Wilson loopによる格子ゲージ理論の結合定数の測定

—quenched QCD test—

基礎物理学研究所　伊藤　悦子

Numerical simulationは
基研NEC SX-8で行った。

動機

- Large flavor QCDで非自明な赤外固定点が存在するか非摂動論的に調べたい。
- Schroedinger functional scheme以外の独立な手法
- O(a)のsystematic errorのない方法
- **Quenched QCDで手法のテスト**

計算の手順

renormalized coupling $g^2\left(L_0, \frac{R}{L_0}, \frac{a}{L_0}\right)$

- くりこみ条件 $r \equiv \frac{R+1/2}{L_0} (= 0.25, 0.30, 0.35)$ を固定する。
- 連続極限をとる。$\frac{a}{L_0} \to 0$
  このとき、inputの物理量が一定となるように bare coupling を tune する。
- L_0 は、Step scalingにおいて、running couplingのスケールとみなせる。

シミュレーション

- pseudo-heatbath algorithm and Over-relaxation
- gauge configurations の数　100
- periodic b.c.とtwisted b.c. (山崎さん's talk)
- 物理量を一定とするbare coupling と格子サイズの組

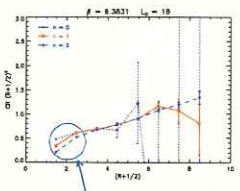
Set1			Set2			Set3			Set4			Set5			
beta	L0/a (s=1)	L0/a (s=2)	beta	L0/a (s=1)	L0/a (s=2)	beta	L0/a (s=1)	L0/a (s=2)	beta	L0/a (s=1)	L0/a (s=2)	beta	L0/a (s=1)	L0/a (s=1.5)	L0/a (s=2)
8.2500	(8)	16	7.6547	(8)	16	7.0197	(8)	16	6.4527	(8)	16	6.1274	(8)	12	16
8.4677	(10)	20	7.8500	(10)	20	7.2098	(10)	20	6.6629	(10)	20	6.2647	(10)		20
8.5873	12	24	7.9993	12	24	7.3551	12	24	6.7750	12	24	6.3831	12	18	24
8.7289	14		8.1352	14		7.4986	14		6.9169	14		6.4841	14		
8.8323	16		8.2415	16		7.6101	16		7.0203	16		6.5700	16	24	

高エネルギー ←→ 低エネルギー

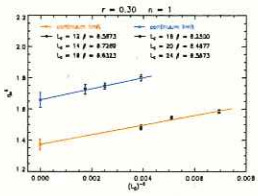
Set1-4
(Nucl.Phys. B544 (1999) 669-698, S. Capitani et. al.)
Set5
(Nucl.Phys. B535 (1998) 389-402, M. Guagnelli et. al.)

Technical steps

1. Smearing of link variables
2. Interpolation of the Creutz ratios
3. Extrapolation to the continuum limit of the running coupling



Over smearing for n=1,2



結合定数の連続極限

"Wilson loop scheme"

$$g^2 = -R^2 \frac{\partial^2}{\partial R \partial T} \ln \langle W(R,T) \rangle^{\mathrm{NP}} |_{T=R} \Big/ k$$

定義

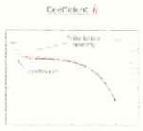
$$\left(-R^2 \frac{\partial^2}{\partial R \partial T} \ln W(R,T)^{\mathrm{NP}} \Big|_{T=R} \right)$$

$$= Z_g \left(-R^2 \frac{\partial^2}{\partial R \partial T} \ln W(R,T)^{\mathrm{NP}} \Big|_{T=R} \right)$$

$$= \boxed{Z_g \, g_0^2} k$$

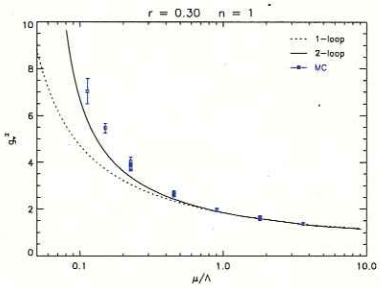
$$\equiv g^2 \text{ : Renormalized coupling}$$

- O(a) error なし
- Creutz ratioから計算



結果

各セットのstep scalingの結果

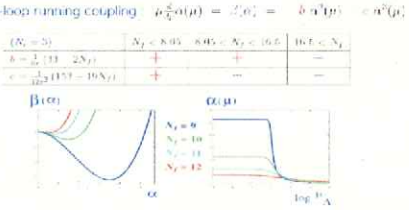
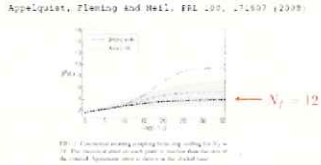


- 高エネルギーで摂動論とよく一致。
- Smearingにより、統計エラーが小さくなった。

次の課題
Large flavor QCD

関連する研究

摂動論的結果



Lattice theory　(SF scheme)