AIMaP 研究集会等実施報告書

(Part 1/4) 名称・重点テーマ・キーワード等

項目	内容
名称	反応拡散系のパターン形成とその応用
採択番号	2018A013
重点テーマ	反応拡散系、パターン形成、数値シミュレーション
キーワード	反応拡散方程式、チューリング不安定性、無限次元力学系、伝播現象、分岐解析
主催機関	岡山大学
運営責任者	谷口雅治
開催日時(開始)	2019/02/16 13:30
開催日時(終了)	2019/02/17 14:20
開催場所	岡山大学

(Part 2/4) 最終プログラム・参加者数

項目	内容
最終プログラム	詳細プログラム:https://aimap.imi.kyushu-u.ac.jp/wp/event/2018a013/ (公式サイト) **2 月16 日(土)** 13:30 ~ 14:20 – 倉田和浩(首都大学東京) "Existence and stability of one-peak symmetric stationary solutions for the Schnakenberg model with heterogeneity" 14:30 ~ 15:20 – 松澤寛(沼津高専) "Asymptotic proles of solutions and propagating terrace for a free boundary problem of nonlinear diffusion equation with positive bistable nonlinearity" 15:40 ~ 16:30 – 三浦岳(九州大学) 「頭蓋骨縫合線のパターン形成」 16:40 ~ 17:30 – 栄伸一郎(北海道大学) 「質量保存則を持つ反応拡散系におけるパルスの運動」

	2 月17 日(日) 9:30 ~ 10:20 – 須志田隆道(北海道大学) 「反応拡散方程式による網膜情報処理の階層モデルと残像錯視」 10:3 ~ 11:20 – 中村健一(金沢大学) 「双安定型反応拡散系の単調な進行波」 **数学相談・昼食休憩** 12 : 30 ~ 13 : 20 – 出原浩史(宮崎大学) "Spatio-temporal coexistence in the cross-diffusion competition system" 13 : 30 ~ 14 : 20 – 村田実貴生(東京農工大学) 「反応拡散系のセル・オートマトン化」
参加者数	数学・数理科学:19 人, 諸科学: 2 人, 産業界: 0 人, その他: 0 人

(Part 3/4) 論点・現状・今後の展開

項目	内容
当日の論点	「反応拡散系のパターン形成とその応用」は非線形放物型方程式の研究者、可積分理論の専門家、医療関係者、錯視研究者などが参加する研究会である。国内から8人の研究者により最新の研究成果を発表する講演が行われた。 医療・生理学方面からは以下のような問題が論じられた。 1. 頭骸骨の縫合線のパターン形成 2. 細胞質中の単細胞の運動能に関わる極性の形成に関する安定性解析 3. 網膜内の視覚細胞の役割から導出される反応拡散系を用いた錯視現象の解析 数理生態学の方面からは以下のような問題が議論された。 4. 交差拡散により生じる時間周期的解の存在についての数値解析 5. 生物種の侵入・伝播現象に対する自由境界問題としての数理解析 6. 3種共存モデルの侵入・伝播現象 7. セル・オートマン理論による反応拡散系の数値計算 化学反応に関するパターン形成に関しては 8. 空間非一様な Schnakenberg 反応拡散方程式の定常解の安定性問題
研究の現状と課題(既にできていること、できていないことの切り分け)	1. 頭骸骨の縫合線に関しては骨のサイズは常に一定だと仮定してモデルを構築していた。その解析はノイズ付き反応拡散方程式で良く再現できた。だが実際は成長に伴って骨は大きくなり縫合線の形状に影響を与えるはずである。全体が大きく成長する長時間効果を加味したリアルなモデルの構成は今後の課題だろう。 2. 細胞質中の単細胞の運動能に関わる極性の形成に関する安定性解析では1次元モデルの解析はほぼ解決したことが報告された。だが本来は球面のように2次元の曲面上で解析するのが現実に近い。球面上などでの解析がなされることが望まれる。

	3．錯視現象の解析に関しては得られたモデルが複雑な方程式の数が多い連立反応拡散系である。数値解析でかなり実際の視覚現象の再現に成功したことが報告された。さらに数理的な厳密な解析を行うには方程式の数を縮約して減らすなどモデルの簡略化が不可欠である。 4．交差拡散の時間周期解に関してはロトカ・ボルテラモデルに関しては数値計算でかなり詳細に解の構成に成功したことが報告された。今後は特殊な非線形項に制限せずより一般的な観点からの解析を行うことになるであろう。 5．自由境界問題に関しては本年度に1次元に関してはほぼ重要な問題は解決されたこと、2次元の問題の解析がスタートし順調に研究が進んでいることが報告された。 6．3種共存モデルの侵入・伝播を記述する進行波解が構成されたことが報告された。今後は一般のデータを与えたときにその進行波解がどのくらい安定なのかが問題となる。 7．反応拡散系の様々な現象の超差分化による数値計算による再現が報告された。再現は特殊解の構成や特徴となる現象を適当な初期値から再現する段階なので、今後は一般の初期データを与えたときに現れる普遍構造についての考察が必要となるだろう。 8．空間非一様な Schnakenberg 反応拡散方程式の定常解の安定性が空間非一様性でどのように特徴付けできるかについての詳細な結果が報告された。それらの結果は全て局所的な安定性なので、大域的な安定性についての議論が今後の課題である。
新たに明らかになった課題	反応拡散方程式にはあまりにたくさんの観点から問題にアプローチできるので、問題となる方程式が複雑化・特殊化していく傾向がある。そのような場合は講演者により一般的な視点や統一的な視点を説明してもらう必要がある。一方、モデル方程式がシンプルな場合はテクニックがどんどん高度になって、他の研究者がフォローするのが難しい研究になってしまうので、少し時間を多めにとって基本的なスキルからゆっくりと説明してもらう必要があるようである。
今後解決すべきこと、今後の展開・フォローアップ	参加者からは数学・医学・工学・物理や生物など多岐の観点からの質疑応答がなされた。反応は極めて良好であった。本研究会のスライドが参加者に配布されることで、分野横断的な新たな問題が開拓されることに間違いはないだろう。継続的な開催を予定している。

(Part 4/4) 写真

項目	内容
添付写真 1	 倉田教授の講演
添付写真 2	 研究集会全景

添付写真 3	 三浦教授の講演

（20181213 Ver.）