



確率論を用いた数理モデルやゲームの解析

自然科学系・数学領域

篠田 正人

教授

SHINODA Masato

博士(数理学)(東京大学)

■研究キーワード

統計力学に関わる確率モデル, ゲーム情報学, 組合せゲーム理論

■主な所属学会

日本数学会, 情報処理学会

■研究者総覧

<https://koto10.nara-wu.ac.jp/profile/ja.6b452c89c810cd21520e17560c007669.html>



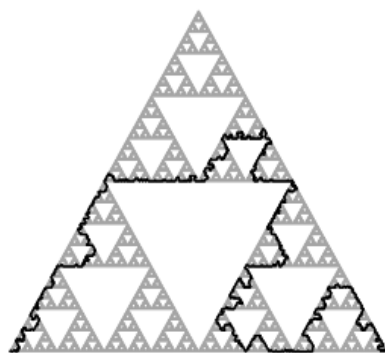
研究者総覧

研究概要

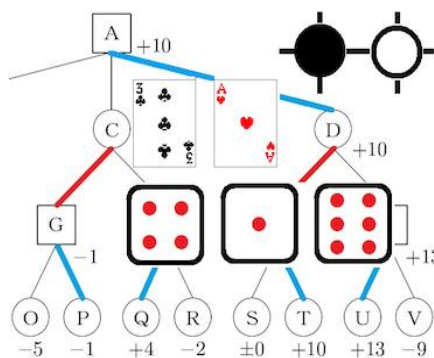
自然現象などに対応する確率モデルを作り、その性質を調べています。私は特にパーコレーションという問題を研究しています。これは相転移現象(氷が0℃で水に変化する、など)を表す確率モデルです。臨界点が1つかどうか、またその臨界点でどのような相転移を起こすかなどという問題が、モデルの設定とどのように関連しているかを調べています。

また、数学的構造を含むゲーム全般にも興味があります。囲碁、将棋、麻雀、バックギャモン、ポーカーなど人々に楽しんでいるゲームは、運の要素を含むものや含まないもの、目標も勝つことや利得を最大にすることなど様々です。私はこうしたゲームの「戦略」について研究しています。

研究の対象となるのは娯楽であるゲームだけではありません。人々の社会行動の多くは数理モデル化によってゲームになぞらえることができます。こうした広い意味での「ゲーム」について、適切な行動や互いの協力関係について調べています。



フラクタル集合上の
自己回避ランダムウォーク



様々なゲームの戦略を
数学的に解析する

研究のプロセス・研究事例

統計力学に関わる確率モデルについて、流体を例にとって説明します。1個1個の分子がでたらめな動きをしても、多くの分子全体を見れば平衡状態であったり、あるいはひとつの流れであったりします。それぞれの分子の挙動をモデル化し、全体の動きを「大数の法則」や「中心極限定理」でつかむことが考えられます。この2つは確率論で重要な定理です。また左下図は、私の研究の1つであるフラクタル集合上の自己回避ランダムウォークの動きを示したものです。

こうした「一見でたらめに見える挙動」は世の中の様々な現象で生じます。為替や株の価格変動には不確定要素の影響が大きく、金融工学における確率偏微分方程式を用いた解析は確率論の応用の重要な例です。

確率論を用いた予測により、人々は自分の利得を最大化しようとそれぞれの立場で適切な行動、すなわち「戦略」を定めます。こうした立場や戦略、利得をモデル化して研究するのがゲーム理論です。今日ではこのゲーム理論は経営学・経済学・工学など広い範囲で研究が行われています。

「ゲーム」の抽象化および単純化によって数学の枠組みで考える分野が組合せゲーム理論です。シンプルなルールの下で行われるゲームにおいてのプレイヤーが勝つための戦略、すなわち「ゲームの解」には数学的に重要な構造が含まれることはしばしばあります。

一方で、現実プレイされるゲーム、たとえば囲碁や将棋、チェス、麻雀などは複雑で最善の戦略を厳密に求めることは現時点では不可能であり、強化学習や探索アルゴリズムの進化などで強いプログラムが開発されています。ゲームを題材として研究を行うことは、結果が勝敗で表されるため優劣が明快であり、技術の向上を一般向けにわかりやすくアピールできます。私の研究はこれらのプログラムが「完璧なプレイにどれだけ近づけるのか」を評価するために、複雑であっても数学的には解けるゲームを準備し、強化手法の有効性の判定に役立てることを目標としています(※)。

※科研費基盤研究(C)「数値ゲームを題材とする確率的最適化の研究および機械学習の有効性判定への活用」(研究代表者、2021年度-2024年度)