

医生物学への数学・情報科学の応用

Application of Mathematics and Information Science to Medical Biology

単位数：5単位

- 大谷 浩 教授：医学系研究科医科学専攻 発生生物学
小野田慶一 講師：医学系研究科医科学専攻 内科学第三
永瀬 麻子 嘱託講師：鳥取大学医学部 脳神経内科学分野
中西 敏浩 教授：総合理工学研究科総合理工学専攻 数理・物質創成化学コース
平川 正人 教授：総合理工学研究科総合理工学専攻 機械電子情報工学コース
山田 拓身 准教授：総合理工学研究科総合理工学専攻 数理・物質創成化学コース
齋藤 保久 准教授：総合理工学研究科総合理工学専攻 数理・物質創成化学コース
山田 隆行 准教授：総合理工学研究科総合理工学専攻 数理・物質創成化学コース

1. 科目の教育方針

単一の受精卵から成体にいたる発生過程や、成体における構造と機能の関連、さらにそれら正常な状態からの逸脱としての先天異常、がん、生活習慣病などの疾病における複雑な生命現象の解析・理解に、数学・情報科学を応用することが試みられている。この科目では、その基礎となる数学・情報科学の理論とその応用例、また医生物学から提起される多様なニーズについて学ぶ。

2. 教育目標

一般目標

- 1) 医生物学における正常およびがんを含む異常な生命現象の理解のために数学・情報科学が応用できること、また応用すべき多様なニーズが存在することを理解する。
- 2) 生命現象の解析と理解へ応用される数学・情報学の種々の理論の基本的な概念とそれぞれの有用性を理解する。

行動目標

- 1) 医生物学へ応用される数学・情報学の理論を例示して、その基本的な概念と有用性を説明できる。
- 2) 数学・情報学の理論を応用できると考えられる医生物学における正常あるいは異常な生命現象を挙げて、応用すべき理論とその有用性の可能性について説明できる。

3. 教育の方法、進め方

講義、学生によるプレゼンテーション、討論によって進める。

4. 成績評価の方法

すべての講義および演習が終わった後、規定の出席率（2/3 以上）を満たした学生に対し、課題を呈示し、レポートの提出等を指示する。そのレポート等を行動目標の達成度を主眼に評価する。

5. 使用テキスト・参考文献

Lestrel PE (2000) Morphometrics for the Life Sciences. World Scientific, ISBN 981-02-3610-7 (大谷)

Rubinov, M., & Sporns, O. (2010). Complex network measures of brain connectivity: uses and interpretations. *NeuroImage*, 52(3), 1059-69. (小野田)
 この他、内容に応じて、適宜紹介する。

6. 教育内容

回	授業内容	担 当
1	統計的検定論(Theory of Statistical Test) 統計的検定の一般理論について概観した後、生物領域で頻繁に用いられる2標本検定についてその理論的背景を解説する。	山田隆行
2	生存時間解析(Survival Analysis) 生存時間解析とは、イベント(event)が起きるまでの時間とイベントとの間の関係に焦点を当てる分析方法である。ここでイベントとは、工学分野では機械の故障、医学・農学分野では生物の死亡を意味する。本講義では、その解析法とその原理について体系的に説明する。	山田隆行
3	高次元小標本問題(High Dimension Low Sample Size problem) 遺伝子発現データなどに見られる、変数の数(次元)がサンプルサイズ(標本数)より大きい場合のデータ解析について解説する。	山田隆行
4	ベジェ曲線とベジェ曲面 CG等における画像の作成などには多くの曲線や曲面がもちいられており、平行移動、拡大・縮小などで、曲線や曲面を容易に移動できるようにすることが望まれる。これをおこなえるベジェ曲線、曲面について説明する。	山田拓身
5	感染症数理の基礎理論 感染症の数理疫学(mathematical epidemiology)は、応用数学として興味深く、かつ社会的な要請という実践的観点からも近年ますます重要になってきている。本講義では、同分野に現れる基礎的な数学について解説する。	齋藤保久
6	数学と形の科学 等角写像や擬等角写像を用いた図形や物の形態の変形の定量化や、複雑な図形を記述するためのフラクタルやカオス理論などの用語について解説する。反復写像系が生み出すフラクタル図形が自然界のさまざまな形を模倣している様子を観察する。	中西敏浩
7	人間行動の解釈 ジェスチャなどといった身体動作だけでなく、学習行動といったような内面的な行為の解釈にまで幅広く機械学習の適用が広まってきている。そのような取り組みについて講義する。	平川正人
8	正常な形態形成およびその異常を理解するための数理解析の応用の可能性	大谷 浩

	多細胞体制からなる動物の発生過程において、個々の細胞の増殖・死、位置関係の変化などにより、種特有の形態形成と豊かな個体差が生じ、さらにがんを含む異常が起こるメカニズムについて、主に形態学の側面からみた数理解析の応用のニーズを例示し、解説する。	
回	授業内容	担 当
9	機能的 MRI の原理と応用 記憶や注意といった高次脳機能はいかなる脳内神経ネットワークに支えられているか。このことを解明する上で脳波および機能的 MRI は極めて強力な脳機能画像的手法である。その実験と解析に必要な神経心理学的パラダイムと脳機能画像の数理解析の原理について概説する。	小野田 慶一
10	計算論モデルを用いた脳機能解析 脳のマクロシステムに対して、強化学習理論やグラフ理論などの計算論モデルを適用した最近の知見について概説する。fMRI によって測定した脳活動データの解析を紹介し、医学への応用可能性を検討する。	小野田 慶一
11	上皮管腔組織の形成における極性制御 身体を構成する中枢神経系、消化器系、呼吸器系、泌尿器系、生殖器系などは上皮管腔組織としての共通性と各系における特異性を併せ持つ。その形成過程を細胞の極性制御の面から考察し、細胞・組織・器官・個体レベルにおける正常と異常なパターンの形成を包括的に説明する試みについて解説する。	大谷 浩
12	多変量解析による胎生期の調和的な臓器形態形成過程の解析 複数の臓器の調和的発生様式を多次元尺度法・クラスター分析などの多変量解析により調べる方法とその意義を説明する。また、胎児臨床診断への応用の可能性についても言及する。	嘱託講師
13	生物の形態解析におけるメビウス写像の応用 メビウス写像により上肢・体幹・下肢などの形態形成過程を解析した実例をあげ、形態発生解析におけるメビウス写像の応用性を解説する。また、生物種間の骨格構造の相違の解析におけるメビウス写像の適用性に関して説明する。	嘱託講師
14	生物原料のレオロジー特性とテクスチャー レオロジーでは、物質を変形させたときに発生する応力（ストレス）または力を与えたときに生じる変形を測定して、変形と応力の関係を調べる。原料を加工する場合、硬さや粘りといったテクスチャーが重要なる。食品開発においては、咀嚼や嚥下機能に合わせた望ましいテクスチャーを得ることが重要である。本講義では、食品を例に取りレオロジー特性と、食品開発への活用について講義する。	嘱託講師
15	選択行動データの数理モデル解析 ヒトの意思決定はどのような脳内メカニズムに基づいているのか。この問いに対する数理的アプローチとして、ヒトの選択行動データを、最	永瀬麻子

	尤推定法を用いて強化学習などの数理モデルで近似する方法を説明する。	
--	-----------------------------------	--