

研究責任者名 Name	岩崎 洋一 Iwasaki Yoichi	所属機関 Affiliation	高エネルギー加速器研究機構 KEK
受理番号 Proposal No.	大型 13/14-T01	研究課題名 Program title	domain wall formalism によるconformal theories の研究

研究を終了しましたので、下記の通り報告します。

成果の概要

Abstract

(和文) ウィルソン・フェルミオン形式を用いて、フレーバ数 (N_f) 個の基本表現フェルミオンを有する 4 次元の格子 SU(3) ゲージ理論を研究した。格子サイズは $16^3 \times 6$ を採用し、空間方向のポリアコフ・ループと時間方向のメソン伝搬関数を用いて、真空構造を解明した。伝搬関数は局所解析と名付けた新しい方法を用いて、解析した。

この研究によって、格子の大きさが有限の場合、ゲージ結合定数とクォーク質量をパラメータとする相図で、閉じ込め領域でも、非閉じ込め領域でもない、新しい領域、コンフォーマル領域が存在することを示した。この領域で、メソンの伝搬関数は遠距離で一般化された湯川型で振る舞うなど、特徴的な性質を示す。この領域は、 N_f が小さい QCD でも、非閉じ込めで、クォーク質量が小さい場合に存在することを理論的考察から予言し、数値的にも、格子サイズ $16^3 \times 6$ の場合示した。

(英文)

We investigate SU(3) gauge theories in four dimensions with N_f fundamental fermions, on a lattice using the Wilson fermion. Clarifying the vacuum structure in terms of Polyakov loops in spacial directions and properties of temporal propagators using a new method "local analysis", we verify numerically on a lattice of the size $16^3 \times 64$ that the "conformal region" exists together with the confining region and the deconfining region in the phase structure parametrized by beta and K both in the cases of the large N_f QCD within the conformal window (referred as Conformal QCD) with an IR cutoff and small N_f QCD at $T/T_c > 1$ with T_c being the chiral transition temperature (referred as High Temperature QCD). In the conformal region we find the vacuum is the nontrivial $Z(3)$ twisted vacuum modified by non-perturbative effects and temporal propagators of meson behave at large t as a power-law corrected Yukawa-type decaying form. The transition from the conformal region to the deconfining region or the confining region is a transition between different vacua and therefore the transition is a first order transition both in Conformal QCD and in High Temperature QCD.

From further analysis we estimate the anomalous mass dimension $\gamma^* = 1.2$ (1) for $N_f=7$. We also show that the asymptotic state in the limit $T/T_c \rightarrow \infty$ is a free quark state in the $Z(3)$ twisted vacuum. The approach to a free quark state is very slow; even at $T/T_c \sim 10^5$, the state is affected by non-perturbative effects. This is possibly connected with the slow approach of the free energy to the Stefan-Boltzmann ideal gas limit.

研究成果を公開しているホームページアドレス

<http://www2.ccs.tsukuba.ac.jp/people/iwasaki/>

研究成果の 公表	口頭研究発表 件数	査読つきの 学術論文数	プロシーディング 論文数	その他 (投稿中を含む)
	2	2	2	1

成果の公表リスト（それぞれの枠に番号をつけて記入願います。）

口頭研究発表 Presentations at scientific meetings concerning the program									
<p>1. Toward the Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory, Y. Iwasaki, the 31st International Symposium on Lattice Field Theory - LATTICE 2013, July 29 - August 3, 2013, Mainz, Germany,</p> <p>2. Conformal Window and Correlation Functions in Lattice Conformal QCD, Y. Iwasaki, " SCGT 12; Strong Coupling Gauge Theories in the LHC Perspective", Dec 2012, Nagoya.</p>									
<p>査読付きの学術論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (*) 不足する場合には追加願います。</p> <p>Refereed Journal Articles (name of journal, volume, page, year)</p>									
1	<table border="1"> <tr> <td>著者名 Author</td> <td>K. -I. Ishikawa, Y. Iwasaki , Yu Nakayama andT. Yoshie</td> </tr> <tr> <td>タイトル title</td> <td>Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory</td> </tr> <tr> <td>雑誌名</td> <td>Phys.Rev. D89 (2014) 114503</td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td>https://journals.aps.org/archive/</td> </tr> </table>	著者名 Author	K. -I. Ishikawa, Y. Iwasaki , Yu Nakayama andT. Yoshie	タイトル title	Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory	雑誌名	Phys.Rev. D89 (2014) 114503	URL	https://journals.aps.org/archive/
著者名 Author	K. -I. Ishikawa, Y. Iwasaki , Yu Nakayama andT. Yoshie								
タイトル title	Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory								
雑誌名	Phys.Rev. D89 (2014) 114503								
URL	https://journals.aps.org/archive/								
2	<table border="1"> <tr> <td>著者名</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイトル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雑誌名等</td> <td></td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td></td> </tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
3	<table border="1"> <tr> <td>著者名</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイトル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雑誌名等</td> <td></td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td></td> </tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
<p>プロシーディング論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (*) 不足する場合には追加願います。</p> <p>International Conference Proceedings (name of journal, volume, page, year)</p>									
1.	<table border="1"> <tr> <td>著者名 Author</td> <td>Y. Iwasaki</td> </tr> <tr> <td>タイトル title</td> <td>Toward the Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory</td> </tr> <tr> <td>雑誌名等</td> <td>PoS Lattice 2013 085</td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td>http://pos.sissa.it</td> </tr> </table>	著者名 Author	Y. Iwasaki	タイトル title	Toward the Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory	雑誌名等	PoS Lattice 2013 085	URL	http://pos.sissa.it
著者名 Author	Y. Iwasaki								
タイトル title	Toward the Global Structure of Conformal Theories in the SU(3) Gauge Theory								
雑誌名等	PoS Lattice 2013 085								
URL	http://pos.sissa.it								
2.	<table border="1"> <tr> <td>著者名</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイトル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雑誌名等</td> <td></td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td></td> </tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
3.	<table border="1"> <tr> <td>著者名</td> <td></td> </tr> <tr> <td>タイトル</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雑誌名等</td> <td></td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td></td> </tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
<p>その他 (学位論文、紀要、投稿中の論文を含む) (著者、タイトル、論文種別、URL を記載)</p> <p>Others (thesis for a degree, bulletin, papers to be published, etc.)</p> <p>K. -I. Ishikawa, Y. Iwasaki , Yu Nakayama andT. Yoshie, Conformal Behavior in QCD; arXiv:1304.4345</p>									
<p>特記 (本研究に関係した、新聞記事・著作、受賞など) (過去に遡っても構いません。)</p> <p>Special Notes (newspaper article, literary works, awards, etc.)</p>									