

## 繰り込み変換を用いた深層学習によるクロックモデルの相転移判定

Deep-learning identification for phase transition of the clock model through renormalization transformation

1230235 阪本 脩太

Shuta Sakamoto

本研究では、深層学習を用いて 5 状態クロックモデルが Kosterlitz-Thouless (KT) 転移を起こすかどうかの判定を行った。

相転移を示す数学モデルとして 2 次元イジングモデルがよく知られている。イジングモデルは各エージェントが取り得る状態が二つであるのに対し、円周上の任意の点を取り得るモデルに拡張したのが XY モデルであり、円周上の  $n$  個の点に制限したものが  $n$  状態クロックモデルである。XY モデルや ( $n \geq 6$ ) 状態クロックモデルは特殊な相転移である KT 転移を示すのに対し、( $n \leq 4$ ) 状態クロックモデルは KT 転移を示さず、5 状態クロックモデルがどちらなのかは数学上の未解決問題である。この問題に対し、深層学習の手法を用いて ( $n \neq 5$ ) 状態クロックモデルおよび XY モデルで生成された状態を学習させ、5 状態クロックモデルが KT 転移を示すかどうかに適用した。学習の際、状態の区別をより鮮明にするため各状態の繰り込み変換を行い、変換前の状態と組み合わせて学習させることでより精度の高い学習を行えることが分かった。

結論として、5 状態クロックモデルは KT 転移を示すであろうことが示唆される。

## 文献

1) J. Carrasquilla and R. G. Melko *Nature Physics* **2017**, 13, 431-434.

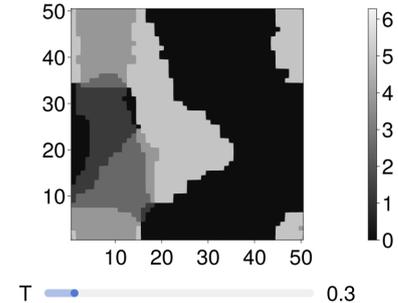


図 1: 5 状態クロックモデルのスナップショット