

# Clockmodel

## 1 起動方法

Clockmodel2.exe をダブルクリックしてください

## 2 操作方法

time evolve をクリックすると時間発展します。

Configuration をクリックすると設定の変更を反映させます。下にある空白に数字入れるだけではモデルの情報は変化せず、このボタンを押して初めてモデルに反映されます。

stepnumber 横の空白に数字をいれて時間発展させるかを決めます。横の空白に数字を入れてかえます。1 0 0 0 ならランダムに 1 0 0 0 個選んで時間発展させます

modelsize 横の空白に数字をいれて横の空白に数字をいれてモデルの大きさを変えます。modelsize\*modelsize の大きさです。

modelrank 横の空白に数字をいれて磁石の角度をどのくらい離散化するか決めます。 $\theta$  は 0 から  $2\pi$  まで変化しますが、それを何等分して離散化するかを決めます。

strength of interaction G 横の空白に数字をいれて磁石同士の相互作用を変えます。

## 3 背景

上下左右にある磁石とだけ、磁力をかけあって、磁石がくるくる回ります。でも磁石と違って同じ向きに向きたがるように力をはたらくようになっています。つまり S 極同士が近づきあい、N 極同士が近づきあいます

G というパラメーターが磁石の強さを表しています。これを強くすると、みんな同じ向きになろうとして、弱くすると乱雑になろうとします。

うまく強さを選んであげると…? 渦ができたりしますね。磁石の強さを変化させることで、渦ができたり、全部同じ方向を向いたり、ぐちゃぐちゃになったり、様子が変わるのを見ることができます。

## 4 理論的な背景（物理屋さん向け）

$$H = \frac{p^2}{2m} - \sum_{[i,j]_{nearest}} g \cos(\theta_i - \theta_j) \quad (4.1)$$

というハミルトニアンに従うモデルをXYモデルといいます。このモデルには2つの面白さがあります

1. 長距離秩序の回復このモデルの $\theta$ についての相関関数を計算すると、距離に対して指数関数的に減少します。しかし、低温度領域、あるいは相互作用 $g$ を大きくすると（ちなみに操作しているパラメーター $G$ は $G = \frac{g}{k_B T}$ で与えられています）この相関関数が距離に対して多項式分の1の依存性になります。長距離秩序を破壊する原因として、渦がありますが、逆向きの渦が発生することによって、渦を打ち消して長距離秩序の回復が起こります。
2. 連続相転移こちらはこのモデルをフーリエ変換したハミルトニアンで見ることが出来ます。少し温度を変えると秩序パラメーターが変化し、相転移が起こるとされています。

## 参考文献