

MC examination of RSB ansatz for Belief Propagation

The University of Tokyo and Tokyo Institute of Technology<sup>A</sup>  
 Koji Hukushima and Yoshiyuki Kabashima<sup>A</sup>

信念伝搬法は各スピンの周辺分布あるいはサイト磁化を効率よく求めるアルゴリズムであるが、一般にループを持つグラフ上のスピン系に関しては正当性はない。近年、Bethe 自由エネルギーからの定式化がなされ、物理的な意味が議論できるようになってきた。このアルゴリズムは、各サイトの局所場のような場 (cavity field) を相互作用を通じて転送し、その相互作用の影響 (cavity bias) が各サイトに転送されてくるような「繰り返し」の形式を持っている。その収束解から熱平衡サイト磁化が計算できるのだが、この性質上、複数の準安定状態があるスピングラスのような系にはうまく機能しないことが予想される。実際にスピングラス相ではアルゴリズムは収束しないことが起こる。

この問題に対し、スピングラスのような系でも機能する信念伝搬法を考案することは、関連する情報統計力学の諸問題にとっても重要な課題である。その拡張案として、直前の講演で樺島がレプリカ対称性の破れ (RSB) 仮説を導入し、拡張信念伝搬法を定式化した。その定式化では、cavity field の分布関数を考え、さらに cavity field の分布が転送される際に、その統計力学的な重み因子の温度に有効温度を導入する。ここでは、分布の「繰り返し」の方程式を解くのではなくて、モンテカルロ法で cavity field の分布を直接計算し、その仮説の検証を行った。その際に有効温度は一つのパラメータとして扱い、有効温度は方程式をできるだけ満たすよう調整した。その結果、ある平均場スピングラス模型については、RSB 仮説はかなり機能し、かつ尤もらしい有効温度を決定することができた。その有効温度は、模型の静的な性質を強く反映していることがわかった。講演ではその詳細を報告する。

図：K 体相互作用の結合数 C の希釈スピングラス模型のスピングラス相において、拡張信念伝搬法での定常方程式からのズレを有効温度の関数として表す。K = 2 の場合は、 $x < 1$  でほとんど  $x$  に依存しないが、K=3 の場合は  $x \sim 0.5$  あたりにはっきりとした極小をとることが見てとれる。

