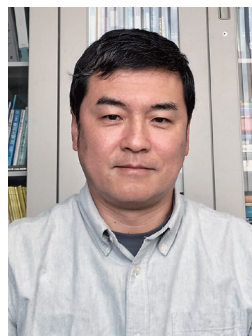


川島研究室

Kawashima Group

研究テーマ Research Subjects

- 1 統計力学モデルの諸性質の解明
Statistical mechanical models
- 2 多体問題の数値解法の研究
Numerical methods for many-body physics
- 3 臨界現象の一般論
General theory of critical phenomena
- 4 物性理論における計算量の理論
Computational complexity in condensed matter physics



教授 川島 直輝
Professor KAWASHIMA, Naoki

専攻 Course

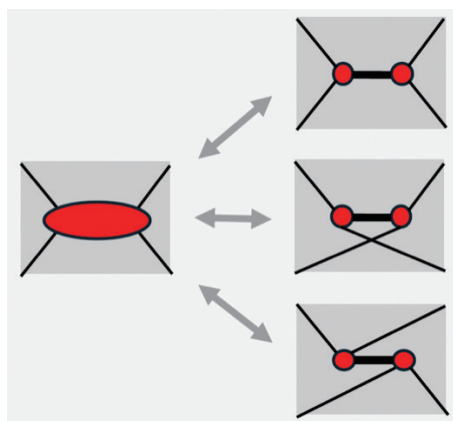
理学系物理学

Phys., Sci.



助教 高橋 惇
Research Associate
TAKAHASHI, Jun

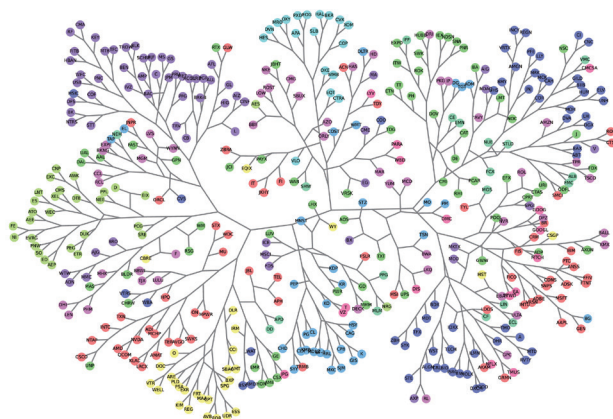
最近、人工知能／機械学習／量子計算などの流行で社会的にも計算機に注目が集まっているが、我々の研究グループでは計算統計力学の方法に含まれる数理的コアを明らかにし、新しい手法を開発することを基本に研究を進めている。その応用として、統計力学の未解決問題の解明や強相関量子系における実験研究との比較計算などを行っている。そこで用いられる量子モンテカルロ法やテンソルネットワーク法はボルツマンマシンやデータ圧縮を通じてデータ科学とも接点を持っている。とくにテンソルネットワーク法は近年急速に発展してきているが、我々は、この手法の一般的なデータ解析への応用の可能性を探求している。例えば、ツリー型テンソルネットワークによって、与えられた多変数サンプル集合からそれを実現する確率分布関数を獲得する生成モデルを構築することに成功した。この生成モデルは、ネットワーク構造を自動最適化するところに特徴があり、新しいタイプの機械学習の可能性を拓くものと期待している。



ツリーの基本変形。3通りの可能性から情報流を最小にするものを選ぶ。

Basic tree transformation. Choose from the three possibilities the one that minimizes information flow.

Recently, the popularity of artificial intelligence, machine learning, and quantum computing has drawn a lot of attention to computers in society. Our research group is conducting research to clarify the mathematical core of computational statistical mechanics and developing new methods. As applications of these methods, we are trying to solve various problems in statistical mechanics and strongly correlated electron systems to compare with experimental research. The quantum Monte Carlo method and tensor network method used there also have connections with data science through Boltzmann machines and data compression. In particular, the tensor network method has been developing rapidly in recent years, and we are exploring the possibility of applying this method to general data analysis. For example, we have succeeded in constructing a generative model using a tree-type tensor network that acquires a probability distribution function that realizes a given multivariate sample set. This generative model is characterized by its automatic optimization of the network structure, and we hope that it will open up new possibilities for machine learning.



米国株価指標 S&P500 に含まれる銘柄の騰落パターンの学習から生成されたツリー構造。業種ごとに色分けされている。同じ業種がツリー上でも近くに来ている様子が分かる。(©2025 Kenji Harada)

A tree structure generated by learning the rise and fall patterns of stocks included in the US stock index S&P 500. They are color-coded by industry category. We can see that stocks in the same category are close to each other on the tree. (©2025 Kenji Harada)



https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/labs/kawashima_group.html