

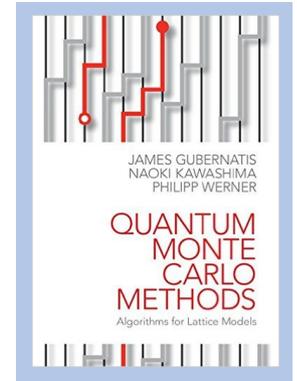
理学系
物理学専攻

川島研究室



教授 川島直輝

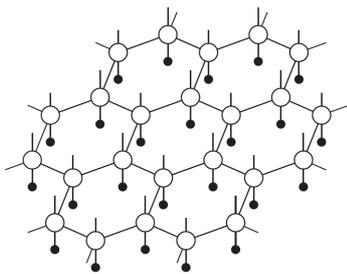
最近、人工知能／機械学習／量子計算などの流行で社会的にも計算機に注目が集まっていますが、我々の研究グループでは計算物理、計算統計力学の方法論に含まれる数理的コアを明らかにし、新しい手法を開発することを基本に研究を進めています。その応用として、統計力学の未解決問題の解明や相互作用が物性を支配するいわゆる強相関量子系における実験研究との比較計算などを行っています。ここで用いられる量子モンテカルロ法やテンソルネットワーク法はボルツマンマシンや情報圧縮を通じてデータ科学とも接点を持っています。



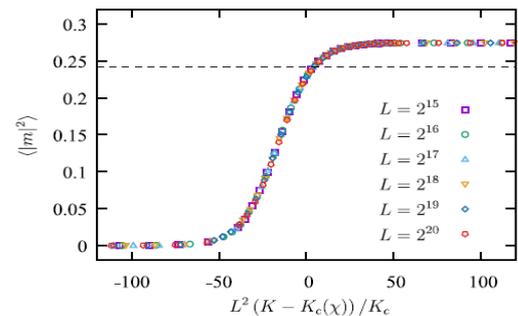
量子ビットを構成するための基礎理論として、トポロジカル量子状態が盛んに議論されています。とくに、キタエフモデルは厳密に解けるモデルとして多くの研究者が関連した研究をしています。このモデルの基底状態であるギャップレススピン液体状態をできるだけ少ない情報量のテンソルネットワークによって表現する努力をしていたところ、最近になって、古典統計力学モデルであるループガスモデルによってその本質が表現できることを発見しました。 ("Gapless Kitaev Spin Liquid to Classical String Gas through Tensor Networks", Hyun-Yong Lee, Ryui Kaneko, Tsuyoshi Okubo, Naoki Kawashima, 10.1103/PhysRevLett.123.087203)

$$|\psi_0\rangle = \left| \begin{array}{c} \text{Hexagonal lattice} \\ \text{with some bonds highlighted in red} \end{array} \right\rangle + \left| \begin{array}{c} \text{Hexagonal lattice} \\ \text{with a different set of bonds highlighted in red} \end{array} \right\rangle + \left| \begin{array}{c} \text{Hexagonal lattice} \\ \text{with another set of bonds highlighted in red} \end{array} \right\rangle + \dots$$

↓キタエフスピン液体状態を表現するテンソルネットワーク



→非常に弱い1次転移を示す5状態ポッツモデルで1兆個のスピンの計算に相当する数値繰り込み群の計算を行い、1次転移であることの明確な数値的検証に成功しました。



"Calculation of higher-order moments by higher-order tensor renormalization group", Satoshi Morita, Naoki Kawashima, Computer Physics Communications 236, 65 (2019)



←物性研スパコン (2020更新予定)

こんな人が私たちの研究室に向いています

- ・美しい計算アルゴリズムが好きの人
- ・スパコンを使ってみたい人
- ・統計力学が好きの人
- ・シミュレーションで現実の実験を説明してみたい人



研究室見学を歓迎します。
(kawashima@issp.u-tokyo.ac.jp)