Gradient flow を用いた相関関数の計算

筑波大学　鈴木遊
For WHOT collaboration

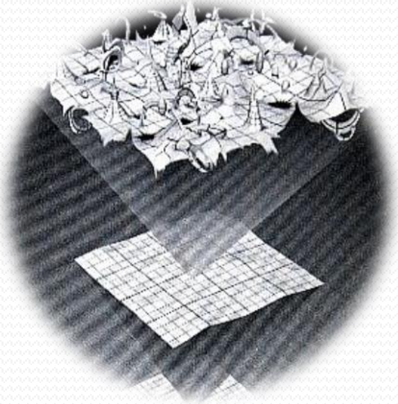
キーワード
繰り込み, 繰り込みのスキーム
Gradient flow 法

繰り込みとは？

スケール

大　　　　　　　　　　　　　　小

$S(m_0, g_0)$



無限小のスケールから
出発する必要はない

$S(m_r, g_r)$

小さいスケールの効果を
パラメータに取り込む

繰り込み
ミクロな理論の効果を
取り入れる

注意！

繰り込みは非自明な操作

大

小

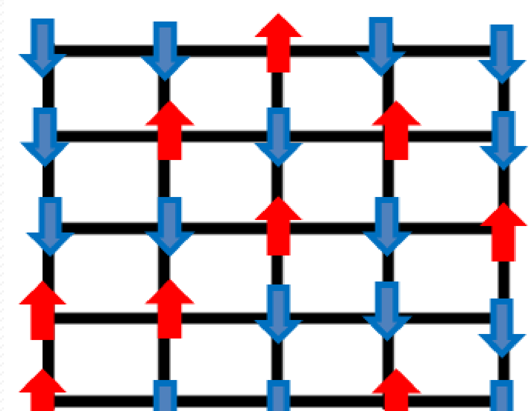
$$S(m_r, g_r)$$

小さいスケールの効果を
パラメータに取り込む

複
雑

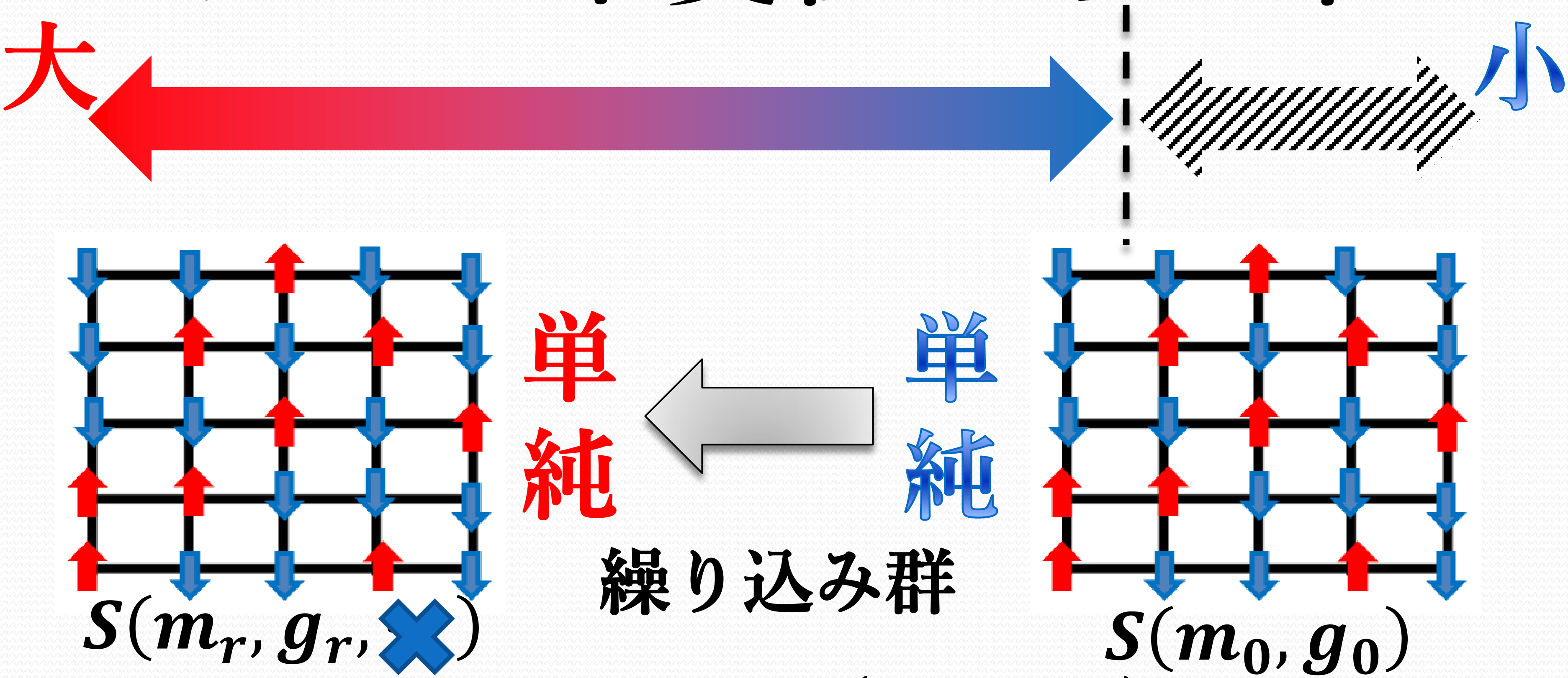
$$S(m_r, g_r, \cdots)$$

単
純



$$S(m_0, g_0)$$

スケール不変性がある系



ポスター発表(8月23日）

Wilson流の繰り込み群と場の理論への応用

秋山進一郎

場の理論の繰り込み

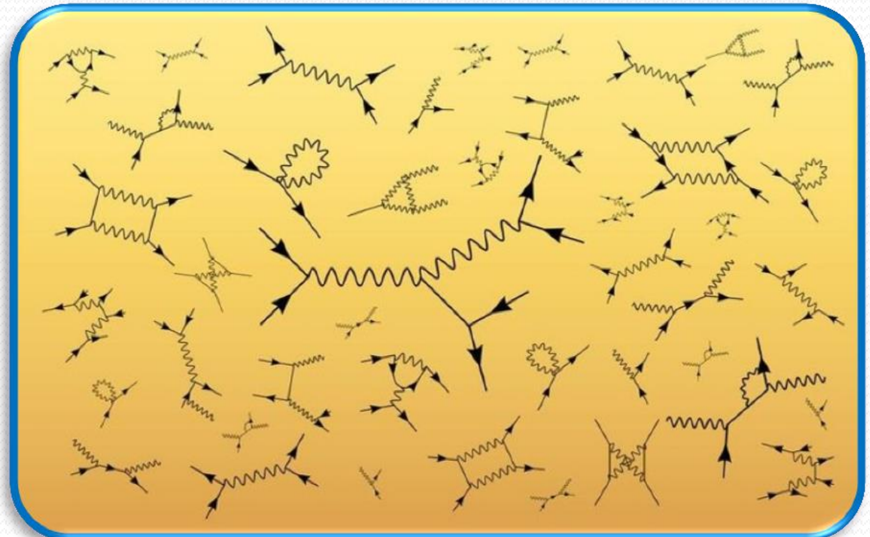
大

スケール

小

$S(m_r, g_r)$

小さいスケールの効果を
パラメータに取り込む



繰り込みのスキーム

MSスキーム

だけ差っ引く

$\overline{\mathrm{MS}}$スキーム

と定数を引く

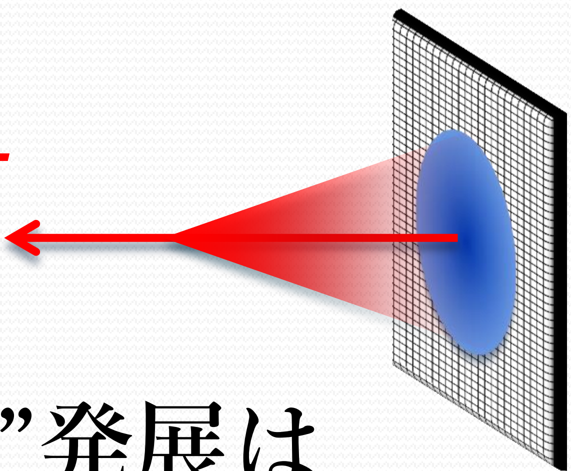
Gradient Flow スキーム ← New!

4+1次元の理論を考える

仮想時間 τ

元々の理論(例えばQCD)

τ



4次元の理論

$$\frac{\partial}{\partial\tau}\psi(x,\tau)\sim\nabla^2\psi(x,\tau)$$

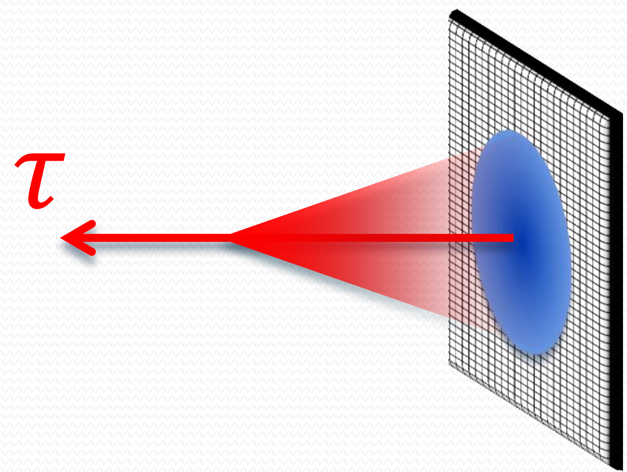
"時間"発展は
拡散方程式

何故発散がなくなるのか？(ラフな説明)

$$\frac{\partial}{\partial\tau}\psi(x,\tau)\sim\nabla^2\psi(x,\tau)$$

$$\psi(x,\tau)\sim\int dy\, e^{-\frac{(x-y)^2}{4\tau}}\psi(y,0)$$

$$\psi(p,\tau)\sim e^{-\tau p^2}\psi(p,0)$$



4次元の理論

UVの発散を軽減

重要な結果：演算子の繰り込みは不要

※但し結合定数等の繰り込みは必要

格子QCDへの応用

$$\boldsymbol{\mathcal{O}(a) \times \mathcal{O}\left(a^{-1}\right) \sim \mathcal{O}(1)}$$

Gradient Flow を用いた計算

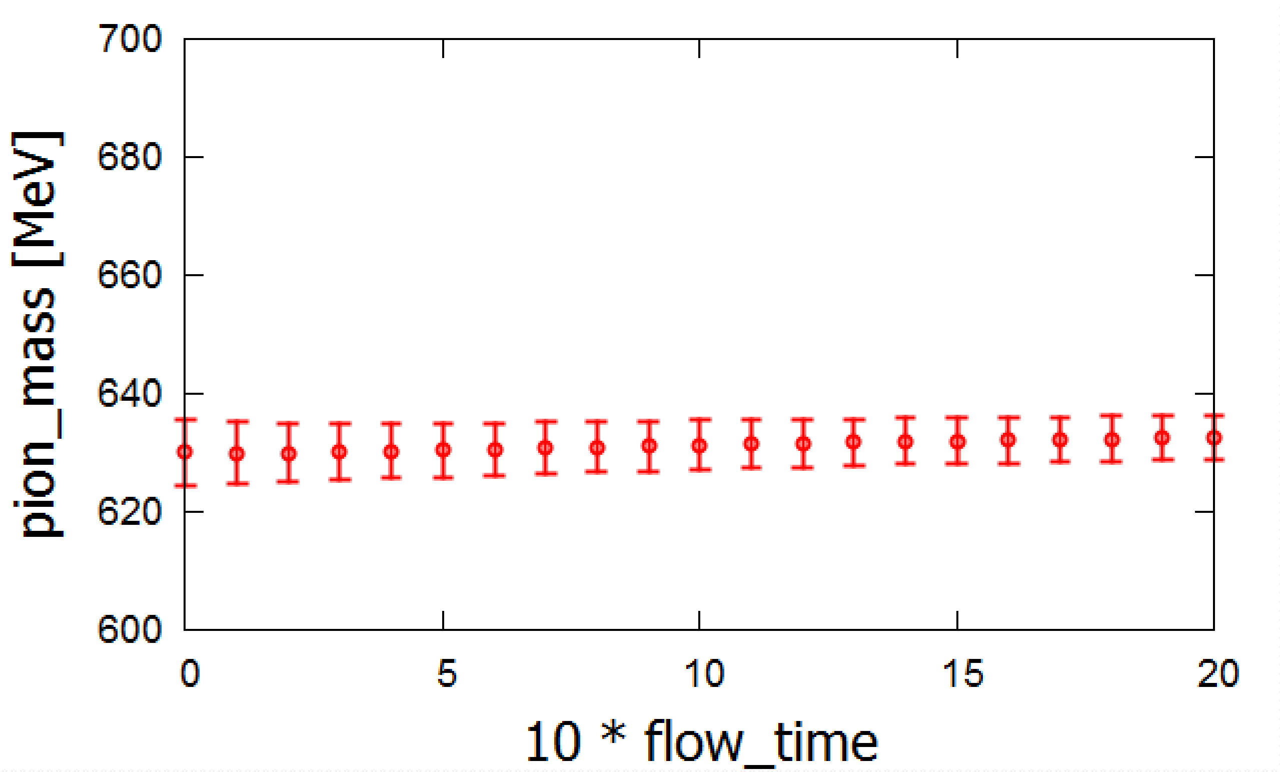
1点関数の計算

- エネルギー運動量テンソルの構成
  ポスター(石川さん,KEK)
- トポロジー電荷の計算　　etc.

2点関数の計算(This work !)

- 中間子相関関数の計算
  中間子質量, 崩壊定数

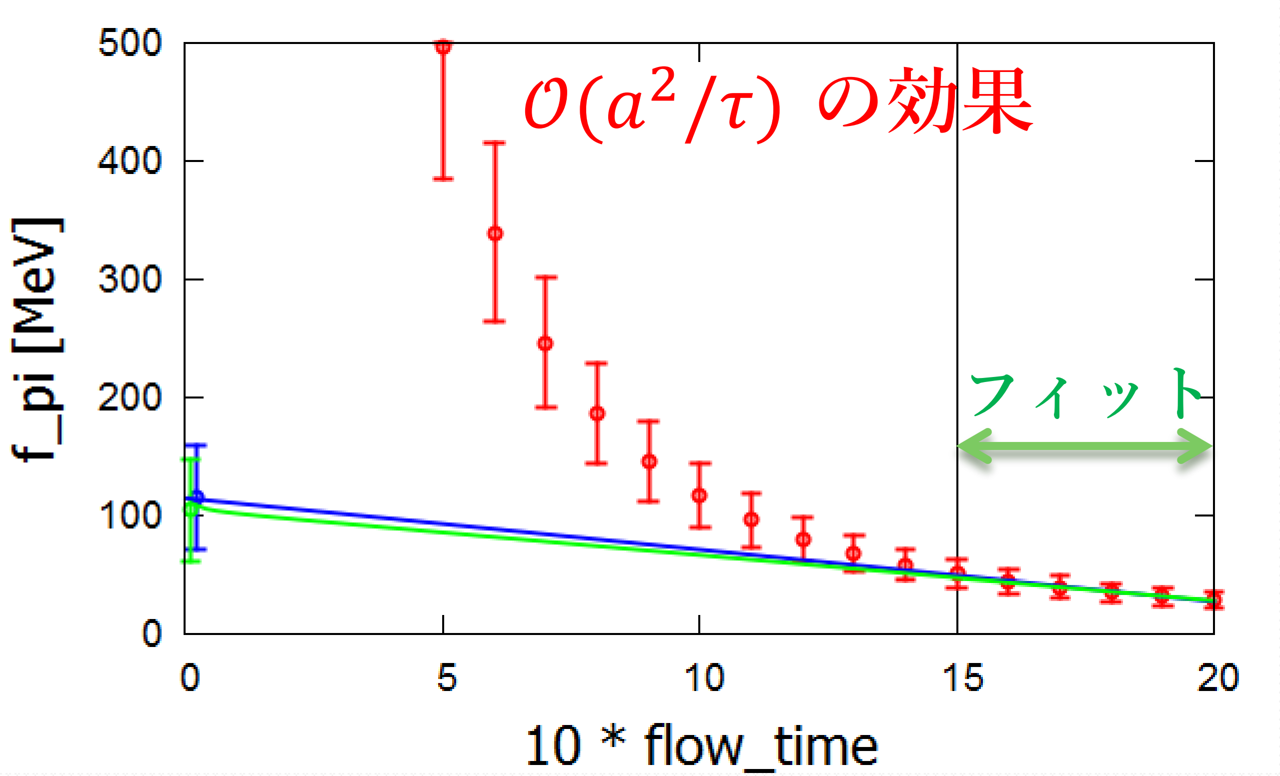
Pion 質量



$$m_\pi = 630.0 \pm 4.8 \text{ MeV}$$

これは繰り込みが不要な量→τによらない

Pion 崩壊定数



Blue : $A + Bt$, $f_\pi = 114.5 \pm 44.1$ MeV

Green : $A + Bt + C/t$, $f_\pi = 104.2 \pm 43.2$ MeV

繰り込みが必要な量

まとめ

- 繰り込み：小さいスケールの理論を取り入れること
  - 毎回、無限小のスケールまで考える必要はない
  - 実は非自明な操作をしている(c.f. 繰り込み群)
- スキーム：繰り込みをどこまで行うか？
  - 場の理論には発散の困難がある
  - スキームによる違いは有限
- Gradient flow 法
  - 場の拡散方程式を考える
  - 演算子の繰り込みが自動的に行われる
- 格子QCDへの応用
  - エネルギー運動量テンソル
  - 中間子相関関数の計算