

# 【数理モデリング研究部門における基礎研究の現状】

研究推進機構 総合研究院 数理モデリング研究部門

## ► 研究概要

～研究目標～ 数学解析、数値解析、物理学、化学、生物学、工学の境界領域での連携研究の実施

→以下の3つの研究グループにより、部門内の共同研究を進める：

### ① 数理物理グループ

→ シュレーディンガー方程式などの解の新しい数値解法を完成し、開発した数値解法を具体的な問題に応用

### ② 数理生物グループ

→ 感染症流行を記述する感染症モデルや癌の浸潤現象等を記述する走化性モデルの解の漸近挙動の解析

### ③ 数理工学グループ

→ 連続体（弾性体、流体）における様々な現象の数学解析および逆問題への応用

## ►直近のトピック

### 1. 本研究グループの石渡恵美子、牛島健夫、江夏洋一による、感染個体の生息領域の拡大を記述した自由境界問題に関する共同研究

（個体の出生や死亡を考慮しない短期流行モデルにおいて、形状を保ったまま空間上を伝播する進行波解の存在・非存在を解明した）

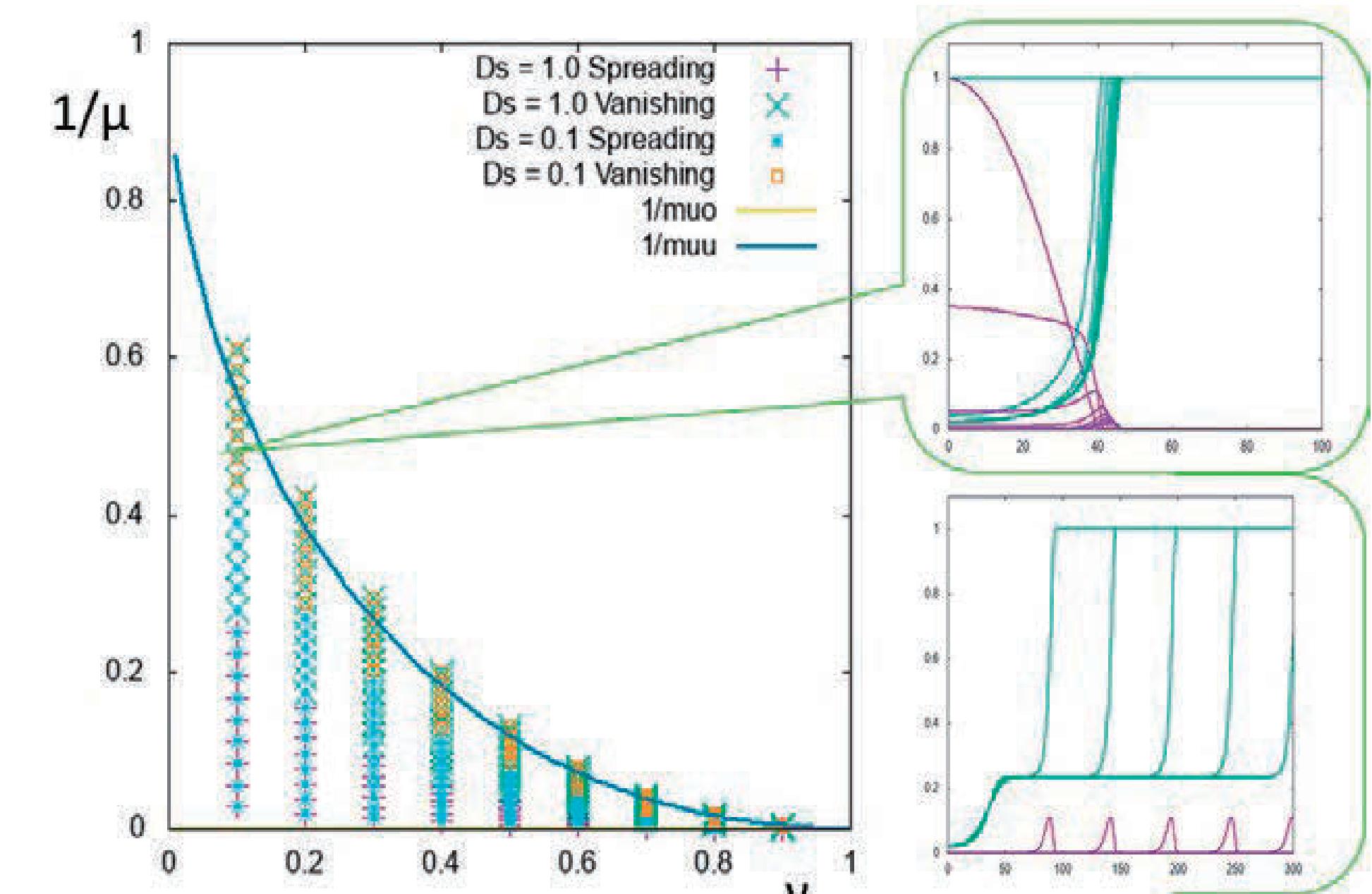
### 2. 本研究グループの横田智巳、千代祐太朗による、個体の出生や死亡を考慮した拡散項付き感染症モデルに関する共同研究

（個体の出生や死亡を考慮した感染症流行モデルにおいて、定数平衡状態の安定性と不安定性を部分的に解明した）

**Abstract.** This paper is concerned with the Neumann initial-boundary value problem for the diffusive logistic SIR model with saturated treatment and death rates,

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial t} = d_S \Delta S - \beta S I + r S \left(1 - \frac{S}{K}\right), \\ \frac{\partial I}{\partial t} = d_I \Delta I + \beta S I - \frac{\lambda I}{1 + \varepsilon I} - \theta I \end{cases}$$

in a bounded smooth domain in  $\mathbb{R}^N$ , where  $d_S, d_I, r, K, \beta, \varepsilon, \theta, \lambda > 0$  are constants. The purpose of this paper is to reveal stability of constant equilibria under some conditions on  $r, K, \beta, \varepsilon, \theta, \lambda$  when  $\mathcal{R}_0 := \frac{K\beta}{\theta + \lambda} < 1$ .



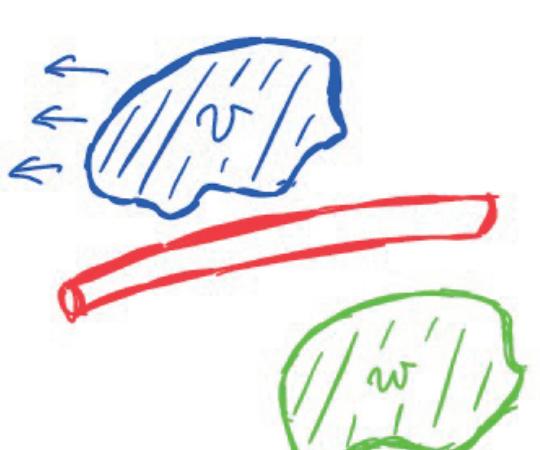
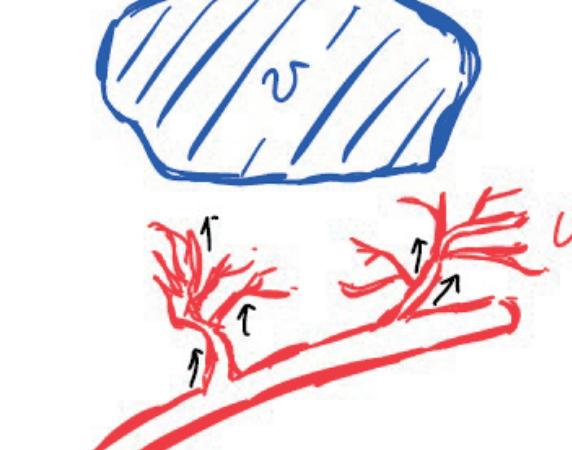
### 3. 腫瘍血管新生走化性モデル

Problem

$$(P) \begin{cases} u_t = \Delta u - \nabla \cdot (u \chi_1(v) \nabla v) + \nabla \cdot (u \chi_2(w) \nabla w), \\ v_t = \Delta v + \nabla \cdot (v \cdot \xi(w) \nabla w) + \delta u - \beta v, \\ w_t = \Delta w + \gamma u - \delta w \end{cases}$$

$$\text{Example of } \chi_i, \xi \quad \frac{1}{(1+S)^2} \quad (\text{Painter-Hilfen (2002)})$$

$$- \nabla \cdot (u \chi_1(w) \nabla v) + \nabla \cdot (u \chi_2(w) \nabla w)$$



u: density of endothelial cells

v: concentration of enzyme

w: density of extracellular matrix

+  $\nabla \cdot (v \cdot \xi(w) \nabla w)$

## ►今後の展開

### ① 数理物理グループ

→ 加藤らが開発した波束変換を用いたシュレーディンガー方程式の解の表現公式を物性物理学に応用する。  
また、数理物理学に関する講演会や連続講義を開催する。

### ② 数理生物グループ

→ 「神楽坂 感染症にまつわる数理勉強会」を開催し、感染症に関する研究を行う数学・生物学・医学などの幅広い分野の研究者から、感染症にまつわる話題を提供してもらい、共同研究を推進する。

### ③ 数理工学グループ

→ 逆問題については生体における非侵襲的な検査や材料における非破壊検査に由来する媒質中に潜む不連続性（空洞、き裂、介在物や障害物など）の位置や形状の情報を観測データから抽出する再構成の問題や、地震学における震源過程の逆解析を考察することを目指す。また、流体関連の問題も扱う。



東京理科大学  
TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

RIST TUS  
Research Institute for Science & Technology

【連絡先】研究部門長代理  
理学部第一部数学科  
横田 智巳  
yokota@rs.tus.ac.jp