

テンソルネットワーク法による素粒子物理学の研究

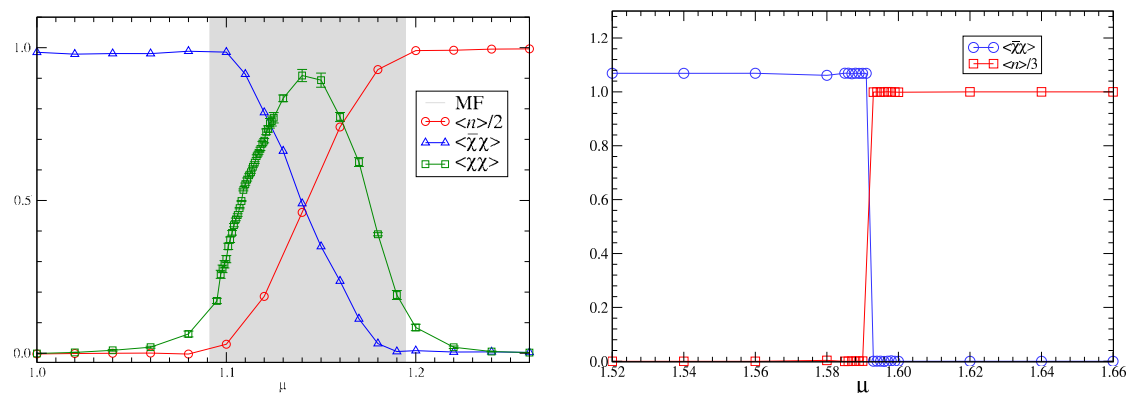
筑波大学 計算科学研究センター 氏名 藏増 嘉伸

目的：テンソル繰り込み群(TRG)は、テンソルネットワーク(TN)スキームにおけるラグランジアン形式に基づく数値計算手法である。TRGを様々な種類の量子場理論に応用することにより、素粒子物理の非摂動的現象を研究する。

内容：(3+1)次元有限密度QC₂D(2カラー)およびQCD(3カラー)の強結合極限における相構造解析を行なった。

結果：前者に関しては、カイラル凝縮 $\langle\bar{\chi}\chi\rangle$ 、ダイクォーク凝縮 $\langle\chi\chi\rangle$ 、クォーク数密度 $\langle n\rangle$ を化学ポテンシャル μ の関数として計算することにより、ゼロ温度における相構造を解明することに成功した(左図)。後者に関しては、 $\langle\bar{\chi}\chi\rangle$ と $\langle n\rangle$ の相転移点(μ_c)のクォーク質量依存性を調べることにより、有限温度におけるカイラル相転移・核物質相転移の臨界クォーク質量(一次相転移が消失する点)の決定に成功した。また、ゼロ温度では重いクォーク質量でカイラル相転移・核物質相転移が一次相転移であることを示した(右図)。本成果は、(3+1)次元有限密度QCDのゼロ温度の相構造解析における世界初の成功例である。

利用した計算機 SQUID 汎用CPUノード群
GPUノード群
ノード時間 7,100 時間
並列化 1~64ノード



図：(3+1)次元強結合有限密度QC₂D(左)とQCD(右)のゼロ温度における相構造