



重点研究領域

01

数理科学研究所

時変モデルで  
株価変動の  
因果関係を  
解析する

統計データから背後にある現象を見つけ出す統計数理科学。その新しい手法が確立されようとしている。

文＝福永一彦 写真＝野中弥真、木村和敬(19ページ)

2019年1月、米国アップル社が業績の下方修正を発表すると世界的な株価急落が起きた。数理科学研究所の劉言次席研究員は、この現象から統計数値を数学的に解析する新たな手法のヒントを得た。

「通常は株式市場全体の株価の上下が個別の銘柄の株価に影響を与えますが、その因果関係が逆転したとみられる現象が起きました。そこで因果関係を個別の株価の方から、つまり局所的なところから解析しようと考えました」

局所的とは、ものごとを狭い範囲に注目して捉えることを意

味する数学的な用語だ。劉研究員は、08年に起きたリーマン・ショック前の2年間と後の2年間に比べて、銀行株の動きと日経平均株価の関係が解析した。局所的な動きが株式市場全体に影響を与えるかどうかを探るためだ。

「従来の大域的な手法では株間の因果関係は見つかりませんでした。しかし、この研究で局所的な解析をしたことで、興味深い結果が出ました。リーマン・ショックの前と後で因果関係のあり方が変化していたのです。これは経済危機を事前に検知して警鐘を鳴らすことができます」

「時間とともに変化する数学的モデルを導入

統計数理科学は、統計データから変化的傾向や相互の関連性を数学的に解明しようとする。言い換えれば統計数値という変量の中から不変量を探す分野だ。「統計の中の因果関係も不変量に起きるよう見えるさまざまな現象を、この不変量である因果関係で捉え、その変化を見つけて出すところに研究の面白さがあります」

す統計の研究では、数学的に最ももてはやされるモデルを見つけるモデリング解析が一般的だ。また、経済学では複数の現象の因果関係を解析するのに「グリーンジャー因果性」が一般的に用いられる。

「これまでさまざまな数学的なモデルが考えられてきました。私はそのモデル自体が時間とともに変化するモデル族、すなわち時変モデルを解析に導入しました。経済的な因果関係は時間とともに変化するので、各時点の局所的な因果関係を調べるのに有効だからです」

この局所因果性への時変モデルの導入は、まだ誰も行ってない新しい試みだという。

コロナ感染症の流行予測にも活用する

劉研究員は、時変モデルを用いて脳波データの解析も行った。T3という部位の脳波がてんかん患者に影響を与えることが知られているが、ほかの部位の脳波との因果関係を調べるところ、T5という部位がT3に影響を与えていることを初めて明確に示すことができた。

拡大も、時変モデルで予測しようとしている。「コロナウイルスは変異し、人間の免疫も変化します。こうした現象の分析にも時変モデルが応用できます。変量間の関係を研究することで、第1波と第2波の違いや共通点を見つけ出し、今後の流行がどうなるかを考える指針を提示できます」

時変モデルを統計解析に適用できるのは、統計データが大量に取れる時々刻々変化する数値が使用できるようになったからだと劉研究員は話す。「統計の進化により、数学の枠組みも変化していきます。数理科学研究所でほかの分野の研究が、研究成果を取り入れることができ、数学を発展させることにつながります。今後は時変モデルの理論を構築して応用できる対象を広げ、世の中に貢献していきたいと考えています」



理工学術院総合研究所 劉言 次席研究員

りゅう・げん／2003年、中学2年生のときに中国から来日。11年早稲田大学院基幹理工学部卒業。13年同大学院基幹理工学部数学応用数理専攻修士課程修了。15年同博士課程修了。博士(理学)。日本学術振興会特別研究員、早稲田大学基幹理工学部応用数理学科助手、同助教、京都大学大学院情報科学研究所助教を経て19年から現職。

プログラムオフィサーから

劉言研究員は統計数理科学のモデリング解析が専門分野。早稲田大学の出身で、数理科学研究所の若手のエースの一人です。(小園英雄)

Program Officer's voice

数学者が互いに刺激し合って  
新たな理論の発見を目指す



数理科学研究所 プログラムオフィサー 小園英雄 教授

ごぞの・ひでお／1987年北海道大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。名古屋大学大学院助教、東北大学大学院理学研究科助教を経て2012年から早稲田大学基幹理工学部数学科教授。

数学は論理的な思考を追求する学問で、物理を始め自然科学を記述する基礎言語になっています。数理科学研究所には、非線形解析学、計算数理科学、統計数理科学の3つの研究班があります。2020年の大きな話題としては、計算数理科学班長の大石進一教授が文化庁若手奨励金を受けたこと、大石教授はコンピュータの計算に必要な不可欠な精度保証付き数値計算の第一人者です。この分野では早稲田大学の研究成果は世界的にも高く評価されています。数学者はそれぞれ専門の研究をしています。数理科学研究所では互いに交流して刺激し合うこと

で研究内容を深めています。解析学で変分問題が専門の田中和永教授と、区間演算を研究する田中一成次席研究員が分野を超え、ともに活動をしているのがその一例です。外部に向けて研究成果を発信し、国内外の数学者との交流を重ねることも数学を発展させるための大切な活動です。ただ残念ながら新型コロナウイルス感染症への対応のため、対面での共同研究や自由な討論がなかなかできなくなっています。このような状況でも数学者の出会いの場を提供し、数理科学研究所から新たな数学的理論の発見を生み出していきたいと考えています。