

平成 26 年度 九州大学応用力学研究所 共同利用研究集会

非線形波動研究の現状—課題と展望を探る—

期間：2014 年 10 月 30 日 (木) 13:20 ~ 11 月 1 日 (土) 14:30

場所：九州大学筑紫地区 筑紫ホール (C-Cube 1 階)

共催：日本応用数学会応用可積分系研究部会

10 月 30 日 (木)

13:20-13:30 諸連絡

13:30-14:00 **野邊 厚 (千葉大)**
一般化戸田格子の超離散化

Lie 環用いた戸田格子の拡張 (一般化戸田格子) において, とくにアフィン Lie 環に付随する戸田格子の離散化・超離散化を行い, 戸田型セルオートマトンや周期箱玉系との関係について議論する.

14:00-14:30 **岩尾 慎介 (青山学院大)**
Totally positive matrix と特異曲線上の因子

Totally positive matrix の分解問題と離散可積分系の positive part との関係について知られていることを説明し, これらの対象と特異曲線上の positive part との関係を述べる. 時間があれば, トロピカル幾何との関係も説明したい.

14:30-14:45 休憩

14:45-15:45 **[特別講演] 川原田 茜 (広島大)**
実データに基づくセル・オートマトンモデルの構成

セル・オートマトンは全ての変数が離散値をとる離散力学系である. 局所的な相互作用によって時間発展規則が定義され, 単純な規則からも複雑で多様な挙動を示すために数理モデルとして重宝されている. しかし規則の単純さ故, 実際の現象に対してそれを模倣するセル・オートマトンを構成することは一般に容易ではない. 本講演では, 現象理解を仮定せずに観測データから直接セル・オートマトンを構成する方法について紹介する. 尚, 本講演は飯間信氏 (広島大学) との共同研究に基づくものである.

15:45-16:00 休憩

16:00-16:30 **上岡 修平 (京都大)**
タイリング問題と可積分系および直交多項式との繋がり

組合せ論におけるアステカダイヤモンドや六角形領域のタイリング問題は (厳密に数え上げ可能という意味で) 可解である. 本講演ではタイリング問題と (厳密解を持つという意味で) 可解な可積分系, およびそれに付随する直交多項式との関係を調べる. 特に行列式に基づくタイリング問題の証明法について解説する.

16:30-17:00 ○山岸 弘幸（都立産技高専），亀高 惟倫（阪大），永井 敦（日大），渡辺 宏太郎（防衛大），武村 一雄（日大）
各種多面体上の離散ソボレフ不等式の最良定数

各種多面体（正多面体，切頂正多面体，フラレーン，カーボンナノチューブトラス）上の離散ソボレフ不等式の最良定数を求めた．多面体の頂点に適切な番号付けをして離散ラプラシアンを導入し，擬グリーン行列（ペンローズ・ムーア一般化逆行列）とグリーン行列（逆行列），離散熱核を求めた．最良定数は擬グリーン行列やグリーン行列の対角成分で求められる．

17:00-17:30 佐々 成正（原研）
陽的および陰的シンプレクティック数値積分法における運動量保存則

非線形偏微分方程式の時間発展に対し，シンプレクティック数値積分法を適用した時，位相空間内におけるある積分が不変量となる．その積分不変量と（近似的）運動量保存則の関係について考察する．

10月31日（金）

10:00-10:30 中田 庸一（東京大）
簡略化された path-preference model のダイナミクスについて

Path-preference model は RNA ポリメラーゼが転写中に行うダイナミクスを記述するセルオートマトンであるが，このモデルについてある条件下で流量を測ったところ期待された挙動以外の不連続な変化が起ることが確認されたので，そのことについて説明する．

10:30-11:00 ○深川 宏樹（九州大），辻 健（九州大）
変分原理による多孔質岩石中内にある間隙水内の超臨界二酸化炭素吸収過程の解析

自由エネルギーを使う二成分系混合流体モデルでは潜熱や熱流を十分に考慮することができない．今回，これらを考慮できる変分原理を使ったモデルを提案し，間隙水内の超臨界二酸化炭素の吸収過程を解析する．

11:00-11:10 休憩

11:10-12:10 [特別講演] 西森 拓（広島大）
アリの採餌行動における意思決定とゆらぎ —数理モデルと行動実験による複合的アプローチ—

アリはハチの祖先から進化し，個々の構造や振る舞いを単純化させる一方でコロニーとしての協調行動を複雑化させ，現在地球上のほとんどの地域で繁栄を謳歌している．我々は，アリの採餌行動に着目し，トビイロケアリに関する実験と数理モデリングを行ってきた．実験では，トビイロケアリの採餌行動が，これまで広く知られている化学走性だけでなく，視覚情報や記憶にも依拠し，これら複数の因子の精妙な組み合わせで行動決定を行っていることが分かってきた．また，数理モデルでは，アリの化学走性にゆらぎ（エラー）の効果を付与し，採餌効率とゆらぎの関係を調べた．その結果，ある給餌環境の変化に応じて，「最適採餌集団」が，同等のエラーをもった「一様集団」から，高いエラー率をもったアリとエラーがほとんどないアリの「2極混合集団」に鋭く転移することがわかった．講演では，以上の実験・計算結果を報告するとともに，現象をより抽象化した理論的試みを紹介する．

- 12:10-13:30 昼食
- 13:30-14:00 **山根 英司 (関西学院大)**
可積分離散非線型シュレーディンガー方程式の漸近解析
defocusing な可積分離散非線型シュレーディンガー方程式 (Ablowitz-Ladik model) は逆散乱法で解ける. 本講演では, 逆散乱法の発展である非線型鞍点法によって解の $t \rightarrow \infty$ における漸近展開が得られることを述べる。
- 14:00-14:30 **松野 好雅 (山口大)**
高次分散を取り入れた Green-Naghdi 方程式とハミルトン構造
Green-Naghdi(GN) 方程式は大振幅波動伝播の記述に有効な水の波のモデル方程式であるが、分散効果は最低次しか考慮されていない。ここではこれを高次分散項を含む方程式系に拡張する。得られた系は GN 方程式と同様のハミルトン構造を有することを示す。
- 14:30-14:45 休憩
- 14:45-15:15 **○高橋 大輔 (早稲田大), 松木平 淳太 (龍谷大)**
高次保存量を持つセルオートマトンについて
状態変数の 2 次以上の保存密度を持つセルオートマトンについて、そのような保存量を持つ仕組み、解の構造、基本図の構成などについて解説する。また確率変数を導入した場合の基本図の解析についても述べる。
- 15:15-15:45 **○吉井 理比古 (東京大), 星野 隆行 (東京大), 満淵 邦彦 (東京大)**
セルオートマトンの逆超離散化における重ね合わせ原理とその応用
逆超離散化において CA のルールが拡張トロピカル多項式で記述できれば重ね合わせの原理が成り立つことを証明した。また、その応用として ECA からフィルター関数を含まない PDE を導出し、そのダイナミクスを解析した。
- 15:45-16:00 休憩
- 16:00-17:45 ポスターセッション
- 18:00- 懇親会 (学内ビスタホール)

11 月 1 日 (土)

- 10:00-10:30 **○松家 敬介 (東京大), 金井 政宏 (東京大)**
時間遅れをもつ交通流モデルの離散化とその解について
本講演では, Newell が提案し, Whitham が進行波解を与えた時間遅れ微分方程式の離散化とその進行波解を紹介する. この離散化は時間遅れをもつ差分方程式であり, 進行波解の連続極限及び定数解の線形安定性について議論する.
- 10:30-11:00 **金井 政宏 (東京大)**
交通流モデルによる歩行者の引き込み現象の解析
引き込みとは, 弱い結合によって複数の振動子の位相が揃う現象である. 今回, 歩行を周期運動と捉え, 基本的な交通流モデルである最適速度 (OV) モデルから着想を得て作られたモデルにより歩調が揃う現象を解析する.

- 11:00-11:10 休憩
- 11:10-12:10 **[特別講演] 今 隆助 (宮崎大)**
一回繁殖型の非線形 Leslie モデルの連続化と分岐解析
- Leslie モデルは年齢構造を持つ単一種の個体群動態を記述する差分方程式である。本講演では非線形の Leslie モデルの自明平衡点 (絶滅平衡点) の分岐について考える。特に、最終齢の個体だけが繁殖できる一回繁殖型の Leslie モデルについて考える。このような Leslie モデルは、微分方程式によって近似することがでる。本講演では、この微分方程式を解析することによって、元の差分方程式の分岐に関して理解できることを紹介する。
- 12:10-13:30 昼食
- 13:30-14:00 **磯島 伸 (法政大)**
パンルヴェIII型方程式のある特殊解系列の超離散極限
- 差分パンルヴェIII型方程式は、その成分が差分ベッセル方程式の解で与えられる行列式を用いて表される特殊解の系列を持つ。本講演では、成分に差分ベッセル関数を与えた場合の特殊解系列の符号付き超離散極限を、一般のシステムパラメータに対して与える。
- 14:00-14:30 **大久保 直人 (東京大)**
クラスター代数と q -Painleve 方程式
- クラスター代数はクラスター変数、係数 (と呼ばれる変数)、quiver に mutation と呼ばれる操作を繰り返すことで定義される。本公演では mutation-period と呼ばれる性質をもつ適当な quiver を考えたとき、クラスター変数、係数の満たす関係式が、いくつかの q -Painleve 方程式の双線形形式、非線形形式となることを紹介する。

ポスターセッション (10月31日 16:00-17:45)

- 1 ○竹内 弘史 (東京理科大), 相原 研輔 (東京理科大), 福田 亜希子 (芝浦工大), 石渡 恵美子 (東京理科大)
離散ハングリーロトカ・ボルテラ系に基づく非対称帯行列の全固有対の計算
離散ハングリーロトカ・ボルテラ (dhLV) 系に基づく、ある非対称帯行列の複素固有値を計算する方法が知られている。本研究では、dhLV 系の時間発展を利用して固有ベクトルを計算する方法を示す。さらに、固有ベクトルの各成分の陽的な表現を与える。
- 2 ○隅蔵 亮 (東京理科大), 福田 亜希子 (芝浦工大), 石渡 恵美子 (東京理科大), 山本 有作 (電通大), 岩崎 雅史 (京都府立大), 中村 佳正 (京都大)
離散戸田方程式のある拡張に基づく Totally Nonnegative 行列の固有値計算アルゴリズム
本発表では、箱に番号が付いた箱玉系に由来する離散戸田方程式の拡張を基に、Totally Nonnegative 行列の固有値を計算するアルゴリズムを示す。また、収束加速のための原点シフトを導入する。

3 ○井ノ口 順一（山形大），加藤 慎也（山形大）

平面離散曲線の例について

離散可積分系理論の発展に鼓舞されて、微分幾何学的対象の離散化が研究されるようになった。これまでの研究では離散可積分系で統制される離散曲線や離散曲面が主に扱われてきたが、離散曲線そのものをどのように研究対象としていくかについてはまだ研究が少ない。ハイポサイクロイドの離散化に関する研究結果を報告する。

4 ○津川 未希（龍谷大），松木平 淳太（龍谷大），高橋 大輔（早稲田大）

Max-Min-Plus 表現を用いた 5 近傍粒子 CA の確率化について

セルオートマトンの時間発展に確率を導入する研究が活発に行われている。確率を導入することにより、さらに現実に近いモデルとして応用が可能となることが期待できる。しかしながら、確率変数を含んだ Max-Min 表現の発展方程式を得る方法はまだ確立されていない。本研究では、基本図と発展方程式の関係を用いて、幾何学的な観点から、確率変数を含んだ Max-Min-Plus 表現の発展方程式を得ることに成功した。従来の方法では、4 近傍・5 近傍の粒子セルオートマトンの確率化は難しいとされていたが、本研究で用いた手法により 4 近傍では 4 個、5 近傍では 16 個のルールの確率化に成功した。

5 ○関口真基（都立荻窪高），石渡恵美子（東京理科大）

病理モデルにおける連続型と超離散型との対応関係

連続型病理モデルを超離散化することで得られる超離散型病理モデルの解の挙動が、もとの連続型モデルと同様に議論できることを示し、解の大域的性質が、連続型モデルと超離散型モデルで対応することを示す。

6 ○片山 陽介（立教大），笥 三郎（立教大）

Jeu de taquin slide と超離散 KP 方程式

三上・太田は、組合せ論における jeu de taquin slide の操作を差分方程式で表し、超離散 KP 方程式との関係を議論した。本研究では、三上・太田の結果に若干の変更を加え、逆操作にも適用可能な方程式を提案する。

7 今井 武晃（東京大）

情報提供による、分岐のある道路における交通流の最適化

分岐のある道路においては、カーナビゲーションシステムや ITS などの交通情報提供装置によって交通が制御されている。しかし、情報提供の内容によっては、交通量が一つの道路に偏りかえって交通状況を悪化させるようなことが起こる。最適な交通状況を実現するための情報提供内容と情報提供方法についての研究の成果を示す。

8 井上 翔介（東京大）

群衆の出口選択における歩行者同士の相互作用について

部屋に複数の出口があった場合、歩行者の出口選択には近接する人の選択につられ、混んでいる出口を避けるという仮定のもとでシミュレーションをし、その相互作用がどのように流れに影響するのかを調べた。

- 9 ○上野 拓 (立教大), 笥 三郎 (立教大)
平面渦の定常配置と安定性
Hemery と Veselov は、2次元平面での完全流体における渦の定常配置に対して、新しい例を構成した。本研究では、それらの安定性を考察する。
- 10 ○野見山 雅之 (立教大), 笥 三郎 (立教大)
表面張力入りの Hele-Shaw 問題
Hele-Shaw 問題において、ある種の表面張力効果を考慮すると、Dym 方程式に外力項を付け加えた方程式が得られる。本研究では、その方程式を双線形化法の立場から議論する。
- 11 ○中川 剛 (立教大), 笥 三郎 (立教大)
結合型変形 KdV 方程式のソリトン解の構造
岩尾・広田によって提出された結合型変形 KdV 方程式のソリトン解は、多くのパラメータを含んだ複雑な構造を持つ。本研究では、ある意味で“1-ソリトン解”を調べれば十分であることを示す。
- 12 由良 文孝 (はこだて未来大)
楕円曲線と Hankel 行列式
楕円曲線上の点の Hankel 行列式表示について議論する。