

### 研究概要

研究分野は計算統計で、特にモンテカルロ法の高速化、高次元数値積分、超一様分布列生成、擬似乱数生成、およびその現実問題への応用などの研究を主として行って来た。これらについての概略と最近の研究について述べる。

#### (i) モンテカルロ法高速化技術の研究

モンテカルロ法は考え方が簡単なのでひろく科学技術計算に用いられているが、その収束が遅い(誤差がサンプル数の平方根に逆比例する)ことから、いかに高速化するかが今日重要な課題となっており、多くの研究者により活発な研究がされている。モンテカルロ法により計算される量は一般に高次元積分で表すことができるので、モンテカルロ計算を高次元数値積分とみなして高速化を考えるというアプローチが現在最も標準的なものである。そこでは、Koksma-Hlawka の定理により、超一様分布列を用いた場合、(漸近的な意味で)誤差がサンプル数にほぼ逆比例するということが理論的に示されている。私の現在行っている研究は、超一様分布列の構成方法とその収束の現実的な評価方法の確立である。最近、H. Faure と共同で、*i*-binomial scrambling という超一様分布列構成方法を提案し、その誤差評価を確立した。

#### (ii) 金融保険分野において現れる非線形多変数問題の特徴づけ

モンテカルロ法の応用分野のひとつに金融保険に関連した数値計算がある。ここでは、金融派生商品の価格付け、金融リスク管理の定量評価など、確率的モデルに基づいた将来予測が不可欠となっており、その計算も解析的に行えないものがほとんどのため、モンテカルロ法が標準的な手法となっている。また、その計算も商品の売買などにおいては瞬時におこなうことが必要となるため、高速化に対する要求が非常に高い。このような背景から、この10年あまりの間にモンテカルロ計算高速化の研究と並行して、この分野に特有の非線形多変数問題の特徴づけに関する研究が急速に進展している。そのスタートとなるのが、1990年に、Sobol が提案した global sensitivity である。これは、多変数関数の各変数およびその集合が関数値に対して global にどのような重要性を持っているかを測るもので、通常 local sensitivity (偏微分係数) に対峙する量である。数学的には、対象となる非線形多変数関数の ANOVA (Analysis of Variance) 分解を使って定義されている。その延長線上にあって、近年注目されている考え方に「実行次元」と呼ばれるものがある。平たく言えば、実行次元が低い問題ほど解きやすい(計算しやすい)ということの意味するものである。現在、私はこの実行次元と金融保険計算問題の関係について研究を行っている。

#### (iii) 高信頼性をもつ周期の巨大な乱数生成法の開発

今日世界中で使われている擬似乱数の生成方法には代表的なものが2つあり、そのひとつがシフトレジスタ法というものである。特にこの方法に関しては、わが国が理論・実装ともに世界をリードしている。擬似乱数はあくまでも「擬似」なので、「より乱数らしく」なるような改良が果てしなく続けられる宿命を背負ってはいるが、その研究は、単なる興味本位から来ているのではなく現実的要求に裏付けられている点を強調したい。実際、10年前では考えられなかった「モンテ

カル口法による高精度計算」が今日では行われるようになり、擬似乱数の信頼性に対する要求は年を追うごとに厳しいものになっている。このような背景から、私は信頼性の高い周期の巨大なシフトレジスタ乱数生成法の開発を行っている。

「マス・フォア・インダストリ」にかかわる H20, 21 年度の研究実績概要

欧米株式市場においては、バシェリエの研究以来、株価変動の数学モデルとしてランダムウォーク理論が知られている。本研究では、この十年来急速に拡大しつつある中国株式市場に着目し、欧米同様の理論が適用できるかについて統計的解析を行っている。中国では市場の自由化のために国有株の放出が行われており、その代表的なものが、1999 年の「国有株放出改革」と 2005 年の株式保有配置改革」である。「上海インデックス 50」に含まれる中国優良企業 41 社の株価変動データを、上の 2 大改革前後に分け、帰無仮説「株価変動が対数正規分布に従う」のもとで統計的検定を行った。その結果、改革後のデータに関しては、32 社の株価変動データが欧米株式市場データとほぼ同程度のランダムウォーク」に従うことを確認した。

研究業績

1. 手塚 集、計算統計入門、講談社、2008.
2. S. Tezuka, Scrambling Non-Uniform Nets, *Mathematica Slovaca*, **59** (2009), 379-386.

講演

1. T. Long and S. Tezuka, Statistical Study of the Chinese Stock Market, 第 13 回情報・統計科学シンポジウム、福岡、2008 年 12 月.
2. S. Tezuka, On Isotropic High-Dimensional Integrals, Dagstuhl Seminar on Algorithms and Complexity for Continuous Problems, Dagstuhl, (September, 2009).

学位

工学博士 (東京大学)

その他特記事項

- ・ Journal of Complexity 編集委員
- ・ Uniform Distribution Theory 編集委員