

研究者、技術者のための

# 応用数学

~科学、工学に活かす数理的思考~

オンライン開催

KISTEC 教育講座

主催:(地独)神奈川県立産業技術総合研究所

<本講座の講師陣>

◆ **開催日** : 令和3年 **12月 1日(水)**  
**2日(木)**  
**8日(水)**  
**9日(木)**  
**【各日 10:30~17:00】**

◆ **オンライン開催 (ZOOM利用)**  
 ◆ **定員 12名 (先着順にて承ります)**

**対象者** 企業の開発現場や研究部門にご所属で:

- 業務の中で様々な数理モデルに出会い、その基盤となっている数学を学ぶにはどうしたらいいのか困っている方
- 開発現場で、数理モデルのまだない現象に出会い、どうやって作ったらよいか困っている方
- 学生時代は何の役に立つかわからず数学に対する興味を失ってしまったが、社会に出てからその必要性を再認識している方  
 ……など

**カリキュラム編成者からのメッセージ**

現代の科学技術は、その多くが陰に陽に数学に依拠しています。日常生活でそれを意識することはほとんどないとしても、何かを作ろう、改良しようという立場にある人にとって、数学とのつきあいは避けて通ることのできないものです。

数学との「つきあい」の歴史も人さまさまざまです。社会に出てから日々の業務で様々な問題に直面し、「数学をもっとやっていたらよかったなあ」と思ったりもしている方々を思い浮かべつつ、本講座は5年前から始まり、参加して下さった皆様からのフィードバックを元に内容を更新してきました。今年度は、これまで行ってきた物理・化学・社会現象を数理モデル化することとそこに現れる微分方程式の解を数値的に構成するための差分法の理論に加えて、新たにベイズ推定を用いた方法論の入門を加えることとしました。最初の方では、大学初年級での微積分・線形代数の復習も設定しています。

数学の特徴は、仮定や前提をおろそかにせずにじっくり考えることです。また、数値的に解くことに伴って混入してくる「誤差」もその振る舞いを含めて厳密に考えて見積もります。そのような内容を限られた時間で扱うため、題材は比較的シンプルなものを選びました。しかしそこに含まれている数学は、もっと大規模な問題を扱うときにも通用する普遍的なものです。今年度は、昨年度に引き続いてオンラインでの実施としました。オンラインならではの良さを生かし、比較的少人数の講座としてわからないことも質問しやすい雰囲気を作りたいと思います。「もう一度数学がやりたい!」という方々とお会いできるのを楽しみにしています。

(東北大学 材料科学高等研究所 数学連携G 教授 水藤 寛)

**申込について**

- Zoomの推奨環境を事前にご確認ください。
- **予め、弊所HPにて「オンライン講座に関する規約」をご確認のうえ、お申込みください。**
- PC、インターネット通信環境(Wi-Fi、有線LAN接続推奨)、PCに接続可能なマイク、カメラ、スピーカーをご用意ください。PC内蔵の場合は不要です。
- 受講はお申込みいただいた方に限ります。(1申込1名)
- 講義中、許可なく講義の一部およびすべてを複製、転載または撮影、配布、印刷など第三者の利用に供することを禁止します。
- やむをえない事情により、日程・内容等の変更や中止をする場合があります。
- その他、お申込みについてご不明な点は、下記までお問合せください。

**受講料**

|             |                       |          |
|-------------|-----------------------|----------|
| 全日程         | A. 神奈川県以外の企業          | 59,000 円 |
|             | B. 科学技術理解推進パナソニック® 会員 | 47,200 円 |
|             | C. 神奈川県内中小企業 *        |          |
|             | D. C以外の神奈川県企業         | 53,100 円 |
|             | E. 神奈川県在住の方           |          |
| 1日受講(1日につき) |                       | 19,000 円 |

\*事業所が神奈川県内にあり、資本金が3億円以下 または企業全体の従業員が300人以下である企業



**カリキュラム編成** 水藤 寛

東北大学 材料科学高等研究所 教授・博士

齊藤 宣一

東京大学 大学院数理科学研究科 教授・博士



長山 雅晴

北海道大学 電子科学研究所 附属社会創造数学研究センター 教授・博士

義永 那津人

東北大学 材料科学高等研究所 産業技術総合研究所 数理先端材料OIL 准教授・博士



<<主催>>

(地独)神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)

<<共催>>

東北大学・知の創出センター (Tohoku Forum for Creativity)

<<協賛・後援>>

国立研究開発法人科学技術振興機構 (一社)日本数学会 (一社)日本応用数理学会 (公社)応用物理学会 (一社)日本機械学会 (一社)日本鉄鋼協会 (公社)精密工学会 (一社)日本複合材料学会 (一社)日本鋼構造協会 (公社)日本材料学会 (一社)日本原子力学会 (公社)土木学会 (一社)日本シミュレーション学会 (一社)日本流体力学会 (一社)日本計算工学会 (公社)化学工学会 (一社)電気学会 (一社)日本ロボット学会 (公社)日本医学放射線学会 (公社)高分子学会 (公社)地盤工学会 (特非)非線形CAE協会 (一社)日本燃焼学会 (公社)日本伝熱学会 (一社)画像電子学会 (一社)可視化情報学会 (公社)計測自動制御学会 (公社)人工知能学会 (一社)日本画像学会 (特非)日本バイオインフォマティクス学会 (一社)化学とマイクロ・ナノシステム学会 川崎工会議所 (株)ケイエスピー  
 【一部申請中】

<<お申込み・お問い合わせ>>

地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所  
**KISTEC** Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology

〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1 KSP東棟1F  
 TEL:044-819-2033 FAX:044-819-2097  
 Email: manabi@kistec.jp  
<https://www.kistec.jp/learn/researcher/applied-math/>



| カリキュラム詳細(オンライン開催)  |  | (敬称略)  |
|--|--|--------|
| 12月1日<br>(水)   | 10:30-12:00 <大学数学の復習1> 微分積分の復習   | 水藤 寛   |
|  | ① 大学初年級の微分積分学で取り扱った内容から、数理モデルや差分法による数値解析が必要となるいくつかの事項の復習をします。微分方程式の性質と実際の現象の特徴との関係、フーリエ変換の理解、などを取り上げ、実際の問題に役に立っている例を示しながら、このあとの講義への準備とします。   |        |
|  | 13:30-15:00 <数理モデル1> 数理モデル初めの一步  | 長山 雅晴  |
| 12月2日<br>(木)   | 身近に見ることができる非線形現象を理論的に解明する道具として使われる数理モデリングについて講義を行います。最初に数理モデリングの構成手法について解説します。ここでは、数理モデル構築法が確立している化学反応モデルについて講義します。最初に単純反応、複合反応、自己触媒反応等に関する数理モデリングを解説し、応用として酸化反応と還元反応が自発的に起こるBelousov-Zhabotinsky反応の数理モデリングを行います。この講義では物理学や化学の基本知識を前提としないように必要な知識は講義中に説明します。 |        |
|  | 15:15-16:45 <差分法の理論1> 境界値問題の数理と差分法   | 齊藤 宣一  |
|  | ② 弦の釣り合いを記述する二点境界値問題を対象にして、微分方程式の基本概念である、グリーン関数、最大値原理、データの解への連続依存性などについて解説します。その後、二点境界値問題の差分法による近似解法を導入し、その性質を解説します。初歩的な微分積分学と線形代数の知識を使います。1限で簡単な解説がありますが、その数学理論を丁寧に考察することで、より理解がすすみます。  |        |
| 12月8日<br>(水)   | 10:30-12:00 <数理モデル2> 数理モデルを作ってみよう  | 長山 雅晴  |
|  | ② 基本的なBelousov-Zhabotinsky反応の数理モデルに対して、実験から得られたデータを基盤として数理モデルを縮約する手法について解説します。数理モデルを数学として取り扱うために必要な無次元化という手続きも解説します。そして、パターン形成の理解に必須である拡散現象のモデリングを解説します。最後に、応用として燃焼合成反応の数理モデリングを行います。必要な数値計算法についても合わせて説明したいと思います。  |        |
|  | 13:30-15:00 <数理モデル3> 生態学における数理モデル  | 長山 雅晴  |
| 12月9日<br>(木)   | 生態学の分野で取り扱われている個体群密度動態の基盤となる数理モデリングについて解説します。この講義では化学反応モデリングと同じアナロジーで個体群密度動態モデルが構築できることを説明します。その数理モデルから競争系モデルを構成します。そして感染症の決定論モデルとして有名なSIRモデルを紹介したいと思います。最後に身近な非線形現象の1つとしてロウソク振動子の同期現象に対する数理モデリングを行います。  |        |
|  | 15:15-16:45 <大学数学の復習2> 線形代数の復習   | 水藤 寛   |
|  | ③ 大学初年級の線形代数で取り扱った内容から、数理モデルや差分法による数値解析が必要となるいくつかの事項の復習をします。座標変換、行列式、対称行列と反対称行列への分解、直交化、固有値固有ベクトルなどを取り上げ、実際の問題に役に立っている例を示しながら、このあとの講義への準備とします。   |        |
| 12月9日<br>(木)   | 10:30-12:00 <支配方程式のバイズ推定1> 線形回帰と基礎となる数理  | 義永 那津人 |
|  | ③ 常微分方程式や偏微分方程式で記述される数理モデルを、データから推定する手法について講義を行います。まず、線形回帰や最小二乗法を復習し、その数理的な構造を理解することから始めます。そこから教師ありの機械学習が線形回帰の延長線上にあることを解説します。次に、損失関数と正則化について解説し、過学習を避けて「よい」推定を行うには何が重要であるのかについて説明します。   |        |
|  | 13:30-15:00 <差分法の理論2> 熱方程式の数理と差分法  | 齊藤 宣一  |
| 12月9日<br>(木)   | 針金の熱伝導現象を記述する熱方程式について、その数理、すなわち、フーリエの変数分離法、最大値原理、解の平滑化性などを、概説します。その後、熱伝導方程式の差分近似を導入します。いろいろな解法(陽的、陰的)がありますが、最初に解説する熱方程式の数理に基づいて、様々な視点から、各々の解法の長所と短所を検討します。とくに、安定性の意味を明確にします。   |        |
|  | 15:15-16:45 <差分法の理論3> 安定性と収束性  | 齊藤 宣一  |
|  | ④ 引き続き、熱方程式の差分法について、理論的な考察をします。2限の講義で解説する安定性の概念に基づいて、今度は、収束性の証明や収束の速さの評価を行います。その際に、安定性と適合性という性質が、本質的に重要な役割を果たすことを解説します。引き続き、初歩的な微分積分学と線形代数の知識のみを使いますが、関数解析への入門となることを意識して行います。(関数解析は、より複雑な問題の数値解法を考察する上で、重要な分野です。)  |        |
| 12月9日<br>(木)   | 10:30-12:00 <支配方程式のバイズ推定2> 統計的推論とバイズ推定   | 義永 那津人 |
|  | ④ バイズ推定と呼ばれる、推定値を確率的に取り扱う手法について解説します。バイズ推定で重要な役割を果たす、尤度、事前分布、そして事後分布について説明し、バイズの定理について解説します。そこから、1回目の講義と同じ問題を統計的推論の立場で見直し、損失関数や正則化がバイズ推定の立場でどのように理解されるのかを解説し、次に、推定の不確定性について簡単な例題を使って説明します。   |        |
|  | 13:30-15:00 <支配方程式のバイズ推定3> 微分方程式の推定  | 義永 那津人 |
| 12月9日<br>(木)   | これまで学習した内容を使って、微分方程式で記述される数理モデルがデータから推定できることを説明します。回帰の手法を用いて数理モデルのパラメータを推定できることを解説し、正則化をうまく用いることで数理モデルそのものを推定できることを説明します。次にバイズ推定を用いて推定の不確定性とモデル選択について議論します。微分方程式で記述されるいくつかの数理モデルを紹介し、それらがデータから推定できることを見ていきます。  |        |
|  | 15:15-16:45 <数値シミュレーションの応用> 他分野との連携  | 水藤 寛   |
| 現代社会や産業界の諸問題は、ある研究分野が単独で解決できるような単純なものではなくなっています。しかし分野が異なれば考え方も用語も習慣も異なり、その協働にあたっては実際には多くの困難に直面します。ここでは数学・数理科学と諸分野・産業界の連携活動を紹介し、今回の講師が関わっている数理科学と臨床医学の協働例についても紹介します。このような例を通して、数学・数理科学が社会に提供できるものは何かを考えたいと思います。 |  |        |

「研究者、技術者のための応用数学」 受講申込書

FAX送付先 : 044-819-2097

FAXでお申込みの場合はお手数ですが着信確認のお電話をお願いいたします。太字枠は必須項目です/\*の項目は該当するものに印をつけてください

お申込日:  全日程 または  12/1  12/2  12/8  12/9 (1日単位の受講 希望日にチェック)

|   |              |                               |   |
|---|--------------|-------------------------------|---|
| オンライン講座に関する規約を確認しました <input type="checkbox"/> (要チェック) |              | *年代                           | 10代以下・20代・30代・40代・50代・60代・70代以上   |
| ふりがな<br>氏名  |              | *性別                           | 男性 ・ 女性   |
| ふりがな<br>企業名   |              | *資本金                          | 3億円未満 ・ 3億円~10億円未満 ・ 10億円以上 ・ その他   |
| 所属・役職名  |              | *従業員数                         | 300人以下 ・ 301人から1,000人未満 ・ 1,000人以上  |
| 所在地   | 〒 (      )   | *本講座のご案内はどこでご覧になりましたか         | ダイレクトメール(郵送) メールマガジン(KISTEC発行/学会 関連団体) 雑誌・会報等 フォスター KISTECホムページ 学会や関連団体のホムページ 紹介(講師 上司 受講生) その他(      ) |
| e-mail  | @            | *今後、KISTECからの情報をお送りしてよろしいですか  | 郵送 : 要 ・ 不要 / メールマガジン : 要 ・ 不要  |
| TEL/FAX   | TEL:<br>FAX: | *KISTEC科学技術理解増進パートナーシップの会員ですか | はい ・ いいえ  |

個人情報の利用及び提供の制限 : 申込書にご記入いただいた個人情報は、当所の事業に関する情報や参加者募集の案内などの範囲で利用または提供いたします。個人情報は、取り扱い目的以外に利用したり、第三者に提供することはありません。

[コースID : 21ク]