

数理解析研究所講究録 1653

RIMS 共同研究

生物現象に対するモデリングの数理

京都大学数理解析研究所

2009年6月

RIMS Kôkyûroku 1653

*Kyoto Winter Research Program
in Mathematical Biology Next Wave*

June, 2009

Research Institute for Mathematical Sciences

Kyoto University, Kyoto, Japan

This is a report of research done at the 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。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。そして、他分野と数学の間の学際的あるいは融合的な研究分野が数学と他分野の橋渡しをしているばかりでなく、そこから新しい数理的問題も生まれてきた。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。

モデリングとは科学的な『ものの捉え方』である。生物学・生命科学の諸問題に対する数学的基盤を整備し、学際・融合分野における数理的研究を進展させ、それらを生物現象の研究にfeedbackする一連の過程はすべてモデリングといえる。モデリングの観点から新しい生物学・生命科学研究及び数学研究を促進・創発するというインセンティブは、これからますます意義が高まると思われる。本共同研究は、数理分野、生物学・生命科学分野の若手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、学際的・融合的研究分野において発展性が高いテーマ、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にかかわる数理的な理論の展開、新しい数学的概念の構築を目的とし、数理分野の研究者と他分野との分野融合研究の促進を図ったものである。

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、2007年度京都大学数理解析研究所共同研究「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」（研究代表者：瀬野裕美）が、2007年8月27-31日に開催された。これらは、本共同研究とスピリットを同じくするものであり、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。研究レベルの出席者参加型の本共同研究は、学際研究の発展に寄与できる新しい形態である。

特に、本共同研究では、生物学と数学の両分野において重要な概念である「構造」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とともに、第一線で活躍する研究者を交えた議論を行った。それらの研究成果がこの講義録に綴られている。

【セッションオーガナイザおよびセッションタイトル】

稲葉 寿 (東京大) : 感染症の数理モデル

本間 淳 (京都大) : 相互作用構造は異なる毒性進化を促進するか

高須夫吾 (奈良女子大) : 個性性を維持したモデリング

西森 拓 (広島大) : 蟻の採餌ダイナミクスと数理モデリング

巖佐 庸 (九州大) : 生物学での確率現象 — 野生生物の絶滅リスクと発ガンプロセスを例にとって

これらのセッションに引き続きグループディスカッションにおいて検討された研究課題は以下の通り:

- 感染循環を考慮した流行モデル
- ネットワーク構造を考慮した感染症拡散モデルの構築と効果的なワクチン接種の検討
- 個体群形態のパターン形成に関する個性性に基づくモデル
- 捕獲に対する鹿の逃避行動はカモシカおよび鹿の個体群存続に有益となるか?
- 繁殖干渉, アリー効果, 環境変動を考慮した有性生殖種と単為生殖種の種間競争の解析

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 (釜山国立大学 [韓国])

2009 (平成 21) 年 4 月



生物現象に対するモデリングの数理
 Kyoto Winter Research Program in Mathematical Biology Next Wave
 RIMS共同研究報告集

2008年12月8日～12月12日
 研究代表者 瀬野 裕美 (Hiromi Seno)
 副代表者 齋藤 保久 (Yasuhisa Saito)

目 次

1.	個体性を維持したモデリング -----	1
	奈良女子大・理(Nara Women's U.) 高須 夫悟(Fugo Takasu)	
2.	蟻の採餌ダイナミクスと数理モデリング -----	2
	広島大・理学(Hiroshima U.) 西森 拓(Hiraku Nishimori)	
3.	生物学での確率現象：野生生物の絶滅リスクと発ガンプロセスを例として -----	3
	九大・理学(Kyushu U.) 巖佐 庸(Yoh Iwasa)	
4.	基本再生産数・タイプ別再生産数・状態別再生産数 -----	4
	東大・数理科学(U. Tokyo) 稲葉 寿(Hisashi Inaba)	
5.	感染循環を考慮した流行モデル -----	10
	奈良女子大・理(Nara Women's U.) 小林 美苑(Misono Kobayashi)	
	静岡大・工学(Shizuoka U.) 山崎 淳史(Junshi Yamazaki)	
	北大・環境科学(Hokkaido U.) 西澤 裕文(Hirofumi Nishizawa)	
6.	ネットワーク構造を考慮した感染症拡散モデルの構築と 効果的なワクチン接種の検討 -----	18
	京大・医学(Kyoto U.) 白川 康一(Koichi Shirakawa)	
	東邦大・理(Toho U.) 香川 幸太郎(Koutarou Kagawa)	
	京大・医学(Kyoto U.) 今村 (滝川) 寿子 (Hisako Takigawa-Imamura)	
	名大・情報科学(Nagoya U.) 落合 洋文(Hirofumi Ochiai)	
7.	個体群形態のパターン形成に関する個体性に基づくモデル -----	32
	中央大・理工学(Chuo U.) 江原 幸枝(Sachie Ebara)	
	龍谷大・理工学(Ryukoku U.) 森本 隆彬(Takaaki Morimoto)	
	九大・理学(Kyushu U.) 佐伯 晃一(Kohichi Saeki)	
8.	捕獲に対する鹿の逃避行動はカモシカおよび鹿の個体群存続に 有益となるか? -----	41
	早大・基幹理工学(Waseda U.) 國谷 紀良(Toshikazu Kuniya)	
	岐阜大・連合獣医学(Gifu U.) 八代田 千鶴(Chizuru Yayota)	
	広島大・理学(Hiroshima U.) 飛永 賢一(Kenichi Tobinaga)	

9. 繁殖干渉、アリー効果、環境変動を考慮した有性生殖種と

単為生殖種の種間競争の解析 ----- 52

京大・生態学研究センター(Kyoto U.)

岸 茂樹(Shigeki Kishi)

東大・数理科学(U. Tokyo)

深澤 恵介(Keisuke Fukazawa)

阪大・理(Osaka U.)

大野 理恵(Rie Ohno)