



## 社会的な複雑系を数理的に捉える Mathematical/Computational Exploration of Social Complex Systems

言語、金融、コミュニケーションは社会的な系で、このような大規模な社会的な系にはいくつか普遍的な共通の数理的性質があることが知られています。本研究室ではビッグデータを検証することを通して、この性質を正確に捉える試みを行い、得られた基礎的な理解に基づいて、社会実装につながる工学応用を模索しています。

### 社会的な複雑系に内在する数理

自然言語、金融、コミュニケーションネットワーク(Twitter)など、人が社会活動で用いる複雑系には、それぞれ統計物理的な経験則が知られており、共通する性質があることが伺えます。研究室では、大規模な実データに基づき、自己相似性、複雑さや揺らぎなどの観点から、系の数理的特性を探求しています。また、複数の複雑系に共通する現象の中の本質を捉える試みを行っています。

### 複雑系向き深層学習・機械学習手法

記号的な複雑系に関する数理的理解を元に、深層学習・機械学習が適切な処理を行うのか、その可能性と限界を吟味し、学習方法の改良の方向性を探ります。また、現行の学習の技法を基礎として、半教師有り・教師無し学習の手法を模索しています。

### ビッグデータを利用した言語・金融・コミュニケーションの数理

多種多様な大規模なデータを用いて、言語や金融といった社会的な記号系がどのような性質を持つかを、統計、情報理論、ネットワーク科学の観点から探ります。個別分野に絞った研究に加え、分野横断的なアプローチをとることで、共通する現象の中に本質を捉える試みを行っています。たとえば、報道やTwitter、さらに会社のネットワークをふまえて金融の解析や予測など応用研究のほか、自然言語の生成モデルとしての複雑ネットワーク構造などの基礎的な探求も行っています。

We explore the universal properties underlying large scale social systems through mathematical models derived by computing with big data obtained from large-scale resources. Using these models, we explore new ways of engineering to aid human social activities.

### Analysis of large-scale social systems by applying complex systems theory

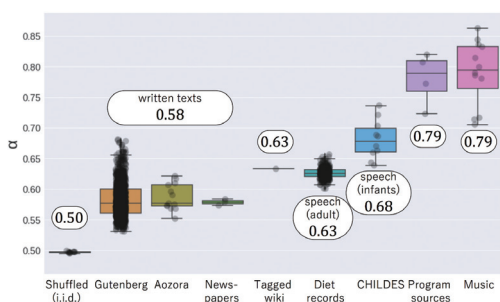
Common scaling properties are known to hold across various large-scale social systems. Using real, large-scale data, we study the nature of these properties from the viewpoints such as complexity, degree of fluctuation, and self-similarity, and construct a mathematical model that explains them.

### Deep/Machine learning methods for complex systems

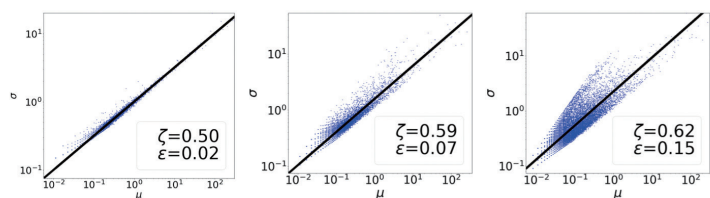
We discuss the potential and limitations of deep learning and other machine learning techniques with respect to the nature of complex systems, and we study directions for improvement. Moreover, we explore unsupervised and semi-supervised methods for state-of-the-art learning techniques.

### Mathematical informatics across language, financial markets, and communication

We explore common universal properties underlying language, finance, and communication, through computing with various kinds of large-scale data, and we apply our understanding of those properties to engineering across domains. For example, we study financial market analysis by using blogs and other information sources, and we simulate information spread on a large-scale communication network.



1 さまざまなデータでの揺らぎの分布  
Box plots of the Taylor exponents for different kinds of data



2 マルコフモデル(左)、深層学習モデル(中)により確率的に生成された系列と、人の文書(右)におけるTaylor則  
Taylor's Law results for a time series sample produced by a Markov model (left) and a state-of the art neural model (middle), and a human text (right)



教授

田中 久美子

Kumiko TANAKA-ISHII, Professor

専門分野：離散的な系列やネットワークの数理モデル、記号系の複雑系科学、機械学習/深層学習、計算言語学、情報記号論

Specialized field: Computational/mathematical linguistics, Deep learning and machine learning, Mathematical modeling of time series and networks, Complex systems theory for discrete systems

E-mail: kumiko@cl.rcast.u-tokyo.ac.jp