私たちの研究室

池口 徹 研究室

工学部　情報工学科　教授
池口（いけぐち）　徹（とおる）先生

池口研究室メンバー

身の周りの複雑な現象に潜む法則を探り、データの未来を予測する

時間とともに変化していくデータが、将来どのような値をとるか予測できるだろうか？　周期的に変化する波形のように時間の経過とともに規則的な変化を示すデータなら予測は容易だが、世の中は一見ランダムに推移しているようにしか見えない複雑な現象で溢れている。例えば、天候の変化や地震の発生、渋滞の推移、脳内の情報処理、人と人との出会いなど一見すると複雑な振舞いを示している現象にも一定のルールや法則があるかもしれない。そうしたルールを解明できれば、これらの複雑な現象の未来の予測が可能になる。予測が可能になれば、私たちが次にとるべき行動を判断できる場合もあるだろう。工学部情報工学科の池口研究室では、こうした複雑な振舞いをするデータの背後にはどのような法則性があるのかを解明する「非線形時系列解析」と「複雑ネットワーク理論」に関する研究を行っている。

ランダムに見えるデータの法則を探す

「線形は紙と鉛筆で解明できるが、複雑な非線形を解明するにはコンピュータによる計算が大きく役立ちます」と、池口先生は語る。

時間軸とデータ軸でみたときに、周期的な変化を示す波形であれば、その振舞いを生み出した法則は理解できるが、もし値の変化がランダムに見える場合はどうだろうか。ランダムに変化しているように見えるだけで、本当はその背後に何かしらの法則性がないのだろうか。もし何かの法則がそこにあることが分かれば、それを元に将来の予測が可能になる。

「時間とともに状態が変化するシステムのことを『力学系』というのですが、システムの状態の変化の法則に非線形なルールが入っていると非常に複雑な振舞いをすることが知られています。これをカオスといいます。非線形な力学系とカオスに関する理論を使って、状態が次にどのように変化するのかを予測します」（池口先生）

非線形力学系が生み出すカオス現象では、データの初期値によって変化の結果が大きく変わってしまい、データの予測に誤差が生じてしまう。その結果、振舞いが非常に複雑になるが、これを解析できればより多くの現象の予測が可能になる。

現在、様々な事象について、膨大なデータを採取することが可能になっており、こうしたビッグデータを解析することで、そこに潜むルールを研究することができる。

「時系列の値を取っていって周期的なグラフになれば一番わかりやすいのですが、値が非常に激しく振動していて複雑に見える場合、その変化の先がこれから上がるのか下がるのか予測することは難しい。一見ランダムに見える時系列データがあったとき、時間の経過と値をプロットしていくことで、規則性が見えてくるものがあります。数学的手法で式がわかれば一番ですが、式にできなくてもデータの変化から次が予測できればそれも成果です」

世界はネットワークで溢れている

時系列データの解析以外に、ネットワークデータの

解析も池口研究室の主要なテーマだ。身の周りにはインターネットやWWW、脳の中の神経回路網や人間関係、交通や噂の伝播など様々なネットワークが存在する。

ネットワークは複数の「点」とそのつながりを表す「枝」という形に抽象化できる。例えば、インターネットならコンピュータ同士がつながっているが、コンピュータが点、繋がれたコンピュータの間に枝がある。ネットワークも固定的なものばかりではなく、時間とともに変化していくものも多い。

「例えば人間関係でいえば、今まで繋がりがなかった人と人が繋がったり、これまで繋がっていた人と人の間が切れたりすることがあるでしょう。このようにネットワークの繋がりも時間の経過とともに変化しますが、これらの変化の背後に何かしらのルールがあれば、予測できるかもしれません。感染症の場合なら、ウイルスがある人からある人に感染するのも、ネットワークとして考えることができますが、もし予測ができればパンデミックの発生を防ぐことができるかもしれません。他にも、流行とか噂とか口コミがどういう風に伝わっていくかを考えれば効果的な広告戦略を立てることができるでしょう」と、池口先生は説明する。

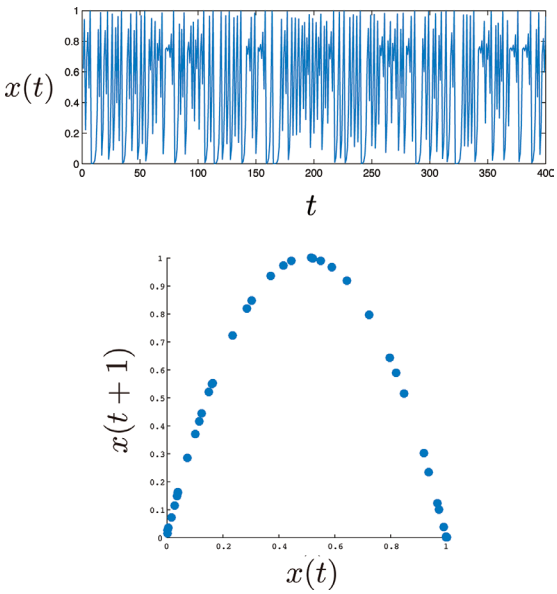
池口研究室では、近年注目されている現実世界の巨大で複雑なネットワークを研究する複雑ネットワーク理論を用いた言語解析や、数理モデルを用いた感染症拡大の解析、組合せ最適化技法などを研究している。また、ネットワーク研究の応用として、脳神経科学にも取り組んでいる。数理的な神経回路網モデルを使って、脳内の記憶や情報処理の原理を解明し、精神疾患治療などに役立てていく研究だ。

知識だけでなく取り組み方を習得する

池口研究室では、学部生は最初、時系列データの解析やネットワークモデルの構築など基礎的な技法をコンピュータでの数値計算も用いて学び、その後、卒業論文、修士論文のテーマを研究室の主要テーマのなかから選択していく。

「具体的な研究は、データやモデルを設定して計算し、検証してという繰り返しです。現象が説明できれば良いのですが、うまくいかなければモデル、設定を修正して検証を繰り返し、その検証結果を見て、例えばここは何かもう一つ要素が必要なのではないかなどと考察して進めていきます」（池口先生）

現在、池口研究室は、池口教授以外に、澤田和弥助教，３名の客員教員と博士課程の院生が１名、修士課程の院生が４名、卒論生数名という構成だ。卒論生と院生は毎週１回のミーティングで研究の進捗を皆の前で発表するほか、研究室全員にメールで研究の進捗を報告している。



一見ランダムに見える時系列データ（上）も解析すると法則性が見えてくる（下）

博士課程に在籍する郭豊愷さんは、カオスダイナミクスを用いた組合せ最適化が研究テーマだ。もともと他大学でカオス理論などを学んでいたが、カオスを用いた最適化技法の研究が盛んな池口研究室に修士から移ってきた。

「研究室で様々な知識を身につけましたが、新しい課題に対して問題点を探して手法を高め、解決に取り組んでいけるようになりました」と、郭さんは取り組みの姿勢の進歩を振り返る。

修士１年の吉田しおんさんは、もともと気象予測などに興味があり、卒論生のときから、池口研究室で、最新の手法の一つであるリザバーコンピューティングを用いたカオス時系列予測の研究を行なっている。池口研究室出身者は研究職に就く割合が高く、吉田さんも大学院修了後は研究職を希望している。

「自分だけで考えていると、研究の問題点からそれてしまうことがあるのですが、池口先生、澤田先生、先輩方と議論する機会が多いので、修正して研究を進める力が身についてきたと感じています」と吉田さんはいう。

学会発表などで、他大学の学生との交流も深まり、刺激を受けることも多いそうだ。

狐塚　淳（インプレス・デジタル・バリューズ）