

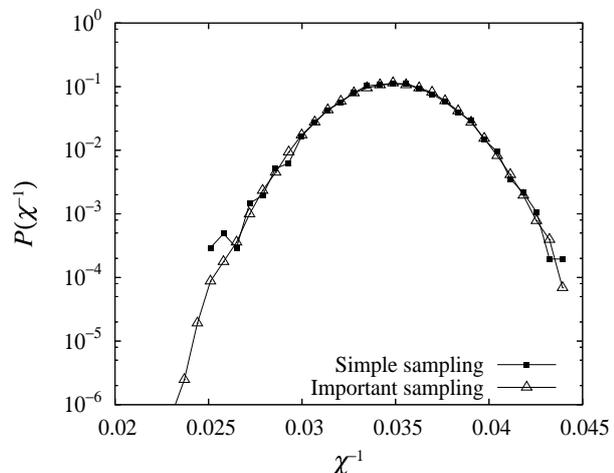
A direct numerical examination of a Griffiths phase

The University of Tokyo and Institute of Statistical Mathematics^AKoji Hukushima and Yukito Iba^A

統計力学の問題には、統計的重みの小さい「稀な事象」が本質的な役割を果たしている現象がたびたびある．その一つの例として、希釈磁性体のグリフィス特異性 [1] が挙げられる．ランダム希釈強磁性模型は、スピン間の相互作用ボンドを確率 p でランダムに与え、 $1-p$ で 0 にする．この模型には、対応する均一系 ($p = 1$ の非希釈系) の転移温度 T_c^{pure} と強磁性転移温度 $T_c(p)$ の間にグリフィス相と呼ばれる相があることが示されている．この模型では相互作用ボンドで繋がれた体積 V のスピン集団 (クラスター) が存在する確率は p^V 程度である．つまり、大きなクラスターは体積の指数関数 $\exp((\ln p)V)$ 的にしか存在しない．しかしながら、 T_c^{pure} 以下の温度では、その大きなクラスターから帯磁率に V に比例する大きな寄与がある．その結果、グリフィス相では、非常に小さい確率で稀に存在する大きなクラスターからの帯磁率の寄与が弱い特異性を示すとされている．

しかし、これまでにこの特異性を直接捉えた実験や数値計算はなく、主にダイナミクスにおける異常長緩和現象から間接的に確かめることが多かった．本研究で、我々は相互作用サンプルについての帯磁率の分布関数を直接調べることで弱いグリフィス異常性の検証を試みた．ランダム系の数値的研究では、相互作用サンプルと熱ゆらぎについての二重平均をとる必要がある．通常は、まず確率的に発生させたある相互作用サンプルの元での熱期待値を計算し、その後多くの相互作用サンプルについて平均をする．このとき稀に存在する大きなクラスターを持つサンプルは文字どおり稀にしか現れないことになる．我々はこの問題を回避するために、相互作用サンプルについての important sampling [2] する方法を提案する．講演ではその方法と結果の詳細を報告し、他の問題への展開について議論する．

右図は 2 次元希釈ランダムボンド Ising 模型 (スピン数 16^2 , ボンド確率 $p = 0.8$, 温度 $T/J = 2.0 < T_c^{\text{pure}}$) の帯磁率の逆数分布である． は単純サンプリングによるサンプル数 10^4 の結果である．このサンプル数が分布の下限の精度を決めていて、 10^{-4} より小さな分布は評価できない．一方、 は important sampling によるやはりサンプル数約 10^4 の結果であるが、さらに 2 桁程度の小さな分布の値まで評価できていることがわかる．

[1] R. B. Griffiths, Phys. Rev. Lett. **23**, 17 (1969).[2] A. K. Hartmann, Phys. Rev. E **65**, 056102(2002); M. Körner, et al, cond-mat/0603290.