

受付ID	17a13
分野	素粒子

Gradient flow を用いた (2+1)-flavor QCD 熱力学量の研究

(2+1)-flavor QCD thermodynamics using the gradient flow

金谷 和至

筑波大学 宇宙史研究センター

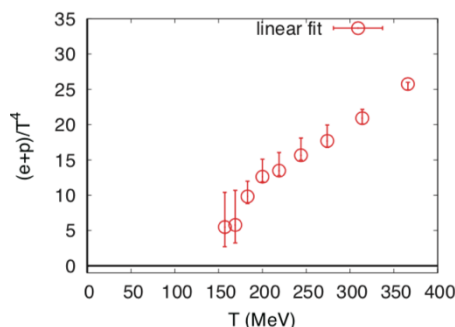
1. 研究目的

グラジエントフローに基づく鈴木の方法により、クォークを含む (2+1)-flavor QCD でくりこまれたエネルギー運動量テンソル等の QCD 熱力学量の計算を行う。重いクォーク質量領域での状態方程式やカイラル凝集の研究を拡大し、物理点での研究や、他の熱力学量の研究を実行する。

2. 研究成果の内容

重いクォーク質量領域での一連の補助的解析を遂行して研究を完成させ、論文を発表した。それを発展させて、物理点での試験研究を行い、状態方程式やカイラル凝集について、クォークが重い場合とほぼ同様に有意な計算が可能であるという中間結果を得た。ただし、格子化誤差が大きい傾向があり、高統計と精密な系統誤差評価が必要である。クォーク質量が小さい効果に加え、格子間隔がやや粗いことが作用しているものと思われる。

並行して、クォークが重い場合に、エネルギー運動量テンソルの相関関数の研究を開始した。また、グラジエントフロー法を用いた SU(3)ゲージ理論の潜熱の研究も行った。これらの中間結果を **Lattice 2017** 等で報告した。



物理点における状態方程式

3. 学際共同利用として実施した意義

フェルミオンのグラジエントフロー計算では、記憶容量が大きいことが計算時間に重要で、HA-PACS の特徴とマッチしていた。他方、研究の基本となる有限温度配位の生成では COMA が有利で、両者を備えた計算科学研究センターのプラットフォームがこのプロジェクトに適していた。

4. 今後の展望

次の段階では、重いクォーク質量領域で異なる格子間隔で同様の計算を行い、連続極限を取り、同時に物理点での精密な結果を目指して統計を上げる。

5. 成果発表

(1) 学術論文

1. Yusuke Taniguchi, Kazuyuki Kanaya, Hiroshi Suzuki, Takashi Umeda, Topological susceptibility in finite temperature (2+1)-flavor QCD using gradient flow, Phys. Rev. D 95, No.5 (2017) ref.054502, pp.1-8, DOI: 10.1103/PhysRevD.95.054502
2. Yusuke Taniguchi, Shinji Ejiri, Ryo Iwami, Kazuyuki Kanaya, Masakiyo Kitazawa, Hiroshi Suzuki, Takashi Umeda, and Naoki Wakabayashi (WHOT-QCD Collaboration), Exploring $N_f=2+1$ QCD thermodynamics from gradient flow, Phys. Rev. D 96, No.1 (2017) ref.014509, pp.1-28, DOI: 10.1103/PhysRevD.96.014509
3. Kazuyuki Kanaya, Shinji Ejiri, Ryo Iwami, Masakiyo Kitazawa, Hiroshi Suzuki, Yusuke Taniguchi and Takashi Umeda [WHOT-QCD Collaboration], Equation of state in (2+1)-flavor QCD at physical point with improved Wilson fermion action using gradient flow, EPJ Web of Conferences 175 (2018) ref.07023, pp.1-8, DOI:10.1051/epjconf/20181750702
4. Yusuke Taniguchi, Shinji Ejiri, Kazuyuki Kanaya, Masakiyo Kitazawa, Asobu Suzuki, Hiroshi Suzuki, Takashi Umeda, for the WHOT-QCD Collaboration, Energy-momentum tensor correlation function in $N_f=2+1$ full QCD at finite temperature, EPJ Web of Conferences 175 (2018) ref.07013, pp.1-8, DOI:10.1051/epjconf/201817507013

(2) 学会発表

1. TANIGUCHI, Yusuke; KITAZAWA, Masakiyo; SUZUKI, Asobu; SUZUKI, Hiroshi; UMEDA, Takashi; EJIRI, Shinji; KANAYA, Kazuyuki, "Energy-momentum tensor correlation function in $N_f=2+1$ full QCD at finite temperature", The XXXV International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2017) (Palacio de Congresos de Granada, Granada, Spain, June 18-24, 2017)
2. EJIRI, Shinji; KANAYA, Kazuyuki; KITAZAWA, Masakiyo; TANIGUCHI, Yusuke; IWAMI, Ryo; SUZUKI, Hiroshi; UMEDA, Takashi; SHIROGANE, Mizuki; WAKABAYASHI, Naoki, "Thermodynamics near the first order phase transition of SU(3) gauge theory using gradient flow", The XXXV

International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2017) (Palacio de Congresos de Granada, Granada, Spain, June 18-24, 2017)

3. KANAYA, Kazuyuki; EJIRI, Shinji; IWAMI, Ryo; KITAZAWA, Masakiyo; SUZUKI, Hiroshi; TANIGUCHI, Yusuke; UMEDA, Takashi, "Equation of state in (2+1)-flavor QCD at physical point with improved Wilson fermion action using gradient flow", The XXXV International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2017) (Palacio de Congresos de Granada, Granada, Spain, June 18-24, 2017)
4. KANAYA, Kazuyuki; EJIRI, Shinji; IWAMI, Ryo; KITAZAWA, Masakiyo; SUZUKI, Hiroshi; TANIGUCHI, Yusuke; UMEDA, Takashi, "Thermodynamics of QCD at physical point with (2+1)-flavors of improved Wilson quarks using gradient flow," The 15th International workshop on QCD in eXtreme conditions (XQCD 2017) (Univ. Pisa, Pisa, Italy, June 26-28, 2017)
5. TANIGUCHI, Yusuke, "Energy-momentum tensor correlation function in $N_f=2+1$ full QCD at finite temperature", The international workshop "QCD at nonzero baryon density" (The National Research center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia, Oct. 2-4, 2017)

他、国際会議 3 件、国内会議・学会発表 15 件

(3) その他

1. 鈴木博「格子ゲージ理論におけるエネルギー・運動量テンソルの構成：Gradient flow の方法」日本物理学会誌 73 巻第 3 号：最近の研究から, p.148-153

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース※	
		当初配分	追加配分
HA-PACS/TCA	○	25440	6400
COMA	○	153600	
Oakforest-PACS			
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			