

非線形波動現象のメカニズムと数理

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15日(水)

13:10 ~ 13:35

○平田基徳, 沖野真也, 花崎秀史 (京大工)

物体により励起される表面張力重力波

物体によって励起される水面波に与える表面張力の影響を, 孤立波が周期的に生成される共鳴条件下で Navier-Stokes 方程式を数値的に解くことにより調べた。その結果, 弱い表面張力の存在により短波長の波が生成され, 大振幅の波と相互作用することがわかった。一方, 弱非線形理論 (forced KdV や 5th-order forced KdV 方程式の解) は, 表面張力が強い場合により近似を与えることがわかった。

13:35 ~ 14:00

○平光亜衣, 船越満明 (京大情報学)

水平方向に往復または楕円運動する直方体容器中の水面波

流体の入った正方形断面の直方体容器を, 水平方向に 往復または楕円運動するように共鳴的に加振した際の水面波の様子について調べる。分岐現象や, 回転方向, カオスなどについて調べ, また容器が往復運動する場合について, 実験結果との比較を行う。

14:00 ~ 14:25

○栗原央流, 池田英人, 濱川洋充 (大分大工)

Xeon Phi を用いた大規模球形気泡群の数値解析

数千個程度の球形気泡からなる系において, 個々の気泡の体積振動と並進運動をラグランジュ的に取り扱い, その力学的な挙動を考察する。このような気泡群の自由振動および強制振動に対して, Xeon Phi コプロセッサを用いた数値計算を実行し, 気泡間距離・初期平衡半径についての依存性や気泡群としての力学的特性を評価する。

◎ 14:35 ~ 15:35

蔦原道久 (神戸大工名誉教授)

数値流体力学の手法としての差分格子ボルツマン法

差分格子ボルツマン法のモデルには, 熱流体モデル, 非熱流体モデルがあり, それらの持つ特性について述べる。また従来の格子ボルツマン法といわゆる差分格子ボルツマン法との違い, そして分子気体力学との相違について言及するとともに, 格子ボルツマン法の限界についても考察する。応用として, 空力音および気液界面からの空中音および水中音放射の直接計算について述べる。

15:45 ~ 16:10

○吉永隆夫, 岡本充弘 (阪大基礎工)

静電場中の液体ジェットの実験と崩壊 (II)

静電場中での平面液体ジェットの振る舞いを, 電気流体力学の立場から解析的に調べている。主流方向の静電場が強い場合, 反対称モードはより不安定になり, 円柱ジェットの振れ回り不安定に相当するモードが現れることがわかった。

16:10 ~ 16:35

水田 洋 (北大工)

磁性流体界面解析における界面磁気力

磁性流体の界面現象を扱う際の界面磁気力について考察する。界面磁気力はマクスウェル応力として知られ、界面解析において本質的な量である。本研究では現在、印加磁場強度に応じた界面形状の遷移過程を調べている。波数空間において界面磁気力と界面エネルギーの関係を数値的に調べながら、汎用解析で求められた界面磁場が妥当なものであることも確認する。

10月16日(木)

9:15 ~ 9:40

○齋藤 泉, 石岡圭一(京大理)

長波極限の2次元ベータ平面乱流におけるエネルギースペクトルの非等方的な分布について

長波極限の2次元ベータ平面乱流の時間発展を調べ、非線型性が十分小さい場合には、2次元波数空間上でエネルギースペクトルが東西方向波数軸から60度傾いた方向を境とするくさび形の領域に集まることを示した。

9:40 ~ 10:05

田中光宏(岐阜大工)

2層流体系における表面波と界面波の間のエネルギー輸送に関する数値的研究

2層流体系における表面波と界面波の相互作用に関する数値的研究の結果を紹介する。この系では2つの表面波と1つの界面波の間に3波共鳴が可能であるが、この共鳴条件を満たす波数には下限 k_{crit} が存在する。代表振幅 ϵ とスペクトル変動の時間スケールの解析により、この系のスペクトル変動には、波動乱流理論と整合する stochastic な変動 (k_{crit} 周辺以外) と、より速い deterministic な変動 (k_{crit} 周辺) が混在していることを示す。

10:05 ~ 10:30

○藤本 航, 早稲田卓爾(東大新領域創成)

三次元フリーク波の形状パターンに対する非線形性の影響

海洋で波高が局所的に増大して生じる「フリーク波」は、近年活発に研究されている。本研究では、未解明な点が多いフリーク波の局所的な力学に着目し、3次元フリーク波の流速や形状を、高次スペクトル法 (West et al. 1987) を用いて数値解析した。その結果、3次の非線形計算で、フリーク波が三日月状に変形し、進行方向に関して形状が非対称となった。この現象は、線形波の極大波形状の理論からは説明できない。この結果について議論する。

10:40 ~ 11:05

○柿沼太郎(鹿児島大理工), 山下 啓(東北大災害科学国際研), 中山恵介(北見工大工)

表面孤立波及び内部孤立波の数値解と伝播過程の数値解析

変分原理に基づく非線形波動方程式系が有する定常進行波の数値解を求めるための手法を提案する。これにより得られた表面孤立波、または、内部孤立波の数値解を入射波として与え、時間発展を対象とした数値モデルを用いて、表面波及び内部波の1次元伝播過程の数値解析を行なう。大振幅内部孤立波の変形や非線形相互干渉の数値計算を実施し、また、深水域から浅水域に伝播する内部波のエネルギー特性に関して調べる。

◎ 11:05 ~ 12:05 久保川 厚(北大地球環境科学)

海洋循環中の波動と大規模風応力変動に対する海洋の応答：2.5層モデル

散逸を無視したシンプルな風成大規模海洋循環の理論解を背景場とした時に、(1年から数年の時間スケールで)振動する風強制を与えるとどのような波が何処で発生し、海洋循環はどのように応答するかを調べてみたという話です。ただし、ここでは、風成海洋循環の理論とそれを基本場とするときの波の性質について解説した後に、応答の話をする予定です。

◎ 13:30 ~ 14:30

丸野健一 (早稲田大基幹理工)

非線形波動と自己適合移動格子スキーム

特異性、多価性のある解を持つソリトン方程式 (WKI 形式に属するソリトン方程式) の可積分性を保つ離散化を行うと、大変形が生じる領域に自動的に細かいメッシュを自動生成していく差分スキーム (自己適合移動格子スキーム, self-adaptive moving mesh scheme) が自然に導出される。自己適合移動格子スキームの背後にはホドグラフ変換と呼ばれる保存則と深く関連する座標変換があり、ホドグラフ変換を離散化することが自己適合移動格子スキームの鍵となる。このとき離散化した保存則の保存密度が自己適合移動格子スキームの格子間隔になり、このことによって自己適合移動格子スキームは非常に精度のよい数値計算法となる。講演では自己適合移動格子スキームの構築法と数値計算例、離散微分幾何との関連を解説する予定である。

14:35 ~ 15:00

○平 久夫 (東京理科大理), 金川哲也 (筑波大システム情報)

関節液キャビテーションの非線形現象解明を目指すクラッキング音の気泡力学計算

関節を曲げた時にクラッキング音が聞こえることは、よく知られている。クラッキング音が生じる場合、関節内に気泡が存在するという実験事実が報告されているが、クラッキング音の発現機構は未だ明らかとなっていない。本研究では、気泡力学の観点からの非線形解析をとおして、クラッキング音が生じる理由を探った。その結果、気泡により生じる音波の振動特性が、先行実験結果、および我々の経験と一致することが明らかになった。

15:00 ~ 15:25

ミカエル・ランジェム (山形大工)

Flow-acoustic interaction in an expansion chamber-pipe system: solution by the method of matched asymptotic expansions

This work is concerned with the generation of sound by the flow through a closed, cylindrical expansion chamber, followed by a long "tail pipe". The sound generation is due to self-sustained flow oscillations in the expansion chamber which, in turn, may generate standing acoustic waves in the tail pipe. The main interest is in the interaction between these two sound sources. Our previous work on this problem has, to a large extent, been based on numerical methods. It is, however, possible to obtain a complete - albeit approximate - solution of the acoustic part of the problem, by using the method of matched asymptotic expansions. With this method, the open end of the pipe can be properly coupled with the surrounding acoustic medium (air) as well. The presentation will mainly discuss the analysis, but numerical results will be shown as well.

15:25 ~ 15:50

京藤敏達 (筑波大システム情報)

コアンダ効果による渦崩壊が誘起する音波および流れの解析

Keller, J.J.(1985) により提案された渦崩壊モデルを用いて、旋回型微細気泡発生ノズル内部および前面の流れ場の解析を行う。また、ノズル出口部における渦核の歳差運動の発生原因および歳差運動に伴う音波の発生について考察する。

◎ 16:00 ~ 17:00

杉本信正 (関西大システム理工)

研究生活をふりかえって

さる3月に長年勤務しました阪大を退職致しましたことから、今回の題目の内容の講演のご依頼を頂きました。非線形波動の研究が大いに発展した時期に、幸いなことに研究生活を送らせて頂きました。自らの研究を振り返るとともに、非線形波動の研究について触れたいと思います。

10月17日(金)

9:20 ~ 9:45

○平川知明(九大総理工), 岡村 誠(九大応力研)

3次元大振幅浅水波

本研究では, 水の波の基礎方程式から, 3次元かつ大振幅の浅水波の周期解を数値的に求めた. また, その数値解と, ほぼ同方向に進行する2つの孤立波の相互作用を表すKP方程式の厳密解との比較などによって, 大振幅浅水波の解の性質を調べた.

9:45 ~ 10:10

○片岡 武(神戸大工), T. R. Akylas(MIT)

3次元内部波ビームと誘起される平均流

空間3次元的に依存する内部波ビームの時間発展を記述する方程式系を導出した. 計算例を過去の実験結果と比較しながら, 3次元性がもたらす特徴(平均流が誘起されることなど)について報告する.

10:10 ~ 10:35

村重 淳(茨城大理)

水面波に対する Davies 近似とその改良

水面波に対する Davies 近似の特徴は, 複素解析の手法を用いて解の特異性を考慮していることである. その結果, Stokes 近似や長波近似と比べて, 精度のよい近似解が得られる. しかし, Davies 近似の適用範囲は, 波形を変えずに一定速度で進み, かつ波傾斜が比較的小さい定常波に限られている. そこで本研究では, Davies 近似の高次近似による精度の改良と, 非定常波への拡張について考える.

10:45 ~ 11:10

新里智行(阪大理)

Asymptotics for the reduced Ostrovsky equation

水面波の方程式の一種である reduced Ostrovsky 方程式を考え, 小さい初期データを与えた際の解の漸近挙動を調べる. 今回, 方程式の非線形項の指数によって, 解の漸近挙動を分類することができたので, それを紹介したい.

11:10 ~ 11:35

○内山祐介, 角屋貴則, 金野秀敏(筑波大システム情報)

散逸場における非線形波動の異常拡散現象

散逸系の非線形波動伝播を記述する複素 Ginzburg-Landau 方程式に現れる空間一次元の欠陥乱流に対して統計解析を行った. 時空間的に乱れた場を局在化した非線形波動の生成・死滅過程とみなすことで, 対応する確率ダイナミクスを同定した. 特に非線形波動の平均二乗変位で特徴づけられる拡散挙動は超拡散に分類されることを示し, 時間スケールによって異なる指数の拡散挙動を示すことを明らかにした.

11:35 ~ 12:00

角島 浩(富山大工)

質量交換を伴う二粒子系—正準形式

ソリトンの相互作用に類似した相互作用をする二粒子系のモデルの正準形式を構成する.

◎ 13:30 ~ 14:30

松野好雅(山口大理工)

Camassa-Holm 方程式とその周辺

Camassa-Holm(CH)方程式は浅い水の波のモデル方程式であるが, KdV方程式にはない新奇性を有するゆえ, この20年間精力的に研究されてきた. 本講演ではCH方程式の導出法やその特性について概観する. さらに, これに関連したモデル方程式として Degasperis-Procesi 方程式, 変形CH方程式, Novikov 方程式等について解の性質を中心に述べる. 最後に, 2成分CH方程式に関する最近の成果についても紹介する.

14:35 ~ 15:00

吉村和之 (NTTコミュニケーション科学基礎研)

離散非線形 Schrödinger 方程式における局在周期解の存在証明

離散非線形 Schrödinger 方程式において、anti-continuous 極限 (格子点間結合が無い極限) では、任意に配置された励起格子点からなる自明な局在周期解 (Discrete Breather (DB)) が多数存在する。それらの解は、結合の十分弱い領域に延長可能であることが知られている。本研究では、非摂動的アプローチにより、非弱結合の場合に対し DB 解の存在を証明した。

15:00 ~ 15:25

○西田拓展, 渡邊陽介, 土井祐介, 杉本信正 (阪大基礎工)

端のある Fermi-Pasta-Ulam 格子の強制振動における非線形局在モードの励起

有限長さの Fermi-Pasta-Ulam (FPU) 格子で、一端を固定し、他端で加振した場合の非線形局在モード (ILM) の励起およびその特性について調べた。本研究では FPU 格子の非線形バネのバネ特性を区分線形近似した系に対して数値計算をおこない、ILM を励起することが可能な加振の振幅および振動数帯が存在することを明らかにした。またこの系に対応する実験装置を実際に作成し、ILM の励起実験をおこなったのでその結果を報告する。

15:25 ~ 15:50

○吉岡秀和, 宇波耕一, 藤原正幸 (京大農)

魚類の遡上行動を支配する Hamilton-Jacobi-Bellman 方程式の数理および数値解析

開水路における魚類の遡上行動 (位置および遡上速度) が遊泳時の消費運動エネルギー量最小化原理に従う力学系であると仮定すれば、遡上速度を支配する Hamilton-Jacobi-Bellman 方程式 (HJBE) が導出される。HJBE は非線型かつ非保存型の移流拡散方程式である。本研究では HJBE の数理解析および数値解析を通し、その解の性質とモデルパラメータの関係性について検討する。また、空間 1 次元と多次元の問題において HJBE が有する解の定性的な差異に言及する。

15:50 ~ 16:15

増田 茂 (流体数理古典理論研)

Confusion and Unity In handling of Heat Motion and Fluid Motion in the 19th Century

The 19th centuries are the most severe epoch in the mathematical history of wave and fluid. We discuss on the mathematical history of principles, theories and equations on the heat and fluid motion including its mathematical background.