

数理解析研究所講究録 1598

RIMS 共同研究

新しい生物数学の研究交流プロジェクト

京都大学数理解析研究所

2008年5月

*RIMS Kôkyûroku 1598*

*Kyoto Summer Research Program  
in Mathematical Biology Next Wave*

*May, 2008*

*Research Institute for Mathematical Sciences*

*Kyoto University, Kyoto, Japan*

This is a report of research done at Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University. The papers contained herein are in final form and will not be submitted for publication elsewhere.

## まえがき

生物現象の数理的問題は数学者のみならず幅広い分野の関心を引き、数学の発展に寄与してきた。21世紀は生物学・生命科学の諸問題に関わる数学理論及び数理モデルの構築の更なる発展が期待されている。数学は、他分野の更なる発展の可能性を生み出すだけでなく、他分野から良質な問題が提供されることにより数学自体も大きく発展する学問である。この観点から、数学研究者には、生物学・生命科学の諸問題に対する数学的基盤を整備し、同研究分野での数学の基礎的研究を進展させ、それらを生物現象の研究にfeedbackすることによって新しい生物学・生命科学研究及び数学研究を促進するという研究に対するインセンティブを持ち続けられる機会が求められている。本共同研究では、数学研究者と生物学・生命科学研究者が一堂に会し、第一線で活躍する研究者により提供される最前線的话题をシードにした“現場”における討論により、異分野の研究者間で相互に刺激を与えるテーマ、未解決問題を発掘すると同時に、生物学・生命科学の分野における新しい知見の獲得、及び、新しい数理モデルの開発や解析の発展、新しい数学的概念の構築を目的とし、数学研究者と他分野との分野融合研究の促進を図った。

2002-2004年に開催された“イッキ読み合宿セミナー”(幹事:齋藤保久)、及び、2004-2005年に京都大学数理解析研究所にて開催された「生物数学イッキ読み・研究交流」(研究代表者:齋藤保久)は、すべて、本を読むだけにとどまらず様々な議論が飛交う場と成し、生物数学の研究に新たに提起される問題の発掘や参加者同士の共同研究が発足するポテンシャルの高いものであった。その肥沃な“土壌”に、生物現象からとりあげた特定の問題とその数理モデル開発という“種”をまくべく企画された2006年度京都大学数理解析研究所共同利用研究「新しい生物数学の研究交流プロジェクト:Kyoto Winter School of Mathematical Biology」(研究代表者:瀬野裕美)が、2006年12月11-15日に開催された。同研究では、本共同研究のスピリットと同じく、多様なバックグラウンドをもつ若手研究者が一堂に会し、共通の話題についての数理モデルの開発や解析が現場で行われるプログラムが実施された。参加予定者の多くが話題提供者と事前打合せを行い、分野融合研究として、いくつかの新しい研究もスタートした。本共同研究の意義は、特定の問題について数理モデルの開発や解析に関して討論を展開し、数学-他分野融合研究の可能性を追求するところにある。昨今、欧米で盛んに行われるようになった若手研究者対象の生物数学関連のスクール形式とはまたひと味違う、研究レベルの出席者参加型の本プロジェクトは学際研究の発展に寄与できる新しい形態であり、本共同研究の大きな特色の一つである。

特に、本プロジェクトでは、生物学と数学の両分野において重要な概念である「タイムスケール」をキーワードの一つにして、未解決問題を発掘し、生物学・生命科学の分野における新しい知見の獲得のための理論的手がかりの創成、及び、新しい数理モデルの開発や解析技術の発展に寄与するためのプログラムに取り組んだ。参加者は下記の各オーガナイズドセッションにおいて基調講演、および、その内容に関連する文献の集中(“イッキ読み”)セミナー[参加者による文献分析研究]を行った。参加者各自が講義内容を集中的に理解し合うことにより、参加者同士の密な研究交流を促し、最前線的话题に潜む新たな問題の“匂い”を嗅ぎ取ろうという試みである。その後、参加者が数グループに別れ、各グループでオーガナイズドセッションの内容をシードにして新たな問題の発掘を行い、その問題に対する数理モデルの開発および解析に関する議論を行った。最終日には、各グループによる成果発表を行った。それらの研究成果がこの講義録に綴られている。

### 【セッション企画者および内容】

高田壮則(北海道大):植物特有の現象のモデリング

吉川 満(関西学院大):タイムスケールの違いが個体群動態に及ぼす影響

梯 正之(広島大):理論疫学—感染症流行の個体群動態モデルによる研究のこれまでと今後の課題

齋藤保久（慶北国立大 [韓国]）：個体群動態モデルの数学および時間遅れ

中丸麻由子（東京工業大）：他の生物では見られない人間特有の社会行動・社会現象をどうモデル化していくのか？

これらのセッションの後のグループディスカッションにより、検討された研究課題は以下の通りである：

- 相手に関する情報を得る事は有利か？：ゲーム理論による試論
- 癌因子制御の数理モデル — 副作用のない薬をめざして
- ササは本当に強いのか — 一斉枯死を考慮したササの個体群モデル
- 相互作用構造は異なる毒性進化を促進するか？：感染症ダイナミクスの構造による病原性進化に関する試論
- 季節型を考慮した個体群動態：時間間欠的な餌-捕食者系ダイナミクスに対するハイブリッドモデルの検討
- 時間遅れを考慮した CO<sub>2</sub> 排出量規制戦略に関する数理モデルの検討

いずれの研究課題も、独創性の認められる新しい数理的な問題を提供するものであり、それらが数学、生物学、数理生物学に関わる若手研究者らの交流によって発展されたことは大変に意義深い。本講究録の内容から新しい研究がさらに展開されるならばそれほど喜ばしいことはない。

研究代表者 瀬野裕美（広島大学）  
運営幹事 齋藤保久（慶北国立大学 [韓国]）  
2008（平成 20）年 4 月



新しい生物数学の研究交流プロジェクト  
 Kyoto Summer Research Program in Mathematical Biology Next Wave  
 RIMS共同研究報告集

2007年8月27日～8月31日  
 研究代表者 瀬野 裕美 (Hiromi Seno)

目 次

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | 植物特有の現象のモデリング -----  | 1  |
|    | 北大・地球環境科学(Hokkaido U.)                      高田 壮則(Takenori Takada)   |    |
| 2. | Theoretical epidemiology: Outcomes and issues of the researches on<br>infectious disease spread by population dynamic models ----- | 2  |
|    | 広島大・保健学(Hiroshima U.)                      梯 正之(Masayuki Kakehashi)  |    |
| 3. | 個体群動態モデルの数学および時間遅れ -----   | 3  |
|    | Kyungpook Nat. U.                                      齋藤 保久(Yasuhisa Saito)   |    |
| 4. | 他の生物では見られない人間特有の社会行動・社会現象を<br>どうモデル化していくのか? - パーソナリティに着目して - -----   | 9  |
|    | 東工大・社会理工学(Tokyo Inst. Tech.)              中丸 麻由子(Mayuko Nakamaru)  |    |
| 5. | 相手に関する情報を得ることは有利か?: 情報収集に関する最適化問題の<br>モデル化 -----   | 11 |
|    | 東大・情報理工学系(U. Tokyo)                      大竹 洋平(Yo-hey Otake)   |    |
|    | 京大・農(Kyoto U.)                                      齊藤 わか(Waka Saito)  |    |
|    | 横浜国大・環境情報学(Yokohama Nat. U.)              管家 千誠(Kazumasa Sugaya)   |    |
|    | 阪大・歯(Osaka U.)                                      吉田 信介(Shinsuke Yoshida)  |    |
| 6. | 癌因子制御の数理モデル: 力学系の視点から -----  | 29 |
|    | 青山学院大・国際マネジメント(Aoyama Gakuin U.)              福井 義高(Yoshitaka Fukui)   |    |
|    | 横浜国大・環境情報学(Yokohama Nat. U.)              小嶋 雄太(Yuta Kojima)   |    |
|    | 九大・理学(Kyushu U.)                                      波江野 洋(Hiroshi Haeno)   |    |
|    | 東京医科歯科大・生命情報科学教育部(Tokyo Medical Dental U.)              成尾 佳美(Yoshimi Naruo)   |    |
| 7. | The effect of the mortality cycle in two competitive plants:<br>Is Sasa really advantageous to competitor? -----                   | 36 |
|    | 岡山大・環境学(Okayama U.)                      李 聖林(Sungrim Seirin Lee)  |    |
|    | 横浜国大・環境情報学(Yokohama Nat. U.)              秋田 鉄也(Tetsuya Akita)   |    |
|    | 立命館大・理工学(Ritsumeikan U.)                      川口 喬(Takashi Kawaguchi)  |    |
|    | 京大・生態研(Kyoto U.)                                      広永 良(Ryo Hironaga)   |    |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| 8. 相互作用構造は異なる毒性進化を促進するか? -----              | 44                       |
| 九大・理学(Kyushu U.)                            | 井磧 直行(Naoyuki Iseki)     |
| 静岡大・創造科学技術(Shizuoka U.)                     | 岩見 真吾(Shingo Iwami)      |
| 京大・農学(Kyoto U.)                             | 本間 淳(Atsushi Honma)      |
| 東工大・社会理工学(Tokyo Inst. Tech.)                | 関口 卓也(Takuya Sekiguchi)  |
| 9. 季節型を考慮した個体群動態:                           |                          |
| - Hybrid ダイナミカルシステムを用いた解析 - -----           | 54                       |
| 関西学院大・経済学(Kwansei Gakuin U.)                | 吉川 満(Mitsuru Kikkawa)    |
| 横浜国大・環境情報学(Yokohama Nat. U.)                | 加藤 直人(Naoto Kato)        |
| 東大・数理科学(U. Tokyo)                           | 浦田 道夫(Michio Urata)      |
| 龍谷大・理工学(Ryukoku U.)                         | 坂戸 克匡(Yoshikuni Sakato)  |
| 10. 時間遅れを考慮した CO <sub>2</sub> 排出量規制戦略 ----- | 76                       |
| 静岡大・工学(Shizuoka U.)                         | 本田 卓也(Takuya Honda)      |
| 阪大・生命機能(Osaka U.)                           | 細田 一史(Kazuhumi Hosoda)   |
| 神戸大・人間発達環境学(Kobe U.)                        | 桑村 雅隆(Masataka Kuwamura) |
| 京大・理学(Kyoto U.)                             | 高橋 大輔(Daisuke Takahashi) |