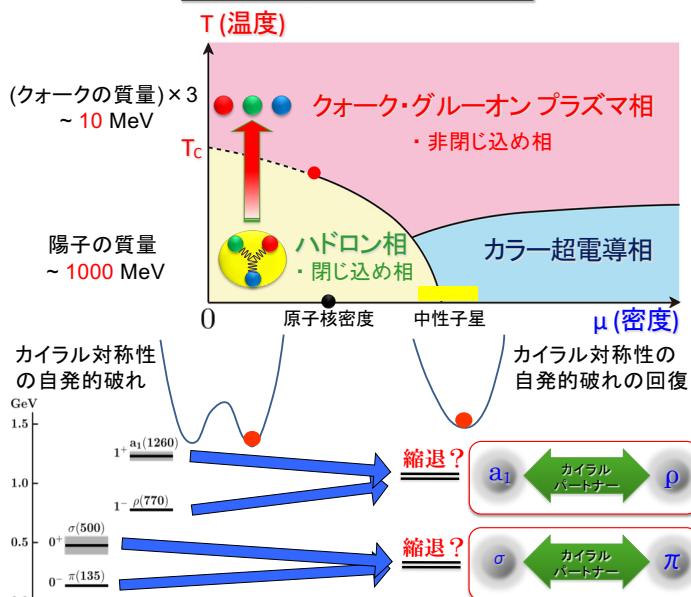


関口 宗男(國士館大:代表)、若山 将征(阪大RCNP:副代表)、伊達 進(阪大CMC)、  
村上 祐子(國士館大)、中村 純(阪大RCNP)、和田 浩明(國士館大)

## カイラルフェルミオンを用いた格子QCDによる中間子質量生成機構の研究



### 研究背景: 質量の起源



### 研究目的

$\pi$ と $\sigma$ 中間子、 $\rho$ と $a_1$ 中間子はカイラル・パートナーと考えられ、有限温度でそれらの質量が縮退する過程を第一原理である量子色力学(QCD)の非摂動論的計算(格子QCDシミュレーション)により検証する。この結果よりQCDの非摂動論的效果により中間子質量が生成されることを明らかにする。

### 研究手法: カイラルフェルミオン作用

格子フェルミオン作用にカイラル対称性を持たせることは困難だが、カイラル対称性を格子上に拡張した格子カイラル対称性を持たせることは可能である。カイラルフェルミオン作用であるトランケイティッドオーバーラップフェルミオン(TOF)作用は近似的に格子カイラル対称性を満たすため、カイラル対称性に関する物理量の計算に適する。

COST (TOF作用) ~ COST ( ウィルソンフェルミオン作用 ) × 10-100 !

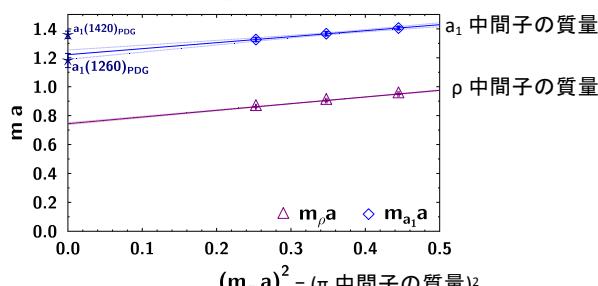
阪大CMCの協力の下、約1.2倍のプログラムの高速化を実現！

[単位は秒]	Real Time
チューニング前	196,917.514
チューニング後	166,749.661

(2017年度)

2018年度はCMCの協力の下、さらに約1.1倍の高速化を実現！

### 研究課題(1) $a_1$ 中間子の励起状態の決定



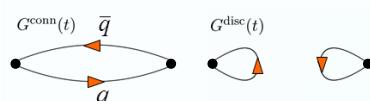
今年度は格子QCDを用いて、さらに $a_1$ 中間子の励起状態を決定する。

### 研究課題(2) TOF作用のコードの改良

TOF作用のコードにハーゼンブッシュの前処理法を実装することで、より軽いクオークでの計算を実現させる。  
コードの完成後、阪大CMCの協力の下、コードの最適化・高速化を行う。

### 研究課題(3) 真空中での $\sigma$ 中間子の計算

$\pi$ ,  $\rho$ ,  $a_1$ 中間子に対してはクオーク接続型グラフ(左図)の計算だけで良かったが、 $\sigma$ 中間子は真空と同じ量子数を持つため、クオーク非接続グラフ(右図)の計算も必要不可欠である。



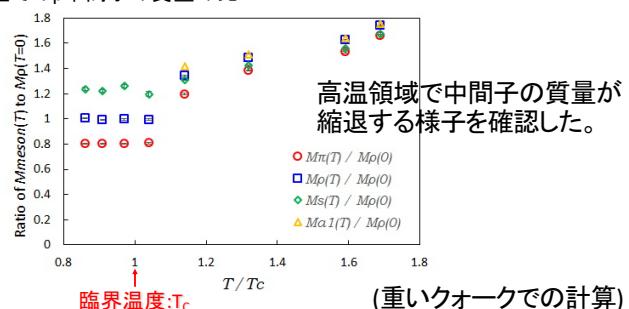
非接続グラフ(右図)の計算は動的クオークの寄与を考慮に入れたダイナミカルな計算が本質的であり、今年度、非常に小さい格子サイズでのテスト計算を目指す。

### 研究課題(4) MDWF作用のコードの最適化

TOF作用をより一般化したメビウスドメインウォールフェルミオン(MDWF)作用のコードを、OCOTPUSとSX-ACEのそれぞれに対して最適化し、既存のTOF作用のコードとともに性能および有用性について比較・検討を行う。

### 研究課題(5) 有限温度での計算に向けて

有限温度での中間子の質量  
と真空中の $\rho$ 中間子の質量の比



中間子質量生成機構の解明に向けたより定量的な議論を行うために、TOF作用を用いた、より軽いクオークでの計算が必要である。

### 研究体制

総括: 関口宗男(國士館大)

課題(1): 若山将征(阪大RCNP)、村上祐子(國士館大)

課題(2): 中村純(阪大RCNP)、和田浩明(國士館大)

課題(3): 中村純(阪大RCNP)、関口宗男(國士館大)

課題(4): 村上祐子(國士館大)、関口宗男(國士館大)

課題(5): 和田浩明(國士館大)、若山将征(阪大RCNP)

コードの最適化・高速化: 伊達進(阪大CMC)