

# 超対称性の自発的破れの格子シミュレーションによる測定

理化学研究所 仁科加速器センター 金森 逸作

E-mail: kanamori-i@riken.jp

格子を用いた数値シミュレーションで超対称性の破れを測定する方法を提唱する<sup>1</sup>。この方法の格子模型に対する要請は、有限格子間隔で  $Q^2 = 0$  を満たすスカラー超電荷  $Q$  を持つ、作用関数が  $Q$  の下で不変、の 2 点である。これはトポロジカルツイストを経由する最近の多くの格子模型が満たす性質である。我々の方法はこれらの格子模型から物理量を計算する初めての応用である。

我々の方法では、基底状態のエネルギーを測定する。つまり秩序変数としてハミルトニアンを利用する。ハミルトニアンの期待値が 0 であれば超対称性が保たれるが、0 か否かを測定するにはエネルギーの原点を正しく定める必要がある。そこで我々は超対称性代数を利用した。例として 2 次元の  $N = (2, 2)$  の代数を取り上げると、ツイストした基底でスカラー的な超電荷  $Q$  とベクトル的な超電荷の第 0 成分  $Q_0$  は、 $\{Q, Q_0\} = 2i\partial_0$  を満たす。そこで  $Q_0$  に対応する Noether カレント  $\mathcal{J}_\mu^{(0)}$  を用いてハミルトニアン密度を  $\mathcal{H} = Q\mathcal{J}_0^{(0)}/2$  と  $Q$ -exact に構成する<sup>2</sup>。そして通常の自発的対称性の破れの測定と同様に秩序変数と共役な外場（今の場合は温度）をかけて一旦超対称性を破り、ゼロ温度極限での期待値（すなわち基底状態のエネルギー）を求める。超対称量子力学（ポテンシャルの形で破れの有無が既知、SQM）と、杉野による格子模型を用いた 2 次元  $N = (2, 2)$  の超対称 Yang-Mills 理論（SYM）でのシミュレーション結果を以下に示す。

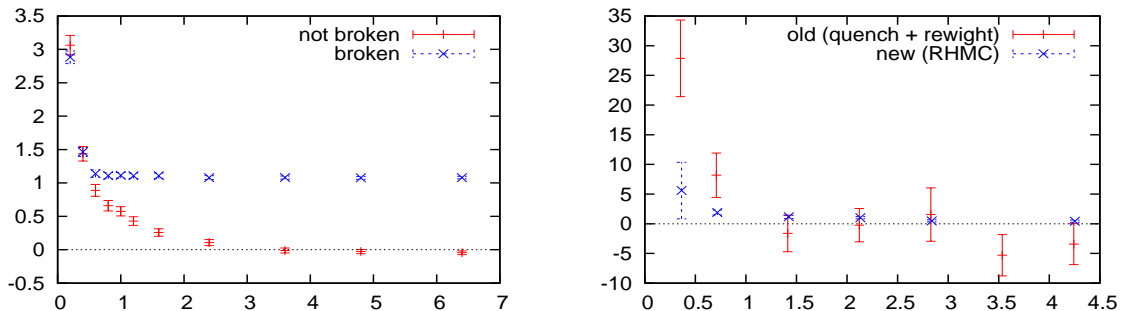


Figure 1: SQM（左）と SYM（右）でのハミルトニアンの期待値。横軸は逆温度  $\beta$ 。SQM では破れの有無によって明確に基底状態のエネルギー（ $\beta \rightarrow \infty$  での値）が異なり、この方法は機能している。SYM では複数のアルゴリズムを用いたが、基底状態のエネルギーは誤差の範囲でゼロに近い。単位はそれぞれ質量とゲージ結合定数。

## References

- [1] I. Kanamori, H. Suzuki and F. Sugino, Phys. Rev. D **77** (2008) 091502 [arXiv:0711.2099].
- [2] I. Kanamori, F. Sugino and H. Suzuki, Prog. Theor. Phys. **119** (2008) 797 [arXiv:0711.2132].

<sup>1</sup>鈴木博氏、杉野文彦氏との共同研究 [1, 2] 及びその後のシミュレーションに基づく。

<sup>2</sup> $\mathcal{J}_0^{(0)}$  の格子化の詳細によらずハミルトニアンが望ましい性質を持つことを、Witten 指数を用いて議論できる。