置かれた物体により励起された、表面張力効果を伴う水面波について、Euler方程式の解と、弱非線形理論 (forced-KdV方程式, fifth-order forced-KdV方程式) の解を求め、上流の孤立波などの長波による短波の生成と、非線形理論の適用性を検証した。特に、孤立波の振幅 (物体の高さ) の効果、フルード数 (流速) の効果を調べた。

14:50 ~ 15:20

○猪又 諒祐, 花崎 秀史 (京大・工)

二層流体中の界面波動 —オイラー方程式の解と弱非線形理論の解—

二層流体の底面に置かれた物体により励起される非線形波動について、Euler方程式の解と、弱非線形理論 (forced-KdV方程式, forced-Extended KdV方程式など高次のKdV型の方程式など) との比較を行い、弱非線形理論の適用性を検証した。

15:20 ~ 15:50

○柿沼 太郎 (鹿児島大), 山下 啓 (東北大), 中山 恵介 (神戸大)

表面波・内部波共存場における孤立波解

自由表面を有する2層流体を対象として、表面波・内部波共存場の孤立波解を算出した。表面波・内部波共存場の表面波モードの孤立波の波速は、1層流体の表面孤立波よりわずかに遅く、その差は波高・静水深比が増加するにつれて減少した。また、表面波・内部波共存場の内部波モードの内部孤立波の最大波高は、表面波が共存しない場合よりも大きくなった。

◎ 16:00 ~ 17:00

船越 満明 (京大・情)

流体中の非線形波動に関する研究の発展

10月14日 (金)

9:00 ~ 9:30

京藤 敏達 (筑波大・システム情報)

固体境界を有する渦崩壊流れの大域的安定性について

スワールジェットの安定性は固体境界の影響を大きく受ける。ここでは、固体境界の存在を簡易な境界条件で代替し、解析的取り扱いが可能な渦崩壊モデルを導入する。このモデルに対して時間固有値を求め大域的安定性を調べることで、渦崩壊後の渦核の歳差運動について考察したい。

9:30 ~ 10:00

○重 翔馬, 高尾 裕一, 石川 達也, 中口 貴裕, 佐藤 政行 (金沢大・自然科学)

**非線形 Schrödinger 格子での局在励起の走行**

非可積分の非線形 Schrödinger 格子に駆動減衰を組み込み, 局在励起 (Intrinsic Localized Mode; ILM) の走行をシミュレーションした結果, ILM は振幅上昇で速度低下することを見出した. 速度低下は, 分散曲線の平均勾配や, 近似的な平均化法を用いて説明できた. また, 速度が異常な周波数領域が観測されたが, これは ILM - 線形モード間の相互作用で説明できた. この線形モードには, フォノンモードと, 駆動減衰により生じたモードの 2 種類があるとわかった.

10:00 ~ 10:30

○三澤 亮太, 福田 哲史, 新納 和樹, 西村直志 (京大・情)

**導波路の複素固有値の境界積分方程式法による計算について**

導波路の複素固有値は, 実数振動数における解の挙動に影響を与え興味の対象となる. 仮想境界を要さない境界積分方程式法は複素固有値の計算に適している. ところが, 複素固有値を考える場合, 実数の見かけの固有値が存在しない積分方程式を用いても複素数の見かけの固有値が問題となる. 本発表では, 複素数の見かけの固有値を区別できる方法を示す. また, 複素固有値と実数周波数における解の挙動の関連を数値的に示す.

10:40 ~ 11:10

○佐々木 裕文 (早稲田大・基幹理工), 佐々木 文夫 (東京理科大・工), 山田 道夫 (京大 RIMS)

**ブラインド再構成とその適用例**

ブラインド再構成とは, ブラインド信号源分離 (BSS) を元にした信号解析 (逆問題) に対する 1 つの手法である. 本手法の目的は, いくつかの信号が混合された観測信号とその位置の情報のみから, 元の信号情報や信号位置など様々な情報を解析・再構成することである. 今回はブラインド再構成の概略とともに, いくつかの音声信号に対する適用例を示す.

11:10 ~ 11:40

水田 洋 (北大・工)

**磁性流体界面解析の改良条件**

様々な非線形相互作用が現れる磁性流体界面形状の遷移過程を, 界面変位・界面応力 and の波数スペクトルの時間変化を用いて調べている. 数値解析結果を改良していくためには, エネルギー保存則・界面エネルギー密度と界面応力の関係・磁場法則などの物理法則から数値的条件を導いておくことが役立つ. 界面量の大きさや変化に応じて, 時間空間の離散化が与える影響を考察する.

13:15 ~ 13:45

○徐 俊庭 (早稲田大・基幹理工), 丸野 健一 (早稲田大・理工),

**Bao-Feng Feng (Univ. of Texas Rio Grande Valley), 太田泰広 (神戸大・理)**

**Modified Short Pulse 方程式の自己適合移動格子スキーム**

最近, Sakovich により提案された modified Short Pulse (mSP) 方程式, 及び, 松野により提案された多成分 mSP 方程式は, 厳密解にカスプ型ソリトン解を持つが, これまでカスプ型ソリトンの数値計算は困難で会った. 本講演では, mSP 方程式と多成分 mSP 方程式の (解の構造を保存した) 自己適合移動格子スキームの構築について解説し, 数値計算例, 数値計算精度を示す.

13:45 ~ 14:15

松野 好雅 (山口大・工)

**2 成分 Camassa-Holm 方程式の多重ソリトン解とその簡約**

浅い水の波のモデル方程式である 2 成分 Camassa-Holm (2CH) 方程式について考察する. 特に, 直接法を用いて

2CH 方程式の多重ソリトン解を構成し、その性質を調べる。さらに、この方程式、及びソリトン解の短波長極限について議論する。

14:15 ~ 14:45

○角島 浩, 山埜井 翔吾 (富山大・工)

質量交換型 2 粒子模型のソリトン相互作用への応用 II

前回に引き続き質量を交換する 2 粒子系の模型の連立非分散方程式のソリトン相互作用への応用を試みる。

14:55 ~ 15:25

増田 茂 (流体数理古典理論研究所)

**Fourier と Poisson の熱方程式**

We discuss historical development of classical heat theory from the viewpoint of mathematical physics, in particular, of Fourier and Poisson.

Although Fourier ignores Lagrange's work, Poisson, citing Lagrange, Laplace et al., on the series and integral, applies mathematical theory of heat to both traditional and new arena of heat.

Poisson issues the papers on heat theory: Poisson 1823 and the last book 1835 in rivalry to Fourier 1822, in which Poisson discusses the essential theories emphasizing his hypothesis of molecular emission and absorption of heat and which dues to the Newton's law, and basing on an impregnable beleif of mathematical science.

After the arrival of concept of continuum, the new mathematics is put forth in pure mathematics but also mathematical physics, and in the theory of heat communication, which is the then conventional object of heat study, Fourier and Poisson challenge it to exploit mathematical physics.

We think, Poisson's method comes from the fluid dynamics and the wave theory in which he introduces an origin of the Navier-Stokes equations and wave equations.

Heat theory produces more fruitful harvest than fluid dynamics in the mathematical history, for its easiness of linearity than the latter.

15:25 ~ 15:55

金野 秀敏 (筑波大)

合流型ホインの微分方程式で記述される確率母関数の積分表示とアクセサリパラメータ

昨年の研究会では位相特異点の生成死滅過程を記述するフラクショナルマスター方程式をホインの微分方程式を用いた解析例を紹介した。ホインの微分方程式には、様々な型が存在する。しかし、一般に、アクセサリパラメータと呼ばれる特性指数のみでは決まらないパラメータが含まれていることが知られている。アクセサリパラメータの存在と「可積分性」, 「確率母関数の積分表示の存在」が密接に関係している。簡単なフラクショナルマスター方程式を取り上げ、上記の相互関係や簡単なモデルの解析結果を明らかにする。

15:55 ~ 16:25

ランジェム ミカエル (Langthjem, Mikael) (山形大・工)

生物に学んだ流体関連振動を用いたエネルギーハーベスティング

**(Energy harvesting based on bio-inspired fluid-structure interaction)**

This work is concerned with flag-like structures in a fluid flow. If a waving (fluttering, i.e. linearly unstable) flag is covered with piezo-electric elements it can be used to harvest energy from the flow. This problem has been considered by many researchers and it is known that the power generation efficiency is not high. The purpose of the present work is to consider a large number of interacting flags and determine the optimum pattern (positions) of these flags under the assumption that they can utilize the vortex wake from the other flags to increase the efficiency of the power generation, just as individual fish in a large school of similar fish

can utilize the surrounding wakes with benefit. In the first stage of the work we develop a large-amplitude flag model with lumped mass- and stiffness-elements. A discrete vortex method is used to model the flow. We compare the flutter-onset of this model with that of an existing analytical, small-amplitude model. We then go on to consider the interaction between two, or more, flags.

16:25 ~ 16:55

杉本 信正 (関西大・システム理工)

温度勾配のある狭いチャンネル内の音響流と熱音響流

温度勾配のあるチャンネル内を伝播する非線形音波が輸送する質量およびエネルギー流束の時間平均量を、昨年の講演で導出した拡散・波動方程式を用いて議論する。